

Mr 127029

การศึกษาความสัมพันธ์ของกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



นายฉิรวัฒน์ นานอก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
พ.ศ. 2562

สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



ใบอนุญาตวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

เรื่อง : การศึกษาความสัมพันธ์ของกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์
เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ผู้วิจัย : นายถิรวัฒน์ นานอก

ได้รับอนุมัติเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ ร.ท.ดร.ณัฐชัย จันทชุม)

คณบดีคณะครุศาสตร์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรรค์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ ร.ต.ดร.อรัญ ชูกระเดื่อง)

ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มะลิวัลย์ ฤณาพรณ์)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นवल นนทภา)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รามนรี นนทภา)

กรรมการ

สารบัญ

หัวเรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ค
ABSTRACT	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ฌ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	3
1.3 ขอบเขตการวิจัย	3
1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ	3
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	4
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม	5
2.1 กระบวนการทางคณิตศาสตร์	6
2.2 แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์	7
2.3 แนวคิดเกี่ยวกับการประเมินกระบวนการทางคณิตศาสตร์	12
2.4 กรอบเชิงทฤษฎีที่ใช้ในการประเมินกระบวนการทางคณิตศาสตร์	18
2.5 แบบทดสอบ	25
2.6 การสัมภาษณ์	31
2.7 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	38
2.8 โครงสร้างเนื้อหาทฤษฎีบทพีทาโกรัส	45
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	45
1.10 กรอบแนวคิดการวิจัย	51
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	52
3.1 กลุ่มเป้าหมาย	52
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย	52
3.3 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย	52
3.4 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล	57
3.5 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล	58
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย	59

หัวเรื่อง	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย	63
4.1 ลำดับชั้นที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	63
4.2 ผลการวิจัย	63
บทที่ 5 สรุป อภิปรายและข้อเสนอแนะ	80
5.1 สรุปผลการวิจัย	80
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	81
5.3 ข้อเสนอแนะ	84
บรรณานุกรม	85
ภาคผนวก	90
ภาคผนวก ก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	91
ภาคผนวก ข การหาคุณภาพเครื่องมือ	98
ภาคผนวก ค รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย.....	107
ภาคผนวก ง หนังสือขอความอนุเคราะห์	109
ภาคผนวก จ ประวัติผู้วิจัย	109
ประวัติผู้วิจัย	115

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า	
2.1	โครงสร้างเนื้อหาเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551	21
3.1	เกณฑ์การประเมินกระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผล	55
3.2	เกณฑ์การประเมินกระบวนการนำเสนอ	55
3.3	เกณฑ์การประเมินกระบวนการสื่อสาร	55
3.4	เกณฑ์กระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ คะแนนเต็มข้อละ 4 คะแนน มีจำนวน 6 ข้อ รวมทั้งหมด 24 คะแนน	56
3.5	เกณฑ์กระบวนการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ คะแนนเต็มข้อละ 4 คะแนน มีจำนวน 6 ข้อ รวมทั้งหมด 24 คะแนน	56
3.6	เกณฑ์กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ คะแนนเต็มข้อละ 4 คะแนน มีจำนวน 6 ข้อ รวมทั้งหมด 24 คะแนน	56
3.7	เกณฑ์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2	56
4.1	ภาพรวมความถี่และร้อยละของคะแนนกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จากแบบทดสอบกระบวนการทางคณิตศาสตร์	64
4.2	ภาพรวมความถี่และร้อยละของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เทียบกับคะแนนกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จากแบบทดสอบกระบวนการทางคณิตศาสตร์	65
4.3	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน โดยภาพรวมของผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในการทำแบบทดสอบ กระบวนการทางคณิตศาสตร์	66
4.4	ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ ทางเรียนโดยใช้การวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน	68

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	21
4.1 งานเขียนประกอบการสัมภาษณ์ของนักเรียนที่มีระดับคะแนนสูง	69
4.2 งานเขียนประกอบการสัมภาษณ์ของนักเรียนที่มีระดับคะแนนปานกลาง	70
4.3 งานเขียนประกอบการสัมภาษณ์ของนักเรียนที่มีระดับคะแนนต่ำ	71
4.4 งานเขียนประกอบการสัมภาษณ์ของนักเรียนที่มีระดับคะแนนสูง	72
4.5 การใช้อุปกรณ์ของนักเรียนของนักเรียนที่มีระดับคะแนนสูง	73
4.6 งานเขียนประกอบการสัมภาษณ์ของนักเรียนที่มีระดับคะแนนปานกลาง	74
4.7 การใช้อุปกรณ์ของนักเรียนของนักเรียนที่มีระดับคะแนนปานกลาง	74
4.8 งานเขียนประกอบการสัมภาษณ์ของนักเรียนที่มีระดับคะแนนต่ำ	75
4.9 งานเขียนประกอบการสัมภาษณ์ของนักเรียนที่มีระดับคะแนนต่ำ	75
4.10 งานเขียนประกอบการสัมภาษณ์ของนักเรียนที่มีระดับคะแนนสูง	76
4.11 งานเขียนประกอบการสัมภาษณ์ของนักเรียนที่มีระดับคะแนนปานกลาง	77
4.12 งานเขียนประกอบการสัมภาษณ์ของนักเรียนที่มีระดับคะแนนต่ำ	78

- ชื่อเรื่อง : การศึกษาความสัมพันธ์ของกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
- ผู้วิจัย : นายถิรวัฒน์ นานอก
- ปริญญา : ครุศาสตรมหาบัณฑิต (คณิตศาสตร์ศึกษา) มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
- อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รามนรี นนทภา
- ปีการศึกษา : 2562

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสกลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 และ 2/3 โรงเรียนศรีกระนวนวิทยาคม ตำบลหนองโก อำเภอกะนวน จังหวัดขอนแก่น ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 88 คน จำแนกคะแนนจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้คะแนนการสอบกลางภาค แบ่งออกเป็น สูง ปานกลาง และ ต่ำ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบกระบวนการทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง จำนวน 6 ข้อ สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ความถี่ และร้อยละ วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานโดยใช้การวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Correlation) ใช้ในการทดสอบสมมุติฐาน และการวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์งานเขียน (Task Analysis) และการบรรยายเชิงวิเคราะห์ (Analytic Description)

ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับคะแนนสูงมีคะแนนกระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระดับคะแนนสูง คิดเป็นร้อยละ 88.89 คะแนนกระบวนการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ระดับคะแนนสูง คิดเป็นร้อยละ 92.59 และกระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ระดับคะแนนสูง คิดเป็นร้อยละ 81.48 นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับคะแนนปานกลางมีคะแนนกระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระดับคะแนนปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 58.82 คะแนนกระบวนการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ระดับคะแนนสูง คิดเป็นร้อยละ 79.41 และกระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ระดับคะแนนปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 64.71 และ นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับคะแนนต่ำมีคะแนนกระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระดับคะแนนต่ำ คิดเป็นร้อยละ 62.96 คะแนนกระบวนการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ระดับคะแนนสูง คิดเป็นร้อยละ 55.56 และกระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ระดับคะแนนปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 77.78 ผลการสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนที่มีกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่มีระดับคะแนนสูง จะมีแนวคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างละเอียดและถูกต้อง สามารถใช้ประสบการณ์และความรู้เดิมที่เคยเรียนมาช่วยในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ใช้อุปกรณ์นำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างละเอียดและถูกต้อง และมีการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง และมีรายละเอียดครบถ้วน นักเรียนที่มีกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่มีระดับคะแนนปานกลางมีแนวคิดใน

การแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน สามารถใช้ประสบการณ์และความรู้เดิมที่เคยเรียนมาช่วยในการแก้ปัญหาได้บ้าง ใช้อุปกรณ์นำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง และยังมีขาดรายละเอียดในบางประเด็น และนักเรียนที่มีกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่มีระดับคะแนนต่ำจะมีแนวคิดในการแก้ปัญหาที่ไม่ถูกต้อง สามารถใช้ประสบการณ์และความรู้เดิมที่เคยเรียนมาช่วยในการแก้ปัญหาได้เพียงเล็กน้อย ใช้อุปกรณ์นำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง และยังมีรายละเอียดไม่ชัดเจนและไม่ถูกต้อง

คำสำคัญ : กระบวนการทางคณิตศาสตร์, กระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผล, กระบวนการนำเสนอ, กระบวนการสื่อสาร , ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วิมลศรี พงษ์ภว

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

Title : A study of the relationship of the mathematical process to achievement Learning of mathematics of The Pythagorean Theorem of Mathayomsuksa 2

Author : Mr. Thirawat Nanork

Degree : Master of Education (Mathematics education)
Rajabhat Maha Sarakham University

Advisors : Assistant Professor Dr. Ramnaree Nontapa

Year : 2019

ABSTRACT

This research purposed to A study of The Relationship of The Mathematical Process to Achievement Learning of Mathematics of The Pythagorean Theorem. The target group was 88 Mathayomsuksa 2/1 and 2/1 students (Grade 8) of Srikrakuanwitayakom School, Nong Ko Sub-district, Kranuan District, KhonKaen Province, classifying scores from learning achievement using mid-term exam score divided into high, moderate, and low levels. Research instruments used in the research were 6 items of subjective mathematics test and semi-structured Interview. Task analysis and Analytic description were used for data analysis.

The findings were found that, the students with high learning achievement gained proof and reasoning process score as 88.89%; presentation score as 92.59%; and communication score as 81.48%, which were at a high level. The students with moderate learning achievement gained proof and reasoning process score as 58.82%; presentation score as 79.41%; and communication score as 64.71%, which were at a moderate level. The students with low learning achievement gained proof and reasoning processes as 62.96%, which was at a low level; presentation score as 55.56%, which was at high level; and communication score as 77.78%, which was at a moderate level. The results of interview revealed that the student with high level of mathematics process had concept for solution thoroughly and accurately. Moreover, the students with moderate level of mathematics process had unclear concept for solution, and the student with low level of mathematics process had incorrect concept for solution.

Keywords : Mathematics Processes, Proof and Reasoning Processes, Presentation Process, Communication Process, Learning Achievement

ธีรวัฒน์ นานอกร

Major Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รามนรี นนทภา ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ดร.อรัญ ชูยกระเดื่อง ประธานกรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มะลิวัลย์ ฤณาพรรณ กรรมการสอบ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพพล นนทภา กรรมการสอบ ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ เสนอแนะแนวคิด ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่อง และสนับสนุน ส่งเสริม ให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอดผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ในความเมตตาของอาจารย์ทุกท่านมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภูษิต บุญทองเถิง รองคณบดีฝ่ายวิชาการและประกันคุณภาพ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ดร.บรรชา นันจรัส อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม และคุณครูราจิน นันทพานิช อาจารย์ชำนาญการพิเศษ โรงเรียนศรีกระนวนวิทยาคม ได้กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือในการวิจัย และให้คำปรึกษาในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อวิชัยตม์ นานอก และ คุณแม่สุวิภา นานอก ที่คอยเป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนด้วยดีตลอดมา คุณค่าและความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา ครู อาจารย์ทุกท่านที่ให้การอบรมสั่งสอนผู้วิจัย และขอยกความดีนี้ให้กับผู้มีพระคุณที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการทำวิทยานิพนธ์ทุก ๆ ท่าน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY
นายถิรวัฒน์ นานอก

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

คณิตศาสตร์นอกจากจะเป็นกลุ่มของความคิดรวบยอดและทักษะแล้ว ยังเป็นวิธีการในการสืบสวนให้เหตุผล และการสื่อสารด้วย คณิตศาสตร์ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลอย่างมีตรรกะ ทำให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็นและกระตุ้นให้นักเรียนอยากรวบรวมและเรียนรู้โลกของพวกเขามากยิ่งขึ้น นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นพื้นฐานของศาสตร์อื่น ๆ (NCTM, 1989, pp. 10-11) เช่น ความเจริญทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ เศรษฐกิจและสังคม เป็นต้น ปัจจุบันถือได้ว่าคนเราอยู่ในโลกของคณิตศาสตร์ เพราะการตัดสินใจต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันต้องใช้การคิดและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในหลักสูตรต่าง ๆ ต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดรวบยอดและวิธีการที่สำคัญทางคณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจ (NCTM, 2000, pp. 23-25) ในปัจจุบันปัญหาส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันมีวิธีการแก้ปัญหาโดยอาศัยหลักของเหตุและผล อาศัยรูปแบบความคิดทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ ผู้ที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์จะเป็นผู้ที่ได้เปรียบเพราะจะสามารถสรุปความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ให้อยู่ในรูปแบบทางคณิตศาสตร์และนำรูปแบบนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาต่อไป การที่จะสร้างและพัฒนาคนให้เกิดประโยชน์ต่อประเทศชาติไม่ว่าในด้านใดก็ตามคณิตศาสตร์จึงถือว่าเป็นพื้นฐานที่สำคัญ (ภัทรกุล จริยวิทยานนท์ และ อินทรา ศรีวัฒนะธรรมา, 2533, น. 10-13)

เมื่อพิจารณาถึงมาตรฐานของการเรียนคณิตศาสตร์พบว่า สมาคมครูคณิตศาสตร์ของอเมริกา ปี ค.ศ. 2000 ได้กำหนดมาตรฐานของวิชาคณิตศาสตร์สำหรับ นักเรียนในระดับอนุบาล ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ไว้ 10 มาตรฐาน โดย แบ่งออกเป็น 2 ด้าน ด้านแรกคือด้านเนื้อหาซึ่งประกอบไปด้วย 5 มาตรฐาน คือ จำนวนและการจัดกระทำ พีชคณิต เรขาคณิต การวัด และการวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น และด้านที่สอง เป็นมาตรฐานด้านกระบวนการประกอบด้วย 5 กระบวนการ คือ การแก้ปัญหา การพิสูจน์และให้เหตุผล การสื่อสาร การเชื่อมโยง และการนำเสนอ (NCTM, 2000, pp. 30-32)

กระบวนการทางคณิตศาสตร์สำคัญและจำเป็นในการเพิ่มขีดความสามารถในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ต้องปรับพฤติกรรมการสอนของครูและการเรียนรู้ของนักเรียน และมีกลวิธีที่เอื้อให้การเรียนคณิตศาสตร์มีความน่าสนใจ ซึ่งส่งผลต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2545, น. 3)การศึกษาในปัจจุบันได้ให้ความสำคัญกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้วยการกำหนดบริบทให้นักเรียนได้แก้ปัญหามากยิ่งขึ้น เช่น อาร์ท และ ยาลอซฟีเมีย (Artzt and Yaloz - Femia, 1999, pp. 27-29) ให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มย่อยร่วมกันแก้ปัญหา เพื่อศึกษากระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบตัวบ่งชี้ของกระบวนการพิสูจน์

และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ที่ประกอบด้วย การลองผิดลองถูกและทำงานย้อนกลับเพื่อแก้ปัญหา การสร้างและตรวจสอบข้อความคาดการณ์ การเสนอ ประเด็นเชิงอุปนัยและนิรนัย การค้นหารูปแบบ เพื่อหาข้อสรุปทั่วไป การให้เหตุผลเชิงตรรกะและเชิงมิติสัมพันธ์ พรี (Pirie, 1998, pp. 31-33) ได้ศึกษาวิธีการที่นักเรียนใช้เพื่อสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็น 6 วิธีการ คือ การใช้ภาษาทั่ว ๆ ไป การใช้วัจนภาษาคณิตศาสตร์ การใช้ภาษาสัญลักษณ์ การนำเสนอด้วยการนิรนัยภาพ การเสนอ สมมติฐานร่วม และการใช้ภาษาเชิงคณิตศาสตร์ ซิวิล (Civil, 1998, p. 30) ศึกษากระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนในระหว่างที่นักเรียนอภิปรายในกลุ่มย่อย ใน 4 องค์ประกอบ ได้แก่ การใช้ภาษา ความเชื่อเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ความเข้าใจคณิตศาสตร์ และพลวัตของกลุ่ม เล่น และคณะ (Lane et al., 1994 อ้างถึงใน ดาราพร สุวรรณศรี, 2544 ; 1996, p. 35-37) ถึงแม้ว่าคณิตศาสตร์จะเป็นวิชาที่มีความสำคัญอย่างมาก แต่จากรายงานผลการประเมินการทดสอบการศึกษา ระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-net, 2559, p. 4 , O-net, 2560, p. 5) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่าวิชาคณิตศาสตร์ มีร้อยละของคะแนนเฉลี่ยลดลงกล่าวคือ ผลการประเมินในวิชาคณิตศาสตร์ ในปีการศึกษา 2559 ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยคือ 29.31 และปีการศึกษา 2560 ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยคือ 26.30 และ เมื่อพิจารณาแยกตามสาระพบว่าในสาระที่ 3 เรขาคณิต มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 44.90 และ 27.27 จากคะแนนดังกล่าว พบว่ามีค่าเฉลี่ยลดลงอย่างเห็นได้ชัด

เนื่องจากผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Education Testing : O-NET : 1) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2560 ของโรงเรียนศรีกระนวนวิทยาคม (รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน O-NET. 2560: 5) พบว่าโดยภาพรวมคะแนนมาตรฐานการเรียนรู้ของนักเรียนเท่ากับ 11.56 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยมาตรฐานขั้นต่ำ (รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน O-NET. 2560: 5) พบว่า สาระที่ 3 เรขาคณิต มีคะแนนเฉลี่ยไม่ถึงร้อยละ 50 (รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน O-NET, 2560, p. 5) อาจเกิดมาจากหลายสาเหตุ สาเหตุหนึ่งคือ (เปพนวัญญ์ ลภัสภิญโญโชค, 2558, p. 51) การที่ครูไม่ได้เน้นให้นักเรียนใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ควบคู่ไปกับเนื้อหา ทำให้นักเรียนมีทั้งจุดเด่นและจุดด้อยในด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน

จากรายงานผลการดำเนินการทางวิชาการ โรงเรียนศรีกระนวน (ฝ่ายวิชาการ, 2561, น. 2) พบว่านักเรียนได้ประสบปัญหาในการเรียนคณิตศาสตร์ ในสาระที่ 3 เรขาคณิต เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส และปัญหาที่พบมากเรื่องหนึ่งก็คือ เรื่องที่เกี่ยวกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเนื่องจากปัญหาทางคณิตศาสตร์ถือว่าเป็นเสมือนสถานการณ์จำลองที่สร้างขึ้นมาจากปัญหาที่สามารถพบได้ในชีวิตประจำวัน และถือว่าเป็นสิ่งสำคัญที่ควรจะได้รับการพัฒนาให้นักเรียนได้ฝึกคิดฝึกทดลองแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเพราะการฝึกแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ย่อมมีส่วนในการช่วยส่งเสริมลำดับการคิด กระบวนการคิด และกระบวนการทำงานของผู้เรียน อันจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้และกระบวนการเรียนรู้ที่ได้นี้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ ดังนั้นถ้าผู้เรียนมีกระบวนการคณิตศาสตร์ได้ดีก็น่าจะช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ดีและส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ที่ดีด้วยเช่นกัน

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นว่ากระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการขั้นสูงอย่างหนึ่งที่สำคัญในการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมุ่งศึกษา 3

กระบวนการคือ กระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผล กระบวนการสื่อสาร และกระบวนการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งจะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่มีทั้งระดับต่ำ ปานกลาง และสูง โดยผลจากการวิจัยจะเป็นประโยชน์ให้นักเรียนทราบว่ามีการบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องและเหมาะสมหรือไม่ นำไปสู่การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 และ 2/3 โรงเรียนศรีกระนวนวิทยาคม ตำบลหนองโก อำเภอกะนวน จังหวัดขอนแก่น ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 2 ห้อง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 มีจำนวนนักเรียน 45 คน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/3 มีจำนวนนักเรียน 43 คน รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 88 คน

1.3.2 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ คือ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

1.3.3 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ปรับปรุง 2560 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1.3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้อยู่ระหว่างปีการศึกษา 2561

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ

“กระบวนการทางคณิตศาสตร์” หมายถึง กระบวนการที่จะประกอบด้วย 3 กระบวนการ คือ กระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ กระบวนการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ และ กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

“กระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์” หมายถึง พฤติกรรมของนักเรียนในการสะท้อนความเข้าใจและความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ซึ่งทำให้ผู้อื่นรับรู้

“กระบวนการนำเสนอทางคณิตศาสตร์” หมายถึง พฤติกรรมของนักเรียนในการสะท้อนความเข้าใจและความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ซึ่งทำให้ผู้อื่นรับรู้

“กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์” หมายถึง พฤติกรรมของนักเรียนในการสื่อสารความคิดของตนเองไปสู่ผู้อื่น เป็นการสะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้มาจากการรวบรวมความคิดทางคณิตศาสตร์โดยธรรมชาติ

“แบบทดสอบกระบวนการทางคณิตศาสตร์” หมายถึง เครื่องมือที่วัดกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสแบบอัตโนมัติ จำนวน 6 ข้อ

“ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์” หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งผู้วิจัยจำแนกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์จากการสอบกลางภาคซึ่งจำแนกได้ดังนี้ ระดับต่ำอยู่ในช่วง 0 – 10 คะแนน ระดับปานกลางอยู่ในช่วง 11 – 14 คะแนนระดับสูงอยู่ในช่วง 15 – 20 คะแนน

“แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง” หมายถึง เครื่องมือในศึกษากระบวนการทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มเป้าหมายผู้วิจัยสร้างขึ้น มีกำหนดประเด็นข้อคำถามสำหรับการสัมภาษณ์เน้นการสัมภาษณ์เชิงลึก (In - Depth Interview)

“การสัมภาษณ์เชิงลึก” หมายถึง การสัมภาษณ์แบบเจาะลึกรายบุคคล (In-depth Interview) เป็นการซักถามพูดคุยกันระหว่างผู้สัมภาษณ์และผู้ให้สัมภาษณ์ เพื่อต้องการทราบถึงเหตุผลต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดข้อเท็จจริงเป็นการถามเจาะลึกถึงคำตอบอย่างละเอียดถี่ถ้วน การถามนอกจากจะให้ข้อบ่งชี้แล้วจะต้องถามถึงเหตุผลด้วย การสัมภาษณ์แบบนี้จะมีแนวของข้อคำถามให้ผู้สัมภาษณ์เป็นผู้สอบถามและผู้สัมภาษณ์จะต้องทำความเข้าใจและมีความมั่นใจแล้วว่าบรรยากาศที่จะทำการสัมภาษณ์เหมาะสม

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

ผลจากงานวิจัยครั้งนี้ ได้ทราบว่าผู้เรียนมีกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ระดับใด และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ระดับใดที่มีผลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนากระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม

ในการวิจัยเรื่อง เรื่อง การศึกษาความสัมพันธ์ของกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. กระบวนการทางคณิตศาสตร์
 - 1.1 กระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
 - 1.2 กระบวนการนำเสนอทางคณิตศาสตร์
 - 1.3 กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
2. แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์
3. แนวคิดเกี่ยวกับการประเมินกระบวนการทางคณิตศาสตร์
 - 3.1 บทบาทของการประเมินทางการศึกษา
 - 3.2 แนวโน้มของการประเมินทางการศึกษา
 - 3.3 การประเมินตามสภาพจริง
4. กรอบเชิงทฤษฎีที่ใช้ในการประเมินกระบวนการทางคณิตศาสตร์
 - 4.1 กรอบทฤษฎีที่ใช้ในการประเมินกระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผล
 - 4.2 กรอบทฤษฎีที่ใช้ในการประเมินกระบวนการนำเสนอ
 - 4.3 กรอบทฤษฎีที่ใช้ในการประเมินกระบวนการสื่อสาร
5. แบบทดสอบ
6. การสัมภาษณ์
7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
8. โครงสร้างเนื้อหา ทฤษฎีบทพีทาโกรัส
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 9.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 9.2 งานวิจัยต่างประเทศ
10. กรอบแนวคิดการวิจัย

2.1 กระบวนการทางคณิตศาสตร์

Schoenfeld (1992, P. 334) ได้กล่าวถึงกระบวนการทางคณิตศาสตร์มีกระบวนการดังนี้

2.1.1 กระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

หมายถึง พฤติกรรมของนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดรวบยอดข้อเท็จจริง ข้อความ แนวคิด สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ หรืออธิบายการสร้างหลักการ หาความสัมพันธ์และแสดงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งประกอบด้วย

2.1.1.1 การลองผิดลองถูก (Use Trial And Error) หมายถึง การประยุกต์ใช้การกระทำต่าง ๆ ที่อาจเป็นไปได้ในการแก้ปัญหา

2.1.1.2 ทำงานย้อนกลับเพื่อการแก้ปัญหา (Working Backward To Solve A Problem) หมายถึง การเริ่มแก้ปัญหาจากสิ่งที่ต้องการพิสูจน์ นั่นคือจะเริ่มพิจารณาจากผลไปสู่เหตุ

2.1.1.3 การสร้างและตรวจสอบข้อความคาดการณ์ (Make And Est Conjectures) หมายถึง การสุ่มหรือเดาเกี่ยวกับแนวทางการแก้ปัญหาคำตอบของปัญหานั้น และการตรวจสอบสิ่งที่การสุ่มหรือเดาว่าถูกต้องหรือไม่

2.1.1.4 การเสนอประเด็นเชิงอุปนัยและนิรนัย (Create In Ductive And Deductive Arguments) การเสนอประเด็นเชิงอุปนัย หมายถึง การสร้างข้อสรุปของหลักการทั่วไปจากกรณีเฉพาะ ส่วนการเสนอประเด็นเชิงนิรนัย หมายถึง การสร้างข้อสรุปโดยพิจารณาจากหลักการทั่วไปที่มีอยู่ไปสู่สิ่งเฉพาะ

2.1.1.5 การให้เหตุผลเชิงตรรกะ (Use Logical Reasoning) หมายถึง การให้เหตุผลโดยใช้หลักการสร้างข้อสรุป

2.1.2 กระบวนการนำเสนอทางคณิตศาสตร์

หมายถึง พฤติกรรมของนักเรียนในการสะท้อนความเข้าใจและความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ซึ่งทำให้ผู้อื่นรับรู้ ซึ่งประกอบด้วย

2.1.2.1 การใช้อุปกรณ์ (Manipulatives) เป็นการสะท้อนความเข้าใจและความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์โดยผ่านวัตถุเชิงกายภาพ

2.1.2.2 สัญลักษณ์ทางการเขียน (Written Symbols) เป็นการสะท้อนแนวคิดและความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ โดยผ่านการเขียนอธิบายวิธีการในการแก้ปัญหาของนักเรียน

2.1.2.3 สัญลักษณ์ทางการพูด (Verbal Symbols) เป็นการสื่อความรู้ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์โดยการพูด การฟัง หรือการอ่านอ่านเกี่ยวกับความคิดรวบยอด โดยการพูดเพื่ออธิบายวิธีการที่ใช้เพื่อหาคำตอบของปัญหา

2.1.2.4 บริบทในชีวิตจริง (Real - Life Context) เป็นการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ได้อิทธิพลมาจากบริบทที่คุ้นเคย

2.1.3 กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

หมายถึง พฤติกรรมของนักเรียนในการสื่อสารความคิดของตนเองไปสู่ผู้อื่น เป็นการสะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้มาจากการรวบรวมความคิดทางคณิตศาสตร์โดยธรรมชาติ ซึ่งประกอบด้วย

2.1.3.1 วิธีการ (Means) เป็นการวิเคราะห์วิธีการใช้ภาษาในการสื่อสารของนักเรียน ซึ่งจำแนกออกเป็น 5 วิธี ดังนี้

1) การใช้ภาษาทั่ว ๆ ไป (Ordinary Language) หมายถึง การภาษาที่ใช้กันอยู่เป็นประจำในชีวิตประจำวันมาเพื่อสื่อสารความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์

2) การใช้วัจนภาษาทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Verbal Language) หมายถึง การใช้คำทางคณิตศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นการพูดหรือเขียน

3) การใช้ภาษาสัญลักษณ์ (Symbolic Language) หมายถึง การนำเสนอภาษาที่มีอยู่ในรูปของสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการสื่อสารความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์

4) การแสดงสมมติฐาน (Unspoken But Shared Assumptions) หมายถึง การสื่อสารความเข้าใจทางคณิตศาสตร์หรือการสร้างความเข้าใจใหม่ทางคณิตศาสตร์ขึ้นมาเพื่อแสดงออกถึงความเข้าใจในบางอย่างที่เหมือนกันโดยไม่ต้องใช้ภาษาในการนำเสนอความหมาย

5) การใช้ภาษากึ่งคณิตศาสตร์ (Quasi - Mathematical Language) หมายถึง ภาษาที่นักเรียนใช้และมีนัยสำคัญทางคณิตศาสตร์สำหรับพวกเขา แต่ไม่มีความโดดเด่นจนเป็นที่สังเกต

2.1.3.2 ความเชื่อเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ (Beliefs In Mathematics) หมายถึง มุมมองเฉพาะตนของนักเรียนที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์และวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ในระหว่างการแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะมีความเชื่อและทำให้ส่งผลต่อการตีความหมายที่แตกต่างกันด้วย

2.1.3.3 ความเข้าใจคณิตศาสตร์ (Mathematical Understanding) ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์มี 2 ระดับ คือ

1) ความเข้าใจเชิงเทคนิค (Instrumental Understanding) หมายถึง การรู้เกี่ยวกับการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ แต่ยังไม่รู้ถึงความหมายและเหตุผลของการดำเนินการนั้น

2) ความเข้าใจเชิงสัมพันธ์ (Relation Understanding) หมายถึง การรู้เกี่ยวกับวิธีการพร้อมทั้งเหตุผลและความหมายของการดำเนินการทางคณิตศาสตร์นั้น

สรุปได้ว่า กระบวนการทางคณิตศาสตร์จะประกอบด้วย 3 กระบวนการ คือกระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมของนักเรียนในการสะท้อนความเข้าใจและความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ซึ่งทำให้ผู้อื่นรับรู้ กระบวนการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมของนักเรียนในการสะท้อนความเข้าใจและความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ซึ่งทำให้ผู้อื่นรับรู้ กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมของนักเรียนในการสื่อสารความคิดของตนเองไปสู่ผู้อื่น เป็นการสะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้มาจากการรวบรวมความคิดทางคณิตศาสตร์โดยธรรมชาติ

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์นอกจากจะเป็นกลุ่มของความคิดรวบยอดและทักษะ ยังรวมทั้งวิธีการในการให้เหตุผลและการสื่อสารด้วย คณิตศาสตร์ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลอย่างมีตรรกะ ทำให้นักเรียนอยากรู้และกระตุ้นให้นักเรียนอยากทำความเข้าใจโลกของพวกเขา

นอกจากนั้นคณิตศาสตร์ยังเป็นพื้นฐานของศาสตร์อื่น ๆ (Nctm, 1989) ปัจจุบันถือได้ว่าคนเราอยู่ในโลกของคณิตศาสตร์ เพราะในชีวิตประจำวันเราต้องใช้การตัดสินใจต่าง ๆ จากการคิดและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น การจัดการเรียนการสอนในคณิตศาสตร์ในหลักสูตรต่าง ๆ ต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้และได้รู้จักการใช้ความคิดรวบยอดและวิธีการสำคัญทางคณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจ (Nctm, 2000)

Schoenfeld (1992, P. 336) ได้กล่าวว่า การคิดทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการทางจิตวิทยาที่มีส่วนส่งเสริมพฤติกรรมและกระบวนการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ผู้ที่เรียนคณิตศาสตร์ได้ดีมีแนวโน้มที่จะเป็นนักคิดที่ดี ซึ่งสมาคมครูคณิตศาสตร์ของอเมริกา (Nctm, 2000) ได้กำหนดกระบวนการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ไว้มาตรฐานในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์อีกด้านหนึ่ง จากมาตรฐานการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ 10 มาตรฐาน ซึ่งประกอบมาตรฐานด้านเนื้อหาและด้านกระบวนการด้านละ 5 มาตรฐาน ดังนี้

2.2.1 จำนวนและการจัดกระทำ (Number And Operations) วัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนตั้งแต่ชั้นอนุบาลถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 คือ ต้องการให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับจำนวน วิธีการนำเสนอจำนวน ความสัมพันธ์ ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน และระบบจำนวน เข้าใจความหมายและความสัมพันธ์ของการจัดกระทำมีความคล่องแคล่วในการคิดคำนวณและการประมาณอย่างสมเหตุสมผลได้

จุดเน้นของมาตรฐานด้านจำนวนและการจัดกระทำ คือการรับรู้เรื่องจำนวน โดยปกติแล้วนักเรียนต้องมีการรับรู้ทางจำนวนเกี่ยวกับการกระจายจำนวน ใช้คุณสมบัติของจำนวนในการอ้างอิงแก้ปัญหาโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างการจัดกระทำและความรู้เกี่ยวกับระบบเลขฐานสิบ งบประมาณผลลัพธ์ของปัญหาอย่างมีเหตุผล มีการจัดการกระทำเพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวน ปัญหาและผลลัพธ์ ตัวอย่างเช่น นักเรียนในระดับต่ำกว่าประถมศึกษาสามารถเรียนรู้เกี่ยวกับการกระจายของจำนวนและความคิดเกี่ยวกับวิธีการที่แตกต่างกันหลายทาง

ความคล่องแคล่วในการคิดคำนวณ คือ การมีและใช้วิธีการคิดที่มีประสิทธิภาพและแม่นยำ เป็นสิ่งสำคัญ นักเรียนควรสามารถคิดคำนวณได้หลายวิธีรวมทั้งการคิดคำนวณในใจ การประมาณคำนวณโดยใช้มือ ใช้การออกเสียง นักเรียนทุกคนควรจะใช้เครื่องคิดเลขในเวลาที่เหมาะสม ไม่ใช่เครื่องคิดเลขเมื่อการสอนมุ่งพัฒนาวิธีการคิดคำนวณ ความคล่องแคล่วในการคิดคำนวณจะพัฒนาไปพร้อม ๆ กับความเข้าใจของนักเรียน

2.2.2 พีชคณิต (Algebra) วัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนตั้งแต่ชั้นอนุบาลถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 คือต้องการให้นักเรียนเข้าใจรูปแบบ ความสัมพันธ์ และ ฟังก์ชัน ใช้สัญลักษณ์ทางพีชคณิตเพื่อนำเสนอและวิเคราะห์สถานการณ์และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ใช้โมเดลทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอและทำความเข้าใจความสัมพันธ์เชิงจำนวน วิเคราะห์ความเปลี่ยนแปลงในบริบทที่หลากหลายได้

ความคิดรวบยอดทางพีชคณิตจะไปเชื่อมโยงกับทุกเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะด้านจำนวน นอกจากนั้นแล้วยังโยงเข้ากับเรขาคณิต และการวิเคราะห์ข้อมูลอย่างใกล้ชิด แนวความคิดทางพีชคณิตเป็นส่วนประกอบใหญ่ของหลักสูตรคณิตศาสตร์ในโรงเรียน และเป็นส่วนช่วยให้หลักสูตรมีความกลมกลืนเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน

2.2.3 เรขาคณิต (Geometry) วัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนตั้งแต่ชั้นอนุบาลถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 คือต้องให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์คุณลักษณะและคุณสมบัติของรูปเรขาคณิตที่มีสองและสามมิติ และพัฒนาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของเรขาคณิตได้ ระบุตำแหน่งและความสัมพันธ์เชิงมิติโดยใช้พิกัดทางเรขาคณิตและระบบการนำเสนออื่น ๆ ได้ ประยุกต์ใช้การแปลงรูปและใช้ความสมมาตรในการวิเคราะห์สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ และ ใช้การนิรนัย เหตุผลเชิงมิติสัมพันธ์ และ โมเดลทางเรขาคณิตในการแก้ปัญหาได้

2.2.4 การวัด (Measurement) วัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนตั้งแต่ชั้นอนุบาลถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 คือ ต้องการให้นักเรียนสามารถเข้าใจลักษณะที่สามารถวัดได้ของวัตถุ และ หน่วย ระบบ และกระบวนการของการวัดและประยุกต์ใช้เทคนิค เครื่องมือ และหลักการที่เหมาะสมในการวัด

การเรียนรู้เกี่ยวกับการวัดเป็นสิ่งที่มีความสำคัญมากในหลักสูตรสำหรับนักเรียนตั้งแต่ระดับอนุบาลถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพราะ นำไปใช้มากในชีวิตประจำวัน การเรียนรู้เกี่ยวกับการวัดยังเป็นการเตรียมความพร้อมเพื่อการเรียนเนื้อหาอื่น ๆ ต่อไป

การวัดเป็นการกำหนดค่าตัวเลขให้กับลักษณะวัตถุ ในระดับช่วงชั้นต้น ๆ ของการเรียน นักเรียนสามารถเปรียบเทียบและจัดลำดับของวัตถุโดยใช้ภาษา เช่น ยาวกว่า สั้นกว่า และมีการขยายวงกว้างขึ้นเมื่ออยู่ในระดับชั้นที่สูงขึ้น การจัดกลุ่มคุณลักษณะที่สามารถวัดได้ ความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะและความเข้าใจในความถูกต้องแม่นยำในการวัดจะเพิ่มมากขึ้น

2.2.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น (Data Analysis And Probability) วัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนชั้นอนุบาลถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 คือ ต้องการให้นักเรียนสามารถกำหนดคำถามที่สามารถหาข้อมูล รวบรวม จำแนก และแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อหาคำตอบได้ เลือกและใช้วิธีการทางสถิติที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ข้อมูล พัฒนาและประเมินข้อสรุปและผลการคาดคะเนภายใต้ข้อมูลที่มีอยู่ และ เข้าใจและประยุกต์ใช้ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความน่าจะเป็น

เด็กจะไม่สามารถพัฒนาการให้เหตุผลทางสถิติได้ ถ้าไม่ได้บรรจุไว้ในหลักสูตร ในการวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็นจะเป็นแนวทางหนึ่งที่นักเรียนจะเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับวิชาอื่นและประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน เช่น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6 ควรจะเข้าใจถึงประโยชน์ของการสำรวจ การสังเกตและการทดลอง

2.2.6 การแก้ปัญหา (Problem Solving) วัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนตั้งแต่ชั้นอนุบาลถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 คือ ต้องการให้นักเรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่ทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา แก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์และบริบทอื่น ๆ ประยุกต์และปรับยุทธวิธีที่หลากหลายเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา และ ตรวจสอบและสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

การแก้ปัญหาเป็นการบูรณาการทุกส่วนในการการเรียนรู้คณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน ความสามารถในการแก้ปัญหามีประโยชน์มากในชีวิตประจำวันและในการทำงาน การแก้ปัญหาไม่เพียงแต่เป็นเป้าหมายในการเรียนคณิตศาสตร์เท่านั้น แต่ยังเป็นวิธีการเรียนที่สำคัญอีกด้วย การแก้ปัญหาไม่อาจแยกออกมาเป็นส่วนหนึ่งต่างหากได้ แต่จะรวมอยู่ในทุกเนื้อหาในหลักสูตร

การแก้ปัญหา เป็นการทำงานเพื่อหาคำตอบซึ่งไม่รู้ที่อยู่ข้างหน้า นักแก้ปัญหาที่ดีจะต้องมีท่าทีทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Disposition) ซึ่งหมายถึงวิเคราะห์สถานการณ์ในเทอมของคณิตศาสตร์อย่างรอบคอบและวิเคราะห์ธรรมชาติที่มาของปัญหาภายใต้สถานการณ์ที่เห็นอย่างพินิจพิเคราะห์

ปัญหาที่ดีจะเปิดโอกาสให้นักเรียนมีความมั่นใจและขยายวงความรู้ให้กว้างออกไป และยังกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ใหม่ ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ส่วนมากสามารถนำเสนอโดยผ่านปัญหาภายใต้ประสบการณ์ที่คุ้นเคยจากชีวิตจริงของนักเรียนหรือบริบททางคณิตศาสตร์ เช่น นักเรียนในระดับชั้นมัธยมต้น อาจจะมีวิธีการหลายวิธีการในการทำน้ำผลไม้ แม้นักเรียนอาจจะมีความคิดที่แตกต่างกันออกไปในการใส่ส่วนผสม แต่ครูต้องช่วยชี้แนะให้เห็นความแตกต่างของแต่ละความคิดรวบยอดอย่างมีความหมาย

