



การพัฒนาความสามารถ เรื่อง จำนวนนับ สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์
ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยวิธีการสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน

A DEVELOPMENT OF NUMBERS AND OPERATIONS FOR STUDENTS WITH
MATHEMATICAL DIFFICULTIES IN PRATHOM SUKSA THREE THROUGH DIRECT
INSTRUCTION WITH AUGMENTED REALITY (AR)

วิลดา หอมจันทร์

การพัฒนาความสามารถ เรื่อง จำนวนนับ สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์
ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยวิธีการสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาพิเศษ
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

A DEVELOPMENT OF NUMBERS AND OPERATIONS FOR STUDENTS WITH
MATHEMATICAL DIFFICULTIES IN PRATHOM SUKSA THREE THROUGH DIRECT
INSTRUCTION WITH AUGMENTED REALITY (AR)



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of MASTER OF EDUCATION
(Master of Education (Special Education))
Faculty of Education, Srinakharinwirot University

2020

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาความสามารถ เรื่อง จำนวนนับ สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์
ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยวิธีการสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน

ของ

วิลดา หอมจันทร์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาพิเศษ

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุธาวลัย หาญขจรสุข)

..... ประธาน

(อาจารย์ ดร.มลิวัลย์ ธรรมแสง)

..... ที่ปรึกษาร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิดา มิตรนันท์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนกพร วิบูลพัฒนะวงศ์)

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาความสามารถ เรื่อง จำนวนนับ สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยวิธีการสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน
ผู้วิจัย	วิลดา หอมจันทร์
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2563
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุธาวลัย หาญขจรสุข
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนิตา มิตรานันท์

การวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถ เรื่อง จำนวนนับ ของนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) โดยสร้างและศึกษาประสิทธิภาพสื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) เรื่อง จำนวนนับ ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนอนุบาลเมืองกำแพงเพชร (บ้านนครชุม) จำนวน 3 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย 1) แบบสำรวจปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ (Cardinal Numbers) 2) แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) 3) แอปพลิเคชัน AR และคู่มือการติดตั้งและการใช้แอปพลิเคชัน AR 4) หนังสือเรียนเพื่อพัฒนาความสามารถ เรื่อง จำนวนนับ ด้วยวิธีสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality : AR) 5) แบบทดสอบ ความสามารถ เรื่อง จำนวนนับ แบบปรนัย จำนวน 30 ข้อ ดำเนินการทดลองเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ โดยใช้เวลาดทดลองสัปดาห์ละ 4 ครั้งๆ ละ 50 นาที และทดสอบวัดความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ 2 ครั้ง รวมทั้งสิ้น 26 ครั้ง สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ คะแนนพัฒนาการรายบุคคล ค่าประสิทธิภาพของสื่อ และการนำเสนอด้วยกราฟ ผลการวิจัยพบว่า 1) ความสามารถเรื่อง จำนวนนับ ของนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) อยู่ในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย = 88.89) 2) หลังการทดลองนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์มีคะแนนความสามารถ เรื่อง จำนวนนับสูงขึ้นกว่าก่อนการทดลอง นักเรียนมีพัฒนาการรายบุคคลดีขึ้น คิดเป็นร้อยละ 93.33, 83.33 และ 90 ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการ เท่ากับ 8.33 ดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของสื่อเฉลี่ย เท่ากับ 0.7203 นักเรียนมีความรู้หลังการสอนเพิ่มขึ้นทุกคนและ 3) ประสิทธิภาพสื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) เรื่อง จำนวนนับเท่ากับ 82/89

คำสำคัญ : นักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์, จำนวนนับ, ความสามารถ เรื่อง จำนวนนับ, การสอนตรง, เทคโนโลยีความจริงเสมือน

Title	A DEVELOPMENT OF NUMBERS AND OPERATIONS FOR STUDENTS WITH MATHEMATICAL DIFFICULTIES IN PRATHOM SUKSA THREE THROUGH DIRECT INSTRUCTION WITH AUGMENTED REALITY (AR)
Author	WILADA HOMCHAN
Degree	MASTER OF EDUCATION
Academic Year	2020
Thesis Advisor	Asst. Prof. Suthawan Harnkajornsuk , Ed.D.
Co Advisor	Asst. Prof. Chanida Mitranun , Ed.D.

The purpose of this research is to study and to compare mathematical abilities in terms of numbers and operations in Prathom Suksa Three students with mathematical difficulties and using direct instruction with augmented reality technology (AR). The target group for this research were three students who had difficulties in numeracy and counting and studied in the first semester of the 2020 academic year. The research instruments were as follows: (1) a cardinal numbers and mathematical problem survey; (2) mathematical lesson plans using direct methods with augmented reality technology (AR); (3) AR application installation and usage guide; (4) development of a book for numbers and operations through direct instruction; and (5) a numeracy counting test. The participants were taught four times a week (50 minutes each time), a duration of six weeks; and tested their mathematical abilities twice, with a total of 26 times. The statistics used for data analysis were mean, percentage, development score, efficiency of learning aids and presentations with graphs. The results revealed the following: (1) the numeracy counting skills of students with mathematical difficulties who participated in learning activities using the direct method combined with augmented reality (AR) technology were excellent (Mean = 88.89); (2) after the experiment, students with mathematical difficulties had higher scores than before the average development of students with improved individual development were 93.33, 83.33 and 90, respectively. The average development score was 8.33 and the effective index score was 0.7203; and (3) the efficiency of augmented reality (AR) on numeracy was 82/89.

Keyword : Students with mathematical difficulties, Numbers and operations, Mathematical abilities, Direct Instruction, Augmented Reality (AR)

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยความเมตตากรุณา และความอนุเคราะห์ช่วยเหลือเป็นอย่างดีจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุธาวลัย หาญขจรสุข อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์หลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิดา มิตรานันท์ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ร่วม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนกพร วิบูลพัฒนะวงศ์ กรรมการบริหารหลักสูตร และอาจารย์ ดร.มลิวลัย ธรรมแสง ประธานผู้ทรงคุณวุฒิจากภายนอก อีกทั้งกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์และคณาจารย์ในสาขาการศึกษาพิเศษ ที่ได้เสียสละเวลาอันมีค่าในการให้คำปรึกษาตรวจสอบข้อบกพร่อง

พร้อมทั้งแนะแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงแก้ไขอันเป็นประโยชน์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญล้อม ดั่งวงวิเศษ ผู้อำนวยการศูนย์ฯ ทับน้อย ผู้อำนวยการภัทรพินท์ ใจเพียรทอง อาจารย์ทัศนีย์ ศรีสิงห์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขวัญหญิง ศรีประเสริฐภาพ เป็นอย่างสูงที่ให้ความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ตลอดจนให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการพัฒนา ปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือให้มีคุณภาพ

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนอนุบาลเมืองกำแพงเพชร (บ้านนครชุม) ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการดำเนินการทดลองกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย และขอขอบใจนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ทั้ง 3 คน ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูลนี้

ขอกราบขอบพระคุณครอบครัวหอมจันทร์ที่ให้การสนับสนุนและเห็นความสำคัญของการศึกษาของผู้วิจัยมาโดยตลอด รวมถึงกัลยาณมิตรเพื่อนนิสิตปริญญาโท สาขาการศึกษาพิเศษทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือและมอบกำลังใจให้กันตลอดมา

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณมูลนิธิพระบรมราชานุสรณ์พระบาทสมเด็จพระปกเกล้าเจ้าอยู่หัวและสมเด็จพระนางเจ้ารำไพพรรณีเป็นอย่างสูง ที่ได้มอบทุนการศึกษาแก่นิสิต นักศึกษาบัณฑิตศึกษาเพื่อใช้ในการค้นคว้าวิจัย (ประจำปี 2561)

วิไลดา หอมจันทร์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูปภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของงานวิจัย.....	5
ความสำคัญของงานวิจัย	5
ขอบเขตของงานวิจัย	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
กรอบแนวคิดการวิจัย	8
สมมติฐานของงานวิจัย.....	8
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
1. แนวคิดและหลักการทางวิชาคณิตศาสตร์.....	10
1.1 ความหมายและความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์.....	10
1.2 แนวคิดทางจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาและ กระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์.....	11
1.3 กระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา.....	13
1.4 เนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์.....	14

1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถด้านคณิตศาสตร์.....	15
2. ความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์.....	18
2.1 ความหมายของความบกพร่องทางการเรียนรู้.....	18
2.3 เด็กที่มีปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	29
2.4 กระบวนการเรียนรู้ของเด็กบกพร่องทางการเรียนรู้.....	38
2.5 การคัดแยกนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้.....	39
2.6 การประเมินนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์.....	44
2.7 วิธีการเรียนรู้ของเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้.....	45
2.8 รายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเด็กที่บกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์.....	52
3. รูปแบบการสอนตรง (Direct instruction model).....	57
3.1 ความหมายของการสอนตรง.....	57
3.2 ขั้นตอนการสอนตรง.....	57
3.3 ประโยชน์ของการสอนตรง.....	59
3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนตรง.....	59
4. เทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality : AR).....	63
4.1 หลักการและแนวคิดหลักของเทคโนโลยีความจริงเสมือน.....	63
4.2 ประเภทและกระบวนการแสดงผลของเทคโนโลยีความจริงเสมือน.....	65
4.3 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสมือน.....	66
4.4 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน.....	67
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	77
1. กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย.....	77
2. การสร้างเครื่องมือในการวิจัย.....	79
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	96

4. การจัดการทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล	99
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	104
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	110
ความมุ่งหมายของงานวิจัย	110
สมมติฐานของการวิจัย	110
การกำหนดกลุ่มเป้าหมาย	110
เครื่องมือในการวิจัย	111
วิธีการดำเนินการวิจัย	111
การวิเคราะห์ข้อมูล	112
สรุปผลการวิจัย	113
อภิปรายผล	113
ข้อเสนอแนะ	115
บรรณานุกรม	117
ภาคผนวก	126
ภาคผนวก ก	127
ภาคผนวก ข	129
ภาคผนวก ค	141
ภาคผนวก ง	145
ภาคผนวก จ	148
ประวัติผู้เขียน	153

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 การวิเคราะห์ สังเคราะห์องค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ ความสามารถด้านคณิตศาสตร์.....	17
ตาราง 2 แสดงความบกพร่องโดยทั่วไปที่มีผลต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ที่มี ความบกพร่องทางการเรียนรู้.....	33
ตาราง 3 การวิเคราะห์ สังเคราะห์องค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเด็กที่มี ความบกพร่องทางการเรียนรู้.....	53
ตาราง 4 การวิเคราะห์ สังเคราะห์องค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ การสอน ตรง	61
ตาราง 5 การวิเคราะห์ สังเคราะห์องค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี ความเสมือนจริง (Augmented Reality: AR)	71
ตาราง 6 โครงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความเสมือนจริง (Augmented Reality : AR)	83
ตาราง 7 แผนการจัดการเรียนรู้และเนื้อหาในการสอนแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้.....	86
ตาราง 8 โครงสร้างภายในคู่มือการติดตั้งและการใช้แอปพลิเคชัน AR.....	89
ตาราง 9 ผังการสร้างแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ	94
ตาราง 10 แบบแผนการทดลอง.....	96
ตาราง 11 แสดงเกณฑ์ร้อยละในการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ ...	99
ตาราง 12 แสดงคะแนนความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ ก่อนและหลังเรียนโดยใช้ วิธีการสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความเสมือนจริง (Augmented Reality : AR) และร้อยละ ความก้าวหน้ารายบุคคล.....	104
ตาราง 13 ผลการเปรียบเทียบความสามารถ เรื่อง จำนวนนับ ก่อนและหลังการสอนด้วยวิธี สอน ตรงร่วมกับเทคโนโลยีความเสมือนจริง (AR) เป็นรายบุคคล	105

ตาราง 14 ดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index: E.I.) ของสื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) แอปพลิเคชัน AR คู่มือการติดตั้งและใช้งานแอปพลิเคชัน AR หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality : AR) วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ	108
ตาราง 15 ประสิทธิภาพของสื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) เรื่อง จำนวนนับ เทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80	109
ตาราง 16 รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ	128
ตาราง 17 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างและเนื้อหาโดยหาจากดัชนีความสอดคล้องระหว่าง ข้อคำถามและจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ของแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ แบบปรนัย เติมคำในช่องว่าง โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน	142
ตาราง 18 ค่าความยาก (P) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ แบบปรนัย เติมคำในช่องว่าง.....	143

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย	8
ภาพประกอบ 2 แสดงขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องจำนวนนับ ..	81
ภาพประกอบ 3 แสดงขั้นตอนการสร้างแอปพลิเคชัน AR และคู่มือการติดตั้งและการใช้แอปพลิเคชัน สื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality : AR)	88
ภาพประกอบ 4 แสดงขั้นตอนการสร้างหนังสือเรียนเพื่อพัฒนาความสามารถเรื่อง จำนวนนับ ...	91
ภาพประกอบ 5 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ ..	93
ภาพประกอบ 6 แผนภูมิเปรียบเทียบความสามารถวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ ก่อนและ หลังการทดลอง	106

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ความบกพร่องทางการเรียนรู้ (Learning Disability: LD) หรือแอลดี เป็นกลุ่มที่มีปัญหาเกี่ยวข้องกับความเข้าใจ การใช้ภาษา การเขียน แสดงออกถึงความสามารถ ทั้งการฟัง คิด พูด อ่าน เขียน การสะกดคำหรือการคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์ การจัดหมวดหมู่ และการใช้เหตุผล การเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านที่มีความบกพร่องต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานในเดืกระดับเดียวกัน (จรีลักษณ์ รัตนพันธ์, 2559) โดยเด็กมีลักษณะภายนอกปกติ แสดงความเฉลียวฉลาดจากการพูดคุยแต่ยากลำบากด้านการเรียนรู้ มีสาเหตุมาจากความบกพร่องของสมองในการแปลข้อมูล ทำให้ไม่สามารถเรียนรู้ได้เหมือนเด็กทั่วไป ขาดความมั่นใจ ไม่บรรลุผลสำเร็จในการเรียน เกิดช่องว่างระหว่างความเฉลียวฉลาดที่แท้จริงกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Gearheart, 1977; กระทรวงศึกษาธิการ, 2554) ซึ่งเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematics Disorder) เรียกว่า ดิสแคลคิวเลีย (Dyscalculia) โดยเด็กกลุ่มนี้มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเด็กวัยเดียวกัน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2554) ไม่เข้าใจความหมายของสัญลักษณ์ การรู้ค่าจำนวน มองเห็นตัวเลขกลับด้านเหมือนภาพสะท้อนจากกระจกเงา ไม่สามารถเรียงลำดับวันเดือนปีได้ตามปกติ ยากลำบากในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์อย่างง่าย ซึ่งปัญหาเริ่มปรากฏชัดตั้งแต่ช่วงต้นของการเรียนและสะสมมากขึ้นต่อเนื่องในระดับชั้นที่สูงขึ้นไป ส่งผลให้ขาดความมั่นใจ ท้อถอย ไม่ประสบผลสำเร็จทางการเรียนเท่าที่ควร (กระทรวงศึกษาธิการ, 2554) ดังนั้น หากครูไม่เข้าใจลักษณะปัญหาของเด็ก ย่อมส่งผลให้การจัดการเรียนรู้ไม่เอื้ออำนวยต่อการเกิดเรียนรู้ของเด็กและสภาพความบกพร่องที่ต้องการแก้ไขหรือพัฒนา รวมทั้งอาจเกิดปัญหาพฤติกรรมหรืออื่นๆตามมา (กระทรวงศึกษาธิการ, 2555)

ความบกพร่องด้านคณิตศาสตร์ เป็นวิชาที่มีสัญลักษณ์เช่นเดียวกับวิชาภาษาไทย เด็กที่มีความบกพร่องในการเรียนรู้เกี่ยวกับจำนวน เครื่องหมาย สัญลักษณ์ อาจมีปัญหาการเรียนแสดงพฤติกรรม ดังนี้ ไม่เข้าใจความหมายของจำนวน การนับโดยท่องจำไม่ใช่ความเข้าใจ ไม่สามารถทำโจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร หรืออย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งกว่าที่จะรู้หรือคัดกรองว่าเด็กบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ก็สายไปเสียแล้ว จากประเด็นดังกล่าวได้มีการศึกษาของ (วิมลศรี ศาสตร์สกุล, 2549) พบว่า เนื้อหาที่เป็นปัญหาในการเรียนของเด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 1 พบว่าปัญหาการลบเป็นปัญหามากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ (เพ็ญพร เสระทอง, 2550) พบว่า หลังการใช้เกมเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิชาคณิตศาสตร์ การแก้โจทย์ปัญหาการบวก การลบ เด็กมีคะแนนสูงขึ้น พฤติกรรมที่แสดงออกในขณะที่เรียน การให้ความร่วมมือและสามารถทำกิจกรรมได้อย่างมีความสุขสนุกสนานยอมรับกติกาในการเล่น สามารถตอบคำถามตรงประเด็นและซักถามเมื่อมีข้อสงสัย

วิชาคณิตศาสตร์ จำเป็นต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มีความคิดสร้างสรรค์อย่างมีเหตุผล มีระบบแบบแผน วิเคราะห์ปัญหาตามสถานการณ์ได้อย่างละเอียดรอบคอบ ทำให้พยากรณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ไขปัญหา และนำไปใช้อย่างเหมาะสม (หลักสูตรแกนกลางการจัดการศึกษาระดับพื้นฐาน พุทธศักราช 2551) (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบันยังคงเป็นการจัดการเรียนการสอนที่ครูเป็นผู้บอกและให้นักเรียนปฏิบัติตาม ยังเน้นการท่องจำ ไม่ส่งเสริมการทำงานกลุ่ม ไม่ส่งเสริมการแสดงออก สอนเนื้อหาตามหนังสือเรียน สอดคล้องกับ (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2546) กล่าวว่า การสอนคณิตศาสตร์ที่เทียบได้กับการบอกคณิตศาสตร์เป็นการปิดกั้นไม่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้อย่างแท้จริง

การใช้วิธีการสอนตรง (Direct Instruction) เป็นการสอนที่เน้นการจัดกิจกรรมตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ชัดเจนตามลำดับขั้นตอน จึงเหมาะกับการสอนคณิตศาสตร์สำหรับเด็กบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ นมดล ภูมิสตรี (2555) พบว่า ผลการเรียนรู้ เรื่อง การคูณ ของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 5-6 ที่บกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ จากการสอนเสริมโดยใช้วิธีการสอนตรงร่วมกับเทคนิคการคูณแบบเลขทศนิยมอยู่ในระดับดีมากและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ทักษะทางคณิตศาสตร์จึงเป็นสิ่งสำคัญ โดยเฉพาะพื้นฐานการนับและรู้ค่าจำนวนนับ เพราะมนุษย์ทุกคนมีความจำเป็นต้องใช้ทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ตั้งแต่การนับจำนวนสิ่งของ การหาค่าจำนวนด้วยตัวเลข การเปรียบเทียบค่าจำนวน ในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษาของเด็กบกพร่องทางการเรียนรู้ ควรมุ่งเน้นให้เด็กมีพัฒนาการเต็มที่ ด้วยการสอนที่มีขั้นตอนชัดเจน จนผู้เรียนประสบความสำเร็จ จัดปัญหาทางการเรียนรู้ของเด็กให้มากที่สุด เนื้อหาควรครอบคลุมถึงการพูด การอ่าน การเขียน คิดคำนวณ นอกจากวิธีการสอนตรงที่นำมาใช้แล้ว สื่อการสอนที่เน้นการใช้ประสาทสัมผัสที่สำคัญ ได้แก่ การสัมผัส การฟัง กระบวนการเรียนรู้ผ่านการมอง สีสัน ความเป็นรูปธรรม เข้าใจง่าย อย่างสื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality: AR) จึงถูกดึงเข้ามาใช้เช่นกัน สอดคล้องกับการศึกษาของ กุลยา ก่อสุวรรณ (2553) การสอนโดยวิธีสอนตรงร่วมโดยครูสอนเป็นลำดับขั้นตอนร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน ที่เป็นภาพและเสียงจะช่วยสร้างความสนใจ ให้ผู้เรียนกระตือรือร้น ทำเนื่อหาคณิตศาสตร์จากนามธรรมเป็นรูปธรรมให้เกิดความเข้าใจง่าย ผึกทักษะคณิตศาสตร์ด้วยการลงมือปฏิบัติ จะช่วยส่งผลให้เด็กเรียนได้ดีขึ้น สอดคล้องกับผลการศึกษาของ

สมาน ทวีเลิศ (2551) การวิจัยพบว่า หลังจากฝึกด้วยโปรแกรมการเชื่อมโยงการจำคำ นักเรียนที่มีปัญหาทางการเรียนรู้มีความสามารถในการจำคำที่ประสมด้วยพยัญชนะและสระสูงกว่าก่อนการฝึก ดังนั้น การสอนนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้น ครูจะต้องหารูปแบบการสอนที่หลากหลายเหมาะสมกับความสามารถและกระบวนการการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคน

โลกยุคปัจจุบันมีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสูง เทคโนโลยีมีส่วนเกี่ยวข้องกับการใช้ชีวิตประจำวันของมนุษย์เป็นอย่างมาก การใช้เทคโนโลยีควบคู่กับอินเทอร์เน็ต ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในโลกยุคปัจจุบัน มนุษย์สามารถเข้าถึงข้อมูลข่าวสารได้อย่างรวดเร็ว และสามารถเข้าถึงอินเทอร์เน็ตได้ทุกที่ทุกเวลา ทำให้การนำเทคโนโลยีผสานกับอินเทอร์เน็ตประยุกต์ใช้กับงานร่วมกับด้านต่าง ๆ ได้ ส่งผลให้ชิ้นงานดูมีความน่าสนใจ ล้ำสมัยมากขึ้น การนำเทคโนโลยีประยุกต์ใช้กับการศึกษาเป็นสิ่งที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก เพราะสามารถทำให้ผู้เรียนได้รับความสนุกสนานในการเรียน และมีความน่าสนใจในบทเรียน ทำให้ผู้เรียนตอบสนองต่อบทเรียนได้ดี กระตือรือร้นในการเรียนรู้มากขึ้น หนึ่งในเทคโนโลยีที่มีการประยุกต์ให้เหมาะสมกับการเรียนการสอนที่ได้รับความนิยมในปัจจุบันคือ AR (Augmented Reality) ซึ่งอาจกลายเป็นเทคโนโลยีที่ได้รับความนิยมทางการศึกษาในอนาคต

เทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality) หรือ AR คือ การนำเทคโนโลยีที่ผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริง (Real) เข้ากับโลกเสมือน (Virtual) โดยผ่านทางอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือ (smartphone), เว็บแคม (Webcam), กล้องมือถือ, คอมพิวเตอร์ (Computer) รวมกับการใช้ Software ต่างๆ ทำให้ภาพที่ปรากฏในจอภาพ (คน สัตว์ สิ่งของ สัตว์ประหลาด ยานอวกาศ) เป็น 3 มิติ และมีมุมมอง 360 องศา (วิลาวัณย์ พรพิชรพงศ์, 2547) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานวิจัยของ (Kyselaa และ Storková, 2015) ได้ศึกษาผลของการใช้เทคโนโลยี Augmented Reality กับการสอนรายวิชาประวัติศาสตร์ โดยการประยุกต์ใช้กับการท่องเที่ยว โดยเมื่อมีการนำโทรศัพท์มือถือถ่ายรูปโบราณสถานสำคัญต่าง ๆ จะเกิดรูปภาพของสิ่งปลูกสร้างเหล่านั้นในสมัยโบราณและคำอธิบายเกี่ยวกับสถานที่ดังกล่าว ส่งผลให้นักท่องเที่ยวมีความพึงพอใจมาก

Cheok (2013) นักวิชาการทางด้านคอมพิวเตอร์ได้เสนองานวิจัยเพื่อสร้างนวัตกรรมให้มนุษย์ สามารถติดต่อกันได้มากกว่าการอ่านและการฟังอย่างที่เป็นอย่างอยู่ โดยต้องการให้สามารถเสฟข้อมูลหรือสื่อสารกันผ่านประสาทสัมผัสทั้งห้า รวมไปถึงงานวิจัยของ (รานาซิงห์เอ็ดทาล, 2011) ที่สร้างระบบเพื่อพยายามทำให้มนุษย์สามารถสื่อสารกันโดยการได้รับส่งคลื่น ส่วนการมองเห็นก็จะไม่ใช่เพียงแค่เห็นในหน้าจอ คอมพิวเตอร์ แต่หมายรวมถึงจะมีกราฟิกคอมพิวเตอร์ออกมาให้ข้อมูลที่ข้างนอกจอ หรือที่เรียกว่าความจริงเสริม (Augmented Reality) หรือ AR

คือ เทคโนโลยีที่มีการผสมผสานโลกเสมือนเพิ่มเข้าไปในโลกจริง เพื่อทำให้เกิดการกลมกลืนกันมากที่สุดจนมนุษย์ไม่สามารถแยกออก (ซุติสันต์ เกิดวิบูลย์เวช, 2555) (Diaz, Hincapié, และ Moreno, 2015) กล่าวถึง การใช้เทคโนโลยี Augmented Reality ว่าเป็นเทคโนโลยีที่ถูกคิดค้นเพื่อการเรียนรู้ผ่านโทรศัพท์มือถือ หรือสื่ออิเล็กทรอนิกส์ โดยมีการพัฒนาโปรแกรมเพื่อการเรียนรู้แบบเสมือนจริง ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเรียนรู้ผ่านโทรศัพท์มือถือ หรือสื่อต่าง ๆ ผ่านรูปภาพที่เกิดขึ้น (Chena, Hob, และ Li, 2014) ได้พัฒนาเทคโนโลยี Augmented Reality ร่วมกับเทคโนโลยีสามมิติ (3D) เพื่อใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอน โดยสามารถนำไปใช้ได้กับหลากหลายวิชา ทั้งเพื่อความบันเทิง การคิดวิเคราะห์ในรายวิชาคณิตศาสตร์ โดยผู้เรียนจะต้องใช้กล้องสำหรับคอมพิวเตอร์ส่องลงบนกระดานเกม และคอมพิวเตอร์จะประมวลผลออกมาบนโทรศัพท์พร้อมเสียง เทคโนโลยี AR ถูกประยุกต์ใช้ด้านการศึกษาสำหรับการเรียนรู้ ครูผู้สอนเสริมสร้างความรู้ของผู้เรียนผ่านการสาธิต การสนทนา ผู้เรียนได้สัมผัสประสบการณ์ใหม่ในมิติที่เสมือนจริง เกิดกระบวนการเรียนรู้ร่วมกัน ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ใหม่ที่มีความหมาย เชื่อมโยงเนื้อหาที่ได้เรียนรู้กับวัตถุด้วยภาพสามมิติเสมือนจริง ทำให้การเรียนรู้ไม่ได้จำกัดแค่ในห้องเรียน สามารถเรียนรู้ผ่านประสาทสัมผัส เพราะเทคโนโลยี AR สามารถนำเสนอข้อมูลที่หลากหลาย ตอบสนองต่อระบบประสาทสัมผัสรับรู้ทางตาและหู ส่งเสริมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนที่มีความเสี่ยงบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้วยการแสดงผลผ่านจอภาพและอุปกรณ์สร้างเสียง และรวมถึงความหลากหลายของส่วนประกอบ หรือสิ่งต่าง ๆ บนโลกแห่งความจริง เช่น การนับจำนวน การหาค่าพื้นที่ ระยะทาง เป็นต้น (วิวัฒน์ มีสุวรรณ, 2556)

จากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ผู้วิจัยได้กล่าวมาข้างต้นและจากการสำรวจปัญหาด้วยแบบสำรวจปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ (Cardinal Numbers) ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 พบว่า เด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 3 คน มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับต่ำกว่านักเรียนปกติในชั้นเรียนเดียวกัน ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะพัฒนาความสามารถ เรื่อง จำนวนนับ โดยใช้วิธีสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) เพื่อตอบสนองการเรียนรู้และพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ในเด็กที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาปีที่ 3 ให้นักเรียนให้สามารถประยุกต์ใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ในห้องเรียน และแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้เป็นบุคลากรที่มีคุณภาพของประเทศในวันหน้า

ความมุ่งหมายของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสามารถ เรื่อง จำนวนนับ ของนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR)
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถ เรื่อง จำนวนนับ ก่อนและหลังการสอนด้วยวิธีสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) ของนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษาปีที่ 3
3. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) เรื่อง จำนวนนับ ของนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษาปีที่ 3

ความสำคัญของงานวิจัย

เพื่อพัฒนาความสามารถ เรื่อง จำนวนนับ ในเด็กที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) ให้มีทักษะทางคณิตศาสตร์ด้านการนับที่มีประสิทธิภาพ สามารถเรียนรู้และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ตลอดจนนำทักษะทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับ ไปปรับใช้กับการเรียนการสอนในช่วงเวลาปกติ ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถเรียนรู้คณิตศาสตร์ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ครู ผู้ปกครองยังใช้เป็นแนวทางการสอนคณิตศาสตร์และสามารถใช้เวลาร่วมกับนักเรียนในการส่งเสริมการเรียนรู้และทบทวนเนื้อหาการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ อีกด้วย

ขอบเขตของงานวิจัย

กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ และกำลังศึกษาอยู่ระดับประถมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนอนุบาลเมืองกำแพงเพชร (บ้านนครชุม) ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 3 คน

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรต้น ได้แก่ การสอนด้วยวิธีสอนตรงร่วมกับสื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือนจริง (AR) เรื่อง จำนวนนับ
2. ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ

เนื้อหาที่ใช้

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง จำนวนนับ ประกอบด้วย การกระจายค่าจำนวนนับ การเปรียบเทียบค่าจำนวนนับ การเรียงลำดับจำนวนนับ การนับเพิ่ม-ลดจำนวนนับที่ละ 3 , 4 , 25 และการนับเพิ่ม-ลดจำนวนนับที่ละ 50 การเขียนและอ่านตัวเลขฮินดูอารบิก ตัวเลขไทยและตัวหนังสือแสดงปริมาณของสิ่งของหรือจำนวนนับ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **นักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์** หมายถึง เด็กนักเรียนที่กำลังศึกษาในชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอนุบาลเมืองกำแพงเพชร (บ้านนครชุม) ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร ที่มีความยากลำบากด้านการนับจำนวน การรู้จักจำนวน การบอกจำนวน การเปรียบเทียบจำนวนโดยใช้เครื่องหมาย $\neq$ $>$ $<$ หรือด้านการเรียงลำดับจำนวน การอ่านและเข้าใจสัญลักษณ์ สามารถเรียนในโรงเรียนเรียนรวมโดยอายุเป็นไปตามเกณฑ์ที่สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนด ผ่านการคัดกรองด้วยแบบคัดกรองบุคคลที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ (ประถมศึกษา) มีระดับสติปัญญาปกติ (90 ขึ้นไป) ไม่พิการซ้อน ไม่มีปัญหาด้านพฤติกรรมและอารมณ์ ฯลฯ

2. **การสอนตรง** หมายถึง วิธีการสอนที่เน้นการจัดกิจกรรมตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ชัดเจน 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นจัดกิจกรรมการสอนเนื้อหา ขั้นตรวจสอบความเข้าใจ ขั้นฝึกฝนโดยมีครูคอยแนะนำ ขั้นฝึกฝนด้วยตนเอง ขั้นสรุปทบทวนความรู้ เน้นการฝึกปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอโดยเรียงลำดับขั้นตอนอย่างเป็นระบบตามความยากง่าย โดยครูให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด แนะนำ แก้ไขเมื่อนักเรียนทำไม่ถูกและให้แรงเสริมทันทีเมื่อปฏิบัติถูกต้อง เป็นการสอนที่มุ่งให้เกิดทักษะในด้านต่างๆ ภายในเวลาที่จำกัด อย่างมีกระบวนการ ลำดับขั้นตอนชัดเจน ฝึกทักษะการลงมือปฏิบัติให้เกิดความชำนาญ ให้ข้อมูลย้อนกลับนักเรียนทันที เน้นสอนรูปแบบกลุ่มย่อยและนำเอาวิธีการสอนแบบวิเคราะห์งานมาใช้ประกอบด้วย โดยครูคอยดูแลให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด

3. **เทคโนโลยีความจริงเสมือน Augmented Reality : AR เรื่อง จำนวนนับ** หมายถึง สื่อการเรียนรู้ที่ดัดแปลงโลกเสมือนความเป็นจริงเพิ่มเข้าไปในสื่ออิเล็กทรอนิกส์ การเชื่อมโยงคลิปการสอน รูปภาพ แบบทดสอบเรื่อง จำนวนนับ แสดงพร้อมภาพเคลื่อนไหว กระตุ้นประสาทสัมผัสรับรู้ผ่านการมองเห็น การฟัง การสัมผัส จัดทำขึ้นโดยคำนึงถึงความสามารถของนักเรียนแต่ละบุคคล

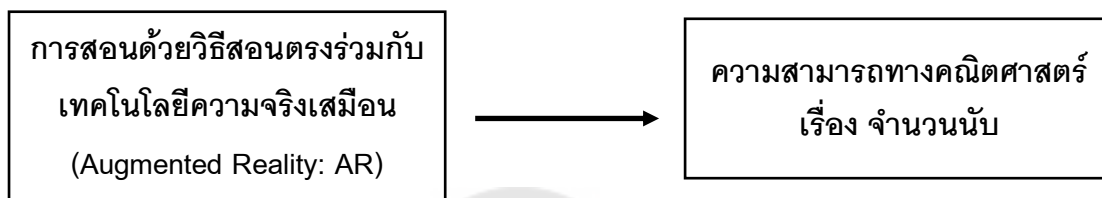
เพื่อใช้เป็นสื่อร่วมกับวิธีการสอนตรงในชั้นฝึกฝนความสามารถเรื่อง จำนวนนับ และขั้นสรุป ทบทวนความรู้ สามารถใช้งานผ่านคณิตกรณ์ โทรศัพท์มือถือหรือแท็บเล็ต อาศัยการทำงานของ แอปพลิเคชันที่ใช้ในการสร้างสื่อความจริงเสมือน เช่น แอปพลิเคชัน V-Player ด้วย Pixlive maker ที่ผู้คลิกวิดีโอหรือรูปภาพที่กำหนด แอปพลิเคชัน ZAPPAR และอื่น ๆ เมื่อนำแท็บเล็ต หรือสมาร์ทโฟน มาสแกนที่ภาพด้วยโปรแกรมจะเชื่อมและแสดงผลวิดีโอ ภาพเคลื่อนไหวแทน ภาพนิ่ง

4. การสอนด้วยวิธีสอนตรงร่วมกับสื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน หมายถึง กิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ด้วยวิธีสอนตรงโดยครูเป็นผู้ให้คำแนะนำผ่าน กระบวนการเรียนรู้ตามขั้นตอนจากง่ายไปยากตามจุดประสงค์การเรียนรู้ เน้นการลงมือปฏิบัติ ฝึกทักษะความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับรวมกับการใช้สื่อการเรียนรู้ที่ถูกพัฒนาขึ้น โดยเทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality : AR) เป็นสื่อกลางในการเรียนการสอน ระหว่างครู และนักเรียน ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง จำนวนนับ ผ่าน สื่ออิเล็กทรอนิกส์ จุดเด่นของสื่อเทคโนโลยี AR คือ เป็นสื่อการสอนพัฒนาความสามารถ เรื่อง จำนวนนับ โดยใช้ภาพเคลื่อนไหว เสียง กระตุ้นประสาทสัมผัสด้านการมองเห็น การฟัง การสัมผัส การประสานสัมพันธ์ระหว่างมือและตา การปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียน ให้สามารถเรียนรู้และฝึกปฏิบัติ อย่างเป็นลำดับขั้นตอน เน้นการทำวิชาคณิตศาสตร์ที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรม เข้าใจ ง่าย เมื่อเรียนรู้ผ่านสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) มีความสามารถทาง คณิตศาสตร์ดีขึ้น สามารถนำทักษะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ ประยุกต์ใช้ในบทเรียนและ ชีวิตประจำวัน ตลอดจนจำลองสถานการณ์ การฝึกทำโจทย์ที่หลากหลาย

5. ความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ หมายถึง คะแนนที่นักเรียนได้รับ จากการประเมินจากแบบทดสอบความสามารถ เรื่อง จำนวนนับ จำนวน 30 ข้อ ซึ่งเป็นข้อสอบปรนัย แบบเติมคำในช่องว่างที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยวัดความสามารถในประเด็นหลัก ได้แก่ การกระจายค่าจำนวนนับ การเปรียบเทียบค่าจำนวนนับ การเรียงลำดับจำนวนนับ การนับเพิ่ม-ลด จำนวนนับที่ละ 3 ,4 ,25 และการนับเพิ่ม-ลดจำนวนนับที่ละ 50 การนับและบอกค่าจำนวน การเขียนและอ่านตัวเลขฮินดูอารบิก ตัวเลขไทยและตัวหนังสือแสดงปริมาณของสิ่งของหรือ จำนวนนับ ได้อย่างถูกต้องและชัดเจน

กรอบแนวคิดการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยศึกษาและพัฒนาความสามารถ เรื่อง จำนวนนับ สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษาปีที่ 3 โดยวิธีการสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน ดังแผนภาพต่อไปนี้



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

สมมติฐานของงานวิจัย

1. ความสามารถของนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ หลังการสอนด้วยวิธีสอนตรงร่วมกับสื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) อยู่ในระดับดี
2. นักเรียนที่มีปัญหาด้านคณิตศาสตร์ ที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) มีความสามารถ เรื่อง จำนวนนับสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน
3. สื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) เรื่อง จำนวนนับ สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาความสามารถ เรื่อง จำนวนนับ สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษาปีที่ 3 โดยวิธีการสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality : AR) ซึ่งผู้วิจัยศึกษาเอกสารและรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องเสนอเป็นลำดับ ดังนี้

1. แนวคิดและหลักการทางวิชาคณิตศาสตร์

- 1.1 ความหมายและความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์
- 1.2 แนวคิดทางจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา
- 1.3 กระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา
- 1.4 เนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาแกนกลางขั้นพื้นฐาน
- 1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถด้านคณิตศาสตร์

2. ความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์

- 2.1 ความหมายความบกพร่องทางการเรียนรู้
- 2.2 ลักษณะความบกพร่องทางการเรียนรู้
- 2.3 ปัญหาทางด้านการเรียนคณิตศาสตร์
- 2.4 กระบวนการเรียนรู้ของเด็กบกพร่องทางการเรียนรู้
- 2.5 การคัดแยกเด็กบกพร่องทางการเรียนรู้
- 2.6 การประเมินเด็กบกพร่องทางการเรียนรู้
- 2.7 วิธีการเรียนรู้ของเด็กบกพร่องทางการเรียนรู้
- 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเด็กบกพร่องทางการเรียนรู้

3. วิธีการสอนตรง (Direct instruction model)

- 3.1 ความหมายวิธีการสอนตรง
- 3.2 ขั้นตอนการสอนตรง
- 3.3 ประโยชน์การสอนตรง
- 3.4 งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนตรง

4. เทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality : AR)

- 4.1 หลักการและแนวคิดหลักของเทคโนโลยีความจริงเสมือน
- 4.2 ประเภทและกระบวนการแสดงผลของเทคโนโลยีความจริงเสมือน
- 4.3 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสมือน
- 4.4 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน

1. แนวคิดและหลักการทางวิชาคณิตศาสตร์

1.1 ความหมายและความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์

1.1.1 ความหมายของคณิตศาสตร์

เว็บสเตอร์ (บุญทัน อยู่ชมบุญ, 2529, น. 1 ; อ้างอิงจาก Webster's New World Dictionary) อธิบายว่า คณิตศาสตร์ คือ กลุ่มวิชาต่าง ๆ ได้แก่ จำนวน เรขาคณิต แคลคูลัส ฯลฯ ซึ่งเกี่ยวข้องกับปริมาณ (Quantities) ขนาด (Sizes) รูปร่าง (Forms) และความสัมพันธ์ (Relation) โดยการใช้จำนวนเลข (Number) และความสัมพันธ์ (Relation) โดยการใช้จำนวนเลข (Number) และสัญลักษณ์ (Symbols) เป็นเครื่องช่วย

1.1.2 ความสำคัญของคณิตศาสตร์

ใจความโดยสรุปจากนักการศึกษาหลายท่านไว้ว่า คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์แห่งการคิดและเป็นเครื่องมือสำคัญต่อการพัฒนาศักยภาพของสมองด้านทักษะกระบวนการจำ การคิด การสร้างความคิดรวบยอด หลักการทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผลและการพิสูจน์ การคิดคำนวณ และการแก้ปัญหา การสื่อสารหรือสื่อความหมาย การนำความรู้ด้านคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนสาขาวิชาอื่นหรือใช้เป็นเทคนิคในการแก้ปัญหา อีกทั้งช่วยเสริมสร้างควมมีเหตุผล ริเริ่มสร้างสรรค์ มีระบบในการคิด มีการวางแผนในการทำงาน มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย ตลอดจนลักษณะความเป็นผู้นำ ดังนั้น การจัดการศึกษาของไทยตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน จึงตระหนักถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ เนื่องจากลักษณะของวิชาคณิตศาสตร์เป็นรากฐานของวิชาต่าง ๆ จึงจัดให้มีการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ทุกระดับชั้นตั้งแต่ระดับประถมศึกษาถึงอุดมศึกษา (ยุพิน พิพิธกุล, 2539, น. 1; สิริพร ทิพย์คง, 2553, น. 9; สุวรร กาญจนมยุร และ คณะ, 2543, น. 3)

สมศักดิ์ โสภณพินิจ (2547, น. 41) ได้สรุปความสำคัญของการสอนคณิตศาสตร์ว่า มีจุดมุ่งหมายสำคัญ 4 ประการ คือ 1) ช่วยพัฒนาพลังทางคณิตศาสตร์ให้ผู้เรียนแต่ละคนหลักสูตรต้องเตรียมความพร้อมพร้อม เพื่อเปิดโอกาสให้เด็กได้รับเนื้อหาที่สำคัญเพียงพอกับความต้องการ โครงสร้างของหลักสูตรเหมาะสมกับระดับความรู้หรือวัยของผู้เรียน มีความสัมพันธ์ในแต่ละระดับ 2) ช่วยเสริมสร้างพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ให้ผู้เรียนมีโลกทัศน์ใช้ความสามารถทางคณิตศาสตร์สื่อความหมายได้อย่างสากล 3) สามารถใช้ความรู้วิชาคณิตเป็นพื้นฐานเชื่อมโยงกับศาสตร์สาขาอื่น ๆ และประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหอย่างมีเหตุผล เหมาะสมและเป็นระบบ 4) เพื่อฝึกฝนและสร้างเสริมประสบการณ์ การสอนจำเป็นต้องให้เนื้อหาที่จำเป็นอย่างครบถ้วน ครูต้องพยายามช่วยให้ทุกคนเข้าใจบทเรียน แม้นักเรียนแต่ละคนจะมีความแตกต่างกัน แต่คณิตศาสตร์มีความจำเป็นสำหรับทุกคน สามารถจะปลูกฝังพื้นฐานคณิตศาสตร์ให้กับทุกคนได้

โดยสรุปจะเห็นได้ว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง เป็นเครื่องมือที่อาศัยทั้งศาสตร์และศิลป์ในการเรียนรู้อย่างกลมกลืน มีความจำเป็นสำหรับนักเรียนทุกคนไม่แบ่งแยกความแตกต่างระหว่างบุคคล เพื่อขยายความสามารถสู่การประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม มีเหตุผลและเป็นระบบในการแก้ปัญหาเพื่อการดำรงชีวิตอย่างมีคุณภาพ

1.2 แนวคิดทางจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาและกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์

แนวคิดทางจิตวิทยาเป็นพื้นฐานสำคัญในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ นักจิตวิทยาหลายท่านได้ทำการศึกษา ค้นคว้า ทฤษฎี และแนวคิดทางจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อช่วยให้เข้าใจพัฒนาการทางสติปัญญา การเรียนรู้ที่แตกต่างกันไป ส่งผลถึงการช่วยเหลือนักเรียนได้อย่างเหมาะสม จึงได้นำเสนอแนวคิดจากการศึกษาทฤษฎีทางจิตวิทยาไว้ 3 แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยครั้งนี้ (สมวงษ์ แปลงประสพโชค, 2540a, อ้างอิงจาก Bell, 1981)

1.2.1 ทฤษฎีพัฒนาการด้านสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget)

เพียเจต์ (Piaget) ได้แบ่งพัฒนาการทางสติปัญญาออกเป็น 4 ขั้น ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นใช้ประสาทสัมผัส (Sensori-motor) อายุแรกเกิด -2 ปี ขั้นที่ 2 ขั้นก่อนคิดเป็นรูปธรรม (Preoperation) อายุ 2-7 ปี ขั้นที่ 3 ขั้นคิดเป็นรูปธรรม (Concrete Operation) อายุ 7-11 ปี และขั้นที่ 4 ขั้นคิดเป็นแบบแผน (Formal Operation) อายุ 12 ปีถึงวัยผู้ใหญ่ นักเรียนระดับประถมศึกษา จัดอยู่ในขั้นคิดเป็นรูปธรรม ตามทฤษฎีของเพียเจต์ มีลักษณะดังนี้ เด็กจะสามารถสร้างกฎเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มสิ่งของออกเป็นหมวดหมู่ได้โดยใช้สมบัติต่าง ๆ กัน เข้าใจความคงตัวของสสาร สามารถเปรียบเทียบมากขึ้น หนักเบา สามารถนึกภาพในใจได้ เขียนแผนผังได้ สามารถคิดย้อนกลับได้ แต่ไม่สามารถเข้าใจคำพูดเชิงนามธรรม และยังไม่พร้อมในการให้เหตุผลตรรกะ การให้เหตุผลอิงรูปธรรม ในตอนปลายของวัยสามารถนิยามและเข้าใจนิยามได้ โดยอาศัยแนวคิดตามทฤษฎีดังกล่าว ครูคณิตศาสตร์ต้องนึกถึงความพร้อมทางสมองของเด็ก เช่น ในระดับประถมศึกษา เด็กจะเริ่มเข้าเรียน ป.1 เมื่ออายุ 6 ปี ซึ่งอยู่ในวัยขั้นที่ 2 ในการสอนโจทย์ปัญหาที่ต้องมีความคิดซับซ้อนหลายขั้นตอน การให้เด็กแสดงวิธีการทำโจทย์ที่เป็นข้อความจะไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร สำหรับในชั้น ป.2 เพิ่งจะเริ่มเข้าสู่วัยที่ 3 ครูจะพบปัญหาเช่นเดียวกับชั้น ป.1 เพราะเป็นช่วงรอยต่อ บางคนอาจจะมีความสามารถไปสู่ขั้นแล้วแต่บางคนยังอยู่ในวัยเดิม สำหรับในช่วงชั้น ป.3-ป.6 ในช่วงนี้เด็กไม่สามารถจะเข้าใจคำพูดที่เป็นนามธรรม ไม่เข้าใจเหตุผล

เชิงตรรกะ การให้เหตุผล จะอิงรูปธรรม การสอนคณิตศาสตร์ในชั้นนี้จึงต้องมีการสอนประกอบให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมากที่สุด

1.2.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ของกาเย่ (Gagne)

กาเย่ (Gagne) แบ่งจุดประสงค์การเรียนรู้คณิตศาสตร์เป็น 2 ประเภท คือ จุดประสงค์ทางตรงและจุดประสงค์ทางอ้อม จุดประสงค์ทางตรง ได้แก่ การเรียนรู้ข้อเท็จจริง (Facts) ทักษะ (Skills) ความคิดรวบยอด (Concepts) และหลักการ (Principles) จุดประสงค์ทางอ้อม ได้แก่ การถ่ายโยงจากการเรียนรู้ ความสามารถในการซักถาม การแก้ปัญหา วินัยในตนเอง และความรู้ซึ่งในโครงสร้างของคณิตศาสตร์ กาเย่ประยุกต์ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างลำดับขั้นการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับการเรียนรู้การปัญหาและการเรียนรู้กฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์จะประกอบด้วยความสามารถย่อยและความสามารถที่มีมาก่อน ซึ่งนักเรียนจะต้องรอบรู้เนื้อหาหรือกิจกรรมเบื้องต้นมาก่อนที่จะเรียนรู้เนื้อหาหรือกิจกรรมที่สูงกว่า กาเย่อธิบายว่าคนที่เกิดการเรียนรู้จะสามารถทำกิจกรรมที่เขาไม่เคยทำมาก่อน เนื่องจากกิจกรรมคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่ต้องอาศัยความรู้พื้นฐานที่มีมาก่อน จึงจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ลำดับขั้นตอนของการเรียนรู้ การสร้างลำดับขั้นตอนสำหรับแต่ละเรื่องเป็นจุดเริ่มต้นที่ดีที่ครูควรทำ

1.2.3 ทฤษฎีการเรียนรู้ของบี.เอฟ.สกินเนอร์ (Skinner)

B.F. Skinner คิดทฤษฎีการเรียนรู้ เรียกว่า “Operant Conditioning” โดยเชื่อว่า การเรียนรู้เกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้กระทำเอง โดยไม่ต้องรอสิ่งเร้าจากภายนอกมากระตุ้น แต่เกิดจากสิ่งเร้าภายในตัวผู้เรียนเอง (สมวงษ์ แปลงประสพโชค และ คณะ, 2545, น. 38; อ้างอิงจาก พรณี ชูทัย, 2528) พฤติกรรมส่วนใหญ่จะมีลักษณะที่เกิดขึ้นเอง และสกินเนอร์เชื่อว่าถ้าต้องการให้พฤติกรรมคงอยู่ตลอดไปจำเป็นต้องให้แรงเสริมซึ่งมี 2 ประเภท คือ แรงเสริมทางบวก ได้แก่ คำพูดหรือสภาพที่ทำให้พฤติกรรมเกิดขึ้นซ้ำอีก อีกประเภทหนึ่งคือ แรงเสริมทางลบ หมายถึง การเปลี่ยนสภาพการณ์หรือเปลี่ยนสิ่งแวดล้อมบางอย่าง (สมวงษ์ แปลงประสพโชค, 2540b, น. 39; อ้างอิงจาก สุรางค์ โค้วตระกูล: 2536)

ดังนั้น การใช้จิตวิทยาการเรียนการสอน (สุณีย์ เหมะประสิทธิ์, 2533, น. 69-70) แนะนำไว้ว่า สำหรับนักเรียนที่เรียนอ่อนทางคณิตศาสตร์ ผู้สอนไม่ควรตั้งความหวังสูงเกินไป ขณะสอนควรกระตุ้นให้นักเรียนสร้างหรือใช้กระบวนการในการคิดที่มีความหมายกับตนเอง ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจในเนื้อหามากขึ้น ไม่ควรลงโทษโดยบังคับให้ทำงานทางด้านคณิตศาสตร์ เพราะจะทำให้นักเรียนมีทัศนคติที่ไม่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์มากขึ้น ตรงกันข้ามควรให้แรงเสริม คำชมเชยทันทีเมื่อ

