บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการรู้คิดที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และการกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จังหวัดนครศรีธรรมราช ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
   - 1.1 ความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
   - 1.2 ประเภทของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
   - 1.3 ลักษณะของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจ
   - 1.4 กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
   - 1.5 กลวิธีแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
2. การสอนการแก้ปัญหาโดยใช้กลวิธีรู้คิด
   - 2.1 ความหมายของการรู้คิด
   - 2.2 การรู้คิดและพุทธิปัญญา
   - 2.3 องค์ประกอบของการรู้คิด
   - 2.4 การพัฒนาการรู้คิด
   - 2.5 ความหมายของกลวิธีการรู้คิด
   - 2.6 การใช้กลวิธีการรู้คิดในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
3. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และเกณฑ์ขั้นต่ำในการตัดสินผลการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
   - 3.1. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
   - 3.2. การประเมินเพื่อสรุปผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์รายปี

4. การกำกับตนเองในการเรียน
   4.1 ความหมายของการกำกับตนเองในการเรียน
   4.2 องค์ประกอบและกระบวนการในการกำกับตนเองในการเรียน
   4.3 ปัจจัยที่กำหนดการกำกับตนเองในการเรียน
   4.4 กลวิธีการกำกับตนเองในการเรียน
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
   4.1 งานวิจัยต่างประเทศ
   4.2 งานวิจัยในประเทศ

มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

1.1 ความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

นักการศึกษาคณิตศาสตร์ได้ให้ความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้หลายท่าน ดังนี้

Anderson และ Pingry (1973: 228) กล่าวว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หมายถึงสถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการคำตอบเป็นปริมาณหรือจำนวน ซึ่งผู้แก้ปัญหาจะแก้ปัญหาได้ต้องใช้วิธีการที่เหมาะสมกับสภาพของปัญหา ใช้ความรู้และประสบการณ์ประกอบกับการตัดสินใจของผู้แก้ปัญหาเอง

Sheffield และ Cruikshank (2000: 38) ได้ให้ความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า ปัญหาอาจจะเป็นคำถามหรือสถานการณ์ที่ทำให้เกิดความงงงวย ปัญหาจะเป็นคำถามหรือสถานการณ์ซึ่งไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันที หรือไม่ทราบวิธีการหาคำตอบได้อย่างรวดเร็ว ปัญหาคณิตศาสตร์จะเกี่ยวข้องกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ แต่ไม่ได้หมายความว่าต้องเกี่ยวข้องกับจำนวน บางปัญหาที่ดีเป็นปัญหาที่เกี่ยวกับมิติหรือการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์โดยไม่เกี่ยวข้องกับจำนวน

Reys, Lindquist, Lambdin และ Suydam (2004: 115) ได้กล่าวถึงความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ว่าโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่บุคคลต้องการบางสิ่งบางอย่างและไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที ต้องหาวิธีการเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ โดยใช้ความพยายามและความคิดในขั้นสูง

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2538: 52) ได้ให้ความหมายว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการคำตอบในรูปปริมาณหรือจำนวน รวมทั้งคำอธิบายให้เหตุผล ผู้คิดหาคำตอบไม่คุ้นเคยมาก่อน และไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันทีทันใด สถานการณ์หรือคำถามข้อใดจะเป็นปัญหาหรือไม่ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้คิดหาคำตอบ บางข้อเป็นปัญหาสำหรับบางคน แต่ไม่เป็นปัญหาสำหรับคนอื่นก็ได้

จากความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่นักการศึกษาคณิตศาสตร์ได้ให้ความหมายไว้ อาจกล่าวโดยสรุปได้ว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์หรือคำถามที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ที่ผู้แก้ปัญหาไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที แต่ต้องใช้ความรู้และประสบการณ์มาประกอบการแก้ปัญหา รวมทั้งคำอธิบายเกี่ยวกับการให้เหตุผลเพื่อหาคำตอบ

1.2 ประเภทของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

จากความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ข้างต้น สามารถแบ่งประเภทของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ได้ดังนี้

Polya (1973: 154–156) ได้แบ่งประเภทของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามจุดประสงค์ของปัญหา สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1) ปัญหาให้ค้นหา (Problem to find) เป็นปัญหาที่มีจุดประสงค์เพื่อให้ค้นหาคำตอบที่ต้องการ ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปปริมาณหรือจำนวน เป็นปัญหาให้หาวิธีการหรือหาเหตุผลก็ได้ ลักษณะของปัญหาจะประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ สิ่งที่ต้องการให้หา สิ่งที่กำหนดให้ และเงื่อนไขเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ต้องการให้หากับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ การแยกส่วนประกอบของปัญหาออกเป็น 3 ส่วน จะช่วยให้ผู้แก้ปัญหามีความเข้าใจโจทย์ปัญหาได้ดีขึ้น ทำให้สามารถกำหนดแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาได้ง่ายขึ้น

2) ปัญหาให้พิสูจน์ (Problem to prove) ลักษณะของปัญหาประเภทนี้ มีจุดประสงค์เพื่อให้แสดงการให้เหตุผลว่า ข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเป็นเท็จ ส่วนประกอบของปัญหาประเภทนี้ จะประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ สิ่งที่กำหนดให้หรือสมมติฐาน สิ่งที่ต้องพิสูจน์หรือผลสรุป การแยกส่วนประกอบของปัญหาออกเป็นส่วนๆ ทำให้ผู้แก้ปัญหาเข้าใจปัญหาได้ชัดเจนขึ้น และสามารถกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา หรือการพิสูจน์ได้รวดเร็วขึ้น

LeBlanc, Proudfit และ Putt (1980: 105–106) ได้แบ่งโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เป็น 2 ประเภท คือ

1) ปัญหาในหนังสือแบบเรียน (Standard textbook problem) เป็นปัญหาสำหรับเกริ่นนำหรือทำตามการดำเนินการเลขคณิต เช่น การคูณจำนวนเต็ม ลักษณะของปัญหาในหนังสือแบบเรียนสามารถแก้ปัญหาโดยประยุกต์ใช้ขั้นตอนเดียวหรือใช้ขั้นตอนที่เรียนผ่านมาแล้ว นักเรียนสามารถใช้สื่อรูปธรรมหรือบริบทในชีวิตจริง เป้าหมายของปัญหาในหนังสือ

แบบเรียนคือสามารถระลึกได้ถึงข้อเท็จจริงพื้นฐาน ทักษะ ขั้นตอน การดำเนินการมูลฐาน มีประสิทธิภาพมากขึ้นและเป็นปัญหาเชื่อมโยงระหว่างการดำเนินการและประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ในชีวิตจริง

2) ปัญหากระบวนการ (Process problem) เป็นปัญหาที่ต้องการให้ใช้กลวิธีหรือวิธีการที่ไม่เป็นขั้นตอน แต่ยังคงใช้ขั้นตอนวิธีในการแก้ปัญหา ปัญหาชนิดนี้กระตุ้นการใช้กระบวนการให้ได้คำตอบมากกว่าคำตอบที่ได้ ความสำเร็จของการแก้ปัญหาไม่ได้ขึ้นอยู่กับการประยุกต์ใช้มโนทัศน์ กฎ สูตร แต่ขึ้นอยู่กับการใช้กลวิธีมากกว่าหนึ่งกลวิธีในการหาคำตอบ ปัญหากระบวนการบางปัญหามีมากกว่าหนึ่งคำตอบ

Reys et al. (2004: 116) ได้แบ่งโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามผู้แก้ปัญหาและความซับซ้อนของปัญหาเป็น 2 ประเภท คือ

1) ปัญหาที่คุ้นเคย (Routine problem) เป็นปัญหาเกี่ยวกับการประยุกต์การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ มักอยู่ในรูปโจทย์ปัญหาที่เป็นถ้อยคำหรือเป็นเรื่องราว มีโครงสร้างของปัญหาไม่ซับซ้อนนักและคล้ายกับตัวอย่างหรือปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาเคยมีประสบการณ์ในการแก้มาแล้ว

2) ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (Nonroutine problem) เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อนแปลกใหม่สำหรับผู้แก้ปัญหา ในการแก้ปัญหาผู้แก้ปัญหาต้องใช้ความรู้ และประสบการณ์หลายอย่างประมวลเข้าด้วยกันเพื่อกำหนดวิธีแก้ปัญหา

ดวงเดือน อ่อนน่วม (2536: 432-433) ได้แบ่งประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1) ปัญหาเกี่ยวกับสาระ ได้แก่ ปัญหาที่ปรากฏอยู่ในหนังสือทั่วไป เป็นปัญหาที่นำความรู้เกี่ยวกับวิธีคำนวณที่เรียนมาแล้วมาใช้หาคำตอบของสภาพการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า ปัญหาชนิดนี้มุ่งขยายประสบการณ์ด้านการคิดคำนวณมากกว่าการเรียนรู้ด้านการแก้ปัญหาอย่างแท้จริง

2) ปัญหาเกี่ยวกับกระบวนการ เป็นปัญหาที่มุ่งเน้นกระบวนการในการหาคำตอบมากกว่าตัวคำตอบเอง ในการหาคำตอบบางครั้งไม่จำเป็นต้องนำการบวก ลบ คูณ หาร มาใช้ แต่ใช้กระบวนการคิดอื่นๆ ปัญหาชนิดนี้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดี และยังส่งเสริมวิธีการคิดอย่างสร้างสรรค์และสร้างความรู้สึกท้าทายอีกด้วย

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นว่าการแบ่งประเภทของโจทย์ปัญหา

คณิตศาสตร์นั้นขึ้นอยู่กับหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่ง ทำให้ได้ประเภทของโจทย์ปัญหาแตกต่างกัน ส่วนใหญ่แบ่งประเภทออกเป็น 2 ประเภท คือ 1) โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน เป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสาระ มุ่งขยายประสบการณ์ด้านการคิดคำนวณและการดำเนินการทางคณิตศาสตร์มักมีขั้นตอนเดียวในการหาคำตอบ 2) โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีโครงสร้างซับซ้อน เป็นปัญหาที่มุ่งเน้นการให้เหตุผล วิเคราะห์ ตัดสินใจในการใช้กระบวนหาคำตอบ ผู้แก้ปัญหาต้องประมวลความรู้และประสบการณ์ในการหาคำตอบให้เหมาะสมกับลักษณะของโจทย์ปัญหา

1.3 ลักษณะของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจ

จากการแบ่งประเภทของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่แบ่งไว้แตกต่างกัน ทำให้ลักษณะของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์มีความหลากหลาย จึงมีผู้เสนอลักษณะของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจไว้เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

Lesh และ Zawojewski (1992: 72) ได้เสนอแนะเกี่ยวกับลักษณะของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจสำหรับการสอนในชั้นเรียนว่าควรมีลักษณะเป็นสถานการณ์ในโลกจริงที่นักเรียนสามารถใช้คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันหรือใช้ทำงานได้ในโลกความเป็นจริง

Sheffield และ Cruikshank (2000: 38) ได้กล่าวถึงลักษณะของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจว่า โจทย์ปัญหาที่ดีอย่างหนึ่งคือเป็นโจทย์ที่น่าสนใจต่อผู้แก้ปัญหาและสามารถทำให้ผู้แก้ปัญหาพยายามที่จะแก้ปัญหา ไม่ได้หมายถึงโจทย์ภาษา (word problem) หรือโจทย์เรื่องราว (story problem) ที่พบเห็นได้ในตำราแบบเรียนเพราะนักเรียนโดยทั่วไปแล้วสามารถแก้ปัญหานั้นได้ทันทีและผลที่ได้มาคือไม่น่าสนใจ แต่ต้องเป็นปัญหาที่ไม่คุ้นเคยมาก่อน (nonroutine problem) นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาหรือใช้วิธีการในการหาคำตอบได้ทันทีและต้องเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันทั่วๆไปซึ่งสามารถใช้วิธีการหาคำตอบได้อย่างหลากหลาย

จากที่กล่าวมาเกี่ยวกับ ลักษณะของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ควรมีลักษณะเป็นสถานการณ์ในโลกจริงที่สามารถนำคณิตศาสตร์มาใช้ได้ในชีวิตประจำวัน ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันทีและสามารถใช้วิธีการหาคำตอบได้อย่างหลากหลาย

1.4 กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

เนื่องจากการโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์คือสถานการณ์หรือข้อคำถามที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันทีจะต้องประมวลความรู้และประสบการณ์ของผู้แก้ปัญหาเข้ามาเกี่ยวข้อง ประกอบกับลักษณะโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดีต้องเป็นที่น่าสนใจ ไม่คุ้นเคยมาก่อน

ดังนั้นผู้แก้ปัญหาจะต้องมีขั้นตอนกระบวนการในการคิดแก้ปัญหาเพื่อนำมาใช้ในการหาคำตอบของปัญหาในสถานการณ์ใหม่ๆ อยู่เสมอได้อย่างมีประสิทธิภาพนักวิชาการและนักคณิตศาสตร์ได้เสนอกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลายรูปแบบด้วยกัน ดังนี้

Polya (1973: 154–156) ได้เสนอขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาซึ่งเป็นที่ยอมรับและนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายที่เรียกว่า กระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนของ Polya ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน

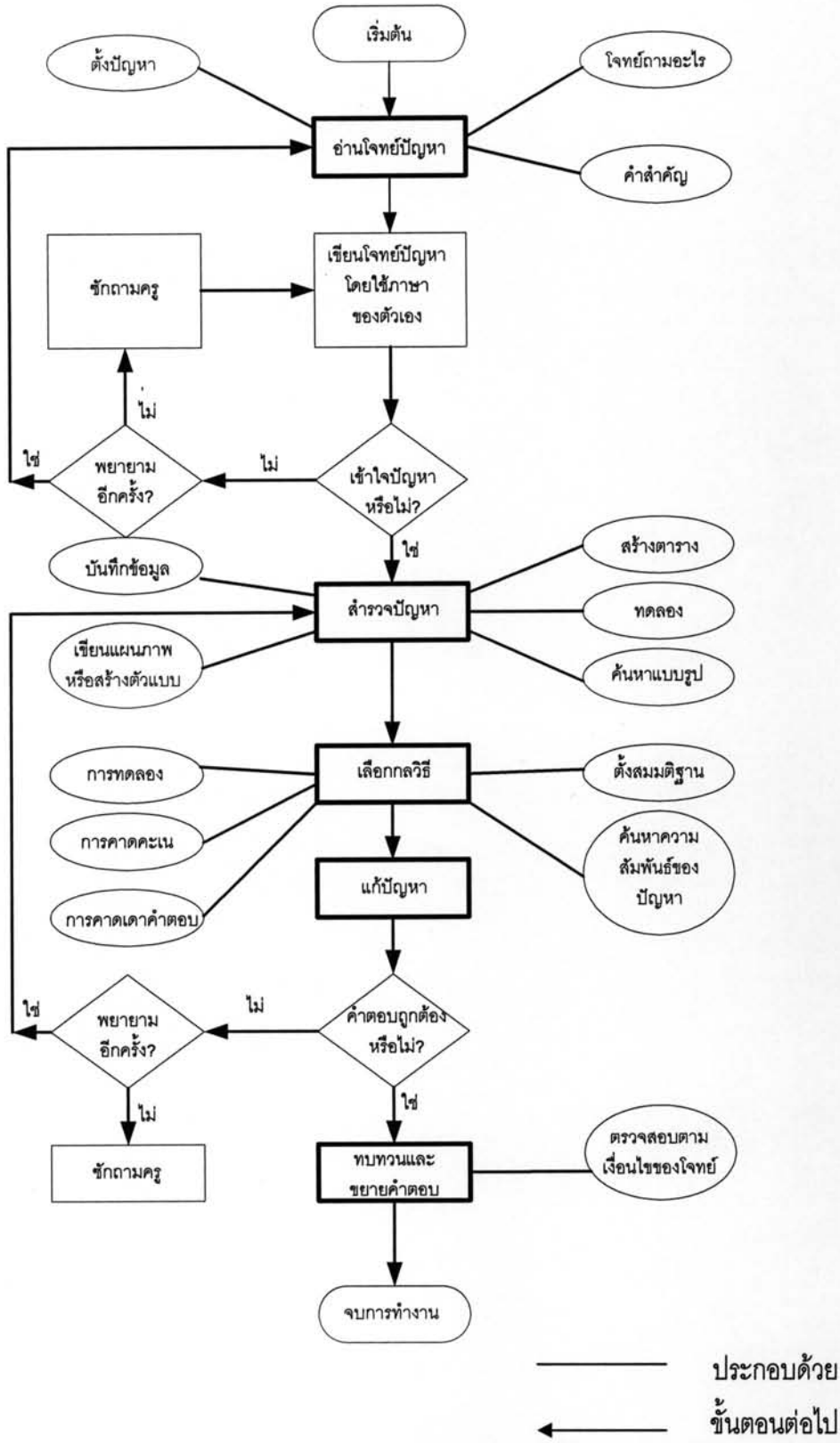
ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the problem) เป็นขั้นการวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจปัญหา โดยอาจหาว่าสิ่งที่ต้องการรู้คืออะไร ข้อมูลมีอะไรบ้าง เงื่อนไขคืออะไร จะแก้ปัญหาตามเงื่อนไขได้หรือไม่ เงื่อนไขที่ให้มาเพียงพอที่จะหาสิ่งที่ต้องการหรือไม่ การวาดภาพ การใช้สัญลักษณ์ การแบ่งเงื่อนไขออกเป็นส่วนย่อยๆ อาจช่วยให้เข้าใจปัญหาได้ดีขึ้น

ขั้นที่ 2 การวางแผนงาน (Devising a plan) เป็นขั้นการเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลกับสิ่งที่ต้องการทราบ หากไม่สามารถเชื่อมโยงได้ทันทีอาจต้องใช้ปัญหาอื่นช่วยเพื่อให้ได้แผนงานแก้ปัญหาในที่สุด ผู้แก้ปัญหาอาจเริ่มต้นด้วยการคิดว่าตนเคยเห็นปัญหาลักษณะนี้จากที่ไหนมาก่อนหรือไม่ หรือเคยเห็นปัญหาในรูปแบบที่คล้ายคลึงกันนี้หรือไม่ จะใช้ความรู้หรือวิธีการใดแก้ปัญหา จะแก้ปัญหาส่วนใดได้ก่อนบ้าง จะแปลงข้อมูลที่มีอยู่ใหม่เพื่อให้สิ่งที่ต้องการรู้กับข้อมูลที่มีอยู่สัมพันธ์กันมากขึ้นได้หรือไม่ ได้ใช้ข้อมูลและเงื่อนไขที่มีอยู่อย่างเหมาะสมแล้วหรือยัง

ขั้นที่ 3 การดำเนินการตามแผน (Carrying out the plan) เป็นขั้นการลงมือทำงานตามแผนที่วางไว้ ควรมีการตรวจสอบแต่ละขั้นย่อยๆ ของงานที่ทำว่าถูกต้องหรือไม่ จะแน่ใจได้อย่างไร