2.2.7 การพิสูจน์และให้เหตุผล (Reasoning And Proof) วัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนตั้งแต่ชั้นอนุบาลถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 คือ ต้องการให้นักเรียนสามารถตระหนักการพิสูจน์และการให้เหตุผลเป็นลักษณะพื้นฐานของคณิตศาสตร์ สร้างและค้นหาข้อความคาดการณ์ทางคณิตศาสตร์ พัฒนาและเห็นคุณค่าของการให้เหตุผลและการพิสูจน์ และ เลือกและใช้รูปแบบของการให้เหตุผลและวิธีพิสูจน์ที่หลากหลาย

การให้เหตุผลอย่างเป็นระบบเป็นลักษณะสำคัญของคณิตศาสตร์ ในทุกระดับชั้นและทุกเนื้อหาของคณิตศาสตร์จะมีการค้นหา การพิสูจน์และการใช้ข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ ซึ่งระดับความซับซ้อนจะแตกต่างกันไปตามระดับชั้น การใช้การให้เหตุผลจะนำไปสู่ความรู้ความเข้าใจของนักเรียน การพิสูจน์และการให้เหตุผลเป็นประสบการณ์ที่ต้องจัดให้กับนักเรียนตั้งแต่ระดับอนุบาลถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

นักเรียนในระดับชั้นที่สูงขึ้นควรเรียนรู้ที่จะสร้างข้อสรุปให้ดีขึ้น เริ่มใช้ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน เมื่อจบชั้นมัธยมแล้วนักเรียนต้องสามารถเข้าใจการพิสูจน์และสามารถพิสูจน์ได้ อนุমানข้อสรุปจากสมมติฐานได้อย่างมีตรรกะ และเห็นคุณค่าของการให้เหตุผล

2.2.8 การสื่อสาร (Communication) วัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนตั้งแต่ชั้นอนุบาลถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 คือ ต้องการให้นักเรียนสามารถตระหนักและรวบรวมความคิดทางคณิตศาสตร์ โดยผ่านการสื่อสารได้ สื่อสารความคิดทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นเรื่องเป็นราวและชัดเจนต่อเพื่อน ครูและบุคคลอื่น ๆ ได้ วิเคราะห์และประเมินคุณค่าความคิดและยุทธวิธีทางคณิตศาสตร์ของคนอื่นได้ และ ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ในการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างชัดเจน

เมื่อนักเรียนได้รับการกระตุ้นให้สื่อสารเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่กำลังเรียน เช่น การแสดงเหตุผลต่อเพื่อน หรือการกำหนดคำถามเกี่ยวกับบางอย่างที่เป็นปริศนา พวกเขาจะเกิดการหยั่งรู้ความคิดของตนเองเพื่อสื่อสารความคิดของตนเองสู่ผู้อื่นอย่างเป็นระเบียบ ซึ่งเป็นการสะท้อนสิ่งที่พวกเขาเรียนรู้ ระลึกได้ และรวบรวมความคิดทางคณิตศาสตร์ตามธรรมชาติของนักเรียน

นักเรียนควรได้รับการสนับสนุนเพื่อเพิ่มความสามารถในการแสดงออกอย่างเป็นเรื่องราวและชัดเจน เมื่อพวกเขาโตขึ้น ลักษณะการให้เหตุผลและการสนทนาแบบนี้จะติดพวกเขาไปด้วย และ

นักเรียนจะสามารถรับรู้และตอบสนองต่อคู่สนทนาได้ ความสามารถในการเขียนเพื่อนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งที่ต้องให้ความใส่ใจตลอด

ในการแก้ปัญหาในชั้นเรียน นักเรียนจะมีโอกาสได้เห็นลักษณะและวิธีการแก้ปัญหาของคนอื่น ด้วยซึ่งสามารถเรียนรู้ที่จะเข้าใจและประเมินความคิดคนอื่น และนำไปสู่การสร้างแนวคิด

2.2.9 การเชื่อมโยง (Connections) วัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนตั้งแต่ชั้นอนุบาลถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ต้องการให้นักเรียนสามารถตระหนักและเชื่อมโยงระหว่างมโนคติทางคณิตศาสตร์ได้ และเข้าใจการเชื่อมโยงระหว่างแนวความคิดทางคณิตศาสตร์และทำการเชื่อมโยงได้อย่างเป็นเรื่องราวได้และระลึกและประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ในบริบทอื่น ๆ ได้

คณิตศาสตร์เป็นการบูรณาการสิ่งต่าง ๆ ในการเรียนเข้าด้วยกัน และในขณะที่เดียวกันก็เป็นอุปสรรคในการเรียนเรื่องอื่น ๆ ด้วย นักเรียนตั้งแต่อนุบาลถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ควรเห็นและมีประสบการณ์ที่หลากหลายในการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์ในหัวข้อต่าง ๆ ระหว่างคณิตศาสตร์กับวิชาอื่นและระหว่างคณิตศาสตร์กับสิ่งที่นักเรียนสนใจ การมองเห็นภาพโดยรวมของคณิตศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนได้รู้ว่า คณิตศาสตร์เป็นกลุ่มของทักษะที่ไม่ได้แยกกันอยู่และไร้กฎเกณฑ์

การมีประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่ดี นักเรียนควรจะเชื่อมโยงความคิดทางคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง เช่นเดียวกับการเชื่อมโยงสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์ สังคม แพทย์ และการค้า

2.2.10 การนำเสนอ (Representation) วัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนตั้งแต่ชั้นอนุบาลถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 คือต้องการให้นักเรียนสามารถสร้างและใช้การนำเสนอในการจำแนก บันทึก และสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ เลือกประยุกต์ใช้ และแปลงรูประหว่างการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ เพื่อการแก้ปัญหา ใช้การนำเสนอในการจำลองและแปลผลระหว่างปรากฏการณ์เชิงกายภาพ เชิงสังคมและเชิงคณิตศาสตร์

การนำเสนอเป็นสิ่งจำเป็นที่จะทำให้นักเรียนเข้าใจความคิดรวบยอดและความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ การนำเสนอทำให้นักเรียนได้สื่อความหมาย ให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เข้าใจตนเองและบุคคลอื่น ทำให้นักเรียนได้ระลึกความเชื่อมโยงระหว่างความคิดรวบยอดต่าง ๆ ของคณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์กันได้ และประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างแท้จริง

การส่งเสริมให้เด็กได้นำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบที่พวกเขาารู้ ซึ่งไม่ใช่วิธีการที่ทำเป็นประจำนั้นเป็นสิ่งสำคัญ ในขณะที่เดียวกันกันนักเรียนควรจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับการนำเสนอในรูปแบบเดิม ๆ เพื่อเป็นแนวทางการกระตุ้นการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และการสื่อสารกับตนเองเกี่ยวกับแนวคิดคณิตศาสตร์ การนำเทคโนโลยีเข้ามาบูรณาการในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่มีความจำเป็นมากยิ่งขึ้น เพื่อให้เกิดความสะดวกสบายมากขึ้นในการนำเสนอทางคณิตศาสตร์

สมาคมครูคณิตศาสตร์ของอเมริกา (1990) ได้กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของความคิดทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผลเป็นการสรุปที่เป็นเหตุเป็นผลเกี่ยวกับข้อคิดเห็นและการระบุถึงสิ่งเหล่านั้นสัมพันธ์กันอย่างไร และ ยังได้กล่าวถึงการให้เหตุผลว่า การใช้เหตุผลเป็นทักษะพื้นฐานผู้เรียนที่จะต้องมีความรู้ในในห้องเรียนและในชีวิตจริง การให้เหตุผลเป็นส่วนหนึ่งของการคิดซึ่งอยู่เหนือจากระดับของการระลึกได้ (Krutlick & Rudnick, 1995)

สรุปได้ว่า กระบวนการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ไว้มาตรฐานในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์อีกด้านหนึ่ง จากมาตรฐานการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ 10 มาตรฐาน คือจำนวนและการจัดกระทำ พีชคณิต เรขาคณิต การวัด การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น การแก้ปัญหา การพิสูจน์และให้เหตุผล การสื่อสาร การเชื่อมโยง และการนำเสนอ

2.3 แนวคิดเกี่ยวกับการประเมินกระบวนการทางคณิตศาสตร์

2.3.1 บทบาทของการประเมินทางการศึกษา

การประเมิน เป็นกระบวนการในการพยายามทำความเข้าใจวิธีการทำกิจกรรมของนักเรียน เป็นสิ่งที่ต้องทำอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอเพื่อให้เห็นถึงความเข้าใจในกระบวนการ ปฏิสัมพันธ์ และการประยุกต์ใช้ความเข้าใจของนักเรียน การประเมินไม่ใช่ขั้นตอนสุดท้ายของกิจกรรมการเรียนการสอน แต่เป็นการเริ่มต้นในการปรับปรุงการเรียนรู้ของนักเรียน การประเมินนั้นต้องเป็นมากกว่าการนำแบบทดสอบมาใช้เพื่อการวัดการเรียนรู้ของนักเรียนในตอนท้ายกิจกรรมการเรียนการสอนเท่านั้น (Robison And Bartlett, 1993) แต่ต้องบูรณาการเข้าเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการเรียนการสอนที่สามารถนำมาใช้เพื่อแนะแนวทางแก่ครู และส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน ครูต้องได้รับข้อมูลเกี่ยวกับนักเรียนอย่างต่อเนื่อง และสามารถนำมาใช้เพื่อประกอบการตัดสินใจได้อย่างเหมาะสม เช่น การจัดเตรียมอุปกรณ์ การสอนเสริมเกี่ยวกับความคิดรวบยอดที่ยาก เพื่อสอดคล้องกับหลักการเรียนรู้ การประเมินต้องเน้นที่ความเข้าใจพอ ๆ กับทักษะเชิงวิธีการ เพราะนักเรียนที่มีความแตกต่างกัน จะแสดงให้เห็นถึงสิ่งที่พวกเขาทำได้ด้วยด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน (Nctm, 2000)

สมาคมครูคณิตศาสตร์ของอเมริกา (1989) กล่าวว่า ข้อมูลที่ได้จากการประเมิน สามารถนำมาใช้เพื่อกำหนดระดับผลการเรียน ตัดใจให้การสนับสนุน วินิจฉัยและแก้ไข ประเมินผลโครงการหรือหลักสูตรการเรียนการสอน และที่สำคัญคือ เพื่อชี้แนะแนวทางในการเรียนการสอนซึ่งให้เห็นว่า

1. การประเมินต้องทำอย่างต่อเนื่อง และเป็นกิจกรรมที่บูรณาการเข้ากับการเรียนการสอน มากกว่าที่จะแยกออกมาจากการเรียนการสอนต่างหาก
2. การประเมินอย่างไม่เป็นทางการมีความสำคัญมากกว่า การประเมินโดยใช้แบบทดสอบ
3. ครูจำเป็นต้องใช้คำถามที่สามารถล้วงลึกให้เห็นถึงความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดของนักเรียน
4. ประเมินเชิงคุณภาพสามารถนำมาซึ่งข้อมูลที่มีประโยชน์ในการประเมินได้มากกว่าคะแนนที่ได้

ส. วาสนา ประवालพฤกษ์ (2539) กล่าวว่า บทบาทของการประเมินทางเมินทางการศึกษาที่บูรณาการผสมกลมกลืนไปกับการเรียนการสอน ในประเด็นที่ส่งเสริมการพัฒนาการศึกษาดังต่อไปนี้

1. การประเมินเป็นการกำกับติดตามกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างต่อเนื่อง การประเมินที่มีประสิทธิภาพจะให้ข้อมูลที่จำเป็นเพื่อการตัดสินใจเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับการสอนที่มีประสิทธิภาพ เป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับที่จะช่วยติดตามกำกับ ดูแลความก้าวหน้าของผู้เรียนตลอดเวลา โดยผู้สอนจะนำข้อมูลดังกล่าวจะพิจารณาปรับแนวทางการจัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับสภาพของผู้เรียน

2. การประเมินเป็นเครื่องมือผลักดันหรือกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการเรียนการสอนให้เป็นในทิศทางที่ต้องการ การบูรณาการการวัดและประเมินเข้ากับการเรียนการสอน จะสื่อให้ผู้สอนรู้ว่าสอนอะไร อย่างไร ดังนั้น ถ้าผู้สอนออกแบบการประเมินอย่างถูกต้องจะผลักดันการสอนไปในทิศทางที่ต้องการ

3. การประเมินเป็นเครื่องมือนำไปสู่การพัฒนาการเรียนของผู้เรียน การประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนในขณะที่กิจกรรมการเรียนรู้จะช่วยให้ผู้เรียนตระหนักในความสามารถและพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองต่อเนื่อง และมีคุณธรรม ผู้เรียนจะค้นพบความรู้ใหม่ และแนวคิดในการแก้ปัญหาเพื่อการทำงานด้วยตนเองหรือจากการแนะนำของผู้อื่น

4. การประเมินจะช่วยเสริมประสิทธิภาพของการบริหารจัดการ การประเมินในระดับมหภาคไม่ว่าจะเป็นระดับประเทศ เขต จังหวัด หรือสถานศึกษา ผลจากการประเมินสามารถนำมากำหนดยุทธศาสตร์เพื่อพัฒนาการบริหารจัดการที่นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

สรุปได้ว่า การประเมินทางการศึกษา คือ กระบวนการในการพยายามทำความเข้าใจกระบวนการของนักเรียน เป็นสิ่งที่ต้องทำอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอเพื่อให้เห็นถึงความเข้าใจในกระบวนการ และการประยุกต์ใช้ความเข้าใจของนักเรียน การประเมิน สามารถนำมาใช้เพื่อกำหนดระดับผลการเรียน และนำไปพัฒนาการเรียนของผู้เรียน

2.3.2 แนวโน้มของการประเมินทางการศึกษา

ปัจจุบันแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ขยายกว้างขึ้น การเรียนรู้ที่มีความหมายจะเกิดขึ้น เมื่อนักเรียนมีพื้นฐานความรู้ที่สามารถนำไปใช้เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้น เพื่อแก้ปัญหา และเพื่อทำการตัดสินใจ ผู้เรียนต้องรู้จักตนเอง รับผิดชอบต่อความสามารถของตนเอง และมีความพยายามอย่างต่อเนื่องในการค้นหาและใช้เครื่องมือต่าง ๆ เพื่อการเรียนรู้ ต้องเป็นผู้เรียนรู้ซึ่งสามารถใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ ที่มีประสิทธิภาพเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ ท้ายที่สุด ต้องเป็นผู้เรียนที่ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นเกี่ยวกับตนเองและสิ่งที่เกิดขึ้นในโลกจากมุมมองของคนอื่นมากกว่ามุมมองของตนเอง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ดังกล่าว นำมาซึ่งการเปลี่ยนแปลงด้านหลักสูตร บริบทในห้องเรียน และการเปลี่ยนแปลงแนวคิดเกี่ยวกับประเมินเพื่อให้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น

Kulieke Et Al., (2002) ข้อมูลที่ได้จากการประเมินต้องเป็นหลักฐานชัดเจน ที่แสดงให้เห็นความก้าวหน้าของนักเรียน (Robinson And Bartlett, 1993) การประเมินในยุคปัจจุบัน จึงเน้นประเมินเกี่ยวกับพัฒนาการทางเรียนของผู้เรียน ความประพฤติ การสังเกตพฤติกรรม การร่วมกิจกรรมการเรียนรู้และการทดสอบ เพื่อพัฒนาและค้นหาศักยภาพ จุดเด่น จุดด้อยของผู้เรียน และตรวจสอบว่ากระบวนการเรียนรู้ได้พัฒนาผู้เรียนตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้หรือไม่ ดังนั้นการวัดและประเมินผลที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญต้องวัดและประเมินให้ครอบคลุมทั้งในด้านของกระบวนการและผลงาน ทั้งด้านความรู้ ความรู้สึก และการแสดงออกทุกด้าน ซึ่งถือว่าเป็นยุคของการประเมินตามสภาพจริง (ส. วาสนา ประवालพฤษ์, 2544)

เครื่องมือที่นำมาใช้เพื่อประเมินทางการศึกษาที่พบมากในปัจจุบัน คือ แบบทดสอบเลือกตอบ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2537) ซึ่งไม่เปิดให้นักเรียนได้สร้างคำตอบที่เหมาะสมกับตัวของเขาเอง ไม่ได้แสดงกระบวนการที่ใช้หาคำตอบ ไม่ได้แสดงถึงเหตุผลหรือแนวคิดของเขา หรือการแสดง

ทางเลือกที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหา หรือ การแปลความของสถานการณ์ที่เป็นปัญหานั้น นอกจากนั้น แล้วการใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบยังมีความเข้มงวดในการกำหนดระยะเวลาที่จำกัด ซึ่งเป็นการขัดขวางไม่ให้นักเรียนได้แสดงศักยภาพของพวกเขาอย่างเต็มที่ภายใต้สถานการณ์ที่เหมาะสมในการปฏิบัติ (Silver Ans Kenney, 1995) การใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบอย่างแพร่หลาย ส่งผลทางลบต่อการสอนและไปจำกัดคุณภาพการสอนคณิตศาสตร์ของครู กล่าวคือ ครูที่ถูกครอบงำด้วยเนื้อหาในแบบทดสอบแบบเลือกตอบ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อนำผลการสอบที่ได้มาเป็นเกณฑ์ในการจัดลำดับที่สำคัญบางอย่างสำหรับตนเองหรือนักเรียน จะให้ความสำคัญกับการสอนในวงแคบลง มีการจัดสรรเวลาที่ไม่ได้ส่วน และมุ่งสอนเฉพาะเนื้อหาที่ส่วนมากใช้ในการสอบ มากกว่าที่จะสอนภายใต้มนต์หรือหลักการที่แท้จริง หรือมากกว่าสอนเนื้อหาที่ไม่ได้นำมาสอบหรือใช้สอบน้อย เช่น เนื้อหาทางด้านเรขาคณิตหรือสถิติ ซึ่งก็เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรเช่นกัน (Romberg, Zarinnia, And Williams, 1989; Smith, 1991) พฤติกรรมการสอนของครูที่มักใช้แบบทดสอบเป็นแบบเลือกตอบ เพื่อตัดสินผลการเรียน จะทำการสอนเพื่อการสอบมากกว่าการสอนเพื่อให้นำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงหรือประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมตามธรรมชาติ (Lemahieu And Leinhardt, 1985) เมื่อเครื่องมือที่มีอยู่ไม่สามารถนำมาประเมินกระบวนการเรียนรู้ได้ จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาระบบการประเมินผลแบบใหม่ขึ้นมาเมื่อระบบความเชื่อเกี่ยวกับการเรียนรู้และการประเมินที่เปลี่ยนแปลงมาให้ความสำคัญกับกระบวนการคิด ส่งผลให้เกิดการปฏิรูปการศึกษา หลักสูตร หลักสูตรการศึกษาของไทยนั้น ได้เน้นความสำคัญของกระบวนการเรียนรู้มากยิ่งขึ้นตามระบบความเชื่อที่เปลี่ยนแปลงไปด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในวิชาคณิตศาสตร์นั้น ได้กำหนดให้กระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นสาระหนึ่ง ที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับนักเรียนในทุกระดับชั้น ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น เมื่อวิธีการประเมินผลซึ่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งของการศึกษา ที่ใช้อยู่ส่วนมากในปัจจุบันยังไม่สามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงได้อย่างแท้จริง

สรุปได้ว่า การปรับเปลี่ยนวิธีการประเมินผล เพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์จากผลที่ได้จากการประเมินอย่างแท้จริง และเป็นข้อมูลพื้นฐานที่พัฒนาเพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มศักยภาพที่แต่ละคนมีอยู่ และสอดคล้องกับแนวความเชื่อในปัจจุบัน ซึ่งการประเมินผลระบบใหม่ที่นำมาใช้เพื่อประเมินกระบวนการเรียนรู้ คือ การประเมินตามสภาพจริง

2.3.3 แนวโน้มของการประเมินทางการศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ (2540) กล่าวถึงความหมายของประเมินผลจากสภาพจริงว่า หมายถึง กระบวนการสังเกต การบันทึก และการรวบรวมข้อมูลจากงานและวิธีการที่นักเรียนทำ เพื่อเป็นพื้นฐานของการตัดสินใจในการศึกษาถึงผลกระทบต่อเด็กเหล่านั้น การประเมินจากสภาพจริงจะไม่เน้นเฉพาะทักษะพื้นฐาน แต่จะเน้นการประเมินการคิดทักษะที่ซับซ้อนในการทำงานของนักเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา และการแสดงออกที่เกิดจากการปฏิบัติในสภาพจริงจริงในการเรียน การสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง เป็นผู้ค้นพบและผลิตความรู้ นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติจริง รวมทั้งเน้นพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน

บุญชม ศรีสะอาด (2545) กล่าวถึงความหมายของการประเมินจากสภาพจริงว่า หมายถึง เป็นการวัดผลให้นักเรียนได้แสดงถึงกระบวนการ (Process) หรือผลงาน (Product) หรือความสามารถที่จำเป็นซึ่งสอดคล้องกับชีวิตจริงมากที่สุด

สุวิทย์ มูลคำ (2541) กล่าวถึงความหมายของการประเมินจากสภาพจริงว่า หมายถึง การวัดและการประเมินผลกระบวนการทำงานในด้านสมองหรือการคิดหรือจิตใจของผู้เรียนอย่างตรงไปตรงมาตามสิ่งที่ผู้เรียนกระทำ โดยพยายามตอบคำถามว่าผู้เรียนทำอะไรและทำไมจึงทำอย่างนั้น การได้ข้อมูลว่า "เขาทำอะไร" และ "ทำไม" จะช่วยให้ผู้สอนได้ช่วยผู้เรียนพัฒนาการเรียนของผู้เรียนและการสอนของผู้สอน ทำให้การเรียนการสอนมีความหมายและทำให้เกิดความอยากในการเรียนรู้ต่อไป

ส.วาสนา ประพาพฤกษ์ (2539 ข) ให้ความหมายของ Authentic Assessment หรือ Authentic Performance Assessment คือ การวัดและประเมินผลที่สะท้อนให้ถึงสภาพการเรียนการสอนที่แท้จริงโดยเน้นการปฏิบัติจริงในลักษณะดังนี้

1. ประเมินความสามารถจริงในชั้นเรียนโดยใช้ Portfolio ที่เน้นสภาพแวดล้อมของการจัดการเรียนการสอนที่เรียกว่า Ecological Assessment

2. ประเมินความสามารถโดยตรงจากหลักสูตร (Curriculum Based Assessment - Cba) เรียก Direct Assessment

3. ประเมินปฏิสัมพันธ์ระหว่างความสามารถต่าง ๆ จากหลักสูตร (Content Free Metacognition) เรียกว่า Dynamic Assessment

4. ประเมินจากงานหรือโครงการเพื่อประยุกต์วิธีและกระบวนการเรียนรู้โดยมีจุดเน้นที่กระบวนการทำงาน ผลงานและความพึงพอใจเรียกว่า Task หรือ Project Assessment

5. ประเมินความสามารถสุดท้าย เพื่อตรวจสอบเป้าหมายของการศึกษาเพื่อให้ประกาศนียบัตรเรียกว่า Outcome Based Assessment เพื่อให้การวัดและประเมินผลสะท้อนให้เห็นถึงความสามารถจริงของผู้เรียนแนวดังกล่าว ข้อมูล ที่นำมาใช้ประเมินจะต้องมาจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้

5.1 ผลงาน แบบฝึกหัด โครงการ

5.2 การสอบในลักษณะต่าง ๆ

5.3 การสังเกต

5.4 การสัมภาษณ์

5.5 การบันทึกของผู้เรียน ผู้สอน ผู้สอน ผู้ปกครอง

ส.วาสนา ประवालพฤกษ์ (2539 ค) กล่าวว่า Authentic Performance (การปฏิบัติงานจริง) นั้นถือเอาการที่ให้ผู้เรียนปฏิบัติงาน เช่น การแก้ปัญหาโดยใช้ประสบการณ์ในสภาพการณ์คล้ายคลึงในชีวิตประจำวัน จนเหมือนกับการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยอาจจะเป็นข้อสอบข้อเขียนหรือการเสนอแผนงาน ตลอดจนการแก้ปัญหานั้น ๆ ให้สำเร็จ โดยใช้วิธีการประเมินตามสภาพจริง ทั้งนี้เทคนิควิธีการวัดและการประเมินผลตามแนวของการปฏิบัติจริงมี 2 ลักษณะคือ

1. ประเมินจากแฟ้มสะสมงาน (Portfolio)

2. วัดด้วยแบบทดสอบความสามารถจริง (Authentic Test) โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบ Rubric Scoring ที่มีระดับของความถูกต้องประมาณ 4-6 ระดับ ซึ่งจะต้องมีคำอธิบายประกอบกับตัวอย่างของผลงานหรือคำตอบ

กระทรวงศึกษาธิการ (2541) กล่าวถึงลักษณะสำคัญของการประเมินตามสภาพที่แท้จริงไว้ดังนี้

1. มีงานและเกณฑ์การประเมินที่ชัดเจน
2. นักเรียนได้แสดงความรู้สึก (Reflect) ของตนเองต่อผลงาน
3. นักเรียนสามารถโยงการเรียนรู้ไปสู่สภาพชีวิตจริง
4. เป็นการประเมินเพื่อปรับปรุงผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน
5. นักเรียนได้บูรณาการความรู้ที่มีอยู่ในการสร้างผลงานต่าง ๆ
6. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียน และนักเรียนกับครูมีลักษณะสัมพันธ์เชิงบวก ไม่สร้างความขัดแย้งหรือการแข่งขัน
7. นักเรียนต้องใช้ความสามารถในการคิดระดับสูง เช่น การวิเคราะห์หรือสังเคราะห์ข้อความรู้ต่าง ๆ
8. เน้นคุณภาพของผลงานที่นักเรียนสร้างขึ้น
9. ประเมินความสามารถหลาย ๆ ด้านของนักเรียน เช่น ด้านภาษา ตัวเลข การคิดอย่างมีเหตุผล

10. เน้นงานที่มีความหมายต่อนักเรียน

กระทรวงศึกษาธิการ (2541) และเกรียงศักดิ์ พลยะเดช และคณะ (2540) ได้กล่าวถึงวิธีการประเมินตามสภาพที่แท้จริงที่สอดคล้องกันว่ามีดังต่อไปนี้

1. การสังเกต เป็นวิธีการเก็บข้อมูลพฤติกรรมด้านการใช้ความคิด การปฏิบัติงาน โดยเฉพาะด้านอารมณ์ความรู้สึกและลักษณะนิสัย สามารถกระทำได้ทุกเวลาทุกสถานที่
2. การสัมภาษณ์ เป็นวิธีการเก็บข้อมูลพฤติกรรมด้านต่าง ๆ เช่น ความคิด ความรู้สึก กระบวนการ ขั้นตอนในการทำงาน วิธีแก้ปัญหา ฯลฯ อาจใช้ประกอบการสังเกตเพื่อความมั่นใจมากขึ้น
3. การตรวจงาน เช่น ตรวจแบบฝึกหัด ผลงานภาคปฏิบัติ ซึ่งควรประเมินลักษณะนิสัย คุณลักษณะที่ดีในการทำงานควบคู่ไปกับการตรวจงานด้วย การตรวจงานไม่จำเป็นต้องตรวจงานทุกชิ้น ซึ่งชิ้นงานของแต่ละคนอาจไม่ใช่เรื่องเดียวกัน
4. การรายงานตนเอง เป็นให้นักเรียนเขียนบรรยายหรือตอบคำถามสั้น ๆ หรือตอบแบบสอบถาม เพื่อสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งความรู้ ความเข้าใจ วิธีคิด วิธีทำงาน ความพอใจในผลงาน ความต้องการพัฒนาตนเอง
5. การใช้บันทึกจากผู้เกี่ยวข้อง เป็นการรวบรวมข้อมูล ความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับตัวนักเรียน ผลงานนักเรียนโดยเฉพาะความก้าวหน้าในการเรียนรู้จากแหล่งต่าง ๆ เช่น จากเพื่อน ครู จากเพื่อนนักเรียน จากผู้ปกครอง
6. การใช้ข้อสอบแบบเน้นการปฏิบัติจริง (Authentic Test) ข้อสอบที่ใช้ต้องเน้นปัญหาที่มีความหมายต่อนักเรียนแสดงถึงภูมิรู้ เน้นปัญหาเลียนแบบสภาพจริงในชีวิตของนักเรียน ครอบคลุมความสามารถตามเนื้อหาและหลักสูตร ใช้ความรู้ความสามารถและความคิดหลาย ๆ ด้านมาผสมกัน และแสดงวิธีคิดได้เป็นขั้นตอนชัดเจน มีคำตอบถูกได้หลายคำตอบและวิธีการหาคำตอบได้หลาย มีเกณฑ์การให้คะแนน ตามความสมบูรณ์ของคำตอบอย่างชัดเจน

7. การประเมินโดยใช้แฟ้มสะสมงาน เป็นการสะสมงานของนักเรียนอย่างมีจุดประสงค์ ที่แสดงให้เห็นถึงความพยายาม ความก้าวหน้า ผลสัมฤทธิ์ในเรื่องนั้น ๆ โดยที่นักเรียนมีส่วนร่วมในขั้นตอนต่าง ๆ

ส.วาสนา ประवालพฤษ (2538) ได้กล่าวถึงวิธีการประเมินตามสภาพที่แท้จริงว่ามีวิธีการประเมิน ดังต่อไปนี้

1. การสังเกตและการตรวจงาน ซึ่งในการสังเกตจะต้องมีการบันทึกด้วยและการตรวจงาน นั้น ครูควรให้คำแนะนำในการปรับพฤติกรรมและผลงานด้วย ควรให้คำชี้แจง แนะนำ ชมเชย ยกย่อง เพื่อ เป็นการปรับพฤติกรรมให้เหมาะสมยิ่งขึ้น (ในกรณีที่ใช้ได้อยู่แล้ว) หรือแก้ไขให้ถูกต้อง

2. การประชุมร่วมกัน อาจเป็นทางการหรือไม่เป็นทางการ ซึ่งครูจะใช้การประชุมนี้ทบทวน และวิเคราะห์การเรียนของนักเรียน และวางแผนในการดำเนินการเรียนการสอนต่อไป

3. การประเมินจากการเขียน การฝึกให้เขียนในลักษณะนี้มิใช่การเขียนทั่วไป กระบวนการ เขียนจะต้องเริ่มด้วย ความต้องการที่จะเขียน ไม่ว่าจะเป็นการเขียนในชีวิตประจำวัน การเขียนสร้างสรรค์ ซึ่งจะ เริ่มหรือหยุดเมื่อไรก็ได้ ซึ่งจะสะท้อนให้เห็นถึงความรู้สึกรักคิดและเจตคติของนักเรียน

4. การประเมินตนเอง ผู้เรียนอาจจะนำบันทึกของครู การเขียนและผลงานของตนเอง มา รายงานความก้าวหน้าของตนและประเมินตนเองได้

5. การทดสอบข้อเขียน โดยใช้ข้อสอบที่ให้นักเรียนเขียนคำตอบเอง ในลักษณะการสอบ แบบเน้นการปฏิบัติงานจริง ซึ่งจะจำลองสภาพปัญหาให้ผู้เรียนวางแผนดำเนินการ พิจารณาปรับปรุงการดำเนิน งานจนบรรลุผลสำเร็จ โดยเน้นพฤติกรรม กระบวนการคิด และการแก้ปัญหา มีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน เป็นระดับต่าง ๆ

6. การทดสอบด้วยแบบทดสอบมาตรฐาน เพื่อเป็นประโยชน์ในการวัดความสามารถพื้นฐานและความคิดรวบยอดที่จำเป็นบางอย่าง ที่ครูอาจจะนำมาสอบและเป็นข้อมูลประกอบ

7. แฟ้มสะสมงาน ซึ่งเป็นการนำรายละเอียดและข้อมูลจากทั้ง 6 ประการข้างต้น มาจัดเก็บอย่างเป็นระบบ

สรุปได้ว่า การประเมินสภาพจริงเป็นการประเมินการเรียนรู้จากการที่ครูเฝ้าดูนักเรียน โดยอาศัยการสังเกตและเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาที่ นักเรียนอยู่กับครู เป็นกิจกรรมที่ดำเนินควบคู่ไปกับกิจกรรมการเรียนการสอนในชีวิตประจำวัน ซึ่งการเรียนการสอนนั้นต้องเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง เป็นผู้ค้นพบความรู้เป็นผู้ผลิตงาน นักเรียนจะต้องมีโอกาสได้ฝึกปฏิบัติ จริงในสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับชีวิตจริงการประเมินจากสภาพจริงจะครอบคลุมการประเมินจากแฟ้มสะสมงาน การจัดนิทรรศการ การทำงานกลุ่ม การแสดงการกระทำ การแสดงออกหรือการปฏิบัติ (Performance) การนำ เสนองงาน แบบฝึกหัด ตลอดจนการทดลองต่าง ๆ ล้วนแต่เป็นวิธีการประเมินตามสภาพจริงของการเรียนการสอน

2.4 กรอบเชิงทฤษฎีที่ใช้ในการประเมินกระบวนการทางคณิตศาสตร์

2.4.1 กรอบเชิงทฤษฎีที่ใช้ในการประเมินกระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผล

Artzt And Yaloz- Femia (1999) ได้ศึกษาพฤติกรรมการพิสูจน์และให้ เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 5 จำนวน 1 กลุ่ม ซึ่งประกอบด้วยสมาชิกในกลุ่ม 4 คน ในระหว่างกระบวนการแก้ปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยวิเคราะห์ภายใต้กระบวนการแก้ปัญหาที่ ประกอบด้วย การอ่าน การทำความเข้าใจปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การสำรวจ การวางแผน การนำแผนไปใช้ และการตรวจสอบ และวิเคราะห์ผ่านกรอบของการพิสูจน์และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่สมาคมครู คณิตศาสตร์ของอเมริกา (1989 อ้างถึงใน Artzi And Yaloz- Femia, 1999) กำหนดว่า การให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนจะปรากฏขึ้น เมื่อนักเรียนแสดงพฤติกรรมบ่งชี้ ดังนี้

1. ลองผิดลองถูก และทำงานย้อนกลับเพื่อแก้ปัญหา (Use Trial And Error And Working Backward To Solve A Problem) การลองผิดลองถูกเป็นการประยุกต์ใช้การกระทำต่าง ๆ ที่อาจเป็นไปได้ในการ แก้ปัญหา ซึ่งวิธีการลองผิดลองถูกอาจแยกเป็น 2 วิธี คือ การลองผิดลองถูกอย่างมีระบบ (Systematic Trial Error) และการลองผิดลองถูกโดยอาศัยการวินิจฉัยจากความรู้ที่มีอยู่ (Inferential Trial Error) ซึ่งต่างจากการ ลองผิดลองถูกอย่างมีระบบ ในประเด็นที่ยึดความรู้ที่เกี่ยวข้องตรงกับปัญหา แล้วนำความรู้เหล่านั้นมาทำให้ การค้นคว้าแคบลง มีวงจำกัดขึ้น ส่วนการทำงานย้อนกลับเพื่อแก้ปัญหา จะเริ่มจากจุดหมายหรือสิ่งที่เรา ต้องการพิสูจน์ มากกว่าจะเริ่มจากสิ่งที่กำหนดให้ กล่าวคือจะเริ่มพิจารณาจากผลไปสู่เหตุ โดยพยายามจะค้นหา ข้อความหรือนุกรมของข้อความที่อ้างถึงผลหรือจุดหมายของปัญหา

2. สร้างและตรวจสอบข้อความคาดการณ์ (Make And Test Conjectures) การคาดคะเนเป็น การเดาคำตอบของปัญหานั้นน่าจะเป็นอย่างไร การเดาครั้งแรกจะเป็นการเดาหาสิ่งที่จะต้องอ้างถึงต่อไปหรือ เป็นการรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติม การเดาครั้งต่อไปซึ่งเป็นผลจากการเดาครั้งแรกอาจจะได้เหตุผลใหม่สำหรับการ เปลี่ยนแปลงเพื่อเดาครั้งต่อไป

3. เสนอประเด็นเชิงอุปนัยและนิรนัย (Create Inductive And Deductive Arguments) การ เสนอประเด็นเชิงอุปนัย เป็นการสร้างข้อสรุปจากปรากฏการณ์ หรือกรณีเฉพาะ ส่วนการเสนอประเด็นเชิงนิรนัย เป็นการสร้างข้อสรุปหรือลงความเห็นโดยพิจารณาจากกฎ หรือหลักการทั่วไป ไปสู่สิ่งเฉพาะ

4. ค้นหารูปแบบเพื่อหาข้อสรุปทั่วไป (Look For Patterns To Arrive At Generalization) การสร้างรูปแบบเป็นกลวิธีที่เริ่มจากการหาตัวอย่างหลายตัวที่สอดคล้องกัน หลังจากนั้นจะสามารถหาคำตอบ ของปัญหาได้โดยการสรุปรวมจากตัวอย่างเฉพาะต่าง ๆ ที่ทำได้

5. ใช้การให้เหตุผลเชิงตรรกะและเชิงมิติสัมพันธ์ (Use Spatial And Logical Reasoning) การให้เหตุผลเชิงตรรกะ เป็นการให้เหตุผลโดยใช้หลักการสร้างข้อสรุป จากการพิจารณาความจริงและความ สัมพันธ์ระหว่างประพจน์ ส่วนการให้เหตุผลเชิงมิติสัมพันธ์นั้น เป็นการให้เหตุผลจากการสร้างมโนภาพ การเกิด จินตนาการเกี่ยวกับส่วนประกอบต่าง ๆ เมื่อแยกสิ่งเหล่านั้น

ออกจากกัน การเห็นเค้าโครงเมื่อนำสิ่งเหล่านั้นมา ประกอบเข้าด้วยกัน การเข้าใจถึงมิติต่าง ๆ ได้แก่ ขนาด รูปร่าง ความสูงต่ำ ไกล่ ไกล พื้นที่ ปริมาตร

ผลการศึกษาของ อาร์ท และ ยาลอซฟีเมีย (1999) พบว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จะเกิด ขึ้นในทุกองค์ประกอบระดับสูงของกระบวนการแก้ปัญหา ได้แก่ การทำความเข้าใจปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การสำรวจ การวางแผน การนำแผนไปใช้เพื่อแก้ปัญหาได้ และการตรวจสอบ โดยสรุปแล้ว การให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์จะฝังตัวอยู่ในกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการกำหนดให้นักเรียนได้แก้ปัญหาใน กลุ่มย่อย เป็นการจัดบรรยากาศให้นักเรียนได้แสดง พฤติกรรมการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ซึ่งประกอบไปด้วย การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย เช่นกัน

จากการพิจารณากรอบการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่กำหนดโดยสมาคมครู คณิตศาสตร์ ซึ่ง อาร์ท และ ยาลอซฟีเมีย (1999) นำมาใช้เพื่อเป็นกรอบในการศึกษาการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ของนัก เรียนภายใต้บริบทการแก้ปัญหาข้างบน และเนื่องจากการศึกษาในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดให้กลุ่มเป้าหมายร่วม กันแก้ปัญหาในกลุ่ม แต่ละกลุ่มประกอบด้วยสมาชิก 4 คน เช่นเดียวกับที่ อาร์ท และ ยาลอซฟีเมีย (1999) ทำการศึกษา ผู้วิจัยจึงได้นำกรอบดังกล่าวมาปรับเพื่อ ใช้ในการวิเคราะห์กระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ของกลุ่มเป้าหมายในการศึกษา ครั้งนี้ ทั้งนี้เพื่อให้เหมาะสมกับบริบทที่ทำการศึกษาและง่ายต่อการ วิเคราะห์ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น และจากการแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา ทำให้ได้กรอบการประเมินกระบวนการ พิสูจน์และให้ เหตุผลที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ ดังนี้

