

## บทที่ 2

### วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร ตำรา บทความทางวิชาการ และรายงานการวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และได้ประมวลสาระที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาระดับพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
  - 1.1 วิสัยทัศน์หลักการ จุดหมาย สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของหลักสูตร
  - 1.2 หลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. ทฤษฎีและหลักการเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 2.1 ความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์
  - 2.2 ประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์
  - 2.3 กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
  - 2.4 ขั้นตอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
3. ทฤษฎี หลักการและเอกสารเกี่ยวกับความคิด
  - 3.1 ความหมายของการคิด
  - 3.2 ความหมายของทักษะการคิด
4. ทฤษฎีและหลักการเกี่ยวกับเมตาคอกนิชัน
  - 4.1 ความหมายของเมตาคอกนิชัน
  - 4.2 ยุทธวิธีเมตาคอกนิชัน
  - 4.3 องค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน
  - 4.4 การพัฒนาเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
  - 4.5 กรอบแนวคิดเกี่ยวกับเมตาคอกนิชัน ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ Yimer
5. การจัดการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E
  - 5.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E
  - 5.2 ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E

## 6. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ

- 6.1 ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ
- 6.2 จุดมุ่งหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ
- 6.3 ลักษณะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ
- 6.4 กระบวนการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการ
- 6.5 ขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ
- 6.6 หลักการสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

## 7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 7.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเมตาคอกนิชัน
- 7.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสอนแบบ 5Es

## 8. กรอบแนวคิดในการวิจัย

### 1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.1 วิสัยทัศน์ หลักการ จุดหมาย สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของหลักสูตร (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

#### วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทย และเป็นพลโลกยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้ง เจตคติ ที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

#### หลักการ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

- 1) เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล
- 2) เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาคและมีคุณภาพ

3) เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น

4) เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลา และการจัดการเรียนรู้

5) เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

6) เป็นหลักสูตรการศึกษา สำหรับ การศึกษาในระบบ นอกกระบบ และตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

จุดหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียน เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1) มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

2) มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต

3) มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย

4) มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิต และการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

5) มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

ในการพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1) ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูล

ข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้องตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2) ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3) ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก และใช้เทคโนโลยีด้านต่างๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสารการทำงาน การแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

#### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

ในการพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ทั้งในฐานะพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้

- 1) รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
- 2) ซื่อสัตย์สุจริต
- 3) มีวินัย
- 4) ใฝ่เรียนรู้
- 5) อยู่อย่างพอเพียง
- 6) มุ่งมั่นในการทำงาน
- 7) รักความเป็นไทย
- 8) มีจิตสาธารณะ



## 1.2 หลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เปิดโอกาสให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง ตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนดังนี้

จำนวนและการดำเนินการ: ความคิดรวบยอดและความรู้ลึกเชิงจำนวน ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง การดำเนินการของจำนวน อัตราส่วน ร้อยละ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน และการใช้จำนวนในชีวิตจริง

การวัด : ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

เรขาคณิต : รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติ สองมิติ และสามมิติ การนิกภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต (geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (translation) การสะท้อน (reflection) และการหมุน (rotation)

พีชคณิต : แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซตและการดำเนินการของเซต การให้เหตุผล นิพจน์ สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต อนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิต

การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น: การกำหนดประเด็น การเขียนข้อคำถาม การกำหนดวิธีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ค่ากลางและการกระจายของข้อมูล การวิเคราะห์และการแปลความข้อมูล การสำรวจความคิดเห็น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่างๆ และช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์



คุณภาพผู้เรียน เมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

- 1) มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนจริง มีความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง สามารถดำเนินการเกี่ยวกับจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม เลขยกกำลัง รากที่สองและรากที่สาม ของจำนวนจริง ใช้การประมาณค่าในการดำเนินการและแก้ปัญหา และนำความรู้เกี่ยวกับจำนวน ไปใช้ในชีวิตจริงได้
- 2) มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของปริซึม ทรงกระบอก และปริมาตร ของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม เลือกใช้หน่วยการวัดในระบบต่าง ๆ เกี่ยวกับความยาว พื้นที่ และปริมาตร ได้อย่างเหมาะสม พร้อมทั้งสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการวัด ไปใช้ในชีวิตจริงได้
- 3) สามารถสร้างและอธิบายขั้นตอนการสร้างรูปเรขาคณิตสองมิติโดยใช้วงเวียนและสันตรง อธิบายลักษณะและสมบัติของรูปเรขาคณิตสามมิติซึ่งได้แก่ ปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลมได้
- 4) มีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของความเท่ากันทุกประการและความคล้ายของรูป สามเหลี่ยม เส้นขนาน ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และสามารถนำสมบัติเหล่านั้นไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาได้ มีความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต (geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (translation) การสะท้อน (reflection) และการหมุน (rotation) และนำไปใช้ได้
- 5) สามารถนิยามและอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ
- 6) สามารถวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของแบบรูป สถานการณ์หรือปัญหา และสามารถใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร อสมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียว และกราฟในการแก้ปัญหาได้
- 7) สามารถกำหนดประเด็น เขียนข้อคำถามเกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ กำหนดวิธีการศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูลและนำเสนอข้อมูล โดยใช้แผนภูมิรูปวงกลม หรือรูปแบบอื่นที่เหมาะสมได้
- 8) เข้าใจค่ากลางของข้อมูลในเรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยม ของข้อมูลที่ยังไม่ได้แจกแจงความถี่ และเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งใช้ความรู้ในการพิจารณาข้อมูลข่าวสารทางสถิติ
- 9) เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์และประกอบการตัดสินใจ ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้
- 10) ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสมให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ

และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

### สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

#### สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

#### สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

#### สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนี้ภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหา

#### สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟและตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา

#### สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

### สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทาง คณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ซึ่งหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้ มีสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง คือ สาระที่ 4 พีชคณิต และสาระที่ 6 ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 มาตรฐาน ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 4 พีชคณิต และสาระที่ 6

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
<b>สาระที่ 4 พีชคณิต</b> <b>มาตรฐาน ค 4.2</b> ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา	1. แก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวอย่างง่าย 2. เขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจากสถานการณ์ หรือปัญหาอย่างง่าย 3. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวอย่างง่าย พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ	1. สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว 2. การเขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจากสถานการณ์หรือปัญหา 3. โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
<b>สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์</b> <b>มาตรฐาน ค 6.1</b> มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ	1. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา 2. ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม	

ตารางที่ 1 มาตรฐาน ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 4 พืชคณิต และสาระที่ 6  
ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลาง  
การศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ต่อ)

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ‘	<p>3. ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม</p> <p>4. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน</p> <p>5. เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ</p> <p>6. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์</p>	

## 2. ทฤษฎีและหลักการเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

### 2.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์

ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ดังนี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550) ให้ความหมายว่า สถานการณ์ที่เกี่ยวคณิตศาสตร์ซึ่งเผชิญอยู่และต้องการค้นหาคำตอบ โดยที่ยังไม่รู้วิธีการหรือขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544) ให้ความหมายว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการคำตอบในรูปปริมาณหรือจำนวน รวมทั้งคำอธิบายให้เหตุผล ผู้คิดหาคำตอบไม่คุ้นเคยมาก่อน และไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันทีทันใด สถานการณ์หรือคำถามข้อใด จะเป็นปัญหาหรือไม่ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้คิดคำตอบ บางข้อเป็นปัญหาสำหรับบางคน แต่อาจไม่เป็นปัญหาสำหรับคนอื่นๆก็ได้

Brueckner and Grossnickle (1957 อ้างถึงใน อัคริภรณ์ จิวสกุล, 2541) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปริมาณที่นักเรียนไม่สามารถตอบได้ทันที โดยวิธีการที่เคยชินและสิ่งที่เป็นปัญหาของนักเรียนเมื่อวานนี้อาจไม่เป็นปัญหาในวันนี้ก็ได้

Anderson and Pingry (1973 อ้างถึงใน อัคริภรณ์ จิวสกุล, 2541) กล่าวว่า เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการคำตอบ ผู้แก้ปัญหาก็ทำได้ต้องมีกระบวนการในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมได้ใช้ความรู้ ประสบการณ์และการตัดสินใจในการแก้ปัญหา

Adams (1977 อ้างถึงใน อัคริภรณ์ จิวสกุล, 2541) กล่าวว่า เป็นสถานการณ์ ที่เกี่ยวกับปริมาณและคำตอบจะเกี่ยวข้องกับปริมาณด้วยจะรวมถึงปัญหาที่เป็นภาษา ปัญหาเกี่ยวกับเรื่องราว และปัญหาที่เป็นคำพูด นอกจากนี้เขาได้กล่าวถึงความแตกต่างระหว่างปัญหากับการทำแบบฝึกหัดไว้ว่า ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะต้องมีการตัดสินใจแล้วลงมือกระทำ ส่วนการทำแบบฝึกหัดไม่จำเป็นต้องมีการตัดสินใจ

จากความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ดังกล่าวสรุปได้ว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หมายถึง สถานการณ์หรือคำถามที่เกี่ยวข้องกับปริมาณที่ต้องการคำตอบ ซึ่งไม่สามารถตอบได้ทันที ในการหาคำตอบจะต้องใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม เลือกเทคนิค วิธีการตัดสินใจและลงมือแก้ปัญหา

## 2.2 ประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์

อัคริภรณ์ จิวสกุล (2541) แบ่งประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภทดังนี้

1) ปัญหาเกี่ยวกับสาระ ได้แก่ ปัญหาตามที่ปรากฏอยู่ในหนังสือทั่วไปเป็นปัญหาที่นำความรู้เกี่ยวกับวิธีคำนวณที่เรียนมาแล้วมาใช้หาคำตอบของสภาพการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าปัญหานี้มุ่งขยายประสบการณ์ด้านการคิดคำนวณมากกว่า การเรียนรู้ด้านการแก้ปัญหาอย่างแท้จริง

2) ปัญหาเกี่ยวกับกระบวนการ เป็นปัญหาที่มุ่งเน้นกระบวนการในการหาคำตอบมากกว่าตัวคำตอบเอง ในการหาคำตอบบางครั้งไม่จำเป็นต้องนำการบวก ลบ คูณ หาร มาใช้ แต่ใช้กระบวนการคิดอื่นๆปัญหานี้นี้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีและยังส่งเสริมวิธีการคิดอย่างสร้างสรรค์และสร้างความรู้สึกรักทำทายอีกด้วย

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2538 อ้างถึงใน แสงจันทร์ พิษญาณรงค์, 2549) แบ่งประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1) การแบ่งประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยพิจารณาจากจุดประสงค์ ของปัญหา ทำให้สามารถแบ่งปัญหาคณิตศาสตร์ได้เป็น 2 ประเภท คือ

(1) ปัญหาให้ค้นหา เป็นปัญหาให้ค้นหาคำตอบ ซึ่งอาจอยู่ในรูป ปริมาณ จำนวน ประโยคให้หาวิธีการ คำอธิบาย ให้เหตุผล

(2) ปัญหาให้พิสูจน์ เป็นปัญหาให้แสดงการให้เหตุผลว่า ข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเท็จ

2) การแบ่งประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาจากตัวผู้แก้ปัญหาและความซับซ้อนของปัญหา ทำให้สามารถแบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้เป็น 2 ประเภท คือ

(1) ปัญหาธรรมดา เป็นปัญหาที่โครงสร้างไม่ซับซ้อนนัก ผู้แก้ปัญหา มีความคุ้นเคยในโครงสร้างและวิธีแก้ปัญหา

(2) ปัญหาไม่ธรรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน ผู้แก้ปัญหามองหาความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกันเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

Polya (1973 อ้างถึงใน จรุง ขำพงศ์, 2542) ได้แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1) ปัญหาให้ค้นหา (Problem to find) เป็นปัญหาที่มีจุดประสงค์เพื่อให้ค้นหาคำตอบที่ต้องการซึ่งอาจจะอยู่ในรูปปริมาณและจำนวน เป็นปัญหาให้หาวิธีการหรือหาเหตุผลก็ได้ลักษณะของปัญหาจะประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ สิ่งที่ต้องการให้หา สิ่งที่กำหนดให้ และเงื่อนไขเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ต้องการให้หา กับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ การแยกส่วนประกอบของปัญหาออกเป็น 3 ส่วน จะช่วยให้ผู้แก้ปัญหามีความเข้าใจในโจทย์ปัญหาได้ดีขึ้น ทำให้สามารถกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น

2) ปัญหาให้พิสูจน์ (Problem to prove) ลักษณะของปัญหานี้มีจุดประสงค์เพื่อให้เห็นการให้เหตุผลว่า ข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเท็จ ส่วนประกอบของปัญหาประเภทนี้ จะประกอบด้วย 2 ส่วน คือ สมมติฐานหรือสิ่งที่กำหนดให้และสรุปหรือสิ่งที่ต้องพิสูจน์ การแยกส่วนประกอบของปัญหาออกเป็นส่วนๆ ทำให้ผู้แก้ปัญหาเข้าใจปัญหาได้ชัดเจนขึ้นและสามารถกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาหรือการพิสูจน์ได้รวดเร็วขึ้น

Charles (ม.ป.ป. อ้างถึงใน แสงจันทร์ พิษฐานุรัตน์, 2549) จำแนกโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภทดังนี้

1) โจทย์ปัญหาขั้นตอนเดียว (one-step problems) มีลักษณะที่สำคัญ คือ เป็นโจทย์ปัญหาที่ต้องการคำตอบเพียงคำตอบเดียว ใช้หลักการหรือหลักเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ที่ตายตัวในการแก้ปัญหาและมีวิธีการคำนวณเพื่อหาคำตอบไม่ยุ่งยากซับซ้อน

2) โจทย์ปัญหาหลายขั้นตอน (multi-step problems) มีลักษณะที่สำคัญคือ ในการคิดคำนวณปกติที่ต้องการคำตอบมากกว่า 1 คำตอบ การแก้โจทย์ปัญหามองหาใช้วิธีการที่ซับซ้อน คือ

การทำความเข้าใจปัญหาต่างๆ ในการแก้ปัญหาและการประเมินผลการแก้ปัญหาโดยลักษณะที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือในการแก้ปัญหาจะต้องเน้นการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล

Baroody (1987) แบ่งโจทย์ปัญหาออกเป็น 2 ประเภท คือ

1) โจทย์ปัญหาธรรมดา (Routine Problems) เป็นโจทย์ปัญหาที่พบในหนังสือเรียนทั่วไป โจทย์ประเภทนี้จะระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไว้อย่างชัดเจน กำหนดข้อมูลไว้พอดีกับการคิดคำนวณ มีวิธีคิดคำตอบ 1 วิธี และมีคำตอบเพียง 1 คำตอบ

2) โจทย์ปัญหาที่นักเรียนไม่คุ้น (Nonroutine Problems) เป็นโจทย์ปัญหาที่สอดคล้องกับความเป็นจริงในชีวิตคือ มีข้อมูลทั้งที่จำเป็นและไม่จำเป็นหรือข้อมูลไม่เพียงพอ อาจมีคำตอบที่ถูกมากกว่า 1 คำตอบการแก้ไขปัญหาคือต้องใช้เวลามาก แบ่งออกได้เป็น 7 ประเภทนี้ดังนี้

(1) ปัญหาซับซ้อนหรือปัญหาหลายชั้น (Complex Translation Problems) เป็นปัญหาที่จะต้องประยุกต์ใช้ในการดำเนินทางคณิตศาสตร์ตั้งแต่ 2 การดำเนินการขึ้นไปในการแก้ปัญหา

