



การพัฒนาโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์
ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

DEVELOPMENT OF A MATHEMATICS SUPPORT PROGRAM
FOR GRADE 1-3 STUDENTS WITH MATHEMATICS DIFFICULTIES

อาภรณ์ สอาดเยี่ยม

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2567

การพัฒนาโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์
ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาพิเศษ
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2567
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

DEVELOPMENT OF A MATHEMETICS SUPPORT PROGRAM
FOR GRADE 1-3 STUDENTS WITH MATHEMETICS DIFFICULTIES



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

2024

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง
การพัฒนาโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์
ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3
ของ
อาภรณ์ สอาดเยี่ยม

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษาดุสิตบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก	 ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิดา มิตรานันท์)	(ศาสตราจารย์ ดร.ผดุง อารยะวิญญู)
..... ที่ปรึกษาร่วม	 กรรมการ
(อาจารย์ ดร.จีรพัฒน์ ศิริรักษ์)	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุธาวัลย์ หาญจรสุข)
	 กรรมการ
	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนกพร วัฒนพัฒนะวงศ์)

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาโปรแกรมช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์
ผู้วิจัย	อาภรณ์ สอาดเอี่ยม
ปริญญา	การศึกษาดุษฎีบัณฑิต
ปีการศึกษา	2567
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนิตา มิตรานันท์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ ดร. จีรพัฒน์ ศิริรักษ์

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อพัฒนาโปรแกรมช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 แบ่งออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้ ระยะที่ 1 สํารวจข้อบกพร่องด้านการเรียนรู้คณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน (1) คัดกรองนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 จำนวน 90 คน จาก 14 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร เครื่องมือวิจัย ได้แก่ แบบวัดระดับความสามารถทางสติปัญญา SPM แบบทดสอบความรู้พื้นฐานเรื่อง จำนวนและตัวเลข วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าสถิติพื้นฐาน (2) ค้นหาปัญหาด้านการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เครื่องมือวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบค้นหาข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าสถิติพื้นฐาน ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น ระยะที่ 2 สร้างโปรแกรมฯ แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน (1) ร่างโปรแกรมฯ (2) ประเมินคุณภาพร่างโปรแกรมฯ โดยการสนทนากลุ่ม (Focus group) กับผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 คน เครื่องมือวิจัย ประกอบด้วย แบบบันทึกการสนทนากลุ่ม พิจารณาร่างโปรแกรมฯ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ระยะที่ 3 ทดลองใช้และปรับปรุงโปรแกรมฯ แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน (1) ทดลองใช้โปรแกรมฯ กับนักเรียน จำนวน 10 คน เครื่องมือวิจัย ได้แก่ โปรแกรมช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 แผนการทดลองแบบ One-Group Pretest-Posttest Design สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าสถิติพื้นฐาน ค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) (2) ปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมฯ โดยการสัมภาษณ์ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการทดลองใช้โปรแกรมฯ จำนวน 5 คน เครื่องมือวิจัย ได้แก่ แบบบันทึกการสัมภาษณ์เกี่ยวกับโปรแกรมฯ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ผลการศึกษา พบว่า (1) ข้อบกพร่องที่พบ คือ การจำตัวเลขได้แต่ไม่รู้ค่าจำนวน และารู้ค่าจำนวนแต่จำตัวเลขไม่ได้ (2) โปรแกรมฯ ประกอบด้วย จุดมุ่งหมายของโปรแกรม ผู้เข้าร่วมโปรแกรม เนื้อหาในโปรแกรม วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และวิธีการวัดและประเมินผล (3) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข หลังเข้ารับโปรแกรมสูงกว่าก่อนเข้ารับโปรแกรม มีค่าร้อยละของความก้าวหน้าเท่ากับ +45.50 และมีค่าดัชนีประสิทธิผลของโปรแกรมฯ เท่ากับ 0.69

คำสำคัญ : ข้อบกพร่องทางการเรียนรู้, คณิตศาสตร์ประถมศึกษา, จำนวนและตัวเลข, เด็กที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์

Title	DEVELOPMENT OF A MATHEMETICS SUPPORT PROGRAM FOR GRADE 1-3 STUDENTS WITH MATHEMETICS DIFFICULTIES
Author	APORN SAARDAIUM
Degree	DOCTOR OF EDUCATION
Academic Year	2024
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr. Chanida Mitranun
Co Advisor	Dr. Cheerapat Sirirak

This study aimed to develop a mathematics intervention program for Grade 1 –3 primary school students with learning difficulties in mathematics. This research followed a three-phase approach. In Phase 1, the researchers identified common mathematical learning difficulties through two steps: (1) screening 90 students from 14 schools under the Bangkok Primary Educational Service Area Office using the Standard Progressive Matrices (SPM) and a basic mathematics test on numbers and numerals, and (2) identifying learning difficulties using a mathematics error-detection test on the same topic. Data were analyzed using descriptive statistics, content validity, item difficulty, discrimination indices, and reliability coefficients. Phase 2 involved the development of the intervention program in two steps: (1) drafting the program and (2) evaluating the draft through a focus group discussion with seven experts. Data from group discussions were analyzed using content analysis. In Phase 3, the program was implemented and revised in two steps: (1) implementation with 10 students using a one-group pretest-posttest design and (2) revision based on interviews with five stakeholders. Data were analyzed using basic statistics, the effectiveness index (E.I.), and content analysis. The findings revealed that (1) students commonly exhibited difficulties in either recalling numerals without understanding quantities or vice versa, (2) the program consisted of objectives, participants, content, instructional methods, learning materials, and assessment methods, and, and (3) post-intervention, all students showed improved performance, with a 45.50% average learning gain and an effectiveness index of 0.69.

Keyword : mathematical learning difficulties, students with mathematics problems, primary mathematics, numbers and numerals

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณอย่างยิ่งแด่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิดา มิตรานันท์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และ ดร.จิรพัฒน์ ศิริรักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ตลอดจน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนกพร วิบูลพัฒน์วงศ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุธาวลัย หาญขจรสุข อาจารย์ภาควิชาการศึกษาพิเศษ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ เสนอแนะ และดูแลเอาใจใส่ในการดำเนินงานวิจัยอย่างต่อเนื่อง ข้าพเจ้าขอแสดงความขอบพระคุณ จากใจมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.ผดุง อารยะวิญญู ผู้กรุณาให้แนวคิดเชิงวิชาการใน ประเด็นสำคัญของการวิจัย และให้เกียรติเป็นประธานกรรมการสอบปากเปล่าปริญญาานิพนธ์ ซึ่งถือเป็นเกียรติอย่างยิ่งแก่ข้าพเจ้า

ขอแสดงความขอบคุณมายัง ผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่ได้ร่วมกันให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนา โปรแกรม ตลอดจนร่วมตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัยด้วยความเมตตาและความใส่ใจใน รายละเอียด

ขอขอบคุณ บุคลากรทางการศึกษา นักเรียน และผู้ปกครอง จากโรงเรียนในสังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร ที่ให้ความร่วมมือและเอื้อเฟื้อเวลาในการเก็บข้อมูลวิจัย อันเป็นส่วนสำคัญยิ่งที่ทำให้งานนี้บรรลุผลสำเร็จ

ข้าพเจ้าขอขอบคุณ ครอบครัว และกัลยาณมิตรทุกท่าน ที่คอยสนับสนุนอยู่เบื้องหลัง ทั้งใน ยามสุขและยามเผชิญอุปสรรค พร้อมทั้งเป็นกำลังใจสำคัญที่ช่วยให้ข้าพเจ้าก้าวข้ามความท้าทาย ตลอดเส้นทางการทำวิจัย

คุณความดีและประโยชน์ที่เกิดจากงานวิจัยฉบับนี้ ข้าพเจ้าน้อมมอบเป็นเครื่องบูชาแด่ บูรพาจารย์ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่เป็นแรงผลักดันในการ สร้างสรรค์งานวิชาการขึ้นนี้ให้เกิดประโยชน์ต่อแวดวงการศึกษาอย่างแท้จริง

อาภรณ์ สอาดเยี่ยม

สารบัญ

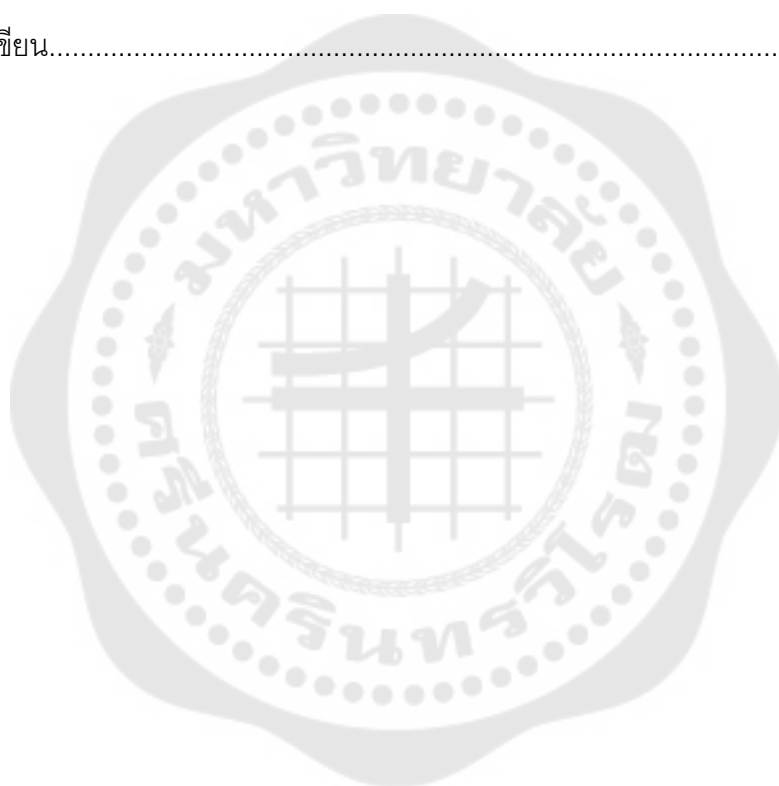
หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญรูปภาพ	ฐ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของงานวิจัย.....	6
ความสำคัญของการวิจัย	6
ขอบเขตของการวิจัย	8
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	10
กรอบแนวคิดในการวิจัย	13
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	14
1.เอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	15
1.1 ความสำคัญและประโยชน์ของคณิตศาสตร์	15
1.2 ลักษณะของคณิตศาสตร์.....	16
1.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้.....	17
1.4 ตัวชี้วัดระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 – 3.....	18
1.5 จำนวนนับ	23
1.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์.....	24

2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์	26
2.1 ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน.....	26
2.2 ผู้เรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	35
2.3 สาเหตุของผู้เรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	37
2.4 กระบวนการคัดกรองผู้เรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	42
2.5 แนวทางการพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์.....	45
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	50
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสอนตรง.....	51
3.1 ที่มาและความหมายของการสอนตรง	51
3.2 ความสำคัญของการสอนตรง	53
3.3 ขั้นตอนการสอนตรง	54
3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนตรง.....	59
4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคทัชแมทซ์ (Touch Math Techniques)	60
4.1 ความหมายของเทคนิคทัชแมทซ์	60
4.2 หลักการของเทคนิคทัชแมทซ์	62
4.3 ลักษณะเฉพาะของเทคนิคทัชแมทซ์.....	62
4.4 ขั้นตอนการสอนของเทคนิคทัชแมทซ์.....	63
4.5 ความสำคัญของเทคนิคทัชแมทซ์	63
4.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคทัชแมทซ์	64
5. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA).....	65
5.1 ความหมายของแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA).....	65
5.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA).....	67
5.3 ประโยชน์ของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract.....	68

5.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract.....	69
6. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโปรแกรม.....	71
6.1 ความหมายของโปรแกรม.....	71
6.2 องค์ประกอบของโปรแกรม.....	71
6.3 หลักการและแนวคิดในการพัฒนาโปรแกรม	75
6.4 กระบวนการพัฒนาโปรแกรม	76
6.5 การประเมินผลโปรแกรม.....	78
6.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโปรแกรม	80
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	82
ระยะที่ 1 สํารวจข้อบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่มีปัญหาทาง คณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3.....	84
ระยะที่ 2 สร้างโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3	103
ระยะที่ 3 ทดลองใช้และปรับปรุงโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหา ทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3.....	114
บทที่ 4 ผลการศึกษา	130
ระยะที่ 1 สํารวจข้อบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่มีปัญหาทาง คณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3.....	130
ระยะที่ 2 ผลการสร้างโปรแกรมการช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทาง คณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3.....	133
ระยะที่ 3 ผลการทดลองใช้และปรับปรุงโปรแกรมการช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียน ที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3.....	139
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	152
ความมุ่งหมายของงานวิจัย.....	152

วิธีการดำเนินการวิจัย.....	152
สรุปผลการวิจัย.....	155
การอภิปรายผล	160
ข้อเสนอแนะ	166
บรรณานุกรม	169
ภาคผนวก.....	184
ประวัติผู้เขียน.....	254



สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต ระดับชั้นประถมศึกษา ปี ที่ 1.....	20
ตาราง 2 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต ระดับชั้นประถมศึกษา ปี ที่ 2.....	21
ตาราง 3 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต ระดับชั้นประถมศึกษา ปี ที่ 3.....	22
ตาราง 4 สรุปทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์.....	34
ตาราง 5 การสังเคราะห์วิธีการสอนคณิตศาสตร์.....	47
ตาราง 6 การสังเคราะห์องค์ประกอบของโปรแกรม.....	73
ตาราง 7 แสดงโครงสร้างผังแบบทดสอบ (Test Blueprint) ของแบบทดสอบความรู้พื้นฐาน เรื่อง จำนวนและตัวเลข	87
ตาราง 8 จำนวนนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางสติปัญญา (IQ) มากกว่าหรือเท่ากับ 90 (ระดับสติปัญญาปกติ) และผลคะแนนทดสอบความรู้พื้นฐาน เรื่อง จำนวนและตัวเลข ต่ำกว่าร้อยละ 50.....	90
ตาราง 9 แสดงโครงสร้างผังแบบทดสอบ (Test Blueprint) ของแบบสำรวจข้อบกพร่องทาง คณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3	94
ตาราง 10 แสดงโครงสร้างผังแบบทดสอบ (Test Blueprint) ของแบบทดสอบเพื่อค้นหา ข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3	96
ตาราง 11 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบเพื่อค้นหาข้อบกพร่อง ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3	98
ตาราง 12 แสดงคุณภาพของแบบทดสอบเพื่อค้นหาข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวน และตัวเลข ได้แก่ ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบ จำนวน 20 ข้อ	99

ตาราง 13 กำหนดการ การทดสอบเพื่อค้นหาข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3	100
ตาราง 14 แสดงโครงสร้างผังแบบทดสอบ (Test Blueprint) ของแบบทดสอบความรู้ เรื่อง จำนวน และตัวเลข จำนวน 2 ฉบับ	119
ตาราง 15 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบความรู้ เรื่อง จำนวน และตัวเลข	121
ตาราง 16 แสดงคุณภาพของของแบบทดสอบความรู้ เรื่อง จำนวนและตัวเลข ได้แก่ ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ	123
ตาราง 17 แผนการทดลองแบบ One-Group Pretest – Posttest Design ของการวิจัย.....	123
ตาราง 18 กำหนดการทดลองใช้โปรแกรมช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษาปีที่ 1-3	125
ตาราง 19 ผลการค้นหาข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข ของนักเรียนที่มีปัญหาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 (N=90)	131
ตาราง 20 ลักษณะของข้อบกพร่องการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องจำนวนและตัวเลข	132
ตาราง 21 ผลการพิจารณาร่างโปรแกรมการช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 โดยผู้เชี่ยวชาญ.....	134
ตาราง 22 แสดงข้อเสนอแนะและการปรับปรุงแก้ไขการพิจารณาร่างโปรแกรมการช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 จาก การทำแบบประเมินคุณภาพร่างโปรแกรม โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน	135
ตาราง 23 สรุปผลการพิจารณาร่างโปรแกรมการช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 โดยผู้เชี่ยวชาญที่เข้าร่วมสนทนากลุ่ม.	137
ตาราง 24 ผลการศึกษาประสิทธิผลของโปรแกรมการช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 (N=10)	139
ตาราง 25 ผลคะแนนทดสอบก่อนและหลังเข้าโปรแกรมการช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 (N=10)	140

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพประกอบ 1 กรอบแนวความคิดวิจัย.....	13
ภาพประกอบ 2 ตัวอย่างการสอนตัวเลขโดยใช้เทคนิคทัชแมทซ์.....	63
ภาพประกอบ 3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบความรู้พื้นฐาน เรื่อง จำนวนและตัวเลข	86
ภาพประกอบ 4 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบเพื่อค้นหาข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3	93
ภาพประกอบ 5 ขั้นตอนการร่างโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหา ทาง คณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3.....	104
ภาพประกอบ 6 ร่างโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหา ทาง คณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3.....	109
ภาพประกอบ 7 ขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบบันทึกการสนทนากลุ่ม พิจารณาร่าง โปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 1-3	112
ภาพประกอบ 8 ขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ และสื่อการเรียนรู้	116
ภาพประกอบ 9 ขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบความรู้ เรื่อง จำนวนและ ตัวเลข	118
ภาพประกอบ 10 ขั้นตอนในการสร้างและหาคุณภาพของแบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับโปรแกรม	127
ภาพประกอบ 11 แผนภูมิแท่งแสดงคะแนนทดสอบก่อนและหลังเข้าร่วมโปรแกรมการช่วยเหลือ ทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3	141
ภาพประกอบ 12 โปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่มีปัญหา ทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3	149

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ถึงแม้ว่าคณิตศาสตร์จะมีบทบาทสำคัญและมีความจำเป็นมากมายหลายประการ แต่การจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์กลับยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร ซึ่งเมื่อพิจารณาจากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน (O-NET) ระดับชั้นประถมศึกษาตอนหลัง 3 ปี ซึ่งทำการทดสอบใน 4 วิชา ได้แก่ วิชาภาษาไทย คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และภาษาอังกฤษ ผลการทดสอบพบว่า วิชาที่ได้คะแนนเฉลี่ยคะแนนสอบต่ำที่สุด ส่วนใหญ่ คือ วิชาคณิตศาสตร์ โดยในปีการศึกษา 2566 ได้คะแนนเฉลี่ย 29.96 ปีการศึกษา 2565 ได้คะแนนเฉลี่ย 28.06 และปีการศึกษา 2564 ได้คะแนนเฉลี่ย 36.83 และจากสถิติย้อนหลัง 3 ปี ของผลการทดสอบความสามารถพื้นฐานระดับชาติ (National Test: NT) ซึ่งทำการทดสอบใน 2 วิชา ได้แก่ วิชาภาษาไทย และคณิตศาสตร์ ซึ่งผลการทดสอบพบว่าวิชาที่ได้คะแนนเฉลี่ยคะแนนสอบต่ำที่สุดคือวิชาคณิตศาสตร์เช่นกัน โดยในปีการศึกษา 2566 ได้คะแนนเฉลี่ย 52.97 ปีการศึกษา 2565 ได้คะแนนเฉลี่ย 49.12 และปีการศึกษา 2564 ได้คะแนนเฉลี่ย 49.44 (สถาบันการทดสอบการศึกษาแห่งชาติ, ออนไลน์) และเมื่อวิเคราะห์ผลคะแนนจากการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน (O-NET) แยกตามสาระการเรียนรู้ พบว่าสาระการเรียนรู้ที่นักเรียนทำคะแนนได้น้อยที่สุด คือ สาระที่ 1 เรื่อง จำนวนและพีชคณิต

จากผลการทดสอบระดับชาติดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่นักเรียนทำคะแนนสอบได้น้อยอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้เนื่องจากวิชาคณิตศาสตร์เป็นนามธรรมจึงยากต่อการเรียนรู้และเข้าใจ แม้นักเรียนที่มีปัญหาด้านการเรียนรู้คณิตศาสตร์จะทำการค้นคว้าหาความรู้มากขึ้น แต่ยังคงมีระบบการจัดการ วิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูลได้ไม่ดีเท่าที่ควร สอดคล้องกับยุพิน พิพิธกุล (2545) ที่ได้ให้ข้อคิดว่าวิชาคณิตศาสตร์มิใช่ มีความหมายเพียงแต่ตัวเลขและสัญลักษณ์เท่านั้น คณิตศาสตร์คือสิ่งที่เป็นนามธรรม ซึ่งเนื้อหาบางตอนก็ยากที่จะอธิบายให้เข้าใจ

ได้ แต่อย่างไรก็ตามในปัจจุบันสามารถใช้รูปธรรมมาช่วยอธิบายเรื่องที่เป็นนามธรรมได้บ้าง จึงต้องอาศัยการฝึกฝนหาความรู้ในด้านต่าง ๆ เพื่อจะได้ เกิดความรู้ความเข้าใจในการเรียนคณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้ได้ผลดีต้องอาศัยความเข้าใจของผู้สอนเป็นอย่างมาก

การจัดการศึกษาระดับชั้นประถมศึกษาซึ่งเป็นการศึกษาภาคบังคับ ได้จัดหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 ระดับชั้นประถมศึกษา กำหนดไว้ 3 สาระ ได้แก่ 1.จำนวนและพีชคณิต 2.การวัดและเรขาคณิต และ 3. สถิติและความน่าจะเป็น ในแต่ละสาระประกอบด้วยเนื้อหาที่นักเรียนแต่ละระดับต้องเรียน โดยระดับความยากง่ายจะเพิ่มขึ้นตามระดับชั้นที่สูงขึ้น ซึ่งหากนักเรียนไม่มีความรู้พื้นฐานในเรื่องจำนวนและตัวเลข ก็อาจส่งผลให้การเรียนรู้คณิตศาสตร์ไม่ประสบความสำเร็จ ดังนั้นความรู้พื้นฐานจึงสำคัญมากต่อการเรียนเนื้อหาคณิตศาสตร์ในระดับสูง สอดคล้องกับ (Hudson, 2010) ที่กล่าวว่าปัญหาของการเรียนคณิตศาสตร์ที่ไม่ประสบความสำเร็จนั้น อาจมีสาเหตุมาจากความบกพร่องในทักษะทางคณิตศาสตร์ขั้นพื้นฐานในห้องเรียน ที่มักนำไปสู่การคำนวณที่ไม่ถูกต้องซึ่งสร้างอุปสรรคในการแก้ปัญหา หลังจากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าสาเหตุทั่วไปที่เป็นไปได้มี 3 ประการ คือ 1.การขาดความรู้พื้นฐานที่ดี 2.การมีทัศนคติเชิงลบต่อคณิตศาสตร์ และ 3.วิธีการสอนที่ไม่หลากหลาย ประกอบกับลักษณะของรายวิชาคณิตศาสตร์ที่มีเนื้อหาเป็นนามธรรม และการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นที่สูงขึ้นจะมีแนวคิดที่เป็นนามธรรมมากขึ้น นักเรียนที่มีปัญหาทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จะต้องใช้ความสามารถในการเรียนรู้มากขึ้น ซึ่งหากนักเรียนไม่เข้าใจในเนื้อหาหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์จะส่งผลให้การเรียนรู้ไม่ประสบความสำเร็จ ดังนั้นผู้สอนที่จะต้องเข้าใจทักษะพื้นฐานของนักเรียน ต้องค้นหาวิธีการสอนที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับผู้เรียนที่มีความแตกต่างกัน จัดกระบวนการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียน (Learning Style) (วิวัฒน์พงษ์ พัทโท, 2554; สาวิตรี จุ้ยทอง et al., 2558; สุริย์พร เปรมปรีดิ์, 2555)

การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 มีทักษะทางคณิตศาสตร์ขั้นพื้นฐานหลายทักษะ ได้แก่ การรู้จำตัวเลข การบวก การลบ การคูณ การหาร การแก้ปัญหา ความรู้เรื่องเงิน และหน่วยเวลา สิ่งนี้ถือเป็นจริงสำหรับทักษะเพิ่มเติม แต่สิ่งสำคัญที่นักเรียนควรมีคือพื้นฐานเกี่ยวกับตัวเลขและจำนวนนับ ซึ่งเป็นพื้นฐานที่มีความสำคัญเป็นอย่างมาก เพราะเป็นเรื่องที่จำเป็นสำหรับนักเรียนทั้งในด้านการดำเนินชีวิต เช่น การนับจำนวนสิ่งของ การเข้าใจป้ายราคา การที่สามารถสื่อสารเรื่องจำนวนได้เข้าใจตรงกันกับผู้อื่น และในด้าน

การศึกษา การที่นักเรียนมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับช่วงวัย จะช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และเป็นพื้นฐานในการศึกษาระดับที่สูงขึ้น ในทางตรงกันข้าม หากนักเรียนมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ไม่สมวัย มีความล่าช้ากว่าเพื่อนวัยเดียวกัน ความล่าช้าดังกล่าวจะส่งผลเสียต่อกระบวนการเรียนรู้และการดำเนินชีวิตประจำวัน ดังจะเห็นว่าหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญดังกล่าว จึงได้กำหนดให้เนื้อหาบทเรียนเรื่องจำนวนนับเป็นกลุ่มสาระแรก (สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต) มาตรฐานแรก (ค 1.1) และตัวชี้วัดแรกของระดับชั้นเรียนประถมศึกษาปีที่ 1-3 ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงต้องการส่งเสริมให้นักเรียนมีพื้นฐานความรู้เรื่องจำนวนนับ เพื่อให้นักเรียนสามารถนำไปต่อยอดสู่บทเรียนที่ยากขึ้นในอนาคตได้ (Direct Retrieval) (Cawley et al., 2008; Dagseven, 2001; Öçal & Güler, 2010; สิริลักษณ์ โปร่งสันเทียะ, 2550)

การจัดการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กำหนดให้เรียนรู้ตัวเลขและจำนวนนับ ซึ่งเป็นพื้นฐานก่อนการเรียนรู้การคิดคำนวณที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ดังนั้นนักเรียนทุกคนจึงต้องได้รับการจัดการเรียนการสอนตามที่หลักสูตรกำหนด อย่างไรก็ตามนักเรียนปกติจะสามารถเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ตามเนื้อหาที่กำหนดไว้ในแต่ละระดับชั้น แต่ยังมีนักเรียนอีกกลุ่มหนึ่งที่มีความยากลำบากในการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนกลุ่มดังกล่าวเป็นเด็กที่มีความต้องการพิเศษ ที่กระทรวงศึกษาธิการได้จัดประเภทของเด็กกลุ่มนี้ไว้ 9 ประเภท ได้แก่ 1) บุคคลที่มีความบกพร่องทางการเห็น 2) บุคคลที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน 3) บุคคลที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา 4) บุคคลที่มีความบกพร่องทางร่างกาย หรือการเคลื่อนไหว หรือสุขภาพ 5) บุคคลที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ 6) บุคคลที่มีความบกพร่องทางการพูดและภาษา 7) บุคคลที่มีความบกพร่องทางพฤติกรรมหรืออารมณ์ 8) บุคคลออทิสติก และ 9) บุคคลพิการซ้อน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552) เด็กที่มีความต้องการพิเศษเมื่อเข้ามาเรียนร่วมในชั้นเรียนปกติ เด็กบางคนอาจมีปัญหาในการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ (เบญจพร ปัญญาวย, 2545; ผดุง อารยะวิญญู, 2553) คือ มีปัญหาในการนับ การเข้าใจความหมาย และจำนวนของตัวเลข เช่น นับเลขไม่ได้ นับเลขสลับ มีความสับสนในค่าและตำแหน่งของตัวเลข เช่น ไม่เข้าใจความแตกต่างของตัวเลขในหลักหน่วย หลักสิบ หลักร้อย มีปัญหาในการทำความเข้าใจ การใช้ และการเขียนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น สับสนระหว่างเครื่องหมายลบและเครื่องหมายบวก มีปัญหาในการทำความเข้าใจความหมายเครื่องหมายต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ เช่น เครื่องหมาย มากกว่า

น้อยกว่า เท่ากับ ไม่เท่ากับ หรือหน่วยการวัดต่าง ๆ เขียนเลขลำดับตำแหน่ง และสับสนเลขที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน เช่น 6 กับ 9 มีความยากลำบากในการตีความโจทย์ปัญหา การเชื่อมโยงภาษาเขียนกับเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ไม่สามารถจดจำสูตรทางคณิตศาสตร์ได้ และมีปัญหาในการทำความเข้าใจเรื่องราวในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับตัวเลข เช่น ค่าของเงิน การทอนเงิน การบอกวันที่ การอ่านนาฬิกา การบอกระยะทาง จะเห็นได้ว่าลักษณะดังกล่าวของนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นลักษณะที่ก่อให้เกิดความยากลำบากในการเรียนรู้ และการดำเนินชีวิตประจำวันอย่างมีคุณภาพ ดังนั้นครูจึงควรเรียนรู้และเข้าใจลักษณะของปัญหา เพื่อให้สามารถส่งเสริมและพัฒนาให้นักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างรวดเร็ว

วิธีการสอนตรง (Direct Instruction) เป็นวิธีสอนที่เน้นกระบวนการสอนที่เป็นระบบ ซึ่ง จอยส์ และวูล์ (ทิสนา แชมมณี, 2547) ได้นำเสนอรูปแบบการสอนตรงไว้ 5 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 การปฐมนิเทศ ขั้นนี้ผู้สอนบอก เนื้อหาที่จะเรียน ทบทวนเรื่องที่เรียนมาแล้ว บอกจุดประสงค์ของบทเรียนและกระบวนการเรียน การสอนที่จะใช้ในบทเรียน ขั้นที่ 2 การนำเสนอ ขั้นนี้ผู้สอนอธิบาย หรือสาธิตเนื้อหาหรือทักษะใหม่ โดยใช้สื่อและกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติประกอบพร้อมกัน ตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน ขั้นที่ 3 การนำเสนอแบบฝึกหัด การฝึกปฏิบัติตามแบบ ผู้สอนนำเสนอให้ผู้เรียนปฏิบัติตาม ให้ผู้เรียน ตอบคำถามโดยผู้สอนให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อแก้ไขและเสริมแรงเมื่อคำตอบนั้นถูก ขั้นที่ 4 การฝึก ตามคำแนะนำ ขั้นนี้ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติแบบกึ่งทำด้วยตนเอง ภายใต้การดูแลควบคุมของผู้สอน ซึ่งต้องให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนด้วยการให้คำชมเชยและบอกให้แก้ไขใน สิ่งที่ผิด โดยบอกว่าทำผิดหรือถูกและแก้ไขอย่างไร หรืออาจสอนหรือเริ่มอธิบายใหม่ (ใช้ขั้นที่ 1 – 4 ใหม่อีก ครั้ง) ขั้นที่ 5 การฝึกปฏิบัติด้วยตนเอง ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติด้วยตนเองที่บ้านหรือในชั้นเรียน มีการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ช้าลง การฝึกปฏิบัติด้วยตนเองที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งแล้วแต่เวลาผู้สอนอาจยืดออกไป และด้วยการสอนที่มีขั้นตอนชัดเจน จึงทำให้นักเรียนประสบความสำเร็จ ช่วยขจัดปัญหาทางการเรียนรู้ของนักเรียนได้มากที่สุด ซึ่งอดัม และอิงเกลแมน (Adams & Engelmann, 1996) ได้ทำการสังเคราะห์งานวิจัยจำนวน 37 เรื่อง โดยเปรียบเทียบวิธีการสอนตรงกับการสอนแบบอื่นๆ พบว่า วิธีการสอนตรงเกี่ยวข้องและมีประโยชน์ในการพัฒนานักเรียนที่มีความต้องการพิเศษเป็นอย่างมาก

การสอนคณิตศาสตร์ด้วยวิธี Touch Math เป็นการใช้ประสาทสัมผัสหลายด้านผสมผสานกัน เป็นการออกแบบเพื่อการได้ยิน การมองเห็น และการสัมผัส การเรียนรู้ผ่านการเคลื่อนไหว นักเรียนได้เห็น พูดย ได้ยิน และสัมผัส โดยการสัมผัสจุดบนตัวเลขต่าง ๆ จึงทำให้เขาเรียนรู้ได้ดีกว่า เพราะเมื่อได้สัมผัสจะทำให้เกิดการเรียนรู้ไปในตัว การนับที่เป็นรูปแบบการสัมผัส

จุด เป็นสื่อการสอนที่ใช้ได้ผลกับนักเรียนโดยมีหลักการ เรียนรู้เป็นรูปธรรม เป็นภาพที่ชัดเจนหรือเป็นสัญลักษณ์ในการสัมผัสจุด นักเรียนสามารถใช้ดินสอเขียนตามลงไปบนกระดาษหรือการใช้นิ้วมือลากตามจุดได้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2555) ผลการวิจัยพบว่า วิธี Touch Math ทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจเรื่องจำนวนนับ และหาผลบวก ผลลบได้อย่างถูกต้อง ช่วยให้นักเรียนมีพัฒนาการและพื้นฐานทักษะด้านคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น และเมื่อศึกษาการสอนด้วยวิธี Touch Math ทำให้พบว่าวิธีการนี้สามารถใช้สอนเด็กที่มีความต้องการพิเศษได้หลายประเภท เช่น เด็กที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา (Calik & Kargin, 2010; Eliçin et al., 2013; Fletcher, 2010) เด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ (Simon & Hanrahan, 2007) เด็กที่มีความพิการทางร่างกาย (Avant & Heller, 2011) เด็กที่มีความต้องการพิเศษ (ไม่ระบุประเภท) (Wisniewski & Smith, 2002) และในนักเรียนที่ต้องการความช่วยเหลือพิเศษทางด้านคณิตศาสตร์ (Park et al., 2021; Terzioglu & Yikmis, 2018)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ที่ได้รับการพัฒนาโดยนักจิตวิทยาอเมริกันชื่อ Jerome Bruner โดยเป็นวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่กระทรวงศึกษาธิการประเทศสิงคโปร์บรรจุในหลักสูตรสำหรับการพัฒนาแนวคิดคณิตศาสตร์เบื้องต้นที่นำมาใช้ในโรงเรียน (Chang et al., 2017) ทำให้นักเรียนสิงคโปร์มีความถนัดทางคณิตศาสตร์สูงเป็นอันดับ 1 ของโลก จากการจัดลำดับของ PISA เมื่อปี พ.ศ. 2558 (Technology, 2015) โดยกิจกรรมการเรียนรู้เริ่มจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมถ่ายทอดเป็นแผนภาพแล้วเชื่อมโยงสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งช่วยให้นักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์เข้าใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์อย่างเป็นระบบจากรูปธรรมสู่นามธรรม สามารถเข้าใจและอธิบายภาพรวมและที่มาที่ไปของโจทย์ที่ซับซ้อนได้ จนนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาได้ในที่สุด และสามารถพัฒนาความเข้าใจอย่างลึกซึ้งจนเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แบบยั่งยืน เพราะการเรียนรู้แบบ CPA เป็นวิธีที่สร้างความเข้าใจความหมาย ส่งเสริมการเรียนรู้จากง่ายไปยากและเป็นวิธีที่เหมาะสมกับพัฒนาการด้านปัญญาตามวัยของผู้เรียน สอดคล้องกับ Putri (2015) ที่ได้ศึกษาได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สอนด้วย CPA ในโรงเรียนประถมศึกษา โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อ ศึกษาอิทธิพลของการใช้วิธี CPA ในการสอนทาง คณิตศาสตร์กับความสามารถทางคณิตศาสตร์ การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยให้กลุ่มที่มีการเรียนการสอนด้วยวิธี CPA เป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มที่มีการเรียนการสอนด้วยวิธีปกติเป็นกลุ่มควบคุม ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มที่มีการเรียนการสอนแบบ CPA มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีกว่ากลุ่มที่มีการเรียนการสอนแบบปกติ

จากปัญหาและความสำคัญดังกล่าว จึงทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการสร้างโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 เพื่อสำรวจข้อบกพร่องด้านการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ผ่านการค้นหาข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ก่อนร่วมกิจกรรมในโปรแกรมฯ โดยวิธีการสอนตรง (Direct Instruction) ร่วมกับการสอนแบบ Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และวิธีทัชแมทซ์ รวมทั้งจัดสื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลที่เหมาะสม สร้างบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ให้การเสริมแรงและข้อมูลย้อนกลับหลังการเรียนรู้ ซึ่งจะสามารถพัฒนาการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ และผลที่ได้รับจากการวิจัยครั้งนี้จะเป็นต้นแบบในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์และเป็นประโยชน์ต่อการประยุกต์ใช้พัฒนาการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ต่อไป

ความมุ่งหมายของงานวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 โดยมีความมุ่งหมายย่อยดังนี้

1. เพื่อสำรวจข้อบกพร่องด้านการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3
2. เพื่อสร้างโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3
3. เพื่อทดลองใช้และปรับปรุงโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

ความสำคัญของการวิจัย

1.ความสำคัญเชิงนโยบาย

โปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถลดปัญหาความยากลำบากทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ซึ่งเป็นประเด็นสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพทางการศึกษาในระดับประเทศ การพัฒนาแนวทางหรือโปรแกรมช่วยเหลือที่มีประสิทธิภาพถือเป็นกลไกหนึ่งในการสนับสนุนเป้าหมายของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษา

ขั้นพื้นฐาน ในการยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในกลุ่มเปราะบาง โปรแกรมฯ นี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในโรงเรียนประถมศึกษาทั่วประเทศ เพื่อเป็นต้นแบบในการจัดการเรียนรู้ที่ตอบสนองความต้องการจำเพาะของนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ช่วยลดความเหลื่อมล้ำทางการเรียนรู้ และขับเคลื่อนนโยบายด้านความเท่าเทียมทางการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการให้บรรลุเป้าหมายอย่างยั่งยืน

2. ความสำคัญเชิงวิชาการ

งานวิจัยนี้ได้สร้างองค์ความรู้ใหม่เกี่ยวกับการพัฒนา โปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ซึ่งเป็นช่วงวัยที่ทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์กำลังเริ่มพัฒนา และมีผลต่อการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้น การออกแบบโปรแกรมนี้อิงจากแนวคิดทางทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ การสอนที่เน้นแก้ไขข้อบกพร่องทางการเรียนรู้เฉพาะบุคคล และการช่วยเหลือแบบเป็นขั้นตอน ทำให้โปรแกรมมีโครงสร้างที่ชัดเจน มีลำดับกิจกรรมที่เหมาะสมกับพัฒนาการของผู้เรียน และสามารถตอบสนองต่อความต้องการเฉพาะของกลุ่มเป้าหมายได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้ งานวิจัยยังได้พัฒนาเครื่องมือและสื่อการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่ประกอบอยู่ในโปรแกรม เช่น แผนการจัดกิจกรรมแบบฝึกหัด และแบบประเมินผล ซึ่งผ่านการตรวจสอบคุณภาพในด้านความตรง ความเชื่อมั่น และความเหมาะสมอย่างเป็นระบบ ส่งผลให้โปรแกรมนี้ไม่เพียงแต่มีคุณค่าในทางปฏิบัติเท่านั้น แต่ยังเป็นนวัตกรรมทางวิชาการที่สามารถนำไปใช้เป็นต้นแบบในการพัฒนาโปรแกรมช่วยเหลือในวิชาคณิตศาสตร์หรือวิชาอื่น ๆ ในกลุ่มผู้เรียนที่มีความต้องการจำเพาะได้อีกด้วย

3. ความสำคัญเชิงปฏิบัติ

โปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ที่พัฒนาขึ้น สามารถนำไปใช้ในบริบทของห้องเรียนจริงได้อย่างเหมาะสมและเกิดประสิทธิภาพ ดังนี้

3.1 สำหรับครูผู้สอน โปรแกรมนี้เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ครูสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างเป็นระบบ โดยมีแนวทาง ขั้นตอน และแบบฝึกที่ชัดเจน ช่วยให้ครูสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียนรายบุคคลหรือรายกลุ่มได้ง่ายขึ้น อีกทั้งยังสามารถใช้ในการประเมินและติดตามผลการเรียนรู้ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.2 สำหรับนักเรียน โปรแกรมนี้ช่วยให้นักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้เรียนรู้ตามลำดับขั้นที่เหมาะสมกับพัฒนาการของตนเอง มีโอกาสประสบความสำเร็จในการเรียนรู้

มากขึ้น ช่วยเสริมสร้างความเข้าใจ ความมั่นใจ และทัศนคติที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อันเป็นรากฐานสำคัญต่อการเรียนรู้ในระดับต่อไป

3.3 สำหรับโรงเรียน การนำโปรแกรมนี้ไปใช้ในโรงเรียนสามารถยกระดับคุณภาพของการจัดการเรียนรู้ โดยเฉพาะในกลุ่มนักเรียนที่ต้องการความช่วยเหลือเป็นพิเศษ ช่วยส่งเสริมให้นโยบายของโรงเรียนในการดูแลนักเรียนอย่างทั่วถึงและเท่าเทียมมีความชัดเจนมากขึ้น อีกทั้งยังสามารถใช้เป็นต้นแบบในการพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้รายบุคคลในรายวิชาอื่นได้อีกด้วย

ขอบเขตของการวิจัย

1. การดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยนี้ มี 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 สํารวจข้อบกพร่องด้านการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร

การดำเนินการวิจัย ในระยะนี้ แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 คัดกรองนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร

1. ประชากร

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร

ขั้นตอนที่ 2 ค้นหาข้อบกพร่องด้านการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร

1. ประชากร

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร

2. ตัวแปรที่ศึกษา

ข้อบกพร่องด้านการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

ระยะที่ 2 สร้างโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

การดำเนินการวิจัยในระยะนี้ แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 ร่างโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

ขั้นตอนที่ 2 ประเมินคุณภาพร่างโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 และสนทนากลุ่ม (Focus group) เพื่อตรวจสอบคุณภาพร่างโปรแกรม ฯ

1. ผู้ให้ข้อมูล

ผู้ให้ข้อมูล ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 คน ประกอบด้วย

1.1 ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ จำนวน 2 คน เกณฑ์การคัดเลือก ได้แก่ 1) มีประสบการณ์ด้านคณิตศาสตร์ ทำงานด้านการสอนคณิตศาสตร์ ในโรงเรียนประถมศึกษา อย่างน้อย 5 ปี และ 2) จบการศึกษาด้านคณิตศาสตร์ ขั้นต่ำ ระดับปริญญาโท

1.2 ครูการศึกษาพิเศษ จำนวน 2 คน เกณฑ์การคัดเลือก ได้แก่ 1) มีประสบการณ์การทำงานด้านการศึกษาพิเศษ อย่างน้อย 5 ปี และ 2) จบการศึกษาด้านการศึกษาพิเศษ ขั้นต่ำ ระดับปริญญาโท

1.3 ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 1 คน เกณฑ์การคัดเลือก ได้แก่ 1) มีประสบการณ์การทำงานอย่างน้อย 5 ปี 2) จบการศึกษาด้านหลักสูตรและการสอน ระดับปริญญาเอก

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

1.5 ผู้เชี่ยวชาญด้านบริหารการศึกษา จำนวน 1 คน มีประสบการณ์ด้านการบริหารงานในสถานศึกษา อย่างน้อย 5 ปี

2. ตัวแปรที่ศึกษา

คุณภาพร่างโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

ระยะที่ 3 ทดลองใช้และปรับปรุงโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

ในการดำเนินการวิจัย ในระยะนี้ แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 ทดลองใช้โปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

1. กลุ่มเป้าหมาย

ได้แก่ นักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร จำนวน 10 คน

2. ตัวแปรที่ศึกษา

1) ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

ขั้นตอนที่ 2 ปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

1. ผู้ให้ข้อมูล

ได้แก่ ผู้บริหารสถานศึกษา ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ และครูการศึกษาพิเศษหรือครูผู้ดูแลนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งสิ้น 5 คน

2. ตัวแปรที่ศึกษา

ความคิดเห็นที่มีต่อโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. นักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-2 ต่ำกว่าระดับชั้นปัจจุบันของนักเรียน 1 ปี ไม่มีปัญหาพฤติกรรม(รายงานความประพฤติของโรงเรียน) นักเรียนมีระดับสติปัญญาปกติจากการประเมินระดับสติปัญญา (IQ) โดยใช้ SPM จากผู้ประเมินที่ผ่านการ

อบรมแล้ว และนักเรียนมีผลการทดสอบคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 โดยทดสอบด้วยแบบทดสอบความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข

2. ความสามารถทางคณิตศาสตร์ ในงานวิจัยนี้ หมายถึง ศักยภาพของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 1-3 ที่แสดงออกผ่านความเข้าใจพื้นฐานในเรื่องจำนวนและตัวเลข ตั้งแต่ 1 ถึง 10 และ 0 รวมถึงความสามารถในการเปรียบเทียบ และการเรียงลำดับจำนวนและตัวเลขดังกล่าว

3. โปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 หมายถึง กระบวนการพัฒนาความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ซึ่งเกิดจากการวิเคราะห์ สังเคราะห์ คำหนึ่งถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลและความต้องการจำเป็นพิเศษของแต่ละบุคคล โปรแกรมนี้ประกอบด้วยจุดมุ่งหมาย การคัดเลือกผู้เข้าร่วมโปรแกรม เนื้อหาของโปรแกรม วิธีการจัดกิจกรรมในโปรแกรม สื่อการเรียนรู้ และการประเมินผลโปรแกรม โดยกำหนดการเข้ารับโปรแกรม นั้น แบ่งเป็น 3 ช่วง ได้แก่ ช่วงที่ 1 การสำรวจปัญหาทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์โดยใช้แบบทดสอบ วิเคราะห์ผล และนัดหมายเพื่อเข้าสู่กิจกรรมการเรียนรู้ ช่วงที่ 2 คือ จัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ที่ออกแบบกิจกรรมการสอนด้วยวิธีการสอนตรง (Direct Instruction) ผสมผสานกับวิธีการสอนแบบ Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และเทคนิคทัชแมทซ์ เพื่อให้ นักเรียนได้พัฒนาความสามารถด้านคณิตศาสตร์ในระดับพื้นฐาน ซึ่งประกอบด้วยเรื่องตัวเลขและจำนวนนับ มีการประเมินผลหลังการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ บันทึกผลการเรียนรู้และรายงานผลการประเมินแต่ละหัวข้อย่อย และช่วงที่ 3 ประเมินความสามารถด้านคณิตศาสตร์ หลังการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการทำแบบทดสอบความรู้ เรื่อง จำนวนและตัวเลข และสรุปผลการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้

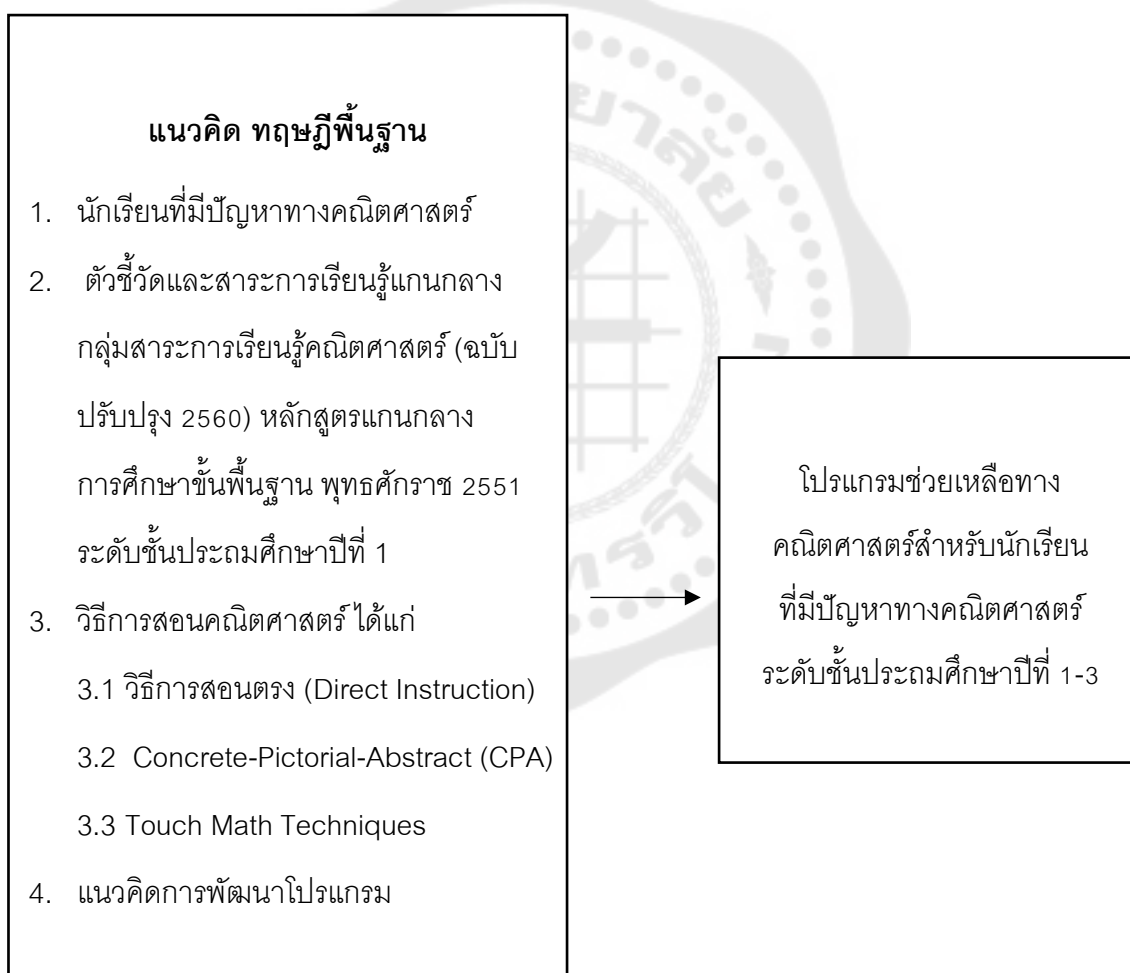
4. วิธีการสอนตรง (Direct Instruction) หมายถึง เป็นกระบวนการแบบหนึ่งที่มีขั้นตอนการสอนที่ครูจะต้องปฏิบัติตามแต่ละขั้น เมื่อเด็กมีทักษะแต่ละขั้นแล้ว จึงจะให้เด็กเรียนรู้ในขั้นที่สูงขึ้น มีการกำหนดจุดประสงค์ในการสอนที่ชัดเจน เน้นการนำวิธีการสอนแบบวิเคราะห์งานมาใช้ มีการบันทึกความก้าวหน้าของเด็กอย่างมีระบบและวิธีการปรับพฤติกรรมเด็กมาร่วมใช้ด้วย การสอนตรงมี 6 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ทบทวนเนื้อหาเดิม (Introduction Review) เป็นการทบทวนเนื้อหา ความรู้ หรือทักษะเดิมที่ผู้เรียนได้เรียนผ่านมาแล้ว ซึ่งความรู้และทักษะนี้ถือเป็นทักษะพื้นฐานที่จำเป็นที่จะใช้ในการเรียนรู้ ขั้นที่ 2 แจ้งวัตถุประสงค์การเรียนรู้ (State the Objectives) ขั้นตอนนี้เป็นการบอกวัตถุประสงค์การเรียนรู้ให้ผู้เรียนทราบ ซึ่งเป็นการเตรียม

ความพร้อมให้ผู้เรียน ขั้นที่ 3 นำเสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Material) เป็นการนำเสนอเนื้อหาหรือ ทักษะซึ่งผู้สอนอาจต้องจัดเตรียมและวิเคราะห์เนื้อหาให้เป็นไปอย่างมีลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน โดยใช้สื่อและกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ปฏิบัติ พร้อมกับตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน ขั้นที่ 4 ฝึกโดยการชี้แจง (Guide Practice) เป็นการให้ผู้เรียนได้ฝึกโดยผู้สอน ปฏิบัติให้ผู้เรียนดูเป็นตัวอย่าง ผู้เรียนปฏิบัติตาม ผู้สอนให้ข้อมูลป้อนกลับให้การเสริมแรง หรือแก้ไข ข้อผิดพลาดของผู้เรียน ซึ่งผู้สอนจะควบคุมกระบวนการและตรวจสอบการทำงานของนักเรียน อย่างใกล้ชิดทั้งรายบุคคลและกลุ่มอิสระ ขั้นที่ 5 ฝึกปฏิบัติโดยอิสระ (Independent Practice) เป็นการมอบหมายให้ผู้เรียน ศึกษาเองตามลำพัง ผู้เรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยผู้สอนคอยดูแลอยู่ห่างๆ ผู้สอนจะสามารถเห็นการเรียนรู้และความสามารถของผู้เรียนได้จากความสำเร็จและความผิดพลาดในการปฏิบัติ ของผู้เรียนและคอยให้การช่วยเหลือ และขั้นที่ 6 ทบทวนและประเมินผล (Evaluation) เป็นการทบทวนเนื้อหาที่ผู้เรียน ได้เรียนไปแล้วทั้งหมดหลังจากที่ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นที่ 4 ได้ถูกต้องประมาณ 85-90% แล้ว ผู้สอนควรปล่อยให้ผู้เรียนปฏิบัติต่อไปอย่างอิสระในขั้นที่ 5 เพื่อช่วยให้เกิดความชำนาญ และการเรียนรู้ยังคงทน ผู้สอนไม่จำเป็นต้องให้ข้อมูลป้อนกลับในทันที สามารถให้ภายหลังได้ การฝึกในขั้นนี้ไม่ควรทำติดต่อกันในครั้งเดียว ควรมีการฝึกเป็นระยะ ๆ เพื่อช่วยการเรียนรู้ยังคงทนขึ้น ขั้นทบทวนนี้จัดเป็นขั้นตอนที่จำเป็นมากโดยเฉพาะเนื้อหาใหม่ที่ผู้เรียนไม่เคยเรียนรู้มาก่อน รวมทั้งทักษะที่จำเป็นที่ผู้เรียนจะต้องมีความรู้เพื่อนำไปใช้ในการเรียนในทักษะครั้งต่อไป

5. แนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) หมายถึง ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ที่เป็นรูปธรรม มีวิธีการสอน 3 ขั้นตอน คือ 1) Concrete คือการ "ทำ" โดยใช้วัตถุที่เป็นรูปธรรมมาให้นักเรียนรู้ก่อน 2) Pictorial คือการ "เห็น" ขั้นตอนนี้กระตุ้นให้เด็กสร้างการเชื่อมต่อระหว่างวัตถุ และระดับความเข้าใจที่เป็นนามธรรมโดยการวาดหรือดูรูปภาพหรือแบบจำลองที่แสดงถึงวัตถุ และ 3) Abstract คือ "สัญลักษณ์" ซึ่งเด็ก ๆ สามารถใช้สัญลักษณ์หรือเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์แทนรูปวาดหรือรูปภาพนั้นได้ ในแต่ละขั้นตอนนักเรียนจะได้รับการประเมินผลว่าสามารถเรียนรู้ได้และเกิดความคิดรวบยอดจากครูผู้สอนก่อนจึงจะผ่านไปสู่วิธีขั้นตอนถัดไปได้

6. เทคนิคทัชแมทซ์ (Touch Math Techniques) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสหลายๆ ด้าน ในการเรียนรู้จำนวน ตัวเลข และการหาคะลอกหรือผลลบทางด้านคณิตศาสตร์ โดยจะใช้การ ดู การฟัง และการสัมผัส เด็กจะต้องจำภาพและตำแหน่งของตัวเลขผ่านสัญลักษณ์จุด ซึ่งตัวเลข 1 ถึง 9 จะมีจุดเชื่อมโยงกัน ดังนี้ เลข 1 - 5 จะใช้จุดเดียว และ เลข 6 - 9 จะใช้ 2 จุด (จุดด้านในเป็น สีดำและวงกลมสีขาวล้อมรอบ) แต่ละจุดเดียว 1 ครั้ง และแต่ละจุดคู่ 2 ครั้ง พร้อมทั้งนับออกเสียง

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวความคิดวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

- 1.1 ความสำคัญและประโยชน์ของคณิตศาสตร์
- 1.2 ลักษณะของคณิตศาสตร์
- 1.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
- 1.4 ตัวชี้วัดระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 – 3
- 1.5 จำนวนนับ
- 1.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์

2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์

- 2.1 ความสามารถทางคณิตศาสตร์
- 2.2 ผู้เรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.3 สาเหตุของผู้เรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.4 กระบวนการคัดกรองผู้เรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.4 แนวทางพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์
- 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสอนตรง (Direct Method)

- 3.1 ความหมายของการสอนตรง
- 3.2 ความสำคัญของการสอนตรง
- 3.3 ขั้นตอนการสอนตรง
- 3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนตรง

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคทัชแมทซ์ (Touch Math Techniques)

- 4.1 ความหมายของเทคนิคทัชแมทซ์
- 4.2 หลักการของเทคนิคทัชแมทซ์
- 4.3 ลักษณะเฉพาะของเทคนิคทัชแมทซ์
- 4.4 ขั้นตอนการสอนของเทคนิคทัชแมทซ์

4.5 ความสำคัญของเทคนิคทัชแมทซ์

4.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคทัชแมทซ์

5. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA)

5.1 ความหมายของแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA)

5.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA)

5.3 ประโยชน์ของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA)

5.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA)

6. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโปรแกรม

6.1 ความหมายของโปรแกรม

6.2 องค์ประกอบของโปรแกรม

6.3 หลักการและแนวคิดในการพัฒนาโปรแกรม

6.4 การประเมินผลโปรแกรม

6.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโปรแกรม

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1.1 ความสำคัญและประโยชน์ของคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาผู้เรียนทั้งในด้านทักษะทางสติปัญญาและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ อาทิ ความมีระเบียบวินัย ความรอบคอบ ละเอียดถี่ถ้วน การคิดอย่างมีเหตุผล และความสามารถในการสังเกตสิ่งต่าง ๆ อย่างเป็นระบบ ซึ่งถือเป็นองค์ประกอบพื้นฐานของกระบวนการเรียนรู้และการใช้ชีวิตอย่างมีประสิทธิภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2546)

นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาระบบความคิดและการวิเคราะห์เชิงเหตุผล อันเป็นทักษะสำคัญในการเรียนรู้ การดำรงชีวิต และการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยความรู้ทางคณิตศาสตร์สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างหลากหลายในด้านการศึกษา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และเศรษฐกิจ รวมทั้งเป็นพื้นฐานสำคัญของการวิจัยและการแสวงหาความรู้ในระดับที่สูงขึ้น (สิริลักษณ์ โปร่งสันเทียะ, 2550)

การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพจึงไม่เพียงแต่ช่วยให้นักเรียนมีความรู้และทักษะทางวิชาการเท่านั้น แต่ยังเป็นการสร้างพื้นฐานทางความคิดให้ผู้เรียนรู้จัก

แก้ปัญหาอย่างมีระบบ ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และมีทักษะในการประยุกต์ใช้ความรู้สู่สถานการณ์จริง (กานดา พงศทิพย์พนัส, 2541) ในด้านการใช้ประโยชน์ คณิตศาสตร์มีบทบาทในหลายมิติ ได้แก่

- 1.ชีวิตประจำวัน เช่น การวัดเวลา การคำนวณ การซื้อขาย และกิจกรรมทั่วไป
- 2.การประกอบอาชีพ ซึ่งหลายอาชีพต้องใช้คณิตศาสตร์ในกระบวนการทำงาน
- 3.พัฒนาบุคลิกภาพ การเรียนคณิตศาสตร์ช่วยส่งเสริมความรอบคอบ มีไหวพริบ และมีเหตุผล
- 4.ความเข้าใจโลกธรรมชาติ คณิตศาสตร์ช่วยอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ เช่น การโคจรของโลก ฤดูกาล น้ำขึ้นน้ำลง
- 5.ด้านวัฒนธรรม คณิตศาสตร์เป็นหนึ่งในมรดกทางปัญญาที่มนุษย์ได้สั่งสมและถ่ายทอดมาอย่างต่อเนื่อง (มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, ม.ป.ป.)

1.2 ลักษณะของคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีลักษณะเฉพาะตัวและมีบทบาทสำคัญในการพัฒนากระบวนการคิดของมนุษย์ โดยเฉพาะด้านเหตุผล ตรรกะ และการคิดอย่างเป็นระบบ ลักษณะเด่นของคณิตศาสตร์สามารถจำแนกได้เป็นหัวข้อสำคัญต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1.2.1 คณิตศาสตร์เป็นนามธรรม

คณิตศาสตร์ประกอบด้วยแนวคิดที่ไม่สามารถจับต้องได้โดยตรง แต่เป็นการสังเคราะห์จากการสังเกต การเปรียบเทียบ และการสร้างแบบจำลองเชิงความคิด ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้ได้กับสถานการณ์หลากหลาย โดยอาศัยการลดรูปจากความเป็นจริงเหลือเพียงแก่นสารสำคัญ (สุชนา จันทรเรือง, 2553) ลักษณะนามธรรมนี้ช่วยให้ผู้เรียนสามารถฝึกคิดวิเคราะห์ และสร้างองค์ความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเอง

1.2.2 คณิตศาสตร์เป็นภาษา

คณิตศาสตร์ถือเป็นภาษาสากล (universal language) ซึ่งมีการใช้สัญลักษณ์ ตัวแปร และเครื่องหมายเฉพาะในการสื่อสารความคิดอย่างชัดเจน รัดกุม และมีความแม่นยำสูง (Encyclopedia of Mathematics, n.d.) ลักษณะนี้ทำให้คณิตศาสตร์สามารถใช้สื่อสารความคิดร่วมกันในระดับนานาชาติ โดยไม่ขึ้นกับภาษาแม่ของแต่ละบุคคล

1.2.3 คณิตศาสตร์มีโครงสร้างและเหตุผล

องค์ความรู้ในคณิตศาสตร์มีลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน เริ่มจากนิยาม สัจพจน์ และกฎพื้นฐาน ซึ่งนำไปสู่การสร้างทฤษฎีบทผ่านการให้เหตุผลอย่างเป็นระบบ (Polya, 1957 อ้างใน

อุษณีย์ เกิดสุข, 2547) ลักษณะโครงสร้างนี้ทำให้คณิตศาสตร์มีความมั่นคง สามารถนำไปใช้ในการพิสูจน์แนวคิดต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ

1.2.4 คณิตศาสตร์มีแบบแผน

การคิดเชิงคณิตศาสตร์ต้องดำเนินไปตามลำดับขั้นตอนที่มีแบบแผนชัดเจน ซึ่งแสดงออกในรูปของกระบวนการตั้งปัญหา วิเคราะห์ หาคำตอบ และตรวจสอบ ซึ่งกระบวนการเหล่านี้มีความสำคัญในการฝึกการคิดอย่างเป็นระบบ (ประเวศ สุวรรณศรี, 2551)

1.2.5 คณิตศาสตร์เป็นศิลปะ

แม้คณิตศาสตร์จะมีพื้นฐานทางตรรกะและความเป็นวิทยาศาสตร์ แต่ก็มีความสุนทรีย์แฝงอยู่ในโครงสร้าง เช่น ความสมดุล ความสมมาตร และความกลมกลื่นของแนวคิด ซึ่งนักคณิตศาสตร์มักอธิบายถึงความงามของคณิตศาสตร์ว่าเป็น "ความสง่างามของวิธีพิสูจน์" หรือ "ความเรียบง่ายที่ทรงพลัง" (Hardy, 1940 อ้างใน กาญจนา หงษ์ทอง, 2562)

จากการศึกษาข้อมูลสามารถสรุปได้ว่า ลักษณะของคณิตศาสตร์แสดงถึงความเป็นศาสตร์ที่มีทั้งความนามธรรม ความมีโครงสร้าง และความสามารถในการสื่อสารแนวคิดอย่างเป็นระบบ ลักษณะเหล่านี้ส่งเสริมให้คณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานสำคัญของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการพัฒนาทางปัญญาของมนุษย์ในระดับสากล

1.3 สารและมาตรฐานการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ประกอบด้วยสารและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มี 3 สาร จำนวน 7 มาตรฐาน ดังนี้

สารที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวนผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ พังก์ชัน ลำดับ และอนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด และคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

1.4 ตัวชี้วัดระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 – 3

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ , 2551) จัดทำขึ้นโดยคำนึงถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ

นั่นคือ การเตรียมผู้เรียนให้มีทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสารและการร่วมมือซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อม สามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ประสบความสำเร็จนั้น จะต้องเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ พร้อมที่จะประกอบอาชีพเมื่อจบการศึกษา หรือสามารถศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น ดังนั้นสถานศึกษาควรจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมตามศักยภาพของผู้เรียน

สาระการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จัดเป็น 3 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น

1) จำนวนและพีชคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับ ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง อัตราส่วนร้อยละ การประมาณค่า การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์ เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ลำดับและอนุกรม และการนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ในการสถานการณ์ต่าง ๆ

2) การวัดและเรขาคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับ ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ รูปเรขาคณิต และสมบัติของรูปเรขาคณิต การนิยามภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดและเรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

3) สถิติและความน่าจะเป็น เรียนรู้เกี่ยวกับ การตั้งคำถามทางสถิติ การเก็บรวบรวมข้อมูล การคำนวณค่าสถิติ การนำเสนอและแปลผลสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ หลักการนับเบื้องต้นความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ

คุณภาพผู้เรียนจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

- อ่าน เขียนตัวเลข ตัวหนังสือแสดงจำนวนนับไม่เกิน 100,000 และ 0 มีความรู้สึกเชิงจำนวน มีทักษะการบวก การลบ การคูณ การหาร และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ
- มีความรู้สึกเชิงจำนวนเกี่ยวกับเศษส่วนที่ไม่เกิน 1 มีทักษะการบวก การลบ เศษส่วนที่ตัวส่วนเท่ากัน และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ
- คาดคะเนและวัดความยาว น้ำหนัก ปริมาตร ความจุ เลือกใช้เครื่องมือและหน่วยที่เหมาะสม บอกเวลา บอกจำนวนเงิน และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ
- จำแนกและบอกลักษณะของรูปหลายเหลี่ยม วงกลม วงรี ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทรงกลมทรงกระบอก และกรวย เขียนรูปหลายเหลี่ยม วงกลม และวงรีโดยใช้แบบของรูป ระบูปรูปเรขาคณิตที่มีแกนสมมาตรและจำนวนแกนสมมาตร และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ
- อ่านและเขียนแผนภูมิรูปภาพ ตารางทางเดียวและนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

ตัวชี้วัด

ตาราง 1 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1

มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด
สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต	
มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้	- บอกจำนวนของสิ่งต่าง ๆ แสดงสิ่งต่าง ๆ ตามจำนวนที่กำหนดอ่านและเขียนตัวเลขฮินดูอารบิก ตัวเลขไทยแสดงจำนวนนับ ไม่เกิน 100 และ 0 - เปรียบเทียบจำนวนนับไม่เกิน 100 และ 0 โดยใช้เครื่องหมาย $=$ $\neq$ $>$ $<$ - เรียงลำดับจำนวนนับไม่เกิน 100 และ 0 ตั้งแต่ 3 ถึง 5 จำนวน - หาค่าของตัวไม่ทราบค่าในประโยคสัญลักษณ์ แสดงการบวกและประโยคสัญลักษณ์แสดง การลบของจำนวนนับไม่เกิน 100 และ 0 - แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาการบวกและโจทย์ปัญหาการลบของจำนวนนับไม่เกิน 100 และ 0
มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้	ระบุจำนวนที่หายไปในรูปแบบรูปของจำนวนที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง ทีละ 1 และทีละ 10 และระบุรูปที่หายไป ในแบบรูปซ้ำของรูเรขาคณิตและรูปอื่น ๆ ที่สมาชิกในแต่ละชุดที่ซ้ำมี 2 รูป

ตาราง 2 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต ระดับชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 2

มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด
สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต	
มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความ หลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของ จำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการ ดำเนินการ สมบัติของการ ดำเนินการ และนำไปใช้	1. บอกจำนวนของสิ่งต่าง ๆ แสดงสิ่งต่าง ๆ ตามจำนวนที่ กำหนดอ่านและเขียนตัวเลขฮินดูอารบิก ตัวเลขไทย ตัวหนังสือ แสดง จำนวนนับ ไม่เกิน 1,000 และ 0 2. เปรียบเทียบจำนวนนับไม่เกิน 1,000 และ 0 โดยใช้ เครื่องหมาย $\neq$ $>$ $<$ 3. เรียงลำดับจำนวนนับไม่เกิน 1,000 และ 0 ตั้งแต่ 3 ถึง 5 จำนวน จากสถานการณ์ต่าง ๆ 4. หาค่าของตัวไม่ทราบค่าในประโยคสัญลักษณ์ แสดงการ บวก และประโยคสัญลักษณ์แสดงการลบของจำนวน นับ ไม่เกิน 1,000 และ 0 5. หาค่าของตัวไม่ทราบค่าในประโยคสัญลักษณ์ แสดงการ คูณของจำนวน 1 หลักกับจำนวนไม่เกิน 2 หลัก 6. หาค่าของตัวไม่ทราบค่าในประโยคสัญลักษณ์ แสดงการ หารที่ ตัวตั้งไม่เกิน 2 หลัก ตัวหาร 1 หลัก โดยที่ผลหารมี 1 หลัก ทั้งหารลงตัวและ หารไม่ลงตัว 7. หาผลลัพธ์การ บวก ลบ คูณ หาร ระคนของจำนวนนับไม่ เกิน 1,000 และ 0 8. แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหา 2 ขั้นตอน ของจำนวน นับ ไม่เกิน 1,000 และ 0

ตาราง 3 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด
สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต	
มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวนระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้	1. อ่านและเขียนตัวเลขฮินดูอารบิก ตัวเลขไทย และตัวหนังสือแสดง จำนวนนับไม่เกิน 100,000 และ 0 2. เปรียบเทียบและเรียงลำดับจำนวนนับไม่เกิน 100,000 จากสถานการณ์ต่าง ๆ 3. บอก อ่าน และเขียนเศษส่วน แสดงปริมาณสิ่งต่าง ๆ และแสดงสิ่งต่าง ๆ ตามเศษส่วนที่กำหนด 4. เปรียบเทียบเศษส่วนที่ตัวเศษเท่ากัน โดยที่ตัวเศษน้อยกว่าหรือเท่ากับตัวส่วน 5. หาค่าของตัวไม่ทราบค่าในประโยคสัญลักษณ์แสดงการบวกและ ประโยคสัญลักษณ์แสดงการลบของจำนวนนับไม่เกิน 100,000 และ 0 6. หาค่าของตัวไม่ทราบค่าในประโยคสัญลักษณ์ แสดงการคูณของจำนวน 1 หลักกับจำนวน ไม่เกิน 4 หลักและจำนวน 2 หลัก กับ จำนวน 2 หลัก 7. หาค่าของตัวไม่ทราบค่าในประโยคสัญลักษณ์ แสดงการหารที่ตัว ตั้งไม่เกิน 4 หลัก ตัวหาร 1 หลัก 8. หาผลลัพธ์การ บวก ลบ คูณ หาร ระคน ของจำนวนนับไม่เกิน 100,000 และ 0 9. แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ ปัญหา 2 ขั้นตอน ของจำนวนนับไม่เกิน 100,000 และ 0 10. หาผลบวกของเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากัน และผลบวก

มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด
	ไม่เกิน 1 และหาผลลบของเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากัน
	11. แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาการบวก เศษส่วนที่มีตัว ส่วนเท่ากันและ ผลบวกไม่เกิน 1 และโจทย์ปัญหาการลบเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากัน

1.5 จำนวนนับ

จำนวนนับ (Natural Numbers) เป็นแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการระบุจำนวนหรือสิ่งของในชีวิตประจำวัน โดยมีลักษณะเป็นจำนวนเต็มบวก ได้แก่ 1, 2, 3, 4, 5, ... ซึ่งมีลำดับเพิ่มขึ้นครั้งละหนึ่งอย่างไม่สิ้นสุด จำนวนนับจึงไม่รวมศูนย์ (0) ไม่รวมจำนวนลบ (เช่น -1, -2) และไม่รวมจำนวนที่มีค่าทศนิยม (Eric, 2020; ญัฐพัชร์ อุบลรัตน์, 2562)

จำนวนนับนับเป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ทั้งนี้เพราะแนวคิดเกี่ยวกับ “การนับ” เป็นพื้นฐานทางความคิดของมนุษย์ตั้งแต่ยุคโบราณ โดยในอดีตมนุษย์เริ่มต้นจากการใช้สัญลักษณ์หรือเครื่องหมายในการแสดงจำนวนของวัตถุ ต่อมาได้มีการพัฒนาระบบสัญลักษณ์ให้เป็นระบบตัวเลขที่สามารถจดบันทึกและใช้สื่อสารทางปริมาณได้อย่างชัดเจน (Georges, 2000; Richard, 1963) ตัวอย่างของระบบจำนวนนับยุคแรกสามารถพบได้ในอารยธรรมอียิปต์โบราณที่มีสัญลักษณ์แทนเลข 1 และ 10 เป็นต้น

ความสำคัญของจำนวนนับจึงมีอยู่ทั้งในด้านประวัติศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และการศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับการเรียนรู้ขั้นต้น จำนวนนับช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจและจัดการกับสถานการณ์ในชีวิตจริง เช่น การนับสิ่งของ การอ่านและเปรียบเทียบป้ายราคา หรือการแลกเปลี่ยนที่เกี่ยวข้องกับปริมาณอย่างมีเหตุผล