1. การลองผิดลองถูก (Use Trial And Error) เป็นการประยุกต์ใช้การกระทำต่าง ๆ ที่อาจ เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา ซึ่งวิธีการลองผิดลองถูกอาจแยกเป็น 2 วิธี คือ การลองผิดลองถูก อย่างมีระบบ (Systematic Trial Error) และการลองผิดลองถูกโดยอาศัยการวินิจฉัยจากความรู้ที่มี อยู่ (Inferential Trial Error) ซึ่งต่างจากการลองผิดลองถูกอย่างมีระบบ ในประเด็นที่ยึดความรู้ที่ เกี่ยวข้องตรงกับปัญหา แล้วนำความรู้ เหล่านั้นมาทำให้การค้นคว้าแคลง มีวงจำกัดขึ้น

2. การทำงานย้อนกลับเพื่อแก้ปัญหา (Working Backward To Solve A Problem) เป็นการ แก้ปัญหาที่เริ่มจากจุดหมายหรือสิ่งที่เราต้องการพิสูจน์ มากกว่าจะเริ่มจากสิ่งที่กำหนดให้ กล่าวคือจะเริ่ม พิจารณาจากผลไปสู่เหตุ โดยพยายามจะค้นหาข้อความหรือนุกรมของข้อความที่ อ้างถึงผลหรือจุดหมายของ ปัญหา

3. การสร้างและตรวจสอบข้อความคาดการณ์ (Make And Test Conjectures) เป็นการเดาว่า คำตอบของปัญหานั้นน่าจะเป็นอย่างไร การเดาครั้งแรกจะเป็นการเดาหาสิ่งที่จะต้อง อ้างอิงต่อไปหรือเป็นการ รวบรวมข้อมูลเพิ่มเติม การเดาครั้งต่อไปซึ่งเป็นผลจากการเดาครั้งแรก อาจจะได้เหตุผลใหม่สำหรับการเปลี่ยน แปลงเพื่อเดาครั้งต่อไป

4. การเสนอประเด็นเชิงอุปนัยและเชิงนิรนัย (Create Inductive And Deductive Arguments) การเสนอประเด็นเชิงอุปนัย เป็นการสร้างข้อสรุปจากปรากฏการณ์ หรือกรณีเฉพาะ การเสนอ ประเด็นเชิงนิรนัย เป็นการสร้างข้อสรุปหรือลงความเห็นโดยพิจารณาจากกฎ หรือหลักการ ทัวไป ไปสู่สิ่งเฉพาะ

5. การค้นหารูปแบบเพื่อหาข้อสรุปทั่วไป (Look For Patterns To Arrive At Generalization) การสร้างรูปแบบเป็นกลวิธีที่เริ่มจากการหาตัวอย่างหลายตัวที่สอดคล้องกัน หลังจากนั้นจะสามารถหาคำตอบ ของปัญหาได้โดยการสรุปรวมจากตัวอย่างเฉพาะต่าง ๆ ที่ทำได้

6. การให้เหตุผลเชิงตรรกะ (Use Logical Reasoning) เป็นการให้เหตุผลโดยใช้หลักการสร้างข้อสรุป จากการพิจารณาความจริงและความสัมพันธ์ระหว่างประพจน์

7. การให้เหตุผลเชิงมิติสัมพันธ์ (Use Spatial Reasoning) เป็นการให้เหตุผลจากการสร้าง มโนภาพ การเกิดจินตนาการเกี่ยวกับส่วนประกอบต่าง ๆ เมื่อแยกสิ่งเหล่านั้นออกจากกัน การเห็นเค้าโครงเมื่อ นำสิ่งเหล่านั้นมาประกอบเข้าด้วยกัน การเข้าใจถึงมิติต่าง ๆ ได้แก่ ขนาด รูปร่าง ความสูงต่ำ ไกล่ ไกล่ พื้นที่ ปริมาตร

สรุปได้ว่า กรอบเชิงทฤษฎีที่ใช้ในการประเมินกระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผล คือ การวิเคราะห์ภายใต้กระบวนการแก้ปัญหา ได้แก่ การทำความเข้าใจปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การสำรวจ การวางแผน การนำแผนไปใช้เพื่อแก้ปัญหาได้ และการตรวจสอบ โดยสรุปแล้ว การให้เหตุผลในกระบวนการทางคณิตศาสตร์

2.4.2 กรอบเชิงทฤษฎีที่ใช้ในการประเมินกระบวนการนำเสนอ

Lesh (1979) กล่าวว่า นักเรียนจะมีการสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์ เมื่อเขาได้รับโอกาสในการนำเสนอความรอบคอบคิดด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน และอภิปรายว่า วิธีการนำเสนอที่แตกต่างกันนั้น สะท้อนให้เห็นถึงความคิดรวบยอดเดียวกันอย่างไร ถ้านักเรียนมีความสามารถ ในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่หลากหลาย และเชื่อมโยงระหว่างวิธีการนำเสนอที่แตกต่าง กันได้นั้น แสดงว่านักเรียนมีความเข้าใจในคณิตศาสตร์ นอกจากนั้นแล้ว ความสามารถในการเชื่อมโยงระหว่าง การนำเสนอด้วยวิธีการที่แตกต่างกันได้ จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดแนวคิดเชิงนามธรรมได้ ซึ่งวิธีการนำ เสนอทางคณิตศาสตร์ ประกอบไปด้วย 5 วิธีการ ดังนี้

1. การใช้อุปกรณ์ (Manipulatives) เป็นการสะท้อนความเข้าใจและความคิดเห็นทาง คณิตศาสตร์โดยผ่านวัตถุเชิงกายภาพ (Physical Materials) เช่น กระดานตะปู ลูกบาศก์ แท่งสี่ เป็นต้น การนำ เสนอด้วย Manipulatives ของนักเรียน ช่วยให้ครูเข้าใจระดับพัฒนาการของนักเรียน และเป็นพื้นฐานสำหรับ การอภิปรายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วย การนำเสนอด้วยวิธีการนี้อาจสะท้อนให้เห็นถึงความเชื่อ ของนักเรียน ซึ่งนักเรียนจำเป็นต้องมีประสบการณ์เชิงนามธรรมเพื่อการเรียนคณิตศาสตร์

2. รูปภาพ (Pictures) เป็นการนำรูปภาพมาช่วยในการสะท้อนแนวคิด ความเข้าใจ เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ การนำเสนอด้วยรูปภาพ ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้อธิบายแนวคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์

3. สัญลักษณ์ทางการเขียน (Written Symbols) เป็นการสื่อสะท้อนแนวคิดและความ เข้าใจทางคณิตศาสตร์ โดยผ่านการเขียนสัญลักษณ์บางอย่าง เช่น การเขียนอธิบายวิธีการในการแก้ปัญหาของ นักเรียน การเขียนเกี่ยวกับความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ จะช่วยให้แนวคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของนัก เรียนชัดเจนยิ่งขึ้น

4. สัญลักษณ์ทางการพูด (Verbal Symbols) การสื่อความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์โดยใช้การพูด การฟัง หรือการอ่านเกี่ยวกับความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เช่น การ

พูดเพื่อ อธิบายวิธีการที่สมาชิกในกลุ่มใช้เพื่อหาคำตอบของปัญหา เป็นต้น การนำเสนอโดยวิธีนี้ จะช่วยให้แนวคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของนักเรียนชัดเจนยิ่งขึ้น

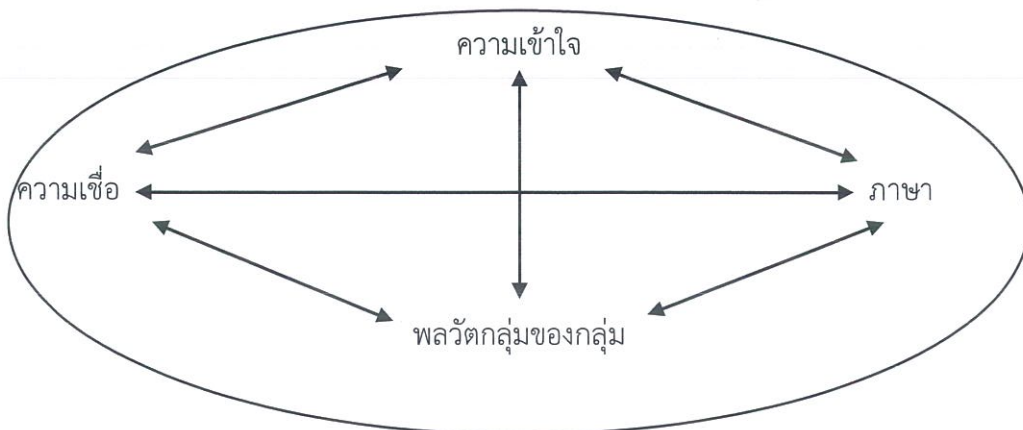
5. บริบทในชีวิตจริง (Real-Life Context) เป็นการแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ฝังตัวอยู่ในบริบทที่คุ้นเคย ซึ่งจะก่อให้เกิดประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ไม่เป็นทางการของนักเรียน

วิธีการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ที่ทั้ง 5 วิธีดังกล่าว จะมีการเชื่อมโยงระหว่างวิธีต่าง ๆ ที่แตกต่างกัน และภายในวิธีเดียวกัน ซึ่งสามารถนำมาเป็นกรอบการประเมินกระบวนการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนสำหรับครูและนำมาเป็นแนวทางในการสอนของครูอีกด้วย ซึ่งครูจะค้นพบความเข้าใจในเชิงลึกของนักเรียน จากการอ่านสิ่งที่นักเรียนเขียนและสามารถตรวจสอบระดับของความไม่เข้าใจของนักเรียนด้วยการฟังสิ่งที่ นักเรียนพูด ครูสามารถประเมินการปฏิบัติของนักเรียนจากกรอบนี้ ด้วยการจัดกิจกรรมให้นักเรียนทำงานเป็น กลุ่ม ที่สามารถสังเกตได้ว่านักเรียนคนใดนำเสนอด้วย Manipulatives หรือนักเรียนคนใดนำเสนอด้วยรูปภาพ บ้าง เป็นต้น ครูมีบทบาทในการกระตุ้นให้นักเรียนมีโอกาสนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่หลากหลาย เพื่อส่งเสริมความเข้าใจของนักเรียน

สรุปได้ว่า กรอบเชิงทฤษฎีที่ใช้ในการประเมินกระบวนการนำเสนอ คือ การให้มองเห็นแนวทางการนำเสนอความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ ที่แตกต่างกัน ซึ่งนักเรียนควรได้รับการส่งเสริมให้สามารถนำเสนอได้ในหลาย ๆ แนวทางนั้น ประกอบไปด้วย 5 วิธีการคือ การใช้อุปกรณ์ รูปภาพ สัญลักษณ์ทางการเขียน สัญลักษณ์ทางการพูด และบริบทในชีวิตจริง

2.4.3 กรอบเชิงทฤษฎีที่ใช้ในการประเมินกระบวนการสื่อสาร

Civil (1998) ได้ศึกษาองค์ประกอบที่ส่งผลต่อกระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียน อันได้แก่ 1) การใช้ภาษา (The Use Of Language) โดยแบ่งออกเป็น 3 วิธี คือ การพูด (Oral) การ เขียน (Written) และการสื่อสารที่ไม่ใช้ภาษา (Nonverbal) 2) ความเชื่อเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของนักเรียน 3) ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยแบ่งออกเป็น 2 ระดับ คือ ความเข้าใจเชิงเทคนิค (Instrumental Understanding) และความเข้าใจเชิงสัมพันธ์ (Relational Understanding) และ 4) พลวัตของกลุ่ม ซึ่งปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ แสดงได้ดังแผนภาพนี้



ภาพที่ 2.1 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

นอกจากนั้นแล้ว ซีวิล (1998) ได้ศึกษาเกี่ยวกับบทบาทของงานที่กำหนดให้นักเรียนทำ และบทบาท ของครูในระหว่างที่นักเรียนแก้ปัญหาด้วย การศึกษาในครั้งนี้ของซีวิล ทำควบคู่ไปกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การสอนในระหว่างภาคฤดูร้อน โดยจัดให้นักเรียนได้แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 4 คน จำนวน 2 กลุ่ม เก็บรวบรวมข้อมูลจากการสังเกต การสนทนาอย่างไม่เป็นทางการ งานเขียนต่าง ๆ ของนักเรียน การบันทึกเทปขณะพูดคุยกับนักเรียน และการบันทึกวิดีโอในขณะที่นักเรียนร่วมกันอภิปรายในกลุ่มย่อย หลังจากนั้นนำมาถอดเป็นโปรโตคอล และวิเคราะห์หาองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ต้องการศึกษาจากข้อมูลและโปรโต คอลที่ได้

การศึกษาของซีวิล (1998) จากการกำหนดให้นักเรียนในกลุ่มย่อยแก้ปัญหาเกี่ยวกับการหาฐานเลข ที่ว่า $(204)_7 = (76)_{10}$ สะท้อนให้เห็นความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับค่าประจำตำแหน่ง ความเชื่อเกี่ยวกับ คณิตศาสตร์ที่ว่าวิธีการทางพีชคณิตเป็นแนวทางการแก้ปัญหาที่ดี ซึ่งในความเป็นจริงแล้ว ความเชื่อนี้ของนักเรียนเข้าไปขัดขวางการมองหาวิธีการอื่น ๆ ในการแก้ปัญหาของนักเรียน นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้ภาษา สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ช่วยกระตุ้นให้เกิดการสื่อสารทางคณิตศาสตร์มากกว่าการใช้ภาษาทั่ว ๆ ไปหรือที่ เรียกว่าภาษาธรรมชาติ การนำภาษาทั่ว ๆ ไปมาอธิบายความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนบ่อยครั้งทำให้ คนอื่น ๆ ในกลุ่มเกิดความเข้าใจผิดหรือไม่ให้ความสนใจต่อคำอธิบายนั้น พลวัตของกลุ่มที่ส่งผลต่อการสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์ในกลุ่มย่อยของนักเรียน คือ การอภิปรายทางคณิตศาสตร์ในกลุ่มเกิดจากการท้าทายแนวคิด ของกันและกันของนักเรียน 2 คนในกลุ่ม เนื่องจากทั้งสองคนเป็นเพื่อนกันมานาน และการที่สมาชิกในกลุ่มส่วนใหญ่มีความสบายใจที่จะทำงานร่วมกับนักเรียนที่มีอายุมากกว่า เนื่องจากนักเรียนที่มีอายุมากกว่านั้นให้การหนุนนำและให้ความเอาใจใส่ต่อปฏิสัมพันธ์ของสมาชิกในกลุ่ม

Pirie (1998) กล่าวถึงวิธีการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่าสามารถจำแนกออกเป็น 6 วิธี ซึ่งแต่ละ วิธีต่างก็มีผลกระทบที่แตกต่างกันต่อการเรียนรู้และการเติบโตของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังนี้

1. ภาษาทั่ว ๆ ไป (Ordinary Language) หมายถึง ภาษาที่นักเรียนใช้กันอยู่เป็นประจำในชีวิตประจำวันของเด็กแต่ละคน ซึ่งจะแปรผันไปตามอายุและระดับขั้นของความเข้าใจที่แตกต่างกัน เช่น นักเรียนใช้คำว่า “แตกต่าง” หรือ “เอาออก” ในความหมายของคำว่า “ลบ” หรือจากคำกล่าวของนักเรียนที่ว่า “สามและหกทำให้เกิดเก้า” แสดงให้เห็นว่านักเรียนใช้คำว่า “และ” ในความหมายของคำว่า “บวก” และคำว่า “ทำให้เกิด” ในความหมายของคำว่า “เท่ากับ” ซึ่งภาษาทั่ว ๆ ไปที่จะนำนักเรียนแต่ละคนเพื่อเข้าไปสู่ความคิด รวบรวมทางคณิตศาสตร์เดียวกันนั้นอาจแตกต่างกัน สำหรับนักเรียนแล้วจินตนาการเกี่ยวกับความคิดรวบยอด ทางคณิตศาสตร์ของเขาจะได้รับการหนุนหรือผลักดันจากภาษาทั่ว ๆ ไปที่เขาใช้อยู่ในชีวิตประจำวัน ก่อนเป็น อันดับแรก ภาษาที่นักเรียนใช้เพื่อเรียนรู้และสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ในระยะแรกนั้น โดยปกติ แล้วจะไม่ใช้ภาษาที่นักคณิตศาสตร์ใช้ แต่นักเรียนจะทำความเข้าใจและสร้างความหมายของตนเองขึ้นมา โดยผสมผสานระหว่างประสบการณ์ส่วนตัวและวัฒนธรรมดั้งเดิม และจะสามารถนำวิจันภาษาคณิตศาสตร์มาแทน ได้ ก็ต่อเมื่อนักเรียนมีความเข้าใจอยู่ในระดับหนึ่ง จะเกิดขึ้นเมื่อนักเรียนมีความเข้าใจการเชื่อมโยงระหว่าง ภาษาทั่ว ๆ ไป

2. วจนภาษาทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Verbal Language) หมายถึง “การใช้คำ” ทางคณิตศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นโดยการพูดหรือการเขียน เช่นคำว่า “ลบ” หรือจากภาษาทั่ว ๆ ไปที่ว่า “สามและ หกทำให้เกิดเก้า” เมื่อแปลงให้อยู่ในรูปวจนภาษาคณิตศาสตร์ จะได้ว่า “สามบวก หกเท่ากับเก้า” เป็นต้น การ ถ่ายทอดจากภาษาทั่ว ๆ ไปมาเป็นวจนภาษาคณิตศาสตร์นี้ ทำให้เกิด ปัญหาติดตามด้วยการย้อนระลึกถึงสิ่งที่ ผ่านมาด้วยคำศัพท์ทางคณิตศาสตร์และการนำคำศัพท์ เหล่านั้นมาใช้

3. ภาษาสัญลักษณ์ (Symbolic Language) หมายถึง ภาษาที่อยู่ในรูปของสัญลักษณ์ ทาง คณิตศาสตร์ ภาษาที่นำมาใช้เพื่อเป็นสื่อถ่ายทอดทางคณิตศาสตร์นั้น คือภาษาทั่ว ๆ ไปหรือ วจนภาษา คณิตศาสตร์ ตามประสบการณ์ของผู้อ่านหรือผู้ฟัง แต่การถ่ายทอดโดยผ่านสัญลักษณ์เป็น มากยิ่งกว่านั้น

สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่มีความหมายเชิงนามธรรมที่สมบูรณ์ ทำให้เข้าใจ ได้ตรงกัน สัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์ บางรูปแบบถือว่าเป็นคณิตศาสตร์ ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของ ผู้อ่าน และยังสามารถนำมาเป็นสื่อ กลางในการแปรไปยังภาษาพูด สำหรับนักคณิตศาสตร์แล้ว ศักยภาพในการใช้สัญลักษณ์คือความสามารถใน การสื่อสารได้อย่างชัดเจน และในบางครั้งก็เป็นการ แผ่ขยายด้านจินตนาการด้วย การนำเสนอด้วยสัญลักษณ์ทำให้เกิดความรวบรัด แต่สัญลักษณ์ก็เป็น สาเหตุของปัญหาการเข้าใจที่ผิดได้ เมื่อนักเรียนพยายามเปลี่ยนจาก ภาษาพูดให้เป็นสัญลักษณ์ เช่น ในการหาค่า Y จากสมการ $Y = -1$ เมื่อ X เป็นจำนวนใด ๆ ของนักเรียน เมื่อนักเรียนแทน X ด้วย -1 แล้วนักเรียนเขียนด้วยสมการ $Y = -1 - 1 - 1$ ซึ่งทำให้ได้ผลลัพธ์ คือ $Y = -3$ เมื่อ $X = -1$ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนเกี่ยวกับการเขียน A คูณ B ด้วยให้อยู่ในรูปของ สัญลักษณ์ คือ Ab และไม่ได้นำกฎการคูณจำนวนเต็มลบมาใช้ในการหาค่าสมการ $Y = -1 - 1 - 1$

4. การนำเสนอด้วยการนิกภาพ (Visual Representation) หมายถึง การพยายาม สื่อความ หมายทางคณิตศาสตร์โดยใช้สิ่งที่สามารถมองเห็น เช่น ภาพ หรือวัตถุ ซึ่งเป็นสิ่งที่มี ความหมายมากในการสื่อ สารทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการนำเสนอด้วยการนิกภาพสามารถจัดความ ยุ่งยากในการนำเสนอด้วยภาษาและ สัญลักษณ์ได้ เช่น เมื่อนักเรียนวาดรูปสี่เหลี่ยมเพื่ออธิบายความ กว้าง ความยาวและความสูงของสี่เหลี่ยม ซึ่งทำให้เห็นภาพที่ชัดเจนกว่าการอธิบายด้วยคำพูดหรือ สัญลักษณ์

5. การแสดงสมมติฐานร่วม (Unspoken But Shared Assumptions) หมายถึง วิธีการที่ใช้ เพื่อสื่อสารความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ หรือเป็นวิธีการที่ใช้ในการสร้างความเข้าใจใหม่ ขึ้นมา เป็นการสื่อสารที่ ไม่ใช่ภาษาแต่มีความชัดเจนที่เข้าใจตรงกันระหว่างเด็ก เป็นการแสดงออกถึง ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์บาง อย่างที่เหมือนกันโดยที่ไม่ต้องใช้ภาษาในการนำเสนอความหมายนี้ ซึ่งเป็นสิ่งที่ควรระวังเป็นอย่างยิ่งสำหรับครูผู้ สอน เพราะการที่นักเรียนไม่ค่อยใช้คำพูดเพื่อสื่อสารนั้น ไม่ได้หมายความว่านักเรียนไม่มีความเข้าใจด้วย เพราะบางครั้งเด็กอาจเลือกที่จะไม่ใช่ภาษาเพื่อ สื่อสารถ้าคิดว่าภาษานั้นไม่ถูกต้อง แต่บ่อยครั้งก็เกิดปัญหาจาก การนำเสนอความคิดที่ไม่ใช่ภาษาอาจ ก่อให้เกิดความเข้าใจที่ไม่ตรงกัน เมื่อไม่มีหลักฐานประกอบความคิดนั้น อย่างชัดเจน โดยเฉพาะ อย่างยิ่งระหว่างครูกับนักเรียน

6. ภาษาเชิงคณิตศาสตร์ (เกรย์- Mathematical Language) หมายถึง ภาษาที่เด็กใช้ และมีนัยสำคัญทางคณิตศาสตร์สำหรับพวกเขา แต่ไม่มีความเฉพาะเจาะจง ไม่โดดเด่นจนเป็นที่สังเกตของคนภายนอก ในการนำภาษาเชิงคณิตศาสตร์มาใช้ ยังคงเป็นข้อถกเถียงกันอยู่ระหว่างนักภาษาศาสตร์ทางคณิตศาสตร์ และครูผู้ปฏิบัติ ซึ่งในทางปฏิบัติจะพบว่ามีการนำภาษาเชิงคณิตศาสตร์มาใช้เกือบตลอดในระหว่างการสื่อสาร ซึ่งแสดงให้เห็นถึงระดับความสามารถที่ไม่มากกว่าก็น้อยกว่าการยอมรับได้ เด็กจะใช้ภาษาเชิงคณิตศาสตร์เมื่อไม่มีวัจนภาษาทางคณิตศาสตร์ใดที่สามารถนำมาอธิบายได้ หรือนำภาษาใหม่สำหรับเขามาใช้ หรือเมื่อเกิดการนำจินตนาการเชิงอุปมาเข้ามาใช้อย่างจริงจัง ซึ่งเป็นที่น่าสังเกตว่า เมื่อนักเรียนใช้ภาษาเชิงคณิตศาสตร์ในห้องเรียนนั้น แสดงให้เห็นถึงอะไรกันแน่ ระหว่างการที่นักเรียนสามารถพัฒนาภาษาเชิงคณิตศาสตร์ขึ้นมาได้อย่างรวดเร็วและ มีความหมายสำหรับผู้ผู้ใช้ ซึ่งไม่ใช่ภาษาปกติหรือเป็นภาษาที่ไปด้วยกันไม่ได้กับวัจนภาษาคณิตศาสตร์ที่ได้รับ การยอมรับ หรืออีกนัยหนึ่งคือภาษาเชิงคณิตศาสตร์นั้นสามารถทำให้เด็กเกิดความเข้าใจและจัดกระทำทางคณิตศาสตร์ได้ง่ายขึ้น ในความเป็นจริงแล้วบ่อยครั้งที่การส่งเสริมความเข้าใจของผู้เรียนโดยใช้รูปแบบการจินตนาการเชื่อมโยงระหว่างภาษานั้นยังเป็นการใช้ภาษาของแต่ละบุคคลอยู่ ซึ่งจะเห็นว่าผู้เขียนตำราเรียนไม่ได้ นำภาษาเชิงคณิตศาสตร์มาใช้

จากการศึกษากรอบการวิเคราะห์กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่นำเสนอโดย ซีวิล (1998) พบว่าองค์ประกอบที่ทำการศึกษานั้นมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ทำให้มองเห็นภาพความสัมพันธ์ของแต่ละองค์ประกอบในระหว่างการสื่อสารของนักเรียนได้ชัดเจน และจากการศึกษาวิธีการสื่อสารที่ พีรี (1998) กล่าวถึงนั้น พบว่าแต่ละวิธีการมีแสดงถึงระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกันตามลำดับ ผู้วิจัยจึงนำมาปรับ เป็นกรอบการวิเคราะห์กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เพื่อให้เหมาะกับบริบทที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ ผู้วิจัย ได้วิเคราะห์กระบวนการสื่อสารในครั้งนี้ ภายใต้กรอบการวิเคราะห์ที่ปรับแล้วตั้งองค์ประกอบ ต่อไปนี้

1. วิธีการ (Means) เป็นการวิเคราะห์วิธีการที่นักเรียนใช้ในการสื่อสารความคิดเห็นของตนเองเกี่ยวกับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ซึ่งวิเคราะห์ภายใต้ 6 วิธีการ ได้แก่

1.1 การใช้ภาษาทั่ว ๆ ไป (Ordinary Language) หมายถึง การนำภาษาที่ใช้กันอยู่เป็นประจำในชีวิตประจำวันมาใช้เพื่อสื่อสารความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งภาษานั้นจะแปรผันไปตามอายุ และระดับขั้นของความเข้าใจที่แตกต่างกัน

1.2 การใช้วัจนภาษาทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Verbal Language) หมายถึง “การใช้คำ” ทางคณิตศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นโดยการพูดหรือการเขียน

- การใช้ภาษาสัญลักษณ์ (Symbolic Language) หมายถึง การนำภาษาที่อยู่ในรูปของ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์มาใช้เพื่อสื่อสารความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์

1.3 การนำเสนอด้วยการนีกภาพ (Visual Representation) หมายถึง การพยายามสื่อ ความหมายทางคณิตศาสตร์โดยใช้สิ่งที่สามารถมองเห็นได้ เช่น ภาพ หรือวัตถุ ซึ่งเป็นสิ่งที่มีความหมายมากใน การสื่อสารทางคณิตศาสตร์

1.4 การแสดงสมมติฐานร่วม (Unspoken But Shared Assumptions) หมายถึง การ สื่อสารความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ หรือการสร้างความเข้าใจใหม่ทางคณิตศาสตร์ขึ้นมา

เป็นการแสดงออกถึง ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์บางอย่างที่เหมือนกันโดยไม่ต้องใช้ภาษาในการนำเสนอความหมาย

1.5 การใช้ภาษากึ่งคณิตศาสตร์ (Quasi- Mathematical Language) หมายถึง ภาษาที่ เด็กใช้และมีนัยสำคัญทางคณิตศาสตร์สำหรับพวกเขา แต่ไม่โดดเด่นจนเป็นที่สังเกตของคนภายนอก

2. ความเชื่อเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ (Beliefs In Mathematics) เป็นการวิเคราะห์เกี่ยวกับ โลกทัศน์หรือมุมมองของนักเรียนเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ และวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนใน ระหว่างการแก้ปัญหา ซึ่งความเชื่อที่แตกต่างกันส่งผลต่อการตีความหมายของปรากฏการณ์ที่แตกต่างกันด้วย (ซอเอ็นเฟลด์, 1992)

3. ความเข้าใจคณิตศาสตร์ (Mathematical Understanding) เป็นการวิเคราะห์ระดับ ความเข้าใจเกี่ยวกับทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนแสดงออกมา โดยใช้แนวคิดของสเคมป์ (Skemp, 1976) ซึ่ง แบ่งความเข้าใจออกเป็น 2 ระดับ คือ

3.1 ความเข้าใจเชิงเทคนิค (Instrumental Understanding) เป็นความรู้เกี่ยวกับวิธีดำเนินการทางคณิตศาสตร์ แต่ไม่ได้รู้ความหมายและเหตุผลของการดำเนินการนั้น และ

3.2 ความเข้าใจเชิงสัมพันธ์ (Relational Understanding) เป็นความรู้เกี่ยวกับวิธีดำเนินการพร้อมทั้งเหตุผลและความหมายของ การดำเนินการทางคณิตศาสตร์นั้นด้วย

4. พลวัตของกลุ่ม (Group Dynamic) เป็นการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงบทบาท และ พฤติกรรมของสมาชิกในกลุ่มแต่ละคน รวมทั้งวิธีการที่สมาชิกในกลุ่มนำมาใช้เพื่อแก้ไขปัญหา ความขัดแย้งภายในกลุ่มนั้น มีผลต่อความสำเร็จและความล้มเหลวของการแก้ปัญหาในกลุ่ม

สรุปได้ว่า กรอบเชิงทฤษฎีที่ใช้ในการประเมินกระบวนการสื่อสาร คือ การวิเคราะห์กระบวนการสื่อสาร ประกอบด้วยวิธีการ ความเชื่อเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ความเข้าใจคณิตศาสตร์ และพลวัตของกลุ่ม

2.5 แบบทดสอบ

แบบทดสอบ (Test) เป็นเครื่องมือหนึ่งที่ใช้ในการศึกษากระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้ ในหัวข้อแบบทดสอบขอนำเสนอเนื้อหาตามลำดับต่อไปนี้ ความหมายของแบบทดสอบ ประเภทของแบบทดสอบ แบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำหรือเขียนอธิบาย มีรายละเอียดดังนี้

2.5.1 ความหมายของแบบทดสอบ

Brown (1998, p. 90) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบเป็นวิธีการเชิงระบบที่ใช้สำหรับวัดตัวอย่างพฤติกรรม ตามความหมายแบบทดสอบจะมีลักษณะที่สำคัญ 3 ประการ

1. แบบทดสอบเป็นวิธีการเชิงระบบ หมายความว่า แบบทดสอบนั้นจะต้องมีกฎเกณฑ์ที่แน่นอนเกี่ยวกับโครงสร้างการบริหารจัดการและให้คะแนน

2. แบบทดสอบเป็นการวัดพฤติกรรม ซึ่งจะวัดเฉพาะพฤติกรรมที่วัดได้ โดยผู้ตอบสนองตอบต่อข้อคำถามที่กำหนดให้ มิใช่การวัดโดยตรง

3. แบบทดสอบเป็นเพียงส่วนหนึ่งของพฤติกรรมที่ต้องการวัดทั้งหมดตามความเป็นจริง ไม่มีแบบทดสอบชุดใดที่จะมีข้อคำถามที่วัดพฤติกรรมที่ต้องการได้ทั้งหมด ฉะนั้นจะต้องตกลงว่า ข้อคำถามในแบบทดสอบเป็นตัวแทนของข้อคำถามทั้งหมดที่ใช้วัดพฤติกรรมนั้น และถ้าผู้ตอบข้อคำถามใดคำถามหนึ่งถูก จะต้องให้คะแนนเท่ากัน

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ (2542, น. 72) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบเป็นวิธีการเชิงระบบที่ใช้ในการเปรียบเทียบพฤติกรรมของบุคคลตั้งแต่สองคนขึ้นไป ณ เวลาหนึ่ง หรือของบุคคลคนเดียวหรือหลายคนในเวลาต่างกัน

อรนุช ศรีสะอาด (2546, น. 49) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบเป็นชุดของคำถาม หรือชุดงานใด ๆ ที่สร้างขึ้นเพื่อนำไปเร้าหรือชักนำให้บุคคลแสดงพฤติกรรมตอบสนองออกมา และการตอบอาจอยู่ในรูปของการเขียนตอบ การพูด การปฏิบัติที่สามารถสังเกตได้ วัดให้เป็นปริมาณได้

สมนึก ภัททิยธณี (2551, น. 2) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบเป็นเครื่องมือวัดพฤติกรรมด้านพุทธิสัย และมีบทบาทสำคัญมากเพราะเป็นเครื่องมือที่มีลักษณะดีหลายประการ แต่ควรใช้ควบคู่ไปกับเครื่องมือชนิดอื่น ๆ อย่างหลากหลาย

ไพศาล วรคำ (2554, น. 233) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบเป็นชุดของคำถามที่ใช้วัดค่าตัวแปรใดตัวแปรหนึ่ง โดยมีคำตอบที่ถูกต้องแน่นอน และมีกฎเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนอย่างสมเหตุสมผลและแน่นอน

สรุปได้ว่า แบบทดสอบ หมายถึง ชุดของข้อคำถามหรือชุดงานใด ๆ ที่สร้างขึ้น เป็นวิธีการเชิงระบบที่ใช้สำหรับวัดตัวอย่างที่ต้องการหรือเปรียบเทียบพฤติกรรมของบุคคลตั้งแต่สองคนขึ้นไป ณ เวลาหนึ่ง หรือ ของบุคคลเดียวกันหรือหลายคนในเวลาต่างกัน โดยนำไปเร้าหรือชักนำให้บุคคลแสดงพฤติกรรมตอบสนองออกมาและอาจอยู่ในรูปของการเขียนตอบ การพูด การปฏิบัติที่สามารถสังเกตและวัดให้เป็นปริมาณได้ โดยมีเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนอย่างสมเหตุสมผลและแน่นอน

2.5.2 ประเภทของแบบทดสอบ

อรนุช ศรีสะอาด (2546, น. 41-51) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบไว้ 5 ลักษณะ ดังนี้

1. แบ่งตามสมรรถภาพที่จะวัด นิยมแบ่งกันมาก ซึ่งแบ่งได้ 3 ประเภท แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แบบทดสอบวัดความถนัด และแบบทดสอบบุคคล- สังคม มีรายละเอียด ดังนี้

1.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ที่ผู้เรียนได้รับการเรียนรู้มาแล้วมีอยู่เท่าใด แบบทดสอบประเภทนี้แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1.1.1 แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ใช้กันทั่ว ๆ ไป ในโรงเรียนและสถาบันการศึกษา

1.1.2 แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่ว ๆ ไป แบบทดสอบประเภทนี้ จะต้องผ่านการวิเคราะห์แล้วว่ามีคุณภาพดี มีมาตรฐาน คือ มีมาตรฐานในการดำเนินการสอบ และมาตรฐานในการแปลความหมายคะแนน

1.2 แบบทดสอบวัดความถนัด หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดสมรรถภาพสมองของผู้เรียนว่าจะสามารถเรียนไปได้ไกลหรือประสบความสำเร็จเพียงใด เพื่อใช้ในการพยากรณ์หรือทำนายอนาคตของผู้เรียน โดยอาศัยข้อเท็จจริงในปัจจุบันเป็นรากฐาน แบบวัดความถนัดแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

1.2.1 แบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดความถนัดทางด้านวิชาการต่าง ๆ เช่น ด้านภาษา ด้านคณิตศาสตร์ เป็นต้น

1.2.2 แบบทดสอบวัดความถนัดเฉพาะอย่าง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดความถนัดเฉพาะอย่างที่เกี่ยวข้องกับงานอาชีพต่าง ๆ หรือความสามารถพิเศษ เช่น ความสามารถทางด้านดนตรี ศิลปะ เครื่องยนต์ การประดิษฐ์ เป็นต้น

1.3 แบบทดสอบบุคคล-สังคม หมายถึง แบบทดสอบที่วัดบุคลิกภาพและการปรับตัว ให้เข้ากับสังคม ซึ่งเป็นเครื่องมือที่วัดยาก ผลที่ได้ไม่แน่นอนตายตัว เนื่องจากความเปลี่ยนแปลงตายตัวในตัวบุคคลและสังคม

1.3.1 แบบทดสอบวัดเจตคติ ที่มีต่อตัวบุคคล สิ่งของ เรื่องราว เหตุการณ์สังคม เป็นต้น

1.3.2 แบบทดสอบวัดความสนใจที่มีต่อความสนใจในอาชีพ งานอดิเรก กีฬา ดนตรี เป็นต้น

1.3.3 แบบทดสอบวัดการปรับตัว เช่น การปรับตัวกับเพื่อนร่วมงาน เป็นต้น

2. แบ่งตามจุดมุ่งหมายในการสร้าง แบ่งได้ 2 ประเภท คือ

2.1 แบบอัตนัยหรือแบบความเรียง หมายถึง แบบทดสอบที่มีคำถามให้และให้ผู้ตอบเขียนตอบยาว ๆ ภายในเวลาที่กำหนด ข้อสอบประเภทนี้ แต่ละข้อจะวัดได้หลาย ๆ ด้าน เช่น ในด้านการใช้ภาษา ความคิด เจตคติ เป็นต้น

2.2 แบบปรนัยหรือแบบให้ตอบสั้น ๆ หมายถึง แบบทดสอบที่กำหนดให้ตอบสั้น ๆ หรือมีคำตอบให้เลือก ได้แก่

2.2.1 แบบถูก – ผิด

2.2.2 แบบเติมคำหรือเติมความ

2.2.3 แบบจับคู่

2.2.4 แบบเลือกตอบ

3. แบ่งตามจุดมุ่งหมายในการใช้ประโยชน์ แบ่งได้ 2 ประเภท คือ

3.1 แบบทดสอบเพื่อวินิจฉัย หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อหาข้อบกพร่องหรือจุดอ่อนในการเรียน และนำผลไปปรับปรุงแก้ไข

3.2 แบบทดสอบเพื่อทำนายหรือพยากรณ์ หมายถึง แบบทดสอบที่นำผลจากการสอบมาช่วยทำนายว่า ใครจะสามารถเรียนอะไรได้บ้าง และสามารถเรียนได้มากเพียงใด เป็นต้น แบบทดสอบประเภทนี้จะต้องมีความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์สูง ซึ่งนำไปใช้ประโยชน์ในการสอบคัดเลือก การวัดความถนัดทางการเรียน การแนะแนว

4. แบ่งตามเวลาที่กำหนดให้ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

4.1 แบบใช้ความเร็ว หมายถึง แบบทดสอบที่มีข้อสอบมาก ๆ ข้อ ข้อสอบมักจะง่ายและจำกัดเวลาในการตอบ บางที่เรียกข้อสอบประเภทนี้ว่า ข้อสอบวัดทักษะ

4.2 แบบใช้เวลา หมายถึง แบบทดสอบวัดความสามารถในเรื่องที่กำหนดว่ามีอยู่มากและดีเพียงใด โดยให้เวลาในการตอบมากหรือจนกระทั่งทุกคนทำเสร็จ หรือไม่จำกัดเวลาในการสอบ ต้องการให้ผู้เรียนแสดงศักยภาพของตนเองอย่างเต็มที่ มักเป็นข้อสอบที่ต้องแสดงความคิดเห็นหรือวิเคราะห์ บางครั้งเปิดหนังสือควบคู่กับการสอบ

5. แบ่งตามลักษณะการตอบ แบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ

5.1 แบบให้ลงมือกระทำ หมายถึง แบบทดสอบภาคปฏิบัติทั้งหลาย เช่น การปรุงอาหาร การแสดง การฝีมือ ศิลปะ เป็นต้น