นักเรียนประสบความสำเร็จ และถ้านักเรียนมีความรู้สึกไม่อยากเรียน ไม่อยากตอบ ผู้สอนไม่ควรใช้การบังคับแต่ควรใช้ลักษณะท่าทางของผู้สอน กิจกรรมหรือสื่อการสอนกระตุ้นให้นักเรียนเกิดปฏิกิริยาตอบสนองในทางที่ต้องการ

จากแนวคิดทางการศึกษาทฤษฎีทางจิตวิทยา เห็นได้ว่า นักเรียนระดับประถมศึกษา มีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์อยู่ในขั้นการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงรูปธรรม (Concrete Operational period) ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ควรมุ่งให้นักเรียนเรียนรู้จากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปสู่สิ่งที่เป็นนามธรรม โดยสอนให้รู้จักคิดและปฏิบัติเกี่ยวกับกระบวนการมากกว่า เน้นการคำนวณและการจำ ซึ่งต้องอาศัยกิจกรรมการเรียนรู้หลายรูปแบบโดยเฉพาะนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านใดด้านหนึ่ง จะต้องประเมินความบกพร่องและจัดหายุทธวิธีสอนให้สอดคล้องกับความบกพร่องและความสามารถของนักเรียน

1.3 กระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา

กระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการเรียนรู้ของนักเรียนในระดับประถมศึกษา ดังที่ (สุวร กาญจนมยุร, 2543, น. 39) ให้ความเห็นไว้ว่า ศักยภาพของสมองเป็นความสามารถทางสติปัญญาของมนุษย์ แสดงออกทางความสามารถในการรับรู้ การคิดและการตัดสินใจ การสรุปรวบยอดเกี่ยวกับความคิดรวบยอด หลักการต่าง ๆ และการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ กระบวนการเรียนรู้ต้องมีลำดับขั้นตอนของเนื้อหาวิชา คือ เริ่มจากเนื้อหาหนึ่งไปสู่อีกเนื้อหาหนึ่ง กิจกรรมการเรียนรู้จะเรียงลำดับตามเนื้อหาที่เป็นพื้นฐานก่อนโดยเริ่มจากง่ายไปหายาก กระบวนการคิดเริ่มจากการคิดในลักษณะรูปธรรมไปสู่การคิดในลักษณะนามธรรม โดยเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ เกิดทักษะกระบวนการคิดจากการลงมือปฏิบัติตามความแตกต่างระหว่างบุคคล เพื่อพัฒนาให้นักเรียนคิด ทำ และลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง

นอกจากนี้ เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ยังมีความเป็นพื้นฐานต่อกัน หมายความว่า จะเรียนเนื้อหานี้ได้ต่อเมื่อนักเรียนต้องมีความรู้ความเข้าใจเนื้อหานี้เป็นพื้นฐานต่อ หรือ มีความรู้ความเข้าใจเนื้อหานี้เป็นอย่างดีก่อน ฉะนั้นกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ต้องมีขั้นตอนเรียงลำดับดังต่อไปนี้ คือ 1) เป็นขั้นปูพื้นฐานที่จำเป็นและพอเหมาะ พร้อมที่จะเรียนเนื้อหาใหม่ 2) เป็นขั้นนำความรู้พื้นฐานที่จำเป็นไปใช้ในการเรียนเนื้อหาใหม่ ซึ่งจะทำให้ได้ความคิดรวบยอด หลักการทางคณิตศาสตร์ 3) เป็นขั้นนำหลักการความคิดรวบยอดต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ของเนื้อหาใหม่ไปฝึกทักษะ เพื่อให้เกิดความรู้ ความชำนาญอย่างถูกต้องแม่นยำและรวดเร็วและ 4) ขั้นนำความรู้

ความชำนาญไปใช้ฝึกฝนจนเกิดความเฉลียวฉลาดรอบคอบ เกิดทักษะการคิดคำนวณ การแก้ปัญหาต่าง ๆ (สุวรร กาญจนมยุร, 2543, น. 39-40) นักเรียนจะเรียนคณิตศาสตร์ได้ดี ถ้าเรียนด้วยความเข้าใจ ในหลักการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ ความคิดรวบยอดจากการลงมือปฏิบัติจนสามารถคิดเป็น คิดได้รวดเร็วเพราะมีเทคนิควิธีการ (สุวรร กาญจนมยุร และ คณะ, 2543, น. 40) สอดคล้องกับพรบ.การศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 ฉบับเป็นกฎหมาย หมวด 4 แนวทางการจัดการศึกษา มาตรา 22 ความว่า การจัดการศึกษาควรยึดหลักว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถในการเรียนรู้และพัฒนาตนได้และผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาจะต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาตนเองตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ

การสอนคณิตศาสตร์ในชั้นประถมศึกษา (สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์, 2533, น. 67-68; อ้างอิงจาก Case.1980, p. 1161-1162) ได้เสนอแนะหลักที่ใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนเพื่อแก้ปัญหาที่ทำให้นักเรียนไม่สามารถรอบรู้หรือเรียนรู้ทักษะใหม่ทางคณิตศาสตร์ได้แก่ การวินิจฉัยข้อบกพร่องของนักเรียน โดยสำรวจข้อผิดพลาดหรือความคลาดเคลื่อนที่นักเรียนทำพร้อมกับวินิจฉัยกลวิธีที่นักเรียนใช้ จัดให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมอย่างมีลำดับขั้นตอนเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องและจัดให้นักเรียนมีโอกาสพัฒนาวิธีที่เหมาะสมมากขึ้น ควรลดเนื้อหา เวลาสอนเวลาฝึกปฏิบัติเกี่ยวกับความจำ และควรให้นักเรียนได้ค้นคว้าและเข้าใจกระบวนการจัดการกระทำข้อมูล

สรุปได้ว่า กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา ควรควรศึกษาทักษะกระบวนการคิดตามความแตกต่างระหว่างบุคคล เรียนรู้ตามลำดับขั้นตอนของเนื้อหาวิชาจากง่ายไปหายาก เริ่มจากการคิดในลักษณะรูปธรรมไปสู่การคิดในลักษณะนามธรรม และการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับความบกพร่องของนักเรียนเพื่อแก้ปัญหการเรียนคณิตศาสตร์โดยรวม

1.4 เนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

การศึกษาคณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (วิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2553) เปิดโอกาสให้เยาวชนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง ตามศักยภาพ โดยกำหนดเนื้อหา สาระหลักเรื่องจำนวนและการดำเนินการ ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2550)

1.4.1 จำนวนและการดำเนินการ ทักษะ ความคิดรวบยอด ความรู้สึกเชิงจำนวน ระบบและสมบัติของจำนวนจริง จำนวนและการดำเนินการ อัตราส่วน ร้อยละ การแก้ปัญหของจำนวน และการใช้จำนวนในชีวิต

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มฐ. ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวนและใช้ในชีวิตจริง

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป.6	1. เขียนและอ่านทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่ง	1. ความหมาย การอ่าน และการเขียน ทศนิยมสามตำแหน่ง

มฐ. ค 1.2 เข้าใจผลที่เกิดจากการดำเนินการของจำนวนนับและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหา

มฐ.ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มฐ.ค 1.4 เข้าใจระบบของจำนวนและนำสมบัติของจำนวนไปใช้

โดยจุดมุ่งหมายของหลักสูตรการศึกษาแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ เมื่อจบระดับประถมศึกษาปีที่ 3 ดังนี้

1. มีความรู้และเข้าใจความรู้สึกเชิงจำนวนเกี่ยวกับจำนวนนับที่ไม่เกินหนึ่งแสน และศูนย์ และการดำเนินการของจำนวน สามารถแก้ปัญหาด้านการบวก ลบ คูณ หาร และสามารถตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้

1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถด้านคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยวิเคราะห์ สังเคราะห์องค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษารายงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถด้านคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้อย่างมีคุณภาพ (หน้าถัดไป)

จากการศึกษาเอกสารและรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์มีหัวใจสำคัญ คือ การพัฒนาความสามารถด้านการคำนวณ ซึ่งเกี่ยวเนื่องกับความคิดรวบยอด ทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เป็นขั้นตอน เมื่อผู้เรียนเกิดและสามารถสร้างความคิดรวบยอดได้เอง ส่งผลให้มีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการทักษะทางคณิตศาสตร์มากขึ้น โดยเฉพาะทักษะการคิดคำนวณ การรู้จักจำนวนนับเป็นพื้นฐานสำคัญของการพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านจำนวนนับ ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพสามารถประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ต่อยอดไปในทักษะการคำนวณที่สูงขึ้น ตลอดจนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยการวิจัยครั้งนี้ ได้พัฒนาความสามารถ เรื่อง จำนวนนับ โดยวิธีการสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) จัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ สามารถแก้ปัญหามีเหตุผล สร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง รวมทั้งส่งผล

ให้เกิดเรียนรู้อย่างมีความหมาย ทำให้บรรลุตามจุดมุ่งหมายทางการศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ตลอดจนสามารถนำความรู้ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้



ตาราง 1 การวิเคราะห์ สังเคราะห์องค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถด้านคณิตศาสตร์

แนวคิด ทฤษฎี/ผลการวิจัย	ผู้วิจัย	แนวทางการนำไปใช้พัฒนารูปแบบ
การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แบบรูปและการให้เหตุผลของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนผ่านเกณฑ์การเรียนรู้มากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด	กฤษณะ โสพนา (2546)	การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน
การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองด้านเหตุผลกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์พบว่าความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านจำแนกประเภทและด้านสรุปความส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์	นุชรี อ่อนละม้าย (2546)	การพัฒนาทักษะ/กระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แก่ผู้เรียน เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน
การศึกษากิจกรรมวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนเพื่อพัฒนาทักษะคณิตศาสตร์ทางด้านการคิดรวบยอดของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นการวางแผน ขั้นปฏิบัติการ และรวบรวมข้อมูลและขั้นตอนพบว่ามีผลพบว่า นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจและทักษะทางคณิตศาสตร์ด้านการสร้างความคิดรวบยอดดีขึ้นและมีเจตคติที่ดีต่อการเรียน	ศุภภรณ์ จำปาอิม (2548)	การจัดการเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเชิงปฏิบัติการในการพัฒนาทักษะคณิตศาสตร์ทางด้านความคิดรวบยอด และส่งผลให้มีเจตคติในการเรียนที่ดีขึ้น
การศึกษาทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนชอบผ่านเกณฑ์ร้อยละ 83.78 มีการคิดแก้ปัญหาในด้านการใช้เหตุผลอยู่ในระดับดีมากด้านความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมากและด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์อยู่ในระดับดี	วิไลลักษณ์ เมื่องโคตร (2549)	การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญของการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์

2. ความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์

2.1 ความหมายของความบกพร่องทางการเรียนรู้

นักวิชาการศึกษาและนักจิตวิทยาให้คำจำกัดความ ความบกพร่องทางการเรียนรู้ (Learning Disabilities : LD) โดยกล่าวว่า เด็กที่บกพร่องทางการเรียนรู้ มีความเฉลียวฉลาดเหมือนเด็กปกติ แต่ประสบปัญหาในการเรียน แสดงออกถึงความบกพร่องในความสามารถด้านการคิด ฟัง พูด อ่าน เขียน การสะกดคำหรือการคำนวณทางด้านคณิตศาสตร์ ความบกพร่องด้านการรับรู้เป็นความบกพร่องของการทำหน้าที่ของสมอง ซึ่งไม่รวมถึงเด็กที่มีปัญหาในการเรียนเนื่องมาจากความพิการ หรือด้วยโอกาสทางการศึกษา ปัญหาเหล่านี้ทำให้ผลการเรียนต่ำเกิดช่องว่างระหว่างความเฉลียวฉลาดที่แท้จริงกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Gearheart, 1977; ผดุง อารยะวิญญู, 2554, น. 3)

คำจำกัดความของกระทรวงศึกษาธิการของสหรัฐอเมริกา (U.S.Office of Education) และคณะกรรมการแห่งชาติว่าด้วยความบกพร่องทางการเรียนรู้ (The National Joint Committee on Learning Disabilities – NJCLD) กล่าวว่า ความบกพร่องทางการเรียนรู้แสดงออกอย่างชัดเจนถึงความยากลำบากในการเข้าใจ การให้เหตุผล การใช้ทักษะในการฟัง พูด อ่าน เขียน และหรือทักษะทางคณิตศาสตร์ สาเหตุจากความผิดปกติของระบบประสาทส่วนกลาง และอาจเกิดร่วมกับความบกพร่องอย่างอื่น เช่น ความบกพร่องทางสติปัญญา ความบกพร่องทางพฤติกรรม อารมณ์ เป็นต้น ซึ่งอาจคงอยู่ไปตลอดชีวิต มักแสดงออกถึงปัญหาพฤติกรรม การเรียน การปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น และปัญหาการรับรู้ทางสังคม (ผดุง อารยะวิญญู, 2554, น. 3)

ดังนั้น จะพบว่าความบกพร่องทางการเรียนรู้เป็นภาวะบกพร่องในกระบวนการทางจิตวิทยาที่แสดงออกมาในรูปของปัญหาในการเรียนรู้โดยมีความยากลำบากในการเรียนรู้ ทั้งนี้ลักษณะของผู้เรียนที่มีความบกพร่องจะมีความหลากหลาย อาจจะยังไม่ชัดเจนและมีความยากลำบากในการใช้จำแนกหรือการให้คำจำกัดความจึงมีความหลากหลายแตกต่างกันไป หากศึกษาลักษณะของความบกพร่องทางการเรียนรู้ในแต่ละวัย ทำให้สามารถช่วยเหลือกลุ่มบุคคลเหล่านี้ในช่วงวัยต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม โดยในที่นี้จำแนกลักษณะออกเป็น 4 ช่วงวัย (Lerner, 2003, 2006) ดังนี้

1. ช่วงก่อนวัยเรียน (The Preschool Level) โดยทั่วไปนักการศึกษายังไม่เห็นด้วยที่จะคัดแยก (identify) ในช่วงวัยนี้เด็กที่มีอายุต่ำกว่า 6 ขวบ ที่พบว่า มีความบกพร่องทางการเรียนรู้มักจะถูกบ่งระบุว่าเป็นเด็กที่มีความล่าช้าทางพัฒนาการ (developmental delay) ซึ่งไม่ถือว่าเป็นประเภทใดๆ ของความบกพร่องตามที่ได้กำหนดไว้ อย่างไรก็ตามเด็กได้รับการช่วยเหลือ

อย่างเหมาะสมในช่วงวัยเด็กเล็ก จะทำให้เป็นผลดีต่อความพยายามทางการศึกษาในระยะต่อไป (Lerner, 2006, ; อ้างอิงจาก Lerner, Lowenthal and Egan, 2003) ลักษณะของความบกพร่องช่วงวัยนี้ส่วนใหญ่มีความล่าช้าไม่เป็นไปตามวัย ในพัฒนาการทางด้านการเคลื่อนไหว กล้ามเนื้อมัดใหญ่และกล้ามเนื้อมัดเล็ก พัฒนาการทางภาษา ความบกพร่องทางการพูด พัฒนาการทางสติปัญญาล่าช้า และความบกพร่องทางการรับรู้ เป็นต้น

2. ระดับประถมศึกษา (The Elementary Level) เด็กบกพร่องทางการเรียนรู้จำนวนมาก จะเริ่มแสดงถึงความบกพร่องที่ชัดเจน เมื่อเข้าเรียนในโรงเรียนและประสบปัญหาในการเรียนรู้ทางวิชาการ ลักษณะความบกพร่องในวัยนี้ที่พบทั่วไป ได้แก่ ทักษะทางการเคลื่อนไหวล่าช้า ไม่สมวัย การจับดินสอที่ดูยุ่งง่าไม่ถูกวิธีส่งผลให้ลายมือยุ่งเหยิง อ่านยาก ยากลำบากในการอ่าน การเขียน การคิดคำนวณ การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการให้เหตุผล เป็นต้น นอกจากนี้อาจพบปัญหาทางพฤติกรรม อารมณ์ เนื่องจากเด็กประสบปัญหาล้มเหลวทางการเรียน โดยเฉพาะเมื่อเด็กเปรียบเทียบความสามารถของตนเองกับเพื่อน

3. ระดับมัธยมศึกษา (The Secondary Level) ในช่วงวัยนี้เด็กเกิดความยากลำบากและประสบกับปัญหาเพิ่มมากยิ่งขึ้น เนื่องจากความคาดหวังของครอบครัว โรงเรียนและครู ความสับสนของเด็ก รวมทั้งความล้มเหลวทางการเรียนรู้ทางวิชาการต่อเนื่อง นอกจากนี้ตัวเด็กอยู่ในช่วงของวัยรุ่น เริ่มมีความกังวลถึงอนาคตหลังจากสำเร็จการศึกษา ดังนั้นเด็กอาจต้องการคำแนะนำ ปรึกษาเกี่ยวกับการเรียนต่อในระดับอุดมศึกษา การทำงานและอาชีพ สำหรับปัญหาความบกพร่องในวัยนี้นอกจากปัญหาด้านการพูด อ่าน เขียน การคำนวณ การทำโจทย์ทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผลที่เป็นปัญหาต่อเนื่องจากระดับประถมศึกษาแล้ว ในช่วงวัยนี้เป็นวัยที่มีความรู้สึกอ่อนไหวมากกว่าปกติ การเห็นคุณค่าในตนเอง รวมทั้งเกิดปัญหาทางอารมณ์และสังคม (Lerner, 2006, ; อ้างอิงจาก Deshler, Ellis and Lenz, 1996)

4. วัยผู้ใหญ่ (The Adult Years) เมื่อสำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาแล้วจะสามารถก้าวผ่านอุปสรรคและความบกพร่องของตนเองได้ โดยเรียนรู้ที่จะทำให้ความบกพร่องลดลง ค้นพบแนวทางในการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับตนเอง โดยทั่วไปความบกพร่องทางการเรียนรู้ในวัยนี้ พบว่า อาจมีความยากลำบากในการประยุกต์ การนำข้อมูลหรือความรู้เดิมไปปรับใช้ในสถานการณ์ใหม่ มีความยากลำบากในการจัดระบบความคิดการจดจำ การประยุกต์ใช้ข้อมูลที่ได้เรียนรู้จากแหล่งต่างๆ และการแก้ปัญหา จนถึงวัยผู้ใหญ่ความบกพร่องเหล่านี้นับเป็นข้อจำกัดในความเจริญก้าวหน้าของอาชีพของตนเอง รวมทั้งยังอาจเป็นปัญหาในการสร้างมิตรภาพและรักษามิตรภาพให้คงอยู่อีกด้วย

จากที่กล่าวมาพบว่า เด็กบกพร่องทางการเรียนรู้จำนวนมากเริ่มแสดงถึงความบกพร่องชัดเจนเมื่อเข้าเรียนในระดับประถมศึกษา มักประสบกับความล้มเหลวในการเรียนรู้ทางวิชาการ นอกจากนี้อาจพบปัญหาทางพฤติกรรม อารมณ์ สังคม อันเนื่องมาจากเด็กประสบความล้มเหลวทางการเรียนอย่างต่อเนื่อง ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาเด็กในระดับชั้นประถมศึกษา เพื่อเป็นการช่วยเหลือและพัฒนาผู้เรียนให้พร้อมที่จะเรียนรู้ในระดับชั้นที่สูงขึ้นต่อไป

2.2 ลักษณะความบกพร่องทางการเรียนรู้

การบ่งบอกลักษณะของความบกพร่องทางการเรียนรู้เป็นเรื่องที่ค่อนข้างยากเพราะความหลากหลายของความหมายของเด็กกลุ่มนี้ แม้แต่นักการศึกษาหรือนักจิตวิทยาก็ยังกล่าวถึงลักษณะของความบกพร่องทางการเรียนรู้ที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งการมองจากภายนอกนั้นกระทำได้ยาก เพราะลักษณะบางอย่างไม่อาจสังเกตได้ เนื่องจากเป็นความบกพร่องเกี่ยวกับระบบประสาท (Neurological dysfunction) ทำให้เกิดความบกพร่องทางการเรียนรู้ ปัจจุบันมีการทดสอบเรียกว่า “Neurometrics” มาใช้สำหรับการวินิจฉัย เช่น การใช้เครื่องวัดคลื่นสมองหรือเรียกว่า EEG (Electroencephalogram) พบว่า ลักษณะเด่นชัดของเด็กกลุ่มนี้ คือ ด้อยความสามารถทางภาษา ทั้งการอ่าน การเขียน การสะกดคำและการคำนวณหรือการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และมักมีความบกพร่องด้านอื่น ๆ ร่วมอยู่ด้วย เช่น ด้านสมาธิ พฤติกรรม หรือด้านสังคม เป็นต้น (Lerner, 2006; Mercer, Mercer, และ Pullen, 2005; Smith, Polloway, Patton, Dowdy, และ McIntyre, 2006; เบญจพร ปัญญาวยง, 2545; ผดุง อารยะวิญญู และ สุวิทย์ พวงสุวรรณ, 2554; ศรียา นิยมธรรม และ และคนอื่นๆ, 2546, น. 143-144; ศรีเรือน แก้วกังวาล, 2545) โดยความบกพร่องทางการเรียนรู้ มีลักษณะดังต่อไปนี้

1. บกพร่องทางการพูดสื่อสาร ไม่อาจแสดงความรู้สึกรับรู้ออกมาด้วยการพูดได้
2. ทักษะการคำนวณ การเรียนคณิตศาสตร์ การสร้างความคิดรวบยอด
3. มีปัญหาการเรียนรู้สัญลักษณ์สับสนในการใช้สัญลักษณ์ทำให้มีปัญหาในการเรียนรู้เรื่องแผนที่พิมพ์เขียว เป็นต้น
4. ผลการเรียนไม่แน่นอน ยากแก่การพยากรณ์
5. เด็กที่บกพร่องทางการรับรู้มักจะมีช่วงความสนใจที่สั้นทำให้ไม่สามารถเรียนรู้ได้ดี
6. มีอารมณ์ไม่คงที่ ความผิดหวังเพียงเล็กน้อยอาจส่งผลให้เกิดพฤติกรรมทางอารมณ์ในด้านลบอย่างรุนแรงได้
7. มีพฤติกรรมโยกหรือผกผันบ่อยครั้ง
8. นอนไม่เป็นเวลาที่แน่นอน

9. พัฒนาการทางด้านร่างกายไม่คงที่

10. มีพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงบ่อยครั้ง หันเหความสนใจได้ง่าย

11. มีปัญหาทักษะทางสังคมในเรื่องของการสร้างสัมพันธ์กับเพื่อน

ทั้งนี้ มีผลวิจัยหลายเรื่องให้ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับเด็กบกพร่องในการเรียนรู้ โดยข้อมูลสอดคล้องกับ (ผดุง อารยะวิญญู, 2554, น. 4-5; ศรียา นิยมธรรม และ และคนอื่นๆ, 2546) ดังนี้

1. ส่วนใหญ่พบในชั้นประถมศึกษา คิดเป็น 75% ของจำนวนเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ทั้งหมด

2. อัตราส่วนของชายและหญิงเท่ากับ 3 ต่อ 1

3. โดยส่วนมากมีระดับสติปัญญาเฉลี่ยประมาณ 94-98

4. ตรวจพบในระดับชั้นประถมศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในชั้น ป.3 และ ป.4

5. เมื่อเลื่อนชั้นไประดับมัธยมศึกษา

6. เรียนซ้ำระดับเดิมเพราะสอบไม่ผ่าน

7. ส่วนหนึ่ง (ประมาณ 15%) มีปัญหาในด้านพฤติกรรม

8. ความแตกต่างอย่างชัดเจนระหว่างผลการเรียนกับความสามารถแท้จริงของเด็ก โดยการวัดความสามารถทางเชาว์ปัญญา (IQ) พบว่า อยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างสูง แต่ผลทดสอบด้านวิชาการกลับมีคะแนนต่ำมาก ซึ่งในความเป็นจริงเด็กควรจะได้คะแนนสูงกว่านี้

9. เด็กบางคนมีปัญหาเกี่ยวกับสมาธิ หันความสนใจสู่ภายนอกห้องเรียนเสมอ

10. เด็กบางคนมีปัญหาในการจัดระเบียบการทำงานทำงานไม่สำเร็จตามเป้าหมาย

11. มีปัญหาการคัดลอกอักษรทางคณิตศาสตร์หรือรูปทรง เรียงตัวอักษรกลับหลัง

12. มีปัญหาการเรียนรู้เรื่องเวลา

จากที่ได้กล่าวมาสรุปได้ว่า นักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้มีสาเหตุมาจากความบกพร่องในการแปลข้อมูลที่สมอง ทำให้ไม่สามารถเรียนรู้ได้เหมือนเด็กปกติ โดยเด็กมีลักษณะภายนอกเหมือนเด็กปกติ แสดงความฉลาดออกมาได้จากการพูดคุย แต่แสดงลักษณะบกพร่องทางการใช้ภาษา คือ การฟัง พูด อ่าน เขียน และคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนบกพร่องด้านกลไกการเคลื่อนไหวของร่างกาย ก่อให้เกิดผลกระทบโดยตรงต่อการเรียนมีผลการเรียนต่ำกว่าที่ควรจะเป็น และทักษะทางสังคม ในอดีตเรียกความบกพร่องทางการเรียนรู้ว่าเป็นความบกพร่องด้านทักษะทางวิชาการ (academic skill disorders) เพราะนักเรียนมีปัญหาเรียนไม่ทันเพื่อนร่วมชั้น อาจจะล่าช้าจากเพื่อนไปหลายปี ในเรื่องของทักษะการอ่าน การเขียน หรือ การคิดคำนวณ

(เบญจพร ปัญญาฯ, 2545, น. 5; ศันสนีย์ ด้ตรคุปต์, 2544) จากลักษณะดังกล่าว นักการศึกษาได้นำมาจัดประเภทของความบกพร่องทางการเรียนรู้ออกเป็น 3 ประเภท อิง DSM -5 (The Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders) ดังนี้

2.2.1 ความบกพร่องทางการอ่าน (Reading Disorder)

เป็นความบกพร่องที่ เรียกว่า ดิสเล็กเซีย (Dyslexia) ซึ่งมีจำนวนมากที่สุด จากงานวิจัยพบว่ามีประมาณร้อยละ 80 ของเด็ก กลุ่มนี้ (Smith และคนอื่น ๆ, 2006, อ้างอิงจาก Lyon; et al. 2006) โดยมีอาการบกพร่องทางการอ่าน ได้แก่ การแยกแยะหรือการจำตัวอักษร เช่น สับสนระหว่างอักษร ม กับ น หรือ ถ กับ ภ ทำให้ยากต่อการเรียนรู้คำศัพท์ โดยลักษณะของความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านการอ่าน มีดังนี้

- 1.2.1.1 อ่านช้า มีความยากลำบากในการอ่าน การจำและการอ่านพยางค์
- 1.2.1.2 มีความยากลำบากในการแยกแยะเสียง เช่น การแยกแยะเสียง บ ป พ
- 1.2.1.3 มีความยากลำบากในการจำรูปสระ และการอ่านสระ
- 1.2.1.4 การออกเสียงคำไม่ชัดไม่ออกเสียงบางเสียง บางครั้งออกเสียงรวบคำ
- 1.2.1.5 ไม่สามารถอ่านคำได้ถูกต้อง เช่น การอ่านคำที่มีวรรณยุกต์กำกับ หรือที่มีตัวสะกดไม่ตรงตามมาตรา
- 1.2.1.6 อ่านคำโดยสลับตัวอักษรเช่น

กต เป็น ดก	งอก เป็น กอง
กอด เป็น ดอก	นาย เป็น ยาน เป็นต้น
- 1.2.1.7 อ่านข้อความหรือประโยคไม่ได้ เช่น อ่านข้าม-เพิ่มคำ สลับคำ ตกหล่น
- 1.2.1.8 ไม่สามารถเล่าเรื่อง อ่านจับใจความ เรียงลำดับเหตุการณ์ เรื่องที่อ่านได้
- 1.2.1.9 สามารถเข้าใจภาษาหากมีคนอ่านให้ฟัง แต่หากอ่านเองไม่สามารถอ่านหรือจับใจความได้

2.2.2 ความบกพร่องด้านการเขียนและการสะกดคำ (Disorder of Written Expression)

เรียกว่า ดิสกราเฟีย (dysgraphia) เป็นลักษณะของการแสดงออก ทางการเขียนที่ ยากลำบาก แม้จะใช้เวลาและความพยายาม แต่ลายมือแทบจะอ่านไม่ออก สาเหตุมาจากการทำงานของสมองที่มีความเกี่ยวข้องกัน บกพร่องในความสัมพันธ์และประสานกันเป็นอย่างดี ส่งผลในเรื่องความจำ คำศัพท์ หลักภาษา การเคลื่อนไหวมือกับตา โดยลักษณะของความบกพร่อง

ทางการเรียนรู้ด้านการเขียนและสะกดคำ (เบญจพร ปัญญาวย, 2545, น. 7; ศันสนีย์ ฉัตรคุปต์, 2544) มีดังนี้

- 1.2.2.1 การเขียนพยัญชนะ สระ วรรณยุกต์และเลขไทย
- 1.2.2.2 เขียนพยัญชนะ สระและเลขไทยกลับด้านคล้ายมองจากกระจกเงา
- 1.2.2.3 มีความสับสนในการเขียนพยัญชนะและเลขไทยที่มีลักษณะคล้ายกัน เช่น ค-ด น-ม พ-ฟ ๓-๗ ๔-๕
- 1.2.2.4 เขียนเรียงลำดับตัวอักษร พยัญชนะ สระ วรรณยุกต์ผิดตำแหน่ง เช่น “ปลา” เป็น “ปาล” “หมู” เป็น “หุม” “กล้วย” เป็น “กล้วย”
- 1.2.2.5 เขียนสะกดคำผิดโดยเฉพาะคำพ้องเสียงคำที่มีตัวสะกดในมาตราเดียวกันคำที่มีตัวการันต์ เช่น อันตลาย (อันตราย) บดบาด (บทบาท) แพด (แพทย์) เป็นต้น
- 1.2.2.6 เขียนคำตามคำอ่านไม่ได้ เขียนไม่ได้ใจความ
- 1.2.2.7 เขียนหนังสือลอกใจท์จากกระดานช้าเพราะกลัวสะกดผิด
- 1.2.2.8 เขียนไม่ตรงบรรทัดเขียนต่ำหรือเหนือเส้นขนาดตัวอักษรไม่เท่ากัน ไม่เว้นขอบกระดาษ ช่องไฟ เขียนตัวหนังสือตัวโต
- 1.2.2.9 จับปากกาหรือดินสอแน่นกว่าปกติ ลบเยอะ เขียนทับที่เดิมบ่อยครั้ง

2.2.3 ความบกพร่องทางการคำนวณ (Mathematics Disorder)

เรียกว่า ดิสแคลคูลีย (Dyscalculia) พบประมาณ 5-8เปอร์เซ็นต์ของประชากรในวัยเรียน โดยเด็กมีทักษะด้านการคำนวณต่ำกว่าเด็กวัยเดียวกัน 2 ปี ยากลำบากในการคำนวณทางคณิตศาสตร์ที่สลับซับซ้อนหรือเป็นขั้นตอน หลักการพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ การแก้โจทย์คณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและความคิดรวบยอด ปัญหาเหล่านี้มีแนวโน้มที่จะพบตั้งแต่วัยต้นของการเรียน เกี่ยวข้องกับการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เชื่อมโยงในชั้นเรียนที่สูงขึ้นไป โดยลักษณะของความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านการคำนวณ (Geary, 2004; เบญจพร ปัญญาวย, 2545, น. 8-9; ผดุง อารยะวิญญู, 2554, น. 9; ศันสนีย์ ฉัตรคุปต์, 2544) มีดังนี้

- 1.2.3.1 ไม่เข้าใจค่าของตัวเลขและจำนวน เช่น นับตัวเลขหรือจำนวนได้ แต่ไม่เข้าใจความหมายของจำนวนที่ตนนับ
- 1.2.3.2 นับเลขไปข้างหน้าหรือนับถอยหลังไม่ได้
- 1.2.3.3 ไม่เข้าใจเกี่ยวกับค่าประจำตำแหน่ง เช่น จะไม่รู้ค่าเลข “3” ในจำนวนต่อไปนี 23, 38, 317 มีค่าแตกต่างกัน

1.2.3.4 ไม่สามารถจำและเขียนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ เช่น

“ + แทน การบวก ” “ – แทน การลบ ”

“ × แทน การคูณ ” “ ÷ แทน การหาร ”

1.2.3.5 ไม่เข้าใจความหมายสัญลักษณ์ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ เช่น

หมายถึง เพิ่มขึ้นมากขึ้น หมายถึง ลดลง น้อยลง

> หมายถึง มากกว่า < หมายถึง น้อยกว่า

1.2.3.6 ยากลำบากในการแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร อย่างใดอย่างหนึ่งหรือมากกว่า

1.2.3.7 ยากลำบากในการ+ หรือ – ที่มีการทดและการกระจาย เช่น การบวก 5 กับ 28 ซึ่งจะมีการทดจากผลบวกในหลักหน่วยหรือการลบ 82 ด้วย 45 ซึ่งจะต้องมีการกระจายในหลักสิบ เป็นต้น

1.2.3.8 เขียนตัวเลขกลับกัน เช่น “45 เป็น 54”

1.2.3.9 ยากลำบากในการจำแนกรูปทรงเรขาคณิต เช่น การจำแนกรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปห้าเหลี่ยม เด็กอาจทำไม่ได้

1.2.3.10 ยากลำบากในการจำแนกวัตถุหรือสิ่งของที่มีขนาดต่างกัน

1.2.3.11 ยากลำบากในการแก้โจทย์ปัญหา เนื่องจากเด็กไม่สามารถตีความโจทย์ปัญหาเหล่านั้นได้ ทำให้ไม่เข้าใจว่าจะใช้วิธีใด บวก ลบ คูณ หรือหาร

1.2.3.12 ไม่เข้าใจเรื่องเวลา มีความสับสนในการเรียงลำดับ

เมอร์เซอร์ (Mercer และคนอื่น ๆ, 2005, P.550-552) ได้กล่าวว่า ลักษณะของนักเรียนที่บกพร่องทางการเรียนรู้ด้านการคำนวณ มีดังนี้

1. การรับรู้ด้านสายตา

1.1 นักเรียนที่ประสบความยากลำบากในเรื่องภาพและพื้นหลัง อาจมีปัญหาด้านการเรียนรู้คณิตศาสตร์ดังนี้

1.1.1 ไม่มีช่องว่างในสมุดแบบฝึกหัด

1.1.2 ทำงานไม่เสร็จสมบูรณ์

1.1.3 มีความยากลำบากในการอ่านจำนวนที่มีหลายหลัก

1.1.4 หลงบรรทัด เมื่อหันเหความสนใจพอหันกลับมาอีกครั้งก็หาไม่พบว่าตนเองกำลังทำเลขข้อใดอยู่

1.2 การจำแนก อาจมีปัญหาในการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนี้

1.2.1 การสังเกตความแตกต่างของจำนวนที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันไม่ได้ เช่น 3 กับ 8, 1 กับ 7 เป็นต้น

1.2.2 ไม่เข้าใจค่าของเงิน เช่น เหรียญห้าบาทรูปเหลี่ยมกับรูปวงกลม เข็มสั้น และเข็มยาวของนาฬิกา เป็นต้น

1.2.3 มีความสับสนรูปทรง

1.2.4 สับสนสัญลักษณ์ที่ใช้ในการดำเนินการเกี่ยวกับจำนวน เช่น $+$ $-$ $\times$ $\div$ และการดูเวลาในนาฬิกา เป็นต้น

1.3 มิติหรือช่องไฟ ทำให้มีปัญหาในการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนี้

1.3.1 การคัดลอกตัวเลขและรูปทรงต่าง ๆ จากกระดานลงในสมุด

1.3.2 การเขียนตัวเลขหรือตัวหนังสือลงในเส้นบรรทัด

1.3.3 สับสนความคิดรวบยอดก่อน-หลัง เช่น การเรียงลำดับหรือบอกเวลา

1.3.4 สับสนทิศทางซ้าย-ขวา บน-ล่าง ทำให้ไม่สามารถทำโจทย์ปัญหาได้

1.3.5 คำนวณสลับขั้นตอนไม่เป็นไปตามลำดับขั้นตอน

1.3.6 สับสนหากต้องประกอบกิจกรรมที่มีการหมุนเวียน

1.3.7 ขาดความตระหนักเกี่ยวกับสถานที่

1.3.8 ไม่สามารถบอกหรือคาดคะเนระยะทาง

1.3.9 ไม่เข้าใจเกี่ยวกับภาพสองมิติหรือสามมิติ

1.3.10 ลำบากในการเชื่อมความสัมพันธ์ของคำสั่งเกี่ยวกับจำนวน

1.3.11 ยากลำบากในการวางรูปแบบและเซต

1.3.12 ลำบากในการใช้เส้นจำนวน

1.3.13 สับสนเกี่ยวกับจำนวนบวกและลบ

2. การรับรู้ทางการฟัง เช่น จำแนกเสียงไม่ได้ ทั้งเสียงพูดหรือเสียงอื่นที่คล้ายคลึงกัน การฟังเสียงพูดไม่เข้าใจ อาจมีปัญหาคณิตศาสตร์ ดังนี้

2.1 มีความยากลำบากในการฝึกนับปากเปล่า

2.2 มีความยากลำบากในการฟังโจทย์ปัญหา

2.3 ไม่สามารถนับจำนวนตามลำดับได้

2.4 มีความยากลำบากในการเขียนตัวเลขหรือจำนวน

2.5 มีความยากลำบากในการฟังแบบรูปของจำนวน

- 2.6 ผีกพูดตามครูเป็นคำ ๆ ซ้ำ ๆ กันไม่ได้ ท่องสูตรคูณตามเพื่อนไม่ได้
- 2.7 พูดตามครูบอกไม่ได้ เช่น พูดทวนตัวเลข เช่น ครูพูด 4-2-9 นักเรียนต้องพูดว่า 9-2-4 ซึ่งอาจพูดไม่ได้

- 2.8 เขียนตามที่ครูบอกไม่ได้ เช่น โจทย์ปัญหา
- 2.9 นักเรียนหาจำนวนไม่พบ เมื่อครูกำหนดให้หาจำนวนที่วางตรงหน้า

3. การเคลื่อนไหว นักเรียนที่มีปัญหาการเคลื่อนไหว อาจมีปัญหา ดังนี้

- 3.1 เขียนบนเส้นบรรทัด เขียนช้า เขียนไม่สม่ำเสมอ ไม่ตรงบรรทัด
- 3.2 เขียนในพื้นที่ที่มีขนาดเล็กไม่ได้
- 3.3 เขียนตัวเลขที่อ่านไม่ออก
- 3.4 หยิบจับเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ได้ไม่ดี
- 3.5 ลอกรูป เลียนแบบการลากเส้นไม่ได้ วาดภาพประกอบแนวคิดไม่ได้

4. ความจำ อาจมีปัญหาในการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนี้

- 4.1 ความจำระยะสั้น
 - 4.1.1 จดจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ไม่ได้
 - 4.1.2 ลืมขั้นตอนในการทำโจทย์ปัญหา
 - 4.1.3 จดจำเกี่ยวกับความหมายสัญลักษณ์คณิตศาสตร์ไม่ได้
 - 4.1.4 จำคำหรือหลักเลขไม่ได้
 - 4.1.5 มีหน่วยความจำจำกัด
- 4.2 ความจำระยะยาว
 - 4.2.1 ไม่สามารถนำข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์มาใช้ ทำงานช้า
 - 4.2.2 ไม่สามารถทบทวนบทเรียนและตรวจสอบบทเรียน มักจำไม่ได้
 - 4.2.3 ลืมขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา ใช้เวลาในการคำนวณนาน
 - 4.2.5 ไม่สามารถจำเนื้อหาที่เรียนไปแล้ว เชื่อมโยงประเด็นทางคณิตศาสตร์ไม่ได้ จำไม่ได้ว่าจะต้องทำอะไรก่อน-หลังในกิจกรรมประจำวัน

4.3 การเรียงลำดับ

- 4.3.1 บอกวัน เวลา โดยไม่เรียงตามลำดับ แก้ปัญหาตามขั้นตอนไม่ได้
- 4.3.2 บอกลำดับตัวเลข ลำดับขั้นตอนในการคำนวณไม่ได้
- 4.3.3 ลืมความหมายของคำบ่อยๆ
- 4.3.4 จัดสิ่งของไม่เป็นหมวดหมู่และจัดสิ่งของเรียงตามลำดับไม่ได้

5. ภาษาทางคณิตศาสตร์ อาจมีปัญหาในการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนี้

5.1 การรับรู้

- 5.1.1 รับรู้คำศัพท์และความหมายของคำต่าง ๆ
- 5.1.2 เรียนรู้คำศัพท์ที่มีความหมายมากกว่าหนึ่งความหมาย
- 5.1.3 การทำความเข้าใจคำที่มีความหมายหลายนัย
- 5.1.4 ไม่เข้าใจสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น หน่วยการวัด

5.2 การแสดงออก

- 5.2.1 ใช้คำศัพท์ที่เป็นคำเฉพาะทางคณิตศาสตร์ไม่ได้
- 5.2.2 ฝึกออกเสียงด้วยปากเปล่าไม่ได้
- 5.2.3 ยากลำบากในการใช้ภาษาในขั้นตอนการแก้ปัญหา
- 5.2.4 ยากลำบากในการท่องจำเกี่ยวกับกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์

6. การอ่าน อาจมีปัญหาในการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนี้

- 6.1 ลำบากในการเข้าใจความหมายของคำศัพท์ทางคณิตศาสตร์
- 6.2 ไม่เข้าใจเพราะมีข้อจำกัดทางภาษา
- 6.3 ไม่เข้าใจคำอธิบายหลักการทางคณิตศาสตร์

7. การให้เหตุผลเชิงนามธรรม อาจมีปัญหาในการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนี้

- 7.1 การแก้โจทย์ปัญหา
- 7.2 เปรียบเทียบขนาดหรือปริมาณไม่ได้
- 7.3 ไม่เข้าใจสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์
- 7.4 ยากลำบากในการเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอด

8. การคิดแบบอภิปัญญา อาจมีปัญหาในการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนี้

- 8.1 การระบุและเลือกวิธีการในการคิดคำนวณและทำโจทย์ปัญหาได้
- 8.2 กระบวนการตรวจสอบการแก้ปัญหา
- 8.3 นำวิธีการหรือกลยุทธ์ต่าง ๆ ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่นไม่ได้

9. ปัจจัยด้านสังคมและอารมณ์ อาจมีปัญหาในการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนี้

- 9.1 ความหุนหันพลันแล่น
 - 9.1.1 ไม่รอบคอบ
 - 9.1.2 พุดและตอบอย่างรวดเร็วและผิดบ่อย ๆ
 - 9.1.3 ขาดการสนใจในรายละเอียดของการแก้ปัญหา

9.1.4 ทำงานตามที่ครูมอบหมาย ไม่เสร็จ

9.1.5 ปฏิบัติตามขั้นตอนต่าง ๆ ไม่ได้

9.1.6 เริ่มทำเลขข้อที่ 1 แต่ไม่เสร็จแทนที่จะทำให้เสร็จเป็นข้อ ๆ ไปแต่กลับเริ่มทำข้ออื่นอีกและไม่เสร็จอีกทำให้ในท้ายที่สุดไม่เสร็จแม้แต่ข้อเดียว

9.2 ความสนใจระยะสั้นและความเบี่ยงเบนความสนใจ

9.2.1 ทำงานไม่เสร็จได้ตามเวลาที่กำหนด

9.2.2 ยากลำบากในการคิดคำนวณที่มีหลายขั้นตอน

9.3 ความเฉื่อยชา

9.3.1 ไม่มีการคิดคำนวณปัญหาการแก้โจทย์ปัญหา

9.3.2 ขาดกลยุทธ์/ขาดวิธีการสืบเสาะเครื่องหมาย

9.3.3 ไม่เขียนคำอธิบายในการทำเลขโจทย์ปัญหา

9.3.4 ขาดกฎเกณฑ์ หลักการในการทำงาน

9.3.5 ท่าทางเฉื่อยชา เพิกเฉย ไม่สนใจที่จะเรียน

9.4 การเห็นคุณค่าในตนเอง

9.4.1 ขาดความมั่นใจ

9.4.2 เลิกทำทันที ไม่มีความพยายาม ยอมแพ้ง่ายๆ

พบว่า ผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านการคำนวณ มีปัญหาหลากหลายที่แตกต่างกัน เช่น การรับรู้ทางสายตา ความจำ การฟัง การอ่าน การเรียงลำดับ ความเข้าใจภาษา หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงนามธรรม ส่งผลทำให้ผู้เรียนมีความยากลำบากในการเรียนที่มีกระบวนการสลับซับซ้อน การแก้โจทย์คณิตศาสตร์ ซึ่งความสามารถด้านการคำนวณ เป็นพื้นฐานสำคัญของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ส่งผลให้ผู้เรียนมีความยากลำบากในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ส่งผลถึงการดำเนินชีวิตประจำวัน

ดังที่กล่าวมาสรุปว่า เด็กบกพร่องทางการเรียนรู้ (Learning Disabilities : LD) จำแนกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ปัญหาด้านการอ่าน ด้านการเขียน และด้านการคำนวณ ซึ่งในปัจจุบันจำนวนนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้มีมากกว่าเด็กที่มีความต้องการพิเศษกลุ่มอื่นๆ จากการสำรวจนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ในประเทศไทย ปี 2556 พบว่า มีนักเรียนทั้งหมด 223,211 คน เป็นนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ 105,952 คน คิดเป็นร้อยละ 47.46 ของจำนวนนักเรียนที่มีความต้องการพิเศษ (ศรีเรือน แก้วกังวาล, 2556) และในปี 2560 มีนักเรียนที่มีความต้องการพิเศษ ทั้งหมด 362,464 คน เป็นนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ 241,809

คน คิดเป็นร้อยละ 66.71 ของจำนวนนักเรียนที่มีความต้องการพิเศษ (สำนักงานบริหาร
คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560)

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาหาแนวทางในการช่วยเหลือและ
พัฒนาบุคคลที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ซึ่งมีอยู่เป็นจำนวนมากและมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น
เรื่อยๆ โดยเลือกทำการศึกษานักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เนื่องจากสามารถตรวจพบ
ข้อจำกัด ความบกพร่องได้ชัดเจน และเป็นการช่วยเหลือ พัฒนาผู้เรียนตั้งแต่เริ่มพบปัญหาหรือ
ความบกพร่อง ให้ผ่านความยากลำบากด้านการเรียนรู้ พร้อมทั้งจะเรียนรู้ในเนื้อหาในระดับชั้นที่สูงขึ้น
ต่อไป ทั้งนี้ เนื่องจากวิชาคณิตศาสตร์มีเนื้อหาเป็นนามธรรม ประกอบด้วย จำนวนนับ สัญลักษณ์
การแก้โจทย์ปัญหา จึงมีความยากลำบากต่อการเรียนรู้และเข้าใจโดยเฉพาะสำหรับผู้เรียนที่มี
ความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านการคำนวณ หากผู้เรียนขาดทักษะการคิดคำนวณ ไม่เข้าใจ
ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์จำหลักเลขไม่ได้ มีปัญหาในการรับรู้เกี่ยวกับสัญลักษณ์ การแก้
โจทย์ปัญหา อาจทำให้เกิดปัญหาทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยมีทักษะการคิดคำนวณต่ำกว่า
ผู้เรียนวัยเดียวกัน 1-2 ชั้นปี หรือมากกว่านั้น ส่งผลให้มีความยากลำบากในการเรียนรู้ดังกล่าว
ในการวิจัยครั้งนี้ จึงทำการศึกษากลุ่มผู้เรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ
โดยพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถ เรื่อง จำนวนนับ มุ่งให้ผู้เรียน
สามารถบรรลุผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และสามารถพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ
ที่แท้จริง

2.3 เด็กที่มีปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์

การที่จะประสบความสำเร็จในการเข้าใจความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ นักเรียน
จะต้องมีความสามารถทางการจำ การลำดับขั้นตอน และทักษะการแก้ปัญหาเบื้องต้น
ซึ่งความสามารถเหล่านี้ ต้องอาศัยกระบวนการที่ซับซ้อนและการเรียนรู้ในระดับนามธรรม นักเรียน
ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านการให้เหตุผลและการคิดคำนวณมักแสดงความผิดพลาด
ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การเขียนตัวเลขกลับด้าน คัดลอกและ/หรือวางตำแหน่งตัวเลขไม่ถูกต้อง
เลือกใช้สัญลักษณ์การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ผิดพลาด การแก้โจทย์ปัญหาจะแสดงความ
ยากลำบากในการจำและแก้โจทย์ปัญหาตามลำดับขั้นตอน อีกทั้งนักเรียนกลุ่มนี้มักมีปัญหาใน
การคิดเลขในใจ การประมาณคำตอบและ/หรือการจัดระบบปัญหาสำหรับความมั่นใจในการ
เรียนรู้ทางคณิตศาสตร์จะเป็นอีกมิติหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับความบกพร่องทางการเรียนรู้ เนื่องจาก
คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกิดจากการสังสมด้วยการสร้างความคิดรวบยอดจากข้อมูลที่ได้รับมาก่อน

ทำให้นักเรียนที่มีความยากลำบากในการจำ ไม่เกิดการเรียนรู้ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์อย่างสมบูรณ์ ทำให้เกิดความไม่สมหวัง ความคับข้องใจและวิตกกังวลจากประสบการณ์ดังกล่าว ด้วยลักษณะการสอนคณิตศาสตร์มักเสนอข้อมูลอันล้นหลามในเวลาอันสั้น ซึ่งเด็กสามารถเรียนรู้ได้ทีละน้อยและรู้สึกว่าได้ รับจากการสอนมีมากเกินไปจนกว่าจะสรุปเป็นความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ได้ ส่งผลการแสดงออกให้เห็น จากงานที่ได้รับมอบหมายหรือการทดสอบ ความวิตกกังวล เครียดขณะเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ชาร์มา (Sharma, 2005) กล่าวว่า iva ความบกพร่องทางคณิตศาสตร์ เป็นกลุ่มอาการ ความบกพร่องทางการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับความคิดรวบยอด เช่น การบอกเวลา การคำนวณเงินที่ต้องจ่ายและเงินทอน การวัด และการประมาณค่าสิ่งต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ ความเร็ว เป็นต้น สำหรับปัจจัยที่ส่งผลต่อปัญหาทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ได้แก่ 1) ปัญหาเกี่ยวกับปัจจัยทางการรู้คิด (Cognitive factor) 2) การสอนไม่สอดคล้องกันของบุคลิกภาพการเรียนคณิตศาสตร์กับรูปแบบการสอน 3) ขาดทักษะจากประสบการณ์การเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ 4) พัฒนาการทางภาษาคณิตศาสตร์ล่าช้า ได้แก่ คำศัพท์ ความสัมพันธ์ของคำในใจไทยและความสามารถในการแปลจากประโยคคณิตศาสตร์เป็นประโยคภาษา และจากประโยคภาษาเป็นประโยคคณิตศาสตร์ 5) ระดับความรู้ความเชี่ยวชาญไม่เพียงพอ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงจากการหยั่งรู้ (insight) สู่การคิดแบบรูปธรรม จากการคิดแบบรูปธรรมสู่การคิดแบบแทนที่ การคิดแบบแทนที่สู่การคิดแบบนามธรรม การคิดแบบนามธรรมสู่การประยุกต์ใช้ และจากการประยุกต์ใช้สู่การสื่อสาร

