

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นการพัฒนาระบวนการเรียนรู้และทักษะสำหรับชีวิตจริงตามโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA)
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จากสถานการณ์จริง
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะและกระบวนการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
5. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ด้านการตระหนักเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ต่อชีวิตจริง

1. การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นการพัฒนาระบวนการเรียนรู้และทักษะสำหรับชีวิตจริงตามโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA)

เป้าหมายของการศึกษาทุกระบบในปัจจุบัน คือ การเตรียมตัวเยาวชนให้มีความรู้และทักษะที่จำเป็นสำหรับการเป็นประชาชนที่รู้เรื่อง มีคุณภาพและศักยภาพในการแข่งขันในเศรษฐกิจโลก ดังนั้น การศึกษาที่แข่งขันได้ต้องเป็นการศึกษาระดับโลก จึงจำเป็นต้องเฝ้าระวังและติดตามประเมินคุณภาพการศึกษาของเราว่าเทียบกับของโลกรหรือไม่เพียงใด (สุนีย์ คล้ายนิล และคณะ, 2549, หน้า 5) มีการประเมินผลนักเรียนนานาชาติที่เป็นที่ยอมรับอย่างมากและมีประเทศสมาชิกทั่วโลกอยู่ 2 โครงการ ได้แก่ การประเมินผลของ Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS) และ Programme for International Student Assessment (PISA) ซึ่งเป็นตัวสะท้อนถึงคุณภาพการศึกษาระดับโลก

ความแตกต่างของ 2 โครงการ (สุนีย์ คล้ายนิล, 2545, หน้า 10 – 11) สรุปได้ดังนี้

1. TIMSS ถูกออกแบบมาเพื่อบอกผลการเรียนของเด็กในวัยต่าง ๆ เช่น ในวัยประถมศึกษา มัธยมศึกษา และมัธยมปลาย แต่ PISA ถูกออกแบบมาเพื่อให้ออกผลรวมที่เกิดขึ้นของการศึกษาภาคบังคับที่จัดให้แก่ประชาชน

2. PISA ประกอบด้วยโครงการการศึกษาเป็นระยะ ไม่ใช่เป็นการทำครั้งเดียวเสร็จ จึงสามารถให้ข้อมูลเปรียบเทียบจากการศึกษาครั้งหนึ่งกับครั้งต่อ ๆ ไป ประเทศที่เข้าร่วมโครงการจึงสามารถใช้ข้อมูล ติดตามดูแลผลการจัดการศึกษาของตนได้

3. TIMSS ประเมินผลตามเนื้อหาในหลักสูตร แต่ PISA มองที่ประเด็นที่ถือว่าจำเป็นสำหรับอนาคต PISA จึงไม่ประเมินตามสิ่งที่สอนอยู่ในหลักสูตรของประเทศที่เข้าร่วมโครงการ แต่จะประเมินว่าระบบการศึกษาได้ให้การศึกษาเพื่อเตรียมประชาชนให้เป็นผู้ใหญ่และอยู่ในสังคมในอนาคตได้ดีเพียงใด หรือกล่าวได้ว่า TIMSS มองสภาพปัจจุบัน แต่ PISA มองอนาคต ดังนั้นข้อสอบส่วนใหญ่ของ PISA จึงเป็นการใช้ความรู้กระบวนการมากกว่าการนึกถึงเนื้อหาหรือเรียกความรู้ความจำเกี่ยวกับเนื้อหาสาระตามหลักสูตร

4. ข้อสอบ TIMSS ส่วนมากเป็นข้อสอบสั้น ๆ ให้เลือกคำตอบเดียว และถึงแม้จะเป็นข้อสอบที่เขียนตอบก็จะเป็นการเติมคำสั้น ๆ มีคำตอบแน่นอน และมีประมาณ 8 % ที่ต้องการคำตอบยาว แต่ข้อสอบของ PISA ส่วนมากเป็นคำตอบที่สามารถตอบได้หลายแบบ ความถูกต้องของคำตอบขึ้นอยู่กับเหตุผลที่อ้างและข้อสอบประมาณ 35 % เป็นข้อสอบที่ต้องการคำตอบที่มีการอธิบาย

โครงการ PISA ริเริ่มโดย องค์การความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ หรือ Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) แม้ว่าจะเป็นองค์กรเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ แต่ก็ยึดถือข้อตกลงเบื้องต้นว่า การพัฒนาทางการศึกษานำไปสู่ความสำเร็จของการพัฒนาทางเศรษฐกิจ ด้วยเหตุนี้ OECD จึงให้ความสำคัญกับตัวบ่งชี้ผลการจัดการศึกษา และได้นำเสนอข้อมูลให้ประเทศสมาชิกเห็นข้อเปรียบเทียบด้านทรัพยากรการเงิน การลงทุนทางการศึกษา และผลของการดำเนินการ หรือผลตอบแทนของการลงทุนทางการศึกษาตลอดมาเป็นเวลานานนับสิบปีมาแล้ว โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อประเมินว่านักเรียนที่จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษา ได้รับการเตรียมพร้อมความรู้และทักษะ ที่จำเป็นสำหรับการเป็นประชาชนที่มีคุณภาพในอนาคต และมีส่วนร่วมสร้างสังคมได้หรือไม่ เพียงใด

โครงการ PISA เป็นโครงการระยะยาว ต่อเนื่อง 9 ปี เป็นอย่างน้อย การสำรวจระยะแรก (ค.ศ. 2000) เน้นด้านการอ่าน ระยะที่สอง (ค.ศ. 2003) เน้นด้าน คณิตศาสตร์ และการแก้ปัญหา ส่วนระยะที่สาม (ค.ศ. 2006) เป็นการสำรวจด้านวิทยาศาสตร์ และ โครงการในรอบที่สองจะมีขึ้นในปี 2009 ปี 2012 และปี 2015 (สุนีย์ คล้ายนิล และคณะ, 2551, หน้า 4) สรุปดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 โครงการศึกษาสำรวจของ PISA

ปีที่ประเมิน	2000	2003	2006	2009	2012	2015
วิชาที่เน้น	การอ่าน	คณิตศาสตร์	วิทยาศาสตร์	การอ่าน	คณิตศาสตร์	วิทยาศาสตร์
เป็นหลัก	คณิตศาสตร์	การอ่าน	การอ่าน	คณิตศาสตร์	วิทยาศาสตร์	การอ่าน
ในการ	วิทยาศาสตร์	วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	วิทยาศาสตร์	การอ่าน	คณิตศาสตร์
ประเมิน		+ การ	+ ตัวเลือก	+ ตัวเลือก	+ ตัวเลือก	+ ตัวเลือก
(ตัวหนา)		แก้ปัญหา				
การ	วิธีการเรียน	วิธีการเรียน	วิธีการเรียน	อยู่ในชั้น	อยู่ในชั้น	อยู่ในชั้น
ประเมิน	การผูกพัน	เจตคติต่อ	เจตคติต่อ	การ	การ	การ
ตนเองของ	และ	คณิตศาสตร์	วิทยาศาสตร์	พิจารณา	พิจารณา	พิจารณา
นักเรียน	พฤติกรรม					
	การอ่าน					

จุดเด่นของ PISA ได้แก่ การประเมินที่มองไปถึงชีวิตในอนาคต ไม่ใช่การประเมินตามเนื้อหาในหลักสูตรที่เรียนกันอยู่ในปัจจุบัน และเป็นการประเมินต่อเนื่อง โดยจำแนกเป็น 3 ระยะ ๆ ละ 3 ปี จุดเน้นของ PISA คือการประเมิน การรู้เรื่อง (Literacy) โดยยึดหลักการสำคัญ คือ ต้นแบบของการเรียนรู้ตลอดชีวิต ซึ่งเน้นที่ ความรู้และทักษะใหม่ ที่จำเป็น เพื่อการปรับตัวให้เข้ากับโลกที่เปลี่ยนแปลงซึ่งนักเรียนไม่สามารถเรียนรู้ทุกอย่างจากโรงเรียน แต่เพื่อให้เป็นผู้เรียนสามารถรู้ตลอดชีวิตอย่างต่อเนื่อง การศึกษาจึงต้องให้ “ฐานราก” ที่มั่นคง โดยถือเอาวิชาที่เป็นหัวใจของการพัฒนาตามวิชา คือ การอ่าน คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเพิ่มเติมด้านทักษะที่ต้องใช้ในกระบวนการการเรียนรู้ คือ การแก้ปัญหา แต่ PISA ไม่ได้ประเมินเนื้อหาตามหลักสูตรในโรงเรียน หากแต่ประเมิน การรู้เรื่อง ในด้านต่างๆ ทั้งสาม

หลักสำคัญของ PISA คือการประเมิน การรู้เรื่อง ซึ่งเน้นที่ ความรู้และทักษะที่จำเป็น เพื่อการปรับตัวให้เข้ากับ โลกที่เปลี่ยนแปลง เพราะถือว่านักเรียนไม่สามารถเรียนรู้ทุกอย่างจากโรงเรียน แต่การศึกษาต้องให้ “ฐานราก” ที่มั่นคง เพื่อให้เป็นผู้เรียนสามารถรู้ตลอดชีวิตอย่างต่อเนื่อง PISA ถือว่าวิชาที่เป็นตัวแทนของการวาง “ฐานราก” ได้แก่ การอ่าน คณิตศาสตร์ และ วิทยาศาสตร์ เท่านั้น

การรู้เรื่องการอ่าน (Reading literacy) มีความหมายมากกว่าการอ่านหนังสือและเข้าใจความหมายของคำ แต่ยังรวมไปถึง ความสามารถติดตามความหมาย การคิดย้อนกลับและสะท้อนว่า

เข้าใจถึงจุดประสงค์ของการเขียน เข้าใจว่าเขียนสำหรับให้ใครอ่าน (หรือผู้เขียนต้องการส่งข่าวสารให้ใคร) ให้อ่านผู้เขียนใช้ภาษาอย่างไรในการนำข่าวสารไปสู่ผู้อ่าน และอิทธิพลที่มีต่อผู้อ่าน และรวมถึงความสามารถในการตีความจากโครงสร้างของเรื่องหรือจากลักษณะเด่นของการเขียน (เช่น การให้ข้อมูลที่ตรงไปตรงมา เปรียบเทียบ ชมเชย หรือประชดประชัน ฯลฯ) การรู้เรื่องด้านการอ่านนี้ แสดงว่ามีความรู้และศักยภาพที่จะมีส่วนในการสร้างสังคมอย่างมีประสิทธิภาพ

การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematics literacy) มีความหมายมากกว่าการคิดเลขและการทำโจทย์ การรู้จักรูปคณิตศาสตร์ หรือการจัดการข้อมูล แต่หมายรวมถึงรู้ขอบเขตและข้อจำกัดของแนวคิดคณิตศาสตร์ สามารถติดตามและประเมินข้อโต้แย้งเชิงคณิตศาสตร์ เสนอปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ เลือกวิธีการนำเสนอสถานการณ์เชิงคณิตศาสตร์ และสามารถตัดสินใจหาบนพื้นฐานของคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงว่าเป็นประชากรที่มีความคิดสร้างสรรค์และรอบคอบ

การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ตามความหมายของ PISA หมายถึงการรู้กระบวนการ การรู้แนวคิดและสาระเนื้อหา และรู้จักการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์เพื่อที่จะสามารถเข้าใจเรื่องราวที่เกิดขึ้นในสังคม ในสื่อมวลชน และตัดสินใจประเด็นของโลกที่เกี่ยวข้องกับตัวเอง ทั้งในปัจจุบันและอนาคต

การประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

1. นิยามการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ คือ สมรรถนะของการเข้าใจบทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีต่อโลก ตัดสินใจในประเด็นต่าง ๆ บนพื้นฐานของคณิตศาสตร์ มีความผูกพันกับคณิตศาสตร์ตามความต้องการหรือความจำเป็นของตนในอันที่จะทำให้บุคคลนั้นเป็นผู้มีส่วนร่วมในสังคม

2. จุดมุ่งหมายการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

การประเมินการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของ OECD/ PISA มีจุดประสงค์หลัก เพื่อต้องการพัฒนาตัวชี้วัดว่าระบบการศึกษาของประเทศที่ร่วมโครงการ สามารถให้การศึกษาเพื่อเตรียมตัวเยาวชนอายุ 15 ปี ให้พร้อมที่จะมีบทบาท หรือมีส่วนสร้างสรรค์และดำเนินชีวิตอย่างมีคุณภาพในสังคมได้มากน้อยเพียงใด การประเมินผลของ PISA มุ่งความชัดเจนที่จะหาคำตอบว่านักเรียนสามารถนำสิ่งที่ได้ศึกษาเล่าเรียนในโรงเรียนไปใช้ในสถานการณ์ที่นักเรียนมีโอกาสจะพบในชีวิตจริงได้หรือไม่ อย่างไร

3. กรอบการประเมินคณิตศาสตร์ของ PISA

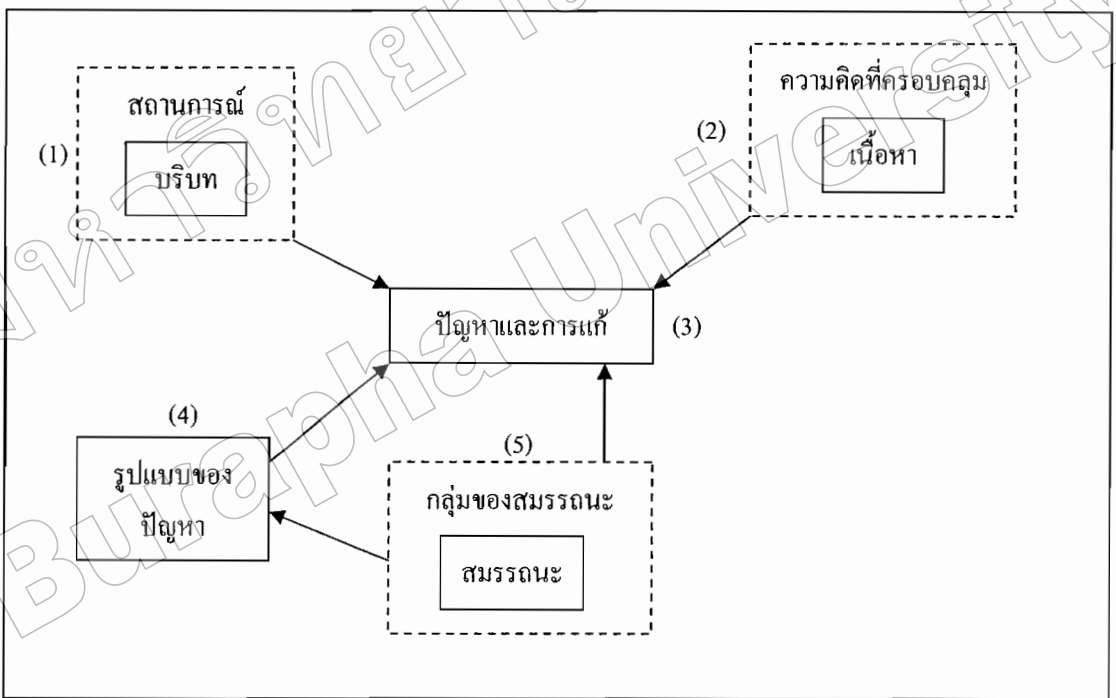
ขอบเขตของคณิตศาสตร์ที่ OECD/ PISA วัดครอบคลุม 3 ด้าน ได้แก่

3.1 สถานการณ์หรือบริบท ซึ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ตั้งอยู่

3.2 เนื้อหาของคณิตศาสตร์ที่ต้องนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

3.3 สมรรถนะของนักเรียนที่ควรได้รับการกระตุ้นให้สามารถเชื่อมโยงกับโลกจริง ๆ ที่ปัญหานั้นเกิดขึ้น โดยใช้คณิตศาสตร์และสามารถแก้ปัญหาได้โดยใช้คณิตศาสตร์นั้น ๆ

ระดับของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์อาจมองได้ในแนวทางที่ว่าบุคคลนั้นสามารถใช้ความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาได้ดีเพียงใด ในสถานการณ์หรือบริบทที่แตกต่างหลากหลาย ปัญหาที่ PISA ใช้ในการประเมินเป็นปัญหาที่มีอยู่ในโลกของความเป็นจริง สองแบบด้วยกัน คือ แบบแรกเป็นปัญหาทั่วไปในสถานการณ์ ซึ่งเกิดขึ้นได้ทั่วไปในชีวิตของเยาวชน เปรียบเสมือนกรอบ (1) ในรูปที่ปัญหาเกิดในสถานการณ์ทั่วไปในสิ่งแวดล้อมใหญ่ ซึ่งเมื่อมองต่อไปจะเห็นบริบทของปัญหาที่จำเพาะลงไปอีกเหมือนกรอบเล็กที่อยู่ภายในกรอบใหญ่อีกชั้นหนึ่ง ดังภาพที่ 2-1



ภาพที่ 2-1 องค์ประกอบของขอบเขตของคณิตศาสตร์ (สุนีย์ คล้ายนิล และคณะ, 2549, หน้า 17)

4. เนื้อหาคณิตศาสตร์

เนื้อหาตามเกณฑ์การประเมินผลของ OECD/ PISA จำกัดไว้ใน 4 เรื่อง ได้แก่

4.1) ปริภูมิและรูปทรงสามมิติ

เรื่องของแบบรูปมีอยู่ทุกหนทุกแห่งในโลก แม้แต่การพูด คนตรี การจราจร การก่อสร้าง ศิลปะ ฯลฯ รูปร่างเป็นแบบรูปที่เห็นได้ทั่วไป เป็นต้นว่า รูปร่างของบ้าน โรงเรียน อาคาร สะพาน ถนน ผลึก ดอกไม้ ฯลฯ แบบรูปเรขาคณิตเป็นตัวแทนอย่างง่ายที่พบอยู่ในสิ่งต่าง ๆ ที่ปรากฏ

การศึกษาเรื่องของรูปร่างมีความเกี่ยวข้องอย่างใกล้ชิดกับแนวคิดของเรื่อง ที่ว่างซึ่งต้องการความเข้าใจในเรื่องสมบัติของวัตถุและตำแหน่งเปรียบเทียบกับวัตถุ เราต้องรู้ว่าเรามองเห็นวัตถุสิ่งของต่าง ๆ อย่างไร และทำไมเราจึงมองเห็นมันอย่างที่เราเห็น เราต้องเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างรูปร่างและภาพในความคิด หรือภาพที่เรามองเห็น เป็นต้นว่า มองเห็นความสัมพันธ์ของตัวเมืองจริง กับแผนที่และรูปถ่ายของเมืองนั้น ข้อนี้นับรวมทั้งความเข้าใจในรูปร่างที่เป็นสามมิติ ที่แสดงแทนออกมาในภาพสองมิติ มีความเข้าใจในเรื่องของเงา และภาพที่มีความลึก และเข้าใจด้วยว่ามันทำงานอย่างไร

4.2) การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์

โลกแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงอย่างมากมาขมมหาศาล และแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ทั้งชั่วคราวและถาวรของการเปลี่ยนแปลงในธรรมชาติ (ตัวอย่างเช่น มีการเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตขณะเจริญเติบโต การหมุนเวียนของฤดูกาล การขึ้นลงของกระแสน้ำ การเปลี่ยนแปลงของอวกาศ การขึ้นลงของหุ้น การว่างงานของคน) การเปลี่ยนแปลงบางกระบวนการสามารถบอกได้หรือสร้างตัวแทนได้โดยตรง โดยใช้ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ ความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ส่วนมากเป็นรูปของสมการหรือสมการ แต่ความสัมพันธ์ในธรรมชาติอื่น ๆ ก็อาจเกิดขึ้นได้เช่นกัน ความสัมพันธ์หลายอย่างไม่สามารถใช้คณิตศาสตร์ได้โดยตรง ต้องใช้วิธีการอื่น ๆ และจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อระบุถึงความสัมพันธ์

4.3) ปริมาณ

จุดเน้นของเรื่องนี้ คือ การบอกปริมาณ รวมทั้งความเข้าใจเรื่องของขนาด (เปรียบเทียบ) แบบรูปของจำนวน และการใช้จำนวน เพื่อแสดงปริมาณและแสดงวัตถุต่าง ๆ ในโลกจริง ในเชิงปริมาณ (การนับและการวัด) นอกจากนี้ปริมาณยังเกี่ยวข้องกับกระบวนการและความเข้าใจเรื่องจำนวนที่นำมาใช้ในเรื่องต่าง ๆ อย่างอย่างหลาย

4.4) ความไม่แน่นอน

เรื่องของความไม่แน่นอนเกี่ยวข้องกับสองเรื่อง คือ ข้อมูล และโอกาส ซึ่งเป็นการศึกษาทาง “สถิติ” และ “ความน่าจะเป็น” ข้อเสนอแนะสำหรับหลักสูตรคณิตศาสตร์ในโรงเรียนสำหรับประเทศสมาชิก OECD คือ ให้ความสำคัญกับเรื่องของสถิติและความน่าจะเป็นมากกว่าที่เคยเป็นมาในอดีต เพราะว่าโลกปัจจุบันในยุคของ “สังคมข้อมูลข่าวสาร” ข้อมูลข่าวสารที่หลั่งไหล

เข้ามาและแม้จะอ้างว่าเป็นข้อมูลที่ถูกต้องตรวจสอบได้ แต่ในชีวิตจริงเราก็ต้องเผชิญกับความไม่แน่นอนหลายอย่าง เช่น ผลการเลือกตั้งที่ไม่คาดคิด การพยากรณ์อากาศที่ไม่เที่ยงตรง การล้มละลายทางเศรษฐกิจ การเงิน การพยากรณ์ต่าง ๆ ที่ผิดพลาด แสดงให้เห็นถึงความไม่แน่นอนของโลกคณิตศาสตร์ที่เข้ามามีบทบาทในส่วนนี้คือ การเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ความน่าจะเป็น และการอ้างอิง (สถิติ)

5. สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Competencies)

ความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ ไม่เพียงพอสำหรับการแก้ปัญหาแง่มุมที่สำคัญของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่สำคัญอีกด้านหนึ่งคือเรื่องของ “กระบวนการทางคณิตศาสตร์” หรือ การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ นอกจากนี้นักเรียนยังต้องใช้สมรรถนะทางคณิตศาสตร์อีกด้วย ซึ่งแต่ละบุคคลอาจมีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ได้ในระดับที่แตกต่างกัน สมรรถนะทางคณิตศาสตร์มีอยู่มากมายหลากหลาย แต่ในการวัดและประเมินของ OCED/PISA ให้ความสำคัญใน 8 สมรรถนะ ได้แก่

5.1) การคิดและการใช้เหตุผล สมรรถนะนี้เกี่ยวข้องกับความสามารถในการตั้งคำถาม รู้คำตอบทางคณิตศาสตร์ บอกความแตกต่างของประโยค (เช่น นิยาม ทฤษฎี สมมติฐาน ตัวอย่าง) ความเข้าใจและการใช้ข้อจำกัดของคณิตศาสตร์

5.2) การสร้างข้อโต้แย้ง เกี่ยวข้องกับการรู้จักการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ (และรู้ว่าการพิสูจน์แตกต่างกับการใช้เหตุผลอย่างไร) สามารถติดตาม และประเมินการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์แบบต่าง ๆ มีความรู้สึกถึงความเป็นจริง (รู้ว่าอะไรเกิดขึ้นได้/ ไม่ได้ และทำไม) และสามารถสร้างและแสดงการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

5.3) การสื่อสาร เกี่ยวข้องกับการแสดงออกของตน ความสามารถที่ทำให้ผู้อื่นเข้าใจตนโดยวิธีการต่าง ๆ บนพื้นฐานของคณิตศาสตร์ ทั้งในรูปของการพูดและการเขียน และสามารถเข้าใจการพูดและการเขียนของผู้อื่นด้วยเช่นกัน

5.4) การสร้างตัวแบบ เกี่ยวข้องกับการวางโครงสร้างของสถานการณ์ที่ได้นำมาสร้างเป็นตัวแบบ การแปลความเป็นจริงให้เข้าสู่โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ การประเมินความน่าเชื่อถือของตัวแบบ วิเคราะห์ วิจารณ์ ตัวแบบและผลที่เกิดขึ้น การสื่อสารแนวคิดของตัวแบบและผล (รวมทั้งข้อจำกัด) การติดตามและควบคุมกระบวนการของการสร้างตัวแบบ

5.5) การตั้งและการแก้ปัญหา เป็นสมรรถนะที่เกี่ยวข้องกับการตั้งคำถาม การสร้างเป็นปัญหาคณิตศาสตร์ และการนิยามปัญหาคณิตศาสตร์แบบต่าง ๆ (เช่น การแก้ การประยุกต์ คำถามเปิด คำถามปิด) และการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์แบบต่าง ๆ โดยวิธีการที่หลากหลาย

5.6) การแสดงเครื่องหมายแทน สมรรถนะด้านนี้เกี่ยวข้องกับการแปลรหัส และการเข้ารหัส การแปลความ การตีความ และการบอกความแตกต่างของการแสดงเครื่องหมายทาง

คณิตศาสตร์แบบต่าง ๆ และความสัมพันธ์ระหว่างการแสดงเครื่องหมายแทนแบบต่าง ๆ การเลือกและการเปลี่ยนแปลงระหว่างรูปแบบต่าง ๆ ของการแสดงเครื่องหมายแทน ที่สอดคล้องกับสถานการณ์และจุดประสงค์

5.7) การใช้สัญลักษณ์ ภาษาและการดำเนินการ เกี่ยวข้องกับการแปลรหัส การตีความสัญลักษณ์และภาษาทางคณิตศาสตร์ ความเข้าใจการเชื่อมโยงของภาษาคณิตศาสตร์กับภาษาธรรมชาติ การแปลความจากภาษาธรรมชาติไปเป็นสัญลักษณ์/ภาษาคณิตศาสตร์ สามารถจัดการกับประโยคหรือพจน์ที่มีสัญลักษณ์และสูตร ความสามารถในการใช้ตัวแปร การแก้สมการ และการคำนวณ

5.8) ใช้ตัวช่วยและเครื่องมือ สมรรถนะนี้เกี่ยวข้องกับการรับรู้ และความสามารถในการใช้ตัวช่วยและเครื่องมือ (รวมทั้งเครื่องมือภาคเทคโนโลยีสารสนเทศ) ที่สามารถช่วยกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังหมายถึงรวมถึงข้อจำกัดของเครื่องมืออื่นๆ ด้วย

6. สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ 6 ระดับ

PISA 2003 กำหนดคะแนนของนักเรียนและความยากของภารกิจออกเป็นระดับต่าง ๆ เป็น 6 ระดับ โดยลักษณะของนักเรียนที่มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ระดับ 1 ถึง ระดับ 6 สรุปได้ตารางที่ 2-2 (สูนีย์ คล้ายนิล และคณะ, 2549, หน้า 24 – 25)

ตารางที่ 2-2 สรุปลักษณะของสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ 6 ระดับ

ระดับ	นักเรียนทำอะไรได้บ้าง
ระดับ 6	ที่ระดับ 6 นักเรียนสามารถ - ใช้สาระและข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบของตนเองมาลงเป็นข้อสรุปเพื่อสร้างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และจำลองสถานการณ์ที่ซับซ้อนออกมาสร้างเป็นตัวแบบคณิตศาสตร์ - เชื่อมโยงข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ หรือจากการนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ และนำมาเชื่อมโยงระหว่างกัน - สามารถใช้เหตุผล และใช้ความคิดระดับสูงในเชิงคณิตศาสตร์ สามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือสถานการณ์ต่าง ๆ และสามารถเข้าใจและปฏิบัติการทางคณิตศาสตร์ - สามารถสร้างวิธีการคิดหรือกลยุทธ์ใหม่ในการจัดการกับปัญหาคณิตศาสตร์ที่ไม่คุ้นเคยหรือไม่เคยพบมาก่อน

ตารางที่ 2-2 (ต่อ)

ระดับ	นักเรียนทำอะไรได้บ้าง
ระดับ 6 (ต่อ)	● นักเรียนสามารถสร้างสูตรคณิตศาสตร์จากแนวคิดหรือข้อมูลที่มี ● สามารถสื่อสารได้อย่างถูกต้องแม่นยำ เพื่อบอกถึงสิ่งที่ตนพบ ตีความ แปลความ ได้แย้ง และอธิบายความสอดคล้อง เหมาะสมของสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้กับสถานการณ์ที่เป็นมาตั้งแต่ต้น
ระดับ 5	ที่ระดับ 5 นักเรียนสามารถ ● สร้างตัวแบบ และใช้ตัวแบบในเรื่องที่มีความซับซ้อน สามารถระบุบอกข้อจำกัดและข้อตกลงเบื้องต้นเฉพาะเรื่องนั้น ๆ สามารถเลือกเปรียบเทียบ และประเมินกลยุทธ์การแก้ปัญหาที่เหมาะสมเพื่อใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนได้อย่างสัมพันธ์กับตัวแบบ ● สามารถใช้ทักษะการคิดและทักษะการใช้เหตุผล เชื่อมโยงการนำเสนอรูปแบบต่าง ๆ สัญลักษณ์และลักษณะของโจทย์คณิตศาสตร์และมองเห็นความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับสิ่งเร้าที่เป็นส่วนประกอบของสถานการณ์ ● สามารถคิดวิเคราะห์การทำงานของตน และสร้างกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ ● สามารถสื่อสารถึงการแปลความ ตีความ และการใช้เหตุผลของตน
ระดับ 4	ที่ระดับ 4 นักเรียนสามารถ ● ทำโจทย์คณิตศาสตร์ในสถานการณ์ที่มีตัวแบบชัดเจนและเป็นสถานการณ์ที่เป็นรูปธรรมค่อนข้างซับซ้อน ซึ่งอาจมีข้อจำกัดหรือต้องมีการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นด้วย ● สามารถเลือกและผสมผสานรูปแบบต่าง ๆ ที่กำหนดให้รวมทั้งรูปแบบของสัญลักษณ์ โดยนำมาเชื่อมโยงโดยตรงกับสถานการณ์ในโลกจริง ● สามารถใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนามาแล้ว ใช้เหตุผลได้อย่างยืดหยุ่น และมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งเร้าในสถานการณ์นั้น ๆ ได้ดี ● สามารถสร้างคำอธิบาย ข้อโต้แย้งและสื่อสารคำอธิบายและข้อโต้แย้งบนพื้นฐานของการแปลความ การโต้แย้ง และการกระทำของตน

ตารางที่ 2-2 (ต่อ)

ระดับ	นักเรียนทำอะไรได้บ้าง
ระดับ 3	ที่ระดับ 3 นักเรียนสามารถ ● ทำโจทย์ที่มีวิธีการที่บอกไว้ชัดเจน รวมทั้งโจทย์ที่ต้องตัดสินใจเลือกลำดับขั้นตอนด้วย ● เลือกและใช้กลยุทธ์ที่ไม่ซับซ้อนสำหรับการแก้ปัญหา ● แปลความและใช้สถานการณ์ที่นำเสนอจากหลายแหล่ง สามารถให้เหตุผลตามแหล่งที่มาของสถานการณ์ สามารถสร้างคำอธิบาย หรือรายงานการตีความ แปลความนั้น ๆ ● แสดงการใช้เหตุผล และสามารถสื่อสารผลที่เกิดขึ้น
ระดับ 2 (ระดับเริ่ม)	ที่ระดับ 2 นักเรียนสามารถ ● ตีความและรู้สถานการณ์ในบริบทที่ไม่ซับซ้อน ที่ต้องการการอ้างอิงไม่เกินสองตัว ● สกัดสาระสำคัญจากแหล่งข้อมูลแหล่งเดียวและสามารถใช้สถานการณ์ที่นำเสนออย่างง่ายเพียงชั้นเดียว ● นักเรียนระดับนี้สามารถใช้วิธีการคิด สูตรคณิตศาสตร์ วิธีการ หรือข้อตกลงเบื้องต้น สามารถใช้เหตุผลตรงไปตรงมาและตีความผลที่พบอย่างตรงไปตรงมา
ระดับ 1	ที่ระดับ 1 นักเรียนสามารถ ● ตอบคำถามที่เกี่ยวข้องในบริบทที่คุ้นเคย มีข้อมูลและคำถามที่ชัดเจน ● ระบุสาระที่ต้องการ สามารถทำโจทย์แบบเดิมที่คุ้นเคยด้วยวิธีการทำ หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้อย่างชัดเจน ● ทำโจทย์ตามตัวอย่างที่กำหนดให้

หมายเหตุ ถ้านักเรียนไม่สามารถปฏิบัติการกิจในระดับ 1 ได้ ก็จะจัดไว้ในกลุ่มที่แสดงว่าสมรรถนะ “ต่ำกว่าระดับ 1”

7. ตัวอย่างปัญหาคณิตศาสตร์ในชีวิต

ตัวอย่าง เรื่องไฟถนน

สภาตำบลตัดสินใจที่จะติดตั้งไฟถนนหนึ่งจุด ในสวนสาธารณะเล็ก ๆ ที่มีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยมเพื่อให้ไฟส่องสว่างทั่วทั้งสวน ควรจะติดตั้งไว้ที่ใด

ปัญหานี้ดูเป็นปัญหาทางสังคม แต่ก็สามารถตอบได้โดยอาศัยกลยุทธ์ของคณิตศาสตร์ ซึ่งในทางคณิตศาสตร์จะเรียกว่า “การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ (Mathematising)” การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ มีลักษณะ 5 ลักษณะด้วยกัน

1. เริ่มต้นด้วยปัญหาที่มีอยู่ในความเป็นจริง “การบอกว่าตำแหน่งของไฟถนนจะอยู่ตรงตำแหน่งใด”

2. จัดการโดยใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ “สวนสาธารณะสามารถแทนด้วยรูปสามเหลี่ยม และแสงสว่างจากดวงไฟแทนด้วยวงกลม ที่มีตำแหน่งไฟเป็นจุดศูนย์กลาง”

3. ค่อย ๆ ตัดความเป็นจริงออกไปในขณะดำเนินกระบวนการคิด เป็นต้นว่า มองหาว่าส่วนไหนของปัญหาคือส่วนสำคัญที่สุดที่ต้องคิดออกมาในรูปคณิตศาสตร์ “ปัญหานี้คือการแปลงตำแหน่งที่ตั้งของไฟเป็นการหาจุดศูนย์กลางของวงกลม ที่มีเส้นรอบวงรอบสามเหลี่ยม”

4. แกะใจปัญหาคณิตศาสตร์ “ใช้ข้อเท็จจริงที่ว่า จุดศูนย์กลางของวงกลมที่เส้นรอบวงล้อมรอบสามเหลี่ยม ตั้งอยู่บนจุดที่เส้นตั้งฉากกับจุดกลางด้านสองด้านของสามเหลี่ยมตัดกัน จึงสร้างเส้นตั้งฉากที่จุดแบ่งครึ่งของด้านสามเหลี่ยมบนด้านสองด้าน จุดที่ตัดกันของเส้นแบ่งครึ่งคือ ศูนย์กลางของวงกลม”

5. ทำให้คำตอบของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์มีความหมายในรูปของความเป็นจริง “เมื่อคิดในรูปของสวนสาธารณะ ลองคิดกลับกันว่ามุมหนึ่งมุมใดในสวนเป็นมุมป้าน การแก้ปัญหาเป็นอันว่าใช้ไม่ได้ เพราะว่าตำแหน่งของไฟต้องออกไปอยู่นอกสวนสาธารณะ นอกจากนั้นยังต้องยอมรับว่า ในสวนอาจมีต้นไม้ซึ่งตำแหน่งและขนาดของต้นไม้ก็จะเป็นปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลที่ทำให้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นประโยชน์หรือไม่เพียงใด”

ในกระบวนการนี้ได้แสดงให้เห็นว่านักคณิตศาสตร์เขาทำงานคณิตศาสตร์กันอย่างไร และคนทั่วไปสามารถจะใช้คณิตศาสตร์กับอาชีพต่าง ๆ ได้อย่างไร และประชาชนที่มีข้อมูลพร้อมในตัวเองและเป็นคนช่างคิดซึ่งจะสามารถใช้คณิตศาสตร์ได้อย่างไรจึงจะอยู่กับความเป็นจริงในโลกชีวิตจริงอย่างมีคุณภาพ ซึ่งการเรียนคณิตศาสตร์ในลักษณะนี้น่าจะเป็นจุดประสงค์แรกของการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน (โครงการ PISA ประเทศไทย, 2552, หน้า 5 – 6)

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จากสถานการณ์จริง

2.1 ความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์จากสถานการณ์จริง

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์จากสถานการณ์จริง หรือ คณิตศาสตร์ในชีวิตจริง หรือ ปัญหาจริง ไว้ดังนี้

คุณ ยุง วอง (Khoon Yoong Wong, 2002) ได้กล่าวถึงความหมายที่เกี่ยวข้องกับการใช้ปัญหาจริงในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ไว้ว่า ส่วนประกอบที่สำคัญสองแบบคือการทำความเข้าใจกับปัญหาที่เกิดขึ้นจริงหรือข้อเท็จจริงภายใต้การอภิปรายกัน แล้วทำการแก้ปัญหาโดยการเลือกใช้ข้อมูลจริงหรือเลือกใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์

บีวิล (Bevil, 2003, p. 47) ได้กล่าวถึงการเรียนรู้คณิตศาสตร์จากสถานการณ์จริงว่าเป็นการเรียนรู้คณิตศาสตร์ผ่านการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ทั้งในและนอกเนื้อหาคณิตศาสตร์โดยการบูรณาการคณิตศาสตร์กับสาขาอื่น ๆ เป็นการเรียนรู้โครงสร้างของคณิตศาสตร์ผ่านสิ่งที่ป็นจริง

อนันตนิช โพธิ์ถาวร (2547, หน้า 14) ได้กล่าวถึงความหมายที่เกี่ยวข้องกับการใช้ปัญหาจากสถานการณ์จริงในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็นการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยการประยุกต์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปสู่ปัญหาในโลกจริง ซึ่งสามารถนำความรู้ความเข้าใจทักษะทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ในชีวิตจริง และเป็นการเรียนรู้โครงสร้างของคณิตศาสตร์ผ่านสิ่งที่ป็นจริง

สุรสาธ ผาสุก (2546, หน้า 11) ได้กล่าวถึงความหมายที่เกี่ยวข้องกับการใช้ปัญหาจากสถานการณ์จริงในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็นสิ่งที่เชื่อมโยงความเป็นจริงของโลกกับคณิตศาสตร์ซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบที่หลากหลายแตกต่างกัน เช่น สัญลักษณ์ฟังก์ชัน สูตร สมการ นิพจน์กราฟ ตาราง สถานการณ์จำลองและการทดลอง เป็นต้น

สุภัคตรา เฝียงสูงเนิน (2549, หน้า 9) ได้กล่าวไว้ว่า การเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาจากสถานการณ์จริง คือ การประยุกต์ใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน หรือปัญหาที่พบเห็นได้ในสถานการณ์ความเป็นจริง จากนั้นใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้คำตอบที่จะสามารถอธิบายปัญหาที่เกิดขึ้นจริงนั้นได้

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาจากสถานการณ์จริง เป็นการเชื่อมโยงปัญหา หรือ สถานการณ์ในชีวิตจริง โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย เช่น สมการ กราฟ ตาราง ฟังก์ชัน เป็นต้น เป็นตัวเชื่อมโยงเพื่อนำไปสู่คำตอบของปัญหาจากสถานการณ์จริงเหล่านั้น

2.2 แนวคิดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จากสถานการณ์จริง
 นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนวคิดในการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จากสถานการณ์จริงไว้ ดังนี้

โพลยา (Polya, 1985 อ้างถึงในอัมพร ม้าคนอง, 2553, หน้า 41) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจปัญหาอย่างถ่องแท้ มีการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหายังเป็นระบบ และมีประสิทธิภาพ ขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหของโพลยา มี 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the problem) เป็นขั้นการวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจปัญหา โดยอาจหาว่าสิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร ข้อมูลมีอะไรบ้าง เงื่อนไขคืออะไร จะแก้ปัญหตามเงื่อนไขได้หรือไม่ เงื่อนไขที่ให้มาเพียงพอที่จะหาสิ่งที่ต้องการหรือไม่ ในขั้นนี้ การวาดภาพ การใช้สัญลักษณ์ การแบ่งเงื่อนไขออกเป็นส่วนย่อย ๆ อาจช่วยให้เข้าใจปัญหาคืบขึ้น

ขั้นที่ 2 การวางแผนงาน (Devising a plan) เป็นขั้นการเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลในปัญหากับสิ่งที่ต้องการทราบ หากไม่สามารถเชื่อมโยงได้ทันทีอาจต้องใช้ปัญหาอื่นช่วยเพื่อให้ได้แผนงานแก้ในที่สุด ผู้แก้ปัญหอาจเริ่มต้นด้วยการคิดว่าตนเคยเห็นปัญหาลักษณะนี้จากที่ไหนมาก่อนหรือไม่ หรือเคยเห็นปัญหาในรูปแบบที่คล้ายคลึงกันนี้หรือไม่ จะใช้ความรู้หรือวิธีการใดแก้ปัญห จะแก้ปัญหส่วนใดได้ก่อนบ้าง จะแปลงข้อมูลที่มีอยู่ใหม่เพื่อให้สิ่งที่ต้องการทราบกับข้อมูลที่มีอยู่สัมพันธ์กันมากขึ้น ได้หรือไม่ ได้ใช้ข้อมูลและเงื่อนไขที่มีอยู่อย่างเหมาะสมแล้วหรือยัง

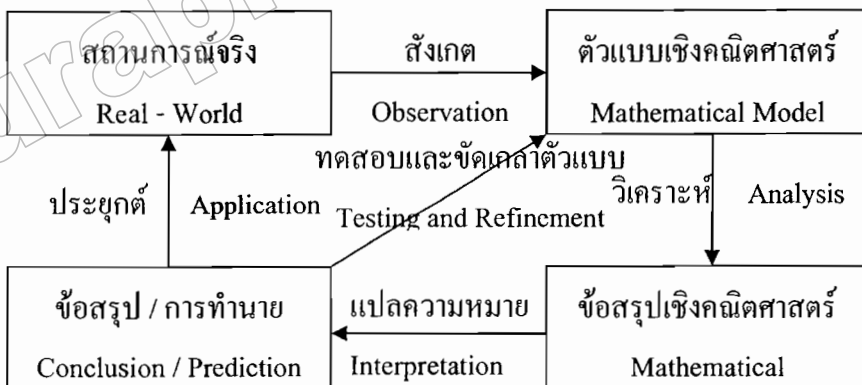
ขั้นที่ 3 การดำเนินการตามแผน (Carrying out the plan) เป็นการลงมือทำงานตามแผนที่วางไว้ และมีการตรวจสอบแต่ละขั้นย่อย ๆ ของงานที่ทำว่าถูกต้องหรือไม่ จะแน่ใจได้อย่างไร เป็นการกำกับการทำงานตามแผน