5.2 แบบให้เขียนตอบ หมายถึง แบบทดสอบที่ต้องตอบโดยการเขียน ได้แก่ การสอบแบบอัตนัย ปรนัย ที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรียน และวัดความถนัด

5.3 แบบสอบปาก หมายถึง การสอบโดยการถาม – ตอบ ปากเปล่า มีการโต้ตอบกันทางคำพูด เช่น การสัมภาษณ์ เป็นต้น

สมนึก ภัททิยธนี (2551, น. 62 - 67) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบไว้ 7 ลักษณะ โดยพิจารณาจากเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่ง ดังนี้

1. แบ่งตามสมรรถภาพที่ต้องการวัด แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

1.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพของสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้วมีอยู่เท่าใด แบบทดสอบนี้แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่

1.1.1 แบบทดสอบที่ครูสร้าง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน จะไม่นำไปใช้กับกลุ่มอื่น เป็นแบบทดสอบที่ใช้กันทั่ว ๆ ไปในโรงเรียน

1.1.2 แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์เช่นเดียวกันกับแบบทดสอบที่ครูสร้าง แต่มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพต่าง ๆ ของนักเรียนที่ต่างกลุ่มกัน

1.2 แบบทดสอบวัดความถนัด หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดสมรรถภาพสมองของผู้เรียนว่าจะสามารถเรียนต่อไปหรือจะประสบความสำเร็จเพียงใดเพื่อใช้ในการพยากรณ์หรือทำนายอนาคตของผู้เรียน โดยข้อเท็จจริงในปัจจุบันเป็นพื้นฐานแบบทดสอบวัดความถนัด แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

1.2.1 แบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดความถนัดทางวิชาการต่าง ๆ เช่น ด้านภาษา ด้านคณิตศาสตร์ เป็นต้น

1.2.2 แบบทดสอบวัดความถนัดเฉพาะ หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดความถนัดเฉพาะที่เกี่ยวกับงานอาชีพต่าง ๆ หรือความสามารถพิเศษ

2. แบ่งตามลักษณะของการตอบ แบ่งเป็น 3 ประเภท

2.1 แบบทดสอบภาคปฏิบัติ หมายถึง แบบทดสอบที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริง

- 2.2 แบบทดสอบข้อเขียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้การเขียนตอบ
- 2.3 แบบทดสอบปากเปล่า หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้การพูดโต้ตอบ

แทนการเขียน

3. แบบตามเวลาที่กำหนดให้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

3.1 แบบทดสอบที่จำกัดเวลาในการตอบ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้เวลาตอบน้อย แต่มีจำนวนข้อมากและค่อนข้างง่าย

3.2 แบบทดสอบที่ไม่จำกัดเวลาในการตอบ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้เวลาในการตอบมาก หรือไม่จำกัดเวลาในการตอบ แต่มีจำนวนข้อน้อย

4. แบ่งตามจำนวนผู้เข้าสอบ แบ่งเป็น 2 ประเภท

4.1 แบบทดสอบเป็นรายบุคคล หมายถึง การสอบที่แต่ละคนมักจะเป็นการสอบภาคปฏิบัติ

4.2 แบบทดสอบเป็นชั้นหรือเป็นหมู่ หมายถึง การสอบที่หลาย ๆ คนเป็นชั้นหรือหมู่ วิธีนี้ควรใช้เมื่อคนเข้าสอบเป็นจำนวนมาก ๆ และสามารถจัดสอบพร้อมกันทั้งโรงเรียน จังหวัดหรือประเทศก็ได้

5. แบ่งตามสิ่งเร้าของการถาม แบ่งเป็น 2 ประเภท

5.1 แบบทดสอบทางภาษา หมายถึง แบบทดสอบที่ต้องอาศัยภาษาของสังคมนั้น ๆ เป็นหลัก

5.2 แบบทดสอบที่ไม่ใช้ภาษา หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้สัญลักษณ์รูปภาพ ตัวเลข แทนภาษา

6. แบ่งตามลักษณะของการใช้ประโยชน์ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

6.1 แบบทดสอบย่อย หมายถึง แบบทดสอบประจำบท หรือหน่วยการเรียนรู้

6.2 แบบทดสอบรวม หมายถึง แบบทดสอบสรุปรวมเนื้อหาที่เรียนผ่านมาทุกบททุกตอนทุกภาคเรียน จึงมักทดสอบปลายภาคหรือปลายปี และมีจุดมุ่งหมายเพื่อตัดสินผลการเรียน

7. แบ่งตามเนื้อหาของข้อสอบในฉบับ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

7.1 แบบทดสอบอัตนัย หมายถึง แบบทดสอบที่เฉพาะคำถาม นักเรียนต้องคิดหาคำตอบเองโดยการเียนอย่างเสรี

7.2 แบบทดสอบปรนัย หมายถึง แบบทดสอบที่มีทั้งคำถาม และคำตอบเฉพาะคงที่แน่นอน ได้แก่ แบบทดสอบแบบเลือกตอบ แบบจับคู่ และแบบกาถูก – ผิด ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ และแบบเติมคำ เป็นต้น

ไพศาล วรคำ (2554, น. 233 – 234) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบไว้ 5 ลักษณะ โดยพิจารณาจากกฎเกณฑ์ ดังต่อไปนี้

1. จำแนกตามคุณลักษณะที่ต้องการวัด ซึ่งจำแนกออกเป็น 4 ประเภท คือ

1.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ และทักษะ

1.2 แบบทดสอบวัดบุคลิกภาพ (Personality Test)

- 1.3 แบบวัดความถนัด (Aptitude Test)
 - 1.3.1 แบบวัดความถนัดทั่วไป (General Aptitude Test)
 - 1.3.2 แบบวัดความถนัดเฉพาะ (Specific Aptitude Test)
 - 1.3.3 แบบวัดความพร้อม (Readiness Test)
- 1.4 แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ (Creativity Test)
2. จำแนกตามลักษณะการตรวจให้คะแนน จำแนกได้ 3 ประเภท ได้แก่
 - 2.1 แบบทดสอบปรนัย (Objective Test)
 - 2.2 แบบทดสอบอัตนัย (Subjective Test)
 - 2.3 แบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ (Modified Subjective Test)
3. จำแนกตามลักษณะการสร้าง จำแนกได้ 2 ประเภท คือ
 - 3.1 แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test)
 - 3.2 แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างเอง (Non-Standardized Test)
4. จำแนกตามลักษณะการนำผลที่ได้ไปใช้ประเมิน จำแนกเป็น 2 ประเภท คือ
 - 4.1 แบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ (Criterion-Referenced Test)
 - 4.2 แบบทดสอบแบบอิงกลุ่ม (Norm-Referenced Test)
5. จำแนกตามลักษณะการตอบสนอง จำแนกได้ 3 ประเภท คือ
 - 5.1 แบบทดสอบข้อเขียน (Paper-Pencil Test) ประกอบด้วย
 - 5.1.1 แบบทดสอบแบบเลือกตอบ (Multiple-Choices Test)
 - 5.1.2 แบบทดสอบแบบความเรียง (Essay Test)
 - 5.1.3 แบบทดสอบแบบเติมคำ (Completion Test)
 - 5.1.4 แบบทดสอบโคลซ (Cloze Test)
 - 5.2 แบบทดสอบปฏิบัติ (Performance Test)
 - 5.3 แบบทดสอบปากเปล่า (Oral Test)

สรุปได้ว่า ประเภทของแบบทดสอบสามารถแบ่งออกได้หลายลักษณะตามเกณฑ์ที่ใช้แบ่ง โดยเกณฑ์ที่ใช้แบ่งหลัก ๆ ได้แก่ ตามลักษณะการตอบสนอง, ตามสมรรถภาพที่ต้องการวัด ตามจำนวนผู้เข้าสอบ ตามลักษณะการประเมิน ตามจุดมุ่งหมายในการใช้ประโยชน์ ตามลักษณะการสร้าง และตามเวลาที่กำหนดให้ ในการวิจัยนี้เพื่อวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณจะเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย แบบทดสอบวัดความถนัด แบบทดสอบเป็นรายบุคคล แบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ แบบทดสอบเพื่อวินิจฉัย แบบทดสอบที่ผู้วิจัยพัฒนาเองและแบบทดสอบแบบใช้เวลา

2.5.3 แบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำหรือเขียนอธิบาย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 55-60) แบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำหรือเขียนอธิบายเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างอิสระด้วยการเขียนตอบซึ่งผู้เรียนอาจต้องใช้วิธีการที่หลากหลายหรือเลือกใช้วิธีใดวิธีหนึ่งหรือหลายวิธีประกอบกันในการแก้ปัญหา ข้อสอบลักษณะนี้จึงใช้วัดผลประเมินผลได้ครอบคลุมทั้งมโนทัศน์ วิธีการคิดและการวางแผนอย่างเป็นขั้นตอน ตลอดจนการใช้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้วัดผลประเมินผลด้วยแบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำหรือเขียนอธิบายสามารถจะตรวจให้คะแนนอย่างเป็น

ปรนัยได้ โดยการสร้างเกณฑ์การให้คะแนนที่มีความชัดเจนและครอบคลุมประเด็นต่าง ๆ อย่างครบถ้วน โดยทั่วไปข้อสอบลักษณะนี้จะมีจำนวนคำถามหรือโจทย์ในแบบทดสอบไม่เกิน 10 ข้อ เพราะการตอบคำถามแต่ละข้อจะต้องใช้เวลามากกว่าข้อสอบแบบอื่น ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้ความสามารถอย่างเต็มที่

ข้อดีของแบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำหรือเขียนอธิบาย

1. ใช้วัดความรู้และกระบวนการทำงานของผู้เรียน และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความสามารถด้านภาษาในการสื่อสารและแสดงความคิด
2. ใช้วัดการคิดระดับสูง เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ และการคิดริเริ่มสร้างสรรค์
3. ใช้วัดทักษะ กระบวนการ ความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิม ความรู้ใหม่และข้อมูลจากโจทย์ปัญหา
4. ใช้จำแนกผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันได้อย่างชัดเจน
5. ใช้วัดความสามารถในการเขียนตอบได้

ข้อจำกัดของแบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำหรือเขียนอธิบาย

1. ต้องใช้เวลาในการตอบมากกว่าข้อสอบแบบอื่น จึงทำให้มีจำนวนข้อสอบน้อยและอาจวัดได้ไม่ครอบคลุมกับสิ่งที่ต้องการ
2. ต้องใช้เวลาในการตรวจมาก และตรวจให้คะแนนตรงกันได้อย่างยาก
3. สร้างเกณฑ์การให้คะแนนได้ยาก
4. โจทย์ปัญหาที่มีการแก้ปัญหาได้หลากหลาย จะกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนได้ยาก
5. ไม่สามารถใช้กับผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางการอ่านและการเขียนได้

สรุปได้ว่า แบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำหรือเขียนอธิบาย เป็นแบบทดสอบที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างอิสระด้วยการเขียนตอบ ซึ่งผู้เรียนอาจต้องใช้วิธีการที่หลากหลายหรือเลือกใช้วิธีใดวิธีหนึ่งหรือหลายวิธีประกอบกันในการแก้ปัญหา โดยทั่วไปข้อสอบลักษณะนี้ จะมีจำนวนคำถามหรือโจทย์ในแบบทดสอบไม่เกิน 10 ข้อ เพราะการตอบคำถามแต่ละข้อจะต้องใช้เวลามากกว่าข้อสอบแบบอื่น ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้ความสามารถอย่างเต็มที่ และควรมีการบันทึกสาระสำคัญของการสร้าง ซึ่งประกอบด้วย 1) ระดับชั้น 2) สาระการเรียนรู้ 3) มาตรฐานการเรียนรู้ 4) ตัวชี้วัด 5) พฤติกรรมที่วัด 6) ข้อสอบ 7) แนวคำตอบที่ถูกต้อง เพื่อการตรวจสอบและอ้างอิง

2.6 การสัมภาษณ์

การสัมภาษณ์ (Interview) เป็นอีกเครื่องมือหนึ่งที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เพื่อทำการศึกษเชิงลึก การสัมภาษณ์เป็นการสนทนาหรือการคุยโต้ตอบกันอย่างมีจุดมุ่งหมายเพื่อค้นหาความรู้ ความจริงตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ล่วงหน้า ในหัวข้อการสัมภาษณ์ขอเสนอเนื้อหาตามลำดับต่อไปนี้ ความหมายของการสัมภาษณ์ ประเภทของแบบสัมภาษณ์ การสัมภาษณ์เชิงลึก การสร้างแบบสัมภาษณ์ มีรายละเอียดดังนี้

2.6.1 ความหมายของการสัมภาษณ์ (Interview)

นิภา เมธาวีชัย (2543, น. 32) กล่าวว่า การสัมภาษณ์เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดความคิดเห็นของบุคคลโดยการสนทนา ซักถามโต้ตอบ ระหว่างบุคคล ลักษณะตัวต่อตัว การสัมภาษณ์ ดีกว่าการสังเกต เพราะผู้สัมภาษณ์สามารถใช้ ตา หู และปาก ในขณะที่สัมภาษณ์ได้ ผู้สัมภาษณ์ควรสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองกับผู้ถูกสัมภาษณ์ สร้างความเชื่อถือ รักษาอารมณ์ให้มั่นคง แสดงความสนใจขณะสัมภาษณ์และบันทึกผลการสัมภาษณ์อย่างตรงไปตรงมา

วัฒนา พัทธรวาณิช (2540, น. 127-128) กล่าวว่า การสัมภาษณ์นั้นเป็นการค้นหาข้อเท็จจริง และทำให้ทราบความต้องการของเด็กเป็นการช่วยให้เกิดความสนิทสนมและคุ้นเคยกันมากขึ้นทำให้ ผู้มาขอรับคำปรึกษา กล้าพูดและกล้าบอกความเป็นจริงโดยไม่มี การปิดบังอำพรางและยังช่วยให้ นักเรียนเข้าใจตนเอง สามารถปรับตัวให้อยู่ในสภาพแวดล้อมได้

คณะศึกษาศาสตร์ (2547, น. 127) ได้กล่าวเกี่ยวกับ การสัมภาษณ์ไว้ว่า การสัมภาษณ์ เป็นวิธีการที่ครูถามนักเรียนให้ตอบเกี่ยวกับขั้นตอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ให้ นักเรียนทบทวนวิธีแก้ปัญหา ขณะที่ครูฟัง ครูซักถาม เพื่อค้นหาสิ่งที่นักเรียนเข้าใจผิด หรือ กระบวนการที่เข้าใจไม่ถูกต้อง ซึ่ง Ginsburg เชื่อว่าการสัมภาษณ์เป็นกระบวนการที่สำคัญที่สุด ในการทดสอบคณิตศาสตร์ให้ได้มาตรฐาน เพราะว่าทำให้ครูรู้ถึงความรู้สึกเกี่ยวกับ

สรุปได้ว่า การสัมภาษณ์ หมายถึง การสนทนาที่มีจุดมุ่งหมายให้ได้ข้อมูลที่ได้กำหนดไว้ล่วงหน้า เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับศึกษาเกี่ยวกับคุณลักษณะ ด้านความรู้สึก ความคิดของบุคคลและด้านพฤติกรรม โดยการสนทนา ซักถามโต้ตอบ ระหว่างบุคคลแบบตัวต่อตัว เพื่อค้นหาข้อเท็จจริง ในขณะที่สัมภาษณ์ควรสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองกับผู้ถูกสัมภาษณ์ สร้างความน่าเชื่อถือ รักษาอารมณ์ให้มั่นคง แสดงความสนใจและบันทึกผลการสัมภาษณ์อย่างตรงไปตรงมา

2.6.2 ประเภทของแบบสัมภาษณ์

ไพศาล วรคำ (2554, น. 253-254) ได้กล่าวว่า การสัมภาษณ์แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างหรือแบบมาตรฐาน (Structured Or Standardized interviews) มีลักษณะคล้ายกับแบบสอบถาม คือ มีการเตรียมคำถามไว้ในแบบฟอร์ม ผลจากการสัมภาษณ์ขึ้นอยู่กับคำถามในแบบฟอร์มที่กำหนด เหมาะสำหรับผู้สัมภาษณ์ที่ไม่ค่อยมีเวลาและยังไม่มี ความชำนาญในการสัมภาษณ์

2. การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างหรือแบบปลายเปิด (Unstructured Or Open-Ended interviews) จะมีเฉพาะหัวข้อหรือ แนวทางในการสัมภาษณ์เท่านั้น เป็นการถามแบบเจาะลึกเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ละเอียดลึกซึ้ง เปิดโอกาสให้ผู้ถูกสัมภาษณ์แสดงความคิดเห็น ได้อย่างเต็มที่

3. การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-Structured Or Guided Interviews) การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างหรือบางครั้งนิยมเรียกว่าการสัมภาษณ์แบบชี้นำ (Guided Interview) เป็นประเภทที่อยู่ตรงกลางระหว่างการสัมภาษณ์สองประเภทข้างต้น คืออยู่ระหว่างการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างและการสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง โดยการสัมภาษณ์สองประเภทแรกดูเหมือนจะเป็นการสุดขั้วสุดโต่งไปสองทาง และแต่ละประเภทก็มีจุดแข็งและจุดอ่อนทั้งสิ้น การสัมภาษณ์แบบมี

โครงสร้างดูหยาบและแข็งกระด้าง ขณะเดียวกันการสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างยืดหยุ่นและเปิดกว้างมาก ต้องอาศัยนักวิจัยหรือผู้สัมภาษณ์ที่มีประสบการณ์ความชำนาญพอสมควร

บุญชม ศรีสะอาด (2545, น. 78-80) ได้กล่าวว่า การสัมภาษณ์แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured Interview) การสัมภาษณ์แบบนี้ ผู้สัมภาษณ์จะทำการสัมภาษณ์ตามคำถามที่ได้สร้างขึ้นและพิมพ์ไว้ในแบบสัมภาษณ์ให้ผู้สัมภาษณ์ทุกคนจะตอบคำถามชุดเดียวกัน อย่างเดียวกัน ผู้สัมภาษณ์จะจดบันทึกคำตอบของผู้ให้สัมภาษณ์ลงในแบบสัมภาษณ์นั้น ข้อดีของการสัมภาษณ์แบบนี้คือผู้วิจัยสามารถจัดหมวดหมู่ สรุปได้ง่าย และลดเวลาในการสัมภาษณ์

2. การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured Interview) เป็นการสัมภาษณ์ ที่ไม่มีคำถามกำหนดไว้แน่นอน และผู้ให้สัมภาษณ์ตอบได้โดยอิสระ ผู้สัมภาษณ์มีอิสระในการดัดแปลงสถานการณ์ให้เหมาะสมตามวัตถุประสงค์ในขณะสัมภาษณ์ได้ในการสัมภาษณ์แบบนี้ อาจมีแนวการสัมภาษณ์ (Interview Guide) ซึ่งจะมีหัวข้อของข้อมูลที่ต้องการระบุไว้ เพื่อให้ผู้สัมภาษณ์จะได้ตั้งคำถามในแต่ละหัวข้อเอง ผู้สัมภาษณ์จะต้องมีความสามารถและความชำนาญในการสัมภาษณ์มาก

3. การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi – Structured Interview) เป็นการสัมภาษณ์ที่ประกอบด้วยคำถามต่าง ๆ ในแบบสอบถามแต่สามารถที่จะปรับเปลี่ยน เพิ่มเติมเพื่อให้เกิดความชัดเจนในคำตอบได้

รวีวรรณ ชินตระกูล (2547, น. 119-120) ได้กล่าวถึงประเภทของการสัมภาษณ์ ออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured Form) เป็นการสัมภาษณ์ที่มีการกำหนดข้อความไว้อย่างแน่นอนว่าจะสัมภาษณ์อะไรบ้าง วิธีการสัมภาษณ์ตาม แบบฟอร์มของข้อความที่กำหนดไว้ ซึ่งผู้ถูกสัมภาษณ์จะตอบข้อความเหมือนกันทุกข้อ คำถามที่จะสัมภาษณ์จะต้องสร้างและจัดเตรียมข้อความเป็นอย่างดี ก่อนที่จะทำการสัมภาษณ์ผู้สัมภาษณ์ควรทำความเข้าใจกับคำถามทุกข้อให้ตรงกันเสียก่อน เพื่อที่จะได้ข้อมูลที่มีความเชื่อถือได้ดียิ่งขึ้น

2. การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured Form) แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังต่อไปนี้

2.1 การสัมภาษณ์แบบไม่จำกัดคำตอบ (Non-Directive Interview) เป็นการพูดคุยกันอย่างธรรมดา ไม่มีกฎเกณฑ์ที่แน่นอนว่าจะเริ่มต้น สิ่งใดก่อน จนกระทั่งจะจบลงด้วยสิ่งใด ผู้สัมภาษณ์จะต้องตั้งคำถามตามสถานการณ์ระหว่าง การสนทนา ผู้สัมภาษณ์จะต้องพยายามให้ผู้ให้ข้อมูล (Informant) สามารถพรรณนาความรู้สึกนึกคิดของตนเองเกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ ออกมาเอง ผู้สัมภาษณ์จะรับฟังและตอบโต้ด้วยความเข้าใจในความรู้สึก นึกคิดที่ผู้ถูกสัมภาษณ์แสดงออกมา ผู้ถูกสัมภาษณ์จะมีความรู้สึกว่ามีอิสระในการแสดงความคิดเห็น ในเรื่องต่าง ๆ ในการสัมภาษณ์แบบนี้เป็นการสัมภาษณ์ที่ยืดหยุ่นมาก ผู้สัมภาษณ์มีอิสระในการดัดแปลงแก้ไขให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการสัมภาษณ์ การที่จะได้ข้อมูลจริงเพียงไร ขึ้นอยู่กับผู้สัมภาษณ์โดยตรง ซึ่งจะต้องใช้เทคนิคในการสัมภาษณ์ โดยมากการสัมภาษณ์ประเภทนี้มักจะเป็น การสัมภาษณ์เกี่ยวกับสภาพทางอารมณ์ค่านิยม

ทางการดำเนินงาน การดำเนินชีวิตและอุดมการณ์ ดังนั้นการสัมภาษณ์วิธีนี้จำเป็นและนิยมใช้กันมาก ในหมู่นักจิตวิทยา นักสังคมสงเคราะห์และแพทย์ ผู้สัมภาษณ์จำเป็นต้องสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองมากที่สุดเพื่อให้ผู้ตอบอยู่ในอารมณ์ที่สบายอกสบายใจ

2.2 การสัมภาษณ์แบบมีจุดสนใจโดยเฉพาะ (Focuses Interview) เป็นวิธีการ สัมภาษณ์ที่ผู้สัมภาษณ์มีจุดมุ่งหมายหรือมีความสนใจในบางเรื่องอยู่แล้วจึงพยายามตะล่อมให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ให้แสดงออกมาอย่างมีอิสระในการแสดงความคิดเห็นในเรื่องนั้นๆ

2.3 การสัมภาษณ์เชิงลึก (In-Depth Interview) เป็นการสัมภาษณ์ที่มีการเตรียมคำถามไว้ล่วงหน้า มีแนวหัวข้อการสัมภาษณ์ (Interview Guide) ซึ่งประกอบด้วยคำถามปลายเปิด ผู้สัมภาษณ์สามารถปรับ ดัดแปลงคำถามให้สอดคล้องกับสถานการณ์ได้ การสัมภาษณ์ประเภทนี้ มักต้องการรายละเอียดที่ลึกซึ้งมาก จึงใช้เวลาสัมภาษณ์มาก ซึ่งอาจมีการนัดสัมภาษณ์หลายครั้ง

3. การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi – Structured Interview) เป็นการสัมภาษณ์ที่มีหัวข้อคำถามครอบคลุมแก่นของเรื่องสามัญทั่วไป เช่น ทราบการรับสมัครงานนี้จากที่ไหน ทำไมจึงคิดลาออกจากที่ทำงานเก่า เป็นต้น หลังจากนั้นก็ตามด้วยแบบไม่มีโครงสร้าง การสัมภาษณ์ส่วนใหญ่จะเป็นแบบกึ่งมีโครงสร้าง

สรุปได้ว่า การสัมภาษณ์แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ 1) การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง เป็นการสัมภาษณ์ที่มีการกำหนดข้อความไว้อย่างแน่นอนว่าจะสัมภาษณ์อะไรบ้าง 2) การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างเป็นการสัมภาษณ์ที่ไม่มีคำถามกำหนดไว้อย่างแน่นอน ผู้ให้สัมภาษณ์ตอบได้โดยอิสระและผู้สัมภาษณ์มีอิสระในการดัดแปลงสถานการณ์ให้เหมาะสมตามวัตถุประสงค์ในขณะที่สัมภาษณ์ได้ และ 3) การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง เป็นการสัมภาษณ์ที่มีการกำหนดข้อความและสามารถเพิ่มคำถามได้ในระหว่างการสัมภาษณ์ ซึ่งเน้นการสัมภาษณ์เชิงลึก

2.6.3 การสัมภาษณ์เชิงลึก

สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์ (2545, น. 119-120) ได้กล่าวว่า การสัมภาษณ์แบบเชิงลึก เป็นการสัมภาษณ์ที่ไม่มีการกำหนดกฎเกณฑ์เกี่ยวกับคำถามและลำดับขั้นตอนของการสัมภาษณ์ไว้ล่วงหน้าเป็นการพูดคุยสนทนาตามธรรมชาติ

วรวิทย์ สุภาพ (2547, น. 117-119) ได้กล่าวว่า การสัมภาษณ์แบบเชิงลึก เป็นวิธีการสัมภาษณ์ที่ต้องการล้วงเอาความจริงใจจากผู้ถูกสัมภาษณ์ให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ เป็นการซักถามเพื่อต้องการทราบถึงเหตุผลต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดข้อเท็จจริง ไม่ใช่เป็นการถามเกี่ยวกับคำถาม “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” แต่เป็นคำถามที่ถามว่าเพราะเหตุใดหรือทำไม ฯลฯ การสัมภาษณ์แบบนี้ผู้สัมภาษณ์จะต้องทำความคุ้นเคยและมีความมั่นใจแล้วว่าบรรยากาศจะทำให้การสัมภาษณ์เหมาะสม

กมลทิพย์ ศรีหาเศษ (2550, น. 57-59) ได้กล่าวว่า การสัมภาษณ์แบบเชิงลึก เป็นวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพที่มีชื่อเรียกที่ต่างกันไป เช่น การสัมภาษณ์เจาะลึก การสัมภาษณ์ลุ่มลึก การสัมภาษณ์แนวลึก เป็นต้น ซึ่งเป็นวิธีการรวบรวมข้อมูลโดยไม่ใช้แบบสอบถาม จะมีแนวของข้อความให้ผู้สัมภาษณ์เป็นผู้สอบถามผู้ให้สัมภาษณ์ในลักษณะการเจาะลึก และต้องอาศัยความสามารถพิเศษของผู้สัมภาษณ์ในการค้นหารายละเอียดในประเด็นที่ศึกษาอย่างลึกซึ้ง ซึ่งการสัมภาษณ์เชิงลึกมักจะศึกษาในประชากรกลุ่มเล็ก ๆ เช่น ผู้บริหาร นักการเมือง ผู้นำทางวิชาการ ผู้นำ

ท้องถิ่น ประชาชนชาวบ้าน เป็นต้น โดยที่การสัมภาษณ์เชิงลึกนั้นมิได้มุ่งหวังจะให้ถูกสัมภาษณ์เลือกคำตอบที่นักวิจัยคิดไว้ก่อนหรือสัมภาษณ์เพียงครั้งเดียวแต่ต้องการให้ผู้ถูกสัมภาษณ์เลือกคำตอบที่นักวิจัยคิดไว้ก่อนหรือสัมภาษณ์เพียงครั้งเดียวแต่ต้องการให้ผู้ถูกสัมภาษณ์แสดงความคิดเห็น ให้คำอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับความสำคัญของเรื่องและสถานการณ์ ตลอดจนความเชื่อ ความหมายต่าง ๆ อย่างลึกซึ้งในแง่มุมต่าง ๆ

สรุปได้ว่า การสัมภาษณ์เชิงลึก หมายถึง การซักถามพูดคุยกันระหว่างผู้สัมภาษณ์และผู้ให้สัมภาษณ์ เพื่อต้องการทราบถึงเหตุผลต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดข้อเท็จจริงเป็นการถามเจาะลึกถึงคำตอบอย่างละเอียดถี่ถ้วน การถามนอกจากจะให้อธิบายแล้วจะต้องถามถึงเหตุผลด้วย การสัมภาษณ์แบบนี้จะมีแนวของข้อคำถามให้ผู้สัมภาษณ์เป็นผู้สอบถามและผู้สัมภาษณ์จะต้องทำความเข้าใจและมีความมั่นใจแล้วว่าบรรยากาศที่จะทำการสัมภาษณ์เหมาะสม

2.6.4 การสร้างแบบสัมภาษณ์

รวิวรรณ ชินะตระกูล (2542, น. 119-122) ได้กล่าวว่า ในการดำเนินการสร้างแบบสัมภาษณ์ มีประเด็นที่สำคัญที่ควรพิจารณา ได้แก่ ส่วนประกอบของแบบสัมภาษณ์ หลักในการสัมภาษณ์ คุณสมบัติของผู้สัมภาษณ์ที่ดี ข้อดีและข้อจำกัดของการสัมภาษณ์ การสร้างแบบสัมภาษณ์ และการตรวจสอบคุณภาพของแบบสัมภาษณ์ มีรายละเอียดดังนี้

1. ส่วนประกอบของแบบสัมภาษณ์

แบบสัมภาษณ์โดยทั่วไป จะประกอบไปด้วยส่วนที่สำคัญ 3 ส่วน คือ

1.1 ส่วนแรก เป็นส่วนที่ใช้บันทึกข้อมูลเกี่ยวกับการสัมภาษณ์ เช่น ชื่อโครงการวิจัย วัน เดือน ปี ที่สัมภาษณ์ ชื่อหมู่บ้าน ตำบล อำเภอ จังหวัด ฯลฯ ในส่วนนี้ผู้สัมภาษณ์ควรกรอกไว้ล่วงหน้า

1.2 ส่วนที่สอง เป็นส่วนที่ใช้บันทึกรายละเอียดส่วนตัวของผู้ให้สัมภาษณ์ เช่น เพศ อายุ อาชีพ ศาสนา สถานภาพสมรส จำนวนบุตร ฯลฯ

1.3 ส่วนที่สาม เป็นส่วนที่เป็นข้อคำถาม และที่จะเป็นคำตอบตามจุดมุ่งหมายของการสัมภาษณ์

2.6.5 หลักในการสัมภาษณ์

หลักในการสัมภาษณ์เพื่อให้การรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ดำเนินไปได้อย่างดี ได้ข้อมูลที่ถูกต้องเที่ยงตรง ควรมีหลักดังนี้

1. การเตรียมตัวก่อนไปสัมภาษณ์

1.1 ผู้สัมภาษณ์ต้องเข้าใจจุดประสงค์ของการวิจัยอย่างแจ่มชัด

1.2 ทำการนัดแนะเวลาและสถานที่สัมภาษณ์กับกลุ่มตัวอย่างที่จะไปสัมภาษณ์กรณีที่จะไปสัมภาษณ์กับประชาชนในหมู่บ้าน ควรทำหนังสือขออนุญาตไปยัง ฝ่ายปกครอง เช่น นายอำเภอ กำนัน ไว้ล่วงหน้า อาจนัดสัมภาษณ์รวมกันที่วัด หรือไปสัมภาษณ์ตามบ้านของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งจะต้องศึกษาแผนที่หมู่บ้านและกำหนดเขตสัมภาษณ์ของแต่ละคนให้ชัดเจน จะได้ไม่สัมภาษณ์ซ้ำซ้อนกัน ในกรณีสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง ผู้วิจัยเข้าไปคลุกคลีอยู่ในบ้านอยู่แล้ว จะพบปะพูดคุยกันตามโอกาสที่เหมาะสม จึงไม่จำเป็นต้องดำเนินการตามข้อนี้

1.3 กรณีสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง จะต้องเตรียมแบบสัมภาษณ์ไว้ล่วงหน้า

1.4 ทำการซักซ้อมการสัมภาษณ์รวมทั้งวิธีบันทึกข้อมูลไว้ล่วงหน้า ให้คล่องแคล่วไม่ประหม่าหรือเก้อเขิน ถ้าเป็นไปได้ควรท่องจำคำถามต่าง ๆ ไว้ ซึ่งจะช่วยให้อำนาจการสัมภาษณ์ไปได้อย่างราบรื่น

2. การเริ่มต้น

2.1 ก่อนเริ่มสัมภาษณ์ ผู้สัมภาษณ์ควรแนะนำตนเอง บอกจุดมุ่งหมายของ การสัมภาษณ์ให้ผู้ที่จะให้สัมภาษณ์เข้าใจ

2.2 สร้างความคุ้นเคย ความเป็นมิตร โดยสนทนาในเรื่องที่คาดว่าผู้ให้สัมภาษณ์ จะสนใจ โดยใช้เวลาเล็กน้อย

3. การดำเนินการสัมภาษณ์

3.1 ผู้สัมภาษณ์ต้องมีกิริยาสุภาพเรียบร้อย ยิ้มแย้มแจ่มใส

3.2 ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย ชัดเจน ไม่แปลปลัดหลายทาง เหมาะสำหรับระดับผู้ให้ สัมภาษณ์

3.3 ใช้คำถามที่สามารถตอบได้ทันที

3.4 สัมภาษณ์ทีละคำถาม

3.5 ผู้สัมภาษณ์ต้องมีพื้นฐานความรู้อย่างดีในเรื่องที่จะสัมภาษณ์

3.6 ถ้าผู้ให้สัมภาษณ์ไม่เข้าใจคำถาม ก็ตั้งคำถามใหม่หรืออธิบายคำถามให้ เข้าใจ

3.7 การจดบันทึกคำตอบควรทำอย่างรวดเร็ว

3.8 ไม่เร่งรัดหรือคาดคั้นคำตอบจากผู้ให้สัมภาษณ์

3.9 ไม่ใช้คำถามที่เป็นการชี้แนะคำตอบ

3.10 ไม่วิพากษ์วิจารณ์หรือชุดในลักษณะที่เป็นการสั่งสอนผู้ให้สัมภาษณ์

3.11 กล่าวแสดงความขอบคุณผู้ให้สัมภาษณ์ หลังสัมภาษณ์เสร็จแล้ว

4. คุณสมบัติของผู้สัมภาษณ์ที่ดี

คุณสมบัติของผู้สัมภาษณ์ที่ดีควรมีคุณสมบัติ ดังนี้

4.1 มีบุคลิกภาพที่ดี ผู้สัมภาษณ์ควรมีกิริยามารยาทสุภาพ เรียบร้อย นุ่มนวล แจ่มใส ซึ่งจะช่วยให้อารมณ์การสัมภาษณ์เป็นไปด้วยดี โน้มน้าวให้ผู้สัมภาษณ์อยากให้ความร่วมมือ อย่างจริงใจ

4.2 มีมนุษยสัมพันธ์ดี ผู้สัมภาษณ์ควรเป็นผู้มีมนุษยสัมพันธ์ดี สามารถ ติดต่อสื่อสารกับคนอื่นได้อย่างคล่องแคล่ว

4.3 มีไหวพริบดี ผู้สัมภาษณ์, ที่ดีควรรับรู้สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว แก้ปัญหา เฉพาะ หน้าได้อย่างมีประสิทธิภาพและทันต่อเหตุการณ์

4.4 เป็นคนช่างสังเกต ในการสัมภาษณ์ถ้าผู้สัมภาษณ์เป็นคนช่างสังเกตจะช่วย ให้ได้ ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ให้สัมภาษณ์และเกี่ยวกับสภาพแวดล้อม ซึ่งช่วยในการตัดสินใจ และนำมา ประกอบการแปลความหมายข้อมูล

4.5 มีความซื่อสัตย์ ผู้สัมภาษณ์จะต้องมีความซื่อสัตย์ต่อข้อมูล ไม่ทำการ บิดเบือน แปลความ ตีความหรือสรุป ชัดแย้งไปจากข้อความจริงที่ตนได้รับ

4.6 มีความรับผิดชอบในการสัมภาษณ์ ทำการสัมภาษณ์ด้วยความสนใจใคร่รู้มีความตั้งใจให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง เพียงตรง

4.7 มีความอดทน ในการสัมภาษณ์บุคคลอื่น บางครั้งต้องเดินทางไปสัมภาษณ์คนที่ไม่ รู้จักและอยู่ห่างไกล ใช้เวลาสัมภาษณ์นาน ผู้ให้สัมภาษณ์บางคนอาจมีอาการหรือบุคลิกภาพที่ไม่ค่อยเหมาะสมในสายตาของผู้สัมภาษณ์การแต่งกายไม่สะอาด ฯลฯ ซึ่งผู้สัมภาษณ์จะต้องใช้ความอดทนมีความเห็นอกเห็นใจคนอื่น

5. ข้อดีและข้อจำกัดของการสัมภาษณ์

ข้อดีและข้อจำกัดของการสัมภาษณ์ มีดังนี้

5.1 ข้อดีของการสัมภาษณ์

- 1) เป็นเทคนิคที่ใช้รวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างตั้งแต่วัยเด็กถึงวัยชรา เหมาะอย่างยิ่ง สำหรับผู้ที่อ่านไม่ออกเขียนไม่ได้หรือมีปัญหาในการอ่านและเขียน
- 2) สามารถปรับคำถามให้ชัดเจนขึ้นได้ ถ้าผู้ให้สัมภาษณ์ไม่เข้าใจก็เปลี่ยนคำถามให้เกิด ความเข้าใจได้
- 3) ผู้ให้สัมภาษณ์จะให้ความร่วมมือมากกว่าวิธีส่งแบบสอบถามไปให้ตอบ
- 4) ระหว่างการสัมภาษณ์สามารถสังเกตความจริงใจในการตอบของผู้ถูกสัมภาษณ์จาก กิริยา ท่าทางได้
- 5) ระหว่างการสัมภาษณ์ตรวจสอบคำตอบได้และสามารถหาข้อมูลเพิ่มเติมได้ลึกขึ้นเมื่อเกิด ข้อ สงสัยในคำตอบ

5.2 ข้อจำกัดของการสัมภาษณ์

- 1) ต้องใช้เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลมาก การสัมภาษณ์แต่ละครั้งจะต้องใช้เวลาในการเดินทางไปกลับ ในการสัมภาษณ์แต่ละคน ดังนั้นจึงต้องใช้ความพยายามและค่าใช้จ่ายสูง
- 2) ผู้ให้สัมภาษณ์อาจตอบไม่ตรงกับข้อความจริงของตนด้วยความตั้งใจ
- 3) คุณภาพข้อมูลที่ได้อาจขึ้นอยู่กับคุณภาพของผู้สัมภาษณ์

6. การสร้างแบบสัมภาษณ์

การสร้างแบบสัมภาษณ์มีขั้นตอนน้อยกว่าประเภทอื่น ๆ เพราะ มักเป็นคำถามกว้าง ๆ ให้ผู้ตอบ ตอบโดยอิสระและได้ข้อมูลที่เป็ความจริงมากที่สุด ซึ่งมี 3 ขั้นตอนสำคัญ คือ

- 6.1 ศึกษาทฤษฎี หลักการ ตัวแปร หรือประเด็นสำคัญที่ต้องการทราบข้อมูล
- 6.2 สร้างข้อคำถามให้สัมพันธ์กับประเด็นหรือคำสำคัญที่ต้องการทราบข้อมูลโดยยึดหลัก ดังนี้

- 1) ไม่ใช่คำถามที่เป็นการชักนำให้เกิดคำตอบที่ต้องการ
- 2) ไม่ใช่คำถามที่ทำให้ผู้ตอบรู้สึกต่อต้าน หรือทำให้เกิดอคติในการตอบข้อมูล
- 3) ไม่ใช่คำถามที่เป็นความขัดแย้งค่านิยมของสังคม เพราะผู้ตอบจะตอบตามค่านิยม ทำให้ไม่ได้รับความจริง