นอกจากนี้ เด็กที่มีปัญหาทางด้านคณิตศาสตร์และการคิดคำนวณมีพฤติกรรมแสดงออกดังต่อไปนี้ (ผดุง อารยะวิญญู. 2554: 25-26; อ้างอิงจาก Mayers and Hammill, 1990, P. 56-57)

1. มีความยากลำบากในการบอกความสัมพันธ์แบบ 1 ต่อ 1 เช่น หากมีนักเรียน 30 คน เด็กทั่วไปมักจะเข้าใจว่า จำเป็นต้องจัดที่นั่งให้แก่เด็ก 30 คน ควรจัดที่นั่งทั้งหมดที่ที่
2. ไม่เข้าใจค่าจำนวนนับ ท่องจำแต่ไม่ได้เกิดจากความเข้าใจ เช่น เด็กนับเลข 1,2,3 ตามลำดับได้ แต่หากบอกให้หยิบสิ่งของ 5 ชิ้น เด็กจะไม่สามารถปฏิบัติได้
3. ไม่เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ตนได้ยินกับสิ่งที่ตนมองเห็น เด็กออกเสียงนับเลขได้ แต่หากให้นับจำนวนไก่ในภาพเด็กไม่สามารถปฏิบัติได้
4. มีปัญหาด้านการเรียงลำดับ

5. จำแนกวัตถุที่มีขนาดแตกต่างกันไม่ได้ เช่น เมื่อครูให้แยกบล็อกที่กองรวมกันเป็นกอง บล็อกขนาดเล็ก - ขนาดใหญ่ เด็กอาจปฏิบัติไม่ได้
6. ไม่เข้าใจปริมาณ เมื่อขนาดเปลี่ยนไปได้ เช่น เนื้อ 1 ช้อน มีน้ำหนัก 1 กิโลกรัม กับเนื้อชิ้นเล็ก 10 ช้อน มีน้ำหนักรวมกัน 1 กิโลกรัม เป็นต้น
7. แก้ไขโจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร อย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งหมดไม่ได้
8. ไม่เข้าใจความหมายต่าง ๆ ของสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น ไม่เข้าใจว่า เครื่องหมาย + แปลว่า เพิ่มขึ้น เครื่องหมาย - แปลว่า ลดลง เครื่องหมาย $\times$ แปลว่า เพิ่มขึ้นทวีคูณ เป็นต้น สับสนระหว่างเครื่องหมาย + กับ $\times$ ทั้งนี้ เนื่องจากปัญหาการจำแนกสิ่งต่าง ๆ ทางสายตา
9. ไม่สามารถที่จะเข้าใจปัญหาของตัวเลขที่นำมาเรียงกัน ทางคณิตศาสตร์ การเรียงตัวเลขที่แตกต่างกัน ก็จะมีค่าความหมายที่แตกต่างกัน ดังนั้น เด็กบางคนไม่เห็นความแตกต่าง เช่น 12 กับ 21 ทำให้ไม่สามารถคำนวณได้
10. ไม่สามารถคิดคำนวณตามขั้นตอนได้ เช่น บวกเลขสองหลัก ต้องบวกหลักหน่วยก่อน คือตัวเลขที่อยู่ทางขวามือ แล้วบวกหลักสิบเป็นลำดับคือตัวเลขที่อยู่ทางด้านซ้าย ทำให้เด็กทำเลขไม่ได้ หากมีการทดเลขด้วยยิ่งทำให้เด็กมีปัญหามากขึ้น
11. ไม่เข้าใจการชั่ง วัด ตวง เช่น ไม่เข้าใจว่าทำไม ทรายมีน้ำหนัก 4 กิโลกรัม กับปูนที่มีน้ำหนัก 4 กิโลกรัม ทำไมถึงมีขนาดไม่เท่ากัน เป็นต้น
12. ไม่สามารถอ่านแผนที่และกราฟ
13. ไม่สามารถทำเลขโจทย์ปัญหา เพราะไม่เข้าใจปัญหาของโจทย์ จึงตีความหมายไม่ได้ควรจะบวก ลบ คูณ หรือหาร

2.3.1 ประเภทของเด็กบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์

ผดุง อารยะวิญญู (2554, น. 93-95) อธิบายว่า เด็กบกพร่องทางการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์จำแนกไว้ 9 ประเภทดังนี้

1. ความจำระยะสั้น (Short term memory) เด็กจะแสดงความยุ่งยากลำบากในการจำคำสั่งไม่ได้ โดยเฉพาะคำสั่งที่มีมากกว่า 1 ขั้นตอน ทำเลขโจทย์ปัญหาไม่ได้ มีหน่วยความจำจำกัด ทำให้จำข้อมูลไม่ได้
2. ความจำระยะยาว (Long term memory) จำกิจวัตรไม่ได้ว่าจะต้องทำอะไรก่อน-หลัง เชื่อมโยงประเด็นทางคณิตศาสตร์ ทำตาราง และท่องสูตรคูณไม่ได้

3. ทิศทาง (Direction) เด็กอาจมีความสับสนทิศทาง คือ คำนวณสลับชั้นไม่เป็นไปตามลำดับขั้นตอน เขียนตัวเลขกลับหลัง สับสนซ้าย-ขวา สับสนหน้า-หลัง สับสนหากต้องประกอบกิจกรรมที่มีการหมุนเวียน นับเลขย้อนกลับ เช่น 3 2 1 แทนที่จะเป็น 1 2 3

4. การรับรู้ทางสายตา เด็กอาจแสดงพฤติกรรมสับสนเกี่ยวกับสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ + กับ $\times$; - กับ - ; < กับ > ; ตัวเลข 6 กับ 9 ; ตัวเลข 5 กับ 3 , สับสนรูปทรงคณิตศาสตร์ เช่น $\triangle$ กับ ∇

5. การจัดลำดับ เด็กอาจมีปัญหา เช่น บอกวันที่ผิด บอกวันในสัปดาห์ที่ผิด บอกเดือนที่ผิดโดยไม่เรียงลำดับ จัดสิ่งของไม่เป็นหมวดหมู่โดยจัดสิ่งของเรียงตามลำดับไม่เป็น

6. ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมิติ (Space) เด็กอาจมีปัญหาเกี่ยวกับมิติ ช่องว่างหรือระยะทางระหว่างวัตถุ เช่น ขาดความตระหนักเกี่ยวกับสถานที่ มีปัญหาในการลอกสิ่งที่ครูเขียนบนกระดานลงสู่สมุดของตน บอกหรือคาดคะเนระยะทางไม่ได้ ไม่เข้าใจเกี่ยวกับภาพ 2 มิติ 3 มิติ

7. ภาษาคณิตศาสตร์ (Mathematics Language) เด็กอาจมีปัญหาในการทำ ความเข้าใจกับภาษาคณิตศาสตร์ได้แก่ ไม่เข้าใจคำว่า อันละ สองเท่า มากกว่า น้อยกว่า ผลรวม ฯลฯ อ่านโจทย์ปัญหาไม่เข้าใจ เพราะมีความรู้ทางภาษาจำกัด ไม่เข้าใจโจทย์ ว่าโจทย์ต้องการอะไร ไม่เข้าใจสัญลักษณ์ ไม่เข้าใจหน่วยของการวัด เช่น หน่วยความยาว ความกว้าง ความสูง เป็นต้น

8. โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เด็กอาจทำเลขโจทย์ไม่ได้ ลำบากในการตีความหมายของโจทย์ปัญหาไม่ได้ จึงไม่สามารถกำหนดวิธีทำได้ ไม่ทราบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา ไม่สามารถรวบรวมแนวคิดอย่างเป็นระบบได้ วาดภาพประกอบแนวคิดไม่ได้

9. ปัญหาการเคลื่อนไหว (Motor) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเคลื่อนไหวมือในการลากเส้นหรือจับสิ่งของต่าง ๆ เช่น หยิบจับเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ได้ไม่ดี ลอกรูปทรงไม่ถูกต้อง ลอกเส้นไม่ตรง เขียนตัวเลขไม่ตรงบรรทัด วาดภาพไดอะแกรมประกอบแนวคิดไม่ได้

เมอร์เซอร์ (Mercer.1998, p. 551-552) ได้สรุปความบกพร่องโดยทั่วไปที่ส่งผลต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ในรูปตารางไว้ดังนี้

ตาราง 2 แสดงความบกพร่องโดยทั่วไปที่มีผลต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้

ความบกพร่องทางการเรียนรู้	ความสามารถที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์
การรับรู้ทางสายตา (Visual Perception)	การจำแนกภาพจากฉากหลัง (Figure-ground) - ใช้พื้นที่ในการทำใบงานอย่างสิ้นเปลือง - ทำงานไม่เสร็จในหนึ่งหน้ากระดาษ - มีความยากลำบากในการวางตำแหน่งตัวเลขหลายหลัก
	การจำแนกทางสายตา (Discrimination) - มีความยากลำบากในการจำแนกจำนวน เช่น ระหว่าง 6 กับ 9 , 8 กับ 5 หรือ 17 กับ 71 เป็นต้น การจำแนกเหรียญ การจำแนกสัญลักษณ์ วิธีการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ การจำแนกเข็มนาฬิกา
	มิติหรือการกระยะสายตา (Spatial) - มีความยากลำบากในการลอกแบบรูปทรง - มีความยากลำบากในการเขียนเส้นตรงตามกระดาษแนวขวาง - มีความสับสนเกี่ยวกับความคิดรวบยอดก่อน - หลัง เช่น การดูเวลาหรือการนับ - มีความยากลำบากเกี่ยวกับทิศทางซึ่งมีผลต่อการคิดคำนวณที่เกี่ยวข้องกับด้านบน - ด้านล่าง (เช่น การบวก) ด้านซ้าย-ด้านขวา (การจัดกลุ่ม) และการเรียงตัวเลข - วางตำแหน่งจุดทศนิยมไม่ถูกต้อง - มีความยากลำบากในการใช้เส้นจำนวน - มีความยากลำบากในการจัดกระทำ การวางระยะในแบบรูป - มีความสับสนเกี่ยวกับจำนวนบวกและจำนวนลบ (ทิศทาง)

ตาราง 2 (ต่อ)

ความบกพร่อง ทางการเรียนรู้	ความสามารถที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์
การรับรู้ทาง การได้ยิน (Auditory Perception)	- มีความยากลำบากในการใช้ทักษะปากเปล่า - มีความยากลำบากในการในการแก้โจทย์ปัญหาปากเปล่า - ไม่สามารถนับเลขโดยไม่เรียงลำดับได้ - มีความยากลำบากในการเขียนตัวเลขหรือการสังเกตลักษณะบอกให้เขียนตาม - มีความยากลำบากในการฟังแบบรูปของจำนวน
การเคลื่อนไหว (Motor)	- เขียนตัวเลขซ้ำและไม่ถูกต้อง - มีความยุ่งยากในการเขียนตัวเลขในพื้นที่น้อย ๆ
ความจำ (Memory)	ระยะสั้น (Sort - term) - ไม่สามารถรู้ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์หรือข้อมูลใหม่ ๆ - ลืมขั้นตอนการคิดคำนวณ - ไม่สามารถรู้ข้อความหมายของสัญลักษณ์
	ระยะยาว (Long - term) - ทำงานที่อาศัยความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับข้อเท็จจริงเกินเวลาที่กำหนด - มีปัญหาในการทบทวนการเรียนรู้หรือการตั้งคำถามแบบผสมผสาน - ลืมขั้นตอนการคิดคำนวณ
	ลำดับ (Sequential) - มีความยากลำบากในการบอกเล่า - ไม่สามารถคิดคำนวณได้อย่างเสร็จสมบูรณ์ทุกขั้นตอน - มีความบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาหลายขั้นตอน

ตาราง 2 (ต่อ)

ความบกพร่อง ทางการเรียนรู้	ความสามารถที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์
ภาษา (Language)	- ไม่สามารถใช้คำศัพท์ทางคณิตศาสตร์ - ยากลำบากทางทักษะทางคณิตศาสตร์แบบปากเปล่า - มีความยากลำบากในการอธิบายขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาหรือขั้นตอนการคิดคำนวณ
การอ่าน (Reading)	- มีความยากลำบากในการทำความเข้าใจกับคำศัพท์ที่เป็นองค์ประกอบของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
การให้เหตุผล ทางนามธรรม (Abstract Reasoning)	- มีความยากลำบากในการแก้โจทย์ปัญหา - ไม่สามารถเปรียบเทียบขนาดหรือปริมาณได้ - มีความยากลำบากในการทำความเข้าใจกับสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น $>$, $<$, $\times$, $=$ เป็นต้น - มีความยากลำบากในการทำความเข้าใจความคิดรวบยอดและวิธีการทางคณิตศาสตร์ระดับนามธรรม
การคิด แบบอภิปัญญา (Metacognition)	- ไม่สามารถพิสูจน์และเลือกยุทธวิธีที่เหมาะสมสำหรับการแก้ปัญหาคำนวณและโจทย์ปัญหา - ยากลำบากในการดำเนินการตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาและการคิดคำนวณหลายขั้นตอน - ไม่สามารถสรุปเลือกให้ยุทธวิธีสู่สถานการณ์อื่น ๆ
ปัจจัยทางสังคม และอารมณ์ (Emotional Factors)	- คิดคำนวณไม่รอบคอบ - มีการตอบสนองด้วยการพูดอย่างรวดเร็วและไม่ถูกต้อง - มีการตอบสนองที่ถูกต้องบ่อยครั้งหากเมื่อเรียกให้มองหรือฟังอีกครั้ง - ไม่สนใจในรายละเอียดในโจทย์ปัญหา

ตาราง 2 (ต่อ)

ความบกพร่อง ทางการเรียนรู้	ความสามารถที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์	
ปัจจัยทางสังคม และอารมณ์ (Emotional Factors)	ความสนใจ ระยะสั้น / การเบน ความสนใจ (Short-term)	- ทำงานไม่เสร็จสมบูรณ์ตามกำหนดเวลา - มีความยากลำบากในการคิดคำนวณหลายขั้นตอน - เมื่อเริ่มแก้ปัญหาได้แล้วยังไม่เสร็จสิ้นในปัญหานั้น แต่กลับหันความสนใจไปยังปัญหาถัดไป - ทำงานไม่เสร็จ
	ความเฉื่อยชา (Passivity)	- ละเลยการแก้ปัญหาทางการคิดคำนวณ - ละเลยการแก้โจทย์ปัญหา - ไม่ค่อยมีความสนใจกับอะไร - ขาดยุทธวิธี
	การนับถือตนเอง (Self - esteem)	- ขาดความมั่นใจ - ล้มเลิกความตั้งใจง่าย

โดยสรุปแล้วลักษณะเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์จะแสดงความบกพร่องในรูปแบบที่แตกต่างกันไป ซึ่งเกี่ยวข้องกับการรับรู้ทางสายตา การรับรู้ทางการได้ยิน การเคลื่อนไหว ภาษา การอ่าน การให้เหตุผลทางนามธรรม การคิดแบบอุปนัย และปัจจัยทางสังคมและอารมณ์ สำหรับความบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์อาจเกี่ยวข้องกับปัจจัยหลายด้าน เป็นต้นว่าความยากลำบากด้านการอ่านทำความเข้าใจปัญหา การจัดระบบข้อมูลที่เป็นองค์ประกอบสำคัญต่อการแก้โจทย์ปัญหา การทำความเข้าใจในความคิดรวบยอดและวิธีการทางคณิตศาสตร์ระดับนามธรรม ด้วยความบกพร่องดังกล่าว ส่งผลให้นักเรียนเกิดความยากลำบากในการแก้โจทย์ปัญหา และอาจส่งผลให้นักเรียนมีทัศนคติไม่ดีต่อตนเองและวิชาคณิตศาสตร์ได้ ดังนั้น ควรจัดหาเทคนิคหรือยุทธวิธีเฉพาะเพื่อบรรเทาความยากลำบากทางการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมที่สุด

2.3.2 วิธีการสอนเด็กบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์

ปัญหาที่สำคัญที่สุดในการเรียนคณิตศาสตร์ของเด็กบกพร่องทางการเรียนรู้ คือ โจทย์ปัญหา อาจเพราะว่าเด็กขาดแนวคิดรวบยอดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ซึ่งทำให้ขาดทักษะเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ ประกอบกับปัญหาในทางภาษา ซึ่งทำให้เด็กมีความลำบากในกระบวนการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เราอาจช่วยเหลือเด็กบกพร่องทางการเรียนรู้ได้หลากหลายวิธี ผดุง อารยะวิญญู (2553, น. 98, 107) สรุปได้ดังนี้

1. การแก้ไขความยากลำบากทางภาษา ภาษามีความสัมพันธ์กับคณิตศาสตร์ คำศัพท์ทางคณิตศาสตร์ อาจเป็นคำศัพท์เฉพาะ มีความหมายเฉพาะเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ อาจอ่านตกล่น อ่านเพิ่ม ทำให้ความหมายของประโยคเปลี่ยนไป ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เด็กทำเลขโจทย์ปัญหาไม่ได้ ครูอาจมีแนวทางการแก้ไข ได้แก่ 1) จัดทำชุดฝึกคำศัพท์ที่ใช้มากในวิชาคณิตศาสตร์ให้เด็กเรียนรู้ความหมายอย่างชัดเจนทีละคำ จนครบทุกคำ เพื่อให้เด็กมีทักษะในการเข้าใจความหมายของคำที่ใช้ในคณิตศาสตร์ 2) ก่อนทำเลขโจทย์ปัญหา ครูถามนักเรียนให้เกิดความมั่นใจว่าเด็กเข้าใจความหมายของคำและประโยคว่าโจทย์ต้องการอะไร 3) ใช้ภาพประกอบ ภาพวาดหรือไดอะแกรมประกอบการอธิบายโจทย์ปัญหา 4) ใช้เทคนิคในการสอนอ่านซ้ำด้วยความ และ 5) ใช้วิธีให้เด็กขีดเส้นใต้หรือระบายสีคำสำคัญ

2. การแก้โจทย์ปัญหาอย่างมีขั้นตอน แนวทางแก้ไขที่สำคัญประการหนึ่ง คือ การฝึกให้เด็กทำโจทย์อย่างเป็นระบบ และเป็นขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้ 1) อ่านคำถามโดยละเอียด ศึกษาคำศัพท์ที่สำคัญ 2) ตอบคำถามว่าโจทย์ต้องการอะไร 3) คิดพิจารณาว่าทำอย่างไรจึงจะได้คำตอบ 4) จำนวนตัวเลขที่นำมาคำนวณมีกี่ตัว 5) วาดภาพประกอบ 6) เขียนประโยคสัญลักษณ์ และ 7) ลงมือคำนวณ

ดังนั้น เมื่อพิจารณาธรรมชาติของโจทย์ปัญหาที่จำเป็นต้องอาศัยกระบวนการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนประกอบกับความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาที่เด็กบกพร่องทางการเรียนรู้มักประสบปัญหา งานวิจัยนี้จึงเน้นการพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ นำเสนอเทคนิคการสอนด้วยวิธีการสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ ปรับความบกพร่องดังกล่าว ให้เด็กสามารถเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ได้ในที่สุด

2.3.3 รายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเด็กที่บกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์

ผลการค้นคว้งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเด็กที่บกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ นั้น ได้มีผู้ทำการวิจัยในรูปแบบต่าง ๆ สรุปได้ ดังนี้

รายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย

สายพิน โคกทอง (2542) ได้ทำการศึกษาทักษะพื้นฐานคณิตศาสตร์ในเด็กที่บกพร่องทางการเรียนรู้ ระดับประถมศึกษาปีที่ 1 จากการจัดกิจกรรมบูรณาการเกมคณิตศาสตร์ พบว่า มีทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองแตกต่างกัน โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 โดยหลังการจัดกิจกรรมเด็กมีคะแนนทักษะพื้นฐานคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนจัดกิจกรรม

วลีวรรณ ชัยชาญ (2554) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และทักษะทางสังคม ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 3 ที่มีความยากลำบากในการเรียนร่วมกับเด็กปกติ โดยการเรียนแบบสหรั่วมใจ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสนใจและทักษะทางสังคม มีคะแนนเฉลี่ยมีระดับที่ดีขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ

โจนส์, วิลสัน และโบจวานี (Jones, Wilson, และ Bhojwani, 1997, P. 151-163) ได้ทำการศึกษาการสอนวิชาคณิตศาสตร์แก่นักเรียนที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ ระดับมัธยมศึกษา โดยศึกษาปัจจัยที่คาดว่าจะผลต่อประสิทธิภาพการสอน ได้แก่ 1) ความสามารถดั้งเดิม 2) การรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียน 3) เนื้อหาการสอน 4) การจัดการสอน 5) ความพยายามในการประเมินและปรับการสอนของผู้สอน 6) ความเชื่อเกี่ยวกับธรรมชาติของการสอนที่มีประสิทธิภาพของผู้สอน สรุปได้ว่า ผู้สอนต้องใช้เวลายาวนานในการสอนทักษะทางคณิตศาสตร์ ระดับง่ายให้กับนักเรียนที่บกพร่องทางการเรียนรู้ และนักเรียนได้รับความล้มเหลวในการเรียนบ่อยครั้ง ขาดแรงจูงใจในการสร้าง ความพยายามเพื่อทำงานที่มีความซับซ้อนหรือทำงานได้โดยอิสระ หลังจากทีนักเรียนจบการศึกษาไป พบว่า นักเรียนมีความสามารถเกี่ยวกับความรู้เบื้องต้นเท่า นั้น มีนักเรียนจำนวนน้อยที่สามารถนำความรู้ในระดับการนำไปใช้และทักษะการแก้ปัญหาที่จำเป็นไปประยุกต์ใช้ได้ อย่างอิสระ และการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่บกพร่องทางการเรียนรู้ ขึ้นอยู่กับการได้รับการศึกษาคณิตศาสตร์ที่ดีในระดับประถมศึกษา

2.4 กระบวนการเรียนรู้ของเด็กบกพร่องทางการเรียนรู้

นักจิตวิทยาคลินิก เชื่อว่า ความบกพร่องทางการเรียนรู้เกิดขึ้นจากกระบวนการทางจิตวิทยา (Psychological Process) ที่บกพร่อง ซึ่งมาจากกระบวนการประมวลผลของประสาท

ส่วนกลาง ทำให้เกิดปัญหาในการรับรู้และการแสดงออกทางภาษา ความจำและสมาธิ ส่งผลให้การรับรู้และแสดงออกทางภาษาไม่เหมาะสม เกิดปัญหาทางการเรียนรู้ตามมา สามารถแบ่งกระบวนการเรียนรู้ออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้ (คันสนีย์ จัตรคุปต์, 2543, น. 17-22)

1. **ขั้นการนำเข้าข้อมูล (Input)** คือ การบันทึกข้อมูลที่ได้รับมาจากประสาทสัมผัสอย่างเป็นกระบวนการเพื่อส่งไปที่สมอง ซึ่งข้อมูลอาจเป็นสิ่งเร้า เช่น ภาพ เสียงหรือปัญหาต่างๆ

2. **ขั้นการบูรณาการข้อมูล (Integration)** คือ การจัดกระทำกับข้อมูลที่ได้รับมาจากประสาทสัมผัสอย่างเป็นกระบวนการ เพื่อหาทางแก้ปัญหา

3. **ขั้นผลผลิต (Output)** หมายถึง การแสดงออกการตอบสนองต่อสิ่งเร้าหรือการแก้ปัญหา เช่น เมื่อมองคำว่า “หนู” สมองแปลความและสั่งให้มีผลผลิตออกมา โดยการเปล่งเสียงอ่านคำว่า “หนู” ออกมา

4. **ขั้นประเมินผล (Evaluation)** หมายถึง การคาดเดาผลสิ่งที่เกิดจากการกระทำว่าถูกต้องและเป็นที่ยอมรับเพียงใด เพื่อนำผลที่ได้ไปแก้ไขปรับปรุงหรือพัฒนากระบวนการเรียนรู้ต่อไป

2.5 การคัดแยกนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้

การคัดแยก (Identification) เพื่อจัดประเภทนักเรียนที่บกพร่องเพื่อเข้ารับการศึกษาด้านการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร สื่อการเรียน ตลอดจนวิธีการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสม สอดคล้องกับความต้องการและปัญหาของนักเรียนเพื่อช่วยให้ปัญหาการเรียนลดลง แบ่งวิธีการคัดแยกเป็น 2 วิธี คือ การคัดแยกแบบไม่เป็นทางการและแบบเป็นทางการ (ผดุง อารยะวิญญู, 2544, น. 31-33) ดังนี้

2.5.1 การคัดแยกอย่างไม่เป็นทางการ (Informal Identification) เป็นการคัดแยก โดยไม่ใช้แบบทดสอบมาตรฐาน ครู 2 - 3 คน ใช้วิธีการสังเกต จากนั้นลงมติร่วมกันเพื่อระบุปัญหานำข้อมูลที่ได้ประกอบการตัดสินใจคัดแยกประเภทของนักเรียน อีกวิธีหนึ่งก็คือ การบันทึกพฤติกรรมทางการเรียน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

2.5.1.1 การสังเกตพฤติกรรม โดยครูประเมินนักเรียนเพื่อคัดแยกนักเรียนที่มีปัญหาจากการสังเกตพฤติกรรมการเรียน และพฤติกรรมทั่วไปด้านต่างๆ ดังนี้

1) ด้านภาษาไทย

- ปฏิบัติตามคำสั่งได้หรือไม่ เพียงใด
- การใช้คำพูดในการสื่อสารเข้าใจหรือไม่ เพียงใด
- การพูดของนักเรียนมีลักษณะชัดถ้อยชัดคำหรือไม่

- อ่านคำง่าย ๆ ได้หรือไม่
 - ความสามารถในการอ่านล่าช้ากว่าเพื่อนในระดับเดียวกันหรือไม่ เมื่อเทียบกับเด็กในชั้นต่ำกว่า

- เขียนตัวอักษรกลับด้าน กลับหลังหรือไม่
- สามารถเขียนประโยคถูกหลักภาษาไทยหรือไม่

2) ด้านคณิตศาสตร์

- นักเรียนนับเลขได้หรือไม่
- เข้าใจความหมายของจำนวนหรือไม่
- นับจำนวนตามครูได้หรือไม่
- สามารถบอกขนาดสิ่งของที่แตกต่างกันได้หรือไม่
- บอกความแตกต่างของรูปทรงเรขาคณิตได้หรือไม่
- รู้ค่าเงินหรือไม่
- เข้าใจระบบการชั่ง ตวง วัดหรือไม่
- อ่านกราฟหรือแผนที่หรือไม่
- แก้โจทย์เลขได้หรือไม่ เพียงใด

3) ด้านพฤติกรรม

- หันเหความสนใจง่ายหรือไม่เพียงใด
- มีช่วงความสนใจมากน้อยเพียงใด
- สามารถจดจ่อกับกิจกรรมได้นานเท่าใด
- สามารถอยู่นิ่งนานหรือไม่เพียงใด
- สามารถเดินหรือวิ่งได้คล่องแคล่วหรือไม่
- การหยิบจับสิ่งของ ดินสอได้ดีหรือไม่
- สามารถรอคอยได้นานเพียงใด
- นักเรียนสามารถจดจำสิ่งของได้หรือไม่ เช่น เกมเปิดภาพจับคู่
- นักเรียนสับสนระหว่างซ้าย – ขวาหรือไม่
- สามารถทำงานสำเร็จตามที่มอบหมายหรือไม่

2.5.1.2 การจัดบันทึกพฤติกรรมการเรียนรู้ ผู้ทำหน้าที่สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้เป็นครูประจำชั้น หรือครูประจำวิชา โดยครูต้องเข้าใจปัญหาทางการเรียนของนักเรียนเป็นอย่างดี ข้อมูลที่ได้รวบรวมมาจากครู 2 - 3 คน เพื่อแสดงให้เห็นปัญหาชัดเจน โดยโรงเรียนอาจกำหนด

แบบบันทึกข้อมูลปัญหาในการเรียนของนักเรียน ให้ครูผู้สอนบันทึกปัญหาที่นักเรียนเผชิญในห้องเรียน ปัญหาเกิดขึ้นในสถานการณ์เช่นใด ครูมีวิธีแก้ไขปัญหายังไร ได้ผลหรือไม่ เพียงใด ครูใช้วิธีการวัด และประเมินผลในลักษณะใด

2.5.2 การคัดแยกอย่างเป็นทางการ เป็นการคัดแยกนักเรียนโดยใช้แบบทดสอบหรือแบบคัดแยกที่เชื่อถือได้มีคุณภาพดีซึ่งส่วนมากเป็นแบบทดสอบ (ผดุง อารยะวิญญู, 2533, น. 36) ดังนี้

1) เครื่องมือที่นิยมใช้ในการคัดแยกนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้เป็นแบบทดสอบในต่างประเทศ ได้แก่

- 1.1 Illinois Test of Psycholinguistic Abilities (ITPA)
- 1.2 Detroit Test of Learning Aptitude
- 1.3 Woodcock - Johnson Psycho - Educational Battery
- 1.4 Woodcock Reading Mastery Test – Revised
- 1.5 Southern California Sensory Integration Tests
- 1.6 Bender - Gestalt - Visual Perception - Visual Motor
- 1.7 Frosting Developmental Test
- 1.8 Peabody Individual Achievement Test - Revised (PIAT-R)
- 1.9 Kaufman Assessment Battery for children
- 1.10 WISC – III
- 1.11 Stanford – Binet
- 1.12 Keymath Diagnostic Arithmetic Test

2) เครื่องมือที่นิยมใช้ในการคัดแยกนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ในประเทศไทย ได้แก่ 1) แบบคัดแยกนักเรียนที่มีปัญหาในการเรียนรู้ ถูกพัฒนาโดยศาสตราจารย์ ศรียา นิยมธรรม 2) แบบสำรวจปัญหาในการเรียนรู้ ซึ่งพัฒนาโดยศาสตราจารย์ ดร.ผดุง อารยะวิญญู และ 3) แบบคัดกรองนักเรียนที่มีภาวะสมาธิสั้น บกพร่องทางการเรียนรู้และออทิสซึมถูกพัฒนาขึ้นโดยรองศาสตราจารย์ ดร.ดารณี อุทัยรัตนกิจ และคณะ มีรายละเอียดดังนี้

2.1 แบบคัดแยกนักเรียนที่มีปัญหาในการเรียนรู้ ปรับปรุงมาจากเครื่องมือของแมคคาร์ธี เพื่อใช้สำหรับนักเรียนที่มีอายุระหว่าง 4 - 6 ½ ปี ลักษณะเป็นการทดสอบรายบุคคล แบบทดสอบมีความเชื่อมั่น(reliability) อยู่ระหว่าง 0.64 - 0.85 และมีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity) ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (construct validity) และความเที่ยงตรงตามเกณฑ์ (criterion validity) เปรียบเทียบในระดับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 20 และ 30 ของแต่ละช่วง

อายุ โดยคะแนนที่นักเรียนสอบได้ในแต่ละด้านและจำนวนทั้งหมดที่สอบไม่ผ่านจะใช้เป็นเกณฑ์พิจารณาว่านักเรียนอยู่ในสถานะ “เสี่ยง” ที่จะมีปัญหาทางการเรียนรู้หรือไม่ โดยเครื่องมือนี้ ใช้ทดสอบความสามารถของนักเรียน 6 ด้าน คือ

1. การรู้จักซ้าย – ขวา
2. การจำคำ
3. การวาดรูปทรง
4. การจำตัวเลข
5. การจัดหมวดหมู่
6. การใช้ขาทดสอบ 6 ข้อ

2.2 แบบสำรวจนักเรียนที่มีปัญหาในการเรียนรู้เป็นแบบสำรวจโดยใช้มาตราส่วนการประเมินค่า 5 ระดับ (rating scale) มีข้อคำถาม 50 ข้อ ผู้สอนเป็นผู้ประเมินซึ่งจะต้องรู้จักและคุ้นเคยกับนักเรียนเป็นอย่างดีและสังเกตพฤติกรรมติดต่อกันไม่น้อยกว่า 3 เดือน เครื่องมือนี้มีความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งชุดเท่ากับ 0.99 มี ค่าความเที่ยงตรงสูงวิเคราะห์ความเที่ยงตรงโดยใช้ Know Group Technique ใช้กับนักเรียนที่มีอายุระหว่าง 6 –12 ปี ที่ศึกษาอยู่ในระดับชั้นประถมศึกษาสำรวจปัญหาทางการเรียน 5 ด้าน คือ

1. ภาษา
2. คณิตศาสตร์
3. เวลาและทิศทาง
4. การเคลื่อนไหว
5. พฤติกรรม

2.3 แบบคัดกรองภาวะสมาธิสั้น บกพร่องทางการเรียนรู้และออทิสซึม KUS -SI Rating Scale: ADHD/LD/Autism (PDDs) เป็นแบบคัดกรองที่สร้างขึ้นโดยโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยการศึกษาและสาขาวิชาจิตเวชนักเรียนและวัยรุ่นนภาควิชาจิตวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล ใช้คัดกรองนักเรียนตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 มีอายุระหว่าง 6-13 ปี 11 เดือน โดยเครื่องมือนี้มีความเชื่อมั่น (reliability) แบบสอดคล้องภายในสูงมาก มีค่าอยู่ระหว่าง 0.91 - 0.96 และค่าอำนาจจำแนก (discrimination) รายชื่อของแบบคัดกรองเป็นที่ยอมรับได้และมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity) โดยผู้ตอบแบบคัดกรองต้องเป็นครู/อาจารย์ที่รู้จักและคุ้นเคยกับนักเรียนเป็นอย่างดี หรือใกล้ชิด มีโอกาสสอนนักเรียนวิชา

ภาษาไทยและคณิตศาสตร์ อย่างน้อย 2 คน อย่างน้อย 1 ภาคการศึกษาร่วมกันประเมินพฤติกรรมนักเรียนโดยแบบคัดกรองมีข้อความด้านพฤติกรรมรวม 130 ข้อ แบ่งเป็นพฤติกรรม 5 ด้าน ดังนี้

ด้านที่ 1 (KUS - SI Rating Scale 1: ADHD) ภาวะสมาธิสั้นมีข้อทดสอบ 30 ข้อ

ด้านที่ 2 (KUS - SI Rating Scale 2: LD - Reading) ภาวะบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านการอ่าน มีข้อทดสอบ 20 ข้อ ใช้คัดกรองนักเรียนที่มีภาวะบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านการอ่าน (LD- Reading Disorder)

ด้านที่ 3 (KUS - SI Rating Scale 3: LD-Written Expression) ภาวะบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านการเขียน มีข้อทดสอบ 20 ข้อ คัดกรองนักเรียนที่มีภาวะบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านการเขียน (LD-Disorder of Written Expression)

ด้านที่ 4 (KUS – SI Rating Scale 4: LD-Mathematics) ภาวะบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านการคิดคำนวณ มีข้อทดสอบ 20 ข้อ คัดกรองนักเรียนที่มีภาวะบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านการคิดคำนวณ (LD–Mathematics Disorder)

ด้านที่ 5 (KUS-SI Rating Scale 5: Autism /PDDS) พฤติกรรมภาวะออทิสซึม มีข้อทดสอบ 40 ข้อ ใช้คัดกรองนักเรียนที่มีภาวะออทิสซึม (Autism / PDDS)

เมื่อประเมินความสามารถแต่ละด้านแล้วนำผลรวมคะแนนแปลงเป็นคะแนนที่ (T - Score) โดยเปิดภาคผนวกตรงกับระดับอายุและเพศ หลังจากนั้นนำคะแนนที่เทียบกับคะแนนที่กำหนดไว้ในเกณฑ์การแปลผลคะแนนเพื่อแปลว่าในแต่ละด้านนักเรียนอยู่กลุ่มใดเพื่อให้การช่วยเหลือต่อไป

ทั้งนี้ แบบคัดกรองแต่ละชุดมีทั้งข้อดีและข้อบกพร่องเพราะแบบคัดกรองแต่ละชุดสร้างขึ้นมาโดยมีวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน ดังนั้น การคัดแยกนักเรียนควรใช้เครื่องมือให้เหมาะสมกับนักเรียนและเมื่อคัดแยกนักเรียนได้แล้ว จึงวางแผนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความต้องการและตรงกับความสามารถของนักเรียน

ศรียา นิยมธรรม (2540, น. 32) กล่าวถึง วิธีการที่ใช้กับผลทดสอบวัดความสามารถเชาว์ปัญญา คือ วิธีดูความแตกต่าง (Discrepancy Approach) การพิจารณาผลการวัดความสามารถทางเชาว์ปัญญาและการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เช่น การอ่าน สะกดคำ การเขียน การเรียนคณิตศาสตร์ เป็นต้น ถ้าผลการทดสอบมีคะแนนต่ำกว่าคะแนนเชาว์ปัญญา (IQ) ซึ่งเป็นความแตกต่างระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับคะแนนเชาว์ปัญญา จะเป็นตัวบ่งชี้ว่านักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้สอดคล้องกับกุลยา ก่อสุวรรณ (2553, น. 34-35) ซึ่งกล่าวว่า การพิจารณาภาวะแอลดีโดยนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาและผลการเรียนไม่สอดคล้องกันนั้น

ย่อมไม่สามารถประสบความสำเร็จดังความสามารถที่แท้จริงได้ การวัดระดับสติปัญญานั้น ใช้วิธีการและแบบวัดได้หลากหลาย แต่วิธีวัดที่ได้รับความนิยมและปฏิบัติกันมานานคือการเปรียบเทียบ“อายุสมอง” ที่วัดได้จากแบบทดสอบทางสติปัญญาแบบมาตรฐานและ “ระดับชั้นเรียน” โดยวัดจากแบบวัดผลการเรียน ซึ่งนักเรียนที่บกพร่องทางการเรียนรู้จะมี “อายุจริงหรือระดับชั้นเรียนในปัจจุบัน” และ “ระดับความสามารถทางวิชาการ” ห่างกันอย่างน้อย 2 ปี หรือ 2 ชั้นเรียน

สรุปได้ว่า การคัดแยกเด็กมีปัญหาทางการเรียนรู้สามารถทำได้หลากหลายวิธี ได้แก่ วิธีการคัดแยกแบบไม่เป็นทางการโดยการสังเกตพฤติกรรมวิธีการคัดแยกอย่างเป็นทางการ โดยใช้แบบทดสอบหรือเครื่องมือวิธีดูความแตกต่าง เป็นวิธีการพิจารณาผลการวัดระดับสติปัญญา และผลการเรียนรายวิชาต่างๆ

2.6 การประเมินนักเรียนบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์

การประเมินมีวิธีที่สำคัญ 2 วิธี คือ แบบอิงเกณฑ์กับแบบอิงกลุ่ม เป็นการทดสอบอย่างเป็นทางการ (formal testing) หรือไม่เป็นทางการ (informal testing) ก็ได้ ซึ่งครูสร้างขึ้นตามเนื้อหาที่ต้องการวัด ส่วนเกณฑ์การตัดสินครูกำหนดตามดุลยพินิจ แล้วนำมาคะแนนมาเปรียบเทียบกับระดับชั้น โดยนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ จะมีทักษะความสามารถต่ำกว่าระดับชั้นเดียวกันประมาณ 2 ปี อ้างอิงจากผลสัมฤทธิ์ที่ต่ำกว่าเพื่อนในวัยเดียวกัน 2 ปี (ผดุง อารยะวิญญู, 2553)

ผดุง อารยะวิญญู (2544, น. 15) กล่าวว่า การประเมินนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ ครูหรือผู้เชี่ยวชาญประเมินนักเรียนจากการสัมภาษณ์เกี่ยวกับทักษะและความประพฤติกี่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ การทดสอบด้วยการเขียน ร่วมกับการประเมินความสามารถหลายด้าน ดังนี้

1. ทักษะคณิตศาสตร์พื้นฐาน เช่น การนับ การบวก ลบ คูณ หาร
2. การคาดคะเนล่วงหน้าถึงกระบวนการที่เหมาะสม รู้ว่าเมื่อใดจะใช้วิธีใดทำการคำนวณที่ก้าวหน้ามากขึ้น
3. จัดระบบวัตถุด้วยวิธีทางตรรกะ
4. การวัด บอกเวลา การใช้เงิน
5. การคำนวณปริมาณตัวเลข
6. ตรวจสอบงานด้วยตนเองและเลือกแก้ปัญหา

ดังนั้น การประเมินต้องใช้วิธีการที่หลากหลายประกอบกัน ได้แก่ วิธีดูความแตกต่างของผลการวัดความสามารถทางเชาว์ปัญญากับผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ วิธีการตัดสิน โดยการใช้แบบคัดแยกอย่างเป็นทางการและไม่เป็นทางการ การตรวจพิจารณาผลงาน ความสามารถหรือผลการเรียน เพื่อให้การประเมินถูกต้องและสามารถให้ความช่วยเหลือด้านการศึกษาได้อย่างเหมาะสม จากที่กล่าวมา เด็กบกพร่องทางการเรียนรู้จะแสดงออกถึงความบกพร่องที่แตกต่างกัน โดยอาจแสดงออกถึงปัญหาต่างๆ การระบุว่าเด็กคนใดบกพร่องทางการเรียนรู้เป็นเรื่องที่ต้องอาศัยความสนใจและการสังเกตอย่างต่อเนื่องของครู ผู้ปกครองและผู้ที่เกี่ยวข้อง แล้วในการคัดแยกเด็ก (identify) โดยการใช้เครื่องมือที่เหมาะสมก็มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้แบบสำรวจปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์ ร่วมกับแบบประเมินความสามารถทางเชาว์ปัญญา 2-15 ปี

2.7 วิธีการเรียนรู้ของเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้

โดยธรรมชาติบุคคลจะมีความแตกต่างกันที่เราเรียกว่าความแตกต่างระหว่างบุคคลทำให้บุคคลมีเอกลักษณ์ของตน ดังคำกล่าวที่ว่าไม่มีบุคคลใดที่จะเหมือนกันไปทุกอย่าง ซึ่งแต่ละบุคคลจะมีลักษณะแตกต่างกันไปทำให้มีการรับรู้ที่แตกต่างกัน อันเป็นผลต่อเนื่องให้แสดงพฤติกรรม การเรียนรู้แตกต่างกันไป ดังนั้น ลักษณะของการรับรู้ที่แตกต่างกัน จึงเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ บุคคลมีวิธีการเรียนรู้ที่แตกต่างกันด้วย

ทั้งนี้ เด็กบกพร่องทางการเรียนรู้ (Learning Disability : LD) มีความยากลำบากในการเรียนรู้ วิธีการเรียน (Learning Style) จึงมีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน (Hallahan, 2005) เป็นปัจจัยที่สำคัญในการช่วยนำทางสู่การทำงานอย่างมีประสิทธิภาพและการทราบวิธีการเรียนรู้ที่ต่างกันของผู้เรียน การเข้าใจลักษณะของผู้เรียน ทำให้ครูผู้สอนสามารถนำข้อสนเทศที่ได้มาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมและเกิดประสิทธิภาพสูงสุดกับผู้เรียนซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของนักวิจัยหลายท่านที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการเรียนรู้กับผลการเรียน พบว่า ผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงหรือต่ำมีความสัมพันธ์กับวิธีการเรียนรู้ที่ต่างกัน (เรวดี โล่ห์ประเสริฐ, 2546) ครูผู้สอนจึงควรคำนึงถึงวิธีการเรียนรู้เพื่อที่จะสามารถจัดกระบวนการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับผู้เรียนอันจะส่งผลต่อคุณภาพของผู้เรียนเกิดประสิทธิผลต่อการเรียนรู้และเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่น่าพอใจ

2.7.1 ความหมายของวิธีการเรียนรู้

วิธีการเรียนรู้ (Learning Style) เป็นการทำความเข้าใจเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างบุคคลในด้านต่างๆในตัวผู้เรียนครอบคลุมถึงแนวคิดวิธีการในการหาความรู้พฤติกรรม การเรียนรู้และประสบการณ์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ในชั้นเรียน นำไปสู่การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ต่อไป ลักษณะของการเรียนรู้ของผู้เรียนที่แสดงออกผ่านพฤติกรรม ความสามารถ ความสนใจ ความถนัด ลักษณะของการคิดและตอบสนอง โดยใช้กระบวนการรับรู้ (Perception) และการคิด (Thinking) ในการตัดสินใจที่จะกระทำหรือไม่ มีองค์ประกอบด้านปัญญา ร่างกายและอารมณ์ที่มีลักษณะค่อนข้างคงที่ซึ่งบ่งชี้ว่านักเรียนรับรู้มีปฏิสัมพันธ์และตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไร ซึ่งทำให้บุคคลมีผลการเรียนรู้ต่างกัน วิธีการเรียนรู้ของผู้เรียนช่วยให้ครูผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมสอดคล้องกับผู้เรียนยิ่งขึ้น

คอล์บ (Kolb, 1995, P. 375) ได้กล่าวว่า วิธีการเรียนรู้เกิดจากลักษณะนิสัยการเรียนรู้ พันธุกรรมและประสบการณ์เดิม รวมถึงสิ่งแวดล้อมในปัจจุบัน สิ่งเหล่านี้ล้วนทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างบุคคลเป็นการเน้นความแตกต่างของวิธีการเรียนรู้พื้นฐาน 4 แบบ ในทฤษฎีการเรียนรู้แบบประสบการณ์ (Experiential Learning Theory) คือ

1. ประสบการณ์ตรง (Concrete Experience)
2. การสังเกตปฏิกริยาการโต้ตอบ หรือการสังเกตผลของการสะท้อนกลับ (Reflective Observation)

3. แนวคิดนามธรรม (Abstract Conceptualization)

4. การลงมือปฏิบัติ (Active Experimentation)

จากที่กล่าวมา จะพบว่าวิธีการเรียนรู้เป็นพฤติกรรมหรือการปฏิบัติที่ผู้เรียนแสดงออกถึงวิธีการเรียนรู้ การรับรู้ การคิดและการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมทางการเรียนเฉพาะบุคคลที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนซึ่งแตกต่างกันตามสติปัญญาลักษณะเฉพาะของผู้เรียนและสภาพแวดล้อมทางการเรียน

2.7.2 ความสำคัญของวิธีการเรียนรู้

วิธีการเรียนรู้ (Learning style) ของผู้เรียนแต่ละคนมีความสำคัญส่งผลต่อการเรียนรู้ ถ้าครูผู้สอนวิเคราะห์หรือศึกษาวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียน ทำให้ผู้สอนตระหนักถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลและทราบถึงวิธีการเรียนรู้ที่ผู้เรียนชอบ การเข้าใจวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียนช่วยให้

ครูผู้สอนสามารถใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับผู้เรียน ตอบสนองความต้องการของผู้เรียนให้สามารถเรียนรู้ได้มากและมีความสุขในการเรียน ส่งผลให้มีประสิทธิภาพทางการเรียนรู้ได้ดีที่สุดและสัมพันธภาพที่ดีระหว่างผู้สอนและผู้เรียน อันจะส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น มีเจตคติที่ดีต่อตนเอง ต่อผู้สอน ต่อสถานที่เรียนและวิชาที่เรียน

2.7.3 ประเภทของวิธีการเรียนรู้

วิธีการเรียนรู้ (Learning style) เป็นวิธีการลักษณะเฉพาะที่คนหนึ่งๆ จะใช้รวบรวมและใช้ความรู้ได้ดีที่สุด ซึ่งนักจิตวิทยาที่ศึกษาวิธีการเรียนรู้ของมนุษย์ พบว่า มนุษย์สามารถรับรู้ข้อมูลผ่านเส้นทางการรับรู้ 4 ทาง คือ การรับรู้ทางสายตาโดยการมองเห็น (Visual perceptrs) การรับรู้ทางโสตประสาทโดยการได้ยิน (Auditory perceptrs) การรับรู้ทางการสื่อสารจากการอ่านและการเขียน (Read/Write learning style) และการรับรู้ทางร่างกายโดยการเคลื่อนไหวและการรู้สึก (Kinesthetic perceptrs) ซึ่งสามารถจัดวิธีการเรียนรู้ (Learning style) ออกเป็น 4 ประเภท ทั้งนี้ มีนักการศึกษาได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการเรียนรู้ที่ชื่อว่า VARK (Visual – Auditory - Read/Write -Kinesthetic) ซึ่งได้จำแนกวิธีการเรียนรู้จากการมองเห็น (Visual) เป็น 2 ส่วน คือ การมองเห็นรูปแบบสัญลักษณ์และการอ่านข้อความ จึงได้เพิ่ม วิธีการเรียนรู้อีก 1 ประเภท คือ ผู้เรียนรู้จากการอ่านเขียน (Reading and writing Learners) ดังนั้น วิธีการเรียนรู้ (Learning style) แบ่งออกเป็น 4 ลักษณะ (มัทธรา ธรรมบุศย์, 2557) ดังนี้

1) การเรียนรู้จากการมองเห็น (Visual learning style) เป็นผู้ที่เรียนรู้ทางสายตา (Visual learner) สนใจสิ่งที่มองเห็นต้องการรับรู้ข้อมูลผ่านทางการดู การมองเห็น กิริยาท่าทางของครูผู้สอน หรือสื่ออื่นๆ เพื่อเสริมความเข้าใจผู้สอน ควรใช้การเน้นข้อความเพื่อสื่อสารข้อความสำคัญในเนื้อหา ผู้เรียนประเภทนี้มักจะนั่งหน้าชั้นเรียน เพราะไม่ยอมให้มีอะไรมาบดบังสายตา โดยเรียนรู้ได้ดีถ้าเรียนจากรูปภาพ แผนภูมิ แผนผังหรือจากเนื้อหาที่เขียนเป็นเรื่องราว เวลาจะนึกถึงเหตุการณ์ใดก็จะนึกถึงภาพเหมือนกับเวลาที่ดูภาพยนตร์ คือ มองเห็นเป็นภาพที่สามารถเคลื่อนไหวบนจอฉายหนังได้ เนื่องจากระบบเก็บความจำได้จัดเก็บสิ่งที่เรียนรู้ไว้เป็นภาพชอบหลับตาเวลานึกถึงสิ่งหนึ่งสิ่งใดมักจะสอคล้ายสายตาไปมาเวลาเบื่อๆ สายตาไม่อยู่นิ่ง มองไปทั่วๆ รอบข้างมีจินตนาการดีโดยลักษณะของคำพูดที่คนกลุ่มนี้ ชอบใช้ เช่น “ฉันเห็น” หรือ “ฉันเห็นเป็นภาพ...” เป็นต้น เรียนได้ดีถ้าครูบรรยายเป็นเรื่องราว และทำข้อสอบได้ดี ถ้าครูออกข้อสอบในลักษณะที่ผูกเป็นเรื่องราว นักเรียนคนใดที่เป็นนักอ่าน เวลาอ่านเนื้อหาในตารางเรียนที่ผู้เขียน

บรรยายในลักษณะของความรู้ก็จะนำเรื่องที่เราอ่านมาผูกโยงเป็นเรื่องราวเพื่อให้เราสามารถจดจำเนื้อหาได้ง่ายขึ้น

