



ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิดที่มีต่อ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ
ละ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

วิทยานิพนธ์

ของ

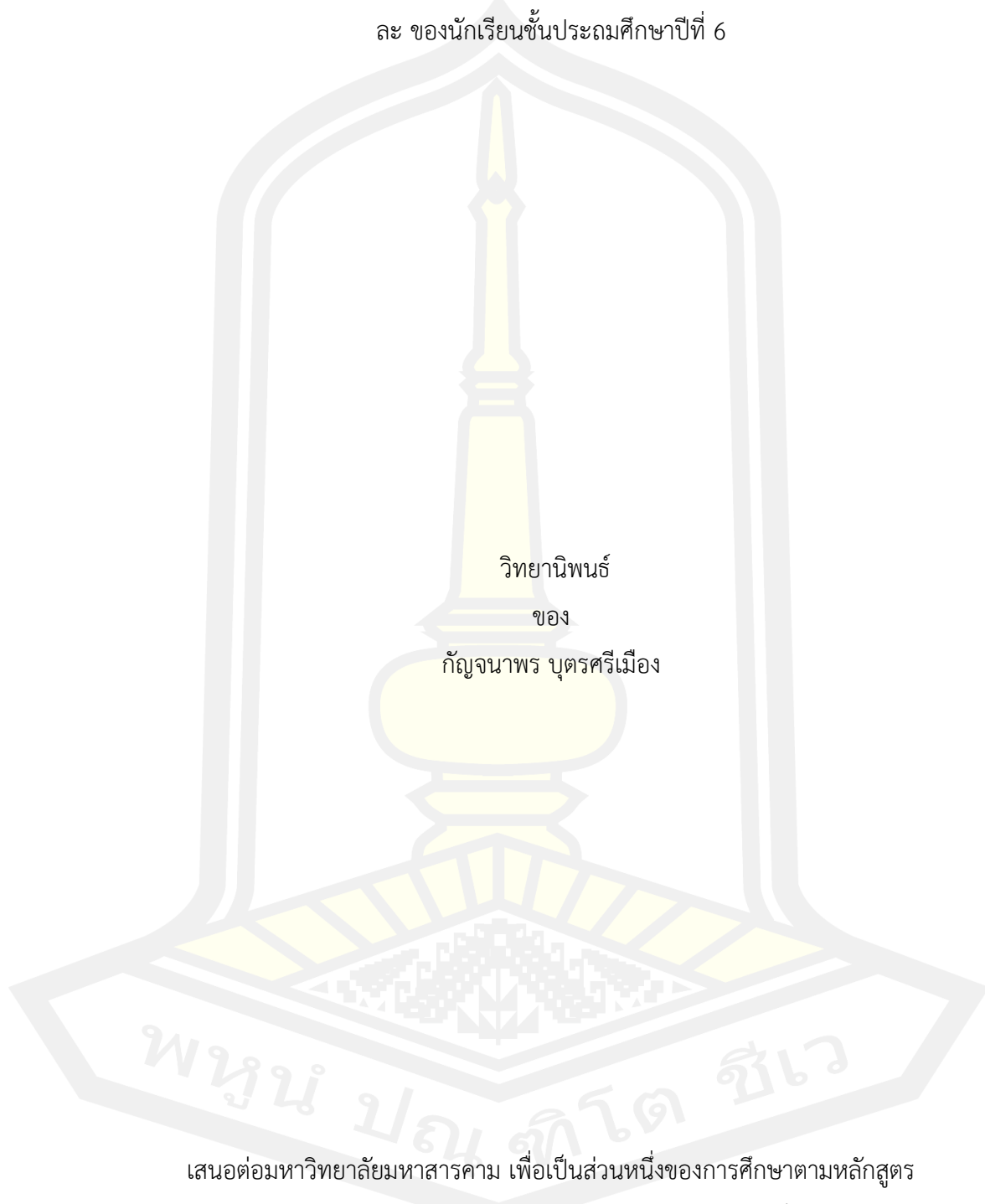
กัญจนพร บุตรศรีเมือง

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

กรกฎาคม 2565

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิดที่มีต่อ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6



วิทยานิพนธ์
ของ
กัญจนพร บุตรศรีเมือง

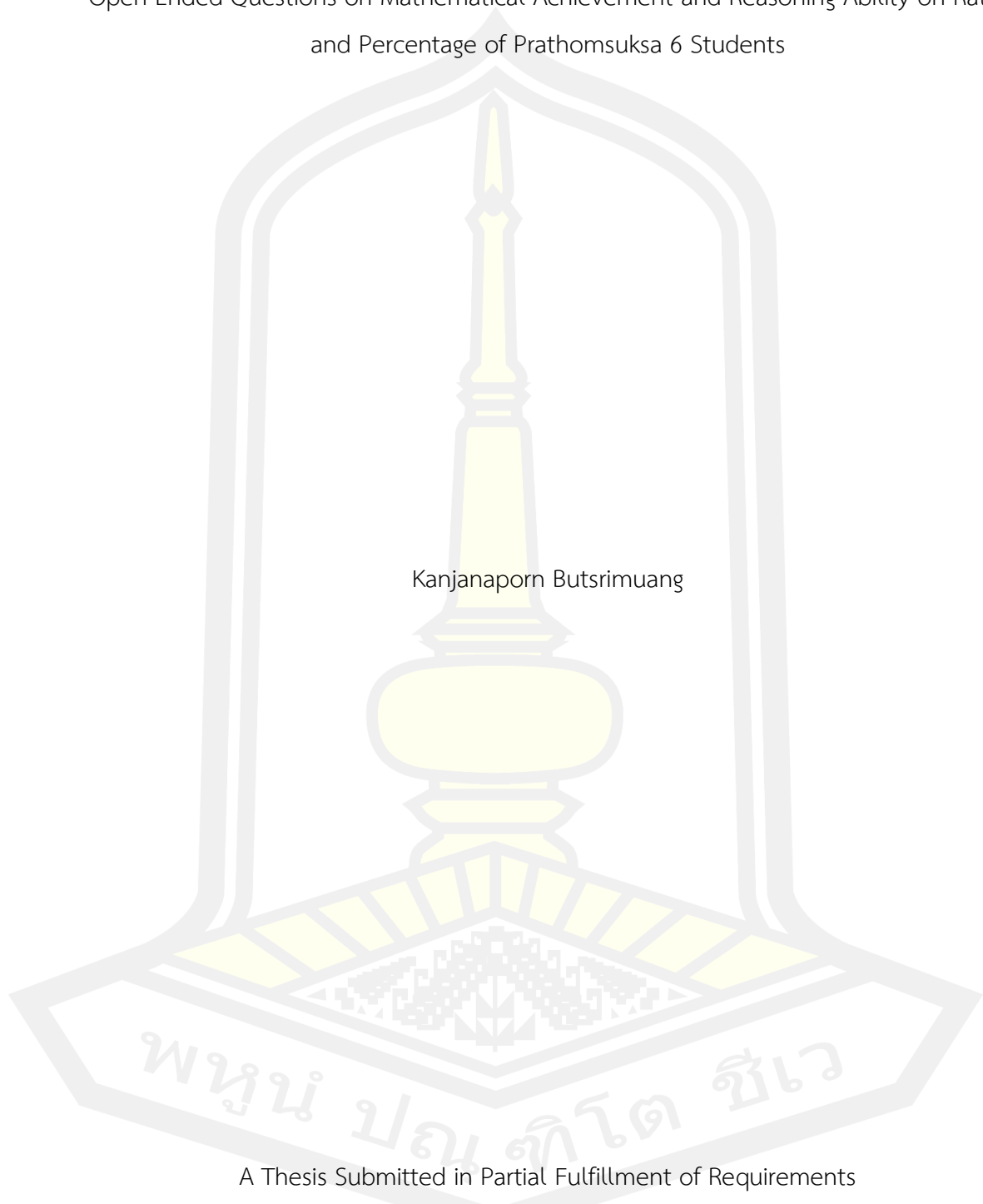
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

กรกฎาคม 2565

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Effect of Learning Activity Management Emphasized Heuristics Thinking Method with
Open-Ended Questions on Mathematical Achievement and Reasoning Ability on Ratio
and Percentage of Prathomsuksa 6 Students

Kanjanaporn Butsrimuang



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for Master of Science (Mathematics Education)

July 2022

Copyright of Maharakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวกัญจนพร บุตรศรี
เมือง แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร. สุพจน์ สีบุตร)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผศ. ดร. นางลักษณ์ วิริยะพงษ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ผศ. ดร. มนชยา เจียงประดิษฐ์)

.....กรรมการ

(ผศ. ดร. มนตรี ทองมูล)

.....กรรมการ

(รศ. ดร. นิภาพร ชูดีมันต์)

มหาวิทยาลัยขอนแก่นให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....
(ศ. ดร. ไพโรจน์ ประมวล)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

.....
(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง	ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6		
ผู้วิจัย	กัญจนพร บุตรศรีเมือง		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มนชยา เจียงประดิษฐ์		
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต	สาขาวิชา	คณิตศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์	2565

บทคัดย่อ

การเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้การคิดแก้ปัญหาและสามารถหาคำตอบตรวจคำตอบได้ อีกทั้งยังฝึกให้นักเรียนได้คิดอย่างมีเหตุผล และเป็นระบบ จนสามารถเกิดการพัฒนาทักษะการคิดในระดับสูงได้ การวิจัยครั้งนี้จึงมีจุดมุ่งหมาย (1) เพื่อพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 (2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด และกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (3) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิดระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน และ (4) เพื่อศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มโรงเรียนบ้านกรวด 2 อำเภอบ้านกรวด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคาม เขต 2 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่มจำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งมีการจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนบ้านหลัก 1 ห้องเรียน จำนวน 26 คน และกลุ่มควบคุม ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนชุมชนบ้านโนนเจริญ 1 ห้องเรียน จำนวน 27 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 4 ชนิด ได้แก่ (1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด จำนวน 20 แผน (2) แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ จำนวน 20

แผน (3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2 ซึ่งเป็นแบบ
 คู่ขนาน ชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ รวม 20 คะแนน ซึ่งมีค่าอำนาจจำแนก (B)
 ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.74 (4) แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้
 เหตุผลคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2 ซึ่งเป็นแบบคู่ขนาน ชนิดอัตนัย จำนวน 4 ข้อ รวม 12
 คะแนน ซึ่งมีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.40 ถึง 0.80 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.78 สถิติที่ใช้ใน
 การวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานด้วย
 สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (r) t-test (Dependent Samples) และ Hotelling's T^2 ผลการศึกษา
 ค้นคว้าปรากฏดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิดที่
 ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.88/79.62 เป็นไปตามที่กำหนดไว้คือ 75/75

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของ
 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบ
 ฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิดสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมี
 นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนชั้น
 ประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์
 ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิดสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มที่ได้รับการจัด
 กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิดหลังเรียน
 และหลังเรียน 2 สัปดาห์ไม่แตกต่างกัน

โดยสรุป แผนการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิดที่
 ผู้วิจัยค้นคว้าสร้างและพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล สามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรม
 การเรียนรู้ เพื่อให้บรรลุผลตามความมุ่งหมายของหลักสูตรได้

คำสำคัญ : คำถามปลายเปิด, การคิดแบบฮิวริสติกส์, ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

TITLE	Effect of Learning Activity Management Emphasized Heuristics Thinking Method with Open-Ended Questions on Mathematical Achievement and Reasoning Ability on Ratio and Percentage of Prathomsuksa 6 Students		
AUTHOR	Kanjaporn Butsrimuang		
ADVISORS	Assistant Professor Nongluk Viriyapong , Ph.D. Assistant Professor Monchaya Chiangpradit , Ph.D.		
DEGREE	Master of Science	MAJOR	Mathematics Education
UNIVERSITY	Maharakham University	YEAR	2022

ABSTRACT

Effect of learning activity management emphasized heuristics thinking method with open-ended questions. It can encourage learners to think about problems ,find correct answers and check answers. It also trained students to think rationally and systematically so that they can develop their thinking skills at a high level. The purposes of this research were (1) to develop the learning activity management emphasized heuristics thinking method with open-ended questions on ratio and percentage of Prathomsuksa 6 students efficiency criteria 75/75 (2) to compare the mathematical achievement and reasoning abilities of Prathomsuksa 6 students between the mathematic learning activity with emphasized heuristics thinking method with open-ended questions and the regular learning management (3) to compare mathematical reasoning abilities of students before and after learning by emphasized heuristics thinking method with open-ended questions, (4) to compare the mathematical achievement of Prathomsuksa 6 students after studied and after 2 weeks studied by emphasized heuristics thinking method with open-ended questions. The samples group were Prathomsuksa 6 students studied in the second semester of the academic year 2021 obtained by cluster random sampling. The experimental group was divided into students of Banlak School, 26 students, and the control group was Chumchonbannoncharoen School, 27 students.

The research instrument were (1) 20 lesson plans of mathematics learning management with emphasized heuristics thinking method with open-ended questions, (2) 20 lesson plans of regular learning management, (3) mathematics achievement test No.1 and No.2, which is a parallel were 20 four-alternative items with discrimination of each item (B) was 0.20 - 0.80, and the reliability of all items was 0.74, (4) mathematical reasoning test No. 1 and No. 2, It was 4 items, with discrimination of each item was 0.40 - 0.80, and the reliability of all items was 0.78. The research statistics used were a percentage, a average, a standard deviation and the hypothesis test by the correlation of Pearson's (r), t-test (Dependent Samples) and Hotelling's T^2 . The results of the study were as follows :

1. The lesson of the mathematics learning management using emphasized heuristics thinking method with open-ended questions, its efficiency were 84.88/79.62, respectively the setting criteria 75/75.

2. The mathematical learning achievement and reasoning abilities of Prathomsuksa 6 students who learned by mathematics learning management using emphasized heuristics thinking method with open-ended questions were higher than regular learning students at the .05 level of significant.

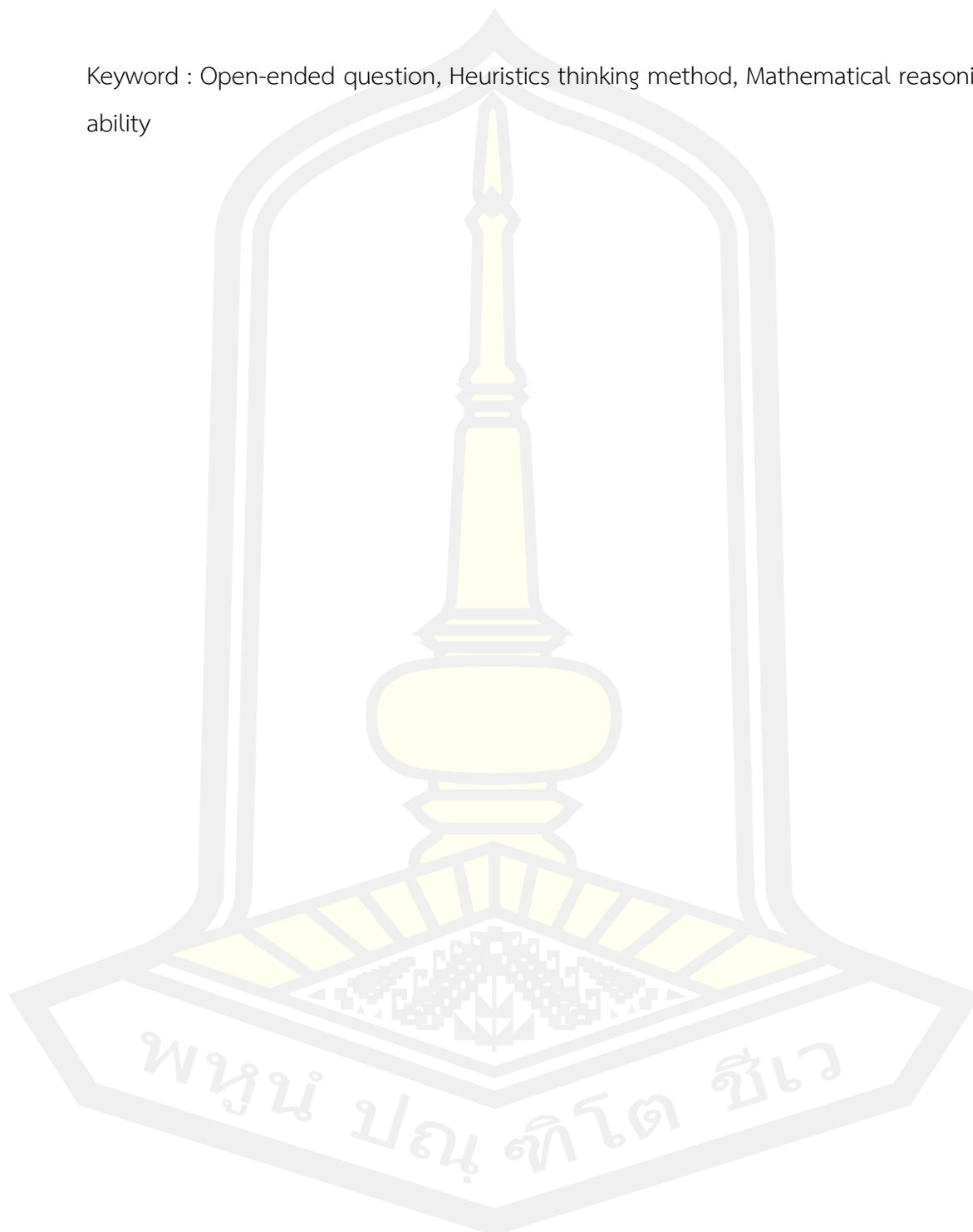
3. The mathematical reasoning ability of Prathomsuksa 6 students after learned by mathematics learning management using emphasized heuristics thinking method with open-ended questions higher than before learning at the .05 level of significant.

4. The students who learned by using learning activity management emphasized heuristics thinking method with open-ended questions. There was no difference in mathematical achievement of after studied and after 2 weeks of studied.

In conclusion, learning management using emphasized heuristics thinking method with open-ended questions is effective and efficient can be used to organize

learning activities to achieve the objectives.

Keyword : Open-ended question, Heuristics thinking method, Mathematical reasoning ability



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่ง จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนชยา เจียงประดิษฐ์ กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ สิบบุตร ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.นิภาพร ชุตินันต์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำปรึกษา แนะนำงานวิจัย ด้วยดีตลอดมา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนธานินทร์ ช่อยแก้ว คุณครูสุภา พันธุ์รัมย์ คุณครูยุพิน พลเรือง คุณครูอนันท์ บุตรศรีเมือง และคุณครูวันทา สุขโสม ที่เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบตรวจเครื่องมือในการวิจัยและให้คำแนะนำเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคามทุกท่าน ที่ให้ความรู้ ให้คำปรึกษาด้วยดีตลอดระยะเวลาของการศึกษาในมหาวิทยาลัย

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียน คณะคุณครู โรงเรียนบ้านหลัก และโรงเรียนชุมชนบ้านโนนเจริญ อำเภอบ้านกรวด จังหวัดบุรีรัมย์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาบุรีรัมย์ เขต ๒ ที่ให้ความอนุเคราะห์อำนวยความสะดวกในทำการวิจัยจนสำเร็จตามวัตถุประสงค์

ขอกราบขอบพระคุณ นายอนันท์ บุตรศรีเมือง นางสุมิตรา บุตรศรีเมือง นางสาวรติยากร บุตรศรีเมือง ตลอดจนญาติพี่น้อง ทุกคนที่ให้การสนับสนุนช่วยเหลือและเป็นกำลังใจด้วยดีตลอดมา

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอน้อมรำลึกถึงพระคุณบิดา มารดาผู้ให้ชีวิต ให้การศึกษา ตลอดจนบูรพาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้ให้ความรู้และอบรมสั่งสอนผู้วิจัยเสมอมา

กัญจนพร บุตรศรีเมือง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฌ
สารบัญ.....	ญ
สารบัญตาราง.....	ฐ
สารบัญรูปภาพ.....	ณ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ที่มาและความสำคัญ.....	1
วัตถุประสงค์การวิจัย.....	3
สมมติฐานของงานวิจัย.....	4
ขอบเขตการวิจัย.....	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	8
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.....	9
การจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์.....	15
การจัดการเรียนรู้แบบปกติ.....	23
คำถามปลายเปิด.....	24
ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	29

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	41
ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้.....	46
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	47
1. งานวิจัยในประเทศ	47
2. งานวิจัยต่างประเทศ	51
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	53
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	53
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	54
การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ.....	54
วิธีดำเนินการวิจัย	62
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	63
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	71
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	79
วัตถุประสงค์การวิจัย	79
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	80
สรุปผลการวิจัย.....	80
อภิปรายผล.....	81
ข้อเสนอแนะ	93
1. ข้อเสนอแนะเพื่อการนำไปใช้	93
2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป	93
บรรณานุกรม.....	95
ภาคผนวก.....	103
ภาคผนวก ก รายงานผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ.....	104
ภาคผนวก ข สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์.....	106

ภาคผนวก ค ผลการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย.....	114
ภาคผนวก ง คะแนนที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	129
ภาคผนวก จ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป.....	146
ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย.....	150
ประวัติผู้เขียน.....	201

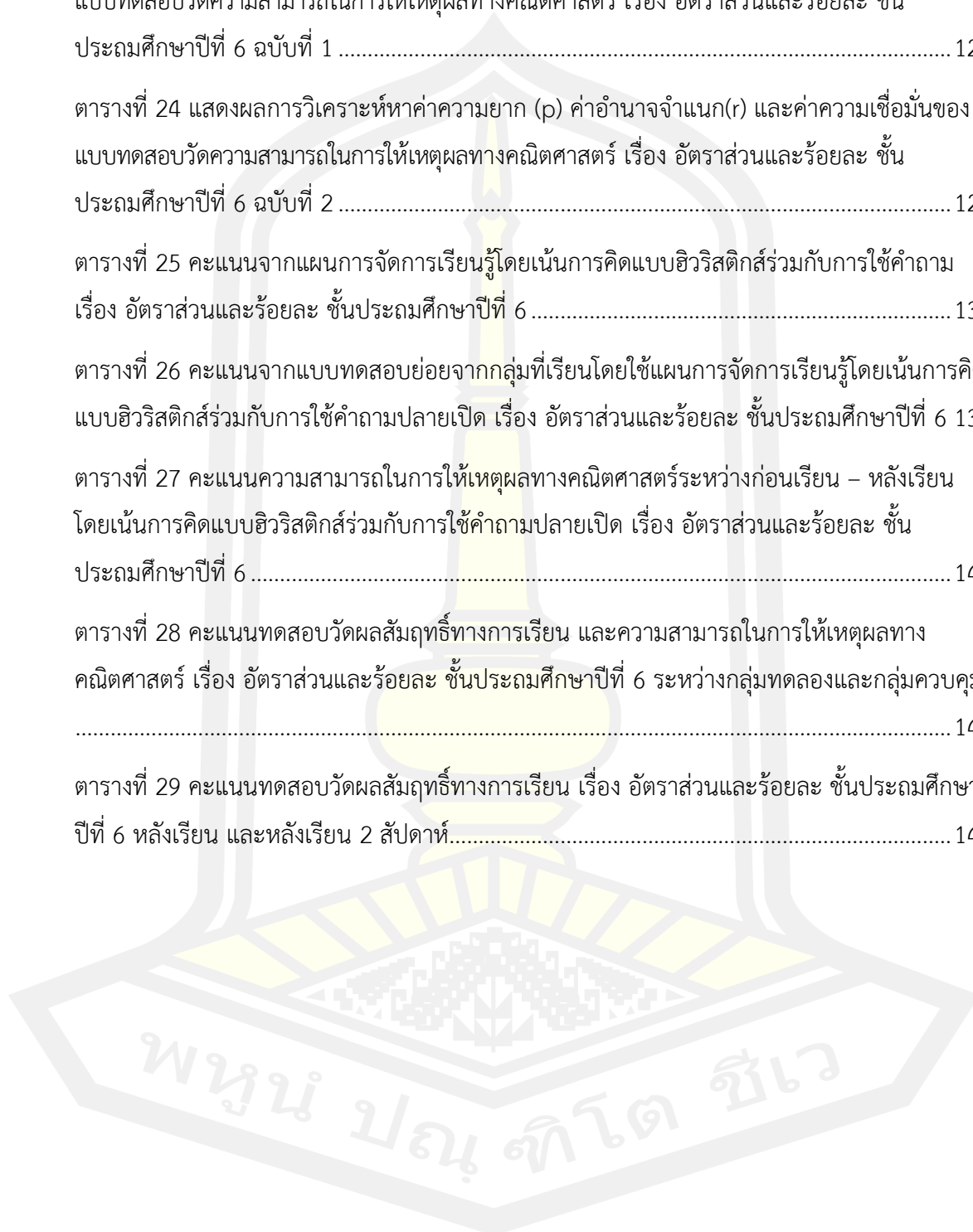


สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 การสังเคราะห์ขั้นตอนของแนวคิดแบบฮิวริสติกส์.....	18
ตารางที่ 2 แสดงการเปลี่ยนคำถามปลายปิดให้เป็นคำถามปลายเปิด.....	26
ตารางที่ 3 การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	39
ตารางที่ 4 การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	39
ตารางที่ 5 การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	40
ตารางที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาและจำนวนชั่วโมงสอน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ รายวิชา คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.....	54
ตารางที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาและจำนวนชั่วโมงสอน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ รายวิชา คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.....	57
ตารางที่ 8 แบบแผนการวิจัย (Quasi Experiment Research Design).....	62
ตารางที่ 9 ร้อยละ ค่าเฉลี่ย (X) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนระหว่างเรียนจากการ ประเมิน ใบงาน พฤติกรรมระหว่างเรียน การทดสอบย่อย และการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.....	72
ตารางที่ 10 คะแนนค่าเฉลี่ย (X) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบ ฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด และกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ.....	75
ตารางที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์.....	75
ตารางที่ 12 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด และ กลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้วิธีการทางสถิติ Hotelling's T^2	76

ตารางที่ 13 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด และกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้ Univariate Tests	76
ตารางที่ 14 แสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิดระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน.....	77
ตารางที่ 15 แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด ระหว่างหลังเรียน และหลังเรียน 2 สัปดาห์	78
ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถาม เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.....	115
ตารางที่ 17 ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ฉบับที่ 1	117
ตารางที่ 18 ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ฉบับที่ 2	119
ตารางที่ 19 แสดงผลการวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ฉบับที่ 1	121
ตารางที่ 20 แสดงผลการวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ฉบับที่ 2	123
ตารางที่ 21 ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ฉบับที่ 1	125
ตารางที่ 22 ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ฉบับที่ 2	126

ตารางที่ 23 แสดงผลการวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก(r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ฉบับที่ 1	127
ตารางที่ 24 แสดงผลการวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก(r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ฉบับที่ 2	128
ตารางที่ 25 คะแนนจากแผนการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถาม เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	130
ตารางที่ 26 คะแนนจากแบบทดสอบย่อยจากกลุ่มที่เรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	138
ตารางที่ 27 คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียน – หลังเรียน โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	140
ตารางที่ 28 คะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	142
ตารางที่ 29 คะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียน และหลังเรียน 2 สัปดาห์.....	144



สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	8
ภาพที่ 2 แบบจำลองความคิดของเซฟฟิลด์ (Sheffield et al., 2005).....	17
ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างหลักของตรรกศาสตร์กับอภิปรัชญา (ขอบใจ สาสีทธิ, 2545).....	22
ภาพที่ 4 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องสมบูรณ์ ..	83
ภาพที่ 5 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องสมบูรณ์ ..	84
ภาพที่ 6 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	85
ภาพที่ 7 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	86
ภาพที่ 8 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	87
ภาพที่ 9 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	88
ภาพที่ 10 ตัวอย่างในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลอง	90
ภาพที่ 11 ตัวอย่างในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มควบคุม	90
ภาพที่ 12 ตัวอย่างในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลอง	91
ภาพที่ 13 ตัวอย่างในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มควบคุม	91
ภาพที่ 14 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรตาม (r) ด้วยโปรแกรม SPSS	147
ภาพที่ 15 ผลเปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ และความสามารถในการให้เหตุผล (T ²) ด้วยโปรแกรม SPSS.....	147
ภาพที่ 16 ผลการวิเคราะห์ Univariate test ของคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ และความสามารถในการให้เหตุผล ด้วยโปรแกรม SPSS.....	148
ภาพที่ 17 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผล ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยโปรแกรม SPSS.....	149
ภาพที่ 18 ผลการเปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์คณิตศาสตร์ ระหว่างหลังเรียนและหลังเรียน 2 สัปดาห์ ด้วยโปรแกรม SPSS.....	149



บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผลเป็นระบบแบบแผน สามารถคิดวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้นและสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) สอดคล้องกับกรมวิชาการ (2551) ที่กล่าวว่าคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตลอดจนศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง คณิตศาสตร์มีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตและช่วยพัฒนามนุษย์ให้สมบูรณ์มีความสุขทางร่างกาย จิตใจ สติปัญญา และอารมณ์ สามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ซึ่งกระทรวงศึกษาธิการได้จัดทำขึ้นเพื่อให้สถานศึกษา และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้นำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนที่ให้ความสำคัญกับคณิตศาสตร์ โดยให้กำหนดกรอบสาระ มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดตามชั้นปี ที่คำนึงถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ คือ การเตรียมผู้เรียนให้มีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน 5 ทักษะ ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงการให้เหตุผล และการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อม สามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) ดังนั้นจึงเป็นความรับผิดชอบของสถานศึกษาที่ต้องจัดสาระการเรียนรู้ที่เหมาะสมแก่ผู้เรียนแต่ละคน ทั้งนี้เพื่อให้บรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ส่วนด้านคุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ชั้นปีแล้ว ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ มีความตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ และ

สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปพัฒนาคุณภาพชีวิต ตลอดจนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ และเป็นพื้นฐานในการศึกษาในระดับที่สูงขึ้น (สำนักทดสอบทางการศึกษา, 2546)

จากการประเมินผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ (O-NET) รายวิชาคณิตศาสตร์ ในปีการศึกษา 2560-2562 ของนักเรียนในกลุ่มเครือข่ายพัฒนาคุณภาพบ้านกรวด 2 อำเภอบ้านกรวด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 พบว่านักเรียนได้คะแนนอยู่ในเกณฑ์ต่ำไม่เป็นที่น่าพอใจ เรียงลำดับตามปีการศึกษา 2560-2562 ดังนี้ร้อยละ 40.53 ร้อยละ 39.13 ร้อยละ 41.12 (สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2, 2560-2562) และได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จากแบบทดสอบที่โรงเรียนสร้างขึ้นร้อยละ 62.63 ร้อยละ 60.42 ร้อยละ 65.19 (โรงเรียนบ้านหลัก, 2560-2562) นอกจากนี้ข้อมูลด้านผลสัมฤทธิ์ไม่น่าพอใจแล้ว จากประสบการณ์การสอนโดยตรง ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนขาดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เพราะนักเรียนตอบคำถามที่ต้องใช้เหตุผลประกอบของครูได้น้อยมาก โดยเฉพาะเมื่อต้องวิเคราะห์โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกระบวนการแก้ปัญหา นั้น นักเรียนจะไม่สามารถวิเคราะห์และแยกแยะสิ่งต่าง ๆ ได้ ว่าโจทย์กำหนดอะไรบ้าง โจทย์ต้องการหาอะไร และจะใช้วิธีใดในการหาคำตอบ ส่งผลให้นักเรียนไม่มีทักษะในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบในการหาคำตอบ ไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้อย่างมีระบบและไม่สามารถแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผลได้ ทั้ง ๆ ที่ทักษะการให้เหตุผลเป็นทักษะที่จำเป็นต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เพราะมนุษย์ต้องใช้เหตุผลกับคนอื่นและต้องการได้รับเหตุผลจากคนอื่นเช่นกัน การเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างเป็นเหตุเป็นผล จะทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ สามารถจดจำได้ดีและนานกว่าเดิม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555) และอีกประการหนึ่งของปัญหาคือการจัดการเรียนการสอนของครูที่เน้นการสอนแบบบรรยาย โดยครูสอนเนื้อหาสาระความรู้เป็นสำคัญ ซึ่งครูเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ฝ่ายเดียว นักเรียนเป็นฝ่ายรับความรู้อย่างเดียวขาดการให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ โดยการตั้งคำถามปลายเปิดที่เน้นให้นักเรียนตอบโดยมีเหตุผลโดยลงท้ายด้วยคำว่าทำไม อย่างไร เพราะเหตุใด เป็นต้น คำถามปลายเปิดเหล่านี้จะฝึกให้นักเรียนได้คิดอย่างมีเหตุผล และเป็นระบบ จนสามารถเกิดการพัฒนาทักษะการคิดในระดับสูงได้

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงศึกษาหาแนวทางของทฤษฎีต่าง ๆ เพื่อจะนำมาใช้แก้ไขปัญหา ผู้วิจัยพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ สามารถนำมาใช้ในการสอนคณิตศาสตร์ได้ผลดี เพราะเป็นการสอนที่เน้นการเชื่อมโยงข้อมูลให้อยู่ในลักษณะที่เป็นระบบมากขึ้น ด้วยการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่สนใจ โดยเริ่มต้นจากสิ่งง่าย ๆ ไปสู่สิ่งที่ซับซ้อนยิ่งขึ้นทำให้นำไปแก้ปัญหาได้ ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบฮิวริสติกส์ จะเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้การคิดแก้ปัญหาและสามารถหาคำตอบตรวจคำตอบได้ โดยมีกระบวนการแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน คือขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสัมพันธ์ ขั้นที่ 2 ขั้นพิจารณาการแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

และตรวจสอบ ชั้นที่ 4 ชั้นสื่อสารและต่อยอด นอกจากการสอนโดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์แล้ว อีกแนวทางหนึ่งที่น่าจะแก้ปัญหานี้ได้ คือ การใช้คำถามปลายเปิดที่กระตุ้นผู้เรียนให้ได้คิดจากมุมมองที่แตกต่างกัน โดยการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คำตอบคำถามปลายเปิด เช่น อะไรบ้าง ทำไม เพราะเหตุใด อย่างไร เป็นต้น และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาความเข้าใจ ความคิด เหตุผลในเรื่องนั้นได้อย่างอิสระ และเต็มความสามารถ ทั้งจะทำให้ครูได้รับรู้ว่านักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ได้อย่างไร ตลอดจนนักเรียนที่มีความสามารถต่างกันสามารถเริ่มทำหรือแก้ปัญหาด้วยตนเองโดยการตั้งสมมติฐาน การพัฒนาหาคำตอบและการสื่อสารการแก้ปัญหาของตนเองได้

จากปัญหาและเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนในระดับประถมศึกษา จึงมีความสนใจที่จะศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดโดยการจัดการเรียนรู้แบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด เพื่อเป็นแนวทางหนึ่งที่ทำให้เรียนมีความสนใจและตั้งใจเรียน ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น และช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลที่สูงขึ้น โดยคาดหวังว่าการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้ประสบผลสำเร็จด้วยการวิจัยที่ได้จะเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ให้บรรลุจุดมุ่งหมายของหลักสูตรอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด และกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน
4. เพื่อศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด

สมมติฐานของงานวิจัย

1. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
2. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และหลังเรียน 2 สัปดาห์ไม่แตกต่างกัน

ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มโรงเรียนบ้านกรวด 2 อำเภอบ้านกรวด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษابุรีรัมย์ เขต 2 จาก 13 โรงเรียน มีห้องเรียนทั้งหมด 14 ห้องเรียน ซึ่งมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2563 ไกล่เคียงกัน และแต่ละโรงเรียนมีการจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มโรงเรียนบ้านกรวด 2 อำเภอบ้านกรวด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษابุรีรัมย์ เขต 2 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่มจำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งมีการจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ แบ่งเป็น

- กลุ่มทดลอง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนบ้านหลัก อำเภอบ้านกรวด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษابุรีรัมย์ เขต 2 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 26 คน
- กลุ่มควบคุม ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนชุมชนบ้านโนนเจริญ อำเภอบ้านกรวด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษابุรีรัมย์ เขต 2 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 27 คน

ขอบเขตทางด้านตัวแปร

ตัวแปรอิสระ

1. การจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด
2. การจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ตัวแปรตาม

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ
2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
3. ความคงทนในการเรียนรู้

ขอบเขตด้านเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาย่อยจำนวน 20 ชั่วโมง

ขอบเขตด้านระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ใช้เวลาในการทำวิจัย 24 ชั่วโมง ประกอบด้วย กิจกรรมการเรียนการสอน 20 ชั่วโมง ทำการทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลก่อนเรียน 1 ชั่วโมงและหลังเรียน 1 ชั่วโมง การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน 1 ชั่วโมงและหลังเรียนเป็นเวลา 2 สัปดาห์อีก 1 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยสอนด้วยตนเอง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้พัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ที่สอดคล้องกับความต้องการและความสนใจของผู้เรียนมากขึ้น
2. เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนคณิตศาสตร์ ในการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล

นิยามศัพท์เฉพาะ

การคิดแบบฮิวริสติกส์ หมายถึง การคิดโดยอาศัยพื้นฐานความรู้ที่มีอยู่เพื่อแก้ปัญหาหรือเรียนเนื้อหาใหม่ ๆ โดยใช้การคิดวิเคราะห์และเชื่อมโยงข้อมูลลักษณะการโยงความสัมพันธ์ของความรู้เพื่อให้เกิดความเข้าใจในโครงสร้างของความรู้

คำถามปลายเปิด หมายถึง คำถามที่มีความหลากหลายของคำตอบหรือวิธีการได้มาซึ่งคำตอบรวมเป็นคำถามที่มีคำตอบเดียวแต่มีความหลากหลายในการให้เหตุผล

การจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนใช้การคิดแบบฮิวริสติกส์ โดยผู้วิจัยแบ่งขั้นตอนการสอนออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสัมพันธ์ เป็นขั้นทำความเข้าใจปัญหาเป็นขั้นที่ช่วยให้ผู้แก้ปัญหาเข้าใจปัญหาได้ โดยอาศัยการสำรวจตรวจค้นโดยเชื่อมโยงปัญหาใหม่กับปัญหาที่เคยพบ
2. ขั้นพิจารณาการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่ให้นักเรียนเริ่มใช้ความคิดเกี่ยวกับการสำรวจตรวจสอบ เพื่อหาแนวทางในการหาคำตอบ โดยไม่ยึดติดกับขั้นตอนเดิม ๆ
3. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาและตรวจสอบ เป็นขั้นที่ให้นักเรียนประเมินการคิดของตนเองเพื่อแก้ปัญหา และประเมินคำตอบอย่างรอบคอบ
4. ขั้นสื่อสารและต่อยอด เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละคนแลกเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาของตนเองกับเพื่อนคนอื่น ๆ และอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับวิธีการและคำตอบที่เป็นไปได้ และมีการสำรวจตรวจสอบประเด็นที่เจาะลึกเพิ่มเติม

การจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนใช้การคิดแบบฮิวริสติกส์โดยมีการใช้คำถามที่มีความหลากหลายของคำตอบ แบ่งขั้นตอนการสอนออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสัมพันธ์ เป็นขั้นทำความเข้าใจปัญหาที่ เป็นขั้นที่ช่วยให้ผู้แก้ปัญหาเข้าใจปัญหาได้ โดยครูมีการใช้คำถามปลายเปิดเพื่อให้นักเรียนอาศัยการสำรวจตรวจค้นโดยเชื่อมโยงปัญหาใหม่กับปัญหาที่เคยพบ
2. ขั้นพิจารณาการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่ให้นักเรียนเริ่มใช้ความคิดเกี่ยวกับการสำรวจตรวจสอบเพื่อหาแนวทางในการหาคำตอบ โดยไม่ยึดติดกับขั้นตอนเดิม ๆ โดยครูมีการใช้คำถามปลายเปิดเพื่อกระตุ้นแนวคิดของนักเรียน
3. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาและตรวจสอบ เป็นขั้นที่ให้นักเรียนประเมินการคิดของตนเองเพื่อแก้ปัญหา และครูมีการใช้คำถามปลายเปิดเพื่อให้นักเรียนได้ประเมินคำตอบอย่างรอบคอบ
4. ขั้นสื่อสารและต่อยอด เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละคนแลกเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาของตนเองกับเพื่อนคนอื่น ๆ และอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับวิธีการและคำตอบที่เป็นไปได้ และมีการสำรวจ

ตรวจสอบประเด็นที่เจาะลึกเพิ่มเติม โดยครูจะใช้คำถามปลายเปิดที่มีความหลากหลายของคำตอบ เพื่อให้นักเรียนได้คิด วิเคราะห์ เพื่อเข้าใจโครงสร้างของความรู้เพิ่มเติม

การจัดการเรียนรู้แบบปกติ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนเพื่อให้เด็กเกิดการเรียนรู้ มี 4 ขั้นตอน คือ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นดำเนินการสอน ขั้นสรุปผล และขั้นประเมินผล

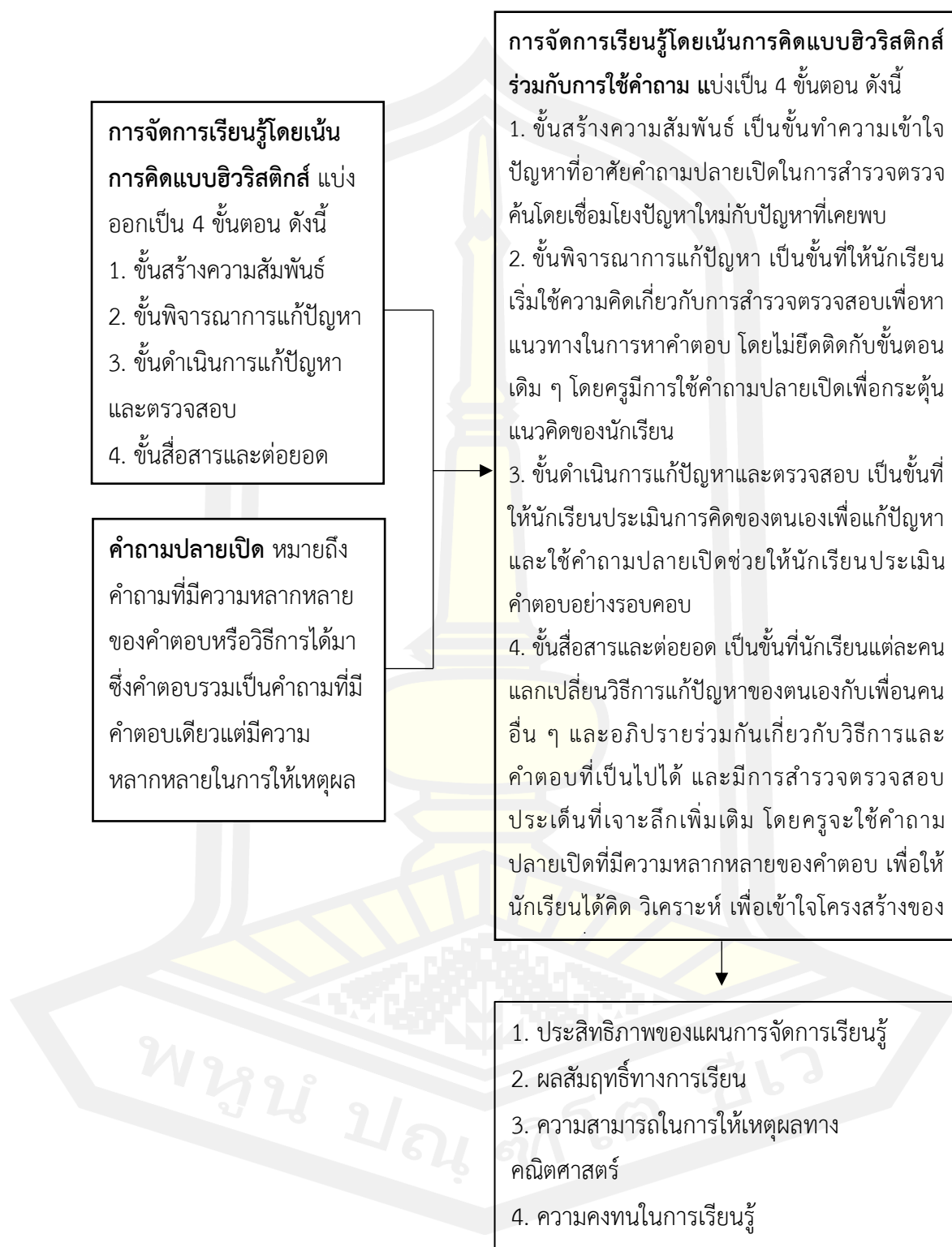
ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายให้เหตุผลเกี่ยวกับเงื่อนไข สาเหตุปัญหา วิธีการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหา เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ เพื่อประโยชน์ในการดำเนินการแก้ปัญหา การตัดสินใจ การประเมินคุณค่าของคำตอบและสร้างความรู้ใหม่ของผู้เรียนด้วยการวิเคราะห์หลักการ กฎเกณฑ์ การสรุปความรู้ การประยุกต์ใช้ความรู้ และตรวจสอบความถูกต้องของการดำเนินการแก้ปัญหา ด้วยความรู้ความเข้าใจอย่างมีเหตุผล วัดโดยแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ

ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ หมายถึง คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบโดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามเกณฑ์ 75/75 ดังนี้

75 ตัวแรก หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบย่อยระหว่างเรียน (40 คะแนน) การทำใบงาน (30 คะแนน) และการประเมินพฤติกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้ (30 คะแนน) ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งมีค่าไม่น้อยกว่าร้อยละ 75

75 ตัวหลัง หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการประเมินการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งมีค่าไม่น้อยกว่าร้อยละ 75

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษา แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการกำหนดเนื้อหา และแนวทางในการสร้างเครื่องมือในการวิจัย โดยมีรายละเอียดเนื้อหาครอบคลุมในเรื่อง ดังต่อไปนี้

1. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. การจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์
3. การจัดการเรียนรู้แบบปกติ
4. คำถามปลายเปิด
5. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
7. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 8.1. งานวิจัยในประเทศ
 - 8.2. งานวิจัยต่างประเทศ

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

ในการพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ดังนี้

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร ถ่ายทอดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์ รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความ

ถูกต้องตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องและมีเหตุผล เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก และใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

กระทรวงศึกษาธิการ (2560) ได้เสนอว่า กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จัดเป็น 3 สาระประกอบด้วย

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับ ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง อัตราส่วน ร้อยละ การประมาณค่า การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์ เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ลำดับและอนุกรม และการนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

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

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น เรียนรู้เกี่ยวกับ การตั้งคำถามทางสถิติ การเก็บรวบรวมข้อมูล การคำนวณค่าสถิติ การนำเสนอและแปลผลสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ หลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจ

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวัน และในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่ความสามารถต่อไปนี้

1. การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผน

แก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง

2. การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้รูปภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน

3. การเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื้อหาต่าง ๆ หรือศาสตร์อื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง

4. การให้เหตุผล เป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุน หรือโต้แย้งเพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ

5. การคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิม หรือสร้างแนวคิดใหม่เพื่อปรับปรุง พัฒนาองค์ความรู้

กรมวิชาการ (2544) ได้กล่าวถึงแนวการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น มีดังนี้

1. การพัฒนาทักษะแก้ปัญหา การพัฒนาทักษะและกระบวนการด้านนี้นับว่าเป็นเรื่องยากพอสมควรสำหรับผู้สอน นักเรียนส่วนใหญ่จะพัฒนาได้ดีในทักษะการคิดคำนวณ แต่เมื่อพบโจทย์ปัญหา มักจะไม่สามารถดำเนินการวิเคราะห์โจทย์ รวมถึงการหารูปแบบแนวคิดในการแก้ปัญหานั้น ดังนั้นการพัฒนาทักษะและกระบวนการในด้านนี้ ผู้สอนต้องให้ผู้เรียนฝึกคิดด้วยตนเองให้มาก โดยจัดสถานการณ์หรือเกมที่น่าสนใจ ทำท่ายให้อยากคิด เริ่มด้วยปัญหาที่เหมาะสมกับศักยภาพของแต่ละคนหรือแต่ละกลุ่ม โดยเริ่มจากปัญหาที่ผู้เรียนสามารถใช้ความรู้ที่เรียนมาแล้วมาประยุกต์ก่อน ต่อจากนั้นเพิ่มสถานการณ์หรือปัญหาที่แตกต่างจากที่เคยพบมา ในการเริ่มต้นพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะในกระบวนการแก้ปัญหา และผู้สอนต้องสร้างพื้นฐานให้ผู้เรียนเกิดความคุ้นเคยกับกระบวนการแก้ปัญหาซึ่งมีอยู่ 4 ขั้นตอนก่อน แล้วจึงฝึกทักษะในการแก้ปัญหา กระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 ตรวจสอบหรือมองย้อนกลับ ในการจัดให้เรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาตามลำดับขั้นตอนนั้น เมื่อผู้เรียนเข้าใจกระบวนการแล้ว การพัฒนาให้มีทักษะ ผู้สอนควรเน้นฝึกการวิเคราะห์ แนวคิดอย่างหลากหลายในชั้นวางแผนแก้ปัญหาให้มาก เพราะเป็นขั้นตอนที่สำคัญและยากสำหรับผู้เรียน

2. การพัฒนาทักษะให้เหตุผลนั้น การจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนรู้จักคิด และให้เหตุผลเป็นส่วนที่สำคัญ และสอดแทรกได้ในการเรียนทุกเนื้อหาของวิชาคณิตศาสตร์ องค์ประกอบหลักที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถคิดอย่างมีเหตุผลและรู้จักให้เหตุผล มีดังนี้

2.1 ให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาที่ผู้เรียนสนใจเป็นปัญหาที่ไม่ยากเกินไป และผู้เรียนสามารถบอกเหตุผลของคำตอบนั้นได้