6.3 นำแบบสัมภาษณ์ที่ออกแบบข้อคำถามไปตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา

6.4 นำแบบสัมภาษณ์ที่ผ่านการทดสอบความตรงทดลองใช้กับผู้มีลักษณะใกล้เคียง

7. การตรวจสอบคุณภาพของแบบสัมภาษณ์

ในการตรวจสอบคุณภาพของแบบสัมภาษณ์ จะดู 2 ประเด็นหลัก ๆ ดังนี้

7.1 ความตรง: ตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ

- 1) ความครบถ้วนของคำถาม
- 2) ความชัดเจนของภาษาที่ใช้ถาม

7.2 ความเที่ยง: เพื่อดูความสอดคล้องของคำตอบได้

สรุปได้ว่า ผู้วิจัยใช้การสัมภาษณ์เพื่อศึกษากระบวนการทางคณิตศาสตร์ทางคณิตศาสตร์ เป็น การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง มีการกำหนดประเด็นคำถามไว้ล่วงหน้าแต่สามารถที่จะปรับเปลี่ยน หรือเพิ่มเติมเพื่อให้เกิดความชัดเจนในคำตอบได้ เพื่อความชัดเจนในการศึกษากระบวนการทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนได้

2.7 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

Wilson (1971) ได้แบ่งพฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ในวิชาคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ด้าน คือ พฤติกรรมด้านความรู้ความคิด (Cognitive Domain) และ พฤติกรรมด้านความรู้สึก (Affective Domain) โดยพฤติกรรมด้านความรู้ความคิด (Cognitive Domain) มี 4 ระดับ คือ

2.7.1 ความรู้ความจำในการคิดคำนวณ (Computation)

พฤติกรรมในระดับนี้ ถือเป็นพฤติกรรมที่อยู่ใน ระดับต่ำที่สุดสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชั้น ดังนี้

2.7.1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge Of Specific Facts) ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริงและความรู้พื้นฐานของนักเรียน

2.7.1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge Of Terminology) ความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์และนิยามต่าง ๆ ได้

2.7.1.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability To Carry Out Algorithms) ความสามารถในการใช้ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริงและความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม เพื่อนำมาใช้ในการคิดคำนวณ

2.7.2 ความเข้าใจ (Comprehension)

เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ แต่ ซับซ้อนกว่า แบ่งได้เป็น 6 ชั้นตอน ดังนี้

2.7.2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ (Knowledge Of Concepts) เป็นความเข้าใจที่ซับซ้อนมากกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริงต้องอาศัยการตัดสินใจ การตีความ หรือ ยกตัวอย่างของ มโนคตินั้นในรูปแบบที่แตกต่างจากที่เคยเรียนได้

2.7.2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎทางคณิตศาสตร์และการสรุปอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไป (Knowledge Of Principles, Rules, And Generalization) เป็นเข้าใจในการเอาหลักการ กฎ และความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาเพื่อให้ได้แนวทางในการแก้ปัญหา

2.7.2.3 ความเข้าใจในโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Knowledge Of Mathematical Structure) ความเข้าใจเกี่ยวกับคุณสมบัติของระบบจำนวนและโครงสร้างทางพีชคณิต

2.7.2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง (Ability To Transform Problem Elements From One Mode To Another) เป็นความสามารถในการแปลข้อความที่กำหนดให้ เป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่ เช่น แปลจากภาษาพูดให้เป็นสมการ

2.7.2.5 ความสามารถในการติดตามแนวของเหตุผล (Ability To Follow A Line Of Reasoning) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจความสามารถทางคณิตศาสตร์

2.7.2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability To Read And Interpret A Problem) เป็นความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของข้อความ ตัวเลข ข้อมูลทางสถิติหรือกราฟ

2.7.3 การนำไปใช้ (Application)

เป็นความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคย พฤติกรรมในระดับนี้แบ่งออกเป็น 3 ชั้น คือ

2.7.3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่ประสบอยู่ในระหว่างเรียน (Ability To Solve Routine Problems) เป็นความสามารถในการใช้ความเข้าใจของนักเรียน และเลือกกระบวนการในการแก้ปัญหา

2.7.3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability To Make Comparisons) เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจซึ่งการแก้ปัญหา

2.7.3.3 ความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและการสมมาตร (Ability To Recognize Patterns, Isomorphisms, And Symmetries) เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหา การจัดกระทำกับข้อมูลและการระลึกถึงความสัมพันธ์

2.7.4 การวิเคราะห์ (Analysis)

เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็นหรือไม่เคยพบมาก่อน แบ่งเป็น 5 ชั้น ดังนี้

2.7.4.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ที่ไม่เคยประสบมาก่อน (Ability To Solve Non-Routine Problems) ความสามารถในการความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความเข้าใจ มโนเมตินิยาม ตลอดจนทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วเป็นอย่างดีเพื่อแก้ปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน

2.7.4.2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ (Ability To Discover Relationships) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดใหม่แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นใหม่ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

2.7.4.3 ความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ (Ability To Construct Proofs) เป็นความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์หรือความสามารถในการตรวจสอบความถูกต้องในข้อพิสูจน์

2.7.4.4 ความสามารถในการวิจารณ์การพิสูจน์ (Ability To Criticize Proofs) ความสามารถในการใช้เหตุผลที่ควบคู่กับความสามารถในการเขียนพิสูจน์ นักเรียนต้องมองเห็น

และเข้าใจ การพิสูจน์นั้นว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาดไปจากโมโนติ หลักการ กฎ นิยาม หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์

2.7.4.5 ความสามารถในการสร้างสูตรและทดสอบความถูกต้องของสูตร (Ability To Formulate And Validate Generalizations) ความสามารถในการสร้างสูตรขึ้นใหม่โดยให้สัมพันธ์กับเรื่องเดิมและต้องมีความสมเหตุสมผลด้วย จากการศึกษาสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการคิดคำนวณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านต่าง ๆ ใน 4 ด้าน ได้แก่ ความรู้ความจำในด้านการคิดคำนวณ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์

Eysenck, Arnold And Meili (1972, p. 6) ให้ความหมายของคำว่าผลสัมฤทธิ์ หมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากการทำงานทั้งทางร่างกายและทางสติปัญญา

Good (1973, p. 103) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ที่ได้รับหรือทักษะที่พัฒนามาจากการเรียนในสถานศึกษา โดยปกติวัดจากคะแนนที่ครูเป็นผู้ให้หรือจากบททดสอบหรืออาจารย์รวมทั้งคะแนนที่ครูเป็นผู้ให้คะแนนที่ได้จากการทดสอบ

Mehren (1976, p. 73) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ทักษะ สมรรถภาพทางสมองด้านต่างๆ ของผู้เรียนแต่ละวิชาซึ่งสามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ปริญญา สองสีดา (2550, น. 29) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถในการคิดคำนวณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านต่างๆ 4 ด้าน ได้แก่ ความรู้ ความจำด้านการคิดคำนวณ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์

ไกรฤกษ์ พลพา (2551, น. 59) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ผลการเรียนที่แสดงถึงความสามารถหรือความสำเร็จรวมถึงประสิทธิภาพที่ได้จากการเรียนรู้ซึ่งได้รับการสอน การฝึกฝนหรือประสบการณ์ในด้านต่างๆ เช่น ความรู้ ทักษะในการแก้ปัญหา ความสามารถในการนำไปใช้ และการวิเคราะห์ เป็นต้น ในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนซึ่งประเมินได้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น

จิตติยา เกตุคำ (2551, น. 46) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญาในการเรียนรู้จากการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งประเมินได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือจากงานที่ได้รับมอบหมาย

บุศรา อิ่มทรัพย์ (2551, น. 58) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดจากการเรียนการสอน การฝึกหัด หรือประสบการณ์ที่ได้รับในแง่ความรู้ความสามารถในการรายวิชาต่าง ๆ ซึ่งเป็นวัดขนาดของความสำเร็จได้ ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นเครื่องมือ ในการวัดขนาดของความสำเร็จในการเรียนในรายวิชานั้น ๆ

วิมล อยู่พิพัฒน์ (2551, น. 54) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จในด้านต่าง ๆ ของนักเรียน เช่น ความรู้ความเข้าใจ ทักษะในการแก้ปัญหา ความสามารถในการนำไปใช้ รวมถึงประสิทธิภาพที่ได้จากการเรียนรู้ซึ่งได้รับการสอน การฝึกฝน หรือประสบการณ์ต่าง ๆ ซึ่งวัดได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น

สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ผลที่แสดงความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน จากการเรียนการสอน การฝึกทักษะ หรือประสบการณ์ต่าง ๆ ในด้านต่าง ๆ ของนักเรียน เช่น ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ ซึ่งวัดได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

2.7. องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Prescott (1961, pp. 14-16) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเรียนของนักเรียนที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งในและนอกห้องเรียน ผลการศึกษาพบว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งในและนอกห้องเรียน มีดังนี้

1. องค์ประกอบทางด้านร่างกาย ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตของร่างกาย สุขภาพด้านร่างกาย ข้อบกพร่องทางด้านร่างกายและบุคลิกท่าทาง
2. องค์ประกอบทางความรัก ได้แก่ ความสัมพันธ์ของบิดามารดา ความสัมพันธ์ของบิดากับลูก ความสัมพันธ์ระหว่างลูก ๆ ด้วยกัน และความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกทั้งหมดในครอบครัว
3. องค์ประกอบทางวัฒนธรรมและสังคม ได้แก่ ขนบธรรมเนียมประเพณี ความเป็นอยู่ของครอบครัว สภาพแวดล้อมทางบ้าน การอบรมทางบ้านและฐานะทางบ้าน
4. องค์ประกอบทางความสัมพันธ์ของเพื่อนในวัยเดียวกัน ได้แก่ ความสัมพันธ์ของนักเรียนกับเพื่อนวัยเดียวกันทั้งที่บ้านและที่โรงเรียน
5. องค์ประกอบทางการพัฒนาแห่งตน ได้แก่ สติปัญญา ความสนใจ เจตคติของนักเรียน

6. องค์ประกอบทางการปรับตัว ได้แก่ ปัญหาการปรับตัว การแสดงออกทางอารมณ์

Carroll (1963, pp. 723-733) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับอิทธิพลขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน โดยนำเอาครู นักเรียนและหลักสูตรมาเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ โดยเชื่อว่าเวลาและคุณภาพของการสอนมีอิทธิพลโดยตรงต่อปริมาณความรู้ที่นักเรียนจะได้รับ

Maddox (1965, p. 9) ได้ศึกษาอิทธิพลขององค์ประกอบต่างๆที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของแต่ละบุคคลขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางสติปัญญา และความสามารถทางสมองร้อยละ 50-60 ขึ้นอยู่กับโอกาสและสิ่งแวดล้อมร้อยละ 10-15

ชานนท์ ศรีผ่องงาม (2549, น. 54) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ว่า มีองค์ประกอบหลายประการที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไม่ว่าจะอยู่ในหรือนอกห้องเรียน ตัวผู้เรียนเอง ผู้ปกครองและครู โดยเฉพาะครูนั้นมีบทบาทสำคัญยิ่งต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

ปริญญา สองสีดา (2550, น. 30) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ องค์ประกอบทางด้านร่างกาย องค์ประกอบทางด้านความรัก องค์ประกอบทางวัฒนธรรมและสังคม องค์ประกอบทางความสัมพันธ์ของเพื่อนวัยเดียวกัน องค์ประกอบการพัฒนาแห่งตน และองค์ประกอบทางการปรับตัว

ไกรฤกษ์ พลพา (2551, น. 61) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วยด้านต่างๆ เช่น ร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ การปรับตัว วัฒนธรรมและสังคม ความรู้พื้นฐานเดิม ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เจตคติต่อการเรียน และความสนใจของนักเรียน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ การใช้สื่อการสอน ความสัมพันธ์ในเพื่อนวัยเดียวกัน ความสนใจ เจตคติ การอธิบายเนื้อหาวิธีการสอนของครูและการส่งเสริมสนับสนุน และเอาใจใส่ของพ่อแม่หรือผู้ปกครอง

ฐิตียา เกตุคำ (2551, น. 47) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า มีองค์ประกอบหลายประการที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แต่ที่ทำให้เกิดผลโดยตรง คือ การสอนของครูนั่นเอง

วิมล อยู่พิพัฒน์ (2551 น. 55) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลนั้นมาจากตัวผู้เรียนเอง สภาพสังคม ครอบครัว ตัวครูผู้สอน รวมทั้งวิธีการสอนของตัวครูผู้สอน

บุศรา อิมทรัพย์ (2551 น. 60) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไว้ว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้แก่ ด้านตัวนักเรียน ด้านตัวครูผู้สอน ด้านระบบการบริหารของโรงเรียน ด้านครอบครัวของนักเรียนและด้านเศรษฐกิจและสังคม

จากองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้างต้น สรุปได้ว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วยองค์ประกอบทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน

1. องค์ประกอบภายในห้องเรียน ได้แก่ ตัวผู้เรียน ตัวครูผู้สอน บรรยากาศทางการเรียนความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับครูและความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับเพื่อนร่วมชั้นเรียน
2. องค์ประกอบภายนอกห้องเรียน ได้แก่ การบริหารของโรงเรียน ผู้ปกครอง สภาพเศรษฐกิจของครอบครัวนักเรียน สิ่งแวดล้อมในชุมชนของนักเรียน ความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับผู้ปกครองและคนในชุมชนของนักเรียน

สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

เรวัต และคุปตะ (Rawat And Gupta, 1970, pp. 7-9) ได้กล่าวถึงสาเหตุที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ มีดังต่อไปนี้

1. นักเรียนขาดความรู้สึกลงในการมีส่วนร่วมกับการเรียน
2. ความไม่เหมาะสมของการจัดเวลาเรียน
3. ผู้ปกครองไม่เอาใจใส่ในการศึกษาของบุตร
4. นักเรียนมีสุขภาพไม่สมบูรณ์
5. ความยากจนของผู้ปกครอง
6. ประเพณีทางสังคม ความเชื่อที่ไม่เหมาะสม
7. โรงเรียนไม่มีการปรับปรุงที่ดี
8. การสอบตกซ้ำชั้นเพราะการวัดผลไม่ดี
9. อายุน้อยหรือมากเกินไป
10. สาเหตุอื่น ๆ เช่น การคมนาคมไม่สะดวก ความยากจน การอพยพย้ายถิ่น เป็นต้น

วัชรีย์ บุรสิงห์ (2525: 435) กล่าวถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ว่าเป็นนักเรียนที่มีลักษณะดังนี้

1. ระดับสติปัญญา (I.Q.) อยู่ระหว่าง 75-90 และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์จะต่ำกว่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 30

2. อัตราการเรียนรู้คณิตศาสตร์จะต่ำกว่านักเรียนคนอื่น

3. มีความสามารถทางการอ่านต่ำ

4. จำหลักหรือมโนคติเบื้องต้นที่นักเรียนเรียนไปแล้วไม่ได้

5. มีปัญหาในการใช้ถ้อยคำ

6. มีปัญหาในการหาความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ และการสรุปเป็นหลักเกณฑ์

โดยทั่วไป

7. มีพื้นฐานทางความรู้คณิตศาสตร์น้อย สืบเนื่องจากการสอบตกบ่อยครั้ง

8. มีเจตคติไม่ดีต่อโรงเรียนโดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อการเรียนคณิตศาสตร์

9. ขาดความเชื่อมั่นในความสามารถของตนเอง

10. มีความกดดันและความรู้สึกล้มเหลวด้านการเรียนของตนเองและรู้สึกถูกลูก

ตัวเอง

11. อาจมาจากครอบครัวที่มาจากสภาพแวดล้อมแตกต่างจากนักเรียนคนอื่น ๆ

12. ขาดทักษะในการฟัง และไม่มีความตั้งใจในการเรียน หรือมีความตั้งใจในการเรียนเพียงชั่วระยะเวลาสั้น

13. มีข้อบกพร่องในด้านสุขภาพ เช่น สายตาไม่ปกติ มีปัญหาด้านการฟังเสียง และข้อบกพร่องในด้านทักษะการใช้มือ

14. ไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนทั่ว ๆ ไป

15. ขาดความสามารถในการแสดงออกทางคำพูด ซึ่งทำให้ไม่สามารถใช้คำถามที่แสดงให้เห็นว่าตนเองก็ยังไม่เข้าใจในการเรียนนั้นๆ

16. มีวุฒิภาวะค่อนข้างต่ำทั้งด้านอารมณ์และสังคม

ชมนาด เชื้อสุวรรณที (2542 น. 145) กล่าวถึงสาเหตุที่ทำให้ให้นักเรียนอ่อนคณิตศาสตร์

ดังนี้

1. ข้อบกพร่องทางด้านร่างกาย

2. ระดับสติปัญญาต่ำ

3. มีประสบการณ์ที่ไม่ดีมาก่อน ทำให้ฝังใจเกิดการต่อต้านไม่ยอมรับ ปิดกั้นตัวเองทั้งแบบรู้ตัวและไม่รู้ตัว

4. สิ่งแวดล้อมที่บ้าน การปลูกฝังนิสัยในการเรียนตลอดจนนิสัยส่วนตัวในด้านต่างๆ เช่น ความกระตือรือร้น กล้าคิด กล้าถาม กล้าแสดงออก ความคงทน ความเพียรพยายาม การรู้จักแบ่งเวลา ความมีระเบียบวินัยในตนเอง ความรับผิดชอบ การมีสมาธิ

5. วุฒิภาวะต่ำ

6. พื้นฐานความรู้เดิมไม่เพียงพอที่จะนำมาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่

ทิพสุคนธ์ ศรีแก้ว (2546: 57) กล่าวถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ไว้ว่า สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ก็คือทักษะการจัดกระบวนการเรียนการสอน วิธีการสอนของครู ตลอดจนเจตคติในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ครูซึ่งมีหน้าที่โดยตรง จำเป็นต้องหาวิธีการสอนที่หลากหลายให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด

ชานนท์ ศรีม่วงงาม (2550 : 56) กล่าวถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ก็คือ รูปแบบการเรียนการสอน วิธีสอนของครู ซึ่งเป็นหน้าที่ครูจะต้องจัดการเรียนการสอนให้มีความเหมาะสม เพื่อที่จะให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ

ปริญญา สองสีดา (2550 : 31) กล่าวถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ว่ามีหลายประการซึ่งต่างก็ต้องรวมแก้ไข แต่ถ้าเราจะพิจารณาถึงสาเหตุของปัญหาหลักๆ คือ ครูผู้สอน ดังนั้น ถ้าครูมีการเตรียมการสอนที่ดีใช้สื่อการสอนที่ทันสมัยและหลากหลาย ก็จะทำให้ให้นักเรียนชอบวิชาคณิตศาสตร์ และนักเรียนจะตั้งใจเรียนวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้น จึงส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น

ไกรฤกษ์ พลลา (2551 : 64) กล่าวถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ว่าเกิดจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครู ทำให้เกิดเจตคติที่ไม่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ตลอดจนการไม่มีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ของผู้เรียน ซึ่งเป็นสาเหตุที่สำคัญของครูผู้สอนจะต้องหาวิธีแก้ไขเพื่อให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์และสามารถพัฒนาความสามารถของผู้เรียนตามศักยภาพที่ผู้เรียนมี โดยครูผู้สอนจะต้องหาวิธีที่เหมาะสมมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ สามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ต่อตนเองและผู้อื่นได้ ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้น

บุศรา อิมทรัพย์ (2551 : 61) กล่าวถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ไว้ว่า สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์นั้นมาจากหลายปัจจัยด้วยกัน ทั้งจากตัวนักเรียนเอง จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครู จากสิ่งแวดล้อมทั้งที่โรงเรียนและที่บ้านของนักเรียน ดังนั้นในการแก้ปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์นี้ครูผู้สอนจึงควรวิเคราะห์สาเหตุต่าง ๆ ให้ครอบคลุมทุกด้านและหาแนวทางการแก้ไขที่เป็นไปได้มาแก้ปัญหา

สรุปได้ว่า สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์นั้นเกิดจากปัจจัยหลายๆ ด้าน ทั้งด้านตัวนักเรียน ตัวครูผู้สอน หรือจากสิ่งแวดล้อมของนักเรียนทั้งหมดแต่ปัจจัยหลักคือ ด้านครูผู้สอน ซึ่งครูจะต้องมีสื่อการสอนและวิธีการสอนที่หลากหลายมีการเตรียมการสอนที่ดีมีแผนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม ควรให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างทั่วถึงให้นักเรียนเกิดความสุขในการเรียนและได้รู้ครบถ้วน จนเกิดเป็นเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้น

2.8 โครงสร้างเนื้อหาทฤษฎีบทพีทาโกรัส

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กำหนดโครงสร้างเนื้อหาเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสที่กำหนดให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในภาคเรียนที่ 2 ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 มีเนื้อหาดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.1

โครงสร้างเนื้อหาเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551

เนื้อหา	เนื้อหาย่อย
สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	ลักษณะของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก, สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก, ความสัมพันธ์ของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก
ทฤษฎีบทพีทาโกรัส	ทฤษฎีบทพีทาโกรัส, ความสัมพันธ์ของทฤษฎีบทพีทาโกรัส, การนำทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้ในการคำนวณพื้นที่, การนำทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา, การนำทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหา
บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส	บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส, บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัสในการให้เหตุผลและแก้ปัญหา, การพิสูจน์หารูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

สรุปได้ว่า โครงสร้างเนื้อหาเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสมีทั้งหมด 3 เนื้อหาหลัก และมี 15 เนื้อหาย่อยโดยมีจำนวนชั่วโมงในการสอนเนื้อหาเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสทั้งหมด 12 ชั่วโมง

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.9.1 งานวิจัยในประเทศ

ริมาส ศรล่ำควน (2546) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการประเมินกระบวนการทางคณิตศาสตร์เนื้อหาด้านเรขาคณิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยวิธีการวิเคราะห์โปโรโตคอล งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์มุ่งประเมิน 3 กระบวนการคือ 1) กระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผล 2) กระบวนการนำเสนอ และ 3) กระบวนการสื่อสาร ในเนื้อหาด้านเรขาคณิต จากการใช้ปัญหาปลายเปิด วิจัยนี้มีดำเนินการกับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 โรงเรียนป่าไม้งามโนนนาดีประชานุกูล สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาอำเภอเมืองหนองบัวลำภู สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดหนองบัวลำภู จำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน รวมทั้งหมด 8 คน เครื่องมือและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล 1) คำถามปลายเปิด ที่นำมาใช้เพื่อประเมิน

กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ในการศึกษา ครั้งนี้ผู้วิจัยใช้คำถามปลายเปิดจำนวน 3 คำถาม แต่ละคำถามใช้เวลา 2 คาบเรียน (100 นาที) รวมเวลาทั้งหมด 6 คาบเรียน (300 นาที) 2) กล้องถ่ายวิดีโอ ใช้บันทึกภาพและเสียงในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรม เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาถอดเป็น โปรโตคอล (Protocol) 3) เทปบันทึกเสียง ใช้บันทึกเสียงของนักเรียนในขณะที่ทำกิจกรรม เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาถอดเป็น โปรโตคอล 4) แบบบันทึกพฤติกรรม โครงสร้างของแบบบันทึกพฤติกรรม ประกอบด้วย กระบวนการที่นักเรียน แสดงออก และคำพูดหรือกลุ่มพฤติกรรมที่เป็นตัวบ่งชี้ให้เห็นว่า นักเรียนได้แสดงออกในกระบวนการนั้น ซึ่งเป็น สิ่งที่ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยต้องบันทึกในขณะที่นักเรียน ทำกิจกรรม ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของงานวิจัยชิ้นนี้ 1) กระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ รูปแบบการพิสูจน์และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่พบมากที่สุดในขณะที่นักเรียนกลุ่ม เป้าหมายทั้ง 2 กลุ่มแก้ปัญหาในกิจกรรมที่ 1 และกิจกรรมที่ 2 คือ การสร้างและตรวจสอบข้อความ คาดการณ์ รูปแบบการพิสูจน์และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่พบมากที่สุดในขณะที่นักเรียน กลุ่มเป้าหมายทั้ง 2 กลุ่มแก้ ปัญหาในกิจกรรมที่ 3 คือ ครูลองผิดลองถูก โดยสรุปแล้วรูปแบบการ พิสูจน์และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ที่ พบมากที่สุดในขณะที่นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 2 กลุ่มทำ กิจกรรมที่ 1 ถึงกิจกรรมที่ 3 คือ การสร้างและตรวจ สอบข้อความคาดการณ้ความแตกต่างของ รูปแบบการพิสูจน์และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม เป้าหมายทั้ง 2 กลุ่ม ได้แก่ ใน ระหว่างทำกิจกรรมที่ 1 นอกจากการสร้างและตรวจสอบข้อความ คาดการณ้และ คลองผิดลองถูกที่ พบในทั้ง 2 กลุ่มเหมือนกันแล้ว ยังพบการให้เหตุผลเชิงตรรกะของนักเรียน กลุ่มที่ 2 ด้วย ในระหว่าง ทำกิจกรรมที่ 3 นอกจากการสร้างและตรวจสอบข้อความ คาด การณ้และการลองผิดลองถูกที่พบใน ทั้ง 2 กลุ่มเหมือนกันแล้ว ยังพบการให้เหตุผลเชิงมิติสัมพันธ์ของนักเรียน กลุ่มที่ 1 ในขณะที่พบการ ให้เหตุผลเชิงตรรกะของนักเรียนกลุ่มที่ 2 รูปแบบการพิสูจน์และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่พบใน ขณะนี้นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 2 กลุ่มแก้ปัญหาในกิจกรรมที่ 1 ถึงกิจกรรมที่ 3 เรียงลำดับจากมาก ที่สุดไปหาน้อยที่สุดคือ การสร้างและตรวจ สอบข้อความคาดการณ้ ครูลองผิดลองถูก กรให้เหตุผล เชิงมิติสัมพันธ์และการให้เหตุผลเชิงตรรกะ รูปแบบการพิสูจน์และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ไม่พบ ในระหว่างที่นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ทั้ง 2 กลุ่มแก้ปัญหาในกิจกรรมที่ 1 ถึงกิจกรรมที่ 3 คือ การ ทำงานย้อนกลับเพื่อแก้ปัญหา การเสนอประเด็น เชิงอุปนัยและนิรนัยและการค้นหารูปแบบเพื่อลง สรุป 2) กระบวนการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ รูปแบบการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ ที่พบมากที่สุดใ นขณะที่นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 2 กลุ่ม แก้ปัญหาในกิจกรรมที่ 1 คือการพูด กิจกรรมที่ 2 คือการใช้ รูปภาพ และกิจกรรมที่ 3 คือ การพูด โดยสรุป แล้วรูปแบบการพิสูจน์และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ที่พบมากที่สุดในขณะที่นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 2 กลุ่ม แก้ปัญหาในทั้ง 3 กิจกรรม คือ การพูด ความแตกต่างของรูปแบบการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 2 กลุ่ม คือ พบว่ามีรูปแบบการนำเสนอทั้ง 5 รูปแบบตามกรอบเชิงทฤษฎีที่ใช้ในการประเมินในนักเรียนกลุ่มที่ 1 ใน ขณะที่กลุ่ม 2 ไม่พบการนำเสนอโดยใช้บริบทในชีวิตจริง รูปแบบการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ที่ พบในขณะที่นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 2 กลุ่มแก้ปัญหา ในทั้ง 3 กิจกรรมเรียงลำดับจากมากที่สุดไป นาน้อยที่สุดคือ การใช้การพูด รูปภาพ อุปกรณ้ สัญลักษณ์ทางการ เขียนและบริบทในชีวิตจริง 3) กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ วิธีการที่ใช้เพื่อสื่อสารทางคณิตศาสตร์ วิธีการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์ที่พบมากที่สุดในขณะที่นักเรียนกลุ่มเป้าหมายกลุ่มที่ 1 แก้ปัญหาในกิจกรรมที่ 1 และ

กิจกรรมที่ 2 คือการใช้วัจนภาษาคณิตศาสตร์ และกิจกรรมที่ 3 คือการใช้วัจนภาษาคณิตศาสตร์และการนิรนัยภาพ วิธีการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่พบมากที่สุดในขณะที่นักเรียนกลุ่ม เป้าหมายกลุ่มที่ 2 แก้ปัญหาในกิจกรรมที่ 1 และกิจกรรมที่ 2 คือการใช้วัจนภาษาคณิตศาสตร์และการนิรนัยภาพ และกิจกรรมที่ 3 การใช้วัจนภาษาคณิตศาสตร์ โดยสรุปแล้ววิธีการที่ใช้เพื่อสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่พบมากที่สุดในขณะที่นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 2 กลุ่ม แก้ปัญหาในกิจกรรมที่ 1 ถึงกิจกรรมที่ 3 คือการใช้ วัจนภาษาคณิตศาสตร์ ความแตกต่างของวิธีการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ทั้ง 2 กลุ่ม คือ ในระหว่างการทำกิจกรรมที่ 2 นักเรียนกลุ่มที่ 2 พบว่ามีการสื่อสารด้วยภาษา สัญลักษณ์ด้วย ในขณะที่กลุ่ม ที่ 1 ไม่พบการสื่อสารด้วยภาษาสัญลักษณ์ วิธีการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่พบในระหว่างที่นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 2 กลุ่มแก้ ปัญหาในกิจกรรมที่ 1 ถึงกิจกรรมที่ 3 เรียงลำดับจากมากที่สุดไปหาน้อยที่สุดคือ การใช้วัจนภาษาคณิตศาสตร์ การนิรนัยภาพ การใช้ ภาษาทั่ว ๆ ไป การใช้ภาษาถึงคณิตศาสตร์ การใช้ภาษาสัญลักษณ์และการแสดงสมมติฐานร่วม

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ และคณะ (2546) ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับการปฏิรูปกระบวนการ เรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียนโดยเน้นกระบวนการทางคณิตศาสตร์ งานวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์ 3 ประการ คือ 1) เพื่อศึกษากระบวนการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาและชั้น มัธยมศึกษาตอนต้นโดยใช้ปัญหาแบบปลายเปิด (Open-Ended Problems) และการวิเคราะห์ โปรโตคอล (Protocol Analysis) 2) เพื่อสร้างโมเดลการพัฒนากระบวนการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยการบูรณาการปัญหาปลายเปิดกับยุทธวิธีเมตะค็อกนิชัน และ 3) เพื่อเผยแพร่โมเดลการพัฒนา กระบวนการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์สู่ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยผู้วิจัยกำหนดให้กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 จำนวน 24 คน นักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1-3 จำนวน 24 คน ในระยะแรกของการวิจัย ผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มเป้าหมายเป็นคู่ ๆ แล้วให้กลุ่มเป้าหมายทำกิจกรรมแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นปัญหาปลายเปิด โดยระหว่างที่ นักเรียนแก้ปัญหา ครูผู้ช่วยวิจัยทำการบันทึกภาคสนามเกี่ยวกับการแก้ปัญหาดังกล่าว หลังเสร็จสิ้น การแก้ปัญหาครูผู้ช่วยวิจัยจะทำการสัมภาษณ์นักเรียนแต่ละคู่ ทีละคนทันที โดยขณะทำการ แก้ปัญหาผู้วิจัยได้ทำการบันทึกวิดีโอและบันทึกเทปตลอดการทำกิจกรรมทุกขั้นตอน ในการวิเคราะห์ กระบวนการทางคณิตศาสตร์โดยวิธีการวิเคราะห์โปรโตคอลนั้น ผู้วิจัยใช้ข้อมูลจากโปรโตคอลการ แก้ปัญหาของนักเรียนแต่ละคู่ที่ได้จากการถอดคำพูดจากเทปและวิดีโอ ข้อมูลจากบันทึกภาคสนาม และจากการสัมภาษณ์ รวมทั้งข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอนของโรงเรียนที่เข้าร่วม การวิจัย ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลนำมาใช้ในการสร้างโมเดลการพัฒนากระบวนการเรียนรู้วิชา คณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียกว่า “โมเดลการสอนเชิงเมตะค็อกนิชัน” ซึ่งโมเดลดังกล่าวแสดงให้เห็น ถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหาและการสื่อสารในสถานการณ์การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ในห้องเรียน องค์ประกอบหลักของโมเดลในขั้นนอกสุดคือ องค์ประกอบทางสังคมและวัฒนธรรมของ ชั้นเรียนแต่ละชั้นซึ่งถือเป็นบริบทที่สำคัญของกิจกรรมการเรียนการสอนโดยเฉพาะกิจกรรมการ แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ องค์ประกอบชั้นถัดไปของโมเดลมี 4 องค์ประกอบได้แก่ การสอน ยุทธวิธีการ แก้ปัญหาของผู้เรียน การช่วยเหลือ และกลวิธีการสอนของครู องค์ประกอบทั้งสี่องค์ประกอบนี้ส่งผล กระทบต่อกันต่อเนื่องเป็นวัฏจักรและในขณะเดียวกันก็เป็นบริบทที่ย่อยกว่าองค์ประกอบด้านสังคม และวัฒนธรรมของกิจกรรมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ นอกจากนั้นองค์ประกอบสององค์ประกอบจาก

สิ่งองค์ประกอบที่กล่าวถึงนี้ คือ กลวิธีการสอนของครูและยุทธวิธี-การแก้ปัญหาของนักเรียนยังมีองค์ประกอบย่อยด้านความเชื่อและประสบการณ์เดิมที่มีอิทธิพลต่อกันและกัน องค์ประกอบชั้นในสุดของโมเดลมีองค์ประกอบ 4 องค์ประกอบได้แก่ การเจรจาต่อรอง กิจกรรมของนักเรียน การแลกเปลี่ยนความคิด และกิจกรรมการสอนของครู องค์ประกอบทั้งสี่องค์ประกอบนี้เป็นปริบทที่ใกล้ชิดและมีอิทธิพลอย่างเห็นได้ชัดต่อกิจกรรมการแก้ปัญหาและการสื่อสารในสถานการณ์ปัญหา คณิตศาสตร์ในชั้นเรียน ในการวิจัยครั้งนี้ โมเดลนี้ทำหน้าที่สองประการคือ เป็นกรอบกว้างๆ ในการกำหนดบทบาทของครูและนักเรียนในชั้นเรียน และเป็นกรอบในการวิเคราะห์กระบวนการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในปริบทของห้องเรียน จากนั้นในระยะต่อมาของการวิจัย ผู้วิจัยได้นำโมเดลดังกล่าวไปทดลองใช้ในห้องเรียนจริง และขั้นตอนสุดท้ายของการวิจัยได้มีการเผยแพร่ผลการวิจัยรวมทั้งโมเดลดังกล่าวแก่อาจารย์ผู้สอนคณิตศาสตร์ของโรงเรียนประถมศึกษาและมัธยมศึกษาในเขตจังหวัดขอนแก่นจำนวน 200 คน ผลการศึกษาพบว่า 1) การที่ผู้วิจัยใช้ปัญหาแบบปลายเปิดเป็นสถานการณ์ปัญหา และใช้การวิเคราะห์โปรโตคอลเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์กระบวนการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียน โดยเน้นเฉพาะกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นผลให้ผู้วิจัยสามารถรู้ว่ นักเรียนผู้ใดเกิดการเรียนรู้แบบมีความตระหนักในการคิด (Metacognition) หรือไม่มีความตระหนักในการคิดหรือรู้ว่ นักเรียนผู้ใดมีความตระหนักในการคิดในระหว่างการแก้ปัญหาหรือไม่ และยังพบว่า ปัญหาปลายเปิดทุกปัญหาเป็นสถานการณ์ที่เหมาะสมที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดกระบวนการแก้ปัญหาแบบมีความตระหนักในการคิดโดยปัญหาปลายเปิดแต่ละปัญหามีผลทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้แบบมีความตระหนักในการคิดหรือไม่มีความตระหนักในการคิดมากน้อยแตกต่างกัน ปัญหาที่ผู้เรียนเกิดกระบวนการแก้ปัญหาแบบมีความตระหนักในการคิดมากที่สุดสำหรับชั้นประถมศึกษาคือ ปัญหาเรื่องการเคลื่อนที่ของหนอนคืบ และสำหรับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นคือ ปัญหาเรื่องสายโทรศัพท์และแม่เหล็กติดกระดาษ ส่วนปัญหาที่ผู้เรียนทั้งระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้นเกิดกระบวนการแก้ปัญหาแบบมีความตระหนักในการคติน้อยที่สุดคือปัญหาเรื่องเรขาคณิต 2) ในการสร้างโมเดลการพัฒนากระบวนการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนต้องคำนึงถึงองค์ประกอบทางสังคมและวัฒนธรรมในชั้นเรียน ความเชื่อและประสบการณ์เดิมของครูและนักเรียน เพราะจากการศึกษาพบว่าปัจจัยดังกล่าวมีอิทธิพลต่อกิจกรรมการสอนของครูและยุทธวิธีการแก้ปัญหาของผู้เรียน และ 3) คณะผู้วิจัยได้เผยแพร่ผลการวิจัยรวมทั้งโมเดลการพัฒนากระบวนการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนแก่อาจารย์ผู้สอนคณิตศาสตร์ของโรงเรียนประถมศึกษาและมัธยมศึกษาในเขตจังหวัดขอนแก่นจำนวน 200 คน แล้วเสร็จและประสบความสำเร็จเป็นอย่างดีเนื่องจากครูผู้เข้าอบรมได้แสดงความคิดเห็นต่อผลการวิจัยว่า ปัญหาปลายเปิดเป็นนวัตกรรมที่สอดคล้องกับแนวคิดในการปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ได้จริงและได้เสนอแนะให้ผู้วิจัยเผยแพร่นวัตกรรมนี้ในแง่มุมอื่นได้แก่กระบวนการเรียนรู้และเทคนิคการสอนที่ใช้ปัญหาปลายเปิด รวมทั้งวิธีการสร้างปัญหาปลายเปิดในเนื้อหาสาระอื่นของวิชาคณิตศาสตร์

ชนัญธิดา พรมมา (2554) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ ความสนใจและความตระหนักถึงประโยชน์ของคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนที่ใช้การเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน งานวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาผลของการใช้การเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐานกับผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ ความสนใจและความตระหนักถึงประโยชน์ของคณิตศาสตร์ งานวิจัยนี้

ดำเนินการกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 35 คน เครื่องมือที่ใช้ในการทาวิจัยครั้งนี้คือแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ผลการวิจัยพบว่า จากการใช้การเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน นักเรียนทุกคนมีผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 มีการแสดงออกถึงความสนใจ สนุกสนานและกระตือรือร้นในการเรียนรู้ อีกทั้งยังตระหนักในการนำไปใช้ประโยชน์และสนใจที่จะเรียนรู้คณิตศาสตร์ต่อไป