2) วิธีการเรียนรู้จากการฟังหรือได้ยิน (Auditory learning style) เป็นผู้ที่เรียนรู้ทางโสตประสาท (Auditory Learner) รับรู้ได้โดยการได้ยินถ้าได้ฟังหรือได้พูดเรียนรู้ได้ดีจากการฟังบรรยาย ฟังเพลง การอภิปรายกลุ่ม การพูดคุย สนทนาผ่านเว็บไซต์ ไม่สนใจรูปภาพ สร้างภาพและผูกเรื่องราวในสมองเป็นภาพเหมือนพวกที่เรียนรู้ทางสายตา แต่ชอบฟังเรื่องราวซ้ำๆ และชอบเล่าเรื่องให้คนอื่นฟัง คุณลักษณะพิเศษ ได้แก่ การมีทักษะในการได้ยิน/ได้ฟังที่เหนือกว่าคนอื่นสามารถเล่าเรื่องได้อย่างละเอียดและรู้จักเลือกใช้คำพูด จะจดจำความรู้ได้ดีถ้าครูพูดให้ฟัง หากครูถามให้ตอบก็จะสามารถตอบได้ทันที แต่ถ้าครูมอบหมายให้ไปอ่านตารางล่วงหน้าจะจำไม่ได้จนกว่าจะได้ยินครูอธิบายให้ฟัง เวลาท่องหนังสือก็ต้องอ่านออกเสียงดังๆ สามารถช่วยเหลือโดยใช้วิธีสอนแบบอภิปรายแต่ผู้ที่เรียนทางโสตประสาทก็อาจถูกรบกวนจากเสียงอื่น ๆ จนทำให้เกิดความวอกแวก เสียสมาธิในการฟังได้ง่ายเช่นกัน ในด้านการคิด มักพบในกลุ่มที่เรียนด้านดนตรี กฎหมายหรือการเมือง ส่วนใหญ่จะประกอบอาชีพเป็นนักดนตรี พิธีกรทางวิทยุและโทรทัศน์ นักจัดรายการเพลง (disc jockey) นักจิตวิทยา นักการเมือง เป็นต้น

3) วิธีการเรียนรู้จากการอ่าน (Read/Write/learning style) เป็นผู้ที่เรียนรู้ได้ดีจากการอ่านเพื่อความเข้าใจและจดบันทึกแบบย่อๆ การศึกษาเอกสาร หนังสือ หรือเนื้อหาต่างๆ ด้วยตนเองและนำไปสรุปเป็นข้อเขียนออกมา

4) วิธีการเรียนรู้จากการสัมผัสหรือเคลื่อนไหวร่างกาย (Kinesthetic/Tactile learning style) เป็นผู้ที่เรียนรู้ทางร่างกายและความรู้สึก (Kinesthetic learner) ผ่านการรับรู้ทางความรู้สึก การเคลื่อนไหว และร่างกาย เรียนรู้ได้ดีจากการใช้ประสบการณ์และการฝึกปฏิบัติ ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงกับความเป็นจริงได้ จดจำสิ่งที่เรียนรู้ได้ดี หากได้มีการสัมผัสและเกิดความรู้สึกที่ดีต่อสิ่งที่เรียน ชอบสำรวจสิ่งต่าง ๆ รอบตัว เวลานั่งในห้องเรียนจะไม่นั่งอยู่กับที่ ไม่จดจ่อ สนใจบทเรียนเป็นเวลานานๆ ได้ ครูช่วยเหลือให้เรียนรู้ได้มากขึ้น โดยการให้แสดงออกหรือให้ปฏิบัติจริง เช่น ให้เล่นละคร บทบาทสมมติ สาธิต ทำการทดลองหรือให้พูดประกอบท่าทาง

จากที่กล่าวมา พบว่าผู้ที่เรียนรู้จากการมองเห็น (Visual learning style) หรือรับรู้ทางสายตา (Visual learner) พบได้จำนวนมาก ทั้งนี้ ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำวิธีการเรียนรู้ทั้ง 4 แบบ มาประยุกต์ใช้แบบผสมผสานในกระบวนการจัดการเรียนรู้อย่างหลากหลาย เพื่อให้สอดคล้องกับการเรียนรู้ของผู้เรียนที่แตกต่างกันในแต่ละบุคคล โดยมีจุดเน้นของผู้เรียนแต่ละคนที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ การจัดการเรียนรู้จะมีความสอดคล้องกับวิธีการ

เรียนรู้จากการดูหรือการมองเห็นเป็นพื้นฐานหลักในการจัดกิจกรรมโดยทั่วไปซึ่งเป็นแบบการเรียนรู้ส่วนใหญ่ของผู้เรียน โดยเป็นการใช้กระบวนการเรียนรู้ทางสายตาและสอดคล้องกับทฤษฎีพัฒนาการทางด้านสติปัญญาของเพียเจต์ในช่วงอายุ 7-11 ปี ที่มีพัฒนาการทางสติปัญญาหรือขั้นการเรียนรู้ตามพัฒนาการในขั้นปฏิบัติการแบบรูปธรรม (Concrete operational) ซึ่งเป็นขั้นของการเรียนรู้สิ่งต่างๆ ที่เป็นรูปธรรมได้โดยการเรียนรู้ทางสายตา ดังนี้

การเรียนรู้ทางสายตา

กระบวนการสอนทักษะการคิดโดยใช้เทคนิคในการเรียนรู้ทางสายตาในการสื่อความหมายและช่วยสอนให้นักเรียนคิดรวบรวมข้อมูลและมีการจัดเรียงข้อมูลที่ได้รับใหม่โดยผ่านการมองเห็น การเรียนรู้ของบุคคลส่วนใหญ่เกิดจากการจดจำสิ่งของที่เป็นของจริง สิ่งของจำลอง ภาพเคลื่อนไหว ภาพถ่าย ภาพวาดภาพลายเส้น ป้ายโฆษณา สัญลักษณ์ และโลโก้ต่างๆ ซึ่งทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมส่งเสริมกระบวนการคิดในสมองคนส่วนใหญ่มีวิธีการเรียนรู้ได้ดี โดยใช้การมองและสร้างภาพในสมองเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมที่เคยเรียนรู้มาพัฒนาเป็นมโนคติใหม่ขยายองค์ความรู้ต่อเนื่องไปสู่ขั้นสูง

จากการเรียนรู้ทางสายตาที่กล่าวมาข้างต้นทำให้สรุปได้ว่า การเรียนรู้ทางสายตาหมายถึง การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและกระบวนการคิดผ่านการมองเห็นเกิดจากการจดจำสิ่งที่เป็นของจริง ภาพเคลื่อนไหวภาพวาดสัญลักษณ์ส่งเสริมกระบวนการคิดในสมองให้มีการจัดเรียงข้อมูลที่ได้รับใหม่เชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมที่เคยเรียนรู้แล้วพัฒนามโนคติใหม่ไปสู่ขั้นสูงขึ้น

สื่อการสอนที่เน้นการเรียนรู้ด้วยสายตา

ในการจัดการศึกษา สื่อ มีบทบาทและเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ใช้ประกอบกิจกรรมการเรียนการสอนทุกระดับ การใช้สื่อควรเลือกให้เหมาะสมกับเนื้อหา ตรงตามศักยภาพของผู้เรียนในการสอนคณิตศาสตร์การใช้สื่ออุปกรณ์ที่เป็นสื่อทางสายตาและการได้ลงมือปฏิบัติจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น ซึ่งผู้เรียนทุกคนสามารถได้รับประโยชน์จากการใช้สื่อทางสายตาในการช่วยจำและเข้าใจในสิ่งที่ครูต้องการสื่อสารและช่วยในการจดจำและจัดระบบโดยสื่อทางสายตามีประโยชน์ ดังนี้

1. ช่วยในการจัดระบบความคิดรวบยอดของสิ่งที่คล้ายกันให้อยู่ในประเภทเดียวกัน
2. ช่วยสนับสนุนความเข้าใจและความจำและการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม
3. ช่วยอธิบายความผิดพลาดหรือความเข้าใจที่ผิดให้เป็นความเข้าใจที่ถูกต้อง

การเลือกสื่อการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพเป็นสิ่งที่สำคัญผู้สอน จะต้องตั้งจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมในการจัดการเรียนรู้ให้แน่นอนเพื่อให้

วัตถุประสงค์เลือกสื่อที่เหมาะสม (กิดานันท์ มิตทง, 2548, น. 89) ในการสอนโจทย์ปัญหาการบวก การลบ สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ นั้นจึงควรเลือกใช้สื่อที่เน้นการเรียนรู้ทางสายตาเพื่อให้เกิดความเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น

จากที่กล่าวมา สรุปได้ว่าสื่อการสอนที่เน้นการเรียนรู้ด้วยสายตาเป็นตัวกลางในการกระตุ้น และสร้างความสนใจโดยใช้การเรียนรู้ทางสายตาทำให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งผลให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2.7.5 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อวิธีการเรียนรู้

กราชและไรช์แมน (Grasha; & Reichman, 1975) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบ ตัวแปร ที่มีผลต่อวิธีการเรียนรู้ ดังนี้

1. ด้านกระบวนการคิดเกี่ยวข้องกับวิธีการเรียนรู้ การรับรู้ การจำ เป็นต้น
2. ด้านการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล เช่น บทบาทในการเป็นผู้นำ เป็นต้น
3. ด้านประสาทสัมผัส การรับรู้ข้อมูลข่าวสารต่างๆ เป็นต้น
4. ตัวบุคคล เช่น ความต้อง การแรงจูงใจ ความคาดหวัง เป็นต้น
5. ตัวแปรด้านสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ เช่น สภาพการจัดบรรยากาศห้องเรียน

สรุปได้ว่า วิธีการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคนมีองค์ประกอบที่แตกต่างกัน คือ สภาพบรรยากาศการเรียน วิธีการเรียนรู้ที่ผู้เรียนชอบ ความสนใจในเนื้อหาวิชาที่เรียน ความคาดหวังในผลการเรียน ด้านสภาพแวดล้อม อารมณ์ สังคม ร่างกายและจิตวิทยาในตัวผู้เรียน และยังมีตัวแปรที่เกี่ยวข้อง คือ ตัวแปรทางด้านกระบวนการคิด ด้านปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ด้านการรับรู้ ตลอดจนสภาพแวดล้อมในห้องเรียน จะมีความสัมพันธ์และผสมผสานกันมีผลทำให้นักเรียนมีวิธีการเรียนรู้ที่ต่างกัน

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาเพื่อหาแนวทางและวิธีพัฒนาความสามารถในการสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ ช่วยเหลือและพัฒนาเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ซึ่งผู้เรียนมีความต่างกันในด้านบุคลิกภาพ ความคิด ความสนใจและความถนัดเป็นผลให้ผู้เรียนมีวิธีการเรียน (Learning Style) ที่ไม่เหมือนกัน ส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยในการวิจัยครั้งนี้ ได้กำหนดแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้สอดคล้องกับผู้เรียนที่มีวิธีการเรียนรู้ในแต่ละประเภท คือ 1) วิธีการเรียนรู้จากการดูหรือการมองเห็น (Visual learning style) 2) วิธีการเรียนรู้จากการฟังหรือได้ยิน (Auditory learning style) 3) วิธีการเรียนรู้จากการอ่าน (Read/Write learning style) และ 4) วิธีการเรียนรู้จากการใช้

ประสาทสัมผัสหรือเคลื่อนไหวร่างกาย (Kinesthetic/Tactile learning style) โดยมีแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง จำนวนนับ สำหรับผู้เรียนโดยใช้วิธีการสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) ที่มีวิธีการเรียนรู้แต่ละประเภท ดังนี้

1) วิธีการเรียนรู้จากการดูหรือการมองเห็น (Visual learning style) เป็นผู้ที่เรียนรู้ทางสายตา (Visual learner) โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนรับรู้ข้อมูลผ่านการดู การมองเห็น กิจกรรมทางของครูผู้สอน ใช้สื่อการเรียนรู้เป็นรูปภาพ แผนภูมิ แผนผัง หรือจากเนื้อหาที่เขียนเป็น เรื่องราว ครูผู้สอนใช้การบรรยายเป็นสถานการณ์เรื่องราวให้นักเรียนได้จินตนาการในเรื่องราวต่างๆ

2) วิธีการเรียนรู้จากการฟังหรือได้ยิน (Auditory learning style) เป็นผู้ที่เรียนรู้ทางโสตประสาท (Auditory Learner) โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนรับรู้ข้อมูลผ่านการฟังหรือให้ได้พูด ไม่เน้นการใช้สื่อการเรียนรู้ที่เป็นรูปภาพใช้การเล่าเรื่องราวให้ฟังซ้ำๆ และให้ผู้เรียนได้เล่าเรื่องให้คนอื่นฟัง ใช้วิธีสอนแบบอภิปรายเน้นการจัดกิจกรรมโดยการพูดให้ฟัง และถามให้ตอบ แทนการใช้ข้อมูลที่เป็นตัวหนังสือและภาพต่างๆ

3) วิธีการเรียนรู้จากการอ่าน (Read/Write learning style) เป็นผู้ที่เรียนรู้ได้ดีจากการอ่าน เพื่อความเข้าใจ และจดบันทึกแบบย่อๆ การศึกษาเอกสาร หนังสือ หรือเนื้อหาต่างๆ ด้วยตนเองและนำไปสรุปเป็นข้อเขียนออกมา

4) วิธีการเรียนรู้จากการสัมผัสหรือเคลื่อนไหวร่างกาย (Kinesthetic/Tactile learning style) เป็นผู้ที่เรียนรู้ทางร่างกายและความรู้สึก (Kinesthetic learner) เรียนโดยผ่านการรับรู้ทางความรู้สึก การเคลื่อนไหว และร่างกาย โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนรับรู้ข้อมูลผ่านการสัมผัสใช้สื่อการเรียนรู้ที่จับต้องได้ ได้เรียนรู้โดยการสำรวจจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้แสดงออกหรือให้ปฏิบัติจริง เช่น ให้เล่นละคร แสดงบทบาทสมมติ สาธิต ทำการทดลอง หรือให้พูดประกอบการแสดงท่าทาง

ทั้งนี้ในการจัดการเรียนรู้ในแต่ละครั้งจะประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยการผสมผสานแบบการเรียนรู้แต่ละประเภทเพื่อให้สอดคล้องกับผู้เรียนซึ่งมีจุดเน้นที่แตกต่างกันเพื่อให้ครูสามารถช่วยเหลือผู้เรียนให้ได้เรียนรู้สิ่งต่างๆ ได้อย่างเต็มตามศักยภาพให้ดีที่สุด

2.8 รายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเด็กที่บกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์

จากการศึกษารายงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยวิเคราะห์ สังเคราะห์องค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษางานวิจัย เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปพัฒนารูปแบบ การจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้ ดังตาราง 3 (หน้าถัดไป)



ตาราง 3 การวิเคราะห์ สังเคราะห์องค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษานโยบายที่เกี่ยวข้องกับเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้

แนวคิด ทฤษฎี/ผลการวิจัย	ผู้วิจัย	แนวทางการนำไปใช้พัฒนารูปแบบ
การศึกษาก่อนอ่านใช้วิธีประสาธน์ผสมผสาน โดยให้นักเรียนเขียนบันทึก และเขียนภาพประกอบพร้อมทั้งทำการอ่านบันทึกซ้ำ ๆ ทุกวันพบว่าเด็กมีความสนใจในการอ่านมากขึ้นและสามารถทำให้ทักษะการอ่านและการเขียนของเด็กดีขึ้น และสร้างแรงจูงใจในการอ่านเพิ่มขึ้น	Sutaria (1982)	การจัดการเรียนรู้ โดยแนวคิดที่ประกอบด้วยการผสมผสานและการรับรู้ของผู้เรียนมาใช้เป็นแนวทางจัดกิจกรรม
การศึกษาก่อนอ่านใช้โปรแกรมฝึกอ่านซ่อมเสริม โดยการสอนโครงสร้างการออกเสียงการฝึกและสามารถทำให้ทักษะการอ่านและการเขียนของเด็กดีขึ้น และสร้างแรงจูงใจในการอ่านเพิ่มขึ้น	Oakland, Thomas, และ et al. (1998)	การใช้ประสาทสัมผัสในหลาย ๆ ด้าน ซึ่งเป็นการเรียนรู้โดยผ่านเส้นทางการรับรู้ต่าง ๆ ของผู้เรียน เช่น การดู การฟัง การสัมผัส
การศึกษายุทธวิธีในการเขียนนโยบายการอ่านนโยบายและการเสริมด้วยการป้อนกลับกับการฝึกการควบคุมตนเอง พบว่า ทักษะการเรียนรู้ไวยการอ่านจากการอ่านนิยายเพิ่มขึ้นโดยมีความรอบรู้เกี่ยวกับไวยากรณ์จากข้อความง่าย ๆ	Roony (1997)	การเสริมด้วยการป้อนกลับ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับข้อมูล และรู้ผลจากการทำกิจกรรมเรียนรู้ในทันที

ตาราง 3 (ต่อ)

แนวคิด ทฤษฎี/ผลการวิจัย	ผู้วิจัย	แนวทางการนำไปใช้พัฒนารูปแบบ
การศึกษากลวิธี การสอนอ่านและเขียนสำหรับเด็กบกพร่องทางการเรียนรู้ จากคู่มือการศึกษาพิเศษพบว่า ครูผู้สอนใช้วิธีอ่านแล้วเติมคำตอบ (Guided Reading) มากที่สุด รองลงมา เป็นวิธีการอ่านเป็นรายบุคคล (Individualized Reading)	Neil และ Baume (2006)	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูผู้สอนควรใช้วิธีการอ่านให้ผู้เรียนฟังมากที่สุด และให้ผู้เรียนได้ฝึกอ่านเองบ่อยๆ
การศึกษาวิธีแลททิซในการสอนการคูณ จำนวนเต็ม และทศนิยม พบว่าวิธีการใช้แลททิซมีความถูกต้อง 97 % และวิธีนี้ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความภาคภูมิใจในตนเองและความเชื่อมั่นในตนเองอีกด้วย	Wenyuan (2001)	การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีแลททิซในการสอนการคูณจำนวนเต็มและทศนิยม
การศึกษาค้นคว้าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องการบวกด้วยวิธีการสอนซ้ำ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น	สุทธิมา ทองสุข (2547)	ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ ควรใช้วิธีการสอนซ้ำ โดยทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และเข้าใจดียิ่งขึ้น
การศึกษากการใช้เทคนิคการสอนโจทย์ปัญหาเชิงกราฟฟิคต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงขึ้น	วีณา อาสุยา (2548)	ใช้แนวการสอนการสอนโจทย์ปัญหาเชิงกราฟฟิค เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

ตาราง 3 (ต่อ)

แนวคิด ทฤษฎี/ผลการวิจัย	ผู้วิจัย	แนวทางการนำไปใช้พัฒนารูปแบบ
การศึกษาโปรแกรมซ่อมเสริมคณิตศาสตร์ โดยจัดกิจกรรมซ่อมเสริมด้านการจำแนกทางสายตา การนับ การแทนค่าประจำหลัก การบวก การลบ และการแก้โจทย์ปัญหาพบว่า ความสามารถทางคณิตศาสตร์หลังจัดกิจกรรมอยู่ในระดับดีมาก การรับรู้ความสามารถของตนด้านคณิตศาสตร์สูงขึ้น	สิริลักษณ์ โปรงสันเทียะ (2550)	การจัดการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการจำแนกทางสายตา ซึ่งเป็นความรู้ทางสายตา เป็นแบบการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้เรียน
การศึกษาค้นคว้าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องโจทย์ปัญหาการบวกและเจตคติต่อคณิตศาสตร์ จากการซ่อมเสริมโดยใช้เทคนิคของพอลโลเวย์และแพตตันร่วมกันการให้เส้นจำนวน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการซ่อมเสริมสูงขึ้น อยู่ในระดับดีและมีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี	สมลักษณ์ สะหรั่งบิน (2553)	การซ่อมเสริมโดยใช้เทคนิคของพอลโลเวย์และแพตตันร่วมกันการให้เส้นจำนวนเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการศึกษาเอกสารและรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยสนใจทำการศึกษาเพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริม พัฒนาความสามารถ เรื่อง จำนวนนับ ของนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยเด็กเหล่านี้มีปัญหาในการเรียนมีความยากลำบากในการเรียนรู้ ไม่บรรลุผลสำเร็จในการเรียน ส่งผลให้มีผลการเรียนต่ำเมื่อเทียบกับเด็กอื่นในวัยเดียวกัน ทั้งนี้ คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เป็นนามธรรม และประกอบด้วยสัญลักษณ์ทำให้ยากต่อการเรียนรู้และเข้าใจ โดยนักเรียนไม่สามารถนับ รู้ค่า กระจายจำนวนนับ เปรียบเทียบและเชื่อมโยงจำนวนนับ มักประสบปัญหาด้านการคิดคำนวณ การทำโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับสูงขึ้นไปได้ ซึ่งปัญหาดังกล่าวทำให้นักเรียนบางคนไม่มีความก้าวหน้าทางการเรียน ส่งผลให้นักเรียนขาดความมั่นใจ ท้อถอย เพราะคิดว่าตนเองด้อยความสามารถในการเรียนรู้แม้ว่าจะพยายามเรียนรู้แล้ว ก็ยังพบว่าตนเองไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร นอกจากนี้อาจทำให้ครูผู้สอนมีความกังวลใจมากยิ่งขึ้นเพราะเมื่อนักเรียนได้เรียนในชั้นที่สูงขึ้น แต่กลับพบว่าปัญหาดังกล่าวก็ยังคงมีอยู่ โดยความสามารถยังมีความแตกต่างจากระดับชั้นที่กำลังเรียนมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาในเด็กระดับประถมศึกษาปีที่ 3 เนื่องจากเป็นช่วงวัยที่เริ่มแสดงถึงความบกพร่องทางการเรียนรู้ที่ชัดเจน

ในการวิจัยครั้งนี้ การจัดการเรียนการสอนต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล เพราะสภาพความเป็นจริงผู้เรียนมีความแตกต่างกันในด้านบุคลิกภาพ ความคิด ความสนใจ และความถนัด ส่งผลทำให้นักเรียนมีวิธีการเรียนที่ไม่เหมือนกัน การที่ครูผู้สอนได้รู้เกี่ยวกับวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียนนับเป็นปัจจัยที่สำคัญในการจะช่วยผู้เรียนให้ไปสู่การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ช่วยให้ผู้สอนประยุกต์วิธีการสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) ที่ได้มาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมและเกิดประสิทธิภาพสูงสุดกับผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของนักวิจัยหลายท่านที่ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการเรียนรู้กับผลการเรียน พบว่า นักเรียนที่มีผลการเรียนสูงหรือต่ำมีความสัมพันธ์กับวิธีการเรียนรู้ของนักเรียน ดังนั้นการจัดการเรียนรู้จะต้องคำนึงถึงวิธีการเรียนรู้เพื่อให้เกิดประสิทธิผลต่อการเรียนรู้และเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นที่น่าพึงพอใจ

3. รูปแบบการสอนตรง (Direct instruction model)

3.1 ความหมายของการสอนตรง

ผดุง อารยะวิญญู (2544, น. 60) กล่าวว่า การสอนตรง เป็นกระบวนการที่มีลำดับขั้นตอน การสอน โดยครูปฏิบัติการสอนตามขั้นตอน เมื่อเกิดทักษะแต่ละขั้นแล้วจะสามารถเรียนรู้ในขั้นที่สูงขึ้น มีการกำหนดจุดประสงค์การสอนที่ชัดเจน เน้นสอนแบบวิเคราะห์งาน สังเกตและบันทึก พฤติกรรมความก้าวหน้าอย่างมีระบบและนำวิธีการปรับพฤติกรรมมาใช้ร่วมด้วย

วีระเดช เชื้อนาม (2545, น. 230) กล่าวว่า การสอนตรง เป็นรูปแบบการสอนที่มีเป้าหมายเพื่อฝึกทักษะหรือให้ความรู้แก่ผู้เรียนเพื่อให้มีพฤติกรรมตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด เน้นการฝึกฝนและเสริมแรงในขณะที่เรียนหรือฝึกปฏิบัติงาน ให้ผู้เรียนทำงานอย่างมีลำดับขั้นตอน เริ่มจากทักษะย่อยเรียงตามลำดับความซับซ้อนของทักษะ

สถาบันการสอนตรงแห่งชาติ (National Institute for Direct Instruction, 2019) อธิบายว่า การสอนตรง เป็นวิธีสอนที่เน้นการจัดกิจกรรมที่ชัดเจน ฝึกปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอโดยเรียงลำดับขั้นตอนตามความยากง่ายอย่างเป็นระบบและมีครูคอยให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด ซึ่งครูจะให้คำแนะนำแก้ไขเมื่อนักเรียนทำไม่ถูกและให้แรงเสริมทันทีเมื่อปฏิบัติได้ถูกต้อง

จากการศึกษา สรุปได้ว่า วิธีการสอนตรง เป็นการสอนโดยมีลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน มุ่งให้นักเรียนเกิดทักษะในด้านต่างๆ ภายในเวลาที่จำกัด เน้นการฝึกปฏิบัติเพื่อให้เกิดความชำนาญ เน้นการสอนในกลุ่มย่อยร่วมกับการสอนแบบวิเคราะห์งาน โดยครูคอยดูแลให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิดและให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่ร่วมกับการเสริมแรง

3.2 ขั้นตอนการสอนตรง

เป็นรูปแบบการสอนที่มีประสิทธิภาพ เน้นกระบวนการสอนที่เร็ว (Fast-Paced) ต่อเนื่องตามลำดับ (Well Sequenced) ทำให้นักเรียนจดจ่อกับบทเรียน (Highly-Focused) ใช้สอนกลุ่มเล็ก โดยมีขั้นตอนวิธีการสอน ดังที่ กุลยา ก่อสุวรรณ (2553) กล่าวถึง ขั้นตอนและองค์ประกอบสำคัญ ดังนี้

1. การนำเข้าสู่บทเรียน

เป็นการเริ่มต้นสอนบทเรียนนั้นๆ โดยครูสร้างความเข้าใจและอธิบายถึงความมุ่งหมายของบทเรียน เพราะนักเรียนจะเรียนรู้ได้ดีเมื่อมีการเตรียมความพร้อม และจัดระเบียบหัวข้อที่จะเรียน ดังนั้น ครูควรบอกให้นักเรียนทราบในเรื่องต่อไปนี้ 1) วันนี้ นักเรียนจะเรียนเรื่องอะไร 2) บทเรียนนี้สำคัญอย่างไร 3) สิ่งที่จะเรียนในวันนี้ เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ได้เรียนรู้มาแล้วอย่างไร

2. เนื้อหาที่ต้องเรียน

ครูจำเป็นต้องอธิบายเนื้อหาให้ชัดเจน เรียบเรียงเนื้อหาอย่างดี ที่จะขั้นตอนด้วยภาษาที่เข้าใจง่าย อธิบายศัพท์ใหม่ และบททวนหรือย้ำประเด็นสำคัญของเนื้อหา หากเนื้อหายุ่งยากซับซ้อน ครูต้องวิเคราะห์งาน (Task Analysis) ทำเป็นขั้นตอนย่อยๆ เรียงตามลำดับ มีการยกตัวอย่างที่เข้าใจง่าย และสามารถดึงความสนใจไปที่ประเด็นสำคัญของเนื้อหานั้น หลังจากทีครูได้อธิบายทักษะหรือความรู้ใหม่แล้ว สิ่งสำคัญที่ตามมาคือ ให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกฝนโดยมีครูคอยชี้แนะ

3. การตรวจสอบความเข้าใจ

ครูสามารถตรวจสอบความเข้าใจของเด็กด้วยการตั้งคำถาม คำถามที่มีประสิทธิภาพจะช่วยให้วิเคราะห์ได้ว่านักเรียนเข้าใจบทเรียนหรือไม่ คำถามที่ดีจะช่วยให้เด็กตอบได้ถูกต้องและมุ่งไปที่ประเด็นใจความสำคัญของเนื้อหาในบทเรียนนั้น นอกจากนี้ การถามย้ำยังช่วยให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นและตื่นตัว ครูควรเตรียมคำถามที่มีความหมายและมีวิธีการตอบที่ชัดเจน หากคำถามที่ครูคิดขึ้นในขณะนั้น อาจเป็นคำถามที่ไม่เหมาะสม คือ ง่ายหรือยากกว่าระดับความของเด็กก็ได้

4. การฝึกฝนโดยมีครูชี้แนะ

การให้เด็กได้มีโอกาสฝึกทำทักษะที่ได้เรียนรู้ใหม่ โดยครูคอยให้การช่วยเหลือหรือชี้แนะ ครูควรถามคำถามเพื่อให้นักเรียนตอบได้ถูกต้อง และนักเรียนควรได้รับข้อมูลป้อนกลับทันทีที่ตอบคำถาม การตั้งคำถามและการให้ข้อมูลป้อนกลับจึงเป็นทักษะสำคัญของครูที่ทำงานเกี่ยวข้องกับเด็กที่มีความบกพร่อง ถ้าครูจะให้คำชมเชยคำตอบที่ถูกต้อง ควรทำทันทีและชมเชยอย่างจริงใจ แต่หากไม่ถูกต้อง ครูควรช่วยให้นักเรียนแก้ไขหรือตอบคำถามใหม่ให้ถูกต้องให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพราะจะทำให้เด็กสับสนและตอบผิดต่อไป

5. การฝึกฝนด้วยตนเอง

เมื่อนักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้องในขั้นการฝึกฝนโดยมีครูชี้แนะ ครูจะต้องให้โอกาสเด็กฝึกฝนทักษะด้วยตนเอง เพราะทำให้นักเรียนเกิดความชำนาญในทักษะการเรียนรู้ใหม่ ทำให้ครูประเมินผลการสอนว่าบรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้หรือไม่

6. การสรุป

ครูสรุปบทเรียนบททวนประเด็นสำคัญที่ได้เรียนมา โดยครูตั้งคำถามให้นักเรียนสรุปเรื่องที่เรียนมา ครูอาจจะย้่านักเรียนในเรื่องที่ได้เรียนรู้มา หรือตรวจสอบว่านักเรียนเข้าใจคำสั่ง

หรือไม่โดยไม่ให้นักเรียนทบทวนสิ่งที่ครูได้ส่งไป หรือโดยการสุ่มเรียกชื่อเพื่อนในชั้นให้ทบทวนแล้ว ให้เด็กตรวจสอบตนเอง และท้ายสุด ครูอาจเตือนว่านักเรียนต้องทำอะไรต่อไป

3.3 ประโยชน์การสอนตรง

การสอนตรงมีความสำคัญ ช่วยให้เด็กที่มีปัญหาในการเรียนรู้ประสบความสำเร็จทางวิชาการตามเป้าหมาย และช่วยลดพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ลงได้ เพราะมีขั้นตอนการสอนชัดเจนตามลำดับ การสอนตรงจะเกิดประโยชน์สูงสุดก็ต่อเมื่อ ครูและนักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนจนครบถ้วน

วีระเดช เชื้อนาม (2547, น. 237) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของการสอนตรง ไว้ดังนี้

- 1) ได้เรียนรู้ทักษะพื้นฐานตามที่กำหนดไว้ในเป้าหมายแต่ใช้เวลาแตกต่างกัน
 - 2) การเรียนรู้อย่างเป็นขั้นตอน พร้อมทั้งได้รับการเสริมแรงจากผู้สอน
 - 3) เป็นวิธีการที่ช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพในการอ่าน กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กฎไวยากรณ์ โดยเฉพาะเด็กที่มีปัญหาทางด้านสังคม
 - 4) ฝึกการทำงานได้โดยไม่มีข้อผิดพลาดหรือผิดพลาดน้อยที่สุด
 - 5) การวัดผลประเมินผลไม่ซับซ้อน ประเมินจากพฤติกรรมหรือทักษะขั้นพื้นฐาน
- เห็นได้ว่าการสอนตรง ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามที่กำหนดไว้ในเป้าหมายและได้รับการเรียนรู้อย่างเป็นขั้นตอน พร้อมทั้งได้รับการเสริมแรงจากผู้สอนช่วยให้นักเรียนสามารถทำงานได้โดยไม่มีข้อผิดพลาดหรือผิดพลาดน้อยที่สุด

3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนตรง

สุรัสวดี ว่องไว (2553) ศึกษาพฤติกรรมการซื้อและรับประทานอาหารของนักเรียน ประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีภาวะออทิสติกด้วยการสอนตรงร่วมกับบัตรพลัง (Power Card) ผลการวิจัยพบว่า พฤติกรรมในการซื้ออาหารหลังการสอนตรงร่วมกับการใช้บัตรพลัง อยู่ในระดับดี

นภดล ภูมิสตรี (2555) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การคูณ ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5-6 ที่บกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ จากการสอนเสริมโดยใช้วิธีการสอนตรงร่วมกับเทคนิคการคูณแบบแลททิซ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์อยู่ในระดับดีมาก (ตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป) ($t=8, p=1,000$) และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ($T=0, p<.05$)

นิยลักษณ์ คนใจดี (2553) ศึกษาความสามารถเขียนประโยคและแรงจูงใจในการเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่บกพร่องทางการได้ยิน โดยใช้รูปแบบการสอนตรงร่วมกับสื่อ

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) และแบบฝึก ผลการวิจัย พบว่า ความสามารถเขียนประโยคของนักเรียนหลังการเรียนอยู่ในระดับดี ความสามารถเขียนประโยคของนักเรียนสูงขึ้นและแรงจูงใจในการเรียนอยู่ในระดับดีมาก

อดัม และอิงเกลิมแมน (Adams และ Engelmann, 1996) สังเคราะห์งานวิจัยจำนวน 37 เรื่อง โดยเปรียบเทียบวิธีการสอนตรงกับการสอนแบบอื่นๆ พบว่า วิธีการสอนตรงเกี่ยวข้องกับและมีประโยชน์กับนักเรียนที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษมาก

คุก (Cook, 2005) ศึกษาผลของการใช้โปรแกรมสอนอ่านรูปแบบสอนตรงกับเด็กกลุ่มเสี่ยงมีปัญหาการอ่านที่ต่ำกว่าระดับชั้นเรียน 2-3 ชั้นปี โดยเฉพาะการอ่านจับใจความรูปแบบการทดลองเป็นแบบ One Group Pretest and Posttest เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบเป็นแบบทดสอบของวูดค็อก (Woodcock Reading Mastery Test) เพื่อวัดความสามารถในการอ่านจับใจความผลการวิจัย พบว่า กลุ่มเด็กเสี่ยงมีความสามารถในการอ่านดีขึ้นโดยเฉลี่ย 2.7 ชั้นปี



ตาราง 4 การวิเคราะห์ สังเคราะห์องค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ การสอนตรง

แนวคิด ทฤษฎี/ผลการวิจัย	ผู้วิจัย	แนวทางการนำไปใช้พัฒนารูปแบบ
การศึกษาพฤติกรรมในการซื้อและรับประทานอาหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีภาวะอ้วนที่สืบทอดมาจากการสอนตรงร่วมกับการใช้บัตรพลัง (Power Card) พบว่า พฤติกรรมในการซื้ออาหารและรับประทานอาหาร หลังการสอนตรงร่วมกับการใช้บัตรพลัง (Power Card) อยู่ในระดับดี พฤติกรรมในการซื้ออาหารสูงขึ้น	สุรัสวดี ว่องไว (2553)	การนำรูปแบบการสอนตรงมาประยุกต์ใช้ควบคู่กับวิธีการสอน หรือเทคนิคการสอนรูปแบบอื่น
การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การคูณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6 ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ จากการสอนเสริมโดยใช้วิธีการสอนตรงร่วมกับเทคนิคการคูณแบบแลททิซ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อยู่ในระดับดีมากและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น	นาถล ภูมิสตรี (2555)	การนำรูปแบบการสอนตรงมาประยุกต์ใช้ร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีแลททิซที่ เรือง การคูณ
การศึกษาความสามารถเขียนประโยคและแรงจูงใจในการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่มีความบกพร่องทางการได้ยินจากการเรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนตรงร่วมกับสื่อทบทวนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) และแบบฝึกผลการวิจัย พบว่า ความสามารถเขียนประโยคของนักเรียนอยู่ในระดับดี ความสามารถเขียนประโยคสูงขึ้น และแรงจูงใจในการเรียนของนักเรียนอยู่ในระดับดีมาก	นิยลักษณ์ คนใจดี (2553)	การพัฒนาการสอนตรงร่วมกับสื่อทบทวนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เชื่อมโยงกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน

ตาราง 4 (ต่อ)

แนวคิด ทฤษฎี/ผลการวิจัย	ผู้วิจัย	แนวทางการนำไปใช้พัฒนาแบบ
การวิเคราะห์งานวิจัยจำนวน 37 เรื่อง โดยเปรียบเทียบวิธีการสอนตรงกับการสอนแบบอื่นๆ พบว่า วิธีการสอนตรงเกี่ยวข้องและมีประโยชน์กับนักเรียนที่มีความต้องการพิเศษมาก	อดัม และอิงเกลแมน (Adams and Engelmann, 1996)	การนำรูปแบบการสอนตรงมาใช้พัฒนาให้เกิดประโยชน์กับนักเรียนที่มีความต้องการพิเศษ
ศึกษาผลการใช้โปรแกรมการสอนอ่านแบบสอนตรงกับนักเรียนกลุ่มเสี่ยงที่มีปัญหาในการอ่านที่ต่ำกว่าระดับชั้นเรียน 2-3 ชั้นปี โดยเฉพาะการอ่านจับใจความ ผลการวิจัย พบว่า กลุ่มเด็กเสี่ยงมีความสามารถในการอ่านดีขึ้นโดยเฉลี่ย 2.7 ชั้นปี	คุก (Cook, 2005)	นำวิธีการสอนแบบสอนตรง ที่มีการกำหนดขอบเขตเวลาที่เหมาะสมกับการจัดการเรียนการสอนนักเรียนที่มีพัฒนาการด้านการอ่านต่ำกว่าเกณฑ์

4. เทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality : AR)

4.1 หลักการและแนวคิดหลักของเทคโนโลยีความจริงเสมือน

วัฒนา พรหมอุ้น (2551) ได้กล่าวว่า เทคโนโลยีความจริงเสมือน (Virtual Reality : VR) เป็นวิวัฒนาการของเทคโนโลยีที่เริ่มจากการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับการทหาร จำลองการบินของประเทศสหรัฐอเมริกา ระหว่างปี ค.ศ. 1960 – 1969 ปัจจุบันเทคโนโลยีความจริงเสมือนได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและประยุกต์ใช้ในงานด้านต่างๆ เช่น ด้านวิศวกรรม ด้านวิทยาศาสตร์ ด้านการแพทย์ ด้านบันเทิง เป็นต้น มีการแบ่งประเภทของระบบความจริงเสมือนตามพื้นฐานวิธีที่ติดต่อกับผู้ใช้ ดังนี้

- ระบบความจริงเสมือนที่ใช้จอภาพของคอมพิวเตอร์ในการแสดงผล Desktop VR หรือ Window on World Systems (WoW)
- การนำวิดีโอมาเป็นอุปกรณ์หรือเครื่องมือนำเข้าข้อมูลของผู้ใช้ร่วมกับกราฟิกคอมพิวเตอร์ นำเสนอการแสดงผลในโมเดลแบบสองหรือสามมิติโดยผู้ใช้จะเห็นหน้าตนเองและเปลี่ยนแปลงตนเองจากจอภาพ Video Mapping
- ระบบความจริงเสมือนสำหรับผู้ใช้ส่วนบุคคล โดยนำอุปกรณ์ประเภทจอภาพสวมศีรษะ (HMD) มาใช้จำลองภาพและการได้ยิน Immersive Systems
- ระบบเสมือนจริงที่มีการนำอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณระยะไกลที่ติดตั้งกับหุ่นยนต์เชื่อมต่อการใช้งานกับผู้ใช้ Telepresence
- การผสมผสานระหว่าง Telepresence ระบบความจริงเสมือน และเทคโนโลยีภาพ เพื่อสร้างสิ่งที่เสมือนจริงให้กับผู้ใช้ Augmented/Mixed Reality Systems

เทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality : AR) เป็นประเภทหนึ่งของการนำระบบความจริงเสมือนมาผนวกกับเทคโนโลยีภาพ เพื่อสร้างสิ่งที่เสมือนจริงให้กับผู้ใช้ โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสมือนมาผนวกเข้ากับเทคโนโลยีภาพผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่างๆ และแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์หรือบนหน้าจอโทรศัพท์มือถือ ทำให้ผู้ใช้สามารถนำเทคโนโลยีเสมือนจริงมาใช้ในการทำงานแบบออนไลน์ที่สามารถโต้ตอบได้ทันที เริ่มตั้งแต่ปี ค.ศ. 2004 จัดเป็นแขนงหนึ่งของงานวิจัยด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ ปัจจุบันถูกนำมาใช้ประยุกต์ใช้กับธุรกิจต่างๆ เช่น ด้านอุตสาหกรรม การแพทย์ การตลาด การบันเทิง การสื่อสาร

แนวคิดหลักของเทคโนโลยีเสมือนจริง คือ การพัฒนาเทคโนโลยีที่ผสมผสานโลกแห่งความเป็นจริงและความเสมือนจริงเข้าด้วยกันผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อ ซึ่งภาพเสมือนจริงนั้นจะแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์หน้าจอโทรศัพท์มือถือ บนเครื่องฉายภาพหรือบนอุปกรณ์

แสดงผลอื่นๆด้วยภาพเสมือนจริงที่ปรากฏขึ้นจะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ได้ทันที ทั้งในลักษณะที่เป็นภาพนิ่งสามมิติภาพเคลื่อนไหวหรืออาจจะเป็นสื่อที่มีเสียงประกอบขึ้นกับการออกแบบสื่อและรูปแบบว่าให้ออกมาแบบใด

ความเป็นมาของเทคโนโลยี AR Code

พื้นฐานหลักของ AR เน้นไปที่การทำงานของ ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligent : AI) ในการสื่อสารอารมณ์กับผู้ให้บริการผ่านสีและรูปภาพ AR Code มีการพัฒนามาจาก QR Code เป็นบาร์โค้ดที่โค้ดแล้วจะมีภาพเสมือนจริงออกมาจากบาร์โค้ดนั้น โดยการดูผ่านกล้องเว็บแคม กล้องสมาร์ทโฟน หรือกล้องแท็บเล็ต ดังที่ ไพฑูรย์ ศรีฟ้า กล่าวไว้ว่า AR Code เป็นการผสมผสานเทคโนโลยีโลกแห่งความเป็นจริงเข้ากับโลกเสมือน ทำให้ภาพที่เห็นในจอภาพเสมือนจริง นำไปสู่ความตื่นเต้นรำใจ หากนำมาผลิตเป็นบทเรียนทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน ได้รับความสนใจผู้เรียนมากขึ้น นำไปสู่ความจำและ ความคงทนในการเรียนรู้

ความหมายของเทคโนโลยี AR Code

AR Code คือ การผสมผสานระหว่างเทคโนโลยีและโลกความจริงเข้าไว้ด้วยกัน ซึ่งจากการศึกษาเอกสารต่างๆ พบว่า มีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของคำศัพท์ AR Code ไว้อย่างหลากหลาย เช่น เทคโนโลยีความจริงเสมือน เทคโนโลยีความจริงเสริม เทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง สำหรับในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยใช้คำว่า “เทคโนโลยีความจริงเสมือน : AR” เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการศึกษา เป็นระบบที่ช่วยเพิ่มเติมข้อมูลต่างๆ รูปแบบตัวหนังสือ คลิป vdo และภาพกราฟิก ให้เหมาะสมในการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ อีกทั้ง วัฒนา พรหมอุ่น (2551) กล่าวว่า เทคโนโลยีความจริงเสมือน เป็นวิวัฒนาการของเทคโนโลยีที่เริ่มจากการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับการทหารและการจำลองการบิน โดยมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสอดคล้องกับชุตินันต์ เกิดวิบูลย์เวช (2554) ที่กล่าวว่า AR Code เป็นเทคโนโลยีการผสมผสานโลกเสมือนเข้าไปในโลกจริง เพื่อทำให้เห็นภาพสามมิติในหน้าจอโดยที่มีองค์ประกอบของสิ่งแวดล้อมจริงๆ ปรีวัฒน์ พิธิพงษ์ และ มนัสวี แก่นอาพรพันธ์ (2555) กล่าวว่า เป็นเทคโนโลยีที่สร้างวัตถุจำลองขึ้นมา จากการนำเข้าของข้อมูลแล้วทำการประมวลผลทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงวัตถุสามมิติหรือแสดงสภาพแวดล้อมที่จำลองไว้ ทำให้ผู้ใช้สามารถมองเห็นสภาพแวดล้อม ความเป็นจริงที่ถูกแทรกด้วยวัตถุสามมิติ เช่นเดียวกับ วศกร เพ็ชรช่วย (2557) ที่กล่าวว่า เทคโนโลยีความจริงเสมือน เป็นเทคโนโลยีที่ผสมผสานเอาโลกความจริงและโลกเสมือนที่สร้างขึ้นจากคอมพิวเตอร์ มาผสานเข้าด้วยกันผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่าง ๆ เช่น

กล้องวิดีโอ เว็บแคม หรือกล้องในโทรศัพท์มือถือ เป็นระบบซึ่งช่วยเพิ่มเติมข้อมูลต่างๆให้กับผู้ใช้งานทั้งในรูปแบบของตัวหนังสือภาพกราฟิก และภาพเคลื่อนไหว ซึ่งสามารถนำเสนอภาพแวดล้อมจำลองได้ทันที

กล่าวโดยสรุปว่า AR เป็นเทคโนโลยีที่ผสมผสานระหว่างโลกความจริงกับความเสมือนจริงเข้าไว้ด้วยกันเป็นการนำภาพ ภาพเคลื่อนไหว หรือภาพสามมิติมาซ้อนทับกับภาพที่ต้องการทำรหัส AR Code มีการทำงานโดยผ่านกล้องแท็บเล็ต สมาร์ทโฟนหรือเว็บแคม ส่งไปยังภาพที่มีรหัส จอภาพก็จะประมวลผลเพื่อแสดงภาพต่าง ๆ ตามที่ผู้พัฒนาได้สร้างไว้

4.2 ประเภทและกระบวนการแสดงผลของเทคโนโลยีความจริงเสมือน

นักวิชาการแบ่งประเภทของ AR Code ตามการวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis) ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้ การวิเคราะห์ภาพโดยอาศัยมาร์คเกอร์เป็นหลักในการทำงาน (Marker Based Augmented Reality) และการวิเคราะห์ภาพโดยใช้ลักษณะต่างๆ ที่อยู่ในภาพวิเคราะห์ (Marker-less Based Augmented Reality) สุพรรณพงศ์ วงษ์ศรีเพ็ง (2554) แบ่งประเภทของเทคโนโลยีตามรูปแบบการแสดงผลภาพออกเป็น 3 ประเภทดังนี้ คือ

1. แสดงผลโดยผ่านกล้องวิดีโอ คือ ภาพจริงในมุมมองของผู้ใช้ จะถูกบันทึกด้วยกล้องวิดีโอจากนั้นนำมารวมกับภาพกราฟิกที่แสดงผลด้วยคอมพิวเตอร์ ส่งไปยังจอแสดงผลของผู้ใช้ในอุปกรณ์ Head-Mounted Display (HMD)
2. แบบแสดงผลโดยจอภาพ คือ ใช้กล้องวิดีโอทำหน้าที่รับภาพจริง โดยตำแหน่งของกล้องจะถูกส่งไปยังคอมพิวเตอร์ ใช้เป็นข้อมูลสร้างภาพกราฟิกและนำไปรวมกับภาพจริงที่ได้จากกล้องวิดีโอ ผลที่ได้ถูกนำไปแสดงผลที่หน้าจอ
3. แบบแสดงผลโดยการมองผ่านเลนส์โดยอุปกรณ์ที่หน้าทำที่รวมแสงอยู่ด้านหน้าของตา ทำหน้าที่ลดแสงที่ผู้ใช้มองเห็นจากสภาพจริง และสะท้อนจากจอภาพกราฟิกไปยังตาของผู้ใช้ ผลรวมของแสงทั้งสองจะทำให้เกิดภาพเสมือน

จากคำกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า AR Code สามารถแบ่งประเภทเป็น 2 ประเภท คือ การวิเคราะห์ภาพโดยใช้มาร์คเกอร์และการวิเคราะห์ภาพโดยใช้ลักษณะต่างๆของภาพ และยังสามารถแบ่งเป็นรูปแบบ ในการประมวลผลได้ 3 รูปแบบ คือ 1)แบบแสดงผลโดยการมองผ่านกล้องวิดีโอ 2) แบบแสดงผลผ่านจอภาพ และ 3) แบบแสดงผลผ่านการมองผ่านเลนส์

องค์ประกอบหลักของ AR Code

พนิดา ตันศิริ (2553) กล่าวว่า ส่วนประกอบสำคัญในการใช้สื่อ AR Code จนทำให้เกิดภาพที่เสมือนจริง ประกอบด้วย

- มาร์คเกอร์ (Marker) หรือเออาร์โค้ด
- ตัวจับสัญญาณภาพ เช่น กล้องวิดีโอ กล้องเว็บแคม กล้องสมาร์ทโฟน กล้องแท็บเล็ต หรือตัวจับสัญญาณ (Sensor) อื่น ๆ
- ส่วนแสดงผล เช่น จอภาพคอมพิวเตอร์ จอสมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ต
- ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการประมวลผลเพื่อสร้างภาพ

หลักการทำงานของ AR Code

พนิดา ตันศิริ (2553) ได้กล่าวว่า หลักการทำงาน ประกอบด้วย 3 กระบวนการ ได้แก่ การวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis) เป็นขั้นตอนการค้นหา Marker จากภาพที่ทำการสืบค้นจากฐานข้อมูล (Marker Database) ที่มีการเก็บข้อมูลขนาดและรูปแบบของ Marker เพื่อนำมาวิเคราะห์รูปแบบของ Marker การคำนวณค่าตำแหน่งเชิงสามมิติ (Pose Estimation) ของ Marker เทียบกับกล้อง สุดท้าย คือ กระบวนการสร้างภาพสองมิติจากโมเดลสามมิติ (3D Rendering) เป็นการเพิ่มข้อมูลเข้าไปในภาพ จนได้ภาพกราฟิกไปซ้อนทับรูปจริง

4.3 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสมือน

จากอดีตจนถึงปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเข้ากับชีวิตประจำวัน ดังนี้

- ด้านอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมสร้างเครื่องบิน อุตสาหกรรมผลิตรถยนต์ โดยบริษัท BMW ได้ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง มาช่วยในการผลิตโดยให้ผู้ใช้ได้เรียนรู้การทำงานด้วยการใส่แว่นตาที่จะมีคำแนะนำและจำลองการทำงานแสดงให้เห็นแต่ละขั้นตอนก่อนปฏิบัติจริงแบบ 3 มิติ
- ด้านการแพทย์ เช่น การเรียบเรียงหลักการประยุกต์ใช้ภาพเสมือนจริงทางการแพทย์โดยการเพิ่มตัวต่อประสานระบบสัมผัสภาพ 3 มิติ เพื่อเพิ่มความสมจริงในการรักษาและให้นักศึกษาแพทย์จำลองการใช้เครื่องมือแพทย์รักษาหรือผ่าตัดโดยไม่สัมผัสกับผู้ป่วย
- ด้านธุรกิจ เช่น การซื้อขายทางการเงินโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงในสภาพแวดล้อมเสมือนที่สามารถเสนอราคา การซื้อขาย ทำให้ผู้ใช้สามารถจำลองการซื้อขายทางการเงินได้เสมือนจริง
- ด้านการโฆษณา เช่น นำเทคโนโลยี Mobile AR สร้างการรับรู้เพื่อให้ลูกค้าได้ทราบถึงระบบปฏิบัติการใหม่บนเครื่องมือสื่อสาร นำเสนอวิธีการใช้งานผ่านเทคโนโลยีเสมือนจริงรูปแบบ 3 มิติ

- ด้านการท่องเที่ยว เช่น การนำเทคโนโลยี เสมือนจริงไปใช้เพื่อนำเสนอเอกลักษณ์แนะนำประเทศไทยในงาน “The world Exposition Shanghai 2010” ภายใต้แนวคิด “Thainess : Sustainable Ways of Life” และได้นำเสนอนิทรรศการแสดงเอกลักษณ์ของความเป็นไทย ที่เกิดจากการพัฒนาด้านต่าง ๆ ผ่านเทคโนโลยีเสมือนจริง

- การส่งสินค้าออนไลน์ เช่น การนำเทคโนโลยีความจริงเสมือนมาใช้ผ่านกระจกดิจิตอลจำลองการทดสอบแต่งหน้า โดยระบบจะซ้อนภาพ ส่วนของการแต่งหน้าขึ้นไปบนใบหน้าจริงที่ปรากฏบนหน้าจอในลักษณะของการเปรียบเทียบให้เห็นทั้งก่อนและหลังแต่งหน้า ในการใช้งานจะให้ลูกค้านั่งลงตรงหน้าเครื่องแล้วให้กล้องสแกน จากนั้นระบบจะวิเคราะห์สีผิวองค์ประกอบต่าง ๆ ตลอดจนรูปร่าง เพื่อแนะนำการแต่งหน้าและเลือกใช้เครื่องสำอางที่เหมาะสม โดยสามารถแสดงผลการแต่งหน้าได้ทันทีและสามารถส่งพิมพ์ภาพใบหน้าก่อนและหลังแต่ง พร้อมข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่ต้องใช้เพื่อเลือกซื้อตามรายการที่เลือกไว้

4.4 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน งานวิจัยในประเทศ

กัณฐรี วรอาจ (2557) ได้พัฒนาหนังสืออ่านเพิ่มเติมที่มีความจริงเสมือน เรื่อง ประเทศสิงคโปร์ ผ่านไอแพด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า หนังสืออ่านเพิ่มเติมที่มีความจริงเสมือน มีคุณภาพอยู่ในระดับดี และมีประสิทธิภาพ 92.14/91.42 ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนมีความพึงพอใจ อยู่ในระดับมาก

จุฑามาศ ธัญญเจริญ (2557) ได้พัฒนาหนังสือภาพความจริงเสมือนผ่านไอแพด เรื่อง ทำร้ายมาตรฐาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า หนังสือภาพความจริงเสมือนผ่านไอแพด มีคุณภาพระดับดีมากและมีประสิทธิภาพ 82.17/82.00 ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีผลการปฏิบัติของนักเรียนอยู่ในระดับดีมาก และนักเรียน มีความพึงพอใจต่อการใช้นี้หนังสือภาพระดับมากที่สุด

วศกร เพ็ชรช่วย (2557) ได้พัฒนาสื่อความจริงเสมือนบนเอกสารประกอบการเรียน เรื่อง อุปราคา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเศรษฐบุทรบำรุง ผลการวิจัยพบว่า สื่อความจริงเสมือน มีคุณภาพในระดับดีมาก และมีประสิทธิภาพ 80.50/79.83 คะแนนผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนของนักเรียนสูงกว่าคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบ กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยสื่อความจริงเสมือนบนเอกสารประกอบการเรียนในระดับมากที่สุด

บุญจรัตน์ ทับเปีย (2555) ได้พัฒนาชุดสื่อประสมแบบโลกเสมือนผลงานโลกจริง เรื่อง โครงสร้างและการทำงานของหัวใจ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของชุดสื่อเท่ากับ 81.33/81.11 ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ความสนใจของนักเรียนที่มีต่อเนื้อหา รูปแบบการนำเสนอ และการใช้งานชุดสื่อประสมมีความคิดเห็นโดยรวมในระดับมากที่สุด

อำนาจ ชิตทอง (2555) ทำการประยุกต์เทคนิคความเป็นจริงเสริมเพื่อผลิตสื่อการสอนสำหรับโครงสร้างไม้ พบว่า ระบบมีความน่าสนใจสามารถกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ในระดับมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 76.00 และผู้ใช้งานมีความเข้าใจในบทเรียนภายหลังการใช้งานคิดเป็นร้อยละ 68.00

สุพรรณพงศ์ วงษ์ศรีเพ็ง (2554) ทำการประยุกต์ใช้เทคนิคความจริงเสมือนเพื่อใช้ในการสอน เรื่อง พืชชุมชนไทย ผลวิจัย พบว่า ระบบมีความน่าสนใจดึงดูดให้นักเรียนสนใจเรียน พืชชุมชนไทย ผู้สอนมีวิธีการใหม่ๆ ในการเรียนการสอนเพิ่มขึ้น ความพึงพอใจที่มีต่อระบบอยู่ในระดับ ดีมาก

กลวัชร คล้ายนาค (2551) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างพิพิธภัณฑ์เสมือนจริง เพื่อส่งเสริมการศึกษาสถาปัตยกรรมไทย : กรณีศึกษาเรือนไทลื้อ พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความเข้าใจเนื้อหาเกี่ยวกับเรือนไทลื้อหลักจากได้ศึกษาพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงเรือนไทลื้อว่า สามารถแสดงรายละเอียดเนื้อหาการออกแบบ กราฟิก ภาพประกอบ ภาษาที่ใช้และเสียงที่ใช้ในการประกอบสื่อทำได้ใกล้เคียงกับของจริง จึงกล่าวได้ว่า สื่อพิพิธภัณฑ์เพื่อส่งเสริมการศึกษาสถาปัตยกรรมไทยกรณีศึกษาเรือนไทลื้อสามารถใช้ในการส่งเสริมกิจกรรมการเรียนสอนเกี่ยวกับเรียนรู้ในเรื่องผังบริเวณ ประโยชน์ใช้สอยภายในอนุรักษ์สถาปัตยกรรมไทยพื้นถิ่นได้อีกด้วย

จิรัชย์ เขียวขุ่ม (2553) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ความต้องการแบบจำลองสามมิติความจริงเสมือนโบราณสถานของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ผลวิจัยที่ได้คือ 1) ประชากรส่วนใหญ่ที่อายุต่ำกว่า 20 ปี ศึกษาระดับปริญญาตรี จะมีความต้องการแบบจำลอง สามมิติที่มีความจริงเสมือนมากที่สุด 2) ประชาชนส่วนใหญ่จะค้นหาข้อมูลจากป้ายข้อมูลบริเวณแหล่งโบราณสถาน โดยได้รับประโยชน์เกี่ยวกับวันและวันและเวลาที่สามารรถเข้าศึกษาจากอินเทอร์เน็ต 3) ความต้องการเนื้อหาแบบจำลองสามมิติความจริงเสมือนพบว่าประชาชนในกรุงเทพมหานครส่วนใหญ่ต้องการเนื้อหาที่สามารถอธิบายถึงวิถีชีวิตของคนในอดีต 4) ความต้องการด้านวิธีการนำเสนอ

แบบจำลองสามมิติความจริงเสมือน พบว่า ประชาชนในกรุงเทพมหานครส่วนใหญ่ต้องการให้มีรายละเอียดของภาพตรงกับเนื้อหาที่มีความต้องการแบบจำลองสามมิติ ความจริงเสมือน โบราณสถานมากที่สุด

กัญญนันท์ กิตติชนะภิรมณ์ (2554) ได้ทำการ สร้างหนังสือภาพเพื่อเตรียมความพร้อมทางคณิตศาสตร์สำหรับเด็กปฐมวัย โดยผู้วิจัยได้ศึกษาผลการเตรียมความพร้อมทางคณิตศาสตร์เรื่องการรู้ค่าของตัวเลข 0 - 9 สำหรับเด็กปฐมวัย หลังการใช้หนังสือภาพ และศึกษาความคิดเห็นของเด็กปฐมวัยที่มีต่อหนังสือภาพ ผลการศึกษาพบว่า 1) ได้หนังสือภาพเพื่อเตรียมความพร้อมทางคณิตศาสตร์เรื่องการเรียนรู้ค่าตัวเลข 0 - 9 สำหรับเด็กปฐมวัยจำนวน 10 เล่ม ซึ่งสามารถนำมาใช้ได้เหมาะสม 2) นักเรียนทุกคนมีความพร้อมทางคณิตศาสตร์เรื่องการรู้ค่าของตัวเลข 0-9 โดยมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 93.39 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ร้อยละ 60.00 3) ผลการสอบถามความคิดเห็นของเด็กปฐมวัยที่มีต่อหนังสือภาพ อยู่ในระดับมากทุกด้าน

ทรงพล ชันชัย (2554) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาแบบจำลอง เพื่อการศึกษาโดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมการใช้ศึกษาแบบหลาย มัลติมีเดีย ในงานค้นคว้าอิสระนี้ได้นำเสนอแนวทางการแก้ไข โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมโดยใช้เทคนิคการผสมผสานรูปคอมพิวเตอร์กราฟฟิกส์สามมิติ กับรูปจริงเข้าด้วยกันมาพัฒนาแบบจำลองเพื่อการศึกษา ในรูปแบบใหม่ทำให้แบบจำลองมีความสวยงาม สมจริงและน่าสนใจ ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจได้ง่ายและสนุกกับการเรียนรู้ ติดตั้งและเรียกใช้งานได้ง่ายผ่านคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลและใช้งานคู่กับบัตรมัลติมีเดีย ควบคุม โดยผลการศึกษาสามารถนำซอฟต์แวร์เปิดเผยแพร่ให้ เออาร์ทูลคิทและเออีซีเอเอ็น จินมาพัฒนา รวมกันได้ โดยการใช้หลักการของพิกัดสามมิติ เป็นจุดเชื่อมต่อกับทั้งยังเพิ่มความสามารถให้ระบบสามารถทำงานในรูปแบบหลายมัลติมีเดียได้

งานวิจัยต่างประเทศ

Enyedy (2012) ทำการศึกษาวิจัยผลของการเล่นผ่านสภาพแวดล้อมความจริงเสมือนร่วมกับการสอนฟิสิกส์ สำหรับผู้เรียนอายุ 6 – 8 ปี ผลการศึกษาพบว่า ผู้เรียนมีความเข้าใจ และสามารถพัฒนาความคิดรวบยอดของ แรง, แรงลัพธ์, แรงเสียดทาน และการเคลื่อนที่ของมิติ หลังจากทำการเรียน จากกรณีศึกษา แสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยง ระหว่างการใช้ความจริงเสมือนกับการเล่นอย่างมีความหมาย

Susan (2012) ได้ทำการศึกษาการใช้ความจริงเสมือนร่วมกับการบวนการเสริมต่อความรู้ เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ในพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า ผู้เรียนมีการแสดงผล

ของกระบวนการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้น ชี้ให้เห็นว่า สื่อความจริงเสมือนมีผลต่อการเรียนรู้ในสภาพแวดล้อมเสมือนด้วย

Rees (2008) ทำการวิจัยการใช้เกมความจริงเสมือน ชื่อ “The Heat Game” เพื่อพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยการสร้างสถานการณ์จำลอง ผลการวิจัยพบว่า หลังเล่นเกม ผู้เรียนความเข้าใจ เกิดการพัฒนาความรู้และเจตคติ เกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การนำความรู้ต่อยอดไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยี และกระบวนการเลือกใช้เทคโนโลยีอย่างชาญฉลาด เพื่อช่วยลดผลกระทบต่องสิ่งแวดล้อม

Eduardo E (2012) ได้ทำการวิจัยเรื่อง Augmented Reality Interfaces for Mobile Environmental Monitoring เพื่อศึกษาแนวคิดการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Augmented Reality ผ่านการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ ผลการวิจัย ทำให้เข้าถึงข้อมูลที่เข้าใจได้ง่ายและสะดวกในการใช้งาน

Fukuda, Zhang, และ Yabuki (2012) ทำการวิจัยเรื่อง Availability of Mobile Augmented Reality System for Urban Landscape Simulation การสร้างโทรศัพท์มือถือสำหรับเทคโนโลยีโลกเสมือนโลกจริง (Augmented Reality : AR) ขึ้นมาโดยเฉพาะ เปรียบเทียบภาพตัดต่อ และความจริงเสมือน โดยภาพที่ได้จากโทรศัพท์มือถือโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงนั้นจะสร้างเป็นรูปแบบ 3DCG ซ้อนทับบนภาพวิดีโอ สามารถเปลี่ยนตำแหน่งและทิศทางของมุมมองที่สอดคล้องกับความตั้งใจของผู้ใช้ได้

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ สรุปได้ว่า การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Augmented Reality ในการสร้างสื่อการสอนก่อให้เกิดการเรียนรู้ดีขึ้นสำหรับผู้เรียน เพราะ สื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) สามารถนำเสนอข้อมูลจากนามธรรมให้เป็นรูปธรรมได้ ทำให้ง่ายต่อการนำเสนอเนื้อหาในแต่ละเรื่อง โดยจากผลการทดลองส่วนใหญ่จะกระตุ้นการตอบสนอง เนื่องจากตัวสื่อเสมือนได้จำลองสถานที่ไว้เหมือนว่าตัวผู้เรียนได้อยู่ในสถานที่นั้น ๆ ผู้วิจัยจึงมีความคิดว่า หากประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Augmented Reality กับสื่อสิ่งพิมพ์ที่ใช้ในการเรียนการสอน จะทำให้เกิดประโยชน์ในการเรียนซึ่งตัวสื่อสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนให้ง่ายและเข้าใจเนื้อหา

ตาราง 5 การวิเคราะห์ สังเคราะห์องค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีความจริงเสมือนจริง (Augmented Reality: AR)

แนวคิด ทฤษฎี/ผลการวิจัย		ผู้วิจัย	แนวทางการนำไปใช้พัฒนา รูปแบบ
การพัฒนาหนังสืออ่านเพิ่มเติมที่มีความจริงเสมือน เรื่อง ประเทศสิงคโปร์ ผ่าน ไอแพด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า หนังสืออ่านเพิ่มเติมมี คุณภาพอยู่ในระดับดี และมีประสิทธิภาพ 92.14/91.42 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจาก เรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก		กัณฐวี วรอาจ (2557)	การนำแนวทางการจัดการเรียนการ สอนผ่านสื่อเทคโนโลยีความจริง เสมือนผ่านไอแพด ในเนื้อหาความรู้ ต่างๆ เช่น ความรู้เรื่องประเทศ สิงคโปร์
การพัฒนาหนังสือภาพความจริงเสมือนผ่านไอแพด เรื่อง ทำร่างมาตรฐาน สำหรับ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า หนังสือภาพความจริงเสมือน มี คุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีประสิทธิภาพ 82.17/82.00 ตามเกณฑ์ที่กำหนด ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนหลังจากเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและมีผลการปฏิบัติ อยู่ในระดับดีมากมีความพึงพอใจต่อการใช้นี้หนังสือภาพความจริงเสมือน อยู่ในระดับมาก ที่สุด		จุฑามาศ รัญญู เจริญ (2557)	การนำแนวทางการจัดการเรียนการ สอนผ่านสื่อเทคโนโลยีความจริง เสมือนผ่านไอแพด ในเนื้อหาความรู้ ต่างๆ เช่น ทำร่างมาตรฐาน
การพัฒนาสื่อความจริงเสมือนบนเอกสารประกอบการเรียน เรื่อง อนุภาค สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเศรษฐสุทรบำรุง ผลการวิจัยพบว่า สื่อความจริง เสมือนบนเอกสารประกอบการเรียน		วศกร เพ็ชรช่วย (2557)	นำแนวทางการพัฒนาสื่อความจริง เสมือน มาประยุกต์ใช้บนเอกสาร ประกอบการเรียน

ตาราง 5 (ต่อ)

แนวคิด ทฤษฎี/ผลการวิจัย	ผู้วิจัย	แนวทางการนำไปใช้พัฒนารูปแบบ
การพัฒนาชุดสื่อประกอบแบบโลกเสมือนผสานโลกจริง เรื่อง โครงสร้างและการทำงานของหัวใจ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของชุดสื่อเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความสนใจของนักเรียนที่มีต่อเนื้อหา รูปแบบการนำเสนอ และการใช้งานชุดสื่อประกอบมีความคิดเห็นโดยรวมในระดับมากที่สุด	บุญจรรย์ ทัตปิยะ (2555)	การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือและแนวทางการพัฒนาชุดสื่อประกอบ แบบโลกเสมือนผสานโลกจริง
การประยุกต์เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อผลิตสื่อการสอนสำหรับโครงสร้างไม้ ผลการศึกษาคือระบบที่พัฒนาขึ้นมีความน่าสนใจและสามารถกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด ผู้ใช้งานมีความเข้าใจในบทเรียนภายหลังการใช้งานระบบมากขึ้นถึงร้อยละ 68.00	อำนาจ ชิตทอง (2555)	นำแนวทางการประยุกต์เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมร่วมกับการผลิตสื่อการเรียนการสอน ให้มีความน่าสนใจและสามารถกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้
การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสมือนเพื่อใช้ในการสอนเรื่องพยาธิวิทยาไทยผลจากการวิจัย พบว่า ระบบมีความน่าสนใจช่วยดึงดูดให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียน ผลในการประเมินความพึงพอใจ อยู่ในระดับดีมาก	สุพรรณพงศ์ วงษ์ศรีเพ็ง (2554)	การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสมือนสร้างสื่อการสอนให้น่าสนใจช่วยดึงดูด เพื่อใช้ในการจัดการการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ

ตาราง 5 (ต่อ)

แนวคิด ทฤษฎี/ผลการวิจัย		ผู้วิจัย	แนวทางการนำไปใช้พัฒนารูปแบบ
การสร้างพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงเพื่อส่งเสริมการศึกษาสถาบันพระปกเกล้า กรณีศึกษาเรือนไทย พิพิธภัณฑ์เรือนไทย พิพิธภัณฑ์เรือนไทย พิพิธภัณฑ์เรือนไทย กล่าวได้ว่า พิพิธภัณฑ์เรือนไทย พิพิธภัณฑ์เรือนไทย พิพิธภัณฑ์เรือนไทย กรณีศึกษาเรือนไทย พิพิธภัณฑ์เรือนไทย พิพิธภัณฑ์เรือนไทย พิพิธภัณฑ์เรือนไทย ในเรือนผ่องพรรณ ประโยชน์ใช้สอยภายในเรือนผ่องพรรณไทยพูนถิ่นได้อีกด้วย		กมลวิทย์ วัลย์ นาค (2551)	การนำเทคโนโลยีความจริงเสมือนมา พัฒนาสื่อที่มีรายละเอียดเนื้อหา การ ออกแบบกราฟิก ภาพประกอบ ภาษา ที่ใช้และเสียงที่ใช้ในการประกอบสื่อ ใกล้เคียงกับของจริง
การพัฒนาแบบจำลอง เพื่อการศึกษาโดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมการเรียนรู้ศึกษา แบบหลายมิติกรณี ผลการศึกษาสามารถนำซอฟต์แวร์เปิดเผยแพร่ แอพลิเคชันและเอชอาร์ เอนจินมาพัฒนา รวมกันได้		ทรงพล วัลย์ (2554)	การพัฒนาระบบจำลองด้วย เทคโนโลยีความจริงเสมือน
ความต้องการแบบจำลองสามมิติความจริงเสมือนโบราณสถานของประชาชน ในกรุงเทพมหานคร ผลวิจัยที่ได้คือ ประชากรส่วนใหญ่มีความต้องการแบบจำลองสามมิติ ที่มีความจริงเสมือนมากที่สุด ค้นหาข้อมูลจากป้ายข้อมูลบริเวณแหล่งโบราณสถานโดย ได้รับประโยชน์เกี่ยวกับวันและวันและเวลาที่สามารถเข้าศึกษาจากอินเทอร์เน็ต ต้องการ เนื้อหาที่สามารถอธิบายถึงวิถีชีวิตของคนในอดีต และต้องการให้มีรายละเอียดของภาพตรง กับเนื้อหาที่มีความต้องการแบบจำลองสามมิติ ความจริงเสมือนโบราณสถานมากที่สุด		จิรัชย์ เทียวทุม (2553)	การรวบรวมข้อมูลความต้องการของ กลุ่มตัวอย่างที่มีต่อสื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน โดยเน้นรายละเอียดของ เนื้อหาและความสมจริงของภาพ

ตาราง 5 (ต่อ)

แนวคิด ทฤษฎี/ผลการวิจัย			ผู้วิจัย	แนวทางการนำไปใช้พัฒนารูปแบบ
ศึกษาผลการเตรียมความพร้อมทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การรู้ค่าของตัวเลข 0 -9 สำหรับเด็กปฐมวัยโดยการสร้างหนังสือภาพเพื่อเตรียมความพร้อมทางคณิตศาสตร์สำหรับเด็กปฐมวัย ผลการศึกษาพบว่า หนังสือภาพเพื่อเตรียมความพร้อมทางคณิตศาสตร์สามารถนำมาใช้ได้อย่างเหมาะสม ผลการการเตรียมความพร้อมทางคณิตศาสตร์ของเด็กปฐมวัยสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และผลการสอบถามความคิดเห็นของเด็กปฐมวัยที่ติดตามหนังสือภาพอยู่ในระดับมากในทุกด้าน			กัญญนันท์ นกขิตติ์ (2554)	การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสมือน รูปแบบหนังสือภาพรู้ค่าของตัวเลข 0-9 ที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ของเด็กปฐมวัย
การเรียนรู้การสนทนพิลึกส์ โดยการเล่นผ่านสภาพแวดล้อมความจริงเสมือนกับผู้เรียน อายุ 6 – 8 ปี ผลการศึกษาจากการทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน พบว่า ผู้เรียนมีความเข้าใจ และสามารถพัฒนาความคิดรวบยอดของ แรง, แรงลัพธ์, แรงเสียดทาน และการเคลื่อนที่ของมิติ หลังจากทำการเรียนรู้ด้วยหลักสูตรการการเรียนรู้พิลึกส์ผ่านการเล่น			Enyedy (2012)	การเสนอกรณีศึกษา ที่แสดงถึงการเชื่อมโยง ระหว่างการใช้ความจริงเสมือน กับการเล่นอย่างมีส่วนร่วมกับการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในตัวผู้เรียนอีกด้วย

ตาราง 5 (ต่อ)

แนวคิด ทฤษฎี/ผลการวิจัย		ผู้วิจัย	แนวทางการนำไปใช้พัฒนารูปแบบ
การใช้ความจริงเสมือนและกระบวนการเสริมต่อความรู้ เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ในพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ทำการเปรียบเทียบการเรียนรู้ 4 รูปแบบของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ โดยใช้ความจริงเสมือนและกระบวนการเสริมต่อความรู้ ผลการศึกษาพบว่า ผู้เรียนแสดงให้เห็นถึงกระบวนการเรียนรู้เพิ่มเติม การศึกษาต่อนี้ชี้ให้เห็นว่า สื่อความจริงเสมือนมีผลต่อการเรียนรู้ในสภาพแวดล้อมเสมือนด้วย	การใช้เกมความจริงเสมือน ชื่อ “The Heat Game” เพื่อพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยการสร้างสถานการณ์จำลองเพื่อออกแบบบ้านประหยัดพลังงานพบว่า หลังเล่นเกม ผู้เรียนมีการพัฒนาความเข้าใจและเจตคติ เกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์, การสร้างความรู้, การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการพัฒนาเทคโนโลยี และกระบวนการเลือกใช้เทคโนโลยีอย่างชาญฉลาดเพื่อช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	Susan (2012)	แนวทางการพัฒนาสื่อความจริงเสมือนที่มีผลต่อการเรียนรู้ ให้มีประสิทธิภาพ
		Rees (2008)	การพัฒนาสื่อความจริงเสมือนในรูปแบบเกม เพื่อพัฒนาความรู้ด้านต่างๆ พัฒนาความเข้าใจและเจตคติ

ตาราง 5 (ต่อ)

แนวคิด ทฤษฎี/ผลการวิจัย		ผู้วิจัย	แนวทางการนำไปใช้พัฒนารูปแบบ
การวิจัยเรื่อง Augmented Reality Interfaces for Mobile Environmental Monitoring โดยงานวิจัยนี้ได้ศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Augmented Reality โดยการใช้ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ในทางวิทยาศาสตร์ โดยเป็นการแสดงข้อมูลออกมาทางด้านภูมิศาสตร์ซึ่งผลที่ได้ออกมานั้นทำให้เข้าถึงข้อมูลที่เข้าใจง่ายและสะดวกในการใช้งาน		Eduardo E (2012)	แนวคิดเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Augmented Reality โดยการใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ให้เข้าถึงข้อมูลที่เข้าใจได้ง่าย และสะดวกในการใช้งาน
การวิจัยเรื่อง Availability of Mobile Augmented Reality System for Urban Landscape Simulation โดยงานวิจัยนี้เกี่ยวกับการสร้างโทรศัพท์มือถือสำหรับเทคโนโลยีโลกเสมือนจริง (Augmented Reality : AR) ขึ้นมาโดยเฉพาะ เปรียบเทียบภาพตัดต่อ และความจริงเสมือน โดยภาพที่ได้จากโทรศัพท์มือถือโลกเสมือนผสานโลกจริงนั้นจะสร้างเป็นรูปแบบ 3DCG ขึ้นทับบนภาพวิดีโอ สามารถเปลี่ยนตำแหน่งและทิศทางการมองเห็นของผู้ใช้สอดคล้องกับความตั้งใจของผู้ใช้		Fukuda และคนอื่น ๆ (2012)	การนำความรู้มาสร้างโทรศัพท์มือถือสำหรับเทคโนโลยีโลกเสมือนจริง (Augmented Reality : AR) โดยภาพที่ได้จากโทรศัพท์มือถือโลกเสมือนผสานโลกจริงนั้นจะสร้างเป็นรูปแบบ 3DCG ขึ้นทับบนภาพวิดีโอ สามารถเปลี่ยนตำแหน่งและทิศทางการมองเห็นของผู้ใช้

เกิดขึ้นจริงและ CG

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาความสามารถ เรื่อง จำนวนนับ สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษาปีที่ 3 โดยวิธีการสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality : AR) เป็นการศึกษาวิจัยในรูปแบบเชิงทดลอง (Experimental Research) ทดลองตามแบบแผนการวิจัย One Group Pretest - Posttest Design ซึ่งมีลำดับขั้นตอนในการวิจัย ดังต่อไปนี้

1. กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล

1. กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัย คือ นักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ กำลังศึกษาอยู่ระดับประถมศึกษาปีที่ 3 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนอนุบาลเมืองกำแพงเพชร (บ้านนครชุม) ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) จำนวน 3 คน โดยมีขั้นตอนการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา ดังนี้

1. ครูคัดเลือกนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเพื่อนในระดับชั้นเดียวกัน จากการที่ผู้วิจัยใช้แบบคัดกรองบุคคลที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ (ประถมศึกษา) ของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ คัดกรองและประเมินภาวะบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านการคำนวณ

2. ผู้วิจัยจัดทำแบบสำรวจปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ (Cardinal Numbers) ระดับประถมศึกษาปีที่ 1-3 มอบให้ครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์หรือครูประจำชั้นเป็นผู้ประเมิน โดยเกณฑ์การพิจารณาแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 การวิเคราะห์ลักษณะพฤติกรรมเบื้องต้น / ข้อมูลทั่วไปของนักเรียนที่มีปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ ถ้าตอบว่าใช่ 4 ข้อขึ้นไป แสดงว่า มีแนวโน้มที่จะเป็นบุคคลที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ส่วนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลด้านการเรียนของนักเรียนที่มีปัญหาทางการเรียน

คณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ ถ้าตอบว่า ทำไม่ได้ 18 ข้อขึ้นไป (ร้อยละ 70) แสดงว่า มีแนวโน้มที่จะเป็นบุคคลที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ จากนั้นขอรายชื่อและข้อมูลของการนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ เพื่อรับการประเมินวินิจฉัย

3. ผู้วิจัยสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ ครูประจำชั้นของนักเรียน ตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ครูการศึกษาพิเศษ รวมถึงผู้ปกครองของนักเรียนที่ได้จากการคัดเลือก เพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ พฤติกรรมการเรียนสามารถนำไปวิเคราะห์ ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

4. ผู้วิจัยนำนักเรียนที่ผ่านการคัดกรองข้อที่ 3 มาทำการวัดเชาว์ปัญญาโดยใช้คู่มือประเมินความสามารถทางเชาว์ปัญญา เด็กอายุ 2-15 ปี (กรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข, 2546) แล้วคัดเลือกรักเรียนที่มีระดับเชาว์ปัญญาปานกลาง อยู่ในเกณฑ์เฉลี่ย (90 - 109) มีรายละเอียด ดังนี้

คนที่ 1 เพศชาย IQ = 102 ไปรับรองแพทย์ระบุว่า มีความบกพร่องของความสามารถทางการเรียนรู้ด้าน Reading , Spelling, Arithmetic สามารถนับและบอกจำนวนหลักร้อยได้ เปรียบเทียบจำนวนหลักสิบโดยใช้เครื่องหมาย $\neq$ > < จุดน้อย ไม่สามารถนับและบอกจำนวนหลักพันหรือเปรียบเทียบจำนวนหลักร้อยโดยใช้เครื่องหมาย $\neq$ > < ได้

คนที่ 2 เพศชาย IQ = 92 ไปรับรองแพทย์ระบุว่า ขาดความมั่นใจ พูดซ้ำ พูดน้อย และเสียงเบา การเคลื่อนไหวร่างกายปกติ อ่าน เขียน คำนวณได้น้อย สมาธิไม่ดี ความสามารถด้านความจำจากการเห็นและการได้ยินค่อนข้างดีแต่ต้องได้รับกระตุ้นโดยครูผู้สอนทางวาจา

คนที่ 3 เพศชาย IQ = 93 ไปรับรองแพทย์ระบุว่า ตอบได้ตรงคำถามมีความสามารถทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ การเข้าใจความหมายที่เป็นตัวเลขสัญลักษณ์หรือนามธรรมต่ำกว่าความสามารถทางเชาว์ปัญญาโดยรวมประมาณ 1 ชั้นเรียน ร่วมกับมีลักษณะอยู่ไม่นิ่ง ขาดสมาธิร่วมด้วย

5. นำนักเรียนที่ได้จากขั้นตอนที่ 4 มาทดสอบความสามารถโดยใช้แบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 30 ข้อ แบบปรนัยเติมคำในช่องว่าง อ้างอิงเนื้อหาจากหนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เพื่อใช้เปรียบเทียบความสามารถสามารถก่อนและหลังการสอนโดยวิธีสอนตรงร่วมกับสื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR)

6. ได้รับการยินยอมจากผู้ปกครองและกลุ่มเป้าหมายในการเข้าร่วมตลอดการทดลอง ซึ่งจะได้นักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับที่เป็นกลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้

การพิทักษ์สิทธิของกลุ่มเป้าหมาย

ผู้วิจัยส่งโครงร่างวิทยานิพนธ์เข้ารับการพิจารณาด้านจริยธรรมการวิจัย จาก คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จากสถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ หมายเลขข้อเสนอการวิจัย SWUEC-339/61E (ภาคผนวก จ) เมื่อผ่านการอนุมัติ ผู้วิจัยได้ทำการพิทักษ์สิทธิของกลุ่มเป้าหมาย แนะนำตัว ชี้แจงในการเข้าร่วมวิจัย ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยทราบวัตถุประสงค์และขั้นตอนการวิจัย พร้อมทั้งลงนามยินยอมและขอความร่วมมือในการรวบรวมข้อมูล (ภาคผนวก ก) โดยชี้แจงสิทธิที่กลุ่มเป้าหมายสามารถเข้าร่วมการวิจัย หรือสามารถปฏิเสธที่จะไม่เข้าร่วมการวิจัยในครั้งนี้ได้ โดยไม่มีผลต่อการบริการใด ๆ ที่จะได้รับ สำหรับข้อมูลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้จะไม่มีการเปิดเผยให้เกิดความเสียหาย แก่กลุ่มเป้าหมายที่ทำการวิจัย โดยผู้วิจัยเสนอการวิจัยในภาพรวมและนำมาใช้ประโยชน์ในการศึกษาเท่านั้น

2. การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

เครื่องมือในการวิจัย มีดังต่อไปนี้

1. แบบสำรวจปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ (Cardinal Numbers) ระดับประถมศึกษาปีที่ 1-3 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
2. แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ โดยใช้วิธีสอนตรงร่วมกับ เทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) ระดับประถมศึกษาปีที่ 3 สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง จำนวนนับ จำนวน 4 แผน
3. แอปพลิเคชัน AR และคู่มือการติดตั้งและการใช้แอปพลิเคชัน AR
4. หนังสือเรียนเพื่อพัฒนาความสามารถ เรื่อง จำนวนนับ ด้วยวิธีสอนตรงร่วมกับ สื่อ เทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality : AR)
5. แบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ แบบปรนัย จำนวน 30 ข้อ

การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ผู้วิจัยกำหนดขั้นตอนการดำเนินการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

1. แบบสำรวจปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ (Cardinal Numbers) ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

1.1 ศึกษาแบบคัดกรองนักเรียนที่มีภาวะสมาธิสั้น บกพร่องทางการเรียนรู้ และออทิสซึม. พฤติกรรมภาวะบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านการคิดคำนวณ KUS-SI Rating Scale 4 :

LD – Mathematics

- 1.2 ศึกษาและกำหนดจุดมุ่งหมายในการนำแบบสำรวจปัญหาไปประยุกต์ใช้
- 1.3 ศึกษาข้อคำถามและเกณฑ์การพิจารณาที่สอดคล้องและเกี่ยวข้องกับปัญหาในการวิจัย ดังนี้

ส่วนที่ 1 การวิเคราะห์ลักษณะพฤติกรรมเบื้องต้น / ข้อมูลพื้นฐาน ของนักเรียนที่มีปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ โดยเกณฑ์การพิจารณากำหนดว่า ถ้าตอบว่าใช่ 4 ข้อขึ้นไป แสดงว่า มีแนวโน้มที่จะเป็นบุคคลที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ **ควรสังเกตในส่วนที่ 2 ต่อ**

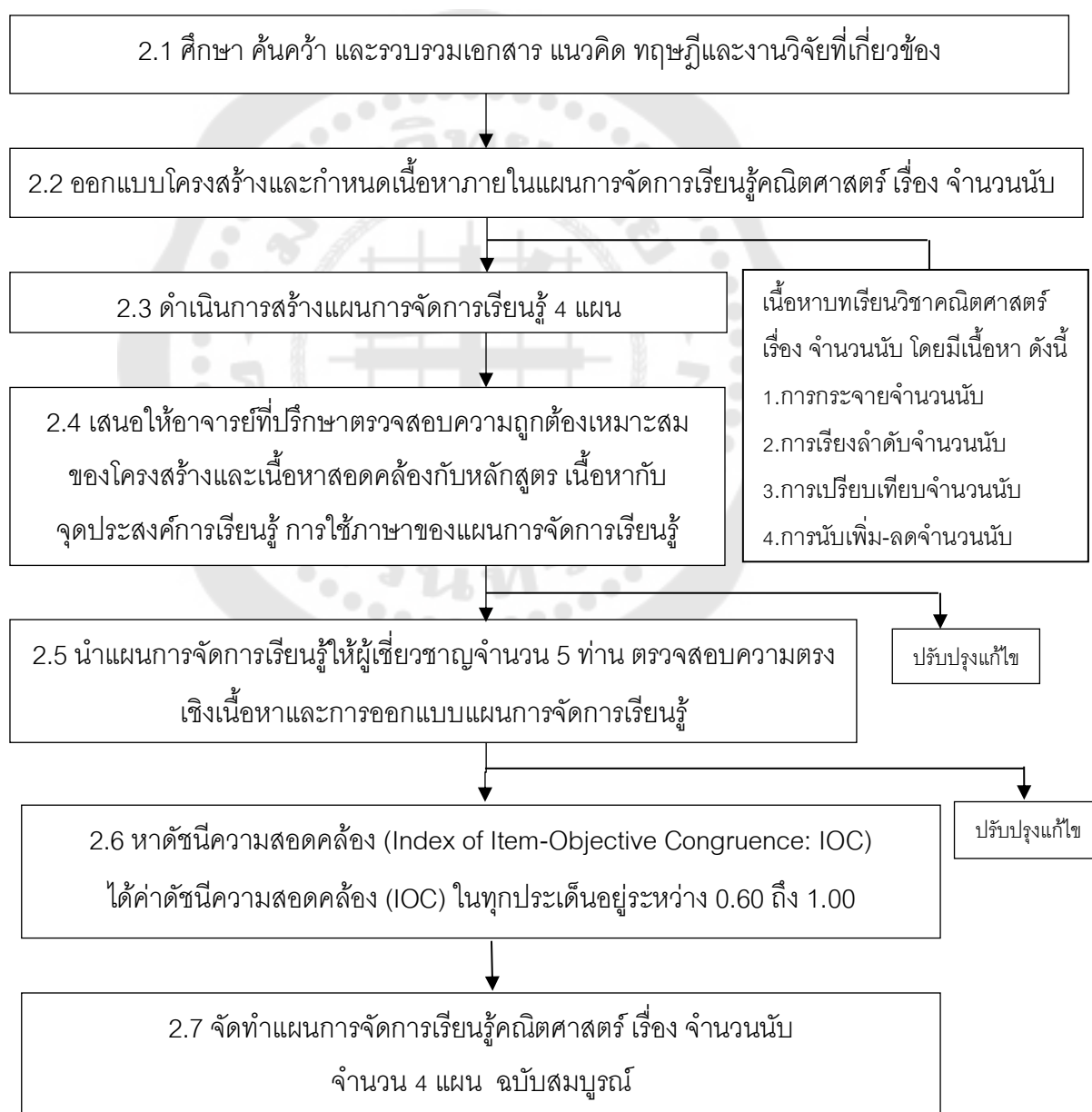
ส่วนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลด้านการเรียนของนักเรียนที่มีปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ เกณฑ์การพิจารณากำหนดว่า ถ้าตอบว่า ทำไม่ได้ 18 ข้อขึ้นไป (ร้อยละ 70) แสดงว่า มีแนวโน้มที่จะเป็นบุคคลที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ

1.4 นำแบบสำรวจปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ (Cardinal Numbers) ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไปตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยผู้เชี่ยวชาญการสอนคณิตศาสตร์ การศึกษาพิเศษ และการวัดผลประเมินผล จำนวน 5 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความเหมาะสม (Index of Item-Objective Congruency : IOC) โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้องในการใช้สำรวจปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ บันทึกการพิจารณาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญแต่ละข้อ เลือกข้อที่มีค่า IOC ระหว่าง 0.60 – 1.00 ทุกข้อและปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

1.5 นำแบบสำรวจปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ (Cardinal Numbers) ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญในประเด็นการใช้คำว่า “สะเพร่า” ในส่วนที่ 1 การวิเคราะห์ลักษณะพฤติกรรมเบื้องต้น / ข้อมูลพื้นฐาน ของนักเรียนที่มีปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าเป็นถ้อยคำที่รุนแรง ละเอียดย่อน แนะนำให้ปรับปรุง โดยผู้วิจัยเลือกใช้คำว่า “ไม่รอบคอบ”

1.6 จัดทำแบบสำรวจปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ (Cardinal Numbers) ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ฉบับสมบูรณ์

2. แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) ระดับประถมศึกษาปีที่ 3 สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง จำนวนนับ จำนวน 4 แผน มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 แสดงขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องจำนวนนับ

จากภาพประกอบ 2 แสดงขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ โดยวิธีสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) ระดับประถมศึกษาปีที่ 3 สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง จำนวนนับ จำนวน 4 แผน ดังนี้

2.1 ศึกษา ค้นคว้า และรวบรวมเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยทบทวนวรรณกรรม เอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการสอนตรง และการทำสื่อ AR รวมถึงศึกษาโครงสร้างหลักสูตรแกนกลางการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยนำเนื้อหาจากตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ ร่วมกับบทเรียนจากหนังสือเรียนวิชาคณิตศาสตร์ นำมาสร้างเป็นแผนจัดการเรียนรู้ จำนวนนับไม่เกิน 1,000 ศึกษาข้อมูลต่างๆ โดยวิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหาในบทเรียน กำหนดวัตถุประสงค์ที่สอดคล้องกับแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมจากบทความทางวิชาการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2 ออกแบบโครงสร้าง วิเคราะห์และกำหนดเนื้อหาภายในแผนการจัดการเรียนรู้ เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ เพื่อเลือกเนื้อหาให้ตรงกับการพัฒนาความสามารถคณิตศาสตร์ของผู้เรียน เรื่อง จำนวนนับ จำนวน 4 แผน ครั้งละ 50 นาที ใช้ระยะเวลาสอน 24 ครั้ง โดยมีเนื้อหาดังนี้

2.2.1 การกระจาย	6 คาบ
2.2.2 การเรียงลำดับ	6 คาบ
2.2.3 การเปรียบเทียบ	6 คาบ
2.2.4 การนับเพิ่ม - ลด	6 คาบ

ผู้วิจัยกำหนดโครงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality : AR) มีขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนของการสอนตรง 6 ขั้น ร่วมกับสื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) เชื่อมโยงกับบทบาทของครูผู้สอน ดังนี้

ตาราง 6 โครงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการสอนตรงกับเทคโนโลยีความจริงเสริม (Augmented Reality : AR)

ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน	การสอนตรง	สื่อเทคโนโลยีความจริงเสริม (AR)	บทบาทครู
1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Anticipatory set)	ดึงดูดความสนใจของนักเรียน ทบทวนสิ่งที่เรียนผ่านมาแล้ว กล่าวถึงวัตถุประสงค์ของบทเรียน เน้นให้เห็นว่าบทเรียนมีความสำคัญอย่างไร	อ่านป้ายราคาสินค้า ตารางตัวเลขหลักนับตัวเลข ใช้อุปกรณ์เชื่อมต่อแอปพลิเคชัน v-player แสดงเนื้อหาเพลง vdo จำนวนนับ ครูใช้คำถามสอดแทรกเนื้อหา เรื่อง จำนวนนับ ให้นักเรียนตอบเพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐานนักเรียน	เป็นผู้รู้ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความใ้รู้ที่แจจ อธิบายถึงจุดประสงค์ เป้าหมาย ความสำคัญในการเรียนรู้บทเรียนนั้นๆ
2. ขั้นสอนเนื้อหา (Content)	อธิบายเนื้อหาชัดเจน เรียบเรียงเนื้อหาอธิบายที่ละขั้นตอนด้วยภาษาที่เข้าใจง่าย ย้ำประเด็นสำคัญ ยกตัวอย่างประกอบ หากเนื้อหาซับซ้อนครูต้องวิเคราะห์งาน (Task Analysis)		เน้นการนำวิธีสอนแบบวิเคราะห์งานมาใช้ อาจมีการบันทึกความก้าวหน้าของนักเรียนอย่างเป็นระบบและนำวิธีการปฏิบัติกิจกรรม หรือการเสริมแรงร่วมด้วย

ตาราง 6 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน	การสอนตรง	สื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR)	บทบาทครู
3. ขั้นตรวจสอบความเข้าใจ (Check for Understanding)	วิเคราะห์ว่านักเรียนเข้าใจบทเรียนหรือไม่ ด้วยการตั้งคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียน การถามย้ำช่วยให้ผู้เรียนกระตือรือร้น ตั้งคำถามที่ดีจะช่วยให้เด็กตอบได้ถูกต้องและมุ่งประเด็นไปที่ใจความสำคัญของเนื้อหาในบทเรียน		การตั้งคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ อาจเป็นคำถามปลายเปิดที่ต้องการคำตอบสั้นๆ ใช้เวลาคิด 3-5 วินาที หรือคำถามปลายเปิด หรือคำถามให้นักเรียนช่วยกันคิดเป็นกลุ่ม ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นใช้ความคิดในระดับสูง
4. ขั้นฝึกฝนโดยมีครูแนะนำ (Guided Practice)	นักเรียนมีโอกาสฝึกทำทักษะที่ได้เรียนรู้โดยครูคอยให้การช่วยเหลือชี้แนะประเด็นสำคัญของเนื้อหา กระจายค่าตัวเลขในหลักต่างๆ ฝึกอ่านจำนวนนับ โดยให้ผู้เรียนตอบ ครูคอยชี้แนะให้โอกาสผู้เรียนได้ตอบให้ถูกต้อง หรือครูตั้งคำถามในช่วงท้ายการเรียนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน		ครูตั้งคำถามและให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียน หากผู้เรียนตอบถูก ทำได้ ครูเสริมแรงทันที หากคำตอบยังไม่ถูกต้อง ครูช่วยหรือแก้ไขหรือตอบคำถามใหม่ให้ถูกต้อง

ตาราง 6 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้การสอน	การสอนตรง	สื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR)	บทบาทครู
5. ขั้นฝึกฝนด้วยตนเอง (Independent Practice)	นักเรียนฝึกฝนด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะค้นพบองค์ความรู้ด้วยตนเอง ให้เกิดความชำนาญในทักษะการเรียนรู้ที่เรียนมามากขึ้น เกิดความคงทนความรู้จำกำหนดเวลาหรือตั้งกติกาสอดคล้องกับนักเรียน	นักเรียนใช้แท็บเล็ตเชื่อมโยงแอปพลิเคชัน v-player เลือกหน่วยการเรียนรู้ เล่นเกมจำนวนนับแบบฝึกหัด การฝึกอ่านจำนวนนับ หรือกระจายค่าตัวเลขในหลักต่างๆ โดยให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ครูเป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้อง พร้อมบันทึกคะแนนลงในแบบบันทึกการเรียนรู้เป็นรายบุคคล	วางแผนกิจกรรมให้นักเรียนรักษาและนำความรู้ที่เรียนมาใช้ในการฝึกฝนด้วยตนเองทำให้ได้ การฝึกฝนด้วยการสอนให้ครูประเมินผลได้ว่าการสอนใน บท เรียน นั้น บรรลุวัตถุประสงค์หรือไม่
6. ขั้นสรุปบทพจนความรู้ (Closure)	บทพจนประเด็นสำคัญที่ได้เรียนมาเพื่อเป็นการสรุปบทเรียน ครูอาจตั้งคำถาม หรือเปิดโอกาสให้นักเรียนในชั้นออกมาอภิปรายแล้วให้นักเรียนตรวจสอบตนเอง	ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปบทพจนความรู้เรื่องจำนวนนับ จากสื่อ AR ใช้แท็บเล็ตเชื่อมโยงแอปพลิเคชัน v-player เลือกหัวข้อหน่วยการเรียนรู้ VDO จำนวนนับที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเชื่อมกับ Youtube ครูตั้งคำถาม หรือเปิดโอกาสให้นักเรียนสรุปความรู้หลังเรียน	ครูทบทวนเนื้อหาความรู้ตามลำดับ หากข้อใดที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ ครูจะสอนและอธิบายซ้ำ

2.3 ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ ด้วยวิธี สอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality : AR) จำนวน 4 แผน ฉบับร่าง ตามโครงสร้างและขอบเขตเนื้อหาที่กำหนดไว้ ดังนี้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริงตัวชี้วัดที่ 1 เขียนและอ่านตัวเลขฮินดูอารบิก ตัวเลขไทยและตัวหนังสือแสดงปริมาณของสิ่งของหรือจำนวนนับที่ไม่เกินหนึ่งพันและศูนย์

ตาราง 7 แผนการจัดการเรียนรู้และเนื้อหาในการสอนแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการ จัดการ เรียนรู้ที่	สาระการเรียนรู้และ แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน	หลักสูตรแกนกลางฯ 2551
1	การเขียนจำนวนในรูปการกระจาย เขียนตัวเลขฮินดู อารบิก ตัวเลขไทย ตัวหนังสือแสดงจำนวนหลัก 100-1,000	สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มาตรฐานตัวชี้วัดชั้นปี ค 1.1
2	การเรียงลำดับจำนวน	1. อ่านและเขียน ตัวเลขฮินดูอารบิก ตัวเลขไทย และตัวหนังสือแสดง จำนวนนับไม่เกิน 100,000 และ 0 2. เปรียบเทียบ และเรียงลำดับจำนวน นับไม่เกิน 100,000 จากสถานการณ์ ต่างๆ
3	การเปรียบเทียบจำนวน	
4	การนับเพิ่ม- ลดทีละ 3 4 25 และ 50	

2.3.1 จัดทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนที่ 1-4 ให้นักเรียนทำหลังจากเสร็จสิ้น การสอน เพื่อตรวจสอบความรู้ที่นักเรียนได้รับ โดยทำเป็นรายบุคคล โดยแต่ละชุดกิจกรรมฯ มี คะแนนเต็ม 10 คะแนน

2.4 เสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของโครงสร้างและ เนื้อหาของแผนแผนการจัดการเรียนรู้และคู่มือฯและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

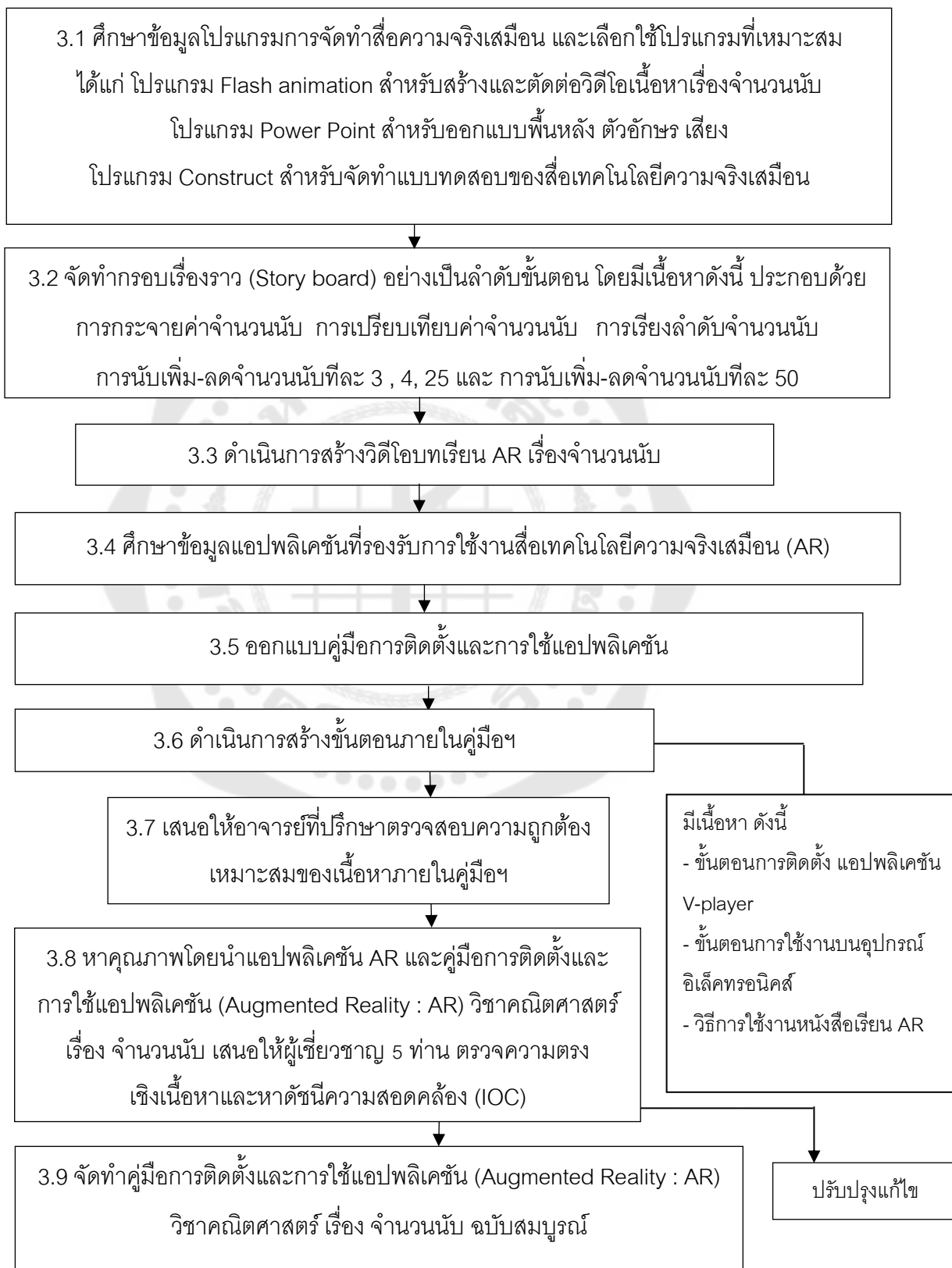
2.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ ฉบับร่าง ที่สร้างขึ้นและปรับปรุงแก้ไข ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา เสนอผู้เชี่ยวชาญทางการสอนคณิตศาสตร์ ทางการศึกษา พิเศษ และการวัดและประเมินผล จำนวน 5 ท่าน พิจารณาตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงตาม

เนื้อหา(Content Validity) ในประเด็นของความสอดคล้องกับหลักสูตร เนื้อหาเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ความเหมาะสมของรูปเล่ม การใช้ภาษา และเนื้อหาภายในเล่ม โดยหาดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ทุกประเด็น อยู่ระหว่าง 0.60 ถึง 1.00 โดยผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะให้ปรับลดข้อสอบในแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ให้มีจำนวนข้อลดลง เพื่อให้นักเรียนสามารถบรรลุเป้าประสงค์ได้ง่ายยิ่งขึ้นและการใช้สื่อควรมีครู หรือผู้ปกครองคอยกำกับดูแลอย่างใกล้ชิด

2.6 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 4 แผน ฉบับสมบูรณ์

2.7 ผู้วิจัยทำตามแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษาปีที่ 3 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง จำนวนนับ 4 แผน ประกอบด้วย การกระจายค่าจำนวนนับ การเปรียบเทียบค่าจำนวนนับ การเรียงลำดับจำนวนนับ การนับเพิ่ม-ลดจำนวนนับที่ละ 3 , 4, 25 และ การนับเพิ่ม-ลดจำนวนนับที่ละ 50 โดยใช้วิธีการสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality : AR) ใช้เวลาจัดการเรียนรู้เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ ในเวลาเรียน (ระหว่างเดือนกันยายนถึงเดือนธันวาคม 2563) โดยสอนสัปดาห์ละ 4 ครั้งๆละ 50 นาที รวมทั้งสิ้น 24 ครั้ง และทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ (Pretest-Posttest) จำนวน 2 ครั้ง

3. แอปพลิเคชัน AR และคู่มือการติดตั้งและการใช้แอปพลิเคชัน (Augmented Reality : AR) วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 แสดงขั้นตอนการสร้างแอปพลิเคชัน AR และคู่มือการติดตั้งและการใช้แอปพลิเคชัน สื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality : AR)

จากภาพประกอบ 3 แสดงขั้นตอนการสร้างและออกแบบแอปพลิเคชันคู่มือการติดตั้งและการใช้แอปพลิเคชันสื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality : AR) มีรายละเอียดดังนี้

3.1 ศึกษาข้อมูลโปรแกรมการจัดทำสื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน และเลือกใช้โปรแกรมที่เหมาะสม ได้แก่ โปรแกรม Flash animation สำหรับสร้างและตัดต่อวิดีโอเนื้อหาเรื่องจำนวนนับ โปรแกรม Power Point สำหรับออกแบบพื้นหลัง ตัวอักษร เสียง โปรแกรม Construct สำหรับจัดทำแบบทดสอบของสื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน

3.2 จัดทำกรอบเรื่องราว (Story board) อย่างเป็นลำดับขั้นตอน โดยมีเนื้อหาประกอบด้วย การกระจายค่าจำนวนนับ การเปรียบเทียบค่าจำนวนนับ การเรียงลำดับจำนวนนับ การนับเพิ่ม-ลดจำนวนนับที่ละ 3 , 4, 25 และการนับเพิ่ม-ลดจำนวนนับที่ละ 50

3.3 ดำเนินการสร้างวิดีโอบทเรียน AR เรื่องจำนวนนับ

3.4 ศึกษาข้อมูลแอปพลิเคชันที่รองรับการใช้งานสื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) โดยคัดเลือกแอปพลิเคชัน V-Player ที่สะดวกต่อการใช้ มีเสถียรภาพในการใช้งาน รองรับการใช้งานของสมาร์ทโฟนทุกรูปแบบทั้งระบบปฏิบัติการ ios และ Android ไม่เสียค่าใช้จ่าย

3.5 ออกแบบคู่มือการติดตั้งและการใช้แอปพลิเคชัน AR ดังนี้

ตาราง 8 โครงสร้างภายในคู่มือการติดตั้งและการใช้แอปพลิเคชัน AR

หัวข้อ	ขอบเขตเนื้อหา
บทนำ	- ความเป็นมาของคู่มือ - คำชี้แจงในการใช้คู่มือสำหรับครู/นักเรียน
วิธีการติดตั้ง	- วิธีการติดตั้ง แอปพลิเคชัน V-player - วิธีการใช้งานบนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
ขั้นตอนการใช้งาน	- วิธีการใช้งานหนังสือเรียน ARและผู้จัดทำ
เนื้อหา	- แผนการจัดการเรียนรู้ 4 แผน - เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องจำนวนนับ - เนื้อหารูปภาพ, VDOและแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

3.6 ดำเนินการสร้างคู่มือฯ ประกอบด้วย ขั้นตอนการติดตั้งแอปพลิเคชัน V-player, ขั้นตอนการใช้งานบนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์,วิธีการใช้งานหนังสือเรียน AR

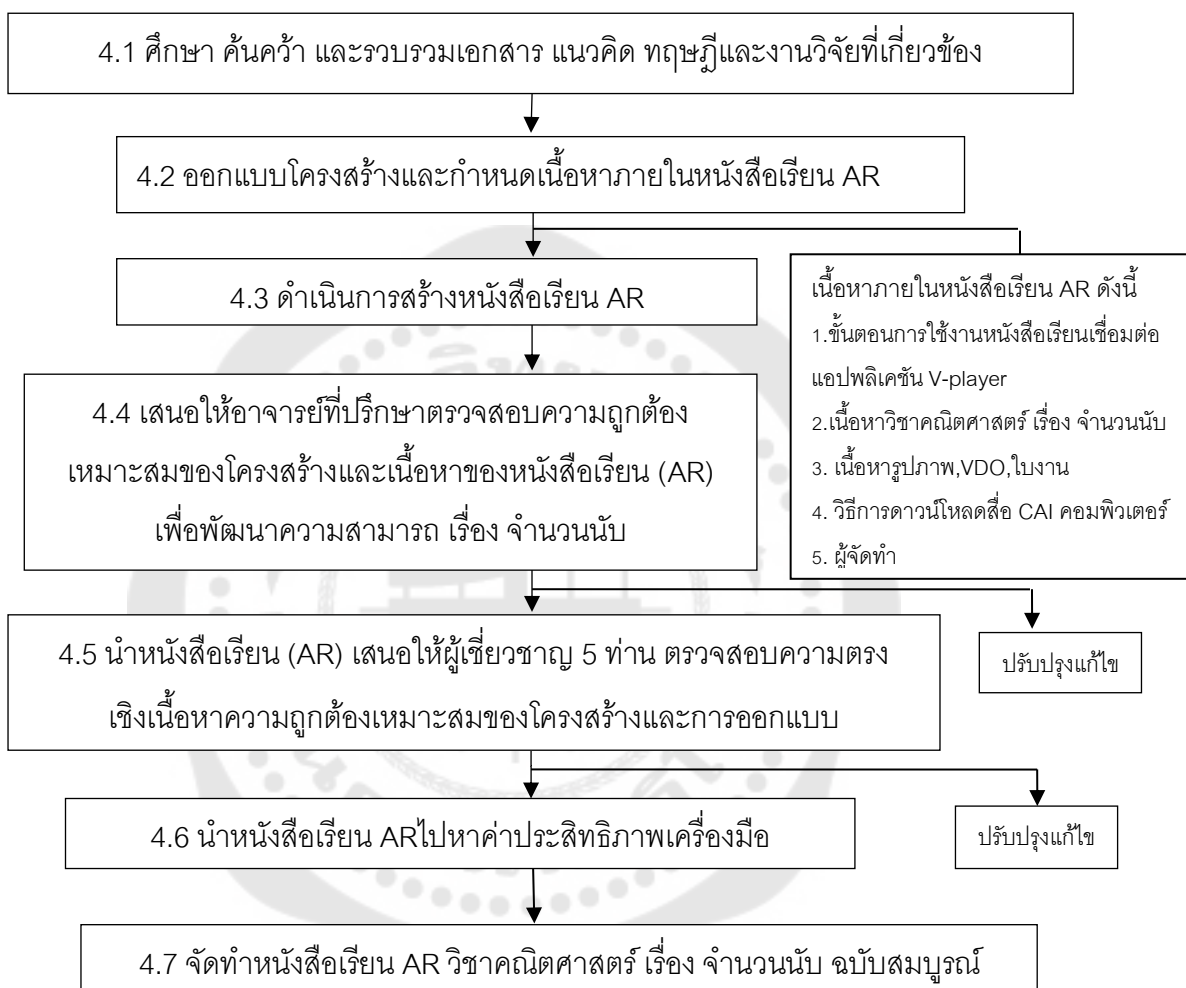
3.7 เสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหาภายในคู่มือฯ

3.8 หาคุณภาพโดยนำแอปพลิเคชัน AR และคู่มือการติดตั้งและการใช้แอปพลิเคชัน (Augmented Reality : AR) วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ ที่สร้างขึ้นเสนอผู้เชี่ยวชาญทางการสอนคณิตศาสตร์ การศึกษาพิเศษ และการวัดและประเมินผล จำนวน 5 ท่าน พิจารณาตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงตามเนื้อหา(Content Validity) ในประเด็นของความสอดคล้องกับหลักสูตร เนื้อหากับจุดประสงค์การเรียนรู้ ความเหมาะสมของรูปแบบ การใช้ภาษา และเนื้อหา โดยการหาดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) พบว่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.60 ถึง 1.00 โดยผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะให้ปรับสีของพื้นหลังให้อ่อนลงเพื่อไม่รบกวนสายตา ปรับความเร็วของวิดีโอให้ช้าลง ลดระดับ Sound effect ให้เบาลงเพื่อให้ไม่ดึงความสนใจของนักเรียนจากบทเรียน

3.9 จัดทำเนื้อหาแอปพลิเคชัน AR และคู่มือการติดตั้งและการใช้แอปพลิเคชัน (Augmented Reality : AR) วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ ฉบับสมบูรณ์

4. หนังสือเรียนเพื่อพัฒนาความสามารถ เรื่อง จำนวนนับ ด้วยวิธีสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality : AR) มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังภาพประกอบ

4



ภาพประกอบ 4 แสดงขั้นตอนการสร้างหนังสือเรียนเพื่อพัฒนาความสามารถเรื่อง จำนวนนับ ด้วยวิธีสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality : AR)

จากภาพประกอบ 4 แสดงขั้นตอนการสร้างหนังสือเรียนเพื่อพัฒนาความสามารถเรื่อง จำนวนนับ ด้วยวิธีสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality : AR) ดังนี้

4.1 ศึกษา ค้นคว้า และรวบรวมเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาอิงจากตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ หลักสูตรแกนกลางการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ร่วมกับบทเรียนจากหนังสือเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

4.2 ออกแบบโครงสร้างและกำหนดเนื้อหาภายในหนังสือเรียน AR ดังนี้ ขั้นตอนการใช้งานหนังสือเรียน , เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ , เนื้อหารูปภาพ,VDO,ใบงาน , วิธีการดาวน์โหลดสื่อ CAI คอมพิวเตอร์, ผู้จัดทำ

4.3 ดำเนินการสร้างหนังสือเรียน AR เนื้อหาภายในหนังสือเรียน AR

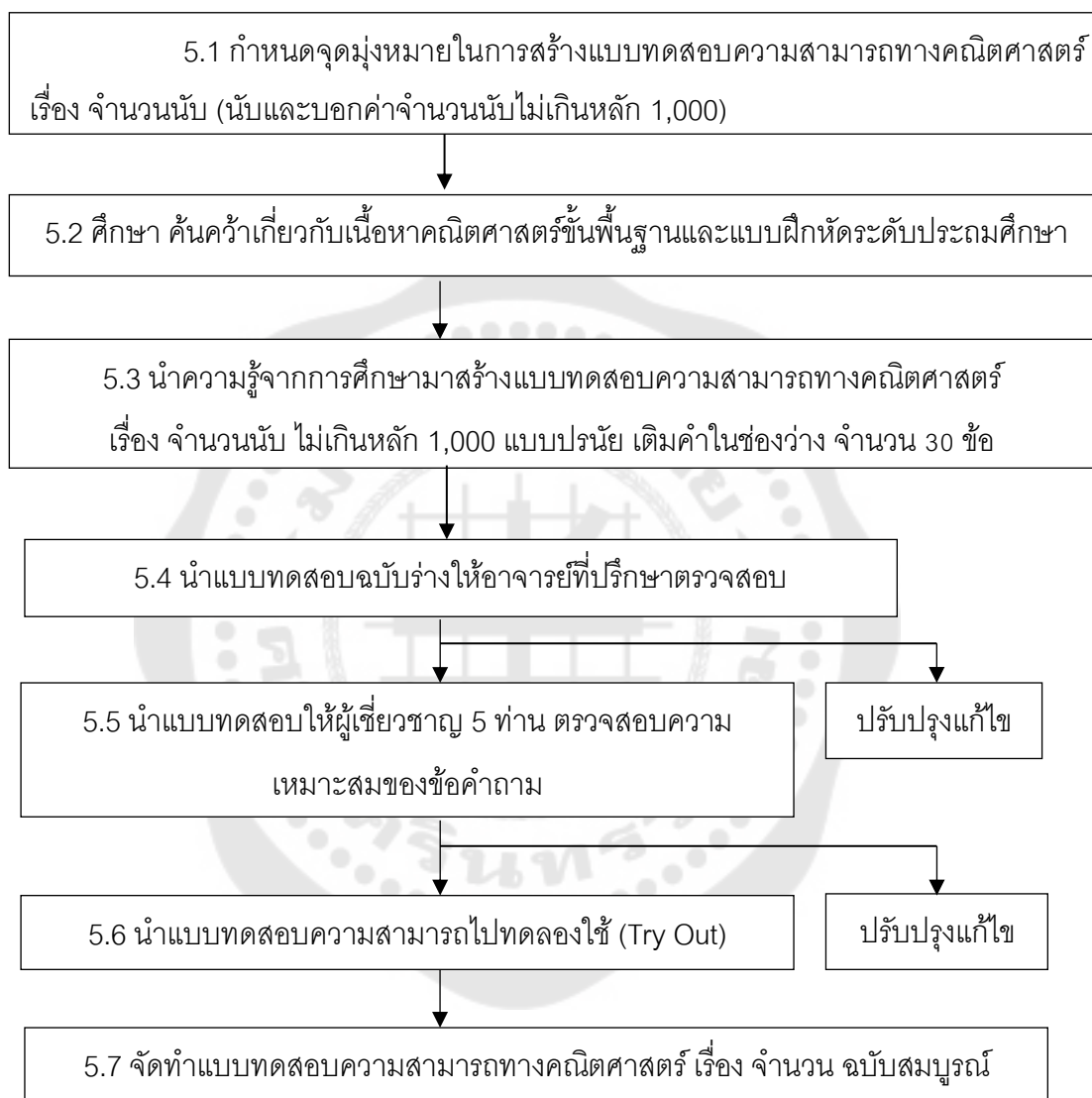
4.4 เสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของโครงสร้างและเนื้อหาของหนังสือเรียน (AR) เพื่อพัฒนาความสามารถ เรื่อง จำนวนนับ

4.5 นำหนังสือเรียน (AR) ที่สร้างขึ้นเสนอผู้เชี่ยวชาญทางการสอนคณิตศาสตร์ การศึกษาพิเศษ และการวัดและประเมินผล จำนวน 5 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา(Content Validity) ในประเด็นขององค์ประกอบของหนังสือ เช่น ความสวยงาม รูปแบบ สี ตัวอักษร ฯ โดยการหาดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.60 ถึง 1.00 และทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ ได้แก่ ปรับเพิ่มขนาดของตัวอักษรเพื่อให้สะดวกต่อการใช้งาน

4.6 ดำเนินการจัดทำแอปพลิเคชัน AR และคู่มือการติดตั้งและการใช้แอปพลิเคชัน (Augmented Reality : AR) วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ ฉบับสมบูรณ์

4.7 นำหนังสือเรียน AR ไปหาค่าประสิทธิภาพเครื่องมือโดยใช้วิธี E_1/E_2 กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย

5. แบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ แบบปรนัย ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง จำนวนนับ จำนวน 30 ข้อ มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ

จากภาพประกอบ 5 การสร้างแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ แบบปรนัย ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีรายละเอียด ดังนี้

5.1 กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ (นับและบอกค่าจำนวนนับไม่เกินหลัก 1,000)

5.2 ศึกษา ค้นคว้าเกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ขั้นพื้นฐาน อ้างอิงจากตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริงตัวชี้วัดที่ 1 เขียนและอ่านตัวเลขฮินดูอารบิก ตัวเลขไทยและตัวหนังสือแสดงปริมาณของสิ่งของหรือจำนวนนับที่ไม่เกินหนึ่งพันและศูนย์ ร่วมกับบทเรียนและแบบฝึกหัดจากหนังสือเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

5.3 นำความรู้จากการศึกษามาสร้างแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ ระดับประถมศึกษาปีที่ 3 แบบปรนัย จำนวน 30 ข้อ ดังนี้

ทักษะ ที่ต้องการวัด	เป้าหมาย	จำนวน 30 ข้อ
ความสามารถ ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ	1. การกระจายค่าจำนวนนับ	7
	2. การเปรียบเทียบค่าจำนวนนับ	7
	3. การเรียงลำดับจำนวนนับ	8
	4. การนับเพิ่ม-ลดจำนวนนับทีละ 3,4,25 และทีละ 50	8
รวมทั้งสิ้น		30

ตาราง 9 ผังการสร้างแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ

5.4 นำแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ ฉบับร่างให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ

5.5 ผู้วิจัยนำแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ 2 คน ด้านการศึกษาพิเศษ 2 คน และด้านการวัดและประเมินผล 1 คน รวม 5 ท่าน (ภาคผนวก จ) พิจารณาตรวจสอบความเหมาะสมของข้อคำถามและหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ (Index of item - Objective Congruency: IOC) บันทึกการพิจารณา ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญแต่ละข้อ จากนั้นนำผลการพิจารณาไปหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบที่ใช้กับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC)

พบว่า ข้อสอบทุกข้อมีค่า IOC ระหว่าง 0.60 - 1.00 และปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ คือ ลดจำนวนรูปภาพในแบบทดสอบความสามารถเพื่อลดสิ่งรบกวนทางสายตา ปรับข้อคำถามให้ใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายให้เกิดความเหมาะสมยิ่งขึ้น

5.6 นำแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ ที่ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ไปทดลองใช้ (Tryout) กับกลุ่มนักเรียนที่มีความบกพร่องด้านการคำนวณ ที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 5 คน เมื่อวันที่ 7 สิงหาคม 2563 ณ ห้องเรียนรวม โรงเรียนอนุบาลเมืองกำแพงเพชร (บ้านนครชุม) โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 30 ข้อ จากนั้นนำแบบทดสอบความสามารถมาวิเคราะห์ (ภาคผนวก ค) หาค่าความยาก (p) พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.60 และค่าอำนาจจำแนก (r) ทุกข้อมีค่าตั้งแต่ 0.40 – 0.80 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) แบบความคงที่ของคะแนนประมาณค่าโดยพิจารณาจากคะแนนที่ได้จากการวัด 2 ครั้งในเครื่องมือชุดเดิม (Test-retest) คำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความสามารถโดยใช้สูตร r_{tt} เท่ากับ 0.85 (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2543: 210-211)

5.7 จัดทำแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ แบบปรนัย เต็มคำในช่องว่างจำนวน 30 ข้อ ได้แก่ การกระจายค่าจำนวนนับ จำนวน 7 ข้อ ,การเปรียบเทียบค่าจำนวนนับ จำนวน 7 ข้อ, การเรียงลำดับจำนวนนับ จำนวน 8 ข้อ, การนับเพิ่ม-ลดจำนวนนับที่ละ 3,4,25 และการนับเพิ่ม-ลดจำนวนนับที่ละ 50 จำนวน 8 ข้อฉบับสมบูรณ์เพื่อใช้กับกลุ่มเป้าหมายในการวิจัยนี้ (ภาคผนวก ข)

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามแบบแผนการทดลองกลุ่มเล็ก (Small-n Experimental Designs) แบบแผนการวิจัยกลุ่มเดียว สอบก่อน-หลัง (One Group Pretest-Posttest Design) โดยแบบแผนการทดลอง ดังตาราง (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2538)

ตาราง 10 แบบแผนการทดลอง

ทดสอบก่อน	ทดลอง	ทดสอบภายหลัง
T_1	X	T_2

เมื่อ T_1 = การทดสอบความสามารถด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ ก่อนทำการทดลอง

X = การใช้วิธีสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality : AR) เรื่อง จำนวนนับ

T_2 = การทดสอบความสามารถด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับภายหลังทำการทดลอง

วิธีดำเนินการทดลองการใช้วิธีสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality : AR) เรื่อง จำนวนนับ

1. ก่อนดำเนินการทดลอง

1.1 ขอใบรับรองจริยธรรมการวิจัยของข้อเสนอการวิจัย หมายเลขข้อเสนอการวิจัย SWUEC/E-339/2561 และหมายเลขรับรอง SWUEC/E-339/2561 (ต่อใบรับรองครั้งที่ 1) จากสถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

1.2 ขอหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อขอความอนุเคราะห์ผู้อำนวยการโรงเรียนอนุบาลเมืองกำแพงเพชร (บ้านนครชุม) ดำเนินการทดลองกับกลุ่มเป้าหมาย

1.3 ขั้นตอนการเลือกเป้าหมาย ผู้วิจัยนำแบบสำรวจปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ (Cardinal Numbers) ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มอบให้ครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ ครูประจำชั้นหรือคนใดคนหนึ่ง ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 เป็นผู้สำรวจประเมินนักเรียนที่มีปัญหาด้านการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เพื่อใช้เป็นกลุ่มเป้าหมาย

1.4 ผู้วิจัยนำแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ จำนวน 30 ข้อที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายจำนวน 3 คน โดยให้ทำแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ จำนวน 30 ข้อ ที่ใช้ในการวิจัยก่อนการทดลอง (Pretest) บันทึกคะแนนผลการประเมินก่อนการทดลอง เพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูล

2. ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา ปีที่ 3 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง จำนวนนับ 4 แผน ประกอบด้วย 1) การกระจายค่าจำนวนนับ 2) การเปรียบเทียบค่าจำนวนนับ 3) การเรียงลำดับจำนวนนับ 4) การนับเพิ่ม-ลดจำนวนนับที่ละ 3 , 4, 25 และ 50 โดยใช้วิธีการสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality : AR) ใช้เวลาจัดการเรียนรู้เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ในเวลาเรียน (ระหว่างเดือนกันยายนถึงเดือนธันวาคม 2563) โดยสอนสัปดาห์ละ 4 ครั้งๆละ 50 นาที รวมทั้งสิ้น 24 ครั้ง และทดสอบวัดความสามารถทางการเรียนนิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ (Pretest-Posttest) จำนวน 2 ครั้ง

แผนการจัดการเรียนรู้มีขั้นตอน ดังนี้

2.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Anticipatory set) (5 นาที) ครูทบทวนความรู้เดิม ดึงความสนใจของนักเรียน ทบทวนสิ่งที่เรียนผ่านมาแล้ว กล่าวถึงวัตถุประสงค์ของบทเรียน เน้นให้เห็นว่าบทเรียนมีความสำคัญอย่างไร ครูนำเข้าสู่บทเรียน คำถามก่อนเรียน บ้ายราคาสินค้า ตารางตัวเลขหลักนับตัวเลข หรือเพลงจำนวนนับ vdo การสอน เหตุการณ์สมมติ สอดแทรกเนื้อหา เรื่อง จำนวนนับ เพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐานนักเรียน

2.2 ขั้นสอนเนื้อหา (Content) (20 นาที) ครูอธิบายเนื้อหาชัดเจน เรียบเรียงเนื้อหาอธิบายทีละขั้นตอนด้วยภาษาที่เข้าใจง่าย ย้ำประเด็นสำคัญ ยกตัวอย่างประกอบ หากเนื้อหาซับซ้อนครูต้องวิเคราะห์งาน (Task Analysis) เน้นการนำวิธีสอนแบบวิเคราะห์ตามลำดับขั้นตอนมาใช้ บันทึกความก้าวหน้าของนักเรียนอย่างเป็นระบบและนำวิธีการปรับพฤติกรรม หรือการเสริมแรงร่วมด้วย

2.3 ขั้นตรวจสอบความเข้าใจ (Check for Understanding) (5 นาที) วิเคราะห์ว่านักเรียนเข้าใจบทเรียนหรือไม่ ด้วยการตั้งคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียน การถามย้ำช่วยให้ผู้เรียนนกระชับกระเฉง ตื่นตัว คำถามที่ดีจะช่วยให้เด็กตอบได้ถูกต้องและมุ่งประเด็นไปที่ใจความสำคัญของเนื้อหาในบทเรียน การตั้งคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจอาจเป็นคำถามปลายปิดที่ต้องการคำตอบสั้นๆ ใช้เวลาคิด 3-5 วินาที หรือคำถามปลายเปิดหรือคำถามให้นักเรียนช่วยกันคิดเป็นกลุ่ม ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นใช้ความคิดในระดับสูง

2.4 ขั้นฝึกฝนโดยมีครูแนะนำ (Guided Practice) (5 นาที) นักเรียนมีโอกาสฝึกทำทักษะที่ได้เรียนรู้โดยครูคอยให้การช่วยเหลือชี้แนะประเด็นสำคัญของเนื้อหา กระจายค่าจำนวนนับในหลักต่างๆ ฝึกอ่านจำนวนนับ โดยให้ผู้เรียนตอบ ครูคอยชี้แนะ ให้โอกาสผู้เรียนได้ตอบให้ถูกต้อง หรือครูตั้งคำถามในช่วงท้ายการเรียนรู้เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน ครูตั้งคำถามและให้ข้อมูลป้อนกลับแก่นักเรียน หากผู้เรียนตอบถูก ทำได้ ครูเสริมแรงทันที หากคำตอบยังไม่ถูกต้อง ครูช่วยหรือแก้ไขหรือตอบคำถามใหม่ให้ผู้ถูกต้อง

2.5 ขั้นฝึกฝนด้วยตนเอง (Independent Practice) (5 นาที) นักเรียนใช้แท็บเล็ต เชื่อมโยงแอปพลิเคชัน v-player เลือกหน่วยการเรียนรู้ เล่นเกมจำนวนนับ แบบฝึกหัด หรือกระจายค่าตัวเลขในหลักต่างๆ โดยให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน โดยครูเป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้อง พร้อมบันทึกคะแนนลงในแบบบันทึกผลการเรียนรู้เป็นรายบุคคล

2.6 ขั้นสรุปบททบทวนความรู้ (Closure) (5 นาที) ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนประเด็นสำคัญที่ได้เรียนมาเพื่อเป็นการสรุปบทเรียน ครูอาจตั้งคำถาม หรือเปิดโอกาสให้นักเรียนในชั้นออกมาอภิปรายแล้วให้นักเรียนตรวจสอบตนเอง นักเรียนทดสอบ เรื่อง จำนวนนับ ระหว่างเรียนครูบันทึกคะแนนลงในแบบบันทึกผลการเรียนรู้เป็นรายบุคคล ครูทบทวนเนื้อหาความรู้ตามลำดับ หากข้อใดที่นักเรียนยังทำไม่ได้หรือไม่เข้าใจ ครูจะสอนและอธิบายซ้ำ

2.7 หลังจากเรียนจบแต่ละบทเรียน นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ทุกหน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ หน่วยการกระจายค่าจำนวนนับ การเปรียบเทียบค่าจำนวนนับ การเรียงลำดับจำนวนนับ การนับเพิ่ม-ลดจำนวนนับที่ละ 3,4,25 และการนับเพิ่ม-ลดจำนวนนับที่ละ 50

3. เมื่อดำเนินกิจกรรมการสอนครบแล้วจึงทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ หลังการทดลอง (Posttest) กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน ใช้แบบทดสอบความสามารถชุดเดียวกับแบบทดสอบความสามารถก่อนการทดลอง

4. นำคะแนนความสามารถทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองมาหาค่าเฉลี่ยค่าร้อยละ ค่าคะแนนพัฒนาการที่เพิ่มขึ้น โดยอาศัยการหาค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index: E.I.) และนำเสนอด้วยกราฟแท่งแสดงข้อมูลรายบุคคล

5. นำคะแนนการทดสอบระหว่างเรียนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และคะแนนความสามารถหลังเรียนจากการทำแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ มาหาค่าประสิทธิภาพโดยวิธี E_1/E_2 ของสื่อ AR ตามเกณฑ์ 80/80

4. การจัดการทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยจัดการทำข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. การศึกษาความสามารถเรื่อง จำนวนนับ หลังการสอนด้วยวิธีสอนตรงรวมกับการใช้สื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน ของนักเรียนที่มีปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าสถิติพื้นฐานเป็นรายบุคคล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าร้อยละ (Percentage) เปรียบเทียบระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ โดยใช้วิธีสอนตรงรวมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) และเปรียบเทียบระดับความสามารถเรื่อง จำนวนนับ กับเกณฑ์การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์

ตาราง 11 แสดงเกณฑ์ร้อยละในการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ

ค่าร้อยละ	ระดับคุณภาพ
80 - 100	ดีมาก
70 - 79	ดี
60 - 69	พอใช้
50 - 59	ผ่าน
0 - 49	ไม่ผ่าน

ที่มา: กระทรวงศึกษาธิการ (2557) แนวปฏิบัติและการวัดประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. 22.

2. การเปรียบเทียบระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ โดยการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย ก่อนและหลังการทดลอง นำเสนอด้วยกราฟแท่งเป็นรายบุคคล หาค่าคะแนนพัฒนาการรายกลุ่ม รายบุคคลและร้อยละของคะแนนความก้าวหน้า

3. การหาประสิทธิภาพของสื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) ร่วมกับการสอนตรง เรื่อง จำนวนนับ สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. การหาคุณภาพเครื่องมือ

1.1 การวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้สูตร ดังนี้ (ราตรี นันทสุคนธ์, 2553, น. 227)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์
 $\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

1.2 การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความสามารถ โดยใช้สูตร ดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, น. 210-211)

$$r_{tt} = \frac{N \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[N \sum x^2 - (\sum x)^2][N \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

เมื่อ r_{tt} แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความสามารถ
 N แทน จำนวนนักเรียนที่ทำแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง
 จำนวนนับทั้งหมด

$\sum x$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนการทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์
 เรื่อง จำนวนนับ ครั้งแรก

$\sum x^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสองการทดสอบ
 ความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ ครั้งแรก

$\sum y$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนการทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์
 เรื่อง จำนวนนับ ครั้งที่สอง

$\sum y^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสองการทดสอบ
 ความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ ครั้งที่สอง

$\sum xy$ แทน ผลรวมทั้งหมดของผลคูณ ระหว่างคะแนนการทดสอบ
 ความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับครั้งแรก กับครั้งที่สอง

1.3 การวิเคราะห์ค่าความยากของแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ โดยใช้สูตร ดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, น. 196)

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

เมื่อ P แทน ค่าความยากง่ายของคำถามข้อนั้น
R แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกข้อนั้น
N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

1.4 การวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก โดยใช้สูตร ดังนี้ (ราตรี นันทสุคนธ์, 2553, น. 234)

$$r = \frac{R_u - R_1}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ r แทน ดัชนีค่าอำนาจจำแนกของคำถามข้อนั้น
 R_u แทน จำนวนนักเรียนที่ทำแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ ที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง
 R_1 แทน จำนวนนักเรียนที่ทำแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ ที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน
N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดทั้งกลุ่มอ่อนและกลุ่มเก่ง

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 ข้อมูลเชิงปริมาณ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นสถิติเชิงพรรณนา ซึ่งเป็นสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและค่าร้อยละ

2.1.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) โดยคำนวณจากสูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2554) ดังนี้

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย
 $\sum x$ แทน ผลรวมคะแนนทั้งหมด
N แทน จำนวนคนในกลุ่มเป้าหมาย

ดังนี้

2.1.2 ค่าร้อยละ (Percentage) โดยคำนวณจากสูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2554)

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

เมื่อ P แทน คะแนนค่าร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการเปลี่ยนแปลงให้เป็นร้อยละ

n แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

2.1.3 หาค่าพัฒนาการที่เพิ่มขึ้น โดยอาศัยการหาค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index: E.I.) โดยคำนวณจากสูตร (เผธิญ กิจระการ และ สมนึก ภัททิยธนี, 2018) ดังนี้

$$\text{ดัชนีประสิทธิผล (E.I.)} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนหลังเรียนทุกคน} - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}}{(\text{จำนวนกลุ่มเป้าหมาย } X \text{ คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}}$$

2.1.4 การหาค่าร้อยละของคะแนนความก้าวหน้ารายบุคคล โดยคำนวณจากสูตร (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2559) ดังนี้

$$\begin{aligned} &\text{ร้อยละของคะแนนความก้าวหน้า} \\ &= \frac{[\text{คะแนนหลังเรียน } (x_2) - \text{คะแนนก่อนเรียน } (x_1)] \times 100}{\text{คะแนนเต็ม}} \end{aligned}$$

3. สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพเครื่องมือ

3.1 การหาประสิทธิภาพสื่อการสอนเทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality : AR) เรื่อง จำนวนนับ โดยสูตร ดังนี้

$$E_1 = \frac{\frac{\sum x}{N}}{A} \times 100$$

$$E_2 = \frac{\frac{\sum y}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ	E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	E_2	แทน	ประสิทธิภาพของเครื่องมือ
	Σx	แทน	ผลรวมของคะแนนสอบระหว่างเรียน
	Σy	แทน	ผลรวมของคะแนนสอบหลังเรียน
	N	แทน	จำนวนของนักเรียนที่เรียน
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนระหว่างเรียน
	B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับหลังเรียน

เมื่อ 80 ตัวแรก (E_1) คือ ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ คิดเป็นค่าเฉลี่ย ร้อยละ 80 ของคำตอบที่นักเรียนตอบได้ถูกต้อง จากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนระหว่างเรียน

เมื่อ 80 ตัวหลัง (E_2) คือ ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 80 ของคำตอบที่นักเรียนตอบได้ถูกต้อง จากการทำแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับหลังเรียน (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2556: 8)

4. วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยวิธีการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยนำข้อมูลจากบันทึกหลังการสอนและข้อมูลจากการสังเกตการสอน พฤติกรรมของนักเรียน มาวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) แล้วนำข้อมูลที่ได้มาเสนอเป็นความเรียง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การพัฒนาความสามารถ เรื่อง จำนวนนับ สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษาปีที่ 3 โดยวิธีการสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริง ทำการวิเคราะห์ข้อมูล การนำเสนอเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ศึกษาความสามารถ เรื่อง จำนวนนับ ของนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) ทำการวิเคราะห์ ข้อมูลโดยหาค่าสถิติ พื้นฐานเป็นรายบุคคล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (mean) ค่าร้อยละ (percentage) เปรียบเทียบระดับ ความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ หลังการสอนกับเกณฑ์การประเมินระดับดีขึ้นไป

ตาราง 12 แสดงคะแนนความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ ก่อนและหลังเรียนโดยใช้ วิธีการสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality : AR) และร้อยละ ความก้าวหน้ารายบุคคล

นักเรียน	คะแนน สอบก่อน			คะแนน สอบหลัง		
	การ ทดลอง (เต็ม 30 คะแนน)	คิดเป็น ร้อยละ	ระดับ เกณฑ์การ ประเมิน	การ ทดลอง (เต็ม 30 คะแนน)	คิดเป็น ร้อยละ	ระดับ เกณฑ์การ ประเมิน
คนที่ 1	19	63.34	พอใช้	28	93.34	ดีมาก
คนที่ 2	17	56.66	ผ่าน	25	83.34	ดีมาก
คนที่ 3	19	63.34	พอใช้	27	90	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย	18.33	61.11	พอใช้	26.67	88.89	ดีมาก

จากตาราง 12 แสดงว่า ความสามารถ เรื่องจำนวนนับ ของนักเรียนที่มีปัญหาทาง คณิตศาสตร์ ก่อนการสอนโดยใช้วิธีสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) พบว่า นักเรียนมีคะแนนระหว่าง 17-19 คะแนน โดยมีค่าเฉลี่ย (mean) เท่ากับ 18.33 คิดเป็นร้อยละ 61.11 ซึ่งอยู่ในระดับ พอใช้ และหลังการสอนโดยใช้วิธีสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน

(AR) นักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ มีคะแนนระหว่าง 25-28 คะแนน โดยมีค่าเฉลี่ย (mean) เท่ากับ 26.67 คิดเป็นร้อยละ 88.89 ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก ซึ่งนักเรียนคนที่ 1 คะแนนก่อนการทดลอง 19 คะแนน หลังการทดลอง 28 คะแนน เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 93.34 นักเรียนคนที่ 2 คะแนนก่อนการทดลอง 17 คะแนน หลังการทดลอง 25 คะแนน เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 83.34 และนักเรียนคนที่ 3 คะแนนก่อนการทดลอง 19 คะแนน หลังการทดลอง 27 คะแนน เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 90 ขณะทำการทดลองนักเรียนทั้ง 3 คนมีความสนใจสื่อ AR มีสมาธิในการเรียน นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อและเพื่อน ร่วมกันทำแบบฝึกหัดผ่านสื่อ AR ดีมาก ปัญหาที่พบ คือ นักเรียนบางคนใช้เวลาในการทำความเข้าใจเนื้อหาการเรียนนานกว่าเพื่อนคนอื่น

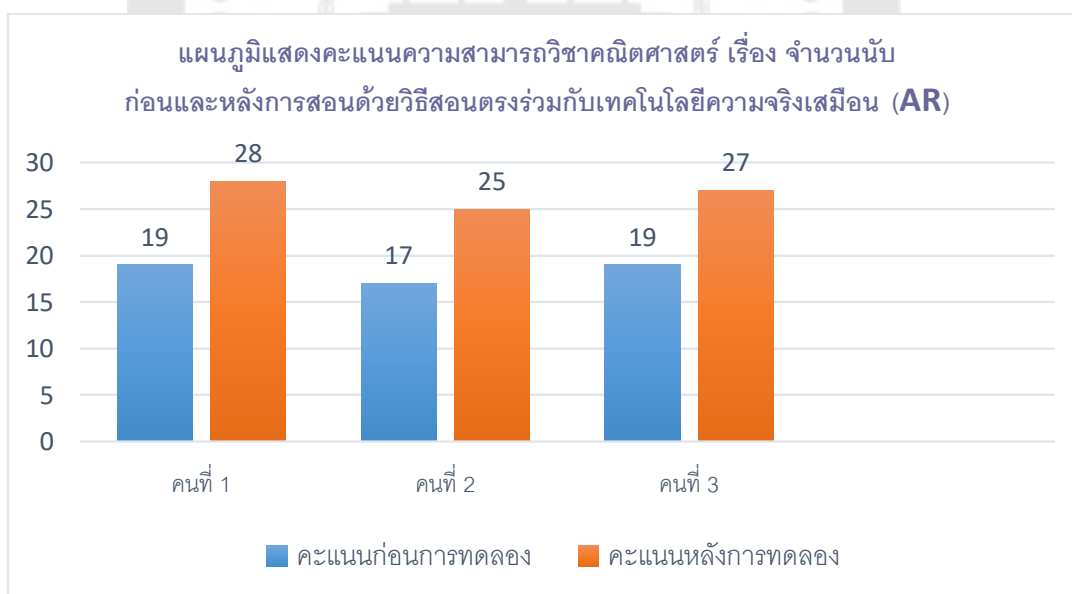
ตอนที่ 2 เปรียบเทียบความสามารถ เรื่อง จำนวนนับ ของนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการสอนด้วยวิธีสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR)

ตาราง 13 ผลการเปรียบเทียบความสามารถ เรื่อง จำนวนนับ ก่อนและหลังการสอนด้วยวิธีสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) เป็นรายบุคคล

นักเรียน	ความสามารถ เรื่อง จำนวนนับ		ผลต่างของคะแนน	
	ก่อนเรียน (X_1) (คะแนนเต็ม 30)	หลังเรียน (X_2) (คะแนนเต็ม 30)	ความก้าวหน้า ($X_2 - X_1$)	แปลผล
1	19	28	+9	มีพัฒนาการเพิ่มขึ้น
2	17	25	+8	มีพัฒนาการเพิ่มขึ้น
3	19	27	+8	มีพัฒนาการเพิ่มขึ้น
ค่าเฉลี่ย	18.33	26.67	+8.33	มีพัฒนาการเพิ่มขึ้น

จากตาราง 13 พบว่า คะแนนความสามารถ ก่อนการสอนด้วยวิธีสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) มีคะแนนความสามารถเรื่องจำนวนนับ มีค่าเฉลี่ย (mean)

เท่ากับ 18.33 และคะแนนเฉลี่ยหลังการสอนด้วยวิธีสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) มีค่าเฉลี่ย (mean) เท่ากับ 26.67 ผลต่างของคะแนนความก้าวหน้าเพิ่มขึ้น +8.33 ทั้ง 3 คน ที่ได้รับการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ ด้วยวิธีสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) มีคะแนนสูงขึ้นกว่าก่อนการสอนด้วยวิธีสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) ทั้ง 3 คน และเมื่อพิจารณาความสามารถ เรื่อง จำนวนนับ ก่อนและหลังเรียนโดยใช้วิธีการสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) เป็นรายบุคคล พบว่า นักเรียนคนที่ 1 สามารถนับและบอกค่า กระจายจำนวนหลักพันได้ เปรียบเทียบจำนวนหลักพันโดยใช้เครื่องหมาย $\neq$ $>$ $<$ ได้ คนที่ 2 มีความมั่นใจ สมารถดี ความสามารถด้านความจำจากการเห็นและการได้ยินค่อนข้างดีแต่ต้องได้รับกระตุ้นโดยครูผู้สอนทางวาจา กระจายจำนวนนับ นับเพิ่ม-ลด จำนวนต่อจากที่ครูให้ได้ และคนที่ 3 ตอบได้ตรงคำถามมากขึ้น มีความสามารถทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ การเข้าใจ ความหมายที่เป็นตัวเลขสัญลักษณ์หรือนามธรรมได้ดีขึ้น สามารถใช้เครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ $>$ $<$ $\neq$ เปรียบเทียบค่าจำนวนนับในหลักพันได้ มีสมาธิร่วมด้วยขณะทำกิจกรรมจากสื่อ AR มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน เคารพกฎกติกา รู้จักการรอคอย ดังแสดงในภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 แผนภูมิเปรียบเทียบความสามารถวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ ก่อนและหลังการทดลอง

จากภาพประกอบที่ 6 แสดงคะแนนความสามารถ เรื่อง จำนวนนับก่อนและหลัง การทดลองและการสังเกตพฤติกรรมขณะทำการทดลองของนักเรียนแต่ละบุคคล ดังนี้

นักเรียนคนที่ 1 เพศชาย IQ = 102 มีความบกพร่องของความสามารถทางการเรียนรู้ด้าน Reading , Spelling, Arithmetic สมารถขึ้น ก่อนดำเนินการทดลองนักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับตัวเลข เครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ เช่น $\neq > <$ สามารถตอบคำถามได้ถูกต้องเมื่อได้รับการกระตุ้นเตือน มีความตั้งใจกับกิจกรรมในระยะเวลาสั้นๆ แต่มีพฤติกรรมควบคุมตนเองได้ไม่ดี และวอกแวกง่าย ผลการทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนได้ 19 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 63.33 หลังจากการทดลองโดยใช้วิธีการสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับตัวเลขที่ซับซ้อนมากขึ้น เข้าใจการกระจายตัวเลขผ่านการเรียนรู้แบบรูปธรรม มีความสนใจในการทำกิจกรรมมากขึ้น จดจ่อกับการทำใบงาน สนุก ตื่นเต้น มีความกระตือรือร้นในการทำใบงาน มีความมั่นใจ และอยากสอนเพื่อนที่นั่งข้างๆ ผลการทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์หลังเรียนได้ 28 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 93.33

นักเรียนคนที่ 2 เพศชาย IQ = 92 ขาดความมั่นใจ พูดซ้ำ พูดน้อยและเสียงเบา การเคลื่อนไหวร่างกายปกติ อ่าน เขียน คำนวณได้น้อย สมารถไม่ดี ก่อนดำเนินการทดลองนักเรียนมีพัฒนาการทางด้านการคำนวณช้ากว่าเพื่อนในห้อง บางครั้งไม่สามารถนับเลขในใจ ใช้การนับนิ้วแทน ไม่สามารถแยกแยะ เรียงลำดับและเปรียบเทียบจำนวนในหลักพันได้ สับสนเครื่องหมาย $> <$ หลีกเลียงการทำโจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อน ไม่มั่นใจในคำตอบ ลบบ่อย เขียนตัวหนังสือ ตัวเลขขีดกันจนทำให้อ่านยาก พฤติกรรมดังกล่าวทำให้นักเรียนขาดความมั่นใจ ครูต้องกระตุ้นและให้กำลังใจอยู่เสมอ ผลการทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนได้ 17 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 56.67 หลังจากการทดลองโดยใช้วิธีการสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality : AR) นักเรียนมองเห็นจำนวนเป็นรูปธรรม นับเลขโดยใช้นิ้วมือลดลง สามารถกระจายค่าตัวเลขได้อย่างถูกต้อง มีความมั่นใจมากขึ้น ลบคำตอบน้อยลง สามารถเชื่อมโยงจำนวนนับหลักพันกับสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ ผลการทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์หลังเรียนได้ 25 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 83.33

นักเรียนคนที่ 3 เพศชาย IQ = 93 ตอบได้ตรงคำถาม มีความสามารถทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ต่ำกว่าความสามารถทางเชาว์ปัญญาโดยรวมประมาณ 1 ชั้นเรียน ร่วมกับมีภาวะอยู่ไม่นิ่ง ขาดสมาธิร่วมด้วย ก่อนดำเนินการทดลองนักเรียนขาดแรงจูงใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีความยากลำบากในการอ่านโจทย์ปัญหา อ่านข้ามข้อ เลือกทำแต่โจทย์ที่ไม่ซับซ้อน สะเพร่า รีบทำให้เสร็จ วอกแวกง่ายและสับสนส่วนแหลมของเครื่องหมาย $> <$ ผลการทดสอบวัด

ความสามารถทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนได้ 19 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 63.33 หลังจากการทดลองโดยใช้วิธีการสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality : AR) นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้น มีสมาธิจดจ่อกับการเรียน มีความรอบคอบและจับใจความในการทำโจทย์ปัญหา รู้สึกสนุก ตื่นเต้น เมื่อได้ใช้สื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) ซึ่งมีภาพประกอบ สื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการอ่านโจทย์ทำให้นักเรียนเข้าใจได้ง่าย ผลการทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์หลังเรียนได้ 27 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 90.00

ตาราง 14 ดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index: E.I.) ของสื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) แอปพลิเคชัน AR คู่มือการติดตั้งและการใช้งานแอปพลิเคชัน AR หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality : AR) วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ

จำนวน นักเรียนที่มี ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ ด้านการนับ (คน)	คะแนน เต็ม	ผลรวม คะแนน ก่อน การ สอน	คะแนน เฉลี่ย	ผลรวม คะแนน หลัง การ สอน	คะแนน เฉลี่ย	ค่าดัชนี ประสิทธิผล E.I.	คิดเป็น ร้อยละ
3	30	55	18.33	80	26.67	0.7203	72.03

จากตาราง 14 พบว่า ความสามารถ เรื่อง จำนวนนับ ของนักเรียนทั้ง 3 คน ก่อนการสอน โดยใช้วิธีสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) สามารถทำคะแนนจากแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ จำนวน 30 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน ได้ผลรวมของคะแนนก่อนการสอน เท่ากับ 55 คะแนน มีคะแนนเฉลี่ย 18.33 คะแนน และหลังการสอน สามารถทำคะแนนจากการทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ ประเมินโดยใช้แบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ จำนวน 30 ข้อ ฉบับเดียวกัน ได้ผลรวมเท่ากับ 80 คะแนน มีคะแนนเฉลี่ย 26.67 คะแนน โดยมีค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) เฉลี่ยเท่ากับ 0.7203 แสดงว่า หลังการสอนโดยใช้วิธีสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) นักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความรู้เพิ่มขึ้น ร้อยละ 72.03

ตอนที่ 3 ผลการสร้างและศึกษาประสิทธิภาพของการสอนตรงร่วมกับสื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) เรื่อง จำนวนนับ ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

ตาราง 15 ประสิทธิภาพของสื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) เรื่อง จำนวนนับ เทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80

นักเรียน	คะแนน pretest (เต็ม 30 คะแนน)	คะแนนจากแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน					คะแนน posttest (เต็ม 30 คะแนน)	ผลการประเมิน
		แบบฝึกที่ 1	แบบฝึกที่ 2	แบบฝึกที่ 3	แบบฝึกที่ 4	รวม 40		
		(10 คะแนน)	(10 คะแนน)	(10 คะแนน)	(10 คะแนน)	คะแนน		
1	19	9	9	8	8	34	28	$E_1 = 81.67$ $E_2 = 88.89$
2	17	7	8	9	8	32	25	
3	19	9	9	7	7	32	27	
ค่าเฉลี่ย	18.33	8.33	8.66	8	7.66	32.66	26.67	

จากตาราง 15 พบว่า สื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) เรื่อง จำนวนนับ ร่วมกับการสอนตรงมีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 81.67/88.89 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 แสดงว่า สื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) เรื่อง จำนวนนับร่วมกับการสอนตรง สามารถช่วยเหลือให้นักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง จำนวนนับ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับได้สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การพัฒนาความสามารถ เรื่อง จำนวนนับ สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality : AR) สามารถสรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ได้ดังต่อไปนี้

ความมุ่งหมายของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสามารถ เรื่อง จำนวนนับ ของนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR)
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถ เรื่อง จำนวนนับ ก่อนและหลังการสอนด้วยวิธีสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) ของนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษาปีที่ 3
3. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) เรื่อง จำนวนนับ สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษาปีที่ 3

สมมติฐานของการวิจัย

1. ความสามารถ เรื่อง จำนวนนับ ของนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังการสอนด้วยวิธีสอนตรงร่วมกับสื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) อยู่ในระดับดี
2. นักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) มีความสามารถ เรื่อง จำนวนนับสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน
3. สื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) เรื่อง จำนวนนับ สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

การกำหนดกลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนที่มีปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ กำลังศึกษาอยู่ในระดับประถมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนอนุบาลเมืองกำแพงเพชร (บ้านนครชุม) ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 3 คน

เครื่องมือในการวิจัย

เครื่องมือในการวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แบบสำรวจปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ (Cardinal Numbers) ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
2. แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ โดยใช้วิธีสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) ระดับประถมศึกษาปีที่ 3 สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง จำนวนนับ จำนวน 4 แผน
3. แอปพลิเคชัน AR คู่มือการติดตั้งและการใช้แอปพลิเคชัน AR
4. หนังสือเรียนเพื่อพัฒนาความสามารถ เรื่อง จำนวนนับ ด้วยวิธีสอนตรงร่วมกับสื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality : AR)
5. แบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ แบบปรนัย จำนวน 30 ข้อ

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยรูปแบบเชิงทดลอง (Experiment Research) ผู้วิจัยทดลองโดยใช้แผนการทดลองแบบ One Group Pretest-Posttest Design มีวิธีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ก่อนดำเนินการทดลอง
 - 1.1 ขอใบรับรองจริยธรรมการวิจัยของข้อเสนอการวิจัย หมายเลขข้อเสนอการวิจัย SWUEC/E-339/2561 จากสถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 - 1.2 ขั้นตอนการเลือกเป้าหมาย ผู้วิจัยนำแบบสำรวจปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ (Cardinal Numbers) ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มอบให้ครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์หรือครูประจำชั้น เป็นผู้สำรวจประเมินนักเรียนที่มีปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ เพื่อใช้เป็นกลุ่มเป้าหมาย
 - 1.3 ขอหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อขอความอนุเคราะห์ผู้อำนวยการโรงเรียนอนุบาลเมืองกำแพงเพชร (บ้านนครชุม) ดำเนินการทดลองกับกลุ่มเป้าหมาย
 - 1.4 ผู้วิจัยนำแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 30 ข้อ แบบปรนัย เต็มคำในช่องว่าง ไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายจำนวน 3 คน โดยให้ทำแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ ที่ใช้ในการวิจัยก่อนการทดลอง (Pretest) บันทึกคะแนนผลการประเมินก่อนการทดลอง เพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูล

2. ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา ปีที่ 3 สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง จำนวนนับ 4 แผน ประกอบด้วย 1) การกระจายค่าจำนวนนับ 2) การเปรียบเทียบค่าจำนวนนับ 3) การเรียงลำดับ จำนวนนับ 4) การนับเพิ่ม-ลดจำนวนนับที่ละ 3 , 4, 25 และ 50 โดยใช้วิธีการสอนตรงร่วมกับ เทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality : AR) ใช้เวลาจัดการเรียนรู้เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ ในเวลาเรียน (ระหว่างเดือนกันยายนถึงเดือนธันวาคม 2563) โดยสอนสัปดาห์ละ 4 ครั้งๆละ 50 นาที รวมทั้งสิ้น 24 ครั้ง หลังจากเรียนจบแต่ละบทเรียน นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้าย บทเรียน ทุกหน่วยการเรียนรู้ และทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ (Pretest-Posttest) จำนวน 2 ครั้ง

3. เมื่อดำเนินการทดลองครบแล้วจึงดำเนินการวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ หลังการทดลอง (Posttest) กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน ใช้แบบทดสอบ ความสามารถชุดเดียวกับแบบทดสอบความสามารถก่อนการทดลอง

4. นำคะแนนความสามารถทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองมาหาค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ค่าคะแนนพัฒนาการที่เพิ่มขึ้น โดยอาศัยการหาค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index: E.I.) และนำเสนอด้วยกราฟแท่งแสดงข้อมูลรายบุคคล

5. นำคะแนนการทดสอบระหว่างเรียนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และ คะแนนความสามารถหลังเรียน จากการทำแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ มาหาค่าประสิทธิภาพโดยวิธี E_1/E_2 ของสื่อ AR ตามเกณฑ์ 80/80

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การศึกษาความสามารถ เรื่อง จำนวนนับ สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางการเรียน คณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาปีที่ 3 หลังการสอนด้วยวิธีสอนตรงร่วมกับการใช้สื่อเทคโนโลยี ความจริงเสมือน (AR) ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าสถิติพื้นฐานเป็นรายบุคคล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าร้อยละ (Percentage) เปรียบเทียบระดับความสามารถ เรื่อง จำนวนนับ โดยวิธีสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) ก่อนและหลังการสอนกับเกณฑ์ การประเมิน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นสถิติเชิงพรรณนา

2. การเปรียบเทียบระดับความสามารถ เรื่อง จำนวนนับ โดยการเปรียบเทียบคะแนน เฉลี่ย ก่อนและหลังการทดลอง นำเสนอด้วยกราฟแท่งเป็นรายบุคคล และหาค่าคะแนนพัฒนาการ

3. การหาประสิทธิภาพของสื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) ร่วมกับการสอนตรงเรื่อง จำนวนนับ สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษาปีที่ 3 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

สรุปผลการวิจัย

1. ความสามารถ เรื่อง จำนวนนับของนักเรียนที่มีปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์ หลังการสอนด้วยวิธีสอนตรงร่วมกับการใช้สื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน อยู่ในระดับดีมาก
2. นักเรียนที่มีปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์ หลังจากที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง (AR) มีความสามารถ เรื่อง จำนวนนับสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน
3. สื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) เรื่อง จำนวนนับ สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 81.67/ 88.89 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์

อภิปรายผล

1. จากสมมติฐานข้อที่ 1 ความสามารถ เรื่อง จำนวนนับ สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังการสอนด้วยวิธีสอนตรงร่วมกับการใช้สื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) อยู่ในระดับดี พบว่า ความสามารถหลังได้รับการสอนโดยใช้วิธีสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) อยู่ในระดับดีมาก และสมมติฐานข้อที่ 2 นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง (AR) มีความสามารถ เรื่อง จำนวนนับสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน พบว่า คะแนนความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ หลังการสอนด้วยวิธีสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) นักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีพัฒนาการเพิ่มขึ้นทุกคน เพราะวิธีการสอนตรงร่วมกับสื่อ AR เป็นวิธีที่ช่วยกระตุ้น ได้รับความสนใจ อีกทั้งสื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) สามารถแสดงภาพเคลื่อนไหว ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพจากการมองเห็น ทั้งนี้ การสอนตรง เป็นรูปแบบการสอนที่มีเป้าหมายเพื่อฝึกทักษะหรือให้ความรู้เบื้องต้นแก่ผู้เรียนเพื่อให้มีพฤติกรรมตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดการเรียนการสอนเน้นการฝึกและเสริมแรงในขณะที่เรียนหรือฝึกปฏิบัติงานให้ผู้เรียนสามารถทำงานได้อย่างมีลำดับขั้นตอน (วีระเดช เชื้อนาม, 2545) การสอนตรงให้ความสำคัญกับการสอนกลุ่มย่อย โดยครูคอยดูแลอย่างใกล้ชิดและระมัดระวังในการออกคำสั่งที่ชัดเจนโดยนำการวิเคราะห์งานมาร่วมด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของ นกมล ภูมิสตรี (2555) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การคูณของนักเรียน ประถมศึกษาปีที่ 5-6 ที่บกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ จากการสอนเสริม

โดยใช้วิธีการสอนตรงร่วมกับเทคนิคการคูณแบบแลททิซ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับดีมาก และความสามารถทางการเรียนเรื่อง การคูณสูงขึ้น และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ (Cook, 2005) ได้ศึกษาผลการใช้โปรแกรมการสอนอ่านแบบสอนตรงกับนักเรียนกลุ่มเสี่ยงที่มีปัญหาในการอ่านที่ต่ำกว่าระดับชั้นเรียน 2-3 ชั้นปี โดยใช้วิธีการสอนตรงรูปแบบการทดลอง One Group Pretest and Posttest พบว่า กลุ่มเด็กเสี่ยงมีความสามารถในการอ่านดีขึ้นโดยเฉลี่ย 2.7 ชั้นปี

นอกจากนั้น เทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality : AR) ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและได้นำมาประยุกต์ใช้กับงานด้านต่างๆ ผนวกเข้ากับเทคโนโลยีภาพผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่างๆ และแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์หรือบนหน้าจอโทรศัพท์มือถือ ทำให้ผู้ใช้สามารถนำเทคโนโลยีเสมือนจริงมาใช้ในการทำงานแบบออนไลน์ที่สามารถโต้ตอบได้ทันทีระหว่างผู้ใช้กับสินค้าหรืออุปกรณ์ต่อเชื่อมต่อบนเสมือนจริงของโมเดลแบบสามมิติ โดยผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องไปสถานที่จริง (วัฒนา พรหมอุ่น, 2551)

2. สมมติฐานที่ 3 สื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) เรื่อง จำนวนนับ สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการออกแบบสื่อการสอน ศึกษาเลือกโปรแกรม แอปพลิเคชันที่เหมาะสมกับความต้องการจำเป็นพิเศษของกลุ่มเป้าหมาย การใช้งานที่ไม่ยุ่งยาก สะดวกและสามารถเข้าถึงได้ง่าย ซึ่งแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเสมือนจริง คือ การพัฒนาเทคโนโลยีแห่งความเป็นจริงและความเสมือนจริงเข้าด้วยกัน ถ่ายทอดผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่ออื่นๆ เช่น เว็บแคมคอมพิวเตอร์ ภาพเสมือนจริงจะแสดงผลผ่านหน้าจอเกิดปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ได้ทันที ทั้งภาพนิ่ง ภาพสามมิติ ภาพเคลื่อนไหว สื่อที่มีเสียงประกอบ (วัฒนา พรหมอุ่น, 2551) สอดคล้องกับงานวิจัยของ กัณฐีวรรณ (2557) ทำการพัฒนาหนังสืออ่านเพิ่มเติมที่มีความจริงเสมือน เรื่อง ประเทศสิงคโปร์ ผ่านไอแพด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า สื่อมีคุณภาพอยู่ในระดับดี มีประสิทธิภาพ 92.14/91.42 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่าคะแนนก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นเดียวกับผลการวิจัยของ กัญญนันท์ กิตติชนะภิรมณ์ (2554) ศึกษาการสร้างหนังสือภาพเพื่อเตรียมความพร้อมทางคณิตศาสตร์สำหรับเด็กปฐมวัย ผลการศึกษาพบว่า หนังสือภาพ เรื่อง การเรียนรู้ค่าตัวเลข 0 - 9 สำหรับเด็กปฐมวัยสามารถนำมาใช้ได้อย่างเหมาะสม นักเรียนทุกคนมีความพร้อมทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การรู้ค่าของตัวเลข 0-9 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ผลความพึงพอใจของนักเรียนอนุบาลปีที่ 2 อยู่ในระดับมากในทุกด้าน และจากงานวิจัยต่างประเทศ (Enyedy, 2012) ทำการวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ โดยการเล่นผ่าน

สภาพแวดล้อมความจริงเสมือนกับผู้เรียนอายุ 6 – 8 ปี ผลการศึกษาจากการทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน พบว่า ผู้เรียนมีความเข้าใจและสามารถพัฒนาความคิดรวบยอดของ แรง, แรงลัพธ์, แรงเสียดทาน และการเคลื่อนที่สองมิติ หลักจากทำการเรียน แสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยง ระหว่างการใช้ความจริงเสมือน กับการเล่นอย่างมีความหมาย และรู้แบบของนิเวศเชิงสัญลักษณ์ของการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในตัวผู้เรียนอีกด้วย

จะเห็นได้ว่า การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Augmented Reality ร่วมกับการสอนตรงเป็นลำดับขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอน ก่อให้เกิดการเรียนรู้ดีขึ้น สื่อมีความน่าสนใจ สามารถนำเสนอข้อมูลจากนามธรรมให้เป็นรูปธรรม ทำให้ง่ายต่อการนำเสนอเนื้อหาในแต่ละเรื่อง ดึงดูดให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย โดยจากผลการทดลองส่วนใหญ่จะกระตุ้นการตอบสนองของผู้เรียน เนื่องจากตัวสื่อเสมือนได้จำลองสถานการณ์ไว้เหมือนว่าตัวผู้เรียนได้อยู่ในสถานการณ์นั้น ๆ ทำให้เกิดประโยชน์ในการเรียน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

1. การใช้งานสื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) เรื่อง จำนวนนับ ครูควรอธิบายวิธีการติดตั้งและใช้งาน รวมถึงการควบคุมดูแลการใช้งานอย่างเหมาะสมและให้คำแนะนำขณะใช้แอปพลิเคชันครั้งต่อไป ผู้สอนจึงลดความช่วยเหลือลงอย่างเป็นลำดับ
2. ครูควรให้ข้อมูลป้อนกลับแก่นักเรียนทันที เมื่อนักเรียนเกิดข้อสงสัยในเนื้อหาบทเรียน ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาได้ครบถ้วน
3. การพัฒนารูปแบบและเนื้อหาในแอปพลิเคชัน ควรมีการปรับระดับความยาก ง่ายให้เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน ซึ่งจะช่วยให้มีช่วงความสนใจและจดจ่อกับกิจกรรมจนสำเร็จ โดยได้รับการกระตุ้นหรือการช่วยเหลือจากครูลดลง
4. ครูมีบทบาทสำคัญในการสร้างข้อตกลงร่วมกันเพื่อสนับสนุนการมีส่วนร่วมของนักเรียน ในการปรับใช้วิธีการเสริมแรงทางบวก เพื่อสนับสนุนให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมที่เหมาะสม
5. การใช้แอปพลิเคชัน V-player สำหรับสื่อ AR ควรพัฒนาให้มีแบบออฟไลน์เพื่อสะดวกในการใช้งานในที่ไร้สัญญาณอินเทอร์เน็ต WiFi

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรสร้างและพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) ในเนื้อหาอื่นๆ เพื่อพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ ร่วมกับรูปแบบ เทคนิคการสอนที่หลากหลาย เพื่อให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้ ครูใช้เทคโนโลยีในการสอนอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น
2. ควรศึกษาการพัฒนาความสามารถทางด้านต่างๆ โดยสื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) กับนักเรียนที่มีความต้องการพิเศษกลุ่มอื่นๆ



บรรณานุกรม

- Adams, G., และ Engelmann, S. (1996). *Research on Direct Instruction : 25 Years beyond DISTAR*. Seattle. WA: Educational Achievement Systems.
- Chena, C. H., Hob, C.-H., และ Li, J.-B. (2014). *The development of an augmented reality game-based learning environment*. Taiwan: Ming Chuan University.
- Cheok, A. (2013). *Making a Huggable Internet over, on IEEE Spectrum*. United Kingdom: University of London.
- Cook, I. G. (2005). Promoting and Assessing “Deep Learning” in Geography Fieldwork: An Evaluation of Reflective Field Diaries. *Journal of Geography in Higher Education*, 32(3), 459-479.
- Diaz, C., Hincapié, M., และ Moreno, G. (2015). *How the Type of Content in Educative Augmented Reality Application Affects the Learning Experience*. Colombia: Procedia Computer Sciences.
- Eduardo E, V. (2012). *Augmented Reality Interfaces for Mobile Environmental Monitoring* (Online).
- Enyedy. (2012). Exploring the Changes in In-service Teachers Perceptions of Technological Pedagogical Content Knowledge and Efficacy for ICT Design Thinking. Retrieved from <http://icce2013bali.org/datacenter/workshopproceedings/w8.pdf>
- Fukuda, T., Zhang, T., และ Yabuki, N. (2012). Availability of Mobile Augmented Reality System for Urban Landscape Simulation. In *Cooperative Design, Visualization, and Engineering*. Osaka Division of Sustainable Energy and Environmental Engineering Graduate School of Engineering, Osaka University.
- Gearheart, B. R. (1977). *Learning Disabilities* (2nd ed.). The C.V. Mosby Company: Saint Louis.
- Geary, D. C. (2004). Mathematics and learning disabilities. *J. Learn. Disabil*, 37(1), 4-15.
- Hallahan, D. P. (2005). *Learning Disabilities: Foundations, Characteristics, and Effective Teaching*. United State of America: Pearson Education.
- Jones, E. D., Wilson, R., และ Bhojwani, S. (1997). *Mathematics Instruction for Secondary*

- Students with Learning Disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 30(2), 151-163.
- Kolb, D. A. (1995). *Disciplinary Inquiry Norms and Student Learning Styles : Diverse Pathways for Growth*. Chickering. San Francisco: Jossey-Bass.
- Kysela, J., และ Storková, P. (2015). *Using Augmented Reality as a Medium for Teaching History and Tourism*. Procedia Social and Behaviors Sciences: Czech Republic.
- Lerner, J. W. (2003). *Learning Disabilities: Theories, Diagnosis and Teaching Strategies* (9th ed.). Boston: Houghton Mifflin.
- Lerner, J. W. (2006). *Learning Disabilities and Related Disorders: Characteristics and Teaching Strategies* (10th ed.). Boston: Houghton Mifflin.
- Mercer, C., Mercer, A., และ Pullen, P. (2005). *Students with learning disabilities* (6th ed.). Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education.
- National Institute for Direct Instruction. (2019). Retrieved from <https://www.nifdi.org/programs/ell-eld/espanol-to-english.html>.
- Neil, F., และ Baume, D. (2006). Learning styles again: VARKing up the right tree! *SEDA*, 7(4), 4-7.
- Oakland, Thomas, และ & et al. (1998). An Evaluation of the Dyslexia Training Program: A Multisensory Method for Promoting Reading in Students with Reading Disabilities. Retrieved from <http://eric.ed.gov/ERICWebPortal/Home.portal?>
- Rees, C. (2008). An Augmented Reality Game For Scientific Literacy. Retrieved from <http://www.dc.msu.ca:8080>
- Roony, J. (1997). The effects of Story Grammar Strategy Training on The Story Comprehension: Self-efficacy and Attributions of Learning Disabled Students *Dissertation Abstracts International*, 58(5).
- Sharma, R. C. (2005). "Open learning in India : Evolution, diversification and reaching out.". *ERIC*, 20(3), 227-241.
- Smith, T. E., Polloway, E. A., Patton, J. R., Dowdy, C. A., และ McIntyre, L. (2006). *Teaching Students with Special Needs in Inclusive Setting* (4th ed.). Boston: Allyn & Bacon.
- Susan, Y. (2012). Using augmented reality and knowledge-building Scaffolds to improve learning in a science museum. Retrieved from

<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11412-012-9156-x#close>

Sutaria, S. (1982). Multisensory Approach to the Teaching of Reading to Learning Disabled Students: A Review of Research and a Case Study. Retrieved from

Wenyuan, G. (2001). *The lattice method used in teaching multiplication with Whole Number and decimal to students with learning disabilities*. Minnesota: Winona state university.

กรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข. (2546). แบบประเมินความสามารถทางเชาวน์ปัญญาเด็กอายุ 2-15 ปี. กรุงเทพฯ: กรมสุขภาพจิต.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2550). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2554). ความรู้พื้นฐานและแนวทางการพัฒนานักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2555). เทคนิค วิธีการ และสื่อสำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2557). แนวปฏิบัติและการวัดประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กฤษณะ ไชยมา. (2546). กิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์เรื่องแบบรูปและการให้เหตุผล สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาโท). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

กลวัชร คล้ายนาค. (2551). การสร้างพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงเพื่อส่งเสริมการศึกษาด้านการเกษตรไทย: กรณีศึกษาเรือนไทยลื้อ. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

กัญญนันท์ กิตติชนะภิรมณ์. (2554). การสร้างหนังสือภาพเพื่อเตรียมความพร้อมทางคณิตศาสตร์สำหรับเด็กปฐมวัย. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

กัณฑ์ วรอาจ. (2557). การพัฒนาหนังสืออ่านเพิ่มเติมที่มีความจริงเสมือน เรื่องประเทศสิงคโปร์ ผ่านไอแพด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสารวิชาการศรีปทุม ชลบุรี, 15(2), 101-109.

- กิดานันท์ มีทอง. (2548). เทคโนโลยีและสื่อสำหรับการศึกษา. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์อรุณการพิมพ์.
- กุลยา ก่อสุวรรณ. (2553). การสอนเด็กที่มีความบกพร่องระดับเล็กน้อย. กรุงเทพฯ: สหมิตรพรินต์ติ้ง แอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด.
- คชาภรณ์ จำปาอิม. (2548). การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน เพื่อพัฒนาทักษะคณิตศาสตร์ ทางด้านความคิดรวบยอดของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนปิ่นสร้อยแยลส์ วิทยาลัย. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- จรัสลักษณ์ รัตนพันธ์. (2559). คู่มือผู้ดูแลเด็กพิเศษก่อนวัยเรียน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จิรัชย์ เขียวขุ่ม. (2553). ความต้องการแบบจำลองสามมิติความจริงเสมือนโบราณสถานของ ประชาชนในกรุงเทพมหานคร. . (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัย รามคำแหง, กรุงเทพฯ.
- จุฑามาศ ธัญญเจริญ. (2557). การพัฒนาหนังสือภาพความจริงเสมือนผ่านไอแพด เรื่อง ทำร้าย มาตรฐาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. (ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ชุติมา ทองสุข. (2547). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลอง. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชุติสันต์ เกิดวิบูลย์เวช. (2554). จากโลกแห่ง Augmented Reality สู่โลกแห่ง E-Commerce. นิตยสารอีคอมเมิร์ซ, 165.
- ชุติสันต์ เกิดวิบูลย์เวช. (2555). โลกเสมือนผลงานโลกจริง. สืบค้นจาก <http://info.got.manager.com/news/printnen.aspx?d>
- ทรงพล ชันชัย. (2554). การพัฒนาแบบจำลองเพื่อการศึกษาโดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม กรณีศึกษาแบบหลายมาร์คเกอร์. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรม ซอฟต์แวร์). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- นภดล ภูมิสตรี. (2555). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการคูณของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 5-6 ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ จากการสอนเสริมโดยใช้วิธีการ สอนตรงร่วมกับเทคนิคการคูณแบบแลททิซ. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- นิยลักษณ์ คนใจดี. (2553). การศึกษาความสามารถเขียนประโยคและแรงจูงใจในการเรียนของ

- นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน จากการเรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนตรงร่วมกับสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) และแบบฝึก. (ปริญญา นิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- นุชรี อ่อนละม้าย. (2546). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองด้านเหตุผลกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (ปริญญา นิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2554). การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 9, ฉบับปรับปรุงใหม่). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญทัน อยู่ชมบุญ. (2529). พฤติกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ประถมศึกษา. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- เบญจพร ปัญญา漾. (2545). คู่มือช่วยเหลือเด็กบกพร่องทางการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- บริวัฒน์ พิศพงษ์ และ มนัสวี แก่นอาพรพันธ์. (2555). โปรแกรมเสริมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ เทคโนโลยีเสริม เสมี อนจริง. สืบค้นจาก http://tar.thailis.or.th/bitstream/123456789/522/1/ID24%20CIT-2012_Camera%20Ready.pdf.
- ปัญจรัตน์ ทับเปี้ย. (2555). การพัฒนาชุดสื่อประสมแบบโลกเสมือนผลงานโลกจริงเรื่อง โครงสร้างและการทำงานของหัวใจ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ผดุง อารยะวิญญู. (2533). การสร้างเครื่องมือเพื่อคัดแยกเด็กที่มีปัญหาทางพฤติกรรม. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการศึกษาพิเศษ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ผดุง อารยะวิญญู. (2544). เด็กที่มีปัญหาในการเรียนรู้ (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แว่นแก้ว.
- ผดุง อารยะวิญญู. (2553). วิธีสอนคณิตศาสตร์สำหรับเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้. นครปฐม: ไอ.คิว.บุ๊คเซ็นเตอร์ จำกัด.
- ผดุง อารยะวิญญู. (2554). วิธีสอนเด็กแอลดี. นครปฐม: ไอ.คิว. บู้คเซ็นเตอร์.
- ผดุง อารยะวิญญู, และ สุวิทย์ พวงสุวรรณ. (2554). วิธีสอนเด็กแอลดี. นครปฐม: ไอ.คิว.บุ๊คเซ็นเตอร์ จำกัด.
- เมธิญ์ กิจระการ, และ สมนึก ภัททิยธนี. (2018). ดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index : E.I.). วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- พนิดา ตันศิริ. (2553). โลกเสมือนผลงานโลกจริง Augmented Reality. วารสารวารสารนักบริหาร

- มหาวิทยาลัยกรุงเทพ, 30(2), 169-175.
- พิชิต ฤทธิ์เจริญ. (2559). เทคนิคการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ (พิมพ์ครั้งที่ 1..): กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เพ็ญพร เสระทอง. (2550). การใช้เกมเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้. (ปริญญานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- มณฑรา ธรรมบุศย์. (2557, กุมภาพันธ์). การพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้โดยใช้ PBL (Problem-Based Learning). วารสารวิชาการปัจจัยการเรียนรู้, 5(2), 11-17.
- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2546). การปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียนโดยเน้นกระบวนการทางคณิตศาสตร์. ขอนแก่น: ขอนแก่นการพิมพ์.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2539). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์พิพิธ การพิมพ์.
- ราตรี นันทสุนก. (2553). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ: จุฑทอง.
- เวดี โลห์ประเสริฐ. (2546). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการเรียนรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์และวิชาภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (ปริญญานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วลีวรรณ ชัยชาญ. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และทักษะทางสังคมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่มีความยุ่งยากทางการเรียนร่วมกับนักเรียน ปกติจากการเรียน แบบสหร่วมใจ. (ปริญญานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- วศกร เพ็ชรช่วย. (2557). อุปราคาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 การพัฒนาสื่อความจริงเสมือนบนบนเอกสารประกอบการเรียน . (ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- วัฒนา พรหมคุณ . (2 5 5 1) . Virtual Reality Technology. สืบค้นจาก <http://www.docstoc.com/Doc/28427384/Virtual-Reality-Technology>
- วิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). สารและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในหลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา

ลาดพร้าว.

วิมลศรี ศาสตร์สกุล. (2549). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการลบจำนวนที่มีตัวตั้งไม่เกิน 20 สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 1. (ปริญญาณิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

วิลาวุธ พงษ์พรพงศ์. (2547). เทคโนโลยีความจริงเสริม ความเป็นมาและการใช้ประโยชน์. บรรณารักษศาสตร์ และสารนิเทศศาสตร์ มข., 22(2), 58-65.

วิไลลักษณ์ เมืองโคตร. (2549). การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์, 21(1), 7-19.

วิวัฒน์ มีสุวรรณ. (2556). การพัฒนารูปแบบชุดการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง. กรุงเทพฯ: สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร.

วีณา อาฮูยา. (2548). ผลการใช้เทคนิคการสอนโจทย์ปัญหาเชิงกราฟฝึกต่อความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ด้าน คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. (สารนิพนธ์ กศ.ม.(การศึกษาพิเศษ)). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

วีระเดช เชื้อนาม. (2545). การสอนที่เน้นครูเป็นศูนย์กลางบกร่องจริงหรือ? วารสารวิชาการปัจจัยการเรียนรู้, 12 (ธันวาคม 2545), 27-33.

ศรียา นิยมธรรม. (2540). รายงานการวิจัยการสร้างแบบคัดแยกเด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการศึกษาพิเศษ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ศรียา นิยมธรรม, และ และคนอื่นๆ. (2546). การศึกษาพิเศษ สารานุกรมศึกษาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ธนัชากรพิมพ์.

ศรีเรือน แก้วกังวาล. (2545). จิตวิทยาเด็กที่มีลักษณะพิเศษ (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: หมอชาวบ้าน.

ศรีเรือน แก้วกังวาล. (2556). จิตวิทยาเด็กและผู้ใหญ่ที่มีลักษณะพิเศษ (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: หมอชาวบ้าน.

คันสนีย์ ฉัตรคุปต์. (2543). ความบกพร่องในการเรียนรู้หรือแอลดี: ปัญหาการเรียนรู้ที่แก้ไขได้. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.

คันสนีย์ ฉัตรคุปต์. (2544). ความบกพร่องในการเรียนรู้หรือแอลดี : ปัญหาการเรียนรู้ที่แก้ไขได้.

กรุงเทพฯ: องค์การคำครุสภา.

สมลักษณ์ สะหังปิน. (2553). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องโจทย์ปัญหาการบวก และเจตคติต่อคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้จากการสอนซ่อมเสริมโดยใช้เทคนิคของพอลโรวีย์และแพตตันร่วมกับการใช้เส้นจำนวน. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

สมวงศ์ แปลงประสพโชค. (2540a, มีนาคม-เมษายน). การสอนความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์. วารสารคณิตศาสตร์, 38(7), 438-439.

สมวงศ์ แปลงประสพโชค. (2540b). นวัตกรรมเพื่อการแก้ปัญหาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่องโจทย์ปัญหาร้อยละ. (วิทยานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

สมวงศ์ แปลงประสพโชค, และ คณะ. (2545). กิจกรรมส่งเสริมการคิดและการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันราชภัฏพระนคร.

สมศักดิ์ ไสภณพินิจ. (2547). ยุทธวิธีการแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์กับการสอน. วารสารคณิตศาสตร์ฉบับเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา สมเด็จพระนางเจ้าพระบรมราชินีนาถ, 14-25.

สมาน ทวีเลิศ. (2551). การใช้โปรแกรมฝึกการเชื่อมโยงการจำคำเพื่อเพิ่มความสามารถในการจำคำที่ประสมด้วยพยัญชนะและสระสำหรับเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศิลปากร, กรุงเทพฯ.

สายพิน โคกทอง. (2542). ทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของเด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จากการจัดกิจกรรมบูรณาการกับเกมคณิตศาสตร์. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

สำนักงานบริหารคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). รายงานจำนวนนักเรียนพิการเรียนรวม รวมทุกสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา แยกตามระดับชั้น. สืบค้นจาก http://202.29.172.121/specialbasic/download/studentall_deform_class_2560_2.pdf

สิริพร ทิพย์คง. (2553). เอกสารประกอบการสอนวิชาทฤษฎีและวิธีการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สิริลักษณ์ โปร่งสันเทียะ. (2550). การพัฒนาโปรแกรมซ่อมเสริมคณิตศาสตร์สำหรับเด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). บัณฑิต วิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. (2533). การพัฒนาชุดการเรียนการสอนเพื่อแก้ไขข้อบกพร่อง ในการแก้โจทย์

ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. (ปริญญานิพนธ์ปริญญา
มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

สุพรรณพงศ์ วงษ์ศรีเพ็ง. (2554). การประยุกต์ใช้เทคนิคความจริงเสมือนเพื่อใช้ในการสอนเรื่อง
พยัญชนะภาษาไทย. (วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ, กรุงเทพฯ.

สุรัสวดี ว่องไว. (2553). การศึกษาพฤติกรรมในการซื้อและรับประทานอาหารของนักเรียนชั้น

ประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีภาวะออทิสติก จากการสอนตรงรวมกับการใช้บัตรพลัง (Power Card).

วิทยานิพนธ์ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาพิเศษ. (ปริญญานิพนธ์
ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

สุวร กาญจนมยุร. (2543). เทคนิคการใช้สื่อ เกม และของเล่นคณิตศาสตร์ เล่ม 1. กรุงเทพฯ:
ไทยวัฒนพานิช.

สุวร กาญจนมยุร, และ คณะ. (2543). เทคนิคการใช้สื่อเกมและของเล่นคณิตศาสตร์. เล่ม 3, ชั้นปีที่
4-6 พัฒนาระบบการคิดคณิตศาสตร์ด้วยสื่อ เกม และของเล่น. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒน
พานิช.

อำนาจ ชิตทอง. (2555). การประยุกต์เทคนิคความเป็นจริงเสริมเพื่อผลิตสื่อการสอนสำหรับ
โครงงานไม้. สืบค้นจาก [http://library.cmu.ac.th/digital_collection
/Etheses/index.php](http://library.cmu.ac.th/digital_collection/Etheses/index.php)



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือการพัฒนาความสามารถ เรื่อง จำนวนนับ สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษาปีที่ 3 โดยวิธีการสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน ประกอบด้วย

1.1 ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจแบบสำรวจปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ (Cardinal Numbers) ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

1.2 ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ โดยใช้วิธีสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) จำนวน 4 แผน

1.3 ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจแอปพลิเคชัน AR คู่มือการติดตั้งและการใช้

1.4 ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจหนังสือเรียนเพื่อพัฒนาความสามารถ เรื่อง จำนวนนับ ด้วยวิธีสอนตรงร่วมกับสื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality : AR)

1.5 ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ แบบปรนัย จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ตาราง 16 รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ	วุฒิการศึกษา	ตำแหน่งปัจจุบัน	หน่วยงาน
1. นางภัฏฐาพิณท์ ใจเพียรทอง	ค.บ. (คณิตศาสตร์) กศ.ม. (การบริหารการศึกษา)	ผู้อำนวยการ ชำนาญการพิเศษ	โรงเรียนบ้านท่ามะเขือ จังหวัดกำแพงเพชร
2. นางทัศนีย์ ศรีสิงห์	กศ.ม. (คณิตศาสตร์)	อาจารย์ประจำกลุ่ม สาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์	โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)
3. นายบุญล้อม ดั่งวิเศษ	ค.บ. (การศึกษาพิเศษ) กศ.ม. (การศึกษาพิเศษ) กศ.ด. (หลักสูตรและการสอน)	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	มหาวิทยาลัยราชภัฏ กำแพงเพชร
4. ขวัญหญิง ศรีประเสริฐภาพ	กศ.ด. (เทคโนโลยีการศึกษา)	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ
5. นางศรัญญา ทับน้อย	ค.บ. (การศึกษาพิเศษ) ค.ม. (วิจัยและประเมินผล การศึกษา) กศ.ม. (การบริหารการศึกษา)	ผู้อำนวยการ ชำนาญการพิเศษ	โรงเรียนศึกษาสงเคราะห์ แม่ฮ่องสอน

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. แบบสำรวจปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ (Cardinal Numbers) ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
2. แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ โดยใช้วิธีสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) ระดับประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 4 แผน
3. แอปพลิเคชัน AR คู่มือการติดตั้งและการใช้แอปพลิเคชัน AR
4. หนังสือเรียนเพื่อพัฒนาความสามารถ เรื่อง จำนวนนับ ด้วยวิธีสอนตรงร่วมกับสื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality : AR)
5. แบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ แบบปรนัย จำนวน 30 ข้อ

1. แบบสำรวจปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ (Cardinal Numbers)
ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

[illegible]

ลำดับ ที่	รายการวิเคราะห์ผู้เรียน	ผลการประเมิน วิเคราะห์ผู้เรียน		สรุปผล
		ทำได้	ทำไม่ได้	
5.	ด้านกาเวียงลำดับจำนวนนับและ 0 ตั้งแต่ 3 ถึง 5 จำนวนจากสถานการณ์ต่างๆ 1. สามารถเรียงลำดับจำนวน 0-50 2. สามารถเรียงลำดับจำนวน 21-100 3. สามารถเรียงลำดับจำนวน 91-1,000 4. สามารถเรียงลำดับจำนวน 1,000-10,000 5. สามารถเรียงลำดับจำนวน 10,000-100,000			
เฉลี่ยรวม				
หมายเหตุ : * นับเป็นสมรรถนะในสอดคล้องกับจำนวนที่ทั้งหมดได้				
อ้างอิง : แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีสาระและใช้โดย ข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษา และครูผู้สอน บทเรียนจากกระทรวงศึกษาธิการ แผน KUIS-SI Reteq Scale 4 : LD - Mathematics แผนการจัดการเรียน				
ส่วนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อผิดพลาดด้านการเขียนของนักเรียนที่มีปัญหาจากการเขียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ หลักค่า ทำไม่ได้ 15 ข้อคิดเห็น (ร้อยละ 75) แสดงว่า นักเรียนไม่เข้าใจเรื่องบทเรียน คณิตศาสตร์ด้านจำนวนนับ เรื่อง จำนวนนับ				
ส่วนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อผิดพลาดด้านการเขียนของนักเรียนที่มีปัญหาจากการเขียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ				
ข้ออื่น.....ผู้จัดทำเอกสาร (.....)				
สรุปผลการวิเคราะห์				
☐ มีแนวโน้ม ☐ ไม่ดีแนวโน้ม				

2. แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ โดยใช้วิธีสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) ระดับประถมศึกษาปีที่ 3 แผนที่ 1 เรื่อง การกระจายค่าจำนวนนับ (ไม่เกินหลัก 1,000)



มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง
ตัวชี้วัด

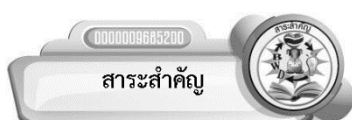
- ค 1.1 ป.3/1 เขียนและอ่านตัวเลขฮินดูอารบิก ตัวเลขไทย และตัวหนังสือแสดงปริมาณของสิ่งของ หรือจำนวนนับที่ไม่เกินหนึ่งพันและศูนย์

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์



- อธิบายเกี่ยวกับ การเขียนและการอ่านแสดงจำนวนนับ 100-999 (K)
- เขียนและอ่านตัวเลขฮินดูอารบิก ตัวเลขไทย และตัวหนังสือแสดงปริมาณของสิ่งของหรือจำนวนนับ 100-999 (P)
- เห็นคุณค่าของการนำความรู้เรื่อง การเขียนและการอ่านตัวเลขฮินดูอารบิก ตัวเลขไทย และตัวหนังสือแสดงจำนวนนับไม่เกิน 1,000 ไปใช้ในชีวิตประจำวัน (A)



ตัวเลขเป็นสัญลักษณ์แสดงจำนวน การเขียนและการอ่านตัวเลขฮินดูอารบิก ตัวเลขไทย และตัวหนังสือแสดงจำนวนนับ 100-999 ให้ถูกต้อง จะทำให้สื่อสารได้ถูกต้อง



การกระจายค่าตัวเลขหลัก 100 – 1,000 เขียนและอ่านตัวเลขฮินดูอารบิก ตัวเลขไทย และ
ตัวหนังสือแสดงจำนวนนับ 100-999



1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน (Anticipatory set)

- นักเรียนตอบคำถามกระตุ้นความคิด ดู VDO เรื่อง รู้จักจำนวนนับ จากแผ่น AR นักเรียน
ช่วยกันร้องเพลงนับเรียงลำดับจำนวน

เพลงนับเรียงลำดับจำนวน

คำร้อง...ดวงจิตต์ กาญจนมยุร	ทำนอง...เพลงจึงเกิดเบสส์
กริ่ง กริ่ง กริ่ง	เป็นเสียงกริ่งไซมัย
ไวเร็วไว ไวเร็วไว	รีบวิ่งไปหาครู...เร็ว
(ร้องซ้ำทั้งท่อน เทียวที่สองไม่ต้องร้องคำว่าเร็ว)	
เข้าแถวแล้วนับก่อน	เริ่มหนึ่ง สอง สาม สี่ ห้า
เข้าแถวแล้วขีดเข้ามา	หก เจ็ด แปด เก้า และสิบ

- ครูแจ้งนักเรียนว่าวันนี้เราจะเรียนเรื่อง “การกระจายค่าตัวเลขหลัก 100 – 1,000”

2. ขั้สอน (Content)

- ครูติดตารางหน่วย ตารางสิบ และตารางร้อย แสดงจำนวน 135 บนกระดานและถามคำถาม
นักเรียน ดังนี้

- มีตารางร้อยกี่แผ่น (1 แผ่น) เขียนข้อความแสดงจำนวนได้อย่างไร (1 ร้อย)
- มีตารางสิบกี่แผ่น (3 แผ่น) เขียนข้อความแสดงจำนวนได้อย่างไร (3 สิบ)
- มีตารางหน่วยกี่แผ่น (5 แผ่น) เขียนข้อความแสดงจำนวนได้อย่างไร (5 หน่วย)

ให้ผู้แทนนักเรียนออกมาเขียนบนกระดาน ดังนี้

1 ร้อย	3 สิบ	5 หน่วย

- 1 ร้อย 3 สิบ 5 หน่วย เขียนเป็นตัวเลขฮินดูอารบิกแสดงจำนวนได้อย่างไร (135) ครูให้
ผู้แทนนักเรียนออกมาเขียนบนกระดาน
- เขียนเป็นตัวเลขไทยได้อย่างไร (๑๓๕) ครูให้ผู้แทนนักเรียนออกมาเขียนบนกระดาน

- เขียนเป็นตัวหนังสือได้อย่างไร (หนึ่งร้อยสามสิบห้า) ครูให้ผู้แทนนักเรียนออกมาเขียนบน

กระดาน

- ครูดำเนินกิจกรรมนี้ 2-3 ครั้ง โดยติดตารางหน่วย ตารางสิบ และตารางร้อย แสดงจำนวน 248 169 430 ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ

- ครูติดบัตรตัวเลขอินดูอาร์บิกและบัตรตัวเลขไทยไม่เกิน 1,000 ที่ละจำนวนบนกระดาน จากนั้นให้นักเรียนอ่านจำนวนนั้นๆ และแสดงจำนวนโดยใช้แผ่นตารางร้อย ตารางสิบ และแผ่นตารางหน่วยตามจำนวนที่กำหนด เช่น บัตรตัวเลข 321

- ครูและนักเรียนร่วมกันศึกษาความรู้เรื่อง ทบพวนจำนวนนับไม่เกิน 1,000 จากหนังสือเรียน ครูนำตารางแสดงหลักเลขมาให้นักเรียนอ่านและบอกค่าของตัวเลขในแต่ละหลัก เช่น

จำนวน	หมื่น	พัน	ร้อย	สิบ	หน่วย
9,999	-	9	9	9	9
4,004	-	4	0	0	4
8,905	-	8	9	0	5
892	-	-	8	9	2
4,530	-	4	5	3	0

- นักเรียนร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ ความเข้าใจกัน ร่วมกันตรวจสอบความถูกต้อง

3. ขั้นตรวจสอบความเข้าใจ (Check for Understanding)

- ครูติดแผ่นตารางสัญลักษณ์แทนตัวเลขบนกระดาน ดังนี้

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	C	D	E	G	I	N	O	T	U

จากนั้นให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3-4 คน ครูแจกบัตรคำศัพท์ภาษาอังกฤษให้กลุ่มละ 3 บัตร ให้แต่ละกลุ่มร่วมกันเทียบบัตรคำศัพท์ภาษาอังกฤษกับตารางสัญลักษณ์บนกระดาน ว่าคำศัพท์แต่ละคำประกอบด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษอะไรและตรงกับตัวเลขใดบ้าง แล้วเขียนเป็นตัวเลขแสดงจำนวน พร้อมทั้งเขียนเป็นตัวเลขไทยและตัวหนังสือ จากนั้นให้ผู้แทนกลุ่มนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้อง เช่น

DOG (274 ๒๗๔ สองร้อยเจ็ดสิบสี่)

CAT (108 ๑๐๘ หนึ่งร้อยแปด)

- ครูแจกบัตรภาพให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม กลุ่มละ 3-5 จำนวน แล้วให้นักเรียนเขียนตัวเลข อินดูอาร์บิก ตัวเลขไทย และตัวหนังสือแทนจำนวนในบัตรภาพ

- ครูใช้ลูกคิดและหลักลูกคิดแสดงจำนวนไม่เกิน 1,000 แล้วเขียนตัวเลขอินดูอาร์บิก ตัวเลขไทย และคำอ่านแสดงจำนวนดังกล่าวให้นักเรียนดู 3-5 ตัวอย่าง จนนักเรียนเข้าใจ

4. ขั้นฝึกทักษะ/ฝึกฝนโดยมีครูแนะนำ (Guided Practice)

- นักเรียนจับคู่กัน แล้วผลัดกันบอกจำนวนไม่เกิน 1,000 แล้วให้คู่ของตนเขียนเป็นตัวเลข

อินดูอาร์บิก ตัวเลขไทย และตัวหนังสือ จากนั้นให้นักเรียนทุกคนนับเพิ่มทีละ 100 จนถึง 1,000 พร้อมกัน (ครูอาจนับเป็นตัวอย่างก่อน)

- นักเรียนทุกคนทำใบงาน เรื่อง จำนวนนับไม่เกิน 1,000
- ครูเลือกตัวแทนนักเรียน 2-3 คน เขียนตัวเลขแสดงจำนวนที่ระบุในใบงานหน้าชั้นเรียน ครูชมเชยนักเรียนที่ทำได้ถูกต้อง แล้วแนะนำและให้กำลังใจนักเรียนที่ยังมีข้อบกพร่องอยู่
- นักเรียนทำกิจกรรมฝึกฝนทักษะเรื่อง ทบทวนจำนวนไม่เกิน 1,000 จากหนังสือเรียน เป็นการบ้าน แล้วนำมาส่งครูในวันถัดไป
- นักเรียนตอบคำถามกระตุ้นความคิด

5. ขั้นฝึกฝนด้วยตนเอง (Independent Practice)

- ฝึกแทนค่าจำนวนจากลูกคิดที่มีจำนวนไม่ถึง 1,000 โดยให้นักเรียนแทนค่าลูกคิดด้วยตัวเลข พร้อมกับฝึกอ่านจำนวนนั้น

- ฝึกอ่านจำนวนจากบัตรตัวเลขหรือลูกคิด
- นักเรียนฝึกเขียนตัวเลขอินดูอาร์บิก ตัวเลขไทย และตัวหนังสือจากภาพและหลักลูกคิด
- นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 1 การอ่านและการเขียนจำนวนนับ ในหนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์/สื่อการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

ครูให้การบ้านแก่นักเรียนทำแบบฝึกหัดเรื่องการอ่านและการเขียนจำนวนนับจากสื่อการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ สมบูรณ์แบบ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เพื่อฝึกฝนทักษะของนักเรียนและเตรียมความพร้อมในการเรียนครั้งต่อไป

6. ขั้นสรุปทบทวนความรู้ (Closure)

- ครูทบทวนความรู้ การอ่านและการเขียนตัวเลข ตัวหนังสือแทนจำนวนนับไม่เกิน 1,000 เริ่มอ่านที่หลักหมื่นก่อนแล้วตามด้วยหลักพัน หลักร้อย หลักสิบ และหลักหน่วย ตามลำดับ การอ่านจำนวนนับให้อ่านตามชื่อหลักเริ่มจากหลักที่มีค่ามากที่สุดเรียงลำดับลดลงไปที่ละหลักจนถึงหลักหน่วยโดยไม่ต้องอ่านเครื่องหมายจุลภาคที่คั่นไว้ นักเรียนทดสอบการนับจำนวนที่เรียนจากการใช้สื่อ AR พร้อมบันทึกคะแนนลงในแบบบันทึกผลการเรียนรู้เป็นรายบุคคล จากนั้นทบทวนหากข้อใดที่นักเรียนยังทำไม่ได้หรือไม่เข้าใจ ครูจะสอนและอธิบายซ้ำ

- ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้เกี่ยวกับการอ่านและการเขียนจำนวนนับไม่เกิน 1,000
- ให้นักเรียนและครูร่วมกันสรุปความรู้ ดังนี้
 - ตัวเลขเป็นสัญลักษณ์แสดงจำนวน การเขียนและการอ่านตัวเลขอินดูอาร์บิก ตัวเลขไทย และตัวหนังสือแสดงจำนวนนับ 100-999 ให้อ่านถูกต้อง จะทำให้สื่อสารได้ถูกต้อง
 - ให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น โดยครูถามคำถามท้าทาย ดังนี้
 - นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่อง การเขียนและการอ่านตัวเลขอินดูอาร์บิก ตัวเลขไทย และตัวหนังสือแสดงจำนวนนับไม่เกิน 1,000 ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันอย่างไรบ้าง
 - ให้นักเรียนทำใบงานที่ 1 การเขียนและการอ่านตัวเลขอินดูอาร์บิก ตัวเลขไทย และตัวหนังสือแสดงจำนวนนับไม่เกิน 1,000

จากนั้น ให้นักเรียนที่ทำงานได้ถูกต้อง ออกมานำเสนอผลงาน 1-2 คน และร่วมกันตรวจสอบความถูกต้อง แล้วร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการทำงานให้ถูกต้องและรวดเร็ว และนักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง



การจัดบรรยากาศเชิงบวก

ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมที่หลากหลาย และตอบคำถามโดยไม่ต้องกลัวว่าจะตอบผิด แต่ให้ออกสแน็กไขคำตอบผิด เป็นคำตอบที่ถูกต้อง พร้อมอธิบายเหตุผลได้



สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียน คณิตศาสตร์ ป.3
- 2) บัตรภาพ/บัตรตัวเลข
- 3) ลูกคิดและหลักลูกคิด
- 4) แผ่นตารางร้อย แผ่นตารางสิบ แผ่นตารางหน่วย
- 5) สื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality : AR) เรื่อง จำนวนนับ
- 6) ใบงานที่ 1.1 เรื่อง จำนวนนับ



การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

1. วิธีการวัดและประเมินผล
 - 1.1 สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในการเข้าร่วมกิจกรรม
 - 1.2 ตรวจใบงานที่ 1
2. เครื่องมือ
 - 2.1 แบบสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรม/บันทึกหลังสอน
 - 2.2 แบบฝึกหัด/ใบงาน
3. เกณฑ์การประเมิน
 - 3.1 การประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรม

ผ่านตั้งแต่ 2 รายการ ถือว่า ผ่าน

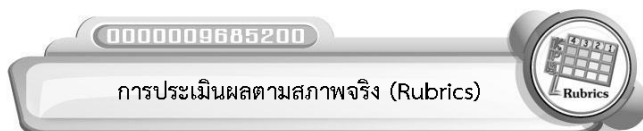
ผ่าน 1 รายการ ถือว่า ไม่ผ่าน
 - 3.2 การประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม

คะแนน 9 - 10 ระดับ ดีมาก

คะแนน 7 - 8 ระดับ ดี

คะแนน 5 - 6 ระดับ พอใช้

คะแนน 0 - 4 ระดับ ควรปรับปรุง



การประเมินผลตามสภาพจริง (Rubrics)

การประเมินใบงานนี้ให้ผู้สอนพิจารณาจากเกณฑ์การประเมินผลตามสภาพจริง (Rubrics) เรื่อง การเขียนและการอ่านตัวเลขฮินดูอารบิก ตัวเลขไทย และตัวหนังสือแสดงจำนวนนับไม่เกิน 1,000

เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
การเขียนและการอ่าน ตัวเลขฮินดูอารบิก ตัวเลขไทย และตัวหนังสือแสดง จำนวนนับไม่เกิน 1,000	เขียนและอ่านตัวเลข ฮินดูอารบิก ตัวเลขไทย และตัวหนังสือแสดง จำนวนนับ ไม่เกิน 1,000 ได้ถูกต้องทุกข้อด้วย ตนเอง	เขียนและอ่าน ตัวเลขฮินดูอารบิก ตัวเลขไทย และตัวหนังสือ แสดงจำนวนนับ ไม่เกิน 1,000 ได้ถูกต้อง มีบางข้อผิด แต่ สามารถแก้ไข ได้ด้วยตนเอง	เขียนและอ่าน ตัวเลขฮินดูอารบิก ตัวเลขไทย และตัวหนังสือ แสดงจำนวนนับ ไม่เกิน 1,000 ได้ถูกต้อง ด้วยตนเอง มีบางข้อผิด เมื่อมีผู้แนะนำ ก็สามารถแก้ไขได้	เขียนและอ่าน ตัวเลขฮินดูอารบิก ตัวเลขไทย และตัวหนังสือ แสดงจำนวนนับ ไม่เกิน 1,000 ได้ถูกต้อง แต่ต้องมีผู้แนะนำ ทุกข้อ

ลงชื่อ.....