ขั้นที่ 4 การตรวจย้อนกลับ (Looking back) เป็นการตรวจสอบคำตอบหรือเฉลยที่ได้ว่าสอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดในปัญหาหรือไม่ และมีความสมเหตุสมผลหรือไม่ ซึ่งอาจครอบคลุมถึงการขยายความคิดจากผลหรือคำตอบที่ได้ และการวิเคราะห์หาวิธีการอื่นในการแก้ปัญหขั้นตอนนี้อาจครอบคลุมถึงการมองไปข้างหน้าโดยใช้ประโยชน์จากวิธีการแก้ปัญหที่ผ่านมา ขยายแนวคิดในการแก้ปัญหให้กว้างขวางขึ้นกว่าเดิม

สเวทซ์และฮาร์ทเลอร์ (Swetz & Hartzler, 1991, pp.1-3) ได้เสนอแนวคิดในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จากสถานการณ์จริง โดยการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ คือ กระบวนการที่เป็นระบบ (ที่มีกฎเกณฑ์/แบบแผน) ใช้ทักษะหลายด้านใช้กิจกรรมที่ใช้สติปัญญาในระดับสูง ในการแปล

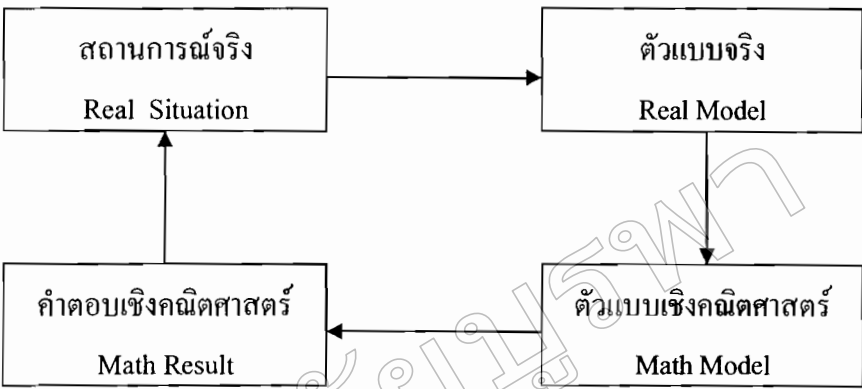
ความหมาย วิเคราะห์ และสังเคราะห์ โดยกระบวนการจะเป็นการผสมผสานของขั้นตอนหลัก 4 ขั้นตอนคือ

1. การสังเกตสถานการณ์จริงที่จะทำการศึกษา เพื่อหาสถานการณ์ที่เป็นปัญหา หรือพฤติกรรมเฉพาะที่สนใจจากสถานการณ์จริงนั้น และหาองค์ประกอบที่สำคัญ (ตัวแปร/ตัวพารามิเตอร์) ซึ่งจะมีผลกระทบต่อสถานการณ์ที่เป็นปัญหา หรือพฤติกรรมเฉพาะที่สนใจนั้น
 2. ทำการคาดเดาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ จากนั้นจึงแปลความหมายของความสัมพันธ์เหล่านั้นออกมาในเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปสู่ตัวแบบของสถานการณ์จริงที่ทำการศึกษา
 3. หาข้อสรุปจากตัวแบบ โดยใช้การประยุกต์ การวิเคราะห์เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม
 4. แปลความหมายของข้อสรุปที่ได้ออกมาในบริบทของสถานการณ์จริงที่อยู่ภายใต้การศึกษาพร้อมทั้งหาออกมาเป็นภาพสรุป
 5. การทดสอบและขัดเกลาตัวแบบ เป็นขั้นตอนที่สามารถเพิ่มเข้าไปในกระบวนการนี้ได้ ถ้าภาพสรุปยังใช้ไม่ได้หรือไม่มีเหตุผลเพียงพอ การขัดเกลาตัวแบบ อาจทำได้โดยการกลับไปสำรวจองค์ประกอบของตัวแบบแล้วทำการปรับตัวแบบ และถ้ามีความจำเป็น ก็เป็นไปได้ที่จะทำการแก้ไขสูตรของตัวแบบใหม่
- สเวทซ์และฮาร์ทเลอร์ได้แสดงขั้นตอนจากข้อความข้างต้นดังแผนภาพที่ 2-2



ภาพที่ 2-2 แสดงการศึกษากระบวนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์จริงของสเวทซ์และฮาร์ทเลอร์

บลูม (Blum, 1993, pp. 3-14) ได้เสนอแนวคิดในการจัดกิจกรรมการแก้ปัญหาจริง ในรูปของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ซึ่งมีการจัดกิจกรรม โดยสรุปได้ดังภาพที่ 2-3



ภาพที่ 2-3 แสดงการศึกษาระบวนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์จริงตามแนวคิดของบลูม

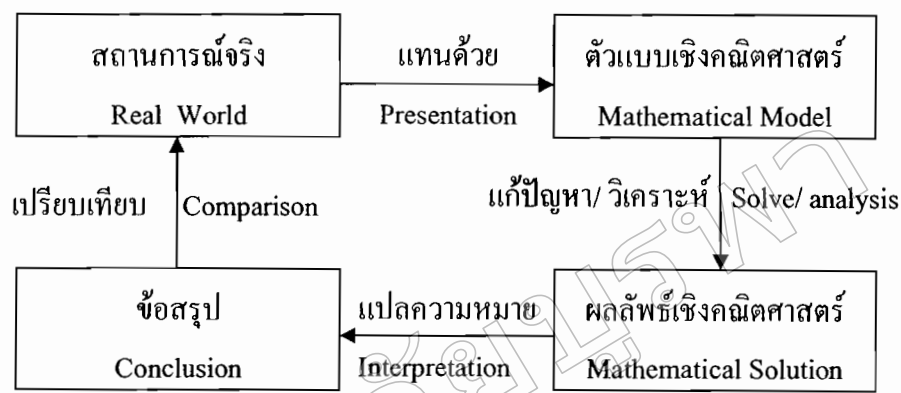
ขั้นตอนที่ 1 สถานการณ์จริง สู่ตัวแบบจริง (Real Situation to Real Model)
กำหนดสถานการณ์จริง โดยใช้สถานการณ์จริงที่ผู้เรียนสามารถพบได้ในชีวิตประจำวัน กำหนดขอบเขตของสถานการณ์สิ่งที่ต้องการศึกษา สิ่งที่ถูกกำหนดขึ้น ในสถานการณ์หรือสิ่งที่เคยทราบมาแล้ว เชื่อมโยงสถานการณ์หรือปัญหาจริงให้อยู่ในรูปของตัวแบบจริงโดยทำการนำเสนอปัญหาจริงด้วยการเลือกใช้สื่อที่เหมาะสมกับปัญหานั้น ๆ

ขั้นตอนที่ 2 ตัวแบบจริง สู่ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Real Model to Math Model)
จากตัวแบบจริงที่ถูกนำเสนอด้วยสื่อในรูปแบบต่าง ๆ เชื่อมโยงให้นักเรียนเห็นภาพที่สามารถเกิดขึ้นได้จากสถานการณ์จริงหรือปัญหาจริง จากนั้นเชื่อมโยงข้อมูลที่ได้จัดให้อยู่ในรูปของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ซึ่งอยู่ในรูปของฟังก์ชัน และกราฟ

ขั้นตอนที่ 3 ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์สู่คำตอบเชิงคณิตศาสตร์ (Math Model to Math Result)
จากการจัดข้อมูลให้อยู่ในรูปตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ซึ่งอยู่ในรูปของฟังก์ชันและกราฟ นักเรียนทำการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้คำตอบทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 4 คำตอบเชิงคณิตศาสตร์สู่สถานการณ์จริง (Math Result to Real Situation)
จากคำตอบทางคณิตศาสตร์ที่ได้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์นำคำตอบมาอธิบายสถานการณ์จริง หรือปัญหาจริงที่กำหนดขึ้นในขั้นตอนแรก ว่าคำตอบเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้สัมพันธ์กับปัญหาจริงอย่างไร

คอมเบอร์ (Comber, 1999, p.1) ได้นำเสนอกระบวนการของการศึกษาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 4 ขั้นตอนดังภาพที่ 2-4



ภาพที่ 2-4 แสดงการศึกษากระบวนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์จริงตามแนวคิดของคอมเบอร์

จากขั้นตอนหลักข้างต้น คอมเบอร์ นำมาใส่รายละเอียด จนได้กระบวนการของการศึกษาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ สำหรับใช้ในชั้นเรียนดังนี้

- 1. ทำการศึกษาสถานการณ์จริง
- 2. พยายามเดาตัวแปรที่สำคัญ
- 3. พัฒนาค้นเป็นตัวอย่างง่าย ๆ โดยการ
 - 3.1 สร้างสมมติฐาน
 - 3.2 สมมติข้อมูล
 - 3.3 สร้างสมการ
- 4. พยายามหา “ผลลัพธ์เชิงคณิตศาสตร์” จากตัวแบบที่พัฒนาขึ้น โดย
 - 4.1 การแก้สมการ
 - 4.2 เขียนกราฟ
- 5. แปลความหมายของผลลัพธ์เชิงคณิตศาสตร์ โดยการตอบคำถาม
 - 5.1 ความหมายของผลลัพธ์เชิงคณิตศาสตร์ ในสถานการณ์จริงคืออะไร
 - 5.2 กราฟบอกอะไรกับเราบ้างเกี่ยวกับสถานการณ์จริง
- 6. เปรียบเทียบข้อสรุปกับสถานการณ์จริง โดยการตอบคำถาม
 - 6.1 ข้อสรุปนั้นมีเหตุผลหรือไม่
 - 6.2 ข้อสรุปนั้นเป็นจริงหรือไม่

6.3 สมมติฐานอะไรที่ทำให้ได้ผลลัพธ์เช่นนั้น

6.4 สมมติฐานนั้นสมเหตุสมผลหรือไม่

โดยการใช้กระบวนการข้างต้น คอมเบอร์กล่าวว่าตัวแบบแรก ๆ อาจยังไม่เป็นจริงมากนัก แต่ก็ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจกระบวนการคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริงนั้นมากขึ้น รวมทั้งมองเห็นว่าตัวแปรทั้งหลายสัมพันธ์กันอย่างไร และตัวแปรใดบ้างที่เป็นตัวแปรที่สำคัญที่สุด จากนั้นพยายามแก้ไขและแปลความหมายผลลัพธ์ที่ได้ นักเรียนจะสามารถสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่อยู่ในรูปทั่วไปและมีความเป็นไปได้จริงเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ

ธีรวัฒน์ นาคะบุตร (2546, หน้า 1 – 3) ได้กล่าวถึง การใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในจำลองสิ่งที่อยู่ในโลกจริงให้เป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่เป็นนามธรรมและใช้กฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์หาคำตอบของตัวแบบเพื่อนำผลที่ได้ไปประยุกต์ใช้เพื่อตอบปัญหาในโลกจริง หรือปัญหาจากสถานการณ์จริง ซึ่งสามารถสรุปได้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา (Identify the real problem)

การทำความเข้าใจปัญหาเป็นขั้นตอนแรกในการสร้างตัวแบบ ต้องวิเคราะห์ให้ทราบว่าปัญหาคืออะไร มีอะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับปัญหา มีคำถามมากมายที่ต้องทำความเข้าใจ โจทย์ปัญหาจากสถานการณ์จริง เช่น ปัญหานี้ต้องการทราบอะไร มีวัตถุประสงค์และเป้าหมายอะไร จะตัดสินใจออกมาอย่างไร แหล่งข้อมูลมาจากไหนเชื่อถือได้หรือไม่ มีคำตอบเป็นแบบเดียวหรือไม่ จำแนกปัญหาว่าเป็นแบบมีคำตอบแน่นอน หรือ ไม่แน่นอน ต้องใช้การสร้างสถานการณ์จำลองหรือไม่

ขั้นที่ 2 สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Formulate a mathematical model)

เป็นขั้นตอนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากปัญหาที่ได้วิเคราะห์หรือทำให้ชัดเจนแล้วในขั้นที่ 1 ทดลองสร้างตัวแบบที่ซับซ้อนน้อยที่สุดก่อน เขียนแผนภาพตามความเหมาะสม เขียนรายการที่เกี่ยวข้อง รวบรวมข้อมูลและทดสอบเนื้อหารายละเอียด อธิบายพฤติกรรมของตัวแปร รวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมถ้าจำเป็น แสดงตัวแปรแต่ละตัวด้วยสัญลักษณ์ที่เหมาะสมพร้อมทั้งกำหนดหน่วย กำหนดข้อสมมติที่ต้องการสร้าง เขียนความสัมพันธ์และสมการของตัวแปรในโจทย์ โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เช่น การเป็นสัดส่วน ความสัมพันธ์เชิงเส้นและไม่เชิงเส้น ความสัมพันธ์จากการทดลอง หลักการ input – output กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน สมการเชิงผลต่างและสมการเชิงอนุพันธ์ เมทริกซ์ ความน่าจะเป็น การกระจายเชิงสถิติ เป็นต้น

ขั้นที่ 3 หาผลลัพธ์ของตัวแบบ (Solve the mathematical model)

การหาคำตอบทางคณิตศาสตร์ของตัวแบบ อาจจะใช้วิธีเกี่ยวกับพีชคณิต หรือใช้วิธีเชิงตัวเลข ใช้แคลคูลัสและกราฟเขียน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ หรือใช้โปรแกรมสำเร็จรูปที่เหมาะสม หาค่าของตัวแปรที่ต้องการ อาจเป็นรูปแบบตารางหรือรูปภาพ

ขั้นที่ 4 แปลความหมายผลลัพธ์ (Interpret the mathematical solutions)

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนการแปลความหมาย และตรวจสอบผลลัพธ์ที่หาได้จากวิธีการเชิงคณิตศาสตร์ เช่น พิจารณาค่าของตัวแปรที่หาได้ ว่ามีเครื่องหมาย และขนาดถูกต้องหรือไม่ มีค่าเพิ่มหรือลดตามที่ควรจะเป็นหรือไม่ พิจารณาค่ามากและค่าน้อยของตัวแปรเพื่อตรวจสอบพฤติกรรมความไวต่อสิ่งกระตุ้น ได้คำตอบที่ดีที่สุดตามที่คาดไว้หรือไม่ หรือต้องเปลี่ยนเงื่อนไขเริ่มต้น

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผลลัพธ์กับข้อมูลจริง (Compare with reality)

ผลลัพธ์ที่ได้สามารถตรวจสอบกับข้อมูลจริงได้หรือไม่ คำตอบเชิงคณิตศาสตร์มีความหมายหรือไม่ การทำนายสอดคล้องกับข้อมูลจริงหรือไม่ ประเมินตัวแบบที่สร้างขึ้นว่าได้ครบตามวัตถุประสงค์หรือไม่ ตัวแบบสามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นอีกหรือไม่ ผลลัพธ์ที่ได้ก่อนหน้านี้ ชี้ให้เห็นว่าต้องคำนวณหาค่าตัวแปรจากตัวแบบที่ปรับปรุงใหม่เพื่อความแม่นยำที่ดีกว่าหรือไม่ ถ้าต้องการทำใหม่ก็ต้องกลับไปเริ่มที่ขั้นที่ 1 หรือถ้าไม่ต้องการก็ให้ไปที่ขั้นที่ 6 ขั้นตอนนี้สำคัญมาก เพราะมีบ่อยครั้งที่ต้องสร้างตัวแบบหลายรอบก่อนที่จะได้ผลเป็นที่น่าพอใจ

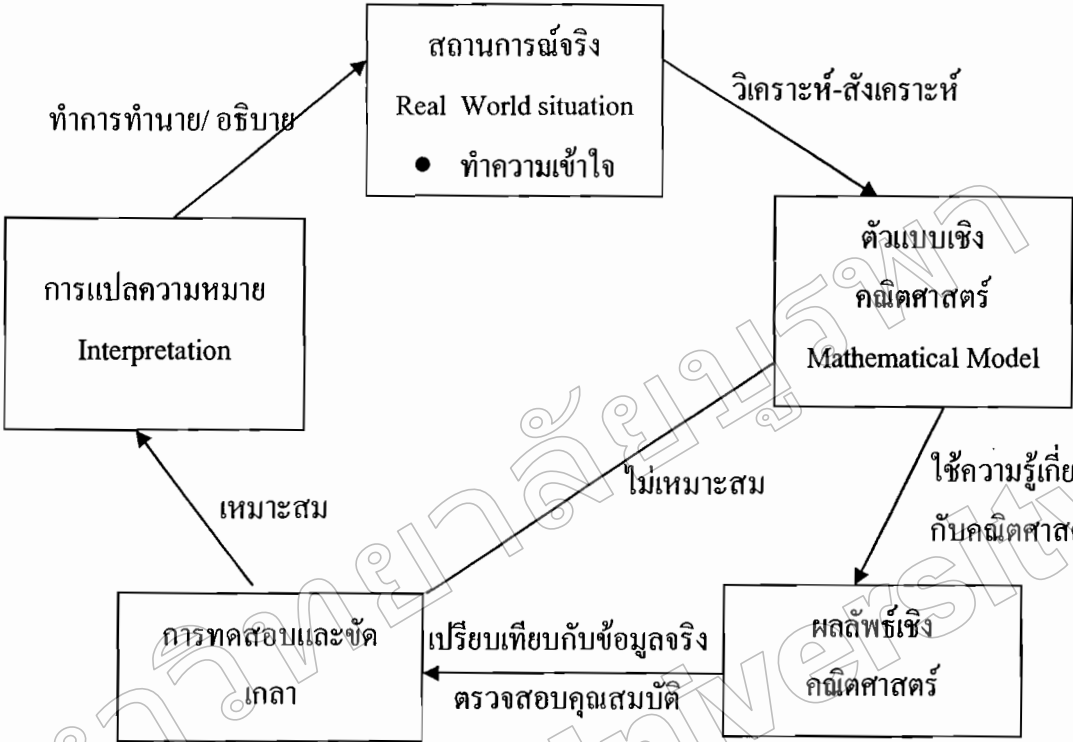
ขั้นที่ 6 เขียนรายงาน (Write a report)

การเขียนรายงานต้องทราบว่าเขียนเพื่อใคร ผู้อ่านต้องการทราบอะไร ต้องการรายละเอียดในรายงานมากน้อยเพียงใด จะสร้างรายงานอย่างไร จึงจะทำให้ลักษณะที่สำคัญชัดเจน และผลที่ต้องทราบปรากฏอยู่ ขั้นตอนนี้อาจจะไม่ต้องทำ ถ้าไม่ทราบว่าเขียนให้ใครอ่าน

สุรสาธ ผาสุก (2546, หน้า 41 – 44) ได้เสนอกระบวนการของการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์จริงประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ 5 ขั้นตอน คือ

1. การทำความเข้าใจสถานการณ์จริง
2. การเชื่อมโยงสถานการณ์จริงไปสู่ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
3. การหาข้อสรุปเชิงคณิตศาสตร์จากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
4. การทดสอบและขัดเกลาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
5. การเชื่อมโยงข้อสรุปเชิงคณิตศาสตร์เชิงคณิตศาสตร์ไปสู่สถานการณ์จริง

ทั้ง 5 ขั้นตอนมีลักษณะเป็นวงจร แสดงดังภาพที่ 2-5

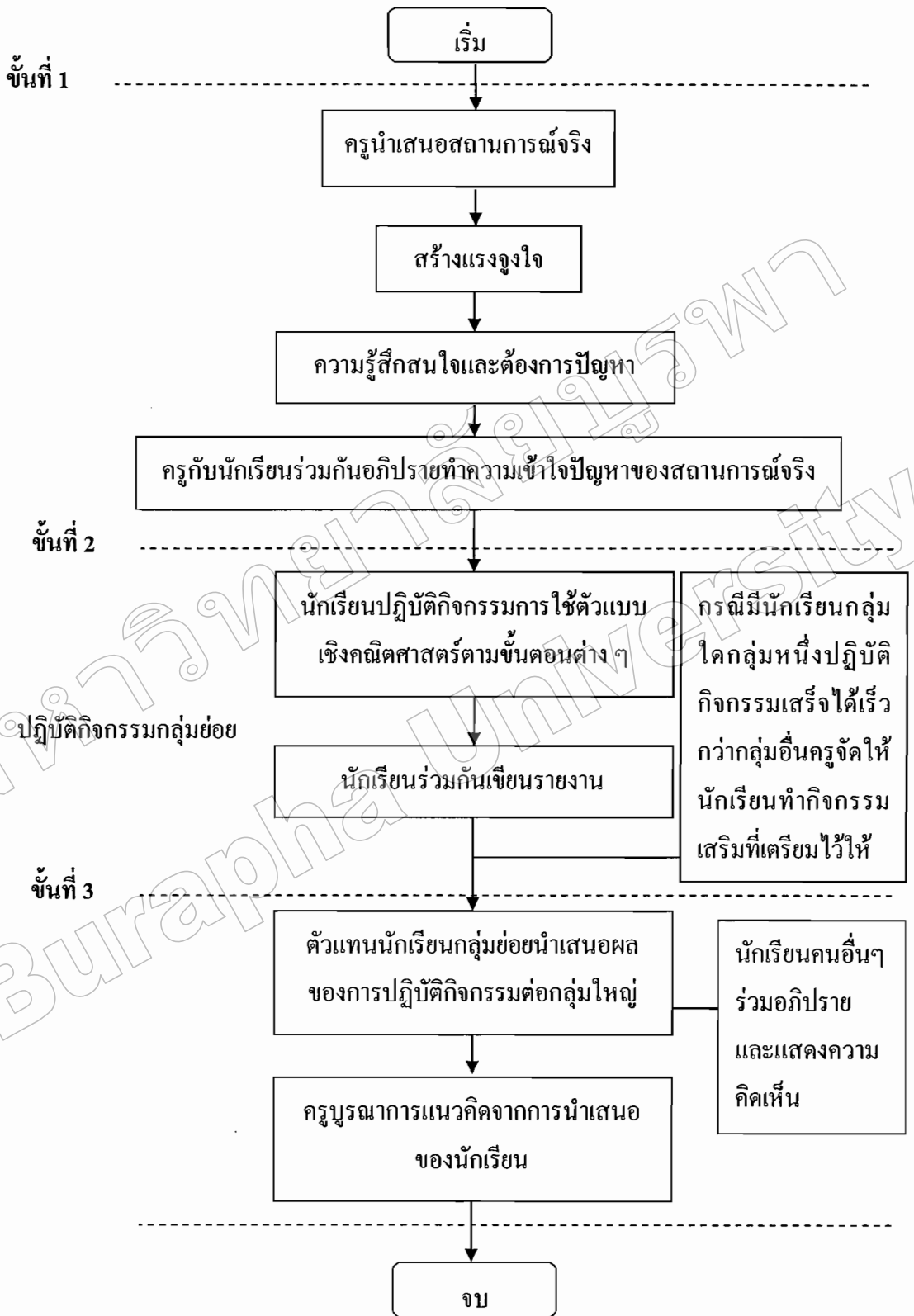


ภาพที่ 2-5 แสดงการศึกษาระบวนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์จริงตามแนวคิดของสุรสาธ ผาสุก