จตุรงค์ เลิศขวงศา (2559) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการใช้การเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมอภิปัญญาและผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 การวิจัยเชิงปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการใช้การเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน (Pbl) ในการส่งเสริมอภิปัญญาและผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 การวิจัยนี้ดำเนินการกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/4 โรงเรียนวัฒโนทัยพายัพ จังหวัดเชียงใหม่ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 47 คน เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐานจำนวน 11 แผน (แผนละ 100 นาที) แบบบันทึก หลังสอน แบบสะท้อนคิดของนักเรียน แบบประเมินอภิปัญญา (Pre-Test And Post-Test) โดยแบ่งอภิปัญญาออกเป็น 2 ด้านหลัก ได้แก่ 1) ความรู้เชิงอภิปัญญา (Metacognitive Knowledge) ประกอบด้วย 3 ด้านย่อยคือ 1.1) ความรู้ด้านข้อเท็จจริง (Declarative Knowledge) 1.2) ความรู้ด้านกระบวนการ (Procedural Knowledge) และ 1.3) ความรู้ด้านเงื่อนไข (Conditional Knowledge) และ 2) การควบคุมกำกับการรู้คิด (Metacognitive Regulation) ประกอบด้วย 5 ด้านย่อยคือ 2.1) การวางแผน (Planning) 2.2) กลยุทธ์การจัดการข้อมูล (Information Management Strategies) 2.3) การตรวจสอบความเข้าใจ (Comprehension Monitoring) 2.4) กลยุทธ์การแก้ไขข้อบกพร่อง (Debugging Strategies) และ 2.5) การประเมิน (Evaluation) แบบบันทึก การสัมภาษณ์ และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ เรื่องความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ซึ่งผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้พรรณนาวิเคราะห์และสถิติวิเคราะห์ ผลการวิจัยจากการใช้การเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากแบบประเมินอภิปัญญาที่สูงขึ้น จากระดับปานกลางเป็นระดับดี ซึ่งหลังการสอนทั้ง 4 วงจรพบว่า นักเรียนมีระดับอภิปัญญาในทุกด้านอยู่ในระดับดี ยกเว้นด้านการตรวจสอบความเข้าใจอยู่ในระดับปานกลาง นอกจากนี้ ในส่วนของผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ (มากกว่า 80%) มีผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 โดยนักเรียนโดยมีคะแนนเฉลี่ยจากการทาแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์เป็น 14.9 คะแนนจากคะแนนเต็ม 20 คะแนน (คิดเป็นร้อยละ 74.5) และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.73

สรุปได้ว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ที่สูงจะมีผลมาจากหลายปัจจัยไม่ว่าจะเป็นกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หรือจากการใช้คำถามปลายเปิดเพื่อที่จะให้นักเรียนสามารถฝึกตอบคำถามได้กว้างกว่าการใช้คำถามปกติ

2.9.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Cobb and Whitenack (1996) ได้ศึกษาเรื่องกระบวนการกลุ่มย่อยว่าเป็นกระบวนการที่เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์กันของสมาชิกในกลุ่ม ซึ่งช่วยให้เห็นแง่มุมที่ หลากหลายเกี่ยวกับกิจกรรมที่ทำ แง่มุมเหล่านี้เกิดจากการสื่อสารหรือแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การใช้เหตุการณ์เชื่อมโยงทั้งความคิดรวบยอดและกระบวนการ และการนำเสนอแนวคิดของตนเองในกลุ่มย่อย

การทำกิจกรรมกลุ่มย่อยสมาชิกในกลุ่มย่อยมีความคาดหวังซึ่งกันและกันและมีภาระหน้าที่ต้องทำกิจกรรมร่วมกันเพื่อ บรรลุผลสำเร็จตามเป้าประสงค์ที่ตั้งไว้ กระบวนการกลุ่มย่อย ตามแนวคิดของคอปและไวน์แนค ประกอบด้วย องค์ประกอบ 4 ประการ คือ ความคาดหวังและภาระหน้าที่ที่มีต่อผู้ร่วมงานในกลุ่มย่อย การสร้างความหมาย ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนให้กับกิจกรรมของตน ของเพื่อนและงานที่ทำอยู่ โอกาสในการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นสำหรับ นักเรียนแต่ละคนและการจัดระบบความคิดรวบยอดที่นักเรียนแต่ละคนสร้างขึ้น

David Tall (2013) ได้ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการคณิตศาสตร์ของนักเรียนสองคน ทำไมนักเรียนหนึ่งคนถึงประสบความสำเร็จ ส่วนคนอื่น ๆ นั้นถึงล้มเหลวในบทความนี้พิจารณาจากกระบวนการคณิตศาสตร์ของเด็กนักเรียนสองคนที่เรียนผ่านหลักสูตรเบื้องต้นของพีชคณิตในระดับเดียวกันมาแล้ว มีหนึ่งวิธีการที่น่าพอใจในหลักสูตรต่อไปซึ่งเป็นไปได้ไม่ยาก เราวิเคราะห์การตอบสนองของเด็กนักเรียนในกิ่งโครงสร้างโดยการสัมภาษณ์ในหัวข้อของในหัวข้อหลักสูตรแรกเพื่อค้นหาสาเหตุความแตกต่างในผลการดำเนินงานในภายหลัง เราเสนอทฤษฎีที่อธิบายถึงความแตกต่างในการแบ่งของลักษณะของการเชื่อมต่อจิตใจของนักเรียนและความมีชีวิตชีวาของพวกเขาแนวคิดจิตใจของเขาเป็นที่เปิดเผยในการสัมภาษณ์ เราขอแนะนำว่าทฤษฎีนี้สามารถใช้ในการวิเคราะห์คิดของนักเรียนในแง่ของหน่วยความรู้ความเข้าใจที่พวกเขาใช้ในการใช้และสะท้อนให้เห็นถึงโครงสร้างจิตใจของพวกเขาและมีการเชื่อมโยงในผู้ที่ประสบความสำเร็จแต่มีข้อจำกัด และการเชื่อมโยงได้ไม่ดีในผู้ที่ล้มเหลวในที่สุด

Dan Cai (2013) ได้ศึกษาเรื่องการติดตามทางอารมณ์และทางปัญญา กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมในกลุ่มสนทนาออนไลน์ วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการรับรู้ ลักษณะการประมวลผลของความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน ตัวอย่างของนักเรียนจีน (ชาย 48 คน หญิง 63 คน อายุเฉลี่ย 11.97 ปี) จากเกรด 6 ถึงเกรด 8 เข้าร่วมในการศึกษารั้งนี้ พวกเขาศึกษาเกี่ยวกับหน่วยความจำทำงานความเร็วการประมวลผลผลงาน เช่นเดียวกับระบบการประเมินการรับรู้ (Cas) ซึ่งใช้วัดวางแผนต่อเนื่องสนใจพร้อมกันการประมวลผลการประมวลผล (ผ่าน) ผลการศึกษาพบว่า นักศึกษามีการขาดดุลใน Mld ทำงานบริหารกลางภาพและปริภูมิ Sketchpad นอกจากนี้ บรรดานักเรียน พบว่า มีข้อเสีย Mld อย่างกว้างขวางในกระบวนการผ่าน อย่างไรก็ตาม การขาดดุลดังกล่าวไม่พบในการประมวลผลความเร็วของนักเรียน Mld ในบรรดาการคิดการประมวลผลพร้อมกันการประมวลผล การวางแผน และภาพ พื้นที่อย่างมีนัยสำคัญ สามารถร่วมกันพยากรณ์ Mld Sketchpad

Claudia Coronata (2014) ได้ศึกษาเรื่องการประเมินกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการปฏิบัติงานของการสอนและการเรียนรู้ในการศึกษาปฐมวัย ในวัยนี้ ความรู้เป็นกุญแจสำหรับตัวเลขอื่น ๆ การเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีการเน้นความสำคัญของกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อให้บรรลุจึงดีกว่าการปฏิบัติในชีวิตประจำวัน กับความตั้งใจของการวิเคราะห์การปฏิบัติของการศึกษาของจำนวนของเด็กอายุ 4-8 ปี และเพื่อตรวจสอบสถานะของกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่ได้รับการออกแบบโดยเฉพาะตัวชี้วัดที่วิเคราะห์หัตถ์ ของกระบวนการในการปฏิบัติเครื่องมือของการวิเคราะห์คือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เสนอโดยสภาแห่งชาติของครูคณิตศาสตร์ ความละเอียดของปัญหาการสื่อสาร การให้เหตุผล และทดสอบการเชื่อมต่อและการเป็น

ตัวแทน สำหรับแต่ละประเภทมีเจ็ดตัวชี้วัดร่วมประเมินจากผลงานดังกล่าวว่า การวิเคราะห์ข้อมูลจะให้อธิบายก่อน จุดแข็ง และจุดอ่อนในด้านการศึกษาระเบียบวิธีกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะความสัมพันธ์กับความรู้ที่จำเป็นสำหรับการสอนของความเชื่อในเรื่องของตัวเลข ในวัยเด็ก

สรุปได้ว่านักเรียนทุกคนนั้นมีระดับความคิดและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน ทำให้มีการใช้เครื่องมือต่าง ๆ เพื่อพัฒนาความสามารถของนักเรียนในแต่ละระดับชั้นของผู้วิจัยในเรื่องนั้น ๆ ให้มีความสามารถไปในทางที่ดีขึ้น

สรุปวิจัยในประเทศและต่างประเทศ สรุปได้ว่า จากผลการใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนนั้น ช่วยให้เห็นปัญหาอย่างเป็นรูปธรรมและเข้าใจปัญหาได้ง่ายขึ้น เพื่อการสร้างเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ต่างก็ทำให้เกิดศึกษาและการเสริมสร้างการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สามารถเรียนคณิตศาสตร์ดีขึ้น เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพอย่างยิ่ง เครื่องมือต่าง ๆ ช่วยให้ผู้แก้ปัญหาเกิดความรู้อีกว่าได้สัมผัสกับปัญหานั้นอย่างแท้จริง สามารถก่อให้เกิดความกระตือรือร้น ส่งเสริมให้เกิดกระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ กระบวนการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ และกระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดียิ่งขึ้น

2.10 กรอบแนวคิดการวิจัย

การศึกษาความสัมพันธ์ของกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ประกอบไปด้วยกระบวนการทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ Schoenfeld

กระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
กระบวนการนำเสนอทางคณิตศาสตร์
กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องการศึกษาความสัมพันธ์ของกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้ดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างเครื่องมือในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 และ 2/3 โรงเรียนศรีกระนวนวิทยาคม ตำบลหนองโก อำเภอกะนวน จังหวัดขอนแก่น ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 2 ห้อง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 มีจำนวนนักเรียน 45 คน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/3 มีจำนวนนักเรียน 43 คน รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 88 คน

เหตุผลที่ผู้วิจัยเลือกกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 และ 2/3 เนื่องจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีทั้งหมด 11 ห้อง นักเรียนทั้ง 11 ห้อง จัดชั้นเรียนความสามารถมีทั้ง เก่ง ปานกลาง อ่อน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 3.2.1 แบบทดสอบกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส จำนวน 6 ข้อ
- 3.2.2 แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างจำนวน 6 ข้อ

3.3 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

3.3.1 แบบทดสอบกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จำนวน 6 ข้อ

ศึกษาค้นคว้าเอกสารหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เกี่ยวกับสาระการเรียนรู้

3.3.1.1 ศึกษาการออกแบบทดสอบกระบวนการทางคณิตศาสตร์และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเพื่อให้สอดคล้องกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์

3.3.1.2 ศึกษาหลักการ วิธีการสร้างแบบทดสอบกระบวนการทางคณิตศาสตร์และการหาคุณภาพแบบทดสอบกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (ไพศาล วรคำ. 2554 : 262-263)

3.3.1.3 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 สารการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เนื้อหาโจทย์ปัญหาทฤษฎีบทพีทาโกรัส

3.3.1.4 สร้างแบบทดสอบกระบวนการทางคณิตศาสตร์จำนวน 10 ข้อ สร้างเพื่อครอบคลุมเนื้อหาเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส

3.3.1.5 นำแบบทดสอบกระบวนการทางคณิตศาสตร์เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม แล้วนำคำแนะนำที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ข้อเสนอแนะของคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์มีดังนี้

1) การออกแบบทดสอบกระบวนการทางคณิตศาสตร์นั้นต้องให้ครอบคลุมและสอดคล้องกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 กระบวนการ คือ กระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ กระบวนการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ และกระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

2) จำนวนข้อของแบบทดสอบกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ต้องให้จำนวนข้อของทั้ง 3 กระบวนการ มีจำนวนข้อเท่ากันเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลจะได้แม่นยำ

3) ควรสร้างเกณฑ์การประเมินแบบทดสอบกระบวนการทางคณิตศาสตร์ให้ครอบคลุมทั้ง 3 กระบวนการ

3.3.1.6 นำแบบทดสอบเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย

1) ดร. บรรชา นันจรัสวิชาเอก วท.ม.คณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ผู้เชี่ยวชาญด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์

2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภูษิต บุญทองเถิง วิชาเอก ศษ.ด.หลักสูตรและการสอน ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์

3) นางราริน นันทพานิช ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ วิชาเอก ค.ม. สาขาวิจัยและวัดผลประเมินผล ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัย

เพื่อประเมินความคิดเห็นที่มีต่อแบบทดสอบกระบวนการทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งตรวจสอบความเหมาะสมด้านเนื้อหา ภาษา สลิตี การวัดและการประเมินผล แล้วนำคำแนะนำที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมีดังนี้

1) มีเพียงบางข้อที่เนื้อหายังไม่ครอบคลุมกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์ แต่สอดคล้องเนื้อหา เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส ควรจะปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้แบบทดสอบนี้มีความครอบคลุมและสอดคล้องกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเนื้อหา เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสมากขึ้น

2) ควรออกข้อสอบให้นักเรียนแสดงการพิสูจน์และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

3) ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์

(Item – Objective Congruence Index : IOC) โดยมีเกณฑ์ดังนี้

สอดคล้อง	จะมีคะแนนเป็น	+1
ไม่แน่ใจ	จะมีคะแนนเป็น	0
ไม่สอดคล้อง	จะมีคะแนนเป็น	-1

4) นำผลประเมินความสอดคล้องมาคำนวณค่า IOC โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง (ไพศาล วรคำ, 2554, น. 262-263) เลือกข้อสอบที่ได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.05 ขึ้นไป เป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ ปรากฏว่าได้ข้อสอบที่มีค่า IOC เท่ากับ 1 ทั้งหมดจำนวน 10 ข้อ

5) นำแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปได้ ได้แบบทดสอบกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จำนวน 10 ข้อ ไปทำการทดสอบหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น โดยนำไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 40 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย ผลการประเมิน ผลการทดลองใช้แบบทดสอบกระบวนการทางคณิตศาสตร์ พบว่า ในสถานการณ์จริงแบบทดสอบกระบวนการทางคณิตศาสตร์มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการศึกษากระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เพราะแบบทดสอบกระบวนการทางคณิตศาสตร์มีความเหมาะสมด้านเนื้อหา ภาษา และการประเมินกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เนื่องจาก เมื่อนักเรียนอ่านโจทย์ในแบบทดสอบกระบวนการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาที่ใช้ แล้วนำผลการ Try out มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย อำนาจจำแนก และหาค่าความเชื่อมั่น

6) นำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นรายข้อตามสูตรของวิทเนย์และซาเบอร์ส (ไพศาล วรคำ, 2554, น. 292-293) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก (P) ตั้งแต่ 0.2 - 0.8 และมีค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.2 - 1.0 จึงถือว่าข้อสอบใช้ได้ ผลการวิเคราะห์พบว่าข้อสอบรายข้อมีความยากที่อยู่ในเกณฑ์มี ซึ่งอยู่ระหว่าง 0.28 และมีค่าอำนาจจำแนกที่อยู่ในเกณฑ์ซึ่งอยู่ระหว่าง 0.70 ซึ่งข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ดังกล่าวมีทั้งหมด 10 ข้อ

7) นำแบบทดสอบกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สัมประสิทธิ์และแอลฟาของครอนบัก ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.7 ขึ้นไปจะถือว่าข้อสอบใช้ได้ ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่าแบบทดสอบกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทางคณิตศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.853

8) นำแบบทดสอบกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย การวิเคราะห์กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยใช้เกณฑ์ตามกรอบทฤษฎีที่ใช้ในการประเมินกระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผล กระบวนการนำเสนอ และกระบวนการสื่อสาร ผู้วิจัยสร้างเกณฑ์การประเมินดังนี้

ตารางที่ 3.1

เกณฑ์การประเมินกระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผล

คะแนน:ระดับคุณภาพ	กระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผล
4 : ดีมาก	มีการอ้างอิง เสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล
3 : ดี	มีการอ้างอิงที่ถูกต้องบางส่วน และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
2 : พอใช้	เสนอแนวคิดไม่สมเหตุสมผลในการประกอบการตัดสินใจ
1 : ควรแก้ไข	มีความพยายามเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
0 : ควรปรับปรุง	ไม่มีแนวคิดประกอบการตัดสินใจ

ตารางที่ 3.2

เกณฑ์การประเมินกระบวนการนำเสนอ

คะแนน:ระดับคุณภาพ	กระบวนการนำเสนอ
4 : ดีมาก	มีการใช้อุปกรณ์และมีการนำเสนอเป็นขั้นตอน การแปลความหมาย ถูกต้อง สมบูรณ์ มีความละเอียดชัดเจน รูปแบบของการทำแบบทดสอบ
3 : ดี	มีการใช้อุปกรณ์และมีการนำเสนอเป็นขั้นตอน การแปลความหมาย ถูกต้อง สมบูรณ์ มีความละเอียดชัดเจน แต่รูปแบบของการทำแบบทดสอบไม่ถูกต้อง
2 : พอใช้	มีการใช้อุปกรณ์และมีการนำเสนอเป็นขั้นตอน การแปลความหมาย ถูกต้อง แต่ยังไม่สมบูรณ์และไม่ชัดเจนเพียงพอ
1 : ควรแก้ไข	มีการใช้อุปกรณ์และมีการนำเสนอเป็นขั้นตอนไม่ชัดเจน การแปลความหมายบางส่วนไม่ถูกต้อง
0 : ควรปรับปรุง	ไม่นำเสนอข้อมูล

ตารางที่ 3.3

เกณฑ์การประเมินกระบวนการสื่อสาร

คะแนน:ระดับคุณภาพ	กระบวนการสื่อสาร
4 : ดีมาก	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง และมีรายละเอียดครบถ้วน
3 : ดี	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง และยังมีขาดรายละเอียดในบางประเด็น
2 : พอใช้	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง และยังมีขาดรายละเอียดในบางประเด็น
1 : ควรแก้ไข	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง และมีรายละเอียดไม่ชัดเจนและไม่ถูกต้อง
0 : ควรปรับปรุง	ไม่มีการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ 3.4

เกณฑ์กระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ คะแนนเต็มข้อละ 4 คะแนน มีจำนวน 6 ข้อ รวมทั้งหมด 24 คะแนน

ระดับ	คะแนน
สูง	20 - 24
ปานกลาง	11 - 19
ต่ำ	0 - 10

ตารางที่ 3.5

เกณฑ์กระบวนการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ คะแนนเต็มข้อละ 4 คะแนน มีจำนวน 6 ข้อ รวมทั้งหมด 24 คะแนน

ระดับ	คะแนน
สูง	20 - 24
ปานกลาง	11 - 19
ต่ำ	0 - 10

ตารางที่ 3.6

เกณฑ์กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ คะแนนเต็มข้อละ 4 คะแนน มีจำนวน 6 ข้อ รวมทั้งหมด 24 คะแนน

ระดับ	คะแนน
สูง	20 - 24
ปานกลาง	11 - 19
ต่ำ	0 - 10

ตารางที่ 3.7

เกณฑ์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2

ระดับ	คะแนน
สูง	15 - 20
ปานกลาง	11 - 14
ต่ำ	0 - 10

3.3.1.7 แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

1) ศึกษาหลักการ วิธีการสร้างแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง
 2) กำหนดประเด็นหลักและประเด็นย่อยของการสัมภาษณ์ พร้อมทั้งกำหนดกรอบของคำถามในแต่ละประเด็น สำหรับการสัมภาษณ์นักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายเน้นการสัมภาษณ์เชิงลึก (In – depth Interview) เพื่อจะได้ทราบถึงลักษณะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

3) สร้างแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย

4) นำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างที่สร้างขึ้น เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม แล้วนำคำแนะนำที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

ข้อเสนอแนะของคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์มีดังนี้

4.1) สร้างแบบสัมภาษณ์ให้นักเรียนได้แสดงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างชัดเจน

4.2) แบบสัมภาษณ์ควรมีข้อคำถามที่เจาะลึกถึงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 กระบวนการ

5) นำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างที่ตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม 3 ท่าน เพื่อประเมินความคิดเห็นที่มีต่อแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างแล้วนำคำแนะนำที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ
 ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมีดังนี้

5.1จ ควรจะสร้างแบบสัมภาษณ์ให้ครอบคลุมกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์และสอดคล้องเนื้อหา เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส

5.2) ผู้วิจัยควรเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบการสัมภาษณ์ให้เพียงพอ และขณะสัมภาษณ์ผู้วิจัยควรให้นักเรียนอธิบายเหตุผลในการแก้ปัญหาโดยใช้อุปกรณ์ที่ผู้วิจัยเตรียมไว้ให้

6) นำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างที่ปรับปรุงและคัดเลือกแล้วเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อให้ความเห็นชอบอีกครั้ง

7) นำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างที่ปรับปรุงและคัดเลือกแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม 3 ท่าน เพื่อให้ความเห็นชอบอีกครั้ง

8) นำสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

3.4 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.1 ขอนหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และกำหนดวันเวลาในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.2 ติดต่อประสานงานกับกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 88 คน เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย บทบาทหน้าที่ของกลุ่มเป้าหมาย ชี้แจงวัตถุประสงค์ของการสอบ และขอความร่วมมือในการสอบด้วยความตั้งใจ เพื่อให้ได้ผลตามความเป็นจริง

3.4.3 ดำเนินการเก็บข้อมูลตามระยะ ดังนี้

3.4.3.1 ผู้วิจัยจำแนกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน จากคะแนนกลางภาควิชาคณิตศาสตร์ใน ภาคเรียนที่ 1 โดยคะแนนกลางภาควิชาคณิตศาสตร์มีคะแนนเต็ม 20 คะแนน ผู้วิจัยจำแนกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ระดับต่ำอยู่ในช่วง 0 – 10 คะแนน จำนวน 27 คน ระดับปานกลางอยู่ในช่วง 11 - 14 จำนวน 34 คน ระดับสูงอยู่ในช่วง 15 - 20 จำนวน 27 คน

3.4.3.2 ทำการวัดกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบทดสอบกระบวนการทางคณิตศาสตร์

3.4.3.3 สัมภาษณ์กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยสุ่มจากนักเรียนที่มีคะแนนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1) ระดับสูง จำนวน 3 คน ซึ่งนักเรียนทั้ง 3 คนมีกระบวนการทางคณิตศาสตร์ครอบคลุมทั้ง 3 กระบวนการ

2) ระดับปานกลาง จำนวน 3 คน ซึ่งนักเรียนทั้ง 3 คนมีกระบวนการทางคณิตศาสตร์ครอบคลุมทั้ง 3 กระบวนการ

3) ระดับต่ำ จำนวน 3 คน ซึ่งนักเรียนทั้ง 3 คนมีกระบวนการทางคณิตศาสตร์ครอบคลุมทั้ง 3 กระบวนการจำนวนทั้งหมด 9 คน จากนั้นนำมาสัมภาษณ์เป็นรายบุคคล

3.5 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 การวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ การวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือผู้วิจัยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หาค่าความยากของแบบทดสอบกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบกระบวนการทางคณิตศาสตร์

3.5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูลการทำแบบทดสอบกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ใช้การวิเคราะห์งานเขียน (Task Analysis) การบรรยายเชิงวิเคราะห์ (Analytic Description) และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จากแบบทดสอบกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ใช้การวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Correlation)

3.5.3 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ผู้วิจัยจะทำการวิเคราะห์ การสัมภาษณ์เชิงลึก เกี่ยวกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนการสัมภาษณ์เชิงลึก คือผู้วิจัยจะสัมภาษณ์กลุ่มเป้าหมาย โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง การสัมภาษณ์จะใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 2-3 ชั่วโมงต่อนักเรียนหนึ่งคน เนื่องจากการสัมภาษณ์เป็นการสัมภาษณ์เชิงลึก ผู้วิจัยอาจจะถามกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในเชิงลึก โดยใช้การบรรยายเชิงวิเคราะห์ (Analytic

Description) ถ้างานเขียนของนักเรียนกำกวม ทำให้ผู้วิจัยเกิดข้อสงสัยในประเด็นที่นักเรียนตอบ ด้วยเหตุผลนี้ทำให้ผู้วิจัยต้องบันทึกคำพูด พฤติกรรมที่แสดงออกถึงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.6.1 สถิติพื้นฐาน ได้แก่

3.6.1.1 ร้อยละ (Percentage) (อรัญ ชูกระเดื่อง, 2557, น. 51-57)

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

เมื่อ P แทน ร้อยละใดๆที่ต้องการหา
 f_i แทน จำนวนใด ๆ ที่ต้องการหาร้อยละ
 N แทน จำนวนทั้งหมด

3.6.1.2 ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) (อรัญ ชูกระเดื่อง, 2557, น. 51-57)

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

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มเป้าหมาย
 $\sum X$ แทน ผลรวมของข้อมูล
 n แทน จำนวนข้อมูลของกลุ่มเป้าหมาย

3.6.1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) (อรัญ ชูกระเดื่อง, 2557, น. 51-57)

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N}}$$

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มเป้าหมาย
 \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มเป้าหมาย
 n แทน จำนวนข้อมูลของกลุ่มเป้าหมาย

3.6.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ ได้แก่

3.6.2.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กับจุดประสงค์กิจกรรม (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์, 2527, น. 117)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ค่าดัชนีความสอดคล้อง
	R_i	แทน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	$\sum_{i=1}^n R_i$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3.6.2.2 ค่าความยากของแบบทดสอบกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จะต้องแบ่งกลุ่มเป้าหมายออกเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนโดยใช้เทคนิค 25 % ของกลุ่มเป้าหมายนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมดโดยคำนวณจากสูตรของวิทเนย์และซาเบอร์ส (ล้วนสายยศ; และอังคณาสายยศ, 2539, น. 199 - 200)

$$ดัชนีค่าความยาก \quad P_E = \frac{S_U + S_L - (2N)(X_{\min})}{2N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	P_E	แทน	ดัชนีค่าความยาก
	S_U	แทน	ผลรวมคะแนนกลุ่มเก่งในแต่ละข้อ
	S_L	แทน	ผลรวมคะแนนกลุ่มอ่อนในแต่ละข้อ
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
	X_{\max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุดในแต่ละข้อ
	X_{\min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุดในแต่ละข้อ

3.6.2.3 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบกระบวนการทางคณิตศาสตร์ คำนวณจากสูตรของวิทเนย์และซาเบอร์ส (ล้วนสายยศ; และอังคณาสายยศ, 2539, น. 199 - 201)

$$ดัชนีค่าอำนาจจำแนก \quad D = \frac{S_U - S_L}{N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	D	แทน	ดัชนีค่าอำนาจจำแนก
	S_U	แทน	ผลรวมคะแนนกลุ่มเก่งในแต่ละข้อ
	S_L	แทน	ผลรวมคะแนนกลุ่มอ่อนในแต่ละข้อ

N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
X_{\max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุดในแต่ละข้อ
X_{\min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุดในแต่ละข้อ

3.6.2.4 การหาความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งใช้สูตรการหาสัมประสิทธิ์อัลฟา (α Coefficient) ของ Cronbach ดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2554, น. 282)

$$\text{สูตร } \alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k s_i^2}{s_t^2} \right)$$

- เมื่อ α แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ทั้งฉบับ
 k แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบกระบวนการทางคณิตศาสตร์
 s_i^2 แทน ความแปรปรวนของแบบทดสอบกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในแต่ละข้อ
 s_t^2 แทน ความแปรปรวนของแบบทดสอบกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ทั้งฉบับ

3.6.3 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.3.1 สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Correlation) ใช้ในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (กัญญา วาณิชย์บัญชา, น. 2545)

$$r_{xy} = \sqrt{\frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{(n \sum X^2 - (\sum X)^2) - (n \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}$$

- เมื่อ r_{xy} แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
 X แทน ข้อมูลของตัวแปรที่ 1
 Y แทน ข้อมูลของตัวแปรที่ 2
 n แทน จำนวนข้อมูลของตัวแปรตัวใดตัวหนึ่ง
โดยมีเกณฑ์พิจารณาการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ (r_{xy}) ดังนี้

1. ค่า r_{xy} เป็นลบ แสดงว่า X และ Y มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้าม คือ ถ้า X เพิ่มขึ้น Y จะลด แต่ถ้า X ลด Y จะเพิ่ม
2. ค่า r_{xy} เป็นบวก แสดงว่า X และ Y มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน คือ ถ้า X เพิ่มขึ้น Y จะเพิ่ม แต่ถ้า X ลด Y จะลด
3. ค่า r_{xy} เข้าใกล้ 1 แสดงว่า X และ Y มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันและมีความสัมพันธ์กันมาก

4. ค่า r_{XY} เข้าใกล้ -1 แสดงว่า X และ Y มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามและมีความสัมพันธ์กันมาก

5. ค่า r_{XY} เท่ากับ 0 แสดงว่า X และ Y ไม่มีความสัมพันธ์
เกณฑ์ในการแปลความหมายค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r_{XY}) มีดังนี้

± 0.81 ถึง ± 1.00	หมายถึง	มีความสัมพันธ์ระดับสูงมาก
± 0.61 ถึง ± 0.80	หมายถึง	มีความสัมพันธ์ระดับสูง
± 0.41 ถึง ± 0.60	หมายถึง	มีความสัมพันธ์ระดับปานกลาง
± 0.21 ถึง ± 0.40	หมายถึง	มีความสัมพันธ์ระดับต่ำ
± 0.00 ถึง ± 0.20	หมายถึง	มีความสัมพันธ์ระดับต่ำมาก



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การศึกษาความสัมพันธ์ของกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิจัย ตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. ลำดับชั้นที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ผลการวิจัย

4.1 ลำดับชั้นที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาความสัมพันธ์ของกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยนำเสนอผลการศึกษา ดังนี้

- 4.1.1 ผลการศึกษากระบวนการทางคณิตศาสตร์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
- 4.1.2 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
- 4.1.3 ผลการศึกษาแนวคิดของกระบวนการทางคณิตศาสตร์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นกรณีศึกษา จำนวน 9 คน

4.2 ผลการวิจัย

ในการวิเคราะห์ข้อมูลของการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษากระบวนการทางคณิตศาสตร์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 การศึกษาความสัมพันธ์ของกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและศึกษาแนวคิดของกระบวนการทางคณิตศาสตร์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นกรณีศึกษา 9 คน

4.2.1 ผลการศึกษากระบวนการทางคณิตศาสตร์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

การศึกษากิจกรรมทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการศึกษากิจกรรมทางคณิตศาสตร์เป็นคะแนนภาพรวมของนักเรียนในแต่ละกระบวนการทางคณิตศาสตร์โดยประกอบด้วยกระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ กระบวนการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ และกระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นร้อยละดังตารางที่ 4.1 คะแนนภาพรวมเมื่อเทียบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กับกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในการทำแบบทดสอบกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นร้อยละดังตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน โดยภาพรวมของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับ

กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในการทำแบบทดสอบกระบวนการทางคณิตศาสตร์
ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.1

ภาพรวมความถี่และร้อยละของคะแนนกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จากแบบทดสอบกระบวนการ
ทางคณิตศาสตร์

กระบวนการทางคณิตศาสตร์	คะแนนของกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์	ความถี่	ร้อยละ
กระบวนการพิสูจน์และให้ เหตุผลทางคณิตศาสตร์	สูง	37	42.05
	ปานกลาง	31	35.23
	ต่ำ	20	22.73
กระบวนการนำเสนอทาง คณิตศาสตร์	สูง	67	76.14
	ปานกลาง	15	17.05
	ต่ำ	6	6.82
กระบวนการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์	สูง	33	37.50
	ปานกลาง	48	54.55
	ต่ำ	7	7.95

จากตารางที่ 4.1 พบว่าในการทำแบบทดสอบกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แบ่งตามคะแนนกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ได้ 3 ระดับคะแนน คือ ระดับ
คะแนนสูง กระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จำนวน 37 คน คิดเป็นร้อยละ 42.05
ระดับคะแนนปานกลางจำนวน 31 คน คิดเป็นร้อยละ 35.23 ระดับคะแนนต่ำ จำนวน 20 คน
คิดเป็นร้อยละ 22.73 กระบวนการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ระดับคะแนนสูง จำนวน 67 คน คิดเป็น
ร้อยละ 76.14 ระดับคะแนนปานกลาง จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 17.05 ระดับคะแนนต่ำ
จำนวน 6 คน คิดเป็นจำนวน 6.82 และกระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ระดับคะแนนสูง จำนวน
33 คน คิดเป็นร้อยละ 37.50 ระดับคะแนนปานกลาง จำนวน 48 คน คิดเป็นร้อยละ 54.55 ระดับ
คะแนนต่ำ จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 7.96ตามลำดับ

ตารางที่ 4.2

ภาพรวมความถี่และร้อยละของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เทียบกับคะแนนกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จากแบบทดสอบกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	กระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์		กระบวนการนำเสนอทางคณิตศาสตร์		กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์				
	คะแนนกระบวนการทางคณิตศาสตร์		คะแนนกระบวนการทางคณิตศาสตร์		คะแนนกระบวนการทางคณิตศาสตร์				
สูง	ความถี่ (จำนวนนักเรียน)	ร้อยละ	ความถี่ (จำนวนนักเรียน)	ร้อยละ	ความถี่ (จำนวนนักเรียน)	ร้อยละ			
	สูง	24	88.89	สูง	25	92.59	สูง	22	81.48
	ปานกลาง	2	7.41	ปานกลาง	1	3.70	ปานกลาง	5	18.52
	ต่ำ	1	3.70	ต่ำ	1	3.70	ต่ำ	0	0
ปานกลาง	ความถี่ (จำนวนนักเรียน)	ร้อยละ	ความถี่ (จำนวนนักเรียน)	ร้อยละ	ความถี่ (จำนวนนักเรียน)	ร้อยละ			
	สูง	12	35.29	สูง	27	79.41	สูง	11	32.35
	ปานกลาง	20	58.82	ปานกลาง	7	20.59	ปานกลาง	22	64.71
	ต่ำ	2	5.88	ต่ำ	0	0	ต่ำ	1	2.94
ต่ำ	ความถี่ (จำนวนนักเรียน)	ร้อยละ	ความถี่ (จำนวนนักเรียน)	ร้อยละ	ความถี่ (จำนวนนักเรียน)	ร้อยละ			
	สูง	0	0	สูง	15	55.56	สูง	0	0
	ปานกลาง	10	37.04	ปานกลาง	7	25.93	ปานกลาง	21	77.78
	ต่ำ	17	62.96	ต่ำ	5	18.52	ต่ำ	6	22.22

จากตารางที่ 4.2 พบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับคะแนนสูงมีคะแนนกระบวนการทางคณิตศาสตร์มีคะแนนกระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ระดับคะแนนสูง จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 88.89 ระดับคะแนนปานกลาง จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 7.41 ระดับคะแนนต่ำ จำนวน 1 คน คิดเป็น 3.70 กระบวนการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ ระดับคะแนนสูง จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 92.59 ระดับคะแนนปานกลาง จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 3.70 ระดับคะแนนต่ำ จำนวน 1 คน คิดเป็น 3.70 กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ระดับคะแนนสูง จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 81.48 ระดับคะแนนปานกลาง จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 18.52

ระดับคะแนนต่ำ จำนวน 0 คน คิดเป็นร้อยละ 0 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับคะแนนปานกลางมีคะแนนกระบวนทางคณิตศาสตร์มีคะแนนกระบวนการศึกษาพิสูจน์และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ระดับคะแนนสูง จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 35.29 ระดับคะแนนปานกลาง จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 58.82 ระดับคะแนนต่ำ จำนวน 2 คน คิดเป็น 5.88 กระบวนกรนำเสนอทางคณิตศาสตร์ ระดับคะแนนสูง จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 79.41 ระดับคะแนนปานกลาง จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 20.59 ระดับคะแนนต่ำ จำนวน 0 คน คิดเป็น 0 กระบวนกรสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ระดับคะแนนสูง จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 32.35 ระดับคะแนนปานกลาง จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 64.71 ระดับคะแนนต่ำ จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.94 และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับคะแนนต่ำมีคะแนนกระบวนทางคณิตศาสตร์มีคะแนนกระบวนกรศึกษาพิสูจน์และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ระดับคะแนนสูง จำนวน 0 คน คิดเป็นร้อยละ 0 ระดับคะแนนปานกลาง จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 37.04 ระดับคะแนนต่ำ จำนวน 17 คน คิดเป็น 62.96 กระบวนกรนำเสนอทางคณิตศาสตร์ ระดับคะแนนสูง จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 55.56 ระดับคะแนนปานกลาง จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 25.93 ระดับคะแนนต่ำ จำนวน 5 คน คิดเป็น 18.52 กระบวนกรสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ระดับคะแนนสูง จำนวน 0 คน คิดเป็นร้อยละ 0 ระดับคะแนนปานกลาง จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 77.78 ระดับคะแนนต่ำ จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 22.22ตามลำดับ

ตารางที่ 4.3

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน โดยภาพรวมของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับกระบวนกรทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในการทำแบบทดสอบกระบวนกรทางคณิตศาสตร์

คะแนน	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์												
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	รวม	
กระบวนกรทางคณิตศาสตร์													
การพิสูจน์และให้เหตุผล	\bar{X}	12.07	16.80	18.57	19.00	21.09	19.43	22.67	24.00	23.00	22.67	24.00	17.84
	ความถี่	27	10	7	6	11	7	6	3	4	3	4	88
	S.D.	4.59	3.79	0.98	5.99	2.88	7.37	2.06	0.00	2.00	2.31	0.00	5.82
การนำเสนอ	\bar{X}	19.63	22.40	22.29	23.00	22.91	20.29	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	21.84
	ความถี่	27	10	7	6	11	7	6	3	4	3	4	88
	S.D.	5.52	2.63	2.93	2.45	2.43	7.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.30
การสื่อสาร	\bar{X}	15.78	17.20	18.86	20.33	21.27	21.43	23.00	22.00	24.00	24.00	24.00	19.36
	ความถี่	27	10	7	6	11	7	6	3	4	3	4	88
	S.D.	4.34	3.29	2.27	2.94	3.133	3.21	2.45	3.46	0.00	0.00	0.00	4.40

หมายเหตุ ไม่มีนักเรียนที่ได้คะแนนต่ำกว่า 10

จากตารางที่ 4.3 พบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ 10 คะแนน มีกระบวนกรศึกษาพิสูจน์และให้เหตุผล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.07 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.59 กระบวนกรนำเสนอ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.63 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.52 และกระบวนกรสื่อสาร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.78 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.34 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ 11 คะแนน มีกระบวนกรศึกษาพิสูจน์และให้เหตุผล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.80 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.79 กระบวนกรนำเสนอ มีค่าเฉลี่ย

4.2.2 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

ตารางที่ 4.4

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้การวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

กระบวนการทางคณิตศาสตร์	ผลสัมฤทธิ์สูง	การแปลความหมาย	ผลสัมฤทธิ์ปานกลาง	การแปลความหมาย	ผลสัมฤทธิ์ต่ำ	การแปลความหมาย
การพิสูจน์และให้เหตุผล	1	ระดับสูงมาก	0.57*	ระดับปานกลาง	0.53*	ระดับปานกลาง
การนำเสนอ	0.57*	ระดับปานกลาง	1	ระดับสูงมาก	0.32*	ระดับต่ำ
การนำเสนอ	0.53*	ระดับปานกลาง	0.32*	ระดับต่ำ	1	ระดับสูงมาก

หมายเหตุ *มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 4.4 พบว่า ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง มีกระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผล อยู่ในระดับสูงมาก กระบวนการนำเสนอ อยู่ในระดับปานกลาง และกระบวนการสื่อสาร อยู่ในระดับปานกลางมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 1, 0.57 และ 0.53 ตามลำดับ นักเรียนที่มีความสัมพันธ์ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลาง มีกระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผล อยู่ในระดับปานกลาง กระบวนการนำเสนอ อยู่ในระดับสูงมาก และกระบวนการสื่อสาร อยู่ในระดับต่ำมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.57, 1 และ 0.32 ตามลำดับ และนักเรียนที่มีความสัมพันธ์ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง มีกระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผล อยู่ในระดับปานกลาง กระบวนการนำเสนอ อยู่ในระดับต่ำ และกระบวนการสื่อสาร อยู่ในระดับสูงมากมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.53, 0.32 และ 1 ตามลำดับ