(2) ปัญหาที่ต้องปรับใช้สิ่งอื่นของปัญหา (Other Modification of Translation Problems) เป็นการรวบรวมปัญหาหลายชั้นและชั้นเดียวแล้วเปลี่ยนเป็นวิธีการอื่นๆ เพื่อต้องการความคิดวิเคราะห์ให้ได้แก่ ปัญหาที่ต้องการหาค่าประกอบที่ผิดหรือสิ่งที่ผิดของ โจทย์ ปัญหาที่ต้องการประยุกต์คำตอบ ปัญหาที่ให้ข้อมูลมากๆ หรือข้อมูลน้อยๆ หรือข้อมูลที่ไม่ว่างต้อง ปัญหาที่สามารถแก้ปัญหาได้มากกว่า 1 วิธี ปัญหาที่ต้องการคำตอบมากกว่า 1 คำตอบ ปัญหาที่ต้องใช้ความอดทนในการแก้ปัญหา

(3) ปัญหากระบวนการ (Process Problem) เป็นปัญหาที่ต้องใช้ยุทธวิธีต่างๆ ในการแก้ปัญหา

(4) ปัญหาปริศนา (Puzzle Problem) เป็นปัญหาที่มีเทคนิคและต้องการความลึกซึ้ง เป็นปัญหาเกี่ยวกับกลอุบาย ปัญหาประเภทนี้จะทำให้เกิดความสนุกสนานและท้าทาย

(5) ปัญหาเฉพาะที่ไม่ระบุเป้าหมาย (Nongoal-Specific Problem) ปัญหาประเภทนี้มีลักษณะเป็นปัญหาปลายเปิด ซึ่งไม่ต้องการหาคำตอบหรือเงื่อนไขของคำตอบ

(6) ปัญหาประยุกต์ (Applied Problems) ขยายจากสถานการณ์ในชีวิตจริง

(7) ปัญหายุทธวิธี (Strategy Problem) กำหนดจุดมุ่งหมายที่จะต้องแก้ไขผู้เรียนบางคนอาจจะมุ่งไปที่คำตอบว่าถูกต้องหรือไม่ แต่ปัญหาประเภทนี้จะช่วยระบุหรือเน้นยุทธวิธีที่จะช่วยให้เข้าใจปัญหา และกระบวนการในการแก้ปัญหา

Bitter, Hatfield and Edward (1993 อ้างถึงใน แสงจันทร์ พิษฐานุรัตน์, 2549) แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็น 3 ลักษณะ คือ

- 1) ปัญหาปลายเปิด (Open - Ended) เป็นปัญหาที่มีจำนวนคำตอบที่เป็นไปได้หลายคำตอบ ปัญหาเหล่านี้มองว่า กระบวนการแก้ปัญหาเป็นสิ่งสำคัญมากกว่าคำตอบ
- 2) ปัญหาให้ค้น (Discovery) ปัญหาประเภทนี้จะให้คำตอบในขั้นสุดท้ายแต่จะมีวิธีการที่หลากหลายให้ผู้เรียนได้ใช้ในการหาคำตอบ
- 3) ปัญหาที่กำหนดแนวทางในการค้นหาคำตอบ (Guided Discovery) เป็นปัญหาที่เป็นลักษณะร่วมของปัญหา มีเงื่อนไขปัญหาและบอกทิศทางในการแก้ปัญหา ผู้เรียนไม่รู้สึกรอคอยในการหาคำตอบ

จากการแบ่งประเภทของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ข้างต้น สรุปได้ว่า ประเภทของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์นั้นขึ้นอยู่กับหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่ง ซึ่งทำให้ได้ประเภทของโจทย์ปัญหาแตกต่างกันไป ส่วนใหญ่จะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

- 1) ปัญหาธรรมดา ผู้แก้ปัญหาคุ้นเคยกับโครงสร้างของปัญหามาก่อนมีโครงสร้างไม่ซับซ้อน ใช้การดำเนินการทางคณิตศาสตร์เพียงอย่างเดียวในการแก้ปัญหา ได้แก่ ปัญหาในหนังสือเรียน
- 2) ปัญหาไม่ธรรมดา มีโครงสร้างซับซ้อน ผู้แก้ปัญหาไม่คุ้นกับปัญหาที่จะแก้ ต้องใช้ความคิดวิเคราะห์ รวบรวม ประยุกต์ความรู้และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์หลายอย่างพร้อมทั้งการใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา มาช่วยในการแก้ปัญหา

### 2.3 กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

กองวิจัยทางการศึกษา (2531 อ้างถึงใน แสงจันทร์ พิชญานูรัตน์, 2549) กล่าวถึงกระบวนการคิดแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สรุปได้ว่า กระบวนการคิดแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ประกอบด้วย ความสามารถในการเข้าใจโจทย์ ความสามารถในการคิดคำนวณ และความสามารถในการหาคำตอบได้ถูกต้อง

ยุพิน พิพิธกุล (ม.ป.ป. อ้างถึงใน แสงจันทร์ พิชญานูรัตน์, 2549) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการประยุกต์ความรู้ที่ได้รับมาตอนแรกหรือความรู้เดิมกับสถานการณ์ใหม่ที่ยังไม่คุ้น การแก้ปัญหานั้นต้องเป็นเรื่องยาก จะต้องใช้หลายๆ โนมตีหรือทฤษฎี หลายสูตรมาผสมกันจึงจะแก้ปัญหาได้ เรื่องใดที่ทำได้โดยวิธีง่ายๆ เราคงไม่เรียกว่าเป็นการแก้ปัญหา

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544) ให้ความหมายว่าการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่มีความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่มีอยู่ในปัญหากับผู้แก้ปัญหา ในการนำเสนอประสบการณ์ ความรู้ความเข้าใจ และความคิดมาประยุกต์หาวิธีการที่จะเอาชนะอุปสรรค

Charler (ม.ป.ป. อ้างถึงใน แสงจันทร์ พิชญานูรัตน์, 2549) ได้สรุปในบทความ "The Role of Problem Solving" ว่ากระบวนการแก้ปัญหาคือ กระบวนการของการเข้าใจปัญหาการเลือกหรือ

รวบรวมข้อมูลที่เป็นสำหรับการแก้ปัญหา การเลือกและการใช้เทคนิคการแก้ปัญหา การตอบปัญหา และการประเมินผลคำตอบที่สมเหตุสมผล

Gagne (1985 อ้างถึงในอัคริภรณ์ จิวสกุล, 2541) กล่าวถึงสาระสำคัญของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1) ทักษะทางปัญญา (intellectual skill) หมายถึงความสามารถในการนำ กฎ สูตร ความคิดรวบยอดและ/หรือหลักการทางคณิตศาสตร์ มาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมทักษะทางปัญญาคือความรู้ที่ผู้เรียนเคยเรียนรู้มาก่อน

2) ลักษณะของปัญหา (Problem schemata) หมายถึงข้อมูลในสมองที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาซึ่งทำให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์ต้องการ กับสิ่งที่กำหนดให้ได้ ข้อมูลเหล่านี้ได้แก่ คำศัพท์ และวิธีการแก้ปัญหาลักษณะต่างๆ

3) การวางแผนหาคำตอบ (planning strategies) หมายถึงความสามารถในการใช้ทักษะทางปัญญาและลักษณะของปัญหาในการวางแผนแก้ปัญหา การวางแผนหาคำตอบเป็นกลไกวิธีการคิด (cognitive strategies) อย่างหนึ่ง

4) การตรวจสอบคำตอบ (validating answer) หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบย้อนเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหาลงตลอดกระบวนการ

จากที่กล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นความสามารถทางสมองในการคิด นักเรียนจะต้องมีทักษะทางปัญญา มีความสามารถในการจัดระเบียบข้อมูลในสมอง การนำประสบการณ์เดิม มาใช้ในการทำความเข้าใจปัญหา สามารถคิดหายุทธวิธีในการวางแผนหาคำตอบและมีความสามารถในการตรวจสอบความถูกต้องของกระบวนการและความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหาได้

#### 2.4 ขั้นตอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2545) ได้กล่าวถึงการพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะกระบวนการแก้ปัญหา ผู้สอนจะต้องสร้างพื้นฐานให้ผู้เรียนเกิดความคุ้นเคยกับกระบวนการแก้ปัญหาซึ่งแบ่ง 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจกับปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบหรือมองย้อนกลับ

ในกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนนี้ยังอาศัยทักษะอื่นๆ ประกอบด้วย

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา ต้องอาศัยทักษะที่สำคัญและจำเป็นอีกหลายประการ เช่นทักษะการอ่านโจทย์ปัญหา ทักษะการแปลความหมายทางภาษาซึ่งผู้เรียนควรแยกแยะได้ว่าโจทย์กำหนดอะไร และโจทย์ต้องการให้หาอะไรหรือพิสูจน์ข้อความใด

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดซึ่งต้องอาศัยทักษะในการนำความรู้หลักการหรือทฤษฎีที่เรารู้มาแล้ว ทักษะในการเลือกใช้ทฤษฎีที่เหมาะสม เช่น เลือกการเขียนรูปหรือแผนภาพ ตาราง การหารูปแบบหรือความสัมพันธ์ เป็นต้น ในบางปัญหาอาจใช้ทักษะการประมาณค่า คาดการณ์หรือคาดเดาคำตอบมาประกอบด้วย ผู้สอนจะต้องหาวิธีฝึกวิเคราะห์แนวคิดขั้นนี้ให้มาก

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา ต้องอาศัยทักษะการคิดคำนวณหรือทักษะทางคณิตศาสตร์ ทักษะในการพิสูจน์ อธิบาย และแสดงเหตุผล

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบหรือมองย้อนกลับ ต้องอาศัยทักษะในการคำนวณ การประมาณ คำตอบ การตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้โดยอาศัยความรู้สึกเชิงคำนวณ (Number Sense) หรือ ความรู้สึกเชิงปริภูมิ (Spatial Sense) ในการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ ที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือปัญหา

Polya (1973 อ้างถึงใน จรุง ขำพงศ์, 2542) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน พอสรุปได้ดังนี้

1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่พิจารณาถึงสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้และให้ข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการหาคำตอบ จะทำให้ผู้แก้ปัญหาเข้าใจปัญหาได้อย่างชัดเจน

2) ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหามองพิจารณาข้อมูลต่างๆ ที่โจทย์กำหนดมาให้ แล้วใช้ความรู้ประกอบกับประสบการณ์ของผู้แก้ปัญหา ในการวางแผนเพื่อให้ได้วิธีการในการหาคำตอบของปัญหา

3) ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นขั้นที่ลงมือกระทำตามแผนที่วางไว้ จนได้คำตอบของปัญหา

4) ขั้นตรวจสอบผล เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาพิจารณาขั้นตอนต่างๆ ที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาครบถ้วน ถูกต้องทุกขั้นตอนหรือไม่

จากขั้นตอนการแก้ปัญหาข้างต้นสามารถสรุปขั้นตอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจกับปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบหรือมองย้อน

### 3. ทฤษฎี หลักการและเอกสารเกี่ยวกับความคิด

#### 3.1 ความหมายของการคิด

Summers (1995) กล่าวว่า การคิดของบุคคลคือการใช้สติปัญญาหรือความสามารถ ในการเข้าใจอย่างระมัดระวัง เพื่อวินิจฉัยเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างที่สำคัญ

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2541) ให้ความหมายว่าความคิดเป็นกลไกของสมองที่เกิดขึ้น เกือบตลอดเวลา ซึ่งเป็นไปตามธรรมชาติของมนุษย์ ความคิดเป็นผลที่เกิดขึ้นจากการที่สมอง ถูกรบกวนจากสิ่งแวดล้อม สังคมรอบตัว และประสบการณ์ดั้งเดิมของมนุษย์เอง

สำนักนิเทศและพัฒนามาตรฐานการศึกษา (2541) ให้ความหมายว่า การคิดเป็นกลไก ของสมองที่เกิดขึ้นตลอดเวลา ซึ่งเป็นไปตามธรรมชาติของมนุษย์ที่ใช้ในการสร้างแนวคิดรวบยอด ด้วยการจำแนกความแตกต่าง การจัดกลุ่มและการกำหนดชื่อเรื่องเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ที่ได้รับและ กระบวนการที่ใช้ในการแปลความหมายของข้อมูลรวมถึงการสรุปอ้างอิงด้วยการจำแนก รายละเอียด การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้รับ การคิดเป็นผลที่เกิดขึ้นจากการ ที่สมอง ถูกรบกวนจากสิ่งแวดล้อมสังคมรอบตัวและประสบการณ์ส่วนตัวดั้งเดิมของมนุษย์

กล่าวโดยสรุปได้ว่าการคิดเป็นผลที่เกิดขึ้นจากกระบวนการทำงานของสมอง โดยใช้ ประสบการณ์มาสัมพันธ์กับสิ่งเร้าและสภาพแวดล้อม นำมาวิเคราะห์ เปรียบเทียบสังเคราะห์และ ประเมินอย่างมีระบบ มีเหตุผล เพื่อให้ได้แนวทางในการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสมและสร้างสรรค์

#### 3.2 ความหมายของทักษะการคิด

กองวิจัยทางการศึกษา (2542) ให้ความหมายว่า ทักษะการคิด หมายถึง กระบวนการ ทำงานของสมอง โดยใช้ประสบการณ์มาสัมพันธ์กับสิ่งเร้าและสภาพแวดล้อม โดยนำมาวิเคราะห์ เปรียบเทียบ สังเคราะห์ และประเมินอย่างมีระบบ มีเหตุผล เพื่อให้ได้แนวทางในการแก้ปัญหาอย่าง เหมาะสมหรือสร้างสรรค์สิ่งใหม่

ศรินทร วิทยะสิรินันท์ (2544 อ้างถึงใน แสงจันทร์ พิษฐานุรัตน์, 2549) ทักษะการคิด หมายถึง ความสามารถย่อยๆ ในการคิดในลักษณะต่างๆ ซึ่งเป็นองค์ประกอบ ของกระบวนการคิด ที่สลับซับซ้อน

ทิสนา เขมมณี และคณะ (2544) ให้ความหมายทักษะการคิดว่า ทักษะการคิด หมายถึง ความสามารถย่อยๆ ในการคิดในลักษณะต่างๆ ซึ่งเป็นองค์ประกอบของกระบวนการคิด ที่สลับซับซ้อน ทักษะการคิดอาจจัดเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 3 ประเภทคือ 1) ทักษะการคิดพื้นฐาน (Basic Skills) ได้แก่ ทักษะการสื่อความหมาย 2) ทักษะการคิดที่เป็นแกน หรือทักษะการคิดทั่วไป (Core or General Thinking Skills) 3) ทักษะการคิดขั้นสูง (Higher Order or More Complexed Thinking Skills)

#### 4. ทฤษฎีและหลักการเกี่ยวกับเมตาคอกนิชัน

##### 4.1 ความหมายของเมตาคอกนิชัน

ทิสนา เขมมณี และคณะ (2544) กล่าวว่าเมตาคอกนิชันคือ การควบคุมและประเมินความคิดของตนเอง ความสามารถของบุคคลที่ได้รับการพัฒนา เพื่อควบคุมกำกับกระบวนการทางปัญญาหรือกระบวนการคิด มีความตระหนักในงานและสามารถใช้ยุทธวิธีทำงานจนสำเร็จอย่างสมบูรณ์