จากความสำคัญดังกล่าว หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จึงได้กำหนดให้ “จำนวนและพีชคณิต” เป็นสาระการเรียนรู้แรกในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และกำหนดให้มาตรฐาน ค 1.1 ซึ่งว่าด้วยการเข้าใจความหมายของจำนวน การอ่าน การเขียน และการเปรียบเทียบจำนวนนับ เป็นจุดเริ่มต้นของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงตระหนักถึงความสำคัญของจำนวนนับในฐานะรากฐานสำคัญของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ และเล็งเห็นว่าการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนนับอย่างถูกต้องตั้งแต่ต้น จะช่วยให้สามารถเรียนรู้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนขึ้นในระดับต่อไปได้อย่างมั่นคงและมีประสิทธิภาพ

1.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

มีงานวิจัยจำนวนมากที่ให้ความสำคัญกับการพัฒนาและศึกษาหลักสูตรสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ทั้งในระดับการออกแบบเชิงนโยบาย การบริหารจัดการ ตลอดจนแนวทางการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน โดยมีตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

กัลยา สุทธิศิริ (2549) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องแนวโน้มของหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาในอนาคต โดยมุ่งเน้นศึกษาจุดมุ่งหมาย โครงสร้าง เนื้อหา การจัดการเรียนรู้ และการวัดผลประเมินผลของหลักสูตรคณิตศาสตร์จากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญจำนวน 28 คน ได้แก่ นักวิชาการ ศึกษานิเทศก์ ผู้บริหาร และครูผู้สอน ผลการวิจัยพบว่า (1) แนวโน้มของเนื้อหา คณิตศาสตร์จะมีความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันมากขึ้น เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์และการคิดอย่างเป็นระบบ (2) โครงสร้างหลักสูตรและเวลาเรียนยังคงเดิม แต่จะมีการเพิ่มเติมเนื้อหาให้สอดคล้องกับประสบการณ์ของผู้เรียน โดยเฉพาะในระดับประถมศึกษาตอนปลาย (3) มีการนำเทคโนโลยีและสื่ออิเล็กทรอนิกส์มาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้มากขึ้น (4) มีการปรับแนวทางการสอนให้นับผู้เรียนเป็นศูนย์กลางมากขึ้น และคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล (5) มีการบูรณาการทรัพยากรท้องถิ่นเข้ากับกระบวนการจัดการเรียนรู้ (6) แนวทางการประเมินผลมุ่งเน้นการช่วยเหลือผู้เรียนเป็นรายบุคคล โดยใช้วิธีการประเมินที่หลากหลาย เช่น แฟ้มสะสมผลงาน (Portfolio) และการปฏิบัติจริง (7) เกณฑ์การประเมินมีความยืดหยุ่น โดยใช้ทั้งแบบอิงกลุ่มและอิงเกณฑ์

อนุชิต ลิ่วธนพนธ์ และคณะ (2567) ได้ศึกษาการบริหารจัดการเชิงยุทธศาสตร์ เพื่อพัฒนาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้รองรับกับบริบทของยุคปัญญาประดิษฐ์ โดยมุ่งเน้น 4 ประเด็นสำคัญ ได้แก่ การวิเคราะห์สถานการณ์ปัจจุบัน การค้นหาปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพหลักสูตร การสังเคราะห์ภาพอนาคตที่พึงประสงค์ และการพัฒนาแนวทางการบริหารจัดการเชิงยุทธศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าการพัฒนาหลักสูตรควรดำเนินการตามแนวคิดของการบริหารจัดการภาครัฐแนวใหม่ (New Public Management) ภายใต้กรอบ Balance Scorecard (BSC) ใน 4 มิติ ได้แก่ ประสิทธิภาพ การให้บริการ ประสิทธิภาพ และการพัฒนาองค์กร

โดยแนวคิดนี้จะช่วยเชื่อมโยงวิสัยทัศน์ แผนงาน และกลยุทธ์ให้สามารถบรรลุเป้าหมายในยุคที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

กัญญาณัฐ ศศิวัจน์ไพสิฐ และปริญญภาส สีทอง (2566) ได้พัฒนาหลักสูตรส่งเสริมทักษะการคิดคำนวณเรื่องการคูณและการหารจำนวนนับ โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค TGT (Teams-Games-Tournament) ร่วมกับวิธีสอนแบบนิรนัย (Deductive Method) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 21 คน ผลการวิจัยพบว่า (1) หลักสูตรที่พัฒนาขึ้นมีองค์ประกอบที่ชัดเจนและได้รับการประเมินว่าอยู่ในระดับความเหมาะสมสูงมาก (2) นักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรมีพัฒนาการด้านทักษะการคิดคำนวณสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รัตนะ บัวสนธิ์ (2565) ได้ทำการทดลองพัฒนาหลักสูตรเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้โจทย์ปัญหาจำนวนเต็มในนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผ่านกระบวนการแก้ปัญหา “แดปิค” (D-PiC) รูปแบบวิจัยแบบ One-Group Pretest–Posttest ผลงานวิจัยเผยว่า หลักสูตรนี้ครอบคลุมองค์ประกอบ 7 ด้าน ได้แก่ ความเป็นมา จุดมุ่งหมาย เนื้อหา กิจกรรม สื่อ และการประเมินผล โดยมีดัชนีประสิทธิผล (E.I.) เท่ากับ 0.73 ซึ่งถือว่ามีประสิทธิภาพ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นหลังเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

พัชรวรรณ ระหว่างบ้าน (2566) ทำการวิจัยในห้องเรียนผ่านเกมการศึกษาหัวข้อรูปสามเหลี่ยม กับนักเรียน ป.6 จำนวน 30 คน มีเครื่องมือเป็นแผนการจัดกิจกรรมและเกมศึกษาทดลองในระยะเวลา 3 สัปดาห์ (12 ชั่วโมง) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า หลังเรียน ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้สูงขึ้น โดยผู้เชี่ยวชาญให้คะแนน E.I. เกินเกณฑ์ 0.80 และผลจากการเปรียบเทียบก่อน–หลังพบระดับความพึงพอใจและพัฒนาการที่เด่นชัด

จากงานวิจัยที่ศึกษา จะเห็นได้ว่าคณิตศาสตร์ยังคงมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในฐานะเครื่องมือในการพัฒนาทักษะทางปัญญา การดำเนินชีวิต และการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 แนวโน้มในอนาคตแสดงให้เห็นถึงความจำเป็นในการพัฒนาและปรับปรุงหลักสูตรสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง ทั้งในด้านโครงสร้าง วิธีการเรียนรู้ เทคโนโลยี และการประเมินผล ตลอดจนการออกแบบหลักสูตรย่อยที่ตอบสนองต่อความแตกต่างของผู้เรียนและรองรับการเปลี่ยนแปลงของบริบทโลกในยุคดิจิทัล

2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.1 ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน

เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับความสามารถทางคณิตศาสตร์ เราจำเป็นต้องย้อนกลับไปทำความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการพัฒนาของมนุษย์ โดยทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ได้กล่าวถึงลำดับพัฒนาการของมนุษย์ไว้ ดังนี้

2.1.1 แนวคิดพื้นฐานของทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์

ฌอง เพียเจต์ (Jean Piaget) นักจิตวิทยาชาวสวิส ได้เสนอทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์ ซึ่งมุ่งเน้นไปที่กระบวนการสร้างความรู้ (knowledge construction) ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องกับสิ่งแวดล้อม โดยเพียเจต์เชื่อว่าการเรียนรู้ของมนุษย์มิใช่กระบวนการถ่ายทอดความรู้จากผู้สอนสู่ผู้เรียนเท่านั้น หากแต่เป็นผลจากการที่บุคคลลงมือปฏิบัติจริง วิเคราะห์สถานการณ์ และพัฒนาโครงสร้างความคิดของตนเองอย่างเป็นลำดับขั้น (sequential process) ซึ่งพัฒนาจากรูปธรรมไปสู่นามธรรม

เพียเจต์แบ่งพัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์ออกเป็น 4 ขั้นตอนหลัก โดยแต่ละขั้นสะท้อนถึงรูปแบบการคิดและกระบวนการทางจิตที่ซับซ้อนขึ้นเรื่อย ๆ ดังนี้ (สมชาย รัตนทองคำ, 2556; สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2553)

ขั้นที่ 1: ขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (Sensorimotor Stage)

ช่วงพัฒนาการนี้ครอบคลุมตั้งแต่แรกเกิดถึงอายุประมาณ 2 ปี ซึ่งเป็นระยะที่เด็กใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้าและการเคลื่อนไหวทางร่างกายในการเรียนรู้และตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม เด็กยังไม่สามารถใช้ภาษาเพื่อสื่อความคิดได้ ดังนั้นการเรียนรู้ในระยะนี้จึงเกิดจากการกระทำซ้ำ ๆ และการตอบสนองต่อสิ่งเร้าโดยตรง การพัฒนาสติปัญญาในขั้นนี้อยู่บนพื้นฐานของประสบการณ์ตรงผ่านประสาทสัมผัส เช่น การดู การฟัง การจับ การดูด และการเคลื่อนไหว โดยที่เด็กจะค่อย ๆ เรียนรู้จากผลของการกระทำซ้ำและมีพัฒนาการอย่างต่อเนื่องในการจัดการกับสิ่งรอบตัว

เพียเจต์ได้แบ่งขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหวออกเป็น 6 ระยะย่อย (sub-stages) ซึ่งแสดงถึงพัฒนาการอย่างค่อยเป็นค่อยไป ดังนี้:

1. ระยะปฏิบัติการสะท้อน (Reflexive Stage) – แรกเกิดถึง 1 เดือน

เด็กในระยะนี้ตอบสนองต่อสิ่งเร้าโดยอาศัยปฏิกิริยาอัตโนมัติซึ่งมีมาตั้งแต่กำเนิด เช่น การดูดนม การร้องไห้ หรือการไขว่คว้า โดยพฤติกรรมเหล่านี้ไม่ได้เกิดจากการ

เรียนรู้ แต่เป็นกลไกพื้นฐานของระบบประสาทที่ใช้ในการอยู่รอด เมื่อเด็กเผชิญกับสิ่งเร้าที่คล้ายคลึงกันซ้ำ ๆ พฤติกรรมสะท้อนเหล่านี้จะค่อย ๆ ถูกปรับให้เหมาะสมกับบริบท เช่น การดูดนมจากขวดหรือจากอกแม่ ซึ่งสะท้อนถึงการเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้ผ่านการกระทำโดยตรง

2.ระยะการทำพฤติกรรมซ้ำแบบปฐมภูมิ (Primary Circular Reactions) – อายุ 1–4 เดือน

ในระยะนี้ เด็กเริ่มตระหนักถึงพฤติกรรมบางอย่างของตนเอง และทำซ้ำพฤติกรรมเหล่านั้นโดยไม่มีวัตถุประสงค์ภายนอกชัดเจน เช่น การกำมือแล้วแบออกซ้ำ ๆ หรือการดูดนิ้วมือของตนเอง การกระทำซ้ำนี้เป็นผลมาจากความพึงพอใจที่ได้รับจากพฤติกรรมนั้น ๆ และเน้นอยู่ที่ร่างกายของตนเป็นหลัก ซึ่งแสดงถึงการเริ่มพัฒนาความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนไหวและผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นตามมา

3.ระยะการทำพฤติกรรมซ้ำแบบทุติยภูมิ (Secondary Circular Reactions) – อายุ 4–8 เดือน

เด็กเริ่มหันมาสนใจสิ่งแวดล้อมภายนอกมากขึ้น และมีพฤติกรรมที่มีเป้าหมายชัดเจนมากขึ้น เช่น การเตะเป็ดเพื่อให้ตุ๊กตาที่แขวนอยู่สั่นไหว หรือการเขย่าของเล่นเพื่อให้เกิดเสียง พฤติกรรมซ้ำที่เกิดขึ้นในระยะนี้แสดงให้เห็นว่าเด็กเริ่มตระหนักถึงความสามารถของตนในการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นพัฒนาการที่ก้าวหน้าไปจากการเน้นตนเองในระยะก่อนหน้า

4.ระยะการประสานพฤติกรรมทุติยภูมิ (Coordination of Secondary Circular Reactions) อายุ 8–12 เดือน

พฤติกรรมของเด็กเริ่มแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการใช้ความตั้งใจเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย ตัวอย่างเช่น การยื่นมือไปหยิบผ้าห่มที่ปิดของเล่นไว้เพื่อเอาของเล่นกลับคืนมา พฤติกรรมดังกล่าวเป็นการแสดงถึงพัฒนาการของความเข้าใจเรื่องความคงอยู่ของวัตถุ (object permanence) ซึ่งเป็นความสามารถในการรับรู้วัตถุยังคงมีอยู่แม้ไม่สามารถมองเห็นได้ การทดลองของเพียเจต์พบว่า เด็กในช่วงอายุนี้นบางคนสามารถมองหาของเล่นที่ถูกซ่อนได้ ในขณะที่เด็กบางคนแสดงความไม่พอใจเมื่อต้องเผชิญกับการ "สูญหาย" ของของเล่น แสดงให้เห็นระดับของพัฒนาการที่แตกต่างกัน

5.ระยะการทำพฤติกรรมแบบลองผิดลองถูก (Tertiary Circular Reactions) – อายุ 12–18 เดือน

เด็กในวัยนี้แสดงพฤติกรรมเชิงทดลองอย่างมีจุดประสงค์ โดยมักแสดงความคิดริเริ่มในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเพื่อสังเกตผลลัพธ์ใหม่ ๆ เช่น การโยน

วัตถุลงพื้นในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อดูผลลัพธ์ที่ต่างกัน การทดลองซ้ำแบบนี้สะท้อนให้เห็นว่าเด็กเริ่มมีความสามารถในการอนุมานเหตุและผลจากการกระทำของตน ซึ่งถือเป็นจุดเริ่มต้นสำคัญของพัฒนาการทางสติปัญญาในระดับที่สูงขึ้น

6. ระยะเริ่มต้นใช้ความคิดภายใน (Mental Representation)

– อายุ 18–24 เดือน

ในระยะสุดท้ายของขั้นนี้ เด็กเริ่มสามารถใช้ความคิดภายในในการแก้ปัญหาได้ โดยไม่จำเป็นต้องลงมือกระทำจริงเสมอไป เด็กสามารถนึกภาพเหตุการณ์ล่วงหน้า ใช้ความจำเพื่อเลียนแบบพฤติกรรมที่เคยพบ และสามารถจินตนาการถึงผลของการกระทำก่อนที่จะลงมือทำ เช่น การหยิบกล่องมาทำเป็นรถยนต์ หรือเล่นบทบาทสมมติ การที่เด็กสามารถคิดย้อนถึงเหตุและผลในใจได้สะท้อนถึงพัฒนาการที่นำไปสู่ความสามารถในการใช้ภาษาและเหตุผลอย่างเป็นระบบในขั้นถัดไป

กล่าวโดยสรุป ขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหวถือเป็นพื้นฐานของพัฒนาการทางสติปัญญาในช่วงก่อนวัยที่เด็กจะสามารถใช้ภาษาได้ ความคิดของเด็กในระยะนี้แสดงออกผ่านพฤติกรรมที่มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมโดยตรง และเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้และการแก้ปัญหาเบื้องต้นที่ยังไม่สามารถถ่ายทอดออกมาเป็นภาษาพูดได้อย่างสมบูรณ์ (สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2553)

ขั้นที่ 2: ขั้นก่อนการคิดแบบมีเหตุผล (Preoperational Stage)

ช่วงพัฒนานี้ครอบคลุมช่วงอายุประมาณ 2–7 ปี เป็นระยะที่เด็กเริ่มพัฒนาความสามารถในการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ในการแทนสิ่งต่าง ๆ ในโลกแห่งความเป็นจริง ซึ่งเป็นพัฒนาการที่เด่นชัดที่สุดในช่วงนี้ เด็กสามารถคิดเชิงนามธรรมได้ในระดับพื้นฐานผ่านการใช้ภาพหรือคำพูดแทนวัตถุหรือเหตุการณ์ที่ไม่ปรากฏตรงหน้า โดยการเรียนรู้ส่วนใหญ่เกิดจากการเล่น การเลียนแบบ และการใช้ภาษาเป็นเครื่องมือในการสื่อสารและจัดการกับสิ่งรอบตัว

แม้จะสามารถใช้ภาษาและสัญลักษณ์ได้ แต่ความคิดของเด็กในช่วงวัยนี้ยังมีลักษณะเฉพาะบางประการที่จำกัดความสามารถในการใช้เหตุผลเชิงตรรกะและความเข้าใจเกี่ยวกับมุมมองของผู้อื่น ลักษณะทางพัฒนาการทางสติปัญญาที่สำคัญในระยะนี้ ได้แก่:

1. ความเข้าใจและการใช้ภาษา

เด็กในวัยนี้เริ่มเข้าใจว่าสิ่งต่าง ๆ รอบตัวมีชื่อเรียกเฉพาะ และสามารถใช้ภาษาพูดเพื่อสื่อสารหรืออธิบายสิ่งที่ตนต้องการได้ดีขึ้น เด็กสามารถเรียบเรียงคำพูดเป็นประโยค และใช้คำศัพท์ได้มากขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งสะท้อนถึงการพัฒนาทางภาษาอย่างชัดเจน การ

เรียนรู้ของเด็กในระยะนี้ส่วนใหญ่เกิดจากการฟัง การพูด และการปฏิสัมพันธ์กับผู้ใหญ่และเพื่อนร่วมวัย

2. การเลียนแบบและการเล่นสมมุติ (Deferred Imitation & Symbolic Play)

เด็กสามารถเลียนแบบพฤติกรรมของผู้ใหญ่แม้จะไม่มีสิ่งเร้าอยู่ตรงหน้าในขณะนั้น เช่น การเล่นขายของหรือเล่นกับตุ๊กตาด้วยบทบาทสมมุติที่สะท้อนประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน การเล่นในลักษณะสมมุติ (pretend play) เช่น ทำท่าถอนหนวดหรือใช้กล่องเป็นรถยนต์ เป็นสัญญาณว่าเด็กเริ่มใช้สัญลักษณ์แทนสิ่งของจริงและเริ่มพัฒนา "function symbolic" ของสติปัญญา

3. การมุ่งความสนใจเพียงด้านเดียว (Centration)

เด็กวัยนี้มักมองสิ่งต่าง ๆ โดยพิจารณาเพียงแง่มุมเดียวในเวลาเดียวกัน เช่น ในการทดลองของเพียเจต์ที่ให้เด็กดูลูกบิดไม้ในกล่องซึ่งมีทั้งสีขาและสีน้ำตาล เมื่อถามเด็กว่ามีลูกบิดไม้สีอะไรมากที่สุด เด็กอาจตอบว่าสีขา แต่เมื่อถามว่าระหว่างลูกบิดไม้สีขา กับลูกบิดไม้ทั้งหมดอะไรมีจำนวนมากกว่า เด็กจะยังตอบว่าสีขา ทั้งที่ลูกบิดไม้ทั้งหมดรวมทั้งสีขาและสีน้ำตาลควรมีจำนวนมากกว่า แสดงให้เห็นว่าเด็กยังไม่เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อยกับส่วนรวม

4. ลักษณะการยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง (Egocentrism)

เด็กในช่วงนี้ยังไม่สามารถเข้าใจหรือคาดการณ์มุมมอง ความคิด หรือความรู้สึกของผู้อื่นได้ โดยมักมองโลกผ่านประสบการณ์ของตนเองเป็นหลัก เช่น เด็กสองคนอาจพูดพร้อมกันแต่คนละเรื่องโดยไม่รู้ว่าอีกฝ่ายพูดอะไร หรือในการทดสอบที่ให้เด็กชี้แขนซ้ายของบุคคลอื่น เด็กอาจตอบว่าเป็นแขนขวาเพราะมองจากมุมของตนเอง การยึดตนเป็นศูนย์กลางนี้ทำให้เด็กมีข้อจำกัดในการเข้าใจความแตกต่างของมุมมอง ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการคิดเชิงเหตุผลในบางบริบท

5. ข้อจำกัดในการจัดลำดับและเปรียบเทียบ (Seriation & Classification)

เด็กยังไม่สามารถจัดลำดับสิ่งของหรือจำนวนตามเกณฑ์ที่เป็นระบบ เช่น ไม่สามารถเรียงแท่งไม้ตามความยาว หรือเรียงตัวเลขจากน้อยไปมากได้ นอกจากนี้ ยังขาดความสามารถในการเปรียบเทียบความยาว ปริมาณ หรือคุณลักษณะต่าง ๆ ของวัตถุได้อย่างถูกต้อง

6. การไม่เข้าใจเรื่องการย้อนกลับของการคิด (Irreversibility)

เด็กยังไม่สามารถเข้าใจได้ว่ากระบวนการบางอย่างสามารถกลับไปยังสภาพเดิมได้ เช่น ไม่เข้าใจว่าถ้า $1 + 1 = 2$ แล้ว $2 - 1 = 1$ ก็ย่อมเป็นจริงเช่นเดียวกัน ความไม่เข้าใจนี้สะท้อนให้เห็นข้อจำกัดในการคิดเชิงตรรกะในระยะนี้

7. ความไม่เข้าใจเรื่องการคงสภาพของปริมาณ (Conservation)

เด็กในวัยก่อนการคิดแบบมีเหตุผลยังไม่สามารถเข้าใจได้ว่า สสารหรือวัตถุที่เปลี่ยนรูปร่างไปอาจยังคงมีปริมาณเท่าเดิม เช่น ในการทดลองของเพียเจต์ที่ใช้น้ำ ปริมาณเท่ากันเทลงในแก้วที่มีลักษณะแตกต่างกัน เด็กมักตอบว่าน้ำในแก้วที่สูงกว่า มีปริมาณมากกว่า เพราะใช้การรับรู้ทางสายตาโดยตรงเป็นเกณฑ์ตัดสิน แทนที่จะใช้เหตุผลในการพิจารณาความคงที่ของปริมาณ

การสังเกตพฤติกรรมของเด็กในขั้นนี้แสดงให้เห็นถึงการพัฒนาทางความคิดที่ยังอยู่ในระดับพื้นฐาน เด็กเริ่มแสดงศักยภาพทางสติปัญญาในการใช้ภาษา การสื่อสาร และการคิดเชิงนามธรรมในระดับต้น แต่ยังมีข้อจำกัดในการใช้เหตุผล การเปรียบเทียบ การจำแนกประเภท และการเข้าใจมุมมองของผู้อื่น อย่างไรก็ตาม พฤติกรรมเหล่านี้ไม่ใช่สัญญาณของความบกพร่อง แต่เป็นลักษณะเฉพาะของพัฒนาการตามธรรมชาติในช่วงวัยที่กำลังจะเปลี่ยนผ่านไปสู่การคิดเชิงเหตุผลที่สมบูรณ์มากยิ่งขึ้นในขั้นถัดไป (สุรางค์ ไคว่ ตระกูล, 2553)

ขั้นที่ 3: ขั้นการคิดแบบมีเหตุผลเชิงรูปธรรม (Concrete Operational Stage)

ขั้นพัฒนาการนี้เกิดขึ้นในช่วงอายุประมาณ 7-11 ปี เป็นช่วงที่เด็กเริ่มมีพัฒนาการทางสติปัญญาในด้านการใช้เหตุผลที่เป็นระบบมากขึ้น โดยเฉพาะการใช้เหตุผลกับสิ่งที่เป็นรูปธรรมซึ่งสามารถมองเห็นหรือสัมผัสได้จริง เด็กเริ่มแสดงความสามารถในการคิดแบบตรรกะ และสามารถเข้าใจแนวคิดสำคัญต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปริมาณ ความสัมพันธ์ และการเปรียบเทียบได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นการพัฒนาอย่างมีนัยสำคัญจากขั้นก่อนหน้า

คุณลักษณะทางพัฒนาการของเด็กในขั้นนี้สามารถสรุปได้เป็นประเด็นต่าง ๆ ดังนี้:

1. ความสามารถในการสร้างภาพในใจ (Mental Representation) เด็กในวัยนี้สามารถจินตนาการหรือสร้างภาพในใจเกี่ยวกับสิ่งที่ไม่ปรากฏตรงหน้าได้อย่างชัดเจน เช่น หากให้เด็กวาดภาพครอบครัว เด็กสามารถถ่ายทอดออกมาเป็น

ภาพวาดที่มีความสัมพันธ์กับความเป็นจริงได้ หรือหากต้องคิดเลขในใจหรือจำเส้นทาง เด็กก็สามารถดำเนินการได้โดยไม่ต้องมีวัตถุประกอบจริง ๆ อยู่ตรงหน้า

2. ความเข้าใจเรื่องการคงสภาพของปริมาณ (Conservation)

เด็กสามารถเข้าใจได้ว่าวัตถุหรือสสารแม้จะเปลี่ยนรูปร่าง เช่น น้ำที่ถูกเทจากแก้วทรงเตี้ยไปสู่แก้วทรงสูง ก็ยังคงมีปริมาณเท่าเดิม เพียงแต่ได้ทดลองโดยใช้ภาชนะที่มีขนาดต่างก้นกับเด็กในวัยนี้ พบว่าเด็กสามารถอธิบายได้อย่างถูกต้องถึงหลักการของการคงสภาพ ซึ่งแสดงถึงความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลและไม่อิงเฉพาะการรับรู้ทางสายตาเท่านั้น

3. ความสามารถในการคิดเปรียบเทียบ (Relational Thinking)

เด็กสามารถเข้าใจแนวคิดเชิงเปรียบเทียบ เช่น ใหญ่กว่า เล็กกว่า ยาวกว่า หรือสั้นกว่า ได้อย่างแม่นยำ เด็กเริ่มตระหนักว่าคุณลักษณะของสิ่งต่าง ๆ ไม่ได้มีอยู่โดยลำพัง แต่ขึ้นอยู่กับ การเปรียบเทียบกับสิ่งอื่น เช่น เด็กจะสามารถตัดสินใจได้ว่าไม้แท่งหนึ่งยาวกว่าอีกแท่งหนึ่ง หรือสิ่งของ สิ่งหนึ่งเบากว่าอีกสิ่งหนึ่ง เป็นต้น ซึ่งแสดงถึงพัฒนาการของการใช้เหตุผลแบบสัมพันธ์ (relational reasoning)

4. การจัดหมวดหมู่และการเข้าใจส่วนรวม-ส่วนย่อย

(Classification & Class Inclusion) เด็กสามารถแยกแยะและจัดกลุ่มสิ่งของตามคุณลักษณะต่าง ๆ เช่น จำนวนขา ชนิดของสัตว์ หรือที่อยู่อาศัย นอกจากนี้ยังสามารถเข้าใจได้ว่า "ลูกบิดไม้สีขาว" เป็นส่วนหนึ่งของ "ลูกบิดไม้ทั้งหมด" ซึ่งแตกต่างจากเด็กในขั้นก่อนหน้า ที่ยังไม่สามารถเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างชุดย่อยและชุดรวมได้อย่างชัดเจน

5. การจัดลำดับตามคุณสมบัติ (Seriation and Hierarchical

Arrangement) เด็กสามารถเรียงลำดับวัตถุตามเกณฑ์ที่ชัดเจน เช่น จากน้อยไปมาก หรือจากเล็กไปใหญ่ ตัวอย่างเช่น ถ้าให้แท่งไม้ที่มีความยาวแตกต่างกันจำนวนหนึ่ง เด็กสามารถจัดเรียงจากสั้นที่สุดไปยาวที่สุดได้อย่างถูกต้อง ซึ่งเป็นสิ่งที่เด็กในขั้นก่อนหน้านี้อย่างไม่สามารถทำได้โดยมีระบบ

6. ความสามารถในการคิดย้อนกลับ (Reversibility) เด็กในขั้นนี้

สามารถเข้าใจว่ากระบวนการบางอย่างสามารถย้อนกลับไปยังจุดเริ่มต้นได้ เช่น ถ้า $8 + 7 = 15$ เด็กจะสามารถคิดย้อนกลับได้ว่า $15 - 7 = 8$ หรือ $15 - 8 = 7$ ได้อย่างถูกต้อง ความสามารถนี้ถือเป็นพื้นฐานสำคัญของการเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์และตรรกศาสตร์

เด็กในขั้นการคิดเชิงรูปธรรมสามารถใช้เหตุผลแบบตรรกะได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ยังคงมีข้อจำกัดในแง่ที่ว่ายังไม่สามารถคิดเชิงนามธรรม (abstract thinking)

หรือใช้สมมติฐานเพื่อตรวจสอบแนวคิดที่ซับซ้อนได้อย่างลึกซึ้ง เช่น ยังไม่สามารถตั้งสมมติฐาน แล้วตรวจสอบความถูกต้องของมันโดยไม่ต้องอิงวัตถุหรือสถานการณ์จริง อย่างไรก็ตาม พัฒนาการในขั้นนี้นับว่าเป็นรากฐานที่สำคัญสำหรับการเรียนรู้ที่ใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา

กล่าวโดยสรุป เด็กในขั้นนี้สามารถดำเนินกระบวนการคิดแบบมีเหตุผล กับสิ่งที่จับต้องได้ เข้าใจความสัมพันธ์ทางตรรกะระหว่างวัตถุหรือเหตุการณ์ และสามารถจัดการ ข้อมูลที่เป็นรูปธรรมได้อย่างเป็นระบบ ซึ่งแสดงถึงความก้าวหน้าอย่างชัดเจนจากระยะก่อนหน้า (สุรางค์ โค้วตระกูล, 2553)

ขั้นที่ 4: ขั้นการคิดเชิงนามธรรม (Formal Operational Stage)

ขั้นการคิดเชิงนามธรรมเป็นระยะสุดท้ายของพัฒนาการทางสติปัญญา ตามแนวคิดของเพียเจต์ โดยเริ่มขึ้นประมาณช่วงอายุ 11 ปีขึ้นไป เด็กในวัยนี้จะมีความสามารถในการใช้เหตุผลเชิงตรรกะที่ไม่จำกัดเฉพาะกับสิ่งที่ เป็นรูปธรรมอีกต่อไป แต่สามารถคิดอย่างเป็นระบบเกี่ยวกับแนวคิดนามธรรม สมมุติฐาน และสถานการณ์ที่ยังไม่เคยเผชิญได้ ซึ่งถือเป็น ลักษณะเฉพาะของพัฒนาการทางความคิดขั้นสูง

เด็กที่เข้าสู่ระยะนี้สามารถคิดพิจารณาเกี่ยวกับความเป็นไปได้ ไม่ใช่ เพียงแต่ข้อเท็จจริงที่มีอยู่ พวกเขาสามารถตั้งสมมุติฐาน คาดการณ์ผลลัพธ์ และออกแบบ กระบวนการในการตรวจสอบความถูกต้องของความคิดได้อย่างมีเหตุผล นอกจากนี้ ยังสามารถ ประยุกต์ใช้ความคิดเหล่านี้ในการวางแผน วิเคราะห์ และตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีแบบแผน

ลักษณะเด่นของพัฒนาการในขั้นนี้ ได้แก่

1. ความสามารถในการคิดเชิงนามธรรม (Abstract Thinking)

เด็กสามารถเข้าใจแนวคิดที่ไม่สามารถมองเห็นหรือสัมผัสได้โดยตรง เช่น ความยุติธรรม เสรีภาพ ความเป็นอนิจจัง หรือความสัมพันธ์เชิงตรรกะระหว่างแนวคิดต่าง ๆ ซึ่งในวัยก่อนหน้านี้ยังเข้าใจ ได้จำกัดเฉพาะสิ่งที่ เป็นรูปธรรมเท่านั้น การเปลี่ยนแปลงนี้ส่งผลให้เด็กสามารถอภิปราย ถกเถียง และตั้งคำถามเชิงปรัชญา หรือจริยธรรมได้มากขึ้น

2. การตั้งสมมุติฐานและการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Hypothetico-Deductive Reasoning) เพียเจต์ชี้ให้เห็นว่าเด็กในระยะนี้สามารถสร้างสมมุติฐานเกี่ยวกับ สถานการณ์ต่าง ๆ และใช้เหตุผลในการทดสอบว่าสิ่งเหล่านั้นสอดคล้องกับความจริงหรือไม่ ตัวอย่างเช่น หากมีปัญหारेื่องความเร็วของวัตถุ เด็กสามารถเสนอปัจจัยหลายประการที่อาจมีผล

(เช่น น้ำหนัก ความลาดชัน แรงเสียดทาน) แล้วออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบปัจจัยเหล่านั้นอย่างมีระบบ

3. การคิดเกี่ยวกับความเป็นไปได้ (Thinking About Possibilities) เด็กไม่เพียงแต่คิดเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้นจริงในปัจจุบัน แต่ยังสามารถพิจารณาความเป็นไปได้ในอนาคต หรือผลลัพธ์ที่อาจเกิดขึ้นจากสถานการณ์จำลองต่าง ๆ ได้ เช่น การวางแผนอนาคต การตั้งเป้าหมาย และการวิเคราะห์สถานการณ์ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ ซึ่งแสดงถึงความสามารถในการก้าวข้ามข้อจำกัดของเวลาและสถานการณ์จริง

4. การใช้ตรรกะในระดับนามธรรม (Propositional Logic) เด็กสามารถพิจารณาข้อความที่เป็นเงื่อนไขทั่วไป เช่น “ถ้า...แล้ว...” โดยไม่จำเป็นต้องมีเนื้อหาจริงอยู่ในข้อความนั้น เช่น เด็กสามารถเข้าใจว่าข้อความ “ถ้าทุกแมวบินได้ และตัวนี้คือแมว ดังนั้นตัวนี้ก็บินได้” เป็นข้อสรุปที่ถูกต้องในเชิงตรรกะ แม้ว่าในความเป็นจริงแมวจะบินไม่ได้ก็ตาม

5. การพัฒนาด้านอัตลักษณ์ ความคิดเชิงอุดมการณ์ และจริยธรรม เมื่อสามารถคิดเชิงนามธรรมได้ เด็กวัยรุ่นจึงเริ่มตระหนักถึง “ตัวตน” และพยายามหาความหมายของตนเองในสังคม การพิจารณาปัญหาในเชิงคุณธรรมและอุดมการณ์ เช่น ความยุติธรรม สิทธิมนุษยชน หรือความเท่าเทียมทางเพศ ก็เป็นเรื่องที่พบได้ทั่วไปในวัยนี้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการขยายตัวของพัฒนาการทางสังคมและอารมณ์ควบคู่ไปกับสติปัญญา

แม้ว่าเด็กส่วนใหญ่จะเข้าสู่ระยะนี้ประมาณอายุ 11 ปีขึ้นไป แต่เพียเจต์ย้ำว่าการบรรลุขั้นพัฒนานี้อาจแตกต่างกันตามบริบททางสังคม วัฒนธรรม และประสบการณ์ทางการศึกษา บางคนอาจไม่พัฒนาเต็มที่จนกว่าจะเข้าสู่วัยผู้ใหญ่ และในบางกรณีอาจไม่บรรลุเลย หากขาดโอกาสในการกระตุ้นความสามารถในการคิดระดับสูง

กล่าวโดยสรุป ขั้นการคิดเชิงนามธรรมถือเป็นจุดสูงสุดของพัฒนาการทางสติปัญญาตามแนวคิดของเพียเจต์ ซึ่งเปิดโอกาสให้บุคคลสามารถคิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ วางแผนล่วงหน้า และจัดการกับข้อมูลที่ซับซ้อนผ่านการใช้เหตุผลเชิงตรรกะโดยไม่ยึดติดกับข้อเท็จจริงที่ปรากฏเพียงอย่างเดียว (สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2553)

ตาราง 4 สรุปทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์

ขั้น	ช่วงอายุ	ลักษณะพัฒนาการ
1. ขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (sensorimotor stage)	แรกเกิด – 2 ปี	เด็กเกิดความเข้าใจวัตถุต่างๆ โดยอาศัยปฏิบัติการตอบสนองกับวัตถุ และเริ่มเรียนรู้วัตถุนั้นๆ จากการสัมผัสและการใช้ปฏิบัติการตอบสนองด้วยความตั้งใจ จนสามารถสร้างสัญลักษณ์ของสิ่งนั้นๆ ขึ้นในสมองได้
2. ขั้นก่อนการคิดแบบมีเหตุผล (preoperational stage)	2 – 7 ปี	เด็กเริ่มแสดงสัญลักษณ์ที่สร้างขึ้นในสมองออกมาเป็นคำพูดและจินตนาการ รวมทั้งเริ่มเกิดความเข้าใจสิ่งต่างๆ มากขึ้น อย่างไรก็ตาม การปฏิบัติการทางความคิดยังคงจำกัด เช่น ไม่สามารถอนุรักษ์ปริมาณและเวลาได้ ไม่สามารถจัดอันดับ และไม่สามารถคิดในมุมมองของผู้อื่นได้
3. ขั้นการคิดแบบมีเหตุผลเชิงรูปธรรม (concrete operational stage)	7 – 11 ปี	เด็กจะลดการยึดตนเองเป็นศูนย์กลางในการคิด และการหาเหตุผลลง และเริ่มเข้าใจการคิดเชิงอนุรักษ์มากขึ้น อย่างไรก็ตามเด็กยังไม่สามารถให้เหตุผลเชิงนามธรรมได้
4. ขั้นการคิดแบบมีเหตุผลเชิงนามธรรม (formal operational stage)	11 ปี ขึ้นไป	เด็กเริ่มคิดแบบมีเหตุผลในเชิงนามธรรมได้ และสามารถคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลเชิงวิทยาศาสตร์

โดยสรุป ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ทำให้เราได้เข้าใจถึงลำดับพัฒนาการเกี่ยวกับความสามารถต่าง ๆ ตามวัยที่มนุษย์คนหนึ่งพึงกระทำได้อีกทั้งทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ยังชี้ให้เห็นถึงความสามารถทางคณิตศาสตร์ของเด็กช่วง

อายุ 7-11 ปี หรือขั้นที่ 3 ขั้นการคิดแบบมีเหตุผลเชิงรูปธรรม (concrete operational stage) ซึ่งเทียบได้กับวัยของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 อันเป็นกลุ่มเป้าหมายของงานวิจัย

นอกจากความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่อ้างอิงตามวัยแล้ว ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ยังควรสอดคล้องกับตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยในข้างต้นผู้วิจัยได้มีการชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับหลักสูตรสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ดังนั้นในส่วนเนื้อหาต่อไปจึงเป็นการสรุปความสามารถทางคณิตศาสตร์เรื่องจำนวนนับ ที่ผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ควรมีตามขอบเขตของการวิจัย ดังนี้

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

เรียนรู้เกี่ยวกับระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง การใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

1. รู้จักจำนวน ไม่เกิน 100(ป.1) 1,000(ป.2) 100,000(ป.3) และ 0 (ทั้ง 3 ระดับชั้น)

2. บอกจำนวนของสิ่งต่าง ๆ แสดงสิ่งต่าง ๆ ตามจำนวนที่กำหนดอ่านและเขียนตัวเลขฮินดูอารบิก ตัวเลขไทยแสดงจำนวนนับ

3. เปรียบเทียบจำนวนนับ โดยใช้เครื่องหมาย $=$ $\neq$ $>$ $<$

4. เรียงลำดับจำนวนนับได้

5. นับทีละ 2 ทีละ 5 ทีละ 10 และทีละ 100 ได้

6. เข้าใจเลขคู่ เลขคี่

7. เข้าใจค่าเลขโดดในแต่ละหลักและสามารถเขียนตัวเลขแสดงจำนวนนับในรูปแบบกระจายได้

2.2 ผู้เรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีความสำคัญ การที่ผู้เรียนมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับช่วงวัย จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และเป็นพื้นฐานในการศึกษาระดับที่สูงขึ้น (สิริลักษณ์ โปร่ง

สันเทียะ, 2550, p. น. 39) ในทางตรงกันข้าม หากผู้เรียนมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ไม่สมวัย มีความล่าช้ากว่าเพื่อนวัยเดียวกัน และความล่าช้าดังกล่าวส่งผลเสียต่อกระบวนการเรียนรู้และการดำเนินชีวิตประจำวัน อาจกล่าวได้ว่าผู้เรียนในกลุ่มนี้จัดเป็นผู้เรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยผู้สอนสามารถสังเกตปัญหาดังกล่าวได้จากลักษณะ (เบญจพร ปัญญา漾, 2545; ผดุง อารยะวิญญู, 2553) ดังนี้

1) มีปัญหาในการนับ การเข้าใจความหมาย และจำนวนของตัวเลข เช่น นับเลขไม่ได้ นับเลขสลับ หรือนับเลขได้ แต่ไม่สามารถเชื่อมโยงได้ว่าเลขตัวนี้มีจำนวนเท่าไร เทียบได้เป็นสิ่งที่ของกี่ชิ้นกี่อัน

2) มีความสับสนในค่าและตำแหน่งของตัวเลข เช่น ไม่เข้าใจความแตกต่างของค่าเลข 4 ในหลักหน่วย หลักสิบ หลักร้อย

3) มีปัญหาในการทำความเข้าใจ การใช้ และการเขียนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น สับสนระหว่างเครื่องหมายลบ (Schalock et al.) และเครื่องหมายบวก (+)

4) มีปัญหาในการทำความเข้าใจความหมายเครื่องหมายต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ เช่น เครื่องหมายที่สื่อถึง มากกว่า(>) น้อยกว่า(<) เท่ากับ(=) ไม่เท่ากับ($\neq$) หน่วยการวัดต่าง ๆ เช่น เซนติเมตร มิลลิเมตร (Brinkmann et al.)

5) เขียนเลขสลับตำแหน่ง เช่น 32 เป็น 23 และสับสนเลขที่มีสัญลักษณ์ใกล้เคียงกัน เช่น 6 กับ 9 หรือ 5 กับ 2 เป็นต้น

6) มีความยากลำบากในการตีความโจทย์ปัญหา การเชื่อมโยงภาษาเขียนกับเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ เช่น เพิ่มขึ้น หมายถึง บวก (+) นำออก หมายถึง ลบ (Schalock et al.)

7) ไม่สามารถจดจำสูตรทางคณิตศาสตร์ได้

8) มีปัญหาในการทำความเข้าใจเรื่องราวในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับตัวเลข เช่น ค่าของเงิน การทอนเงิน การบอกวันที่ การอ่านนาฬิกา การบอกระยะทาง

จะเห็นได้ว่าลักษณะของผู้เรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นลักษณะที่ชัดเจนทางกระบวนการเรียนรู้ และการดำเนินชีวิตประจำวันอย่างมีคุณภาพ ดังนั้นผู้สอนจึงควรเรียนรู้และเข้าใจลักษณะที่บ่งบอกถึงปัญหา เพื่อให้ผู้สอนสามารถเข้าไปช่วยส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างรวดเร็ว

2.3 สาเหตุของผู้เรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์

ในการช่วยเหลือ ผู้สอนจำเป็นที่จะต้องเข้าใจถึงสาเหตุของปัญหา เพื่อที่จะได้สามารถหาวิธีช่วยเหลืออย่างมีประสิทธิภาพที่สุด และเพื่อให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการพัฒนาตัวเองได้ง่ายและรวดเร็วยิ่งขึ้น (จุฬามาศ จันทศรีศรีสุด, 2560) โดยสาเหตุแบ่งได้เป็น 2 สาเหตุหลัก ได้แก่

2.3.1 ปัจจัยภายใน เป็นปัจจัยที่อาจติดตัวผู้เรียนมาตั้งแต่กำเนิด เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพร่างกาย สภาพจิตใจของผู้เรียน ซึ่งผลต่อกระบวนการเรียนรู้ การดำเนินชีวิต ไปจนถึงความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน โดยองค์กรที่เกี่ยวข้อง อาทิ องค์การอนามัยโลก (WHO) คณะกรรมการร่วมขององค์การการกองทุนเพื่อเด็กแห่งสหประชาชาติ (UNICEF) องค์การฟื้นฟูสมรรถภาพคนพิการระหว่างประเทศ กระทรวงศึกษาธิการ (2552) ได้มีการกล่าวว่า ผู้เรียนที่มีลักษณะดังกล่าวเป็นผู้เรียนที่มีความต้องการพิเศษ และได้จำแนกผู้เรียนที่มีความต้องการพิเศษออกเป็นประเภทต่าง ๆ ตามแต่ละองค์กร (จรัสลักษณ์ รัตนพันธ์, 2559) โดยในที่นี้ ผู้วิจัยจะขอยกกลุ่มผู้เรียนที่มีความต้องการพิเศษที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ขึ้นมากล่าวถึง

1) ผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา

สมาคม AAIDD ได้ออกนิยามล่าสุดเกี่ยวกับความบกพร่องทางสติปัญญาว่าเป็นความจำกัดทั้งการทำหน้าที่ทางสติปัญญาและพฤติกรรมการปรับตัว ซึ่งครอบคลุมถึงทักษะแนวคิด (Conceptual Skills) ทักษะในการดำเนินชีวิตประจำวัน (Social skill) และทักษะทางสังคม (Practical skill) โดยความบกพร่องนี้เกิดขึ้นก่อนอายุ 18 ปี และ AAIDD ได้อธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับพฤติกรรมการปรับตัวทั้ง 3 กลุ่มไว้ (Schalock et al., 2010; กุลยา ก่อสุวรรณ & ยุวดี วิริยางกูร, 2561) ดังนี้

1.1) ทักษะแนวคิด (Conceptual Skills) เป็นทักษะที่เกี่ยวกับภาษา การอ่านและการเขียน รวมถึงการใช้เงิน การเข้าใจเรื่องเวลา จำนวน

1.2) ทักษะในการดำเนินชีวิตประจำวัน (Social skill) เป็นการปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น ความรับผิดชอบต่อสังคม ความรู้สึกดีต่อตัวเอง การระวังอันตราย การแก้ปัญหาในการอยู่ร่วมกับผู้อื่น การปฏิบัติตามกฎต่าง ๆ ในสังคม การเคารพกฎหมาย และการดูแลตนเองไม่ให้ตกเป็นเหยื่อของผู้ไม่หวังดี

1.3) ทักษะทางสังคม (Practical skill) เป็นการทำกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน เช่น การดูแลตนเอง ทักษะอาชีพ การดูแลสุขภาพอนามัย การเดินทาง การดำเนิน

ชีวิตตามกิจวัตรตาราง หรือกำหนดการที่วางไว้ การดูแลความปลอดภัยของตนเองและหลีกเลี่ยง วัตถุอันตราย การใช้เงิน การใช้โทรศัพท์

จะเห็นว่าการกล่าวถึงความจำกัดเกี่ยวกับความสามารถทางจำนวน การเข้าใจเรื่องเงิน การเข้าใจเรื่องเวลา ซึ่งล้วนแต่เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น

2) ผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้

LD (Learning Disability) หรือ SLD (Specific Learning Disability) หรือ ความบกพร่องทางการเรียนรู้เป็นกลุ่มความบกพร่องที่เกิดจากการทำงานที่ผิดปกติของสมอง โดยอาจมีสาเหตุมาจาก 2 ปัจจัย ได้แก่

1. ปัจจัยด้านพันธุกรรม เป็นพันธุกรรมที่ส่งผ่านสายเลือด โดยพบว่า ร้อยละ 50 ของเด็กที่พ่อแม่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ และ ร้อยละ 50 ของเด็กที่พี่น้องมี ภาวะความบกพร่องทางการเรียนรู้ มีโอกาสที่ตัวเด็กเองก็จะมีภาวะความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้วย เช่นกัน หรืออาจเกิดจากปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลให้สารพันธุกรรมเกิดความผิดปกติ

2. ปัจจัยด้านระบบประสาท เด็กอาจมีปัญหาในส่วนของระบบประสาทที่ เชื่อมต่อการทำงานของสมองกับส่วนที่ทำหน้าที่ในการมองภาพอักษร และส่วนที่ทำหน้าที่ในการ ออกเสียง ทำให้เกิดความติดขัดในการส่งข้อมูล

ซึ่งผู้สอนจะสามารถสังเกตลักษณะของผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ได้ จากปัญหาด้านการอ่าน การเขียน การสะกดคำ การคำนวณ การใช้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ โดย ผู้เรียนที่มีภาวะความบกพร่องทางการเรียนรู้อาจมีปัญหาเพียงอย่างเดียวหนึ่ง หรือหลายอย่าง ร่วมกัน ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่มีภาวะความบกพร่องทางการเรียนรู้ต่ำกว่า ศักยภาพที่แท้จริง แม้ผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้จะมีระดับสติปัญญาปกติ (90 ขึ้นไป) และมีความสามารถด้านอื่น ๆ ปกติดี

โดยลักษณะปัญหาสำคัญของผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ จะสามารถแบ่งได้ 3 ประเภทหลัก (มนัท สูงประสิทธิ์ et al., 2561; มาโนช หล่อตระกูล & ปราโมทย์ สุคนิษฐ์, 2558; วินัดดา ปิยะศิลป์, 2559) ดังนี้

1. ความบกพร่องด้านการอ่าน สังเกตได้จากลักษณะของการอ่านหนังสือไม่ ออก อ่านหนังสือลำบาก สะกดคำไม่คล่องแคล่ว อ่านตะกุกตะกะ โดยเป็นผลมาจากการที่ผู้เรียน อาจจดจำตัวอักษรและสระไม่ได้ สับสนตัวอักษรหรือสระที่คล้ายคลึงกัน ไม่สามารถแยกตำแหน่ง ของพยัญชนะต้น สระ และตัวสะกดได้ ผสมเสียงสระไม่ได้ ผันวรรณยุกต์ไม่ได้ ไปจนถึงอ่านได้แต่ ไม่สามารถเข้าใจสิ่งที่อ่านได้ อ่านแล้วไม่สามารถจับใจความสำคัญของประโยคหรือเนื้อหาได้ และ

หากวัดประเมินตามเกณฑ์ ผู้เรียนจะมีความสามารถในการอ่านหนังสือโดยรวมต่ำกว่าผู้เรียนที่อยู่ในระดับชั้นเดียวกันอย่างน้อย 2 ปี

2. ความบกพร่องด้านการเขียนมักพบร่วมกับความบกพร่องด้านการอ่าน มีความยากลำบากในการเขียนตัวอักษรและสระให้ถูกต้อง มักเขียนตัวอักษรหรือสระที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน อาทิ ก ฎ ฤ หรือ สระ เอีย เอือ สลับกัน เขียนพยัญชนะต้น สระ ตัวสะกดสลับตำแหน่งกัน เขียนลวดรูปสระพยัญชนะไม่ได้ ไปจนถึงไม่สามารถเขียนเรียงลำดับรูปประโยคได้อย่างถูกต้อง เขียนประโยคผิดหลังไวยากรณ์ แบ่งเว้นวรรคผิดตอน และหากวัดประเมินตามเกณฑ์ ผู้เรียนจะมีความสามารถในการเขียนสะกดโดยรวมต่ำกว่าผู้เรียนที่อยู่ในระดับชั้นเดียวกันอย่างน้อย 2 ปี

3. ความบกพร่องด้านการคำนวณ ผู้เรียนมีความยากลำบากในการจดจำ และทำความเข้าใจตัวเลข มักเขียนตัวเลขที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน อาทิ 0 6 9 8 สลับกัน มีความสับสนในการทำความเข้าใจค่าของตัวเลข เช่น ไม่เข้าใจว่า หนึ่งคือของกี่ชิ้น สิบคือของกี่ชิ้น ไม่เข้าใจค่าของศูนย์ และสับสนว่าตัวเลขไหนมีค่า มาก น้อย กว่ากัน มีความยากลำบากในการทำความเข้าใจเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ อาทิ เครื่องหมาย บวก ลบ คูณ หาร ไม่สามารถเชื่อมโยงเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์กับกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จะเกิดขึ้นตามมา เช่น ไม่เข้าใจว่า บวกคือการเพิ่มเข้าไป ลบคือการนำออก สับสน และมีความอดทนต่ำกับการทำงานกับตัวเลข โดยหากวัดประเมินตามเกณฑ์ ผู้เรียนจะมีความสามารถทางคณิตศาสตร์โดยรวมต่ำกว่าผู้เรียนที่อยู่ในระดับชั้นเดียวกันอย่างน้อย 2 ปี

จากการกล่าวมาจะเห็นว่าความบกพร่องทางการเรียนรู้เป็นหนึ่งในความบกพร่องสำคัญที่มีโอกาสส่งผลทางตรงกับความสามารถทางคณิตศาสตร์ อาทิ การไม่เข้าใจค่าของตัวเลข และส่งผลทางอ้อม อาทิ การไม่เข้าใจโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การเขียนตอบการบ้านไม่ได้ ซึ่งทั้งสองทางล้วนทำให้ผู้เรียนมีปัญหาในการเรียนคณิตศาสตร์

3) ออทิสติก

ออทิสติกหรือภาวะออทิสซึม (Texas Statewide Leadership for Autism) เป็นภาวะความบกพร่องทางพัฒนาการที่ซับซ้อนและต่างกัน แต่เดิมใช้ชื่อที่ต่างกันไป เช่น แคนเนอร์ซินโดรม (Kanner 's syndrome) ออทิสติกดิสออเดอร์(Autistic disorder) เป็นต้น (Kuder, 2008, p. p.163) แต่ในปัจจุบันใช้คำว่า ออทิสซึมสเปกตรัมดิสออเดอร์ หรือกลุ่มที่มีอาการออทิสซึม (Autism Spectrum Disorder: ASD) ซึ่งในปัจจุบันได้มีผู้ให้ความหมายของเด็กออทิสติกไว้อย่าง

หลากหลาย ตามคู่มือการวินิจฉัยและสถิติสำหรับความผิดปกติทางจิตลำดับที่ 5 (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders Fifth Edition: DSM-5) แห่งสมาคมจิตเวชศาสตร์สหรัฐอเมริกา (American Psychiatric Association) มีรายละเอียดดังนี้

ชวนันท์ ชาญศิลป์ (2561, p. น. 2) กล่าวว่า ASD เป็นกลุ่มโรคที่ผู้ป่วยมีพัฒนาการผิดปกติหลายด้าน ซึ่งปรากฏในหลายสภาพแวดล้อม ในการวินิจฉัยนั้นได้กำหนดว่าต้องมีความผิดปกติสองด้านที่สำคัญ คือความผิดปกติด้านการสื่อสารเพื่อมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม และมีความสนใจหมกมุ่นเฉพาะเรื่องบางอย่าง มีความสนใจเรื่องต่าง ๆ จำกัด หรือมีพฤติกรรมซ้ำ ๆ ซึ่งแต่ละช่วงอายุที่มาพบแพทย์อาจมาด้วยอาการที่แตกต่างกัน

สมเกตุ อุทธโยธา (2560, p. น. 79) กล่าวถึงเด็กที่มีภาวะออทิสซึม (Children with Autism Spectrum Disorder) ว่าจัดอยู่ในกลุ่มความบกพร่องที่มีผลกระทบต่อพัฒนาการในหลากหลายด้าน (Pervasive Developmental Disorders: PDD) ซึ่งตรงข้ามกับภาวะความบกพร่องแบบเฉพาะเจาะจง (Specific Developmental Disorder: SDD) ซึ่งความบกพร่องของเด็กกลุ่มดังกล่าวมีตั้งแต่ปัญหาความบกพร่องทางด้านความเข้าใจภาษา เช่น ความผิดปกติในน้ำเสียง การพูดซ้ำ จนกระทั่งไม่มีภาษา ปัญหาในการสัมพันธ์กับผู้อื่น หรือสิ่งของโดยไม่สามารถเล่นของเล่นได้ รวมไปถึงไม่มีจินตนาการในการเล่น มีปัญหาในการปรับเปลี่ยนวิถีชีวิตประจำวัน และปัญหาพฤติกรรม เช่น ปัญหาการเคลื่อนไหวซ้ำๆ ชอบโยกตัวชอบหมุนตัวเล่นเป็นเวลานาน ไม่สบตาไม่ชอบการเปลี่ยนแปลงสิ่งใด ๆ

วิฐารณ บุญสิทธิ (2559, p. น. 543) กล่าวถึงโรคออทิสติก หรือปัจจุบันเรียกว่าออทิสซึมสเปกตรัม (Autism Spectrum Disorder หรือ ASD) เป็นโรคพัฒนาการบกพร่องจากความผิดปกติของสมองโดยแสดงออกเป็นความบกพร่องด้านพัฒนาการด้านการใช้ภาษาสื่อสารและการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมร่วมกับมีความผิดปกติของพฤติกรรมและความสนใจที่เป็นแบบจำกัดหรือเป็นแบบแผนเดิมซ้ำ ๆ ภาวะนี้เดิมตามเกณฑ์ของ DSM-IV จัดอยู่ในกลุ่มของ Pervasive Developmental Disorder (PDD) แยกเป็น 5 โรค ได้แก่ Autistic Disorder, Asperger's Disorder, Rett's Disorder, Childhood Disintegrative Disorder และ Pervasive Developmental Disorder Not Otherwise Specified (PDD-NOS) แต่ในปัจจุบันได้มีการยกเลิกการวินิจฉัยโรคในกลุ่ม PDD ทั้งหมดและกำหนดวินิจฉัยรวมเป็น Autism Spectrum Disorder (ASD) นอกจากนี้ DSM-5 ยังได้ปรับเกณฑ์การวินิจฉัย ASD ให้มีความจำเพาะมากขึ้นโดยกำหนดเพิ่ม Social Communication Disorder ซึ่งมีความผิดปกติเฉพาะการสื่อสารในสังคม แต่ไม่มีความผิดปกติในด้านอื่นและเดิมอาจได้รับการวินิจฉัยว่าเป็น PDD-NOS

American Psychiatric Association (2013, pp. p. 50-51) ได้ให้ความหมายและเกณฑ์การวินิจฉัย (Diagnostic Criteria) สำหรับภาวะออทิสซึมไว้ดังนี้

1. เป็นผู้ที่มีความผิดปกติทางการมีปฏิสัมพันธ์ในสังคมซึ่งมีความแตกต่างกันในแต่ละบริบท ซึ่งเกิดขึ้นตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันนี้-มีความผิดปกติของอารมณ์เชิงสังคม-มีความผิดปกติของทักษะทางสังคมและภาษาที่ใช้ติดต่อสื่อสารในสังคมความผิดปกติในด้านการพัฒนาความสัมพันธ์ทางสังคม

2. มีพฤติกรรมหรือความสนใจแบบซ้ำไปซ้ำมาหรือทำซ้ำตั้งแต่ 2 อย่างขึ้นไปโดยเกิดขึ้นตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ได้แก่

- มีการเคลื่อนไหวของร่างกายแบบ ซ้ำ ๆ ทั้งการของการใช้วัตถุและคำพูดซ้ำ
- มีการปฏิบัติกิจวัตรประจำในรูปแบบเดิมหรือซ้ำ ๆ โดยไม่มีความยืดหยุ่นหรืออยากต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่กระทำ
- มีข้อจำกัดในเรื่องต่าง ๆ หรือมีความสนใจกับเรื่องที่ชอบในด้านใดด้านหนึ่งมากกว่าปกติ
- มีความผิดปกติในด้านการเคลื่อนไหวทั้งมีภาวะอยู่ไม่นิ่ง (Hyperactive) หรือมีการเคลื่อนไหวที่เชื่องช้ากว่าปกติ (Hypoactive)

3. อาการของโรคจะต้องเกิดขึ้นในช่วงแรกของพัฒนาการ แต่อาจไม่ปรากฏชัดเจนมากนัก แต่อาการจะมีความชัดเจนขึ้นเมื่อผู้ป่วยถึงวัยที่จะต้องเริ่มมีพัฒนาการทางสังคม

4. มีความผิดปกติอย่างชัดเจน ในพัฒนาการด้านสังคมการมีปฏิสัมพันธ์กับคนรอบข้าง

เพ็ญแข ลิ้มศิลา (2545, p. น. 1) กล่าวว่า ออทิสซึมเป็นภาวะผิดปกติเกี่ยวกับพัฒนาการอย่างรุนแรงและมีพฤติกรรมจำเพาะ มีความล่าช้าและผิดปกติทางพัฒนาการหลายด้านเมื่อเทียบพัฒนาการของเด็กปกติในวัยเดียวกัน มีการสูญเสียหลายด้าน ได้แก่ ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม การสื่อความหมาย มีพฤติกรรม ความสนใจและการกระทำซ้ำ ๆ โดยเริ่มพบก่อนอายุ 30-36 เดือน

ผดุง อารยะวิญญู and และคนอื่นๆ (2546, p. น. 1) กล่าวว่า เด็กออทิสติกเป็นเด็กที่มีความต้องการพิเศษทางการศึกษาประเภทหนึ่ง เด็กกลุ่มนี้ต้องการการศึกษาพิเศษในลักษณะที่แตกต่างไปจากการศึกษาที่ให้กับเด็กปกติ เพราะเด็กกลุ่มนี้มีความบกพร่องในการสื่อความหมายไม่ว่าจะเป็นการใช้สีหน้าหรือถ้อยคำ มีปัญหาทางพฤติกรรม มีปัญหาทางสังคมมีพฤติกรรมที่แปลก ๆ

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า เด็กออทิสติก (Autistic) หมายถึง เด็กที่มีความบกพร่องโดยเกิดจากความผิดปกติทางสมองซึ่งมีผลกระทบต่อพัฒนาการในหลายด้าน ได้แก่ ด้านการมีปฏิสัมพันธ์กับสังคมและผู้อื่น ด้านพัฒนาการในการใช้ภาษาทั้งภาษาพูดและภาษาท่าทาง และด้านพฤติกรรม โดยสามารถจำแนกตามเกณฑ์ของคู่มือการวินิจฉัยและสถิติสำหรับความผิดปกติทางจิต ลำดับที่ 5 (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders Fifth Edition: DSM-5) แห่งสมาคมจิตเวชศาสตร์สหรัฐอเมริกา (American Psychiatric Association) ได้วินิจฉัยรวมเป็นออทิสซึมสเปกตรัมและต่อท้ายด้วยภาวะที่มีความผิดปกติของโรคดังกล่าว ซึ่งเด็กออทิสติกเป็นกลุ่มเด็กที่จัดอยู่ในกลุ่มเด็กที่มีความต้องการพิเศษหรือ Children with Special Needs

จะเห็นได้ว่าพฤติกรรมหลายอย่างที่พบในผู้เรียนที่มีภาวะออทิสติกนั้นเป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้ แม้ว่ามีหลายงานวิจัยได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของเด็กออทิสติก แล้วพบว่าเด็กออทิสติกสามารถเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ค่อนข้างดี (ANTHES, 2013) แต่ยังมีงานวิจัยยังแสดงให้เห็นว่าเด็กออทิสติกยังต้องได้รับการส่งเสริมและแก้ปัญหาด้านการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื่องจากข้อจำกัดทางการเรียนรู้ในเนื้อหาที่เป็นนามธรรม (Aagten-Murphy, 2015; Bae, 2015; Bouck, 2014; Burney, 2015; Casner, 2016; Cravalho, 2014; Delisio et al., 2018; Green, 2014; Hansen, 2014; Jowett et al., 2012)

2.3.2 ปัจจัยภายนอก คือปัจจัยอื่น ๆ ที่อยู่ล้อมรอบตัวผู้เรียน โดยอาจเป็นสภาพครอบครัว เช่น มีผู้ปกครองที่สามารถช่วยเหลือและสนับสนุนความรู้ด้านคณิตศาสตร์มากน้อยขนาดไหน สภาพเศรษฐกิจ ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสเข้าถึงทรัพยากรและโอกาสในการเรียนรู้มากน้อยขนาดไหน สภาพชุมชน เหมาะสมต่อการเรียนรู้หรือไม่ ไปจนถึงสภาพของโรงเรียน ห้องเรียน ผู้สอน เพื่อนร่วมชั้น ที่ส่งผลต่อความรู้สึกในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ซึ่งสภาพทั้งหมดดังกล่าวล้วนเป็นสภาพแวดล้อมและปัจจัยภายนอกที่ส่งผลต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้ทั้งสิ้น

2.4 กระบวนการคัดกรองผู้เรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผู้เรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ดังที่กล่าวไว้ในข้างต้น คือ ผู้เรียนมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ไม่สมวัย มีความล่าช้ากว่าเพื่อนวัยเดียวกัน และความล่าช้าดังกล่าวส่งผลเสียต่อกระบวนการเรียนรู้และการดำเนินชีวิตประจำวัน (เบญจพร ปัญญา, 2545; ผดุง อารยะวิญญู, 2553) โดยสาเหตุนั้นสามารถมาได้จากหลากหลายปัจจัย ทั้งปัจจัยภายนอก

สภาพแวดล้อม ความไม่พร้อมทางเศรษฐกิจ และปัจจัยภายใน เช่น ระดับสติปัญญา ความบกพร่องทางภาษา ความบกพร่องทางการคำนวณ

ดังนั้น การมีเครื่องมือที่ช่วยคัดให้ปัญหาของผู้เรียนได้ตรงจุด ว่าแท้จริงแล้วปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนแต่ละคนเกิดขึ้นจากสาเหตุใด จึงเป็นเรื่องสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อแนวทางการพัฒนาโปรแกรมช่วยเหลือ

2.4.1 แบบทดสอบ

2.4.1.1 ความหมายและประเภทของแบบทดสอบ

แบบทดสอบ (Test) หมายถึง เครื่องมือหรือกระบวนการที่ผู้ออกแบบมาเพื่อวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นความรู้ ความเข้าใจ ทักษะ หรือพฤติกรรมของผู้เรียน โดยการใช้แบบทดสอบในบริบทของการศึกษา นอกจากจะช่วยสะท้อนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนแล้ว ยังเป็นข้อมูลที่สำคัญในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอน (สุพัตรา, 2557)

โดยเฉพาะในการศึกษาคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 แบบทดสอบมีบทบาทสำคัญในการตรวจสอบพัฒนาการทางความคิด การคำนวณ การใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และทักษะการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นเป้าหมายหลักของหลักสูตรระดับประถมศึกษา (กระทรวงศึกษาธิการ, 2563) แบบทดสอบสามารถจำแนกได้เป็นหลายประเภท ได้แก่ 1) แบบทดสอบปรนัย เช่น ข้อสอบแบบเลือกตอบ ซึ่งสามารถให้คะแนนได้ชัดเจนและรวดเร็ว 2) แบบทดสอบอัตนัย เช่น แบบแสดงวิธีทำหรืออธิบายเหตุผล ซึ่งช่วยสะท้อนกระบวนการคิดของผู้เรียน 3) แบบเติมคำตอบ หรือแบบตอบสั้น ซึ่งเป็นการทดสอบความรู้แบบเจาะจงตรงประเด็น (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2563)

2.4.1.2 หลักการสร้างแบบทดสอบ

การสร้างแบบทดสอบที่มีคุณภาพเริ่มต้นจากการพิจารณามาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่ต้องการประเมิน โดยต้องวิเคราะห์สาระสำคัญของเนื้อหา เช่น การคำนวณพื้นฐาน การวัด การแก้ปัญหา และทักษะทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ ตามที่ระบุไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2563)

ข้อสอบที่ดีควรมีลักษณะครอบคลุมและหลากหลาย ทั้งในด้านรูปแบบและระดับความยากง่าย เพื่อให้สามารถประเมินผู้เรียนในทุกระดับได้อย่างครอบคลุม (วาสนา, 2561) นอกจากนี้ ยังต้องมีการตรวจสอบความตรงของเนื้อหา (content validity) โดยผู้เชี่ยวชาญเฉพาะ

ด้าน และทดลองใช้แบบทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจสอบคุณภาพ เช่น การวิเคราะห์ค่าความยาก (p-value) และการวิเคราะห์อำนาจจำแนก (discrimination index) (ปิยะทิพย์, 2563)

2.4.1.3 คุณลักษณะที่ดีของแบบทดสอบ

แบบทดสอบที่มีคุณภาพควรมีคุณลักษณะสำคัญ ได้แก่

1. ความตรงตามวัตถุประสงค์ (Validity): ความสามารถในการวัดสิ่งที่ต้องการวัด

2. ความเชื่อมั่น (Reliability): ความสม่ำเสมอของผลการวัด

3. ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity): ความครอบคลุมของแบบทดสอบต่อเนื้อหาที่ระบุไว้ในหลักสูตร

4. ความยาก-ง่าย (Difficulty) และอำนาจจำแนก (Discrimination)

นอกจากนี้ยังควรมีลักษณะอื่นเพิ่มเติม ได้แก่ ความเป็นปรนัย (Objectivity), ความเป็นธรรม (Fairness), และประสิทธิภาพ (Efficiency) ซึ่งหมายถึงการวัดอย่างไม่ลำเอียง ไม่ใช้ถ้อยคำที่มีอคติ และมีจำนวนข้อสอบเหมาะสมกับระยะเวลา (Nitko & Brookhart, 2014)

2.4.1.4 การตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ

การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบสามารถทำได้ทั้งแบบเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ ดังนี้:

1. การตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ: ใช้ดัชนีความตรง (IOC) โดยเกณฑ์ ≥ 0.5 เพื่อประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์

2. การวิเคราะห์ค่าทางสถิติ:

-ความยากง่าย (p-value): ควรอยู่ในช่วง 0.20–0.80

-อำนาจจำแนก (Discrimination Index): ≥ 0.20 แสดงถึงความสามารถในการแยกแยะผู้เรียน

-ความเชื่อมั่น (Reliability): ใช้สูตร KR-20 หรือ Cronbach's alpha ควร ≥ 0.70 (Brown, 2018; Linn & Miller, 2005)

2.4.1.5 การนำแบบทดสอบไปใช้ในงานวิจัย

ในงานวิจัยทางการศึกษา แบบทดสอบถูกใช้เป็นเครื่องมือวัดก่อนและหลังการทดลอง เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรม (สุพัตรา, 2557) แบบทดสอบควรครอบคลุมสาระที่เรียนรู้จริง มีหลายรูปแบบ และผ่านการตรวจสอบ

คุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน เพื่อให้ผลที่ได้น่าเชื่อถือและนำไปสู่ข้อเสนอแนะเชิงวิชาการหรือเชิงนโยบายได้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2563)

จากที่ได้ศึกษาข้อมูลเรื่องแบบทดสอบ สามารถสรุปได้ว่า แบบทดสอบเป็นเครื่องมือสำคัญในการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน โดยเฉพาะในบริบทของการศึกษาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อวัดทักษะการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา และการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ การสร้างแบบทดสอบที่มีคุณภาพต้องพิจารณาจากหลักสูตร มาตรฐานการเรียนรู้ และต้องผ่านการตรวจสอบคุณลักษณะต่าง ๆ เช่น ความตรง ความเชื่อมั่น ความยาก-ง่าย และอำนาจจำแนก โดยใช้ทั้งวิธีการเชิงคุณภาพและสถิติ การวิเคราะห์ค่าทางสถิติเช่น p-value, discrimination index, และ reliability coefficient เป็นกระบวนการที่ช่วยยืนยันความน่าเชื่อถือของเครื่องมือ นอกจากนี้ แบบทดสอบที่ดีควรคำนึงถึงความเป็นปรนัย ความเป็นธรรม และความครอบคลุมของเนื้อหา ตลอดจนรูปแบบความตรงที่หลากหลาย เช่น ความตรงเชิงเนื้อหา เชิงเกณฑ์สัมพัทธ์ และเชิงโครงสร้าง ซึ่งทั้งหมดนี้ช่วยให้การนำแบบทดสอบไปใช้งานวิจัยมีประสิทธิภาพสูงสุดและสะท้อนผลการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างแท้จริง

2.4.2 แบบทดสอบความสามารถทางระดับสติปัญญา SPM (Standard Progressive Matrices)

เป็นแบบทดสอบความสามารถทางสติปัญญา หรือ IQ พัฒนาโดย JC Ravan โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวัดความสามารถทางสติปัญญาในการรับรู้ความสัมพันธ์ของรูปแบบ (form perceptual relations) และการใช้เหตุผลเชิงความสอดคล้อง (reason by analogy) ด้วยวิธีวัดที่เป็นอิสระจากเรื่องภาษาและการเรียนรู้จากโรงเรียน ประกอบด้วยชุดทดสอบ 5 ชุด (ชุด A B C D และ E) ชุดละ 12 ข้อ รวม 60 ข้อ แต่ละข้อเป็นเมตริกที่มีชิ้นส่วนหายไป ผู้รับการทดสอบต้องเลือกชิ้นส่วน 1 ชิ้น จากตัวเลือกข้างล่างมาเติมชิ้นส่วนที่หายไปให้สมบูรณ์ โดยคุณสมบัติของผู้รับการทดสอบด้วย SPM จะต้องมีความอายุ 6 ปีขึ้นไปและใช้ได้จนถึงวัยผู้ใหญ่ (ชนิสสา เวชวิรุฬห์, 2550, p. น. 135)

2.5 แนวทางการพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์

การเรียนรู้คณิตศาสตร์ในยุคปฏิรูปการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและ เป็นศูนย์กลางนั้น ยุพิน พิพิธกุล (2545, pp. น. 13-36) ได้สรุปวิธีสอนที่เหมาะสมไว้ดังนี้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1. วิธีสอนแบบโครงการ (Project Method)

การสอนแบบนี้ ผู้เรียนไปศึกษาค้นคว้าเพื่อการนำเสนอ เพื่อให้เกิดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในเรื่องการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ

2. วิธีการสอนแบบทดลอง (Experimental Method)

วิธีการสอนแบบทดลอง เป็นวิธีการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนเรียนโดยการกระทำ หรือโดยการสังเกต เป็นการนำรูปธรรมมาอธิบายนามธรรม ผู้เรียนจะค้นหาข้อสรุปด้วยตนเอง ซึ่ง อาจทำเป็นกลุ่มหรือรายบุคคล ขึ้นอยู่กับเนื้อหาและความเหมาะสม

3. วิธีสอนแบบสาธิต (Demonstration Method)

หมายถึง การแสดงให้ผู้เรียนดู ผู้สอนใช้การสาธิตประกอบ คำถาม ผู้เรียนศึกษาสื่อการเรียนรู้พร้อมทั้งตอบคำถามให้ผู้สอน

4. วิธีสอนโดยใช้คำถาม (Question Method)

วิธีการสอนแบบใช้คำถามเป็นวิธีการสอนที่มุ่งให้ความรู้แก่ผู้เรียนโดยการ ถามตอบ ผู้สอนใช้คำถามต่อเนื่องและได้ความคิดไปทีละน้อย จนผู้เรียนสามารถสรุปได้

5. วิธีการสอนแบบอภิปราย (Discussion Method)

เป็นการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนรู้จักทำงานเป็นกลุ่ม ผู้เรียนจะรวมพลัง ความคิดเพื่อพิจารณาปัญหา ช่วยกันหาข้อเท็จจริง หาเหตุผลแล้วร่วมกันตอบปัญหา

6. วิธีการสอนแบบอุปนัย (Inductive - Deductive Method)

วิธีการสอนแบบอุปนัย เป็นวิธีการสอนที่ผู้สอนจะยกตัวอย่างหลายๆ ตัวอย่าง เพื่อให้ผู้เรียนเห็นรูปแบบ เมื่อผู้เรียนใช้การสังเกตเปรียบเทียบดูสิ่งที่มีลักษณะร่วมกัน ก็ จะสามารถนำไปสู่ข้อสรุปได้ และมักจะตามด้วยวิธีการสอนแบบนิรนัย

7. วิธีการสอนแบบนิรนัย เริ่มต้นจากการนำนัยทั่วไปหรือข้อสรุป กฎ หรือสูตร ที่ทราบแล้วมาใช้แก้ปัญหาเรื่องใหม่ และเกิดข้อสรุปอันใหม่ขึ้น

8. วิธีการสอนแบบค้นพบ (Discovery Method) มีความหมายดังนี้

ประการแรก เป็นวิธีการสอนที่ให้ผู้เรียนพบปัญหาหรือสถานการณ์แล้ว ให้ผู้เรียนแสวงหาวิธีการแก้ปัญหา นั้น ผู้สอนให้ผู้เรียนพิจารณาผลที่เกิดขึ้น ซึ่งผู้สอนมิได้ คาดหวังว่าผู้เรียน จะต้องค้นพบดังที่ผู้สอนต้องการเสมอไป การค้นพบแบบนี้จึงเน้นที่กระบวนการ ค้นพบไม่ได้เน้นที่ผลของการค้นพบ

ประการที่สอง เป็นวิธีการสอนที่เน้นไปยังผู้เรียนว่า ต้องการค้นพบอะไร เช่น กฎ สูตร หรือบทนิยาม ผู้เรียนสามารถหาข้อสรุปได้ การค้นพบแบบนี้จะค้นพบโดยวิธีการสอน วิธีใดก็ได้ เช่น การถามตอบ การสาธิต การทดลอง การอภิปราย ตลอดจนวิธีการสอนแบบอุปนัย และนิรนัย วิธีการใดก็ตามที่ผู้เรียน

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสอนคณิตศาสตร์พบว่าวิธีที่มีประสิทธิภาพในการสอน ดังนี้

ตาราง 5 การสังเคราะห์วิธีการสอนคณิตศาสตร์

ผู้วิจัย	วิธีการ					
	TM	SBI	CPA	VDO	CAI	อื่นๆ
Cihak and Foust (2008)	✓					
Fletcher et al. (2010)	✓					
Waters and Boon (2011)	✓					
Rockwell et al. (2011)		✓				
Rockwell (2012)		✓				
Jowett et al. (2012)				✓		
Shamir and Baruch (2012)				✓		
Bae (2015)						แผนผัง
Bouck (2014)						ง
Cravalho (2014)						ภาพ 3 มิติ
Green (2014)						แฟรชการ์ด
Hansen (2014)					✓	Storybook
Alaaudein and Sahwan (2014)	✓					
Burney (2015)					✓	
Putri (2015)			✓			
Casner (2016)						แผนผัง
Yikmıř (2016)	✓					
Delisio et al. (2018)				✓		
Delisio et al. (2018)						E-book

ตาราง 5 (ต่อ)

ผู้วิจัย	วิธีการ					
	TM	SBI	CPA	VDO	CAI	อื่นๆ
Terzioglu and Yikmis (2018)	✓					
Huckaby (2019)	✓					
Purwadi et al. (2019)			✓			
Salimi et al. (2020)			✓			
Putri, Rahayu, et al. (2020)			✓			
Park et al. (2021)	✓					
	8 *	2	4 *	3	2	6

* TM: Touch Math , SBI: Strategic schema-based instruction, CPA: Concrete-Pictorial-Abstract, VDO: Video Modeling, CAI: Computer Assisted Instruction

จากตาราง 5 ที่ผู้วิจัยได้สังเคราะห์วิธีการสอนคณิตศาสตร์พบว่าการสอนด้วยเทคนิค Touch Math และ Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) เป็นวิธีที่นักวิจัยนำมาใช้ในการสอนแล้วช่วยให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์และมีผลสัมฤทธิ์ที่ดีขึ้น ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำวิธีการดังกล่าวมาใช้ในโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

นอกจากนี้ยังมีแนวทางการสอนสำหรับผู้ที่มีความต้องการพิเศษที่สามารถนำมาปรับใช้ร่วมกันได้ ดังนี้

1. สอนเฉพาะเนื้อหาที่สอดคล้องกับความสามารถและความต้องการของเด็ก
2. สอนหลักเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ เช่น การเพิ่มขึ้น (การบวก การคูณ) การลดลง (การลบ และการหาร) เฉพาะที่จำเป็น การสอนควรเน้นการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันด้วย
3. เมื่อเด็กเข้าใจกฎเกณฑ์และวิธีการทางคณิตศาสตร์แล้ว ควรให้เด็กเลิกใช้นิ้วมือในการนับเพราะเป็นพฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์ ครูอาจใช้วิธีอื่น เช่น อาจขีดเส้น 5 เส้น
4. การคำนวณในทางคณิตศาสตร์ ควรใช้ตัวอย่างที่ใกล้เคียงกับชีวิตประจำวันให้มากที่สุด ทั้งนี้เพื่อให้พวกเขาสามารถถ่ายทอดความรู้ได้

5. ควรเน้นความหมายของคำควบคู่กันไปกับการสอนหลักเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เกี่ยวกับโจทย์ปัญหา หากเด็กไม่เข้าใจความหมายของคำศัพท์ทางคณิตศาสตร์ ครูควรอธิบาย สาธิต ยกตัวอย่างให้เด็กเข้าใจเสียก่อนจึงจะสอนเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ได้

6. ควรสอนทักษะในการอ่านโจทย์และแปลความหมายของโจทย์เลขด้วยควบคู่กันไปกับการสอนหลักคณิตศาสตร์

7. จัดเนื้อหาให้สอดคล้องกับระดับความสามารถของเด็ก ไม่ควรมากเกินไป เพราะจะทำให้เด็กขาดความสนใจ และไม่ควรง่ายเกินไป ซึ่งก็จะทำให้เด็กหมดความสนใจเช่นเดียวกัน ดังนั้น เพื่อให้เด็กเกิดแรงจูงใจในการเรียนเนื้อหาจึงอาจสูงกว่าระดับความสามารถของเด็กเพียง เล็กน้อย

8. ควรเน้นความถูกต้องและความรอบคอบ ครูจะต้องสอนให้เด็กรู้จักตรวจทานให้เรียบร้อยก่อนตอบ ตลอดจนวิธีตรวจสอบคำตอบที่ถูกต้อง

9. ควรสอนเน้นเกี่ยวกับเรื่องเวลาและกิจกรรมที่นักเรียนกระทำในเวลาที่แตกต่างกันในแต่ละวัน เมื่อเด็กเข้าใจเกี่ยวกับเวลาในหนึ่งวันแล้ว จึงสอนเกี่ยวกับวันในลำดับถัดไปควรเน้นเกี่ยวกับลำดับของเวลา และวันด้วยเพื่อเป็นพื้นฐานให้เด็กเข้าใจปฏิทิน และการอ่านเวลาซึ่งจำเป็นในชีวิตประจำวัน

10. ก่อนจะสอนเนื้อหาในลำดับถัดไป ควรตรวจสอบให้แน่ชัดเสียก่อนว่าเด็กมีทักษะเพียงพอแล้ว เพื่อให้เด็กสามารถเรียนเรื่องใหม่ได้ดีขึ้น หากพบว่าเด็กยังขาดทักษะในด้านการบวนการ วิธีการ ครูควรให้เด็กทำแบบฝึกหัดซ้ำอีกจนแน่ใจว่า เด็กมีทักษะแล้วจึงสอนเรื่องใหม่

11. หมั่นทบทวนบทเรียนอยู่เสมอ โดยเฉพาะบทเรียนที่เรียนไปแล้ว การทบทวนจะช่วยให้เด็กยังคงจำบทเรียนได้

12. การฝึกทักษะควรใช้เวลาไม่นานจนเกินไป มิฉะนั้นเด็กจะขาดความสนใจทำให้การเรียนการสอนไม่เกิดผลดีเท่าที่ควร ครูควรใช้ระยะเวลาอันสั้นและเปลี่ยนกิจกรรมบ่อยๆ ในเนื้อหาเดียวกัน เพื่อให้เด็กยังคงความสนใจในเรื่องนั้นไว้ ซึ่งจะช่วยให้เด็กเรียนรู้มากขึ้น (ผดุง อารยะวิญญู, 2533, pp. น. 50-52)

จากรายละเอียดข้างต้น สรุปได้ว่า หลักการสอนคณิตศาสตร์สำหรับเด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ จำเป็นต้องมีวิธีสอนต่างไปจากวิธีที่ใช้สอนในเด็กทั่วไป นักเรียนจึงจะสามารถเรียนรู้ทักษะทางวิชาการได้ และครูจะต้องเลือกวิธีการสอนที่มีความหลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนเกิด

ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ โดยเน้นเนื้อหาที่สามารถ นำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ และควรทบทวนบทเรียนที่เรียนผ่านไปแล้วอย่างสม่ำเสมอเพื่อฝึก ทักษะด้านการจำของเด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้และควรให้แรงเสริมเมื่อเด็กสามารถทำได้ เพื่อเด็กจะได้มีกำลังใจ และเกิดความมั่นใจในตัวเองเพื่อมากขึ้น

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์

อัมพรณ พูลลาภ และ ประกฤติ พูลพัฒน์ (2562) ได้ศึกษาผลของชุดกิจกรรม “สนุกคิดคณิตศาสตร์” กับเด็กที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาในระดับชั้นอนุบาล 2 โดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนมีคะแนนความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นหลังการทดลอง ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.33 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.87 และชุดกิจกรรมดังกล่าวมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 88.54/83.33 ซึ่งบ่งชี้ว่าการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมที่ออกแบบเฉพาะกลุ่มเป้าหมายมีความเหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับผู้เรียนที่มีข้อจำกัดด้านสติปัญญา

ภาวิกา นพคุณ (2560) ได้ทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้เฉพาะบุคคล (IEP) กับเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โดยเน้นการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ตรงและกิจกรรมที่ออกแบบให้เหมาะสมกับผู้เรียนเฉพาะราย ผลการวิจัยพบว่าเด็กกลุ่มตัวอย่างมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น โดย 80% ผ่านเกณฑ์ และพฤติกรรมการเรียนรู้โดยรวมอยู่ในระดับดี

สุนีย์ พงษ์พินิจบุญ (2559) ได้พัฒนาแอปพลิเคชันเกมบนอุปกรณ์เคลื่อนที่สำหรับเด็กออทิสติกในระดับประถมศึกษา เพื่อพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ โดยเน้นที่การรู้ค่าของเงินและการคำนวณเงิน พบว่าเด็กกลุ่มตัวอย่างมีพัฒนาการเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 21.12% และมีระดับความพึงพอใจต่อการใช้อุปกรณ์ในระดั้มาก ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจอยู่ที่ 4.40 คะแนน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเทคโนโลยีสามารถเป็นเครื่องมือสำคัญในการสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนที่มีข้อจำกัดเฉพาะทางได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สาวตรี จุ้ยทอง และคณะ (2558) ได้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์สำหรับเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้เชี่ยวชาญ ครูผู้สอน และนักเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบสัมภาษณ์ แบบสังเกต และการบันทึกภาคสนาม ผลการศึกษาพบว่า แนวทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียนกลุ่มนี้ควรประกอบด้วยการจัดกิจกรรมที่หลากหลาย เรียงลำดับความยากจากง่ายไปยาก สนับสนุนการเรียนรู้ผ่านสื่อรูปธรรม การใช้คำสั่งสั้น กระชับ ชัดเจน การคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล การส่งเสริมให้เกิดความมั่นใจ และการประเมินตามสภาพจริงโดยให้ผลย้อนกลับอย่างสร้างสรรค์

จากการศึกษางานวิจัยสามารถสรุปได้ว่า ผู้เรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถพบได้ในกลุ่มเด็กหลากหลายประเภท ไม่ว่าจะเป็นผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ความบกพร่องทางสติปัญญา หรือเด็กออทิสติก อย่างไรก็ตาม จากงานวิจัยที่กล่าวมาแสดงให้เห็นว่า หากครูสามารถออกแบบกิจกรรมหรือแผนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม เช่น การใช้กิจกรรมรูปธรรม การสอนเป็นขั้นตอน การสร้างความมั่นใจ การใช้สื่อเทคโนโลยี การจัด IEP หรือการให้การเรียนรู้ร่วมกับเด็กปกติ ก็สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนกลุ่มนี้มีพัฒนาการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสอนตรง

3.1 ที่มาและความหมายของการสอนตรง

วิธีการสอนตรง (Direct Instruction: DI) เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีการออกแบบบทเรียนอย่างมีระบบ โดยพัฒนาขึ้นในช่วงทศวรรษ 1960 โดย Siegfried Engelmann และ Wesley C. Becker ภายใต้กรอบความเชื่อว่าการจัดลำดับขั้นตอนการเรียนรู้อย่างชัดเจน ควบคู่กับการชี้แนะจากครูผู้สอนอย่างเป็นระบบ จะช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ (LearnLab Pittsburgh Science of Learning Center, 2017; Engelmann et al., 1988) แนวคิดนี้ได้รับการทดลองในโครงการวิจัยขนาดใหญ่ชื่อ Project Follow Through ซึ่งเปรียบเทียบผลของหลายรูปแบบการเรียนรู้และพบว่าวิธีการสอนตรง เป็นรูปแบบที่ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดทั้งด้านวิชาการและพฤติกรรมของผู้เรียน (Stockard et al., 2018)

วิธีการสอนตรง มีพื้นฐานแนวคิดจากจิตวิทยาพฤติกรรมนิยม โดยเน้นการเสริมแรงเชิงบวก การฝึกทักษะอย่างเป็นลำดับ การให้ข้อมูลย้อนกลับทันที และการติดตามความก้าวหน้าของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง ครูจะเป็นผู้ถ่ายทอดเนื้อหาโดยตรง โดยออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์และระดับพัฒนาการของผู้เรียน พร้อมทั้งมีการประเมินผลที่ชัดเจนและเป็นระบบ (National Institute for Direct Instruction, 2015)

ในบริบทไทย มีนักวิชาการหลายท่านที่ให้ความหมายของการสอนตรงไว้ ดังนี้

ผดุง อารยะวิญญู (2542) ให้ความหมายของการสอนตรงว่าเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่มีการวางแผนอย่างมีระบบและมีเป้าหมายชัดเจน โดยครูต้องดำเนินการสอนตามขั้นตอนที่กำหนดไว้แบบลำดับขั้น เมื่อผู้เรียนสามารถเรียนรู้ในขั้นใดได้แล้ว จึงค่อยนำเข้าสู่เนื้อหาขั้นถัดไป แนวคิดนี้สอดคล้องกับหลักการเรียนรู้ตามลำดับ (sequential learning) ที่เชื่อว่าความเข้าใจในระดับที่สูงขึ้นจะเกิดขึ้นได้ต่อเมื่อผู้เรียนมีพื้นฐานในระดับก่อนหน้าอย่างมั่นคง อีกทั้งยังเน้นการติดตามพัฒนาการของผู้เรียนอย่างเป็นระบบ ผ่านการบันทึกผลการเรียนรู้อย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้

ครูสามารถประเมินและปรับแนวทางการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับผู้เรียนรายบุคคล

กึ่งฟ้า สินธุวงษ์ (2545) ชี้ให้เห็นว่าการสอนตรงเป็นการเรียนรู้ที่มีโครงสร้างและวัตถุประสงค์ชัดเจน โดยครูจะเป็นผู้ชี้แนะแนวทางให้ผู้เรียนดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ภายใต้การควบคุมอย่างมีลำดับ ครูต้องจัดกิจกรรมที่เชื่อมโยงกับจุดประสงค์ของบทเรียน เนื้อหาและกิจกรรมต้องจัดเรียงจากง่ายไปยาก และครูควรเลือกใช้สื่อประกอบการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อส่งเสริมความเข้าใจของผู้เรียน นอกจากนี้ ยังเน้นการให้ข้อมูลย้อนกลับ (feedback) แก่ผู้เรียนในทันที ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญในการปรับพฤติกรรมการเรียนรู้และสร้างแรงจูงใจเชิงบวกแก่ผู้เรียน

วีระเดช เชื้อนาม (2547) อธิบายว่าการสอนตรงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนทักษะย่อยอย่างเป็นระบบ โดยแบ่งกระบวนการเรียนรู้เป็นขั้นย่อย ๆ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของการวิเคราะห์งาน (task analysis) ที่เชื่อว่าความซับซ้อนของพฤติกรรมหรือความรู้สามารถแยกออกมาเป็นส่วนย่อยได้เพื่อให้เข้าใจง่ายและฝึกฝนได้ตรงจุด ครูผู้สอนจะให้การเสริมแรงในระหว่างที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ โดยเฉพาะการเสริมแรงเชิงบวกซึ่งช่วยสนับสนุนพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ถูกต้องและเพิ่มความมั่นใจให้แก่ผู้เรียนในขณะเดียวกัน

สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2553) ทั้งสองท่านได้อธิบายว่าการจัดการเรียนรู้แบบชี้แนะ (explicit instruction) ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญของการสอนตรงนั้น เชื่อมโยงกับแนวคิดพฤติกรรมนิยม (behaviorism) โดยเฉพาะทฤษฎีการวางเงื่อนไขของสกินเนอร์ (Skinner) การสอนแบบนี้เน้นการสร้างพฤติกรรมที่พึงประสงค์ผ่านการเสริมแรง เมื่อผู้เรียนสามารถแสดงพฤติกรรมได้ตามที่ต้องการแล้ว การเสริมแรงจะลดลงเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเป็นอิสระทางพฤติกรรม และสามารถควบคุมตนเองได้ กระบวนการสอนต้องมีการวางลำดับขั้นของเนื้อหาหรือกิจกรรมที่เหมาะสม ตั้งแต่การอธิบาย ไปจนถึงการฝึกปฏิบัติและประเมินผล

สมจิตร จันทรฉาย (2557) เสนอว่า การสอนตรงเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อว่าก่อนที่จะผู้เรียนจะสามารถคิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดสร้างสรรค์ หรือแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้เรียนจำเป็นต้องมีพื้นฐานทางทักษะและสารสนเทศที่เพียงพอเสียก่อน ดังนั้น ครูจะต้องเน้นให้ผู้เรียนเกิดความรู้พื้นฐานที่มั่นคง เช่น ความเข้าใจในนิยาม สัญลักษณ์ หรือกระบวนการที่เกี่ยวข้อง ก่อนที่จะนำไปสู่การประยุกต์ในระดับที่สูงขึ้นได้ แนวคิดนี้เชื่อมโยงกับการจัดลำดับความรู้ในเชิงพีระมิด กล่าวคือ ความรู้ระดับสูงต้องตั้งอยู่บนฐานของความรู้ระดับพื้นฐานที่มั่นคง

นอกจากนี้ National Institute for Direct Instruction (2015) ยังอธิบายเพิ่มเติมว่า วิธีการสอนตรง คือรูปแบบการสอนที่ออกแบบบทเรียนไว้อย่างละเอียด มีลำดับขั้นชัดเจนและมีโครงสร้างคงที่ ครูเป็นผู้นำในกระบวนการเรียนรู้ โดยมุ่งเน้นการลดข้อผิดพลาด และเพิ่มโอกาสในการประสบความสำเร็จของผู้เรียนทุกคน

จากการรวบรวมแนวคิดต่าง ๆ ข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า วิธีการสอนตรงคือกระบวนการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ มีเป้าหมายชัดเจน เน้นการเรียนรู้ที่มีลำดับขั้นตอน การใช้การฝึกซ้ำ การเสริมแรง และการติดตามผลอย่างต่อเนื่อง ผู้สอนมีบทบาทสำคัญในการนำพาการเรียนรู้ให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายทางพฤติกรรมหรือองค์ความรู้ได้อย่างแม่นยำและมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะกับผู้เรียนที่ต้องการโครงสร้างการเรียนรู้ที่ชัดเจน เช่น ผู้เรียนที่มีความต้องการจำเพาะทางการเรียนรู้

3.2 ความสำคัญของการสอนตรง

การสอนตรง (Direct Instruction) เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีแนวคิดที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจอย่างเป็นระบบ และลดความผิดพลาดในการเรียนรู้ให้น้อยที่สุด โดยมุ่งหวังให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติงานได้อย่างเป็นลำดับขั้น และบรรลุผลสัมฤทธิ์ตามที่ตั้งไว้ ซึ่งแนวคิดนี้ได้รับการสนับสนุนจากสุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2547) ที่ให้ความสำคัญของการสอนตรงไว้ว่า มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถ และทักษะพื้นฐานตามที่กำหนด และสามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีลำดับขั้นตอน โดยลดข้อผิดพลาดให้น้อยที่สุด

ในทัศนะของสมจิตร์ จันทร์ฉาย (2557) การสอนตรงเป็นรูปแบบพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้ที่จัดอยู่ในกลุ่มที่ครูเป็นศูนย์กลาง ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ทั้งด้านความรู้และทักษะ และใช้ได้กับหลากหลายสาระวิชา จึงเป็นเหตุให้รูปแบบดังกล่าวถูกนำไปใช้อย่างต่อเนื่องและแพร่หลาย

ความสำคัญของการสอนตรงในเชิงวิจัยยังได้รับการสนับสนุนในระดับสากล โดย Adams และ Engelmann (1996) ได้ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิผลของการสอนตรงกับวิธีอื่น ๆ จำนวน 173 ครั้ง พบว่า การสอนตรงมีขนาดผลกระทบ (effect size) สูงถึง 0.97 ซึ่งสะท้อนถึงประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบดังกล่าว นอกจากนี้ งานวิจัยของ Stockard และคณะ (2018) ได้ทำการสังเคราะห์งานวิจัยจำนวน 328 เรื่อง ครอบคลุมระยะเวลากว่า 50 ปี พบว่าการสอนตรงส่งผลเชิงบวกทั้งต่อผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการและพฤติกรรมของผู้เรียนในระดับที่มี

นัยสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผลลัพธ์ดังกล่าวยังคงอยู่แม้จะหยุดใช้การสอนตรงแล้วก็ตาม ซึ่งชี้ให้เห็นถึงความยั่งยืนของผลการเรียนรู้จากการจัดการเรียนรู้ในลักษณะนี้

แนวโน้มเชิงบวกของการสอนตรงยังสะท้อนผ่านการจัดอันดับของ John Hattie (2009) ที่ได้สังเคราะห์งานวิจัยกว่า 800 ชิ้น ซึ่งระบุว่า การสอนตรงมีค่าดัชนีที่ใช้วัดระดับความสัมพันธ์หรือผลของการทดลองที่มีต่อกลุ่มตัวอย่าง (effect size) อยู่ที่ประมาณ 0.59 ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับสูงเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ทั่วไป (0.40) นอกจากนี้ Butler (2020) ยังเสนอว่า การสอนตรงมีบทบาทในการลดช่องว่างทางการเรียนรู้ โดยเฉพาะในกลุ่มนักเรียนที่มีพื้นฐานอ่อนหรือมาจากบริบทที่มีข้อจำกัดด้านเศรษฐกิจและสังคม

สำหรับผู้เรียนที่มีความต้องการพิเศษ เช่น นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ Avanti Schools Trust (2023) รายงานว่า การสอนตรงแบบชัดเจนและเข้มข้นสามารถพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์และภาษาของผู้เรียนกลุ่มนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังส่งผลต่อการเพิ่มความเชื่อมั่นในตนเองและลดพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสมในชั้นเรียนอีกด้วย

จากหลักฐานเชิงทฤษฎีและงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น สะท้อนให้เห็นอย่างชัดเจนว่า วิธีการสอนตรงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาผู้เรียนในด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะการส่งเสริมทักษะพื้นฐาน การสร้างระบบความเข้าใจที่เป็นขั้นตอน ตลอดจนการลดความเหลื่อมล้ำทางการศึกษา ทั้งในระดับทั่วไปและในกลุ่มผู้เรียนที่มีความต้องการพิเศษ

3.3 ขั้นตอนการสอนตรง

การสอนตรงเป็นระบบการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบอย่างมีโครงสร้างและเป็นลำดับขั้น เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะและความเข้าใจที่มั่นคงภายในเวลาที่จำกัด โดยผู้สอนมีบทบาทสำคัญในการสาธิต (I do) การร่วมฝึกปฏิบัติกับผู้เรียน (We do) และการมอบงานให้ผู้เรียนฝึกฝนด้วยตนเองภายใต้การดูแลอย่างใกล้ชิด (You do) (Rosenshine, 1987; Atkinson et al., 2000)

Barak Rosenshine (1987) เสนอหลักการสำคัญหลายข้อ ได้แก่ การเริ่มต้นบทเรียนด้วยการทบทวนความรู้เดิม การแบ่งเนื้อหาใหม่เป็นขั้นย่อย การใช้คำถามเพื่อเชื่อมความรู้ การฝึกซ้ำจนเกิดความแม่นยำ และการให้ข้อเสนอแนะทันทีนั้น ล้วนเป็นองค์ประกอบหลักของการสอนตรงที่ช่วยลดภาระทางปัญญา (cognitive load) และส่งเสริมการสร้างโครงสร้างความเข้าใจในสมองของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Rosenshine, 1987; Rosenshine, 2010)

การออกแบบ "worked examples" ตามแนวทางของ Atkinson, Derry, Renkl, และ Wortham (2000) ได้พิสูจน์แล้วว่าช่วยให้ผู้เริ่มต้นเข้าใจขั้นตอนและกระบวนการปฏิบัติโดยศึกษาตัวอย่างของผู้เชี่ยวชาญก่อนลงมือทำจริง ซึ่งลดภาระการทำความเข้าใจและนำไปสู่การพัฒนาทักษะอย่างมีประสิทธิภาพโดยตนเอง (self-explanation)

จากงานวิจัยทั้งสองด้านนี้ สามารถสรุปขั้นตอนการสอนตรงเชิงกระบวนการได้เป็นลำดับดังนี้:

1. การเริ่มต้นบทเรียนด้วยการทบทวนความรู้เดิม (Daily Review) โดยครูตั้งคำถามซักทบทวนและเชื่อมโยงกับบทเรียนใหม่ ลดภาระทางปัญญา และช่วยเสริมความจำระยะยาวของผู้เรียน (Rosenshine, 1987; Sweller et al., 2011)

2. การนำเสนอเนื้อหาใหม่แบบย่อยเป็นขั้นตอน (Small steps) พร้อมตัวอย่างที่ชัดเจน ใช้แนวทางของ worked examples เพื่อลดความคลุมเครือและเพิ่มความเข้าใจอย่างเป็นระบบ (Atkinson et al., 2000)

3. การฝึกแบบมีแนวทาง (Guided Practice) โดยครูมีบทบาทในการตั้งคำถามติดตาม ตรวจสอบความเข้าใจ และให้ข้อเสนอแนะทันที เพื่อให้ผู้เรียนฝึกทำอย่างมีประสิทธิภาพ (Rosenshine, 2010)

4. การฝึกอย่างอิสระ (Independent Practice) ผู้เรียนได้รับโอกาสในการฝึกซ้ำด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ติดตาม ให้ feedback ตามความเหมาะสมเพื่อเพิ่มทักษะและความมั่นใจ (Stockard et al., 2018)

5. การประเมินและการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Assessment and Feedback) ครูใช้การประเมินระหว่างเรียนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจรายบุคคล และให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีเพื่อการปรับปรุงการเรียนรู้ (Hattie, 2009)

6. การสะท้อนผลและการทบทวน (Review and Reflection) สรุปสาระสำคัญของบทเรียนผ่านการอภิปราย การเขียน หรือการสรุปด้วยตนเอง เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจเชิงลึกและเตรียมพร้อมสำหรับบทเรียนถัดไป (Rosenshine & Stevens, 1986)

ในบริบทของนักวิชาการและนักการศึกษาในประเทศไทย ก็ได้มีหลายท่านที่ระบุขั้นตอนของวิธีการสอนตรงไว้ ดังนี้

ผดุง อารยะวิญญู (2553) ได้เสนอแนะเกี่ยวกับขั้นตอนการสอนตรง ไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 การอธิบาย เป็นการเสนอข้อมูลทีละขั้น เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจ เช่น การเขียนประโยคที่ดีควรมีส่วนประกอบอะไรบ้าง การเล่นเกมเทนนิสควรเล่นอย่างไร ควรฝึกทักษะเบื้องต้นอะไรบ้าง ก่อนจะลงมือฝึกซ้อมจริง

ขั้นที่ 2 การนำเสนอเนื้อหา จะต้องแยกเนื้อหาออกเป็นขั้นตอนย่อยๆ ให้ฝึกทีละขั้น ฝึกเบื้องต้นก่อน เมื่อเกิดทักษะแล้วจึงฝึกทักษะที่สำคัญต่อไป เช่น ในการฝึกเขียนประโยค จะต้องแยกก่อนว่า ประโยคเป็นอย่างไร ฝึกประโยค 2 ส่วนก่อนแล้วจึงไปฝึกประโยค 3 ส่วนในการเล่นเกมเทนนิส ควรฝึกจับไม้ก่อนฝึกตีเข้ากับบอร์ด ฝึกตีหน้ามือ (Forehand) ก่อนแล้วจึงตี Backhand เป็นต้น

ขั้นที่ 3 ลงมือปฏิบัติ ปฏิบัติตามขั้นตอนตามลำดับทีละขั้น ครูต้องคอยให้คำแนะนำตลอดในทุก ๆ ขั้นตอน

ขั้นที่ 4 นำความรู้ไปใช้ หลังจากได้ฝึกทักษะตามขั้นตอนที่กำหนดแล้ว ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้นำความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวัน หรือเปิดโอกาสให้ฝึกทักษะเพิ่มเติมจนเกิดความชำนาญ

ขั้นที่ 5 ตอบคำถาม ครูต้องคอยตั้งคำถามให้นักเรียนตอบทุกกระยะว่า นักเรียนเข้าใจหรือไม่ หรือมีปัญหาในการฝึกทักษะในแต่ละขั้นหรือไม่

ขั้นที่ 6 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงออกเพิ่มเติม ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมมีโอกาสสร้างสรรค์ในทักษะที่ตนกำลังฝึกอยู่

สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2547) ได้นำเสนอขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบชี้แนะ โดยเน้นความเป็นระบบและการฝึกฝนอย่างมีจุดมุ่งหมาย ซึ่งสามารถจำแนกออกเป็น 6 ขั้นตอนสำคัญ ดังนี้

1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม เป็นกระบวนการเรียกคืนความรู้ที่ผู้เรียนเคยเรียนรู้มาก่อน โดยผู้สอนอาจใช้วิธีซักถาม ตรวจการบ้าน หรือเชื่อมโยงเนื้อหาเก่ากับเนื้อหาใหม่ เพื่อสร้างความเข้าใจอย่างต่อเนื่อง ผู้สอนอาจใช้เครื่องมืออย่างแผนที่ความคิด (mind map) เพื่อช่วยให้ผู้เรียนจัดระเบียบความรู้ที่เคยเรียนมาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

2. ขั้นบอกวัตถุประสงค์ เป็นการแจ้งเป้าหมายของบทเรียนในลักษณะที่ชัดเจนและเข้าใจง่าย ผู้เรียนควรทราบว่าหลังจบบทเรียนจะได้รับความรู้หรือทักษะใด และควรรู้บทบาทหรือหน้าที่ของตนในการเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่น วัตถุประสงค์ควรสัมพันธ์กับเนื้อหาบทเรียนหน้า เพื่อเสริมแรงจูงใจในการเรียนรู้

3. ขั้นนำเสนอเนื้อหาใหม่ ผู้สอนต้องเตรียมข้อมูลหรือทักษะที่จะสอนอย่างเป็นลำดับ มีการใช้ตัวอย่างที่หลากหลาย คำถามเชิงวิเคราะห์ และสื่อการสอนที่เหมาะสม เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้น การจัดลำดับเนื้อหาอย่างเหมาะสม เช่น จากเรื่องกว้างสู่เรื่องเฉพาะ หรือจากง่ายไปหายาก จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจและเชื่อมโยงข้อมูลใหม่ได้ดีขึ้น

4. ขั้นฝึกโดยการชี้แนะ เป็นช่วงที่ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติภายใต้การกำกับดูแลของครูอย่างใกล้ชิด โดยครูจะคอยตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะแก่ผู้เรียนแบบทันที พร้อมใช้คำถามเพื่อประเมินความเข้าใจ เช่น คำถามแบบเลือกตอบ การใช้สัญญาณมือ หรือการเขียนคำตอบอย่างรวดเร็ว วิธีเหล่านี้จะช่วยให้ครูสามารถแก้ไขข้อผิดพลาดได้ทันที ก่อนที่ความเข้าใจผิดจะฝังรากลึกจนเป็นนิสัย

5. ขั้นการฝึกโดยอิสระ เป็นการให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติโดยไม่มีการช่วยเหลือโดยตรงจากครู ผู้สอนควรจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการฝึก เช่น การจัดเตรียมคู่มือการทำงาน หรือการกำหนดจุดตรวจสอบ (check point) ที่ผู้เรียนสามารถตรวจสอบความถูกต้องได้ด้วยตนเอง ทั้งนี้ครูควรเฝ้าติดตามอยู่ห่าง ๆ เพื่อประเมินและให้คำปรึกษาเมื่อจำเป็น

6. ขั้นการทบทวน เป็นกระบวนการรวบรวมและย้ำเตือนความรู้ที่ได้เรียนไป เพื่อเสริมความมั่นคงทางความคิดและเตรียมความพร้อมสู่เนื้อหาใหม่ วิธีการอาจรวมถึงการให้การบ้านที่มีเป้าหมายเพื่อเสริมทักษะอย่างแท้จริง ไม่ใช่เพียงกิจกรรมที่ทำโดยไม่เข้าใจ ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ต่อเนื่องและเกิดการนำไปใช้ได้จริง

วีระเดช เชื้อนาม (2547) ได้อธิบายขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสอนตรง โดยเน้นลำดับการเรียนรู้ที่เป็นระบบ ครอบคลุมทั้งการเตรียมความพร้อมของผู้เรียน การนำเสนอเนื้อหา และการฝึกปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสามารถจำแนกออกเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม เป็นกระบวนการเรียกคืนความรู้ที่ผู้เรียนเคยเรียนมาแล้ว โดยครูอาจใช้วิธีการซักถาม ตรวจสอบการบ้าน หรืออภิปรายร่วมกัน เพื่อสร้างความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาเดิมกับเนื้อหาใหม่ เทคนิคที่ใช้ในขั้นนี้ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็น และสามารถใช้อุปกรณ์ช่วย เช่น แผนภาพความคิด (mind map) เพื่อช่วยจัดระเบียบความรู้และกระตุ้นการระลึกข้อมูลเดิมอย่างเป็นระบบ

2. ขั้นบอกวัตถุประสงค์ เป็นการแจ้งวัตถุประสงค์ของบทเรียนให้ผู้เรียนเข้าใจในภาษาที่ชัดเจน เข้าใจง่าย และตรงประเด็น โดยผู้เรียนควรทราบว่าตนเองจะได้รับประโยชน์ใดจากการเรียน และมีบทบาทหรือหน้าที่อะไรในกระบวนการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมให้เกิดความตระหนักถึงเป้าหมายและกระตุ้นแรงจูงใจในการเรียนอย่างต่อเนื่อง

3. ขั้นนำเสนอเนื้อหาใหม่ ครูจะถ่ายทอดเนื้อหาหรือทักษะใหม่ ๆ อย่างมีระบบ โดยเริ่มจากการจัดลำดับเนื้อหาตั้งแต่ง่ายไปหายาก หรือจากกว้างไปหาแคบ ใช้ตัวอย่างคำถามกระตุ้นความคิด และสื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมเพื่อเสริมสร้างความเข้าใจในเรื่องใหม่ ทั้งนี้ผู้เรียนควรมีส่วนร่วมอย่างเต็มที่ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

4. ขั้นฝึกโดยการชี้แจง เป็นช่วงที่ผู้เรียนได้ทดลองปฏิบัติภายใต้การควบคุมและแนะนำของครูอย่างใกล้ชิด โดยครูจะตั้งคำถามเพื่อประเมินความเข้าใจ เช่น คำถามปลายเปิด คำถามเชิงเลือก หรือการใช้สัญญาณมือเพื่อประเมินแบบเร่งด่วน หากพบข้อผิดพลาด ผู้สอนจะรับให้ข้อมูลย้อนกลับและแก้ไขทันที เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการเรียนรู้แบบผิด ๆ จนฝังเป็นนิสัย

5. ขั้นการฝึกโดยอิสระ เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะได้ฝึกฝนเนื้อหาหรือทักษะโดยลำพัง โดยครูจะทำหน้าที่จัดเตรียมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสม อาทิ คู่มือการฝึกปฏิบัติ เอกสารประกอบ หรือจุดตรวจสอบ (check point) ที่นักเรียนสามารถประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองได้ โดยครูยังคงติดตามอยู่ในระยะที่พอเหมาะเพื่อให้คำแนะนำเมื่อจำเป็น

6. ขั้นการทบทวน เป็นขั้นตอนสุดท้ายซึ่งมีเป้าหมายเพื่อย้ำเตือนความรู้ที่ได้เรียนมาแล้วทั้งหมด ผ่านการอภิปราย การทดสอบสั้น ๆ หรือการบ้านที่มีเป้าหมายชัดเจนในการเสริมทักษะและเสริมความเข้าใจให้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น ครูควรให้ความสำคัญกับการเลือกกิจกรรมทบทวนที่ตอบสนองต่อจุดอ่อนของผู้เรียน และเตรียมความพร้อมสำหรับเนื้อหาในบทเรียนถัดไป

สมจิตร จันทรฉาย (2557) ได้เสนอขั้นตอนของการเรียนการสอน โดยวิธีการสอนตรงของโรเซนไชน์และสตีเฟนส์ มี 6 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ทบทวนสิ่งที่เรียนมาก่อน

ขั้นที่ 2 นำเสนอความรู้ใหม่ที่ละชั้นโดยใช้ตัวอย่าง

ขั้นที่ 3 ให้แนวทางในการฝึกปฏิบัติ

ขั้นที่ 4 ฝึกตามแบบและให้ข้อมูลย้อนกลับในการปรับปรุงแก้ไข

ขั้นที่ 5 ทบทวนเป็นระยะๆ พร้อมกับให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อปรับปรุง แก้ไข

ตามความจำเป็น

จากการศึกษาขั้นตอนการสอนตรงตามแนวคิดของนักวิชาการหลายท่านสามารถสังเคราะห์และสรุปเป็นลำดับกระบวนการเรียนการสอนที่เป็นระบบและชัดเจนได้ 6 ขั้นตอนหลัก ซึ่งครอบคลุมทั้งการเตรียมความพร้อมของผู้เรียน การจัดการเรียนรู้ การฝึกทักษะและการประเมินผล โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจลึกซึ้ง ฝึกปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้จริง ได้แก่

1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม เป็นการกระตุ้นและเชื่อมโยงความรู้ที่ผู้เรียนเคยเรียนมาก่อน โดยครูอาจใช้วิธีการซักถาม ตรวจการบ้าน อภิปราย หรือใช้แผนภาพช่วยจำ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้เดิมกับบทเรียนใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ขั้นบอกวัตถุประสงค์ เป็นการแจ้งเป้าหมายของบทเรียนให้ชัดเจน โดยอธิบายสิ่งที่ผู้เรียนจะได้รับ และระบุหน้าที่ความรับผิดชอบของผู้เรียนในระหว่างกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งช่วยส่งเสริมแรงจูงใจ และความเข้าใจในกรอบของบทเรียนอย่างเป็นระบบ

3. ขั้นนำเสนอเนื้อหาใหม่ ครูจะจัดลำดับการสอนเนื้อหาใหม่อย่างเป็นขั้นเป็นตอน โดยเริ่มจากง่ายไปยากหรือจากกว้างไปแคบ พร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ ใช้คำถามกระตุ้นความคิด และใช้สื่อการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสร้างความเข้าใจในเนื้อหาใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. ขั้นฝึกโดยการชี้แจง เป็นการฝึกปฏิบัติภายใต้การแนะนำและดูแลอย่างใกล้ชิดของครู โดยครูใช้คำถาม สัญญาณ หรือกิจกรรมย่อยเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ และให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีเมื่อพบข้อผิดพลาด ทั้งนี้เพื่อแก้ไขพฤติกรรมที่ไม่ถูกต้องก่อนจะฝังลึกเป็นนิสัย

5. ขั้นฝึกโดยอิสระ ผู้เรียนจะได้ทดลองปฏิบัติด้วยตนเอง โดยครูจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการฝึก เช่น เอกสารแนะแนวหรือจุดตรวจสอบ เพื่อให้นักเรียนสามารถตรวจสอบตนเองได้ ในขณะที่ครูติดตามอยู่ห่าง ๆ เพื่อพร้อมให้คำแนะนำเมื่อจำเป็น

6. ขั้นการทบทวน ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปสาระสำคัญของบทเรียน โดยอาจใช้กิจกรรมเสริม การให้การบ้าน หรือแบบทดสอบสั้น ๆ เพื่อประเมินความเข้าใจและเสริมสร้างทักษะที่จำเป็น ซึ่งช่วยเตรียมความพร้อมสำหรับการเรียนรู้ในบทต่อไป

ขั้นตอนทั้ง 6 นี้ สะท้อนให้เห็นว่า การสอนตรงมีโครงสร้างที่ชัดเจน มุ่งเน้นการพัฒนาความเข้าใจควบคู่กับการฝึกฝน และเน้นการสนับสนุนจากครูในทุกช่วงของการเรียนรู้ ทำให้รูปแบบการสอนนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับผู้เรียนหลากหลายกลุ่มอย่างมีประสิทธิภาพ

3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนตรง

สุรัสวดี ว่องไว (2553) ได้ศึกษาพฤติกรรมในการซื้อและรับประทานอาหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีภาวะออทิสซึม จากการสอนตรงร่วมกับการใช้บัตรพลัง (Power Card) โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษาพฤติกรรมในการซื้อและรับประทานอาหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีภาวะออทิสซึม จากการสอนตรงร่วมกับการใช้บัตรพลัง (Power Card) ศึกษา

นักเรียนออทิสซึม อายุระหว่าง 10-15 ปี ที่มีปัญหาการซื้อและรับประทานอาหาร กำลังอยู่ในโครงการเรียนร่วมในโรงเรียนเกษมพิทยา เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 5 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) พฤติกรรมในการซื้ออาหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีภาวะออทิสซึม หลังการสอนตรงรวมกับการใช้บัตรพลัง (Power Card) อยู่ในระดับดี 2) พฤติกรรมในการซื้ออาหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีภาวะออทิสซึม หลังการสอนตรงรวมกับการใช้บัตรพลัง (Power Card) สูงขึ้น 3) พฤติกรรมในการรับประทานอาหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีภาวะออทิสซึม หลังการสอนตรงรวมกับการใช้บัตรพลัง (Power Card) อยู่ในระดับดี 4) พฤติกรรมในการรับประทานอาหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีภาวะออทิสซึม หลังการสอนตรงรวมกับการใช้บัตรพลัง (Power Card) สูงขึ้น

นิยลักษณ์ คนใจดี (2553) ได้ศึกษาความสามารถเขียนประโยคและแรงจูงใจในการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน จากการเรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนตรงรวมกับสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) และแบบฝึก โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาความสามารถเขียนประโยคและแรงจูงใจในการเรียน ศึกษาแก่นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน ระดับอนุบาลที่มีระดับการได้ยินมากกว่า 90 เดซิเบลขึ้นไปกำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนโสตศึกษา จังหวัดนนทบุรี จำนวน 7 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) ความสามารถเขียนประโยคของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่มีความบกพร่องทางการได้ยินหลังการเรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนตรงรวมกับสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) และแบบฝึก อยู่ในระดับดี 2) แรงจูงใจในการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน หลังการเรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนตรงรวมกับสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) และแบบฝึกอยู่ในระดับดีมาก

จากผลการศึกษางานวิจัยพบว่า วิธีการสอนตรงเป็นวิธีที่เหมาะสมในการนำมาใช้พัฒนาความสามารถ พฤติกรรม หรือทักษะของผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางใดทางหนึ่ง เนื่องจากเป็นวิธีที่มีรูปแบบการสอนที่เรียบง่าย ตรงไปตรงมา มีการทำลำดับจากง่ายไปยาก มีผู้สอนคอยชี้แนะและลงมือปฏิบัติไปด้วยกัน อีกทั้งยังมีการให้ผู้เรียนได้ลองปฏิบัติจริงด้วยตนเอง

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคทัชแมทซ์ (Touch Math Techniques)

4.1 ความหมายของเทคนิคทัชแมทซ์

เทคนิคทัชแมทซ์ (Touch Math) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อส่งเสริมความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนและการคำนวณขั้นพื้นฐาน โดยเน้นการใช้

ประสาทสัมผัสหลายรูปแบบผสมผสานกัน เพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับรูปแบบการรับรู้ของผู้เรียน โดยเฉพาะผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์

ผดุง อารยะวิญญู (2553; 2556) ได้ให้ความหมายของเทคนิคทัชแมทซ์ หรือที่เรียกว่า “คณิตศาสตร์สัมผัสได้” ว่าเป็นเทคนิคการสอนที่ใช้จุดหรือเครื่องหมายอื่น ๆ บนตัวเลข เพื่อแสดงจำนวนให้ตรงตามค่าตัวเลขนั้น เช่น ตัวเลข 3 จะมีจุดสัมผัส 3 จุด การที่ผู้เรียนเห็นตัวเลขพร้อมจำนวนจุดจะช่วยให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดของจำนวนได้อย่างชัดเจนและรวดเร็ว นอกจากนี้ยังเป็นการเรียนรู้ที่อาศัยการรับรู้หลายช่องทาง ได้แก่ การมองเห็น การฟัง และการสัมผัส ซึ่งล้วนมีส่วนส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงแนวคิดเชิงนามธรรมให้เป็นรูปธรรมได้ดียิ่งขึ้น เช่นเดียวกับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2554) ที่ได้อธิบายลักษณะของเทคนิคทัชแมทซ์ว่า เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ผสมผสานประสาทสัมผัสต่าง ๆ ได้แก่ การได้ยิน การมองเห็น และการสัมผัส ผ่านกิจกรรมที่ผู้เรียนสามารถเห็น พูด ได้ยิน และแตะจุดสัมผัสบนตัวเลขต่าง ๆ ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ดีขึ้น โดยเฉพาะผู้เรียนที่มีความต้องการพิเศษทางการเรียนรู้

นอกจากนี้ นักวิชาการต่างประเทศยังให้ความหมายของเทคนิคทัชแมทซ์ไว้อย่างหลากหลาย โดย Touch Math Foundation (Vinson, 2004) ระบุว่า Touch Math เป็นระบบการเรียนรู้แบบหลายประสาทสัมผัส (multisensory system) ที่ออกแบบมาเพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจค่าของตัวเลขผ่านการใช้จุดสัมผัส (Touch Points) ซึ่งทำหน้าที่เป็นสื่อกลางเชิงรูปธรรมในการเรียนรู้แนวคิดจำนวนอย่างเป็นลำดับตามกรอบของแนวคิด Concrete–Representational–Abstract (CRA) และ Aydemir (2015) ชี้ว่า Touch Math เป็นเทคนิคที่ออกแบบมาเพื่อช่วยพัฒนาทักษะด้านการนับและการบวก-ลบ โดยเน้นการนำเสนอข้อมูลแบบเป็นลำดับ และอิงจากการมีส่วนร่วมของผู้เรียนผ่านการมองเห็น การสัมผัส และการตอบสนองทางวาจา ข้อมูลดังกล่าวสอดคล้องกับงานของ Yikmiş (2016) ซึ่งเน้นว่าการใช้จุดสัมผัสช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่มั่นคงเกี่ยวกับจำนวนก่อนเข้าสู่การคิดเชิงนามธรรม ทั้งนี้ยังเป็นวิธีที่สอดคล้องกับหลักการเรียนรู้ของ Bruner และ Gardner ซึ่งสนับสนุนการเรียนรู้ผ่านการกระทำก่อนการเข้าใจในเชิงนามธรรม

จากแนวคิดข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า เทคนิคทัชแมทซ์ (Touch Math) เป็นเครื่องมือที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยเน้นการเรียนรู้ที่ใช้ประสาทสัมผัสหลากหลายรูปแบบ ช่วยสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดจำนวนอย่างเป็นระบบ โดยเฉพาะในผู้เรียนที่มีความต้องการด้านการเรียนรู้ที่แตกต่าง เทคนิคนี้จึงได้รับการยอมรับว่าเป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นรูปธรรมและมีความหมาย

4.2 หลักการของเทคนิคทัชแมทซ์

เทคนิคทัชแมทซ์ (Touch Math) ยึดหลักการสอนที่สอดคล้องกับการรับรู้ของผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ โดยเน้นให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ผ่านประสาทสัมผัสหลายช่องทาง ไม่ว่าจะเป็นการมองเห็น การสัมผัส และการฟัง เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจอย่างเป็นรูปธรรม (concrete understanding) โดยเฉพาะเรื่องของจำนวนและการนับ ซึ่งถือเป็นพื้นฐานของคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา

Touch Math อาศัยหลักการสำคัญคือการเพิ่มจุดสัมผัส (Touch Points) ลงบนตัวเลขแต่ละตัว ซึ่งผู้เรียนสามารถแตะตามจุดเหล่านี้ได้อย่างเป็นลำดับ โดยจุดเหล่านี้มีจำนวนเท่ากับค่าของตัวเลข เช่น เลข 3 จะมีจุดสัมผัส 3 จุด เมื่อผู้เรียนแตะไปที่แต่ละจุดและนับออกเสียงตามไปด้วย จะช่วยเสริมสร้างการเรียนรู้แบบหลายมิติ (multisensory learning) และทำให้เกิดความเข้าใจเชิงแนวคิดเกี่ยวกับจำนวนได้ชัดเจนมากขึ้น (Touch Math, 2021; Baroody, 2004) นักวิจัยในต่างประเทศ เช่น Bos and Vaughn (2002) ได้เสนอว่า การสอนโดยใช้เทคนิคแบบสัมผัสนั้นส่งผลดีอย่างยิ่งกับผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ โดยเฉพาะการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจแนวคิดพื้นฐาน การนับจำนวน และการคำนวณเบื้องต้น เพราะเทคนิคนี้ช่วยเปลี่ยนการเรียนรู้เชิงนามธรรมให้กลายเป็นรูปธรรมที่จับต้องได้ ซึ่งเหมาะสมกับผู้เรียนที่มีข้อจำกัดในการประมวลผลสัญลักษณ์หรือการใช้ภาษา

4.3 ลักษณะเฉพาะของเทคนิคทัชแมทซ์

เทคนิคทัชแมทซ์มีลักษณะเด่นเฉพาะตัวที่แตกต่างจากการสอนคณิตศาสตร์ทั่วไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการใช้จุดสัมผัสหรือ Touch Points ซึ่งเป็นกลไกสำคัญในการเรียนรู้ ตัวเลขตั้งแต่ 1 ถึง 9 จะมีจำนวนจุดสัมผัสเท่ากับค่าของตัวเลขนั้น และจุดสัมผัสนี้จะถูกออกแบบให้มีตำแหน่งที่แน่นอน เพื่อให้ผู้เรียนแตะตามจุดเหล่านั้นได้อย่างเป็นระบบและลดความสับสน ตัวอย่างเช่น เลข 5 จะมีจุดสัมผัส 5 จุดในตำแหน่งที่คงที่เหมือนกันทุกครั้งที่ปรากฏ

ลักษณะเฉพาะอีกประการหนึ่งคือ การเรียนรู้ที่ครอบคลุมทั้งการเห็น (Visual), การสัมผัส (Tactile), และการได้ยิน (Auditory) ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนที่มีข้อจำกัดในระบบหนึ่งสามารถพัฒนาได้จากระบบประสาทสัมผัสอื่น การใช้เทคนิคนี้จึงถือเป็นการบูรณาการการเรียนรู้ผ่านหลายช่องทาง (multisensory integration) เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสร้างความเข้าใจแนวคิดเรื่องจำนวน การบวก การลบ และกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น

จากการศึกษาของ Witzel และ Mercer (2003) พบว่า ผู้เรียนที่ใช้ Touch Math มีพัฒนาการที่ดีขึ้นในด้านการคำนวณทางคณิตศาสตร์เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้ใช้ โดยเฉพาะกลุ่ม

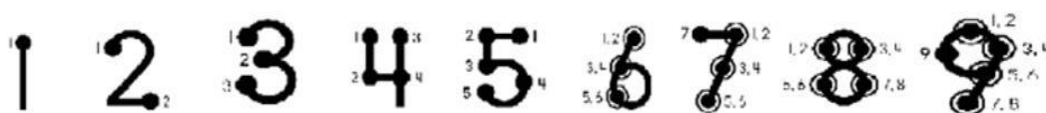
นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ซึ่งมีปัญหาด้านความเข้าใจในแนวคิดนามธรรม นอกจากนี้ Touch Math ยังสามารถประยุกต์ใช้กับกิจกรรมอื่น ๆ เช่น การแก้ปัญหาเชิงเหตุผล หรือกิจกรรมที่ต้องใช้การคำนวณในชีวิตประจำวันได้อีกด้วย

4.4 ขั้นตอนการสอนของเทคนิคทัชแมทซ์

Gersten and Chard (2001) ได้กล่าวถึงวิธีเทคนิคทัชแมทซ์ (Touch Math Techniques) ว่าเป็นการใช้ประสาทสัมผัสหลายด้านมาใช้ในการสอนคณิตศาสตร์ จะใช้การดู การฟัง และการสัมผัส โดยจะต้องจำภาพและตำแหน่งของตัวเลขผ่านสัญลักษณ์จุด ซึ่งตัวเลข 1 ถึง 9 จะมีจุดเชื่อมโยงกัน ดังนี้ เลข 1 - 5 จะใช้จุดเดียว และ เลข 6 - 9 จะใช้ 2 จุด (จุดด้านในเป็นสีดำ) แต่ละจุดเดี่ยว 1 ครั้ง และแตะจุดคู่ 2 ครั้ง พร้อมทั้งนับออกเสียง สำหรับนักเรียนที่ไม่สามารถเข้าใจทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์

สถาบันราชานุกูล (2555) การสอนคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิคทัชแมทซ์ มีลักษณะดังนี้

1. ใช้จุดแสดงตัวเลข 1 - 9
2. จำนวน 6 - 9 ใช้วงกลมล้อมรอบจุด
3. ให้นักเรียนนับตัวเลขพร้อมกับสัมผัสจุดในตัวเลขแต่ละตัว
4. ฝึกนับไปข้างหน้าและนับถอยหลัง



ภาพประกอบ 2 ตัวอย่างการสอนตัวเลขโดยใช้เทคนิคทัชแมทซ์

4.5 ความสำคัญของเทคนิคทัชแมทซ์

นักวิจัยหลายคนได้เสนอไว้ว่า ควรใช้ประสาทสัมผัสหลายด้านในการสอนคณิตศาสตร์ (Vinson, 2004) ซึ่งแต่ละคนได้กล่าวไว้ดังนี้

Scott (1993) ได้กล่าวไว้ว่าเทคนิคทัชแมทซ์ เป็นเทคนิคที่ใช้ได้ดี เพราะทัชแมทซ์เป็นเทคนิคที่ใช้ประสาทสัมผัสหลายด้านในการสอน การรับรู้ตัวเลข การบวกการลบ การคูณ และการหาร

Bullock (1989) ได้กล่าวไว้ว่าการสอนแบบรูปธรรมที่มีสื่อ หรือสัญลักษณ์ จะช่วยให้นักเรียนพัฒนาความจำเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้อย่างมีความหมาย เทคนิคทัชแมทซ์ เป็น การเรียนการสอนแบบรูปธรรมที่มีสื่อ สัญลักษณ์ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนตระหนักเกี่ยวกับตัวเลข คณิตศาสตร์

Baroody et al. (2009) ได้มีการนำเทคนิคทัชแมทซ์ มาใช้ในการพัฒนาความจำ อย่างมีความหมาย โดยมีการลดจำนวนครั้งที่ใช้ในการฝึกฝนเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของนักเรียนที่ มีความบกพร่อง

จากที่กล่าวถึงเทคนิคทัชแมทซ์ ดังข้างต้น สรุปได้ว่า เทคนิคทัชแมทซ์ เป็นเทคนิคที่ ต้องใช้ประสาทสัมผัสหลายด้าน และมีความสำคัญต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เป็นแบบที่ เป็นรูปธรรม มีสื่อ สัญลักษณ์ ช่วยให้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น

4.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคทัชแมทซ์

มีงานวิจัยจำนวนหนึ่งที่ศึกษาผลของการใช้เทคนิคทัชแมทซ์ (Touch Math) ในการ ส่งเสริมพื้นฐานทางคณิตศาสตร์สำหรับผู้เรียนที่มีความต้องการพิเศษ โดยสามารถสรุปผลได้ดังนี้

Amaal (2013) ได้ศึกษาผลของการใช้ทัชแมทซ์ในการสอนทักษะคณิตศาสตร์ ให้กับเด็กระดับปฐมวัยที่มีความเสี่ยงด้านการเรียนรู้ โดยแบ่งกลุ่มทดลองเป็นกลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุมอย่างละ 30 คน ผลพบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองมีคะแนนสอบคณิตศาสตร์หลังเรียน โดยใช้เทคนิคนี้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม

Yikmiş (2016) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ของการใช้ทัชแมทซ์กับเด็กชายวัย 8–10 ปี ที่ ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นออทิสติก พบว่า เด็กทั้ง 3 คนสามารถเรียนรู้ทักษะการบวกตัวเลขหลัก เดียวได้สำเร็จหลังการสอน รวมทั้งผลสัมฤทธิ์ยังคงอยู่ในระยะติดตามภายหลัง

Demir, Talas และ Gökbulut (2023) ได้ศึกษาการนำเทคนิคทัชแมทซ์ในรูปแบบ แอปพลิเคชันบนแท็บเล็ตกับเด็กออทิสติกอายุ 8–10 ปี ผลสังเกตโดยใช้รูปแบบ multiple probe พบว่านักเรียนทั้งหมดสามารถบวกเลขได้อย่างถูกต้อง 100% หลังเรียนเฉลี่ย 7–9 ครั้ง และยัง รักษาความสามารถไว้ได้ในระยะติดตาม (follow-up) อีกด้วย

Cihak และ Foust (2010) ได้เปรียบเทียบประสิทธิภาพของทัชแมทซ์กับเส้น จำนวน (number line) โดยใช้วิธี alternating-treatments กับนักเรียนที่มีภาวะสมาธิสั้นและออทิ สติก พบว่า กลุ่มที่เรียนด้วยเทคนิคทัชแมทซ์สามารถทำแบบฝึกหัดบวกเลขได้ถูกต้องและเร็วกว่า อย่างชัดเจน

จินดารัตน์ ทองประพันธ์ (2561) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาความสามารถรู้ค่าจำนวนและการบวกของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาในระดับเล็กน้อย จากการสอนโดยวิธีการสอนตรงร่วมกับเทคนิคทัชแมทซ์ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) ศึกษาความสามารถรู้ค่าจำนวนและการบวกของนักเรียน 2) เปรียบเทียบความสามารถรู้ค่าจำนวนและการบวกของนักเรียน ก่อนและหลังได้รับการสอน โดยศึกษากับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาในระดับเล็กน้อย (IQ 50-70) จำนวน 5 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การรู้ค่าจำนวน และการบวก จากการใช้วิธีการสอนตรงร่วมกับเทคนิคทัชแมทซ์ และแบบทดสอบวัดความสามารถทางการรู้ค่าจำนวนและการบวก ผลการวิจัยพบว่า 1) ความสามารถรู้ค่าจำนวนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาในระดับเล็กน้อย หลังการสอนโดยใช้วิธีสอนตรง ร่วมกับเทคนิคทัชแมทซ์ อยู่ในระดับดีมาก 2) ความสามารถรู้ค่าจำนวนหลังการสอนโดยใช้วิธีสอนตรง ร่วมกับเทคนิคทัชแมทซ์ สูงขึ้น 3) ความสามารถในการบวกของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาในระดับเล็กน้อย หลังการสอนโดยใช้วิธีสอนตรงร่วมกับเทคนิคทัชแมทซ์ อยู่ในระดับดี 4) ความสามารถในการบวกหลังการสอนโดยใช้วิธีสอนตรงร่วมกับเทคนิคทัชแมทซ์ สูงขึ้น

นิชาพร อินทรสาร (2566) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการบอกชื่อตัวเลขและรู้ค่าจำนวน 1-5 ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา โดยใช้สื่อบัตรตัวเลข Touch Math กับนักเรียนในศูนย์การศึกษาพิเศษจังหวัดนครศรีธรรมราช ผลการวิจัยพบว่าความสามารถของผู้เรียนเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 40.00 เป็นร้อยละ 95.00 หลังการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคทัชแมทซ์ แสดงให้เห็นว่าเทคนิคนี้ช่วยส่งเสริมความเข้าใจเชิงปริมาณได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากผลการศึกษางานวิจัยทั้งหมด พบว่าการใช้เทคนิคทัชแมทซ์ในการสอนมีศักยภาพในการส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะในกลุ่มผู้เรียนที่มีความต้องการพิเศษ เช่น เด็กออทิสติก เด็กที่มีภาวะบกพร่องทางสติปัญญา และเด็กที่มีความเสี่ยงด้านการเรียนรู้ เทคนิคนี้สามารถช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น เพิ่มผลสัมฤทธิ์ในการเรียน และสามารถรักษาความสามารถไว้ได้ในระยะยาว โดยเฉพาะเมื่อประยุกต์ใช้ในรูปแบบที่หลากหลาย เช่น การเรียนรู้ผ่านอุปกรณ์ดิจิทัล

5. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA)

5.1 ความหมายของแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA)

แนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) เป็นกรอบการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนพัฒนาแนวคิดทางคณิตศาสตร์จากการปฏิบัติจริงไปสู่ความเข้าใจเชิงนามธรรม โดยมีพื้นฐานจาก

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Jerome Bruner (1966) ซึ่งแบ่งการเรียนรู้เป็น 3 ระยะ ได้แก่ Enactive (การกระทำ), Iconic (การใช้ภาพแทน), และ Symbolic (การใช้สัญลักษณ์) กระบวนการ CPA ได้รับการพัฒนาโดยสถาบันการศึกษาของประเทศสิงคโปร์ และถูกนำไปประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวางทั่วโลก เนื่องจากมีประสิทธิภาพสูงในการพัฒนาทักษะคณิตศาสตร์ ประเทศสิงคโปร์ได้นำวิธีการนี้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ส่งผลให้ผลการประเมิน PISA อยู่ในระดับแนวหน้าของโลก (Sousa, 2007) แนวคิด CPA

Jerome Bruner (1966) ได้อธิบายกระบวนการเรียนรู้ของมนุษย์ผ่านสามขั้นตอน คือ ขั้นรูปธรรม (Enactive Stage) ที่ผู้เรียนใช้การกระทำกับวัตถุจริง ขั้นจินตภาพ (Iconic Stage) ที่ผู้เรียนใช้ภาพแทนวัตถุ และขั้นนามธรรม (Symbolic Stage) ที่ผู้เรียนใช้สัญลักษณ์ในการแทนแนวคิด การจัดประสบการณ์ให้สอดคล้องกับขั้นตอนเหล่านี้จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อพัฒนาการของผู้เรียน โดยเฉพาะในวิชาคณิตศาสตร์

Flores (2010) ได้ศึกษาและเสนอว่า CPA มีประโยชน์อย่างมากสำหรับผู้เรียน โดยเฉพาะผู้เรียนที่มีความต้องการพิเศษ ขั้นตอนแรกคือการใช้วัตถุที่จับต้องได้เพื่ออธิบายแนวคิด ขั้นที่สองคือการใช้ภาพหรือการวาดแบบจำลอง และขั้นสุดท้ายคือการแก้ปัญหาโดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น การใช้ตัวเลขหรือสมการต่าง ๆ ซึ่งพบว่า CPA ช่วยให้ผู้เรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถเข้าใจแนวคิดและคงความรู้ไว้นานกว่าการเรียนการสอนแบบทั่วไป เช่นเดียวกับที่ Cooper (2012) กล่าวถึงความสำคัญของการที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ทางกายกับวัตถุ ในขั้นแรก จากนั้นพัฒนาไปสู่การใช้ภาพ เช่น จุด วงกลม หรือภาพเรขาคณิต และสุดท้ายคือการใช้สัญลักษณ์นามธรรม ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจแนวคิดได้อย่างลึกซึ้งและยั่งยืน นอกจากนี้ TheSchoolRun (n.d.) ซึ่งเป็นแหล่งข้อมูลด้านการศึกษาสำหรับผู้ปกครองในสหราชอาณาจักร อธิบายว่า CPA เป็นแนวคิดที่เริ่มจากการใช้วัตถุจริงในการเรียนรู้ จากนั้นพัฒนาเป็นภาพแทน และในที่สุดใช้สัญลักษณ์นามธรรม เพื่อสร้างความเข้าใจที่มั่นคงและยั่งยืนให้กับผู้เรียน

จากการทบทวนความหมายของแนวคิด CPA สามารถสรุปได้ว่า CPA เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปสู่สิ่งที่เป็นนามธรรม โดยผ่านการสร้างภาพหรือการใช้ภาพวาดแบบจำลองแทนสิ่งที่จับต้องได้ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนมีพัฒนาการทางความคิดทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นระบบ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก คือ

1. ขั้นรูปธรรม (Concrete Stage) ผู้เรียนได้สัมผัสหรือจัดการกับวัตถุจริง เช่น ลูกบด เหรียญ หรือบล็อกนับ เพื่อสร้างความเข้าใจพื้นฐาน

2. ขั้นภาพแทน (Pictorial Stage) ผู้เรียนแสดงความเข้าใจผ่านภาพวาด แผนภาพ หรือแบบจำลองที่แทนสิ่งของจริง เพื่อถ่ายโอนแนวคิดไปสู่การคิดเชิงนามธรรม

3. ขั้นนามธรรม (Abstract Stage) ผู้เรียนใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น ตัวเลข สมการ หรือเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงความเข้าใจ และแก้โจทย์

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิด CPA จึงเป็นแนวทางที่สอดคล้องกับพัฒนาการของผู้เรียน ช่วยให้เกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้งในแนวคิดคณิตศาสตร์ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะกับผู้เรียนที่มีความต้องการพิเศษ

5.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete–Pictorial–Abstract (CPA)

แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete–Pictorial–Abstract (CPA) ได้รับการสนับสนุนจากนักการศึกษาหลายท่าน ซึ่งล้วนกล่าวถึงลำดับขั้นการเรียนรู้ที่เป็นระบบตามแนวคิดดังกล่าว โดยแบ่งออกเป็นสามลำดับขั้น ได้แก่ ขั้นรูปธรรม (Concrete) ขั้นภาพแทน (Pictorial) และขั้นนามธรรม (Abstract)

Witzel (2005) อธิบายว่ากระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรเริ่มจากการให้ผู้เรียนมีโอกาสสัมผัสหรือจัดการกับวัตถุจริงก่อน (Concrete) จากนั้นจึงเปลี่ยนไปใช้ภาพวาดหรือแบบจำลองของวัตถุเหล่านั้น (Pictorial) และสุดท้ายผู้เรียนจะสามารถเข้าใจและใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้ (Abstract)

Flores (2010) เสริมว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นรูปธรรมควรเน้นการใช้วัตถุหรือสื่อที่จับต้องได้เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดได้อย่างลึกซึ้ง และในการเปลี่ยนผ่านสู่ขั้นภาพแทน ควรให้ผู้เรียนสร้างภาพวาดหรือใช้ภาพแทนเพื่อแสดงกระบวนการคิดของตน ส่วนในขั้นนามธรรมจึงให้ผู้เรียนใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อย่างเต็มรูปแบบในการแก้โจทย์หรืออธิบายแนวคิด

Cooper (2012) ระบุว่ากิจกรรมการเรียนรู้ควรเริ่มจากการสร้างปฏิสัมพันธ์กับวัตถุจริง จากนั้นจึงค่อยเปลี่ยนเป็นการทำงานร่วมกับรูปภาพ เช่น วงกลม จุด หรือแผนภาพ และเมื่อผู้เรียนเกิดความเข้าใจที่มั่นคงแล้ว จึงให้ใช้ตัวเลขหรือสมการคณิตศาสตร์ที่เป็นนามธรรมในการสื่อความหมาย

The School Run (n.d.) ได้สรุปไว้ว่าแนวคิด CPA เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เริ่มต้นจากการปฏิบัติกับวัตถุจริง (ทำ) สู่การแสดงแนวคิดผ่านภาพวาดหรือแผนภาพ (เห็น) และในที่สุดใช้สัญลักษณ์นามธรรมเพื่อแทนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ (เข้าใจ)

จักรินทร์ บุรณานิธิ (2559) กล่าวในทำนองเดียวกันว่า การเรียนรู้ตาม CPA ต้องเริ่มจากการออกแบบกิจกรรมให้ผู้เรียนได้จับต้องได้ เช่น การแบ่งวัตถุในบทเรียนการหาร จากนั้นจึงวาดภาพแทนสิ่งของดังกล่าว และจบด้วยการใช้สัญลักษณ์เพื่อคำนวณในระดับนามธรรม

จากการศึกษาข้อมูล สามารถสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA เป็นกระบวนการที่ส่งเสริมพัฒนาการทางความคิดของผู้เรียนอย่างค่อยเป็นค่อยไป และสอดคล้องกับธรรมชาติของการเรียนรู้ โดยเฉพาะในกลุ่มผู้เรียนที่มีความต้องการพิเศษซึ่งจำเป็นต้องเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมก่อน จากนั้นจึงพัฒนาทักษะไปสู่ระดับภาพและนามธรรมอย่างมั่นคง

5.3 ประโยชน์ของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract

Flores (2010, pp. p. 195-207) กล่าวว่า ประโยชน์ของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract

- 1) ให้ผู้เรียนมีทางโครงสร้างและแนวคิดทางคณิตศาสตร์
- 2) นักเรียนสามารถสร้างการเชื่อมต่อที่ดีขึ้นเมื่อเคลื่อนผ่านระดับความเข้าใจจากรูปธรรมไปสู่นามธรรม
- 3) ทำให้ผู้เรียนทุกคนสามารถเข้าถึงการเรียนรู้ได้ (รวมถึงผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์)
- 4) มีการเรียนการสอนอย่างชัดเจนโดยใช้วิธีการหลายทางประสาทสัมผัส
- 5) มีแนวทางการออกแบบที่เป็นสากลเพื่อการเรียนรู้
- 6) การวิจัยได้พิสูจน์แล้วว่าวิธีนี้มีประสิทธิภาพ
- 7) สามารถใช้งานในทุกระดับชั้นตั้งแต่ระดับต้นไปจนถึงระดับมัธยม
- 8) สอดคล้องกับมาตรฐานของ NCTM
- 9) ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้แนวคิดก่อนการเรียนรู้กฎหรือทฤษฎี
- 10) สามารถใช้ในกลุ่มเล็กหรือทั้งชั้นเรียนได้

จากความประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract จะเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์โดยเริ่มจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปสู่นามธรรม ผู้เรียนทุกคนสามารถเข้าถึงการเรียนรู้ได้ ใช้วิธีการหลายทางประสาทสัมผัส ใช้ได้กับทุกระดับชั้น