4.2.3 ศึกษาแนวคิดของกระบวนการทางคณิตศาสตร์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นกรณีศึกษา

ศึกษาแนวคิดของกระบวนการทางคณิตศาสตร์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มี 3 กระบวนการคือ กระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ กระบวนการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ และกระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

การสัมภาษณ์นักเรียนที่เป็นกรณีศึกษา (Case Study) จำนวน 9 คน ประกอบด้วย กลุ่มที่ได้คะแนนกระบวนการทางคณิตศาสตร์ระดับคะแนนสูง จำนวน 3 คน กลุ่มที่ได้คะแนนกระบวนการ

ทางคณิตศาสตร์ระดับคะแนนปานกลาง จำนวน 3 คน และกลุ่มที่ได้คะแนนกระบวนการทางคณิตศาสตร์ระดับคะแนนต่ำ จำนวน 3 คน ผลการสัมภาษณ์เป็นดังนี้

ระดับคะแนนของกระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

1. การสัมภาษณ์นักเรียนที่มีระดับคะแนนสูง

จากการสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนที่มีกระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระดับคะแนนสูงจะมีแนวคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างละเอียดและถูกต้อง สามารถใช้ประสบการณ์และความรู้เดิมที่เคยเรียนมาช่วยในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง การวิเคราะห์การสัมภาษณ์จากแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง มีรายละเอียดดังนี้

ผู้วิจัย : ให้นักเรียนอธิบายแนวคิดในการแก้ปัญหาดังกล่าว

ปราช : จากโจทย์ข้อนี้เราจะใช้รถจักรยานเพื่อกลับบ้าน โดยเริ่มออกจากโรงเรียนไปทางทิศเหนือ 5 กิโลเมตร และไปทางทิศตะวันตกอีก 8 กิโลเมตร และมุ่งหน้าสู่ทิศเหนืออีก 10 กิโลเมตรจึงถึงบ้านพอดี

ผู้วิจัย : แล้วทำอะไรต่อครับ

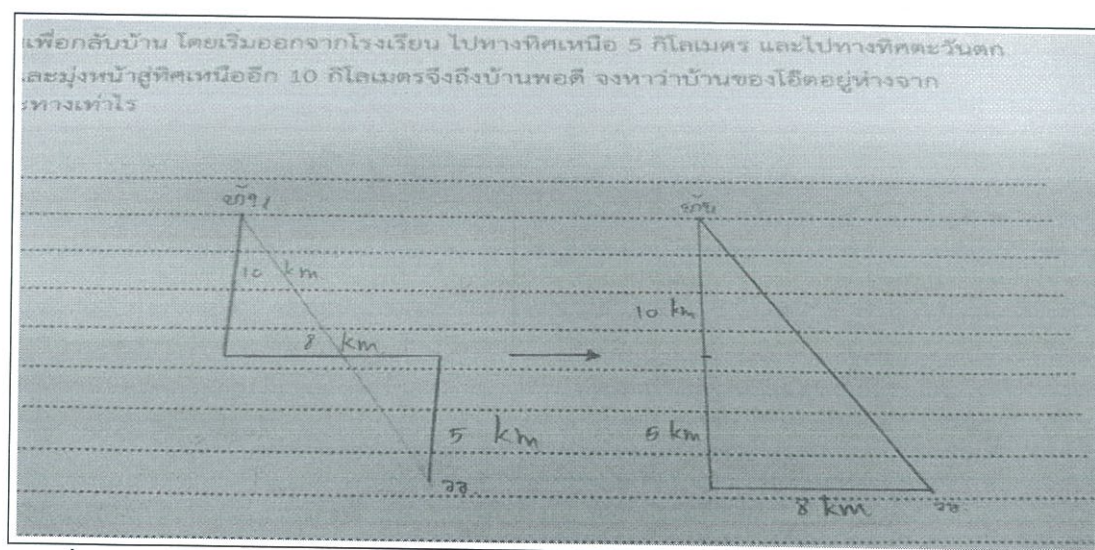
ปราช : หนูคิดว่าจากรูปการเดินทางของไอ้ตจะใช้วิธีการเลื่อนขนานของเส้น สองเส้น ทำให้เกิดเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากพอดีคะ

ผู้วิจัย : ทำไมนักเรียนถึงคิดว่าจะต้องเลื่อนขนานละครึบ

ปราช : เนื่องจากรูปที่เกิดขึ้นตอนแรกเป็นรูปสามเหลี่ยมสองรูป เพื่อการคำนวณให้ง่ายขึ้นเราจะใช้การเลื่อนขนานทำให้เกิดรูปสามเหลี่ยมมุมฉากเพียงหนึ่งรูป

จากรูปก็จะหาได้จากความสัมพันธ์ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก (จับบทสนทนา) ตัวอย่างงานเขียนประกอบการสัมภาษณ์ของนักเรียนที่มีระดับคะแนนสูง

โจทย์ ไอ้ตขี่จักรยานเพื่อกลับบ้าน โดยเริ่มออกจากโรงเรียน ไปทางทิศเหนือ 5 กิโลเมตร และไปทางทิศตะวันตกอีก 8 กิโลเมตร และมุ่งหน้าสู่ทิศเหนืออีก 10 กิโลเมตรจึงถึงบ้านพอดี จงหาว่าบ้านของไอ้ตอยู่ห่างจากโรงเรียนเป็นระยะทางเท่าไร



ภาพที่ 4.1 งานเขียนประกอบการสัมภาษณ์ของนักเรียนที่มีระดับคะแนนสูง

2. การสัมภาษณ์นักเรียนที่มีระดับคะแนนปานกลาง

จากการสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนมีกระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ระดับคะแนนปานกลางมีแนวคิดในการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน สามารถใช้ประสบการณ์และความรู้เดิมที่เคยเรียนมาช่วยในการแก้ปัญหาได้บ้าง การวิเคราะห์การสัมภาษณ์จากแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง มีรายละเอียดดังนี้

ผู้วิจัย : ให้นักเรียนอธิบายแนวคิดในการแก้ปัญหาดังกล่าว

ต้า : จากโจทย์ข้อนี้ครับ การเดินทางไกลไปอยู่ค่ายพักแรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เดินทางออกจากโรงเรียนไป ทางทิศเหนือ 10 กิโลเมตร แล้วเดินทางไปทางทิศตะวันตก 7 กิโลเมตร แล้วจึงเดินขึ้นไปทางเหนืออีก 14 กิโลเมตร

ผู้วิจัย : แล้วทำอะไรต่อครับ

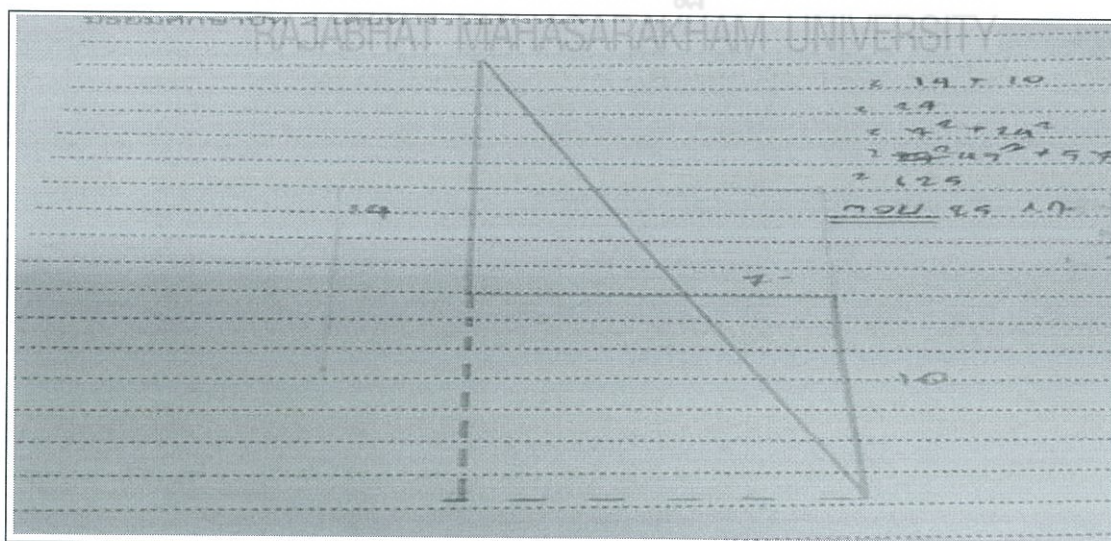
ต้า : ผมมองว่าการเดินทางของนักเรียนเอามารวมกันแล้วหาความสัมพันธ์ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากครับ

ผู้วิจัย : เอามารวมกันอย่างไรครับ

ต้า : จากรูปผมเอาด้านบนกับด้านล่างมารวมกันครับ แล้วก็หาด้านที่หายไป โดยใช้การหาความสัมพันธ์ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากครับ (จับบทสนทนา)

ตัวอย่างงานเขียนประกอบการสัมภาษณ์ของนักเรียนที่มีระดับคะแนนปานกลาง

โจทย์ การเดินทางไกลไปอยู่ค่ายพักแรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เดินทางออกจากโรงเรียนไป ทางทิศเหนือ 10 กิโลเมตร แล้วเดินทางไปทางทิศตะวันตก 7 กิโลเมตร แล้วจึงเดินขึ้นไปทางเหนืออีก 14 กิโลเมตร จึงจะถึงที่พักรวม ระยะทางระหว่างที่พักรวมกับโรงเรียนอยู่ห่างกันกี่ กิโลเมตรและระยะทางที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เดินทางรวมทั้งหมดกี่กิโลเมตร



ภาพที่ 4.2 งานเขียนประกอบการสัมภาษณ์ของนักเรียนที่มีระดับคะแนนปานกลาง

3. การสัมภาษณ์นักเรียนที่มีระดับคะแนนต่ำ

จากการสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนมีกระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระดับคะแนนต่ำมีแนวคิดในการแก้ปัญหาที่ไม่ถูกต้อง สามารถใช้ประสบการณ์และความรู้เดิมที่เคยเรียนมาช่วยในการแก้ปัญหาได้เพียงเล็กน้อย การวิเคราะห์การสัมภาษณ์จากแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง มีรายละเอียดดังนี้

ผู้วิจัย : ให้นักเรียนอธิบายแนวคิดในการแก้ปัญหาดังกล่าว

ตี : จากโจทย์ข้อนี้ครับ เขาบอกว่าครูเสียงยืนอยู่บนระเบียงบ้านสูง 10.30 เมตร มองมาที่พื้นดินเห็นนก 1 ตัว ถ้ากับตัวนั้นอยู่ห่างจากบ้าน 5 เมตร

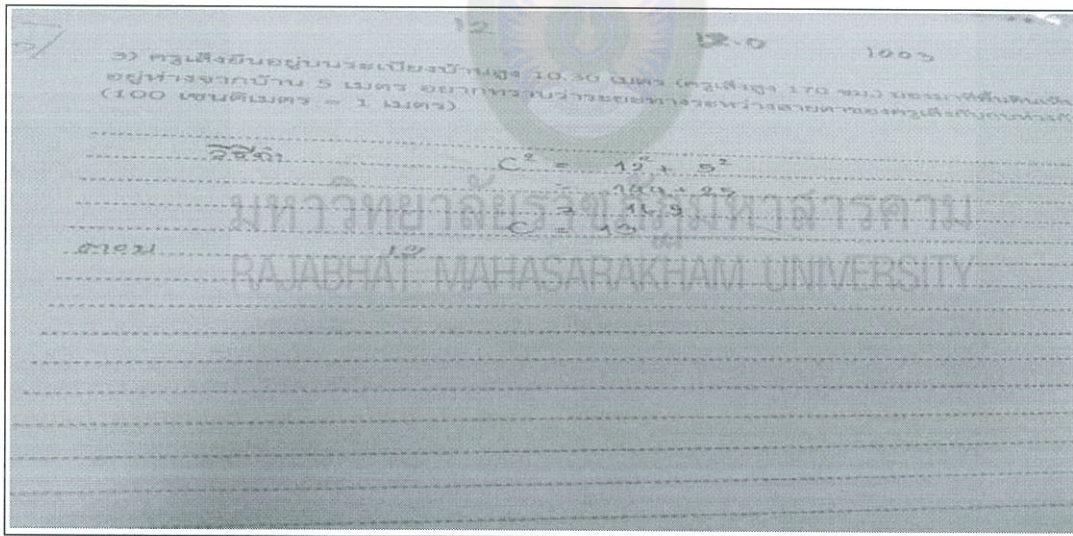
ผู้วิจัย : แล้วทำอย่างไรต่อครับ

ตี : ผมคิดว่าเอาความสูงมาบวกกันแล้วหาคำตอบเลยครับ

(จบบทสนทนา)

ตัวอย่างงานเขียนประกอบการสัมภาษณ์ของนักเรียนที่มีระดับคะแนนต่ำ

โจทย์ ครูเสียงยืนอยู่บนระเบียงบ้านสูง 10.30 เมตร (ครูเสียงสูง 170 ซม.) มองมาที่พื้นดินเห็นนก 1 ตัว ถ้ากับตัวนั้นอยู่ห่างจากบ้าน 5 เมตร อยากทราบว่าระยะทางระหว่างสายตาของครูเสียงกับกับห่างกันกี่เมตร(100 เซนติเมตร = 1 เมตร)



ภาพที่ 4.3 งานเขียนประกอบการสัมภาษณ์ของนักเรียนที่มีระดับคะแนนต่ำ

การวิเคราะห์การสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนมีแนวคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างละเอียดและถูกต้อง สามารถใช้ประสบการณ์และความรู้เดิมที่เคยเรียนมาช่วยในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง บางกลุ่มมีแนวคิดในการแก้ปัญหาที่ยังไม่ชัดเจนและถูกต้อง สามารถใช้ประสบการณ์และความรู้เดิมที่เคยเรียนมาช่วยในการแก้ปัญหาได้บ้าง และอีกกลุ่มมีแนวคิดในการแก้ปัญหาที่ไม่ถูกต้อง สามารถใช้ประสบการณ์และความรู้เดิมที่เคยเรียนมาช่วยในการแก้ปัญหาได้เพียงเล็กน้อย

ระดับคะแนนของกระบวนการนำเสนอทางคณิตศาสตร์

1. การสัมภาษณ์นักเรียนที่มีระดับคะแนนสูง

จากการสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนมีกระบวนการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ระดับคะแนนสูงโดยสามารถใช้อุปกรณ์นำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างละเอียดและถูกต้อง การวิเคราะห์การสัมภาษณ์จากแบบสัมภาษณ์กิ่งโครงสร้าง มีรายละเอียดดังนี้

ผู้วิจัย : ให้นักเรียนใช้อุปกรณ์ในการอธิบายวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว

กอล์ฟ : จากโจทย์ข้อนี้ครับ โอ้ตเริ่มเดินทางจากโรงเรียนไปทางทิศเหนือ 5 กิโลเมตร และไปทางทิศตะวันตกอีก 8 กิโลเมตร และไปทิศเหนืออีก 10 กิโลเมตร

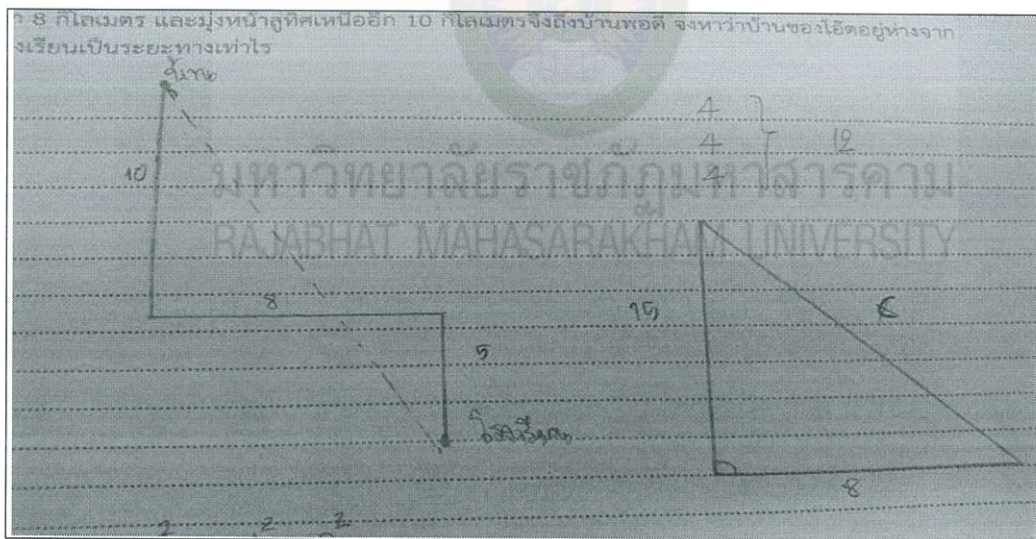
ผู้วิจัย : แล้วทำอย่างไรต่อครับ

กอล์ฟ : ผมใช้ไม้บรรทัดและดินสอลากตามทิศทางของโจทย์ที่กำหนดให้ครับ แล้วค่อยมาแก้ปัญหาต่อไปครับ

(จบบทสนทนา)

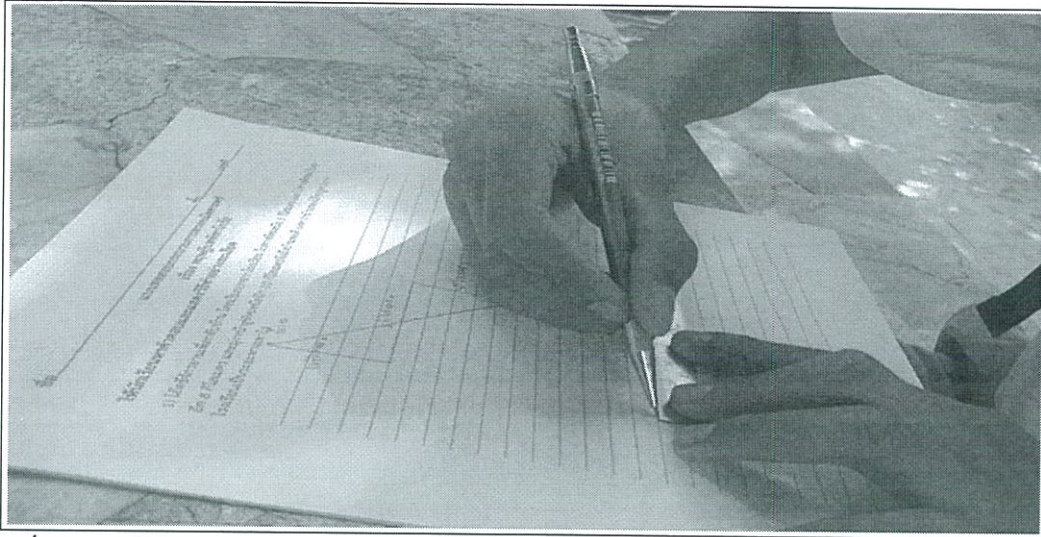
ตัวอย่างงานเขียนประกอบการสัมภาษณ์ของนักเรียนที่มีระดับคะแนนสูง

โจทย์ โอ้ตขี่จักรยานเพื่อกลับบ้าน โดยเริ่มออกจากโรงเรียน ไปทางทิศเหนือ 5 กิโลเมตร และไปทางทิศตะวันตกอีก 8 กิโลเมตร และมุ่งหน้าสู่ทิศเหนืออีก 10 กิโลเมตรจึงถึงบ้านพอดี จงหาว่าบ้านของโอ้ตอยู่ห่างจากโรงเรียนเป็นระยะทางเท่าไร



ภาพที่ 4.4 งานเขียนประกอบการสัมภาษณ์ของนักเรียนที่มีระดับคะแนนสูง

ภาพตัวอย่าง การใช้อุปกรณ์ของนักเรียนในกระบวนการนำเสนอทางคณิตศาสตร์



ภาพที่ 4.5 การใช้อุปกรณ์ของนักเรียนของนักเรียนที่มีระดับคะแนนสูง

2. การสัมภาษณ์นักเรียนที่มีระดับคะแนนปานกลาง

จากการสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนมีกระบวนการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ระดับคะแนนปานกลางโดยสามารถใช้อุปกรณ์นำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้บ้าง

การวิเคราะห์การสัมภาษณ์จากแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง มีรายละเอียดดังนี้

ผู้วิจัย : ให้นักเรียนใช้อุปกรณ์ในการอธิบายวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว

เคັก : จากโจทย์ข้อนี้คะ โอ้ตกลับโรงเรียนไปทางทิศเหนือ 5 กิโลเมตร ไปทางตะวันตกอีก 8 กิโลเมตร และไปเหนืออีก 10 กิโลเมตร

ผู้วิจัย : แล้วทำอะไรต่อครับ

เคັก : หนูจะใช้ไม้บรรทัดและดินสอลากตามทิศทางของโจทย์ที่กำหนดให้

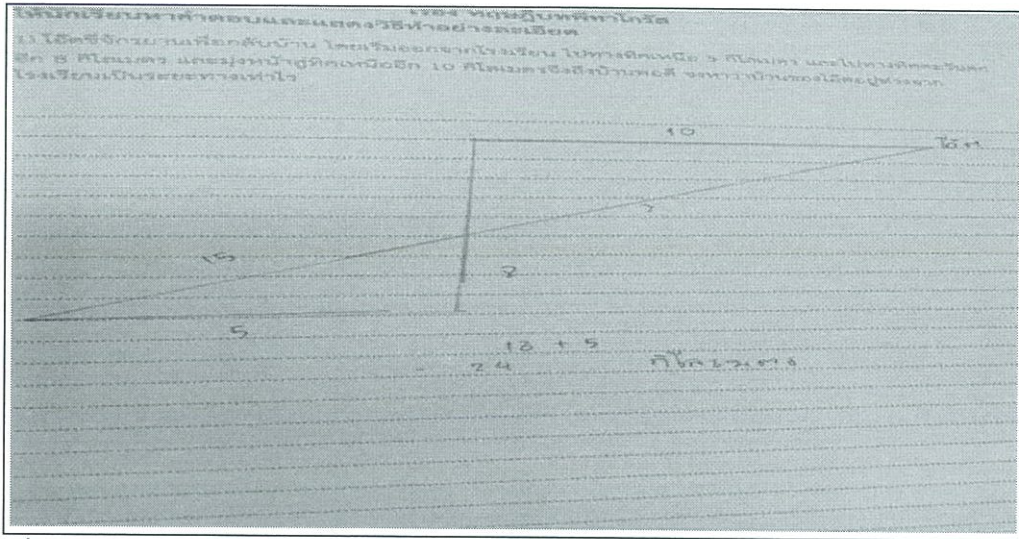
ผู้วิจัย : ทิศทางถูกต้องแล้วใช่ไหมครับ

เคັก : หนูคิดว่าถูกแล้วคะ แล้วหนูก็จะแก้ปัญหากากรูปนี้ต่อไปคะ

(จบบทสนทนา)

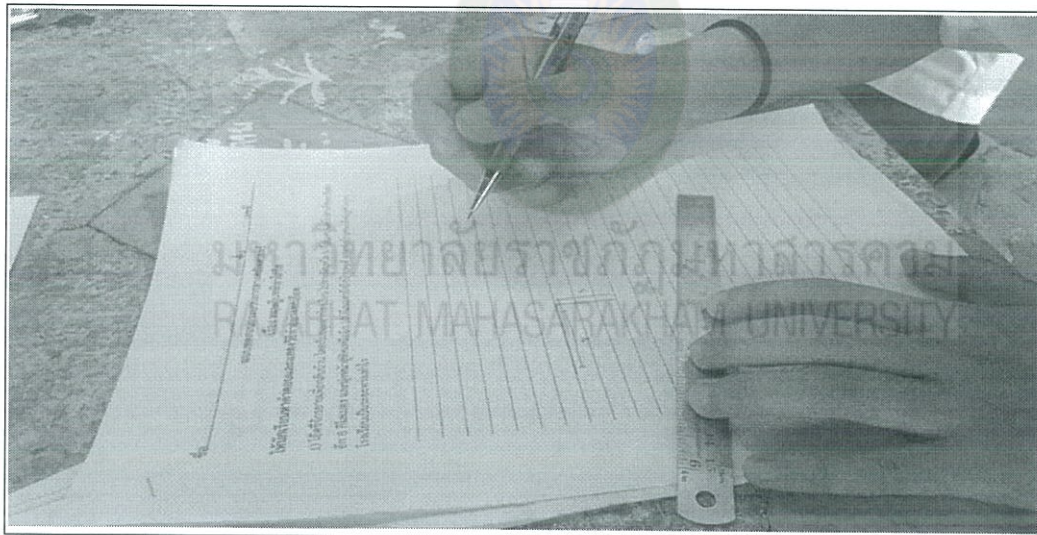
ตัวอย่างงานเขียนประกอบการสัมภาษณ์ของนักเรียนที่มีระดับคะแนนปานกลาง

โจทย์ โอ้ตขี่จักรยานเพื่อกลับบ้าน โดยเริ่มออกจากโรงเรียน ไปทางทิศเหนือ 5 กิโลเมตร และไปทางทิศตะวันตกอีก 8 กิโลเมตร และมุ่งหน้าสู่ทิศเหนืออีก 10 กิโลเมตรจึงถึงบ้านพอดี จงหาว่าบ้านของโอ้ตอยู่ห่างจากโรงเรียนเป็นระยะทางเท่าไร



ภาพที่ 4.6 งานเขียนประกอบการสัมภาษณ์ของนักเรียนที่มีระดับคะแนนปานกลาง

ภาพตัวอย่าง การใช้อุปกรณ์ของนักเรียนในกระบวนการนำเสนอทางคณิตศาสตร์



ภาพที่ 4.7 การใช้อุปกรณ์ของนักเรียนของนักเรียนที่มีระดับคะแนนปานกลาง

3. การสัมภาษณ์นักเรียนที่มีระดับคะแนนต่ำ

จากการสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนมีกระบวนการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ระดับคะแนนต่ำโดยสามารถใช้อุปกรณ์นำมาใช้ในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง

การวิเคราะห์การสัมภาษณ์จากแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง มีรายละเอียดดังนี้

ผู้วิจัย : ให้นักเรียนใช้อุปกรณ์ในการอธิบายวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว

เจ้ง : จากโจทย์ข้อนี้ครับจะวาดได้แบบนี้ครับ

ผู้วิจัย : แล้วทำอย่างไรต่อครับ

เจ้ง : ผมจะนำรูปนี้มาคิดต่อครับ

(จบบทสนทนา)

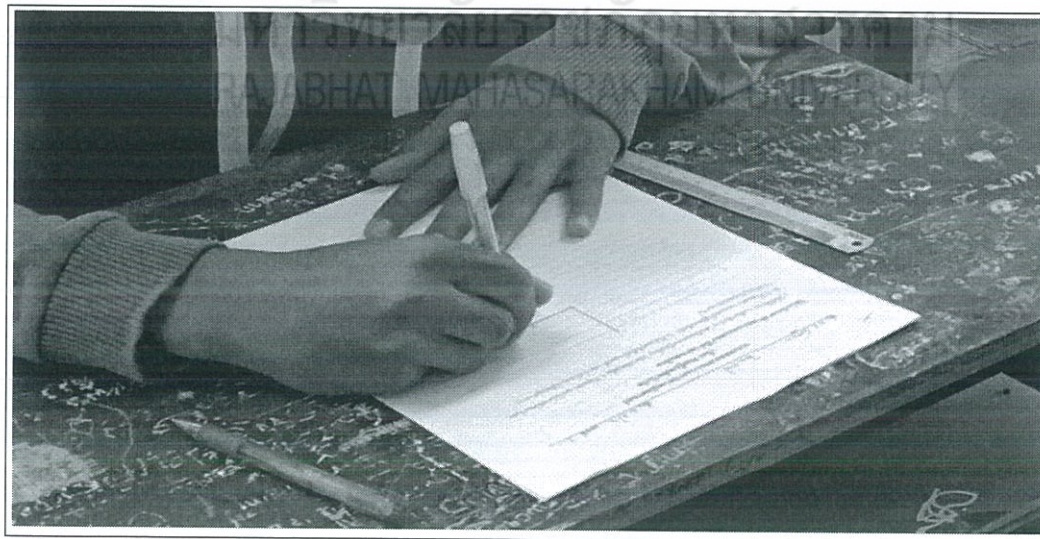
ตัวอย่างงานเขียนประกอบการสัมภาษณ์ของนักเรียนที่มีระดับคะแนนต่ำ

โจทย์ โธิตซี่จักรยานเพื่อกลับบ้าน โดยเริ่มออกจากโรงเรียน ไปทางทิศเหนือ 5 กิโลเมตร และไปทางทิศตะวันตกอีก 8 กิโลเมตร และมุ่งหน้าสู่ทิศเหนืออีก 10 กิโลเมตรจึงถึงบ้านพอดี จงหาว่าบ้านของโธิตซี่อยู่ห่างจากโรงเรียนเป็นระยะทางเท่าไร



ภาพที่ 4.8 งานเขียนประกอบการสัมภาษณ์ของนักเรียนที่มีระดับคะแนนต่ำ

ภาพตัวอย่าง การใช้อุปกรณ์ของนักเรียนในกระบวนการนำเสนอทางคณิตศาสตร์



ภาพที่ 4.9 งานเขียนประกอบการสัมภาษณ์ของนักเรียนที่มีระดับคะแนนต่ำ

การวิเคราะห์การสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนมีสามารถใช้อุปกรณ์นำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างละเอียดและถูกต้อง บางกลุ่มสามารถใช้อุปกรณ์นำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้บ้าง และอีกกลุ่มใช้อุปกรณ์นำมาใช้ในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง

ระดับคะแนนของกระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

1. การสัมภาษณ์นักเรียนที่มีระดับคะแนนสูง

จากการสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนมีกระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ระดับคะแนนสูงโดยสามารถใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง และมีรายละเอียดครบถ้วน การวิเคราะห์การสัมภาษณ์จากแบบสัมภาษณ์กิ่งโครงสร้าง มีรายละเอียดดังนี้

ผู้วิจัย : ให้นักเรียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว

มิน : จากโจทย์ข้อนี้ นะคะ โอ้ตเริ่มเดินทางจากโรงเรียนไปทางทิศเหนือ 5 กิโลเมตร และไปทางทิศตะวันตกอีก 8 กิโลเมตร และไปทิศเหนืออีก 10 กิโลเมตรพอดี

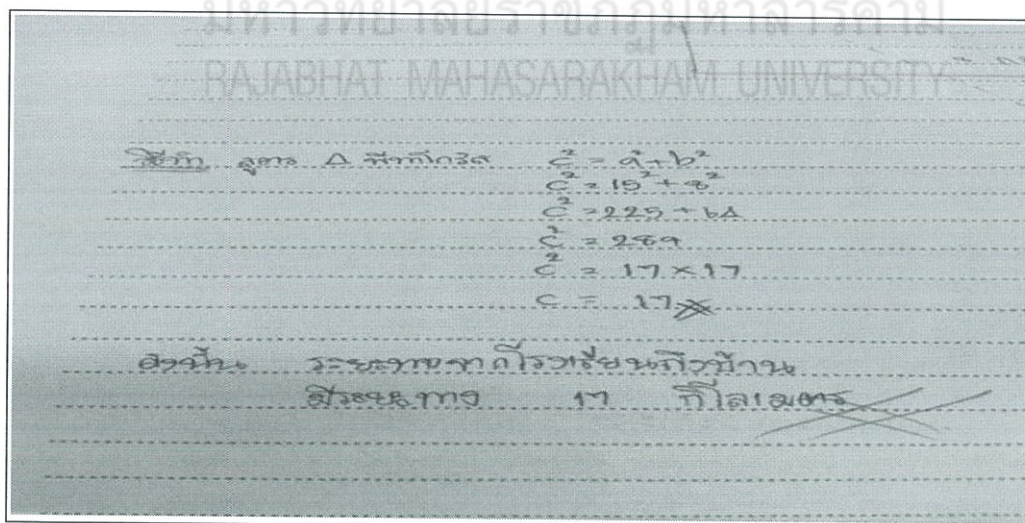
ผู้วิจัย : แล้วทำอย่างไรต่อครับ

มิน : หนูจะใช้สูตรสามเหลี่ยมพีทาโกรัสมาใช้ในการแก้ปัญหาคะ

(จับบทสนทนา)

ตัวอย่างงานเขียนประกอบการสัมภาษณ์ของนักเรียนที่มีระดับคะแนนสูง

โจทย์ โอ้ตขี่จักรยานเพื่อกลับบ้าน โดยเริ่มออกจากโรงเรียน ไปทางทิศเหนือ 5 กิโลเมตร และไปทางทิศตะวันตกอีก 8 กิโลเมตร และมุ่งหน้าสู่ทิศเหนืออีก 10 กิโลเมตรจึงถึงบ้านพอดี จงหาว่าบ้านของโอ้ตอยู่ห่างจากโรงเรียนเป็นระยะทางเท่าไร



ภาพที่ 4.10 งานเขียนประกอบการสัมภาษณ์ของนักเรียนที่มีระดับคะแนนสูง

2. การสัมภาษณ์นักเรียนที่มีระดับคะแนนปานกลาง

จากการสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนมีกระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ระดับคะแนนสูงโดยสามารถใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง และยังสามารถละเอียดในบางประเด็น การวิเคราะห์การสัมภาษณ์จากแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง มีรายละเอียดดังนี้

ผู้วิจัย : ให้นักเรียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว

แพรว : โอ้ตกลงกลับจากโรงเรียนไปทางทิศเหนือ 5 กิโลเมตร และไปทางทิศตะวันตกอีก 8 กิโลเมตร และไปทิศเหนืออีก 10 กิโลเมตรพอดี

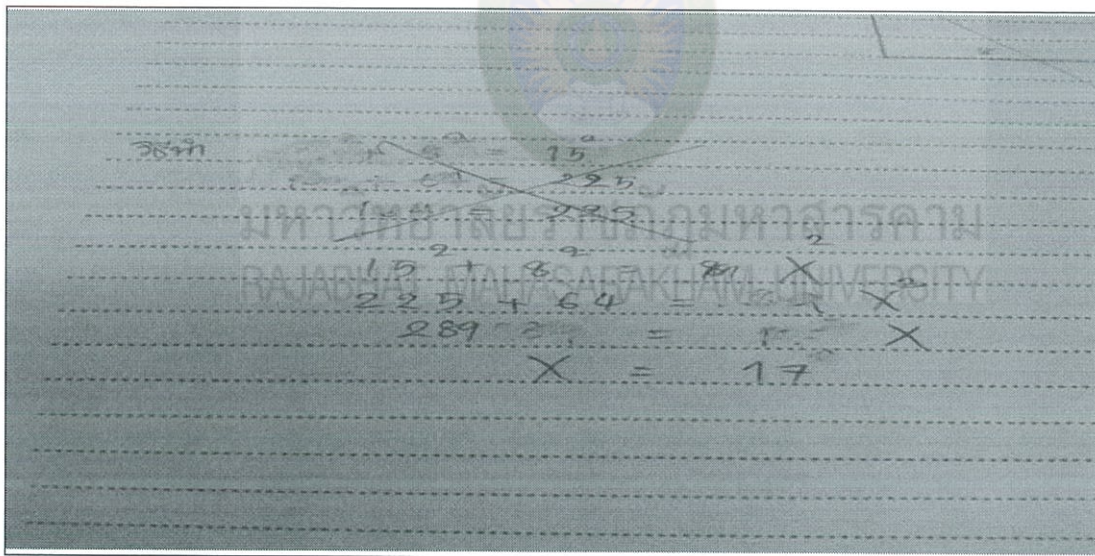
ผู้วิจัย : แล้วทำอย่างไรต่อครับ

แพรว : หนูจะหาด้านที่หายไปโดยใช้เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสค่ะ

(จับบทสนทนา)

ตัวอย่างงานเขียนประกอบการสัมภาษณ์ของนักเรียนที่มีระดับคะแนนปานกลาง

โจทย์ โอ้ตซ์จี้กรยานเพื่อกลับบ้าน โดยเริ่มออกจากโรงเรียน ไปทางทิศเหนือ 5 กิโลเมตร และไปทางทิศตะวันตกอีก 8 กิโลเมตร และมุ่งหน้าสู่ทิศเหนืออีก 10 กิโลเมตรจึงถึงบ้านพอดี จงหาว่าบ้านของโอ้ตอยู่ห่างจากโรงเรียนเป็นระยะทางเท่าไร



ภาพที่ 4.11 งานเขียนประกอบการสัมภาษณ์ของนักเรียนที่มีระดับคะแนนปานกลาง

3. การสัมภาษณ์นักเรียนที่มีระดับคะแนนต่ำ

จากการสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนมีกระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ระดับคะแนนต่ำโดยสามารถใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง และยังมีรายละเอียดไม่ชัดเจนและไม่ถูกต้อง การวิเคราะห์การสัมภาษณ์จากแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง มีรายละเอียดดังนี้

ผู้วิจัย : ให้นักเรียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว

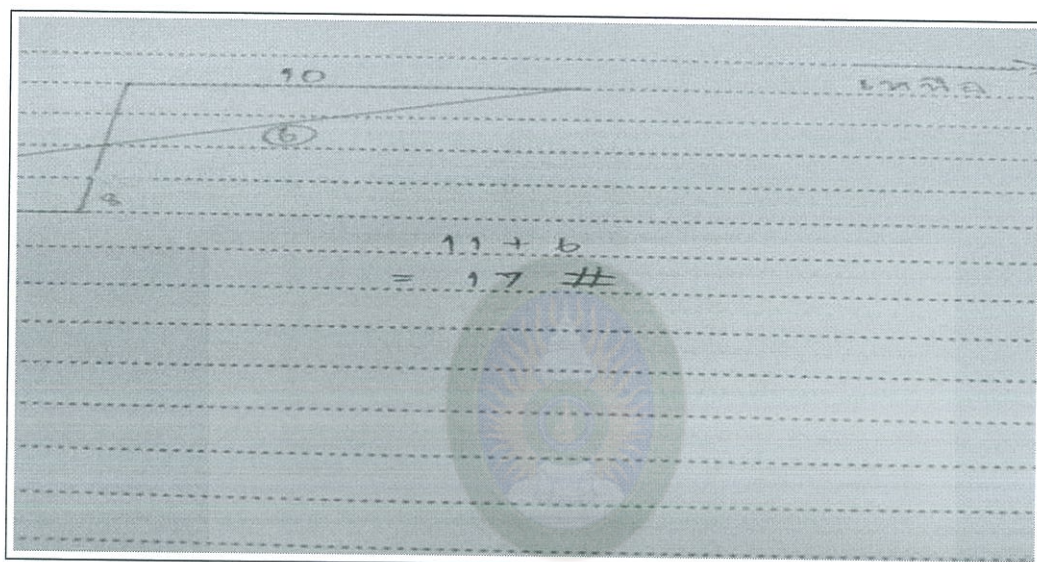
แดน : โอ้ตซ์จี้กรยานกลับบ้าน โดยออกจากโรงเรียนไปทางทิศเหนือ 5 กิโลเมตร ไปทางทิศตะวันตก 8 กิโลเมตร และไปทิศเหนือ 10 กิโลเมตร

ผู้วิจัย : แล้วทำอะไรต่อครับ
แดน : ผมคิดว่าเอารวมกันครับ

(จับบทสนทนา)

ตัวอย่างงานเขียนประกอบการสัมภาษณ์ของนักเรียนที่มีระดับคะแนนต่ำ

โจทย์ โธ่ตี่จ้กรยานเพื่อกลับบ้าน โดยเริ่มออกจากโรงเรียน ไปทางทิศเหนือ 5 กิโลเมตร และไปทางทิศตะวันตกอีก 8 กิโลเมตร และมุ่งหน้าสู่ทิศเหนืออีก 10 กิโลเมตรจึงถึงบ้านพอดี จงหาว่าบ้านของโธ่อยู่ห่างจากโรงเรียนเป็นระยะทางเท่าไร