ขั้นที่ 4 การตรวจย้อนกลับ (Looking back) เป็นขั้นการตรวจสอบคำตอบหรือเฉลยที่ได้ว่าสอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดในปัญหาหรือไม่ ซึ่งอาจครอบคลุมถึงการขยายความคิดจากผลหรือคำตอบที่ได้และการใช้วิธีการอื่นแก้ปัญหา

Krulik และ Rudnick (1982:43) ได้เสนอกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังแผนภาพที่ 1



แผนภาพที่ 1 กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของ Krulik และ Rudnick

สมศักดิ์ โสภณพินิจ (2547: 17) ได้สรุปกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทำความเข้าใจในปัญหา ซึ่งอาจจะใช้รูปแบบทางคณิตศาสตร์ช่วย เช่น กราฟ แผนภูมิ ตาราง

2. แสวงหาความรู้เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหานั้นๆ พิจารณาถึงเหตุ และหาหนทางที่จะแก้ปัญหา

3. วางแผนในการแก้ปัญหา เป็นการวางโครงการ หายุทธวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

4. แก้ปัญหา โดยดำเนินการตามแผนที่ได้วางไว้ ซึ่งอาจจะมีความจำเป็นต้องใช้การคำนวณช่วย

5. ตรวจสอบ เป็นการทบทวนเหตุผล ที่ได้ดำเนินการแก้ปัญหาไปแล้วนั้นว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด คำนวณถูกต้องหรือไม่ คำตอบน่าเชื่อถือเพียงใด

The Integrated Mathematics Science and Technology [IMaST] (2007: 1– 2) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาใหม่ที่เรียกว่า DAPIC เป็นกระบวนการที่สามารถนำมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่เหมาะกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาเนื่องจากมีขั้นตอนไม่ซับซ้อนประกอบไปด้วย

ทำความเข้าใจปัญหา (Define) นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา โดยการพิจารณาปัญหาอย่างถ่องแท้ ระบุสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ความยากหรืออุปสรรคในการแก้ปัญหานั้น

ประเมินเงื่อนไขของปัญหา (Assess) ในขั้นนี้นักเรียนประเมินเงื่อนไขของปัญหา พิจารณาข้อมูลที่ช่วยในการหาคำตอบ รวมทั้งความคุ้นเคยของปัญหา คือพิจารณาคำตอบที่ผ่านมาว่าประสบความสำเร็จหรือล้มเหลวอย่างไรเพื่อพัฒนาสู่ขั้นการวางแผนต่อไป

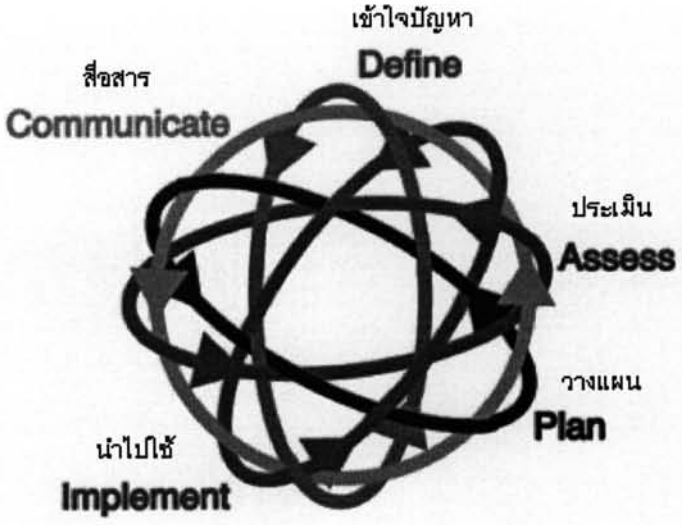
วางแผนการแก้ปัญหา (Plan) ขั้นนี้เป็นการวางแผนหาวิธีที่เหมาะสมมาช่วยในการแก้ปัญหา

นำแผนที่วางไปใช้ (Implement) เป็นขั้นการนำแผนที่วางมาใช้ มีการปรับปรุงแผนให้ดีขึ้น

สื่อสารอภิปรายร่วมกัน (Communicate) นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ สรุป และสื่อสารอภิปรายร่วมกัน อาจเป็นแบบฟอร์ม คำพูด การทำนายและการสร้างปัญหาใหม่

ทั้งนี้กระบวนการแก้ปัญหาแบบ DAPIC ไม่ได้กำหนดไว้ว่าต้องเริ่มจุดไหน

หรือเป็นไปตามลำดับ แต่ขึ้นอยู่กับผู้แก้ปัญหาต้องพิจารณาปัญหาเอง เป็นกระบวนการแบบไม่เชิงเส้น(Nonlinear) ยืดหยุ่นได้ กล่าวคือ ปัญหาอาจเริ่มต้นจากขั้นประเมินเงื่อนไขของปัญหา หรือการนำแผนที่วางไปใช้ก็ได้แต่สำหรับนักเรียนแล้วควรส่งเสริมให้เริ่มจากขั้นทำความเข้าใจปัญหาเพื่อฝึกการพิจารณาปัญหา ดังแผนภาพที่ 2



แผนภาพที่ 2 กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาแบบ DAPIC

จากที่กล่าวมาแล้ว ผู้วิจัยสรุปได้ว่า กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ประกอบด้วย ขั้นตอนหลักคือ ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ ตรวจสอบคำตอบที่ได้และขยายคำตอบเพื่อหาแนวทางอื่นในการแก้ปัญหาและสามารถเลือกแนวทางที่ใช้ในการหาคำตอบที่เหมาะสมในการแก้โจทย์ปัญหา

1.5 กลวิธีแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

กลวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่ใช้พัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ได้มีนักการศึกษาคณิตศาสตร์หลายท่านเสนอกลวิธีนำมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้อย่างหลากหลาย สามารถสรุปได้ ดังนี้

Reys et al. (2004: 124–130) ได้เสนอกลวิธีที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ 10 ประการ คือ

1) กำจัดข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหาทิ้งไป (Act it out) เหลือไว้แต่ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น ทำให้ตัวปัญหามีความชัดเจนมากขึ้น

2) สร้างภาพประกอบหรือไดอะแกรม (Make a Drawing or Diagram)

วาดภาพหรือร่างภาพเป็นแผนภูมิต่างๆ ทำให้สามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของตัวปัญหาได้อย่างชัดเจน

3) ค้นหาแบบรูป (Look for a Pattern) จากตัวเลข รูปภาพ หรือตาราง เมื่อนักเรียนค้นพบแบบรูปได้ก็สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้

4) สร้างตาราง (Construct a table) เป็นการจัดระเบียบข้อมูลจากแบบรูปที่หาได้และจากข้อมูลที่ระบุได้จากตัวปัญหาทำให้นักเรียนมองเห็นการแบ่งประเภทหรือลำดับของข้อมูลจากตัวปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5) จำแนกทุกกรณีที่เป็นไปได้ (Identify All Possibilities) เป็นวิธีที่อาจใช้การค้นหาแบบรูปและสร้างตารางประกอบการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ แต่บางปัญหานั้นต้องตรวจสอบทุกกรณี

6) คิดย้อนหลัง (Work Backward) สำหรับบางปัญหาที่ต้องคิดจากข้อมูลสุดท้ายหรือผลแล้วสืบสาวไปหาเหตุ

7) เขียนประโยคเปิด (Write an Open Sentence) ประโยคเปิดหรือสมการเป็นวิธีที่ใช้สอนในตำราเรียน นักเรียนต้องมองหาความสัมพันธ์ของข้อมูลจากปัญหาก่อนแล้วจึงเขียนเป็นสมการได้

8) เดาและตรวจสอบ (Guess and Check) การเดาควรตั้งอยู่บนพื้นฐานของความเป็นไปได้ของปัญหา รวมกับความรู้และประสบการณ์ของผู้แก้ปัญหา วิธีนี้เป็นการเดาซ้ำๆ แล้วตรวจสอบโดยใช้ความรู้และประสบการณ์ของผู้แก้ปัญหาหาคำตอบที่ดียิ่งๆขึ้นไป

9) แก้จากปัญหาที่ง่ายกว่าหรือจากปัญหาที่คล้ายกัน (Solve a Simpler or Similar Problem) บางปัญหาที่มีโครงสร้างยากซับซ้อนหลายขั้นตอน โดยการแยกปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อยๆ ให้มีลักษณะใกล้เคียงกับปัญหาที่คุ้นเคยมาก่อน ทำให้มองเห็นวิธีการแก้ปัญหาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

10) เปลี่ยนมุมมอง (Change Your Point of View) เป็นวิธีที่ใช้หลังจากใช้วิธีอื่นแล้วไม่ได้ผลเพราะการที่บุคคลมองปัญหาในมุมเดิมทำให้มีแนวโน้มวางแผนคิดหาคำตอบแบบเดิมๆ ทำให้ไม่ประสบผลสำเร็จในการแก้ปัญหา เช่นมองในสิ่งที่ปัญหาไม่ได้กล่าวไว้เพราะบางปัญหาอาจแก้ได้จากสิ่งที่โจทย์หรือปัญหาละเลยไว้

Sheffield และ Cruickshank (2000: 35-47) ได้เสนอแนะกลวิธีที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จากโครงการ Lane Country Mathematicsไว้ 5 ประการ ดังนี้

1) เดาและตรวจสอบ (Guess and Check) เป็นวิธีเดาคำตอบและตรวจสอบกับเงื่อนไขของปัญหาเรื่อยๆ จนได้เป็นผลลัพธ์ซึ่งสอดคล้องกับเงื่อนไขปัญหา

2) ค้นหาแบบรูป (Look for a pattern) สำหรับบางปัญหาผู้แก้ปัญหาต้องค้นหาแบบรูปในการหาคำตอบ อาจเป็นตัวเลข จำนวนหรือรูปภาพ เมื่อจดจำแบบรูปได้แล้วก็จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาต่อไปได้ง่ายและรวดเร็วยิ่งขึ้น

3) สร้างรายการ (Make a systematic list) เป็นวิธีที่ใช้หาทุกเหตุการณ์หรือทุกกรณีที่เป็นไปได้แล้วนำมาเขียนอย่างเป็นระบบ

4) วาดภาพหรือสร้างแบบจำลอง (Make and use a drawing or model) บางปัญหาสามารถมองเห็นวิธีแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้นหากมีการวาดภาพหรือสร้างแบบจำลองทำให้มองเห็นความสัมพันธ์หรือเงื่อนไขของปัญหานั้นได้ชัดเจน

5) คิดย้อนหลัง (Working a backwards) ใช้สำหรับปัญหาที่แก้จากข้อมูลสุดท้ายของปัญหาไปสู่จุดเริ่มต้นของปัญหาง่ายกว่าแก้จากเริ่มต้นของปัญหาไปสู่ข้อมูลสุดท้ายของปัญหา

จากที่กล่าวมา ผู้วิจัยสรุปได้ว่า กลวิธีในการแก้โจทย์ปัญหานั้นเป็นกลยุทธ์หรือเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้การแก้โจทย์ปัญหาประสบผลสำเร็จ และในโจทย์ปัญหาข้อหนึ่งสามารถเลือกใช้กลวิธีได้หลายกลวิธีในการหาคำตอบ ทั้งนี้ผู้แก้ปัญหาควรเลือกใช้กลวิธีที่เหมาะสมและหลากหลายเพื่อพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหา

2. การสอนการแก้ปัญหาโดยใช้กลวิธีการรู้คิด

2.1 ความหมายของการรู้คิด

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของการรู้คิด ดังนี้

Costa (1984: 57) ได้ให้ความหมายของการรู้คิดว่า การรู้คิดเป็นความสามารถของบุคคลที่รู้ในสิ่งที่ตนรู้หรือไม่รู้ ซึ่งจะเกิดขึ้นที่สมองส่วน Cerebral และขึ้นอยู่กับความสามารถของระบบประสาทของแต่ละคน ที่จะวางแผน กำหนดกลวิธีสำหรับการสร้างข้อมูลที่จำเป็นเพื่อจะรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการคิดและกลวิธีที่กำหนดขึ้นในขณะทำการแก้ปัญหาและสามารถประเมินผลได้จากการคิดนั้น

Cross และ Paris (1988: 131) ได้ให้ความหมายของการรู้คิดไว้ว่า การรู้คิดคือ การที่บุคคลมีความรู้ความเข้าใจและมีการควบคุมเกี่ยวกับการคิดของตนเอง

สำนักงานคณะกรรมการศึกษาแห่งชาติ (2549: 32) ได้ให้ความหมายของการรู้คิดไว้ว่า การรู้คิดเป็นความรู้เกี่ยวกับท่าทีหรือแนวโน้มของตน ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการและเงื่อนไข ตลอดจนการควบคุมที่สัมพันธ์กับกระบวนการและกิจกรรมทางพุทธิปัญญาและใน

ทำนองเดียวกันว่าเป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีสติ และมีความรู้เกี่ยวกับตนเองพร้อมกับมีความสามารถและแนวโน้มที่จะควบคุมกระบวนการเหล่านั้นในขณะเรียนรู้ได้

จากความหมายของการรู้คิดตามที่นักการศึกษาได้ให้ความหมาย ไว้ข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปความหมายของการรู้คิด ได้ว่า การรู้คิดเป็นความสามารถของบุคคลที่รู้ในสิ่งที่ตนรู้และรู้ในสิ่งที่ตนไม่รู้ และสามารถควบคุมความคิดของตนเองในการแก้ปัญหา โดยการดึงข้อมูลที่จำเป็นเพื่อใช้ในการวางแผนและประเมินผลการแก้ปัญหานั้นได้

2.2 การรู้คิดและพุทธิปัญญา

การรู้คิดและพุทธิปัญญา (Metacognition and Cognition) มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิด แม้ว่าจะแบ่งทั้ง 2 สิ่งออกจากกันได้ยากแต่จากการศึกษาวิจัยได้มีผู้แบ่งการรู้คิดและพุทธิปัญญาแยกออกจากกัน ดังนี้

Dehn (1997) ได้กล่าวถึงความแตกต่างระหว่างการรู้คิดและพุทธิปัญญาว่า ในการเผชิญกับปัญหาและความยุ่งยาก การรู้คิดจะประเมินสถานการณ์และตัดสินใจว่า ควรทำอะไรต่อไป เช่น โดยการกระตุ้นการใช้กลวิธีทางพุทธิปัญญาบางอย่างขึ้นมา ส่วนพุทธิปัญญาเป็นพฤติกรรมที่มีเป้าหมายซึ่งตั้งอยู่บนพื้นฐานของความรู้เชิงบรรยาย (declarative knowledge) และความรู้เชิงกระบวนการ (procedural knowledge) ส่วนการรู้คิด เป็นพฤติกรรมซึ่งเกิดจากจิตสำนึกมีพื้นฐานอยู่บนความรู้เชิงเงื่อนไข (conditional knowledge) รวมทั้งความรู้เชิงบรรยายและความรู้เชิงกระบวนการด้วย

Livingston (1997: 2) ได้กล่าวถึงความแตกต่างระหว่างการรู้คิดและพุทธิปัญญาไว้ว่า พุทธิปัญญา จะช่วยให้บุคคลสามารถบรรลุเป้าหมายเฉพาะอย่างได้ เช่น การเข้าใจตำราเรียน โดยที่การรู้คิดจะทำให้มั่นใจในสิ่งที่ตนเองกระทำอยู่นั้น ได้บรรลุเป้าหมายแค่ไหน เช่น การตั้งคำถามตนเองเพื่อประเมินความเข้าใจจากตำราเรียน

Garofalo และ Lester (1985: 163-176) ได้สรุปถึงความหมายของการรู้คิดและพุทธิปัญญา ไว้ว่า พุทธิปัญญาเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับการกระทำ หรือการปฏิบัติงานทางปัญญา ส่วนการรู้คิดเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับการเลือกวิธีการกระทำ การวางแผนว่าจะทำอะไร และการกำกับควบคุมในสิ่งที่ทำไปแล้ว ซึ่งเป็นการติดตามความก้าวหน้าของการกระทำ

เพ็ญพิไล ฤทธาคณานนท์ (2535:1-105) ได้กล่าวถึง การรู้คิดและพุทธิปัญญาสรุปได้ว่า พุทธิปัญญาหมายถึงกระบวนการทางปัญญาระดับสูง และผลที่เกิดขึ้นจากกระบวนการนั้น ดังนั้นพุทธิปัญญาจึงหมายถึงสิ่งที่เราเรียกว่า ความรู้ เชาว์ปัญญา ความคิดจินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์ การวางแผน การใช้เหตุผล การอนุมาน การแก้ปัญหา การใช้สัญลักษณ์ และการคิดฝัน ส่วนการรู้คิดหรืออภิปัญญา เป็นความรู้เกี่ยวกับกระบวนการหรือกิจกรรม

ทางปัญญา หรืออาจจะเป็นการกำกับกิจกรรมทางปัญญาก็ได้ ซึ่งเป็นความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจทักษะทางการรู้คิดมีความสำคัญต่อกิจกรรมทางปัญญาหลายอย่าง รวมทั้งการสื่อสาร การจูงใจด้วยวาจา ความเข้าใจภาษาพูด ความเข้าใจในการอ่าน การเขียน การได้มาซึ่งภาษา การรับรู้ การใส่ใจ ความจำ การแก้ปัญหา ความรู้ความเข้าใจทางสังคม การสอนและการควบคุมตนเอง

จากทัศนะเกี่ยวกับการรู้คิดและพุทธิปัญญาตามที่นักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้ให้ไว้ข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปความความแตกต่างระหว่างการรู้คิดและพุทธิปัญญา ได้ว่า พุทธิปัญญา เป็นกิจกรรมทางปัญญา ส่วนการรู้คิด เป็นความรู้ที่วางแผน ควบคุม และประเมินกิจกรรมทางปัญญานั้น

2.3 องค์ประกอบของการรู้คิด

นักการศึกษาและนักจิตวิทยาหลายท่านได้จำแนกองค์ประกอบของการรู้คิดไว้ ดังนี้

Baker และ Brown (1984: 21–24) ได้แบ่งการรู้คิดออกเป็น 2 องค์ประกอบ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1) ความตระหนัก (Awareness) เป็นการตระหนักรู้ถึงทักษะ กลวิธีและแหล่งข้อมูลที่จำเป็นต่อการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ และรู้ว่าต้องทำอย่างไร เป็นเรื่องของการที่บุคคลรู้ถึงสิ่งที่ตนเองคิดและความสอดคล้องกับสถานการณ์การเรียนรู้ รวมไปถึงการแสดงออกในสิ่งที่รู้ออกมาโดยการอธิบายให้ผู้อื่นฟังได้ สามารถสรุปใจความสำคัญของสิ่งที่จะเรียนรู้นั้น มีวิธีจำสิ่งนั้นได้ง่าย ตลอดจนการทำแบบทดสอบ การวางขอบข่าย และการจดบันทึกความสามารถในการสะท้อนกระบวนการคิดของตนเองออกมาในขณะที่อ่านเรื่องราวหรือในขณะคิดแก้ปัญหา เป็นทักษะที่จะทำให้บุคคลทำงานอย่างมีแบบแผน เพราะจะทำให้รู้ว่าในงานนั้นๆ ไม่ว่าจะเป็นด้านการอ่าน การแก้ปัญหา หรืองานอื่นใดที่ต้องอาศัยการเรียนรู้ว่า จะต้องประกอบด้วยสิ่งใดบ้าง ที่จะทำให้การทำงานนั้นมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2) การกำกับตนเอง (Self-regulation) เป็นการรู้ว่าจะทำงานนั้นอย่างไรและเมื่อไร เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้สำเร็จ เป็นกลวิธีในการกำกับตนเองในขณะที่กำลังคิดแก้ปัญหา ซึ่งรวมไปถึงการพิจารณาว่ามีความเข้าใจในสิ่งนั้นหรือไม่ การประเมินความพยายามในการทำงาน การวางแผน และขั้นตอนในการทำงาน การทดสอบวิธีการที่ใช้ การตัดสินใจในการใช้เวลา และการใช้ความสามารถที่มีอยู่ และการเปลี่ยนไปใช้กลวิธีอื่นๆ เพื่อให้แก้ปัญหาได้