Flavell (1976 อ้างถึงใน อัคริภรณ์ จิวสกุล, 2541) กล่าวว่าเมตาคอกนิชัน หมายถึง ความรู้ของบุคคลเกี่ยวกับกระบวนการคิดของตนเองและผลผลิตของการคิดหรือสิ่งอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง กับกระบวนการคิด

Flavell (1979 อ้างถึงใน สุเทียบ ละอองทอง, 2545) กล่าวว่าเมตาคอกนิชัน ประกอบด้วย ความรู้เกี่ยวกับเมตาคอกนิชันและประสบการณ์หรือการจัดระเบียบเมตาคอกนิชัน ความรู้ทางเมตาคอกนิชันหมายถึง ความรู้ที่ได้รับเกี่ยวกับกระบวนการทางความคิด ซึ่งเป็นความรู้ที่สามารถใช้ควบคุมกระบวนการทางความคิดได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับตัวแปรด้านบุคคล ด้านกิจกรรม การเรียนการสอนและด้านยุทธศาสตร์ ส่วนประสบการณ์เมตาคอกนิชัน หมายถึง การใช้ยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชันหรือการจัดระเบียบเมตาคอกนิชัน

O' Malley et al. (1985) กล่าวว่าเมตาคอกนิชัน หมายถึง การคิดเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ การวางแผน การตรวจสอบและการประเมินผลการกระทำของตนเองหลังการทำกิจกรรมนั้นๆ แล้ว

Cross & Paris (1988 อ้างถึงใน สุเทียบ ละอองทอง, 2545) ให้ความหมายของการจัดระเบียบของการคิดว่า หมายถึง กระบวนการทางความคิดที่กำกับตรวจสอบการเรียนรู้ ส่วนการจัดระเบียบเมตาคอกนิชันของตนเอง ประกอบด้วยการกระทำ 3 ประการ ได้แก่ การวางแผน การกำกับตรวจสอบ และการประเมินความคิดของตนเองได้

Brown (1987) ให้ความหมายของการจัดระเบียบของความคิดว่า หมายถึง กระบวนการทางความคิดที่กำกับตรวจสอบการเรียนรู้ ส่วนการจัดระเบียบเมตาคอกนิชันของตนเอง

ประกอบด้วยการกระทำ 3 ประการ ได้แก่ การวางแผน การกำกับตรวจสอบ และการประเมินความคิดและการเรียนรู้

Lester et al. (1989 อ้างใน ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ และคณะ, 2546) ตามแนวคิดของ เลสเตอร์และคณะ เมตาคอกนิชัน หมายถึง การควบคุมและจัดการเกี่ยวกับกระบวนการเชิงรู้ของตนเอง โดยที่กระบวนการเมตาคอกนิชันประกอบด้วยองค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์กัน 2 ประการ คือ การจัดการด้วยตนเอง (self-regulation) และความตระหนัก (awareness) เกี่ยวกับกระบวนการเชิงรู้

Schoendfeld (1992 อ้างใน ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ และคณะ, 2546) กล่าวว่าเมตาคอกนิชัน เป็นการควบคุมหรือการจัดการเกี่ยวกับกระบวนการเชิงรู้ของตนเองรวมถึงการจัดการจัดสรรทรัพยากรเชิงรู้ที่มีอยู่ในขณะที่ทำกิจกรรมเชิงรู้ (cognitive activity) และระหว่างกระบวนการแก้ปัญหา (problem solving) และในขณะที่ทำกิจกรรมการแก้ปัญหา เมื่อมีอุปสรรคเกิดขึ้น แล้วเราสามารถควบคุมและประเมินความก้าวหน้าของสถานการณ์

Eggen (1994 อ้างถึงใน อัคริภรณ์ จิวสกุล, 2541) กล่าวว่าเมตาคอกนิชัน หมายถึง ความรู้และการควบคุมกระบวนการคิดของตนเอง

Ormrod (2000 อ้างถึงใน สุเทียบ ละอองทอง, 2545) กล่าวว่าเมตาคอกนิชัน หมายถึง ความรู้และความเชื่อของบุคคลเกี่ยวกับกระบวนการทางความคิดของตนและผลจากความพยายามของตน ในอันที่จะจัดระเบียบกระบวนการทางความคิดเหล่านั้นให้เกิดการเรียนรู้ และจดจำให้ได้มากที่สุด

กล่าวโดยสรุปได้ว่าเมตาคอกนิชัน หมายถึง กระบวนการที่สะท้อนให้เห็นถึงการเรียนรู้ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการคิด และผลผลิตของกระบวนการคิดของบุคคล ความรู้ในการเรียนรู้และการควบคุมการเรียนรู้ของตนเองในการจัดระเบียบกระบวนการทางความคิด ให้เกิดการเรียนรู้และจดจำให้ได้มากที่สุด ซึ่งเป็นความสามารถในการควบคุมความคิดวางแผนและประเมินการคิดของตนเองได้

#### 4.2 ยุทธวิธีเมตาคอกนิชัน (Metacognition Strategies)

Brown (1987) กล่าวว่า ยุทธวิธีเมตาคอกนิชัน หมายถึง กระบวนการที่เป็นลำดับขั้นที่บุคคลใช้ควบคุมกิจกรรมทางความคิด เพื่อให้มั่นใจว่าเป้าหมายของความคิด ได้บรรลุผล กระบวนการเหล่านี้ช่วยในการจัดระเบียบและเข้าใจการเรียนรู้ซึ่งประกอบด้วย การวางแผน การควบคุมตรวจสอบ กิจกรรมทางความคิด และรวมถึงการตรวจสอบผลที่ได้รับจากการทำกิจกรรมเหล่านั้นด้วย

Schraw and Dennison (1994) ให้นิยามยุทธวิธีเมตาคอกนิชันว่า หมายถึง ยุทธวิธีที่ทำให้บุคคลสามารถสะท้อนให้เห็นถึงการเรียนรู้ความรู้ความเข้าใจ ในการเรียนรู้และการควบคุมการเรียนรู้ของตน

Brown and Palincsar และ O' Malley et al. (1982, 1985 อ้างถึงใน สุเทียบ ละอองทอง, 2545) ได้แยกความแตกต่างของยุทธวิธีการใช้ความรู้ความคิด กับยุทธวิธีเมตาคอกนิชันไว้ว่า ยุทธวิธีการใช้ความรู้ความคิดนั้น หมายถึง ขั้นตอนหรือการปฏิบัติที่ใช้ในการเรียนรู้ หรือการแก้ปัญหาที่ต้องใช้การวิเคราะห์โดยตรง การแก้ไขหรือการวิเคราะห์เนื้อหาการเรียนรู้ ส่วนยุทธวิธีเมตาคอกนิชันนั้นเกี่ยวกับความรู้เกี่ยวกับกระบวนการใช้ความรู้ความคิด และการควบคุมการใช้ความรู้ความคิด การควบคุมการปฏิบัติ หรือการจัดการ โดยใช้กระบวนการดังที่กล่าวมาด้วยการวางแผน การตรวจสอบ และการประเมิน

จากนิยามที่นักการศึกษาได้เสนอไว้สรุปได้ว่า ยุทธวิธีเมตาคอกนิชัน หมายถึง วิธีการหรือขั้นตอนที่จะทำให้การเรียนรู้บรรลุผลตามเป้าหมายของการเรียน โดยมีการดำเนินการตามขั้นตอนของการควบคุมกระบวนการเรียนรู้

### 4.3 องค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน

นักจิตวิทยาหลายท่านได้กล่าวถึงองค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน ซึ่งบางองค์ประกอบคล้ายกัน และบางองค์ประกอบต่างกันไว้ดังนี้

Baker and Brown (1948 อ้างถึงใน ทิศนา เขมมณี และคณะ, 2544) กล่าวว่าเมตาคอกนิชันแยกเป็น 2 องค์ประกอบคือ

1) การตระหนักรู้ (awareness) เป็นการตระหนักรู้ถึงทักษะ กลวิธี และแหล่งข้อมูลที่จำเป็นต่อการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพและรู้ว่าจะต้องทำอะไร (what to do) รู้ถึงสิ่งที่ตนเองคิดและความสอดคล้องกับสถานการณ์การเรียนรู้ รวมไปถึงการแสดงออกในสิ่งที่รู้ออกมาโดยการอธิบายให้ผู้ฟังได้ สามารถสรุปจับใจความสำคัญของสิ่งที่เรียนรู้นั้น วิธีจำสิ่งนั้นให้ง่าย ตลอดจนการคิดแบบทดสอบ การวางแผนข้อสอบและการจดบันทึก ความสามารถสะท้อนการคิดของตนออกมาในขณะที่เรื่องราว หรือในการคิดแก้ปัญหา เป็นทักษะที่จะทำให้บุคคลทำงานอย่างมีประสิทธิภาพเพราะจะทำให้รู้ว่างานนั้นๆจะต้องประกอบด้วยสิ่งใดบ้างที่จะทำให้การทำงานนั้นเกิดประสิทธิภาพ และทำให้สถานการณ์ในการทำงานนั้นมีประสิทธิภาพ

2) ความสามารถในการกำกับตนเอง (self-regulation) ในการทำงานเพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้สำเร็จสมบูรณ์ จะต้องรู้ว่า จะทำงานนั้นอย่างไร (how to do) และเมื่อไร (when to do) เป็นความสามารถในการกำกับตนเองในขณะที่กำลังคิดปัญหา การประเมิน ความพยายามในการทำงาน การวางแผนและขั้นตอนในการทำงาน การทดสอบวิธีการที่ใช้การตัดสินใจในการใช้เวลาและการใช้ความสามารถที่มีอยู่ และการเปลี่ยนได้ใช้วิธีอื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหา

Cross and Paris (1948 อ้างถึงใน ทิศนา แจมมณี และคณะ, 2544) แบ่งองค์ประกอบของเมตาคอกนิชันออกเป็นด้านๆ ได้ดังนี้

1) องค์ประกอบด้านการประเมินตนเองเกี่ยวกับความรู้ในด้านความรู้ความคิด (self-appraisals of one's knowledge about cognition) ซึ่งประกอบด้วย การรู้ลักษณะและสภาพของงาน มีความรู้ในการใช้ทักษะใดหรือการประยุกต์ใช้ทักษะนั้นอย่างไร จึงจะนำไปสู่จุดประสงค์ที่ต้องการ และมีความรู้ความเข้าใจถึงเงื่อนไขหรือข้อจำกัดของยุทธวิธีแต่ละยุทธวิธี รู้ว่าจะใช้ยุทธวิธีนั้นเมื่อไร

2) องค์ประกอบด้านการจัดการเกี่ยวกับการคิดของตน (Self - management of one's thinking) ประกอบด้วย

2.1) การวางแผน (planning) เป็นการคัดเลือกใช้ยุทธวิธีให้เหมาะสมในขณะดำเนินการทำกิจกรรม

2.2) การกำกับ (regulation) เพื่อควบคุมและกำหนดทิศทางในการดำเนินการกิจกรรม

2.3) การประเมิน (evaluation) เป็นการวิเคราะห์และประเมินความสามารถของตนเพื่อที่จะดำเนินการกิจกรรมนั้น ๆ ในขั้นต่อไป

Flavell (1985 อ้างถึงใน อัคริภรณ์ จิวสกุล, 2541) ให้แนวคิดเกี่ยวกับเมตาคอกนิชันไว้ 2 ประเภท คือ

1) ความรู้ในเมตาคอกนิชัน คือ ความรู้ทั้งหมดที่บุคคลสะสมและเก็บไว้ในระบบความจำระยะยาว เป็นการที่บุคคลรู้ตนเองรู้อะไร คิดอย่างไรและจะบรรลุเป้าหมายอย่างไร ซึ่งความรู้ในเมตาคอกนิชันแบ่งเป็น 3 ตัวแปร คือ

1.1) ตัวแปรด้านบุคคล (person variable) หมายถึง การที่บุคคลมีความรู้เกี่ยวกับลักษณะที่บุคคลทั่วไปมีอยู่ ในด้านความสามารถทางปัญญา การเรียนรู้หรือในการทำงาน เช่น รู้ถึงความถนัดและความสามารถของบุคคล รู้ว่าบุคคลมีลักษณะอย่างไร จึงทำงานเฉพาะอย่างได้ดี

1.2) ตัวแปรด้านงาน (task variable) หมายถึง การตระหนักรู้ลักษณะของงานที่ทำซึ่งมีผลต่อการปฏิบัติงานของบุคคลนั้นๆ การรู้ว่าสิ่งใดทำให้งานนั้นยาก สิ่งใดทำให้งานนั้นง่ายขึ้น รวมถึงปัญหาและอุปสรรคของงานนั้นที่จะเกิดแก่ตน

1.3) ตัวแปรด้านกลวิธี (strategy variable) หมายถึง ความรู้ของบุคคล ที่เกี่ยวกับกลวิธีที่เหมาะสมที่จะใช้การทำงานนั้นให้บรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นวิธีการที่จะช่วยให้เกิดความเข้าใจการจักระบบ การวางแผน การลงมือปฏิบัติและการประเมินผล ทั้งในสิ่งที่ทำไป

แล้วกับสิ่งที่จะทำต่อไป ตัวแปรด้านนี้ทำให้เกิดความก้าวหน้าในการคิดกลวิธีในเมตาคอกนิชัน ตลอดจนมีการตรวจสอบ

2) ประสบการณ์ในเมตาคอกนิชัน เป็นประสบการณ์ทางการคิดที่บุคคลสามารถควบคุมได้ ซึ่งการนำประสบการณ์เมตาคอกนิชันมาใช้ นั้น มีวัตถุประสงค์เพื่อนำมากำกับและควบคุมตนเองในกิจกรรมทางการคิด ให้พฤติกรรมของตนเองเปลี่ยนแปลงไปสู่เป้าหมายที่ต้องการ โดยที่ประสบการณ์ในเมตาคอกนิชันมี 3 ด้าน คือ

2.1) การวางแผน (planning) หมายถึง การรู้ว่าตนเองคิดว่าจะทำงานนั้นอย่างไร ตั้งแต่การกำหนดเป้าหมายจนถึงการปฏิบัติงานจนบรรลุเป้าหมาย

2.2) การควบคุมตรวจสอบ (monitoring) หมายถึง การทบทวนตนเองเกี่ยวกับแผนที่วางไว้ว่าเป็นไปได้เพียงใด ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนและวิธีที่เลือกใช้

2.3) การประเมินผล (evaluation) หมายถึง การประเมินแผนการที่ใช้และผลลัพธ์ที่ได้รับว่าสิ่งที่ทำมาทั้งหมดดีหรือไม่ ยังมีวิธีอื่นที่แตกต่างและดีกว่าหรือไม่

ดังนั้น โดยสรุปแล้วองค์ประกอบของเมตาคอกนิชันประกอบด้วย 2 องค์ประกอบ คือ ความรู้ในเมตาคอกนิชัน ซึ่งประกอบด้วย ตัวแปรด้านบุคคล ตัวแปรด้านงาน ตัวแปรด้านกลวิธี และ ประสบการณ์ในเมตาคอกนิชัน ซึ่งประกอบด้วย การวางแผน การควบคุมตรวจสอบ และการประเมิน