นอกจากนี้สุรสาธ ผาสุก ยังได้เสนอขั้นตอนการจัดกิจกรรมการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนคือ

1. การนำเข้าสู่การปฏิบัติกิจกรรม
2. การปฏิบัติกิจกรรมการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
3. การสรุปผลการปฏิบัติกิจกรรม

ทั้ง 3 ขั้นแสดงดังภาพที่ 2-6



ภาพที่ 2-6 แสดงขั้นตอนการจัดกิจกรรมการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของสุรัสสา ผาสุก

ขั้นที่ 1 การนำเข้าสู่การปฏิบัติกิจกรรม

เป็นการปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่มใหญ่ ประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ดังนี้

1. ครูนำเสนอสถานการณ์จริง
2. ครูสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนเกิดความรู้สึกรักอยากแก้ปัญหา
3. ครูกับนักเรียนร่วมกันอภิปราย ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาของ

สถานการณ์จริง

4. ครูจัดนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย 4 คน ประกอบด้วยนักเรียนที่มีพื้นความรู้คณิตศาสตร์ในระดับต่ำและในระดับสูงอย่างละ 1 คน และในระดับปานกลาง 2 คน

ขั้นที่ 2 การปฏิบัติกิจกรรมการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

เป็นการปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่มย่อย นักเรียนสามารถเลือกใช้วิธีการปฏิบัติกิจกรรมในลักษณะต่าง ๆ อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างผสมผสานกันดังต่อไปนี้

1. ภายในกลุ่มย่อย นักเรียนทำการศึกษาเป็นรายบุคคลก่อน โดยใช้เวลาสั้น ๆ จากนั้นจึงมาอภิปรายร่วมกันเพื่อหาข้อสรุป

2. ภายในกลุ่มย่อย แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มเล็ก 2 คนทำการศึกษาร่วมกัน โดยใช้เวลาสั้น ๆ จากนั้นจึงมาอภิปรายร่วมกันเพื่อหาข้อสรุป

3. ภายในกลุ่มย่อย นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุป

เมื่อนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนต่าง ๆ ครบถ้วนแล้วให้นักเรียนในกลุ่มย่อยร่วมกันเขียนเรียบเรียงออกมาเป็นรายงานของกลุ่ม

บทบาทของครู ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมเป็นกลุ่มย่อยนั้นครูจะทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก หมุนเวียนไปสังเกตการทำกิจกรรมของแต่ละกลุ่ม ให้คำแนะนำในกรณีจำเป็น หรือถ้าจำเป็นอาจต้องใช้การกระตุ้นหากเห็นว่าการอภิปรายในกลุ่มใดหยุดชะงักไม่สามารถดำเนินต่อไปได้ และกรณีมีนักเรียนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง ปฏิบัติกิจกรรมเสร็จได้เร็วกว่ากลุ่มอื่น ครูจัดให้นักเรียนทำกิจกรรมเสริมอย่างใดอย่างหนึ่งที่ได้จัดเตรียมไว้ ดังต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนทบทวนกิจกรรมในแต่ละขั้นที่ได้ทำไปแล้วใหม่ โดยเฉพาะตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ว่าเหมาะกับข้อมูลที่มีอยู่ในสถานการณ์จริงนั้นแล้วหรือยัง
2. ให้ศึกษาประเด็นปัญหาเพิ่มเติมที่ครูจัดเตรียมไว้ ซึ่งเป็นประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริงที่กำหนดให้

ขั้นที่ 3 การสรุปผลการปฏิบัติกิจกรรมเป็นการปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่มใหญ่ ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอผลของการปฏิบัติกิจกรรม โดยพยายามให้ทุก ๆ กลุ่มได้นำเสนอผลของการปฏิบัติกิจกรรมให้ครบถ้วนถ้าเวลาไม่เพียงพอ แต่หากมีเวลาจำกัดให้นำเสนอเฉพาะกลุ่มที่มีผลของการปฏิบัติกิจกรรมคล้ายคลึงกัน ที่เหลือให้แสดงความคิดเห็นหรือเพิ่มเติมในประเด็นปลีกย่อยที่แตกต่างออกไป ในระหว่างการนำเสนอของตัวแทนกลุ่มย่อยนักเรียนคนอื่น ๆ ร่วมอภิปรายและแสดงความคิดเห็น ครูทำหน้าที่บูรณาการแนวคิดจากการนำเสนอของนักเรียนกลุ่มย่อยและจากการอภิปรายแสดงความคิดเห็นของนักเรียนสรุปให้ชัดเจนในแต่ละขั้นตอน

เวชฤทธิ์ อังกะนัทรขจร (2551, หน้า 74 – 75) ได้เสนอรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวการสอนแบบการสอนแนะให้รู้จัก โดยรูปแบบปฏิบัติการการเรียนรู้แบ่งเป็น 4 ขั้นตอน คือ ขั้นนำเสนอปัญหา ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล ขั้นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และขั้นการบูรณาการแนวคิดและเชื่อมโยงไปสู่ชีวิตจริง ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอปัญหา เป็นการปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่มใหญ่ทั้งชั้นเรียน ประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ดังนี้

1. ครูสร้างความสนใจสถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมเพื่อให้ นักเรียนตระหนักถึงปัญหาและโน้มน้าวให้นักเรียนมีความรู้สึกรักอยากแก้ปัญหา
2. ครูนำเสนอปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมจากนั้น นักเรียนร่วมกันอภิปราย ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา โดยมีครูเป็นผู้กระตุ้นผ่านคำถามที่ น่าสนใจ

ขั้นที่ 2 ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล เป็นการปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่มย่อย โดยมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์เพื่อหาคำตอบของปัญหาโดยวิเคราะห์ถึงวิธีการที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล หรือวิธีการที่จะนำข้อมูลที่มีอยู่มาใช้โดยอาศัยพื้นฐานความรู้เดิม
2. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 4 – 6 คน จากนั้นครูชี้แจงให้นักเรียน เข้าใจถึงวิธีการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย
3. นักเรียนสร้างความรู้เองด้วยความเข้าใจจากการเก็บรวบรวมข้อมูลตาม สถานการณ์/ ปัญหาหรือวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์/ ปัญหาเพื่อนำมาอภิปรายหาคำตอบภายใน กลุ่มของตนเอง

4. ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกและประเมินนักเรียนระหว่างนักเรียนปฏิบัติกิจกรรม หมุนเวียนสังเกตการทำกิจกรรมของแต่ละกลุ่ม ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น พร้อมทั้งใช้คำถามกระตุ้นตามกลุ่มต่าง ๆ เพื่อให้เกิดการอภิปรายด้วยเหตุผล

ขั้นที่ 3 ขั้นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ เป็นการปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่มใหญ่ โดยมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. นักเรียนในกลุ่มย่อยแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมานำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมพร้อมทั้งเหตุผลที่ใช้ของกลุ่มตนเอง ครั้งละ 2-3 กลุ่ม

2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น จากนั้นครูและเพื่อนร่วมกันถามให้นักเรียนได้แสดงความคิดหรือเหตุผลที่ใช้ เพื่อให้เกิดการแสดงผลที่ครอบคลุมและสมบูรณ์ที่สุด รวมทั้งเป็นการประเมินการคิดของนักเรียนด้วย

ขั้นที่ 4 ขั้นการบูรณาการแนวคิดและเชื่อมโยงไปสู่ชีวิตจริง เป็นการปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่มใหญ่ โดยมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อบูรณาการแนวคิดและเหตุผลที่ใช้จากการนำเสนอของนักเรียนแต่ละกลุ่มย่อย โดยครูเป็นผู้ใช้คำถามทำให้เกิดการอภิปราย จากนั้นนักเรียนช่วยกันขยายแนวคิดเพื่อเชื่อมโยงไปสู่สถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม และสรุปเป็นประเด็นให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

2. ครูมอบหมายงานเพื่อตรวจสอบและติดตามผลการเรียนรู้

บทบาทของครู ครูเน้นให้นักเรียนสร้างความรู้เองด้วยความเข้าใจผ่านทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยง ครูคัดเลือกสถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม จากแหล่งต่าง ๆ เช่น สื่อสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ หนังสือ หรืออินเทอร์เน็ต และเป็นสถานการณ์ที่น่าสนใจและอยู่ในความสนใจ ครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดและแก้ปัญหาให้มีการอภิปรายเพื่อหาคำตอบ ชักถามเพื่อให้นักเรียนให้เหตุผลบ่อย ๆ เพื่อสร้างความเข้าใจและตระหนักถึงความสำคัญของการให้เหตุผล จัดบรรยากาศในชั้นเรียนให้เป็นกันเอง ส่งเสริมให้นักเรียนมีอิสระในการคิดและแสดงความคิดเห็นในเนื้อหาที่เรียน จัดเตรียมสื่ออุปกรณ์เพื่อช่วยในการเรียนรู้ คอยอำนวยความสะดวกและให้คำแนะนำกรณีจำเป็น อีกทั้งครูประเมินการคิดของนักเรียนตลอดเวลาที่ปฏิบัติกิจกรรม

บทบาทของนักเรียน นักเรียนมีโอกาสตั้งคำถาม ลงมือเก็บรวบรวมข้อมูล นำเสนอข้อมูลวิเคราะห์ข้อมูล อภิปรายเพื่อหาข้อสรุป ลงมือปฏิบัติเป็นกลุ่มใหญ่ทั้งชั้นเรียน กลุ่มย่อย และรายบุคคล มีการคิดด้วยตนเอง การอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และนำเสนอผลงาน

สรุปแนวคิดที่นำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ภาควัตถุศาสตร์ ที่เน้นพัฒนาการกระบวนการเรียนรู้และทักษะสำหรับชีวิตจริง โดยการเชื่อมโยงเนื้อหาเคมีศาสตร์สู่

สถานการณ์ในโลกจริง ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมโดยเริ่มตั้งแต่การจัดการเรียนรู้พื้นฐานของภาคตัดกรวย ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง วงกลม พาราโบลา วงรี และไฮเพอร์โบลา เพื่อนำมาใช้เป็นตัวแบบสำหรับการแก้ปัญหาจากสถานการณ์จริงต่อไป โดยมีการสอดแทรกกิจกรรมต่าง ๆ ที่เชื่อมโยงกับสถานการณ์จริงในกิจกรรมการเรียนรู้

ในส่วนของกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหาจากสถานการณ์จริง ผู้วิจัยได้สรุปแนวคิดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์จริง เป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอปัญหาจากสถานการณ์จริง มีขั้นตอน ดังนี้

1. ครูสร้างความสนใจสถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับภาคตัดกรวย โดยยกตัวอย่างของภาคตัดกรวยที่พบในชีวิตจริง เพื่อให้นักเรียนตระหนักเห็นความสำคัญและความเชื่อมโยงของภาคตัดกรวยกับโลกจริง

2. ครูนำเสนอปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตจริง ที่ต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับภาคตัดกรวยมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายหาแนวทางในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นทำความเข้าใจปัญหาจากสถานการณ์จริง เป็นการปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่มย่อย โดยมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 3 – 4 คน แล้วให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์เพื่อหาคำตอบของปัญหา โดยวิเคราะห์สิ่งที่ต้องการศึกษา สิ่งที่ถูกกำหนดขึ้นในสถานการณ์ และวิธีการที่จะใช้ในการแก้ปัญหา

2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อแสดงถึงความเข้าใจจากการศึกษาปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด และวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์เพื่อนำมาอภิปรายหาข้อสรุปถึงวิธีการแก้ปัญหาภายในกลุ่ม

3. ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกและประเมินนักเรียนระหว่างนักเรียนปฏิบัติกิจกรรม โดยคอยสังเกตการทำกิจกรรมของแต่ละกลุ่ม ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น พร้อมทั้งใช้คำถามกระตุ้นตามกลุ่มต่าง ๆ เพื่อให้เกิดการอภิปรายด้วยเหตุผล

ขั้นที่ 3 ขั้นการเชื่อมโยงปัญหาจากสถานการณ์จริงสู่ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ มีขั้นตอน ดังนี้

1. นักเรียนนำข้อสรุปที่ได้จากการอภิปรายร่วมกันมาหาวิธีการแก้ปัญหา โดยสร้างสมมติฐานจากข้อมูลที่ได้ แล้วเปลี่ยนสมมติฐานให้อยู่ในรูปของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของฟังก์ชัน สมการ หรือ กราฟ

2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อหาคำตอบจากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นและช่วยกันตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้

3. ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกและประเมิณนักเรียนระหว่างนักเรียนปฏิบัติกิจกรรม โดยคอยสังเกตการทำกิจกรรมของแต่ละกลุ่ม ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น พร้อมทั้งใช้คำถามกระตุ้นตามกลุ่มต่างๆ เพื่อให้เกิดการอภิปรายด้วยเหตุผล

ขั้นที่ 4 ขั้นการเชื่อมโยงข้อสรุปเชิงคณิตศาสตร์เชิงคณิตศาสตร์ไปสู่สถานการณ์จริง มีขั้นตอน ดังนี้

1. นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความหมายของผลลัพธ์เชิงคณิตศาสตร์ที่ได้ในสถานการณ์จริงคืออะไร คำตอบที่ได้บอกอะไรบ้างเกี่ยวกับสถานการณ์จริง แล้วสรุปคำตอบจากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

2. นักเรียนร่วมกันนำคำตอบที่ได้มาอธิบายสถานการณ์จริง ที่กำหนดให้ ว่าคำตอบเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้สัมพันธ์กับปัญหาจริงอย่างไร

3. ครูเป็นผู้คอยสังเกตการทำกิจกรรมของแต่ละกลุ่ม ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น พร้อมทั้งใช้คำถามกระตุ้นตามกลุ่มต่างๆ เพื่อให้เกิดการอภิปรายด้วยเหตุผล

ขั้นที่ 5 ขั้นสรุปแนวคิดและเชื่อมโยงสู่ชีวิตจริง เป็นการปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่มใหญ่ โดยมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. นักเรียนในกลุ่มย่อยแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมานำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมพร้อมทั้งเหตุผลที่ใช้ของกลุ่มตนเอง ครั้งละ 2-3 กลุ่ม โดยครูคอยจดประเด็นที่นักเรียนนำเสนอ เพื่อเป็นข้อมูลในการสนทนาหลังจบการนำเสนอ

2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น จากนั้นครูและเพื่อนร่วมชั้นถามให้นักเรียนได้แสดงความคิดหรือเหตุผลที่ใช้ เพื่อให้เกิดการแสดงผลที่ครอบคลุมและสมบูรณ์ที่สุด รวมทั้งเป็นการประเมินการคิดของนักเรียน

3. ครูนำสนทนาเพื่อให้นักเรียนช่วยกันขยายแนวคิดเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การแก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริงโดยใช้ความรู้เรื่อง ภาคตัดกรวย และสรุปเป็นประเด็นให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

4. ครูมอบหมายงานเพื่อตรวจสอบความเข้าใจและติดตามผลการเรียนรู้

2.3 งานวิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหาจากสถานการณ์จริง

งานวิจัยต่างประเทศ

แวงและยี่ (Wang & Ye, 2000, pp. 124 - 125) ได้ร่วมกันศึกษาเกี่ยวกับกิจกรรมการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นในประเทศสาธารณประชาธิปไตยประชาชนจีน โดยการนำเสนอกิจกรรมการแข่งขันในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กิจกรรมแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ

1. ให้ปัญหาประยุกต์ทางคณิตศาสตร์ที่เป็นปัญหาปลายเปิดกับนักเรียน โดยใช้เวลา 3 วันในการแก้ปัญหา นักเรียนสามารถนำปัญหากลับไปศึกษาที่บ้าน ใช้เครื่องมือและเอกสารอ้างอิงต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาได้ ซึ่งในการดำเนินการดังกล่าว แวงและยี่พบว่านักเรียนสนุกสนานกับปัญหาชนิดนี้มาก
2. ให้นักเรียนเขียนปัญหาจากชีวิตจริงของนักเรียนที่ต้องการค้นหาคำตอบ จากนั้นจึงให้นักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ความรู้จากวิชาอื่น ๆ ตลอดจนวิธีการต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา

คุน ยุง วอง (Khoon Yoong Wong, 2002) ได้ศึกษาถึงการพัฒนาการเรียนการสอนชั้นเรียนเพื่อรองรับครูผู้สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาช่วงอายุ 12-14 ปี การออกแบบชั้นเรียนมุ่งเน้นให้มีการประยุกต์การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เข้ากับการแก้ปัญหาด้านวิทยาศาสตร์จากประสบการณ์ของชาวบรูไน เนื้อหาที่บรรจุในชั้นเรียนมุ่งเน้นให้เกิดความรู้ทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ บทเรียนทางคณิตศาสตร์ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษา เนื้อหาส่วนใหญ่จะเป็นการยกตัวอย่างจากแบบฝึกหัดแนวความคิดของนักเรียน การอภิปรายร่วมกันจากการสอน ผลจากการศึกษาพบว่านักเรียนสามารถเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ ทักษะการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์บทเรียนทางคณิตศาสตร์ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ทำให้มองเห็นว่า เมื่อเลือกใช้ตัวแบบหรือวิธีการแก้ปัญหาก็แตกต่างกัน จะทำให้ทราบถึงพื้นฐานทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ดีเมื่อนักเรียนมีพื้นฐานทางการเรียนที่ดีจะทำให้นักเรียนเปิดรับสิ่งที่สนับสนุนการสอนนักเรียนจะสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง

งานวิจัยในประเทศ

สุรสาธ ฬาสุก (2546, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสามารถและการคิดเกี่ยวกับการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และผลในด้านเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนทิววิภากร กรุงเทพมหานคร จำนวน 32 คน ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ใช้เวลาในการทดลอง 42 ชั่วโมง เป็นกิจกรรมปูพื้นฐาน 6 ชั่วโมง และปฏิบัติกิจกรรมการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ 36 ชั่วโมง ผลการวิจัย พบว่านักเรียนมีความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ สำหรับความสามารถ

และการคิดในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์นักเรียนกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายสามารถวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาและสังเคราะห์ความรู้ที่เกี่ยวข้องมาสร้างตัวแบบที่เป็นฟังก์ชันเชิงเส้นและเอกซ์โพเนนเชียล ได้ดีคิดหาข้อสรุปจากตัวแบบในรูปฟังก์ชันและทดสอบความเหมาะสมของตัวแบบได้แต่การคิดเชื่อมโยงข้อสรุปจากตัวแบบในรูปฟังก์ชันและทดสอบความเหมาะสมของตัวแบบได้แต่การคิดเชื่อมโยงข้อสรุปเชิงคณิตศาสตร์ไปสู่สถานการณ์จริงยังทำได้ไม่ดีนัก

อนันตนิจ โพธิ์ถาวร (2547, หน้า 95 - 97) ได้ศึกษาผลของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในโลกจริงที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจต่อสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2547 โรงเรียนกลาง จังหวัดภูเก็ต จำนวน 88 คน แบ่งเป็นนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในโลกจริงจำนวน 46 คน และกลุ่มควบคุมที่เรียน โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติจำนวน 42 คน ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในโลกจริงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ สูงกว่าร้อยละ 50
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในโลกจริงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียน โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05
3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในโลกจริงมีความพึงพอใจต่อสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ทุกด้านในระดับมาก คือ ด้านการมีส่วนร่วม ด้านสัมพันธไมตรีด้านการสนับสนุนจากครูด้านเป้าหมายการทำงาน ด้านความเป็นระเบียบในชั้นเรียน ด้านการชี้แจงกฎระเบียบและด้านความพึงพอใจในการทำงาน

สุภัตตรา เพียงสูงเนิน (2549, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องพาราโบลาโดยใช้ปัญหาจริง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสูงเนิน อำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครราชสีมาเขต 4 ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบเจาะจง จากนักเรียนที่เลือกเรียนสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ภาคเรียนที่ 2 ประจำปีการศึกษา 2549 จำนวน 51 คน เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูล คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง พาราโบลา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง พาราโบลาโดยใช้ปัญหาจริงสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ตามที่กำหนดไว้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะและกระบวนการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