สิ่งสำคัญที่ผู้วิจัยค้นพบ จากการได้ศึกษาและค้นคว้าข้อมูลทำให้พบว่า แนวคิด CPA สามารถเชื่อมโยงกับเทคนิค TouchMath ซึ่งเป็นเทคนิคการสอนคณิตศาสตร์สำหรับผู้เรียนที่มี

ความต้องการพิเศษ โดยใช้จุดสัมผัสบนตัวเลขเพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจจำนวน การรวม และการลบได้ง่ายขึ้น กระบวนการของ TouchMath มีลักษณะคล้ายกับ CPA ในการเริ่มจากการสัมผัสและเห็น (Concrete) ก่อนพัฒนาเป็นการเข้าใจเชิงภาพ (Pictorial) และไปสู่การใช้ตัวเลข (Abstract) ซึ่งสอดคล้องกับการเรียนรู้แบบเป็นขั้นตอนของ CPA อย่างชัดเจน งานวิจัยของ Yikmis (2016) และจินดารัตน์ ทองประพันธ์ (2561) ต่างยืนยันว่า TouchMath สามารถช่วยนักเรียนที่มีปัญหาทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้สามารถเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเป็นข้อพิสูจน์ถึงความสอดคล้องและประสิทธิภาพของ CPA ในการพัฒนาทักษะคณิตศาสตร์ในกลุ่มผู้เรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์

5.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract

Putri, Suwangsih, et al. (2020) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สอนด้วย CPA ในโรงเรียนประถมศึกษา โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อ ศึกษาอิทธิพลของการใช้วิธี CPA ในการสอนทาง คณิตศาสตร์กับความสามารถทางคณิตศาสตร์ การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยให้กลุ่มที่มีการเรียนการสอนด้วยวิธี CPA เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มที่มีการเรียนการสอนด้วยวิธี ปกติเป็นกลุ่มควบคุม ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มที่มีการ เรียนการสอนแบบ CPA มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีกว่ากลุ่มที่มีการเรียนการสอนแบบปกติ และ ความสามารถทางคณิตศาสตร์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในการสอนด้วยวิธี CPA และ การสอนด้วยวิธีแบบปกติ

Purwadi et al. (2019) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของการสอนแบบ CPA ที่มีต่อความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนและการแสดงออกทางคณิตศาสตร์ในเรื่องเศษส่วน การศึกษาครั้งนี้มี วัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาว่าวิธีการสอนแบบ CPA มีผลในเชิงบวกต่อความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ และการแสดงออกทางคณิตศาสตร์ในเรื่องเศษส่วนของนักเรียนหรือไม่ 2) อธิบายว่าวิธีการสอน แบบ CPA สามารถเสริมสร้างความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนและการแสดงออกทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนในเรื่องเศษส่วนได้อย่างไร การวิจัยครั้งนี้ใช้ แบ่งเป็นกลุ่มควบคุมและ กลุ่มทดลอง โดยกลุ่มทดลองใช้วิธีการสอนแบบ CPA จากผลการวิจัยพบว่า วิธีการสอนแบบ CPA มีผลในเชิงบวกต่อความเข้าใจทางคณิตศาสตร์และการแสดงออกทางคณิตศาสตร์ในเรื่องเศษส่วนของนักเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสามารถเสริมสร้างความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนและการแสดงออกทางคณิตศาสตร์ในเรื่องเศษส่วน และยังพบว่าเป็นแรงบันดาลใจและ สร้างความกระตือรือร้นในการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้นักเรียนยังมีความสามารถในการ สื่อสารความเข้าใจของพวกเขาโดยใช้คำพูดของตนเอง นักเรียนมีความ

มั่นใจมากขึ้นในการพูดถึง เหตุผลและคำอธิบาย นักเรียนใช้การบอกและเขียน ซึ่งเป็นกระบวนการ ในช่วงที่เป็นรูปธรรมที่ สามารถทำให้นักเรียนเกิดการจดจำมากยิ่งขึ้น

Salingay and Tan (2018) ได้ศึกษาการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบ CPA ที่ ส่งผลเกี่ยวกับทัศนคติของนักเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ การศึกษาครั้งนี้เป็น การศึกษา ประสิทธิภาพของการใช้กระบวนการ CPA ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในด้าน ทัศนคติและ ผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาทัศนคติของนักเรียนเมื่อ ได้รับการสอน โดยใช้รูปแบบ CPA และนักเรียนที่ไม่ได้สอนโดยใช้รูปแบบ CPA ก่อนและหลังการ สอน ทัศนคติที่ มีต่อความสำเร็จในวิชาคณิตศาสตร์ ความกังวลคณิตศาสตร์ แรงจูงใจ ประโยชน์ ของคณิตศาสตร์ และความเชื่อมั่นในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในวิชา คณิตศาสตร์ของ นักเรียนเมื่อได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบ CPA และนักเรียนที่ไม่ได้สอนโดยใช้ รูปแบบ CPA ใน ส่วนของ ผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียน 3) แยกแยะความแตกต่างของทัศนคติ นักเรียนเมื่อได้รับ การสอนโดยใช้รูปแบบ CPA และนักเรียนที่ไม่ได้สอนโดยใช้รูปแบบ CPA 4) ตรวจสอบความ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์ของ นักเรียนเมื่อได้รับ การสอนโดยใช้รูปแบบ CPA และนักเรียนที่ไม่ได้สอนโดยใช้รูปแบบ CPA ในส่วน ของผลสัมฤทธิ์ ก่อนและหลังเรียน ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลองใช้ นักเรียน 2 กลุ่มของ Bukidnon National High School คือกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบทดสอบ ที่ครูสร้าง ขึ้น เนื้อหาที่ใช้ในทัศนคติคือ Fennema Sherman Mathitude Attitude Test ใช้สถิติเชิง พรรณนา และ ANCOVA ในการวิเคราะห์ผล ผลการวิจัยพบว่า 1) ทัศนคติของนักเรียนในช่วงก่อน เรียนและ หลังเรียนมีผลในเชิงบวก 2) ผลสัมฤทธิ์ของทั้งสองกลุ่มก่อนเรียนอยู่ในระดับต่ำกว่า ค่าเฉลี่ยของ ผลสัมฤทธิ์หลังเรียน ผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ไม่ได้รับการสอนโดย ใช้รูปแบบ CPA อยู่ในระดับปานกลาง และนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบ CPA อยู่ในระดับ ที่สูงกว่า ค่าเฉลี่ย 3) นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อความสำเร็จ เห็นถึงประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ และยังไม่ พบถึงความวิตกกังวลของผู้เรียน มีระดับแรงจูงใจและความเชื่อมั่นในการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ การศึกษายังพบว่าทัศนคติของนักเรียนมีความคล้ายคลึงกันหรือไม่มีความแตกต่างและ 4) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยใช้แบบจำลอง CPA สูงกว่านักเรียนที่ ไม่ได้สอนโดยใช้แบบจำลอง CPA อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากผลการศึกษางานวิจัยพบว่า แนวคิดแบบ CPA ส่งผลดีต่อแนวทางการจัดการ เรียนการสอนของผู้เรียน นักเรียนที่ผ่านการสอนโดยใช้รูปแบบ CPA มีผลสัมฤทธิ์ที่ดีขึ้น นอกจากนั้นรูปแบบการสอนแบบ CPA ยังส่งเสริมการแสดงออกทางคณิตศาสตร์ นักเรียนมี

ความสามารถในการสื่อสารความเข้าใจของพวกเขาโดยใช้คำพูดของตนเอง นักเรียนมีความมั่นใจมากขึ้นในการพูดถึง เหตุผลและคำอธิบาย และที่สำคัญ คือเป็นรูปแบบการสอนที่สร้างทัศนคติที่ดีต่อความสำเร็จ

6. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโปรแกรม

6.1 ความหมายของโปรแกรม

ในบริบทของการจัดการศึกษา "โปรแกรม" หมายถึง แผนงานหรือกระบวนการที่ได้รับการออกแบบอย่างมีระบบเพื่อพัฒนาทักษะ ความรู้ หรือพฤติกรรมของผู้เรียนในช่วงเวลาหนึ่ง โปรแกรมอาจประกอบด้วยชุดของกิจกรรม วิธีการสอน เนื้อหา และสื่อการเรียนรู้ที่มีเป้าหมายเฉพาะเพื่อบรรลุผลลัพธ์ทางการศึกษาตามที่กำหนดไว้ (Wang & Hsu, 2021) การออกแบบโปรแกรมมักอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีการเรียนรู้ หรือผลการวิจัยที่ผ่านมา เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการเฉพาะของกลุ่มเป้าหมายได้อย่างเหมาะสม เช่นเดียวกับ วลัยภรณ์ จันทรสชา (2558); จุฑารัตน์ ศุภรัตน์ และคณะ (2561 อ้างถึงใน อัจศรา ประเสริฐสิน, 2563) ที่ให้ความหมายสอดคล้องกันว่า โปรแกรม หมายถึง รายละเอียดของแนวทางการจัดการเรียนการสอน เพื่อมุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนโดยทั่วไปหรือผู้เรียนที่มีคุณสมบัติพิเศษ เพื่อให้ผู้เรียนนั้นได้รับการพัฒนาไปตามจุดมุ่งหมายหรือ ลักษณะของโปรแกรมที่วางไว้ นอกจากนี้ โปรแกรมยังสามารถหมายถึงแผนการดำเนินงานในระดับชั้นเรียนหรือระดับโรงเรียน เช่น โปรแกรมเสริมทักษะคณิตศาสตร์ โปรแกรมส่งเสริมการอ่าน หรือโปรแกรมเตรียมความพร้อมสำหรับนักเรียนที่มีปัญหาด้านการเรียนรู้ โดยมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนในด้านใดด้านหนึ่งอย่างเจาะจง

สำหรับผู้เรียนที่มีความต้องการพิเศษ โปรแกรมจะถูกออกแบบอย่างละเอียดและยืดหยุ่นมากขึ้น โดยคำนึงถึงระดับพัฒนาการ ความสามารถเฉพาะบุคคล และลักษณะของความต้องการพิเศษที่แตกต่างกัน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงการเรียนรู้อย่างเท่าเทียมและมีประสิทธิภาพ (Westling & Fox, 2009) โปรแกรมในลักษณะนี้จึงไม่ได้เน้นเฉพาะเนื้อหา แต่ยังรวมถึงวิธีการจัดการเรียนรู้ การเสริมแรง การประเมินผล และการปรับเปลี่ยนกลยุทธ์การสอนตามความจำเป็น เช่น การพัฒนาโปรแกรมการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความต้องการพิเศษ โปรแกรมการพัฒนาและส่งเสริมผู้ที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (พสวท.) โปรแกรมการศึกษาทางอาชีพ โปรแกรมการเตรียมความพร้อมทางอาชีพ เป็นต้น

6.2 องค์ประกอบของโปรแกรม

องค์ประกอบของโปรแกรมทางการศึกษา หมายถึง ส่วนประกอบหลักที่ทำให้โปรแกรมมีความสมบูรณ์ มีทิศทางที่ชัดเจน และสามารถดำเนินการได้อย่างเป็นระบบ มี

ประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการพัฒนาโปรแกรมสำหรับผู้เรียนที่มีความต้องการพิเศษหรือผู้เรียนระดับประถมศึกษา จำเป็นต้องพิจารณาองค์ประกอบอย่างรอบด้าน เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อความหลากหลายทางการเรียนรู้ได้อย่างแท้จริง (Dick, Carey, & Carey, 2014)

นักวิชาการด้านการออกแบบการเรียนรู้ได้เสนอว่า องค์ประกอบหลักของโปรแกรมที่มีคุณภาพควรประกอบด้วยส่วนสำคัญอย่างน้อย 6 ประการ ได้แก่

1. วัตถุประสงค์ของโปรแกรม (Program Objectives)

เป็นเป้าหมายหลักของการดำเนินงานที่แสดงออกอย่างชัดเจนว่าโปรแกรมมุ่งหวังให้เกิดผลลัพธ์ใดกับผู้เรียน โดยวัตถุประสงค์เหล่านี้ควรสามารถวัดผลได้ และสอดคล้องกับความเป็นในการพัฒนาทักษะ ความรู้ หรือพฤติกรรมของกลุ่มเป้าหมาย (Kaufman & Guerra, 2013)

2. เนื้อหาและสาระการเรียนรู้ (Content)

เป็นสาระหรือความรู้ที่ต้องการให้ผู้เรียนได้รับ ซึ่งต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของโปรแกรม และจัดเรียงตามลำดับความยากง่าย รวมทั้งควรครอบคลุมสาระสำคัญอย่างครบถ้วน เพื่อให้สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ได้อย่างแท้จริง (Wang & Hsu, 2021)

3. กิจกรรมการเรียนรู้ (Learning Activities)

กิจกรรมที่ออกแบบขึ้นต้องมีลักษณะที่หลากหลาย มีความยืดหยุ่น และสามารถปรับให้เหมาะสมกับระดับพัฒนาการของผู้เรียน โดยเฉพาะผู้เรียนที่มีความต้องการพิเศษควรมีกิจกรรมที่เน้นการลงมือปฏิบัติ การใช้สื่ออุปกรณ์ หรือกิจกรรมเสริมแรงอย่างเหมาะสม (Westling & Fox, 2009)

4. วิธีการสอน (Instructional Strategies)

วิธีการสอนควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะของผู้เรียน เช่น การสอนตรง (Direct Instruction), การสอนเป็นขั้นตอน (Step-by-step), การใช้เทคนิค CPA หรือ TouchMath สำหรับเด็กที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและยั่งยืน (Carnine et al., 2006)

5. การวัดและประเมินผล (Assessment and Evaluation)

โปรแกรมต้องมีระบบการวัดผลที่ชัดเจน เพื่อประเมินว่าผู้เรียนสามารถบรรลุตามวัตถุประสงค์ได้หรือไม่ ซึ่งอาจรวมถึงการใช้แบบทดสอบก่อน-หลังเรียน การสังเกตพฤติกรรม หรือการประเมินตามสภาพจริง (Authentic Assessment)

6. การปรับใช้และติดตามผล (Implementation and Follow-up)

หลังจากดำเนินการตามโปรแกรมแล้ว ควรมีการติดตามผลอย่างต่อเนื่องเพื่อประเมินความยั่งยืนของผลลัพธ์ และใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงโปรแกรมในอนาคต

จากการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากงานวิจัยที่มีการพัฒนาโปรแกรม พบว่างานวิจัยส่วนใหญ่มีองค์ประกอบ ดังนี้

ตาราง 6 การสังเคราะห์องค์ประกอบของโปรแกรม

ผู้วิจัย	ผู้จัดทำ			กระบวนการ/วิธีการ	สื่อการเรียนรู้	การวัดผล ประเมินผล	การนำไปใช้
	จุดมุ่งหมาย	ผู้เข้าร่วม	เนื้อหา				
Cooper and Worden (1983)	✓	✓		✓	✓		
Niedermeyer (1992)	✓		✓	✓	✓	✓	✓
สิริลักษณ์ โปร่งสันเพียะ (2550)	✓	✓	✓	✓		✓	
ทองม้วน โยธชัย และ ไพบุลย์ ลิ้มมณี (2561)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
อัชนีย์ แดงดี (2555)	✓			✓	✓	✓	✓
อรทัย รุ่งวชิรา (2564)	✓	✓	✓	✓		✓	
บงกช ทองเอี่ยม (2560)	✓	✓	✓	✓		✓	
นิชาบูล ลำพูน (2560)	✓		✓	✓		✓	
พีชานิกา เพชรสังข์ (2562)	✓		✓	✓		✓	✓
โสรัจจะ มีทรัพย์มัน (2563)	✓	✓		✓	✓	✓	
	10 *	6 *	7 *	10 *	5*	9 *	3

จากตาราง 6 ซึ่งแสดงสถิติข้อมูลองค์ประกอบของโปรแกรมที่สำคัญ ผู้วิจัยจึงพิจารณาเลือกองค์ประกอบของโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 - 3 จากองค์ประกอบที่ได้คะแนนตั้งแต่ 5 ขึ้นไปมาเป็นองค์ประกอบของโปรแกรมฯ ซึ่งประกอบด้วย จุดมุ่งหมาย การคัดเลือกผู้เข้าร่วมโปรแกรม เนื้อหาของโปรแกรม วิธีการจัดกิจกรรมในโปรแกรม สื่อการสอน และการประเมินผลโปรแกรม โดยมีรายละเอียด สารีพันธุ์ ศุภวรรณ และ Copper และ Walder (2545 อ้างถึงใน อัจฉรา ประเสริฐสิน , 2563) ดังนี้

1) จุดมุ่งหมาย จุดประสงค์ หรือวัตถุประสงค์ของโปรแกรม เป็นสิ่งที่ผู้วิจัยจำเป็นต้องกำหนดขึ้น เพื่อแสดงเจตนา เป้าหมาย หรือรูปแบบผลลัพธ์ที่ต้องการ โดยจุดมุ่งหมายของโปรแกรมอาจเป็นไปในแนวทางของการศึกษา การช่วยเหลือ การแก้ปัญหา การริเริ่ม หรือการตอบโจทยความต้องการบางอย่าง ซึ่งการกำหนดจุดมุ่งหมายให้ชัดเจน จะช่วยให้การสร้างโปรแกรมเกิดเอกภาพ และผู้สร้างเข้าใจถึงขอบเขตของงาน

2) การคัดเลือกผู้เข้าร่วมโปรแกรม คือการกำหนดเงื่อนไขที่ต้องการ และใช้วิธีการบางอย่างเพื่อคัดเลือกผู้ที่มีคุณสมบัติตรงตามกำหนด โดยคุณสมบัติดังกล่าวอาจเป็นสภาพเพศ ลักษณะทางกายภาพ ลักษณะอุปนิสัย ความสามารถ ความบกพร่อง หรืออื่น ๆ เราเรียกผู้ที่มีคุณสมบัติตรงตามต้องการว่า “กลุ่มเป้าหมาย” การคัดเลือกเช่นนี้จะช่วยลดตัวแปรที่ไม่ต้องการ และช่วยให้ผู้สร้างโปรแกรมได้ข้อมูลจากผลลัพธ์ที่ชัดเจน อีกทั้งการกำหนดเช่นนี้ยังเป็นการช่วยทำให้ทราบถึงแนวทางให้การสร้างโปรแกรมได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ว่าเราต้องพัฒนาโปรแกรมในลักษณะไหน เพื่อให้บุคคลเช่นไรได้รับผลประโยชน์สูงสุดจากผลของโปรแกรม

3) เนื้อหาของโปรแกรม เป็นการค้นคว้าข้อมูลเชิงทฤษฎีที่ผู้สร้างโปรแกรมจำเป็นต้องศึกษา โดยขอบเขตของเนื้อหาที่ต้องศึกษาจะขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมาย และเมื่อศึกษาเสร็จผู้สร้างโปรแกรมมีหน้าที่วิเคราะห์และสังเคราะห์ส่วนที่จำเป็น เพื่อนำมาใช้งานต่อไป

4) วิธีการจัดกิจกรรมในโปรแกรม เพื่อพัฒนาผู้เข้าร่วมโปรแกรม ผู้สร้างจำเป็นต้องนำเนื้อหาที่ผ่านการวิเคราะห์และสังเคราะห์มาสร้างและออกแบบวิธีการจัดกิจกรรม โดยวิธีการจัดกิจกรรมนั้นจะเป็นส่วนสำคัญในการสร้างความเปลี่ยนแปลงตามที่ผู้สร้างโปรแกรมกำหนดไว้ในจุดมุ่งหมาย ซึ่งวิธีการดังกล่าวอาจเป็นแผนการสอน คอร์สฝึกอบรม หรือ ชุดกิจกรรม เป็นต้น

5) สื่อการสอน สื่อ คือ ตัวกลางที่ใช้ถ่ายทอดหรือนำความรู้ในลักษณะต่าง ๆ จากผู้ส่งไปยังผู้รับให้เข้าใจ สื่อการสอน จึงหมายถึง ตัวกลางที่ใช้แลกเปลี่ยนความรู้ เนื้อหาข้อมูล

ของโปรแกรม ในกระบวนการจัดกิจกรรมระหว่างผู้สอนและผู้เรียน ซึ่งสื่อการสอนจะช่วยส่งเสริมคุณภาพเรียนรู้ ดึงดูดและสร้างความสนใจ ช่วยในการสร้างความเข้าใจและการจดจำแก่ผู้เรียน (สำนักพัฒนาเทคนิคการศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, มปป)

6) การประเมินโปรแกรม คือ การนำผลลัพธ์หลังผ่านการจัดกิจกรรมมาเทียบกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการ เพื่อให้ทราบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของระดับความรู้ ทักษะ หรือพฤติกรรมที่ต้องการของผู้เข้าร่วมโปรแกรมมากน้อยเพียงใด และยังเป็นขั้นตอนที่จะวางแผนหาแนวทางแก้ไขปรับปรุง และพัฒนาต่อไป โดยส่วนใหญ่การประเมินจะประกอบด้วย ตัววัดผล (Indicator) เป้าหมาย (Target) การเปรียบเทียบ (Comparison) และ วิธีการปรับปรุงและพัฒนา (Development Method) (People Value, มปป)

6.3 หลักการและแนวคิดในการพัฒนาโปรแกรม

การพัฒนาโปรแกรม หมายถึง การปฏิบัติการและการตัดสินใจอย่างมีเป้าหมาย โดยมีการกำหนดอย่างชัดเจนว่าอะไรคือสิ่งที่ต้องการพัฒนา ปัญหา หรือสถานการณ์ที่ต้องการเปลี่ยนแปลง และสามารถเลือกกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงนั้น (Boyle, 1981; Boone, 1992 อ้างถึงใน วลัยภรณ์ จันทรสาขา, 2558)

Ashman และ John (1998 อ้างถึงใน วลัยภรณ์ จันทรสาขา, 2558) ได้เสนอข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับการพัฒนาโปรแกรม 5 ประการ ได้แก่

1. โปรแกรมควรเป็นเครื่องมือในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ความรู้ หรือทักษะของผู้เรียนทั้งในระดับบุคคล กลุ่ม หรือชุมชน
2. การวางแผนโปรแกรมต้องส่งเสริมการมีส่วนร่วมของบุคคลที่เกี่ยวข้องทั้งในขั้นวางแผน การดำเนินงาน และการประเมินผล
3. การวิเคราะห์ความต้องการและการประเมินผลควรร่วมมือกันระหว่างนักพัฒนาโปรแกรมกับผู้เรียน
4. การพัฒนาโปรแกรมควรดำเนินไปในลักษณะของระบบ ประกอบด้วย ระบบการวางแผน ระบบการนำไปปฏิบัติ และระบบการประเมินผล
5. โปรแกรมเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้องค์กรได้รับข้อมูลย้อนกลับเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงคุณภาพและประสิทธิภาพในการดำเนินงาน

Caffarella (1994 อ้างถึงใน วลัยภรณ์ จันทรสาขา, 2558) เสริมว่าการพัฒนาโปรแกรมมีเจตนารมณ์เพื่อส่งเสริมการเติบโตของบุคคล การพัฒนาศักยภาพของชุมชน การเตรียมความพร้อมสำหรับอาชีพ และการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงในระดับองค์กร นอกจากนี้

Knowles, Holton, และ Swanson (2015) ยังเสนอว่า โปรแกรมการเรียนรู้ควรตั้งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีผู้ใหญ่ (Andragogy) ซึ่งมุ่งเน้นการเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อความต้องการ ความสนใจ และประสบการณ์ของผู้เรียน โดยเฉพาะในบริบทของการศึกษาเฉพาะทาง เช่น การศึกษาพิเศษ การพัฒนาโปรแกรมควรยืดหยุ่นและปรับให้เหมาะกับระดับพัฒนาการของผู้เรียนเฉพาะราย เช่นเดียวกับที่ Dirksen (2016) ได้เสนอแนวคิดการออกแบบโปรแกรมที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (learner-centered design) โดยระบุว่า การพัฒนาโปรแกรมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ควรให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์ผู้เรียน การกำหนดเป้าหมายที่วัดผลได้ และการสร้างเนื้อหาที่นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมจริง

จากการศึกษาข้อมูล สามารถกล่าวโดยสรุปได้ว่า การพัฒนาโปรแกรมทางการศึกษา ไม่เพียงเป็นการจัดเรียงเนื้อหาหรือกิจกรรมให้เป็นระบบ แต่ยังต้องเป็นการดำเนินการอย่างมีแบบแผน ตั้งอยู่บนพื้นฐานของความร่วมมือ การวิเคราะห์ความต้องการ และการประเมินผลอย่างมีระบบ โดยมีเป้าหมายเพื่อสร้างการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนในตัวผู้เรียน

6.4 กระบวนการพัฒนาโปรแกรม

กระบวนการพัฒนาโปรแกรมทางการศึกษา เป็นแนวทางที่มุ่งเน้นการเปลี่ยนแปลงในตัวผู้เรียน ทั้งในด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติ โดยมีการออกแบบกระบวนการอย่างเป็นระบบ เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อปัญหา ความต้องการ และสถานการณ์เฉพาะกลุ่มเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Boone, 1992 อ้างถึงใน วลัยภรณ์ จันทร์สาขา, 2558) โดย Boone (1985) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาโปรแกรมว่า ควรประกอบด้วยสามระบบหลัก ได้แก่ ระบบการวางแผน ระบบการนำโปรแกรมไปใช้ และระบบการประเมินผล ซึ่งแต่ละระบบต้องทำงานอย่างสอดคล้องกันเพื่อสร้างการเปลี่ยนแปลงอย่างแท้จริงในผู้เรียน โดยมีรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1. การวิเคราะห์สถานการณ์ ศึกษาบริบท สภาพปัญหา ความต้องการของผู้เรียน หรือชุมชน
2. การกำหนดจุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของโปรแกรม ครอบคลุมทั้งระยะสั้น ระยะกลาง และระยะยาว
3. การวางแผนงานและการเตรียมการ เช่น การเลือกกลุ่มเป้าหมาย กำหนดกิจกรรมผู้รับผิดชอบ และระยะเวลาดำเนินการ
4. การดำเนินกิจกรรมหรือการนำโปรแกรมไปใช้ตามแผนที่กำหนดไว้

5. การประเมินผล: ใช้หลักฐานที่ชัดเจนในการตรวจสอบว่าโปรแกรมบรรลุวัตถุประสงค์หรือไม่

เช่นเดียวกับ Tyler (1986 อ้างถึงใน อัจศรา ประเสริฐสิน, 2563) ที่ได้นำเสนอกระบวนการในการพัฒนาโปรแกรมซึ่งมีความคล้ายคลึงกัน ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดวัตถุประสงค์ พิจารณาจากความต้องการและความสนใจ สภาพชีวิตด้านสังคม การเมือง เศรษฐกิจ แนวคิดทฤษฎี หลักการข้อเท็จจริงด้านเนื้อหา
2. การเลือกประสบการณ์การเรียนรู้ ควรทำให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกฝน และนำไปใช้ได้จริง ทำให้บรรลุวัตถุประสงค์และเกิดผลอย่างต่อเนื่อง
3. การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ จะต้องเป็นขั้นตอนต่อเนื่อง บูรณาการได้ โดยจัดในรูปแบบของการให้ข้อมูล ทักษะความรู้ แนวคิด ค่านิยมได้
4. การประเมินผลการเรียนรู้ ควรให้ความสำคัญกับการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม โดยประเมินจากการกำหนดเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ภาพรวมของกระบวนการพัฒนาโปรแกรมนั้น ในระดับสากล Taba (1962) ได้เสนอแนวคิดการพัฒนาหลักสูตรที่สอดคล้องกับการพัฒนาโปรแกรม โดยระบุว่าควรเริ่มจากการวิเคราะห์ความต้องการของผู้เรียนและสภาพแวดล้อม จากนั้นจึงกำหนดจุดมุ่งหมาย จัดโครงสร้างเนื้อหา วางแผนกิจกรรมการเรียนรู้ และกำหนดวิธีการประเมินผล ซึ่งแนวคิดนี้ยังคงได้รับการอ้างอิงและปรับใช้ในวงการการศึกษาในหลายประเทศจนถึงปัจจุบัน (Ornstein & Hunkins, 2017) Boyle (1981) ให้ความสำคัญกับการเริ่มต้นจากการวิเคราะห์ปัญหาและความต้องการในบริบทเป้าหมาย โดยเฉพาะในระดับชุมชนหรือกลุ่มผู้เรียนเฉพาะทางกระบวนการพัฒนาโปรแกรมตามแนวทางนี้จึงประกอบด้วย การกำหนดปรัชญาพื้นฐาน การวิเคราะห์สถานการณ์ การกำหนดเป้าหมายและผลลัพธ์ที่ต้องการ การจัดสรรทรัพยากร การสร้างแผนการเรียนรู้ การดำเนินกิจกรรม และการประเมินผลอย่างต่อเนื่อง ซึ่ง Caffarella (1994) ได้ขยายแนวคิดดังกล่าวโดยเสนอองค์ประกอบที่ครอบคลุมถึงการจัดทำแผนงาน การกำหนดวัตถุประสงค์อย่างชัดเจน การจัดลำดับความสำคัญของประเด็น การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ การวางแผนการประเมินผล การจัดการทรัพยากรและการบริหารงาน รวมถึงการประชาสัมพันธ์และการประเมินคุณค่าของโปรแกรมอย่างรอบด้าน

ส่วนในบริบทของประเทศไทย วิโรจน์ สารรัตนะ (2551) ได้นำแนวคิดการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) มาใช้ในการพัฒนาโปรแกรม โดยประกอบด้วยขั้นตอนการสร้างกรอบแนวคิด การออกแบบโปรแกรม การตรวจสอบและปรับปรุงโปรแกรม การสร้าง

เครื่องมือทดลองใช้ และการประเมินผลภาคสนาม นอกจากนี้ยังอ้างถึง Guskey และ Passaro (1994) ที่เสนอการประเมินในหลายระดับ เช่น การประเมินปฏิกิริยา ผลการเรียนรู้ และการใช้ความรู้ในบริบทจริง ในขณะที่ ชาญชัย อาจีนสมาจาร (2528) เน้นว่ากระบวนการพัฒนาโปรแกรมเป็นวงจรที่ต่อเนื่องและซ้ำซ้อน โดยไม่สามารถข้ามขั้นตอนใดได้ ขั้นตอนหลัก ได้แก่ การวิเคราะห์สถานการณ์ การกำหนดเป้าหมาย การวางแผนและเตรียมการ การดำเนินงาน และการประเมินผล

จากการศึกษาข้อมูลการพัฒนาโปรแกรม สามารถสรุปได้ว่า กระบวนการพัฒนาโปรแกรม คือ การดำเนินงานอย่างเป็นระบบที่ประกอบด้วยขั้นตอนตั้งแต่การศึกษาความต้องการ การกำหนดวัตถุประสงค์ การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ การจัดสรรทรัพยากร การนำโปรแกรมไปใช้ และการประเมินผลอย่างต่อเนื่อง โดยมีเป้าหมายหลักเพื่อพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนให้เกิดความก้าวหน้าอย่างยั่งยืนในด้านต่าง ๆ ทั้งด้านวิชาการ ทักษะชีวิต และเจตคติ ซึ่งแนวคิดดังกล่าวสามารถปรับใช้ได้กับทั้งผู้เรียนทั่วไปและผู้เรียนที่มีความต้องการพิเศษ

6.5 การประเมินผลโปรแกรม

การประเมินผลโปรแกรมเป็นองค์ประกอบสำคัญในกระบวนการพัฒนาโปรแกรมการเรียนการสอน โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อพิจารณาคุณภาพ ความเหมาะสม และผลลัพธ์ของโปรแกรมที่ได้ดำเนินการไป โดยเฉพาะในด้านการเรียนรู้ของผู้เรียนและประสิทธิภาพของการดำเนินงานตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ การประเมินผลยังช่วยสะท้อนข้อมูลย้อนกลับ (feedback) ที่จำเป็นสำหรับการปรับปรุง พัฒนา หรือยุติการดำเนินงานของโปรแกรมนั้น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Tyler (อ้างถึงใน คัทนีย์ แก้วมณี, 2544) ระบุว่า การประเมินผลคือการเปรียบเทียบพฤติกรรมของผู้เรียนกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ ซึ่งจะช่วยให้สามารถตัดสินได้ว่าผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงที่พึงประสงค์หรือไม่ ส่วน Dimonstone (อ้างถึงใน คัทนีย์ แก้วมณี, 2544) ชี้ว่า การประเมินควรครอบคลุมทั้งรูปแบบและประสิทธิภาพของโปรแกรม โดยสามารถใช้แบบสอบถาม การสัมภาษณ์ หรือแบบสำรวจเป็นเครื่องมือได้ตามความเหมาะสมของบริบท

Steer (1970 อ้างถึงใน Boyle, 1981) กล่าวว่า การประเมินคือกระบวนการตัดสินใจคุณค่าของโปรแกรม โดยพิจารณาว่าโปรแกรมเป็นอย่างไรเมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่ควรจะเป็น และสามารถพิจารณาได้จากองค์ประกอบต่อไปนี้:

1. คุณภาพ (Quality) ของเนื้อหาและกระบวนการเรียนรู้ ว่าเหมาะสมกับผู้เรียนหรือไม่

2.ความเหมาะสม (Suitability) ต่อกลุ่มเป้าหมาย เช่น ระดับความยากง่าย ความสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียนและชุมชน

3.ประสิทธิผล (Effectiveness) ในการบรรลุวัตถุประสงค์ของโปรแกรมอย่างเป็นรูปธรรม

4.ประสิทธิภาพ (Efficiency) ในการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า เช่น งบประมาณ เวลา และบุคลากร

5.ความสำคัญ (Importance) ของโปรแกรมต่อผู้เรียน ชุมชน และเป้าหมายทางการศึกษาโดยรวม

ชาญชัย อาจิณสมอาจารย์ (2528 อ้างถึงใน วลัยภรณ์ จันทร์สาขา, 2558) เสนอว่า การประเมินควรพิจารณาทั้ง effort (ความพยายามในการดำเนินการ) effect (ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น) และ progress (ความก้าวหน้าของผู้เรียน) โดยการประเมินควรเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่อง และครอบคลุมทั้งสามระยะ ได้แก่:

1.การประเมินก่อนดำเนินโปรแกรม (Pre-programme evaluation): ใช้เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ ความเหมาะสม และความต้องการเบื้องต้น

2.การประเมินระหว่างดำเนินโปรแกรม (Formative evaluation หรือ In-programme evaluation): ใช้เพื่อปรับปรุงพัฒนาโปรแกรมในระหว่างดำเนินการ

3.การประเมินหลังการดำเนินโปรแกรม (Summative evaluation หรือ Post-programme evaluation): ใช้เพื่อสรุปผลและตัดสินความสำเร็จของโปรแกรมในภาพรวม

นอกจากนี้ แนวคิดการประเมินที่เป็นที่ยอมรับในระดับนานาชาติ เช่น แบบจำลอง CIPP ของ Stufflebeam (2003) ได้เสนอกรอบการประเมิน 4 ด้าน ได้แก่ (1) Context คือ การประเมินบริบทเพื่อศึกษาความต้องการและสภาพแวดล้อมของผู้เรียน, (2) Input คือ การประเมินทรัพยากร กระบวนการวางแผนและแนวทางดำเนินงาน, (3) Process คือ การประเมินระหว่างดำเนินการโปรแกรม และ (4) Product คือ การประเมินผลลัพธ์ของโปรแกรม โดยรูปแบบนี้เหมาะสำหรับการประเมินเชิงพัฒนาและสามารถนำมาใช้วางแผนหรือปรับปรุงโปรแกรมให้เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายได้อย่างรอบด้าน ในทำนองเดียวกัน Kirkpatrick (1994) ได้พัฒนาโมเดลการประเมินผลใน 4 ระดับ ได้แก่ (1) การตอบสนอง (Reaction) ของผู้เรียนต่อโปรแกรม, (2) การเรียนรู้ (Learning) ที่เกิดขึ้น, (3) พฤติกรรม (Behavior) หรือการเปลี่ยนแปลงหลังจากได้รับการอบรม และ (4) ผลลัพธ์ (Results) ที่แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของโปรแกรมต่อองค์กรหรือระบบที่เกี่ยวข้อง และ Guskey (2000) ยังได้เสนอแนวทางการประเมินโปรแกรมสำหรับการพัฒนาครูที่

สามารถปรับใช้ได้กับการพัฒนาโปรแกรมการเรียนรู้ โดยเน้นการประเมิน 5 ระดับ ได้แก่ ปฏิบัติการ, การเรียนรู้, การสนับสนุนและบริบทองค์กร, การนำไปใช้ และผลต่อผู้เรียน ซึ่งเชื่อมโยงโดยตรงกับวัตถุประสงค์ของโปรแกรมและการพัฒนาอย่างยั่งยืน

จากการศึกษาข้อมูลดังกล่าว สามารถสรุปได้ว่า การประเมินผลโปรแกรมเป็นเครื่องมือสำคัญในการตรวจสอบคุณภาพและความเหมาะสมของโปรแกรม โดยต้องพิจารณาทั้งผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ความสอดคล้องกับเป้าหมายที่ตั้งไว้ ประสิทธิภาพของการดำเนินการ และคุณค่าที่โปรแกรมมีต่อกลุ่มเป้าหมายและสังคม การประเมินที่ดีควรดำเนินไปอย่างเป็นระบบ ครอบคลุมทุกระยะของกระบวนการ และใช้ข้อมูลที่หลากหลายเพื่อการตัดสินใจอย่างรอบด้าน และมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังควรสะท้อนบริบทของผู้เรียนโดยเฉพาะกลุ่มที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ เพื่อให้ผลการประเมินสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้ที่เหมาะสมและยั่งยืน

6.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโปรแกรม

การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องเป็นแนวทางสำคัญในการพัฒนาโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ โดยเฉพาะนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 1-3 ซึ่งอยู่ในช่วงวัยที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ งานวิจัยที่นำเสนอในหัวข้อนี้ประกอบไปด้วยทั้งในประเทศและต่างประเทศ เพื่อให้เห็นแนวทางการพัฒนาโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพและสามารถประยุกต์ใช้ได้จริง

สุรารัตน์ สมรรถการ (2566) ได้พัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างพฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้ทฤษฎีการตั้งเป้าหมายและทฤษฎีการกำกับตนเองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 35 คน ผลการวิจัยพบว่า โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นส่งผลให้นักเรียนมีพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ดีขึ้นผ่านกระบวนการ 5 ขั้นตอน ได้แก่ การตั้งเป้าหมาย การรับรู้ความสามารถของตนเอง การกำกับตนเอง การวางแผน และการประเมินตนเอง ซึ่งเป็นแนวคิดที่สามารถประยุกต์ใช้ในการออกแบบกิจกรรมในโปรแกรมสำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม

Thanrada In-On (2021) ได้พัฒนาเทคนิคการเรียนรู้โดยใช้แอปพลิเคชัน Topmarks ร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน (Peer-Assisted Learning: PALS) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 31 คน ผลการศึกษพบว่า โปรแกรมช่วยให้นักเรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ และมีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับดี ทั้งยังพัฒนาทักษะการทำงานร่วมกันของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นิติพร อินทรสาร (2566) ศึกษาประสิทธิภาพของเทคนิค TouchMath ในการพัฒนาทักษะการบอกชื่อตัวเลขและรู้ค่าจำนวนในนักเรียนระดับประถมศึกษาที่มีความต้องการจำเป็น

พิเศษ พบว่าเทคนิค TouchMath ส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจจำนวนและการนับได้ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะในกลุ่มที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การออกแบบโปรแกรมที่ใช้สื่อและเทคนิคเฉพาะทางสามารถช่วยลดความเหลื่อมล้ำทางการศึกษาได้อย่างเป็นรูปธรรม

Institute of Education Sciences (IES, 2021) ได้เสนอแนวปฏิบัติที่มีหลักฐานเชิงประจักษ์ (evidence-based) สำหรับการช่วยเหลือนักเรียนระดับประถมศึกษาที่มีความบกพร่องทางคณิตศาสตร์ โดยเน้นการใช้กลยุทธ์ที่เฉพาะเจาะจง เช่น การสอนแบบตัวต่อตัว การเสริมแรงทางบวก การแบ่งบทเรียนย่อย และการประเมินผลอย่างต่อเนื่อง พบว่าแนวทางเหล่านี้ช่วยให้ผู้เรียนมีพัฒนาการทางคณิตศาสตร์ที่ชัดเจนและยั่งยืน

Frontiers in Education (2023) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์งานวิจัยเชิงระบบ (systematic review) ของการแทรกแซงด้านคณิตศาสตร์ในช่วงปี 2001–2021 พบว่า โปรแกรมที่มีประสิทธิภาพจะต้องออกแบบโดยคำนึงถึงช่วงวัยของผู้เรียน ความสามารถที่หลากหลาย และต้องมีส่วนประกอบของการประเมินผล การปรับเนื้อหาอย่างเหมาะสม และการมีส่วนร่วมของผู้ปกครองหรือชุมชนอย่างเหมาะสม

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การพัฒนาโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ในระดับประถมศึกษา จำเป็นต้องใช้แนวทางที่มีความหลากหลายและปรับตามบริบทผู้เรียน ทั้งการใช้ทฤษฎีสันับสนุนพฤติกรรม เช่น การตั้งเป้าหมายและการกำกับตนเอง เทคนิคเฉพาะ เช่น TouchMath การใช้เทคโนโลยีร่วมกับการสอนแบบมีส่วนร่วม และการวางแผนการประเมินผลอย่างเป็นระบบ งานวิจัยที่กล่าวมาสะท้อนให้เห็นว่าการออกแบบโปรแกรมที่ดีควรมีทั้งความยืดหยุ่นและโครงสร้างที่ชัดเจน พร้อมตอบสนองความต้องการเฉพาะของนักเรียนแต่ละกลุ่มอย่างแท้จริง

บทที่ 3

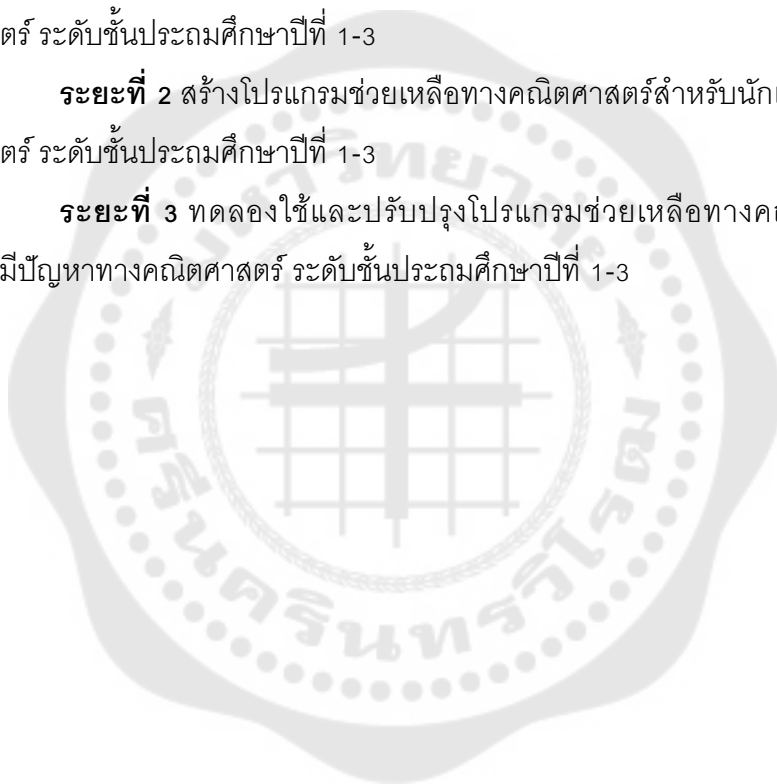
วิธีดำเนินการวิจัย

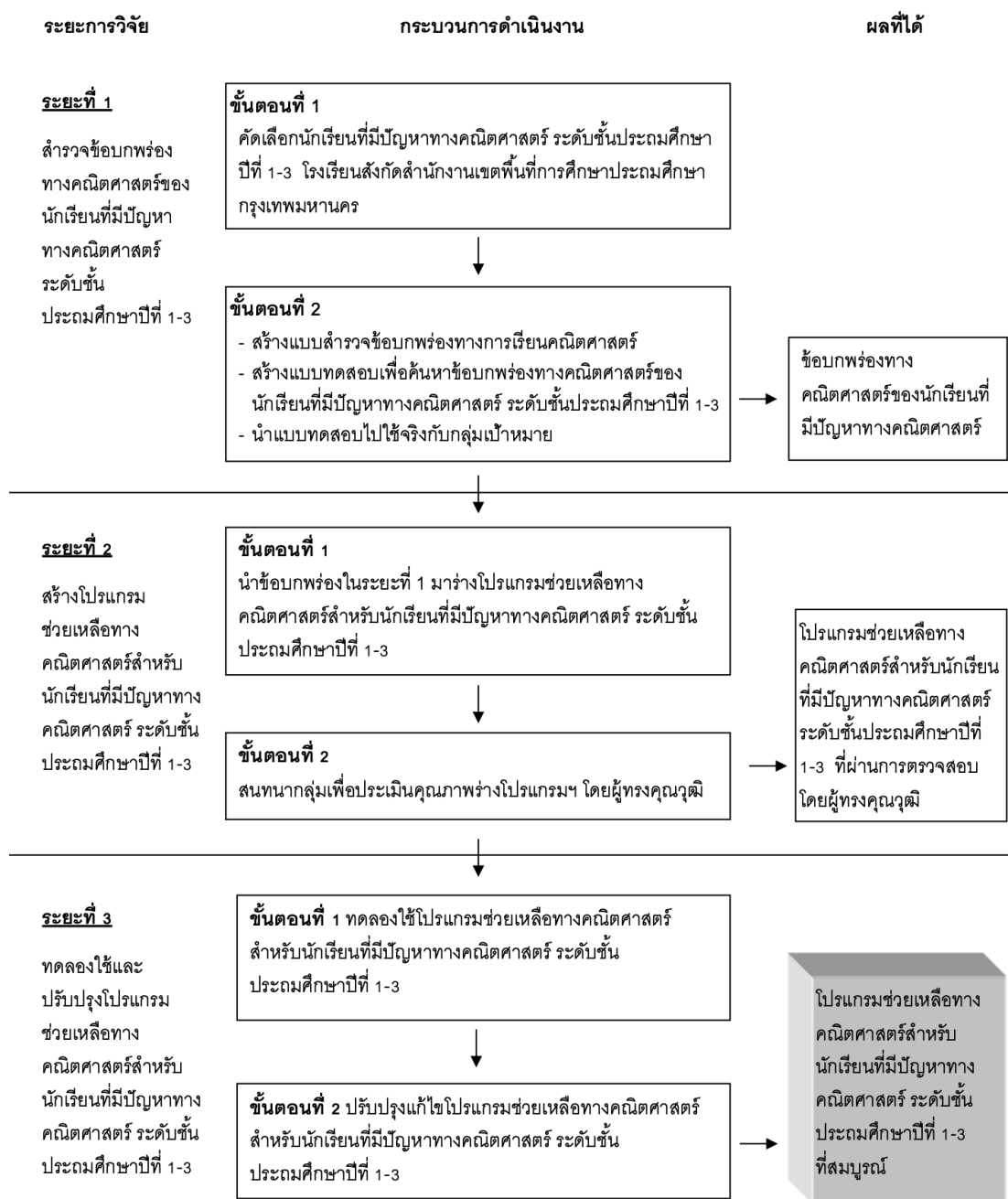
การวิจัย เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 เป็นงานวิจัย ประเภทการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) มีการดำเนินการวิจัย 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 สำรวจข้อบกพร่องด้านการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

ระยะที่ 2 สร้างโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

ระยะที่ 3 ทดลองใช้และปรับปรุงโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3





ภาพประกอบ 3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย



รายละเอียดของวิธีดำเนินการวิจัยในแต่ละระยะ มีดังนี้

ระยะที่ 1 สํารวจข้อบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่มี ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

การดำเนินการวิจัยในระยะที่ 1 นี้ แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 คัดเลือกนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 และขั้นตอนที่ 2 ค้นหาข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 คัดเลือกนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 - 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 90 คน จาก 14 โรงเรียน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร ได้แก่ 1) โรงเรียนดาราคาม 2) โรงเรียนบ้านหนองบอน (นัยนานนท์อนุสรณ์) 3)โรงเรียนพญาไท 4)โรงเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏวชิร 5)โรงเรียนวัดชัยชนะสงคราม 6)โรงเรียนวัดด่าน 7)โรงเรียนวัดนาครปรก 8)โรงเรียนวัดประยูรวงศาวาส 9)โรงเรียนวัดมหาบุศย์ (พิทักษ์ถาวรคุณ) 10)โรงเรียนวัดอมรินทราราม 11)โรงเรียนวัดอุทัยธาราม 12)โรงเรียนวัดโสมนัส 13)โรงเรียนอนุบาลวัดนางนอง และ 14)โรงเรียนโสมนัสโมสร

ซึ่งมีขั้นตอนการคัดเลือก ดังต่อไปนี้

- 1) ติดต่อประสานงานขอจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จากสถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัยของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- 2) ติดต่อประสานงานกับโรงเรียนแต่ละโรงเรียนเพื่อขอรายชื่อ
นักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 โดยให้ครูผู้สอนคณิตศาสตร์เป็นผู้คัดเลือกในเบื้องต้น
- 3) ทดสอบความสามารถทางสติปัญญา (IQ) ของนักเรียนที่ได้รับการคัดเลือก โดยใช้แบบวัดระดับความสามารถทางสติปัญญา(IQ) SPM (Raven, 1998)
- 4) ทดสอบความรู้พื้นฐานด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข โดยใช้แบบทดสอบความรู้พื้นฐาน เรื่อง จำนวนและตัวเลข ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

6) รวบรวมรายชื่อนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาอยู่ในระดับปกติ (90 ขึ้นไป) และมีคะแนนการทดสอบความรู้พื้นฐาน เรื่อง จำนวนและตัวเลข ต่ำกว่าร้อยละ 50 เป็นนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย สรุปจำนวนนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่คัดเลือกได้ จำนวน 90 คน

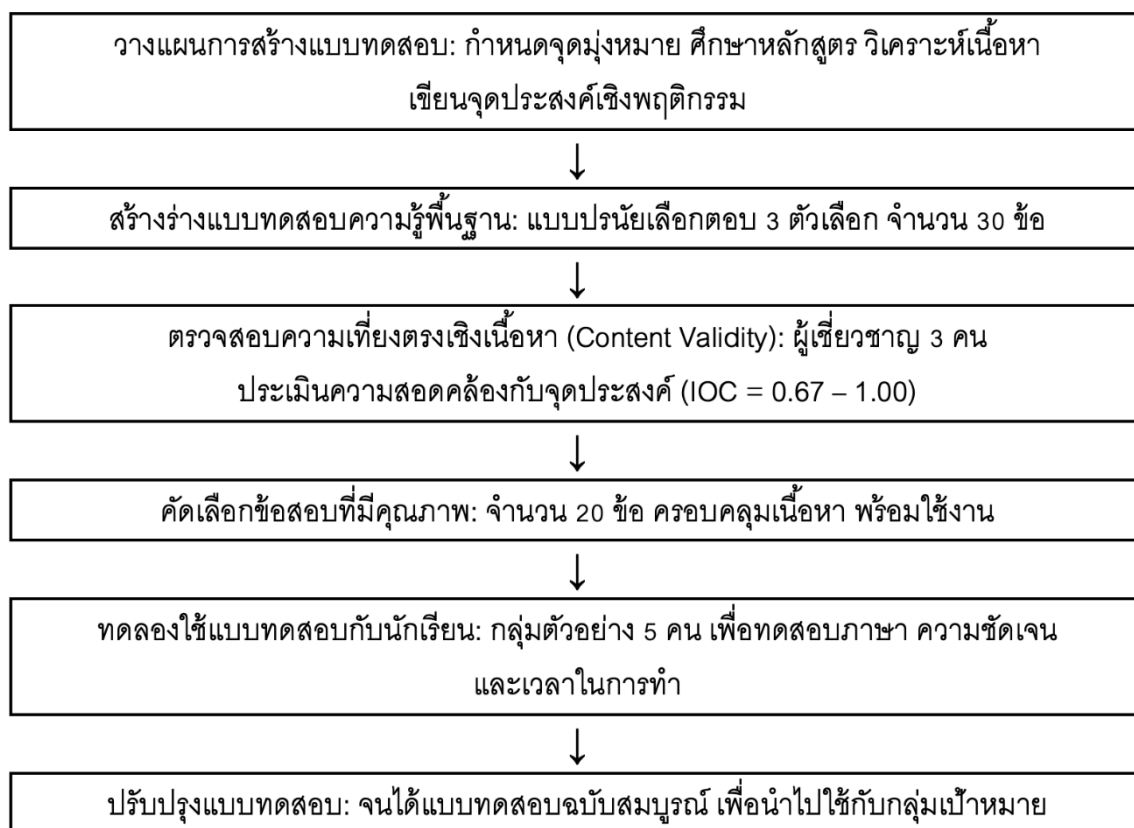
7) ดำเนินการขอความยินยอมจากผู้ปกครองในการให้นักเรียนเข้าร่วมการวิจัย

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

1. แบบวัดระดับความสามารถทางสติปัญญา Standard Progressive Matrices (Parallel Version) หรือ SPM ซึ่งเป็นแบบวัดระดับความสามารถทางสติปัญญาที่แบ่งเป็น 5 ชุดย่อย คือ A B C D และ E แต่ละชุดมีข้อปัญหาจำนวน 12 ข้อ รวมทั้งหมดเป็น 60 ข้อ ลักษณะของข้อปัญหาเป็นภาพขาว – ดำ และให้ผู้ถูกประเมินเลือกส่วนที่หายไปของภาพ ซึ่งในแต่ละชุดข้อปัญหาจะมีความยากและรูปแบบที่ซับซ้อนขึ้นตามลำดับ และ

2. แบบทดสอบความรู้พื้นฐาน เรื่อง จำนวนและตัวเลข ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งวัตถุประสงค์ของแบบทดสอบนี้คือ ใช้ในการคัดกรองนักเรียนที่มีปัญหาในการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามลำดับขั้นตอน สรุปเป็นภาพประกอบต่อไปนี้



ภาพประกอบ 3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบความรู้พื้นฐาน เรื่อง จำนวนและตัวเลข

จากภาพประกอบ 4 สามารถอธิบายขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ
ความรู้พื้นฐาน เรื่อง จำนวนและตัวเลข ได้ดังนี้

- 1) วางแผนการสร้างแบบทดสอบ กำหนดจุดมุ่งหมาย ศึกษาหลักสูตร และแบบเรียนคณิตศาสตร์ วิเคราะห์เนื้อหา ตัวชี้วัดและเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
- 2) สร้างร่างแบบทดสอบความรู้พื้นฐาน เรื่อง จำนวนและตัวเลข ซึ่งแบบทดสอบแบบปรนัย เลือกตอบ 3 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

ตาราง 7 แสดงโครงสร้างผังแบบทดสอบ (Test Blueprint) ของแบบทดสอบความรู้พื้นฐาน เรื่อง จำนวนและตัวเลข

เนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	จำนวนข้อ ที่ออกข้อสอบ	จำนวนข้อ ที่ต้องการ
1. ค่าของจำนวนและตัวเลข 1-5	แทนค่าจำนวน 1-5 ด้วยตัวเลขได้ถูกต้อง	3	2
2. การเปรียบเทียบจำนวน 1-5	เปรียบเทียบมากกว่าและน้อยกว่าจำนวน 1-5 ได้ถูกต้อง	3	2
3. การเรียงลำดับจำนวน 1-5	เรียงลำดับจำนวน 1-5 จากน้อยไปมากและจากมากไปน้อยได้ถูกต้อง	3	2
4. ค่าของจำนวนและตัวเลข 6-9	แทนค่าจำนวน 6-9 ด้วยตัวเลขได้ถูกต้อง	3	2
5. การเปรียบเทียบจำนวน 6-9	เปรียบเทียบมากกว่าและน้อยกว่าจำนวน 6-9 ได้ถูกต้อง	3	2
6. การเรียงลำดับจำนวน 6-9	เรียงลำดับจำนวน 6-9 จากน้อยไปมากและจากมากไปน้อยได้ถูกต้อง	3	2
7. ค่าของจำนวนและตัวเลข 10	แทนค่าจำนวน 10 ด้วยตัวเลขได้ถูกต้อง	3	2
8. การเปรียบเทียบจำนวน 1-10	เปรียบเทียบมากกว่าและน้อยกว่าจำนวน 1-10 ได้ถูกต้อง	3	2
9. การเรียงลำดับจำนวน 1-10	เรียงลำดับจำนวน 1-10 จากน้อยไปมากและจากมากไปน้อยได้ถูกต้อง	3	2
10. ค่าของจำนวนและตัวเลข 1-10 และ 0	แทนค่าจำนวน 1-10 และ 0 ด้วยตัวเลขได้ถูกต้อง	3	2
รวม		30	20

3) ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามในแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ วิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ได้ 0.67 – 1.00 (ภาคผนวก จ)

4) คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) 1.00 และครอบคลุมเนื้อหาในการเรียนรู้ จำนวน 20 ข้อ เพื่อนำไปใช้เป็นแบบทดสอบความรู้พื้นฐาน เรื่องจำนวนและตัวเลข

5) นำแบบทดสอบความรู้พื้นฐาน เรื่อง จำนวนและตัวเลข ไปทดลองใช้ กับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร จำนวน 5 คน เมื่อวันที่ 18 พฤศจิกายน 2567 เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของภาษา ความชัดเจน ความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ

6) ปรับปรุงแบบทดสอบ จนได้แบบทดสอบความรู้พื้นฐาน เรื่องจำนวนและตัวเลขฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

3. การพิทักษ์สิทธิของกลุ่มเป้าหมาย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการพิทักษ์สิทธิของกลุ่มตัวอย่าง ตามขั้นตอนโดยนำโครงร่างปริญญานิพนธ์เสนอต่อคณะกรรมการจริยธรรมในการวิจัยมนุษย์ สถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัยของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ขออนุญาตในการเก็บรวบรวมข้อมูลการทำการวิจัยในมนุษย์ และได้รับการอนุมัติ เลขที่โครงการวิจัย SWUEC/E/G-159/2566 ลงวันที่ 31 พฤษภาคม 2566

ในการพิทักษ์สิทธิของกลุ่มเป้าหมาย ผู้วิจัยแนะนำตัว ชี้แจงวัตถุประสงค์ ขั้นตอนการดำเนินการและประโยชน์ที่จะได้รับการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อขอความร่วมมือในการเข้าร่วมการวิจัย พร้อมลงนามเอกสารให้ความยินยอมเข้าร่วมในโครงการวิจัย โดยข้อมูลที่ได้จากกลุ่มเป้าหมายจะถือเป็นความลับ จะไม่มีการเปิดเผยให้เกิดความเสียหายแก่กลุ่มเป้าหมาย ส่วนผลการวิจัย จะนำเสนอในภาพรวมและนำไปใช้ในประโยชน์ทางวิชาการเท่านั้น

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล มีขั้นตอนการสำรวจข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ เรื่องจำนวนและตัวเลข ของนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ดังนี้

4.1 ติดต่อประสานงานการขอจริยธรรมในมนุษย์จากสถาบัน
ยุทธศาสตร์ ทางปัญญาและวิจัยของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับการอนุมัติเลขที่โครงการ
SWUEC/E/G-159/2566

4.2 ติดต่อประสานงานบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิ
โรฒ จัดทำหนังสือขอเข้าเก็บข้อมูล กับสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา
กรุงเทพมหานคร

4.3 ติดต่อประสานงานโรงเรียนกลุ่มเป้าหมาย เพื่อขอข้อมูลจำนวน
นักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ที่กำลังศึกษาอยู่ในโรงเรียน
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร จำนวน 37 โรงเรียน ซึ่งการวิจัย
ครั้งนี้มีโรงเรียนที่อนุญาตให้เข้าเก็บข้อมูลได้ จำนวน 14 โรงเรียน ได้แก่ 1) โรงเรียนดาราคาม 2)
โรงเรียนบ้านหนองบอน (นัยนานนท์อนุสรณ์) 3)โรงเรียนพญาไท 4)โรงเรียนมหาวิรานุวัตร 5)
โรงเรียนวัดชัยชนะสงคราม 6)โรงเรียนวัดด่าน 7)โรงเรียนวัดนาครปรก 8)โรงเรียนวัดประยูรวงศา
วาส 9)โรงเรียนวัดมหาบุศย์ (พิทักษ์ถาวรคุณ) 10)โรงเรียนวัดอมรินทราราม 11)โรงเรียนวัดอุทัย
ธาราม 12)โรงเรียนวัดโสมนัส 13)โรงเรียนอนุบาลวัดนางนอง และ 14)โรงเรียนโสมิตสมิสร

4.4 ผู้วิจัยเข้าพบครูผู้รับผิดชอบประสานงานแต่ละโรงเรียน เพื่อ
อธิบายขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

4.5 ผู้วิจัยนัดหมายชี้แจงผู้ปกครองและนักเรียนเรียน เกี่ยวกับ
วัตถุประสงค์การวิจัย ตลอดจนขั้นตอนในการวิจัย และขอความยินยอมจากผู้ปกครองและนักเรียน
ในการเข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้

4.6 ดำเนินการวัดระดับสติปัญญาให้กับนักเรียนที่มีปัญหาทาง
คณิตศาสตร์ โดยใช้แบบวัดระดับความสามารถทางสติปัญญา (IQ) ใช้ Standard Progressive
Matrices (Parallel Version) หรือ SPM (Raven, 1998)

4.7 ทดสอบความรู้พื้นฐานด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและ
ตัวเลข ของนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบความรู้พื้นฐาน เรื่อง จำนวน
และตัวเลข ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4.8 วิเคราะห์ผลจากการทำแบบวัดความสามารถทางสติปัญญา
(IQ) และการทดสอบความรู้ เรื่อง จำนวนและตัวเลข แล้วคัดเลือกนักเรียนที่มีระดับความสามารถ
ทางสติปัญญา (IQ) มากกว่าหรือเท่ากับ 90 (ระดับสติปัญญาปกติ) และผลคะแนนทดสอบความรู้
เรื่อง จำนวนและตัวเลข ต่ำกว่าร้อยละ 50 มาเป็นกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ตาราง 8 จำนวนนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางสติปัญญา (IQ) มากกว่าหรือเท่ากับ 90 (ระดับสติปัญญาปกติ) และผลคะแนนทดสอบความรู้พื้นฐาน เรื่อง จำนวนและตัวเลข ต่ำกว่าร้อยละ 50

โรงเรียน	จำนวนนักเรียน (คน)
1. โรงเรียนดาราคาม	10
2. โรงเรียนบ้านหนองบอน (นัยนานนท์อนุสรณ์)	10
3. โรงเรียนพญาไท	1
4. โรงเรียนมหาวิทยาลัยวัด	4
5. โรงเรียนวัดชัยชนะสงคราม	5
6. โรงเรียนวัดด่าน	4
7. โรงเรียนวัดนาครุฑ	7
8. โรงเรียนวัดประยุรวงศาวาส	10
9. โรงเรียนวัดมหาบุศย์ (พิทักษ์ถาวรคุณ)	4
10. โรงเรียนวัดอมรินทราราม	4
11. โรงเรียนวัดอุทัยธาราม	9
12. โรงเรียนวัดโสมนัส	7
13. โรงเรียนอนุบาลวัดนางนอง	5
14. โรงเรียนโฆสิตโมสร	10
รวม	90

จาก ตาราง 8 แสดงจำนวนของนักเรียนในแต่ละโรงเรียนที่เข้าเกณฑ์ดังกล่าว โดยมีโรงเรียนที่เข้าร่วมการศึกษาในครั้งนี้จำนวนทั้งสิ้น 14 โรงเรียน และมีจำนวนนักเรียนรวมทั้งสิ้น 90 คนจากข้อมูลในตาราง พบว่า โรงเรียนที่มีจำนวนนักเรียนกลุ่มนี้มากที่สุด ได้แก่ โรงเรียนดาราคาม, โรงเรียนบ้านหนองบอน (นัยนานนท์อนุสรณ์), โรงเรียนวัดประยุรวงศาวาส และโรงเรียนโฆสิตโมสร โดยแต่ละโรงเรียนมีนักเรียนจำนวน 10 คน รองลงมาคือโรงเรียนวัดอุทัยธาราม จำนวน 9 คน โรงเรียนวัดนาครุฑและโรงเรียนวัดสมมนัส จำนวนโรงเรียนละ 7 คน

โรงเรียนวัดชัยชนะสงครามและโรงเรียนอนุบาลวัดนางรอง จำนวนโรงเรียนละ 5 คน โรงเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏวชิร, โรงเรียนวัดด่าน, โรงเรียนวัดมหาบุศย์ (พิทักษ์ถาวรคุณ) และโรงเรียนวัดอมรินทราราม จำนวนโรงเรียนละ 4 คน ส่วนโรงเรียนที่มีนักเรียนกลุ่มนี้น้อยที่สุด คือ โรงเรียนพญาไท มีเพียง 1 คนเท่านั้น

โดยสรุป จำนวนนักเรียนที่มีระดับ IQ ปกติแต่มีผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าร้อยละ 50 รวมทั้งสิ้น 90 คน ซึ่งกระจายอยู่ในโรงเรียนต่าง ๆ อย่างหลากหลาย สะท้อนให้เห็นว่า ปัญหาการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในหมู่นักเรียนที่มีศักยภาพทางสติปัญญาปกติ ยังเป็นประเด็นที่ควรได้รับความสนใจและพัฒนาแนวทางการช่วยเหลืออย่างเหมาะสมต่อไป

5. การจัดทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ค่าสถิติพื้นฐาน

สูตรหาค่าร้อยละ (Percentage)

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

เมื่อ P แทน ร้อยละ

X แทน คะแนนที่สอบได้

N แทน คะแนนเต็ม

ขั้นตอนที่ 2 สร้างแบบทดสอบเพื่อค้นหาข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

ในการดำเนินการขั้นตอนนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 โดยใช้แบบทดสอบเพื่อค้นหาข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 - 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 90 คน จาก 14 โรงเรียน ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร ที่ได้จากการคัดกรองในขั้นตอนที่ 1

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบเพื่อค้นหาข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบเพื่อค้นหาข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามลำดับขั้นตอน สรุปเป็นภาพประกอบต่อไปนี้





ภาพประกอบ 4 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบเพื่อค้นหาข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์
เรื่อง จำนวนและตัวเลข ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบเพื่อค้นหาข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 มีรายละเอียดดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์ของการสร้างแบบทดสอบเพื่อค้นหา เรื่อง จำนวนและตัวเลข ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

2. วางแผนการสร้างแบบทดสอบเพื่อค้นหา เรื่อง จำนวนและตัวเลข ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ดังนี้

2.1 ศึกษาแนวคิดทฤษฎีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบเพื่อค้นหาและการหาคุณภาพของแบบทดสอบ

2.2 วิเคราะห์เนื้อหาสาระการเรียนรู้รายปี และมาตรฐานการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ สาระที่ 1 เรื่อง จำนวนและตัวเลข ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้

3. สร้างร่างแบบสำรวจข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

3.1 วิเคราะห์เนื้อหาเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ สร้างเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย ให้นักเรียนเติมคำตอบ

ตาราง 9 แสดงโครงสร้างผังแบบทดสอบ (Test Blueprint) ของแบบสำรวจข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

เนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	จำนวนข้อที่ ออกข้อสอบ	จำนวนข้อที่ ต้องใช้
1. ค่าของจำนวนและตัวเลข 1-5	แทนค่าจำนวน 1-5 ด้วยตัวเลขได้ถูกต้อง	3	2
2. การเปรียบเทียบจำนวน 1-5	เปรียบเทียบมากกว่าและน้อยกว่าจำนวน 1-5 ได้ถูกต้อง	3	2
3. การเรียงลำดับจำนวน 1-5	เรียงลำดับจำนวน 1-5 จากน้อยไปมาก และจากมากไปน้อยได้ถูกต้อง	3	2
4. ค่าของจำนวนและตัวเลข 6-9	แทนค่าจำนวน 6-9 ด้วยตัวเลขได้ถูกต้อง	3	2

ตาราง 9 (ต่อ)

เนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	จำนวนข้อที่ ออกข้อสอบ	จำนวนข้อที่ ต้องใช้
5. การเปรียบเทียบจำนวน 6-9	เปรียบเทียบมากกว่าและน้อยกว่า จำนวน 6-9 ได้ถูกต้อง	3	2
6. การเรียงลำดับจำนวน 6-9	เรียงลำดับจำนวน 6-9 จากน้อยไปมาก และจากมากไปน้อยได้ถูกต้อง	3	2
7. ค่าของจำนวนและตัวเลข 10	แทนค่าจำนวน 10 ด้วยตัวเลขได้ถูกต้อง	3	2
8. การเปรียบเทียบจำนวน 1-10	เปรียบเทียบมากกว่าและน้อยกว่า จำนวน 1-10 ได้ถูกต้อง	3	2
9. การเรียงลำดับจำนวน 1-10	เรียงลำดับจำนวน 1-10 จากน้อยไปมาก และจากมากไปน้อยได้ถูกต้อง	3	2
10. ค่าของจำนวนและตัวเลข 1-10 และ 0	แทนค่าจำนวน 1-10 และ 0 ด้วยตัวเลข ได้ถูกต้อง	3	2
รวม		30	20

3.2 จากตาราง 9 ผู้วิจัยสร้างร่างแบบสำรวจข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัยจำนวน 30 ข้อ ให้ครอบคลุมตามจุดประสงค์การเรียนรู้ จากนั้น นำร่างแบบสำรวจข้อบกพร่องฯ นี้ ให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา พิจารณาความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับแบบทดสอบ (IOC) ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องจากผู้เชี่ยวชาญ 0.80 -1.00 (ภาคผนวก จ) จากนั้นคัดเลือกข้อสอบจำนวน 20 ข้อ เพื่อใช้เป็นแบบสำรวจข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

4. นำแบบสำรวจข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้วไปทดสอบกับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 จำนวน 30 คน ที่ได้จากการคัดกรองในระยะที่ 1 เพื่อรวบรวมข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข และนำข้อมูลที่ได้ไปสร้างเป็นแบบทดสอบเพื่อค้นหาข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ ต่อไป ซึ่งจากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ พบว่า มีข้อบกพร่องทาง

คณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข แบ่งออกเป็น 2 ข้อบกพร่อง ได้แก่ 1) นักเรียนจำตัวเลขได้แต่ไม่รู้ค่าจำนวน และ 2) นักเรียนรู้ค่าจำนวนแต่จำตัวเลขไม่ได้

5. สร้างแบบทดสอบเพื่อค้นหาข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ตามกรอบแนวคิดในการสร้างแบบทดสอบแบบปรนัย และให้ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาในการเรียนรู้

ตาราง 10 แสดงโครงสร้างผังแบบทดสอบ (Test Blueprint) ของแบบทดสอบเพื่อค้นหาข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

เนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	แบ่งตามข้อบกพร่อง	จำนวนข้อที่ออกข้อสอบ	จำนวนข้อที่ต้องการ
1. ค่าของจำนวนและตัวเลข 1-5	แทนค่าจำนวน 1-5 ด้วยตัวเลขได้ถูกต้อง	จำนวน ตัวเลข	2 2	1 1
2. การเปรียบเทียบจำนวน 1-5	เปรียบเทียบมากกว่าและน้อยกว่าจำนวน 1-5 ได้ถูกต้อง	จำนวน ตัวเลข	2 2	1 1
3. การเรียงลำดับจำนวน 1-5	เรียงลำดับจำนวน 1-5 จากน้อยไปมาก และจากมากไปน้อยได้ถูกต้อง	จำนวน ตัวเลข	2 2	1 1
4. ค่าของจำนวนและตัวเลข 6-9	แทนค่าจำนวน 6-9 ด้วยตัวเลขได้ถูกต้อง	จำนวน ตัวเลข	2 2	1 1
5. การเปรียบเทียบจำนวน 6-9	เปรียบเทียบมากกว่าและน้อยกว่าจำนวน 6-9 ได้ถูกต้อง	จำนวน ตัวเลข	2 2	1 1
6. การเรียงลำดับจำนวน 6-9	เรียงลำดับจำนวน 6-9 จากน้อยไปมากและจากมากไปน้อยได้ถูกต้อง	จำนวน ตัวเลข	2 2	1 1
7. ค่าของจำนวนและตัวเลข 10	แทนค่าจำนวน 10 ด้วยตัวเลขได้ถูกต้อง	จำนวน ตัวเลข	2 2	1 1
8. การเปรียบเทียบจำนวน 1-10	เปรียบเทียบมากกว่าและน้อยกว่าจำนวน 1-10 ได้ถูกต้อง	จำนวน ตัวเลข	2 2	1 1

ตาราง 10 (ต่อ)

เนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	แบ่งตาม ข้อบกพร่อง	จำนวนข้อที่ ออก ข้อสอบ	จำนวนข้อที่ ต้องการ
9. การเรียงลำดับจำนวน 1-10	เรียงลำดับจำนวน 1-10 จากน้อยไป มากและจากมากไปน้อยได้ถูกต้อง	จำนวน ตัวเลข	2 2	1 1
10. ค่าของจำนวนและตัวเลข 1-10 และ 0	แทนค่าจำนวน 1-10 และ 0 ด้วย ตัวเลขได้ถูกต้อง	จำนวน ตัวเลข	2 2	1 1
รวม			40	20

6. จากตาราง 10 ผู้วิจัยสร้างร่างแบบทดสอบเพื่อค้นหาข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ซึ่งเป็นข้อสอบแบบปรนัยเลือกตอบ 3 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ให้ครอบคลุมตามจุดประสงค์การเรียนรู้ จากนั้น นำร่างแบบทดสอบเพื่อค้นหาข้อบกพร่องฯ นี้ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา พิจารณาความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับแบบทดสอบ (IOC) ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องจากผู้เชี่ยวชาญ 0.80 -1.00 (ภาคผนวก จ)

7. นำแบบทดสอบเพื่อค้นหาข้อบกพร่องฯ จำนวน 40 ข้อ ไปทดลองใช้ กับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 จำนวน 30 คน ที่ได้มาจากการคัดเลือกในชั้นตอนที่ 1 เพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพทั้งฉบับ คุณภาพรายข้อ ค่าความยากง่าย (Difficulty) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) และค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ทั้งฉบับ

8. พิจารณาปรับปรุงแบบทดสอบเพื่อค้นหาข้อบกพร่องฯ คัดเลือกข้อที่มีคุณภาพ คือ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ได้เป็นแบบทดสอบเพื่อค้นหาข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 จำนวน 1 ฉบับ แบบปรนัย 3 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

ตาราง 11 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบเพื่อค้นหาข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

ข้อที่	p	r	แปลผล	ข้อที่	p	r	แปลผล
1	0.37	0.23	ใช้ได้(ตัดออก)	21	0.56	0.60	ใช้ได้
2	0.47	0.20	ใช้ได้	22	0.56	0.20	ใช้ได้(ตัดออก)
3	0.40	0.40	ใช้ได้(ตัดออก)	23	0.67	0.40	ใช้ได้
4	0.67	0.20	ใช้ได้	24	0.44	0.40	ใช้ได้(ตัดออก)
5	0.37	0.23	ใช้ได้(ตัดออก)	25	0.67	0.40	ใช้ได้
6	0.50	0.23	ใช้ได้	26	0.44	0.40	ใช้ได้(ตัดออก)
7	0.27	0.20	ใช้ได้(ตัดออก)	27	0.44	0.40	ใช้ได้(ตัดออก)
8	0.40	0.20	ใช้ได้	28	0.67	0.40	ใช้ได้
9	0.27	0.27	ใช้ได้(ตัดออก)	29	0.56	0.20	ใช้ได้(ตัดออก)
10	0.50	0.23	ใช้ได้	30	0.67	0.40	ใช้ได้(ตัดออก)
11	0.80	0.20	ใช้ได้	31	0.56	0.60	ใช้ได้
12	0.47	0.20	ใช้ได้(ตัดออก)	32	0.56	0.60	ใช้ได้
13	0.67	0.20	ใช้ได้	33	0.44	0.40	ใช้ได้
14	0.73	0.20	ใช้ได้(ตัดออก)	34	0.44	0.40	ใช้ได้(ตัดออก)
15	0.20	0.20	ใช้ได้(ตัดออก)	35	0.56	0.20	ใช้ได้
16	0.60	0.20	ใช้ได้	36	0.56	0.20	ใช้ได้(ตัดออก)
17	0.53	0.20	ใช้ได้	37	0.56	0.20	ใช้ได้(ตัดออก)
18	0.40	0.20	ใช้ได้(ตัดออก)	38	0.56	0.60	ใช้ได้
19	0.27	0.27	ใช้ได้(ตัดออก)	39	0.67	0.40	ใช้ได้
20	0.37	0.27	ใช้ได้	40	0.67	0.40	ใช้ได้(ตัดออก)

จากตาราง 11 การวิเคราะห์ข้อมูลข้อสอบค้นหาข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ เรื่องจำนวนและตัวเลข สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 โดยใช้ค่าทางสถิติ ได้แก่ ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือก ซึ่งการเลือกข้อสอบที่เหมาะสม ควรพิจารณาจากข้อที่มีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.20–0.80 ซึ่งเป็นช่วงที่สามารถวัดผู้เรียนได้อย่างครอบคลุม และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ซึ่งแสดงถึงความสามารถของข้อสอบในการแยกแยะผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน จากผลการวิเคราะห์พบว่าข้อสอบทั้งหมด จำนวน 40 ข้อ มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ที่ดี แต่ข้อที่ถูกคัดเลือกให้อยู่ใน

แบบทดสอบสามารถประเมินความรู้ของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในขณะที่ข้อสอบบางข้อที่แม้จะอยู่ในเกณฑ์ แต่มีค่าทางสถิติไม่โดดเด่น หรือมีลักษณะซ้ำซ้อนกับข้ออื่นที่มีคุณภาพดีกว่า จึงถูกพิจารณาตัดออกจากแบบทดสอบ เพื่อคงไว้ซึ่งข้อสอบที่มีคุณภาพสูงสุด

ตาราง 12 แสดงคุณภาพของของแบบทดสอบเพื่อค้นหาข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวน และตัวเลข ได้แก่ ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบ จำนวน 20 ข้อ

คุณภาพแบบทดสอบ (รายข้อ)	ค่าความยากง่าย (Difficulty)	ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination)
แบบทดสอบเพื่อค้นหาข้อบกพร่องในการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข	0.27 ถึง 0.80	0.20 ถึง 0.60
คุณภาพของแบบทดสอบ (ทั้งฉบับ)	ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) เท่ากับ 0.87	

จากตาราง 12 สรุปได้ว่า แบบทดสอบมีค่าความยากง่าย (Difficulty) เท่ากับ 0.27 ถึง 0.80 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) เท่ากับ 0.20 ถึง 0.60 และค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ทั้งฉบับ เท่ากับ 0.87 สามารถนำไปใช้ในการค้นหาข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การทดสอบเพื่อค้นหาข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 มีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

3.1 ติดต่อประสานงานบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จัดทำหนังสือขอเข้าเก็บข้อมูล กับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา กรุงเทพมหานคร

3.2 ติดต่อประสานงานโรงเรียนกลุ่มเป้าหมาย เพื่อ เข้าเก็บข้อมูลกับนักเรียน นักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2567 ตามขั้นตอน ดังนี้

3.2.1 ผู้วิจัยเข้าพบผู้ประสานงานของแต่ละโรงเรียน และพบนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ได้คัดเลือกไว้ให้ เพื่ออธิบาย ชี้แจง รายละเอียด

ของการเก็บข้อมูลวิจัย ได้แก่ วัดอุประสงค์ ความสำคัญ ขั้นตอนการเก็บข้อมูล ประโยชน์ที่ได้รับ เป็นต้น และแนวปฏิบัติของโรงเรียน ครูและนักเรียน

3.3.2 ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยทำการทดสอบนักเรียน ตามกำหนดการที่นัดหมายไว้

ตาราง 13 กำหนดการ การทดสอบเพื่อค้นหาข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

ลำดับที่	โรงเรียน	วัน เวลา ที่นัดหมาย
1	โรงเรียนวัดประยูรวงศาวาส	วันศุกร์ที่ 6 ธันวาคม 2568 เวลา 09.00 น.
2	โรงเรียนวัดด่าน	วันศุกร์ที่ 6 ธันวาคม 2568 เวลา 13.00 น.
3	โรงเรียนบ้านหนองบอน (นายนันทอนุสรณ์)	วันจันทร์ที่ 9 ธันวาคม 2568 เวลา 10.30 น.
4	โรงเรียนดาราคาม	วันจันทร์ที่ 9 ธันวาคม 2568 เวลา 13.00 น.
5	โรงเรียนมหาวิทยาลัยวัด	วันพุธที่ 11 ธันวาคม 2568 เวลา 09.00 น.
6	โรงเรียนวัดชัยชนะสงคราม	วันพุธที่ 11 ธันวาคม 2568 เวลา 13.00 น.
7	โรงเรียนวัดมหาบุศย์ (พิทักษ์ถาวรคุณ)	วันพฤหัสบดีที่ 12 ธันวาคม 2568 เวลา 09.00 น.
8	โรงเรียนวัดอุทัยธาราม	วันพฤหัสบดีที่ 12 ธันวาคม 2568 เวลา 13.00 น.
9	โรงเรียนวัดนาคปรก	วันศุกร์ที่ 13 ธันวาคม 2568 เวลา 09.00 น.
10	โรงเรียนโมสิตโมสร	วันอังคารที่ 17 ธันวาคม 2568 เวลา 08.30 น.
11	โรงเรียนวัดอมรินทราราม	วันอังคารที่ 17 ธันวาคม 2568 เวลา 10.30 น.
12	โรงเรียนอนุบาลวัดนางนอง	วันอังคารที่ 17 ธันวาคม 2568 เวลา 13.30 น.
13	โรงเรียนพญาไท	วันพฤหัสบดีที่ 19 ธันวาคม 2568 เวลา 09.00 น.
14	โรงเรียนวัดโสมนัส	วันพฤหัสบดีที่ 19 ธันวาคม 2568 เวลา 13.00 น.

3.3.3 ตรวจสอบความถูกต้องครบถ้วนของข้อมูลที่ได้รับ

3.3.4 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผลการค้นหาข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าสถิติพื้นฐาน ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น

4.1 ค่าสถิติพื้นฐาน (บุญชม ศรีสะอาด, 2560)

4.1.1 ร้อยละ (Percentage)

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

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

4.1.2 ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean)

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม

N แทน จำนวนคนในกลุ่ม

4.2 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2560) ได้แก่

4.2.1 ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity)

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

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ
จุดประสงค์

ΣR 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

4.2.3 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ

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

เมื่อ P แทน ค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบแต่ละข้อ

P_H แทน จำนวนเด็กที่ทำข้อสอบถูก 2 ก

P_L แทน จำนวนเด็กที่ทำข้อสอบถูก

N_H แทน จำนวนเด็กที่ทำข้อสอบถูก

N_L แทน จำนวนเด็กที่ทำข้อสอบถูก

4.2.4 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบเพื่อค้นหาความสามารถด้านการคิดคำนวณอย่างง่าย 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 จำนวนของข้อสอบ

p แทน สัดส่วนของจำนวนผู้ตอบข้อสอบข้อหนึ่งถูก

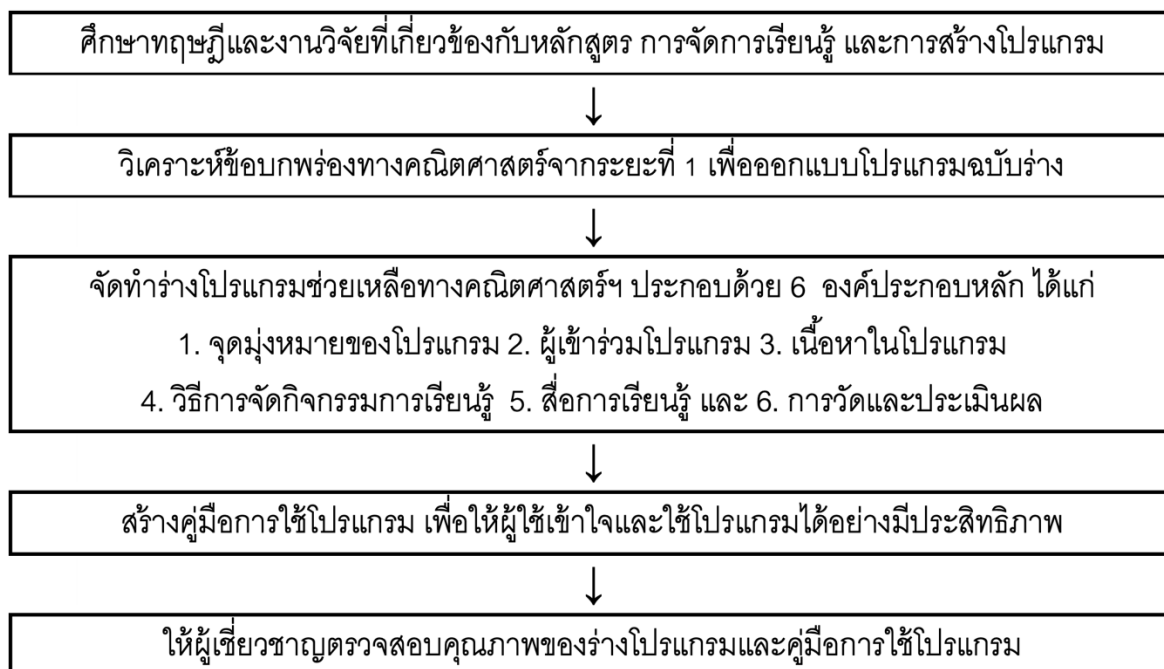
q แทน สัดส่วนของจำนวนผู้ตอบข้อสอบข้อหนึ่งไม่ถูก

s^2 แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนในข้อสอบ

ระยะที่ 2 สร้างโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

ในระยะนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 โดยการสังเคราะห์ ข้อมูลจาก ระยะที่ 1 แบ่งได้เป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 ร่างโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 และขั้นตอนที่ 2 สอนทากลุ่ม (Focus group) เพื่อตรวจสอบคุณภาพร่างโปรแกรมฯ ซึ่งมี รายละเอียด ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ร่างโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 และตรวจสอบคุณภาพร่างโปรแกรมฯ



ภาพประกอบ 5 ขั้นตอนการร่างโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

จากภาพประกอบ 6 ขั้นตอนการร่างโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 มีรายละเอียด ดังนี้

1. ขั้นตอนการร่างโปรแกรม

ขั้นตอนการร่างโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 มีรายละเอียด ดังนี้

1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรคณิตศาสตร์ การจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ การสร้างโปรแกรมการจัดการเรียนรู้
2. นำข้อบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ จากระยะที่ 1 มาวิเคราะห์และสรุปข้อบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน ออกแบบเป็นโปรแกรมฯ ฉบับร่าง

3. จัดทำร่างโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ซึ่งมีองค์ประกอบของโปรแกรม จำนวน 6 ข้อ องค์ประกอบของโปรแกรมมีรายละเอียด ดังนี้

3.1 จุดมุ่งหมายของโปรแกรม

จุดมุ่งหมายของโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 คือ เพื่อพัฒนาความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ต้องการความช่วยเหลือพิเศษ โดยมีการค้นหาข้อบกพร่องของนักเรียนก่อนการพัฒนา

3.2 ผู้เข้าร่วมโปรแกรม

3.2.1 ผู้เข้าร่วมโปรแกรม ได้แก่ นักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 โดยมีการคัดเลือกผู้เข้าร่วมโปรแกรม ดังนี้ 1) เป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 2) ระดับสติปัญญาปกติ 3) ทดสอบความรู้พื้นฐานด้านคณิตศาสตร์ ด้วยแบบทดสอบ เรื่อง จำนวนและตัวเลข แล้วได้ผลคะแนนสอบต่ำกว่าร้อยละ 50 และ 4) ได้รับความยินยอมจากผู้ปกครองให้เข้าร่วมโปรแกรม ได้ และสามารถเข้าร่วมกิจกรรมได้ต่อเนื่องจนจบโปรแกรม

3.2.2 การเตรียมความพร้อมของผู้เข้าร่วมโปรแกรม ผู้วิจัยดำเนินการปฐมนิเทศผู้ร่วมวิจัย หลังจากติดต่อประสานงานเรื่องการขอเข้าเก็บข้อมูลในเบื้องต้นเรียบร้อยแล้ว ดังนี้ 1) ปฐมนิเทศ ครูผู้สอน เพื่ออธิบายรายละเอียด ของโปรแกรม ได้แก่ วัตถุประสงค์ ขั้นตอนการจัดกิจกรรม เครื่องมือที่ใช้ในการจัดกิจกรรม สื่อ อุปกรณ์การสอน การวัดประเมินผล พร้อมทั้งสาธิตการจัดกิจกรรมตามกลยุทธ์การสอน และ ทดสอบครูในการใช้สื่อการเรียนรู้และอุปกรณ์อื่น ๆ 2) ชี้แจงผู้ปกครองและนักเรียน เพื่ออธิบายรายละเอียดของโปรแกรม ได้แก่ วัตถุประสงค์ ขั้นตอนและรายละเอียด ของการจัดกิจกรรมร่วมกันจัดทำรายนัดหมายการร่วมโปรแกรมฯ

3.3 เนื้อหาในโปรแกรม

โปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผู้สอนใช้แนวคิด CPA ร่วมกับเทคนิคทัชแมทซ์ และการสอนตรง ขอบเขตเนื้อหาในโปรแกรม ได้แก่ จำนวน และตัวเลขไม่เกิน 10 ซึ่งเป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1

3.4 วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ครูผู้สอนจัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ โดยแบ่งเป็น 3 ช่วง ดังนี้

ช่วงที่ 1 เตรียมเข้าโปรแกรม นักเรียนทำแบบทดสอบเพื่อค้นหาข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข บันทึกผลคะแนนนักเรียนและข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ เป็นข้อมูลในการพัฒนานักเรียนเป็นรายบุคคล

ช่วงที่ 2 รับโปรแกรม นักเรียนทำแบบทดสอบความรู้ เรื่อง จำนวนและตัวเลข (Pre-test) แล้วเข้ารับการจัดการเรียนรู้ในโปรแกรม โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข ที่มีกิจกรรมการสอน โดยใช้แนวคิด CPA เทคนิคทัชแมทซ์ และการสอนตรง

ช่วงที่ 3 ก่อนสิ้นสุดโปรแกรม นักเรียนทำแบบทดสอบความรู้ เรื่อง จำนวนและตัวเลข (Post-test)

3.5 สื่อการเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 จัดหาและจัดทำขึ้นตามแนวคิด CPA (Concrete-Pictorial-Abstract) ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

3.5.1 วัตถุที่จับต้องหรือสัมผัสได้ จากสื่อหรือสิ่งของรอบตัว (Concrete) ซึ่งเป็นขั้นตอนแรกให้ผู้เรียนรู้สามารถเรียนรู้ได้จากการเห็นของจริง เช่น การสอนเรื่องการหาร แก่นของการหารก็คือการแบ่ง ดังนั้นเราควรหาสิ่งของใกล้ตัวมาให้ผู้เรียนได้ทดลองแบ่งสิ่งของสิ่งนั้น ๆ ในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจว่าการหารคือการแบ่งนั่นเอง

3.5.2 รูปภาพแสดงจำนวน (Pictorial) ขั้นตอนนี้เป็นการวาดภาพจากของจริงแทนสิ่งของนั้น ๆ ให้ออกมาเป็นภาพให้เห็นได้ชัดเจน ขั้นตอนนี้จะช่วยให้เกิดความเข้าใจมากขึ้นอย่างเป็นขั้นตอน โดยจากวัตถุจริงอาจจะเปลี่ยนเป็น ภาพแผนภูมิ โมเดล ตาราง ก็ได้ ซึ่งขั้นตอนจะใช้เทคนิคทัชแมทซ์ (Touch Math Techniques) ที่ใช้สัญลักษณ์จุดวางไปบนตัวเลขโดยใช้มีจำนวนจุดสัมพันธ์กับตัวเลข ซึ่งวิธีการสอนนั้นจะเป็นการสร้างการจดจำได้เป็นอย่างดี

3.5.3 Abstract (สัญลักษณ์) เป็นขั้นตอนสุดท้ายที่แปลงรูปภาพเหล่านั้นให้เป็นสัญลักษณ์ (ตัวเลข) ในขั้นตอนนี้ควรมีการฝึกการสลับไปมาระหว่างการแปลงภาพเป็นสัญลักษณ์และสัญลักษณ์เป็นภาพ เพื่อเพิ่มทักษะในการจดจำและทำความเข้าใจ

3.6 การวัดและประเมินผล

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 มีการวัดและประเมินผล ดังนี้

3.6.1 การวัดและประเมินผลย่อย โดยครูผู้สอน เป็นผู้บันทึกคะแนน จากการสังเกต การตอบคำถามหรือการเขียนตอบ ขณะปฏิบัติ กิจกรรมและการทำแบบฝึกหัด ตามเกณฑ์การประเมินผลในแผนการจัดการเรียนรู้

3.6.2 การวัดและประเมินผลก่อนและหลังร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ใน โปรแกรมฯ ใช้แบบทดสอบความรู้ เรื่อง จำนวนและตัวเลข ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและได้รับการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน และผ่านกระบวนการทดลองใช้

4. สร้างคู่มือการใช้โปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 เพื่อแสดงรายละเอียดของโปรแกรมและอำนวยความสะดวก สำหรับผู้นำไปใช้

5. ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพร่างโปรแกรมฯ และคู่มือการใช้โปรแกรมฯ ซึ่งประกอบด้วย ผู้ที่มีความเชี่ยวชาญและประสบการณ์ รวมจำนวน 5 คน ดังนี้

5.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 1 คน มีประสบการณ์การทำงาน ด้านหลักสูตรและการสอน อย่างน้อย 5 ปี และจบการศึกษาระดับปริญญาเอก

5.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลทางการศึกษา จำนวน 1 คน มี ประสบการณ์ด้านการวัดและประเมินผลทางการศึกษา อย่างน้อย 5 ปี จบการศึกษาระดับปริญญาเอก

5.3 ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 1 คน มีประสบการณ์ด้านการทำงานใน โรงเรียนประถมศึกษา อย่างน้อย 5 ปี จบการศึกษาด้านคณิตศาสตร์ ขั้นต่ำระดับปริญญาโท

5.4 ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ จำนวน 1 คน ปฏิบัติหน้าที่เป็นครูผู้สอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ประสบการณ์ในการสอนคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาอย่างน้อย 5 ปี

5.5 ครูการศึกษาพิเศษ จำนวน 1 คน มีประสบการณ์การทำงานอย่างน้อย 5 ปี



โปรแกรมการช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียน
ที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3



ภาพประกอบ 6 ร่างโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบประเมินคุณภาพร่างโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

แบบประเมิน มีลักษณะเป็นแบบประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ ตามแบบมาตราส่วน ประมาณค่า (Rating Scale) มี 5 ระดับ (พิชิต ฤทธิ์จัญญ, 2561)

5 หมายถึง มีความเหมาะสม ระดับมากที่สุด

4 หมายถึง มีความเหมาะสม ระดับมาก

3 หมายถึง มีความเหมาะสม ระดับปานกลาง

2 หมายถึง มีความเหมาะสม ระดับ น้อย

1 หมายถึง มีความเหมาะสม ระดับ น้อยที่สุด

การแปลความหมาย

ระดับความคิดเห็น ที่มีต่อร่างโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 แบ่งเป็น 5 ระดับ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560) ดังนี้

4.51-5.00 หมายถึง ความคิดเห็น ระดับมากที่สุด

3.51-4.50 หมายถึง ความคิดเห็น ระดับมาก

2.51-3 .50 หมายถึง ความคิดเห็น ระดับปานกลาง

1.51-2.50 หมายถึง ความคิดเห็น ระดับน้อย

1.00-1.50 หมายถึง ความคิดเห็น ระดับ น้อยที่สุด

ผลการประเมินคุณภาพร่างโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 โดยใช้แบบประเมินฯ พบว่า ค่าความเหมาะสมขององค์ประกอบของโปรแกรม อยู่ในระดับ มากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.68 และมีข้อเสนอแนะ คือ ให้ชี้แจงจุดมุ่งหมายให้ชัดเจนในส่วนของการค้นหาข้อบกพร่องการเรียนรู้เพิ่มเติมการอธิบายเกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมโปรแกรมในเบื้องต้น ในส่วนของเนื้อหาในช่วงแรกอาจง่ายไปควรปรับให้ท้าทายขึ้น กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม แผนการสอนควรปรับให้มีรูปแบบที่คล้ายกันเพื่อให้นักเรียนเรียนรู้ได้เร็วขึ้น สื่อการเรียนรู้มีความหลากหลาย ควรเพิ่มคำแนะนำการนำสื่อไปใช้ วิธีการวัดและประเมินผลเหมาะสม แต่ควรเพิ่มแบบฝึกหัดและ

รูปภาพที่ชัดเจน สำหรับคู่มือการใช้โปรแกรมมีรายละเอียดโดยรวมดี แต่ควรเพิ่มคำอธิบายเทคนิค หรือวิธีการสอนที่เฉพาะเจาะจง (ภาคผนวก จ)

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 ติดต่อประสานงานบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จัดทำหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพร่างโปรแกรมฯ

3.2 ติดต่อประสานงานผู้เชี่ยวชาญ และดำเนินการประเมินคุณภาพร่างโปรแกรมฯ

3.3 วิเคราะห์และสรุปผลจากการพิจารณาร่างโปรแกรมฯ

3.4 ผลที่ได้ คือ ร่างโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

4. การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ค่าเฉลี่ย ความถี่ ร้อยละ

ขั้นตอนที่ 2 สทนากลุ่ม (Focus group) เพื่อตรวจสอบคุณภาพร่างโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

1. ผู้ให้ข้อมูล

ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 คน ประกอบด้วย

1.1 ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ จำนวน 2 คน เกณฑ์การคัดเลือก ได้แก่ 1) มีประสบการณ์ด้านคณิตศาสตร์ ทำงานด้านการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน ประถมศึกษา อย่างน้อย 5 ปี และ 2) จบการศึกษาด้านคณิตศาสตร์ ขั้นต่ำ ระดับปริญญาโท

1.2 ครูการศึกษาพิเศษ จำนวน 2 คน เกณฑ์การคัดเลือก ได้แก่ 1) มีประสบการณ์การทำงานด้านการศึกษาพิเศษ อย่างน้อย 5 ปี และ 2) จบการศึกษาด้านการศึกษาพิเศษ ขั้นต่ำ ระดับปริญญาโท

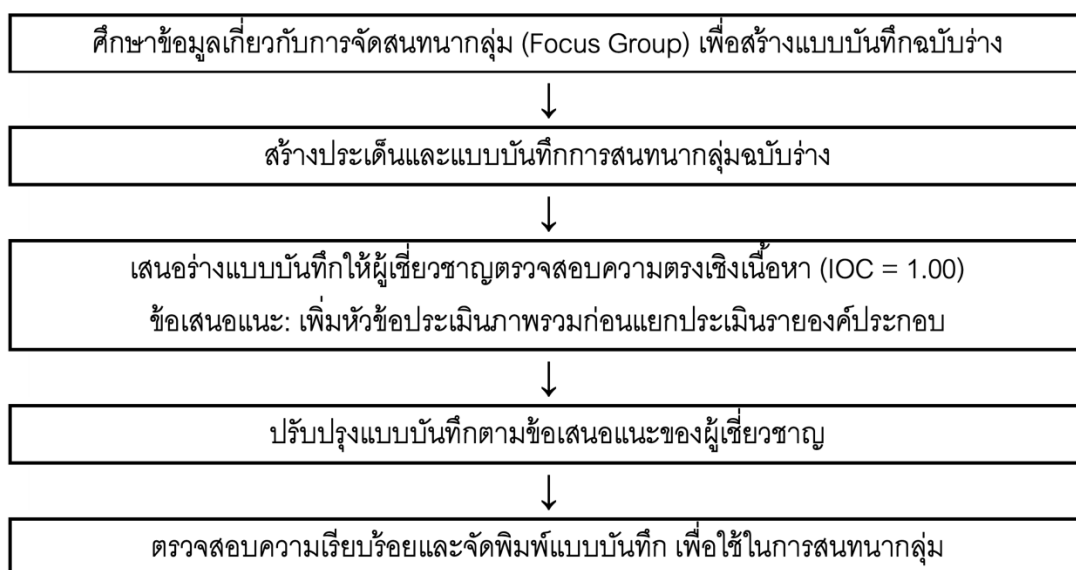
1.3 ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 1 คน เกณฑ์การคัดเลือก ได้แก่ 1) มีประสบการณ์การทำงานอย่างน้อย 5 ปี 2) จบการศึกษาด้านหลักสูตรและการสอน ระดับปริญญาเอก

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

1.5 ผู้เชี่ยวชาญด้านบริหารการศึกษา จำนวน 1 คน มีประสบการณ์ด้านการบริหารงานในสถานศึกษา อย่างน้อย 5 ปี

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบบันทึกการสนทนากลุ่ม พิจารณาร่างโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 มีประเด็นการสนทนา ได้แก่ 1) ความถูกต้องเหมาะสมของจุดมุ่งหมายของโปรแกรม 2) ความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหาในโปรแกรม 3) ความถูกต้องเหมาะสมของผู้เข้าร่วมโปรแกรม 4) ความถูกต้องเหมาะสมของวิธีการจัดกิจกรรมในโปรแกรม 5) ความถูกต้องเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ และ 6) ความถูกต้องเหมาะสมของการประเมินผล ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างแบบบันทึกการสนทนากลุ่ม พิจารณาร่างโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ดังนี้



ภาพประกอบ 7 ขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบบันทึกการสนทนากลุ่ม พิจารณาร่างโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

จากภาพประกอบ 8 อธิบายขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบบันทึกการสนทนากลุ่ม พิจารณาร่างโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ได้ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดสนทนากลุ่ม (Focus Group) เพื่อสร้างแบบบันทึกการสนทนากลุ่มฉบับร่าง
2. สร้างประเด็นและแบบบันทึกการสนทนากลุ่มฉบับร่าง
3. นำแบบบันทึกการสนทนากลุ่มเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพด้าน ความตรงเชิงเนื้อหา โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และสรุปผลการตรวจสอบได้ว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 มีข้อเสนอแนะ คือ ให้เพิ่มหัวข้อประเด็นองค์ประกอบโดยรวมของโปรแกรมทั้งหมดก่อนที่จะแยกประเด็นทีละหัวข้อ (ภาคผนวก จ)
4. ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ
5. ตรวจสอบความเรียบร้อยและจัดพิมพ์ เพื่อนำไปใช้ในการสนทนากลุ่ม

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

- 3.1 ผู้วิจัยเตรียมวางแผนการสนทนากลุ่ม โดยกำหนดหัวข้อการสนทนากลุ่ม กำหนดวัตถุประสงค์การสนทนากลุ่ม, กำหนดกรอบการเลือกกลุ่มเป้าหมายของผู้ให้ข้อมูล และวางแผนการดำเนินงาน
- 3.2 ติดต่อประสานงานบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จัดทำหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ
- 3.3 จัดเตรียมการสนทนากลุ่ม (Focus Group) ตามแผนการดำเนินงานที่กำหนดไว้ ติดต่อประสานงานเชิญผู้เชี่ยวชาญเข้าร่วมการสนทนากลุ่ม
- 3.4 ดำเนินการสนทนากลุ่ม (Focus Group) เพื่อพิจารณาร่างโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ในวันอาทิตย์ที่ 2 กุมภาพันธ์ 2568 เวลา 16.30 - 18.00 น. ในรูปแบบออนไลน์ โดยมีขั้นตอนดังนี้
 - 3.4.1. ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสนทนา
 - 3.4.2 อธิบายวัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัยและจุดมุ่งหมายของการสนทนากลุ่ม
 - 3.4.3 สร้างบรรยากาศผ่อนคลายและเป็นกันเอง เริ่มการสนทนาจากเรื่องทั่วไปก่อน
 - 3.4.4 สร้างบรรยากาศให้เกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นต่อกัน พยายามให้ผู้ร่วมสนทนาทุกคนได้มีส่วนร่วมแสดงความคิดเห็น

3.4.5 บันทึกการสนทนากลุ่มและสรุปแต่ละประเด็นคำถาม

4. การจัดการกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) จากผลการสนทนากลุ่ม (Focus Group)

ระยะที่ 3 ทดลองใช้และปรับปรุงโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

ในระยะนี้ เป็นการนำร่างโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างและนำผลการทดลองใช้มาปรับปรุงแก้ไข การดำเนินงานแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 ทดลองใช้โปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 และขั้นตอนที่ 2 ปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทดลองใช้โปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 จำนวน 10 คน โดยใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) ที่ได้จากในขั้นตอนที่ 1 ระยะที่ 1 ซึ่งมีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนดครบทุกข้อ ดังต่อไปนี้

1) กำลังศึกษาอยู่ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ในโรงเรียนวัดประยูรวงศาวาส สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร

2) ระดับสติปัญญาอยู่ในเกณฑ์ปกติ (90 ขึ้นไป)

3) ทำแบบทดสอบความรู้ เรื่อง จำนวนและตัวเลข ตรวจวิเคราะห์ผลคะแนนแล้ว ได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ ที่กำหนด (ต่ำกว่าร้อยละ 50)

4) ได้รับการอนุญาตจากผู้อำนวยการโรงเรียนให้เข้าร่วม โปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-

5) ได้รับการยินยอมจากผู้ปกครองของนักเรียนให้เข้าร่วม โปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-

3

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย โปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 และแบบทดสอบความรู้ เรื่อง จำนวนและตัวเลข ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

2.1 โปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ประกอบด้วย เครื่องมือการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ 2.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 2.1.2 สื่อการเรียนรู้ 2.1.3 แบบฝึกหัดวัดจุดประสงค์การเรียนรู้ สำหรับประเมินผลการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

การสร้างและหาคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์และสื่อการเรียนรู้ มีขั้นตอนดังนี้



ภาพประกอบ 8 ขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์
และสื่อการเรียนรู้

จากภาพประกอบ 9 อธิบายขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพ
แผนการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์และสื่อการเรียนรู้ ได้ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้
2. ศึกษาค้นคว้า รวบรวมเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้
ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 โดย
ศึกษาหลักสูตรสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1

3. วิเคราะห์ สังเคราะห์ ความสำคัญ ตัวชี้วัด ขอบข่ายของเนื้อหา
คณิตศาสตร์ ปัญหาในการจัดการเรียนรู้ แนวทางการพัฒนาความสามารถด้านคณิตศาสตร์
ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

4. กำหนดขอบข่ายของเนื้อหา โครงสร้างของแผนการจัดการเรียนรู้ ด้าน
คณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

5. เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่
สาระสำคัญ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดรูปธรรม
นำไปสู่นามธรรม (CRA) สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และการบันทึกผลการจัดการเรียนรู้

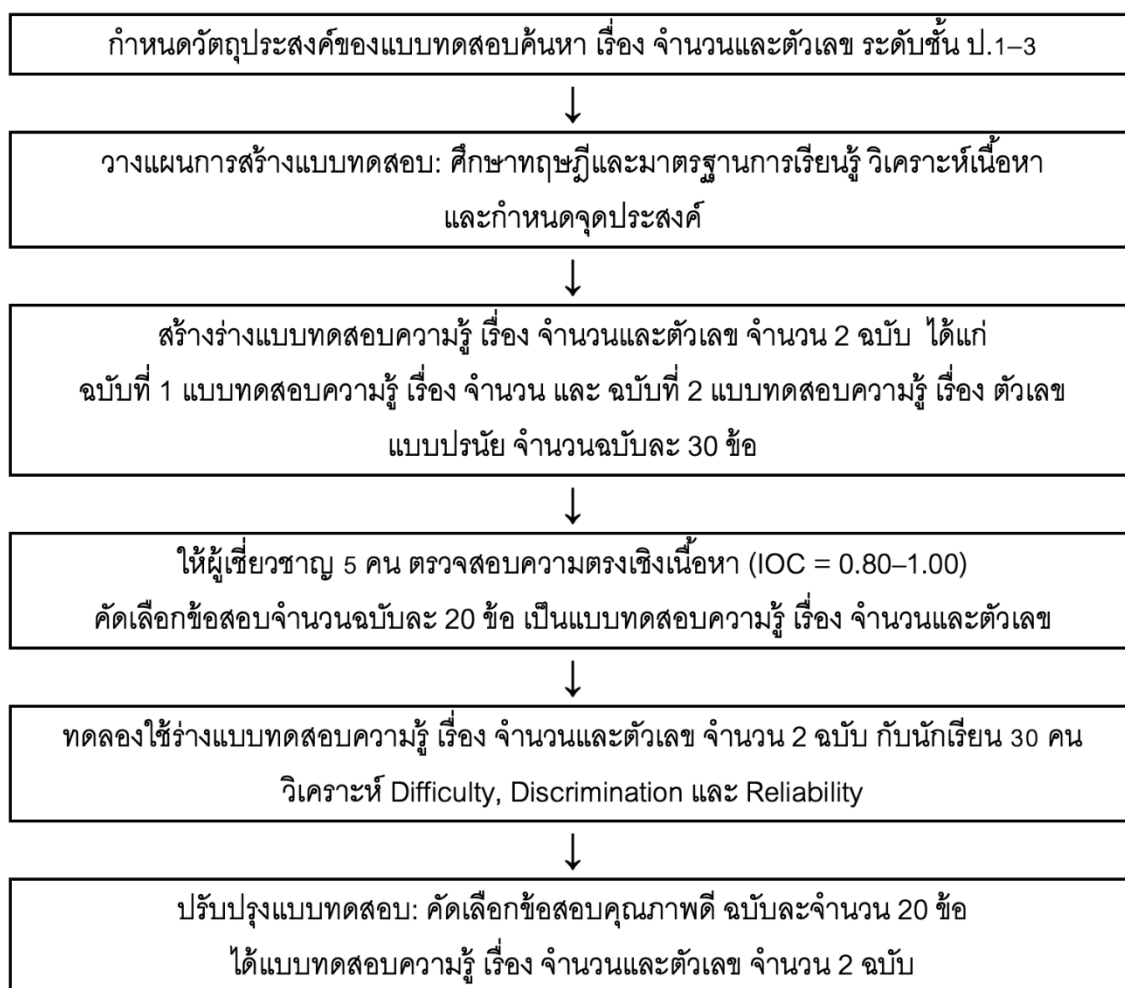
6. ผลิตสื่อการเรียนรู้ตามแนวคิดรูปธรรมนำไปสู่นามธรรม (CRA)
และทัชแมทซ์ โดยออกแบบให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้

7. ตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้และสื่อการเรียนรู้ โดย
ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษา และ
ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนที่มีความต้องการพิเศษ พิจารณาความถูกต้อง
เหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งผลการตรวจสอบคุณภาพของแผนการเรียนรู้และสื่อการเรียนรู้
โดยรวม อยู่ในระดับดีมาก (4.62) (ภาคผนวก จ)

8. ปรับปรุงแก้ไขเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์ โดยผู้เชี่ยวชาญ
แนะนำให้เพิ่มกิจกรรมเกมที่หลากหลายในช่วงนำเข้าสู่บทเรียน

2.1.2 แบบทดสอบความรู้ เรื่อง จำนวนและตัวเลข (Pre-test และ Post-
test) เรื่องจำนวนและตัวเลข สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาปีที่ 1-
3 ซึ่งสร้างขึ้นเพื่อใช้สำหรับทดสอบนักเรียนกลุ่มเป้าหมายก่อนและหลังการเรียนรู้ด้วยโปรแกรมฯ

การสร้างและหาคุณภาพแบบทดสอบความรู้ เรื่อง จำนวนและตัวเลข มี
ขั้นตอนดังนี้



ภาพประกอบ 9 ขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบความรู้ เรื่อง จำนวน และตัวเลข

จากภาพประกอบ 10 สามารถอธิบายขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบความรู้ เรื่อง จำนวนและตัวเลข ได้ดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์ของการสร้างแบบทดสอบความรู้ เรื่อง จำนวน และตัวเลข
2. วางแผนการสร้างแบบทดสอบความรู้ เรื่อง จำนวนและตัวเลข ดังนี้
 - 2.1 ศึกษาแนวคิดทฤษฎีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบ และการหาคุณภาพของแบบทดสอบ

2.2 วิเคราะห์เนื้อหาสาระการเรียนรู้รายปี และมาตรฐานการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ สาระที่ 1 เรื่อง จำนวนและตัวเลข ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 เพื่อกำหนด จุดประสงค์การเรียนรู้

3. สร้างร่างแบบทดสอบความรู้ เรื่อง จำนวนและตัวเลข จำนวน 2 ฉบับ

3.1 วิเคราะห์เนื้อหาเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ สร้างเป็นแบบทดสอบ แบบปรนัย จำนวน 2 ฉบับ ได้แก่ ฉบับที่ 1 แบบทดสอบความรู้ เรื่อง จำนวน และ ฉบับที่ 2 แบบทดสอบความรู้ เรื่อง ตัวเลข

ตาราง 14 แสดงโครงสร้างผังแบบทดสอบ (Test Blueprint) ของแบบทดสอบความรู้ เรื่อง จำนวน และตัวเลข จำนวน 2 ฉบับ

เนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ฉบับที่ 1 เรื่องจำนวน		ฉบับที่ 2 เรื่องตัวเลข	
		จำนวนข้อที่ ออกข้อสอบ	จำนวนข้อ ที่ต้องใช้	จำนวนข้อที่ ออกข้อสอบ	จำนวนข้อ ที่ต้องใช้
1. ค่าของจำนวน และตัวเลข 1-5	แทนค่าจำนวน 1-5 ด้วย ตัวเลขได้ถูกต้อง	3	2	3	2
2. การเปรียบเทียบ จำนวน 1-5	เปรียบเทียบมากกว่าและน้อยกว่าจำนวน 1-5 ได้ถูกต้อง	3	2	3	2
3. การเรียงลำดับ จำนวน 1-5	เรียงลำดับจำนวน 1-5 จาก น้อยไปมากและจากมากไป น้อยได้ถูกต้อง	3	2	3	2
4. ค่าของจำนวน และตัวเลข 6-9	แทนค่าจำนวน 6-9 ด้วย ตัวเลขได้ถูกต้อง	3	2	3	2
5. การเปรียบเทียบ จำนวน 6-9	เปรียบเทียบมากกว่าและ น้อยกว่าจำนวน 6-9 ได้ ถูกต้อง	3	2	3	2
6. การเรียงลำดับ จำนวน 6-9	เรียงลำดับจำนวน 6-9 จาก น้อยไปมากและจากมากไป น้อยได้ถูกต้อง	3	2	3	2

ตาราง 14 (ต่อ)

เนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ฉบับที่ 1 เรื่องจำนวน		ฉบับที่ 2 เรื่องตัวเลข	
		จำนวนข้อที่ ออกข้อสอบ	จำนวนข้อ ที่ต้องใช้	จำนวนข้อที่ ออกข้อสอบ	จำนวนข้อ ที่ต้องใช้
7.ค่าของจำนวน และตัวเลข 10	แทนค่าจำนวน 10 ด้วย ตัวเลขได้ถูกต้อง	3	2	3	2
8.การเปรียบเทียบ จำนวน 1-10	เปรียบเทียบมากกว่าและ น้อยกว่าจำนวน 1-10 ได้ ถูกต้อง	3	2	3	2
9.การเรียงลำดับ จำนวน 1-10	เรียงลำดับจำนวน 1-10 จาก น้อยไปมากและจากมากไป น้อยได้ถูกต้อง	3	2	3	2
10.ค่าของจำนวน และตัวเลข 1-10 และ 0	แทนค่าจำนวน 1-10 และ 0 ด้วยตัวเลขได้ถูกต้อง	3	2	3	2
รวม		30	20	30	20

3.2 จากตาราง 14 ผู้วิจัยสร้างร่างแบบทดสอบความรู้ เรื่อง จำนวน และตัวเลข แบบปรนัย 3 ตัวเลือก จำนวน 2 ฉบับ ได้แก่ ฉบับที่ 1 แบบทดสอบความรู้ เรื่อง จำนวน และ ฉบับที่ 2 แบบทดสอบความรู้ เรื่อง ตัวเลข โดยให้ครอบคลุมตามจุดประสงค์การเรียนรู้ จากนั้นนำร่างแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับนี้ ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา พิจารณาความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับแบบทดสอบ (IOC) ได้ค่าดัชนีความ สอดคล้องของแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ จากผู้เชี่ยวชาญ 0.80 -1.00 (ภาคผนวก จ)

4. นำแบบแบบทดสอบความรู้ เรื่อง จำนวนและตัวเลข ที่ผ่านการตรวจสอบ คุณภาพแล้วไปทดสอบกับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 จำนวน 30 คน ที่ได้จากการคัด กรองในระยะที่ 1 เพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพทั้งฉบับ คุณภาพรายข้อ ค่าความยากง่าย (Difficulty) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) และค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ทั้งฉบับ

5. พิจารณาปรับปรุงแบบทดสอบความรู้ เรื่อง จำนวนและตัวเลข คัดเลือกข้อที่มีคุณภาพ คือ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ได้เป็นแบบทดสอบความรู้ เรื่อง จำนวนและตัวเลข จำนวน 2 ฉบับ แบบปรนัย 3 ตัวเลือก จำนวนฉบับละ 20 ข้อ ได้แก่ ฉบับที่ 1 แบบทดสอบความรู้เรื่องจำนวน และ ฉบับที่ 2 แบบทดสอบความรู้เรื่องตัวเลข

ตาราง 15 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบความรู้ เรื่อง จำนวน และตัวเลข

ฉบับที่ 1 แบบทดสอบความรู้เรื่องจำนวน				ฉบับที่ 2 แบบทดสอบความรู้เรื่องตัวเลข			
ข้อที่	p	r	แปลผล	ข้อที่	p	r	แปลผล
1	0.70	0.16	ใช้ไม่ได้	1	0.65	0.15	ใช้ไม่ได้
2	0.63	0.34	ใช้ได้	2	0.20	0.23	ใช้ได้ (ตัดออก)
3	0.32	0.58	ใช้ได้	3	0.60	0.46	ใช้ได้
4	0.55	0.22	ใช้ได้	4	0.43	0.54	ใช้ได้
5	0.84	0.43	ใช้ไม่ได้	5	0.72	0.70	ใช้ได้
6	0.81	0.54	ใช้ไม่ได้	6	0.26	0.66	ใช้ได้
7	0.23	0.47	ใช้ได้	7	0.58	0.49	ใช้ได้
8	0.31	0.21	ใช้ได้ (ตัดออก)	8	0.51	0.35	ใช้ได้
9	0.29	0.31	ใช้ได้	9	0.62	0.48	ใช้ได้
10	0.67	0.57	ใช้ได้	10	0.24	0.57	ใช้ได้
11	0.73	0.43	ใช้ได้	11	0.58	0.17	ใช้ไม่ได้
12	0.34	0.10	ใช้ไม่ได้	12	0.56	0.35	ใช้ได้
13	0.53	0.56	ใช้ได้	13	0.56	0.60	ใช้ได้
14	0.75	0.12	ใช้ไม่ได้	14	0.59	0.33	ใช้ได้ (ตัดออก)
15	0.68	0.55	ใช้ได้	15	0.64	0.44	ใช้ได้
16	0.55	0.22	ใช้ได้	16	0.72	0.45	ใช้ได้
17	0.58	0.67	ใช้ได้	17	0.38	0.21	ใช้ได้ (ตัดออก)
18	0.53	0.32	ใช้ได้	18	0.74	0.32	ใช้ได้
19	0.39	0.30	ใช้ได้	19	0.52	0.30	ใช้ได้ (ตัดออก)
20	0.57	0.19	ใช้ไม่ได้	20	0.25	0.12	ใช้ไม่ได้
21	0.65	0.28	ใช้ได้	21	0.24	0.11	ใช้ไม่ได้

22	0.77	0.63	ใช้ได้	22	0.42	0.60	ใช้ได้
23	0.61	0.70	ใช้ได้	23	0.71	0.26	ใช้ได้
24	0.69	0.32	ใช้ได้	24	0.66	0.41	ใช้ได้
25	0.30	0.37	ใช้ได้	25	0.71	0.28	ใช้ได้ (ตัดออก)
26	0.50	0.53	ใช้ได้	26	0.54	0.66	ใช้ได้
27	0.21	0.63	ใช้ได้ (ตัดออก)	27	0.49	0.26	ใช้ได้
28	0.36	0.46	ใช้ได้	28	0.30	0.36	ใช้ได้ (ตัดออก)
29	0.67	0.33	ใช้ไม่ได้	29	0.41	0.62	ใช้ได้
30	0.84	0.35	ใช้ไม่ได้	30	0.48	0.61	ใช้ได้

จากตาราง 15 จากผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบทั้งสองฉบับ พบว่า **แบบทดสอบฉบับที่ 1** ประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 30 ข้อ โดยมีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์คุณภาพ (“ใช้ได้”) จำนวน 22 ข้อ และข้อสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์ (“ใช้ไม่ได้”) จำนวน 8 ข้อ การพิจารณาคุณภาพข้อสอบดำเนินการโดยพิจารณาค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) เป็นหลัก ซึ่งค่าความยากที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกควรมากกว่า 0.20 ขึ้นไป เพื่อให้ข้อสอบสามารถแยกแยะผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่างกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับ **แบบทดสอบฉบับที่ 2** มีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 26 ข้อ และข้อสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 4 ข้อ โดยใช้เกณฑ์การตัดสินลักษณะเดียวกัน

เนื่องจากแบบทดสอบความรู้ เรื่อง จำนวนและตัวเลข ต้องการข้อสอบจำนวน 20 ข้อ ต่อ 1 ฉบับเท่านั้น จึงจำเป็นต้องคัดเลือกเฉพาะข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์คุณภาพจำนวน 20 ข้อ จากแต่ละชุด โดยมีหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกเพิ่มเติมคือ เลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกสูงกว่าค่าเฉลี่ยของชุด และให้ความสำคัญกับการกระจายระดับความยากเพื่อให้ครอบคลุมผู้เรียนทุกระดับ โดยพิจารณาเนื้อหาที่ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และสอดคล้องกับโครงสร้างของแผนการสอน ซึ่งการคัดเลือกเช่นนี้มีเป้าหมายเพื่อให้แบบทดสอบที่ได้นำไปใช้มีความเที่ยงตรงและเที่ยงเชิงเนื้อหา (content validity) และสามารถวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

ตาราง 16 แสดงคุณภาพของแบบทดสอบความรู้ เรื่อง จำนวนและตัวเลข ได้แก่ ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ

แบบทดสอบ	คุณภาพแบบทดสอบ (รายละเอียด)		ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ทั้งฉบับ
	ค่าความยากง่าย (Difficulty)	ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination)	
ฉบับที่ 1 แบบทดสอบความรู้เรื่องจำนวน	0.23 ถึง 0.77	0.22 ถึง 0.70	0.87
ฉบับที่ 2 แบบทดสอบความรู้เรื่องตัวเลข	0.26 ถึง 0.74	0.26 ถึง 0.70	0.85

จากตาราง 16 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบทั้งสองฉบับ พบว่า แบบทดสอบฉบับที่ 1 มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.23 ถึง 0.77 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.22 ถึง 0.70 ส่วนแบบทดสอบฉบับที่ 2 มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.26 ถึง 0.74 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.26 ถึง 0.70 โดยทั้งสองฉบับมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.87 และ 0.85 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับดี แสดงว่าแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ มีคุณภาพเหมาะสมสำหรับนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัย

3. แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้แบบแผนการทดลองแบบ One-Group Pretest -Posttest Design (ล้วน สายยศ & อังคณา สายยศ, 2538)

ตาราง 17 แผนการทดลองแบบ One-Group Pretest – Posttest Design ของการวิจัย

Pre-test	Treatment	Post-test
O ₁	X	O ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

O₁ แทน คะแนนการทดสอบก่อนเข้ารับโปรแกรม ฯ (Pre-test)

X แทน การทดลองโดยใช้โปรแกรมฯ

O₂ แทน คะแนนการทดสอบหลังเข้ารับโปรแกรมฯ(Post-test)

4. ขั้นตอนการทดลอง

4.1 ระยะก่อนการทดลองโปรแกรมฯ ดำเนินการดังนี้

4.1.1 ติดต่อประสานงานกับบัณฑิตวิทยาลัย เพื่อทำเอกสารขอเข้าเก็บรวบรวมข้อมูลที่โรงเรียนวัดประยุรวงศาวาส

4.1.2 ติดต่อประสานงานกับรองผู้อำนวยการโรงเรียนวัดประยุรวงศาวาส เพื่อขออนุญาตให้ นักเรียนเข้าร่วมโปรแกรมฯ และขอความอนุเคราะห์ในการวิจัย ด้านสถานที่ และการบริการต่าง ๆ พร้อมทั้งนัดหมายวันเวลา

4.1.3 ชี้แจงรายละเอียดแก่ผู้ปกครองและนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย ชี้แจงรายละเอียดของโปรแกรมฯ และสรุปรายชื่อนักเรียนที่ยินดีเข้าร่วมโปรแกรมฯ

4.1.4 ชี้แจงรายละเอียดของโปรแกรม จุดมุ่งหมาย ขั้นตอน แก่ผู้สอนที่ได้รับมอบหมายจากโรงเรียน ได้แก่ ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ หรือครูผู้ช่วยสอนหรือครูการศึกษาพิเศษ

4.2 ระยะทดลองโปรแกรมฯ ดำเนินการดังนี้

4.2.1 ปฐมนิเทศนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 เพื่อดำเนินการประเมินระดับสติปัญญาและความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่องจำนวนและตัวเลข

4.2.2 ดำเนินการทดสอบเพื่อค้นหาข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์เรื่องจำนวนและตัวเลขกับนักเรียน

4.2.3 วิเคราะห์ผลการทดสอบเพื่อค้นหาข้อบกพร่องฯ และนัดหมายเพื่อชี้แจงผู้ปกครองเกี่ยวกับรายละเอียดของการทดลองโปรแกรม

4.2.4 เริ่มดำเนินการทดลองโดยการทดสอบความรู้ เรื่อง จำนวนและตัวเลข (Pre-test)

4.2.5 จัดการเรียนรู้ตามโปรแกรมฯ ให้กับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นรายกลุ่มย่อย จำแนกกลุ่มตามข้อบกพร่องที่ค้นพบได้ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่เตรียมไว้ โดยมีกำหนดการสอน จำนวน 13 ครั้ง ครั้งละ 40 นาที

ตาราง 18 กำหนดการทดลองใช้โปรแกรมช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับ
ประถมศึกษาปีที่ 1-3

ครั้งที่	วันที่	กิจกรรม/หัวข้อ
1	6 มีนาคม 2568	ทดสอบเพื่อค้นหาความบกพร่อง
2	7 มีนาคม 2568	ทดสอบก่อนเรียน
3	10 มีนาคม 2568	แผนการเรียนรู้ที่ 1 - ค่าของจำนวน 1-5 - สัญลักษณ์ตัวเลขแทนจำนวน 1-5
4	11 มีนาคม 2568	แผนการเรียนรู้ที่ 2 - เปรียบเทียบมากกว่า น้อยกว่า จำนวน 1-5
5	12 มีนาคม 2568	แผนการเรียนรู้ที่ 3 - เรียงลำดับจำนวน 1-5
6	13 มีนาคม 2568	แผนการเรียนรู้ที่ 4 - ค่าของจำนวน 6-9 - สัญลักษณ์ตัวเลขแทนจำนวน 6-9
7	14 มีนาคม 2568	แผนการเรียนรู้ที่ 5 - เปรียบเทียบมากกว่า น้อยกว่า จำนวน 6-9
8	20 มีนาคม 2568	แผนการเรียนรู้ที่ 6 - เรียงลำดับจำนวน 6-9
9	21 มีนาคม 2568	แผนการเรียนรู้ที่ 7 - ค่าของจำนวน 10 - สัญลักษณ์ตัวเลขแทนจำนวน 10
10	24 มีนาคม 2568	แผนการเรียนรู้ที่ 8 - เปรียบเทียบมากกว่า น้อยกว่า จำนวน 1-10
11	25 มีนาคม 2568	แผนการเรียนรู้ที่ 9 - เรียงลำดับจำนวน 1-10
12	26 มีนาคม 2568	แผนการเรียนรู้ที่ 10 - ค่าของจำนวน 0 และ 1-10 - สัญลักษณ์ตัวเลขแทนจำนวน 0 และ 1-10
13	27 มีนาคม 2568	ทดสอบหลังเรียน

4.2.6 ผู้วิจัยบันทึกและสรุปผลการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน

4.3 ระยะหลังการทดลองดำเนินการ ดังนี้

4.3.1 ทดสอบความรู้ เรื่อง จำนวนและตัวเลข (Post-test)

4.3.2 นำข้อมูลที่ได้หาประสิทธิภาพของโปรแกรมโดยใช้ค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness index : E.I.) หาโดยใช้คะแนนรวมของกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

5.1.1 ค่าสถิติพื้นฐาน

ค่าร้อยละ (Percentage)

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

เมื่อ

P

แทน ร้อยละ

f

แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

N

แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean)

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

เมื่อ

$\bar{X}$

แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$

แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม

N

แทน จำนวนคนในกลุ่ม

5.1.2 ค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness index : E.I.)

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

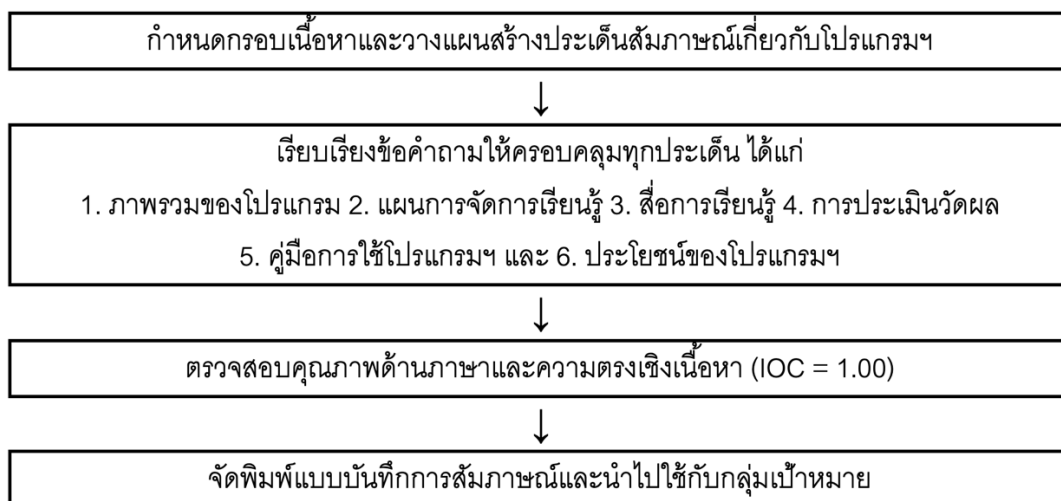
ขั้นตอนที่ 2 ปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

1. กลุ่มเป้าหมาย

ผู้ให้ข้อมูล ได้แก่ ผู้บริหารโรงเรียน ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ และครูที่สอนหรือรับผิดชอบดูแลนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ และครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 โรงเรียนวัดประยุรวงศาวาส จำนวน 5 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบบันทึกการสัมภาษณ์เกี่ยวกับโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 โดยสร้างและหาคุณภาพของแบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับโปรแกรมฯ ตามขั้นตอนดังนี้



ภาพประกอบ 10 ขั้นตอนในการสร้างและหาคุณภาพของแบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับโปรแกรม

จากภาพประกอบ 11 สามารถอธิบายขั้นตอนในการสร้างและหาคุณภาพของแบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ได้ดังนี้

2.1 กำหนดกรอบเนื้อหา วางแผนการสร้างประเด็นและแบบบันทึกการสัมภาษณ์ ความคิดเห็นที่มีต่อโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ในประเด็นองค์ประกอบของโปรแกรมฯ จุดมุ่งหมาย ผู้ร่วมโปรแกรมฯ เนื้อหาในโปรแกรม วิธีการ การประเมินผลและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ซึ่งเป็นคำถามปลายเปิด

2.2 พิจารณาการใช้และเรียบเรียงข้อความในแบบสัมภาษณ์ให้ครอบคลุมทุกประเด็น ทั้งด้านข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์ด้านรายละเอียดของโปรแกรมฯ และด้านข้อเสนอแนะ

2.3 ดำเนินการสร้างแบบบันทึกการสัมภาษณ์ครูเกี่ยวกับโปรแกรมฯ ให้ครอบคลุมทุกประเด็น ดังนี้

2.3.1 ภาพรวมของโปรแกรมฯ

2.3.2 แผนการจัดการเรียนรู้

2.3.3 สื่อการเรียนรู้

2.3.4 การประเมินวัดผล

2.3.5 คู่มือการใช้โปรแกรมฯ

2.3.6 ประโยชน์ของโปรแกรมฯ

2.4 ตรวจสอบคุณภาพแบบบันทึกการสัมภาษณ์เกี่ยวกับโปรแกรมฯ ด้านความถูกต้องของภาษาและความตรงเชิงเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน สรุปค่าดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ 1.00

2.5 จัดพิมพ์แบบบันทึกการสัมภาษณ์เกี่ยวกับโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 และนำไปใช้ในการสัมภาษณ์กลุ่มเป้าหมาย

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนนี้ มีดังนี้

3.1 เตรียมประเด็นและแบบบันทึกการสัมภาษณ์ เกี่ยวกับ โปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-

3.2 ติดต่อประสานงานบัณฑิตวิทยาลัย จัดทำหนังสือขอเก็บข้อมูลที่โรงเรียน
วัดประยุรวงศาวาส

3.3 ติดต่อประสานงานผู้ให้ข้อมูล เพื่อขออนุญาตในการเข้าสัมภาษณ์ นัด
หมาย วันเวลา และสถานที่ที่ใช้ในการสัมภาษณ์

3.4 ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการเข้าพบและสัมภาษณ์ตาม
กำหนดการที่ได้นัดหมายไว้ คือ วันจันทร์ที่ 1 เมษายน 2568 ช่วงเวลา 08.30 - 12.00 น. ณ
โรงเรียนวัดประยุรวงศาวาส โดยผู้วิจัยดำเนินการสัมภาษณ์ด้วยตนเองเพื่อให้สามารถเพิ่มเติม
คำถามที่ควรถามหากมีประเด็นที่น่าสนใจเพิ่มเติมไปจากคำถามโครงสร้างที่วางไว้ และจัดบันทึก
คำให้สัมภาษณ์ผู้วิจัยสัมภาษณ์ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการทดลองใช้โปรแกรม รวมทั้งสิ้น 5 คน
ได้แก่

3.4.1 ผู้บริหารสถานศึกษา จำนวน 2 คน ได้แก่ ผู้อำนวยการโรงเรียน
และรองผู้อำนวยการโรงเรียน

3.4.2 ครูผู้รับผิดชอบดูแลนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 1
คน ได้แก่ หัวหน้ากลุ่มบริหารวิชาการ (ครู)

3.4.3 ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ จำนวน 2 คน ได้แก่ ครูผู้สอนวิชา
คณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1 คน และ ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 2-3 จำนวน 1 คน โดยเกณฑ์การคัดเลือก ได้แก่ 1) มีประสบการณ์และชำนาญ
การสอนคณิตศาสตร์อย่างน้อย 3 ปี และ 2) จบการศึกษาด้านคณิตศาสตร์หรือหลักสูตรที่
เกี่ยวข้อง ในระดับปริญญาตรีขึ้นไป

3.5 ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์

4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) จากผล
การสัมภาษณ์

บทที่ 4

ผลการศึกษา

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 เป็นงานวิจัย ประเภทการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) มีการดำเนินการวิจัย 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 สรุปรวข้อบกพร่องด้านการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

ระยะที่ 2 สร้างโปรแกรมการช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

ระยะที่ 3 ทดลองใช้และปรับปรุงโปรแกรมการช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

รายละเอียดการวิจัย 3 ระยะ มีดังนี้

ระยะที่ 1 สรุปรวข้อบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

1.1 การดำเนินการวิจัยในระยะที่ 1 นี้ แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 คัดเลือกนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 และขั้นตอนที่ 2 ค้นหาข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

จากการดำเนินการคัดกรองนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2567 จำนวน 14 โรงเรียน โดยผู้วิจัยดำเนินการทดสอบความรู้พื้นฐาน เรื่อง จำนวนและตัวเลข วัดระดับสติปัญญา (IQ) และทดสอบความรู้พื้นฐาน จากนั้นวิเคราะห์ผลการสอบ

สรุปได้ว่า มีนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 90 คน พบข้อบกพร่องทางด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข โดยการค้นหาข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ดังรายละเอียด ต่อไปนี้

1.2 ค่าสถิติพื้นฐาน

ค่าร้อยละของนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยจำแนกตามประเภทของข้อบกพร่องที่พบจากการวิเคราะห์ผลการทำแบบทดสอบเพื่อค้นหาข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์

ตาราง 19 ผลการค้นหาข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข ของนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 (N=90)

ข้อบกพร่อง การเรียนรู้คณิตศาสตร์	จำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่าน เกณฑ์การทดสอบ (คน)	ร้อยละของจำนวนนักเรียน ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การ ทดสอบ
1. การจำตัวเลขได้แต่ไม่รู้ค่าจำนวน	52	57.78
2. การรู้ค่าจำนวนแต่จำตัวเลขไม่ได้	38	42.22
รวม	90	100.00

* นักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์การทดสอบ หมายถึง นักเรียนได้คะแนนต่ำกว่า ร้อยละ 50 หมายถึง มีข้อบกพร่องด้านการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข

จากตาราง 19 พบว่า นักเรียนจำนวน 52 คน (ร้อยละ 57.78) มีข้อบกพร่องด้านการจำตัวเลขได้แต่ไม่รู้ค่าจำนวน และนักเรียนจำนวน 38 คน (ร้อยละ 42.22) มีข้อบกพร่องด้านการรู้ค่าจำนวนแต่จำตัวเลขไม่ได้ โดยไม่มีนักเรียนคนใดที่มีข้อบกพร่องรวมทั้งสองด้าน ผลการวิเคราะห์นี้ช่วยสะท้อนจุดเน้นที่นักเรียนควรได้รับการส่งเสริมในการพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ให้ตรงกับข้อบกพร่องที่ค้นพบ

1.3 ผลการวิเคราะห์ลักษณะของข้อบกพร่องการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข แสดงรายละเอียดของความบกพร่อง ดังนี้

ตาราง 20 ลักษณะของข้อบกพร่องการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องจำนวนและตัวเลข

ข้อบกพร่อง การเรียนรู้คณิตศาสตร์	ลักษณะ
1. การจำตัวเลขได้แต่ไม่รู้ ค่าจำนวน	- สามารถจดจำและอ่านตัวเลขได้ เช่น 1, 2, 3... - ไม่เข้าใจว่าตัวเลขแต่ละตัวแทน “จำนวน” เท่าใด - เมื่อต้องวาดรูปหรือหยิบของตามจำนวน เช่น ให้เลข 4 แล้วให้วาด 4 ขึ้น นักเรียนจะทำได้หรือไม่หรือทำผิด - ไม่สามารถจับคู่ตัวเลขกับสิ่งของที่มีจำนวนเท่ากันได้ เช่น เห็นเลข 5 แต่ เลือกภาพที่ไม่ใช่ 5 ขึ้น - ไม่สามารถเปรียบเทียบจำนวนได้ เช่น ไม่รู้ว่า 8 มากกว่า 5 หรือ 3 น้อย กว่า 6 - ทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับการเปรียบเทียบหรือลำดับจำนวนได้ไม่ถูกต้อง
2. การรู้ค่าจำนวนแต่จำ ตัวเลขไม่ได้	- สามารถนับสิ่งของหรือบอกจำนวนที่เห็นได้อย่างถูกต้อง เช่น เห็น 5 ขึ้น แล้วนับครบ - เข้าใจความหมายของจำนวน เช่น รู้ว่าของ 3 ขึ้น กับของ 5 ขึ้น มีจำนวน ต่างกัน และเปรียบเทียบได้ - เมื่อให้นักเรียนเขียนตัวเลขที่แทนจำนวนได้ จะเขียนผิด เช่น นับได้ 7 แต่ เขียนตัวเลขกลับด้านหรือผิด - สับสนรูปร่างของตัวเลข เช่น สลับเลข 6 กับ 9 หรือเขียนตัวเลขไม่ถูกต้อง ตามรูปแบบมาตรฐาน - ไม่สามารถขีดออกตัวเลขที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง แม้นับจำนวนได้ถูก - จับคู่ตัวเลขกับจำนวนของจริงผิดพลาด เช่น นับได้ 4 แต่เลือกเลข 6 - อ่านตัวเลขแล้วไม่สามารถเชื่อมโยงกับจำนวนจริงที่เคยเรียนรู้ได้

จากตารางที่ 20 ข้อบกพร่องการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่พบเป็นอันดับหนึ่ง ได้แก่ การจำตัวเลขได้แต่ไม่รู้ค่าจำนวน ซึ่งพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก คือนักเรียนสามารถจดจำและอ่านตัวเลข เช่น 1, 2, 3, ... ได้ แต่ไม่เข้าใจว่าตัวเลขแต่ละตัวแทน "จำนวน" เท่าไร เมื่อให้นักเรียนแทนค่าจำนวน เช่น ให้ตัวเลข 4 แล้วให้วาดรูปหรือหยิบของ 4 ชิ้น นักเรียนจะทำไม่ได้หรือทำผิด เช่น อาจวาดภาพจำนวนไม่ตรงกับตัวเลขที่กำหนด หรือหยิบของผิดจำนวน นักเรียนไม่สามารถจับคู่ตัวเลขกับภาพหรือสิ่งของที่มีจำนวนเท่ากันได้ เช่น เห็นเลข 5 แต่ไม่สามารถเลือกภาพที่มีของ 5 ชิ้นได้ถูกต้อง นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนไม่สามารถเปรียบเทียบจำนวนได้ เช่น ไม่รู้ว่า 8 มากกว่า 5 หรือ 3 น้อยกว่า 6 อย่างไรก็ตาม ข้อบกพร่องที่พบเป็นอันดับสอง ได้แก่ การรู้ค่าจำนวนแต่จำตัวเลขไม่ได้ ซึ่งพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก คือ นักเรียนสามารถนับจำนวนสิ่งของหรือแสดงการนับได้อย่างถูกต้อง เช่น เมื่อเห็นวัตถุ 5 ชิ้น นักเรียนจะนับได้ครบและบอกได้ว่ามี 5 ชิ้น นักเรียนเข้าใจความหมายของจำนวน เช่น รู้ว่าของ 3 ชิ้น กับของ 5 ชิ้น มีจำนวนต่างกัน และสามารถเปรียบเทียบได้ แต่เมื่อให้นักเรียนเขียนตัวเลขแทนจำนวนที่นับได้ นักเรียนจะเขียนผิด เช่น นับได้ 7 ชิ้น แต่เขียนตัวเลขผิด หรือเขียนเลขกลับด้าน หรือเขียนเลขอื่นที่ไม่ตรงกับจำนวนที่นับ นักเรียนอาจสับสนระหว่างรูปร่างของตัวเลข เช่น สลับเลข 6 กับ 9 หรือเขียนตัวเลขไม่ถูกต้องตามมาตรฐาน นักเรียนอาจไม่สามารถขีดออกตัวเลขที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง หรือไม่สามารถจับคู่ตัวเลขกับจำนวนของจริงได้ แม้จะนับจำนวนได้ถูกต้องแล้ว

ระยะที่ 2 ผลการสร้างโปรแกรมการช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

2.1. ผลการสร้างโปรแกรมการช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 มีรายละเอียดดังนี้

ตาราง 21 ผลการพิจารณาร่างโปรแกรมการช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 โดยผู้เชี่ยวชาญ

	รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ข้อสรุป
1.	องค์ประกอบของโปรแกรม	4.60	0.55	มากที่สุด
2.	จุดมุ่งหมายของโปรแกรม	4.60	0.55	มากที่สุด
3.	ผู้เข้าร่วมโปรแกรม	4.80	0.45	มากที่สุด
4.	เนื้อหาในโปรแกรม	4.40	0.55	มาก
5.	วิธีการจัดกิจกรรม	4.80	0.45	มากที่สุด
6.	สื่อการเรียนรู้	4.80	0.45	มากที่สุด
7.	วิธีการวัดและประเมินผล	4.60	0.55	มากที่สุด
8.	คู่มือการใช้โปรแกรม	4.80	0.45	มากที่สุด

จากตารางที่ 21 ผลการประเมินร่างโปรแกรม พบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่า โปรแกรมการช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 มีความเหมาะสมในระดับมากถึงมากที่สุดในทุกประเด็น โดยมีรายละเอียดดังนี้ ประเด็นที่ 1 องค์ประกอบของโปรแกรม: โปรแกรมมีองค์ประกอบครบถ้วนและมีความเชื่อมโยงกันอย่างชัดเจน มีการระบุถึงความยืดหยุ่นในการปรับใช้แต่ละองค์ประกอบให้เข้ากับบริบทของนักเรียนแต่ละบุคคล มีความเหมาะสมมากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 ประเด็นที่ 2 จุดมุ่งหมายของโปรแกรม: กำหนดจุดมุ่งหมายของโปรแกรมได้อย่างชัดเจนและสอดคล้องกับผลลัพธ์ที่คาดหวัง มีความเหมาะสมมากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 ประเด็นที่ 3 ผู้เข้าร่วมโปรแกรม: กำหนดคุณลักษณะของผู้เข้าร่วมโปรแกรมและจำนวนผู้เข้าร่วมโปรแกรมได้อย่างเหมาะสม มีเกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมโปรแกรมที่ละเอียด ชัดเจน มีความเหมาะสมมากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 ประเด็นที่ 4 เนื้อหาในโปรแกรม: เนื้อหาสอดคล้องตามหลักสูตร และมีความเหมาะสมกับระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน เนื่องจากมีกระบวนการคัดกรองผู้เรียนมาแล้ว มีความเหมาะสมมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 ประเด็นที่ 5 วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (แผนการจัดการเรียนรู้): มีองค์ประกอบครบถ้วนและมีการอธิบายรายละเอียดอย่างชัดเจน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดที่ช่วยให้พัฒนาผู้เรียนได้จริง สามารถนำไปปฏิบัติได้ และตอบสนองกับความ

บทพร้อมทางการเรียนรู้ของเด็กแต่ละคนที่แตกต่างกัน มีความเหมาะสมมากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 ประเด็นที่ 6 สื่อการเรียนรู้: มีการจัดเตรียมและวางแผนการใช้สื่อการเรียนรู้ระบุในแผนการจัดการเรียนรู้ สามารถนำไปใช้ได้ตรงตามเนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม สื่อการเรียนรู้มีความหลากหลายและช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาได้ มีความเหมาะสมมากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 ประเด็นที่ 7 วิธีการวัดและประเมินผล: มีการกำหนดวิธีการวัดและประเมินผลทั้งก่อน ระหว่าง และหลังเข้ารับโปรแกรม ซึ่งสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และเนื้อหา มีความเหมาะสมมากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 ประเด็นที่ 8 คู่มือการใช้โปรแกรม: มีการจัดทำคู่มือสำหรับผู้ที่จะนำโปรแกรมไปใช้ โดยมีลักษณะเป็นรูปเล่มที่เหมาะสมกับการใช้งาน อธิบายรายละเอียดในการใช้งานอย่างชัดเจน ครบถ้วน และใช้ภาษาที่เหมาะสม ง่ายต่อการเข้าใจ เพื่อนำไปปฏิบัติได้ มีความเหมาะสมมากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 และค่าเฉลี่ยการประเมินร่างโปรแกรมฯ เท่ากับ 4.68

ตาราง 22 แสดงข้อเสนอแนะและการปรับปรุงแก้ไขการพิจารณาร่างโปรแกรมการช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 จากการทำแบบประเมินคุณภาพร่างโปรแกรม โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน

รายการประเมิน	ข้อเสนอแนะและการปรับปรุงแก้ไข
1. องค์ประกอบของโปรแกรม	องค์ประกอบของโปรแกรมมีความครบถ้วนดี
2. จุดมุ่งหมายของโปรแกรม	เพิ่มเติมการชี้แจงในจุดมุ่งหมายของโปรแกรมให้ชัดเจนยิ่งขึ้น
3. ผู้เข้าร่วมโปรแกรม	เพิ่มคำอธิบายเกี่ยวกับการคัดเลือกเบื้องต้น
4. เนื้อหาในโปรแกรม	เนื้อหา มีความเหมาะสมกับระดับการเรียนรู้ของนักเรียน แต่เนื้อหาในช่วงแรกอาจง่ายเกินไป ควรปรับให้ท้าทายยิ่งขึ้น
5. วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมดี ในแผนการสอนที่มีเนื้อหาคล้ายกัน ควรจัดรูปแบบการสอนให้เป็นแบบเดียวกันเพื่อให้เด็กการเรียนรู้ได้เร็ว เนื่องจากเชื่อมโยงจากการเรียนครั้งก่อน
6. สื่อการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้มีความหลากหลายและเหมาะสมกับกิจกรรม ให้เพิ่มเติมส่วนของการแนะนำสื่อการเรียนรู้

ตาราง 22 (ต่อ)

รายการประเมิน	ข้อเสนอแนะและการปรับปรุงแก้ไข
7. วิธีการวัดและประเมินผล	วิธีการวัดและประเมินผลมีความเหมาะสม และสอดคล้องกันทั้งในช่วงก่อนการเรียนรู้ ระหว่างการเรียนรู้ และหลังการเรียนรู้ แนะนำให้ตกแต่งแบบฝึกหัดหรือออกแบบให้น่าสนใจ ใช้รูปภาพที่ชัดเจน
8. คู่มือการใช้โปรแกรม	มีรายละเอียดครบถ้วน อ่านแล้วเข้าใจ แนะนำให้เพิ่มคำอธิบายเทคนิค หรือวิธีการสอนที่เฉพาะเจาะจง

จากตาราง 22 ผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ได้ให้ข้อเสนอแนะและการปรับปรุงแก้ไข การพิจารณาร่างโปรแกรมการช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 สรุปได้ว่า โปรแกรมมีองค์ประกอบครบถ้วน และมีข้อเสนอแนะ คือ ควรชี้แจงจุดมุ่งหมายให้ชัดเจนในส่วนของการวินิจฉัยข้อบกพร่องการเรียนรู้เพิ่มเติมการอธิบายเกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมโปรแกรมในเบื้องต้น ในส่วนของเนื้อหาในช่วงแรกอาจง่ายไปควรปรับให้ท้าทายขึ้น กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม แผนการสอนควรปรับให้มีรูปแบบที่คล้ายกันเพื่อให้ นักเรียนเรียนรู้ได้เร็วขึ้น สื่อการเรียนรู้มีความหลากหลาย ควรเพิ่มคำแนะนำการนำสื่อไปใช้ วิธีการวัดและประเมินผลเหมาะสม แต่ควรเพิ่มแบบฝึกหัดและรูปภาพที่ชัดเจน สำหรับคู่มือการใช้โปรแกรมมีรายละเอียดโดยรวมดี แต่ควรเพิ่มคำอธิบายเทคนิค หรือวิธีการสอนที่เฉพาะเจาะจง

2.2 ผลการตรวจสอบคุณภาพร่างโปรแกรมการช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 โดยผู้เชี่ยวชาญที่เข้าร่วมสนทนากลุ่ม พิจารณาร่างโปรแกรมฯ สรุปประเด็นในตาราง 21 ดังนี้

ตาราง 23 สรุปผลการพิจารณาร่างโปรแกรมการช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 โดยผู้เชี่ยวชาญที่เข้าร่วมสนทนากลุ่ม

รายการประเมิน	ข้อเสนอแนะและการปรับปรุงแก้ไข	สรุปความเหมาะสม
1. องค์ประกอบของโปรแกรม	โปรแกรมมีองค์ประกอบครบถ้วนและมีความเชื่อมโยงกันอย่างชัดเจน	เหมาะสม
2. จุดมุ่งหมายของโปรแกรม	กำหนดจุดมุ่งหมายของโปรแกรมได้ชัดเจน และสอดคล้องกับผลลัพธ์ที่คาดหวัง	เหมาะสม
3. ผู้เข้าร่วมโปรแกรม	มีเกณฑ์และกระบวนการในการคัดเลือกผู้เข้าร่วมโปรแกรมที่ชัดเจน ควรเพิ่มเติมการชี้แจงในส่วนของผู้เข้าร่วมโปรแกรมในกรณีที่นักเรียนอยู่ต่างระดับชั้นกัน แต่เนื่องจากการคัดเลือกที่ระดับความสามารถ ควรระบุในโปรแกรมเพื่อให้ผู้ใช้เกิดความเข้าใจ	เหมาะสม
4. เนื้อหาในโปรแกรม	เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับการเรียนรู้ของนักเรียน แต่เนื้อหาในช่วงแรกอาจง่ายเกินไปสำหรับนักเรียนบางคน ควรจัดกิจกรรมที่มีความท้าทายยิ่งขึ้น	เหมาะสม
5. วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมดี แนะนำให้เขียนแยกกิจกรรมขั้นสอนสำหรับเด็กสองกลุ่มออกจากกันอย่างชัดเจน เพื่อให้ผู้ใช้โปรแกรมนำไปใช้ได้ง่ายดาย	เหมาะสม

ตาราง 23 (ต่อ)

รายการประเมิน	ข้อเสนอแนะและการปรับปรุงแก้ไข	สรุปความเหมาะสม
6. สื่อการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้มีความหลากหลายและเหมาะสมกับกิจกรรม มีการจัดเตรียมและวางแผนการใช้สื่อการเรียนรู้ระบุในแผนการจัดการเรียนรู้สามารถนำไปใช้ได้ตรงตามเนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	เหมาะสม
7. วิธีการวัดและประเมินผล	วิธีการวัดและประเมินผลมีความเหมาะสมและสอดคล้องกันทั้งในช่วงก่อนการเรียนรู้ ระหว่างการเรียนรู้ และหลังการเรียนรู้ สามารถใช้ประเมินความก้าวหน้าของนักเรียนได้จริง	เหมาะสม
8. คู่มือการใช้โปรแกรม	มีรายละเอียดครบถ้วน อ่านแล้วเข้าใจง่าย แต่ควรทำขนาดตัวหนังสือให้ใหญ่ขึ้น (ในบางส่วนที่เล็กกว่าปกติ เช่น ข้อความในตาราง)	เหมาะสม

จากตาราง 23 สรุปผลการพิจารณาร่างโปรแกรมการช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 โดยผู้เชี่ยวชาญที่เข้าร่วมสนทนากลุ่ม สรุปได้ว่า มีความเหมาะสมทุกประเด็น และผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ดังนี้ โปรแกรมที่น่าเสนอมีองค์ประกอบครบถ้วนและเหมาะสมกับการนำไปใช้งานจริง ทั้งในแง่ของเนื้อหา วิธีการจัดกิจกรรม สื่อการเรียนรู้ ตลอดจนวิธีการวัดและประเมินผล ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการพัฒนาทักษะของนักเรียน อย่างไรก็ตาม ยังมีข้อเสนอแนะและแนวทางในการปรับปรุงเพื่อให้โปรแกรมมีประสิทธิภาพและตอบโจทย์ผู้ใช้อย่างยิ่งขึ้น ประการแรก ควรเพิ่มเติมการชี้แจงในจุดมุ่งหมายของโปรแกรมให้ชัดเจน โดยเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการวินิจฉัยข้อบกพร่องของนักเรียนก่อนการพัฒนา เพื่อให้ผู้ใช้โปรแกรมเข้าใจถึงกระบวนการและเป้าหมายของการดำเนินงานอย่างถูกต้อง นอกจากนี้ ในส่วนของผู้เข้าร่วมโปรแกรม แม้จะมีการคัดเลือกตามระดับความสามารถของนักเรียน แต่ควรชี้แจงให้ชัดเจนในกรณีที่นักเรียนอยู่ต่าง

ระดับชั้นกัน เพื่อสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องและป้องกันความสับสนในการนำโปรแกรมไปใช้จริง สำหรับเนื้อหาของโปรแกรม แม้จะมีความเหมาะสมกับระดับการเรียนรู้ของนักเรียนโดยรวม แต่ในช่วงแรกของเนื้อหาอาจง่ายเกินไปสำหรับนักเรียนบางคน จึงควรปรับปรุงโดยการจัดกิจกรรมที่มีความท้าทายมากขึ้น เพื่อส่งเสริมศักยภาพของนักเรียนแต่ละกลุ่มได้อย่างเต็มที่ ในด้านวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แม้จะมีความเหมาะสมดี แต่ควรเขียนแยกกิจกรรมขั้นสอนสำหรับเด็กแต่ละกลุ่มออกจากกันอย่างชัดเจน เพื่อให้ผู้ใช้โปรแกรมสามารถนำไปใช้ได้สะดวกและตรงตามความต้องการของนักเรียนแต่ละกลุ่ม สื่อการเรียนรู้ที่ใช้มีความหลากหลายและเหมาะสมกับกิจกรรม ซึ่งเป็นจุดแข็งของโปรแกรม ส่วนวิธีการวัดและประเมินผลก็มีความเหมาะสมและสอดคล้องกันทั้งในช่วงก่อน ระหว่าง และหลังการเรียนรู้ สามารถใช้ประเมินความก้าวหน้าของนักเรียนได้อย่างแท้จริง สุดท้าย แม้รายละเอียดของโปรแกรมจะครบถ้วนและอ่านเข้าใจง่าย แต่ควรปรับปรุงขนาดตัวหนังสือในบางส่วนของโปรแกรมที่เล็กกว่าปกติ โดยเฉพาะข้อความในตาราง เพื่อความสะดวกในการอ่านและนำไปใช้ โดยสรุป หากมีการปรับปรุงในประเด็นที่กล่าวมาแล้วนี้ จะช่วยให้โปรแกรมมีความสมบูรณ์และสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ระยะที่ 3 ผลการทดลองใช้และปรับปรุงโปรแกรมการช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

3.1 ผลการวิเคราะห์หาค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness index : E.I.) โปรแกรมการช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 โดยใช้คะแนนรวมของกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด

ตาราง 24 ผลการศึกษาประสิทธิผลของโปรแกรมการช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 (N=10)

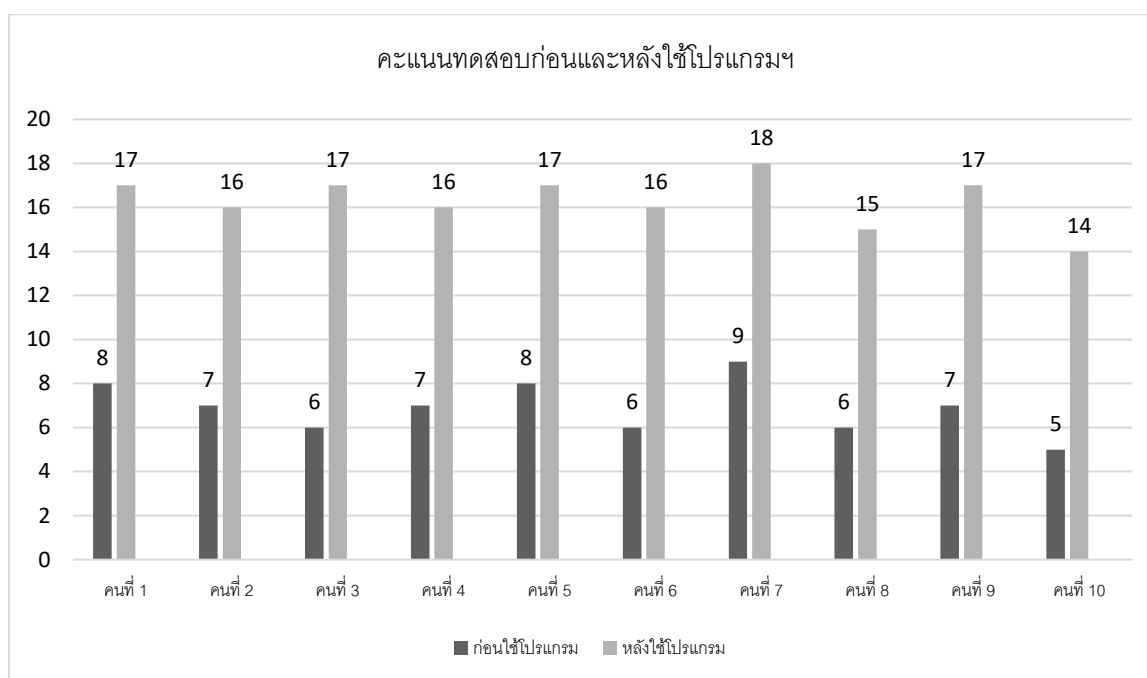
จำนวน นักเรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนรวม การทดสอบ ก่อนการ เรียนรู้	คะแนนรวม การทดสอบ หลังการเรียนรู้	ความ ก้าวหน้า	ร้อยละของ ความก้าวหน้า	ค่าดัชนี ประสิทธิผล (E.I.)
10	20	69	163	94	+47.00	0.72

จากตาราง 24 พบว่า หลังจากเข้าโปรแกรมการช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 แล้ว นักเรียนมีคะแนนก่อนเรียน เท่ากับ 69 คะแนน คะแนนหลังเรียน เท่ากับ 163 คะแนน คิดเป็นร้อยละของความก้าวหน้า +47.00 ค่าดัชนีประสิทธิผลของโปรแกรมการช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 เท่ากับ 0.72 ซึ่งอยู่ในระดับดี (Glaser, 1963) หมายความว่าโปรแกรมหรือกิจกรรมที่นำมาใช้สามารถช่วยให้ผู้เรียน พัฒนาผลสัมฤทธิ์ได้ร้อยละ 72 ของระดับความเป็นไปได้สูงสุดที่ผู้เรียนจะพัฒนาได้ สามารถนำเสนอรายละเอียดของคะแนนทดสอบก่อนและหลังเข้าโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 25 ผลคะแนนทดสอบก่อนและหลังเข้าโปรแกรมการช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 (N=10)

นักเรียน คนที่	ผลคะแนนสอบ ก่อนเข้า โปรแกรม (20 คะแนน)		ผลคะแนนสอบ หลังเข้า โปรแกรม (20 คะแนน)		คะแนน ความก้าวหน้า	ร้อยละของ คะแนน ความก้าวหน้า
	คะแนนที่ได้	คิดเป็นร้อยละ	คะแนนที่ได้	คิดเป็นร้อยละ		
1	8	40	17	85	9	45
2	7	35	16	80	9	45
3	6	30	17	85	11	55
4	7	35	16	80	9	45
5	8	40	17	85	9	45
6	6	30	16	80	10	50
7	9	45	18	90	9	45
8	6	30	15	75	9	45
9	7	35	17	85	10	50
10	5	25	14	70	9	45

จากตาราง 25 แสดงคะแนนทดสอบความรู้ เรื่อง จำนวนและตัวเลข ก่อนและหลังใช้โปรแกรมการช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 จำนวน 10 คน พบว่า นักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ทุกคนมีคะแนนทดสอบความรู้ เรื่อง จำนวนและตัวเลข หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน



ภาพประกอบ 11 แผนภูมิแท่งแสดงคะแนนทดสอบก่อนและหลังเข้าร่วมโปรแกรมการช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

จากตารางที่ 25 และภาพประกอบ 12 สามารถสรุปได้ว่า นักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 10 คน มีความรู้ความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลขสามารถทำแบบทดสอบความรู้ เรื่อง จำนวนและตัวเลข ได้คะแนนสูงขึ้นกว่าก่อนเข้ารับโปรแกรมฯ ซึ่งสามารถอธิบายพัฒนาการรายบุคคลได้ดังต่อไปนี้

นักเรียนคนที่ 1 มีคะแนนก่อนเข้าโปรแกรม 8 คะแนน (ร้อยละ 40) และหลังเข้าโปรแกรมเพิ่มขึ้นเป็น 17 คะแนน (ร้อยละ 85) ซึ่งเพิ่มขึ้นถึง 9 คะแนน หรือ ร้อยละ 45 แสดงให้เห็นถึงพัฒนาการที่โดดเด่น โดยนักเรียนคนนี้นักให้ความสนใจกับสิ่งอื่นอยู่เสมอระหว่างเรียน อย่างไรก็ตาม โปรแกรมที่ออกแบบให้มีกิจกรรมสั้นๆ สลับกับการเคลื่อนไหวร่างกายช่วยให้นักเรียนสามารถจดจ่อกับกิจกรรมได้นานขึ้น โดยเฉพาะการนับจำนวนวัตถุที่จับต้องได้ ทำให้เกิดความเข้าใจที่ดีและคะแนนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

นักเรียนคนที่ 2 มีคะแนนก่อนเข้าโปรแกรม 7 คะแนน (ร้อยละ 35) และเพิ่มเป็น 16 คะแนน (ร้อยละ 80) หลังเข้าร่วมโปรแกรม ซึ่งเพิ่มขึ้น 9 คะแนน หรือ ร้อยละ 45 สะท้อนถึงการพัฒนาความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาที่มีมากขึ้น แม้ว่านักเรียนมักจะสับสนในตัวเลขที่มี

ลักษณะคล้ายกัน แต่เมื่อได้ใช้สื่อการเรียนรู้และเรียนรู้อย่างขั้นตอนผ่านเกมการศึกษา ทำให้นักเรียนสามารถจดจำละแยกแยะตัวเลขได้ดีขึ้นในช่วงท้ายของโปรแกรม

นักเรียนคนที่ 3 มีคะแนนก่อนโปรแกรม 6 คะแนน (ร้อยละ 30) และหลังโปรแกรมเพิ่มขึ้นเป็น 17 คะแนน (ร้อยละ 85) ซึ่งเพิ่มขึ้นสูงสุดในกลุ่มถึง 11 คะแนน หรือ ร้อยละ 55 สังเกตได้ว่านักเรียนชอบทำงานตามรูปแบบซ้ำๆ โปรแกรมที่ใช้ตารางฝึกซ้ำแบบมีโครงสร้างชัดเจน จึงช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ได้เร็ว ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงอย่างมีนัยสำคัญ

นักเรียนคนที่ 4 คะแนนก่อนโปรแกรม 7 คะแนน (ร้อยละ 35) และหลังโปรแกรม 16 คะแนน (ร้อยละ 80) เพิ่มขึ้น 9 คะแนน หรือ ร้อยละ 45 ผู้วิจัยสังเกตว่านักเรียนมีความเข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรมได้น้อย โดยในช่วงแรกนักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงตัวเลขกับจำนวนของจริงได้ แต่หลังจากใช้กิจกรรมที่ได้ลงมือปฏิบัติประกอบกับแบบฝึกหัดที่มีรูปภาพเป็นส่วนใหญ่ พบว่านักเรียนสามารถจับคู่จำนวนกับสัญลักษณ์ได้แม่นยำขึ้น ส่งผลให้ความเข้าใจในเรื่องจำนวนและตัวเลขดีขึ้นตามลำดับ

นักเรียนคนที่ 5 มีคะแนนก่อนโปรแกรม 8 คะแนน (ร้อยละ 40) และหลังโปรแกรม 17 คะแนน (ร้อยละ 85) เพิ่มขึ้น 9 คะแนน หรือ ร้อยละ 45 ซึ่งนักเรียนคนนี้ สามารถเรียนรู้ได้แต่ต้องเป็นลักษณะของกิจกรรมหรือเกมที่ได้เคลื่อนไหวถึงจะให้ความสนใจมากเป็นพิเศษ แต่เมื่อให้ทำแบบฝึกหัดมักจะทำช้าและขาดความตั้งใจ ผู้วิจัยต้องแบ่งงานย่อยเป็นช่วงๆ ควบคู่กับการเสริมแรงเชิงบวก ถึงช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนคนที่ 6 คะแนนก่อนโปรแกรม 6 คะแนน (ร้อยละ 30) และหลังโปรแกรม 16 คะแนน (ร้อยละ 80) เพิ่มขึ้น 10 คะแนน หรือ ร้อยละ 50 นักเรียนมีพฤติกรรมที่แสดงถึงความยากลำบากในการเข้าใจและจัดการค่าของจำนวนในเวลาเดียวกัน โดยโปรแกรมเน้นการฝึกคิดอย่างเป็นขั้นตอนและใช้สื่อภาพประกอบช่วยให้นักเรียนสามารถจัดการข้อมูลและเปรียบเทียบค่าของจำนวนได้ดีขึ้น ส่งผลให้คะแนนเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน

นักเรียนคนที่ 7 มีคะแนนก่อนโปรแกรม 9 คะแนน (ร้อยละ 45) และหลังโปรแกรม 18 คะแนน (ร้อยละ 90) เพิ่มขึ้น 9 คะแนน หรือ ร้อยละ 45 นักเรียนมักลังเลตอบคำถาม แม้จะรู้คำตอบ หลังได้รับคำปรึกษาและบรรยากาศการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความมั่นใจ และเมื่อผ่านการเรียนรู้หลายกิจกรรมทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องจำนวนและตัวเลขมากขึ้น ช่วยให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็นและตอบคำถามในชั้นเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมาก ส่งผลให้คะแนนเพิ่มขึ้น

นักเรียนคนที่ 8 มีคะแนนก่อนโปรแกรม 6 คะแนน (ร้อยละ 30) และหลังโปรแกรม 15 คะแนน (ร้อยละ 75) เพิ่มขึ้น 9 คะแนน หรือ ร้อยละ 45 นักเรียนมักสับสนหรือลังเลเกี่ยวกับตัวเลขและค่าของจำนวน ซึ่งในโปรแกรมมีกิจกรรมจับคู่ตัวเลขกับภาพวัตถุจริง และการนับจำนวนช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงตัวเลขกับปริมาณได้ดีขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ กิจกรรมเหล่านี้ส่งเสริมความเข้าใจในเรื่องค่าของจำนวนและการเปรียบเทียบมากกว่าน้อยกว่าในช่วง 1 ถึง 10 ทำให้คะแนนเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน

นักเรียนคนที่ 9 มีคะแนนก่อนโปรแกรม 7 คะแนน (ร้อยละ 35) และหลังโปรแกรม 17 คะแนน (ร้อยละ 85) เพิ่มขึ้น 10 คะแนน หรือ ร้อยละ 50 นักเรียนมักสับสนค่าของจำนวนบางตัว การใช้แบบฝึกที่เน้นสีและการวาดรูปประกอบช่วยลดข้อผิดพลาดได้มาก ส่งผลให้ความถูกต้องในการเปรียบเทียบและเรียงลำดับตัวเลขเพิ่มขึ้นและคะแนนสูงขึ้นตามลำดับ

นักเรียนคนที่ 10 มีคะแนนก่อนเข้าโปรแกรม 5 คะแนน (ร้อยละ 25) และหลังโปรแกรมเพิ่มเป็น 14 คะแนน (ร้อยละ 70) เพิ่มขึ้น 9 คะแนน หรือ ร้อยละ 45 แม้จะเริ่มต้นด้วยคะแนนที่น้อย แต่หลังจากได้เรียนรู้ด้วยสื่อการเรียนรู้ที่เน้นภาพประกอบและคำอธิบายสั้น ๆ อย่างชัดเจน พบว่า นักเรียนสามารถเข้าใจค่าของจำนวนในช่วง 1 ถึง 10 ได้ดีขึ้น โดยใช้วิธีการเรียนรู้ผ่านการจับคู่ภาพวัตถุกับตัวเลข การนับจำนวนวัตถุจริง และการฝึกเปรียบเทียบจำนวนมากกว่าน้อยกว่าในรูปแบบที่เป็นรูปธรรม ซึ่งช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงตัวเลขกับปริมาณที่จับต้องได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ การใช้รูปภาพและกิจกรรมที่เน้นการปฏิสัมพันธ์ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมกับบทเรียนมากขึ้น ลดความสับสนและเพิ่มความมั่นใจในการจดจำและเรียงลำดับตัวเลข ส่งผลให้ความเข้าใจเรื่องค่าของจำนวนพัฒนาขึ้นอย่างชัดเจน

3.2 ผลการปรับปรุงโปรแกรมจากการวิเคราะห์ผลการสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสัมภาษณ์ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการทดลองใช้โปรแกรมการช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 จำนวนทั้งสิ้น 5 ท่าน ประกอบด้วย ผู้บริหารสถานศึกษา จำนวน 2 ท่าน ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน และ ครูผู้ดูแลนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน โดยข้อมูลจากการสัมภาษณ์ถูกนำมาวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ตามประเด็นคำถามที่กำหนดไว้ 6 ประเด็น ได้แก่ 1) ภาพรวมของโปรแกรมฯ 2) แผนการจัดการเรียนรู้ 3) สื่อการเรียนรู้ 4) การประเมินวัดผล 5) คู่มือการใช้โปรแกรมฯ และ 6) ประโยชน์ของโปรแกรมฯ

จากการสัมภาษณ์ สามารถสรุปผลการสัมภาษณ์ตามประเด็นคำถาม ได้ดังนี้

ประเด็นที่ 1 ภาพรวมของโปรแกรมฯ

ผู้อำนวยการโรงเรียน กล่าวว่า...“โปรแกรมมีองค์ประกอบที่ครอบคลุมเนื้อหา และตรงตามวัตถุประสงค์ โดยมีการจำแนกข้อบกพร่องของผู้เรียน เพื่อให้ให้นักเรียนสามารถเข้า โปรแกรมตามข้อบกพร่องที่พบ”

รองผู้อำนวยการโรงเรียน กล่าวว่า...“โปรแกรมถูกจัดเตรียมไว้อย่าง เหมาะสมกับการเรียนรู้ของนักเรียน”

ครูผู้สอน (1) กล่าวว่า...“การจัดเตรียมเนื้อหาที่ตรงกับปัญหาของ นักเรียนนั้นเป็นประโยชน์อย่างมาก”

ครูผู้สอน (2) กล่าวว่า...“โปรแกรมมีการจัดเตรียมเนื้อหาการสอนตาม ความบกพร่อง ทำให้สามารถสอนนักเรียนได้ตามโปรแกรม”

ครูผู้ดูแลนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ กล่าวว่า...“โปรแกรมมี ความเหมาะสมกับนักเรียนและสามารถแก้ไขปัญหานักเรียนได้ดี”

ผู้อำนวยการโรงเรียน กล่าวเสริมว่า...“เป็นโปรแกรมที่ดีมาก และนักเรียน มีความสนใจที่จะเข้าร่วมกิจกรรมในโปรแกรม”

ดังนั้น ในภาพรวมของของโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์ฯ จาก การสัมภาษณ์ สรุปได้ว่า ผู้ให้ข้อมูลทั้งห้าท่านมีความคิดเห็นสอดคล้องกันว่า โปรแกรมมี ความครบถ้วนทั้งด้านเนื้อหา กระบวนการจัดการเรียนรู้ และการตอบสนองต่อปัญหาของผู้เรียนได้ อย่างตรงจุด โดยสามารถกระตุ้นความสนใจของนักเรียนและนำไปใช้ในบริบทของโรงเรียนได้ อย่างเหมาะสม

ประเด็นที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้

ผู้อำนวยการโรงเรียน กล่าวว่า...“แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบ ครบถ้วนและเนื้อหาครอบคลุมตรงตามจุดประสงค์”

รองผู้อำนวยการโรงเรียน กล่าวว่า...“แผนการจัดการเรียนรู้ นั้นถูก จัดเตรียมไว้อย่างเหมาะสมดีมาก มีวิธีการสอนที่เป็นขั้นตอนเชื่อมโยงกัน และตอบสนองกับ ข้อจำกัดที่เด็กแต่ละคนมีแตกต่างกัน”

ครูผู้สอน (1) กล่าวว่า...“แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบครบถ้วน และเนื้อหาครอบคลุมตรงตามจุดประสงค์ และสามารถนำไปใช้สอนได้ตรงตามแผนที่วางไว้”

ครูผู้สอน (2) กล่าวว่า...“แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบครบถ้วน และเนื้อหาครอบคลุมตรงตามจุดประสงค์ และสามารถนำไปใช้สอนได้ตรงตามแผนที่วางไว้”

ครูผู้ดูแลนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ กล่าวว่า...“แผนการจัดการเรียนรู้ นั้นเหมาะสมกับนักเรียนดีมาก เพราะรองรับความบกพร่องของนักเรียนและช่วยแก้ไขได้อย่างตรงจุด”

ดังนั้น ในภาพรวมของแผนการจัดการเรียนรู้จากการสัมภาษณ์ สรุปได้ว่า ผู้ให้ข้อมูลทั้งห้าท่านมีความเห็นสอดคล้องกันว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม ครบถ้วน และสามารถใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะกลุ่มนักเรียนที่มีข้อจำกัดทางการเรียนรู้

ประเด็นที่ 3 สื่อการเรียนรู้

ผู้อำนวยการโรงเรียน กล่าวว่า...“สื่อการเรียนรู้ที่จัดเตรียมไว้มีความเหมาะสม และน่าสนใจสำหรับนักเรียน หากมีสื่อที่หลากหลายรูปแบบมากขึ้น จะสามารถดึงดูดความสนใจ และส่งเสริมความเข้าใจของนักเรียนได้ดียิ่งขึ้น”

รองผู้อำนวยการโรงเรียน กล่าวว่า...“สื่อการเรียนรู้มีความสร้างสรรค์และมีระบบการใช้งานที่ดี ใช้สอนเป็นขั้นตอนจากรูปธรรมไปสู่นามธรรม ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น”

ครูผู้สอน (1) กล่าวว่า...“นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้จากสื่อที่จัดเตรียมไว้ได้จริง และให้ความสนใจอย่างมาก”

ครูผู้สอน (2) กล่าวว่า...“สื่อการเรียนรู้ นั้นเหมาะสมและช่วยให้เข้าใจง่าย แต่ควรปรับปรุงวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ทำสื่อให้มีความคงทนมากขึ้น เพราะน่าจะนำไปใช้สอนในเรื่องอื่นๆ ที่เกี่ยวกับตัวเลขและจำนวนได้อีก”

ครูผู้ดูแลนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ กล่าวว่า...“สื่อการเรียนรู้ นั้นสร้างความสนใจให้กับนักเรียนได้ดี จึงช่วยทำให้พวกเขาตั้งใจเรียน และเข้าร่วมกิจกรรมด้วยความสมัครใจ”

ดังนั้น ในภาพรวมของสื่อการเรียนรู้จากการสัมภาษณ์ สรุปได้ว่า สื่อการเรียนรู้ที่จัดเตรียมไว้มีความเหมาะสม น่าสนใจ และเอื้อต่อการเรียนรู้ของนักเรียน โดยเฉพาะการพัฒนาความเข้าใจในเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ แม้จะมีข้อเสนอแนะให้ปรับปรุงในด้านวัสดุอุปกรณ์เพื่อความคงทน แต่โดยรวมแล้วสื่อสามารถกระตุ้นความสนใจและส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ประเด็นที่ 4 การประเมินวัดผล

ผู้อำนวยการโรงเรียน กล่าวว่า...“การประเมินผลและการแสดงผลการตัดสินการเรียนรู้ในแต่ละหัวข้อดำเนินการได้ดี มีความเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา และเหมาะสมกับนักเรียน”

รองผู้อำนวยการโรงเรียน กล่าวว่า...“การประเมินผลมีความครอบคลุม และเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้ รวมทั้งเนื้อหาที่จัดไว้ และเหมาะสมกับผู้เรียน”

ครูผู้สอน (1) กล่าวว่า...“วิธีการวัดและประเมินผลเหมาะสมกับนักเรียน และมีความหลากหลายในรูปแบบของการประเมินย่อย ช่วยให้นักเรียนไม่รู้สึกกดดันจากการทำแบบทดสอบเพียงอย่างเดียว”

ครูผู้สอน (2) กล่าวว่า...“เสนอแนะให้เพิ่มแบบฝึกหัดที่ใช้เป็นการบ้าน เพื่อประเมินว่านักเรียนสามารถทำได้แม้ไม่มีครูช่วยชี้แนะ”

ครูผู้ดูแลนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ กล่าวว่า...“การวัดผลมีความเหมาะสม โดยเฉพาะการใช้แบบฝึกหัดที่มีรูปภาพสวยงาม และจำนวนข้อไม่มากจนเกินไป ซึ่งช่วยให้นักเรียนตั้งใจทำ และไม่รู้สึกลัวแบบฝึกหัดนั้นยากเกินไป”

ดังนั้น ในภาพรวมของการประเมินวัดผลจากการสัมภาษณ์ สรุปได้ว่าการประเมินมีความครอบคลุมและเหมาะสมกับเนื้อหา จุดประสงค์ และลักษณะของผู้เรียน โดยใช้วิธีหลากหลายที่ลดความกดดันของนักเรียน ทั้งยังมีข้อเสนอแนะเชิงสร้างสรรค์ในการเพิ่มเติมเครื่องมือประเมินที่เหมาะสมกับบริบทของผู้เรียนมากยิ่งขึ้น

ประเด็นที่ 5 คู่มือการใช้โปรแกรมฯ

ผู้อำนวยการโรงเรียน กล่าวว่า...“คู่มือที่จัดเตรียมไว้นั้นมีความชัดเจน และอธิบายการใช้งานโปรแกรมได้อย่างเข้าใจง่าย”

รองผู้อำนวยการโรงเรียน กล่าวว่า...“คู่มือทำให้สะดวกต่อการใช้งาน และหากมีรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ เช่น วิดีโอสาธิตประกอบด้วย จะยิ่งช่วยให้ใช้งานได้ดีขึ้น”

ครูผู้สอน (1) กล่าวว่า...“คู่มือช่วยให้ผู้ที่จะนำโปรแกรมไปใช้มีความสะดวกมากยิ่งขึ้น”

ครูผู้สอน (2) กล่าวว่า...“คู่มือมีรายละเอียดพร้อมสำหรับการนำไปใช้งานจริง และจากการทดลองใช้ พบว่าเป็นประโยชน์และเป็นแนวทางในการปฏิบัติได้จริง”

ครูผู้ดูแลนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ กล่าวว่า...“รูปเล่มของคู่มือมีความสวยงาม ได้อ่านคู่มือแล้วและคิดว่าสามารถนำไปใช้ได้จริง”

ดังนั้น ในภาพรวมของคู่มือการใช้โปรแกรมฯ จากการสัมภาษณ์ สรุปได้ว่า คู่มือที่จัดเตรียมไว้มีความเหมาะสม ครอบคลุม และสามารถนำไปใช้งานได้จริง โดยช่วยให้ผู้ใช้โปรแกรมสามารถเข้าใจวิธีการใช้ได้อย่างสะดวกและมั่นใจ ทั้งยังมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมให้พัฒนา รูปแบบเป็นสื่ออิเล็กทรอนิกส์เพื่อเสริมประสิทธิภาพการใช้งานในอนาคต

ประเด็นที่ 6 ประโยชน์ของโปรแกรมฯ

ผู้อำนวยการโรงเรียน กล่าวว่า...“โปรแกรมนี้เป็นประโยชน์ และสามารถใช้เป็นโปรแกรมต้นแบบสำหรับผู้สนใจได้”

รองผู้อำนวยการโรงเรียน กล่าวว่า...“เป็นโปรแกรมที่ดีมาก และสามารถเป็นต้นแบบได้เช่นกัน”

ครูผู้สอน (1) กล่าวว่า...“โปรแกรมเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน กลุ่มเป้าหมาย และอาจนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มอื่นได้”

ครูผู้สอน (2) กล่าวว่า...“โปรแกรมนี้สามารถใช้ช่วยนักเรียนที่มีปัญหาในการเรียนได้อย่างตรงจุด และมีแนวโน้มว่าอาจใช้ได้กับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำทั่วไป”

ครูผู้ดูแลนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ กล่าวว่า...“โปรแกรมนี้เป็นประโยชน์ต่อนักเรียนที่ได้รับการเข้าร่วมโปรแกรมตามข้อบกพร่องของตนเอง ซึ่งแตกต่างจากการเรียนทั่วไปที่อาจไม่ได้ตอบสนองความต้องการจำเป็นของนักเรียนแต่ละคน”

ดังนั้น ในภาพรวมของประโยชน์ของโปรแกรมฯ จากการสัมภาษณ์ สรุปได้ว่า โปรแกรมการช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์มีคุณค่าต่อนักเรียนและครูผู้ใช้งาน สามารถตอบสนองความต้องการจำเป็นของผู้เรียนแต่ละคนได้อย่างตรงจุด และมีศักยภาพในการขยายผลเป็นต้นแบบสำหรับพัฒนาเครื่องมือหรือแนวทางในระดับที่กว้างขึ้นในอนาคต

จากการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้ให้ข้อมูลสำคัญ 5 ราย ได้แก่ ผู้อำนวยการโรงเรียน รองผู้อำนวยการโรงเรียน ครูผู้สอนจำนวน 2 คน และครูผู้ดูแลนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า ผู้ให้ข้อมูลมีมุมมองที่สอดคล้องกันเกี่ยวกับความเหมาะสมของโปรแกรมการช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์ในหลากหลายประเด็น โดยสามารถสรุปภาพรวมได้ว่า โปรแกรมดังกล่าวได้รับการยอมรับว่าเป็นเครื่องมือที่มีความครอบคลุมและตอบสนองต่อความต้องการที่หลากหลายของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในด้านภาพรวมของโปรแกรม ผู้ให้ข้อมูลเห็นว่าโปรแกรมมีองค์ประกอบที่เหมาะสม เนื้อหาตรงตามวัตถุประสงค์ และสามารถจำแนกข้อบกพร่องของผู้เรียนได้อย่างชัดเจน ช่วยให้สามารถวางแผนการช่วยเหลือได้ตรงจุด ขณะที่แผนการจัดการเรียนรู้ได้รับ

ความเห็นว่าเป็นแผนที่มีโครงสร้างชัดเจน เชื่อมโยงเป็นลำดับขั้น และสอดคล้องกับสภาพจริงของผู้เรียน โดยครูสามารถนำไปใช้ในการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในส่วนของสื่อการเรียนรู้ ผู้ให้ข้อมูลส่วนใหญ่เห็นว่าสื่อมีความน่าสนใจ เหมาะสมกับระดับของผู้เรียน และช่วยกระตุ้นให้เกิดการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ นอกจากนี้ยังมีข้อเสนอแนะในเรื่องการปรับปรุงความหลากหลายของสื่อและความคงทนของวัสดุเพื่อให้สามารถใช้งานได้ยาวนานยิ่งขึ้น ด้านการประเมินผล พบว่าแบบประเมินที่ใช้มีความเหมาะสมกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ มีความยืดหยุ่น ไม่ก่อให้เกิดความกดดัน และสามารถสะท้อนพัฒนาการของผู้เรียนได้อย่างแท้จริง คู่มือการใช้โปรแกรมก็เป็นอีกองค์ประกอบหนึ่งที่ได้รับความชื่นชมว่าอธิบายรายละเอียดได้อย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย สามารถใช้เป็นแนวทางในการใช้งานจริงได้เป็นอย่างดี ทั้งยังมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการพัฒนาเป็นสื่ออิเล็กทรอนิกส์เพื่อเพิ่มความสะดวกในการเข้าถึง สุดท้าย ในประเด็นของประโยชน์ที่ได้รับจากโปรแกรม ผู้ให้ข้อมูลทุกฝ่ายต่างเห็นพ้องว่า โปรแกรมนี้มีศักยภาพในการช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างตรงจุด ทั้งยังสามารถขยายผลสู่การใช้งานกับนักเรียนกลุ่มอื่นที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำได้อีกด้วย และอาจพัฒนาให้เป็นโปรแกรมต้นแบบที่ใช้ในวงกว้างได้ต่อไป กล่าวโดยสรุป โปรแกรมการช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นนี้ได้รับการประเมินจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้องว่าเป็นเครื่องมือที่มีความเหมาะสม ครอบคลุม และสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพในทุกองค์ประกอบ

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากผลการตรวจสอบคุณภาพร่างโปรแกรมฯ ผลวิเคราะห์ข้อมูลการสนทนากลุ่มจากผู้เชี่ยวชาญ และผลสัมภาษณ์จากผู้เกี่ยวข้องในการใช้โปรแกรมฯ มาปรับปรุงโปรแกรมฯ ตามข้อเสนอแนะที่ได้รับ จนได้โปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ที่มีความสมบูรณ์ดังภาพประกอบ 13



ภาพประกอบ 12 โปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

จากภาพประกอบที่ 13 แสดงจุดมุ่งหมายของโปรแกรมและองค์ประกอบของโปรแกรม ซึ่งประกอบด้วยวัตถุประสงค์ ผู้เข้าร่วมโปรแกรม เนื้อหา วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การใช้สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และ คู่มือการใช้โปรแกรม ซึ่งจัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางให้ครูหรือผู้ดูแลสามารถนำไปใช้ได้ถูกต้องและมีประสิทธิภาพ ในขั้นตอนการดำเนินงานของโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ซึ่งออกแบบมาเพื่อช่วยนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ให้สามารถพัฒนาความสามารถด้านการคิดคำนวณและความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนและตัวเลขได้อย่างเป็นระบบ ได้แบ่งขั้นตอนการดำเนินงานออกเป็น 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ ขั้นตอนคัดเลือกนักเรียน ขั้นการเรียนรู้ และขั้นการประเมินผล โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ขั้นตอนคัดเลือกนักเรียน

ขั้นตอนแรกคือการคัดเลือกนักเรียนเป้าหมายเข้าสู่โปรแกรม โดยดำเนินการ 2 รอบ ได้แก่ (1) รอบคัดกรอง ใช้เกณฑ์เบื้องต้นในการพิจารณาว่านักเรียนเหมาะสมที่จะเข้าร่วมโปรแกรมหรือไม่ โดยนักเรียนต้องมีระดับสติปัญญา (IQ) ตั้งแต่ 90 ขึ้นไป และผ่านแบบทดสอบความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ โดยต้องได้คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 50 จึงจะถือว่าเข้าหลักเกณฑ์ว่าเป็นนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ (2) รอบจัดกลุ่ม สำหรับนักเรียนที่ผ่านรอบคัดกรอง จะเข้าสู่การประเมินเพิ่มเติมเพื่อค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์ผลการทดสอบร่วมกับการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ แล้วจัดนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่มีปัญหาเรื่องการรู้ค่าจำนวน และกลุ่มที่มีปัญหาเรื่องการจำตัวเลข เพื่อใช้ในการวางแผนการเรียนรู้ที่เหมาะสมในลำดับถัดไป

2. ขั้นการเรียนรู้

หลังจากจัดกลุ่มแล้ว นักเรียนจะเข้าสู่กระบวนการเรียนรู้ซึ่งมีการวัดผลก่อนเรียน (Pre-test) เพื่อประเมินระดับความรู้เบื้องต้น จากนั้นจึงเริ่มกิจกรรมการเรียนรู้ที่ออกแบบตามหลักการของการสอนตรง (Direct Instruction) ร่วมกับเทคนิค CPA (Concrete-Pictorial-Abstract) และ Touch Math ซึ่งเป็นวิธีการสอนที่เน้นความเข้าใจผ่านประสบการณ์ตรงอย่างเป็นลำดับ โดยมีหัวข้อการเรียนรู้รวมทั้งหมด 10 หัวข้อย่อย ครอบคลุมเนื้อหาเรื่องจำนวนและตัวเลขตั้งแต่ 1-10 และ 0 ได้แก่ ค่าของจำนวนและตัวเลข การเปรียบเทียบ การเรียงลำดับ โดยกิจกรรมทั้งหมดได้รับการออกแบบให้เหมาะสมกับระดับพัฒนาการของนักเรียน มีการใช้สื่อประกอบการเรียนรู้และแบบฝึกหัดเพื่อเสริมสร้างความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง หลังจากสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ จะมีการทดสอบหลังเรียน (Post-test) เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ที่เกิดขึ้น

3. ขั้นตอนการประเมินผล

ในขั้นสุดท้ายจะวิเคราะห์ผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าและประสิทธิภาพของโปรแกรม โดยพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงของคะแนน การมีส่วนร่วม และพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน พร้อมทั้งสรุปผลรายบุคคล จากนั้นจัดทำรายงานเสนอแก่ผู้ปกครองและโรงเรียน เพื่อให้ประกอบการวางแผนการพัฒนานักเรียนต่อไป สำหรับนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์หลังการเรียนรู้อาจพิจารณาให้การส่งเสริมเพิ่มเติม ส่วนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ถือว่าจบโปรแกรม และสามารถพัฒนาต่อไปในระดับชั้นถัดไปได้



บทที่ 5

สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 เป็นงานวิจัยประเภทการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) มีรายละเอียดเกี่ยวกับความมุ่งหมาย วิธีการดำเนินการวิจัย สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ โดยสรุปสาระสำคัญ ดังนี้

ความมุ่งหมายของงานวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 มีความมุ่งหมายย่อย ดังนี้

1. เพื่อสำรวจข้อบกพร่องด้านการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3
2. เพื่อสร้างโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3
3. เพื่อทดลองใช้และปรับปรุงโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยนี้ มี 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 สำรวจข้อบกพร่องด้านการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร

การดำเนินการวิจัย ในระยะนี้ แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 คัดกรองนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 - 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 90 คน จาก 14 โรงเรียน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

1. แบบวัดระดับความสามารถทางสติปัญญา Standard Progressive Matrices (Parallel Version) หรือ SPM

2. แบบทดสอบความรู้พื้นฐาน เรื่อง จำนวนและตัวเลข ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยติดต่อประสานงานโรงเรียนกลุ่มเป้าหมาย เพื่อขอข้อมูลจำนวนนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 และนัดหมายชี้แจงรายละเอียดกับครู ผู้ปกครอง และนักเรียน แล้วจึงเก็บข้อมูลด้วยการวัดระดับความสามารถทางสติปัญญาและทดสอบความรู้พื้นฐานเรื่องจำนวนและตัวเลข

การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ค่าสถิติพื้นฐาน

ขั้นตอนที่ 2 สร้างแบบทดสอบเพื่อค้นหาข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบเพื่อค้นหาข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยติดต่อประสานงานโรงเรียนกลุ่มเป้าหมาย เพื่อเข้าเก็บข้อมูลกับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2567 โดยทำการทดสอบนักเรียนตามกำหนดการที่นัดหมายไว้

การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้ค่าสถิติพื้นฐาน ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น

ระยะที่ 2 สร้างโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

การดำเนินการวิจัยในระยะนี้ แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 ร่างโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพร่างโปรแกรมฯ และ
คู่มือการใช้โปรแกรมฯ ซึ่งประกอบด้วย ผู้ที่มีความเชี่ยวชาญและประสบการณ์ จำนวน 5 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบประเมินคุณภาพร่างโปรแกรม
ช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 1-3

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยติดต่อประสานงานผู้เชี่ยวชาญ และ
ดำเนินการให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพร่างโปรแกรมฯ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และ
สรุปผลจากการพิจารณาร่างโปรแกรมฯ

การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล ใช้สถิติพื้นฐาน ค่าเฉลี่ย ความถี่
ร้อยละ

ขั้นตอนที่ 2 ประเมินคุณภาพร่างโปรแกรมโดยการสนทนากลุ่ม (Focus
group) กับผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบคุณภาพร่างโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับ
นักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

ผู้ให้ข้อมูล ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบบันทึกการสนทนากลุ่ม พิจารณาร่าง
โปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 1-3

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยติดต่อประสานงานเชิญผู้เชี่ยวชาญเข้า
ร่วมการสนทนากลุ่มในรูปแบบออนไลน์ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสนทนา

การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis)
จากผลการสนทนากลุ่ม (Focus Group)

ระยะที่ 3 ทดลองใช้และปรับปรุงโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียน
ที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

การดำเนินการวิจัย ในระยะนี้ แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 ทดลองใช้โปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มี
ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 1-3 จำนวน 10 คน โดยใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย โปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 และแบบทดสอบความรู้ เรื่อง จำนวนและตัวเลข

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยติดต่อประสานงานกับโรงเรียนเป้าหมาย และดำเนินการทดลองใช้โปรแกรมฯ กับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย ในช่วงเดือนมีนาคม พ.ศ.2568

การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้สถิติพื้นฐาน ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness index : E.I.)

ขั้นตอนที่ 2 ปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

ผู้ให้ข้อมูล ได้แก่ ผู้บริหารโรงเรียน ครูที่สอนหรือรับผิดชอบดูแลนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ และครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 โรงเรียนวัดประยูรวงศาวาส จำนวน 5 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบบันทึกการสัมภาษณ์เกี่ยวกับโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยติดต่อประสานงานผู้ให้ข้อมูล เพื่อขออนุญาตในการเข้าสัมภาษณ์ ในวันจันทร์ที่ 1 เมษายน 2568 เวลา 08.30 - 12.00 น. ณ โรงเรียนวัดประยูรวงศาวาส

การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล ใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) จากผลการสัมภาษณ์

สรุปผลการวิจัย

ระยะที่ 1 สัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างของนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร

ผลการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข ของนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

1. ผลการทำแบบทดสอบเพื่อค้นหาข้อบกพร่องของนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขต

พื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร ในปีการศึกษา 2567 จำนวน 90 คน พบว่า นักเรียนจำนวน 52 คน (ร้อยละ 57.78) มีข้อบกพร่องด้านการจำตัวเลขได้แต่ไม่รู้ค่าจำนวน และนักเรียนจำนวน 38 คน (ร้อยละ 42.22) มีข้อบกพร่องด้านการรู้ค่าจำนวนแต่จำตัวเลขไม่ได้ โดยไม่มีนักเรียนคนใด ที่มีข้อบกพร่องรวมทั้งสองด้าน

2. ผลการวิเคราะห์ลักษณะของข้อบกพร่องการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวน และตัวเลข แสดงรายละเอียดของความบกพร่อง ดังนี้

2.1 การจำตัวเลขได้แต่ไม่รู้ค่าจำนวน จากผลการวิจัย พบลักษณะของ นักเรียนที่แสดงถึงความบกพร่องทางคณิตศาสตร์ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ในเรื่อง “ค่าของตัวเลข” หรือ “ค่าของจำนวน” กล่าวคือ แม้นักเรียนจะสามารถจดจำและอ่าน ตัวเลขได้อย่างถูกต้อง เช่น การระบุหรืออ่านเลข 1, 2, 3 ได้อย่างไม่มีปัญหา แต่กลับไม่เข้าใจ ความหมายของตัวเลขว่าแต่ละตัวแทน “จำนวน” เท่าใด ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญของความเข้าใจด้าน คณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา

ตัวอย่างของพฤติกรรมที่แสดงถึงความบกพร่องนี้ ได้แก่ เมื่อนักเรียน ได้รับโจทย์ให้วาดภาพสิ่งของตามจำนวนที่กำหนด เช่น เมื่อเห็นเลข 4 แล้วถูกขอให้วาดภาพ สิ่งของจำนวน 4 ชิ้น นักเรียนกลับไม่สามารถวาดได้ตรงตามจำนวน หรือวาดผิด เช่น วาดน้อยหรือ มากกว่านั้น นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนไม่สามารถจับคู่ตัวเลขกับจำนวนวัตถุได้ เช่น เมื่อเห็นเลข 5 แล้วเลือกภาพที่มีสิ่งของจำนวนไม่ใช่ 5 ชิ้น หรือเลือกแบบสุ่มโดยไม่สัมพันธ์กับจำนวนจริง อีก ลักษณะที่พบคือ นักเรียนไม่สามารถเปรียบเทียบจำนวนได้อย่างถูกต้อง เช่น ไม่สามารถบอกได้ว่า เลข 8 มากกว่าเลข 5 หรือเลข 3 น้อยกว่าเลข 6 รวมทั้งเมื่อต้องทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับการ เปรียบเทียบหรือเรียงลำดับจำนวน นักเรียนมักตอบผิด ไม่สามารถเรียงจากน้อยไปมากหรือ มากไปน้อยได้อย่างถูกต้อง ลักษณะเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าปัญหาหลักไม่ได้อยู่ที่การรู้จักตัวเลขในเชิงสัญลักษณ์ แต่เป็นปัญหาในด้าน “ความเข้าใจเชิงปริมาณ” หรือ “ความหมายของจำนวน” ซึ่งเป็นแก่นสำคัญของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในช่วงขั้นต้น ความบกพร่องนี้หากไม่ได้รับการแก้ไข จะส่งผลต่อการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้น โดยเฉพาะในเรื่องของการบวก ลบ การเปรียบเทียบ การนับ ถอยหลัง หรือการแก้โจทย์ปัญหาอย่างมีเหตุผล

2.2 การรู้ค่าจำนวนแต่จำตัวเลขไม่ได้ จากการวิเคราะห์ผลข้อมูล พบว่า นักเรียนบางคนมีลักษณะของความบกพร่องทางคณิตศาสตร์ที่จำเพาะ โดยสามารถเข้าใจ “ค่าของ จำนวน” ได้อย่างชัดเจน กล่าวคือ นักเรียนสามารถนับจำนวนสิ่งของที่เห็นได้อย่างถูกต้อง เช่น เมื่อ แสดงวัตถุจำนวน 5 ชิ้น นักเรียนสามารถนับได้ครบและตอบได้ว่า “ห้าชิ้น” ได้อย่างถูกต้อง

นอกจากนี้ยังมีความเข้าใจในเชิงเปรียบเทียบระหว่างจำนวน เช่น รู้ว่า 3 น้อยกว่า 5 และ 8 มากกว่า 6 แสดงถึงความสามารถในการวิเคราะห์ค่าของจำนวนอย่างมีเหตุผล

อย่างไรก็ตาม เมื่อนักเรียนต้องใช้ตัวเลขเพื่อสื่อความหมายเกี่ยวกับค่าจำนวนนั้น กลับพบข้อบกพร่องที่เด่นชัด เช่น ไม่สามารถเขียนตัวเลขได้ถูกต้องตามแบบมาตรฐาน มีความสับสนระหว่างรูปร่างของตัวเลข เช่น สลับระหว่างเลข 6 กับเลข 9 ซึ่งมีลักษณะทางรูปทรงใกล้เคียงกัน หรือเขียนตัวเลขกลับด้าน เช่น เขียนเลข 3 กลับหัว หรือเลข 7 แบบย้อนกลับ ซึ่งอาจเกิดจากความบกพร่องด้านการรับรู้เชิงมิติสัมพันธ์ (visual-spatial perception) หรือปัญหาทางด้านการประมวลผลสัญลักษณ์ (symbol processing) นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนบางรายไม่สามารถขีดบอกตัวเลขตามคำสั่งได้ถูกต้อง เช่น เมื่อครูชี้ตัวเลข 7 แล้วถามว่านี่คือตัวเลขอะไร เด็กกลับตอบผิด หรือเมื่อต้องจับคู่ตัวเลขกับสิ่งของที่มีจำนวนตรงกัน เช่น เห็นภาพของ 4 ชั่น แล้วให้เลือกตัวเลขที่แทนจำนวน กลับเลือกเลข 6 แทนเลข 4 แม้ว่าจะสามารถนับจำนวนได้ถูกต้องก่อนหน้านี้ก็ตาม แสดงว่านักเรียนสามารถคิดในเชิงปริมาณได้ดี แต่มีข้อจำกัดในการเชื่อมโยงค่าจำนวนนั้นเข้ากับ "สัญลักษณ์" ซึ่งคือตัวเลขอารบิกที่ใช้แทนค่า ซึ่งลักษณะดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า แม้เด็กนักเรียนจะไม่มีปัญหาในด้าน "การเข้าใจจำนวน" แต่มีปัญหาในด้าน "ความจำเกี่ยวกับสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์" โดยเฉพาะการรับรู้และจดจำรูปร่างของตัวเลข ตลอดจนการใช้ตัวเลขในการสื่อสารข้อมูลทางคณิตศาสตร์อย่างถูกต้อง

ระยะที่ 2 สร้างโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

ผลการสร้างโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 มีรายละเอียดดังนี้

1. สรุปผลการพิจารณาร่างโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ตามประเด็นคำถาม จากการทำแบบประเมินคุณภาพร่างโปรแกรม โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน พบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 มีความเหมาะสมในระดับมากถึงมากที่สุดในทุกประเด็น โดยมีรายละเอียดดังนี้ ประเด็นที่ 1 องค์ประกอบของโปรแกรม มีความเหมาะสมมากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 ประเด็นที่ 2 จุดมุ่งหมายของโปรแกรม มีความเหมาะสมมากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 ประเด็นที่ 3 ผู้เข้าร่วมโปรแกรม มีความเหมาะสมมากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 ประเด็นที่ 4 เนื้อหาในโปรแกรม มีความเหมาะสมมากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 ประเด็นที่ 5 วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (แผนการ

จัดการเรียนรู้) มีความเหมาะสมมากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 ประเด็นที่ 6 สื่อการเรียนรู้ มีความเหมาะสมมากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 ประเด็นที่ 7 วิธีการวัดและประเมินผล มีความเหมาะสมมากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 ประเด็นที่ 8 คู่มือการใช้โปรแกรม มีความเหมาะสมมากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 และค่าเฉลี่ยการประเมินร่างโปรแกรมฯ เท่ากับ 4.68

2. สรุปผลการพิจารณาร่างโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 จากการสนทนากลุ่ม โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 คน สรุปได้ว่า ประเด็นในการพิจารณา ได้แก่ องค์ประกอบของโปรแกรม จุดมุ่งหมายของโปรแกรม ผู้เข้าร่วมโปรแกรม เนื้อหาในโปรแกรม วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ วิธีการวัดและประเมินผล คู่มือการใช้โปรแกรม มีความเหมาะสมทุกประเด็น และผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม คือ ควรเพิ่มเติมการชี้แจงในจุดมุ่งหมายของโปรแกรมให้ชัดเจน โดยเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการวินิจฉัยข้อบกพร่องของนักเรียนก่อนการพัฒนา เพื่อให้ผู้ใช้โปรแกรมเข้าใจถึงกระบวนการและเป้าหมายของการดำเนินงานอย่างถูกต้อง ควรชี้แจงให้ชัดเจนในกรณีที่นักเรียนอยู่ต่างระดับชั้นกัน เพื่อสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องและป้องกันความสับสนในการนำโปรแกรมไปใช้จริง ควรจัดกิจกรรมที่มีความท้าทายมากขึ้นเพื่อส่งเสริมศักยภาพของนักเรียนแต่ละกลุ่มได้อย่างเต็มที่ ในด้านวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แม้จะมีความเหมาะสมดี แต่ควรเขียนแยกกิจกรรมชั้นสอนสำหรับเด็กแต่ละกลุ่มออกจากกันอย่างชัดเจน เพื่อให้ผู้ใช้โปรแกรมสามารถนำไปใช้ได้อย่างสะดวกและตรงตามความต้องการของนักเรียนแต่ละกลุ่ม สื่อการเรียนรู้ที่ใช้มีความหลากหลายและเหมาะสมกับกิจกรรม ซึ่งเป็นจุดแข็งของโปรแกรม ส่วนวิธีการวัดและประเมินผลก็มีความเหมาะสมและสอดคล้องกันทั้งในช่วงก่อน ระหว่าง และหลังการเรียนรู้ สามารถใช้ประเมินความก้าวหน้าของนักเรียนได้อย่างแท้จริง สุดท้าย แม้รายละเอียดของโปรแกรมจะครบถ้วนและอ่านเข้าใจง่าย แต่ควรปรับปรุงขนาดตัวหนังสือในบางส่วนของปกติดู โดยเฉพาะข้อความในตาราง เพื่อความสะดวกในการอ่านและนำไปใช้ โดยสรุป หากมีการปรับปรุงในประเด็นที่กล่าวมาแล้วนี้ จะช่วยให้โปรแกรมมีความสมบูรณ์และสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ระยะที่ 3 ทดลองใช้และปรับปรุงโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

ผลการทดลองใช้โปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 พบว่า หลังจากเข้ารับโปรแกรมนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวน

และตัวเลข สูงกว่าก่อนเข้ารับโปรแกรม โดยวิเคราะห์ผลการหาค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของโปรแกรม และผลการสัมภาษณ์ สรุปได้ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์หาค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness index : E.I.) โปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 หาโดยใช้คะแนนรวมของกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด หลังจากการใช้โปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 เสร็จสิ้นแล้ว พบว่านักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีคะแนนทดสอบก่อนเรียน (pre-test) เท่ากับ 69 คะแนน มีคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียน (post-test) เท่ากับ 163 คะแนน คิดเป็นค่าร้อยละของความก้าวหน้า เท่ากับ +47.00 และมีค่าดัชนีประสิทธิผลของโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน เท่ากับ 0.72

2. ผลการวิเคราะห์การสัมภาษณ์ ผู้บริหารสถานศึกษา ครูผู้สอน และ ครูผู้ดูแลนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การใช้โปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 โดยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ผลการสัมภาษณ์มีสรุปได้ว่า โปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 มีองค์ประกอบที่เหมาะสมและมีการจัดเตรียมเนื้อหา กิจกรรม สื่อการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับความต้องการและปัญหาของนักเรียน ทำให้นักเรียนสนใจและกระตือรือร้นในการเข้าร่วมกิจกรรม แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบครบถ้วน เนื้อหาครอบคลุมตรงตามจุดประสงค์ และมีความเหมาะสมกับการเรียนรู้ของนักเรียน สื่อการเรียนรู้ที่นำมาใช้มีความเหมาะสม น่าสนใจ และช่วยให้เข้าใจง่าย โดยหากมีความหลากหลายและมีคำแนะนำการใช้งานที่ชัดเจนจะยิ่งเป็นประโยชน์มากขึ้น วิธีการวัดและประเมินผลครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์ มีการปรับให้เหมาะสมกับนักเรียน บทพร้อมทางการเรียนรู้และความหลากหลายในการประเมิน แบบทดสอบในแต่ละระดับมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาที่สอน รวมถึงมีความเหมาะสมกับศักยภาพของนักเรียนและมีจำนวนเพียงพอต่อความต้องการ คู่มือการใช้โปรแกรมมีรูปแบบที่เหมาะสม อธิบายการใช้งานได้ชัดเจน เข้าใจง่าย และสะดวกต่อการนำไปใช้จริง โดยหากมีรูปแบบออนไลน์เพิ่มเติมจะยิ่งอำนวยความสะดวกมากขึ้น โดยรวมแล้ว โปรแกรมนี้ถูกมองว่าเป็นประโยชน์ต่อนักเรียนและครูผู้ใช้งาน และสามารถเป็นต้นแบบสำหรับผู้สนใจนำไปประยุกต์ใช้

การอภิปรายผล

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยประเภทการวิจัยและพัฒนา (Research & Development) ดังนั้นผู้วิจัยจึงอภิปรายเป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 สำรวจปัญหาด้านการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

ผลสรุปการศึกษาปัญหาในการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข พบว่ามีข้อบกพร่องที่พบมากที่สุดคือ การจำตัวเลขได้แต่ไม่รู้ค่าจำนวน โดยพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก คือ นักเรียนสามารถบอกตัวเลขได้เมื่อเห็นตัวเลขในแบบทดสอบ แต่ไม่สามารถตอบแบบทดสอบที่ต้องแสดงจำนวนตามตัวเลขได้ และจากการศึกษาเพิ่มเติม ในเรื่องกรณีที่เด็กสามารถจำรูปลักษณะของตัวเลขได้ดี แต่ยังขาดความเข้าใจในค่าของจำนวนที่ตัวเลขแทน นั้นสอดคล้องกับแนวคิดในงานวิจัยของบรรจบและคณะ (2552) ที่ชี้ให้เห็นว่าเด็กกลุ่มนี้มีความยากลำบากในการเชื่อมโยงสัญลักษณ์ตัวเลขกับปริมาณจริง ส่งผลให้แม้จะจำตัวเลขได้ แต่ไม่สามารถเข้าใจค่าของจำนวนและการเปรียบเทียบได้อย่างถูกต้อง และในกรณีของเด็กทั่วไปที่ไม่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้โดยตรง ปัญหาการจำตัวเลขได้แต่ไม่เข้าใจค่าของจำนวนส่วนใหญ่เกิดจากขาดทักษะ number sense หรือความสามารถในการรับรู้และตีความปริมาณที่ตัวเลขแทน ซึ่งเป็นทักษะพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ต่อไป หากไม่ได้รับการฝึกฝนหรือการสอนที่เหมาะสม เด็กกลุ่มนี้ก็อาจประสบปัญหาเช่นเดียวกัน แม้จะไม่มีผลลบทางสมองเหมือนเด็กที่มีความบกพร่อง ดังนั้น การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงระหว่างตัวเลขกับค่าของจำนวนผ่านกิจกรรมที่เน้นการจับคู่ตัวเลขกับวัตถุจริง การฝึกเปรียบเทียบมากกว่าน้อยกว่า และการเรียงลำดับตัวเลขอย่างเป็นขั้นตอน จึงเป็นวิธีการที่สำคัญในการช่วยให้เด็กกลุ่มนี้พัฒนาความเข้าใจในค่าของจำนวนอย่างแท้จริง

ข้อบกพร่องที่พบอีกประการ คือ การรู้ค่าจำนวนแต่จำตัวเลขไม่ได้ โดยพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก คือ นักเรียนสามารถแสดงการนับจำนวนได้ แบบเรียงลำดับจากจำนวน 1 ไปจนถึงจำนวน 10 แต่เมื่อครูแสดงตัวเลขแล้วให้หยิบสิ่งของเพื่อแทนจำนวนของตัวเลขนั้นนักเรียนจะทำไม่ถูกต้อง และนักเรียนจะใช้คำถามหรือขอให้ครูช่วยบอกหรือพูดชื่อตัวเลขนั้น เพื่อให้ทราบว่าเป็นตัวเลขอะไรเสียก่อนจึงจะแสดงการนับและตอบคำถามในแบบทดสอบได้ จากพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก ทำให้สังเกตได้ว่านักเรียนขาดความมั่นใจในการทำแบบทดสอบหรือตอบคำถาม เนื่องจากไม่เข้าใจในเรื่องการรู้ค่าจำนวนและตัวเลข ซึ่งปัญหานี้อาจส่งผลไปยังการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในอนาคตที่เนื้อหาจะมีความยากและซับซ้อนมากขึ้น สอดคล้องกับ รัชนิกร ชุม

วงศ์ (2563) และ นางลักษณ ศรีใหม่ (2566) ที่พบว่าเด็กไทยจำนวนมากมีข้อบกพร่องทั้งในด้านการจำตัวเลขและการเข้าใจค่าของจำนวน โดยเฉพาะในช่วงอายุ 4-7 ปี ซึ่งเป็นวัยที่ควรได้รับการฝึกฝนทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง และเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยต่างประเทศ เช่น Helen Cramman (2020) พบว่าปัญหาดังกล่าวเป็นปัญหาสากลที่พบในเด็กทั่วโลก ซึ่งเน้นย้ำถึงความสำคัญของการฝึกฝนและสร้างความคุ้นเคยกับตัวเลขและค่าของจำนวนอย่างเป็นลำดับขั้นตอน โดยงานวิจัยของเขาได้สะท้อนให้เห็นว่าในขณะที่เด็กๆ เรียนรู้ตัวเลขห้าหลักแรก (1-5) พวกเขาจะไม่ก้าวหน้าไปเรียนรู้ตัวเลขครั้งหลัง (6-9) จนกว่าพวกเขาจะเข้าใจและจดจำการเรียนรู้ตัวเลขกลุ่มแรกได้ จึงเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องช่วยให้เด็กมั่นใจกับการระบุตัวเลขให้ได้ พวกเขาจำเป็นต้องทำกิจกรรมเพื่อฝึกฝนและทำความคุ้นเคยกับตัวเลขอย่างเป็นลำดับขั้นตอน เช่นเดียวกับ Macy Jean Baker (2019) ที่ได้รวบรวมผลกระทบของการรับรู้ตัวเลขต่อความสำเร็จทางการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งชี้ให้เห็นว่าความเข้าใจเกี่ยวกับตัวเลขและจำนวนมีผลกระทบอย่างมากต่อความสำเร็จทางคณิตศาสตร์ในระยะยาว โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อไม่มีความเข้าใจพื้นฐานเหล่านี้ นักเรียนมักจะประสบปัญหาในการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้น

โดยสรุป ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สนับสนุนแนวคิดที่ว่า ข้อบกพร่องทางการเรียนรู้เรื่องจำนวนและตัวเลข สามารถจำแนกได้อย่างชัดเจน และควรได้รับการส่งเสริมผ่านกิจกรรมที่เน้นการเชื่อมโยงเชิงประสบการณ์ระหว่างจำนวนที่เป็นรูปธรรมกับตัวเลขที่เป็นนามธรรมอย่างสม่ำเสมอและเป็นลำดับขั้น เพื่อป้องกันผลกระทบต่อการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ในระยะยาว

ระยะที่ 2 สร้างโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

จากการพัฒนาโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 พบว่า กระบวนการที่ใช้ในการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมมีความสอดคล้องกับแนวคิดของ Boone (1985) และ Tyler (1986) ซึ่งต่างเน้นให้กระบวนการพัฒนาโปรแกรมเป็นระบบที่ชัดเจน มีขั้นตอน และตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียนอย่างแท้จริง โดยกระบวนการเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์สถานการณ์ ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาสภาพปัญหา และลักษณะเฉพาะของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย เพื่อให้เข้าใจบริบทและข้อจำกัดที่แท้จริงในโรงเรียนระดับประถมศึกษาตอนต้น ขั้นตอนนี้สอดคล้องกับระบบการวางแผนของ Boone ที่เน้นการศึกษาริบทอย่างรอบด้าน รวมถึงแนวคิดของ Tyler ที่เสนอให้กำหนดวัตถุประสงค์โดยพิจารณาจากข้อมูลพื้นฐานของผู้เรียน ต่อมาได้มีการกำหนดจุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของโปรแกรมอย่างชัดเจน โดยเน้นพัฒนาความสามารถในการรู้จำนวนและตัวเลขอย่างเป็นลำดับ ซึ่ง

สอดคล้องกับหลักการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ Tyler ให้ความสำคัญ เพื่อให้สามารถวัดและประเมินผลได้อย่างชัดเจน

ในการวางแผนและเตรียมการ ผู้วิจัยได้จัดทำองค์ประกอบของโปรแกรม เช่น คู่มือการใช้โปรแกรม เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ และเครื่องมือประเมิน โดยยึดหลักความต่อเนื่องของประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวคิดของ Tyler ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนอย่างต่อเนื่องและสามารถนำไปใช้จริงได้ ในขณะเดียวกัน ขั้นตอนนี้ยังสะท้อนระบบการจัดเตรียมของ Boone ที่ให้ความสำคัญกับความพร้อมของเครื่องมือและการจัดการอย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ใช้วิธีการสอนตรง (Direct Instruction) ร่วมกับแนวคิด CPA และ Touch Math ซึ่งเป็นวิธีการที่อิงทฤษฎีการเรียนรู้ โดยกิจกรรมทั้งหมดจัดอย่างเป็นขั้นตอน เรียงลำดับจากง่ายไปยาก และครอบคลุมเนื้อหาคณิตศาสตร์พื้นฐานที่จำเป็น การดำเนินกิจกรรมตามแผนที่วางไว้จึงเป็นการนำโปรแกรมไปใช้จริงตามระบบที่ Boone กล่าวไว้ และสอดคล้องกับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ของ Tyler อย่างครบถ้วน และในขั้นตอนสุดท้าย คือ การประเมินผล ผู้วิจัยได้ดำเนินการวัดผลการเรียนรู้โดยใช้การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเพื่อวิเคราะห์พัฒนาการของนักเรียน ตลอดจนจัดทำรายงานผลเพื่อใช้ปรับปรุงหรือวางแผนการส่งเสริมเพิ่มเติม ซึ่งเป็นการดำเนินการตามระบบการประเมินผลของ Boone และสอดคล้องกับแนวคิดของ Tyler ที่ให้ความสำคัญกับการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนอย่างแท้จริง