#### 4.4 การพัฒนาเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ทิสนา เขมมณี และคณะ (2544) กล่าวว่า การพัฒนาเมตาคอกนิชันเป็นเป้าหมายสูงสุดของการศึกษาคือ ให้ผู้เรียนเรียนรู้วิธีเรียนรู้ เรียนรู้กระบวนการการคิดเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา โดยเมตาคอกนิชันมียุทธวิธีพื้นฐานคือ การเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมหรือความรู้ที่มีอยู่ การเลือกยุทธวิธีการคิดอย่างพิถีพิถันและรอบคอบ การวางแผนกำกับหรือตรวจสอบและประเมินกระบวนการคิด และการพัฒนาเมตาคอกนิชันในการฝึกแก้โจทย์ปัญหา หมายถึงการฝึกให้ผู้เรียนได้รู้กระบวนการคิดของตนเองคือ รู้ว่าตนเองรู้อะไร ต้องการรู้อะไร และยังไม่รู้อะไร ตลอดจนสามารถควบคุมและตรวจสอบการคิดของตนเองได้ในทิศทางที่ถูกต้องประกอบด้วยยุทธวิธีดังนี้

1) การฝึกให้ผู้เรียนรู้จักวางแผน ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ๆ ดังนี้

1.1) ฝึกให้ผู้เรียนวิเคราะห์เป้าหมายของโจทย์ปัญหา โดยให้สามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ บอกข้อมูลอื่นที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหา บอกค่าและข้อความสำคัญและบอกเป้าหมายของการแก้โจทย์ปัญหานั้นได้

1.2) ฝึกให้ผู้เรียนเลือกใช้ยุทธวิธีต่างๆ ในการแก้ปัญหา เป็นการเสนอยุทธวิธีต่างๆ สำหรับการแก้ปัญหาก็กำหนดให้ แล้วตัดสินใจเลือกยุทธวิธีที่จะทำให้สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด ซึ่งยุทธวิธีต่างๆมีดังนี้

(1) ยุทธวิธีเดาและตรวจสอบ (guess and test) คาดเดาหรือคะเนคำตอบของปัญหาอย่างมีเหตุผลแล้วตรวจสอบความถูกต้อง ถ้าไม่ถูกต้องก็คาดเดาใหม่

(2) ยุทธวิธีวาดภาพ (draw a picture) เป็นการแสดงสภาพการณ์ของข้อมูลที่กำหนดให้ออกมาเป็นภาพ

(3) ยุทธวิธีสร้างตาราง (make a table) เป็นการจัดระบบข้อมูลจากปัญหาที่กำหนดให้โดยการแจกแจงข้อมูลของตาราง

(4) ยุทธวิธีการสร้างรายการ (make a list) เป็นการเขียนแจกแจงแสดงความเป็นไปได้ของคำตอบทั้งหมดและอยู่ในขอบเขตและเงื่อนไขที่กำหนด

(5) ยุทธวิธีเขียนแผนภาพ (draw a diagram) เป็นการเขียนแสดงสภาพการณ์ของปัญหาเพื่อทำให้มองเห็นปัญญอย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้น

(6) ยุทธวิธีใช้การให้เหตุผล (use reasoning) เป็นการใช้ข้อมูลที่โจทย์ปัญหา กำหนดให้เป็นเหตุบังคับให้เกิดผล ซึ่งต้องผสมผสานกับความรู้และประสบการณ์ต่างๆ

(7) ยุทธวิธีค้นหาแบบแผน (look for a pattern) เป็นการศึกษาตัวอย่างหรือข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ แล้ววิเคราะห์หาค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเหล่านั้นมากำหนดเป็นแผน ขั้นตอนดังนี้ 1) ค้นหาข้อสรุป 2) ตรวจสอบข้อสรุป 3) นำข้อสรุปไปใช้ 4) พบข้อสรุปใหม่

(8) ยุทธวิธีแก้ปัญหที่ง่ายขึ้นกว่าเดิม (solve a simple problem) เป็นการปรับหรือดัดแปลง โจทย์ปัญหาที่ยากให้เป็น โจทย์ปัญหาที่ง่ายทั้งในด้านของภาษาและขนาดของจำนวน โดยมีโครงสร้างคล้ายกับปัญหาเดิม แต่ง่ายและมีความยุ่งยากซับซ้อนน้อยกว่าเดิม

(9) ยุทธวิธีทำย้อนกลับ (work backward) เป็นการพิจารณาผลลัพธ์ครั้งสุดท้ายแล้วมองย้อนกลับมาที่โจทย์ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนเป็นการใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์โดยพิจารณาจากผลย้อนกลับไปหาเหตุ ซึ่งจะต้องหาเงื่อนไขเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ต้องการกับสิ่งที่โจทย์ปัญหากำหนด

1.3) เรียงลำดับขั้นตอนตามยุทธวิธีที่ได้เลือกไว้ เป็นการนำยุทธวิธีแก้โจทย์ปัญหาที่เลือกไว้มาลำดับเป็นขั้นตอนย่อยๆ อย่างเป็นระบบ

1.4) ประมาณคำตอบที่คาดว่าจะได้ เป็นการคาดคะเนคำตอบให้ได้ใกล้เคียงกับคำตอบของโจทย์ปัญหามากที่สุด โดยการวิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาให้อย่างมีเหตุผล เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการตรวจสอบคำตอบ

2) การฝึกให้ผู้เรียนสามารถกำกับควบคุมและตรวจสอบความคิดของตนเองได้มีขั้นตอนดังนี้

2.1) การกำหนดเป้าหมายไว้ใใจ เป็นการตรวจสอบว่าหลังจากที่ได้ปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนหรือยุทธวิธีที่เลือกนั้นแล้วสามารถบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้หรือไม่

2.2) กำกับวิธีการต่างๆ ให้เป็นไปตามขั้นตอนของยุทธวิธีที่ได้เลือกไว้

3) การฝึกให้ผู้เรียนสามารถประเมินการคิดของตนเองได้ มีขั้นตอนดังนี้

3.1) ประเมินความสำเร็จตามเป้าหมาย เป็นการตรวจสอบว่าหลังจากที่ปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนหรือยุทธวิธีที่เลือกนั้นแล้วสามารถบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้หรือไม่

3.2) ตรวจสอบคำตอบ เป็นการตรวจคำตอบหรือผลลัพธ์ของงานหรือกิจกรรมที่ทำ

3.3) ตรวจสอบขั้นตอนในการปฏิบัติ เป็นการย้อนกลับไปมองถึงขั้นตอนของยุทธวิธีต่างๆที่ใช้ในการทำกิจกรรมว่ามีความถูกต้องสมบูรณ์เพียงใด เพื่อจะช่วยให้พบข้อบกพร่องที่อาจเกิดขึ้นแล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้นต่อไป

Copper (อ้างถึงใน อธิกรณ์ จิวสกุล, 2541) ได้กล่าวถึงการนำเมตาคอกนิชันมาใช้เพื่อช่วยให้นักแก้ปัญหาที่ดี สรุปได้ดังนี้

1) ช่วยทำให้รู้จักอ่านปัญหาทางคณิตศาสตร์ช้า เพื่อให้แน่ใจว่าเข้าใจในปัญหานั้นอย่างแน่นอน

2) ช่วยในการวางแผนและเลือกกลวิธีที่เหมาะสมสำหรับการดำเนินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3) ช่วยทำให้รู้จักแยกแยะข้อมูลที่สำคัญออกจากข้อมูลที่ไม่สำคัญในปัญหานั้น ๆ

4) ช่วยทำให้รู้จักการแตกปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็นปัญหาย่อย ๆ

5) ช่วยทำให้รู้จักเชื่อมโยงข้อมูลที่รู้แล้วเข้าด้วยกัน

6) ช่วยในการจัดระบบระเบียบให้กับข้อมูลที่อยู่ในปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้น ๆ

7) ช่วยทำให้รู้จักค้นหาข้อมูลที่ขาดหายไปและประยุกต์ข้อมูลที่มีอยู่

8) ช่วยทำให้รู้จักควบคุมเวลาในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ภายในเวลาที่จำกัด

9) ช่วยทำให้รู้จักควบคุมเวลาในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นๆ ทบทวนการคิดคำนวณ การหาผลลัพธ์ การตรวจสอบเกี่ยวกับแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นๆ

Derry and Murphy (1986 อ้างถึงใน จรุง ขำพงศ์, 2542) ได้เสนอวิธีการฝึกเมตาคอกนิชันซึ่งสรุปได้ดังนี้

1) สอนกลวิธีการเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนสะสมไว้เป็นคลังกลวิธีของตน (action or strategies)

2) ฝึกให้ผู้เรียนตระหนักได้ว่า ตนเองต้องเรียนอะไรมีเป้าหมายอย่างไร

3) เพิ่มพูนความถี่และคุณภาพของประสบการณ์ อันจะนำไปสู่การหยั่งเห็นการเรียนรู้ (Metacognitive experience)

4) ช่วยให้ผู้เรียน ได้สะสมความรู้เกี่ยวกับประโยชน์ของวิธีต่างๆ รวมทั้งความรู้เกี่ยวกับโอกาสและวิธีที่จะใช้กลวิธีเหล่านั้น (Metacognitive knowledge)

Osman and Hannafin (1992) ได้เสนอแนวทางการพัฒนาเมตาคอกนิชันไว้ว่า วิธีการฝึกแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ แบบผสมผสาน (embedded strategies) และแบบไม่ผูกพัน (detached strategies) สรุปได้ดังนี้

1) วิธีฝึกแบบผสมผสาน (embedded strategies) เป็นวิธีที่บูรณาการกลวิธีต่างๆ ความสำคัญและขอบเขตที่จะนำกลวิธีเหล่านั้นไปประยุกต์ใช้ในบทเรียน วิธีการนี้แสดงให้เห็นว่ากลวิธีสามารถช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนในสถานการณ์จริง และพยายามจะทำให้ผู้เรียนสนใจและมีปฏิสัมพันธ์กับสาระที่สำคัญของเนื้อหาที่ต้องประมวลเข้าไป

2) วิธีฝึกแบบไม่ผูกพัน (detached strategies) เป็นกลวิธีที่มีความเป็นสากลมากกว่า กลวิธีนี้ทำการสอนอย่างเป็นอิสระจากบทเรียนที่เป็นแกน โดยมุ่งหวังว่าจะต้องพัฒนาความสามารถที่จะเลือกใช้กลวิธีด้วยตัวเองของผู้เรียน วิธีนี้ช่วยให้เกิดทักษะที่จะเอาไปประยุกต์ใช้ได้กับหลายวิชา

สรุปได้ว่า ยุทธวิธีที่ใช้ในการพัฒนาเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหา ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนคือ 1) การฝึกให้ผู้เรียนรู้จักวางแผน 2) การฝึกให้ผู้เรียนสามารถกำกับควบคุมและตรวจสอบความคิดของตนเอง และ 3) การฝึกให้ผู้เรียนสามารถประเมินการคิดของตนเอง

#### 4.5 กรอบแนวคิดเกี่ยวกับเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ Yimer

Yimer (2004) ได้เสนอกรอบแนวคิดเกี่ยวกับเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นการเข้าสู่ปัญหา (The engagement phase) เป็นขั้นตอนที่เผชิญปัญหาและสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหา ประกอบด้วย

1.1) การเริ่มต้นสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาในรูปของการอ่าน หรือการอ่านซ้ำ การกำหนดแนวคิดหลักหรือสารสนเทศ หรือการวาดรูป

1.2) วิเคราะห์ข้อมูลหรือสารสนเทศโดยอ่านซ้ำเพื่อพิจารณาลักษณะของปัญหา สร้างความหมายเกี่ยวกับปัญหาหรือการเชื่อมโยงปัญหากับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

1.3) พิจารณาความคุ้นเคยกับปัญหา หรือปัญหาที่มีความเกี่ยวข้อง ประเมินระดับความยากง่ายและคาดคะเนความสำเร็จ และประเมินความรู้หรือประสบการณ์เดิมว่าเพียงพอในการแก้ปัญหาหรือไม่

2) **ขั้นกำหนดโครงสร้างในการแก้ปัญหา (The transformation – formation phase)** เป็นขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์และกำหนดกรอบในการปฏิบัติ การแก้ปัญหา ประกอบด้วย

- 2.1) **สำรวจปัญหาโดยพิจารณากรณีเฉพาะหรือระลอกถึงปัญหาที่เป็นกรณีเฉพาะ**
- 2.2) **การคาดคะเนบนพื้นฐานของผลจากการสำรวจและการวิเคราะห์เกี่ยวกับเงื่อนไขที่กำหนดในปัญหา**
- 2.3) **สะท้อนผลการสำรวจและคาดคะเนความเป็นไปได้**
- 2.4) **วางแผนการแก้ปัญหา**
- 2.5) **พิจารณาความสอดคล้องระหว่างแผนการแก้ปัญหากับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด**

3) **การดำเนินการแก้ปัญหา (Implementation phase)** เป็นขั้นตอนการดำเนินการตามแผน ประกอบด้วย

- 3.1) **สำรวจลักษณะหรือเงื่อนไขหลักของแผนเพื่อกำหนดแผนย่อย ตลอดจนพิจารณาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง**
- 3.2) **ประเมินแผนว่ามีความสอดคล้องกับเงื่อนไขหรือคุณลักษณะของปัญหาหรือไม่**
- 3.3) **ดำเนินการตามแผน**
- 3.4) **สะท้อนความเหมาะสมของการปฏิบัติตามแผน และความสอดคล้องกับแผนย่อยหรือแผนรวม ในขั้นนี้ทำให้เกิดการตัดสินใจเกี่ยวกับการปรับปรุงแผนหรือยกเลิกแผน**

4) **การประเมินผล (The evaluation phase)** เป็นขั้นตอนเกี่ยวกับการประเมินกระบวนการแก้ปัญหาและการตัดสินใจเกี่ยวกับการดำเนินการตามแผน ประกอบด้วย

- 4.1) **ประเมินว่าปัญหาได้ถูกตอบครบแล้วหรือไม่**
- 4.2) **ตรวจสอบแผนว่าสอดคล้องกับเงื่อนไขของปัญหา ตลอดจนเช็คข้อผิดพลาดที่เกิดจากการคำนวณหรือการวิเคราะห์**
- 4.3) **ประเมินความสมเหตุสมผลของคำตอบ**
- 4.4) **ตัดสินใจเกี่ยวกับการยอมรับหรือไม่ยอมรับคำตอบ**

5) **สะท้อนผล (The internalization phase)** เป็นขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับเจตคติหรือมุมมองของนักเรียนเกี่ยวกับปัญหา ประกอบด้วย

- 5.1) **สะท้อนเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาทั้งหมด**



5.2) พิจารณาประเด็นที่สำคัญในกระบวนการแก้ปัญหาที่ให้ความสนใจเป็นพิเศษในกระบวนการแก้ปัญหา

5.3) ประเมินผลการแก้ปัญหาเพื่อปรับใช้กับสถานการณ์ปัญหาอื่นๆ พิจารณาหาแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

5.4) สะท้อนเกี่ยวกับความเชื่อมั่นความสำคัญและความพึงพอใจ ในกระบวนการแก้ปัญหา ตลอดจนความพึงพอใจในคำตอบของปัญหา

## 5. การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E

### 5.1 การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E

สมบัติ กาญจนารักษ์พงศ์ (2549) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E มีขั้นตอนการจัดกิจกรรม 5 ขั้นตอน ดังนี้

#### ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

ขั้นนี้เป็นขั้นของการนำเข้าสู่บทเรียนซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดการอยากเรียนและสนใจกิจกรรมควรอยู่บนพื้นฐานของประสบการณ์ที่ได้เรียนมาแล้วในอดีตและนำมาเชื่อมโยงกับประสบการณ์การเรียนรู้ในปัจจุบัน บทบาทของครูจะทำหน้าที่ในการตั้งคำถามนักเรียน กำหนดปัญหาชี้ให้เห็นประเด็นที่เป็นข้อโต้แย้งกัน นักเรียนควรจะมี ความอยากรู้อยากเห็นในปัญหา กระบวนการและทักษะต่างๆ