3.1 ความหมายของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการเชื่อมโยงไว้ต่าง ๆ กัน ดังต่อไปนี้

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (The National Council of Teachers of Mathematics, 1991, p. 102) ได้ให้ความหมายของการเชื่อมโยงไว้ว่า คือ การผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องกันให้รวมเป็นองค์ประกอบเดียวกัน

เคนเนดี และทิปส์ (Kennedy & Tipps, 1994, pp. 194-198) ได้กล่าวถึงการเชื่อมโยงว่าเป็นการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรมแทนแนวคิดต่าง ๆ เช่น รูปภาพ แผนภาพ สัญลักษณ์ คำหรือข้อความ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

อัมพร ม้าคะนอง (2547, หน้า 101) กล่าวถึงการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นความสามารถของผู้เรียนในการสัมพันธ์ความรู้หรือปัญหาคณิตศาสตร์ที่เรียนมา กับความรู้ปัญหา หรือสถานการณ์อื่นที่ตนเองพบ

ไพรัชทิพย์ วัชรสวัสดิ์ (2547, หน้า 9) กล่าวว่า การเชื่อมโยง เป็นกระบวนการสร้างความสัมพันธ์ทั้งระหว่างสิ่งของ คน หรือแนวคิด ซึ่งการเชื่อมโยงแนวคิดเป็นกระบวนการทางปัญญาในการนำสิ่งต่าง ๆ เช่นความรู้ ประสบการณ์ หรือเหตุการณ์ ตั้งแต่ 2 อย่างขึ้นไปมาเกี่ยวข้อง หรือสัมพันธ์กัน

อนนก พุทธิเดช (2548, หน้า 43) การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หมายถึง กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่นำความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่เดิมและประสบการณ์ที่มีมา ผสมผสานหรือมาสัมพันธ์กันทำให้เกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ โดยแบ่งเป็นการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง

รัชดา ยাত্রา (2549, หน้า 19) การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นการเชื่อมโยงภายในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ด้วยกัน และระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับวิชาอื่น ๆ เพื่อนำไปใช้ในการเรียนรู้อย่างมีความหมายและให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือสามารถนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในสภาพชีวิตจริงได้

สุรางคณา ยาหิ (2549, หน้า 43) การการเชื่อมโยง หมายถึง การบูรณาการความคิดทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกันให้เป็นองค์รวมซึ่งอาจเป็นการเชื่อมโยงภายในวิชาหรือการเชื่อมโยงกับวิชาอื่น ๆ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

บุญญา แซ่หล่อ (2550, หน้า 12) การเชื่อมโยง หมายถึง การเชื่อมความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ โดยมีแกนกลาง เช่น หัวข้อ ความคิดรวบยอด สถานการณ์เกี่ยวกับเนื้อหาเป็นตัวเชื่อม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551, หน้า 98 - 99) ได้กล่าวถึง การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ว่า เป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการนำความรู้ เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์ มาสร้างความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผลระหว่างความรู้และทักษะและกระบวนการที่มีในเนื้อหาคณิตศาสตร์ กับงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาและการเรียนรู้แนวคิดใหม่ที่ซับซ้อนหรือสมบูรณ์ขึ้น

กัลยา พันปี (2551, หน้า 37) การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การนำความรู้ เนื้อหาสาระ และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาสัมพันธ์กับความรู้หรือแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่หรือช่วยในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดขึ้น ซึ่งแบ่งเป็น การเชื่อมโยงความรู้ภายในวิชาคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงความรู้ระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับวิชาอื่น และการเชื่อมโยงความรู้วิชาคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ซึ่งจะช่วยให้การเรียนรู้เกิดความหมาย

กฤษณา ไสยาศรี (2551, หน้า 38) ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การที่ผู้เรียนสามารถนำ เนื้อหาภายในวิชาคณิตศาสตร์ เนื้อหาระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับวิชาอื่น และเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ในชีวิตจริง ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้

ปิยนุช หามนตรี (2551, หน้า 43) การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การนำความรู้ เนื้อหาสาระ และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาสัมพันธ์กับความรู้หรือแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่หรือช่วยในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดขึ้น ซึ่งแบ่งเป็นการเชื่อมโยงความรู้ภายในวิชาคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงความรู้ระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับวิชาอื่น และการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

รุ่งอรุณ เรืองเดช (2551, หน้า 9) การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่นำความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่เดิมและประสบการณ์ที่มีมาผสมผสานหรือมาสัมพันธ์กันทำให้เกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ โดยแบ่งเป็นการเชื่อมโยงระหว่างความรู้คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์กับชีวิตจริง

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนนำความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้ และการแก้ปัญหาต่าง ๆ ทั้งในเนื้อหาวิชาและปัญหาในชีวิตจริงได้อย่างมีความหมาย

3.2 ความสำคัญของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความสำคัญของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (The National of Teachers of Mathematics, 1989, p. 84) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างความคิดรวบยอดในศาสตร์ต่าง ๆ จะทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย การเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ไม่จำเป็นว่า ความคิดรวบยอดจะต้องแยกจากความคิดรวบยอดในวิชาอื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็นวิชาคณิตศาสตร์ หรือสังคมศึกษา การสอนที่สัมพันธ์เชื่อมโยงความคิดรวบยอดจากหลาย ๆ สาขาวิชาเข้าด้วยกัน มีประโยชน์หลายอย่าง ที่สำคัญที่สุด คือ ช่วยให้เกิดการถ่ายโอนการเรียนรู้ (Transfer of learning) ระหว่างสิ่งที่เรียนรู้เข้ากับชีวิตจริง ได้ ซึ่งจะทำให้นักเรียนเข้าใจว่าสิ่งที่ตนเรียนมีประโยชน์หรือพร้อมที่จะนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้

เคนเนดี และทิปส์ (Kennedy & Tipps, 1994, p.194) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญ นักเรียนจะต้องรู้จักสร้างการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่เรียนรู้กับชีวิตจริงได้แก่รูปภาพ แผนภาพ สัญลักษณ์และมโนคติ กับกระบวนการรวมเนื้อหา และวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน และจะต้องรู้จักสร้างการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง

บลาสคอฟ และชาซัน (Blaskopf & Chazan, 2001, p.625) กล่าวว่าตัวอย่างของการเชื่อมโยงช่วยให้นักเรียนตระหนักว่าคณิตศาสตร์เป็นจริง มีความหมายและมีประโยชน์สำหรับทุกคน การเชื่อมโยงภายในคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจและเห็นคุณค่าในคณิตศาสตร์มากขึ้น

กรมวิชาการ (2545, หน้า 203) กล่าวถึงประโยชน์ของทักษะการเชื่อมโยงว่า มีการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในวิชาชีพบางอย่างโดยตรง เช่น การตัดเย็บเสื้อผ้า งานคหกรรม เกี่ยวกับอาหาร งานเกษตร งานออกแบบสร้างหีบห่อบรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ รวมถึงการนำคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับชีวิตความเป็นอยู่ประจำวัน เช่น การซื้อขาย การชั่ง ตวง วัด การคำนวณระยะทางและเวลาที่ใช้ในการเดินทาง การวางแผนในการออมเงินไว้ใช้ในชว่บั้นปลายของชีวิต

อัมพร ม้าคะนอง (2547, หน้า 101) กล่าวว่า การเชื่อมโยงมีความสำคัญและจำเป็นสำหรับการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย เนื่องจากการเชื่อมโยงจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ที่เรียนในห้องเรียน ได้ดีขึ้น และมองเห็นความสำคัญของคณิตศาสตร์ในแง่ของการเป็นเครื่องมือที่เป็นประโยชน์ที่สามารถนำไปใช้กับศาสตร์สาขาอื่นได้

โพธิ์ทิพย์ วัชรระสวัสดิ์ (2547, หน้า 10) การเชื่อมโยงมีความสำคัญในฐานะที่เป็นกระบวนการซึ่งผู้เรียนใช้เป็นเครื่องมือในการบูรณาการความรู้ระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์กับ

คณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง การเชื่อมโยงเป็นสื่อกลางที่จะทำให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่มีอยู่มาใช้ในการแก้ปัญหาได้ การเชื่อมโยงเปรียบเสมือนสะพานที่จะนำผู้เรียนไปพบกับความสำเร็จทั้งด้านการเพิ่มพูนความรู้และการแก้ปัญหา โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาวิชาชีพหรือปัญหาในชีวิตจริงที่ต้องอาศัยความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ ความสามารถหรือความชำนาญในการเชื่อมโยงจะช่วยให้การแก้ปัญหามีความยากหรือซับซ้อนประสบผลสำเร็จได้

สุรางคนา ยาหิ (2549, หน้า 45 - 46) คณิตศาสตร์มีการเชื่อมโยงกับศาสตร์ต่าง ๆ ในโลกยุคปัจจุบันมากมาย ครูจึงเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการจัดการเรียนการสอนที่ทำให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงอย่างสม่ำเสมอ โดยครูอาจเริ่มจากการเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้เดิมที่มีอยู่กับเนื้อหาความรู้ในเรื่องใหม่ ให้นักเรียนแสดงความสัมพันธ์กันระหว่างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เพื่อให้เกิดการบูรณาการทางคณิตศาสตร์และมองเห็นคณิตศาสตร์ในภาพรวม แล้วจึงพัฒนาการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไปสู่ศาสตร์วิชาต่าง ๆ และนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวัน

นิตยา วงศ์แสน (2551, หน้า 24) การเชื่อมโยงมีความสำคัญต่อผู้เรียนในชั้นเรียนคณิตศาสตร์เป็นอย่างมาก มีส่วนช่วยให้ผู้เรียนมีความชัดเจนในความคิดและเกิดความเข้าใจลึกซึ้งกับสิ่งที่เรียนมากขึ้น

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ช่วยให้ผู้เรียนได้ตระหนักเห็นถึงคุณค่าของคณิตศาสตร์ในแง่ของการเป็นเครื่องมือที่สำคัญที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ทั้งในเนื้อหาวิชา และปัญหาของสถานการณ์ในชีวิตจริง การเชื่อมโยง จึงเป็นเครื่องมือที่ทำให้เกิดการเรียนรู้แบบบูรณาการอย่างแท้จริง

3.3 ลักษณะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์นั้นมีหลายรูปแบบแตกต่างกันตามทัศนคติของนักการศึกษา ในที่นี้ขอสรุปลักษณะการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ เป็น 2 ลักษณะ ตามที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551, หน้า 99 - 114) ได้แบ่งไว้ ดังนี้

3.3.1 การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์

การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ เป็นการนำความรู้และทักษะ และกระบวนการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผล ทำให้สามารถแก้ปัญหาได้หลากหลายวิธีหรือกระทัดรัดขึ้น และทำให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีความหมายสำหรับนักเรียนมากยิ่งขึ้น ตัวอย่างการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ เช่น การเชื่อมโยงสาระจำนวนกับพีชคณิต การเชื่อมโยงสาระเรขาคณิตกับพีชคณิต การเชื่อมโยงสาระจำนวนกับการวิเคราะห์ข้อมูล การเชื่อมโยงสาระการวัด เรขาคณิต และพีชคณิต การเชื่อมโยงสาระ

ทางคณิตศาสตร์กับการนำไปใช้ในชีวิต รวมไปถึงการเชื่อมโยงด้านวิธีการทางคณิตศาสตร์ เช่น การแก้ปัญหาโดยนำวิธีการเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิตมาใช้ในการหาพื้นที่ของรูปเรขาคณิต การแก้ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่โดยวิธีการวิเคราะห์จากกราฟ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ โดยวิธีการเขียนสมการ การทำแบบจำลองสิ่งต่าง ๆ โดยใช้วิธีการย่อส่วนหรือขยายส่วน เป็นต้น

3.3.2 การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ เป็นการนำความรู้และทักษะ/กระบวนการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผลกับเนื้อหาและความรู้ของศาสตร์อื่น ๆ เช่น วิทยาศาสตร์ ดาราศาสตร์ พันธุกรรมศาสตร์ จิตวิทยา และเศรษฐศาสตร์ เป็นต้น ทำให้การเรียนคณิตศาสตร์น่าสนใจ มีความหมาย และนักเรียนเห็นความสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์ ตัวอย่างต่อไปนี้ แสดงถึงวิธีที่ครูจะสร้างการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์ต่าง ๆ และสังคมนาด้วย การให้นักเรียนทำโครงการที่บางโครงการอาจให้ทำร่วมกันทั้งชั้นรายบุคคล หรือทำโดยกลุ่มย่อย (Kennedy & Tipps, 1944, pp. 194-198) ดังนี้

1. คณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์ เช่น การจดบันทึกอุณหภูมิ ความเร็วลม แรงดันอากาศ การส่งมนุษย์ไปดวงจันทร์ การโคจรของดาวเคราะห์ การกำหนดมาตราส่วน และการสร้างแบบจำลองของระบบสุริยะจักรวาล
2. คณิตศาสตร์กับสังคมศาสตร์ เช่น นาฬิกาและนาฬิกาทราย การสร้างพีระมิดในอียิปต์ ศึกษาการออกแบบพรม ด้วยขามและตะกร้าที่ใช้หลักการสมมาตร และทรงลูกบาศก์ของชาวอินเดียแดงทางตะวันตกเฉียงใต้ของสหรัฐ การแยกประเภทของอาชีพต่าง ๆ เป็นอาชีพที่มีเครื่องแบบและไม่มีเครื่องแบบ เช่น นักวิจัย ผู้ให้บริการคนงานโรงงาน ทหาร และปลูสดัว การเปรียบเทียบส่วนที่สูงที่สุดและต่ำที่สุด เช่น จุดที่สูงที่สุดของพื้นโลกกับจุดที่ต่ำที่สุดของกันทะเล
3. คณิตศาสตร์กับศิลปะ เช่น การวัดกระดาษเพื่อติดขอบผนัง การกำหนดมาตราส่วนฉากละครในชั้นเรียน วัดและเตรียมกระดาษสร้างฉาก การวาดภาพทิวทัศน์ต่าง ๆ
4. คณิตศาสตร์กับสุขศึกษา เช่น การวัดความสูงของนักเรียน การบันทึกผลในรูปตารางและกราฟการหาปริมาณแคลอรีจากการอ่านฉลากข้อมูลโภชนาการข้างกล่องผลิตภัณฑ์ การวัดระดับคอเลสเทอรอล
5. คณิตศาสตร์กับการอ่าน และศิลปะทางภาษา เช่น การหารูปแบบของคำ การแยกประเภทของคำการวิจัยรากศัพท์ของภาษาคณิตศาสตร์ การวิจัยและเขียนเรื่องราวของนักคณิตศาสตร์ที่มีชื่อเสียง จำนวน และความงามของตัวเลข การวิเคราะห์ข้อความเพื่อบอกจำนวนพยัญชนะ

6. คณิตศาสตร์กับการศึกษาทางกายภาพ เช่น การนับจำนวนรอบของการกระโดดเชือก การแสดงให้เห็นว่าโอลิมปิกยิ่งใหญ่ การจัดวางพื้นที่การเล่น การจับเวลาการแข่งขัน

คณิตศาสตร์กับโลกปัจจุบันเชื่อมโยงกันในหลาย ๆ ด้าน จากบทความในหนังสือพิมพ์หรือนิตยสาร ไม่ว่าจะเป็นทางด้านธุรกิจ แนวโน้มทางเศรษฐกิจ สภาพอากาศ และข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ การรายงานพิเศษทั้งในรูปแบบบทความ และภาพข่าว แผนผังการเดินทางที่ทำได้ สถานีรถไฟ และสนามบินล้วนให้ข้อมูลที่เป็นคณิตศาสตร์ เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้คนทั้งสิ้น ปัญหาทางเศรษฐกิจ ปัญหาการจัดการขยะและมลพิษที่เกิดจากรถยนต์ ของเสียจากโรงงาน ได้ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับการดำรงชีวิตในปัจจุบัน ครูจึงควรสอนโดยบูรณาการคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือกับปัญหาในชีวิตจริงที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน

3.4 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่พัฒนาทักษะและกระบวนการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ในการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะ และกระบวนการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์นั้น ผู้สอนอาจจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ ปัญหาสอดคล้องกับการเรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นการนำความรู้ เนื้อหาสาระและ กระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการ เรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือนำความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงของ คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ (The National of Teachers of Mathematics, 2000, p. 200)

นอกจากนี้ กรมวิชาการ (2545, หน้า 203-205) กล่าวว่า องค์ประกอบหลักที่ส่งเสริมการพัฒนา การเรียนรู้ทักษะและกระบวนการเชื่อมโยง มีดังนี้

1. มีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์อย่างเด่นชัดในเรื่องนั้น
2. มีความรู้ในเนื้อหาที่จะนำไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์หรืองานอื่นๆที่ต้องการเป็นอย่างดี
3. มีทักษะในการมองเห็นความเกี่ยวข้อง เชื่อมโยงระหว่างความรู้และทักษะ/กระบวนการที่มีในเนื้อหานั้นกับงานที่เกี่ยวข้องด้วย
4. มีทักษะในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างความสัมพันธ์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ที่ต้องเกี่ยวข้องด้วย
5. มีความเข้าใจในการแปลความหมายของคำตอบที่หาได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ว่ามีความเป็นไปได้หรือสอดคล้องกับสถานการณ์นั้นอย่างสมเหตุสมผล

ในการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะและกระบวนการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์นั้นผู้สอนอาจจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์สอดคล้องกับการเรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อให้

ผู้เรียนได้เห็นการนำความรู้ เนื้อหาสาระและกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือเห็นการนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในชีวิตประจำวันเพื่อให้ผู้เรียนได้มีการปฏิบัติจริงและมีทักษะกระบวนการเชื่อมโยงความรู้นี้ ผู้สอนอาจมอบหมายงานหรือกิจกรรมให้ผู้เรียนไปศึกษาค้นคว้าหาความรู้ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมนั้นแล้วนำเสนองานต่อผู้สอนและผู้เรียน ให้มีการอภิปรายและหาข้อสรุปร่วมกัน

อัมพร ม้าคนอง (2547, หน้า 101-102) กล่าวถึง การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยง อาจเริ่มต้นง่าย ๆ จากการเชื่อมโยงสองประเภทแรก คือการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน และระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์ด้วยกัน ดังตัวอย่างของกิจกรรมเพื่อฝึกการเชื่อมโยงต่อไปนี้

ในหมู่บ้านของท่านมีการประชุมเพื่อแสดงความคิดเห็นว่าควรจะเสนอทางราชการให้ตั้งจุดตรวจในหมู่บ้านหรือไม่ ในการประชุมมีบางกลุ่มที่เชื่อว่า การมีจุดตรวจของตำรวจอยู่ใกล้หมู่บ้านจะช่วยลดปัญหาอาชญากรรม ที่ประชุมจึงได้ขอข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนครั้งของการเกิดอาชญากรรมในปีที่ผ่านมาจากสถานีตำรวจท้องที่ โดยได้ข้อมูลดังตารางต่อไปนี้ (อัมพร ม้าคนอง, 2547, หน้า 101)

ตารางที่ 2-3 แสดงจำนวนของการเกิดอาชญากรรมในปีที่ผ่านมาจากสถานีตำรวจท้องที่

จำนวนกิโลเมตรที่จุดเกิดเหตุห่างจากจุดตรวจ	จำนวนครั้งของการเกิดอาชญากรรมต่อกิโลเมตร
1 – 5	13
6 – 10	14
มากกว่า 10	15

1. จากข้อมูลดังกล่าว ท่านคิดว่าที่ประชุมควรสรุปความสัมพันธ์ระหว่างความใกล้/ไกลจากจุดตรวจ กับจำนวนครั้งของการเกิดอาชญากรรมต่อกิโลเมตรอย่างไร เพราะเหตุใด
2. มีบางคนในที่ประชุมพยายามใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในการอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้เพื่อให้ข้อสรุปเชื่อถือได้มากขึ้น ท่านจะช่วยคนเหล่านั้นได้อย่างไร

การให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยง จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไปจัดทำโครงการคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยนักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหาขึ้นมาเอง แล้วคิดหารูปแบบการศึกษาและทำการศึกษาค้นคว้าโดยอิสระ นักเรียนจะใช้ความรู้และทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงกับปัญหา จนนำไปสู่การค้นพบคำตอบหรือสร้างสรรค์ผลงาน กล่าวได้ว่า โครงการคณิตศาสตร์เป็นงานวิจัยเล็กๆ ที่ผู้เรียนคิดค้นเองโดยใช้คณิตศาสตร์มาช่วยในการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล จนได้เป็นผลงานที่นำไปใช้ประโยชน์ได้จริง

3.5 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการพัฒนาทักษะและกระบวนการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะและกระบวนการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ทั้งในและต่างประเทศ ดังนี้

ลอว์สันและชินนัพเพน (Lawson & Chinnappan, 2000, pp. 26-43) ได้ศึกษาการเชื่อมโยงความรู้ในการแก้ปัญหาทางเรขาคณิต ศึกษาตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างการทำการแก้ปัญหา และคุณภาพระบบความรู้ของนักเรียน จากนักเรียน 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกับกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีการเชื่อมโยงความรู้ที่ได้เรียนรู้อย่างมีแบบแผน มีระบบ มากกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ และมีระบบความคิดของการเชื่อมโยงความรู้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหาทางเรขาคณิตที่นำไปสู่ความสำเร็จได้มากกว่า

ไคล์ และ มัวร์ (Kyle & Moor, 2001, pp. 80-86) ได้พัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของนักเรียน โดยใช้วิธีเข้าไปเยี่ยมครอบครัวของนักเรียน ใช้การพูดคุยแบบไม่เป็นทางการและการสัมภาษณ์ที่มีโครงสร้าง หลังจากนั้นจึงรวบรวมข้อมูลและจัดรูปแบบของสิ่งที่นักเรียนสนใจและทักษะการปฏิบัติของแต่ละครอบครัว ซึ่งบางอย่างเกี่ยวกับขั้นตอนการทำเกษตร การเลี้ยงสัตว์ การฝีมือ การดูทีวี และ การทำอาหาร หลังจากนั้นผู้วิจัยได้นำข้อมูลนั้นมาพัฒนาเป็นปัญหาที่มีความหลากหลาย และมีขั้นตอนในการแก้ปัญหาหลายขั้นตอน แล้วนำมาให้นักเรียนร่วมกันแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า ผู้ปกครองของนักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น จากที่เคยคิดว่าคณิตศาสตร์เป็นเรื่องยาก และช่วยให้ครูผู้สอนสามารถนำความรู้ที่บ้านของนักเรียนมาช่วยส่งเสริมการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้นนอกจากนั้นแล้ว ไคล์ และคณะ ยังเชื่อว่าการให้นักเรียนได้ทำงานที่มีความหมายการให้แก้ปัญหาในสถานการณ์จริง เป็นแนวทางที่ดีที่สุดในการส่งเสริมความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน และนักเรียนจะได้รับการส่งเสริมอย่างสูงสุดความสามารถ ถ้าการเรียน

การสอนคณิตศาสตร์นั้นได้เชื่อมโยงเข้ากับความเป็นส่วนตัวของพวกเขา ความรู้และทักษะที่ครอบครัวยุติสนใจ

พูกาลี (Pugalee, 2001, pp. 236 – 243) ได้ศึกษาตรวจสอบเกี่ยวกับการเขียนของนักเรียนเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่แสดงโครงร่างการรู้คิดอย่างชัดเจนกับนักเรียนเกรด 9 ที่ได้ลงทะเบียนเรียนในหลักสูตรพีชคณิต ที่ได้เตรียมการเขียนอธิบายกระบวนการแก้ปัญหาที่ พวกเขากระทำในวิชาคณิตศาสตร์ ผลการวิจัย พบว่ากระบวนการเขียนในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นทักษะที่จำเป็นแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนถึงโครงร่างของการรู้คิดที่มี ประสิทธิภาพ ซึ่งให้เห็นถึงการประสานกันของพฤติกรรมความรู้คิดที่หลากหลายทำให้มีการ วิเคราะห์ ข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ มีระบบ มีการจัดการที่ดี ซึ่งให้เห็นถึงความสำคัญของการเขียนว่าเป็น ส่วนหนึ่งของการบูรณาการหลักสูตรทางคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนได้แสดงความคิดทางการเขียน และทางด้านภาษา ให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงกับขีดความสามารถที่นักเรียนมีอยู่

องอาจ ชีมรัมย์ (2546, บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้หน่วยการเรียนรู้เรื่อง “คณิตศาสตร์เพื่อชีวิตประจำวัน” โรงเรียนวัดเวฬุวันนาราม (สินทรัพย์อนุสรณ์) จังหวัดกรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดเวฬุวันนาราม (สินทรัพย์อนุสรณ์) จังหวัด กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 37 คน ซึ่งได้จากการ สุ่มแบบกลุ่มจาก 2 ห้องเรียน ผลการศึกษาปรากฏว่า

ด้านความรู้ นักเรียนทุกคนเข้าใจอัตราส่วนและร้อยละ สามารถทำแบบฝึกหัดได้ ถูกต้อง แต่นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับปานกลางและระดับต่ำไม่สามารถทำ แบบฝึกหัดที่ซับซ้อน ได้ แต่ละคะแนนรวมจากแบบบันทึกพฤติกรรมการสังเกตของครูและแบบฝึกหัด นักเรียนทุกคนทำได้คะแนนสูงกว่าร้อยละ 50

ด้านทักษะ/ กระบวนการ นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมายและนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้และความคิดสร้างสรรค์

ด้านคุณลักษณะ นักเรียนส่วนใหญ่มีความกระตือรือร้นให้ความร่วมมือและ รับผิดชอบดี

ข้อมูลจากแบบสำรวจความคิดเห็นพบว่าการเรียนโดยใช้หน่วยการเรียนรู้ทำให้นักเรียนสนุกสนานเพลิดเพลิน การเรียนน่าสนใจ เกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การเรียนไม่น่าเบื่อ นักเรียนรู้จักคิดแก้ปัญหา

โพธิ์ทิพย์ วัชรสวัสดิ์ (2547, บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเพื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นทักษะและกระบวนการเชื่อมโยงเรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน และศึกษา

เปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชันกับการแก้ปัญหาทางงานวิชาชีพและชีวิตจริงของนักศึกษาแผนกโทรคมนาคมและแผนกไฟฟ้าที่เรียนวิชาแคลคูลัส 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 วิทยาลัยเทคนิคดอนเมือง จำนวน 29 คน ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นทักษะและกระบวนการเชื่อมโยงมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้เพื่อแก้ปัญหาในงานวิชาชีพและชีวิตจริงสูงกว่าก่อนจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักศึกษาสามารถทำโครงการคณิตศาสตร์ที่แสดงการเชื่อมโยงความรู้เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชันกับเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ งานวิชาชีพและชีวิตจริงได้ ผลการประเมินโครงการทั้งหมดอยู่ในระดับดีทั้งด้านเนื้อหา กระบวนการ และการนำเสนอโครงการ

อเนก พุทธิเดช (2548, บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเพื่อหาประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และเพื่อศึกษาเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเทศบาลวัดตาเจียน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนจำนวน 27 คน ผลการศึกษาพบว่า

ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงของนักเรียนระหว่างใช้กิจกรรมการเรียนการสอนและหลังการใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เรื่องการประมาณค่า คิดเป็นร้อยละ 61.90 และ 60.29 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ 70/ 70 ที่ตั้งไว้ จะพบว่าค่าเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์ทั้งระหว่างเรียนและหลังเรียน และเมื่อพิจารณาแยกตามรายแผนการเรียนทั้ง 6 แผนการเรียนมีค่าเฉลี่ยไม่ถึงร้อยละ 70 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการสอนที่ใช้กิจกรรมการเรียนการสอนสูงกว่าก่อนได้รับการใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประมาณค่า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประมาณค่า อยู่ในระดับปานกลาง

รัชดา ยাত্রา (2549, หน้า 66) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งผลการศึกษาพบว่า

1. ผลการศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการปฏิบัติกิจกรรมขบวนการคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงสูงกว่าก่อนเข้าร่วมกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ผลการศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการปฏิบัติกิจกรรมขบวนการคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุรางคนา ยาหิย (2549, หน้า 117) ได้พัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบร่วมมือที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ช่วงชั้นที่ 4 และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ช่วงชั้นที่ 4 ผลการศึกษาพบว่า

1. ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบร่วมมือที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ช่วงชั้นที่ 4 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/ 80 โดยมีค่า 96.88/ 97.36

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ช่วงชั้นที่ 4 ภายหลังจากได้รับการสอนโดยชุดการเรียนรู้แบบร่วมมือที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ช่วงชั้นที่ 4 ภายหลังจากได้รับการสอนโดยชุดการเรียนรู้แบบร่วมมือที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ช่วงชั้นที่ 4 ภายหลังจากได้รับการสอนโดยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบร่วมมือที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 65 ขึ้นไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ช่วงชั้นที่ 4 ภายหลังจากได้รับการสอนโดยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบร่วมมือที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 ขึ้นไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บุญญิสรา แซ่หล่อ (2550, หน้า 108) ได้ศึกษาการบูรณาการแบบเชื่อมโยงเนื้อหา คณิตศาสตร์ในเรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล การนำเสนอข้อมูล และพีชคณิตโดยใช้สถานการณ์ในชีวิตจริง และศึกษาผลของการใช้การบูรณาการด้านความสามารถในการเชื่อมโยง ความลึกในการเข้าใจเนื้อหา การเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ต่อชีวิตจริง นอกจากนี้ยังศึกษาความสามารถในการเชื่อมโยงที่มีผลต่อความลึกในการเข้าใจเนื้อหา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3

โรงเรียนย่านตาขาวรัฐชนูปถัมภ์จังหวัดตรัง จำนวน 30 คน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 30 คาบ คาบละ 50 นาที โดยเน้นการเชื่อมโยงในสองแบบคือ แบบที่หนึ่ง การเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์ ได้แก่ การเชื่อมโยงการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่แตกต่างกัน และการเชื่อมโยงการนำเสนอข้อมูลกับพีชคณิต แบบที่สองคือ การเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง ได้แก่ การเชื่อมโยงเนื้อหาการวิเคราะห์ข้อมูล การนำเสนอข้อมูล และพีชคณิตกับสถานการณ์ในชีวิตจริง สำหรับความสามารถในการเชื่อมโยง และความลึกในการเข้าใจเนื้อหาประเมินโดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงและแบบทดสอบวัดความลึกในการเข้าใจเนื้อหา ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง การเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ต่อชีวิตจริง วัดโดยใช้แบบวัดการเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ต่อชีวิตจริงและจากการเขียนรายงานสะท้อนความคิดเห็นด้านการเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ต่อชีวิตจริงหลังการทดลอง นอกจากนี้ยังมีการสังเกตพฤติกรรมและการสัมภาษณ์เพื่อศึกษาในเชิงคุณภาพ ผลการทดลองพบว่า

1. ผลของการใช้การบูรณาการด้านความสามารถในการเชื่อมโยงพบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงภายหลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลองที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

2. ผลของการใช้การบูรณาการด้านความลึกในการเข้าใจเนื้อหาในแต่ละระดับพบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดความลึกในการเข้าใจเนื้อหาในแต่ละระดับภายหลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลองที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

3. ผลของการใช้การบูรณาการด้านการเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ต่อชีวิตจริงพบว่า นักเรียนเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ต่อชีวิตจริง

4. ความสามารถในการเชื่อมโยงมีผลต่อความลึกในการเข้าใจเนื้อหาในรูปแบบความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์แบบเชิงเส้น โดยมีคุณภาพ 35 % และผลการพัฒนาในเชิงคุณภาพจากการสังเกตพฤติกรรมและการสัมภาษณ์พบว่านักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้น โดยนักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะในด้านความลึกในการเข้าใจเนื้อหา นักเรียนมีระดับความลึกในการเข้าใจเนื้อหามากขึ้น ส่วนในด้านการเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ต่อชีวิตจริง นักเรียนทุกคนให้ความคิดเห็นที่ดีต่อคณิตศาสตร์และเห็นว่าคณิตศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง

พัชรินทร์ อรัญสาร (2550, หน้า 67 - 68) ได้ทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความพึงพอใจต่อวิธีจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนเมืองตลุงพิทยาสรรค์ อำเภอประโคน จังหวัดบุรีรัมย์ ผลการศึกษาพบว่า

1. นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์และนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์มากกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กัลยา พันปี (2551, หน้า 81 – 82) ได้ทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ระหว่าง กลุ่มที่จัดการเรียนรู้รูปแบบซิปปาและรูปแบบวัฏจักรการ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นห้องเรียนตามสภาพจริง โดยวิธีสุ่มอย่างง่ายแบบจับฉลาก เป็นกลุ่มทดลอง 1 จัดการเรียนรู้รูปแบบซิปปา 1 ห้องจำนวนนักเรียน 35 คน และกลุ่มทดลอง 2 จัดการเรียนรู้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 35 คน พบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองจัดการเรียนรู้รูปแบบซิปปากับกลุ่มที่จัดการเรียนรู้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มที่จัดการเรียนรู้รูปแบบซิปปามีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่จัดการเรียนรู้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้

2. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองจัดการเรียนรู้รูปแบบซิปปากับกลุ่มที่จัดการเรียนรู้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มที่จัดการเรียนรู้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้สูงกว่ากลุ่มที่จัดการเรียนรู้รูปแบบซิปปา

แก้วตา เตาบุตร (2551, บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเพื่อสร้างกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็นที่เน้นการเชื่อมโยง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พร้อมทั้งศึกษาผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการเรียนการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยกิจกรรมนี้เน้นการเชื่อมโยงสองแบบคือ แบบที่หนึ่งการเชื่อมโยงเนื้อหาเรื่องความน่าจะเป็นกับเนื้อหาภายในวิชาคณิตศาสตร์ แบบที่สอง การเชื่อมโยงเนื้อหาเรื่องความน่าจะเป็นกับเนื้อหาวิชาอื่น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัย กรุงเทพมหานคร ที่ได้จากการชักตัวอย่างแบบเกาะกลุ่ม 1 ห้องเรียน จำนวน 46 คน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการเรียนการสอนเรื่อง ความน่าจะเป็นที่เน้นการเชื่อมโยงสามารถสอบผ่านเกณฑ์ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของนักเรียนทั้งหมด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กฤษฎา ไสยาศรี (2551, หน้า 87 - 88) ได้ทำการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ เพื่อเปรียบเทียบความคิด สร้างสรรค์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างกลุ่มที่จัดกิจกรรม การเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ กับกลุ่มปกติ และเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างกลุ่มที่จัดกิจกรรม การเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการกับกลุ่มปกติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กรุงเทพมหานคร ผลการศึกษา ปรากฏว่า

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบ บูรณาการมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบ บูรณาการมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการมี ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ชยาภรณ์ รักพอ (2551, บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนแม่เจดีย์วิทยาคม จังหวัดเชียงราย โดยเชื่อมโยงการแปลงทางเรขาคณิตกับลวดลายเวียงกาหลง กลุ่มที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนแม่เจดีย์วิทยาคม อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 44 คน สรุปผลการศึกษาได้ ดังนี้

1. ผลการพัฒนาได้ชุดกิจกรรมที่เชื่อมโยงการแปลงทางเรขาคณิตกับลวดลายบนเครื่องปั้นดินเผาเวียงกาหลง จำนวน 5 หน่วย โดยหน่วยที่ 1 เป็นกิจกรรมเกี่ยวกับลวดลายบนเครื่องปั้นดินเผาเวียงกาหลง หน่วยที่ 2 ลายก้านขด เป็นกิจกรรมเกี่ยวกับการเลื่อนขนาน หน่วยที่ 3 ลายดอกบัว เป็นกิจกรรมเกี่ยวกับการสะท้อน หน่วยที่ 4 ลายกลีบดอกไม้ว เป็นกิจกรรมเกี่ยวกับ

การหมุน และหน่วยที่ 5 เป็นกิจกรรมเกี่ยวกับการประยุกต์ความรู้เรื่องการแปลงทางเรขาคณิตเพื่อออกแบบลวดลายบนเครื่องปั้นดินเผาเวียงกาหลงแบบใหม่ ๆ

2. ผลการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมในการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง แบบกลุ่มเล็กและภาคสนาม มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.92/ 81.67, 84.24/ 83.13 และ 86.28/ 84.39 ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/ 80 ที่กำหนดไว้ นอกจากนี้นักเรียนมีความรู้สึกสนุกสนาน และเห็นประโยชน์ของกิจกรรมที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ที่เป็นการเชื่อมโยงการเรียนรู้เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตกับลวดลายเวียงกาหลง อีกทั้งนักเรียนยังมีความรู้สึกประทับใจ และกระตือรือร้นกับกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่ประยุกต์ให้เข้ากับภูมิปัญญาของท้องถิ่นของตนเอง

นิตยา วงศ์แสน (2551, หน้า 139 - 140) ได้ทำการศึกษาเพื่อวิเคราะห์การเชื่อมโยงระหว่างการดำเนินการทางจำนวน ในระหว่างการแก้ปัญหาของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนคูคำพิทยาสรรพ์ อำเภอซำสูง จังหวัดขอนแก่น จำนวน 3 กลุ่ม กลุ่มละ 9 คน ซึ่งทำการแก้ปัญหในสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด 5 สถานการณ์ปัญหาพบรูปแบบของการเชื่อมโยงระหว่างการดำเนินการทางจำนวนดังต่อไปนี้

1. การเชื่อมโยงระหว่างการดำเนินการทางจำนวนระหว่างการบวกในระดับขั้นตอนดำเนินการ กับการบวกในระดับกระบวนการ และไปยังการบวกในระดับความคิดรวบยอดเชิงกระบวนการ

2. การเชื่อมโยงระหว่างการดำเนินการทางจำนวนระหว่างการนับในระดับขั้นตอนการดำเนินการ กับการบวกในระดับกระบวนการ และไปยังการคูณในระดับความคิดรวบยอดเชิงกระบวนการ

3. การเชื่อมโยงระหว่างการดำเนินการทางจำนวนระหว่างการนับในระดับขั้นตอนการดำเนินการ กับการคูณในระดับกระบวนการ และไปยังการบวกในระดับความคิดรวบยอดเชิงกระบวนการ

4. การเชื่อมโยงระหว่างการดำเนินการทางจำนวนระหว่างการนับในระดับขั้นตอนการดำเนินการ กับการคูณในระดับกระบวนการ และไปยังการหารในระดับความคิดรวบยอดเชิงกระบวนการ

5. การเชื่อมโยงระหว่างการดำเนินการทางจำนวนระหว่างการนับในระดับขั้นตอนการดำเนินการ กับการบวกในระดับกระบวนการ และไปยังการบวกในระดับความคิดรวบยอดเชิงกระบวนการ

6. การเชื่อมโยงระหว่างการดำเนินการทางจำนวนระหว่างการนับในระดับขั้นตอนการดำเนินการ กับการบวกในระดับกระบวนการ และไปยังการหารในระดับความคิดรวบยอดเชิงกระบวนการ

บงกชรัตน์ สมานสินธุ์ (2551, หน้า 76 - 77) ได้ทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนแบบอริยสัจ 4 และเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 ของโรงเรียนจุฬาราชวิทยาลัย เพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี ผลการศึกษาพบว่า

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบอริยสัจ 4 สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบอริยสัจ 4 ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ขึ้นไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

รุ่งอรุณ เรืองเดช (2551, หน้า 43 - 44) ได้ทำการศึกษาเพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนเรื่อง การวัด โดยเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงของชาวเขาเผ่าปกาเกอะญอ บ้านห้วยดัม จังหวัดลำพูน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง และศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง การวัด กับชีวิตจริงของชาวเขาเผ่าปกาเกอะญอ ดำเนินการศึกษาค้นคว้ากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 34 คน ปรากฏผลดังนี้

1. ความสามารถในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงของชาวเขาเผ่าปกาเกอะญอ พบว่า นักเรียนสามารถนำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับชีวิตจริงของชาวเขาเผ่าปกาเกอะญออยู่ในระดับดี

2. ความคิดเห็นต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน พบว่า นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมและสามารถทำกิจกรรมกลุ่มได้ดี สามารถอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันภายในกลุ่ม อภิปรายแนวคิดหรือหลักการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้ นักเรียนมีความพึงพอใจ ได้รับความรู้ ความเข้าใจ สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ได้ นักเรียนชื่นชอบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนลักษณะเช่นนี้ นักเรียนเห็นความสำคัญของการทำงานร่วมกันและกล้าแสดงออก

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มีผู้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

วิลสัน (Wilson, 1971, pp. 643 – 696) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ไว้ว่า เป็นความสามารถทางสติปัญญา (Cognitive) ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นผลของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ประเมินพฤติกรรมด้านสติปัญญาในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ออกมาเป็นระดับความสามารถเป็นระดับความสามารถออกเป็น 4 ระดับ คือ

1. ความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ (Computation) เป็นความสามารถในการระลึกได้ถึงสิ่งที่เรียนมาแล้ว การวิเคราะห์พฤติกรรมมี 3 ด้าน คือ

- 1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง
- 1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม
- 1.3 ความรู้ความจำเกี่ยวกับการใช้กระบวนการคิดคำนวณ

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นความสามารถในการแปลความหมายตีความ และการขยายความปัญหาใหม่ๆ โดยนำความรู้ที่ได้เรียนรู้มาแล้วไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การแสดงพฤติกรรมมี 6 ขั้น คือ

- 2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอด
- 2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎ และการสรุปอ้างอิง
- 2.3 ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์
- 2.4 ความสามารถในการแปลงส่วนประกอบของโจทย์ปัญหาจากรูปแบบหนึ่งไปอีกรูปแบบหนึ่ง

- 2.5 ความสามารถในการใช้หลักการของเหตุผล
- 2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการนำความรู้ กฎ หลักการ ข้อเท็จจริง สูตร ทฤษฎีที่เรียนรู้มาแล้วไปแก้ปัญหาใหม่ที่เกิดขึ้นเป็นผลสำเร็จ การวัดพฤติกรรมมี 4 ขั้น คือ

- 3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน
- 3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ
- 3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.4 ความสามารถในการระลึกได้ถึงรูปแบบ ความสอดคล้อง และลักษณะ

สมมาตรของปัญหา

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการพิจารณาส่วนสำคัญ หาความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญ และหาหลักการที่ส่วนสำคัญเหล่านั้นมีความสัมพันธ์กัน ซึ่งการที่บุคคลมีความสามารถดังกล่าวมาแล้ว จะสามารถทำให้บุคคลนั้นสามารถแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดาหรือโจทย์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยมาก่อน ได้พฤติกรรมนี้เป็นจุดมุ่งหมายสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ การวัดผลพฤติกรรมมี 5 ขั้น คือ

- 4.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดา
- 4.2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์
- 4.3 ความสามารถในการแสดงการพิสูจน์
- 4.4 ความสามารถในการวิจารณ์การพิสูจน์
- 4.5 ความสามารถในการกำหนดและหาความเที่ยงตรงในการสรุป

กู๊ด (Good, 1963, p. 7) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ไว้ว่า เป็นการเข้าถึงความรู้ (Knowledge Attained) หรือการพัฒนาทักษะในการเรียน ซึ่งอาจพิจารณาได้จากคะแนนของแบบทดสอบที่กำหนดให้ หรืองานที่ผู้สอนมอบหมายให้ทำ หรือพิจารณาทั้งสองอย่าง

พวงรัตน์ หวีรัตน์ (2530, หน้า 29) ได้ให้ความหมายว่า เป็นคุณลักษณะที่รวมถึงความสามารถของบุคคลอันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน หรือ คือมวลประสบการณ์ทั้งปวงที่บุคคลได้รับจากการเรียนการสอน ทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ของสมรรถภาพทางสมอง

นิภา เมธาวีชัย (2536, หน้า 65) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง ความรู้และทักษะที่ได้รับและพัฒนาจากการเรียนการสอนวิชาต่าง ๆ ครูอาศัยเครื่องมือวัดผลช่วยในการศึกษาว่า นักเรียนมีความรู้และทักษะมากน้อยเพียงใด

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2537, หน้า 286) ให้ความหมายไว้ว่า ความรู้หรือทักษะที่ได้จากการเรียนรู้ในรายวิชาต่างๆ ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้

อารีย์ คงสวัสดิ์ (2544, หน้า 23) ได้กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จ ความสมหวังในด้านการเรียนรู้ รวมทั้งด้านความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถและทักษะทางด้านวิชาการของแต่ละบุคคลที่ประเมินได้จากการทำแบบทดสอบหรือการทำงานที่ได้รับมอบหมาย และผลของการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นจะทำให้แยกกลุ่มของนักเรียนที่ถูกประเมินออกเป็นระดับต่าง ๆ เช่น สูง กลางและต่ำ เป็นต้น

อัญชนา โพธิพลากร (2545, หน้า 93) กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนจากการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ซึ่ง

ประเมินได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งแบบทดสอบนั้น สอดคล้องกับพฤติกรรมด้านความรู้ความคิด (Cognitive Domain)

จากที่กล่าวมา สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ทักษะ ความรู้ อันเกิดจาก ประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งแสดงให้เห็นได้ด้วยคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

4.2 องค์ประกอบที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

นักการศึกษาได้กล่าวถึง องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

แครร์รอล (Carroll, 1963, pp.723 – 733) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับอิทธิพลของ องค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีต่อระดับผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน โดยกรรนำเอาครู นักเรียน และหลักสูตร มาเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ โดยเชื่อว่าเวลาและคุณภาพของการสอนมีอิทธิพลโดยตรงต่อปริมาณ ความรู้ที่นักเรียนจะได้รับ

แมดดอกซ์ (Maddox, 1963, p. 9) ได้ศึกษา พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ แต่ละบุคคลนั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางสติปัญญาและความสามารถทางสมองร้อยละ 50 - 60 และ ขึ้นอยู่กับโอกาสและสิ่งแวดล้อมร้อยละ 10 -15

อารีย์ คงสวัสดิ์ (2544, หน้า 25) กล่าวว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลกับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนนั้นมีองค์ประกอบมากมายหลายอย่าง ดังต่อไปนี้ คือ

1. ด้านคุณลักษณะการจัดระบบในโรงเรียน ตัวแปรด้านนี้จะประกอบด้วยขนาด ของโรงเรียนอัตราส่วนนักเรียนต่อครู อัตราส่วนของนักเรียนต่อห้องซึ่งตัวแปรเหล่านี้มี ความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

2. ด้านคุณลักษณะของครู ตัวแปรทางด้านคุณลักษณะของครูประกอบด้วยอายุ วุฒิครู ประสบการณ์ของครู การฝึกอบรมของครู จำนวนวันลาของครู จำนวนคาบที่สอนในหนึ่ง สัปดาห์ของครู ความเอาใจใส่ในหน้าที่ซึ่งตัวแปรเหล่านี้ล้วนมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนทั้งสิ้น

3. ด้านคุณลักษณะของนักเรียน ประกอบด้วยตัวแปรเกี่ยวกับตัวนักเรียน เช่น เพศ อายุ สติปัญญา การเรียนพิเศษ การได้รับความช่วยเหลือเกี่ยวกับการเรียน สมาชิกในครอบครัว ระดับการศึกษาของบิดามารดา อาชีพของผู้ปกครอง ความพร้อมในเรื่องอุปกรณ์การเรียน ระยะเวลา ไปเรียน การมีอาหารกลางวันรับประทาน ความเอาใจใส่ในการเรียน ทักษะคิดเกี่ยวกับการเรียนการ สอน ฐานะทางครอบครัว การขาดเรียน การเข้าร่วมกิจกรรมที่ทางโรงเรียนจัดขึ้น ตัวแปรเหล่านี้ก็มี ความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4. ด้านภูมิหลังทางเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อมของนักเรียน การศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสภาพทางเศรษฐกิจสังคมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาในต่างประเทศซึ่งประกอบด้วย ขนาดครอบครัว ภาษาที่พูดในบ้าน ถิ่นที่ดั่งบ้าน การมีสื่อทางการศึกษาต่าง ๆ ระดับการศึกษาของบิดามารดา ฯลฯ ผลการศึกษาค้นคว้าที่ผ่านมาพบความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

อัญชนา โพธิ์พลากร (2545, หน้า 95) กล่าวว่า มืองค์ประกอบหลายประการที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ด้านตัวนักเรียน เช่น สถิติปัญญา อารมณ์ ความสนใจ เจตคติต่อการเรียน ด้านตัวครู เช่น คุณภาพของครู การจัดระบบ การบริหารงานของผู้บริหาร ด้านสังคม เช่น สภาพเศรษฐกิจและสังคมของครอบครัวของนักเรียน เป็นต้น แต่ปัจจัยที่มีผลโดยตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก็คือ การสอนของครูนั่นเอง

จากการศึกษาค้นคว้าองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์สรุปได้ว่า มีหลายองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีหลายด้าน เช่น นักเรียน ครูระบบ โรงเรียน สิ่งแวดล้อม และสังคม เป็นต้น

4.3 สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

การที่นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ อาจมีหลายสาเหตุ ดังที่นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไว้ ดังนี้

เรวัตและคุปตะ (Rawat & Gupta, 1970, pp. 7 - 9) ได้กล่าวถึงสาเหตุของการสอบตกและการออกจากโรงเรียนในระดับประถมศึกษาว่าอาจมาจากสาเหตุใดสาเหตุหนึ่ง หรือมากกว่านั้น โดยมีด้วยกันหลายประการ ได้แก่

1. นักเรียนขาดความรู้สึกรักในการมีส่วนร่วมกับการเรียน
2. ความไม่เหมาะสมของการจัดเวลาเรียน
3. ผู้ปกครองไม่เอาใจใส่ในการศึกษาบุตร
4. นักเรียนมีสุขภาพไม่สมบูรณ์
5. ความยากจนของผู้ปกครอง
6. ประเพณีทางสังคม ความเชื่อที่ไม่เหมาะสม
7. โรงเรียนไม่มีการปรับปรุงที่ดี
8. การสอบตกชั้นเพราะการวัดผลไม่ดี
9. อายุน้อยหรือมากเกินไป
10. สาเหตุอื่น ๆ เช่น การคมนาคมไม่สะดวก

วัชร วรรณสิงห์ (2525, หน้า 435) ได้กล่าวถึงสาเหตุที่ทำให้นักเรียนไม่ประสบผลสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ระดับสติปัญญา (IQ) อยู่ระหว่าง 75 – 90 และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์จะต่ำกว่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 30
2. อัตราการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์จะต่ำกว่านักเรียนอื่น ๆ
3. มีความสามารถทางการอ่านต่ำ
4. จำหลักหรือมโนคติเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ที่เรียนไปแล้วไม่ได้
5. มีปัญหาในการใช้ถ้อยคำ
6. มีปัญหาในการหาความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ และการสรุปหลักเกณฑ์

โดยทั่วไป

7. มีพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์น้อย สืบเนื่องจากการสอบซึ่งจะสอบทวิชาคณิตศาสตร์บ่อยครั้ง
8. มีเจตคติที่ไม่ดีต่อโรงเรียนและโดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อวิชาคณิตศาสตร์
9. มีความรู้สึกกดดันและกังวลต่อความล้มเหลวทางด้านการเรียนของตนเองและบางครั้งรู้สึกถูกกดดันเอง
10. ขาดความเชื่อมั่นในความสามารถของตนเอง
11. อาจมาจากครอบครัวที่มีสภาพแวดล้อมแตกต่างจากนักเรียนอื่น ๆ ซึ่งมีผลทำให้ขาดประสบการณ์ที่จำเป็นต่อความสำเร็จในการเรียน
12. ขาดทักษะในการฟัง และไม่มีความตั้งใจในการเรียน หรือมีความตั้งใจในการเรียนเพียงชั่วระยะเวลาสั้น
13. มีข้อบกพร่องในด้านสุขภาพ เช่น สายตาไม่ปกติ มีปัญหาด้านการฟัง และมีข้อบกพร่องทางทักษะการใช้มือ
14. ไม่ประสบผลสำเร็จในการเรียนทั่ว ๆ ไป
15. ขาดความสามารถในการแสดงออกทางการพูด ซึ่งทำให้ไม่สามารถใช้คำถามที่แสดงให้เห็นว่าตนเองก็ยังไม่เข้าใจในการเรียนนั้น ๆ
16. มีวุฒิภาวะค่อนข้างต่ำทั้งทางด้านอารมณ์และสังคม

ชนาค เชื้อสุวรรณทวี (2542, หน้า 145) กล่าวถึง สาเหตุหรือที่มาที่ทำให้นักเรียนเรียนอ่อนทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. ข้อบกพร่องทางร่างกาย
2. ระดับสติปัญญาต่ำ

3. มีประสบการณ์ที่ไม่ดีมาก่อน ทำให้ฝังใจ เกิดการต่อต้านไม่ยอมรับ ปิดกั้นตัวเองทั้งแบบรู้ตัวและแบบไม่รู้ตัว

4. สิ่งแวดล้อมทางบ้าน การปลูกฝังนิสัยในการเรียน ตลอดจนนิสัยส่วนตัวในด้านต่าง ๆ เช่น ความกระตือรือร้น กล้าคิด กล้าถาม กล้าแสดงออก ความอดทน ความเพียรพยายาม การรู้จักแบ่งเวลา ความมีระเบียบวินัยในตนเอง ความรับผิดชอบ การมีสมาธิ

5. วุฒิภาวะต่ำ

6. พื้นฐานความรู้เดิมไม่เพียงพอที่จะนำมาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ ทำให้เรียนตามเพื่อไม่ทัน ไม่เข้าใจบทเรียนใหม่

สมจิตร เพชรพา (2544, หน้า 73) ได้กล่าวถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนไม่เหมาะสมกับผู้เรียน
2. นักเรียนมีความสนใจอยากรู้อยากเรียนค่อนข้างต่ำ
3. นักเรียนขาดความรับผิดชอบต่อการมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่างๆ

สรุปได้ว่า สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ไม่เหมาะสมกับผู้เรียน รวมไปถึงตัวผู้เรียนขาดพื้นฐานที่จำเป็นในการเรียนคณิตศาสตร์ มีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้เป็นหน้าที่ของครูที่จะต้องหาวิธีการที่เหมาะสมกับผู้เรียนเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว

4.4 งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ริโอแดน และนอยซ์ (Riodan & Noyce, 2001, pp. 368-398) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของหลักสูตรมาตรฐานหลักวิชาคณิตศาสตร์ ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 5 ถึงเกรด 8 ศึกษาโดยการเปรียบเทียบกับนักเรียน 2 กลุ่ม: เรียนตามหลักสูตรเดิม กลุ่มที่ 2 เรียนตามหลักสูตรมาตรฐานหลัก ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรมาตรฐานหลักมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรเดิม

เรย์ และคนอื่นๆ (Reys et al., 2003, pp. 74 – 95) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับหลักสูตรมาตรฐานหลักสูตรเดิมวิชาคณิตศาสตร์ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 8 โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกให้เรียน โดยใช้หลักสูตรมาตรฐานหลักอย่างน้อย 2 ปีและอีกกลุ่มเรียน โดยใช้หลักสูตรเดิม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรมาตรฐานหลักมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เพ็ญประภา แสนลี (2542, หน้า 57) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พหุนาม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายหลังได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมนันทนาการสูงกว่าก่อนได้รับการสอน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

รจนา รัตนานิคม (2544, บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการเปรียบเทียบผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดกิจกรรมที่ผู้เรียนสำคัญที่สุด ผลจากการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความสามารถเพียงพอในการเรียนที่ระดับนัยสำคัญ .01 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05

ปริยาทิพย์ บุญคง (2546, บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยบางประการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และหาค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยบางประการที่ส่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์กลุ่มตัวอย่างทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ 0.561 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยด้านการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ และด้านการรับรู้ความคาดหวังของผู้ปกครองด้านการศึกษาส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนปัจจัยด้านการกำกับตนเองความเชื่อมั่นอำนาจภายในตน และความมีระเบียบวินัย ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

กชกร รุ่งหัวไผ่ (2547, บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง การประยุกต์ 2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ช่วงชั้นที่ 3) ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน ผลจากการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จำปี นิลอรุณ (2548, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับ

การสอนแบบปฏิบัติการ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการภายหลังได้รับการสอนแบบปฏิบัติการ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการผ่านเกณฑ์ คือ ได้คะแนนร้อยละ 60 ขึ้นไปอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ว่า ถ้านักเรียนจะมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์และการจัดการเรียนการสอนที่ดีของครูนั้น จะมีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ดังนั้นครูต้องหาวิธีการสอนที่จะทำให้ให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์เพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ที่ดีในการเรียน

5. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ด้านการตระหนักเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ต่อชีวิตจริง

5.1 ความหมายของเจตคติ

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของเจตคติ ไว้ดังนี้ กู๊ด (Good, 1963, p. 1) และ ฮิลการ์ด (Hillgard, 1967, pp. 538 – 594) ได้กล่าวถึงความหมายของเจตคติไว้ในทำนองเดียวกันว่า เจตคติ หมายถึง ท่าที ความคิดเห็น ความรู้สึกของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หลังจากที่บุคคลได้รับประสบการณ์ในสิ่งนั้น ซึ่งแสดงออกในลักษณะที่เอนเอียงไปในทางใดทางหนึ่ง เช่น รักเกลียด พอใจ หรือไม่พอใจ และพร้อมที่จะเอนเอียงไปในทางใดทางหนึ่ง เช่น รักเกลียด พอใจ หรือไม่พอใจ และพร้อมที่จะเอนเอียงไปในลักษณะเดิมเมื่อประสบกับสิ่งนั้นอีก

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543, หน้า 108) ได้กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง การเตรียมพร้อมแห่งสภาพจิตใจของบุคคลในการกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เจตคติเป็นอารมณ์ที่มีอยู่ในทุกคนในระดับที่แตกต่างกัน และเป็นสิ่งที่ผลักดันบุคคลให้แสดงปฏิกิริยาตอบสนองสิ่งเร้าต่าง ๆ ในลักษณะที่พึงพอใจหรือไม่พอใจก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกระบวนการเรียนและประสบการณ์ของแต่ละบุคคล

สุรางค์ ไคว์ตระกูล (2544, หน้า 246) กล่าวว่า เจตคติเป็นอักษาสัย หรือแนวโน้มที่มีอิทธิพลต่อพฤติ กรรมสนองตอบต่อสิ่งแวดล้อมหรือสิ่งเร้า ซึ่งอาจเป็นได้ทั้งคน วัตถุ สิ่งของ หรือความคิด และอาจเป็นไปได้ทั้งทางบวกและทางลบ คือถ้ามีเจตคติในทางบวกก็มักจะเผชิญกับสิ่งนั้น ถ้ามีเจตคติในทางลบ ก็จะหลีกเลี่ยง

วัชรสันต์ อินธิสาร (2547, หน้า 43) กล่าวว่า เจตคติ หมายถึงสภาพความพร้อมทางจิตใจ หรือ ความรู้สึกของบุคคลที่เกิดจากความคิด หรือ ประสบการณ์ที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด ซึ่งจะสนองต่อสิ่งนั้นในทางใดทางหนึ่งหรือลักษณะใดลักษณะหนึ่ง

ภิรมวณิช ธรรมใจ (2548, หน้า 42) กล่าวว่า เจตคติ หมายถึงความพร้อมของประสาทร่างกายและ จิตใจ หรือความโน้มเอียงของจิตใจ หรือความรู้สึกอารมณ์ หรือสภาพจิตใจ

ของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งและแสดงออกมาในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง ทั้งนี้มีผลมาจากการเรียนรู้หรือประสบการณ์ หรือระดับความเชื่อเมื่อเกิดขึ้นแล้ว อยู่ก่อนข้างคงทน แต่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และแสดงออกมาให้เห็นได้

จินดิษฐ์ ละออปักษิณ (2551, หน้า 49) กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกที่แสดงออกมาทางด้านความคิดเห็น หรือลักษณะท่าทาง ซึ่งเป็นความรู้สึกที่ตอบสนองทั้งในแง่ดีหรือตรงกันข้ามหลังจากมีประสบการณ์ในด้านนั้นแล้ว

จากความหมายดังกล่าวข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง และมีผลต่อพฤติกรรมของบุคคลนั้น ๆ ในทางใดทางหนึ่ง ทั้งนี้ความรู้สึกเหล่านั้นเกิดมาจากประสบการณ์ที่มีกับสิ่งหรือสถานการณ์นั้น ๆ ซึ่งอาจเปลี่ยนแปลงได้ หากได้แรงเสริมทั้งทางบวกและทางลบที่เหมาะสม

5.2 การวัดและประเมินเจตคติ

เจตคติเป็นสิ่งที่สามารถวัดได้ ดังตัวอย่างงานวิจัยของ วัชรสันต์ อินธิสาร (2547, บทคัดย่อ) พบว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง และปานกลางมีเจตคติที่มีต่อการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียน โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad สูงกว่าก่อนเรียน หรืองานวิจัยของ เวชฤทธิ์ อังกะนัทพรจกร (2551, บทคัดย่อ) เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้คิด (CGI) ที่ใช้ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงโดยบูรณาการสาระการเรียนรู้ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล กับ สิ่งแวดล้อมศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่าหลังการทดลองนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ดีกว่าก่อนการทดลอง เป็นต้น

การวัดเจตคติ เป็นการวัดคุณลักษณะภายในบุคคลซึ่งเกี่ยวข้องกับอารมณ์และความรู้หรือเป็นลักษณะของจิตใจ คุณลักษณะดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงได้ง่าย ไม่แน่นอน แต่อย่างไรก็ตามเจตคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ก็สามารถวัดได้ ซึ่งต้องอาศัยหลักสำคัญดังต่อไปนี้ (ไพศาล หวังพานิช, 2533, หน้า 221-223)

1. ต้องยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น (Basic Assumptions) เกี่ยวกับการวัด คือ

1.1 ความคิดเห็น ความรู้สึก หรือเจตคติของบุคคลนั้น จะมีลักษณะคงที่หรือคงเส้นคงวาอยู่ช่วงเวลาหนึ่ง นั่นคือความรู้สึกนึกคิดของคนเราไม่ได้เปลี่ยนแปลงหรือผันแปรอยู่ตลอดเวลาอย่าง น้อยจะต้องมีช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งที่ความรู้สึกของคนเรานั้น ซึ่งทำให้สามารถวัดได้

1.2 เจตคติของบุคคลไม่สามารถวัดหรือสังเกตได้โดยตรง การวัดจะเป็นแบบทางอ้อม โดยวัดจากแนวโน้มที่บุคคลจะแสดงออกหรือปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ

1.3 เจตคตินอกจากจะแสดงออกในรูปทิศทางของความรู้สึก เช่น สนับสนุนหรือคัดค้าน ยังมีขนาดหรือปริมาณของความคิด ความรู้สึกด้วย ดังนั้นการวัดเจตคตินอกจากจะทำให้ทราบลักษณะหรือทิศทางแล้วยังสามารถบอกระดับความมากน้อยหรือความเข้มข้นของเจตคติได้อีกด้วย

2. การวัดเจตคติด้วยวิธีใดก็ตาม จะต้องมีส่วนประกอบ 3 ประการ คือ ตัวบุคคลที่ถูกวัด มีสิ่งเร้า และสุดท้ายคือต้องมีการตอบสนอง ดังนั้นในการวัดเจตคติเกี่ยวกับสิ่งใดของบุคคลก็สามารถวัดได้โดยนำสิ่งเร้าซึ่งส่วนใหญ่เป็นข้อความเกี่ยวกับรายละเอียดในสิ่งนั้นไปเร้าให้บุคคลแสดงท่าที ความรู้สึกต่าง ๆ ที่มีต่อสิ่งนั้นให้ออกมาเป็นระดับ หรือความเข้มข้นของความรู้สึกโดยตามหรือคัดค้าน

3. สิ่งเร้าที่จะนำไปใช้เร้า หรือทำให้บุคคลแสดงเจตคติที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งออกมาที่นิยมใช้คือ ข้อความวัดเจตคติ (Attitude Statements) ซึ่งเป็นสิ่งเร้าทางภาษาที่ใช้อธิบายถึงคุณค่าคุณลักษณะของสิ่งนั้นเพื่อให้บุคคลตอบสนองออกมาเป็นระดับความรู้สึก (Attitude Continuum หรือ Scale) เช่น มาก ปานกลาง น้อย เป็นต้น

4. การวัดเจตคติเพื่อทราบทิศทางและระดับความรู้สึกของบุคคลนั้น เป็นการสรุปผลจากการตอบสนองของบุคคลจากรายละเอียดหรือแง่มุมต่าง ๆ ดังนั้นการวัดเจตคติของบุคคลเกี่ยวกับเรื่องใดสิ่งใด จะต้องพยายามถามคุณค่าและลักษณะในแต่ละด้านของเรื่องนั้นออกมาแล้วนำผลซึ่งเป็นส่วนประกอบหรือรายละเอียดปลุกย่อยมาผสมผสานสรุปรวมเป็นเจตคติของบุคคลนั้น เพราะฉะนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่การวัดนั้น ๆ จะต้องครอบคลุมคุณลักษณะต่าง ๆ ครบถ้วนทุกลักษณะ เพื่อให้การสรุปผลตรงตามความเป็นจริงมากที่สุด

5. การวัดเจตคติต้องคำนึงถึงความเที่ยงตรง (Validity) ของผลการวัดเป็นพิเศษ กล่าวคือ ต้องพยายามให้ผลการวัดที่ได้ตรงกับสภาพความเป็นจริงของบุคคล ทั้งในแง่ทิศทางและระดับ หรือช่วงของเจตคติ

ในการวัดเจตคติ สามารถทำได้หลากหลายวิธี ดังที่ ชวลิต ชูกำแหง (2551, หน้า 112 – 115) ได้กล่าวไว้พอสรุปวิธีที่นิยมดังต่อไปนี้

1. การสังเกต

สังเกตการพูด การกระทำ การเขียนของนักเรียนที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ครูต้องการวัด เช่น ต้องการวัดว่านักเรียนคนหนึ่งมีความสนใจต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มากน้อยปานใด ครูอาจสังเกตจากการกระทำของนักเรียนในเรื่อง การมาเรียน การถามตอบในชั้นเรียน การทำการบ้าน/ ส่งการบ้าน อ่านหนังสือเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ชอบสังเกตและทดลองธรรมชาติรอบตัว เป็นต้น

2. การสัมภาษณ์

บางครั้งครูใช้วิธีการพูดคุยกับนักเรียนในประเด็นที่ครูอยากรู้ ซึ่งอาจเป็นความรู้สึก ทักษะคติ ของนักเรียนเพื่อนำสิ่งที่นักเรียนพูดออกมาแปลความหมายเกี่ยวกับเจตคติของนักเรียนได้

3. การใช้แบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า

มีนักการศึกษาได้สร้างเครื่องมือวัดเจตคติ วัดความสนใจ วัดคุณธรรมจริยธรรมไว้มากพอสมควร ซึ่งครูสามารถนำไปใช้ได้ ถ้าเป็นแบบวัดทัศนคติ หรือวัดความสนใจ จะมีรูปแบบการวัด 3 รูปแบบ คือ แบบของเทอร์สโตน แบบของลิเคิร์ต และแบบของออสกูด การวัดประเภทนี้จะกำหนดตัวเลขเป็นมาตรการวัดโดยอาศัยกฎเกณฑ์ นั่นคือ พยายามสร้างเครื่องมือที่สามารถวัดเจตคติได้ แล้วนำไปวัดตัวบุคคล

4. การวัดเชิงสถานการณ์

นิยมใช้สำหรับเป็นแบบวัดจริยธรรม ที่จะสร้างสถานการณ์ขึ้นมาเพื่อใช้วัดจริยธรรมของบุคคล

การวัดเจตคติต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง แบบทดสอบความสนใจ แบบทดสอบประเภทนี้มักจะอยู่ในรูปแบบของแบบสอบถามวัดลักษณะของบุคคล ซึ่งจะใช้วิธีการกำหนดตัวเลขเป็นมาตราวัดและมีเกณฑ์ที่ชัดเจน นั่นคือ พยายามสร้างเครื่องมือที่วัดเจตคติได้ มาวัดบุคคล แล้วนำไปแปลความหมายตามกฎเกณฑ์ของเครื่องมือ

ในการสร้างมาตราวัดเจตคตินั้นที่นิยมใช้มี 3 ชนิด (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, หน้า 112-115) พอสรุปได้ ดังนี้

1) วิธีของเทอร์สโตน (Thurston Type) หรือ วิธีการวัดช่วงเท่ากัน (Equal Appearing Interval Scale) เป็นเป็นแบบวัดที่ต้องอาศัยความคิดเห็นของบุคคลกลุ่มหนึ่งที่มีความน่าเชื่อถือเป็นเกณฑ์ โดยจะกำหนดเรื่องที่จะวัด โครงสร้าง ข้อความตามโครงสร้างที่เป็นทั้งข้อความเชิงบวกเชิงลบ และเชิงเป็นกลางให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ ให้กลุ่มผู้ตัดสินแยกข้อความออกเป็นกลุ่ม 11 กลุ่ม จากกลุ่มข้อความที่ไม่ชอบเลยไปถึงกลุ่มที่ชอบมากที่สุด

2) วิธีของลิเคิร์ต (Likert) หรือ วิธีประมาณค่ารวม (Summated Rating Scales) เป็นแบบวัดความรู้สึกและความเชื่อของบุคคลทั้งทางบวกและทางลบ โดยจะกำหนดช่วงความรู้สึกของคนเป็น 5 ช่วง หรือ 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย เฉย ๆ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ข้อความที่บรรจุลงในมาตรวัดประกอบด้วยข้อความที่แสดงความรู้สึกต่อสิ่งใด ทั้งในทางที่ดี (ทางบวก) และในทางที่ไม่ดี (ทางลบ) และมีจำนวนพอ ๆ กัน ข้อความเหล่านี้ก็อาจมีประมาณ 18-20 ข้อความ

3) วิธีของออสกู๊ด (Osgood) หรือ เทคนิคนัยจำแนก (Semantic Differential Technique) เป็นการให้บุคคลใช้ความหมายทางภาษา เพื่อศึกษามโนทัศน์ของสิ่งของ สถานที่ เหตุการณ์ บุคคล เป็นต้น โดยใช้คุณศัพท์ซึ่งตรงกันข้ามที่มีลำดับความมากน้อย จากด้านหนึ่งไป ยังอีกด้านหนึ่งทั้งหมด 7 อันดับ ซึ่งพิจารณาถึงองค์ประกอบ 3 ด้าน ได้แก่

3.1) การประเมินค่า เช่น ดี – เลว ชอบ – ไม่ชอบ เป็นต้น

3.2) ศักยภาพ เช่น นึก – เบา แข็งแรง – อ่อนแอ เป็นต้น

3.3) การเคลื่อนไหว เช่น รวดเร็ว – เชื่องช้า ร่าเริง – หงอยเหงาม เป็นต้น

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้มาตรวัดเจตคติตามวิธีของลิเคิร์ท ซึ่งจะกำหนด ช่วงความรู้สึกของคนเป็น 5 ช่วง หรือ 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย เฉย ๆ ไม่เห็นด้วย และ ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ข้อความที่บรรจุลงในมาตรวัดประกอบด้วยข้อความที่แสดงความรู้สึกต่อสิ่งใด ทั้งในทางที่ดี (ทางบวก) และในทางที่ไม่ดี (ทางลบ) และมีจำนวนพอ ๆ กัน ข้อความเหล่านี้ก็อาจมี ประมาณ 18-20 ข้อความ กำหนดน้ำหนักคะแนนการตอบแต่ละตัวเลือก กระทำภายหลังจากที่ได้ รวบรวมข้อมูลมาแล้ว โดยกำหนดตามวิธี Arbitrary Weighting Method ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้มากที่สุด (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, หน้า 107-108)

การสร้างมาตรวัดเจตคติตามวิธีของลิเคิร์ท มีขั้นตอนดังนี้

1. ตั้งจุดหมายของการศึกษาว่าต้องการศึกษาเจตคติของใครที่มีต่อสิ่งใด
2. ให้ความหมายของเจตคติต่อสิ่งที่จะศึกษานั้นให้แจ่มชัด เพื่อให้ทราบว่สิ่งที่เป็น Psychological Object นั้น ประกอบด้วยคุณลักษณะใดบ้าง

3. สร้างข้อความให้ครอบคลุมคุณลักษณะที่สำคัญ ๆ ของสิ่งที่จะศึกษาให้ ครบถ้วนทุกแง่มุม และต้องมีข้อความที่เป็นไปในทางบวกและทางลบมากพอต่อการที่เมื่อนำไป วิเคราะห์แล้วเหลือจำนวนข้อความที่ต้องการ

4. ตรวจสอบข้อความที่สร้างขึ้นซึ่งทำได้โดยผู้สร้างข้อความเองและนำไปให้ผู้มี ความรู้ในเรื่องนั้น ๆ ตรวจสอบ โดยพิจารณาในเรื่องของความครบถ้วนของคุณลักษณะของสิ่งที่ ศึกษา และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ตลอดจนลักษณะการตอบกับข้อความที่สร้างว่าสอดคล้อง กันหรือไม่เพียงใด เช่น พิจารณาว่าควรจะให้ตอบว่า “เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย เฉย ๆ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง” หรือ “ชอบมากที่สุด ชอบมาก ปานกลาง ชอบน้อย ชอบน้อยที่สุด” เป็นต้น

5. ทำการทดลองขั้นต้นก่อนที่จะนำไปใช้จริง โดยการนำข้อความที่ได้ตรวจสอบ แล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวนหนึ่ง เพื่อตรวจสอบความชัดเจนของข้อความและภาษาที่ ใช้อีกครั้งหนึ่ง และเพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านอื่น ๆ ได้แก่ ความเที่ยงตรง ค่าอำนาจจำแนก และค่า ความเชื่อมั่นของมาตรวัดเจตคติทั้งหมดด้วย

6. กำหนดการให้คะแนนการตอบของแต่ละตัวเลือก โดยทั่วไปที่นิยมใช้ คือ กำหนดคะแนนเป็น 5 4 3 2 1 หรือ 4 3 2 1 0 สำหรับข้อความทางบวก และ 1 2 3 4 5 หรือ 0 1 2 3 4 สำหรับข้อความทางลบซึ่งการกำหนดแบบนี้เรียกว่า Arbitrary Weighting Method ซึ่งเป็นวิธีที่สะดวกมากในทางปฏิบัติ

5.3 เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

การเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์นี้เป็นสิ่งสำคัญประการหนึ่งที่ครูผู้สอนควรคำนึงถึงและควม ู้ไปกับการให้ความรู้ด้านเนื้อหาวิชา คือ เจตคติของนักเรียนที่มีในวิชาคณิตศาสตร์ ดังนั้น สิ่งสำคัญยิ่งที่ครูคณิตศาสตร์ควรสร้างขึ้นตามแนวคิดของวิลสัน (Wilson, 1971, pp. 685-689) คือ

1. เจตคติ เป็นความคิดเห็นหรือความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ทั้งทางด้านดีและไม่ดีเกี่ยวกับประโยชน์ ความสำคัญ และเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์
2. ความสนใจ เป็นการแสดงออกซึ่งความรู้สึกชอบพอสึงหนึ่งสิ่งใดมากกว่าสิ่งอื่น
3. แรงจูงใจ เป็นความปรารถนาที่จะนำสิ่งหนึ่งสิ่งใดให้ลุล่วงไปโดยพยายามเอาชนะอุปสรรคต่าง ๆ และพยายามทำให้ดี บุคคลที่มีแรงจูงใจจะสบายใจเมื่อตนทำสิ่งนั้นสำเร็จ และจะมีความวิตกกังวล หากประสบความล้มเหลว
4. ความวิตกกังวล เป็นสภาวะจิตที่มีความตึงเครียด หวาดระแวง กลัว ทั้งหาสาเหตุได้และไม่ได้และมักจะเกี่ยวข้องกับความต้องการที่เกี่ยวเนื่องกันหลายประการ พฤติกรรมที่แสดงถึงความวิตกกังวล เช่น ความตื่นเต้น ความหวาดกลัว ความตึงเครียด ความมีอารมณ์อ่อนไหว ความเหนียมอาย และความรู้สึกขัดแย้งสับสน
5. มโนภาพแห่งตน เป็นความรู้สึกเกี่ยวกับตนเองในด้านค่านิยมทางวิชาการ ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล การปรับตัวทางอารมณ์

ดังนั้นในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ครูจำเป็นต้องสร้างเจตคติที่ดีต่อวิชา ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทุกครั้ง จึงต้องคำนึงถึงด้วยว่าจะป็นทางน่านักเรียนไปสู่เจตคติที่ดีหรือไม่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์หรือไม่เพียงไร ซึ่งการพัฒนาเจตคติดังนี้

1. ครูจะต้องมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อที่ว่าจะได้มีแรงและกำลังใจที่จะถ่ายทอดความรู้ให้แก่นักเรียนได้
2. ครูจะต้องมีเจตคติที่จะศึกษานักเรียน ทั้งผู้ที่มีความสามารถในการเรียนสูง และผู้ที่มีความสามารถในการเรียนต่ำ เพื่อที่จะได้ช่วยคนเก่งให้เก่งยิ่งขึ้น และพยุคนที่ไม่เก่งให้สามารถเรียนต่อไปได้

3. การจัดห้องเรียนให้น่าสนใจและส่งเสริมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เช่น การจัดป้ายนิเทศ หนังสือ ภาพ เกมต่าง ๆ และใช้เทคโนโลยีประกอบการ

5.4 เจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ด้านการตระหนักเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์

ต่อชีวิตจริง

เจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ด้านการตระหนักเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ต่อชีวิตจริงเป็นเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ในด้านบวก ซึ่งส่งผลมาจากสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ดังที่ ฮาร์ท (Hart, 1993, p.35 อ้างถึงใน บุญญาธิตา แซ่หล่อ, 2550, หน้า 31) กล่าวว่า เจตคติและแรงจูงใจของนักเรียน มีพื้นฐานมาจาก ชั้นเรียนและการสอน เช่น ลักษณะของงานที่กำหนดให้นักเรียนทำ เนื้อหาคณิตศาสตร์ บรรยากาศในชั้นเรียน วิธีการใช้สื่อเพื่อช่วยในการสอน

สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (The National Council of Teachers of Mathematics, 1983, p.30 อ้างถึงใน บุญญาธิตา แซ่หล่อ, 2550, หน้า 31 - 32) กล่าวถึงจุดมุ่งหมายทั่วไปในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเจตคติด้านบวกต่อคณิตศาสตร์ไว้สองประการ คือ นักเรียนต้องเรียนรู้ที่จะเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ และประการที่สอง คือ นักเรียนต้องมีความมั่นใจในการเรียนคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกายังได้ให้รายละเอียดเกี่ยวกับความคิดเห็นด้านบวกของนักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์ ว่ามีลักษณะ ดังนี้ มีความมั่นใจในการใช้เนื้อหาคณิตศาสตร์ มีความสนใจ มีความพยายามและต้องการที่จะประดิษฐ์คิดค้นทางด้านคณิตศาสตร์ ชอบที่จะแสดงออกถึงแนวคิดและความสามารถของตนเองทางด้านคณิตศาสตร์ เห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์เพื่อนำไปใช้ และมีความซาบซึ้งถึงคุณค่าต่อบทบาทของคณิตศาสตร์ในชีวิตจริง และในสังคม

5.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

เพื่อเป็นแนวทางและประโยชน์ต่อการทำวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา ค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ดังนี้

บรูโน (Bruno, 1998, online) ได้ศึกษาเรื่อง ความสำเร็จต่อวิชาคณิตศาสตร์ (mathematics performance) ที่คาดหวัง : รูปแบบโครงสร้างสมการ (A structural equation model) ซึ่งการวิจัยนี้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างบุคลิกภาพและปัจจัยทางสังคมที่ส่งเสริมความสำเร็จต่อวิชาคณิตศาสตร์ (Mathematics performance) ซึ่งเหล่านี้ถูกสอบสวนในรูปของรูปแบบโครงสร้างสมการ (A structural equation model) การวิเคราะห์เบื้องต้น (โดยใช้ MANOVAS แล้วตามด้วย ANOVAS) พบว่าผู้ชายมีความรู้ดีกว่าคณิตศาสตร์มีคุณค่าในตัวเองมากกว่าผู้หญิงอย่างมีนัยสำคัญแบบจำลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้ ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่าง เพศ ตัวแทนเพศ ความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์ การเห็นคุณค่าในวิชาคณิตศาสตร์ ประสิทธิภาพทางคณิตศาสตร์ของบุคคล

(Math self-efficacy) เจตคติต่อคณิตศาสตร์ ประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ การเป็นสังคมคณิตศาสตร์ (Math socialization) การเป็นกลางในการรับรู้ (Cognitive mediation) และ ความสำเร็จต่อวิชาคณิตศาสตร์ (Mathematics performance) งานวิจัยนี้การค้นหาค้นหาตัวทำนายความสำเร็จต่อวิชาคณิตศาสตร์ (Mathematics performance) โดยโต้แย้งว่าคือ ผู้ชายสามารถทำคณิตศาสตร์ได้ดีกว่าและมีข้อเสนอแนะว่าเจตคติของผู้ปกครองและครูต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนอาจส่งเสริมการพัฒนาที่มั่นคงต่อประสิทธิผลทางคณิตศาสตร์ของบุคคล (Math self-efficacy) และลดความวิตกกังวล และมีความต้องการสำหรับครูโดยให้ครูใส่ใจนักเรียนชายและหญิงอย่างเท่าเทียมกัน

ซูฮาร์โต (Soeharto, 1999, p. 3741) ได้ทำการศึกษา การเรียนรู้ด้วยวิธีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) มีผลต่อเจตคติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 6 แบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลอง ที่ใช้วิธีการสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) กับกลุ่มควบคุมที่ใช้การสอนแบบปกติ ผลของการวิจัยปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนอกจากนี้การทดลองที่ใช้วิธีสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) ทำให้เจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเปลี่ยนไป

สุรสาธิต ผาสุก (2546 , บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสามารถและการคิดเกี่ยวกับการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และผลในด้านเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า เจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ภายหลังการทดลองใช้กิจกรรมตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ดี

วัชรสันต์ อินธิสาร (2547, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการพัฒนามโนทัศน์ทางเรขาคณิตและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad พบว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง และปานกลางมีเจตคติที่มีต่อการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad สูงกว่าก่อนเรียน และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำมีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

รุจิรัตน์ รุ่งหัวไผ่ (2549, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสามารถในการทำโครงงานคณิตศาสตร์ ทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากการจัดกิจกรรม โครงการคณิตศาสตร์ พบว่า เมื่อจัดกิจกรรม โครงการคณิตศาสตร์ส่งผลให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ชาญ กลิ่นซ้อน (2550, หน้า 59 – 60) ได้ศึกษาเจตคติและพฤติกรรมการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศทางการศึกษาเพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง และเปรียบเทียบเจตคติและพฤติกรรมการใช้สื่อเทคโนโลยีสารสนเทศทางการศึกษาเพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง ของนักศึกษา ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยคริสเตียน พบว่า เจตคติต่อการใช้สื่อเทคโนโลยีสารสนเทศทางการศึกษาเพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองระหว่างเพศชายและเพศหญิง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เจตคติต่อการใช้สื่อเทคโนโลยีสารสนเทศทางการศึกษาเพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองระหว่างคณะและชั้นปี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

บุญณิสรา แซ่หล่อ (2550, หน้า 108) ได้ทำการทดลอง การบูรณาการแบบเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์ในเรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล การนำเสนอข้อมูล และพีชคณิตโดยใช้สถานการณ์ในชีวิตจริงสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการใช้การบูรณาการด้านการเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ต่อชีวิตจริงพบว่านักเรียนเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ต่อชีวิตจริงเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ และผลการพัฒนาเชิงคุณภาพจากการสังเกตพฤติกรรมและสัมภาษณ์ พบว่านักเรียนทุกคนให้ความคิดเห็นที่ดีต่อคณิตศาสตร์ และเห็นว่าคณิตศาสตร์เกี่ยวพันกับชีวิตจริง

จินตยัฐ ละออปภิชณ (2551, หน้า 98) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาหลักสูตรเรขาคณิตวิศุค สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง พบว่า นักเรียนที่เรียนหลักสูตรเรขาคณิตวิศุค สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ในเกณฑ์ดี มากกว่าร้อยละ 75 ของนักเรียนทั้งหมด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ฐิตยา เกตุคำ (2551, หน้า 73) ได้ศึกษาผลการใช้บทเรียนออนไลน์ เรื่องวิธีการจัดหมู่ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า เจตคติของนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนออนไลน์ อยู่ในระดับดี (คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป) มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าการจัดการเรียนการสอนโดยใช้บทเรียนออนไลน์ส่งผลต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

เวชฤทธิ์ อังกะภทรขจร (2551, หน้า 191) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้คิด (CGI) ที่ใช้ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงโดยบูรณาการสาระการเรียนรู้ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล กับ สิ่งแวดล้อมศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

ปีที่ 6 พบว่าหลังการทดลองนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ดีกว่าก่อนการทดลองที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และนักเรียนแสดงพฤติกรรมด้านเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์จากการสังเกตระหว่างเรียน

จากงานวิจัยข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้นวัตกรรมต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีผลต่อเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ โดยการศึกษาส่วนใหญ่พบว่าเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์หลังการเรียนโดยนวัตกรรมใหม่ ๆ มักจะทำให้เจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ดีขึ้น