ผลการวิจัยในครั้งนี้สะท้อนให้เห็นว่า การออกแบบและพัฒนาโปรแกรม ช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นระบบ โดยมีองค์ประกอบที่ครบถ้วน ไม่ว่าจะเป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน เนื้อหาที่สอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียน วิธีการจัดกิจกรรมที่เป็นลำดับขั้น เครื่องมือประกอบการสอนที่เหมาะสม ตลอดจนการประเมินผลที่มีความน่าเชื่อถือ ล้วนเป็นปัจจัยที่ช่วยสนับสนุนให้การพัฒนาผู้เรียนเกิดขึ้นได้อย่างเป็นรูปธรรม โปรแกรมที่ได้รับการพัฒนาภายใต้หลักการเหล่านี้สามารถช่วยเสริมสร้างความเข้าใจในสาระคณิตศาสตร์ขั้นพื้นฐาน แก้ปัญหาทางการเรียนรู้เฉพาะด้าน และส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ข้อค้นพบนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ปอแก้ว ครุฑนาค (2565) ที่พบว่า การจัดทำโปรแกรมการเรียนรู้โดยมีขั้นตอนการพัฒนาอย่างเป็นระบบ ช่วยให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการด้านทักษะและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างชัดเจน นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ไสรัจจะ มีทรัพย์มัน (2562) และ จีรพัฒน์ ศิริรักษ์ (2564) ซึ่งระบุว่า การพัฒนาโปรแกรมที่มีองค์ประกอบครบถ้วนและมีการจัดการเรียนรู้ตามลำดับพัฒนาการของผู้เรียนสามารถส่งผลเชิงบวกต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและการเรียนรู้ของนักเรียนได้อย่างยั่งยืน

หนึ่งในปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของโปรแกรมคือ การวิเคราะห์ข้อบกพร่องของผู้เรียนจากระยะที่ 1 ซึ่งนำไปสู่การออกแบบกิจกรรมเรียนรู้ที่ตรงต่อความต้องการจำเป็นของนักเรียนแต่ละราย อันเป็นการสะท้อนหลักการของการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (learner-centered approach) อีกทั้ง โครงสร้างของโปรแกรมยังประกอบด้วยองค์ประกอบที่ครบถ้วน ได้แก่ จุดมุ่งหมายของโปรแกรม กลุ่มเป้าหมาย เนื้อหา วิธีการจัดกิจกรรม สื่อการเรียนรู้ และวิธีการประเมินผล ซึ่งเมื่อได้รับการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่ามีความเหมาะสมในระดับ “มากที่สุด” โดยมีค่าเฉลี่ยรวม 4.68 จาก 5.00 คะแนน จึงสามารถยืนยันได้ว่าโปรแกรมนี้นี้มีความพร้อมในการใช้งานจริง และมีคุณภาพในระดับที่สามารถตอบสนองต่อวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จุดเด่นอีกประการของโปรแกรมนี้อีกคือ การออกแบบกิจกรรมโดยอิงหลัก “การรู้จักผู้เรียนอย่างแท้จริง” ซึ่งเป็นการคำนึงถึงความหลากหลายทางศักยภาพของนักเรียน และปรับระดับความยากง่ายของเนื้อหาและกิจกรรมให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละราย ลักษณะการจัดการเรียนรู้ในลักษณะนี้สอดคล้องกับแนวคิดของ Tomlinson (2017) ที่ชี้ว่า การเรียนการสอนแบบ Differentiated Instruction ส่งผลต่อความก้าวหน้าในการเรียนรู้ โดยเฉพาะในกลุ่มนักเรียนที่มีความต้องการเฉพาะด้าน นอกจากนี้ โปรแกรมยังได้นำแนวคิดการเรียนรู้แบบ Concrete-Representational-Abstract (CRA) ร่วมกับเทคนิค Touch Math และการสอนตรง (Direct Instruction) มาใช้เป็นแกนกลางของกิจกรรม ซึ่งมีหลักฐานเชิงประจักษ์จากงานวิจัยว่าเป็นแนวทางที่ช่วยเพิ่มพูนความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Flores et al., 2010; Witzel et al., 2003)

นอกจากนี้ โปรแกรมยังออกแบบให้มีการพัฒนาและวัดผลการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง โดยคำนึงถึงพัฒนาการของนักเรียนเป็นรายบุคคล ซึ่งแนวทางดังกล่าวสอดคล้องกับหลักการของ Dick, Carey & Carey (2014) ที่เสนอว่าการออกแบบการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพควรเริ่มจากการวิเคราะห์ผู้เรียนอย่างลึกซึ้ง ร่วมกับการวิเคราะห์เนื้อหา เพื่อกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ และออกแบบกิจกรรมที่มีเป้าหมายชัดเจน เช่นเดียวกับ Third Space Learning (2025) ซึ่งระบุว่า การเรียนรู้ที่มีคุณภาพในเด็กระดับประถมศึกษาควรตั้งอยู่บนฐานของความเข้าใจศักยภาพที่แท้จริงของผู้เรียน และการออกแบบกิจกรรมที่สอดคล้องกับความสามารถ ความสนใจ และระดับพัฒนาการของเด็กแต่ละคนอย่างเหมาะสม ทั้งนี้ สื่อการเรียนรู้ที่ใช้ในโปรแกรมยังถูกออกแบบให้มีความหลากหลายทั้งเชิงรูปธรรม ภาพแทน และสัญลักษณ์ ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงระหว่างตัวเลขและปริมาณได้อย่างมีประสิทธิภาพ และผลการศึกษาของ อนุสรา เณิมศรี (2563) ยังสนับสนุนว่า การจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับบริบทและศักยภาพของ

ผู้เรียน ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะทั้งด้านวิชาการและการเรียนรู้ของเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี

จากกระบวนการทั้งหมดนี้จึงสามารถสรุปได้ว่า โปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นในครั้งนี้ เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีข้อจำกัดทางคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา ด้วยเหตุผลว่าโปรแกรมได้ผ่านการวิเคราะห์ข้อมูลผู้เรียนอย่างเป็นระบบ ออกแบบโดยใช้ทฤษฎีที่ได้รับการยอมรับ ได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ และมีแนวทางจัดการเรียนรู้ที่ยืดหยุ่นและเหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคน จึงมีความเหมาะสมในการนำไปใช้เพื่อการเรียนการสอนอย่างแท้จริง

ระยะที่ 3 ทดลองใช้และปรับปรุงโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

โปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ได้ถูกนำไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ผลการทดลองพบว่า โปรแกรมสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการใช้แนวคิด "รูปธรรมนำสู่นามธรรม" (CPA) ร่วมกับเทคนิคทชแมทซ์ เพื่อพัฒนาทักษะ ความรู้ และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง "จำนวนและตัวเลข" ตามข้อบกพร่องที่ได้วินิจฉัยไว้ โดยการจัดกิจกรรมเป็นไปตามตารางเรียนที่นัดหมาย และจากการประเมินผลความก้าวหน้าของนักเรียนก่อนและหลังการเข้าร่วมโปรแกรม พบว่า โปรแกรมมีค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index: EI) ของนักเรียนก่อนและหลังการเรียนรู้ในโปรแกรม เท่ากับ 0.72 หมายความว่านักเรียนมีความสามารถเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 72 สอดคล้องกับปอแก้ว ครุฑนาค (2562) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง "การพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลยุทธ์รูปธรรมนำสู่นามธรรม (CRA) สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้" งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในกลุ่มนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นประถมศึกษา ด้วยการนำกลยุทธ์ CRA (Concrete-Representational-Abstract) มาใช้เป็นหลักในการจัดการเรียนรู้ การดำเนินการวิจัยออกแบบเป็นโปรแกรมที่เน้นให้ผู้เรียนเริ่มต้นจากการใช้สื่อรูปธรรม เช่น บล็อก ตัวเลขของจริง หรือภาพสัญลักษณ์ ก่อนจะเปลี่ยนไปสู่การใช้สื่อแทนที่ (เช่น รูปวาด แผนภาพ) และสุดท้ายพัฒนาสู่การแก้โจทย์ในเชิงนามธรรม เช่น การเขียนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ การคำนวณ และการวิเคราะห์โจทย์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังจากเข้าร่วมโปรแกรม นอกจากนี้ ยังพบว่าผู้เรียน

มีทักษะการคิดวิเคราะห์ที่ดีขึ้น สามารถเชื่อมโยงสถานการณ์จริงกับการใช้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ งานวิจัยนี้จึงสนับสนุนแนวทางการสอนแบบ CRA ว่าเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความต้องการพิเศษ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้แนวทางที่เชื่อมโยงระหว่างสัญลักษณ์เชิงนามธรรมกับประสบการณ์รูปธรรม เช่น เทคนิค Touch Math มีส่วนช่วยให้นักเรียนที่มีปัญหาทางการเรียนรู้สามารถเข้าใจค่าของจำนวนและเชื่อมโยงตัวเลขกับปริมาณจริงได้ดีขึ้น ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับ Zelkowski และ Eggen (2009) ที่พบว่า Touch Math ช่วยให้นักเรียนสามารถจดจำและคิดคำนวณได้รวดเร็วขึ้น โดยเฉพาะนักเรียนที่มีปัญหาด้านความจำเชิงสัญลักษณ์ และช่วยลดความสับสนในการรับรู้ค่าของตัวเลข ซึ่งสอดคล้องกับข้อค้นพบในงานวิจัยนี้ที่พบว่า นักเรียนที่ “จำตัวเลขได้แต่ไม่เข้าใจค่าจำนวน” มีพัฒนาการดีขึ้นเมื่อใช้กิจกรรมที่มีจุดสัมผัสหรือจุดยึดทางประสาทสัมผัสร่วมด้วย นอกจากนี้ยังมี Kroesbergen และ van Luit (2003) ที่ศึกษาการใช้กิจกรรมรูปธรรมกับเด็กที่มีความต้องการพิเศษ พบว่า เทคนิค Touch Math เป็นหนึ่งในเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงในการพัฒนาแนวคิดพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ เช่น การนับ การบวก และการลบ และสอดคล้องกับ นิตยา แสณยศ (2563) ที่ใช้เทคนิค Touch Math กับนักเรียน ป.2 ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ พบว่าเด็กมีพัฒนาการด้านการบวกเลขอย่างมีนัยสำคัญ และมีความมั่นใจในการเรียนมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลของงานวิจัยนี้ในด้านการกระตุ้นการมีส่วนร่วมและลดความวิตกกังวลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เช่นเดียวกับงานวิจัยของ สุจิตรา หาญพานิช (2562) ซึ่งใช้ Touch Math กับนักเรียน ป.1 ที่มีความบกพร่องทางการนับ พบว่า เทคนิคนี้ช่วยให้นักเรียนเข้าใจจำนวน 1–10 ได้อย่างชัดเจนมากขึ้น โดยสามารถจับคู่ตัวเลขกับวัตถุ และเปรียบเทียบจำนวนได้ดีขึ้นหลังจากได้รับการสอนด้วยวิธีนี้ นอกจากนี้เทคนิคและแนวคิดในการสอนคณิตศาสตร์ที่ช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจได้อย่างลึกซึ้งแล้ว การนำรูปแบบการสอนด้วยโปรแกรมมาพัฒนาการเรียนรู้ให้กับนักเรียนอย่างเป็นระบบ ยังช่วยส่งเสริมให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพมาก เช่นเดียวกับ นันทนา หาญใจ (2561) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาโปรแกรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้สื่อประสมสำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ งานวิจัยนี้เน้นการออกแบบสื่อการสอนที่หลากหลาย เช่น สื่อภาพ เสียง วิดีโอ และกิจกรรมเชิงปฏิบัติ เพื่อกระตุ้นการรับรู้และเพิ่มความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัยพบว่า หลังจากเข้าร่วมโปรแกรม นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับก่อนเข้าโปรแกรม นอกจากนี้ยังพบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจในการเรียนรู้สูงขึ้น เนื่องจากสื่อประสมช่วยให้การเรียนรู้มี

ความน่าสนใจและเข้าถึงได้ง่ายยิ่งขึ้น งานวิจัยนี้สนับสนุนแนวคิดว่า การใช้สื่อหลากหลายควบคู่กับการปรับรูปแบบการสอนตามลักษณะของผู้เรียน สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี

สรุปได้ว่า นักเรียนที่เข้าร่วมโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ จะได้รับการพัฒนาทางการเรียนที่มีความก้าวหน้า และการใช้วิธีการสอนที่สอดคล้องกับลักษณะเฉพาะของผู้เรียน ช่วยส่งเสริมให้เกิดผลลัพธ์ทางการเรียนรู้ที่ดีขึ้นอย่างชัดเจน ดังนั้นการพัฒนาโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ควรใช้แนวทางที่เน้นการเรียนรู้จากอุปสรรคส่วนบุคคล เพื่อช่วยเสริมสร้างความเข้าใจพื้นฐานอย่างเป็นระบบ การใช้กิจกรรมที่ปรับเหมาะกับความต้องการเฉพาะบุคคล และการใช้สื่อการสอนที่หลากหลาย ช่วยกระตุ้นความสนใจและเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ได้อย่างมีนัยสำคัญ การจัดกิจกรรมที่เริ่มจากการจับต้องได้จริง แล้วค่อยนำไปสู่การคิดเชิงสัญลักษณ์ ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้และประยุกต์ใช้ได้ดียิ่งขึ้น ทั้งยังช่วยลดความเครียดในการเรียนรู้ และส่งเสริมพัฒนาการทางทักษะคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ควรนำโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปใช้เป็นเครื่องมือเสริมในการจัดการเรียนรู้ โดยเฉพาะสำหรับนักเรียนที่มีปัญหาด้านค่าของจำนวนและตัวเลข ซึ่งพบว่าเป็นข้อบกพร่องที่ส่งผลต่อการเรียนคณิตศาสตร์ในระยะยาว

2. โรงเรียนควรจัดระบบคัดกรองและประเมินความสามารถพื้นฐานด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคนอย่างเป็นระบบ โดยเฉพาะในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 เพื่อค้นหานักเรียนที่ต้องการความช่วยเหลือเพิ่มเติม และสามารถออกแบบกิจกรรมเสริมที่ตรงกับข้อบกพร่องของแต่ละคนได้

3. จากอุปสรรคที่พบในการจัดกิจกรรมเรียนรู้ในชั้นเรียนจริง ซึ่งนักเรียนในกลุ่มเดียวกันมีข้อบกพร่องต่างกัน เช่น บางคนรู้ค่าจำนวนแต่จำตัวเลขไม่ได้ ขณะที่บางคนจำตัวเลขได้แต่ไม่เข้าใจค่าของจำนวน ทำให้การจัดการเรียนรู้ภายในเวลาจำกัดในคาบเรียนเดียวกันเป็นเรื่องท้าทาย ดังนั้น จึงควรจัดเตรียม ชุดกิจกรรมย่อยหรือแผนการสอนแบบยืดหยุ่น (Flexible Plan) ที่สามารถปรับเปลี่ยนตามความสามารถเฉพาะรายของนักเรียน และใช้แนวทางแบบ การเรียนรู้แบบแตกต่าง (Differentiated Instruction) เพื่อให้สามารถดูแลนักเรียนแต่ละคนได้อย่างทั่วถึงภายในชั้นเรียนเดียวกัน

4. ในกรณีที่นักเรียนมีความบกพร่องทั้งในด้านการรู้ค่าจำนวนและการจำสัญลักษณ์ตัวเลข ขอเสนอแนะว่า ในการจัดการเรียนรู้ควรเริ่มต้นจากการเสริมสร้างความเข้าใจเรื่อง “จำนวน” ก่อน โดยเน้นกิจกรรมที่ช่วยให้เด็กนักเรียนสามารถเชื่อมโยงระหว่างปริมาณของสิ่งของจริงกับคำบอกจำนวนอย่างเป็นรูปธรรม เพื่อวางรากฐานทางความคิดให้มั่นคง แล้วจึงค่อยพัฒนาการเชื่อมโยงกับ “ตัวเลข” หรือ “สัญลักษณ์” ที่ใช้แทนจำนวนในลำดับถัดไป ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางของการเรียนรู้แบบรูปธรรมสู่เชิงนามธรรม (Concrete to Abstract) ที่ใช้ได้ผลดีในการช่วยเหลือผู้เรียนที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์

5. ควรส่งเสริมการพัฒนาศักยภาพของครูในการออกแบบกิจกรรมเรียนรู้เฉพาะบุคคล และการใช้โปรแกรมช่วยเหลืออย่างเหมาะสม ผ่านการอบรม การประชุมเชิงปฏิบัติการ หรือการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างครู เพื่อให้สามารถบริหารจัดการการเรียนรู้ภายในห้องเรียนอย่างมีประสิทธิภาพแม้ในสถานการณ์ที่มีความหลากหลายทางผู้เรียนสูง

6. ควรมีการบูรณาการโปรแกรมนี้ร่วมกับงานวิชาการของโรงเรียน เช่น กิจกรรมชดเชยเวลาเรียน (Remedial) หรือช่วงเวลานอกตารางเรียน เพื่อให้เด็กนักเรียนที่มีข้อจำกัดด้านเวลาเรียนในชั้นเรียนหลักได้รับโอกาสในการฝึกฝนเพิ่มเติม

7. ควรพิจารณานำโปรแกรมนี้ไปปรับใช้กับนักเรียนกลุ่มอื่นที่ไม่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้โดยตรง แต่มีความล่าช้าหรือข้อจำกัดบางประการในการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ เช่น นักเรียนที่ขาดทักษะพื้นฐานด้าน number sense นักเรียนในชั้นเรียนรวมที่เรียนช้ากว่าเพื่อน หรือเด็กที่มีภาวะเสี่ยงต่อการเรียนรู้ต่ำ เนื่องจากกิจกรรมในโปรแกรมนี้มุ่งเน้นการเรียนรู้เชิงรูปธรรม การเชื่อมโยงตัวเลขกับปริมาณ และการฝึกซ้ำแบบมีโครงสร้าง ซึ่งเหมาะสมต่อการเสริมสร้างความเข้าใจพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นในระดับต้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรพัฒนาโปรแกรมช่วยเหลือให้ครอบคลุมเนื้อหาอื่น ๆ ในสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เช่น การบวก การลบ การวัด หรือรูปทรงเรขาคณิต เพื่อเพิ่มความหลากหลายในการช่วยเหลือเด็กที่มีปัญหาในประเด็นอื่น

2. ควรวิจัยเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโปรแกรมนี้กับแนวทางการสอนอื่น ๆ เช่น การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning) หรือการเรียนรู้แบบใช้เทคโนโลยี เพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ด้านผลสัมฤทธิ์ ทักษะ และความมั่นใจของผู้เรียน

3.ควรศึกษาผลการใช้โปรแกรมในระยะยาว โดยติดตามพัฒนาการของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายอย่างต่อเนื่อง เพื่อประเมินความยั่งยืนของผลลัพธ์ และพัฒนารูปแบบการช่วยเหลือให้สอดคล้องกับระดับชั้นที่สูงขึ้น

4.ควรศึกษาความคิดเห็นของครู ผู้ปกครอง และนักเรียนเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้งานโปรแกรมในบริบทจริง เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับปรับปรุงรูปแบบกิจกรรมให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นในบริบทโรงเรียนต่าง ๆ



บรรณานุกรม

- Aagten-Murphy, D. (2015). Investigating the impact of multisensory mathematical interventions on children with autism spectrum disorders: A longitudinal study approach. *Developmental Neuropsychology*, 40(6), 381-395.
- Adams, G. L., และ Engelmann, S. (1996). *Research on Direct Instruction : 25 Years beyond DISTAR*. Educational Achievement Systems.
- Alaudein, A. A., และ Sahwan, E. H. A. S. (2014). Touch math as an intervention for improving addition skills in children with autism spectrum disorder: A pilot study in Jordanian schools. *Middle Eastern Journal of Disability Studies*, 5(1), 23-34.
- Amaal, A. M. (2013). The effectiveness of touch math intervention in teaching addition skills to preschoolers at-risk for future learning disabilities. *International Journal of Psycho-Educational Sciences*, 4, 15-22.
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (5th ed.). American Psychiatric Association.
- ANTHES, E. (2013). *Superior math skills may accompany autism, study suggests*. Retrieved from <https://www.healthyplace.com/neurodevelopmental-disorders/intellectual-disability/types-of-intellectual-disabilities-list-and-examples>.
- Ashman, A. F., และ John, E. (1998). *Maximising the learning opportunities for all children*. Prentice Hall.
- Atkinson, R. K., Derry, S. J., Renkl, A., และ Wortham, D. (2000). Learning from Examples: Instructional Principles from the Worked Examples Research. *Review of Educational Research*, 70(2), 181-214. Retrieved from <https://doi.org/10.3102/00346543070002181>
- Avant, M. J. T., และ Heller, K. W. (2011). Examining the Effectiveness of TouchMath With Students With Physical Disabilities. *Remedial and Special Education*, 32(4), 309-321.
- Avanti Schools Trust. (2023). *Direct instruction and its impact on learners with additional needs*. Retrieved from <https://www.avanti.org.uk>

- Aydemir, M. (2015). An investigation of the number sense performance of 6-8 year old students in Turkey. *Educational Research and Reviews*, 10(22), 2857-2864.
- Bae, Y. (2015). Enhancing mathematical problem-solving skills in students with learning disabilities through multisensory instruction strategies: Evidence from experimental studies in South Korea schools. *Asian Journal of Special Education*, 8(2), 78-95.
- Baroody, A. J. (2004). *The developmental bases for early childhood number and operations standards*. In D. H. Clements, J. Sarama, & A. M. DiBiase (Eds.), *Engaging young children in mathematics*. Standards for early childhood mathematics education
- Baroody, A. J., Bajwa, N. P., and Eiland, M. (2009). Why can't Johnny remember the basic facts? . *Developmental Disabilities Research Reviews*, 15(1), 69-79.
- Bos, C. S., and Vaughn, S. (2002). *Strategies for teaching students with learning and behavior problems*. Allyn & Bacon, A Pearson Education Company.
- Bouck, E. (2014). Examining the effects of touch math on the mathematics performance of middle school students with intellectual disabilities. *Education and Training in Autism and Developmental Disabilities*, 49(3), 456-467.
- Boyle, P. G. (1981). *Planning better programs*. McGraw-Hill.
- Brinkmann, H., Commare, L., Leder, H., and Rosenberg, R. (2014). Abstract Art as a Universal Language? *Leonardo*, 47(3), 256-257. Retrieved 06/01, from Retrieved from file:///C:/Users/User/Downloads/leon_a_00767.pdf
- Bruner, J. S. (1966). *Toward a Theory of Instruction*. Harvard University Press.
- Bullock, J. (1989). *Touch math: Why it works*. Retrieved from <http://www.touchmath.com>.
- Burney, D. P. (2015). Touch point mathematics instruction for children with autism spectrum disorder: A systematic literature review approach focusing on intervention effectiveness and accuracy improvement rates among participants aged between five and nine years old diagnosed with ASD level one or two disabilities across multiple settings globally. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*.
- Butler, A. (2020). *The role of direct instruction in reducing achievement gaps*. Centre for

Education Research and Practice. Retrieved from <https://cerp.org.uk>

Caffarella, R. S. (1994). *Planning programs for adult learners: A practical guide for educators, trainers, and staff developers*. Jossey-Bass.

Calik, N. C., and Kargin, T. (2010). Effectiveness of the Touch Math Technique in Teaching Addition Skills to Students with Intellectual Disabilities. *International Journal of Special Education*, 25(1), 195-204.

Carnine, D. W., Silbert, J., Kame'enui, E. J., and Tarver, S. G. (2006). *Direct instruction reading* Pearson Education.

Casner, B. (2016). *A Mixed Method Study on Schema-Based Instruction, Mathematical Problem Solving Skills, and Students with an Educational Disability (Doctoral dissertation)* Lindenwood University]. United States.

Cawley, J. F., Hayes, A., and Foley, T. E. (2008). *Teaching Math to Students with Learning Disabilities: Implications and Solutions*. Rowman & Littlefield Education.

Chang, S. H., Lee, N. H., and Koay, P. L. (2017). *Teaching and learning with concrete-pictorial-abstract sequence: A proposed model*. The Mathematics Educator.

Cihak, D. F., and Foust, J. L. (2008). Comparing number lines and touch points to teach addition facts to students with autism. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 23(3), 131-141.

Cihak, D. F., and Foust, J. L. (2010). Comparison of number lines and touch math for teaching addition to students with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 40(2), 171-178.

Cooper, E. T. (2012). Using Virtual Manipulatives with Pre-Service Mathematics Teachers to Create Representational Models. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, 19(3), 105-115.

Crvalho, J. (2014). Implementing touch point mathematics for children with autism spectrum disorder: A systematic review. *International Journal of Special Education*, 29(2), 45-60.

Dagseven, D. (2001). *Zihinsel engelli öğrencilere, temel toplama ve saat okuma becerilerinin kazandırılması, sürekliliği ve genellenebilirliğinde, doğrudan ve*

basamaklandırılmış öğretim yaklaşımlarına göre hazırlanan öğretim materyallerinin farklılaşan etkililiği Eğitim Bilimleri Enstitüsü]. Türkiye.

- Delisio, L. A., Bukaty, C. A., and Taylor, M. (2018). Effects of a Graphic Organizer Intervention Package on the Mathematics Word Problem Solving Abilities of Students with Autism Spectrum Disorders. *Journal of Special Education Apprenticeship*, 7(2), n2.
- Demir, A., Talas, S., and Gökbulut, Y. (2023). Effectiveness of presenting the Touch Math technique on a tablet in teaching simple addition to children with Autism Spectrum Disorder. *TAY Journal*, 7(3), 846-872.
- Dick, W., Carey, L., and Carey, J. O. (2014). *The systematic design of instruction* Pearson.
- Dirksen, J. (2016). *Design for how people learn*. New Riders.
- Eliçin, Ö., Dağseven-Emecen, D., and Yıkmış, A. (2013). Teaching basic addition operations to mentally handicapped children using the direct instruction method. *Journal of Educational Sciences in Theory and Practice*, 13(3), 1234-1245.
- Encyclopedia of Mathematics. (n.d.). *Mathematics as a language*. Retrieved from https://www.encyclopediaofmath.org/index.php/Mathematics_as_a_language
- Eric, W. (2020). *Natural Number*. Retrieved from <https://mathworld.wolfram.com/NaturalNumber.html>
- Fletcher, D., Boon, R. T., and Cihak, D. F. (2010). Effects of the TouchMath program compared to a number line strategy to teach addition facts to middle school students with moderate intellectual disabilities. *Autism Developmental Disabilities Journal*, 45(2), 123-134.
- Fletcher, J. A. (2010). Applying mathematics in real-life problems: A case study of two senior high schools in Ghana. *African Journal of Educational Studies in Mathematics and Sciences*, 8, 814-894.
- Flores, M. M. (2010). Using the concrete-representational-abstract sequence to teacher subtraction with regrouping to students at risk for failure. *Remedial and Special Education*, 31(3), 195-207.

Frontiers in Education. (2023). *Systematic review of mathematics intervention programs for students with learning difficulties (2001–2021)*. Retrieved from

<https://www.frontiersin.org/journals/education>

Georges, I. (2000). *The Universal History of Numbers: From Prehistory to the Invention of the Computer* John Wiley & Sons.

Gersten, R., และ Chard, D. (2001). Number sense: Rethinking arithmetic instruction for students with mathematical disabilities. *Journal of Special Education*, 11, 139-149.

Green, S. K. (2014). The role of concrete materials in teaching mathematics to children with special needs: A case study approach. *Exceptional Children*, 80(3), 317-329.

Guskey, T. R. (2000). *Evaluating Professional Development*. Corwin Press.

Guskey, T. R., และ Passaro, P. D. (1994). Teacher efficacy: A study of construct dimensions. *American educational research journal*, 31(3), 627-643.

Hansen, A. M. (2014). Multisensory approaches in teaching mathematics to children with developmental delays: A review of evidence-based practices. *Journal of Intellectual Disability Research*, 58(7), 612-622.

Hattie, J. (2009). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses related to achievement*. Routledge.

Huckaby, A. M. (2019). *Is TouchMath an Effective Intervention for Students with Autism?* [Stephen F. Austin State University]. United States.

Hudson, P. (2010). Mentors Report on Their Own Mentoring Practices. *Australian Journal of Teacher Education*, 35(30-42).

In-On, T. (2021). *Development of a training program to enhance teachers' competency in inclusive classrooms*. Thai Digital Collection.

Institute of Education Sciences. (IES, 2021). *Assisting students struggling with mathematics: Response to intervention (RtI) for elementary and middle schools*. Retrieved from <https://ies.ed.gov/ncee/wwc/PracticeGuide/2>

Jowett, E., Moore, D., และ Anderson, A. (2012). Using technology-based interventions to improve mathematics skills in students with autism spectrum disorders: A review of the literature. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 6(4), 1017-1032.

- Kaufman, R., และ Guerra, I. (2013). *Needs assessment for organizational success*. ATD Press.
- Knowles, M. S., Holton, E. F., และ Swanson, R. A. (2015). *The adult learner: The definitive classic in adult education and human resource development*. Routledge.
- Kuder, S. J. (2008). *Teaching Students with Language and Communication Disabilities* (3rd ed.). Pearson Education.
- LearnLab Pittsburgh Science of Learning Center. (2017). *Explicit Instruction*. Retrieved from <https://learnlab.org/>
- National Institute for Direct Instruction. (2015). *A bibliography of the DI curriculum and studies examining its efficacy*. OR: Author.
- Nitko, A. J., และ Brookhart, S. M. (2014). *Educational Assessment of Students* (7th ed.). Pearson Education.
- Öçal, M. F., และ Güler, G. (2010). Pre-service mathematics teachers' views about proof by using concept maps. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 9, 318-323.
- Ornstein, A. C., และ Hunkins, F. P. (2017). *Curriculum: Foundations, principles, and issues*. Pearson Education.
- Park, J., Bassette, L., และ Bouck, E. (2021). Using TouchMath to Teach Money Identification to Students with Autism Spectrum Disorders: A Brief Report. *International Journal of Disability, Development and Education*, 70(3), 357-365.
- People Value. (มปป). การประเมินผลคืออะไร. สืบค้นจาก <https://www.peoplevalue.co.th/>
- Purwadi, I., Sudiarta, I., และ Suparta, I. N. (2019). The Effect of Concrete-Pictorial-Abstract Strategy toward Students' Mathematical Conceptual Understanding and Mathematical Representation on Fractions. *International Journal of Instruction*, 12(1), 1113-1126.
- Putri, H. E. (2015). The Influence of Concrete Pictorial Abstract (CPA) Approach to the Mathematical Representation Ability Achievement of the Pre Service Teachers at Elementary School. *International Journal of Education and Research*, 3(6), 113-126.
- Putri, H. E., Rahayu, P., Muqodas, I., และ Wahyudy, M. A. (2020). The Effect of Concrete-

- Pictorial-Abstract (CPA) Approach on Improving Elementary School Students' Spatial Sense Ability. *In Elementary School Forum (Mimbar Sekolah Dasar)*, 7(1), 16-29.
- Putri, H. E., Suwangsih, E., Rahayu, P., Nikawanti, G., Enzelina, E., และ Wahyudy, M. A. (2020). Influence of Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) Approach on the Enhancement of Primary School Students' Mathematical Reasoning Ability. *In Elementary School Forum (Mimbar Sekolah Dasar)*, 7(1), 119-132.
- Raven, J. C. (1998). *Raven's progressive matrices : SPM parallel set A-E*. PEARSON.
- Richard, D. (1963). *Essays on the theory of numbers*. The Open Court Publishing Company.
- Rockwell, A., Boutelle, K., Trunko, J., Jacobs, M., และ Kaye, W. (2011). Short-term intensive family therapy for adolescent eating disorders. *International Journal of Eating Disorders*, 44(2), 187-195.
- Rockwell, E. (2012). Ethnographic research in elementary schools: A longitudinal study on classroom interaction and sociocultural context. *Journal of Educational Anthropology*, 15(3), 45-60.
- Rosenshine, B. (1987). Explicit Teaching and Teacher Training. *Journal of Teacher Education*, 38(3), 34-36.
- Rosenshine, B. (2010). Principles of Instruction. *American Educator*, 36(1), 12-39.
- Rosenshine, B., และ Stevens, R. (1986). Teaching Functions. In M. C. Wittrock (Ed.). *Handbook of Research on Teaching* 376-391.
- Salimi, M., Suhartono, S., Hidayah, R., และ Fajari, L. E. W. (2020). Improving mathematics learning of geometry through the concrete-pictorial-abstract (CPA) approach: collaborative action research. *In Journal of Physics: Conference Series*, 1663(1), 12-46.
- Salingay, N. R., และ Tan, D. A. (2018). Concrete-Pictorial-Abstract Approach On Students' Attitude And Performance In Mathematics *INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC & TECHNOLOGY RESEARCH*, 7(5), 90-111.
- Schalock, R. L., Borthwick-Duffy, S. A., Bradley, V. J., Buntinx, W. H. E., Coulter, D. L.,

- Craig, E. M., Gomez, S. C., Lachapelle, Y., Luckasson, R., Reeve, A., Shogren, K. A., Snell, M. E., Spreat, S., Tasse, M. J., Thompson, J. R., Verdugo-Alonso, M. A., Wehmeyer, M. L., and Yeager, M. H. (2010). *Intellectual Disability: Definition, Classification, and Systems of Supports* (11th ed.). DC.
- Scott, K. S. (1993). Multisensory mathematics for children with mild disabilities. *Exceptionally*, 4(9), 7-11.
- Shamir, R., and Baruch, Y. (2012). *The Arabs in Israel: Two years after the Or Commission Report*. Cambridge University Press.
- Simon, R., and Hanrahan, J. (2007). An evaluation of the Touch Math method for teaching addition to students with learning disabilities in mathematics. *European Journal of Special Needs Education*, 19(2), 191-209.
- Sousa, D. A. (2007). *How the Brain Learns Mathematics*. Corwin.
- Stockard, J., Wood, T. W., C., C., and Rasplika Khoury, C. (2018). The Effectiveness of Direct Instruction Curricula: A Meta-Analysis of a Half-Century of Research. *Review of Educational Research*, 88(4), 479-507.
- Stufflebeam, D. L., and Shinkfield, A. J. (2007). *Evaluation Theory, Models, and Applications*. Jossey-Bass.
- Sweller, J., Ayres, P., and Kalyuga, S. (2011). *Cognitive Load Theory*. Springer.
- Taba, H. (1962). *Curriculum development: Theory and practice*. Harcourt. Brace & World.
- Technology, T. I. f. t. P. o. T. S. a. (2015). *Standards of STEM Education*. Success Publication.
- Terzioglu, N. K., and Yikmis, A. (2018). The effectiveness of the touch math technique on basic subtraction facts of children with autism spectrum disorders. *Ankara University Faculty of Educational Sciences Journal of Special Education*, 19(1), 1-27.
- Texas Statewide Leadership for Autism. (2009). *TEXAS GUIDE FOR EFFECTIVE TEACHING : FADING TEXAS*. <https://www.gvsu.edu/cms4/asset/64CB422A-ED08-43F0-F795CA9DE364B6BE/fading.pdf>
- The School Run. (n.d.). *What is The Concrete Pictorial Abstract Approach in maths*.

- Retrieved from <https://www.theschoolrun.com/about-us>
- TouchMath. (2021). *What is TouchMath?* . Retrieved from <https://www.touchmath.com>
- Vinson, B. M. (2004). *A foundational research base for the touch math program*. Retrieved from <http://www.TouchMath.com>
- Wang, H., และ Hsu, H. Y. (2021). Designing Educational Programs for Diverse Learners: A Systems Approach. *Educational Planning*, 28(2), 23-35.
- Waters, M., และ Boon, R. T. (2011). The effectiveness of TouchMath curriculum for teaching addition and subtraction skills to elementary students with autism spectrum disorders. . *Journal of Special Education Technology*, 26(1), 15-24.
- Westling, D. L., และ Fox, L. (2009). *Teaching students with severe disabilities* Pearson Education.
- Wisniewski, Z. G., และ Smith, D. (2002). *How Effective Is Touch Math for Improving Students with Special Needs Academic Achievement on Math Addition Mad Minute Timed Tests?* Indiana University South Bend.
- Witzel, B. S. (2005). Using CRA to Teach Algebra to Students with Math Difficulties in Inclusive Settings. *Learning Disabilities: A Contemporary Journal*, 3, 49-60.
- Witzel, B. S., และ Mercer, C. D. (2003). Using CRA to teach algebra to students with math difficulties in inclusive settings. *Learning Disabilities: A Contemporary Journal*, 1(2), 59-72.
- Yikmis, A. (2016). *Effectiveness of the touch math technique in teaching basic addition to children with autism*. Educational Sciences.
- Yikmis, A. (2016). Effectiveness of the touch math technique in teaching basic addition to children with autism. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 16(3), 1005-1025.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. สำนักงานคณะกรรมการ การศึกษาขั้นพื้นฐาน.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กระทรวงศึกษาธิการ.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). ประกาศกระทรวงศึกษาธิการเรื่องกำหนดประเภทและหลักเกณฑ์ของ คนพิการทางการศึกษา พ.ศ.2552. สืบค้นจาก <http://www.mua.go.th/users/he->

commission/doc/law/ministry%20law/1-42%20handicap%20MoE.pdf

กระทรวงศึกษาธิการ. (2557). แบบคัดกรองคัดกรองบุคคลที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้น

ประถมศึกษา สืบค้นจาก [https://morningmindcounseling.com/wp-](https://morningmindcounseling.com/wp-content/uploads/2022/01/%E0%B9%81%E0%B8%9A%E0%B8%9A%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8%A1%E0%B8%B4%E0%B8%99-LD.pdf)

[content/uploads/2022/01/%E0%B9%81%E0%B8%9A%E0%B8%9A%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8%A1%E0%B8%B4%E0%B8%99-LD.pdf](https://morningmindcounseling.com/wp-content/uploads/2022/01/%E0%B9%81%E0%B8%9A%E0%B8%9A%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8%A1%E0%B8%B4%E0%B8%99-LD.pdf)

กระทรวงศึกษาธิการ. (2563). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง พ.ศ.2560). สำนักพิมพ์สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.

กัญญาณัฐ ศศิวัจน์ไพสิฐ, และ ปริญญภาส สีทอง. (2566). การพัฒนาหลักสูตรส่งเสริมทักษะการคิดคำนวณ เรื่อง การคูณ การหารจำนวนนับ โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค ทีจีที ร่วมกับวิธีสอนแบบนิรนัยสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ปริทัศน์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง, 11(102 - 113).

กัลยา สุทธิศิริ. (2549). การศึกษาแนวโน้มของหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา ในทศวรรษหน้า (พุทธศักราช 2549) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. กรุงเทพฯ.

กานดา พงศ์ทิพย์พนัส. (2541). ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดปัตตานี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์].

กิ่งฟ้า สีนุวงศ์. (2545). ปฏิรูปการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง : หลักการสู่ปฏิบัติ. โรงพิมพ์คณานันทวิทยาลัย.

กุลยา ก่อสุวรรณ, และ ยุติ วิริยางกูร. (2561). การสอนและการช่วยเหลือบุคคลที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาและเรียนรู้ช้า (พิมพ์ครั้งที่ 2.). คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

คัทนีย์ แก้วมณี. (2544). การพัฒนาโปรแกรมการเรียนการสอนโดยใช้สื่อการเรียนที่มีการเรียน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. กรุงเทพฯ.

จรัสลักษณ์ รัตนพันธ์. (2559). ทำอย่างไรเมื่อได้สอนเด็กพิเศษ. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จักรินทร์ บุณยานิช. (2559). ห้องทดลองเพื่อศิษย์ ตอนที่ : เริ่มต้นใช้ CPA กับการสอนคณิตศาสตร์. สืบค้นจาก <https://teacherjak.blogspot.com/2016/11/Reflection1CPA.html>

จินดารัตน์ ทองประพันธ์. (2561). การพัฒนาความสามารถรู้ค่าจำนวนและการบวกของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาระดับเล็กน้อย จากการสอนโดยวิธีการสอนตรงร่วมกับเทคนิคทัชแมทซ์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ]. กรุงเทพฯ.

จุฬามาศ จันทรศรีสุต. (2560). การจัดการเรียนรู้สำหรับเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้. คณะ

ครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.

ชวนันท์ ชาญศิลป์. (2561). ออทิสซึมสเปกตรัม = *Autism spectrum disorder*. ภาควิชาจิตเวช
ศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ชาญชัย อาจิมสมาจาร. (2528). หลักการและแนวทางในการวางแผน. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.

ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2560). เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย (พิมพ์ครั้งที่ 12.). สถาบันสถิติจำกัด.

ณัฐพัชร์ อุบลรัตน์. (2562). จำนวนนับคืออะไร. สืบค้นจาก

<https://www.youtube.com/watch?v=e6qGSENdKKo>

ทิตินา แคมมณี. (2547). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ
(พิมพ์ครั้งที่ 3.). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นิชาพร อินทรสาร. (2566). การพัฒนาความสามารถในการบอกชื่อตัวเลขและรู้ค่าจำนวน 1-5 โดย
ใช้สื่อบัตรตัวเลข *TouchMath* ศูนย์การศึกษาพิเศษจังหวัดนครศรีธรรมราช.

นิติพร อินทรสาร. (2566). ประสิทธิภาพของเทคนิค *TouchMath* ในการพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่,
24(1), 56-70.

นิยลักษณ์ คนใจดี. (2553). การศึกษาความสามารถเขียนประโยคและแรงจูงใจในการเรียนของ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่มีความบกพร่องทางการได้ยินจากการเรียนโดยใช้รูปแบบ
การเรียนการสอนตรงกับสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) และแบบฝึก
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ]. กรุงเทพฯ.

บุญชม ศรีสะอาด. (2560). การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 10.). สุวีริยาสาส์น.

เบญจพร ปัญญา漾. (2545). คู่มือช่วยเหลือเด็กบกพร่องทางการเรียนรู้. โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์
การเกษตรแห่งประเทศไทย.

ประเวศ สุวรรณศรี. (2551). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการคิด. มหาวิทยาลัย
ศิลปากร.

ปิยะทิพย์ พรหมมา. (2563). การพัฒนาโปรแกรมการสร้างข้อสอบอัตโนมัติวิชาคณิตศาสตร์ชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3. วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 37(102), 166–
182.

ผดุง อารยะวิญญู. (2533). การศึกษาสำหรับเด็กที่มีความต้องการพิเศษ. สำนักพิมพ์บรรณกิจ.

ผดุง อารยะวิญญู. (2542). การศึกษาสำหรับเด็กที่มีความต้องการพิเศษ. แวนแก้ว.

- ผดุง อารยะวิญญู. (2553). วิธีสอนคณิตศาสตร์ สำหรับเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้. I.Q. Book Center.
- ผดุง อารยะวิญญู. (2556). การศึกษาสำหรับเด็กที่มีความต้องการพิเศษ (พิมพ์ครั้งที่ 3.). P. A. ATR & PRINTING.
- ผดุง อารยะวิญญู, และ และคนอื่นๆ. (2546). วิธีสอนนักเรียนที่ต้องการความช่วยเหลือพิเศษ ทางด้านคณิตศาสตร์. แวนแก้ว.
- พัชรวรรณ ระหว่างบ้าน. (2566). ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องรูปสามเหลี่ยม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่].
- พิชิต ฤทธิ์จัญญ. (2561). เทคนิคการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ (พิมพ์ครั้งที่ 2.). สำนักพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เพ็ญแข ลิมศิลา. (2545). คู่มือฝึกและดูแลนักเรียนที่ต้องการความช่วยเหลือพิเศษทางคณิตศาสตร์ สำหรับผู้ปกครอง. ครูสภาลาดพร้าว.
- ภาวิกา นพคุณ. (2561). การพัฒนาความสามารถนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ โดยการเรียนรู้จากประสบการณ์ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 มหาวิทยาลัยธุรกิจ บัณฑิตย]. กรุงเทพฯ.
- มนัท สูงประสิทธิ์, เพียงใจ ทองพวง, และ ทีมคลินิกแอลดีจิตเวชศาสตร์โรงพยาบาลรามาริบัติ. (2561). แอลดี มีดี ดูแลอย่างไรให้ได้ดี. ทีมคลินิกแอลดีจิตเวชศาสตร์โรงพยาบาลรามาริบัติ.
- มานิช หล่อตระกูล, และ ปราโมทย์ สุนิษฐ์. (2558). จิตเวชศาสตร์ รามาริบัติ (พิมพ์ครั้งที่ 4.). ภาค จิตเวชศาสตร์ โรงพยาบาลรามาริบัติ.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2545). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ยุคปฏิรูปการศึกษา. บพิธการพิมพ์.
- รัตนะ บัวสนธ์. (2565). การพัฒนาหลักสูตรเสริมสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องจำนวน เต็ม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มหาวิทยาลัยราชภัฏ มหาสารคาม].
- ล้วน สายยศ, และ อังคณา สายยศ. (2538). เทคนิควิจัยทางการศึกษา. สุวีริยาสาส์น.
- วลัยภรณ์ จันทร์สาขา. (2558). การพัฒนาโปรแกรมส่งเสริมพฤติกรรมกรับมือภัยธรรมชาติสำหรับเด็กอนุบาลตามแนวคิดแบบจินตนาการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. กรุงเทพฯ.
- วาสนา ทองคำ. (2561). การสร้างแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มหาวิทยาลัยบูรพา]. ชลบุรี.

- จิตรารณ บุญสิทธิ. (2559). โรคออทิซึมสเปกตรัม (*Autism Spectrum Disorder*) นันทวิช สิริวัชรวิทย์
จิตเวชศิริราช *DSM-5* (พิมพ์ครั้งที่ 3.). ประยูรสาสน.
- วินัดดา ปิยะศิลป์. (2559). *Specific Learning Disorder (SLD)*. สถาบันสุขภาพเด็กแห่งชาติ
มหาราชนิ.
- วิโรจน์ สารรัตน์. (2551). การประยุกต์ Log Frame ใช้เพื่อออกแบบโปรแกรมพัฒนาวิชาชีพ
บุคลากรทางการศึกษาสู่กรอบแนวคิดเพื่อการวิจัยและพัฒนา. วารสารบริหารการศึกษา
มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 4(2551), 3-5.
- วิวัฒน์ พัทธ. (2554). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎี
คอนสตรัคติวิสต์ประกอบหลัก “สุ จิ ปุ ลิ” เรื่องเศษส่วนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราช
ภัฏมหาสารคาม]. มหาสารคาม.
- วีระเดช เชื้อนาม. (2547). เขย่า *Balanced Scorecard*. บริษัท เพื่องฟ้าพรินต์ติ้ง จำกัด.
- สถาบันการทดสอบการศึกษาแห่งชาติ. รายงานประจำปี. สืบค้นจาก <https://www.niets.or.th/th/>
- สถาบันราชานุกูล. (2555). เด็กแอลดี คู่มือสำหรับครู. บริษัท ปิยอนด์ พับลิชชิ่ง จำกัด.
- สมเกต อุทัยธา. (2560). การเรียนรวมสำหรับเด็กที่มีความต้องการพิเศษ (พิมพ์ครั้งที่ 13.).
เชียงใหม่.
- สมจิตร จันทรชัย. (2557). การออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน. เพชรเกษมพรินต์ติ้ง.
- สาวิตรี จุ้ยทอง, มารุต พัฒนาผล, และ วิชัย วงษ์ใหญ่. (2558). แนวทางการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์
สำหรับเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้. วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏว
ไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, 9 (3 (กันยายน-ธันวาคม)), 121-132.
- สาวิตรี จุ้ยทอง, ม. พ.,
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2558). แนวทางการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์สำหรับเด็กที่มีความบกพร่อง
ทางการเรียนรู้. วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรม
ราชูปถัมภ์, 9(3), 121-132.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2555). แนวทางการจัดกระบวนการเรียนรู้ตาม
จุดเน้นการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนทักษะการคิด. กลุ่มพัฒนากระบวนการเรียนรู้ สำนัก
วิชาการและมาตรฐานการศึกษา.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2563). แบบทดสอบความสามารถด้านคณิตศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2563. สืบค้นจาก <https://boet.obec.go.th/wp->

<content/uploads/2022/09/ExaminationNT01.pdf>

- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2554). เทคนิควิธีการและสื่อ
สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ เล่มที่ 1. กลุ่มการจัด
การศึกษาเรียนรู้ร่วม สำนักงานบริหารงานการศึกษาพิเศษ สำนักงานคณะกรรมการ
การศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษา.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2560
- 2579. สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา
- สำนักพัฒนาเทคนิคการศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. (มปป). สื่อการ
เรียนการสอน. สำนักพัฒนาเทคนิคการศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระ
นครเหนือ.
- สิริลักษณ์ โปร่งสันเทียะ. (2550). การพัฒนาโปรแกรมซ่อมเสริมคณิตศาสตร์สำหรับเด็กที่มีปัญหา
ทางการเรียนรู้. วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์ ศรีนครินทรวิโรฒ, 8(3), 166-175.
- สุชนา จันทรเรือง. (2553). การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สุธารัตน์ สมรรถการ. (2566). การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างพฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดย
ใช้ทฤษฎีการตั้งเป้าหมายและทฤษฎีการกำกับตนเองในการเรียนรู้สำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3. การประชุมนำเสนอผลงานวิจัยบัณฑิตศึกษาระดับชาติ, 18, 69 - 81.
- สุนีย์ พงษ์พินิจปัญญา. (2559). การพัฒนาเกมบนอุปกรณ์เคลื่อนที่สำหรับการพัฒนาทักษะทาง
คณิตศาสตร์ในเด็กออทิสติก. *Veridian E-Journal, Science and Technology Silpakorn
University*, 3(6 (พฤษภาคม-ธันวาคม)), 363 - 379.
- สุพัตรา ศรีสวัสดิ์. (2557). เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย. วารสารวิชาการสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์,
1(2), 1-15.
- สุรัสวดี ว่องไว. (2553). การศึกษาพฤติกรรมในการซื้อและรับประทานอาหารของนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีภาวะออทิสติก จากการสอนตรงรวมกับการใช้บัตรพลัง (Power
Card) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ]. กรุงเทพฯ.
- สุรางค์ ไคว้ตระกูล. (2553). จิตวิทยาการศึกษา. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุรีย์พร เปรมปรีดี. (2555). ปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา
คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา
เขต 2 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ]. กรุงเทพฯ.
- สุวิทย์ มูลคำ, และ อรทัย มูลคำ. (2547). เรียนรู้สู่ครูมืออาชีพ (พิมพ์ครั้งที่ 6.). ดวงกลมสมัย.

สุวิทย์ มูลคำ, และ อรทัย มูลคำ. (2553). *การจัดการเรียนรู้*. โรงพิมพ์ภาพพิมพ์. สำนักวิชาการและ
มาตรฐานการศึกษา.

หงษ์ทอง, ก. (2562). *แนวคิดและการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา*. สำนักพิมพ์แห่ง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อนุชิต ล้วนพนธ์, ประเวศ เวชชะ, และ สุวดี อุปินใจ. (2567). การบริหารจัดการเชิงยุทธศาสตร์เพื่อ
พัฒนาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้รองรับต่อการเปลี่ยนแปลงของยุค
ปัญญาประดิษฐ์. *วารสารราชภัฏสุรินทร์วิชาการ*, 2(5 (กันยายน-ตุลาคม)), 35 - 52.

อัศรา ประเสริฐสิน. (2563). *เครื่องมือการวิจัยทางการศึกษาและสังคมศาสตร์*. สำนักพิมพ์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัมพรพรณ พูลลาภ, และ ประกฤติ พูลพัฒน์. (2562). การพัฒนาความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์
ของเด็กที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาผ่านชุดกิจกรรม “สนุกคิดคณิตศาสตร์”. *บัณฑิต
วิทยาลัย มหาวิทยาลัยสวนดุสิต*, 16(2 (พฤษภาคม-สิงหาคม)), 189 - 203.

อุษณีย์ เกิดสุข. (2547). *พื้นฐานการคิดเชิงคณิตศาสตร์*. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ
โปรแกรมการช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหา
ทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

- 1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลทิพย์ ศรีหาเศษ
 อาจารย์ประจำภาควิชาการประเมินและการวิจัย
 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง เชี่ยวชาญการวัดและประเมินผลการศึกษา
- 2) รองศาสตราจารย์ ดร.อรนุช ลิมตศิริ อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะ
 ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง เชี่ยวชาญการจัดหลักสูตรและการเรียนการสอน
 ในระดับประถมศึกษา
- 3) รองศาสตราจารย์ ดร. สุภารัตน์พิชา ปิยะธรรมวาทกุล
 อาจารย์ประจำภาควิชาพื้นฐานการศึกษา
 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง เชี่ยวชาญการศึกษาพิเศษ
- 4) อาจารย์ณัฐมน บุญเรือน อาจารย์ประจำโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
 เชี่ยวชาญการศึกษาพิเศษและการสอนภาษาไทยประถมศึกษาตอนต้น
- 5) อาจารย์รักษิณี แผงป้อง อาจารย์ประจำโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) เชี่ยวชาญการสอนอ่านเขียนนักเรียนที่มีความต้องการพิเศษ
- 6) อาจารย์ยุวธิดา อัครฮาด อาจารย์ประจำโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง (ฝ่าย
 ประถม) เชี่ยวชาญการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์
- 7) อาจารย์อารยา ศรีบุญเรือง อาจารย์ประจำโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง
 (ฝ่ายประถม) เชี่ยวชาญการศึกษาพิเศษ
- 8) นางสาววาสนา บุญมา คุณครูประจำโรงเรียนวัดประยุรวงศาวาส เชี่ยวชาญการจัดการ
 เรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์
- 9) นางสาวสุนันท์ ทองเนื้อสุข คุณครูประจำโรงเรียนวัดประยุรวงศาวาส เชี่ยวชาญการ
 จัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

- 10) นางสาวจรรวรณ์ เนืองปัดสา คุณครูประจำโรงเรียนวัดประยุรวงศาวาส
เชี่ยวชาญบริหารวิชาการ
- 11) นางสาววิลาสินี วัชรปิยานันท์ รองผู้อำนวยการโรงเรียนวัดประยุรวงศาวาส เชี่ยวชาญ
การบริหารการศึกษา
- 12) นายพนนัท อรัญมิ่ง ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดประยุรวงศาวาส เชี่ยวชาญการบริหาร
การศึกษา



รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

แบบทดสอบเพื่อค้นหาข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข
ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 และแบบทดสอบ เรื่อง จำนวนและตัวเลข

- 1) นางสาวอัญชลี บุญจันทิก อาจารย์ประจำโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง
(ฝ่ายประถม) เชี่ยวชาญการสอนคณิตศาสตร์
- 1) นางสาวดวงกมล ขนอม อาจารย์ประจำโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง
(ฝ่ายประถม) เชี่ยวชาญการสอนคณิตศาสตร์
- 2) นางสาววิยะดา คำลาพิศ อาจารย์ประจำโครงการศูนย์การศึกษาสำหรับเด็กพิเศษ
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง (ฝ่ายประถม) เชี่ยวชาญการศึกษาพิเศษ
- 3) นางสาวลัดดา บรรณาส่ง อาจารย์ประจำโครงการศูนย์การศึกษาสำหรับเด็กพิเศษ
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง (ฝ่ายประถม) เชี่ยวชาญการศึกษาพิเศษ
- 4) นางสาววรัญญา เกณว่อง อาจารย์ประจำโครงการศูนย์การศึกษาสำหรับเด็กพิเศษ โรงเรียน
สาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง (ฝ่ายประถม) เชี่ยวชาญการศึกษาพิเศษ

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ
แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข
ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

- 1) นายปวัน มาลากุล ณ อยุธยา อาจารย์ประจำโรงเรียนสาธิต มศว ประสานมิตร
(ฝ่ายประถม) เชี่ยวชาญการสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา
- 2) นางสาวจิตรา นนท์ คำชนแดน อาจารย์ประจำโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง
วิทยาเขตบางนา เชี่ยวชาญการสอนคณิตศาสตร์
- 3) นางสาวพรรัตน์ งามหอม อาจารย์ประจำโครงการศูนย์การศึกษาสำหรับเด็กพิเศษ โรงเรียน
สาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง (ฝ่ายประถม) เชี่ยวชาญการศึกษาพิเศษ
- 4) นางสาวฤติมา พันธุ์ธนา อาจารย์ประจำโครงการศูนย์การศึกษาสำหรับเด็กพิเศษ โรงเรียน
สาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง (ฝ่ายประถม) เชี่ยวชาญการศึกษาพิเศษ
- 5) นางสาวกนกวรรณ รัตนศรีสุข อาจารย์ประจำโครงการศูนย์การศึกษาสำหรับเด็กพิเศษ
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง (ฝ่ายประถม) เชี่ยวชาญการศึกษาพิเศษ



ภาคผนวก ข

หนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูล

ที่ อว 8718/1318



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

วันที่ 18 กันยายน 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร

เนื่องด้วย นางสาวอาภรณ์ สอาดเอี่ยม นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาการศึกษาพิเศษ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิดา มิตรานันท์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่งทิวา แยมรุ่ง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ และได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ หมายเลขรับรอง : SWUECE/G-159/2566

ในการนี้ นิสิตขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลกับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ของโรงเรียนในสังกัดเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร โดยใช้ 1) แบบทดสอบวินิจฉัย เรื่อง “จำนวนและตัวเลข ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3” 2) แบบคัดกรองคัดกรองบุคคลที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นประถมศึกษา และ 3) แบบวัดระดับความสามารถทางสติปัญญา (IQ) SPM ในระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2567 ถึงเดือนธันวาคม 2567 ทั้งนี้ นิสิตจะเป็นผู้ประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาขอความอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 0619639545

ที่ อว 8718/1318



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

วันที่ 18 กันยายน 2567

เรื่อง ขออนุมัติขอความเห็นชอบเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียน

เนื่องด้วย นางสาวอาภรณ์ สอาดเอี่ยม นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาการศึกษาพิเศษ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิดา มิตรานันท์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่งทิวา แยมรุ่ง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ และได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ หมายเลขรับรอง : SWUECE/G-159/2566

ในการนี้ นิสิตขออนุมัติขอความเห็นชอบกับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 โดยใช้ 1) แบบทดสอบวินิจฉัย เรื่อง “จำนวนและตัวเลข ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3” 2) แบบคัดกรองคัดกรองบุคคลที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับชั้นประถมศึกษา และ 3) แบบวัดระดับความสามารถทางสติปัญญา (IQ) SPM ในระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2567 ถึงเดือนธันวาคม 2567 ทั้งนี้ นิสิตจะเป็นผู้ประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาขออนุมัติ และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 0619639545

ที่ อว 8718/207



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

18 กุมภาพันธ์ 2568

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดประยุรวงศาวาส

เนื่องด้วย นางสาวอาภรณ์ สอาดเอี่ยม นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาการศึกษาพิเศษ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิดา มิตรานันท์ และอาจารย์ ดร.จิรพัฒน์ ศิริรักษ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ และได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ หมายเลขรับรอง : SWUECE/G-159/2566

ในการนี้ นิสิตขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูล โดยใช้โปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 กับ นักเรียนระดับประถมศึกษา ชั้นปีที่ 1 – 3 จำนวน 10 คน เพื่อเป็นข้อมูลในการวิจัย ในเดือนมีนาคม 2568 ทั้งนี้ นิสิตจะเป็นผู้ประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาขอความอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 061 963 9545



ภาคผนวก ค

หนังสือรับรองจริยธรรมงานวิจัยในมนุษย์

ที่ อว 8734.1/ 1416

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

27 ม.ย. 2566

เรื่อง ขออนุญาตผลการพิจารณาโครงการวิจัยเลขที่ SWUEC-G- 159/2566E

เรียน นางสาวอาภรณ์ สอาดเอียด

สิ่งที่ส่งมาด้วย ใบรับรองโครงการวิจัย SWUEC/E/G-159/2566

ตามที่ท่านได้ส่งโครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 โครงการวิจัยเลขที่ SWUEC-G 159/2566E เพื่อรับการพิจารณาจากคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ นั้น

คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ ได้พิจารณาโครงการวิจัยดังกล่าว บัดนี้ คณะกรรมการฯ ให้การรับรองโครงการวิจัยดังกล่าวแล้วเมื่อวันที่ 31 พฤษภาคม 2566 รายละเอียดดังนี้

Certificate Number	SWUEC/E/G-159/2566
Date of Approval	31 พฤษภาคม 2566 (อายุใบรับรองโครงการวิจัย 12 เดือน)
Date of Expiration	31 พฤษภาคม 2567
Continuing Review	ทุก 12 เดือน (ครบกำหนดส่งรายงานครั้งแรก วันที่ 31 พฤษภาคม 2567)

ในการนี้ คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ ขอความกรุณาให้ผู้วิจัยส่งรายงานความก้าวหน้าของการวิจัยและต่ออายุการรับรองก่อนกำหนดวันหมดอายุ 30 วัน เพื่อให้เป็นไปตามวิธีดำเนินการมาตรฐาน (SOPs version 2.0) ของคณะกรรมการฯ ทั้งนี้รายละเอียดของเอกสารที่ให้การรับรองตามที่ปรากฏใน Certificate of Approval (Certificate Number SWUEC/E/G-159/2566) ที่แนบมาพร้อมนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(แพทย์หญิงสุรีพร ภัทรสุวรรณ)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

หน่วยจริยธรรมและมาตรฐานการวิจัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
โทรศัพท์ 0-2649-5000 ต่อ 17503
โทรสาร 0-2259-1822

ภาคผนวก ง

เครื่องมือที่ใช้งานวิจัย

- ตัวอย่างคู่มือการใช้โปรแกรม
- ตัวอย่างแบบสำรวจความบกพร่อง
- ตัวอย่างแบบทดสอบเพื่อค้นหาความบกพร่อง
- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้
- ตัวอย่างสื่อการเรียนรู้

คู่มือการใช้โปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3



โดย...นางสาวอาภรณ์ สอาดเอี่ยม
นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาการศึกษพิเศษ
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คำนำ

โปรแกรมนี้เป็นโปรแกรมที่จัดทำเพื่อช่วยเหลือด้านการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 – 3 ที่มีปัญหาทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข 1 – 10 รวมถึงเป็นแนวทางเพื่อให้ครูผู้สอนและผู้ปกครองสามารถส่งเสริมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้นักเรียนได้เหมาะสมตามพัฒนาการ โดยโปรแกรมนี้ ประกอบด้วย 1) แบบทดสอบเพื่อค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข 2) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง จำนวนและตัวเลข จำนวน 8 แผน มีรูปแบบในการเรียนรู้แบบสอนตรง โดยการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ร่วมกับการใช้เทคนิคทัชแมทซ์ (Touch Math Techniques) ซึ่งรายละเอียดของโปรแกรมนี้ ประกอบด้วย จุดมุ่งหมายของโปรแกรม การคัดเลือกผู้เข้าร่วมโปรแกรม เนื้อหาของโปรแกรม วิธีการจัดกิจกรรมในโปรแกรม สื่อการเรียนรู้/อุปกรณ์ในโปรแกรม และการประเมินผลโปรแกรม ซึ่งจะทำให้ครู ผู้ปกครอง หรือผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถนำไปใช้ในการช่วยเหลือด้านการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 – 3 ที่มีปัญหาทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข 1 – 10 ได้อย่างเหมาะสมต่อไป

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า โปรแกรมการช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 นี้ จะช่วยให้นักเรียนมีพื้นฐานในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และสามารถนำไปต่อยอดหรือพัฒนาการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้นได้ต่อไป

อาภรณ์ สอาดเอี่ยม



สารบัญ

	หน้า
จุดมุ่งหมายของโปรแกรม.....	1
การคัดเลือกผู้เข้าร่วมโปรแกรม.....	1
เนื้อหาของโปรแกรม.....	1
ขั้นตอนการดำเนินงานของโปรแกรม.....	2
แบบทดสอบเพื่อค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข	
ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3.....	3
เฉลยแบบทดสอบ และวิเคราะห์ผลการทดสอบ.....	9
แบบบันทึกคะแนนการทดสอบ และสรุปผลการค้นหาข้อบกพร่อง.....	12
สื่อการเรียนรู้/อุปกรณ์ในโปรแกรม.....	13
แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์.....	15
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	
“ค่าของจำนวนและสัญลักษณ์ตัวเลขแทนจำนวน 1 – 5”.....	16
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	
“การเปรียบเทียบ (มากกว่า/น้อยกว่า) จำนวน 1 – 5”.....	21
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	
“การเรียงลำดับจำนวนนับ 1 – 5”.....	27
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4	
“ค่าของจำนวนและสัญลักษณ์ตัวเลขแทนจำนวน 6 – 9”.....	35

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

“การเปรียบเทียบ (มากกว่า/น้อยกว่า) จำนวน 6 – 9” 39

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

“การเรียงลำดับจำนวนนับ 6 – 9” 45

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

“ค่าของจำนวนและสัญลักษณ์ตัวเลขแทนจำนวน 10” 53

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8

“การเปรียบเทียบ (มากกว่า/น้อยกว่า) 1 – 10” 58

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9

“การเรียงลำดับจำนวนจำนวน 1 – 10” 64



สารบัญ (ต่อ)

หน้า

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10

“ค่าของจำนวนและสัญลักษณ์ตัวเลขแทนจำนวน 1 – 10 และ 0” 70

แบบบันทึกคะแนนระหว่างเรียน 76





โปรแกรมการช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

โปรแกรมการช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเรื่องจำนวนและตัวเลข 1 – 10 และ 0 ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญของการเรียนรู้จะเข้าใจคณิตศาสตร์ มีรูปแบบในการเรียนรู้แบบสอนตรง โดยการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ร่วมกับการใช้เทคนิคทัชแมทซ์ (Touch Math Techniques) เพื่อให้นักเรียนเรียนรู้จำนวนจากคณิตศาสตร์ที่เป็นรูปธรรมจนสามารถเชื่อมโยงความเข้าใจไปยังคณิตศาสตร์ที่เป็นนามธรรมคือตัวเลข ซึ่งเป็นสัญลักษณ์หรือเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. ครูผู้สอนคัดเลือกนักเรียนโดยมีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนด ดังนี้
 - 1.1 เป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3
 - 1.2 ระดับสติปัญญาปกติ
 - 1.3 ทดสอบความรู้พื้นฐานด้านคณิตศาสตร์ ด้วยแบบทดสอบ เรื่อง จำนวนและตัวเลข แล้วได้ผลคะแนนสอบต่ำกว่าร้อยละ 50
 - 1.4 ได้รับความยินยอมจากผู้ปกครองให้เข้าร่วมโปรแกรม ได้ และสามารถเข้าร่วมกิจกรรมได้ต่อเนื่องจนจบโปรแกรม

2. ครูผู้สอนประชุมผู้ปกครองชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับโปรแกรมการช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 – 3

3. ครูผู้สอนให้นักเรียนทำแบบทดสอบคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 (Post-test) เพื่อค้นหาข้อบกพร่องในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข

4. ครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง จำนวนและตัวเลข 1 – 10 และ 0 ตามแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้งหมด 8 แผน ใช้ระยะเวลาแผนๆ ละ 40 - 50 นาที และประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนในแต่ละแผนฯ

5. ครูผู้สอนให้นักเรียนนักเรียนทำแบบทดสอบความรู้ (Post-test) ด้วยแบบทดสอบคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

6. ครูผู้สอนรายงานผลการเรียนรู้ (Feedback) ให้ผู้ปกครองทราบ

คำแนะนำสำหรับครูผู้สอน

คู่มือเล่มนี้เป็นการแนะนำการใช้โปรแกรมการช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ให้กับครูผู้สอนที่เป็นหลักในการจัดการเรียนรู้ โดยมีแนวทางการใช้โปรแกรม ดังนี้

1. ขั้นเตรียมความพร้อม

1.1 การเตรียมความพร้อมของครูผู้สอน

1.1.1 ครูผู้สอนศึกษาวิธีการใช้โปรแกรมเพื่อให้เข้าใจขั้นตอน และการนำไปใช้

1.1.2 ครูผู้สอนทำความเข้าใจเนื้อหารายละเอียด ตั้งแต่ แบบทดสอบ แผนการจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการประเมินผล

1.2 การเตรียมอุปกรณ์

1.2.1 ครูผู้สอนจัดเตรียมสื่อการสอนให้ครบ

1.2.2 ครูผู้สอนจัดเตรียมอุปกรณ์การเรียนรู้ไว้สำรองใช้ ในกรณีที่นักเรียนเตรียมมาไม่ครบ

1.3 การเตรียมสถานที่

1.3.1 สถานที่ในการสอนควรเป็นห้องหรือมุมที่เป็นสัดส่วน ไม่คับแคบจนเกินไป ปลอดภัย และอากาศถ่ายเทสะดวก เพื่อให้ได้รู้สึกสบาย ไม่หงุดหงิดในการเข้าร่วมกิจกรรม

1.3.2 ภายในห้องไม่ควรมีสิ่งกระตุ้นหรือสิ่งรบกวนความสนใจของนักเรียน

1.4 การเตรียมนักเรียน

1.4.1 หากนักเรียนป่วย หิว ง่วง หรือเหนื่อย ไม่ควรบังคับให้เข้าร่วมกิจกรรม เนื่องจากนักเรียนอาจจะไม่ให้ความร่วมมือ

1.4.2 ครูผู้สอนควรสร้างข้อตกลงในการเรียนและการทำกิจกรรมกับนักเรียนให้ชัดเจน ก่อนเริ่มกิจกรรมการเรียนรู้

1.5 การจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ของเด็ก

ครูผู้สอนควรตระหนักถึงเรื่องการจัดสภาพแวดล้อมในห้องเรียน เช่น การจัดที่นั่งของนักเรียนที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ วิธีการกระตุ้นความสนใจของนักเรียน การเสริมแรงทางบวก เป็นต้น เนื่องจากสภาพแวดล้อมและบรรยากาศในห้องเรียนอาจมีผลต่อการแสดงออกทางพฤติกรรมของนักเรียน ทั้งนี้จะช่วยให้ครูผู้สอนสามารถเตรียมความพร้อมกับสถานการณ์ที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างการสอนได้

2. ขั้นตอนการเข้าร่วมโปรแกรม

2.1 ครูผู้สอนคัดเลือกนักเรียนโดยมีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนด ดังนี้

2.1.1 เป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

2.1.2 ระดับสติปัญญาปกติ

2.1.3 ทดสอบความรู้พื้นฐานด้านคณิตศาสตร์ ด้วยแบบทดสอบ เรื่อง จำนวนและตัวเลข แล้วได้ผลคะแนนสอบต่ำกว่าร้อยละ 50

2.1.4 ได้รับความยินยอมจากผู้ปกครองให้เข้าร่วมโปรแกรม ได้ และสามารถเข้าร่วมกิจกรรมได้ต่อเนื่องจนจบโปรแกรม

2. ครูผู้สอนประชุมผู้ปกครองชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับโปรแกรมการช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 – 3

3. ครูผู้สอนให้นักเรียนทำแบบทดสอบ (Pre-test) ด้วยแบบทดสอบคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 และนำผลการทดสอบไปวิเคราะห์เพื่อ ค้นหาข้อบกพร่องในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลขของนักเรียน

4. ครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง จำนวนและตัวเลข 1 – 10 และ 0 ตาม แผนการจัดการเรียนรู้และข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ที่ค้นพบ ทั้งหมด 8 แผน ใช้ระยะเวลาแผนๆ ละ 40 - 50 นาที และประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนในแต่ละแผนฯ

5. ครูผู้สอนให้นักเรียนนักเรียนทำแบบทดสอบความรู้ (Post-test) ด้วย แบบทดสอบคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

6. ครูผู้สอนรายงานผลการเรียนรู้ (Feedback) ให้ผู้ปกครองทราบ



ตัวอย่าง

แบบทดสอบเพื่อค้นหาข้อบกพร่องในการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข ระดับชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 1-3



แบบทดสอบคณิตศาสตร์

เรื่อง จำนวนและตัวเลข 1 – 10 และ 0

คำชี้แจง ให้นักเรียน X ทับตัวเลขที่คิดว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้อง เพียงข้อเดียว

ให้นักเรียนดูภาพนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 1 - 3



1. จากภาพมี จำนวนเท่าไร

ก. 2

ข. 3

ค. 4

2. จากภาพข้อใดถูกต้อง

ก.  = 2

ข.  = 8

ค.  = 4

3. จากภาพ ข้อใดไม่ถูกต้อง



4. ภาพในข้อใดแสดงจำนวน 0 ได้ถูกต้อง



5. ภาพในข้อใดแสดงจำนวนมากกว่า 5



6. ภาพใดมีจำนวนมากที่สุด



7. ข้อใดเรียงลำดับตัวเลขจากน้อยไปมากได้ถูกต้อง

ก. 2 , 5 , 8 , 6

ข. 1 , 5 , 3 , 8

ค. 3 , 5 , 8 , 9

ตัวอย่าง

แผนการจัดการเรียนรู้



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

เรื่อง ค่าของจำนวน และสัญลักษณ์ตัวเลขแทนจำนวน 1-5

เวลาเรียน 40 นาที

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อกำหนดจำนวน 1-5 ให้ นักเรียนสามารถแทนค่าจำนวนนั้นด้วยตัวเลขที่ถูกต้องได้

กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูกล่าวทักทายนักเรียน
2. ครูบอกข้อตกลงในการเรียนให้นักเรียนทราบ ได้แก่
 - ถ้าครูพูดว่า “ตาตุ” ให้นักเรียนตั้งใจดูที่ครู
 - ถ้าครูพูดว่า “หูฟัง” ให้นักเรียนตั้งใจฟังครูพูด ไม่พูดคุยกัน
 - ถ้าครูพูดว่า “หลังตรง” ให้นักเรียนยืดตัวขึ้น นั่งหลังตรง
3. ครูกระตุ้นนักเรียนด้วยการให้นักเรียนเล่นเกม “ถุงปริศนา” โดยมีขั้นตอนดังนี้
 - 1) แจกถุงผ้าให้นักเรียนคนละถุง (ภายในแต่ละถุงบรรจุตุ๊กตาที่มีจำนวนไม่เท่ากัน 1-5 ชิ้น)
 - 2) ให้นักเรียนนับจำนวนตุ๊กตาในถุงผ้าของตนเอง และเมื่อนับได้แล้ว ให้พูดว่า “มีตุ๊กตา 5 ตัว”
 - 3) ครูให้นักเรียนทุกคนช่วยกันตรวจสอบความถูกต้อง
4. ครูบอกให้นักเรียนทราบเนื้อหาในชั่วโมงนี้ คือ เรื่อง “ค่าของจำนวน และสัญลักษณ์ตัวเลขแทนจำนวน 1-5”

ขั้นสอน

ผลการค้นหาข้อบกพร่อง กรณีที่ 1 นักเรียนจำตัวเลขได้แต่ไม่รู้ค่าจำนวน
กิจกรรมที่ 1 เรียนรู้จากการกระทำ (Enactive Stage) ขั้น C : Concrete การใช้สื่อรูปธรรมแทนจำนวน 1. ครูหยิบไม้ไอศกรีมจำนวน 1 อัน วางบนโต๊ะ ชี้ไปที่ไม้ไอศกรีมพร้อมนับ “1” 2. ครูหยิบไม้ไอศกรีมวางเพิ่มอีกจำนวน 1 อัน แล้วชี้ไปที่ไม้ไอศกรีมที่ละไม้ พร้อมนับ “1...2” 3. ครูหยิบไม้ไอศกรีมวางเพิ่มอีกจำนวน 1 อัน แล้วชี้ไปที่ไม้ไอศกรีมที่ละไม้ พร้อมนับ “1...2...3” ครูทำเช่นนี้ไปจนถึงจำนวน 5 4. ครูให้นักเรียนลงมือปฏิบัติเอง โดยหยิบไม้ไอศกรีมเพิ่มทีละ 1 อัน พร้อมกับนับไปจนครบ 5 อัน
กิจกรรมที่ 2 เรียนรู้จากการคิด สร้างภาพในจินตนาการ (Iconic Stage) ขั้น P : Pictorial การใช้ภาพแทนจำนวน 1. ครูนำบัตรภาพสัตว์ จำนวน 1-5 มาให้นักเรียนดู และชี้ให้นักเรียนนับตามครูทีละรูป 2. ครูให้นักเรียนเลือกบัตรภาพสัตว์ 1 ใบ แล้วให้นักเรียนนับและบอกว่ารูปที่เลือกนั้นมีรูปสัตว์จำนวนกี่ตัว จากนั้นให้นักเรียนเลือกหยิบตัวเลขให้ตรงกับจำนวนที่นับได้ 3. ครูให้นักเรียนทำให้ครบจำนวน 1-5 แล้วเก็บบัตรภาพสัตว์ไว้ 4. ครูนำบัตรภาพของเล่น จำนวน 1-5 มาให้นักเรียนเลือก 1 ใบ แล้วให้นักเรียนนับและบอกว่ารูปที่ตนเองเลือกนั้นมีรูปของเล่นจำนวนกี่ชิ้น จากนั้นให้นักเรียนหยิบตัวเลขให้ตรงกับจำนวนที่นับได้ 5. ครูให้นักเรียนทำให้ครบจำนวน 1-5 หากสังเกตเห็นว่านักเรียนยังไม่สามารถทำได้ ให้ครูสอนซ้ำจนนักเรียนสามารถทำได้ด้วยตนเอง

กิจกรรมที่ 3 เรียนรู้สัญลักษณ์และนามธรรม (Symbolic Stage)

ขั้น A : Abstract การสอนเชิงนามธรรม

1. ครูนำสื่อตัวเลข 1-5 มาวาง แล้วให้นักเรียนหยิบตัวเลขตามที่ครูบอกทีละตัว จนครบทั้ง 5 ตัวเลข
2. ครูนำบัตรภาพของเล่นที่แสดงจำนวน 1 มาให้นักเรียนนับแล้วครูหยิบตัวเลข 1 มาวางคู่กัน พร้อมกับพูดว่า “มีรถของเล่น จำนวน 1 คัน” และให้นักเรียนพูดตาม
3. ครูให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในข้อ 2 ด้วยตนเอง จนครบทั้ง 5 จำนวน โดยครูหยิบบัตรภาพให้นักเรียนโดยไม่ต้องเรียงตามลำดับ
4. ครูเก็บบัตรภาพของเล่นไว้ แล้วแจกไม้ไอศกรีมให้นักเรียนคนละ 10 ไม้
5. ครูชูตัวเลข 1-5 โดยไม่เรียงลำดับ แล้วให้นักเรียนนับไม้ไอศกรีมให้ได้จำนวนตามตัวเลขที่ครูกำหนด โดยขั้นตอนนี้ให้ครูลดการชี้แนะลง

ผลการค้นหาข้อบกพร่อง กรณีที่ 2 นักเรียนรู้ค่าจำนวนแต่จำตัวเลขไม่ได้

กิจกรรมที่ 1 เรียนรู้จากการกระทำ (Enactive Stage)

ขั้น C : Concrete การใช้สื่อรูปธรรมแทนจำนวน

1. ครูหยิบไม้ไอศกรีมจำนวน 1 อัน วางบนโต๊ะ ชี้ไปที่ไม้ไอศกรีมพร้อมนับ “1” และหยิบตัวเลข 1 มาวาง
2. ครูหยิบไม้ไอศกรีมจำนวน 2 อัน วางบนโต๊ะแล้วชี้ไปที่ไม้ไอศกรีมทีละไม้ พร้อมนับ “1...2” และหยิบตัวเลข 2 มาวาง
3. ครูหยิบไม้ไอศกรีมจำนวน 3 อัน วางบนโต๊ะแล้วชี้ไปที่ไม้ไอศกรีมทีละไม้ พร้อมนับ “1...2...3” และหยิบตัวเลข 3 มาวาง และครูทำเช่นนี้ไปจนครบจำนวน 5 อัน
4. ครูให้นักเรียนปฏิบัติ โดยหยิบไม้ไอศกรีมและตัวเลข พร้อมกับนับไปจนครบ 5 อัน โดยครูแนะนำ

กิจกรรมที่ 2 เรียนรู้จากการคิด สร้างภาพในจินตนาการ (Iconic Stage)

ขั้น P : Pictorial การใช้ภาพแทนจำนวน

1. ครูนำบัตรภาพสัตว์ จำนวน 1-5 ตัว มาชี้ให้นักเรียนนับทีละรูป โดยเรียงลำดับ 1-5
2. ครูใช้สื่อตัวเลขทัชแมตซ์ เลข 1-5 มาให้นักเรียนสังเกตจุดที่อยู่บนตัวเลขทัชแมตซ์ จากนั้นให้นักเรียนนับจุดบนตัวเลขทัชแมตซ์ทีละตัวเลข โดยเรียงลำดับ 1-5
3. ครูนำบัตรภาพสัตว์ที่แสดงจำนวน 1 มาให้นักเรียนนับแล้วครูหยิบตัวเลขทัชแมตซ์ เลข 1 มาวางคู่

กัน พร้อมกับพูดว่า “เลข 1” และให้นักเรียนพูดตาม

4. ครูให้นักเรียนเลือกบัตรภาพสัตว์ขึ้นมา 1 ใบ พร้อมนับจำนวน จากนั้นให้นักเรียนเลือกหยิบตัวเลข
ทศแมทซ์ที่มีค่าตรงกับจำนวนตัวสัตว์ที่นักเรียนนับได้ (ในขั้นตอนนี้ นักเรียนสามารถนับจุดที่อยู่บน
ตัวเลขทศแมทซ์ได้เพื่อให้รู้ค่าจำนวน)
5. ให้นักเรียนทำให้ครบจำนวน 1-5

กิจกรรมที่ 3 เรียนรู้สัญลักษณ์และนามธรรม (Symbolic Stage)

ขั้น A : Abstract การสอนเชิงนามธรรม

1. ครูนำตัวเลข 1 และตัวเลขทศแมทซ์ เลข 1 มาวางคู่กัน จากนั้นสนทนากับนักเรียนถึงลักษณะของ
ตัวเลข 1 โดยชี้ให้นักเรียนหาจุดเด่นที่จะช่วยให้นักเรียนจดจำตัวเลข 1 ได้ และให้ครูทำเช่นนี้กับ
เลข 2 3 4 และ 5 ตามลำดับจนครบ
2. ครูเก็บตัวเลขทศแมทซ์
3. ครูนำบัตรภาพของเล่นจำนวน 1-5 แบบไม่เรียงลำดับ มาให้นักเรียนนับแล้วให้นักเรียนจับคู่บัตร
ภาพกับตัวเลข 1-5 มีค่าตรงกัน (ทำจนครบทั้ง 5 ตัวเลข)

ขั้นสรุป

1. ครูให้นักเรียนนับจำนวนจากบัตรภาพของเล่น แล้วจับคู่กับตัวเลขที่มีค่าเท่ากัน สลับกับ
การหยิบไม้ไอศกรีมให้มีจำนวนตรงกับตัวเลขที่ครูกำหนด โดยครูลดการชี้แนะและการ
ช่วยเหลือ
2. นักเรียนทำแบบฝึกหัด เรื่อง “จำนวน 1-5”

สื่อการเรียนรู้

- | | |
|---------------------------|-----------------------------|
| 1. เกม “ถุงปริศนา” | 2. ไม้ไอศกรีม |
| 3. จำนวนนับรูปสัตว์ | 4. บัตรภาพของเล่น จำนวน 1-5 |
| 5. บัตรภาพสัตว์ จำนวน 1-5 | 6. ตัวเลข 1-5 |
| 7. ตัวเลขทศแมทซ์ 1-5 | |

การวัดและประเมินผล

สิ่งที่วัดและประเมิน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
นักเรียนแทนค่าจำนวน 1-5 ด้วยตัวเลขได้ถูกต้อง	การทำแบบฝึกหัด ด้วยตนเองโดยครู ไม่ชี้แนะ	แบบฝึกหัด	นักเรียนต้องทำแบบฝึกหัดถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 50 ขึ้นไปจึงจะผ่าน จุดประสงค์



แบบฝึกหัด เรื่อง “จำนวน 1-5”

ชื่อ

ชั้น

เลขที่

แบบฝึกหัดคณิตศาสตร์ เรื่อง “จำนวน 1-5”

ให้นักเรียนโยงเส้นจับคู่ตัวเลขกับจำนวนให้ถูกต้อง

1



2



3



4



5



ให้นักเรียนวงกลมรูปภาพตามจำนวนที่กำหนดให้ถูกต้อง

3

=



1

=



5

=



4

=



2

=



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

เรื่อง การเปรียบเทียบ (มากกว่า/น้อยกว่า) จำนวน 1-5

เวลาเรียน 40 นาที

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อกำหนดจำนวน 1-5 ให้ นักเรียนสามารถเปรียบเทียบมากกว่าและน้อยกว่าได้ถูกต้อง

กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูกล่าวทักทายนักเรียน
2. ครูบอกข้อตกลงในการเรียนให้นักเรียนทราบ ได้แก่
 - ถ้าครูพูดว่า “ตาตุ” ให้นักเรียนตั้งใจดูที่ครู
 - ถ้าครูพูดว่า “หูฟัง” ให้นักเรียนตั้งใจฟังครูพูด ไม่พูดคุยกัน
 - ถ้าครูพูดว่า “หลังตรง” ให้นักเรียนยืดตัวขึ้น นั่งหลังตรง
3. ครูกระตุ้นนักเรียนด้วยการให้นักเรียนเล่นเกม “จับคู่จำนวนและตัวเลข” ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้
 - 1) ครูแนะนำให้นักเรียนทำความรู้จักกับบัตรตัวเลข 1-5 และบัตรภาพของเล่นจำนวน 1-5
 - 2) ครูแจกบัตรตัวเลขและบัตรภาพของเล่นให้นักเรียนคนละ 1 ใบ
 - 3) ให้นักเรียนเดินหาคู่ โดยให้ที่มีบัตรตัวเลขกับบัตรภาพของเล่นที่มีจำนวนตรงกัน
4. ครูบอกให้นักเรียนทราบเนื้อหาในชั่วโมงนี้ คือ เรื่อง การเปรียบเทียบมากกว่า/น้อยกว่า จำนวน 1-5

ขั้นสอน

ผลการค้นหาข้อบกพร่อง กรณีที่ 1 นักเรียนจำตัวเลขได้แต่ไม่รู้ค่าจำนวน

กิจกรรมที่ 1 เรียนรู้จากการกระทำ (Enactive Stage)

ขั้น C : Concrete การใช้สื่อรูปธรรมแทนจำนวน

1. ครูบอกให้นักเรียนทราบว่ากำลังจะเรียนเรื่อง **การเปรียบเทียบจำนวนน้อยกว่า**
 - 1.1 ครูวางไม้ไอศกรีมสีแดงจำนวน 1 อัน บนโต๊ะ พร้อมนับ “1” และให้นักเรียนนับตาม
 - 1.2 ครูวางไม้ไอศกรีมสีเหลืองจำนวน 2 อัน ต่อจากสีแดง แล้วชี้ไปที่ไม้ไอศกรีมสีเหลืองทีละไม้ พร้อมนับ “1...2” และให้นักเรียนนับตาม
 - 1.3 ครูชี้ไปที่ไม้ไอศกรีมสีแดง และสีเหลือง แล้วพูดว่า “1 น้อยกว่า 2” และให้นักเรียนพูดตาม
 - 1.4 ครูเก็บไม้ไอศกรีมสีแดง
 - 1.5 ครูวางไม้ไอศกรีมสีเขียว จำนวน 3 อัน ต่อจากสีเหลือง แล้วชี้ไปที่ไม้ไอศกรีมสีเขียวทีละไม้ พร้อมนับ “1...2...3” และให้นักเรียนนับตาม
 - 1.6 ครูชี้ไปที่ไม้ไอศกรีมสีเหลือง และสีเขียว แล้วพูดว่า “2 น้อยกว่า 3” และให้นักเรียนพูดตาม
 - 1.7 ครูทำเช่นนี้ซ้ำอีก 3 ครั้ง โดยเปลี่ยนจำนวนไม้ไอศกรีม แต่ไม่เกินจำนวน 5 อัน
2. ครูบอกให้นักเรียนทราบว่ากำลังจะเรียนเรื่อง **การเปรียบเทียบจำนวนมากกว่า**
 - 2.1 ครูวางไม้ไอศกรีมสีแดงจำนวน 5 อัน บนโต๊ะ ชี้ไปที่ไม้ไอศกรีมทีละไม้ พร้อมนับ “1...2...3...4...5” และให้นักเรียนนับตาม
 - 2.2 ครูวางไม้ไอศกรีมสีเหลืองจำนวน 4 ไม้ ต่อจากสีแดง แล้วชี้ไปที่ไม้ไอศกรีมสีเหลืองทีละไม้ พร้อมนับ “1...2...3...4” และให้นักเรียนนับตาม
 - 2.3 ครูชี้ไปที่ไม้ไอศกรีมสีแดง และสีเหลือง แล้วพูดว่า “5 มากกว่า 4” และให้นักเรียนพูดตาม
 - 2.4 ครูเก็บไม้ไอศกรีมสีแดง
 - 2.5 ครูวางไม้ไอศกรีมสีเขียว จำนวน 3 ไม้ ต่อจากสีเหลือง แล้วชี้ไปที่ไม้ไอศกรีมสีเขียวทีละไม้ พร้อมนับ “1...2...3” และให้นักเรียนนับตาม
 - 2.6 ครูชี้ไปที่ไม้ไอศกรีมสีเหลือง และสีเขียว แล้วพูดว่า “4 มากกว่า 3” และให้นักเรียนพูดตาม
 - 2.7 ครูทำเช่นนี้ซ้ำอีก 3 ครั้ง โดยเปลี่ยนจำนวนไม้ไอศกรีม แต่ไม่เกินจำนวน 5 อัน

3. ครูให้นักเรียนจับคู่และลงมือปฏิบัติ โดยหยิบไม้ไอศกรีมคนละสี่ แล้วเปรียบเทียบกับคู่ของตนเองว่าไม้ไอศกรีมของใครมากกว่าหรือน้อยกว่า ทั้งนี้ให้ครูคอยแนะนำและตรวจสอบ

กิจกรรมที่ 2 เรียนรู้จากการคิด สร้างภาพในจินตนาการ (Iconic Stage)

ขั้น P : Pictorial การใช้ภาพแทนจำนวน

1. ครูนำบัตรภาพของเล่น จำนวน 1–5 มาให้นักเรียนดู และนับตามที่ละภาพ
2. ครูหยิบบัตรภาพมา 2 ใบ จากนั้นเปรียบเทียบจำนวนในบัตรภาพนั้น (เช่น หยิบได้จำนวน 5 และ 3 เปรียบเทียบจำนวนได้ว่า 5 มากกว่า 3 และ 3 น้อยกว่า 5)
3. ครูให้นักเรียนเลือกหยิบบัตรภาพของเล่น ขึ้นมา 2 ใบ แล้วให้นักเรียนบอกว่าบัตรภาพที่ตนเองเลือกนั้น มีรูปของเล่นจำนวนกี่ชิ้น จากนั้นเปรียบเทียบจำนวนในบัตรภาพนั้น (ให้นักเรียนพูดเปรียบเทียบทั้งมากกว่าและน้อยกว่า)
4. ครูทำเช่นนี้ซ้ำอีก 3 ครั้ง โดยเปลี่ยนบัตรภาพ
5. ครูให้นักเรียนลงมือหยิบบัตรภาพและพูดเปรียบเทียบด้วยตนเองเอง โดยครูแนะนำและตรวจสอบ

กิจกรรมที่ 3 เรียนรู้สัญลักษณ์และนามธรรม (Symbolic Stage)

ขั้น A : Abstract การสอนเชิงนามธรรม

1. ครูหยิบบัตรภาพของเล่นจำนวน 1 มาให้นักเรียนนับ และครูหยิบตัวเลข 1 มาวางคู่กัน พร้อมกับพูดว่า “มีรถของเล่น จำนวน 1 คัน” แล้วให้นักเรียนพูดตาม
2. ครูหยิบบัตรภาพของเล่นจำนวน 2 มาให้นักเรียนนับ และครูหยิบตัวเลข 2 มาวางคู่กัน พร้อมกับพูดว่า “มีม้าโยก จำนวน 2 ตัว” แล้วให้นักเรียนพูดตาม
3. ครูชี้ให้นักเรียนสังเกตและเปรียบเทียบจากรูป แล้วชี้ไปที่ตัวเลข 1 กับ 2 และพูดว่า “จำนวน 1 น้อยกว่า 2”
4. ครูให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในข้อ 2-4 ด้วยตนเอง จนครบทั้ง 5 จำนวน โดยครูหยิบบัตรภาพให้นักเรียนแบบไม่เรียงตามลำดับ และครูคอยตรวจสอบความถูกต้อง

ผลการค้นหาข้อบกพร่อง กรณีที่ 2 นักเรียนรู้ค่าจำนวนแต่จำตัวเลขไม่ได้

กิจกรรมที่ 1 เรียนรู้จากการกระทำ (Enactive Stage)

ขั้น C : Concrete การใช้สื่อรูปธรรมแทนจำนวน

1. ครูบอกให้นักเรียนทราบว่ากำลังจะเรียนเรื่อง การเปรียบเทียบจำนวนน้อยกว่า
 - 1.1 ครูวางไม้ไอศกรีมสีแดงจำนวน 1 อัน บนโต๊ะ ชี้ไปที่ไม้ไอศกรีมพร้อมนับ “1” และให้นักเรียนนับตาม
 - 1.2 ครูวางไม้ไอศกรีมสีเหลืองจำนวน 2 อัน ต่อจากสีแดง แล้วชี้ไปที่ไม้ไอศกรีมสีเหลืองทีละไม้ พร้อมนับ “1...2” และให้นักเรียนนับตาม
 - 1.3 ครูชี้ไปที่ไม้ไอศกรีมสีแดง และสีเหลือง แล้วพูดว่า “1 น้อยกว่า 2” และให้นักเรียนพูดตาม
 - 1.4 ครูเก็บไม้ไอศกรีมสีแดง
 - 1.5 ครูวางไม้ไอศกรีมสีเขียว จำนวน 3 อัน ต่อจากสีเหลือง แล้วชี้ไปที่ไม้ไอศกรีมสีเขียวทีละไม้ พร้อมนับ “1...2...3” และให้นักเรียนนับตาม
 - 1.6 ครูชี้ไปที่ไม้ไอศกรีมสีเหลืองและสีเขียว แล้วพูดว่า “2 น้อยกว่า 3” และให้นักเรียนพูดตาม
 - 1.7 ครูทำเช่นนั้นซ้ำอีก 3 ครั้ง โดยเปลี่ยนจำนวนไม้ไอศกรีม แต่ไม่เกินจำนวน 5 อัน
2. ครูบอกให้นักเรียนทราบว่ากำลังจะเรียนเรื่อง การเปรียบเทียบจำนวนมากกว่า
 - 2.1 ครูวางไม้ไอศกรีมสีแดงจำนวน 5 อัน บนโต๊ะ ชี้ไปที่ไม้ไอศกรีมทีละไม้พร้อมนับ “1...2...3...4...5” และให้นักเรียนนับตาม
 - 2.2 ครูวางไม้ไอศกรีมสีเหลืองจำนวน 4 ไม้ ต่อจากสีแดง แล้วชี้ไปที่ไม้ไอศกรีมสีเหลืองทีละไม้ พร้อมนับ “1...2...3...4” และให้นักเรียนนับตาม
 - 2.3 ครูชี้ไปที่ไม้ไอศกรีมสีแดง และสีเหลือง แล้วพูดว่า “5 มากกว่า 4” และให้นักเรียนพูดตาม
 - 2.4 ครูเก็บไม้ไอศกรีมสีแดง
 - 2.5 ครูวางไม้ไอศกรีมสีเขียว จำนวน 3 ไม้ ต่อจากสีเหลือง แล้วชี้ไปที่ไม้ไอศกรีมสีเขียวทีละไม้ พร้อมนับ “1...2...3” และให้นักเรียนนับตาม
 - 2.6 ครูชี้ไปที่ไม้ไอศกรีมสีเหลืองและสีเขียว แล้วพูดว่า “4 มากกว่า 3” และให้นักเรียนพูดตาม
 - 2.7 ครูทำเช่นนั้นซ้ำอีก 3 ครั้ง โดยเปลี่ยนจำนวนไม้ไอศกรีม แต่ไม่เกินจำนวน 5 อัน
3. ครูให้นักเรียนจับคู่และลงมือปฏิบัติ โดยหยิบไม้ไอศกรีมคนละสี แล้วเปรียบเทียบกับคู่ของ

ตนเองว่าไม้ไอศกรีมของใครมากกว่าหรือน้อยกว่า ทั้งนี้ให้ครูคอยแนะนำและตรวจสอบ

กิจกรรมที่ 2 เรียนรู้จากการคิด สร้างภาพในจินตนาการ (Iconic Stage)

ขั้น P : Pictorial การใช้ภาพแทนจำนวน

1. ครูนำสื่อการเรียนรู้รูปภาพสัตว์ ที่มีรูปสัตว์จำนวน 1-5 และชี้ให้นักเรียนนับทีละรูป โดยเปรียบเทียบและเรียงลำดับจำนวนตั้งแต่ จำนวน 1 ไปจนถึง 5
2. ครูใช้สื่อตัวเลขทัชแมทซ์ เลข 1-5 และให้นักเรียนสังเกตจุดที่อยู่บนตัวเลขทัชแมทซ์ จากนั้นให้นักเรียนนับจุดบนตัวเลขทัชแมทซ์ทีละตัวเลข โดยเรียงลำดับตั้งแต่เลข 1 ไปจนถึง 5
3. ครูนำรูปภาพสัตว์ที่แสดงจำนวน 1 กับตัวเลขทัชแมทซ์ เลข 1 มาวางคู่กัน พร้อมกับพูดว่า “เลข 1” และให้นักเรียนพูดตาม จากนั้นครูนำรูปภาพสัตว์ที่แสดงจำนวน 2 กับตัวเลขทัชแมทซ์ เลข 2 มาวางคู่กัน พร้อมกับพูดว่า “เลข 2” และให้นักเรียนพูดตาม
4. ครูชี้ไปที่ตัวเลขทัชแมทซ์ เลข 1 และ 2 พร้อมกับพูดว่า “1 น้อยกว่า 2” ในขั้นตอนนี้ครูชี้หน้าเด็กให้สังเกตจุดที่อยู่บนตัวเลขทัชแมทซ์เพื่อช่วยในการเปรียบเทียบ
5. ครูทำขั้นตอนที่ 3-4 ซ้ำอีก 2 ครั้ง โดยเปลี่ยนจำนวน
6. ครูทำขั้นตอนที่ 3-4 ซ้ำอีก 3 ครั้ง โดยเปลี่ยนจำนวน และเปลี่ยนเป็นการเปรียบเทียบ “มากกว่า”

กิจกรรมที่ 3 เรียนรู้สัญลักษณ์และนามธรรม (Symbolic Stage)

ขั้น A : Abstract การสอนเชิงนามธรรม

1. ครูนำตัวเลขทัชแมทซ์ เลข 1 และ 2 มาวางคู่กัน ครูชี้ไปที่ตัวเลขทัชแมทซ์ เลข 1 และ 2 พร้อมกับพูดว่า “1 น้อยกว่า 2” ในขั้นตอนนี้ครูชี้หน้าเด็กให้สังเกตจุดที่อยู่บนตัวเลขทัชแมทซ์เพื่อช่วยในการเปรียบเทียบ
2. ครูทำซ้ำอีก 2 ครั้ง โดยเปลี่ยนตัวเลข แล้วให้นักเรียนพูดเปรียบเทียบจำนวน ว่ามากกว่าหรือน้อยกว่า
3. ครูเก็บสื่อตัวเลขทัชแมทซ์
4. ครูนำตัวเลข 1 และ 2 มาวางคู่กัน แล้วถามนักเรียนว่าเลขใดมีค่าน้อยกว่า และเลขใดมีค่ามากกว่า
5. ครูทำซ้ำอีก 3 ครั้งโดยเปลี่ยนตัวเลข แล้วให้นักเรียนเป็นคนพูดเปรียบเทียบว่าตัวเลขใดมีค่า

มากกว่าหรือน้อยกว่าด้วยตนเอง

6. นักเรียนยังไม่สามารถตอบได้ถูกต้อง ให้ครู นำตัวเลขทัชแมทซ์มาให้เด็กสังเกตและช่วยในการเปรียบเทียบอีกครั้ง

ขั้นสรุป

1. ครูวางไม้ไอศกรีมสองสี โดยให้มีจำนวนไม่เท่ากัน แต่ไม่เกินจำนวน 5 อัน แล้วให้นักเรียนบอกว่าสีใดมีจำนวนมากกว่า และสีใดมีจำนวนน้อยกว่า
2. ครูวางตัวเลขสองตัวโดยให้มีค่าไม่เท่ากัน แต่มีค่าไม่เกิน 5 แล้วให้นักเรียนบอกตัวเลขใดมีค่ามากกว่า และตัวเลขใดมีค่าน้อยกว่า
3. นักเรียนทำแบบฝึกหัด เรื่อง “การเปรียบเทียบ (มากกว่า/น้อยกว่า) จำนวน 1-5”

สื่อการเรียนรู้

1. บัตรตัวเลข 1-5
2. ไม้ไอศกรีม
3. จำนวนนับรูปสัตว์
4. บัตรภาพของเล่น จำนวน 1-5
5. บัตรภาพสัตว์ จำนวน 1-5
6. ตัวเลข 1-5
7. ตัวเลขทัชแมทซ์ 1-5

การวัดและประเมินผล

สิ่งที่วัดและประเมิน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
นักเรียนสามารถเปรียบเทียบมากกว่าและน้อยกว่าจำนวน 1-5 ได้ถูกต้อง	การทำแบบฝึกหัดด้วยตนเองโดยครูไม่ชี้แนะ	แบบฝึกหัด	นักเรียนต้องทำแบบฝึกหัดถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 50 ขึ้นไปจึงจะผ่านจุดประสงค์

แบบฝึกหัด เรื่อง “การเปรียบเทียบ (มากกว่า/น้อยกว่า) จำนวน 1-5”

ชื่อ _____

ชั้น _____

เลขที่ _____

แบบฝึกหัดคณิตศาสตร์ เรื่อง “การเปรียบเทียบจำนวน 1-5”

ให้นักเรียนกากบาท (X) เปรียบเทียบจำนวนที่กำหนดให้ถูกต้อง

1. จำนวนที่มากกว่า 3



6. จำนวนที่มากกว่า 2



2. จำนวนที่น้อยกว่า 2



7. จำนวนที่มากกว่า 3



3. จำนวนที่มากกว่า 1



8. จำนวนที่มากกว่า 4



4. จำนวนที่มากกว่า 3



9. จำนวนที่น้อยกว่า 3



5. จำนวนที่น้อยกว่า 3



10. จำนวนที่น้อยกว่า 5



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การเรียงลำดับจำนวนนับ 1-5

เวลาเรียน 40 นาที

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อกำหนดจำนวน 1-5 ให้ นักเรียนสามารถเรียงลำดับจำนวน จากน้อยไปหามากและจากมากไปหาน้อยได้ถูกต้อง

กระบวนการจัดการเรียนรู้

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูกล่าวทักทายนักเรียน
2. ครูบอกข้อตกลงในการเรียนให้นักเรียนทราบ ได้แก่
 - ถ้าครูพูดว่า “ตาตุ” ให้นักเรียนตั้งใจดูที่ครู
 - ถ้าครูพูดว่า “หูฟัง” ให้นักเรียนตั้งใจฟังครูพูด ไม่พูดคุยกัน
 - ถ้าครูพูดว่า “หลังตรง” ให้นักเรียนยืดตัวขึ้น นั่งหลังตรง
3. ครูกระตุ้นนักเรียนด้วยการให้นักเรียนเล่นเกม “สัตว์หรรษา” โดยมีขั้นตอน ดังนี้
 - 1) ครูวางจำนวนนับรูปสัตว์ต่างๆ ปะปนกัน โดยแต่ละชนิดมีจำนวนไม่เท่ากัน และมีจำนวนไม่เกิน 5 (เช่น ช้าง 3 ตัว, เสือ 4 ตัว, ยีราฟ 5 ตัว)
 - 2) ให้นักเรียนช่วยกันจัดหมวดหมู่ชนิดของจำนวนนับรูปสัตว์ และครูชี้้นำให้ดูว่ามีจำนวนที่แตกต่างกัน
 - 3) ครูถามคำถาม เช่น "สัตว์ตัวไหนมีจำนวนมากที่สุด" หรือ "ยีราฟมากกว่าหรือน้อยกว่า ช้าง"
4. ครูบอกให้นักเรียนทราบเนื้อหาในชั่วโมงนี้ คือ เรื่องการเรียงลำดับจำนวนนับ1-5

ขั้นสอน

ผลการค้นหาข้อบกพร่อง กรณีที่ 1 นักเรียนจำตัวเลขได้แต่ไม่รู้ค่าจำนวน

กิจกรรมที่ 1 เรียนรู้จากการกระทำ (Enactive Stage)

ขั้น C : Concrete การใช้สื่อรูปธรรมแทนจำนวน

1. ครูบอกให้นักเรียนทราบว่ากำลังจะเรียนเรื่อง การเรียงลำดับจำนวนจากน้อยไปมาก
 - 1.1 ครูวางไม้ไอศกรีมสีแดงจำนวน 1 อัน บนโต๊ะ แล้วชี้ไปที่ไม้ไอศกรีมให้นักเรียนนับ “1”
 - 1.2 ครูวางไม้ไอศกรีมสีเหลืองจำนวน 2 อัน เป็นแถวใต้ไม้ไอศกรีมสีแดง แล้วชี้ไปที่ไม้ไอศกรีมสีเหลืองให้นักเรียนนับ “1...2”
 - 1.3 ครูวางไม้ไอศกรีมสีเขียวจำนวน 3 อัน เป็นแถวใต้ไม้ไอศกรีมสีเหลือง แล้วชี้ไปที่ไม้ไอศกรีมสีเขียวให้นักเรียนนับ “1...2...3”
 - 1.4 ครูชี้ให้นักเรียนดูไม้ไอศกรีมทั้ง 3 สี และถามว่าไม้ไอศกรีมสีอะไรมีจำนวนน้อยที่สุด (สีแดง) จากนั้นครูถามต่อว่าไม้ไอศกรีมสีอะไรมีจำนวนน้อยเป็นอันดับสองต่อจากสีแดง (สีเหลือง) สุดท้ายครูถามต่อว่าไม้ไอศกรีมสีอะไรมีจำนวนมากที่สุด (สีเขียว)
 - 1.5 ครูพูดย้ำว่า “เรียงลำดับจำนวนไม้ไอศกรีมจากน้อยไปมาก คือ สีแดง สีเหลือง สีเขียว” และให้นักเรียนพูดตาม 2 รอบ
 - 1.6 ครูวางไม้ไอศกรีมสีม่วงจำนวน 4 ไม้ เป็นแถวใต้ไม้ไอศกรีมสีเขียวแล้วชี้ไปที่ไม้ไอศกรีมสีม่วงให้นักเรียนนับ “1...2...3...4”
 - 1.7 ครูถามนักเรียนตอนนี้ไม้ไอศกรีมสีม่วงจำนวนมากกว่าหรือน้อยกว่าสีเขียว (มากกว่า) สุดท้ายครูถามต่อว่าตอนนี้ไม้ไอศกรีมสีอะไรมีจำนวนมากที่สุด (สีม่วง)
 - 1.8 ครูพูดย้ำอีกครั้งว่า “เรียงลำดับจำนวนไม้ไอศกรีมจากน้อยไปมาก คือ สีแดง สีเหลือง สีเขียว สีม่วง” และให้นักเรียนพูดตาม 2 รอบ
2. ครูบอกให้นักเรียนทราบว่ากำลังจะเรียนเรื่อง การเรียงลำดับจำนวนจากมากไปน้อย
 - 2.1 ครูวางไม้ไอศกรีมสีแดงจำนวน 5 อัน บนโต๊ะ แล้วชี้ไปที่ไม้ไอศกรีมให้นักเรียนนับ “1...2...3...4...5”
 - 2.2 ครูวางไม้ไอศกรีมสีเหลืองจำนวน 4 อัน เป็นแถวใต้ไม้ไอศกรีมสีแดง แล้วชี้ไปที่ไม้ไอศกรีมสีเหลืองให้นักเรียนนับ “1...2...3...4”

2.3 ครูวางไม้ไอศกรีมสีเขียวจำนวน 3 อัน เป็นแถวได้ไม้ไอศกรีมสีเหลือง แล้วชี้ไปที่ไม้ไอศกรีมสีเขียวให้นักเรียนนับ “1...2...3” 2.4 ครูชี้ให้นักเรียนดูไม้ไอศกรีมทั้ง 3 สี แล้วชี้ไปที่ละสี และถามว่าไม้ไอศกรีมสีอะไรมีจำนวนมากที่สุด (สีแดง) จากนั้นครูถามต่อว่าไม้ไอศกรีมสีอะไรมีจำนวนมากเป็นอันดับสองต่อจากรีแดง (สีเหลือง) สุดท้ายครูถามต่อว่าไม้ไอศกรีมสีอะไรมีจำนวนน้อยที่สุด (สีเขียว) 2.5 ครูพูดย้ำว่า “เรียงลำดับจำนวนไม้ไอศกรีมจากมากไปน้อย คือ สีแดง สีเหลือง สีเขียว” และให้นักเรียนพูดตาม 2 รอบ 2.6 ครูวางไม้ไอศกรีมสีม่วงจำนวน 2 อัน เป็นแถวได้ไม้ไอศกรีมสีเขียวแล้วชี้ไปที่ไม้ไอศกรีมสีม่วงให้นักเรียนนับ “1...2” 2.7 ครูถามนักเรียนตอนนี้ไม้ไอศกรีมสีม่วงมากกว่าหรือน้อยกว่าสีเขียว (น้อยกว่า) สุดท้ายครูถามต่อว่าตอนนี้ไม้ไอศกรีมสีอะไรมีจำนวนน้อยที่สุด (สีม่วง) 2.8 ครูพูดย้ำอีกครั้งว่า “เรียงลำดับจำนวนไม้ไอศกรีมจากมากไปน้อย คือ สีแดง สีเหลือง สีเขียว สีม่วง” และให้นักเรียนพูดตาม 2 รอบ 3. ครูวางไม้ไอศกรีมสีแดงจำนวน 4 อัน และสีเขียว จำนวน 2 อัน จากนั้นให้นักเรียนบอกว่าไม้ไอศกรีมสีใดมีจำนวนมากกว่า และไม้ไอศกรีมสีใดมีจำนวนน้อยกว่า 4. ครูทำซ้ำข้อ 3 อีก 3 ครั้ง โดยเปลี่ยนจำนวนไม้ไอศกรีม 1-5 ไม้ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน	กิจกรรมที่ 2 เรียนรู้จากการคิด สร้างภาพในจินตนาการ (Iconic Stage) ขั้น P : Pictorial การใช้ภาพแทนจำนวน 1. ครูนำบัตรภาพของเล่นจำนวน 1-5 มาให้นักเรียนสัมผัส หยิบ จำนวน 3 ใบ แล้วให้นักเรียนนับว่าบัตรภาพที่ตนเองหยิบได้แต่ละใบมีจำนวนเท่าใด ให้นักเรียนสังเกตและเปรียบเทียบจำนวนในบัตรภาพแต่ละใบ 2. ครูบอกให้นักเรียนวางบัตรภาพที่มีจำนวนน้อยที่สุดเป็นใบแรก และวางบัตรภาพที่มีจำนวนน้อยเป็นอันดับที่สองต่อไปทางขวา จากนั้นให้วางบัตรภาพที่มีจำนวนมากที่สุดซึ่งเป็นใบสุดท้ายต่อไปทางขวามือของใบที่สอง
--	---

3. ครูให้นักเรียนบอกลำดับจากน้อยไปมากตามที่นักเรียนเรียงได้ เช่น “เรียงลำดับจำนวนของเล่นจากน้อยไปมาก คือ เครื่องบิน ลูกบอล หุ่นยนต์”
4. ครูให้นักเรียนทำซ้ำ ข้อ 2-3 อีก 2 ครั้ง โดยเปลี่ยนจำนวน
5. ครูให้นักเรียนทำซ้ำ ข้อ 2-3 อีก 3 ครั้ง แต่เปลี่ยนเป็นการเรียงลำดับจากมากไปน้อย

กิจกรรมที่ 3 เรียนรู้สัญลักษณ์และนามธรรม (Symbolic Stage)

ขั้น A : Abstract การสอนเชิงนามธรรม

1. ครูสุ่มหยิบตัวเลข 3 ตัว แล้ววางบนโต๊ะ เช่น 5, 2, 4 จากนั้นให้นักเรียนหยิบบัตรภาพของเล่นที่มีจำนวนเท่ากับตัวเลขมาว่าคู่กัน
2. ครูให้นักเรียนสังเกตและเปรียบเทียบในบัตรภาพ แล้วบอกการเรียงลำดับจากน้อยไปมาก เช่น “เรียงลำดับจำนวนของเล่นจากน้อยไปมาก คือ ม้าโยก ลูกบอล หุ่นยนต์” จากนั้นครูชี้ให้นักเรียนดูตัวเลขที่วางคู่กับบัตรภาพพร้อมกับพูดว่า “เรียงลำดับตัวเลขจากน้อยไปมาก คือ 2 4 5” แล้วให้นักเรียนพูดตาม
3. ครูให้นักเรียนทำซ้ำ ข้อ 1-3 อีกสองครั้ง โดยเปลี่ยนจำนวน
4. ครูให้นักเรียนเรียงลำดับตัวเลขจากน้อยไปมาก (3 ตัวเลข) โดยไม่ต้องใช้บัตรภาพประกอบ แต่หากนักเรียนยังทำไม่ถูกต้อง ให้ครูให้ดูบัตรภาพได้เพียงครูเดียว และให้ทำซ้ำจนกว่าจะสามารถทำได้เอง
5. ครูให้นักเรียนทำซ้ำ ข้อ 2-5 อีกครั้ง แต่เปลี่ยนเป็นการเรียงลำดับจากมากไปน้อย

ผลการค้นหาข้อบกพร่อง กรณีที่ 2 นักเรียนรู้ค่าจำนวนแต่จำตัวเลขไม่ได้

1. ครูบอกให้นักเรียนทราบว่ากำลังจะเรียนเรื่อง การเรียงลำดับจำนวนจากน้อยไปมาก
 - 1.1 ครูวางไม้ไอศกรีมสีแดงจำนวน 1 อัน บนโต๊ะ แล้วชี้ไปที่ไม้ไอศกรีมให้นักเรียนนับ “1”
 - 1.2 ครูวางไม้ไอศกรีมสีเหลืองจำนวน 2 อัน เป็นแถวใต้ไม้ไอศกรีมสีแดง แล้วชี้ไปที่ไม้ไอศกรีมสีเหลืองให้นักเรียนนับ “1...2”
 - 1.3 ครูวางไม้ไอศกรีมสีเขียวจำนวน 3 อัน เป็นแถวใต้ไม้ไอศกรีมสีเหลือง แล้วชี้ไปที่ไม้ไอศกรีมสีเขียวให้นักเรียนนับ “1...2...3”
 - 1.4 ครูชี้ให้นักเรียนดูไม้ไอศกรีมทั้ง 3 สี แล้วชี้ไปที่ละสี และถามว่าไม้ไอศกรีมสีอะไรมี

จำนวนน้อยที่สุด (สีแดง) จากนั้นถามต่อว่าไม้ไอศกรีมสีอะไรมีจำนวนน้อยเป็นอันดับ

สองต่อจากสีแดง (สีเหลือง) สุดท้ายถามว่าไม้ไอศกรีมสีอะไรมีจำนวนมากที่สุด (สีเขียว)

1.5 ครูพูดย้ำว่า “เรียงลำดับจำนวนไม้ไอศกรีมจากน้อยไปมาก คือ สีแดง สีเหลือง สีเขียว”

และให้นักเรียนพูดตาม 2 รอบ

1.6 ครูวางไม้ไอศกรีมสีม่วงจำนวน 4 อัน เป็นแถวใต้ไม้ไอศกรีมสีเขียวแล้วชี้ไปที่ไม้ไอศกรีมสีม่วงให้นักเรียนนับ “1...2...3...4”

1.7 ครูถามนักเรียนตอนนี้ไม้ไอศกรีมสีม่วงจำนวนมากกว่าหรือน้อยกว่าสีเขียว (มากกว่า)

สุดท้ายครูถามต่อว่าตอนนี้ไม้ไอศกรีมสีอะไรมีจำนวนมากที่สุด (สีม่วง)

1.8 ครูพูดย้ำอีกครั้งว่า “เรียงลำดับจำนวนไม้ไอศกรีมจากน้อยไปมาก คือ สีแดง สีเหลือง สีเขียว สีม่วง” และให้นักเรียนพูดตาม 2 รอบ

2. ครูบอกให้นักเรียนทราบว่ากำลังจะเรียนเรื่อง **การเรียงลำดับจำนวนจากมากไปน้อย**

2.1 ครูวางไม้ไอศกรีมสีแดงจำนวน 5 ไม้ บนโต๊ะ แล้วชี้ไปที่ไม้ไอศกรีมให้นักเรียนนับ “1...2...3...4...5”

2.2 ครูวางไม้ไอศกรีมสีเหลืองจำนวน 4 ไม้ เป็นแถวใต้ไม้ไอศกรีมสีแดง แล้วชี้ไปที่ไม้ไอศกรีมสีเหลืองให้นักเรียนนับ “1...2...3...4”

2.3 ครูวางไม้ไอศกรีมสีเขียวจำนวน 3 ไม้ เป็นแถวใต้ไม้ไอศกรีมสีเหลือง แล้วชี้ไปที่ไม้ไอศกรีมสีเขียวให้นักเรียนนับ “1...2...3”

2.4 ครูชี้ให้นักเรียนดูไม้ไอศกรีมทั้ง 3 สี และถามว่าไม้ไอศกรีมสีอะไรมีจำนวนมากที่สุด (สีแดง) จากนั้นครูถามต่อว่าไม้ไอศกรีมสีอะไรมีจำนวนมากเป็นอันดับสองต่อจากสีแดง (สีเหลือง) สุดท้ายครูถามต่อว่าไม้ไอศกรีมสีอะไรมีจำนวนน้อยที่สุด (สีเขียว)

2.5 ครูพูดย้ำว่า “เรียงลำดับจำนวนไม้ไอศกรีมจากมากไปน้อย คือ สีแดง สีเหลือง สีเขียว” และให้นักเรียนพูดตาม 2 รอบ

2.6 ครูวางไม้ไอศกรีมสีม่วงจำนวน 2 ไม้ เป็นแถวใต้ไม้ไอศกรีมสีเขียวแล้วชี้ไปที่ไม้ไอศกรีมสีม่วงให้นักเรียนนับ “1...2”

2.7 ครูถามนักเรียนตอนนี้ไม้ไอศกรีมสีม่วงจำนวนมากกว่าหรือน้อยกว่าสีเขียว (น้อยกว่า)

สุดท้ายครูถามต่อว่าตอนนี้ไม้ไอศกรีมสีอะไรมีจำนวนมากที่สุด (สีม่วง)

2.8 ครูพูดซ้ำอีกครั้งว่า “เรียงลำดับจำนวนไม้ไอศกรีมจากมากไปน้อย คือ สีแดง สีเหลือง สีเขียว สีม่วง” และให้นักเรียนพูดตาม 2 รอบ

3. ครูวางไม้ไอศกรีมสีแดงจำนวน 4 อัน และสีเขียว จำนวน 2 อัน จากนั้นให้นักเรียน บอกว่า ไม้ไอศกรีมสีใดมีจำนวนมากกว่า และไม้ไอศกรีมสีใดมีจำนวนน้อยกว่า
4. ครูทำซ้ำข้อ 3 อีก 3 ครั้ง โดยเปลี่ยนจำนวนไม้ไอศกรีม 1-5 ไม้ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน

กิจกรรมที่ 2 เรียนรู้จากการคิด สร้างภาพในจินตนาการ (Iconic Stage)

ขั้น P : Pictorial การใช้ภาพแทนจำนวน

1. ครูนำบัตรภาพรูปสัตว์จำนวน 1-5 มาให้นักเรียนสุ่มหยิบ จำนวน 3 ใบ แล้วให้นักเรียนนับว่า บัตรภาพที่ตนเองหยิบได้นั้นแต่ละใบมีจำนวนเท่าใด ให้นักเรียนสังเกตและเปรียบเทียบจำนวน ในบัตรภาพแต่ละใบ
2. ครูบอกให้นักเรียนวางบัตรภาพที่มีจำนวนน้อยที่สุดเป็นใบแรก และวางบัตรภาพที่มีจำนวนน้อยเป็นอันดับที่สองต่อไปทางขวามือ จากนั้นให้วางบัตรภาพที่มีจำนวนมากที่สุดซึ่งเป็นใบสุดท้ายต่อไปทางขวามือของใบที่สอง
3. ครูให้นักเรียนบอกเรียงลำดับจากน้อยไปมากตามที่นักเรียนเรียงได้ เช่น “เรียงลำดับจำนวน สัตว์จากน้อยไปมาก คือ ยีราฟ หนอน ม้าน้ำ”
4. ครูให้นักเรียนทำซ้ำข้อ 1-3 อีก 2 ครั้ง โดยเปลี่ยนจำนวน
5. ครูให้นักเรียนทำซ้ำ ข้อ 1-3 อีก 3 ครั้ง แต่เปลี่ยนเป็นการเรียงลำดับจากมากไปน้อย

กิจกรรมที่ 3 เรียนรู้สัญลักษณ์และนามธรรม (Symbolic Stage)

ขั้น A : Abstract การสอนเชิงนามธรรม

1. ครูนำสื่อการเรียนรู้ตัวเลข 1-5 มาทบทวน
2. ครูนำสื่อการเรียนรู้บัตรภาพรูปสัตว์ จำนวน 1 มาให้นักเรียน และชี้नाให้เด็กสังเกตรูปร่างของ ยีราฟว่าคล้ายเลข 1 และให้นักเรียนเลือกหยิบตัวเลข 1 มาวางคู่บัตรภาพ
3. ครูนำบัตรภาพรูปสัตว์มาให้นักเรียนดูและจับคู่กับตัวเลขจนครบ 1-5
4. ครูสุ่มหยิบตัวเลข 3 ตัว แล้ววางบนโต๊ะ เช่น 5, 2, 1 จากนั้นให้นักเรียนหยิบบัตรภาพรูปสัตว์ที่

มีจำนวนเท่ากับตัวเลขมาว่าคู่กัน

5. ครูให้นักเรียนสังเกตและเปรียบเทียบในบัตรภาพ แล้วบอกการเรียงลำดับจากน้อยไปมาก เช่น “เรียงลำดับจำนวนของเล่นจากน้อยไปมาก คือ ยีราฟ หงส์ ม้าน้ำ” จากนั้นครูชี้ให้นักเรียนดูตัวเลขที่วางคู่กับบัตรคำพร้อมกับพูดว่า “เรียงลำดับตัวเลขจากน้อยไปมาก คือ 1 2 5” แล้วให้นักเรียนพูดตาม
6. ครูให้นักเรียนทำซ้ำข้อ 2-5 อีก 2 ครั้ง โดยเปลี่ยนจำนวน
7. ครูให้นักเรียนเรียงลำดับตัวเลขจากน้อยไปมาก (3 ตัวเลข) โดยไม่ต้องใช้บัตรภาพประกอบ แต่หากนักเรียนยังทำไม่ถูกต้อง ให้ครูแนะนำหรืออนุญาตให้ดูบัตรภาพได้ แต่เพียงครูเดียว ในขั้นตอนนี้ให้นักเรียนทำจนสามารถเรียงลำดับตัวเลขจากน้อยไปมากถูกต้อง
8. ครูให้นักเรียนทำซ้ำ ข้อ 2-5 อีกครั้ง แต่เปลี่ยนเป็นการเรียงลำดับจากมากไปน้อย

ขั้นสรุป

1. ครูวางบัตรภาพของเล่น 3 ใบ ที่จำนวนไม่เท่ากัน แต่ไม่เกินจำนวน 5 แล้วให้นักเรียนบอกเรียงลำดับจำนวนจากน้อยไปมาก และจากมากไปน้อย
2. ครูวางตัวเลข 3 ตัว ที่มีค่าไม่เท่ากัน แต่มีค่าไม่เกิน 5 แล้วให้นักเรียนบอกเรียงลำดับตัวเลขจากน้อยไปมาก และจากมากไปน้อย
3. นักเรียนทำแบบฝึกหัด เรื่อง “การเรียงลำดับจำนวน 1-5”

สื่อการเรียนรู้

- | | |
|-----------------------------|---------------------------|
| 1. ไม้ไอศกรีม | 2. จำนวนนับรูปสัตว์ |
| 3. บัตรภาพของเล่น จำนวน 1-5 | 4. บัตรภาพสัตว์ จำนวน 1-5 |
| 5. ตัวเลข 1-5 | 6. ตัวเลขทัชแมทซ์ 1-5 |

การวัดและประเมินผล

สิ่งที่วัดและประเมิน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
นักเรียนเรียงลำดับจำนวน 1-5 จากน้อยไปมากและ จากมากไปน้อยได้ถูกต้อง	การทำแบบฝึกหัด ด้วยตนเองโดยครู ไม่ชี้แนะ	แบบฝึกหัด	นักเรียนต้องทำแบบฝึกหัด ถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 50 ขึ้น ไปจึงจะผ่านจุดประสงค์



แบบฝึกหัด เรื่อง “การเรียงลำดับจำนวน 1-5”

ชื่อ _____

ชั้น _____

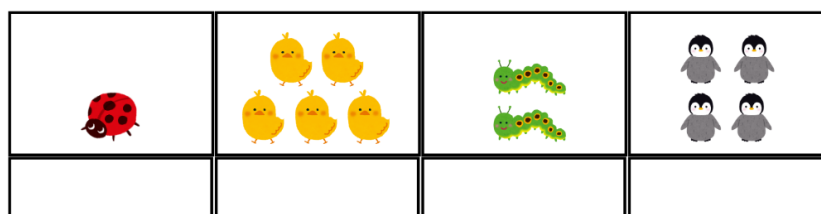
เลขที่ _____

แบบฝึกหัดคณิตศาสตร์ เรื่อง “การเรียงลำดับจำนวน 1 - 5”

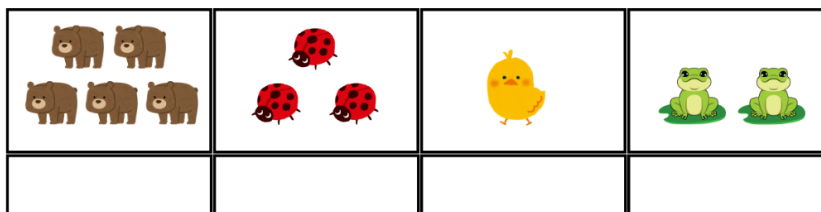
ให้นักเรียนเรียงลำดับจำนวนจากน้อยไปมาก

โดยเติมตัวเลข 1 แทนจำนวนน้อยที่สุด และเติมตัวเลข 2, 3, 4 แทนจำนวนที่มากขึ้นตามลำดับ

1.



2.



3.



ให้นักเรียนเรียงลำดับตัวเลขจากน้อยไปมาก

4.



5.



6.



ชื่อ

ชั้น

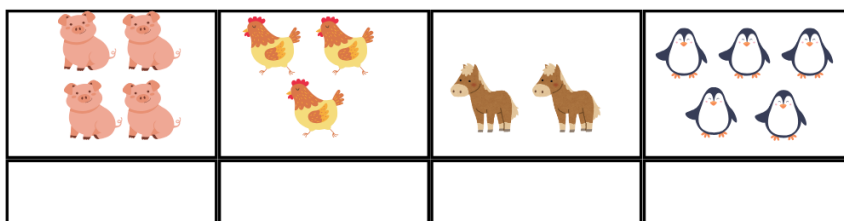
เลขที่

แบบฝึกหัดคณิตศาสตร์ เรื่อง “การเรียงลำดับจำนวน 1 - 5”

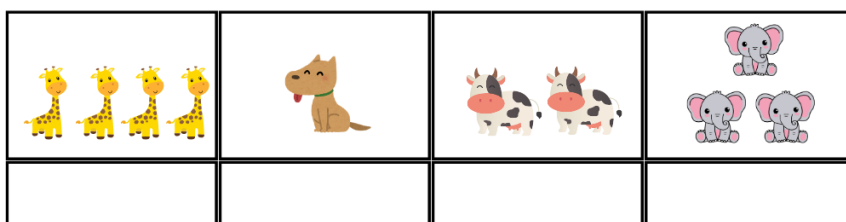
ให้นักเรียนเรียงลำดับจำนวนจากมากไปน้อย

โดยเติมตัวเลข 1 แทนจำนวนมากที่สุด และเติมตัวเลข 2, 3, 4 แทนจำนวนที่น้อยลงตามลำดับ

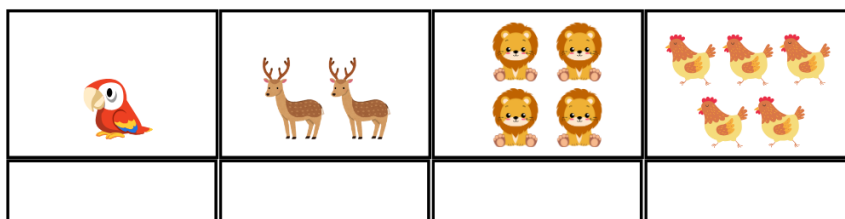
1.



2.



3.



ให้นักเรียนเรียงลำดับตัวเลขจากมากไปน้อย

4.



5.



6.

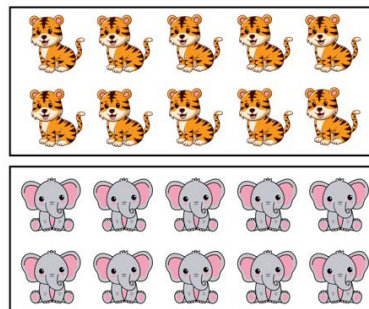


ตัวอย่าง สื่อการเรียนรู้/อุปกรณ์ในโปรแกรม

ไม้ไอศกรีม



จำนวนนับรูปสัตว์



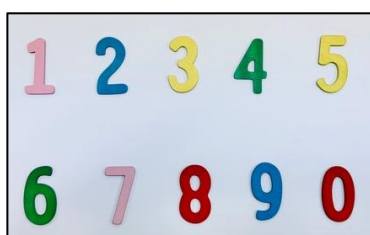
บัตรภาพของเล่น จำนวน 1 – 10



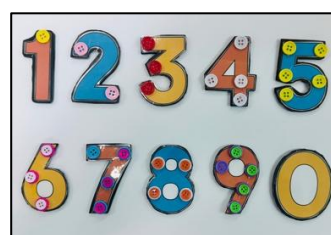
บัตรภาพสัตว์ จำนวน 1 – 10



ตัวเลข 1 – 9 และ 0



ตัวเลขทัชแมทซ์ 1 – 9 และ 0





ภาคผนวก จ
คุณภาพเครื่องมือ

แบบทดสอบความรู้พื้นฐาน เรื่อง จำนวนและตัวเลข

ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดย ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามในแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC : Index of item objective congruence) วิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ได้ 0.67 – 1.00

ข้อที่	ความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	+1	+1	+1	1.00
2	0	+1	+1	0.67
3	+1	+1	+1	1.00
4	0	+1	+1	0.67
5	0	+1	+1	0.67
6	+1	+1	0	0.67
7	+1	+1	+1	1.00
8	+1	+1	+1	1.00
9	+1	+1	+1	1.00
10	+1	+1	+1	1.00
11	+1	+1	+1	1.00
12	+1	+1	0	0.67
13	+1	+1	+1	1.00
14	+1	+1	+1	1.00
15	+1	+1	+1	1.00
16	+1	+1	+1	1.00
17	+1	+1	+1	1.00
18	+1	+1	+1	1.00
19	+1	+1	+1	1.00
20	+1	0	+1	0.67
21	+1	+1	+1	1.00
22	+1	+1	+1	1.00

ข้อที่	ความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
23	+1	+1	+1	1.00
24	+1	+1	+1	1.00
25	0	+1	+1	0.67
26	+1	+1	+1	1.00
27	+1	0	+1	0.67
28	0	+1	+1	0.67
29	+1	+1	+1	1.00
30	+1	+1	0	0.67

แบบสำรวจข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข

ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดย ผู้เชี่ยวชาญ

จำนวน 5 คน พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามในแบบทดสอบกับจุดประสงค์การ

เรียนรู้ (IOC : Index of item objective congruence) วิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

ได้ 0.80 – 1.00

ข้อที่	ความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ					IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
4	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
6	+1	+1	+1	+1	+1	0.80
7	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
9	+1	+1	+1	+1	0	0.80
10	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
11	+1	+1	+1	+1	0	0.80
12	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
13	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
14	+1	+1	0	+1	+1	0.80
15	+1	+1	+1	+1	0	0.80
16	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
17	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
18	0	+1	+1	+1	+1	0.80
19	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
20	+1	+1	+1	+1	+1	1.00

ข้อที่	ความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ					IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
21	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
22	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
23	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
24	+1	+1	0	+1	+1	0.80
25	+1	+1	+1	0	+1	0.80
26	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
27	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
28	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
29	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
30	+1	+1	+1	+1	+1	1.00

**แบบทดสอบเพื่อค้นหาข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลข
ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3**

ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดย ผู้เชี่ยวชาญ
จำนวน 5 คน พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามในแบบทดสอบกับจุดประสงค์การ
เรียนรู้ (IOC : Index of item objective congruence) วิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง
(IOC) ได้ 0.80 – 1.00

ข้อที่	ความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
1	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
3	+1	+1	+1	+1	0	0.8
4	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
5	+1	+1	+1	0	+1	0.8
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
7	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
9	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
10	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
11	+1	+1	0	+1	+1	0.8
12	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
13	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
14	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
15	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
16	+1	0	+1	+1	+1	0.8
17	+1	+1	+1	+1	+1	1.0

ข้อที่	ความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
18	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
19	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
20	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
21	+1	0	+1	+1	+1	0.8
22	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
23	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
24	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
25	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
26	+1	0	+1	+1	+1	0.8
27	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
28	+1	+1	0	+1	+1	0.8
29	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
30	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
31	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
32	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
33	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
34	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
35	+1	+1	0	+1	+1	0.8
36	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
37	+1	0	+1	+1	+1	0.8
38	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
39	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
40	+1	+1	+1	+1	+1	1.0

แบบทดสอบความรู้ เรื่อง จำนวนและตัวเลข (Pre-test - Post-test)

ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดย ผู้เชี่ยวชาญ

จำนวน 5 คน พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามในแบบทดสอบกับจุดประสงค์การ

เรียนรู้ (IOC : Index of item objective congruence) วิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

ของแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับได้ 0.80 – 1.00

ฉบับที่ 1 แบบทดสอบความรู้เรื่องจำนวน							ฉบับที่ 2 แบบทดสอบความรู้เรื่องตัวเลข						
ข้อที่	ความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ					IOC	ข้อที่	ความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ					IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
1	+1	+1	+1	0	+1	0.8	1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	2	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	3	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
4	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	4	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	6	+1	+1	+1	+1	+1	0.80
7	+1	+1	0	+1	+1	0.8	7	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	8	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
9	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	9	+1	+1	+1	+1	0	0.80
10	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	10	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
11	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	11	+1	+1	+1	+1	0	0.80
12	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	12	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
13	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	13	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
14	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	14	+1	+1	0	+1	+1	0.80
15	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	15	+1	+1	+1	+1	0	0.80
16	+1	+1	0	+1	+1	0.8	16	+1	0	+1	+1	+1	0.8
17	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	17	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
18	+1	0	+1	+1	+1	0.8	18	+1	+1	0	+1	+1	0.8
19	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	19	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
20	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	20	+1	+1	+1	+1	+1	1.0

ฉบับที่ 1 แบบทดสอบความรู้เรื่องจำนวน							ฉบับที่ 2 แบบทดสอบความรู้เรื่องตัวเลข						
ข้อที่	ความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ					IOC	ข้อที่	ความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ					IOC
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่			คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	
	1	2	3	4	5			ที่ 1	ที่ 2	ที่ 3	ที่ 4	ที่ 5	
21	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	21	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
22	+1	0	+1	+1	+1	0.8	22	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
23	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	23	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
24	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	24	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
25	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	25	+1	+1	0	+1	+1	0.8
26	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	26	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
27	+1	0	+1	+1	+1	0.8	27	+1	0	+1	+1	+1	0.8
28	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	28	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
29	+1	+1	0	+1	+1	0.8	29	+1	+1	0	+1	+1	0.8
30	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	30	+1	+1	+1	+1	+1	1.0

แผนการจัดการเรียนรู้และสื่อการเรียนรู้

ตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้และสื่อการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน พิจารณาความถูกต้องเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ ผลการตรวจสอบคุณภาพของแผนการเรียนรู้และสื่อการเรียนรู้โดยรวม อยู่ในระดับดีมาก (4.62)

ลำดับ	รายการประเมิน	ความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ค่า S.D.	แปลผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบ สำคัญครบถ้วนและสัมพันธ์กัน สอดคล้องสัมพันธ์กัน	5	4	5	5	5	4.80	0.45	ดีมาก
2	เนื้อหาที่สอนต้องมีความเหมาะสมกับ ระดับชั้นและการพัฒนาของนักเรียนที่มี ปัญหาทางการเรียนรู้	4	5	4	5	4	4.40	0.55	ดีมาก
3	จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุพฤติกรรม ชัดเจน เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย สามารถวัดได้	5	5	5	5	4	4.80	0.45	ดีมาก
4	กระบวนการจัดการเรียนรู้เป็นขั้นตอน และมีความเหมาะสม	5	4	5	4	5	4.60	0.55	ดีมาก
5	กลยุทธ์และวิธีการสอนช่วยให้การ เรียนรู้มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับ ปัญหาการเรียนรู้ของนักเรียน	5	5	5	5	4	4.80	0.45	ดีมาก
6	กิจกรรมที่ใช้ในแผนการสอนต้อง สามารถเสริมทักษะและ ความเข้าใจ เรื่องจำนวนและตัวเลขได้อย่างมี ประสิทธิภาพ	5	4	5	4	5	4.60	0.55	ดีมาก
7	การจัดการเวลาและกระบวนการเรียน การสอนมีความเหมาะสม	5	4	4	5	4	4.40	0.55	ดี
8	ใช้สื่อการเรียนรู้สัมพันธ์สอดคล้องกับ กิจกรรมการเรียนรู้สามารถเสริมสร้าง ประสบการณ์การเรียนรู้ได้จริง	5	4	5	4	5	4.60	0.55	ดีมาก

ลำดับ	รายการประเมิน	ความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ค่า S.D.	แปลผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
		1	2	3	4	5			
9	แบบฝึกหัดสามารถเสริมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนได้ และสะท้อนถึงทักษะและความเข้าใจของนักเรียนได้อย่างชัดเจน	5	4	5	5	4	4.60	0.55	ดีมาก
10	มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับเนื้อหา และวัตถุประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.60	0.55	ดีมาก
รวม							4.62	0.52	ดีมาก

**แบบบันทึกการสนทนากลุ่มเพื่อพิจารณาร่างโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับ
นักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3**

ตรวจสอบคุณภาพของแบบบันทึกการสนทนากลุ่มเพื่อพิจารณาร่างโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพด้าน ความตรงเชิงเนื้อหา โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และสรุปผลการตรวจสอบได้ว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00

ลำดับ	รายการประเมิน	ความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ			IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	องค์ประกอบของโปรแกรม โปรแกรมมีองค์ประกอบครบถ้วน ได้แก่ จุดมุ่งหมายของโปรแกรม เนื้อหาในโปรแกรม ผู้เข้าร่วมโปรแกรม กิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล ซึ่งจะ สามารถนำไปปฏิบัติและประสบความสำเร็จได้	+1	+1	+1	1.0
2	ความถูกต้องเหมาะสมของจุดมุ่งหมายของโปรแกรม กำหนดจุดมุ่งหมายของโปรแกรมที่สามารถปฏิบัติได้ จริงและสอดคล้องกับความต้องการของนักเรียนที่มี ปัญหาทางคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	1.0
3	ความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหาในโปรแกรม เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับการเรียนรู้ของนักเรียน ที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	1.0
4	ความถูกต้องเหมาะสมของผู้เข้าร่วมโปรแกรม เกณฑ์ในการคัดเลือกผู้เข้าร่วมโปรแกรมชัดเจน	+1	+1	+1	1.0
5	ความถูกต้องเหมาะสมของวิธีการจัดกิจกรรมใน โปรแกรม การจัดการเวลา และกระบวนการเรียนการ สอนมีความเหมาะสม	+1	+1	+1	1.0
6	ความถูกต้องเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้มีลักษณะเป็นรูปธรรมที่นำไปสู่ลักษณะ นามธรรมได้จริง มีการระบุไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ สามารถนำไปใช้ได้ตรงตามเนื้อหาและจุดประสงค์เชิง พฤติกรรม สามารถเสริมสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ได้ จริง	+1	+1	+1	1.0

ลำดับ	รายการประเมิน	ความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ			IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
7	ความถูกต้องเหมาะสมของการวัดและประเมินผล มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับเนื้อหา และ วัตถุประสงค์การเรียนรู้ แบบฝึกหัดสามารถเสริมการ เรียนรู้ให้กับนักเรียนได้ และสะท้อนถึงทักษะและ ความเข้าใจของนักเรียนได้อย่างชัดเจน	+1	+1	+1	1.0
8	ความถูกต้องเหมาะสมของคู่มือการใช้โปรแกรม คู่มือมีความละเอียด เข้าใจง่าย สามารถอธิบายการ ใช้โปรแกรมได้ชัดเจนและครบถ้วนในทุกขั้นตอน	+1	+1	+1	1.0



แบบบันทึกการสัมภาษณ์เกี่ยวกับโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มี ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

ตรวจสอบคุณภาพของแบบบันทึกการสัมภาษณ์เกี่ยวกับโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพด้าน ความตรงเชิงเนื้อหา โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และสรุปผลการตรวจสอบได้ว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00

ลำดับ	รายการประเมิน	ความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ			IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	ภาพรวมของโปรแกรมฯ	+1	+1	+1	1.0
	- โดยภาพรวม ท่านคิดว่าโปรแกรมช่วยเหลือทางคณิตศาสตร์นี้ สอดคล้องกับปัญหาของนักเรียนในระดับประถมศึกษาปีที่ 1-3 หรือไม่ เพราะเหตุใด				
	- มีข้อเสนอแนะในการพัฒนาโปรแกรมในภาพรวมเพิ่มเติมหรือไม่				
2	แผนการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.0
	- แผนการจัดการเรียนรู้ในโปรแกรมนี้มีความเหมาะสมกับระดับชั้น และความสามารถของผู้เรียนหรือไม่				
	- ลำดับกิจกรรมและเนื้อหาในแต่ละแผนสอดคล้องกันดีหรือไม่ และควรปรับปรุงส่วนใดหรือไม่				
	- ระยะเวลาในแต่ละกิจกรรมเหมาะสมหรือไม่				
3	สื่อการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.0
	- สื่อการเรียนรู้ในโปรแกรมมีความน่าสนใจ เข้าใจง่าย และเหมาะสมกับผู้เรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์หรือไม่				
	- การจัดเตรียมสื่อมีความชัดเจนและสามารถนำไปใช้ได้จริงหรือไม่				
	- มีข้อเสนอแนะในการเพิ่มเติม ปรับปรุง หรือจัดทำสื่อในรูปแบบอื่นเพิ่มเติมหรือไม่				
4	การประเมินวัดผล	+1	+1	+1	1.0
	- วิธีการประเมินผลที่ใช้ในโปรแกรมนี้มีความเหมาะสมและครอบคลุมเป้าหมายของการเรียนรู้หรือไม่				
	- แบบประเมินสามารถสะท้อนความก้าวหน้าหรือพัฒนาการของนักเรียนได้หรือไม่				
	- ควรวิธีการวัดผลแบบใดเพิ่มเติมเพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย				

ลำดับ	รายการประเมิน	ความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ			IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
5	คู่มือการใช้โปรแกรมฯ	+1	+1	+1	1.0
	- คู่มือมีความชัดเจน ครอบคลุม และสะดวกต่อการนำโปรแกรมไปใช้จริงหรือไม่				
	- คู่มือสามารถช่วยให้ครูหรือผู้สอนเข้าใจขั้นตอนและวัตถุประสงค์ของโปรแกรมได้ชัดเจนหรือไม่				
	- มีส่วนใดในคู่มือที่ควรเพิ่มเติม แก้ไข หรือนำเสนอในรูปแบบอื่นหรือไม่				
6	ประโยชน์ของโปรแกรมฯ	+1	+1	+1	1.0
	- ท่านคิดว่าโปรแกรมนี้น่าสามารถส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายได้มากน้อยเพียงใด				
	- โปรแกรมมีส่วนช่วยให้ครูสามารถช่วยเหลือนักเรียนได้ดีขึ้นหรือไม่ อย่างไร				
	- มีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมใดเกี่ยวกับการนำโปรแกรมไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด				



ภาคผนวก จ
ภาพบรรยากาศขณะเก็บข้อมูล









ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล

อาภรณ์ สอาดเยี่ยม