ครูมีหน้าที่จัดกิจกรรมเพื่อสร้างความสนใจ กระตุ้นช่วยให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นกิจกรรมอาจเป็นการทดลอง การนำเสนอข้อมูล การสาธิต ข่าว หรือสถานการณ์ เป็นต้น ซึ่งก่อให้เกิดความคิดขัดแย้งจากสิ่งที่นักเรียนเคยรู้ กระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถาม กำหนดประเด็นปัญหาที่จะศึกษา ซึ่งนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ

#### ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

ขั้นนี้เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมต่างๆ ในการสำรวจและค้นหาในเนื้อหาและสร้างแนวความคิดที่ได้มาจากประสบการณ์ของนักเรียนเองและกำหนดปรากฏการณ์ที่ได้จากการสำรวจ โดยการสร้างเป็นคำพูดของตนเอง ผู้เรียนมีเวลาที่จะทำการพูดคุยกับนักเรียนคนอื่นๆ จากนั้นนักเรียนก็สร้างองค์ความรู้และทำความเข้าใจด้วยตนเองและในขณะเดียวกันก็ทำความเข้าใจเรื่องของคนอื่นด้วย

เมื่อนักเรียนกำหนดปัญหาที่จะสำรวจตรวจสอบได้แล้ว ครูมีหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบปัญหาและให้นักเรียนดำเนินการตรวจสอบ สืบค้น และรวบรวมข้อมูลโดยการวางแผนสำรวจ ตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติ

### ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

ขั้นนี้เป็นขั้นที่ได้จากการสำรวจค้นคว้า ซึ่งผู้เรียนได้ดำเนินการมาแล้ว นักเรียนควรจะ สามารถกำหนดแนวคิดรวบยอดตามแนวความเข้าใจของนักเรียนเอง โดยผ่านประสบการณ์และความรู้เดิมของนักเรียนที่มีอยู่ และสามารถประมวลเป็นความรู้ เพื่อถ่ายทอดและสื่อสารไปยังผู้อื่นได้

เมื่อได้ข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบสืบค้นข้อมูลแล้ว ขั้นตอนนี้ครูมีหน้าที่ส่งเสริมให้นักเรียนนำข้อมูลมาวิเคราะห์ จัดกระทำข้อมูลในรูปตาราง กราฟ แผนภาพ เป็นต้น ให้เห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง โดยอ้างอิงหลักการและวิชาการ ประกอบอย่างเป็นเหตุเป็นผล มีการอ้างอิงหลักฐานชัดเจนแล้วนำเสนอผลงาน ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ ครูมีหน้าที่จัดกิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดด้วยตัวของนักเรียนเอง ให้นักเรียนแสดงหลักฐานเหตุผลประกอบการอธิบาย

### ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

ขั้นนี้ นักเรียนมีโอกาสประยุกต์ใช้ใช้แนวความคิดรวบยอดนำไปสู่การค้นหาในสถานการณ์ใหม่ๆ ที่ละเอียดและระดับลึกลงไป นักเรียนสามารถค้นคว้ารายละเอียดในสิ่งที่ต้องการศึกษาและสำรวจตรวจสอบได้มากขึ้น ตลอดจนมีการใช้ทักษะต่างๆ และมีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่น ขั้นนี้ นักเรียนควรได้รับความรู้ความเข้าใจและแนวความคิดรวบยอดที่ลึกลงไป

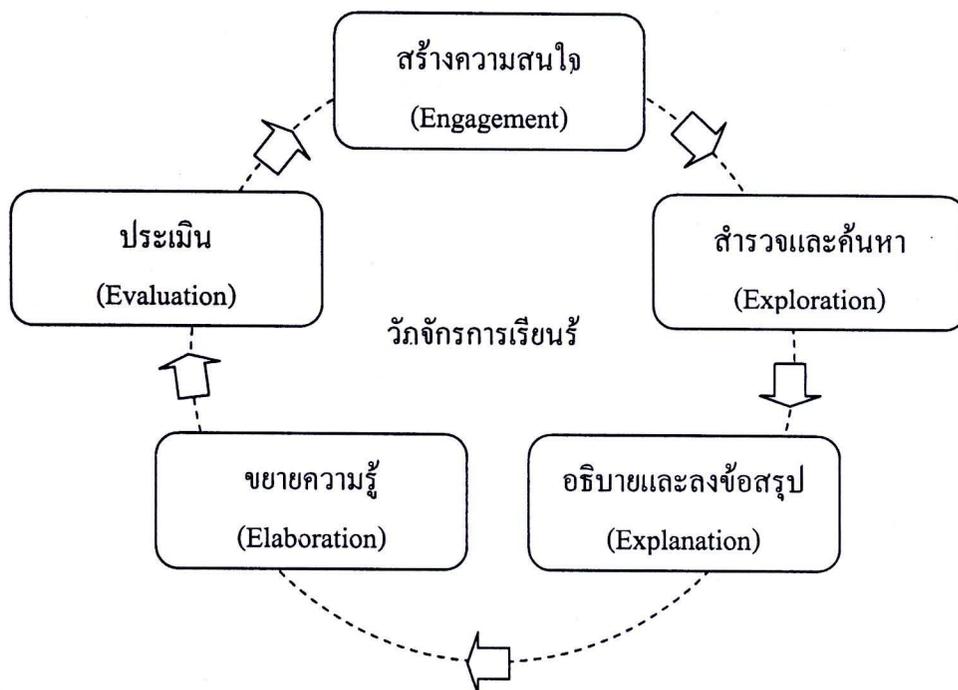
เพื่อความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้นเองจากการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเองสมบูรณ์ชัดเจนและลึกซึ้งยิ่งขึ้น ครูควรจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนมีความรู้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น ขยายกรอบแนวคิดให้กว้างยิ่งขึ้น เชื่อมโยงความรู้เดิมสู่ความรู้ใหม่ นำไปสู่การศึกษาค้นคว้าเพิ่มขึ้น หรือให้ค้นคว้าเพิ่มเติมในประเด็นที่นักเรียนสนใจ

### ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

ขั้นนี้เป็นขั้นสำคัญเนื่องจากนักเรียนได้รับผลสะท้อนกลับ (Feedback) จากประสบการณ์และความเข้าใจของนักเรียน นักเรียนยังคงพัฒนาแนวความคิดรวบยอดและความเข้าใจอย่างต่อเนื่อง นักเรียนจะประเมินความเข้าใจของตนเองจากแนวความคิดที่เป็นกุญแจสำคัญและการพัฒนาของทักษะพื้นฐานที่จำเป็น

ส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องเพื่อสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่หรือนำไปประยุกต์ใช้ นอกจากนี้ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนมีโอกาสตรวจสอบซึ่งกันและกัน โดยการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นที่ได้จากการวิเคราะห์ผลการตรวจสอบ

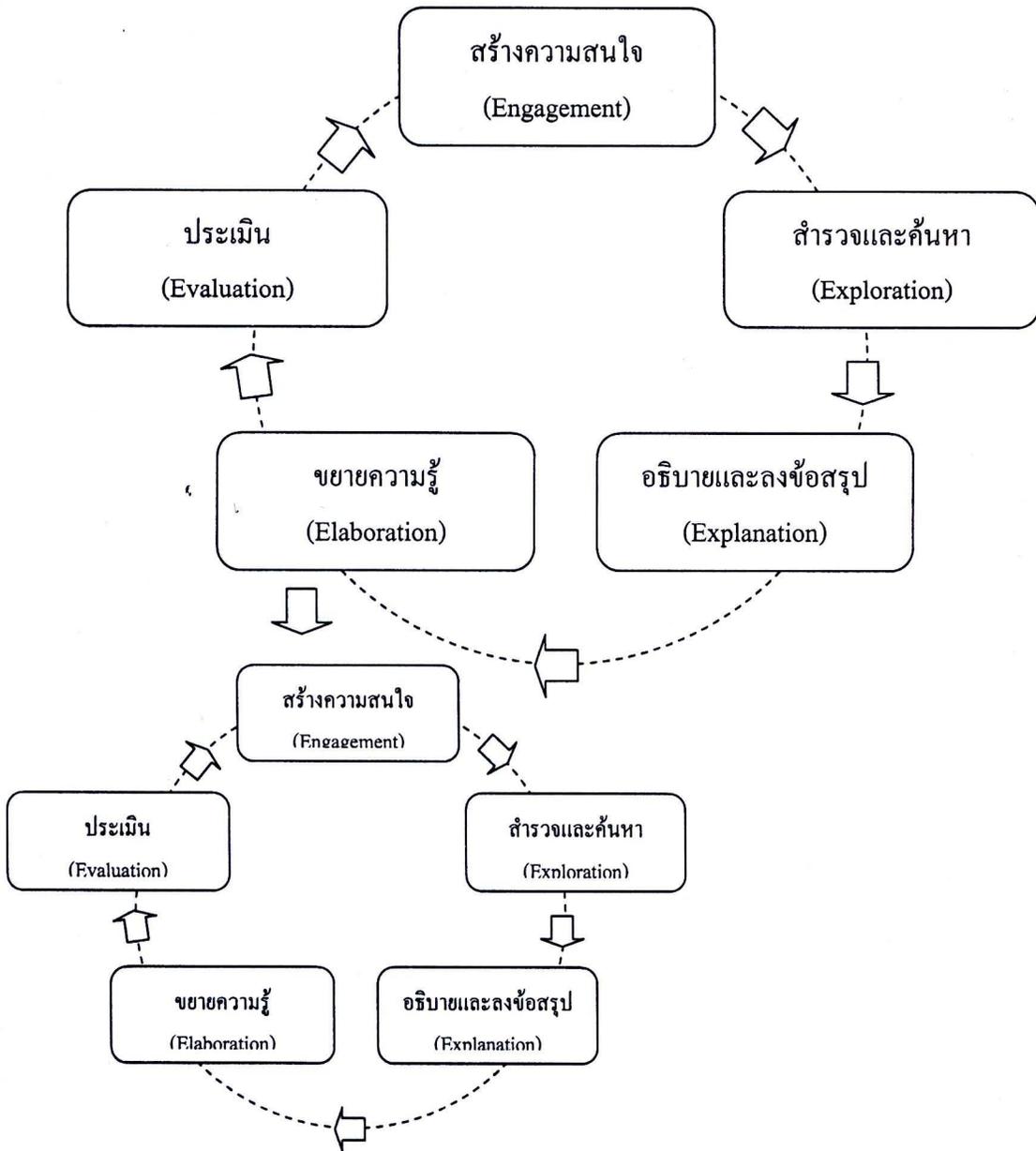
ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E แสดงได้ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 วัฏจักรการเรียนรู้ 5E

อย่างไรก็ตามการที่เรียกการจัดการเรียนรู้แบบ 5E หรือวิธีการสืบเสาะหาความรู้เป็นภาษาอังกฤษว่า Inquiry Cycle หรือวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ นั้นสืบเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เมื่อสิ้นสุดการประเมินแล้วครูและนักเรียนก็สามารถเข้าสู่วงจรวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ใหม่ได้ต่อไป เหตุผลเพราะในชีวิตจริงมีเรื่องราวหรือสิ่งที่ชวนสงสัยนำศึกษาต่อเนื่องตลอดเวลาไม่สิ้นสุดหากทั้งครูและนักเรียนมีความใฝ่รู้ใฝ่เรียนตลอดเวลา การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E จึงเป็นวัฏจักรต่อเนื่องไป

อีกประการหนึ่งการจัดการเรียนรู้แบบนี้ แม้ดำเนินขั้นตอนไปยังไม่ครบวงจรก็สามารถขึ้นวัฏจักรใหม่เพื่อสืบเสาะเรื่องใหม่ซ้อนอยู่ในวงจรเดิมได้อีก เช่น เมื่อครูจัดกิจกรรมในขั้นขยายความรู้ ครูไม่ใช่วิธีบรรยาย แต่ครูต้องจัดกิจกรรมอื่นแทน ดังนั้นครูอาจสร้างแรงบันดาลใจให้นักเรียนสงสัยต่อ แล้วสำรวจและค้นหาเพิ่มเติมต่อไป ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 วัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เกิดจากการประยุกต์ใช้

ดังนั้น จะเห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบ 5E นี้เป็นอาวูชชั้นเยี่ยมของครูที่ครูแต่ละคนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดได้ แล้วแต่ว่าใครจะมีเทคนิคในการปรับใช้อย่างไร หรือจะใช้เทคนิคใดสอดแทรกเข้าไปในแต่ละขั้นตอนของ 5E นี้

## 5.2 ขั้นตอนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ขั้นตอนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้	ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
1. สร้างความสนใจ (Engagement)	ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ กระตุ้น ชั่วๆ หรือท้าทายให้นักเรียนสนใจสงสัยใคร่รู้ อยากรู้ อยากเห็น หรือขัดแย้งเกิดปัญหา ทำให้นักเรียนต้องการศึกษา ค้นคว้า ทดลอง หรือแก้ปัญหา (สำรวจ ตรวจสอบ) ด้วยตัวของนักเรียนเอง	1. เชื่อมโยงกับความรู้เดิม 2. แปลกใหม่ นักเรียนไม่เคยพบมาก่อน 3. ชั่วๆ ท้าทาย น่าสนใจ ใคร่รู้ 4. เปิดโอกาสให้มีแนวทางการตรวจสอบอย่างหลากหลาย 5. นำไปสู่กระบวนการตรวจสอบด้วยตัวของนักเรียนเอง	1. สร้างความสนใจ 2. สร้างความอยากรู้อยากเห็น 3. ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด 4. ให้นักเรียนคิดก่อนตอบคำถาม หรือไม่เร่งรีบในการตอบคำถาม 5. ดึงเอาคำตอบหรือความคิดที่ยังไม่ครอบคลุมสิ่งที่นักเรียนรู้ 6. เปิดโอกาสให้นักเรียนทำความเข้าใจในปัญหาที่จะสำรวจตรวจสอบ 7. เปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกหรือกำหนดปัญหาที่จะสำรวจตรวจสอบ	1. ตั้งคำถาม 2. ตอบคำถาม 3. แสดงความคิดเห็น 4. กำหนดปัญหาหรือเรื่องที่จะสำรวจตรวจสอบให้ชัดเจน 5. แสดงความสนใจ

ตารางที่ 2 ขั้นตอนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการจัดการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้	ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
2. สำรวจและค้นหา (Explore)	ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบปัญหา 'หรือประเด็นที่นักเรียนสนใจใคร่รู้'	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนได้เรียนรู้วิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง</li> <li>2. นักเรียนทำงานตามความคิดอย่างอิสระ</li> <li>3. นักเรียนตั้งสมมติฐานได้หลากหลาย</li> <li>4. พิจารณาข้อมูลและข้อเท็จจริงที่ปรากฏแล้ว กำหนดสมมติฐานที่เป็นไปได้</li> <li>5. นักเรียนวางแผนแนวทางการสำรวจตรวจสอบ</li> <li>6. นักเรียนวิเคราะห์ อภิปรายเกี่ยวกับกระบวนการสำรวจตรวจสอบ</li> <li>7. นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติในการสำรวจตรวจสอบ</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้วิเคราะห์กระบวนการสำรวจตรวจสอบ</li> <li>2. ถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ</li> <li>3. ส่งเสริมให้นักเรียนได้สำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง</li> <li>4. ให้นักเรียนไตร่ตรองปัญหา</li> <li>5. สังเกตการทำงาน of นักเรียน</li> <li>6. ฟังการโต้ตอบกันของนักเรียน</li> <li>7. ทำหน้าที่ในการให้คำปรึกษา</li> <li>8. อำนวยความสะดวก</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. คิดอย่างอิสระ แต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรม</li> <li>2. ตั้งสมมติฐาน</li> <li>3. พิจารณาสมมติฐานที่เป็นไปได้โดยการอภิปราย</li> <li>4. ระดมความคิดเห็นในการแก้ปัญหา การสำรวจตรวจสอบ</li> <li>5. ตรวจสอบสมมติฐานอย่างเป็นระบบ ขั้นตอน ถูกต้อง</li> <li>6. บันทึกการสังเกต หรือผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบ</li> <li>7. กระตือรือร้น มุ่งมั่นในการสำรวจตรวจสอบ</li> </ol>

ตารางที่ 2 ขั้นตอนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ SE (ต่อ)

ขั้นตอน การจัดการ เรียนรู้	กิจกรรม การเรียนรู้	ลักษณะของ กิจกรรมหรือ สถานการณ์	บทบาทของครู	บทบาทของ นักเรียน
3. อธิบาย และลง ข้อสรุป (Explain)	ครูจัดกิจกรรมหรือ สถานการณ์ที่ให้นักเรียนวิเคราะห์ อธิบายความรู้ หรือ อภิปรายซักถาม แลกเปลี่ยนความ คิดเห็นซึ่งกันและ กันเกี่ยวกับสิ่งที่ได้ เรียนรู้หรือสิ่งที่ได้ ค้นพบ เพื่อให้ นักเรียนได้พัฒนา ความรู้ความเข้าใจ ในองค์ความรู้ที่ได้ อย่างชัดเจน	1. นักเรียนได้นำ ข้อมูลที่ได้จากการ สำรวจตรวจสอบมา 1.1 วิเคราะห์แปล ผล 1.2 สรุปผล สอดคล้องกับข้อมูล ถูกต้องเชื่อถือได้ 1.3 อภิปรายผล อย่างสมเหตุสมผล 1.4 นำเสนอผลงาน ในรูปแบบต่างๆ 2. มีการอภิปราย ซักถามแลกเปลี่ยน ความคิดเห็น เกี่ยวกับผลงานของ นักเรียน 3. มีการพิสูจน์ ตรวจสอบให้แน่ใจ (ทำซ้ำหรือมี เอกสารอ้างอิง หรือ หลักฐานชัดเจน)	1. ส่งเสริมให้ นักเรียนได้ อธิบายผลการ สำรวจ ตรวจสอบ และ แนวคิด ฯลฯ ด้วยคำพูดของ นักเรียนเอง 2. ให้นักเรียน เชื่อมโยง ประสบการณ์ และความรู้เดิม มาใช้ในการ อธิบาย 3. ให้นักเรียน อธิบายโดย อ้างอิงเหตุผล หลักการทาง วิชาการหรือ หลักฐาน ประกอบ 4. ให้ความ สนใจกับ คำอธิบายของ นักเรียน	1. อธิบายการ แก้ปัญหา หรือผล การสำรวจ ตรวจสอบที่ได้ 2. อธิบายผลการ สำรวจตรวจสอบ สอดคล้องกับ ข้อมูล 3. อธิบายโดย อ้างอิงเหตุผล หลักการทาง วิชาการและ หลักฐาน ประกอบ 4. ฟังการอธิบาย ของผู้อื่นแล้วคิด วิเคราะห์ 5. อภิปราย ซักถามเกี่ยวกับ สิ่งที่เพื่อนอธิบาย

ตารางที่ 2 ขั้นตอนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการจัดการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้	ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
4. ขยายความรู้ (Elaborate)	ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ขยายหรือเพิ่มเติมความรู้ความเข้าใจในองค์ความรู้ใหม่ให้กว้างขวาง กระทั่งสมบูรณ์ และลึกซึ้งยิ่งขึ้น	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ให้นักเรียนมีความรู้ลึกซึ้งขึ้นหรือขยายกรอบความคิดให้กว้างขึ้น</li> <li>2. ให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมไปสู่ความรู้ใหม่</li> <li>3. ให้นักเรียนนำความรู้ใหม่ไปสู่การศึกษาค้นคว้าทดลองเพิ่มขึ้น</li> <li>4. ให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ หรือสถานการณ์อื่นๆ</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ส่งเสริมให้นักเรียนขยายแนวความคิด และทักษะจากการสำรวจตรวจสอบ</li> <li>2. ส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้จากการสำรวจตรวจสอบกับความรู้อื่นๆ</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ใช้ข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบไปอธิบาย หรือทักษะจากการสำรวจตรวจสอบไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม</li> <li>2. นำข้อมูลจากการสังเกตตรวจสอบไปสร้างความรู้ใหม่</li> <li>3. นำความรู้ใหม่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมเพื่ออธิบายหรือนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน</li> </ol>

ตารางที่ 2 ขั้นตอนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้	ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
5. ประเมินผล (Evaluate)	ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนวิเคราะห์วิจารณ์หรืออภิปรายซักถามแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ซึ่งกันและกันเปรียบเทียบประเมิน ปรับปรุงเพิ่มเติม หรือ ทบทวนใหม่	1. มีการตรวจสอบความถูกต้องขององค์ความรู้และกระบวนการที่ได้โดย 1.1 วิเคราะห์แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน 1.2 อภิปราย ประเมิน ปรับปรุงหรือเพิ่มเติมทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ 1.3 เปรียบเทียบผลการสำรวจตรวจสอบกับสมมติฐานที่กำหนดไว้	1. ถามคำถามเพื่อนำไปสู่การประเมิน 2. ส่งเสริมให้นักเรียนประเมินกระบวนการและองค์ความรู้ด้วยตนเอง 3. ให้นักเรียนวิเคราะห์สิ่งที่ควรปรับปรุงแก้ไขในการสำรวจตรวจสอบ	1. วิเคราะห์กระบวนการสร้างความรู้ของตนเอง 2. ถามคำถามที่เกี่ยวข้องซึ่งจากการสังเกต หลักฐานและอธิบายซึ่งอาจนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ 3. ประเมินความก้าวหน้าและความรู้ของตนเอง

สำหรับในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้คำว่า รูปแบบการสอนแบบ 5Es แทนคำว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E

## 6. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ

### 6.1 ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

ยาใจ พงษ์บริบูรณ์ (2537) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การวิจัยประเภทหนึ่งที่ใช้กระบวนการปฏิบัติอย่างมีระบบ ผู้วิจัยและผู้เกี่ยวข้องมีส่วนร่วมในการปฏิบัติและวิเคราะห์วิจารณ์ ผลการปฏิบัติจากการใช้วงจรปฏิบัติ 4 ขั้น คือ การวางแผน การลงมือกระทำจริง การสังเกต และการสะท้อนผลจากการปฏิบัติการดำเนินการต่อเนื่องไปจนกว่าจะได้ข้อสรุปที่แก้ไขปัญหาได้จริง หรือพัฒนาสภาพการณ์ของสิ่งที่ศึกษาได้มาอย่างมีคุณภาพ เพื่อให้เกิดผลที่น่าพอใจ

สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์ (2534 อ้างถึงใน สุรัตนภรณ์ ศาสตร์นอก, 2550) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการ คือ การวิจัยที่มุ่งเน้นแก้ปัญหาเฉพาะจุดเฉพาะเรื่องเพื่อให้ได้คำตอบที่แจ่มชัด อันจะทำให้สามารถนำผลการวิจัยไปปฏิบัติในการแก้ปัญหาได้อย่างทันที่

สุรัตนภรณ์ ศาสตร์นอก (2550) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการ หมายถึง กระบวนการหาคำตอบที่ใช้ระเบียบวิธีวิจัยไปพัฒนาหรือแก้ไขกับกลุ่มประชากรในเรื่องที่ศึกษาได้อย่างทันที่ และผลการวิจัยนั้นๆก็ยังคงดำเนินการต่อไปในการพัฒนาที่นั้น แต่ไม่ได้มุ่งที่จะนำผล ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์อื่นหรือกลุ่มประชากรอื่นๆ

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการ หมายถึง กระบวนการหาคำตอบ ที่ใช้ระเบียบวิธีวิจัยไปพัฒนาหรือแก้ไขกับกลุ่มประชากรในเรื่องที่ศึกษาได้อย่างทันที่ โดยผู้วิจัยและผู้เกี่ยวข้องมีส่วนร่วมในการปฏิบัติและวิเคราะห์วิจารณ์ ผลการปฏิบัติจากการใช้วงจรปฏิบัติ 4 ขั้น คือ การวางแผน การลงมือกระทำจริง การสังเกต และการสะท้อนผลจากการปฏิบัติการดำเนินการต่อเนื่องไปจนกว่าจะได้ข้อสรุปที่แก้ไขปัญหาได้จริงและผลการวิจัยนั้นๆก็ยังคงดำเนินการต่อไปในการพัฒนาที่นั้นๆ แต่ไม่ได้มุ่งที่จะนำผลที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์อื่นหรือกลุ่มประชากรอื่น ๆ

### 6.2 จุดมุ่งหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

ยาใจ พงษ์บริบูรณ์ (2537) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการมีจุดมุ่งหมายเพื่อที่จะปรับปรุงประสิทธิภาพการปฏิบัติงานประจำให้ดีขึ้น โดยงานที่ปฏิบัติอยู่มาวิเคราะห์สาระสำคัญของสาเหตุที่เป็นปัญหาอันเป็นเหตุให้งานนั้นไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร จากนั้นใช้แนวคิดทฤษฎีและประสบการณ์การปฏิบัติที่ผ่านมา เสาะหาข้อมูลหรือวิธีการที่คาดว่าจะแก้ปัญหาดังกล่าวได้ แล้วนำวิธีการดังกล่าวไปทดลองใช้กับกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น การวิจัยเชิงปฏิบัติการไม่จำเป็นต้องมีกลุ่มตัวอย่างก็คือประชากรที่เราศึกษาและเป็นหน่วยงานหรือห้องเรียนที่มีขนาดตัวอย่างไม่ใหญ่นัก และประการสำคัญการวิจัยนี้ไม่ต้องการผลที่ไปสรุปอ้างอิง (Generalization) ถึงคนอื่น ๆ ด้วย



### 6.3 ลักษณะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

ลักษณะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ มี 4 ลักษณะ ดังนี้ (ยาใจ พงษ์บริบูรณ์, 2537)

- 1) เป็นการวิจัยแบบมีส่วนร่วมและมีการร่วมมือ (Participation And Collaboration) ใช้การทำงานเป็นกลุ่ม ผู้ช่วยวิจัยทุกคนมีส่วนร่วมสำคัญและมีบทบาทเท่าเทียมกันในทุกกระบวนการของการวิจัยทั้งการเสนอความคิดเชิงทฤษฎีและการปฏิบัติ ตลอดจนการวางแผนนโยบายการวิจัย
- 2) เน้นการปฏิบัติการ (Action Orientation) การวิจัยชนิดนี้ใช้การปฏิบัติเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงและศึกษาผลของการปฏิบัติเพื่อมุ่งให้เกิดการพัฒนา
- 3) ใช้การวิเคราะห์วิจารณ์ (Critical Function) การวิเคราะห์การปฏิบัติการอย่างลึกซึ้งจากสิ่งที่สังเกตได้จะนำไปสู่การตัดสินใจที่สมเหตุสมผลเพื่อการปรับแผนการปฏิบัติการ
- 4) ใช้วงจรการปฏิบัติ (The Action Research Spiral) ตามแนวคิดของ Kemmis and Mc taggart คือ การวางแผน (Planning) การปฏิบัติ (Acting) การสังเกต (Observing) และการสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflecting) ตลอดจนการปรับปรุง (Re-Planning) เพื่อนำไปปฏิบัติในวงจรต่อไป จนกว่าจะได้รูปแบบการปฏิบัติงานที่เป็นที่พึงพอใจและได้เสนอเชิงทฤษฎีเพื่อเผยแพร่ต่อไป

### 6.4 กระบวนการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการมีข้อตกลงเบื้องต้น (Basic Assumption) ว่าเป็นการใช้

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สืบค้นปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในขณะปฏิบัติงาน ดังนั้นจะต้องมีการจัดระบบการสืบค้นความรู้อย่างมีเหตุผล การวิจัยจึงเน้นกระบวนการคิดและลำดับขั้นตอนการเรียนรู้ที่ได้จากการคิดและการกระทำ ซึ่งเป็นลักษณะของการใช้ลำดับขั้นตอนของจิตวิทยาการเรียนรู้ มากกว่าการใช้ลำดับความคิดเชิงจิตวิทยาการเรียนรู้ เพื่อบอกความเป็นเหตุเป็นผลต่อกัน ซึ่งใช้กันมากในงานวิจัยทั่วไป

กระบวนการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการมีขั้นตอนที่สำคัญในการดำเนินการดังนี้

- 1) การจำแนกหรือพิจารณาปัญหาที่ประสงค์จะศึกษา ผู้วิจัยและกลุ่มที่ทำการวิจัยจะต้องศึกษารายละเอียดของปัญหาที่จะศึกษาอย่างชัดเจน ปัญหาที่เกิดขึ้น ในห้องเรียนซึ่งจะทำการวิจัยเชิงปฏิบัติการจะต้องมีทฤษฎีรองรับในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น การวิเคราะห์สภาพปัญหา (Thematic concern) ควรพิจารณาให้ครบ 4 องค์ประกอบ ดังนี้ คือ ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับครู ผู้เรียน เนื้อหาวิชาและสภาพแวดล้อม
- 2) เลือกปัญหาสำคัญที่เป็นสาระควรค่าแก่การศึกษาวิจัย เลือกโดยอาศัยทฤษฎีมาร่วมพิจารณาลักษณะของปัญหา แล้วสร้างวัตถุประสงค์ของการวิจัย ตลอดจนอาจจะต้องสร้างสมมติฐาน (Hypothesis) ของการวิจัยในรูปแบบข้อความต้องการที่จะประเมินที่แสดงความสัมพันธ์ของปัญหากับหลักการหรือกับทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น

3) เลือกเครื่องมือดำเนินการวิจัยที่จะช่วยให้ได้คำตอบของปัญหาตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เครื่องมือที่ใช้มี 2 ลักษณะ คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติหรือฝึกหัดตามวิธีการ เช่น อุปกรณ์การเรียนการสอน เป็นต้น และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติ เช่น แบบทดสอบ แบบสังเกตพฤติกรรม เป็นต้น

4) บันทึกเหตุการณ์อย่างละเอียดในแต่ละขั้นตอนของการวิจัย ทั้งส่วนที่เป็นความก้าวหน้าและส่วนที่เป็นอุปสรรคต่อวงจรของการปฏิบัติการ เก็บสะสมข้อบันทึกไว้เพื่อใช้ในการปรับปรุงวงจรการปฏิบัติต่อไป และเพื่อเป็นการรวบรวมข้อมูลวิเคราะห์หาคำตอบของสมมติฐาน

5) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ในด้านต่างๆของข้อมูลที่รวบรวมไว้ ซึ่งส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่ การตรวจสอบรายละเอียดของข้อมูลเพื่อให้แน่ใจความถูกต้อง แสดงรายละเอียดอธิบายสถานการณ์ จัดหมวดหมู่และแยกประเภทข้อมูลตามหัวข้อที่เหมาะสม เปรียบเทียบข้อแตกต่างและคล้ายคลึงของข้อมูลแต่ละประเภทโดยวิเคราะห์วิจารณ์อย่างลึกซึ้งกับกลุ่มผู้วิจัย