Flavell (1985: 231-236) ได้แบ่งการรู้คิด ออกเป็น 2 องค์ประกอบ ดังนี้คือ

1) ความรู้ในการรู้คิด (Metacognition knowledge) เป็นส่วนหนึ่งของความรู้

ทั้งหมดที่บุคคลสะสมไว้ในความจำระยะยาว เป็นการที่บุคคลรู้ว่าตนเองรู้อะไร และคิดอย่างไร คิดถึงเป้าหมายและการบรรลุเป้าหมายอย่างไร องค์ประกอบที่มีผลต่อกิจกรรมการคิดประกอบด้วย 3 ตัวแปร คือ

1.1) ตัวแปรด้านบุคคล (Person variable) หมายถึงความรู้ที่บุคคลมีเกี่ยวกับลักษณะของบุคคลในด้านความสามารถทางปัญญา การเรียนรู้ หรือในการทำงาน รู้ถึงความถนัดและความสามารถของบุคคล รู้ว่าบุคคลมีลักษณะอย่างไรจึงจะทำงานเฉพาะอย่างได้ดี

1.2) ตัวแปรด้านงาน (Task variable) หมายถึงความรู้ที่บุคคลรู้เกี่ยวกับลักษณะของงานที่จะทำว่ามีความยากง่ายอย่างไร รู้ว่าสิ่งใดที่จะทำให้งานนั้นยาก สิ่งใดจะทำให้งานนั้นง่าย รวมไปถึงปัญหาและอุปสรรคของงานนั้นที่อาจจะเกิดขึ้น

1.3) ตัวแปรด้านกลวิธี (Strategy variable) หมายถึงความรู้ที่บุคคลมีความรู้เกี่ยวกับกลวิธีที่เหมาะสมจะใช้ในการทำงานนั้น เป็นการรู้ว่ากลวิธีใดจะช่วยทำให้การทำงานนั้นบรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยทำให้เกิดความก้าวหน้า

2) ประสบการณ์ในการรู้คิด (Metacognition experience) เป็นประสบการณ์ทางการคิดที่บุคคลสามารถควบคุมได้ และประสบการณ์นี้มีความสำคัญต่อการกำกับตนเองในกิจกรรมทางการคิด เริ่มตั้งแต่การเข้าสู่สถานการณ์ในการคิดจนกระทั่งสามารถบรรลุเป้าหมายที่ต้องการ โดยที่ประสบการณ์ในการรู้คิดประกอบด้วย กลวิธีย่อย 3 กลวิธี ดังนี้

2.1) การวางแผน (Planning) เป็นการรู้ว่าตนเองคิดว่าจะทำงานนั้นอย่างไร เริ่มตั้งแต่การกำหนดเป้าหมาย จนถึงการปฏิบัติงานจนบรรลุเป้าหมาย

2.2) การกำกับติดตาม (Monitoring) เป็นการพิจารณาควบคุมความเหมาะสม และความถูกต้องของวิธีการหรือขั้นตอนที่เลือกใช้

2.3) การประเมิน (Evaluation) เป็นการตัดสินเลือกวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ว่ามีความถูกต้องเหมาะสมเพียงใดและยังมีวิธีการอื่นๆ ที่แตกต่างอีกหรือไม่

จากแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของการรู้คิดของนักการศึกษา ดังที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การรู้คิดนั้นสามารถจำแนกเป็น 2 องค์ประกอบ องค์ประกอบแรกคือความตระหนักในการรู้คิดตรงกับความรู้ในการรู้คิด ซึ่งหมายถึงความรู้เกี่ยวกับกระบวนการคิดของตนเองที่จะทำให้งานนั้นบรรลุเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนองค์ประกอบที่สองเป็นการกำกับตนเองตรงกับประสบการณ์ในการรู้คิด ซึ่งหมายถึง กลวิธีที่ใช้กำกับควบคุมกระบวนการคิดของตนเองรวมทั้งตรวจสอบติดตามกระบวนการคิดของตนเองให้บุคคลดำเนินไปตามขั้นตอนที่ได้วางไว้จนบรรลุผลสำเร็จ

2.4 การพัฒนาการรู้คิด

ความคิดที่มีอยู่ในสมองของคนเราเปรียบเสมือนข้อมูลที่อยู่ภายในคอมพิวเตอร์หรือในเครื่องรับสารบางชนิด ถ้ามีการจัดการของความคิดให้เป็นระเบียบ มีการตรวจสอบความคิดของตนเองได้ว่าสิ่งที่ตนเองได้กระทำไปนั้นถูกหรือผิดอย่างไร มีความคิดที่เข้าใจความคิดของตนเอง สิ่งที่เรากำลังคิดและกำลังจะทำเกิดจากอะไร แล้วถ้าเกิดข้อผิดพลาดขึ้นมาก็สามารถตรวจสอบได้ว่าเกิดมาจากอะไร ก็จะทำให้คนเรามีประสิทธิภาพในการคิดที่ดีขึ้น กระบวนการดังกล่าวคือการรู้คิดซึ่งสามารถทำให้เกิดขึ้นได้กับมนุษย์ และสามารถฝึกฝนให้เกิดกับเด็กได้โดยแนะนำเด็กได้เข้าใจถึงวิธีการที่จะจัดการกับความคิดของเราอย่างไร (สำนักงานคณะกรรมการศึกษาแห่งชาติ, 2549: 32) จากแนวความคิดดังกล่าวสอดคล้องกับที่นักการศึกษาและนักจิตวิทยาหลายท่านได้เห็นความสำคัญและได้เสนอแนะแนวทางในการฝึกฝนเพื่อพัฒนาการรู้คิด ดังนี้

Derry และ Merphy (1986: 1-39) ได้ใช้กรอบแนวคิดของ Flavell (1979) เสนอวิธีการฝึกการรู้คิด สรุปได้ดังนี้

1) สอนกลวิธีการเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนสะสมไว้ในคลังกลวิธีของตน

2) ฝึกให้ผู้เรียนตระหนักได้ว่า ตนต้องเรียนอะไร มีเป้าหมายอะไร

3) เพิ่มพูนความถี่และคุณภาพของประสบการณ์ อันจะนำไปสู่การหยั่งเห็นในการเรียนรู้

4) ช่วยให้ผู้เรียนได้สะสมข้อความรู้เกี่ยวกับประโยชน์ของกลวิธีต่างๆ รวมทั้งข้อความรู้เกี่ยวกับโอกาสและวิธีที่จะใช้กลวิธีเหล่านั้น

นอกจากนี้ Derry และ Merphy ได้อธิบายต่อไปอีกว่า จากข้อที่ 1 การให้ผู้เรียนเรียนรู้กลวิธีหลากหลายดังกล่าวนี้ไม่ใช่เป็นเครื่องประกันถึงการเพิ่มพูนศักยภาพในการเรียนรู้ ซึ่งตามทฤษฎีการรู้คิดแล้ว ความสามารถในการเรียนรู้ต้องอาศัยความรู้ในเชิงการรู้คิดด้วย นั่นคือ ต้องรู้เกี่ยวกับสถานการณ์และวิธีการที่จะใช้กลวิธีเหล่านั้นได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม นั่นคือต้องฝึกความรู้เกี่ยวกับการรู้คิด ได้แก่

1) การฝึกให้มีความรู้ในด้านโครงสร้างทางพุทธิปัญญา (Schema knowledge) เนื่องจากเป็นพื้นฐานของความเข้าใจในระดับต่อไป นอกจากนี้โครงสร้างทางพุทธิปัญญาช่วยจำแนกแนวคิดที่สำคัญซึ่งต้องจดจำ สามารถระบุแนวคิดสำคัญได้ ซึ่งเป็นทักษะพื้นฐานที่ใช้ประยุกต์กลวิธีต่างๆ ต่อไป

2) การฝึกโดยตรง (Direct training) เป็นการสอนกลวิธีโดยตรง เช่น บอกผู้เรียน

ว่า ให้จดบันทึก และถามตอบเป็นสิ่งที่เหมาะสมสำหรับการเรียนการสอนผ่านคอมพิวเตอร์ แต่การขีดเส้นใต้และการสรุปใจความ เป็นกลวิธีที่เหมาะสมสำหรับการเรียนการสอนแบบอิงตำรา

3) การฝึกให้ผู้เรียนได้ค้นพบการใช้กลวิธีที่เหมาะสมด้วยตนเอง (MAPS: Metamemory Acquisition Procedures) เป็นการสอนให้ผู้เรียนประเมินกลวิธีอย่างมีเหตุผลถึงการใช้หรือไม่ใช้กลวิธีนั้น

4) การกำกับตนเอง (Self-regulation) เสนอให้มีการชี้แนะเพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถระลึกถึงกลวิธีที่จะช่วยให้บรรลุผลสำเร็จในงานทางพุทธิปัญญาที่กำลังทำอยู่ กล่าวคือ สามารถเข้าใจในสิ่งที่กำลังอ่านได้ นอกจากนี้เน้นให้ใส่ใจกับสาระสำคัญที่ยังไม่รู้ ใช้กลวิธีการเรียนรู้เกี่ยวกับสาระนั้น ตรวจสอบผลของความพยายามในการเรียนรู้ และปรับเปลี่ยนกลวิธีบางอย่าง

Osman และ Hannafin (1992: 83 - 89) ได้เสนอแนวทางการพัฒนาการรู้คิดไว้ว่าต้องขึ้นอยู่กับตัวแปรสำคัญ 2 ประการ ได้แก่ วิธีการฝึก และบทบาทของเนื้อหาบทเรียนในระหว่างการฝึก ในเรื่องของวิธีการฝึก ได้แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ แบบผสมผสานเข้าในเนื้อหาหรือในสถานการณ์จริง (Embedded strategy) และแบบแยกออกจากเนื้อหาหรือสถานการณ์จริง (Detached strategy) ส่วนบทบาทของเนื้อหาบทเรียนระหว่างการฝึก ได้แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ กลวิธีที่ขึ้นอยู่กับเนื้อหา (Content – Dependent Strategy) และกลวิธีที่เป็นอิสระจากเนื้อหา (Content – Independent Strategy) สรุปได้ดังนี้

1) ฝึกแบบผสมผสานเข้าในเนื้อหาหรือในสถานการณ์จริง เป็นการบูรณาการกลวิธีต่างๆ ความสำคัญและขอบเขตที่จะนำกลวิธีเหล่านั้นไปประยุกต์ใช้ในบทเรียนหรือในสถานการณ์จริง ซึ่งวิธีนี้จะทำให้ผู้เรียนสนใจและมีปฏิสัมพันธ์กับสาระสำคัญของเนื้อหาหรือในสถานการณ์จริงที่ต้องประมวลเข้าไป

2) ฝึกแบบแยกออกจากเนื้อหาหรือสถานการณ์จริง เป็นกลวิธีที่มีความเป็นสากลมากกว่า กลวิธีนี้ทำการสอนอย่างเป็นอิสระจากเนื้อหาบทเรียนหรือจากสถานการณ์จริงที่เป็นแกน โดยมุ่งหวังว่าจะต้องพัฒนาความสามารถที่จะเลือกใช้กลวิธีด้วยตัวเอง วิธีนี้ช่วยให้เกิดทักษะที่จะเอาไปประยุกต์ใช้ได้กับหลายวิชา

นอกจากนี้ Osman และ Hannafin ได้ให้รายละเอียดระหว่างการฝึกทั้งสองแบบกับบทบาทของเนื้อหาบทเรียน ดังนี้

1) วิธีการฝึกแบบผสมผสานเข้าในเนื้อหาหรือในสถานการณ์จริงที่ขึ้นอยู่กับเนื้อหา (Embedded Content Dependent Strategies [ECDS]) เป็นกลวิธีที่อิงอยู่กับงานเฉพาะอย่าง ซึ่งเรียกร้องให้จัดกระทำอย่างเปิดเผยกับเนื้อหาในบทเรียน เช่น การสรุปสาระสำคัญหรือโครงสร้างของบทเรียนไว้ให้ก่อน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจระบบและความสัมพันธ์

ระหว่างกันของเนื้อหาที่จะเรียน ผู้ออกแบบการสอนด้วยวิธีนี้มักชี้ให้เห็นอย่างชัดเจนถึงมโนทัศน์ที่สำคัญอยู่ในบทเรียน ตลอดจนความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เหล่านั้น การใช้กลวิธีดังกล่าวนั้นเพื่อสนับสนุนการเรียนเนื้อหาเฉพาะเรื่อง มิได้มุ่งหมายให้ผู้เรียนเกิดขยายผลการใช้กลวิธีนี้

2) วิธีการฝึกแบบผสมผสานเข้าในเนื้อหาหรือในสถานการณ์จริงที่เป็นอิสระจากเนื้อหา (Embedded Content – Independent Strategies [ECDS]) เป็นกลวิธีที่ส่วนใหญ่จะจัดการสอนโดยใช้กับเนื้อหาการเรียนรู้ทั่วๆ ไป ไม่จำกัดศักยภาพของกิจกรรม เช่น ให้ฝึกโดยใช้เนื้อหาเรื่องพันธุศาสตร์ แต่ใช้วิธีการตรวจรายการกำกับตนเองในแบบทั่วไป แม้การกำกับตนเองจะช่วยให้การเรียนในเนื้อหาหาที่ใช้ฝึกเกิดผล แต่จะไม่จำกัดอยู่ที่เนื้อหานั้นเพียงอย่างเดียว กลวิธีหนึ่งของวิธีฝึกแบบนี้คือ การขีดเส้นใต้ ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้อ่านอย่างมีสติและตั้งใจมากขึ้น และสามารถใช้ได้กับเนื้อหาโดยทั่วไป

3) วิธีการฝึกแบบแยกออกจากเนื้อหาหรือสถานการณ์จริงที่ขึ้นอยู่กับเนื้อหา (Detached Content – Dependent Strategy [DCDS]) เป็นการสอนแยกจากบทเรียน แต่ต้องมีการอ้างอิงถึงบทเรียน เนื่องจากในที่สุดก็ต้องนำกลวิธีที่ฝึกไปประยุกต์กับบทเรียนด้วย เนื่องจากกลวิธีนี้มีความซับซ้อนเกินกว่าจะสอดแทรกไว้ในบทเรียนเดียวได้ ในการฝึกต้องพยายามให้ผู้เรียนพัฒนากลวิธีที่เอื้อต่อการเรียนในสถานการณ์จริง เพราะการกำกับตนเองในการรู้คิดนั้นสามารถข้ามสถานการณ์การเรียนรู้ได้

4) วิธีการฝึกแบบแยกออกจากเนื้อหาหรือสถานการณ์จริงที่อิสระจากเนื้อหา (Detached Content – Independent Strategy [DCIS]) เป็นกลวิธีทั่วไปที่สอนอย่างอิสระจากเวลาและเนื้อหา การฝึกวิธีนี้มุ่งหมายที่จะให้มีการถ่ายโยงได้สูง ประกอบด้วย

4.1) กลวิธีขั้นต้น (primary strategies) ช่วยให้ผู้เรียนในการจัดการกับบทเรียนอย่างตรงๆ กลวิธีเหล่านี้ ได้แก่ การถอดความ การจินตนาการ เป็นต้น

4.2) กลวิธีสนับสนุน (support strategies) ช่วยพัฒนาและรักษาบรรยากาศการเรียนรู้ให้เหมาะสมทั้งด้านพุทธิปัญญาและด้านอารมณ์ความรู้สึก

Osman และ Hannafin ยังได้เสนอหลักการเลือกหรือออกแบบการสอนที่เหมาะสมไว้อีกหลายประการดังนี้

1) อย่าให้การทำงานของกลวิธีการรู้คิดไปรบกวนการทำงานทางกระบวนการคิด นั่นคือ ไม่ให้ผู้เรียนเสียพลังงานไปกับการใช้กลวิธีการรู้คิด จนไม่เหลือสำหรับงานที่ต้องทำหรือสิ่งที่ต้องเรียน

2) ให้กลวิธีที่ชัดเจนสำหรับผู้เริ่มต้น และใช้กลวิธีที่ซับซ้อนสำหรับผู้เรียนที่ชำนาญ

3) หากต้องการให้มีการถ่ายโยงการเรียนรู้ไปสู่สถานการณ์ที่แตกต่างจากสถานการณ์ที่เรียนรู้เดิม ควรใช้วิธีการฝึกแบบแยกออกจากเนื้อหาหรือสถานการณ์จริง ประกอบกับการใช้เนื้อหาที่หลากหลาย แต่หากต้องใช้วิธีฝึกแบบผสมผสานเข้าในเนื้อหาหรือในสถานการณ์จริง ก็ให้กำหนดกระบวนการของกลวิธีซึ่งสามารถใช้ได้กับเนื้อหาที่หลากหลาย

4) เพื่อให้เกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ข้ามสถานการณ์ได้ ควรมีการเชื่อมโยงข้อมูลทั้งภายในและภายนอกบทเรียน มีการบูรณาการความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิม และมีการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทั้งหมด

5) ควรมีการเน้นไม่ใช่เพียงแต่ความรู้เกี่ยวกับกลวิธี แต่ต้องเน้นวิธีการที่จะสามารถถ่ายโยงกลวิธีเหล่านั้นด้วย

6) หากเป็นไปได้ควรมีการกำหนดมาตรฐานและเกณฑ์ที่จะประเมินความเข้าใจด้วย

7) สนับสนุนในด้านตัวชี้แนะภายนอก เพื่อให้ผู้เรียนสามารถประมวลผลการเรียนและประมวลวิธีที่ใช้ในการเรียนได้

8) ควรมีการเน้นที่ตัวแปรส่วนบุคคล ตัวแปรของงานและตัวแปรด้านกลวิธีด้วย

9) กระตุ้นให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น อธิบายกระบวนการเรียนรู้ของตนได้ ประเมินผลการเรียนรู้ได้ และให้ผลป้อนกลับซึ่งกันและกัน

10) หลีกเลี่ยงการให้ผู้เรียนขึ้นอยู่กับตัวชี้แนะจากภายนอก การกำกับตนเองได้ควรเป็นเป้าหมายสำคัญของการฝึกกลวิธี

11) มีการผสมผสานข้อดีของกลวิธีในด้านการถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ และในด้านที่จัดกระทำกับเนื้อหาได้โดยตรง

กษมา วรวรรณ ณ อยุธยา (2549: 1 – 8) ได้ให้ข้อคิดเกี่ยวกับการสอนการรู้คิดสรุปได้ดังนี้

1) ผู้สอนควรสอดแทรกกระบวนการรู้คิดในการสอนวิชาต่างๆ จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาสาระและหลักการดังกล่าวอย่างลึกซึ้งขึ้น อีกทั้งยังเป็นการฝึกให้นักเรียนได้รู้จักเรียนรู้ตัวเอง

2) ผู้สอนควรสอนเทคนิคในการเรียนรู้โดยสอนให้รู้จักคาดการณ์ อธิบายให้ตนเองฟังเพื่อให้เกิดความเข้าใจ จดประเด็นที่ยังไม่เข้าใจ กระตุ้นพื้นฐานความเข้าใจเดิมและวางแผนการเรียนรู้ล่วงหน้า

3) ห้องเรียนที่เน้นความรู้เป็นศูนย์กลาง จะให้ความสำคัญแก่การรู้รอบและรู้ลึก

ซึ่งสามารถสอดแทรกการสอนให้กำกับการเรียนรู้ของตนเองด้วยวิธีการรู้คิดควบคู่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากที่นักการศึกษาและนักจิตวิทยาหลายท่านได้เสนอแนวในการพัฒนาการรู้คิดและเนื่องจากการรู้คิดเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นในผู้เรียนแต่ละคนไม่เท่ากัน ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ผู้สอนจะต้องเน้นที่บริบทการเรียนรู้แล้วตัดสินใจว่าควรเลือกใช้แบบไหนให้เหมาะสม หลังจากนั้นก็วางแผนการเรียนรู้ อาจจะเริ่มต้นโดยการสอนแยกออกจากเนื้อหา ให้เข้าใจเฉพาะกลวิธีการรู้คิด หลังจากนั้นค่อยสอดแทรกในเนื้อหาโดยเริ่มต้นจากง่ายสำหรับนักเรียนที่ไม่คุ้นเคยและค่อยเพิ่มความซับซ้อนยากขึ้นสำหรับนักเรียนที่เชี่ยวชาญแล้ว

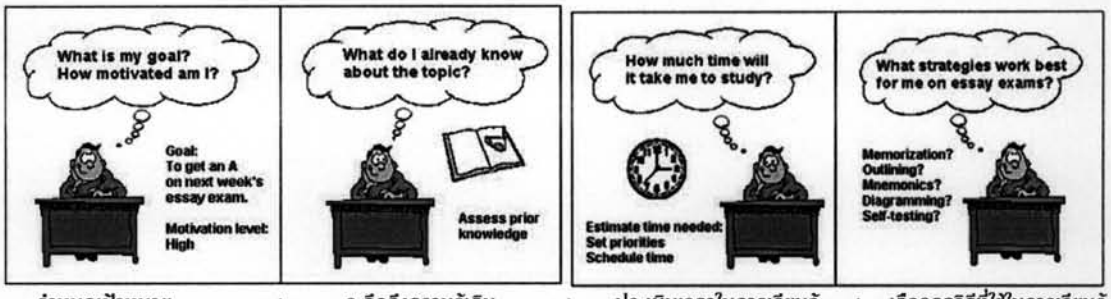
2.5 ความหมายของกลวิธีการรู้คิด

นักการศึกษาหลายท่านได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการนำกลวิธีการรู้คิดมาใช้ในการเรียนรู้ในสาขาวิชาต่างๆ และต่างได้กล่าวถึงความหมายของกลวิธีการรู้คิด ดังนี้

Mu และ Carrington (2007) ได้กล่าวถึง กลวิธีการรู้คิดว่า กลวิธีการรู้คิดเป็นวิธีการที่ผู้เรียนใช้ควบคุมกระบวนการเรียนรู้ของตนเองอย่างมีสติ อันประกอบไปด้วยกลวิธีย่อย ได้แก่ กลวิธีวางแผน กลวิธีประเมิน และกลวิธีกำกับ

Halter (n.d.) ได้ยกตัวอย่างภาพประกอบการอธิบายเกี่ยวกับความหมายของกลวิธีการรู้คิด ดังนี้

สถานการณ์: ผู้เรียนเตรียมตัวสอบปลายภาคและกลวิธีการรู้คิดที่ใช้



แผนภาพที่ 3 ตัวอย่างการใช้กลวิธีการรู้คิดสำหรับการเตรียมตัวสอบปลายภาค

กลวิธีการรู้คิด เป็นการตระหนักในสิ่งต่อไปนี้

- การรู้ในสิ่งที่ตนเองรู้อย่างมีสติ
- การระบุเป้าหมายการเรียนรู้

- การพิจารณาความสามารถของตนเองในการเข้าถึงสิ่งที่เรียนรู้ (personal resource) เช่น ตำราเรียน การเข้าถึงห้องสมุด การเข้าถึงฐานข้อมูลทางคอมพิวเตอร์ ฯลฯ

- การพิจารณาความต้องการของงานหรือปัญหาหรือสิ่งที่เรียนรู้

- การตัดสินพฤติกรรมของตนเอง

- การพิจารณาระดับแรงจูงใจของตนเอง

- การกำหนดระดับความวิตกกังวลของตนเอง

กลวิธีการรู้คิด เป็นการวางแผนสิ่งต่อไปนี้

- การประมาณเวลาที่ใช้ในการทำงาน

- การจัดลำดับสิ่งที่ต้องทำก่อน-หลัง

- การจัดการสิ่งที่ต้องใช้ในการเรียนรู้

- การทำตามขั้นตอนตามกลวิธีที่ได้เลือกในการทำงาน เช่น การเขียนร่าง การใช้สิ่งช่วยจำ การทำแผนผังลำดับงาน ฯลฯ

และกลวิธีการรู้คิด เป็นการกำกับและการสะท้อนกลับถึงสิ่งต่อต่อไปนี้

- การสะท้อนกลับของกระบวนการเรียนรู้ของตนเองอยู่เป็นระยะว่ายังอยู่ขั้นตอนของงานหรือไม่

- การเฝ้าติดตามการเรียนรู้ของตนเองโดยการตั้งคำถามทดสอบตนเอง

- การให้ผลป้อนกลับการเรียนรู้

- การมีสมาธิและแรงจูงใจในระดับสูง

Wikiepedia Encyclopedia (2007) ได้กล่าวถึงกลวิธีการรู้คิด ดังนี้ กลวิธีการรู้คิดเป็นกระบวนการกำกับตนเองในการเรียนรู้ ประกอบไปด้วย การวางแผน การตรวจสอบ การกำกับติดตาม การเลือก การปรับปรุง และการประเมินการเรียนรู้ของตนเอง

จากความหมายกลวิธีการรู้คิด ผู้วิจัยสรุปได้ว่า กลวิธีการรู้คิด เป็นวิธีการที่ผู้เรียนใช้ในการกำกับควบคุมการเรียนรู้ของตนเอง ซึ่งประกอบไปด้วยการตระหนักสิ่งที่เรียนรู้ ได้แก่ การรู้สิ่งที่ตนเองรู้ การตั้งเป้าหมายสิ่งที่เรียนรู้ การพิจารณาแหล่งทรัพยากรของตนเองและการระบุความต้องการของสิ่งที่เรียนรู้ การวางแผนการเรียนรู้ ได้แก่ การจัดการเวลา การให้ลำดับความสำคัญ การจัดการ และการเลือกกลวิธีที่ช่วยในการเรียนรู้ และการกำกับและการให้ข้อมูลป้อนกลับสิ่งที่เรียนรู้

2.6 การใช้กลวิธีการรู้คิดในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

เนื่องจากมีนักการศึกษาและนักจิตวิทยาการเรียนรู้หลายท่านได้ศึกษาว่าการใช้กลวิธีการรู้คิดสามารถใช้แก้โจทย์ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพและได้เสนอแนะการนำกลวิธีการรู้คิดมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังนี้

Garofalo และ Lester (1985: 163-176) ได้เสนอกรอบแนวคิดเกี่ยวกับการรู้คิดในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ 4 ขั้นตอน คือ

1) การทำความเข้าใจปัญหา (Orientation) หมายถึงการใช้กลวิธีในการวิเคราะห์ข้อมูลและทำความเข้าใจปัญหา ดังนี้

1.1) ใช้กลวิธีในการพิจารณาทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา

1.2) วิเคราะห์ข้อมูลสารสนเทศและเงื่อนไข

1.3) ประเมินความคุ้นเคยกับปัญหา

1.4) สร้างตัวแทนปัญหา

1.5) ประเมินความยากและโอกาสที่ประสบความสำเร็จ

2) การกำหนดโครงสร้างของการแก้ปัญหา (Organization) เป็นการวางแผนเพื่อกำหนดพฤติกรรมและการเลือกปฏิบัติ ประกอบด้วย

2.1) ระบุเป้าหมายย่อยและเป้าหมายสุดท้าย

2.2) วางแผนรวม

2.3) วางแผนย่อย

3) การดำเนินการแก้ปัญหา (Execution) เป็นการกำกับให้ดำเนินการตามแผนประกอบด้วย

3.1) ดำเนินการตามแผนย่อย

3.2) กำกับความก้าวหน้าของการดำเนินการตามแผนย่อยและแผนรวม

3.3) เป็นการตัดสินใจเพื่อดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาต่อไปหรือเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาใหม่ที่ดีกว่าโดยใช้ดุลพินิจของผู้แก้ปัญหา (พิจารณาจากความเหมาะสมของเวลา ความถูกต้องและความสมบูรณ์ของคำตอบ)

4) การประเมินความถูกต้อง (Verification) เป็นการประเมินการตัดสินใจและผลลัพธ์จากการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ประกอบด้วย

4.1) ประเมินขั้นการทำความเข้าใจปัญหาและขั้นการกำหนดโครงสร้างของการแก้ปัญหา ประกอบด้วย

4.1.1) ความถูกต้องของตัวแทนปัญหา

4.1.2) ความถูกต้องของการตัดสินใจกำหนดโครงสร้างของการแก้ปัญหา

4.1.3) ความสอดคล้องของแผนย่อยกับแผนรวม

4.1.4) ความสอดคล้องของแผนรวมกับเป้าหมาย

4.2) ประเมินการดำเนินการแก้ปัญหา ประกอบด้วย

4.2.1) ความถูกต้องของการดำเนินการ

4.2.2) ความสอดคล้องของแผนและการดำเนินการตามแผน

4.2.3) ความสอดคล้องของผลลัพธ์แต่ละขั้นตอนของแผน และเงื่อนไขของปัญหา

4.2.4) ความสอดคล้องของผลขั้นสุดท้ายของแผน และเงื่อนไขของปัญหา

Beyer (1987, 1987: 192-196) ได้ศึกษากลวิธีการรู้คิดในการแก้ปัญหา และได้แบ่งกลวิธีการรู้คิดในการแก้ปัญหาออกเป็น 3 กลวิธีย่อย ดังนี้

1) วางแผนการแก้ปัญหา (Planning) เป็นการทำความเข้าใจข้อมูลหรือเงื่อนไขในโจทย์ปัญหาพิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้กับสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา กับประสบการณ์เดิมของผู้แก้โจทย์ปัญหา มากำหนดว่าจะแก้โจทย์ปัญหาด้วยวิธีใดและอย่างไร ก่อนที่ทำการแก้โจทย์ปัญหาต่อไป ประกอบด้วย

1.1) การกำหนดเป้าหมายในการแก้ปัญหา เป็นการพิจารณาโจทย์ว่าสิ่งที่โจทย์ให้หา สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ และเลือกข้อมูลที่จำเป็นในการแก้โจทย์ปัญหา

1.2) เลือกวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหา เป็นการตัดสินใจเลือกวิธีการหรือขั้นตอนที่เหมาะสมที่สุด

1.3) เรียงลำดับวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหา เป็นการนำวิธีการหรือขั้นตอนที่เลือกมาลำดับเป็นขั้นตอนย่อยๆ ทำให้สะดวกต่อการแก้ปัญหาและตรวจสอบข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น

1.4) คาดเดาอุปสรรค ข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นและวิธีการแก้ไขได้ เป็นการคาดการณ์ถึงสิ่งที่จะทำให้เกิดอุปสรรคและข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้

1.5) คาดเดาวิธีการแก้ไขอุปสรรค ข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น เป็นการคาดการณ์ถึงวิธีการที่จะทำให้สามารถกำจัดอุปสรรคและข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้ในการแก้ปัญหา

1.6) ประมาณหรือทำนายผลลัพธ์ที่ต้องการ เป็นการคาดคะเนคำตอบที่ต้องการโดยการวิเคราะห์ข้อมูล หรือเงื่อนไขที่โจทย์ปัญหากำหนดมาให้อย่างมีเหตุผล เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการตรวจสอบคำตอบ

2) กำกับการแก้ปัญหา (Monitoring) เป็นการควบคุมและตรวจสอบวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหาไปพร้อมกับการแก้ปัญหา ประกอบด้วย

2.1) กำกับเป้าหมายการแก้โจทย์ปัญหา เป็นการกำกับถึงสิ่งที่โจทย์ต้องการขณะทำการแก้ปัญหา

2.2) กำกับวิธีและขั้นตอนการแก้ปัญหา เป็นการกำกับให้ปฏิบัติตามวิธีการและขั้นตอนที่เลือกไว้ในขณะทำการแก้ปัญหา โดยการกำกับถึงสิ่งต่อไปนี้

2.2.1) รู้ว่าแก้ปัญหาในเป้าหมายย่อยได้สำเร็จ

2.2.2) ตัดสินใจไปสู่วิธีการหรือขั้นตอนต่อไป

2.2.3) เลือกวิธีการหรือขั้นตอนต่อไปอย่างเหมาะสม

2.2.4) รู้ข้อผิดพลาดและอุปสรรคที่เกิดขึ้น

2.2.5) รู้วิธีการแก้ไขข้อผิดพลาดและอุปสรรคที่เกิดขึ้น

3) ประเมินการแก้ปัญหา (Assessing) เป็นการมองย้อนกลับไปที่ขั้นตอนต่างๆ ในการแก้ปัญหาเพื่อพิจารณารายละเอียดในแต่ละขั้นตอนว่ามีความถูกต้องสมบูรณ์เพียงใด ประกอบด้วย

3.1) ประเมินความสำเร็จตามเป้าหมาย เป็นการตรวจสอบว่าหลังจากที่ได้แก้ปัญหาแล้ว ผู้แก้ปัญหาสามารถบรรลุเป้าหมายของการแก้ปัญหานั้นๆ ตามที่ได้ตั้งไว้หรือไม่

3.2) พิจารณาความถูกต้องของผลลัพธ์ เป็นการตรวจสอบคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาว่าถูกต้องหรือไม่ ด้วยวิธีการใดหรือขั้นตอนใด เพื่อทำให้เกิดความมั่นใจว่าคำตอบที่ได้นั้นถูกต้อง

3.3) ประเมินความถูกต้องของวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ เป็นการมองย้อนกลับไปที่วิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหาว่ามีความถูกต้องสมบูรณ์เพียงใด เพื่อจะช่วยให้พบข้อบกพร่องที่อาจเกิดขึ้นในขณะแก้ปัญหาแล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้นต่อไป

3.4) ประเมินการแก้ไขอุปสรรคและข้อผิดพลาด เป็นการอภิปรายถึงปัญหาและอุปสรรคที่พบในขณะแก้ปัญหาแล้ววิเคราะห์หาสาเหตุและแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจริง เพื่อเป็นการลดปัญหาและอุปสรรคที่อาจจะเกิดขึ้นในครั้งต่อไป

3.5) พิจารณาประสิทธิภาพและความสำเร็จ เป็นการพิจารณาถึงวิธีการ

หรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหา ที่ทำให้การแก้ปัญหามีความถูกต้องแน่นอนประสบความสำเร็จได้ดีเพียงใด

จากการเสนอแนะแนวคิดของกลวิธีการรู้คิดในการแก้ปัญหา สามารถนำมาใช้ในการแก้โจทย์คณิตศาสตร์ เห็นได้ว่า ประกอบไปด้วยขั้นตอนหลัก 3 ขั้นตอน คือ การวางแผนการแก้ปัญหา การกำกับติดตามการแก้ปัญหา และการประเมินการแก้ปัญหา

3. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และเกณฑ์ขั้นต่ำในการตัดสินผลการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ความสัมพันธ์ระหว่างสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้กล่าวใน 2 ประเด็น ดังนี้

3.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

3.2 การประเมินเพื่อสรุปผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์รายปี

3.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2544: 116-135) ได้นำเสนอแนวทางการจัดทำสาระของหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้สรุปเฉพาะช่วงชั้นที่ 3 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ในส่วนที่เป็นความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เพื่อประกอบในการตั้งสมมติฐานการวิจัย ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

สาระ และมาตรฐาน การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3)	ผลการเรียนรู้ที่ คาดหวังรายปีม. 2	หมายเหตุ
สาระที่ 1: จำนวนและการดำเนินการ **มาตรฐาน ค** 1.1: เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง	1.มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ ศูนย์ และจำนวนตรรกยะ	• เขียนเศษส่วนในรูปทศนิยมซ้ำในรูปเศษส่วนได้	
	2. รู้จักจำนวนอตรรกยะและจำนวนจริง	• ระบุหรือยกตัวอย่างจำนวนจริง จำนวนตรรกยะและจำนวนตรรกยะได้	
	<u>*3. เข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละและนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้</u>	• ใช้ความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละในสถานการณ์ต่างๆ ได้	<u>*มาตรฐานช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์</u>
	4. เข้าใจเกี่ยวกับตัวเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม และสามารถเขียนจำนวนให้อยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ ($A \times 10^n$ เมื่อ $1 \leq A < 10$ และ n เป็นจำนวนเต็ม) ได้	-	

ตารางที่ 1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น และ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ (ต่อ)

สาระ และมาตรฐาน การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3)	ผลการเรียนรู้ที่ คาดหวังรายปีม. 2	หมายเหตุ
	5. เข้าใจเกี่ยวกับรากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง	• อธิบายและระบุรากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริงได้	
สาระที่ 1: จำนวนและการดำเนินการ (ต่อ) **มาตรฐาน ค** 1.2: เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่างๆและสามารถใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหาได้	1. บวก ลบ คูณ และหารจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม เลขยกกำลัง และนำไปใช้แก้ปัญหาได้ 2. หารากที่สองและรากที่สามของจำนวนเต็มโดยการแยกตัวประกอบและนำไปใช้แก้ปัญหาได้ 3. อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการบวก การลบ การคูณ การหาร การยกกำลังและการหารากของจำนวนเต็มและจำนวนตรรกยะพร้อมทั้งบอกความสัมพันธ์ของการดำเนินการของจำนวนต่างๆ ได้	- • หารากที่สองและรากที่สามของจำนวนเต็มโดยการแยกตัวประกอบและนำไปใช้ในแก้ปัญหาได้ • อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการหารากของจำนวนเต็ม เศษส่วน และทศนิยม พร้อมทั้งบอกความสัมพันธ์ของการดำเนินการได้	

ตารางที่ 1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น และ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ (ต่อ)

สาระ และมาตรฐาน การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3)	ผลการเรียนรู้ที่ คาดหวังรายปีม. 2	หมายเหตุ
	*4. ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้จากการคำนวณและการแก้ปัญหา	● ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้จากการคำนวณและการแก้ปัญหา	*มาตรฐานช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
สาระที่ 1: จำนวนและการดำเนินการ (ต่อ) **มาตรฐาน ค** 1.3: เข้าใจเกี่ยวกับการประมาณค่าและนำไปใช้แก้ปัญหา	1. มีความเข้าใจเกี่ยวกับการประมาณค่าและนำไปใช้แก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม *2. หารากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง โดยการประมาณ การเปิดตาราง หรือการใช้เครื่องคำนวณและนำไปใช้แก้ปัญหาได้	- หารากที่สองและรากที่สามของจำนวนเต็มโยการประมาณ การเปิดตารางหรือการใช้เครื่องคำนวณและนำไปใช้แก้ปัญหาได้	 *มาตรฐานช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ตารางที่ 1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น และ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ (ต่อ)

สาระ และมาตรฐาน การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3)	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง รายปีม. 2	หมายเหตุ
สาระที่ 1: จำนวนและการดำเนินการ (ต่อ) **มาตรฐาน ค** 1.4: เข้าใจในระบบจำนวนและสามารถนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้ได้	1. เข้าใจสมบัติต่างๆ เกี่ยวกับระบบจำนวนเต็มและนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ 2. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนในระบบจำนวนจริง	- ● บอกความเกี่ยวข้องระหว่างจำนวนเต็ม จำนวนตรรกยะ และจำนวนอตรรกยะได้	
สาระที่ 2: การวัด **มาตรฐาน ค** 2.1: เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด	1. เข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติ 2.เลือกใช้หน่วยการวัดในระบบต่างๆ เกี่ยวกับความยาว พื้นที่ และปริมาตรได้อย่างเหมาะสม	- ● เปรียบเทียบหน่วยความยาว พื้นที่ ในระบบเดียวกันและต่างระบบได้ ● เลือกใช้หน่วยการวัดเกี่ยวกับความยาว และพื้นที่ได้อย่างเหมาะสม	

ตารางที่ 1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น และ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ (ต่อ)

สาระ และมาตรฐาน การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3)	ผลการเรียนรู้ที่ คาดหวังรายปีม. 2	หมายเหตุ
สาระที่ 2: การวัด (ต่อ) **มาตรฐาน ค** 2.2: วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดได้	1. คาดคะเนระยะทาง ขนาด และน้ำหนักได้อย่างใกล้เคียงและสามารถอธิบายวิธีการที่ใช้คาดคะเนได้ *2. ใช้การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัดในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม	● คาดคะเนเวลา ระยะทาง ขนาด และน้ำหนักของสิ่งที่กำหนดให้ได้อย่างใกล้เคียง และสามารถอธิบายวิธีการที่ใช้คาดคะเนได้ ● ใช้การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัดในสถานการณ์ต่างๆ ได้	*มาตรฐานช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
มาตรฐาน ค 2.3: แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้	*1. ใช้ความรู้เกี่ยวกับความยาว พื้นที่ พื้นที่ผิว และปริมาตรในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้	● ใช้ความรู้เกี่ยวกับพื้นที่แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้	*มาตรฐานช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ตารางที่ 1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น และ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ (ต่อ)

สาระ และมาตรฐาน การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3)	ผลการเรียนรู้ที่ คาดหวังรายปีม. 2	หมายเหตุ
สาระที่ 3: เรขาคณิต **มาตรฐาน ค** 3.1: อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติได้	1. อธิบายลักษณะและสมบัติของปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลมได้ 2. สร้างรูปเรขาคณิตอย่างง่ายโดยไม่เน้นการพิสูจน์ได้ 3. วิเคราะห์ลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติจากภาพสองมิติได้	- - -	
สาระที่ 3: เรขาคณิต (ต่อ) **มาตรฐาน ค** 3.2: ใช้การนึกภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหาได้	*1. เข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของความเท่ากันทุกประการและความคล้ายของรูปสามเหลี่ยม เส้นขนานทฤษฎีบทปีทาโกรัสและบทกลับและนำไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาได้	• ระบุด้านและมุมคู่ที่มีขนาดเท่ากันของรูปสามเหลี่ยมสองรูปที่เท่ากันทุกประการได้ • ระบุได้ว่ารูปสามเหลี่ยมสองรูปที่มีความสัมพันธ์กันแบบด้าน-มุม-ด้าน มุม-ด้าน-มุม และด้าน-ด้าน-ด้าน เท่ากันทุกประการ	*มาตรฐานช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ตารางที่ 1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น และ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ (ต่อ)

สาระ และมาตรฐาน การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3)	ผลการเรียนรู้ที่ คาดหวังรายปีม. 2	หมายเหตุ
		• บอกสมบัติของเส้นขนานและบอกเงื่อนไขที่ทำให้เส้นตรงสองเส้นขนานกันได้ • ระบุได้ว่ารูปสามเหลี่ยมสองรูปที่มีความสัมพันธ์กันแบบ มุม-มุม-ด้าน เท่ากันทุกประการ • ใช้สมบัติเกี่ยวกับเส้นขนานและความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาได้ • อธิบายความสัมพันธ์ตามทฤษฎีบทปีทาโกรัสได้ • ใช้ทฤษฎีบทปีทาโกรัสและบทกลับในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาได้	

ตารางที่ 1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น และ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ (ต่อ)

สาระ และมาตรฐาน การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3)	ผลการเรียนรู้ที่ คาดหวังรายปีม. 2	หมายเหตุ
	2. เข้าใจเกี่ยวกับการแปลง (transformation) ทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน (translation) การสะท้อน (reflection) และการหมุน (rotation) และนำไปใช้ได้ 3. บอกภาพที่เกิดขึ้นจากการเลื่อนขนาน การสะท้อน และการหมุนรูปต้นแบบ และสามารถอธิบายวิธีการที่จะได้ภาพที่ปรากฏเมื่อกำหนดรูปต้นแบบและภาพนั้นให้	• นำสมบัติเกี่ยวกับการเลื่อนขนาน การสะท้อนและการหมุนไปใช้ได้ • วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างรูปต้นแบบและรูปที่ได้จากการเลื่อนขนาน การสะท้อน และการหมุนได้	

ตารางที่ 1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น และ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ (ต่อ)

สาระ และมาตรฐาน การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3)	ผลการเรียนรู้ที่ คาดหวังรายปีม. 2	หมายเหตุ
สาระที่ 4: พีชคณิต **มาตรฐาน ค** 4.1: อธิบายและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ (relation) และฟังก์ชันต่างๆ ได้	1. วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของแบบรูปที่กำหนดให้ได้	-	
สาระที่ 4: พีชคณิต **มาตรฐาน ค** 4.2: ใบจำลองทางคณิตศาสตร์อื่นๆ แทนสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหาได้	1.แก้สมการและอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้ *2. เขียนสมการหรืออสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวแทนสถานการณ์หรือปัญหาที่กำหนดให้และนำไปใช้แก้ปัญหาพร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ 3. เขียนกราฟแสดงความเกี่ยวข้องของปริมาณสองชุดที่กำหนดให้ได้	- ● แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวอย่างง่ายได้ ● ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ -	*มาตรฐานช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ตารางที่ 1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น และ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ (ต่อ)

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3)	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปีม. 2	หมายเหตุ
	4. อ่านและแปลความหมาย กราฟ ที่กำหนดให้ได้ 5. แก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร และสามารถนำไปใช้แก้ปัญหา พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ 6. อธิบายลักษณะของรูปที่เกิดขึ้นจากการเลื่อนขนาน การสะท้อนและการหมุนบนระนาบพิกัดฉากได้	- - ● บอกพิกัดของรูปเรขาคณิตที่เกิดขึ้นจากการเลื่อนขนาน การสะท้อน และการหมุนบนระนาบพิกัดฉากได้	
สาระที่ 5: การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น **มาตรฐาน ค** 5.1: เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลได้	1. กำหนดประเด็นเขียนข้อคำถาม กำหนดวิธีการศึกษา และเก็บรวบรวมข้อมูลได้	-	

ตารางที่ 1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น และ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ (ต่อ)

สาระ และมาตรฐาน การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3)	ผลการเรียนรู้ที่ คาดหวังรายปีม. 2	หมายเหตุ
	2. เข้าใจเกี่ยวกับค่ากลางของข้อมูลในเรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยม และเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม 3. นำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่เหมาะสม อ่านและแปลความหมายและวิเคราะห์ข้อมูลจากการนำเสนอข้อมูลได้	- • อ่านและนำเสนอข้อมูลโดยใช้แผนภูมิรูปวงกลมได้	
สาระที่ 5: การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น (ต่อ) **มาตรฐาน ค** 5.2: ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล	1. เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่มเหตุการณ์ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ และใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล	• บอกได้ว่าเหตุการณ์ที่กำหนดให้เหตุการณ์ใดน่าจะมีโอกาสเกิดขึ้นได้มากกว่ากัน	

ตารางที่ 1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น และ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ (ต่อ)

สาระ และมาตรฐาน การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3)	ผลการเรียนรู้ที่ คาดหวังรายปีม. 2	หมายเหตุ
สาระที่ 5: การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น (ต่อ) **มาตรฐาน ค** 5.3: ใช้วิธีการทางสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหาได้	1. ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติในการพิจารณาข้อมูลข่าวสารทางสถิติและใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นประกอบการตัดสินใจในสถานการณ์ต่างๆ ได้ 2. เข้าใจถึงความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นได้จากการนำเสนอข้อมูลทางสถิติ	- -	
สาระที่ 6: ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ **มาตรฐาน ค** 6.1: มีความสามารถในการแก้ปัญหา	<u>*1. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหาได้</u> <u>*2. ใช้ความรู้ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม</u>	● ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหาได้ ● ใช้ความรู้ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม	<u>*มาตรฐานช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์</u>

ตารางที่ 1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น และ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ (ต่อ)

สาระ และมาตรฐาน การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3)	ผลการเรียนรู้ที่ คาดหวังรายปีม. 2	หมายเหตุ
สาระที่ 6: ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ (ต่อ) **มาตรฐาน ค** 6.2: มีความสามารถในการให้เหตุผล	1. สามารถแสดงเหตุผลโดยการอ้างอิงความรู้ ข้อมูลหรือข้อเท็จจริง หรือสร้างแผนภาพ	● สามารถแสดงเหตุผลโดยการอ้างอิงความรู้ ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงหรือสร้างแผนภาพ	
สาระที่ 6: ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ (ต่อ) **มาตรฐาน ค** 6.3: มีความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ	1. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย และนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และรัดกุม	● ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย และนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และรัดกุม	

ตารางที่ 1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น และ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ (ต่อ)

สาระ และมาตรฐาน การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3)	ผลการเรียนรู้ที่ คาดหวังรายปีม. 2	หมายเหตุ
สาระที่ 6: ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ (ต่อ) **มาตรฐาน ค** 6.4: มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ ได้	1. เชื่อมโยงความรู้เนื้อหาต่างๆ ในคณิตศาสตร์และนำความรู้หลักการกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆ 2. นำความรู้และทักษะที่ได้จากการเรียนคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ และในการดำรงชีวิต	• เชื่อมโยงความรู้เนื้อหาต่างๆ ในคณิตศาสตร์และนำความรู้หลักการกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆ • นำความรู้และทักษะที่ได้จากการเรียนคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ และในการดำรงชีวิต	
สาระที่ 6: ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ (ต่อ) **มาตรฐาน ค** 6.5: มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	1. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการทำงาน	• มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการทำงาน	

3.2 การประเมินเพื่อสรุปผลการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สำนักนิเทศและพัฒนาการศึกษา (กระทรวงศึกษาธิการ. 2545: 126-127) ได้กำหนดแนวทางการประเมินเพื่อสรุปผลการเรียนสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์รายปี ดังนี้

3.2.1 กำหนดสัดส่วนคะแนนระหว่างเรียนกับคะแนนปลายภาค/ปลายปี

ให้สถานศึกษากำหนดสัดส่วนคะแนนระหว่างเรียนและคะแนนปลายภาค/ปลายปี โดยให้มีคะแนนระหว่างเรียนมากกว่าคะแนนปลายภาค/ปลายปี เช่น 60 กับ 40 หรือ 70 กับ 30 หรือ 80 กับ 20

คะแนนระหว่างเรียน เป็นคะแนนที่ได้จากการประเมินให้ครอบคลุมผลการเรียนรู้ที่คาดหวังทั้งหมดด้วยวิธีการวัดที่หลากหลาย โดยประเมินไปพร้อมกับการจัดกระบวนการเรียนการสอน ซึ่งผู้สอนอาจจะนำคะแนนมาจากแบบบันทึกการประเมินผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายข้อ

คะแนนปลายภาคเรียน/ปลายปี เป็นคะแนนที่ได้จากการนำผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปีที่สำคัญมาจัดทำเครื่องมือวัดปลายภาค/ปลายปี

3.2.2 กำหนดเกณฑ์การตัดสินผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้รายปี

สถานศึกษาอาจกำหนดเกณฑ์การตัดสินดังนี้

กรณีที่ 1 ตัดสิน "ได้-ตก" หรือ "ผ่าน-ไม่ผ่าน" โยคิดจากร้อยละของคะแนนเต็ม เช่น

<u>*ตัดสิน "ได้" หรือ "ผ่าน" เมื่อได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็มขึ้นไป</u>และตัดสิน "ตก" หรือ "ไม่ผ่าน" เมื่อได้คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม

กรณีที่ 2 ตัดสินผลการเรียนเป็นระดับคุณภาพ 5 ระดับ คือ 4, 3, 2, 1 และ 0 โดยคิดจากร้อยละของคะแนนเต็ม เช่น

ได้ร้อยละ 80-100 ได้ระดับคุณภาพ 4 หมายถึง ดีมาก

ได้ร้อยละ 70-79 ได้ระดับคุณภาพ 3 หมายถึง ดี

ได้ร้อยละ 60-69 ได้ระดับคุณภาพ 2 หมายถึง พอใช้

<u>*ได้ร้อยละ 50-59 ได้ระดับคุณภาพ 1 หมายถึง ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ</u>

ได้ร้อยละต่ำกว่า 50 ได้ระดับคุณภาพ 0 หมายถึง ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ

นอกจากนี้ สถานศึกษาอาจตัดสินผลการเรียนเป็นระดับคุณภาพ 8 ระดับ คือ 4, 3.5, 3, 2.5, 2, 1.5, 1 และ 0 โดยคิดจากร้อยละของคะแนนเต็ม เช่น

ได้ร้อยละ 80-100 ได้ระดับคุณภาพ 4 หมายถึง ดีเยี่ยม

ได้ร้อยละ 75-79 ได้ระดับคุณภาพ 3.5 หมายถึง ดีมาก

ได้ร้อยละ 70-74 ได้ระดับคุณภาพ 3 หมายถึง ดี

ได้ร้อยละ 65-69 ได้ระดับคุณภาพ 2.5 หมายถึง ค่อนข้างดี

ได้ร้อยละ 60-64 ได้ระดับคุณภาพ 2 หมายถึง น่าพอใจ

ได้ร้อยละ 55-59 ได้ระดับคุณภาพ 1.5 หมายถึง พอใช้

*ได้ร้อยละ 50-54 ได้ระดับคุณภาพ 1 หมายถึง ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ

ได้ร้อยละ 0-49 ได้ระดับคุณภาพ 0 หมายถึง ต่ำกว่าเกณฑ์

*หมายเหตุ การตัดสินผลการเรียนที่ระดับคุณภาพ 5 ระดับหรือ 8 ระดับ ผ่านเกณฑ์ขึ้นต่ำที่ร้อยละ 50

2.3 กำหนดและสร้างเครื่องมือประเมินผลปลายภาคเรียน/ปลายปีของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สร้างแบบสรุปผลเพื่อตัดสินผลการเรียนรู้กลุ่มสาระ

ให้ผู้สอนกำหนดวิธีและสร้างเครื่องมือวัดผลปลายปีให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปีเฉพาะที่สำคัญ

2.4 เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อสรุปและตัดสินผลการเรียนรู้รายปี

เมื่อผู้สอนวัดผลปลายภาค/ปลายปีแล้ว ให้นำคะแนนระหว่างเรียนและคะแนนปลายภาค/ปลายปีมาสรุปเพื่อตัดสินผลการเรียนปลายภาค/ปลายปี ลงในแบบบันทึกคะแนนสรุปผลการเรียนปลายภาค/ปลายปี

จากแนวทางการจัดทำสาระของหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และแนวทางการประเมินเพื่อสรุปผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่กระทรวงศึกษาธิการได้กล่าวไว้ ผู้วิจัยสรุปได้ว่ากระทรวงศึกษาได้กำหนดแนวทางเพื่อให้สถานศึกษาได้กำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี โดยพิจารณาจากแต่ละมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นต้องสอดคล้องและครบทุกมาตรฐานช่วงชั้นเมื่อเรียนครบทุกปีในช่วงชั้นนั้นแล้ว กำหนดเกณฑ์การประเมินเพื่อสรุปผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จึงอาจกล่าวได้ว่าผลการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์รายปีเป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเป็นส่วนหนึ่งของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิคศาสตร์ ส่วนการประเมินเพื่อสรุปผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของสถานศึกษาจะต้องกำหนดสัดส่วนคะแนนระหว่างเรียนและคะแนนปลายภาค/ปลายปีและกำหนดเกณฑ์การตัดสินผลการเรียนซึ่งมีเกณฑ์ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำอยู่ที่คะแนนร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม

4. การกำกับตนเองในการเรียน

4.1 ความหมายของการกำกับตนเองในการเรียน

การกำกับตนเองในการเรียนรู้แม้ว่าจะมีการให้ความหมายจากหลายทฤษฎี แต่สามารถให้ความหมายโดยทั่วไป โดยเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับการเรียนได้ว่า

การกำกับตนเองในการเรียน หมายถึง การที่นักเรียนมีการกำกับตนเองเพื่อให้มีความรู้และทักษะต่างๆ โดยการรู้คิดของตนเอง มีแรงจูงใจที่กระทำพฤติกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Zimmerman, 1986 cited in Zimmerman and Matinez-Pons, 1988: 284) และถ้ากล่าวถึงความหมายของการกำกับตนเองในการเรียนในแง่ของกระบวนการรู้คิด คือ การที่นักเรียนกำกับตนเองในการวางแผน จัดการการเรียนรู้ด้วยตนเอง การสอนตนเองในขณะเรียนและการประเมินจากสิ่งที่ได้มาแต่ละขั้นตอนของกระบวนการดังกล่าวด้วยตนเอง ส่วนความหมายการกำกับตนเองในแง่พฤติกรรม คือ การที่นักเรียนกำกับตนเองในการเลือกและสร้าง สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้(ทางสังคมและกายภาพ)ให้เหมาะสมที่สุดต่อตนเอง อาจกล่าวได้ว่าผลที่เกิดขึ้นกับนักเรียนจะกลายเป็นผู้ตระหนักรู้การใช้กลวิธีทางปัญญาได้อย่างเหมาะสมกับสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ (Zimmerman, 1988: 284)

Pintrich และ De-Groot (1990: 33) กล่าวไว้ว่า การกำกับตนเองในการเรียนหมายถึงการที่ผู้เรียนมีกลวิธีการรู้คิดของตนเองที่จะวางแผน ติดตามและปรับความคิดของตนเอง มีการจัดการและควบคุมความพยายามของตนเองรวมทั้งการใช้กลวิธีทางปัญญา

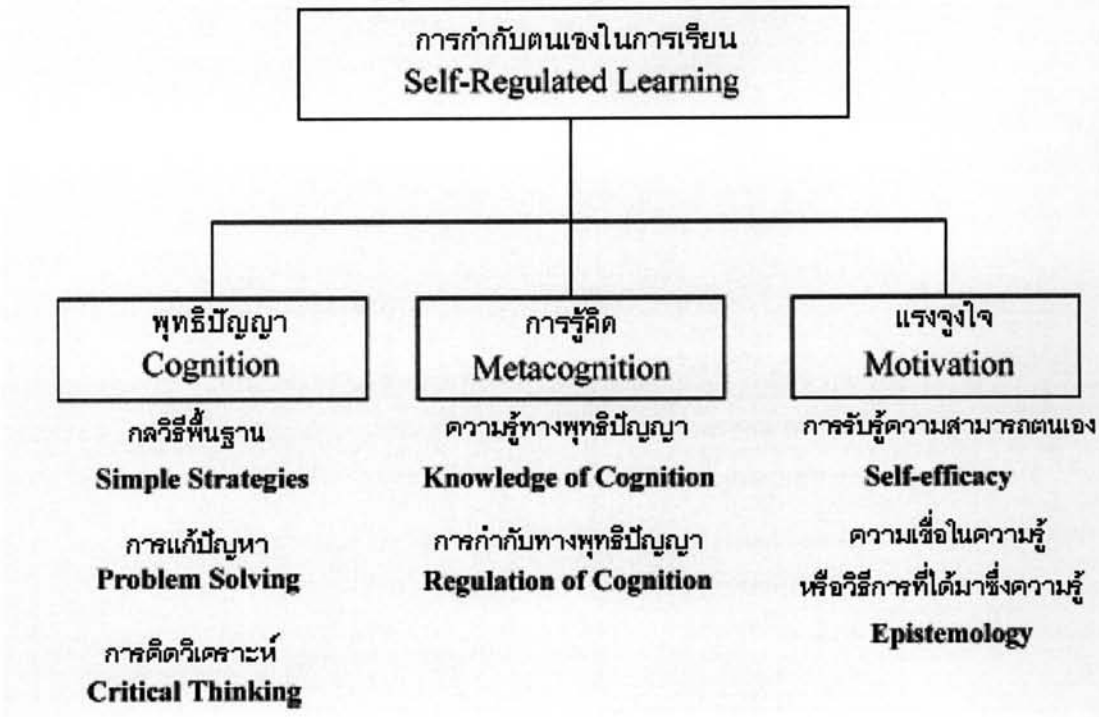
Schraw และ Brooks (2000:2) ได้ให้ความหมายการกำกับตนเองในการเรียนว่า การกำกับตนเองในการเรียน คือ ความสามารถของนักเรียนทุกวัยที่เข้าใจและควบคุมการเรียนรู้ของตนเอง โดยผ่านแรงจูงใจและการใช้กลวิธีทางปัญญาในการเรียนรู้

จากคำกล่าวของ นักการศึกษาและนักจิตวิทยาหลายท่านเกี่ยวกับการกำกับตนเองในการเรียน ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การกำกับตนเองในการเรียน หมายถึง ความสามารถของนักเรียนแต่ละบุคคลที่สามารถควบคุมการเรียนรู้ของตนเองอย่างมีทิศทาง โดยมีแรงจูงใจและมีกลวิธีทางปัญญาเป็นสิ่งควบคุมความคิดและความพยายาม

4.2 องค์ประกอบและกระบวนการในการกำกับตนเองในการเรียน

นักการศึกษาและนักจิตวิทยาจากทฤษฎีการเรียนเรียนรู้ปัญญาทางสังคมได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการกำกับตนเองในการเรียนรู้แตกต่างกัน ดังนี้

Zimmerman (2000 cited in Schraw, Crippen and Hartley, 2006: 112-117) ได้กล่าวเกี่ยวกับทฤษฎีการกำกับตนเองในการเรียนรู้ว่า มีองค์ประกอบหลัก 3 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบทางพุทธิปัญญา องค์ประกอบทางการรู้คิด และองค์ประกอบทางแรงจูงใจ ซึ่งสามารถแสดงองค์ประกอบหลักและแสดงองค์ประกอบย่อยได้ ดังแผนภาพที่ 4



แผนภาพที่ 4 องค์ประกอบของการกำกับตนเองในการเรียน

1) องค์ประกอบทางพุทธิปัญญา ประกอบไปด้วยทักษะในการเข้ารหัสความจำและการระลึกถึงข้อมูล ซึ่งสามารถแบ่งย่อยออกเป็นทักษะการเรียนรู้ทั่วไปได้ 3 ชนิด คือ กลวิธีทางปัญญา (cognitive strategies) กลวิธีทางการแก้ปัญหา (problem solving strategies) และทักษะในการคิดวิเคราะห์ (critical thinking skills)

1.1) กลวิธีทางปัญญา ประกอบไปด้วย เทคนิควิธีของแต่ละคนที่นักเรียนและผู้สอนใช้พัฒนาการเรียนรู้ เช่น การที่นักเรียนสร้างคำถามก่อนหรือในระหว่างการอ่านหนังสือเพื่อเพ่งเล็งความสนใจของตนเอง (Chin and Brown, 2002; Kahle and Boone, 2000 cited Schraw et al., 2006: 112-113)

1.2) กลวิธีทางการแก้ปัญหา เป็นกลวิธีที่ซับซ้อนมากกว่ากลวิธีทางปัญญา การสอนกลวิธีทางการแก้ปัญหาโดยทั่วไปก็จะสอนกลวิธีแก้ปัญหาหรือการฝึกการใช้กลวิธี เช่น การสอนเทคนิคคาดการณ์-สังเกต-อธิบาย (predict-observe-explain [POE] techique) ของ Rickey และ Stacy (2000 cited Schraw et al., 2006: 113) ใช้ในการแก้ปัญหา

1.3) ทักษะในการคิดวิเคราะห์ ประกอบไปด้วยทักษะย่อยหลายทักษะ เช่น การระบุข้อมูล การวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือ การไตร่ตรองข้อมูลใหม่เพื่อให้สอดคล้องกับข้อมูลเดิมที่มีอยู่และการสร้างข้อสรุปที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานการคิดวิเคราะห์ของตนเอง

2) องค์ประกอบทางการรู้คิด ประกอบไปด้วยทักษะความสามารถของ

ผู้เรียนที่จะเข้าใจและติดตามควบคุมกระบวนการทางพุทธิปัญญาของตนเอง Schraw และ Moshman (1985 cited in Schraw et al., 2006: 114) ได้แบ่ง องค์ประกอบทางการรู้คิดออกเป็นส่วนประกอบย่อย 2 ส่วน คือ ความรู้ทางพุทธิปัญญา (Knowledge of cognition) และ การกำกับทางพุทธิปัญญา (Regulation of cognition)

2.1) ความรู้ทางพุทธิปัญญา เป็นความรู้ของบุคคลที่รู้เกี่ยวกับสติปัญญาของตนเอง ซึ่งประกอบไปด้วยความรู้ 2 ประการ ดังนี้

2.1.1) ความรู้เชิงบรรยาย (Declarative knowledge) คือ ความรู้เกี่ยวกับตัวผู้เรียน และความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมของตนเอง ตัวอย่างเช่น ผู้เรียนที่เป็นผู้ใหญ่จะรับรู้เกี่ยวกับข้อจำกัดของระบบการจดจำของตนเองและสามารถวางแผนให้สอดคล้องกัน

2.1.2) ความรู้เชิงวิธีการ (Procedural knowledge) คือความรู้เกี่ยวกับกลวิธีและวิธีการ เช่น ผู้เรียนที่เป็นผู้ใหญ่จะสามารถใช้ประโยชน์จากกลวิธีพื้นฐาน เช่น การจดบันทึก การขะลอเมื่อพบข้อมูลสำคัญ การกวาดสายตาเมื่อพบข้อมูลไม่จำเป็น การใช้วิธีช่วยจำ การสรุปความคิดสำคัญ และการทดสอบตัวเองเป็นระยะ

กล่าวโดยสรุปแล้ว ความรู้ทางพุทธิปัญญา ประกอบไปด้วยความรู้ว่าทำไมและเมื่อไรที่จะใช้กลวิธีนั้น ซึ่งจะพบว่า ผู้ที่มีความรู้ทางพุทธิปัญญาสูงจะสามารถประเมินความต้องการของสถานการณ์การเรียนรู้และสามารถเลือกใช้กลวิธีจัดการได้อย่างเหมาะสม

2.2) การกำกับทางพุทธิปัญญา ประกอบไปด้วย การทำงานอย่างน้อย 3 กระบวนการ คือ วางแผน กำกับติดตาม และประเมิน

2.2.1) วางแผน คือการเลือกกลวิธีที่เหมาะสมและจัดสรรข้อมูล ตั้งเป้าหมาย กระตุ้นพื้นความรู้เดิม และจัดสรรเวลา

2.2.2) กำกับติดตาม คือการที่บุคคลมีทักษะในการทดสอบตัวเองเพื่อควบคุมการเรียนรู้

2.2.3) ประเมิน คือการตัดสินค่าจากผลที่ได้มาและจากกระบวนการที่บุคคลที่ใช้ในการเรียนรู้นั้น

3) องค์ประกอบทางแรงจูงใจ ประกอบไปด้วยความเชื่อและเจตคติที่ส่งผลต่อการใช้ทักษะทางพุทธิปัญญาและทักษะการรู้คิด Bundura (1997 cited in Schaw et al., 2006: 115) ได้แบ่งองค์ประกอบทางแรงจูงใจเป็น 2 องค์ประกอบย่อย ได้แก่

3.1) การรับรู้ความสามารถตนเอง คือการที่บุคคลรู้ระดับการปฏิบัติงานของตนเองหรือรู้ระดับความสำเร็จของเป้าหมายที่ตนเองได้ตั้งไว้ การรับรู้ความสามารถของ

ตนเองเป็นสิ่งสำคัญที่สุดในการกำกับตนเองในการเรียนเพราะสามารถส่งผลต่อความพยายามในการชนะอุปสรรคที่เกิดขึ้นได้

3.2) ความเชื่อและเจตคติต่อความรู้ที่ได้มาหรือวิธีการที่ได้ซึ่งความรู้มา (Epistemological beliefs) เป็นความเชื่อเกี่ยวกับต้นกำเนิดและธรรมชาติของความรู้

กล่าวโดยสรุปจากแนวความคิดของ Zimmerman ได้แบ่ง การกำกับตนเองในการเรียนออกเป็น 3 องค์ประกอบ คือ การใช้กลวิธีทางพุทธิปัญญา การควบคุมการรู้คิดและแรงจูงใจ

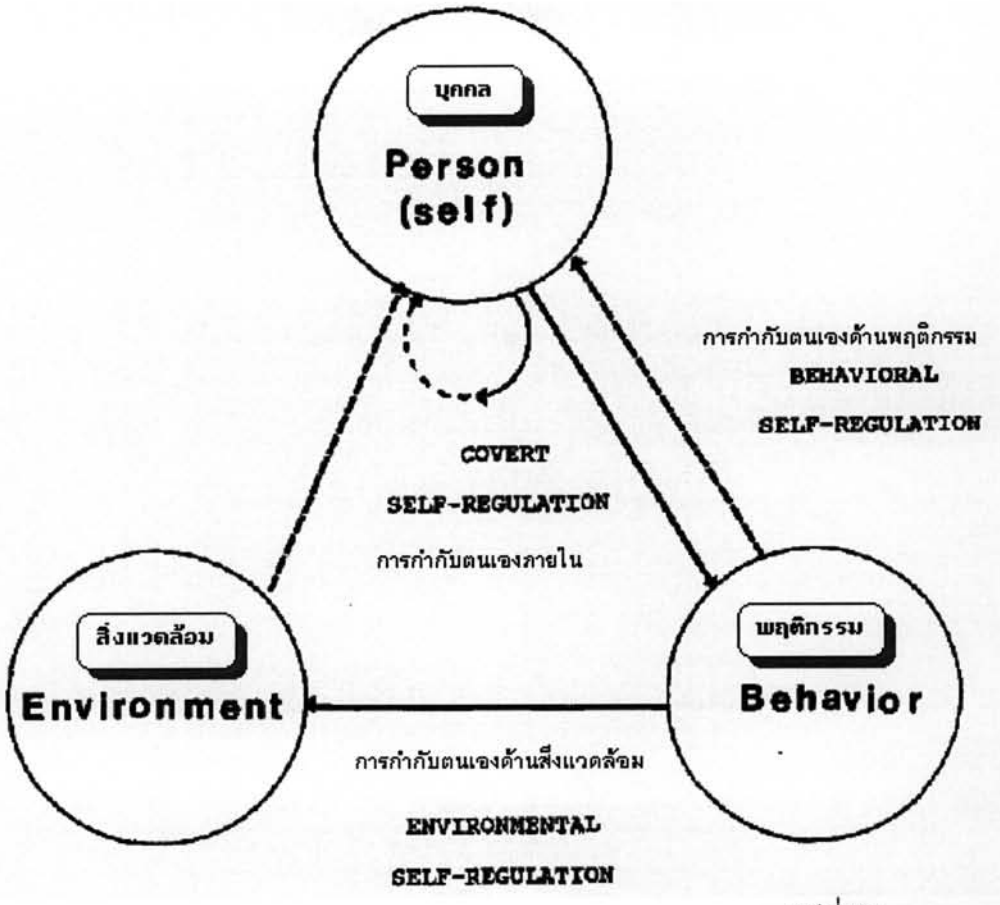
Bundura (1986 cited in Zimmerman, 1989: 330) ได้มีความคิดเห็นเกี่ยวกับการกำกับตนเองในการเรียนไว้ว่า การกำกับตนเองในการเรียนมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ปัญญาทางสังคม (Social Cognitive Theory) ที่เชื่อว่ากระบวนการกำกับตนเองของผู้เรียนเป็นผลมาจากการมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่าง 3 องค์ประกอบ ได้แก่

องค์ประกอบส่วนบุคคล (Person)

องค์ประกอบของสิ่งแวดล้อม (Environment)

องค์ประกอบด้านพฤติกรรม (Behavior)

องค์ประกอบทั้ง 3 นี้ก็ไม่ได้มีอิทธิพลในการกำหนดซึ่งกันและกันอย่างเท่าเทียมกัน ในบางสถานการณ์สิ่งแวดล้อมอาจมีอิทธิพลมากกว่าองค์ประกอบส่วนบุคคลหรือพฤติกรรม เช่น นักเรียนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ "8 – 4 =?" จะเห็นได้ว่าไม่ใช่อาศัยองค์ประกอบส่วนบุคคลเท่านั้นที่เป็นปัจจัยหลักให้คิดแก้ปัญหาแต่อาศัยปัจจัยสิ่งแวดล้อมซึ่งมีอิทธิพลมากกว่า เช่น ครูผู้สอนที่กระตุ้นให้ได้คำตอบออกมา องค์ประกอบทั้ง 3 องค์ประกอบจะมีอิทธิพลต่อกันในกระบวนการกำกับตนเอง ดังแผนภาพที่ 5



แผนภาพที่ 5 ปฏิกิริยาซึ่งกันและกันของกระบวนการกำกับตนเอง (Zimmerman, 1989:330)

3.2.1) การกำกับตนเองด้านพฤติกรรม (Behavioral self-regulation) ตัวอย่างเช่น นักเรียนใช้กลวิธีในการประเมินตนเอง เช่น ตรวจการบ้านเลข จะเป็นการเตรียมข้อมูลเกี่ยวกับความถูกต้องและตรวจสอบอย่างต่อเนื่องโดยผ่านการให้ข้อมูลย้อนกลับ กล่าวคือกระบวนการภายในตัวบุคคลเริ่มขึ้นโดยการใช้กลวิธีกำกับตนเองโดยผ่านการรับรู้ความสามารถของตนเอง

3.2.2) การกำกับตนเองด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental self-regulation) เป็นกลวิธีที่นักเรียนใช้จัดการสิ่งแวดล้อม เช่น จัดเตรียมสถานที่เงียบสงบเพื่อทำการบ้าน) จะเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสถานที่ เช่น กำจัดเสียง จัดแสงให้เพียงพอสำหรับการเขียน เป็นการจัดการสิ่งแวดล้อมเพื่อช่วยในการเรียนรู้และการกำกับ

ตนเองด้านสิ่งแวดล้อมจะต้องอยู่ภายใต้อิทธิพลของกระบวนการส่วนบุคคล เช่น การตั้งเป้าหมาย การรับรู้ความสามารถของตน

3.2.3) การกำกับตนเองภายใน (Covert self-regulation) ทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคมจะสนใจในอิทธิพลของกระบวนการรู้คิดของตนเองที่มีต่อกระบวนการส่วนบุคคลด้านอื่นๆ เช่น ความรู้พื้นฐาน หรือลักษณะความรู้สึกนึกคิดของบุคคล ตัวอย่างเช่น การใช้กลวิธีขยายเชื่อมโยง (Elaboration) ในการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างคำในภาษาสเปน "pan" คู่กับคำในภาษาอังกฤษ "bread" เป็น "Bread is cooked in a pan" จะทำให้นักเรียนขยายความรู้พื้นฐานจากภาษาหนึ่งไปสู่อีกภาษาหนึ่งได้

กระบวนการกำกับตนเองในการเรียน มีองค์ประกอบที่มีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน 3 องค์ประกอบ กล่าวคือ องค์ประกอบส่วนบุคคล เป็นองค์ประกอบที่อาศัยการกำกับตนเองภายในโดยใช้กระบวนการรู้คิดของตนเองรับข้อมูลย้อนกลับมายังตัวบุคคล จากนั้นองค์ประกอบส่วนบุคคลใช้การรู้คิดซึ่งเป็นกระบวนการภายในตัดสินเลือกใช้กลวิธีที่ดีที่สุดแล้วกำกับเป็นพฤติกรรมออกมา ซึ่งในบางครั้งที่มีการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ก็จะรับข้อมูลย้อนกลับมา จากนั้นตัวบุคคลใช้การรู้คิดซึ่งเป็นกระบวนการภายในตัดสินใจใช้กลวิธีใดในการกำกับพฤติกรรมเพื่อจัดการสิ่งแวดล้อมนั้นให้เหมาะสมต่อการเรียนรู้กับตนเองที่สุด

4.3 ปัจจัยที่กำหนดการกำกับตนเองในการเรียน

Zimmerman (1989: 332 – 336) ได้แบ่งสิ่งที่มีอิทธิพลต่อการกำกับตนเองในการเรียนหรือปัจจัยที่กำหนดการกำกับตนเองในการเรียน (Determinants of self-regulated learning) ออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

3.3.1) อิทธิพลส่วนบุคคล (Personal influence) การเรียนรู้การกำกับตนเองขึ้นอยู่กับประเภทของอิทธิพลส่วนบุคคล ได้แก่ ความรู้ของนักเรียน กระบวนการรู้คิด เป้าหมายและสภาพทางอารมณ์ความรู้สึกของนักเรียน

3.3.1.1) ความรู้ของนักเรียนมี 2 ประเภท คือ ความรู้เชิงเนื้อหาและความรู้ในการกำกับตนเอง ความรู้เชิงเนื้อหาเป็นความรู้ที่ผู้เรียนรวบรวมเป็นคำพูดหรือเป็นเหตุการณ์ที่ไม่ซับซ้อน เป็นความรู้ในวิชา ส่วนความรู้ในการกำกับตนเองจะเป็นกลวิธีต่างๆ ที่นักเรียนใช้ในการเรียนรู้ ซึ่งความรู้ทั้งสองจะมีอิทธิพลซึ่งกันและกัน

3.3.1.2) กระบวนการรู้คิดของตนเอง โดยผู้เรียนใช้ในการวางแผนเป็นกระบวนการตัดสินใจในการเลือกหรือเปลี่ยนแปลงกลวิธีในการเรียนรู้การกำกับตนเอง การวางแผนงานขึ้นอยู่กับลักษณะของงานและสิ่งแวดล้อม เป้าหมาย การรับรู้

ความสามารถของตนเองและผลลัพธ์ของการกระทำ การวางแผนจะเป็นตัวชี้นำและควบคุมการเรียนรู้และจะมีปฏิกิริยาย้อนกลับจากการการกระทำที่เกิดขึ้น

3.3.1.3) การตั้งเป้าหมาย จะมีผลต่อกระบวนการตัดสินใจเลือกใช้กลวิธีในการเรียนรู้ในการกำกับตนเอง การตั้งเป้าหมายระยะสั้นเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อการตั้งเป้าหมายระยะยาว บุคคลตั้งเป้าหมายระยะสั้นเพื่อเป็นแนวทางให้แก่ตนเองและเป็นแรงจูงใจกระตุ้นให้เกิดพฤติกรรมที่นำไปสู่การบรรลุผล การตั้งเป้าหมายระยะยาวและกระบวนการรู้คิดของตนจะขึ้นอยู่กับการรับรู้ความสามารถของตนเองและสภาพทางอารมณ์ความรู้สึก กล่าวคือ บุคคลที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองสูงก็จะมีการตั้งเป้าหมายที่ท้าทายขึ้น

3.3.1.4) สภาพทางอารมณ์ความรู้สึก มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้การกำกับตนเอง มีหลักฐานพบว่า ความวิตกกังวลสามารถขัดขวางกระบวนการรู้คิดของตนและกระบวนการควบคุมพฤติกรรม (Kuhl, 1982 cited in Zimmerman, 1989: 333) ได้พัฒนาแบบวัดการควบคุมพฤติกรรม ซึ่งแบบวัดนี้สร้างขึ้นเพื่อประเมินแนวโน้มของผู้เรียนในการใช้กระบวนการที่มีประสิทธิภาพ เพื่อป้องกันการกระทำของตนจากสภาวการณ์ภายใน เช่น ความนึกถึงความล้มเหลวในครั้งก่อน หรือจากสภาวการณ์ภายนอก เช่น งานที่มีความยากมากๆ พบว่าคะแนนควบคุมการกระทำของนักเรียนจะมีความสัมพันธ์กันทางลบกับความวิตกกังวล ดังนั้นความวิตกกังวลและการรับรู้ความสามารถของตนเองที่ต่ำ สามารถทำให้กระบวนการควบคุมการรู้คิดของตนลดน้อยลงและสามารถยับยั้งการตั้งเป้าหมายระยะยาวได้

3.3.2) อิทธิพลด้านพฤติกรรม (Behavioral influence) ประกอบด้วยกระบวนการเรียนรู้การกำกับตนเอง 3 กระบวนการ ได้แก่ การสังเกตตนเอง การตัดสินตนเองและปฏิกิริยาต่อตนเอง ซึ่งกระบวนการทั้ง 3 กระบวนการนี้ ยังได้รับอิทธิพลจากกระบวนการส่วนบุคคลและกระบวนการด้านสิ่งแวดล้อม

3.3.2.1) การสังเกตตนเอง (Self-observation) การสังเกตตนเองจะได้รับอิทธิพลจากกระบวนการส่วนบุคคล เช่น การรับรู้ความสามารถของตนเอง การตั้งเป้าหมาย และการรู้คิดของตนเอง และจากพฤติกรรม วิธีการที่ใช้ในการสังเกตตนเองได้แก่ พูดหรือเขียนรายงาน การบันทึกจำนวนการกระทำและปฏิกิริยาตอบสนอง มีการศึกษาพบว่า นักเรียนที่มีการจดบันทึกพฤติกรรมของตนจะมีผลต่อแรงจูงใจและการรับรู้ความสามารถของตน เช่น (Schunk, 1983 cited in Zimmerman, 1989: 333) ใช้วิธีการจดบันทึกหลากหลาย โดยฝึกนักเรียนมัธยมต้นที่มีทักษะในการบันทึกน้อย แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกสอนให้มีการจดบันทึกด้วยตัวเองทุกครั้งหลังชั่วโมง กลุ่มหลังให้จดบันทึกเองหลังทำงานเสร็จ พบว่า

ทั้ง 2 กลุ่มดังกล่าวมีคะแนนในการในการรับรู้ความสามารถของตนเองและทักษะในการบันทึกสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่มีการจดบันทึก ส่วนกลุ่มที่มีการจดบันทึกเองโดยไม่มีการสอนจะมีคะแนนรับรู้ความสามารถของตนเองสูงกว่ากลุ่มที่มีการจดบันทึกหลังชั่วโมงสอน

3.3.2.2) การตัดสินตนเอง (Self-judgment) เป็นการตอบสนองของผู้เรียนโดยเปรียบเทียบการกระทำกับมาตรฐานส่วนบุคคลหรือเป้าหมาย การตัดสินตนเองขึ้นอยู่กับการรับรู้ความสามารถของตน การตั้งเป้าหมาย ปฏิกิริยาจากการสังเกตตนเอง Colin (1982 cited Zimmerman, 1989: 334) ศึกษาวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองในวิชาคณิตศาสตร์สูงจะมีกลวิธีในการตรวจสอบความผิดพลาดในการทำงานได้เร็วกว่า และจะกลับไปทำงานที่ล้มเหลวอีกครั้ง มากกว่านักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถต่ำ ข้อมูลนี้ชี้ให้เห็นว่านักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองสูงจะมีการตัดสินตนเองที่ดีกว่านักเรียนที่มีความสามารถในการรับรู้ตนเองต่ำ

3.3.2.3) ปฏิกิริยาต่อตนเอง (Self-reaction) ปฏิกิริยาต่อตนเองจะมีส่วนเกี่ยวข้องกับกระบวนการส่วนบุคคลเช่น การตั้งเป้าหมาย การรับรู้ความสามารถของตน การรู้คิดของตนเอง ความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการเหล่านี้สามารถพิสูจน์ได้ ยกตัวอย่างเช่น การรับรู้ความสามารถของตนเองจะมีผลต่อการเลือกกลวิธี และการให้ข้อมูลย้อนกลับจะทำให้มีการประเมินความสามารถตนเองเกิดขึ้น การมีปฏิกิริยาต่อตนเองไม่ใช่ว่าจะเป็นสิ่งที่ทำให้มีการกำกับตนเองเพิ่มขึ้นเพราะการประเมินตนเองในกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น อาจนำไปสู่การล้มเหลวหรือเกิดการเรียนรู้อย่างสิ้นหวังเมื่อผู้เรียนไม่มีความพยายามพอ หรือผู้เรียนคาดว่าจะเกิดความล้มเหลว Zimmerman ได้แบ่งประเภทของปฏิกิริยาต่อตนเอง 3 ประเภท ได้แก่

3.3.2.3.1) การมีปฏิกิริยาต่อตนเองด้านพฤติกรรมโดยผู้เรียนพยายามทำให้เกิดผลการเรียนรู้ที่ดีที่สุด

3.3.2.3.2) ปฏิกิริยาตอบสนองด้านตัวบุคคลโดยผู้เรียนพยายามเพิ่มกระบวนการส่วนบุคคลในระหว่างการเรียนรู้

3.3.2.3.3) ปฏิกิริยาต่อตนเองด้านสิ่งแวดล้อมโดยผู้เรียนพยายามปรับปรุงสภาพแวดล้อมการเรียนรู้

3.3.2.4) อิทธิพลด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental influence) นักทฤษฎีการเรียนรู้ปัญญาสังคมจะสนใจเป็นพิเศษต่อผลกระทบของประสบการณ์ทางสังคมและจากการกระทำ Bundura (1986 cited Zimmerman, 1989: 334) สันนิษฐานว่าการเรียนรู้จากการสังเกตพฤติกรรมของตนเองและผลการกระทำเป็นสิ่งที่มีอิทธิพลมากที่สุดสำหรับ

การเปลี่ยนแปลงการรับรู้ความสามารถของผู้เรียนและการพัฒนาความคงทนของความรู้ อิทธิพลด้านสิ่งแวดล้อม ได้แก่ การดูตัวแบบ การพูดจาชักชวน และโครงสร้างบริบทในการเรียนรู้ โดยเฉพาะองค์ประกอบของงานที่ทำและสภาวการณ์ การเปลี่ยนงานที่ทำให้มีระดับความยากมากขึ้นและเปลี่ยนสภาวการณ์จากเสียงดังไปเป็นเงียบ คาดว่าจะมีผลต่อการกำกับตนเองในการเรียน อิทธิพลด้านสิ่งแวดล้อมจะมีปฏิกิริยาต่ออิทธิพลส่วนบุคคลและอิทธิพลด้านพฤติกรรม อิทธิพลส่วนบุคคลจะถูกเชื่อมเข้ากับพฤติกรรมการกำกับตนเองและสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ ผู้เรียนที่มีการกำกับตนเองจะเข้าใจอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมที่มีต่อตนเองในระหว่างการเรียนรู้ และรู้ว่าจะปรับปรุงสิ่งแวดล้อมอย่างไรโดยผ่านการใช้กลวิธีต่างๆ เช่น สร้างอาณาบริเวณให้เหมาะสมในการเรียน การค้นหาข้อมูลและทบทวนข้อมูลจากห้องสมุด

4.4 กลวิธีการกำกับตนเองในการเรียน

Zimmerman และ Martinez – Pons (1986: 614 – 625) ได้พัฒนากลวิธีการกำกับตนเองในการเรียน โดยการสัมภาษณ์อย่างมีโครงสร้างกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยให้นักเรียนรายงานตนเองเกี่ยวกับการใช้กลวิธีต่างๆ ในการกำกับตนเองในการเรียน จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลพบว่านักเรียนใช้กลวิธีการกำกับตนเองในการเรียนสามารถแบ่งประเภทได้ 14 ประเภท ซึ่งผลที่ได้เหมือนกับศึกษาในห้องทดลอง การใช้กลวิธีต่างๆ ของนักเรียนพบว่ามีสหสัมพันธ์สูงกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการประเมินค่าของครูในการกำกับตนเองในชั้นเรียน ต่อมา Zimmerman และ Martinez – Pons (1988: 284 – 290) ได้ศึกษาวิจัยพบว่า การรายงานการใช้กลวิธีกำกับตนเองในการเรียนมีสหสัมพันธ์สูงกับการประเมินของครูในการกำกับตนเองของนักเรียนในชั้นเรียนและคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการสอบของนักเรียน ข้อมูลเหล่านี้จึงกล่าวได้ว่ากลวิธีต่างๆ ที่ได้จากทฤษฎีการเรียนรู้ปัญญาทางสังคมและการวิจัยการฝึกการกำกับตนเองในห้องทดลองเป็นตัวพยากรณ์ที่ดีต่อผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนในชั้นเรียน

กลวิธีในการกำกับตนเองในการเรียน จากงานวิจัยของ Zimmerman และ Martinez – Pons (1986: 618, 1989: 337) ประกอบด้วย กลวิธีในการกำกับตนเองในการเรียน 14 วิธี ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 กลวิธีการกำกับตนเองในการเรียนของ Zimmerman และ Matinez – Pons

กลวิธี	ความหมาย
1. การประเมินตนเอง (Self-evaluation)	เป็นการกระทำที่แสดงถึงการเริ่มประเมินคุณภาพและความก้าวหน้าในงานของตนเอง เช่น "ฉันตรวจสอบงานของฉันเพื่อให้แน่ใจว่า ฉันทำถูกต้อง"
2. การจัดรูปแบบและการเปลี่ยนแปลงรูปแบบสิ่งที่เรียนรู้ (Organizing and transforming)	เป็นการกระทำที่แสดงถึงการจัดหรือเปลี่ยนแปลงเนื้อหาในการเรียนเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ เช่น "ฉันวางโครงร่างก่อนที่จะเขียนรายงาน"
3. การตั้งเป้าหมายและการวางแผน (Goal - setting and planning)	เป็นการกระทำที่แสดงถึงการตั้งเป้าหมายในการเรียนและการวางแผนเกี่ยวกับลำดับเหตุการณ์ เวลาและการทำกิจกรรมนั้นให้สำเร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ เช่น "อย่างแรกฉันจะเริ่มอ่านหนังสือ 2 สัปดาห์ก่อนสอบ สอง....."
4. การค้นหาข้อมูล (Seeking information)	เป็นการกระทำที่แสดงถึงความพยายามเพื่อให้ได้ข้อมูลเพิ่มขึ้นจากแหล่งข้อมูลอื่นที่ไม่ใช่แหล่งข้อมูลทางสังคมเมื่อได้รับมอบหมายงาน เช่น "ก่อนที่ฉันจะเริ่มเขียนรายงาน ฉันจะไปหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องให้มากที่สุดจากห้องสมุด"
5. การจดบันทึกและการเตือนความจำ (Keeping records and monitoring)	เป็นการกระทำที่แสดงถึงความพยายามที่จะบันทึกเหตุการณ์หรือผลลัพธ์ต่างๆ เช่น "ฉันจดบันทึกการอภิปรายในชั้นเรียน" หรือ "ฉันเขียนรายการบันทึกในสิ่งที่ไม่เข้าใจ"
6. การจัดสภาพแวดล้อม (Environmental structuring)	เป็นการกระทำที่แสดงถึงความพยายามที่จะเลือกหรือจัดสภาพแวดล้อมทางกายภาพที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ง่ายขึ้น เช่น "ฉันจะแยกตัวออกจากสิ่งที่รบกวนในการเรียนรู้ของฉัน" หรือ "ฉันปิดวิทยุเพราะมันทำให้ฉันไม่มีสมาธิในการทำงาน"
7. การให้รางวัลต่อความสำเร็จและลงโทษต่อความล้มเหลวของตนเอง(Self-consequences)	เป็นการกระทำที่แสดงถึงการจัดหรือการนึกถึงรางวัลหรือการลงโทษต่อความสำเร็จหรือความล้มเหลวที่จะเกิดขึ้น เช่น "ถ้าฉันทำคะแนนสอบได้ดี ฉันจะไปดูหนัง"

ตารางที่ 2 กลวิธีการกำกับตนเองในการเรียนของ Zimmerman และ Matinez – Pons (ต่อ)

กลวิธี	ความหมาย
8. การท่องซ้ำและการจดจำ (Rehearsing and memorizing)	เป็นการกระทำที่แสดงถึงความพยายามที่จะจดจำสิ่งต่างๆ โดยฝึกทั้งที่แสดงออกมาและไม่แสดงออกมาภายนอก เช่น "ในการเตรียมตัวสำหรับการสอบคณิตศาสตร์ฉันจะฝึกเขียนสูตรต่างๆ จนกระทั่งฉันจำได้"
9-11. การขอความช่วยเหลือทางสังคม (Seeking social assistance)	เป็นการกระทำที่แสดงถึงการขอความช่วยเหลือจาก (9) เพื่อน (10) ครู (11) คนอื่นๆ เช่น " ถ้าฉันมีปัญหากับงานคณิตศาสตร์ฉันจะขอร้องให้เพื่อนช่วยเหลือ"
12-14. การทบทวนบันทึกต่างๆ (Reviewing records)	เป็นการกระทำที่แสดงถึงความพยายามที่จะทบทวน (12) แบบทดสอบ (13) สมุดจด หรือ (14) ตำราเรียน เพื่อเตรียมตัวสำหรับการเรียนหรือการสอบ เช่น "ฉันทบทวนสมุดจดงานเพื่อเตรียมตัวในการสอบ"

กลวิธีในการกำกับตนเองของZimmerman และ Matinez – Pons

จากตารางที่ 1 จะเกี่ยวข้องกับการมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกันของกระบวนการกำกับตนเอง ในแต่ละกลวิธีนี้จะเป็นการพัฒนาการกำกับตนเองทั้ง 3 ด้านตามที่ Bundura (1986, cited in Zimmerman, 1989: 330) ได้แบ่งองค์ประกอบของการกำกับตนเองคือ การกับตนเองในด้านองค์ประกอบส่วนบุคคล การกำกับตนเองในด้านพฤติกรรมและการกำกับตนเองในด้านสิ่งแวดล้อม กล่าวคือ

- กลวิธีด้านการประเมินตนเอง
- กลวิธีการตั้งเป้าหมายและการวางแผน
- กลวิธีจดบันทึกการเตือนความจำ

} กลวิธีเหล่านี้จะเน้นไปที่การกำกับตนเองด้านองค์ประกอบส่วนบุคคล

- กลวิธีการจัดรูปแบบและการเปลี่ยนแปลงรูปแบบสิ่งที่เรียนรู้
- กลวิธีการท่องซ้ำและการจดจำ
- กลวิธีการทบทวนบันทึกต่างๆ
- กลวิธีการให้รางวัลต่อความสำเร็จและลงโทษต่อความล้มเหลวของตนเอง
- กลวิธีการค้นหาข้อมูล

} จะส่งเสริมองค์ประกอบด้านพฤติกรรม

- กลวิธีด้านการจัดสภาพแวดล้อม และการขอความช่วยเหลือทางสังคม } จะเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบด้านสิ่งแวดล้อม

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยต่างประเทศ

Guernon (1989:2768) ได้ศึกษาผลของการสอน Heuristics ภายใต้บริบทการควบคุมทางการรู้คิดที่มีต่อการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยเน้นการควบคุมการรู้คิดในความหมายของ Shoenfeld (1985 cited in Guernon,1989: 2768) คือ ความสามารถของนักเรียนที่คอยถามตนเองว่า"เมื่อไร"และ"อย่างไร" ในขณะใช้ Heuristics ในการแก้ปัญหา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 55 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลองที่ 1 สอนการใช้ Heuristics ในการแก้ปัญหาและใช้คำถามตนเองว่า "เมื่อไร" และ"อย่างไร" กลุ่มทดลองที่ 2 สอนโดยการให้เห็นปัญหาหลากหลายแต่ไม่สอน Heuristics มาช่วยในการแก้ปัญหา และกลุ่มควบคุม สอนโดยวิธีปกติในการแก้ปัญหา ใช้เวลา 16 สัปดาห์ หรือ 1 ภาคการศึกษา ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองที่ 1 มีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงสุด รองลงมาเป็นนักเรียนในกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุมตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการฝึกนักเรียนโดยใช้การควบคุมการคิดของตนเองหรือการรู้คิด ทบทวนอยู่เสมอว่าจะทำเมื่อไร และอย่างไรในการฝึก Heuristics ใช้ในการแก้ปัญหามีผลต่อต่อความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน

Gooya (1992: 243) ได้ศึกษาอิทธิพลของการสอนที่มีพื้นฐานการรู้คิดโดยผ่านการแก้ปัญหาที่มีต่อความเชื่อและการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ใช้เวลาในการสอนคณิตศาสตร์ผ่านการแก้ปัญหาจำนวน 60 ชั่วโมง ทำการสอนทุกวัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ไม่ได้มาจากสายวิทยาศาสตร์ การสอนจะใช้กลวิธีการรู้คิดในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เปิดโอกาสให้นักเรียนคิดหาวิธีอย่างอิสระ เขียนอธิบายและแบ่งเป็นกลุ่มเล็ก รวบรวมข้อมูลจากการทดสอบย่อยและงานที่ได้มอบหมาย การทดสอบหลังเรียน การสัมภาษณ์ การเขียนอัตชีวประวัติ การสังเกต จากเทปบันทึกเสียง วิดิทัศน์ งานเขียนเชิงวารสารใช้เป็นช่องทางในการสื่อสารระหว่างครูและนักเรียนและเปิดโอกาสให้แสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระ นักเรียนเรียนรู้ที่จะประเมินตนเองและติดตามควบคุมงานของตน มีการตัดสินใจที่เหมาะสมเพราะได้ร่วมมือและอภิปรายในกลุ่มเล็กถึงปัญหาที่ร่วมกันรับผิดชอบ การอภิปรายกลุ่มใหญ่ทำให้นักเรียนตระหนักรู้ในจุดอ่อนจุดแข็งของตัวเอง การอภิปรายร่วมกันทำให้นักเรียนได้ขยายความคิด อันนำไปสู่การเป็นนักตัดสินใจที่ดี จากการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถแบ่งกลุ่มตัวอย่างได้เป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มแบบดั้งเดิม

(traditionalists) กลุ่มแบบค่อยเป็นค่อยไป (incrementalists) และกลุ่มยอมรับนวัตกรรม (innovator) กลุ่มแบบดั้งเดิมมีจำนวน 9 คน ซึ่งปฏิเสธการเรียนการสอนแบบใหม่ กลุ่มนี้ต้องการให้ครูสอนแบบบรรยายหรือบอกให้ทำ แต่กลุ่มนี้ชอบทำงานเป็นกลุ่มเล็กและชอบสื่อการเรียนการสอน กลุ่มแบบค่อยเป็นค่อยไปมีจำนวน 12 คน ชอบการสอนที่มีการเขียนเชิงวารสาร การทำงานเป็นกลุ่มเล็กและการอภิปรายร่วมกันภายในห้องเพราะทำให้รับรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ได้อย่างชัดเจนและสามารถร่วมกันแก้ปัญหาคณิตศาสตร์อันนำไปสู่แนวคิดใหม่ได้ กลุ่มยอมรับนวัตกรรมมีจำนวน 19 คน กลุ่มนี้ให้การตอบรับการสอนแบบใหม่ได้เป็นอย่างดี สามารถนำการรู้คิดไปใช้ในการแก้ปัญหา การเขียนเชิงวารสารมีบทบาททำให้พวกเขาได้สื่อสารแนวคิดของตนเอง การทำงานกลุ่มเล็กเป็นสิ่งที่ขาดไม่ได้ และการอภิปรายร่วมกันในห้องช่วยให้พวกเขาเรียนรู้อย่างมีความหมาย กลุ่มแบบค่อยเป็นค่อยไปและกลุ่มยอมรับนวัตกรรมจะมีการเปลี่ยนแปลงความเชื่อเกี่ยวกับคณิตศาสตร์จากมุมมองเดิมคือ ต่อต้าน เบื่อหน่าย ไร้ชีวิตชีวาและไม่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง เป็นเห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่มีสาระ สนุก มีความหมาย และสามารถเชื่อมโยงสู่ชีวิตประจำวันได้ การวิจัยยังพบอีกว่าสองกลุ่มดังกล่าวมีมุมมองต่อการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากเดิมเต็มไปด้วยการจดจำกฎ สูตรเป็นกระบวนการเรียนรู้อย่างมีความหมาย สร้างสรรค์ และสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง

Zile-Tamsen และ Marie (1996: 2361) ได้ศึกษา การกำกับตนเองทางการรู้คิดและกิจกรรมประจำวันทางวิชาการของนักเรียนวิทยาลัย เนื่องจากนักการศึกษาและนักวิจัยทางจิตวิทยาต่างมีความสนใจในการรู้คิดเพราะเป็นองค์ประกอบหนึ่งของสติปัญญาและความสามารถหลายอย่างทางวิชาการ จึงได้ศึกษาวิจัยกิจกรรมทางวิชาการที่นักเรียนทำทุกวันโดยวิเคราะห์ว่ามีการกำกับตนเองทางการรู้คิดอย่างไรบ้าง การวิจัยใช้การสัมภาษณ์เชิงคุณภาพกับนักเรียนวิทยาลัย 14 คนโดยให้ตอบคำถามถึงความหมายของการกำกับตนเองทางการรู้คิดและกิจกรรมใดบ้างที่คิดว่าใช้การกำกับตนเองทางการรู้คิด และสามารถทำในผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกันได้หรือไม่ และประสบการณ์ในการเรียนรู้มีความเกี่ยวข้องกับการกำกับตนเองอย่างไร กลุ่มทดลองได้แบ่งออกเป็น 3 ระดับตามค่า GPA แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ พบว่านักเรียนได้แสดงข้อคิดเห็นต่อกิจกรรมทางวิชาการ เช่นการทำแบบฝึกหัด การเขียนรายงานและการจดบันทึกประจำวัน นักเรียน 12 คน มีการกำกับตนเองทางการรู้คิด โดยมีลักษณะของการตระหนักรู้ในตนเอง ในงาน ในด้านความจำหรือการจดจำกลวิธี ได้แก่ กลวิธีการวางแผนหรือการจัดการเวลา งาน และสิ่งที่ต้องใช้ในการเรียน กลวิธีการเตือนตนเองหรือประเมินขณะทำแบบฝึกหัด การเขียนรายงาน การจดบันทึกคำบรรยาย และความตั้งใจในการกำกับตนเอง ได้แก่ ความเข้าใจหรือเข้าใจอย่างลึกซึ้ง การเรียนรู้หรือจำ กลุ่มตัวอย่างแสดงให้เห็นว่า การกำกับตนเอง

นั้นขึ้นอยู่กับความสนใจและการมีความสุขในการเรียนในห้อง เมื่อผู้สอนเตรียมการสอนและมีความกระตือรือร้นในการสอนเป็นอย่างดี นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์สูงสุดจำนวน 2 คน ให้ความเห็นตรงกันและสอดคล้องกับผลที่ได้จากการสัมภาษณ์กับนักเรียนทั้ง 3 ระดับ ดังนั้นการกำกับตนเองทางการรู้คิดมีอิทธิพลต่อประสบการณ์ในการเรียนรู้ซึ่งประกอบไปด้วยการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น คือ พ่อแม่ ครูและเพื่อน และทักษะเฉพาะวิชาในการเรียน วุฒิภาวะ และแรงจูงใจจากระดับผลสัมฤทธิ์ในการเรียน

Stillman และ Galbraith (1990: 140-195) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เพื่อเชื่อมโยงสู่โลกจริงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีคุณลักษณะการรู้คิด การวิจัยเน้นกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และกระบวนการทางพุทธิปัญญาและการรู้คิด โดยคัดเลือกนักเรียนจากการวิเคราะห์การเขียนแผนผังแสดงลำดับขั้นตอนการคิดแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ การวิเคราะห์การแก้ปัญหาโดยผ่านวิดิทัศน์ และการสัมภาษณ์อย่างมีโครงสร้างและการสัมภาษณ์อย่างอิสระถึงการใช้ความรู้ทางการรู้คิด การใช้กลวิธี การตัดสินใจ และความเชื่อและการตอบสนองต่อการรู้คิด สำหรับกิจกรรมการแก้ปัญหาของการรู้คิดที่ใช้ทดลองนั้นใช้ตามกรอบแนวคิดของ Garofalo และ Lester (1985: 171) ซึ่งมี 4 ขั้น ได้แก่ ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา ขั้นกำหนดโครงสร้างของการแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาและขั้นประเมินการแก้ปัญหา พบว่า เวลาเฉลี่ยที่นักเรียนใช้ในแต่ละขั้นแตกต่างกัน กล่าวคือ นักเรียนกลุ่มที่ประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาใช้เวลาในขั้นการทำความเข้าใจปัญหาน้อยกว่ากลุ่มอื่น แต่กลุ่มนี้มีสิ่งซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีการตัดสินใจโดยใช้การรู้คิดสูงซึ่งส่งผลต่อพฤติกรรมทางปัญญา พบว่ากลุ่มนี้ใช้เวลาผูกพันอยู่กับกิจกรรมที่ต้องใช้การกำหนดโครงสร้างของการแก้ปัญหา

Oladunni (1998: 867-874) ได้ศึกษาทดลองเกี่ยวกับผลของการใช้กลวิธีการรู้คิดและ Heuristics ของการแก้ปัญหาที่มีต่อความสามารถทางการคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยการสุ่มเลือกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง ใช้เวลาสอน 8 สัปดาห์ แบ่งเป็นกลุ่มทดลองโดยใช้กลวิธีการรู้คิดและ Heuristics กับกลุ่มควบคุมโดยการสอนแบบปกติ ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความสามารถในการคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และแสดงให้เห็นว่ากลุ่มทดลองที่ใช้กลวิธีการรู้คิดและ Heuristics ในการสอนคณิตศาสตร์จะช่วยส่งเสริมความสามารถในการคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์

Kramarski, Mevarech และ Arami (2002: 225-250) ได้ศึกษาผลของการสอนการรู้คิดที่มีต่อการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากงานในโลกจริง เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการสอนแบบร่วมมือกับการสอนแบบร่วมมือร่วมกับการรู้คิด กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน

ประเทศอิสราเอลที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำโดยการวิเคราะห์การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากงานในโลกจริง จำนวน 91 คน ซึ่งนักเรียนมีสภาพทางความสามารถและสภาพทางเศรษฐกิจแตกต่างกัน จำนวนนักเรียนต่อห้องเรียนมีขนาดใกล้เคียงกัน นักเรียนอายุเฉลี่ย 12.3 ปี และใช้ผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ก่อนรับการทดลองในการแบ่งกลุ่มทดลอง กลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่มคละความสามารถกัน เวลาทดลองสอน 5 คาบต่อสัปดาห์ แต่ละคาบแนะนำวิธีสอนประมาณ 10 นาที ฝึกให้ทำกิจกรรม 30 นาที ทบทวนและสรุปสาระสำคัญจากบทเรียน 5 นาที กลุ่มที่ใช้การสอนแบบร่วมมือร่วมกับการรู้คิดนั้น สอนให้นักเรียนหาคำตอบตอบโดยใช้คำถามตนเอง โดยแบ่งประเภทของคำถามออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ การความเข้าใจปัญหาหรืองานที่ได้รับ การเชื่อมโยงความรู้สู่ปัญหาหรืองานอื่น การเลือกใช้กลวิธีให้เหมาะสมกับปัญหาหรืองาน และการตอบสนองความเข้าใจและความรู้สึกของตนเอง ส่วนกลุ่มที่ใช้การสอนแบบร่วมมืออย่างเดียว ไม่มีการสอนให้ตั้งคำถามตนเอง ให้นักเรียนอ่านปัญหาหรือทราบงานที่ได้รับ แล้วช่วยกันหาคำตอบและอธิบายเหตุผลของตน เมื่อสมาชิกในกลุ่มมีความเห็นแตกต่างก็จะอภิปรายหาข้อสรุปออกมาจากนั้นเขียนคำตอบ นักเรียนสามารถขอคำแนะจำจากครูผู้สอนได้ งานหรือปัญหาที่ทำเป็นชนิดเดียวกันทั้ง 2 กลุ่ม การวัดประเมินผลโดยการสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ใช้การสอนแบบร่วมมือร่วมกับการรู้คิดมีปฏิสัมพันธ์ในเชิงบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ทั้งผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและต่ำ และมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบร่วมมือเพียงอย่างเดียว

5.2 งานวิจัยในประเทศ

ทองหล่อ วงษ์อินทร์ (2536) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์ความรู้เฉพาะด้านกระบวนการในการคิดแก้ปัญหาและเมตาคอคนิชันของนักเรียนมัธยมศึกษาผู้ชำนาญและไม่ชำนาญในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนผู้ชำนาญและนักเรียนผู้ไม่ชำนาญในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ กลุ่มละ 50 คน เป็นระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 25 คน และระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย 25 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่แบบสอบวัดความรู้เฉพาะด้าน แบบสอบวัดกระบวนการในการคิดแก้ปัญหา และแบบสอบถามเมตาคอคนิชันใช้วิธีการสอนวัดเป็นรายบุคคล โดยการสัมภาษณ์ และวิธีการคิดออกเสียง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนผู้ชำนาญในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ทั้งในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลาย มีคะแนนในตัวแปรทั้ง 3 ด้าน สูงกว่านักเรียนผู้ไม่ชำนาญในระดับชั้นเดียวกันและนักเรียนผู้ชำนาญและผู้ไม่ชำนาญที่เรียนในระดับชั้นที่สูงกว่ามีคะแนนในตัวแปรทั้ง 3 ด้านสูงกว่านักเรียนในกลุ่มเดียวกัน ที่เรียนในระดับชั้นที่ต่ำกว่า ตัวแปรทั้ง 3 ด้านได้แก่

1) ความรู้เฉพาะด้านความคิดรวบยอด และด้านดำเนินการ 2) กระบวนการในการคิดแก้ปัญหาในด้านการทำความเข้าใจปัญหาและการสร้างตัวแทนปัญหา การวางแผนการดำเนินการแก้ปัญหา และการตรวจสอบการแก้ปัญหา และ 3) ความรู้ในเมตาคอคนิชัน ด้านบุคคล ด้านงาน และด้านกลวิธี นอกจากนั้นปฏิสัมพันธ์ระหว่างความชำนาญและระดับชั้นเรียนมีผลต่อความรู้ในการระบุคำที่ช่วยในการแก้ปัญหา การจำแนกประเภทของปัญหา การทำความเข้าใจปัญหา การตรวจสอบการแก้ปัญหา ความรู้ในเมตาคอคนิชัน ด้านงานและด้านกลวิธี

สมบัติ โพธิ์ทอง (2539) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงโดยใช้เมตาคอคนิชัน กับนักเรียน 1 กลุ่ม จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบทดสอบความสามารถในการโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นชนิดอัตนัย ใช้การทดสอบแบบก่อนเรียนหลังเรียน ดำเนินการวิจัยตามกรอบแนวคิดของ Beyer (1987 อ้างถึงใน สมบัติ โพธิ์ทอง, 2539: 42-43) ซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอนหลัก 3 ขั้นตอน คือ การวางแผน การกำกับและการประเมิน การฝึกโดยสอนการใช้กลวิธีต่างๆ ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ร่วมกับการฝึกการใช้เมตาคอคนิชัน ใช้เวลาในการฝึก 18 วัน วันละ 40 นาที ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังการสอนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้เมตาคอคนิชันสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สมจิตร์ ทรัพย์อัประไมย (2540) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการใช้รูปแบบเพื่อพัฒนาเมตาคอคนิชั่นที่มีต่อเมตาคอคนิชั่น และสัมฤทธิผลทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 การวิจัยแบ่งเป็น 2 ระยะ ระยะแรกเป็นการศึกษานำร่องเพื่อปรับปรุงรูปแบบเพื่อพัฒนาเมตาคอคนิชั่น ส่วนระยะสองเป็นการทดลองใช้รูปแบบเพื่อพัฒนาเมตาคอคนิชั่น ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 46 คน กลุ่มทดลองฝึกด้วยรูปแบบเพื่อพัฒนาเมตาคอคนิชั่น และทำแบบฝึกหัดวันละ 45-50 นาทีทุกวัน เป็นเวลา 16 วัน กลุ่มควบคุมทำแบบฝึกหัดเช่นเดียวกับกลุ่มทดลอง แต่ไม่ได้ฝึกเมตาคอคนิชั่น และไม่ได้รับผลป้อนกลับ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นมาตรวัดเมตาคอคนิชั่น การสัมภาษณ์ การคิดออกเสียง และการทดสอบผลการวิจัยพบว่าคะแนนเมตาคอคนิชั่นทั้งในงานด้านการอ่านตำรา และในงานด้านการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ทั้งในระยะหลังการทดลองและในระยะติดตามผล และกลุ่มทดลองมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ทั้งในระยะหลังการทดลองและระยะติดตามผล

นวรัตน์ หัสดี (2544) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการฝึกใช้เมตาคอคนิชั่นเพื่อกำกับและควบคุมตนเองในการเรียนของนักเรียนโครงการศึกษาพิเศษ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนโครงการการศึกษาพิเศษ ปีการศึกษา 2544 จำนวน 6 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบวัดการกำกับและควบคุมตนเอง แบบสังเกตพฤติกรรม บทเรียนการฝึกเมตาคอคนิชั่น แบบฝึกอ่านการวิเคราะห์ข้อมูลใช้การแสดงกราฟ และเขียนบรรยายพัฒนาการ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกเมตาคอคนิชั่นมีคะแนนกำกับและควบคุมตนเองในการเรียนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า ได้มีการศึกษาการพัฒนาการเรียนเรียนรู้ กระบวนการคิดแก้ปัญหา การคิดคำนวน ความเชื่อ การกำกับตนเองในการเรียน โดยใช้กลวิธีการรู้คิด หรือมีการผสมผสานการสอนกลวิธีการรู้คิดร่วมกับวิธีการสอนหรือเทคนิควิธีอื่นๆ ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น กล่าวคือ นักเรียนมีความเข้าใจมโนทัศน์ มีความสามารถในการแก้ปัญหา มีการรับรู้ความสามารถของตนเอง มีเจตคติที่ดีต่อการเรียน และมีความสามารถในการรู้คิด ทั้งนี้ครูเป็นปัจจัยสำคัญที่ต้องจัดเตรียมการสอนและออกแบบการสอนเป็นอย่างดีเพื่อฝึกหรือดึงเอาพฤติกรรมการรู้คิดของนักเรียนให้เกิดขึ้น