ภาพที่ 4.12 งานเขียนประกอบการสัมภาษณ์ของนักเรียนที่มีระดับคะแนนต่ำ

การวิเคราะห์การสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง และมีรายละเอียดครบถ้วน บางกลุ่มใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง และยังขาดรายละเอียดในบางประเด็น และอีกกลุ่มมีใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง และยังมีรายละเอียดไม่ชัดเจนและไม่ถูกต้อง

จากการสัมภาษณ์ สรุปได้ว่า นักเรียนที่มีกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่มีระดับคะแนนสูง จะมีแนวคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างละเอียดและถูกต้อง สามารถใช้ประสบการณ์และความรู้เดิมที่เคยเรียนมาช่วยในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องใช้อุปกรณ์นำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างละเอียดและถูกต้องและมีการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง และมีรายละเอียดครบถ้วน

นักเรียนที่มีกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่มีระดับคะแนนปานกลางมีแนวคิดในการแก้ปัญหา ยังไม่ชัดเจน สามารถใช้ประสบการณ์และความรู้เดิมที่เคยเรียนมาช่วยในการแก้ปัญหาได้บ้าง ใช้อุปกรณ์นำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้บ้าง และใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง และยังมีขาดรายละเอียดในบางประเด็น

และนักเรียนที่มีกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่มีระดับคะแนนต่ำจะมีแนวคิดในการแก้ปัญหาที่ไม่ถูกต้อง สามารถใช้ประสบการณ์และความรู้เดิมที่เคยเรียนมาช่วยในการแก้ปัญหาได้เพียงเล็กน้อย ใช้อุปกรณ์นำมาใช้ในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง และใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง และยังมีรายละเอียดไม่ชัดเจนและไม่ถูกต้อง



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 5

สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การศึกษาความสัมพันธ์ของกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย
2. อภิปรายผลการวิจัย
3. ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ในการวิจัยเรื่องการศึกษาความสัมพันธ์ของกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับคะแนนสูงมีคะแนนกระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระดับคะแนนสูง คิดเป็นร้อยละ 88.89 คะแนนกระบวนการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ระดับคะแนนสูง คิดเป็นร้อยละ 92.59 และกระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ระดับคะแนนสูง คิดเป็นร้อยละ 81.48 นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับคะแนนปานกลางมีคะแนนกระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระดับคะแนนปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 58.82 คะแนนกระบวนการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ระดับคะแนนสูง คิดเป็นร้อยละ 79.41 และกระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ระดับคะแนนปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 64.71 และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับคะแนนต่ำมีคะแนนกระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระดับคะแนนต่ำ คิดเป็นร้อยละ 62.96 คะแนนกระบวนการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ระดับคะแนนสูง คิดเป็นร้อยละ 55.56 และกระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ระดับคะแนนปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 77.78

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง มีกระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผล อยู่ในระดับสูงมาก กระบวนการนำเสนอ อยู่ในระดับปานกลาง และกระบวนการสื่อสาร อยู่ในระดับปานกลางมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 1, 0.57 และ 0.53 ตามลำดับ นักเรียนที่มีความสัมพันธ์ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลาง มีกระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผล อยู่ในระดับปานกลาง กระบวนการนำเสนอ อยู่ในระดับสูงมาก และกระบวนการสื่อสาร อยู่ในระดับต่ำมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.57, 1 และ 0.32 ตามลำดับ และนักเรียนที่มีความสัมพันธ์ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง มีกระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผล อยู่ในระดับปานกลาง กระบวนการนำเสนอ อยู่ในระดับต่ำ และกระบวนการสื่อสาร อยู่ในระดับสูงมากมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.53, 0.32 และ 1 ตามลำดับ

ผลการสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนที่มีกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่มีระดับคะแนนสูง จะมีแนวคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างละเอียดและถูกต้อง สามารถใช้ประสบการณ์และความรู้เดิมที่เคยเรียนมาช่วยในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ใช้อุปกรณ์นำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างละเอียดและถูกต้องและมีการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง และมีรายละเอียดครบถ้วน

นักเรียนที่มีกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่มีระดับคะแนนปานกลางมีแนวคิดในการแก้ปัญหา ยังไม่ชัดเจน สามารถใช้ประสบการณ์และความรู้เดิมที่เคยเรียนมาช่วยในการแก้ปัญหาได้บ้าง ใช้อุปกรณ์นำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องและใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง และยังขาดรายละเอียดในบางประเด็น

และนักเรียนที่มีกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่มีระดับคะแนนต่ำจะมีแนวคิดในการแก้ปัญหาที่ไม่ถูกต้อง สามารถใช้ประสบการณ์และความรู้เดิมที่เคยเรียนมาช่วยในการแก้ปัญหาได้เพียงเล็กน้อย ใช้อุปกรณ์นำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง และยังมีรายละเอียดไม่ชัดเจนและไม่ถูกต้อง

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

ในการวิจัยเรื่องเรื่องการศึกษาความสัมพันธ์ของกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง มีกระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผลอยู่ในระดับสูงมาก ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงมีความสามารถในการพิสูจน์และให้เหตุผลที่ดี มีคิดรวบยอด ทราบข้อเท็จจริง ข้อความ แนวคิดสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ สามารถหาความสัมพันธ์และแสดงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลเพราะนักเรียนมีความรู้เดิมที่นำมาช่วยในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องสอดคล้องกับ ริมาส ศรีลำดวน. (2546, น. 6)กล่าวว่า นักเรียนที่มีกระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ดี คือการที่นักเรียนมีความสามารถการประยุกต์ใช้การกระทำต่าง ๆ ที่นำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เริ่มแก้ปัญหาจากสิ่งที่ต้องการพิสูจน์ นั่นคือจะเริ่มพิจารณาจากเหตุไปสู่อุผล และการตรวจสอบคำตอบว่าถูกต้องหรือไม่

นักเรียนที่มีความสัมพันธ์ของผลสัมฤทธิ์ทางเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลาง มี กระบวนการนำเสนอ อยู่ในระดับสูงมาก ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลางมีพฤติกรรมที่จะสะท้อนให้ผู้วิจัยเห็นถึงความเข้าใจและความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง นักเรียนสามารถนำเสนอการใช้อุปกรณ์ให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้อง และใช้อุปกรณ์ในการนำเสนอที่เป็นขั้นตอน การแปลความหมายถูกต้อง สมบูรณ์ มีความละเอียดชัดเจนกว่านักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่สูงและต่ำสอดคล้องกับ Schoenfeld (1992, p. 335) กล่าวว่า นักเรียนที่มีกระบวนการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ที่ดี คือการที่นักเรียนสะท้อนความเข้าใจและความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์โดยผ่านวัตถุเชิงกายภาพ และสะท้อนแนวคิดและความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ โดยผ่านการเขียน การอธิบายเกี่ยวกับวิธีการที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหของตนเอง

นักเรียนที่มีความสัมพันธ์ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ มีกระบวนการสื่อสาร อยู่ในระดับสูงมากทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำมีพฤติกรรมในการสื่อสารความคิดของตนเองให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้อง เป็นการสะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้มาจากการรวบรวมความคิดทางคณิตศาสตร์โดยธรรมชาติ และสามารถสื่อสารได้เก่งกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์สูงและปานกลางโดยนักเรียนพยายามจะอธิบายในสิ่งที่ตัวเองทำมา แม้จะยังไม่ถูกต้องแต่ก็มีการสื่อสารได้ดี ริมาส ศรีลำดวน (2546, น. 7) กล่าวว่า นักเรียนที่มีกระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ดี คือนักเรียนมีการใช้ภาษาที่ใช้อยู่ในชีวิตประจำวันมาใช้เพื่อสื่อสารความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ การนำเสนอภาษาที่มีอยู่ในรูปของสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการสื่อสารความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับคะแนนสูงมีคะแนนกระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระดับคะแนนสูงคิดเป็นร้อยละ 88.89 ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนมีแนวคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง สามารถใช้ประสบการณ์และความรู้เดิมที่เคยเรียนมาช่วยในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง เช่น โจทย์กำหนดว่า ไร่ตัดขี้จรรย์านเพื่อกลับบ้าน โดยเริ่มออกจากโรงเรียน ไปทางทิศเหนือ 5 กิโลเมตร และไปทางทิศตะวันตกอีก 8 กิโลเมตร และมุ่งหน้าสู่ทิศเหนืออีก 10 กิโลเมตรจึงถึงบ้านพอดี นักเรียนก็จะเริ่มจากการกำหนดทิศทางในแบบทดสอบ แล้วเริ่มวาดจากโจทย์ที่กำหนดให้มา ต่อมาก็จะใช้ความรู้เดิมคือการเลื่อนขนานเข้ามาใช้ในการแก้ปัญหา ทำให้เกิดเป็นสามเหลี่ยมมุมฉาก ทำให้หาความสัมพันธ์ของสามเหลี่ยมพีทาโกรัสได้สอดคล้องกับ Schoenfeld (1992, p. 334) กล่าวว่ากระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ดี คือการที่นักเรียนมีความสามารถในการคิดรวบยอดข้อเท็จจริง ข้อความ แนวคิด สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ หรืออธิบายการสร้างหลักการ หาความสัมพันธ์และแสดงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับคะแนนสูงมีคะแนนกระบวนการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ระดับคะแนนสูง คิดเป็นร้อยละ 92.59 ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนนำอุปกรณ์นำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างละเอียดและถูกต้อง เช่น จากโจทย์เดิมนักเรียนมีการใช้อุปกรณ์คือ ดินสอ และไม้บรรทัด ในการวาดรูปในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทำให้รูปที่นำเสนอออกม่ง่ายต่อการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นระเบียบและสวยงาม สอดคล้องกับ Schoenfeld (1992, น. 335) กล่าวว่า นักเรียนสามารถใช้อุปกรณ์เป็นการสะท้อนความเข้าใจและความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์โดยผ่านวัตถุเชิงกายภาพทำให้แสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมของนักเรียนในการสะท้อนความเข้าใจและความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับคะแนนสูงมีคะแนนกระบวนการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ระดับคะแนนสูง คิดเป็นร้อยละ 92.59 ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง และมีรายละเอียดครบถ้วน เช่น การแก้ปัญหาในเรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสนักเรียนสามารถใช้ภาษา สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และความสัมพันธ์ของสามเหลี่ยมมุมฉากมาใช้ในการแก้ปัญหา นักเรียนสามารถทำได้อย่างถูกต้องและมีรายละเอียดครบถ้วน สอดคล้องกับ Schoenfeld (1992, น. 335) กล่าวว่า การที่นักเรียนนำเสนอภาษาที่มีอยู่ในรูปของสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการสื่อสารความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับคะแนนปานกลางมีคะแนนกระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระดับคะแนนปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 58.82 คะแนน ทั้งนี้เนื่องจาก

นักเรียนมีแนวคิดในการแก้ปัญหาที่ยังไม่ชัดเจน สามารถใช้ประสบการณ์และความรู้เดิมที่เคยเรียนมาช่วยในการแก้ปัญหาได้บ้าง เช่น โจทย์กำหนดว่าไอ้ต๋อขี่จักรยานเพื่อกลับบ้าน โดยเริ่มออกจากโรงเรียนไปทางทิศเหนือ 5 กิโลเมตร และไปทางทิศตะวันตกอีก 8 กิโลเมตร และมุ่งหน้าสู่ทิศเหนืออีก 10 กิโลเมตรจึงถึงบ้านพอดี นักเรียนเริ่มวาดภาพตามโจทย์ที่กำหนดให้ แต่สับสนทิศทางที่โจทย์ระบุ ทำให้การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไม่ชัดเจน สอดคล้องกับบริมาส ศรีลำดวน. (2546, น. 200) กล่าวว่า กระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในแต่ละกลุ่มจะแตกต่างกันกลุ่มที่แก้ปัญหาได้ดีกลุ่มนี้ก็จะมีกระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ดีเช่นกัน แต่กลุ่มที่แก้ปัญหาคิดได้แต่ยังไม่ชัดเจนกลุ่มนี้ก็จะมีกระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ยังไม่ดีเช่นกัน นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับคะแนนปานกลางมีคะแนนกระบวนการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ระดับคะแนนสูง คิดเป็นร้อยละ 79.41 ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนกลุ่มนี้นำอุปกรณ์มาใช้ในการวาดรูปแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง เช่น จากโจทย์เดิมนักเรียนมีการใช้อุปกรณ์คือ ดินสอ และ ไม้บรรทัด มาใช้วาดรูปจากปัญหาทำให้มีแนวทางในการแก้ปัญหาต่อไปได้สอดคล้องกับ Schoenfeld (1992, p. 335) กล่าวว่า นักเรียนสามารถใช้อุปกรณ์เป็นการสะท้อนความเข้าใจและความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับคะแนนปานกลางมีคะแนนกระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ระดับคะแนนปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 64.71 ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง และยังขาดรายละเอียดในบางประเด็นเช่น การแก้ปัญหาในเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส จะใช้ความสัมพันธ์ของสามเหลี่ยมมุมฉากมาใช้ในการแก้ปัญหา แต่นักเรียนกลุ่มนี้คำนวณได้อย่างถูกต้องแต่ยังขาดรายละเอียด ทำให้คำตอบที่ได้ยังไม่ค่อยชัดเจน สอดคล้องกับ (Cai:Jakabcsin; and Lanne, 1966, p. 238 -246) กล่าวว่า กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในระดับปานกลาง อธิบายคำตอบไม่ชัดเจน ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่คลุมเครือและตีความได้ยาก

นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับคะแนนต่ำมีคะแนนกระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระดับคะแนนต่ำ คิดเป็นร้อยละ 62.96 ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนมีแนวคิดในการแก้ปัญหาที่ไม่ถูกต้อง สามารถใช้ประสบการณ์และความรู้เดิมที่เคยเรียนมาช่วยในการแก้ปัญหาได้เพียงเล็กน้อย เช่น โจทย์กำหนดว่าไอ้ต๋อขี่จักรยานเพื่อกลับบ้าน โดยเริ่มออกจากโรงเรียนไปทางทิศเหนือ 5 กิโลเมตร และไปทางทิศตะวันตกอีก 8 กิโลเมตร และมุ่งหน้าสู่ทิศเหนืออีก 10 กิโลเมตรจึงถึงบ้านพอดี นักเรียนไม่วาดภาพแสดงแนวคิดในการแก้ปัญหา ทำให้ไม่ทราบถึงแนวคิดในการแก้ปัญหา สอดคล้องกับบริมาส ศรีลำดวน. (2546, น. 200) กล่าวว่า กระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในแต่ละกลุ่มจะแตกต่างกัน กลุ่มที่แก้ปัญหาคิดได้ไม่ดีกลุ่มนี้ก็จะมีกระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ยังไม่ถูกต้อง นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับคะแนนต่ำมีคะแนนกระบวนการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ระดับคะแนนสูง คิดเป็นร้อยละ 55.56 ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนนำอุปกรณ์มาใช้ในการวาดรูปเพื่อแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเช่น จากโจทย์เดิมนักเรียนมีการใช้อุปกรณ์คือ ดินสอ และ ไม้บรรทัด มาใช้ในการนำเสนอข้อมูลจากโจทย์ เพื่อจะได้แนวทางในการแก้ปัญหาได้สอดคล้องกับ Schoenfeld (1992, น. 335) กล่าวว่า นักเรียนสามารถใช้อุปกรณ์เป็นการสะท้อนความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับคะแนนต่ำมีคะแนนกระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ระดับคะแนนปานกลาง คิดเป็นร้อยละ

77.78 ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ไม่ชัดเจน และยังขาดรายละเอียดในบางประเด็น เช่น การแก้ปัญหาในเรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส จะใช้ความสัมพันธ์ของสามเหลี่ยมมุมฉากมาใช้ในการแก้ปัญหา แต่นักเรียนกลุ่มนี้สามารถคำนวณได้แต่ยังไม่ถูกต้อง ทำให้คำตอบที่ได้ยังไม่ค่อยชัดเจน สอดคล้องกับ (Cai:Jakabcsin; and Lanne, 1966, pp. 238 -246) กล่าวว่า กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในระดับปานกลาง นักเรียนอธิบายคำตอบไม่ชัดเจน ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่คลุมเครือและตีความได้ยาก

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

5.3.1.1 ครูสามารถใช้ผลการวิจัยในการศึกษากระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ทราบว่านักเรียนมีกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ระดับใด และเป็นแนวทางในการพัฒนากระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผลการวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษากระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

5.3.1.2 หน่วยงานของรัฐหรือเอกชน และบุคคลที่สนใจสามารถนำผลการวิจัยครั้งนี้ไปเป็นข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการพัฒนากระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนต่อไปได้

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อทำการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 ควรมีวิจัยเกี่ยวกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในเนื้อหาอื่น ๆ และระดับชั้นต่าง ๆ เพื่อจะได้ผลวิจัยที่ชัดเจนและครอบคลุมเนื้อหายิ่งขึ้น

5.3.2.2 ควรมีการศึกษากระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนใช้ในการแก้ปัญหา ในกระบวนการทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ ที่แตกต่างจากกระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์กระบวนการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ และกระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

5.3.2.3 ควรมีการศึกษาปัจจัยที่ส่งเสริมกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เช่น การจัดชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น เป็นต้น



บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*
กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กรมวิชาการกระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์
- กุลลาบ สีชาติ. (2557). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณหารระคน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบฝึกทักษะ*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต) กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- กมล ชื่นทองคำ. (2527). *ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านมิติสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชานันท์ ช่างขันมะลี. (2559). *การศึกษาพัฒนาการความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- ชลนภา โฉมิตตกุล. (2560). *การศึกษาความสามารถในการนิยามภาพทางคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับหน้าตัดของรูปเรขาคณิตสามมิติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
- นันทน้อย แพงปัสสา. (2551). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT และ การประยุกต์ใช้ทฤษฎีปัญหา เรื่อง การบวกและการลบ จำนวนที่มีผลลัพธ์ และตัวตั้ง ไม่ เกิน 100 ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ และความพึงพอใจของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต) มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- บุญชม ศรีสะอาด. (2544). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย (พิมพ์ครั้งที่ 3)*. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- ปราณี นาครินทร์. (2559). *การพัฒนากิจกรรมเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต) อุบลราชธานี : มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.
- พัทยา ชมถนอม. (2549). *การประเมินตามสภาพจริงตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 : กรณีศึกษาโรงเรียนที่เปิดสอนในระดับช่วงชั้นที่ 3 และ 4 อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต) กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- พูนศรี อภรณ์รัตน์. (2548). *การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่จัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกัน*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษามหาบัณฑิต) กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ไพศาล วรคำ. (2554). *วิจัยทางการศึกษา Educational Research*. มหาสารคาม : ตักศิลาการพิมพ์.
- ไพศาล วรคำ. (2558). *วิจัยทางการศึกษา Educational Research* (พิมพ์ครั้งที่ 7). มหาสารคาม : ตักศิลาการพิมพ์.
- เยาวดี วิบูลย์ศรี. (2549). *การวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รวีวรรณ ชินะตระกูล. (2547). *วิธีวิจัยการศึกษา*. กรุงเทพฯ : พิมพ์ลักษณ์โรงพิมพ์ ประทีปวัฒนพันธ์. (2558) *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนห้องเรียน สสวท. ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร การเรียนรู้ 7E ร่วมกับการเรียนแบบ STAD*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต) ชลบุรี : มหาวิทยาลัยบูรพา.
- รวารวรรณ ชินะตระกูล. (2547). *วิธีวิจัยการศึกษา*. กรุงเทพฯ : พิมพ์ลักษณ์โรงพิมพ์ ยานา ประทีปวัฒนพันธ์. (2558) *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนห้องเรียน สสวท. ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร การเรียนรู้ 7E ร่วมกับการเรียนแบบ STAD*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต) ชลบุรี : มหาวิทยาลัยบูรพา.
- รันทม ชูเมือง. (2558). *สมรรถนะครูคณิตศาสตร์ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนในเขตอำเภอเมืองฉะเชิงเทรา จังหวัดฉะเชิงเทรา*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต) กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง.
- วรากรณ์ นาดมทอง. (2556). *การพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต) กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วายุ เจียนระลึก. (2555). *พีทาโกรัส*. สืบค้นจาก <http://maxwayu2543.blogspot.com/>. 18 ตุลาคม 2561.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระทรวงศึกษาธิการ (สสวท.). (2555). *การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ ครูสภาลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). *ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : ครูสภา,
- สุภัทรา ผลรัตน์ไพบูลย์. (2550). *ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนสุราษฎร์พิทยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต) กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- สุพิศ ตรีกุลศุภชัย. (2547). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยบางประการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท การศึกษามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุภางค์ จันทวานิช. (2542). *วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ.* กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริมาส ศรีลำดวน. (2546). *การประเมินกระบวนการทางคณิตศาสตร์เนื้อหาเรขาคณิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยวิธีการวิเคราะห์โปรแกรมคอมพิวเตอร์.* (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- อรัญ ชูขจรเศื่อง. *เอกสารประกอบการสอนวิชา การวิจัยทางการศึกษา.* มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
- อารีย์ คงสวัสดิ์. (2544). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อในการเรียนคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.* (ปริญญาโท การศึกษามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ.
- อิสริยะ อรัญมิตร. (2560). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์กับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เรื่องตรรกศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- Artzt, F.A. & Yaloz-Femia, S. (1999). *Mathematical Reasoning during Small-Group Problem Solving.* In L.V. Stiff & F.R. Curcio (Eds.). *Developing Mathematical Reasoning in Grade K-12.* (pp.115-126) Reston: The National Council of Teachers of Mathematics, inc.
- Blitzer, R. (2000). *Thinking Mathematically.* New Jersey: Prentice-Hall.
- Civil, M. (1998). *Mathematical Communication through Small-Group Discussions.* In H. Steinbring, M. G. Bartolini Bussi & A. Sirepinska (Eds.). *Language and Communication in the Mathematics Classroom.* Reston : The National Council of Teachers of Mathematics, inc.
- Cuoco, A. (1995). *Some Worries about Mathematics Education.* *Mathematics Teacher.* 88 (3).
- David Tall. (2013). *Two Students: Why Does One Succeed And The Other Fail?*. สืบค้นจาก <http://homepages.warwick.ac.uk/staff/David.Tall/downloads.html>
- Mareike Grotheer. (2018). *Evaluation of the Mathematical Processes in the Practices of Teaching and Learning in Childhood Education.* Psychology Department, Stanford University, Stanford, CA, USA
- Mehrens, W. A. & Lehmann, I. J. (1969), *Standardized Tests in Education (2ed).* New York : Holt Rinehart and Winston Inc.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (1989) *Curriculum and evaluation standards for school mathematics.* Reston, VA : NCTM National

- Council of Teachers of Mathematics INCTM).(2000). Principles and Standards for School Mathematics. Reston, VA:NCTM.
- O.Paquet-Durand. (2017) . *Calibration of a chemometric model by using a mathematical process model instead of offline measurements in case of a H. polymorpha cultivation*. Department of Process Analytics and Cereal Science, Institute of Food Science and Biotechnology, University of Hohenheim, Stuttgart, Germany
- Pirie, S.E.B. (1998). *Crossing the Gulf between Thought and Symbol: Language as (Slippery)Stepping-Stones*. In H. Steinbring, M. G. Bartolini Bussi& A. Sirepinska (Eds.). *Language and Communication in the Mathematics Classroom*. Reston: The National Council of Teachers of Mathematics, inc.
- Schoenfeld, AH (1992). *Learning to Think Mathematically: Problem Solving, Metacognition, and Sense Making in Mathematics*. In DA Grouws (Ed.).*Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. New York : Macmillan Publishing Company.
- Wilson, James. (1971). *Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics, in Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*. Edited by Benjamin S.Bloom New York : McGraw-Hill.

ภาคผนวก



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ก

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

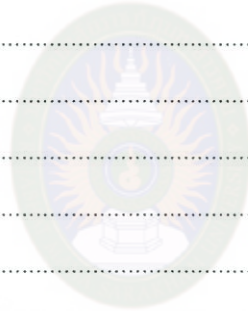
ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

แบบทดสอบกระบวนการทางคณิตศาสตร์

เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

ให้นักเรียนหาคำตอบและแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

1) ไอ้ตซี่จักรยานเพื่อกลับบ้าน โดยเริ่มออกจากโรงเรียน ไปทางทิศเหนือ 5 กิโลเมตร และไปทางทิศตะวันตกอีก 8 กิโลเมตร และมุ่งหน้าสู่ทิศเหนืออีก 10 กิโลเมตรจึงถึงบ้านพอดี จงหาว่าบ้านของไอ้ตอยู่ห่างจากโรงเรียนเป็นระยะทางเท่าไร



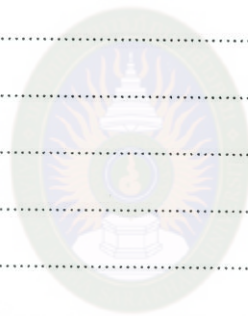
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2) การเดินทางไกลไปอยู่ค่ายพักแรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เดินทางออกจากโรงเรียนไป ทางทิศเหนือ 10 กิโลเมตร แล้วเดินทางไปทางทิศตะวันตก 7 กิโลเมตร แล้วจึงเดินขึ้นไปทางเหนืออีก 14 กิโลเมตร จึงจะถึงที่พักรวม ระยะทางระหว่างที่พักรวมกับโรงเรียนอยู่ห่างกันกี่กิโลเมตรและระยะทางที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เดินทางรวมทั้งหมดกี่กิโลเมตร



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3) ครูเลี้ยงยืนอยู่บนระเบียงบ้านสูง 10.30 เมตร (ครูเลี้ยงสูง 170 ซม.)มองมาที่พื้นดินเห็น
กบ 1 ตัวถ้ากบตัวนั้นอยู่ห่างจากบ้าน 5 เมตร อยากรบว่าระยะทางระหว่างสายตาของครูเลี้ยง
กับกบห่างกันกี่เมตร(100 เซนติเมตร = 1 เมตร)



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4) ตัดไม้ต้นหนึ่งใช้ลวดผูกที่จุดซึ่งห่างจากยอด 2 ฟุต แล้วดึงมาผูกที่หลักซึ่งอยู่ห่างจากโคน ต้นไม้ 15 ฟุต ถ้าลวดยาว 25 ฟุต ต้นไม้ต้นนี้สูงกี่ฟุต



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

5) ครูเจษฎ์วัตหน้าจอคอมพิวเตอร์มีความกว้างเท่ากับ 9 นิ้ว ความยาว 12 นิ้ว อยากทราบว่าจะมีเส้นทแยงมุมยาวเท่าใด




มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

6) ห้องนอนรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีความยาว 8 เมตร ความกว้าง 6 เมตร จะมีเส้นทแยงมุมยาวและมีพื้นที่ห้องนอนกี่ตารางเมตร



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาคผนวก ข

การหาคุณภาพเครื่องมือ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

**แบบประเมินความสอดคล้อง
ของแบบทดสอบกระบวนการทางคณิตศาสตร์**

คำชี้แจง โปรดพิจารณาความสอดคล้องของแบบทดสอบกระบวนการทางคณิตศาสตร์

กับกระบวนการทางคณิตศาสตร์

พิจารณาแบบวัดการคิดทางคณิตศาสตร์แต่ละข้อต่อไปนี้

โดยทำเครื่องหมาย ลงในช่อง โดยที่

สอดคล้อง มีค่า +1

ไม่แน่ใจ มีค่า 0

ไม่สอดคล้อง มีค่า -1

ตามความคิดเห็นของท่าน พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลหรือข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแบบทดสอบ
กระบวนการทางคณิตศาสตร์

ข้อที่ 1

1. ไอ้ตขี่จักรยานเพื่อกลับบ้าน โดยเริ่มออกจากโรงเรียน ไปทางทิศเหนือ 5 กิโลเมตร และไปทางทิศตะวันตกอีก 8 กิโลเมตร และมุ่งหน้าสู่ทิศเหนืออีก 10 กิโลเมตรจึงถึงบ้านพอดี จงหาว่าบ้านของไอ้ตอยู่ห่างจากโรงเรียนเป็นระยะทางเท่าไร

กระบวนการทางคณิตศาสตร์ 1. กระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผล 2. กระบวนการนำเสนอ
3. กระบวนการสื่อสาร

สอดคล้อง

ไม่แน่ใจ

ไม่สอดคล้อง

เหตุผล/ข้อเสนอแนะ.....

.....

ข้อที่ 2

2. การเดินทางไกลไปอยู่ค่ายพักแรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เดินทางออกจากโรงเรียนไป ทางทิศเหนือ 10 กิโลเมตร แล้วเดินทางไปทางทิศตะวันตก 7 กิโลเมตร แล้วจึงเดินขึ้นไปทางเหนืออีก 14 กิโลเมตร จึงจะถึงที่พักรวม ระยะทางระหว่างที่พักรวมกับโรงเรียนอยู่ห่างกันกี่ กิโลเมตรและระยะทางที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เดินทางรวมทั้งหมดกี่กิโลเมตร

กระบวนการทางคณิตศาสตร์ 1. กระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผล 2. กระบวนการนำเสนอ
3. กระบวนการสื่อสาร

สอดคล้อง

ไม่แน่ใจ

ไม่สอดคล้อง

เหตุผล/ข้อเสนอแนะ.....

.....

ข้อที่ 3

3. ครูยิ้มเดินทางไปทางทิศเหนือ 10 เมตร เลี้ยวซ้าย 4 เมตร เลี้ยวขวา 8 เมตร เลี้ยวซ้าย 3 เมตร เลี้ยวขวาอีก 6 เมตรจึงหยุด อยากทราบว่าจากจุดแรกจนถึงจุดสุดท้ายมีระยะทางกี่เมตร (ถ้าวัดเป็นเส้น ตรง)

กระบวนการทางคณิตศาสตร์ 1.กระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผล 2.กระบวนการนำเสนอ
3.กระบวนการสื่อสาร

สอดคล้อง

ไม่แน่ใจ

ไม่สอดคล้อง

เหตุผล/ข้อเสนอแนะ.....

.....

ข้อที่ 4

4. ฟุตบอลลูกที่โรงแรมแห่งหนึ่ง ระหว่างพักผ่อนต้องการพักสายตาจึงเดินดูต้นไม้ที่มีใบสีเขียว และมองเห็นต้นมะค่าที่มีลวดผูกกับหลักไม้ เมื่อเส้นลวดยาว 15 เมตร และฟุตบอลลูกห่างจากต้นไม้ 12 เมตร อยากทราบว่าต้นไม้จากโคนถึงปลายยอดมีความสูงกี่เมตร

กระบวนการทางคณิตศาสตร์ 1.กระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผล 2.กระบวนการนำเสนอ
3.กระบวนการสื่อสาร

สอดคล้อง

ไม่แน่ใจ

ไม่สอดคล้อง

เหตุผล/ข้อเสนอแนะ.....

.....

ข้อที่ 5

5. ครูเจษวัตหน้าจอบคอมพิวเตอร์มีความกว้างเท่ากับ 9 นิ้ว ความยาว 12 นิ้ว อยากทราบว่าจะมีเส้นทแยงมุมยาวเท่าใด

กระบวนการทางคณิตศาสตร์ 1.กระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผล 2.กระบวนการนำเสนอ
3.กระบวนการสื่อสาร

สอดคล้อง

ไม่แน่ใจ

ไม่สอดคล้อง

เหตุผล/ข้อเสนอแนะ.....

.....

ข้อที่ 6

6. ต้นไม้ต้นหนึ่งใช้ลวดผูกที่จุดซึ่งห่างจากยอด 2 ฟุต แล้วดึงมาผูกที่หลักซึ่งอยู่ห่างจากโคนต้นไม้ 15 ฟุต ถ้าลวดยาว 25 ฟุต ต้นไม้ต้นนี้สูงกี่ฟุต

กระบวนการทางคณิตศาสตร์ 1.กระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผล 2.กระบวนการนำเสนอ
3.กระบวนการสื่อสาร

สอดคล้อง

ไม่แน่ใจ

ไม่สอดคล้อง

เหตุผล/ข้อเสนอแนะ.....

.....

ข้อที่ 7

7. ห้องนอนรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีความยาว 8 เมตร ความกว้าง 6 เมตร จะมีเส้นทแยงมุมยาวและมีพื้นที่ห้องนอนกี่ตารางเมตร

กระบวนการทางคณิตศาสตร์ 1.กระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผล 2.กระบวนการนำเสนอ
3.กระบวนการสื่อสาร

สอดคล้อง

ไม่แน่ใจ

ไม่สอดคล้อง

เหตุผล/ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

ข้อที่ 8

8. จงหาพื้นที่ของสามเหลี่ยมมุมฉาก ที่มีด้านหนึ่งยาว 7 เซนติเมตรและด้านตรงข้ามมุมฉากยาว 25 เซนติเมตร

กระบวนการทางคณิตศาสตร์ 1.กระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผล 2.กระบวนการนำเสนอ
3.กระบวนการสื่อสาร

สอดคล้อง

ไม่แน่ใจ

ไม่สอดคล้อง

เหตุผล/ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

ข้อที่ 9

9. ครูเส็งยืนอยู่บนระเบียงบ้านสูง 10.30 เมตร (ครูเส็งสูง 170 ซม.)มองมาที่พื้นดินเห็นกบ 1 ตัวถ้ากบตัวนั้นอยู่ห่างจากบ้าน 5 เมตร อยากทราบว่าระยะทางระหว่างสายตาของครูเส็งกับกบ ห่างกันกี่เมตร(100 เซนติเมตร = 1 เมตร)

กระบวนการทางคณิตศาสตร์ 1.กระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผล 2.กระบวนการนำเสนอ
3.กระบวนการสื่อสาร

สอดคล้อง ไม่แน่ใจ ไม่สอดคล้อง

เหตุผล/ข้อเสนอแนะ.....

.....

ข้อที่ 10

10. ครูกลอยพาน้องอนุบาลเดินจากสนามเด็กเล่นไปทางทิศตะวันออก 10 เมตร เลี้ยวขวา 15 เมตร เลี้ยวขวาอีก 18 เมตร จึงถึงอาคารอนุบาล อยากทราบว่าระยะทางสนามเด็กเล่นถึงอาคารอนุบาลมีระยะทางกี่เมตร

กระบวนการทางคณิตศาสตร์ 1.กระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผล 2.กระบวนการนำเสนอ
3.กระบวนการสื่อสาร

สอดคล้อง ไม่แน่ใจ ไม่สอดคล้อง

เหตุผล/ข้อเสนอแนะ.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ตารางที่ ข.1

ผลรวมและค่า IOC ของแบบทดสอบกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

แบบทดสอบ ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			$\sum R$	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
6	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง
7	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
9	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง
10	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง

ตารางที่ ข.2

ค่าความยาก(p) และค่าอำนาจจำแนก (d) รายข้อของแบบทดสอบกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

แบบทดสอบข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (d)
1	0.34	0.68
2	0.70	0.48
3	0.28	0.53
4	0.40	0.73
5	0.53	0.58
6	0.64	0.54

หมายเหตุ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (α) =0.853

ภาคผนวก ค

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภูษิต บุญทองเถิง รองคณบดีฝ่ายวิชาการและประกัน
คุณภาพ คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
2. ดร. บรรชา นันจรัส สาขาวิชาคณิตศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
3. นางราริน นันทพานิช อาจารย์ชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนศรีกระนวนวิทยาคม



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาคผนวก ง

หนังสือขอความอนุเคราะห์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ที่ ศธ ๐๕๔๐.๐๒/๑๐๘๘

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๕๔๐๐๐

๑ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๒

เรื่อง ขออนุญาตให้ผู้วิจัยเข้าเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย
เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนศรีกระนวนวิทยาคม

ด้วย นายถิรวัฒน์ นานอก รหัสประจำตัว ๖๐๘๐๑๐๕๑๐๑๑๘ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การศึกษากระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วย ความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขออนุญาตให้ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยกับ กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ ๒ เพื่อนำข้อมูลไปทำการวิจัยให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ต่อไป และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ขอแสดงความนับถือ

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.จันทนา จันทร์ขุม)

คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดี

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

โทร. ๐๘๖-๒๒๓๗๕๓๒

ที่ ศธ ๐๕๔๐.๐๒/๑๐๘๔



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๕๐๐๐

๑ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๒

เรื่อง ขออนุญาตให้ผู้วิจัยเข้าทดลองใช้เครื่องมือการวิจัย
เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนศรีกระนวนวิทยาคม

ด้วย นายถิรวัฒน์ นานอก รหัสประจำตัว ๖๐๘๐๑๐๕๑๐๑๑๘ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การศึกษากระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วย ความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขออนุญาตให้ผู้วิจัยเข้าทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ ที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย เพื่อนำข้อมูลไปทำการวิจัยให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ ต่อไปและหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ขอแสดงความนับถือ

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ญัฐชัย จันทชุม)
คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดี

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
โทร. ๐๘๖-๒๒๓๗๕๓๒

ที่ ศธ ๐๕๔๐.๐๒/ว.๘๖๔๓



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๑๔ ธันวาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน นางราริน นันทพานิช

ด้วย นายถิรวัฒน์ นานอก รหัสประจำตัว ๖๐๘๐๑๐๕๑๐๑๑๘ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ได้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษากระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์ มหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการทำวิทยานิพนธ์

- เพื่อ ตรวจสอบความถูกต้องด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์
 ตรวจสอบความถูกต้องด้านคณิตศาสตร์
 ตรวจสอบความถูกต้องด้านการวิจัยและประเมินผล

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรุณี จันทร์ศิลา)

รองคณบดีรักษาราชการแทน คณบดีคณะครุศาสตร์

ปฏิบัติราชการแทน อธิการบดี

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

โทร. ๐๘๖-๒๒๓๗๕๓๒



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์

ที่ ศศ.ว ๐๕๕๕/๒๕๖๑

วันที่ ๑๔ ธันวาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภูษิต บุญทองเถิง

ด้วย นายถิรวัฒน์ นานอก รหัสประจำตัว ๖๐๘๐๑๐๕๑๐๑๑๘ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ได้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาระบบการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์มหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการทำวิทยานิพนธ์

- เพื่อ
- ตรวจสอบความถูกต้องด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์
 - ตรวจสอบความถูกต้องด้านคณิตศาสตร์
 - ตรวจสอบความถูกต้องด้านการวิจัยและประเมินผล

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี

ขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรุณี จันทร์ศิลา)

รองคณบดีรักษาราชการแทน คณบดีคณะครุศาสตร์



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์

ที่ คศ.ว ๐๕๕๕/๒๕๖๑

วันที่ ๑๔ ธันวาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน อาจารย์ ดร. บรรชา นันจรัส

ด้วย นายฉัตรวัฒน์ นานอก รหัสประจำตัว ๒๐๘๐๑๐๕๑๐๑๑๘ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ได้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษากระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์ มหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการทำวิทยานิพนธ์

- เพื่อ ตรวจสอบความถูกต้องด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์
 ตรวจสอบความถูกต้องด้านคณิตศาสตร์
 ตรวจสอบความถูกต้องด้านการวิจัยและประเมินผล

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
 RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรุณี จันทร์ศิลา)

รองคณบดีรักษาราชการแทน คณบดีคณะครุศาสตร์

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ สกุล นายฉัตรวัฒน์ นานอก
วัน เดือน ปี เกิด 19 ตุลาคม พ.ศ.2536
ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 451 ถนนอัมรินทร์ ตำบลในเมือง
อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2559 วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2562 ครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY