



การพัฒนาโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้
ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในโรงเรียนต้นแบบการเรียนรวม

DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL LEARNING MANAGEMENT PROGRAM
FOR STUDENTS WITH LEARNING DISABILITIES
IN MIDDLE SCHOOLS FOR INCLUSION

ปอแก้ว ครูชนาค

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2564

การพัฒนาโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้
ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในโรงเรียนต้นแบบการเรียนรวม



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาพิเศษ
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL LEARNING MANAGEMENT PROGRAM
FOR STUDENTS WITH LEARNING DISABILITIES
IN MIDDLE SCHOOLS FOR INCLUSION



A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of DOCTOR OF EDUCATION
(Doctor of Education (Special Education))
Faculty of Education, Srinakharinwirot University

2021

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง
การพัฒนาโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้
ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในโรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม
ของ
ปอแก้ว ครูพนาค

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษาดุชะฎีบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศึกษาพิเศษ
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิดา มิตรานันท์)

..... ประธาน
(ศาสตราจารย์ ดร.ผดุง อารยะวิญญู)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์กนกพร วิบูลพัฒนะวงศ์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประพิมพ์พงศ์ วัฒนะรัตน์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุธาวัลย์ หาญขจรสุข)

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในโรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม
ผู้วิจัย	ปอแก้ว ครุฑนาค
ปริญญา	การศึกษาดุษฎีบัณฑิต
ปีการศึกษา	2564
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนิดา มิตวานันท์

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้
ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม แบ่งการดำเนินการเป็น 3 ระยะ ดังนี้ ระยะที่ 1 วิจัยข้อบกพร่องทางการเรียนรู้
ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม กลุ่มเป้าหมาย
คือ นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา
กรุงเทพมหานคร จำนวน 80 คน เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ 1) แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ค่า
ความตรงตามเนื้อหา เท่ากับ 0.80 ถึง 1.00 ค่าความยากง่าย 0.20 ถึง 0.83 ค่าอำนาจจำแนก 0.20 ถึง 0.73 และค่าความเชื่อมั่น 0.84
วิเคราะห์ข้อมูลโดย ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ความถี่ ค่าร้อยละ และค่าความเชื่อมั่น ระยะที่ 2 สร้างโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้าน
คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้ให้ข้อมูล ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้าน
คณิตศาสตร์, การศึกษาพิเศษ, หลักสูตรและการสอน, การวัดประเมินผลและการบริหารการศึกษา รวมทั้งสิ้น 8 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
ได้แก่ แบบประเมินคุณภาพร่างโปรแกรมฯ และแบบบันทึกการสนทนากลุ่ม วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เนื้อหา ระยะที่ 3 ทดลองใช้และ
ปรับปรุงโปรแกรมฯ กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม สังกัด
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร โดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เพื่อเข้าร่วมโปรแกรมฯ จำนวน
10 คน เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ 1) แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ
เครื่องมือ (จากระยะที่ 1) 2) โปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน 3) แบบบันทึกการสัมภาษณ์ วิเคราะห์ข้อมูลเชิง
ปริมาณและเชิงคุณภาพ โดยการวิเคราะห์เนื้อหา ค่าสถิติพื้นฐาน ค่าเฉลี่ยและค่าร้อยละ ผลการศึกษาพบว่า 1. นักเรียนมีข้อบกพร่องฯ มาก
ที่สุดคือ เรื่อง การบวกลบเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน 2. โปรแกรมฯ ประกอบด้วย 1) จุดมุ่งหมายของโปรแกรมฯ 2) ลักษณะของโปรแกรมฯ 3)
ผู้เข้าร่วมโปรแกรมฯ 4) กิจกรรมการเรียนรู้ และ 5) การวัดและประเมินผล, ผลการประเมินร่างโปรแกรมฯผู้เชี่ยวชาญ มีเห็นว่า ความเหมาะสม
มากที่สุดทุกประเด็น และมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.75 3. โปรแกรมฯ มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 81.40 / 86.80 หลังการทดลอง พบว่า นักเรียน
บกพร่องทางการเรียนรู้ มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สูงกว่าก่อนเข้ารับโปรแกรม ค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) เท่ากับ 0.78
แสดงให้เห็นว่านักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้มีความสามารถมากขึ้น คิดเป็นร้อยละ 78 โปรแกรมฯมีความเหมาะสมในการจัดการเรียนรู้ให้กับ
นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ เป็นรายบุคคล และสามารถฝึกปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนของกลยุทธ์การสอน CRA ได้ผลในระดับดีมาก

คำสำคัญ : ความบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์, เศษส่วน, กลยุทธ์การสอน CRA

Title	DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL LEARNING MANAGEMENT PROGRAM FOR STUDENTS WITH LEARNING DISABILITIES IN MIDDLE SCHOOLS FOR INCLUSION
Author	PORKAEW KRUTNAK
Degree	DOCTOR OF EDUCATION
Academic Year	2021
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr. Chanida Mitranun

The objective of this research was aimed to develop mathematics learning management program for junior high school students with learning disabilities of the inclusive schools. Methodologically, it is divided into three phases as follows: Phase 1 Diagnose learning disabilities in mathematics on fractions among the junior high school students with learning disabilities of the inclusive schools. The participants included eighty junior high school students with learning disabilities of the inclusive schools under the Bangkok Secondary Education Service Area Office. The research instrument used included 1) Mathematical Diagnostic Test on Fractions, the content consistency was 0.80 - 1.00, difficulty index of 0.20 - 0.83, discrimination power of 0.20 - 0.73, and reliability of 0.84. Data were analyzed using descriptive statistics including mean, frequency, percentage, and percent confidence. Phase 2 Develop mathematics learning management program on fractions for junior high school students with learning disabilities. Key informants included a total of eight experts regarding mathematics, special education, curriculum and instruction, measurement and evaluation, and educational administration. Content analysis was performed. Phase 3 Trial and program improvement The participants included ten junior high school students with learning disabilities of the inclusive schools under the Bangkok Secondary Education Service Area Office, chosen by purposive sampling. The research instrument used included 1) Mathematical Diagnostic Test on Fractions, validated with passing the tool quality inspection from Phase 1, and 2) mathematics learning management program on fractions, and 3) interview record form. Data analysis was conducted quantitatively and qualitatively, content analysis, and the descriptive statistics implemented included mean and percentage. The results showed as follows: The most shortcomings found in students were adding and subtracting fractions with unlike denominators. 1. The program consists of 1) aim of the program, 2) description of the program, 3) participants 4) learning activities, and 5) measurement and assessment, the assessment results of the draft program by the experts was of the opinion that they were most appropriate in all respects with mean of 4.75. 2. Program efficiency (E1/E2) was 81.40 / 86.80. Post-experimentally the students with mathematics learning disabilities gained higher mathematical proficiency on fractions than pre-experimentally. An Effectiveness Index (E.I.) was 0.78, indicating that students with learning disabilities improved their performance by 78 percent. The program was suitable for learning management for students with learning disabilities individually and step-by-step practice for CRA teaching strategies yields the great efficiency.

Keyword : Learning Disabilities, Mathematics, Fractions, CRA Teaching Strategies

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องจากความเมตตาจากที่ปรึกษาทางวิจัย ผศ. ดร.ชนิดา มิตรานันท์ และ ดร.ทมลดา บุญกาญจน์ ที่กรุณาแนะนำและให้คำปรึกษาตลอดการดำเนินงานวิจัยทุกขั้นตอน รวมทั้งคณาจารย์สาขาการศึกษาพิเศษ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ทุกท่านที่ให้แนวทางการปรับแก้ปริญญานิพนธ์ให้เป็นฉบับสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ศ.ดร.ผดุง อารยะวิญญู ที่กรุณาให้แนวคิดเชิงวิชาการในเป็นประเด็นสำคัญที่สุดของงานวิจัย และให้เกียรติเป็นประธานกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ (ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก)

ขอขอบพระคุณ ผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ร่วมพัฒนาโปรแกรมฯ และตรวจคุณภาพเครื่องมืองานวิจัย

ขอขอบพระคุณบุคลากรทางการศึกษา อำนาจความสะดวกในการเก็บข้อมูล โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม (Inclusive school) สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1 และสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 2 และรวมไปถึงโรงเรียนในเครือข่าย

ขอขอบคุณกำลังใจและการให้ความช่วยเหลือเกื้อกูลจากเพื่อนพี่น้องสาขาการศึกษาพิเศษ มศว กัลยาณมิตรทุกท่าน

ขอขอบคุณทุกสิ่งทุกอย่างที่สื่อถึงความรักและห่วงใยจากสามีและลูก ๆ ตลอดระยะเวลาทำการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณบุพการีผู้มีพระคุณ สร้างโอกาส ให้ผู้วิจัยได้ทำหน้าที่ในการพัฒนาการศึกษาเด็กไทยด้วยใจรักและศรัทธา เป็นต้นแบบของความมุ่งมั่น ตั้งใจในการทำงานและส่งเสริมให้ดำเนินงานวิจัยนี้

คุณความดีและประโยชน์ที่เกิดจากงานวิจัยนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาแด่บุพการีผู้ให้ชีวิตและบูรพาจารย์ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ รวมไปถึงผู้มีพระคุณที่มีส่วนร่วมพัฒนางานวิจัยทุกท่าน

งานวิจัยนี้ ได้รับการสนับสนุน จากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) จึงขอขอบพระคุณคณะกรรมการพิจารณาทุน “ทุนพัฒนาบัณฑิตศึกษา” ปี 2564 ไว้ ณ โอกาสนี้

ปอแก้ว ครูชนาค

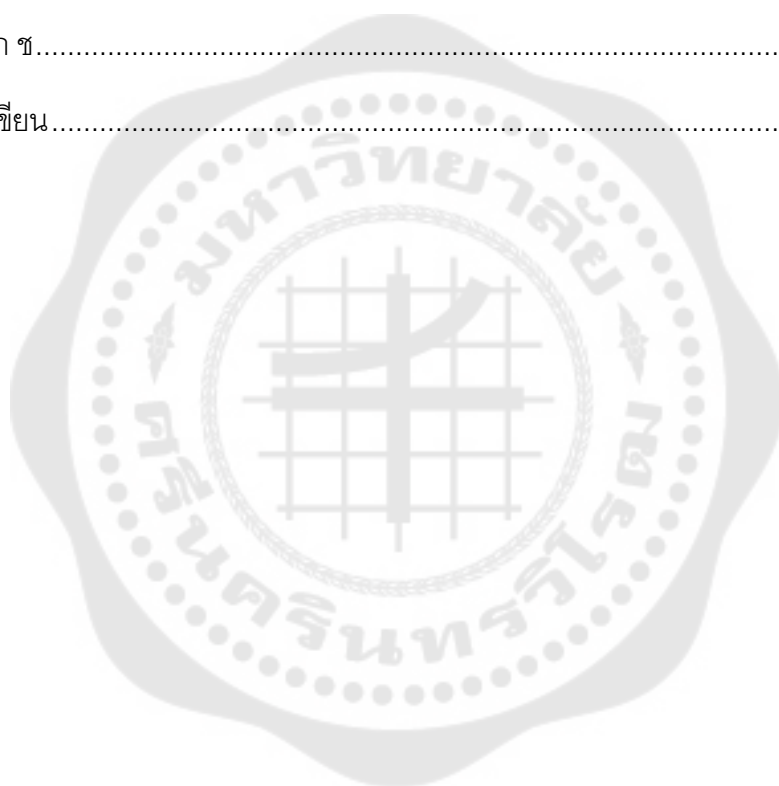
สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญรูปภาพ.....	ฐ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	6
ความสำคัญของการวิจัย.....	6
ขอบเขตของการวิจัย.....	7
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	9
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	12
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	13
1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์.....	14
1.1 แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์.....	14
1.2 ความสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์.....	19
1.3 การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น.....	21
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์.....	36
2.1 ความบกพร่องทางการเรียนรู้.....	36
2.2 ลักษณะและปัญหาของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์.....	43

2.3 บทบาทของสถานศึกษาในการช่วยเหลือนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้	49
2.4 การจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์	58
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์	63
3. การจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ (Adaptive Learning)	68
3.1 ความหมายและความสำคัญการจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ	68
3.2 ประเภทการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ (Adaptive Learning)	70
3.3 การออกแบบการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ (Adaptive Learning)	71
3.4 บทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ (Adaptive Learning)	72
4. เอกสารและงานวิจัยแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์	73
4.1 ความหมายแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่อง (Diagnostic Test)	73
4.2 ลักษณะและประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัย	74
4.3 การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย	76
4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ...	79
5. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษา ตอนต้น สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ โดยใช้กลยุทธ์รูปธรรมนำไปสู่นามธรรม (Concrete-Representational-Abstract : CRA)	82
5.1 ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กลยุทธ์รูปธรรมนำไปสู่นามธรรม (CRA) ...	82
5.2 ลักษณะของกลยุทธ์รูปธรรมนำไปสู่นามธรรม (CRA)	84
5.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้กลยุทธ์รูปธรรมนำไปสู่นามธรรม (CRA)	89
6. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการใช้คำถาม (Questioning Technique)	94
6.1 ความหมายและความสำคัญของเทคนิคการใช้คำถาม (Questioning Technique) ..	94
6.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการใช้คำถาม (Questioning Techniques)	95
6.3 เทคนิคการตั้งคำถามที่ดี	100
6.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	106

7. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโปรแกรมการจัดการเรียนรู้.....	108
7.1 ความหมายโปรแกรมการจัดการเรียนรู้.....	108
7.2 การพัฒนาโปรแกรมการจัดการเรียนรู้.....	115
7.3 การประเมินผลโปรแกรมการเรียนรู้.....	121
7.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโปรแกรมการจัดการเรียนรู้.....	122
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	127
ระยะที่ 1 สํารวจข้อบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร.....	129
ระยะที่ 2 สร้างโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้.....	147
โปรแกรม.....	156
การจัดการเรียนรู้.....	156
ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน	156
สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้.....	156
ระยะที่ 3 ทดลองใช้และปรับปรุงโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น.....	161
บทที่ 4 ผลการศึกษา.....	178
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	209
สรุปผลการวิจัย	210
การอภิปรายผล.....	214
ข้อเสนอแนะ	219
บรรณานุกรม.....	220
ภาคผนวก.....	237

ภาคผนวก ก.....	238
ภาคผนวก ข.....	245
ภาคผนวก ค	258
ภาคผนวก ง	260
ภาคผนวก จ.....	313
ภาคผนวก ฉ.....	319
ภาคผนวก ช.....	327
ประวัติผู้เขียน.....	341



สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1	สังเคราะห์องค์ประกอบของโปรแกรม	113
ตาราง 2	แสดงเนื้อหา เรื่อง เศษส่วน ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม สำหรับการเรียนรู้ ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้.....	135
ตาราง 3	แสดงโครงสร้างผังแบบทดสอบ (Test Blueprint) ของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่อง ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน	138
ตาราง 4	ตัวอย่างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน	141
ตาราง 5	แสดงคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ได้แก่ ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบ จำนวน 50 ข้อ	142
ตาราง 6	ตัวอย่าง การใช้กลยุทธ์รูปธรรมนำไปสู่นามธรรม (CRA)	152
ตาราง 7	ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ ในโปรแกรมฯ เรื่อง เศษส่วน ระดับการเรียนรู้ 1 นิยามของ เศษส่วน	153
ตาราง 8	แผนการทดลองแบบ One-Group Pretest – Posttest Design ของการวิจัย	169
ตาราง 9	แสดงจำนวนนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม (โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตริวิทยา ๒ สังกัดสำนักงานเขต พื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 2).....	171
ตาราง 10	ผลการทดสอบความสามารถด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง การดำเนินการของจำนวนเต็ม (บวกลบคูณหาร) ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียน ต้นแบบการเรียนรู้รวม ปีการศึกษา 2564 จำนวน 10 คน ก่อนการทดสอบก่อนเรียนและร่วม กิจกรรมการเรียนรู้ในโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ตามลำดับ..	171
ตาราง 11	ผลการทดสอบความสามารถด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนบกพร่อง ทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม ปีการศึกษา 2564	

จำนวน 10 คน ก่อนร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ในโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน	173
ตาราง 12 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและการเรียงลำดับความบกพร่องด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้	179
ตาราง 13 สรุปผลการพิจารณาร่างโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ จากการทำแบบประเมินคุณภาพร่างโปรแกรม โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ..	184
ตาราง 14 แสดงข้อเสนอแนะและการปรับปรุงแก้ไขการพิจารณาร่างโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ จากการทำแบบประเมินคุณภาพร่างโปรแกรม โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน.....	186
ตาราง 15 สรุปผลการพิจารณาร่างโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ โดย ผู้เชี่ยวชาญที่เข้าร่วมสนทนากลุ่ม	188
ตาราง 16 ประสิทธิภาพของโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (N=10).....	198
ตาราง 17 ดัชนีประสิทธิผลของโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (N=10).....	199
ตาราง 18 คะแนนทดสอบก่อนและหลังใช้โปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (จำนวน 10 คน)...	200

สารบัญรูปร่าง

หน้า

ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	12
ภาพประกอบ 2 บล็อกการคูณ.....	85
ภาพประกอบ 3 Bloom's Taxonomy Revised	99
ภาพประกอบ 4 แสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้าน คณิตศาสตร์ ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น	129
ภาพประกอบ 5 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น	134
ภาพประกอบ 6 ขั้นตอนการร่างโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับ นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้.....	148
ภาพประกอบ 7 องค์ประกอบของโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น	156
ภาพประกอบ 8 ขั้นตอนการดำเนินการในโปรแกรมฯ ที่ได้รับปรับปรุงตามคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ	196
ภาพประกอบ 9 แผนภูมิแท่งแสดงคะแนนทดสอบก่อนและหลังเข้าร่วมโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น	201
ภาพประกอบ 10 โปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียน บกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น	208

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

คณิตศาสตร์ เป็นวิชาที่มีกระบวนการคิด การแก้ปัญหาด้วยเหตุและผล เป็นเครื่องมือที่แสดงออกทางความคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ และเป็นระบบ เสริมสร้างให้มนุษย์เป็นผู้ที่มีเหตุผล สามารถคาดการณ์วางแผนการตัดสินใจได้อย่างเหมาะสม ตัดสินใจ แก้ปัญหาและสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างรอบคอบและสร้างสรรค์ มีความสำคัญและจำเป็นต่อการดำรงชีวิต วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ต้องใช้ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ทว่าโลกยอมรับว่า เป็นวิชาที่สำคัญที่สุดของหลักสูตรสถานศึกษา (Uameh, 2011; Suleiman et al., 2019) ดังนั้นจึงเป็นวิชาที่สำคัญอย่างยิ่งต่อความสำเร็จ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560; อัมพร ม้าคะนอง, 2554) ใน ศตวรรษที่ 21 บทบาทหน้าที่ของครูเปลี่ยนจากการเป็นผู้สอนไปเป็นผู้ให้การช่วยเหลือและสนับสนุนนักเรียนให้นำสารสนเทศไปใช้เป็นความรู้ และนำความรู้เป็นเครื่องมือสู่การปฏิบัติให้เป็นประโยชน์ ครูต้องออกแบบการเรียนรู้ ให้เด็กได้ฝึกการคิดกับการจำไปพร้อม ๆ กัน (วิจารณ์ พานิช, 2555) วิชาคณิตศาสตร์ เป็นนามธรรมจึงยากต่อการเรียนรู้และเข้าใจ แม้ว่านักเรียน จะมีการค้นคว้าหาความรู้มากขึ้น แต่ยังคงมีระบบการจัดการ วิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลไม่ได้ดีเท่าที่ควร ดังนั้นจึงส่งผลโดยตรงต่อการนำไปใช้ประโยชน์ จากรายงานผลการประเมินการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ระดับชาติ เช่น การทดสอบระดับชาติ (Nation Testing : NT) การทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Education : O-NET) การทดสอบระดับนานาชาติโครงการ TIMSS และโครงการ PISA พบว่านักเรียนได้ผลคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์เฉลี่ยมาก และต่ำกว่าหลายประเทศในแถบเอเชีย (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560)

ปัญหาของคณิตศาสตร์ที่สำคัญ คือ การจัดการเรียนการสอนให้กับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนกลุ่มนี้จะไม่เข้าใจหลักการพื้นฐานทางความคิด คณิตศาสตร์ เกิดปัญหาเกี่ยวกับจำนวนและปัญหาการสรุปความคิด ไม่สามารถการอธิบายใจทย์ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ทักษะและไม่สามารถแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ได้ (Geary, 2004; Fletcher et al., 2007; Karagiannakis G et al., 2014) อีกทั้งมีปัญหาด้านการประมาณค่าและขนาด ไม่สามารถที่จะเข้าใจความสัมพันธ์ของตัวเลข (Sharma, 2015) เนื่องจาก นักเรียนกลุ่มนี้ ไม่สามารถนำข้อมูลจากหน่วยความจำมาใช้ได้เช่นเดียวกับเพื่อนวัยเดียวกัน จึงเกิดเป็นความผิดพลาดและยังพบว่าในการแก้ปัญหา จะใช้เวลาค่อนข้างมาก

ถึงแม้ว่านักเรียนมีระดับความสามารถทางสติปัญญา (IQ) ปกติหรือสูงกว่าปกติ มีการรับรู้ได้ดีและสามารถเข้ารับการศึกษานในโรงเรียนได้ตามปกติ แต่เพียงพบปัญหาในการเรียนรู้คณิตศาสตร์เท่านั้น (National Joint Committee on Learning Disabilities – NJCLD, 1997, Online) จากสถิติล่าสุด ที่รายงานจำนวนนักเรียนที่มีความต้องการพิเศษ ปีการศึกษา 2562 พบว่า มีนักเรียนพิการเรียนรวมทั้งหมด 432,590 คน คิดเป็นนักเรียนที่บกพร่องทางการเรียนรู้ จำนวน 371,210 คน ร้อยละ 85.81 ของนักเรียนพิการเรียนรวมทั้งหมด ซึ่งนับว่าเป็นจำนวนที่ค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับความพิการประเภทอื่น และเมื่อพิจารณาจำนวนนักเรียนที่บกพร่องทางการเรียนรู้ระดับชั้นมัธยมศึกษา พบว่ามีจำนวน 76,464 คน (สำนักบริหารงานการศึกษาพิเศษ, 2562, online) ดังนั้น ครูการศึกษาพิเศษและครูผู้สอนจะต้องจัดบริการทางการศึกษาพิเศษให้กับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ เพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้มากที่สุด

การจัดการศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นการศึกษาภาคบังคับ จัดหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551) ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กำหนดไว้ 3 สาระ ได้แก่ 1.จำนวนและพีชคณิต 2.การวัดและเรขาคณิต และ 3. สถิติและความน่าจะเป็น ในแต่ละสาระ ประกอบด้วยเนื้อหาที่นักเรียนแต่ละระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นต้องเรียน มีระดับความยากง่ายเพิ่มขึ้นตามระดับชั้น และที่สำคัญคือ เนื้อหาในระดับชั้น ม.3 จะต้องใช้ความรู้พื้นฐานจากระดับชั้น ม.2 และ ระดับชั้น ม.2 ต้องใช้ความรู้พื้นฐานจากระดับชั้น ม.1 ดังนั้นหากนักเรียนยังไม่มีความรู้พื้นฐานในระดับชั้น ม.1 ส่งผลให้การเรียนคณิตศาสตร์ สาระที่ 2 จะไม่พบความสำเร็จและรวมไปถึงการเรียนรู้ในสาระที่ 3 ดังนั้น ความรู้พื้นฐาน จึงสำคัญมากต่อการเรียนเนื้อหาในระดับสูง Hudson et al (2010) กล่าวถึงปัญหาของการเรียนคณิตศาสตร์ที่ไม่ประสบความสำเร็จนั้น อาจมีสาเหตุจากการไม่มีความรู้พื้นฐาน มีทัศนคติด้านลบต่อคณิตศาสตร์และได้รับการสอนที่ไม่หลากหลาย ไม่ตรงกับความต้องการของนักเรียนประกอบกับลักษณะของรายวิชาคณิตศาสตร์ที่มีเนื้อหาเป็นนามธรรม โดยเฉพาะเรื่อง เศษส่วน ซึ่งนักเรียนจะได้เรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 สาระที่ 1 เรื่อง จำนวนและพีชคณิต ที่มีเนื้อหาและวิธีการคิดหาคำตอบที่สลับซับซ้อน นักเรียนจะต้องเข้าใจหลักการสำคัญของเศษส่วน การเปรียบเทียบเศษส่วน การบวก-ลบเศษส่วน เช่น กรณิ ตัวส่วนไม่เท่ากัน จะต้องคิดหาตัวเลขวมาคูณให้ตัวส่วนเท่ากันก่อน แล้วจึงบวกลบกันได้ นักการศึกษาหลายท่าน กล่าวถึงปัญหาของการเรียนเรื่อง เศษส่วน เช่น ความผิดพลาดในการคิดคำนวณเรื่อง การหาผลบวกและการหารเศษส่วนที่เท่ากันและไม่เท่ากัน (Newton et al., 2014) นักเรียนไม่สามารถบวกและการลบเศษส่วน ที่มีตัวส่วนต่างกันได้ (Shahbari & Peled, 2017) นักเรียนเรียนรู้วิธีการ

บวกเศษส่วน แต่ยังไม่นำไปใช้ได้ไม่ถูกต้องและยังแสดงวิธีทำเรื่องการหารเศษส่วนผิดพลาด (Ikhwanudin & Suryadi, 2018) นอกจากนี้ยังพบการงานวิจัย ของ องอาจ ชีมรัมย์ (2561) ที่ได้สังเคราะห์งานวิจัย วิชาเอกคณิตศาสตร์ แขนงหลักสูตรและการสอน ระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ในปีการศึกษา 2536-2557 สรุปว่าหัวข้อที่มีการศึกษาวิจัยมากที่สุด คือเรื่องเศษส่วน และเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ปัญหาที่กล่าวนี้ สอดคล้องกับปัญหาการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ของโรงเรียนต้นแบบการเรียนรวม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 2 ที่พบว่า สาระ 1 จำนวนและพีชคณิต เป็นเนื้อหาที่นักเรียนได้คะแนนน้อยที่สุด และเมื่อสืบค้นข้อมูลเชิงลึกวิเคราะห์ผลคะแนนสอบรายจุดประสงค์พบว่า นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ได้คะแนนเรื่องเศษส่วน น้อยที่สุด เช่นเดียวกับผลการสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่สรุปได้ว่า เนื้อหาที่เป็นพื้นฐานของการเรียนระดับสูงและเป็นปัญหาในการสอนมากที่สุด คือ เศษส่วน

การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นที่สูงขึ้น จะมีแนวคิดที่เป็นนามธรรมมากขึ้น นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ จะรู้สึกว่ายากและต้องใช้ความสามารถในการแก้ปัญหามากขึ้น รวมทั้งมีปัญหากับความจำระยะสั้น ทำให้การเรียนล้มเหลว โดยสาเหตุ ไม่ได้เกิดจากความสามารถทางสติปัญญาของนักเรียน แต่เกิดจากวิธีการเรียนรู้ รวมทั้งเกิดจากผู้สอนที่จะต้องรู้จักทะนุถนอมพื้นฐานของนักเรียน เข้าใจและค้นหาวิธีการสอนให้เกิดประสิทธิภาพเหมาะกับผู้เรียนที่มีความแตกต่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ ที่ควรได้รับการช่วยเหลือ จัดกระบวนการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียน (Learning Style) (วิวัฒน์ พัทโท, 2554; สุรีย์พร เปรมปรีดิ์, 2555; สาวิตรี จุ้ยทอง, 2559) ผดุง อารยะวิญญู (2559) กล่าวว่า นักเรียนที่มีความต้องการพิเศษ จะเรียนรู้ได้ดี ต้องเตรียมการจัดการเรียนการสอนจะต้องสอดคล้องกับลักษณะการเรียนรู้และระดับความสามารถของนักเรียน การที่ครูสอนให้นักเรียนท่องจำนั้น ไม่ใช่การสอนที่จะนำไปใช้ได้ดีและไม่ใช่วิธีการที่จะสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องบริหารจัดการ การเรียนรวมให้ดีที่สุด เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ที่แท้จริงของนักเรียน สอดคล้องกับ สาวิตรี จุ้ยทอง (2558) ที่กล่าวว่า ต้องจัดกิจกรรมที่หลากหลายให้กับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ตามความสนใจ และจัดกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียน จะส่งผลต่อความเชื่อมั่นในตนเอง โดยเริ่มจากง่ายที่สุดไปสู่ซับซ้อน และเรียงลำดับพัฒนาการจากการสังเกต การฟังและการเคลื่อนไหวร่างกาย ใช้ข้อความสั้น กระชับ เข้าใจง่าย เมื่อต้องสื่อสารกับนักเรียน กล่าวซ้ำ ๆ เลือกใช้สื่อการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรมและคำนึงถึง

ความแตกต่างระหว่างบุคคล Kärenxhi and Gjoci (2017) และ Tsai and Li (2017) กล่าวว่า การจัดสื่อประกอบการสอนที่เป็นรูปธรรมจับต้องได้ ให้ได้ลงมือปฏิบัติจริง มีตัวอย่างการแก้ปัญหาที่ชัดเจน จะสร้างความเข้าใจให้นักเรียนได้ง่ายขึ้น ดังนั้น ในการจัดการเรียนการสอน ควรตระหนักถึงความสัมพันธ์ของการพัฒนาความคิดและกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ประสบการณ์จริง กระบวนการคิด ผูกการปฏิบัติที่ต้องใช้รูปธรรมให้มากที่สุด (สิริพร ทิพย์คง, 2545; สาวิตรี จัยทอง, 2559; ทิศนา ขัมมณี, 2560) ครูที่ใช้กลยุทธ์ที่มีประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอน จะส่งผลต่อความสามารถของนักเรียน (Strickland, 2016) สนับสนุน ช่วยเหลืออำนวยความสะดวกจัดกระบวนการเรียนรู้ในชั้นเรียนรวมและการเรียนเสริมทักษะพัฒนาพื้นฐานความรู้ให้นักเรียน อย่างหลากหลาย ให้เหมาะสมกับความต้องการของนักเรียน (Butterworth, 2013; Witzel, 2016; Shaqwana Freeman-Green, 2018) การจัดการเรียนรู้ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล (Differentiated Instruction: DI) เป็นวิธีที่ได้การยอมรับว่าสามารถตอบสนองต่อความต้องการของนักเรียนที่มีความแตกต่างกันในชั้นเรียนได้เป็นอย่างดี (Tomlinson & Eidson, 2003; Heacox, 2014) ครูจึงมีหน้าที่สร้างโอกาสทางการเรียนรู้ให้เหมาะกับนักเรียน โดยคำนึงถึงความสามารถที่แตกต่างกันของนักเรียน เพื่อให้มีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ และมีโอกาสในการประสบความสำเร็จทางการเรียนรู้ (Tomlinson, 2010; Fox & Hoffman, 2011) การพัฒนาโปรแกรมที่ช่วยส่งเสริมกระบวนการคิด ทักษะการเรียนรู้ จะส่งเสริมความสามารถของนักเรียน และเป็นประโยชน์กับนักเรียนเป็นอย่างมาก (Menon et al., 2002; Deheane et al., 2003; Rivera et al., 2005; De Jong et al., 2009)

กลยุทธ์รูปธรรมนำไปสู่นามธรรม (Concrete - Representational - Abstract : CRA) เป็นกลยุทธ์ที่ทำให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอด โดยใช้ตัวแบบที่เป็นวัสดุที่เป็นรูปธรรม จากนั้นเปลี่ยนจากรูปธรรมมาเป็นกึ่งรูปธรรม โดยการวาดภาพ และขั้นตอนสุดท้ายนักเรียนจะสามารถเขียนเป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงจำนวนของรูปภาพ ซึ่งมีประสิทธิภาพมากเมื่อใช้สอนนักเรียนที่บกพร่องทางการเรียนรู้ ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ที่แต่ละหัวข้อเรื่องมีความซับซ้อนต่อการเข้าใจ (Witzel, 2005; Riccomini & Schneider, 2008; Hughes et al., 2014) สามารถใช้สอนกับนักเรียนแบบ กลุ่มขนาดเล็กหรือแบบตัวต่อตัว (Witzel, 2005 ; Bryant et al., 2008; Sealander et al., 2012) โดยเชื่อมโยงแต่ละบทเรียนและขั้นตอนต่าง ๆ เข้าด้วยกัน (Witzel, Riccomini & Schneider, 2008) เมื่อนักเรียนได้รับการสอนโดยใช้กลยุทธ์ CRA จะสามารถสรุปและยังจดจำความรู้ที่เคยเรียนรู้ในช่วงระยะเวลาการร่วมกิจกรรมได้ดี (Witzel, 2005; Bryant et al., 2008; Sealander et al., 2012) สอดคล้องกับสตรีกแลนด์ (Strickland, 2016) ที่กล่าวถึง

งานวิจัยที่ใช้กลยุทธ์ CRA สอนนักเรียนระดับมัธยมศึกษาที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นและสมการกำลังสอง นักเรียนใช้เวลาเรียนรู้ 4 วัน และยังคงมีทักษะนี้อยู่ 3-6 สัปดาห์หลังการเรียนรู้ (Strickland & Maccini, 2012 อ้างถึงใน Strickland, 2016) ส่วนเรื่องสมการกำลังสองใช้เวลาเรียนรู้ 10-13 ครั้ง และหลังจากนั้น 4-6 สัปดาห์ พบว่านักเรียนยังคงมีทักษะนี้อยู่ คิดคำนวณและแก้ปัญหาคิดได้ 80-100% (Strickland & Maccini, 2013 อ้างถึงใน Strickland, 2016)

อย่างไรก็ตาม ปัญหาด้านความแตกต่างระหว่างบุคคลเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนบางส่วนไม่ประสบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่าที่ควร (ธิดารัตน์ จอดนอก, 2556) ในการจัดการเรียนรู้ เรื่องเศษส่วนให้กับนักเรียนนั้น จะต้องพัฒนาให้ตรงกับความต้องการ ดังนั้นในการแก้ปัญหานี้ ครูผู้สอนจึงเป็นผู้รับหน้าที่สำคัญในการจัดเตรียมเครื่องมือที่ค้นหาความบกพร่องในการเรียนของนักเรียน ซึ่งก็คือแบบทดสอบวินิจฉัย (Diagnostic test) และเมื่อพบข้อบกพร่องแล้ว ควรเข้าให้การช่วยเหลือนักเรียน (พิชชานันท์ แมคคอร์มิค, 2562; สยมพร สุ่มมาตย์, 2562) สอดคล้องกับ Haberstroh & Schulte-Körne (2019) ที่กล่าวว่า ช่วยเหลือโดยการฝึกทักษะเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องที่เป็นปัญหา เน้นส่วนที่บกพร่อง พัฒนาให้ได้ผลดีที่สุด ควรมีการทดสอบความรู้พื้นฐานของนักเรียนและจัดการเรียนรู้ให้ตรงกับสิ่งที่ต้องพัฒนาซึ่งสามารถจัดเป็นโปรแกรมการเรียนรู้ที่เหมาะสม

จากปัญหาและความสำคัญดังกล่าว จึงทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะพัฒนาทักษะทางด้านคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ โดยสร้างเป็นโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน เพื่อให้นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่มีการวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นของนักเรียนเป็นรายบุคคล วินิจฉัยข้อบกพร่องของนักเรียนก่อนร่วมกิจกรรมในโปรแกรม ออกแบบกิจกรรมปรับให้เหมาะกับนักเรียน ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ (Adaptive Learning) ประกอบกับการใช้สื่อการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรม ตามแนวคิดกลยุทธ์รูปธรรมนำไปสู่นามธรรม (CRA) ร่วมกับการใช้เทคนิคการตั้งคำถามของครู จัดการวัดและประเมินผลที่เหมาะสม สร้างบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ จัดบุคลากรที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มากที่สุด และให้นักเรียนฝึกทักษะ เพิ่มพูนประสบการณ์ทางด้านคณิตศาสตร์ให้การเสริมแรงและข้อมูลย้อนกลับหลังการเรียนรู้ ซึ่งจะสามารถพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ผลที่ได้รับจากการวิจัยครั้งนี้ จะเป็นต้นแบบในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์และเป็นประโยชน์ต่อการประยุกต์ใช้พัฒนาการเรียนรู้ให้กับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ ดังนี้

1. เพื่อสำรวจข้อบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ ของนักเรียนบกพร่องการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร
2. เพื่อสร้างโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับ นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
3. เพื่อทดลองใช้และปรับปรุงโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ความสำคัญของการวิจัย

1. ครูผู้สอนนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ได้โปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งได้รับการพัฒนาแล้ว พร้อมนำไปใช้ เมื่อจัดโปรแกรมให้กับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ครูผู้สอนจะต้องเตรียมสิ่งสำคัญ ดังนี้ 1) คู่มือการโปรแกรมแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น 2) แผนการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น 3) สื่อการเรียนรู้ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น 4) แบบทดสอบจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (สำหรับทดสอบหลังการเข้าร่วมกิจกรรมในแต่ละระดับการเรียนรู้) 5) แบบทดสอบความสามารถด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน (ทดสอบก่อนและหลังเข้าร่วมกิจกรรมในโปรแกรม)

2. นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ได้รับการพัฒนาความสามารถด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สามารถนำไปใช้เป็นพื้นฐานของการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับสูง ที่ต้องใช้ความรู้พื้นฐานเรื่อง เศษส่วน ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ มีมั่นใจว่าสามารถเรียนรู้ได้ สนใจการเรียนรู้ และมีความสุขในการเรียนมากยิ่งขึ้น

3. โรงเรียนมัธยมศึกษาที่จัดการเรียนรวมหรือโรงเรียนที่มีนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ สามารถนำโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ได้รับการพัฒนาแล้ว ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ขอบเขตของการวิจัย

1. การดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยนี้ มี 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 สัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร

การดำเนินการวิจัย ในระยะนี้ แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 คัดกรองนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร ขั้นตอนที่ 2 วิจัยข้อมูลแบบกึ่งโครงสร้าง เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร

1. ประชากร

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 80 คน จากโรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร รวมทั้งสิ้น 17 โรงเรียน ซึ่งแบ่งเป็น 2 เขต ได้แก่ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1 จำนวน 11 โรงเรียน และโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 2 จำนวน 6 โรงเรียน

2. ตัวแปรที่ศึกษา

ข้อมูลแบบกึ่งโครงสร้าง เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร

ระยะที่ 2 สร้างโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

การดำเนินการวิจัยในระยะนี้ แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 ร่างโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ขั้นตอนที่ 2 ประเมินคุณภาพร่างโปรแกรมและสนทนากลุ่ม (Focus group) เพื่อตรวจสอบคุณภาพร่างโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

1. ผู้ให้ข้อมูล

ผู้ให้ข้อมูล ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 8 คน ประกอบด้วย

1.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 3 คน เกณฑ์การคัดเลือก ได้แก่ 1) มีประสบการณ์ด้านคณิตศาสตร์ ทำงานด้านการสอนคณิตศาสตร์ ในโรงเรียนมัธยมศึกษา อย่างน้อย 10 ปี และ 2) จบการศึกษาด้านคณิตศาสตร์ ขั้นต่ำ ระดับปริญญาตรี 3) เป็นผู้บริหารหรือเป็นคุณครูที่มีตำแหน่งทางวิชาการ คือ วิทยฐานะชำนาญการหรือชำนาญการพิเศษ

1.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาพิเศษ จำนวน 2 คน เกณฑ์การคัดเลือก ได้แก่ 1) มีประสบการณ์การทำงานด้านการศึกษาพิเศษ อย่างน้อย 10 ปี และ 2) จบการศึกษาด้านการศึกษาพิเศษ ขั้นต่ำ ระดับปริญญาตรี หรือ 3) เป็นผู้บริหารหรือเป็นคุณครูผู้สอนนักเรียน ที่มีตำแหน่งทางวิชาการ คือ วิทยฐานะชำนาญการหรือชำนาญการพิเศษ

1.3 ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 1 คน เกณฑ์การคัดเลือก ได้แก่ 1) มีประสบการณ์การทำงาน อย่างน้อย 5 ปี และ 2) จบการศึกษาด้านหลักสูตรและการสอน ระดับปริญญาเอก

1.4 ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลทางการศึกษา จำนวน 1 คน เกณฑ์การคัดเลือก ได้แก่ 1) มีประสบการณ์การทำงาน อย่างน้อย 5 ปี และ 2) จบการศึกษาด้านการวัดและประเมินผลทางการศึกษา ระดับปริญญาเอก

1.5 ผู้เชี่ยวชาญด้านบริหารการศึกษา จำนวน 1 คน มีประสบการณ์ด้านการบริหารงานในสถานศึกษา อย่างน้อย 10 ปี และ 2) จบการศึกษาระดับปริญญาเอก

2. ตัวแปรที่ศึกษา

คุณภาพร่างโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ระยะที่ 3 ทดลองใช้และปรับปรุงโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ในการดำเนินการวิจัย ในระยะนี้ แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 ทดลองใช้โปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

1. กลุ่มเป้าหมาย

ได้แก่ นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม จำนวน 10 คน (ผ่านการคัดกรองจากโรงเรียนตามระบบคัดกรองของโรงเรียน และผ่านการคัดกรองในช่วงแรกของโปรแกรม)

2. ตัวแปรที่ศึกษา

- 1) ประสิทธิภาพของโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
- 2) ความสามารถด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ขั้นตอนที่ 2 ปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

1. ผู้ให้ข้อมูล

ได้แก่ คณาจารย์ คณาจารย์ ผู้อำนวยการโรงเรียน คุณครูผู้สอนคณิตศาสตร์ คุณครูการศึกษาพิเศษ คุณครูที่ได้รับการมอบหมายให้เป็นผู้สอนเสริมทักษะให้กับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ รวมทั้งสิ้น 6 คน

2. ตัวแปรที่ศึกษา

ความคิดเห็นและความพึงพอใจที่มีต่อโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์

หมายถึง นักเรียนที่ไม่เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับตัวเลขหรือไม่สามารถคิดคำนวณหรือแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ไม่เข้าใจนิยามของเศษส่วน ทศนิยม ไม่เข้าใจคำศัพท์คณิตศาสตร์ ไม่เข้าใจเรื่องเวลา ระยะทาง การชั่งตวงวัด และความคิดเชิงปริมาณ พบปัญหาการแก้ไขโจทย์คณิตศาสตร์อย่างง่าย มีความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์ในระดับต่ำกว่าเพื่อนนักเรียนในชั้นเดียวกัน แต่มีระดับความสามารถทางสติปัญญาปกติหรือสูงกว่าปกติ นักเรียนเข้ารับการศึกษในโรงเรียนตามระบบของโรงเรียนและกำลังศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (ม. 1 - ม.3) โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร ได้รับการตรวจสอบเอกสารแล้ว พบว่ามีเอกสารยืนยันความบกพร่องทางการเรียนรู้ได้อย่าง

หนึ่ง ได้แก่ บัตรพิการ หรือเอกสารทางการแพทย์ หรือ แบบคัดกรองนักเรียนของกระทรวงศึกษาธิการ ที่ระบุว่าเป็นนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ หรือด้านคณิตศาสตร์และการอ่านหรือด้านคณิตศาสตร์และการเขียน หรือด้านคณิตศาสตร์ การอ่านและการเขียน ซึ่งไม่มีความพิการซ้อน ไม่มีปัญหาพฤติกรรม (รายงานความประพฤติของโรงเรียน) ประเมินโดยครูผู้คัดกรองที่ผ่านการอบรม(มีวุฒิบัตรรับรอง) ,นักเรียนมีระดับสติปัญญาปกติ จากการประเมินระดับสติปัญญา (IQ) โดยใช้ SPM จากผู้ประเมินที่ผ่านการอบรมมาแล้ว ,นักเรียนมีความรู้ในเรื่องการดำเนินการของจำนวนเต็ม โดยใช้แบบทดสอบความสามารถคณิตศาสตร์ เรื่องจำนวนเต็ม (บวก ลบ คูณ หาร) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และมีผลการวินิจฉัยข้อบกพร่องด้านคณิตศาสตร์ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด โดยทดสอบด้วยแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน แล้ววิเคราะห์ผลคะแนน ได้ระดับต่ำกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 50 ที่กำหนดไว้

2. โปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

หมายถึง กระบวนการพัฒนาความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งเกิดจากการวิเคราะห์ สังเคราะห์ คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลและความต้องการจำเป็นพิเศษของแต่ละบุคคล เน้นการมีส่วนร่วมในการพัฒนาหรือส่งเสริมความสามารถของนักเรียน จากบุคลากรที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับนักเรียน โปรแกรมนี้ประกอบด้วย จุดมุ่งหมายของโปรแกรม ลักษณะของโปรแกรม ผู้เข้าร่วมโปรแกรม กิจกรรมในโปรแกรม และการประเมินผล โดย กำหนดการเข้ารับโปรแกรมนั้น แบ่งเป็น 3 ช่วง ได้แก่ ช่วงที่ 1 การสำรวจข้อบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน โดยใช้แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องด้านคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น วิเคราะห์ผล นัดหมายเพื่อเข้าสู่กิจกรรมการเรียนรู้ ช่วงที่ 2 คือ จัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ออกแบบกิจกรรมการสอนตามแนวคิดของการจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ (Adaptive Learning) แนวคิดทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรูเนอร์ การใช้กลยุทธ์การสอนแบบรูปธรรมนำไปสู่นามธรรม (CRA) และการใช้เทคนิคการตั้งคำถามของครู เพื่อให้นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้พัฒนาความสามารถด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ในระดับพื้นฐาน ซึ่งประกอบด้วย นิยามของเศษส่วน การเปรียบเทียบเศษส่วน และการดำเนินการของเศษส่วน นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้จะได้เรียนรู้กิจกรรมที่ตรงกับความบกพร่องของตนเอง ในศูนย์บริการทางการศึกษาพิเศษ (SSS) นักเรียนได้รับการประเมินความสามารถด้านคณิตศาสตร์หลังการเรียนรู้ตามจุดประสงค์

บันทึกผลการเรียนรู้และรายงานผลการประเมินแต่ละหัวข้อย่อย และช่วงที่ 3 ประเมินความสามารถด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน หลังการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการทำแบบทดสอบความสามารถด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน และสรุปผลการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้

3. กลยุทธ์การสอนแบบรูปธรรมนำไปสู่นามธรรม (Concrete Representation Abstract : CRA)

หมายถึง วิธีดำเนินการที่ช่วยให้การเรียนรู้ของนักเรียนประสบความสำเร็จ โดยการจัดการเรียนรู้ เรียงลำดับ 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1. Concrete 2. Representation และ 3. Abstract โดยขั้นตอนที่ 1 Concrete หรือ C การสอนประกอบการใช้สื่อการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรม สามมิติ สัมผัสได้ ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้และเข้าใจ ขั้นตอนที่ 2 Representation หรือ R การวาดภาพแบบสองมิติแทนสื่อรูปธรรมจากขั้นตอนที่ 1 โดยนักเรียนวาดด้วยตนเองเป็นการแสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้ และเชื่อมโยงสู่ขั้นตอนที่ 3 Abstract : A คือการใช้สัญลักษณ์หรือเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์แทนสื่อรูปธรรมหรือการวาดภาพ ในแต่ละขั้นตอน นักเรียนจะได้รับการประเมินผลว่าสามารถเรียนรู้ได้และเกิดความคิดรวบยอดจากครูผู้สอนก่อนจึงจะผ่านไปสู่ขั้นตอนถัดไปได้

4. การเรียนรู้แบบปรับเหมาะ (Adaptive Learning)

คือ แนวคิดหรือเทคนิคการเรียนรู้ ที่นักเรียนสามารถเลือกใช้ความแตกต่างของวิธีการเรียนรู้ โดยมีวัตถุประสงค์ให้บรรลุตามความสามารถในการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ตระหนักถึงประโยชน์ของนักเรียนเป็นสำคัญ การหารูปแบบที่เหมาะสม จัดสภาพแวดล้อมให้สอดคล้องกับความสามารถทางการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละบุคคลเพื่อพัฒนาความสามารถได้เต็มที่ มีขั้นตอนการออกแบบการเรียนรู้ ดังนี้ 1. วิเคราะห์ระดับความรู้ความสามารถของนักเรียนที่มีความแตกต่างกัน แต่ละบุคคล 2. ระบุจุดประสงค์การเรียนรู้ ที่สอดคล้องกับความสามารถของนักเรียน 3. ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน 4. ออกแบบสื่อการเรียนรู้หรือเลือกให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียน 5. ออกแบบการวัดและการประเมินผล การเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการพัฒนา ใช้เครื่องมือกระตุ้นศักยภาพของนักเรียน ซึ่งการประเมินผลนี้เป็นการพิจารณาที่ความก้าวหน้า ไม่เน้นการแข่งขันกับนักเรียนอื่น

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้
 - 1.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 - 1.2 ความสำคัญและความสำเร็จในการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 - 1.3 การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
 - 1.4 การเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์
 - 2.1 ความบกพร่องทางการเรียนรู้
 - 2.2 ลักษณะและปัญหาของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์
 - 2.3 บทบาทของสถานศึกษาในการช่วยเหลือนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้
 - 2.4 การจัดการเรียนรู้ สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์
 - 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ
 - 3.1 ความหมายและความสำคัญของการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ
 - 3.2 ประเภทของการจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ
 - 3.3 การออกแบบการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ
 - 3.4 บทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ
4. เอกสารและงานวิจัยแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 - 4.1 ความหมายแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่อง
 - 4.2 ลักษณะและประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่อง
 - 4.3 การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่อง
 - 4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์
5. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กลยุทธ์รูปธรรมนำไปสู่นามธรรม
 - 5.1 ความสำคัญของกลยุทธ์รูปธรรมนำไปสู่นามธรรม
 - 5.2 ลักษณะของกลยุทธ์รูปธรรมนำไปสู่นามธรรม

- 5.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยกลยุทธ์รูปแบบนำไปสู่นามธรรม
- 6. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการใช้คำถาม
 - 6.1 ความหมายและความสำคัญของเทคนิคการใช้คำถาม
 - 6.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการใช้คำถาม
 - 6.3 เทคนิคการตั้งคำถามที่ดี
 - 6.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการใช้คำถาม
- 7. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโปรแกรมการจัดการเรียนรู้
 - 7.1 ความหมายโปรแกรมการจัดการเรียนรู้
 - 7.2 การพัฒนาโปรแกรมการจัดการเรียนรู้
 - 7.3 การประเมินโปรแกรมการจัดการเรียนรู้
 - 7.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการโปรแกรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1.1 แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์

แนวคิดและทฤษฎีที่สำคัญ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ได้แก่ ทฤษฎีการเรียนรู้ของกานเย (Gagne) และทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ (Bruner)

1.1.1 ทฤษฎีการเรียนรู้ของกานเย (Gagne)

กานเย (Gagne) จัดแบ่งการเรียนรู้ ตามลำดับจากง่ายไปหายาก (Gagne & Briggs, 1974 อ้างถึงในทศนา เขมณี, 2560) ดังนี้

1) การเรียนรู้สัญญาณ (signal-learning) เป็นการเรียนรู้ ที่เกิดขึ้น จากการสนองตอบต่อสิ่งเร้า ซึ่งเป็นไปโดยอัตโนมัติ นอกเหนือจากจิตใจของนักเรียน ไม่สามารถที่จะบังคับ ให้เกิดหรือไม่เกิดพฤติกรรมได้ การเรียนรู้ในขั้นนี้เกิดจาก การที่เรา นำลักษณะการสนองตอบต่อสิ่งที่มีอยู่แล้ว มาเชื่อมสัมพันธ์กับสิ่งเร้าใหม่ที่มีความใกล้เคียงกันกับสิ่งเร้าเดิม ดังนั้น การเรียนรู้สัญญาณ จึงเป็นการเรียนรู้ แบบการวางเงื่อนไขของพาฟลอฟ (Pavlov)

2) การเรียนรู้สิ่งเร้าและการตอบสนอง (stimulus-response learning) เป็นการเรียนรู้สัญญาณ เนื่องจากนักเรียนสามารถควบคุมพฤติกรรมของตนเองได้ นักเรียนแสดงพฤติกรรมจากการได้รับการเสริมแรง ดังนั้น การเรียนรู้สิ่งเร้าและการตอบสนอง จึงเป็นการเรียนรู้ แบบเชื่อมโยงของธอรนไดค์ (Thorndike) และแบบวางเงื่อนไข (operant conditioning) ของสกินเนอร์ ที่เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นสิ่งที่นักเรียนเป็นผู้แสดงพฤติกรรมเอง เกิดจากสิ่งเร้าภายใน ไม่ได้เกิดจากสิ่งเร้าภายนอกมากระตุ้นให้เกิดพฤติกรรม

3) การเรียนรู้การเชื่อมโยงแบบต่อเนื่อง (chaining) เป็นการเรียนรู้ ที่เชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนองที่ต่อเนื่องกัน ตามลำดับ เป็นพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับการกระทำ

4) การเชื่อมโยงทางภาษา (verbal association) เป็นการเรียนรู้ในลักษณะที่คล้ายกับการเรียนรู้แบบต่อเนื่อง แต่เป็นการเรียนรู้เกี่ยวกับภาษา โดยที่ การเรียนรู้แบบการรับสิ่งเร้าและตอบสนอง เป็นพื้นฐานของการเรียนรู้แบบต่อเนื่องและการเชื่อมโยงภาษา

5) การเรียนรู้ความแตกต่าง (discrimination learning) เป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนพิจารณาถึงความแตกต่างของสิ่งที่มีลักษณะเฉพาะ ซึ่งแตกต่างกัน

6) การเรียนรู้ความคิดรวบยอด (concept learning) เป็นการเรียนรู้ที่เน้นการจัดกลุ่มของสิ่งเร้า ที่มีความเหมือนหรือแตกต่างกัน โดยสามารถระบุลักษณะที่เหมือนหรือแตกต่างกันได้ พร้อมทั้งสามารถเชื่อมโยงความรู้ไปถึงสิ่งอื่นนอกเหนือจากที่เคยพบมา

7) การเรียนรู้กฎ (rule learning) เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการรวบรวมหรือเชื่อมโยงความคิดรวบยอด ตั้งแต่สองข้อไปและตั้งเป็นกฎเกณฑ์ขึ้น ซึ่งการที่นักเรียนเรียนรู้กฎเกณฑ์ จะช่วยให้นำการเรียนรู้ ไปใช้เมื่อพบกับเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้

8) การเรียนรู้การแก้ปัญหา (problem solving) เป็นการเรียนรู้ที่แก้ปัญหาโดยการนำกฎเกณฑ์มาใช้ในการเรียนรู้ ซึ่งเป็นกระบวนการที่นักเรียนนำกฎเกณฑ์ขั้นสูงไปใช้เพื่อแก้ปัญหาที่ค่อนข้างซับซ้อน และในสถานการณ์ที่คล้ายกันได้

งานเย้ (Gagne) กล่าวว่า การเรียนรู้เกิดขึ้นกับนักเรียนเป็นลำดับขั้น ดังนี้

1) การเรียนรู้ในระยะจับใจความ (Apprehending Phase) เป็นระยะที่นักเรียน คำนึงถึงสิ่งเร้า นักเรียนรับรู้ลักษณะของสิ่งเร้า โดยแม้ว่าจะเป็นสิ่งเร้าเดียวกัน นักเรียนอาจรับรู้แตกต่างกันได้ ดังนั้น จึงระบุได้ว่า เหตุใด เมื่อครูผู้สอน สอนนักเรียนในเรื่องเดียวกัน แต่ นักเรียนนั้นรับรู้และตีความหมายไปแตกต่างกัน

2) การเรียนรู้ในระยะรับความรู้ (Acquisition Phase) เป็นระยะที่นักเรียน รับความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง กฎเกณฑ์ แนวคิด หลักการ สิ่งที่เคยเรียนหลังจากการรับรู้สิ่งเร้าในระยะการจับใจความ

3) การเรียนรู้ในระยะจัดเก็บความรู้ (Storage Phase) เป็นระยะที่นักเรียนจดจำและเก็บข้อมูลที่เรียนรู้อยู่มาเป็นความจำ 2 ชนิด ได้แก่ ความจำระยะสั้น (Short-Term Memory) และความจำระยะยาว (Long-Term Memory)

4) การเรียนรู้ในระบะการนำความรู้ไปใช้ (Retrieval Phase) เป็นระยะที่นักเรียนนำข้อมูล ความรู้ที่มีอยู่ในความจำออกมาใช้ ระยะนี้มีความซับซ้อนทางสมองมากกว่าระยะอื่น

1.1.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ (Bruner)

บรูเนอร์ (Bruner) กล่าวว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสังคมที่นักเรียนจะต้อง ลงมือปฏิบัติและสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง หมายความว่า การเรียนรู้เกิดขึ้น เมื่อผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม เพื่อจะนำไปสู่การค้นพบและสามารถแก้ปัญหาได้ เนื่องจากเกิดความอยากรู้อยากเห็น เป็นสิ่งที่ทำให้เกิดแรงผลักดัน โดยมีพื้นฐาน ความรู้หรือประสบการณ์เดิม กระบวนการ คิดนี้ประกอบด้วย แรงจูงใจ (Motivation) โครงสร้าง (Structure) ลำดับขั้นตอน (Sequence) และการเสริมแรง (Reinforcement)

บรูเนอร์ (Bruner) แนวคิดที่สำคัญ คือ

- 1) การจัดโครงสร้างของความรู้ให้มีความสัมพันธ์และสอดคล้อง พัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียน
- 2) การจัดหลักสูตรและการสอนให้เหมาะกับระดับความพร้อมของนักเรียนและสอดคล้องกับพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียน
- 3) การคิดแบบหยั่งรู้ จะช่วยพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เนื่องจากเป็นการคิดหาเหตุผลอย่างอิสระ
- 4) การสร้างเสริมแรงจูงใจ จะช่วยให้ประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ ซึ่งเป็นปัจจัยภายในที่สำคัญอย่างยิ่ง
- 5) ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์ แบ่งเป็น

5.1) การเรียนรู้จากการกระทำ (Enactive stage) คือ การเรียนรู้ จากการให้นักเรียนได้ใช้ประสาทสัมผัสรับรู้สิ่งต่าง ๆ การลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง จะทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี

5.2) การเรียนรู้จากการคิด (Iconic stage) คือ การเรียนรู้ จากการให้นักเรียนสร้างมโนภาพในใจ และจะสามารถเรียนรู้ได้จากภาพแทนวัตถุ อุปกรณ์หรือสื่อการเรียนรู้สามมิติ

5.3) การเรียนรู้สัญลักษณ์และนามธรรม (Symbolic stage) คือ การเรียนรู้ สิ่งที่ซับซ้อนและเป็นนามธรรมได้

6) การเรียนรู้ เกิดจากการสร้างความคิดรวบยอด (Concept) อย่างเหมาะสม

7) การเรียนรู้ แบบให้นักเรียนค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง นั้นเป็นการค้นพบที่ดีที่สุด

การประยุกต์ใช้แนวคิดของบรูเนอร์ (Bruner) ในการจัดการเรียนรู้

1) ครูผู้สอนจัดประสบการณ์ให้นักเรียนได้ค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ดีเกิดคุณค่าต่อนักเรียน ช่วยให้ผู้เรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น

2) ครูผู้สอนควรมีการวิเคราะห์และจัดโครงสร้างเนื้อหาสาระให้เหมาะสมกับการเรียนรู้ของนักเรียน ก่อนการสอน

3) ครูผู้สอนควรจัดความคิดรวบยอด เนื้อหาสาระ วิธีสอนและกระบวนการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียน เกิดการเรียนรู้ได้ดี

4) ครูผู้สอนควรส่งเสริมให้นักเรียนคิดอย่างอิสระ เพื่อเป็นการเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์

5) ครูผู้สอน ควรสร้างแรงจูงใจภายในให้นักเรียน ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับนักเรียน

6) ครูผู้สอน ควรสอนหรือจัดกิจกรรมเสริมสร้างความคิดรวบยอดให้กับนักเรียน

ทิตนา แคมณี (2560) กล่าวถึงพัฒนาการทางความคิดในการเรียนรู้ ตามทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ (Bruner) ว่าแบ่งได้ดังนี้

1) การเรียนรู้จากการกระทำ (Enactive stage) หมายถึง เด็กเรียนรู้จากการกระทำและการสัมผัสจับต้อง

2) การเรียนรู้ จากการจินตนาการ (Iconic stage) หมายถึง เด็กเรียนรู้จากการวาดภาพแทนสิ่งของ

3) การเรียนรู้ จากสัญลักษณ์และความคิดรวบยอด (Symbolic stage) หมายถึง เด็กเรียนรู้จากการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสิ่งรอบตัว และเกิดพัฒนาการเป็นความคิดเชิงนามธรรม

บรูเนอร์ (Bruner) กล่าวถึง ทฤษฎีการจัดการเรียนการสอนว่าประกอบด้วย ลักษณะสำคัญ ดังนี้

1. นักเรียนต้องมีแรงจูงใจภายใน มีความอยากรู้ อยากเห็นสิ่งต่าง ๆ รอบตัว
2. จัดโครงสร้างของบทเรียน ให้เหมาะสมกับนักเรียน
3. การจัดลำดับความยากง่ายของบทเรียนโดยคำนึงถึงพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียน
4. การเสริมแรงของนักเรียน

บรูเนอร์ (Bruner) มีความเห็นว่า ทุกคนมีพัฒนาการ Acting, Imaging และ Symbolizing ซึ่งเป็นกระบวนการต่อเนื่องไปตลอดชีวิต กิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนจะต้องลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เพื่อความคงทนของความรู้ เมื่อนักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในชั้นเรียนและครูผู้สอน จะทำให้นักเรียนแสดงออกได้อย่างเต็มศักยภาพ ทุกรายวิชาและทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียน นักเรียนจะได้รับประสบการณ์ตรง ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจะเป็นบทเรียนสำคัญ ในการปรับปรุงการเรียน เพิ่มความจำ ความแม่นยำ ในความรู้ ความคิดที่สร้างสรรค์สิ่งใหม่ที่เกิดจากการเรียนรู้นั้น ๆ

ทฤษฎีของบรูเนอร์ (Bruner) ทำให้สามารถสรุปลักษณะสำคัญได้ว่า นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากการกระทำ สัมผัสและการปฏิบัติจริง จะทำให้เกิดประสบการณ์ทางความคิด แล้วนำมาปรับเป็นรูปธรรมนำไปใช้ได้ ทฤษฎีนี้ ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ และการวิจัย เช่น รสริน อะปะหัง (2558) พัฒนายุทธศาสตร์การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีการสร้างความรู้และทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ (Bruner) เพื่อเสริมสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้น ป.6 ผลการศึกษาข้อหนึ่งพบว่า องค์ประกอบของยุทธศาสตร์ ด้านกระบวนการเรียนรู้ ประกอบด้วย ขั้นสร้างแรงบันดาลใจ ขั้นแสวงหาความรู้ใหม่ ขั้นค้นพบความรู้ ขั้นฝึกปฏิบัติคิดสร้างสรรค์ และขั้นประยุกต์ใช้ แนวคิดองค์ประกอบด้านการจัดสภาพแวดล้อมภายในและภายนอกห้องเรียน ทำให้ผลการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น มีเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ระดับค่อนข้างดี

1.2 ความสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์ มีความจำเป็นกับชีวิตของมนุษย์ เนื่องจากความรู้ทางคณิตศาสตร์และ ความสามารถในการนำความรู้นั้นมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างสมบูรณ์ สอดคล้องกับ Shahbari and Peled (2017) กล่าวว่า ความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ เป็นปัจจัยสำคัญซึ่ง ส่งผลต่อความสำเร็จ เตรียมความพร้อมให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้ ข้อมูล ข่าวสารต่าง ๆ ที่ เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ดังนั้น นักเรียนเติบโตเป็นผู้ใหญ่ที่สามารถดำเนินชีวิตได้ด้วยตนเอง จะต้อง สอนให้พวกเขาสามารถนำทักษะทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการชีวิตประจำวันให้ได้

ยุพิน พิพิธกุล (2530) กล่าวว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญวิชาหนึ่ง ซึ่งมีใช้ ว่าจะหมายถึง ตัวเลขหรือสัญลักษณ์เท่านั้น แต่คณิตศาสตร์ มีความหมายที่สามารถสรุป ดังนี้

1) คณิตศาสตร์เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับความคิด สามารถใช้ในการพิสูจน์อย่างมี เหตุผลว่าสิ่งที่เราคิดนั้น อาจจริงหรือไม่จริง วิธีการคิดทางคณิตศาสตร์นำไปสู่การแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและอุตสาหกรรมต่าง ๆ คณิตศาสตร์จึงเป็นรากฐานของความเจริญ

2) คณิตศาสตร์เป็นภาษาหนึ่ง คณิตศาสตร์มีภาษาเป็นลักษณะเฉพาะ กำหนด ขึ้นด้วยสัญลักษณ์ที่รัดกุมและสื่อความหมายได้อย่างถูกต้อง ภาษาทางคณิตศาสตร์จะมีตัวอักษร ตัวเลขและสัญลักษณ์ แทนความคิด เช่น $x+2 = 5$ เมื่อเขียนสมการนี้ ทุกคนที่เรียนคณิตศาสตร์ มาแล้ว ก็จะเข้าใจความหมาย

3) คณิตศาสตร์เป็นโครงสร้างที่มีเหตุผล โดยเริ่มต้นจากเรื่องง่ายและอธิบายเป็น แนวคิดสำคัญ เช่น การเริ่มที่ จุด เส้นตรง ระนาบ ซึ่งเป็นพื้นฐานในการเรียนเรื่องอื่นต่อไป

4) คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีแบบแผน ในการเรียนคณิตศาสตร์นั้นจะต้องคิด วางแผนและมีรูปแบบอย่างเป็นระบบ จำแนกคำตอบออกมาได้อย่างชัดเจน

5) คณิตศาสตร์เป็นศิลปะอย่างหนึ่ง เช่นเดียวกับศิลปะอย่างอื่น ความงามของ คณิตศาสตร์คือ ความมีระเบียบและความผสมกลมกลืน นักคณิตศาสตร์พยายามแสดงความคิด วิริเริ่ม สร้างสรรค์ จินตนาการทางคณิตศาสตร์ออกมา

อัมพร ม้าคะนอง (2554) สรุปความรู้ทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. ความรู้เชิงมโนทัศน์ (Conceptual Knowledge) คือ ความรู้เกี่ยวกับ ความหมายและโครงสร้างของคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของกระบวนการทาง คณิตศาสตร์ ทฤษฎี ความคิด หลักการ ที่มาหรือเหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นความรู้ที่สำคัญมาก ต่อการเรียนรู้และการนำไปใช้แก้ปัญหา แต่มักจะไม่เน้นในการเรียนการสอน

2. ความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ (Procedural Knowledge) เป็นความรู้เกี่ยวกับการคิดคำนวณ การใช้กฎ การระบุปัญหา การใช้วิธีการขั้นตอนการแก้ปัญหา เช่น การหาพื้นที่โดยใช้สูตร การหารากที่สอง การหารยาว ความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการที่นักเรียนได้เรียนรู้มา อาจเป็นเพียงการทำ แบบไม่เข้าใจความหมายของสิ่งที่ทำก็อาจเป็นได้

การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จะต้องมีการบูรณาการเนื้อหาสาระให้ได้สัดส่วน สมดุลกัน โดยใช้กระบวนการการเรียนรู้จากประสบการณ์จริง กระบวนการคิด การฝึกปฏิบัติ การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ การเผชิญสถานการณ์ การแก้ปัญหาและการวิจัย รวมทั้งการพัฒนากระบวนการคิดของนักเรียนและการสร้างเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ด้วย การที่นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์นั้น ครูผู้สอนจำเป็นต้องมีวิธีการปรับวิธีเรียนเปลี่ยนวิธีสอน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล และการเรียนอย่างมีความสุขของนักเรียน จะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นได้ (สิริพร ทิพย์คง, 2545; นิพนธ์ บรรพพาส, 2558; ทิศนา ขัมมณี, 2560) หัวใจของการสอนของครู คือ การเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน การสอนให้นักเรียน ได้เรียนรู้วิธีการคิดนั้นมีความสำคัญ นักเรียนต้องเกิดการเรียนรู้ โดยรู้ความหมายของสิ่งที่เรียน ประสิทธิภาพและประสิทธิผล เกิดขึ้นด้วยปัจจัยหลายด้าน ทั้งครูและนักเรียน สื่อการเรียนรู้ เทคโนโลยีและบริบทสิ่งแวดล้อม ครูต้องมีความรู้และทักษะรอบด้าน ทั้งความรู้ในเนื้อหา เทคนิควิธีการสอน การวางแผนการจัดการเรียนการสอน การเลือกและใช้สื่อการเรียนการสอนรวมทั้งมีทักษะการสอนและการบริหารจัดการชั้นเรียน (ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี, 2561)

สิริพร ทิพย์คง (2545) สรุปหลักการสอนคณิตศาสตร์ที่ครูจำเป็นต้องรู้และเข้าใจ สามารถนำไปใช้สอน ถ่ายทอดความรู้ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยความเข้าใจ เป็นความรู้ที่คงทนและประสบการณ์ในการเรียน ดังนี้

- 1) สอนจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปหานามธรรม
- 2) สอนจากสิ่งที่ใกล้ตัว ก่อนสอนสิ่งที่ไกลตัว
- 3) สอนจากเรื่องที่ย่อย ก่อนการสอนเรื่องที่ยาก
- 4) สอนตรงตามเนื้อหาที่ต้องการสอน
- 5) สอนให้คิดไปตามลำดับขั้นตอนอย่างมีเหตุผล
- 6) สอนให้เกิดความเพลิดเพลินหรืออารมณ์ขัน เช่น ใช้เพลงหรือเกม เป็นต้น
- 7) สอนด้วยหลักจิตวิทยา สร้างแรงจูงใจ เสริมกำลังใจให้กับผู้เรียน
- 8) สอนบูรณาการกับวิชาอื่น เช่น สอนเรื่อง เลขยกกำลัง ใช้กิจกรรมการเพิ่มจำนวนของแมลง เป็นการนำความรู้วิชาคณิตศาสตร์และวิชาวิทยาศาสตร์

ประเสริฐ เตชะนาราเกียรติ (2553) กล่าวถึง การสอนคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า การเรียนรู้ระดับพื้นฐาน จะระบุนิยามคณิตศาสตร์ไว้ในหลักสูตร ซึ่งนักเรียนทุกคนต้องเรียน เพื่อฝึกทักษะการคิดและแก้ปัญหา ซึ่งต่างจากหลักสูตรเดิม นักเรียนต้องใช้วิธีการให้เกิดความรู้ความเข้าใจความสามารถทางคณิตศาสตร์ ซึ่ง มีองค์ประกอบ 3 ด้าน คือ 1. ด้านนักเรียน ได้แก่ ความรู้เดิม เชี่ยวชาญ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์และการฝึกทบทวนแบบฝึกหัด 2. ด้านสถานศึกษา ได้แก่ ฝ่ายบริหาร ที่มีความเป็นผู้นำในด้านวิชาการ ครู ที่มีประสบการณ์การสอน 3. ด้านครอบครัว ได้แก่ การศึกษาของผู้ปกครอง รายได้ของผู้ปกครอง การส่งเสริมและดูแลนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนของผู้ปกครอง

ในการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ผู้เรียนมักประสบปัญหาหลายประการ จึงเป็นหน้าที่ของครูที่จะต้องเข้าใจลักษณะการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคน ให้การช่วยเหลือ ออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ได้ฝึกทักษะ ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่เรียนไปใช้ในทางปฏิบัติได้ หากนักเรียนอยู่ในกลุ่มที่จะต้องได้รับการศึกษาพิเศษ จะต้องมีการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนอย่างเข้าใจ อาจมีการปฏิบัติกิจกรรม นักเรียนจะได้รับประสบการณ์จริง เป็นการส่งเสริมกระบวนการคิดและสามารถประยุกต์ใช้ได้

1.3 การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

1.3.1 หลักสูตรสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุงพ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551

การศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ในปัจจุบัน นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ใช้หลักสูตรสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ซึ่งจัดแบ่งตามรายละเอียด (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ดังนี้

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1

เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการและการนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2

เข้าใจและวิเคราะห์รูปแบบ ความสัมพันธ์ ลำดับและอนุกรม พังก์ชัน และการนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3

ใช้นิพจน์ สมการและอสมการ อธิบายความสัมพันธ์ หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1

เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2

เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1

เข้าใจกระบวนการทางสถิติและการใช้ความรู้ทางทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2

เข้าใจหลักการเบื้องต้นความน่าจะเป็น และนำไปใช้
ดังนั้น จะเห็นได้ว่า การจัดหลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นนั้น ประกอบด้วย สาระ 3 สาระ

1.3.2 เนื้อหาสำคัญทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

การเรียนคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ประกอบด้วยเนื้อหาและทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ดังนี้

1) จำนวนและพีชคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง อัตราส่วนร้อยละ การประมาณค่า การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน นิพจน์ เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ กราฟ ดอกเบี้ย และมูลค่าของเงิน ลำดับและอนุกรม และการนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2) การวัดและเรขาคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตร และความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเน เกี่ยวกับการวัด อัตราส่วน

ตรีโกณมิติ รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิต การนี้ภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดและเรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

3) สถิติและความน่าจะเป็น เรียนรู้เกี่ยวกับการตั้งคำถามทางสถิติ การเก็บรวบรวมข้อมูลการคำนวณค่าสถิติ การนำเสนอและแปลผลสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ หลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจ

อนึ่ง นักเรียนที่จะจบหลักสูตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จะต้องผ่านการประเมินในเนื้อหาตามสาระและมาตรฐาน จากการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ที่มุ่งเน้นการวัดผลและประเมินการปฏิบัติงานในสถานที่จริงหรือที่ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริง โดยใช้วิธีการประเมินที่หลากหลาย จากการที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ได้เผชิญกับปัญหาจากสถานการณ์จำลอง ได้แก่ปัญหา สืบค้นข้อมูลและนำความรู้ไปใช้ รวมทั้งแสดงออกทางการคิด โดยเมื่อนักเรียนจบการศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นักเรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ

- จำนวนจริง ความสัมพันธ์ของจำนวนจริง สมบัติของจำนวนจริงและใช้ความรู้ความเข้าใจในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

- อัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ ใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

- เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มและใช้ความรู้ ความเข้าใจในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

- สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรและอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และใช้ความรู้ความเข้าใจในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

- คู่อันดับ กราฟของความสัมพันธ์ และฟังก์ชันกำลังสองและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

- เรขาคณิตและใช้เครื่องมือ เช่น วงเวียนและสันตรง รวมทั้งโปรแกรม The Geometer's Sketchpad หรือโปรแกรมเรขาคณิตอื่น ๆ เพื่อสร้างรูปเรขาคณิต ตลอดจนนำความรู้เกี่ยวกับการสร้างนี้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

- รูปเรขาคณิตสองมิติลารูปเรขาคณิตสามมิติ และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและรูปเรขาคณิตสามมิติ

- พื้นที่ผิวและปริมาตรปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวยและทรงกลม และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

- สมบัติของเส้นขนาน รูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ รูปสามเหลี่ยมคล้าย ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

- การแปลงทางเรขาคณิต และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

- อัตราส่วนตรีโกณมิติ และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

- ทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลมและนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์

- สถิติและการนำเสนอข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และแปลความหมายข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแผนภาพจุด แผนภาพต้นไม้ ฮิสโทแกรม ค่ากลางของข้อมูล และแผนภาพกล่อง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริง โดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม

- ความน่าจะเป็นและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ดังนั้น การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นนั้น จึงประกอบด้วย

การจัดการเรียนรู้ เนื้อหาที่สำคัญ คือ 1) จำนวนและพีชคณิต 2) การวัดและเรขาคณิต และ 3) สถิติและความน่าจะเป็น โดยครูผู้สอนเป็นผู้ออกแบบ จัดกิจกรรมโดยใช้สิ่งเร้า สื่อการเรียนรู้ต่าง ๆ ให้นักเรียนเกิดทักษะและกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ สามารถนำไปใช้แก้ปัญหา ให้เหตุผล เชื่อมโยงความคิด สามารถสื่อสารและมีความคิดสร้างสรรค์ พัฒนาความรู้ให้ได้มากที่สุด

1.3.3 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในการเรียนรู้ เพื่อการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันอย่างมีประสิทธิภาพ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ดังนี้

1. ทักษะการแก้ปัญหา คือ การทำความเข้าใจกับสิ่งที่ปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผน แก้ปัญหาและเลือกใช้วิธีที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้และตรวจสอบความถูกต้อง

2. ทักษะการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถในการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อความหมาย สื่อสารสรุปผลและนำเสนออย่างถูกต้อง ชัดเจน

3. ทักษะการเชื่อมโยง คือ ความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เป็นเครื่องมือการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื้อหาหรือศาสตร์อื่น ๆ และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริง

4. ทักษะการให้เหตุผล คือ ความสามารถในการให้เหตุผล สามารถรับฟัง และให้เหตุผลเพื่อสนับสนุน หรือเพื่อโต้แย้ง และนำไปสู่การสรุปทางคณิตศาสตร์

5. ทักษะการคิดสร้างสรรค์ คือ การนำความคิด ที่มีอยู่ไปใช้ ขยายความคิด หรือสร้างแนวคิดใหม่ ๆ เพื่อเป็นการพัฒนาองค์ความรู้

1.3.4 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน

เศษส่วน ตามพจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน หมายถึง นิพจน์หรือจำนวน 2 จำนวน ที่เขียนในรูปของผลหาร แต่ไม่ต้องหารจำนวนนั้นอีกต่อไปจะเรียกจำนวนบนว่า เศษ และเรียก จำนวนล่าง ว่า ส่วน ในภาษาอังกฤษ ใช้คำว่า Fraction

ในทางคณิตศาสตร์ คำว่า เศษส่วน หมายถึง ความสัมพันธ์ตามสัดส่วน ระหว่าง วัตถุจำนวนหนึ่ง เทียบกับวัตถุทั้งหมด โดย เศษส่วน ประกอบด้วย ตัวเศษ (numerator) หมายถึง จำนวนขึ้นส่วนของวัตถุที่มีอยู่ และตัวส่วน (denominator) หมายถึง จำนวนขึ้นส่วนทั้งหมดของ วัตถุนั้น ๆ

เศษส่วน มีความสำคัญมาก ทุกคนจะได้พบ วิธีการสอนเนื้อหา โดยนำเสนอ นักเรียน แบบเน้นภาพ สื่อที่นักเรียนสามารถสัมผัสได้ นักเรียนจะเห็นภาพแล้วนำมาประมวลเป็น ความรู้ความเข้าใจ เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ ในลักษณะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผลจากการ เรียนรู้โดยใช้สื่อที่สัมผัส จับต้องได้นี้ จะทำให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องเศษส่วนได้ ชัดเจนและถูกต้อง ซึ่งจะเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการเรียนเรื่องอื่น ในระดับสูงต่อไป (สถาบัน นวัตกรรมการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยมหิดล จ.นครปฐม : Online)

1.3.4.1 รูปแบบของเศษส่วน

1) เศษส่วนสามัญ คือ จำนวนตรรกยะ ที่สามารถเขียนให้อยู่ในรูป $\frac{a}{b}$ หรือ $\frac{a}{b}$ โดยที่ a และ b ซึ่งเรียกว่า ตัวเศษ และ ตัวส่วน ตามลำดับ เป็นจำนวนเต็ม ทั้งคู่ ตัวเศษ แสดง แทนจำนวนของส่วนแบ่ง และตัวส่วนซึ่งไม่เท่ากับศูนย์แสดงแทนการแบ่งส่วนจากทั้งหมด เศษส่วนสามัญ แบ่งเป็น เศษส่วนแท้และเศษส่วนเกิน โดย เศษส่วนแท้ (proper fraction) จะมีค่า

ของตัวเศษน้อยกว่าตัวส่วน ทำให้ ปริมาณของเศษส่วนน้อยกว่า 1 เช่น $\frac{7}{9}$ และเศษเกิน (improper fraction) คือเศษส่วนที่ค่าของตัวเศษมากกว่าหรือเท่ากับตัวส่วน เช่น $\frac{5}{5}$, $\frac{9}{7}$

2) จำนวนคละ เป็นการนำเสนอเศษส่วนอีกรูปแบบหนึ่ง โดยนำจำนวนเต็ม ประกอบเข้ากับเศษส่วนแท้ และมีปริมาณเท่ากับสองจำนวนนั้น บวกกัน

ตัวอย่าง ถ้ามีเค้กเต็มถาดสองชิ้นและมีเค้กที่เหลืออยู่อีกสามในสี่ส่วน ซึ่งมีค่าเท่ากับ $2 + \frac{3}{4}$ จำนวนคละ ซึ่งสามารถแปลงไปเป็นเศษเกินและแปลงกลับได้ ดังนี้

การแปลงจำนวนคละ $2\frac{3}{4}$ ให้เป็นเศษเกิน

- คูณจำนวนเต็ม กับ ตัวส่วนของเศษส่วนแท้ จะได้ $2 \times 4 = 8$

- บวกผลคูณ ด้วยตัวเศษ จะได้ $8 + 3 = 11$

- นำผลบวกเป็นตัวเศษ และตัวส่วนเท่าเดิม เขียนใหม่เป็นเศษเกิน $\frac{11}{4}$

การแปลงเศษเกิน $\frac{11}{4}$ ให้เป็นจำนวนคละ

-หารตัวเศษด้วยตัวส่วน จะได้ $11 \div 4 = 2$ เศษ 3

- ใช้ผลหาร ที่เป็นจำนวนเต็ม จะได้ 2

- นำเศษจากการหาร เป็นตัวเศษ ประกอบกับ ตัวส่วน จะได้ $\frac{3}{4}$

- เขียนเศษส่วนต่อท้ายจำนวนเต็ม จะได้ $2\frac{3}{4}$

3) เศษส่วนที่เทียบเท่ากัน เป็นเศษส่วนที่มีค่าเทียบเท่ากับอีกเศษส่วนหนึ่ง คิดได้จากการคูณหรือการหาร ทั้งตัวเศษและตัวส่วน ด้วยจำนวนใดๆ ที่เท่ากัน เนื่องจาก จำนวนที่นำมาคูณหรือนำมาหาร ทั้ง ตัวเศษและตัวส่วน คือ เศษส่วน $\frac{n}{n}$ (ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1) ดังนั้น ค่าของเศษส่วน จึงเท่าเดิม

ตัวอย่าง สองในสี่ส่วนของเค้กหนึ่งก้อน มีค่าเท่ากับ จากการแบ่งเค้กครึ่งก่อน

หรืออธิบาย ได้ดังนี้ นำ $\frac{1}{2}$ คูณด้วย 2 ทั้งตัวเศษและตัวส่วน จะได้ผลลัพธ์

เป็น $\frac{2}{4}$ ซึ่งยังคงมีปริมาณเท่ากับ $\frac{1}{2}$ จึงกล่าวได้ว่า $\frac{2}{4}$ เทียบเท่ากับ $\frac{1}{2}$

การหาเศษส่วนที่เทียบเท่ากัน สามารถใช้การหารเศษส่วนด้วยจำนวนที่เท่ากัน เรียกว่า การตัดทอนหรือการลดรูปเศษส่วนให้มีค่าน้อยลง (ไม่ใช่ 0 เป็นตัวหาร) แต่หากรพบเศษส่วนที่มีตัวเศษและตัวส่วน ที่ไม่มีตัวประกอบร่วม ซึ่งหมายถึง ไม่มีตัวเลขใด ที่หารเศษส่วนนั้นได้แล้ว (นอกจาก เลข 1) จะเรียกเศษส่วนนั้นว่า เศษส่วนอย่างต่ำ

ตัวอย่าง $\frac{3}{5}$ เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ เนื่องจาก มีตัวประกอบร่วม เพียงตัวเดียว คือ 1 ไม่มีจำนวนใดที่หารเศษส่วนนี้ ได้ลงตัว นอกจาก 1 แต่หากเป็น $\frac{3}{6}$ สรุปได้ว่า ไม่เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ เนื่องจาก ยังสามารถนำ 3 หารได้ ทั้งตัวเศษ และตัวส่วน ซึ่งได้คำตอบที่เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ คือ $\frac{1}{2}$

นอกจากนั้น ยังมีการเปรียบเทียบเศษส่วน โดยสร้างเศษส่วนที่เทียบเท่ากัน ขึ้นมาใหม่ โดยสร้างเป็นเศษส่วนที่มี ตัวส่วนเท่ากัน แล้วจึงเปรียบเทียบกัน โดยให้มีตัวส่วนเท่ากันก่อน จึงจะสามารถเปรียบเทียบได้ โดยในการคำนวณนั้น อาจใช้การคูณตัวส่วนทั้งสอง จากตัวคูณร่วมน้อย

ตัวอย่าง การเปรียบเทียบ $\frac{3}{4}$ กับ $\frac{2}{5}$

จะต้อง หาตัวคูณร่วมน้อย หรือ ค.ร.น. ของ 4 กับ 5 จะได้เท่ากับ 20

ดังนั้น เศษส่วนที่เทียบเท่า $\frac{3}{4}$ คือ $\frac{15}{20}$

และ เศษส่วนที่เทียบเท่ากับ $\frac{2}{5}$ คือ $\frac{8}{20}$

จากนั้น เปรียบเทียบ $\frac{15}{20}$ กับ $\frac{8}{20}$

จะได้ว่า $\frac{15}{20}$ มากกว่า $\frac{8}{20}$

4) เศษส่วนซ้อน คือ เศษส่วนที่มีตัวเศษหรือตัวส่วนเป็นเศษส่วนอื่น

เช่น $\frac{1}{\frac{2}{1-\frac{1}{3}}}$ เป็นเศษส่วนซ้อน ในการลดรูปของเศษส่วนซ้อน ทำได้โดยการหาร

ตัวเศษ ด้วยตัวส่วน ใช้วิธีเดียวกับการหารตามปกติ ดังนั้น $\frac{1}{\frac{2}{1-\frac{1}{3}}}$ จึงเท่ากับ $\frac{1}{2} \div \frac{1}{3} = \frac{3}{2}$

นอกจากนี้ ตัวเศษหรือตัวส่วน ยังสามารถ ใช้เป็นนิพจน์ของเศษส่วนอื่นๆต่อไปได้อีก เช่น เศษส่วนต่อเนื่อง (continued fraction)

5) ส่วนกลับและตัวส่วนที่ไม่ปรากฏส่วนกลับของเศษส่วน หมายถึง เศษส่วนอีกจำนวนหนึ่ง ที่มีตัวเศษและตัวส่วน สลับกัน เช่น ส่วนกลับของ $\frac{2}{7}$ คือ $\frac{7}{2}$

นอกจากนี้ จำนวนใด ๆ เมื่อหารด้วย 1 จะได้ จำนวนนั้น ดังนั้น จำนวนใด ๆ จึงสามารถเขียนในรูปเศษส่วน ได้ โดยมีตัวส่วน เท่ากับ 1

เช่น 7 เขียนในรูปเศษส่วน เท่ากับ $\frac{7}{1}$ มีเลข 1 เป็นตัวส่วน ซึ่งอาจไม่เขียน
เลข 1 ก็ได้ ส่วนกลับ ของ 7 คือ $\frac{7}{1}$

ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่า เศษส่วนและจำนวนทุกจำนวน (ยกเว้น 0)
สามารถมีส่วนกลับได้เสมอ

1.3.4.2 การคิดคำนวณเศษส่วน

1) การเปรียบเทียบค่าของเศษส่วน หากตัวส่วนเท่ากัน ให้นำตัวเศษ
เปรียบเทียบกันได้ทันที เช่น $\frac{3}{5} > \frac{2}{5}$ เพราะ $3 > 2$

แต่หากตัวส่วนไม่เท่ากัน จะต้องทำให้ตัวส่วนเท่ากันก่อน จึงเปรียบเทียบกัน
ได้

วิธีหนึ่ง ที่ใช้ในการทำให้ตัวส่วนเท่ากัน คือ การหาตัวส่วนร่วม อธิบายได้
ดังนี้

การเปรียบเทียบ $\frac{a}{b}$ กับ $\frac{c}{d}$ ให้นำ d คูณกับ $\frac{a}{b}$ จะได้ $\frac{ad}{bd}$
และนำ b คูณกับ $\frac{c}{d}$ จะได้ $\frac{bc}{bd}$
แสดงให้เห็นว่า bd เป็นตัวส่วนร่วม จึงเปรียบเทียบ ตัวเศษ คือ ac
กับ bc

ตัวอย่าง เปรียบเทียบ $\frac{2}{3}$ กับ $\frac{3}{4}$ ต้องทำให้ $\frac{2}{3}$ เป็น $\frac{8}{12}$ และ $\frac{3}{4}$
เป็น $\frac{9}{12}$ ซึ่งสามารถเปรียบเทียบกันได้

2) การบวก ลบ คูณ หาร เศษส่วน

ในการคิดคำนวณเศษส่วนนั้น สามารถดำเนินการเศษส่วน คือ บวก ลบ
คูณ หาร เศษส่วนได้เช่นเดียวกับจำนวนทั่วไป เศษส่วนมีสมบัติการสลับที่ การเปลี่ยนกลุ่ม การ
กระจาย และไม่มีหารด้วยศูนย์

- การบวกและการลบเศษส่วน แบ่งได้ 2 กรณี คือ

1) กรณี ตัวส่วนเท่ากัน ให้นำตัวเศษ มาบวกหรือลบกันได้ทันที และ
ได้ผลลัพธ์เป็นเศษ ที่มีตัวส่วนเท่าเดิม

$$\text{เช่น } \frac{2}{4} + \frac{1}{4} = \frac{3}{4} \quad , \quad \frac{7}{8} - \frac{5}{8} = \frac{2}{8}$$

2) กรณี ตัวส่วนไม่เท่ากัน ต้องคิดให้เป็นเศษส่วนเทียบเท่า ซึ่งมีตัว
ส่วนเท่ากันก่อน จากการหาผลคูณ หรือการหาตัวคูณร่วมน้อยของตัวส่วนทั้งหมด และเมื่อตัวส่วน
เท่ากัน แล้วจึงนำตัวเศษของเศษส่วนที่เทียบเท่า มาบวกหรือลบกัน ตามปกติ

$$\text{เช่น } \frac{3}{4} + \frac{5}{2} = \frac{9}{12} + \frac{5}{12} = \frac{14}{12}$$

- การคูณเศษส่วน ใช้วิธีการนำตัวเศษคูณตัวเศษ และตัวส่วน คูณ ตัวส่วน ได้เป็นผลลัพธ์ที่ต้องการ

$$\text{เช่น } \frac{5}{6} \times \frac{2}{3} = \frac{10}{18}$$

- การหารเศษส่วน ใช้วิธีการแปลงตัวหาร โดยให้กลับนำตัวเศษกลับเป็นตัวส่วน และนำตัวส่วนกลับเป็นตัวเศษ แล้วนำไปคูณกับตัวตั้ง

$$\text{เช่น } \frac{8}{9} \div \frac{2}{3} = \frac{8}{9} \times \frac{3}{2} = \frac{24}{18}$$

นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จะได้เรียนเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ซึ่งระบุอยู่ในสาระ 1 จำนวนและพีชคณิต และระบุเนื้อหาใน หนังสือเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เล่ม 2 ระดับชั้น ม.1 บทที่ 4 ทศนิยมและเศษส่วน (สถาบันส่งเสริม การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554) ซึ่งมีหัวข้อย่อย ได้แก่ เศษส่วนและการเปรียบเทียบ เศษส่วน การบวกและการลบเศษส่วน การคูณและการหารเศษส่วน ความสัมพันธ์ ระหว่าง ทศนิยมและเศษส่วน อนึ่ง เนื้อหา เรื่อง เศษส่วน พบว่า กำหนดไว้ในหลักสูตรในระดับชั้น ประถมศึกษาตอนต้น ระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย และระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ตาม ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง รวม 5 ระดับชั้น ดังนี้

1. ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

สาระการเรียนรู้ที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

สาระการเรียนรู้แกนกลาง เรื่องที่ 2 เรื่อง เศษส่วน ประกอบด้วย

1) เศษส่วนที่ตัวเศษน้อยกว่าหรือเท่ากับตัวส่วน และ 2) การเปรียบเทียบและเรียงลำดับเศษส่วน
ตัวชี้วัด ข้อ 3 บอก อ่านและเขียนเศษส่วน แสดงปริมาณของสิ่งที่กำหนด

ตัวชี้วัด ข้อ 4 เปรียบเทียบเศษส่วนที่ตัวเศษเท่ากันโดยตัวเศษน้อยกว่าหรือเท่ากับตัวส่วน

สาระการเรียนรู้แกนกลาง เรื่องที่ 4 การบวก การลบเศษส่วน ประกอบด้วย 1) การบวกและการลบเศษส่วน 2) การแก้โจทย์ปัญหาการบวกและโจทย์ปัญหาการลบเศษส่วน

ตัวชี้วัด ข้อ 10 หาผลบวกของเศษส่วน กรณี ตัวส่วนเท่ากัน และผลบวกไม่เกิน 1 และหาผลลบของเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากัน

ตัวชี้วัด ข้อ 11 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาการบวกเศษส่วน กรณีตัวส่วนเท่ากัน และผลบวกไม่เกิน 1 และโจทย์ปัญหาการลบเศษส่วน กรณีตัวส่วนเท่ากัน

2. ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

สาระการเรียนรู้ ที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

สาระการเรียนรู้แกนกลาง เรื่องที่ 2 เศษส่วน ประกอบด้วย

1) เศษส่วนแท้ เศษเกิน จำนวนคละ 2) ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนคละกับเศษเกิน 3) เศษส่วนที่เท่ากัน เศษส่วนอย่างต่ำ และเศษส่วนที่เท่ากับจำนวนนับ 4) การเปรียบเทียบเศษส่วน การเรียงลำดับเศษส่วนและจำนวนคละ

ตัวชี้วัด ข้อ 3 บอก อ่าน และเขียนเศษส่วน จำนวนคละ แสดงปริมาณสิ่งของตามเศษส่วนและจำนวนคละที่กำหนด

ตัวชี้วัด ข้อ 4 เปรียบเทียบ เรียงลำดับเศษส่วนและจำนวนคละ ที่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของอีกตัวหนึ่ง

สาระการเรียนรู้แกนกลาง เรื่องที่ 5 การบวก การลบเศษส่วนและจำนวนคละ ประกอบด้วย 1) การแก้โจทย์ปัญหาการบวกและการลบ เศษส่วนและจำนวนคละ

ตัวชี้วัด ข้อ 13 หาผลบวกและผลลบเศษส่วนและจำนวนคละ ที่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของอีกตัวหนึ่ง

ตัวชี้วัด ข้อ 14 แสดงวิธีหาคำตอบจากโจทย์ปัญหาการบวกและลบเศษส่วนและจำนวนคละ

3. ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

สาระการเรียนรู้ที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

สาระการเรียนรู้แกนกลาง เรื่องที่ 3 เศษส่วนและการบวก การลบ การคูณ การหารเศษส่วน ประกอบด้วย 1) การเปรียบเทียบเศษส่วนและจำนวนคละ 2) การบวก การลบของเศษส่วนและจำนวนคละ 3) การคูณ การหารเศษส่วนและจำนวนคละ 4) การบวก การลบ การคูณ และการหารระคนของเศษส่วนและจำนวนคละ 5) การแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วนและจำนวนคละ

ตัวชี้วัด ข้อ 1 หาผลบวก ผลลบของเศษส่วนและจำนวนคละ

ตัวชี้วัด ข้อ 2 หาผลคูณ ผลหารของเศษส่วนและจำนวนคละ

ตัวชี้วัด ข้อ 3 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหารเศษส่วน

4. ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

สาระการเรียนรู้ ที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

สาระการเรียนรู้แกนกลาง เรื่องที่ 1 เศษส่วน ประกอบด้วย การเปรียบเทียบและเรียงลำดับเศษส่วนและจำนวนคละ โดยใช้ความรู้ เรื่อง การคูณร่วมน้อย (ค.ร.น.)

ตัวชี้วัด ข้อ 1 เขียนเศษส่วนที่มีตัวส่วนเป็นตัวประกอบของ 10 หรือ 100 หรือ 1,000 ในรูปทศนิยม

สาระการเรียนรู้แกนกลาง เรื่องที่ 4 การบวก การลบ การคูณ การหารเศษส่วน ประกอบด้วย 1) การบวก การลบ เศษส่วนและจำนวนคละ โดยใช้ความรู้ ค.ร.น. 2) การบวก การลบ การคูณ และการหาร ระคน ของเศษส่วนและจำนวนคละ 3) การแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วนและจำนวนคละ

ตัวชี้วัด ข้อ 7 การหาผลลัพธ์ของการบวก การลบ การคูณ และการหารระคน ของเศษส่วนและจำนวนคละ

ตัวชี้วัด ข้อ 8 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเศษส่วนและจำนวนคละ

5. ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

สาระการเรียนรู้ ที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

สาระการเรียนรู้แกนกลาง เรื่องที่ 1 จำนวนตรรกยะ ประกอบด้วย 1) ทศนิยมและเศษส่วน 2) จำนวนตรรกยะและสมบัติของจำนวนตรรกยะ 3) การนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนเต็ม จำนวนตรรกยะและเลขยกกำลังไปใช้ในการแก้ปัญหา

ตัวชี้วัด ข้อ 1 เข้าใจจำนวนตรรกยะและความสัมพันธ์ของจำนวนตรรกยะและใช้สมบัติของจำนวนตรรกยะ ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้

จากเอกสารดังกล่าว สามารถแสดงให้เห็นว่านักเรียนจะต้องเรียนเรื่อง เศษส่วน ตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษาถึงระดับชั้นมัธยมศึกษา ซึ่งนักเรียนจะต้องได้ผลการเรียนผ่านตามเกณฑ์การวัดและประเมินผล แต่ละช่วงจึงจบหลักสูตร ซึ่งแบ่งเป็นช่วงละ 3 ปี นักเรียนจะต้องเรียน

เศษส่วน รวม 3 ช่วง ได้แก่ 1) ระดับชั้นประถมศึกษาตอนต้น ได้แก่ ป.1 ถึง ป.3 2) ระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ได้แก่ ป.4 ถึง ป.6 3) ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ได้แก่ ม.1 ถึง ม.3

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ (2560) ระบุคุณภาพผู้เรียนแต่ละช่วง ดังนี้

ระดับชั้น ป.1 ถึง ป.3 เน้นคุณภาพนักเรียน เกี่ยวกับเรื่องความรู้สึกเชิงจำนวน เกี่ยวกับเศษส่วน ที่ไม่เกิน 1 มีทักษะการบวก การลบ เศษส่วน กรณีสัดส่วนเท่ากัน และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

ระดับชั้น ป.4 ถึง ป.6 เน้นคุณภาพการอ่าน การเขียน ตัวเลข ตัวอักษรแสดง จำนวนนับ ทศนิยม ไม่เกิน 3 ตำแหน่ง เศษส่วน อัตราส่วน ร้อยละ

ระดับชั้น ม.1 ถึง ม.3 เน้นให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนจริง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ และนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้

จากการรวบรวมสภาพปัญหาและความจำเป็นในการเรียนเศษส่วน พบว่า จินตนา พุทธิพันธ์ (2544) ได้รวบรวมผลประเมินปัญหาการสอนคณิตศาสตร์ของครูและ ผลการวิจัยที่เกี่ยวข้อง สรุปว่า ความคิดรวบยอดในการเรียนเรื่องเศษส่วนเป็นส่วนสำคัญที่มี ผลกระทบโดยตรงต่อความรู้ความเข้าใจด้านคณิตศาสตร์ และเป็นเนื้อหาคณิตศาสตร์ ซึ่งค่อนข้าง เป็นปัญหาในเกือบทุกด้าน สอดคล้องกับ งบอาจ ชีมรัมย์ (2561) ที่ได้สังเคราะห์งานวิจัย วิชาเอก คณิตศาสตร์ ระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช จำนวน 159 เรื่อง ปีการศึกษา 2536 ถึง 2557 พบว่า หัวข้อที่มีการศึกษาวิจัยมากที่สุด คือ เรื่อง เศษส่วน รองลงมาคือ เรื่อง สมการ และส่วนใหญ่จะเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีปัญหาเรื่อง เศษส่วน

Riccomini, Paul and Witzel (2009) กล่าวว่า เศษส่วนและทศนิยมเป็นเรื่องที่ เรียนมานาน ซึ่งมีประโยชน์มากมายในชีวิต ส่วนใหญ่ใช้ในการทำงานการเงิน ส่วนบุคคล เช่น การ ชำระภาษี อัตราบัตรเครดิต หมายเลขสินค้า เป็นต้น แต่ยังพบปัญหาในการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง และแพร่หลาย Margaret et al. (2018) กล่าวว่า เรื่อง เศษส่วน มีความสำคัญและเป็นพื้นฐานที่ จำเป็นสำหรับการเรียนเนื้อหาในระดับสูง เช่น พีชคณิต และก่อนที่นักเรียนจะจบการศึกษาระดับ ประถมศึกษา ต้องมีความรู้พื้นฐานเรื่องเศษส่วน ก่อนที่จะเรียนระดับสูงต่อไป ซึ่ง Mazzocco et al (2013) กล่าวว่า เศษส่วนเป็นเรื่องท้าทาย สำหรับนักเรียนหลายคน ดังเช่น นักเรียนที่กำลังศึกษา อยู่ในระดับมัธยมศึกษา ซึ่งได้เรียนเศษส่วนมาแล้ว แต่ยังไม่เข้าใจเนื้อหาบางประการและเป็นเรื่อง ที่ยากต่อการเรียนรู้ ขณะที่ Fuchs et al.(2017) ศึกษาและรวบรวมข้อมูลงานวิจัยของนัก การศึกษา พบว่า เศษส่วนเป็นหัวข้อเรื่องที่สำคัญ เป็นพื้นฐานของการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องอื่น

ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งมีนักเรียนหลายคนพบปัญหาในการเรียนเศษส่วนในหัวข้อ ย่อย เรื่อง จำนวนเต็ม (whole-number) และการดำเนินการ (operations) (Geary et al., 2012; Siegler et al., 2012; Namkung & Fuchs, 2016; Seethaler, Fuchs, & Compton, 2011) ทำนองเดียวกับ Tian (2017) ที่กล่าวว่า เศษส่วนการเรียนรู้เป็นเรื่องยากสำหรับเด็กทั่วไปและ โดยเฉพาะอย่างยิ่งยากสำหรับเด็กที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ (MD) และ Shin & Bryant (2017) กล่าวเสริมว่า นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ (MLD) มีความเข้าใจในแนวคิด และทักษะของเศษส่วนค่อนข้างต่ำ ทั้งที่เศษส่วนเป็นรากฐานของพีชคณิต ขณะที่หน่วยงานด้าน คณิตศาสตร์ของสหรัฐอเมริกา (National Mathematics Advisory Panel : NMAP) กล่าวว่า ปัญหาในการเรียนเรื่องเศษส่วนของนักเรียน เป็นหนึ่งในอุปสรรคสำคัญสำหรับโรงเรียน ได้รับการ จัดอันดับให้เป็นหัวข้อเรื่องที่ต้องพัฒนา เพื่อเพิ่มความสำเร็จในการเรียนเรื่องพีชคณิตต่อไป (National Mathematics Advisory Panel, 2008 อ้างถึงใน Riccomini, Paul & Witzel, 2009; Fuchs et al., 2017)

อนึ่ง เศษส่วน เป็นหัวข้อหนึ่งในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ที่มีรายละเอียดใน หัวข้อย่อยเป็นจำนวนมากและค่อนข้างยากต่อการเข้าใจ พบปัญหาอย่างต่อเนื่องจากระดับ ประถมศึกษาถึงระดับมัธยมศึกษาตอนต้น นักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจหลักการคิดแก้ปัญหา เกี่ยวกับเศษส่วน ชญานิน คมพจน์ (2550) ศึกษาปัญหาในการเรียน ทศนิยมและเศษส่วน พบว่า นักเรียนพบปัญหาในการแสดงขั้นตอนการบวก ลบ คูณ หาร เศษส่วน การทำให้เป็นเศษส่วนอย่าง ต่ำ การเปลี่ยนเศษเกินให้เป็นจำนวนเต็มหรือจำนวนคละ และการเปลี่ยนจำนวนคละให้เป็น เศษเกิน ศรีสุข ชีพพานิชย์ (2553) กล่าวถึงความผิดพลาดในการคูณและการหารเศษส่วน นั้นเกิด จาก การเขียนเศษส่วนใช้สัญลักษณ์ ที่ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถจินตนาการเป็นภาพได้ เมื่อ เรียนเนื้อหามากขึ้นทำให้นักเรียนสับสนหรือเกิดความสับสนในความคิดรวบยอด อีกทั้งขาดสื่อการ สอนที่ช่วยสร้างความคิดรวบยอดและความเข้าใจให้กับนักเรียน

นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เมื่อได้เรียนเรื่องเศษส่วน ก็ จะ พบปัญหาดังเช่นใน งานวิจัยของ Ikhwanudin and Suryadi (2018) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการเรียนรู้ เรื่อง เศษส่วนของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ในโรงเรียนเรียนรวมระดับมัธยมศึกษา ตอนต้น โดยการทดสอบนักเรียนและสัมภาษณ์ครู พบว่า นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ใช้วิธีการที่ สอดคล้องกันระหว่างความเข้าใจและวิธีคิด นั่นคือ การตีความและการแก้ปัญหา ข้อค้นพบที่ น่าสนใจอื่น ๆ ได้แก่ 1) นักเรียนรู้วิธีการหารเศษส่วนได้ แต่ยังนำไปใช้ไม่ถูกต้อง 2) นักเรียนใช้ วิธีการหารในการคูณเศษส่วน 3) นักเรียนใช้ขั้นตอนการคูณซ้ำ ๆ ในเรื่องการหารเศษส่วน

ดังนั้น ความไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนรู้เรื่องเศษส่วนของนักเรียน ที่ยังคงเป็นปัญหา แต่มีแนวโน้มที่จะแก้ไขได้โดยการออกแบบกิจกรรมจากนั้นให้นักเรียนได้ร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นนักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ได้สัมผัส จับต้องสื่อการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรม โดยครูเป็นผู้เตรียม แล้วเชื่อมโยงความรู้จากสื่อรูปธรรมเข้าสู่ความรู้แบบนามธรรม เรียกได้ว่าจากประสบการณ์จริง และกระบวนการปฏิบัติ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551; พิมพ์ ติชเชฎฐ์ และคณะ, 2544) สรุปได้ว่า การเรียนรู้เรื่อง เศษส่วน ควรเริ่มจากวัสดุที่เป็นรูปธรรม นำเสนอให้เห็นเป็นรูปธรรมชัดเจน นักเรียนจะสามารถเรียนรู้และเข้าใจได้ง่าย ทั้งในรูปแบบที่เป็นรูปภาพและสัญลักษณ์ เพื่อนำไปสู่ความเข้าใจในลักษณะนามธรรมและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ (ศรีสุข ชีพพานิชย์, 2553; อัจฉรา สุขสำราญ, 2555)

การใช้สื่อการเรียนรู้ ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังเช่น งานวิจัยของ ศรีสุข ชีพพานิชย์ (2553) ศึกษาวิจัยเพื่อสร้างความคิดรวบยอด เรื่อง การคูณและการหารเศษส่วนของนักเรียน ชั้น ป.5 โดยใช้รูปจำลองสี่เหลี่ยมจัตุรัส ซึ่งเป็นสื่อรูปธรรม ในการกระตุ้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองผ่านการพับและแฉกรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส แบ่งพื้นที่ในรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส แล้วใช้กระบวนการคิด เพื่อค้นหาความคิดรวบยอดในการคูณและการหารเศษส่วน พบว่าประสบความสำเร็จในระดับดี อัจฉรา สุขสำราญ (2555) สร้างหนังสือการ์ตูนประกอบการสอน เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้น ป.5 จำนวน 3 เล่ม ได้แก่ เล่มที่ 1 ตอนความหมายของเศษส่วน เล่มที่ 2 ตอนเศษส่วนที่เท่ากันและเล่มที่ 3 ตอนการเปรียบเทียบเศษส่วน พร้อมด้วยแบบประเมินคุณภาพของหนังสือการ์ตูน นักเรียนที่ใช้หนังสือการ์ตูนนี้ให้ความคิดเห็นว่า หนังสือการ์ตูนทำให้เข้าใจเนื้อหาเรื่องเศษส่วนได้เป็นอย่างดี นักเรียนรู้สึกสนุกกับการอ่าน และนำไปใช้ในการทบทวนบทเรียน สำหรับการแก้ปัญหาการเรียนรู้เรื่องเศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ในต่างประเทศ ดังเช่น งานวิจัยของ Shin and Bryant (2017) ใช้โปรแกรมเศษส่วนแสนสนุก (Fun Fraction) เป็นสื่อคอมพิวเตอร์ ประกอบการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการคิด เทคนิคการสะท้อนกลับ และสื่อภาพเสมือนจริง (cognitive strategies, feedback, virtual manipulatives) มาช่วยในการแก้ปัญหาให้กับ นักเรียน ระดับชั้น ป.1 - ป.3 จำนวน 3 คน ที่บกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ (MLD) โปรแกรมนี้ออกแบบมาจากพื้นฐานของเนื้อหาความรู้และปัญหาที่พบ ผลการศึกษาพบความหลากหลาย ของการแก้ปัญหาคำจากพื้นฐาน ไปถึงขั้นตอนการเข้าช่วยเหลือนักเรียน ซึ่งสรุปได้ว่านักเรียนที่ร่วมกิจกรรม Fun Fraction มี non-overlapping data ranged อยู่ระหว่าง 56% ถึง 100%

นอกจากนี้ การใช้กลยุทธ์การสอน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เศษส่วน สามารถช่วยแก้ปัญหาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ดังเช่น งานวิจัยของ อัจฉรา ศรีนคร (2551) ให้นักเรียนได้เรียนแบบร่วมมือกันกับเพื่อนในชั้นเรียน ขณะที่ อาริรัตน์ ศิริ (2552) ใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ TGT ภัทรนันท์ พรหมภักดี (2553) เปรียบเทียบการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมบูรณาการกับการสอนปกติ พิษญา นิลดี (2553) เปรียบเทียบผลการเรียนรู้ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ 5E กับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกลุ่มเพื่อนช่วยเพื่อนเป็นรายบุคคล TAI มยุรีย์ สีเฉลียว (2554) นั้นใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ (LT) มยุรี เรื่องศรีมัน (2555) เปรียบเทียบ ระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้แบบ TGT กับกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ทิพย์พร ภูมิประสาท (2559) ใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STAD ร่วมกับการใช้แบบฝึกเสริมทักษะ พานทอง ไพโรจน์ (2554) การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง เศษส่วน โดยการเรียนรู้แบบร่วมมือประกอบ บทเรียนการ์ตูน ผกายมาศ เหมชูเกียรติ (2557) ใช้ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบเรียนเป็นคู่ ทัดดาว สนมเมือง (2559) ใช้รูปแบบการเรียนรู้พัฒนาการทางสมอง (Brain-based Learning) กิจกรรมการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ เป็นต้น ซึ่งปรากฏว่า ประสบผลสำเร็จเป็นอย่างดี สอดคล้องกับงานวิจัยต่างประเทศ Doabler et al. (2019) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับระดับและผลจากการช่วยเหลือการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของนักเรียนประถมศึกษา เปรียบเทียบอัตราส่วนระหว่างนักเรียนต่อครู แบ่งเป็น กลุ่ม 2:1 กับกลุ่ม 5:1 มีการประเมิน 6 รายการจากการเข้าช่วยเหลือ พบว่า นักเรียนในกลุ่ม 5:1 ได้รับโอกาสในการฝึกฝนกับเพื่อน ในขณะที่นักเรียนในกลุ่ม 2:1 มีส่วนร่วมในโอกาสในการฝึกฝน ทำแบบฝึกหัดเป็นรายบุคคล เป็นปริมาณมากกว่าและบ่อยกว่า และพบว่า เป็นประโยชน์ในการส่งต่อเพื่อช่วยเหลือแบบกลุ่มย่อยและเป็นการสนับสนุนให้ได้จัดกิจกรรมการฝึกปฏิบัติด้านคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน

ในการแก้ไขปัญหาการเรียนรู้ เรื่อง เศษส่วน ครูผู้สอนควรออกแบบและจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ครูมีบทบาทในการเตรียมสื่อการเรียนรู้ เพื่อให้ให้นักเรียน ได้เรียนรู้จากสื่อการเรียนรู้แบบบูรณาการ นักเรียนได้สัมผัสและฝึกปฏิบัติกับวัตถุในรูปแบบต่าง ๆ เชื่อมโยงจากรูปธรรมสู่สิ่งที่เป็นนามธรรม เน้นกระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, พิมพันธ์ เตชะคุปต์ และคณะ, 2544 ศรีสุข ชีพพานิชย์, 2553) อย่างไรก็ตาม การแก้ปัญหาในเรื่องการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ยังคงเป็นเรื่องที่ต้องศึกษาค้นคว้าดังเช่นงานวิจัยที่รวบรวมมา ดังกล่าว แต่กลยุทธ์หนึ่งที่นักการศึกษาหลายท่าน กล่าวตรงกันนั่นคือ กลยุทธ์การสอนโดยใช้รูปธรรมนำไปสู่นามธรรม (CRA) ซึ่งมีหลักฐานยืนยันประสิทธิภาพสามารถสร้างแนวคิด ความคิดรวบยอดในการเรียนรู้ เรื่อง เศษส่วน

(Jordan, Miller, & Mercer, 1998; Butler Miller, Crehan, Babbitt & Pierce, 2003; Kim Wan g, & Michaels, 2015; Watt & Therrien, 2016)

ดังนั้น การออกแบบและจัดการเรียนรู้ที่จัดให้นักเรียนสัมผัส ปฏิบัติจริง จะทำให้ได้รับประสบการณ์โดยตรง ด้วยการใช้สื่อการเรียนรู้แบบรูปธรรม นำไปสู่การค้นพบเกิดความคิดรวบยอดและข้อสรุปได้ ซึ่งเป็นการสร้างความคิดรวบยอดได้ด้วยตนเอง การเรียนรู้เรื่องเศษส่วนจึงควรให้มีการใช้สื่อรูปธรรม แล้วแทนค่าเศษส่วนที่เป็นรูปธรรมด้วยรูปภาพหรือสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรมตามลำดับ นักเรียนที่พบปัญหาในการเรียนรู้เรื่องเศษส่วนจะสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์

2.1 ความบกพร่องทางการเรียนรู้

ตามประกาศกระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์ เรื่อง ประเภทและหลักเกณฑ์ความพิการ (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2555 ซึ่งออกในพระราชบัญญัติส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการ พ.ศ. 2550 ระบุว่า ผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ หมายถึง “การที่บุคคลมีข้อจำกัดในการปฏิบัติกิจกรรมในชีวิตประจำวัน หรือการเข้าไปมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางสังคมโดยเฉพาะด้านการเรียนรู้ ซึ่งเป็นผลมาจากความบกพร่องทางสมอง ทำให้เกิดความบกพร่องในด้านการอ่าน การเขียน การคิดคำนวณ หรือกระบวนการเรียนรู้พื้นฐานอื่นในระดับความสามารถที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานตามช่วงอายุและระดับสติปัญญา” แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสนใจของแต่ละบุคคลว่าจะจัดทะเบียนคนพิการหรือไม่ โดย ผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ นี้ จัดเป็น ผู้พิการประเภทที่ 6 “ความพิการทางการเรียนรู้”

ความบกพร่องทางการเรียนรู้ (LD) เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์การวินิจฉัย DSM-5 หรือ Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (American Psychiatric Association, 2013) ซึ่งเป็นคู่มือทางการวินิจฉัยและสถิติเกี่ยวกับความบกพร่องทางสมอง เป็นของสมาคมจิตแพทย์อเมริกัน ฉบับล่าสุด ระบุว่า ความบกพร่องทางการเรียนรู้ (Specific Learning Disorder) เป็นความผิดปกติของพัฒนาการทางระบบประสาทที่เริ่มต้นในช่วงวัยเรียน แม้ว่าอาจจะไม่ยอมรับจนกระทั่งวัยผู้ใหญ่ ได้รับการวินิจฉัยโดยการทบทวนทางคลินิกเกี่ยวกับพัฒนาการด้านการแพทย์ การศึกษาและประวัติครอบครัวรายงานผลการทดสอบและการสังเกตของครูและการตอบสนองต่อการเข้าช่วยเหลือทางวิชาการ

ในการวินิจฉัย พบว่า ต้องใช้ความยากลำบากอย่างต่อเนื่องในการอ่าน การเขียน การคิดคณิตศาสตร์หรือทักษะการใช้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ ระหว่างเรียนในชั้นเรียนปกติ โดย

สังเกตได้ว่า มีการอ่านที่ไม่ถูกต้องหรืออ่านช้าและไม่สามารถจัดการกับปัญหาเกี่ยวกับจำนวนหรือการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มีทักษะทางวิชาการในปัจจุบันจะต้องต่ำกว่าระดับคะแนนเฉลี่ยในการทดสอบทางวัฒนธรรมและภาษาที่เหมาะสมสำหรับการอ่านการเขียนหรือคณิตศาสตร์ ความยากลำบากของแต่ละคนนั้นจะพัฒนาให้ดีขึ้นได้โดยต้องพัฒนาระบบประสาท ประสาทสัมผัส (การมองเห็นหรือการได้ยิน) หรือความผิดปกติของระบบประสาท ซึ่งส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประสิทธิภาพการประกอบอาชีพหรือกิจกรรมการดำรงชีวิต

ความบกพร่องทางการเรียนรู้ สามารถวินิจฉัยได้หลังจากเริ่มเข้ารับการศึกษาระบบและ หากได้รับการวินิจฉัยว่ามีความผิดปกติในการเรียนรู้เฉพาะบุคคล จะพบลักษณะ (American Psychiatric Association, 2013) ดังนี้

1) ประสบปัญหาความยากลำบากในการเรียนรู้และการใช้ทักษะด้านวิชาการตามที่ระบุอย่างน้อยหนึ่งอย่าง เป็นเวลาอย่างน้อยหกเดือนแม้จะได้รับการช่วยเหลือตามเป้าหมายได้แก่

- การอ่านคำที่ไม่ถูกต้องหรือช้าและติดขัด (เช่นอ่านคำเดียวให้ออกเสียง หรือช้าและลังเลในการอ่าน คาดเดาบ่อย ๆ มีปัญหาในการทำให้เกิดเสียงคำ)

- ความยากลำบากในการทำความเข้าใจความหมายของสิ่งที่อ่าน (เช่น อาจอ่านข้อความได้อย่างถูกต้องแต่ไม่เข้าใจ ลำดับความสัมพันธ์หรือความหมายที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้นของสิ่งที่อ่าน)

- ความยากลำบากในการสะกดคำ (เช่นอาจเพิ่มละเว้นหรือทดแทนสระหรือพยัญชนะ)

- ความยากลำบากในการแสดงออกเป็นลายลักษณ์อักษร (เช่น ปัญหาเกี่ยวกับไวยากรณ์เครื่องหมายวรรคตอน)

- ความเข้าใจเกี่ยวกับตัวเลข , ข้อเท็จจริงของจำนวนหรือการคำนวณ , ไม่มีความรู้สึกเชิงจำนวนหรือข้อความจริงเกี่ยวกับจำนวนหรือการคิดคำนวณ (เช่น มีความเข้าใจเกี่ยวกับตัวเลข ขนาดและความสัมพันธ์ ในระดับต่ำ เช่น การนับนิ้วเพิ่มตัวเลขหลักเดียวแทนที่จะทำได้เช่นเดียวกับเพื่อน ผิดพลาดในการคำนวณและอาจคิดสลับขั้นตอน)

- ความยากในการใช้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ (เช่นการใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์) ความยากลำบากในการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (เช่น มีความยากลำบากอย่างรุนแรงในการใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ข้อเท็จจริงหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหาเชิงปริมาณ)

2) ทักษะด้านวิชาการที่ต่ำกว่าความสามารถในของเด็กอายุเท่ากัน ส่งผลให้พบปัญหาในการเรียนหรือปัญหาในชีวิตประจำวัน

3) ความยากลำบากเริ่มต้นในช่วงวัยเรียน แม้ว่าในบางคนจะไม่ประสบปัญหาจนกว่าจะถึงวัยผู้ใหญ่ (การศึกษา การทำงาน และความต้องการแต่ละวัน มีมากขึ้น)

4) ความยากลำบากในการเรียนรู้ไม่ได้เกิดจากเงื่อนไขอื่น ๆ เช่น ความบกพร่องทางสติปัญญา ปัญหาการมองเห็นหรือการได้ยิน สภาพทางระบบประสาท (เช่น โรคหลอดเลือดสมองในเด็ก) เงื่อนไขที่ไม่พึงประสงค์ เช่น ความเสียเปรียบทางเศรษฐกิจหรือสิ่งแวดล้อม ภาษา

การวินิจฉัย ผ่านการสังเกตสัมภาษณ์ประวัติครอบครัวและรายงานของโรงเรียน อาจใช้การทดสอบทางประสาทวิทยาเพื่อช่วยหาวิธีที่ดีที่สุดในการช่วยเหลือบุคคลที่มีความผิดปกติในการเรียนรู้เฉพาะด้าน ประมาณ 5 ถึง 15 เปอร์เซ็นต์ ของเด็กวัยเรียนต่อสู้กับความบกพร่องทางการเรียนรู้ ร้อยละ 80 ของผู้ที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ จะมีความผิดปกติด้านการอ่าน (Dyslexia) ผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ หนึ่งในสาม ได้รับการประเมินว่า มีภาวะสมาธิสั้น (ADHD) ทักษะเฉพาะอื่น ๆ ที่อาจได้รับผลกระทบ ได้แก่ ความสามารถในการคิดเป็นคำ เขียน การสะกดคำ การอ่านเพื่อสรุปความเข้าใจ การคำนวณทางคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ความยากลำบากในทักษะเหล่านี้อาจทำให้เกิดปัญหาในการเรียนรู้วิชาต่าง ๆ เช่น ประวัติศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสังคมศึกษา และยังคงส่งผลกระทบต่อกิจกรรมในชีวิตประจำวัน เนื่องจากความผิดปกติในการเรียนรู้ที่มีความบกพร่อง ซึ่งหากไม่ได้รับการยอมรับและจัดการสามารถทำให้เกิดปัญหาตลอดชีวิตของบุคคลนอกเหนือจากการมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ต่ำกว่า ปัญหาเหล่านี้รวมถึงความเสี่ยงที่เพิ่มขึ้นของความทุกข์ทางจิตใจมากขึ้น สุขภาพจิตโดยรวมที่แย่ลง การว่างงาน/การอยู่ภายใต้การจ้างงานและการลาออกจากโรงเรียน

กุศลาภรณ์ ชัยอุดมสม (2560) กล่าวว่า โรคการเรียนรู้บกพร่องเฉพาะด้าน (Specific learning disorder) เป็นความบกพร่องทางพัฒนาการด้านการเรียนรู้ทางการศึกษา พื้นฐาน ในด้านการอ่าน การเขียนสะกด หรือคณิตศาสตร์ อย่างใดอย่างหนึ่งหรือผสม โดยความสามารถที่บกพร่องนั้น รุนแรงกว่าความสามารถทางเชาว์ปัญญาที่ควรจะเป็นตามอายุจริงอย่างชัดเจน หรือจนทำให้เสียความสามารถทางการเรียนและหน้าที่ของตน

ผดุง อารยะวิญญู (2561) กล่าวสรุปว่า เด็กที่บกพร่องทางการเรียนรู้ อาจดูจากร่างกายภายนอกเป็นปกติ แต่พบความยุ่งยากลำบากในการเรียนหนังสือ โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิชาทางด้านภาษา เช่น ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ หรือภาษาอื่น ๆ และวิชาคณิตศาสตร์ มีความไม่เป็นระเบียบ ทำงานไม่เรียบร้อย ภาษาอังกฤษใช้คำว่า LD (learning disability) หรือ SLD (specific

learning disability) ที่เจาะจงกว่า หากสอนถูกวิธี เด็กเหล่านี้เรียนหนังสือได้ หลายคนเรียนจบชั้นมหาวิทยาลัย หากสอนไม่ถูกวิธีเด็กจะเรียนหนังสือไม่ได้ สอดตกและอาจออกจากการเรียนกลางคัน

ความบกพร่องทางการเรียนรู้ เป็นคำทั่วไปที่อ้างถึงกลุ่มของความผิดปกติที่ต่างกันในการคัดแยก ซึ่งผู้ที่มีลักษณะนี้ จะพบกับความยากลำบากในการฟัง การพูด การอ่าน และการเขียน การให้เหตุผล พบความสามารถทางคณิตศาสตร์หรือทักษะทางสังคมในระดับต่ำสันนิษฐานว่าเป็นเพราะความผิดปกติของระบบประสาทส่วนกลาง ความบกพร่องในการเรียนรู้ อาจเกิดขึ้นพร้อมกับเงื่อนไขอื่น ๆ เช่น ความบกพร่องทางประสาทสัมผัส, ความบกพร่องทางจิต, ปัญญาอ่อน, สังคมและอารมณ์แปรปรวนซึ่งอาจเกิดขึ้นพร้อมกับอิทธิพลทางสังคม หรือปัจจัย psychogenic หรือด้วยความผิดปกติของความสนใจ ซึ่งทั้งหมดนี้อาจทำให้เกิดปัญหาการเรียนรู้ แต่ความบกพร่องทางการเรียนรู้ไม่ได้เป็นผลโดยตรงจากเงื่อนไขหรืออิทธิพลเหล่านั้น

ผดุง อารยะวิญญู (2561) กล่าวถึงสาเหตุของความบกพร่อง ว่ายังไม่แน่ชัดร้อยเปอร์เซ็นต์ แต่มีสาเหตุที่อาจเชื่อได้ ดังนี้ 1) กรรมพันธุ์ 2) สุขภาพของมารดาขณะตั้งครรภ์ การใช้ยาเสพติด เจ็บป่วยขณะตั้งครรภ์ เป็นหัดเยอรมัน 3) เด็กขาดออกซิเจนระหว่างคลอด 4) ทารกไม่สมบูรณ์ เมื่อแรกคลอดเด็กมีน้ำหนักน้อยเกินไปสายสะดือรัดคอ ใช้เวลาคลอดนานมาก คลอดยาก หรือแม่ใช้ยาขับทารก 5) อุบัติเหตุ 6) สภาพแวดล้อม สารเคมี เช่น ปอท สารตะกั่ว โลหะหนักอื่น ๆ หรือการสื่อสารกับเด็กในวัยเริ่มหัดพูด หรือการสอนอ่านผิดวิธี สอนไม่ดี ไม่เหมาะสม เด็กถูกละเลย และกล่าวถึงสมองของเด็กบกพร่องทางการเรียนรู้ (LD) ว่า สมองของเด็ก LD ทำงานแตกต่างจากสมองของเด็กปกติจากการใช้เครื่องสแกนสมองแบบ fMRI พบว่าสมองของเด็ก LD ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลในลักษณะที่แตกต่างไปจากสมองของเด็กปกติ กล่าวคือ ในการอ่าน คนทั่วไปสมองซีกซ้าย จะทำงาน แต่เมื่อใช้เครื่องสแกนสมองพบว่า ขณะอ่านสมองซีกขวาของเด็ก LD ทำงาน ซึ่งเป็นการทำงานแทนสมองซีกซ้าย ซึ่งไม่ใช่หน้าที่ของมัน (คนทั่วไปใช้สมองซีกซ้ายในการอ่านหนังสือ) ทั้งนี้เป็นผลมาจากการทดลองโดยใช้เครื่อง fMRI สแกนสมองของเด็ก LD ขณะอ่านหนังสือ เครื่องนี้ทำหน้าที่บันทึกการทำงานของสมอง พบว่า ในเด็กปกติ สมองซีกซ้ายทำงานได้ดี เด็กอ่านได้ แต่ในเด็ก LD สมองซีกขวากลับทำงานแทนสมองซีกซ้าย ในเด็กที่อ่านคล่อง สมองซีกซ้ายทำงานได้ดีมาก ในเด็ก LD สมองซีกซ้ายไม่ทำงาน สมองซีกขวาก็ทำงานแทน ทำให้เด็กอ่าน ตะกุกตะกัก ไปจนถึงอ่านไม่ออกตามปกติสมองซีกซ้ายทำหน้าที่การอ่าน สมองซีกขวากำหนดหน้าที่ที่สูงขึ้น เช่น ความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเด็ก LD ทำได้ดีพบงานวิจัยที่กล่าวว่านิรอนในเซลล์สมองของเด็ก LD ทำงานไม่ประสานกัน สื่อประสาทระหว่างนิรอนไม่

สม่ำเสมอ ข้อมูลไหลขาดเป็นช่วง ๆ เหมือนกับท่อน้ำที่อุดตัน จึงทำให้การสื่อสารขาดเป็นช่วง ๆ เด็ก LD จึงฟังครูไม่เข้าใจ มองเห็นสิ่งที่ครูนำเสนอ แต่ก็ไม่เข้าใจว่ามันคืออะไร หากพูดออกไปผู้อื่นก็ฟังไม่รู้เรื่อง

กุศลภรณ์ ชัยอุดมสม (2560) กล่าวถึงสาเหตุของความบกพร่องทางการเรียนรู้ว่า เกิดจากปัจจัยทางพันธุกรรมร่วมกับสภาพแวดล้อม เช่น การคลอดก่อนกำหนด มารดาสูบบุหรี่ ปัจจัยด้านพันธุกรรมนั้น มักพบว่า ผู้ที่มีญาติสายตรงเป็นโรคนี้ จะมีโอกาสเกิดการบกพร่องด้านการอ่านได้ 4-8 เท่า และเกิดการบกพร่องทางด้านคณิตศาสตร์ 5-10 เท่า เมื่อเทียบกับบุคคลผู้ไม่มีญาติสายที่เป็นตรงเป็น โรคนี้

Mercer and Pullen (2005) กล่าวถึง การเรียนรู้ของนักเรียนที่พบปัญหาความไม่สอดคล้องกันระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับระดับความสามารถทางสติปัญญา ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบทักษะด้านการพูด การฟัง การเขียน คำศัพท์ การอ่าน การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จะพบว่า ความคลาดเคลื่อนระหว่างเกณฑ์ความสามารถและผลลัพธ์ทางวิชาการต่ำกว่าเกณฑ์ความสามารถที่แท้จริงมากที่สุด คือระดับความสามารถด้านการพูดและคำศัพท์ ส่วนความสามารถด้านการคิดคำนวณนั้น พบว่า ต่ำกว่าเกณฑ์ความสามารถ เช่นเดียวกัน

ความบกพร่องทางการเรียนรู้ แบ่งเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1) ดิสเล็กเซีย (Dyslexia) เป็นคำที่หมายถึง ความยากลำบากในการอ่าน ผู้ที่มีปัญหานี้ จะพบความบกพร่องในการเชื่อมต่อตัวอักษรที่เห็น ด้วยเสียง ส่งผลให้การอ่านกลายเป็นกระบวนการที่ทำให้ผู้ที่มีปัญหานี้จะต้องใช้ความพยายามมากและไม่มีความคล่องแคล่ว และอาจมีปัญหาเรื่องความมั่นใจ ในการสะกดคำ ปัญหาในการอ่าน อาจเกิดขึ้นก่อนที่จะเรียนรู้การอ่าน เช่น มีปัญหาในการแยกคำพูดออกเป็นพยางค์

2) ดิสกราเฟีย (Dysgraphia) เป็นคำที่ใช้อธิบายความยากลำบากในการเขียนสิ่งที่คิดลงไปกระดาษ พบว่าเกิดปัญหาด้านการเขียนและการสะกดคำ ไวยากรณ์ เครื่องหมายวรรคตอนและลายมือ

3) ดิสแคลคูลีย (Dyscalculia) เป็นคำที่ใช้อธิบายความยากลำบากในการเรียนรู้จำนวนแนวคิดที่เกี่ยวข้องหรือใช้สัญลักษณ์และฟังก์ชันการคำนวณคณิตศาสตร์ พบปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์อาจรวมถึงปัญหาเกี่ยวกับการรับรู้ตัวเลข การจดจำข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ การคำนวณทางคณิตศาสตร์ การใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ความรุนแรงของความบกพร่องทางการเรียนรู้ แบ่งได้ดังนี้

- 1) ระดับต่ำ (Mild) จะพบปัญหาบางอย่างกับการเรียนรู้ในด้านวิชาการหนึ่งหรือสองสาขา แต่อาจชดเชยได้
- 2) ระดับปานกลาง (Moderate) จะพบปัญหาที่เกี่ยวกับการเรียนรู้ ต้องได้รับการสอนเสริมพิเศษและการบริการช่วยเหลือ
- 3) ระดับสูง (Severe) จะพบกับความยากลำบากในการเรียนรู้อย่างรุนแรง ส่งผลกระทบต่อการเรียนวิชาอื่น ๆ

แม้ว่าจะไม่สามารถสังเกตอาการความบกพร่องทางการเรียนรู้ได้ง่ายนัก แต่ปัจจุบันพบว่ามึ้นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้มากขึ้นและมีจำนวนมากที่สุด เมื่อเทียบกับความบกพร่องประเภทอื่น ๆ จากสถิติรายงานจำนวนนักเรียนที่ความต้องการพิเศษ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ข้อมูล ณ วันที่ 10 มิถุนายน 2562 พบว่า มีนักเรียนพิการเรียนรวมทั้งหมด 409,128 คน เป็นนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ จำนวน 349,753 คน คิดเป็นร้อยละ 85.48 ของนักเรียนพิการเรียนรวมทั้งหมด ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ข้อมูล ณ วันที่ 10 พฤศจิกายน 2562 พบว่า มีนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ จำนวน 371,210 คน จากนักเรียนพิการทั้งหมด 432,590 คน คิดเป็นร้อยละ 85.81 ของนักเรียนพิการเรียนรวมทั้งหมด (สำนักบริหารงานการศึกษาพิเศษ, 2562, online) และจากการสังเคราะห์งานวิจัยด้านการเรียนรวม พ.ศ. 2550 – 2556 พบว่า มี 21 เล่ม ประเภทที่ทำการวิจัย มี 3 ประเภท ได้แก่ 1) บกพร่องทางด้านร่างกาย 2) การเคลื่อนไหวและสุขภาพ และ 3) ออทิสติก และสรุปได้ว่า ประเภทบกพร่องทางการเรียนรู้ เป็นกลุ่มที่พบมากที่สุด ในโรงเรียนเรียนรวมแต่สามารถเรียนรวมได้ดีกว่าความบกพร่องประเภทอื่น (มลิวัลย์ ธรรมแสง และ เมธาวิ ภูมิรินทร์, 2560) ซึ่งการรักษาหรือการช่วยเหลือ มี 2 ประการหลัก คือ การจัดการศึกษาในส่วนที่บกพร่องและส่งเสริมทักษะอื่น เพื่อชดเชย (compensation) เช่น multiple sensory modalities การรักษาด้วยยามักให้ในกรณีที่มีโรคอย่างอื่นร่วมด้วย เช่น โรคสมาธิสั้น โรคทางอารมณ์ โรควิตกกังวล (กุศลภรณ์ ชัยอุดมสม, 2560)

ทวีศักดิ์ สิริรัตน์เรขา (2558) กล่าวว่า เด็กที่พบความบกพร่องทางการเรียนรู้ เมื่อเติบโตขึ้นจะใช้ชีวิตได้เหมือนปกติทั่วไป หากได้รับการดูแลรักษาอย่างเหมาะสม จะสามารถอยู่ในสังคมได้อย่างปกติ แต่บางคนพบปัญหา ทักษะการอ่าน ทักษะการเขียน ทักษะคณิตศาสตร์ ส่วนเด็กที่ไม่ได้รับการดูแลรักษา ก็จะมีปัญหาทางการเรียน ส่งผลต่อความสำเร็จในชีวิต เด็กที่ไม่ได้รับการชมเชย ก็กลายเป็นเด็กที่ขาดความมั่นใจ ไม่มีสถานการณ์ที่จะทำให้เกิดความภาคภูมิใจ จึง

อาจไปแสดงความสามารถในด้านอื่นทดแทน และกล่าวถึงผลกระทบของความบกพร่องทางการเรียนรู้ ดังนี้

1. เกิดเป็นพฤติกรรมทางลบ มองว่าตนเองแตกต่างจากเพื่อน เกิดเป็นปมด้อย เนื่องจากมาองว่าตนเองเรียนหนังสือไม่ได้ และเป็นคนโง่

2. เกิดปัญหาความสัมพันธ์กับครอบครัว เนื่องจากพ่อ แม่ ผู้ปกครองไม่เข้าใจข้อจำกัดของเด็ก ยังมีความคาดหวังว่า เด็กเรียนหนังสือได้ แต่เมื่อพบปัญหาในการอ่านหรือการเขียนหรือทำการบ้านไม่เสร็จ หรือมีผลสอบในระดับไม่ดี จะยิ่งทำให้พ่อแม่ ผู้ปกครองกล่าวตำหนิ และเข้มงวดเรื่องการเรียนรู้มากขึ้น เป็นการกดดันเด็ก อาจส่งผลให้เด็กเกิดความรู้สึกต่อต้าน ดื้อ เกเร ไม่อยากไปโรงเรียนหรือโดดเรียน

3. เกิดปัญหาความสัมพันธ์กับครู เนื่องจาก ครูอาจจะไม่เข้าใจข้อจำกัดบางประการของเด็ก ทำให้ครูจัดกิจกรรม การเรียนการสอนและจัดสอบตามปกติเช่นเดียวกับเพื่อน เด็กบางคนอาจทำงานไม่เสร็จ ครูกล่าวตำหนิ และเคี่ยวเข็ญเพิ่มขึ้น ส่งผลให้เด็กถูกกดดัน ส่งผลต่อการเรียน เด็กอาจไม่สนใจเรียน โดดเรียนและอาจให้ถูกออกจากระบบโรงเรียนได้

4. เกิดปัญหาความสัมพันธ์กับเพื่อน เด็กบางคนถูกเพื่อนล้อเลียนเรื่องการเรียนรู้ ทำให้เด็กรู้สึกอับอาย ความมั่นใจลดลง อาจเปลี่ยนความสนใจไปหาจุดเด่นทางลบ เช่น มีการกลั่นแกล้งเพื่อน ทะเลาะวิวาท ฯลฯ ทำให้เพื่อนไม่ชอบมากขึ้น นอกจากนี้ เด็กบางคนใช้เวลาทำงานมากกว่าเพื่อน หรือต้องเข้าเรียนซ่อมเสริมเพิ่มขึ้น ทำให้ไม่มีเวลาพักผ่อน หรือเล่นกับเพื่อน

5. เกิดปัญหาการขาดความรู้และทักษะ เนื่องจากปัญหาเรื่องการเรียนรู้ ทำให้เด็กได้รับความรู้และทักษะ ไม่เท่าเพื่อน หรือเด็กต้องทำงานตั้งแต่อายุน้อย การทำงานจึงอยู่ในกลุ่มผู้ใช้แรงงาน ส่งผลต่อความเสี่ยงต่อปัญหาอื่น ๆ เช่น ปัญหาสุรา ปัญหาสารเสพติด เป็นต้น

จากข้อมูลดังกล่าว สรุปว่า นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ นั้น เป็นนักเรียนที่มีจำนวนมากที่สุด เมื่อเทียบกับจำนวนนักเรียนที่มีความบกพร่องประเภทอื่น และมีทักษะการอ่าน การเขียน การคิดด้านคณิตศาสตร์ ในระดับต่ำ อาจส่งผลกระทบต่อปัญหาพฤติกรรม ดังนั้น จึงควรให้การช่วยเหลือและแก้ปัญหาที่พบ เพื่อให้ให้นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ได้รับการพัฒนาเต็มตามศักยภาพมากที่สุด

2.2 ลักษณะและปัญหาของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์

ความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ หรือความบกพร่องด้านการคำนวณ (Mathematics disorder) เป็นความบกพร่องที่เรียกว่า ดิสแคลคิวเลีย (Dyscalculia) นักเรียนจะคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่สลับซับซ้อน ด้วยความยากลำบาก ไม่เข้าใจหลักการพื้นฐานทางการคำนวณทางคณิตศาสตร์ มีปัญหาเกี่ยวกับจำนวนและตัวเลข รวมไปถึงการแก้โจทย์คณิตศาสตร์อย่างง่าย ๆ และพบปัญหาในการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้มีแนวโน้มที่จะปรากฏในช่วงแรกที่เข้าเรียน และมีความชัดเจนขึ้นเรื่อย ๆ นักเรียนมีทักษะในวิชาคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเพื่อนในชั้นเรียนเดียวกัน ร้อยละ 5-8 ของนักเรียนทั้งหมด พบว่าเป็นนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านการคำนวณ (คันสนีย์ จัตรคุปต์, 2544; เบญจพร ปัญญา, 2549; ผดุง อารยะวิญญู, 2554; Gray, 2004 อ้างถึงใน สาวิตรี จุ้ยทอง, 2559) หรืออาจพบความผิดปกติอื่น ๆ ในนักเรียนกลุ่มนี้ เช่น มีความยากลำบากในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (math reasoning) หรือมีปัญหาเกี่ยวกับความจำ (working memory) อีกด้วย (Varma & Laurillard, 2011; Kaufmann, 2012 อ้างถึงใน เทอดพงษ์ ทองศรีราช, มปป) ดังนั้นนักเรียนที่บกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ จะมีความสามารถทางคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการใช้ทักษะทางการคิดคำนวณและการแก้ปัญหาในระดับต่ำ แต่มีระดับความสามารถทางสติปัญญาปกติหรือสูงกว่าปกติ ซึ่งนักเรียนนั้นมีการรับรู้ได้ดีและอยู่ในระบบการศึกษาตามปกติ และยังอาจพบความบกพร่องของพัฒนาการด้านอารมณ์และด้านอื่น ๆ (Fletcher et al., 2007; Karagiannakis G et al., 2014)

ทวีศักดิ์ สิริรัตน์เรขา (2561) กล่าวว่า ความบกพร่องทางคณิตศาสตร์ (impairment in mathematics) คือ ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ และมีหลายระดับความรุนแรง เช่น ไม่เข้าใจการเขียนตัวเลข ไม่เข้าใจการบวก ลบ คูณ หาร ไม่เข้าใจโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไม่สามารถเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ มีการคิดคำนวณที่ผิดพลาดบ่อยครั้ง ทำให้นักเรียนพบปัญหาในการหาคำตอบจากโจทย์ที่กำหนด

เทอดพงษ์ ทองศรีราช และ นิชรา เรืองถาวรานนท์ (2561) กล่าวว่า แนวทางการตรวจคัดกรองความบกพร่องการเรียนรู้ ด้านการคำนวณ ในระยะแรกยังไม่มีการพัฒนาเครื่องมือและนำมาใช้ในเวชปฏิบัติของบริบทไทย การคำนวณในช่วงแรกของการเรียนรู้ เริ่มจากการทำความเข้าใจจำนวนและตัวเลขเป็นหลัก การประเมินจึงเป็นการประเมินการรับรู้จำนวน (number sense) และเรียนรู้เกี่ยวกับตัวเลขที่เป็นสัญลักษณ์แทนจำนวน การเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียน เริ่มต้นจากการสังเกตสิ่งรอบตัว และผ่านการสอนสิ่งที่นักเรียนพบเห็นในชีวิตจริง เช่น

เรียนรู้ ขนาด จำนวน ปริมาณของสิ่งของ รวมถึงการนับโดยเข้าใจจำนวนที่นับได้ เมื่อเด็กเริ่มเรียนรู้ตัวเลข นอกจากจะฝึกจดจำตัวเลข เด็กควรเชื่อมโยงตัวเลขซึ่งเป็นสัญลักษณ์กับจำนวนของวัตถุ โดยอาจสอนด้วยการใช้เส้นจำนวน (number line) หมายถึงในเส้นตรงหนึ่งเส้น หาเลข 1 อยู่จุดเริ่มต้น และเลข 5 อยู่จุดปลายสุดของเส้น เด็กควรเรียนรู้ว่าตัวเลขที่อยู่ระหว่าง 1 และ 5 คือตัวเลขอะไรบ้าง และเป็นตัวแทนของจำนวนใดบ้าง การทดสอบอาจประยุกต์ใช้หลักการนี้โดยให้เด็กนำสิ่งของมาวางที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของเส้นด้วยจำนวนที่ตรงกับตัวเลขที่ปรากฏ หากขาดทักษะพื้นฐานเหล่านี้ การเรียนบวก-ลบเลขจะเป็นเพียงการจดจำวิธีบวก-ลบเลขเท่านั้น

Kate Garnett (1998) กล่าวว่า เด็กที่มีความผิดปกติในวิชาคณิตศาสตร์จะรวมอยู่ภายใต้การนิยามของความบกพร่องการเรียนรู้ ไม่ค่อยกล่าวเฉพาะไปถึงปัญหาการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ มีการประเมินผล ในระบบโรงเรียน มีบริการการศึกษาพิเศษ เฉพาะพื้นฐานความพิการของเด็ก การที่จะระบุว่าเป็นความบกพร่องทางการเรียนรู้ มีเครื่องมือที่สามารถประเมินผลด้านคณิตศาสตร์ ความละเอียด ไม่เป็นความสำคัญของปัญหา แต่อาจนำไปสู่ผู้ปกครอง และครูจะเชื่อว่าการเรียนรู้คณิตศาสตร์ไม่เป็นปัญหาหรืออาจจะไม่รุนแรงมาก อย่างไรก็ตาม ประมาณ มี 6% ของเด็กวัยเรียนไม่ได้รับโอกาสในการพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์เท่าใดนัก และนักเรียนที่จัดเป็นการเรียนรู้จะไม่ได้รับการแก้ปัญหาเลย ทำให้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่ได้รับการแก้ไข ซึ่งจะต้องเป็นเรื่องที่ทำให้เกิดความกังวลใจว่าจะเกิดผลกระทบกับชีวิตประจำวัน

Bowen (2005) กล่าวถึง ลักษณะที่แสดงให้เห็นถึงปัญหาทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ คือ การขาดমনธคติ เกี่ยวกับการจับคู่ 1:1 มีความยุ่งยากในเรื่องมิติสัมพันธ์ ขาดความรู้ความเข้าใจ เกี่ยวกับคำศัพท์ทางคณิตศาสตร์ไม่สามารถกำกับติดตามตนเอง ขาดความจำเกี่ยวกับขั้นตอนของกระบวนการในการคำนวณ

Nation Center for Learning Disabilities : NCLD (2006) ระบุว่า ดิสแคลคูเลีย (Dyscalculia) เป็นคำที่ใช้อ้างถึง ความหลากหลายของการเรียนรู้ตลอดชีวิตที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ ซึ่งไม่ใช่สิ่งเดียวที่มาจากความบกพร่องทางคณิตศาสตร์ และความยากลำบากแตกต่างกันไปในแต่ละบุคคลและส่งผลกระทบต่อผู้ที่มีภาวะนี้ขณะที่อยู่โรงเรียนและในชีวิตไปตลอด เนื่องจากความบกพร่องที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ มีความแตกต่างกัน ผลกระทบที่มีต่อการพัฒนาบุคคลก็อาจแตกต่างกัน เช่น ผู้ที่มีปัญหาในการประมวลผลด้านภาษา จะเผชิญกับความท้าทายที่แตกต่างกัน ในวิชาคณิตศาสตร์มากกว่า คนที่มีปัญหากับความสัมพันธ์เชิงภาพ-เชิงพื้นที่ มีปัญหาในการจดจำข้อเท็จจริงและการจัดลำดับขั้นตอน เกี่ยวกับการจัดการทางคณิตศาสตร์ อีกปัญหาหนึ่งคือ การจดจำข้อเท็จจริงและการจัดลำดับขั้นตอน

ดิสแคลคูเลีย (Dyscalculia) เป็นความพิการที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ที่เกิดจากความผิดปกติของระบบประสาท นักเรียนที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็น ดิสแคลคูเลีย (Dyscalculia) นั้นมีการทำงานทางสติปัญญาโดยเฉลี่ยสูงกว่าค่าเฉลี่ยและความคลาดเคลื่อนอย่างมีนัยสำคัญระหว่างทักษะคณิตศาสตร์และบรรทัดฐานตามลำดับอายุ สำหรับการวินิจฉัยลักษณะของดิสแคลคูเลีย (Dyscalculia) นั้นจะต้องพิจารณาว่าการบกพร่องทางคณิตศาสตร์นั้น ไม่เกี่ยวข้องกับการที่นักเรียนไม่ได้รับการจัดการเรียนรู้, ความบกพร่องทางจิตใจ, ความเจ็บป่วยทางร่างกาย, หรือปัญหาด้านการได้ยินและการมองเห็น ความแตกต่างทางวัฒนธรรมหรือภาษาหรือความล่าช้าในการพัฒนาความสามารถซับซ้อนกับความบกพร่องทางการอ่าน และที่สำคัญคือต้องได้รับการตรวจสอบความสามารถ เพื่อที่จะระบุให้แน่ชัดว่า เป็นนักเรียนที่มีความบกพร่องทางคณิตศาสตร์ที่แท้จริง โดยพิจารณาจากความสามารถในการคาดคะเน ปริมาณเชิงจำนวน ความสามารถในการบอกเวลา หรือความสามารถในการใช้เงิน

ผดุง อารยะวิญญู (2561) กล่าวว่าความบกพร่องทางการคำนวณ (Dyscalculia) เป็นความบกพร่องด้านหนึ่ง ของความบกพร่องทางการเรียนรู้ ที่เกี่ยวข้องกับความความสามารถทางการคำนวณ ได้แก่ การจดจำตัวเลข และสัญลักษณ์ ความเข้าใจเกี่ยวกับการวัด ระยะทาง เวลา ปริมาณและหน่วยของเงิน นักเรียนมีความบกพร่องทางด้านนี้ จะไม่เข้าใจค่าของตัวเลข อาจนับเลขไปข้างหน้าหรือถอยหลังไม่ได้ ทอนเงินไม่เป็น ท่องสูตรคูณไม่ได้ ต้องใช้นิ้วมือช่วยในการคิดคำนวณ บวก ลบ คูณ หาร สับสนกการเขียนตัวเลข ที่คล้ายกัน เขียนตัวเลขกลับกัน ไม่เข้าใจความหมายของเศษส่วน ทศนิยม ไม่เข้าใจคำศัพท์คณิตศาสตร์ มีความยากลำบากในการตีโจทย์ปัญหา ไม่เข้าใจเรื่องเวลา ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับระยะทาง การชั่งตวงวัด และความคิดเชิงปริมาณ

จรีรักษ์ จีรวินบูลย์ (2546) กล่าวถึง ปัญหาทางคณิตศาสตร์หรือการคิดคำนวณ ว่าเป็นความบกพร่องที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ เช่น การนับเลขไปข้างหน้าหรือนับถอยหลังไม่ได้ การไม่รู้จักหลักหน่วย หลักสิบ หลักร้อย ท่องสูตรคูณไม่ได้ ไม่เข้าใจการอ่านโจทย์ ไม่เข้าใจการอ่านตัวเลขที่มีจำนวนหลักมาก ๆ ไม่สามารถแสดงวิธีทำโจทย์การคูณหรือการหารได้ ส่งผลต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนจะต้องนำวิธีการคิดคำนวณ ประมาณค่า ไปประยุกต์ใช้

กุลยา ก่อสุวรรณ (2553) กล่าวว่า ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ เกิดจากปัญหาการอ่านและการเขียน เนื่องจากอ่านคำสั่งหรืออ่านศัพท์ในหนังสือคณิตศาสตร์ไม่ได้ เขียนตัวเลขจากหนังสือลงกระดาษหรือสมุดไม่ได้ หรืออาจมีปัญหาด้านสมาธิ โดยในขณะที่ครูสอน นักเรียนมีปัญหาในการจำตัวเลขหรือจำนวนตามลำดับ ปัญหาด้านการจำ

สูตรคูณ หรือปัญหาการจำขั้นตอนต่าง ๆ จึงทำให้ปัญหาของนักเรียนมีความยุ่งยากมากยิ่งขึ้น อีกทั้งปัญหาด้านคณิตศาสตร์ ส่วนใหญ่เกิดจากปัญหาเรื่องกระบวนการหรือเรื่องสัญลักษณ์ ซึ่งปัญหาเรื่องกระบวนการ ได้แก่ การคิดคำนวณสิ่งที่มีกระบวนการซับซ้อน ทั้งในการบวก ลบ คูณ หาร ทศนิยม สัดส่วน การทดเลข การยืมเลข ส่วนปัญหาเรื่อง สัญลักษณ์ ได้แก่ การใช้เครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ และการถอดสมการ เป็นต้น

สถาบันราชานุกูล (2555) ระบุพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ นักเรียนไม่มีทักษะและไม่เข้าใจเกี่ยวกับตัวเลข การใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ การท่องจำสูตรคูณ จึงหาคำตอบคำถามเกี่ยวกับการดำเนินการของจำนวน นักเรียนเกิดความสับสน ไม่มั่นใจในการคิดหาคำตอบ ไม่เข้าใจขั้นตอน ไม่เข้าใจลำดับตัวเลข อาจพูดตัวเลข 1-20 กลับไปมาไม่ได้ มีปัญหาการวิเคราะห์โจทย์และไม่สามารถเขียนประโยคสัญลักษณ์ เขียนตัวเลขสลับกัน เช่น 34 เป็น 43 คิดหาคำตอบผิดพลาดเสมอ และใช้เวลาในการคิดค่อนข้างนาน มีปัญหาการยืม การทด มีปัญหาเกี่ยวกับการนับเงิน ทองเงิน

Ikhwanudin and Suryadi (2018) วิเคราะห์รูปแบบของความเข้าใจเรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในโรงเรียนเรียนรวม ประเทศอินโดนีเซีย พบว่า นักเรียนเรียนรู้จากความเข้าใจและการคิดที่สอดคล้องกัน โดยรู้วิธีการบวกเศษส่วน แต่ยังนำไปใช้ได้ไม่ถูกต้อง นักเรียนเรียนรู้การคูณได้ดี ส่วนการหารเศษส่วนนั้น ยังมีข้อผิดพลาด ในส่วนของวิธีทำ

ทฤษฎีการรู้คิด (Cognition) ที่เกี่ยวข้องกับลักษณะของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ โดยอธิบายรูปแบบของปัญหาทางการเรียนรู้ คือ กระบวนการจัดการข้อมูล (Information Processing) เปรียบเทียบความคิดของมนุษย์กับการทำงานของคอมพิวเตอร์ มีองค์ประกอบสำคัญ คือ

1. Sensory memory (ความจำประสาทสัมผัส) คือ ระบบการเก็บข้อมูลที่บันทึกข้อมูลจากการรับรู้ผ่านทางประสาทสัมผัส โดยจะเก็บในเวลาเพียง 2 วินาทีหรือน้อยกว่า
2. Working Memory (ความจำปฏิบัติการ) คือ ระบบของข้อมูลที่กำลังถูกใช้งานอยู่
3. Long-term memory (ความจำระยะยาว) คือ แหล่งเก็บรวบรวมความรู้พร้อมที่จะนำออกใช้งาน

ผลกระทบจากกระบวนการจัดการข้อมูลส่งผลต่อการเรียนคณิตศาสตร์ (Miller & Mercer, 1997; ผดุง อารยะวิญญู, 2542) คือ

1. สมาธิสั้น มีลักษณะอาการ คือ ไม่มีสมาธิในการทำที่จะแก้ปัญหาโดยใช้กฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์

2. พบความบกพร่องทางการรับรู้จากการมอง มีลักษณะอาการ คือ แยกความแตกต่างระหว่างตัวเลขได้ยาก หรือแยกความแตกต่างของสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไม่เข้าใจ การบวกแบบแนวตั้ง การบวกแบบแนวนอน ไม่เข้าใจการใช้เส้นจำนวน สับสนเกี่ยวกับการตัวเลขที่คล้ายกัน เช่น เลข 6 กับ เลข 9 เลข 2 กับ เลข 5 ไม่เข้าใจค่าของเงิน ใส่เครื่องหมายหรือจุดทศนิยม ยังไม่ถูกต้อง

3. มีปัญหาในกระบวนการฟัง ซึ่งมีลักษณะ เช่น ไม่สามารถนับเลขได้ตามลำดับ ผิดทักษะการฟังได้ไม่ดี พูดเป็นคำซ้ำๆ หรือพูดตามที่ครูพูด ไม่ได้ ท่องสูตรคูณตามครูหรือเพื่อนไม่ได้ นับตัวเลขเรียงตามลำดับไม่ได้ เขียนตัวเลขตามคำบอกไม่ได้ เป็นต้น

4. นักเรียนมีปัญหาด้านความจำ เช่น นักเรียนเก็บจำความรู้เดิมหรือความรู้ที่เรียนใหม่ได้ ไม่ดี ใช้เวลาในการคิดคำนวณนานกว่าปกติ จำขั้นตอนการคิดไม่ได้ จำสูตรทางคณิตศาสตร์ไม่ได้ บอกเวลาไม่ได้ แก้ปัญหาคณิตศาสตร์หลายขั้นตอนไม่ได้

5. นักเรียนจะเขียนจำนวนตัวเลขได้ไม่ถูกต้อง หรืออาจเขียนได้แต่ค่อนข้างช้า เขียนตัวเลขในช่องว่างเล็ก ๆ

6. มีความบกพร่องทางภาษาและการสื่อความหมาย เช่น ไม่สามารถนำเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้ ใช้คำศัพท์เฉพาะทางคณิตศาสตร์ไม่ได้ ไม่เข้าใจโจทย์ปัญหา และไม่เข้าใจหลักการทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

ในความยากลำบากนี้ อาจเกิดขึ้นเนื่องจากความบกพร่อง ขาดในทักษะการมองเห็นเชิงพื้นที่ ซึ่งนักเรียนอาจเข้าใจข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น แต่มีปัญหาในการจัดวางลงบนกระดาษในลักษณะที่เป็นระบบ ความยากลำบากในการมองเห็นในเชิงพื้นที่สามารถทำให้เข้าใจสิ่งที่เขียนบนกระดานหรือในตำราเรียน

ในช่วงสองทศวรรษที่ผ่านมาพบว่ามี การเปลี่ยนแปลงทางกฎหมายและมาตรฐานคณิตศาสตร์ รวมถึงนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ในสถานศึกษามีปริมาณมากขึ้น ส่งผลต่อการพัฒนาระดับความสามารถของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (Sarah, 2515) จากการศึกษาวิจัยพัฒนาการของนักเรียนบกพร่องทางคณิตศาสตร์ จะเห็นได้ชัดว่า นักเรียนบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ จะไม่มี “ความรู้สึกเชิงจำนวน” สำหรับ

จำนวนที่มีค่ามาก อาจเป็นเรื่องยากในการสอนนักเรียนให้เข้าใจได้ทุกเรื่อง และเกิดความเข้าใจว่าในการใช้ชีวิตในโลก เกี่ยวข้องกับตัวเลข แต่อย่างไรก็ตามนักเรียนมีความสามารถและได้คะแนนเฉลี่ยหรือสูงกว่าค่าเฉลี่ยมาตรฐาน มีการพัฒนาแนวคิดเกี่ยวกับความจำและปฏิบัติการ เนื่องจากมีแนวคิดที่ว่า ความบกพร่องของความจำและปฏิบัติการ เป็นสาเหตุของความบกพร่องทางการเรียนรู้ ซึ่งพัฒนา โดยเพิ่มระบบของความจำและปฏิบัติการ ซึ่งประกอบด้วย กลไกความจำทางเสียง (Phonological Loop) กลไกความจำทางสายตาและมิติสัมพันธ์ (Visual-spatial Sketch Pad) และระบบการจัดการส่วนกลาง (Central Executive) (Keeler; & Swanson, 2001; Mallin, 2002 อ้างถึงใน สิริลักษณ์ โปร่งสันเทียะ, 2550) นักเรียนที่พบว่าบกพร่องทางการเรียนรู้ มักจะพบปัญหาการคิดเชิงจำนวนและไม่มีการจดจำความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ (Stock, Desoete & Roeyers, 2010 อ้างถึงใน Chinn, 2014) และประสบปัญหาเรื่องการให้เหตุผลและการพิสูจน์ ในกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Hunt & Vasquez, 2014) จะมีข้อจำกัด เกี่ยวกับการแสดงวิธีแก้ปัญหาเรื่องเศษส่วน กรณีแบ่งสิ่งหนึ่งออกเป็นขนาดเท่า ๆ กัน เกิดความเข้าใจผิดต่าง ๆ ซึ่งมีผลกระทบอย่างมากต่อการคิดแก้ปัญหาหรือการคำนวณเศษส่วน (Barnett-Clarke et al., 2010)

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ (2555) ระบุปัญหาของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ ที่พบในโรงเรียนทั่วไป มีดังนี้

1. ขาดความคิดรวบยอดเรื่องขนาด น้ำหนัก ความยาว ตำแหน่ง ทิศทาง การเรียงลำดับจำนวน รูปเรขาคณิต เวลา ผิดสัมผัส ลักษณะเส้น สี การจำแนกหมวดหมู่ เป็นต้น
2. ไม่เข้าใจ ระบบจำนวน เช่น คำศัพท์และความหมายของจำนวน การกระจายของจำนวนตามค่าประจำหลัก เป็นต้น
3. ไม่เข้าใจ กระบวนการคิด เช่น การทด การยืมและการกระจายจำนวน ไม่เข้าใจการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ จำและหรือเขียนสัญลักษณ์แทนจำนวนไม่ได้ เป็นต้น
4. ไม่สามารถเรียงลำดับที่ของจำนวน เรียงลำดับขนาด หน่วยการวัด และความสัมพันธ์ เป็นต้น
5. ไม่สามารถนับจำนวน การจำแนกตัวเลข การบอกค่าของตัวเลขจากจำนวน การอ่านจำนวนที่มีหลายหลัก เป็นต้น
6. ไม่สามารถบอกสัญลักษณ์ การบวก การเปรียบเทียบขนาด ตำแหน่ง ทิศทาง เวลา ความยาว ส่วนสูง น้ำหนัก เป็นต้น
7. ไม่เข้าใจจำนวนมากกว่าหรือน้อยกว่า

8. ไม่สามารถบอกความเหมือนหรือต่างกันของสิ่งของ รูปภาพ การเปรียบเทียบ
จำนวน

9. ไม่สามารถเรียงลำดับจำนวนจากมากไปหาน้อย หรือจากน้อยไปหามาก

10. สับสนการเขียนตัวเลขที่คล้ายกันหรือสลับที่กัน เช่น 6 กับ 9 , 3 กับ 8 , 1 กับ
7, 12 กับ 21

11. ขาดการรับรู้ทางการได้ยิน เช่น ครูอ่านโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียน
ที่มีปัญหาในการรับรู้จากการฟัง จะไม่เข้าใจโจทย์และอาจไม่เข้าใจคำถามทางคณิตศาสตร์ จึงทำ
ให้ตอบไม่ตรงคำถาม

12. เขียนค่าประจำหลักไม่ตรงหลักจำนวน

13. ไม่เข้าใจการใช้เส้นจำนวน

14. สับสนในการนับวัน การเรียงลำดับวันใน 1 สัปดาห์ / เดือน / ปี

15. สับสนการนับเพิ่ม การนับลด ครั้งละเท่า ๆ กัน

16. ไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

17. จำแนกรูปเรขาคณิตสองมิติและรูปเรขาคณิตสามมิติ ไม่ได้

18. หาความสัมพันธ์ของแบบรูปไม่ได้ เช่น แบบรูปที่เป็นรูปภาพ แบบรูปที่เป็น
จำนวน เป็นต้น

19. มีปัญหาการอ่านแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง กราฟ แผนผัง และทิศทาง

20. มีปัญหาการหาเหตุผลเชิงปริมาณ

ดังนั้น จึงกล่าวได้ว่านักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ จะมีลักษณะที่
เกี่ยวข้องกับความสามารถทางการคิด ไม่เข้าใจสัญลักษณ์และวิธีการที่มีเป็นนามธรรม มีการ
จัดระบบข้อมูลที่ส่งผลต่อการแก้ปัญหา ส่งผลกระทบบ่อยมากต่อการเรียน และอาจส่งผลต่อ
พฤติกรรมและอารมณ์ของนักเรียนด้วย

2.3 บทบาทของสถานศึกษาในการช่วยเหลือนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้

2.3.1 การจัดการศึกษาแบบเรียนรวม (Inclusive Education)

การจัดการศึกษาแบบเรียนรวม (Inclusive Education) จัดขึ้นเพื่อให้นักเรียนทุก
คน ให้ได้รับการช่วยเหลืออย่างเท่าเทียมกัน โดยนักเรียนที่มีความต้องการพิเศษ ควรมีสิทธิได้เข้า
รับการศึกษา เช่นเดียวกับนักเรียนปกติทั่วไป เพื่อให้นักเรียนได้นำความสามารถของตนเองออกมา
ใช้ได้อย่างเต็มที่ มีการดำรงชีวิตอย่างมีความสุข และไม่เป็นภาระต่อสังคม ในการจัดการศึกษา
ให้กับนักเรียน กลุ่มนี้ ควรมีการพิจารณาวางแผนการจัดให้เหมาะสมกับความต้องการและ

ความสามารถของนักเรียน ซึ่งนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ เป็นนักเรียนประเภทหนึ่งในนักเรียนที่มีความต้องการพิเศษ ที่มีปริมาณมากที่สุด เมื่อเทียบกับนักเรียนประเภทอื่น ๆ ดังนั้น จึงควรดูแลช่วยเหลือนักเรียน ให้ได้รับการพัฒนาศักยภาพมากที่สุด

การเรียนรวม เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ยึดปรัชญาของการอยู่ร่วมกัน สอนให้คิดอย่างรอบคอบ กำหนดทางเลือกหลากหลาย จัดกิจกรรมทุกชนิดที่จะนำไปสู่การสอนที่ดี (Good teaching) เพื่อเป็นเส้นทางให้นักเรียนทุกคนสามารถเรียนรู้ เรียนรวมกันได้ ไม่ว่าจะเป็นบกพร่องหรือไม่ก็ตาม เป็นการจัดบริการทางการศึกษาให้กับนักเรียนที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษในโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนปกติทั่วไป ในสภาพแวดล้อมเดียวกัน โดยไม่มีการแบ่งแยกนักเรียนทุกคนจะได้รับการศึกษาที่เหมาะสมกับความสามารถ หลากหลายรูปแบบ จัดการเรียนรู้ที่สนองต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งมีความสามารถในการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน และมีความยืดหยุ่นในการจัดการเรียนรู้ เหมาะสมกับอายุ ภายใต้การสอนของครูปกติทั่วไป จัดการศึกษาให้สอดคล้องกับแผนการจัดการศึกษาเฉพาะบุคคล (Individualized Education Plan : IEP) เพื่อตอบสนองความต้องการของนักเรียน (Chris Kliever, 2007; กิ่งเพชร ส่งเสริม, 2551; สำนักบริหารงานการศึกษาพิเศษ, 2560)

ผดุง อารยะวิญญูและคณะ (2549) ให้แนวคิดในการจัดการเรียนรวมว่า นโยบายทางการศึกษาพิเศษของประเทศที่เจริญแล้ว ไม่ว่าจะเป็นประเทศในทวีปอเมริกาเหนือ ยุโรป ออสเตรเลีย นิวซีแลนด์ หรือญี่ปุ่น นั้นจัดสภาพแวดล้อมที่มีขีดจำกัดน้อยที่สุด (Least restrictive environment) นักเรียนที่มีความต้องการพิเศษได้มีโอกาสเรียนรู้ โดยเรียนรวมในชั้นเรียนกับเพื่อนในห้องเรียนของโรงเรียนทั่วไป นักเรียนที่เรียนรู้ได้ดีกับนักเรียนที่เก่งนั้นมีความต่างกัน นักเรียนที่เรียนเก่งในเนื้อหานั้นอาจได้ผลคะแนนสอบในระดับสูงและได้รับคำชมว่าเป็นนักเรียนเก่ง แต่หากหลักสูตรเปลี่ยนไป วิธีการวัดและประเมินผลเปลี่ยนไป การจัดการเรียนการสอนเปลี่ยนไปจากเดิม ทำให้ความเก่งของนักเรียนอาจจะได้รับการประเมินผลที่ต่างจากเดิม นักเรียนที่มีความต้องการพิเศษหลายคนอาจเรียนเก่ง เรียนรู้ได้ดี แต่ต้องการ การจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับความสามารถในการเรียนรู้ของแต่ละคน ไม่ควรสอนให้นักเรียนด้วยการท่องจำเท่านั้น เนื่องจากไม่เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ที่ดี ส่วนการเรียนรู้ที่ดีอาจพิจารณาได้จากการที่นักเรียนพึงพอใจในการเรียน หรือการทำงาน ดังนั้นการจัดการเรียนศึกษาแบบเรียนรวมที่ดี จะส่งเสริมการเรียนรู้ที่ดี โดยการปรับหลักสูตรการเรียนการสอน ปรัชญาการศึกษา และการประเมินผล นอกจากนี้ นักเรียนที่มีความต้องการพิเศษ ในโรงเรียนเรียนรวม จะต้องได้รับการบริการศึกษาพิเศษ จาก ครูการศึกษาพิเศษ ได้รับสิ่งอำนวยความสะดวก สื่อ บริการและความ

ช่วยเหลืออื่นใดทางการศึกษา ซึ่งในระบบเรียนรวม นักเรียนที่อยู่ในโรงเรียนแบบนี้ไม่ได้หมายความว่า จะลดการให้บริการเรื่องอื่น แต่เพียงแค่เปลี่ยนวิธีการจัดบริการ

สุมาลี ศรีผิง (2560) สรุปว่า การเรียนรู้แบบเรียนรวม คือ การให้นักเรียนที่มีความต้องการพิเศษ ได้เข้ารับการศึกษ โดยไม่แบ่งแยกความบกพร่อง หรือให้เห็นความด้อยกว่านักเรียนส่วนใหญ่ ไม่เน้นการจัดให้นักเรียน ออกจากห้องเรียน มาเรียนแยกจากเพื่อน แต่ให้มีการบริหารจัดการให้เกิดการเรียนรู้ ในห้องเรียนตามปกติ ให้อยอมรับนักเรียนเป็นส่วนหนึ่งในสังคม ครูการศึกษาพิเศษและครูประจำวิชาต้องร่วมมือกันในการดูแลนักเรียน ซึ่งเป็นการสร้างความเข้าใจอันดีต่อกัน ยอมรับซึ่งกันและกัน เป็นการสร้างความยุติธรรมในสังคมของนักเรียนที่มีความต้องการพิเศษ อันเป็นพื้นฐานของการดำรงชีวิตในสังคมอย่างมีความสุข ตามหลักการของการเรียนรวม

2.3.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวกับการจัดการศึกษาแบบเรียนรวม

ทฤษฎีรีบบอร์แบนด์ (Rubber-Band Theory)

ทฤษฎีรีบบอร์แบนด์ (Rubber-Band Theory) จะเน้นการช่วยเหลือ (Accommodation) การปรับเปลี่ยน (Modification) และการดัดแปลง (Adaptation) พัฒนาจากแนวคิดของ Ishwar Desai (2007)

1. การช่วยเหลือ (Accommodation) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงที่จะกระทำต่อสิ่งแวดล้อมในห้องเรียน นักเรียนที่มีทักษะและความสามารถที่แตกต่างกันในห้องเรียนเดียวกัน จะได้รับการสอนและความช่วยเหลือ โดยเฉพาะนักเรียนที่มีความต้องการพิเศษ เพื่อให้สามารถเรียนรู้ในห้องเรียนปกติกับเพื่อน ๆ ซึ่งเป็นการเพิ่มความสามารถให้สูงขึ้นกว่าที่ไม่ได้รับการช่วยเหลือใด ๆ ซึ่งเกณฑ์การให้คะแนนเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนยังคงเท่าเดิม อาจมีการเปลี่ยนแปลงสื่ออุปกรณ์ที่ใช้สอน ปรับสิ่งแวดล้อมทางการเรียนการสอน ซึ่งในการช่วยเหลือมีดังนี้

1.1 การช่วยเหลือในด้านเวลา ได้แก่ การปรับเวลาให้ยืดหยุ่น เหมาะสมกับกิจกรรม ปรับเพิ่มเวลาในการทำงาน ให้เวลาพักระหว่างทำงาน คำนึงถึงช่วงความสนใจของนักเรียน รวมถึงให้เวลานักเรียนได้เข้าพบ ทำความรู้จักและปรึกษาเรื่องต่าง ๆ

1.2 การช่วยเหลือในด้านสถานที่ ได้แก่ การจัดเตรียมห้องเรียนรายบุคคล หรือกลุ่มย่อย เรียนหรือทำงานในมุมที่สงบ กำหนดบริเวณเรียนหนังสือ บริเวณส่งงาน เชื่อมโยงสิ่งทีเรารู้มาับสิ่งที่พบหรือเหตุการณ์ที่พบในบ้าน จัดนักเรียนให้นั่งแถวหน้า นั่งใกล้ครูหรือครูพี่เลี้ยง

1.3 การช่วยเหลือด้านสื่ออุปกรณ์ ได้แก่ การจัดหาคอมพิวเตอร์ เครื่องบันทึกเสียง เครื่องคิดเลข การคัดลอกงานจากหนังสือ สมุดงาน

1.4 การช่วยเหลือด้านการตอบสนองของนักเรียน ได้แก่ การให้ทำเครื่องหมายคำตอบลงในข้อสอบได้เลย ให้ตอบปากเปล่าแทนการเขียนรายงาน อนุญาตให้ใช้เวลาในการตอบมากขึ้น อาจมีการให้มีผู้ช่วยเขียนตอบ การอนุญาตให้ใช้การตอบโดยการบันทึกเทป

1.5 การช่วยเหลือด้านเนื้อหาการเรียน ได้แก่ การใช้คำสั่งง่าย ๆ ไม่ซับซ้อน การมอบหมายไปกิจกรรมหรือใบความรู้ ในปริมาณน้อย เช่น ให้ใบความรู้ เพียง 1 หน้า ต่อการเรียน 1 ครั้ง ลดปริมาณการอ่าน การจัดแบ่งภาระงานให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ การลดปริมาณงานลง

1.6 การช่วยเหลือด้านการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ การแสดงตัวอย่างที่เป็นรูปภาพ การจัดการเรียนการสอนเพียง 1 ความคิดรวบยอด/ครั้ง การสอนคำศัพท์ก่อนสอนเนื้อหาสาระ การบอกจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียน เข้าใจความคาดหวังของการเรียนในแต่ละครั้ง การทบทวนสิ่งที่เคยเรียนมาแล้ว ก่อนที่จะสอนเนื้อหาใหม่

1.7 การช่วยเหลือในด้านการทำข้อสอบ ได้แก่ การให้นักเรียนสอบแบบเปิดหนังสือดูได้ การสอบปากเปล่า การให้นำข้อสอบกลับไปทำที่บ้าน การใช้คำถามแบบปรนัย แทนแบบอัตนัย การอนุญาตให้บันทึกเสียง

1.8 การช่วยเหลือด้านจัดระบบการเรียน ได้แก่ การมอบหมายให้มีเพื่อนคู่คิด ให้คำแนะนำปรึกษา การทำการบ้าน การจดงาน จัดให้ทำแฟ้มสะสมผลงาน

1.9 การช่วยเหลือด้านพฤติกรรม ได้แก่ การจัดตารางกิจกรรมประจำวัน ในห้องเรียน การเตรียมความพร้อมของนักเรียนก่อนเริ่มปฏิบัติกิจกรรม ตกลงแนวปฏิบัติเรียนอย่างชัดเจนและต้องเข้าใจง่าย และต้องมีข้อตกลง แนวปฏิบัติ กฎระเบียบของของชั้นเรียนอย่างจริงจัง ระหว่างปฏิบัติกิจกรรม ควรมีการอนุญาตให้พักได้ มีการใช้การสื่อสารที่บอกให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมที่ต้องการ มีการจัดทำแผนภูมิแสดงความสามารถของนักเรียน

1.10 การช่วยเหลือจากเพื่อน โดยการให้เพื่อนช่วยสอน ได้แก่ การเรียนรู้แบบร่วมมือ การใช้ประโยชน์จากกลุ่ม การให้เพื่อนช่วยจดตามคำบอก ให้เพื่อเป็นตัวแทนของพฤติกรรมที่เหมาะสม การมอบหมายงาน โดยให้เพื่อนช่วยดูแลการทำงานและการส่งงาน

1.11 การช่วยเหลือด้านการประเมินผล ได้แก่ การใช้ประโยชน์จากการประเมินตนเอง การใช้ประโยชน์จากเพื่อน การใช้คะแนนรายบุคคล โดยไม่อ้างอิงกลุ่ม

2. การปรับเปลี่ยน (Modification) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงระดับความยากง่ายและปริมาณ เนื้อหาและวิธีการนำเสนอเนื้อหา การทดสอบและลักษณะการทดสอบ การปรับเปลี่ยนจะสร้างมาตรฐานที่แตกต่างกัน เพื่อให้เข้ากับนักเรียนที่มีความบกพร่อง และการปรับเปลี่ยนนี้ จะต้องเขียนอธิบายไว้ในแผนการจัดการศึกษาเฉพาะบุคคล (IEP) ด้วย

3. การดัดแปลง (Adaptation) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงงานที่ได้รับมอบหมายของนักเรียน รวมถึงการปรับเปลี่ยนเนื้อหา ปรับเปลี่ยนวิธีการสอน ปรับสื่อการเรียนรู้ หรือวัสดุอุปกรณ์ ปรับการวัดและประเมินผล เมื่อนักเรียนมีทักษะเพิ่มมากขึ้น อาจลดการปรับเปลี่ยนลง ซึ่งการปรับเปลี่ยนนี้มี 8 ประเภท ดังนี้

3.1 การดัดแปลงขนาด (Size) คือการลดจำนวนเนื้อหาที่จัดให้เรียนหรืองานที่ต้องทำให้เสร็จ

3.2 การดัดแปลง ตัวป้อน (Input) คือการปรับเปลี่ยนวิธีการสอน เช่น การอธิบายตัวอย่างเป็นรูปภาพ จัดกิจกรรมที่ลงมือกระทำ

3.3 การดัดแปลง ระดับการมีส่วนร่วม (Degree of Participation) จะช่วยให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมทำงานกับเพื่อนเป็นกลุ่ม

3.4 การดัดแปลงด้านเวลา (Time) เป็นการปรับเวลาที่มีอยู่ให้เหมาะกับงาน หรือการทดสอบ อย่างยืดหยุ่น

3.5 การดัดแปลง ระดับความยากง่าย (Difficulty) คือการปรับระดับความคิดรวบยอด ประเภทของโจทย์คำถาม ระดับทักษะ ขั้นตอนของการเรียนรู้หรือกฎเกณฑ์ การทำงานของผู้เรียน ปรับคำสั่งให้เข้าใจง่าย

3.6 การดัดแปลง ด้านเป้าหมาย (Modified Goals) เป็นการปรับความคาดหวังที่เป็นเป้าหมายที่จะกำหนดไว้ในหลักสูตรการศึกษาทั่วไป โดยใช้ข้อมูลเดิม แต่อาจปรับวิธีคิดพิจารณาวัตถุประสงค์ให้เหมาะสมกับนักเรียน

3.7 การดัดแปลง ด้านระดับความช่วยเหลือ (Level of Support) เป็นการปรับโดยการเพิ่มปริมาณความช่วยเหลือให้กับนักเรียน เช่น จัดให้มีครูผู้ช่วย ครูพี่เลี้ยง เพื่อนคู่คิด เป็นต้น

3.8 การดัดแปลง ด้านผลลัพธ์ (Output) คือการปรับการสนองตอบของนักเรียนที่มีต่อการสอนของครู โดยให้เรียนรู้ด้วยวิธีการที่จะเข้าถึงเนื้อหาบทเรียน แสดงความเข้าใจหรือแสดงออกซึ่งความรู้ที่มีอยู่ได้ เช่น ใช้การตอบปากเปล่าแทนการเขียน การโยงจับคู่คำตอบ เป็นต้น

ดังนั้น สรุปได้ว่า การช่วยเหลือและการปรับเปลี่ยนนั้น เป็นสิ่งที่ช่วยในการให้เรียนรู้ไปพร้อมกัน แม้ว่านักเรียน จะมีความสามารถที่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นแนวทางในการปรับปรุงช่วยเหลืออย่างยืดหยุ่น โดยคำนึงถึงผลลัพธ์ คือ นักเรียนที่จะได้รับประโยชน์สูงสุด ถือได้ว่าเป็นวิธีการที่สามารถนำไปปรับใช้ในการเรียนรวมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กรอบแนวทางการดำเนินงานของโรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม (Inclusive school)

กรอบแนวทางการดำเนินงานของโรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม (Inclusive school) (สำนักบริหารงานการศึกษาพิเศษ, 2557) ระบุไว้ ดังต่อไปนี้

- 1) จัดกิจกรรมที่มุ่งพัฒนานักเรียนพิการ อย่างเป็นระบบ คัดกรองและวินิจฉัย จัดทำแผนการจัดการศึกษาเฉพาะบุคคล (IEP) แผนการสอนเฉพาะบุคคล (IIP) จัดทำสื่อการเรียนรู้ เทคนิคการสอน สนับสนุนกิจกรรมที่จะช่วยการสอนของครู ตลอดจนดูแล กำกับ ติดตาม ความก้าวหน้าทางการเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนพิการแต่ละคน
- 2) พัฒนาปัจจัยพื้นฐานตามความต้องการจำเป็นพิเศษของของนักเรียน ได้แก่ การจัดทาสถู อุปกรณ์ สื่อการเรียนรู้ ห้องเรียน สถานที่ บรรยายภาคและสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ เพื่อการจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ
- 3) พัฒนาครูผู้สอนและบุคลากรทางการศึกษาในโรงเรียน ให้มีความรู้ความสามารถ ทักษะที่จำเป็น สำหรับการจัดการศึกษาให้นักเรียนพิการตามมาตรฐาน
- 4) มีการเผยแพร่ความรู้จากครูที่ได้รับการอบรมมา ให้กับครูและบุคลากรทางการศึกษา เป็นการพัฒนางานทั้งระบบ (Whole school approach) เพื่อการเปลี่ยนแปลง (Change agent) มีการแลกเปลี่ยนการเรียนรู้และจัดประเมินคุณภาพการศึกษา
- 5) จัดทำแผนการพัฒนากิจการศึกษาคณะบุคคล (IEP) สำหรับนักเรียนพิการ
- 6) มีการแต่งตั้งคณะกรรมการดำเนินงาน เพื่อรับผิดชอบและดูแลการจัดการศึกษาสำหรับนักเรียนที่มีความต้องการพิเศษ รวมทั้งการทำงานร่วมกับสหวิชาชีพ เพื่อให้ นักเรียนได้รับการพัฒนาและประสบผลสำเร็จทางวิชาการ ทั้งด้านหลักสูตรการสอนและการวัดและประเมินผล
- 7) ผู้บริหาร ครูและบุคลากรทางการศึกษาและผู้เกี่ยวข้อง ต้องได้รับการสนับสนุนอย่างเหมาะสม
- 8) พัฒนาโรงเรียน ให้พร้อมเป็นศูนย์บริการทางการศึกษาพิเศษ (Student Support Service : SSS)

9) จัดระบบประกันคุณภาพภายในเพื่อแสดงถึงความก้าวหน้าของการพัฒนาสู่โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้ที่มีคุณภาพและยั่งยืน

10) จัดเตรียมเครือข่ายกับโรงเรียนอื่น ๆ องค์กรต่าง ๆ ในท้องถิ่น เพื่อประสานความร่วมมือและช่วยเหลือกัน เชิงวิชาการ

11) ประเมินและจัดทำรายงานประกันคุณภาพการศึกษาตามมาตรฐานการเรียนรู้ร่วม ส่งสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ทุกสิ้นปีการศึกษา

12) วิจัยและการพัฒนา เพื่อยกระดับคุณภาพการจัดการศึกษาแบบเรียนรวมให้ได้มาตรฐาน

13) มีการติดตาม ช่วยเหลือ ประเมินผล และรายงานตามนโยบายและยุทธศาสตร์ในการจัดการเรียนรวม

การดำเนินงานโรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้

การพัฒนาโรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้ให้เกิดความเข้มแข็งตามมาตรฐานการเรียนรู้ร่วม มีรูปแบบการพัฒนาการบริการสนับสนุนและช่วยเหลือนักเรียนที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ (Student Support Services : SSS) ซึ่งจะต้องเป็นตัวอย่างของการดำเนินงานที่มีประสิทธิภาพ เป็นแหล่งเรียนรู้ จัดเตรียมสื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ สำหรับนักเรียน และเป็นเครือข่ายการเรียนรู้ให้กับโรงเรียนในเครือข่าย หรือโรงเรียนในพื้นที่ใกล้เคียง ตามแนวทางการดำเนินงานของโรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้

สำนักบริหารงานการศึกษาพิเศษ (2558) ระบุว่า การจัดการศึกษาแบบเรียนรวมจะมี รูปแบบจะต่างจากการจัดการศึกษาตามปกติทั่วไป เพราะการเรียนรวม คือการจัดการศึกษาเพื่อให้นักเรียนทุกคน พิจารณาความสำเร็จจากตัวชี้วัด ดังนี้

1. เจตคติของบุคลากรทางการศึกษา ซึ่งเกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาแบบเรียนรวม ได้แก่ ผู้บริหาร ครูและผู้ปกครอง หากบุคคลเหล่านี้มีเจตคติที่ดี เข้าใจเกี่ยวกับระบบการจัดการศึกษา แบบเรียนรวม จะนำมาซึ่งความเปลี่ยนแปลงในโรงเรียน และพบกับความสำเร็จได้มากยิ่งขึ้น ทั้งนี้ เจตคติของบุคคลที่เกี่ยวข้องที่มีผลต่อการส่งเสริมการจัดการศึกษานี้ประกอบด้วย

1.1 ครูผู้สอน ซึ่งครูควรเชื่อมั่นว่านักเรียนที่มีความต้องการพิเศษ มีความสามารถเรียนรู้ได้ ครูต้องยอมรับและสอนนักเรียนด้วยความเต็มใจ ยินดีให้บริการนักเรียนที่มีความต้องการพิเศษเช่นเดียวกับนักเรียนปกติ ครูต้องทำให้นักเรียนยอมรับซึ่งกันและกัน นักเรียนปกติยอมรับในความแตกต่างของนักเรียนที่มีความต้องการพิเศษ

1.2 ผู้บริหารควรมีความเชื่อเสมอว่า การเรียนรวมเป็นสิทธิและโอกาสของนักเรียน มีเจตคติที่ดีต่อการจัดการเรียนรวม ส่งเสริมการพัฒนานักเรียนทุกด้าน ทั้งงบประมาณ การบริหารจัดการสิ่งที่จะพัฒนาการเรียนจัดการเรียนการสอน

1.3 พ่อ แม่หรือผู้ปกครองของนักเรียนทุกคนในโรงเรียน ควรมีการยอมรับและเห็นความสำคัญต่อการจัดการเรียนรวม โดยร่วมทำงานกับครู ให้ความร่วมมือ เพื่อพัฒนานักเรียนที่มีความต้องการพิเศษ ทั้งที่บ้านและโรงเรียน

1.4 บุคลากรทุกฝ่ายในโรงเรียน ควรเชื่อว่า นักเรียนที่มีความต้องการพิเศษมีความสามารถในการเรียนรู้และแสดงออกได้ ทุกคนควรร่วมกันดำเนินงาน ปรับบทบาทหน้าที่อย่างยืดหยุ่น รับผิดชอบงาน และปฏิบัติงานอย่างเต็มความสามารถ ยอมรับแนวทางการจัดการเรียนรวม

2. การพัฒนาผู้ที่เกี่ยวข้อง แบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ 1) บุคลากรภายในโรงเรียน ได้แก่ ฝ่ายบริหารโรงเรียน ครู นักเรียน และบุคลากรทางการศึกษา 2) บุคลากรภายนอกโรงเรียน ได้แก่ พ่อ แม่ ผู้ปกครอง ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน (ด้านการศึกษาพิเศษ) ผู้นำชุมชนและผู้สนับสนุนอื่น ๆ ซึ่งทั้ง 2 กลุ่มนี้ควรได้รับความรู้

3. สนับสนุนช่วยเหลือครูและนักเรียน จัดบริการที่จำเป็นตามที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการศึกษาเฉพาะบุคคล (IEP) จากเพื่อนนักเรียนด้วยกันที่อาจจะช่วยเหลือในลักษณะเครือข่าย การปรับหลักสูตร วิธีการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสม การจัดสื่อ สิ่งอำนวยความสะดวกและการบริการทางการศึกษาให้กับนักเรียน ในการช่วยเหลือนั้น อาจจัดเพิ่มเติมหรือลดลงได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการจำเป็นของนักเรียนแต่ละคน สำหรับการสนับสนุนช่วยเหลือครู คือ การได้รับการช่วยเหลือสนับสนุนจากศึกษานิเทศก์ เพื่อนร่วมชั้นเรียน รุ่นพี่ พ่อแม่หรือผู้ปกครอง การมีแหล่งเรียนรู้ในเรื่องการจัดการเรียนรวม การสนับสนุนในการพัฒนาวิชาชีพ รวมถึงการสนับสนุนจากผู้บริหารโรงเรียน

4. การเลือกวิธีการจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ โดยครูจัดการเรียนการสอนจากหลากหลายวิธีและนำไปใช้ในห้องเรียนรวม การพิจารณาเลือกใช้วิธีการสอน อาจพิจารณาจากจุดประสงค์การใช้ เช่น หากครูต้องการปรับพฤติกรรมที่เป็นปัญหาของนักเรียน ครูอาจใช้เทคนิคเพื่อนช่วยเพื่อน หรือการเรียนแบบมีส่วนร่วม หรือการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ซึ่งวิธีการสอนนี้ นักเรียนจะได้รับการพัฒนาตามศักยภาพของตนเอง เพื่อความสำเร็จอย่างเท่าเทียมกัน

5. ความร่วมมือกันของพ่อ แม่ ผู้ปกครอง และชุมชน เป็นสิ่งสำคัญในการจัดการศึกษาแบบนี้ เป็นการให้บุคลากรภายนอกได้มีส่วนร่วมในการจัดการศึกษา (Participation) ในฐานะของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องโดยตรงกับนักเรียน ดังนั้นจึงเรียกได้ว่าเป็นผู้มีส่วนร่วมในฐานะหุ้นส่วน (Partnership) ผู้ที่มีความใกล้ชิดกับนักเรียนมากที่สุด คือ พ่อแม่หรือผู้ปกครอง ต้องทำงานร่วมกับครูที่โรงเรียน ในการร่วมกันพัฒนานักเรียนที่มีความต้องการพิเศษ ปกติทั่วไป พ่อแม่หรือผู้ปกครองจะเปรียบเทียบพัฒนาการของลูก กับเพื่อนลูกวัยเดียวกัน มากกว่าการดูความก้าวหน้า ครูจึงต้องให้ความรู้แก่พ่อแม่หรือผู้ปกครอง เพื่อให้การพัฒนานักเรียนที่มีความต้องการพิเศษได้รับประโยชน์มากที่สุด ความร่วมมือกันของพ่อแม่ ผู้ปกครองและชุมชน จะนำไปสู่ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรวม มากกว่าการทำงานโดยลำพัง

โดยจะต้องมีการยอมรับและเข้าใจสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย จำเป็นต้องแลกเปลี่ยนความรู้ ความชำนาญซึ่งกันและกัน และควรเข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการศึกษา จัดกิจกรรมหรือโครงการต่าง ๆ ทั้งภายในโรงเรียนและภายนอกโรงเรียน

6. การสร้างเครือข่ายกับโรงเรียนเรียนรวม เพื่อการร่วมมือกันในการจัดการเรียนรวมของโรงเรียนที่อยู่ใกล้เคียงกัน มีการวางแผนการทำงานร่วมกัน แลกเปลี่ยนเรียนรู้ลักษณะของการดำเนินงานแต่ละโรงเรียน ประสพการณ์การพัฒนานักเรียน นอกจากนี้ อาจแลกเปลี่ยนทรัพยากร สื่อการเรียนรู้ เป็นการช่วยเหลือเกื้อกูลกันในการจัดการศึกษา ในลักษณะโรงเรียนพี่ดูแลโรงเรียนน้อง เพื่อให้โรงเรียนน้องสามารถบริหารจัดการเรียนรวมได้ด้วยตนเอง

7. การร่วมมือกันทำงาน ของครูและผู้บริหาร โดยการประสานกันของบุคลากร ที่เกี่ยวกับการศึกษาพิเศษ ประกอบด้วย ครูการศึกษาพิเศษ ผู้ให้คำปรึกษา นักจิตวิทยา ในโรงเรียน นักสังคมสงเคราะห์ นักแก้ไขการพูด พยาบาลและบุคลากรที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้การจัดการเรียนรวมเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

จากคำกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดการศึกษาแบบเรียนรวมจะสำเร็จต้องขึ้นอยู่กับ การบริหารจัดการของผู้บริหาร การดำเนินงานของครู การร่วมมือของผู้ปกครองกับโรงเรียนอีกด้วย สอดคล้องกับงานวิจัย ของ นางศรีรักษ์ เคนไชยวงศ์ (2561) ศึกษาวิจัย เพื่อพัฒนาและตรวจสอบความเหมาะสมของ การนำไปใช้และพัฒนาคู่มือการใช้กลยุทธ์การจัดการเรียนรวมอย่างมีประสิทธิภาพ ผลการวิจัย พบว่ามี 6 กลยุทธ์ในการจัดการเรียนรวมอย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับโรงเรียนมัธยมศึกษา คือ 1) ด้านการจัดการเรียนการสอน ได้แก่ การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การสอนเสริมการจัดกิจกรรมเสริม การวัดและประเมินผล 2) ด้านการพัฒนานักเรียน จะต้องสร้างความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรวม

การสร้างเจตคติเชิงบวกในการจัดการเรียนรวม พัฒนาทักษะการใช้เทคโนโลยีแก่ครู 3) ด้านนักเรียน ต้องเตรียมความพร้อมส่งเสริมความสามารถ 5) ด้านเครื่องมือ ให้พัฒนาสื่อนวัตกรรม และการให้บริการ 4) ด้านสภาพแวดล้อม พัฒนาทางกายภาพและพัฒนาบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อม และ 6) ด้านการบริหารจัดการ ได้แก่ การกำหนดนโยบายและวางแผนการจัดการเรียน การประชาสัมพันธ์ การสร้างเครือข่าย การจัดสรรงบประมาณ การคัดกรองนักเรียน และการนิเทศติดตามและประเมินผลการจัดการเรียนรวม ส่วน ดวงชนก ลันดา (2559) กล่าวว่า นักเรียนที่มีความต้องการพิเศษ ควรได้รับการจัดการศึกษา โดยครอบครัวและชุมชน สนับสนุนปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการศึกษา จัดหาสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ และต้องสร้างเครือข่ายบุคลากร โดยการร่วมวางแผนการดำเนินงานและจัดทำเอกสารเป็นลายลักษณ์อักษร ด้วยการจัดทำแผนการจัดการศึกษาเฉพาะบุคคล (IEP) และจัดหาสื่อ สิ่งอำนวยความสะดวก เทคโนโลยี และความช่วยเหลืออื่นใดทางการศึกษา โดยมีส่วนร่วมของสถานศึกษาและผู้ปกครอง มีการปรับปรุงได้ตามความเหมาะสม

2.4 การจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนบกพร่องทางเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์

ทฤษฎีการเรียนรู้และหลายการวิจัยที่ทำให้เราทราบถึงการเตรียมความพร้อมนักเรียนในการสอนคณิตศาสตร์ในการสอนคณิตศาสตร์และการศึกษาพิเศษ มีการวิจัยเกี่ยวข้อง ดังตัวอย่าง การวิจัยเกี่ยวกับ explicit instruction (Kroesbergen et al., 2004) schemas for solving word problems (Powell, 2011) หรือ building fluency (Coddington et al., 2011) ซึ่งเป็นหลักฐานสำคัญที่สามารถช่วยในการวางแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ สำหรับนักเรียนกลุ่มนี้ โดยการสอนและการประเมินอย่างเป็นทางการและไม่เป็นทางการ มีการประเมินการสอนว่าการสอนที่ใช้อยู่ปรับปรุงผลการเรียนของนักเรียนได้มากน้อยเพียงใด นอกจากนี้ครูควรทำความเข้าใจกับทฤษฎีการเรียนรู้และความเข้าใจนักเรียนที่มีความต้องการพิเศษ

De Simone and Parmar (2006) ศึกษาว่าครูผู้สอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น มีความเชื่อ ทศนคติและมีการรับรู้เกี่ยวกับการสอนนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ในชั้นเรียนรวม อย่างไร จึงได้สำรวจข้อมูลจากครูจำนวน 228 คน ซึ่งสอนคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ชั้น ป.6 ถึง ม.2 จากทั้งหมด 19 รัฐในอเมริกา ผลการศึกษาพบว่า 1) ครูมีความเข้าใจ นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ในระดับไม่เพียงพอ 2) ครูมีส่วนร่วมในการตัดสินใจว่าสิ่งใดจะประโยชน์กับนักเรียนมากที่สุดและจัดหาแหล่งข้อมูลทางการศึกษาที่ใช้กับการสอนคณิตศาสตร์ในระบบการเรียนรวม 3) ครูรู้สึกว่ ครูมีการเตรียมโปรแกรมการสอน แต่ไม่มีการพัฒนาให้ความเชี่ยวชาญเพียงพอสำหรับการให้บริการกับนักเรียนกลุ่มนี้ เพื่อ

สอนคณิตศาสตร์ให้นักเรียนในชั้นเรียนรวม ซึ่งน่าจะมีการเตรียมความพร้อมและจัดหาโปรแกรมที่จะช่วยเหลือนักเรียนได้ดีกว่านี้ สอดคล้องกับนักการศึกษาพิเศษ ครูผู้สอนและครูผู้วิจัยที่ยังเชื่อว่า 1) มีการจัดเตรียมโปรแกรมการสอนซึ่งไม่มีครูที่มีความรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Chard & Cibulka, 2013; Sleeter, 2014) 2) นักการศึกษาที่ให้บริการ ไม่มีความสม่ำเสมอในการปฏิบัติตามมาตรฐาน (Kretlow & Helf, 2013) และ 3) มีความหลากหลายในคุณภาพของโปรแกรมการเตรียมความพร้อมสำหรับครูในสหรัฐอเมริกา (Sindelar et al., 2010)

Sarah (2516) ศึกษารวบรวมหลักฐานที่แสดงถึง การจัดเตรียมการบริการด้านศึกษาพิเศษ วิชาคณิตศาสตร์ พบว่า โปรแกรมการศึกษาพิเศษ จะมีการให้ความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์กับนักการศึกษาพิเศษ เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมสำหรับการสอนคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ จะต้องมี 1) การรับรู้กฎหมายการศึกษาพิเศษและมาตรฐานการชี้วัด 2) ความเข้าใจในสาเหตุของความยากลำบากในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 3) ความเชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ 4) ความรู้เกี่ยวกับการวัดผลและการประเมินผล เพื่อตรวจระดับความก้าวหน้าของนักเรียน 5) หลักฐานเชิงประจักษ์ และ 6) มีประสบการณ์

ดังนั้น การจัดการศึกษาเพื่อเป็นการพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางด้านวิชาการสำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ โดยการศึกษาสิ่งที่ส่งผลต่อเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ และมีการเตรียมครูผู้สอนหรือผู้เกี่ยวข้องเพื่อให้การช่วยเหลือนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ให้รับประโยชน์สูงสุดในด้านวิชาการ

The National Mathematics Advisory Panel (2008) แนะนำว่า นักเรียนที่บกพร่องทางการเรียนรู้ ควรได้รับการสอนคณิตศาสตร์โดยครูต้องมีข้อมูลและการสอนอย่างชัดเจน ซึ่งจะมีผลกระทบอย่างต่อเนื่องในทางบวกต่อการปฏิบัติงาน ผู้สอนต้องกำหนดคำสั่งอย่างชัดเจนจัดทำโมเดลสำหรับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยให้นักเรียนได้รับการฝึกฝนจากการใช้กลยุทธ์และทักษะการเรียนรู้ใหม่ๆ นักเรียนจะได้คิดเสียดัง ซึ่งหมายถึงการพูด สิ่งที่คิด กระบวนการตัดสินใจ เพื่อแก้ปัญหา นักเรียนจะได้รับข้อมูลย้อนกลับที่มีความครอบคลุม ในขณะที่คณะผู้สอนที่ยังไม่ได้รับการรับรองด้านการสอนคณิตศาสตร์ทั้งหมด ได้ใช้การสอนที่ชัดเจนกับนักเรียนที่พบปัญหาต่าง ๆ เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ให้ได้เหมือนกับได้รับคำแนะนำหรือการสอนจากคุณครู การศึกษาพิเศษจริง ๆ (Krawec et al, 2013; Montague et al., 2014; Strickland and Maccini, 2012)

Shaqwana Freeman-Green (2018) กล่าวว่า ปัจจุบันสถานศึกษาได้มีการจัดการเรียนการสอนที่หลากหลายเพื่อให้เหมาะกับนักเรียนที่มีความแตกต่างกัน รวมถึงนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ที่สามารถพบความบกพร่องทางการเรียนรู้ได้ในทุกช่วงพัฒนาการของวัยรุ่น ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องใช้กลยุทธ์การสอนที่เหมาะสมกับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษา ซึ่งอยู่ในช่วงวัยรุ่น เพื่อเป็นการช่วยให้นักเรียนประสบความสำเร็จทางด้านวิชาการ

Witzel (2016) กล่าวว่า ครูจำเป็นต้องให้การสนับสนุนในการช่วยอำนวยความสะดวกให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ โดยใช้การเข้าช่วยเหลือ นักเรียน เพิ่มทักษะทางการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ในห้องเรียนปกติ เพื่อความรู้ที่เท่าเทียมกับเพื่อนในห้องเดียวกัน

Rachel (2018) กล่าวว่า สิ่งที่หลายคนกล่าวถึงกันอยู่ในวงการศึกษเกี่ยวกับศักยภาพของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ เมื่อเรียนคณิตศาสตร์ พบว่า 1) นักเรียนจะไม่ได้รับประโยชน์จากการสอบถามหรือจากคำแนะนำในวิชาคณิตศาสตร์ แม้ว่าครูจะสอนแบบชัดเจนแล้วก็ตาม และ 2) นักเรียนไม่สามารถสร้างมโนคติทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเอง แต่ความเป็นจริง ยังมีกลยุทธ์การสอนและมีผลการศึกษาวิจัยที่พบว่าสามารถพัฒนานักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ได้ โดยพิจารณาจากความซับซ้อนทางระบบประสาทรวมกับการแก้ปัญหาที่เป็นความยุ่งยากในการเรียน การเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนก็จะพัฒนาได้อย่างเต็มความสามารถ

สำหรับในประเทศไทยนั้น มีการพัฒนาด้านการสอน โดยนำกลยุทธ์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ (ผดุง อารยะวิญญู, 2542) ดังนี้

1. การวิเคราะห์งาน (Task Analysis) การวิเคราะห์งานที่เป็นการแยกงานที่มีขนาดใหญ่ ออกเป็นงานย่อย ๆ หลายขั้นตอน จากนั้นให้นักเรียนฝึกปฏิบัติเป็นการฝึกทักษะทีละขั้นตอน เช่น การเรียนเนื้อหาที่มีโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นเรื่องที่ค่อนข้างยากในการเรียนรู้ ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ จึงจะต้องแยกโจทย์ออกเป็นส่วนย่อย ๆ หลายขั้น

2. การไต่ถามพร้อมชี้แนะ (Probe and Prompt) เป็นการตรวจสอบว่านักเรียนเข้าใจในสิ่งที่เรียนหรือไม่ โดยการตั้งคำถามง่าย ๆ สั้น ๆ ชัดเจนหากนักเรียนไม่เข้าใจครูอาจใช้วิธีชี้แนะ ซึ่งไม่ได้บอกวิธีการทั้งหมด หรือบอกคำตอบแต่เป็นการบอกเพียงเล็กน้อย เพื่อให้นักเรียนคิดได้ แล้วเขาจะสามารถทำเลขต่อไปได้เอง

3. การใช้รูปทรง รูปภาพประกอบ (Diagram of Pointer) การใช้ไดอะแกรม โลโก้ รูปทรง การวาดภาพหรือการใช้ภาพประกอบ จะทำให้นักเรียนเข้าใจ เกิดกระบวนการคิดและเกิด

ความคิดรวบยอด (concept) ทางคณิตศาสตร์ได้โดยง่าย เช่น ในการสอนเรื่องการบวก การลบ การคูณ การหาร หรือ โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4. ใช้วิธีการสอนแบบต่อยอด หมายถึง การสอนตามทักษะที่นักเรียนมีอยู่แล้วนั้น คือ ค้นหาให้พบว่าผู้เรียนมีทักษะทางคณิตศาสตร์อยู่แล้วในระดับใด แล้วสอนต่อ หรือสอนต่ำกว่าทักษะ ที่เขามีเล็กน้อย เช่น นักเรียนบวกเลข 2 หลักได้ ขั้นต่อไปก็คือ การสอนบวกเลข 2 หลักที่มีตัวทดต่อไปคือ การบวกเลข 3 หลัก และต่อไปตามลำดับ

5. เพื่อนสอนเพื่อน ให้นักเรียนที่เรียนเก่งกว่าในวิชาคณิตศาสตร์จับคู่กับนักเรียนที่เรียนไม่เก่งและให้เป็นพี่เลี้ยงในด้านคณิตศาสตร์ อาจจับคู่ระหว่างนักเรียนที่มีคะแนนระดับต่ำกับระดับปานกลาง หรือนักเรียนที่มีคะแนนระดับต่ำกับนักเรียนที่มีคะแนนระดับสูง

6. อธิบายความหมายของคำศัพท์ ซึ่งปัญหาทางภาษานั้นจะพบในนักเรียนกลุ่มนี้ ดังนั้นจึงไม่เข้าใจความหมายของคำศัพท์ในวิชาคณิตศาสตร์ ส่งผลต่อการทำโจทย์คณิตศาสตร์ ครูจึงควรสอนคำศัพท์ทางคณิตศาสตร์ควบคู่กันไปกับการสอนความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งหากเป็นไปได้ควรสอนคำศัพท์ให้นักเรียนบ่งพร่องทางการเรียนรู้ ในทุกรายวิชา

7. สอนการคิดรวบยอด ก่อนสอนวิธีทำ วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยหลักการ การเรียนคณิตศาสตร์จะเข้าใจความคิดรวบยอดก่อน เมื่อนักเรียนเข้าใจความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์แล้ว จะเข้าใจหลักการทางคณิตศาสตร์ ครูคณิตศาสตร์จึงควรสอนความคิดรวบยอดก่อนสอนวิธีคำนวณ การตรวจผลงานนักเรียนควรเน้น ความคิดรวบยอดมากกว่าคำตอบ

8. บันทึกรู้ความก้าวหน้า การบันทึกรู้ความก้าวหน้าเป็นวิธีการอย่างหนึ่งที่น่าไปใช้ประกอบการสอน เพื่อศึกษาความก้าวหน้าในทักษะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน การบันทึกรู้ความก้าวหน้าจะทำให้ครูผู้สอนทราบและเข้าใจว่านักเรียนมีทักษะทางคณิตศาสตร์ใด และยังขาดทักษะใด

9. สอนเพื่อหยั่งรู้ (Master Learning) สำหรับคำว่า Master Learning อาจเรียกว่า เป็นการสอนเพื่อหยั่งรู้ นั่นคือสอนให้นักเรียนมีทักษะทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างดี อย่างถ่องแท้ โดยฝึกกิจกรรมเป็นขั้นตอนอย่างละเอียดทุกขั้นตอนย่อย ๆ

10. สอนให้นำไปใช้ในชีวิตจริง เป็นการสอนให้รู้จักประยุกต์หลักการทางคณิตศาสตร์ การบ้านทางคณิตศาสตร์ไม่ควรเน้นเฉพาะแบบฝึกหัดทำแบบเท่านั้น แต่ควรเน้นการฝึก ที่ให้ผู้เรียนนำวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ด้วยวิธีการนี้เหมาะกับผู้เรียนทุกคนโดยเฉพาะอย่างยิ่งเด็กปัญญาเลิศ

การใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้และการใช้สื่อการเรียนรู้ ประกอบการสอนนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ (ผดุง อารยะวิญญู, 2542; สำนักบริหารงานการศึกษาพิเศษ, 2555) กล่าวว่า สามารถทำได้โดยให้นักเรียน ประเมินความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของตนเอง เพื่อให้ทราบว่าสิ่งใดทำได้หรือไม่ได้ จากนั้นให้กำหนดสิ่งที่จะเรียน ในการจัดการเรียนรู้ จะต้องสอนเรื่องที่ต้องต่อจากสิ่งที่นักเรียนเคยเรียนรู้มาแล้ว ครูต้องพยายามแสวงหาวิธีทำให้นักเรียนประสบผลสำเร็จและพึงระวังอย่าให้ ทำลายความมั่นใจของนักเรียน ให้การเสริมแรงสร้างกำลังใจ สร้างสถานการณ์ให้นักเรียนมีโอกาสได้เรียนรู้กิจกรรมตามความถนัดหรือที่มีประสบการณ์ แล้วจึงเพิ่มระดับความยาก หากนักเรียนไม่ประสบความสำเร็จจากการสอนวิธีหนึ่ง ครูควรเปลี่ยนวิธีสอนเป็นอีกวิธีหนึ่ง เตรียมออกแบบกิจกรรมให้หลากหลาย เพื่อให้นักเรียนมีโอกาสได้เลือกปฏิบัติและง่ายต่อการสอนความคิดรวบยอด ซึ่งการสอนแบบนี้จะช่วยให้นักเรียนสามารถสรุปแนวคิดได้ ควรมีการสอนเน้น ย้ำ ซ้ำทวน กฎเกณฑ์ต่าง ๆ รวมถึง หลักการ วิธีการขั้นตอน โดยใช้ข้อความที่เข้าใจง่าย หรือเป็นภาษาของนักเรียนเอง ออกคำสั่งให้ง่าย ชัดเจน เจาะจง อาจใช้การสอนวิเคราะห์งาน (Task Analysis) โดยการแยกขั้นตอนการสอนออกเป็น ขั้นตอนย่อย ๆ หลายขั้นตอน การสอนการทำโจทย์ปัญหา อาจให้จัดกลุ่มปัญหาที่คล้ายคลึงกันเข้าด้วยกัน แบ่งโจทย์ปัญหาออกเป็น ส่วน ๆ ให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ นอกจากนี้ การนำสื่อการเรียนรู้ ที่เป็นรูปธรรมใช้เป็นเครื่องนำทาง สร้างความเข้าใจให้นักเรียน เมื่อนักเรียนเข้าใจแล้ว จึงเน้นกระบวนการคิดที่เป็นนามธรรม ซึ่งก่อนลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ครูต้องมั่นใจว่า นักเรียนเข้าใจขั้นตอน วิธีการปฏิบัติภาระงานนั้น มิฉะนั้นการทำกิจกรรมอาจไม่มีความหมาย เนื่องจากนักเรียนทำไม่ได้ หลังจากอธิบายตัวอย่างแล้ว ให้นักเรียนฝึกทำแบบฝึกหัดที่คล้ายคลึงกับตัวอย่าง ก่อนที่จะให้โจทย์ที่ยากขึ้นกว่าเดิม แนะนำวิธีการสังเกต จดจำ บันทึกข้อมูล ควรสอนให้นักเรียนสามารถคาดคะเนหรือประเมินคำตอบ มีการฝึกแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยไม่ใช้เครื่องคิดคำนวณ แต่ขณะเดียวกันนักเรียนบางคนหรือบางเรื่องอาจต้องใช้เครื่องคิดคำนวณช่วยในการคิดคำนวณ เน้นการสอนเสริมทักษะทางวิชาการให้นักเรียนเป็นรายบุคคล โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนที่เรียนไม่ทันเพื่อน การจับคู่เพื่อนรู้ใจ ให้เป็นผู้ช่วยเหลือก็เป็นอีกวิธีการที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ให้เวลาเรียนอย่างเพียงพอ นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ อาจใช้เวลาานาน จึงจะเกิดทักษะ ควรมีการทำสัญญาร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียน ถ้านักเรียนมีปัญหาในการคัดลอกงาน อาจให้เพื่อนหรือครูช่วยคัดลอกให้ก่อนที่จะให้นักเรียนทำงานตามที่ได้รับมอบหมายด้วยตนเอง ใช้กระบวนการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน

การปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ (ผดุง อารยะวิญญู, 2542) เพื่อความสำเร็จของนักเรียน มีรายละเอียด ดังนี้

1. ปรับเปลี่ยนเนื้อหาสาระ หลักสูตร ตามความเหมาะสมกับนักเรียนเฉพาะบุคคล
2. ปรับเปลี่ยนวิธีการปฏิบัติของครูต่อนักเรียน
3. ปรับเปลี่ยนวิธีในการเรียนรู้ของนักเรียน เช่น เพิ่มเวลาในการทำแบบฝึกทักษะ เป็นต้น
4. ปรับเปลี่ยนวิธีการสอน เช่น จัดเนื้อหาหรือกิจกรรมออกเป็นขั้นตอนย่อย ๆ เป็นต้น
5. ให้นักเรียนมีทางเลือกในการทำงานหรือกิจกรรม เช่น ใช้เครื่องคิดคำนวณ การตอบปากเปล่า หรือการตอบโดยการพิมพ์ แทนการเขียนตอบ
6. เปลี่ยนระบบการจัดการเรียนรู้ เช่น การจัดการเรียนรู้แบบรายบุคคล ให้เพื่อนช่วยสอน หรือใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นต้น
7. ใช้กระบวนการวิจัยในชั้นเรียน ในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ
8. เรียนรู้จากสื่อการเรียนรู้ ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริง เช่น การจัดลำดับสิ่งของการเปรียบเทียบ สี ขนาด รูปร่าง ลักษณะ ระยะทาง เป็นต้น
9. ใช้คำสั่งกับนักเรียน ควรให้เป็นข้อความที่ชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน
10. ทำสัญญาร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียน

จากเอกสารพบว่า การช่วยเหลือนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์นั้น ต้องใช้กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้ในการพัฒนา โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาที่อยู่ในวัยรุ่น ควรได้รับการดูแลเอาใจใส่ เพื่อป้องกันปัญหาที่อาจเกิดขึ้น เนื่องจากความบกพร่องที่เกี่ยวข้องเชื่อมโยงกันระหว่างการเรียนและพฤติกรรมของนักเรียน

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์

สิริลักษณ์ โปร่งสันเทียะ (2550) พัฒนาโปรแกรมซ่อมเสริมคณิตศาสตร์สำหรับเด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ ระดับชั้นประถมศึกษา จำนวน 23 คน โดยการดำเนินการวิจัย 3 ขั้นตอน ได้แก่ สร้างโปรแกรมซ่อมเสริมคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ ศึกษาประสิทธิผลของโปรแกรม แล้วจึงประเมินความเหมาะสม ผลปรากฏว่า โปรแกรมมีประสิทธิภาพดีมาก นักเรียนที่มีปัญหาทางการเรียนรู้หลังจัดกิจกรรมซ่อมเสริม มีระดับความสามารถและมีการรับรู้ความสามารถของตนด้านคณิตศาสตร์มากขึ้น

ประพิมพ์พรณ วิชัย (2550) พัฒนาทักษะการบวกของนักเรียนที่มีปัญหาการเรียนรู้ระดับชั้น ป.5 โดยใช้ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) ชุดฝึกทักษะการบวก และข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในด้านการบวก ผลการพัฒนาสรุปว่า นักเรียนดังกล่าว มีคะแนนความสามารถอยู่ในระดับ ดี คะแนนหลังการพัฒนาสูงกว่าก่อนการพัฒนา

กฤษฎณา ปลื้มรัมย์ (2550) พัฒนาชุดเครื่องมือการประเมินผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ในโรงเรียนเรียนรวม โดยสนใจศึกษาสภาพปัจจุบันของการจัดการเรียนรู้ สรุปว่า มีการจัดการเรียนรู้โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ วางแผนการจัดการศึกษารายบุคคล (IEP) สอนแบบรายบุคคล อิงตามหลักสูตรแกนกลางแต่ละระดับความยากง่ายตามศักยภาพของผู้เรียน สอนแบบตัวต่อตัวทั้งในและนอกเวลาเรียน เรียนร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียน โดยให้เพื่อนสอนเพื่อน สอนโดยใช้สื่อรูปธรรมแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง อิงตาม IEP ที่ตั้งเกณฑ์การให้คะแนนที่แตกต่างจากเพื่อน ครูเป็นผู้สร้างแบบทดสอบ การให้คะแนนจากการสังเกตขณะปฏิบัติงาน แบบทดสอบแบบเดิม คำตอบ แบบเลือกตอบ โดยครูต้องจัดการทดสอบ อำนวยความสะดวกในการสอบ และช่วยเสริมแรง ส่วนผลการพัฒนาชุดเครื่องมือประเมินผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ พบว่ามีสามแบบ ได้แก่ แบบเลือกตอบ แบบเดิมคำตอบ และแบบปฏิบัติ

จุฬามาศ จันทร์ศรีสุคต (2554) พัฒนาระบบการช่วยเหลือนักเรียนที่มีภาวะเสี่ยงต่อการเรียนคณิตศาสตร์ สรุปว่า 1) ระบบการช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบคือ การคัดแยก การช่วยเหลือและติดตามความก้าวหน้า และการประเมินผล 2) กลไกของระบบการช่วยเหลือประกอบด้วย เครื่องมือ 5 ชุด คือ แบบคัดกรองนักเรียนที่มีภาวะเสี่ยงต่อการเกิดความยุ่งยากทางคณิตศาสตร์ แผนการสอนที่ใช้ในระบบการช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย แผนการสอนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนรวม และแผนการสอนเสริมคณิตศาสตร์ แบบทดสอบความก้าวหน้าในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ แบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ แบบวัดความเชื่อมั่นในตนเองในวิชาคณิตศาสตร์ 3) ประสิทธิภาพของการใช้ระบบการช่วยเหลือนี้ พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองได้คะแนนหลังการทดสอบความสามารถ ความคงทนในการเรียนรู้ และความเชื่อมั่นในตนเอง ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนการทดลอง และนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนสูงกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุม

นพดล ภูมิสตรี (2556) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง การคูณ ของนักเรียนระดับชั้น ป.5 - ป.6 ที่พบความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ โดยวิธีการ สอนตรงร่วมกับเทคนิคการคูณแบบแลททิซ เสริมให้นักเรียน ผลการวิจัยพบว่า หลังจากการสอน เสริมนักเรียนได้คะแนนอยู่ในระดับดีมาก (ตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป)

สาวิตรี จุ้ยทอง (2558) ศึกษาวิจัยแนวทางการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ ให้กับ นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ผลการวิจัย พบแนวทางในการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 10 แนวทาง คือ 1) จัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีความหลากหลาย เพื่อให้ นักเรียนสามารถ เลือกกิจกรรมที่เหมาะสมกับความสนใจของตนเอง 2) เริ่มกิจกรรมการเรียนรู้ คณิตศาสตร์จากง่าย สู่กิจกรรมที่ความซับซ้อนมากขึ้น 3) สร้างความเชื่อมั่นในตนเองให้กับนักเรียนและส่งเสริมให้ พัฒนาความสามารถที่มีอยู่ 4) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้โดยการสัมผัส การสังเกต การฟัง และการเคลื่อนไหวร่างกาย และใช้สื่อการเรียนรู้แบบบูรณาการ 5) ใช้ข้อความในการสั่งงานที่สั้น กระชับ เข้าใจง่าย และซ้ำๆ 6) จัดกิจกรรมที่คำนึงถึงความแตกต่างที่เป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละ บุคคล สอดคล้องกับลักษณะการเรียนรู้ของนักเรียน 7) จัดกิจกรรมให้นักเรียนมีโอกาสพบกับ ความสำเร็จ 8) ส่งเสริมนักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียนปกติ เพื่อให้มีการช่วยเหลือกัน 9) จัดสถานที่ บรรยากาศที่สะดวก สบาย ปลอดภัยและมีความสุข 10) ประเมินผลนักเรียน ตาม สภาพจริง และให้ผลย้อนกลับนักเรียนทันที มีการชื่นชมและให้กำลังใจ

สาวิตรี จุ้ยทอง (2559) พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมความสามารถ ด้านการคำนวณของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ จำนวน 6 คน ในห้องเรียนปกติ แต่มี วิธีการเรียนรู้ต่างกับเพื่อน ผลการพัฒนา สรุปว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 1) การ กระตุ้นความสนใจ ให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข (Stimulation) 2) เรียนรู้ตามวิธีการเรียนรู้ (Learning style) 3) สร้างความรู้ (Constructing) 4) การให้ข้อมูลย้อนกลับเชิงบวก (Positive feedback) สรุปการประเมินความเหมาะสม ในระดับมาก ส่งผลต่อคะแนนความสามารถด้านการ คิดคำนวณเฉลี่ยของนักเรียน นักเรียนได้คะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน และยังแสดง พฤติกรรมที่สะท้อนถึงพัฒนาการ ด้านการคิด การคำนวณวิชาคณิตศาสตร์และมีความสุขในการ เรียนรู้คณิตศาสตร์ ดังจะพบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนความสุขแตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบก่อนและ หลังการได้รับการส่งเสริมความสามารถ

ทองใส สามยอด (2559) ศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนานักเรียนที่บกพร่องทางการเรียนรู้ จำนวน 5 คน โดย การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสาระการเรียนรู้ภาษาไทยและคณิตศาสตร์ ผลพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสาระการเรียนรู้ภาษาไทยและคณิตศาสตร์ ผ่านเกณฑ์การ

ประเมิน ทั้ง 5 คน และหลังจากนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ เรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้ เฉพาะบุคคล (IIP) มีผลคะแนนการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียน

ในต่างประเทศ มีนักการศึกษาหลายท่าน ได้ค้นคว้าวิจัยเรื่องการพัฒนาเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ ดังเช่น

Fuchs; et al (2008) ใช้หลักการของการสอนเจ็ดข้อและการเข้าช่วยเหลือ นักเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ โดยการใช้ Explicitness พัฒนาการออกแบบการสอน ผูกทักษะ และร่วมกิจกรรมต่าง ๆ เช่น บัตรคำศัพท์ flashcards และการทำแบบฝึกหัดประจำวัน การตรวจสอบ cumulative review over time และการติดตามความคืบหน้าอย่างต่อเนื่อง

Flynn and Swanson (2013) สังเคราะห์เอกสารเกี่ยวกับการแก้ปัญหา การช่วยเหลือเด็กนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (MD) รวมถึงนักเรียนบกพร่องทางการอ่านร่วมด้วย สรุปว่า ลักษณะเฉพาะของเด็กนักเรียนและองค์ประกอบของการสอนเฉพาะนั้น มีบทบาทสำคัญ ในการช่วยเหลือเด็ก ซึ่งองค์ประกอบนั้น ได้แก่ การจัดลำดับ, การปฏิบัติที่ชัดเจน, การลดภาระงาน, การออกแบบกิจกรรม, การตั้งคำถาม, การควบคุมความยุ่งยากของงาน, การทำแบบจำลองทักษะ กลยุทธ์การสอน

Fries and Riccomini (2013) กล่าวว่า นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์จะประสบปัญหาระยะยาว อย่างต่อเนื่อง ควรได้รับการพัฒนา ส่งเสริมความจำและทักษะ โดยได้ศึกษาวิจัยโดยใช้โปรแกรมมาสเตอร์แมทแฟค Mastering Math Facts (MMF) กับนักเรียนชั้น ป.2 และ ป.3 ที่บกพร่องทางการเรียนรู้ จำนวน 4 คน ซึ่งเป็นเพศหญิงได้รับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยการสอนตรง ตามหลักสูตรแนวคิดคณิตศาสตร์การเชื่อมต่อ (Connecting Math Concepts) ในห้องเรียนสนับสนุนการเรียนรู้ (learning support classroom) แยกต่างหากจากห้องเรียนทั่วไป เป็นเวลา 30 นาทีทุกวัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าประสิทธิภาพของการสอนแบบ MMF ทำให้การตอบคำถามถูกต้อง และคล่องแคล่วมากขึ้น พบข้อผิดพลาดน้อยลง

Mazzocco et al (2013) ทดสอบนักเรียน 122 คน เกรด 4 ถึง เกรด 8 เพื่อทดสอบความรู้เรื่อง เศษส่วน การเปรียบเทียบเศษส่วน ระดับพื้นฐาน ที่เคยเรียนมาแล้ว เพื่อพิจารณาความแตกต่างระหว่างกลุ่มบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (MLD) กับกลุ่มที่มีคะแนนสอบระดับต่ำ (LA) หรือกลุ่มทั่วไป (TA) และแม้ว่าการเรียนรู้และความจำระยะยาว จะแยกความแตกต่างของนักเรียนแต่ละกลุ่ม แต่ผลการวิจัย ยืนยันว่า กลุ่มนักเรียนทั่วไป TA มีความแม่นยำในการเปรียบเทียบเศษส่วน ส่วนกลุ่มบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (MLD)

ไม่สามารถเปรียบเทียบได้ จนกระทั่งเข้าเรียน เกรด 7 และมีคะแนนต่ำกว่ามาตรฐาน ในเกรด 8 ทั้ง MLD และกลุ่ม LA มีปัญหาเกี่ยวกับเศษส่วนขั้นพื้นฐาน แต่เกรด 5 กลุ่ม LA มีความสามารถใกล้เคียงกลุ่ม TA และแตกต่างจากกลุ่ม MLD ทุกกลุ่ม ใช้แบบจำลองภาพมากกว่าการคิดคำนวณทั่วไป (Arabic number representation) ซึ่งกลุ่ม TA จำได้ในระยะสั้น ในขณะที่กลุ่ม LA ยังคงจำได้อยู่บ้างเล็กน้อย กลุ่ม MLD ยังคงอยู่ถึงเกรด 8 ดังนั้น ความยากลำบากในการเรียนรู้เรื่องเศษส่วน จึงยังคงอยู่ในเกรด 8 แต่มีลักษณะแตกต่างกันไป ทั้งนักเรียนที่มีปัญหาทางด้านคณิตศาสตร์ กลุ่ม MLD และ LA

Plute (2016) ศึกษาวิจัยเพื่อประเมินผลของการใช้กลยุทธ์การเรียนรู้แบบเน้นการฝึกปฏิบัติ (hands-on manipulatives) และการใช้กลยุทธ์การเรียนรู้แบบสื่อเสมือนจริง (virtual manipulatives) เพื่อเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (MLD) ชั้น ป.5 จำนวน 5 คน และความพึงพอใจต่อการใช้กลยุทธ์เหล่านั้น โดยให้เข้าร่วมเรียนรู้ทักษะการแก้ปัญหาคำศัพท์ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์เป็นเวลา 5 วันต่อสัปดาห์ วันละ 80 นาที เป็นเวลา 10 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนได้คะแนนสูงขึ้นเมื่อเทียบกับพื้นฐาน การจับคู่ระหว่างการใช้กลยุทธ์การเรียนรู้แบบเน้นการฝึกปฏิบัติหรือการใช้สื่อคอมพิวเตอร์อาจเสริมความเข้าใจกับการเรียนคณิตศาสตร์เพื่อการเรียนรู้ทักษะการแก้ปัญหาและการฝึกฝนเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนที่มี MLD ได้รับประโยชน์สูงสุด

Al Shabibi and Alkharusi (2018) ศึกษาความแตกต่าง ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความคิดเชิงอภิปัญญา (Metacognitive) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในโอมาน แบ่งออกเป็นสามกลุ่ม ตามเพศและระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการศึกษา แสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่ประสบผลสำเร็จในการเรียน จะมีระดับความจำและทักษะการแก้ปัญหาในระดับสูง ขณะที่นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ จะมีผลคะแนนในระดับต่ำ จึงควรปรับปรุงทักษะความจำของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ซึ่งจะส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่อไป

Yilmaz and Levent (2019) ศึกษาผลการใช้คอมพิวเตอร์ ในการพัฒนาทักษะด้านคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้น ป.3 ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ โดยจัดการเรียนการสอนเป็นรายบุคคล ทุกวันในวันธรรมดาและ 20-30 นาทีต่อวัน รวมเป็นเวลา 5 สัปดาห์ พบว่า นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ มีทักษะการนับและเกิดแนวความคิด ในการแก้ปัญหา เพิ่มความเร็ว รหัส Triple และรูปแบบที่ช่วยลดภาระงานของการทำงาน หน่วยความจำ

สรุปว่าสามารถพัฒนาทักษะคณิตศาสตร์และควรนำมาใช้ในการเรียนการสอนของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์

Morano and Riccomini (2019) ศึกษาการตรวจสอบคุณสมบัติและคุณภาพของ visual representations (VRs) ที่สร้างขึ้น โดยดูผลการตอบสนองต่อการเรียนรู้เรื่อง เศษส่วนของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้และนักเรียนบกพร่องด้านคณิตศาสตร์ (learning disabilities and difficulties in mathematics) ในการประเมินความรู้อัตโนมัติ (The National Assessment of Educational Progress : NAEP) นอกจากนี้ยังศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพของ VRs และคะแนนการวัดความรู้อื่น ๆ ซึ่งพบว่า นักเรียน จะใช้ Circular Area Models บ่อยที่สุด แต่วิธีที่แม่นยำที่สุดคือการใช้ Bar Models และสรุปว่าการใช้ Bar Models และการใช้ Area Model : VRs เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการเรียนการสอน เรื่อง เศษส่วน การเป็นตัวแทน (representations) สามารถใช้ในการแก้ปัญหาได้ดีเช่นเดียวกับ การใช้เส้นจำนวน (fraction number line) สอนการประมาณค่าเศษส่วนและการเปรียบเทียบเศษส่วน

จากการวิจัยของนักการศึกษา สรุปได้ว่า นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์สามารถพัฒนาได้ ด้วยวิธีที่เหมาะสม ให้ครูออกแบบการสอน มีเทคนิคการสอน การจัดสื่อ นวัตกรรม เทคโนโลยี หรือให้เพื่อนช่วยฝึกทักษะ จะสามารถพัฒนาทักษะด้านคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ส่งผลให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเองมากขึ้น ส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียน

3. การจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ (Adaptive Learning)

3.1 ความหมายและความสำคัญการจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ

Landa (1976) กล่าวว่า การเรียนการสอนแบบปรับเหมาะเป็นกระบวนการวินิจฉัย และแก้ไขที่มีจุดมุ่งหมายให้มีการปรับสภาพแวดล้อมพื้นฐานของการเรียนรู้ให้เข้ากันกับลักษณะเฉพาะและความต้องการของแต่ละบุคคล

Holland (1977) ให้คำนิยามของการเรียนการสอนแบบปรับเหมาะว่า เป็นชุดของกระบวนการที่มีการวินิจฉัยความแตกต่างระหว่างบุคคลด้านความต้องการของผู้เรียน เพื่อที่จะทำการนำเสนอสื่อการสอนเฉพาะเท่าที่จำเป็นแก่ผู้เรียนแต่ละคน เพื่อให้บรรลุถึงวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนอย่างเชี่ยวชาญ

Wang and Lindvall (1984) ได้กล่าวถึง ลักษณะของการเรียนการสอนแบบปรับเหมาะว่าเป็นวิธีการทางการศึกษาที่มีขั้นตอน กลวิธีทางเลือกสำหรับการสอน และการใช้งาน

ทรัพยากร โดยระบบจะมีความยืดหยุ่นที่ให้ผู้เรียนเลือกเส้นทาง และเวลาในการเรียนรู้ของตนเองได้

Como and Snow (1986) ระบุว่า การเรียนการสอนแบบปรับเหมาะ (Adaptive instruction) หมายถึง วิธีการและเทคนิคการสอนที่ปรับให้เข้ากันกับความต้องการของผู้เรียนแต่ละคนที่แตกต่างกัน

Park and Lee (2004) ระบุ ความหมายของการเรียนการสอน แบบปรับเหมาะ ที่เฉพาะเจาะจงมากขึ้น ว่า คือ การเข้าแทรกแซง ช่วยเหลือทางการศึกษา (educational intervention) โดยมีเป้าหมายเพื่อ ปรับการเรียนการสอนให้เหมาะกับความต้องการที่แตกต่างกันของแต่ละบุคคลของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังเป็นการช่วยเหลือนักเรียนแต่ละคน ได้รับการพัฒนาความรู้และทักษะที่จำเป็นต่อการเรียนรู้

ศิวพร กลับผดุง (2560) การเรียนรู้แบบปรับเหมาะ หมายถึง การนำเสนอบทเรียนที่เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียนแต่ละบุคคล ก่อนเลือกเรียนบทเรียนสำหรับการนำเสนอ ควรมีการประเมินความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน เพื่อให้ผู้เรียนได้รับบทเรียนที่เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน

วิชัย วงษ์ใหญ่และมารุต พัฒนาผล (2560) กล่าวสรุปการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ (Adaptive Learning) ไว้ว่า การเรียนรู้แบบปรับเหมาะ คือ การเรียนรู้ที่สนองต่อระดับความสามารถของนักเรียนที่อาจแตกต่างกันในแต่ละบุคคล จะเป็นการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ นวัตกรรม ที่สร้างขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ ปฏิบัติ ฝึกทักษะ กระทั่งประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ โดยอาจมีกิจกรรมที่หลากหลาย ตามความต้องการของนักเรียน เกิดผลเรียนรู้ตามที่กำหนดในหลักสูตร นักเรียนจะเกิดความเชื่อมั่นในตนเองมากยิ่งขึ้น ส่งผลต่อการเรียนและประสบความสำเร็จ ซึ่งเป็นพื้นฐานของการเรียนรู้อย่างเต็มตามศักยภาพ

ลักษณะสำคัญของการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ (Adaptive Learning) คือ ความหลากหลายของกิจกรรม ภายใต้ผลลัพธ์การเรียนรู้เดียวกัน กิจกรรมการเรียนรู้ที่ซับซ้อนมากจะจัดเตรียมไว้ให้กับนักเรียนที่มีความสามารถ เช่น การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ให้ถือตามจุดประสงค์ที่กำหนด แต่ระดับความยากง่ายอาจต่างกันไปสำหรับผู้เรียนแต่ละคน

ภาสกร เรืองรอง (2562) ใช้การเรียนรู้แบบปรับเหมาะ สรุปว่า ในการมอบหมายงานให้นักเรียน มีการปรับให้เหมาะกับลักษณะทางการเรียนรู้ของนักเรียน ความก้าวหน้าและประสิทธิภาพในการเรียนรู้ วัตถุประสงค์การเรียนรู้ และในเนื้อหาการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ (An

Adaptive Learning Content Module) จัดเตรียมให้เหมาะสมกับนักเรียน ซึ่งขึ้นอยู่กับผลการเรียนรู้ ความก้าวหน้าในการเรียนรู้ ลักษณะเฉพาะ และสถานะ ความพร้อมของนักเรียนในการเรียนรู้ จะเป็นข้อมูลและแนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อการสนองตอบต่อความต้องการของนักเรียน

Glaser (1972) อธิบายว่า การจัดการเรียนการสอนแบบปรับเหมาะ มีความสำคัญดังนี้

- 1) การนำเสนอทางเลือกในการเรียนรู้และเป้าหมายที่หลากหลาย
- 2) การใช้ประโยชน์และพัฒนาความสามารถของแต่ละคนในการเรียนรู้และปรับให้เข้ากับความสามารถ จุดแข็ง จุดอ่อนของผู้เรียนแต่ละคน
- 3) การพยายามเสริมสร้างความสามารถของแต่ละบุคคลเพื่อเปิดโอกาสทางการศึกษาและพัฒนาทักษะของนักเรียน

จากนิยามและความสำคัญของการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ (Adaptive Learning) สามารถสรุปว่าการจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะคือการเลือกใช้การจัดการเรียนรู้ที่คำนึงถึงความแตกต่างของวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียน มีวัตถุประสงค์ให้ลู่วง ตามที่นักเรียนต้องการ และตามความสามารถของนักเรียน โดยตระหนักถึงสิ่งที่นักเรียนจะได้รับเป็นอันดับแรก โดยค้นหาวิธีการรูปแบบที่เหมาะสม จัดสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับระดับความสามารถทางการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละบุคคล เพื่อพัฒนาได้อย่างเต็มศักยภาพ

3.2 ประเภทการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ (Adaptive Learning)

การเรียนรู้แบบปรับเหมาะ(วิชัย วงษ์ใหญ่ และ มารุต พัฒนผล, 2560) จัดแบ่งได้ดังนี้

1. การนำเสนอแบบปรับเหมาะ (Adaptive Presentation) เป็นการนำเสนอเนื้อหาบทเรียนให้เหมาะสมกับผู้เรียน เช่น ผู้เรียนที่เก่งควรได้รับเนื้อหาที่ยากกว่าหรือจำนวนเนื้อหา มากกว่า ในการเรียนแต่ละครั้ง ผู้เรียนเรียนอ่อนค ควรได้รับเนื้อหาบ่อยเพื่อให้เข้าใจดีขึ้น
2. การสนับสนุนแบบปรับเหมาะ (Adaptive Navigation Support) มีระบบค้นหาสำหรับการดูข้อมูลของบทเรียนตามความพึงพอใจหรือทักษะของนักเรียน เมื่อนักเรียนต้องการค้นหาข้อมูล ก็สามารถสืบค้นได้ทันที จะช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว

3. การจัดลำดับหลักสูตร (Curriculum Sequencing) การนำเสนอเนื้อหา/บทเรียน โดยจัดเรียงตามลำดับ เพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจให้นักเรียน ตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร จะมีการวิเคราะห์ให้นักเรียนเพื่อจัดลำดับเนื้อหา เช่น นักเรียนมีความรู้พื้นฐานอยู่แล้ว ควรจัดให้เรียนเนื้อหาเรื่องต่อไป ได้โดยไม่ต้องเรียนซ้ำ

4. การวิเคราะห์อย่างอัจฉริยะในการแก้ปัญหาของนักเรียน (Intelligent Analysis of Student's Solutions) การนำเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) ใช้เก็บข้อมูลของนักเรียน และนำไปวิเคราะห์ จากนั้นแก้ปัญหาทางการเรียนให้ถูกต้อง และเหมาะกับนักเรียนที่มีความต้องการและการเรียนรู้ต่างกัน เพื่อให้เรียนรู้ให้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ของบทเรียนนั้น

3.3 การออกแบบการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ (Adaptive Learning)

การออกแบบการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ (Adaptive Learning) มีขั้นตอน (วิชยวงษ์ใหญ่ และ มารุต พัฒนผล, 2560) ดังนี้

1. การวิเคราะห์ระดับความสามารถของนักเรียน

ความสามารถของนักเรียนอาจมีความแตกต่างกัน จึงควรจัดระดับความสามารถของนักเรียน เป็นด้านเนื้อหาในกิจกรรมการเรียนรู้ และความสามารถอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เป็นต้น

2. การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้

กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้หรือวัตถุประสงค์ให้ตรงกับระดับความสามารถของนักเรียน โดยจุดประสงค์การเรียนรู้ที่มีความเป็นไปได้ว่านักเรียนทุกคนจะบรรลุผลตามที่กำหนด เนื่องจาก ครูผู้สอนใช้วิธีการจัดระดับความยากหรือความซับซ้อนแตกต่างกันไป แต่ยังคงไว้ซึ่งเป้าหมาย ที่เป็นผลลัพธ์ของการเรียนรู้

3. การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้

ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ที่เหมาะสมกับนักเรียน ที่มีความสามารถแตกต่างกัน โดยอาจออกแบบ ให้นักเรียนความสามารถสูงกว่าได้ช่วยเหลือนักเรียนที่มีความสามารถต่ำกว่าซึ่งจะเป็นการส่งเสริมการมีน้ำใจต่อบุคคลอื่นอีกด้วย หรืออาจจะออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีความซับซ้อนแตกต่างกันในกรณีที่ให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้เป็นรายบุคคล

4. การออกแบบหรือคัดเลือกสื่อการเรียนรู้

การออกแบบหรือคัดเลือกสื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับระดับความสามารถในการเรียนรู้ ของนักเรียน สื่อการเรียนรู้ที่ดี คือ สื่อการเรียนรู้ที่ตรงกับความรู้และประสบการณ์ที่มี

อยู่ของนักเรียน จึงจะเป็นการเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่กับความรู้ใหม่ได้อย่างลงตัว และเกิดเป็นความรู้ใหม่ได้อย่างแท้จริง ด้วยความรวดเร็ว

5. การออกแบบ การวัด/ประเมินผล

การออกแบบและประเมินผลการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาการเรียนรู้ การวัดผล และประเมินผลใช้สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบปรับเหมาะ (Adaptive Learning) เป็นการประเมินผลตามสภาพจริง และแปรผันไปตามระดับความสามารถของนักเรียน ใช้การประเมินผลเป็นสิ่งที่เร้าและกระตุ้นศักยภาพของนักเรียน โดยนักเรียนที่มีระดับความสามารถสูงอาจใช้เกณฑ์การประเมินที่มีความท้าทายมากกว่านักเรียนที่มีระดับความสามารถต่ำกว่า อย่างไรก็ตาม นักเรียนที่มีความสามารถต่ำกว่า ยังคงต้องกำหนดการใช้เกณฑ์การประเมินที่มีความท้าทายในระดับที่เหมาะสมกับนักเรียนเช่นกัน ทั้งนี้การประเมินผลนี้ ไม่เน้นการประเมินเพื่อตัดสินความสามารถ และไม่เน้นการแข่งขัน แต่จะมุ่งเน้นกระบวนการเรียนรู้ (Learning process) การตรวจสอบความก้าวหน้าในการเรียนรู้ (Learning progress) และผลผลิตของการเรียนรู้ (Learning product) ดังนั้น ครูผู้สอนจึงสามารถประเมินผลการเรียนรู้ แล้วนำผลการประเมินไปพัฒนานักเรียนในด้านที่ต้องการ

3.4 บทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ (Adaptive Learning)

ครูผู้สอนมีบทบาทในการจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ (Adaptive Learning) สำหรับนักเรียน (วิชย วงษ์ใหญ่ และ มารุต พัฒนผล, 2560) ดังนี้

1. ครูผู้สอนเป็นผู้กระตุ้นนักเรียน ให้มีความเชื่อมั่นในตนเองและใช้ความสามารถปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้อย่างเต็มที่ โดยที่ไม่ต้องคำนึงว่า ความสามารถของนักเรียนอยู่ในระดับใด

2. ครูผู้สอนควรส่งเสริมให้นักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันปฏิบัติกิจกรรมด้วยกัน เพื่อให้นักเรียนที่มีความสามารถในระดับต่ำกว่าได้เรียนรู้จากนักเรียนที่มีความสามารถในระดับที่สูงกว่า โดยบรรยากาศในการเรียนรู้จะเป็นไปอย่างลงตัว เป็นธรรมชาติ

3. ครูผู้สอนควรติดตามความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของนักเรียน โดยการประเมินตามสภาพจริง ใช้การสังเกตพฤติกรรมและการตรวจผลงานนักเรียน การให้ข้อมูลย้อนกลับ จะทำให้นักเรียนได้รู้ความก้าวหน้าทางการเรียนรู้และระดับความสามารถของนักเรียนเอง

4. ครูผู้สอนควรให้การเสริมแรงเชิงบวก ให้กับนักเรียนที่มีระดับความสามารถสูง โดยพิจารณาจากพัฒนาการ ความก้าวหน้าในการเรียนรู้ ครูผู้สอนเสริมแรงด้านกระบวนการเรียนรู้และคุณลักษณะอันพึงประสงค์แก่นักเรียน

สรุปได้ว่า การเรียนรู้แบบปรับเหมาะ (Adaptive Learning) เป็นประโยชน์มากกับครู ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ตรงกับความต้องการและความสามารถของนักเรียนแต่ละบุคคล ด้วยการออกแบบการเรียนรู้ วางแผนและดำเนินการจัดกิจกรรม จากนั้นประเมินผลการเรียนรู้ โดยไม่เน้นการตัดสินผลการเรียนรู้ แต่เน้นที่พัฒนาการ ความก้าวหน้าของนักเรียนเป็นสำคัญ และจาก เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ หลักการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ (Adaptive Learning) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ครูผู้สอนใช้ในการพัฒนานักเรียน โดย ออกแบบการสอน ให้เหมาะกับระดับความสามารถของนักเรียนที่มีความแตกต่างกัน เหมาะสำหรับการสอนและ ประเมินผลการสอนเป็นรายบุคคล รวมไปถึงการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน บกพร่องทางการเรียนรู้ ซึ่งมีลักษณะเฉพาะ หากครูผู้สอนให้ความสนใจใกล้ชิด ใช้กลยุทธ์การสอน ในการกระตุ้นการเรียนรู้และสร้างความมั่นใจให้กับนักเรียนมากยิ่งขึ้น

4. เอกสารและงานวิจัยแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

4.1 ความหมายแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่อง (Diagnostic Test)

โชติ เพชรชื่น (2554) สรุปความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่า แบบทดสอบ วินิจฉัย คือแบบทดสอบที่ใช้สำหรับวัดและประเมิน จุดเด่นและจุดด้อยของนักเรียนในด้านการ เรียน ค้นหาและอธิบายสาเหตุของความบกพร่องหรือจุดด้อยของนักเรียนแต่ละคน

วิดา ช่อนขำ (2551) กล่าวถึงความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยว่า คือ แบบทดสอบที่ใช้ค้นหาข้อบกพร่องในการเรียน ของนักเรียน แต่ละเรื่องย่อย เพื่อจะได้แก้ไข ข้อบกพร่องนั้นตรงกับจุดบกพร่องและยังเป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอนของครู

บุญชม ศรีสะอาด (2553) อธิบายความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยว่า เป็น แบบทดสอบสำหรับการค้นหาข้อบกพร่องหรือจุดที่เป็นอุปสรรคในการเรียน ของนักเรียน เพื่อเป็น การแก้ไขจุดบกพร่องนั้น ส่งผลให้นักเรียนมีทักษะความรู้เพิ่มขึ้นและเรียนทันเท่าเทียมเพื่อนในชั้น เรียน

พรเพชร พิศคำ (2560) สรุปความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัย ไว้ว่า เป็น แบบทดสอบที่สร้างขึ้น สำหรับค้นหาจุดด้อยหรือจุดอ่อนหรือข้อบกพร่องหรือของนักเรียน และหา สาเหตุว่านักเรียนมีผลการเรียนต่ำ เนื่องจากสาเหตุใด เพื่อเป็นแนวทางในการจัดหาวิธีการ สอนที่ตรงกับจุดที่บกพร่องและเป็นการช่วยปรับปรุงการเรียน เพิ่มความรู้ให้นักเรียนอีกด้วย

สมนึก ภัททิยธนี (2562) กล่าวว่า แบบทดสอบวินิจัย หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้ในการค้นหาจุดอ่อนหรือจุดบกพร่องในการเรียนของนักเรียน หลังจากเสร็จสิ้นการเรียนการสอน มีการทดสอบนักเรียน ผลที่ได้จากการทดสอบ จะทำให้รู้ว่าจุดบกพร่องหรือจุดอ่อนของนักเรียนคนใดเป็นอย่างไร รวบรวมเป็นข้อมูลที่น่าไปใช้ในการแก้ปัญหา โดยจัดการสอนซ่อมเสริมในจุดที่บกพร่องนั้น

Thronldike and Hagen (1969) กล่าวว่า แบบทดสอบวินิจัย คือ แบบทดสอบที่รวบรวมปัญหาและสาเหตุของความบกพร่องที่พบในการเรียนรายวิชาต่าง ๆ เพื่อค้นหาวิธีการแก้ปัญหา เช่น การสอนซ่อมเสริม ซึ่งวิธีนี้จะช่วยให้ผลการเรียนของนักเรียนเพิ่มสูงขึ้น

Brown (1970) กล่าวถึงความหมายของแบบทดสอบวินิจัยว่า เป็นแบบทดสอบที่ใช้ในการค้นหาข้อบกพร่องในการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยใช้การสอนซ่อมเสริมและแนะแนวนักเรียน ซึ่งสามารถนำจุดอ่อนที่พบจากการทำแบบทดสอบวินิจัยนี้ เป็นข้อมูลสำหรับครู

ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า แบบทดสอบวินิจัย คือ แบบทดสอบที่สร้างสำหรับการค้นหาข้อบกพร่องของนักเรียน ภายหลังจากการเรียนรู้เนื้อหา/บทเรียนมาแล้ว ผลจากการทำแบบทดสอบนั้น จะทำให้ครูผู้สอนเข้าใจนักเรียนว่าคนใดบกพร่องจุดใด และควรปรับปรุงแก้ไขต่อไป ผลจากการวินิจัย เป็นประโยชน์สำหรับครู ใช้เป็นข้อมูลสำคัญในการพัฒนานักเรียน สามารถวางแผนออกแบบวิธีการสอนได้ตรงกับจุดที่ต้องได้รับการปรับปรุงอย่างแท้จริง

4.2 ลักษณะและประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจัย

สุริยาพร อุดุลย์พงศ์ไพศาล (2552) สรุปลักษณะและประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจัย ได้ดังนี้

1. ใช้เพื่อการค้นหาสาเหตุของความบกพร่องทางการเรียน และปัญหาที่พบ
2. เป็นแบบทดสอบที่ใช้ทดสอบในการเรียนการสอน
3. เนื้อหาที่ใช้ในการทดสอบ ควรสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรและจุดประสงค์ของการสอน
4. ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ของแบบทดสอบ มีความสำคัญมาก
5. เป็นแบบทดสอบที่มีจำนวนข้อ ค่อนข้างมาก
6. เป็นแบบทดสอบที่มีคำถามค่อนข้างง่าย โดยมีระดับความยากง่าย 0.65 ขึ้นไป
7. เป็นแบบทดสอบที่ไม่จำกัดเวลาในการทำ

8. เป็นแบบทดสอบที่ไม่เน้นการใช้เกณฑ์ปกติ (Norm)

พร้อมพรรณ อุดมสิน (2544) กล่าวว่า ประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัย ดังนี้

1. ประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยสำหรับผู้สอน

1.1 เป็นแนวทางในการปรับปรุงการสอน เพื่อจะได้รู้ว่านักเรียนยังมีข้อบกพร่องอยู่ เนื่องจาก เนื้อหาใด ซึ่งบางเรื่อง นักเรียนต้องมีความรู้พื้นฐานมาก่อน หากครูยังไม่แก้ไขข้อบกพร่อง อาจส่งผลต่อการเรียนเนื้อหาต่อไป ไม่ประสบความสำเร็จ

1.2 เป็นข้อมูลในการเตรียมเนื้อหา เรื่องที่จะสอน ได้ตรงกับจุดบกพร่องของนักเรียน โดยใช้เทคนิคได้อย่างเหมาะสมกับเนื้อหา เนื่องจากแต่ละเรื่อง มีระดับความยากง่ายไม่เท่ากัน หากมีข้อมูลว่า เนื้อหาในเรื่องใด เป็นปัญหากับนักเรียนค่อนข้างมากหรือในระดับสูง ครูผู้สอนจะได้รับปรับปรุงแก้ไขเนื้อหานั้น ๆ โดยเร็วที่สุด และเลือกวิธีการสอนที่เหมาะสมต่อไป

1.3 ประหยัดเวลา และลดภาระงานของครู เนื่องจากผลจากการวินิจฉัย ทำให้สอนตรงแค่เพียงจุดที่บกพร่อง ทำให้มีเวลาสอนซ่อมเสริมเป็นรายบุคคลมากขึ้น

2. ประโยชน์สำหรับนักเรียน

2.1 ผลจากการทำแบบทดสอบวินิจฉัยนี้ นักเรียนจะสามารถประเมินตนเองได้ว่า ต้องปรับข้อบกพร่องใด จุดประสงค์ข้อไหน ทำให้นักเรียนรู้ระดับความสามารถของนักเรียนเอง

2.2 ผลจากการทดสอบวินิจฉัยการเรียน จะช่วยในการตัดสินใจว่าตนเองมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหานั้นหรือไม่ และพร้อมที่จะเรียนหรือไม่

2.3 ผลจากการทำแบบทดสอบวินิจฉัยจะเป็นแรงจูงใจในการเรียน สำหรับนักเรียนซึ่งจะเป็นการกระตุ้นความสนใจ เตรียมความพร้อมในการเรียน เนื่องจากทราบว่าหากเรียนจบแล้ว จะมีการทดสอบ ดังนั้น นักเรียนจึงกลัวความล้มเหลวจากการสอบ ส่งผลให้สนใจการเรียนมากขึ้น

สุมพร สุ่มมาตย์ (2562) กล่าวว่า การเรียนการสอน ที่มีการประเมินข้อบกพร่องในการเรียนการสอนและจัดสอนซ่อมเสริม ได้ตรงกับจุดบกพร่อง เป็นการช่วยเพิ่มคุณภาพในการจัดการเรียนการสอน มากกว่าปกติถึงสองเท่า เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินนั้นคือ แบบทดสอบวินิจฉัย (Diagnostic test) ซึ่งสามารถวิเคราะห์ จุดอ่อนหรือจุดบกพร่องได้มากกว่าแบบทดสอบประเภทอื่น จึงกล่าวได้ว่าผลการทดสอบนี้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยเมื่อพบสาเหตุ จุดอ่อนด้านการเรียน อุปสรรคในการเรียน จึงจัดกระบวนการเรียนรู้ที่จำเป็นต่อนักเรียน นำไปสู่การพัฒนานักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Haberstroh and Schulte-Körne (2019) ศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลพบผลที่สอดคล้องกันจากหน่วยงานต่าง ๆ สรุปได้ว่า การวินิจฉัยความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ (dyscalculia) ควรดำเนินการเมื่อพบปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ย ประกอบกับข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากประวัติบุคคล ผลการทดสอบ การตรวจทางการแพทย์ การประเมินทางจิตสังคมเพิ่มเติม การเข้าแทรกแซงและช่วยเหลืออาการนี้ ควรจัดการฝึกอบรมเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่เฉพาะเจาะจง เน้นส่วนที่บกพร่องให้เกิดการพัฒนาให้ได้ผลที่ดีที่สุด และยังคงต้องคงมีการเข้าแทรกแซงและช่วยเหลืออย่างดีที่สุด และมีการทดสอบและเข้าโปรแกรมการเรียนรู้ที่เหมาะสม

4.3 การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย

Thorndike and Hagen (1969) เสนอขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย ดังนี้

1. วิเคราะห์เนื้อหาวิชาที่จะทดสอบ
2. เขียนแบบทดสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์
3. ปรับปรุงแบบทดสอบเพื่อให้สามารถค้นหาข้อบกพร่องได้

โชติ เพชรชื่น (2544) กล่าวถึง การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. วิเคราะห์ทักษะ องค์ประกอบย่อย
2. วางแผน เขียนลักษณะเฉพาะของแบบทดสอบ และจุดประสงค์การทดสอบ
3. เขียนคำถามในแบบทดสอบ ที่จะวัดทักษะย่อยหรือวัดความสามารถให้ตรงกับจุดประสงค์และเนื้อหา

4. นำแบบทดสอบไปทดลองใช้ และปรับปรุง
5. นำแบบทดสอบมาหาคุณภาพ
6. กำหนดเกณฑ์การผ่านจุดประสงค์
7. จัดทำคู่มือการใช้แบบทดสอบ

สวณีย์ สุรรัชต์ดิษฐ์ (2549) กล่าวถึง การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่า ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยนั้นจะแบ่งออกเป็นแบบทดสอบย่อย ๆ และประกอบด้วยข้อสอบจำนวนมาก ดังนั้น ในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยผู้ทรงจะต้องมีการวางแผนในการสร้างแบบทดสอบ มีการศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตร กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแล้วสร้างเป็นตารางวิเคราะห์ข้อสอบ จากนั้นสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจะต้องสร้างเป็นแบบทดสอบชุดย่อย ๆ ตามเนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้กำหนดจากจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยสร้างข้อสอบจำนวน 3 ข้อต่อ 1 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และคำตอบที่นักเรียนตอบต้องถามารอบถึงสาเหตุ

ความบกพร่องของนักเรียนแต่ละคนได้ ซึ่งคำตอบนั้น เกิดจากการสำรวจและรวบรวมข้อบกพร่องทางการเรียนรู้ จากการทดสอบโดยใช้แบบทดสอบเพื่อสำรวจว่า คะแนนจากแบบทดสอบย่อย จะต้องกำหนดแนวทางการให้คะแนนที่เหมาะสมเพื่อให้สามารถจัดหาวิธีสอนซ่อมเสริมได้ตรงจุด เมื่อสร้างแบบทดสอบแต่ละชุดเสร็จต้องมีการนำแบบทดสอบไปตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ ความตรงเชิงเนื้อหา ความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยง จากนั้นเขียนคู่มือการใช้ชุดแบบทดสอบ เพื่อประกอบการนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ญาณัจฉรา สุตแท้ (2551) กล่าวสรุปเทคนิคการสร้างแบบทดสอบวินิจัย ดังนี้

1. วางแผนการสร้าง กำหนดจุดมุ่งหมายการสร้างแบบทดสอบวินิจัย
2. วิเคราะห์เนื้อหา โดย แบ่งเป็นเนื้อหาย่อย ๆ และกำหนด จุดประสงค์
3. ดำเนินการสร้างแบบทดสอบ โดยต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์พฤติกรรม
4. วิเคราะห์ข้อบกพร่องของนักเรียน จากคำตอบแต่ละข้อ
5. ทดลองใช้แบบทดสอบและปรับปรุง ตามขั้นตอนการหาคุณภาพแบบทดสอบ

อุบล มีสีมมา (2551) สรุปขั้นตอน การสร้างแบบทดสอบวินิจัย ดังนี้

1. วางแผนการสร้างแบบทดสอบและสร้างแบบทดสอบวินิจัย
2. วิเคราะห์เนื้อหาโดยละเอียด จากนั้น แบ่งเป็นฉบับย่อย ๆ
3. กำหนดลักษณะและจุดประสงค์ของแบบทดสอบ
4. ออกแบบทดสอบเพื่อสำรวจแล้วทดสอบกับนักเรียน
5. ออกแบบทดสอบวินิจัย จากผลการสอบ ด้วยแบบทดสอบเพื่อสำรวจ
6. ทดสอบนักเรียนและวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบ
7. จัดพิมพ์แบบทดสอบและคู่มือดำเนินการสอบ

สุริยพร อดุลย์พงศ์ไพศาล (2552) กล่าวถึง การสร้างแบบทดสอบวินิจัย ดังนี้

1. กำหนดความมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบวินิจัย
2. วิเคราะห์เนื้อหาที่ต้องการทดสอบ
3. ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสม
4. สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจ แล้วนำไปทดสอบนักเรียน
5. สร้างแบบทดสอบวินิจัย โดยใช้คำตอบที่ผิด จากการทดสอบเพื่อสำรวจมา

สร้างเป็นตัวลงในแบบทดสอบ

6. วิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบและนำไปปรับปรุงแก้ไข
7. เขียนคู่มือการใช้แบบทดสอบวินิจัย

8. จัดพิมพ์เป็นรูปเล่ม

ศราวุธ รัตน์ะ (2562) สรุปการดำเนินการสร้างแบบทดสอบวินิจัย ด้วยการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน ชั้น ป.4 ไว้ดังนี้

1. การสร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจเป็นแบบชนิดเติมคำแสดงวิธีคิดและอธิบายเหตุผล เพื่อค้นหาความบกพร่องของนักเรียนและนำคำตอบผิดไปใช้สร้างตัวลวงของแบบทดสอบวินิจัย

2. สร้างแบบทดสอบวินิจัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จากข้อบกพร่องที่พบจากการทดสอบเพื่อสำรวจข้อบกพร่อง นำแบบทดสอบวินิจัยไปทดลองใช้ วิเคราะห์ข้อสอบ แล้วปรับปรุงข้อสอบ

3. ทดลองใช้แบบทดสอบวินิจัย เพื่อวิเคราะห์ข้อสอบ หาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเที่ยง

4. นำแบบทดสอบวินิจัย ที่คัดเลือกและปรับปรุงแล้ว ไปทดสอบวินิจัย วิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบ

จากขั้นตอนการแบบทดสอบวินิจัยที่มีผู้เสนอแนะไว้ สรุปเป็นขั้นตอน ดังนี้

1. วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้และสาระสำคัญ
2. กำหนดจุดประสงค์ ให้ครอบคลุมและสอดคล้องกับเนื้อหา
3. สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจข้อบกพร่องแบบอัตโนมัติ
4. ทดสอบนักเรียนเพื่อค้นหาความบกพร่อง ใช้สร้างตัวเลือกและตัวลวงจากคำตอบที่ผิดในแบบทดสอบวินิจัย
5. สร้างแบบทดสอบวินิจัย โดยใช้คำถามจากแบบทดสอบเพื่อสำรวจและสร้างตัวเลือกจากคำตอบที่รวบรวมจากการตอบผิดของนักเรียน
6. ทดสอบนักเรียน เพื่อค้นหาข้อบกพร่อง แล้วนำผลมาวิเคราะห์ ปรับปรุงและหาคุณภาพแบบทดสอบ
7. วิเคราะห์ วินิจัยข้อบกพร่องของนักเรียน
8. จัดพิมพ์แบบทดสอบวินิจัยข้อบกพร่องและคู่มือการดำเนินการทดสอบ

4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนรู้ คณิตศาสตร์

เอกพล แสนโคตร (2556) พัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่อง เรื่อง สมการ และอสมการของนักเรียนระดับชั้น ป.6 ดำเนินการสร้างแบบทดสอบด้วยการสร้างแบบสำรวจ ที่ให้แสดงวิธีทำ และเติมคำตอบ พร้อมทั้งให้เหตุผล เพื่อค้นหาข้อบกพร่องจากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนในข้อที่ตอบผิด หลังจากนั้นนำไปสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย แบบเลือกตอบ สร้างตัวเลือกและตัวลวงจากคำตอบที่นักเรียนส่วนใหญ่ตอบผิด แล้วจึงนำไปทดสอบกับนักเรียน ผลการศึกษาพบว่า แบบทดสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 1 มีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 – 0.46 มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.78 และมีคะแนนจุดตัดเท่ากับ 10 คะแนน แบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 2 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.22 – 0.58 มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.87 และมีคะแนนจุดตัดเท่ากับ 13 คะแนน แบบทดสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 3 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.29 – 0.74 มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.94 และมีคะแนนจุดตัดเท่ากับ 14 คะแนน และค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวินิจฉัย ทั้ง 3 ฉบับ พบว่ามีค่าเท่ากับ 1.00 ทุกข้อ

สุดสวาท หน่อแก้ว (2556) ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย เรื่อง การดำเนินการของจำนวน สำหรับนักเรียนระดับชั้น ป.5 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาสาเหตุและข้อบกพร่องของนักเรียน สร้างแบบทดสอบจำนวน 3 ฉบับ ได้แก่ ฉบับที่ 1 เรื่องความเข้าใจพื้นฐาน ฉบับที่ 2 การดำเนินการ และฉบับที่ 3 การนำไปใช้ ผลการศึกษาพบว่า แบบทดสอบวินิจฉัย มีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.60 – 1.00 ค่าความยาก ตั้งแต่ 0.68 – 0.78 ค่าอำนาจจำแนก มีค่าตั้งแต่ 0.42 – 0.87 และ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 3 ฉบับ คือ 0.86, 0.89 และ 0.90 ตามลำดับ ข้อบกพร่องที่พบ คือ แสดงวิธีทำผิด การสร้างโจทย์ปัญหาหาคะคนผิด การหารไม่ครบหลัก

อารีรัตน์ แสงดาว (2557) พัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน ชั้น ป.6 และสร้างคู่มือการใช้แบบทดสอบวินิจฉัย โดยขั้นตอนการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหา คือ สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ สร้างแบบทดสอบแบบอัตนัย เพื่อสำรวจข้อบกพร่อง จากนั้น นำไปให้นักเรียนทดสอบ แล้วจึงสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่อง แล้วตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาปรับปรุง นำแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ผลการศึกษาวิจัย สรุปได้ว่า แบบทดสอบวินิจฉัย พร้อมคู่มือการใช้สามารถนำไปใช้วินิจฉัยข้อบกพร่องของนักเรียนได้

จุฑารัตน์ ขาวสุก (2558) พัฒนาแบบสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง พหุนาม ของนักเรียนระดับชั้น ม.1 โรงเรียนเสนา “เสนาประสิทธิ์” จำนวน 231 คน มีขั้นตอน คือ พัฒนาแบบสอบเพื่อสำรวจจุดบกพร่องทางการเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบ อัตนัย จากนั้นนำมาสร้างเป็นแบบสอบวินิจฉัย โดยนำคำตอบที่นักเรียนตอบผิดในแบบสอบเพื่อ สำรวจ มาสร้างเป็นตัวลอง จึงได้แบบสอบวินิจฉัย 3 ฉบับ ได้แก่ ฉบับที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ พหุนาม ฉบับที่ 2 การบวกและลบพหุนาม และฉบับที่ 3 การคูณและหารพหุนาม ผลการวิจัย พบว่า แบบสอบวินิจฉัย 3 ฉบับ มีค่าความตรงเชิงเนื้อหาและมีคุณภาพ จุดบกพร่องของนักเรียน ในการเรียน เรื่อง พหุนาม ที่พบมากที่สุด คือ นักเรียนดูดีกรีตัวน้อยที่สุดเป็นจำนวนพจน์ของพหุ นาม นักเรียนหารสัมประสิทธิ์ผิด และนักเรียนบวกตัวเลขผิด ตามลำดับ

พัชรา บุญหาร (2559) ศึกษาวิจัย เรื่อง การวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียน คณิตศาสตร์ เรื่อง สมบัติของเลขยกกำลัง ของนักเรียนระดับชั้น ม.2 โรงเรียนมัธยมศึกษากลุ่ม ทหารวดี จังหวัดปราจีนบุรี โดยเปรียบเทียบข้อบกพร่องจากการเรียนและทำแบบทดสอบ เรื่อง สมบัติของเลขยกกำลังของนักเรียนระดับชั้น ม.2 สรุปค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.84 ผลการทดสอบ สรุปว่า นักเรียนหญิงกับชาย พบข้อบกพร่องทางการเรียนแตกต่างกัน

พิมณภาภรณ์ คำดี (2560) ศึกษาวิจัย เรื่อง การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชา คณิตศาสตร์ แบบเลือกตอบสามระดับ สำหรับนักเรียนระดับชั้น ป.3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษาประถมศึกษาอุทัยธานี เขต 2 โดย แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนที่สร้าง ขึ้น คือ เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการวัดความยาว การชั่ง การตวง เงินและเวลา จำนวน 1 ฉบับ 50 ข้อ รูปแบบของแบบทดสอบเป็นแบบเลือกตอบสามระดับ ระดับที่หนึ่ง คือ ระดับเนื้อหา ระดับ ที่สอง คือ ระดับเหตุผล และระดับที่สามคือ ระดับความมั่นใจ สรุปข้อบกพร่องทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการวัด ได้ว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถวิเคราะห์หรือ ตีความจากโจทย์ได้

นิรุช จอมพุก (2560) ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียน คณิตศาสตร์ สารที่ 4 พีชคณิต สำหรับนักเรียนระดับชั้น ป.6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษาลพบุรี เขต 2 และจัดทำคู่มือการใช้แบบทดสอบ ผลการวิจัย พบว่า แบบทดสอบ วินิจฉัยข้อบกพร่องที่สร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบที่มีคุณภาพและสามารถนำไปใช้วินิจฉัย ข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ คู่มือการใช้แบบทดสอบวินิจฉัย มี การกำหนดสาระสำคัญที่ครบถ้วน อ่านเข้าใจง่าย และสามารถใช้เป็นแนวทางในการนำ แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องที่สร้างขึ้นไปใช้ได้

ภัทริกา อาจุลฟ้า (2561) ศึกษาวิจัยการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนระดับชั้น ป.5 ผลการวิจัยทำให้ได้แบบทดสอบจุดบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ปรนัย) จำนวน 5 ฉบับ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.80 – 1.00 ตัวถูก มีค่าความยากตั้งแต่ 0.50 - 0.76 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.36 - 0.93 ตัวลวง มีค่าความยาก 0.05 - 0.29 ค่าอำนาจจำแนก 0.08 - 0.82 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับมีค่า 0.90, 0.92, 0.89, 0.92 ตามลำดับ ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง มีค่าตั้งแต่ 21.15 ถึง 31.92 จุดบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มากที่สุด คือ การดำเนินการของจำนวน รองลงมาคือ การคำนวณโดยการใช้สูตร การแปลความหมายของโจทย์ และความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหา ตามลำดับ

ไพจิตร ภิรม (2561) ศึกษาวิจัยการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ สำหรับนักเรียนระดับชั้น ป.6 พบว่า แบบทดสอบ ด้านความรู้ ความเข้าใจ มีค่าความยาก มีค่าตั้งแต่ 0.45 - 0.73 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.50 - 0.72 และค่าความเที่ยงมีค่าตั้งแต่ 0.82 - 0.87 แบบทดสอบด้านทักษะการคิดคำนวณ มีค่าความยาก มีค่าตั้งแต่ 0.46 - 0.74 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.50 - 0.74 และค่าความเที่ยงมีค่าตั้งแต่ 0.82 - 0.88 สรุปได้ว่าเป็นแบบทดสอบวินิจฉัยที่มีคุณภาพ ผลการวินิจฉัยข้อบกพร่อง พบว่า ด้านที่พบข้อบกพร่องมากที่สุด คือ ด้านความรู้ความเข้าใจ ซึ่งนักเรียนไม่เข้าใจสิ่งที่โจทย์ถาม การสลับตำแหน่งของตัวเลขในการคำนวณ และการเทียบบัญญัติไตรยางศ์ ส่วนด้านทักษะการคิดคำนวณข้อบกพร่องคือ นักเรียน เขียนตัวเลขไม่ถูกต้อง ลืมตัวทด และท่องสูตรคูณไม่ถูกต้อง

Ismail (1995) พัฒนาแบบทดสอบเพื่อแก้ปัญหาและวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยทดสอบกับนักเรียนระดับชั้น ป.6 ในประเทศมาเลเซีย ผลปรากฏว่า แบบทดสอบมีอำนาจจำแนกดีและมีค่าความเชื่อมั่นสูง แต่ข้อคำถามมีความยากเกินไปสำหรับนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มเรียนอ่อน ผลจากการวินิจฉัยข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนจะถูกนำไปปรับใช้ ในการวินิจฉัยนักเรียน ในโรงเรียนที่มีขนาดใหญ่และเป็นประโยชน์กับครูผู้สอน ในการนำแบบทดสอบวินิจฉัยนี้ ไปประเมินความสามารถของนักเรียนได้

Reysa (1996) ศึกษาวิจัยเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพการคิดคำนวณคณิตศาสตร์ เรื่องการบวก และการลบ ของนักเรียนชาย แบ่งเป็น 4 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่ม 1 สมาธิสั้น (ADHD) 17 คน กลุ่ม 2 บกพร่องทางการเรียนรู้ (LD) 11 คน กลุ่ม 3 ทั้งสมาธิสั้นและบกพร่องทางการเรียนรู้ (ADHD/LD) 16 คน และกลุ่ม 4 นักเรียนชายปกติ (NC) 15 คน วิเคราะห์ข้อผิดพลาดจากการทดสอบการวินิจฉัยทางคณิตศาสตร์ (the Diagnostic Test of Arithmetic

Strategies หรือ DTAS) ผลการศึกษาพบข้อผิดพลาด ได้แก่ ผิดเพราะพลังแฝง สะเพร่า, ใช้วิธีหาคำตอบที่ผิดและตอบผิด และทั้ง 4 กลุ่ม มีความแตกต่างกันในรูปแบบการคำนวณที่ผิด โดยพบว่านักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ จะผิดพลาดเรื่อง วิธีคำนวณและการหาคำตอบผิด มากกว่ากลุ่มอื่น ๆ และสาเหตุส่วนใหญ่ของความผิดพลาดนั้นเกิดจากการพลังแฝง

จากการศึกษาวิจัยที่กล่าวถึง การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า แบบทดสอบวินิจฉัย สร้างขึ้นเพื่อใช้หาจุดอ่อนของนักเรียนด้านการเรียน เพื่อใช้ปรับการสอน และซ่อมเสริมให้นักเรียนได้ตรงกับจุดที่บกพร่อง โดยมีลักษณะเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย เลือกตอบ ซึ่งมีการสร้างที่เป็นขั้นตอนชัดเจน ต้องให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ ในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องนี้ตามขั้นตอน เพื่อใช้ในการวินิจฉัยข้อบกพร่องด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์สำหรับครูผู้สอน ที่จะทราบข้อมูลความบกพร่องในการเรียน วางแผน ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องให้กับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ได้ตรงกับความบกพร่องที่พบ

5. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ โดยใช้กลยุทธ์รูปธรรมนำไปสู่นามธรรม (Concrete-Representational-Abstract : CRA)

5.1 ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กลยุทธ์รูปธรรมนำไปสู่นามธรรม (CRA)

กลยุทธ์รูปธรรมนำไปสู่นามธรรม หรือ Concrete – Representational – Abstract (CRA) เป็นลำดับการสอนที่เชื่อมโยงถึงกันซึ่งแต่ละลำดับขั้นตอนจะเกี่ยวข้องกับลำดับขั้นตอนก่อนหน้านี้ การเชื่อมโยงที่ชัดเจนระหว่างลำดับขั้นตอนต่าง ๆ มีความสำคัญเพื่อให้ นักเรียนได้เรียนรู้ทักษะที่ตรงเป้าหมายและเข้าใจความคิดรวบยอด (Witzel, Riccomini & Schneider.2008) เป็นการช่วยในการปรับความคิด ความเข้าใจ จากรูปธรรม เป็นการคิดเป็นภาพ นำไปสู่การแก้ปัญหาในรูปแบบนามธรรม (Miller & Mercer, 1993) เหมาะกับการสอนกับนักเรียนแบบรวมกลุ่มขนาดเล็กและแบบรายบุคคล (Bryant et al., 2008; Sealander et al., 2012; Witzel, 2005)

จรีลักษณ์ รัตนพันธ์ (2559) กล่าวถึงกลยุทธ์แบบรูปธรรมนำไปสู่นามธรรม (Concrete Representational Abstract: CRA) เป็นกลยุทธ์การสอนคณิตศาสตร์ที่สอนให้นักเรียนที่มีความต้องการพิเศษ เกิดความคิดรวบยอดจากการสอนจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมสู่นามธรรม ซึ่งหมายถึงการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยขั้นตอนการสอน (The Access Center, 2555) 1) รูปธรรม (Concrete) คือ ขั้นตอนการสอนความคิดรวบยอดโดยใช้ตัวแบบที่เป็นรูปธรรม สื่อสามมิติ เช่น แท่งไม้ ก้อนหินสีต่าง ๆ บล็อก ลูกบาศก์ 2) การเป็นตัวแทน (Representational) คือ ขั้นตอนการสอน ให้เปลี่ยนจาก การเข้าใจเนื้อหาการเรียนจากสื่อการเรียนรู้อยู่ที่เป็นรูปธรรมมาเป็นถึงรูปธรรม โดยการวาดภาพ วาดวงกลมหรือจุดเพื่อใช้สำหรับการนับ และ 3) นามธรรม (Abstract) คือ ขั้นตอนการสอนโดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงจำนวนของรูปภาพ จุดหรือวงกลม และมีการใช้เครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ เช่น + เพื่อแสดงการบวก, - เพื่อแสดงการลบ, $\times$ เพื่อแสดงการคูณ, $\div$ เพื่อแสดงการหาร เป็นต้น

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน พบว่ามีปัญหาจากการทำความเข้าใจเนื้อหาหรือความคิดรวบยอดที่ไม่เคยเรียนมาก่อน นักเรียนจำเป็นต้องการคำแนะนำและการสอนเสริมเพื่อเพิ่มความชัดเจนในความคิดรวบยอดนั้น (Witzel, Riccomini & Schneider, 2008) งานวิจัย ที่นักเรียนได้รับการสอนโดยใช้กลยุทธ์ CRA จะสามารถสรุปและยังจดจำความรู้ที่เคยเรียนรู้ในช่วงระยะเวลาการร่วมกิจกรรมได้ดี (Witzel, 2005; Bryant et al., 2008; Sealander et al., 2012) CRA เป็นสิ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการแก้ปัญหาทีละขั้นตอน เพื่อไปสู่การคำตอบ จากการทำความเข้าใจจากรูปธรรม จากนั้นคิดแทนด้วยภาพ แล้วจึงใช้สัญลักษณ์ แบบนามธรรม (Miller & Mercer, 1993; Strickland & Maccini, 2013) จึงเหมาะกับนักเรียนที่บกพร่องทางการเรียนรู้ ที่พบปัญหาในการเรียนคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นวิชาที่ยากและท้าทายความสามารถ ชาเทรียและเจย์ลานี (Satria & Jailani, 2019) กล่าวว่า การเลือกวิธีการที่ไม่ถูกต้องจะทำให้ประสิทธิภาพของการเรียนรู้ของนักเรียนลดลง ดังนั้นความสนใจและความต้องการของนักเรียนจึงเป็นสิ่งสำคัญในการพิจารณาเลือกใช้กิจกรรมการเรียนรู้ หากครูนำวิธีการที่ไม่น่าสนใจมาใช้ นักเรียนจะเกิดความเบื่อหน่ายและมีแนวโน้มที่จะเพิกเฉยต่อการเรียน และสุดท้ายผลลัพธ์ที่ได้ จะต่ำกว่าที่คาดหวังไว้ ซึ่งการใช้กลยุทธ์รูปธรรมนำไปสู่นามธรรมนั้น จะช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างเป็นระบบและชัดเจน สามขั้นตอน) รูปธรรม 2) การเป็นตัวแทน และ 3) นามธรรม

การนำกลยุทธ์การสอนแบบ CRA จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการพัฒนานักเรียนผ่านหลักสูตรที่กำหนดตามเวลาที่เหมาะสม นอกจากนี้ การใช้ CRA ในการสอน เรื่อง พีชคณิต อาจช่วยในการเปลี่ยนจากการเปลี่ยนแปลงที่เป็นรูปธรรมไปสู่รูปแบบนามธรรม ซึ่งในการเปลี่ยนแปลงนี้ ทำลายความสามารถมากสำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เป้าหมายของกลยุทธ์ CRA สำหรับนักเรียนในการแก้ปัญหาพีชคณิต ช่วงเวลาก่อนที่จะเปลี่ยนเป็นนามธรรมพบว่ามีความสัมพันธ์กับอายุของนักเรียน หากใช้กับนักเรียนที่มีอายุมากกว่า ก็จะเรียนรู้ได้รวดเร็วและใช้เวลาน้อยกว่านักเรียนที่มีอายุน้อยกว่า (Gersten et al., 2009)

5.2 ลักษณะของกลยุทธ์รูปธรรมนำไปสู่นามธรรม (CRA)

กลยุทธ์ CRA ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ตามลำดับดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 รูปธรรม (Concrete) เป็นขั้นตอนของการเรียนการสอนที่ใช้สื่อการสอนเป็นรูปธรรมใช้วัตถุสามมิติ เพื่อให้ให้นักเรียนสามารถใช้กิจวัตรเพื่อช่วยในขณะที่กำลังเรียนรู้แนวคิดใหม่ (Miller & Kaffar, 2011) การใช้กิจวัตรเพิ่มจำนวนของประสาทสัมผัสที่นักเรียนใช้ขณะเรียนรู้แนวคิดใหม่ จะช่วยเพิ่มโอกาสให้นักเรียนจำขั้นตอนกระบวนการจำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา (Witzel, 2005) สื่อวัสดุสามมิติ (Manipulatives) เป็นสิ่งที่ช่วยนักเรียนในการเรียนรู้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและ การลบจำนวน การดำเนินการกับจำนวน เศษส่วน การวัด การนับเงิน การบอกเวลา และค่าประจำหลักได้ดีมาก (Mastropieri & Scruggs, 2010) ซึ่งสื่อวัสดุสามมิตินี้ (Manipulatives) ได้แก่วัตถุที่สามารถจับต้องได้และเคลื่อนที่ได้รอบตัวสามารถใช้สอนการจัดหมวดหมู่ การทำแบบจำลอง การนับ สมการ เศษส่วน การคูณและสอนคณิตศาสตร์เรื่องอื่น ๆ เช่น บล็อก, รูปทรงเรขาคณิต, ลูกบาศก์และแท่งพลาสติก เป็นต้น จะช่วยให้นักเรียนที่ไม่สามารถตีความหมายหรือไม่สามารถแปลภาพในสมองเป็นรูปธรรมนั้นมีความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ และเกิดความคิดรวบยอด สามารถเรียนทันและ เทียบเท่ากับเพื่อนในห้องเรียน (Saracho, 2012)

Shin (2017) กล่าวว่า นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ มีความยากลำบากในการที่จะเข้าใจความคิดรวบยอดของแต่ละหัวข้อเรื่องในวิชาคณิตศาสตร์ มีหลายงานวิจัย ใช้ภาพจำลอง (visual models) ในการช่วยเหลือนักเรียนให้ใช้เครื่องมือ สื่อการสอนเพื่อช่วยในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และอธิบายเพิ่มเติมอีกว่า ควรใช้ภาพจำลอง (visual models) ซึ่งเป็นสื่อการเรียนรู้ที่ดี ประกอบการเรียนการสอนในห้องเรียน สามารถใช้เพื่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้จริง ส่งผลต่อนักเรียนกลุ่มนี้เป็นอย่างมาก

Strickland (2016) ให้นักเรียนเรียนรู้วิธีการคูณด้วยการใช้สื่อการเรียนรู้ บล็อกที่แสดงถึงจำนวนเต็ม เป็นตัวแทนเพื่อแก้ปัญหาคูณ $2 \times 5 = 10$ มีบล็อกสีเหลือง 5 อันที่ ด้านบน จะถูกคูณด้วยบล็อกสีเหลือง 2 ตัวที่ด้านข้าง ผลลัพธ์จะแสดงด้วยบล็อก 10 อัน อยู่ใน พื้นที่ของจำนวนเต็ม ที่มีการตั้งค่าด้านข้างและด้านบน (Tricia K. Strickland, 2016)

ตัวอย่าง การใช้สื่อการเรียนรู้รูปธรรม

นักเรียน 5 คน ได้แก่ Christy, Maura, Kelley, Carol และ Marisel เรียนรู้ วิธีการคูณบล็อกที่แสดงถึงจำนวนเต็มโดยใช้สื่อการเรียนรู้ เป็นตัวแทน เพื่อแก้ปัญหาคูณ $2 \times 5 = 10$ ดังในภาพ มีบล็อกสีเหลือง 5 อันที่ด้านบน จะถูกคูณด้วยบล็อกสีเหลือง 2 ตัวที่ ด้านข้างผลลัพธ์จะแสดงด้วยบล็อก 10 อัน อยู่ในพื้นที่ของจำนวนเต็ม ที่มีการตั้งค่าด้านข้างและ ด้านบน (Tricia K. Strickland, 2016)



ภาพประกอบ 2 บล็อกการคูณ

Christy, Maura, Kelley, Carol และ Marisel เรียนรู้วิธีการคูณบล็อกที่แสดง ถึงจำนวนเต็มโดยใช้สื่อการเรียนรู้ เป็นตัวแทน เพื่อแก้ปัญหาคูณ $2 \times 5 = 10$ ดังในภาพ มี บล็อกสีเหลือง 5 อันที่ด้านบน จะถูกคูณด้วยบล็อกสีเหลือง 2 ตัวที่ด้านข้าง ผลลัพธ์จะแสดงด้วย บล็อก 10 อัน อยู่ในพื้นที่ของจำนวนเต็ม ที่มีการตั้งค่าด้านข้างและด้านบน

ขั้นที่ 2 การเป็นตัวแทน (Representational) เป็นขั้นตอนของการเรียนการสอน โดยให้นักเรียนได้ใช้วิธีการวาดภาพสองมิติ แทนสิ่งที่เป็นรูปธรรมในขั้นตอนแรก เพื่อเป็นตัวแทน ของแนวคิดที่เกิดจากขั้นตอนที่เป็นรูปธรรมนั้น ซึ่งในขั้นตอนการเป็นตัวแทน จะให้นักเรียน สามารถหาเหตุผลด้วยตนเอง เกี่ยวกับลำดับการคิดทางคณิตศาสตร์ที่เป็นตรรกะและคำจำกัด ความตามที่นักเรียนเข้าใจ (Witzel, Riccomini, & Schneider, 2008) เมื่อนักเรียนพบปัญหาทาง

คณิตศาสตร์ที่ยาก นักเรียนจะสามารถสร้างภาพแทนสิ่งที่กำลังแก้ปัญหาเพื่อช่วยในการคิดหาคำตอบ (Witzel, 2005)

Singer and Voica (2012) กล่าวถึง การใช้ตัวแทน (Representing) ว่าเป็นขั้นตอนของการใช้ตัวแทนความคิด (mental model) แทนข้อมูลทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้เข้าใจข้อมูลทางคณิตศาสตร์หรือเงื่อนไขนั้นให้ชัดเจนขึ้น โดยตัวแทนทางความคิดนั้นสามารถแสดงได้ในหลายลักษณะผ่านการวาดรูปประกอบสถานการณ์ การกำหนดตัวแปรเพื่อแทนสิ่งที่ไม่ทราบค่า การเขียนกราฟคร่าว ๆ รวมถึงการแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปประโยคภาษาที่เข้าใจง่ายขึ้น

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติ (National Council of Teachers of Mathematics, 2011; อ้างถึงใน สุจิตรา บุณยรอด, 2557) ให้แนวคิดเกี่ยวกับการใช้ตัวแทน ไว้ว่า การใช้ตัวแทนมีความจำเป็นสำหรับการทำความเข้าใจแนวคิดและความสัมพันธ์ในทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน การใช้ตัวแทนช่วยให้นักเรียนสื่อได้ว่าผู้เรียนสามารถเข้าถึงประเด็นต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ การใช้ตัวแทนช่วยให้นักเรียนตระหนักถึงความเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดที่สัมพันธ์ กันและประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์เพื่อที่จะให้ปัญหานั้นเป็นรูปธรรม นอกจากนี้ ยังเป็นมีอิทธิพลต่อนักเรียนสร้างความเข้าใจปัญหาและค้นคิดหาวิธีแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ครูผู้สอนควรตระหนักถึงประเด็นนี้ และฝึกให้นักเรียนใช้การเป็นตัวแทนของสัญลักษณ์คณิตศาสตร์ คิวเวิร์ด และแล้วแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่สามารถทำได้โดยง่าย ให้นักเรียนฝึกทักษะอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง จะช่วยพัฒนาการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนให้ดีขึ้นเรื่อย ๆ (อัมพร ม้าคนอง, 2553) นอกจากนี้ยังพบงานวิจัยของสุจิตรา บุณยรอด (2557) ส่งเสริมความสามารถเรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวให้กับนักเรียน ระดับชั้น ม.2 โดยใช้ชุดกิจกรรมการใช้เป็นตัวแทน พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหามากขึ้นและพึงพอใจกับกิจกรรมนี้

ตัวอย่างการใช้ตัวแทน เพื่อสร้างความเข้าใจ เรื่อง เศษส่วน เป็นสิ่งที่นักเรียนต้องการให้ครูผู้สอนจัดกิจกรรมเสริมความเข้าใจ เช่น การแปลงเศษส่วนให้อยู่ในหลากหลายรูปแบบ เช่น อัตราส่วน การหาร หรือเศษส่วนของจำนวนเต็ม นักเรียนจำเป็นต้องเข้าใจการใช้ตัวแทนอย่างง่ายในการอธิบายเรื่อง เศษส่วน เช่น การใช้สื่อการสอนวัสดุสามมิติ ก่อนที่จะสร้างตัวแทน เป็น จุดหรือตำแหน่งบนเส้นจำนวน ซึ่งในโรงเรียนมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหล่านี้เป็นส่วนใหญ่ อย่างไรก็ตาม ในการใช้ตัวแทนนี้ แม้ว่าจะได้นำไปใช้สอน แต่เมื่อใช้เสร็จสิ้นแล้ว ไม่มีการต่อยอด ขยายความคิดให้นักเรียน ทำให้จำกัดประโยชน์ของการใช้ตัวแทน เพื่อเป็นสื่อหรือเครื่องมือในการสร้างความคิดรวบยอดจากการเรียนรู้และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 3 นามธรรม (Abstract) เป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่องจากขั้นตอนของการวาดภาพสองมิติเป็นตัวแทนสื่อรูปธรรมสามมิติ นักเรียนจะต้องได้รับการสอนวิธีการแปลภาพวาดสองมิติให้เป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาต่อไป (Miller & Kaffar, 2011) สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงจำนวนของรูปภาพ จุด หรือวงกลม เครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ $+$ $-$ $\times$ $\div$ เพื่อแสดงการบวก การลบ การคูณและการหาร (จรัสลักษณ์ รัตนพันธ์, 2559)

นักการศึกษาหลายท่าน กล่าวเกี่ยวกับกลยุทธ์รูปธรรมนำไปสู่นามธรรม (CRA) ว่าเป็นการสอนที่เป็นลำดับขั้นตอน มีประสิทธิภาพอย่างยิ่งเมื่อใช้ในการสอนผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ และเหมาะสมกับรายวิชาคณิตศาสตร์ที่มีหัวข้อเรื่องที่ยุ่งยากมากมาย (Witzel, Riccomini & Schneider, 2008) จำเป็นต้องใช้สื่อวัสดุที่เป็นรูปธรรมอย่างเหมาะสม ในการสอนตามแนวคิดใหม่ ที่ในการสอนนั้นจะต้องให้นักเรียนได้สำรวจ พิสูจน์ ทดลอง หลังจากการกระตุ้นความสนใจในขั้นต้น แล้วบูรณาการกับหลักสูตร กำหนดแนวปฏิบัติให้สอดคล้องกับเป้าหมายและทักษะเฉพาะของโปรแกรมคณิตศาสตร์ (Boggan, Harper, & Whitmire, 2010; Brawand, Johnson, & Kolvites, 2015) การใช้สื่อวัสดุสามมิติที่เป็นรูปธรรม ประกอบกับการสอนโดยใช้กลยุทธ์ CRA จะสามารถช่วยเพิ่มความเข้าใจให้นักเรียนมากยิ่งขึ้น (Miller & Hudson, 2007) มีประสิทธิภาพในการพัฒนานักเรียนที่มีความบกพร่องและไม่มีความบกพร่องในห้องเรียนปกติ ในด้านการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งครูสามารถใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการเลือกสื่อการเรียนรู้และเลือกเทคนิควิธีการที่หลากหลายในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเข้าใจนามธรรม สามารถมองเห็นภาพได้ชัดเจนมากขึ้น (Mani; et al., 2005)

Witzel et al (2008) กล่าวว่า นักเรียนที่บกพร่องทางการเรียนรู้ นั้นใช้ความพยายามเป็นอย่างสูง เพื่อคิดและฝึกทักษะคณิตศาสตร์ที่จำเป็น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับมัธยมศึกษา ซึ่งวิธีการหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการปรับปรุงประสิทธิภาพด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งได้รับการสนับสนุนจากหลายงานวิจัย คือ กลยุทธ์การสอนแบบรูปธรรมนำไปสู่นามธรรม (CRA) ถึงแม้ว่าจะพบหลักฐานว่าการเรียนการสอนที่ใช้ CRA จะมีหลายขั้นตอนสำหรับการสอนนักเรียนก็ตาม แต่ครูก็ยังใช้ CRA เนื่องจากสามารถช่วยอธิบายความสงสัย ความไม่เข้าใจให้กับนักเรียนได้ดีขึ้น จะช่วยในการจำ ครูใช้ CRA ในการสาธิตการสร้างแบบจำลอง การฝึกตามแนวทาง พร้อมด้วยการฝึกฝนแบบอิสระและมีผลการตอบรับทันที ซึ่งก็คือการสอนตรง ดังนั้นจึงนำมาใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงหลักสูตรในคณิตศาสตร์มัธยมศึกษา

Strickland and Maccini (2010) และ Strickland and Maccini (2013) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยจากนักการศึกษา พบว่าประสิทธิภาพของกลยุทธ์การเรียนการสอนแบบ CRA เมื่อใช้กับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาทั้งนักเรียนที่ไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนและบกพร่องทางการเรียนรู้เพื่ออธิบาย เรื่อง ค่าความจริงพื้นฐาน และค่าประจำหลัก การลบ การคูณ และการหาร คำศัพท์ทางคณิตศาสตร์ เศษส่วน และพีชคณิต เป็นต้น

Bouck, Satsangi and Park, (2018) สรุปว่า CRA มีความสำคัญในการพัฒนาความคิดรวบยอด สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ รายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาและระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งหัวข้อเรื่องทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ CRA ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ดีที่สุด คือ การลบ การคูณ ค่าประจำหลัก การหาร พีชคณิตและเศษส่วน

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลและผลการวิจัย พบว่าผลสัมฤทธิ์ในด้านการเรียนคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับแนวคิดแบบ CRA ดีกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ และมีความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างความเข้าใจในแนวคิดกับคณิตศาสตร์ การจัดการของนักเรียนดังนั้นมีนัยอาจหมายถึงนักเรียนที่มีความสามารถในการทำความเข้าใจแนวคิดที่ดีจากนั้นเขาก็มีทักษะการจัดการที่ดีเช่นกัน ความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนของเราเป็นทุนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และต้องมีทัศนคติที่ดีต่อนักเรียนในการเผชิญกับปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนที่มีความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์หมายความว่านักเรียนมีความสามารถในการเป็นตัวแทนแก้ปัญหาตัดสินใจและอธิบายปัญหาที่ได้รับและในกระบวนการนักเรียนควรมีทัศนคติพฤติกรรมแรงจูงใจความสนใจ และทดลองเพื่อให้ได้ความสำเร็จในการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์หรือที่เรียกว่าการจัดการทางคณิตศาสตร์ในเชิงบวก ด้วยลักษณะของวิธีการ CRA สามารถช่วยให้การทำความเข้าใจกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ จำเป็นต้องทำการวิจัยเพิ่มเติมเกี่ยวกับผลกระทบของลำดับการสอน CRA ต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์และความเข้ากันได้กับการเรียนรู้

สรุปได้ว่า CRA เป็นกลยุทธ์ สำหรับการสอนนักเรียนบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นการจดลำดับการสอน เริ่มจากสิ่งที่เป็นรูปธรรม ต่อมาใช้ภาพเป็นตัวแทนรูปธรรมและในขั้นตอนสุดท้ายต้องแสดงให้เห็นถึงการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นนามธรรม โดยนักเรียนจะต้องมีความเชี่ยวชาญในแต่ละขั้นตอน ก่อนที่จะก้าวไปสู่ขั้นตอนต่อไป ดังนั้น จึงเหมาะกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ โดยจะเกิดความคิดรวบยอดและส่งผลเชิงบวกในการเรียน

5.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้กลยุทธ์รูปแบบนำไปสู่นามธรรม (CRA)

Witzel et al (2008) ศึกษาการพัฒนาครู เพื่อช่วยสร้างลำดับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การสอน วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้ CRA สามารถแสดง 7 ขั้นตอน ที่ครูผู้สอนนั้นสามารถนำไปใช้เพื่อสร้างหรือออกแบบหน่วยการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. เลือกหัวข้อคณิตศาสตร์ที่จะสอน
2. ทบทวนขั้นตอนการแก้ไขปัญหา
3. ปรับขั้นตอนเพื่อจัดการคำนวณ
4. จับคู่ขั้นตอนที่เป็นนามธรรมกับรูปธรรมที่เหมาะสม
5. จัดรูปแบบบทเรียนที่เป็นรูปธรรมและ บทเรียนที่จะสร้างเป็นตัวแทน
6. สอนบทเรียน ตามลำดับขั้นตอนรูปธรรม การเป็นตัวแทนและนามธรรมให้กับ

นักเรียน

7. ช่วยนักเรียนสรุปสิ่งที่พวกเขาเรียนรู้ผ่านปัญหาคำศัพท์

Margaret et al (2018) กล่าวว่า การสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วนเป็นสิ่งจำเป็นเบื้องต้นสำหรับการศึกษาระดับสูงของวิชาคณิตศาสตร์ จึงได้ศึกษาวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลของ CRA กับระบบการสอนแบบ MTSS ระยะที่ 2 (Tier 2) โดยแบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งได้รับการสอนระยะที่ 2 (Tier 2) ตามปกติ และอีกกลุ่มหนึ่งได้รับการสอนโดยใช้ CRA โดยแบบจำลอง MTSS สำหรับนักเรียนที่ไม่เข้าใจเศษส่วนจะเข้าไปเรียนระยะที่ 2 (Tire 2) การเข้าไปช่วยเหลือสร้างความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับเศษส่วนและแนวคิดพื้นฐานอื่น ๆ เพื่อให้ นักเรียนสามารถทำความเข้าใจเรื่องเศษส่วนให้เท่าทันเพื่อนในระดับชั้นของตัวเอง ผลการศึกษาพบว่า การเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดย CRA เปรียบเทียบการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ดังนั้น จึงกล่าวได้ว่ากลยุทธ์ CRA นั้น เป็นลำดับขั้นตอนที่สามารถใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อการอธิบายเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ค่อนข้างยาก ให้ชัดเจนขึ้นได้ จึงสามารถนำ CRA ใช้ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ให้กับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ดังเช่นผลการวิจัยของนักการศึกษา ดังนี้

Strickland and Maccini (2010) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการช่วยเหลือนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา ในปี 2010 ศึกษาว่า ปัจจัยพื้นฐานที่จำเป็นในการช่วยเหลือนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ระดับมัธยมศึกษา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พีชคณิต เพื่อปรับปรุงการเรียนรู้ และจัดการเรียนการสอนด้วยการสื่อสาร อย่างชัดเจน การสอนอย่างเป็นลำดับ

ขึ้น เช่น การสอนแบบ (Concrete-Representation-Abstract : CRA) การสอนแบบ (Concrete-Semiconcrete-Abstract : CSA) การสอนแบบ STAR การใช้เทคโนโลยี การใช้สื่อกราฟิก ซึ่งแต่ละวิธีนั้นมีผลการวิจัยพบว่า สามารถเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนได้ดีมีประสิทธิภาพ จากนั้นในปี 2013 ได้ศึกษาผลจากการใช้กลยุทธ์รูปธรรมนำไปสู่นามธรรม (Concrete-Representation-Abstract : CRA) จัดการเรียนการสอน พีชคณิตเชิงเส้น โดยครูออกแบบการสอนโดยใช้สามขั้นตอนของกลยุทธ์นี้ สอนนักเรียนบทพร้อมทางการเรียนรู้ ผลการศึกษาพบว่า การใช้การบูรณาการของการใช้สื่อที่เป็นรูปธรรม การร่างแบบของสื่อรูปธรรม และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นนามธรรม หรือที่เรียกว่า CRA นั้น เป็นกลยุทธ์ที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความเข้าใจ นักเรียนจะเกิดแนวคิดและความคล่องแคล่วในกระบวนการเรียนรู้ นอกจากนี้ นักเรียนยังสามารถอธิบายเกี่ยวกับพีชคณิตในข้อคำถามใหม่ ๆ ได้ และยังแก้ปัญหาได้หลังจากการทดลองสอนนี้สูงที่สุดถึง 6 สัปดาห์

Sealand et al (2012) ศึกษารูปแบบการเรียนการสอนที่เป็นรูปธรรมและกึ่งนามธรรม (Concrete-Semiconcrete-Abstract : CSA) ที่ได้จากการเรียนรู้การค้นพบ (discovery learning : DIS) ซึ่งอยู่ในวิธีการสอนตรง (direct instruction : DI) เพื่อสอนนักเรียนบทพร้อมทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เกรด 8 ที่ไม่สามารถดำเนินการ (การลบ) ประเมินประสิทธิภาพของนักเรียนมีความรู้พื้นฐานต่างกัน ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า การสอนโดยทั่วไป อาจไม่ใช่วิธีที่มีประสิทธิภาพที่สุดสำหรับครู แต่จากการรวบรวมข้อมูลแต่ละวันและการใช้ crossover decision rule ครูสามารถเลือกใช้การเรียนการสอน ที่ใช้สื่อที่เป็นรูปธรรมและฝึกนักเรียนอย่างต่อเนื่องสู่การสอนแบบนามธรรม มีการตรวจสอบผลของการสอนทักษะการคำนวณ

Flores and Franklin (2014) ศึกษาสำรวจในปัจจุบันได้ตรวจสอบรูปแบบการเข้าช่วยเหลือ แบบลำดับรูปธรรมนำไปสู่นามธรรม (concrete-representational-abstract : CRA) และกลยุทธ์การสอน (Strategic Instruction Model : SIM) ให้กับนักเรียนระดับชั้น ป.4 จาก urban high-need elementary school จำรว 6 คน ที่มีทักษะทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าระดับชั้นหนึ่งถึงสองปี จากการทดสอบมาตรฐานความรู้ของรัฐบาล ซึ่งได้รับการเข้าช่วยเหลือ จะดูผลการตอบสนองต่อรูปแบบการมีส่วนร่วมในการช่วยเหลือการคูณ Multiplication with regrouping นักเรียนได้รับการสอนตามหลักสูตร โดยใช้ CRA และ SIM (CRA-SIM) เป็นเวลา 7 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 ครั้ง ซึ่งครูจะจัดเตรียมการสอนระดับรูปธรรม ระดับการเป็นตัวแทน กลยุทธ์การสอน RENAME และระดับนามธรรม รวมทั้งสิ้น 10 บทเรียน แต่ละบทเรียนจะมีการอธิบาย คำแนะนำ การใช้อย่างง่าย การแนะนำแนวทางแก้ปัญหา บทเรียนที่ 1-3 ระดับรูปธรรม บทเรียนที่ 4-6 ระดับ

การเป็นตัวแทน บทเรียนที่ 7 เกี่ยวข้องกับกลยุทธ์การแก้ปัญหา RENAME มีวิธีการระบุไว้ในเอกสารประกอบการเรียนรู้ กระดานค่าประจำหลัก มีภาพเป็นสื่อแสดงการแนะนำขั้นตอนการแก้ปัญหาเช่นเดียวกับการให้นักเรียนจัดเรียงบล็อกลูกบาศก์ หรือภาพวาด บทเรียนที่ 8-10 ระบุขั้นตอน 1) อธิบายจุดประสงค์ของหลักสูตรนี้คือนักเรียนจะต้องคูณจำนวนได้โดยใช้เวลา 2 นาที 2) ครูอธิบายกิจกรรมในบทเรียน 3) สาธิตกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งครูอธิบายวิธีการแก้ปัญหาอย่างชัดเจน 4) ครูและนักเรียนร่วมกันแก้ปัญหา นักเรียนฝึกปฏิบัติอย่างอิสระ โดยที่นักเรียนแก้ปัญหาด้วยตนเอง ไม่ได้รับความช่วยเหลือจากครู 6) ครูตรวจสอบกิจกรรมในบทเรียนและแสดงตัวอย่างกิจกรรมของบทเรียนต่อไป สื่อการเรียนรู้ ประกอบด้วยคู่มือครู เอกสารประกอบการเรียนรู้ กระดานค่าประจำหลัก บล็อกลูกบาศก์ ในส่วนของเอกสารประกอบการเรียนรู้ จัดเตรียมไว้สำหรับ 3 ช่วง ประกอบด้วย ปัญหา 3 ข้อแรก สำหรับการสาธิตของครู ปัญหา 3 ข้อต่อมา สำหรับการฝึกปฏิบัติงาน และปัญหาอีก 4 ข้อสำหรับการฝึกปฏิบัติอย่างอิสระ มีการรวบรวมข้อมูลก่อนและหลังการเรียนการสอน CRA-SIM และเมื่อวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่านักเรียนได้รับผลการตอบสนองที่ดี แสดงว่าการปฏิบัติ CRA-SIM นี้ มีประสิทธิภาพ สร้างกระบวนการคิด เกิดความคิดรวบยอด และมีพัฒนาการในการเรียน ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญ สามารถประยุกต์ใช้ในการสอนได้

Anna Gibbs et al (2018) ศึกษาวิจัย การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ กับนักเรียนที่พบกับปัญหาในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ไม่มีความสามารถเชิงจำนวน ไม่เข้าใจวิธีการคิดคณิตศาสตร์ เป็นสาเหตุที่ทำให้นักเรียนไม่ผ่านวัตถุประสงค์ของหลักสูตรแกนกลางดังเช่นเพื่อนในชั้นเรียน จึงได้วิจัยเพื่อตรวจสอบผลของการเข้าช่วยเหลือนักเรียนอย่างเข้มข้น โดยใช้ลำดับนามธรรมนำไปสู่นามธรรม (concrete-representational-abstract : CRA) เพื่อสอนนักเรียนให้นับจำนวนในรูปแบบที่นับได้จริงและใช้การนับเพิ่มตามตัวคูณ (skip counting) ซึ่งเป็นกลยุทธ์สำหรับการสอนการคูณให้กับ นักเรียนที่ปัญหาในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งพบว่านักเรียน สามารถเรียนรู้การนับเพิ่มตามตัวคูณ (skip counting) และการปรับปรุงความสามารถในการคูณได้ดี

Dyson et al (2018) ศึกษาวิจัยเพื่อสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับเศษส่วนบนเส้นจำนวนให้กับนักเรียนระดับชั้น ป.6 ที่อยู่ในกลุ่มเสี่ยงการมีปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบ่งเป็นนักเรียนกลุ่มทดลอง เรียนรู้โดยใช้เส้นจำนวนภาพ เป็นสื่อการสอนให้เห็นภาพแทนจำนวนเศษส่วน เรียนเป็นกลุ่มย่อย ครั้งละ 45 นาที และนักเรียนในกลุ่มควบคุม ให้เรียนตามปกติ สรุปผลในการเข้าช่วยเหลือนี้ นักเรียนในกลุ่มทดลอง มีความสามารถ ในการวัดการประมาณเศษส่วนบนเส้น

จำนวน เกิดความคิดรวบยอดในเรื่องเศษส่วน หลังจบการสอนในทันทีและแม้เวลาผ่านไปก็ยัง
สามารถทำได้ และดีกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุม

Pamela Moffett and Patricia Eaton (2018) ศึกษาผลของโครงการ Promoting Early Number Talk ที่มีต่อการพัฒนาการคิดคณิตศาสตร์เชิงนามธรรม โดยเน้นความสำคัญของการใช้กราฟิกทางคณิตศาสตร์ สร้างความเชื่อมโยงระหว่างการเป็นตัวแทนทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีหลากหลายรูปแบบ เพื่อเชื่อมต่อความเข้าใจระหว่างรูปธรรมและนามธรรมทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน งานวิจัยนี้ ใช้ หนังสือ Number Talk ช่วยนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ในไอร์แลนด์เหนือ ในเรื่องการนับจำนวนระดับพื้นฐาน ผลการวิจัย พบว่านักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมและเห็นความสำคัญ ขึ้นชอบการใช้กราฟิกทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า เราสามารถใช้กราฟิกในการพัฒนาคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งทั้งนโยบายหลักสูตร (curriculum policy) และการฝึกปฏิบัติในชั้นเรียน

Minarti and Wahyudin (2019) ศึกษาการพัฒนาการเรียนรู้ ความเข้าใจ และความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับสอง (the second level) ในซิมายี ประเทศอินโดนีเซีย โดยแบ่งนักเรียนเป็นสองห้องเรียน ห้องแรกเป็นกลุ่มทดลอง เรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยวิธีการรูปธรรมนำไปสู่นามธรรม (CRA) ส่วนอีกห้องหนึ่งใช้การสอนตรงตามปกติ (Direct) แล้ววัดระดับความเข้าใจคณิตศาสตร์ ด้วยแบบสอบถาม (a questionnaire of mathematical disposition) ผลสรุปได้ว่า วิธี CRA สามารถพัฒนาความเข้าใจและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ดีกว่าห้องที่เป็นกลุ่มควบคุม และยังสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจกับทัศนคติเชิงบวกด้านคณิตศาสตร์อีกด้วย ทำให้เกิดทัศนคติดี มีแรงจูงใจเพื่อให้นักเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ประสพผลดี สามารถจัดการความคิดเชิงบวกทางคณิตศาสตร์ให้นักเรียนได้ด้วย นอกจากนี้ ยังให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมว่าต้องทำการวิจัยเกี่ยวกับผลของลำดับการสอนแบบ CRA ที่มีต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์และสื่อการเรียนรู้ที่นำมาใช้ ในการเพิ่มสะดวกในการทำงาน

Milton et al (2019) ศึกษาผลของการสอนโดยใช้กลยุทธ์รูปธรรมนำไปสู่นามธรรม (Concrete-Representation-Abstract : CRA) เรื่อง การคูณ-หาร ของนักเรียนระดับประถมศึกษาปลายที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีความแม่นยำและสามารถคูณหาร ได้อย่างคล่องแคล่ว นักเรียนมีความเข้าใจการดำเนินการของจำนวน (Operation) มากยิ่งขึ้น

ในประเทศไทย พบงานวิจัยของจุฬามาศ จันทร์ศรีสุดและคณะ(2557) ที่ศึกษาเรื่อง การพัฒนาการเข้าช่วยเหลือนักเรียน โดยรูปแบบอาร์ทีไอ (RTI MODEL) ซึ่งในขั้นตอนหนึ่งของการเข้าช่วยเหลือนักเรียนที่พบปัญหาการเรียนรู้ นั้น มีการกำหนดให้ครูผู้สอนใช้กลยุทธ์การสอนแบบรูปธรรมไปสู่นามธรรม (CRA) ในการสอนกลุ่มย่อย ในเวลา 30 นาทีต่อครั้ง ต่อจากนั้นฝึกทักษะโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นรายบุคคล 10 นาที ผลปรากฏว่า CRA ส่งผลต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นอย่างมาก

อักษราวุธ กันหาป๋อง (2559) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการเชื่อมโยงระหว่าง ประสบการณ์ตรงทางภาษาและสัญลักษณ์ เพื่อสร้างมโนคติคณิตศาสตร์ เรื่อง การคูณของนักเรียนระดับชั้น ป. 2 จำนวน 6 คน โดยใช้แนวคิดการเชื่อมโยงการเรียนรู้ของ Haylock and Cockburn ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่ม 1 แก้ปัญหาผ่านการเชื่อมโยง ระหว่างประสบการณ์ตรง ภาษา ภาพ และสัญลักษณ์ อธิบายเชิงรูปธรรมได้ นักเรียนกลุ่ม 2 แก้ปัญหาผ่านการเชื่อมโยง ระหว่างประสบการณ์ตรง ภาษาและสัญลักษณ์ อธิบายภาพกึ่งรูปธรรมได้ ส่วนนักเรียนกลุ่มที่ 3 แก้ปัญหาผ่านการเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์ตรง ภาษาและสัญลักษณ์ อธิบายเชิงนามธรรมได้ มีภาพในจินตนาการ หาคำตอบได้รวดเร็ว

รัศมี ศิริกัมพลา (2563) ศึกษาวิจัย เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบ Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ซึ่งส่งเสริมมีทัศนคติทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก การลบ การคูณ การหาร ของนักเรียนชั้น ป.4 จำนวน 40 คน จัดการเรียนรู้โดย CPA ตามแผนการจัดการเรียนรู้ มีการสะท้อนผลกลับ และวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ผลการศึกษาค้นคว้า สรุปว่า ในการจัดการเรียนรู้ CPA เน้นการใช้สื่อวัสดุ ในการสร้างความเข้าใจความหมาย ความสัมพันธ์ และลำดับของการดำเนินการแล้วเชื่อมโยงความรู้ไปสู่การสร้างภาพจำลองปัญหา แล้วแปลความหมายของภาพจำลองสู่สัญลักษณ์ได้ การทำแบบฝึกหัดย่อยระหว่างเรียนและแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หลังการเรียนรู้ พบว่ามีความสอดคล้องกัน คือ นักเรียนมีมโนทัศน์ที่สมบูรณ์เป็นส่วนใหญ่

จากเอกสารงานวิจัยที่รวบรวมมา สรุปได้ว่า CRA เป็นกลยุทธ์การสอนที่เหมาะสมกับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ โดยการจัดลำดับให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากรูปธรรม การใช้ภาพเป็นตัวแทนรูปธรรมและการใช้สัญลักษณ์ซึ่งเป็นนามธรรม โดยใช้ได้ผลดีมีประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ เป็นรายบุคคลหรือกลุ่มเล็ก งานวิจัยส่วนมากเป็นงานวิจัยต่างประเทศ ส่วนงานวิจัยในประเทศ จะเป็นการสอนโดยใช้สื่อวัสดุในรูปแบบต่าง ๆ แต่ยังไม่มีการเชื่อมโยงเป็นลำดับการสอนดังเช่น กลยุทธ์การสอน CRA

6. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการใช้คำถาม (Questioning Technique)

6.1 ความหมายและความสำคัญของเทคนิคการใช้คำถาม (Questioning Technique)

Brookfield (2012) กล่าวว่า เทคนิคการถามของครู เป็นสิ่งที่กระตุ้นให้เกิดการสังเกต และประมวลผลความรู้ ส่งผลให้นักเรียนคิดค้นหาคำตอบ เพื่อจะตอบคำถามของครู นอกจากนี้ ยังเป็นการส่งเสริมให้มีการคิดและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ช่วยให้เกิดแนวคิดใหม่มากยิ่งขึ้น

ภพ เลหาไพบุลย์ (2537) กล่าวถึงการใช้คำถามไว้ว่า เป็นสิ่งที่ช่วยในการเสาะแสวงหาคำตอบของสิ่งที่สงสัย และเป็นเทคนิคการสอนที่มีประสิทธิภาพสำหรับจัดการเรียนการสอน มีจุดประสงค์ให้นักเรียนสามารถศึกษาค้นคว้าความรู้ แก้ปัญหาต่าง ๆ เพื่อให้ได้คำตอบ เป็นสื่อทำให้เกิดการเรียนรู้ การถามตอบด้วยวาจา อาจจะเป็นระหว่างครูกับนักเรียนหรือระหว่างนักเรียนกับนักเรียน

กิตติชัย สุธาสิโนบล (2558) กล่าวถึงความหมายของเทคนิคของการใช้คำถาม (Questioning Technique) ว่าเป็นกลวิธีในการถามคำถามและตอบคำถาม เป็นเครื่องมือกระตุ้นให้นักเรียนตอบคำถาม โดยใช้กระบวนการคิด ค้นคว้าด้วยตนเอง โดยการตั้งคำถามและตอบคำถาม อาจเรียนเป็นกลุ่มย่อยหรือรายบุคคลหรือทั้งชั้นเรียน เทคนิคนี้เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนได้เกิดความคิดแก้ปัญหาค้นหาคำตอบและสรุปคำตอบ ซึ่งเป็นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และความคิดขั้นสูง

การใช้คำถามที่ดี เป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอน เนื่องจากช่วยให้กิจกรรมการเรียนเป็นไปอย่างราบรื่น เกิดประสิทธิภาพและบรรลุวัตถุประสงค์มากยิ่งขึ้น เป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนในการพัฒนาความคิดในระดับสูงและกล่าวถึง ลักษณะของคำถามที่ดี ดังนี้

1. สามารถยั่วยักให้นักเรียนคิดในด้านการใช้เหตุผล วิเคราะห์ สร้างสรรค์
2. สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียนแต่ละเนื้อหา
3. เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน ต้องไม่ยากหรือง่ายเกินไป
4. ใช้ภาษาง่ายๆ เฉพาะเจาะจง สั้น กระชับรัด ได้ความครบ
5. ขึ้นต้นประโยคโดยใช้คำถามแทนที่จะบอกข้อความก่อนแล้วถามคำถามที่หลัง
6. ไม่ควรตั้งคำถามหลายคำถามในเวลาเดียวกันและไม่ตั้งคำถามนิเสธ ควรเป็นคำถามแบบเปิดเพื่อให้นักเรียนได้ใช้ความคิดแบบอเนกนัย
7. ต้องมีระดับความยากง่ายที่เหมาะสมกับระดับชั้นและวุฒิภาวะของนักเรียน

วรวรรณ เหมชะญาติ (2553) กล่าวสรุปว่า 1. คำถามที่ให้จดจำข้อมูล (Recall) 2. คำถามที่ให้บรรยายภาวถึงสิ่งที่เห็น รู้สึก สัมผัส (Observation) 3. คำถามที่ให้อธิบายเหตุและผล (Explanation) 4. คำถามที่ให้เด็กได้เคลื่อนไหวร่างกาย (Action) 5. คำถามที่ให้คาดเดาล่วงหน้า (Divergent) 6. คำถามที่ให้เปรียบเทียบและค้นหาความสัมพันธ์ (Convergent) 7. คำถามที่ให้แสดงความคิดเห็นหรือสำรวจความรู้สึกตน (Evaluation) 8. คำถามที่ให้ตอบอย่างหลากหลาย (Open ended)

โชติมา หนูพริก (2559) กล่าวว่า การประเมินการเรียนรู้ตามสภาพความเป็นจริง เกี่ยวกับการเรียนรู้ของนักเรียน เป็นการประเมินเพื่อการเรียนรู้ นับเป็นกลยุทธ์การสอนหนึ่ง ที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการประเมินเพื่อการเรียนรู้ ได้แก่ กลยุทธ์ในการตั้งคำถาม ซึ่งไม่เพียง เป็นสิ่งที่ช่วยในการจัดการเรียนรู้แต่ยังเป็นวิธีที่ครูใช้เพื่อให้รู้ว่า นักเรียนนั้นมีความสามารถทำอะไรได้บ้าง มีความรู้เรื่องใดบ้าง สอดคล้องกับนักการศึกษาต่างประเทศที่กล่าวสรุปว่า การใช้คำถามของครูเป็นลักษณะเด่นของการเรียนการสอนในห้องเรียน คำถามสามารถกระตุ้นการคิด ของนักเรียนและให้ข้อเสนอแนะสำหรับครูเกี่ยวกับความเข้าใจของนักเรียน (Winne ,1979; Redfield & Rousseau,1981; Dantonio & Paradise, 1988)

สรุปว่า กลยุทธ์ การใช้คำถามเป็นเครื่องมือสำคัญในการเรียนการสอน ใช้ในการ ค้นหาความรู้ความเข้าใจเรื่องต่าง ๆ จึงเป็นเทคนิคการสอนที่มีประสิทธิภาพที่สามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้ ส่งผลให้เกิดการคิดและหาข้อสรุปจากแนวคิดนั้นได้เอง

6.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการใช้คำถาม (Questioning Techniques)

ทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูม (Bloom)

บลูม (Bloom) กำหนด ความมุ่งหมายที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาไว้ 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัยและทักษะพิสัย โดยในด้านพุทธิพิสัยนั้นบลูม (Bloom) จัดระดับของความ มุ่งหมายเรียงลำดับจากต่ำไปหาสูง ดังนี้ ระดับ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การ วิเคราะห์ การประเมินผลและการสร้างสรรค์ โดย ครูผู้สอนนำไปใช้เป็นแนวทางสำหรับตั้งคำถาม กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดในระดับที่สูงขึ้นไป เรื่อย ๆ เช่น เมื่อถามคำถามแล้วพบว่า นักเรียนมี ความรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งแล้ว ผู้สอนควรตั้งคำถามในระดับที่สูงขึ้น คือระดับความเข้าใจ หรือ ถ้า นักเรียนมีความเข้าใจแล้ว ผู้สอนก็ควรตั้งคำถาม ในระดับที่สูงขึ้นไปอีก คือระดับการนำไปใช้ (ทิต นา แชมณี, 2560)

1. ระดับ Knowledge คือ การเรียนรู้ ระดับความรู้ ความจำ

การเรียนรู้ในระดับนี้ ทำให้นักเรียนตอบได้ว่า เรื่องราวที่นักเรียนได้เรียนรู้อยู่มา แล้วว่ามีเนื้อหาสาระอะไรบ้าง หากนักเรียนตอบคำถามได้ เป็นเพราะการจดจำคำตอบ ดังนั้น คำถามสำหรับการทดสอบในระดับนี้ จึงต้องถามเกี่ยวกับรายละเอียด เนื้อหาสาระที่เรียนรู้อยู่มา และนักเรียนแสดงพฤติกรรม ที่แสดงเพื่อให้เห็นว่ามีความรู้และจดจำสิ่งที่เรียนมาได้

พฤติกรรมที่แสดงถึงการเรียนรู้ในระดับความรู้ความจำ เช่น บอก, รวบรวม, เล่า, ประมวล, ชี้, จัดลำดับ, ระบุ, ให้ความหมาย, จำแนก, ให้คำนิยาม, ท่อง, เลือก เป็นต้น

2. ระดับ Comprehension คือ การเรียนรู้ ระดับความเข้าใจ

หมายถึง การเรียนรู้ ในระดับของความเข้าใจความหมาย ความสัมพันธ์ โครงสร้าง ของสิ่งที่เรียนมา และสามารถอธิบายเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง นักเรียนมีความเข้าใจเรื่องหนึ่ง ๆ หลังจากเรียนเนื้อหา นั้นมาแล้ว นักเรียนจะแสดงพฤติกรรม เช่น ตีความได้ แปลความได้ เปรียบเทียบหรือบอกความแตกต่างได้ เป็นต้น ดังนั้น คำถามในระดับนี้ จะช่วยให้เข้าใจเรื่องที่เรียนได้

พฤติกรรมที่แสดงถึงการเรียนรู้ระดับความเข้าใจ เช่น การอธิบาย, เปรียบเทียบ, แสดงความคิดเห็น, แปลความหมาย, ตีความ, คาดการณ์, การสรุปย่อ, ทำนาย, บอกใจความสำคัญ, ประเมินค่า เป็นต้น

3. ระดับ Application คือ การเรียนรู้ ระดับการนำไปใช้

หมายถึง การเรียนรู้ในระดับของการนำข้อมูล ความรู้และความเข้าใจ ที่ได้เรียนรู้ ใช้ในการหาคำตอบและแก้ปัญหาในเหตุการณ์ ดังนั้น การตั้งข้อคำถาม ระดับการนำไปใช้ นักเรียนจะต้องนำข้อมูล ความรู้ ความเข้าใจที่มี มาใช้ในการหาคำตอบ โดยนักเรียนมีพฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงการเรียนรู้ในระดับสามารถนำไปใช้ได้

พฤติกรรมที่แสดงถึงการเรียนรู้ระดับการนำไปใช้ เช่น แสดง, สาธิต, ประยุกต์, สาธิต ผลิต, แก้ปัญหา, เลือก, จัดทำ, ปรับปรุง, ปฏิบัติ เป็นต้น

4. ระดับ Analysis คือ การเรียนรู้ ระดับการวิเคราะห์

หมายถึง การเรียนรู้ ระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งข้อมูลที่มีอยู่ไม่สามารถใช้ในการตอบคำถามได้ นักเรียนต้องวิเคราะห์แยกแยะข้อมูลและหาความสัมพันธ์ของข้อมูลทีวิเคราะห์แยกแยะนั้น คือ การเรียนรู้ระดับที่นักเรียนสามารถอธิบายว่าเป็นเหตุใดหรือแรงจูงใจที่อยู่เบื้องหลังเหตุการณ์ใด

การวิเคราะห์ มี 2 ลักษณะ คือ

4.1 การวิเคราะห์แยกแยะ รายละเอียดหรือข้อมูลที่มีอยู่ ให้ได้ข้อสรุปที่นำไปใช้ได้

4.2 การวิเคราะห์ข้อสรุปหรืออ้างอิงหรือหลักการเพื่อเป็นหลักฐานในการปฏิเสธหรือสนับสนุนสิ่งใด ๆ

พฤติกรรมที่แสดงถึงการเรียนรู้ ระดับการวิเคราะห์ เช่น จำแนก แยกแยะ หาข้ออ้างอิง หาเหตุผล หาหลักฐาน หาความสัมพันธ์ ตรวจสอบ หาหลักการ หาข้อสรุป

5. ระดับ Synthesis คือ การเรียนรู้ระดับ การสังเคราะห์

หมายถึง การถามคำถาม การเรียนรู้ที่อยู่ในระดับความสามารถของนักเรียน

5.1 ความคิดใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ จะได้สิ่งประดิษฐ์ ความคิดหรือภาษา

5.2 สามารถคาดเดาเหตุการณ์อนาคตได้

5.3 คิดค้นวิธีการสำหรับแก้ปัญหา แตกต่างจากการแก้ปัญหาระดับการนำไปใช้ ที่มีเพียงคำตอบเดียว แต่วิธีการแก้ปัญหา ระดับนี้ อาจจะมีหลายคำตอบ

พฤติกรรมที่แสดงถึงการเรียนรู้ ระดับ สังเคราะห์ เช่น การเขียนบรรยาย อธิบาย บอกเล่า เรียบเรียง ออกแบบ ประดิษฐ์ ดัดแปลง ปฏิบัติ ปรับเปลี่ยน คิดริเริ่ม ตั้งสมมติฐาน ตั้งจุดมุ่งหมาย ทำนาย แจกแจงรายละเอียด จัดหมวดหมู่ สถานการณ์ วิธีแก้ปัญหา เป็นต้น

6. ระดับ Evaluation คือการเรียนรู้ ระดับการประเมินผล

หมายถึง การเรียนรู้ ในระดับที่นักเรียนต้องการใช้สำหรับการตัดสินใจ โดยนักเรียน จะต้องตั้งเกณฑ์ประเมิน หรือตัดสินใจได้ จึงสามารถแสดงความคิดเห็นได้

พฤติกรรมที่แสดงถึง การเรียนรู้ ระดับ การประเมินผล เช่น วิพากษ์วิจารณ์ การตัดสินใจ การประเมินค่า สรุปได้ว่า เปรียบเทียบ จัดอันดับ กำหนดเกณฑ์/กำหนดมาตรฐาน ตัดสินใจ แสดงความคิดเห็น ให้เหตุผล บอกหลักฐาน เป็นต้น

7. ระดับ Creating คือการเรียนรู้ ระดับ การสร้างสรรค์

หมายถึง การเรียนรู้ ในระดับที่นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในระดับสร้างสรรค์ โดย ควรใช้ความรู้เดิมในการบูรณาการ ประเด็นความสอดคล้องของความรู้ (coherent) นำเอาความรู้ไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (functional whole) นำความรู้เดิมมาจัดระบบความคิด

เกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ (reorganize) สร้างสรรค์ อาจอยู่ในรูปแบบของชุดความรู้ใหม่ (generate) หรือรูปแบบการวางแผนที่แตกต่างไปจากเดิม (plan) หรืออาจจะเป็นสิ่งใหม่ (product) ซึ่งเป็นระดับสูงสุดของการเรียนรู้ที่มีการปรับปรุงใหม่ตามแนวคิดของ Anderson and Krathwohl (2001)

การสร้างหรือการผลิต อย่างเหมาะสมประกอบด้วย

7.1) การสร้าง (create) ได้แก่ การนำส่วนที่มีมาประกอบขึ้นให้มีรูปแบบ/โครงสร้าง/แบบแผนแตกต่างไปจากเดิม

7.2) การผลิต (generating) ได้แก่ การสร้าง ชุดความรู้ขึ้นใหม่ อาจเกิดจากการตั้งสมมุติฐาน และสังเกตว่าเป็นไปตามที่ตั้งไว้หรือไม่ หรืออาจจะก่อให้เกิดความรู้ใหม่

7.3) การวางแผน (planning) ได้แก่ การวางแผนโดยมีการกำหนดเป็นขั้นตอนว่าจะต้องทำอะไรก่อนหรือหลัง

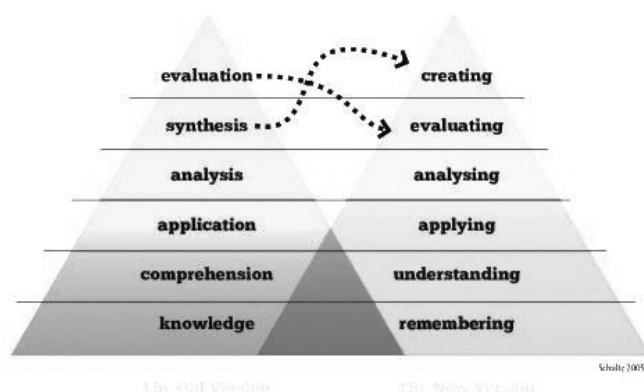
7.4) การสร้างผลิตผล (producing) ได้แก่ การสร้างสิ่งใหม่ที่เกิดจากการใช้ความรู้ที่มี

กิตติชัย สุธาสีโนบล (2558) อธิบาย ทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูม (Bloom) ไว้ว่าเป็นการปรับปรุงแนวคิด การแบ่งประเภทการเรียนรู้แบบดั้งเดิม Anderson และ Krathwohl ปรับปรุงวัตถุประสงค์ โดยพิจารณาลักษณะความรู้กับการเรียนรู้ทางปัญญา สิ่งที่แตกต่างกันระหว่างแนวคิดของบลูม(Bloom) (1956) กับแนวคิดของ Anderson และ Krathwohl (2001) คือ

1) เพิ่มมิติในลักษณะของความรู้ เป็นการช่วยให้กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้เกิดความชัดเจนมากขึ้น

2) ปรับเปลี่ยนคำถาม ให้มีรูปแบบต่างจากเดิม เช่น จากคำถาม เป็นคำกริยา

3) เปลี่ยนจาก คำว่า “ความรู้ ความเข้าใจ” เป็น “การจำ” ในระดับที่ 1 และเปลี่ยนจาก “การสังเคราะห์” เป็น “การประเมินผล” ในระดับที่ 5 และเปลี่ยนจาก “การประเมินผล” เป็น “การสร้างสรรค์” ในระดับที่ 6 โดยสามารถเปรียบเทียบได้ ดังต่อไปนี้



ภาพประกอบ 3 Bloom's Taxonomy Revised

การใช้คำถามตามทฤษฎีของ Bloom แบ่งเป็น 6 ระดับ ดังนี้

1. การจดจำ (knowledge)

ประกอบด้วย คำถามที่ให้จดจำข้อมูล ความรู้ที่เกิดจากความจำ เป็นการระลึกได้ จดจำความรู้ได้ ระบุนได้ บอกได้ ซึ่งเป็นความจำระยะยาว เป็นความสามารถทางสมอง

2. ความเข้าใจ (Comprehend)

ประกอบด้วย คำถามที่ทำให้เกิดความเข้าใจ เป็นความสามารถทางสมองในการ แปลความหมาย ยกตัวอย่าง อ้างอิง สรุปผลการเรียน

3. การนำไปใช้ (Application)

ประกอบด้วย คำถามที่ให้คาดเดาล่วงหน้า เป็นการนำไปใช้ เป็นการเรียนรู้ผ่าน กระบวนการคิดในเหตุการณ์ใหม่ หรือเหตุการณ์ที่คล้ายคลึงกัน

4. การวิเคราะห์ (Analysis)

ประกอบด้วยคำถามที่ให้เปรียบเทียบและค้นหาความสัมพันธ์ สามารถแก้ปัญหา ตรวจสอบได้ เป็นการแยกความรู้ออกเป็นส่วน ๆ พิจารณาความเกี่ยวข้องของความรู้ส่วนแยก ออกมา กับโครงสร้างของความรู้ทั้งหมด

5. การสังเคราะห์ (Synthesis) คือ

ประกอบด้วย คำถาม ที่แสดงให้เห็นความสามารถการการคิด ประดิษฐ์ หรือ ทางด้านภาษา สามารถคาดเดาเหตุการณ์อนาคต คิดหาวิธีการในการแก้ปัญหา ซึ่งแตกต่างจาก การแก้ปัญหาในระดับ การนำไปใช้ คำตอบที่ได้รับจากระดับนี้ อาจมีหลากหลาย

6. การประเมิน (Evaluation)

ประกอบด้วย คำถาม ที่ให้แสดงความคิดเห็นหรือสำรวจความรู้สึกของนักเรียน ซึ่งเป็นความสามารถทางสติปัญญาในการตรวจสอบ ทดสอบ ควบคุม เพื่อค้นหาความขัดแย้ง จากกระบวนการเรียนรู้หรือผลผลิตจากการวิพากษ์ เพื่อการตัดสินใจ

7. ระดับ Creating คือการเรียนรู้ ระดับ การสร้างสรรค์

ประกอบด้วย คำถามที่ให้ตอบหมายอย่างหลากหลาย เพื่อสร้างสิ่งใหม่ จากสิ่งที่เคยพบหรือเคยเรียนมาแล้ว นักเรียนใช้ความสามารถทางสติปัญญาในการวางแผนการทำงาน และดำเนินการตามกระบวนการกระทั่งพบกับความสำเร็จ

สรุปว่า การถามคำถาม เป็นการช่วยให้ครูผู้สอน ทราบพื้นฐานความรู้ของนักเรียน การใช้เทคนิคการตั้งคำถามนั้น ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ รู้สึกอยากเรียนรู้ เต็มใจเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้อย่างเต็มที่และสม่ำเสมอ และเป็นการประเมินการสอนของครูว่า บรรลุวัตถุประสงค์หรือไม่ อย่างไร

6.3 เทคนิคการตั้งคำถามที่ดี

สูนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2540) กล่าวถึง เทคนิคการตั้งคำถาม ดังนี้

1) Structuring การตั้งคำถามต้องมีโครงสร้าง เป็นการตั้งคำถามที่เป็นลำดับขั้น จากคำถามที่คุ้นเคยหรือง่ายหรือจากคำถามที่ทบทวนความรู้เดิม ไปสู่คำถามที่ยากและ สลับซับซ้อน หรือมีการอธิบายบทเรียนก่อน หรือแจ้งจุดประสงค์ของการถามคำถามก่อนเพื่อนำไปสู่การตอบคำถามของนักเรียน

2) Pitching and Putting Clearly การตั้งคำถามต้องมีระดับของคำถามและความชัดเจนของคำถาม ซึ่งเป็นการสะท้อนถึงมิติของคำถามที่เหมาะสม คือ มิติการจำ/การคิด และมิติที่แคบ/กว้าง จึงก่อให้เกิดคำถาม 4 แบบ ได้แก่

- 2.1) คำถามแคบและวัดความจำ
- 2.2) คำถามกว้างและวัดความจำ
- 2.3) คำถามที่แคบและวัดความคิด
- 2.4) คำถามที่กว้างและวัดความคิด

3) Directing and Distributing การตั้งคำถามต้องมีเป้าหมายที่ชัดเจน คำถามที่ไม่มีเป้าหมาย จะทำให้ได้คำตอบที่ไม่ชัดเจน จะควบคุมคำตอบไม่ได้ ดังนั้นคำถามจึงต้องมีทิศทาง หรือเป้าหมายที่ชัดเจน อันแสดงถึงการกำหนดการตั้งคำถาม ทำทางของครูผู้ตั้งคำถาม เช่น การเคลื่อนไหวศีรษะและการแสดงออกทางใบหน้า นอกจากนี้ครูต้องถามให้ครอบคลุมหรือ

กระจายทั่วชั้นเรียนโดยการทั้งหน้าห้อง กลางห้อง หลังห้อง ด้านซ้ายและด้านขวามือของครู เพื่อให้นักเรียนตั้งใจที่จะฟังและตอบ

4) Pausing and Pacing การตั้งคำถามต้องมีการเว้นจังหวะรอคำตอบและเพื่อถามคำถามต่อไป เมื่อถามคำถามเสร็จแล้ว ครูต้องหยุดรอฟังคำตอบจากนักเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนตอบ แล้วจึงไปสู่การถามคำถามใหม่ต่อไป การใช้คำถามเพื่อการฝึกฝนบทเรียนนั้นจะใช้เวลาสั้น ขณะที่การใช้คำถามกว้าง ให้นักเรียนคิด จะใช้เวลามากกว่า

5) Prompting and Probing การตั้งคำถามต้องกระตุ้นและใช้ข้อความหลอกล่อหรือแห่ เป็นการติดตามผลจากการถาม คำถามไปแล้ว เมื่อตอบครั้งแรกไม่ถูกต้องหรือไม่ตรงประเด็นหรือไม่ชัดเจน จำเป็นจะต้องใช้การกระตุ้นหรือชี้แนะ ให้นักเรียนเกิดกำลังใจที่จะตอบ ให้ตรงคำถามและชัดเจนยิ่งขึ้น

6) Listening and Responding เมื่อครูถามนักเรียนแล้ว ต้องรอฟังคำตอบและการตอบสนองจากนักเรียน ถ้าครูสนใจและตั้งใจฟัง จะเป็นการช่วยบรรเทาความวิตกกังวลของนักเรียนได้ โดยแบ่ง การฟังเป็น 4 แบบ ดังนี้

6.1) Skim Listening หมายถึงการฟังแบบผิวเผิน เป็นการฟังแบบคร่าว ๆ ซึ่งบางครั้งนักเรียนตอบมา แต่ยังไม่ถูกต้อง ตรงประเด็นเท่าใดนัก แต่ครูก็ต้องยอมปล่อยผ่านไปก่อน

6.2) Search Listening หมายถึง การฟังแบบค้นหา เป็นการฟังเพื่อให้ครูผู้ฟัง ต้องค้นหาข้อมูลเฉพาะที่ต้องการคำตอบ การฟังเพื่อที่ครูผู้ฟังจะต้องค้นหาข้อมูลเฉพาะที่ครูต้องการในคำตอบของนักเรียน แต่ครูไม่ควรละเลย ไม่สนใจคำตอบอื่น ๆ ของนักเรียน

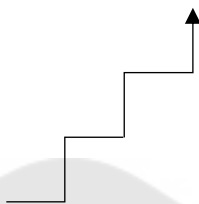
6.3) Survey Listening หมายถึง การฟังแบบสำรวจ เป็นการฟังที่ครูต้องติดตามว่า นักเรียนกำลังพูดอะไร เจาะไปยังเรื่องที่นักเรียนพูด พิจารณาจุดที่นักเรียนพูดผิดหรือตอบไม่ตรงประเด็นหรืออาจเป็นความเข้าใจคลาดเคลื่อน

6.4) Study Listening หมายถึง การฟังแบบศึกษา เป็นการฟังเพื่อค้นหาว่า ในคำตอบของนักเรียน สะท้อนถึงความเข้าใจของนักเรียนอย่างไรและความมั่นใจในคำตอบ ซึ่งการฟังในลักษณะนี้จะใกล้เคียงกับการฟังแบบสำรวจ แต่จะแตกต่างกันตรงที่การฟังแบบศึกษานี้ จะนำไปสู่การศึกษาพฤติกรรมของนักเรียนเป็นรายบุคคลได้

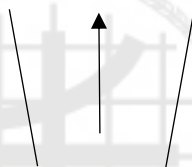
การตอบสนองของครู จากการรับฟังคำตอบของนักเรียน จะมีผลต่อพฤติกรรมของนักเรียน คือ ถ้าครูสื่อสารเชิงบวก ทั้งกายและวาจา จะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความมั่นใจ กล้าที่จะตอบคำถาม เป็นการสร้างกำลังใจให้นักเรียนในการตอบคำถาม และอาจจะสร้างคำถามได้เองอีกด้วย

7) Sequencing Question การตั้งคำถามจะต้องเป็นลำดับขั้นตอนและมีความต่อเนื่อง ซึ่งถือว่าเป็นศิลปะอย่างหนึ่ง ที่ผู้ตั้งคำถาม ต้องคำนึงถึง โดยอาจมีแบบแผนดังนี้

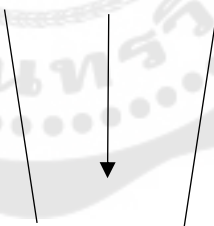
7.1) Extending and Lifting คือ คำถามที่เป็นลำดับขั้นบันได หรือจากเบื้องต้นไปสู่ขั้นสูง



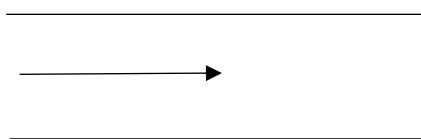
7.2) From Narrow to Broad and Recall to Thought เป็นคำถามจากแคบไปสู่กว้าง หรือจากความจำไปสู่ความคิด



7.3) From Broad to Narrow เป็นคำถามจากกว้างไปสู่แคบ



7.4) A Path of Questions all of the Same Type คำถามจากบางส่วนไปสู่ส่วนรวม



กิตติชัย สุทธาสีโนบล (2558) กล่าวถึง เทคนิคการตั้งคำถาม สรุปได้ดังนี้

1. ในการตั้งคำถามที่ดีจะต้องมีโครงสร้างของคำถาม (structuring) ซึ่งประกอบด้วยคำถามที่เป็นลำดับขั้นตอน โดยเริ่มจากคำถามที่ง่ายหรือที่นักเรียนคุ้นเคย หรืออาจเป็นคำถามง่าย ๆ เป็นการทบทวนความรู้เดิมไปสู่คำถามที่ยากและซับซ้อนมากขึ้น มีการชี้แจงจุดประสงค์หรืออธิบายเนื้อหาบทเรียนก่อน เพื่อนำไปสู่การตอบคำถาม

2. ในการตั้งคำถามที่ดีจะต้องมีระดับของคำถามและมีความชัดเจน (pitching and putting clearly) เนื่องจากเป็นการสะท้อนถึงมิติของคำถาม โดยหากคำถามเหมาะสมจะนำไปสู่คำถาม 4 แบบ คือ

- 2.1) คำถามแคบและวัดความจำ
- 2.2) คำถามกว้างและวัดความจำ
- 2.3) คำถามแคบและวัดความคิด
- 2.4) คำถามกว้างและวัดความคิด

3. คำถามที่ดีต้องมีทิศทางและการกระจาย (directing and distributing) หากการถามคำถามแบบไม่มีทิศทาง จะนำมาซึ่งคำตอบที่ไม่ชัดเจนและไม่มีการควบคุมคำตอบ ดังนั้นคำถาม จึงต้องมีทิศทาง โดยกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจน ครูแสดงท่าทางประกอบการกล่าวถามหรือท่าทางที่ครูแสดงออกและการแสดงออกทางใบหน้า นอกจากนี้ ครูควรถามคำถามให้กระจายทั่วทั้งห้องเรียน ทั้งนักเรียนที่นั่งหน้าห้อง หลังห้อง กลางห้อง เพื่อให้นักเรียนตั้งใจฟังคำถาม และเตรียมที่จะตอบ

4. ในการตั้งคำถามที่ดี ควรมีการหยุดรอเพื่อการถามต่อ (pausing and pacing) เมื่อครูถามคำถามแล้ว ควรมีการหยุดรอคำตอบจากนักเรียน เป็นการกระตุ้นนักเรียน ให้ตอบ และจะนำไปสู่การตั้งคำถามใหม่ การใช้คำถามเพื่อฝึกฝนเนื้อหาที่เรียนนั้นจะใช้เวลาไม่นาน ส่วนการใช้คำถามกว้าง ให้นักเรียนคิด จะใช้เวลานานกว่า

5. ในการตั้งคำถามที่ดี ควรมีการกระตุ้นและเจาะประเด็นสำคัญ (prompting and probing) ครูใช้คำถามที่กระตุ้น เจาะลึกไปยังประเด็นที่ต้องการ คำตอบที่ได้จากนักเรียน ในครั้งแรกอาจไม่ตรงประเด็นหรืออาจไม่ชัดเจนพอ จึงต้องมีการกระตุ้นหรือชี้แนะ ให้นักเรียนมีกำลังใจในการตอบคำถาม

คำถามที่ใช้กระตุ้น แบ่งเป็น

5.1) คำถามสั้น ๆ เป็นคำถามที่เพิ่มความเข้าใจ จากประสบการณ์ความรู้เดิมของนักเรียน

5.2) คำถามง่าย ๆ เป็นคำถามที่ให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ แล้วนำไปสู่คำตอบ เริ่มต้นจากการถามให้นักเรียนช่วยคิด ถามกระตุ้นให้มีแรงจูงใจในการตอบ

6. การตั้งคำถามที่ดีต้องมีการฟังและการสนองตอบ (listening and responding) ถ้าครูผู้สอนสนใจและตั้งใจฟังคำตอบของนักเรียน จะเป็นการช่วยลดความวิตกกังวลของนักเรียนได้ ซึ่งการฟัง แบ่งเป็น

6.1) การฟังอย่างผิวเผิน (skim listening) เป็นการฟังแบบกว้าง ครูอนุมโนคำตอบของนักเรียนที่อาจไม่ตรงประเด็น ไม่สอดคล้องกับคำถาม

6.2) การฟังอย่างค้นหา (search listening) เป็นการฟังแบบค้นหาข้อมูลเฉพาะ จากคำตอบที่นักเรียนตอบมา ครูค้นหาคำตอบที่ต้องการ แต่ไม่มองข้ามคำตอบอื่นที่ไม่ต้องการ

6.3) การฟังอย่างสำรวจ (survey listening) เป็นการฟังแบบสำรวจ ครูจะสร้างแผนภาพว่านักเรียนกำลังพูดว่าอะไร โดยมุ่งไปที่ ประเด็นที่นักเรียนเข้าใจผิด

6.4) การฟังอย่างต้องการศึกษา (study listening) เป็นการฟังเพื่อค้นหาว่าคำตอบของนักเรียน สะท้อนให้เห็นความเข้าใจของนักเรียนเข้าใจและความมั่นใจในคำตอบ การฟังเช่นนี้จะนำไปสู่การศึกษาพฤติกรรมของนักเรียนเป็นรายบุคคล ถ้าครูมีการสื่อสารกับนักเรียนทั้งทางกายและวาจาในเชิงบวก จะเป็นการกระตุ้นและสร้างกำลังใจให้นักเรียนกล้าตอบคำถามมากขึ้น

7. การตั้งคำถามที่ดีต้องมีลำดับขั้นและมีความต่อเนื่องของคำถาม (sequencing questions) การตั้งคำถามเป็นศิลปะอย่างหนึ่งที่ครูผู้สอนต้องคำนึงถึง ซึ่งแบ่งเป็น

7.1 คำถามที่เป็นลำดับขั้นบันได (extending and lifting)

7.2 คำถามจากแคบไปสู่คำถามกว้าง (from narrow to broad and recall to thought)

7.3 คำถามจากกว้างไปสู่คำถามแคบ (from broad to narrow)

7.4 คำถามจากบางส่วนไปสู่คำถามส่วนรวม (a path of questions all of the same type)

7.5 คำถามที่มีลักษณะเป็นกระดูกสันหลัง (a backbone of questions with relevant digressions)

7.6 คำถามที่มีลักษณะเป็นวงกลม (the circular series of questions which lead back to the initial position)

7.7 คำถามที่มีลักษณะสุ่มไปเรื่อยไม่มีทิศทาง (the random walk)

อุไร ชีรัมย์ (2563) กล่าวถึง ประเภทของเทคนิคการตั้งคำถาม 2 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่

1) คำถามขั้นต้น คือ คำถามที่ครูตั้งขึ้นเพื่อถามความรู้ที่นักเรียนได้เรียนผ่านมาแล้ว จะเป็นประโยชน์ในการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนและรู้สึกสงสัยอยากรู้คำตอบ นักเรียนจะแสดงความสนใจในสิ่งที่ครูพูดและมีส่วนร่วมในการเรียนมากขึ้น

2) คำถามขั้นสูง คือ คำถามที่ครูตั้งขึ้นเพื่อถามให้นักเรียนใช้ทักษะการคิดวิเคราะห์ เพื่อตอบคำถาม ซึ่งในการตอบคำถามนั้น นักเรียนต้องนำข้อมูลความรู้ที่มี จากการเรียนรู้มาตอบ ต้องมีการกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด ขยายความรู้ เรียบเรียงคำตอบ บางครั้งครูผู้สอนอาจให้มีการแบ่งกลุ่มย่อย เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นก่อนตอบคำถามหรือครูช่วยให้แนวทางในลักษณะของการเสริมต่อความรู้ให้กับนักเรียน

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2555) กล่าวถึง ประโยชน์ของการใช้คำถามสำหรับผู้สอน ว่าผู้สอนสามารถใช้คำถาม โดยผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวก โดยฟังการตั้งคำถามของนักเรียน และการอภิปราย ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้จินตนาการ ควรหลีกเลี่ยงการถามและตอบที่ชี้นำ ต้องคิดตามไปด้วยแต่ละคำถาม ฝึกการใช้ศิลปะในการถาม

Shanmugavelu (2020) กล่าวถึงเทคนิคของการใช้คำถาม (Questioning Techniques) หนึ่งในองค์ประกอบหลักในการสร้างประสิทธิผลของกระบวนการเรียนรู้ในห้องเรียน คือ การใช้เทคนิคการตั้งคำถามของครูผู้สอน การซักถามพูดคุยกันในชั้นเรียนเป็นการสร้างปฏิสัมพันธ์อันดีต่อกัน เป็นการสร้างความสนใจให้นักเรียน การตั้งคำถามที่ดีจะกระตุ้นกระบวนการคิดให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ปลุกจินตนาการ และนำไปสู่การลงมือกระทำ ถือได้ว่าเป็นเทคนิคการสอนที่มีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ ครูควรตระหนักว่าคำถามต้องมีคุณภาพ และต้องเข้าใจว่าในการเรียนรู้อาจจะเปลี่ยนแปลงได้ตลอด แต่ยังคงต้องเป็นไปตามวัตถุประสงค์ จึงอาจกล่าวได้ว่า การพัฒนาศักยภาพของนักเรียน ต้องให้ครูซึ่งเป็นผู้มีบทบาทสำคัญ ในการวางแผนอย่างรอบคอบและคำนึงถึงปัจจัยดังต่อไปนี้

1. ความสนใจ (Attention)

การตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนสนใจเรียนในเรื่องที่จะสอน ครูต้องถามคำถามไปถามทุกคนในห้องเรียนพร้อมๆ กัน แล้วจึงตามด้วยการเรียกชื่อนักเรียน เพื่อให้ทุกคนตั้งใจฟัง และควรให้ความสำคัญกับนักเรียนที่ไม่ได้ยกมือถามหรือตอบด้วย (Atan Long, 1980)

2. น้ำเสียง (Voice)

เสียงเป็นการสื่อสารที่สำคัญ เป็นเครื่องมือสำหรับครู เมื่อถามคำถาม ครูต้องกล่าวด้วยความมั่นใจ ใช้น้ำเสียงดังเหมาะสม และชัดเจน จะดึงดูดความสนใจจากนักเรียน

3. การหยุดชั่วคราว (Pause)

หลังจากที่ครูถามคำถามแล้ว ครูควรเป็นฝ่ายหยุดพูดสักครู่ แล้วดูนักเรียนสังเกตลักษณะอาการที่จะบ่งบอกถึงความพร้อมที่จะตอบคำถาม ให้เวลาคิดพอสมควร แต่หากนานเกินไปจะทำให้ความสนใจลดลง

4. เนื้อหาของคำถาม

ในการถามคำถาม ครูควรวางแผน ประเภทของคำถามที่จะถูกถามในห้องเรียน คำถามที่จะใช้ถาม กำหนดไว้เป็นหลักโครงสร้างเนื้อหา โดยเรียงลำดับตามเนื้อหา ในบทเรียน เป็นการกำหนดแนวทางที่ต้องการและข้อคำถาม จะต้องไม่ยาวเกินไป

ทั้งนี้ ครูอาจใช้คำถามที่เกี่ยวข้องกับเรื่องส่วนตัวของนักเรียน เพื่อเป็นพื้นฐานในการถามคำถาม เพื่อเชื่อมโยงเข้ากับเนื้อหาที่จะเรียนรู้ เช่น ถามความสามารถของนักเรียน เพื่อเลือกคำถามที่ค่อนข้างยากให้กับนักเรียนที่มีความสามารถสูง มีพรสวรรค์และถามคำถามง่ายกว่ากับนักเรียนที่ความสามารถของลงมา จะช่วยให้พวกเขาตอบคำถามได้ กระตุ้นความคิด และยังเพิ่มความมั่นใจในการเรียนรู้มากขึ้น และนอกจากนี้ในการตั้งคำถาม ควรตรวจสอบก่อนว่า เป็นคำถามที่นักเรียนเข้าใจง่าย นักเรียนสามารถตอบได้ โดยเข้าใจคำถาม

สรุปได้ว่า เทคนิคการใช้คำถาม เป็นสิ่งที่จะช่วยให้กิจกรรมการเรียนการสอนประสบผลสำเร็จ ทำให้ครูผู้สอนได้เข้าใจถึงกระบวนการการเรียนรู้ของนักเรียนและเกิดการเรียนรู้ที่จะพัฒนานักเรียนได้ตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

6.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชนาภา แสงจำปา (2551) ศึกษาการใช้คำถามของครูอนุบาลในโรงเรียนสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 246 คน โดยแบ่งเป็น คำถามระดับต่ำ ได้แก่ คำถามให้สังเกต ให้ทบทวนความจำ ให้บอกความหมาย ให้ชี้บ่ง ให้ถามนำ และให้เร้าความสนใจ ส่วนคำถามระดับสูง ได้แก่ คำถามให้อธิบาย ให้เปรียบเทียบ ให้จำแนกประเภท ให้ยกตัวอย่าง ให้วิเคราะห์ ให้สังเคราะห์ และให้ประเมินค่า ผลการวิจัยพบว่า 1. คำถามระดับต่ำ ประเภทที่ครูอนุบาลใช้มากที่สุด คือ คำถามให้ทบทวนความจำ รองลงมาคือ คำถาม ถามนำ คำถามชี้บ่ง คำถามให้บอกความหมาย คำถามให้สังเกต และคำถามเร้าความสนใจ ตามลำดับ 2. คำถามระดับสูง ประเภทที่ครูอนุบาลใช้มากที่สุด คือ คำถามให้ประเมินค่ารองลงมาคือ คำถามให้

วิเคราะห์ คำถามให้อธิบาย คำถามให้สังเคราะห์ คำถามให้จำแนกประเภท คำถามให้เปรียบเทียบ และคำถามให้ยกตัวอย่าง ตามลำดับ

พิมลวรรณ จิตโตภาษ (2557) ศึกษาผลของการใช้คำถามตามทฤษฎีของบลูม (Bloom) ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของเด็กอายุ 7 ปี จำนวน 30 คน ใช้เวลาในการวิจัย 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 5 วัน วันละ 50 นาที โดยสอนตามแผนการสอนที่ใช้คำถามตามทฤษฎีของบลูม (Bloom) แต่ละแผน ประกอบด้วยวัตถุประสงค์ มโนทัศน์ เนื้อหา กระบวนการสอน สื่อการเรียนรู้ และการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ โดย กระบวนการสอน มีกระบวนการดำเนินการ ดังนี้

1) การสร้างแรงจูงใจคือ การนำเสนอกิจกรรมหลากหลายรูปแบบที่บูรณาการคำถามที่ให้จดจำข้อมูล หรือคำถามบรรยายสิ่งที่เห็น หรือคำถามที่ให้คาดเดาล่วงหน้า

2) การสร้างมโนทัศน์คือ ขั้นตอนของการให้ความรู้และกิจกรรมที่สอดแทรกคำถามที่ให้อธิบายเหตุและผล หรือคำถามที่让孩子ได้เคลื่อนไหวส่วนต่างๆ ของร่างกาย หรือคำถามที่ให้เปรียบเทียบและค้นหาความสัมพันธ์ หรือคำถามที่让孩子ตอบอย่างหลากหลาย

3) การฝึกปฏิบัติคือ การ让孩子ทำแบบฝึกหัดหลากหลายลักษณะที่มุ่งเน้นการตอบคำถามปลายเปิด ทั้งรายบุคคลและเป็นกลุ่มย่อย

4) การสรุปคือ การ让孩子แสดงความคิดเห็นหรือสำรวจความรู้สึกตนในการประเมินกิจกรรมที่ชื่นชอบในแต่ละวัน

สรุปผลการวิจัยได้ว่า หลังการทดลอง ค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของเด็กโดยรวมสูงขึ้นกว่าก่อนการทดลอง โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังการทดลองเท่ากับ 37.70

อนุพร วิชามล (2559) ศึกษาวิจัยเชิงคุณภาพด้วยการทดลองเชิงการสอนเกี่ยวกับการตั้งคำถามที่ส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น ม.5 ด้วยวิธีการแบบเปิด ผลการวิจัยพบว่า คำถามที่ส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ 1) ถามเพื่อให้นักเรียนเข้าใจโจทย์ปัญหา การคิดเชิงนามธรรม 2) ถามเพื่อชี้แนะ แঙ্গจุดประสงค์การเรียนรู้ ให้นักเรียนเกิดการคิดเชิงพัฒนาและเกิดการคิดเชิงนิรนัย 3) ถามเพื่อช่วยส่งเสริมการทำงานของนักเรียนแต่ละคน ทำให้เกิดการคิดเชิงนิรนัย อุปนัย อุปมาและเชิงพัฒนา 4) ถามเพื่อชี้แนะให้นักเรียนอธิบายและเปรียบเทียบวิธีการคิด ทำให้นักเรียนเกิดการคิดเชิงอุปมาและนิรนัย 5) ถามเพื่อชี้แนะให้นักเรียนมองย้อนกลับและจัดการกับสิ่งที่ได้เรียนรู้และเห็นคุณค่าของสิ่งที่ได้เรียนรู้ ทำให้นักเรียนเกิดการคิดเชิงอุปนัย

กัลญารัตน์ เทพบุตร (2562) ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ ด้วยเทคนิคการสอนแบบย้อนกลับร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ในรายวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น ม.1 จำนวน 37 คน และศึกษาเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยการสอนแบบย้อนกลับ ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลคะแนนเฉลี่ยการคิดวิเคราะห์วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และนักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยการสอนแบบย้อนกลับร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการใช้คำถาม พบว่าคำถามที่ใช้ถามนักเรียนมีหลายประเภท ครูใช้คำถามให้เหมาะกับนักเรียน ในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งช่วยให้ครูเข้าใจนักเรียนมากขึ้น ผลของการใช้เทคนิคการตั้งคำถามนี้พบว่าสามารถทำให้ครูเกิดการเรียนรู้ที่จะพัฒนานักเรียน ส่งผลให้บรรลุจุดประสงค์ในการเรียน

7. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโปรแกรมการจัดการเรียนรู้

7.1 ความหมายโปรแกรมการจัดการเรียนรู้

สำนักงานราชบัณฑิตยสภา (2558, ออนไลน์) ระบุถึง “โปรแกรม” ว่าเป็นคำที่นำมาจากภาษาอังกฤษ ว่า “program” (สะกดว่า p-r-o-g-r-a-m) มีความหมายว่า “รายการแสดง” หรือ “กำหนดการ” แต่ในวงการศึกษ “โปรแกรม” มีความหมายว่า “โครงการ” เช่น โปรแกรมหลักสูตร โปรแกรมการแนะแนว โปรแกรมเรียนแบบไปกลับ ฯลฯ ในวงการคอมพิวเตอร์ “โปรแกรม” หมายความว่า “รายการคำสั่ง” ที่ให้คอมพิวเตอร์ทำงาน ร่วมกับข้อมูลตามขั้นตอนที่กำหนดไว้

Bar and Keating (1990 อ้างถึงใน กัญญาพัชร คำสะอาด, 2562) กล่าวว่าโดยทั่วไปคำว่าโปรแกรมใช้ใน 3 ความหมาย คือ

1. โปรแกรม หมายถึง หน่วย (Units) ที่ให้บริการตามความต้องการของสถาบันหรือบุคคล หรือสิ่งจัดขึ้นเป็นพิเศษ
2. โปรแกรม หมายถึง ลำดับการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ (Series of Planned Intervention) เพื่อบรรลุจุดประสงค์ที่กำหนดโดยเฉพาะ สำหรับกลุ่มเป้าหมายโดยเฉพาะ
3. โปรแกรม หมายถึง กิจกรรมที่วางแผนไว้ (Planned Activity) เพื่อเป้าหมายโดยเฉพาะ

Rothwell and Cookson (1997) กล่าวว่าโปรแกรมการเรียนการสอน ทำให้เกิดลำดับขั้นตอนของกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่จำเป็น โดยมีภาระสำคัญในการสร้างการเปลี่ยนแปลงอย่างสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพให้กับผู้เรียน จากความสามารถหรือพฤติกรรมในภาพรวมสู่ความสามารถหรือพฤติกรรมที่มีคาดหวัง

Bowen (2012) กล่าวว่า โปรแกรม คือ กลุ่มที่ชัดเจน มีความเกี่ยวข้อง และเป็นกิจกรรมเสริมที่มีวัตถุประสงค์เพื่อให้บรรลุผลตามที่ต้องการตามเป้าหมาย กลุ่มบุคคลในโปรแกรมอาจแตกต่างกันไป โปรแกรมอาจให้บริการกลุ่มเฉพาะหรือกลุ่มใหญ่ โปรแกรมไม่ควรมีกิจกรรมเดียว หรือกว้างมาก จนยากที่จะเข้าใจ ความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรม, กลุ่มเป้าหมายและผลลัพธ์ที่ตั้งใจไว้

ดวงเดือน อ่อนน่วม (2529 อ้างถึงใน วลัยภรณ์ จันทร์สาขา, 2555) ได้ระบุถึงคำว่า โปรแกรม หมายถึง แนวการจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาผู้เรียนไปสู่จุดมุ่งหมาย

อัมพรรัตน์ วัฒนะโชติ (2536) ให้ความหมายของ โปรแกรมการสอนว่า หมายถึง รายละเอียดของแนวการจัดประสบการณ์กิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียนโดยทั่วไป หรือผู้เรียนที่มีลักษณะพิเศษ เช่น เด็กความสามารถพิเศษ เด็กพิการ เด็กที่มีผลการเรียนต่ำ ให้เด็กเหล่านั้นได้รับการพัฒนาไปตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ได้มากที่สุด โดยที่ผู้สร้างโปรแกรมการสอนจะเรียกโปรแกรมแตกต่างกันออกไปตามจุดมุ่งหมาย หรือลักษณะของโปรแกรมที่วางไว้ เช่น โปรแกรมการศึกษา โปรแกรมการศึกษาสำหรับเด็กพิเศษ โปรแกรมการเตรียมความพร้อมทางอาชีพ เป็นต้น

หทัยรัตน์ คงวัฒนะ (2539) กล่าวถึง คำว่า โปรแกรมการสอนว่า หมายถึง รายละเอียดของแนวทางการจัดประสบการณ์การเรียนการสอน เพื่อมุ่งมั่นพัฒนาผู้เรียนโดยทั่วไป เด็กพิการ เด็กที่มีความสามารถพิเศษ เด็กที่มีผลการเรียนต่ำ ให้ได้รับการพัฒนาไปตามจุดมุ่งหมายหรือลักษณะของโปรแกรมที่วางไว้ เช่น การพัฒนาโปรแกรมการศึกษา โปรแกรมการศึกษาสำหรับเด็กพิเศษ ฯลฯ

ธมนวรรณ ทาแก้ว (2547) กล่าวถึงความหมายของโปรแกรมการเรียนรู้ว่าคือ รายละเอียดของแนวทางการจัดประสบการณ์การเรียนรู้เพื่อมุ่งมั่นพัฒนาผู้เรียนโดยทั่วไป มีคุณลักษณะพิเศษ เช่น เด็กพิการหรือมีความสามารถพิเศษหรือมีผลการเรียนต่ำ ให้ได้รับการพัฒนาไปตามเป้าหมาย หรือลักษณะของโปรแกรมที่วางไว้ โดยส่วนใหญ่รายละเอียดของโปรแกรม จะประกอบด้วยจุดมุ่งหมาย ลักษณะของโปรแกรม การคัดเลือกนักเรียนเข้าร่วมโปรแกรม วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และการประเมินผลโปรแกรม

กัญญาพัชร คำสะอาด (2562) สรุปว่า โปรแกรม คือ กิจกรรม ลำดับการปฏิบัติ หรือ รายละเอียดของแนวทางที่วางแผนไว้ อันเป็นมวลประสบการณ์ที่เป็นระบบระเบียบ มีขั้นตอนในการพัฒนาที่สร้างขึ้นโดยการประยุกต์จากองค์ประกอบที่เชื่อมโยงสัมพันธ์กันของหลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของการพัฒนาในแต่ละองค์กร เพื่อพัฒนาผู้รับการเสริมสร้างให้เป็นไปตาม จุดมุ่งหมายที่วางเอาไว้

จากความหมายของโปรแกรม จะพบว่ามีการใช้คำว่าโปรแกรมในวงการศึกษ ด้วย คำว่า โปรแกรมการศึกษา โปรแกรมการสอน โปรแกรมการเรียนรู้ ซึ่งมีความหมายในทำนองเดียวกัน คือเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามลำดับขั้นตอน เพื่อให้ผู้เข้าร่วมโปรแกรมได้รับการพัฒนาตามจุดมุ่งหมายที่แตกต่างกันไป ซึ่งมีองค์ประกอบของโปรแกรม ได้แก่ จุดมุ่งหมาย ลักษณะของโปรแกรม การคัดเลือกนักเรียนเข้าร่วมโปรแกรม วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และการ ประเมินผลโปรแกรม ซึ่งในงานวิจัยนี้ ใช้คำว่า “โปรแกรมการจัดการเรียนรู้”

องค์ประกอบของโปรแกรม

Cooper and Worden (1983 อ้างถึงใน พิชานิกา เพชรสังข์, 2562) กล่าวถึง โปรแกรมการสอน ว่ามีองค์ประกอบดังนี้

- 1) วัตถุประสงค์ของโปรแกรม
- 2) ผู้เรียน ลักษณะ ความสามารถของผู้เรียนและความต้องการ
- 3) กระบวนการเรียนการสอน
- 4) สื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ หนังสือ เกมและสิ่งจำเป็น

Niedermeyer (1992 อ้างถึงใน พิชานิกา เพชรสังข์, 2562) กล่าวถึง พัฒนา โปรแกรมว่าควรมียุทธศาสตร์ประกอบ ดังนี้

- 1) จุดประสงค์ของโปรแกรม
- 2) รายละเอียดของเนื้อหา
- 3) กิจกรรมการเรียนการสอน
- 4) วัสดุ อุปกรณ์ สื่อการสอนต่าง ๆ
- 5) การนำโปรแกรมไปใช้
- 6) การประเมินผลของโปรแกรม

ดวงเดือน อ่อนน้อม (2529 อ้างถึงใน วลัยภรณ์ จันทรสาขา, 2555) กล่าวว่า โปรแกรมการสอนว่า มีองค์ประกอบ คือ

- 1) จุดมุ่งหมาย
- 2) ลักษณะของโปรแกรม
- 3) การคัดเลือกผู้เข้าร่วมโปรแกรม
- 4) วิธีการจัดกิจกรรม
- 5) การประเมินผลโปรแกรม

อัมพรรัตน์ วัฒนะโชติ (2536) กล่าวว่า โปรแกรมการสอนจะประกอบไปด้วย

- 1) จุดมุ่งหมายหรือวัตถุประสงค์
- 2) ลักษณะของโปรแกรม
- 3) การคัดเลือก นักเรียนเข้าร่วมโปรแกรม
- 4) วิธีการจัดการเรียนการสอน
- 5) การประเมินผล

อัษฎนี้อย่างดี (2555) พัฒนาโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ สำหรับพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียน ชั้น ป.6 กล่าวถึงผลการพัฒนาโปรแกรมฯ ในประเด็นองค์ประกอบของโปรแกรม ว่าโปรแกรมประกอบด้วย

- 1) หลักการและเหตุผล
- 2) วัตถุประสงค์
- 3) กิจกรรมของโปรแกรม
- 4) สื่อการสอน
- 5) การวัดและการประเมินผล

ธัญญา สิงห์พันธ์ (2559) พัฒนาโปรแกรมสำหรับนักเรียนระดับชั้น ป.4 ในการเสริมสร้างความอดทนรอคอย ตามแนวความคิดการมีสติร่วมกับทฤษฎีการกระทำด้วยเหตุผล สรุปขั้นตอน ดังนี้

- 1) หลักการและเหตุผล
- 2) จุดประสงค์
- 3) วิธีการใช้โปรแกรม
- 4) การประเมินผลโปรแกรม

นิชาบูล ลำพูน (2560) พัฒนาโปรแกรมสำหรับพัฒนาเด็กหญิงอายุในช่วง 11-15 ปี ในบ้านอุปถัมภ์ มูลนิธิสร้างสรรค์เด็กและเยาวชนในสถานสงเคราะห์จำนวน 16 คน โดยใช้กิจกรรมศิลปะส่งเสริมการเห็นคุณค่าในตนเอง ผลการศึกษา ในด้านองค์ประกอบโปรแกรม สรุปว่า โปรแกรมฯ ประกอบด้วย

- 1) วัตถุประสงค์: เน้นการเห็นคุณค่าในตนเอง
- 2) เนื้อหาการเรียนรู้: เน้นการทำงานศิลปะ การทำงานประดิษฐ์ การออกแบบที่

สอดคล้องคุณธรรม

- 3) กระบวนการจัดการเรียนรู้: เน้นการศึกษาความรู้ด้วยตนเอง ทำแบบทดสอบ
- 4) การวัดและประเมินผล: เน้นการสังเกตพฤติกรรมและประเมินการเห็นคุณค่า

ในตนเอง

พีชาณิกา เพชรสังข์ (2562) พัฒนาโปรแกรมสำหรับนักศึกษาปริญญาตรี เพื่อเสริมสร้างพฤติกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ทฤษฎีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์และทฤษฎีการตั้งเป้าหมาย สรุปองค์ประกอบของโปรแกรมสำหรับการวิจัย มีดังนี้

- 1) หลักการของโปรแกรม
- 2) วัตถุประสงค์ของโปรแกรม
- 3) เนื้อหาของโปรแกรม
- 4) การดำเนินการใช้โปรแกรม
- 5) กิจกรรมการเรียนการสอน
- 6) การวัดและประเมินผล

สารีพันธ์ุ ศุภวรรณ (2545) และ Copper และ Walder (จักรา ประเสริฐสิน, 2563) กล่าวถึง โปรแกรมการสอน ว่าประกอบด้วย

- 1) จุดมุ่งหมาย จุดประสงค์ หรือวัตถุประสงค์ของโปรแกรม
- 2) ลักษณะของโปรแกรม สภาพแวดล้อมในการจัดการเรียนการสอน
- 3) การคัดเลือกผู้เข้าร่วมโปรแกรม ความต้องการของผู้เรียน ลักษณะของผู้เรียน

ความสามารถของผู้เรียน คุณสมบัติของผู้สอน

4) รูปแบบการเรียนการสอน กระบวนการ วิธีการจัดกิจกรรม เนื้อหาสาระ สื่อการเรียนรู้ วัสดุ อุปกรณ์ หนังสือ และอื่นๆ ที่จำเป็น

- 5) การวัดและประเมินผล

โสรัจจะ มีทรัพย์มัน (2563) พัฒนาโปรแกรมสร้างเสริมการดูแลสุขภาพและความปลอดภัย ของเด็กที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาในชั้นเรียนร่วม สรุปองค์ประกอบ ได้แก่

- 1) จุดมุ่งหมาย
- 2) ลักษณะของโปรแกรม
- 3) การคัดเลือกผู้เข้าร่วมโปรแกรม
- 4) วิธีการจัดกิจกรรม
- 5) แผน IEP
- 6) แผนการจัดการเรียนรู้
- 7) การวัดผลและการประเมินผล
- 8) แบบประเมินความสามารถ
- 9) คู่มือการใช้โปรแกรมฯ

จากการสืบค้นและศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กับองค์ประกอบของโปรแกรม สรุปเป็นตาราง ดังนี้

ตาราง 1 สังเคราะห์องค์ประกอบของโปรแกรม

ผู้วิจัย (ปีที่เผยแพร่)	วัตถุประสงค์	ผู้เข้าร่วมโปรแกรม	หลักการ / เนื้อหา ลักษณะ	กระบวนการ การ/ วิธีการ จัดการ เรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัด และ ประเมิน ผล	การนำไปใช้
Cooper and Worden (1983)	✓	✓		✓	✓		
Niedermeyer (1992)	✓			✓	✓	✓	✓
ดวงเดือน อ่อนน่วม (2529)	✓	✓		✓		✓	
สารีพันธุ์ ศุภวรรณ (2545)	✓	✓	✓	✓		✓	

ตาราง 1 (ต่อ)

ผู้วิจัย (ปีที่ เผยแพร่)	วัตถุประสงค์	ผู้เข้าร่วม โปรแกรม	หลักการ / ลักษณะ	เนื้อหา	กระบวนการ การ/ วิธีการ จัดการ เรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัด และ ประเมิน ผล	การ นำไปใช้
อัษณีย์ แดง ดี (2555)	✓				✓	✓	✓	✓
อัมพรรัตน์ วัฒนะโชติ (2536)	✓	✓	✓		✓		✓	
ธัญนุช สิงห์พันธ์ (2559)	✓		✓		✓		✓	✓
นิชาบูล ลำพูน (2560)	✓			✓	✓		✓	
พีชาณิกา เพชรสังข์ (2562)	✓		✓	✓	✓		✓	✓
ส ร ั จ จ ะ มีทรัพย์มัน (2563)	✓	✓	✓		✓	✓	✓	
						แผน IEP, แผนการ จัดการ เรียนรู้, คู่มือ การใช้ โปรแกรมฯ		
รวม	10	5	5	3	10	4	9	4

จากตาราง สังเคราะห์องค์ประกอบของโปรแกรม พบว่า ประเด็นที่พบมากที่สุดคือ วัตถุประสงค์ วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รองลงมาคือ การวัดและการประเมินผล ผู้เข้าร่วม โปรแกรม และลักษณะของโปรแกรม ตามลำดับ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสรุปเป็นองค์ประกอบโปรแกรม และนำไปร่างโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ที่มีองค์ประกอบ ดังนี้

- 1) วัตถุประสงค์ของโปรแกรม
- 2) ผู้เข้าร่วมโปรแกรม
- 3) ลักษณะของโปรแกรม
- 4) กิจกรรมในโปรแกรม
- 5) การวัดและประเมินผล

7.2 การพัฒนาโปรแกรมการจัดการเรียนรู้

การพัฒนาโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ เป็นการทำให้โปรแกรมมีคุณภาพมากที่สุดต่อ ผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ให้ได้มากที่สุด ซึ่งมีการนำเสนอกระบวนการพัฒนาโปรแกรมการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

McLaughlin and Eaves (1976, อ้างถึงใน Wehman & McLaughlin, 1981) เสนอการพัฒนาโปรแกรม ดังนี้

1. การประเมินนักเรียน (Assessment)

ให้มีวัดและประเมินผลนักเรียนก่อนเข้าร่วมในโปรแกรม ข้อมูลส่วนนี้อาจ มาจากการสัมภาษณ์ สอบถามผู้ปกครองหรือครู โดยใช้แบบตรวจสอบรายการเกี่ยวกับพฤติกรรม ของนักเรียน นอกจากนี้อาจเก็บข้อมูลจากการทดสอบหรือการสังเกตผู้เรียนโดยตรง เพื่อนำมาเป็น ข้อมูลพื้นฐานในการสร้างโปรแกรม

2. การตั้งเป้าหมายและจุดประสงค์ในการเรียนการสอน

กำหนดเป้าหมายและระบุจุดมุ่งหมายในการเรียนที่เหมาะสมกับนักเรียน ซึ่งมีลักษณะเป็นข้อความที่แสดงให้เห็นพฤติกรรมที่คาดหวังที่จะให้เกิดกับนักเรียนที่ เฉพาะเจาะจงลงไป

3. การวิเคราะห์งาน

ตีความทักษะและเนื้อหาในการเรียนออกมาเป็นขั้นตอนย่อย ๆ โดย จัดเรียงตามลำดับความยากง่ายเพื่อให้ตรงกับลักษณะของนักเรียน

4. การเลือกใช้กลยุทธ์ในการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งสื่อการเรียนรู้ วัสดุ อุปกรณ์

กำหนดว่าครูผู้สอนจะสอนอย่างไร โดยกระบวนการในการสอนจะรวมไปถึงการสอนโดยใช้ประโยคคำถาม คำถาม การสาธิต การฝึกหัด การให้ผลย้อนกลับ การให้แรงเสริม รวมถึงการให้คำแนะนำแก่นักเรียน นอกจากนี้ยังนักเรียนจำเป็นต้องเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ที่เหมาะสมกับการเรียนการสอนนั้น ๆ ด้วย

5. การประเมินผลโปรแกรม

เป็นการประเมินนักเรียนในโปรแกรมว่า เกิดพฤติกรรมหรือบรรลุเป้าหมายของโปรแกรมที่กำหนดไว้หรือไม่ หลังจากการใช้โปรแกรมแล้ว ซึ่งถ้าไม่บรรลุเป้าหมาย ก็จำเป็นที่จะต้องตรวจสอบข้อบกพร่องของโปรแกรมในส่วนต่าง ๆ เช่น ความถูกต้องของขั้นตอนในการเรียนการสอน การเลือกใช้สื่อในโปรแกรม เป็นต้น เพื่อทำการปรับปรุงต่อไป

Kidd (1973) นำเสนอขั้นตอนของการพัฒนาโปรแกรม 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การประเมินความต้องการของนักเรียน

ความต้องการของนักเรียนที่จะถูกนำมาใช้ในการสร้างโปรแกรมประกอบไปด้วย 2 ลักษณะคือ (1) ความต้องการที่นักเรียนขาดในด้านข้อมูลหรือทักษะที่นักเรียนคิดว่าควรจะต้องมี และ (2) ความต้องการที่เกิดจากความเครียดหรือความไม่สมดุลในด้านจิตใจและร่างกาย เช่นร่างกายขาดอาหาร ขาดความรัก หรือขาดปรัชญาในการดำเนินชีวิต เป็นต้น ซึ่งวิธีที่ใช้ในการประเมินความต้องการมีหลากหลายวิธี เช่นการใช้แบบสอบถาม การสัมภาษณ์ เป็นต้น โดยเหตุผลหลักในการนำเอาความต้องการมาใช้เป็นจุดเริ่มต้นในการตั้งวัตถุประสงค์ทางการศึกษาก็เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนรู้และมีส่วนร่วมในการดำเนินการเรียนรู้อย่างเต็มความสามารถ

ขั้นที่ 2 การพัฒนาโปรแกรมเพื่อตอบสนองความต้องการ

การสร้างหรือการพัฒนาโปรแกรมจะประกอบด้วยขั้นตอน ย่อยดังนี้

2.1 เนื้อหา และ ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเรียนรู้ของนักเรียน

2.2 วัตถุประสงค์ ซึ่งควรจะระบุการเปลี่ยนแปลงที่คาดหวังในตัวนักเรียน และเนื้อหาที่ถูกนำมาใช้

2.3 การเลือกกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งจะต้องเลือกให้เหมาะสมที่สุดในการที่จะทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

ขั้นที่ 3 การจัดสถานการณ์การเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วม

การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้นั้นจะต้องมาจากการมีส่วนร่วม ซึ่งการมีส่วนร่วมจะเกิดขึ้นได้ก็ต้องเกิดจากการวางแผนและการปฏิบัติที่ดี โดยมีองค์ประกอบดังนี้

3.1 สำรวจความต้องการ เป็นการสำรวจความต้องการของนักเรียนที่มีต่อวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ ซึ่งนักเรียนจะมีส่วนร่วมอย่างมาก ถ้าพวกเขารับรู้ถึงความต้องการของตนเองและความเกี่ยวข้องของเนื้อหาวิชาที่มีต่อพวกเขา

3.2 การเลือกรูปแบบและเครื่องมือที่ใช้ ซึ่งรูปแบบและเครื่องมือที่เลือกจะต้องเป็นสิ่งที่ต้องการสำหรับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย

- การออกแบบบรรยากาศการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้

- การมีเครื่องมือครบ สภาพที่ดี และพร้อมใช้งาน

3.3 คุณลักษณะของกลุ่มที่จะสนับสนุนต่อการเรียนรู้ โดยการเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพได้เมื่อสมาชิกในกลุ่มมีความเข้าใจในลักษณะของแต่ละคนและจะต้องยอมรับว่าทุกคนมีสิทธิที่จะคิดเห็นต่างกันหรือไม่เห็นด้วย และจะต้องจัดบรรยากาศของกลุ่มให้ทุกคนภายในกลุ่มมีโอกาสในการตัดสินใจเท่าเทียมกัน

3.4 การสำรวจเนื้อหา การที่ผู้เรียนจะมีความสนใจและมีส่วนร่วมอย่างเต็มที่นั้น นักเรียนจะต้องมีประสบการณ์กับเนื้อหานั้น

ขั้นที่ 4 การประเมินผล

จุดประสงค์ของการเรียนรู้คือ การเปลี่ยนแปลงในพฤติกรรมของบุคคลและกลุ่ม ดังนั้นจุดประสงค์หลักของการประเมินผลโปรแกรมคือการหาว่าการเปลี่ยนแปลงหรือการเติบโตที่เกิดขึ้นจากการจัดสถานการณ์การเรียนรู้มีมากน้อยเพียงใด ซึ่งสามารถประเมินได้ทั้งหลังจากการจัดสถานการณ์การเรียนรู้และเป็นระยะในระหว่างการจัดสถานการณ์การเรียนรู้เพื่อดูความก้าวหน้าที่เกิดขึ้น

วิโรจน์ สารรัตนะ (2551) กล่าวสรุปขั้นตอนการวิจัยและพัฒนาโปรแกรม ได้ดังนี้

- 1) ตรวจสอบกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี จากผู้เชี่ยวชาญ
- 2) สร้างรายละเอียดโปรแกรม โดยดูจากหลักการและเหตุผลที่สัมพันธ์กัน ประกอบกันเป็นกรอบแนวคิด เพื่อนำไปสู่การนำเสนอเนื้อหาที่ต้องการให้เกิดการเรียนรู้ใหม่ ๆ ให้เกิดขึ้นกับกลุ่มเป้าหมาย ฝึกทักษะการเรียนรู้ และการเรียนรู้ตามจุดประสงค์
- 3) ตรวจสอบและการปรับปรุงโปรแกรม
- 4) สร้างเครื่องมือ เพื่อทดลองใช้โปรแกรม
- 5) ทดลองใช้โปรแกรม

Knowles (1980 อ้างถึงใน จุฑารัตน์ ศรัทธา, 2561) กล่าวถึงแนวความคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบในการพัฒนาโปรแกรม ไว้ว่า

1. สร้างบรรยากาศ ความเป็นกันเอง เพื่อแสดงการยอมรับในเอกลักษณ์ของนักเรียนแต่ละบุคคล แสดงความยินดีที่ได้รู้จักและยอมรับในความแตกต่างของแต่ละคน ซึ่งเป็นการเคารพในศักดิ์ศรีความเป็นมนุษย์ พัฒนาไปเป็นความรู้สึกที่เคารพซึ่งกันและกัน ไว้วางใจซึ่งกันและกัน ซึ่งจะเป็นผลดีต่อไปคือ กล้าแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

2. การจัดโครงสร้างทางกายภาพ จัดเตรียมห้องเรียนให้มีบรรยากาศที่ไม่เป็นทางการ จัดเตรียมโต๊ะและเก้าอี้ ให้เหมาะสม นั่งสบาย หลีกเลียงการจัดแบบห้องบรรยาย ต้องจัดให้อยู่ในลักษณะล้อมวงคุยกัน เพื่อเอื้อต่อการสื่อสารแบบสองทางของนักเรียน ขณะพูด ทุกคนได้มองเห็นผู้พูด ทั้งนี้ เพื่อกระตุ้นให้มีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์กัน

3. วิทยากรและผู้ช่วยวิจัย อำนวยความสะดวกให้นักเรียนวิเคราะห์ความต้องการของตนเองตามความเชื่อเบื้องต้นว่า บุคคลทุกคนมีความต้องการที่จะนำตนเองคือ นักเรียนบอกความต้องการสิ่งใดและถ้าหากติดขัดวิทยากรและผู้ช่วยวิจัย ควรช่วยเหลือ แนะนำวิธีการและเครื่องมือในการวิเคราะห์ความต้องการของนักเรียน

4. วิทยากรและผู้ช่วยวิจัย ช่วยให้นักเรียนกำหนดจุดประสงค์ที่เป็นจริงได้ในการศึกษา ในการเขียนความต้องการให้อยู่ในรูปของวัตถุประสงค์ทางการศึกษาที่เหมาะสมกับนักเรียนบางคนสามารถเขียนได้เอง

5. การเปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ เลือกกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนชอบและมั่นใจที่จะกระทำ หากติดขัดวิทยากรและผู้ช่วยวิจัยประจำกลุ่มต้องแนะนำทางเลือกช่วยบอกข้อดี ข้อจำกัดของแต่ละวิธีการจัดการเรียนรู้ มอบการตัดสินใจให้อยู่ในความรับผิดชอบของนักเรียนสอดคล้องกับการรับรู้ของตนเอง ที่จะชี้นำตนเองของนักเรียนและเปิดโอกาสให้ได้ใช้ประสบการณ์เดิมมาใช้ในการจัดการเรียนรู้อย่างเต็มที่

6. นักเรียนจะดำเนินกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ โดยมีวิทยากรและผู้ช่วยวิจัยประจำกลุ่มเป็นพี่เลี้ยงเพื่อให้เกิดความมั่นใจเมื่อติดขัดหรือต้องการความช่วยเหลือ นักเรียนกับวิทยากรและผู้ช่วยวิจัยประจำกลุ่มมีโอกาสเรียนรู้จากกันและกัน

7. ประเมินความก้าวหน้าของการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นระยะ เพื่อให้ นักเรียนตัดสินใจในการกระทำของตนเองตามกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ได้ ถ้าจำเป็นต้องดัดแปลงหรือยืดหยุ่น ขั้นตอนนี้สำคัญมาก นักเรียนจะทราบว่าตนเองถึงจุดมุ่งหมายที่ตนกำหนดไว้หรือไม่อย่างไร

Boyle (1981 อ้างถึงใน วลัยภรณ์ จันทร์สาขา, 2555) กล่าวถึง กระบวนการพัฒนาโปรแกรมเชิงพัฒนา ดังต่อไปนี้

1. กำหนดการพัฒนาโปรแกรม เพื่อใช้วางแผนโปรแกรม พิจารณานโยบาย ระเบียบ แนวทางปฏิบัติ และทำความเข้าใจกับเจ้าหน้าที่ ที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรม
2. วิเคราะห์สถานการณ์ของผู้รับบริการ โดยรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์สภาพปัจจุบันและอดีตของชุมชน
3. พิจารณาผลที่พึงประสงค์ จากการพัฒนาโปรแกรม
4. กำหนดแหล่งทรัพยากรและการสนับสนุน เช่น เวลา เงิน และวัสดุอุปกรณ์ โดยพิจารณาจากสิ่งที่ต้องนำมาใช้ในโปรแกรม
5. สร้างแผนการสอน กำหนดวิธีการเรียนรู้และกิจกรรมเฉพาะ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของโปรแกรม
6. เลือกเนื้อหาวิชา กิจกรรม และสภาพการณ์ ในโปรแกรมการปฏิบัติงาน เพื่อสร้างประสบการณ์การเรียนรู้และสร้างความสนใจให้กับนักเรียน
7. สร้างความน่าเชื่อถือ การวางแผนให้ประเมินผลทุกขั้นตอน และชี้แจงเกณฑ์การประเมิน สำหรับใช้ในการประเมินโปรแกรม

Carolyn et al. (2009, อ้างถึงใน กัญญาพัชร คำสะอาด, 2562) ได้เสนอขั้นตอนของการพัฒนาโปรแกรม ไว้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ความจำเป็นในการฝึกอบรม เมื่อมีการพัฒนาโปรแกรมการอบรมเพื่อพัฒนางาน ต้องคำนึงถึง อะไรคือความรู้ อะไรคือ ทักษะและทัศนคติของผู้ที่รับการอบรมที่จะทำให้โปรแกรมการอบรมมีความสมบูรณ์ และให้สามารถเชื่อมโยงช่องว่างระหว่างผู้เข้ารับการอบรม นอกจากนี้ยังต้องมีการพิจารณาระยะเวลาของการฝึกอบรม พร้อมทั้งวิธีการ แนวโน้มที่ดีที่สุดที่ผู้เข้ารับการอบรมจะได้เรียนรู้และเครื่องมือ หรือทรัพยากรที่มีให้คุณ

ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบโปรแกรมการอบรม โดยจะต้องออกแบบให้อยู่บนพื้นฐานซึ่งเป็นผลจากขั้นตอนการวิเคราะห์ ขั้นตอนนี้ประกอบด้วยกระบวนการระบุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งอธิบายในลักษณะที่สามารถวัดผู้เข้าฝึกอบรมได้ ตามจุดประสงค์เมื่อเสร็จสิ้นการฝึกอบรม นอกจากนี้ยังต้องกำหนดวิธีการอบรมแสดงเป็นวิธีการฝึกอบรมให้ผู้เข้าอบรมได้เห็นชัดเจนอาจนำเสนอได้หลายวิธี เช่น โดยการสอนในห้องเรียน ทางออนไลน์ หรือใช้วิธีการผสมผสานทั้งสองแบบก็ได้ โดยการออกแบบในขั้นตอนนี้อาจสร้างเค้าร่างหรือเค้าโครงเนื้อเรื่องที่จะช่วยในการพัฒนาโปรแกรมการฝึกอบรม

ขั้นตอนที่ 3 การพัฒนาโปรแกรมการฝึกอบรม ในขั้นตอนการพัฒนาเป็นการใช้วัตถุประสงค์หรือเป้าหมายและวัสดุอื่น ๆ ที่สร้างขึ้นในระหว่างขั้นตอนการออกแบบเพื่อพัฒนาโปรแกรมการฝึกอบรม วัสดุนี้อาจรวมถึงส่วนประกอบของการฝึกอบรมออนไลน์และวัสดุสำหรับการฝึกอบรมและผู้เข้ารับการฝึกอบรม ในขณะนี้ยังอาจจะพัฒนาวิธีการทดสอบการเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาการของผู้เข้ารับการอบรมเกี่ยวกับความรู้ทักษะหรือทัศนคติขึ้นอยู่กับการฝึกอบรม

ขั้นตอนที่ 4 การใช้โปรแกรมการฝึกอบรม ขั้นตอนการการนำโปรแกรมไปใช้ในบางครั้งเรียกว่าขั้นตอนการจัดส่งหรือขั้นตอนการส่งมอบ ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่จะต้องทำการฝึกอบรมให้กับผู้เข้าร่วมฝึกอบรม ไม่ว่าจะเป็นคำสั่งหรือการฝึกที่ใช้ทางออนไลน์ ในห้องเรียนหรือผ่านวิธีอื่น ๆ ครั้งแรกของการวิธีการฝึกอบรมหรือวิธีการสอนบางครั้งจะถูกเรียกว่า “การนำร่อง”

ขั้นตอนที่ 5 การประเมินผลโปรแกรมการฝึกอบรม ขั้นตอนการประเมินผลเป็นขั้นตอนที่จะสามารถตรวจสอบว่าผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้รับความรู้ทักษะหรือทัศนคติ ตามที่ระบุเป้าหมายไว้ในขั้นตอนของการวิเคราะห์ความจำเป็นในการฝึกอบรม โดยใช้ข้อมูลที่ได้รับในระหว่างขั้นตอนการประเมินผล สามารถทำการเปลี่ยนแปลงเพิ่มเติมในการออกแบบการพัฒนาโปรแกรมการฝึกอบรมในครั้งต่อไปที่นำเสนอให้กับผู้เข้ารับ

Copper and Walder (อ้างถึงใน อัจศรา ประเสริฐสิน, 2563) กล่าวถึง โปรแกรมการสอนมีส่วนประกอบดังนี้

1. จุดมุ่งหมาย หรือจุดประสงค์หรือวัตถุประสงค์ของโปรแกรม
2. ลักษณะของโปรแกรม สภาพแวดล้อมในการจัดการเรียนการสอน
3. การคัดเลือกผู้เข้าร่วมโปรแกรม ความต้องการของนักเรียน ลักษณะของนักเรียน ระดับความสามารถของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย คุณสมบัติของครูผู้สอน
4. วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รูปแบบการเรียนรู้ เนื้อหาสาระการเรียนรู้ กระบวนการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ วัสดุ อุปกรณ์ หนังสือและสิ่งอื่นๆ ตามต้องการ

5. การวัดและประเมินผล

จากการศึกษาเอกสาร สรุปได้ว่า ในการพัฒนาโปรแกรมทางการศึกษาต่าง ๆ จะต้องเข้าใจความต้องการจำเป็นและสภาพปัญหา วิธีการปรับ ความรู้ ทัศนคติและทักษะของการพัฒนาโปรแกรม เพื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้มี ความสอดคล้องตามความต้องการที่แท้จริงของเป้าหมาย ซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลง เป็นการพัฒนากลุ่มเป้าหมายได้ แนวทางการพัฒนา

โปรแกรมเป็นไปในแนวทางที่สอดคล้องกัน ได้แก่ การกำหนดจุดมุ่งหมายของโปรแกรม การคัดเลือกผู้เข้าร่วมโปรแกรม ออกแบบกิจกรรมในโปรแกรม การดำเนินกิจกรรมในโปรแกรม และการประเมินผล

7.3 การประเมินผลโปรแกรมการเรียนรู้

Gagne, Briggs and Wager (1992) กล่าวถึงการประเมินผลโปรแกรมการเรียนการสอนว่า จุดมุ่งหมายสำคัญของการประเมินผลโปรแกรมการเรียนการสอน คือ การหาข้อสรุปที่เกิดจากการเรียนการสอนในโปรแกรมที่มีต่อผลผลิต (outcomes) ซึ่งได้จากโปรแกรม ซึ่งก็คือความสามารถของผู้เรียนที่เกิดขึ้นหรือเพิ่มมากขึ้นหลังได้เข้าเรียนในโปรแกรม ดังนั้นตัวแปรที่สำคัญ ที่ต้องวัดในการประเมินผลโปรแกรมการเรียนการสอนก็คือ ความสามารถจากผู้เรียน

Tyle (1967) จัดลำดับขั้นตอนการเรียนรู้ และการประเมินผลโปรแกรม ดังนี้

- 1) ตั้งจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมด้วยข้อความที่ชัดเจน แสดงถึงพฤติกรรมที่ต้องการวัดผล
- 2) กำหนดสาระการเรียนรู้หรือเนื้อหาหรือประสบการณ์ที่ต้องการให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่กำหนด
- 3) เลือกใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ ที่จะทำให้การเรียนรู้เป็นไปตามความมุ่งหมายและเนื้อหาสาระที่กำหนด และดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามที่จัดเตรียมไว้
- 4) การประเมินผล จากการทดสอบก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียน (Pre-Post Measurement of Performance) การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การตัดสินใจด้วยการวัดผลทางการศึกษา ควรกำหนดเกณฑ์การบรรลุวัตถุประสงค์

มีการแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการประเมินโปรแกรมว่า การประเมินโปรแกรม คือ การเปรียบเทียบพฤติกรรมเฉพาะอย่าง (Performance) กับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่วางไว้ โดยมีจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้แล้ว เป็นแนวทางช่วยในการประเมินผลได้เป็นอย่างดี แนวคิดในลักษณะนี้เรียกว่า "Goal Attainment Model or Objective"

Diamondstone (1980, อ้างถึงใน กันยา สัตถาสาธุชนะ, 2555) กล่าวถึงการประเมินผลโปรแกรม ว่ามีวัตถุประสงค์ เพื่อตรวจสอบคุณภาพ ด้านรูปแบบโปรแกรม ด้านประสิทธิภาพของโปรแกรม และผู้ดำเนินการสามารถประเมินได้หลายรูปแบบ เช่น ประเมินด้วยแบบสอบถาม แบบสำรวจ และการสัมภาษณ์

ดวงเดือน อ่อนน้อม (2529 อ้างถึงใน จุฑารัตน์ ศุภรัตน์, 2561) กล่าวว่า การประเมินผลโปรแกรมการศึกษาสำหรับเด็กสามารถพิเศษ ทำได้หลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีมีข้อจำกัดต่าง ๆ กัน วิธีการประเมินผลตามที่เคยทำกันมาสามารถรวบรวมได้ดังนี้

1. การใช้แบบสอบถาม ถามเด็กที่อยู่ในโปรแกรม การใช้วิธีประเมินผลแบบนี้จะได้ผลไม่สมบูรณ์ หากว่ามีเด็กไม่ตอบแบบสอบถาม ทั้งนี้เพราะสาเหตุของการไม่ตอบแบบสอบถามนั้น ส่วนหนึ่งอาจจะ เนื่องจากความไม่ชอบหรือไม่พอใจในโปรแกรม นอกจากนี้ยังมีสิ่งหนึ่งที่เราควรคำนึงถึงเสมอในการใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือก็คือ ผู้ที่ตอบแบบสอบถามอย่างลังเลหรือไม่กล้าให้คำตอบในเชิงลบ ถึงแม้จะมีความรู้สึกอย่างนั้นก็ตาม

2. การใช้การสำรวจความเห็นของครูเกี่ยวกับโปรแกรม การประเมินผล ข้อควรระวังในกรณีผู้บริหารเป็นผู้สำรวจ ถึงแม้จะไม่รู้ชื่อครูผู้ตอบแบบสอบถามก็ตาม อาจจะได้ข้อมูลที่ไม่ตรงกับความเป็นจริง

3. การเปรียบเทียบสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนของเด็กสามารถพิเศษกับเด็กทั่วไป หรือกับเกณฑ์ปกติ ควรประเมินผลด้วยวิธีการนี้ไม่ค่อยช่วยให้ทราบอะไรมากเกี่ยวกับโปรแกรม เพราะเด็กสามารถพิเศษย่อมมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่าเด็กทั่วไปหรือเกณฑ์อยู่แล้ว ถึงแม้จะไม่ได้เข้าร่วมในโปรแกรม

4. การเปรียบเทียบความสามารถของเด็กสามารถพิเศษที่อยู่ในโปรแกรมกับพวกที่ไม่อยู่ในโปรแกรม การใช้วิธีประเมินผลแบบนี้ได้ผลดีแต่ต้องแน่ใจว่าเด็กสองกลุ่มมีความสามารถกันเมื่อเริ่มต้นเข้าในโปรแกรม ซึ่งเป็นการวัดที่ไม่ถ่วงน้ำหนัก และต้องมีความระมัดระวังในการประเมินผล ตัวอย่างเช่น เด็กสองกลุ่มอาจมีความสามารถไม่แตกต่างกัน ด้านความรู้เนื้อหาวิชาที่เรียน แต่เด็กในโปรแกรมอาจมีความรู้ทั่วไปสูงกว่า เพราะเด็กเหล่านี้ได้รับการเสริมด้านอื่น ๆ

สรุปได้ว่า การพัฒนาโปรแกรม คือ การจัดรูปแบบการเรียนรู้ ที่คำนึงถึงความถนัดและความต้องการของนักเรียน โดยมีการกำหนดจุดมุ่งหมาย ลักษณะ เนื้อหา กิจกรรมและการประเมินผล เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

7.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโปรแกรมการจัดการเรียนรู้

Bruce (1991) ศึกษาพัฒนานักเรียนที่มีปัญหาด้านการอ่าน โดยจัดโปรแกรมการช่วยเหลืออำนวยความสะดวกเพื่อเพิ่มทักษะความสามารถในการอ่าน ให้กับนักเรียนที่มีปัญหาด้านการอ่าน ระดับประถมศึกษาตอนต้น โดยใช้แนวการสอนอภิปัญญาสองวิธี ขั้นตอนการสอนช่วยเหลือซึ่งกันและกันในชั้นเรียนวิชาสังคมศึกษา และฝึกการอ่านที่บ้าน ผลการวิจัย พบว่าเป็นวิธีนี้มีประสิทธิภาพมาก จากการผสมผสานระหว่างวิธีการสอนสองวิธี

Hock et al (2001) ใช้โปรแกรมการสอนเสริมนักเรียน หลังจากการเรียนรู้ในชั้นเรียน เพื่อปรับปรุงผลการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่บกพร่องทางการเรียนรู้และกลุ่มเสี่ยง ซึ่งไม่ประสบความสำเร็จในการเรียน และมีการตรวจสอบประสิทธิภาพของโปรแกรม ผลการศึกษาพบว่า หลังจากการเข้าโปรแกรมที่มีครูผู้สอนซึ่งผ่านการฝึกอบรมมาแล้ว มีการใช้กลยุทธ์ต่าง ๆ ที่จะทำให้ นักเรียนที่มีความเสี่ยงและนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ มีระดับความสามารถสูงขึ้น ได้รับคะแนนเฉลี่ยสูงขึ้น จากการทดสอบหลังเรียน

ธมนวรรณ ทาแก้ว (2547) ศึกษาวิจัยเรื่อง การนำเสนอโปรแกรมพัฒนาความรู้สึกรู้สึกเชิงจำนวนของนักเรียนระดับชั้น ม.1 เพื่อนำเสนอโปรแกรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความรู้สึกรู้สึกเชิงจำนวน 7 ด้าน คือ จำนวนเชิงลำดับ จำนวนนับ ความสัมพันธ์ของจำนวน ขนาดสัมพัทธ์ของจำนวน การดำเนินการของจำนวน การหาปริมาณสิ่งของและสถานการณ์รอบตัว การคิดและตัดสินใจอย่างยืดหยุ่น ความสามารถในการประมาณค่า ผลการวิจัยทำให้ได้โปรแกรมการเรียนรู้เพื่อใช้ในการพัฒนานักเรียน โปรแกรมนี้ประกอบด้วย หลักการของโปรแกรม จุดมุ่งหมายของโปรแกรม ลักษณะของโปรแกรมกลุ่มเป้าหมายที่เข้าร่วมโปรแกรม สาระการเรียนรู้ในโปรแกรม วิธีการจัดกิจกรรม เอกสารประกอบการเรียน การประเมินผลการเรียนรู้ และการประเมินผลโปรแกรม ผลการทดลองใช้โปรแกรม สรุปว่า 1. ค่าเฉลี่ยคะแนนความรู้สึกรู้สึกเชิงจำนวนของนักเรียน หลังการเข้าร่วมสูงกว่าก่อนเข้าร่วมโปรแกรม นอกจากนี้ นักเรียนมีความเห็นว่าการจัดการเรียนรู้ในโปรแกรมและประโยชน์ของโปรแกรมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก แต่เวลาที่ใช้ในการเรียนรู้ของโปรแกรมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง

สิริลักษณ์ โปร่งสันเทียะ (2550) พัฒนาโปรแกรมซ่อมเสริมคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่พบปัญหาในการเรียนรู้ ระดับชั้น ป.2 และ ป.3 จำนวน 23 คน มีขั้นตอน ได้แก่ สร้างโปรแกรมฯ จากนั้นศึกษาประสิทธิผลของโปรแกรมฯ แล้วจึงประเมินความเหมาะสมและปรับปรุงโปรแกรมฯ ผลการวิจัย สรุปได้ว่า โปรแกรม ประกอบด้วย 1) แบบคัดแยกนักเรียนที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ ที่มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.98 2) แผนการจัดกิจกรรมซ่อมเสริมคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ด้านการจำแนกทางสายตา การนับ การแทนค่าประจำหลัก การบวก การลบ และการแก้โจทย์ปัญหา 3) แบบประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.92 และ 4) แบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนด้านคณิตศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.92 และสรุปว่า โปรแกรมนี้ มีความเหมาะสม ระดับดีมาก ประสิทธิภาพของโปรแกรมนี้ด้านความสามารถทางคณิตศาสตร์ของเด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้หลังการจัดกิจกรรมซ่อมเสริมคณิตศาสตร์ อยู่ระดับ ดีมาก และ

ประสิทธิผลของโปรแกรมนี้ ด้านการรับรู้ความสามารถของตนด้านคณิตศาสตร์ของเด็กที่ปัญหาทางการเรียนรู้ หลังการจัดกิจกรรมซ่อมเสริมคณิตศาสตร์ สูงขึ้น

ปณิชา จีรพรชัย (2552) พัฒนาโปรแกรมสร้างเสริมทักษะการตัดสินใจในการดำเนินชีวิต ด้วยตนเอง ของนักเรียนที่บกพร่องทางสติปัญญา ในโรงเรียนที่จัดการศึกษาแบบเรียนร่วม ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 จังหวัดพิษณุโลก กลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนจำนวน 7 คน พัฒนาโปรแกรม นักเรียนจำนวน 6 คน ประเมินประสิทธิผลของโปรแกรม และ นักเรียนจำนวน 6 คน ประเมินความเหมาะสมของโปรแกรม ผลการศึกษาพบว่า 1) แผนการสอนมีประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 89.64 / 95.00 2) แบบประเมินทักษะการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตด้วยตนเอง มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ .93 หลังการทดลองค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .81 และค่าความเชื่อมั่นของความเป็นคู่ขนานเท่ากับ .63 3) แบบประเมินความพึงพอใจต่อการใช้โปรแกรมฯ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .93 ประสิทธิผลของโปรแกรมฯ คือ 1) ทักษะการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตด้วยตนเองของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา หลังการใช้โปรแกรมสร้างเสริมทักษะการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตด้วยตนเอง ครั้งที่ 1 อยู่ในระดับสูง 2) ความพึงพอใจต่อการใช้โปรแกรมฯ หลังการใช้โปรแกรมฯ อยู่ในระดับ มาก และสรุปว่า โปรแกรมนี้ มีความเหมาะสม

พงศ์นที สัตยเทวา (2555) พัฒนาโปรแกรมเรียนรู้สุขศึกษาตามแนวคิดการจัดการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน เพื่อเสริมสร้างการคิดเชิงระบบและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้น ม.4 และประเมินประสิทธิผลการพัฒนาโปรแกรมฯ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้น ม.4 โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย จำนวน 60 คน แบ่งเป็น กลุ่มทดลองใช้โปรแกรมฯ และกลุ่มควบคุมซึ่งได้รับการจัดการเรียนรู้สุขศึกษาแบบปกติ ใช้แผนการจัดการเรียนรู้สุขศึกษาทดลองเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า 1) โปรแกรมนี้ ประกอบด้วย ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้น 2) การประเมินประสิทธิผลของโปรแกรม พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดเชิงระบบและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสุขศึกษาของนักเรียนกลุ่มทดลอง หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง โดยนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งแสดงให้เห็นว่า โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถเสริมสร้างการคิดเชิงระบบและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้

อัญชลีพร ลพประเสริฐ (2559) พัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างทักษะปฏิสัมพันธ์ทางสังคมที่เน้นครอบครัวและความหวังและความสุขตามแนวทางรูปแบบพัฒนาการเรียนรู้ FLASH Model ของเด็กปฐมวัยที่มีภาวะออทิสซึม มีการดำเนินการ 3 ระยะ คือ สร้างโปรแกรมฯ ศึกษาประสิทธิผล และศึกษาความเหมาะสม กลุ่มตัวอย่าง คือเด็กปฐมวัยที่มีภาวะออทิสซึม จำนวน 6

ครอบครัวยุคใหม่ ผลที่ได้จากการวิจัย คือ 1. คุณภาพของโปรแกรมเสริมสร้างทักษะปฏิสัมพันธ์ทางสังคมที่เน้นครอบครัวและความหวังและความสุขตามแนวทางรูปแบบพัฒนาการเรียนรู้ FLASH Model ของเด็กปฐมวัยที่มีภาวะออทิสซึม อยู่ระดับดีมาก ประสิทธิภาพของโปรแกรมฯ อยู่ระดับ ดีมาก โดย ทักษะปฏิสัมพันธ์ทางสังคมของเด็ก สุขภาพจิตของเด็ก หลังได้รับโปรแกรมฯ ดีขึ้น ผู้ปกครองเจตคติที่มีต่อการเลี้ยงดูเด็ก เป็นไปในทางที่ดี โดยมีทัศนคติทางบวก สรุปได้ว่า โปรแกรมนี้ มีความเหมาะสม ในระดับ “มากที่สุด” ในด้านรูปแบบของโปรแกรมมีความสอดคล้องสัมพันธ์กับการพัฒนาทักษะปฏิสัมพันธ์ทางสังคม, กระบวนการดำเนินโปรแกรม , ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินการฝึกในกิจกรรมย่อย และสามารถนำ โปรแกรมไปใช้ปฏิบัติการสอนได้ในสภาพจริง

จิรพรรณ สาบุญมา (2561) ศึกษาผลของโปรแกรมการเรียนรู้โดยประสบการณ์แบบกลุ่ม ของบิดามารดาที่มีต่อพฤติกรรมก้าวร้าวของเด็กสมาธิสั้น ระยะเวลา 6 สัปดาห์ ในการเข้ารับการบำบัดด้วยโปรแกรมการเรียนรู้โดยประสบการณ์แบบกลุ่มของบิดามารดา ส่วนเด็กในกลุ่มควบคุมเข้ารับการรักษามาตามปกติ ผลการวิจัยสรุปได้ว่า 1) พฤติกรรมก้าวร้าวของเด็กสมาธิสั้น หลังได้รับการบำบัดด้วยโปรแกรมฯ พบน้อยลงกว่าก่อนการทดลอง 2) พฤติกรรมก้าวร้าวของเด็กสมาธิสั้น ของกลุ่มทดลองที่ได้รับการบำบัดด้วยโปรแกรมฯ พบน้อยลงกว่ากลุ่มควบคุม

มนัสวี มนัสตระกูล (2561) ศึกษาผลของการใช้โปรแกรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนระดับชั้น ม.3 ซึ่งมีคะแนนการคิดวิเคราะห์ ต่ำกว่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 25 จำนวน 145 คน ผลการศึกษาสรุปว่า นักเรียนที่เข้าร่วมโปรแกรมฯ มีการคิดวิเคราะห์สูงกว่าก่อนเข้าร่วมโปรแกรมฯ และนักเรียนที่เข้าร่วมโปรแกรมฯ มีคะแนนพัฒนาของการคิดวิเคราะห์โดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้น ร้อยละ 26.66 มีพัฒนาการอยู่ในระดับปานกลาง

จุฑารัตน์ ศุภรัตน์และคณะ (2561) ศึกษาเรื่อง การพัฒนาโปรแกรมการศึกษาเพื่อสร้างความเป็นพลเมืองดี สำหรับเด็กชั้น ป.4-6 สังกัดโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดน จังหวัดสงขลา จำนวน 33 คน ผลการวิจัยพบว่า ความรู้และพฤติกรรมความเป็นพลเมืองดีของนักเรียน หลังการใช้โปรแกรมฯ สูงกว่าก่อนการใช้โปรแกรมฯ

โสรัจจะ มีทรัพย์มัน (2563) พัฒนาโปรแกรมสร้างเสริมการดูแลสุขภาพและความปลอดภัยสำหรับเด็กที่บกพร่องทางสติปัญญาในชั้นเรียนร่วม ผลการพัฒนาสรุปได้ว่า ในขั้นตอนของการสร้างโปรแกรมฯ โดยผู้เชี่ยวชาญ สรุปได้ว่า โปรแกรมฯ ประกอบด้วย 1) จุดมุ่งหมาย 2) ลักษณะของโปรแกรม 3) การคัดเลือกผู้เข้าร่วมโปรแกรม 4) วิธีการจัดกิจกรรมแบบ C-Teaching รูปแบบสถานี (Station Teaching) 5) แผน IEP 6) แผนการจัดการเรียนรู้ 7) การประเมินผล

8) แบบประเมินความสามารถฯ และ 9) คู่มือการใช้โปรแกรมฯ และหลังจากการทดลองใช้กับ เด็กดื่บที่บกพร่องทางสติปัญญา จำนวน 6 คน พบว่า โปรแกรมมีประสิทธิภาพ 87.34/89.11 และมี ค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.59 แสดงให้เห็นว่า เด็กที่บกพร่องทางสติปัญญามีความก้าวหน้าใน การเรียน มีความสามารถในการเรียนรู้และปฏิบัติกิจกรรมตามศักยภาพของตนเอง และครูมี ความคิดเห็นว่า เด็กที่มีความบกพร่องทางสติปัญญานั้นมีความคงทนของความรู้มากขึ้น

จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโปรแกรม พบว่า โปรแกรมพัฒนา ความสามารถของกลุ่มเป้าหมายได้ตามวัตถุประสงค์ของโปรแกรม ผู้วิจัยวิเคราะห์และนำมาเป็น แนวทางในการสร้างโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน โดยออกแบบและ สร้างเป็นร่างโปรแกรม นำเสนอต่อผู้ที่มีความเชี่ยวชาญ ปรับปรุงแก้ไขและนำไปทดลองใช้ เพื่อ พัฒนาเป็นโปรแกรมที่สมบูรณ์



บทที่ 3

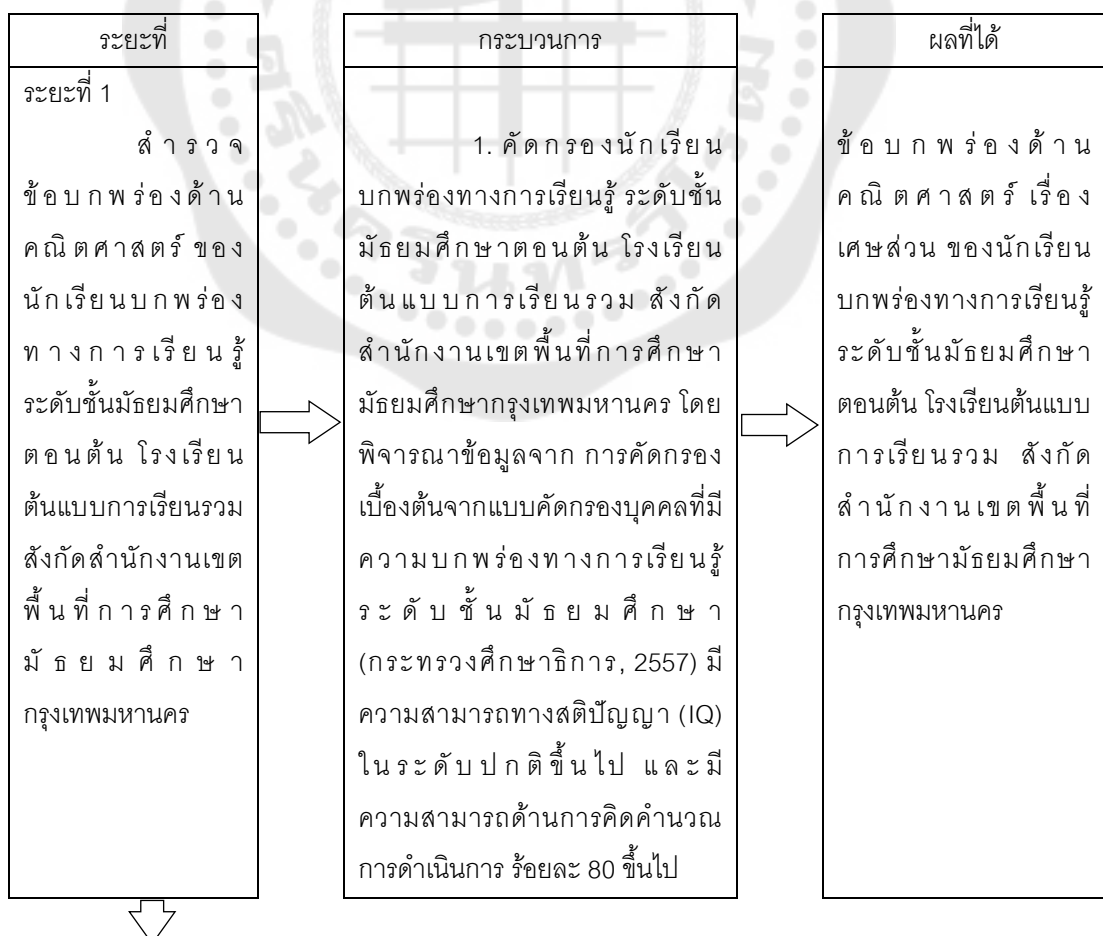
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน
บกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้ เป็นงานวิจัย
ประเภทการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) มีการดำเนินการวิจัย 3 ระยะ ดังนี้

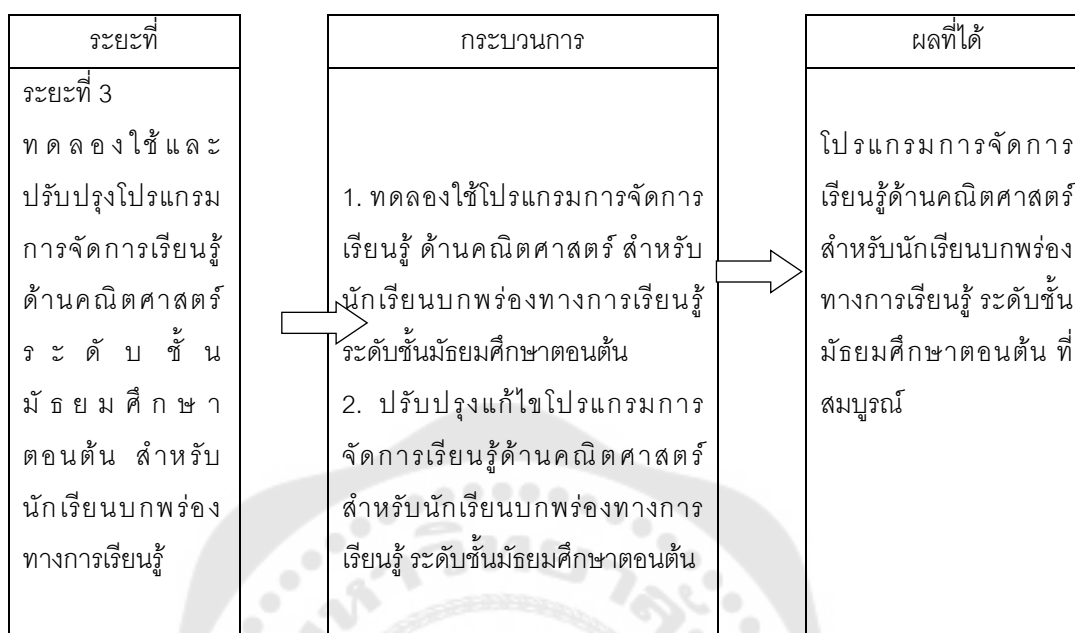
ระยะที่ 1 สํารวจข้อบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ ของนักเรียนบกพร่อง
ทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้ สังกัดสำนักงานเขต
พื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร

ระยะที่ 2 สร้างโปรแกรมจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนบกพร่อง
ทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ระยะที่ 3 ทดลองใช้และปรับปรุงโปรแกรมจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับ
นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น







ภาพประกอบ 4 แสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

จากภาพประกอบ 4 อธิบายรายละเอียดของวิธีดำเนินการวิจัย ในแต่ละระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 สืบหาข้อบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร

การดำเนินการวิจัยในระยะที่ 1 นี้ แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 คัดกรองนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร และขั้นตอนที่ 2 วินิจฉัยข้อบกพร่องด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 คัดกรองนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร

1. ประชากร

ประชากร ได้แก่ นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร รวมทั้งสิ้น 80 คน ซึ่งสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร แบ่งเป็น 2 เขต ได้แก่ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 1 และ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 2 มีโรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม จำนวน 17 โรงเรียน แบ่งเป็นโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 1 จำนวน 11 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนมัธยมวัดมกุฏกษัตริย์ โรงเรียนรัตนโกสินทร์สมโภชน์ บางขุนเทียน, โรงเรียนราชวินิตบางแคปานขำ, โรงเรียนฤทธิณรงค์รอน , โรงเรียนวัดราชาธิวาส, โรงเรียนวัดราชโอรส , โรงเรียนศรีอยุธยา ในพระอุปถัมภ์, โรงเรียนศิลาจารย์พิพัฒน์ โรงเรียนศึกษานารี, โรงเรียนสุวรรณพลับพลาพิทยาคม และโรงเรียนไตรมิตรวิทยาลัย โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 2 จำนวน 6 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ, โรงเรียนเทพศิลา, โรงเรียนปทุมคงคา, โรงเรียนสิริวัฒนาธรรม, โรงเรียนรัตนโกสินทร์สมโภช ลาดกระบัง และโรงเรียนนวมินทราชูทิศ สตรีวิทยา ๒ ซึ่งมีขั้นตอนการคัดเลือก ดังต่อไปนี้

1) ติดต่อประสานงานสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร เพื่อขอเข้าสู่สำรวจรายชื่อและจำนวนนักเรียนจากโรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวมในสังกัด

2) คัดกรองเบื้องต้นโดยใช้แบบคัดกรองบุคคลที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษา (กระทรวงศึกษาธิการ, 2557) จากครูผู้คัดกรองซึ่งเป็นคณะกรรมการคัดกรองนักเรียนของโรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม มีวุฒิบัตรการอบรมการคัดกรองคนพิการทางการศึกษา

3) ทดสอบความสามารถทางสติปัญญา (IQ) และคัดเลือกนักเรียนที่มีระดับปกติขึ้นไป (มากกว่าหรือเท่ากับ 90) โดยใช้แบบวัดระดับความสามารถทางสติปัญญา (IQ) SPM (Raven, 1998)

4) ทดสอบความสามารถด้านการคิดคณิตศาสตร์และคัดเลือกนักเรียนที่มีคะแนน ระดับผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 80 โดยใช้แบบทดสอบความรู้พื้นฐานทางการคิด คำนวณ เรื่อง การดำเนินการของจำนวนเต็ม (บวก ลบ คูณ หาร) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

2.1 แบบคัดกรองบุคคลที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษา (กระทรวงศึกษาธิการ, 2557)

2.2 แบบวัดระดับความสามารถทางสติปัญญา (IQ) ใช้ Standard Progressive Matrices (Parallel Version) หรือ SPM (Raven, 1998)

2.3 แบบทดสอบความรู้พื้นฐาน เรื่อง การดำเนินการของจำนวนเต็ม (บวก ลบ คูณ หาร จำนวนเต็ม) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

การสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบความรู้พื้นฐาน เรื่อง การดำเนินการของจำนวนเต็ม (บวก ลบ คูณ หาร) มีดังนี้

- 1) วางแผนการสร้างแบบทดสอบ กำหนดจุดมุ่งหมาย ศึกษาหลักสูตร และแบบเรียนคณิตศาสตร์ วิเคราะห์เนื้อหา ตัวชี้วัดและเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
- 2) สร้างแบบทดสอบความรู้พื้นฐาน เรื่อง การดำเนินการของจำนวนเต็ม
- 3) ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน พิจารณาความสอดคล้อง ระหว่างข้อคำถามในแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม วิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
- 4) ทดลองใช้ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของภาษา ความชัดเจน ความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ จากนั้นปรับปรุงแบบทดสอบ
- 5) ทดลองใช้แบบทดสอบกับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ จำนวน 30 คน วิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
- 6) วิเคราะห์ผลพบว่าแบบทดสอบมีความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) เท่ากับ 0.80 ถึง 1.00 ค่าความยากง่าย (p) เท่ากับ 0.57 ถึง 0.90 ค่าอำนาจจำแนก (r) เท่ากับ 0.20 ถึง 0.87 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ เท่ากับ 0.72

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล มีขั้นตอนการสำรวจข้อบกพร่องทางการเรียนรู้ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ โรงเรียนต้นแบบการเรียนรวม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร ดังนี้

3.1 ติดต่อประสานงานการขอจริยธรรมในมนุษย์จากสถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัยของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒหรือสถาบันที่ได้รับอนุญาตจากบัณฑิตวิทยาลัย

3.2 ติดต่อประสานงานบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จัดทำหนังสือขอเข้าเก็บข้อมูล (ภาคผนวก ฉ)

3.3 ติดต่อประสานงานสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร และโรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวมในสังกัด รวม 17 โรงเรียน นัดหมาย วันเวลา เพื่อเข้าเก็บข้อมูลในช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ.2564 และรายละเอียดของการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยสังเขป

3.4 สัมภาษณ์นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่กำลังศึกษาอยู่ในโรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร จำนวน 17 โรงเรียน ปีการศึกษา 2563 ตามขั้นตอน ดังนี้

3.4.1 ผู้วิจัยเข้าพบครูการศึกษาพิเศษหรือครูผู้รับผิดชอบดูแลนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ที่ได้นัดหมายไว้แล้ว ขอจำนวนและรายชื่อนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ พร้อมเอกสารแสดงความบกพร่องทางการเรียนรู้ของนักเรียน อธิบาย ชี้แจง รายละเอียดของการเก็บข้อมูลวิจัย ได้แก่ วัตถุประสงค์ ความสำคัญ ขั้นตอนการเก็บข้อมูล ประโยชน์ที่ได้รับ เป็นต้น

3.4.2 รวบรวมรายชื่อนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ จากโรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวมทั้งหมด 136 คน ตรวจสอบความถูกต้องครบถ้วนของเอกสาร จัดเป็นแฟ้มรายบุคคล

3.4.3 วัดระดับสติปัญญาให้กับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ที่รวบรวมได้ จากข้อ 3.4.2 ใช้ แบบวัดระดับความสามารถทางสติปัญญา (IQ) ใช้ Standard Progressive Matrices (Parallel Version) หรือ SPM (Raven, 1998) โดยผู้ดำเนินการวัดระดับความสามารถทางสติปัญญา (IQ) ให้กับนักเรียน จะต้องมีความรู้พื้นฐานว่าผ่านการอบรมมาแล้ว

3.4.4 ทดสอบความสามารถด้านการคิดคำนวณอย่างง่าย ให้กับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ จากข้อ 3.4.3 โดยใช้แบบทดสอบความรู้พื้นฐาน เรื่อง การดำเนินการของจำนวนเต็ม (บวก ลบ คูณ หาร) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3.5 วิเคราะห์ผลจากการทำแบบวัดความสามารถทางสติปัญญา (IQ) และการทดสอบความสามารถพื้นฐาน เรื่อง การดำเนินการของจำนวนเต็ม (บวก ลบ คูณ หาร) คัดเลือกนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางสติปัญญา (IQ) มากกว่าหรือเท่ากับ 90 (ระดับสติปัญญา ปกติ) และคะแนนทดสอบความรู้พื้นฐานทางการคิดคำนวณ เรื่อง การดำเนินการของ

จำนวนเต็ม (บวก ลบ คูณ หาร จำนวนเต็ม)มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 80 (ผ่านเกณฑ์การประเมิน หมายถึง นักเรียนมีความรู้พื้นฐานในการเรียนรู้ เรื่อง เศษส่วน) เป็นกลุ่มเป้าหมายจำนวน 80 คน ได้แก่ โรงเรียนมัธยมวัดมกุฏกษัตริย์ 2 คน โรงเรียนราชวินิตบางแคปานขำ 18 คน โรงเรียนฤทธิณรงค์รอน 5 คน โรงเรียนวัดราชาธิวาส 3 คน โรงเรียนสุวรรณพลับพลาพิทยาคม 6 คน โรงเรียนศิลาจารย์พิพัฒน์ 11 คน โรงเรียนไตรมิตรวิทยาลัย 12 คน โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ 1 คน โรงเรียนเทพศิลา 3 คน โรงเรียนปทุมคงคา 4 คน โรงเรียนสิริรัตนาร 4 คน และโรงเรียนนวมินทราชูทิศ สตรีวิทยา ๒ 10 คน

4. การจัดทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ค่าสถิติพื้นฐาน

สูตรหาค่าร้อยละ

$$\text{ร้อยละ} = \frac{x}{N} \times 100$$

x แทน คะแนนที่สอบได้

N แทน คะแนนเต็ม

(ชูศรี วงศ์รัตนะ, 2560)

ขั้นตอนที่ 2 สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนต้นแบบการเรียนรวม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร

ในการดำเนินการขั้นตอนนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาข้อบกพร่องด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนต้นแบบการเรียนรวม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร โดยใช้แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน

1. กลุ่มเป้าหมาย

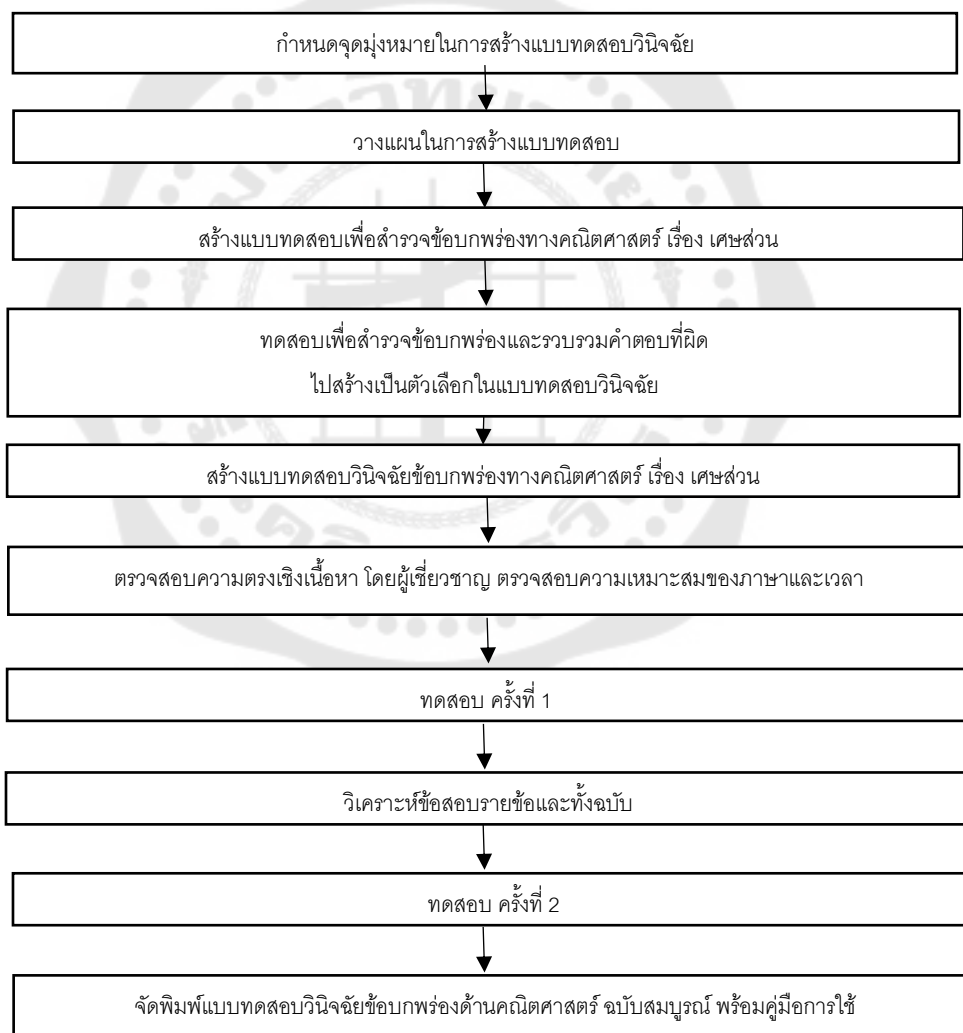
กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนต้นแบบการเรียนรวม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร ประกอบด้วย โรงเรียนต้นแบบการเรียนรวม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1 และสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 2 ที่ได้จากการคัดกรองในขั้นตอนที่ 1 จำนวน 80 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบวินิจัยข้อบกพร่องด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจัยข้อบกพร่องด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามลำดับขั้นตอนสรุปเป็นภาพประกอบ ต่อไปนี้



ภาพประกอบ 5 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวินิจัยข้อบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีรายละเอียดดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และวางแผนการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่อง

2. วางแผนการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย โดย

2.1 ศึกษาทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ คู่มือครู และแบบเรียนคณิตศาสตร์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

2.2 วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ เนื้อหา สาระสำคัญ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม พิจารณาความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) ดังแสดงในตาราง

ตาราง 2 แสดงเนื้อหา เรื่อง เศษส่วน ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม สำหรับการเรียนรู้ ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้

เนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
1. พื้นฐานของเศษส่วน	
1.1 การอ่านและการเขียนเศษส่วน	1. นักเรียนสามารถเขียนหรืออ่านเศษส่วนได้ถูกต้อง เมื่อกำหนดภาพแทนเศษส่วนให้ 2. นักเรียนสามารถเขียนหรืออ่านเศษส่วนได้ถูกต้อง เมื่อกำหนดสัญลักษณ์เศษส่วนให้
1.2 ประเภทของเศษส่วน	3. นักเรียนสามารถบอกได้ว่าจำนวนที่กำหนดเป็นเศษส่วนแท้ เศษเกิน หรือจำนวนคละ
1.3 ความสัมพันธ์ของจำนวนคละกับเศษเกิน	4. นักเรียนสามารถเขียนเศษเกินเป็นจำนวนคละ หรือเขียนจำนวนคละเป็นเศษเกินได้ถูกต้อง

ตาราง 2 (ต่อ)

เนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
1.4 การทำให้เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ	5. นักเรียนสามารถเขียนเศษส่วนที่กำหนดให้เป็นเศษส่วนอย่างต่ำได้ถูกต้อง
1.5 การเปรียบเทียบเศษส่วน	6. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบเศษส่วนได้ถูกต้อง
2. การดำเนินการของเศษส่วน	
2.1 การบวกและการลบเศษส่วน	7. นักเรียนสามารถหาผลบวก-ลบเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากัน 2 จำนวน ที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง 8. นักเรียนสามารถหาผลบวก-ลบเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน 2 จำนวน ได้ถูกต้องตามกำหนด
2.2 การคูณและการหารเศษส่วน	9. นักเรียนสามารถหาผลคูณเศษส่วน 2 จำนวนที่กำหนดให้ ได้ถูกต้อง 10. นักเรียนสามารถหาผลหารเศษส่วน 2 จำนวนที่กำหนดให้ ได้ถูกต้อง

2.3 ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา พิจารณาความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา กับ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดย ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พิจารณา นำผลรวมคะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย จะได้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา กับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเรื่องเศษส่วนเป็นรายข้อ ตามเกณฑ์ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา กับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) สรุปค่าดัชนีความสอดคล้องจากผู้เชี่ยวชาญ มีค่าเท่ากับ 1.00 (ภาคผนวก จ)

3. สร้างแบบทดสอบเชิงสำรวจข้อบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา กับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม สร้างเป็นแบบอัตนัย ให้นักเรียนเติมคำตอบและแสดงวิธีทำ จำนวน 100 ข้อ แบ่งเป็น 4 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 เรื่อง นิยามเศษส่วนจำนวน 26 ข้อ ตอนที่ 2 เรื่อง การอ่าน-เขียน

เศษส่วน จำนวน 24 ข้อ ตอนที่ 3 เรื่อง การเปรียบเทียบเศษส่วน จำนวน 10 ข้อ และตอนที่ 4 เรื่อง การดำเนินการของเศษส่วน จำนวน 40 ข้อ

4. นำแบบทดสอบเชิงสำรวจข้อบกพร่องๆ นี้ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา พิจารณาความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับแบบทดสอบเพื่อสำรวจข้อบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ก่อนนำไปใช้ทดสอบจริง จากนั้นนำผลรวมคะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย จะได้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับแบบทดสอบเพื่อสำรวจข้อบกพร่องๆ เป็นรายข้อ ตามเกณฑ์ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับแบบทดสอบเพื่อสำรวจข้อบกพร่องๆ (IOC) สรุปค่าดัชนีความสอดคล้องจากผู้เชี่ยวชาญ มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 0.80 -1.00 (รายละเอียดในภาคผนวก จ)

ตัวอย่างแบบทดสอบเชิงสำรวจข้อบกพร่องๆ เนื้อหาที่ 1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเศษส่วน

ฉบับที่ 1 ความรู้พื้นฐานของเศษส่วน

ตอนที่ 1 การอ่านเศษส่วน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อกำหนดเศษส่วนให้นักเรียนสามารถอ่านเศษส่วนได้

ถูกต้อง

คำชี้แจง ให้นักเรียนเพิ่มคำตอบลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

$$(0) \frac{2}{5} \text{ อ่านว่า } \dots\dots\dots$$

ตัวอย่างแบบทดสอบเชิงสำรวจข้อบกพร่องๆ เนื้อหาที่ 2 เรื่อง การบวกและการลบ

เศษส่วน

ฉบับที่ 2 การบวกและการลบเศษส่วน

ตอนที่ 1 การบวกและการลบเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากัน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์เกี่ยวกับการบวกหรือการลบ เศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากันให้ นักเรียนสามารถหาคำตอบได้ถูกต้อง

คำชี้แจง จงแสดงวิธีทำและหาคำตอบจากโจทย์ต่อไปนี้

$$(0) \frac{1}{9} + \frac{4}{9} = \dots\dots\dots$$

2.4 นำแบบทดสอบเชิงสำรวจข้อบกพร่องๆ ไปทดสอบนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ จำนวน 20 คน จากนั้น วิเคราะห์ข้อมูล รวบรวมคำตอบผิดของนักเรียนส่วนใหญ่ นำมา

สร้างเป็นตัวลงในกรสร้างแบบทดสอบวินิจัยข้อบกพร่อง ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน
สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

5. สร้างแบบทดสอบวินิจัยฯ เป็นข้อสอบปรนัย เลือกรตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ 60
คะแนน โดยมีการกำหนดโครงสร้างของแบบทดสอบ ดังนี้

ตาราง 3 แสดงโครงสร้างผังแบบทดสอบ (Test Blueprint) ของแบบทดสอบวินิจัยข้อบกพร่อง
ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน

โครงสร้างผังแบบทดสอบ (Test Blueprint)				
แบบทดสอบวินิจัยข้อบกพร่องด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน				
เรื่อง/ เนื้อหา	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	จำนวน ข้อ	คะแนน
1. ความ หมาย ของ เศษส่วน	บอก อ่าน และเขียน เศษส่วน แสดงปริมาณสิ่ง ต่าง ๆ และแสดงสิ่งต่าง ๆ ตามเศษส่วน ที่กำหนด	- เขียนหรืออ่านเศษส่วนได้ ถูกต้อง เมื่อกำหนดภาพแทน เศษส่วนให้ - อ่านเศษส่วนได้ถูกต้อง เมื่อ กำหนดสัญลักษณ์เศษส่วนให้	5	5
2. ประเภท ของ เศษส่วน	บอกได้ว่าจำนวนที่ กำหนดเป็นเศษส่วน ประเภทใด	- เขียนเศษส่วน แทนส่วนที่แ รงได้ถูกต้อง เมื่อกำหนด รูปภาพแทนเศษส่วนแท้ เศษเกิน หรือจำนวนคละ	2	2
	เปลี่ยนเศษส่วนที่กำหนด เป็นเศษส่วนหรือจำนวน ในรูปแบบต่าง ๆ ได้	- เมื่อกำหนดเศษเกินให้ สามารถทำให้เป็นจำนวนคละ หรือกำหนดจำนวนคละให้ สามารถ ทำให้เป็นเศษเกินได้ ถูกต้อง - เขียนเศษส่วนที่กำหนดให้เป็น เศษส่วนอย่างต่ำได้ถูกต้อง	3	3

ตาราง 3 (ต่อ)

โครงสร้างผังแบบทดสอบ (Test Blueprint)				
แบบทดสอบวินิจัยข้อบกพร่องด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน				
เรื่อง/ เนื้อหา	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	จำนวน ข้อ	คะแนน
3. เปรียบเทียบเศษส่วนแท้ เปรียบเทียบ 2 จำนวน กรณีตัวส่วน เท่ากันได้ เศษส่วน	การเปรียบเทียบเศษส่วนแท้ 2 จำนวน กรณีตัวส่วน เท่ากันได้	การเปรียบเทียบเศษส่วนแท้ 2 จำนวน กรณีตัวส่วนเท่ากันได้	5	5
	เปรียบเทียบเศษส่วนแท้ 2 จำนวน กรณีตัวส่วน ไม่เท่ากัน ได้	การเปรียบเทียบเศษส่วนแท้ 2 จำนวน กรณีตัวส่วน ไม่ เท่ากัน ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของ อีกตัวหนึ่ง หรือตัวส่วนไม่เป็น พหุคูณกันได้	5	5
4. การ บวก เศษส่วน	- หาผลบวกของเศษส่วน ที่มีตัวส่วนเท่ากันและ ผลบวกไม่เกิน 1	หาผลบวกเศษส่วนแท้ 2 จำนวน กรณีตัวส่วนเท่ากันและผลบวก ไม่เกิน 1 ได้	2 5	5
	การบวกเศษส่วนแท้ กรณีตัวส่วนไม่เท่ากัน ตัวส่วนตัวหนึ่ง เป็นพหุคูณอีกตัวหนึ่ง	บวกเศษส่วนแท้ 2 จำนวน กรณีตัวส่วนไม่เท่ากัน ได้	5	5

ตาราง 3 (ต่อ)

โครงสร้างผังแบบทดสอบ (Test Blueprint)					
แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน					
เรื่อง/ เนื้อหา	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	จำนวน ข้อ	คะแนน	
4. การ ลบ เศษส่วน	การลบเศษส่วนแท้ กรณีตัวส่วนเท่ากัน ผลลัพธ์เป็นจำนวนบวก	ลบเศษส่วนแท้ 2 ตัวส่วนเท่ากัน ผลลัพธ์เป็นจำนวนบวกได้	จำนวน กรณี 5	5	
	การลบเศษส่วนแท้ กรณีตัวส่วนไม่เท่ากัน ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็น พหุคูณอีกตัวหนึ่ง ผลลัพธ์เป็นจำนวนบวก	หาผลลบเศษส่วนแท้ 2 กรณีตัวส่วนไม่เท่ากัน ผลลัพธ์ เป็นจำนวนบวกได้	จำนวน 5	5	
5. ก ร ณ เศษส่วน	การคูณเศษส่วน	หาผลคูณเศษส่วน 2 จำนวนได้	10	10	
6. ก ร ห ร เศษส่วน	การหารเศษส่วน	หาผลหารเศษส่วน 2 จำนวนได้	10	10	
รวม			60	60	

ตาราง 4 ตัวอย่างแบบทดสอบวินิจัยข้อบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน

เรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน	
คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว	
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์เกี่ยวกับการบวกหรือการลบเศษส่วน ที่มีตัวส่วนไม่เท่ากันให้ นักเรียนสามารถหาคำตอบได้ถูกต้อง	
(0) $\frac{3}{5} + \frac{2}{7} = \square$	
ก. $\frac{5}{12}$	ข. $\frac{5}{35}$
ง. $\frac{31}{35}$	จ. $\frac{26}{35}$
เรื่อง การคูณและการหารเศษส่วน	
คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว	
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์เกี่ยวกับการคูณและการหารเศษส่วนให้ นักเรียนสามารถหาคำตอบได้ถูกต้อง	
(0) $\frac{3}{5} \times \frac{1}{3}$	
ก. $\frac{3}{15}$	ข. $\frac{4}{15}$
ง. $\frac{9}{5}$	จ. $\frac{3}{5}$

6. ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน พิจารณาความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบวินิจัยข้อบกพร่องฯ จากนั้นนำผลรวมคะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย จะได้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับแบบทดสอบวินิจัยข้อบกพร่องฯ (IOC) สรุปค่าดัชนีความสอดคล้องจากผู้เชี่ยวชาญ มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 0.80 -1.00 (ภาคผนวก จ)

7. นำแบบทดสอบวินิจัยข้อบกพร่องฯ จำนวน 60 ข้อ พร้อมคู่มือการใช้ไปให้นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ โดยเลือกแบบเจาะจง จำนวน 3 คน เพื่อศึกษาด้านความเหมาะสมของภาษา ชัดเจน ง่ายต่อการทำความเข้าใจในการทำแบบทดสอบ ความชัดเจนของคำชี้แจงและความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบวินิจัยข้อบกพร่องฯ สรุปเป็นแบบทดสอบ

วินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน จำนวน 60 ข้อ ใช้เวลาทำ 60 นาที และคู่มือการใช้ (ฉบับร่าง)

8. นำแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องฯ จำนวน 60 ข้อ และคู่มือการใช้ (ฉบับร่าง) ไปทดลองใช้กับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ กลุ่มเป้าหมาย จำนวน 30 คน จากโรงเรียนราชวินิต บางแคปานขำ 7 คน โรงเรียนวัดราชาธิวาส 3 คน โรงเรียนศิลาจารย์พิพัฒน์ 11 คน โรงเรียนไตรมิตรวิทยาลัย 2 คน โรงเรียนเทพศิลา 3 คน และโรงเรียนปทุมคงคา 4 คน เพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพทั้งฉบับ คุณภาพรายข้อ ค่าความยากง่าย (Difficulty) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) และค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ทั้งฉบับ พร้อมทั้งทดลองใช้คู่มือการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่อง (ฉบับร่าง) ในช่วงเดือนธันวาคม 2563 ถึงเดือนมกราคม 2564

9. พิจารณาปรับปรุงแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องฯ คัดเลือกข้อที่มีคุณภาพ ได้เป็นแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 1 ฉบับ แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ โดย ข้อ 1-10 เรื่องนิยามของเศษส่วน ข้อ 11-18 เรื่อง การเปรียบเทียบเศษส่วน ข้อ 19-26 เรื่อง การบวกลบเศษส่วน กรณีสัดส่วนเท่ากัน ข้อ 27-34 เรื่อง การบวกลบเศษส่วน กรณีสัดส่วนไม่เท่ากัน ข้อ 35-42 เรื่อง การคูณเศษส่วน และ ข้อ 43-50 เรื่อง การหารเศษส่วน

10. วิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ตาราง 5 แสดงคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ได้แก่ ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบ จำนวน 50 ข้อ

คุณภาพแบบทดสอบ	ค่าความยากง่าย (Difficulty)	ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination)	ค่าความเชื่อมั่น (Reliability)
แบบทดสอบวินิจฉัย			
ข้อบกพร่องทางการเรียนรู้	0.20 ถึง 0.83	0.2 ถึง 0.73	0.84
ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน			

จากตาราง 5 สรุปได้ว่าแบบทดสอบมีค่าความยากง่าย (Difficulty) เท่ากับ 0.20 ถึง 0.83 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) เท่ากับ 0.20 ถึง 0.73 และค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ทั้งฉบับ เท่ากับ 0.84 สามารถนำไปใช้ในการวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ได้

การพิทักษ์สิทธิของกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการพิทักษ์สิทธิของกลุ่มตัวอย่าง ดำเนินการตามขั้นตอน โดยนำโครงร่างจริยฐานนิพนธ์เสนอต่อคณะกรรมการจริยธรรมในการวิจัยมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อขออนุญาตในการเก็บรวบรวมข้อมูลการทำการวิจัยในมนุษย์ และได้รับการอนุมัติ เลขที่โครงการวิจัย SWUEC-G 29-/256-E ลงวันที่ 30 พฤศจิกายน 2563

ในการพิทักษ์สิทธิของกลุ่มเป้าหมาย ผู้วิจัยแนะนำตัว ชี้แจงวัตถุประสงค์ ขั้นตอนการดำเนินการและประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อขอความร่วมมือในการเข้าร่วมการวิจัย พร้อมลงนามเอกสารให้ความยินยอมเข้าร่วมในโครงการวิจัยให้ลงนามต่อการเข้าร่วมการวิจัย ข้อมูลที่ได้จากกลุ่มเป้าหมายจะถือเป็นความลับ จะไม่มีการเปิดเผยให้เกิดความเสียหายแก่กลุ่มเป้าหมาย ส่วนผลการวิจัย จะนำเสนอในภาพรวมและนำไปใช้ในประโยชน์ทางวิชาการเท่านั้น

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ มีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

3.1 ติดต่อประสานงานบัณฑิตวิทยาลัย จัดทำหนังสือขอเข้าเก็บข้อมูลโรงเรียนต้นแบบการเรียนรวม จำนวน 17 โรงเรียน

3.2 ติดต่อประสานงานโรงเรียนต้นแบบการเรียนรวมในสังกัด รวม 17 โรงเรียน นัดหมาย วันเวลาเพื่อเข้าเก็บข้อมูลในช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ.2563 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ.2564 และรายละเอียดของการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยสังเขป (ภาคผนวก ข)

3.3 จัดเตรียมแบบทดสอบเชิงสำรวจข้อบกพร่องด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน, แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องด้าน คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน และคู่มือการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน

3.4 ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนต้นแบบการเรียนรวม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา กรุงเทพมหานคร ประกอบด้วย โรงเรียนต้นแบบการเรียนรวม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1 และสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา

มัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 2 ทำแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องด้าน คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ประกอบกับการใช้คู่มือการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ดังนี้

3.4.1 ผู้วิจัยเข้าเก็บรวบรวมข้อมูล โดย เข้าพบบุคลากรที่แต่ละโรงเรียน มอบหมาย และพบนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ จำนวน 30 คน (โรงเรียนราชวินิตบางแคปาน ขำ 11 คน โรงเรียนสุวรรณพลับพลาพิทยาคม 5 คน โรงเรียนไทรมิตรวิทยาลัย 10 คน โรงเรียน สิริรัตนาร 4 คน โรงเรียนวัดราชาธิวาส 3 คน โรงเรียนศิลาจารย์พิพัฒน์ 11 คน โรงเรียนเทพ ลีลา 3 คน) เพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนบกพร่องทางการ เรียนรู้เพื่ออธิบาย ชี้แจง รายละเอียดของการเก็บข้อมูลวิจัย ได้แก่ วัตถุประสงค์ ความสำคัญ ขั้นตอนการเก็บข้อมูล ประโยชน์ที่ได้รับ เป็นต้น และแนวปฏิบัติของโรงเรียน ครูและนักเรียน

3.4.2 ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ชี้แจงรายละเอียดของการเก็บ ข้อมูลและแนวปฏิบัติของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ และดำเนินการทดสอบนักเรียนบกพร่อง ทางการเรียนรู้ตามกำหนดการที่นัดหมายไว้ บุคลากรของโรงเรียนช่วยเหลือดูแล อำนวยความสะดวกขณะเก็บข้อมูล

3.4.3 ตรวจสอบความถูกต้องครบถ้วนของข้อมูลที่ได้รับ แสดงความ ขอบคุนโรงเรียนและบุคลากรทางการศึกษาที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกในการ เข้าเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผลการวินิจฉัยข้อบกพร่องด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วนและแนวทางพัฒนาการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร (โรงเรียนราชวินิตบางแคปานขำ 11 คน โรงเรียนสุวรรณพลับพลา พิทยาคม 5 คน โรงเรียนไทรมิตรวิทยาลัย 10 คน โรงเรียนสิริรัตนาร 4 คน โรงเรียนวัดราชาธิวาส 3 โรงเรียนศิลาจารย์พิพัฒน์ 11 โรงเรียนเทพลีลา 3 คน)

4. การจัดทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้ค่าสถิติพื้นฐาน ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่น

4.1 ค่าสถิติพื้นฐาน (บุญชม ศรีสะอาด, 2560)

4.1.1 ร้อยละ (Percentage)

$$P = \frac{f}{N} \times 100$$

P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

4.1.2 ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean)

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$$

$\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม

N แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม

4.2 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ (ชูศรี วงศ์รัตนะ, 2560) ได้แก่

4.2.1 ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity)

โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของ

ผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

4.2.2 ค่าความยากง่าย (Difficulty) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ

$$P = \frac{R}{n}$$

เมื่อ P	แทน	ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบแต่ละข้อ
R	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกในข้อนั้น
n	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

4.3 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบรายข้อ

$$P = \frac{P_H + P_L}{N_H + N_L}$$

เมื่อ P_H	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มสูง
P_L	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มต่ำ
N_H	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบในกลุ่มสูง
N_L	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบในกลุ่มต่ำ

4.4 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวินิจัยความสามารถในการ
คิดคำนวณ ใช้วิธีคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) จากสูตร KR-20

$$r_n = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{s^2} \right]$$

เมื่อ r_n	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
k	แทน	จำนวนข้อของข้อสอบ
p	แทน	สัดส่วนของจำนวนผู้ตอบข้อสอบข้อหนึ่งถูก
q	แทน	สัดส่วนของจำนวนผู้ตอบข้อสอบข้อหนึ่งไม่ถูก
s^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนนในข้อทดสอบ

ระยะที่ 2 สร้างโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้

ในระยะนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยการสังเคราะห์ข้อมูลจาก ระยะที่ 1 แบ่งได้เป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 ร่างโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และขั้นตอนที่ 2 สนทนากลุ่ม (Focus group) เพื่อตรวจสอบคุณภาพร่างโปรแกรมฯ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ร่างโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ และตรวจสอบคุณภาพร่างโปรแกรมฯ

1. ผู้ให้ข้อมูล

ผู้ให้ข้อมูล ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ประกอบด้วย

1.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 1 คน มีประสบการณ์การทำงานด้านหลักสูตรและการสอน อย่างน้อย 5 ปี และจบการศึกษาระดับปริญญาเอก

1.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลทางการศึกษา จำนวน 1 คน มีประสบการณ์ด้านการวัดและประเมินผลทางการศึกษา อย่างน้อย 5 ปี จบการศึกษาระดับปริญญาเอก

1.3 ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 1 คน มีประสบการณ์ด้านการทำงานในโรงเรียนมัธยมศึกษา อย่างน้อย 10 ปี วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ จบการศึกษาด้านคณิตศาสตร์ ขั้นต่ำ ระดับปริญญาโท

1.4 คุณครูผู้สอนคณิตศาสตร์ จำนวน 1 คน มีตำแหน่งทางวิชาการ คือ ตำแหน่งครู วิทยฐานะชำนาญการหรือวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ ปฏิบัติหน้าที่เป็นครูผู้สอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร มีประสบการณ์ในการสอนคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น อย่างน้อย 10 ปี

1.5 คุณครูการศึกษาพิเศษ จำนวน 1 คน มีตำแหน่งทางวิชาการ คือ ตำแหน่งครู วิทยฐานะชำนาญการหรือวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ ปฏิบัติงานในโรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวมหรือโรงเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร มีประสบการณ์การทำงาน อย่างน้อย 10 ปี

ขั้นตอนการร่างโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ มีดังนี้

ขั้นตอนการร่างโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน
สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้

1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรคณิตศาสตร์ การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ การสร้างแบบทดสอบ การวัดและประเมินผล สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์

2. ยกร่างโปรแกรมฯ จากผลการวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร และการสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโปรแกรม

3. จัดทำร่างโปรแกรมฯ ซึ่งมีองค์ประกอบของโปรแกรม จำนวน 5 ข้อ ได้แก่
1. จุดมุ่งหมายของโปรแกรม 2. ลักษณะของโปรแกรม 3. ผู้เข้าร่วมโปรแกรม 4. วิธีการจัดกิจกรรม และ
5. การวัดและประเมินผล

4. สร้างคู่มือการใช้โปรแกรมจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อแสดงรายละเอียดของโปรแกรมสำหรับผู้นำไปใช้

5. ตรวจสอบคุณภาพร่างโปรแกรม โดย ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน การวัดและประเมินผลทางการศึกษา, คณิตศาสตร์ และการศึกษาพิเศษ

ภาพประกอบ 6 ขั้นตอนการร่างโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับ
นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้

จากภาพประกอบ 6 ขั้นตอนการร่างโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วนสำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ มีรายละเอียด ดังนี้

1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรคณิตศาสตร์ การจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ การสร้างโปรแกรมการจัดการเรียนรู้

2. นำข้อบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ จากระยะที่ 1 มาวิเคราะห์และสรุป ข้อบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม ออกแบบเป็นโปรแกรมฯ ฉบับร่าง

3. จัดทำร่างโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับ นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ซึ่งมีองค์ประกอบของโปรแกรม จำนวน 5 ข้อ

องค์ประกอบของโปรแกรมมีรายละเอียด ดังนี้

3.1 จุดมุ่งหมายของโปรแกรม

จุดมุ่งหมายของโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น คือ เพื่อพัฒนาความสามารถ ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยมีการวินิจฉัยข้อบกพร่องของนักเรียนก่อนการพัฒนา

3.2 ลักษณะของโปรแกรม

โปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียน บกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ด้าน คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ให้กับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ ตรวจพบความบกพร่อง เรื่อง เศษส่วน โดยแบ่งเป็นระดับความสามารถ (Level) 6 ระดับ ระดับละ 3-4 ครั้ง นักเรียนจะร่วมกิจกรรม ครั้งละ 40 นาที ผู้สอนใช้กลยุทธ์รูปแบบนำไปสู่นามธรรม (CRA) สอนนักเรียนเป็นรายบุคคล ตามศักยภาพของนักเรียน

ขอบเขตเนื้อหาเศษส่วนในโปรแกรม ได้แก่ นิยามของเศษส่วน การเปรียบเทียบ เศษส่วน และการดำเนินการของเศษส่วน มีรายละเอียด ดังนี้

1) เศษส่วน ระดับ 1 นิยามของเศษส่วน

เนื้อหาที่เรียนรู้ ได้แก่ นิยามของเศษส่วน และประเภทของเศษส่วน

2) เศษส่วน ระดับ 2 การเปรียบเทียบเศษส่วน

เนื้อหาที่เรียนรู้ ได้แก่ เปรียบเทียบเศษส่วน 2 จำนวน กรณิ ตัวส่วนเท่ากันและไม่เท่ากัน ในแต่ละประเภท ตัวเศษและตัวส่วนเป็นเลขโดด ไม่ใช่ 0

3) เศษส่วน ระดับ 3 การดำเนินการของเศษส่วน

เนื้อหาที่เรียนรู้ ได้แก่ การบวก-ลบเศษส่วน 2 จำนวนที่มีตัวส่วนเท่ากัน การลบเศษส่วน 2 จำนวน กรณิ ตัวส่วนเท่ากัน เศษส่วนทั้งสองจำนวนเป็นเศษส่วนแท้ ตัวเศษและตัวส่วนเป็นเลขโดด ที่ไม่ใช่ 0

4) เศษส่วน ระดับ 4 การดำเนินการของเศษส่วน

เนื้อหาที่เรียนรู้ ได้แก่ การบวก-ลบเศษส่วน 2 จำนวน กรณิ ตัวส่วนไม่เท่ากัน การลบเศษส่วน 2 จำนวน กรณิ ตัวส่วนไม่เท่ากัน เศษส่วนทั้งสองจำนวนเป็นเศษส่วนแท้ ตัวเศษและตัวส่วนเป็นเลขโดด ที่ไม่ใช่ 0

5) เศษส่วน ระดับ 5 การดำเนินการของเศษส่วน

เนื้อหาที่เรียนรู้ ได้แก่ การคูณเศษส่วน 2 จำนวน โดยเศษส่วนทั้งสองจำนวนเป็นเศษส่วนแท้ ตัวเศษและตัวส่วนเป็นเลขโดด ที่ไม่ใช่ 0

6) เศษส่วน ระดับ 6 การดำเนินการของเศษส่วน

เนื้อหาที่เรียนรู้ ได้แก่ การหารเศษส่วน 2 จำนวน โดยเศษส่วนทั้งสองจำนวนเป็นเศษส่วนแท้ ตัวเศษและตัวส่วนเป็นเลขโดด ที่ไม่ใช่ 0

3.3 ผู้เข้าร่วมโปรแกรม

3.3.1 ผู้เข้าร่วมโปรแกรม ได้แก่ นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ โดยมีการคัดเลือกผู้เข้าร่วมโปรแกรม ดังนี้

นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2564 ที่ได้ผ่านการคัดกรองเบื้องต้นกับโรงเรียน มีรายชื่ออยู่ในกลุ่มนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ของโรงเรียน เมื่อเข้าร่วมโปรแกรม จะมีการทดสอบระดับความสามารถทางสติปัญญา (IQ) และทดสอบความรู้พื้นฐาน เรื่อง การดำเนินการของจำนวนเต็ม (บวก ลบ คูณ หาร) ก่อนที่จะพัฒนาการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน

3.3.2 การเตรียมความพร้อมของผู้เข้าร่วมโปรแกรม

ผู้วิจัย ดำเนินการปฐมนิเทศผู้ร่วมวิจัย หลังจากติดต่อประสานงานเรื่องการขอเข้าเก็บข้อมูลในเบื้องต้นเรียบร้อยแล้ว ดังนี้ 1) ปฐมนิเทศ คุณครูผู้สอน เพื่ออธิบายรายละเอียดของโปรแกรม ได้แก่ วัตถุประสงค์ ขั้นตอนการจัดกิจกรรม เครื่องมือที่ใช้ในการจัดกิจกรรม สื่อ

อุปกรณ์การสอน การวัดประเมินผล พร้อมทั้งสถิติการจัดกิจกรรมตามกลยุทธ์การสอน และทดสอบครูในการใช้สื่อการเรียนรู้และอุปกรณ์อื่น ๆ 2) ชี้แจงผู้ปกครองและนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ เพื่ออธิบายรายละเอียดของโปรแกรม ได้แก่ วัตถุประสงค์ ขั้นตอนและรายละเอียดของการจัดกิจกรรม ร่วมกันจัดตารางนัดหมายการร่วมโปรแกรมฯ

3.4 วิธีการจัดกิจกรรม

ครูผู้สอนจัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ โดยแบ่งเป็น 3 ช่วง ดังนี้

ช่วงที่ 1 เตรียมเข้าโปรแกรม

นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ที่ได้รับการคัดกรองเบื้องต้นจากโรงเรียน รับการวัดและประเมินความสามารถ ดังนี้ 1) วัดระดับสติปัญญา (IQ) 2) ทดสอบความรู้พื้นฐาน เรื่อง การดำเนินการของจำนวนเต็ม (บวก ลบ คูณ หาร) 3) ทดสอบความรู้พื้นฐาน เรื่อง เศษส่วน (Pre-test) บันทึกผลคะแนนนักเรียนและข้อบกพร่องด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน เป็นข้อมูลในการพัฒนานักเรียนเป็นรายบุคคล

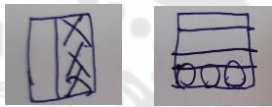
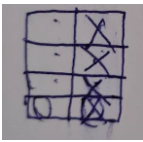
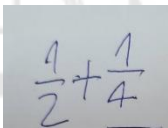
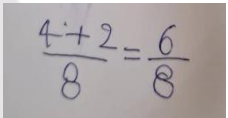
ช่วงที่ 2 รับโปรแกรม

นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ที่ผ่านการวัดและประเมินความรู้พื้นฐานจาก ช่วงที่ 1 ของโปรแกรมมาแล้ว เข้ารับการจัดการเรียนรู้ในโปรแกรม โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ณ ศูนย์บริการทางการศึกษาพิเศษ (SSS) จำนวน 9 แผน ที่มีกิจกรรมการสอน โดยใช้กลยุทธ์รูปแบบนำไปสู่นามธรรม (CRA) สอนเป็นรายบุคคล และใช้สื่อรูปธรรม สามมิติ ประกอบการอธิบายเนื้อหาและการฝึกปฏิบัติ

ช่วงที่ 3 ก่อนสิ้นสุดโปรแกรม

นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ ทำแบบทดสอบความสามารถด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ (Post-test)

ตาราง 6 ตัวอย่าง การใช้กลยุทธ์รูปธรรมนำไปสู่นามธรรม (CRA)

โจทย์การบวกเศษส่วน $\frac{1}{2} + \frac{1}{4}$ มีค่าเท่าใด			
กลยุทธ์ CRA	วิธีการ	ผลการปฏิบัติ	คำตอบ
C : Concrete	เรียนรู้และฝึกปฏิบัติ จากสื่อวัสดุ 3 มิติ		
R : Representation	เรียนรู้และฝึกปฏิบัติ จากสื่อวัสดุ 2 มิติ		
A : Abstract	ฝึกปฏิบัติ โดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์		
คำตอบ $\frac{1}{2} + \frac{1}{4} = \frac{6}{8}$			

ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นนำ

ผู้สอนกำหนดสื่อรูปธรรมที่มีค่าเป็นจำนวนเศษส่วน ใช้คำถาม
นำให้นักเรียนตอบว่าสื่อรูปธรรมนั้นแทนค่าด้วยจำนวนใด เขียนเป็นสัญลักษณ์ทาง
คณิตศาสตร์ หรือตัวเลขได้อย่างไร

ขั้นสอน

ผู้สอนเตรียมจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

- 1) ครูแจ้งวัตถุประสงค์ของบทเรียน

2) ครูดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อธิบายและแสดง ตัวอย่างประกอบอย่างชัดเจน ครูใช้กลยุทธ์รูปธรรมนำไปสู่นามธรรม (CRA) การสอนแบบปรับ เหนาะ (Adaptive Learning)

3) นักเรียนฝึกปฏิบัติ ครูให้ข้อมูลย้อนกลับ ปรับปรุง ข้อผิดพลาดของนักเรียน และการเสริมแรง

4) ครูผู้สอน ตรวจผลงาน บันทึกคะแนน

5) นักเรียนทดสอบจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนด

ขั้นสรุป

นักเรียนและครูผู้สอน สรุปความคิดรวบยอดที่ได้เรียนรู้ ร่วมกัน

ตาราง 7 ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ ในโปรแกรมฯ เรื่อง เศษส่วน ระดับการเรียนรู้ 1 นิยามของ เศษส่วน

ตัวอย่าง กิจกรรมการเรียนรู้		
เรื่อง จำนวนคละ และเศษเกิน		
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม นักเรียนสามารถบอกได้ว่าจำนวนที่กำหนดเป็นเศษส่วนประเภทใด		
กิจกรรม 1 เรียนรู้จากการกระทำ (Enactive Stage)		
ขั้น C : Concrete		ขั้น R : Representation
การใช้สื่อรูปธรรม แทน จำนวน	C → R	การใช้การวาดภาพแทนจำนวน
ครูผู้สอน : ใช้สื่อรูปธรรม	ครูผู้สอน : ใช้สื่อรูปธรรม	ครูผู้สอน : กล่าวจำนวนคละ
ครูผู้สอน : กล่าวจำนวน	แสดงจำนวนคละและ	และเศษเกิน
คละ และเศษเกิน	เศษเกิน ประกอบการอธิบาย	นักเรียน : วาดภาพแทนจำนวน
นักเรียน : แสดงสื่อรูปธรรม	นักเรียน: วาดภาพแทนสื่อ	คละและเศษเกิน
แทนจำนวนคละและ	รูปธรรมนั้น และกล่าวตอบ	
เศษเกิน	หรือเขียนตอบว่าแทนจำนวน	--สลับบทบาท--
--สลับบทบาท--	ใด	ครูผู้สอน : วาดภาพแทนจำนวน
ครูผู้สอน : ใช้สื่อรูปธรรม		คละและเศษเกิน
แสดงจำนวนคละและ		ประกอบการอธิบาย

ตาราง 7 (ต่อ)

ตัวอย่าง กิจกรรมการเรียนรู้		
เรื่อง จำนวนคณะ และเศษเกิน		
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม นักเรียนสามารถบอกได้ว่าจำนวนที่กำหนดเป็นเศษส่วนประเภทใด		
กิจกรรม 1 เรียนรู้จากการกระทำ (Enactive Stage)		
เศษเกิน		นักเรียน: กล่าวตอบว่าจำนวน
--สลับบทบาท--		คณะ และเศษเกิน แทนจำนวน
ครูผู้สอน : ใช้สื่อรูปธรรม		ใด
แสดงจำนวนคณะและ		
เศษเกิน ประกอบการ		
อธิบาย		
นักเรียน: กล่าวตอบว่าเป็น		
จำนวนใด		
กิจกรรม 2 เรียนรู้จากการคิด สร้างภาพในจินตนาการ (Iconic Stage)		
ขั้น R : Representation	$R \rightarrow A$	ขั้น A : Abstract
ครูผู้สอน : กล่าวจำนวนคณะ	ครูผู้สอน : ใช้ภาพสองมิติ	การใช้สัญลักษณ์ทาง
และเศษเกิน	แสดงจำนวนคณะและเศษเกิน	คณิตศาสตร์แทนจำนวน
นักเรียน : วาดภาพแทน	ประกอบการอธิบาย	ครูผู้สอน : แสดงจำนวนคณะ
จำนวนคณะและเศษเกิน	นักเรียน: กล่าวตอบหรือ	และเศษเกิน
---สลับบทบาท--	เขียนตอบว่าแทนจำนวนใด	นักเรียน : วาดภาพแทน
ครูผู้สอน : วาดภาพแทน		จำนวนคณะและเศษเกิน
จำนวนคณะและเศษเกิน		-----สลับบทบาท-----
ประกอบการอธิบาย		ครูผู้สอน : วาดภาพแทน
นักเรียน : กล่าวตอบว่า		จำนวนคณะและเศษเกิน
จำนวนคณะและเศษเกินนั้น		ประกอบการอธิบาย
แทนจำนวนใด		นักเรียน: เขียนหรือกล่าวว่
		จำนวนคณะ และเศษเกิน
		แทนจำนวนใด

ตาราง 7 (ต่อ)

ตัวอย่าง กิจกรรมการเรียนรู้
เรื่อง จำนวนคละ และเศษเกิน
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม นักเรียนสามารถบอกได้ว่าจำนวนที่กำหนดเป็นเศษส่วนประเภทใด
กิจกรรม 3 เรียนรู้สัญลักษณ์และนามธรรม (Symbolic Stage)
ขั้น A : Abstract
ครู : กล่าว จำนวนคละและเศษเกิน
นักเรียน : เขียนจำนวนที่ครูกล่าว
-----สลับบทบาท-----
ครู : แสดงจำนวนคละและเศษเกิน
นักเรียน : อ่านจำนวนคละและเศษเกินที่ครูแสดง
กิจกรรม 4 ทบทวนและประเมินผล
นักเรียน : ทำแบบฝึกหัด ด้วยตนเอง
ครูผู้สอน : สังเกตพฤติกรรม ตรวจผลงาน และบันทึกคะแนน

3.5 การวัดและประเมินผล

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียน
 บกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีการวัดและประเมินผล ดังนี้

3.5.1 การวัดและประเมินผลย่อย ในแต่ละระดับความสามารถ โดยครูผู้สอน
 เป็นผู้ทดสอบและบันทึกคะแนน จากการสังเกต การตอบคำถามหรือการเขียนตอบ ขณะปฏิบัติ
 กิจกรรมและการทำแบบฝึกหัด ตามเกณฑ์การประเมินผลในแผนการจัดการเรียนรู้

3.5.2 การวัดและประเมินผลก่อนและหลัง การร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ใน
 โปรแกรมฯ ใช้แบบทดสอบความสามารถด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน (pre-test และ post-
 test) (เครื่องมือในการทดสอบ ได้แก่ แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง
 เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและได้รับการตรวจสอบคุณภาพ
 ในระยะที่ 1)



ภาพประกอบ 7 องค์ประกอบของโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน
สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

4. สร้างคู่มือการใช้โปรแกรมจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับ
นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ เพื่อแสดงรายละเอียดของโปรแกรมและอำนวยความสะดวก
สำหรับผู้นำไปใช้ มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

4.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง วางแผนการสร้างคู่มือการใช้โปรแกรมฯ

4.2 นำคู่มือการใช้โปรแกรมฯ ฉบับร่าง เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเชิง
เนื้อหา พิจารณาความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.70 เป็นไปตามเกณฑ์การพิจารณา

4.3 ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และจัดพิมพ์คู่มือการใช้
โปรแกรมฯ

5. ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพร่างโปรแกรมฯ ซึ่งประกอบด้วย ผู้ที่มีความเชี่ยวชาญ
และประสบการณ์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ รวมจำนวน 5 คน ดังนี้

5.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 1 คน มีประสบการณ์การทำงาน
ด้านหลักสูตรและการสอน อย่างน้อย 5 ปี และจบการศึกษาระดับปริญญาเอก

5.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลทางการศึกษา จำนวน 1 คน มีประสบการณ์ด้านการวัดและประเมินผลทางการศึกษา อย่างน้อย 5 ปี จบการศึกษาระดับปริญญาเอก

5.3 ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 1 คน มีประสบการณ์ด้านการทำงานในโรงเรียนมัธยมศึกษา อย่างน้อย 10 ปี วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ จบการศึกษาด้านคณิตศาสตร์ขั้นต่ำ ระดับปริญญาโท

5.4 คุณครูผู้สอนคณิตศาสตร์ จำนวน 1 คน มีตำแหน่งทางวิชาการ คือ ตำแหน่งครู วิทยฐานะชำนาญการหรือวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ ปฏิบัติหน้าที่เป็นครูผู้สอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร มีประสบการณ์ในการสอนคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น อย่างน้อย 10 ปี

5.5 คุณครูการศึกษาพิเศษ จำนวน 1 คน มีตำแหน่งทางวิชาการ คือ ตำแหน่งครู วิทยฐานะชำนาญการหรือวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ ปฏิบัติงานในโรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวมหรือโรงเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร มีประสบการณ์การทำงาน อย่างน้อย 10 ปี

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบประเมินคุณภาพร่างโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

แบบประเมิน มีลักษณะเป็นแบบประเมินนวัตกรรมโดยผู้เชี่ยวชาญตามแบบมาตราส่วน ประมาณค่า (Rating Scale) มี 5 ระดับ (พิชิต ฤทธิจัญญ, 2561)

5 หมายถึง มีความเหมาะสม ระดับ มากที่สุด

4 หมายถึง มีความเหมาะสม ระดับ มาก

3 หมายถึง มีความเหมาะสม ระดับ ปานกลาง

2 หมายถึง มีความเหมาะสม ระดับ น้อย

1 หมายถึง มีความเหมาะสม ระดับ น้อยที่สุด

การแปลความหมาย

ระดับความคิดเห็น ที่มีต่อร่างโปรแกรมฯ (ประเมิน โดย ผู้เชี่ยวชาญ) แบ่งเป็น 5 ระดับ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560) ดังนี้

4.51-5.00 หมายถึง ความคิดเห็น ระดับ มากที่สุด

3.51-4.50 หมายถึง ความคิดเห็น ระดับ มาก

2.51-3.50 หมายถึง ความคิดเห็น ระดับ ปานกลาง

1.51-2.50 หมายถึง ความคิดเห็น ระดับ น้อย

1.00-1.50 หมายถึง ความคิดเห็น ระดับ น้อยที่สุด

ผลการประเมินคุณภาพร่างโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้แบบประเมินฯ พบว่า ค่าความเหมาะสมขององค์ประกอบของโปรแกรม อยู่ในระดับ มากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.75 และมีข้อเสนอแนะ คือ ให้ระบุชื่อเรื่อง เศษส่วน ลงในชื่อโปรแกรม, ปรับวิธีการวัดและประเมินผล ให้เหมาะสมกับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ และการเขียนกิจกรรมการเรียนรู้ ในโปรแกรมจะต้องละเอียดชัดเจนให้ผู้ที่จะนำไปใช้ เข้าใจและปฏิบัติได้

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 ติดต่อประสานงานบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จัดทำหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพร่างโปรแกรมฯ

3.2 ติดต่อประสานงานผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพร่างโปรแกรมฯ ระหว่างวันที่ 1 - 14 พฤษภาคม พ.ศ. 2564

3.3 วิเคราะห์และสรุปผลการพิจารณาร่างโปรแกรมฯ

3.4 ผลที่ได้ คือ ร่างโปรแกรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

4. การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ค่าเฉลี่ย ความถี่ ร้อยละ

ขั้นตอนที่ 2 สันทนากลุ่ม (Focus group) เพื่อตรวจสอบคุณภาพร่างโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

1. ผู้ให้ข้อมูล

ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 8 คน ประกอบด้วย

1.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 3 คน เกณฑ์การคัดเลือก ได้แก่ 1) มีประสบการณ์ด้านคณิตศาสตร์ ทำงานด้านการสอนคณิตศาสตร์ ในโรงเรียนมัธยมศึกษา อย่างน้อย 10 ปี และ 2) จบการศึกษาด้านคณิตศาสตร์ ขั้นต่ำ ระดับปริญญาตรี 3) เป็นผู้บริหารหรือเป็นคุณครูที่มีตำแหน่งทางวิชาการ คือ วิทยฐานะชำนาญการหรือชำนาญการพิเศษ

1.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาพิเศษ จำนวน 2 คน เกณฑ์การคัดเลือก ได้แก่ 1) มีประสบการณ์การทำงานด้านการศึกษาพิเศษ อย่างน้อย 10 ปี และ

2) จบการศึกษาด้านการศึกษาพิเศษ ขั้นต่ำ ระดับปริญญาตรี หรือ 3) เป็นผู้บริหารหรือเป็นคุณครูผู้สอนนักเรียน ที่มีตำแหน่งทางวิชาการ คือ วิทยฐานะชำนาญการหรือชำนาญการพิเศษ

1.3 ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 1 คน เกณฑ์การคัดเลือก ได้แก่ 1) มีประสบการณ์การทำงาน อย่างน้อย 5 ปี และ 2) จบการศึกษาด้านหลักสูตรและการสอน ระดับปริญญาเอก

1.4 ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลทางการศึกษา จำนวน 1 คน เกณฑ์การคัดเลือก ได้แก่ 1) มีประสบการณ์การทำงาน อย่างน้อย 5 ปี และ 2) จบการศึกษาด้านการวัดและประเมินผลทางการศึกษา ระดับปริญญาเอก

1.5 ผู้เชี่ยวชาญด้านบริหารการศึกษา จำนวน 1 คน มีประสบการณ์ด้านการบริหารงานในสถานศึกษา อย่างน้อย 10 ปี และ 2) จบการศึกษาระดับปริญญาเอก

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

แบบบันทึกการสนทนากลุ่ม พิจารณาร่างโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยมีประเด็นการสนทนาเกี่ยวกับความถูกต้องเหมาะสม ประโยชน์ที่ได้รับ ความเป็นไปได้ของโปรแกรม ได้แก่ 1) จุดมุ่งหมายของโปรแกรม 2) ลักษณะของโปรแกรม 3) ผู้เข้าร่วมโปรแกรม 4) วิธีการจัดกิจกรรมในโปรแกรม และ 5) การประเมินผล

ขั้นตอนการสร้างและพัฒนา แบบบันทึกการสนทนากลุ่ม พิจารณาร่างโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีดังนี้

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดสนทนากลุ่ม (Focus Group) เพื่อสร้างแบบบันทึกการสนทนากลุ่ม ฉบับร่าง
2. สร้างประเด็นและแบบบันทึกการสนทนากลุ่ม ฉบับร่าง
3. นำแบบบันทึกการสนทนากลุ่มเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหา โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และสรุปผลการตรวจสอบได้ว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 มีข้อเสนอแนะ คือ ให้เพิ่ม หัวข้อประเมิน คือ การป้องกันและการแก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นขณะใช้โปรแกรมฯ
4. ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ
5. ตรวจสอบความเรียบร้อยและจัดพิมพ์ เพื่อนำไปใช้ในการสนทนากลุ่ม

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 ผู้วิจัยเตรียมวางแผนการสนทนากลุ่ม โดยกำหนดหัวข้อการสนทนากลุ่ม, กำหนดวัตถุประสงค์การสนทนากลุ่ม, กำหนดกรอบการเลือกกลุ่มเป้าหมายของผู้ให้ข้อมูล, วางแผน การเตรียมสถานที่ ระยะเวลาและตารางเวลา

3.2 ติดต่อประสานงานบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จัดทำหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ และหนังสือขออนุญาตใช้สถานที่ในการสนทนากลุ่ม กำหนดวันที่ 21 พฤษภาคม พ.ศ. 2564 ในรูปแบบ on-site ณ ห้องประชุมมังคลอุบล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล รัตนบุรี จ.ปทุมธานี และรูปแบบ on-line โปรแกรม Zoom

3.3 จัดเตรียมการสนทนากลุ่ม (Focus Group) ตามแผนการดำเนินงานที่กำหนดไว้ ติดต่อประสานงานเชิญผู้เชี่ยวชาญ ร่วมสนทนากลุ่ม นัดหมายผู้ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ผู้จัดบันทึก (Note taker) และผู้ช่วยทั่วไป (Assistant), ออกแบบแนวคำถาม ทดลองใช้แนวคำถามที่สร้างขึ้น และเตรียมการเป็นผู้ดำเนินการสนทนา (Moderator), ติดต่อประสานงานการจัดเตรียมสถานที่, เตรียมเอกสารและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการสนทนากลุ่ม

3.4 ดำเนินการสนทนากลุ่ม (Focus Group) เพื่อพิจารณาร่างโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กำหนดวันที่ 21 พฤษภาคม พ.ศ. 2564 ในรูปแบบ on-site ณ ห้องประชุมมัง

คลอบล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ธัญบุรี จ.ปทุมธานี และรูปแบบ on-line โปรแกรม Zoom มีขั้นตอน ดังนี้

3.4.1. ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสนทนา แนะนำตนเองและผู้ช่วยด้วย บรรยายภาพที่เป็นกันเอง

3.4.2 อธิบายวัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัยและจุดมุ่งหมายของการจัดสนทนากลุ่ม

3.4.3 สร้างบรรยากาศผ่อนคลายและเป็นกันเอง เริ่มการสนทนาโดยพูดถึงที่ใกล้ตัวของผู้ร่วมสนทนาก่อน เช่น เรื่องทั่วไป หน้าที่การงาน เหตุการณ์ปัจจุบัน

3.4.4 สร้างบรรยากาศให้เกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นต่อกัน พยายามให้ผู้ร่วมสนทนาทุกคนได้มีส่วนร่วมแสดงความคิดเห็น โดยไม่ถามคนใดคนหนึ่งมากเกินไป

3.4.5 บันทึกการสนทนากลุ่มและสรุปแต่ละประเด็นคำถาม

3.5 ติดตามหลังการสนทนากลุ่ม หลังการสนทนาเสร็จในแต่ละกลุ่มแล้ว ผู้วิจัยสรุปผลการสนทนากลุ่ม โดยการถอดเทปที่บันทึกไว้มาเป็นบทสนทนา แล้วจึงวิเคราะห์ข้อมูล โดยการตีความหมายในรูปของการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis)

3.6 ผลที่ได้จากการสนทนากลุ่ม คือ โปรแกรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่สมบูรณ์พร้อมทดลองใช้ในระยะที่ 3

4. การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) จากผลการสนทนากลุ่ม (Focus Group)

ระยะที่ 3 ทดลองใช้และปรับปรุงโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ในระยะนี้ เป็นการนำร่างโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างและนำผลการทดลองใช้มาปรับปรุงแก้ไข การดำเนินงานแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 ทดลองใช้โปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และขั้นตอนที่ 2 ปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทดลองใช้โปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 2 จำนวน 10 คน โดยใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนดครบทุกข้อ ดังต่อไปนี้

- 1) กำลังศึกษาอยู่ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในโรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 2
- 2) มีบัตรพิการหรือเอกสารทางการแพทย์หรือแบบคัดกรองของกระทรวงศึกษาธิการ อย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งมีข้อความระบุว่าเป็นมีความบกพร่องทางการเรียนรู้
- 3) มีความสามารถทางสติปัญญา (IQ) ในระดับปกติขึ้นไป
- 4) มีความสามารถผ่านเกณฑ์การประเมินด้านการคิดคำนวณระดับพื้นฐาน ร้อยละ 80 ขึ้นไป
- 5) ทำแบบทดสอบความสามารถด้านคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน ตรวจวิเคราะห์ผลคะแนนแล้ว ได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ ที่กำหนด (ร้อยละ 50)
- 6) ได้รับการอนุญาตจากผู้อำนวยการโรงเรียนให้เข้าร่วมโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้
- 7) ได้รับการยินยอมจากผู้ปกครองของนักเรียนให้เข้าร่วมโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย โปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และแบบทดสอบความสามารถด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

2.1 โปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในโปรแกรมฯ ประกอบด้วย เครื่องมือการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ 2.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น 2.1.2 สื่อการเรียนรู้ ได้แก่ สื่อสาม

มิติ และสื่อสิ่งพิมพ์ ได้แก่ แบบฝึกหัด และ 2.1.3 แบบทดสอบจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม สำหรับทดสอบแต่ละระดับความสามารถ (Level) มีรายละเอียด ดังนี้

2.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ เป็นแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 9 แผน สำหรับจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3-4 ครั้ง /แผน องค์ประกอบของแผนฯ มีดังนี้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรม เนื้อหา ระยะเวลา กิจกรรมการเรียนรู้ ผู้สอน ผู้เรียน แบบบันทึกคะแนน และแบบบันทึกหลังสอน

การสร้างและหาคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้
2. ศึกษาค้นคว้า รวบรวมเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดย ศึกษาหลักสูตรสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ฉบับล่าสุด
3. วิเคราะห์ สังเคราะห์ ความสำคัญ ตัวชี้วัด ขอบข่ายของเนื้อหา คณิตศาสตร์ ปัญหาในการจัดการเรียนรู้ แนวทางการพัฒนาความสามารถด้านคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้
4. กำหนดขอบข่ายของเนื้อหา โครงสร้างของแผนการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้
5. เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ สาระสำคัญ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และการบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ โดยในกิจกรรมการเรียนรู้เน้นการสอนที่ใช้กลยุทธ์บูรณาการนำไปสู่นามธรรม (CRA)
6. ตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ พิจารณาความถูกต้องเหมาะสมของกิจกรรมที่จะพัฒนาความสามารถด้านคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้
7. ปรับปรุงแก้ไขและตรวจสอบอีกครั้ง ก่อนนำไปทดลองใช้
8. ทดลองใช้ หาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

9. ปรับปรุงแก้ไขเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์ โดยในแผนการจัดการเรียนรู้ได้ระบุ โครงสร้างของแผนฯ โครงการสอน, และแบบทดสอบจุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรม

2.1.1.1 โครงสร้างของแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ประกอบด้วย เนื้อหา ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ ระยะเวลาที่เรียน และน้ำหนักคะแนน มีรายละเอียด ดังนี้

**โครงสร้างของแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน
นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้น ม.ต้น โรงเรียนเรียนรวม**

ระดับ การเรียนรู้	แผนฯ ที่	เรื่อง	จุดประสงค์	สาระสำคัญ	คะแนน
ระดับ 1 นิยาม ของเศษส่วน	1	นิยามของ เศษส่วน	บอกความหมาย ของเศษส่วน และ บอกได้ว่าจำนวนที่ กำหนด เป็น เศษส่วนหรือไม่	- ความหมายของ เศษส่วน - การเขียนเศษส่วน แทนจำนวน ภาพ 2 มิติ และ 3 มิติ	5
	2	ประเภทของ เศษส่วน	บอกได้ว่าจำนวน ที่กำหนด เป็น เศษส่วนประเภทใด	ประเภทของเศษส่วน เศษส่วนแท้ เศษเกิน จำนวนคละ	5
ระดับ 2 การเปรียบเทียบ เศษส่วน อย่างง่าย	3 - 4	เปรียบเทียบ เศษส่วน	เปรียบเทียบ เศษส่วนแท้ 2 จำนวน กรณีตัวส่วนเท่ากัน	เปรียบเทียบเศษส่วน แท้ 2 จำนวน กรณี ตัวส่วนเท่ากัน และ เปรียบเทียบแต่ละ ประเภท	10
ระดับ 2 การเปรียบเทียบ เศษส่วน	5 - 7	การเปรียบเทียบ เศษส่วน	เปรียบเทียบ เศษส่วนแท้ 2 จำนวน กรณี ตัวส่วนไม่เท่ากัน, เศษส่วนที่เท่ากัน เศษส่วนอย่างต่ำ	เปรียบเทียบเศษส่วน แท้ 2 จำนวน กรณีตัว ส่วนไม่เท่ากันและ เปรียบเทียบเศษส่วน แต่ละประเภท	10

ระดับ การเรียนรู้	แผนฯ ที่	เรื่อง	จุดประสงค์	สาระสำคัญ	คะแนน
ระดับ 3 การดำเนินการ ของเศษส่วน	8 - 9	บวกลบ เศษส่วน	บวกลบเศษส่วนแท้ 2 จำนวน กรณีตัวส่วนเท่ากัน	การบวกเศษส่วนแท้ 2 จำนวน กรณีตัวส่วน เท่ากัน , ตัวส่วน $\neq 0$ การลบเศษส่วนแท้ 2 จำนวน ตัวตั้ง มีค่ามากกว่าตัวลบ กรณีตัวส่วนเท่ากัน , ตัวส่วน $\neq 0$	10
ระดับ 4 การดำเนินการ ของเศษส่วน	10 – 13	การบวก-ลบ เศษส่วนแท้	บวกลบเศษส่วนแท้ 2 จำนวน กรณี ตัว ส่วน ไม่เท่ากัน	การบวกเศษส่วนแท้ 2 จำนวน กรณีตัวส่วนไม่ เท่ากัน , ตัวส่วนไม่ เท่ากับศูนย์, การลบ เศษส่วนแท้ 2 จำนวน ตัวตั้ง มีค่ามากกว่าตัวลบ กรณีตัวส่วนไม่เท่ากัน , ตัวส่วนไม่เท่ากับศูนย์	20
ระดับ 5 การดำเนินการ ของเศษส่วน	14 – 16	การคูณ เศษส่วน อย่างง่าย	การคูณเศษส่วน อย่างง่าย	การคูณเศษส่วน อย่าง ง่าย	20
ระดับ 6 การดำเนินการ ของเศษส่วน	17 - 20	การหาร เศษส่วน อย่างง่าย	การหารเศษส่วน อย่างง่าย	การหารเศษส่วน อย่างง่าย	20
รวม 6 ระดับการเรียนรู้		20 ครั้ง	9 แผนการจัดการเรียนรู้	คะแนนเต็ม 100 คะแนน	

2.1.1.2 โครงการสอน เป็นการวางแผนการสอนระยะยาว กำหนดการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วยกำหนดการ ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหาในแต่ละครั้ง เวลา สถานที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้สอน มีรายละเอียด ดังตัวอย่างต่อไปนี้

โครงการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน
นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้น ม.ต้น โรงเรียนเรียนรวม

.....

สถานที่ : ณ ศูนย์บริการทางการศึกษาพิเศษ (SSS)

ผู้สอน : ครูคณิตศาสตร์/ ครูการศึกษาพิเศษ

เวลา : 5 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 ครั้ง รวม 20 ครั้ง เดือน มิ.ย. - ก.ค. 2564

เนื้อหาที่เรียนรู้ :

- เศษส่วน ระดับ 1 นิยามเศษส่วน

เนื้อหาที่เรียนรู้ ได้แก่ นิยามของเศษส่วน และประเภทของเศษส่วน การอ่านและการเขียนเศษส่วน

- เศษส่วน ระดับ 2 การเปรียบเทียบเศษส่วน อย่างง่าย

เนื้อหาที่เรียนรู้ ได้แก่ การเปรียบเทียบเศษส่วน 2 จำนวน ที่มีตัวส่วนเท่ากัน และไม่เท่ากันในแต่ละประเภท ได้แก่ เศษส่วนแท้ เศษเกิน และจำนวนคละ รวมทั้งเปรียบเทียบกับจำนวนเต็ม เศษส่วนที่เท่ากัน เศษส่วนอย่างต่ำและทั้งตัวเศษและตัวส่วนเป็นเลขโดด ไม่ใช่ 0

- เศษส่วน ระดับ 3 การดำเนินการของเศษส่วน การบวก-ลบ เศษส่วน

เนื้อหาที่เรียนรู้ ได้แก่ การบวกเศษส่วน 2 จำนวน ที่มีตัวส่วนเท่ากัน การลบเศษส่วน 2 จำนวน ที่มีตัวส่วนเท่ากัน ตัวตั้งมากกว่าตัวลบ โดยเศษส่วนทั้งสองจำนวนเป็นเศษส่วนแท้ ตัวเศษและตัวส่วนเป็นเลขโดด ที่ไม่ใช่ 0

- เศษส่วน ระดับ 4 การดำเนินการของเศษส่วน การบวก-ลบ เศษส่วน กรณี ตัวส่วนไม่เท่ากัน

เนื้อหาที่เรียนรู้ ได้แก่ การบวกเศษส่วน 2 จำนวน ที่มีตัวส่วน ไม่เท่ากัน การลบเศษส่วน 2 จำนวน ที่มีตัวส่วนเท่ากัน ตัวตั้งมากกว่าตัวลบ โดยเศษส่วนทั้งสองจำนวนเป็นเศษส่วนแท้ ตัวเศษและตัวส่วนเป็นเลขโดด ที่ไม่ใช่ 0

- เศษส่วน ระดับ 5 การดำเนินการของเศษส่วน การคูณเศษส่วน

เนื้อหาที่เรียนรู้ ได้แก่ การคูณเศษส่วน 2 จำนวน โดยเศษส่วนทั้งสองจำนวนเป็นเศษส่วนแท้ ตัวเศษและตัวส่วนเป็นเลขโดด ที่ไม่ใช่ 0

- ระดับ 6 การดำเนินการของเศษส่วน การหารเศษส่วน

เนื้อหาที่เรียนรู้ ได้แก่ การคูณเศษส่วน 2 จำนวน โดยเศษส่วนทั้งสองจำนวนเป็นเศษส่วนแท้ ตัวเศษและตัวส่วนเป็นเลขโดด ที่ไม่ใช่ 0

โครงการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน
นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้น ม.ต้น

ครั้งที่	วันเวลา	เรื่อง/ ระดับ	เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้
1	มิถุนายน สัปดาห์ที่ 1	เศษส่วน ระดับ 1	ความรู้พื้นฐาน นิยามเศษส่วน	- บอกลักษณะสำคัญของเศษส่วนได้ - บอกได้ว่าจำนวนที่กำหนดเป็น เศษส่วนหรือไม่
2	มิถุนายน สัปดาห์ที่ 1	เศษส่วน ระดับ 1	ความรู้พื้นฐาน ประเภทของเศษส่วน	บอกได้ว่าจำนวนที่กำหนดเป็น เศษส่วนประเภทใด
3	มิถุนายน สัปดาห์ที่ 1	เศษส่วน ระดับ 2	การเปรียบเทียบเศษส่วน	เปรียบเทียบเศษส่วนแท้ 2 จำนวน กรณี ตัวส่วนเท่ากัน และ เปรียบเทียบกับเศษเกิน จำนวนคละ จำนวนเต็ม
4	มิถุนายน สัปดาห์ที่ 1	เศษส่วน ระดับ 2	การเปรียบเทียบเศษส่วน	เปรียบเทียบเศษส่วนแท้ 2 จำนวน กรณี ตัวส่วนเท่ากัน และ เปรียบเทียบกับเศษเกิน จำนวนคละ จำนวนเต็ม
5	มิถุนายน สัปดาห์ที่ 2	เศษส่วน ระดับ 2	การเปรียบเทียบเศษส่วน (เศษส่วนที่เท่ากัน/เศษส่วน อย่างต่ำ)	เปรียบเทียบเศษส่วนแท้ 2 จำนวน กรณี ตัวส่วนไม่เท่ากันและ เปรียบเทียบกับเศษเกิน จำนวนคละ จำนวนเต็มได้
6	มิถุนายน สัปดาห์ที่ 2	เศษส่วน ระดับ 2	การเปรียบเทียบเศษส่วน (เศษส่วนที่เท่ากัน/เศษส่วน อย่างต่ำ)	เปรียบเทียบเศษส่วนแท้ 2 จำนวน กรณี ตัวส่วนไม่เท่ากัน และเปรียบเทียบกับเศษเกิน จำนวน คละ จำนวนเต็มได้
7	มิถุนายน สัปดาห์ที่ 2	เศษส่วน ระดับ 2	การเปรียบเทียบเศษส่วน (เศษส่วนที่เท่ากัน/เศษส่วน อย่างต่ำ)	หาเศษส่วนอย่างต่ำได้
8	มิถุนายน สัปดาห์ที่	เศษส่วน ระดับ 2	การเปรียบเทียบเศษส่วน (เศษส่วนที่เท่ากัน/เศษส่วน	หาเศษส่วนที่เท่ากับเศษส่วนที่กำหนด ได้

ครั้งที่ ที่	วันเวลา	เรื่อง/ ระดับ	เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้
	2		อย่างต่ำ)	
9	มิถุนายน สัปดาห์ที่	เศษส่วน ระดับ 3	การบวกเศษส่วน	บวกเศษส่วนแท้ 2 จำนวน กรณีส่ว ส่วนเท่ากัน
	3			
10	มิถุนายน สัปดาห์ที่	เศษส่วน ระดับ 3	การบวกเศษส่วน	บวกเศษส่วนแท้ 2 จำนวน กรณีส่ว ส่วนเท่ากัน
	3			
11	มิถุนายน สัปดาห์ที่	เศษส่วน ระดับ 3	การลบเศษส่วน	ลบเศษส่วนแท้ 2 จำนวน กรณีส่ว ส่วนเท่ากัน และตัวตั้งมีค่ามากกว่าตัว ลบ
	3			
12	มิถุนายน สัปดาห์ที่	เศษส่วน ระดับ 3	การลบเศษส่วน	ลบเศษส่วนแท้ 2 จำนวน กรณีส่ว ส่วนเท่ากัน และตัวตั้งมีค่ามากกว่าตัวลบ
	3			
13	มิถุนายน สัปดาห์ที่	เศษส่วน ระดับ 4	การบวกเศษส่วน	บวกเศษส่วนแท้ 2 จำนวน กรณีส่ว ส่วนไม่เท่ากัน
	4			
14	มิถุนายน สัปดาห์ที่	เศษส่วน ระดับ 4	การบวกเศษส่วน	บวกเศษส่วนแท้ 2 จำนวน กรณีส่ว ส่วนไม่เท่ากัน
	4			
15	มิถุนายน สัปดาห์ที่	เศษส่วน ระดับ 4	การลบเศษส่วน	ลบเศษส่วนแท้ 2 จำนวน กรณีส่ว ส่วนไม่เท่ากัน และตัวตั้งมีค่ามากกว่าตัว ลบ
	4			

2.1.1.3 แบบทดสอบจุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรม

การสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบจุดประสงค์การเรียนรู้
เชิงพฤติกรรม มีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการสร้างแบบทดสอบจุดประสงค์เชิง
พฤติกรรม ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้าน
คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และวางแผนการสร้างแบบทดสอบ/แบบฝึกหัด นี้

2. ศึกษาตารางวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ที่สร้างไว้

3. สร้างแบบทดสอบจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมประกอบการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ ระดับชั้น มัธยมศึกษาตอนต้น ที่มีลักษณะเป็นแบบเติมคำตอบสั้น แบบเลือกตอบ มีการสร้างคำถามเพื่อให้ได้คำตอบ 2 ลักษณะ คือด้านความรู้ความเข้าใจและด้านทักษะการคิดคำนวณ นำแบบทดสอบจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และตรวจเกณฑ์การให้คะแนน โดยผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ ด้านการศึกษาพิเศษ และด้านการวัดและประเมินผล พิจารณาความสอดคล้อง (IOC) สรุปผลค่าดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ 1.00 จึงสามารถนำไปใช้ได้

2.2 แบบทดสอบความสามารถด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน (Pre-test) เพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งสร้างขึ้นสำหรับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ใช้ในการทดสอบก่อนการร่วมกิจกรรมเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในโปรแกรมฯ และทดสอบหลังการร่วมกิจกรรมเรียนรู้คณิตศาสตร์ (Post-test) ในโปรแกรมฯ

3. แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้แบบแผนการทดลองแบบ One-Group Pretest – Posttest Design (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2538)

ตาราง 8 แผนการทดลองแบบ One-Group Pretest – Posttest Design ของการวิจัย

Pre-test	Treatment	Post-test
O_1	X	O_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

O_1	แทน	คะแนนการทดสอบก่อนเข้ารับโปรแกรมฯ (Pre-test)
X	แทน	การทดลองโดยใช้โปรแกรมฯ
O_2	แทน	คะแนนการทดสอบหลังเข้ารับโปรแกรมฯ (Post-test)

4. ขั้นตอนการทดลอง

4.1 ระยะก่อนการทดลองโปรแกรม ฯ ดำเนินการดังนี้

4.1.1 จัดหาเครื่องมือแบบทดสอบวินิจัยข้อบกพร่องด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

4.1.2 ติดต่อประสานงานโรงเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายเพื่อขออนุญาตให้นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้เข้าร่วมโปรแกรมฯ และขอความอนุเคราะห์ผู้ช่วยในการวิจัย ด้านสถานที่และการบริการต่าง ๆ พร้อมทั้งนัดหมายวันเวลา

4.1.3 ติดต่อประสานงานบัณฑิตวิทยาลัย เพื่อทำเอกสารขอเข้าเก็บรวบรวมข้อมูล สำนวนจำนวนและรายชื่อ พร้อมเอกสารแสดงความบกพร่องทางการเรียนรู้ ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้จากโรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร

4.1.4 ประชุมชี้แจงรายละเอียด ผู้ปกครองและนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายชี้แจงรายละเอียดของโปรแกรมฯ และสรุปรายชื่อนักเรียนที่ยินดีเข้าร่วมโปรแกรมฯ

4.1.5 ประชุมชี้แจง รายละเอียดของโปรแกรม จุดมุ่งหมาย ขั้นตอนแก่ผู้สอนที่ได้รับมอบหมายจากโรงเรียน ได้แก่ ครูผู้สอนคณิตศาสตร์หรือครูผู้ช่วยสอนหรือครูการศึกษาพิเศษ

4.2 ระยะทดลอง มีการดำเนินการดังนี้

4.2.1 ปฐมนิเทศนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม เพื่อดำเนินการประเมินระดับสติปัญญา (IQ) และความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การดำเนินการของจำนวนเต็ม (บวกลบคูณหาร) วิเคราะห์และสรุปผลการทดสอบ นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2564 จำนวน 10 คน ดังนี้

ตาราง 9 แสดงจำนวนนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม (โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตวิวิทยา ๒ สังกัดสำนักงานเขต พื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 2)

ชั้น/เพศ	ชาย	หญิง	รวม	ร้อยละ
ม.1	1	2	3	30
ม.2	4	0	4	40
ม.3	3	0	3	30
รวม	8	2	10	100

จากตารางสรุปได้ว่ามีนักเรียนที่เข้าร่วมโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้น ม. ต้น จำนวน 10 คน เป็นชาย 8 คน หญิง 2 คน ม.1 จำนวน 3 คน เป็นชาย 1 คน หญิง 2 คน ม. 2 จำนวน 4 คน เพศชายทั้ง 4 คน ม. 3 จำนวน 3 คน เป็นเพศชายทั้ง 3 คน

ตาราง 10 ผลการทดสอบความสามารถด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง การดำเนินการของจำนวนเต็ม (บวกลบคูณหาร) ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม ปีการศึกษา 2564 จำนวน 10 คน ก่อนการทดสอบก่อนเรียนและร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ในโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ตามลำดับ

เกณฑ์การประเมิน

ร้อยละ 0-79 หมายถึง ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน

ร้อยละ 80-100 หมายถึง ผ่านเกณฑ์การประเมิน

จากตารางสรุปได้ว่า นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ทุกคน มีผลการประเมิน ผ่าน

นักเรียน คนที่/ รหัส	คะแนนสอบ (20 คะแนน)	ร้อยละ	สรุปผล
1. M1-1	20	100	ผ่านเกณฑ์
2. M1-2	19	95	ผ่านเกณฑ์
3. M1-3	17	85	ผ่านเกณฑ์
4. M2-1	19	95	ผ่านเกณฑ์
5. M2-2	18	90	ผ่านเกณฑ์
6. M2-3	20	100	ผ่านเกณฑ์
7. M2-4	19	95	ผ่านเกณฑ์
8. M3-1	20	100	ผ่านเกณฑ์
9. M3-2	20	100	ผ่านเกณฑ์
10. M3-3	20	100	ผ่านเกณฑ์

เกณฑ์การประเมิน มากกว่า หรือเท่ากับร้อยละ 80

4.2.2 ดำเนินการทดสอบความรู้พื้นฐาน เรื่อง เศษส่วน (Pre-test) เพื่อ
วินิจฉัยข้อบกพร่องด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน

4.2.3 วิเคราะห์ผลการสอบวินิจฉัย แจ้งผลการสอบ นัดหมายชี้แจงผู้ปกครอง
เกี่ยวกับรายละเอียดของการทดลองโปรแกรม

ตาราง 11 ผลการทดสอบความสามารถด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม ปีการศึกษา 2564 จำนวน 10 คน ก่อนร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ในโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน

นักเรียน คนที่/รหัส	เรื่องที่						รวม (50 คะแนน)	ร้อยละ	กิจกรรม ที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม (Level)
	1	2	3	4	5	6			
1. M1-1	F	F	F	F	P	F	16	32	1, 2, 3, 4, 6
2. M1-2	F	F	F	F	P	F	14	28	1, 2, 3, 4, 6
3. M1-3	F	F	F	F	F	F	14	28	1, 2, 3, 4, 5, 6
4. M2-1	P	F	F	F	F	P	21	42	2, 3, 4, 5
5. M2-2	F	F	F	F	P	P	25	50	1, 2, 3, 4
6. M2-3	P	F	P	F	P	F	22	44	2, 4, 6
7. M2-4	F	F	F	F	P	F	20	40	1, 2, 3, 4, 6
8. M3-1	F	F	P	F	P	F	28	56	1, 2, 4, 6
9. M3-2	P	F	P	F	P	F	23	46	2, 4, 6
10. M3-3	F	F	P	F	P	F	22	44	1, 2, 4, 6

เกณฑ์การประเมิน

ร้อยละ 0-49 หมายถึง ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน ได้ผลการประเมินเป็น F

ร้อยละ 50-100 หมายถึง ผ่านเกณฑ์การประเมิน ได้ผลการประเมินเป็น P

4.2.4 เริ่มดำเนินการทดลอง จัดการเรียนรู้ตามโปรแกรมฯ ให้กับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้เป็นรายบุคคล โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่จัดเตรียมไว้ รวมทั้งสิ้น 9 แผน เนื้อหาที่เรียนรู้ คือ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ครูผู้สอนใช้กลยุทธ์รูปแบบนำไปสู่نامธรรม (CRA) ตามแนวคิดการสอนแบบปรับเหมาะ (Adaptive Learning) ให้กับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ซึ่งแตกต่างกันในแต่ละบุคคล ในศูนย์บริการทางการศึกษาพิเศษ (sss) ครั้งละ 40 นาที จำนวน 20 ครั้ง ตามข้อบกพร่องที่วินิจฉัยพบ (ภาคผนวก ข)

4.2.4 ผู้วิจัยบันทึกและสรุปผลการจัดการเรียนรู้ เป็นรายบุคคล

4.3 ระยะเวลาหลังการทดลอง ดำเนินการ ดังนี้

4.3.1 ทดสอบความรู้ เรื่อง เศษส่วน (Post-test)

4.3.2 นำข้อมูลที่ได้ หาค่าประสิทธิภาพของโปรแกรมและนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบและหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพ E_1/E_2

4.3.3 นำข้อมูลที่ได้ หาค่าประสิทธิผลของโปรแกรม โดยใช้ค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness index : E.I.) หาโดยใช้คะแนนรวมของกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

5.1.1 หาค่าประสิทธิภาพของโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ โดยใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพ E_1/E_2 และนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบและหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยใช้สูตร

$$E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100$$

E_1 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum x$ แทน คะแนนรวมของการประเมินความสามารถด้านคณิตศาสตร์

ก่อน-หลังการสอน

A แทน คะแนนเต็มของการประเมินความสามารถด้านคณิตศาสตร์

ก่อน-หลังการสอน

N แทน จำนวนนักเรียน

$$E_2 = \frac{\sum F}{B} \times 100$$

และสูตร

E_2 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum F$ แทน คะแนนรวมของการประเมินความสามารถด้าน

คณิตศาสตร์

B แทน คะแนนเต็มของการประเมินความสามารถด้าน

คณิตศาสตร์

N แทน จำนวนนักเรียน

5.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

5.2.1 ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย

5.2.2 ค่าความยากง่าย

5.2.3 ค่าอำนาจจำแนก

5.2.4 ค่าความตรงเชิงเนื้อหา

5.2.5 ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ

5.2.6 หาค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness index : E.I.)

โปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ หาโดยใช้คะแนนรวมของกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด โดยใช้สูตร

$$E.I. = \frac{\text{ผลรวมคะแนนหลังเรียนของทุกคน} - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนของทุกคน}}{(\text{จำนวนนักเรียน} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนของนักเรียนทุกคน}}$$

ขั้นตอนที่ 2 ปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ ศึกษานิเทศก์ ผู้อำนวยการโรงเรียน คุณครูที่สอนนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวมสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 2

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบบันทึกการสัมภาษณ์เกี่ยวกับโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยสร้างและหาคุณภาพของแบบสัมภาษณ์คุณครูเกี่ยวกับโปรแกรมฯ ตามขั้นตอนดังนี้

2.1 กำหนดกรอบเนื้อหา วางแผนการสร้างประเด็นและแบบบันทึกการสัมภาษณ์ ความคิดเห็นที่มีต่อโปรแกรมฯ ในประเด็นองค์ประกอบของโปรแกรมฯ จุดมุ่งหมาย ลักษณะ ผู้ร่วมโปรแกรมฯ วิธีการ การประเมินผลและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ซึ่งเป็นคำถามปลายเปิด

2.2 พิจารณาการใช้และเรียบเรียงข้อความในแบบสัมภาษณ์ ให้ครอบคลุมทุกประเด็น ทั้งด้านข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์ด้านรายละเอียดของโปรแกรม และด้านข้อเสนอแนะ ดำเนินการสร้างแบบบันทึกการสัมภาษณ์คุณครูเกี่ยวกับโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ให้ครอบคลุมทุกประเด็น

2.3 ตรวจสอบคุณภาพแบบบันทึกการสัมภาษณ์เกี่ยวกับ โปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในด้านความถูกต้องของภาษาและความตรงเชิงเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญ สรุปค่าดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ 0.91

2.4 จัดพิมพ์แบบบันทึกการสัมภาษณ์เกี่ยวกับโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และนำไปใช้ในการสัมภาษณ์กลุ่มเป้าหมาย

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนนี้ มีดังนี้

3.1 เตรียมประเด็นและแบบบันทึกการสัมภาษณ์ เกี่ยวกับ โปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้

3.2 ติดต่อประสานงานบัณฑิตวิทยาลัย จัดทำหนังสือขอเข้าเก็บข้อมูล

3.3 ติดต่อประสานงาน/ขออนุญาตในการเข้าสัมภาษณ์ นัดหมาย วันเวลา สถานที่ที่ใช้ในการสัมภาษณ์

3.4 ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการเข้าพบและสัมภาษณ์ตามกำหนดการที่ได้นัดหมายไว้ โดยผู้วิจัยจะดำเนินการสัมภาษณ์ด้วยตนเองเพื่อให้สามารถเพิ่มเติมคำถามที่ควรถามหากมีประเด็นที่น่าสนใจเพิ่มเติมไปจากคำถามโครงสร้างที่วางไว้ และจดบันทึกคำให้สัมภาษณ์

ผู้วิจัยสัมภาษณ์ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการทดลองใช้โปรแกรม รวมทั้งสิ้น 6 ท่าน ได้แก่

1) ศิษยานุศิษย์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 2

2) ผู้บริหารสถานศึกษา ได้แก่ ผู้อำนวยการโรงเรียน

3) ครูผู้นิเทศการสอน ได้แก่ ครูที่มีประสบการณ์และความชำนาญด้านการสอนคณิตศาสตร์

4) ครูผู้สอน ได้แก่ ครูที่มีประสบการณ์และความชำนาญด้านการสอนคณิตศาสตร์

5) ครูผู้ช่วยสอน ได้แก่ ครูที่มีประสบการณ์และสามารถสอนคณิตศาสตร์ได้

6) ครูผู้ดูแลนักเรียนเรียนร่วม ได้แก่ ครูที่มีประสบการณ์และความชำนาญด้านการดูแลนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้

ในการสัมภาษณ์ เพื่อรวบรวมความคิดเห็น ข้อเสนอแนะและความพึงพอใจที่มีต่อโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ที่นำไปทดลองใช้กับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยมีประเด็นการสัมภาษณ์ ดังนี้

- 1) ภาพรวมของโปรแกรมฯ
- 2) แผนการจัดการเรียนรู้
- 3) ลักษณะของโปรแกรมฯ
- 4) กิจกรรมในโปรแกรมฯ ความน่าสนใจ ความเหมาะสมกับนักเรียน จัดกิจกรรมได้ตรงตามกำหนดเวลา
- 5) การประเมินวัดและผล ครอบคลุมเนื้อหาการเรียนรู้ ยึดหยุ่น การตัดสินผลการเรียนรู้แต่ละระดับ (Level)
- 6) แบบทดสอบแต่ละระดับ (Level)
- 7) สื่อการเรียนรู้ ง่ายต่อการเรียนรู้ สะดวกในการใช้งาน
- 8) คู่มือการใช้โปรแกรมฯ องค์ประกอบ รูปแบบคู่มือ สะดวกต่อการใช้งาน
- 9) สถานที่ บรรยากาศและสิ่งแวดล้อม
- 10) การใช้งานโปรแกรมฯ ประโยชน์ต่อนักเรียนและครู

3.5 ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์

4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 วิเคราะห์ผลการสัมภาษณ์คุณครูผู้สอนและผู้นิเทศการจัดการเรียนรู้ในโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

บทที่ 4

ผลการศึกษา

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นงานวิจัยประเภทการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) มีการดำเนินการวิจัย 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 สืบค้นข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร

ระยะที่ 2 สร้างโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ระยะที่ 3 ทดลองใช้และปรับปรุงโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้

รายละเอียดการวิจัย 3 ระยะ มีดังนี้

1. สืบค้นข้อบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร

จากการดำเนินการคัดกรองนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2563 พบว่า จากรายงานของโรงเรียน มีจำนวน 136 คน จากนั้นผู้วิจัย จึงดำเนินการตรวจสอบเอกสารแสดงความบกพร่องทางการเรียนรู้, วัดระดับสติปัญญา (IQ), ทดสอบความรู้พื้นฐาน เรื่อง การดำเนินการของจำนวนเต็ม จากนั้นวิเคราะห์ผลการสอบสรุปได้ว่า มีนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ จำนวน 80 คน พบข้อบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน โดยการวินิจฉัยข้อบกพร่องด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วนของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร ดังรายละเอียด ต่อไปนี้

2.1 ค่าสถิติพื้นฐาน

ค่าเฉลี่ยและค่าร้อยละของการทำแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งฉบับ จำนวน 50 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน รวม 50 คะแนน ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ จำนวน

30 คน มีเฉลี่ย 21.07 คะแนน คิดเป็น ร้อยละ 42.14 จากการทำแบบทดสอบวินิจฉัย แยกตามหัวข้อเรื่องย่อย แสดงผลเป็นค่าคะแนนเฉลี่ย ค่าร้อยละ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังนี้

ตาราง 12 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและการเรียงลำดับความบกพร่องด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้

เรื่อง	คะแนนเฉลี่ย	ค่าร้อยละ	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ผ่าน/ไม่ผ่านเกณฑ์	บกพร่องเป็นลำดับที่
1. นิยามของเศษส่วน	4.27 (คะแนนเต็ม 10)	42.70	5.51	ไม่ผ่าน	4
2. การเปรียบเทียบเศษส่วน	2.63 (คะแนนเต็ม 8)	32.92	2.79	ไม่ผ่าน	2
3. การบวกลบเศษส่วน กรณีตัวส่วนเท่ากัน	4.57 (คะแนนเต็ม 8)	51.70	6.13	ผ่าน	5
4. การบวกลบเศษส่วน กรณีตัวส่วนไม่เท่ากัน	1.77 (คะแนนเต็ม 8)	22.08	6.39	ไม่ผ่าน	1
5. การคูณเศษส่วน	4.82 (คะแนนเต็ม 8)	60.83	7.80	ผ่าน	6
6. การหารเศษส่วน	3.00 (คะแนนเต็ม 8)	37.50	3.66	ไม่ผ่าน	3

จากตาราง 12 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและการเรียงลำดับความบกพร่องด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ สรุปได้ว่า นักเรียนมีผลคะแนนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ ค่าเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 50 จำนวน 4 เรื่อง ได้แก่ นิยามเศษส่วน การเปรียบเทียบเศษส่วน การบวกลบเศษส่วน กรณีตัวส่วนไม่เท่ากัน และการหารเศษส่วน และผ่านเกณฑ์ จำนวน 2 เรื่อง ได้แก่ การบวกลบเศษส่วน กรณีตัวส่วนเท่ากัน และการคูณเศษส่วน

2.2 ผลการวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน แสดงรายละเอียดของความบกพร่องหัวข้อเรื่องที่มีค่าร้อยละมากที่สุดไปน้อยที่สุด ดังนี้

อันดับ 1 การบวกลบเศษส่วน กรณี ตัวส่วน ไม่เท่ากัน พบความบกพร่อง คิดเป็นร้อยละ 77.92

1) การบวกเศษส่วนกรณีตัวส่วนไม่เท่ากัน

สาเหตุ
นำตัวเศษมาบวกกับตัวเศษและตัวส่วนมาบวกกับตัวส่วน
นำตัวเศษมาคูณกันและนำตัวส่วนมาคูณกัน
นำตัวเศษมาบวกกันและตัวส่วนมีค่าเท่ากับตัวส่วนที่มีค่ามากกว่า
นำโจทย์ตัวเศษมาเขียนต่อกัน และนำโจทย์ตัวส่วนมาเขียนต่อกัน

2) การลบเศษส่วน กรณีตัวส่วนไม่เท่ากัน

สาเหตุ
การลบเศษส่วน กรณีตัวส่วนไม่เท่ากัน
นำตัวเศษมาลบกัน และนำตัวส่วนมาลบกัน
นำตัวเศษมาลบกันและนำตัวส่วนมาคูณกัน
นักเรียนใช้การนำตัวเศษมาลบกัน และตัวส่วนมีค่าเท่ากับจำนวนมาก
นำตัวเศษมาหารกัน และนำตัวส่วนมาหารกัน

อันดับ 2 เรื่อง การเปรียบเทียบเศษส่วน พบความบกพร่อง คิดเป็นร้อยละ 67.08

สาเหตุ
นักเรียนจะเปรียบเทียบเฉพาะตัวเศษกับตัวเศษ ไม่คำนึงว่าตัวส่วนจะเท่ากันหรือไม่
ไม่เข้าใจสัญลักษณ์น้อยกว่าหรือมากกว่า
นักเรียนจะการเรียงลำดับจำนวน โดยเรียงจากตัวเลขที่มองเห็นโดยไม่ได้เรียงลำดับตามค่าของเศษส่วน

อันดับ 3 เรื่อง การหารเศษส่วน พบความบกพร่อง คิดเป็นร้อยละ 62.50

สาเหตุ
นักเรียนสับสนกับวิธีการหารที่เคยเรียนมาคือกลับตัวเศษเป็นตัวส่วน ตัวส่วนเป็นตัวเศษ แล้วนำตัวเศษมาคูณกันและนำตัวส่วนมาคูณกัน
ใช้วิธีการคูณไขว้แต่กลับใช้วิธีนำตัวเลขมาหารกัน

อันดับ 4 เรื่อง นิยามของเศษส่วน พบความบกพร่อง คิดเป็นร้อยละ 57.33

สาเหตุ
ไม่รู้จัก ไม่เข้าใจนิยามเศษส่วน
นับส่วนที่แรงงาเป็นตัวเศษและนับส่วนที่ไม่แรงงาเป็นตัวส่วน
เขียนภาพแทนเศษส่วนไม่ได้
ไม่เข้าใจการเปลี่ยนเศษเกินเป็นจำนวนคละและการเปลี่ยนจำนวนคละให้เป็นเศษเกิน
สับสนขั้นตอนการเปลี่ยนเศษส่วนประเภทต่าง ๆ
ลืมขั้นตอนการทำให้เป็นจำนวนคละหรือเศษส่วนอย่างต่ำ

อันดับ 5 เรื่อง การบวกลบเศษส่วน กรณีตัวส่วนเท่ากัน คิดเป็นร้อยละ 48.30

สาเหตุ
นำตัวเศษมาบวกหรือลบกันและนำตัวส่วนมาบวกหรือลบกันแต่ใช้ตัวส่วนที่มีค่ามากเป็นตัวส่วนของคำตอบ
นำตัวเศษมาบวกลบกัน หรือนำตัวส่วนมาคูณกันเพื่อเป็นคำตอบ

อันดับ 6 เรื่อง การคูณเศษส่วน คิดเป็นร้อยละ 39.17

สาเหตุ
นำตัวเศษมาคูณกัน ตัวส่วนเท่ากับตัวส่วนในโจทย์ที่มีค่ามาก
นำโจทย์ตัวส่วนตัวเศษมาคูณไขว้กัน

จากสาเหตุของความบกพร่อง แต่ละหัวข้อเรื่อง แยกเป็นระดับการเรียนรู้ เรียงจากร้อยละของความบกพร่องมากที่สุดไปน้อยที่สุด ดังนี้

เรื่องที่พบข้อบกพร่อง เป็นอันดับหนึ่ง ได้แก่ การบวกลบเศษส่วน กรณี ตัวส่วน ไม่เท่ากัน คิดเป็นร้อยละ 77.92 แบ่งเป็น 1) การบวกเศษส่วนกรณีตัวส่วนไม่เท่ากัน เกิดจากการที่นักเรียนใช้วิธีนำตัวเศษมาบวกกับตัวเศษและตัวส่วนมาบวกกับตัวส่วน มากที่สุด นอกจากนี้ นักเรียนใช้การนำตัวเศษมาคูณกันและนำตัวส่วนมาคูณกัน, นำตัวเศษมาบวกกันและตัวส่วนมีค่าเท่ากับตัวส่วนที่มีค่ามากกว่า, นำโจทย์ตัวเศษมาเขียนต่อกัน และนำโจทย์ตัวส่วนมาเขียนต่อกัน 2) การลบเศษส่วนกรณีตัวส่วนไม่เท่ากัน เกิดจากการใช้วิธีการคิดคำนวณ โดย นำตัวเศษมาลบกัน และนำตัวส่วนมาลบกัน มากที่สุด นอกจากนี้ นักเรียนใช้การนำตัวเศษมาลบกัน และตัวส่วนมีค่าเท่ากับจำนวนมาก หรือนำตัวเศษมาลบกันและนำตัวส่วนมาคูณกัน นำตัวเศษมาหารกัน และนำตัวส่วนมาหารกัน เรื่องที่พบข้อบกพร่อง เป็นอันดับสอง ได้แก่ เรื่องการเปรียบเทียบเศษส่วน คิดเป็นร้อยละ 67.08 โดยนักเรียนจะเปรียบเทียบเฉพาะตัวเศษกับตัวเศษ ไม่คำนึงว่าตัวส่วนจะเท่ากันหรือไม่ นอกจากนี้ยังไม่เข้าใจสัญลักษณ์น้อยกว่าหรือมากกว่า ข้อบกพร่อง เรื่องการเรียงลำดับจำนวน นักเรียนจะเรียงจากตัวเลขที่มองเห็น โดยไม่ได้เรียงลำดับตามค่าของเศษส่วน ทำให้นักเรียนตอบคำถามผิด เรื่องที่พบข้อบกพร่อง เป็นอันดับสาม ได้แก่ เรื่องการหารเศษส่วน คิดเป็นร้อยละ 62.50 โดยนักเรียนสับสนกับวิธีการหารที่เคยเรียนมาคือกลับตัวเศษเป็นตัวส่วน ตัวส่วนเป็นตัวเศษ แล้วนำตัวเศษมาคูณกันและนำตัวส่วนมาคูณกัน หรือใช้วิธีการคูณไขว้ แต่กลับใช้วิธีนำตัวเลขมาหารกัน ทำให้นักเรียนตอบคำถามผิด เรื่องที่พบข้อบกพร่อง เป็นอันดับสี่ ได้แก่ เรื่องนิยามของเศษส่วน คิดเป็นร้อยละ 57.33 นักเรียนไม่เข้าใจนิยามเศษส่วน ไม่เข้าใจนิยามของตัวส่วน โดยนับส่วนที่แรงงาเป็นตัวเศษ และนับส่วนที่ไม่แรงงาเป็นตัวส่วน เขียนภาพแทนเศษส่วนไม่ได้ ไม่เข้าใจการเปลี่ยนเศษเกินเป็นจำนวนคละ หรือการเปลี่ยนจำนวนคละให้เป็นเศษเกิน สับสนขั้นตอน การนำจำนวนใดคูณจำนวนใด หรือจำนวนใดบวกกับจำนวนใด ไม่ทราบวิธีการทำให้เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ ทำให้นักเรียนตอบคำถามผิด เรื่องที่พบข้อบกพร่อง เป็นอันดับห้า ได้แก่ การบวกลบเศษส่วน กรณีตัวส่วนเท่ากัน พบข้อบกพร่องร้อยละ 48.30 นักเรียนนำตัวเศษมาบวกหรือลบกัน ตัวส่วนบวกหรือลบกัน และยังนำตัวเศษมาบวกลบกัน แต่ใช้ตัวส่วนที่มีค่ามากเป็นตัวส่วนของคำตอบ หรือนำตัวส่วนมาคูณกันเพื่อเป็นคำตอบ เรื่องที่พบข้อบกพร่อง เป็นอันดับหก ได้แก่ เรื่อง การคูณเศษส่วน พบเพียงร้อยละ 39.17 ซึ่งเป็นเรื่องที่มีข้อบกพร่องน้อยที่สุด โดยนักเรียน นำตัวเศษมาคูณกัน ตัวส่วนเท่ากับตัวส่วนในโจทย์ที่มีค่ามาก นำโจทย์ตัวส่วนตัวเศษมาคูณไขว้กัน

2.3 ผลการวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนรู้ รายข้อ (ภาคผนวก ข)

ตัวอย่าง ข้อบกพร่องทางการเรียนรู้ รายข้อ

27) ข้อใดมีค่าเท่ากับ $\frac{2}{4} + \frac{1}{3}$

1. $\frac{3}{7}$	2. $\frac{10}{12}$
3. $\frac{2}{12}$	4. $\frac{21}{43}$

- เฉลยคำตอบ ตัวเลือกที่ 2

- นักเรียน ตอบถูก 5 คน ตอบผิด 25 คน

ตัวเลือก	จำนวนนักเรียน ที่เลือกตอบ	วิเคราะห์สาเหตุการตอบผิด
1	18	นำตัวเลขมาบวกกันและนำตัวส่วนมาบวกกัน
2	5	-
3	4	นำตัวเลขมาคูณกัน และนำตัวส่วนมาคูณกัน
4	3	นำตัวเลขมาเขียนต่อกัน และนำตัวส่วนมาเขียนต่อกัน

จากการวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียน บกพร่องทางการเรียนรู้ โดยวิเคราะห์สาเหตุการของการตอบผิดรายข้อของนักเรียนบกพร่อง ทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จากการทำแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องฯ สามารถ นำไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบโปรแกรมฯ ในระยะที่ 2

ระยะที่ 2 ผลการสร้างโปรแกรมจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

2.1 ผลการตรวจสอบคุณภาพร่างโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ มีรายละเอียด ดังนี้

ตาราง 13 สรุปผลการพิจารณาร่างโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน
บกพร่องทางการเรียนรู้ จากการทำแบบประเมินคุณภาพร่างโปรแกรม โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ข้อสรุป
1. องค์ประกอบของโปรแกรม : โปรแกรมมีองค์ประกอบครบถ้วน จะสามารถนำไปปฏิบัติและ ประสบความสำเร็จได้	4.6	มากที่สุด
2. จุดมุ่งหมายของโปรแกรม : กำหนดจุดมุ่งหมายของโปรแกรมได้ชัดเจน สอดคล้องกับผลที่ คาดว่าจะได้รับเมื่อสิ้นสุดโปรแกรม	4.6	มากที่สุด
3. ผู้เข้าร่วมโปรแกรม : กำหนดคุณลักษณะของผู้เข้าร่วมโปรแกรม และจำนวนผู้เข้าร่วม โปรแกรมอย่างเหมาะสม	4.4	มากที่สุด
4. ลักษณะของโปรแกรม : อธิบายลักษณะของโปรแกรมได้ชัดเจน ครอบคลุม เข้าใจได้ ง่าย	5	มากที่สุด
5. กิจกรรมในโปรแกรม : กำหนดกิจกรรมที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเนื้อหา ชี้แจง วิธีการดำเนินกิจกรรม เพื่อให้นำไปปฏิบัติได้จริง	5	มากที่สุด
6. แผนการจัดการเรียนรู้ : มีองค์ประกอบครบถ้วน มีการอธิบายรายละเอียดอย่างชัดเจน	4.6	มากที่สุด
7. สื่อการเรียนรู้ : มีการจัดเตรียมวางแผนการใช้สื่อการเรียนรู้ระบุในแผนการ จัดการเรียนรู้ สามารถนำไปใช้ได้ ตรงตามเนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	มากที่สุด

ตาราง 13 (ต่อ)

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ข้อสรุป
8. วิธีการวัดและประเมินผล : มีการกำหนดวัดและประเมินผลทั้งก่อน หลัง และระหว่างเข้า รับโปรแกรมและสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	4.6	มากที่สุด
9. คู่มือการใช้โปรแกรม : มีการจัดทำคู่มือสำหรับผู้ที่จะนำโปรแกรมไปใช้ มีลักษณะเป็น รูปเล่มที่เหมาะสมกับการใช้งาน อธิบายรายละเอียดในการใช้ งานอย่างชัดเจนครบถ้วน และใช้ภาษาเหมาะสม ง่ายต่อการ เข้าใจเพื่อนำไปปฏิบัติได้	5	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยการประเมินร่างโปรแกรมฯ	4.75	มากที่สุด

จากตารางที่ 13 ผลการประเมินร่างโปรแกรมฯ พบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่โปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ มีความเหมาะสมมากที่สุด ทุกประเด็น ได้แก่ ประเด็นที่ 1 องค์ประกอบของโปรแกรม : โปรแกรมมีองค์ประกอบครบถ้วน จะสามารถนำไปปฏิบัติได้และประสบความสำเร็จ มีความเหมาะสมมากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.6 ประเด็นที่ 2 จุดมุ่งหมายของโปรแกรม : กำหนดจุดมุ่งหมายของโปรแกรมได้ชัดเจน สอดคล้องกับผลที่คาดว่าจะได้รับเมื่อสิ้นสุดโปรแกรม มีความเหมาะสมมากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.6 ประเด็นที่ 3 ผู้เข้าร่วมโปรแกรม : กำหนดคุณลักษณะของผู้เข้าร่วมโปรแกรม และจำนวนผู้เข้าร่วมโปรแกรมอย่างเหมาะสม มีความเหมาะสมมากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.4 ประเด็นที่ 4 ลักษณะของโปรแกรม : อธิบายลักษณะของโปรแกรมได้ชัดเจนครอบคลุม เข้าใจได้ง่าย มีความเหมาะสมมากที่สุด ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 5 ประเด็นที่ 5 กิจกรรมในโปรแกรม : กำหนดกิจกรรมที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเนื้อหา ชี้แจงวิธีการดำเนินกิจกรรมเพื่อสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง มีความเหมาะสมมากที่สุด ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4 ประเด็นที่ 6 แผนการจัดการเรียนรู้ : มีองค์ประกอบครบถ้วน มีการอธิบายรายละเอียดอย่างชัดเจน มีความเหมาะสมมากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.6 ประเด็นที่ 7 สื่อการเรียนรู้ : มีการจัดเตรียมวางแผนการใช้สื่อการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ สามารถนำไปใช้ได้ตรงตามเนื้อหาและจุดประสงค์เชิง

พฤติกรรม มีความเหมาะสมมากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5 ประเด็นที่ 8 วิธีการวัดและประเมินผล : มีการกำหนดวัดและประเมินผลทั้งก่อน หลัง และระหว่างเข้ารับ โปรแกรมและสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหา มีความเหมาะสมมากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.6 ประเด็นที่ 9 คู่มือการใช้โปรแกรม : มีการจัดทำคู่มือ สำหรับผู้ที่นำโปรแกรมไปใช้ มีลักษณะเป็นรูปเล่ม ที่เหมาะกับการใช้งาน อธิบายรายละเอียดในการใช้งานอย่างชัดเจน ครบถ้วน และใช้ภาษาเหมาะสม ง่ายต่อการเข้าใจเพื่อนำไปปฏิบัติได้ มีความเหมาะสมมากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5 และค่าเฉลี่ยการประเมินร่างโปรแกรมฯ เท่ากับ 4.75

ตาราง 14 แสดงข้อเสนอแนะและการปรับปรุงแก้ไขการพิจารณาร่างโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ จากการทำแบบประเมินคุณภาพร่างโปรแกรม โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน

รายการประเมิน	ข้อเสนอแนะและการปรับปรุงแก้ไข
1) องค์ประกอบของโปรแกรม	มีองค์ประกอบของโปรแกรมครบถ้วน แต่ให้เพิ่มเติม การอธิบายกิจกรรมการเรียนรู้ให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น
2) จุดมุ่งหมายของโปรแกรม	ปรับการเขียนให้ตรงกับสิ่งที่ต้องการจากการใช้โปรแกรม และเติมหัวข้อเรื่อง เศษส่วน ในชื่อโปรแกรมเพื่อเพิ่มความชัดเจน
3) ผู้เข้าร่วมโปรแกรม	ปรับเปลี่ยนผู้สอน โดยครูผู้สอนหลัก ควรเป็นครูที่มีความสามารถด้านการสอนคณิตศาสตร์
4) ลักษณะของโปรแกรม	เขียนเพิ่มเติมรายละเอียดในโปรแกรม ให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น
5) กิจกรรมในโปรแกรม	จัดกิจกรรมตามระดับความสามารถของนักเรียนที่ได้จากข้อวินิจฉัย, นักเรียนไม่จำเป็นต้องเรียนรู้ครบทุก กิจกรรมที่เตรียมไว้, ให้ใช้วิธีการเสริมแรงนักเรียนในรูปแบบต่าง ๆ, ให้จัดกิจกรรมการคูณเศษส่วน แยกออกจากการหารเศษส่วน เพิ่มเป็นอีก 1 กิจกรรม
6) แผนการจัดการเรียนรู้	เขียนได้ครบทุกองค์ประกอบ, เพิ่มการนำเสนอให้ครูผู้สอนท่านอื่นสามารถนำไปใช้ได้ด้วย
7) สื่อการเรียนรู้	จัดเตรียมสื่อการเรียนรู้ วัสดุ 3 มิติ ไว้ได้เหมาะกับนักเรียน ซึ่งได้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือมาแล้ว

ตาราง 14 (ต่อ)

รายการประเมิน	ข้อเสนอแนะและการปรับปรุงแก้ไข
7) สื่อการเรียนรู้	จัดเตรียมสื่อการเรียนรู้ วัสดุ 3 มิติ ไว้ได้เหมาะกับนักเรียน ซึ่งได้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือมาแล้ว
8) วิธีการวัดและประเมินผล	ให้มีการยืดหยุ่นในการวัดผลและประเมินผล, จัดเตรียมวิธีการวัดและประเมินผลให้หลากหลาย, ให้เกิดการเรียนรู้ มากกว่าเดิม ก็สามารถถือว่าประสบความสำเร็จแล้ว
9) คู่มือการใช้โปรแกรม	จัดทำคู่มือการใช้โปรแกรมไว้ ครบทุกหัวข้อแล้ว อาจเพิ่มการตกแต่งให้น่าสนใจและทันสมัยมากขึ้น

จากตาราง 14 ผู้เชี่ยวชาญ 5 คนให้ข้อเสนอแนะและการปรับปรุงแก้ไขการพิจารณาร่างโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ จากการทำแบบประเมินคุณภาพร่างโปรแกรม สรุปได้ว่า มีการให้ข้อเสนอแนะครบทุกประเด็น และให้เพิ่มเติมแก้ไขมากที่สุดที่ประเด็นจุดมุ่งหมายของโปรแกรม ผู้เข้าร่วมโปรแกรม และวิธีการวัดและประเมินผล และจากการประเมินคุณภาพร่างโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ทั้งฉบับ สามารถสรุปได้ว่า ผลการประเมินคุณภาพร่างโปรแกรมฯ มีคุณภาพในระดับดีมาก ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.75

2.2 ผลการตรวจสอบคุณภาพร่างโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยผู้เชี่ยวชาญ ที่เข้าร่วมสนทนากลุ่ม พิจารณาร่างโปรแกรมฯ สรุปประเด็นในตาราง 15 ดังนี้

ตาราง 15 สรุปผลการพิจารณาร่างโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน
บกพร่องทางการเรียนรู้ โดย ผู้เชี่ยวชาญที่เข้าร่วมสนทนากลุ่ม

ประเด็นคำถาม	สรุปประเด็นจากการสนทนา กลุ่ม	สรุปความ เหมาะสม
1. องค์ประกอบของโปรแกรม		เหมาะสม
โปรแกรมมีองค์ประกอบครบถ้วน ได้แก่ จุดมุ่งหมายของโปรแกรม ลักษณะของโปรแกรม ผู้เข้าร่วม โปรแกรม กิจกรรมการเรียนรู้ และการ วัดและประเมินผล ซึ่งจะสามารถนำไป ปฏิบัติและประสบความสำเร็จได้	โปรแกรมมีองค์ประกอบครบถ้วน สามารถนำไปปฏิบัติเพื่อให้ประสบ ความสำเร็จ	
2. จุดมุ่งหมายของโปรแกรม		เหมาะสม
จุดมุ่งหมายของโปรแกรมการจัดการ เรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ ระดับชั้น มัธยมศึกษาตอนต้นสำหรับนักเรียน บกพร่องทางการเรียนรู้ คือ เพื่อวินิจฉัย ข้อบกพร่องด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน และพัฒนาความสามารถใน การเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของนักเรียน บกพร่องทางการเรียนรู้ ด้าน คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษา ตอนต้น	พัฒนาโปรแกรมให้สมบูรณ์แบบ มุ่งเน้นไปที่การพัฒนานักเรียนและ การนำไปใช้เป็นโปรแกรมต้นแบบ สำหรับ โรงเรียน หรือ ผู้ที่สนใจ สามารถนำไปปรับใช้ได้จริง ทั้งกรณี ที่จะใช้เนื้อหาตามในโปรแกรม ต้นแบบนี้และกรณีที่จะใช้กับเนื้อหา อื่น ๆ ซึ่งจะเกิดประโยชน์สูงสุดกับ นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้	

ตาราง 15 (ต่อ)

ประเด็นคำถาม	สรุปประเด็นที่ได้จากการสนทนากลุ่ม	สรุปความเหมาะสม
3. ลักษณะของโปรแกรม ลักษณะของโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ มีการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน จำนวน 20 ครั้ง อย่างต่อเนื่อง ประกอบด้วยเนื้อหา 1) ความรู้พื้นฐานของเศษส่วน 2) การเปรียบเทียบเศษส่วน และ 3) การดำเนินการของเศษส่วน โดยใช้กลยุทธ์รูปธรรมนำไปสู่นามธรรม (CRA)	มีการอธิบายว่าโปรแกรมมีรายละเอียดอย่างไร เหมาะกับใคร ระยะเวลา สถานที่ เพื่อความเข้าใจ และนำไปใช้ได้จริง	เหมาะสม
4. ผู้เข้าร่วมโปรแกรม ผู้เข้าร่วมโปรแกรม ได้แก่ คุณครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์หรือคุณครูการศึกษาพิเศษ และนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้	มีการกำหนดผู้สอนและผู้เรียนไว้ชัดเจน แต่ผู้สอนหลักควรจะเป็นครูคณิตศาสตร์ และให้ครูการศึกษาพิเศษหรือครูที่ได้รับมอบหมายดูแลนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้เป็นผู้ช่วยสอน เนื่องจาก มีบางโรงเรียนไม่มีครูการศึกษาพิเศษ ก็สามารถนำโปรแกรมนี้นำไปใช้ได้	เหมาะสม

ตาราง 15 (ต่อ)

ประเด็นคำถาม	สรุปประเด็นที่ได้จากการสนทนา กลุ่ม	สรุปความ เหมาะสม
5. กิจกรรมการเรียนรู้		เหมาะสม
กิจกรรมการเรียนรู้ ระบุในแผนการจัดการเรียนรู้ ด้าน คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สอนเป็นรายบุคคล ใช้กลยุทธ์ ระบุธรรมนำไปสู่ นามธรรม (CRA) ที่ใช้สื่อ ระบุธรรม ประกอบการอธิบายเนื้อหาเศษส่วน เรียงไปตามลำดับง่ายไปยาก ตามแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ (Bruner)	กิจกรรมมีความสอดคล้องกับเนื้อหา ระบุวิธีการดำเนินกิจกรรม ตามลำดับขั้นตอน ใช้กลยุทธ์การสอนที่จะสามารถทำให้นักเรียน บกพร่องทางการเรียนรู้เข้าใจได้ดี โดยวางแผนการจัดกิจกรรม จัดทำ เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ ครบทุก เนื้อหา สื่อการเรียนรู้และการวัดและ ประเมินผล	
1) ความรู้พื้นฐานของเศษส่วน ได้แก่ นิยามของเศษส่วน และประเภทของ เศษส่วน	- ลำดับเรื่องในการเรียนรู้ จะต้องให้ นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ได้รับการจัดการเรียนรู้เรียงลำดับ ตามที่ระบุในโปรแกรม	
2) การเปรียบเทียบเศษส่วน ได้แก่ เศษส่วนแท้ ที่มีตัวส่วนเท่ากันและไม่เท่ากัน เปรียบเทียบเศษส่วนในแต่ละ ประเภท เปรียบเทียบเศษส่วนกับ	- ให้โอกาสนักเรียนบกพร่องทาง การเรียนรู้ได้เรียนรู้และพัฒนา ความสามารถให้ได้มากที่สุด เน้นว่า ไม่ควรกำหนดตามตารางเวลาที่ แน่นจน	

ตาราง 15 (ต่อ)

ประเด็นคำถาม	สรุปประเด็นที่ได้จากการสนทนา กลุ่ม	สรุปความ เหมาะสม
จำนวนเต็ม เศษส่วนที่เท่ากัน เศษส่วน อย่างต่ำ (ตัวเศษและตัวส่วนเป็นเลข โดด ไม่ใช่ 0)	- กิจกรรมในโปรแกรมเป็นสิ่งสำคัญ ในการพัฒนานักเรียน ซึ่งเป็น จุดมุ่งหมายของโปรแกรม ดังนั้น ครู จะต้องดำเนินการจัดการเรียนรู้ อย่างเหมาะสม กับนักเรียน ให้ โอกาสนักเรียนได้เรียนรู้ วัดและ ประเมินผลด้วยวิธีที่หลากหลาย มี การวางแผนการจัดการเรียนรู้ที่ครบ องค์ประกอบ แต่ควรมีความยืดหยุ่น เฉพาะบุคคล รวมทั้งให้นักเรียนได้ ประเมินตนเอง มีการเสริมแรง นักเรียน ให้กำลังใจ จัดทำแฟ้ม พัฒนาการเรียนรู้เป็นรายบุคคล	
3) การดำเนินการของเศษส่วน หัวข้อ การบวก-ลบเศษส่วน กรณีตัวส่วน เท่ากัน ได้แก่ การบวกเศษส่วน 2 จำนวนที่มีตัวส่วนเท่ากัน การลบ เศษส่วน 2 จำนวนที่มีตัวส่วนเท่ากัน โดยเศษส่วนทั้งสองจำนวนเป็น เศษส่วนแท้ ตัวเศษและ ตัวส่วนเป็น เลขโดด ที่ไม่ใช่ 0		
4) การดำเนินการของเศษส่วน หัวข้อ การบวก-ลบเศษส่วน กรณีตัวส่วนไม่ เท่ากัน ได้แก่ การบวกเศษส่วนแท้ 2 จำนวน ที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน การลบ เศษส่วนแท้ 2 จำนวนที่มีตัวส่วนไม่ เท่ากัน โดยที่ตัวเศษและตัวส่วนเป็น เลขโดด ที่ไม่ใช่ 0		
5) การดำเนินการของเศษส่วน หัวข้อ การคูณ-หารเศษส่วน ได้แก่ การคูณ เศษส่วนอย่างง่ายและการหารเศษส่วน 2 จำนวน ที่มีตัวเศษและตัวส่วนเป็นเลข โดด ที่ไม่ ใช 0		

ตาราง 15 (ต่อ)

ประเด็นคำถาม	สรุปประเด็นที่ได้จากการสนทนากลุ่ม	สรุปความเหมาะสม
6. แผนการจัดการเรียนรู้		เหมาะสม
แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบ ครบถ้วน ได้แก่	มีองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ครบถ้วน แต่ให้ปรับพิจารณาให้เหมาะกับผู้ที่สนใจโปรแกรมนี้	
6.1 จุดประสงค์การเรียนรู้	สามารถนำโปรแกรมที่มีแผนการจัดการเรียนรู้ลักษณะนี้ไปปรับใช้ได้	
6.2 สารการเรียนรู้	ตามเนื้อหาที่ต้องการ และรวมเนื้อหาย่อยที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน ไว้ในแผนเดียวกัน	
6.3 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน		
6.4 คุณลักษณะอันพึงประสงค์		
6.5 กระบวนการจัดการเรียนรู้		
6.6 สื่อการเรียนรู้		
6.7 ภาระงาน/ชิ้นงาน		
6.8 การวัดและประเมินผล		
7. สื่อการเรียนรู้		เหมาะสม
สื่อการเรียนรู้มีลักษณะเป็นรูปธรรม สัมผัสได้ ฝึกปฏิบัติ นำไปสู่การเรียนรู้ ระบุไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ สามารถนำไปใช้ได้ตรงตามเนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	สื่อการเรียนรู้ที่จัดไว้เป็นแบบรูปธรรม สอนต่อความต้องการการเรียนรู้ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้	
8. การวัดและประเมินผล		เหมาะสม
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ ในโรงเรียนต้นแบบการ	-มี การกำหนด การวัด และ ประเมินผล ทั้งระหว่างเรียนและ หลังเรียน กำหนดเกณฑ์การวัดและ ประเมินผล และวิธีการทดสอบ และ เครื่องมือการวัดและประเมินผลไว้ อย่างชัดเจน	

ตาราง 15 (ต่อ)

ประเด็นคำถาม	สรุปประเด็นที่ได้จากการสนทนา กลุ่ม	สรุปความ เหมาะสม
8. การวัดและประเมินผล		เหมาะสม
เรียนร่วมนั้น ใช้แบบทดสอบวินิจฉัย ข้อบกพร่องด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น	- ให้อิโณกสนักเรียนบกพร่องทาง การเรียนรู้ได้เรียนรู้และพัฒนา ความสามารถให้ได้มากที่สุด เน้นว่า ไม่ควรกำหนดตามตารางเวลาที่ แน่นอน - ควรออกข้อสอบระหว่างเรียน ให้มี ความยืดหยุ่น ตรงกับศักยภาพของ นักเรียน - ผู้ร่วมสนทนาให้ความเห็นว่า ครูผู้สอนควรออกแบบวิธีการ ทดสอบให้มีความยืดหยุ่นเหมาะกับ นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ เช่น การดูภาพแล้วตอบคำถาม, ครู อ่านคำถามให้นักเรียนตอบ - การตัดสินผล “ผ่าน” หรือ “ไม่ ผ่าน” ในแต่ละเรื่องย่อย ผู้ร่วม สนทนาให้ความเห็นว่า ควรให้ นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ได้รับโอกาสในการพัฒนาตนเอง เพื่อผ่านการประเมินในแต่ละเรื่อง ย่อย โดยครูผู้สอนจะต้องใช้วิธีการ	

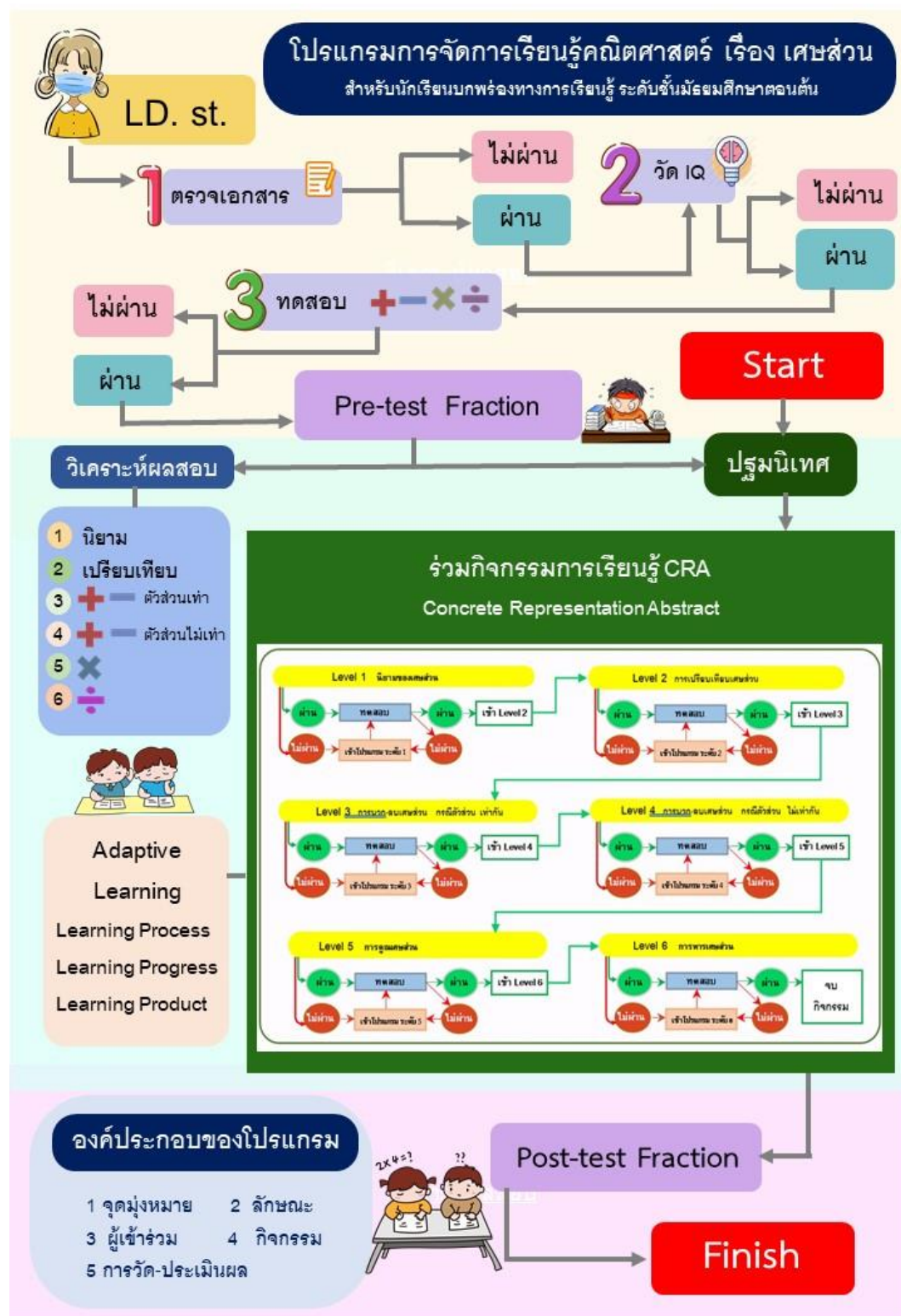
ตาราง 15 (ต่อ)

ประเด็นคำถาม	สรุปประเด็นที่ได้จากการสนทนากลุ่ม	สรุปความเหมาะสม
	สื่อสารกับนักเรียนให้ชัดเจน และ ปรับการวัดประเมินผลที่เหมาะสม กับผู้เรียนเป็นรายบุคคล และ ร่วมมือกับผู้ปกครองในการฝึก ทักษะการเรียนรู้ ก่อนการ ประเมินผล	
9. คู่มือการใช้โปรแกรม		เหมาะสม
คู่มือการใช้โปรแกรม ได้อธิบาย รายละเอียดการใช้งานได้ชัดเจน เข้าใจ ง่าย ประกอบด้วย	คู่มือการใช้โปรแกรม อธิบาย รายละเอียดการใช้งานได้ชัดเจน แต่ ให้เพิ่มเติมการนำเสนอในรูปแบบที่ น่าสนใจ	
1) ความหมายของโปรแกรม	น่าสนใจ	
2) ส่วนประกอบของโปรแกรม		
3) การเตรียมห้องเรียนและอุปกรณ์ สื่อ และเอกสารประกอบการเรียนรู้		
4) บทบาทของครูและนักเรียน		
5) คำชี้แจงสำหรับนักเรียน (ครูอธิบาย)		
6) เนื้อหาที่จะเรียนรู้		
7) โครงการสอน		
8) แผนการจัดการเรียนรู้ (ตัวอย่าง)		
9) สื่อการเรียนรู้ (ตัวอย่าง)		
10) แบบบันทึกความก้าวหน้าทางการ เรียนรู้ และแบบทดสอบระหว่างเรียน		

จากตาราง 15 ผู้เชี่ยวชาญที่เข้าร่วมสนทนากลุ่ม สรุปประเด็นพิจารณาว่าโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ สรุปได้ว่า มีความเหมาะสมทุกประเด็น

ผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ในประเด็นปัญหา อุปสรรคที่พบ การป้องกันและแนวทางแก้ไข เกี่ยวกับ โปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สรุปได้ ดังนี้ 1. การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่จะใช้ในโปรแกรมให้เน้น การพัฒนานักเรียน ด้านกระบวนการคิด และปฏิบัติได้จริง วัดและประเมินผลด้วยวิธีการที่หลากหลาย ซึ่งมีไชจะมุ่งเน้นเพื่อพัฒนานักเรียนกลุ่มเป้าหมายนี้หรือให้เฉพาะโปรแกรมนี้เท่านั้นที่มีประสิทธิภาพ แต่ โปรแกรมที่สมบูรณ์จะต้องสามารถนำไปใช้ได้กับนักเรียนกลุ่มอื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพเช่นเดียวกัน ดังนั้นเพื่อป้องกันปัญหาที่อาจจะพบ จึงควรพิจารณาในจุดนี้เป็นสำคัญ 2. การวัดและประเมินผลระหว่างเรียน โดยวิธีการทดสอบย่อยระหว่างการจัดการเรียนรู้ ให้ออกแบบอย่างหลากหลาย มีความยืดหยุ่นเหมาะสมกับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้เป็นรายบุคคล ใช้หลักการสอนโดยยึดหลักนักเรียนแต่ละคนมีการรับรู้ไม่เท่ากัน มีความแตกต่างระหว่างบุคคล ครูผู้สอนจะต้องเข้าใจและนำไปใช้เพื่อป้องกันปัญหาในด้านการวัดและประเมินผล นอกจากนี้ การสร้างวิธีการเสริมแรงผู้เรียนในลักษณะต่าง ๆ อาทิ การจัดทำแฟ้มผลงานนักเรียนรายบุคคล สะสมผลงาน เพื่อให้นักเรียนได้เห็นความก้าวหน้าของตนเอง และให้ผู้ปกครองได้มีส่วนร่วมรับทราบผลของการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ หรือช่วยฝึกทักษะเพิ่มเติม ที่บ้าน ก็จะเป็นแนวทางในการร่วมมือกันพัฒนานักเรียนได้มากยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยดำเนินการปรับปรุงโปรแกรมตามข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ สรุปเป็นภาพประกอบ 8 ดังนี้



ภาพประกอบ 8 ขั้นตอนการดำเนินการในโปรแกรมฯ ที่ได้ปรับปรุงตามคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ

**ตอนที่ 3 ผลการทดลองใช้และปรับปรุงโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้าน
คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้น
มัธยมศึกษาตอนต้น**

สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล

N	แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย
$\bar{X}$	แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
E_1	แทน ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ ระหว่างเรียน คิดเป็นร้อยละ
E_2	แทน ประสิทธิภาพของผลการจัดการเรียนรู้ หลังการร่วมกิจกรรม คิด เป็นร้อยละ

E.I. แทน ดัชนีประสิทธิผล

$\sum X$ แทน คะแนนรวมจากการทำแบบฝึกหัดหรือประกอบกิจกรรมระหว่างเรียน

$\sum F$ แทน คะแนนรวมจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของนักเรียน

A แทน คะแนนเต็มของกิจกรรมการเรียนรู้

B แทน คะแนนเต็มของการประเมินหลังเรียน

นำเสนอเป็น 2 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ผลการทดลองใช้โปรแกรม ได้แก่

1.1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้าน
คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
โดยใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพ E_1/E_2 และนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบและหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์
80/80

1.2 ผลการวิเคราะห์หาค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness index : E.I.)
โปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการ
เรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้คะแนนรวมของกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด

ตอนที่ 2 ผลการปรับปรุงโปรแกรม โดยการวิเคราะห์ผลการสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้องกับการ
ทดลองโปรแกรมฯ รวมทั้งสิ้น 5 คน ได้แก่ ครูผู้สอน ผู้ช่วยสอน ครูผู้ดูแลนักเรียนเรียนร่วม
ผู้อำนวยการโรงเรียน และศึกษาผู้นิเทศ

ผู้วิจัย นำเสนอผลการทดลองใช้และปรับปรุงโปรแกรม มีรายละเอียดในแต่ละตอน
ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการทดลองใช้โปรแกรม

1.1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้าน
คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
โดยใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพ E1/E2 และนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบและหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์
80/80

นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ เข้ารับโปรแกรมฯ ร่วมกิจกรรม
การเรียนรู้ เรื่อง เศษส่วน 6 ระดับการเรียนรู้ (Level) โดยครูผู้สอนใช้กลยุทธ์การสอน รูปแบบ
นำไปสู่نامธรรม (CRA) ประกอบแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ (Adaptive Learning)
ให้กับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ จำนวน 10 คน ตามความบกพร่องที่วินิจฉัยพบ ทดสอบ
ความรู้ทั้ง 6 ระดับการเรียนรู้ (Level) และทดสอบความรู้หลังจบการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้
รวบรวมคะแนนและวิเคราะห์ผลเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของโปรแกรมฯ ดังตารางที่ 15

ตาราง 16 ประสิทธิภาพของโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับ
นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (N=10)

นักเรียน คนที่.รหัส	คะแนนระหว่างเรียน (E_1)						คะแนนทดสอบ	
	Level (คะแนน)						รวม	หลังเรียน
	1 (50)	2 (10)	3 (10)	4 (10)	5 (10)	6 (10)	(100 คะแนน)	(E_2) (50 คะแนน)
1. M1-1	47	8	9	8	8	8	88	48
2. M1-2	38	7	6	8	7	7	73	38
3. M1-3	40	7	6	8	8	8	77	40
4. M2-1	40	6	6	9	8	7	76	44
5. M2-2	50	6	8	9	8	8	89	45
6. M2-3	50	8	8	9	9	7	91	48
7. M2-4	45	7	7	9	9	8	85	45
8. M3-1	38	7	7	9	7	8	76	41
9. M3-2	40	6	7	9	9	8	79	45

ตาราง 16 (ต่อ)

นักเรียน คนที่.รหัส	คะแนนระหว่างเรียน (E_1)						คะแนนทดสอบ	
	Level (คะแนน)						รวม	หลังเรียน
	1	2	3	4	5	6	(100 คะแนน)	(E_1)
	(50)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)		(50 คะแนน)
10. M3-3	40	6	7	9	9	8	79	40
รวม	429	70	91	75	87	83	814	434
เฉลี่ย	42.90	7.00	9.10	7.50	8.70	8.30	81.40	43.40
ร้อยละ	85.8	70	91	75	87	83	81.40	86.80
E_1/E_2	$E_1 = 81.40$						$E_2 = 86.80$	

จากตาราง 16 พบว่า โปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีประสิทธิภาพ 81.4/ 86.8 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ แสดงว่ากระบวนการ (E_1) เท่ากับ 81.4 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และมีประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 86.8

1.2 ผลการวิเคราะห์หาค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness index : E.I.) โปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้คะแนนรวมของกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด

ตาราง 17 ดัชนีประสิทธิผลของโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (N=10)

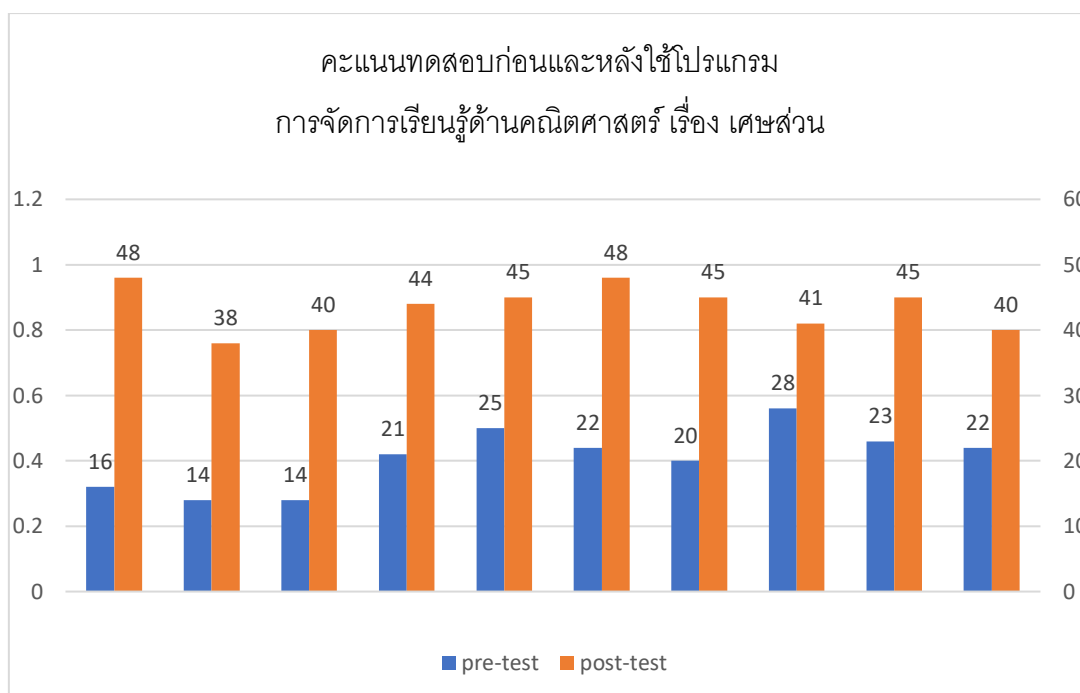
จำนวน นักเรียน	ผลรวม ของ คะแนน เต็ม	คะแนน รวมการ ทดสอบ ก่อน เรียนรู้	คะแนน รวมการ ทดสอบ หลัง เรียนรู้	ความก้าวหน้า	ร้อยละของ ความก้าวหน้า	ดัชนี ประสิทธิผล (Effectiveness index : E.I.)
10	500	205	434	229	+45.80	0.78

จากตาราง 17 พบว่า หลังจากเข้าโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน แล้วนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ มีคะแนนก่อนเรียน เท่ากับ 205 คะแนน มีคะแนน หลังเรียน เท่ากับ 434 คะแนน คิดเป็นร้อยละของความก้าวหน้า $+45.80$ ค่าดัชนีประสิทธิผลของ โปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน เท่ากับ 0.78 และสามารถนำเสนอรายละเอียดของคะแนนทดสอบก่อนและหลังเข้าโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 18 คะแนนทดสอบก่อนและหลังใช้โปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (จำนวน 10 คน)

นักเรียน คนที่/รหัส	ก่อนเข้าโปรแกรม (50 คะแนน)	ร้อยละ	หลังเข้าโปรแกรม (50 คะแนน)	ร้อยละ
1. M1-1	16	32	48	96
2. M1-2	14	28	38	76
3. M1-3	14	28	40	80
4. M2-1	21	42	44	88
5. M2-2	25	50	45	90
6. M2-3	22	44	48	88
7. M2-4	20	40	45	90
8. M3-1	28	56	41	82
9. M3-2	23	46	45	90
10. M3-3	22	44	40	80

จากตาราง 18 แสดงคะแนนการทดสอบความรู้พื้นฐาน เรื่อง เศษส่วน ก่อนและหลังเข้าร่วมโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 10 คน พบว่า นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ทุกคนมีคะแนนการสอบความรู้พื้นฐาน เรื่องเศษส่วน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน



ภาพประกอบ 9 แผนภูมิแท่งแสดงคะแนนทดสอบก่อนและหลังเข้าร่วมโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

จากตารางที่ 18 และภาพประกอบ 9 สามารถสรุปได้ว่า นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 10 คน มีความรู้ความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สามารถทำแบบทดสอบความรู้พื้นฐานด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สูงขึ้นกว่าก่อนเข้ารับโปรแกรมฯ

ตอนที่ 2 ผลการปรับปรุงโปรแกรม โดยการวิเคราะห์ผลการสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้องกับการทดลองโปรแกรมฯ

ผู้วิจัยสัมภาษณ์ ผู้เกี่ยวข้องกับการทดลองใช้โปรแกรม รวมทั้งสิ้น 6 คน ได้แก่ ครูผู้สอน ผู้ช่วยสอน ครูผู้ดูแลนักเรียนเรียนร่วม ผู้บริหารสถานศึกษา ครูผู้นิเทศและศึกษานิเทศก์ วิเคราะห์ข้อมูล โดยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) โดยมีประเด็นการสัมภาษณ์ ได้แก่ 1) ภาพรวมของโปรแกรม 2) แผนการจัดการเรียนรู้ 3) ลักษณะของโปรแกรม 4) กิจกรรมในโปรแกรม 5) ความน่าสนใจ ความเหมาะสมกับนักเรียน จัดกิจกรรมได้ตรงตามกำหนดเวลา 6) การประเมินวัดและผล ครอบคลุมเนื้อหาการเรียนรู้ ยึดหยุ่น การตัดสินผลการเรียนรู้แต่ละระดับ (Level) 6) แบบทดสอบแต่ละระดับ (Level) 7) สื่อการเรียนรู้ ง่ายต่อการเรียนรู้ สะดวกในการใช้

งาน 8) คู่มือการใช้โปรแกรม องค์ประกอบ รูปแบบคู่มือ สะดวกต่อการใช้งาน 9) สถานที่
บรรยากาศและสิ่งแวดล้อม 10) การใช้งานโปรแกรม ประโยชน์ต่อนักเรียนและครู

1. สรุปผลการสัมภาษณ์ตามประเด็นคำถาม ดังนี้

จากการสัมภาษณ์ ศิษยานุศิษย์ ผู้บริหารสถานศึกษา ครูผู้นิเทศการสอน ครูผู้สอน
ครูผู้ช่วยสอน ครูผู้ดูแลนักเรียนเรียนร่วม เรื่อง การใช้โปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์
เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า

ประเด็นที่ 1 ภาพรวมของโปรแกรมฯ

ศิษยานุศิษย์ กล่าวว่า ...โปรแกรมฯมีองค์ประกอบครอบคลุมเนื้อหาตรงตาม
วัตถุประสงค์ จัดเป็นระดับความยากง่าย ให้นักเรียนเข้าโปรแกรมตามข้อบกพร่องที่พบ”

ผู้บริหารสถานศึกษา กล่าวว่า ...จัดเตรียมโปรแกรมฯไว้ได้เหมาะกับการเรียนรู้
ของนักเรียน”

ครูผู้นิเทศการสอน กล่าวว่า ...โปรแกรมฯมีการจัดเตรียมเนื้อหาที่ตรงกับปัญหา
ที่นักเรียนมีอยู่ จึงเป็นประโยชน์มาก”

ครูผู้สอน กล่าวว่า ...เป็นโปรแกรมฯที่จัดเตรียมเนื้อหาการสอน ตามระดับความ
ยากง่าย สามารถสอนนักเรียนได้ตามโปรแกรม”

ครูผู้ช่วยสอน กล่าวว่า ...โปรแกรมฯเหมาะสมกับนักเรียน แก้ปัญหานักเรียนได้
ดี”

ครูผู้ดูแลนักเรียนเรียนร่วม กล่าวว่า ...เป็นโปรแกรมฯที่ดีมากนักเรียนสนใจเข้า
ร่วมกิจกรรมในโปรแกรม”

ดังนั้น ในภาพรวมของโปรแกรมฯ จากการสัมภาษณ์ สรุปได้ว่า โปรแกรมฯ นี้ มี
องค์ประกอบเหมาะสม มีการจัดเตรียมเนื้อหาและกิจกรรมที่ตรงความต้องการของนักเรียนทำให้นักเรียน
สนใจเข้าร่วมโปรแกรมฯ

ประเด็นที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้

ศิษยานุศิษย์ กล่าวว่า ...แผนการจัดการเรียนรู้ มีองค์ประกอบครบถ้วน เนื้อหา
ครอบคลุมตรงตามจุดประสงค์ หลังจากการประเมินและปรับแก้มาแล้ว”

ผู้บริหารสถานศึกษา กล่าวว่า...จัดเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้ไว้เหมาะสมดี
มาก”

ครูผู้นิเทศการสอน กล่าวว่า ...จัดเตรียมไว้เหมาะสมกับนักเรียน และอาจ
นำเสนอในรูปแบบแผนการสอนหน้าเดียว เพื่อสร้างความน่าสนใจให้ครูที่จะนำโปรแกรมไปใช้งาน
ต่อไป”

ครูผู้สอน กล่าวว่า ...จัดเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีองค์ประกอบครบถ้วน เนื้อหาครอบคลุมตรงตามจุดประสงค์”

ครูผู้ช่วยสอน กล่าวว่า ...จัดเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้ไว้เหมาะสมดีมากใช้ สอนได้ตรงกับแผนที่จัดเตรียมไว้แผนการจัดการเรียนรู้”

ครูผู้ดูแลนักเรียนเรียนร่วม กล่าวว่า ...แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมกับ นักเรียนดีมาก”

ดังนั้น ในประเด็น แผนการจัดการเรียนรู้ จากการสัมภาษณ์ สรุป ได้ว่า โปรแกรมฯ นี้ มีจัดเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีองค์ประกอบของการเขียนแผนฯ ได้เหมาะสม มีการจัดเตรียมเนื้อหาและกิจกรรมที่ตรงความต้องการของนักเรียนทำให้นักเรียนสนใจเข้าร่วม โปรแกรมฯ

ประเด็นที่ 3 กิจกรรมในโปรแกรม

ศึกษานิเทศก์ กล่าวว่า ...กิจกรรมการเรียนรู้ ที่จัดให้นักเรียน เน้นการใช้สื่อ ูปธรรม ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี”

ผู้บริหารสถานศึกษา กล่าวว่า...มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้เหมาะกับ นักเรียนกลุ่มนี้”

ครูผู้นิเทศการสอน กล่าวว่า ...กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามแผนการจัดการ เรียนรู้ ใช้สื่อการเรียนรู้ประกอบการสอน ”

ครูผู้สอน กล่าวว่า ...จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตรงกับระดับความสามารถของ นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรม เป็นไปตามที่ ออกแบบไว้สำหรับนักเรียนแต่ละคน”

ครูผู้ช่วยสอน กล่าวว่า ...จัดกิจกรรมที่ใช้สื่อที่นักเรียน สนใจเรียนรู้ มีขั้นตอน การสอนและการร่วมกิจกรรม”

ครูผู้ดูแลนักเรียนเรียนร่วม กล่าวว่า ...นักเรียนชอบที่จะเข้าร่วมกิจกรรมตาม โปรแกรมฯ ”

ดังนั้น ในประเด็น กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ จากการสัมภาษณ์ สรุป ได้ว่า กิจกรรมการเรียนรู้ ได้มีการออกแบบไว้ ได้เหมาะสม มีการจัดเตรียมความพร้อมสำหรับจัด กิจกรรมให้นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ออกแบบการเรียนรู้ จัดสื่ออุปกรณ์ ตรงตามความ ต้องการของนักเรียน

ประเด็นที่ 4 แบบทดสอบ

ศึกษานิเทศก์ กล่าวว่า ...แบบทดสอบรายจุดประสงค์ สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม”

ผู้บริหารสถานศึกษา กล่าวว่า ...จัดเตรียมแบบทดสอบก่อนเรียน หลังเรียนและแบบทดสอบย่อยไว้เหมาะสมดีมาก”

ครูผู้นิเทศการสอน กล่าวว่า ...pre-test , post-test ,แบบทดสอบทุกระดับการเรียนรู้ เหมาะสมดีมาก ได้รับการตรวจสอบคุณภาพแล้ว”

ครูผู้สอน กล่าวว่า ...จัดเตรียมแบบทดสอบตรงตามศักยภาพของนักเรียน”

ครูผู้ช่วยสอน กล่าวว่า ...แบบทดสอบรายจุดประสงค์ สอดคล้องกับเนื้อหา ที่สอนในแต่ละระดับ”

ครูผู้ดูแลนักเรียนเรียนร่วม กล่าวว่า ...แบบทดสอบ ตรงตามที่เคยเรียนรู้ มีจำนวนเพียงพอกับนักเรียน ที่ทำผิดพลาดและต้องการทดสอบใหม่”

ดังนั้น ในประเด็น แบบทดสอบ ที่ใช้ในโปรแกรมฯ จากการสัมภาษณ์ สรุป ได้ว่าแบบทดสอบ ที่จัดเตรียมไว้ใช้ในโปรแกรมฯ ประกอบด้วยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแบบทดสอบย่อยหลังการเรียนรู้แต่ละกิจกรรม มีความเหมาะสมกับความสามารถของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ นำไปใช้ ได้ผลดีมาก

ประเด็นที่ 5 การประเมินวัดและผล

ศึกษานิเทศก์ กล่าวว่า...แบบประเมินความสามารถนักเรียน ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์”

ผู้บริหารสถานศึกษา กล่าวว่า ...ประเมินผลและแสดงผลการตัดสินการเรียนรู้แต่ละระดับและดำเนินการวัดประเมินผลได้ดี”

ครูผู้นิเทศการสอน กล่าวว่า ...มีการปรับวิธีการวัดและประเมินผลให้เหมาะกับนักเรียนที่แตกต่างกัน และอาจสร้างแบบทดสอบในรูปแบบออนไลน์”

ครูผู้สอน กล่าวว่า ...ได้ปรับวิธีการวัดและประเมินผลให้เหมาะกับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้”

ครูผู้ช่วยสอน กล่าวว่า...มีการประเมินวัดและผล แต่ละเรื่องย่อย มีความหลากหลาย ไม่ใช่แค่การทำแบบทดสอบแบบการฝนคำตอบ”

ครูผู้ดูแลนักเรียนเรียนร่วม กล่าวว่า...การประเมินวัดและผลเหมาะสม”

ดังนั้น ในประเด็น การวัดและประเมินผล จากการสัมภาษณ์ สรุป ได้ว่า การวัดและประเมินผล ในโปรแกรมฯ มีความหลากหลายเหมาะกับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้แต่ละคน

ประเด็นที่ 6 สื่อการเรียนรู้

ศึกษานิเทศก์ กล่าวว่า ...มีการจัดเตรียมสื่อการเรียนรู้ไว้ เหมาะกับนักเรียน แต่หากมี หลากหลายสร้างความสนใจให้นักเรียน ทำให้เข้าใจได้มากยิ่งขึ้น”

ผู้บริหารสถานศึกษา กล่าวว่า ...สื่อการเรียนรู้ดีมาก ถ้าเตรียมไว้หลายรูปแบบ จะเพิ่มความน่าสนใจได้อีก”

ครูผู้นิเทศการสอน กล่าวว่า ...นักเรียน สามารถเรียนรู้ได้จาก การใช้สื่อการเรียนรู้ที่จัดเตรียมไว้ และให้เพิ่มคำชี้แจงว่าใช้สื่อฯ ชุดไหน กับกิจกรรมไหน ”

ครูผู้สอน กล่าวว่า ...สื่อการเรียนรู้เหมาะกับนักเรียน ทำให้เข้าใจได้ง่าย หากปรับวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ทำสื่อให้ได้มาตรฐาน จะทำให้นำไปใช้ประโยชน์ได้สะดวกมากยิ่งขึ้น”

ครูผู้ช่วยสอน กล่าวว่า ...สื่อการเรียนรู้สร้างความสนใจให้นักเรียน”

ครูผู้ดูแลนักเรียนเรียนร่วม กล่าวว่า ...สื่อการเรียนรู้น่าสนใจ”

ดังนั้น ในประเด็น สื่อการเรียนรู้ที่ใช้ในโปรแกรมฯ จากการสัมภาษณ์ สรุป ได้ว่า สื่อการเรียนรู้ที่นำมาใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ มีรูปแบบสีสัน ที่สร้างความสนใจให้นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ทำให้เข้ามามีส่วนร่วมกิจกรรมตรงตามกำหนด

ประเด็นที่ 7 สถานที่/บรรยากาศในการเรียนรู้

ศึกษานิเทศก์ กล่าวว่า ...จัดเตรียมสถานที่ที่เหมาะสม บรรยากาศเหมาะกับการเรียนรู้รายบุคคล บรรยากาศและสิ่งแวดล้อม เหมาะสมดีมาก”

ผู้บริหารสถานศึกษา กล่าวว่า ...จัดเตรียมสถานที่ โต๊ะ เก้าอี้ และอุปกรณ์การเรียนรู้ เหมาะสม กับการเรียนรู้ ไม่มีสิ่งรบกวน”

ครูผู้นิเทศการสอน กล่าวว่า ...เตรียมห้องเรียนไว้เหมาะสำหรับการสอนนักเรียนทีละคนหรือกลุ่มย่อย”

ครูผู้สอน กล่าวว่า ...สถานที่ ห้องเรียนเหมาะสมดีมาก มีความเป็นส่วนตัว มีอุปกรณ์พร้อม”

ครูผู้ช่วยสอน กล่าวว่า ...สถานที่และบรรยากาศเหมาะกับการสอน”

ครูผู้ดูแลนักเรียนเรียนร่วม กล่าวว่า ...สถานที่เหมาะสมดีมาก”

ดังนั้น ในประเด็น สถานที่ ที่ใช้ในโปรแกรมฯ จากการสัมภาษณ์ สรุป ได้ว่า มีการจัดเตรียมสถานที่สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ได้เหมาะสม สบาย เงียบ เหมาะกับการเรียนรู้เป็นรายบุคคล สะดวกในการใช้งาน มีโต๊ะ เก้าอี้ สำหรับนักเรียน มีที่วางและเก็บอุปกรณ์การเรียนรู้

ประเด็นที่ 8 คู่มือการใช้โปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน

ศึกษานิเทศก์ กล่าวว่า ...มีรูปแบบเหมาะสม อธิบายการใช้โปรแกรมฯ ไว้ชัดเจน เข้าใจง่าย”

ผู้บริหารสถานศึกษา กล่าวว่า ...จัดเตรียมคู่มือการใช้โปรแกรมฯ ไว้ทำให้สะดวกต่อการใช้งาน ถ้ามีรูปแบบออนไลน์ด้วยจะดีมาก”

ครูผู้นิเทศการสอน กล่าวว่า ...มีคู่มือการใช้โปรแกรมฯ ทำให้ผู้จะนำโปรแกรมนี้ไปใช้ มีความสะดวกมากขึ้น”

ครูผู้สอน กล่าวว่า ...คู่มือการใช้โปรแกรมฯ มีรายละเอียดครบถ้วน พร้อมนำไปใช้งาน หลังจากการทดลองใช้แล้ว พบว่ามีประโยชน์ เป็นแนวทางในการปฏิบัติได้จริง”

ครูผู้ช่วยสอน กล่าวว่า ...ได้อ่านคู่มือการใช้โปรแกรมฯ แล้วนำไปใช้ได้จริง”

ครูผู้ดูแลนักเรียนเรียนร่วม กล่าวว่า ...คู่มือการใช้โปรแกรมฯ จัดทำเป็นรูปเล่มสวยงาม”

ดังนั้น ในประเด็น คู่มือการใช้โปรแกรมฯ จากการสัมภาษณ์ สรุป ได้ว่า คู่มือการใช้โปรแกรมฯ ที่จัดเตรียมไว้ ในรูปแบบและรายละเอียดที่สามารถนำไปใช้ได้จริง

ประเด็นที่ 9 ประโยชน์ของโปรแกรมฯ

ศึกษานิเทศก์ กล่าวว่า ...เป็นประโยชน์ต่อนักเรียนและครูผู้ใช้โปรแกรมฯ และสามารถใช้เป็นโปรแกรมฯต้นแบบให้กับผู้ที่สนใจได้ดี”

ผู้บริหารสถานศึกษา กล่าวว่า ...เป็นโปรแกรมฯที่ดีมากสามารถเป็นต้นแบบให้ผู้สนใจนำไปใช้ได้”

ครูผู้นิเทศการสอน กล่าวว่า ...เป็นโปรแกรมฯที่เป็นประโยชน์ต่อนักเรียนกลุ่มนี้ และอาจนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มอื่นได้ ทดลองนำไปใช้และสรุปผล เพื่อจะได้เกิดประโยชน์มากขึ้น”

ครูผู้สอน กล่าวว่า ...โปรแกรมฯนี้มีประโยชน์ต่อนักเรียนที่มีการให้เข้ารับโปรแกรมฯตามข้อบกพร่องของตนเอง”

ครูผู้ช่วยสอน กล่าวว่า ...เป็นโปรแกรมฯที่มีประโยชน์ต่อนักเรียนมาก”

ครูผู้ดูแลนักเรียนเรียนร่วม กล่าวว่า ...โปรแกรมมีประโยชน์มาก”

ดังนั้น ในประเด็น โปรแกรมฯ จากการสัมภาษณ์ สรุปได้ว่า โปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน เป็นประโยชน์ต่อนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ และแนะนำให้ผู้ที่สนใจสามารถนำโปรแกรมนี้ไปใช้

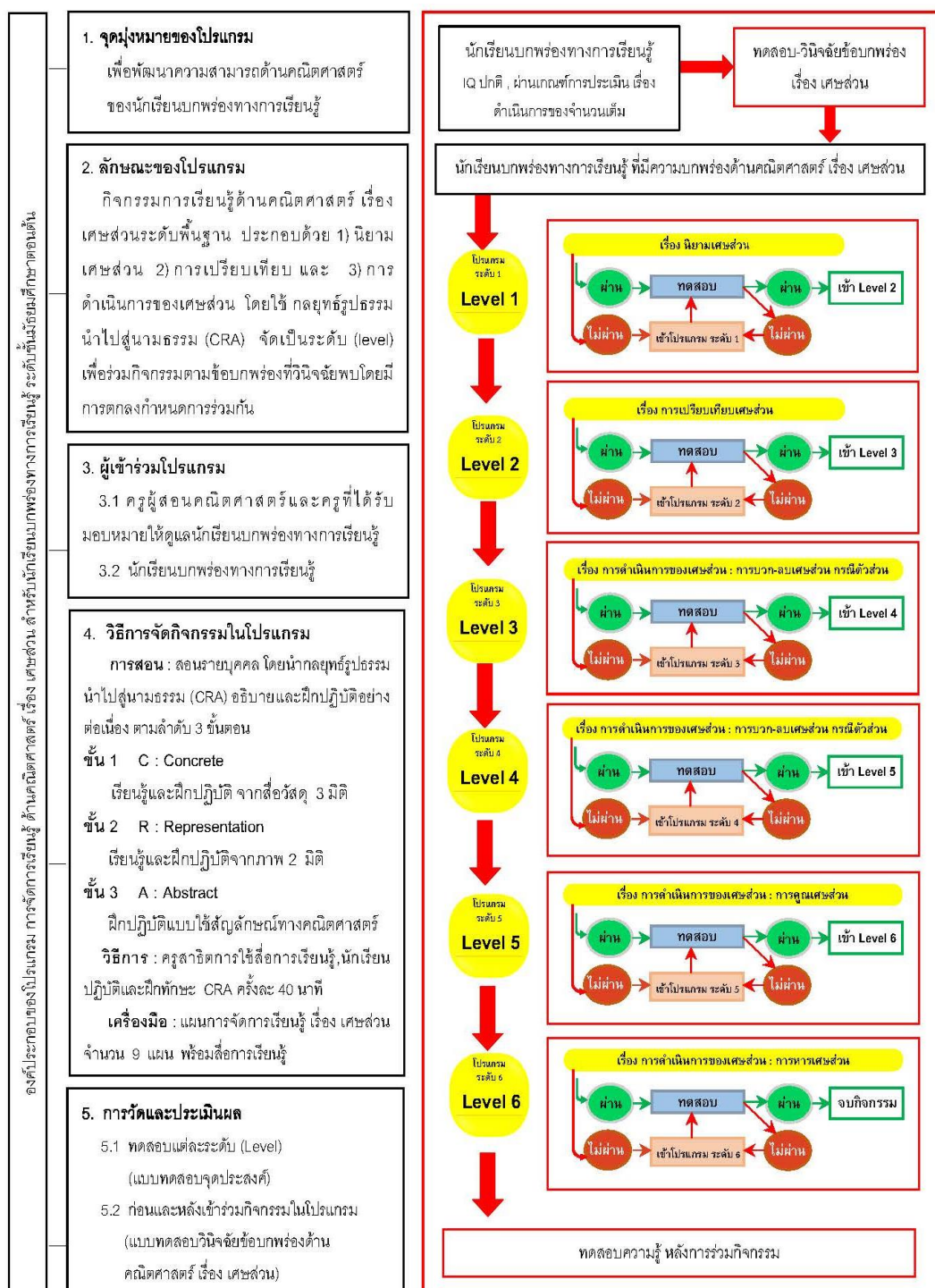
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม สรุปได้ดังนี้

1) โปรแกรมฯ นี้มีลักษณะเด่น คือ มีการวินิจฉัยข้อบกพร่องของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นการตอบสนองต่อความต้องการของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ได้ดีมาก

2) ในช่วงแรก ของการเข้าโปรแกรมฯ มีการประชุมตกลง นัดหมายการเข้าร่วมกิจกรรมในโปรแกรม ทำให้นักเรียน ผู้ปกครองและครูได้มีส่วนร่วมในการจัดตารางเวลา ด้วยตนเองตามความต้องการ

3) ควรจัดทำแผนการสอนเฉพาะบุคคล (IIP : Individual Implementation Plan) ซึ่งเป็นแผนการจัดการเรียนรู้รายชั่วโมง สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้โดยเฉพาะ

สรุปได้ว่า โปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ และเหมาะกับการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นรายบุคคล โดยการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ตามลำดับขั้นตอนการสอน และกลยุทธ์ CRA ประกอบการฝึกปฏิบัติด้วยการใช้สื่อการเรียนรู้ ดังภาพประกอบ 10



ภาพประกอบ 10 โปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียน
บกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้ เป็นงานวิจัยประเภทการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) มีรายละเอียดเกี่ยวกับความมุ่งหมาย วิธีการดำเนินการวิจัย สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ โดยสรุปสาระสำคัญ ดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ความมุ่งหมายของการวิจัย ครั้งนี้ มีดังนี้

1. เพื่อวิเคราะห์ข้อบกพร่องของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร
2. เพื่อสร้างโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
3. เพื่อทดลองใช้และปรับปรุงโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

วิธีการดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัย เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมี 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 สรรวจข้อบกพร่องด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร

การดำเนินการวิจัยในระยะนี้ แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 คัดกรองนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร

ขั้นตอนที่ 2 วินิจฉัยข้อบกพร่องด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร

ระยะที่ 2 สร้างโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน
สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ขั้นตอนที่ 1 ยกร่างโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง
เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และประเมิน
คุณภาพร่างโปรแกรม โดยผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นตอนที่ 2 สนทนากลุ่มเพื่อตรวจสอบคุณภาพร่างโปรแกรม โดย
ผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นตอนที่ 3 ปรับปรุง ตามที่ผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะ

ระยะที่ 3 ทดลองใช้และปรับปรุงโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้าน
คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ขั้นตอนที่ 1 ทดลองใช้โปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง
เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ขั้นตอนที่ 2 ประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผลของโปรแกรม

ขั้นตอนที่ 3 ปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์
สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

สรุปผลการวิจัย

ระยะที่ 1 สํารวจข้อบกพร่องด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนบกพร่อง
ทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม สังกัดสำนักงานเขต
พื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร

จากการวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียน
บกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม สังกัด
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2563 จำนวน 80 คน โดย
นักเรียนทำแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ที่มี
ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) พิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของเนื้อหา
กับจุดประสงค์การเรียนรู้ มีค่าเท่ากับ 1.00 ทุกข้อ ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของจุดประสงค์
การเรียนรู้กับแบบทดสอบข้อวินิจฉัยข้อบกพร่อง มีค่า 0.80 ถึง 1.00 ค่าความยากง่าย (Difficulty)
0.20 ถึง 0.83 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) 0.20 ถึง 0.73 และค่าความเชื่อมั่น (Reliability)
เท่ากับ 0.84 ผลการทำแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องฯ พบว่า ค่าเฉลี่ยและค่าร้อยละของการทำ
แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องฯ ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ มีเฉลี่ย 21.07 คะแนน

คิดเป็น ร้อยละ 42.14 ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 50 หมายความว่า นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ มีข้อบกพร่องด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สรุปการเรียงลำดับความบกพร่อง ได้ดังนี้ อันดับที่ 1 เรื่องการดำเนินการของเศษส่วน การบวกลบเศษส่วน กรณี ตัวส่วน ไม่เท่ากัน อันดับที่ 2 เรื่อง การเปรียบเทียบเศษส่วน อันดับที่ 3 เรื่อง การดำเนินการของเศษส่วน การหารเศษส่วน อันดับที่ 4 เรื่อง เศษส่วนเบื้องต้น อันดับที่ 5 เรื่อง การดำเนินการของเศษส่วน การบวกลบเศษส่วน กรณีตัว ส่วนเท่ากัน อันดับที่ 6 เรื่อง การดำเนินการของเศษส่วน การคูณเศษส่วน เมื่อวินิจฉัยข้อบกพร่อง เรื่องเศษส่วนของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ในแต่ละเรื่องย่อย พบว่า 1) การดำเนินการของ เศษส่วน การบวกลบเศษส่วน กรณี ตัวส่วน ไม่เท่ากัน มีข้อบกพร่องมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 77.92 โดยแบ่งเป็น ข้อบกพร่องเรื่องแรกคือการบวกเศษส่วนกรณีตัวส่วนไม่เท่ากัน เกิดจากการใช้ วิธีนำตัวเศษมาบวกกับตัวเศษและตัวส่วนมาบวกกับตัวส่วน มากที่สุด นอกจากนี้ ใช้การนำตัว เศษมาคูณกันและนำตัวส่วนมาคูณกัน นำตัวเศษมาบวกกันและตัวส่วนมีค่าเท่ากับตัวส่วนที่มีค่า มากกว่า และนำโจทย์ตัวเศษมาเขียนต่อกัน นำโจทย์ตัวส่วนมาเขียนต่อกัน และ เรื่องที่สองคือ การลบเศษส่วนกรณีตัวส่วนไม่เท่ากัน นักเรียนใช้วิธีการคิดคำนวณ โดยนำตัวเศษมาลบกัน และ นำตัวส่วนมาลบกันมากที่สุด นอกจากนี้ นักเรียนใช้การนำตัวเศษมาลบกัน และตัวส่วนมีค่าเท่ากับ จำนวนมาก หรือนำตัวเศษมาลบกันและนำตัวส่วนมาคูณกัน นำตัวเศษมาหารกัน และนำตัวส่วน มาหารกัน 2) การเปรียบเทียบเศษส่วน ร้อยละ 67.08 นักเรียนจะเปรียบเทียบเฉพาะตัวเศษกับตัว เศษ ไม่คำนึงว่าตัวส่วนจะเท่ากันหรือไม่ นอกจากนี้ยังไม่เข้าใจสัญลักษณ์น้อยกว่าหรือมากกว่า ข้อบกพร่อง เรื่องการเรียงลำดับจำนวน นักเรียนจะเรียงจากตัวเลขที่มองเห็น โดยไม่ได้เรียงลำดับ ตามค่าของเศษส่วน ทำให้นักเรียนตอบคำถามผิด ข้อบกพร่องเรื่องการดำเนินการของเศษส่วน 3) การดำเนินการของเศษส่วน การหารเศษส่วน ร้อยละ 62.50 นักเรียนสับสนกับวิธีการหารที่เคย เรียนมา โดยนำตัวเศษมาคูณกันและนำตัวส่วนมาคูณกัน หรือใช้วิธีการคูณไขว้ แต่กลับใช้วิธีนำ ตัวเลขมาหารกัน ทำให้นักเรียนตอบคำถามผิด 4) นิยามของเศษส่วน ร้อยละ 57.33 นักเรียนไม่ เข้าใจนิยามเศษส่วน ไม่เข้าใจนิยามของตัวส่วน โดยนับส่วนที่แรเงาเป็นตัวเศษ และนับส่วนที่ไม่แรเงาเป็นตัวส่วน เขียนภาพแทนเศษส่วนไม่ได้ ไม่เข้าใจการเปลี่ยนเศษเกินเป็นจำนวนคละ หรือการ เปลี่ยนจำนวนคละให้เป็นเศษเกิน สับสนขั้นตอน การนำจำนวนใดคูณจำนวนใด หรือจำนวนใด บวกกับจำนวนใด ไม่ทราบวิธีการทำให้เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ ทำให้นักเรียนตอบคำถามผิด 5) การ ดำเนินการของเศษส่วน การบวกลบเศษส่วน กรณีตัวส่วนเท่ากัน พบร้อยละ 48.30 นักเรียนนำตัว เศษมาบวกหรือลบกัน และนำตัวส่วนมากหรือลบกัน และยังนำตัวเศษมาบวกลบกัน แต่ใช้ตัวส่วน ที่มีค่ามากเป็นตัวส่วนของคำตอบ หรือนำตัวส่วนมาคูณกันเพื่อเป็นคำตอบ และ 6) การดำเนินการ

ของเศษส่วน การคูณเศษส่วน พบเพียงร้อยละ 39.17 ซึ่งเป็นเรื่องที่มีข้อบกพร่องน้อยที่สุด โดยนักเรียน นำตัวเลขมาคูณกัน ตัวส่วนเท่ากับตัวส่วนในโจทย์ที่มีค่ามาก นำโจทย์ตัวส่วนตัวเลขมาคูณไขว้กัน

ระยะที่ 2 สร้างโปรแกรมจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ผลการสร้างโปรแกรมจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สรุปได้เป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. สรุปผลการพิจารณาร่างโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ตามประเด็นคำถาม จากการทำแบบประเมินคุณภาพร่างโปรแกรม โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ได้ดังนี้ องค์ประกอบของโปรแกรม มีความเหมาะสมมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.6 ผู้เข้าร่วมโปรแกรม มีความเหมาะสมมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.4 ลักษณะของโปรแกรม มีความเหมาะสมมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 5 กิจกรรมในโปรแกรม มีความเหมาะสมมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 5 แผนการจัดการเรียนรู้ มีความเหมาะสมมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.6 สื่อการเรียนรู้ มีความเหมาะสมมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.6 วิธีการวัดและประเมินผล มีความเหมาะสมมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.6 คู่มือการใช้โปรแกรม มีความเหมาะสมมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 5

2. สรุปการพิจารณาร่างโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ จากการสนทนากลุ่ม โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 8 คน ได้ว่า ทุกประเด็นที่พิจารณา ได้แก่องค์ประกอบของโปรแกรม คือ จุดมุ่งหมายของโปรแกรม, ลักษณะของโปรแกรม, ผู้เข้าร่วมโปรแกรม, กิจกรรมในโปรแกรม, การวัดและประเมินผล แผนการจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้และคู่มือการใช้โปรแกรม มีความเหมาะสม และมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม คือ 1) ให้พัฒนาโปรแกรมให้สมบูรณ์แบบ เป็นต้นแบบสำหรับโรงเรียนหรือผู้ที่สนใจ สามารถนำไปปรับใช้ได้จริง ทั้งกรณีที่จะใช้เนื้อหาตามในโปรแกรมต้นแบบนี้และกรณีที่จะใช้กับเนื้อหาอื่น ๆ ซึ่งจะเกิดประโยชน์สูงสุดกับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ 2) ผู้สอนหลักควรจะเป็นครูคณิตศาสตร์ และให้ครูการศึกษาพิเศษหรือครูที่ได้รับมอบหมายดูแลนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้เป็นผู้ช่วยสอน 3) ให้นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ได้รับการจัดการเรียนรู้เรียงลำดับตามที่ระในโปรแกรม 4) ให้โอกาสนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ได้เรียนรู้และพัฒนาความสามารถให้ได้มากที่สุด เน้นว่าไม่ควรกำหนดตามตารางเวลาที่แน่นอน 5) กิจกรรมในโปรแกรมเป็นสิ่งที่ครูจะต้องดำเนินการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับนักเรียน มีความยืดหยุ่น ให้โอกาสเรียนรู้และการทดสอบ 6) ใช้วิธีที่หลากหลายในการวัดและประเมินผลนักเรียน ครูผู้สอนควรออกแบบวิธีการทดสอบให้มีความ

ยืดหยุ่นเหมาะกับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ เช่น การดูภาพแล้วตอบคำถาม ครูช่วยอ่านคำถามให้นักเรียนตอบ และอาจให้นักเรียนได้ประเมินตนเอง 7) การตัดสินผล “ผ่าน” หรือ “ไม่ผ่าน” ในแต่ละเรื่องย่อย ผู้ร่วมสนทนาให้ความเห็นว่า ควรให้นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ได้รับโอกาสในการพัฒนาตนเอง เพื่อผ่านการประเมินในแต่ละเรื่องย่อย โดยครูผู้สอนจะต้องใช้วิธีการสื่อสารกับนักเรียนให้ชัดเจน และปรับการวัดประเมินผลที่เหมาะสมกับผู้เรียนเป็นรายบุคคลและร่วมมือกับผู้ปกครองในการฝึกทักษะการเรียนรู้ ก่อนการประเมินผล 8) มีการเสริมแรงนักเรียนให้กำลังใจ 9) จัดทำแฟ้มนักเรียนประวัติและผลงานของบกพร่องทางการเรียนรู้ที่เข้าร่วมโปรแกรม

ระยะที่ 3 ทดลองใช้และปรับปรุงโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ผลการทดลองใช้โปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า หลังจากเข้ารับโปรแกรม นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สูงกว่าก่อนเข้ารับโปรแกรม โดยวิเคราะห์ผลการหาประสิทธิภาพ และค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของโปรแกรม และผลการสัมภาษณ์ สรุปได้ดังนี้

1. โปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีประสิทธิภาพ 81.40 / 86.80 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ แสดงว่ากระบวนการ (E1) เท่ากับ 81.4 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และมีประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E2) เท่ากับ 86.80

2. ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness index : E.I.) โปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น หาโดยใช้คะแนนรวมของกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด หลังจากการใช้โปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน เสร็จสิ้นแล้ว พบว่านักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ มีคะแนนทดสอบก่อนเรียน (pre-test) เท่ากับ 205 คะแนน มีคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียน (post-test) เท่ากับ 434 คะแนน คิดเป็นค่าร้อยละของความก้าวหน้า เท่ากับ +45.80 และมีค่าดัชนีประสิทธิผลของโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน เท่ากับ 0.78

3. ผลการวิเคราะห์การสัมภาษณ์ ศึกษานิเทศก์ ผู้บริหารสถานศึกษา ครูผู้นิเทศการสอน ครูผู้สอน ครูผู้ช่วยสอน ครูผู้ดูแลนักเรียนเรียนร่วม เรื่อง การใช้โปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษา

ตอนต้น โดยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ผลการสัมภาษณ์มีดังนี้ โปรแกรมมีการระบุลักษณะและรายละเอียดได้เหมาะสม มีคู่มือการใช้โปรแกรม สะดวกต่อการใช้งาน มีการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมในโปรแกรม ครอบคลุมเนื้อหาการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ ง่ายต่อการเรียนรู้ น่าสนใจ เป็นแรงจูงใจในการมาร่วมกิจกรรม มีแบบทดสอบแต่ละระดับ (Level) จัดกิจกรรมได้ตรงตามเวลาที่ตกลงกัน มีความยืดหยุ่นในการวัด-ประเมินผล และการตัดสินผลการเรียนรู้แต่ละระดับ (Level) จัดในสถานที่ บรรยากาศและสิ่งแวดล้อมเหมาะสม โปรแกรมนี้เป็นประโยชน์ต่อนักเรียนและครู ดังนั้น จึงสรุปผลการสัมภาษณ์ได้ว่า โปรแกรมนี้ เหมาะกับการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ เป็นรายบุคคล นักเรียนสนใจเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้และฝึกปฏิบัติจากสื่อการเรียนรู้ตามลำดับขั้นตอนการสอน ตามแนวคิดการสอนโดยใช้กลยุทธ์ CRA

การอภิปรายผล

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยประเภทการวิจัยและพัฒนา (Research & Development) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงอภิปรายเป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 สัมภาษณ์ข้อบกพร่องด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร

ผลสรุปการวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน พบว่า นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ มีข้อบกพร่องในเรื่องการบวกและการลบเศษส่วน กรณีตัวส่วนไม่เท่ากันมากที่สุด โดยนักเรียนที่ได้คะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุด คิดเป็นร้อยละ 22.08 ซึ่งข้อบกพร่อง ที่พบบ่อยที่สุด คือ นักเรียนใช้วิธีการคิดคำนวณ โดยการนำตัวเศษมาบวกกับตัวเศษและตัวส่วนมาบวกกับตัวส่วน หรือนำตัวเศษมาลบกับตัวเศษและตัวส่วนมาลบกับตัวส่วน, ใช้การนำตัวเศษมาคูณกันและนำตัวส่วนมาคูณกัน, นำตัวเศษมาบวกหรือลบกับตัวส่วนมีค่าเท่ากับตัวส่วนที่มีค่ามากกว่า, นำโจทย์ตัวเศษมาเขียนต่อกัน, นำโจทย์ตัวส่วนมาเขียนต่อกัน, นำตัวเศษมาลบกันและนำตัวส่วนมาคูณกัน, นำตัวเศษมาหารกันและนำตัวส่วนมาหารกัน สอดคล้องกับการศึกษาวิจัยของ วรรัตน์ วิฑูรากร (2561) ที่พัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนมีความสับสนในการบวกและลบเศษส่วนที่ตัวส่วนไม่เท่ากัน สับสนการบวกหรือการลบกับการคูณเศษส่วน ไม่เข้าใจการบวกเศษส่วนกับจำนวนคละ การบวกเศษส่วนกับเศษเกิน เข้าใจว่าทำวิธีเดียวกับวิธีคูณ ไม่เข้าใจข้อตกลงของการลบ สับสนกับการลบที่มีตัวส่วนเท่ากัน เรื่องที่พบข้อบกพร่องรองลงมา 3 เรื่อง

ได้แก่ เรื่องการเปรียบเทียบเศษส่วน นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 32.92 เรื่องการหารเศษส่วน ได้คะแนนเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 37.50 และเรื่อง นิยามของเศษส่วน ได้คะแนนเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 42.70 สอดคล้องกับงานวิจัยของ วรารัตน์ วิฑูรางกูร (2561) ที่พัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่าเข้าใจการเขียนเศษส่วนจำนวนคละคลาดเคลื่อน ไม่เข้าใจเศษส่วนที่เท่ากัน ไม่เข้าใจการเปรียบเทียบจำนวนลบกับศูนย์ ไม่เข้าใจการเปรียบเทียบจำนวนคละกับเศษเกิน สับสนเครื่องหมาย ไม่เข้าใจการเปรียบเทียบเศษส่วน สับสนการหารกับการบวกและลบเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากัน เข้าใจการหารคละเคลื่อน เข้าใจสมบัติการสลับที่คละเคลื่อน สับสนกับการบวกและลบเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน เข้าใจการหารเศษส่วนจำนวนคละคลาดเคลื่อน หากพิจารณาคะแนนจากการทำข้อสอบทั้งฉบับ พบว่า มีค่าเฉลี่ย 21.07 คิดเป็นร้อยละ 42.14 ซึ่งต่ำกว่าร้อยละ 50 มีข้อบกพร่องมากที่สุด ได้แก่ เรื่อง การบวกลบเศษส่วน กรณีตัวส่วนไม่เท่ากัน รองลงมาคือ เรื่องการเปรียบเทียบเศษส่วน การหารเศษส่วน นิยามของเศษส่วน การคูณเศษส่วนและการบวกเศษส่วน กรณีตัวส่วนเท่ากัน ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของ วรารัตน์ วิฑูรางกูร (2561) ที่พบความบกพร่องทางการเรียนเรื่องเศษส่วนของนักเรียน ที่เข้าใจเครื่องหมายของผลลัพธ์คละเคลื่อน เข้าใจตัวเศษและตัวส่วนคละเคลื่อน ไม่เข้าใจการเขียนเศษส่วน จำนวนคละ ไม่เข้าใจเศษส่วนที่เท่ากัน เข้าใจการบวกจำนวนเต็มคละเคลื่อน และงานวิจัยของ วิยดา ช่อนขำ (2551) ศึกษาเรื่องการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่ามีจุดบกพร่องของนักเรียนที่สอดคล้องกับงานวิจัยนี้ได้แก่ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หาร จำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม และนักเรียนบกพร่องในเรื่องการหารเศษส่วน นอกจากนี้ สุมานี กลิ่นพูล (2555) วิจัยเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยเพื่อพัฒนาการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบข้อบกพร่องเรื่องการบวกเศษส่วนผิดโดยเข้าใจว่าหาคำตอบ เช่นเดียวกับตัวส่วนที่เท่ากัน การบวกตัวทศเกินหรือบวกไม่ครบทุกหลัก นักเรียนลบตัวเลขไม่ครบทุกหลัก นักเรียนไม่มีความรู้ความเข้าใจในการหาคำตอบจากโจทย์ปัญหาเศษส่วน แปลความหมายจากโจทย์ปัญหาผิด คำนวณหาคำตอบไม่ได้ ซึ่งเราสามารถนำข้อบกพร่องที่พบจากการทดสอบวินิจฉัยนี้ ไปใช้ในการแก้ปัญหาในการเรียนให้กับนักเรียน สอดคล้องกับ Bloom (1981) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบวินิจฉัย ใช้สำหรับค้นหาจุดบกพร่องทางการเรียนของนักเรียน ในระดับทักษะพื้นฐาน เพื่อค้นหาระดับการเรียนรู้ของนักเรียน แล้วคัดแยกนักเรียน เพื่อปรับปรุงการสอนของครู อันจะส่งผลต่อผลการเรียนของนักเรียนต่อไป

ระยะที่ 2 สร้างโปรแกรมจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้

สรุปผลของการสร้าง โปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้ ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรคณิตศาสตร์ การจัดการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ การสร้างแบบทดสอบ การวัดและประเมินผลนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ จากนั้นยกร่างโปรแกรมฯ พร้อมสร้างคู่มือการใช้โปรแกรม โดยใช้ผลการวิจัย ข้อบกพร่องทางการคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เป็นข้อมูลในการยกร่างโปรแกรมฯ แล้วจึงประเมิน คุณภาพร่างโปรแกรมโดยผู้เชี่ยวชาญทำแบบประเมินคุณภาพและการสนทนากลุ่ม (Focus group) ทำให้ได้โปรแกรมฯ ที่มี 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) จุดมุ่งหมายของโปรแกรม 2) ลักษณะ ของโปรแกรม 3) ผู้เข้าร่วมโปรแกรม 4) กิจกรรมการเรียนรู้ และ 5) การวัดและการประเมินผล โดย การประเมินคุณภาพร่างโปรแกรม จาก ผู้เชี่ยวชาญทำแบบประเมินคุณภาพฯ และการ สนทนากลุ่ม (focus group) เมื่อพิจารณาผลการประเมินคุณภาพร่างโปรแกรมฯ ในแต่ละ ประเด็น พบว่าองค์ประกอบของโปรแกรม มีความเหมาะสมมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.60 ผู้เข้าร่วม โปรแกรม มีความเหมาะสมมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.40 ลักษณะของโปรแกรม มีความเหมาะสมที่สุด ค่าเฉลี่ย 5.00 กิจกรรมในโปรแกรม มีความเหมาะสมมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 5.00 แผนการจัดการ เรียนรู้ มีความเหมาะสมมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.60 สื่อการเรียนรู้ มีความเหมาะสมมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.60 วิธีการวัดและประเมินผล มีความเหมาะสมมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.60 คู่มือการใช้โปรแกรม มี ความเหมาะสมมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 5 คิดค่าเฉลี่ยของทุกประเด็นการประเมินคุณภาพของทั้ง โปรแกรม เท่ากับ 4.75 ซึ่งกล่าวสรุปได้ว่า ผลการประเมินอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด อาจเป็น เพราะได้ศึกษาจากเอกสารและการสอบถามผู้มีประสบการณ์ด้านการศึกษาพิเศษ เป็นข้อมูลใน การร่างโปรแกรมฯ ได้ครอบคลุมทุกประเด็น ในส่วนของการสนทนากลุ่ม (focus group) เพื่อ ประเมินคุณภาพร่างโปรแกรมฯ นั้น ผู้เชี่ยวชาญได้อธิบายแนวคิด สรุปว่า นักเรียนบกพร่อง ทางการเรียนรู้ แต่ละคนมีความแตกต่างกัน จะมีระดับความสามารถด้านคณิตศาสตร์แตกต่างกัน ในการจัดการเรียนรู้จึงควรกำหนดตามระดับความสามารถ ไม่จำเป็นต้องสร้างเป็นกำหนดการจัด กิจกรรมสำหรับทุกคนและนอกจากนี้ ผู้เชี่ยวชาญยังแนะนำการดำเนินการวัดและประเมินผล จะต้องใช้วิธีการที่หลากหลาย เพื่อให้ให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรมให้

มากที่สุด สอดคล้องกับแนวคิดเรื่องการจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ (Adaptive Learning) และ สอดคล้องกับ งานวิจัยของศิวพร กลับผดุง (2560) ที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการคำนวณของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ โดยให้เรียนรู้บทเรียนบนเว็บ (Web-based Instruction) ตามความสามารถของนักเรียน ทำให้นักเรียนมีความสามารถด้านคำนวณมากขึ้นและมีความคงทนของความรู้ สิริลักษณ์ โปร่งสันเทียะ (2550) ที่ศึกษาการจัดโปรแกรมซ่อมเสริม โดยจัดรูปแบบการสอน สำหรับนักเรียนกลุ่มเล็กทำให้มีประสิทธิภาพการสอนสูงกว่าห้องเรียนรวม และในการจัดกิจกรรมนั้นแบ่งเป็นขั้นเตรียมผู้เรียน(Warm-up) ทบทวนสิ่งที่เรียนมา(Whole Class Teaching) ขั้นกิจกรรมกลุ่มย่อย เพื่อเรียนรู้ร่วมกันครูและนักเรียน ขั้นกิจกรรมเดี่ยว(Seat Work) เพื่อฝึกทักษะ ทบทวนการเรียนรู้ และได้ข้อมูลเกี่ยวกับตนเอง

ระยะที่ 3 ทดลองใช้และปรับปรุงโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

โปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ถูกนำไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย สรุปได้ว่าโปรแกรมฯ นี้สามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กลยุทธ์บูรณาการไปสู่نامธรรมชาติ (CRA) เพื่อพัฒนาทักษะและความรู้ความสามารถด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ตามข้อบกพร่องที่วินิจฉัยพบ และเป็นไปตามตารางเรียนที่ได้ทำการตกลงนัดหมายกันเป็นรายบุคคล สอดคล้องกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ (Adaptive Learning) ซึ่งเมื่อประเมินผลความก้าวหน้าของนักเรียน ก่อนและหลังการเข้าร่วมโปรแกรม สรุปเป็นค่าประสิทธิภาพโปรแกรมได้เท่ากับ 81.40 / 86.80 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้หมายความว่า กระบวนการ (E1) เท่ากับ 81.40 และมีประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E2) เท่ากับ 86.80 ค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness index : EI) ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ก่อนและหลังเรียนรู้ในโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน เท่ากับ 0.78 แสดงว่านักเรียนมีความสามารถเพิ่มขึ้น คิดเป็นร้อยละ 78 สอดคล้องกับ ไสร์จจะ มีทรัพย์มัน (2563) พัฒนาโปรแกรมสร้างเสริมการดูแลสุขภาพและความปลอดภัยสำหรับเด็กที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาในชั้นเรียนร่วม จำนวน 6 คน ผลการศึกษาพบว่า โปรแกรมมีประสิทธิภาพ 87.34/89.11 และมีค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.69 แสดงว่า เด็กที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาทั้ง 6 คน มีความก้าวหน้าในการเรียนทุกคน มีความสามารถในการเรียนรู้และปฏิบัติตามกิจกรรมที่สร้างขึ้นตามศักยภาพของตนเอง สรุปได้ว่า นักเรียนที่เข้าร่วมโปรแกรม จะได้รับการเรียนรู้ที่ส่งผลให้มีความก้าวหน้าทางการเรียน และการที่ใช้วิธีการสอน หรือ

กลยุทธ์ที่เหมาะสมกับนักเรียนที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ จะยิ่งทำให้มีพัฒนาการในการเรียนมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะเรื่องที่นักเรียนพบปัญหาในด้านการเรียนหากได้วิเคราะห์นักเรียนเป็นรายบุคคล และแก้ปัญหาตรงกับจุดที่บกพร่องในลักษณะของการวินิจฉัยข้อบกพร่องจากนั้นจัดการเรียนรู้ที่ตรงกับความสามารถในการรับรู้ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ที่ประสบความสำเร็จจากการเรียนรู้ด้วยสื่อการเรียนรู้สามมิติ ที่เป็นรูปธรรม สอดคล้องกับ Dyson et al. (2018) ที่วิจัยเพื่อสร้างความเข้าใจในการเรียนเรื่องเศษส่วน หัวข้อ เศษส่วนที่เท่ากัน การดำเนินการของเศษส่วน สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาด้านคณิตศาสตร์ระดับชั้น ป.6 โดยใช้สื่อการสอนเป็นภาพเส้นจำนวน เปรียบเทียบนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนประกอบการใช้สื่อการสอน กับกลุ่มที่เรียนแบบปกติ ผลปรากฏว่านักเรียนกลุ่มทดลองเกิดความคิดรวบยอดเรื่องการคิดคำนวณเศษส่วน ทั้งหลังจบการสอนในทันทีและแม้เวลาผ่านไปก็ยังสามารถทำได้และทำได้ดีกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม แสดงให้เห็นว่า การใช้สื่อการสอนมีส่วนสำคัญในการสร้างความคิดรวบยอดให้กับนักเรียน และยังสอดคล้องกับ Sharp and Shih Dennis (2017) ที่ศึกษาผลของการใช้กลยุทธ์ รูปแบบจำลอง (Model Drawing Strategy : MDS) ในการช่วยเหลือนักเรียนชั้น ป.4 ในเรื่องการเปรียบเทียบส่วนและการเรียงลำดับการแก้ปัญหาคำศัพท์เศษส่วน ซึ่ง MDS นั้น คือ กลยุทธ์การคิดสำหรับแก้ปัญหาคำศัพท์ เน้นการวาดภาพกราฟแท่งเพื่อเป็นตัวแทนของของปัญหาเศษส่วน ผลการทดลองพบว่าชุดรูปแบบการช่วยเหลือนี้มีประสิทธิภาพสำหรับการปรับปรุงการแก้ปัญหาคำเศษส่วนของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ และยังจะคงอยู่หลังจาก 2-4 สัปดาห์ หลังจากการช่วยเหลือ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ Booth et al (2014) ที่กล่าวสรุปว่า การทดสอบปกติใช้ประเมินความสามารถของนักเรียน แต่หลังจากช่วยเหลือนักเรียนโดยใช้กลยุทธ์การแสดงผลภาพแทนจำนวนเศษส่วน นักเรียนจึงสามารถใช้แนวคิดเศษส่วน การเปรียบเทียบและการจัดลำดับเศษส่วน ในรูปแบบนามธรรมได้ จากงานวิจัยข้างต้นสอดคล้องกับแนวคิดของบรูเนอร์ที่มีแนวคิดว่า คนทุกคนจะมีพัฒนาการทางความรู้ความเข้าใจ โดยผ่านกระบวนการ ที่เรียกว่า Acting ,Imaging และ Symbolizing เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องตลอดชีวิต ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบและปรับเหมาะกับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ในลักษณะของการเข้าร่วมโปรแกรม จะสามารถพัฒนานักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีผลการวิจัยที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลเป็นโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์ สามารถนำไปใช้กับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ที่พบ

ปัญหาด้านการเรียนคณิตศาสตร์ ภายใต้การดูแลและช่วยเหลือของครูผู้สอนตลอดการเข้าร่วมโปรแกรมของนักเรียนเป็นรายบุคคล

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ครูผู้สอนควรศึกษาคู่มือการใช้โปรแกรมฯ และเตรียมความพร้อมก่อนการใช้โปรแกรมฯ และในส่วนของกิจกรรมการเรียนรู้จะนำเข้าสู่บทเรียนให้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่นักเรียนพบในปัจจุบัน เชื่อมโยงไปสู่เนื้อหาการเรียนรู้ เพื่อกระตุ้นให้การเรียนรู้จากสิ่งที่นักเรียนคุ้นเคย

2. ครูผู้สอนสามารถนำผลการทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องฯ และผลการเข้าร่วมโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ฯ ไปเป็นข้อมูลประกอบการเขียนแผนการจัดการศึกษาเฉพาะบุคคล (Individual Education Program : IEP) และแผนการสอนเฉพาะบุคคล (IIP : Individual Implementation Plan) ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ของโรงเรียน และเก็บรวบรวมในแฟ้มประวัติและผลงานของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาผลของการใช้โปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ หัวข้อเรื่องอื่น ๆ ที่นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้พบปัญหาในการเรียน เช่น สมการ พหุนาม เป็นต้น

2. ควรศึกษาผลของการใช้โปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่มีการให้ผู้ที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้เข้ามามีบทบาทในการฝึกทักษะ ทำการบ้าน เช่น เพื่อนหรือรุ่นพี่หรือผู้ปกครอง

3. ควรออกแบบการเรียนรู้ให้ผู้เรียน สามารถเรียนรู้ในรูปแบบออนไลน์ เป็นการปรับให้เหมาะสมกับสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา (COVID-19) ที่อาจจะยังไม่คลี่คลาย ไม่มีการเปิดเรียนในรูปแบบปกติ

4. ควรออกแบบการวัดและประเมินผลรายจุดประสงค์ ในแต่ละระดับการเรียนรู้ ในรูปแบบเกมการศึกษา (Game-based Learning :GBL) เช่น Kahoot, Baamboozle, Quiziz , Quizalize เป็นต้น เพื่อสร้างความสนุก เพิ่มความสนใจและความหลากหลายในการวัดและประเมินผลนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้

บรรณานุกรม

- Al Shabibi, A. A., & Alkharusi, H. (2018). Mathematical problem-solving and metacognitive skills of 5th grade students as a function of gender and level of academic achievement. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 13(2), 149-159.
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders : DSM-5* (5th ed). Washington, D.C.: American Psychiatric Association.
- Booth, J. L., Newton, K. J., & Twiss-Garrity, L. K. (2014). The impact of fraction magnitude knowledge on algebra performance and learning. *Journal of Experimental Child Psychology*, 118, 110–118.
- Bouck, E., Satsangi, R., & Park, J. (2018). The Concrete–Representational–Abstract Approach for Students With Learning Disabilities: An Evidence-Based Practice Synthesis. *Remedial and Special Education*, 39(4), 211-228.
- Brookfield, S. (2012). *Teaching for critical thinking : Tools and techniques to help students question their assumptions*. California: Jossey-Bass.
- Brown, F. G. (1970). *Principles of Educational and Psychological Testing*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Bruce, M. E., & Chan, L. K. S. (1991). Reciprocal Teaching and Transenvironmental Programming: A Program to Facilitate the Reading Comprehension of Students with Reading Difficulties. *Remedial and Special Education*, 12(5), 44–53.
- Bryant, B. R., & Bryant, D. P. (2008). Introduction to the Special Series: Mathematics and Learning Disabilities. *Learning Disability Quarterly*, 31(1), 3-8.
- Butler, F., Miller, S., Crehan, K., Babbitt, B., & Pierce, T. (2013). Fraction Instruction for Students with Mathematics Disabilities : Comparing Two Teaching Sequences. *Learning Disabilities Research & Practice*, 18(2).
- Butterworth B, & Kovas Y. (2013). Understanding neurocognitive developmental disorders can improve education for all. *Science*, 340(6130), 5-300.
- Chard, D., & Cibulka, J. G. (2013). The quest for better educators. *Education Next*, 13(4), 50–55.

- Chinn, S. (2014). *The Routledge international handbook of dyscalculia and mathematical learning difficulties*: Routledge.
- Codding, R. S., Burns, M. K., & Lukito, G. (2011). Meta-analysis of mathematic basic-fact fluency interventions: A component analysis. *Learning Disabilities Research and Practice*, 26, 36–47.
- Cook, B. G., Buysse, V., Klingner, J., Landrum, T. J., McWilliam, R. A., Tankersley, M., & Test, D. W. (2014). CEC's standards for classifying the evidence base of practices in special education. *Remedial and Special Education*, 36, 220–234.
- DeSimone, J., & Parmar, R. (2006). Middle School Mathematics Teachers' Beliefs About Inclusion of Students with Learning Disabilities. *Learning Disabilities Research & Practice*, 21(2), 98-110.
- Doabler, C. T., Clarke, B., Kosty, D., Kurtz-Nelson, E., Fien, H., Smolkowski, K., & Baker, S. K. (2019). Examining the Impact of Group Size on the Treatment Intensity of a Tier 2 Mathematics Intervention Within a Systematic Framework of Replication. *Journal of Learning Disabilities*, 52(2), 168–180.
- Dyson, N. I., Jordan, N. C., Rodrigues, J., Barbieri, C., & Rinne, L. (2018). A Fraction Sense Intervention for Sixth Graders With or At Risk for Mathematics Difficulties. *Remedial and Special Education*.
- Fletcher, J. M. (2005). Predicting math outcomes: Reading pre-dictors and comorbidity. *Journal of Learning Disabilities*, 38, 308–312.
- Fries, K., & Riccomini Paul. (2013). *Effectiveness of Mastering Math Facts on Second- and Third-grade Students with Specific Learning Disabilities in Mathematics*: Pro Quest Dissertations and Theses.
- Fuchs, L. S., Fuchs, D., Powell, S. R., Seethaler, P. M., Cirino, P. T., & Fletcher, J. M. (2008). Intensive intervention for students with mathematics disabilities : Seven principles of effective practice. *Learning Disability Quarterly*, 31(2), 79–92.
- Fuchs, L. S., Malone, A. S., Schumacher, R. F., Namkung, J., & Wang, A. (2017). Fraction Intervention for Students With Mathematics Difficulties: Lessons Learned From Five Randomized Controlled Trials. *Journal of Learning Disabilities*, 50(6), 631–639.

- Geary, D. C. (2004). Mathematics and Learning Disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 37(1), 4–15.
- Gersten, R., Chard, D. J., Jayanthi, M., Baker, S. K., Morphy, P., & Flojo, J. (2009). Mathematics Instruction for Students With Learning Disabilities : A Meta-Analysis of Instructional Components. *Review of Educational Research*, 79(3), 1202–1242.
- Hock, M. F., Pulvers, K. A., Deshler, D. D., & Schumaker, J. B. (2001). The Effects of an After-School Tutoring Program on the Academic Performance of At-Risk Students and Students with LD. *Remedial and Special Education*, 22(3), 172–186.
- Hudson, S., Kadan, S., Lavin, K., & Vasquez, T. (2010). Improving basic math skills using technology Available from ERIC. Retrieved from <http://libproxy.lib.ilstu.edu/login?url=https://search-proquest-com.libproxy.lib.ilstu.edu/docview/822506725?accountid=11578>
- Hunt, J. H., & Vasquez, E. (2014). Effects of Ratio Strategies Intervention on Knowledge of Ratio Equivalence for Students With Learning Disability. *The Journal of Special Education*, 48(3), 180–190.
- Ikhwanudin, T., & Suryadi, D. (2018). How Students with Mathematics Learning Disabilities Understands Fraction : A Case from the Indonesian Inclusive School. *International Journal of Instruction*, 11(3), 309-326.
- Ismail, M. B. (1995). Development and Validation of Multicomponent Diagnostic Test of Arithmetic Word Problem Solving Ability for Sixth-Grade Students in Malaysia. *Dissertation Abstracts international*, 55(February), 2356-A.
- Jack M., Fletcher, G., Reid Lyon, Lynn S., Fuchs, & Marcia A. Barnes. (2019). *Learning Disabilities : From Identification to Intervention*. New York: Guilford.
- Karagiannakis G, Baccaglini-Frank A, & Papadatos Y. (2014). Mathematical learning difficulties subtypes classification. *Front. Hum. Neurosci*, 8, 57.
- Kërënghi, S., & Gjoci, P. (2017). Involvement of Algebraic-Geometrical Duality in Shaping Fraction's Meaning and Calculation Strategies with Fractions. *Journal of Educational and Social Research*, 7(1), 151.

- Kim, T. C., Ji, Y., & Lee, B. G. (2013). Evolution to smart learning in public education: A case study of Korean public education. Retrieved from https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-642-37285-8_18.pdf
- Kretlow, A. G., & Helf, S. S. (2013). Teacher implementation of evidence-based practices in Tier 1 : A national survey. *Teacher Education and Special Education*, 36, 167–185.
- Kroesbergen, E. H., Van Luit, J. E. H., & Maas, C. J. M. (2004). Effectiveness of explicit and constructivist mathematics instruction for low-achieving students in the Netherlands. *The Elementary School Journal*, 104, 233–251.
- Lambert Rachel. (2018). Indefensible, Illogical, and Unsupported"; Countering Deficit Mythologies about the Potential of Students with Learning Disabilities in Mathematics. *Education Sciences*, 8.
- Maccini, P., Gagnon, J., Mulcahy, C., & Wright, K. (2013). Mathematics Instruction in US Psychiatric Schools for Secondary Students with Emotional/Behavioural Disorders or Learning Disabilities. *International Journal on School Disaffection*, 10(1), 47-71.
- Mastropieri, M., & Scruggs, T. E. (2010). *The inclusive classroom : Strategies for effective instruction* (4nd ed). Upper Saddle River, N.J.: Pearson Merrill Prentice Hall.
- Mazzocco, M. M., Myers, G. F., Lewis, K. E., Hanich, L. B., & Murphy, M. M. (2013). Limited knowledge of fraction representations differentiates middle school students with mathematics learning disability (dyscalculia) versus low mathematics achievement. *Journal of Experimental Child Psychology*, 115(2), 371–387.
- Miller, S. P., & Hudson, P. J. (2007). Using evidence-based practices to build mathematics competence related to conceptual, procedural, and declarative knowledge. *Learning Disabilities Research and Practice*, 22(1), 47-57.
- Milton, J., Flores, M., Moore, A., Taylor, J., & Burton, M. (2019). Using the Concrete–Representational–Abstract Sequence to Teach Conceptual Understanding of Basic Multiplication and Division. *Learning Disability Quarterly*, 42(2), 32-45.

- Morano, S., & Riccomini, P. J. (2019). Is a Picture Worth 1,000 Words? Investigating Fraction Magnitude Knowledge Through Analysis of Student Representations. *Assessment for Effective Intervention*.
- Mutlu, Y., & Akgun, L. (2019). Using computer for developing arithmetical skills of students with mathematics learning difficulties. *International Journal of Research in Education and Science (IJRES)*, 5(1), 237-251.
- Pamela Moffett, & Patricia Eaton. (2018). The impact of the Promoting Early Number Talk project on the development of abstract representation in mathematics. *European Early Childhood Education Research Journal*, 26, 4.
- Plute, K. (2016). The effects of cognitive strategies paired with hands-on or virtual manipulatives on math instruction for students with mathematical learning disabilities to learn word problem solving skills.
[http://search.ebscohost.com/login.aspx? Direct=true&db=ddu&AN=4DFB62EA9435E550&site=ehost-live](http://search.ebscohost.com/login.aspx?Direct=true&db=ddu&AN=4DFB62EA9435E550&site=ehost-live)
- Powell, S., & Sayeski, K. (2015). Connecting Evidence-Based Practice With Implementation Opportunities in Special Education Mathematics Preparation. *Intervention in School and Clinic*, 51(2), 90-96.
- Powell, S. R. (2011). Solving word problems using schemas: A review of the literature. *Learning Disabilities Research and Practice*, 26, 94–108.
- Rellensmann, J., Schukajlow, S., & Leopold, C. (2017). Make a drawing. Effects of strategic knowledge, drawing accuracy, and type of drawing on students' mathematical modelling performance. *Educ Stud Math*, 95, 53.
- Reysa, A. L. (1996). Error Patterns in Math Computation Among Boys with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder and Learning Disabilities. *Dissertation Abstracts international*, 57, 105-A.
- Riccomini, P., & Witzel, B. S. (2009). *Response to Intervention in Math*: Corwin.
- Roger Charley. (2018). Adaptive learning in the classroom and beyond. Retrieved from <https://edtechnology.co.uk/comments/adaptivelearning-in-the-classroom-and-beyond/>

- Sarah J. Watt, & William J. Therrien. (2016). Examining a Preteaching Framework to Improve Fraction Computation Outcomes Among Struggling Learners, Preventing School Failure. *Alternative Education for Children and Youth*, 60(4), 311-319.
- Shahbari, J. A., & Peled, I. (2017). Modelling in primary school : Constructing conceptual models and making sense of fractions. *International Journal of Science and Mathematics Education* 15(2), 371–391.
- Shanmugavelu, G., Ariffin, K., Vadivelu, M., Mahayudin, Z., & R K Sundaram, M. A. (2020). Questioning Techniques and Teachers' Role in the Classroom. *Shanlax International Journal of Education*, 8(4), 45-49.
- Shaqwana Freeman-Green, Julie Person, & Chris O'Brien. (2018). Mathematics Instruction for Secondary Students With Learning Disabilities in the Era of Tiered Instruction. *Insights on Learning Disabilities : From Prevailing Theories to Validated Practices*, 15(2), 175-194.
- Sharma, M. C. (2015). A window into dyscalculia and other mathematics difficulties. *The Routledge International Handbook of Dyscalculia and Mathematical Learning Difficulties*, 277.
- Shin Mikyung, Bryant Diane, Bryant Brian, Mc Kenna, John, Hou, Min. (2017). Virtual Manipulatives : Tools for Teaching Mathematics to Students With Learning Disabilities. *Intervention in School and Clinic*, 52, 148-153.
- Shin, M., & Bryant, D. (2015). Fraction Interventions for Students Struggling to Learn Mathematics : A Research Synthesis. *Remedial and Special Education*, 36, 374-387.
- Shin, M., & Bryant, D. P. (2017). Improving the Fraction Word Problem Solving of Students With Mathematics Learning Disabilities : Interactive Computer Application. *Remedial and Special Education*, 38(2), 76–86.
- Sindelar, P. T., Brownell, M. T., & Billingsley, B. (2010). Special education teacher education research : Current status and future directions. *Teacher Education and Special Education*, 33, 8–24.

- Singer, F. M., & Voica, C. (2012). A problem-solving conceptual framework and its implications in designing problem-posing tasks. *Educational Studies in Mathematics*, 83(1), 9-26.
- Strickland, T. (2016). Using the CRA-I Strategy to Develop Conceptual and Procedural Knowledge of Quadratic Expressions. *TEACHING Exceptional Children*, 49(2).
- Strickland, T., & Maccini, P. (2010). Strategies for Teaching Algebra to Students With Learning Disabilities: Making Research to Practice Connections. *Intervention in School and Clinic*, 46(1), 38-45.
- Strickland, T., & Maccini, P. (2013). The Effects of the Concrete–Representational–Abstract Integration Strategy on the Ability of Students With Learning Disabilities to Multiply Linear Expressions Within Area Problems. *Remedial and Special Education*, 34(3), 142-153.
- Swanson, H. L., Moran, A., Lussier, C., & Fung, W. (2014). The Effect of Explicit and Direct Generative Strategy Training and Working Memory on Word Problem-Solving Accuracy in Children at Risk for Math Difficulties. *Learning Disability Quarterly*, 37(2), 111–123.
- Thorndike, R. L., & E.P. Hagen. (1969). *Measurement and Evaluation in Psychology and Education*. New York: John Wiley and Sons.
- Witzel, B., & Mize, M. (2018). Meeting the Needs of Students with Dyslexia and Dyscalculia. *SRATE Journal*, 27(1), 31–39.
- Witzel, B. S., Riccomini, P. J., & Schneider, E. (2008). Implementing CRA With Secondary Students With Learning Disabilities in Mathematics. *Intervention in School and Clinic*, 43(5), 270–276.
- กฤษณา ปิ๋วรัมย์. (2550). การพัฒนาชุดเครื่องมือประเมินผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 สำหรับเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ที่เรียนร่วมในโรงเรียน. (ปริญญามหาบัณฑิต สาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กัญญาพัชร คำสะอาด. (2562). การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างภาวะผู้นำทางวิชาการสำหรับครูโรงเรียนขนาดเล็ก สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชายฝั่งร เขต 2. (การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.)). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

- กัญวลัญช์ จิตรดี. (2559). การสร้างแบบทดสอบวินิจัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตัวประกอบของจำนวนนับสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาวิจัย วัดผลและสถิติการศึกษา)). คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- กันยา สัตถาสาธุชนะ. (2555). การพัฒนาโปรแกรมการมีส่วนร่วมของผู้ปกครองโดยใช้กระบวนการกลุ่มสนับสนุนซึ่งกันและกันที่ส่งเสริมพัฒนาการของเด็กในศูนย์พัฒนาเด็กเล็กสังกัดองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น. (วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาปฐมวัย)). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กัลยา วานิชย์บัญชา. (2558). สถิติสำหรับงานวิจัย (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กิตติชัย สุทธาสิโนบล. (2557). สารานุกรมศึกษาศาสตร์ ฉบับที่ 49: หน้า 95-106.
- กุลยา ก่อสุวรรณ. (2553). การสอนเด็กที่มีความบกพร่องระดับเล็กน้อย. กรุงเทพฯ: ศูนย์พัฒนาศักยภาพเด็ก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- กุลลาภรณ์ ชัยอุดมสม. (2560). จิตเวชศาสตร์ *Psychiatry* (พิมพ์ครั้งที่ 2). ขอนแก่น: ภาควิชาจิตเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- จรีลักษณ์ จิรวินบูลย์. (2546). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการอ่านออกเสียงของนักเรียนที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ด้านการอ่านที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมโดยการสอนการเล่นปนเรียน. (ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาพิเศษ). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- จรีลักษณ์ รัตนพันธ์. (2559). ทำอย่างไรเมื่อได้สอนเด็กพิเศษ. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จิรพรรณ สาบุญมา. (2561). ศึกษาผลของโปรแกรมการเรียนรู้โดยประสบการณ์แบบกลุ่มของบิดามารดาต่อพฤติกรรมก้าวร้าวของเด็กสมาธิสั้น. วารสารพยาบาลศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 31(2).
- จิรพันธ์ สาบุญมา. (2561). ผลของโปรแกรมการเรียนรู้โดยประสบการณ์แบบกลุ่มของบิดามารดาต่อพฤติกรรมก้าวร้าวของเด็กสมาธิสั้น. (วิทยานิพนธ์ (พย.ม.)). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จุฑารัตน์ คชรัตน์ และ คณะ. (2561). การพัฒนาโปรแกรมการศึกษาเพื่อสร้างความเป็นพลเมืองดีสำหรับเด็กที่สังกัดโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนเขตพัฒนาพื้นที่พิเศษเฉพาะกิจจังหวัดชายแดนภาคใต้ของจังหวัดสงขลา (รายงานการวิจัย). สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

- จุฬามาศ จันทรศรีสุต. (2557). การพัฒนาระบบการช่วยเหลือนักเรียน โดยใช้ RTI MODEL. วารสารวิจัยและพัฒนาการศึกษาพิเศษ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 3(2), 46-59.
- ฉวีวรรณ ท่าไม้สุข. (2560). การโค้ชแบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์. วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย, 9(1), 172-186.
- ชญาณิน คมพจน์. (2550). ผลของการสอนซ่อมเสริมโดยใช้ทฤษฎีการซ่อมแซมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 จังหวัดสุราษฎร์ธานี. (วิทยานิพนธ์ (ค.ม.)). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชนาภา แสงจาปา. (2551). การศึกษาการใช้คาถาของครูอนุบาลในโรงเรียนสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต (สาขาวิชาการศึกษาระดับปริญญาโท)). คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ชนิดา มิตรานันท์. (2556). การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยด้านการอ่านสำหรับเด็กที่มีปัญหาด้านการอ่านชั้นประถมศึกษาปีที่ 3: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชนาดา เชื้อสุวรรณทวี. (2561). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ *Mathematics instruction*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2560). เทคนิคการสร้างเครื่องมือวิจัย : แนวทางการนำไปใช้อย่างมืออาชีพ. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เชิดวงศ์ หงส์ศรีจินดา. (2557). การพัฒนาระบบจัดการความรู้ส่วนบุคคลที่ใช้สัญญาณการเรียนรู้เพื่อนช่วยเพื่อน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการทำงานวิชาการของนิสิตระดับบัณฑิตศึกษา. (ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- โชติ เพชรชื่น. (2544). แบบทดสอบวินิจฉัย. สารานุกรมศึกษาศาสตร์, 23(7), 11.
- โชติกา หนูพริก. (2559). การประเมินเพื่อการเรียนรู้: การตั้งคำถามและการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อการส่งเสริมการเรียนรู้. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 13(2).
- ทวีศักดิ์ สิริรัตน์เรขา. (2558). มือการดูแลสุขภาพจิตเด็ก กลุ่มปัญหาการเรียน. กรุงเทพฯ: ป๊อปอนด์พับลิชชิง.
- ทวีศักดิ์ สิริรัตน์เรขา. (2561). คู่มือการดูแลสุขภาพจิตเด็ก กลุ่มปัญหาการเรียน (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: พรอสเพอริสพลัส.
- ทศทัศน์ บุญตา. (2560). วารสารจิตวิทยา มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต, 7(1), 14-28.

- ทองใส สามยอด. (2559). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ โดยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสาระการเรียนรู้ภาษาไทยและคณิตศาสตร์. วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ, 10(1).
- ทัศนีย์ สนิธิ. (2550). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติต่อการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้เทคนิคกลุ่มเพื่อนช่วยเพื่อนกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. (ปริญญา นิพนธ์ ครูศาสตร์ มหาบัณฑิต (สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน)). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี.
- ทิตินา เขมณี. (2560). ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 21). กรุงเทพฯ: ด้านสุทธาการพิมพ์.
- ธมนวรรณ ทาแก้ว. (2547). ศึกษาวิจัยเรื่อง การนำเสนอโปรแกรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความรู้ลึกเชิงจำนวนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต ครูศาสตร์ (การศึกษาคณิตศาสตร์)). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นพดล ภูมิสตรี. (2558). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการคูณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6 ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ จากการสอนเสริมโดยใช้วิธีการสอนตรงร่วมกับเทคนิคการคูณแบบแลททิซ.
- นันทวัช ลิทธิรักษ์. (2559). จิตเวช ศิริราช DSM-5 (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ภาควิชาจิตเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2535). การวิจัยเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2553). การวิจัยเพื่อแก้ปัญหาและพัฒนาผู้เรียน (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2560). การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- เบญจพร ปัญญา. (2545). คู่มือช่วยเหลือเด็กบกพร่องด้านการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- ปณิศา จีระพรชัย. (2553). การพัฒนาโปรแกรมสร้างเสริมทักษะการตัดสินใจในการดำเนินด้วยตนเอง สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาคุณวุฒิบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ประพิมพรรณ วิชัย. (2550). ผลการใช้แบบฝึกที่มีต่อทักษะการบวกของนักเรียนที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนพหุปัญญา 2. (รายงานการศึกษาอิสระ. ปรินญา ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย สาขาวิชาหลักสูตรและการสอนการศึกษาพิเศษ). คณะ ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ประสพชัย พสุนนท์. (2558). วารสารสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 18, 375-396.

ผกายมาศ เหมชูเกียรติ. (2557). ผลการใช้ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบเรียนเป็นคู่เรื่อง ทศนิยม และเศษส่วน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (ปริญญานิพนธ์ กศม. (สาขาการ มัธยมศึกษา)). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ผดุง อารยะวิญญู. การวิจัยเพื่อพัฒนานวัตกรรมสำหรับเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้าน คณิตศาสตร์ รายงานการวิจัย. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการศึกษาพิเศษ มหาวิทยาลัยศรีนครินท รวิโรฒ.

ผดุง อารยะวิญญู. (2542). การศึกษาสำหรับเด็กที่มีความต้องการพิเศษ (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: แวันแก้ว.

ผดุง อารยะวิญญู. (2544). เด็กที่มีปัญหาในการเรียนรู้ = *Learning disabilities* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: แวันแก้ว.

ผดุง อารยะวิญญู. (2554). วิธีสอนเด็กแอลดี. กรุงเทพฯ: บริษัท ดีลิงค์ จำกัด.

ผดุง อารยะวิญญู. (2561). ความรู้เกี่ยวกับเด็กแอลดี. กรุงเทพฯ: บริษัท ดีลิงค์ จำกัด.

พงศ์นที สัตยเทวา. (2555). พัฒนาโปรแกรมการจัดการเรียนรู้สุขศึกษาตามแนวคิดการจัดการศึกษา เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนเพื่อเสริมสร้างการคิดเชิงระบบและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.

พรเพชร พิศคำ. (2560). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยและแนวทางแก้ไขข้อบกพร่องในการเรียน คณิตศาสตร์ เรื่อง เมทริกซ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (ปริญญานิพนธ์ การศึกษา มหาวิทยาลัย สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย มหาสารคาม.

- พิชชา แก้วทอง. (2560). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียน
คณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่
ที่ 3 ที่เรียนโดยใช้เทคนิคกลุ่มแบบเพื่อนช่วยเพื่อนกับวิธีสอนแบบเอ็กซ์พลซิทีฟ. (ปริญา
นิพนธ์ คุรุศาสตร มหาบัณฑิต (สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน)). บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี.
- พิชชานันท์ แมคคอร์มิค. (2562). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียน เรื่อง จำนวนและการ
ดำเนินการกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่
การศึกษาประถมศึกษาหนองบัวลำภู เขต 1. วารสารสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัย
ราชภัฏมหาสารคาม, 6(2), 163-176.
- พิมพ์ชนก อุดมผล. (2558). การพัฒนาแอปพลิเคชันบนแท็บเล็ตสำหรับเด็กบกพร่องทางการเรียนรู้
ด้านคณิตศาสตร์. (ปริญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาเทคโนโลยีและสื่อสาร
การศึกษา)). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- พิมลวรรณ จิตโตภาษ. (2559). ผลของการใช้คำถามตามทฤษฎีของบลูม ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์
ของเด็กอายุ 7 ปี. *An Online Journal of Education*, 9(1), 256-267.
- ภูฟ้า เสวกพันธ์. (2562). การศึกษาแบบเรียนร่วม : ปฏิบัติการขั้นสูงในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ:
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มนัสวี มนัสตระกูล. (2561). ผลของการใช้โปรแกรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้าง
การคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. (การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.)).
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- เมธาวี ภูมรินทร์. (2560). วารสารวิจัยและพัฒนาการศึกษาพิเศษ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ,
6(6), 67-76.
- ยุพิน พิพิธกุล และ อรพรรณ ดันบรรจง. (2530). เทคโนโลยีการผลิตสื่อการสอนคณิตศาสตร์ (พิมพ์
ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ระบบบริหารจัดการข้อมูลโรงเรียนเรียนรวม สำนักบริหารงานการศึกษาพิเศษ. (ออนไลน์). สืบค้น
จาก http://www.specialset.bopp.go.th/set_index/.
- ล้วน สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2553). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 11).
กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

- วรารัตน์ วิฑูรากร. (2561). การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสารวิจัยและประเมินผลอุบลราชธานี, 7(1), 40-48.
- วลัยภรณ์ จันทร์สาขา. (2558). การพัฒนาโปรแกรมการส่งเสริมพฤติกรรมการรับมือภัยธรรมชาติ สำหรับเด็กอนุบาลตามแนวคิดแบบจินตนาการ. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- วิชัย วงษ์ใหญ่ และ มารุต พัฒนาผล. (2564). การเรียนรู้แบบปรับได้ *Adaptive Learning*: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วิดา ช่อนคำ. (2551). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา)). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วิโรจน์ สารัตนะ. (2551). การประยุกต์ใช้ Log Frame เพื่อออกแบบโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพบุคลากรทางการศึกษาสู่กรอบแนวคิดเพื่อการวิจัยและพัฒนา. วารสารบริหาร การศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 4(2551), 3-5.
- วิสารัตน์ วงศ์บุรี. (2556). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สาระที่ 4 พีชคณิต เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาด้วยสมการ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ศราวุธ รัตนะ. (2562). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดระยอง ศึกษาศาสตร์วารสาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 3(3).
- ศรียา นิยมธรรม. (2549). ปัญหายุ่งยากทางการเรียนรู้ (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: แวนแก้ว.
- ศรีสุข ชีพพานิชย์. (2553). การใช้รูปจำลองสี่เหลี่ยมจัตุรัสเพื่อสร้างความคิดรวบยอด เรื่อง การคูณ และการหารเศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ กศม. (คณิตศาสตร์)). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ศันสนีย์ ฉัตรคุปต์. (2544). ความบกพร่องในการเรียนรู้หรือแอลดี : ปัญหาการเรียนรู้ที่แก้ไขได้. กรุงเทพฯ: องค์การคำครุสภา.

- ศิวพร กลับผดุง. (2560). การเรียนรู้แบบปรับเหมาะผ่านเว็บเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการคำนวณและความคงทนในการเรียนรู้ของเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้. (ปริญญา นิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (การจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ)). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สถาบันราชานุกูล. (2555). เด็กแอลดี คู่มือสำหรับครู. กรุงเทพฯ: ปิยะนงค์ พับลิชชิ่ง.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 : กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: องค์การค่าของ สกสศ.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2562). การวัดผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 12). กาลสินธุ์: ประสานการพิมพ์.
- สาวิตรี จัยทอง. (2554). การตรวจสอบคุณภาพรูปแบบของชุดเครื่องมือการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (*Generalizability Theory*). (ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา)). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สาวิตรี จัยทอง. (2558). แนวทางการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์สำหรับเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้. วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, 9(3), 121-132.
- สาวิตรี จัยทอง. (2559). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมความสามารถด้านการคำนวณของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ในการเรียนรวมกับนักเรียนปกติที่มีวิธีการเรียนรู้ต่างกัน. (ปริญญานิพนธ์ ปรัชญาดุสิตบัณฑิต (สาขาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร)). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2554). ความรู้พื้นฐานและแนวทางการพัฒนานักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้: กลุ่มการจัดการศึกษาเรียนร่วม สำนักบริหารงานการศึกษาพิเศษ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

สำนักบริหารงานการศึกษาพิเศษ. (2554). เทคนิค วิธีการและสื่อสำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ เล่มที่ 3. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

สำนักบริหารงานการศึกษาพิเศษ. (ออนไลน์). สืบค้นจาก

http://www.specialset.bopp.go.th/set_index/index.php?page=student-special.php

สิริพร ทิพย์คง. (2545). หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์การศึกษา. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.

สิริลักษณ์ โปร่งสันเทียะ. (2550). การพัฒนาโปรแกรมซ่อมเสริมคณิตศาสตร์สำหรับเด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้. (ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. (สาขาการศึกษาพิเศษ)). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สุคนธ์ สินธพานนท์. (2562). หลากหลายวิธีสอน เพื่อพัฒนาคุณภาพเยาวชน. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุจิตรา บุญรอด. (2557). การศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมโดยการใช้ตัวแทนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ กศ.ม.). มหาวิทยาลัยนเรศวร.

สุมานี กลิ่นพูน. (2555). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์ ค.ม. (วิจัยและประเมินผลการศึกษา)). มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

สุรางค์ ไคว่ตระกูล. (2559). จิตวิทยาการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 12). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวิมล ว่องวาณิช. (2562). การวิจัยประเมินความต้องการจำเป็น. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

โสภณ ไทยจีน. (2551). กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเศษส่วน สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์)). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

องอาจ ชีมรัมย์. (2561). การสังเคราะห์งานวิจัย วิชาเอกคณิตศาสตร์ แขนงหลักสูตรและการสอน ระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 11(1), 116-125.

- อดิกันต์ ภูดีทิพย์. (2552). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรมพื้นฐาน 8 ประการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มเพื่อนช่วยเพื่อน. (สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา)). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อดิณุช ทิมวัฒนา. (2548). การพัฒนาการเขียนสะกดคำวิชาภาษาไทยสำหรับเด็กที่มีปัญหาในการเรียนรู้ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. (วิทยานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อดิมา อุ่นจิตร. (2561). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วิทยาลัยนาฏศิลปกาฬสินธุ์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน. วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา, 1(2).
- อนุพร วิชามล. (2560). การตั้งคำถามที่ส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิด. วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น (ฉบับบัณฑิตศึกษา) สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, 5(3), 1-12.
- อรุณ รักธรรม. (2527). หลักมนุษยสัมพันธ์กับการบริหาร (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- อัศรา ประเสริฐสิน. (2563). เครื่องมือการวิจัยทางการศึกษาและสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- อัญชลีพร ลพประเสริฐ. (2559). การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างทักษะปฏิสัมพันธ์ทางสังคมที่เน้นครอบครัวและความหวังและความสุขตามแนวทางรูปแบบพัฒนาการเรียนรู้ *FLASH Model* สำหรับเด็กปฐมวัยที่มีภาวะออทิสซึม. (ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. (การศึกษาพิเศษ)). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- อัมพร ม้าคนอง. (2546). คณิตศาสตร์: การสอนและการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคนอง. (2554). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- อัษณีย์ แดงตี. (2562). การพัฒนาโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มหาวิทยาลัยอิสลามยะลา. วารสาร *AL-NUR* บัณฑิตวิทยาลัย 7(13).
- อารีรัตน์ แสงดาว. (2558). การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสุพรรณบุรี เขต 1. (วิทยานิพนธ์ วท.ม. (สาขาวิชาการศึกษาและประเมินทางการศึกษา)). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อุไร ชีรัมย์. (2563). เทคนิคการประเมินการเรียนรู้ผู้เรียนในศตวรรษที่ 21. วารสารศรีปทุมปริทัศน์ ฉบับมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, 20(1).







ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ
แบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน (ระยะที่ 1)

รศ.ดร.ชานนท์ จันทรา

ความเชี่ยวชาญ คณิตศาสตร์ / หลักสูตรและการสอน
 สถานที่ทำงานปัจจุบัน ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
 วุฒิการศึกษา ศษ.บ. (การสอนคณิตศาสตร์) , วท.ม.(คณิตศาสตร์) ,
 ศษ.ด.(หลักสูตรและการสอน)

รศ.ดร.วิภารัตน์ แสงจันทร์

ความเชี่ยวชาญ คณิตศาสตร์ / หลักสูตรและการสอน
 สถานที่ทำงานปัจจุบัน ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
 วุฒิการศึกษา ศษ.บ. (การสอนคณิตศาสตร์) , วท.ม. (คณิตศาสตร์) ,
 ศษ.ด. (หลักสูตรและการสอน)

อาจารย์ณัฏฐา พะวงษ์

ความเชี่ยวชาญ คณิตศาสตร์
 สถานที่ทำงานปัจจุบัน ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
 วุฒิการศึกษา ศษ.บ. (การสอนคณิตศาสตร์) , วท.ม. (คณิตศาสตร์)

ดร.ปาวริศา สมฤกษ์

ความเชี่ยวชาญ คณิตศาสตร์
 ตำแหน่งปัจจุบัน ครูชำนาญการ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 สถานที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนสารวิทยา สังกัด สพม.2
 วุฒิการศึกษา คบ. (คณิตศาสตร์) , วท.ม. (คณิตศาสตร์ประยุกต์) ,
 พร.ด. (คณิตศาสตร์ประยุกต์)

นางสาวนิภาศิริ ใจชื่น

ความเชี่ยวชาญ คณิตศาสตร์ / วัดและประเมินผลการศึกษา
 ตำแหน่งปัจจุบัน ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์
 สถานที่ทำงาน โรงเรียนสายน้ำผึ้ง ในพระอุปถัมภ์ สังกัด สพม.2
 วุฒิการศึกษา ศษ.บ. (การสอนคณิตศาสตร์) , ศษ.ม.
 (การวัดและประเมินผลการศึกษา)

รายนามผู้เชี่ยวชาญ
ตรวจสอบคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เศษส่วน
สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์

ดร. สาวิตรี จั๊ยทอง

ศึกษานิเทศก์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นนทบุรี เขต 1

วท.บ. (คณิตศาสตร์) กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) พร.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร)

ความเชี่ยวชาญ คณิตศาสตร์ / วัดและประเมินผล

ดร.ชามาศ ดิษฐเจริญ

ศึกษานิเทศก์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 2

ศษ.บ. (คอมพิวเตอร์ศึกษา) กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน) พร.ด.

(การวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์)

ความเชี่ยวชาญ หลักสูตรและการสอน / วิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์

นายพุดพิงศ์ ปรีเปรม

ตำแหน่งปัจจุบัน รองผู้อำนวยการชำนาญการพิเศษ

สถานที่ทำงาน โรงเรียนไตรมิตรวิทยาลัย สังกัด สพม.กท 1 (โรงเรียนต้นแบบการเรียนรวม)

วุฒิการศึกษา คบ. (คณิตศาสตร์) ศษ.ม. (บริหารการศึกษา)

ความเชี่ยวชาญ การสอนคณิตศาสตร์

รายนามผู้เชี่ยวชาญ การสนทนากลุ่ม focus group (ระยะที่ 2)

รศ.ดร.สมหมาย ผิวสอาด

อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ประธานกรรมการสถานศึกษา โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา ๒

วท.บ. (สาขาวิชาเคมี) ,Master of Engineering ,Ph.D. in Engineering

ความเชี่ยวชาญ การบริหารการศึกษา

ดร.สมพร หวานเสรีจ

ผู้อำนวยการศูนย์การศึกษาพิเศษ ส่วนกลาง กรุงเทพมหานคร

ศษ.บ. (การสอนชีววิทยา -คณิตศาสตร์) ศษ.ม. (หลักสูตรและการสอน) ศษ.ด.

(หลักสูตรและการสอน) Special Education (Post doctorate in special education)

ความเชี่ยวชาญ การศึกษาพิเศษ

ดร.สาวิตรี จัยทอง

ศึกษานิเทศก์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นนทบุรี เขต 1

วท.บ. (คณิตศาสตร์) กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) พร.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร)

ความเชี่ยวชาญ คณิตศาสตร์ / วัดและประเมินผล

ดร.ชามาศ ดิษฐเจริญ

ศึกษานิเทศก์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 2

ศษ.บ. (คอมพิวเตอร์ศึกษา) กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน) พร.ด.

(การวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์)

ความเชี่ยวชาญ หลักสูตรและการสอน / วิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์

ดร.ปาวริศา สมฤทธิ์

ตำแหน่งปัจจุบัน ครูชำนาญการ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สถานที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนสารวิทยา สังกัด สพม.กท 2

วุฒิการศึกษา คบ. (คณิตศาสตร์) วท.ม. (คณิตศาสตร์ประยุกต์)

พร.ด. (คณิตศาสตร์ประยุกต์)

ความเชี่ยวชาญ การสอนคณิตศาสตร์

นายพุดพิงศ์ ปรีเปรม

ตำแหน่งปัจจุบัน รองผู้อำนวยการ ชำนาญการพิเศษ
 สถานที่ทำงาน โรงเรียนไตรมิตรวิทยาลัย สังกัด สพม.กท 1
 (โรงเรียนต้นแบบการเรียนรวม)
 วุฒิการศึกษา คบ. (คณิตศาสตร์) ศษ.ม. (บริหารการศึกษา)
 ความเชี่ยวชาญ การสอนคณิตศาสตร์

นางสายชล จันทร์แทน

ตำแหน่งปัจจุบัน ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 สถานที่ทำงาน โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตวิทย์ ๒ สพม.กท2
 (โรงเรียนต้นแบบการเรียนรวม)
 วุฒิการศึกษา คบ. (คณิตศาสตร์)
 ความเชี่ยวชาญ การสอนคณิตศาสตร์

นางสาวอนุสรณ์ หาพิพัฒน์

ตำแหน่งปัจจุบัน ครูชำนาญการ
 สถานที่ทำงาน โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ สพมกท.2
 (โรงเรียนต้นแบบการเรียนรวม)
 วุฒิการศึกษา คบ. (การศึกษาพิเศษ) ศษ.ม. (จิตวิทยาครูการศึกษาพิเศษ)
 ความเชี่ยวชาญ การศึกษาพิเศษ

ผู้จัดบันทึก (Note Taker) นางสาวกนกวรรณ กันทะกัน

ครูพี่เลี้ยงเด็กพิการ โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตวิทย์ ๒ สพม.กท2
 (โรงเรียนต้นแบบการเรียนรวม)

ผู้ช่วยทั่วไป (Assistant) นางสาวศศิธร แสงเภา

ครูชำนาญการ โรงเรียนวัดนิเทศ จังหวัดปทุมธานี

รายนาม ผู้ให้สัมภาษณ์การทดลองใช้โปรแกรมการจัดการเรียนรู้ (ระยะที่ 3)

ดร.ชามาศ ดิษฐเจริญ

ตำแหน่ง ศึกษานิเทศก์
 สถานที่ทำงาน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 2
 ความเชี่ยวชาญ หลักสูตรและการสอน / วิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์

ว่าที่ร้อยตรีณรงค์ ประจวบวัน

ตำแหน่ง ผู้อำนวยการโรงเรียน
 สถานที่ทำงาน โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา ๒ สพม.ภท2
 (โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม)

ความเชี่ยวชาญ การบริหารการศึกษา/ การนิเทศการศึกษา

นางสายชล จันทร์แทน

ตำแหน่งปัจจุบัน ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 สถานที่ทำงาน โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา ๒ สพม.ภท2
 (โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม)

ความเชี่ยวชาญ การสอนคณิตศาสตร์

นางปอแก้ว ครุฑนาค

ตำแหน่งปัจจุบัน ครูชำนาญการ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 สถานที่ทำงาน โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา ๒ สพม.ภท2
 (โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม)

ความเชี่ยวชาญ การสอนคณิตศาสตร์

นายสุพกิจ โชติพนิชเศรษฐ์

ตำแหน่งปัจจุบัน ครูผู้ช่วย กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 สถานที่ทำงาน โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา ๒ สพม.ภท2
 (โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม)

ความเชี่ยวชาญ การสอนคณิตศาสตร์

นางสาวกนกวรรณ กรรณทะกรรณ

ครูพี่เลี้ยงนักเรียนพิการเรียนรวม สพม.กท2

สถานที่ทำงาน โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตวิทย์ ๒ สพม.กท2
(โรงเรียนต้นแบบการเรียนรวม)

ความเชี่ยวชาญ การดูแลนักเรียนพิการเรียนรวม





ภาคผนวก ข

หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ

ตัวอย่างหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ ระยะที่ 1

ที่ อว 8718/2412



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

1 ธันวาคม 2563

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณะบดีคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (บางเขน)

เนื่องด้วย นางปอแก้ว ครุฑนาค นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ในโรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้” โดยมี อาจารย์ ดร.พมลา บุญญาญจน์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิดา มิตรานันท์ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

ในการนี้ นิสิตขอเรียนเชิญ รองศาสตราจารย์ ดร.ชานนท์ จันทรา เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบทดสอบวินิจฉัย และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภารัตน์ แสงจันทร์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจ 1) แบบทดสอบวินิจฉัย 2) แผนการจัดการเรียนรู้ และ 2) สื่อการเรียนรู้ ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับบุคลากรของท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาบุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางปอแก้ว ครุฑนาค และขอขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

รักษาราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 061 820 3994

ที่ อว 8718/2412



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

1 ธันวาคม 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

เนื่องด้วย นางปอแก้ว ครุฑนาค นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ในโรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม” โดยมีอาจารย์ ดร.ทมล บุญกาญจน์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิดา มิตรานันท์ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

ในการนี้ นิสิตขอเรียนเชิญ อาจารย์ณัฏฐกมล พะวงษ์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบวิทยานิพนธ์ ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับบุคลากรของท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาบุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางปอแก้ว ครุฑนาค และขอขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

รักษาราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 061 820 3994

ที่ อว 8718/2412



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

1 ธันวาคม 2563

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสายน้ำผึ้ง ในพระอุปถัมภ์

เนื่องด้วย นางปอแก้ว คุรฑนาถ นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาการศึกษาพิเศษ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ในโรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม” โดยมีอาจารย์ ดร.พมลา บุญญาญจน์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิดา มิตรานันท์ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

ในการนี้ นิสิตขอเรียนเชิญ นางสาวนิภาศิริ ใจชื่น ครูชำนาญการพิเศษ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบทดสอบวินิจฉัย ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับบุคลากรของท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาบุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางปอแก้ว คุรฑนาถ และขอขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 061 820 3994

ที่ อว 8718/2412



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

1 ธันวาคม 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญและเข้าร่วมสนทนากลุ่ม (Focus group)

เรียน ผู้อำนวยการสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2

เนื่องด้วย นางปอแก้ว ครุฑนาค นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ในโรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้” โดยมี อาจารย์ ดร.พมลา บุญกาญจน์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิดา มิตรานันท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ นิสิตขอเรียนเชิญ ดร.ชามาศ ดิษฐเจริญ ศึกษานิเทศก์ชำนาญการ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ และ 2) สื่อการเรียนรู้ และเข้าร่วมสนทนากลุ่ม (Focus group) หัวข้อเรื่อง “โปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้” ในวันที่ 30 มกราคม 2564 เวลา 13.30 - 15.30 น. ณ สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับบุคลากรของท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาบุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญและเข้าร่วมสนทนากลุ่ม (Focus group) ตามวัน เวลา ดังกล่าว และขอขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 061 820 3994

ตัวอย่าง หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ ระยะที่ 2

ที่ อว 8718/1003



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

11 พฤษภาคม 2564

เรื่อง ขออนุมัติขอความเห็นชอบบุคลากรในสังกัดเข้าร่วมสนทนากลุ่ม (Focus group)

เรียน อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

เนื่องด้วย นางปอแก้ว ครุฑนาค นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาการศึกษาพิเศษ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ในโรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้” โดยมีอาจารย์ ดร.พมลา บุญญาญจน์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิดา มิตรานันท์ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

ในการนี้ นิสิตขอเรียนเชิญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมหมาย ผิวสะอาด เข้าร่วมสนทนากลุ่ม (Focus group) หัวข้อเรื่อง “โปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้” ในวันที่ 21 พฤษภาคม 2564 เวลา 09.00 น. ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับบุคลากรของท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขออนุมัติขอความเห็นชอบบุคลากรในสังกัดเข้าร่วมสนทนากลุ่ม (Focus group) ให้นางปอแก้ว ครุฑนาค และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 061 820 3994

ที่ อว 8718/999



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

11 พฤษภาคม 2564

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เชิญบุคลากรในสังกัดเข้าร่วมสนทนากลุ่ม (Focus group)

เรียน ผู้อำนวยการศูนย์การศึกษาพิเศษส่วนกลาง กรุงเทพมหานคร

เนื่องด้วย นางปอแก้ว ครุฑนาค นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาการศึกษาพิเศษ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ในโรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้” โดยมีอาจารย์ ดร.พมลา บุญญาญจน์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิดา มิตรานันท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ ดร.สมพร หวานเสร็จ เข้าร่วมสนทนากลุ่ม (Focus group) หัวข้อเรื่อง “โปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้” ในวันที่ 21 พฤษภาคม 2564 เวลา 09.00 น. ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับบุคลากรของท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดเข้าร่วมสนทนากลุ่ม (Focus group) ให้นางปอแก้ว ครุฑนาค และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 061 820 3994

ที่ อว 8718/999



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

11 พฤษภาคม 2564

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เชิญบุคลากรในสังกัดเข้าร่วมสนทนากลุ่ม (Focus group)
เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา ๒

เนื่องด้วย นางปอแก้ว ครูชานาค นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาการศึกษาพิเศษ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ในโรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้” โดยมีอาจารย์ ดร.ทมล ปัญญาญจน์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิดา มิตรานันท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ นางสาวชล จันทรแทน ครูชำนาญการพิเศษ เข้าร่วมสนทนากลุ่ม (Focus group) หัวข้อเรื่อง “โปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้” ในวันที่ 21 พฤษภาคม 2564 เวลา 13.00 น. - 16.00 น. ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับบุคลากรของท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดเข้าร่วมสนทนากลุ่ม (Focus group) ให้นางปอแก้ว ครูชานาค และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 061 820 3994

หนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูล



ตัวอย่าง หนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูล ระยะที่ 1

ที่ ศธ ๐๔๒๓๑/ว ๔๔๖๕

โรงเรียนศึกษาธิการ
1192
18 ต 63

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต ๑
อาคารหอประชุมพญาไท ซอยศรีอยุธยา ๕
ถนนศรีอยุธยา เขตราชเทวี กรุงเทพฯ ๑๐๔๐๐
๑๗ ธันวาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียน

อ้างถึง หนังสือบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ อว ๘๗๑๘๘/๒๕๖๓ ลงวันที่ ๒ ธันวาคม ๒๕๖๓

สิ่งที่ส่งมาด้วย รายชื่อโรงเรียนสำหรับการเก็บข้อมูลวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้อนุมัติให้ นางปอแก้ว ครุฑนาค นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาการศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ในโรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม" และขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลสำหรับการวิจัยในโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนแบบดังกล่าว มายังสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา

ในการนี้ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต ๑ เห็นว่าการวิจัยข้างต้น เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้าและพัฒนาการจัดการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ จึงขอความอนุเคราะห์ให้โรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนแบบเรียนรวม ตามรายชื่อโรงเรียนในสิ่งที่ส่งมาด้วยดังกล่าว ได้ให้ข้อมูลประกอบการวิจัย เพื่อเป็นประโยชน์ในอนาคตต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและพิจารณาดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ
นางสาว รุ่งโรจน์
(นายถนอม บุญโต)

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียน
☐ เพื่อใช้เพื่อทราบและพิจารณา
☒ เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย
☐ อื่นๆ
ลงชื่อ...
๑๘ ธ.ค. ๖๓

เรียนสสจ. จังหวัดสุพรรณบุรี
เห็นควรมอบ / แจ้ง...
ลงชื่อ...
๑๘ ธ.ค. ๖๓

รองผู้อำนวยการสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต ๑
ปฏิบัติราชการแทนผู้อำนวยการสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต ๑

-ขอใบรายการให้โอน
๑๘ ธ.ค. ๖๓
กลุ่มนิเทศ ติดตามและประเมินผลการจัดการศึกษา
โทร ๐๖๔ ๕๔๕๔ ๕๔๕๕ (สน. ก่อการ ไชยสงคราม)

☒ ทราบ ☒ ดำเนินการตามเสนอ
☐ อื่นๆ
ลงชื่อ...
(นายวิชาญ วัฒนกิจ)
ผู้อำนวยการโรงเรียนศึกษาธิการ
๑๘ ธ.ค. ๖๓

หนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูล ระยะที่ 3

ร.ร. น.ร.ส.ว.๓
 เลขที่ ๙๙๙
 วันที่ 28/11/25
 เวลา 11.58
 รหัสแฟ้ม 8-4-8



ที่ อว 8718/1114

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
 เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

27 พฤษภาคม 2564

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา ๒

เนื่องด้วย นางปอแก้ว ครุฑนาค นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ในโรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้” โดยมีอาจารย์ ดร.ชลลดา บุญกาญจน์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิดา มิตราพันธ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ นิสิตขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูล โดยใช้ 1) แบบทดสอบระดับความสามารถทางสติปัญญา (IQ) 2) แบบทดสอบความรู้พื้นฐานด้านคณิตศาสตร์ 3) ทดสอบความรู้พื้นฐาน เรื่อง เศษส่วน 4) แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่อง ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน และ 5) แบบสอบถาม เรื่อง ข้อมูลพื้นฐานของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2564 กับ นักเรียนระดับชั้น มัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ปีการศึกษา 2564 ทุกคน เพื่อเป็นข้อมูลในการวิจัย และขอใช้สถานที่โรงเรียนของท่าน ระหว่างเดือนมิถุนายน 2564 ถึงเดือนกรกฎาคม 2564 ทั้งนี้ นิสิตจะเป็นผู้ประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียน จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาขอความอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ผู้เรียน
 (นางสาวศิริวรรณ กล้าทวี)
 รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารทั่วไป
 โทร. 0 2649 5064
 4/2/64

ขอแสดงความนับถือ
 ศิริวรรณ อ.
 (รองศาสตราจารย์ นายแพทย์อัครชัย เอกปัญญาสกุล)
 รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
 โทร. 0 2649 5064
 (นายสุรศักดิ์ นิ่มนวล)
 รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ
 1- มิ.ย. 2564

ผู้รับ
 (นางสาวศิริวรรณ กล้าทวี)
 รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารทั่วไป
 โทร. 0 2649 5064
 4/2/64

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 09-820 3994

(นางสาวศิริวรรณ กล้าทวี)
 ผู้อำนวยการโรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา ๒
 31 พ.ค. 2564



ภาคผนวก ค

หนังสือรับรองการขอจริยธรรมในมนุษย์

MF-04-version-2.0

วันที่ 18 พ.ค. 61



**หนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัยของข้อเสนอการวิจัย
เอกสารข้อมูลคำอธิบายสำหรับผู้เข้าร่วมการวิจัยและยินยอม**

หมายเลขข้อเสนอการวิจัย SWUEC-G- 293/2563E

ข้อเสนอการวิจัยนี้และเอกสารประกอบของข้อเสนอการวิจัยตามรายการแสดงด้านล่าง ได้รับการพิจารณาจาก คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒแล้ว คณะกรรมการฯ มีความเห็นว่าข้อเสนอการวิจัยที่จะดำเนินการมีความสอดคล้องกับหลักจริยธรรมสากล ตลอดจนกฎหมาย ข้อบังคับและ ข้อกำหนดภายในประเทศ จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยตามข้อเสนอการวิจัยนี้ได้

ชื่อโครงการวิจัยเรื่อง: การพัฒนาโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ในโรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม

ชื่อผู้วิจัยหลัก: นาง ปอแก้ว คุรุทนามาศ

สังกัด: คณะศึกษาศาสตร์

เอกสารที่รับรอง:

1. แบบเสนอโครงการวิจัย
2. โครงการวิจัย
3. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย
4. หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

เอกสารที่พิจารณาพบทวน

- | | |
|---|--|
| 1. แบบเสนอโครงการวิจัย | ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 30 พฤศจิกายน 2563 |
| 2. โครงการวิจัย | ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 30 พฤศจิกายน 2563 |
| 3. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย | ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 30 พฤศจิกายน 2563 |
| 4. หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย | ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 30 พฤศจิกายน 2563 |

(ลงชื่อ) _____

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. หันตแพทย์หญิงณปภา เอี่ยมจิตรกุล)

กรรมการและเลขานุการคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

(ลงชื่อ) _____

(แพทย์หญิงสุวิพร ภักธสุวรรณ)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

หมายเลขรับรอง : SWUEC/E/G-293/2563

วันที่ให้การรับรอง : 30/11/2563

วันหมดอายุใบรับรอง : 30/11/2564

ภาคผนวก ง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- ตัวอย่างคู่มือการใช้โปรแกรมฯ
- ตัวอย่างแบบทดสอบวินิจัยฯ
- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้
- ตัวอย่างแบบฝึกหัด
- ตัวอย่างแบบทดสอบจุดประสงค์
- ตัวอย่างสื่อการเรียนรู้

ตัวอย่างคู่มือการใช้โปรแกรมฯ



คู่มือการใช้โปรแกรม

โปรแกรมการจัดการเรียนรู้
ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน
สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้

PORKAEW 2564



คำนำ

คู่มือการใช้โปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่มีจุดประสงค์ในการพัฒนานักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยการค้นหาจุดบกพร่อง จากการวินิจฉัยความสามารถด้านคณิตศาสตร์ และพัฒนาความสามารถในจุดที่นักเรียนบกพร่องนั้น ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นรายบุคคล ใช้กลยุทธ์การสอน CRA (Concrete Representation Abstract) เนื่องจากพบปัญหาการไม่ประสบความสำเร็จทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ที่มีสาเหตุจากการไม่มีความรู้พื้นฐานและได้รับการสอนที่ไม่ตอบสนองต่อการเรียนรู้ ประกอบกับธรรมชาติวิชาคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อน ยากต่อการเข้าใจ ความสับสนในการเรียนรู้ ใช้เวลาในการเรียนรู้นานกว่าเพื่อนวัยเดียวกัน ถึงแม้ว่านักเรียนมีระดับความสามารถทางสติปัญญา (IQ) ปกติหรือสูงกว่าปกติ สามารถเข้าศึกษาในระบบโรงเรียนเรียนรวมตามปกติ

การช่วยเหลือนักเรียนที่บกพร่องทางการเรียนรู้ ในส่วนที่ตรงกับความต้องการจำเป็นพิเศษของนักเรียน จะส่งผลต่อพัฒนาการเรียนรู้และเกิดประโยชน์สูงสุดกับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ในการพัฒนาทักษะการคิดคณิตศาสตร์ระดับพื้นฐานซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับสูงต่อไป

คู่มือการใช้โปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ฉบับนี้ ประกอบด้วยรายละเอียดของโปรแกรม ดังนี้ 1) ลักษณะของโปรแกรม 2) จุดประสงค์ของโปรแกรม 3) การเตรียมห้องเรียนและอุปกรณ์ สื่อและเอกสารประกอบการเรียนรู้ 4) บทบาทของผู้เข้าร่วมโปรแกรม 5) โครงการจัดการเรียนรู้ 6) เนื้อหาการเรียนรู้ในโปรแกรม 7) การตัดสินผลการเรียนรู้ 8) แผนการจัดการเรียนรู้ (ตัวอย่าง) 9) สื่อการเรียนรู้ (ตัวอย่าง) และ 10) เครื่องมือวัดและประเมินผล (ตัวอย่าง)

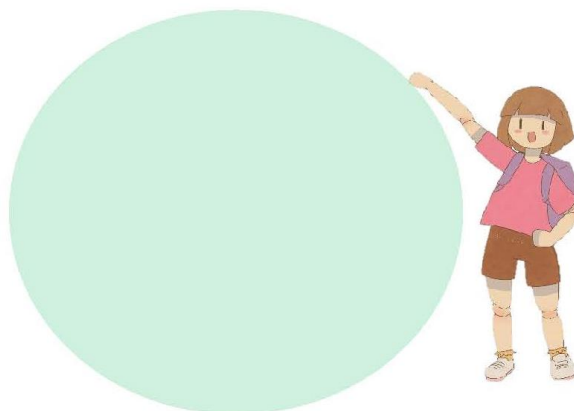
ผู้พัฒนาโปรแกรมหวังเป็นอย่างยิ่งว่า โปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ นี้ จะช่วยพัฒนาการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ให้กับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ได้ตรงตามจุดประสงค์

ปอแก้ว ครูฑานาค

ผู้พัฒนาโปรแกรม

สารบัญ

- คำนำ	1
- สารบัญ	2
- ลักษณะของโปรแกรม	3
- จุดประสงค์ของโปรแกรม	4
- การจัดเตรียมห้องเรียน	5
- บทบาทของผู้เข้าร่วมโปรแกรม	6
- เนื้อหาที่จัดการเรียนรู้ในโปรแกรม	7
- โครงการจัดการเรียนรู้	9
- การตัดสินผลการเรียนรู้	14
- แบบสรุปการเข้าร่วมกิจกรรม	15
- แผนภาพโปรแกรม	16
- แผนการจัดการเรียนรู้ (ตัวอย่าง)	19
- สื่อการเรียนรู้ (ตัวอย่าง)	28
- เครื่องมือวัดและประเมินผล (ตัวอย่าง)	29



คู่มือการใช้โปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

การจัดเตรียมห้องเรียน

การจัดเตรียมห้องเรียนและอุปกรณ์ สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ที่เหมาะต่อการเรียนรู้เป็นรายบุคคล โดย จัดบรรยากาศและสิ่งแวดล้อมในรูปแบบที่เหมาะสมกับการเรียนรู้ จัดวางโต๊ะ เก้าอี้ พร้อมใช้งานอย่างสะดวกสบาย สะอาด ถูกสุขลักษณะ ปลอดภัย อากาศถ่ายเท แสงสว่างเพียงพอ มีโต๊ะจัดวางอุปกรณ์เครื่องเขียน สื่อการเรียนรู้ เอกสาร สบเจียบ ไม่มีสิ่งรบกวนสมาธิ เป็นต้น

แบบตรวจสอบความพร้อมของสถานที่เรียนรู้ สำหรับผู้รับผิดชอบนักเรียนเข้าร่วมโปรแกรม ให้แสดงเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องสี่เหลี่ยม หนัารายการตรวจสอบ หากจัดสถานที่ได้ตรงกับข้อความที่กำหนด

รายการตรวจสอบ	
การจัดบรรยากาศในรูปแบบที่เหมาะสมกับการเรียนรู้รายบุคคล	
☐	จัดวางโต๊ะและเก้าอี้ สำหรับนักเรียนและครู
☐	จัดให้นักเรียนนั่งในตำแหน่งที่ไม่สามารถมองเห็น สิ่งที่จะดึงดูดความสนใจจากภายนอกห้องเรียน ขณะเรียนรู้ในห้องเรียน
☐	จัดโต๊ะสำหรับวางอุปกรณ์เครื่องเขียน สื่อการเรียนรู้ และเอกสาร
☐	เตรียมอุปกรณ์เครื่องเขียน สื่อการเรียนรู้และเอกสาร พร้อมใช้งาน
☐	จัดวางอุปกรณ์เครื่องเขียน สื่อการเรียนรู้และเอกสารอย่างเป็นระเบียบ สะดวกต่อการใช้งาน
☐	ห้องเรียนสะอาด ถูกสุขลักษณะ
☐	อากาศในห้องเรียนถ่ายเทได้ดี ไม่มีกลิ่นรบกวน อุณหภูมิเหมาะสม
☐	ห้องเรียนมีแสงสว่างเพียงพอ
☐	สบเจียบ ไม่เสียงรบกวนสมาธิ



แบบสรุปผลการเข้าร่วมกิจกรรม “จัดรัสเศษส่วน”

ชื่อ-สกุล ชื่อเล่น ชั้น

เรื่องที่	เนื้อหา ในแต่ละ Level	คะแนน	ร้อยละ	ระดับ ผลการเรียนรู้	ประเมินผล ผ่าน/ไม่ผ่าน Level
1	นิยามเศษส่วน				☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
2	การเปรียบเทียบ เศษส่วน				☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
3	การบวกลบเศษส่วน กรณี ตัวส่วนเท่ากัน				☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
4	การบวกลบเศษส่วน กรณี ตัวส่วนไม่เท่ากัน				☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
5	การคูณเศษส่วน				☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
6	การหารเศษส่วน				☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง



ตัวอย่าง แบบทดสอบวินิจฉัยฯ

แบบทดสอบความรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์

เรื่อง เศษส่วน

ชื่อ-สกุล ชื่อเล่น

ชั้น เลขที่

แบบทดสอบความรู้พื้นฐาน
เรื่อง เศษส่วน

คำชี้แจง แบบทดสอบ เรื่อง เศษส่วน เป็นแบบปรนัย จำนวน 50 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที
คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้อง

จุดประสงค์ ข้อ 1 นักเรียนสามารถบอกได้ว่าเศษส่วนใดแทนภาพที่กำหนดให้

1) จากภาพ  ส่วนที่แรเงา แสดงปริมาณเป็นเศษส่วนได้เท่าใด

1. $\frac{2}{1}$

2. $\frac{1}{3}$

3. $\frac{1}{2}$

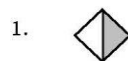
4. $\frac{2}{3}$

จุดประสงค์ ข้อ 2 นักเรียนสามารถบอกได้ว่าภาพใด แทนเศษส่วนที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง

2) เศษส่วนในข้อใด ส่วนที่แรเงาแสดงปริมาณเท่ากับ $\frac{3}{5}$



3) เศษส่วนในข้อใด มีค่า ไม่เท่ากับ $\frac{1}{2}$





ตัวอย่าง แผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เศษส่วน



สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้

PORKAEW 2564

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

การบวกเศษส่วน
กรณีตัวส่วนไม่เท่ากัน

การจัดการเรียนรู้ เรื่อง เศษส่วน **ระดับ 4**
การดำเนินการของเศษส่วน

สำหรับ

นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

(บทพร้อมทางการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

การบวกเศษส่วน กรณีตัวส่วนไม่เท่ากัน

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เศษส่วน ระดับ 4

การดำเนินการของเศษส่วน

กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์

- ผู้เรียน : นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ จำนวน 1 คน
- ผู้สอน : ครูคณิตศาสตร์หรือครูการศึกษาพิเศษ
- กลยุทธ์การสอน : CRA : Concrete Representation Abstract
(รูปธรรมนำไปสู่นามธรรม)
- เวลาเรียน : 40 นาที
- สถานที่เรียน : ห้องสอนเสริมทักษะวิชาการ

แผนการจัดการเรียนรู้ 6

เรื่อง การบวกเศษส่วน กรณีตัวส่วนไม่เท่ากัน

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เศษส่วน ระดับ 4

การดำเนินการของเศษส่วน (การบวกเศษส่วน กรณีตัวส่วนไม่เท่ากัน)

กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์

เวลาเรียน 40 นาที

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K) เพื่อให้นักเรียนสามารถ

- หาผลบวกของเศษส่วนแท้กับเศษส่วนแท้
- หาผลบวกของเศษส่วน กรณีตัวส่วนไม่เท่ากัน

ด้านทักษะ / กระบวนการ (P) เพื่อให้นักเรียนสามารถ

- ทำกิจกรรม เพื่อหาผลบวกของเศษส่วนแท้กับเศษส่วนแท้
- มีทักษะการตอบคำถาม ให้เหตุผลของคำตอบ การสื่อสาร/สื่อความหมาย

ด้านทัศนคติ (A)

- มีพฤติกรรมที่พึงประสงค์ เข้าชั้นเรียนตรงเวลา รู้หน้าที่ มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย

- มีพฤติกรรม การร่วมมือในการทำกิจกรรม และมุ่งมั่นในการหาคำตอบ

สาระการเรียนรู้

- การบวกลบเศษส่วน กรณีตัวส่วนไม่เท่ากัน 2 จำนวน

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ความสามารถในการสื่อสาร
- ความสามารถในการคิด
- ความสามารถในการแก้ปัญหา
- ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- ความซื่อสัตย์สุจริต
- ความมีวินัย
- ความใฝ่เรียนรู้
- ความมุ่งมั่นในการทำงาน

กระบวนการจัดการเรียนรู้ (เทคนิคการสอน CRA)

กระบวนการจัดการเรียนรู้ จัดตามผลการวินิจฉัยข้อบกพร่องที่พบ

ผลการวินิจฉัย ข้อบกพร่อง กรณีที่ 1 นักเรียนนำตัวเศษมาบวกกันและนำตัวส่วนมาบวกกัน

กระบวนการจัดการเรียนรู้
(เทคนิคการสอน CRA ร่วมกับเทคนิคการตั้งคำถาม)

กิจกรรมนำเข้าสู่การเรียนรู้ (ขั้นนำ)

1. ทบทวนความหมายของเศษส่วน

ครูอ่านโจทย์เศษส่วน 1 จำนวน

ให้นักเรียนหยิบสื่อการเรียนรู้ จัดรูปเศษส่วน ตามที่ครูอ่าน

เช่น ครูอ่านโจทย์เศษส่วน “เศษหนึ่งส่วนสอง”

นักเรียนเลือกภาพสี่เหลี่ยมจัดรูปจำลองแทนเศษส่วน คือ



2. ครูแสดงภาพสี่เหลี่ยมจัดรูปจำลองแทนเศษส่วน 1 หน่วย



แล้วถามนำไปสู่ ภาพที่แสดงค่าของเศษส่วน ในโจทย์คำถาม

เช่น ครูถามนักเรียนว่า ภาพใด แสดงค่าของ เศษหนึ่งส่วนสอง
นักเรียน เลือกภาพ เศษส่วน ที่มีค่า เท่ากับ เศษหนึ่งส่วนสอง



ครูถามนักเรียน ในลักษณะเดียวกันว่า ภาพใด แสดงค่าของ เศษหนึ่งส่วนสาม
นักเรียน เลือกภาพ เศษส่วน ที่มีค่า เท่ากับ เศษหนึ่งส่วนสาม



กิจกรรมพัฒนาการเรียนรู้ (ขั้นสอน)

กิจกรรม 1 เรียนรู้จากการกระทำ (Enactive Stage)

ขั้น C : Concrete การใช้สื่อรูปธรรมแทนจำนวน

ครูอธิบายการบวกเศษส่วน 2 จำนวน (ตัวเศษและตัวส่วนเป็นเลขโดด)

ตัวอย่าง $\frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \square$

$\frac{1}{2} =$  $=$  

จะได้ $\frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{5}{6}$

ครูอธิบายการบวกเศษส่วน พร้อมกับแสดงสื่อการเรียนรู้ จัตุรัสเศษส่วน

ขั้นตอนที่ 1 ใช้สื่อการเรียนรู้ แสดงค่าของเศษส่วน จากเศษส่วน ตัวที่ 1 และตัวที่ 2

1) เศษส่วน ตัวที่ 1

ครู แสดงภาพจำลองสี่เหลี่ยมจัตุรัส แทน จำนวนหนึ่งหน่วย ดังภาพ



จากนั้น แสดงพื้นที่ สีฟ้า เป็นการแบ่งจำนวนหนึ่งหน่วย เป็น $\frac{1}{2}$



นักเรียน แบ่งจำนวนหนึ่งหน่วยเป็น สองส่วน เพื่อแทนจำนวน เศษหนึ่งส่วนสอง
ครู ถามนักเรียนว่า ส่วนที่แบ่งมีขนาดเท่ากันหรือไม่
นักเรียน จะตอบได้ว่า เท่ากัน

2) เศษส่วน ตัวที่ 2

แบ่งจำนวนหนึ่งหน่วย เป็น 3 ส่วน แสดงพื้นที่เศษส่วน เท่ากับ $\frac{1}{3}$

ดังภาพ



ครู แสดงภาพจำลองสี่เหลี่ยมจัตุรัส แทน จำนวนหนึ่งหน่วย ดังภาพ



จากนั้น แสดงพื้นที่ สีส้ม เป็นการแบ่งจำนวนหนึ่งหน่วย เป็น $\frac{1}{3}$



นักเรียน แบ่งจำนวนหนึ่งหน่วยเป็น สองส่วน เพื่อแทนจำนวน เศษหนึ่งส่วนสาม
ครู ถามนักเรียนว่า ส่วนที่แบ่งมีขนาดเท่ากันหรือไม่
นักเรียน จะตอบได้ว่า เท่ากัน

ขั้นตอนที่ 2 เปรียบเทียบ ขนาดของพื้นที่ที่ถูกแบ่ง ของเศษส่วนทั้งสองตัว

ครู ให้นักเรียนเปรียบเทียบ ขนาดของพื้นที่ สีฟ้ากับ สีส้ม ว่าแต่ละชิ้นมีขนาดเท่ากันหรือไม่



นักเรียน พิจารณาเปรียบเทียบ จากขนาดของสื่อการเรียนรู้ แล้วจะตอบว่า ไม่เท่ากัน

ครู ให้นักเรียนหยิบ สื่อการเรียนรู้ กล่องจัดรูปเศษส่วน 1 หน่วย

นักเรียน นำส่วนที่เป็นสีฟ้า และนำส่วนที่เป็นสีส้ม ใส่เรียงในกล่องจัดรูปเศษส่วน

เพื่อแสดงการรวมกัน (บวกกัน) ของเศษส่วนทั้งสอง

ซึ่งนักเรียนจะนำมารวมกันไม่สำเร็จ

เนื่องจากพื้นที่ไม่เท่ากัน จึงนับรวมไม่ได้ และไม่สามารถบอกเป็นจำนวนในรูปเศษส่วนได้

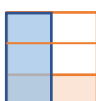
ดังนั้น เราต้องทำให้ทั้งสองสี มีพื้นที่เท่ากันก่อน

ขั้นตอนที่ 3 การทำให้พื้นที่เท่ากัน

นำภาพเศษส่วนทั้งสองซ้อนทับกัน

จะได้ เป็น 6 ส่วนเท่า ๆ กัน ดังภาพ

และชิ้นส่วนที่ซ้อนทับจากทั้งหมด 6 ชิ้นส่วน

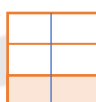


ดังนั้น พื้นที่ จะถูกแบ่งส่วน เป็นดังนี้

ส่วนที่แสดงพื้นที่ $\frac{1}{2}$ จะถูกแบ่ง เป็นสามส่วน จากทั้งหมด หกส่วน จะได้ $\frac{3}{6}$

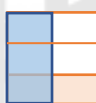


ส่วนที่แสดงพื้นที่ $\frac{1}{3}$ จะถูกแบ่ง เป็นสามส่วน จากทั้งหมด หกส่วน จะได้ $\frac{2}{6}$



นับรวมชิ้นส่วนที่ถูกแบ่งใหม่ จะได้ $2 + 3 = 5$ ส่วน จากทั้งหมด 6 ส่วน

จึงเขียนได้เป็น $= \frac{5}{6}$



ครูกล่าวช้า ให้นักเรียนได้ทบทวนการคิด ของการบวกกันตามวิธีนี้ เปรียบเทียบกับวิธีเดิม

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{5}{6}$$

ซึ่งไม่เท่ากับ $\frac{2}{5}$ ที่นักเรียนเคยตอบในครั้งแรก

ครู ถามนักเรียน กระตุ้นให้นักเรียนคิดทบทวนและกล่าวสรุปความคิดรวบยอด ของขั้นตอนการบวกเศษส่วน ดังนี้

แบ่งส่วนพื้นที่ภาพจำลองสี่เหลี่ยมจัตุรัส เท่ากับตัวตั้ง

แบ่งส่วนพื้นที่ภาพจำลองสี่เหลี่ยมจัตุรัส เท่ากับตัวบวก

นำทั้งสองมาซ้อนทับกัน จะได้ การแบ่งส่วนพื้นที่ ที่เท่ากัน

นับจำนวน พื้นที่ส่วนใหม่ของทั้งสองเศษส่วน จากนั้นจึงนำพื้นที่มารวมกัน เป็นผลบวก

ของเศษส่วน

$$\text{สรุปเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ว่า } \frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{5}{6}$$

กิจกรรม 2 เรียนรู้จากการคิด/สร้างภาพในจินตนาการ (Iconic Stage)

ขั้น R : Representation การใช้ภาพแทนจำนวน

- ครูอธิบายการบวกเศษส่วน ใช้สื่อการเรียนรู้ เป็นการทบทวน , นักเรียนช่วยตอบคำถาม
- นักเรียนวาดภาพสี่เหลี่ยมจัตุรัส แทนเศษส่วนหนึ่งหน่วย แล้วแสดงการบวกเศษส่วน โดยใช้ประสบการณ์จากกิจกรรม 1

ตัวอย่างที่ 2

$$\frac{1}{4} + \frac{2}{3} = \square$$

ขั้นตอนที่ 1 นักเรียนวาดภาพจำลองแสดงค่าของเศษส่วน ตัวที่ 1 และตัวที่ 2
ครูแสดงภาพจำลองสี่เหลี่ยมจัตุรัส แทน จำนวนหนึ่งหน่วย



นักเรียนวาดภาพสี่เหลี่ยมจัตุรัสหนึ่งหน่วย ลงในกระดาษ
ครูแสดงหรือกล่าวโจทย์ เช่น เศษสองส่วนสี่
นักเรียนขีดแบ่งจำนวนหนึ่งหน่วยเป็น สี่ส่วน แล้วแรเงาหรือระบายสีฟ้า
เพื่อแทนจำนวน เศษหนึ่งส่วนสี่

ครูตรวจผลงานการวาดภาพจำลองสี่เหลี่ยมจัตุรัส แทนเศษส่วน $\frac{1}{4}$



โดยให้นักเรียนเปรียบเทียบผลงานการวาดภาพจำลอง กับสื่อการเรียนรู้ จัตุรัสเศษส่วน

ครูแสดงหรือกล่าวโจทย์ ตัวที่ 2 เช่น เศษสองส่วนสาม



ครูแสดงภาพจำลองสี่เหลี่ยมจัตุรัส แทน จำนวนหนึ่งหน่วย

นักเรียนสร้างภาพสี่เหลี่ยมจัตุรัสหนึ่งหน่วย ลงในกระดาษ



นักเรียนขีดแบ่งจำนวนหนึ่งหน่วยเป็น สามส่วน แล้วระบายสีส้ม

เพื่อแทนจำนวน เศษสองส่วนสาม

ครูแสดงภาพจำลองสี่เหลี่ยมจัตุรัส แทนจำนวน ส่วนที่แรเงาสีส้ม

ซึ่งมีค่าเท่ากับ $\frac{2}{3}$ ดังภาพ

นักเรียนขีดแบ่ง ภาพที่วาดแทนเศษหนึ่งส่วนสอง

โดยขีดแบ่งเป็น สามส่วน และระบายสีส้ม สองส่วน

ขั้นตอนที่ 3 นักเรียนหาคำตอบ จากการวิเคราะห์ภาพ

นักเรียนสังเกตและคิดวิเคราะห์สี่เหลี่ยมที่วาดและการแบ่งส่วนตามโจทย์กำหนด เมื่อภาพทั้งสองซ้อนทับกัน จะได้ เป็น 12 ส่วนเท่า ๆ กัน นับชิ้นส่วนที่ระบายสี ได้ทั้งหมด 11 ชิ้นส่วน

$$\text{จะได้} \quad \frac{1}{4} + \frac{2}{3} = \frac{11}{12}$$



กิจกรรม 3 เรียนรู้สัญลักษณ์และนามธรรม (Symbolic Stage)

ขั้น A : Abstract การใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์แทนจำนวน

- นักเรียนฝึกทักษะ
- ครูเป็นผู้ดูแลช่วยเหลือ

- 1) นักเรียนทำกิจกรรม การบวกเศษส่วน ครูผู้สอนเป็นผู้สังเกตการณ์
- 2) นักเรียนทำแบบฝึกหัดด้วยตนเอง โดยรับฟังคำชี้แจงและโจทย์จากครู
- 3) ครูตรวจผลงาน บันทึกคะแนน และให้ข้อมูลย้อนกลับ ปฏิบัติกิจกรรมกระทั่ง ผ่านจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

กิจกรรมรวบยอด (ขั้นสรุป)

ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปกิจกรรมการบวกเศษส่วนด้วยสื่อจตุรัสเศษส่วน

- ครูใช้เทคนิคการถามตอบ ให้นักเรียนทบทวนการปฏิบัติกิจกรรมที่ 1 ใช้สื่อการเรียนรู้ กิจกรรมที่ 2 การเขียนภาพแทนเศษส่วน กิจกรรมที่ 3 ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้โจทย์คำถามข้อเดียวกันทั้งสามกิจกรรม

- ครูเสริมแรงเชิงบวก เช่น กล่าวชมเชยหรือให้รางวัล

- ประเมินการจัดกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมนักเรียน หรืออาจให้นักเรียนบอกความรู้สึกที่ได้ร่วมกิจกรรม

ผลการวินิจฉัย ข้อบกพร่อง กรณีที่ 2

นักเรียนนำตัวเลขมาคูณกันและนำตัวส่วนมาคูณกัน

นักเรียนตอบผิด เนื่องจาก สับสนวิธีการทำตัวส่วนให้เท่ากันด้วยการนำตัวส่วนมาคูณกัน จึงนำตัวเลขมาคูณกันด้วย

เช่น $\frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \square$

จากตัวอย่างนี้ นักเรียนนำ 2 คูณ 3 และนำ 1 คูณ 1 ทำให้คำตอบคือ เศษ 1 ส่วน 6 ซึ่งเป็นคำตอบที่ผิด

ครูจึงต้องอธิบาย การบวกเศษส่วน โดยใช้ขั้นตอน concrete เป็นลำดับแรก

กระบวนการจัดการเรียนรู้
(เทคนิคการสอน CRA ร่วมกับเทคนิคการตั้งคำถาม)

กิจกรรมนำเข้าสู่การเรียนรู้ (ขั้นนำ)

กิจกรรม 1 เรียนรู้จากการกระทำ (Enactive Stage)

ขั้น C : Concrete การใช้สื่อรูปธรรมแทนจำนวน

1. ทบทวนการบวกจำนวนเต็ม

การบวกเศษส่วน

ขั้นตอนที่ 1 ใช้การบวกจำนวนเต็ม 2 จำนวน เปรียบเทียบกับการคูณจำนวนเต็ม 2 จำนวน เพื่อนำไปสู่การบวกและการคูณเศษส่วน

ครู ให้นักเรียน สุ่มเลือกบัตรโจทย์จำนวนเต็ม

ตัวอย่าง นักเรียนเลือก 2 กับ 5

นักเรียนใช้สื่อการเรียนรู้ รูปธรรม เพื่อแสดงการบวกและคูณ

นักเรียน แสดงวิธีบวก $\square\square + \square\square\square\square\square$

$$2 + 5 = 7$$

นักเรียน แสดงวิธีคูณ $\square\square \square\square \square\square \square\square \square\square$

$$2 \times 5 = 10$$

ครู ถามกระตุ้นความคิด ว่า ผลลัพธ์ของการบวกและการคูณ เท่ากันหรือไม่ วิธีการต่างกันหรือไม่

นักเรียน จะตอบได้ว่า ไม่เท่ากัน และใช้วิธีการ คิดหาคำตอบต่างกัน

ครูและนักเรียนช่วยกัน สรุป

นักเรียนจะใช้วิธีการหาคำตอบของการบวก และการคูณ เหมือนกันหรือไม่

นักเรียน จะตอบว่าไม่ได้

จากโจทย์ข้อนี้ เป็นวิธีการบวก เราจึงต้องนำสองจำนวนมารวมกัน ไม่ใช่การเพิ่มขึ้นทีละเท่า ๆ กัน ที่เราเรียกกันว่าวิธีการคูณ

2. ทบทวนความหมายของเศษส่วน

ครูอ่านโจทย์เศษส่วน 1 จำนวน

ให้นักเรียนหยิบสื่อการเรียนรู้ จัตุรัสเศษส่วน ตามที่ครูอ่าน

เช่น ครูอ่านโจทย์เศษส่วน “เศษหนึ่งส่วนสอง”

นักเรียนเลือกภาพสี่เหลี่ยมจัตุรัสจำลองแทนเศษส่วน คือ



ครูแสดงภาพสี่เหลี่ยมจัตุรัส จำลองแทนเศษส่วน 1 หน่วย



แล้วถามนำไปสู่ ภาพที่แสดงค่าของเศษส่วน ในโจทย์คำถาม

เช่น ครูถามนักเรียนว่า ภาพใด แสดงค่าของ เศษหนึ่งส่วนสอง

นักเรียน เลือกภาพ เศษส่วน ที่มีค่า เท่ากับ เศษหนึ่งส่วนสอง

ครูถามนักเรียน ในลักษณะเดียวกันอีกว่า

ภาพใด แสดงค่าของ เศษหนึ่งส่วนสาม

นักเรียน เลือกภาพ เศษส่วน ที่มีค่า เท่ากับ เศษหนึ่งส่วนสาม



กิจกรรมพัฒนาการเรียนรู้ (ชั้นสอน)

กิจกรรม 1

ครูอธิบายการบวกเศษส่วน 2 จำนวน (ตัวเศษและตัวส่วนเป็นเลขโดด)

ตัวอย่าง $\frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \square$

$$\frac{1}{2} = \frac{\boxed{\text{blue}}}{\boxed{\text{blue}} \boxed{\text{white}}} \quad \frac{1}{3} = \frac{\boxed{\text{orange}}}{\boxed{\text{orange}} \boxed{\text{white}} \boxed{\text{white}}} = \frac{5}{6} \quad \boxed{\text{blue}} \boxed{\text{blue}} \boxed{\text{orange}} \boxed{\text{orange}} \boxed{\text{white}} \boxed{\text{white}}$$

จะได้ $\frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{5}{6}$

ครูอธิบายการบวกเศษส่วน พร้อมกับแสดงสื่อการเรียนรู้ จัตุรัสเศษส่วน

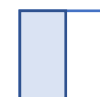
ขั้นตอนที่ 1 ใช้สื่อการเรียนรู้ แสดงค่าของเศษส่วน จากเศษส่วน ตัวที่ 1 และตัวที่ 2

1) เศษส่วน ตัวที่ 1

ครู แสดงภาพจำลองสี่เหลี่ยมจัตุรัส แทน จำนวนหนึ่งหน่วย ดังภาพ



จากนั้น แสดงพื้นที่ สีฟ้า เป็นการแบ่งจำนวนหนึ่งหน่วย เป็น $\frac{1}{2}$



นักเรียน แบ่งจำนวนหนึ่งหน่วยเป็น สองส่วน เพื่อแทนจำนวน เศษหนึ่งส่วนสอง

ครู ถามนักเรียนว่า ส่วนที่แบ่งมีขนาดเท่ากันหรือไม่

นักเรียน จะตอบได้ว่า เท่ากัน

2) เศษส่วน ตัวที่ 2

แบ่งจำนวนหนึ่งหน่วย เป็น 3 ส่วน แสดงพื้นที่เศษส่วน เท่ากับ $\frac{1}{3}$

ดังภาพ



ครู แสดงภาพจำลองสี่เหลี่ยมจัตุรัส แทน จำนวนหนึ่งหน่วย ดังภาพ



จากนั้น แสดงพื้นที่ สี่เหลี่ยม เป็นการแบ่งจำนวนหนึ่งหน่วย เป็น $\frac{1}{3}$



นักเรียน แบ่งจำนวนหนึ่งหน่วยเป็น สองส่วน เพื่อแทนจำนวน เศษหนึ่งส่วนสาม

ครู ถามนักเรียนว่า ส่วนที่แบ่งมีขนาดเท่ากันหรือไม่

นักเรียน จะตอบได้ว่า เท่ากัน

ขั้นตอนที่ 2 เปรียบเทียบ ขนาดของพื้นที่ที่ถูกแบ่ง ของเศษส่วนทั้งสองตัว

ครู ให้นักเรียนเปรียบเทียบ ขนาดของพื้นที่ สี่เหลี่ยมกับ สี่เหลี่ยม ว่าแต่ละชิ้นมีขนาดเท่ากันหรือไม่



และ



นักเรียน พิจารณาเปรียบเทียบ จากขนาดของสี่เหลี่ยมแล้วจะตอบว่า ไม่เท่ากัน

ครู ให้นักเรียนหยิบ สี่เหลี่ยมจัตุรัส กว้างจัตุรัสเศษส่วน 1 หน่วย

นักเรียน นำส่วนที่เป็นสีฟ้า และนำส่วนที่เป็นสีส้ม ใส่เรียงในกล่องจัตุรัสเศษส่วน

เพื่อแสดงการรวมกัน (บวกกัน) ของเศษส่วนทั้งสอง

ซึ่งนักเรียนจะนำมารวมกันไม่สำเร็จ
เนื่องจากพื้นที่ไม่เท่ากัน จึงนับรวมไม่ได้ และไม่สามารถบอกเป็นจำนวนในรูปเศษส่วน
ได้

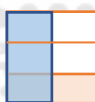
ดังนั้น เราต้องทำให้ทั้งสองสี่ มีพื้นที่เท่ากันก่อน

ขั้นตอนที่ 3 การทำให้พื้นที่เท่ากัน

นำภาพเศษส่วนทั้งสองซ้อนทับกัน

จะได้ เป็น 6 ส่วนเท่า ๆ กัน ดังภาพ

และชิ้นส่วนที่ซ้อนทับจากทั้งหมด 6 ชิ้นส่วน



ดังนั้น พื้นที่ จะถูกแบ่งส่วน เป็นดังนี้

ส่วนที่แสดงพื้นที่ $\frac{1}{2}$ จะถูกแบ่ง เป็นสามส่วน จากทั้งหมด หกส่วน จะได้ $\frac{3}{6}$

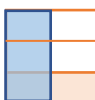


ส่วนที่แสดงพื้นที่ $\frac{1}{3}$ จะถูกแบ่ง เป็นสามส่วน จากทั้งหมด หกส่วน จะได้ $\frac{2}{6}$



นับรวมชิ้นส่วนที่ถูกแบ่งใหม่ จะได้ $2 + 3 = 5$ ส่วน จากทั้งหมด 6 ส่วน

จึงเขียนได้เป็น $= \frac{5}{6}$



ครูกล่าวย้ำ ให้นักเรียนได้ทบทวนการคิด ของการบวกกันตามวิธีนี้ เปรียบเทียบกับวิธี

เดิม

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{5}{6}$$

ซึ่งไม่เท่ากับ $\frac{2}{5}$ ที่นักเรียนเคยตอบในครั้งแรก

ครู ถามนักเรียน กระตุ้นให้นักเรียนคิดทบทวนและกล่าวสรุปความคิดรวบยอด ของ
ขั้นตอนการบวกเศษส่วน ดังนี้

แบ่งส่วนพื้นที่ภาพจำลองสี่เหลี่ยมจัตุรัส เท่ากับตัวตั้ง

แบ่งส่วนพื้นที่ภาพจำลองสี่เหลี่ยมจัตุรัส เท่ากับตัวบวก

นำทั้งสองมาซ้อนทับกัน จะได้ การแบ่งส่วนพื้นที่ ที่เท่ากัน

นับจำนวน พื้นที่ส่วนใหม่ของทั้งสองเศษส่วน จากนั้นจึงนำพื้นที่มารวมกัน เป็นผลบวก
ของเศษส่วน

$$\text{สรุปเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ว่า } \frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{5}{6}$$

กิจกรรม 2 เรียนรู้จากการคิด/สร้างภาพในจินตนาการ (Iconic Stage)

ขั้น R : Representation การใช้ภาพแทนจำนวน

- ครูอธิบายการบวกเศษส่วน ใช้สื่อการเรียนรู้ เป็นการทบทวน , นักเรียนช่วยตอบคำถาม
- นักเรียนวาดภาพสี่เหลี่ยมจัตุรัส แทนเศษส่วนหนึ่งหน่วยแล้วแสดงการบวกเศษส่วนโดยใช้
ประสบการณ์จากกิจกรรม 1

ตัวอย่างที่ 2

$$\frac{1}{4} + \frac{2}{3} = \square$$

ขั้นตอนที่ 1 นักเรียนวาดภาพจำลองแสดงค่าของเศษส่วน ตัวที่ 1 และตัวที่ 2

ครูแสดงภาพจำลองสี่เหลี่ยมจัตุรัส แทน จำนวนหนึ่งหน่วย



นักเรียนวาดภาพสี่เหลี่ยมจัตุรัสหนึ่งหน่วย ลงในกระดาษ

ครูแสดงหรือกล่าวโจทย์ เช่น เศษสองส่วนสี่

นักเรียนขีดแบ่งจำนวนหนึ่งหน่วยเป็น สี่ส่วน แล้วแรเงาหรือระบายสีฟ้า

เพื่อแทนจำนวน เศษหนึ่งส่วนสี่

ครูตรวจผลงานการวาดภาพจำลองสี่เหลี่ยมจัตุรัส แทนเศษส่วน $\frac{1}{4}$



โดยให้นักเรียนเปรียบเทียบผลงานการวาดภาพจำลอง กับสื่อการเรียนรู้ จัตุรัสเศษส่วน

ครูแสดงหรือกล่าวโจทย์ ตัวที่ 2 เช่น เศษสองส่วนสาม



ครูแสดงภาพจำลองสี่เหลี่ยมจัตุรัส แทน จำนวนหนึ่งหน่วย

นักเรียนสร้างภาพสี่เหลี่ยมจัตุรัสหนึ่งหน่วย ลงในกระดาษ

นักเรียนขีดแบ่งจำนวนหนึ่งหน่วยเป็น สามส่วน แล้วระบายสีส้ม



เพื่อแทนจำนวน เศษสองส่วนสาม

ครูแสดงภาพจำลองสี่เหลี่ยมจัตุรัส แทนจำนวน ส่วนที่แรกเงาสีส้ม

ซึ่งมีค่าเท่ากับ $\frac{2}{3}$ ดังภาพ

นักเรียนขีดแบ่ง ภาพที่วาดแทนเศษหนึ่งส่วนสอง

โดยขีดแบ่งเป็น สามส่วน และระบายสีส้ม สองส่วน

ขั้นตอนที่ 3 นักเรียนหาคำตอบ จากการวิเคราะห์ภาพ

นักเรียนสังเกตและคิดวิเคราะห์สี่เหลี่ยมที่วาดและการแบ่งส่วนตามโจทย์กำหนดเมื่อภาพทั้งสองซ้อนทับกัน จะได้ เป็น 12 ส่วนเท่า ๆ กัน นับชิ้นส่วนที่ระบายสี ได้ทั้งหมด 11 ชิ้นส่วน

จะได้ $\frac{1}{4} + \frac{2}{3} = \frac{11}{12}$



กิจกรรม 3 เรียนรู้สัญลักษณ์และนามธรรม (Symbolic Stage)

ขั้น A : Abstract การใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์แทนจำนวน

- นักเรียนฝึกทักษะ
- ครูเป็นผู้ดูแลช่วยเหลือ

- 1) นักเรียนทำกิจกรรม การบวกเศษส่วน ครูผู้สอนเป็นผู้สังเกตการณ์
- 2) นักเรียนทำแบบฝึกหัดด้วยตนเอง โดยรับฟังคำชี้แจงและโจทย์จากครู
- 3) ครูตรวจผลงาน บันทึกคะแนน และให้ข้อมูลย้อนกลับ ปฏิบัติกิจกรรมกระทั่งผ่านจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

กิจกรรมรวบยอด (ขั้นสรุป)

ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปกิจกรรมการบวกเศษส่วนด้วยสื่อจัดวัสดุเศษส่วน

- ครูใช้เทคนิคการถามตอบ ให้นักเรียนทบทวนการปฏิบัติกิจกรรมที่ 1 ใช้สื่อการเรียนรู้ กิจกรรมที่ 2 การเขียนภาพแทนเศษส่วน กิจกรรมที่ 3 ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้โจทย์คำถามข้อเดียวกันทั้งสามกิจกรรม
- ครูเสริมแรงเชิงบวก เช่น กล่าวชมเชยหรือให้รางวัล
- ประเมินการจัดกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมนักเรียน หรืออาจให้นักเรียนบอกความรู้สึกที่ได้ร่วมกิจกรรม

ผลการวินิจฉัย ข้อบกพร่อง กรณีที่ 3
นักเรียนนำโจทย์มาเขียนต่อกัน

นักเรียนตอบผิด เนื่องจาก นำโจทย์มาเขียนต่อกัน

เช่น $\frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \square$

จากตัวอย่างนี้ นักเรียนนำ 1 มาเขียนต่อกับ 1 และนำ 2 มาเขียนต่อกับ 3 ทำให้คำตอบคือ $\frac{11}{23}$ ซึ่งเป็นคำตอบที่ผิด

ครูจึงต้องอธิบาย ให้เข้าใจค่าของจำนวน โดยใช้ CRA

กระบวนการจัดการเรียนรู้
(เทคนิคการสอน CRA ร่วมกับเทคนิคการตั้งคำถาม)

กิจกรรมนำเข้าสู่การเรียนรู้ (ขั้นนำ)

กิจกรรม 1 เรียนรู้จากการกระทำ (Enactive Stage)

ขั้น C : Concrete การใช้สื่ออุปกรณ์แทนจำนวน

1. ทบทวนค่าของจำนวนเต็ม

ขั้นตอนที่ 1 แสดงจำนวน ด้วยสื่อการเรียนรู้แบบรูปธรรม

ครูให้นักเรียน สุ่มเลือกบัตรโจทย์จำนวนเต็ม

นักเรียน เลือก 1 กับ 2

นักเรียน ใช้สื่อการเรียนรู้รูปธรรม เพื่อแสดงจำนวน 1 กับ 2

นักเรียน แสดงสื่อการเรียนรู้ ☐ แทนจำนวน 1

นักเรียน แสดงสื่อการเรียนรู้ ☐ ☐ แทนจำนวน 2

ครูให้นักเรียน นำ ☐ (แทนจำนวน 1)

รวมกับ $\square\square$ (แทนจำนวน 2)

จะพบว่า ได้เท่ากับ $\square\square\square$

หมายความว่า $1 + 2 = 3$

ครูให้นักเรียน แสดงสื่อการเรียนรู้ เท่ากับ 12 จะได้

$\square\square\square\square\square\square\square\square\square\square\square\square$

นักเรียนพิจารณา จำนวนสื่อการเรียนรู้

จะพบว่าไม่เท่ากัน

แบบแรก ได้คำตอบ 3

แบบหลัง ได้คำตอบ 12

สรุปได้ว่า หากจะบวกจำนวน ไม่สามารถนำตัวเลขมาเขียนต่อกันได้

นักเรียนพิจารณา โจทย์ เศษส่วน $\frac{1}{2} + \frac{2}{3} = \square$

หากนักเรียนใช้วิธีเดิม จะนำ 1 เขียนต่อกับ 2 จะได้ 12

ซึ่ง ไม่ถูกต้อง

เนื่องจาก $1 + 2 = 3$ แต่ $\neq 12$

และ ในทำนองเดียวกัน หากพิจารณาตัวส่วน

ก็จะ นำ 2 มาเขียนต่อกับ 3 ไม่ได้

สรุปได้ว่า นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจ ค่าของจำนวน ค่าของเศษส่วน และวิธีการบวกเศษส่วน กรณีตัวส่วนไม่เท่ากัน

2. ทบทวนการบวกจำนวนเต็ม

ขั้นตอนที่ 1 ใช้การบวกจำนวนเต็ม 2 จำนวน

ครู ให้นักเรียน สุ่มเลือกบัตรโจทย์จำนวนเต็ม

ตัวอย่าง นักเรียนเลือก 2 กับ 5

นักเรียนใช้สื่อการเรียนรู้ รูปธรรม เพื่อแสดงการบวก

นักเรียน แสดงวิธีบวก $\square\square + \square\square\square\square\square$
 $2 + 5 = 7$

ครู ถามกระตุ้นความคิด ว่า ผลลัพธ์ของการบวกและการนำตัวเลขในโจทย์มาเขียนต่อกันจะเท่ากันหรือไม่

นักเรียน จะตอบว่า ไม่เท่ากัน และอธิบาย ว่า $2+5 = 7$ และ $2+5 \neq 25$

ครูและนักเรียนช่วยกัน สรุป

นักเรียนจะใช้วิธีการหาคำตอบของการบวก โดยการนำมาเขียนต่อกัน ได้หรือไม่

นักเรียน จะตอบว่าไม่ได้

สรุปได้ว่าวิธีการบวก ต้องนำสองจำนวนมารวมกัน ไม่ใช่การเขียนตัวเลขต่อกัน

3. ทบทวนความหมายของเศษส่วน

ครูอ่านโจทย์เศษส่วน 1 จำนวน

ให้นักเรียนหยิบสื่อการเรียนรู้ จัตุรัสเศษส่วน ตามที่ครูอ่าน

เช่น ครูอ่านโจทย์เศษส่วน “เศษหนึ่งส่วนสอง”

นักเรียนเลือกภาพสี่เหลี่ยมจัตุรัสจำลองแทนเศษส่วน คือ



ครูแสดงภาพสี่เหลี่ยมจัตุรัส จำลองแทนเศษส่วน 1 หน่วย
ถามนำไปสู่ ภาพที่แสดงค่าของเศษส่วน ในโจทย์คำถาม



เช่น ครูถามนักเรียนว่า ภาพใด แสดงค่าของ เศษหนึ่งส่วนสอง
นักเรียน เลือกภาพ เศษส่วน ที่มีค่า เท่ากับ เศษหนึ่งส่วนสอง



ครูถามนักเรียน ในลักษณะเดียวกันว่า ภาพใด แสดงค่าของ เศษหนึ่งส่วนสาม
นักเรียน เลือกภาพ เศษส่วน ที่มีค่า เท่ากับ เศษหนึ่งส่วนสาม



กิจกรรมพัฒนาการเรียนรู้ (ขั้นสอน)

กิจกรรม 1

ครูอธิบายการบวกเศษส่วน 2 จำนวน (ตัวเศษและตัวส่วนเป็นเลขโดด)

ตัวอย่าง $\frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \square$

$$\frac{1}{2} = \frac{3}{6} \quad \frac{1}{3} = \frac{2}{6} \quad = \frac{5}{6}$$


จะได้ $\frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{5}{6}$

ครูอธิบายการบวกเศษส่วน พร้อมกับแสดงสื่อการเรียนรู้ จัตุรัสเศษส่วน

ขั้นตอนที่ 1 ใช้สื่อการเรียนรู้ แสดงค่าของเศษส่วน จากเศษส่วน ตัวที่ 1 และตัวที่ 2

1) เศษส่วน ตัวที่ 1

ครู แสดงภาพจำลองสี่เหลี่ยมจัตุรัส แทน จำนวนหนึ่งหน่วย ดังภาพ



จากนั้น แสดงพื้นที่ สีฟ้า เป็นการแบ่งจำนวนหนึ่งหน่วย เป็น $\frac{1}{2}$



นักเรียน แบ่งจำนวนหนึ่งหน่วยเป็น สองส่วน เพื่อแทนจำนวน เศษหนึ่งส่วนสอง
ครู ถามนักเรียนว่า ส่วนที่แบ่งมีขนาดเท่ากันหรือไม่
นักเรียน จะตอบได้ว่า เท่ากัน

2) เศษส่วน ตัวที่ 2

แบ่งจำนวนหนึ่งหน่วย เป็น 3 ส่วน แสดงพื้นที่เศษส่วน เท่ากับ $\frac{1}{3}$

ดังภาพ



ครู แสดงภาพจำลองสี่เหลี่ยมจัตุรัส แทน จำนวนหนึ่งหน่วย ดังภาพ



จากนั้น แสดงพื้นที่ สีส้ม เป็นการแบ่งจำนวนหนึ่งหน่วย เป็น $\frac{1}{3}$



นักเรียน แบ่งจำนวนหนึ่งหน่วยเป็น สองส่วน เพื่อแทนจำนวน เศษหนึ่งส่วนสาม

ครู ถามนักเรียนว่า ส่วนที่แบ่งมีขนาดเท่ากันหรือไม่

นักเรียน จะตอบได้ว่า เท่ากัน

ขั้นตอนที่ 2 เปรียบเทียบ ขนาดของพื้นที่ที่ถูกแบ่ง ของเศษส่วนทั้งสองตัว

ครู ให้นักเรียนเปรียบเทียบ ขนาดของพื้นที่ สีฟ้ากับ สีส้ม ว่าแต่ละชิ้นมีขนาดเท่ากันหรือไม่



และ



นักเรียน พิจารณาเปรียบเทียบ จากขนาดของสื่อการเรียนรู้ แล้วจะตอบว่า ไม่เท่ากัน

ครูให้นักเรียนหยิบ สื่อการเรียนรู้ กล่องจตุรัสเศษส่วน 1 หน่วย

นักเรียน นำส่วนที่เป็นสีฟ้า และนำส่วนที่เป็นสีส้ม ใส่เรียงในกล่องจตุรัสเศษส่วน

เพื่อแสดงการรวมกัน (บวกกัน) ของเศษส่วนทั้งสอง

ซึ่งนักเรียนจะนำมารวมกันไม่สำเร็จ

เนื่องจากพื้นที่ไม่เท่ากัน จึงนับรวมไม่ได้ และไม่สามารถบอกเป็นจำนวนในรูปเศษส่วน

ได้

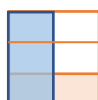
ดังนั้น เราต้องทำให้ทั้งสองสี มีพื้นที่เท่ากันก่อน

ขั้นตอนที่ 3 การทำให้พื้นที่เท่ากัน

นำภาพเศษส่วนทั้งสองซ้อนทับกัน

จะได้ เป็น 6 ส่วนเท่า ๆ กัน ดังภาพ

และชิ้นส่วนที่ซ้อนทับจากทั้งหมด 6 ชิ้นส่วน



ดังนั้น พื้นที่ จะถูกแบ่งส่วน เป็นดังนี้

ส่วนที่แสดงพื้นที่ $\frac{1}{2}$ จะถูกแบ่ง เป็นสามส่วน จากทั้งหมด หกส่วน จะได้ $\frac{3}{6}$

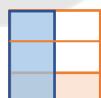


ส่วนที่แสดงพื้นที่ $\frac{1}{3}$ จะถูกแบ่ง เป็นสามส่วน จากทั้งหมด หกส่วน จะได้ $\frac{2}{6}$



นับรวมชิ้นส่วนที่ถูกแบ่งใหม่ จะได้ $2 + 3 = 5$ ส่วน จากทั้งหมด 6 ส่วน

จึงเขียนได้เป็น $= \frac{5}{6}$



ครูกล่าวช้า ให้นักเรียนได้ทบทวนการคิด ของการบวกกันตามวิธีนี้ เปรียบเทียบกับวิธี

เดิม

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{5}{6}$$

ซึ่งไม่เท่ากับ $\frac{2}{5}$ ที่นักเรียนเคยตอบในครั้งแรก

ครู ถามนักเรียน กระตุ้นให้นักเรียนคิดทบทวนและกล่าวสรุปความคิดรวบยอด ของ
ขั้นตอนการบวกเศษส่วน ดังนี้

แบ่งส่วนพื้นที่ภาพจำลองสี่เหลี่ยมจัตุรัส เท่ากับตัวตั้ง

แบ่งส่วนพื้นที่ภาพจำลองสี่เหลี่ยมจัตุรัส เท่ากับตัวบวก

นำทั้งสองมาซ้อนทับกัน จะได้ การแบ่งส่วนพื้นที่ ที่เท่ากัน

นับจำนวน พื้นที่ส่วนใหม่ของทั้งสองเศษส่วน จากนั้นจึงนำพื้นที่มารวมกัน เป็นผลบวก
ของเศษส่วน

$$\text{สรุปเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ว่า } \frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{5}{6}$$

กิจกรรม 2 เรียนรู้จากการคิด/สร้างภาพในจินตนาการ (Iconic Stage)
ขั้น R : Representation การใช้ภาพแทนจำนวน

- ครูอธิบายการบวกเศษส่วน ใช้สื่อการเรียนรู้ เป็นการทบทวน, นักเรียนช่วยตอบคำถาม
- นักเรียนวาดภาพสี่เหลี่ยมจัตุรัส แทนเศษส่วนหนึ่งหน่วย แล้วแสดงการบวกเศษส่วน
โดยใช้ประสบการณ์จากกิจกรรม 1

ตัวอย่างที่ 2

$$\frac{1}{4} + \frac{2}{3} = \square$$

ขั้นตอนที่ 1 นักเรียนวาดภาพจำลองแสดงค่าของเศษส่วน ตัวที่ 1 และตัวที่ 2
ครูแสดงภาพจำลองสี่เหลี่ยมจัตุรัส แทน จำนวนหนึ่งหน่วย



นักเรียนวาดภาพสี่เหลี่ยมจัตุรัสหนึ่งหน่วย ลงในกระดาษ

ครูแสดงหรือกล่าวโจทย์ เช่น เศษสองส่วนสี่

นักเรียนขีดแบ่งจำนวนหนึ่งหน่วยเป็น สี่ส่วน แล้วแรเงาหรือระบายสีฟ้า

เพื่อแทนจำนวน เศษหนึ่งส่วนสี่

ครูตรวจผลงานการวาดภาพจำลองสี่เหลี่ยมจัตุรัส แทนเศษส่วน $\frac{1}{4}$



โดยให้นักเรียนเปรียบเทียบผลงานการวาดภาพจำลอง กับสื่อการเรียนรู้ จัตุรัสเศษส่วน

ครูแสดงหรือกล่าวโจทย์ ตัวที่ 2 เช่น เศษสองส่วนสาม

ครูแสดงภาพจำลองสี่เหลี่ยมจัตุรัส แทน จำนวนหนึ่งหน่วย

นักเรียนสร้างภาพสี่เหลี่ยมจัตุรัสหนึ่งหน่วย ลงในกระดาษ

นักเรียนขีดแบ่งจำนวนหนึ่งหน่วยเป็น สามส่วน แล้วระบายสีส้ม

เพื่อแทนจำนวน เศษสองส่วนสาม

ครูแสดงภาพจำลองสี่เหลี่ยมจัตุรัส แทนจำนวน ส่วนที่แรกเงาส้ม

ซึ่งมีค่าเท่ากับ $\frac{2}{3}$ ดังภาพ

นักเรียนขีดแบ่ง ภาพที่วาดแทนเศษหนึ่งส่วนสอง

โดยขีดแบ่งเป็น สามส่วน และระบายสีส้ม สองส่วน

ขั้นตอนที่ 3 นักเรียนหาคำตอบ จากการวิเคราะห์ภาพ

นักเรียนสังเกตและคิดวิเคราะห์สี่เหลี่ยมที่วาดและการแบ่งส่วนตามโจทย์กำหนด เมื่อภาพทั้งสองซ้อนทับกัน จะได้ เป็น 12 ส่วนเท่า ๆ กัน นับชิ้นส่วนที่ระบายสี ได้ทั้งหมด 11 ชิ้นส่วน

จะได้ $\frac{1}{4} + \frac{2}{3} = \frac{11}{12}$



กิจกรรม 3 เรียนรู้สัญลักษณ์และนามธรรม (Symbolic Stage)

ขั้น A : Abstract การใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์แทนจำนวน

- นักเรียนฝึกทักษะ
- ครูเป็นผู้ดูแลช่วยเหลือ

- 1) นักเรียนทำกิจกรรม การบวกเศษส่วน ครูผู้สอนเป็นผู้สังเกตการณ์
- 2) นักเรียนทำแบบฝึกหัดด้วยตนเอง โดยรับฟังคำชี้แจงและโจทย์จากครู
- 3) ครูตรวจผลงาน บันทึกคะแนน และให้ข้อมูลย้อนกลับ ปฏิบัติกิจกรรมกระทั่งผ่านจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

กิจกรรมรวบยอด (ขั้นสรุป)

ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปกิจกรรมการบวกเศษส่วนด้วยสื่อจัดวัสดุเศษส่วน

- ครูใช้เทคนิคการถามตอบ ให้นักเรียนทบทวนการปฏิบัติกิจกรรมที่ 1 ใช้สื่อการเรียนรู้ กิจกรรมที่ 2 การเขียนภาพแทนเศษส่วน กิจกรรมที่ 3 ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้โจทย์คำถามข้อเดียวกันทั้งสามกิจกรรม
- ครูเสริมแรงเชิงบวก เช่น กล่าวชมเชยหรือให้รางวัล
- ประเมินการจัดกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมนักเรียน หรืออาจให้นักเรียนบอกความรู้สึกที่ได้ร่วมกิจกรรม

สื่อประกอบการเรียนรู้

- สื่อการเรียนรู้ จัดวัสดุเศษส่วน
- ใบกิจกรรม / แบบฝึกหัด

ภาระงาน/ชิ้นงาน

- ใบกิจกรรม
- แบบฝึกหัด

การวัดและประเมินผล

เกณฑ์การประเมินกิจกรรมการเรียนรู้

จากการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ / การทำใบกิจกรรม / การทำแบบฝึกหัด

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4	3	2	1
1. การตอบคำถาม				
2. ความร่วมมือปฏิบัติกิจกรรม				
3. ปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น				
4. ผลงานการร่วมกิจกรรม				
5. ผลงานแบบฝึกหัด				

- เกณฑ์การตัดสิน

18-20	คะแนน	หมายถึง	ดีมาก
14-17	คะแนน	หมายถึง	ดี
10-13	คะแนน	หมายถึง	พอใช้
ต่ำกว่า 10	คะแนน	หมายถึง	ปรับปรุง

- เกณฑ์การตัดสินผลการประเมิน

นักเรียนต้องได้ระดับคะแนนตั้งแต่ 10 คะแนนขึ้นไปจึงจะผ่านจุดประสงค์

สำหรับครู

บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผลการสอน

2. ปัญหา/อุปสรรค

3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางการแก้ไข

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(.....)

สำหรับครู

กิจกรรมวันนี้

กิจกรรม 1 Concrete

1) นักเรียนเลือกสื่อรูปธรรม (จัดวัสดุเศษส่วน) ให้ตรงกับจำนวนเศษส่วนที่กำหนด และเลือกบัตรโจทย์เศษส่วน ครูตรวจสอบความถูกต้องและแนะนำ

2) นักเรียนเลือกเติมบัตรสีลงในสื่อจัดวัสดุเศษส่วน แสดงจำนวน เศษส่วน ให้ตรงกับเศษส่วนที่กำหนด ครูตรวจสอบความถูกต้องและแนะนำ

กิจกรรม 2 Representation

1) นักเรียน อ่านและวาดภาพจำลองเศษส่วน เพื่อเป็นตัวแทน สื่อรูปธรรม (จัดวัสดุเศษส่วน) ตามโจทย์ที่ครูกำหนด

2) นักเรียน แสดงวิธีบวกเศษส่วน โดยการวาดภาพจำลองเศษส่วน เพื่อเป็นตัวแทน สื่อรูปธรรมตามโจทย์ที่ครูกำหนด

กิจกรรม 3 Abstract

นักเรียนบวกเศษส่วนจากโจทย์ที่ครูกำหนด โดย นักเรียนอาจใช้กระดาษทด กระบวนการคิดที่เคยปฏิบัติมา อธิบายการหาคำตอบจากโจทย์ที่กำหนด

ตัวอย่าง แบบฝึกหัด



แบบฝึกหัด 1 รู้จักเศษส่วน

คำสั่ง จงเติม ✓ ในช่อง ☐ หน้าข้อที่เขียนในรูปเศษส่วนแท้หรือเศษเกิน

☐ 1) $\frac{3}{5}$

☐ 2) $3\frac{1}{2}$

☐ 3) 6.5

☐ 4) 7,238

☐ 5) $\frac{24}{30}$

☐ 6) $\frac{7}{3}$

☐ 7) $\frac{59}{4}$

☐ 8) 0.002

☐ 9) $6\frac{5}{6}$

☐ 10) $\frac{8}{3}$



ตัวอย่าง แบบทดสอบจุดประสงค์





บว ก - ล บ เ ศ ษ ส ่ว น

กรณื ตัวส่วนเท่ากัน

แบบทดสอบ ฉบับที่ 3

ระดับการเรียนรู้ ที่ 3 เรื่อง การบวก-ลบ เ ศ ษ ส ่ว น กรณื ตัวส่วน เท่ากัน

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1) ข้อใดมีค่าเท่ากับ $\frac{2}{4} + \frac{1}{4}$

1. $\frac{3}{8}$

2. $\frac{3}{4}$

3. $\frac{4}{8}$

4. $\frac{2}{4}$

2) ข้อใดมีค่าเท่ากับ $\frac{3}{5} + \frac{1}{5}$

1. $\frac{4}{5}$

2. $\frac{4}{10}$

3. $\frac{5}{25}$

4. $\frac{3}{5}$

3) ข้อใดมีค่าเท่ากับ $\frac{2}{3} + \frac{1}{3}$

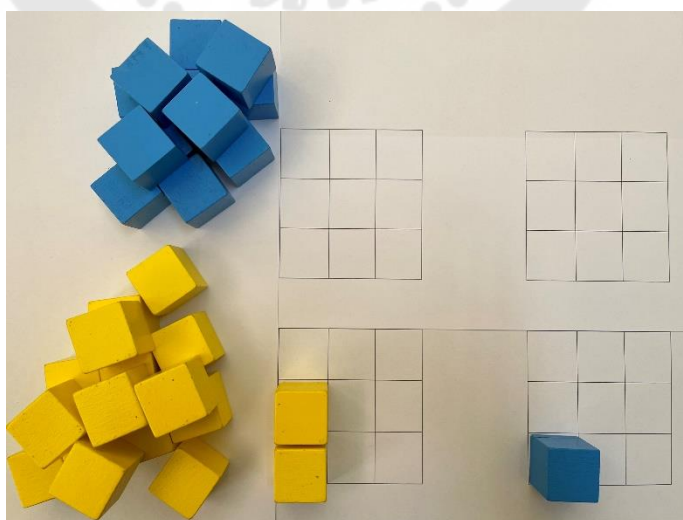
1. $\frac{3}{6}$

2. $\frac{3}{3}$

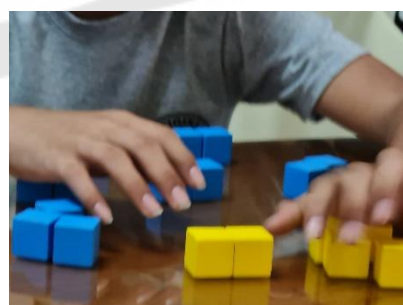
3. $\frac{2}{9}$

4. $\frac{3}{9}$

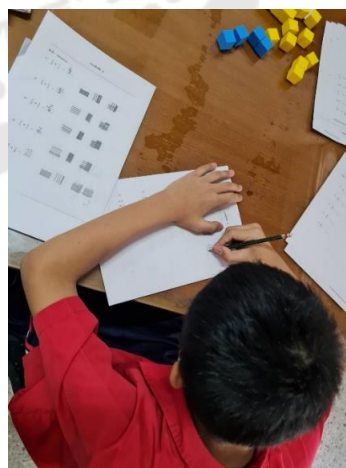
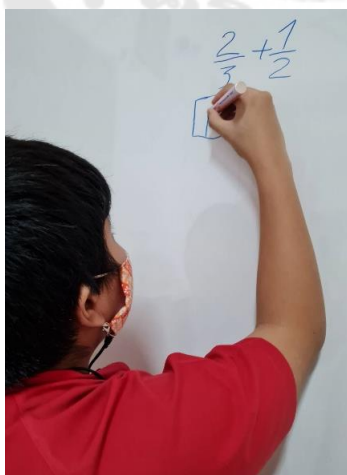
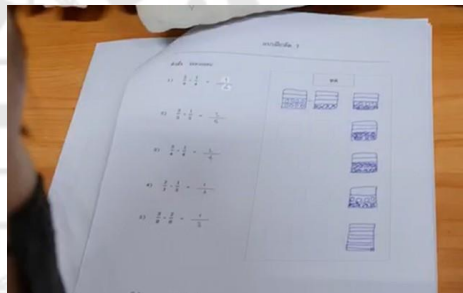
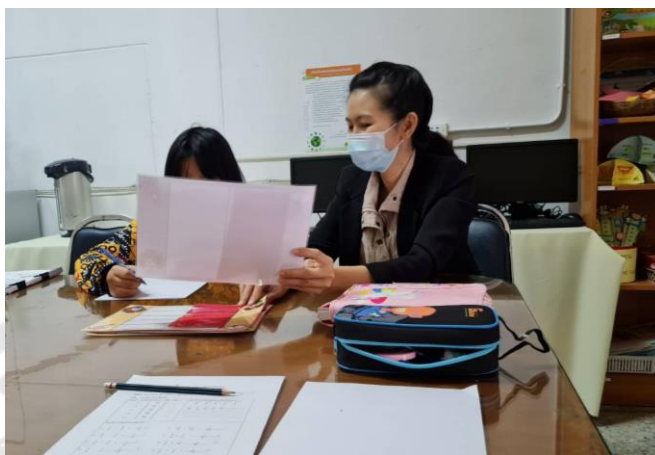
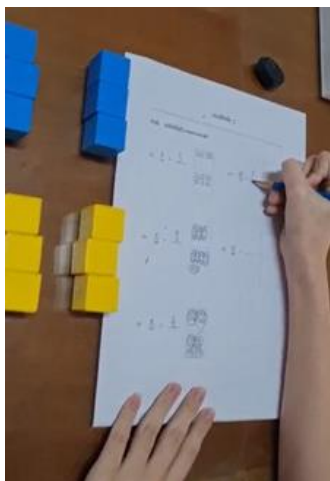
ตัวอย่าง สื่อการเรียนรู้



ตัวอย่าง ภาพการร่วมกิจกรรม
ลำดับขั้น CONCRETE



ลำดับขั้น REPRESENTATION



ลำดับชั้น ABSTRACT





ผลสรุปค่าความเที่ยงตรง

ดัชนีสอดคล้อง (IOC : Index of item objective congruence)

ระหว่างจุดประสงค์กับแบบทดสอบเชิงสำรวจข้อบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์
เรื่อง เศษส่วน

ลำดับ	ผลการประเมิน ผู้เชี่ยวชาญคนที่						
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย	สรุป
ตอนที่ 1 จำนวน 26 ข้อ							
1	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
22	0	+1	+1	+1	+1	0.8	ใช้ได้
23	0	+1	+1	+1	+1	0.8	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้

ลำดับ	ผลการประเมิน ผู้เชี่ยวชาญคนที่						เฉลี่ย	สรุป
	1	2	3	4	5			
ตอนที่ 2 จำนวน 24 ข้อ								
1	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	
2	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	
3	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	
4	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	
5	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้	
6	0	+1	+1	+1	+1	0.8	ใช้ได้	
7	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	
8	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	
9	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	
10	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	
11	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	
12	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	
13	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	
14	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	
15	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้	
16	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	
17	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	
18	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	
19	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	
20	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	
21	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้	
22	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	
23	0	+1	+1	+1	+1	0.8	ใช้ได้	
24	0	+1	+1	+1	+1	0.8	ใช้ได้	

ลำดับ	ผลการประเมิน ผู้เชี่ยวชาญคนที่						
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย	สรุป
ตอนที่ 3 จำนวน 10 ข้อ							
1	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้

ลำดับ	ผลการประเมิน ผู้เชี่ยวชาญคนที่						
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย	สรุป
ตอนที่ 4 จำนวน 40 ข้อ							
1	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้

ลำดับ	ผลการประเมิน ผู้เชี่ยวชาญคนที่						
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย	สรุป
29	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
31	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
32	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
33	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
34	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
35	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
36	0	+1	+1	+1	+1	0.8	ใช้ได้
37	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
38	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
39	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
40	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้

ภาคผนวก จ

หนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูล



จำนวนนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียน
ต้นแบบการเรียนรู้รวม
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร
ปีการศึกษา 2563

หนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูล ระยะที่ 1



ลำดับ ที่	รายชื่อโรงเรียน ต้นแบบการเรียนรวม	สังกัด		จำนวนนักเรียน บกพร่องทางการเรียนรู้ (คน)	
		สพม. กท 1	สพม. กท 2	ข้อมูล จาก โรงเรียน	ผ่านเกณฑ์ การคัดกรอง เพื่อเตรียมทดสอบ วินิจัย
1	มัธยมวัดมกุฎกษัตริย์	✓		2	2
2	รัตนโกสินทร์สมโภชน์ บางขุนเทียน	✓		5	0
3	ราชวินิตบางแคปานขำ	✓		28	18
4	ฤทธิณรงค์รอน	✓		11	5
5	วัดราชาธิวาส	✓		10	3
6	วัดราชโอรส	✓		0	0
7	ศรีอยุธยา ในพระอุปถัมภ์	✓		0	0
8	สีลาจารย์พิพัฒน์	✓		15	11
9	ศึกษานารี	✓		5	0
10	สุวรรณพลับพลาพิทยาคม	✓		5	5
11	ไตรมิตรวิทยาลัย	✓		20	12
12	เตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ		✓	4	1
13	เทพลীลา		✓	5	3
14	ปทุมคงคา		✓	7	4
15	สิริรัตนาร		✓	4	4
16	รัตนโกสินทร์สมโภช ลาดกระบัง		✓	1	0
17	นวมินทรราชูทิศ สตรีวิทยา ๒		✓	14	10
รวม				136	80

หมายเหตุ

สพม.กท 1 หมายถึง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1

สพม.กท 2 หมายถึง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 2



ตัวอย่าง หนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูล ระยะที่ 1

ที่ อว 8718/2433



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

2 ธันวาคม 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน

เนื่องด้วย นางปอแก้ว คุรจนาค นิสิตรระดับปริญญาเอก สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ในโรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้” โดยมี อาจารย์ ดร.ชลลดา บุญกาญจน์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิดา มิตรานันท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ นิสิตรขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูล โดยใช้ 1) แบบทดสอบ เรื่อง 1. แบบทดสอบระดับความสามารถทางสติปัญญา (IQ) 2. แบบทดสอบความรู้พื้นฐานด้านคณิตศาสตร์ 3. ทดสอบความรู้พื้นฐานเรื่อง เศษส่วน 4. แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่อง ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน และ 2) แบบสอบถาม เรื่อง ข้อมูลพื้นฐานของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ระดับ ม.ต้น ปีการศึกษา 2563 กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ปีการศึกษา 2563 ทุกคน เพื่อเป็นข้อมูลในการวิจัย และขอใช้สถานที่โรงเรียนของท่าน ระหว่างเดือนธันวาคม 2563 ถึงเดือนมกราคม 2564 ทั้งนี้ นิสิตรจะเป็นผู้ประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาขอความอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 061 820 3994

ที่ ศธ ๐๔๒๓๑/ว ๔๔๔๔



สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต ๑
อาคารหอประชุมพญาไท ซอยศรีอยุธยา ๕
ถนนศรีอยุธยา เขตราชเทวี กรุงเทพฯ ๑๐๔๐๐

๑๗ ธันวาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียน

อ้างถึง หนังสือบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒที่ อว ๘๗๑๘/๒๔๓๓ ลงวันที่ ๒ ธันวาคม ๒๕๖๓

สิ่งที่ส่งมาด้วย รายชื่อโรงเรียนสำหรับการเก็บข้อมูลวิจัย

จำนวน ๑ ชุด

ด้วยบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้อนุมัติให้ นางปอแก้ว คุรุทนาถ นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาการศึกษาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ทำปริญญานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ในโรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม” และขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลสำหรับการวิจัยในโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนแบบดังกล่าว มายังสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา

ในการนี้ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต ๑ เห็นว่าการวิจัยข้างต้น เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้าและพัฒนาการจัดการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ จึงขอความอนุเคราะห์ให้โรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนแบบเรียนรวม ตามรายชื่อโรงเรียนในสิ่งที่ส่งมาด้วยดังกล่าว ได้ให้ข้อมูลประกอบการวิจัย เพื่อเป็นประโยชน์ในอนาคตต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและพิจารณาดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(นายณอม บุญโต)

รองผู้อำนวยการสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต ๑
ปฏิบัติราชการแทนผู้อำนวยการสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต ๑

กลุ่มนิเทศ ติดตามและประเมินผลการจัดการศึกษา

โทร ๐๖๔ ๙๔๔ ๔๔๒๔ (คน. ก่อการ ไชยสงคราม)

หนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูล ระยะที่ 3

17.12.2564
เลขรับ 999
วันที่ 28 มี.ค. 25
เวลา 11.50
รหัสรับ 848

ที่ อว 8718/1114

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

27 พฤษภาคม 2564

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา ๒

เนื่องด้วย นางปอแก้ว ครุฑนาค นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ในโรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้" โดยมีอาจารย์ ดร.พมลา บุญญาญจน์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิดา มิตรานันท์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ นิสิตขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูล โดยใช้ 1) แบบทดสอบระดับความสามารถทางสติปัญญา (IQ) 2) แบบทดสอบความรู้พื้นฐานด้านคณิตศาสตร์ 3) ทดสอบความรู้พื้นฐาน เรื่อง เศษส่วน 4) แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่อง ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน และ 5) แบบสอบถาม เรื่อง ข้อมูลพื้นฐานของนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2564 กับ นักเรียนระดับชั้น มัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ปีการศึกษา 2564 ทุกคน เพื่อเป็นข้อมูลในการวิจัย และขอใช้สถานที่โรงเรียนของท่าน ระหว่างเดือนมิถุนายน 2564 ถึงเดือนกรกฎาคม 2564 ทั้งนี้ นิสิตจะเป็นผู้ประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียน จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาขอความอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

เพื่อ ☒ ตรวจ ☐ ให้ความเห็น ☐ เห็นความชอบ

ขอแสดงความนับถือ

ศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหต : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 067 820 3994

ผู้ประสานงานโรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา ๒

31 พ.ค. 2564

1 - มิ.ย. 2564

ภาคผนวก ช

ตัวอย่าง ผลการวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน

ตัวอย่าง ผลการวินิจฉัยข้อบกพร่อง เรื่อง เศษส่วน
หัวข้อ นิยามเศษส่วน

1) จากภาพ  ส่วนที่แรเงา แสดงปริมาณเป็นเศษส่วนได้เท่าใด

1. $\frac{2}{1}$

2. $\frac{1}{3}$

3. $\frac{1}{2}$

4. $\frac{2}{3}$

- เฉลยคำตอบ ตัวเลือกที่ 2

- นักเรียน ตอบถูก 9 คน ตอบผิด 21 คน

ตัวเลือก	จำนวนนักเรียน ที่เลือกตอบ	วิเคราะห์สาเหตุการตอบผิด
1	4	ดูสลับจำนวนที่แรเงากับไม่แรเงา
2	9	-
3	15	นับภาพที่แรเงา นับเป็นเศษและนับภาพที่ไม่แรเงา นับเป็นส่วน เขียนได้เป็น $\frac{1}{2}$
4	2	นับจำนวนที่ไม่แรเงา กับจำนวนทั้งหมด

ตัวอย่าง ผลการวินิจฉัยข้อบกพร่อง เรื่อง เศษส่วน
หัวข้อ การบวกเศษส่วน

27) ข้อใดมีค่าเท่ากับ $\frac{2}{4} + \frac{1}{3}$

1. $\frac{3}{7}$

2. $\frac{10}{12}$

3. $\frac{2}{12}$

4. $\frac{21}{43}$

- เฉลยคำตอบ ตัวเลือกที่ 2

- นักเรียน ตอบถูก 5 คน ตอบผิด 25 คน

ตัวเลือก	จำนวนนักเรียน ที่เลือกตอบ	วิเคราะห์สาเหตุการตอบผิด
1	18	นำตัวเศษมาบวกกัน และนำตัวส่วนมาบวกกัน
2	5	-
3	4	นำตัวเศษมาคูณกัน และนำตัวส่วนมาคูณกัน
4	3	นำตัวเศษมาเขียนต่อกัน และนำตัวส่วนมาเขียนต่อกัน

ตัวอย่าง ผลการวินิจฉัยข้อบกพร่อง เรื่อง เศษส่วน
หัวข้อ การลบเศษส่วน

32) ข้อใดมีค่าเท่ากับ $\frac{2}{3} - \frac{1}{4}$

1. $\frac{1}{1}$

2. $\frac{1}{4}$

3. $\frac{1}{12}$

4. $\frac{5}{12}$

- เฉลยคำตอบ ตัวเลือกที่ 4

- นักเรียน ตอบถูก 3 คน ตอบผิด 27 คน

ตัวเลือก	จำนวนนักเรียน ที่เลือกตอบ	วิเคราะห์สาเหตุการตอบผิด
1	18	นำตัวเศษมาลบกัน และนำตัวส่วนมาลบกัน
2	9	นำตัวเศษมาลบกัน และตัวส่วนมีค่าเท่ากับจำนวนมาก
3	2	นำตัวเศษมาลบกัน และนำตัวส่วนมาคูณกัน
4	3	-

ตัวอย่าง ผลการวินิจฉัยข้อบกพร่อง เรื่อง เศษส่วน
หัวข้อ การคูณเศษส่วน

41) ข้อใดมีค่าเท่ากับ $\frac{7}{3} \times \frac{5}{2}$

1. $\frac{12}{5}$

2. $\frac{12}{6}$

3. $\frac{35}{6}$

4. $\frac{14}{15}$

- เฉลยคำตอบ ตัวเลือกที่ 3

- นักเรียน ตอบถูก 18 คน ตอบผิด 12 คน

ตัวเลือก	จำนวนนักเรียน ที่เลือกตอบ	วิเคราะห์สาเหตุการตอบผิด
1	1	นำตัวเศษมาบวกกัน และตัวส่วนมาบวกกัน
2	8	นำตัวเศษมาบวกกันและตัวส่วนมาคูณกัน
3	18	-
4	3	นำมาคูณไขว้กัน

ตัวอย่าง ผลการวินิจฉัยข้อบกพร่อง เรื่อง เศษส่วน
หัวข้อ การหารเศษส่วน

44) ข้อใดมีค่าเท่ากับ $\frac{5}{3} \div \frac{1}{3}$

1. $\frac{4}{1}$

2. $\frac{5}{1}$

3. $\frac{5}{6}$

4. $\frac{5}{9}$

- เฉลยคำตอบ ตัวเลือกที่ 2

- นักเรียน ตอบถูก 12 คน ตอบผิด 18 คน

ตัวเลือก	จำนวนนักเรียน ที่เลือกตอบ	วิเคราะห์สาเหตุการตอบผิด
1	8	นำตัวเศษมาลบกัน และตัวส่วนมาหารกัน
2	12	-
3	5	นำตัวเศษมาบวกกัน และตัวส่วนมาบวกกัน
4	5	นำตัวเศษมาคูณกันและตัวส่วนมาคูณกัน

สรุปผลการวิจัยข้อบกพร่อง เรื่อง เศษส่วน

นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มเป้าหมาย ระยะที่ 3

ข้อมูลพื้นฐาน กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา ๒ โรงเรียนต้นแบบการเรียนรวมสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 2 มีนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้จำนวน 13 คน เป็นเพศชาย 8 คน เพศหญิง 5 คน ม.1 จำนวน 4 คน ม.2 จำนวน 4 คน ม.3 จำนวน 5 คน นักเรียนสามารถเข้าร่วมโปรแกรมได้จำนวน 10 คน (นักเรียน 3 คน ไม่สามารถเข้าร่วมโปรแกรมได้เนื่องจาก สถานการณ์โควิด-19 ผู้ปกครองไม่อนุญาตให้นักเรียนเข้าร่วมกิจกรรม 2 คน นักเรียนไม่พร้อมในการเข้าร่วมกิจกรรม เนื่องจากมีปัญหาด้านสุขภาพ 1 คน) สรุปได้ดังตาราง

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา ๒ โรงเรียนต้นแบบการเรียนรวมสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 2

ชั้น/เพศ	ชาย	หญิง	รวม	ร้อยละ
ม.1	1	2	3	30
ม.2	4	0	4	40
ม.3	3	0	3	30
รวม	8	2	10	100

จากตารางที่ 1 สรุปได้ว่ามีนักเรียนที่เข้าร่วมโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้น ม.ต้น จำนวน 10 คน เป็นชาย 8 คน หญิง 2 คน ม.1 จำนวน 3 คน เป็นชาย 1 คน หญิง 2 คน ม.2 จำนวน 4 คน เพศชายทั้ง 4 คน ม.3 จำนวน 3 คน เป็นเพศชายทั้ง 3 คน

ตาราง 2 สรุปจำนวนนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนต้นแบบการเรียนรวม ปีการศึกษา 2564 (จำนวน 10 คน) ที่มีคะแนน “ผ่าน” และ “ไม่ผ่าน” เกณฑ์การทดสอบก่อนเข้าร่วมโปรแกรม แต่ละระดับการเรียนรู้ (Level) ดังนี้

ระดับการเรียนรู้ (Level)	จำนวนนักเรียน ผ่านเกณฑ์			จำนวนนักเรียน ไม่ผ่านเกณฑ์		
Level 1	ผ่าน	3	คน	ไม่ผ่าน	7	คน
Level 2	ผ่าน	-	คน	ไม่ผ่าน	10	คน
Level 3	ผ่าน	4	คน	ไม่ผ่าน	6	คน
Level 4	ผ่าน	-	คน	ไม่ผ่าน	10	คน
Level 5	ผ่าน	8	คน	ไม่ผ่าน	2	คน
Level 6	ผ่าน	1	คน	ไม่ผ่าน	9	คน

จากตาราง 2 สรุปได้ว่า

1. ระดับการเรียนรู้ (Level) ที่ ไม่มี นักเรียนได้ผลคะแนน “ผ่าน” ได้แก่ ระดับการเรียนรู้ที่ 2 (Level 2) เรื่องการเปรียบเทียบเศษส่วน และ ระดับการเรียนรู้ที่ 4 (Level 4) เรื่อง การบวกลบเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน และ ระดับการเรียนรู้ (Level) ที่มีนักเรียนได้ผลคะแนน “ผ่าน” เพียง 1 คน ได้แก่ ระดับการเรียนรู้ที่ 6 (Level 6) 6 เรื่องการหารเศษส่วน

2. ระดับการเรียนรู้ (Level) ที่นักเรียนได้ผลคะแนน “ผ่าน” มากที่สุด ได้แก่ ระดับการเรียนรู้ที่ 5 (Level 5) เรื่อง การคูณเศษส่วน รองลงมา ได้แก่ เรื่องการบวกลบเศษส่วน กรณี ตัวส่วนเท่ากัน

ตาราง 3 แสดงผลการทดสอบความสามารถด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียน
บกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนต้นแบบการเรียนรู้รวม ปีการศึกษา
2564 จำนวน 10 คน ก่อนร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ในโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์
เรื่อง เศษส่วน

นักเรียน คนที่/รหัส	เรื่องที่						รวม (50 คะแนน)	ร้อยละ	กิจกรรมเรียนรู้ที่ (Level)
	1	2	3	4	5	6			
1. M1-1	F	F	F	F	P	F	16	32	1, 2, 3, 4, 6
2. M1-2	F	F	F	F	P	F	14	28	1, 2, 3, 4, 6
3. M1-3	F	F	F	F	F	F	14	28	1, 2, 3, 4, 5, 6
4. M2-1	P	F	F	F	F	P	21	42	2, 3, 4, 5
5. M2-2	F	F	F	F	P	P	25	50	1, 2, 3, 4
6. M2-3	P	F	P	F	P	F	22	44	2, 4, 6
7. M2-4	F	F	F	F	P	F	20	40	1, 2, 3, 4, 6
8. M3-1	F	F	P	F	P	F	28	56	1, 2, 4, 6
9. M3-2	P	F	P	F	P	F	23	46	2, 4, 6
10. M3-3	F	F	P	F	P	F	22	44	1, 2, 4, 6

เกณฑ์การประเมิน

ร้อยละ 0-49 หมายถึง ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน ได้ผลการประเมินเป็น F

ร้อยละ 50-100 หมายถึง ผ่านเกณฑ์การประเมิน ได้ผลการประเมินเป็น P

จากตาราง 2 สรุปคะแนนรวมและผลการประเมินหัวข้อเรื่องย่อย ดังนี้

นักเรียนคนที่ 1 (M1-1) มีคะแนน ผ่าน เกณฑ์การประเมิน เรื่องที่ 5 และไม่ผ่านเกณฑ์
การประเมิน เรื่องที่ 1, 2, 3, 4, 6 จึงให้นักเรียน สอบ level 5 และให้เข้าร่วมกิจกรรมเรียนรู้
level 1, 2, 3, 4 และ 6

นักเรียนสามารถคูณเศษส่วนได้ตามหลักการคูณ ตัวเศษคูณตัวเศษ ตัวส่วนคูณตัวส่วน
แต่ไม่สามารถบอกประเภทของเศษส่วน เศษเกิน จำนวนคละ , เปรียบเทียบเศษส่วน 2 จำนวนที่มี
ตัวส่วนไม่เท่ากัน , ทำให้เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ , บวก ลบเศษส่วน ทั้งกรณีตัวส่วนเท่ากันและไม่
เท่ากัน , หาสเศษส่วน

นักเรียนคนที่ 2 (M1-2) มีคะแนน ผ่าน เกณฑ์การประเมิน เรื่องที่ 5 และไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน เรื่องที่ 1 , 2 , 3 , 4 , 6 จึงให้นักเรียน สอบ level 5 และให้เข้าร่วมกิจกรรมเรียนรู้ level 1 2 3 4 และ 6

นักเรียนสามารถคุณเศษส่วนได้ตามหลักการคูณ ตัวเศษคูณตัวเศษ ตัวส่วนคูณตัวส่วน แต่ไม่สามารถเปรียบเทียบเศษส่วน 2 จำนวนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน , ทำให้เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ , บวก ลบเศษส่วน ทั้งกรณีตัวส่วนเท่ากันและไม่เท่ากัน , หาสเศษส่วน , ทำจำนวนคละให้เป็นเศษเกิน

นักเรียนคนที่ 3 (M1-3) มีคะแนน ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน เรื่องที่ 1 , 2 , 3 , 4 , 5 , 6 จึงให้นักเรียนเข้าร่วมกิจกรรมเรียนรู้ level 1 , 2 , 3 , 4 , 5 และ 6

นักเรียนไม่รู้จักรว่จำนวนใดเป็นตัวเศษ จำนวนใดเป็นตัวส่วน , ไม่รู้จักเศษเกิน จำนวนคละ , ไม่สามารถเปรียบเทียบเศษส่วน 2 จำนวนที่มีตัวส่วนเท่ากันและไม่เท่ากัน , หรือการทำให้เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ , บวก ลบเศษส่วน ไม่ถูกต้อง ทั้งกรณีตัวส่วนเท่ากันและไม่เท่ากัน , ไม่สามารถคูณ-หารเศษส่วนได้

นักเรียนคนที่ 4 (M2-1) มีคะแนน ผ่าน เกณฑ์การประเมิน เรื่องที่ 5 และไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน เรื่องที่ 2 , 3 , 4 , 5 จึงให้นักเรียน สอบ level 1 , 5 และให้เข้าร่วมกิจกรรมเรียนรู้ level 2 , 3 , 4 และ 5

นักเรียนรู้จักรว่เศษส่วน บอกได้ว่าภาพที่กำหนดแทนเศษส่วนใด และสามารถคุณเศษส่วนได้ตามหลักการคูณ ตัวเศษคูณตัวเศษ ตัวส่วนคูณตัวส่วน แต่ไม่สามารถเปรียบเทียบเศษส่วน 2 จำนวนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน , ไม่สามารถทำให้เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ , บวก ลบเศษส่วน ไม่ได้ทั้งกรณีตัวส่วนเท่ากันและไม่เท่ากัน , หาสเศษส่วน 2 จำนวน ไม่ได้

นักเรียนคนที่ 5 (M2-2) มีคะแนน ผ่าน เกณฑ์การประเมิน เรื่องที่ 5 และ 6 และไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน เรื่องที่ 1 , 2 , 3 , 4 จึงให้นักเรียน สอบ level 5 , 6 และให้เข้าร่วมกิจกรรมเรียนรู้ level 1 , 2 , 3 และ 4

นักเรียนสามารถคูณและหารเศษส่วน 2 จำนวน ได้ แต่ไม่รู้จักรว่เศษส่วนแท้ เศษเกิน หรือจำนวนคละ เปรียบเทียบเศษส่วน 2 จำนวนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน ไม่ได้ , ไม่สามารถทำให้เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ , บวก ลบเศษส่วน ไม่ได้ทั้งกรณีตัวส่วนเท่ากันและไม่เท่ากัน

นักเรียนคนที่ 6 (M2-3) มีคะแนน ผ่าน เกณฑ์การประเมิน เรื่องที่ 1 , 3 , 5 และไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน เรื่องที่ 2 , 4 , 6 จึงให้นักเรียน สอบ level 1 , 3 , 5 และให้เข้าร่วมกิจกรรมเรียนรู้ level 2 , 4 และ 6

นักเรียนรู้จักเศษส่วน บอกได้ว่าเศษส่วนที่กำหนด แทนด้วยภาพใด สามารถบวก ลบ เศษส่วน กรณีตัวส่วนเท่ากันและสามารถคูณเศษส่วนได้ตามหลักการคูณ แต่ไม่สามารถเปรียบเทียบเศษส่วน 2 จำนวนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน , ไม่สามารถทำให้เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ , บวก ลบเศษส่วน ไม่ได้กรณีตัวส่วนไม่เท่ากัน และหารเศษส่วน 2 จำนวน ไม่ได้

นักเรียนคนที่ 7 (M2-4) มีคะแนน ผ่าน เกณฑ์การประเมิน เรื่องที่ 5 และไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน เรื่องที่ 1 , 2 , 3 , 4 , 6 จึงให้นักเรียน สอบ level 5 และให้เข้าร่วมกิจกรรมเรียนรู้ level 1 , 2 , 3, 4 และ 6

นักเรียนสามารถคูณเศษส่วนได้ตามหลักการคูณ แต่ไม่สามารถทำให้เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ หรือเปรียบเทียบเศษส่วน 2 จำนวนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากันได้ , ทำจำนวนคละให้เป็นเศษเกิน หรือทำเศษเกินให้เป็นจำนวนคละไม่ได้ , ไม่สามารถ บวก ลบเศษส่วน ทั้งกรณีตัวส่วนเท่ากันและไม่เท่ากัน , หารเศษส่วนไม่ได้

นักเรียนคนที่ 8 (M3-1) มีคะแนน ผ่าน เกณฑ์การประเมิน เรื่องที่ 3 , 5 และไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน เรื่องที่ 1 , 2 , 4 , 6 จึงให้นักเรียน สอบ level 3 , 5 และให้เข้าร่วมกิจกรรมเรียนรู้ level 1, 2 , 4 และ 6

นักเรียนสามารถบวกลบเศษส่วน กรณีตัวส่วนเท่ากันและสามารถคูณเศษส่วนได้แต่ไม่สามารถบอกว่าเศษส่วนที่กำหนดแทนด้วยภาพใด ไม่สามารถเปรียบเทียบเศษส่วน 2 จำนวนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน , ไม่สามารถทำให้เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ , บวก ลบเศษส่วน ไม่ได้กรณีตัวส่วนไม่เท่ากัน และหารเศษส่วน 2 จำนวน ไม่ได้

นักเรียนคนที่ 9 (M3-2) มีคะแนน ผ่าน เกณฑ์การประเมิน เรื่องที่ 1 , 3 , 5 และไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน เรื่องที่ 2, 6 จึงให้นักเรียน สอบ level 1 , 3 , 5 และให้เข้าร่วมกิจกรรมเรียนรู้ level 2 และ 6

นักเรียน บอกได้ว่าจำนวนใดเป็นตัวเศษ หรือตัวส่วน , เลือกภาพแทนเศษส่วนหรือเลือกเศษส่วนแทนภาพที่กำหนดได้ สามารถบวกลบเศษส่วน กรณีตัวส่วนเท่ากันและสามารถคูณเศษส่วนได้ แต่ไม่สามารถเปรียบเทียบเศษส่วน 2 จำนวนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากันได้ , ไม่สามารถทำให้เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ , บวก ลบเศษส่วน ไม่ได้กรณีตัวส่วนไม่เท่ากัน และหารเศษส่วน 2 จำนวน ไม่ได้

นักเรียนคนที่ 10 (M3-3) มีคะแนน ผ่าน เกณฑ์การประเมิน เรื่องที่ 3 , 5 และไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน เรื่องที่ 1 , 2 , 4 , 6 จึงให้นักเรียน สอบ level 3 , 5 และให้เข้าร่วมกิจกรรมเรียนรู้ level 1 , 2 , 4 และ 6

นักเรียนรู้จักเศษส่วน สามารถบวกลบเศษส่วน กรณีตัวส่วนเท่ากันและสามารถคูณเศษส่วนได้ตามหลักการคูณ แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าเศษส่วนที่กำหนดเป็นเศษส่วนแท้ เศษเกิน หรือจำนวนคละ ไม่สามารถเปรียบเทียบเศษส่วน 2 จำนวนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน , ไม่สามารถทำให้เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ , บวก ลบเศษส่วน ไม่ได้กรณีตัวส่วนไม่เท่ากัน และหารเศษส่วน 2 จำนวน ไม่ได้



กำหนดการเข้าร่วมกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน

วัน-เดือน-ปี	คาบเรียนที่									หมายเหตุ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
เวลา	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	
พ 29 กค							M1-1	M1-2	M1-3	
ค 30 กค							M1-1	M1-2	M1-3	
ส 31 กค	M2-1	M2-2				M2-3	M2-4	M3-1	M3-3	
อ 1 สค	M2-1	M2-2					M2-4	M3-1	M3-3	
จ 2 สค							M1-1	M1-2	M1-3	
อ 3 สค										
พ 4 สค										
พ 5 สค							M1-1	M1-2	M1-3	
ค 6 สค							M1-1	M1-2	M1-3	
ส 7 สค	M2-1	M2-2					M2-4		M3-3	
อ 8 สค	M2-1	M2-2							M3-3	
พ 9 สค							Post test M1	Post test M2	Post test M3	

หมายเหตุ

- M 1-1 หมายถึง นักเรียน ม.1 คนที่ 1 (ร่วมกิจกรรม 5 เรื่อง)
 M 1-2 หมายถึง นักเรียน ม.1 คนที่ 2 (ร่วมกิจกรรม 5 เรื่อง)
 M 1-3 หมายถึง นักเรียน ม.1 คนที่ 3 (ร่วมกิจกรรม 6 เรื่อง)
 M 2-1 หมายถึง นักเรียน ม.2 คนที่ 1 (ร่วมกิจกรรม 3 เรื่อง)
 M 2-2 หมายถึง นักเรียน ม.2 คนที่ 2 (ร่วมกิจกรรม 4 เรื่อง)
 M 2-3 หมายถึง นักเรียน ม.2 คนที่ 3 (ร่วมกิจกรรม 3 เรื่อง)
 M 2-4 หมายถึง นักเรียน ม.2 คนที่ 4 (ร่วมกิจกรรม 5 เรื่อง)
 M 3-1 หมายถึง นักเรียน ม.3 คนที่ 1 (ร่วมกิจกรรม 4 เรื่อง)
 M 3-2 หมายถึง นักเรียน ม.3 คนที่ 2 (ร่วมกิจกรรม 2 เรื่อง)
 M 3-3 หมายถึง นักเรียน ม.3 คนที่ 3 (ร่วมกิจกรรม 4 เรื่อง)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ปอแก้ว ครุฑนาค
วัน เดือน ปี เกิด	24 มกราคม 2520
สถานที่เกิด	จังหวัดนครนายก
วุฒิการศึกษา	2541 ศึกษาศาสตรบัณฑิต (การสอนคณิตศาสตร์) จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
	2546 การศึกษามหาบัณฑิต (จิตวิทยาพัฒนาการ) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
	2565 การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (การศึกษาพิเศษ) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