6) ตรวจสอบข้อมูลที่กลุ่มผู้วิจัยได้พิจารณาไว้แล้วอีกครั้งหนึ่ง เพื่อสรุปหาคำตอบที่เป็นสาเหตุและวิธีการแก้ปัญหาที่ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ และจะก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยสรุปประมวลเป็นหลักการ (Principle) รูปแบบ (Model) ของการปฏิบัติหรือเสนอเชิงทฤษฎี (Proposition) หรือทฤษฎี (Theory) ทั้งนี้ต้องอาศัยหลักการวิทยาศาสตร์โดยวิธีอุปนัย (Inductive) และความรู้เชิงทฤษฎีของผู้วิจัย

### 6.5 ขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

Kemmis and Mc taggart (1982 อ้างถึงใน ยาใจ พงษ์บริบูรณ์, 2537) ได้กล่าวถึง การวิจัยเชิงปฏิบัติการในแนวการนำไปใช้เพื่อพัฒนาและปรับปรุงสภาพการเรียนการสอนจริงในโรงเรียน ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Planning) เริ่มต้นด้วยการสำรวจปัญหาพร้อมกันระหว่างครู ผู้เรียน ผู้ปกครองและ/หรือผู้บริหาร เพื่อให้ได้ปัญหาที่สำคัญที่ต้องการให้มีการแก้ไข ตลอดจนแยกแยะรายละเอียดของปัญหานั้นเกี่ยวกับลักษณะของปัญหา เป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับใคร แนวทางแก้ไขอย่างไรและจำต้องปฏิบัติอย่างไร

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติ (Action) เป็นการนำแนวคิดที่กำหนดเป็นกิจกรรมในขั้นวางแผนงานมาดำเนินการ โดยใช้การวิเคราะห์ วิจารณ์ ปัญหาอุปสรรคที่เกิดขึ้นร่วมกันของทีมงานประกอบไปด้วย เพื่อทำการปรับปรุงแผน ฉะนั้นแผนที่กำหนดควรมีการยืดหยุ่นปรับได้

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต (Observation) เป็นการสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นด้วยความรอบคอบซึ่งเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นทั้งที่คาดหวังและไม่คาดหวัง โดยอาศัยเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเข้าช่วย เช่น 1) การจดบันทึก ครูหรือผู้วิจัยใช้การบันทึกบรรยายสภาพการณ์เชิงรูปธรรมที่เด็กคนหนึ่งๆ หรือกลุ่มได้พบระยะเวลาอย่างต่อเนื่องกัน เพื่อให้เป็นภาพรวมของสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อวิจัยนั้น 2) การใช้บันทึกสนาม (Field Notes) เป็นการจดบันทึกเหมือนกับการใช้ระเบียบสะสม แต่การบันทึกสนามจะจดตามสภาพที่เห็น โดยไม่ใช่ข้อคิดเห็นส่วนตัวหรือการแปลความ การบันทึกวิธีทำให้เห็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นตามสภาพที่เป็นจริง 3) การบันทึก/การบรรยายถึงพฤติกรรมที่สัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม (Ecological Behavioral Description) เป็นการจดบันทึกที่ให้ความสนใจลำดับขั้นของพฤติกรรมในชั้นเรียนที่กำลังเป็นอยู่ และมีสิ่งใดเกิดขึ้นบ้าง เช่น ในขณะที่บรรยายอากาศในชั้นเรียนกำลังเครียด มีผู้เรียน 2-3 คน เปล่งเสียงออกมา 4) การวิเคราะห์เอกสาร (Document Analysis) ศึกษาจากเอกสารที่เกี่ยวข้องที่มีอยู่ เช่น คู่มือครู สมุด เตรียมสอนสมุดจดงานและสมุดแบบฝึกทักษะของผู้เรียนบันทึกผลการเรียนรายงานประจำปีของโรงเรียน เอกสารแสดงกฎระเบียบหรือนโยบายของโรงเรียน เป็นต้น 5) การสัมภาษณ์ (Interviews) เทคนิคการสัมภาษณ์ทำให้ได้คำถามที่ยืดหยุ่นกว่าการรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม 6) การใช้สังคมมิติ (Sociometric Method) เพื่อประโยชน์ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างละเอียดลึกซึ้งในการเรียนการสอนเป็นกลุ่มเล็กหรือการสนทนาตัวต่อตัว 7) การใช้เครื่องบันทึกเสียง (Tape Recording) เพื่อประโยชน์ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างละเอียดลึกซึ้งในการเรียนการสอนเป็นกลุ่มเล็กหรือในการสนทนาตัวต่อตัว 8) การใช้วีดิทัศน์ (Video Recording) บันทึกภาพและเสียงลงเครื่องวีดิทัศน์ เพื่อให้เห็นกิจกรรมทั้งชั้นหรือเลือกรายการประเด็นที่สนใจ จะมีประโยชน์มากในการนำข้อมูลมาวิเคราะห์ภายหลัง 9) การใช้แบบทดสอบ (Test) ขั้นสุดท้ายของวงจรการปฏิบัติการ คือ การประเมินหรือการตรวจสอบกระบวนการปัญหาหรือสิ่งที่เป็นข้อจำกัดที่เป็นอุปสรรคของการปฏิบัติการผู้วิจัยร่วมกับกลุ่มผู้เกี่ยวข้องจะต้องตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้นในแง่มุมต่างๆ ที่สัมพันธ์กับสภาพสังคมและสิ่งแวดล้อมของโรงเรียนและของระบบการศึกษาที่ประกอบกันอยู่ โดยผ่านการอภิปรายปัญหา การประเมินโดยกลุ่มจะทำให้ได้แนวทางของการพัฒนาขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมและเป็นพื้นฐานข้อมูลที่น่าไปสู่การปรับปรุงและการวางแผนการปฏิบัติต่อไป

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflection) เป็นขั้นสุดท้ายของวงจรการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยทำการประเมินหรือตรวจสอบกระบวนการปัญหาหรือสิ่งที่เป็นข้อจำกัดที่เป็นอุปสรรคต่อการปฏิบัติการ ผู้วิจัยร่วมกับผู้เกี่ยวข้องตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้นในแง่มุมต่างๆ ที่สัมพันธ์กับสภาพสังคมและสิ่งแวดล้อมของโรงเรียน และของระบบการศึกษาที่ประกอบกันอยู่ โดยผ่าน

การอภิปรายปัญหา การประเมิน โดยกลุ่มจะทำให้ได้แนวทางการพัฒนาขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม และเป็นพื้นฐานข้อมูลที่น่าไปสู่การปรับปรุงและวางแผนการปฏิบัติต่อไป

### 6.6 หลักการสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

ยาใจ พงษ์บริบูรณ์ (2537) ได้สรุปหลักการสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ไว้ดังนี้

1) การวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นความพยายามที่จะปรับปรุงการศึกษาโดยการเปลี่ยนแปลง (Changing) การศึกษานั้น และเรียนรู้ลำดับขั้นของการเปลี่ยนแปลงนั้น

2) การวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นการทำงานของกลุ่ม (Participatory) และใช้การปรึกษาหารือ ร่วมมือทำงาน (Collaboration) ให้การเปลี่ยนแปลง โดยการฝึกปฏิบัติตามแนวทางที่กลุ่มกำหนด

3) การวิจัยเชิงปฏิบัติการ ใช้การสะท้อนการปฏิบัติ (Reflection) โดยการประเมิน ตรวจสอบในทุกขั้นตอนเพื่อปรับปรุงฝึกหรือปฏิบัติให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมาย

4) การวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่มีระบบ (Systematic Learning Process) โดยบุคคลที่เกี่ยวข้องนำความคิดเชิงนามธรรมมาสร้างเป็นสมมติฐานทดลองฝึกปฏิบัติและประเมินผลการปฏิบัติ ซึ่งเป็นการทดสอบ (Test) ว่าข้อสมมติฐานของแนวคิดนั้นถูกหรือผิด

5) การวิจัยเชิงปฏิบัติการเริ่มต้นจากจุดเล็กๆ (Start Small) อาจจะเริ่มต้นจากบุคคล (ครู/นักวิจัย) คนเดียวที่พยายามดำเนินการให้มีการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงบางสิ่งบางอย่างทางการศึกษาให้ดีขึ้น โดยขณะที่ปฏิบัติการต้องปรึกษา/รับฟังข้อคิดเห็น และอาศัยการร่วมมือจากผู้เกี่ยวข้อง

6) การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการสร้างความรู้ใหม่ที่ให้แนวทางปฏิบัติเชิงรูปธรรมจากการบันทึก (Record) พัฒนาการของกิจกรรมที่เปลี่ยนแปลงไปทำให้เห็นกระบวนการเข้าสู่ปัญหาการแก้ปัญหาการปรับปรุงและการสรุปที่สมเหตุสมผล ในขณะเดียวกันสามารถนำปรากฏการณ์ที่ศึกษามาประมวลเป็นข้อเสนอเชิงทฤษฎี (Proposition)

แนวทางการวิจัยเชิงปฏิบัติการนี้นำมาใช้เพื่อแก้ปัญหาในชั้นเรียน โดยครูเป็นผู้เรียนรู้ และวิเคราะห์จากผลที่ได้ปฏิบัติจะทำให้ได้รูปแบบการแก้ปัญหาหรือการพัฒนาการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับสภาพของชั้นเรียนและระบบโรงเรียนของตนได้อย่างแท้จริง

## 7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 7.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเมตาคอกนิชัน

อัคริภรณ์ จิวสกุล (2541) ศึกษาพฤติกรรมการสอนของครูที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาและความตระหนักในเมตาคอกนิชันที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่มีความตระหนักในเมตาคอกนิชันต่างกันมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่างกัน โดยนักเรียนที่มีความตระหนักในเมตาคอกนิชันสูง มีค่าเฉลี่ยของคะแนนร้อยละของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีความตระหนักในเมตาคอกนิชันต่ำ

จรุง ขำพวงส์ (2542) ศึกษาผลการใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จากการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี เมตาคอกนิชันสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60

สุเทียบ ละอองทอง (2545) ศึกษาการพัฒนา รูปแบบการอ่านภาษาอังกฤษเพื่อความเข้าใจ โดยใช้ยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชันสำหรับนักเรียนนักศึกษาปริญญาตรี สถาบันราชภัฏบุรีรัมย์ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนนักศึกษาด้านยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชันและด้านความเข้าใจการอ่านภาษาอังกฤษสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ประกายคำ เทศารินทร์ (2545) ศึกษาเรื่องค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ในกระบวนการเมตาคอกนิชัน ผลการศึกษาพบว่า การที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยไม่มีการแทรกแซงจากครูหรือนุคคลอื่นขณะที่ทำกิจกรรมทำให้นักเรียนกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นทำให้มีการอภิปราย และได้แย้งอย่างอิสระทำให้เกิดการร่วมมือกันทำกิจกรรมเพื่อบรรลุเป้าประสงค์ของกิจกรรมมากกว่ามุ่งแข่งขันเพื่อหาคนเก่งกว่า

สมยศ ชิดมงคล (2545) ศึกษาการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมผลการเรียนทางคณิตศาสตร์และตระหนักรู้ในการคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้การผสานแนวคิดการประมวลสารสนเทศและการรู้คิด ผลการวิจัยพบว่า กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 8 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นเร้าความสนใจและทำให้ตระหนักถึงประโยชน์ 2) ขั้นกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ 3) ขั้นนำเสนอสาระหรือสถานการณ์การเรียนรู้และวิเคราะห์จัดระบบ 4) ขั้นกระตุ้นความรู้เดิมและวางแผนปฏิบัติ 5) ขั้นสร้างเสริมความเข้าใจ 6) ขั้นสรุปข้อความ 7) ขั้นประยุกต์ความรู้ 8) ขั้นให้ข้อมูลป้อนกลับ และเมื่อนำไปสอนกับนักเรียนทำให้นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ความคงทนของความรู้คณิตศาสตร์ และความตระหนักรู้ในการคิดสูงกว่ากลุ่มควบคุม

แสงจันทร์ พิษณานรัตน์ (2549) ศึกษาผลการใช้ปัญหาปลายเปิดพัฒนาเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนร้อยละ 80.95 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด มีผลการวัดเมตาคอกนิชันผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม และผลการวัดเมตาคอกนิชันของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 2.96 แสดงว่านักเรียนมีการปฏิบัติเกี่ยวกับเมตาคอกนิชันในระดับดี

อัจฉริยา สีหามาตย์ (2552) ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง อสมการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า 1. กิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ชี้นำเข้าสู่บทเรียน เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะได้ทราบจุดประสงค์การเรียนรู้ 2) ชี้นำจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย (1) ชี้นำเสนอสถานการณ์ เป็นขั้นที่ครูเสนอสถานการณ์ที่สร้างขึ้น (2) ชี้นำไตร่ตรองระดับกลุ่มย่อย มีขั้นตอนในการแก้ปัญหา 5 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 การนำเข้าสู่ปัญหา ขั้นที่ 2 กำหนดโครงสร้างในการแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 ประเมินผล ขั้นที่ 5 สะท้อนผล (3) ชี้นำไตร่ตรองระดับชั้นเรียน เป็นขั้นตอนที่นักเรียนออกมาเสนอคำตอบ เพื่อเป็นการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนและเสนอทางเลือกในการแก้ปัญหา 3) ชี้นำสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปยุทธวิธีและขั้นตอนในการแก้ปัญหา 4) ชี้นำฝึกทักษะ นักเรียนฝึกทักษะจากแบบฝึกทักษะที่มีสถานการณ์ปัญหาคล้ายคลึงกับสถานการณ์เดิมหรือเกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน 5) การวัดผลและประเมินผล ใช้การสังเกตการณ์ร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน การตรวจผลงาน 2. นักเรียนมีคะแนนเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาเฉลี่ยสูงกว่าร้อยละ 70 แสดงว่านักเรียนมีกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหา 3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75.94 และมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 78.13 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

นภัสสร พุฒตยาภิ (2552) ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ชี้นำ เป็นขั้นที่นักเรียนทบทวนความรู้เดิมที่เป็นพื้นฐานในการแก้ปัญหา 2) ชี้นำสอน เป็นขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหา ซึ่งมี 5 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 การเข้าสู่ปัญหา ขั้นที่ 2 กำหนดโครงสร้างในการแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 ประเมินผล และขั้นที่ 5 สะท้อนผล 3) ชี้นำสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปวิธีการและขั้นตอนในการแก้ปัญหา 4) ชี้นำฝึกทักษะ เป็นขั้นที่นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นๆ ที่แตกต่างออกไป และ 5) ชี้นำประเมินผล เป็นขั้นที่นักเรียนได้ประเมินตนเองว่ามีความรู้ ความเข้าใจในเรื่องที่เรียนหรือไม่อย่างไร ผลการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ

72.00 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์คิดเป็นร้อยละ 71.05 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2) ผลการทดสอบเกี่ยวกับเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 70.12 แสดงว่านักเรียนมีกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

V. E. Guemon (1989) ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลของการสอนกลวิธีในการแก้ปัญหา ภายใต้ระบบการควบคุมด้านเมตาคอกนิชันที่มีต่อการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 8 ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนเกรด 8 จำนวน 55 คน ในการสอนกลวิธีในการแก้ปัญหานั้น ได้เน้นกลวิธีเมตาคอกนิชันในการควบคุมตนเอง ซึ่งหมายถึงความสามารถของนักเรียนในการตรวจสอบว่าทำอย่างไร และเมื่อไร ที่จะทำให้การแก้ปัญหานั้นดีขึ้น โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ได้รับการสอนแก้ปัญหาด้วยกลวิธีในการแก้โจทย์ปัญหา และใช้คำว่าอย่างไร และเมื่อไร ในกลวิธีการแก้ปัญหา กลุ่มที่ 2 ได้รับการสอนแก้ปัญหาหลายๆ อย่าง แต่ไม่ได้รับการสอนกลวิธีในการแก้ปัญหา กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามปกติ และสอนเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ตามหลักสูตร เป็นเวลา 16 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่า นักเรียนในกลุ่มที่ 1 มีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงที่สุด รองลงมาเป็นนักเรียนในกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 ตามลำดับ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า การฝึกนักเรียนโดยเน้นการควบคุมการคิดของตนเอง ทบทวนเสมอว่าจะทำอะไร เมื่อไร และอย่างไร ในการฝึกกลวิธีในการแก้ปัญหา มีผลต่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียน

J. T. Wang (1990) ทำการวิจัยเกี่ยวกับการเปรียบเทียบพฤติกรรมทางเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนเกรด 6 กลุ่มละ 30 คน โดยให้แก้โจทย์ปัญหา 5 ข้อ ด้วยการคิดออกเสียง สังเกตพฤติกรรม และบันทึกคำพูดที่นักเรียนแสดงออกมา ในขณะที่ทำการแก้โจทย์ปัญหาแล้วนำมาวิเคราะห์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีการแสดงพฤติกรรมในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกมามากกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพฤติกรรมทางเมตาคอกนิชันมีความสัมพันธ์กับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Swanson (1990) ทำการวิจัยเรื่อง ความเกี่ยวข้องของความรู้ในเมตาคอกนิชันกับความถนัดในการแก้โจทย์ปัญหา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพิสูจน์ว่า ความถนัดทั่วไปกับความรู้ในเมตาคอกนิชันเป็นอิสระจากกัน สมมติฐาน 2 ประการ คือ 1) คนที่มีความถนัดทั่วไปต่ำ แต่มีเมตาคอกนิชันสูง จะสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ดีพอๆ กับคนที่มีความถนัดทั่วไปสูง 2) ข้อดีของระบบกระบวนการที่มีอยู่ในเมตาคอกนิชันจะสัมพันธ์กับการเลือกใช้กระบวนการทางจิตเฉพาะอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มตัวอย่างตามความถนัดคือ Cognitive Abilities Test (CAT) ส่วนเครื่องมือที่ใช้ใน

การแบ่งกลุ่มตัวอย่างตามระดับเมตาคอกนิชันคือ เครื่องมือวัดเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาทั่วไป ซึ่งพัฒนาขึ้นโดย Kreutzer และคณะ การทำแบบสอบวัดเมตาคอกนิชัน กระทำโดยการสัมภาษณ์เป็นรายบุคคล และได้้นำคำตอบที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง มาจัดเป็น 5 ระดับ ตามการตระหนักรู้ในเมตาคอกนิชัน แบบวัดการแก้ปัญหา 2 ชนิด คือ Pendulum task และ Combination task ตัวแปรตามที่วัด คือ จำนวนครั้งที่พยายามแก้ปัญหาและเวลาทั้งหมดที่ใช้ไปในการแก้ปัญหาระหว่างแก้ปัญหา ให้กลุ่มตัวอย่างคิดออกเสียง โดยมีการบันทึกเสียงสิ่งที่คิดออกเสียงเพื่อใช้ตัดสินสิ่งที่คิดออกเสียงนั้น จัดอยู่ในองค์ประกอบใดของการแก้ปัญหา จาก 24 องค์ประกอบ จากนั้นจัดกลุ่มองค์ประกอบต่างๆ ออกเป็น 6 กลุ่มตามขั้นตอนของการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่มีความถนัดต่ำแต่มีความรู้ในเมตาคอกนิชันสูง สามารถแก้ปัญหาได้ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่มีความถนัดสูงและมีความรู้ในเมตาคอกนิชันสูง โดยที่ทั้ง 2 กลุ่มนี้สามารถแก้ปัญหาได้ดีกว่ากลุ่มที่มีความถนัดสูงแต่มีความรู้ในเมตาคอกนิชันต่ำ และกลุ่มที่มีความถนัดต่ำและมีความรู้ในเมตาคอกนิชันต่ำด้วย แสดงว่า ความรู้ในเมตาคอกนิชันมีความสำคัญมากสำหรับการแก้ปัญหา

L. E. Hall (1992) ทำการวิจัยเกี่ยวกับพฤติกรรมทางเมตาคอกนิชันและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ให้นักเรียนคิด ซึ่งมี 2 แบบ คือ แบบที่ 1 เป็นแบบง่าย ในการหาคำตอบ แต่ปัญหาที่ 2 เป็นปัญหาที่ยากในการหาคำตอบ ผลการวิจัยพบว่า ในการแก้ปัญหาแบบที่ 2 ซึ่งเป็นปัญหาที่ยากในการหาคำตอบนั้น นักเรียนแสดงการใช้เมตาคอกนิชัน ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากกว่าการแก้ปัญหาแบบที่ 1 ซึ่งเป็นปัญหาที่ง่ายกว่า และในการแก้ปัญหาแบบที่ 1 จะมีการนำเอาเมตาคอกนิชันมาใช้ในการแก้ปัญหาเฉพาะตอนต้นของการดำเนินการแก้ปัญหาเท่านั้น

Rottier L. Karen (2003) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเมตาคอกนิชันกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนประถมศึกษา โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน จำนวน 65 คน ผลการศึกษาพบว่า มีความสัมพันธ์กันระหว่างองค์ประกอบทางด้านเมตาคอกนิชันกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญ

Rysz Teri (2004) ทำการศึกษาเชิงลึกเพื่อที่จะจำแนกความคิดเชิงเมตาคอกนิชัน จำนวน 49 คน ขณะที่เรียนวิชาความน่าจะเป็นและสถิติ จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า นักเรียนสามารถทำคะแนนผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และยังพบอีกว่า นักเรียนที่มีความสามารถในการสำรวจตนเองหรือมีเมตาคอกนิชัน จะมีความเข้าใจเนื้อหาเกี่ยวกับความน่าจะเป็นและสถิติได้มากกว่านักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันน้อย

Mc Sweeney Terri (2005) ทำการวิจัยเชิงปฏิบัติการในบริบทของการสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา เพื่อสำรวจความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อของครู ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน และการพัฒนาเมตาคอกนิชันของนักเรียน กลุ่มเป้าหมายประกอบด้วย ครูที่สอนพีชคณิต จำนวน 5 คน และนักเรียน จำนวน 123 คน ผลปรากฏว่า มีความแตกต่างระหว่างผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน และการทดลองชี้ให้เห็นว่ามีกระบวนการเมตาคอกนิชันเกิดขึ้นระหว่างครูและนักเรียน

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จะเห็นได้ว่ากระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันเป็นวิธีที่สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และวิธีการคิดเชิงเมตาคอกนิชันสามารถฝึกฝนและพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน ดังนั้น กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันจึงมีความสำคัญที่ช่วยให้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ประสบผลสำเร็จมากยิ่งขึ้น

## 7.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสอนแบบ 5Es

มาลัย ปะติเพนัง (2550) ศึกษาการพัฒนาแผนการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ (Inquiry Method) ผลการศึกษาพบว่า 1) แผนการเรียนรู้ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะมีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.42/76.80 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 2) แผนการเรียนรู้ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.6509 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนคิดเป็นร้อยละ 65.09 3) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยแผนการเรียนรู้ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนและหลังเรียนผ่านไปแล้ว 14 วัน ไม่แตกต่างกัน แสดงว่านักเรียนที่เรียนแบบสืบเสาะสามารถคงทนความรู้หลังเรียนได้ทั้งหมด โดยสรุป แนวทางในการจัดการเรียนรู้ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ มีประสิทธิภาพเหมาะสม สามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

อารีย์ ปานถม (2550) ศึกษาการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โจทย์ปัญหาหาคะคนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5E กับการเรียนรู้ปกติ ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาหาคะคนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มที่ใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5E สูงกว่า กลุ่มการเรียนรู้ปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) เจตคติต่อกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหา

ระคนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มที่ใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5E สูงกว่า กลุ่มการเรียนรู้ปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

มงคล ประเสริฐสังข์ (2551) ศึกษาโครงสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พาราโบลาโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ 5Es ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มเป้าหมายสามารถสร้างความคิดรวบยอดได้อย่างครบถ้วนและยังสามารถใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาได้เป็นอย่างดี

วนาวัน เมืองมงคล (2552) ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการคิดพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม โดยใช้วิธีการสอนแบบ 5Es สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนร้อยละ 86.67 มีคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด 2) นักเรียนร้อยละ 76.67 มีคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

สุภาวดี ศรีธรรมศาสตร์ (2551) ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ที่เน้นพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนจำนวนร้อยละ 56.67 ได้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไป ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 2) นักเรียนจำนวนร้อยละ 73.33 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

O'Brien, Thomas P. and Seager, Douglas (2000) ได้ศึกษาการใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5Es การจัดการเรียนรู้ในหน่วยเรื่อง โลกกับดวงจันทร์ โดยเป็นการบูรณาการในวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนเกรด 6-10 พบว่า หน่วยการเรียนนี้ทำให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ จากความคิดรวบยอดที่มีอยู่เดิมและการศึกษาค้นคว้าจากตำราในเรื่องเกี่ยวกับขนาดสิ่งที่มีความสัมพันธ์และความแตกต่างในระบบวงโคจรของดวงจันทร์กับโลก ผู้ค้นคว้าแหล่งที่น่าเชื่อถือของข้อมูลและสร้างแบบจำลองมาตรฐานโดยใช้เทียบกับขนาดของลูกบอลที่ใช้ในกีฬาชนิดต่างๆ ในด้านทักษะเกี่ยวกับคณิตศาสตร์และความคิดรวบยอดที่มีในหน่วยการเรียนครอบคลุมทั้งในเรื่องการคำนวณ การสร้างองค์ความรู้ การนำไปใช้และอธิบายแบบจำลอง รวมทั้งการคิดวิเคราะห์ การประมาณ กระบวนการบันทึกเกี่ยวกับเลขยกกำลัง การวัด การทำนาย การได้สัดส่วนที่พอเหมาะ อัตราส่วนมาตรฐาน ใช้การคำนวณโดยเครื่องคิดเลข สืบค้นข้อมูลและหาขนาดมาตรฐานของดวงดาวในระบบสุริยะจักรวาล

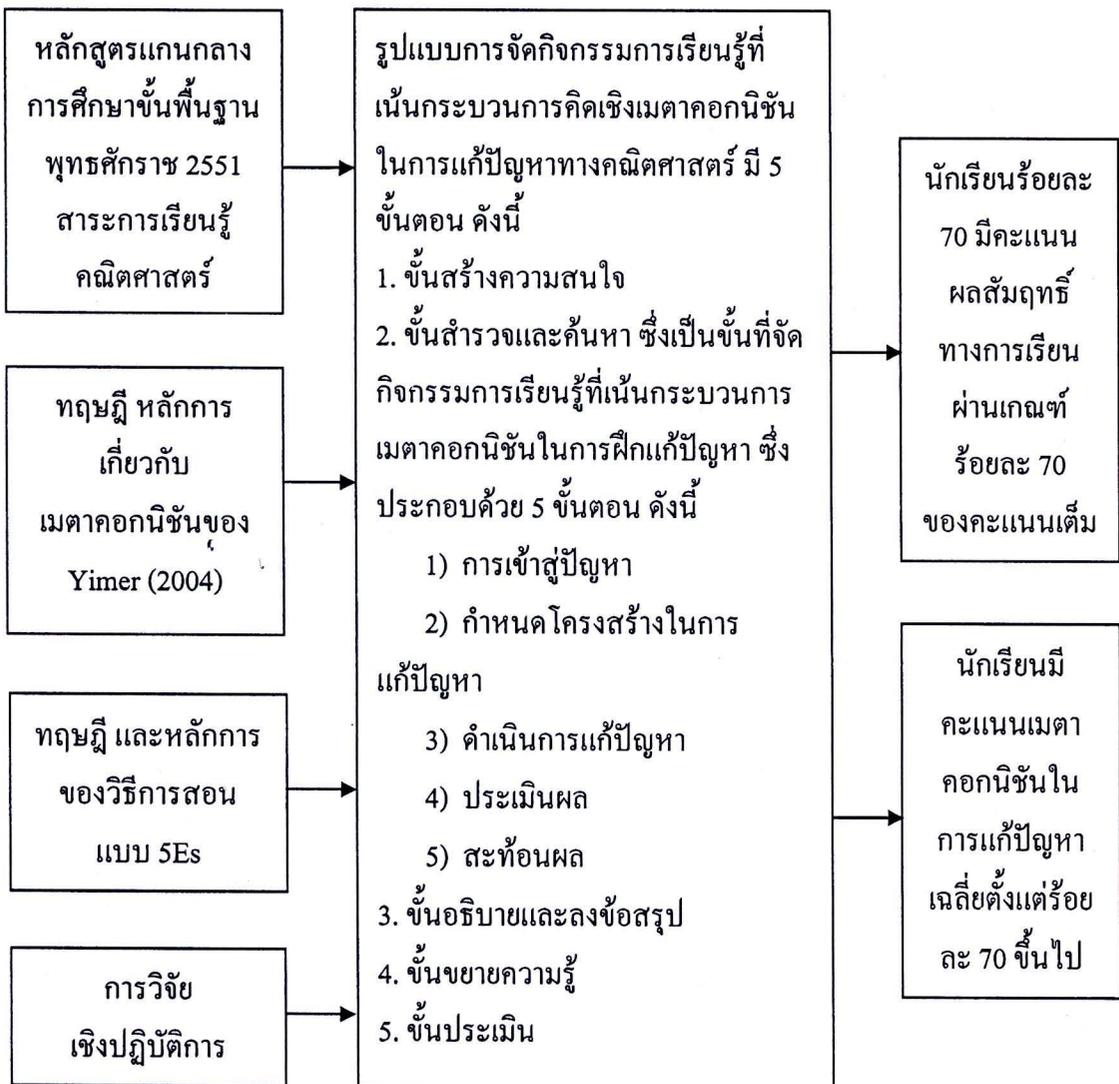
Wilder, Melinda and Shuttleworth, Phyllis (2004) ได้ศึกษาการใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5Es เพื่อใช้การแก้ปัญหาการจัดการเรียนรู้ของครูวิทยาศาสตร์ พบว่า วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5Es ทำให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จจากการดำเนินการที่ต่อเนื่องในการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนเป็นผู้สนใจในสิ่งที่

เรียน รู้จักการสืบเสาะ สามารถให้คำอธิบายสำหรับประสบการณ์การเรียนรู้ ขยายความรู้และได้รับการประเมินผลการเรียนรู้ ซึ่งทำให้ได้ข้อแนะนำในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5Es สำหรับนักเรียนในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับวิธีการสอนแบบ 5Es จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบ 5Es เป็นกระบวนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีการสืบเสาะหาความรู้ได้ด้วยตนเอง และเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ สามารถพัฒนาผู้เรียนในหลายๆ ด้าน และทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความคงทนของความรู้ด้วย

#### 8. กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการใช้วิธีการสอนแบบ 5Es พบว่าการใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการฝึกแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สามารถทำให้ผู้เรียนพัฒนากระบวนการคิดของตนเองและมีทักษะในการแก้ปัญหาสูงขึ้น และการใช้วิธีการสอนแบบ 5Es สามารถทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความคงทนของความรู้ด้วย ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เลือกรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการมาใช้ในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียว ใช้วิธีการสอนแบบ 5Es สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัยตามภาพที่ 3 ดังนี้



ภาพที่ 3 กรอบแนวคิดในการวิจัย