2.2 ให้ผู้เรียนมีโอกาสและเป็นอิสระที่จะแสดงออกถึงความคิดเห็นในการใช้และให้เหตุผลของตนเอง

2.3 ผู้สอนช่วยสรุปและชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจว่า เหตุผลของผู้เรียนถูกต้องตามหลักเกณฑ์หรือไม่ ขาดตกบกพร่องอย่างไร การเริ่มต้นที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้ และเกิดทักษะในการให้เหตุผล ผู้สอนควรจัดสถานการณ์หรือปัญหาที่น่าสนใจให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนและคอยช่วยเหลือโดยกระตุ้นหรือชี้แนะอย่างกว้าง ๆ โดยใช้คำถามกระตุ้นพร้อมทั้งให้ข้อคิดเพิ่มเติมหากผู้เรียนให้เหตุผลไม่ถูกต้อง ผู้สอนต้องให้กำลังใจและเสริมแรง การจัดการเรียนการสอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดอย่างหลากหลาย โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ควรเป็นปลายเปิด (Open-ended Problem) ที่ผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็นหรือให้เหตุผลที่แตกต่างกันได้

3. การพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ การจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ทำได้ทุกเนื้อหาที่ต้องการให้คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา การจัดการเรียนรู้ให้เกิดทักษะ/กระบวนการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ มีแนวทางในการดำเนินการ ดังนี้

3.1 กำหนดปัญหาที่เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน

3.2 ให้ผู้เรียนได้ลงมือคิด และแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยผู้สอนช่วยชี้แนะแนวทางในการสื่อสาร สื่อความหมาย และควรมีการกระทำอย่างต่อเนื่องทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์

4. การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์นอกจากจะเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ด้วยกันแล้ว ยังมีการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ โดยใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้และใช้ในการแก้ปัญหา องค์ประกอบหลักที่ส่งเสริมการพัฒนาการเรียนรู้ทักษะ/กระบวนการเชื่อมโยง มีดังนี้

- 4.1 มีแนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างเด่นชัดในเรื่องนั้น
- 4.2 มีความรู้เนื้อหาที่จะนำไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์ หรืองานอื่น ๆ ที่ต้องการเป็น
 อย่างดี
- 4.3 มีทักษะในการบอกความเกี่ยวข้องเชื่อมโยง ระหว่างความรู้และทักษะ
 กระบวนการที่มีในเนื้อหานั้นกับงานที่เกี่ยวข้อง
- 4.4 มีทักษะในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์
- 4.5 มีความเข้าใจในคำตอบที่หาได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ว่ามีความเป็นไปได้
 หรือสอดคล้องกับสถานการณ์นั้นอย่างสมเหตุสมผล

ในการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียน ได้พัฒนาทักษะและกระบวนการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์
 นั้น ผู้สอนต้องจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหาสอดแทรกในการเรียนรู้อยู่เสมอเพื่อให้ผู้เรียนเห็น
 การนำความรู้ เนื้อหาสาระและกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ เพื่อให้
 ผู้เรียนได้มีการปฏิบัติจริง และมีทักษะกระบวนการเชื่อมโยงความรู้ ผู้สอนอาจมอบหมายงานหรือ
 กิจกรรมให้ผู้เรียนไปศึกษาความรู้ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมนั้นแล้วนำเสนองานต่อผู้สอน และผู้เรียนได้มี
 การอภิปรายและหาข้อสรุปร่วมกัน

5. การพัฒนาทักษะความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ บรรยากาศที่ช่วยส่งเสริมความคิดริเริ่ม
 สร้างสรรค์ ได้แก่ การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนคิดและนำเสนอแนวคิดของตนเองอย่างอิสระภายใต้การให้
 คำแนะนำปรึกษาของครูผู้สอน การแก้ปัญหาควรจัดในลักษณะร่วมกันแก้ปัญหา อภิปรายร่วมกัน
 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเสนอแนวคิดที่หลากหลายปัญหาปลายเปิดนับเป็นปัญหาที่ช่วยสร้างความคิด
 สร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน และครูต้องยอมรับแนวคิดหรือวิธีการที่หลากหลายของผู้เรียน
 นอกจากนี้การให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสร้างปัญหาขึ้นเอง ให้มีโครงสร้างของปัญหาคล้ายกับปัญหาเดิม ที่
 ผู้เรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหามาแล้ว จะเป็นการช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในปัญหาเดิม
 อย่างแท้จริง และเป็นการช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนอีกด้วย

การจัดการเรียนรู้ที่มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เกิดความรู้ มีทักษะและกระบวนการ มีคุณธรรม
 จริยธรรม และค่านิยม ผู้สอนจะต้องบูรณาการเนื้อหาและทักษะกระบวนการ เข้าด้วยกัน ตลอดจน
 จัดกิจกรรมสร้างเสริมให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์
 ฝึกการทำงานที่เป็นระบบ มีระเบียบวินัย รอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ และมีความ
 เชื่อมั่นในตนเอง

การจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์

ความหมายของการคิดแบบฮิวริสติกส์

ฮิวริสติกส์ (Heuristics) จัดเป็นกลยุทธ์ที่ช่วยสนับสนุนการเรียนการสอนซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสามารถประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ได้มีนักการศึกษาคณิตศาสตร์ได้กล่าวถึงความหมายของฮิวริสติกส์ (Heuristics) ไว้ดังนี้

Simon and Newell (1971) กล่าวไว้ว่า ฮิวริสติกส์ หมายถึง กลยุทธ์หรือกฎเกณฑ์ที่ใช้เรียนรู้การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นบ่อย

Novak et al. (1984) กล่าวไว้ว่า ฮิวริสติกส์ หมายถึง วิธีการต่างๆที่ใช้สำหรับการแก้ปัญหาหรือช่วยให้เกิดความเข้าใจในวิธีการหาคำตอบของปัญหาด้วยตนเอง

Moustakas (1990) กล่าวไว้ว่า ฮิวริสติกส์ หมายถึง วิธีการที่จะทำให้คำตอบที่ต้องการ และเป็นแนวทางที่ช่วยในการค้นหาความรู้เพิ่มเติม โดยผ่านกระบวนการที่ถูกต้อง

Sheffield (2009) กล่าวว่า ฮิวริสติกส์ หมายถึง การเชื่อมโยงแนวคิดที่สัมพันธ์กันให้เป็นระบบมากยิ่งขึ้น โดยการหาความสัมพันธ์ และเกี่ยวข้องของข้อมูลที่ต้องการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนรู้สาเหตุของปัญหา และสามารถสร้างปัญหาย่อยจากปัญหาที่พบ เพื่อให้ปัญหานั้นง่ายขึ้น จึงกล่าวได้ว่าฮิวริสติกส์เป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยในเรื่องการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ตลอดจนสามารถช่วยแก้ปัญหาที่ต้องการ

ยุพิน พิพิธกุล (2530) กล่าวว่า คำว่า “ฮิวริสติกส์” ได้รับมาจากภาษากรีก ซึ่งหมายความว่า “ฉันทพบ” นักเรียนจะต้องเป็นผู้ค้นหาคำตอบด้วยตนเอง วิธีนี้ต้องการที่จะให้นักเรียนได้เรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง ครูเป็นผู้คอยมองดูอยู่ภายนอก ครูไม่จำเป็นที่จะส่งเสริมหรือแนะนำ วิธีการนี้จะทำให้นักเรียนเชื่อมั่นในตัวของเขาเองและมีอิสระในการทำงานงานของครูไม่ใช่แก้ปัญหาให้นักเรียน แต่เป็นการทำให้นักเรียนมีความสามารถในการที่จะแก้ปัญหาด้วยตัวเอง

นวลทิพย์ นวพันธุ์ (2552) กล่าวว่า ฮิวริสติกส์ คือ กระบวนการต่าง ๆ ที่นักเรียนได้ใช้พื้นฐาน ความรู้ที่มีอยู่ในการเรียนเนื้อหาใหม่หรือแก้ปัญหา ที่พบโดยใช้การวิเคราะห์และเชื่อมโยงข้อมูลในลักษณะการโยงความสัมพันธ์ของความรู้ เพื่อให้เกิดความเข้าใจในโครงสร้างของความรู้

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่าการคิดแบบฮิวริสติกส์ คือ การคิดโดยความรู้เดิมที่มีอยู่เพื่อนำมาแก้ปัญหา และศึกษาเนื้อหาใหม่ ๆ โดยใช้การวิเคราะห์และเชื่อมโยงข้อมูล เพื่อให้เกิดความเข้าใจในโครงสร้างของความรู้

ความสำคัญของการคิดแบบฮิวริสติกส์

การคิดแบบฮิวริสติกส์ มีส่วนสำคัญทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์จะสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมเข้ากับความรู้ใหม่ ๆ และนักเรียนแก้ปัญหาได้อย่างเป็นเหตุเป็นผล มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงความสำคัญของการเรียนการสอนโดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ ดังนี้

Polya (2004) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดแบบฮิวริสติกส์ไว้ ดังนี้ การคิดแบบฮิวริสติกส์เป็นการศึกษาขั้นตอนและกฎเกณฑ์เพื่อใช้ในการค้นหา และสร้างทางเลือกใหม่สำหรับแก้ปัญหา

Floyd (2002) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) ว่าเป็นส่วนที่ช่วยการตัดสินใจในการแก้ปัญหา เพราะนักเรียนสามารถวิธีการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง นอกจากนี้การคิดแบบฮิวริสติกส์ยังส่งผลให้นักเรียนบรรยายกรอบความคิดของตนเองให้กว้างขึ้น และสามารถควบคุมความคิดของตนเองเพื่อให้เข้าใจและเกิดองค์ความรู้ใหม่

จากที่กล่าวมา พอสรุปได้ว่าฮิวริสติกส์มีความสำคัญทำให้นักเรียนเลือกกระบวนการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และสร้างทางเลือกใหม่สำหรับตัวเอง และสามารถต่อยอดไปสู่หารให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผลได้

กระบวนการของการคิดแบบฮิวริสติกส์กับการเรียนการสอน

ได้มีนักการศึกษาทำการศึกษาคำใช้กระบวนการของฮิวริสติกส์กับการเรียนการสอนดังนี้

Simon and Newell (1971) ได้กล่าวถึงกระบวนการของฮิวริสติกส์โดยแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

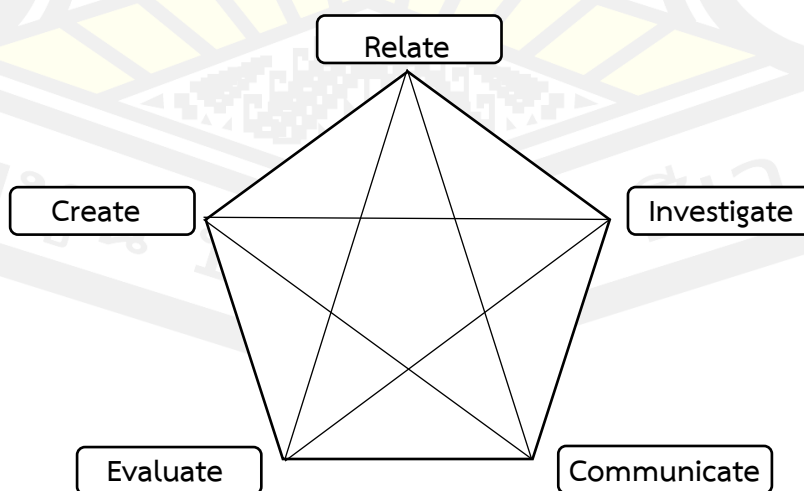
1. ขั้นระบุเป้าหมายเชิง (Subgoaling) คือ การแบ่งเนื้อหาที่จะเรียนออกเป็นประเด็นย่อย ๆ โดยพิจารณาจากความรู้เดิมหรือวัตถุประสงค์ในการเรียนแต่ละคาบ
2. ขั้นวิเคราะห์วิธีการที่จะนำไปสู่เป้าหมาย (Means ends /Difference reduction analysis) โดยให้นักเรียนการหาข้อแตกต่างระหว่างจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด
3. ขั้นพิจารณาจากผลสรุปไปยังสิ่งที่กำหนดให้ (Working backward) กระบวนการนี้ให้ความสำคัญไปยังข้อสรุปของปัญหา ซึ่งผู้ที่แก้ปัญหาก็ต้องพยายามเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของสิ่งที่กำหนดให้ได้
4. ขั้นเลือกวิธีการที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา (Satisficing) โดยตัดวิธีการเป็นไปไม่ได้ทิ้งไปเพื่อให้ได้วิธีเพียงวิธีเดียวที่ดีที่สุด

Michalewicz and Fogel (2013) ได้กล่าวถึงกระบวนการของการคิดแบบฮิวริสติกส์ในการแก้ปัญหาไว้ 10 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นพิจารณาปัญหาเพื่อให้ได้หนทางในการแก้ปัญหาโดยพิจารณาจากข้อมูลที่มีอยู่เป็นหลัก
2. ขั้นทำความเข้าใจปัญหาเป็นขั้นที่ช่วยให้ผู้แก้ปัญหาเข้าใจปัญหาได้
3. ขั้นหาทางเลือกในการแก้ปัญหา
4. ขั้นพิจารณาปัญหาโดยการเรียนรู้ตัวอย่างรอบคอบกับวิธีการแก้ปัญหาที่เคยได้เรียนรู้มาแล้วในอดีต
5. ขั้นหาหนทางเลือกในการแก้ปัญหาโดยไม่ยึดติดกับขั้นตอนเดิม ๆ ที่เคยทำมาแล้ว

6. ชั้นปฏิบัติตามแผนที่วางไว้โดยไม่สนใจว่าคำตอบนั้นจะดีที่สุดเสมอไป
7. ชั้นดำเนินการแก้ปัญหาโดยไม่สนใจสิ่งที่เกิดขึ้นระหว่างการแก้ปัญหาสามารถจัดการกับปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยไม่ยึดติดกับกรอบความคิดแบบเดิม ๆ
8. ชั้นการกำหนดค่าคงที่แทนสิ่งไม่ทราบค่าในกรณีที่ปัญหามีความซับซ้อนมากขึ้นและไม่สามารถตีความจากปัญหาในจุดนั้น ๆ ได้
9. ชั้นเก็บรวบรวมผลลัพธ์ของการแก้ปัญหา
10. ทำขั้นตอนที่ 1-10 ซ้ำและสรุปออกมาเป็นรูปแบบที่ชัดเจน

Sheffield (2002) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์นี้ ครูและนักเรียนควรร่วมกันส่งเสริมให้เกิดการคิดการสำรวจตรวจค้น และการตรวจสอบ โดยเน้นให้นักเรียนใช้คำถามต่าง ๆ ด้วยตนเอง ต่อเนื่องจากคำถามของครู ทั้งนี้ก่อนที่ครูจะถามคำถามนักเรียน ครูควรลองใช้คำถามนั้น ๆ กับเพื่อนครูก่อนเพื่อหาคำตอบที่เป็นไปได้ วิธีนี้จะทำให้ครูเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น ในเหตุผลที่หลากหลายแห่งการเป็นตัวแทนและความสัมพันธ์ที่อาจจะเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันในวิธีการหาคำตอบ นอกจากนี้เซฟฟิลด์ (Sheffield et al., 2005) ได้นำเสนอแบบจำลองความคิดของขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนรู้สาเหตุของปัญหาและการแก้ปัญหา โดยนักเรียนอาจต้องดำเนินการทั้งการแก้ปัญหาแบบเดิมที่เคยใช้การใช้กฎหลักการและทฤษฎีเชื่อมโยงกับการใช้วิธีการใหม่ ๆ การตั้งคำถามใหม่จนสามารถสร้างแบบจำลองความคิดทางคณิตศาสตร์รูปแบบใหม่ของตนเอง ทั้งนี้แบบจำลองความคิดของเซฟฟิลด์ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนดังนี้คือ สร้างความสัมพันธ์ (Relate) สำรวจ (Investigate) ติดต่อสื่อสาร (Communicate) ประเมิน (Evaluate) และสร้างคำถามหรือปัญหา (Create) โดยนักเรียนอาจเริ่มต้นจากจุดใดก็ได้ในแบบจำลองความคิดนี้และดำเนินต่อไปยังจุดใดก็ได้เช่นกันเพื่อตรวจสอบปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Sheffield et al., 2005)



ภาพที่ 2 แบบจำลองความคิดของเซฟฟิลด์ (Sheffield et al., 2005)

ซึ่งแบบจำลองความคิดของเซฟฟีลด์มีรายละเอียดแต่ละขั้นตอนดังนี้ (Sheffield, 2002)

1. สร้างความสัมพันธ์ (Relate) เป็นขั้นที่สร้างขึ้นสำหรับการสำรวจตรวจค้นโดยเชื่อมโยงปัญหาใหม่กับปัญหาที่เคยพบจากในแบบฝึกหัดที่ผ่านมา ว่าเหมือนกันหรือแตกต่างกันปัญหาใหม่นี้มีความท้าทายมากขึ้นหรือไม่ต้องใช้ความรู้เพิ่มเติมหรือไม่
2. สำรวจตรวจค้น (Investigate) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนเริ่มใช้ความคิดเกี่ยวกับการสำรวจตรวจสอบ เพื่อหาแนวทางในการหาคำตอบ โดยนักเรียนอาจประยุกต์ใช้รูปแบบการแก้ปัญหาจากโจทย์ที่เคยพบมาก่อนในการหาแนวทางเพื่อแก้ปัญหาใหม่
3. ประเมิน (Evaluate) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนประเมินการคิดของตนเองและรับคำแนะนำการประเมินอย่างละเอียดของคำถามและคำตอบจากครูผู้สอนเพิ่มเติม
4. สื่อสาร (Communicate) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนแต่ละคนแลกเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาของตนเองแก่เพื่อนคนอื่น ๆ และอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับวิธีการและคำตอบที่เป็นไปได้
5. สร้างคำถาม (Create) เป็นขั้นที่มีการขยายและสำรวจตรวจสอบประเด็นที่เจาะลึกเพิ่มเติมด้วยการตั้งคำถามใหม่ เพื่อช่วยให้นักเรียนได้เข้าใจในโครงสร้างของความรู้ที่มีความซับซ้อนมากขึ้น

นวลทิพย์ นวพันธุ์ (2552) ได้กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ โดยการนำแบบจำลองความคิดของเซฟฟีลด์มาประยุกต์ใช้ว่า แบบจำลองความคิดของเซฟฟีลด์นี้ไม่ได้สิ้นสุดการคิดเพียงเมื่อค้นพบวิธีการแก้ปัญหาเท่านั้น ในขณะที่มีหลายแบบจำลองความคิดสิ้นสุดเมื่อนักเรียนค้นพบคำตอบโดยไม่ได้ย้อนกลับมาพิจารณาปัญหานั้น ๆ อีกเลยซึ่งแบบจำลองความคิดที่มีลักษณะเช่นนี้นับว่าขาดการกระตุ้นให้นักเรียนคิดลึกซึ้งเกี่ยวกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์และขาดการค้นพบโน้ตค้นใหม่ ๆ ทางคณิตศาสตร์นักเรียนจำเป็นต้องเรียนรู้ที่จะสำรวจปัญหาเมื่อเขาค้นพบว่า ความท้าทายของคณิตศาสตร์ไม่ได้เริ่มต้นที่การค้นพบปัญหาแล้วสิ้นสุดที่การแก้ปัญหา นั้น ๆ ได้ แต่นักคณิตศาสตร์กล่าวว่าคณิตศาสตร์ที่แท้จริงเริ่มต้นหลังจากที่ปัญหาที่ค้นพบได้แล้วแบบจำลองความคิดนี้แตกต่างจากคำถามคณิตศาสตร์ที่แบบเดิม ๆ

ตารางที่ 1 การสังเคราะห์ขั้นตอนของแนวคิดแบบฮิวริสติกส์

Simon & Newell (1971)	Michalewicz and Fogel (2013)	Sheffield (2002)	ผู้วิจัย
1. ขั้นระบุเป้าหมายเชิง (Subgoaling) คือ การแบ่งเนื้อหาที่จะเรียนออกเป็นประเด็น	1. ขั้นพิจารณาปัญหา เพื่อให้ได้หนทางในการแก้ปัญหาโดยพิจารณาจากข้อมูลที่มีอยู่เป็น	1. ขั้นสร้างความสัมพันธ์ (Relate) เป็นขั้นที่สร้างขึ้นสำหรับการสำรวจ	1. ขั้นสร้างความสัมพันธ์ เป็นขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่ช่วยให้ผู้

ตารางที่ 1 (ต่อ)

Simon & Newell (1971)	Michalewicz and Fogel (2013)	Sheffield (2002)	ผู้วิจัย
ย่อย ๆ โดยพิจารณา จากความรู้เดิมหรือ วัตถุประสงค์ในการ เรียนแต่ละคาบ	หลัก 2. ชั้นทำความเข้าใจ ปัญหาเป็นขั้นที่ช่วยให้ ผู้แก้ปัญหาเข้าใจ ปัญหาได้	ตรวจค้นโดยเชื่อมโยง ปัญหาใหม่กับปัญหาที่ เคยพบว่าเหมือนกัน หรือแตกต่างกันปัญหา ใหม่นี้มีความท้าทาย มากขึ้นหรือไม่ต้องใช้ ความรู้เพิ่มเติมหรือไม่	แก้ปัญหาเข้าใจปัญหา ได้ โดยอาศัยการ สำรวจตรวจค้นโดย เชื่อมโยงปัญหาใหม่กับ ปัญหาที่เคยพบ
2. ชั้นวิเคราะห์วิธีการ ที่จะนำไปสู่เป้าหมาย (Means ends /Difference reduction analysis) โดยให้นักเรียนการหา ข้อแตกต่างระหว่าง จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด	3. ชั้นหาทางเลือกใน การแก้ปัญหา 4. ชั้นพิจารณาปัญหา โดยการเรียนรู้อย่าง รอบคอบกับวิธีการ แก้ปัญหาที่เคยได้ เรียนรู้มาแล้วในอดีต 5. ชั้นหาหนทางเลือก ในการแก้ปัญหาโดยไม่ ยึดติดกับขั้นตอนเดิม ๆ ที่เคยทำมาแล้ว	2. ชั้นสำรวจตรวจค้น (Investigate) เป็นขั้น ที่ให้นักเรียนเริ่มใช้ ความคิดเกี่ยวกับการ สำรวจตรวจสอบ เพื่อหาแนวทางในการ หาคำตอบ โดย นักเรียนอาจประยุกต์ ใช้รูปแบบการ แก้ปัญหาจากโจทย์ที่ เคยพบมาก่อนในการ หาแนวทางเพื่อ แก้ปัญหาใหม่ ประเมิน	2. ชั้นพิจารณาการ แก้ปัญหา เป็นขั้นที่ให้ นักเรียนเริ่มใช้ความคิด เกี่ยวกับการสำรวจ ตรวจสอบ เพื่อหา แนวทางในการหา คำตอบ โดยไม่ยึดติด กับขั้นตอนเดิม ๆ
3. ชั้นพิจารณาจาก ผลสรุปไปยังสิ่งที่ กำหนดให้ (Working backward) กระบวนการนี้ให้ ความสำคัญไปยัง	6. ชั้นปฏิบัติตามแผนที่ วางไว้โดยไม่สนใจว่า คำตอบนั้นจะดีที่สุดใน เสมอไป 7. ชั้นดำเนินการ แก้ปัญหาโดยไม่สนใจ	3. ชั้นประเมิน (Evaluate) เป็นขั้นที่ ให้นักเรียนประเมินการ คิดของตนเองและรับ คำแนะนำ การประเมินอย่าง	3. ชั้นดำเนินการ แก้ปัญหาและ ตรวจสอบ เป็นขั้นที่ให้ นักเรียนประเมินการ คิดของตนเองเพื่อ แก้ปัญหา และประเมิน

ตารางที่ 1 (ต่อ)

Simon & Newell (1971)	Michalewicz and Fogel (2013)	Sheffield (2002)	ผู้วิจัย
ข้อสรุปของปัญหา ซึ่งผู้ ที่แก้ปัญหามองจะต้อง พยายามเปลี่ยนให้อยู่ ในรูปของสิ่งกำหนดให้ ได้	สิ่งที่เกิดขึ้นระหว่างการ แก้ปัญหามอง จัดการกับปัญหาได้ อย่างมีประสิทธิภาพ โดยไม่ยึดติดกับกรอบ ความคิดแบบเดิม ๆ 8. ขั้นการกำหนด ค่าคงที่แทนสิ่งไม่ทราบ ค่าในกรณีที่มีปัญหามี ความซับซ้อนมากขึ้น และไม่สามารถตีความ จากปัญหาในจุดนั้น ๆ ได้	ละเอียดของคำถาม และคำตอบจาก ครูผู้สอนเพิ่มเติม	คำตอบอย่างรอบคอบ
4. ขั้นเลือกวิธีการที่ดี ที่สุดในการแก้ปัญห (Satisficing) โดยตัด วิธีการเป็นไปไม่ได้ ทิ้งไปเพื่อให้ได้วิธีเพียง วิธีเดียวที่ดีที่สุด	9. ขั้นเก็บรวบรวม ผลลัพธ์ของการ แก้ปัญห 10. ทำขั้นตอนที่ 1-10 ซ้ำและสรุปออกมาเป็น รูปแบบที่ชัดเจน	4. ขั้นติดต่อสื่อสาร (Communicate) เป็น ขั้นที่ให้นักเรียนแต่ละ คนแลกเปลี่ยนวิธีการ แก้ปัญหของ ตนเองแก่เพื่อนคนอื่น ๆ และอภิปรายร่วมกัน เกี่ยวกับวิธีการและ คำตอบที่เป็นไปได้ 5. ขั้นสร้างสรรค์ (Create) เป็นขั้นที่มี การขยายและสำรวจ ตรวจสอบประเด็นที่ เจาะลึกเพิ่มเติมด้วย	4. ขั้นสื่อสารและต่อ ยอด เป็นขั้นที่นักเรียน แต่ละคนแลกเปลี่ยน วิธีการแก้ปัญหของ ตนเองกับเพื่อนคนอื่น ๆ และอภิปรายร่วมกัน เกี่ยวกับวิธีการและ คำตอบที่เป็นไปได้ และมีการสำรวจ ตรวจสอบประเด็นที่ เจาะลึกเพิ่มเติม

ตารางที่ 1 (ต่อ)

Simon & Newell (1971)	Michalewicz and Fogel (2013)	Sheffield (2002)	ผู้วิจัย
		การตั้งคำถามใหม่ เพื่อช่วยให้นักเรียนได้ เข้าใจในโครงสร้างของ ความรู้ที่มีความ ซับซ้อนมากขึ้น	

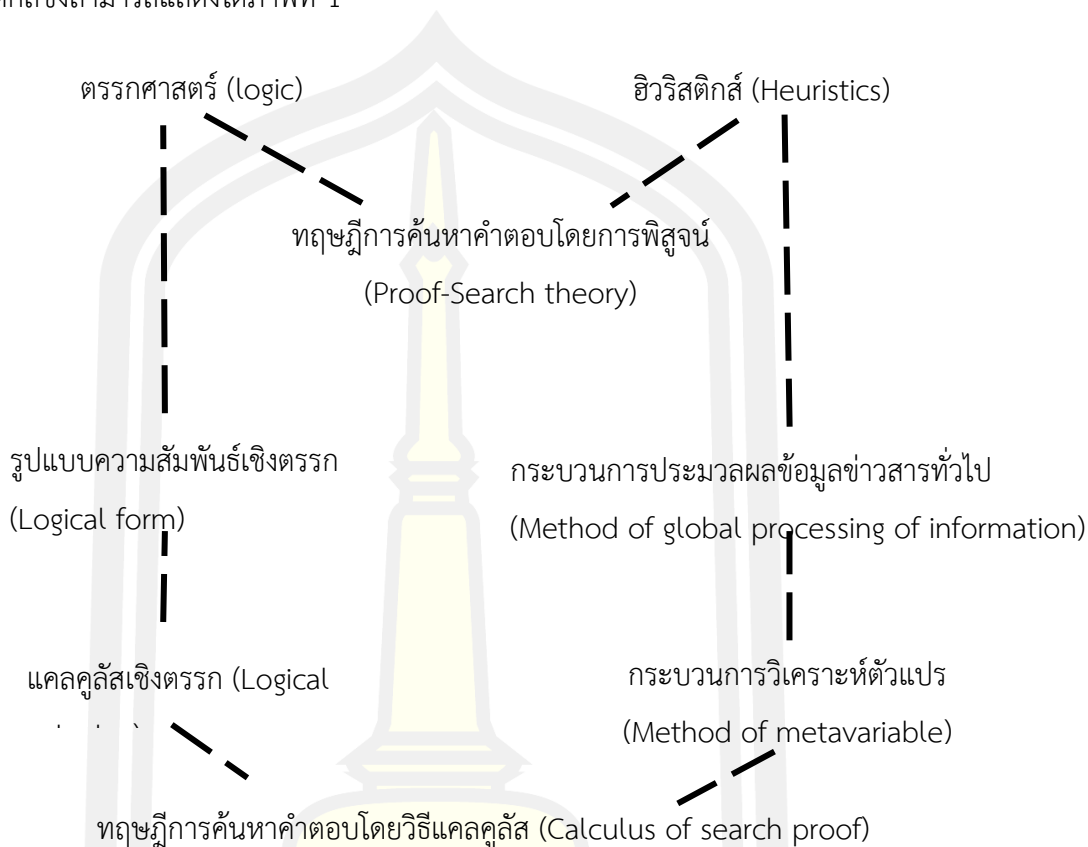
ดังนั้นการนำฮิวริสติกส์มาใช้ในการสอนเชิงสำรวจประกอบด้วยขั้นตอนที่นักเรียน เพื่อจัดเก็บระบบข้อมูลที่ค้นคว้าและช่วยให้นักเรียนจะได้จัดการอย่างเป็นระบบกับข้อมูลที่ค้นคว้ามานำช่วยนักเรียนในการให้เหตุผลโดยใช้ฮิวริสติกส์ และช่วยในการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน ตลอดจนทำให้เกิดการเรียนรู้ตามหลักคณิตศาสตร์

การคิดแบบฮิวริสติกส์กับการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาได้ให้แนวคิดจากการศึกษาการคิดแบบฮิวริสติกส์กับความสามารถในการใช้เหตุผล ดังนี้

Polya (2004) ได้กล่าวถึงการใช้เหตุผลด้วยวิธีฮิวริสติกส์ว่า เป็นการให้เหตุผลที่ไม่มีขอบเขตจำกัด และเป็นเหตุผลสุดท้ายเสมอไป โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อหาคำตอบของปัญหาในเรื่องที่ต้องการการให้เหตุผลด้วยวิธีฮิวริสติกส์ (Heuristic Reasoning) ที่สามารถหาคำตอบของปัญหาได้จะถือว่าเป็นเหตุผลที่มีความสมบูรณ์ โดยพิจารณาจากหนทางแก้ปัญหาที่สร้างขึ้นจากวิธีการคาดเดา (Guess) แล้วจึงกำหนดให้เป็นเหตุผลชั่วคราว (Provisional) ก่อนจากนั้นมีการกำหนดวิธีการพิสูจน์ที่แน่ชัดแล้วการใช้เหตุผลด้วยวิธีฮิวริสติกส์ไปพร้อมกับการพิสูจน์แบบอุปนัย (Induction) หรือวิธีการที่คล้ายคลึงกัน แต่การให้เหตุผลด้วยวิธีฮิวริสติกส์จะใช้ไม่ผลเมื่อใช้ร่วมกับการพิสูจน์แบบเดิม

Katretchko (1971) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างหลักของตรรกศาสตร์และการคิดแบบ
ฮิวริสติกส์ซึ่งสามารถแสดงได้ภาพที่ 1



ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างหลักของตรรกศาสตร์กับฮิวริสติกส์ (ขอบใจ สาสีทธิ, 2545)

จากการศึกษาของ Katretchko (1971) พบว่ากระบวนการให้เหตุผล (process of reasoning) สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนหลัก ๆ ดังนี้

ส่วนแรกเป็นการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ ที่ต้องมีการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อให้ได้ซึ่งวิธีการที่จะนำไปสู่การให้เหตุผลที่ดีที่สุด

ส่วนที่สองเป็นการหากระบวนการหรือวิธีการที่เหมาะสมเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา โดยพยายามเลือกการให้เหตุผลเพื่อนำมาใช้อธิบายปัญหา หรือคำตอบที่เหมาะสม ซึ่งจะใช้วิธีการที่เรียกว่า ฮิวริสติกส์ (Heuristics) เนื่องจากฮิวริสติกส์จะใช้เหตุผลโดยใช้ขั้นตอนการวิเคราะห์วิธีการในการศึกษาเพื่อนำไปสู่ผลลัพธ์ที่ต้องการ โดยมีการวิเคราะห์หาทางเลือกที่หลากหลายในการหาคำตอบในการแก้ปัญหา และการพิจารณาทางเลือกที่ดีที่สุดในการหาคำตอบ

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ฮิวริสติกส์ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการให้เหตุผลโดยวิเคราะห์ทางเลือกในการแก้ปัญหาแต่ละทางอย่างเป็นเหตุเป็นผล

ผลประโยชน์ของการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์

ได้มีนักการศึกษาคณิตศาสตร์กล่าวถึงประโยชน์ของการคิดแบบฮิวริสติกส์ไว้ดังนี้

James (1981) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการคิดแบบฮิวริสติกส์ว่า ฮิวริสติกส์ (Heuristics) นั้นจะช่วยให้สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลและหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้เป็นอย่างดี

Garnett (1990) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการคิดแบบฮิวริสติกส์ว่า ฮิวริสติกส์ช่วยกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน สามารถวิเคราะห์และแยกแยะสิ่งต่าง ๆ ได้ ส่งผลให้นักเรียนมีขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบมากขึ้น

ขอบใจ สาสีทธิ (2545) สรุปว่า ฮิวริสติกส์มีประโยชน์ช่วยให้ผู้เรียนสามารถคิดอย่างเป็นระบบมากขึ้น เนื่องจากการเก็บข้อมูลที่ดีและสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลได้นอกจากนี้ยังทำให้สามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเองซึ่งใช้ทักษะพื้นฐานการเรียนรู้ที่ศึกษามาเป็นอย่างดี

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า ฮิวริสติกส์จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมและความรู้ใหม่อย่างเป็นระบบมากขึ้น มีการคิดอย่างเป็นระบบ นอกจากนี้ยังทำให้สามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเองซึ่งใช้ทักษะพื้นฐานการเรียนรู้ที่ศึกษามาเป็นอย่างดี

การจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

การจัดการเรียนรู้แบบปกติ เป็น วิธีการจัดการเรียนรู้ โดยครูเป็นผู้เตรียมเรื่องที่จะสอนจากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ แล้วถ่ายทอดให้นักเรียนด้วยการบรรยาย การบอก การใช้สื่อประกอบซึ่งครูและนักเรียนร่วมกนอภิปรายซักถาม

วีระพันธ์ สิทธิพงศ์ (2540) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบปกติเป็นการจัดการเรียนรู้ที่จัดขึ้นในโรงเรียนซึ่งเป็นการดำเนินการสอนตามหลักสูตรมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. การเรียนการสอนยึดตามหลักสูตรโดยใช้เนื้อหาเป็นหลัก
2. กำหนดเวลาเรียนแน่ชัดใช้เวลาเรียนพร้อม ๆ กันทั้งกลุ่ม
3. เน้นการตอบสนองความต้องการของกลุ่ม
4. ใช้ตำราแบบฝึกหัดเป็นอุปกรณ์ในการสอน
5. จำกัดขอบเขตการเรียนรู้
6. สอนโดยวิธีบรรยายหรือสาธิตเป็นหลัก
7. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้แบบกว้าง

8. เกณฑ์การวัดขึ้นอยู่กับบุคคล

9. การประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนจะแยกออกจากการและเกิดขึ้นเกือบตลอดเวลา ในช่วงของการทดสอบ

10. ยึดหลักคะแนนสอบเป็นหลัก

บุญชม ศรีสะอาด (2546) ได้กล่าวไว้ว่า วิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติบางครั้งอาจเรียกว่า วิธีการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่อาศัยความสามารถของผู้สอนในการ เรียบเรียงเนื้อหาสาระ และการใช้เทคนิคในการถ่ายทอดเนื้อหาสาระที่น่าสนใจ

กอบกุล แสงสวัสดิ์ (2550) กล่าวว่าวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ หมายถึง กระบวนการ จัดการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่โรงเรียนกำหนดไว้ ซึ่งประกอบด้วยขั้น นำ ขั้นสอน ขั้นสรุป และขั้นการวัดประเมินผล ซึ่งมักจะใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย

จากความหมายของวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติสามารถสรุปได้ว่า วิธีการจัดการเรียนรู้ แบบปกตินั้น เป็นกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ ที่โรงเรียนได้กำหนดไว้ ครูเป็นผู้ความรู้ให้นักเรียนเพื่อให้นักเรียนจำไปทำข้อทดสอบ ซึ่งประกอบด้วย ขั้นนำ ขั้นสอน ขั้นสรุปผล และขั้นประเมินผล

คำถามปลายเปิด

ความหมายของคำถามปลายเปิด

ในการอธิบายความหมายของคำถามปลายเปิดนั้นมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมาย ต่าง ๆ ไว้ดังนี้

Stenmark (1991) ได้กล่าวว่า คำถามปลายเปิดจะมีวิธีการหาคำตอบได้อย่างหลากหลาย และนักเรียนตอบได้อย่างหลากหลายเช่นเดียวกัน

Cai et al. (1996) ได้กล่าวว่า คำถามปลายเปิดเป็นคำถามที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดง ความสามารถในการให้เหตุผล การสื่อสาร และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยคำถามนั้นจะ สามารถตอบได้อย่างหลากหลาย แม้มีผู้ตอบคำถามได้แล้ว นักเรียนคนอื่น ๆ ก็ยังสามารถตอบคำถาม แบบอื่น ๆ ได้ ซึ่งคำตอบที่ได้จะสะท้อนถึงระดับความเข้าใจของนักเรียนแต่ละคน

दनัย ถนอมจิตร (2553) ได้กล่าวว่า คำถามปลายเปิดหมายถึงคำถามที่เปิดโอกาสให้นักเรียน ได้แสดงคำตอบ หรือวิธีการอย่างหลากหลายในการแก้ปัญหาเป็นคำถามที่กระตุ้นให้คิดโดยนักเรียนที่ มีความสามารถต่างกันสามารถทำหรือแก้ปัญหาได้ตามความสามารถของตนเอง

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544) ได้กล่าวว่า คำถามปลายเปิดเป็นคำถามที่สร้างขึ้นให้มีคำตอบเปิด กว้างมีคำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบหรือวิธีการหรือแนวทางหาคำตอบได้หลายวิธี

ปิยะรัตน์ เงาม่อง (2551) ได้กล่าวว่า คำถามปลายเปิดคือคำถามที่ให้นักเรียนได้แสดงถึงวิธีการแก้ปัญหาที่มีหลายคำตอบหรือมีความหลากหลายของการที่จะให้ได้มาซึ่งคำตอบด้วยความสามารถของตนเองพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาและการสื่อสารความคิดด้วยตนเอง'

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า คำถามปลายเปิด หมายถึง คำถามที่ไม่จำกัดขอบเขตวิธีคิดเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาโดยอาจมีคำตอบและ / หรือแนวทางการหาคำตอบที่หลากหลายตามประสบการณ์เดิมและความรู้ของนักเรียน

ลักษณะและชนิดของคำถามปลายเปิด

นักการศึกษาได้อธิบายลักษณะและจำแนกชนิดของคำถามปลายเปิดโดยมีเกณฑ์ในการจำแนกที่แตกต่างกันดังนี้

Foong (1998) ได้กำหนดลักษณะของคำถามปลายเปิดไว้ดังนี้

1. ปัญหาที่มีข้อมูลบางส่วนขาดหายไป
2. การนำเสนอปัญหาใหม่หลังจากแก้ปัญหาต้นแบบได้แล้ว
3. ปัญหาที่ให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอด กฎเกณฑ์ ความผิดพลาดในการหาคำตอบ

ต่าง ๆ

4. ปัญหาที่กำหนดให้นักเรียนค้นพบ

(PRISM) (2001) ได้จัดประเภทของคำถามปลายเปิดไว้ดังนี้

1. คำถามปลายเปิดประเภทให้วิเคราะห์เป็นคำถามที่มักให้อธิบาย หรือยกตัวอย่างเพื่อแสดงถึงความเข้าใจของนักเรียน

2. คำถามปลายเปิดประเภทให้เปรียบเทียบเป็นคำถามที่มีเป้าหมายให้นักเรียนชี้ถึงความแตกต่างของสิ่งที่สัมพันธ์กันอยู่

3. คำถามปลายเปิดประเภทให้แก้ปัญหาเป็นคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนพยายามหาแนวทางต่าง ๆ ที่จะใช้ในการแก้ปัญหาทำให้นักเรียนทราบได้ว่านักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหามากน้อยเพียงใด

Becker and Shimada (1997) ได้แบ่งคำถามปลายเปิดออกเป็น 3 ประเภทดังนี้

1. คำถามเกี่ยวกับความสัมพันธ์ (Finding Relations) คำถามประเภทนี้จะมีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนหาคำตอบจากความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์

2. คำถามเกี่ยวกับการจัดหมวดหมู่ (Clarifying) เป็นคำถามเพื่อให้นักเรียนจัดหมวดหมู่โดยใช้เกณฑ์ที่นักเรียนสร้างขึ้นเอง ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์

3. คำถามที่เกี่ยวกับการประเมินสิ่งต่าง ๆ หรือสถานการณ์ (Measuring) คำถามในลักษณะนี้มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนประเมินสถานการณ์ที่เป็นปัญหาใด ๆ ที่เกี่ยวกับการคิด โดยนักเรียนจะประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และทักษะพื้นฐานที่จะนำมาแก้ปัญหา

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ลักษณะของคำถามปลายเปิดนั้นเป็นคำถามที่เปิดโอกาสให้นักเรียนให้อธิบาย และแสดงความคิดของตนเองโดยสามารถแบ่งคำถามปลายเปิดเป็นประเภทได้หลากหลายตามเกณฑ์ในการแบ่งของนักการศึกษา

การสร้างคำถามปลายเปิด

นักการศึกษาให้เสนอแนวทางและขั้นตอนในการสร้างคำถามปลายเปิดไว้ดังนี้

ระพีพัฒน์ แก้วอำ (2559) ได้เสนอแนวทางหนึ่งที่สามารถสร้างคำถามปลายเปิดในการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

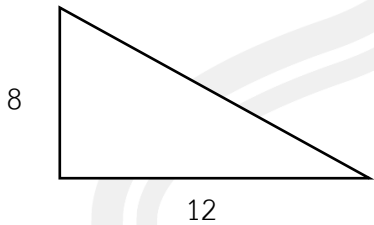
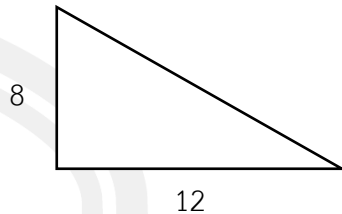
1. สร้างคำถามที่สอดคล้องกับเงื่อนไขที่ต้องการ
2. สร้างคำถามที่มีการอธิบายว่าเพราะเหตุใด
3. สร้างคำถามที่ให้นักเรียนอธิบายว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น

พร้อมพรรณ อุดมสิน (2547) ได้เสนอแนวทางหนึ่งที่สามารถสร้างคำถามปลายเปิดได้ คือ การปรับคำถามปลายปิดที่มีอยู่ในแบบเรียนให้เป็นคำถามปลายเปิดโดยใช้วิธีการ เช่น ตัดเงื่อนไขบางประการออกไป การย้ายคำถามการ เพิ่มข้อมูลที่ไม่จำเป็นเข้าไปในคำถาม เป็นต้น

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544) ได้ให้ข้อเสนอแนะไว้ว่าในการสร้างคำถามปลายเปิดสำหรับนำมาใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนแนวทางหนึ่งที่สามารถทำได้คือ การปรับคำถามปลายปิดที่มีอยู่ในแบบเรียนให้เป็นคำถามปลายเปิดโดยใช้วิธีการบางอย่าง เช่น ตัดเงื่อนไขบางประการออกไปการย้ายคำถามการเพิ่มข้อมูลที่ไม่จำเป็นเข้าไปในคำถาม เป็นต้นซึ่งแสดงตัวอย่างการปรับคำถาม ไว้ดังนี้

ตารางที่ 2 แสดงการเปลี่ยนคำถามปลายปิดให้เป็นคำถามปลายเปิด

คำถามปลายปิด	คำถามปลายเปิด
1. จำนวนต่อไปนี้ 7, 57, 67, 117 มีจำนวนใดบ้างที่เป็นจำนวนเฉพาะ	1. “นัทบอกเพื่อน ๆ ว่า 57 กับ 67 เป็นจำนวนเฉพาะ เนื่องจากจำนวนที่ลงท้ายด้วย 7 เป็นจำนวนเฉพาะ แต่เต้ากลับบอกว่าที่นัทพูดไม่ถูกต้อง” ถามว่าใครบอกเพื่อน ๆ ได้ถูกเพราะเหตุใด
2. จากลำดับ 1, 4, 7, 10, 13, ... จงหาจำนวนต่อไปอีก 3 จำนวน	2. 100 เป็นพจน์ใดพจน์หนึ่งของลำดับ 1, 4, 7, 10, 13, ... หรือไม่เพราะเหตุใด
3. จงหา ค.ร.น. ของ 18 และ 24	3. ทำไม 48 ไม่เป็น ค.ร.น. ของ 18 และ 24
4. $(2 + 6) - 3 = []$	4. สร้างจำนวนใดได้บ้างจาก 2, 3 และ 6
5. $3 \times 5 = []$	5. จงสร้างคำถามที่มีคำตอบเป็น 15

คำถามปลายปิด	คำถามปลายเปิด
6. จงหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม 	6. จงสร้างรูปสามเหลี่ยมใหม่ที่มีพื้นที่เท่ากับพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมรูปนี้ 
7. เราเรียกรูปที่มีห้าด้านว่ารูปอะไร	7. เราสามารถสร้างรูปเรขาคณิตอะไรได้บ้างจากส่วนของเส้นตรง 5 เส้น
8. จงเขียนกราฟของ $y = 3x + 5$, $y = 2x - 1$, $y = 7 - x$	8. จงศึกษากราฟของ $y = 2x + b$ สำหรับค่าต่าง ๆ ของ a และ b
9. มีตุ๊กตา 12 ตัว จัดใส่ถุง ถุงละ 3 ตัว จัดได้กี่ถุง	9. มีตุ๊กตา 12 ตัว จัดใส่ถุง ถุงละเท่า ๆ กันได้กี่ถุง ถุงละกี่ตัว

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า การสร้างคำถามปลายเปิดนั้นสามารถทำได้โดยการคำถามปลายปิดมาสร้างเป็นคำถามปลายเปิดซึ่งจะยึดสถานการณ์เดิมไว้และตัดเงื่อนไขบางประการออกไปแล้วนำมาถามในแง่มุมใหม่

ลักษณะการใช้คำถามที่ดี

Callahan et al. (1998) กล่าวว่า การใช้คำถามมีขั้นตอนดังนี้

1. ควรถามคำถามเสียก่อนก่อนจะเรียกผู้เรียนให้ตอบ
2. ถามไปแล้วก็หยุดให้เขามีความคิดเสียก่อนก่อนจะเรียกให้เขาตอบ
3. ถ้าเขาตอบคำถามแล้วบางส่วนก็ควรขยายคำถามย่อย ๆ ให้เขาขยายตอบส่วนนั้นให้เป็นที่เข้าใจ (ถ้าพบว่าคำตอบยังไม่ชัดเจน)
4. โปรยคำถามไปทั่ว ๆ อย่าตกหลุมถาม แต่บางคนที่ชอบใจว่าจะตอบได้ดี
5. ชมเชยผู้ให้คำตอบได้ดีไม่ตำหนิหรือแสดงความเบื่อหน่ายคำตอบที่ไม่ถูกต้อง แต่ให้กำลังใจต่อไปอีกด้วยการถามทำนองเดียวกันซ้ำ ๆ เพื่อให้ผู้ตอบได้ความคิดใหม่ ๆ จนมุ่งหาคำตอบที่ต้องการได้

Callahan et al. (1998) ได้กล่าวอีกว่าการใช้คำถาม ควรระมัดระวังสิ่งต่อไปนี้ เช่น

1. ประโยคคำถามควรมีข้อความชัดเจนในตัว
2. คำถามควรเป็นการกระตุ้นให้คิดหาคำตอบให้ยาว ๆ

3. ในตัวคำถามไม่ควรมีการบอกใบ้คำตอบแฝงอยู่
4. ในตัวคำถามไม่ควรมีข้อแนะชักชวน ใดๆ
5. ไม่ควรใช้คำถามที่ให้ตอบหรือปฏิเสธง่าย ง่ายๆ
6. คำถามที่ดีควรสร้างเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาแนวคิดรวบยอด (concept) ได้ด้วย

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544) กล่าวว่าลักษณะการใช้คำถามที่ดีมีดังต่อไปนี้

1. เตรียมคำถามล่วงหน้า เพราะจะสามารถถามได้อย่างเรียงลำดับตามความง่ายยากตามลำดับเนื้อหาและยังมีความมั่นใจในการถาม

2. ถามอย่างมั่นใจโดยใช้ภาษาชัดเจนกะทัดรัด

3. ถามแล้วต้องมีเวลารอคอย (wait-Time) ประมาณ 3 นาทีเพื่อให้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนทั้งเก่งและไม่เก่งได้คิดอย่างทั่วถึง จากนั้นจึงเรียกชื่อผู้เรียนให้ตอบคำถามไม่กำหนดผู้ตอบก่อนถามคำถาม

4. ถามทีละคนและตอบทีละคน แต่ต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนตอบหลาย ๆ คนในคำถามเดียวกัน

5. ควรใช้ท่าทางเสียงประกอบการถามเพื่อกระตุ้นความสนใจ

6. ควรใช้คำถามปูพื้นเมื่อตอบคำถามแรกไม่ได้

7. ควรใช้คำถามง่ายและยากปนกันในการสอนครั้งหนึ่ง ง่ายๆ

8. ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนถามคำถามผู้สอน

อัมพร ม้าคนอง (2546) กล่าวว่าการใช้คำถามให้เกิดประสิทธิภาพนั้นผู้สอนอาจพิจารณาใช้เทคนิคต่อไปนี้

1. ถามคำถามเพื่อให้ผู้เรียนทุกคนได้มีโอกาสร่วมคิดอย่างทั่วถึง ไม่ถามคำถามที่มีเฉพาะผู้เรียนบางคนเท่านั้นที่จะตอบได้

2. ถามคำถามก่อนเรียกชื่อผู้เรียนให้ตอบ เพื่อให้ผู้เรียนทุกคนคิดว่าตนเป็นผู้มีโอกาสจะถูกเลือกเป็นผู้ตอบ ไม่ควรเรียกชื่อผู้เรียนก่อนตั้งถาม เพราะผู้เรียนคนอื่นจะไม่สนใจคำถามและอาจไม่พยายามคิดหาคำตอบเนื่องจากตนเองจะไม่ได้เป็นผู้ตอบคำถามนั้น

3. เมื่อตั้งคำถามแล้วควรให้เวลาผู้เรียนคิดให้เหมาะสมกับระดับความยาก และความซับซ้อนของคำถาม

4. ไม่ควรถามคำถามเดิมซ้ำหรือหลาย ๆ ครั้ง แต่อาจทำได้เมื่อมีผู้เรียนไม่เข้าใจคำถามหรือขอให้ผู้สอนใหม่อีกครั้ง

5. เมื่อถามคำถามแล้วควรให้โอกาสกับผู้เรียนที่ต้องการตอบได้ตอบเพิ่ม เป็นการให้ความสำคัญกับสิ่งที่ผู้เรียนคิด

จากคำกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า ลักษณะของการใช้คำถามที่ดีนั้นผู้ใช้คำถามควรใช้ประเภทของคำถามเป็นและรู้จักลักษณะของคำถามแต่ละประเภทเป็นอย่างดี โดยการใช้คำถามที่ดีนั้นต้องเริ่มจากการใช้ประโยคคำถามที่มีลักษณะชัดเจน คำถามควรเปิดโอกาสให้ทุกคนได้คิดและไม่ได้กำหนดผู้ตอบคำถามก่อนถามคำถามและส่งเสริมการใช้คำถามเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิดรวบยอดได้ด้วยตนเองอีกด้วย

ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารต่าง ๆ นักการศึกษาและนักจิตวิทยา ได้พยายามชี้ให้เห็นว่าการให้เหตุผลและการคิดมีส่วนเกี่ยวข้องกัน โดยได้มีผู้ให้ความหมายของคำทั้งสองไว้ดังนี้

Greenwood (1993) ได้กล่าวถึงความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นความสามารถในการเข้าใจรูปแบบการหาสถานการณ์ร่วมของปัญหา เพื่อระบุข้อผิดพลาดหรือสร้างวิธีการใหม่ซึ่งเป็นการเน้นกระบวนการเรียนรู้มากกว่าการเน้นที่คำตอบซึ่งจะช่วยส่งเสริมความสามารถในการคิดและการให้เหตุผล

ขอบใจ สาสิตี (2545) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเหตุผล เพื่อให้เกิดความเข้าใจและสามารถสรุปความคิดรวบยอดแล้วต่อยอดไปสู่สิ่งอื่น

ศศิธร แม้นสงวน (2556) ได้กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการรวบรวมข้อเท็จจริง ข้อความ แนวคิดและสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ แจกแจงความสัมพันธ์หรือการเชื่อมโยง เพื่อทำให้เกิดข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ใหม่

เวชฎที อังกนะภัทรขจร (2555) ได้กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย การหาความสัมพันธ์ การวิเคราะห์และแสดงข้อสรุปของข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล และความสามารถในการพิจารณาข้อสรุปที่สมเหตุสมผล

พนารัตน์ แซ่มชื่น (2548) ได้กล่าวว่า ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการสร้างความสัมพันธ์ของแนวคิดระหว่างเหตุและสรุปความคิดรวบยอดแล้วขยายหลักการไปสู่สิ่งอื่น ๆ

พงศธร มหาวิจิตร (2550) ได้กล่าวว่า ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการนำวิธีการให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยมาช่วยในการสรุปอย่างสมเหตุสมผล และแสดงแนวคิดนั้นให้ผู้อื่นรับรู้

จิตติมา ขอบเอียด (2551) ได้กล่าวว่า ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การ

อ้างหลักฐานเพื่อยืนยันข้อสรุปว่าเป็นจริง หรือเป็นเพียงความคิดเห็น การสร้างหลักการหาความสัมพันธ์ของแนวคิดและการสรุปที่สมเหตุสมผลตามแนวคิดกฎเกณฑ์หรือความจริงนั้น ๆ พร้อมทั้งสามารถที่จะยืนยันหรือคัดค้านข้อความคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

อัมพร ม้าคนอง (2554) ได้กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของการคิดทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างกฎเกณฑ์ทั่วไป โดยมีการหาข้อสรุปที่ถูกต้องเกี่ยวกับแนวคิดหรือวิธีการที่สิ่งต่าง ๆ เกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กัน

จากความหมายดังที่ได้กล่าวมา สรุปเป็นความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ได้ว่าการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเหตุและผลเพื่อหาคำตอบ แล้วข้อสรุปเป็นความคิดรวบยอดที่สมเหตุสมผล โดยมีการอธิบายหรือการให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล และขยายหลักการไปสู่ความคิดอื่น

ประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาและนักจิตวิทยา ได้แบ่งประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ได้ดังนี้

Eysenc Eysenck et al. (1979) ได้แบ่งการให้เหตุผลออกเป็น 2 วิธี คือ การให้เหตุผลแบบนิรนัย และการให้เหตุผลแบบอุปนัย ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (deductive reasoning) เป็นความสามารถในการหาเหตุผลจากหลักใหญ่ไปหาหลักย่อย หมายความว่า เป็นการนำเอาความรู้เดิมที่เป็นส่วนใหญ่มาเป็นข้ออ้าง แล้วดูความสัมพันธ์ ความสอดคล้อง เพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่ ที่เป็นส่วนย่อยซึ่งเป็นผลสรุปที่สมเหตุสมผล

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (inductive reasoning) เป็นความสามารถในการหาเหตุผลจากหลักย่อยไปหาหลักใหญ่ เป็นการสรุปจากข้อเท็จจริงย่อย ๆ แล้วหากฎหรือเกณฑ์ทั่วไปในการรวมส่วนย่อย ๆ เหล่านั้นเข้าด้วยกัน

วิสุตา รักชู (2547) ได้สรุปประเภทการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งใช้รูปแบบการลงความเห็นที่สมเหตุสมผลในการสรุป โดยจะนำเอาอนิยาม บทนิยาม สัจพจน์ และหลักทางตรรกศาสตร์มาช่วยให้ได้ผลสรุป

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยการอ้างอิงความรู้ ข้อมูล หรือประสบการณ์เดิมซ้ำกันหลาย ๆ ครั้ง แล้วนำไปสู่ข้อสรุป

เลิศ สิทธิโกศล (2540) ได้แบ่งการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (deductive reasoning) เป็นวิธีการให้เหตุผลโดยสรุปผลจากความรู้ใหญ่ มาเป็นความรู้ย่อย ผลสรุปที่ได้จากการให้เหตุผลแบบนิรนัยนี้ ถูกบังคับจากเหตุหรือความรู้เดิมที่ยอมรับกันมาแล้ว ดังนั้น ผลสรุปที่ได้จึงอยู่ในวงจำกัดเฉพาะเหตุเท่านั้น จะสรุปผลกว้าง

กว่านี้ไม่ได้ การให้เหตุผลแบบนี้พบมากในวิชาคณิตศาสตร์ โดยจะนำเอา อนิยาม บทนิยาม สัจพจน์ และหลักทางตรรกศาสตร์มาช่วยให้ได้ผลสรุป ซึ่งถ้าหากสรุปสมเหตุสมผล (valid) ก็จะเกิดเป็นกฎหรือทฤษฎีบทตามมา

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (inductive reasoning) เป็นการให้เหตุผลโดยสรุปผลจากเหตุย่อย ๆ หลาย ๆ เหตุโดยที่แต่ละเหตุหรือความรู้นั้นเป็นอิสระต่อกัน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547) ได้กล่าวว่า การให้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ถือเป็นการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย การสรุปเป็นกรณีทั่วไป หรือการสรุปอย่างสมเหตุสมผลเกี่ยวกับแนวคิดและความสัมพันธ์ของแนวคิดเหล่านั้น การให้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์และการคิดสร้างสรรค์โดยได้แบ่งการให้เหตุผลเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. การให้เหตุผลเชิงนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นกระบวนการสรุปอย่างสมเหตุสมผลบนพื้นฐานของข้อตกลงหรือกฎซึ่งยอมรับว่าเป็นจริงแล้วหรือที่เรียกว่าเหตุ

ตัวอย่างการให้เหตุผลเชิงนิรนัย

เหตุ 1. จำนวนเต็มคู่หมายถึงจำนวนที่หารด้วย 2 ลงตัว

2. 32 หารด้วย 2 ลงตัว

ผล 32 เป็นจำนวนเต็มคู่

2. การให้เหตุผลเชิงอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นการใช้การสังเกตขั้นพื้นฐานเพื่อค้นหาแบบรูปหรือสร้างข้อคาดเดาแล้วสรุปเป็นกรณีทั่วไปในวิชาคณิตศาสตร์การให้เหตุผลเชิงอุปนัยที่พบบ่อย ได้แก่ การหาแบบรูป

อย่างไรก็ตามการให้เหตุผลเชิงอุปนัยอาจนำไปสู่การค้นพบแนวคิดใหม่ ๆ จากการสร้างเป็นข้อคาดเดาหรือการทำนายแค่จุดอ่อนคือข้อสรุปที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลเป็นหลักฐานถ้าการรวบรวมข้อมูลไม่ได้ทำทุกกรณีที่เป็นไปได้กรณีทีละวันไม่ได้นำข้อมูลมาพิจารณาอาจเป็นข้อมูลที่ชี้ให้เห็นว่าข้อสรุปนี้ผิด

จากการที่นักการศึกษาได้แบ่งรูปแบบการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สามารถสรุปรูปแบบการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือการให้เหตุผลเชิงนิรนัยและการให้เหตุผลเชิงอุปนัย

องค์ประกอบที่ช่วยในการให้เหตุผล

องค์ประกอบหลักที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถคิดอย่างมีเหตุผล และรู้จักให้เหตุผล (กระทรวงศึกษาธิการ, 2545) มีดังนี้

1. ควรให้ผู้เรียนได้พบกับโจทย์หรือปัญหาที่ผู้เรียนสนใจ เป็นปัญหาที่ไม่ยากเกินความสามารถของผู้เรียนที่จะคิดและให้เหตุผลในการหาคำตอบได้
2. ให้ผู้เรียนมีโอกาสและเป็นอิสระที่จะแสดงออกถึงความคิดเห็นในการใช้และให้เหตุผล

ของตนเอง

3. ผู้สอนช่วยสรุปและชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจว่า เหตุผลของผู้เรียนถูกต้องตามหลักเกณฑ์หรือไม่ การเริ่มต้นที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้และเกิดทักษะในการให้เหตุผล ผู้สอนควรจัดสถานการณ์หรือปัญหาที่น่าสนใจให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ คอยช่วยเหลือโดยกระตุ้นหรือชี้แนะ โดยใช้คำถามกระตุ้นด้วยคำว่า “ทำไม” “อย่างไร” “เพราะเหตุใด” เป็นต้น พร้อมทั้งให้ข้อคิดเพิ่มเติมอีก เช่น “ถ้า...แล้ว... ผู้เรียนคิดว่า จะเป็นอย่างไร” ผู้เรียนที่ให้เหตุผลได้ไม่สมบูรณ์ ผู้สอนใช้คำพูดเสริมแรงเพื่อให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ร่วมกันมากยิ่งขึ้น

Lipman (1980) องค์กรประกอบหนึ่งซึ่งช่วยการใช้เหตุผลคือทักษะในด้านต่าง ๆ ที่ช่วยในการใช้เหตุผลดังนี้

1. ทักษะการสร้างความคิดรวบยอดซึ่งประกอบด้วยทักษะในการค้นหาการจัดกลุ่มการจัดประเภทการให้นิยามการจัดเรียงลำดับการจัดอันดับการใช้เกณฑ์และการอธิบายความหมาย
2. ทักษะในการสร้างความสัมพันธ์ซึ่งประกอบด้วยทักษะการจำแนก
3. ทักษะในการใช้เหตุผลจากกฎเกณฑ์ต่าง ๆ
4. ทักษะในการสรุปอ้างอิงอย่างเป็นแบบแผน
5. ทักษะในการสร้างเหตุผลหลาย ๆ ทางโดยพิจารณาหลายมิติหรือพิจารณาย้อนกลับ
6. ทักษะในการสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดเห็นและกรอบทฤษฎี
7. ทักษะในการสร้างหลักเชิงเหตุและผล ได้แก่ การสร้างคำถามการให้เหตุผลทักษะในการสร้างทฤษฎี

ความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นแนวทางสำคัญในการพัฒนาคิดและวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล บุคคลสามารถคลงาคาดคะเนคำตอบ และพิสูจน์ข้อาคาดคะเนนั้น จนกระทั่งได้ข้อสรุปที่สมเหตุสมผล ดังนั้นการให้เหตุผลจึงจำเป็นต่อการเรียนคณิตศาสตร์และการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งนักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษาได้เสนอถึงความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

Stiggins (1994) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นการทำความเข้าใจโดยใช้เหตุผลช่วยให้นักเรียนเป็นนักคิดที่ดี ในบางโอกาสเราต้องใช้การให้เหตุผลในลักษณะการวิเคราะห์เพื่อจะดูว่าส่วนปลีกย่อยต่าง ๆ เข้ากับภาพโดยรวมของสิ่งนั้นหรือไม่ ในบางโอกาสเราต้องใช้การให้เหตุผลแบบเปรียบเทียบเพื่อให้เข้าใจความเหมือนกับความแตกต่าง

Artzt and Yaloz-Femia (1999) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นส่วนที่ทำให้การแก้ปัญหาสมบูรณ์ นักเรียนจะไม่สามารถเข้าใจปัญหาวิเคราะห์ปัญหาหรือวางแผน ในการแก้ปัญหาได้หากปราศจากการให้เหตุผล กล่าวได้ว่าการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จะมีความสำคัญควบคู่ไปกับการแก้ปัญหา

อัมพร ม้าคนอง (2553) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นทักษะทางคณิตศาสตร์ทักษะหนึ่ง ที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ของนักเรียนเพราะเป็นการฝึกฝนให้เกิดทักษะหรือความชำนาญ ไม่ใช่เพียงเป็นเรื่องของการหาค่าความจริงที่เป็นจริงหรือเท็จเท่านั้น ซึ่งการให้เหตุผลเป็นเรื่องที่นักเรียนสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในการเรียนการทำงานหรือในชีวิตประจำวันได้มากขึ้น ซึ่งเราไม่สามารถดำเนินการในคณิตศาสตร์โดยปราศจากเหตุผลซึ่งกระบวนการคิดในลักษณะนี้นักเรียนต้องใช้การคิดหลากหลายลักษณะ นักเรียนต้องใช้การคิดที่หลากหลาย เช่น การคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดไตร่ตรอง คิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง

จากความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่นักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษาได้กล่าวไว้ข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ของนักเรียนทำให้นักเรียนเป็นนักคิดที่ตีความเหตุผล สามารถวิเคราะห์สาเหตุปัญหาและผลที่จะเกิดขึ้นของปัญหานั้น ๆ และวางแผนในการแก้ปัญหาได้ในชีวิตจริง

แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

การให้เหตุผลมีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนสามารถใช้เหตุผลและสืบเสาะข้อาคาดคะเน พัฒนาและประเมินข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งเลือกและใช้วิธีการให้เหตุผลและการพิสูจน์ได้ หลากหลายนักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษาได้เสนอแนวทางการพัฒนาความสามารถการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

อัมพร ม้าคนอง (2553) ได้เสนอแนวทางการพัฒนาความสามารถการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า การฝึกเรียนปฏิบัติด้วยตนเองทั้งในบริบททางคณิตศาสตร์และในบริบทอื่น ๆ มากกว่าจะเป็นการสอนหรือบอกให้นักเรียนเห็นความสำคัญหรือให้นักเรียนรู้จักเหตุผลเดี่ยว ๆ แยกจากสิ่งอื่น ผู้สอนควรพยายามใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงเหตุผล เช่น “ทำไม” “เพราะอะไร” “ถ้า เงื่อนไขบางอย่างเปลี่ยนแปลงไป จะเกิดอะไรขึ้น รู้ได้อย่างไร” ซึ่งคำถามเหล่านี้ใช้ได้ทั้งในการสอน เนื้อหาคณิตศาสตร์ การให้นักเรียนทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ การให้อธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ อย่างเป็นเหตุเป็นผล และในการแก้ปัญหา ซึ่งในกระบวนการทำงานเหล่านี้ นักเรียนจะมีเหตุผลเป็นของตนเองที่แตกต่างจากผู้อื่น ผู้สอนสามารถตั้งคำถามให้นักเรียนใช้ได้อย่างต่อเนื่องและไม่ควรคำนึงเฉพาะเหตุผลที่ถูกต้อง หรือสมเหตุสมผลเท่านั้น การให้นักเรียนได้อธิบายหรือชี้แจงเหตุผล จะช่วยให้นักเรียนได้ทบทวนการทำงานเพื่อสะท้อนความคิดของตน และที่สำคัญนักเรียนจะได้ข้อสรุปหรือตัดสินใจความถูกต้องของสิ่งต่าง ๆ ของตนเองมากกว่าการที่จะเชื่อตามที่ผู้สอนบอกหรือตามที่หนังสือเขียนไว้

ศศิธร แม้นสงวน (2556) ได้เสนอแนวทางการพัฒนาความสามารถการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า ควรเริ่มส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกการคิด การวิเคราะห์ และการสรุปแนวคิดอย่าง

สมเหตุสมผลภายใต้บรรยากาศที่สนับสนุนให้มีการอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดและแก้ปัญหา ร่วมกัน โดยใช้กิจกรรมที่เน้นให้เกิดการฝึกคิดและการให้เหตุผลควบคู่กันไปตามสถานการณ์ที่กำหนดให้

จากที่กล่าวมาจะเห็นว่า การให้เหตุผลและการคิดมีส่วนสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด อีกทั้งยังเป็น พื้นฐานที่สำคัญของการเรียนรู้และการแก้ปัญหา ด้วยเหตุนี้ นักการศึกษาจึงให้ความสนใจและ พยายามศึกษา ทดลองเพื่อหาว่าทักษะการคิดอะไรที่จำเป็นและเป็นพื้นฐานของการคิดอย่างมีเหตุผล สอนอย่างไรจึงจะทำให้เกิดทักษะที่ต้องการเหล่านั้น

กรมวิชาการ (2545) ที่กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลว่า การฝึกให้ผู้เรียน รู้จักคิดและให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผลนั้น สามารถสอดแทรกได้ในการเรียนรู้ทุกเนื้อหาวิชาของ คณิตศาสตร์และวิชาอื่น ๆ ด้วย นอกจากนี้ยังได้เสนอองค์ประกอบหลักที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถคิด อย่างมีเหตุผลและรู้จักการให้เหตุผลดังนี้

1. ควรให้ผู้เรียนได้พบกับโจทย์หรือปัญหาที่ผู้เรียนสนใจ เป็นปัญหาที่ไม่ยากเกิน ความสามารถของผู้เรียนที่จะคิดและให้เหตุผล
2. ให้ผู้เรียนมีโอกาสและเป็นอิสระที่จะแสดงออกถึงความคิดเห็นในการให้เหตุผลของ ตัวเอง
3. ผู้สอนช่วยสรุปและชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจว่า เหตุผลของผู้เรียนถูกต้องตามหลักเกณฑ์ หรือไม่ขาดตกบกพร่องอย่างไร

Brandt (1984) ได้กล่าวว่า การคิดกับการให้เหตุผลมีความสัมพันธ์กัน และเป็นพื้นฐานที่ สำคัญของการเรียนรู้และการแก้ปัญหาด้วยเหตุนี้ นักการศึกษาจึงให้ความสนใจเกี่ยวกับการสอนเพื่อ ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการคิดอย่างมีระบบเหตุผลมากขึ้นได้พยายามศึกษาทดลองเพื่อหาว่าทักษะการ คิดอะไรที่จำเป็นและเป็นพื้นฐานของการคิดอย่างมีเหตุผลสอนอย่างไรจึงจะทำให้เกิดทักษะที่ต้องการ เหล่านั้นได้มีการกล่าวถึงการสอนไว้ 3 ทางคือ

1. แนวการสอนเพื่อให้คิด (Teaching for Thinking) การสอนตามแนวทางนี้เน้นในด้านการ สอนเนื้อหาวิชาโดยมีการปรับเปลี่ยนกระบวนการสอนเพื่อเพิ่มความสามารถในด้านการคิดของ นักเรียน
2. แนวทางการสอนการคิด (Teaching of Thinking) การสอนตามแนวทางนี้มีจุดเน้น เกี่ยวกับกระบวนการทางสมองที่นำไปใช้ในการคิดโดยเฉพาะโดยเน้นไปที่ทักษะการคิดหรือเป็น แนวทางที่สอนทักษะการคิดโดยตรงแนวทางการสอนนั้นจะมีลักษณะที่แตกต่างกันหลายแนวทาง ตามความเชื่อพื้นฐานของผู้จัดสร้างแนวทางการสอน
3. แนวทางการสอนเกี่ยวกับการคิด (Teaching about Thinking) การสอนตามแนวทางนี้

เป็นแนวทางที่ใช้การคิดเป็นเนื้อหาสาระการสอน โดยมุ่งให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ถึงสิ่งที่เป็นความคิดของตนเอง โดยรู้ว่าตนกำลังทำอะไรต้องการรู้อะไรและในขณะที่กำลังคิดอยู่นั้นตนเองรู้อะไร และไม่รู้ อะไรซึ่งสิ่งดังกล่าวนี้จะช่วยให้ผู้เรียนได้เข้าใจถึงกระบวนการคิดของตนเองอันก่อให้เกิดทักษะที่ เรียกว่าการสังเคราะห์ความคิด (Metacognition) ของตนเองแนวทางการสอนเกี่ยวกับการคิดนี้เริ่ม เป็นที่สนใจของนักการศึกษาเพิ่มขึ้นโดยเชื่อว่าเป็นแนวทางที่ทำให้ผู้เรียนสามารถค้นหาข้อบกพร่อง ของตนเพื่อเป็นแนวทางแก้ไขได้ตรงจุด

Lappan (1989) กล่าวโดยสรุปว่า ความสามารถในการคิดการให้เหตุผลเป็นทักษะที่ต้องใช้ การฝึกจากประสบการณ์ที่หลากหลายและต่อเนื่องโดยบรรยากาศของชั้นเรียนที่เน้นการอธิบาย แลกเปลี่ยนความรู้ ชี้แจงเหตุผลและแก้ปัญหาพร้อมกันตั้งนั้นจึงควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วม และแสดงพฤติกรรมในการสืบค้นคาดการณ์ค้นหาวิธีการพิสูจน์สังเกตแบบรูปชี้แจงเหตุผลของแนวคิด

Rowan and Morrow (1993) ได้กล่าวไว้ว่า ครูต้องจัดบรรยากาศการเรียนรู้ที่แสดงว่าการ ให้เหตุผลเป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งเป็นบรรยากาศที่สนับสนุนและส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงเหตุผลของตัวเอง พร้อมทั้งแสดงการยืนยันข้อสรุปของแนวคิดนั้น ๆ

Malloy (1999) ได้เสนอแนวทางในการพัฒนาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในระดับ มัธยมศึกษาโดยใช้แนวทางในการสืบสอบ (Inquiry) ในการส่งเสริมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดย จะช่วยทั้งครูและนักเรียนในการพัฒนาอย่างกระตือรือร้นและปราศจากการคุกคาม สภาพแวดล้อม สำหรับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนทุกคนพัฒนาและใช้ความสามารถในการให้ เหตุผลทางคณิตศาสตร์

จากแนวทางการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่กล่าว ไว้ข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า แนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ นั้น ผู้สอนควรจัดบรรยากาศในการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดการคิด มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการอธิบายเพื่อหาข้อสรุปพร้อมทั้งแสดงการยืนยันข้อสรุปของแนวคิดนั้น ๆ

การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษาได้เสนอเกี่ยวกับการประเมินความสามารถในการให้ เหตุผลไว้ดังนี้

Krulik and Rudnick (1988) ได้อธิบายถึงเทคนิคการประเมินความสามารถในการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. การสังเกต โดยครูต้องสังเกตนักเรียนขณะที่กำลังแก้ปัญหาในกลุ่มเพื่อนในห้อง ว่า นักเรียนมีการใช้ความสามารถในการเหตุผลหรือไม่
2. การทดสอบ ควรเป็นข้อสอบที่ให้นักเรียนได้แสดงเหตุผล เพื่อดูการตัดสินใจของนักเรียน ซึ่งควรเป็นคำถามปลายเปิด

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2546) ได้เสนอถึง การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลว่า นอกจากจะพิจารณาจากการแสดงวิธีการหาคำตอบและความถูกต้องของคำตอบแล้ว เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบแบบอัตนัย อาจพิจารณาด้านอื่น ๆ อีกก็ได้ สำหรับเกณฑ์ในการให้คะแนนของการสังเกต การสัมภาษณ์ และการประเมินชิ้นงานนั้นสามารถสร้างเกณฑ์ในการทำงานเดียวกับเกณฑ์การให้คะแนนด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ก็ได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547) ได้เสนอถึงการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลว่าสามารถประเมินโดยใช้แบบทดสอบ โดยที่นักเรียนสามารถหาคำตอบ และมีการเสนอแนวคิดประกอบ ผู้ประเมินควรคำนึงถึงความสามารถในด้านต่อไปนี้ด้วย

1. การให้เหตุผลโดยใช้พื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์
2. การใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์สร้างข้อาคาดเดาสิ่งที่จะเกิดขึ้น
3. การประเมินข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์และการพิสูจน์
4. การเลือกใช้รูปแบบหรือวิธีการที่หลากหลายในการให้เหตุผลหรือพิสูจน์ เช่น

4.1 ประเมินเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการจัดการเรียนการสอน กล่าวคือ เพื่อนำมาใช้คาดการณ์เกี่ยวกับการเรียนรู้ ของนักเรียนแล้วนำมาออกแบบกิจกรรม การประเมินเพื่อจุดประสงค์ในลักษณะนี้ จะประเมินด้วย การวิเคราะห์ เก็บข้อมูลเป็นรายละเอียดในแง่มุมต่าง ๆ ตามที่ต้องการทราบ

4.2 ประเมินเพื่อวัดความสามารถในการให้เหตุผล ซึ่งครูอาจใช้การประเมินแบบองค์รวม โดยใช้เกณฑ์ที่มีผู้พัฒนาไว้แล้วหรืออาจจะตั้งเกณฑ์ขึ้นเองจากประสบการณ์จริงที่พบได้จากนักเรียน

เกรียงศักดิ์ รำพรรณ (2552) ได้กล่าวว่าแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ยังนิยมใช้แบบทดสอบปรนัยแบบเลือกตอบและควรจะใช้แบบทดสอบเขียนตอบควบคู่

อัมพร ม้าคอง (2554) ได้กล่าวว่าความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มีหลายประเภทการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลจึงมักประเมินตามประเภทของการให้เหตุผลและลักษณะของเนื้อหาคณิตศาสตร์โดยทั่วไปผู้สอนมักประเมินการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 3 ประเภทต่อไปนี้

1. การให้เหตุผลเชิงตรรกเป็นการใช้หลักตรรกศาสตร์ในการอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

1.1 การให้เหตุผลแบบอนุัยเป็นการให้เหตุผลที่เกิดจากการสังเกตเห็นตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่างที่เหมือนกันหรือมีความสัมพันธ์แบบเดียวกันจึงทำให้ได้ข้อสรุปที่มีเหตุผล

1.2 การให้เหตุผลแบบนิรนัยเป็นการให้เหตุผลที่เกิดจากการใช้หลักหรือกฎทั่วไปอ้างอิงไปสู่สิ่งที่กำลังพิจารณาในทางคณิตศาสตร์ มักเป็นการให้เหตุผลที่อ้างอิงทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม ฯลฯ

2. การให้เหตุผลเชิงสัดส่วน เป็นการให้เหตุผลโดยใช้ความคิดเกี่ยวกับสัดส่วนของปริมาณที่หายไปหรือที่เปลี่ยนด้วยการเพิ่มขึ้นหรือลดลง

3. การให้เหตุผลเชิงปริภูมิเป็นการให้เหตุผลเกี่ยวกับสิ่งที่ปรากฏเป็นมิติต่าง ๆ เช่น ภาพ 2 มิติหรือทรง 3 มิติ การประเมินความสามารถสามารถในการให้เหตุผล จะใช้ปัญหาหรือกิจกรรมเป็นเครื่องมือ และอาจจะประเมินการให้เหตุผลหลายอย่างในปัญหาเดียวกัน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547) ได้เสนอถึงการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลว่าสามารถประเมินโดยใช้แบบทดสอบ โดยที่นักเรียนสามารถหาคำตอบ และมีการเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง สมเหตุสมผล และนอกจากจะพิจารณาความสามารถในการให้เหตุผล ผู้ประเมินควรคำนึงถึงความสามารถในด้านต่อไปนี้ด้วย

1. การใช้พื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการให้เหตุผล
2. การใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์สร้างข้อาคาดเดาสิ่งที่จะเกิดขึ้น
3. การประเมินข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์และการพิสูจน์
4. การเลือกใช้รูปแบบหรือวิธีการที่หลากหลายในการให้เหตุผลหรือพิสูจน์

ในการประเมินผลควรคำนึงถึงจุดมุ่งหมายในการประเมินว่าประเมินเพื่ออะไร เช่น

4.1 ประเมินเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการจัดการเรียนการสอน กล่าวคือ เพื่อให้รู้ว่านักเรียนพร้อมที่จะเรียนคณิตศาสตร์เรื่องนั้น ๆ หรือไม่ เพื่อนำมาใช้คาดการณ์เกี่ยวกับการเรียนรู้ของนักเรียนแล้วนำมาออกแบบกิจกรรม การประเมินเพื่อจุดประสงค์ในลักษณะนี้ จะประเมินด้วยการวิเคราะห์ เก็บข้อมูลเป็นรายละเอียดในแง่มุมต่าง ๆ ตามที่ต้องการทราบ

4.2 ประเมินเพื่อวัดความสามารถในการให้เหตุผล การประเมินเพื่อจุดประสงค์นี้เป็นการให้คะแนนทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล ซึ่งครูอาจใช้การประเมินแบบองค์รวม โดยใช้เกณฑ์ที่มีผู้พัฒนาไว้แล้วหรืออาจจะตั้งเกณฑ์ขึ้นเองจาก ประสบการณ์จริงที่พบได้จากนักเรียน

จากแนวทางการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ข้างต้นในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้แนวทางการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัย

เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2555) ได้อธิบายถึง เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปริคว่า โดยทั่วไปเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปริควมี 2 รูปแบบ คือ

1. การให้คะแนนแบบภาพรวม (Holistic scoring) เป็นการให้คะแนนที่ประเมินความรู้และผลงานของนักเรียนโดยกำหนดระดับคะแนนพร้อมระบุรายละเอียดของผลงานหรือ

พฤติกรรมของนักเรียนเป็นภาพรวม โดยไม่มีการแยกเป็นด้าน ๆ การให้คะแนนลักษณะนี้มักใช้ในการตัดสินหรือสรุปผลการเรียนของนักเรียน

2. การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Scoring) เป็นการให้คะแนนตามองค์ประกอบของสิ่งที่ต้องการประเมิน เช่น เมื่อประเมินความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล อาจแยกพิจารณาเป็นด้านการเก็บรวบรวมข้อมูล ด้านการนำเสนอข้อมูลและด้านการอ่าน เปรียบเทียบ และวิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูล การให้คะแนนลักษณะนี้มักใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้ที่มีจุดประสงค์เพื่อวินิจฉัยหาจุดเด่นหรือจุดด้อยของนักเรียนในแต่ละด้าน

จากรายละเอียดเกณฑ์การให้คะแนนแบบบูรณาการข้างต้น ผู้วิจัยเลือกใช้เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลแบบภาพรวม (Holistic scoring) ซึ่งมีผู้ให้เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลแบบบูรณาการภาพรวม ดังนี้

California state department of education (1989) อ้างถึงใน พรรณทิพา พรหมรักษ์ (2552) เสนอเกณฑ์การให้คะแนนกรณีที่ข้อสอบเป็นแบบอัตนัยโดยแบ่งเป็นระดับคะแนน เป็น 6 ระดับ มีรายละเอียดดังนี้

ระดับ 6 ตอบแบบชัดเจน (Exemplary response) โดยให้คำตอบสมบูรณ์ ชัดเจน มีเหตุผล มีผล ไม่คลุมเครือและอธิบายได้ดีเยี่ยม ซึ่งรวมถึงการใช้แผนผังประกอบการอธิบาย ชัดเจน อ่านง่าย สามารถสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ระดับ 5 ตอบโดยมีข้อมูลเพียงพอ (Competent response) อธิบายชัดเจน มีเหตุผลมีผลและสมบูรณ์ ใช้แผนผังประกอบการอธิบายได้เหมาะสม สื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพแสดงความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้เพื่อตอบ

ระดับ 4 ตอบโดยมีข้อบกพร่องเล็กน้อย แต่มีข้อมูลน่าสนใจ (Minor flaws but satisfactory) ตอบคำถามถูกต้อง ครบถ้วน แต่อธิบายสับสน ข้ออ้างหรือข้อสนับสนุนไม่สมบูรณ์ แผนผังประกอบการอธิบายไม่เหมาะสม หรือไม่ชัดเจน แสดงความเข้าใจแนวคิดทางด้านคณิตศาสตร์ที่เป็นพื้นฐานในการตอบคำถาม ใช้แนวคิดทางด้านคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ระดับ 3 ตอบโดยมีข้อบกพร่องมากแต่ค่อนข้างพอใช้ (Serious flaws but nearly satisfactory) เริ่มต้นในการตอบคำถามถูกต้องแต่ไม่ตอบคำถามบางคำถาม แสดงออกถึง ความไม่เข้าใจ แนวคิดหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ คำนวณผิด นำความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ ไปใช้ผิด แก้ปัญหาผิดวิธี

ระดับ 2 เริ่มต้นได้แต่แก้ปัญหาไม่ได้ (Begins but fails to complete problem) อธิบายไม่เข้าใจ ใช้แผนผังประกอบการอธิบายไม่ชัดเจน แสดงถึงการไม่เข้าใจคำถาม คำนวณผิด

ระดับ 1 ไม่สามารถเริ่มต้นแก้ปัญหาได้ (Unable to begin effectively) คำตอบไม่สอดคล้องกับคำถาม นำเสนอข้อมูลที่ไม่เกี่ยวกับคำถามหรือไม่ตอบ

กระทรวงศึกษาธิการ (2551) ได้กล่าวว่า นอกจากจะพิจารณาความสามารถในการให้เหตุผลแล้ว ผู้ประเมินควรคำนึงถึงความสามารถในด้านต่อไปนี้ด้วย

1. การใช้พื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการให้เหตุผล
2. การใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์สร้างข้อาคาดเดาสิ่งที่เกิดขึ้น
3. การประเมินข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์และการพิสูจน์
4. การเลือกใช้รูปแบบหรือวิธีการที่หลากหลายในการให้เหตุผลหรือการพิสูจน์

ในการประเมินความสามารถในการให้เหตุผล จะใช้วิธีการให้คะแนนแบบกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน (rubric) ซึ่งรายละเอียดของเกณฑ์จะขึ้นกับบริบทของเรื่องและระดับชั้นเรียนนั้นๆ โดยทั่วไปอาจกำหนดดังนี้

ตารางที่ 3 การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

คะแนน/ความหมาย	ความสามารถในการให้เหตุผลที่ปรากฏให้เห็น
4 / ดีมาก	มีการอ้างอิง เสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล
3 / ดี	มีการอ้างอิงถูกต้อง และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ มีข้อบกพร่อง เพียง 1 แห่ง
2 / พอใช้	เสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ แต่มีข้อบกพร่องเพียง 2 แห่ง
1 / ต้องปรับปรุง	มีความพยายามเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ หรือมีข้อบกพร่องมากกว่า 2 แห่ง

วรรณธ อยุธยา (2555) ได้สร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ที่เป็นความสามารถในการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลเกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งประกอบไปด้วย 2 องค์ประกอบ คือ การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ และ ความสามารถในการอธิบายข้อสรุป โดยใช้ข้อมูลในการสนับสนุนหรือคัดค้านได้อย่างสมเหตุสมผล ดังนี้

ตารางที่ 4 การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ลักษณะคำตอบ	ระดับคะแนน
1. ด้านการวิเคราะห์ข้อมูล	
นักเรียนสามารถวิเคราะห์และเขียนแสดงข้อมูลได้อย่างถูกต้อง และครบถ้วน	3
นักเรียนสามารถวิเคราะห์และเขียนแสดงข้อมูลได้ถูกต้อง อย่างน้อยครั้งหนึ่งของข้อมูลที่กำหนดให้วิเคราะห์ทั้งหมด แต่ยังขาดข้อมูลหรือยังไม่สมบูรณ์นัก	2

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ลักษณะคำตอบ	ระดับคะแนน
นักเรียนสามารถวิเคราะห์และเขียนแสดงข้อมูลได้ถูกต้องบ้าง แต่ยังไม่ถึง ครึ่งหนึ่งของข้อมูลที่กำหนดให้วิเคราะห์ทั้งหมด	1
นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์และเขียนแสดงข้อมูลได้เลย	0
2. ด้านความสามารถในการอธิบายข้อสรุป	
นักเรียนสามารถเขียนอธิบายสรุป โดยใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ อย่างถูกต้อง และครบถ้วน	3
นักเรียนสามารถเขียนอธิบายสรุป โดยใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ อย่างถูกต้อง อย่างน้อยครึ่งหนึ่ง แต่ยังไม่สมบูรณ์	2
- นักเรียนสามารถเขียนอธิบายสรุป โดยใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ ถูกต้องบ้าง แต่ยังไม่ถึงครึ่งหนึ่ง - นักเรียนสามารถเขียนอธิบายข้อสรุปได้ถูกต้องบ้าง แต่ยังไม่สามารถใช้ข้อมูล จากสถานการณ์ที่กำหนดในการอธิบายได้	1
นักเรียนไม่สามารถเขียนอธิบายข้อสรุปได้เลย	0

จากเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสังเคราะห์เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยมีการพิจารณาคำตอบที่ถูกต้อง และมีการแสดงเหตุผลประกอบ คำตอบอย่างชัดเจนได้ตั้งตารางที่ 6

ตารางที่ 5 การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ระดับคะแนน	ความสามารถในการให้เหตุผลที่ปรากฏให้เห็น
3	ขั้นตอนและคำตอบถูกต้อง และมีการเขียนอธิบายสรุปโดยใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ อย่างถูกต้อง และครบถ้วน
2	ขั้นตอนและคำตอบถูกต้อง และมีการเขียนอธิบายสรุปโดยใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ อย่างสมเหตุสมผลบางส่วน หรือคำตอบผิดแต่มีการอธิบายอ้างอิง เสนอแนวคิดประกอบอย่างสมเหตุสมผล
1	ขั้นตอนและคำตอบถูกต้อง แต่ไม่มีการเขียนอธิบายสรุปโดยใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้
0	มีขั้นตอน หรือคำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่อธิบายคำตอบ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

กุลกาญจน์ สุวรรณรักษ์ (2556) ได้กล่าวถึงความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ว่า หมายถึง คุณลักษณะและความสามารถของบุคคลด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การคิดวิเคราะห์ และการนำไปใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นคุณลักษณะหรือความสามารถอันเกิดจากการจัดการเรียนรู้ของคุณ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จึงจัดเป็นเกณฑ์อย่างหนึ่งที่จะนำมาใช้ในการประเมินประสิทธิภาพในการสอนของคุณ และเป็นเครื่องชี้วัดความสามารถนักเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางด้านสติปัญญา (Cognitive Domain) ในการเรียนทางคณิตศาสตร์ Wilson (1971) ได้จำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญาในการเรียนคณิตศาสตร์ออกเป็น 4 ระดับคือ

1. ความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ (Computation) เป็นความสามารถในการระลึกได้ถึงสิ่งที่เรียนมาแล้ว การวิเคราะห์พฤติกรรมมี 3 ด้าน คือ

1.1 ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of Specific Fact) คำถามที่วัดความสามารถระดับนี้จะเกี่ยวกับข้อเท็จจริงตลอดจนความรู้พื้นฐาน ซึ่งนักเรียนได้สั่งสมมาเป็นระยะเวลาานาน

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of Terminology) เป็นความสามารถในการระลึกหรือจำศัพท์หรือนิยามต่าง ๆ ได้ โดยคำถามอาจจะถามโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ได้แต่ไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณ

1.3 ความรู้ความจำเกี่ยวกับการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability to Carry out Algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือนิยาม และกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้วมาคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มาแล้ว ข้อสอบวัดความสามารถด้านนี้ต้องเป็นโจทย์ง่ายๆ คล้ายคลึงกับตัวอย่าง นักเรียนไม่ต้องพบกับความยุ่งยากในการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณแต่ซับซ้อนมากกว่า แบ่งได้เป็น 6 ชั้น ดังนี้

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอด (Knowledge of Concepts) เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพราะความคิดรวบยอดเป็นนามธรรม

ซึ่งประมวลจากข้อเท็จจริงต่าง ๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความหรือยกตัวอย่างของความคิดรวบยอดนั้นโดยใช้คำพูดของตนเอง หรือเลือกความหมายที่กำหนดให้ซึ่งเขียนในรูปแบบหรือยกตัวอย่างใหม่ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียน

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการกฎและการสรุปอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไป (Knowledge of Principles Rule and Generalization) เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการกฎและความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาจนได้แนวทางในการแก้ปัญหา ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎที่นักเรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรกอาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์

2.3 ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Knowledge of Mathematical Structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมระดับนี้เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับสมบัติของระบบจำนวนและโครงสร้างทางพีชคณิต

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนรูปปัญหาจากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง (Ability to Transform Problem Elements from One Mode to Another) เป็นความสามารถในการแปลข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่ เช่น แปลจากภาษาพูดให้เป็นสมการ ซึ่งมีความหมายคงเดิมโดยไม่รวมถึงกระบวนการแก้ปัญหา (Algorithms) หลังจากแปลแล้วอาจกล่าวได้ว่าเป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมระดับความเข้าใจ

2.5 ความสามารถในการคิดตามแนวของเหตุและผล (Ability to Read and Interpret a Problem) ข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นนี้อาจดัดแปลงมาจากข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นอื่น ๆ โดยให้นักเรียนอ่านและตีความโจทย์ปัญหา ซึ่งอาจอยู่ในรูปของตัวเลข ข้อมูลทางสถิติหรือกราฟ

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการเปลี่ยนภาษาจากข้อความมาเป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการนำความรู้ กฎ หลักการข้อเท็จจริง สูตรทฤษฎีที่เรียนรู้อย่างมาแล้วไปแก้ปัญหาใหม่ที่เกิดขึ้นเป็นผลสำเร็จการวัดพฤติกรรมมี 4 ชั้นคือ

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่ประสบอยู่ในระหว่างเรียน (Ability to Solve Routine Problems) นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจและเลือกกระบวนการแก้ปัญหาจนได้คำตอบออกมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to Make Comparisons) เป็นความสามารถในการคิดค้นความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจ ซึ่งในการแก้ปัญหาขั้นนี้อาจจะต้องใช้วิธีการคิดคำนวณและจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้องรวมทั้งใช้ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to Analyze Data) เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องมาพิจารณาว่าอะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม มีปัญหาอันใดบ้างที่อาจเป็นตัวอย่างในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสบอยู่ หรือต้องแยกโจทย์ปัญหาออกพิจารณาเป็นส่วน มีการตัดสินใจหลายครั้งอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

3.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและการสมมาตร (Ability to Recognize Patterns Isomorphism and Symmetries) เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหาการจัดกระทำกับข้อมูลและการระลึกถึงความสัมพันธ์ นักเรียนต้องสำรวจหาสิ่งที่คุ้นเคยจากข้อมูลหรือสิ่งที่กำหนดให้จากโจทย์ปัญหาให้พบ

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็นหรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโจทย์ปัญหาพลิกแพลงแต่ก็ยังอยู่ในขอบเขตเนื้อหาวิชาที่เรียน การแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าวต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมารวมกับความคิดสร้างสรรค์ ผสมผสานกันเพื่อแก้ปัญหา พฤติกรรมระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งต้องใช้สมรรถภาพสมองระดับสูงแบ่งเป็น 5 ขั้นดังนี้

4.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์ที่ไม่เคยประสบมาก่อน (Ability to Solve Routine Problems) คำถามในขั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ้อนไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่างนักเรียนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความเข้าใจ ความคิดรวบยอด นิยาม ตลอดจนทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้ว

4.2 ความสามารถการค้นหาคำความสัมพันธ์ (Ability to Discover Relationships) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดใหม่แล้วสร้างความสัมพันธ์ใหม่เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาแทนการจำความสัมพันธ์เดิมที่เคยพบมาแล้วมาใช้กับข้อมูลชุดใหม่

4.3 ความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ (Ability to Construct Proofs) เป็นความสามารถที่ควบคู่กับความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ อาจเป็นพฤติกรรมที่มีความซับซ้อนน้อยกว่าพฤติกรรมในการสร้างข้อพิสูจน์ พฤติกรรมในขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนสามารถตรวจสอบข้อพิสูจน์ว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดบ้าง

4.4 ความสามารถในการสร้างสูตรและทดสอบความถูกต้องให้มีผลใช้ได้เป็นกรณีทั่วไป (Ability to Formulate and Validate Generalization) เป็นความสามารถในการค้นพบสูตรหรือกระบวนการแก้ปัญหาและพิสูจน์ว่าใช้เป็นกรณีทั่วไปได้

4.5 ความสามารถในการกำหนดและหาความเที่ยงตรงในการสรุป

องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Prescott (1961) กล่าวว่าองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนในและนอกห้องเรียนประกอบด้วย ลักษณะต่อไปนี้

1. องค์ประกอบทางด้านร่างกาย ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตของร่างกายและสุขภาพกาย ข้อบกพร่องทางร่างกาย และบุคลิกท่าทาง
2. องค์ประกอบทางความรัก และความสัมพันธ์ภายในครอบครัว
3. องค์ประกอบทางด้านวัฒนธรรมและสังคม
4. องค์ประกอบทางด้านความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อน
5. องค์ประกอบทางการพัฒนาแห่งตน ได้แก่ สติปัญญา ความสนใจ เจตคติ
6. องค์ประกอบทางการปรับตัว การแสดงออกทางอารมณ์

นั่นคือ ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจำเป็นต้องคำนึงถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ด้วย

เพื่อให้ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงสุด

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งได้มีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

สมนึก ภัททิยธนี (2546) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว อาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ครูสร้าง กับแบบทดสอบมาตรฐาน

คุณลักษณะของแบบทดสอบที่ดีมี 10 ประการ คือ

1. ความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบทั้งฉบับที่สามารถวัดได้ตรงกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการ หรือวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้องแม่นยำความเที่ยงตรงจึงเปรียบเสมือนหัวใจของการทดสอบ
2. ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบทั้งฉบับที่สามารถวัดได้คงเส้นคงวาไม่เปลี่ยนแปลง ไม่ว่าจะทำการสอบใหม่กี่ครั้งก็ตาม
3. ความยุติธรรม (Fair) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบที่ไม่เปิดโอกาสให้มีการได้เปรียบเสียเปรียบในกลุ่มผู้เข้าสอบด้วยกัน ไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนทำข้อสอบได้โดยการเดา
4. ความลึกของคำถาม (Searching) หมายถึง ข้อสอบแต่ละข้อนั้นจะต้องไม่ถามผิวเผิน หรือถามประเภท ความรู้ความจำ แต่ต้องให้นักเรียนนำความรู้ความเข้าใจไปคิดตัดแปลงแก้ปัญหา แล้วจึงตอบได้
5. ความยั่วยุ (Exemplary) หมายถึง แบบทดสอบที่นักเรียนทำด้วยความสนุกเพลิดเพลิน ไม่เบื่อหน่าย
6. ความจำเพาะเจาะจง (Definition) หมายถึง ข้อสอบที่มีแนวทางหรือทิศทางคำถามตอบชัดเจน ไม่คลุมเครือไม่แฝงกลเม็ดให้นักเรียนงง
7. ความเป็นปรนัย (Objective) แบบทดสอบชนิดใดจะเป็นปรนัยจะต้องมีคุณสมบัติ 3 ประการ คือ
 - 7.1 ตั้งคำถามให้ชัดเจน ทำให้ผู้เข้าสอบทุกคนเข้าใจความหมายตรงกัน
 - 7.2 ตรวจสอบให้คะแนนได้ตรงกัน แม้ว่าจะตรวจหลายครั้งหรือตรวจหลายคน
 - 7.3 แปลความหมายของคะแนนได้เหมือนกัน
8. ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง แบบทดสอบที่มีจำนวนข้อมากพอประมาณ ใช้เวลาสอบพอเหมาะ ประหยัดค่าใช้จ่าย จัดทำแบบทดสอบด้วยความประณีตตรวจให้คะแนนได้รวดเร็ว รวมถึงสิ่งแวดล้อมในการสอบที่ดี
9. อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง ความสามารถในการจำแนกผู้สอบ ข้อสอบที่ดีจะต้องมีอำนาจจำแนกสูง
10. ความยาก (Difficulty) ขึ้นอยู่กับทฤษฎีที่เป็นหลักยึด เช่น ตามทฤษฎีการวัดผลแบบอิงกลุ่ม ข้อสอบที่ดีคือข้อสอบที่ไม่ยากหรือง่ายเกินไป หรือมีความยากง่ายพอเหมาะ ส่วนทฤษฎีการวัด

ผลแบบอิงเกณฑ์นั้นความยากง่ายไม่ใช่สิ่งสำคัญ สิ่งสำคัญอยู่ที่ข้อสอบนั้นวัดได้ในจุดประสงค์ที่ต้องการวัดได้จริงหรือไม่ ถ้าวัดได้จริงก็นับว่าเป็นข้อสอบที่ดีได้ แม้ว่าจะเป็นข้อสอบที่ง่ายก็ตาม

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้สรุปความหมายของ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง คะแนนที่ได้จากความรู้ความเข้าใจและความสามารถตามจุดประสงค์ของการเรียนรู้ในบทเรียน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

การหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้มีกระบวนการที่สำคัญอยู่ 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพเชิงเหตุผล (Rational Approach) และขั้นตอนการหาประสิทธิภาพตามวิธีการหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ (Empirical Approach) ทั้งสองวิธีนี้ ควรทำความเข้าใจจะมั่นใจว่าสื่อหรือเทคโนโลยีการเรียนที่ผ่านกระบวนการหาประสิทธิภาพจะเป็นที่ยอมรับได้ ควรมีรายละเอียด (เผซิณี กิจระการ, 2544) ดังนี้

วิธีการหาประสิทธิภาพเชิงเหตุผล กระบวนการนี้เป็นการหาประสิทธิภาพโดยใช้หลักของความรู้ และเหตุผลในการตัดสินคุณค่าของสื่อการเรียนการสอน โดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณาตัดสินคุณค่า ซึ่งเป็นการหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และความเหมาะสมในด้านความถูกต้องของการนำไปใช้ (Usability) ผลจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนจะนำมาหาประสิทธิภาพโดยใช้สูตร

$$CVR = \frac{2N_e}{N} - 1$$

เมื่อ	CVR	แทน	ประสิทธิภาพเชิงเหตุผล (Rational Approach)
	N_e	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ยอมรับ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

ผู้เชี่ยวชาญจะประเมินสื่อการเรียนการสอนตามแบบประเมินที่สร้างขึ้นในลักษณะของแบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) นิยมใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ นำค่าเฉลี่ยที่ได้จากแบบประเมินของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนไปแทนค่าในสูตร สำหรับค่าเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญที่ยอมรับได้จะต้องอยู่ในระดับมากขึ้นไป คือ ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.50-5.00 ค่าคำนวณได้ต้องสูงกว่าค่าที่ปรากฏในตารางตามจำนวนผู้เชี่ยวชาญ จึงจะยอมรับว่าสื่อมีประสิทธิภาพ ถ้าได้ค่าไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนดจะต้องปรับปรุงแก้ไขสื่อและนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาใหม่

วิธีการหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ (Empirical Approach) วิธีการนี้จะนำไปทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนเป้าหมาย การหาประสิทธิภาพของสื่อ เช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน บทเรียนโปรแกรมชุดการสอน แผนการจัดการเรียนรู้ แบบฝึกทักษะ เป็นต้น

ส่วนมากใช้วิธีการหาประสิทธิภาพด้วยวิธีนี้ และประสิทธิภาพที่วัดส่วนใหญ่จะพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์การทำแบบฝึกหัด หรือกระบวนการเรียนระหว่างเรียน หรือแบบทดสอบย่อย โดยแสดงค่าเป็น 2 ตัว เช่น $E_1 / E_2 = 90/90$ เป็นต้น เกณฑ์ประสิทธิภาพมีความหมายแตกต่างกัน หลายลักษณะ ในกรณีนี้จะยกตัวอย่าง $E_1 / E_2 = 75/75$

เกณฑ์ 75/75 ในความหมายที่ 1 ตัวเลข 75 ตัวแรก E_1 คือ นักเรียนทั้งหมด ทำแบบฝึกหัด หรือแบบทดสอบย่อยได้คะแนนเฉลี่ย ร้อยละ 75 ทุกคน ส่วนตัวเลข 75 ตัวหลัง E_2 คือ นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75 ถือว่าเป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์

เกณฑ์ 75/75 ในความหมายที่ 2 ตัวเลข 75 ตัวแรก E_1 คือ จำนวนนักเรียน ร้อยละ 75 ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนร้อยละ 75 ทุกคน ส่วนตัวเลข 75 ตัวหลัง E_2 คือ นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียนครั้งนั้นได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75

เกณฑ์ 75/75 ในความหมายที่ 3 ตัวเลข 75 ตัวแรก E_1 คือ จำนวนนักเรียน ร้อยละ 75 ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนร้อยละ 75 ส่วนตัวเลข 75 ตัวหลัง E_2 คือ คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75 ที่นักเรียนทำเพิ่มขึ้นจากแบบทดสอบหลังเรียน โดยเทียบกับคะแนนที่ทำได้ก่อนเรียน

เกณฑ์ 75/75 ในความหมายที่ 4 ตัวเลข 75 ตัวแรก E_1 คือ จำนวนนักเรียนร้อยละ 75 ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนร้อยละ 75 ทุกคน ส่วนตัวเลข 75 ตัวหลัง E_2 คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนแต่ละข้อมีจำนวนร้อยละ 75 (ถ้านักเรียนทำข้อใดถูก มีจำนวนนักเรียนไม่ถึงร้อยละ 75 แสดงว่าสื่อไม่มีประสิทธิภาพ และชี้ให้เห็นว่าจุดประสงค์ที่ตรงกับข้อนั้นมีความบกพร่อง)

ในงานวิจัยนี้ใช้ความหมายในลักษณะที่ 1 คือ เกณฑ์ 75/75 ตัวเลข 75 ตัวแรก E_1 คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบฝึกหัด แบบทดสอบย่อยและผลการประเมินพฤติกรรมระหว่างเรียนได้คะแนนเฉลี่ย ร้อยละ 75 ทุกคน ส่วนตัวเลข 75 ตัวหลัง E_2 คือ นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75 ถือว่าเป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

สุรัญชนา บุตรวิเชียร (2551) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการให้เหตุผลและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์เรื่องโจทย์ปัญหาอัตราส่วน และร้อยละของนักเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบฮิวริสติกส์และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามคู่มือ

ครู กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนโนนคุณวิทยา อำเภอศรีบุญเรือง จังหวัดหนองบัวลำภู จำนวน 48 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง และสุ่มแบบกลุ่มเป็นกลุ่มทดลอง 24 คนและกลุ่มควบคุม 24 คน เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบฮิวริสติกส์ 2) แผนการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครู 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 4) แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 5) แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ผลการวิจัย พบว่า 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบฮิวริสติกส์มีประสิทธิภาพ 88.95 และแผนการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูมีประสิทธิภาพ 83.28 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 2) ค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบฮิวริสติกส์เท่ากับ .6258 และแผนการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูเท่ากับ .5921 3) นักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบฮิวริสติกส์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงกว่านักเรียนเรียนรู้อตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 4) นักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบฮิวริสติกส์มีความสามารถในการให้เหตุผลสูงกว่านักเรียนเรียนรู้อตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 5) นักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบฮิวริสติกส์และที่เรียนรู้อตามคู่มือครูมีเจตคติไม่แตกต่างกัน

จิมลอน คุณทา (2557) ได้ศึกษาการปฏิบัติการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยจัดการเรียนรู้ ที่เน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนบ้านหนองขุ่น สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี เขต 3 จำนวน 16 คน เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ 2) แบบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 3) แบบทดสอบย่อยท้ายวงจร 4) แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน 5) แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการสอนของครู 6) แบบสัมภาษณ์ 7) แบบบันทึกประจำวัน ผลการวิจัย พบว่า 1) การปฏิบัติการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยจัดการเรียนรู้ที่เน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ พบว่า การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีอิสระในการคิดค้นหาคำตอบด้วยตนเอง ด้วยวิธีที่หลากหลาย ใช้เหตุผลประกอบการตัดสินใจเลือกวิธีการหาคำตอบ โดยการเชื่อมโยงความรู้ที่เรียนเข้าไปกับความรู้เดิมที่เรียนมาแล้ว ทำให้นักเรียนสามารถตรวจสอบคำตอบจากการค้นพบด้วยตัวเองได้อย่างสมเหตุสมผล 2) ผลการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หลังการปฏิบัติการมีความก้าวหน้าเฉลี่ย ร้อยละ 47.92 และนักเรียนทุกคนมีคะแนนทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60

ศิวริน เกณทวี (2557) ได้ศึกษาการพัฒนาการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบฮิวริสติกส์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนภูมิซรอลวิทยา อำเภอกันทรลักษ์ จังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 70 คน แบ่งเป็น กลุ่มทดลอง 35 คน กลุ่มควบคุม 35 คน โดยใช้การสุ่มแบบกลุ่ม กลุ่มทดลองใช้การสอน

โดยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบฮิวริสติกส์ กลุ่มควบคุมใช้การสอนโดยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบฮิวริสติกส์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.90/78.57 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการกิจกรรมแบบฮิวริสติกส์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 3) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบฮิวริสติกส์มีความสามารถในการแก้ปัญหาต่อวิชาคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 4) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการกิจกรรมแบบฮิวริสติกส์มีเจตคติในการเรียนรู้ต่อวิชาคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการกิจกรรม ตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ปรีฉัตร จันทร์หอม (2558) ได้ศึกษาผลของการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์และโมเดลเมธอดที่มีต่อความสามารถในการคิดเชิงพีชคณิตและความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนบ้านตาขุนวิทยา จำนวน 68 คน เป็นนักเรียนกลุ่มทดลอง จำนวน 35 คน และนักเรียนกลุ่มควบคุม จำนวน 33 คน โดยนักเรียนกลุ่มทดลองได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์และโมเดลเมธอดและนักเรียนกลุ่มควบคุมได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ ผลการวิจัย พบว่า 1) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดเชิงพีชคณิตและความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่าร้อยละ 50 2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดเชิงพีชคณิตและความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดเชิงพีชคณิตและความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) นักเรียนกลุ่มทดลองนำเสนอวิธีคิดเชิงพีชคณิตที่หลากหลาย เช่น ตาราง แผนภาพ กราฟ นิพจน์ สมการ และการเขียนอธิบาย และความสามารถในการคิดเชิงพีชคณิตของนักเรียนกลุ่มทดลองมีพัฒนาการที่ดีขึ้น

ณัฐวุฒิ พิมขาลี (2559) ได้ศึกษาผลของการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E ร่วมกับคำถามปลายเปิดที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนพุทธจักรวิทยา จำนวน 60 คน เป็นนักเรียนกลุ่มทดลอง 30 คนและกลุ่มควบคุม 30 คน เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E ร่วมกับคำถามปลายเปิด 2) แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ 3) แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 4) แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผลการวิจัย พบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการ

จัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E ร่วมกับคำถามปลายเปิดมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E ร่วมกับคำถามปลายเปิดมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้อัตโนมัติแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E ร่วมกับคำถามปลายเปิดมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E ร่วมกับคำถามปลายเปิดมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้อัตโนมัติแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 5) ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E ร่วมกับคำถามปลายเปิดมีพัฒนาการดีขึ้น

ฐิติกรณ นากูมา (2560) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่อการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง พาราโบลา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์กับแบบปกติ ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 80 คน แบ่งเป็นห้องทดลอง 1 ห้อง จำนวน 40 คน และห้องควบคุม 1 ห้อง จำนวน 40 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ผลการวิจัยปรากฏว่า 1) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.82/77.42 และ 81.98/75.08 ตามลำดับ 2) ดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.7065 และ 0.6687 ตามลำดับ และ 3) นักเรียนที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียน ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05

ศุภราช วสุรัตน์ (2563) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบฮิวริสติกส์ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์และทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนท่าเรือ “นิตยานุกูล” สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 3 ภาคเรียนที่ 2 ปี การศึกษา 2561 จำนวน 75 คน ซึ่งได้มาด้วย วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน โดยกลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนรู้แบบฮิวริสติกส์และกลุ่มควบคุม

ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครู ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง 16 คาบ ผลการวิจัย พบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบฮิวริสติกส์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) ทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบฮิวริสติกส์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Hoon et al. (2013) ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้แนวทางการวิเคราะห์พฤติกรรมในการวิจัยเชิงปฏิบัติการ วัตถุประสงค์ของการศึกษาคือ (1) เพื่อศึกษาการตอบสนองของนักเรียนในการใช้แนวทางฮิวริสติกในการแก้โจทย์คณิตศาสตร์ (2) เพื่อตรวจสอบความสามารถของนักเรียนในการนำวิธีฮิวริสติกไปประยุกต์ใช้ การศึกษานี้เกี่ยวข้องกับกลุ่มครูคณิตศาสตร์ที่คาดหวังจำนวน 26 คนที่กำลังศึกษาอยู่ในวิทยาลัย (อายุ 22 - 24 ปี) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนสามารถใช้วิธีการฮิวริสติกในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดี

Hasanah and Karyati (2018) ได้ศึกษาการใช้ปัญหาปลายเปิดในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยเฉพาะด้านเรขาคณิต เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยใช้ปลายเปิด กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัยพบว่า การใช้คำถามปลายเปิดสามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นได้

Putu Hendra Widiartana (2018) ได้ศึกษาการทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วยคำถามปลายเปิด งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้คิดอย่างมีเหตุมีผล และศึกษาผลของคำถามปลายเปิดที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างคือได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนประถมศึกษา ในจังหวัดบาหลี งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองที่มีการใช้คำถามปลายเปิดในระหว่างกระบวนการเรียนรู้มีทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ดีกว่าทักษะให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มควบคุมหลังการทดสอบ โดยวิธีการแบบปลายเปิดให้อิทธิพลเชิงบวกต่อความสามารถในการคิดเชิงตรรกะของนักเรียน

Singh et al. (2018) ได้ศึกษาผลกระทบของเทคนิคการประยุกต์ใช้ฮิวริสติกในการแก้ปัญหาต่อการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน 54 คนเข้าร่วมในการออกแบบการทดลองก่อนเรียนเพื่อตรวจสอบผลกระทบของการประยุกต์ใช้ฮิวริสติกที่มีต่อการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ คะแนนหลังการทดสอบของนักเรียนเหล่านี้ยังถูกนำมาเปรียบเทียบกับ

กลุ่มนักศึกษามหาวิทยาลัยชั้นปีที่หนึ่ง (N=120) วิชาเอกในหลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับ STEM ซึ่งนักเรียนทั้งหมดเหล่านี้ได้เรียนหลักสูตรคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับระดับมหาวิทยาลัยอย่างน้อยห้าหลักสูตร ผลการศึกษาระบุว่า 1) ผลการทดสอบนักเรียนได้รับการสอบก่อนเรียนไม่มีความสามารถในการคิดทางคณิตศาสตร์ 2) ผลการทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ 3) นักเรียนที่ใช้การประยุกต์ใช้ฮิวริสติกมีผลการทดสอบสูงกว่านักเรียนอีกกลุ่ม หมายความว่าจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้วิธีฮิวริสติกในการสอนคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับนักเรียน STEM

Tambunan (2018) ได้ศึกษาผลกระทบของกลยุทธ์ฮิวริสติกที่มีต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในการคิดขั้นสูง ประชากรของการศึกษานี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของรัฐและเอกชนที่เป็นตัวแทนของโรงเรียนจากแปดอำเภอในจังหวัดสุมาตราเหนือ และสุ่มตัวอย่าง (N = 257) จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ผลลัพธ์ที่ได้รับว่ากลยุทธ์ฮิวริสติกมีอิทธิพลอย่างมากต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในการคิดขั้นสูง และกลยุทธ์ฮิวริสติกบางส่วนส่งผลต่อความสามารถของนักเรียนใน (1) ความเข้าใจแนวคิด (2) ความคิดสร้างสรรค์ (3) การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (4) การแก้ปัญหาและ (5) ความสามารถในการใช้เหตุผล

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้นพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หรือวิธีการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหาที่มีกฎเกณฑ์ และเป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาความสามารถทางการเรียนของผู้เรียน และทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์กับเกณฑ์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านหลัก จะได้นำผลจากการวิจัยไปใช้เป็นแนวทางพัฒนากระบวนการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพต่อไป

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีดำเนินการวิจัย ซึ่งจะกล่าวเป็นรายละเอียดตามลำดับ ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย
3. การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ
4. วิธีดำเนินการวิจัย
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มโรงเรียนบ้านกรวด 2 อำเภอบ้านกรวด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษابุรีรัมย์ เขต 2 จาก 13 โรงเรียน มีห้องเรียนทั้งหมด 14 ห้องเรียน ซึ่งมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2563 ใกล้เคียงกัน และแต่ละโรงเรียนมีการจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มโรงเรียนบ้านกรวด 2 อำเภอบ้านกรวด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษابุรีรัมย์ เขต 2 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่มจำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งมีการจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ แบ่งเป็น

- กลุ่มทดลอง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนบ้านหลัก อำเภอบ้านกรวด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษابุรีรัมย์ เขต 2 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 26 คน
- กลุ่มควบคุม ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนชุมชนบ้านโนนเจริญ อำเภอบ้านกรวด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษابุรีรัมย์ เขต 2 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 27 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด จำนวน 20 แผน

2.2 แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ จำนวน 20 แผน

2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2 ซึ่งเป็นแบบคู่ขนาน ชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ รวม 20 คะแนน

2.4 แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2 ซึ่งเป็นแบบคู่ขนาน ชนิดอัตนัย จำนวน 4 ข้อ รวม 12 คะแนน

การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

3.1.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

3.1.2 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เกี่ยวกับหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

3.1.3 ศึกษาคู่มือครู หนังสือเรียนและเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ตามหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนชุมชนบ้านโนนเจริญ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้และสาระสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้

3.1.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาและจำนวนชั่วโมงสอน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ รายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 7 หัวข้อ ดังตาราง 7

ตารางที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาและจำนวนชั่วโมงสอน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ รายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

หัวข้อที่	เนื้อหา	จำนวนชั่วโมงสอน	แผนที่
1	โจทย์ปัญหาการหาร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์	2	1 – 2
2	ร้อยละเกี่ยวกับการซื้อขาย	7	3 – 9
3	ร้อยละเกี่ยวกับดอกเบี้ย	3	10 – 12

ตารางที่ 6 (ต่อ)

หัวข้อที่	เนื้อหา	จำนวนชั่วโมงสอน	แผนที่
4	อัตราส่วน	1	13
5	อัตราส่วนที่เท่ากัน	3	14 – 16
6	มาตราส่วน	2	17 -18
7	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วน	1	19
8	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับมาตราส่วน	1	20
รวม		20	20

3.1.5 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 20 แผน แผนละ 1 ชั่วโมง รวม 20 ชั่วโมง ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อสำคัญ ดังนี้

- 1) มาตรฐานการเรียนรู้
- 2) ตัวชี้วัด
- 3) จุดประสงค์การเรียนรู้
- 4) สาระสำคัญ
- 5) สาระการเรียนรู้
- 6) กระบวนการจัดการเรียนรู้
- 7) สื่อการเรียนรู้
- 8) การวัดและประเมินผล
- 9) บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

3.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ความถูกต้องของเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

3.1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ พร้อมทั้งแบบประเมินเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วย

- 1) นางสุภา พันธ์รัมย์ แห่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบ้านโคกกลอย วุฒิมัธยมศึกษา ค.ม. (วิธีวิทยาการวิจัยการศึกษา) ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัย

2) นายธานินทร์ ช่อยแก้ว ตำแหน่ง ผู้อำนวยการชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบ้านร่องคำ หงษ์ทองวิทยา วุฒิมการศึกษ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล

3) นางยุพิน พลเรือง ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสารคามพิทยาคม วุฒิมการศึกษ วท.ม. (คณิตศาสตร์ศึกษา) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์

4) นายอนันท์ บุตรศรีเมือง ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบ้านถนนโคกใหญ่ วุฒิมการศึกษ กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ และด้านแผนการจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนการสอนและนวัตกรรม

5) นางวันทา สุขโสม ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนชุมชนบ้านโนนเจริญ วุฒิมการศึกษ กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน) ผู้เชี่ยวชาญด้านแผนการจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนการสอนและนวัตกรรม

เพื่อตรวจสอบองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ความถูกต้องของเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีการของลิเคอร์ท (Likert) คือ เหมาะสมมากที่สุด เหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลาง เหมาะสมน้อย และเหมาะสมน้อยที่สุด

3.1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินมาหาค่าเฉลี่ย โดยใช้เกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ย ดังนี้ บุญชม ศรีสะอาด (2553)

ค่าเฉลี่ย	4.51 - 5.00	แปลความว่า	เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	3.51 - 4.50	แปลความว่า	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย	2.51 - 3.50	แปลความว่า	เหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	1.51 - 2.50	แปลความว่า	เหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย	1.00 - 1.50	แปลความว่า	เหมาะสมน้อยที่สุด

ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.81 หมายความว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด

3.1.9 ปรับปรุงและแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนบ้านถนนโคกใหญ่ จำนวน 25 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของการใช้ภาษา เวลา เนื้อหา และสื่อการเรียนรู้

3.1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 20 แผน ที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับ

นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนบ้านหลัก จำนวน 26 คน

3.2 แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

3.2.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

3.2.2 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เกี่ยวกับหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

3.2.3 ศึกษาคู่มือครู หนังสือเรียนและเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ตามหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนบ้านหลัก ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้และสาระสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้

3.2.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาและจำนวนชั่วโมงสอน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ รายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 7 หัวข้อ ดังตาราง 3

ตารางที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาและจำนวนชั่วโมงสอน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ รายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

หัวข้อที่	เนื้อหา	จำนวนชั่วโมงสอน	แผนที่
1	การหาร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์	3	1 - 3
2	โจทย์ปัญหาการหาร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์	3	4 - 6
3	ร้อยละเกี่ยวกับการซื้อขาย	4	7 - 10
4	อัตราส่วน	2	11 - 12
5	อัตราส่วนที่เท่ากัน	2	13 - 14
6	มาตราส่วน	2	15 - 16
7	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วน	2	17 - 18
8	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับมาตราส่วน	2	19 - 20
	รวม	20	20

3.2.5 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง อัตราส่วน และร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 20 แผน แผนละ 1 ชั่วโมง รวม 20 ชั่วโมง ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อสำคัญ ดังนี้

- 1) มาตรฐานการเรียนรู้
- 2) ตัวชี้วัด
- 3) จุดประสงค์การเรียนรู้
- 4) สาระสำคัญ
- 5) สาระการเรียนรู้
- 6) กระบวนการจัดการเรียนรู้
- 7) สื่อการเรียนรู้
- 8) การวัดและประเมินผล
- 9) บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

3.2.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ความถูกต้องของเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

3.2.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ พร้อมทั้งแบบประเมินเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม เพื่อตรวจสอบองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ความถูกต้องของเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีการของลิเคิร์ต (Likert) คือ เหมาะสมมากที่สุด เหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลาง เหมาะสมน้อย และเหมาะสมน้อยที่สุด

3.2.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินมาหาค่าเฉลี่ย โดยใช้เกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ย ดังนี้ บุญชม ศรีสะอาด (2553)

ค่าเฉลี่ย	4.51 - 5.00	แปลความว่า	เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	3.51 - 4.50	แปลความว่า	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย	2.51 - 3.50	แปลความว่า	เหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	1.51 - 2.50	แปลความว่า	เหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย	1.00 - 1.50	แปลความว่า	เหมาะสมน้อยที่สุด

ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.81 หมายความว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด

3.2.9 ปรับปรุงและแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ตาม ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนชุมชนบ้านโนนเจริญ จำนวน 25 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของการใช้ภาษา เวลา เนื้อหา และสื่อการเรียนรู้

3.2.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 20 แผน ที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับ นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนชุมชนบ้านโนนเจริญ จำนวน 27 คน

3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สำหรับใช้ทดสอบหลังเรียน และหลังเรียน 2 สัปดาห์ ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีจำนวน 20 ข้อ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

3.3.1 ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหาเรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ที่ใช้ในการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้มาตรฐานและตัวชี้วัดจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

3.3.2 ศึกษาวิธีการสร้างข้อสอบและวิธีการวิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์

3.3.3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และ จำนวนข้อสอบที่ต้องการสร้าง

3.3.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 โดยเป็นข้อสอบแบบอิงเกณฑ์ ปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยสร้างข้อสอบให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ได้วิเคราะห์ไว้ จำนวน 2 ฉบับ ชนิด คู่ขนาน

3.3.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ที่สร้าง เสร็จแล้วเสนอต่อกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละ ข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

3.3.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ เสนอต่อ ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมเพื่อประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อนั้น

คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อนั้น

คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อนั้น

3.3.7 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (Index of Item Objective Congruence : IOC) โดยใช้สูตร IOC สมบัติ ท้ายเรือคำ (2555) แล้วเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ถึง 1.00 ผลปรากฏว่า ได้ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 30 ข้อ โดยมีค่า IOC เท่ากับ 1.00 ทั้งสองฉบับ

3.3.8 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนบ้านถนนโคกใหญ่ จำนวน 25 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

3.3.9 นำกระดาษคำตอบที่ได้มาตรวจให้คะแนน วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ เพื่อหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (B) ตามวิธีการของเบรนนัน (Brennan) ผลปรากฏว่า ได้ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 22 ข้อ ผู้วิจัยจึงทำการเลือกข้อสอบที่เหมาะสมทั้งหมด 20 ข้อ โดยมีค่าความยาก ตั้งแต่ 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 – 0.70 ทั้งสองฉบับ

3.3.10 นำข้อสอบที่คัดเลือกมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ ตามวิธีการของโลเวท (Lovett) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.74 ทั้งสองฉบับ

3.3.11 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

3.4 แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ

3.4.1 ศึกษาคู่มือครู หนังสือเรียนและเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

3.4.2 ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ

3.4.3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบอัตนัย เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ รายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

3.4.4 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ จำนวน 2 ฉบับ ซึ่งเป็นแบบคู่ขนานกัน

3.4.5 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน และร้อยละ ที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่อกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

3.4.6 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน และร้อยละ และเกณฑ์การตรวจให้คะแนน เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมเพื่อประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อนั้น

คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อนั้น

คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อนั้น

3.4.7 นำผลการประเมินแต่ละข้อมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (Index of Item Objective Congruence : IOC) โดยใช้สูตร IOC คัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 - 1.00 ผลปรากฏว่า ได้ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 8 ข้อ โดยมีค่า IOC เท่ากับ 1.00 ทั้งสองฉบับ

3.4.8 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนบ้านถนนโคกใหญ่ จำนวน 25 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

3.4.9 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มาตรวจให้คะแนน วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ เพื่อหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (D) ตามวิธีการตามวิธีการของวิทนีย์และซาเบอร์ (Whitney and Sabers) ผลปรากฏว่า ได้ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ทั้ง 8 ข้อ ผู้วิจัยจึงเลือกข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมมากที่สุด 4 ข้อ โดยมีค่าความยาก ตั้งแต่ 0.52 - 0.68 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.40 - 0.80 (ข้อสอบมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง - ข้อสอบมีอำนาจจำแนกสูง)

3.4.10 นำข้อสอบที่คัดเลือกมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับตามวิธีการของครอนบาค (Cronbach) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทั้งฉบับ เท่ากับ 0.78

3.4.11 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 แบบแผนการวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดแบบแผนที่ใช้ในการวิจัยเป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง Quasi Experiment Research Design รายละเอียดดังตาราง 6

ตารางที่ 8 แบบแผนการวิจัย (Quasi Experiment Research Design)

กลุ่มตัวอย่าง	การทดสอบ ก่อนการทดลอง	การทดลอง	การทดสอบ หลังการทดลอง
E	T ₁	X	T ₂
C	T ₁	~X	T ₂

เมื่อ E หมายถึง กลุ่มทดลอง

C หมายถึง กลุ่มควบคุม

T₁ หมายถึง การสอบก่อนการจัดกระทำทดลอง

T₂ หมายถึง การสอบหลังการจัดกระทำทดลอง

X หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้
คำถามปลายเปิด

~X หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบปกติ

4.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองกับนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. ดำเนินการทดสอบก่อนเรียนกับกลุ่มตัวอย่างใช้เวลา 1 ชั่วโมง โดยใช้เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ได้แก่ แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 1 และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 2

2. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนของแผนการจัดการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ระยะเวลา 20 ชั่วโมง

3. ทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อสอบชุดเดิม

4. ทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 1 และ แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 2

5. ทดสอบความคงทนในการเรียนรู้โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 2 หลังจากที่ยังเรียนผ่านมาแล้ว 2 สัปดาห์

4.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ มาวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีลำดับขั้น ดังนี้

- 4.3.1 วิเคราะห์หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- 4.3.2 วิเคราะห์ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยคำนวณ E1/E2
- 4.3.3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โดยการทดสอบค่าสถิติ Hotelling's T^2
- 4.3.4 เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลอง ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการทดสอบค่าสถิติ T (t-test Dependent samples)
- 4.3.5 เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โดยการทดสอบค่าสถิติ Hotelling's T^2
- 4.3.6 ศึกษาความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยการทดสอบค่าสถิติ T (t-test Dependent samples)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

5.1 สถิติพื้นฐาน

5.1.1 ร้อยละ (Percentage) ใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

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

เมื่อ	p	แทน	ร้อยละ
	f	แทน	ความถี่ที่ต้องการแปลงเป็นร้อยละ
	n	แทน	จำนวนความถี่ทั้งหมด

5.1.2 ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) ใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

เมื่อ \bar{x} แทน ค่าเฉลี่ย
 $\sum_{i=1}^n x_i$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม
 n แทน จำนวนคนในกลุ่ม

5.1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.) ใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

$$S.D. = \sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum x_i)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 x_i แทน คะแนนแต่ละตัว
 n แทน จำนวนคนในกลุ่ม

5.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ

5.2.1 หาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังต่อไปนี้

1) ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (Index of Item Objective Congruence : IOC) ใช้สูตรดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2549)

$$IOC = \frac{\sum_{i=1}^N R_i}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้

$\sum_{i=1}^N R_i$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2) ค่าความยาก ใช้สูตรดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2549)

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

เมื่อ	p	แทน	ค่าความยากของข้อสอบ
	R	แทน	จำนวนคนตอบถูก
	N	แทน	จำนวนคนทั้งหมด

3) ค่าอำนาจจำแนก ตามวิธีการของเบรนนัน (Brennan) ใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

$$B = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

เมื่อ	B	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	U	แทน	จำนวนผู้รอบรู้หรือสอบผ่านเกณฑ์ที่ตอบถูก
	L	แทน	จำนวนผู้ไม่รอบรู้หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตอบถูก
	n ₁	แทน	จำนวนผู้รอบรู้หรือสอบผ่านเกณฑ์
	n ₂	แทน	จำนวนผู้ไม่รอบรู้หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์

4) ค่าความเชื่อมั่น ตามวิธีการของโลเวท (Lovett) ใช้สูตรดังนี้ (วาโร เพ็งสวัสดิ์, 2551)

$$r_{cc} = 1 - \frac{k \sum_{i=1}^n x_i - \sum_{i=1}^n x_i^2}{(k-1) \sum_{i=1}^n (x_i - c)^2}$$

เมื่อ	r _{cc}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์
	k	แทน	จำนวนข้อสอบ
	x _i	แทน	คะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคน
	c	แทน	คะแนนจุดตัด
	n	แทน	จำนวนคนในกลุ่ม

5.2.2 หากคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
ดังต่อไปนี้

1) ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (Index of Item Objective Congruence : IOC) ใช้สูตรดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2549)

$$IOC = \frac{\sum_{i=1}^N R_i}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ
จุดประสงค์การเรียนรู้

$\sum_{i=1}^N R_i$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2) ค่าความยาก ตามวิธีการของวิทนีย์และซาเบอร์ (Whitney and Sabers)
ใช้สูตรดังนี้ (สาคร แสงผิ้ง, 2546)

$$p = \frac{(S_H + S_L) - (N_T)(X_{\min})}{(N_T)(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยากของข้อสอบ

S_H แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง

S_L แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ

X_{\max} แทน คะแนนสูงสุดที่เป็นไปได้
(คะแนนเต็มของข้อสอบข้อนั้น ๆ)

X_{\min} แทน คะแนนต่ำสุดที่เป็นไปได้
(คะแนนต่ำสุดของข้อสอบข้อนั้น ๆ)

N_T แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

3) ค่าอำนาจจำแนก ตามวิธีการของวิทนีเย่และซาเบอร์ (Whitney and Sabers) ใช้สูตรดังนี้ (สาคร แสงผิ้ง, 2546)

$$D = \frac{S_H - S_L}{(N_H)(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	D	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	S_H	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ
	X_{\max}	แทน	คะแนนสูงสุดที่เป็นไปได้ (คะแนนเต็มของข้อสอบข้อนั้น ๆ)
	X_{\min}	แทน	คะแนนต่ำสุดที่เป็นไปได้ (คะแนนต่ำสุดของข้อสอบข้อนั้น ๆ)
	N_H	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูง

4) ค่าความเชื่อมั่น ตามวิธีการของครอนบาค (Cronbach) โดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α) ใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2546)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ	α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ในที่นี้คือค่าความเชื่อมั่น
	k	แทน	จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
	$\sum_{i=1}^k S_i^2$	แทน	ผลรวมของความแปรปรวนของแต่ละข้อ
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวม

5.3 สถิติที่ใช้หาประสิทธิภาพของแผนการเรียนรู้

หาค่าประสิทธิภาพของแผนการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามเกณฑ์ 75/75 โดยใช้สูตร E_1/E_2 ดังนี้ (เผชญิ กิจระการ, 2544)

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

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ
 $\sum x$ แทน คะแนนของแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบย่อยทุกชุด
 รวมกัน
 A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดทุกชุดรวมกัน
 n แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

$$E_2 = \frac{\sum x}{N} \times 100$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
 $\sum x$ แทน คะแนนรวมของแบบทดสอบหลังเรียน
 B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน
 n แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

5.4 สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

5.4.1 การหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 วิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน
 (r) (ภัทรสินี ภัทรโกศล, 2550) อ้างถึงใน (ยุพิน พลเรือง, 2557) ดังนี้

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{\sqrt{\left[n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \right] \left[n \sum_{i=1}^n y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n y_i \right)^2 \right]}}$$

เมื่อ r แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

$\sum x_i y_i$	แทน	ผลบวกของผลคูณคะแนนแต่ละคู่ x กับ y
$\sum x_i$	แทน	ผลรวมของชุดข้อมูลชุด x
$\sum y_i$	แทน	ผลรวมของชุดข้อมูลชุด y
$\sum x_i^2$	แทน	ผลรวมของชุดข้อมูลชุด x แต่ละตัวยกกำลังสอง
$\sum y_i^2$	แทน	ผลรวมของชุดข้อมูลชุด y แต่ละตัวยกกำลังสอง
n	แทน	จำนวนข้อมูล

5.4.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และเปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้สูตร Hotelling's T^2 ดังนี้ (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2556) อ้างถึงใน (ยุพิน พลเรือง, 2557)

$$T^2 = \frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2} [\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2]' S^{-1} [\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2]$$

เมื่อ	T^2	แทน	ค่าสถิติทดสอบ Hotelling T^2
	n_1	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มที่ 1
	n_2	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มที่ 2
	S	แทน	เมตริกซ์ความแปรปรวนร่วม
	$[\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2]$	แทน	เวกเตอร์ความต่างของค่าเฉลี่ย

5.4.3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน และหลังเรียน 2 สัปดาห์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และเปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง โดยใช้สูตร t - test dependent samples ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

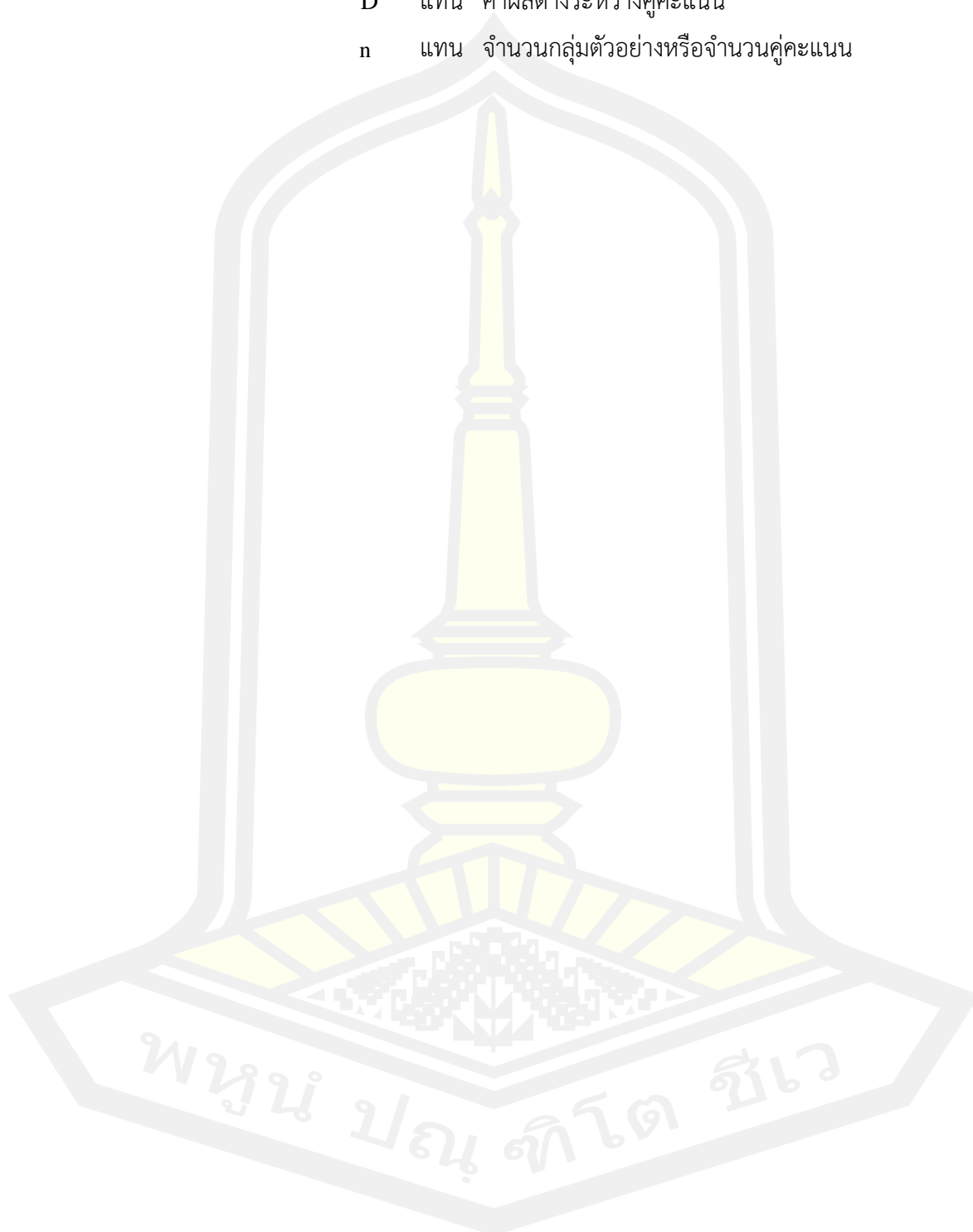
$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}; df = n-1$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบค่าวิกฤตในการแจกแจง
-------	-----	-----	--

แบบ t เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

D แทน ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน

n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลองและการแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
	\bar{x}	แทน	คะแนนเฉลี่ย
	S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
	E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	F	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มตัวอย่าง มากกว่า 2
กลุ่ม			
	df	แทน	ชั้นแห่งความอิสระ (Degrees of Freedom)
	p	แทน	p-value
	t	แทน	ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบค่าวิกฤตในการแจกแจงแบบ t เพื่อทราบ
ความมีนัยสำคัญ			
	T^2	แทน	ค่าสถิติทดสอบสมมติฐาน Hotelling's T^2
	MS	แทน	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของข้อมูล (Mean Square)
	SOV	แทน	คือแหล่งความแปรปรวน (Source of variation)
	SS	แทน	ผลบวกกำลังสองของข้อมูล (Sum of Square)

4.2 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้ดำเนินการลำดับขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด และกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ตอนที่ 4 ผลการศึกษาความคงทนในการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 ผลปรากฏดังตาราง

ตารางที่ 9 ร้อยละ ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนระหว่างเรียนจากการประเมิน ใบงาน พฤติกรรมระหว่างเรียน การทดสอบย่อย และการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

เลขที่	คะแนนรวมระหว่างเรียน			อัตราส่วน 30:30:40				ทดสอบหลังเรียน (20)
	ใบงาน (196)	พฤติกรรมระหว่างเรียน (180)	ทดสอบย่อย (40)	ใบงาน (30)	พฤติกรรมระหว่างเรียน (30)	ทดสอบย่อย (40)	รวม (100)	
1	160	165	31	24.49	27.50	30.00	81.99	17
2	171	160	36	26.17	26.67	36.00	88.84	15
3	169	143	31	25.87	23.83	31.00	80.70	15
4	167	158	33	25.56	26.33	30.00	81.89	16
5	166	169	30	25.41	28.17	30.00	83.57	16
6	168	157	31	25.71	26.17	31.00	82.88	14
7	171	165	29	26.17	27.50	29.00	82.67	15
8	178	161	31	27.24	26.83	31.00	85.08	14
9	167	166	30	25.56	27.67	30.00	83.23	16
10	174	159	35	26.63	26.50	35.00	88.13	14
11	182	165	29	27.86	27.50	29.00	84.36	16
12	170	160	36	26.02	26.67	36.00	88.69	17
13	176	162	35	26.94	27.00	35.00	88.94	18
14	171	161	33	26.17	26.83	33.00	86.01	17
15	181	168	28	27.70	28.00	28.00	83.70	17
16	176	166	33	26.94	27.67	33.00	87.61	16
17	175	164	30	26.79	27.33	30.00	84.12	18
18	169	164	30	25.87	27.33	30.00	83.20	15
19	178	164	32	27.24	27.33	32.00	86.58	18
20	182	154	34	27.86	25.67	34.00	87.52	15
21	176	158	31	26.94	26.33	31.00	84.27	14

ตารางที่ 9 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนรวมระหว่างเรียน			อัตราส่วน 30:30:40				ทดสอบหลังเรียน (20)
	ใบงาน (196)	พฤติกรรมระหว่างเรียน (180)	ทดสอบย่อย (40)	ใบงาน (30)	พฤติกรรมระหว่างเรียน (30)	ทดสอบย่อย (40)	รวม (100)	
22	182	153	32	27.86	25.50	32.00	85.36	17
23	172	163	29	26.33	27.17	29.00	82.49	18
24	160	154	37	24.49	25.67	37.00	87.16	15
25	165	163	28	25.26	27.17	28.00	80.42	15
26	178	152	35	27.24	25.33	35.00	87.58	16
รวม	4484	4174	829	686.33	695.67	825.00	2206.99	414
ค่าเฉลี่ย	172.46	160.54	31.88	26.40	26.76	31.73	84.88	15.92
S.D.	6.35	5.83	2.61	0.97	0.97	2.65	2.59	1.32
ร้อยละ	87.99	89.19	79.71	87.99	89.19	79.33	84.88	79.62

ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (E_1 / E_2) เท่ากับ 84.88/79.62

จากตารางที่ 9 พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ มีคะแนนเฉลี่ย จากการประเมินใบงาน พฤติกรรมระหว่างเรียน การทดสอบย่อย เฉลี่ยร้อยละ 84.88 แสดงว่า ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 84.88 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.92 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 79.62 แสดงว่า ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 79.62

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด และกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ตารางที่ 10 คะแนนค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด และกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ผลการเรียนรู้	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด			การจัดการเรียนรู้แบบปกติ		
	n	\bar{x}	S.D.	n	\bar{x}	S.D.
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	26	15.92	1.32	27	13.74	1.48
ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	26	9.35	1.24	27	8.37	1.34

ตารางที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	1	0.342**
ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	0.342**	1

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 11 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงนำตัวแปรไปเปรียบเทียบโดยใช้ Hotelling's T^2

ตารางที่ 12 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด และกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้วิธีการทางสถิติ Hotelling's T^2

สถิติทดสอบ	Value	F	Hypothesis df	Error df	p
Hotelling's trace	.823	20.577	2.000	50.000	.000

จากตาราง 12 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด และกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผู้วิจัยจึงทำการทดสอบ Univariate Tests

ตารางที่ 13 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด และกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้ Univariate Tests

ผลการเรียนรู้	SOV	SS	df	MS	F	p
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	Contrast	63.082	1	63.082	31.843	0.000
	Error	101.031	51	1.981		

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	SOV	SS	df	MS	F	p
ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	Contrast	22.700	1	22.700	13.330	0.001
ทางคณิตศาสตร์	Error	86.848	51	1.703		

จากตาราง 13 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด และกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่ได้รับจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถม ศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางที่ 14 แสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน และร้อยละ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิดระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	\bar{x}	S.D.	t	p
ก่อนเรียน	26	12	5.2308	1.90384	-9.398	.000**
หลังเรียน	26	12	9.3462	1.26309		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 14 พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 4 ผลการศึกษาความคงทนในการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด

ตารางที่ 15 แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด ระหว่างหลังเรียน และหลังเรียน 2 สัปดาห์

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	\bar{x}	S.D.	t	p
หลังเรียน	26	20	15.9231	1.32433	0.464	.646
หลังเรียน 2 สัปดาห์	26	20	15.7692	1.27460		

จากตารางที่ 15 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด ระหว่างหลังเรียน และหลังเรียน 2 สัปดาห์ ไม่แตกต่างกัน นั่นคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิดมีความคงทนในการเรียนรู้

พหุบัณฑิต ชีวะ

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีขั้นตอนดังนี้

1. วัตถุประสงค์การวิจัย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. สรุปผลการวิจัย
4. อภิปรายผล
5. ข้อเสนอแนะ

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด และกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน
4. เพื่อศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด จำนวน 20 แผน
2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ จำนวน 20 แผน
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2 ซึ่งเป็นแบบคู่ขนาน ชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ รวม 20 คะแนน
4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2 ซึ่งเป็นแบบคู่ขนาน ชนิดอัตนัย จำนวน 4 ข้อ รวม 12 คะแนน

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สรุปผลได้ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.88/79.62 เป็นไปตามที่กำหนดไว้คือ 75/75
2. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน และหลังเรียน 2 สัปดาห์ไม่แตกต่างกัน

อภิปรายผล

จากการวิจัย เรื่อง ผลการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สามารถอภิปรายผลการวิจัย ได้ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ $84.88/79.62$ หมายความว่า ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 84.88 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.92 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 79.62 แสดงว่า ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 79.62 แสดงว่าการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ $75/75$ ทั้งนี้อาจเพราะการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ อาจเป็นเพราะจากการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.81 แสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิดอยู่ในเกณฑ์ที่มีความเหมาะสมมากที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากแผนการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิดที่สร้างและพัฒนาขึ้นได้ผ่านกระบวนการขั้นตอนในการจัดทำอย่างมีระบบ กล่าวคือ การวิเคราะห์หลักสูตร ศึกษาเอกสารด้านเนื้อหา ด้านการวิจัย เทคนิคการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ การสร้างแบบทดสอบจากตำราต่าง ๆ ตลอดจนนำเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญในแต่ละด้านได้ตรวจสอบ แก้ไข ปรับปรุง และยังผ่านการทดสอบกับนักเรียนกลุ่มต่าง ๆ ตามหลักสถิติก่อนนำไปใช้จริงทำให้แผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพสอดคล้องกับผลงานวิจัยของศิวริน เกษทวี (2557) ที่ได้ศึกษาการพัฒนาการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบฮิวริสติกส์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบฮิวริสติกส์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ $78.90/78.57$ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

2. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มที่ได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดย

เน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับ สุรัญชญา บุตรวิเชียร (2551) ที่ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการให้เหตุผลและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์เรื่องโจทย์ปัญหาอัตราส่วน และร้อยละของนักเรียนระหว่างการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบฮิวริสติกส์และการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามคู่มือครู กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัย พบว่านักเรียนที่เรียนโดยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบฮิวริสติกส์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงกว่านักเรียนเรียนรู้อตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ผลสัมฤทธิ์จากการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานนั้นอาจจะมีสาเหตุจาก การจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนโดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ สามารถนำมาใช้ในการสอนคณิตศาสตร์ได้ผลดี เพราะเป็นการสอนที่เน้นการเชื่อมโยงข้อมูลให้อยู่ในลักษณะที่เป็นระบบมากขึ้น ด้วยการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่สนใจ โดยเริ่มต้นจากสิ่งง่าย ๆ ไปสู่สิ่งที่ซับซ้อนยิ่งขึ้นทำให้นำไปแก้ปัญหาได้

3. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานนั้นอาจจะมีสาเหตุจากคำถามปลายเปิดสามารถกระตุ้นผู้เรียนให้ได้คิดจากมุมมองที่แตกต่างกัน มีการให้นักเรียนได้คำตอบคำถามปลายเปิด เช่น อะไรบ้าง ทำไม เพราะเหตุใด อย่างไร เป็นต้น โดยการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาความเข้าใจ ความคิด เหตุผลในเรื่องนั้นได้อย่างอิสระ และเต็มความสามารถ นักเรียนที่มีความสามารถต่างกันสามารถเริ่มทำหรือแก้ปัญหาด้วยตนเองโดยการตั้งสมมติฐาน การพัฒนาหาคำตอบและการสื่อสารการแก้ปัญหาของตนเองได้ ยกตัวอย่างเช่น แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น ดังตัวอย่างที่นักเรียนทำหลังได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด ที่แสดงถึงความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนในระดับต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ชื่อ.ด.ญ. อังสนา ภาณุ ชั้น ป. ๕ เลขที่ ๕4

แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 1

1. ญานำทำข้อสอบ 3 วิชา คือ วิชาภาษาไทย วิชาภาษาอังกฤษ และวิชาคณิตศาสตร์ โดยญานำทำข้อสอบได้ ดังนี้

- วิชาภาษาไทย คะแนนเต็ม 50 คะแนน ทำข้อสอบได้ 62%
- วิชาภาษาอังกฤษ คะแนนเต็ม 40 คะแนน ทำข้อสอบได้ 75%
- วิชาคณิตศาสตร์ คะแนนเต็ม 60 คะแนน ทำข้อสอบได้ 75%

ญานำทำข้อสอบวิชาใด ได้คะแนนน้อยที่สุด เพราะเหตุใด

วิธีทำ

• วิชาภาษาไทย คะแนนเต็ม 50 คะแนน ทำข้อสอบได้ 62% ✓

$$\text{คะแนนเต็ม 50 คิดเป็น } \frac{62 \times 50}{100}$$

ดังนั้น ญานำ สอบ วิชาภาษาไทย ได้ 31 คะแนน ✓

• วิชาภาษาอังกฤษ คะแนนเต็ม 40 คะแนน ทำข้อสอบได้ 75% ✓

$$\text{คะแนนเต็ม 40 คิดเป็น } \frac{75 \times 40}{100} = 30$$

ดังนั้น ญานำ สอบ วิชาภาษาอังกฤษ ได้ 30 คะแนน ✓

• วิชาคณิตศาสตร์ คะแนนเต็ม 60 คะแนน ทำข้อสอบได้ 75% ✓

$$\text{คะแนนเต็ม 60 คิดเป็น } \frac{75 \times 60}{100} = 45$$

ดังนั้น ญานำ สอบ วิชาคณิตศาสตร์ ได้ 45 คะแนน 1 ✓

ตอบ ญานำทำข้อสอบคณิตศาสตร์ ได้มากที่สุด ญานำทำข้อสอบวิชาภาษาไทย กับวิชาภาษาอังกฤษ ได้ น้อยกว่า 1 ✓

ภาพที่ 4 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องสมบูรณ์

ชื่อ..... ๓.๗. สิริภัสร์ เต็มประโคน ชั้น ๗.๖ เลขที่ 22

แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 2

คำชี้แจง : ในแต่ละข้อต่อไปนี้ให้นักเรียนแสดงวิธีทำ พร้อมทั้งบอกเหตุผลโดยละเอียด

1. ลิซ่าทำข้อสอบ 3 วิชา คือ วิชาภาษาไทย วิชาภาษาอังกฤษ และวิชาคณิตศาสตร์ โดยลิซ่าทำข้อสอบได้ดังนี้

- วิชาภาษาไทย คะแนนเต็ม 60 คะแนน ทำข้อสอบได้ 55%
- วิชาภาษาอังกฤษ คะแนนเต็ม 40 คะแนน ทำข้อสอบได้ 65%
- วิชาคณิตศาสตร์ คะแนนเต็ม 50 คะแนน ทำข้อสอบได้ 54%

ลิซ่าทำข้อสอบวิชาใด ได้คะแนนมากที่สุด เพราะเหตุใด

วิธีทำ

- คะแนนภาษาไทยเต็ม 100 คะแนน คิดเป็น 55 คะแนน ✓
 คะแนนภาษาไทยเต็ม 60 คิดเป็น $55 \times 60 = 33$ คะแนน ✓
 ดังนั้นลิซ่าทำข้อสอบวิชาภาษาไทยได้ 33 คะแนน ✓

- คะแนนภาษาอังกฤษเต็ม 100 คะแนน คิดเป็น 65 คะแนน ✓
 คะแนนภาษาอังกฤษเต็ม 40 คิดเป็น $65 \times 40 = 26$ คะแนน ✓
 ดังนั้นลิซ่าทำข้อสอบวิชาภาษาอังกฤษได้ 26 คะแนน ✓

- คะแนนคณิตศาสตร์เต็ม 100 คะแนน คิดเป็น 54 คะแนน ✓
 คะแนนคณิตศาสตร์เต็ม 50 คิดเป็น $54 \times 50 = 27$ คะแนน ✓
 ดังนั้นลิซ่าทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ได้ 27 คะแนน ✓

ตอบ ลิซ่าทำข้อสอบวิชาภาษาไทยได้มากที่สุด
 เพราะ ในกรณีที่ข้อสอบหรือเปอร์เซ็นต์แล้ว วิชาภาษาไทยได้คะแนนมากที่สุด

ภาพที่ 5 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องสมบูรณ์

ชื่อ...ร.ช. รัชชาชนกชนก มิ่งประไพโคต ชั้นป. 6 เลขที่...8

แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หน้าที่ 1

1. ญาญาทำข้อสอบ 3 วิชา คือ วิชาภาษาไทย วิชาภาษาอังกฤษ และวิชาคณิตศาสตร์ โดยญาญาทำข้อสอบได้ ดังนี้

- วิชาภาษาไทย คะแนนเต็ม 50 คะแนน ทำข้อสอบได้ 62%
- วิชาภาษาอังกฤษ คะแนนเต็ม 40 คะแนน ทำข้อสอบได้ 75%
- วิชาคณิตศาสตร์ คะแนนเต็ม 60 คะแนน ทำข้อสอบได้ 75%

ญาญาทำข้อสอบวิชาใด ได้คะแนนน้อยที่สุด เพราะเหตุใด

วิธีทำ

วิชาภาษาไทย เต็ม 100 คะแนน ทำข้อสอบได้ 62%
คะแนนวิชาภาษาไทย 50 คิดเป็น $\frac{62 \times 50}{100} = 31$ คะแนน

ดังนั้น ญาญา สอบวิชาภาษาไทยได้ 31 คะแนน

วิชาภาษาอังกฤษ 100 คะแนน ทำข้อสอบได้ 75%
คะแนนวิชาภาษาอังกฤษ คิดเป็น $\frac{75 \times 40}{100} = 30$

ดังนั้น ญาญา สอบวิชาภาษาอังกฤษ 30 คะแนน

วิชาคณิตศาสตร์ 100 คะแนน ทำข้อสอบได้ 75%
คะแนนวิชาคณิตศาสตร์ คิดเป็น $\frac{75 \times 60}{100} = 45$

ดังนั้น ญาญา สอบวิชาคณิตศาสตร์ได้ 45 คะแนน

ตอบ ญาญา ได้คะแนนวิชาภาษาอังกฤษน้อยที่สุด เพราะ = 30 คะแนน

ภาพที่ 6 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
ที่มีข้อผิดพลาด ข้อที่ 1

จากภาพแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีข้อบกพร่องในการแสดงเหตุผลได้ไม่ครบถ้วน ซึ่งที่ถูกต้องคือ ญาญาได้คะแนนวิชาภาษาอังกฤษน้อยที่สุด เพราะ เมื่อเรียงลำดับคะแนนจากมากไปน้อย จะได้วิชาคณิตศาสตร์ ภาษาไทย และภาษาอังกฤษ นั่นคือ วิชาที่ได้คะแนนน้อยสุด คือ วิชาภาษาอังกฤษ

ดังนั้นนักเรียนจะได้คะแนน 2 คะแนนเนื่องจากแสดงวิธีทำ และสรุปตอบได้ถูกต้อง แต่มีการอธิบายอ้างอิงเสนอแนวคิดประกอบไม่สมเหตุสมผล

ชื่อ ๑. กุญญา ๕๖๑๖๖๗๗ ชั้น ป.๖ เลขที่ 18

2. ร้านนิตขายหนังสือ ชุด ปรีศนาสายลับ ราคา 900 บาท และมีป้ายลดราคา 15% ร้านหน้อยขายหนังสือ ชุด ปรีศนาสายลับ ราคา 840 บาท และมีป้ายลดราคา 10% ถ้าแม่ต้องการไปซื้อหนังสือชุดนี้ ควรไปซื้อร้านใด เพราะเหตุใด

วิธีทำ

• ร้านนิต

หมายเหตุ: ป้ายลดราคา ลดราคา 15% ราคาที่คิด 100-15 = 85 บาท
 ราคาเดิม 100 คิดในราคา 85 บาท
 ราคาเดิม 900 บาท คิดในราคา $900 \times \frac{85}{100} = 765$ บาท

• ร้านหน้อย

หมายเหตุ: ป้ายลดราคา ลดราคา 10% ราคาที่คิด 100-10 = 90 บาท
 ราคาเดิม 100 คิดในราคา 90 บาท
 ราคาเดิม 840 บาท คิดในราคา $840 \times \frac{90}{100} = 756$ บาท

ตอบ... ควรไปซื้อที่ร้านหน้อย เพราะ ร้านของหน้อยมีราคาถูกกว่าร้านนิต 8 บาท

ภาพที่ 7 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
ที่มีข้อผิดพลาด ข้อที่ 2

จากภาพแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีข้อบกพร่องในการให้เหตุผลที่ผิด อาจเพราะนักเรียนบกพร่องในการลบ หรือขาดการตรวจสอบคำตอบ ซึ่งที่ถูกต้องคือ ร้านของหน้อยมีราคาถูกกว่าร้านของนิต 9 บาท

ดังนั้นนักเรียนจะได้คะแนน 2 คะแนนเนื่องจากแสดงวิธีทำ และสรุปตอบได้ถูกต้อง แต่มีการอธิบายอ้างอิงเสนอแนวคิดประกอบไม่สมเหตุสมผล

ชื่อ ด.ช. พณิณห์ คำประวิทย์ ชั้น ป.6 เลขที่ 6

3. ฟ้า แพรว และโอม ลงสมัครเลือกตั้งประธานนักเรียน มีผู้มาใช้สิทธิในการเลือกตั้งทั้งหมด 492 คน อัตราส่วนของจำนวนคนที่เลือก ฟ้า ต่อ แพรว เป็น 4 : 3 และอัตราส่วนของจำนวนคนที่เลือก แพรว ต่อ โอม เป็น 5 : 2 อยากทราบว่าใครได้รับคะแนนมากที่สุด เพราะเหตุใด

วิธีทำ

- อัตราส่วนของจำนวนคนที่เลือก ฟ้า ต่อ แพรว เป็น 4:3 ✓
- อัตราส่วนของจำนวนคนที่เลือก แพรว ต่อ โอม เป็น 5:2 ✓
- จะได้อัตราส่วนจำนวนคนที่เลือก ฟ้า ต่อ แพรว เป็น $4 \times 5 : 3 \times 5 = 20 : 15$ ✓
- แล้วอัตราส่วนของจำนวนคนที่เลือก แพรว ต่อ โอม เป็น $5 \times 3 : 2 \times 3 = 15 : 6$ ✓
- ดังนั้น อัตราส่วนของจำนวนคนที่เลือก ฟ้า ต่อ แพรว ต่อ โอม คือ $20 : 15 : 6$ ✓

แบ่งออก $20 + 15 + 6 = 41$ และ $492 \div 41 = 12$ ✓
 จะได้ จำนวนคนที่เลือกฟ้า คือ $20 \times 12 = 240$ คน ✓ **1**
 จำนวนคนที่เลือกแพรว คือ $15 \times 12 = 180$ คน ✓
 จำนวนคนที่เลือกโอม คือ $6 \times 12 = 72$ คน ✓

ตอบ ~~9~~ สามารถเปรียบเทียบคะแนนของทั้งสามคนจนมากที่สุด ฟ้า แพรว โอม **1** ✓

ภาพที่ 8 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
 ที่มีข้อผิดพลาด ข้อที่ 3

จากภาพแสดงให้เห็นถึงนักเรียนไม่สรุปคำตอบของคำถาม แต่มีเพียงการให้เหตุผลประกอบ ซึ่งนักเรียนต้องสรุปตอบว่า ฟ้ามียะแนนจากการเลือกตั้งมากที่สุด

ดังนั้นนักเรียนจะได้คะแนน 2 คะแนนเนื่องจากแสดงวิธีทำ และให้เหตุผลได้ถูกต้อง แต่ไม่มีการสรุปคำตอบจากข้อคำถาม

ชื่อ...จ. ธีรพงศ์ ศรีมงคล ชั้น...จ.6 เลขที่... 4

4. เค บুমและกาย ได้สร้างแบบจำลองการเดินทางของบ้านตัวเองมาที่โรงเรียน โดยใช้อัตราส่วน ดังนี้
 บ้านของเค อยู่ห่างจากโรงเรียน 3 เซนติเมตร โดยใช้มาตราส่วน 12 เซนติเมตร : 16 เมตร
 บ้านของบุม อยู่ห่างจากโรงเรียน 4 เซนติเมตร โดยใช้มาตราส่วน 2 เซนติเมตร : 8 เมตร
 บ้านของกาย อยู่ห่างจากโรงเรียน 3.5 เซนติเมตร โดยใช้มาตราส่วน 1 เซนติเมตร : 4 เมตร
 อยากทราบว่าบ้านของใครอยู่ห่างจากโรงเรียนน้อยที่สุด เพราะเหตุใด

วิธีทำ
 บ้านของเค อยู่ห่างจากโรงเรียน 3 เซนติเมตร โดยใช้มาตราส่วน 12 เซนติเมตร : 16 เมตร
 $12 \div 4 \text{ ซม.} : 16 \div 4 \text{ ม.} = 3 \text{ ซม.} : 4 \text{ ม.}$
 บ้านของบุม อยู่ห่างจากโรงเรียน 4 เซนติเมตร โดยใช้มาตราส่วน 2 เซนติเมตร : 8 เมตร
 $2 \times 2 \text{ ซม.} : 4 \times 2 \text{ ม.} = 4 \text{ ซม.} : 8 \text{ ม.}$
 บ้านของกาย อยู่ห่างจากโรงเรียน 3.5 เซนติเมตร โดยใช้มาตราส่วน 1 เซนติเมตร : 4 เมตร
 $1 \times 3.5 \text{ ซม.} : 4 \times 3.5 \text{ ม.} = 3.5 \text{ ซม.} : 14 \text{ ม.}$

ตอบ...บ้านของบุม เพราะ...บ้านของเค และ กาย

ภาพที่ 9 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
 ที่มีข้อผิดพลาด ข้อที่ 4

จากภาพแสดงให้เห็นถึงการสรุปตอบของข้อคำถาม และความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนที่มีข้อบกพร่องในการวิเคราะห์โจทย์ เนื่องจากคำถามระบุว่าให้หาบ้านของบุคคลที่อยู่ห่างจากโรงเรียนน้อยที่สุด แต่นักเรียนสรุปตอบชื่อบุคคลที่อยู่ห่างจากโรงเรียนมากที่สุด ทำให้การให้เหตุผลประกอบคำตอบไม่สมเหตุสมผลเช่นกัน

ดังนั้นนักเรียนจะได้คะแนน 1 คะแนนเนื่องจากแสดงวิธีทำถูกต้อง แต่การสรุปตอบไม่ถูกต้อง และการอธิบายอ้างอิงเสนอแนวคิดประกอบไม่สมเหตุสมผล

จากผลการวิจัย พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานดั่งที่กล่าวมานั้น สอดคล้องกับ ณัฐวุฒิ พิมชาติ (2559) ที่ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E ร่วมกับคำถามปลายเปิดที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัย พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E ร่วมกับคำถามปลายเปิดมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มที่ได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิดมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับ สุธัญชญา บุตรวิเชียร (2551) ที่ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการให้เหตุผลและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์เรื่องโจทย์ปัญหาอัตราส่วน และร้อยละของนักเรียนระหว่างการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบฮิวริสติกส์และการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามคู่มือครู กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัย พบว่านักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบฮิวริสติกส์มีความสามารถในการให้เหตุผลสูงกว่านักเรียนเรียนรู้อตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ทั้งนี้ เนื่องจากแต่ละขั้นตอนของการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบฮิวริสติกส์ ทำให้นักเรียนได้รับการพัฒนาในด้านการใช้เหตุผลในเรื่องของการเชื่อมโยงและหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล การวิเคราะห์วิธีการที่จะนำไปสู่เป้าหมายหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ การใช้เหตุผลในการวิเคราะห์และการพิจารณาหาผลสรุปที่ได้ และสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลได้ นอกจากนี้ยังทำให้สามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเองซึ่งใช้ทักษะพื้นฐานการเรียนรู้ที่ศึกษามาเป็นอย่างดี ดังตัวอย่างที่นักเรียนทำหลังได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด และนักเรียนที่ได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ดังต่อไปนี้

ชื่อ ก.ญ. จัณญมา ทมามยุภา ชั้น ป.6 เลขที่ 19

2. ร้านนิตขายหนังสือ ชุด ปริศนาศายลับ ราคา 900 บาท และมีป้ายลดราคา 15% ร้านน้อยขายหนังสือ ชุด ปริศนาศายลับ ราคา 840 บาท และมีป้ายลดราคา 10% ถ้าแมวต้องการไปซื้อหนังสือชุดนี้ ควรไปซื้อร้านใด เพราะเหตุใด

วิธีทำ

- ร้านนิต
 - ขายหนังสือ ชุด ปริศนาศายลับ ราคา 900 บาท
 - มีป้ายลดราคา 15% ราคาที่ซื้อ $100 - 15 = 85$
 - ราคาเดิม 900 บาท ซื้อในราคา 85 บาท
 - ราคาเดิม 900 บาท ซื้อในราคา $\frac{900 \times 85}{100} = 765$
- ร้านน้อย
 - ขายหนังสือ ชุด ปริศนาศายลับ ราคา 840 บาท
 - มีป้ายลดราคา 10% ราคาที่ซื้อ $100 - 10 = 90$
 - ราคาเดิม 840 บาท ซื้อในราคา 90 บาท
 - ราคาเดิม 840 บาท ซื้อในราคา $\frac{840 \times 90}{100} = 756$

ตอบ ควรซื้อที่ร้านน้อย เพราะร้านน้อยราคาถูกกว่าหลังจากลดมาแล้ว
ร้านน้อยขายหนังสือชุดนี้ 9 บาท จึงเลือกซื้อที่ร้านน้อย

ภาพที่ 10 ตัวอย่างในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลอง

ชื่อ มาวินธร พงษ์วิจิตร ชั้น ป.6 เลขที่ 9

2. ร้านนิตขายหนังสือ ชุด ปริศนาศายลับ ราคา 900 บาท และมีป้ายลดราคา 15% ร้านน้อยขายหนังสือ ชุด ปริศนาศายลับ ราคา 840 บาท และมีป้ายลดราคา 10% ถ้าแมวต้องการไปซื้อหนังสือชุดนี้ ควรไปซื้อร้านใด เพราะเหตุใด

วิธีทำ

- ร้านนิต
 - ราคาเดิม 900 บาท
 - มีป้ายลดราคา 15%
 - $\frac{15}{100} \times 900 = 135$ บาท
 - $900 - 135 = 765$ บาท
- ร้านน้อย
 - ราคาเดิม 840 บาท
 - มีป้ายลดราคา 10%
 - $\frac{10}{100} \times 840 = 84$
 - $840 - 84 = 756$ บาท

ตอบ ควรไปซื้อที่ร้านน้อย เพราะร้านน้อยราคาถูกกว่า

ภาพที่ 11 ตัวอย่างในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มควบคุม

จากภาพแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับ การจัดกิจกรรมโดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิดนั้น จะสามารถให้เหตุ

ผลได้ครบถ้วน และสมเหตุสมผลมากกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมแบบปกติ โดยนักเรียนที่ได้ได้รับการจัดกิจกรรมแบบปกติ จะบอกเพียงว่าเพราะร้านน้อยถูกกว่า แต่ไม่ได้ระบุว่าถูกกว่าอย่างไร

ชื่อ... มงคลสิงห์ เทนประโคน ชั้น ๗.6 เลขที่ ๗

3. ฟ้า แพรว และโอม ได้รับเลือกให้เป็นประธานนักเรียน มีผู้มาใช้สิทธิในการเลือกตั้งทั้งหมด 615 คน อัตราส่วนของจำนวนคนที่เลือกฟ้าต่อแพรวเป็น 4 : 3 และอัตราส่วนของจำนวนคนที่เลือกแพรวต่อโอมเป็น 5 : 2 อยากทราบว่าใครได้รับคะแนนมากที่สุด เพราะเหตุใด

วิธีทำ

อัตราส่วนของจำนวนคนที่เลือกฟ้า ต่อ แพรว เป็น 4 : 3
 อัตราส่วนของจำนวนคนที่เลือก แพรวต่อ โอม เป็น 5 : 2
 จะได้อัตราส่วนจำนวนคนที่เลือก ฟ้า ต่อ แพรว เป็น $4 \times 5 : 3 \times 5 = 20 : 15$
 และอัตราส่วนจำนวนคนที่เลือก แพรว ต่อ โอม เป็น $5 \times 3 : 2 \times 3 = 15 : 6$
 ดังนั้น อัตราส่วนของจำนวนคนที่เลือกฟ้า ต่อ โอม คือ $20 : 15 : 6$
 เมื่อรวม $20 + 15 + 6 = 41$ หรือ $615 \div 41 = 15$
 จะได้ จำนวนคนที่เลือกฟ้า คือ $20 \times 15 = 300$ คน
 จำนวนคนที่เลือกแพรว คือ $15 \times 15 = 225$ คน
 จำนวนคนที่เลือกโอม คือ $6 \times 15 = 90$ คน

ตอบ ฟ้า ได้คะแนนมากที่สุด เพราะมีคะแนนมากกว่า แพรว และ โอม

ภาพที่ 12 ตัวอย่างในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลอง

ชื่อ... อ.น.กรวิ สุทธิรักษ์ ชั้น ๗.6 เลขที่ ๘

3. ฟ้า แพรว และโอม ได้รับเลือกให้เป็นประธานนักเรียน มีผู้มาใช้สิทธิในการเลือกตั้งทั้งหมด 615 คน อัตราส่วนของจำนวนคนที่เลือกฟ้าต่อแพรวเป็น 4 : 3 และอัตราส่วนของจำนวนคนที่เลือกแพรวต่อโอมเป็น 5 : 2 อยากทราบว่าใครได้รับคะแนนมากที่สุด เพราะเหตุใด

วิธีทำ

คะแนน อัตราส่วน $20 : 15 : 6$
 $= 4 : 3$
 เมื่อรวม $20 + 15 + 6 = 41$
 $615 \div 41 = 15$
 ฟ้า : 11 แพรว : 10 โอม
 $4 \times 5 : 3 \times 5 : 2 \times 3$
 $20 : 15 : 6$

ฟ้า : 11 แพรว : 10 โอม
 4 : 3 : 5 : 2

จำนวนคนที่เลือกทั้งหมด 304
 ฟ้า : 11 แพรว : 10 โอม
 $20 \times 15 : 15 \times 15 : 6 \times 15$
 $300 : 225 : 90$

ตอบ ฟ้า ได้คะแนนมากที่สุด เพราะ ได้คะแนน 300 คน

ภาพที่ 13 ตัวอย่างในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มควบคุม

จากภาพแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมโดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิดนั้น จะสามารถให้เหตุผลได้ครบถ้วน และสมเหตุสมผลมากกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมแบบปกติ โดยนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมแบบปกติ จะบอกเพียงว่าเพราะได้คะแนน 300 คะแนน แต่ไม่ได้ระบุว่ามากกว่าอย่างไรบ้าง

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิดไว้ 4 ขั้นดังนี้ คือ 1. ขั้นสร้างความสัมพันธ์ เป็นขั้นทำความเข้าใจปัญหาที่เป็นขั้นที่ช่วยให้ผู้แก้ปัญหาเข้าใจปัญหาได้ โดยครูมีการใช้คำถามปลายเปิดเพื่อให้นักเรียนอาศัยการสำรวจตรวจค้นโดยเชื่อมโยงปัญหาใหม่กับปัญหาที่เคยพบ 2. ขั้นพิจารณาการแก้ปัญหาเป็นขั้นที่ให้นักเรียนเริ่มใช้ความคิดเกี่ยวกับการสำรวจตรวจสอบเพื่อหาแนวทางในการหาคำตอบ โดยไม่ยึดติดกับขั้นตอนเดิม ๆ โดยครูมีการใช้คำถามปลายเปิดเพื่อกระตุ้นแนวคิดของนักเรียน 3. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาและตรวจสอบ เป็นขั้นที่ให้นักเรียนประเมินการคิดของตนเองเพื่อแก้ปัญหา และครูมีการใช้คำถามปลายเปิดเพื่อให้นักเรียนได้ประเมินคำตอบอย่างรอบคอบ 4. ขั้นสื่อสารและต่อยอด เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละคนแลกเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาของตนเองกับเพื่อนคนอื่น ๆ และอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับวิธีการและคำตอบที่เป็นไปได้ และมีการสำรวจตรวจสอบประเด็นที่เจาะลึกเพิ่มเติม โดยครูจะใช้คำถามปลายเปิดที่มีความหลากหลายของคำตอบ เพื่อให้นักเรียนได้คิด วิเคราะห์เพื่อเข้าใจโครงสร้างของความรู้เพิ่มเติม โดยผู้สอนเตรียมคำถามปลายเปิดที่หลากหลายให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดวิเคราะห์อย่างอิสระ โดยผู้เรียนมีการอธิบายเหตุผลประกอบคำตอบได้ถูกต้อง ซึ่งผู้สอนคอยตอบข้อสงสัยและเดินสังเกตดูว่านักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ที่ได้รับไปใช้ได้ต่อยอดถูกต้องหรือไม่ เพื่อประเมินว่านักเรียนบรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งพบว่าตั้งแต่ขั้นที่ 1 นักเรียนได้มีการศึกษาตัวอย่างและตอบคำถามปลายเปิดเพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมกับปัญหาใหม่ที่เจอได้อย่างหลากหลายแนวทาง ทำให้นักเรียนมีการฝึกการคิดวิเคราะห์ให้เหตุผลและสังเกตเปรียบเทียบเพื่อหาลักษณะร่วมของตัวอย่างที่นำเสนอและปัญหาใหม่ที่พบ ส่วนในขั้นที่ 2 และ 3 พบว่า นักเรียนได้รวบรวมความคิดเพื่อหาแนวทางในการหาคำตอบ โดยนักเรียนยังมีการได้ตรวจสอบคำตอบของตนเองอย่างมีเหตุผล โดยคุณครูจะคอยใช้คำถามปลายเปิดในการช่วยให้นักเรียนได้คิด วิเคราะห์ว่าคำตอบนั้นถูกต้องแล้วหรือไม่ ในขั้นที่ 4 นักเรียนนำมีการนำเสนอแลกเปลี่ยนวิธีการของตนเองกับเพื่อน ๆ พร้อมทั้งแสดงเหตุผลในการสรุป ต่อเพื่อน ๆ และครูผู้สอนเพื่อหาข้อสรุปที่ถูกต้องร่วมกัน ทำให้นักเรียนสามารถให้เหตุผลในคำตอบของตนเองได้ถูกต้องยิ่งขึ้น

5. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน และหลังเรียน 2 สัปดาห์ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หมายความว่านักเรียนมีความ

คงทนในการเรียนรู้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์นี้ ครูและนักเรียนจะได้ร่วมกันส่งเสริมให้เกิดการคิดการสำรวจตรวจค้น และการตรวจสอบ โดยเน้นให้นักเรียนใช้คำถามต่าง ๆ ด้วยตนเอง ต่อเนื่องจากคำถามของครู และขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียน จะส่งเสริมให้นักเรียนรู้สาเหตุของปัญหาและการแก้ปัญหา โดยนักเรียนจะต้องดำเนินการทั้งการแก้ปัญหาแบบเดิมที่เคยใช้การใช้กฎหลักการและทฤษฎีเชื่อมโยงกับการใช้วิธีการใหม่ ๆ การตั้งคำถามใหม่จนสามารถสร้างแบบจำลองความคิดทางคณิตศาสตร์รูปแบบใหม่ของนักเรียนเอง อีกทั้งขั้นสื่อสารและต่อยอด เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละคนแลกเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาของตนเองกับเพื่อนคนอื่น ๆ และอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับวิธีการและคำตอบที่เป็นไปได้ และมีการสำรวจตรวจสอบประเด็นที่เจาะลึกเพิ่มเติม ทำให้สามารถเกิดความรู้ที่คงทนและยั่งยืนได้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเพื่อการนำไปใช้

1.1 การจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด ครูควรสอนโดยปฏิบัติตามขั้นตอนทั้ง 4 ขั้นอย่างเคร่งครัด ไม่ควรตัดขั้นตอนใดออกในระหว่างการสอน โดยเฉพาะขั้นการใช้คำถาม เพราะจะส่งผลต่อการให้เหตุผลอย่างอิสระของนักเรียนซึ่งต้องการให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ด้วยตนเอง

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด เป็นวิธีการสอนที่ผู้เรียนจะต้องคิดหาคำตอบ และเหตุผลด้วยตนเอง หากผู้เรียนขาดทักษะพื้นฐานในการคิด อาจได้ข้อสรุปที่ไม่ถูกต้องได้ ผู้สอนควรตรวจสอบความรู้พื้นฐานของผู้เรียน ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด เพื่อเป็นการประเมินความรู้ของผู้เรียน

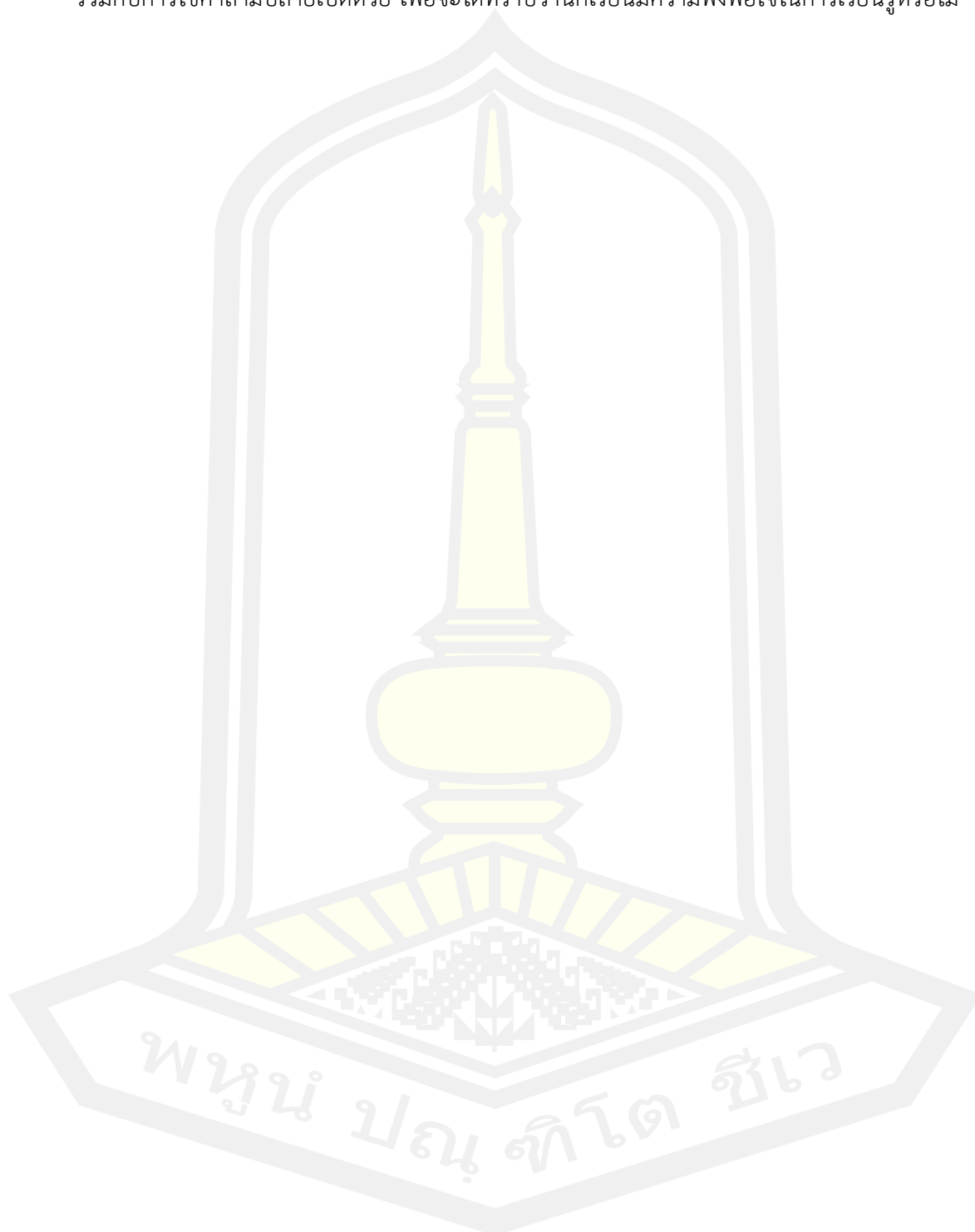
1.3 ครูผู้สอนจะต้องให้โอกาสแก่นักเรียนในการแสดงทักษะการให้เหตุผล และให้เวลาเพียงพอกับการฝึก เพราะการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิดนั้นต้องใช้เวลาอีกพอสมควรสำหรับนักเรียนในการเรียนรู้

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ศึกษาการพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิดในเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ เช่น ความน่าจะเป็น เส้นขนาน เป็นต้น

2.2 ศึกษาการพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิดที่ส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านอื่น ๆ เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร การเชื่อมโยง หรือความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นต้น

2.3 ศึกษาความพึงพอใจในการจัดการการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์
ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิดด้วย เพื่อจะได้ทราบว่านักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนรู้หรือไม่



บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2544). สังเคราะห์งานวิจัย เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ.
- กรมวิชาการ. (2545). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กรมวิชาการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560). กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- กอบกุล แสงสวาสดี. (2550). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสาระสังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม และความฉลาดทางอารมณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่จัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิกซอร์กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ. มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.
- กุลกาญจน์ สุวรรณรักษ์. (2556). การศึกษาผลสัมฤทธิ์และเจตคติทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่งและการตวง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- เกรียงศักดิ์ จำพรรณ์. (2552). การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ในพื้นที่การศึกษาราชบุรีเขต 2. มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี.
- ขอบใจ สาสีธี. (2545). ผลของการเรียนการสอนโดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จิตติมา ขอบเอียด. (2551). การใช้ปัญหาปลายเปิดเพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- จิมลอน คุณทา. (2557). การปฏิบัติการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยจัดการเรียนรู้ที่

- เน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านหนองขุน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี เขต 3. มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.
- จิตติกรณ์ นาภูมา. (2560). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่อการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง พาราโบลา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์กับแบบปกติ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ณัฐวุฒิ พิมขาลี. (2559). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ ร้อยละ ของนักเรียนเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
- दनัย ถนอมจิตร. (2553). การจัดการเรียนรู้โดยเน้นการใช้คำถามปลายเปิด เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวชิรวิทย์ ฝ่ายมัธยม จังหวัดเชียงใหม่. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน. (2556). เอกสารประกอบการอบรมโครงการบรรยายพิเศษ เรื่อง สถิติเพื่อการวิจัยทางการศึกษาและการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้านการวิจัย. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม : คณะวิทยาศาสตร์.
- นวลทิพย์ นวพันธ์. (2552). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการตั้งและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2546). การพัฒนาการสอน. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2553). การวิจัยเบื้องต้น ฉบับปรับปรุงใหม่. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ปรีฉัตร จันทร์หอม. (2558). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ และโมเดลเมธอดที่มีต่อความสามารถในการคิดเชิงพีชคณิตและความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2544). กิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ปิยะรัตน์ เงาม่อง. (2551). การใช้คำถามปลายเปิดเพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสารภีพิทยาคมจังหวัดเชียงใหม่. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- เพชฌัญญู กิจระการ. (2544). การวิเคราะห์ประสิทธิภาพสื่อและเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา (E1/E2) มหาสารคาม: ภาควิชาการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- พงศธร มหาวิจิตร. (2550). กิจกรรมเสริมสร้างทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์สาระการเรียนรู้

- จำนวนและการดำเนินการและเรขาคณิต. วารสารคณิตศาสตร์, 52(587-589), 47-55.
- พนารัตน์ แซ่มชื่น. (2548). ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง แบบรูปและความสัมพันธ์. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พรณทิพา พรหมรักษ์. (2552). การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการวางนัย ท้าไปเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางพีชคณิตและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2547). ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิดวิธีและเทคนิคการสอน
1. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์.
- ภัทรสินี ภัทรโกศล. (2550). สถิติเพื่อการวิจัยทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ยุพิน พลเรือง. (2557). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี (GSP) ที่เน้นการเชื่อมโยงสู่สถานการณ์จริง. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2530). การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ระพีพัฒน์ แก้วอำ. (2559). การใช้คำถามปลายเปิดในการสอนคณิตศาสตร์. วารสารศรีนครินทรวิโรฒวิจัยและพัฒนา (สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์), 8 (15), 206-211.
- โรงเรียนบ้านหลัก. (2560-2562). รายงานการประเมินตนเองของสถานศึกษา(SAR). บุรีรัมย์: กลุ่มงานบริหารวิชาการ โรงเรียนบ้านหลัก.
- เลิศ สิทธิโกศล. (2540). คณิตศาสตร์พื้นฐาน. กรุงเทพฯ: สกายบุ๊ก.
- วรนารถ อยู่สุข. (2555). การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์. สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วาโร เพ็งสวัสดิ์. (2551). วิธีวิทยาการวิจัย. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วิสุดา รักชู. (2547). การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดระนอง. มหาวิทยาลัยทักษิณ.

- วีระพันธ์ สิทธิพงษ์. (2540). ปรัชญาอาชีวศึกษาและเทคนิคศึกษา. กรุงเทพฯ : เอ.พีกราฟฟิคดีไซน์และการพิมพ์.
- เวชฤทธิ์ อังกะนภัทรขจร. (2555). ครบเครื่องเรื่องควรรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์: หลักสูตรการสอนและการวิจัย. กรุงเทพฯ: จรัสสินทวงศ์การพิมพ์.
- ศศิธร แม้นสงวน. (2556). พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ 2. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ศิวริน เกณทวี. (2557). การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบฮิวริสติกส์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.
- ศุภราช วสุรัตน์. (2563). การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบฮิวริสติกส์ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์และทักษะการคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วิทยานิพนธ์ คุรุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการการเรียนรู้, มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2547). การให้เหตุผลในวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: เอส.พี.เอ็น. การพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: คิวมีเดีย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560). กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2546). การวัดผลการศึกษา. กภาพสินธุ์: ประสานการพิมพ์.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2549). การวัดผลทางการศึกษา. กภาพสินธุ์: ประสานการพิมพ์.
- สมบัติ ท้ายเรือคำ. (2555). ระเบียบวิธีวิจัยสำหรับมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สาคร แสงผิ้ง. (2546). คู่มือการใช้งานโปรแกรม *B-Index & Non Zero-One Method Item Analysis*. เชียงใหม่: สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเชียงใหม่ เขต 1.
- สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2. (2560-2562). ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ (O-NET) Retrieved September, 1, 2021, from <https://www.br2.go.th>
- สำนักทดสอบทางการศึกษา. (2546). แนวทางการประเมินผลด้วยทางเลือกใหม่. กรุงเทพฯ: ครูสภาลาดพร้าว.
- สุรัญชนา บุตรวิเชียร. (2551). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการให้เหตุผล และ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์เรื่องโจทย์ปัญหาอัตราส่วน และร้อยละของนักเรียนระหว่างการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบฮิวริสติกส์และการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามคู่มือครู.

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

อัมพร ม้าคนอง. (2546). คณิตศาสตร์: การสอนและการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัมพร ม้าคนอง. (2553). ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัมพร ม้าคนอง. (2554). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

(PRISM), P. f. R. I. i. S. a. M. (2001). *Open Response Questioning Strategies*. Retrieved August 7, 2021, from <http://www.muuraystate.edu/prism/openrpl.htm>

Artzt, A. F., & Yaloz-Femia, S. (1999). Mathematical reasoning during small-group problem solving. *Developing mathematical reasoning in grades K-12*, 61, 115.

Becker, J. P., & Shimada, S. (1997). *The Open-Ended Approach: A New Proposal for Teaching Mathematics*. ERIC.

Brandt, R. (1984). Teaching of thinking, for thinking, about thinking. *Educational Leadership*, 42(1), 3.

Cai, J., Jakabcsin, M. S., & Lane, S. (1996). Assessing students' mathematical communication. *School Science and Mathematics*, 96(5), 238-246.

California state department of education. (1989). *California state department of education*. Retrieved February 9, 2020, from http://www.intranet.cps.k12.il.us/Assessments/Ideas_and_Rubrics/Rubric_Bank/MathRubrics.pdf

Callahan, J. F., Clark, L. H., & Kellough, R. D. (1998). *Teaching in the middle and secondary schools*. Prentice Hall.

Eysenck, H. J., Arnold, W., & Meili, R. (1979). *Encyclopedia of psychology*. Seabury Press.

Floyd, C. (2002). *Problem solving as a strategy for learning mathematics*. Retrieved July 29, 2021, from <http://www.mtsu.edu>

Foong, P. Y. (1998). *Using Short Open-ended Mathematics Questions to Promote Thinking and Understanding*. National Institute. Retrieved August 7, 2021, from <http://math.unipa.it/>

Garnett, K. F. (1990). *Developing heuristics in the mathematics problem-solving*

processes of sixth-grade children: a nonconstructivist teaching experiment.

University of South Florida.

Greenwood, J. J. (1993). On the nature of teaching and assessing “mathematical power” and “mathematical thinking”. *The Arithmetic Teacher*, 41(3), 144-152.

Hasanah, A., & Karyati, K. (2018). The use of open ended problem in developing mathematical reasoning ability of junior high school students on geometry. International Conference on Mathematics and Science Education of Universitas Pendidikan Indonesia,

Hoon, T. S., Kee, K. L., & Singh, P. (2013). Learning Mathematics Using Heuristic Approach. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 90, 862-869.

James, J. (1981). *Problem solving behaviour and attitude of prospective elementary teachers with a history of math avoidance as a function of heuristics and discussion*. Retrieved August 5, 2021, from <http://thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp>

Katretchko. (1971). *Logic and philosophy: Between logic and heuristic*. Retrieved August 5, 2021, from <http://www.bu.edu/wcp/Papers/Logi/LogiKatr.htm>

Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1988). *Problem Solving: A Handbook for Elementary School Teachers*. ERIC.

Lappan, G. (1989). Communication and reasoning: Critical dimensions of sense making in mathematics. 1989 yearbook of the National Council of Teachers of Mathematics, 14-30.

Lipman, J. a. C., F. (1980). *Affective pathways and representation in mathematical problem solving*. Retrieved August 7, 2021, from http://www.resourcedbs.com/getdb_detail.asp

Malloy, C. (1999). Developing mathematical reasoning in the middle grades recognizing diversity” Developing mathematical reasoning in grades K-12 (Lee V. Stiff, 1999 yearbook editor). *National Council of Teachers of Mathematics, Reston: Virginia*.

Michalewicz, Z., & Fogel, D. B. (2013). *How to solve it: modern heuristics*. Springer Science & Business Media.

Moustakas, C. (1990). *Heuristic research: Design, methodology, and applications*. Sage Publications.

Novak, J. D., Gowin, D. B., & Bob, G. D. (1984). *Learning how to learn*. Cambridge

University press.

Polya, G. (2004). *How to solve it: A new aspect of mathematical method*. Princeton university press.

Prescott, D. A. (1961). *The Child in the Educative Process*. New York: McGraw-Hill Book Company. In: Inc.

Putu Hendra Widiartana, I. (2018). The Effect of Open-Ended Approach Towards Students' Mathematical Reasoning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1028, 12134.

Rowan, T. E., & Morrow, L. J. (1993). *Implementing the K-8 Curriculum and Evaluation Standards: Readings from the Arithmetic Teacher*. *Implementing the K-8 Curriculum and Evaluation Standards*. ERIC.

Sheffield, L., Cruikshank, J., & Douglas, E. (2005). *Teaching and Learning Mathematics: Pre-Kindergarten Through Middle School*, John Wiley&Sons, United States.

Sheffield, L. J. (2002). *Extending the challenge in mathematics: Developing mathematical promise in K-8 students*. Corwin press.

Sheffield, L. J. (2009). *RE: Using the Heuristic for Developing Mathematical Creativity for Thai student*. Retrieved July 29, 2021, from Sheffield@nku.edu

Simon, H. A., & Newell, A. (1971). Human problem solving: The state of the theory in 1970. *American psychologist*, 26(2), 145.

Singh, P., Teoh, S. H., Cheong, T. H., Rasid, N. S. M., Kor, L. K., & Nasir, N. A. M. (2018). The use of problem-solving heuristics approach in enhancing STEM students development of mathematical thinking. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 13(3), 289-303.

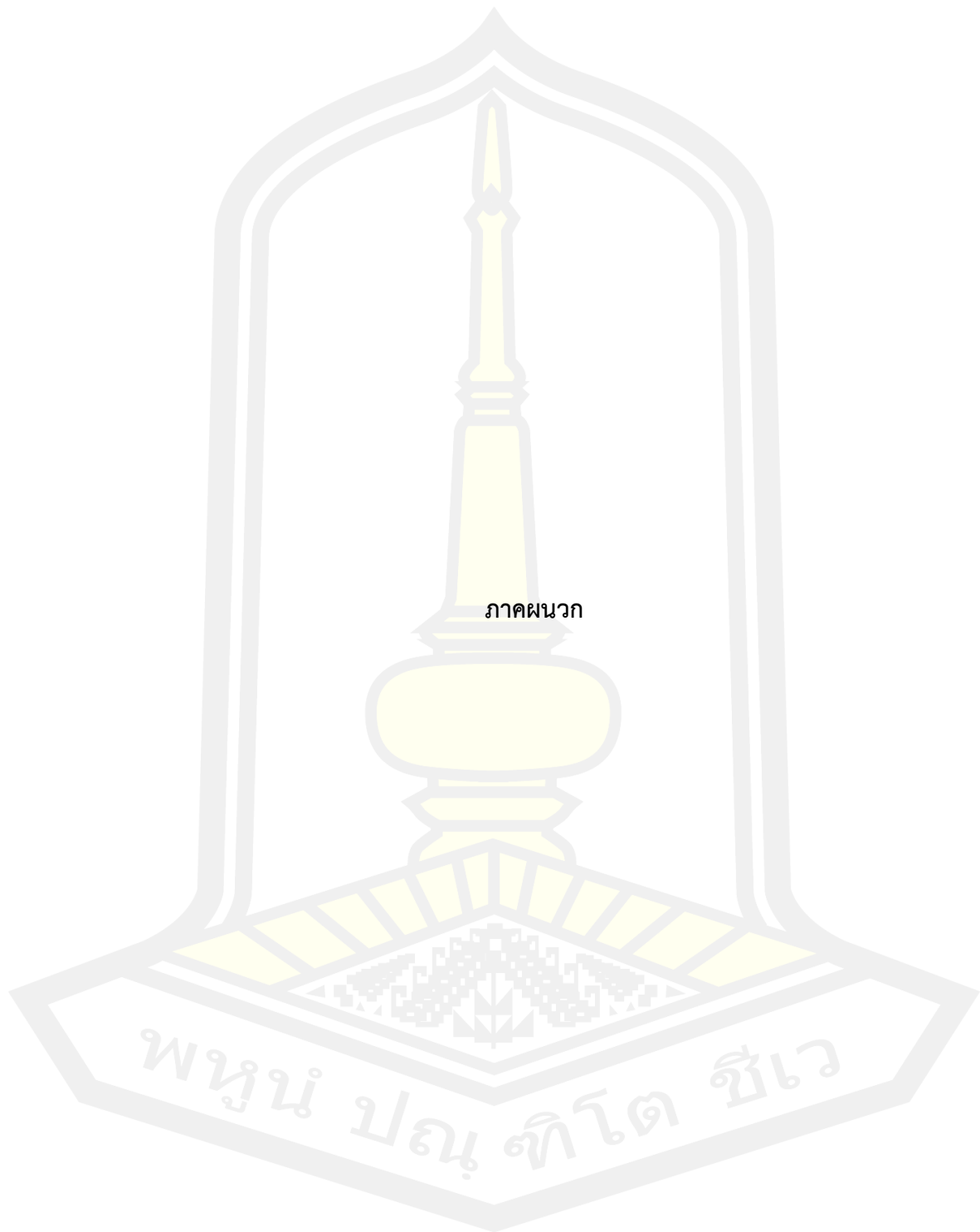
Stenmark, J. K. (1991). *Mathematics Assessment: Myths, Models, Good Questions, and Practical Suggestions*. ERIC.

Stiggins, R. J. (1994). *Student-centered classroom assessment*. Merrill New York.

Tambunan, H. (2018). Impact of heuristic strategy on students' mathematics ability in high order thinking. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 13(3), 321-328.

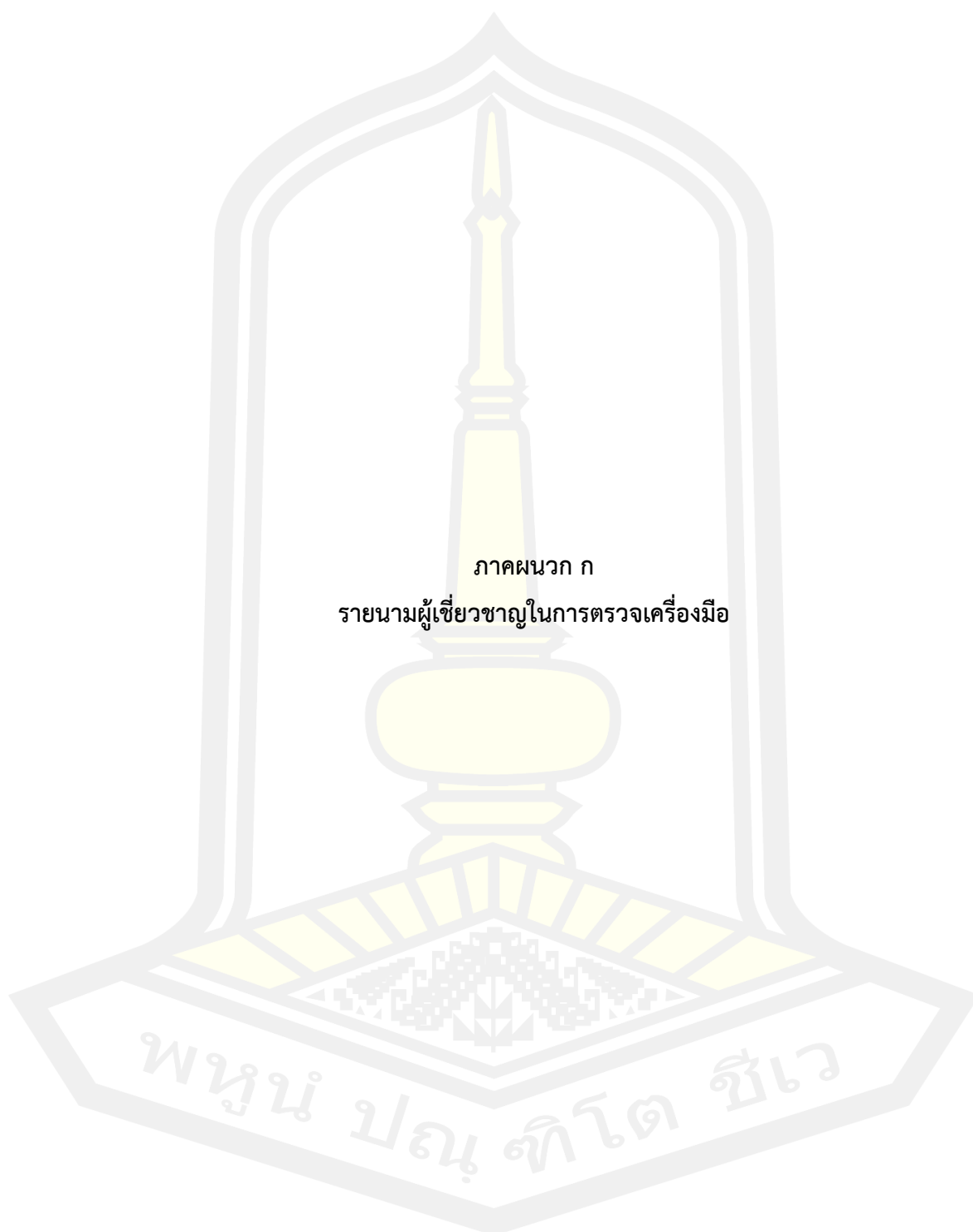
Wilson, J. W. (1971). Evaluation of learning in secondary school mathematics. *Handbook on formative and summative evaluation of student learning*, 646-696.





ภาคผนวก

พหุมนุ ปณฺ ทิโต ชีเว

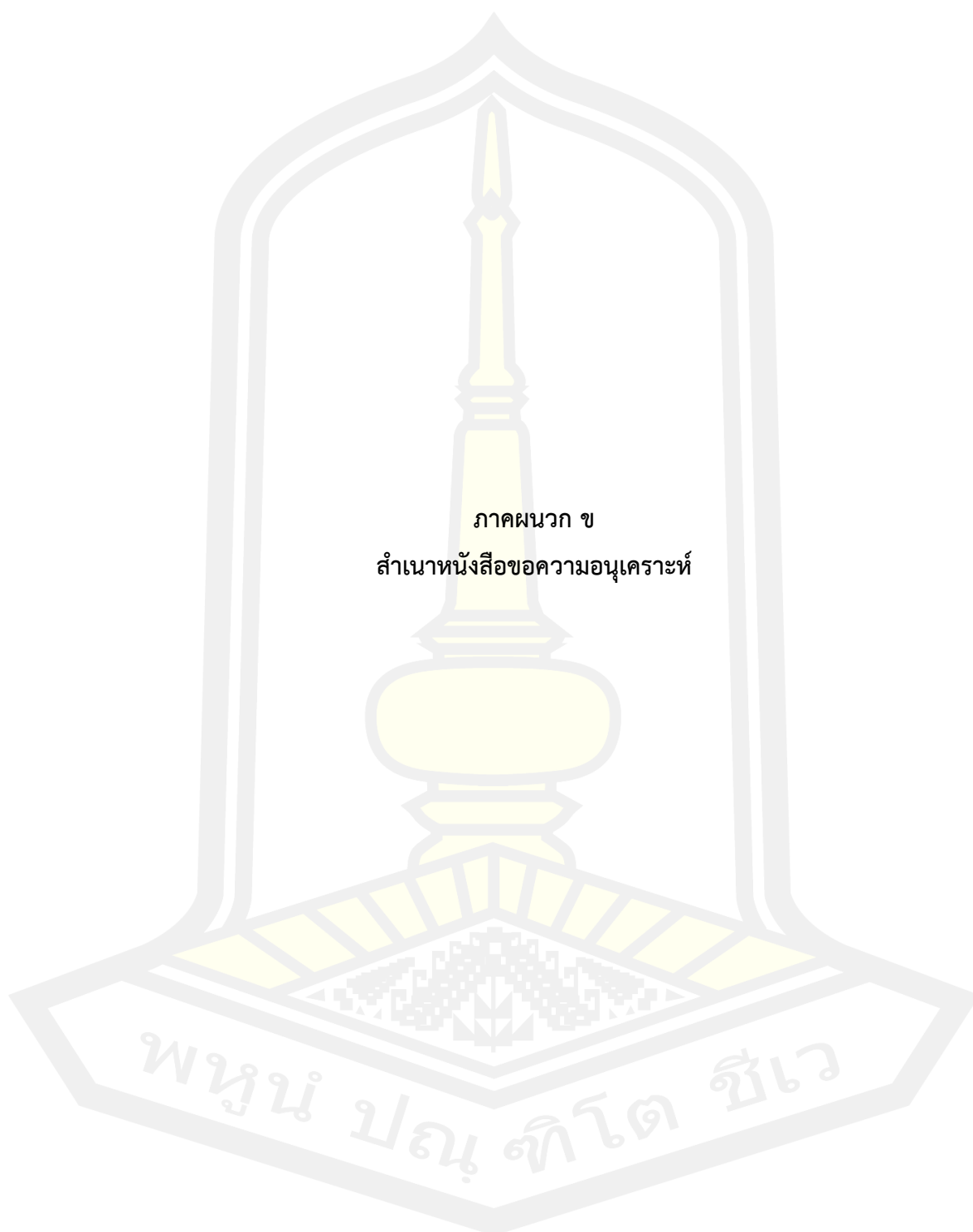


ภาคผนวก ก
รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

1. นางสุภา พันธุ์รัมย์
ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบ้านโคกกกลอย
วุฒិการศึกษา ค.ม. (วิธีวิทยาการวิจัยการศึกษา)
ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัย
2. นายธานินทร์ ช่อยแก้ว
ผู้อำนวยการชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนบ้านร่องคำห่งษ์ทองวิทยา
วุฒิการศึกษา กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา)
ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล
3. นางยุพิน พลเรือง
ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสารคามพิทยาคม
วุฒิการศึกษา วท.ม. (คณิตศาสตร์ศึกษา)
ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์
4. นายอนันท์ บุตรศรีเมือง
ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบ้านถนนโคกใหญ่
วุฒิการศึกษา กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน)
ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์
และด้านแผนการจัดการเรียนรู้
สื่อการเรียนการสอนและนวัตกรรม
5. นางวันทา สุขโสม
ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบ้านถนนโคกใหญ่
วุฒิการศึกษา กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน)
ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์
และด้านแผนการจัดการเรียนรู้
สื่อการเรียนการสอนและนวัตกรรม

พหุ ประถมศึกษา



ภาคผนวก ข
สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์

พหุบัณฑิตวิทยาลัย

ที่ อว ๐๖๐๕.๔(๑)/ว 1๖



คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม ๔๔๑๕๐

๑๐ มกราคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้หนังสือเก็บข้อมูลในการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนชุมชนบ้านโนนเจริญ

ด้วยนางสาวกัญจนพร บุตรศรีเมือง นิสิตระดับปริญญาโท ระบบนอกเวลาราชการ หลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษา
และทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถาม
ปลายเปิดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและ
ร้อยละ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.
คณิตศาสตร์ศึกษา) โดยมีผู้ช่วยศาสตราจารย์ณรงค์ชัย วีริยะพงษ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านในการอนุญาตให้หนังสือเก็บข้อมูล ที่จะใช้ในการทำ
วิจัยครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ปิยะเนตร จันทร์ธีระติกุล)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา
รักษาราชการแทนคณบดีคณะวิทยาศาสตร์

ฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา
โทรศัพท์ / โทรสาร ๐๔๓-๗๕๔๒๔๘

ที่ อว ๐๖๐๕.๔(๑)/ว 1๖



คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม ๔๔๑๕๐

๑๐ มกราคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขออนุมัติขอทุนให้ทุนสนับสนุนการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านหลัก

ด้วยนางสาวกัญจนพร บุตรศรีเมือง นิสิตระดับปริญญาโท ระบบนอกเวลาราชการ หลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษา
และทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำภาพ
ปลายเปิดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและ
ร้อยละ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.
คณิตศาสตร์ศึกษา) โดยมีผู้ช่วยศาสตราจารย์นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านในการอนุญาตให้ทุนสนับสนุน ทุนที่ใช้ในการทำ
วิจัยครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ปิยะเนตร จันทร์ธีระติกุล)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา
รักษาราชการแทนคณบดีคณะวิทยาศาสตร์

ฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา
โทรศัพท์ / โทรสาร ๐๔๓-๗๕๔๒๔๘

ที่ อว ๐๖๐๕.๔(๑)/ว 17



คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม ๔๔๑๕๐

๑๐ มกราคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน นางวันทา สุขโสม ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนชุมชนบ้านโนนเจริญ

ด้วยนางสาวกัญจนพร บุตรศรีเมือง นิสิตระดับปริญญาโท ระบบนอกเวลาราชการ หลักสูตร วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษา และทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถาม ปลายเปิดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและ ร้อยละ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม. คณิตศาสตร์ศึกษา) โดยมีผู้ช่วยศาสตราจารย์นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ เชี่ยวชาญ และมีประสบการณ์ใน ด้านนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ ที่จะใช้ในการ ทำวิจัยครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ปิยะเนตร จันทร์ธีระติกุล)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา
รักษาราชการแทนคณบดีคณะวิทยาศาสตร์

ฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา
โทรศัพท์ / โทรสาร ๐๔๓-๗๕๔๒๔๘

ที่ อว ๐๖๐๕.๔(๑) / ว 17



คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม ๔๔๑๕๐

๑๐ มกราคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน นางยุพิน พลเรือง ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสารคามพิทยาคม

ด้วยนางสาวกัญจนพร บุตรศรีเมือง นิสิตระดับปริญญาโท ระบบนอกเวลาราชการ หลักสูตร
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษา
และทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบอภิปรัชญีสู่ร่วมกับการใช้คำถาม
ปลายเปิดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและ
ร้อยละ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.
คณิตศาสตร์ศึกษา) โดยมีผู้ช่วยศาสตราจารย์นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ เชี่ยวชาญ และมีประสบการณ์ใน
ด้านนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ ที่จะใช้ในการ
ทำวิจัยครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ปิยะเนตร จันทร์ดิระติกุล)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา
รักษาราชการแทนคณบดีคณะวิทยาศาสตร์

ฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา
โทรศัพท์ / โทรสาร ๐๔๓-๗๕๔๒๔๘

ที่ อว ๐๖๐๕.๔(๑)/ว 17



คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม ๔๔๑๕๐

๑๐ มกราคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน นายธานินทร์ ข่อยแก้ว ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านร่องคำห่งษ์ทองวิทยา

ด้วยนางสาวกัญจนพร บุตรศรีเมือง นิสิตระดับปริญญาโท ระบบนอกเวลาราชการ หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบอิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม. คณิตศาสตร์ศึกษา) โดยมีผู้ช่วยศาสตราจารย์นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ เชี่ยวชาญ และมีประสบการณ์ในด้านนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ ที่จะใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ปิยะเนตร จันทร์ดิระติกุล)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา
รักษาราชการแทนคณบดีคณะวิทยาศาสตร์

ฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา
โทรศัพท์ / โทรสาร ๐๔๓-๗๕๔๒๔๘

ที่ อว ๐๖๐๕.๔(๑)/ว 17



คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม ๔๔๑๕๐

๑๐ มกราคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน นายอนันต์ บุตรศรีเมือง ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบ้านถนนโคกใหญ่

ด้วยนางสาวกัญจนพร บุตรศรีเมือง นิสิตระดับปริญญาโท ระบบนอกเวลาราชการ หลักสูตร
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษา
และทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถาม
ปลายเปิดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและ
ร้อยละ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.
คณิตศาสตร์ศึกษา) โดยมีผู้ช่วยศาสตราจารย์นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ เชี่ยวชาญ และมีประสบการณ์ใน
ด้านนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ ที่จะใช้ในการ
ทำวิจัยครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ปิยะเนตร จันทร์ธีระติกุล)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา
รักษาราชการแทนคณบดีคณะวิทยาศาสตร์

ฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา
โทรศัพท์ / โทรสาร ๐๔๓-๗๕๔๒๔๘

ที่ อว ๐๖๐๕.๔(๑) / ว 17



คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม ๔๔๑๕๐

๑๐ มกราคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน นางสุภา พันธุ์รัมย์ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบ้านโคกกกลอย

ด้วยนางสาวกัญจนพร บุตรศรีเมือง นิสิตระดับปริญญาโท ระบบนอกเวลาราชการ หลักสูตร
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษา
และทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบอภิปรัชญาสัมพันธ์กับการใช้คำถาม
ปลายเปิดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและ
ร้อยละ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.
คณิตศาสตร์ศึกษา) โดยมีผู้ช่วยศาสตราจารย์นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ เชี่ยวชาญ และมีประสบการณ์ใน
ด้านนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ ที่จะใช้ในการ
ทำวิจัยครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ปิยะเนตร จันทระดิกุล)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา
รักษาราชการแทนคณบดีคณะวิทยาศาสตร์

ฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา
โทรศัพท์ / โทรสาร ๐๔๓-๗๕๔๒๔๘



ภาคผนวก ค
ผลการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

พหุบัณฑิตวิทยา

ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถาม เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

รายการประเมิน	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	\bar{X}	ระดับความ เหมาะสม
1. ด้านสาระสำคัญ							
1.1 ความถูกต้อง	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
1.2 ความเหมาะสมกับผู้เรียน	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
1.3 ความชัดเจน	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้							
2.1 วัดและประเมินผลได้	4	5	5	5	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
2.2 สอดคล้องกับเนื้อหา	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
2.3 ข้อความชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
3. ด้านสาระการเรียนรู้							
3.1 ใจความถูกต้อง	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
3.3 เหมาะสมกับระดับชั้น	5	4	4	4	5	4.4	เหมาะสมมาก
3.4 เวลาเรียนเหมาะสมกับเนื้อหา	4	4	5	5	5	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
3.5 มีความชัดเจน ไม่สับสน	5	4	5	5	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
4. ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน							
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
4.2 กิจกรรมหลากหลาย น่าสนใจ	5	4	5	5	4	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
4.3 สอดคล้องกับเนื้อหา	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 16 (ต่อ)

รายการประเมิน	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	\bar{X}	ระดับความ เหมาะสม
4.4 สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
4.5 เหมาะสมกับเวลา	4	4	5	5	5	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
5. ด้านสื่อการเรียนรู้							
5.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
5.2 ใช้สื่อ แหล่งเรียนรู้ที่ หลากหลาย	5	5	4	4	4	4.4	เหมาะสมมาก
5.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้	5	5	5	5	4	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
5.4 ช่วยประหยัดเวลาในการ สอน	4	4	5	5	5	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
5.5 เหมาะสมกับวัยของ ผู้เรียน	4	5	4	5	5	4.4	เหมาะสมมาก
6. ด้านการวัดและประเมินผล							
6.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
6.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
6.3 ใช้เครื่องมือวัดผลได้ เหมาะสม	5	4	5	4	5	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ย	4.81						เหมาะสมมากที่สุด

จากตาราง 14 ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิด
แบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถาม เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดย
ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน พบว่า โดยเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X} = 4.81$) เมื่อ
พิจารณารายข้อ พบว่า อยู่ในระดับเหมาะสมมาก และเหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 17 ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราส่วน และร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ฉบับที่ 1

ข้อที่	ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์					IOC	ผลการวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
2	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
4	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
5	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
6	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
8	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
9	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
10	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
12	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
14	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
15	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
17	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
18	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
19	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
21	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
22	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**

ตาราง 17 (ต่อ)

ข้อที่	ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์					IOC	ผลการวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
23	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
26	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
27	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
28	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**

** หมายถึง ข้อสอบที่นำไปใช้จริง



ตารางที่ 18 ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราส่วน และร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ฉบับที่ 2

ข้อที่	ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์					IOC	ผลการวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
2	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
4	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
5	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
6	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
8	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
9	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
10	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
12	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
14	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
15	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
17	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
18	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
19	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
21	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
22	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**

ตาราง 18 (ต่อ)

ข้อที่	ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์					IOC	ผลการวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
23	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
26	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
27	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
28	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**

** หมายถึง ข้อสอบที่นำไปใช้จริง



ตารางที่ 19 แสดงผลการวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ฉบับที่ 1

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	การแปล ความหมาย	ค่าอำนาจ จำแนก (r)	การแปล ความหมาย	ผลการพิจารณา
1	0.80	ค่อนข้างง่าย	0.6	จำแนกได้	ใช้ได้**
2	0.40	ยากปานกลาง	0.0	จำแนกไม่ได้	ใช้ไม่ได้
3	0.72	ค่อนข้างง่าย	0.6	จำแนกได้	ใช้ได้**
4	0.68	ค่อนข้างง่าย	0.4	จำแนกได้	ใช้ได้**
5	0.68	ค่อนข้างง่าย	0.5	จำแนกได้	ใช้ได้**
6	0.48	ยากปานกลาง	0.3	จำแนกได้	ใช้ได้
7	0.68	ค่อนข้างง่าย	0.4	จำแนกได้	ใช้ได้**
8	0.64	ค่อนข้างง่าย	0.6	จำแนกได้	ใช้ได้**
9	0.56	ยากปานกลาง	0.6	จำแนกได้	ใช้ได้**
10	0.40	ยากปานกลาง	-0.1	จำแนกไม่ได้	ใช้ไม่ได้
11	0.72	ค่อนข้างง่าย	0.3	จำแนกได้	ใช้ได้**
12	0.60	ค่อนข้างง่าย	0.3	จำแนกได้	ใช้ได้
13	0.56	ยากปานกลาง	0.5	จำแนกได้	ใช้ได้**
14	0.68	ค่อนข้างง่าย	0.6	จำแนกได้	ใช้ได้**
15	0.88	ค่อนข้างง่าย	0.3	จำแนกได้	ใช้ไม่ได้
16	0.72	ค่อนข้างง่าย	0.5	จำแนกได้	ใช้ได้**
17	0.52	ยากปานกลาง	0.5	จำแนกได้	ใช้ได้**
18	0.76	ค่อนข้างง่าย	0.5	จำแนกได้	ใช้ได้**
19	0.96	ง่ายมาก	0.1	จำแนกไม่ได้	ใช้ไม่ได้
20	0.68	ค่อนข้างง่าย	0.5	จำแนกได้	ใช้ได้**
21	0.80	ค่อนข้างง่าย	0.4	จำแนกได้	ใช้ได้**
22	0.68	ค่อนข้างง่าย	0.4	จำแนกได้	ใช้ได้**
23	0.40	ยากปานกลาง	-0.5	จำแนกไม่ได้	ใช้ไม่ได้
24	0.88	ง่ายมาก	-0.1	จำแนกไม่ได้	ใช้ไม่ได้
25	0.64	ค่อนข้างง่าย	0.3	จำแนกได้	ใช้ได้**
26	0.52	ยากปานกลาง	0.8	จำแนกได้	ใช้ได้**

ตาราง 19 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	การแปลความหมาย	ค่าอำนาจจำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผลการพิจารณา
27	0.76	ค่อนข้างง่าย	0.6	จำแนกได้	ใช้ได้**
28	0.28	ค่อนข้างยาก	-0.3	จำแนกไม่ได้	ใช้ไม่ได้
29	0.92	ง่ายมาก	-0.1	จำแนกไม่ได้	ใช้ไม่ได้
30	0.72	ค่อนข้างง่าย	0.5	จำแนกได้	ใช้ได้**
ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (r_{cc}) เท่ากับ 0.74					

** หมายถึง ข้อสอบที่นำไปใช้จริง

จากตาราง 17 ค่าความยาก (p) จะต้องอยู่ระหว่าง 0.2 – 0.8 (ค่อนข้างยาก, ยากง่ายปานกลาง, ค่อนข้างง่าย) ซึ่งมีทั้งหมด 29 ข้อ และค่าอำนาจจำแนก (r) จะต้องมามีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จึงจะสามารถจำแนกเด็กเก่งและเด็กอ่อนได้ ซึ่งมีทั้งหมด 23 ข้อ

การประเมินคุณภาพของข้อสอบว่าข้อใดเป็นข้อสอบที่ใช้ได้หรือใช้ไม่ได้ ควรพิจารณาทั้งค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ควบคู่กัน ปรากฏว่า มีข้อสอบที่ใช้ได้ทั้งหมด 22 ข้อ และใช้ไม่ได้ 8 ข้อ จึงทำการเลือกข้อสอบที่เหมาะสมทั้งหมด 20 ข้อ โดยมีค่าความยาก ตั้งแต่ 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 – 0.70

ตารางที่ 20 แสดงผลการวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ฉบับที่ 2

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	การแปล ความหมาย	ค่าอำนาจ จำแนก (r)	การแปล ความหมาย	ผลการพิจารณา
1	0.80	ค่อนข้างง่าย	0.6	จำแนกได้	ใช้ได้**
2	0.40	ยากปานกลาง	0.0	จำแนกไม่ได้	ใช้ไม่ได้
3	0.72	ค่อนข้างง่าย	0.6	จำแนกได้	ใช้ได้**
4	0.68	ค่อนข้างง่าย	0.4	จำแนกได้	ใช้ได้**
5	0.68	ค่อนข้างง่าย	0.5	จำแนกได้	ใช้ได้**
6	0.48	ยากปานกลาง	0.3	จำแนกได้	ใช้ได้
7	0.68	ค่อนข้างง่าย	0.4	จำแนกได้	ใช้ได้**
8	0.64	ค่อนข้างง่าย	0.6	จำแนกได้	ใช้ได้**
9	0.56	ยากปานกลาง	0.6	จำแนกได้	ใช้ได้**
10	0.40	ยากปานกลาง	-0.1	จำแนกไม่ได้	ใช้ไม่ได้
11	0.72	ค่อนข้างง่าย	0.3	จำแนกได้	ใช้ได้**
12	0.60	ค่อนข้างง่าย	0.3	จำแนกได้	ใช้ได้
13	0.56	ยากปานกลาง	0.5	จำแนกได้	ใช้ได้**
14	0.68	ค่อนข้างง่าย	0.6	จำแนกได้	ใช้ได้**
15	0.88	ค่อนข้างง่าย	0.3	จำแนกได้	ใช้ไม่ได้
16	0.72	ค่อนข้างง่าย	0.5	จำแนกได้	ใช้ได้**
17	0.52	ยากปานกลาง	0.5	จำแนกได้	ใช้ได้**
18	0.76	ค่อนข้างง่าย	0.5	จำแนกได้	ใช้ได้**
19	0.96	ง่ายมาก	0.1	จำแนกไม่ได้	ใช้ไม่ได้
20	0.68	ค่อนข้างง่าย	0.5	จำแนกได้	ใช้ได้**
21	0.80	ค่อนข้างง่าย	0.4	จำแนกได้	ใช้ได้**
22	0.68	ค่อนข้างง่าย	0.4	จำแนกได้	ใช้ได้**
23	0.40	ยากปานกลาง	-0.5	จำแนกไม่ได้	ใช้ไม่ได้
24	0.88	ง่ายมาก	-0.1	จำแนกไม่ได้	ใช้ไม่ได้
25	0.64	ค่อนข้างง่าย	0.3	จำแนกได้	ใช้ได้**
26	0.52	ยากปานกลาง	0.8	จำแนกได้	ใช้ได้**

ตาราง 20 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	การแปล ความหมาย	ค่าอำนาจ จำแนก (r)	การแปล ความหมาย	ผลการพิจารณา
27	0.76	ค่อนข้างง่าย	0.6	จำแนกได้	ใช้ได้**
28	0.28	ค่อนข้างยาก	-0.3	จำแนกไม่ได้	ใช้ไม่ได้
29	0.92	ง่ายมาก	-0.1	จำแนกไม่ได้	ใช้ไม่ได้
30	0.72	ค่อนข้างง่าย	0.5	จำแนกได้	ใช้ได้**
ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (r_{cc}) เท่ากับ 0.74					

** หมายถึง ข้อสอบที่นำไปใช้จริง

จากตาราง 18 ค่าความยาก (p) จะต้องอยู่ระหว่าง 0.2 – 0.8 (ค่อนข้างยาก, ยากง่ายปานกลาง, ค่อนข้างง่าย) ซึ่งมีทั้งหมด 29 ข้อ และค่าอำนาจจำแนก (r) จะต้องมามีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จึงจะสามารถจำแนกเด็กเก่งและเด็กอ่อนได้ ซึ่งมีทั้งหมด 23 ข้อ

การประเมินคุณภาพของข้อสอบว่าข้อใดเป็นข้อสอบที่ใช้ได้หรือใช้ไม่ได้ ควรพิจารณาทั้งค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ควบคู่กัน ปรากฏว่า มีข้อสอบที่ใช้ได้ทั้งหมด 22 ข้อ และใช้ไม่ได้ 8 ข้อ จึงทำการเลือกข้อสอบที่เหมาะสมทั้งหมด 20 ข้อ โดยมีค่าความยาก ตั้งแต่ 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 – 0.70

ตารางที่ 21 ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ฉบับที่ 1

ข้อที่	ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์					IOC	ผลการวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
3	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
4	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
6	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
7	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**

** หมายถึง ข้อสอบที่นำไปใช้จริง



ตารางที่ 22 ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ฉบับที่ 2

ข้อที่	ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์					IOC	ผลการวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
3	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
4	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
6	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
7	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**

** หมายถึง ข้อสอบที่นำไปใช้จริง



ตารางที่ 23 แสดงผลการวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก(r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ฉบับที่ 1

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	การแปลความหมาย	ค่าอำนาจจำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผลการพิจารณา
1	0.59	ยากปานกลาง	0.4	จำแนกได้	ใช้ได้**
2	0.75	ค่อนข้างง่าย	0.2	จำแนกได้	ใช้ได้
3	0.40	ยากปานกลาง	0.5	จำแนกได้	ใช้ได้**
4	0.31	ค่อนข้างยาก	0.4	จำแนกได้	ใช้ได้
5	0.67	ค่อนข้างง่าย	0.4	จำแนกได้	ใช้ได้**
6	0.34	ค่อนข้างยาก	-0.1	จำแนกไม่ได้	ใช้ได้
7	0.38	ค่อนข้างยาก	-0.1	จำแนกไม่ได้	ใช้ได้
8	0.63	ค่อนข้างง่าย	0.4	จำแนกได้	ใช้ได้**
ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (α) เท่ากับ 0.78					

** หมายถึง ข้อสอบที่นำไปใช้จริง

จากตาราง 21 ค่าความยาก (p) จะต้องอยู่ระหว่าง 0.2 – 0.8 (ค่อนข้างยาก, ยากง่ายปานกลาง, ค่อนข้างง่าย) ซึ่งข้อสอบทั้ง 10 ข้อ มีค่าความยากอยู่ในเกณฑ์ทั้ง 10 ข้อ และ ค่าอำนาจจำแนก (r) จะต้องมามีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป จึงจะสามารถจำแนกเด็กเก่งและเด็กอ่อนได้ ซึ่งค่าอำนาจจำแนกทั้ง 10 ข้อ อยู่ในเกณฑ์ 8 ข้อ

การประเมินคุณภาพของข้อสอบว่าข้อใดเป็นข้อสอบที่ใช้ได้หรือใช้ไม่ได้ ควรพิจารณาทั้งค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ควบคู่กัน ปรากฏว่า ข้อสอบทั้ง 8 ข้ออยู่ในเกณฑ์ทั้งหมด ผู้วิจัยจึงเลือกข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมมากที่สุด 4 ข้อ โดยมีค่าความยาก ตั้งแต่ 0.52 – 0.68 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.40 – 0.80 (ข้อสอบมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง – ข้อสอบมีอำนาจจำแนกสูง)

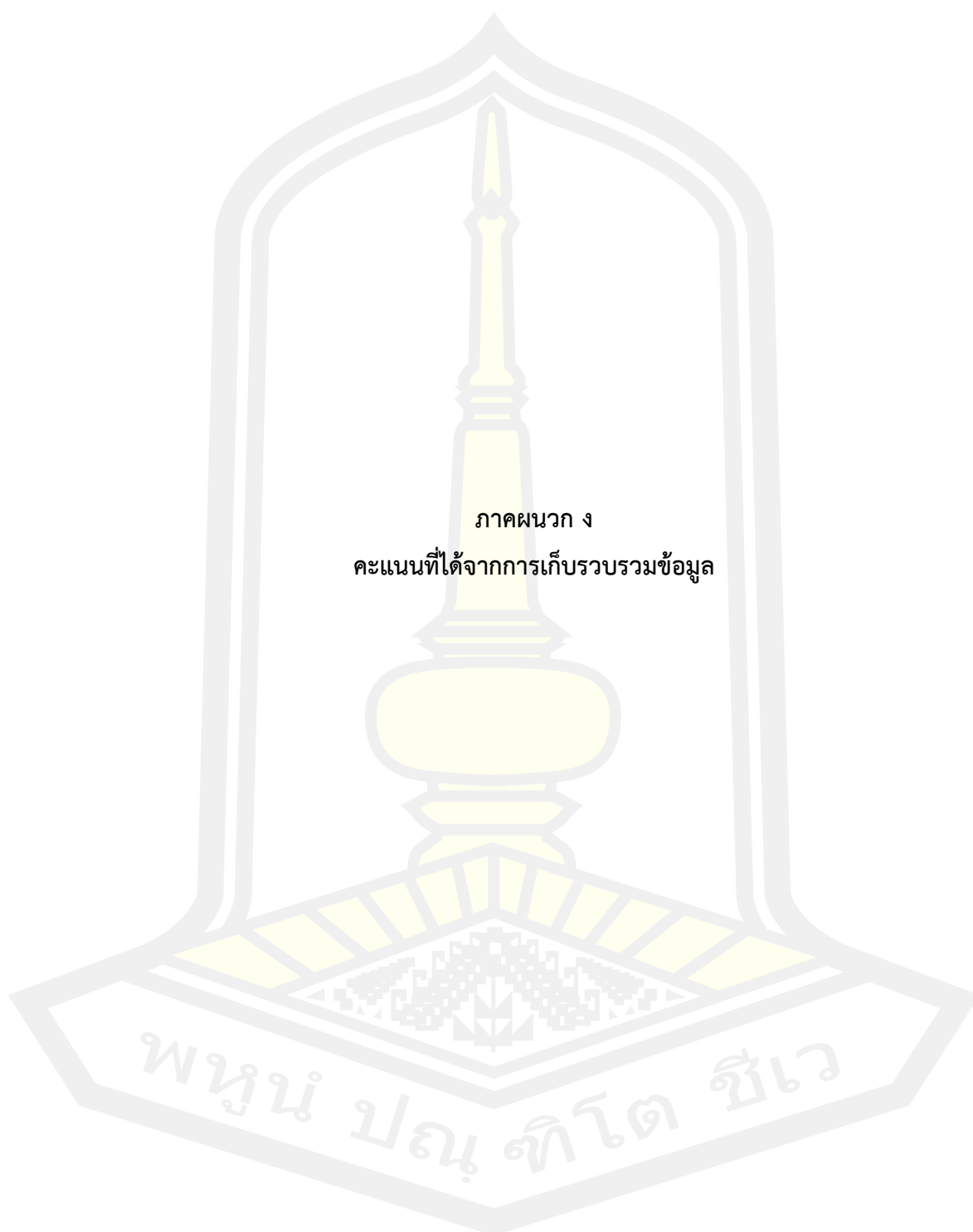
ตารางที่ 24 แสดงผลการวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก(r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ฉบับที่ 2

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	การแปลความหมาย	ค่าอำนาจจำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผลการพิจารณา
1	1	0.59	ยากปานกลาง	0.4	ใช้ได้**
2	2	0.75	ค่อนข้างง่าย	0.2	ใช้ได้
3	3	0.40	ยากปานกลาง	0.5	ใช้ได้**
4	4	0.31	ค่อนข้างยาก	0.4	ใช้ได้
5	5	0.67	ค่อนข้างง่าย	0.4	ใช้ได้**
6	6	0.34	ค่อนข้างยาก	-0.1	ใช้ได้
7	7	0.38	ค่อนข้างยาก	-0.1	ใช้ได้
8	8	0.63	ค่อนข้างง่าย	0.4	ใช้ได้**
ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (α) เท่ากับ 0.78					

** หมายถึง ข้อสอบที่นำไปใช้จริง

จากตาราง 22 ค่าความยาก (p) จะต้องอยู่ระหว่าง 0.2 – 0.8 (ค่อนข้างยาก, ยากง่ายปานกลาง, ค่อนข้างง่าย) ซึ่งข้อสอบทั้ง 10 ข้อ มีค่าความยากอยู่ในเกณฑ์ทั้ง 10 ข้อ และ ค่าอำนาจจำแนก (r) จะต้องมามีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป จึงจะสามารถจำแนกเด็กเก่งและเด็กอ่อนได้ ซึ่งค่าอำนาจจำแนกทั้ง 10 ข้อ อยู่ในเกณฑ์ 8 ข้อ

การประเมินคุณภาพของข้อสอบว่าข้อใดเป็นข้อสอบที่ใช้ได้หรือใช้ไม่ได้ ควรพิจารณาทั้งค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ควบคู่กัน ปรากฏว่า ข้อสอบทั้ง 8 ข้ออยู่ในเกณฑ์ทั้งหมด ผู้วิจัยจึงเลือกข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมมากที่สุด 4 ข้อ โดยมีค่าความยาก ตั้งแต่ 0.52 – 0.68 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.40 – 0.80 (ข้อสอบมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง – ข้อสอบมีอำนาจจำแนกสูง)



ภาคผนวก ง
คะแนนที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูล

พหุบัณฑิตยสถาน

ตารางที่ 25 คะแนนจากแผนการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบยิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถาม เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5		
	K (10)	P (12)	A (9)	K (9)	P (12)	A (9)	K (10)	P (12)	A (9)	K (12)	P (12)	A (9)	K (12)	P (12)	A (9)
1	7	12	8	7	12	9	8	11	7	10	12	9	10	12	9
2	10	11	8	7	12	8	10	12	7	11	12	7	9	12	7
3	10	12	8	8	12	7	8	12	6	10	12	6	10	12	9
4	10	12	7	6	11	7	7	12	7	10	12	9	11	12	7
5	8	12	8	8	12	9	10	12	9	12	12	9	10	12	9
6	8	11	9	8	12	9	10	12	9	10	12	9	11	12	9
7	10	12	9	9	12	9	10	11	9	10	11	9	10	12	9
8	10	12	8	9	12	8	10	12	8	10	11	8	9	11	8
9	10	12	8	9	12	9	8	12	9	10	11	8	9	12	8
10	8	12	8	8	12	8	10	12	8	10	12	8	11	12	8
11	10	12	8	9	11	8	10	12	9	12	12	9	12	12	9
12	10	10	8	7	12	9	10	12	8	12	12	8	9	12	9
13	10	12	8	9	10	8	10	12	8	11	12	9	12	12	9
14	8	12	8	7	10	8	7	11	9	10	12	8	12	11	8
15	9	12	8	7	12	9	10	12	9	11	12	9	10	12	9
16	10	12	7	7	12	8	10	12	8	11	12	8	10	12	8

ตาราง 25 (ต่อ)

ที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5		
	K (10)	P (12)	A (9)	K (9)	P (12)	A (9)	K (10)	P (12)	A (9)	K (12)	P (12)	A (9)	K (12)	P (12)	A (9)
17	7	12	7	9	12	8	9	12	8	10	12	9	12	12	9
18	8	12	8	8	12	7	10	12	7	12	12	8	11	12	8
19	10	11	7	8	12	8	7	12	8	12	12	8	10	11	9
20	10	11	7	9	12	9	10	12	8	11	12	7	12	12	9
21	7	12	9	9	12	9	9	12	9	11	10	8	10	12	8
22	10	12	7	9	12	8	10	12	8	11	12	8	12	12	8
23	10	12	9	9	12	9	10	12	8	11	12	8	9	12	8
24	8	12	9	7	12	8	9	12	8	10	12	8	10	12	8
25	10	12	8	9	12	8	9	12	9	12	12	9	10	12	7
26	10	12	8	9	11	7	9	12	8	11	12	9	10	12	7
$\sum X$	238	306	207	211	305	214	240	309	211	281	307	215	271	309	216
\bar{X}	9.15	11.77	7.96	8.12	11.73	8.23	9.23	11.88	8.12	10.81	11.81	8.27	10.42	11.88	8.31
S.D.	1.16	0.51	0.66	0.95	0.60	0.71	1.07	0.33	0.82	0.80	0.49	0.78	1.06	0.33	0.74
ร้อยละ	91.54	98.08	88.46	90.17	97.76	91.45	92.31	99.04	90.17	90.06	98.40	91.88	86.86	99.04	92.31

ตาราง 25 (ต่อ)

ที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10		
	K (10)	P (12)	A (9)	K (10)	P (12)	A (9)	K (10)	P (12)	A (9)	K (9)	P (12)	A (9)	K (6)	P (12)	A (9)
1	8	12	8	8	12	9	8	12	8	7	12	8	5	12	7
2	10	12	8	10	12	9	8	11	8	8	12	8	5	11	8
3	7	12	6	9	12	6	8	12	7	9	12	7	6	12	7
4	8	12	9	7	10	9	7	11	8	8	12	8	4	12	9
5	9	11	9	8	11	9	10	12	9	7	12	9	4	12	9
6	9	12	9	7	12	9	8	10	9	7	12	9	6	12	8
7	10	12	9	7	12	9	10	12	9	6	12	9	4	12	9
8	10	12	8	10	12	8	7	12	8	9	12	8	6	11	8
9	8	12	9	10	12	9	7	12	9	9	11	7	6	12	9
10	8	12	8	9	12	8	8	10	8	9	12	8	6	12	9
11	8	10	8	8	11	8	8	12	9	7	12	8	5	12	9
12	10	12	8	8	12	9	10	12	8	7	12	8	5	12	8
13	10	12	9	7	12	9	10	12	9	8	12	8	5	12	7
14	8	10	8	8	12	9	8	12	7	8	12	7	5	12	8
15	8	10	9	10	12	9	8	12	8	9	11	8	6	12	9
16	8	12	9	10	12	9	8	12	9	8	12	9	5	12	9

ตาราง 25 (ต่อ)

ที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10		
	K (10)	P (12)	A (9)	K (10)	P (12)	A (9)	K (10)	P (12)	A (9)	K (9)	P (12)	A (9)	K (6)	P (12)	A (9)
17	8	12	8	7	12	9	8	11	8	9	12	9	6	10	8
18	10	12	9	7	12	8	8	11	9	7	12	9	5	12	6
19	10	12	8	8	12	8	10	12	9	7	12	9	7	12	9
20	7	11	9	9	12	9	10	12	8	8	12	9	6	12	8
21	8	12	9	8	12	9	10	12	9	8	12	9	6	12	9
22	8	12	9	8	11	7	10	12	7	8	12	8	6	12	8
23	8	12	8	7	12	7	9	12	9	9	12	9	5	12	8
24	8	12	8	7	12	7	8	12	8	8	12	7	6	12	7
25	8	12	9	9	10	8	10	12	8	9	12	8	6	12	8
26	8	12	8	8	12	7	9	12	9	7	12	8	5	12	8
$\sum X$	222	304	219	214	305	217	225	304	217	206	310	214	141	308	212
\bar{X}	8.54	11.69	8.42	8.23	11.73	8.35	8.65	11.69	8.35	7.92	11.92	8.23	5.42	11.85	8.15
S.D.	0.99	0.68	0.70	1.11	0.60	0.89	1.09	0.62	0.69	0.89	0.27	0.71	0.76	0.46	0.83
ร้อยละ	85.38	97.44	93.59	82.31	97.76	92.74	86.54	97.44	92.74	88.03	99.36	91.45	90.38	98.72	90.60

ตาราง 25 (ต่อ)

ที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 13			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 14			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 15		
	K (6)	P (12)	A (9)	K (9)	P (12)	A (9)	K (10)	P (12)	A (9)	K (15)	P (12)	A (9)	K (15)	P (12)	A (9)
1	5	12	8	7	12	8	8	12	9	15	12	9	13	10	9
2	6	12	9	9	12	8	10	12	8	12	12	8	15	12	7
3	6	12	9	7	12	7	8	12	7	13	12	8	13	12	7
4	4	12	9	9	12	9	10	12	9	12	12	9	14	12	8
5	4	12	9	7	12	7	10	12	9	11	12	9	14	11	8
6	5	12	8	8	12	7	8	12	9	15	12	8	13	12	9
7	6	12	7	9	12	9	10	12	9	12	12	9	14	12	9
8	6	12	9	7	12	9	8	12	7	13	12	8	15	12	9
9	6	12	8	9	12	7	8	12	9	13	11	9	13	12	8
10	6	12	9	7	12	9	8	11	8	13	12	8	15	12	7
11	5	12	8	9	11	7	10	12	9	15	12	8	15	12	7
12	5	12	9	9	12	9	8	12	8	15	12	9	15	12	9
13	5	12	9	7	12	7	8	12	7	15	12	7	15	12	9
14	5	11	9	9	9	9	9	12	8	14	12	7	13	12	8
15	4	12	9	9	12	9	10	12	8	15	11	7	15	12	8
16	4	12	9	7	12	9	9	11	8	15	12	8	13	12	7

ตาราง 25 (ต่อ)

ที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 13			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 14			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 15		
	K (6)	P (12)	A (9)	K (9)	P (12)	A (9)	K (10)	P (12)	A (9)	K (15)	P (12)	A (9)	K (15)	P (12)	A (9)
17	5	12	9	7	11	9	9	12	7	15	12	9	13	12	8
18	5	12	9	8	12	9	8	12	9	15	12	8	12	12	9
19	5	12	9	9	12	9	10	12	9	15	12	9	13	12	8
20	5	11	9	9	12	6	10	12	9	15	12	8	14	12	6
21	5	12	8	9	12	8	10	12	9	14	12	8	13	12	7
22	5	12	8	9	12	7	10	12	7	15	12	9	13	12	8
23	5	12	8	8	12	9	10	12	8	13	13	8	12	12	8
24	5	12	7	7	12	7	7	12	9	13	12	8	13	12	8
25	6	12	8	9	12	9	10	12	8	15	12	8	15	12	8
26	5	12	7	9	12	8	10	12	7	15	12	8	13	12	8
ΣX	133	310	220	213	307	211	236	310	214	363	311	214	356	309	207
\bar{X}	5.12	11.92	8.46	8.19	11.81	8.12	9.08	11.92	8.23	13.96	11.96	8.23	13.69	11.88	7.96
S.D.	0.65	0.27	0.71	0.94	0.63	0.99	1.02	0.27	0.82	1.28	0.34	0.65	1.01	0.43	0.82
ร้อยละ	85.26	99.36	94.02	91.03	98.40	90.17	90.77	99.36	91.45	93.08	99.68	91.45	91.28	99.04	88.46

ตาราง 25 (ต่อ)

ที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 16			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 17			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 18			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 19			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 20		
	K (9)	P (12)	A (9)	K (8)	P (12)	A (9)	K (9)	P (12)	A (9)	K (8)	P (12)	A (9)	K (9)	P (12)	A (9)
1	7	12	8	6	12	9	8	12	7	6	12	8	7	11	8
2	9	12	9	7	12	9	9	12	7	6	12	8	7	12	9
3	7	12	7	6	12	7	7	12	6	8	11	7	9	12	9
4	8	11	7	8	11	7	9	12	8	8	12	8	7	12	8
5	7	12	8	7	12	7	7	12	7	6	12	8	7	11	8
6	7	12	9	6	12	8	8	12	8	6	12	7	8	12	9
7	6	12	9	8	12	7	6	12	9	5	12	7	9	12	7
8	7	12	7	8	12	9	8	12	9	8	12	9	9	12	9
9	7	12	8	6	12	8	9	12	8	8	11	8	9	12	8
10	7	11	7	7	11	8	7	12	7	8	12	8	9	12	7
11	7	12	8	7	12	8	9	12	8	8	12	8	8	12	9
12	9	12	8	8	12	8	9	12	7	7	12	8	8	12	8
13	8	12	8	7	12	8	8	12	7	7	12	9	8	12	7
14	7	12	8	8	12	8	9	12	8	8	12	8	8	12	8
15	7	11	7	8	12	8	9	10	8	8	10	8	8	10	9
16	8	12	7	8	12	8	9	12	8	8	12	9	8	12	9

ตาราง 25 (ต่อ)

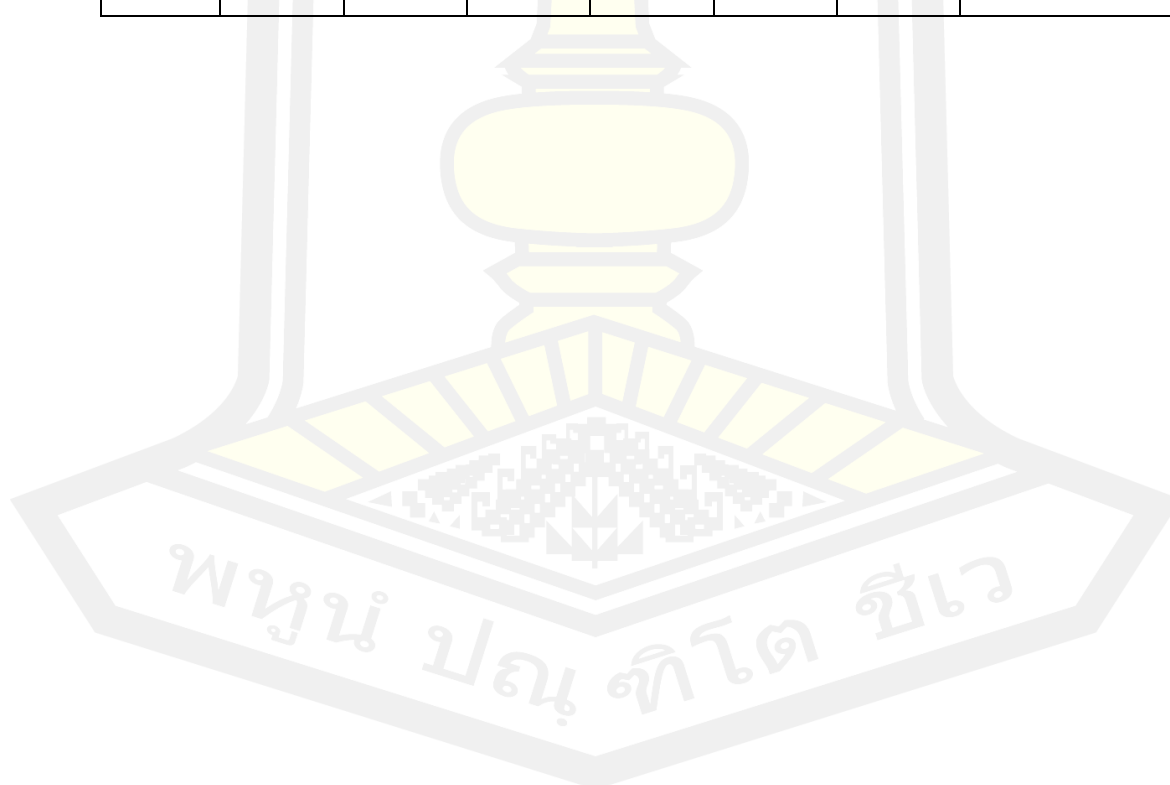
ที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 16			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 17			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 18			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 19			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 20		
	K (9)	P (12)	A (9)	K (8)	P (12)	A (9)	K (9)	P (12)	A (9)	K (8)	P (12)	A (9)	K (9)	P (12)	A (9)
17	8	12	6	8	12	8	9	12	8	8	12	8	8	12	8
18	8	12	8	6	12	8	7	12	7	6	11	9	8	12	9
19	7	12	7	7	12	8	9	12	8	7	12	7	7	12	8
20	9	12	7	8	12	7	9	12	7	8	12	7	9	12	9
21	7	11	8	7	12	8	9	12	8	8	12	8	8	11	9
22	9	12	6	8	11	7	9	12	8	9	12	7	9	12	8
23	9	12	8	8	11	8	8	12	7	7	12	8	8	12	8
24	8	12	8	7	12	7	9	12	6	8	11	7	9	12	9
25	7	12	8	7	12	8	8	12	8	6	12	7	7	12	9
26	7	12	8	8	12	8	9	12	8	8	12	8	8	12	8
$\sum X$	197	308	199	189	308	204	217	310	197	190	306	204	210	307	218
\bar{X}	7.58	11.85	7.65	7.27	11.85	7.85	8.35	11.92	7.58	7.31	11.77	7.85	8.08	11.81	8.38
S.D.	0.86	0.37	0.80	0.78	0.37	0.61	0.89	0.39	0.76	1.01	0.51	0.67	0.74	0.49	0.70
ร้อยละ	84.19	98.72	85.04	90.87	98.72	87.18	92.74	99.36	84.19	91.35	98.08	87.18	89.74	98.40	93.16

ตารางที่ 26 คะแนนจากแบบทดสอบย่อยจากกลุ่มที่เรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิด
แบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

เลขที่	แบบทดสอบย่อยฉบับที่						รวมคะแนน
	1 (5)	2 (10)	3 (6)	4 (8)	5 (5)	6 (5)	
1	4	8	5	6	4	5	32
2	5	8	5	7	5	6	36
3	4	7	4	7	5	4	31
4	5	8	6	6	4	4	33
5	4	8	4	6	5	6	33
6	4	9	4	7	3	4	31
7	3	7	6	5	4	4	29
8	4	6	6	6	5	4	31
9	4	7	7	4	4	4	30
10	5	8	6	7	4	5	35
11	3	6	4	8	4	4	29
12	4	8	6	7	5	6	36
13	5	8	5	7	5	5	35
14	5	7	6	5	4	6	33
15	4	9	6	5	5	6	35
16	5	8	6	6	4	4	33
17	3	6	4	6	5	4	28
18	4	7	4	7	4	4	30
19	4	7	6	5	4	6	32
20	5	8	6	6	5	4	34
21	4	7	6	6	4	4	31

ตาราง 26 (ต่อ)

เลขที่	แบบทดสอบย่อยฉบับที่						รวมคะแนน
	1 (5)	2 (10)	3 (6)	4 (8)	5 (5)	6 (5)	
22	4	7	6	6	4	4	31
23	4	8	4	5	5	6	32
24	4	9	4	7	3	4	31
25	5	9	5	8	5	6	38
26	5	8	5	7	4	6	35
รวม	111	200	136	163	114	126	850
ค่าเฉลี่ย	4.27	7.69	5.23	6.27	4.38	4.85	32.69
S.D.	0.67	0.93	0.95	1.00	0.64	0.92	2.62
ร้อยละ	85.40	76.90	87.17	78.38	87.60	97.00	81.73



ตารางที่ 27 คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียน – หลังเรียน
โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 6

เลขที่	ทดสอบก่อนเรียน (12 คะแนน)	ทดสอบหลังเรียน (12 คะแนน)	คะแนนความก้าวหน้า
1	6	10	+4
2	5	9	+4
3	6	10	+4
4	7	9	+2
5	8	8	0
6	5	8	+3
7	9	9	0
8	3	10	+7
9	6	11	+5
10	2	8	+6
11	7	9	+2
12	6	9	+3
13	8	10	+2
14	4	12	+8
15	5	12	+7
16	5	7	+2
17	6	9	+3
18	3	8	+5
19	2	9	+7
20	4	10	+6
21	3	10	+7

ตาราง 27 (ต่อ)

เลขที่	ทดสอบก่อนเรียน (12 คะแนน)	ทดสอบหลังเรียน (12 คะแนน)	คะแนนความก้าวหน้า
22	5	10	+5
23	7	8	+1
24	4	9	+5
25	3	8	+5
26	7	11	+4
รวม	136	243	107
ค่าเฉลี่ย	5.23	9.35	4.12
S.D.	1.87	1.24	2.19
ร้อยละ	43.59	77.88	34.29

สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียน - หลังเรียน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} ; df = n-1$$

พหุบัณฑิต ชีวะ

ตารางที่ 28 คะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

นักเรียนคนที่	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	
	กลุ่มทดลอง (20 คะแนน)	กลุ่มควบคุม (20 คะแนน)	กลุ่มทดลอง (12 คะแนน)	กลุ่มควบคุม (12 คะแนน)
1	17	14	10	8
2	15	13	9	8
3	15	14	10	7
4	16	17	9	6
5	16	13	8	9
6	14	13	8	6
7	15	12	9	7
8	14	13	10	8
9	16	14	11	7
10	14	15	8	6
11	16	14	9	10
12	17	13	9	8
13	18	14	10	8
14	17	12	12	7
15	17	14	12	9
16	16	16	7	6
17	18	12	9	8
18	15	12	8	9
19	18	15	9	8
20	15	14	10	9

ตารางที่ 28 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	
	กลุ่มทดลอง (20 คะแนน)	กลุ่มควบคุม (20 คะแนน)	กลุ่มทดลอง (12 คะแนน)	กลุ่มควบคุม (12 คะแนน)
21	14	13	10	8
22	17	12	10	9
23	18	14	8	10
24	15	18	9	11
25	17	14	8	7
26	15	13	11	10
27		13		8
รวม	414	371	243	217
ค่าเฉลี่ย	15.92	13.74	9.35	8.04
S.D.	1.32	1.48	1.24	1.34
ร้อยละ	79.62	68.70	77.88	69.55

สถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบคะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

$$T^2 = \frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2} [\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2]' S^{-1} [\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2]$$

ตารางที่ 29 คะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 6 หลังเรียน และหลังเรียน 2 สัปดาห์

นักเรียนคนที่	หลังเรียน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)	หลังเรียน 2 สัปดาห์ (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)	ความแตกต่าง ของคะแนน
1	17	15	-2
2	15	15	0
3	15	16	+1
4	16	16	0
5	16	14	-2
6	14	15	+1
7	15	17	+2
8	14	16	+2
9	16	14	-2
10	14	16	+2
11	16	17	+1
12	17	18	+1
13	18	17	-1
14	17	15	-2
15	17	15	-2
16	16	16	0
17	18	14	-4
18	15	17	+2
19	18	16	-2
20	15	14	-1
21	14	14	0
22	17	16	-1
23	18	18	0
24	15	15	0

ตาราง 29 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	หลังเรียน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)	หลังเรียน 2 สัปดาห์ (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)	ความแตกต่าง ของคะแนน
25	17	18	+1
26	15	16	+1
รวม	414	410	-4
ค่าเฉลี่ย	15.92	15.77	-0.15
S.D.	1.32	1.27	
ร้อยละ	79.62	78.85	

สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียน และหลังเรียน 2 สัปดาห์

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} ; df = n-1$$

พหุบัณฑิต ชีวะ



ภาคผนวก จ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

พหุบัณฑิตวิชเว

Correlations

		ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	เหตุผลทางคณิตศาสตร์
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	Pearson Correlation	1	.342 [*]
	Sig. (2-tailed)		.012
	N	53	53
เหตุผลทางคณิตศาสตร์	Pearson Correlation	.342 [*]	1
	Sig. (2-tailed)	.012	
	N	53	53

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

ภาพที่ 14 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรตาม (r) ด้วยโปรแกรม SPSS

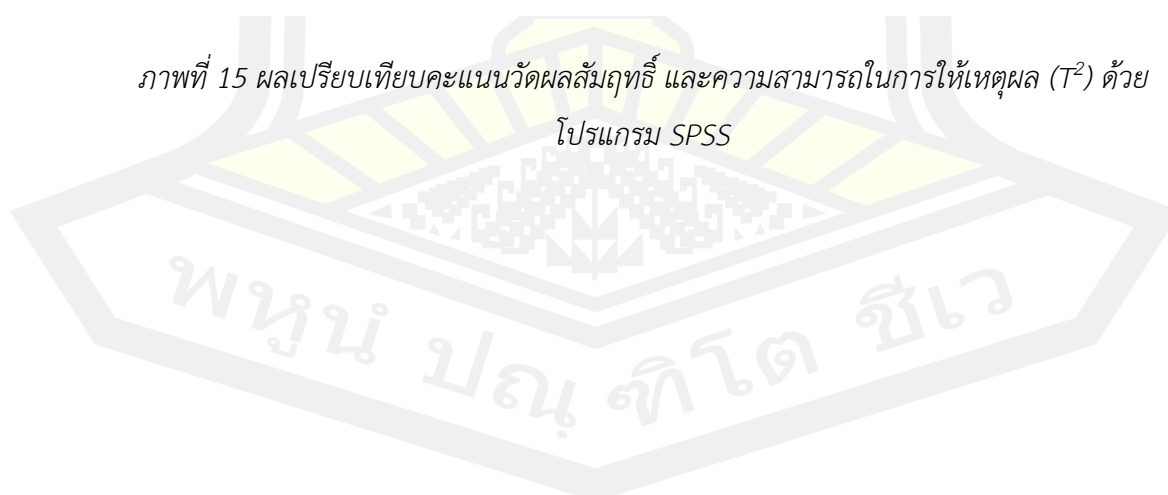
Multivariate Tests^a

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Intercept	Pillai's Trace	.993	3753.733 ^b	2.000	50.000	.000
	Wilks' Lambda	.007	3753.733 ^b	2.000	50.000	.000
	Hotelling's Trace	150.149	3753.733 ^b	2.000	50.000	.000
	Roy's Largest Root	150.149	3753.733 ^b	2.000	50.000	.000
กลุ่ม	Pillai's Trace	.451	20.577 ^b	2.000	50.000	.000
	Wilks' Lambda	.549	20.577 ^b	2.000	50.000	.000
	Hotelling's Trace	.823	20.577 ^b	2.000	50.000	.000
	Roy's Largest Root	.823	20.577 ^b	2.000	50.000	.000

a. Design: Intercept + กลุ่ม

b. Exact statistic

ภาพที่ 15 ผลเปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ และความสามารถในการให้เหตุผล (T^2) ด้วยโปรแกรม SPSS



**Between-Subjects
Factors**

		N
กลุ่ม	1.00	26
	2.00	27

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	63.082 ^a	1	63.082	31.843	.000
Intercept	11655.082	1	11655.082	5883.414	.000
กลุ่ม	63.082	1	63.082	31.843	.000
Error	101.031	51	1.981		
Total	11791.000	53			
Corrected Total	164.113	52			

a. R Squared = .384 (Adjusted R Squared = .372)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: เหตุผลทางคณิตศาสตร์

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	22.700 ^a	1	22.700	13.330	.001
Intercept	4002.398	1	4002.398	2350.351	.000
กลุ่ม	22.700	1	22.700	13.330	.001
Error	86.848	51	1.703		
Total	4102.000	53			
Corrected Total	109.547	52			

a. R Squared = .207 (Adjusted R Squared = .192)

ภาพที่ 16 ผลการวิเคราะห์ Univariate test ของคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ และความสามารถในการให้เหตุผล ด้วยโปรแกรม SPSS

พหุบัณฑิต ชีวะ

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 ก่อนเรียน	5.2308	26	1.90384	.37337
หลังเรียน	9.3462	26	1.26309	.24771

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 ก่อนเรียน - หลังเรียน	-4.11538	2.23297	.43792	-5.01730	-3.21347	-9.398	25	.000

ภาพที่ 17 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผล ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยโปรแกรม SPSS

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 หลังเรียน	15.9231	26	1.32433	.25972
หลังเรียน 2 สัปดาห์	15.7692	26	1.27460	.24997

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 หลังเรียน - หลังเรียน 2 สัปดาห์	.15385	1.68979	.33139	-.52867	.83637	.464	25	.646

ภาพที่ 18 ผลการเปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์คณิตศาสตร์ ระหว่างหลังเรียนและหลังเรียน 2 สัปดาห์ ด้วยโปรแกรม SPSS

พหุบัณฑิต ชีวะ



ภาคผนวก ฉ
ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

พหุบัณฑิตวิทยา

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

รายวิชาคณิตศาสตร์

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ร้อยละและอัตราส่วน

เวลาเรียน 20 ชั่วโมง

เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ

เวลาเรียน 1 ชั่วโมง

สอนวันที่..... เดือน..... พ.ศ.

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 1.1 : เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

2. ตัวชี้วัด

ค 1.1 ป.6/12 : แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาร้อยละ 2 – 3 ขั้นตอน

3. สาระสำคัญ

ร้อยละแสดงความหมายในรูปของเศษส่วนที่มีตัวส่วนเป็นร้อยได้

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

1. นักเรียนสามารถหาคำตอบของโจทย์ปัญหาของร้อยละและเปอร์เซ็นต์ได้ถูกต้อง

ด้านทักษะ / กระบวนการ (P)

1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้
2. นักเรียนสามารถให้เหตุผลได้
3. นักเรียนสามารถสื่อสาร และสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอได้

ด้านคุณลักษณะ (A)

1. มีวินัย
2. มีความตั้งใจใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน

5. สาระการเรียนรู้

โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ

6. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

1. ความสามารถในการแก้ปัญหา
2. ความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์
3. ความสามารถในการให้เหตุผล

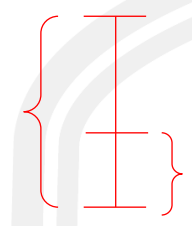
7. ภาระงาน/ชิ้นงาน

ใบงานที่ 2 เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ

8. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติก ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด	แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
<p>1. ขั้นสร้างความสัมพันธ์</p> <p>1. ครูแสดงคำถาม ดังนี้</p> <p>“ร้านน่าน่าทำเค้กส้มไว้ 90 กล่อง จากนั้นลูกค้าสั่งซื้อผ่านทางช่องทางออนไลน์จำนวน 15 กล่อง จำนวนเค้กส้มที่ลูกค้าสั่งซื้อคิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ของขนมเค้กส้มที่ร้านทำไว้” จากนั้นครูใช้คำถามปลายเปิดถามนักเรียน ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - โจทย์ถามหาอะไร (เปอร์เซ็นต์ของขนมเค้กที่ทำไว้) - โจทย์ให้ข้อมูลครบถ้วนสำหรับการแก้ปัญหาแล้วหรือไม่ เพราะเหตุใด (ครบถ้วน เพราะมีทั้งจำนวนเค้กที่ร้านทำ และจำนวนที่ลูกค้าสั่ง) - ต้องใช้ความรู้เรื่องใดในการแก้ปัญหาข้อนี้บ้างอย่างไร (ร้อยละ, เปรียบเทียบจำนวน, ฯลฯ) <p>โดยครูมีการสุ่มถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มี</p>	<p>1. ขั้นนำ</p> <p>1.ครูทบทวนความหมายของร้อยละ เช่น อ้อยสอบได้ร้อยละ 80 ของคะแนนทั้งหมด หมายความว่า ถ้ามีคะแนนเต็ม 100 อ้อยสอบได้ 80 คะแนน</p>

แผนการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติก ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด	แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ						
ต่อการตอบคำถามของเพื่อน พร้อมทั้งบอกเหตุผลประกอบ							
<p>2. ชั้นพิจารณาการแก้ปัญหา</p> <p>2. เมื่อนักเรียนได้พิจารณาข้อมูลของคำถาม และศึกษาตัวอย่างแล้ว ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการหาคำตอบ ดังนี้</p> <p>- วิธีการใดที่จะสามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้</p> <p>เพราะเหตุใด (ดูจำนวนเค้กที่มีและจำนวนเค้กที่ลูกค้าสั่ง จากนั้นเทียบสัดส่วน และนำมาหาร้อยละ เพราะโจทย์ถามร้อยละของการเปรียบเทียบ)</p> <p>4. ครูกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดอย่างอิสระและหลากหลาย โดยเน้นย้ำให้เรียนอาศัยความสัมพันธ์ของข้อมูล แล้วจัดระบบการคิดของตนเอง มาอภิปรายร่วมกันกับเพื่อน เช่น</p> <table border="1" data-bbox="363 1464 804 1653"> <thead> <tr> <th>เค้กที่ทำ</th> <th>เค้กที่สั่ง</th> <th>ร้อยละ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>90</td> <td>15</td> <td>X</td> </tr> </tbody> </table> <p>หรือ</p>	เค้กที่ทำ	เค้กที่สั่ง	ร้อยละ	90	15	X	<p>2. ชั้นสอน</p> <p>1. ครูยกตัวอย่างการหาร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์ให้นักเรียนพิจารณา</p> <p>นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มี 200 คน สอบตก 26 คน จงหาว่านักเรียนสอบตกร้อยละเท่าไร</p> <p>วิธีทำ นักเรียน 200 คน สอบตก 26 คน</p> <p>นักเรียน 100 คน สอบตก $\frac{26 \times 100}{200} = 13$ คน</p> <p>ดังนั้น นักเรียนสอบตก ร้อยละ 13</p> <p>ตอบ นักเรียนสอบตกร้อยละ ๑๓</p>
เค้กที่ทำ	เค้กที่สั่ง	ร้อยละ					
90	15	X					

แผนการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติก ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด	แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
<p>เค้กทั้งหมด 90 ก้อน</p> <p>ร้อยละ 100</p>  <p>เค้ก 15 ก้อน</p> <p>คิดเป็นร้อยละ X</p>	
<p>3. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาและตรวจสอบ</p> <p>5. ครูให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหาตามแนวคิดของตนเองอย่างอิสระ ด้วยวิธีการที่หลากหลาย</p> <p>6. ครูสุ่มคำตอบของนักเรียนมาแสดงขั้นตอนการตรวจสอบคำตอบ จากนั้นให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบของตนเอง เช่น</p> <p>คำตอบ : ร้อยละ 40</p> <p>จะได้ว่า $\frac{40}{100} \times 90 = 36$ เป็นคำตอบที่ไม่ถูกต้อง</p>	<p>3. ขั้นสรุปผล</p> <p>ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ร่วมกัน ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - ร้อยละ หมายถึง จำนวนที่มาจาก 100 ส่วน หรือ เศษส่วนที่มีตัวส่วนเป็น 100 - การทำเศษส่วนหรือทศนิยมให้เป็นร้อยละ คือ การทำเศษส่วนที่กำหนดให้มีตัวส่วนเป็น 100 - การทำร้อยละให้เป็นเศษส่วนหรือทศนิยม คือ การเขียนร้อยละในรูปเศษส่วนที่มีตัวส่วนเป็น 100 แล้วทอนให้เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ
<p>4. ขั้นสื่อสารและต่อยอด</p> <p>7. เมื่อนักเรียนได้คำตอบที่มั่นใจแล้ว ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อตรวจสอบคำตอบ โดยใช้การเสริมแรงให้นักเรียนออกมาอภิปรายวิธีการหลักการ และคำตอบของตนเอง จากนั้นเปิดโอกาส</p>	<p>4. ขั้นประเมินผล</p> <p>ครูให้ทำใบงานที่ 2 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ</p>

แผนการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติก ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด	แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
<p>ให้คนอื่นได้วิเคราะห์ วิพากษ์ วิธีคิดของตนเองร่วมกัน</p> <p>8. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีคิด หรือแนวคิดในการนำเสนอว่ามีวิธีการใดคล้ายกัน ต่างกัน มีข้อดี ข้อเสียอย่างไร หรือมีวิธีการอื่น ๆ อีกหรือไม่ เช่น</p> <p>วิธีที่ 1</p> <p>จากแนวคิด $\frac{x}{100} \times 90 = 15$</p> <p>จะได้ $x = 16.67$</p> <p>ตอบ ลูกค้าสั่งร้อยละ 16.67</p> <p>วิธีที่ 2</p> <p>เค้ก 90 กล่อง ลูกค้าสั่ง 15 กล่อง</p> <p>เค้ก 100 กล่อง ลูกค้าสั่ง $\frac{15 \times 100}{90} = 16.67$ กล่อง</p> <p>ดังนั้น ลูกค้าสั่งร้อยละ 16.67</p> <p>9. ครูให้ทำใบงานที่ 2 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ</p>	

9. สื่อการเรียนรู้

1. ใบงานที่ 2 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ

10. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัดผล	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. ด้านความรู้ (K)	- ตรวจใบงานที่ 2 - ตรวจสอบทดสอบย่อยประจำเนื้อหาที่ 1	- ใบงานที่ 2 - แบบทดสอบย่อยประจำเนื้อหาที่ 1	70% ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน
2. ด้านทักษะและกระบวนการ (P)	ตรวจผลงานและสังเกตพฤติกรรมด้านทักษะกระบวนการ	แบบประเมินทักษะกระบวนการ	ผ่านเกณฑ์ คือ ทั้ง 3 ทักษะกระบวนการได้ผลการประเมินระดับ 2 ขึ้นไปทุกทักษะกระบวนการ
3. ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ (A)	สังเกตพฤติกรรมด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์	แบบประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์	ผ่านเกณฑ์ คือ ทั้ง 3 คุณลักษณะได้ผลการประเมินระดับ 2 ขึ้นไป



บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

สรุปผลการจัดการเรียนรู้

1. ด้านความรู้ความเข้าใจ (K)

.....

.....

.....

2. ด้านความรู้และทักษะ (P)

.....

.....

.....

3. ด้านคุณลักษณะ (A)

.....

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรค /แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสาวกัญจนพร บุตรศรีเมือง)

ครูผู้สอน

พหุบัณฑิต ชีวะ

แบบบันทึกคะแนนจากใบงาน
 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (พื้นฐาน) รหัสวิชา ค 16102 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน

เลขที่	ชื่อ - นามสกุล	ใบงาน (9 คะแนน)	แบบทดสอบย่อย ประจำเนื้อหาที่ 1 (5 คะแนน)	รวม	สรุปผลการประเมิน	
					ผ่าน (11 คะแนน)	ไม่ผ่าน
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
	รวม					
	คะแนนเฉลี่ย					
	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน					
	ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย					

เกณฑ์การประเมินผล	
ร้อยละ	การประเมินผล
ร้อยละ 70 - 100	ผ่าน
ต่ำกว่าร้อยละ 70	ไม่ผ่าน

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
 (นางสาวกัญจนพร บุตรศรีเมือง)

แบบประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง ครูประเมินทักษะกระบวนการของนักเรียน โดยเติมคะแนนการประเมินลงในช่องที่ตรงกับ
ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการประเมิน

เลขที่	ชื่อ - นามสกุล	ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์			สรุปผลการประเมิน	
		การแก้ปัญหา (4)	การให้เหตุผล (4)	การสื่อสาร (4)	ผ่าน	ไม่ผ่าน
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						

เกณฑ์การประเมินผล
ผ่านเกณฑ์การประเมิน
ได้คะแนนระดับ 2 ขึ้นไป ในทุกทักษะกระบวนการ

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(นางสาวกัญจนพร บุตรศรีเมือง)

เกณฑ์การให้คะแนนด้านทักษะกระบวนการ

ทักษะ/กระบวนการ : การแก้ปัญหา

เกณฑ์การให้คะแนน			
4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ต้องปรับปรุง)
ใช้ยุทธวิธีการดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีดังกล่าวได้ชัดเจน	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาได้สำเร็จ แต่น่าจะอธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้ดีกว่านี้	มียุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหา สำเร็จเพียงบางส่วน อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้บางส่วน	มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหาบางส่วน เริ่มคิดว่าทำไมจึงต้องใช้วิธีการนั้นแล้วหยุด อธิบายต่อไปไม่ได้ แก้ปัญหาไม่สำเร็จ

ทักษะ/กระบวนการ : การให้เหตุผล

เกณฑ์การให้คะแนน			
4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ต้องปรับปรุง)
มีการอ้างอิง เสนอแนวคิดประกอบ การตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล	มีการอ้างอิงที่ถูกต้อง บางส่วนและเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ	เสนอแนวคิด ในการประกอบการตัดสินใจ แต่ไม่สมเหตุสมผล	มีความพยายามเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ

ทักษะ/กระบวนการ : การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ

เกณฑ์การให้คะแนน			
4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ต้องปรับปรุง)
ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ถูกต้อง นำเสนอข้อมูลตามลำดับขั้นตอนอย่างเป็นระบบ กระชับ ชัดเจนมีรายละเอียดสมบูรณ์	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ นำเสนอข้อมูลตามลำดับขั้นตอน ได้ถูกต้อง แต่ขาดรายละเอียดที่สมบูรณ์	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ พยายามนำเสนอข้อมูลประกอบ ชัดเจนบางส่วน	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อย่างง่ายและการนำเสนอข้อมูลไม่ชัดเจน

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง ครูประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยเติมคะแนนการประเมินลงในช่องที่ตรงกับคุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการประเมิน

เลขที่	ชื่อ - นามสกุล	มีวินัย (3)	ใฝ่เรียนรู้ (3)	มุ่งมั่น ในการทำงาน (3)	สรุปผล การประเมิน	
					ผ่าน	ไม่ผ่าน
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						

เกณฑ์การประเมินผล
ผ่านเกณฑ์การประเมิน
ได้คะแนนระดับ 2 ขึ้นไป ในทุกคุณลักษณะ

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(นางสาวกัญจนพร บุตรศรีเมือง)

เกณฑ์การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์

คุณลักษณะ	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
มีวินัย	3	ปฏิบัติตามกิจกรรมที่ได้รับมอบหมายสำเร็จตามเวลาและมีคุณภาพปฏิบัติตามตามขั้นตอนข้อตกลงที่กำหนดไว้ร่วมกัน
	2	ปฏิบัติตามกิจกรรมสำเร็จตามเวลา มีคุณภาพ แต่ไม่ปฏิบัติตามขั้นตอนข้อตกลงที่กำหนดไว้ร่วมกัน
	1	ปฏิบัติตามกิจกรรมแต่ไม่ทันตามระยะเวลาที่กำหนด ไม่ปฏิบัติตามข้อตกลงที่กำหนดไว้ร่วมกัน
ใฝ่เรียนรู้	3	ทำกิจกรรมประจำชุดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างตั้งใจ จดจ่อและกระตือรือร้น
	2	ทำกิจกรรมประจำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ แต่ไม่ตั้งใจและไม่กระตือรือร้น
	1	มีพฤติกรรมเล่น และคุยนอกประเด็น ระหว่างทำกิจกรรม เป็นส่วนใหญ่ ทำกิจกรรมระหว่างการเรียนเป็นส่วนน้อย
มุ่งมั่นในการทำงาน	3	มีความมั่นใจในตนเองกล้าพูดกล้าแสดงออกและร่วมมือปฏิบัติตามกิจกรรมจนงานสำเร็จ
	2	มีความมั่นใจในตนเองกล้าพูดกล้าแสดงออกและร่วมมือปฏิบัติตามกิจกรรมบ้าง
	1	มีความมั่นใจในตนเองกล้าพูดกล้าแสดงออกและไม่ร่วมมือปฏิบัติตามกิจกรรม



ใบงานที่ 2 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงวิธีทำและหาคำตอบ (9 คะแนน)

1. มีถั่วเหลือง 900 กระสอบ ขายได้ 270 กระสอบ คิดเป็นขายถั่วเหลืองได้ร้อยละเท่าไร
(3 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. พ่อขายกางเกงโหลละ 1,200 บาท ได้กำไร 300 บาท พ่อขายกางเกงได้กำไรร้อยละเท่าไร
(3 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

3. ฝากเงินธนาคารไว้ 9,800 บาท เมื่อสิ้นปีธนาคารคิดดอกเบี้ยให้ 164 บาท อยากทราบว่าธนาคารคิดดอกเบี้ยให้ร้อยละเท่าไร (3 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

เฉลยใบงานที่ 2 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงวิธีทำและหาคำตอบ (9 คะแนน)

1. มีถั่วเหลือง 900 กระสอบ ขายได้ 270 กระสอบ คิดเป็นขายถั่วเหลืองได้ร้อยละเท่าไร (3 คะแนน)

วิธีทำ ถั่วเหลือง 900 กระสอบ ขายได้ 270 กระสอบ

$$\text{ถั่วเหลือง 100 กระสอบ ขายได้ } \frac{270 \times 100}{900} = 30 \text{ กระสอบ}$$

ดังนั้น ขายถั่วเหลืองได้ ร้อยละ 30

ตอบ ขายถั่วเหลืองได้ ร้อยละ 30

2. พ่อขายกางเกงโหลละ 1,200 บาท ได้กำไร 300 บาท พ่อขายกางเกงได้กำไรร้อยละเท่าไร (3 คะแนน)

วิธีทำ พ่อขายกางเกงโหลละ 1,200 บาท ขายได้กำไร 300 บาท

$$\text{พ่อขายกางเกงโหลละ 100 บาท ขายได้กำไร } \frac{300 \times 100}{1,200} = 25 \text{ บาท}$$

ดังนั้น พ่อขายกางเกงได้กำไร ร้อยละ 25

ตอบ พ่อขายกางเกงได้กำไร ร้อยละ 25

3. ฝากเงินธนาคารไว้ 9,800 บาท เมื่อสิ้นปีธนาคารคิดดอกเบี้ยให้ 164 บาท อยากทราบว่าธนาคารคิดดอกเบี้ยให้ร้อยละเท่าไร (3 คะแนน)

วิธีทำ ฝากเงินธนาคารไว้ 9,800 บาท ได้ดอกเบี้ย 164 บาท

$$\text{ฝากเงินธนาคารไว้ 100 กระสอบ ได้ดอกเบี้ย } \frac{164 \times 100}{9,800} = 1.67 \text{ บาท}$$

ดังนั้น ได้ดอกเบี้ย ร้อยละ 1.67

ตอบ ได้ดอกเบี้ย ร้อยละ 1.67



แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฉบับที่ 1
เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง

1. ข้อสอบเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ
ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 60 นาที
2. ให้นักเรียนกากบาท (X) ทับคำตอบที่ถูกต้องที่สุด ในช่องกระดาษคำตอบโดยใช้ปากกา
ในการเขียน เช่น เลือกข้อ ก
~~ก~~ ข ค ง
3. ไม่อนุญาตให้ใช้เครื่องมือคำนวณ
4. ห้ามนำข้อสอบและกระดาษคำตอบออกจากห้องสอบ
5. ไม่อนุญาตให้นักเรียนออกจากห้องสอบก่อนหมดเวลาทำการสอบ

พหุ ประจักษ์ วิทยา

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฉบับที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์
วิชา คณิตศาสตร์

เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1. ด.ญ. มาลี สอบวิชาคณิตศาสตร์ได้ 38 คะแนน จากคะแนนเต็ม 50 คะแนน ด.ญ. มาลี สอบได้คะแนน ร้อยละเท่าไร

ก. ร้อยละ 38 ข. ร้อยละ 50 ค. ร้อยละ 76 ง. ร้อยละ 83

2. มีส้มโอทั้งหมด 700 ผล เป็นพันธุ์ขาวทองดีร้อยละ 45 ของส้มโอทั้งหมด ที่เหลือเป็นพันธุ์ขาวน้ำผึ้งกี่ผล

ก. 315 ผล ข. 385 ผล ค. 450 ผล ง. 500 ผล

3. ร้านขายเสื้อผ้าตัดป้ายลดราคาเสื้อผ้าจากป้าย 15% ถ้ามีบัตรสมาชิกของร้านลดราคาอีก 5% จากราคาที่ลดแล้ว คุณแม่มีบัตรสมาชิกของร้านและต้องการซื้อเสื้อที่ติดป้ายราคาไว้ 1,200 บาท คุณแม่ต้องจ่ายเงินเท่าใด

ก. 969 บาท ข. 995 บาท ค. 1,025 บาท ง. 1,109 บาท

4. บิวทำขนมเค้กขายปอนด์ละ 374 บาท ซึ่งได้กำไร 10% อยากทราบว่าบิวลงทุนทั้งหมดกี่บาท

ก. 320 บาท ข. 340 บาท ค. 360 บาท ง. 380 บาท

5. ร้านค้าตัดราคาขายแปรงสีฟัน 30 บาท เมื่อลดให้อันละ 2% อยากทราบว่าถ้าซื้อ 20 อัน จะต้องจ่ายเงินทั้งหมดเท่าไร

ก. 165 บาท ข. 330 บาท ค. 495 บาท ง. 588 บาท

6. ดิ๊กซื้อโทรทัศน์ 14,500 บาท ขายให้อิวขาดทุน 20% อิวนำไปขายต่อให้อันได้กำไร 5% อิวขายโทรทัศน์ไปกี่บาท

ก. 12,180 บาท ข. 11,600 บาท ค. 10,875 บาท ง. 9,565 บาท

7. ซื้อโทรทัศน์มาราคา 15,500 บาท ขายขาดทุน 15 % ร้านค้าขายโทรทัศน์ขาดทุนเท่าไร
 ก. 1,550 บาท ข. 1,825 บาท ค. 2,325 บาท ง. 4,675 บาท
8. ขายวิดีโอเครื่องหนึ่งราคา 17,100 บาท ซึ่งขาดทุน 10% ราคาทุนของวิดีโอเครื่องนี้คือกี่บาท
 ก. 18,500 บาท ข. 19,000 บาท ค. 19,250 บาท ง. 20,000 บาท
9. บริษัทติดราคารถยนต์เอาไว้ 450,000 บาท ถ้าซื้อ เงินสดลดให้ 12 % ผู้ซื้อเงินสดจะต้องจ่ายเงินเท่าไร
 ก. 360,000 บาท
 ข. 380,000 บาท
 ค. 396,000 บาท
 ง. 460,000 บาท
10. ธนาคารให้อัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำ ร้อยละ 3.25 ต่อปี มีความหมายตรงกับข้อใด
 ก. ฝากเงินธนาคาร 1 ปี ได้รับดอกเบี้ย 3.25 บาท
 ข. ฝากเงินธนาคาร 100 บาท ได้รับดอกเบี้ย 3.25 บาท
 ค. ฝากเงินธนาคาร 100 บาท ในระยะเวลา 1 ปี ได้รับเงินคืน 103.25 บาท
 ง. กู้เงิน 1,000 บาท ในระยะเวลา 1 ปี ต้องจ่ายเงินคืนทั้งหมด 103.25 บาท
11. ฝากเงิน 4800 บาท ธนาคารคิดอัตราดอกเบี้ย 12 % ต่อปี เมื่อฝากเงินครบปี จะได้ดอกเบี้ยกี่บาท
 ก. 526 บาท ข. 546 บาท ค. 566 บาท ง. 576 บาท
12. นารีรัตน์ให้คนกู้เงินไปคิดดอกเบี้ยร้อยละ 12 ต่อปี พอครบปีนารีรัตน์ได้ดอกเบี้ย 1,800 บาท นารีรัตน์ให้เขากู้เงินไปกี่บาท
 ก. 13,000 บาท ข. 14,000 บาท ค. 15,000 บาท ง. 16,000 บาท
13. ในการทำขนมชนิดหนึ่งใช้อัตราส่วนของน้ำหนักร่อนน้ำตาลต่อน้ำหนักของแป้งเป็น 1 ต่อ 4 ถ้าจอยใช้แป้งหนัก 20 ชีด จะต้องใช้น้ำตาลหนักกี่ชีด
 ก. 4 ชีด ข. 5 ชีด ค. 6 ชีด ง. 8 ชีด

14. อัตราส่วน 7 : 3 เท่ากับอัตราส่วนในข้อใด

- ก. 2 หลา : 3 วา
- ข. 4 ฟุต : 16 นิ้ว
- ค. 700 กรัม : 300 กรัม
- ง. 2 กิโลกรัม 100 กรัม : 900 กรัม

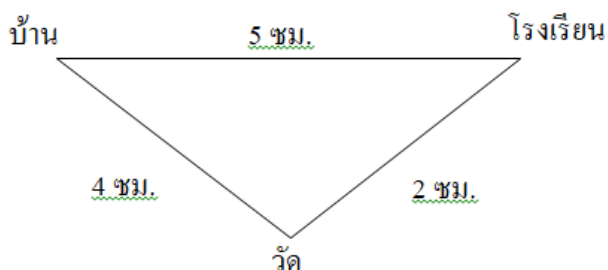
15. อัตราส่วนในข้อใดแตกต่างจากพวก

- ก. 1:2 ข. 2:3 ค. 4:6 ง. 6:9

16. A ในข้อใดมีค่าเท่ากับ 1

- ก. $21 : 3 = 7 : A$
- ข. $3 : 6 = 18 : A$
- ค. $A : 4 = 3 : 8$
- ง. $5 : 6 = 35 : A$

17. พิจารณาแผนผังต่อไปนี้

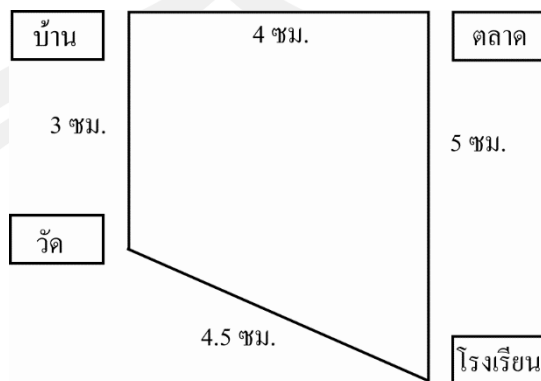


มาตราส่วน 1 ชม. : 600 ม.

ข้อใดไม่ถูกต้อง

- ก. ระยะทางจากบ้านถึงวัดเป็น 2,400 เมตร
- ข. ระยะทางจากบ้านถึงโรงเรียนมากกว่าระยะทางจากบ้านถึงวัดอยู่ 600 เมตร
- ค. โจรเดินทางจากบ้านไปวัด จากนั้นไปโรงเรียนเป็นระยะทางทั้งหมด 4,500 เมตร
- ง. แจมวิ่งออกกำลังกายไปและกลับจากโรงเรียนถึงวัด 1 รอบเป็นระยะทางทั้งหมด 2,400 เมตร

18. จากแผนผังและมาตราส่วนที่กำหนดให้



มาตราส่วน 1 ซม. : 100 ม.

ถ้าต้องการเดินทางจากบ้านไปโรงเรียนควรเลือกเดินทางอย่างไร เพราะอะไร

- ก. เดินทางผ่านวัด เพราะใกล้กว่าผ่านตลาด 100 เมตร
- ข. เดินทางผ่านวัด เพราะใกล้กว่าผ่านตลาด 150 เมตร
- ค. เดินทางผ่านตลาด เพราะใกล้กว่าผ่านวัด 100 เมตร
- ง. เดินทางผ่านตลาด เพราะใกล้กว่าผ่านวัด 150 เมตร

19. คุณลุงอายุ 45 ปี ซึ่งแก่กว่าคุณพ่อ 4 ปี อัตราส่วนอายุของคุณพ่อต่ออายุของคุณลุงในอีก 5 ปีข้างหน้าคือข้อใด

- ก. 41 : 45
- ข. 44 : 47
- ค. 46 : 50
- ง. 48 : 50

20. จากการเขียนแผนผังเส้นทางจากบ้านอารียาไปถึงตลาดยาว 6 เซนติเมตร โดยกำหนดมาตราส่วน 1 ซม. : 200 ม. เขาต้องเดินทางไปและกลับจากตลาดเป็นระยะทางเท่าไร

- ก. 200 เมตร
- ข. 600 เมตร
- ค. 2 กิโลเมตร 200 เมตร
- ง. 2 กิโลเมตร 400 เมตร



เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฉบับที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์
วิชา คณิตศาสตร์

เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1. ด.ญ. มาลี สอบวิชาคณิตศาสตร์ได้ 38 คะแนน จากคะแนนเต็ม 50 คะแนน ด.ญ. มาลี สอบได้คะแนน ร้อยละเท่าไร

- ก. ร้อยละ 38 ข. ร้อยละ 50 **ค. ร้อยละ 76** ง. ร้อยละ 83

2. มีส้มโอทั้งหมด 700 ผล เป็นพันธุ์ขาวทองดีร้อยละ 45 ของส้มโอทั้งหมด ที่เหลือเป็นพันธุ์ขาวน้ำผึ้งกี่ผล

- ก. 315 ผล **ข. 385 ผล** ค. 450 ผล ง. 500 ผล

3. ร้านขายเสื้อผ้าตัดป้ายลดราคาเสื้อผ้าจากป้าย 15% ถ้ามีบัตรสมาชิกของร้านลดราคาอีก 5% จากราคาที่ลดแล้ว คุณแม่มีบัตรสมาชิกของร้านและต้องการซื้อเสื้อที่ติดป้ายราคาไว้ 1,200 บาท คุณแม่ต้องจ่ายเงินเท่าใด

- ก. 969 บาท** ข. 995 บาท ค. 1,025 บาท ง. 1,109 บาท

4. บิวทำขนมเค้กขายปอนด์ละ 374 บาท ซึ่งได้กำไร 10% อยากทราบว่าบิวลงทุนทั้งหมดกี่บาท

- ก. 320 บาท **ข. 340 บาท** ค. 360 บาท ง. 380 บาท

5. ร้านค้าตัดราคาขายแปรงสีฟัน 30 บาท เมื่อลดให้อันละ 2% อยากทราบว่าถ้าซื้อ 20 อัน จะต้องจ่ายเงินทั้งหมดเท่าไร

- ก. 165 บาท ข. 330 บาท ค. 495 บาท **ง. 588 บาท**

6. ดิ๊กซื้อโทรทัศน์ 14,500 บาท ขายให้อิวขาดทุน 20% อิวนำไปขายต่อให้อันได้กำไร 5% อิวขายโทรทัศน์ไปกี่บาท

- ก. 12,180 บาท** ข. 11,600 บาท ค. 10,875 บาท ง. 9,565 บาท

7. ซื้อโทรทัศน์มาราคา 15,500 บาท ขายขาดทุน 15 % ร้านค้าขายโทรทัศน์ขาดทุนเท่าไร
 ก. 1,550 บาท ข. 1,825 บาท **ค. 2,325 บาท** ง. 4,675 บาท
8. ขายวิดีโอเครื่องหนึ่งราคา 17,100 บาท ซึ่งขาดทุน 10% ราคาทุนของวิดีโอเครื่องนี้คือกี่บาท
 ก. 18,500 บาท **ข. 19,000 บาท** ค. 19,250 บาท ง. 20,000 บาท
9. บริษัทติตราคารยนต์เอาไว้ 450,000 บาท ถ้าซื้อ เงินสดลดให้ 12 % ผู้ซื้อเงินสดจะต้องจ่ายเงินเท่าไร
 ก. 360,000 บาท
 ข. 380,000 บาท
ค. 396,000 บาท
 ง. 460,000 บาท
10. ธนาคารให้อัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำ ร้อยละ 3.25 ต่อปี มีความหมายตรงกับข้อใด
 ก. ฝากเงินธนาคาร 1 ปี ได้รับดอกเบี้ย 3.25 บาท
 ข. ฝากเงินธนาคาร 100 บาท ได้รับดอกเบี้ย 3.25 บาท
ค. ฝากเงินธนาคาร 100 บาท ในระยะเวลา 1 ปี ได้รับเงินคืน 103.25 บาท
 ง. กู้เงิน 1,000 บาท ในระยะเวลา 1 ปี ต้องจ่ายเงินคืนทั้งหมด 103.25 บาท
11. ฝากเงิน 4800 บาท ธนาคารคิดอัตราดอกเบี้ย 12 % ต่อปี เมื่อฝากเงินครบปี จะได้ดอกเบี้ยกี่บาท
 ก. 526 บาท ข. 546 บาท ค. 566 บาท **ง. 576 บาท**
12. นารีรัตน์ให้คนกู้เงินไปคิดดอกเบี้ยร้อยละ 12 ต่อปี พอครบปีนารีรัตน์ได้ดอกเบี้ย 1,800 บาท นารีรัตน์ให้เขากู้เงินไปกี่บาท
 ก. 13,000 บาท ข. 14,000 บาท **ค. 15,000 บาท** ง. 16,000 บาท
13. ในการทำขนมชนิดหนึ่งใช้อัตราส่วนของน้ำหนักร่อนน้ำตาลต่อน้ำหนักของแป้งเป็น 1 ต่อ 4 ถ้าจอยใช้แป้งหนัก 20 ชีด จะต้องใช้น้ำตาลหนักกี่ขีด
 ก. 4 ชีด **ข. 5 ชีด** ค. 6 ชีด ง. 8 ชีด

14. อัตราส่วน 7 : 3 เท่ากับอัตราส่วนในข้อใด

- ก. 2 หลา : 3 วา
 ข. 4 ฟุต : 16 นิ้ว
 ค. 700 กรัม : 300 กรัม
 ง. 2 กิโลกรัม 100 กรัม : 900 กรัม

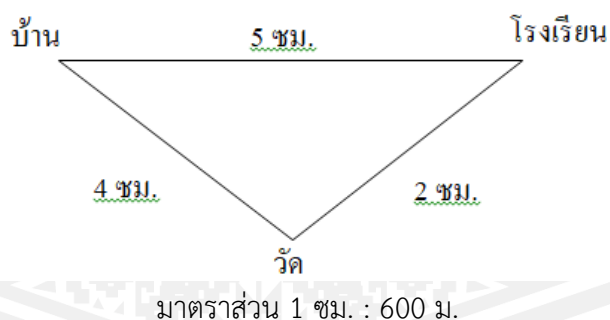
15. อัตราส่วนในข้อใดแตกต่างจากพวก

- ก. 1:2 ข. 2:3 ค. 4:6 ง. 6:9

16. A ในข้อใดมีค่าเท่ากับ 1

- ก. $21 : 3 = 7 : A$
 ข. $3 : 6 = 18 : A$
 ค. $A : 4 = 3 : 8$
 ง. $5 : 6 = 35 : A$

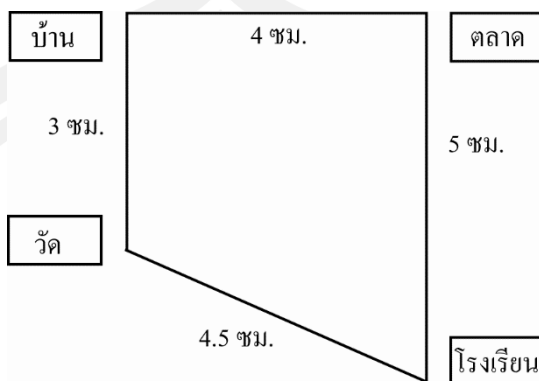
17. พิจารณาแผนผังต่อไปนี้



ข้อใดไม่ถูกต้อง

- ก. ระยะทางจากบ้านถึงวัดเป็น 2,400 เมตร
 ข. ระยะทางจากบ้านถึงโรงเรียนมากกว่าระยะทางจากบ้านถึงวัดอยู่ 600 เมตร
 ค. โจรเดินทางจากบ้านไปวัด จากนั้นไปโรงเรียนเป็นระยะทางทั้งหมด 4,500 เมตร
 ง. แจมวิ่งออกกำลังกายไปและกลับจากโรงเรียนถึงวัด 1 รอบเป็นระยะทางทั้งหมด 2,400 เมตร

18. จากแผนผังและมาตราส่วนที่กำหนดให้



มาตราส่วน 1 ซม. : 100 ม.

ถ้าต้องการเดินทางจากบ้านไปโรงเรียนควรเลือกเดินทางอย่างไร เพราะอะไร

- ก. เดินทางผ่านวัด เพราะใกล้กว่าผ่านตลาด 100 เมตร
- ข. เดินทางผ่านวัด เพราะใกล้กว่าผ่านตลาด 150 เมตร
- ค. เดินทางผ่านตลาด เพราะใกล้กว่าผ่านวัด 100 เมตร
- ง. เดินทางผ่านตลาด เพราะใกล้กว่าผ่านวัด 150 เมตร

19. คุณลุงอายุ 45 ปี ซึ่งแก่กว่าคุณพ่อ 4 ปี อัตราส่วนอายุของคุณพ่อต่ออายุของคุณลุงในอีก 5 ปีข้างหน้าคือข้อใด

- ก. 41 : 45
- ข. 44 : 47
- ค. 46 : 50
- ง. 48 : 50

20. จากการเขียนแผนผังเส้นทางจากบ้านอารียาไปถึงตลาดยาว 6 เซนติเมตร โดยกำหนดมาตราส่วน 1 ซม. : 200 ม. เขาต้องเดินทางไปและกลับจากตลาดเป็นระยะทางเท่าไร

- ก. 200 เมตร
- ข. 600 เมตร
- ค. 2 กิโลเมตร 200 เมตร
- ง. 2 กิโลเมตร 400 เมตร





แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฉบับที่ 2
เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง

1. ข้อสอบเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ
ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 60 นาที
2. ให้นักเรียนกากบาท (X) ทับคำตอบที่ถูกต้องที่สุด ในช่องกระดาษคำตอบโดยใช้ปากกา
ในการเขียน เช่น เลือกข้อ ก
~~ก~~ ข ค ง
3. ไม่อนุญาตให้ใช้เครื่องมือคำนวณ
4. ห้ามนำข้อสอบและกระดาษคำตอบออกจากห้องสอบ
5. ไม่อนุญาตให้นักเรียนออกจากห้องสอบก่อนหมดเวลาทำการสอบ

พหุบัณฑิตวิทยา

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฉบับที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์
วิชา คณิตศาสตร์

เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1. ด.ช. บุญมี สอบวิชาคณิตศาสตร์ได้ 41 คะแนน จากคะแนนเต็ม 50 คะแนน ด.ญ. มาลี สอบได้คะแนน ร้อยละเท่าไร

- ก. ร้อยละ 38 ข. ร้อยละ 50 ค. ร้อยละ 76 ง. ร้อยละ 82

2. มีทุเรียนทั้งหมด 800 ผล เป็นพันธุ์ก้านยาวร้อยละ 45 ของทุเรียนทั้งหมด ที่เหลือเป็นพันธุ์หมอนทองกี่ผล

- ก. 315 ผล ข. 385 ผล ค. 440 ผล ง. 500 ผล

3. ร้านขายเสื้อผ้าตัดป้ายลดราคาเสื้อผ้าจากป้าย 10% ถ้ามีบัตรสมาชิกของร้านลดราคาอีก 5% จากราคาที่ลดแล้ว คุณแม่มีบัตรสมาชิกของร้านและต้องการซื้อเสื้อผ้าที่ตัดป้ายราคาไว้ 1,400 บาท คุณแม่ต้องจ่ายเงินเท่าใด

- ก. 969 บาท ข. 995 บาท ค. 1,025 บาท ง. 1,197 บาท

4. บิวทำขนมเค้กขายปอนด์ละ 352 บาท ซึ่งได้กำไร 10% อยากทราบว่าบิวลงทุนทั้งหมดกี่บาท

- ก. 320 บาท ข. 340 บาท ค. 360 บาท ง. 380 บาท

5. ร้านค้าตัดราคาขายแปรงสีฟัน 20 บาท เมื่อลดให้อันละ 3% อยากทราบว่าถ้าซื้อ 30 อัน จะต้องจ่ายเงินทั้งหมดเท่าไร

- ก. 465 บาท ข. 582 บาท ค. 645 บาท ง. 784 บาท

6. ตั้งซื้อโทรทัศน์ 16,400 บาท ขายให้โอ๊ซาดทุน 20% โอ๊นำไปขายต่อให้อิวได้กำไร 5% โอ๊ขายโทรทัศน์ไปกี่บาท

- ก. 12,180 บาท ข. 13,600 บาท ค. 13,776 บาท ง. 15,565 บาท

7. ซื้อหุ้นมาราคา 17,500 บาท ขยขาดทุน 12 % ร้านค้าขายหุ้นขาดทุนเท่าไร
 ก. 1,550 บาท ข. 1,825 บาท ค. 1,900 บาท ง. 2,100 บาท
8. ขายวิดีโอเครื่องหนึ่งราคา 15,750 บาท ขาดทุน 10% แล้วราคาทุนของวิดีโอเครื่องนี้คิดเป็นกี่บาท
 ก. 16,000 บาท ข. 16,500 บาท ค. 17,500 บาท ง. 18,750 บาท
9. บริษัทติดราคารถยนต์เอาไว้ 630,000 บาท ถ้าซื้อ เงินสดลดให้ 14 % ผู้ซื้อเงินสดจะต้องจ่ายเงินเท่าไร
 ก. 541,800 บาท
 ข. 642,000 บาท
 ค. 686,500 บาท
 ง. 884,800 บาท
10. ธนาคารให้อัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำ ร้อยละ 6.25 ต่อปี มีความหมายตรงกับข้อใด
 ก. ฝากเงินธนาคาร 1 ปี ได้รับดอกเบี้ย 6.25 บาท
 ข. ฝากเงินธนาคาร 100 บาท ได้รับดอกเบี้ย 6.25 บาท
 ค. กู้เงิน 1,000 บาท ในระยะเวลา 1 ปี ต้องจ่ายเงินคืนทั้งหมด 106.25 บาท
 ง. ฝากเงินธนาคาร 100 บาท ในระยะเวลา 1 ปี ได้รับเงินคืน 106.25 บาท
11. ฝากเงิน 4,400 บาท ธนาคารคิดอัตราดอกเบี้ย 12% ต่อปี เมื่อฝากเงินครบปี จะได้ดอกเบี้ยกี่บาท
 ก. 528 บาท ข. 546 บาท ค. 566 บาท ง. 576 บาท
12. อารียาให้คนกู้เงินไปคิดดอกเบี้ยร้อยละ 15 ต่อปี พอครบปีอารียาได้ดอกเบี้ย 1,650 บาท อารียาให้เขากู้เงินไปกี่บาท
 ก. 11,000 บาท ข. 11,400 บาท ค. 11,500 บาท ง. 11,800 บาท
13. ในการทำขนมชนิดหนึ่งใช้อัตราส่วนของน้ำหนักของน้ำตาลต่อน้ำหนักของแป้งเป็น 1 ต่อ 6 ถ้าจอยใช้แป้งหนัก 24 ชีด จะต้องใช้น้ำตาลหนักกี่ชีด
 ก. 4 ชีด ข. 5 ชีด ค. 6 ชีด ง. 8 ชีด

14. อัตราส่วน 7 : 3 เท่ากับอัตราส่วนในข้อใด

- ก. 2 หลา : 3 วา
- ข. 4 ฟุต : 16 นิ้ว
- ค. 700 กรัม : 300 กรัม
- ง. 2 กิโลกรัม 100 กรัม : 900 กรัม

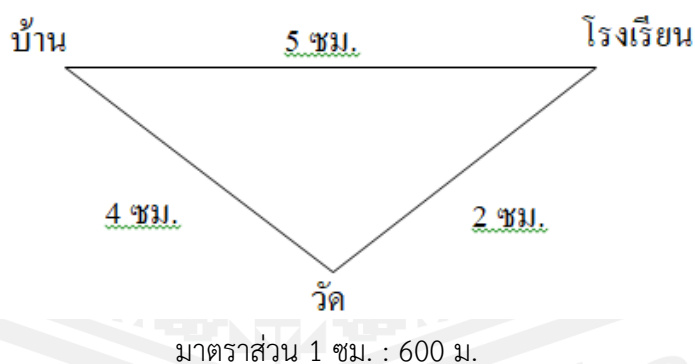
15. อัตราส่วนในข้อใดแตกต่างจากพวก

- ก. 1:2
- ข. 2:3
- ค. 4:6
- ง. 6:9

16. A ในข้อใดมีค่าเท่ากับ 1

- ก. $21 : 3 = 7 : A$
- ข. $3 : 6 = 18 : A$
- ค. $A : 4 = 3 : 8$
- ง. $5 : 6 = 35 : A$

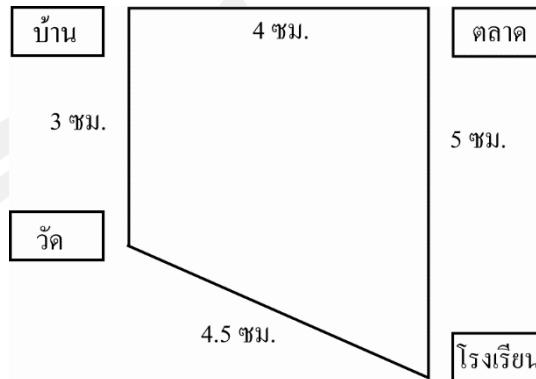
17. พิจารณาแผนผังต่อไปนี้



ข้อใดไม่ถูกต้อง

- ก. ระยะทางจากบ้านถึงวัดเป็น 2,400 เมตร
- ข. ระยะทางจากบ้านถึงโรงเรียนมากกว่าระยะทางจากบ้านถึงวัดอยู่ 600 เมตร
- ค. โจเดินทางจากบ้านไปวัด จากนั้นไปโรงเรียนเป็นระยะทางทั้งหมด 4,500 เมตร
- ง. แจมวิ่งออกกำลังกายไปและกลับจากโรงเรียนถึงวัด 1 รอบเป็นระยะทางทั้งหมด 2,400 เมตร

18. จากแผนผังและมาตราส่วนที่กำหนดให้



มาตราส่วน 1 ซม. : 100 ม.

ถ้าต้องการเดินทางจากบ้านไปโรงเรียนควรเลือกเดินทางอย่างไร เพราะอะไร

- ก. เดินทางผ่านวัด เพราะใกล้กว่าผ่านตลาด 100 เมตร
- ข. เดินทางผ่านวัด เพราะใกล้กว่าผ่านตลาด 150 เมตร
- ค. เดินทางผ่านตลาด เพราะใกล้กว่าผ่านวัด 100 เมตร
- ง. เดินทางผ่านตลาด เพราะใกล้กว่าผ่านวัด 150 เมตร

19. คุณลุงอายุ 45 ปี ซึ่งแก่กว่าคุณพ่อ 4 ปี อัตราส่วนอายุของคุณพ่อต่ออายุของคุณลุงในอีก 5 ปีข้างหน้าคือข้อใด

- ก. 41 : 45
- ข. 44 : 47
- ค. 46 : 50
- ง. 48 : 50

20. จากการเขียนแผนผังเส้นทางจากบ้านอารียาไปถึงตลาดยาว 6 เซนติเมตร โดยกำหนดมาตราส่วน 1 ซม. : 200 ม. เขาต้องเดินทางไปและกลับจากตลาดเป็นระยะทางเท่าไร

- ก. 200 เมตร
- ข. 600 เมตร
- ค. 2 กิโลเมตร 200 เมตร
- ง. 2 กิโลเมตร 400 เมตร



เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฉบับที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์
วิชา คณิตศาสตร์

เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1. ด.ช. บุญมี สอบวิชาคณิตศาสตร์ได้ 41 คะแนน จากคะแนนเต็ม 50 คะแนน ด.ญ. มาลี สอบได้คะแนน ร้อยละเท่าไร

- ก. ร้อยละ 38 ข. ร้อยละ 50 ค. ร้อยละ 76 ง. ร้อยละ 82

2. มีทุเรียนทั้งหมด 800 ผล เป็นพันธุ์ก้านยาวร้อยละ 45 ของทุเรียนทั้งหมด ที่เหลือเป็นพันธุ์หมอนทองกี่ผล

- ก. 315 ผล ข. 385 ผล ค. 440 ผล ง. 500 ผล

3. ร้านขายเสื้อผ้าตัดป้ายลดราคาเสื้อผ้าจากป้าย 10% ถ้ามีบัตรสมาชิกของร้านลดราคาอีก 5% จากราคาที่ลดแล้ว คุณแม่มีบัตรสมาชิกของร้านและต้องการซื้อเสื้อที่ตัดป้ายราคาไว้ 1,400 บาท คุณแม่ต้องจ่ายเงินเท่าใด

- ก. 969 บาท ข. 995 บาท ค. 1,025 บาท ง. 1,197 บาท

4. บิวทำขนมเค้กขายปอนด์ละ 352 บาท ซึ่งได้กำไร 10% อยากทราบว่าบิวลงทุนทั้งหมดกี่บาท

- ก. 320 บาท ข. 340 บาท ค. 360 บาท ง. 380 บาท

5. ร้านค้าตัดราคาขายแปรงสีฟัน 20 บาท เมื่อลดให้อันละ 3% อยากทราบว่าถ้าซื้อ 30 อัน จะต้องจ่ายเงินทั้งหมดเท่าไร

- ก. 465 บาท ข. 582 บาท ค. 645 บาท ง. 784 บาท

6. ตั้งซื้อโทรศัพท์ 16,400 บาท ขายให้โอ๊ตขาดทุน 20% โอ๊ตนำไปขายต่อให้อิวได้กำไร 5% โอ๊ตขายโทรศัพท์ไปกี่บาท

- ก. 12,180 บาท ข. 13,600 บาท ค. 13,776 บาท ง. 15,565 บาท

7. ซื้อหุ้นมาราคา 17,500 บาท ขายขาดทุน 12 % ร้านค้าขายหุ้นขาดทุนเท่าไร
 ก. 1,550 บาท ข. 1,825 บาท ค. 1,900 บาท ง. 2,100 บาท
8. ขายวิดีโอเครื่องหนึ่งราคา 15,750 บาท ขาดทุน 10% แล้วราคาทุนของวิดีโอเครื่องนี้คิดเป็นกี่บาท
 ก. 16,000 บาท ข. 16,500 บาท ค. 17,500 บาท ง. 18,750 บาท
9. บริษัทติดราคารถยนต์เอาไว้ 630,000 บาท ถ้าซื้อ เงินสดลดให้ 14 % ผู้ซื้อเงินสดจะต้องจ่ายเงินเท่าไร
 ก. 541,800 บาท
 ข. 642,000 บาท
 ค. 686,500 บาท
 ง. 884,800 บาท
10. ธนาคารให้อัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำ ร้อยละ 6.25 ต่อปี มีความหมายตรงกับข้อใด
 ก. ฝากเงินธนาคาร 1 ปี ได้รับดอกเบี้ย 6.25 บาท
 ข. ฝากเงินธนาคาร 100 บาท ได้รับดอกเบี้ย 6.25 บาท
 ค. กู้เงิน 1,000 บาท ในระยะเวลา 1 ปี ต้องจ่ายเงินคืนทั้งหมด 106.25 บาท
 ง. ฝากเงินธนาคาร 100 บาท ในระยะเวลา 1 ปี ได้รับเงินคืน 106.25 บาท
11. ฝากเงิน 4,400 บาท ธนาคารคิดอัตราดอกเบี้ย 12% ต่อปี เมื่อฝากเงินครบปี จะได้ดอกเบี้ยกี่บาท
 ก. 528 บาท ข. 546 บาท ค. 566 บาท ง. 576 บาท
12. อารียาให้คนกู้เงินไปคิดดอกเบี้ยร้อยละ 15 ต่อปี พอครบปีอารียาได้ดอกเบี้ย 1,650 บาท อารียาให้เขากู้เงินไปกี่บาท
 ก. 11,000 บาท ข. 11,400 บาท ค. 11,500 บาท ง. 11,800 บาท
13. ในการทำขนมชนิดหนึ่งใช้อัตราส่วนของน้ำหนักของน้ำตาลต่อน้ำหนักของแป้งเป็น 1 ต่อ 6 ถ้าจอยใช้แป้งหนัก 24 ชีด จะต้องใช้น้ำตาลหนักกี่ชีด
 ก. 4 ชีด ข. 5 ชีด ค. 6 ชีด ง. 8 ชีด

14. อัตราส่วน 7 : 3 เท่ากับอัตราส่วนในข้อใด

- ก. 2 หลา : 3 วา
 ข. 4 ฟุต : 16 นิ้ว
 ค. 700 กรัม : 300 กรัม
 ง. 2 กิโลกรัม 100 กรัม : 900 กรัม

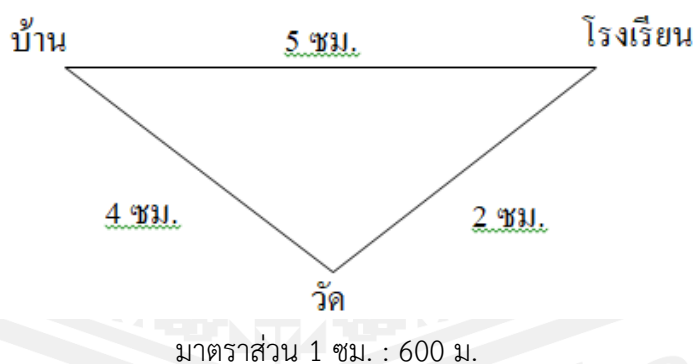
15. อัตราส่วนในข้อใดแตกต่างจากพวก

- ก. 1:2 ข. 2:3 ค. 4:6 ง. 6:9

16. A ในข้อใดมีค่าเท่ากับ 1

- ก. $21 : 3 = 7 : A$
 ข. $3 : 6 = 18 : A$
 ค. $A : 4 = 3 : 8$
 ง. $5 : 6 = 35 : A$

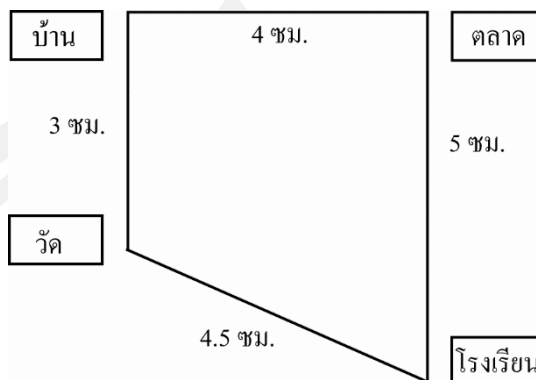
17. พิจารณาแผนผังต่อไปนี้



ข้อใดไม่ถูกต้อง

- ก. ระยะทางจากบ้านถึงวัดเป็น 2,400 เมตร
 ข. ระยะทางจากบ้านถึงโรงเรียนมากกว่าระยะทางจากบ้านถึงวัดอยู่ 600 เมตร
 ค. โจรเดินทางจากบ้านไปวัด จากนั้นไปโรงเรียนเป็นระยะทางทั้งหมด 4,500 เมตร
 ง. แจมวิ่งออกกำลังกายไปและกลับจากโรงเรียนถึงวัด 1 รอบเป็นระยะทางทั้งหมด 2,400 เมตร

18. จากแผนผังและมาตราส่วนที่กำหนดให้



มาตราส่วน 1 ซม. : 100 ม.

ถ้าต้องการเดินทางจากบ้านไปโรงเรียนควรเลือกเดินทางอย่างไร เพราะอะไร

- ก. เดินทางผ่านวัด เพราะใกล้กว่าผ่านตลาด 100 เมตร
- ข. **เดินทางผ่านวัด เพราะใกล้กว่าผ่านตลาด 150 เมตร**
- ค. เดินทางผ่านตลาด เพราะใกล้กว่าผ่านวัด 100 เมตร
- ง. เดินทางผ่านตลาด เพราะใกล้กว่าผ่านวัด 150 เมตร

19. คุณลุงอายุ 45 ปี ซึ่งแก่กว่าคุณพ่อ 4 ปี อัตราส่วนอายุของคุณพ่อต่ออายุของคุณลุงในอีก 5 ปีข้างหน้าคือข้อใด

- ก. 41 : 45
- ข. 44 : 47
- ค. **46 : 50**
- ง. 48 : 50

20. จากการเขียนแผนผังเส้นทางจากบ้านอารียาไปถึงตลาดยาว 6 เซนติเมตร โดยกำหนดมาตราส่วน 1 ซม. : 200 ม. เขาต้องเดินทางไปและกลับจากตลาดเป็นระยะทางเท่าไร

- ก. 200 เมตร
- ข. 600 เมตร
- ค. 2 กิโลเมตร 200 เมตร
- ง. **2 กิโลเมตร 400 เมตร**





แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 1
เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

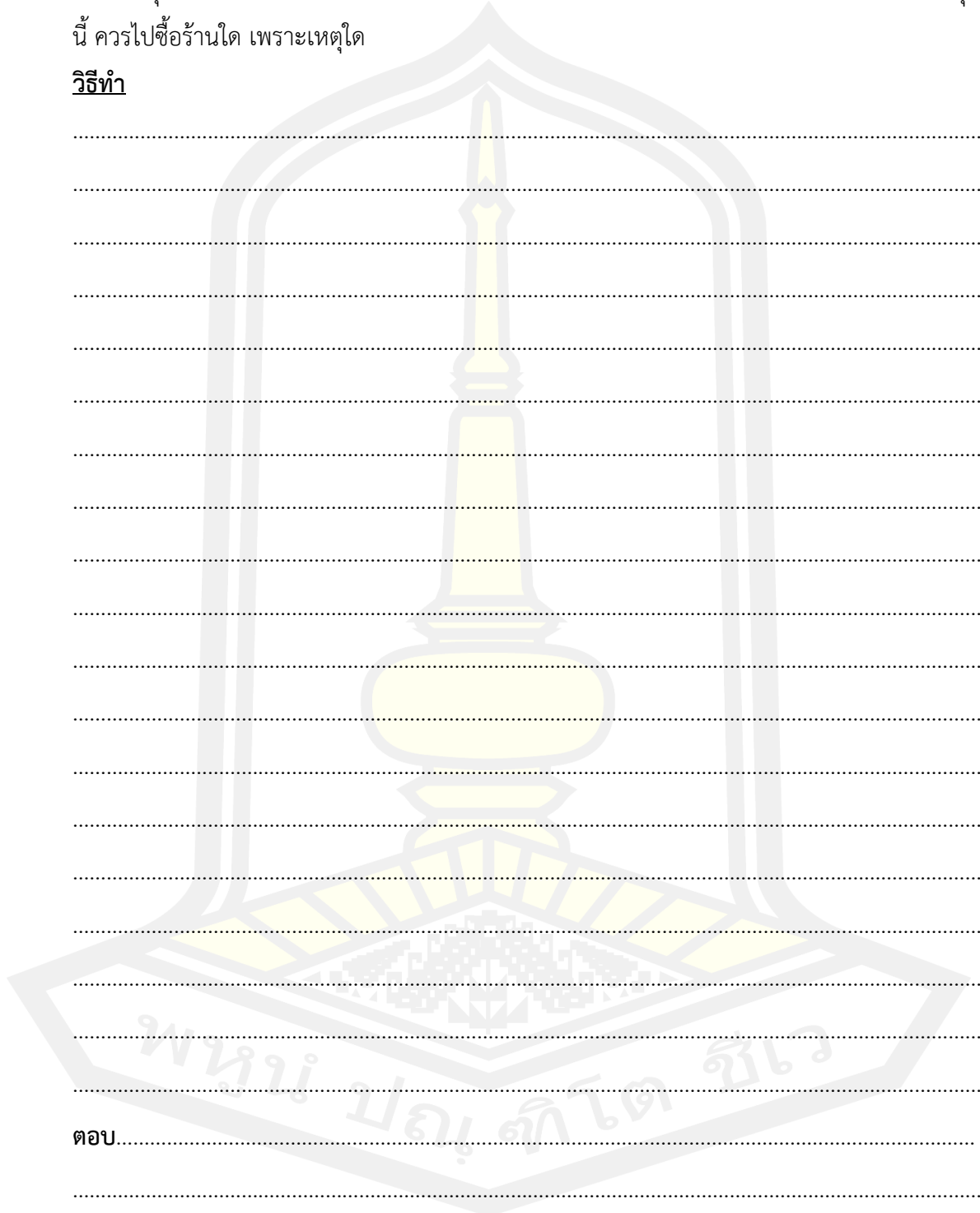
คำชี้แจง

1. ข้อสอบเป็นแบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ
ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 60 นาที
2. ให้นักเรียนแสดงวิธีการได้มาของคำตอบ โดยแสดงแนวคิด ขั้นตอนการแสดงวิธีทำ
ประกอบการเขียนอธิบายเหตุผลอย่างละเอียด ซึ่งอาจใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ทั้งในรูปของ
สมการ หรือสัญลักษณ์ และมีการสรุปคำตอบที่ได้ให้ครบถ้วน
3. ไม่อนุญาตให้ใช้เครื่องมือคำนวณ
4. ห้ามนำข้อสอบและกระดาษคำตอบออกจากห้องสอบ
5. ไม่อนุญาตให้นักเรียนออกจากห้องสอบก่อนหมดเวลาทำการสอบ

พหุ ประจักษ์ โท ชีวะ

2. ร้านดีจัง ขายหนังสือ ชุด ท้องฟ้าของฉัน ราคา 950 บาท และมีป้ายลดราคา 18% ร้านสุขใจ ขายหนังสือ ชุด ท้องฟ้าของฉัน ราคา 940 บาท และมีป้ายลดราคา 15% ถ้าแม่ต้องการไปซื้อหนังสือชุดนี้ ควรไปซื้อร้านใด เพราะเหตุใด

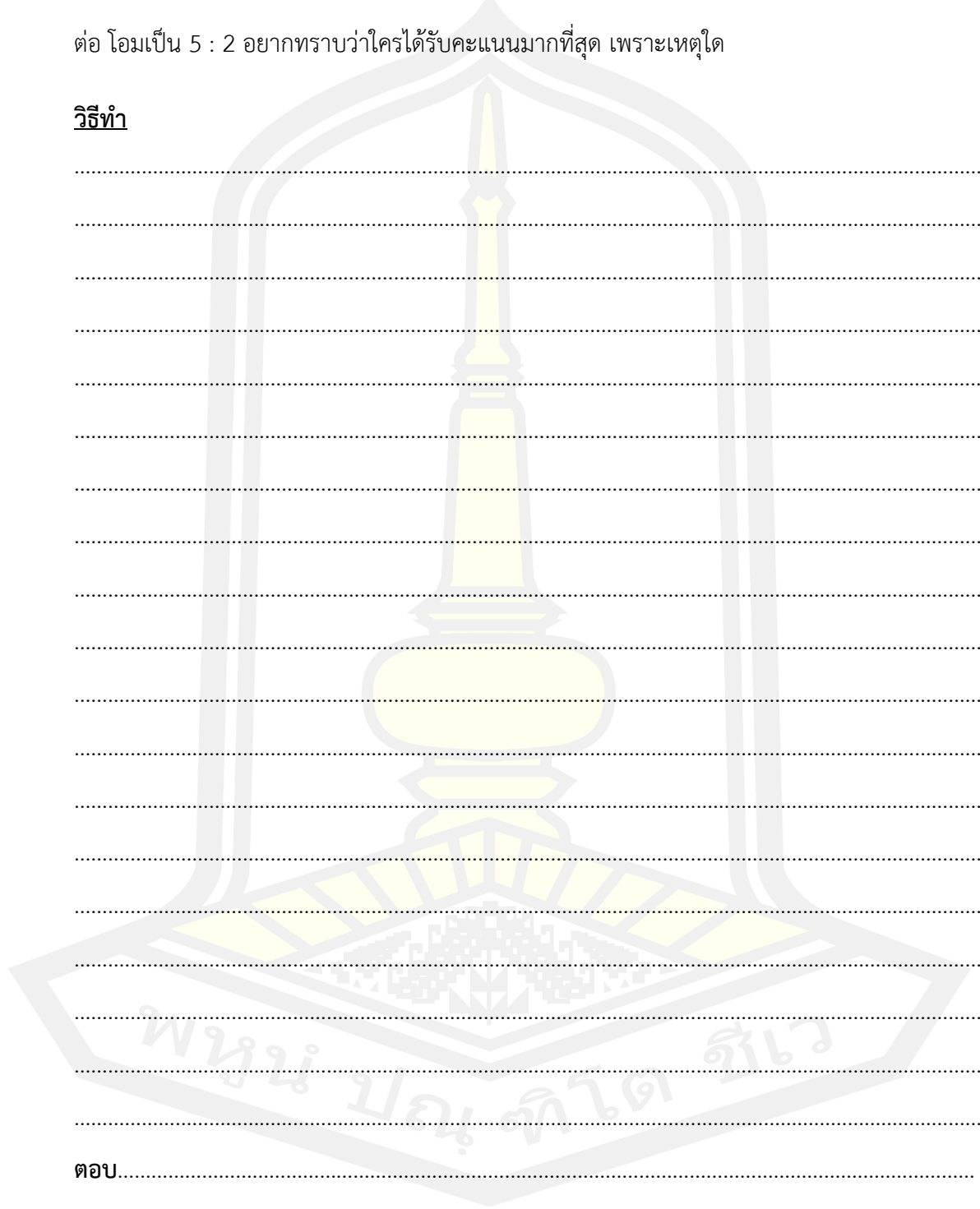
วิธีทำ



ตอบ.....

3. ฟ้า แพรว และโอม ลงสมัครเลือกตั้งประธานนักเรียน มีผู้มาใช้สิทธิในการเลือกตั้งทั้งหมด 492 คน อัตราส่วนของจำนวนคนที่เลือก ฟ้า ต่อ แพรว เป็น 4 : 3 และอัตราส่วนของจำนวนคนที่เลือก แพรว ต่อ โอมเป็น 5 : 2 อยากทราบว่าใครได้รับคะแนนมากที่สุด เพราะเหตุใด

วิธีทำ



ตอบ.....

เฉลยแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 1

1. ญานู๋ทำข้อสอบ 3 วิชา คือ วิชาภาษาไทย วิชาภาษาอังกฤษ และวิชาคณิตศาสตร์ โดยญานู๋ทำข้อสอบได้ ดังนี้

- วิชาภาษาไทย คะแนนเต็ม 50 คะแนน ทำข้อสอบได้ 62%
- วิชาภาษาอังกฤษ คะแนนเต็ม 40 คะแนน ทำข้อสอบได้ 75%
- วิชาคณิตศาสตร์ คะแนนเต็ม 60 คะแนน ทำข้อสอบได้ 75%

ญานู๋ทำข้อสอบวิชาใด ได้คะแนนน้อยที่สุด เพราะเหตุใด

วิธีทำ

- คะแนนภาษาไทย เต็ม 100 คิดเป็น 62 คะแนน

$$\text{คะแนนภาษาไทย เต็ม 50 คิดเป็น } \frac{62 \times 50}{100} = 31 \text{ คะแนน}$$

ดังนั้น ญานู๋ สอบภาษาไทยได้ 31 คะแนน

- คะแนนภาษาอังกฤษ เต็ม 100 คิดเป็น 75 คะแนน

$$\text{คะแนนภาษาอังกฤษ เต็ม 40 คิดเป็น } \frac{75 \times 40}{100} = 30 \text{ คะแนน}$$

ดังนั้น ญานู๋ สอบภาษาอังกฤษได้ 30 คะแนน

- คะแนนคณิตศาสตร์ เต็ม 100 คิดเป็น 75 คะแนน

$$\text{คะแนนคณิตศาสตร์ เต็ม 60 คิดเป็น } \frac{55 \times 60}{100} = 33 \text{ คะแนน}$$

ดังนั้น ญานู๋ สอบคณิตศาสตร์ได้ 33 คะแนน (1 คะแนน แสดงวิธีการหาชัดเจน)

สามารถเปรียบเทียบคะแนนของทั้งสามวิชาจากมากไปน้อย คือ คณิตศาสตร์ ภาษาไทย และภาษาอังกฤษ

ตอบ วิชาที่ได้คะแนนน้อยที่สุด คือ วิชาภาษาอังกฤษ เพราะจากการหาร้อยละของคะแนนสอบแต่ละวิชาจากคะแนนเต็มแล้ว พบว่าวิชาภาษาอังกฤษมีคะแนนน้อยที่สุด คือ 30 คะแนน (1 คะแนน คำตอบถูกต้อง) (1 คะแนน การให้เหตุผลครบถ้วน ชัดเจน)

2. ร้านดีจัง ขายหนังสือ ชุด ท้องฟ้าของฉัน ราคา 950 บาท และมีป้ายลดราคา 18% ร้านสุขใจ ขายหนังสือ ชุด ท้องฟ้าของฉัน ราคา 940 บาท และมีป้ายลดราคา 15% ถ้าแม่ต้องการไปซื้อหนังสือชุดนี้ ควรไปซื้อร้านใด เพราะเหตุใด

วิธีทำ

- ร้านดีจัง

ขายหนังสือ ลดราคา 18% ราคาที่ซื้อ $100 - 18 = 82$ บาท

ราคาเดิม 100 บาท ซื้อในราคา 82 บาท

ราคาเดิม 950 บาท ซื้อในราคา $\frac{950 \times 82}{100} = 779$ บาท

- ร้านสุขใจ

ขายหนังสือ ลดราคา 15% ราคาที่ซื้อ $100 - 15 = 85$ บาท

ราคาเดิม 100 บาท ซื้อในราคา 85 บาท

ราคาเดิม 940 บาท ซื้อในราคา $\frac{940 \times 85}{100} = 799$ บาท

(1 คะแนน แสดงวิธีการหาชัดเจน)

ตอบ แม่ควรซื้อหนังสือที่ร้านดีจัง เพราะราคาถูกกว่าร้านสุขใจ 20 บาท (1 คะแนน คำตอบถูกต้อง)

(1 คะแนน การให้เหตุผลครบถ้วน ชัดเจน)

พหุบัน ปณฺ ทิโต ชีเว

3. ฟ้า แพรว และโอม ลงสมัครเลือกตั้งประธานนักเรียน มีผู้มาใช้สิทธิในการเลือกตั้งทั้งหมด 492 คน อัตราส่วนของจำนวนคนที่เลือก ฟ้า ต่อ แพรว เป็น 4 : 3 และอัตราส่วนของจำนวนคนที่เลือก แพรว ต่อ โอมเป็น 5 : 2 อยากทราบว่าใครได้รับคะแนนมากที่สุด เพราะเหตุใด

วิธีทำ

อัตราส่วนของจำนวนคนที่เลือก ฟ้า ต่อ แพรว เป็น 4 : 3

อัตราส่วนของจำนวนคนที่เลือก แพรว ต่อ โอม เป็น 5 : 2

จะได้อัตราส่วนจำนวนคนที่เลือก ฟ้า ต่อ แพรว เป็น $4 \times 5 : 3 \times 5 = 20 : 15$

และอัตราส่วนจำนวนคนที่เลือก แพรว ต่อ โอม เป็น $5 \times 3 : 2 \times 3 = 15 : 6$

ดังนั้น อัตราส่วนของจำนวนคนเลือกฟ้า ต่อ แพรว ต่อ โอม คือ 20 : 15 : 6

เนื่องจาก $20 + 15 + 6 = 41$ และ $492 \div 41 = 12$

จะได้ จำนวนคนที่เลือกฟ้า คือ $20 \times 12 = 240$ คน

จำนวนคนที่เลือกแพรว คือ $15 \times 12 = 180$ คน

จำนวนคนที่เลือกโอม คือ $6 \times 12 = 72$ คน

สามารถเปรียบเทียบคะแนนของทั้งสามคนจากมากไปน้อย คือ ฟ้า แพรว โอม

(1 คะแนน แสดงวิธีการหาชัดเจน)

ตอบ ฟ้าได้รับคะแนนมากที่สุด 240 คะแนน เพราะมีอัตราส่วนที่มากที่สุด คือ 20 ส่วน จากทั้งหมด 41 ส่วน และแพรว โอม มีคะแนนน้อยกว่า (1 คะแนน คำตอบถูกต้อง) (1 คะแนน การให้เหตุผลครบถ้วน ชัดเจน)

4. เค บুমและกาย ได้สร้างแบบจำลองการเดินทางของบ้านตัวเองมาที่โรงเรียน โดยใช้อัตราส่วน ดังนี้

บ้านของเค อยู่ห่างจากโรงเรียน 3 เซนติเมตร โดยใช้มาตราส่วน 1.5 เซนติเมตร : 12 เมตร

บ้านของบুম อยู่ห่างจากโรงเรียน 4.5 เซนติเมตร โดยใช้มาตราส่วน 9 เซนติเมตร : 9 เมตร

บ้านของกาย อยู่ห่างจากโรงเรียน 9 เซนติเมตร โดยใช้มาตราส่วน 3 เซนติเมตร : 5 เมตร

อยากทราบว่าบ้านของใครอยู่ห่างจากโรงเรียนน้อยที่สุด เพราะเหตุใด

วิธีทำ

- บ้านของเค อยู่ห่างจากโรงเรียน 3 เซนติเมตร โดยใช้มาตราส่วน 1.5 เซนติเมตร : 12 เมตร
จะได้อัตราส่วนของความยาวบ้านของเค มีความยาวจริง

$$1.5 \times 2 \text{ เซนติเมตร} : 12 \times 2 \text{ เมตร} = 3 \text{ เซนติเมตร} : 24 \text{ เมตร}$$

ดังนั้น บ้านของเค มีความยาวจริง 24 เมตร

- บ้านของบুম อยู่ห่างจากโรงเรียน 4.5 เซนติเมตร โดยใช้มาตราส่วน 9 เซนติเมตร : 9 เมตร
จะได้อัตราส่วนของความยาวบ้านของเค มีความยาวจริง

$$9 \div 2 \text{ เซนติเมตร} : 9 \div 2 \text{ เมตร} = 4.5 \text{ เซนติเมตร} : 4.5 \text{ เมตร}$$

ดังนั้น บ้านของเค มีความยาวจริง 4.5 เมตร

- บ้านของกาย อยู่ห่างจากโรงเรียน 9 เซนติเมตร โดยใช้มาตราส่วน 3 เซนติเมตร : 5 เมตร
จะได้อัตราส่วนของความยาวบ้านของเค มีความยาวจริง

$$3 \times 3 \text{ เซนติเมตร} : 5 \times 3 \text{ เมตร} = 9 \text{ เซนติเมตร} : 15 \text{ เมตร}$$

ดังนั้น บ้านของเค มีความยาวจริง 15 เมตร

สามารถเปรียบเทียบระยะทางจริงของบ้านจากน้อยไปมาก คือ บুম กาย และเค

(1 คะแนน แสดงวิธีการหาชัดเจน)

ตอบ บ้านของบุม อยู่ใกล้โรงเรียนที่สุด เพราะ ได้คำนวณหาขนาดจริงพบว่าใกล้กว่าบ้านของเค และ

กาย (1 คะแนน คำตอบถูกต้อง) (1 คะแนน การให้เหตุผลครบถ้วน ชัดเจน)



แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 2
เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

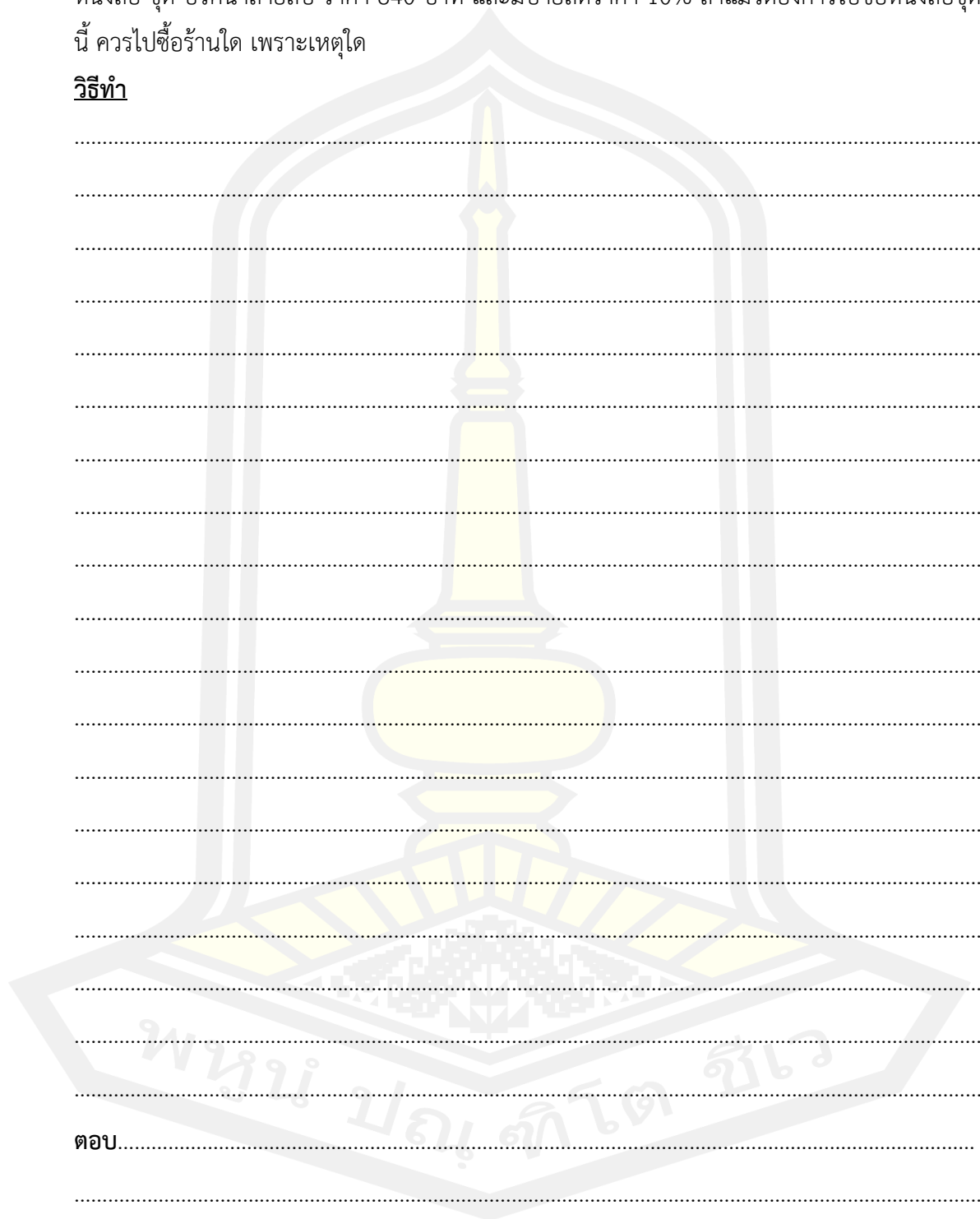
คำชี้แจง

6. ข้อสอบเป็นแบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ
ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 60 นาที
7. ให้นักเรียนแสดงวิธีการได้มาของคำตอบ โดยแสดงแนวคิด ขั้นตอนการแสดงวิธีทำ
ประกอบการเขียนอธิบายเหตุผลอย่างละเอียด ซึ่งอาจใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ทั้งในรูปของ
สมการ หรือสัญลักษณ์ และมีการสรุปคำตอบที่ได้ให้ครบถ้วน
8. ไม่อนุญาตให้ใช้เครื่องมือคำนวณ
9. ห้ามนำข้อสอบและกระดาษคำตอบออกจากห้องสอบ
10. ไม่อนุญาตให้นักเรียนออกจากห้องสอบก่อนหมดเวลาทำการสอบ

พหุบัณฑิตวิทยา

2. ร้านนิตขายหนังสือ ชุด ปรีศนาสายลับ ราคา 900 บาท และมีป้ายลดราคา 15% ร้านหน้อยขายหนังสือ ชุด ปรีศนาสายลับ ราคา 840 บาท และมีป้ายลดราคา 10% ถ้าแม่ต้องการไปซื้อหนังสือชุดนี้ ควรไปซื้อร้านใด เพราะเหตุใด

วิธีทำ



ตอบ.....

เฉลยแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 2

1. ลิซ่าทำข้อสอบ 3 วิชา คือ วิชาภาษาไทย วิชาภาษาอังกฤษ และวิชาคณิตศาสตร์ โดยลิซ่าทำข้อสอบได้ ดังนี้

- วิชาภาษาไทย คะแนนเต็ม 60 คะแนน ทำข้อสอบได้ 55%
- วิชาภาษาอังกฤษ คะแนนเต็ม 40 คะแนน ทำข้อสอบได้ 65%
- วิชาคณิตศาสตร์ คะแนนเต็ม 50 คะแนน ทำข้อสอบได้ 54%

ลิซ่าทำข้อสอบวิชาใด ได้คะแนนมากที่สุด เพราะเหตุใด

วิธีทำ

- คะแนนภาษาไทย เต็ม 100 คิดเป็น 55 คะแนน

$$\text{คะแนนภาษาไทย เต็ม 60 คิดเป็น } \frac{55 \times 60}{100} = 33 \text{ คะแนน}$$

ดังนั้น ลิซ่า สอบภาษาไทยได้ 33 คะแนน

- คะแนนภาษาอังกฤษ เต็ม 100 คิดเป็น 65 คะแนน

$$\text{คะแนนภาษาอังกฤษ เต็ม 40 คิดเป็น } \frac{65 \times 40}{100} = 26 \text{ คะแนน}$$

ดังนั้น ลิซ่า สอบภาษาอังกฤษได้ 26 คะแนน

- คะแนนคณิตศาสตร์ เต็ม 100 คิดเป็น 54 คะแนน

$$\text{คะแนนคณิตศาสตร์ เต็ม 50 คิดเป็น } \frac{54 \times 50}{100} = 27 \text{ คะแนน}$$

ดังนั้น ลิซ่า สอบคณิตศาสตร์ได้ 27 คะแนน (1 คะแนน แสดงวิธีการหาชัดเจน)

สามารถเปรียบเทียบคะแนนของทั้งสามวิชาจากมากไปน้อย คือ ภาษาไทย คณิตศาสตร์ และภาษาอังกฤษ

ตอบ วิชาที่ได้คะแนนน้อยที่สุด คือ วิชาภาษาอังกฤษ เพราะจากการหาร้อยละของคะแนนสอบแต่ละวิชาจากคะแนนเต็มแล้ว พบว่าวิชาภาษาอังกฤษมีคะแนนน้อยที่สุด คือ 26 คะแนน (1 คะแนน คำตอบถูกต้อง) (1 คะแนน การให้เหตุผลครบถ้วน ชัดเจน)

2. ร้านนิตขายหนังสือ ชุด ปรีศนาสายลับ ราคา 890 บาท และมีป้ายลดราคา 15% ร้านน้อยขายหนังสือ ชุด ปรีศนาสายลับ ราคา 840 บาท และมีป้ายลดราคา 10% ถ้าแม่ต้องการไปซื้อหนังสือชุดนี้ ควรไปซื้อร้านใด เพราะเหตุใด

วิธีทำ

- ร้านนิต

ขายหนังสือ ลดราคา 15% ราคาที่ซื้อ $100 - 15 = 85$ บาท

ราคาเดิม 100 บาท ซื้อในราคา 85 บาท

ราคาเดิม 900 บาท ซื้อในราคา $\frac{900 \times 85}{100} = 765$ บาท

- ร้านน้อย

ขายหนังสือ ลดราคา 10% ราคาที่ซื้อ $100 - 10 = 90$ บาท

ราคาเดิม 100 บาท ซื้อในราคา 90 บาท

ราคาเดิม 840 บาท ซื้อในราคา $\frac{840 \times 90}{100} = 756$ บาท

(1 คะแนน แสดงวิธีการหาชัดเจน)

ตอบ แม่ควรซื้อหนังสือที่ร้านน้อย เพราะราคาถูกกว่าร้านนิต 9 บาท (1 คะแนน คำตอบถูกต้อง)

(1 คะแนน การให้เหตุผลครบถ้วน ชัดเจน)

พูน ปณ ติโต ชีเว

3. ฟ้า แพรว และโอม ได้รับเลือกให้เป็นประธานนักเรียน มีผู้มาใช้สิทธิในการเลือกตั้งทั้งหมด 615 คน อัตราส่วนของจำนวนคนที่เลือกฟ้าต่อแพรวเป็น 4 : 3 และอัตราส่วนของจำนวนคนที่เลือกแพรวต่อโอมเป็น 5 : 2 อยากทราบว่าใครได้รับคะแนนมากที่สุด เพราะเหตุใด

วิธีทำ

อัตราส่วนของจำนวนคนที่เลือก ฟ้า ต่อ แพรว เป็น 4 : 3

อัตราส่วนของจำนวนคนที่เลือก แพรว ต่อ โอม เป็น 5 : 2

จะได้อัตราส่วนจำนวนคนที่เลือก ฟ้า ต่อ แพรว เป็น $4 \times 5 : 3 \times 5 = 20 : 15$

และอัตราส่วนจำนวนคนที่เลือก แพรว ต่อ โอม เป็น $5 \times 3 : 2 \times 3 = 15 : 6$

ดังนั้น อัตราส่วนของจำนวนคนเลือกฟ้า ต่อ แพรว ต่อ โอม คือ 20 : 15 : 6

เนื่องจาก $20 + 15 + 6 = 41$ และ $615 \div 41 = 15$

จะได้ จำนวนคนที่เลือกฟ้า คือ $20 \times 15 = 300$ คน

จำนวนคนที่เลือกแพรว คือ $15 \times 15 = 225$ คน

จำนวนคนที่เลือกโอม คือ $6 \times 15 = 90$ คน

สามารถเปรียบเทียบคะแนนของทั้งสามคนจากมากไปน้อย คือ ฟ้า แพรว โอม

(1 คะแนน แสดงวิธีการหาชัดเจน)

ตอบ ฟ้าได้รับคะแนนมากที่สุด 300 คะแนน เพราะมีอัตราส่วนที่มากที่สุด คือ 20 ส่วน จากทั้งหมด 41 ส่วน และแพรว โอม มีคะแนนน้อยกว่า (1 คะแนน คำตอบถูกต้อง) (1 คะแนน การให้เหตุผลครบถ้วน ชัดเจน)

4. เค บুমและกาย ได้สร้างแบบจำลองการเดินทางของบ้านตัวเองมาที่โรงเรียน โดยใช้อัตราส่วน ดังนี้

บ้านของเค อยู่ห่างจากโรงเรียน 3 เซนติเมตร โดยใช้มาตราส่วน 12 เซนติเมตร : 16 เมตร

บ้านของบুম อยู่ห่างจากโรงเรียน 4 เซนติเมตร โดยใช้มาตราส่วน 2 เซนติเมตร : 8 เมตร

บ้านของกาย อยู่ห่างจากโรงเรียน 3.5 เซนติเมตร โดยใช้มาตราส่วน 1 เซนติเมตร : 4 เมตร

อยากทราบว่าบ้านของใครอยู่ห่างจากโรงเรียนน้อยที่สุด เพราะเหตุใด

วิธีทำ

- บ้านของเค อยู่ห่างจากโรงเรียน 3 เซนติเมตร โดยใช้มาตราส่วน 12 เซนติเมตร : 16 เมตร
จะได้อัตราส่วนของความยาวบ้านของเค มีความยาวจริง

$$12 \div 4 \text{ เซนติเมตร} : 16 \div 4 \text{ เมตร} = 3 \text{ เซนติเมตร} : 4 \text{ เมตร}$$

ดังนั้น บ้านของเค มีความยาวจริง 4 เมตร

- บ้านของบুম อยู่ห่างจากโรงเรียน 4 เซนติเมตร โดยใช้มาตราส่วน 2 เซนติเมตร : 8 เมตร
จะได้อัตราส่วนของความยาวบ้านของเค มีความยาวจริง

$$2 \times 2 \text{ เซนติเมตร} : 8 \times 2 \text{ เมตร} = 4 \text{ เซนติเมตร} : 16 \text{ เมตร}$$

ดังนั้น บ้านของเค มีความยาว 16 เมตร

- บ้านของกาย อยู่ห่างจากโรงเรียน 3.5 เซนติเมตร โดยใช้มาตราส่วน 1 เซนติเมตร : 4 เมตร
จะได้อัตราส่วนของความยาวบ้านของเค มีความยาวจริง

$$1 \times 3.5 \text{ เซนติเมตร} : 4 \times 3.5 \text{ เมตร} = 3.5 \text{ เซนติเมตร} : 14 \text{ เมตร}$$

ดังนั้น บ้านของเค มีความยาวจริง 14 เมตร

สามารถเปรียบเทียบระยะทางจริงของบ้านจากน้อยไปมาก คือ เค บุม และกาย

(1 คะแนน แสดงวิธีการหาชัดเจน)

ตอบ บ้านของเค อยู่ใกล้โรงเรียนที่สุด เพราะ ได้คำนวณหาขนาดจริงพบว่าใกล้กว่าบ้านของบุม และ

กาย (1 คะแนน คำตอบถูกต้อง) (1 คะแนน การให้เหตุผลครบถ้วน ชัดเจน)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	กัญจนพร บุตรศรีเมือง
วันเกิด	วันที่ 22 เดือน มีนาคม พ.ศ.2539
สถานที่เกิด	จังหวัดบุรีรัมย์
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 74 หมู่ที่ 3 ตำบลโนนเจริญ อำเภอบ้านกรวด จังหวัดบุรีรัมย์ 31180
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	ข้าราชการครู
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนบ้านหลัก ตำบลเขาดินเหนียว อำเภอบ้านกรวด จังหวัดบุรีรัมย์
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2550 ประถมศึกษา โรงเรียนอนุบาลประโคนชัย (อำนวยการราษฎร์ วิทยาคาร) อำเภอประโคนชัย จังหวัดบุรีรัมย์ พ.ศ. 2553 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนประโคนชัยพิทยาคม อำเภอประ โคนชัย จังหวัดบุรีรัมย์ พ.ศ. 2556 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ พ.ศ. 2561 ปริญญาการศึกษาบัณฑิต (กศ.บ.) สาขาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พ.ศ. 2565 ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาคณิตศาสตร์ ศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พูนุ ปณู ทิโต ชีเว