(นางสาววิไลดา หอมจันทร์)

ครูผู้สอน

บันทึกหลังการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสาววิไลดา หอมจันทร์)

ครูผู้สอน

แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการจัดการการเรียนรู้

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรคที่พบ

1. ปัญหาการจัดการเรียนรู้โดยทั่วไป

.....

.....

.....

2. ปัญหาพฤติกรรมนักเรียนเป็นรายบุคคล

.....

.....

.....

แนวทางการแก้ไขปัญหา

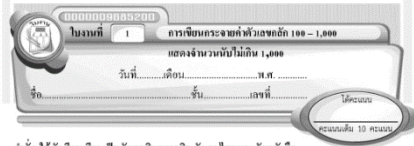
.....

.....

.....

ลงชื่อ.....
(นางสาววิไลดา หอมจันทร์)
ครูผู้สอน

2.1 ตัวอย่าง แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 จำนวนนับ เรื่อง การกระจาย ค่าจำนวนนับ (ไม่เกินหลัก 1,000)

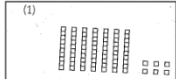


บัญชี ให้ให้นักเรียนเขียนเป็นตัวเลขในตาราง ตัวเลขไทย และตัวหนังสือ

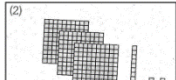
	ตัวเลข ฮินดูอารบิก	ตัวเลขไทย	ตัวหนังสือ
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

แบบฝึกหัดที่ 1

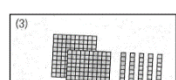
จากรูปให้นักเรียนเขียนตัวเลขฮินดูอารบิก ตัวเลขไทย และตัวหนังสือ .



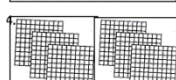
(1)
 ตัวเลขฮินดูอารบิก
 ตัวเลขไทย
 และตัวหนังสือ



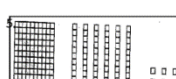
(2)
 ตัวเลขฮินดูอารบิก
 ตัวเลขไทย
 และตัวหนังสือ



(3)
 ตัวเลขฮินดูอารบิก
 ตัวเลขไทย
 และตัวหนังสือ



(4)
 ตัวเลขฮินดูอารบิก
 ตัวเลขไทย
 และตัวหนังสือ



(5)
 ตัวเลขฮินดูอารบิก
 ตัวเลขไทย
 และตัวหนังสือ

ใบงานที่ 1.1 จำนวนนับไม่เกิน 1,000

คำชี้แจง ให้ให้นักเรียนเขียนตัวเลขฮินดูอารบิก ตัวเลขไทย และคำอ่านลงในตารางให้ถูกต้อง

ข้อ	ตัวเลขฮินดูอารบิก	ตัวเลขไทย	คำอ่าน
1.	342	๓๔๒	
2.	๕๕๕		ห้าร้อยห้าสิบห้า
3.	799	๗๙๙	
4.	321		สามร้อยยี่สิบเอ็ด
5.	878		แปดร้อยเจ็ดสิบแปด
6.		๙๙๙	เก้าร้อยยี่สิบเก้า
7.		๒๒๒	หกร้อยยี่สิบสอง
8.	๑๑๑		
9.	789	๗๘๙	
10.	445	๔๔๕	
11.	354		สามร้อยห้าสิบสี่
12.	931	๙๓๑	
13.	687		หกร้อยแปดสิบเจ็ด
14.		๒๒๒	สองร้อยยี่สิบสอง
15.		๕๕๕	ห้าร้อยห้าสิบห้า

ใบงานที่ 1.1 จำนวนนับไม่เกิน 1,000

คำชี้แจง ให้ให้นักเรียนเขียนตัวเลขฮินดูอารบิก ตัวเลขไทย และคำอ่านลงในตารางให้ถูกต้อง

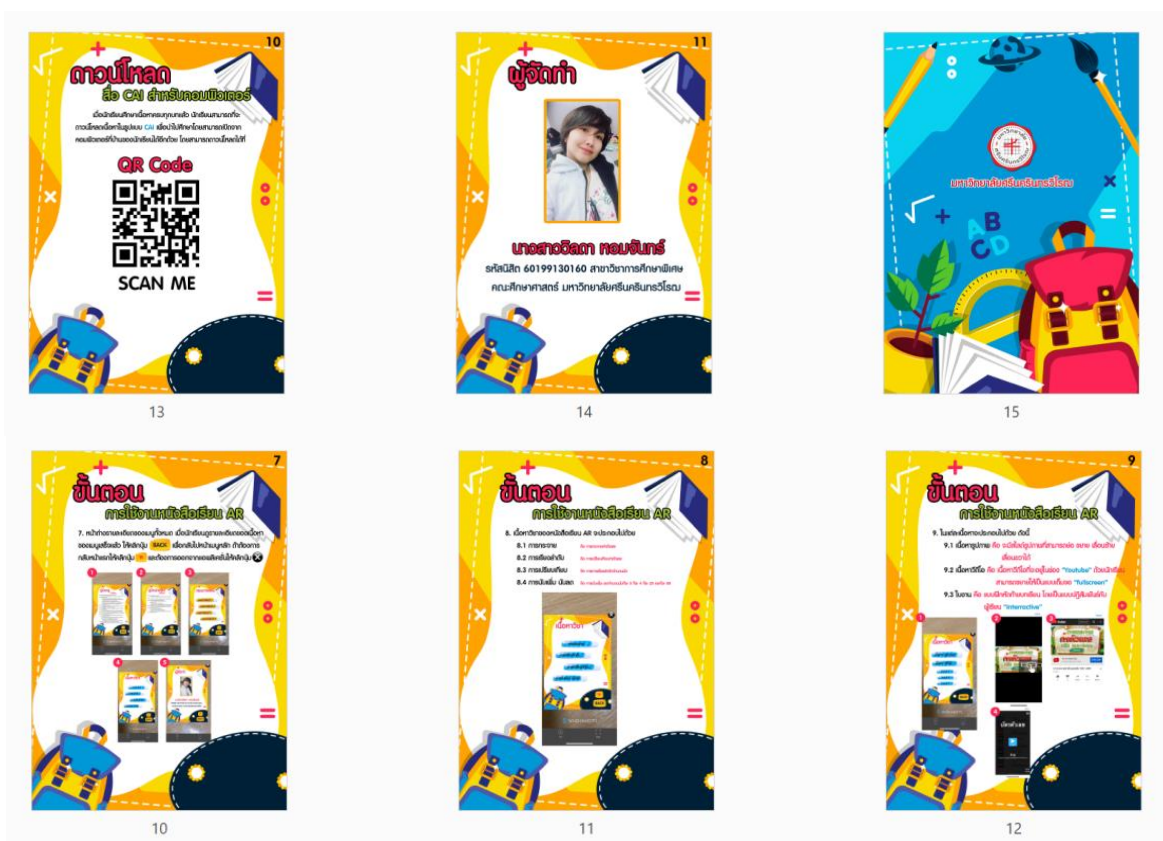
ข้อ	ตัวเลขฮินดูอารบิก	ตัวเลขไทย	คำอ่าน
1.	343	๓๔๓	สามร้อยสี่สิบสาม
2.	๕๕๕		ห้าร้อยห้าสิบห้า
3.	799	๗๙๙	เจ็ดร้อยยี่สิบเก้า
4.	321	๓๒๑	สามร้อยยี่สิบเอ็ด
5.	878	๘๗๘	แปดร้อยเจ็ดสิบแปด
6.	721	๗๒๑	เจ็ดร้อยยี่สิบเอ็ด
7.	๙๙9	๙๙๙	เก้าร้อยยี่สิบเก้า
8.	111	๑๑๑	หนึ่งร้อยยี่สิบเอ็ด
9.	789	๗๘๙	เจ็ดร้อยแปดสิบเก้า
10.	445	๔๔๕	สี่ร้อยยี่สิบห้า
11.	354	๓๕๔	สามร้อยห้าสิบสี่
12.	931	๙๓๑	เก้าร้อยยี่สิบเอ็ด
13.	687	๖๘๗	หกร้อยแปดสิบเจ็ด
14.	223	๒๒๓	สองร้อยยี่สิบสาม
15.	576	๕๗๖	ห้าร้อยเจ็ดสิบหก

3. คู่มือการติดตั้งและการใช้แอปพลิเคชัน AR



4. หนังสือเรียนเพื่อพัฒนาความสามารถ เรื่อง จำนวนนับ ด้วยวิธีสอนตรงร่วมกับสื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality : AR)





5. แบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ แบบปรนัย เต็มคำใน
ช่องว่างจำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ข้อสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ

ชื่อ _____ นามสกุล _____ ชั้น _____

คำชี้แจง ให้เขียนตัวเลขแสดงจำนวนในรูปแบบกระจาย

- 53 = _____
- 146 = _____
- 231 = _____
- 7,552 = _____
- $500 + 30 + 7 =$ _____
- $600 + 90 + 0 =$ _____
- $7,000 + 900 + 80 + 4 =$ _____

คำชี้แจง จงเติมเครื่องหมาย > หรือ < หรือ = ลงใน ☐ ให้ถูกต้อง

- $40 + 15$ ☐ 45
- 84 ☐ 80 + 1
- 93 ☐ 196
- 581 ☐ $500 + 80 + 1$
- 905 ☐ $900 + 5$
- 1,241 ☐ 1,421
- 3,308 ☐ 4,354

คำชี้แจง ให้นักเรียนเรียงลำดับ จากจำนวนที่มีค่าน้อยกว่าไปหาจำนวนที่มีค่ามาก

- 19 10 58 64 45 52 = _____
- 16 142 450 290 370 130 = _____
- 17 652 732 887 759 953 = _____
- 18 9,489 1,526 4,654 3,450 8,725 = _____

ข้อสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ

ชื่อ _____ นามสกุล _____ ชั้น _____

คำชี้แจง ให้นักเรียนเรียงลำดับ จากจำนวนที่มีค่ามากกว่าไปหาจำนวนที่มีค่าน้อย

- 19 10 58 64 45 52 = _____
- 20 142 450 290 370 130 = _____
- 21 652 732 887 759 953 = _____
- 22 9,489 1,526 4,654 3,450 8,725 = _____

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมจำนวนในแต่ละข้อที่เพิ่มจำนวนที่ละ 3 ที่ละ 4 ที่ละ 25 และ ที่ละ 50 แล้วเติมตัวเลขลงในช่องว่าง

- 23 20 _____ 26 29 32 _____ 38 41
- 24 100 104 108 _____ 116 _____ 124 128
- 25 255 280 305 _____ 355 _____ 405
- 26 7,600 _____ 7,700 _____ 7,800 7,850 7,900

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมจำนวนในแต่ละข้อที่ลดจำนวนที่ละ 3 ที่ละ 4 ที่ละ 25 และ ที่ละ 50 แล้วเติมตัวเลขลงในช่องว่าง

- 27 41 _____ 35 32 29 _____ 23 20
- 28 128 124 116 _____ 108 _____ 104 100
- 29 405 _____ 355 _____ 305 280 255
- 30 7,900 _____ 7,800 _____ 7,700 7,650 7,600

คะแนนเต็ม 30 / คะแนน.....

ภาคผนวก ค

- ผลการประเมินค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยหาจากดัชนี ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ของแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ แบบปรนัย เต็มค่าในช่องว่าง จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
- ค่าความยาก (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ แบบปรนัย เต็มค่าในช่องว่าง จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ตาราง 17 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างและเนื้อหาโดยหาจากดัชนีความสอดคล้องระหว่าง
ข้อคำถามและจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ของแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์
เรื่อง จำนวนนับ แบบปรนัย เต็มค่าในช่องว่าง โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC	ผลการพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1.	+1	+1	0	+1	+1	+4	0.80	ใช้ได้
2.	0	0	+1	+1	+1	+3	0.60	ใช้ได้
3.	+1	+1	+1	+1	0	+4	0.80	ใช้ได้
4.	+1	0	0	+1	+1	+3	0.60	ใช้ได้
5.	0	+1	+1	+1	+1	+4	1.00	ใช้ได้
6.	0	+1	+1	+1	+1	+4	0.80	ใช้ได้
7.	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	ใช้ได้
8.	+1	+1	+1	0	0	+3	0.60	ใช้ได้
9.	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	ใช้ได้
10.	+1	+1	+1	+1	0	+4	0.80	ใช้ได้
11.	0	+1	+1	+1	+1	+4	0.80	ใช้ได้
12.	+1	0	0	+1	+1	+3	0.60	ใช้ได้
13.	0	0	+1	+1	+1	+3	0.60	ใช้ได้
14.	+1	+1	+1	+1	0	+4	0.80	ใช้ได้
15.	+1	+1	0	+1	+1	+4	0.80	ใช้ได้
16.	+1	0	+1	0	+1	+3	0.60	ใช้ได้
17.	0	0	+1	+1	+1	+3	0.60	ใช้ได้
18.	+1	0	+1	+1	0	+3	0.60	ใช้ได้
19.	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	ใช้ได้
20.	+1	0	+1	+1	+1	+4	0.80	ใช้ได้
21.	+1	+1	0	0	+1	+3	0.60	ใช้ได้
22.	+1	+1	+1	+1	0	+4	0.80	ใช้ได้
23.	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	ใช้ได้

ตาราง 17 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC	ผลการพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
24.	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	ใช้ได้
25.	+1	+1	+1	0	0	+3	0.60	ใช้ได้
26.	+1	+1	+1	0	+1	+4	0.80	ใช้ได้
27.	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	ใช้ได้
28.	+1	+1	+1	0	+1	+4	0.80	ใช้ได้
29.	+1	0	+1	0	+1	+3	0.60	ใช้ได้
30.	+1	+1	0	+1	+1	+4	0.80	ใช้ได้

ตาราง 18 ค่าความยาก (P) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ แบบปรนัย เต็มคำในช่องว่าง

ข้อ	คะแนนเต็ม	กลุ่มสูง (3 คน)	กลุ่มต่ำ (2 คน)	ค่า P	ค่า r	แปลความหมาย
1	1	2	1	0.60	0.40	ใช้ได้
2	1	2	0	0.40	0.80	ใช้ได้
3	1	1	0	0.20	0.40	ใช้ได้
4	1	2	1	0.60	0.40	ใช้ได้
5	1	2	1	0.60	0.40	ใช้ได้
6	1	2	0	0.40	0.80	ใช้ได้
7	1	1	0	0.20	0.40	ใช้ได้
8	1	2	1	0.60	0.40	ใช้ได้
9	1	2	1	0.60	0.40	ใช้ได้
10	1	2	0	0.40	0.80	ใช้ได้
11	1	1	0	0.20	0.40	ใช้ได้

ตาราง 18 (ต่อ)

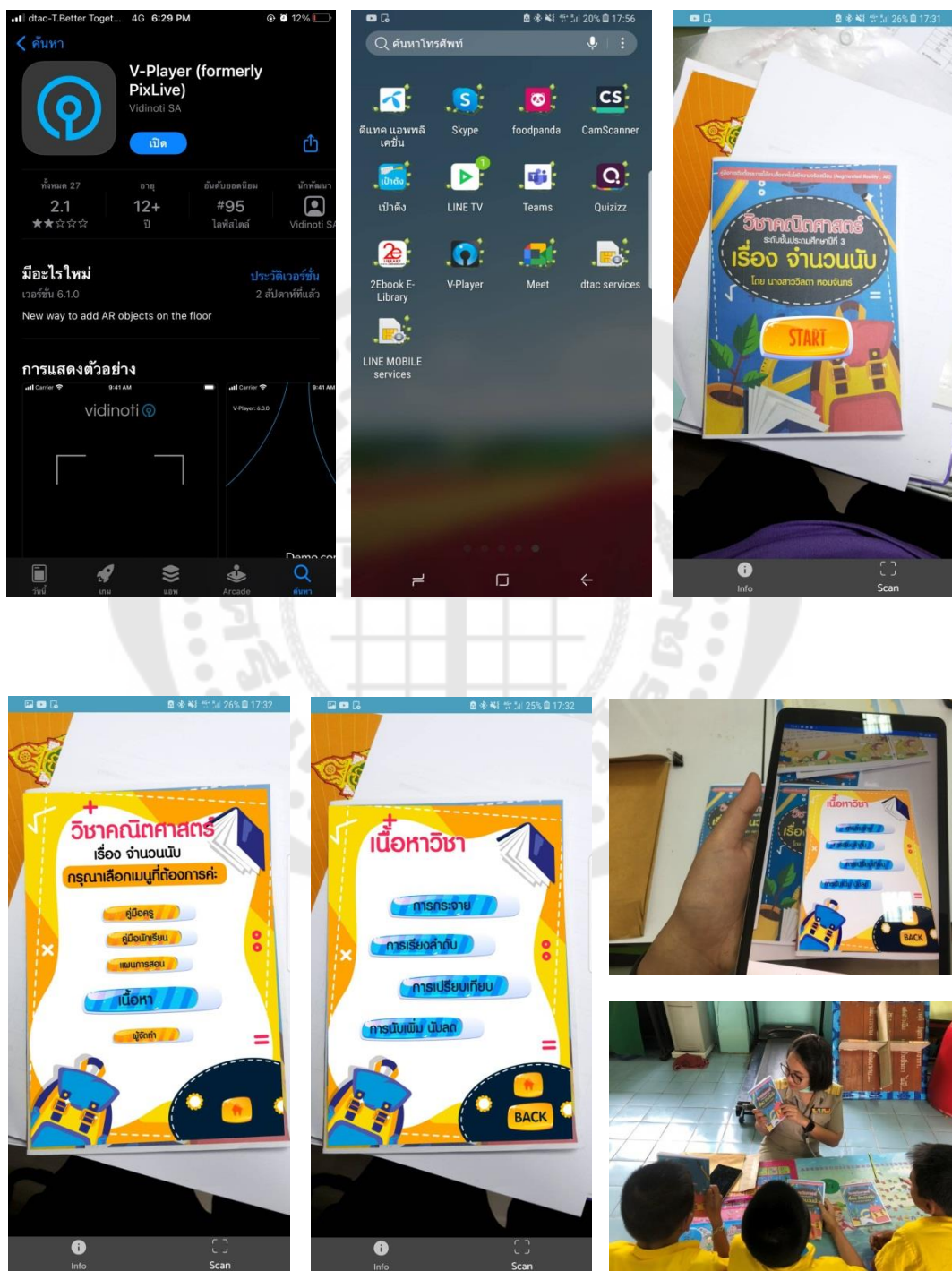
ข้อ	คะแนน เต็ม	กลุ่มสูง (3 คน)	กลุ่มต่ำ (2 คน)	ค่า P	ค่า r	แปลความหมาย
12	1	2	1	0.60	0.40	ใช้ได้
13	1	2	0	0.40	0.80	ใช้ได้
14	1	2	0	0.40	0.80	ใช้ได้
15	1	1	0	0.20	0.40	ใช้ได้
16	1	2	0	0.40	0.80	ใช้ได้
17	1	2	1	0.60	0.40	ใช้ได้
18	1	2	1	0.60	0.40	ใช้ได้
19	1	2	0	0.40	0.80	ใช้ได้
20	1	2	0	0.40	0.80	ใช้ได้
21	1	2	1	0.60	0.40	ใช้ได้
22	1	1	0	0.20	0.40	ใช้ได้
23	1	1	0	0.20	0.40	ใช้ได้
24	1	2	1	0.20	0.40	ใช้ได้
25	1	2	1	0.20	0.40	ใช้ได้
26	1	2	0	0.40	0.80	ใช้ได้
27	1	1	0	0.20	0.40	ใช้ได้
28	1	1	0	0.20	0.40	ใช้ได้
29	1	1	0	0.20	0.40	ใช้ได้
30	1	2	1	0.60	0.40	ใช้ได้

หมายเหตุ ใช้ดัชนีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.20 – 0.80 และ
ใช้ดัชนีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

ภาคผนวก ง

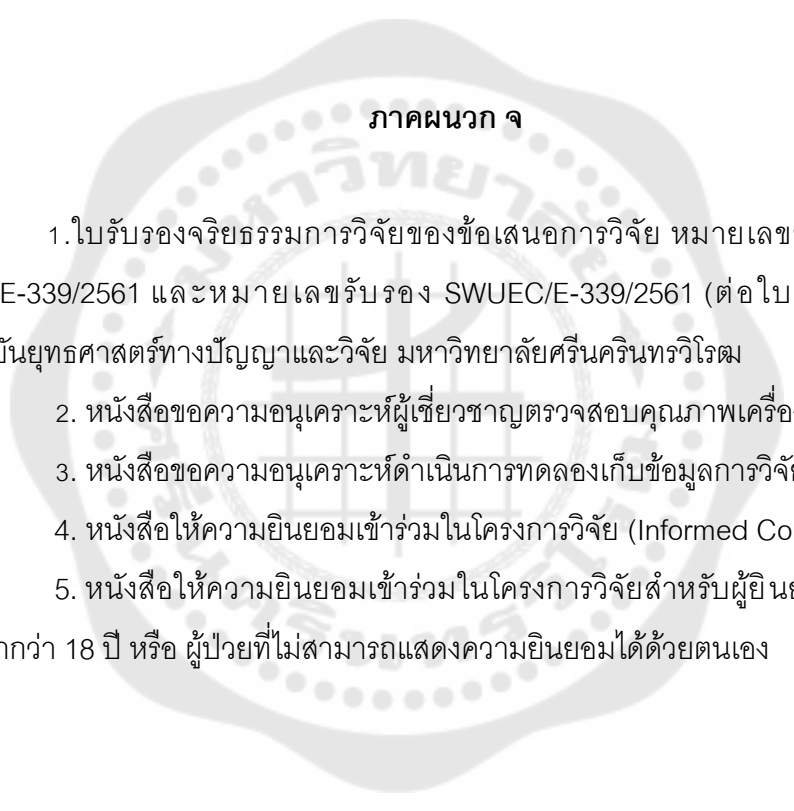
- ภาพการใช้คู่มือการใช้งานและติดตั้งแอปพลิเคชัน ,การใช้หนังสือเรียนเพื่อพัฒนาความสามารถ เรื่อง จำนวนนับ ด้วยวิธีสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality : AR)
- ภาพกิจกรรมการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ โดยวิธีการสอนตรง ร่วมกับสื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน(Augmented Reality : AR)

- ภาพแอปพลิเคชัน AR การใช้คู่มือการใช้งานและติดตั้งแอปพลิเคชัน (AR) และการใช้หนังสือเรียนเพื่อพัฒนาความสามารถ เรื่อง จำนวนนับ ด้วยวิธีสอนตรงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality : AR)



- ภาพกิจกรรมการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ ด้วยวิธีการสอนตรง ร่วมกับสื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality : AR)





ภาคผนวก จ

1. ใบรับรองจริยธรรมการวิจัยของข้อเสนอการวิจัย หมายเลขข้อเสนอการวิจัย SWUEC/E-339/2561 และหมายเลขรับรอง SWUEC/E-339/2561 (ต่อใบรับรองครั้งที่ 1) จากสถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย
3. หนังสือขอความอนุเคราะห์ดำเนินการทดลองเก็บข้อมูลการวิจัย
4. หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมในโครงการวิจัย (Informed Consent Form)
5. หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมในโครงการวิจัยสำหรับผู้ยินยอมตนให้ทำวิจัยที่มีอายุต่ำกว่า 18 ปี หรือ ผู้ป่วยที่ไม่สามารถแสดงความยินยอมได้ด้วยตนเอง

1.ใบรับรองจริยธรรมการวิจัยของข้อเสนอการวิจัย หมายเลขข้อเสนอการวิจัย SWUEC/E-339/2561 และหมายเลขรับรอง SWUEC/E-339/2561 (ต่อใบรับรองครั้งที่ 1) จากสถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ



มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุพรรณบุรี 23 กรกฎาคม 10110

29 พ.ย. 2561

เรื่อง : ขอแจ้งผลการพิจารณาโครงการวิจัยเลขที่ SJWUEC-339/2561
เรียน : นางกรรณิศา พลมนันท์

ถึง: ผู้อำนวยการวิทยาลัย
1. โรงเรียนอรัญราษฎร์วิทยา SJWUEC-339/2561

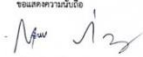
ตามที่ท่านได้ยื่นขอรับการวิจัยเพื่อ การพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับโดยใช้วิธีการสอน
ร่วมกับเกมในมิติของความเรียงสมมูล สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาด้านคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โครงการวิจัย
เลขที่ SJWUEC-339/61 เพื่อเป็นการพิจารณาและกรรมการพิจารณาการขอรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ดำเนินการอยู่ นั้น

คณะกรรมการพิจารณาโครงการวิจัยเพื่อการพัฒนาการเรียนการสอน ได้พิจารณาโครงการวิจัยดังกล่าวแล้ว และเห็นว่า
คณะกรรมการพิจารณาโครงการวิจัยดังกล่าวมีมติเมื่อวันที่ 12 พฤศจิกายน 2561 ราชชนนีซอยสี่ ดังนี้

Certificate Number	SJWUEC-339/2561
Date of Approval	12 พฤศจิกายน 2561 (อยู่ในโรงเรียนอรัญราษฎร์ฯ 12 เดือน)
Date of Expiration	12 พฤศจิกายน 2562
Continuing Review	ทุก 12 เดือน โดยนำผลประเมินส่งรายงานต่อสำนักงาน กศน. ที่ 12 พฤศจิกายน 2563)

ในการนี้ คณะกรรมการพิจารณาโครงการวิจัยเพื่อการพัฒนาการเรียนการสอน ได้มอบหมายให้ผู้อำนวยการโรงเรียนอรัญราษฎร์ฯ ดำเนินการตามเงื่อนไขที่ได้รับ
ส่งรายงานผลการปฏิบัติงานและการพัฒนาของลูกศิษย์โรงเรียนอรัญราษฎร์ฯ ภายในระยะเวลาที่กำหนด 30 วัน เพื่อให้เป็นไปตามระเบียบกำหนดการ
มาตรฐาน GCP version 2.0 ของคณะกรรมการฯ ซึ่งรายละเอียดของผลการพิจารณาเพื่อการรับรองสถานะที่ปรากฏใน Certificate
of Approval (Certificate Number SJWUEC-339/2561) นี้แนบมาพร้อมนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความยินดี

(นายถนัดฤดี สุวัจน์ ทิศสุวรรณ)
ประธานคณะกรรมการพิจารณาโครงการวิจัยเพื่อการพัฒนาการเรียนการสอน

สถานที่ออกเอกสารกำกับสัญญาและวิธี
ลงนามฝ่ายบริหารงานทั่วไป
โทรศัพท์ 0-2649-5000 ต่อ 11019 และ 11093
โทรสาร 0-2259-1822

MF-06 version 2.0
 วันที่ 18 เม.ย. 61



หนังสือรับรองคณะกรรมการวิจัยของสำนักงานการวิจัย
เอกสารที่อยู่อาศัยหมายเลขที่ระบุจำนวนการวิจัยและฉบับรวม

หมายเลขของคณะกรรมการวิจัย SWU/E-339/61/5

ชื่อคณะกรรมการวิจัยและเอกสารประกอบของคณะกรรมการวิจัยแนบมาเอกสารฉบับนี้ส่งให้เพื่อใช้ในการพิจารณา
 คณะกรรมการการวิจัยรับทราบและพิจารณาเอกสารที่แนบมาเรียบร้อยแล้ว และเห็นว่ามีความเหมาะสมสมควรที่จะดำเนินการตาม
 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยที่ระบุไว้ในเอกสารแนบมา และเห็นว่ามีความเหมาะสมที่จะดำเนินการตามวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยที่
 ระบุไว้ในเอกสารแนบมา

การพิจารณาของคณะกรรมการการวิจัยมีมติว่าสมควรที่จะดำเนินการตามวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยที่ระบุไว้ในเอกสารแนบมา
 และเห็นว่ามีความเหมาะสมที่จะดำเนินการตามวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยที่ระบุไว้ในเอกสารแนบมา

หนังสือรับรองการพิจารณาของคณะกรรมการการวิจัยมีมติว่าสมควรที่จะดำเนินการตามวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยที่ระบุไว้ในเอกสารแนบมา

ชื่อผู้วิจัยหลัก: นายสมชาย ใจดี
 ชื่อ: คณะศึกษาศาสตร์
 เอกสารที่ประกอบ:

- แบบเสนอโครงการวิจัย
- โครงการวิจัย
- เอกสารที่เกี่ยวข้อง
- หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

วันที่ 2 วันเดือนปี 12 พ.ย. 2561
 วันที่ 2 วันเดือนปี 12 พ.ย. 2561
 วันที่ 2 วันเดือนปี 12 พ.ย. 2561
 วันที่ 2 วันเดือนปี 12 พ.ย. 2561

เลขาธิการพิจารณาเอกสาร

วันที่ 2 วันเดือนปี 12 พ.ย. 2561

(ชื่อ) _____
 (นาย) (นาง) (นางสาว) (นาย) (นาง) (นางสาว)

กรรมการและผู้อำนวยการคณะกรรมการการวิจัยของสำนักงานการวิจัยที่ระบุไว้ในเอกสารแนบมา

(ชื่อ) _____
 (นาย) (นาง) (นางสาว) (นาย) (นาง) (นางสาว)

ประธานคณะกรรมการการวิจัยของสำนักงานการวิจัยที่ระบุไว้ในเอกสารแนบมา

หมายเลขของ: SWU/E-339/2561
 วันที่มีการพิจารณา: 12/11/2561
 วันหมดอายุฉบับ: 12/11/2562

MF-08-version 2.0
 วันที่ 18 ต.ค. 63



ใบประกอบจริยธรรมการวิจัยของข้อเสนอโครงการวิจัย
 เสนอการขออนุมัติจากสถาบันผู้ดำเนินการวิจัยและในชั้นเสนอ

หมายเลขข้อเสนอโครงการวิจัย SWUEC-339/2561E (ลำดับใบประกอบครั้งที่ 1)

ข้อเสนอโครงการวิจัยนี้และเอกสารประกอบของข้อเสนอโครงการวิจัยสามารถตามผลดำเนินงาน ไม่มีการเปิดเผยจาก
 คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยนี้ทั้งในมนุษย์ มนุษยชาติหรือสัตว์ในกรณีใดแล้ว คณะกรรมการฯ
 มีความเห็นว่าข้อเสนอโครงการวิจัยนี้จะต้องดำเนินการตามขั้นตอนและขั้นตอนการพิจารณา ตลอดจนกฎหมาย ข้อบังคับและ
 ข้อกำหนดภายในของประเทศ จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยตามข้อเสนอโครงการวิจัยนี้

ชื่อโครงการวิจัยคือ: การศึกษาความเหมาะสมทางนิเวศวิทยาของพื้นที่เกษตรกรรมร่วมกับพื้นที่ป่าไม้ใน
 ความเจริญสมัยใหม่ สำหรับปศุสัตว์ในพื้นที่เกษตรกรรมของประเทศไทย ปี 3
 นานาชาติ ไทย-จีน

ชื่อผู้วิจัยหลัก: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
 สถาบัน: วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร
 เสนอการพิจารณา: วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร
 ข้อเสนอแนะ:

เอกสารที่พิจารณาแล้ว:

รายงานความก้าวหน้าของโครงการวิจัย



(ลงชื่อ) _____
 (ตำแหน่ง) ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนา
 สถาบันการคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยทั้งในมนุษย์
 (ลงชื่อ) _____
 (ตำแหน่ง) ผู้อำนวยการ
 ประชาคมคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยทั้งในมนุษย์

หมายเลขใบประกอบ: SWUEC-E-339/2561
 วันที่ถือการรับรอง: 13/11/2562
 วันหมดอายุใบประกอบ: 12/11/2563

2. หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

[illegible][illegible][illegible][illegible]

2. หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย (ต่อ)

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน งานบริหารและจัดการ นักศึกษานิเทศก์ โทร. 15644

ที่ ถว 8718.1/2244

วันที่ 5 พฤศจิกายน 2563

เรื่อง ขอความเห็นชอบร่างข้อบัญญัติการในสังกัดเป็นผู้ใช้ชื่อยาสูบ

เรียน ผู้บังคับการโรงเรียนประถมศึกษาในสังกัดนครพนมโรงเรียน ประสานมิตร (ฝ่ายประถมศึกษา)

เนื่องด้วย นางสาววิลา หอมจันทร์ นิติกรระดับปริญญาโท สาขาวิชาการศึกษาพิเศษ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญาบัตรนี้ เรื่อง "การพัฒนาศักยภาพความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ โดยศึกษาและร่วมทำแบบในไม่ควายจริงเมื่อ สำนักรับเข้าเรียนซึ่งได้คุณภาพทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาวดี หงษ์จตุรฤกษ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาบัตรนี้

ในการนี้ ผู้บังคับการโรงเรียนประถมศึกษา อาจารย์ถนัด ศิริสิงห์ เป็นผู้อำนวยการตรวจสอบ

- 1) แผนสำรวจข้อมูลการประเมินผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ (Cardinal Number) ระดับชั้นประถมศึกษา ปที่ 1-3 2) แผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ จำนวน 4 แผน 3) แผนทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ แบบปรนัย 4 ข้ออย่าง (การนับและบอกค่า จำนวนนับหลักเดียวถึงหลักพัน) จำนวน 30 ข้อ และ 4) สื่อการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ โดยได้จัดทำสื่อความเชิงคณิต (Augmented Reality : AR) เรื่อง จำนวนนับ ทั้งนี้ มีมติให้คัดสรรงานนาม เพื่อส่งเข้าประกวดการออกแบบ และจะประสานงานกับนายทะเบียนคดีที่เกี่ยวข้อง และสามารถขอขยายข้อมูลเพิ่มเติมได้ โทร 088 015 8208

จึงเรียนมาเพื่อขอความเห็นชอบร่างข้อบัญญัติการในสังกัดเป็นผู้ใช้ชื่อยาสูบนี้ นางสาววิลา หอมจันทร์ และรองอธิการบดีสถานศึกษา นครพนม

ห.ช.ช.ช. ๒.

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ถิรชัย เสกปัญญชลย์)

รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

[illegible]

3. หนังสือขอความอนุเคราะห์ดำเนินการทดลองเก็บข้อมูลการวิจัย

ที่ ศบ 6918 /	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;"> โรงเรียนอนุบาลเมืองกำแพงนครหลวง (บ้านนครหลวง) วันที่ ๒๖ / ๒ / ๒๕๖3 วันที่ ๒ / เดือนพฤษภาคม / ๒๕๖3 เวลา : </td> <td style="width: 40%; text-align: center;">  </td> </tr> </table> กันยายน 2563	โรงเรียนอนุบาลเมืองกำแพงนครหลวง (บ้านนครหลวง) วันที่ ๒๖ / ๒ / ๒๕๖3 วันที่ ๒ / เดือนพฤษภาคม / ๒๕๖3 เวลา :	
โรงเรียนอนุบาลเมืองกำแพงนครหลวง (บ้านนครหลวง) วันที่ ๒๖ / ๒ / ๒๕๖3 วันที่ ๒ / เดือนพฤษภาคม / ๒๕๖3 เวลา :			
เรื่อง ขอความอนุเคราะห์กับขั้วบัญชีเพื่อการศึกษา เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนอนุบาลเมืองกำแพงนครหลวง (บ้านนครหลวง) เนื่องด้วยนางสาววิลาดา ทองจันทร์ นิสิตระดับปริญญาโทบัณฑิตสาขาวิชาการศึกษาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้เข้าปฏิบัติงานเป็นอาจารย์ที่งานพัฒนาความสัมพันธ์ทางศึกษาศาสตร์ เรื่อง จำนวน ๒ ราย โดยวิธีราชการสมัครร่วมกันกับโรงเรียนเพื่อพัฒนาความสัมพันธ์ทางศึกษาศาสตร์ เรื่อง จำนวนศึกษาปีที่ 3* โดยมีผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรวิทย์ หาญสุธรรม และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตติ ธิพรานนท์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาทางวิชาการด้วย ในการนี้ นิสิตขอความอนุเคราะห์ โดย 1) แบ่งส่วนข้อมูลทางการศึกษาจากโรงเรียนศึกษาศาสตร์ เรื่อง จำนวนราย 2) แผนการจัดการเรียนรู้วิชาจากศึกษาศาสตร์โดยวิธีสอบสมัครร่วมกันกับโรงเรียนเพื่อพัฒนาความสัมพันธ์ทางศึกษาศาสตร์ เรื่อง จำนวนราย 3) คู่มือการคิดและผลการใช้หนังสือเรียนเพื่อพัฒนาความสามารถทางศึกษาศาสตร์ ด้วยเทคโนโลยีความสัมพันธ์ทางศึกษาศาสตร์ เรื่อง จำนวนราย 4) แบบทดสอบวัดความรู้ความสามารถทางศึกษาศาสตร์ เรื่อง จำนวนราย กับนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 1-3 จำนวน 3-5 คน เพื่อเป็นข้อมูลในการใช้ และขอใช้สถานที่ห้องเรียนร่วมและห้องเรียนพิเศษบาง ระหว่างเดือนกันยายน 2563 ถึงเดือนธันวาคม 2563 ทั้งนี้ นิสิตจะเป็นผู้ประสานงานในรายละเอียดอีกด้วย จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้			
เรียน ผอ. รร. อนุบาลเมืองกำแพงนครหลวง (บ้านนครหลวง) ด้วยนางสาววิลาดา ทองจันทร์ นิสิตระดับปริญญาโทบัณฑิตสาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ เรื่อง จำนวนศึกษาปีที่ 3* โดยมีผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรวิทย์ หาญสุธรรม และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตติ ธิพรานนท์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาทางวิชาการด้วย - (เมื่อ 11/05/2563) สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา โทร. 0-2649-5064 นายเหตุ : สอนตามข้อมูลเดิมเดิม กรุณาติดต่อ : นางสาววิลาดา ทองจันทร์ โทรศัพท์ 088-015-8266	ขอแสดงความนับถือ  (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์สุรวิทย์ หาญสุธรรม) คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  ๒๖.๐๒		

4. หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมในโครงการวิจัย (Informed Consent Form)

แบบเอกสารที่ MF 10-2 (ปรับปรุง 26 พ.ค. 66)

หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมในโครงการวิจัย
(Informed Consent Form)

วันที่ []

ข้าพเจ้า [] ปี อยู่บ้านเลขที่ [] ถนน [] หมู่ที่ []
แขวงตำบล [] เขตอำเภอ [] จังหวัด []

โทรศัพท์ []

ขอทำหนังสือนี้ให้โดยสมัครใจเข้าร่วมโครงการวิจัยเพื่อเป็นหลักฐานแสดงว่า

ข้อ 1. ข้าพเจ้า ได้รับทราบโครงการวิจัยของ [] นางสาวริสา พลจันทร์
เรื่อง การพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ โดยใช้วิธีการสอนร่วมกับเทคโนโลยี
ความเรียงเพื่อเสริมสร้างนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

ข้อ 2. ข้าพเจ้า ยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้ ด้วยความสมัครใจ โดยมิได้มีการบังคับขู่เข็ญ หลอกลวงแห่ง
ประการใด และจะให้ความร่วมมือในการวิจัยทุกประการ

ข้อ 3. ข้าพเจ้า ได้รับการอธิบายจากผู้วิจัยเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย วิธีการวิจัย ค่าตอบแทนที่จะได้รับ ค่าใช้จ่าย
ที่ข้าพเจ้าจะต้องรับผิดชอบจ่ายเอง โดยได้อ่านข้อความที่มีรายละเอียดอยู่ในเอกสารซึ่งให้ผู้เข้าร่วม
โครงการวิจัยโดยตลอด อีกทั้งยังได้รับคำอธิบายและตอบข้อสงสัยจากหัวหน้าโครงการวิจัยเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

ข้อ 4. ข้าพเจ้า ได้รับการรับรองจากผู้วิจัยว่าข้าพเจ้าจะอยู่ร่วมด้วยกับข้าพเจ้าหน้าเดิม เป็นระยะเวลาพอสมควร
วิจัยเท่านั้น

ข้อ 5. ข้าพเจ้า ได้รับทราบแล้วว่าข้าพเจ้ามีสิทธิ์จะบอกเลิกการร่วมโครงการวิจัยนี้ และการบอกเลิกการร่วมโครงการวิจัย
จะไม่มีการลงโทษแต่อย่างใดทั้งนี้ทั้งนี้ข้าพเจ้า ขอข้าพเจ้า หรือผู้เกี่ยวข้องต่อการเรียนการสอน การประเมินผล
การเรียนการสอน

ข้อ 6. หากข้าพเจ้ามีข้อสงสัยเกี่ยวกับขั้นตอนการวิจัย หรือหากเกิดข้อสงสัยที่ไม่พึงประสงค์จากการวิจัย
สามารถติดต่อกับ นางสาวริสา พลจันทร์ สถานศึกษาที่ 30 ถนนศึกษาพิเศษ ประชาธิปัตย์ กรุงเทพมหานคร
ถนนปิ่นเกล้า ตำบลปิ่นเกล้า อำเภอเมือง จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10200 เบอร์ โทรศัพท์ โทรสาร 055-841-5999, 055-
0158208

ข้อ 7. หากข้าพเจ้า ได้รับการปฏิบัติไม่ตรงตามที่ระบุไว้ในเอกสารซึ่งให้ผู้เข้าร่วมการวิจัย ข้าพเจ้าจะสามารถติดต่อกับ
ประธานคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับการพิจารณาโครงการวิจัยได้ในศูนย์วิจัยสุขภาพ ได้ที่สถาบัน
พุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โทรศัพท์ 02-648-6000 ต่อ 11015-11018

ข้าพเจ้าได้อ่านและเข้าใจข้อความตามที่อธิบายโดยตลอดแล้ว เห็นว่าถูกต้องตามเจตนารมณ์ของข้าพเจ้า จึงได้
ลงลายมือชื่อไว้เป็นสำคัญพร้อมกับหัวหน้าโครงการวิจัยและต่อหน้าพยาน

ลงชื่อ [] (นางสาวริสา พลจันทร์)
ผู้วิจัย

ลงชื่อ [] (นางสาวริสา พลจันทร์)
ผู้ให้ข้อมูลและขอความยินยอม / หัวหน้าโครงการวิจัย

ลงชื่อ [] (นางสาวริสา พลจันทร์)
ผู้ให้ข้อมูลและขอความยินยอม / หัวหน้าโครงการวิจัย

หน้า 1 จาก 2

แบบเอกสารที่ MF 10-2 (ปรับปรุง 26 พ.ค. 66)

ในการนี้ข้าพเจ้าเข้าร่วมการวิจัย ด้านคณิตศาสตร์ ผู้ที่อาสาสมัครกับตนเองและผู้เข้าร่วมการวิจัยคือ []

จึงได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นพยาน

ลงชื่อ [] (นางสาวริสา พลจันทร์)
พยาน

พยาน

1. ในการนี้ข้าพเจ้าเข้าร่วมการวิจัย 18 ปี ขึ้นไป และเป็นผู้ให้ข้อมูลตามเอกสารเป็นหลักฐานโดยสมัครใจ หรือ ผู้ที่เข้าร่วมการวิจัย
โดยไม่ได้รับค่าตอบแทน และเป็นผู้ให้ข้อมูลตามเอกสารเป็นหลักฐานโดยสมัครใจ

2. ข้าพเจ้าได้ทราบแล้วว่าข้าพเจ้า ไม่สามารถอ่านหนังสือได้ ข้าพเจ้าได้ฟังคำอธิบายและตอบข้อสงสัยจากผู้ให้ข้อมูลและขอความยินยอม
และผู้ให้ข้อมูลและขอความยินยอม และข้าพเจ้าได้ฟังคำอธิบายและตอบข้อสงสัยจากผู้ให้ข้อมูลและขอความยินยอม

หน้า 2 จาก 2

5. หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมในโครงการวิจัยสำหรับผู้ยินยอมตนให้ทำวิจัยที่มีอายุ ต่ำกว่า 18 ปี หรือ ผู้ป่วยที่ไม่สามารถแสดงความยินยอมได้ด้วยตนเอง

แบบเอกสารที่ MF 10-3

หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมในโครงการวิจัย
สำหรับผู้ยินยอมตนให้ทำวิจัยที่มีอายุต่ำกว่า 18 ปี
หรือ ผู้ป่วยที่ไม่สามารถแสดงความยินยอมได้ด้วยตนเอง

วันที่ []

ข้าพเจ้า [] ปี อยู่บ้านเลขที่ [] ถนน [] หมู่ที่ []
แขวงตำบล [] เขตอำเภอ [] จังหวัด []

โทรศัพท์ []

เป็นผู้อำนวยการทำการสอน ครู/ นายน/ นายน/ เด็กชาย/ เด็กหญิง []

มีความเกี่ยวข้องเป็น []

ขอทำหนังสือนี้ให้โดยสมัครใจเข้าร่วมโครงการวิจัยเพื่อเป็นหลักฐานแสดงว่า

ข้อ 1. ข้าพเจ้า ได้รับทราบโครงการวิจัยของ [] นางสาวริสา พลจันทร์
เรื่อง การพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ โดยใช้วิธีการสอนร่วมกับเทคโนโลยี
ความเรียงเพื่อเสริมสร้างนักเรียนที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

ข้อ 2. ข้าพเจ้า ยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้ ด้วยความสมัครใจ โดยมิได้มีการบังคับขู่เข็ญ หลอกลวงแห่ง
ประการใด และจะให้ความร่วมมือในการวิจัยทุกประการ

ข้อ 3. ข้าพเจ้า ได้รับการอธิบายจากผู้วิจัยเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย วิธีการวิจัย ค่าตอบแทนที่จะได้รับ ค่าใช้จ่าย
ที่ข้าพเจ้าจะต้องรับผิดชอบจ่ายเอง โดยได้อ่านข้อความที่มีรายละเอียดอยู่ในเอกสารซึ่งให้ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยโดยตลอด อีกทั้ง
ยังได้รับคำอธิบายและตอบข้อสงสัยจากหัวหน้าโครงการวิจัยเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

ข้อ 4. ข้าพเจ้า ได้รับการรับรองจากผู้วิจัยว่าข้าพเจ้าจะอยู่ร่วมด้วยกับข้าพเจ้าหน้าเดิม เป็นระยะเวลาพอสมควร
วิจัยเท่านั้น

ข้อ 5. ข้าพเจ้า ได้รับทราบแล้วว่าข้าพเจ้ามีสิทธิ์จะบอกเลิกการร่วมโครงการวิจัยนี้ และการบอกเลิกการร่วมโครงการวิจัย
จะไม่มีการลงโทษแต่อย่างใดทั้งนี้ทั้งนี้ข้าพเจ้า ขอข้าพเจ้า หรือผู้เกี่ยวข้องต่อการเรียนการสอน การประเมินผล
การเรียนการสอน

ข้อ 6. หากข้าพเจ้ามีข้อสงสัยเกี่ยวกับขั้นตอนการวิจัย หรือหากเกิดข้อสงสัยที่ไม่พึงประสงค์จากการวิจัย
สามารถติดต่อกับ นางสาวริสา พลจันทร์ สถานศึกษาที่ 30 ถนนศึกษาพิเศษ ประชาธิปัตย์ กรุงเทพมหานคร
ถนนปิ่นเกล้า ตำบลปิ่นเกล้า อำเภอเมือง จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10200 เบอร์ โทรศัพท์ โทรสาร 055-841-5999, 055-
0158208

ข้อ 7. หากข้าพเจ้า ได้รับการปฏิบัติไม่ตรงตามที่ระบุไว้ในเอกสารซึ่งให้ผู้เข้าร่วมการวิจัย ข้าพเจ้าจะสามารถติดต่อกับ
ประธานคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับการพิจารณาโครงการวิจัยได้ในศูนย์วิจัยสุขภาพ ได้ที่สถาบัน
พุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โทรศัพท์ 02-648-6000 ต่อ 11015-11018

หน้า 1 จาก 2

แบบเอกสารที่ MF 10-3

ข้าพเจ้าได้อ่านและเข้าใจข้อความตามที่อธิบายโดยตลอดแล้ว เห็นว่าถูกต้องตามเจตนารมณ์ของข้าพเจ้า จึงได้
ลงลายมือชื่อไว้เป็นสำคัญพร้อมกับหัวหน้าโครงการวิจัยและต่อหน้าพยาน

ลงชื่อ [] (นางสาวริสา พลจันทร์)
ผู้วิจัย

ลงชื่อ [] (นางสาวริสา พลจันทร์)
ผู้ให้ข้อมูลและขอความยินยอม / หัวหน้าโครงการวิจัย

ลงชื่อ [] (นางสาวริสา พลจันทร์)
ผู้ให้ข้อมูลและขอความยินยอม / หัวหน้าโครงการวิจัย

ในการนี้ข้าพเจ้าเข้าร่วมการวิจัย ด้านคณิตศาสตร์ ผู้ที่อาสาสมัครกับตนเองและผู้เข้าร่วมการวิจัยคือ []

จึงได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นพยาน

ลงชื่อ [] (นางสาวริสา พลจันทร์)
พยาน

พยาน

หน้า 2 จาก 2

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาววิไลดา หอมจันทร์
วัน เดือน ปี เกิด	19 มกราคม 2532
สถานที่เกิด	จังหวัดชุมพร
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2554 ศึกษาศาสตรบัณฑิต เอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ที่อยู่ปัจจุบัน	พ.ศ. 2549 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา จังหวัดชุมพร
	พ.ศ. 2546 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา จังหวัดชุมพร
รางวัลที่ได้รับ	405 หมู่ 11 ถนนกำแพงเพชร-สุโขทัย ตำบลหนองปลิง อำเภอเมืองกำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร 62000
	สพฐ. (OBEC AWARDS) ระดับชาติ ประเภทครูผู้สอนยอดเยี่ยมโรงเรียนการศึกษาพิเศษ (บกพร่องทางสติปัญญา) ด้านบริหารจัดการ โครงการประกวดหน่วยงานและผู้มีผลงานดีเด่นที่ประสบผลสำเร็จเป็นที่ประจักษ์ ครั้งที่ 9 ประจำปีการศึกษา 2562 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน