

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาหลักสูตรเสริมสร้างทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดเมตาคognition และการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นกรอบแนวคิดและแนวทางในการพัฒนาหลักสูตรดังต่อไปนี้

1. แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับหลักสูตรและหลักสูตรเสริม
 - 1.1 ความหมายของหลักสูตร
 - 1.2 องค์ประกอบของหลักสูตร
 - 1.3 กระบวนการพัฒนาหลักสูตร
 - 1.4 ความหมายของหลักสูตรเสริม
 - 1.5 องค์ประกอบของหลักสูตรเสริม
2. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 - 2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
 - 2.2 หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
3. แนวคิดการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
 - 3.1 ความสำคัญของคณิตศาสตร์
 - 3.2 หลักการและวิธีการจัดการเรียนคณิตศาสตร์
4. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
 - 4.1 ความหมายของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
 - 4.2 การจำแนกทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
5. แนวคิดเมตาคognition
 - 5.1 ความหมายของเมตาคognition
 - 5.2 ความสำคัญของเมตาคognition
 - 5.3 องค์ประกอบของเมตาคognition

- 5.4 การวัดและประเมินเมตาคognition
- 5.5 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเมตาคognition
- 6. แนวคิดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน
 - 6.1 ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน
 - 6.2 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน
- 7. เจตคติ
 - 7.1 ความหมายของเจตคติ
 - 7.2 องค์ประกอบของเจตคติ
 - 7.3 เครื่องมือวัดเจตคติ
 - 7.4 ประโยชน์ของเจตคติ
- 8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 8.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 8.1 งานวิจัยต่างประเทศ

แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับหลักสูตรและหลักสูตรเสริม

1. ความหมายของหลักสูตร

คำว่า “หลักสูตร” หรือ “Curriculum” มาจากคำกริยาภาษาละติน “Currere” ซึ่งมีความหมายว่า “จัดการ” แล้วแผลงมาเป็น “ลู่วิ่งแข่งขัน (Race track)” (พูนสุข อุดม, 2546, หน้า 15) มีนักวิจัยและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของหลักสูตรไว้หลายความหมาย ดังนี้

1.1 หลักสูตร หมายถึง รายวิชาหรือเนื้อหาวิชาที่เรียนที่จัดเตรียมไว้ให้ผู้เรียนในระดับการศึกษาระดับใดระดับหนึ่งหรือสาขาวิชาใดวิชาหนึ่ง (พูนสุข อุดม, 2546, หน้า 15) เป็นรายการรายการของสิ่งต่างๆ ที่เด็กและเยาวชนต้องทำและมีประสบการณ์ เพื่อให้สามารถดำรงชีวิตในวัยผู้ใหญ่ได้ (Bobbitt, 1918, p. 42 อ้างถึงใน พูนสุข อุดม, 2546, หน้า 16) กลุ่มรายวิชาที่จัดไว้อย่างมีระบบหรือลำดับวิชาที่บังคับสำหรับการจบการศึกษา (Good, 1973, p. 157 อ้างถึงใน พูนสุข อุดม, 2546, หน้า 16) เป็นเนื้อหาและกระบวนการทั้งในและนอกระบบที่ทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้ ความเข้าใจ พัฒนาทักษะและเปลี่ยนเจตคติ ความซาบซึ้ง และค่านิยม ภายใต้การดูแลของสถาบันนั้นๆ (Doll, 1996, p. 359 อ้างถึงใน พูนสุข อุดม, 2546, หน้า 16) เป็นกระบวนการวิชา กลุ่มรายวิชา เนื้อหาที่จัดเป็นระบบหรือลำดับ

ประกอบด้วย เป้าหมาย จุดประสงค์ แผนการเรียน การประเมินผลผู้เรียน รวมทั้งอุปกรณ์ การสอนต่างๆ ที่รวบรวมไว้ใช้สอนในโรงเรียน เพื่อการสำเร็จการศึกษาในสาขาวิชานั้นๆ (Bobbitt, 1918, p. 42; Saylor, Alexander and Levis, 1981, p. 8 อ้างถึงใน สัจด์ อุทรานันท์, 2532, หน้า 9)

1.2 หลักสูตร หมายถึง มวลประสบการณ์ของผู้เรียนที่จัดโดยโรงเรียน ที่เด็กควรได้รับการพัฒนาด้านต่างๆ ทั้งทางร่างกาย จิตใจ อารมณ์ สังคม และปัญญา การจัดการเรียนการสอนควรจัดให้สนองความต้องการและความสนใจที่แตกต่างกัน ของเด็กแต่ละคน ครูจึงควรสอนหรือจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้กระทำจนเกิดประสบการณ์ การเรียนรู้ มิใช่เน้นสอนตามเนื้อหาสาระในรายวิชาต่างๆ (พูนสุข อุตม, 2546, หน้า 15) หลักสูตรเป็นประสบการณ์ทั้งหมดที่มีศักยภาพ ซึ่งโรงเรียนจัดขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อฝึกอบรมเด็กและเยาวชนให้คิดและกระทำในสิ่งที่ถูกต้องตามความสามารถของนักเรียน (Smith, Stanley and Shores, 1957, p. 3; Neagley and Evans, 1967, p. 2; Ragan and Shepherd, 1977, p. 192 อ้างถึงใน พูนสุข อุตม, 2546, หน้า 16) เป็นมวลประสบการณ์ ที่ผู้เรียนได้รับจากการจัดการศึกษา โดยอาศัยพื้นฐานจากกรอบของทฤษฎีและการวิจัย จากในอดีตและปัจจุบัน (Hess, 1980, pp. 4-5 อ้างถึงใน พูนสุข อุตม, 2546, หน้า 16) เป็นมวลประสบการณ์ที่มีการวางแผนไว้ล่วงหน้าอย่างเป็นขั้นตอน กำหนดไว้ในเอกสาร เพื่อเป็นแม่บทในการจัดการเรียนการสอนตามระดับชั้น (เสริมศักดิ์ วิชาลาภรณ์, 2539, หน้า 4 และวิชัย ประสิทธิ์วุฒิเวชช์, 2542, หน้า 44 อ้างถึงใน พูนสุข อุตม, 2546, หน้า 16) และเป็นได้ตั้งแต่วิชาที่จะสอนไปจนถึงประสบการณ์ทุกอย่างของผู้เรียนทั้งภายในและ ภายนอกสถานศึกษา (Streumer and Tuijnman, 1994, p. 1310 อ้างถึงใน พูนสุข อุตม, 2546, หน้า 16) หลักสูตรเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนและมวลประสบการณ์ ทุกอย่าง ที่สถานศึกษาจัดให้แก่ผู้เรียน ตามความคาดหวังของสังคม ทั้งในห้องเรียน (in-class) นอกห้องเรียน (extra-class) รวมไปถึงกิจกรรมนอกหลักสูตร (Extra curricular) เป็นกระบวนการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียน ผู้สอน และสภาพแวดล้อมทางการศึกษา เป็นการสื่อกลางหรือวิถีทางที่จะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนในแนวทาง ที่พึงปรารถนาทั้งความรู้ ความคิด ความสามารถ ทักษะ เจตคติ และค่านิยมต่างๆ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะที่เหมาะสมต่อการดำเนินชีวิตในสังคมอย่างมีความสุข (สัจด์ อุทรานันท์, 2532, หน้า 10-16; ชำรง บัวศรี, 2532, หน้า 4; Taba, 1962, pp. 9-10; Saylor, Alexander and Levis, 1981, p. 8 and Sowell, 1996, p. 5)

1.3 หลักสูตร หมายถึง จุดหมายที่ผู้เรียนพึงบรรลุ หมายถึง สิ่งที่นักเรียนต้องเรียนทั้งในและนอกห้องเรียน เพื่อให้บรรลุจุดหมายและจุดประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ เป็นสิ่งที่สังคมได้มุ่งหวังหรือคาดหวังให้เด็กได้รับ (พูนสุข อุดม, 2546, หน้า 16) เป็นชุดของการเรียนและประสบการณ์สำหรับเด็กที่โรงเรียนวางแผนไว้เพื่อให้เด็กบรรลุจุดประสงค์ของการศึกษา (Lavatelli, Moore and Kalsounis, 1972, pp. 1–2 อ้างถึงใน พูนสุข อุดม, 2546, หน้า 16)

1.4 หลักสูตร หมายถึง แผนซึ่งจัดโอกาสการเรียนรู้หรือประสบการณ์ที่คาดหวังแก่นักเรียน (พูนสุข อุดม, 2546, หน้า 16) เป็นแผนการเรียนรู้ที่ประกอบด้วยจุดประสงค์และจุดหมายเฉพาะ การเลือกและการจัดเนื้อหา วิธีการจัดการเรียนการสอน และการประเมินผล (Taba, 1962, pp. 10–11 อ้างถึงใน พูนสุข อุดม, 2546, หน้า 16) เป็นแผนสำหรับจัดโอกาสการเรียนรู้ให้แก่บุคคลกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งเพื่อบรรลุเป้าหมายหรือจุดหมายที่วางไว้ โดยมีโรงเรียนเป็นผู้รับผิดชอบ (Saylor and Alexander, 1974, p. 6 อ้างถึงใน พูนสุข อุดม, 2546, หน้า 16)

1.5 หลักสูตร หมายถึง กิจกรรมทางการศึกษาที่จัดให้กับผู้เรียน (พูนสุข อุดม, 2546, หน้า 17) คือ กิจกรรมการเรียนการสอนชนิดต่างๆ ที่เตรียมการไว้และจัดให้เด็กนักเรียนโดยโรงเรียนหรือระบบโรงเรียน (Trump and Miller, 1968, pp. 11–12 อ้างถึงใน พูนสุข อุดม, 2546, หน้า 17) เป็นมวลกิจกรรมและประสบการณ์ทั้งในและนอกหลักสูตร ซึ่งสถานศึกษาจัดขึ้น เพื่อสนับสนุนและส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พิจารณาในทุกๆ ด้าน (สมเกียรติ ศรีสกุล, 2539, หน้า 13 อ้างถึงใน พูนสุข อุดม, 2546, หน้า 17)

ในขณะที่ บุญเลี้ยง ทุมทอง (2553, หน้า 8–11) กล่าวถึงความหมายของหลักสูตรไว้ 7 ลักษณะ ได้แก่ 1) ในฐานะที่เป็นวิชาและเนื้อหาสาระที่จัดให้ผู้เรียน 2) ในฐานะเอกสารหลักสูตร 3) ในฐานะกิจกรรมที่จัดให้ผู้เรียน 4) ในฐานะแผนสำหรับจัดโอกาสการเรียนรู้หรือประสบการณ์ที่คาดหวังแก่นักเรียน 5) ในฐานะที่เป็นมวลประสบการณ์ 6) ในฐานะที่เป็นจุดหมายปลายทาง และ 7) ในฐานะที่เป็นระบบการเรียนการสอนและ กิจกรรมการเรียนการสอน

โดยสรุป หลักสูตร หมายถึง กระบวนวิชา กลุ่มรายวิชา เนื้อหาที่จัดเป็นระบบหรือลำดับ รวมถึงกิจกรรมการเรียนการสอนและมวลประสบการณ์ ทุกอย่าง ที่สถานศึกษาจัดให้แก่ผู้เรียน เพื่อนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนในแนวทางที่พึงปรารถนา

ทั้งความรู้ ความคิด ความสามารถ ทักษะ เจตคติ และค่านิยมต่างๆ เพื่อพัฒนาผู้เรียน ให้มีคุณลักษณะที่เหมาะสมต่อการดำเนินชีวิตในสังคมอย่างมีความสุข

2. องค์ประกอบของหลักสูตร

องค์ประกอบของหลักสูตร นับว่ามีส่วนสำคัญอย่างยิ่งที่จะทำให้หลักสูตร มีความสมบูรณ์ครบถ้วน สำหรับใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนานักเรียน ให้มีคุณลักษณะที่พึงประสงค์นั้น Tabá (1962, p. 425); Ornstein and Hunkins (2004, p. 235); วิชัย วงษ์ใหญ่ (2537, หน้า 22); บุญชม ศรีสะอาด (2546, หน้า 11-18) และสุนีย์ ภูพันธ์ (2546, หน้า 18-19) มีความเห็นสอดคล้องกันว่าองค์ประกอบหลักสูตร ที่สำคัญ ประกอบด้วย 4 ประการ กล่าวคือ 1) วัตถุประสงค์ของหลักสูตร (Objective) 2) เนื้อหาหรือสาระการเรียนรู้ (Contents) 3) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (Activities) และ 4) การประเมินผลหลักสูตร (Evaluation) นอกจากนี้ ชำรง บัวศรี (2542, หน้า 8-9) มีความเห็นเพิ่มเติมว่าองค์ประกอบหลักสูตรนั้นอาจมีรายละเอียดเพิ่มขึ้นได้เพื่อให้ หลักสูตรมีความสมบูรณ์ชัดเจนมากขึ้นสอดคล้องกับ นิรมล ศตวุฒิ (2546, หน้า 10) และวัฒนา สุวรรณไตรย์ (2553, หน้า 15) ได้กล่าวว่องค์ประกอบของหลักสูตร ที่สำคัญมี 7 ประการ ได้แก่ หลักการ จุดมุ่งหมาย จุดมุ่งหมายเฉพาะ โครงสร้างของหลักสูตร เนื้อหา หลักสูตร การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แนวทางการใช้หลักสูตรและยังสอดคล้องกับ คันศร คงเย็น (2545, หน้า 67) และจิตติรัตน์ แสงเลิศอุทัย (2556, หน้า 27) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบของหลักสูตร 7 ประการที่สำคัญ ได้แก่ หลักการ แนวคิดพื้นฐาน วัตถุประสงค์ โครงสร้างหลักสูตร กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการสอน และการวัดและประเมินผล จากองค์ประกอบของหลักสูตรข้างต้น สามารถสรุปเป็นองค์ประกอบของหลักสูตร ตามตาราง 1 ดังนี้

ตาราง 1 สังเคราะห์องค์ประกอบของหลักสูตร

องค์ประกอบของหลักสูตร	Taba	Omstein and Hunkins	วิชัย วงษ์ใหญ่	บุญชม ศรีสะอาด	สุเมย์ ภูพันธ์	อึ้ง บัณฑิต	นิรมล ศตฤกษ์	วัฒนา สุวรรณไตรย์	คันทร คิงฮิน	จิตติรัตน์ แสงเลิศชูชัย
1. ทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐาน									/	/
2. หลักการ						/	/	/	/	/
3. จุดมุ่งหมาย						/	/	/		
4. จุดมุ่งหมายเฉพาะ						/	/	/		
5. วัตถุประสงค์	/	/	/	/	/				/	/
6. โครงสร้าง						/	/	/	/	/
7. เนื้อหา	/	/	/	/	/	/	/	/		
8. กิจกรรมการเรียนรู้	/	/	/	/	/				/	/
9. สื่อการสอน									/	/
10. การวัดผลและประเมินผล	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
11. แนวทางการใช้หลักสูตร						/	/	/		

กล่าวโดยสรุป องค์ประกอบของหลักสูตรเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้หลักสูตรมีความสมบูรณ์ สามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ได้ หลักสูตรจึงควรเริ่มต้นที่ทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐาน เพื่อนำไปสู่การกำหนดหลักการของหลักสูตร จุดมุ่งหมาย เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน และการวัดผลและประเมิน ตามลำดับ

สำหรับการพัฒนาหลักสูตรเสริมตามแนวคิดเมตาคognition และการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 นี้ ผู้วิจัยได้กำหนดองค์ประกอบของหลักสูตร 6 องค์ประกอบ คือ

1. ทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐานของหลักสูตร
2. หลักการของหลักสูตร
3. จุดมุ่งหมายของหลักสูตร
4. เนื้อหาของหลักสูตร

5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของหลักสูตร

6. การวัดผลและประเมินผลหลักสูตร

โดยแต่ละองค์ประกอบมีรายละเอียดดังนี้

1. ทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐานของหลักสูตร เป็นการระบุถึงจุดเริ่มต้นของการสร้างหรือพัฒนาหลักสูตร นำไปสู่การกำหนดองค์ประกอบอื่นของหลักสูตร เพื่อให้สอดคล้องกับทฤษฎีหรือแนวคิดพื้นฐาน
 2. หลักการของหลักสูตร เป็นข้อกำหนดถึงเป้าหมายปลายทางของหลักสูตร เป็นการระบุให้รู้ว่าหลักสูตรนั้น จัดทำขึ้นเพื่ออะไร ซึ่งจะกำหนดไว้ในลักษณะเชิงปรัชญาของหลักสูตร
 3. จุดมุ่งหมายของหลักสูตร เป็นการกำหนดความมุ่งหวังที่ต้องการให้นักเรียนมีคุณลักษณะหรือศักยภาพในด้านใดบ้าง
 4. เนื้อหาหรือโครงสร้างเนื้อหาของหลักสูตร เป็นส่วนที่ระบุถึงหน่วยการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาหรือสาระการเรียนรู้ เวลาเรียน ที่จะนำไปกระตุ้นหรือเป็นเครื่องมือพัฒนานักเรียนให้เกิดคุณลักษณะตามที่กำหนดไว้ในจุดมุ่งหมายของหลักสูตร
 5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของหลักสูตร เป็นส่วนที่ระบุแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อสามารถพัฒนานักเรียนให้เป็นไปตามหลักการและจุดมุ่งหมายของหลักสูตรที่กำหนดไว้
 6. การวัดผลและประเมินผลหลักสูตร เป็นส่วนที่ระบุถึงกระบวนการวัดและประเมินผล เพื่อตรวจสอบว่านักเรียนสามารถบรรลุจุดมุ่งหมายตามที่หลักสูตรกำหนดไว้มากน้อยเพียงใด เพื่อนำไปพัฒนาผู้เรียนและปรับปรุงพัฒนาหลักสูตรให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น
- กล่าวโดยสรุป การพัฒนาหลักสูตรเสริมตามแนวคิดเมตาคognition และการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มี 6 องค์ประกอบ คือ 1) ทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐาน 2) หลักการ 3) จุดมุ่งหมาย 4) เนื้อหา 5) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และ 6) การวัดผลและประเมินผล

3. กระบวนการพัฒนาหลักสูตร

การพัฒนาหลักสูตรมีผู้ให้ความหมาย ไว้ดังนี้

การพัฒนาหลักสูตร (Curriculum Development) หมายถึง การทำหลักสูตร ที่มีอยู่แล้วให้ดีขึ้นหรือการจัดทำหลักสูตรขึ้นมาใหม่โดยไม่มีหลักสูตรเดิมเป็นพื้นฐานอยู่เลย โดยรวมถึงการผลิตเอกสารต่างๆ สำหรับผู้เรียนด้วย (Saylor & Alexander, 1974, p. 7 อ้างถึงใน พูนสุข อุดม, 2546, หน้า 16 และสังต์ อุทรานันท์, 2532, หน้า 30)

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2537, หน้า 39) และใจทิพย์ เชื้อรัตนพงษ์ (2539, หน้า 14-15) กล่าวถึงการพัฒนาหลักสูตรว่า หมายถึง กระบวนการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุง หรือสร้างหลักสูตร ทั้งในแนวกว้างและแนวลึกเพื่อพัฒนาคุณภาพการจัดการศึกษา โดยครอบคลุมระบบของการพัฒนาใน 3 มิติ (พูนสุข อุดม, 2546, หน้า 23-24) ได้แก่

1. การวางแผน ออกแบบ หรือยกร่างหลักสูตร (Curriculum Planning) ประกอบด้วย การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน การกำหนดจุดมุ่งหมาย การกำหนดเนื้อหาสาระ และประสบการณ์การเรียนรู้ การกำหนดการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

2. การใช้หลักสูตร (Curriculum Implementation) ประกอบด้วย การจัดทำวัสดุหลักสูตรต่างๆ ที่ช่วยให้ผู้ใช้หลักสูตรสามารถใช้หลักสูตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ การผลิตและการใช้สื่อการเรียนการสอน การเตรียมบุคลากร การบริหารหลักสูตร และการดำเนินการสอนตามหลักสูตร

3. การประเมินผลหลักสูตร (Curriculum Evaluation) ประกอบด้วย การประเมินเอกสารหลักสูตร การประเมินการใช้หลักสูตร การประเมินสัมฤทธิ์ผลของหลักสูตร และการประเมินหลักสูตรทั้งระบบ

Taba (1962, pp. 12-13) ได้กล่าวถึง กระบวนการพัฒนาหลักสูตร ที่ตอบสนองความต้องการของผู้เรียน ตามความเชื่อที่ว่าผู้เรียนมีพื้นฐานแตกต่างกัน โดยกำหนดกระบวนการพัฒนาหลักสูตรไว้ 7 ขั้นตอน ดังนี้

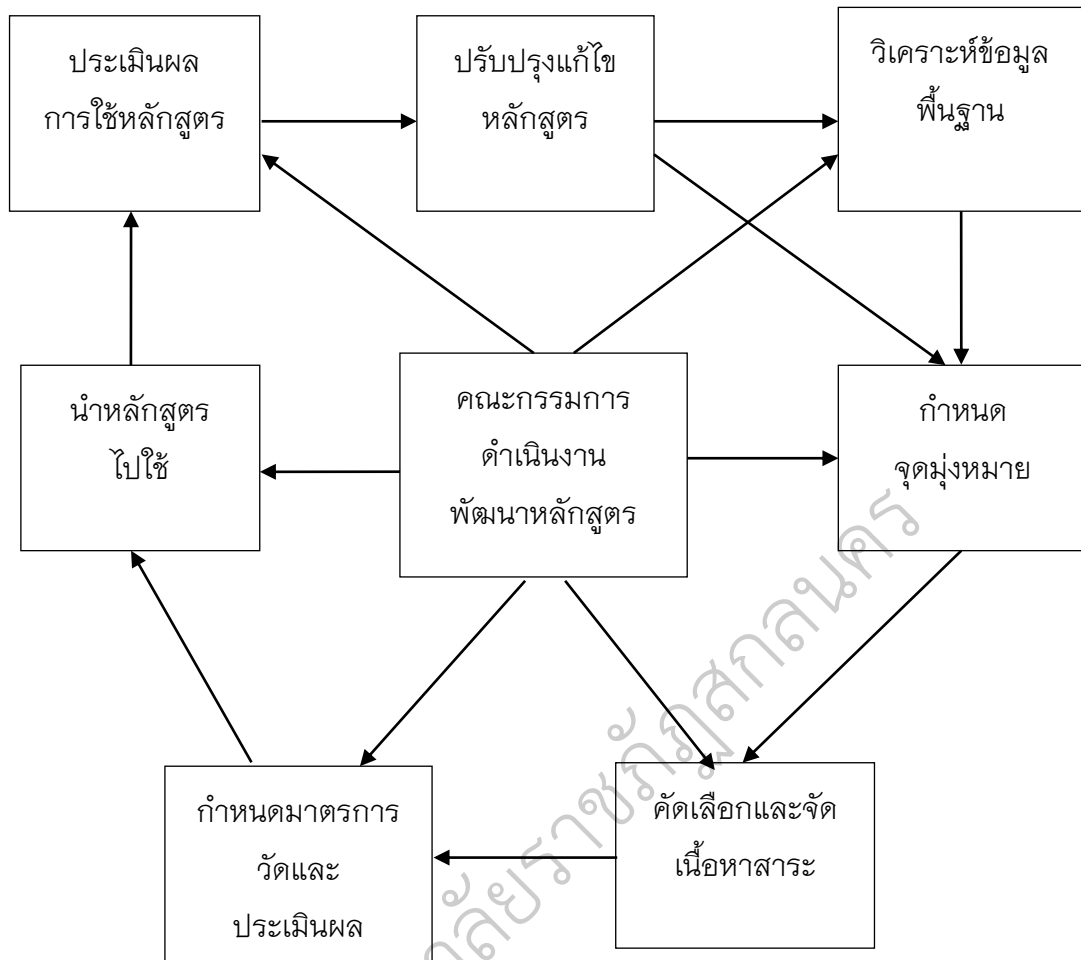
1. การวินิจฉัยความต้องการของผู้เรียน สรรวจสภาพปัญหา ความต้องการ และความจำเป็นต่างๆ ของสังคมและผู้เรียน
2. การกำหนดจุดมุ่งหมาย หลังจากได้วินิจฉัยความต้องการของสังคมและผู้เรียนแล้วจะกำหนดจุดมุ่งหมายที่ต้องการให้ชัดเจน

3. การคัดเลือกเนื้อหาสาระที่จุดมุ่งหมายที่กำหนด แล้วจะช่วยในการเลือกเนื้อหาสาระให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย วัตถุประสงค์ของผู้เรียน โดยเนื้อหาต้องมีความเชื่อถือได้ และสำคัญต่อการเรียนรู้
4. การจัดเนื้อหาสาระ เนื้อหาสาระที่เลือกได้ ยังต้องจัดโดยคำนึงถึงความต่อเนื่อง และความยากง่ายของเนื้อหา วุฒิภาวะ ความสามารถ และความสนใจของผู้เรียน
5. การคัดเลือกประสบการณ์การเรียนรู้ ครูผู้สอนหรือผู้ที่เกี่ยวข้อง จะต้องคัดเลือกประสบการณ์การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา และจุดมุ่งหมายของหลักสูตร
6. การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ ประสบการณ์การเรียนรู้ ควรจัดโดยคำนึงถึงเนื้อหาสาระและความต่อเนื่อง
7. การกำหนดสิ่งที่จะประเมินและวิธีการประเมินผล ตัดสินใจว่า จะต้องประเมินอะไร เพื่อตรวจสอบผลว่าบรรลุตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้หรือไม่ และกำหนดด้วยว่าจะใช้วิธีประเมินผลอย่างไร ใช้เครื่องมืออะไร

Marsh & Willis (1995, p. 278) ได้สรุปแนวคิดในการพัฒนาหลักสูตรว่า กระบวนการพัฒนาหลักสูตรและการเปลี่ยนแปลงหลักสูตร แม้มีหลายแนวคิด แต่เมื่อสรุปรวมความคิดแล้ว ล้วนอยู่บนพื้นฐานความต่อเนื่องเป็นอนุกรม โดยเริ่มจากแรงกดดันและผลกระทบจากปัจจัยบริบทและความก้าวหน้าสู่เทคโนโลยีการปรับปรุงหลักสูตร การนำหลักสูตรไปสู่สถาบันเพื่อใช้จะได้รับแรงกดดันจากปัจจัยต่างๆ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปรับปรุงหลักสูตรขึ้นมาอีกในระยะต่อไปอย่างต่อเนื่อง

สงัด อุทรานันท์ (2532, หน้า 8) ได้จัดลำดับขั้นตอนของการพัฒนาหลักสูตร ไว้ดังนี้ 1) การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน 2) การกำหนดจุดมุ่งหมาย 3) การคัดเลือกและจัดเนื้อหาสาระ 4) การกำหนดมาตรการวัดและการประเมินผล 5) การนำหลักสูตรไปใช้ 6) การประเมินผลการใช้หลักสูตร และ 7) การปรับปรุงแก้ไขหลักสูตร

ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 กระบวนการเปลี่ยนแปลงหลักสูตร

ที่มา: สัจด์ อุทรานันท์ (2532, หน้า 8)

โดยสรุปแล้ว กระบวนการพัฒนาหลักสูตรหมายถึงกระบวนการในการสร้างหลักสูตรใหม่ทั้งหมดหรือการปรับปรุงหลักสูตรที่มีอยู่เดิมให้ดีขึ้น

สำหรับการพัฒนาหลักสูตรเสริมตามแนวคิดเมตาคอกนิชันและการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 นี้ เป็นการพัฒนาหลักสูตรขึ้นมาใหม่ โดยมีขั้นตอนในการพัฒนาหลักสูตรเสริม 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน ขั้นตอนที่ 2 การจัดทำร่างหลักสูตร ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้หลักสูตร และขั้นตอนที่ 4 การประเมินผลและปรับปรุงหลักสูตร

4. ความหมายของหลักสูตรเสริม

หลักสูตรเสริม (Enrichment Curriculum) จัดอยู่ในกลุ่มความหมายของหลักสูตรกว้างและอีกแนวทางหนึ่ง ซึ่งสถานศึกษาและบุคคลที่เกี่ยวข้องใช้วางแผนจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนให้เกิดคุณลักษณะที่พึงประสงค์ได้ตรงตามเจตนารมณ์หรือให้เหมาะสมกับบริบทของสถานศึกษาและชุมชน ดังนั้นหลักสูตรเสริมจึงเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรสถานศึกษา

นักวิชาการนักศึกษ ได้ให้นิยามความหมายของหลักสูตรเสริมไว้ ดังนี้

Passow (1985, p. 215) กล่าวว่าหลักสูตรเสริมในความหมายเดิมแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ 1) เป็นการสอนแนะ การเลือก และการจัดการประสบการณ์การเรียนรู้ที่เหมาะสมกับธรรมชาติและความต้องการของผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษ และ 2) เป็นการขยายและปรับหลักสูตรและวิธีการสอนสำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษในชั้นเรียนปกติ ส่วนในปัจจุบันหลักสูตรเสริมเป็นหลักสูตรที่ขยายความกว้างและความลึกมากกว่าหลักสูตรปกติที่เพิ่มขึ้นทั้งความรู้ ทักษะและพัฒนาทักษะความคิด ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาที่นอกเหนือหรือคาบเกี่ยวกับหลักสูตรปกติที่มีอยู่

Davis & Rimm (1994, pp. 104-106) ได้กล่าวถึงหลักสูตรเสริมว่าเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรสถานศึกษาที่ต้องจัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางให้บุคคลที่เกี่ยวข้องใช้ในการวางแผนการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนได้ตรงตามเจตนารมณ์ หรือเหมาะสมกับบริบทความพร้อมของชุมชน เป็นไปตามสภาพปัญหาและความต้องการของผู้เรียน มุ่งพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจและทัศนคติทางบวกต่อการเรียนรู้ มีความเชื่อมั่นในตนเองและชี้นำตนเองได้ ทั้งนี้หลักสูตรเสริมเป็นหลักสูตรที่ขยายทั้งแนวกว้างและแนวลึกมากกว่าหลักสูตรปกติ โดยเพิ่มทั้งความรู้และทักษะซึ่งอาจมีเนื้อหาออกเหนือหรือคาบเกี่ยวกับหลักสูตรปกติก็ได้ หลักสูตรเสริมเป็นหลักสูตรที่พัฒนาทักษะความคิดและมุ่งพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจและเจตคติทางบวกต่อการเรียนรู้ มีความเชื่อมั่นในตนเองและชี้นำตนเองได้ นอกจากนี้หลักการสำคัญของหลักสูตรเสริม คือ วิธีการสอนเพื่อบรรลุเป้าหมายทางกระบวนการและทางเนื้อหา ซึ่งเป้าหมายทางกระบวนการนั้นประกอบด้วยการพัฒนากระบวนการหรือทักษะต่างๆ เช่น ความคิดสร้างสรรค์ การแก้ปัญหา การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดด้วยวิทยาศาสตร์ และการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาข้ามโนทัศน์ ในส่วนเป้าหมายทางเนื้อหานั้นจะประกอบไปด้วยเนื้อหาในรายวิชา โครงการและกิจกรรมต่างๆ ที่ใช้ในการพัฒนากระบวนการหรือทักษะ

Clark (1997, pp. 316–319) อธิบายความหมายของหลักสูตรเสริมไว้ว่าเป็นหลักสูตรที่เป็นการเพิ่มเนื้อหาของการเรียนรู้ที่ไม่มีในหลักสูตรปกติ อาจเป็นเนื้อหาที่ยากขึ้น มีความลึกและกว้างมากขึ้น หากเป็นการขยายหลักสูตรเดิมและผู้สอนทราบความต้องการของผู้เรียนหรือทราบวัตถุประสงค์ว่าต้องการให้เกิดสิ่งใดกับผู้เรียน หลักสูตรเสริมส่วนใหญ่มักใช้สำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา ซึ่งในประเด็นดังกล่าวนี้ Piirto (1994, pp. 376–400) ได้กล่าวว่ามีหลักสูตรเสริมสำหรับนิสิตนักศึกษาในระดับมหาวิทยาลัยและหลักสูตรเสริมสำหรับผู้ใหญ่ โดยหลักสูตรสำหรับนิสิตนักศึกษาในระดับมหาวิทยาลัยจะเน้นการพัฒนาภาวะผู้นำและการพัฒนาการคิด เช่น ในปัจจุบันมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ ที่เออร์บานา-แชมเปญ (University of Illinois at Urbana-Champaign) ได้จัดโปรแกรมเสริมในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตทางนโยบายเศรษฐกิจ (Master of Economics) เพื่อตอบสนองของความต้องการของผู้เรียน โดยใช้โปรแกรมเสริม (Enrichment Program) ในระดับบัณฑิตศึกษา (University of Illinois, 2000, pp. 2–3)

วิจิตรพร หล่อสุวรรณกุล (2544, หน้า 8) สรุปความหมายของหลักสูตรเสริมไว้ว่าเป็นหลักสูตรที่เพิ่มเนื้อหาของการเรียนรู้ที่ไม่มีในหลักสูตรปกติ เป็นหลักสูตรที่ขยายกลยุทธ์ในการสอนให้แตกต่างไปจากเดิม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผู้เรียนในด้านใดด้านหนึ่ง

จันทิมา แสงเลิศอุทัย (2550, หน้า 8) ให้ความหมายของหลักสูตรเสริมไว้ว่าเป็นประสบการณ์การเรียนรู้ที่จัดขึ้นเพื่อเสริมหลักสูตรเดิมที่มีอยู่ โดยหลักสูตรเสริมจะมีลักษณะที่ขยายออกทั้งแนวกว้างและแนวลึกมากกว่าหลักสูตรปกติ โดยมีวัตถุประสงค์ที่กำหนดขึ้นตามคุณลักษณะที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ในส่วนของเนื้อหา นั้น อาจมีนอกเหนือหลักสูตรปกติหรือคาบเกี่ยวกับหลักสูตรปกติ แต่จะมีความลึกและความหลากหลายมากกว่าหลักสูตรปกติ มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทั้งทฤษฎีและปฏิบัติ และมีประเมินผลด้วยเครื่องมือที่หลากหลาย

กล่าวโดยสรุป หลักสูตรเสริมเป็นหลักสูตรที่นอกเหนือจากหลักสูตรปกติ เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรสถานศึกษา โดยมีจุดมุ่งหมายจะพัฒนาผู้เรียนเป็นกรณีพิเศษ เพื่อพัฒนาผู้เรียนนอกเหนือจากที่กำหนดในหลักสูตรปกติ โดยมีเนื้อหาที่อาจยากขึ้น ลึกหรือกว้างกว่าปกติ หรือมุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะใดลักษณะหนึ่งเป็นพิเศษ กระบวนการจัดการเรียนการสอนจะมีลักษณะเฉพาะนอกเหนือไปจากหลักสูตรปกติ

5. องค์ประกอบของหลักสูตรเสริม

องค์ประกอบของหลักสูตรเสริม หมายถึง โครงร่าง หรือส่วนที่อยู่ภายใน และประกอบกันเข้าเป็นหลักสูตร เป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้ความหมายของหลักสูตรสมบูรณ์ เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน การประเมินผล และการปรับปรุงพัฒนาหลักสูตร (รุจิรี ภูสาระ, 2545, หน้า 8) ประกอบด้วย สิ่งสำคัญที่เป็นพื้นฐานเช่นเดียวกับหลักสูตรทั่วไป 4 ประการ คือ วัตถุประสงค์ (Objectives) เนื้อหา (Content) การจัดประสบการณ์ การเรียนรู้ (Learning Experiences) และการประเมินผล (Evaluation) (Taba, 1962, pp. 422-423; Saylor and Alexander and Levis, 1974, p. 102; วิชัย วงษ์ใหญ่, 2537, หน้า 5 และชมพูพันธ์ ฤกษ์จร ณ อยุธา, 2540, หน้า 16)

1. วัตถุประสงค์ (Objectives) หมายถึง ความมุ่งหวังที่จะเกิดผลแก่ผู้เรียน ภายหลังจากเรียนจบหลักสูตรแล้ว โดยสะท้อนให้เห็นคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ที่จะให้เกิดแก่ผู้เรียนเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามที่ต้องการและเป็นพฤติกรรมสามารถวัดและประเมินได้ (Taba, 1962, p. 214; วิจิตรพร หล่อสุวรรณกุล, 2544, p. 71 และสุนีย์ ภูพันธ์, 2546, หน้า 180) การกำหนดวัตถุประสงค์ในหลักสูตร แต่ละระดับจะแตกต่างกันไปตามลักษณะของผู้เรียนและการพัฒนาทางด้านร่างกาย จิตใจ และสติปัญญา โดยครอบคลุมคุณลักษณะตามวัตถุประสงค์ทางการศึกษา (Three Domains of Taxonomy) 3 ด้าน คือ ความรู้ เจตคติ และทักษะ (Saylor and Alexander, 1974, p. 153; สงัด อุทรานันท์, 2532, หน้า 203-204 และวิจิตรพร หล่อสุวรรณกุล, 2544, หน้า 71) และสอดคล้องกับสภาพบริบทของสังคมในขณะนั้น (ชวลิต ชูกำแพง, 2551, หน้า 16-17) กล่าวโดยสรุป การกำหนดวัตถุประสงค์หลักสูตร คือ การกำหนด สิ่งมุ่งหวังที่จะให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนภายหลังจากการจบหลักสูตร ซึ่งต้องครอบคลุม คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียนเป็นสำคัญ

2. เนื้อหา (Content) หมายถึง สารสำคัญของความรู้และมวลประสบการณ์ ที่จัดไว้สำหรับผู้เรียน เพื่อกระตุ้นหรือเป็นเครื่องมือพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถ และเกิดคุณลักษณะตามที่กำหนดไว้ในวัตถุประสงค์ เนื้อหาเป็นสิ่งที่กำหนดประสบการณ์ การเรียนรู้ และทำหน้าที่เชื่อมโยงให้การจัดประสบการณ์นั้นบรรลุผลตามวัตถุประสงค์ (Taba, 1962, p. 214) เกณฑ์ในการเลือกเนื้อหาจะต้องพิจารณาว่า 1) มีเนื้อหาเฉพาะ อะไรบ้างที่จะบ่งชี้ผู้เรียนรู้ในสิ่งนั้น 2) มีกฎ ข้อเท็จจริง แนวคิดและหลักการอะไรบ้าง ที่สัมพันธ์กับหัวข้อเนื้อหา 3) เนื้อหาได้แนวทางเกี่ยวกับกระบวนการเรียนการสอน

เป็นขั้นตอนและต่อเนื่องสัมพันธ์กับหัวข้อเรื่องอย่างไร 4) เนื้อหาวิชาได้บ่งชี้ให้ผู้เรียน เกิดความรู้ ความคิด ทักษะ คุณลักษณะ และค่านิยมในรูปแบบใด (วิชัย วงษ์ใหญ่, 2537, หน้า 93) โดยคำนึงถึงความเที่ยงตรง (Validity) หรือความถูกต้อง ความสำคัญ (Significance) ความสนใจ (Interest) ความสามารถที่จะเรียนรู้ได้ (Learning ability) ความสอดคล้องกับความเป็นจริงในสังคม (Consistency with Social Reality) และประโยชน์ในการนำไปใช้ (Utility) ซึ่งสิ่งสมควรพิจารณาคัดเลือกเนื้อหาเข้าไปในหลักสูตรอันดับแรกๆ ได้แก่ ความจำเป็นต่อการอยู่รอดของผู้เรียน (Survival) การใช้ได้อย่างกว้างขวาง (Universal) การใช้มากใช้บ่อยการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ และการพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (บุญชม ศรีสะอาด, 2546, หน้า 86-87) นอกจากนี้การจัดเนื้อหาต้องเป็นไปตามหลักทางตรรกะ (logic) และหลักจิตวิทยา คือ 1) จัดตามลำดับจากเนื้อหาที่ง่ายไปสู่เนื้อหาที่ยาก 2) จัดตามลำดับพื้นฐานที่จำเป็นที่ต้องเรียนก่อนหลัง 3) จัดตามลำดับของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นตามกาลเวลา 4) จัดตามหัวข้อหรือเรื่อง 5) จัดตามลำดับจากส่วนย่อยไปหาส่วนรวม 6) จัดตามลำดับจากส่วนรวมไปสู่ส่วนย่อย 7) จัดตามลำดับจากสิ่งที่อยู่ใกล้ไปสู่สิ่งที่ไกลตัว การจัดเนื้อหาต้องมีความต่อเนื่องและสัมพันธ์กับทั้งในความสัมพันธ์ระหว่างวิชาและความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นภายในตัวผู้เรียนโดยเฉพาะประสบการณ์ของผู้เรียน (ใจทิพย์ เชื้อรัตนพงษ์, 2539, หน้า 84-86 และบุญชม ศรีสะอาด, 2546, หน้า 88-90)

กล่าวโดยสรุป การจัดเนื้อหา คือการจัดความรู้และมวลประสบการณ์ ที่ต้องการจะให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน โดยต้องคำนึงถึงองค์ประกอบต่างๆ เช่น ปรัชญา เป้าหมาย การศึกษา หรือวัตถุประสงค์ของการศึกษา ลำดับของเนื้อหา เช่น เรียงลำดับจากง่ายไปยาก เป็นต้น

3. การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ (Learning Experiences) หมายถึง

การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ เป็นปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ระหว่างผู้เรียนกับสถานการณ์ภายนอกของสิ่งแวดล้อมที่มีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน การเรียนรู้เกิดขึ้นจากพฤติกรรมที่แสดงออกของผู้เรียน ประสบการณ์การเรียนรู้คือกิจกรรมที่ผู้เรียนกระทำ (วิชัย วงษ์ใหญ่, 2537, หน้า 112 และชมพัญญ์ ฤกษ์จร ฌ อยุธยา, 2540, หน้า 61) หลักการเลือกประสบการณ์การเรียนรู้ คือ 1) สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ 2) ให้โอกาสผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติจริง เพื่อให้เกิดพฤติกรรมตามที่ได้ระบุไว้ในจุดประสงค์การเรียนรู้ 3) ผู้เรียนให้ความสนใจและพึงพอใจที่จะปฏิบัติหรือร่วมกิจกรรมด้วยความเต็มใจไม่รู้สึกว่าเป็นการบังคับ 4) มีความเป็นไปได้ สอดคล้องเหมาะสมกับขอบข่ายความสามารถของผู้เรียน และมี

ความพร้อมในการดำเนินการ 5) มีรูปแบบหลากหลาย เช่น การใช้โสตทัศนวัสดุต่างๆ (audio-visual) การใช้แบบฝึกหัด (drill and practice method) การใช้กิจกรรม (activity-oriented method) การแก้ปัญหา (problem-solving method) การสอนรายบุคคล (individualized method) การสืบสวนสอบสวน (inquiry method) และการเรียนรู้ด้วยตนเอง (self-study method) เป็นต้น เพื่อรองรับความแตกต่างของผู้เรียน 6) จัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ได้หลายอย่างในเวลาเดียวกัน 7) ประสบการณ์ที่จัดขึ้นกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากเรียนรู้ได้รวดเร็ว 8) คำนึงถึงความสัมพันธ์เกี่ยวกับเวลาและเนื้อหาเพื่อให้ผู้เรียนเกิดบูรณาการภายหลังจากมีปฏิสัมพันธ์กับกิจกรรมการเรียนรู้ โดยหลักการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่สำคัญ ได้แก่ 1) สำรวจประสบการณ์เดิมของผู้เรียนเพื่อวางแผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ 2) จัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้ต่อเนื่องจากประสบการณ์เดิม และการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นใหม่ต้องได้รับการฝึกฝนอย่างต่อเนื่อง 3) จัดลำดับขั้นตอนของประสบการณ์การเรียนรู้ตามหลักตรรกะและจิตวิทยา 4) บูรณาการความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิมโดยไม่บั่นทอนพัฒนาการเดิม และ 5) การถ่ายโยงความรู้เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ (Tyler, 1949, p. 74; วิชัย วงษ์ใหญ่, 2537, หน้า 110-113 และชวลิต ชูกำแพง, 2551, หน้า 89-93)

กล่าวโดยสรุป การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ คือ การกำหนดวิธีสอน การจัดกิจกรรม หรือจัดประสบการณ์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดผลการเรียนรู้ตามแนวทางหรือเกณฑ์ที่ตั้งไว้

4. การประเมินผล (Evolution) หมายถึง กระบวนการรวบรวมข้อมูลเพื่อตรวจสอบว่าประสบการณ์การเรียนรู้ที่จัดขึ้นได้ผลเป็นที่พึงปรารถนาจริงหรือไม่ ความเปลี่ยนแปลงของผู้เรียนทั้งหมดเป็นไปตามความต้องการหรือไม่ สามารถบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ได้มากน้อยเพียงใด การจัดประสบการณ์การเรียนรู้เหมาะสมหรือไม่ เนื้อหาและวิธีการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบใดมีประสิทธิภาพมากที่สุด มีสิ่งใดที่ต้องนำมาแก้ไข ปรับปรุง การประเมินผล จึงเป็นการนำเสนอข้อมูลเพื่อตัดสินใจปรับปรุงเปลี่ยนแปลง หรือเลือกวิธีการใหม่เพื่อจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้ได้ประสิทธิภาพมากขึ้น (รุจิรั ภูสาระ, 2545, หน้า 147) สำหรับหลักการประเมินผลโดยทั่วไปมี 5 ชั้น ได้แก่ 1) กำหนดจุดประสงค์ของการประเมิน 2) เลือกหรือสร้างเครื่องมือวัดสิ่งที่ต้องการประเมิน ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน (Type of Evaluation) ส่วนใหญ่ ได้แก่ แบบทดสอบมาตรฐาน (ผลสัมฤทธิ์ สถิติปัญญา ความพร้อม) แบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างขึ้น การสังเกตอย่างมีระบบ

การจดบันทึก แบบสำรวจ แบบสอบถาม คำถามปลายเปิด การเติมประโยคให้สมบูรณ์ กลวิธีให้บุคคลระบายความ ในใจ สังคมมิติ 3) ดำเนินการวัดผลด้วยเครื่องมือที่สร้างขึ้น หรือเลือกไว้ 4) นำผลที่วัดได้เปรียบเทียบกับเกณฑ์ 5) ประเมินผลตัดสินคุณค่า (ฉำรง บัวศรี, 2542, หน้า 258-259)

กล่าวโดยสรุป การประเมินเป็นการประเมินความสำเร็จของหลักสูตร โดยประเมินผู้เรียนว่าบรรลุตามที่หลักสูตรต้องการหรือไม่ ซึ่งจะต้องมีทั้งการประเมิน เพื่อปรับปรุงและการประเมินผลลัพธ์ด้วย

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่า องค์ประกอบหลักสูตรที่สำคัญจะต้อง ประกอบองค์ประกอบอย่างน้อย 4 องค์ประกอบ จึงจะเป็นหลักสูตรที่สมบูรณ์ ได้แก่

- 1) วัตถุประสงค์ 2) เนื้อหาสาระ 3) กิจกรรมหรือประสบการณ์การเรียนรู้ และ
- 4) การประเมินผล

สำหรับการพัฒนาหลักสูตรเสริมตามแนวคิดเมตาไดนามิกและการเรียนรู้ โดยใช้บริบทเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาหลักสูตรเสริม โดยมี 6 องค์ประกอบ ได้แก่

- 1) ทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐาน 2) หลักการ 3) จุดมุ่งหมาย 4) เนื้อหา 5) การจัดกิจกรรม การเรียนรู้ และ 6) การวัดผลและประเมินผล

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

และหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

จากการศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สรุปสาระสำคัญ ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 4)

1. หลักการ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

1.1 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมาย และมาตรฐานการเรียนรู้ เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล

1.2 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาส ได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาคและมีคุณภาพ

1.3 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น

1.4 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลาและการจัดการเรียนรู้

1.5 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

1.6 เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกกระบบ และตามอัธยาศัยครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

2. จุดหมาย หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมาย เพื่อให้เกิดกับผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

2.1 มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

2.2 มีความรู้อันเป็นสากลและมีความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหาการใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต

2.3 มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุนทรีย์ และรักการออกกำลังกาย

2.4 มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

2.5 มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 5)

3. สมรรถนะสำคัญ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานมุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

3.1 ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิดความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร และประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์

ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่างๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผล และความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

3.2 ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศ เพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่างๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรม และข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่างๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหาและมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

3.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่างๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่างๆ อย่างเหมาะสมการปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อมและการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

3.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยีด้านต่างๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้องเหมาะสมและมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 6-7)

4. คุณลักษณะอันพึงประสงค์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ได้กำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ 8 ประการ ได้แก่ 1) รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ 2) ซื่อสัตย์สุจริต 3) มีวินัย 4) ใฝ่เรียนรู้ 5) อยู่อย่างพอเพียง 6) มุ่งมั่นในการทำงาน 7) รักความเป็นไทย และ 8) มีจิตสาธารณะ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 7)

กล่าวโดยสรุป หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีหลักการสำคัญ คือ เป็นหลักสูตรอิงมาตรฐาน ทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาค สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษา ยืดหยุ่นทั้งสาระการเรียนรู้และเวลา เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและสามารถศึกษาได้ทั้งในระบบ นอกระบบและตามอัธยาศัย มีจุดหมายเพื่อให้เกิดผลกับผู้เรียนด้านคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมที่พึงประสงค์ มีความรู้อันเป็นสากลและความสามารถในการสื่อสาร มีสุขภาพกายสุขภาพจิตที่ดี มีความรักชาติ และมีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรม สิ่งแวดล้อม และมุ่งทำประโยชน์ และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม นอกจากนี้ หลักสูตรยังช่วยให้เกิดสมรรถนะ 5 ประการ คือ ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี นอกจากนี้ยังเป็นหลักสูตรที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุขในฐานะพลเมืองไทยและพลโลก

2. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 56-91) ได้กล่าวถึงหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พุทธศักราช 2551 ดังนี้

1. ความสำคัญของคณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่นๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 56)

กล่าวโดยสรุปแล้ว คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญในการพัฒนาความคิดของมนุษย์ เป็นเครื่องมือการศึกษาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมถึงศาสตร์อื่นๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

2. สารหลักของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สารหลักของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน มีดังนี้

2.1 จำนวนและการดำเนินการ ความคิดรวบยอดและความรู้สึกเชิงจำนวน ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง การดำเนินการของจำนวน อัตราส่วน ร้อยละ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน และการใช้จำนวนในชีวิตจริง

2.2 การวัด ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่างๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ

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

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

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

2.6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 56-57) กล่าวโดยสรุปแล้ว สารหลักของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มี 6 สาร คือ จำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยสาระที่หก ทักษะและกระบวนการทาง

คณิตศาสตร์จะแทรกอยู่ในทุกสาระคือสาระที่หนึ่งถึงสาระที่ห้า ดังนั้นการจัดการเรียน การสอนผู้สอนจะต้องแทรกทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เสมอ

3. คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลักสูตรกลุ่มสาระ การเรียนรู้คณิตศาสตร์ กำหนดคุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ไว้ดังนี้

3.1 มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับระบบจำนวนจริง ค่าสัมบูรณ์ของ จำนวนจริง จำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลัง เป็นจำนวนตรรกยะ หาค่าประมาณของจำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงที่อยู่ใน รูปเลขยกกำลังโดยใช้วิธีการคำนวณที่เหมาะสมและสามารถนำสมบัติของจำนวนจริงไป ใช้ได้

3.2 นำความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้คาดคะเนระยะทาง ความสูง และแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้

3.3 มีความคิดรวบยอดในเรื่องเซต การดำเนินการของเซต และใช้ความรู้เกี่ยวกับแผนภาพเวนน-ออยเลอร์แสดงเซตไปใช้แก้ปัญหา และตรวจสอบ ความสมเหตุสมผลของการให้เหตุผล

3.4 เข้าใจและสามารถใช้ในการให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยได้

3.5 มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สามารถใช้ ความสัมพันธ์และฟังก์ชันแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้

3.6 เข้าใจความหมายของลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต และสามารถหาพจน์ทั่วไปได้ เข้าใจความหมายของผลบวกของ n พจน์แรกของอนุกรมเลข คณิต อนุกรมเรขาคณิต และหาผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต และอนุกรม เรขาคณิตโดยใช้สูตรและนำไปใช้ได้

3.7 รู้และเข้าใจการแก้สมการ และอสมการตัวแปรเดียวดีกรี ไม่เกินสอง รวมทั้งใช้กราฟของสมการ อสมการ หรือฟังก์ชันในการแก้ปัญหา

3.8 เข้าใจวิธีการสำรวจความคิดเห็นอย่างง่าย เลือกใช้ค่ากลางได้ เหมาะสมกับข้อมูลและวัตถุประสงค์ สามารถหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัชฌิมฐาน ฐานนิยม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปอร์เซ็นต์ไทล์ของข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และนำผลจาก การวิเคราะห์ข้อมูลไปช่วยในการตัดสินใจ

3.9 เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ ประกอบการตัดสินใจ และแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้

3.10 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 62)

กล่าวโดยสรุป คุณภาพของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จะต้องมีความคิดรวบยอด รู้และเข้าใจ เนื้อหาด้านคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับระบบจำนวนจริง ตรีโกณมิติ เซต การให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัย ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สมการและอสมการ สถิติ และความน่าจะเป็น ผนวกด้วยทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

4. มาตรฐานการเรียนรู้ ตามหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้ ดังนี้

4.1 สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ ประกอบด้วยมาตรฐาน ดังนี้

4.1.1 มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

4.1.2 มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่างๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา

4.1.3 มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

4.1.4 มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

4.2 สารที่ 2 การวัด ประกอบด้วยมาตรฐาน ดังนี้

4.2.1 มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

4.2.2 มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

4.3 สารที่ 3 เรขาคณิต ประกอบด้วยมาตรฐาน ดังนี้

4.3.1 มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

4.3.2 มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนึ่งภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial Reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric Model) ในการแก้ปัญหา

4.4 สารที่ 4 พีชคณิต ประกอบด้วยมาตรฐาน ดังนี้

4.4.1 มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

4.4.2 มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) อื่นๆ แทนสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา

4.5 สารที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น ประกอบด้วยมาตรฐาน ดังนี้

4.5.1 มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

4.5.2 มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

4.5.3 มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจ และแก้ปัญหา

4.6 สารที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยมาตรฐาน ดังนี้

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสารการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 70-91)

กล่าวโดยสรุป ตามหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สาระที่ 1 มี 4 มาตรฐาน สาระที่ 2 มี 2 มาตรฐาน สาระที่ 3 มี 2 มาตรฐาน สาระที่ 4 มี 2 มาตรฐาน สาระที่ 5 มี 3 มาตรฐาน และสาระที่ 6 มี 1 มาตรฐาน รวมทั้งสิ้น 14 มาตรฐาน

5. ตัวชี้วัดช่วงชั้นที่ 3 ระหว่างมัธยมศึกษาปีที่ 4 ถึงมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีตัวชี้วัดช่วงชั้น ดังนี้

5.1 ตัวชี้วัดตามสาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ ประกอบด้วย ตัวชี้วัดช่วงชั้น ดังนี้

5.1.1 ตัวชี้วัดตามมาตรฐาน ค 1.1 ประกอบด้วย

1) แสดงความสัมพันธ์ของจำนวนต่างๆ ในระบบจำนวนจริง 2) มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริง 3) มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะและจำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์

5.1.2 ตัวชี้วัดตามมาตรฐาน ค 1.2 ประกอบด้วย เข้าใจความหมายและหาผลลัพธ์ที่เกิดจากการบวก การลบ การคูณ การหาร จำนวนจริง จำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะและจำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์

5.1.3 ตัวชี้วัดตามมาตรฐาน ค 1.3 ประกอบด้วย หาค่าประมาณของจำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังโดยใช้วิธีการคำนวณที่เหมาะสม

5.1.4 ตัวชี้วัดตามมาตรฐาน ค 1.4 ประกอบด้วย เข้าใจสมบัติของจำนวนจริงเกี่ยวกับการบวก การคูณ การเท่ากัน การไม่เท่ากัน และนำไปใช้ได้

5.2 ตัวชี้วัดตามสาระที่ 2 การวัด ประกอบด้วยตัวชี้วัดช่วงชั้น ดังนี้

5.2.1 ตัวชี้วัดตามมาตรฐาน ค 2.1 ประกอบด้วย ใช้ความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมในการคาดคะเนระยะทางและความสูง

5.2.2 ตัวชี้วัดตามมาตรฐาน ค 2.2 ประกอบด้วย แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับระยะทางและความสูงโดยใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติ

5.3 ตัวชี้วัดตามสาระที่ 3 เรขาคณิต ไม่มีตัวชี้วัดช่วงชั้น

5.4 สาระที่ 4 พีชคณิต ประกอบด้วย ตัวชี้วัดช่วงชั้น ดังนี้

5.4.1 ตัวชี้วัดตามมาตรฐาน ค 4.1 ประกอบด้วย 1) มีความคิดรวบยอดในเรื่องเซตและการดำเนินการของเซต 2) เข้าใจและสามารถใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัย 3) มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับ ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน เขียนแสดงความสัมพันธ์และฟังก์ชันในรูปแบบต่างๆ เช่น ตาราง กราฟ และสมการ 4) เข้าใจความหมายของลำดับและหาพจน์ทั่วไปของลำดับจำกัด และ 5) เข้าใจความหมายของลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต หาพจน์ต่างๆ ของลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต และนำไปใช้

5.4.2 ตัวชี้วัดตามมาตรฐาน ค 4.2 ประกอบด้วย 1) เขียนแผนภาพเวรน์-ฮอยเลอร์ แสดงเซตและนำไปใช้แก้ปัญหา 2) ตรวจสอบความสัมพันธ์สมเหตุสมผลของการให้เหตุผล โดยใช้แผนภาพเวรน์-ฮอยเลอร์ 3) แก้สมการ และอสมการ ตัวแปรเดียว ดีกรีไม่เกินสอง 4) สร้างความสัมพันธ์หรือฟังก์ชันจากสถานการณ์หรือปัญหา และนำไปใช้ในการแก้ปัญหา 5) ใช้กราฟของสมการ อสมการฟังก์ชัน ในการแก้ปัญหา และ 6) เข้าใจความหมายของผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิตและอนุกรมเรขาคณิต หาผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิตและอนุกรมเรขาคณิต โดยใช้สูตรและนำไปใช้

5.5 ตัวชี้วัดตามสาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น ประกอบด้วย ตัวชี้วัดช่วงชั้น ดังนี้

5.5.1 ตัวชี้วัดตามมาตรฐาน ค 5.1 ประกอบด้วย 1) เข้าใจวิธีการสำรวจความคิดเห็นอย่างง่าย 2) หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน ฐานนิยม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปอร์เซ็นต์ไทล์ของข้อมูล และ 3) เลือกใช้ค่ากลางที่เหมาะสมกับ ข้อมูลและวัตถุประสงค์

5.5.2 ตัวชี้วัดตามมาตรฐาน ค 5.2 ประกอบด้วย 1) นำผลที่ได้จากการสำรวจความคิดเห็นไปใช้คาดการณ์ในสถานการณ์ที่กำหนดให้ และ 2) อธิบายการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ และนำผลที่ได้ไปใช้คาดการณ์ในสถานการณ์ที่กำหนดให้

5.5.3 ตัวชี้วัดตามมาตรฐาน ค 5.3 ประกอบด้วย 1) ใช้ข้อมูลข่าวสาร และค่าสถิติ ช่วยในการตัดสินใจ และ 2) ใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

5.6 ตัวชี้วัดตามสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยตัวชี้วัดช่วงชั้นดังนี้

ตัวชี้วัดตามมาตรฐาน ค 6.1 ประกอบด้วย 1) ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา 2) ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม 3) ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม 4) ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและชัดเจน 5) เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆ และ 6) มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 70-91)

กล่าวโดยสรุป ตามหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สาระที่ 1 มี 5 ตัวชี้วัด สาระที่ 2 มี 2 ตัวชี้วัด สาระที่ 3 ไม่มีตัวชี้วัด สาระที่ 4 มี 11 ตัวชี้วัด สาระที่ 5 มี 7 ตัวชี้วัด และสาระที่ 6 มี 6 ตัวชี้วัด รวมทั้งสิ้น 31 ตัวชี้วัด

แนวคิดการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

1. ความสำคัญของคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ และความเจริญก้าวหน้าของโลก เป็นพื้นฐานสำหรับการเรียนวิชาอื่นๆ มีผู้กล่าวถึงความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย ดังนี้

สุชาติ ผุดผ่อง (2542, หน้า 2-3) กล่าวว่า คณิตศาสตร์ มีบทบาทสำคัญต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ทำให้มีการพัฒนาในด้านต่างๆ อย่างรวดเร็ว กล่าวคือ คณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ นอกจากนี้ยังเป็นเครื่องมือที่สำคัญต่อการเรียนรู้ ช่วยฝึกความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล และการแก้ปัญหา รวมทั้งความเป็นระเบียบ รอบคอบ ความละเอียดถี่ถ้วน

สิริพร ทิพย์คง (2545, หน้า 1) กล่าวว่า คณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โลกในปัจจุบันเจริญขึ้น ต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนาให้แต่ละบุคคล เป็นคนที่สมบูรณ์ เป็นพลเมืองที่ดี เพราะคณิตศาสตร์ช่วยเสริมสร้างความคิดที่มีเหตุผล ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีระบบระเบียบในการคิดมีการวางแผนในการทำงาน

มีความสามารถในการตัดสินใจ มีความรับผิดชอบต่อกิจการงานที่ได้รับมอบหมาย ตลอดจนมีลักษณะของความเป็นผู้นำในสังคม

ฉวีวรรณ เศวตมาลย์ (2545, หน้า 20-21) กล่าวว่า คณิตศาสตร์ มีความสำคัญต่อมนุษย์ 3 ด้าน คือ

1. การนำไปใช้ได้จริง (Practical values) ได้แก่ การนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน และในงานอาชีพ ซึ่งอาชีพเกือบทุกแขนงไม่ว่าจะเป็นทางด้านวิทยาศาสตร์ หรือสังคมศาสตร์ จำเป็นต้องมีพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์

2. การฝึกวินัย (Disciplinary values) คณิตศาสตร์ช่วยเสริมสร้าง ลักษณะนิสัย และเจตคติด้านความมีระเบียบวินัยให้แก่ผู้เรียน รวมไปถึงความมีเหตุผล การเคารพกฎกติกาของสังคม

3. คุณค่าด้านวัฒนธรรม (Cultural values) คณิตศาสตร์ถือว่าเป็น ความรู้เบื้องต้นที่มนุษย์ได้เรียนรู้และสืบทอดต่อกันมาแต่โบราณจนถึงปัจจุบัน แสดงให้เห็น ถึงรากเหง้า และความเป็นอยู่ของมนุษย์ ซึ่งความเจริญของงานทางด้านวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี เป็นผลมาจากความเจริญและวิวัฒนาการทางคณิตศาสตร์นั่นเอง

สุวรรณ กาญจนมยุร (2549, หน้า 1) กล่าวว่า คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือ ที่สำคัญต่อการพัฒนาศักยภาพทางสมองในด้านความคิด การตัดสินใจให้เหตุผล การแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือการเรียนรู้ ของวิชาการแขนงต่างๆ

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2551, หน้า 1) กล่าวว่า คณิตศาสตร์ มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบมีแบบแผน วิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้ อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผนตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษา ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่นๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนิน ชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555ก, หน้า 1) กล่าวว่าคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ และความเจริญ ก้าวหน้าของโลก เป็นพื้นฐานในการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่นๆ

เป็นเครื่องมือในการพัฒนาความคิดของมนุษย์ที่หลากหลาย ทั้งการคิดวิเคราะห์สังเคราะห์ คิดอย่างมีเหตุเป็นผล คิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ และคิดอย่างเป็นระบบและมีระเบียบแบบแผน ลักษณะการคิดดังกล่าวทำให้มนุษย์สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กล่าวโดยสรุป คณิตศาสตร์ เป็นพื้นฐานสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์ ช่วยพัฒนาความคิด ทำให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน มีความสามารถในการวิเคราะห์และแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ทำให้สามารถ คาดการณ์ วางแผนตัดสินใจแก้ปัญหาต่างๆ นอกจากนั้นยังมีความสำคัญต่อการพัฒนา ให้เกิดความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. หลักการและวิธีจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ ครูผู้สอนจำเป็นต้องทราบ ถึงหลักการและวิธีจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้รับประโยชน์สูงสุด ในการเรียนรู้ ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่าน ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับหลักการและวิธีการ จัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ดังนี้

2.1 หลักการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีผู้กล่าวถึงหลักการจัดการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ ดังนี้

จวีวรรณ เศวตมาลย์ (2544, หน้า 9) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับหลักการ จัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจ และประสบความสำเร็จ ในการเรียนคณิตศาสตร์นั้นครูผู้สอนต้องรู้จักนักเรียนเป็นรายบุคคล ต้องรู้ว่ากำลังจัดการ เรียนรู้ในเนื้อหาเรื่องอะไร และต้องรู้วิธีการจัดการเรียนรู้อย่างมีศิลปะ ควรเริ่มต้นบทเรียน โดยการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ใช้สื่อประกอบการจัดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ และวางแผนการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดการค้นพบ เพื่อช่วยพัฒนาความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์

สิริพร ทิพย์คง (2545, หน้า 110-111) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับ หลักการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

- 1) ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปหานามธรรม
- 2) ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวก่อนที่จะเรียนรู้สิ่งที่อยู่

ไกลตัว

- 3) เรียนรู้จากเรื่องที่ยากก่อนเรื่องที่ยาก

- 4) เรียนรู้ให้ตรงตามเนื้อหาที่ต้องการ
- 5) เรียนรู้ตามลำดับขั้นตอนโดยใช้ความคิดอย่างมีเหตุผล
- 6) ควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนรู้สึกสนุกสนานเพลิดเพลิน
- 7) ครูต้องมีจิตวิทยา สร้างแรงจูงใจ เสริมกำลังใจให้ผู้เรียน
- 8) จัดการเรียนรู้โดยการบูรณาการกับวิชาอื่นๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 9-10) ได้เสนอแนวคิดที่สำคัญเกี่ยวกับหลักการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ดังนี้

- 1) ต้องมีความสอดคล้องระหว่างแนวทางการวัดผลประเมินผลของสถานศึกษากับสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ความต้องการของท้องถิ่น ความเหมาะสมกับวัย ระดับพัฒนาการและประสบการณ์ของผู้เรียน จุดประสงค์การเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้
- 2) กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และแนวทางการวัดผลประเมินผลมีความหลากหลายและเหมาะสมต่อความสามารถของผู้เรียน
- 3) การมีส่วนร่วมของผู้เรียนและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาในการจัดทำกรอบการวัดผลประเมินผล เกณฑ์การให้ระดับคุณภาพ และดำเนินการวัดผลประเมินผลอย่างสม่ำเสมอตามมาตรฐานที่กำหนด

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2552ก, หน้า 9) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับหลักการจัดการเรียนรู้ ที่ช่วยให้ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ สามารถนำไปใช้เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพ ดังนี้

- 1) การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนสามารถเรียนรู้ และพัฒนาตนเองได้ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหา และปฏิบัติงานเพื่อสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยครูผู้สอนเป็นผู้สนับสนุนจัดสถานการณ์ให้เอื้อต่อการเรียนรู้
- 2) การจัดการเรียนรู้ที่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล พัฒนาผู้เรียนอย่างสมวัย ทั้งด้านร่างกาย อารมณ์ จิตใจ สังคม และสติปัญญา ครูผู้สอนจึงควรมีข้อมูลของผู้เรียนเป็นรายบุคคล สำหรับใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับความแตกต่างของผู้เรียน

3) การจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการพัฒนาการทางสมอง โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาอย่างเหมาะสมกับการทำงานของสมอง ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนมีจินตนาการความคิดสร้างสรรค์ ทำงานและอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

2.2 วิธีจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ครูผู้สอนคณิตศาสตร์มีความจำเป็น ต้องเรียนรู้วิธีการจัดการเรียนรู้ เพื่อจะได้จัดการเรียนรู้ให้ประสบความสำเร็จ ซึ่งได้มีนักการศึกษาเสนอแนะวิธีการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ดังนี้

ทองระย้า นัยชิต (2544, หน้า 12-14) ได้เสนอแนะวิธีการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอภิปรายโดยการระดมความคิด เพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเอง มีวิธีการจัดการเรียนรู้ที่สามารถสรุป ได้ดังนี้

- 1) วางแผนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน โดยมุ่งหวังให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์จริงมากที่สุด
- 2) สสำรวจความรู้พื้นฐานของผู้เรียน เพื่อให้ทราบความต้องการของผู้เรียน
- 3) เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน
- 4) ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเริ่มจากการทบทวนความรู้พื้นฐาน จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามเนื้อหา มีการอภิปรายและสรุปความรู้ที่ ได้รวมทั้งให้ฝึกทักษะ และประเมินผลงานร่วมกัน

สิริพร ทิพย์คง (2545, หน้า 116-117) ได้เสนอแนะวิธีการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบต่างๆ สามารถสรุปได้ดังนี้

- 1) วิธีจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย โดยครูเล่าเนื้อหาให้นักเรียนฟัง เน้นลักษณะและความสำคัญของเนื้อหาที่ต้องให้นักเรียนทราบ ซึ่งเหมาะกับนักเรียนจำนวนมาก เช่น การเล่าประวัติของจำนวนและตัวเลข ประวัติตรีโกณมิติ ประวัติจำนวนเชิงซ้อน เป็นต้น
- 2) วิธีจัดการเรียนรู้แบบอธิบายและแสดงเหตุผล โดยครูเป็นผู้อธิบาย แสดงเหตุผล วิเคราะห์ เหมาะกับนักเรียนที่มีประสบการณ์น้อย ไม่สามารถคิดได้ด้วยตนเองได้ทั้งหมด
- 3) วิธีจัดการเรียนรู้แบบใช้คำถาม มุ่งให้ความรู้กับนักเรียน ด้วยการถามตอบโดยใช้คำถามอย่างต่อเนื่องแล้วให้นักเรียนคิดตามจนสามารถสรุปเองได้

4) วิธีจัดการเรียนรู้แบบสาธิต ครูทำหน้าที่แสดงหรือกระทำเป็นตัวอย่าง โดยใช้สื่อรูปธรรมเพื่ออธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรม และอาจใช้คำถามประกอบให้นักเรียนคิดตาม

5) วิธีจัดการเรียนรู้แบบทดลอง นักเรียนทำหน้าที่ทดลองด้วยตนเองแล้วสรุปเป็นความคิดรวบยอดในสิ่งที่ได้ทดลอง

6) วิธีจัดการเรียนรู้แบบระดมความคิด โดยให้นักเรียนระดมความคิดอภิปรายในการพิจารณาปัญหาใดปัญหาหนึ่ง และใช้เหตุผลค้นหาข้อเท็จจริง

7) วิธีจัดการเรียนรู้แบบวิเคราะห์-สังเคราะห์ ซึ่งนำมาใช้ในการพิสูจน์ พิสูจน์จากผลไปหาเหตุ โดยศึกษาว่าโจทย์ต้องการทราบอะไร แล้วเชื่อมโยงกับสิ่งที่โจทย์ถามกับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ เพื่อให้ได้ข้อสรุปของสิ่งที่ต้องการทราบ

โกสุ่ม กรีทอง (2551, หน้า 40-41) ได้เสนอแนะวิธีจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบใช้คำถามเพื่อชี้แนวทางการปฏิบัติกิจกรรม และกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดทางคณิตศาสตร์ มีวิธีจัดการเรียนรู้ ที่สามารถสรุปได้ดังนี้

1) คำถามเริ่มต้น เพื่อตีกรอบความคิดของนักเรียนให้อยู่ในขอบเขตที่ต้องการ เช่น นักเรียนจะจัดกลุ่มรูปเรขาคณิตเหล่านี้ได้อย่างไรดี รูปที่กำหนดให้สามารถนำมาประกอบเป็นรูปอะไรได้บ้าง เป็นต้น

2) คำถามกระตุ้นความคิดทางคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยให้นักเรียนได้สังเกตเห็นแบบรูปและความสัมพันธ์ เช่น รูปที่กำหนดให้มีอะไรเหมือนกัน นักเรียนสามารถนำรูปที่กำหนดให้มาจัดกลุ่มได้หรือไม่ เป็นต้น

3) คำถามวัดและประเมินผล โดยให้นักเรียนอธิบายระดับความเหมาะสมของกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติ หรืออาจทำโจทย์ที่มีการแสดงวิธีทำ ตัวอย่างคำถามเช่น นักเรียนได้ค้นพบอะไรบ้าง นักเรียนหาได้อย่างไร เพราะเหตุใดนักเรียนจึงตัดสินใจเช่นนี้ เป็นต้น

4) ถามอภิปรายสรุป เป็นการระดมความคิดของนักเรียน เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และเปรียบเทียบวิธีการคิดและคำตอบ ส่งเสริมให้นักเรียนได้ประเมินผลงานตนเอง ตัวอย่างคำถาม เช่น ใครได้คำตอบที่แตกต่างจากนี้บ้าง นักเรียนคิดว่าเราได้คำตอบที่ดีที่สุดหรือยัง เป็นต้น

นพพร แหยมแสง (2555, หน้า 305) กล่าวถึงวิธีจัดการเรียนรู้ว่า วิธีสอนคณิตศาสตร์มีมากมายหลายวิธี ครูจะเลือกใช้วิธีสอนแบบใดขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ลักษณะเนื้อหาและธรรมชาติของวิชา ความพร้อมของผู้เรียน ความสามารถของผู้สอน ความพร้อมของเครื่องมือที่จะใช้ และอื่นๆ ในคาบหนึ่งๆ ครูอาจเสนอบทเรียนด้วยวิธีสอนหลายวิธีก็ได้ผู้เรียน เน้นการจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนปฏิบัติจริง และนักเรียนสามารถสรุปได้ด้วยตนเอง โดยครูมีบทบาทช่วยเหลือสนับสนุน เช่น ใช้คำถามกระตุ้นที่เหมาะสม อำนวยความสะดวกในด้านต่างๆ

กล่าวโดยสรุป การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนควรจัดการเรียนรู้โดยวิธีการที่หลากหลาย ขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายของบทเรียน นอกจากนั้นวิธีสอนขึ้นอยู่กับลักษณะของเนื้อหา และธรรมชาติวิชา ความพร้อมของผู้เรียน เน้นการจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนปฏิบัติจริง และนักเรียนสามารถสรุปได้ด้วยตนเอง โดยครูมีบทบาทช่วยเหลือสนับสนุน

2.3 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ การจัดการศึกษาคณิตศาสตร์จะมีประสิทธิภาพหรือประสบผลสำเร็จได้ต้องอาศัยการตรวจสอบผลของการจัดการเรียนการสอน ดังนั้น การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอน

2.3.1 ความหมายของการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้เป็นกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของผู้เรียน และเป็นขั้นตอนที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ดังนี้

ศิริเดช สุชีวะ (2546, หน้า 52) กล่าวว่า การวัดผล หมายถึง กระบวนการในการกำหนดตัวเลขหรือปริมาณให้กับสิ่งใดสิ่งหนึ่งอย่างมีกฎเกณฑ์ และเป็นที่ยอมรับ ส่วนการประเมินผลหมายถึง กระบวนการตัดสินใจ หรือการตีค่าที่ได้จากการวัดผลโดยอาศัยเกณฑ์หรือการให้ความหมายของผลการวัด ซึ่งเกี่ยวข้องกับข้อมูลจากการวัด เกณฑ์หรือบรรทัดฐานที่ตั้งไว้ และการตัดสินตีค่า เช่น การระบุว่าผู้เรียนอยู่ในระดับเก่ง อ่อน เป็นต้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550, หน้า 158) กล่าวว่า การวัดผลเป็นส่วนหนึ่งของการประเมินผล กล่าวคือ การวัดผล หมายถึง การตรวจสอบหรือค้นหาสิ่งที่ต้องการตรวจสอบว่ามีปริมาณและคุณภาพมากน้อยเพียงใด

ส่วนการประเมินผล หมายถึง การนำผลจากการวัดผลมาประมวลชี้ขาดในชั้นสรุปหรือชั้นของการตัดสินใจ ช่วยให้ครูทราบว่าผู้เรียนได้เรียนรู้ และบรรลุผลตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้มากน้อยเพียงใด

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2552ข, หน้า 67) กล่าวว่า การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ หมายถึง กระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ ตีค่า บันทึกข้อมูลที่ได้ โดยดำเนินการตลอดการจัดการเรียนรู้ ตั้งแต่ก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน โดยใช้เครื่องมือที่หลากหลายเหมาะสมกับผู้เรียน มีความสอดคล้องและเหมาะสมกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด แล้วนำผลที่ได้มาตีค่าเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

กล่าวโดยสรุป การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ หมายถึง กระบวนการตรวจสอบโดยการรวบรวม วิเคราะห์ เพื่อตัดสินความสามารถหรือคุณภาพของผู้เรียนด้วยวิธีการและเครื่องมือที่หลากหลาย โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีมาตรฐาน ซึ่งการวัดและประเมินผลการเรียนรู้เป็นส่วนหนึ่งของการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนต้องดำเนินการ เพื่อให้จะได้ทราบถึงความก้าวหน้าของผู้เรียนหรือจุดบกพร่องของการจัดการเรียนรู้ และนำไปใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาผู้เรียนต่อไป

2.3.2 ความสำคัญของการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ จะช่วยให้ครูผู้สอนทราบถึงการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียน และมีความสำคัญต่อการพัฒนาผู้เรียนเป็นอย่างยิ่ง มีผู้กล่าวถึงความสำคัญของการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ไว้ดังนี้

สิริพร ทิพย์คง (2545, หน้า 189) กล่าวว่า การวัดและประเมินผลการเรียนรู้มีความสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้ครูผู้สอนทราบถึงพฤติกรรมของนักเรียนตามสภาพความเป็นจริงของแต่ละคน และทำให้ทราบว่านักเรียนได้เรียนรู้และบรรลุผลตามจุดมุ่งหมายเพียงใด มีข้อบกพร่องใดที่จะต้องปรับปรุงแก้ไข นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มแรงจูงใจ กระตุ้นให้นักเรียนมีความต้องการในการเรียนรู้มากขึ้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 11) กล่าวว่า การวัดและประเมินผลการเรียนรู้มีความสำคัญต่อการวินิจฉัยผู้เรียน ทำให้ทราบถึงความรู้พื้นฐาน ความถนัดความสนใจ และความสามารถของผู้เรียน เพื่อครูผู้สอนจะได้วางแผนจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความรู้ความสามารถของผู้เรียน และตรงตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนด นอกจากนี้ยังช่วยให้ทราบจุดเด่นและจุดด้อยของผู้เรียนแต่ละคนด้วย

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2552ข, หน้า 67) กล่าวว่า การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ มีความสำคัญต่อการนำผลที่ได้มาเป็นข้อมูลสะท้อนให้ครูผู้สอนทราบถึงผลของการจัดการเรียนรู้ของตนและพัฒนาการของผู้เรียน ดังนั้นครูผู้สอนต้องคำนึงถึงคุณภาพของการวัดและประเมินผลการเรียนรู้เพื่อที่จะสามารถนำไปใช้ได้ตรงตามเป้าหมายที่กำหนด คุ่มค่าต่อการปฏิบัติงานในทางตรงข้าม หากการวัดและประเมินผลไม่มีคุณภาพ จะทำให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องขาดข้อมูลสำคัญในการสะท้อนผลการจัดการศึกษา ไม่สามารถสร้างความมั่นใจได้ว่าจะสอดคล้องกับสภาพปัญหาและมีความเหมาะสมกับระดับความสำเร็จของการพัฒนาผู้เรียนในระยะเวลาที่ผ่านมาได้

กล่าวโดยสรุป การวัดและประเมินผลการเรียนรู้มีความสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้ในทุกขั้นตอน ทำให้ครูผู้สอนทราบถึงผลการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านมาและการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียน สามารถวินิจฉัยผู้เรียนได้ถูกต้องตรงตามจุดมุ่งหมาย เพื่อนำผลที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขหรือพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น รวมทั้งใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับความต้องการ ความถนัด และศักยภาพของผู้เรียนได้อย่างแท้จริง

2.3.3 หลักการวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ จะต้องสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้และครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ มีผู้ให้แนวคิดเกี่ยวกับหลักการวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544ก, หน้า 30) ได้ให้แนวคิดที่สามารถใช้เป็นหลักการวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งสามารถสรุปหลักการที่สำคัญ ได้ดังนี้

- 1) หลักการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ต้องการความคิดที่ชัดเจนและสื่อสารเข้าใจ
- 2) ต้องเป็นการวัดและประเมินผลในระดับชั้นเรียนที่สนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน
- 3) ผู้ใช้ผลการประเมินที่สำคัญที่สุด คือ นักเรียน จึงควรสร้างแรงจูงใจเพื่อให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ให้มากที่สุด
- 4) จุดหมายการเรียนรู้ที่ชัดเจนและเหมาะสมเป็นสิ่งสำคัญในการวัดและประเมินผล

5) การวัดและประเมินผลเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้

อย่างหนึ่ง

6) การวัดและประเมินผลต้องมีคุณภาพ มีจุดมุ่งหมายและ

วิธีการประเมินที่ชัดเจน

สิริพร ทิพย์คง (2545, หน้า 188) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับหลักการวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า หลักการวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ควรเน้นการนำผลการประเมินมาปรับปรุงการจัดการเรียนรู้นอกจากการตัดสิน การสอบ และต้องให้ตรงกับจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ โดยคำนึงถึงพื้นฐานความรู้ ประสบการณ์ของนักเรียน และบอกแนวทางการวัดและประเมินผล ตลอดจนการปฏิบัติตนของนักเรียนให้ทราบล่วงหน้า เพื่อสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 12) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับหลักการที่สำคัญในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สามารถสรุป ได้ดังนี้

1) การวัดและประเมินผลต้องกระทำอย่างต่อเนื่อง ควบคู่ไปกับกิจกรรมการเรียนรู้ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ นำเสนอความคิดเห็น และแสดงคำตอบที่หลากหลาย

2) การวัดและประเมินผลต้องสอดคล้องกับคุณภาพของผู้เรียนที่ระบุไว้ตามมาตรฐานการเรียนรู้และจะต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

3) การวัดผลประเมินผลต้องครอบคลุมด้านความรู้ความเข้าใจทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ตามสาระการเรียนรู้ที่จัดไว้ในหลักสูตรสถานศึกษา

4) การวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ต้องช่วยให้ได้ข้อเสนอแนะของผู้เรียน ซึ่งสามารถทำได้โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่เหมาะสมอย่างหลากหลาย และนำผลที่ได้ไปตรวจสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้

5) ต้องมีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างสม่ำเสมอ เพื่อช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความตื่นตัวในการปรับปรุงความสามารถทางคณิตศาสตร์

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2552ข, หน้า 74)

ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับหลักการวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ที่ครูผู้สอน ต้องดำเนินการวัดและประเมินผลให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ รวมไปถึงพฤติกรรม ในแต่ละด้าน ทั้งด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย ซึ่งผลการเรียนรู้ที่สะท้อนพฤติกรรม แต่ละด้าน เป็นพัฒนาการที่ครูผู้สอนต้องแสวงหาหรือคิดค้นเทคนิค วิธีการ และเครื่องมือ ต่างๆ เพื่อใช้วัดและประเมินผลโดยคำนึงถึงความสอดคล้องและเหมาะสม เพื่อให้ได้ผล การวัดและประเมินผลที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาผู้เรียนและกระบวนการ จัดการเรียนรู้ได้อย่างแท้จริง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 12-14) กล่าวถึงหลักการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ว่าประกอบด้วย หลักการที่สำคัญ ดังนี้

- 1) การวัดผลประเมินผลต้องกระทำอย่างต่อเนื่อง โดยใช้ คำถามเพื่อตรวจสอบและส่งเสริมความรู้ความเข้าใจด้านเนื้อหา ส่งเสริมให้เกิดทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เช่น นักเรียนแก้ปัญหานี้ได้อย่างไร ใครมีวิธีการ นอกเหนือไปจากนี้บ้าง คำถามกระตุ้นให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยตนเอง และระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน
- 2) การวัดผลประเมินผลต้องสอดคล้องกับความรู้ความสามารถ ของผู้เรียนตามที่ระบุไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตรสถานศึกษา
- 3) การวัดผลประเมินผลต้องครอบคลุมคุณภาพผู้เรียนในด้าน
 - 1) ความรู้ความคิด 2) ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และ 3) คุณลักษณะ อันพึงประสงค์ ตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่ระบุไว้ในหลักสูตรสถานศึกษา
- 4) การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ต้องใช้วิธีการ ที่เหมาะสมและใช้เครื่องมือที่มีคุณภาพ เพื่อให้ได้ข้อสนเทศเกี่ยวกับผู้เรียน
- 5) การวัดผลประเมินผลเป็นกระบวนการที่ใช้สะท้อนความรู้ ความสามารถของผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนมีข้อมูลในการปรับปรุงและพัฒนาความรู้ ความสามารถของตนเองให้ดีขึ้น ในขณะที่ผู้สอนสามารถนำผลการประเมินมาใช้ปรับปรุง กระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน และปรับปรุงการสอนของครูผู้สอน

กล่าวโดยสรุป หลักการวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ต้องมีจุดมุ่งหมายที่ชัดเจน ครอบคลุมด้านความรู้ ความคิด ทักษะและกระบวนการทาง คณิตศาสตร์และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ สนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยเปิดโอกาส ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการวัดและประเมินผล ซึ่งควรเน้นการนำผลการประเมินมา ปรับปรุงการจัดการเรียนรู้มากกว่าการตัดสินการสอบ รวมทั้งใช้เครื่องมือและวิธีการ ประเมินที่เหมาะสมอย่างหลากหลาย เพื่อการพัฒนาผู้เรียนและการออกแบบการจัดการ เรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

2.3.4 แนวทางการวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์

แนวทางการวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จะช่วยให้ทราบถึงจุดมุ่งหมาย ของการวัดและประเมินผล ซึ่งมีผู้กล่าวไว้ดังนี้

สุชาติ ผุดผ่อง (2542, หน้า 69-72) ได้เสนอแนวทางการวัดและ ประเมินผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ซึ่งเป็นกรวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ของวิลสัน (Wilson) ที่แบ่งระดับการวัดพฤติกรรม ของผู้เรียนออกเป็น 4 ระดับ คือ ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ สามารถสรุปได้ดังนี้

- 1) ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ (Computation) เป็นการวัดทักษะในการคิดคำนวณ โดยวัดความรู้ ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ศัพท์ นิยาม และการคำนวณที่เคยเรียนมาแล้ว
- 2) ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นการวัดความสามารถ ในการนำความรู้มาสัมพันธ์กับปัญหา ซึ่งรวมไปถึงการตีความ แปลความ สรุปความ และ ขยายความ
- 3) การนำไปใช้ (Application) เป็นการวัดความสามารถ ในการนำความรู้ หลักการกฎ ข้อเท็จจริง ที่ได้เรียนรู้มาแล้วไปแก้โจทย์ปัญหาใหม่
- 4) การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นการวัดความสามารถระดับสูง โดยอาจเป็นปัญหาคณิตศาสตร์ที่นักเรียนไม่เคยฝึกทำมาก่อน แต่โจทย์ปัญหานั้นอยู่ใน ขอบข่ายเนื้อหาวิชาที่เคยเรียน

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544ข, หน้า 32-33) ได้เสนอแนวทางการวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เป็นการประเมินจากสภาพ จริง ซึ่งได้สะท้อนให้เห็นถึงความสำเร็จในการเรียนรู้ที่แท้จริงตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

การจัดการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยทั่วไปเป็นการวัดและประเมินผลความรู้ ความเข้าใจในคณิตศาสตร์ พฤติกรรมการเรียนรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ การนำคณิตศาสตร์ ไปประยุกต์ใช้ และการสร้างสรรค์ผลงาน พฤติกรรมเหล่านี้สามารถเกิดขึ้นได้ในขณะที่กระบวนการจัดการเรียนรู้ดำเนินไป ดังนั้น ในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ก็จะดำเนินการไปพร้อมๆ กับการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 21-22) ได้เสนอแนวทางการวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยเน้นที่การวัด ความรู้ความคิด ตลอดจนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ให้ได้ข้อมูลที่เพียงพอและ ตรงตามความเป็นจริง แล้วจึงประเมินผลข้อมูลที่ได้ เพื่อสรุปเป็นผลงานที่ผู้เรียนปฏิบัติ ตามสภาพจริง ซึ่งแนวทางการวัดและประเมินผลด้านความรู้ความคิด ทักษะและกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนต้องเลือกใช้แบบทดสอบที่มีคุณภาพเหมาะสมกับผู้เรียน มีการกำหนดเกณฑ์ที่ใช้วัดอย่างชัดเจน และต้องมีความสอดคล้องกันระหว่างสาระ การเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ ความสามารถด้านความรู้ความเข้าใจ ทักษะและ กระบวนการทางคณิตศาสตร์

กล่าวโดยสรุป การวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาชั้น สามารถจำแนกออกเป็น 4 ระดับ คือ ความรู้ ความจำ ด้านการคิดคำนวณความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ อย่างไรก็ตาม ครูผู้สอน ต้องดำเนินการวัดและประเมินผลให้ครอบคลุมความรู้ความคิด ตลอดจนทักษะและ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในทุกๆ ด้าน ให้ได้ข้อมูลที่เพียงพอและตรงตามความเป็นจริง แล้วจึงประเมินผลข้อมูลนั้นออกมา เพื่อสรุปเป็นผลงานที่ผู้เรียนปฏิบัติตามสภาพจริง โดยดำเนินการไปพร้อมๆ กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นอกจากนี้ครูผู้สอนต้องเลือกใช้ เครื่องมือในการวัดและประเมินการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ เหมาะสมกับผู้เรียนและมีการ กำหนดเกณฑ์ที่ใช้วัดอย่างชัดเจน

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

1. ความหมายของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ต้องให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาทั้งด้านความรู้ และด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ควบคู่กันไป เพื่อให้สามารถนำความรู้ที่ได้รับ ไปประยุกต์ใช้ได้ ซึ่งมีนักการศึกษาให้ความหมายของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

สิริพร ทิพย์คง (2545, หน้า 97) กล่าวว่า ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอ การเชื่อมโยง และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550, หน้า 136) กล่าวว่า ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผลและการพิสูจน์ การสื่อสาร การเชื่อมโยง การนำเสนอและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ โดยผู้เรียนมีการสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ผ่านการแก้ปัญหา สามารถให้เหตุผลและใช้วิธีการพิสูจน์ที่หลากหลาย นำเสนอแนวคิดได้อย่างตรงประเด็น และเชื่อมโยงแนวคิดต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งสามารถสังเคราะห์แนวคิด ตัดสินใจและสร้างผลงานชิ้นใหม่ได้

กระทรวงศึกษาธิการ (2551, หน้า 3) กล่าวว่า ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น และต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ดนิตา ชื่นอารมณ (2552, หน้า 21) กล่าวว่า ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้งาน หรือนำไปใช้ในชีวิตรจริง ได้แก่ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การเชื่อมโยง และความคิดสร้างสรรค์ ครูผู้สอนควรเสริมสร้างทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ให้แก่ผู้เรียน โดยเลือกกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับพื้นฐานความรู้และวุฒิภาวะของผู้เรียนจากความหมายของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่นักการศึกษากล่าวไว้

อัมพร ม้าคนอง (2554, หน้า 21) กล่าวว่า ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถหรือความชำนาญในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์

ศศิธร แม้นสงวน (2555, หน้า 164) กล่าวว่า ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เรียนมาไปประยุกต์ใช้งานหรือแก้ปัญหาในชีวิตจริง การจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนจึงเน้นกิจกรรมที่ช่วยพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน รวมทั้งมีตัวอย่างและสถานการณ์ที่เชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงให้มากขึ้น เพื่อให้ให้นักเรียนมีประสบการณ์เกี่ยวกับการนำคณิตศาสตร์ไปใช้งานและเห็นประโยชน์ของคณิตศาสตร์ที่เรียนมา

NCTM (2000, pp. 203–204) ได้นำเสนอไว้ว่า ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปสู่การปฏิบัติผ่านประสบการณ์จริงในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งล้วนแต่เป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน

จิรรัตน์ จตุรานนท์ (2554, หน้า 22–25) ได้กล่าวว่า ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ช่วยให้ความรู้ทางคณิตศาสตร์มีความหมายต่อผู้เรียน เนื่องจากความรู้ทางคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่เป็นสัญลักษณ์ในการสื่อความหมาย มีความซับซ้อนจึงยากต่อการเรียนรู้

อัมพร ม้าคนอง (2554, หน้า 25) ได้กล่าวว่า ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพราะช่วยทำให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ และยังช่วยให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าและประโยชน์ของความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการอธิบายเกี่ยวกับสถานการณ์ต่างๆ ในชีวิตประจำวันได้อีกด้วย

กล่าวโดยสรุป ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ การสื่อสารสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2. การจำแนกทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550, หน้า 2-4) ได้จำแนกทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียน ได้แก่ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และ

การนำเสนอ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซึ่งทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์แต่ละด้าน สรุปได้ดังนี้

2.1 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การให้ผู้เรียนรู้จักเรียนรู้การแก้ปัญหา นับว่าเป็นสิ่งสำคัญต่อการพัฒนาด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีนักการศึกษาได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในแง่มุมต่างๆ ดังนี้

Polya (1957, pp. 16-17) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นที่ยอมรับและนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย ประกอบด้วย การทำความเข้าใจกับปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และการตรวจสอบผล โดยจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้คิดและตัดสินใจว่าจะทำอะไรคือสิ่งที่ต้องการค้นหา มีเงื่อนไขอะไรบ้าง เพียงพอต่อการแก้ปัญหาหรือไม่ จากนั้นกำหนดแนวทางและยุทธวิธีที่จะนำไปใช้แก้ปัญหา เพื่อนำไปสู่การปฏิบัติตามแนวทางที่ได้วางแผนไว้ แล้วดำเนินการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้รวมทั้งพิจารณาว่ามีคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาอื่นอีกหรือไม่

ฉวีวรรณ เศวตมาลย์ (2544, หน้า 55) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบลองผิดลองถูก ด้วยการคิดอย่างมีเหตุผลไปพร้อมกับการแก้ปัญหา การใช้สื่ออุปกรณ์ที่เหมาะสมมาประกอบเพื่อทำให้สถานการณ์ดูเหมือนจริง มีการค้นหารูปแบบที่ทำทนายความคิด และการแสดงสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะเรียนรู้การแก้ปัญหา

สิริพร ทิพย์คง (2545, หน้า 97) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยให้ผู้เรียนฝึกฝนการใช้ความคิดรวบยอด ทักษะการคิดคำนวณ หลักการกฎหรือสูตร ครูผู้สอนต้องสร้างพื้นฐานให้ผู้เรียนคุ้นเคยกับกระบวนการแก้ปัญหาต่างๆ โดยเริ่มทำความเข้าใจวิเคราะห์ปัญหา วางแผนการแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหาแล้วพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ

รัชดา ยাত্রา (2552, หน้า 36) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ได้ยึดการหาเพียงคำตอบ แต่เน้นที่วิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และนำไปสู่คำตอบพร้อมด้วยเหตุผลในการหาคำตอบ ซึ่งการแก้ปัญหาอย่างเกิดขึ้นได้เมื่อนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และมีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนกลุ่มเล็กๆ ซึ่งจะทำให้ได้ผลดีกว่าคิดเพียงคนเดียว

กล่าวโดยสรุป การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการค้นหาคำตอบโดยอาศัยทักษะการคิดวิเคราะห์ การใช้เหตุผล วางแผนการแก้ปัญหา เพื่อนำไปสู่การลงมือปฏิบัติตามแผนจนได้คำตอบที่มีความสมเหตุสมผล ครูผู้สอนจึงควรมีเทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง

2.2 การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ การจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล เป็นสิ่งสำคัญต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งมีนักการศึกษาได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

Krulik and Rudnick (1995, p. 3) กล่าวว่า การให้เหตุผลเป็นส่วนสำคัญ ของกระบวนการคิดโดยแบ่งกระบวนการคิดออกเป็น การคิดขั้นระลึกได้ การคิดขั้นพื้นฐาน การคิดวิเคราะห์ และการคิดสร้างสรรค์ โดยการให้เหตุผลนั้นจะอยู่เหนือระดับการคิดขั้นระลึกได้ ซึ่งประกอบด้วย การคิดขั้นพื้นฐาน การคิดวิเคราะห์ และการคิดสร้างสรรค์

สิริพร ทิพย์คง (2545, หน้า 99) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนในด้านความสามารถการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดสถานการณ์ โจทย์ปัญหาที่น่าสนใจไม่ยากเกินไป เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการแสดงความคิดเห็น และใช้เหตุผลของตนเอง ควรมีการตรวจสอบข้อมูลด้วยการร่วมกันสรุปอภิปรายผล นอกจากนี้ควรกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจค้นหาคำตอบ ซึ่งคำถามที่ใช้ควรกระตุ้นนักเรียนด้วยคำว่า ทำไม อย่างไร เพราะเหตุใด

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550, หน้า 38-39) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการคิดที่อาศัยการคิดวิเคราะห์และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการรวบรวมแนวคิด หรือสถานการณ์ต่างๆ มาเชื่อมโยงกัน เพื่อทำให้ได้ข้อเท็จจริงหรือเกิดสถานการณ์ใหม่ ซึ่งการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1) การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นกระบวนการที่ใช้การสังเกตหรือทดลองหลายๆ ครั้ง แล้วรวบรวมข้อมูลเพื่อหารูปแบบนำไปสู่ข้อสรุป ซึ่งเชื่อว่าน่าจะถูกต้องหรือเป็นจริง มีความเป็นไปได้มากที่สุด แต่ยังไม่ได้พิสูจน์ว่าเป็นจริง และยังไม่พบข้อขัดแย้ง เรียกข้อสรุปนั้นว่าข้อความคาดการณ์

2) การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นกระบวนการที่นำสิ่งที่รู้ว่าเป็นจริงโดยไม่ต้องพิสูจน์ แล้วใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อ้างจากสิ่งที่รู้ว่าเป็นจริงนั้น เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปหรือผลสรุปที่เพิ่มเติมขึ้นมาใหม่ ซึ่งผลสรุปที่สมเหตุสมผลนั้นอาจเป็นเท็จก็ได้ ดังนั้นในการให้เหตุผลแบบนิรนัยต้องตรวจสอบก่อนว่าเหตุที่ยอมรับนั้นเป็นจริงหรือไม่

กล่าวโดยสรุป การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะและกระบวนการที่ควรส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผลคิดอย่างเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจได้อย่างสมเหตุสมผลโดยการเชื่อมโยงข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ต่างๆ ครูผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดอย่างเป็นอิสระ ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ และคิดสร้างสรรค์ อันนำไปสู่การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในที่สุด

2.3 การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ครูผู้สอนสามารถสอดแทรกกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดทักษะและกระบวนการด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอได้ในทุกเนื้อหา มีผู้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ ดังนี้

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics, 1989, p. 214 อ้างถึงใน ประทีป สุภพิมล, 2554, หน้า 45) ได้ให้แนวคิดว่าการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ เป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ช่วยให้ผู้เรียนถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ หรือกระบวนการคิดของตนให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้องชัดเจนและมีประสิทธิภาพโดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้แสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ด้วยการพูด การเขียน การสาธิตหรือการแสดงความคิดเห็นจากข้อมูล ซึ่งผู้เรียนจะต้องวิเคราะห์ ทำความเข้าใจ แปลความหมาย สรุปแนวคิด และนำเสนอข้อมูลด้วยการใช้ศัพท์สัญลักษณ์ หรือโครงสร้างทางคณิตศาสตร์

สิริพร ทิพย์คง (2545, หน้า 100) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะและกระบวนการในด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ซึ่งครูผู้สอนสามารถทำได้ในทุกเนื้อหาที่ต้องการให้ผู้เรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา อาจมีการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง ตาราง กราฟโดยการสอดแทรกอยู่ในทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สุธิดา เกตุแก้ว (2547, หน้า 21) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการส่งเสริมความสามารถของผู้เรียนในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ โดยการเขียนวิธีการคิดกระบวนการแก้ปัญหาหรือแนวความคิดของตนเองว่ามีความเข้าใจเป็นอย่างไร เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนที่ไม่กล้าแสดงออกโดยการพูดได้แสดงออกโดยการเขียน และยังทำให้ครูผู้สอนสามารถประเมินผู้เรียนเป็นรายบุคคลได้ เพราะสิ่งที่เขียนนั้นได้แสดงระดับความเข้าใจที่แตกต่างกัน ซึ่งการสื่อความหมายหรือนำเสนอโดยการเขียนนั้น เป็นทักษะที่จำเป็นในการคิดขั้นพื้นฐาน ที่จะกระตุ้นให้เกิดความคิดในระดับสูงต่อไป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550, หน้า 60-63) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ สามารถสรุปได้ว่า การสื่อสารเป็นกระบวนการถ่ายทอดข่าวสารจากผู้ส่งไปยังผู้รับสาร ซึ่งจะมีประสิทธิภาพถ้าการสื่อสารนั้นมีจุดมุ่งหมาย เนื้อหา และรูปแบบของการสื่อสารที่ถูกต้องชัดเจน มีการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ส่งและผู้รับสาร ส่วนการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ เป็นกระบวนการสื่อสารที่มีการนำเสนอผ่านช่องทางการสื่อสาร และมีการใช้สัญลักษณ์ ตัวแปร ตาราง กราฟ สมการ อสมการ ฟังก์ชัน และแบบจำลอง เป็นต้น มาช่วยในการสื่อความหมายด้วย นอกจากนี้กิจกรรมที่จะช่วย ส่งเสริมการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอที่ครูผู้สอนสามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ได้แก่ การสืบสวนสอบสวน การเขียนอนุทิน การเขียนรายงานและการเขียนโปสเตอร์

กล่าวโดยสรุป การฝึกฝนให้ผู้เรียนมีทักษะและกระบวนการด้านการสื่อสารการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอที่ดี ย่อมช่วยให้ผู้เรียนสามารถถ่ายทอดและรับรู้ข้อมูล แสดงความคิดเห็น และพัฒนาแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและตรงประเด็นตลอดจนช่วยให้การเรียนรู้ที่มีความหมายต่อผู้เรียนสามารถเข้าใจได้อย่างกว้างขวางและลึกซึ้ง

2.4 การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นทักษะและกระบวนการอีกด้านหนึ่งที่ผู้เรียนจำเป็นต้องได้เรียนรู้ มีผู้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics, 2000, pp. 1-2 อ้างถึงใน ประทีป สุภพิมล, 2554, หน้า 46) ได้ให้แนวคิดว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ควรมุ่งเน้นการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องบูรณาการเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน และส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจวิธีการสร้างแนวคิดต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ เพื่อเชื่อมโยงเข้ากับความรู้ใหม่หรือขยายความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาด้วยยุทธวิธีต่างๆ ตลอดจนนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆ หรือนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น การซื้อขาย การวางแผนในการออมเงิน การชั่ง ตวง การคำนวณระยะทาง และเวลา เป็นต้น โดยสามารถใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ ผู้เรียนจะมีความรู้ความเข้าใจที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น และทำให้การเรียนรู้คณิตศาสตร์มีความหมายต่อผู้เรียน

สิริพร ทิพย์คง (2545, หน้า 102) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์อย่างเด่นชัดฝึกทักษะในการมองเห็นความเกี่ยวข้องระหว่างความรู้ ทักษะและกระบวนการที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับงานที่เกี่ยวข้องกัน นอกจากนี้ควรฝึกทักษะในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์ต่างๆ ตลอดจนสร้างความรู้ความเข้าใจในการแปลความหมายของคำตอบ จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ว่ามีความเป็นไปได้หรือสอดคล้องกับสถานการณ์นั้นๆ อย่างสมเหตุสมผล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550, หน้า 83) ได้ให้แนวคิดว่าการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยการวิเคราะห์และความคิดสร้างสรรค์ในการนำความรู้ เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์มา

สร้างความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผลระหว่างความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาและการเรียนรู้แนวคิดใหม่ที่ซับซ้อนหรือสมบูรณ์ขึ้น ซึ่งรูปแบบของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 แบบ ดังนี้

1. การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ เป็นการเชื่อมโยงที่นำความรู้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผล ทำให้แก้ปัญหาได้หลากหลายวิธีหรือกะทัดรัดขึ้น และทำให้การเรียนรู้คณิตศาสตร์มีความหมายสำหรับนักเรียน

2. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ เป็นการเชื่อมโยงที่นำความรู้ ทักษะและกระบวนการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผลกับเนื้อหาวิชาอื่นๆ เช่น วิทยาศาสตร์ ดาราศาสตร์ เป็นต้น ทำให้การเรียนรู้คณิตศาสตร์น่าสนใจ มีความหมาย และช่วยให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์

ศรีสุดา แซ่อั้ง (2551, หน้า 11) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่าการเชื่อมโยงมีความเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้และเกิดขึ้นกับผู้เรียนตลอดเวลา การเชื่อมโยงทำให้สามารถจัดการกับเนื้อหาที่เป็นรูปธรรมและแปลความหมายของการกระทำ แล้วนำเสนอออกมาเป็นรูปภาพตารางข้อมูล กราฟ และสัญลักษณ์ ซึ่งการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มีหลากหลายรูปแบบ สามารถทำได้โดยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์ที่สัมพันธ์กับชีวิตประจำวัน

กล่าวโดยสรุป การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ กับการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ รวมไปถึงการนำความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้กับสถานการณ์ในชีวิตจริง ครูผู้สอนอาจจัดกิจกรรมหรือสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนแก้ปัญหา โดยการเชื่อมโยงความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ครูผู้สอนกำหนดขึ้น โดยสถานการณ์หรือปัญหาที่กำหนดขึ้นต้องสอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง

2.5 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การจัดการเรียนรู้โดยฝึกให้ผู้เรียนคิดอย่างอิสระ จะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะและกระบวนการด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีผู้ให้แนวคิดเกี่ยวกับความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ดังนี้

ทอร์แรนซ์ (Torrance, 1962, pp. 91–93) ได้นำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบสำคัญที่นำไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ดังนี้

1. ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง ความสามารถในการคิด เพื่อให้ได้คำตอบจำนวนมากที่แตกต่างกันหรือหลากหลายวิธี ซึ่งเป็นตัวบ่งบอกถึงความเข้าใจและความคล่องแคล่วของสมองของนักเรียนที่จะกลั่นคำตอบของปัญหาออกมา
2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถในการคิดปรับเปลี่ยนตามสถานการณ์ แล้วนำไปใช้ให้ตรงกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด
3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความสามารถในการคิด เพื่อให้ได้แนวคิดที่มีลักษณะแปลกใหม่ แตกต่างจากความคิดอื่นๆ ที่มีอยู่เดิมและอาจไม่เคยมีใครคิดมาก่อน

ศิริกาญจน์ โกลสุภ และดารณี คำวัจนัง (2545, หน้า 78) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ให้กับผู้เรียน สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้โดยพัฒนาได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม ในทางตรง ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การฝึกฝนอบรมสำหรับทางอ้อม ได้แก่ การจัดบรรยากาศสิ่งแวดล้อมภายในโรงเรียน ภายในห้องเรียน ให้ส่งเสริมความเป็นอิสระในการเรียนรู้ ครูผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ได้ โดยการยอมรับในความสามารถของผู้เรียน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีความรู้สึกเป็นอิสระเป็นตัวของตัวเองและกล้าแสดงออกอย่างสร้างสรรค์

อารี พันธุ์มณี (2545, หน้า 5–6) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ว่าเป็นกระบวนการทางสมองที่คิดในลักษณะอนกนัย อันนำไปสู่การคิดค้นพบสิ่งแปลกใหม่ ด้วยการคิดดัดแปลงปรุงแต่งจากความคิดเดิมผสมผสานกันให้เกิดสิ่งใหม่ ซึ่งรวมทั้งการประดิษฐ์คิดค้นพบสิ่งต่างๆ ตลอดจนวิธีการคิดทฤษฎีหลักการได้สำเร็จ ซึ่งมีใช้เพียงแต่คิดในสิ่งที่เป็นไปได้ หรือสิ่งที่เห็นเหตุเป็นผลอย่างเดียวกัน หากแต่ความคิดจินตนาการ ก็เป็นสิ่งสำคัญยิ่งที่จะก่อให้เกิดความแปลกใหม่ แต่ต้องควบคู่กันไปกับการพยายามที่จะสร้างความคิดฝันหรือจินตนาการให้เป็นไปได้หรือที่เรียกว่า จินตนาการประยุกต์นั่นเอง จึงจะทำให้เกิดผลงานจากความคิดสร้างสรรค์ขึ้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550, หน้า 112–113) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ว่าเป็นกระบวนการคิดที่อาศัยความรู้พื้นฐาน การจินตนาการ และวิจารณ์ญาณในการคิด ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

มีหลายระดับ ตั้งแต่ระดับพื้นฐานไปจนกระทั่งเป็นความคิดระดับสูง ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ระดับพื้นฐานนั้นเป็นความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ที่เกิดขึ้นเกือบตลอดเวลาเมื่อต้องการแก้ปัญหาที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ส่วนความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ระดับสูงเป็นความคิดที่ก่อให้เกิดประโยชน์อย่างกว้างขวาง ดังเช่นผลงานของนักคณิตศาสตร์ที่เป็นผู้ให้กำเนิดวิชาการบางแขนงทางคณิตศาสตร์ เช่น วิชาแคลคูลัส ซึ่งเป็นวิชาหนึ่งที่มีคุณประโยชน์อย่างมากในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นต้น

กล่าวโดยสรุป ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นความสามารถทางการคิดที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ และการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนรู้จักคิดริเริ่มสร้างสรรค์นั้น ครูผู้สอนต้องเข้าใจกระบวนการคิดและจัดกิจกรรมที่ฝึกกระบวนการคิดให้กับนักเรียนได้ โดยการจัดประสบการณ์หรือกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้ความคิดตามองค์ประกอบของความคิดริเริ่มสร้างสรรค์รวมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีอิสระในการแสดงออกตามจินตนาการของตนเอง

แนวคิดเมตาคอกนิชัน

จุดมุ่งหมายสำคัญประการหนึ่งของการจัดการศึกษา คือ การพัฒนาทักษะการคิดให้แก่ผู้เรียน สถานศึกษาหรือผู้ที่เกี่ยวข้องจะต้องจัดประสบการณ์การเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียน ได้ฝึกทักษะกระบวนการคิดที่หลากหลายและเป็นการคิดที่บูรณาการความรู้ ซึ่งผู้เรียนได้เรียนรู้มาจากศาสตร์ต่างๆ การฝึกทักษะการคิดอย่างต่อเนื่องจะทำให้ผู้เรียนมีการคิดในระดับที่ซับซ้อนมากขึ้น ซึ่งเป็นพื้นฐานในการสร้างองค์ความรู้และการแก้ปัญหาในชีวิตจริงที่มีความซับซ้อนและแตกต่างจากปัญหาในห้องเรียน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2550, หน้า 201)

1. ความหมายของเมตาคอกนิชัน

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องแล้ว พบว่ามีผู้ให้ความหมายของเมตาคอกนิชันจากอดีตจนถึงปัจจุบัน ไว้ดังนี้

Flavell (1979, pp. 906–911 อ้างถึงใน ภาวิณี คำขารี, 2550 หน้า 40) ได้ให้ความหมายว่า “เมตาคอกนิชัน หมายถึง การที่บุคคลรู้ถึงกระบวนการคิด รวมทั้งสิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการคิดของตนเอง รวมไปถึงผลผลิตของกระบวนการเชิงรับรู้หรือสิ่งอื่นๆ อาจปรากฏเป็นความรู้ หรือเป็นกิจกรรมทางการคิดที่มีเป้าหมาย และมีทิศทางหรือที่เรียกว่าเป็นการรู้เกี่ยวกับการรับรู้ (Cognition About Cognition)”

Derry and Murphy (1986, p. 9 อ้างถึงใน ปิยะมาศ บุญประกอบ, 2554, หน้า 21) ให้ความหมายว่า “เมตาคอกนิชัน เมตาคอกนิชัน หมายถึง ความตระหนัก และความรู้ของผู้เรียนในกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นความสามารถหรือนิสัยที่จะควบคุมกระบวนการเรียนรู้ของตนเองระหว่างการเรียน”

Beyer (1997, p. 99 อ้างถึงใน ภาวิณี คำซารี, 2550, หน้า 40) ได้ให้ความหมายว่า “เมตาคอกนิชัน เป็นความคิดในระดับสูงที่เกี่ยวข้องกับการกำกับการควบคุม หรือการจัดการกับส่วนประกอบทางความคิดที่อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าลงมา โดยมีความรู้ทำหน้าที่ในการสื่อสารข้อมูล และการควบคุมทำหน้าที่ในการสั่งการ”

Thamraksa C. (2005 อ้างถึงใน คมกริบ ธีรานุรักษ์, 2552, หน้า 24) ได้ให้ความหมายว่า เป็นการที่คนมีสติ สามารถรู้จักตนเอง ตลอดจนมีความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ของตน ทำให้สามารถนำไปปฏิบัติและควบคุมการเรียนรู้ของตนเองได้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555ก, หน้า 201) ได้ให้ความหมายของเมตาคอกนิชันหรืออภิปัญญา หรือ Metacognition ว่า อภิปัญญา หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่มีต่อกระบวนการคิดของตนเอง รู้ว่าจะอะไรที่เหมาะสมกับตนเองในการเรียนรู้ ตลอดจนสามารถเลือกกลวิธีในการวางแผน กำกับควบคุม และประเมินการเรียนรู้ของตนเองได้ เพื่อให้การเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานต่างๆ บรรลุตามวัตถุประสงค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กล่าวโดยสรุปแล้ว เมตาคอกนิชัน (Metacognition) หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่มีต่อกระบวนการคิดของตนเอง รู้สิ่งที่เหมาะสมกับความสามารถของตนเองจนสามารถเลือกกลวิธีในการวางแผน กำกับควบคุม และประเมินการเรียนรู้ของตนเอง เพื่อให้การเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานบรรลุตามวัตถุประสงค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ความสำคัญของเมตาคอกนิชัน

ในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานต่างๆ ถ้าผู้เรียนมีเมตาคอกนิชัน ผู้เรียนจะรู้เกี่ยวกับกระบวนการคิดของตนเอง และคิดทบทวนถึงความเหมาะสมของขั้นตอน และวิธีการที่ใช้ เพื่อตัดสินใจเลือกและปรับปรุงวิธีการที่ใช้ให้มีความถูกต้องและเหมาะสม รวมทั้งมีการประเมินผลลัพธ์ที่ได้จากการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน เพื่อปรับปรุงการทำงานให้ถูกต้องและมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดอย่างเป็นระบบ

การจัดการเรียนรู้ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนมีเมตาคอกนิชัน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในสิ่งที่ตนเองคิด วางแผนการคิด เลือกยุทธวิธีมาใช้ในการเรียนรู้ ตลอดจนตรวจสอบและประเมินความคิดของตนเองได้ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการเรียนรู้และแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังสามารถใช้กระบวนการนี้ในการทำงาน หรือแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ในชีวิตประจำวันได้

3. องค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องแล้ว พบว่ามีผู้กล่าวถึงองค์ประกอบของเมตาคอกนิชันจากอดีตจนถึงปัจจุบัน ไว้ดังนี้

Baker and Brown (1984, pp. 21–24 อ้างถึงใน ภาวิณี คำซาวี, 2550, หน้า 40–41) ได้แบ่งองค์ประกอบของเมตาคอกนิชันออกเป็น 2 องค์ประกอบ คือ 1) ความตระหนัก (awareness) และ 2) การกำกับตนเอง (self-regulation) ในขณะที่ Flavell (1985, pp. 231–236 อ้างถึงใน ภาวิณี คำซาวี, 2550, หน้า 41) แบ่งองค์ประกอบของเมตาคอกนิชันออกเป็น 2 องค์ประกอบ คือ 1) ความรู้ในเมตาคอกนิชัน (metacognitive knowledge) และ 2) ประสบการณ์ในเมตาคอกนิชัน (metacognition experience) ในขณะที่ Wells (2001 อ้างถึงใน คมกริบ ธีรานุรักษ์, 2552, หน้า 27) ได้แบ่งองค์ประกอบของเมตาคอกนิชันออกเป็น 3 องค์ประกอบ คือ 1) ความรู้เกี่ยวกับการรู้คิด 2) ประสบการณ์ในการรู้คิด และ 3) กลวิธีควบคุมการรู้คิด ในขณะที่ Daimler Chrysler Nation Training Center (2002 อ้างถึงใน คมกริบ ธีรานุรักษ์, 2552, หน้า 28) ได้แบ่งองค์ประกอบของเมตาคอกนิชันออกเป็น 3 องค์ประกอบ คือ 1) ความตระหนัก (awareness) 2) ความรู้ (knowledge) และ 3) การควบคุม (control)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555ก, หน้า 214–216) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของเมตาคอกนิชันอย่างเป็นรูปธรรมสามารถนำไปใช้กับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ซึ่งคล้ายกับ Daimler Chrysler Nation Training Center ว่าองค์ประกอบของเมตาคอกนิชันมี 3 องค์ประกอบ คือ (1) ความรู้ (2) การควบคุมตนเอง และ (3) ความตระหนักต่อกระบวนการคิด ดังนี้

1. ความรู้ เป็นความสามารถของผู้เรียนเกี่ยวกับการรู้กระบวนการคิดของตนเองในการเรียนรู้หรือปฏิบัติงาน ซึ่งเกี่ยวข้องกับความรู้ 3 ด้าน

1.1 ความรู้ด้านเนื้อหาสาระ เป็นความรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบพื้นฐาน ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องรู้ในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน ทั้งความรู้เกี่ยวกับลักษณะของงานที่ทำ และความรู้เกี่ยวกับความสามารถของตน

1.1.1 ความรู้เกี่ยวกับลักษณะงานที่ทำ เป็นการรู้ว่างานนี้เกี่ยวข้องกับเรื่องใดในด้านข้อเท็จจริง คำศัพท์และคำนิยาม เช่น ถ้าผู้เรียนต้องการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ต้องรู้ว่าโจทย์ปัญหานี้เกี่ยวข้องกับเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องใด

1.1.2 ความรู้เกี่ยวกับความสามารถของตนเอง เป็นความสามารถในการวิเคราะห์ตนเองว่ามีความรู้ความสามารถในการเรียนรู้หรือปฏิบัติงานมากน้อยเพียงใด

1.2 ความรู้ในวิธีการ เป็นความรู้เกี่ยวกับวิธีการหรือกระบวนการต่างๆ ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้ หรือการปฏิบัติงาน

1.3 ความรู้ที่ใช้เพื่อการตัดสินใจ เป็นความรู้ที่เกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์ลักษณะของวิธีการที่ใช้ในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน เพื่อตัดสินใจเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม และมีประสิทธิภาพสูงสุด

2. การควบคุมตนเอง เป็นความสามารถของผู้เรียนในการควบคุมตนเองให้เรียนรู้หรือปฏิบัติงานได้สำเร็จตามเป้าหมายที่วางไว้ ซึ่งประกอบด้วย การควบคุมตนเองใน 3 ด้าน ดังนี้

2.1 การวางแผน เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์และขั้นตอนของการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน เพื่อเป็นแนวทางในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานให้สำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ

2.2 การกำกับควบคุม เป็นการตรวจสอบและคิดทบทวนเกี่ยวกับความเหมาะสมและความถูกต้องของวิธีการและขั้นตอนที่เลือกใช้ในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน

2.3 การประเมิน เป็นการตรวจสอบ ผลที่ได้จากการเรียนรู้หรือปฏิบัติงาน ซึ่งจะทำให้ผลที่ได้มีความถูกต้อง และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ตามเป้าหมายที่วางไว้

3. ความตระหนักต่อกระบวนการคิด เป็นความสามารถของผู้เรียน เกี่ยวกับการรู้ปัจจัยที่จำเป็นที่ทำให้การเรียนรู้ หรือการปฏิบัติงานสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถอธิบายสิ่งที่ตนเองรู้ ให้ผู้อื่นฟังได้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับ การอธิบายเหตุผลใน 3 ด้าน ดังนี้

3.1 การสนับสนุนความคิดหรือวิธีการที่ถูกต้องของตนเอง ผู้เรียนสามารถอธิบายเหตุผล เพื่อสนับสนุนความคิดหรือวิธีการที่ถูกต้องของตนเองได้อย่างชัดเจน ซึ่งแสดงถึงความมั่นใจว่าสิ่งที่ตนเองคิดนั้นถูกต้อง หลังจากมีการประเมินแล้วว่า กระบวนการคิดที่ใช้ในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานทำให้งานสำเร็จ

3.2 การยอมรับความคิดหรือวิธีการอื่นที่ถูกต้อง ผู้เรียนสามารถอธิบาย เหตุผลในการยอมรับความคิดเห็นหรือวิธีการอื่นที่ถูกต้อง ซึ่งแตกต่างจากแนวคิดของตนเอง

3.3 การยอมรับว่าความคิดหรือวิธีการของตนเองผิดพลาด ผู้เรียนสามารถอธิบายเหตุผลในการยอมรับว่าความคิดหรือวิธีการของตนเองผิดพลาด และพร้อมที่จะแก้ไขความผิดพลาดที่เกิดขึ้น หลังจากมีการประเมินแล้วว่ากระบวนการคิดที่ใช้ในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานผิดพลาด

เมตาคอกนิชันมีความสำคัญและจำเป็นอย่างมากต่อผู้เรียน เนื่องจากทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง รู้ตนเองและตรวจสอบตนเอง และปรับปรุงตนเองได้ ดังนั้นผู้สอนควรมีการประเมินเมตาคอกนิชันของผู้เรียน เพราะจะทำให้ตรวจสอบได้ว่า ผู้เรียนมีความตระหนักในกระบวนการคิดของตนเองมากน้อยเพียงใด ซึ่งมีประโยชน์ต่อผู้สอนสำหรับใช้เป็นแนวทางในการแนะนำผู้เรียนให้สามารถปรับวิธีการจัดการกับความ คิดและพัฒนาความสามารถของตนเอง จนกระทั่งผู้เรียนสามารถปรับวิธีการจัดการกับความ คิดและพัฒนาความสามารถของตนเอง จนกระทั่งผู้เรียนสามารถเรียนรู้และแก้ปัญหาต่างๆ ได้สำเร็จตามเป้าหมาย

4. การวัดและประเมินเมตาคอกนิชัน

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องแล้ว พบว่ามีผู้กล่าวถึงการวัด และประเมินเมตาคอกนิชันจากอดีตจนถึงปัจจุบัน ไว้ดังนี้

Garner (1988 อ้างถึงใน คมกริบ ชีรานุรักษ์, 2552, หน้า 35) กล่าวถึงวิธีวัดเมตาคอกนิชันไว้ 2 วิธี คือ 1) การสัมภาษณ์ และ 2) กระบวนการคิดออกเสียง นอกจากนี้ Paris and Jacob (1984 อ้างถึงใน คมกริบ ชีรานุรักษ์, 2552, หน้า 37)

พยายามจะวัดเมตาคอกนิชันในแบบที่เน้นเชิงปริมาณและมีความเป็นปรนัยมากขึ้น โดยการสร้างเป็นลักษณะคล้ายแบบทดสอบแบบเลือกตอบ รวมถึงเครื่องมือวัดของ สมจิตร์ ทรัพย์อัประโมย (2540 อ้างถึงใน คมกริบ ธีรานุรักษ์, 2552, หน้า 37) และยุทธการ สืบแก้ว (2551 อ้างถึงใน คมกริบ ธีรานุรักษ์, 2552, หน้า 37) ที่เน้นความเป็นปรนัยในการให้คะแนนมากขึ้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550, หน้า 216-235) กล่าวถึงการประเมินเมตาคอกนิชันว่า เมตาคอกนิชันเป็นวิธีการคิดที่มีระบบอยู่ในสมองของมนุษย์ การประเมินเมตาคอกนิชันจึงต้องใช้การกระตุ้นจากภายนอกเพื่อให้ผู้เรียนแสดงวิธีการคิดและพฤติกรรม โดยใช้วิธีการอย่างหลากหลาย เช่น การสัมภาษณ์ วิธีการคิดออกเสียง การให้รายงานตนเอง และการใช้แบบทดสอบ ซึ่งแต่ละวิธีมีข้อดีหรือข้อจำกัดที่แตกต่างกัน จึงควรพิจารณาองค์ประกอบต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น วัตถุประสงค์ของการประเมิน ระดับชั้นของผู้เรียน จำนวนผู้เรียน เพื่อให้สามารถเลือกใช้วิธีในการประเมินได้อย่างเหมาะสมและสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

การประเมินเมตาคอกนิชันของผู้เรียน พิจารณาได้จากพฤติกรรมของผู้เรียนที่แสดงออกตามองค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน ดังรายละเอียดในตาราง 2

ตาราง 2 ตัวอย่างลักษณะพฤติกรรมของผู้เรียนที่แสดงออกถึงการมีเมตาคอกนิชัน

องค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน	ลักษณะพฤติกรรมของผู้เรียน
1. ความรู้	
1.1 ความรู้ด้านเนื้อหาสาระ	- ผู้เรียนอธิบายได้ว่างานนั้นเกี่ยวข้องกับความรู้ในด้านใดบ้าง และอธิบายได้ว่าตนเองมีความสามารถในการเรียนรู้ หรือการปฏิบัติงานนี้หรือไม่
1.2 ความรู้ในวิธีการ	- ผู้เรียนอธิบายได้ว่ามีวิธีการหรือกระบวนการใดบ้างที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน ให้บรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ
1.3 ความรู้ที่ใช้ตัดสินใจเพื่อเลือกวิธีการ	- ผู้เรียนอธิบายเหตุผลได้ว่าทำไมจึงเลือกใช้วิธีการหรือกระบวนการนี้ในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน
2. การควบคุมตนเอง	
2.1 การวางแผน	- ผู้เรียนอธิบายได้ว่าวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ หรือการปฏิบัติงานคืออะไร และมีขั้นตอนในการเรียนรู้ หรือการปฏิบัติงานอย่างไร

ตาราง 2 (ต่อ)

องค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน	ลักษณะพฤติกรรมของผู้เรียน
2.2 การกำกับควบคุม	- ผู้เรียนอธิบายได้ว่าวิธีการและขั้นตอนที่เลือกใช้ในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานมีความเหมาะสมและความถูกต้องอย่างไร
2.3 การประเมิน	- ผู้เรียนอธิบายได้ถึงวิธีการตรวจสอบผลที่ได้จากการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน โดยเป็นวิธีที่มีความถูกต้องและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการทำงาน
3. ความตระหนักต่อกระบวนการคิด	
3.1 การสนับสนุนความคิดหรือวิธีการที่ถูกต้องของตนเอง	- ผู้เรียนอธิบายถึงเหตุผลที่สนับสนุนความคิดหรือวิธีการที่ถูกต้องของตนเองได้อย่างชัดเจน ซึ่งแสดงถึงความมั่นใจว่าสิ่งที่ตนเองคิดนั้นถูกต้อง
3.2 การยอมรับความคิดหรือวิธีการอื่นที่ถูกต้อง	- ผู้เรียนอธิบายเหตุผลในการยอมรับความคิดหรือวิธีการอื่นที่ถูกต้อง ซึ่งแตกต่างจากแนวคิดของตนเอง
3.3 การยอมรับว่าความคิดหรือวิธีการของตนเองผิดพลาด	- ผู้เรียนอธิบายเหตุผลในการยอมรับว่าความคิดหรือวิธีการของตนเองผิดพลาด และพร้อมที่จะแก้ไขความผิดพลาดที่เกิดขึ้น

4.1 วิธีที่ใช้ในการประเมินเมตาคอกนิชัน วิธีที่ใช้ในการประเมิน

เมตาคอกนิชันมีหลายวิธีแต่ที่แพร่หลายมี 4 วิธี ดังนี้

4.1.1 การสัมภาษณ์ (interview technique) เป็นกระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างผู้สัมภาษณ์กับผู้ให้สัมภาษณ์ โดยทั่วไปจำแนกการสัมภาษณ์เป็น 2 รูปแบบ ดังนี้

4.1.1.1 การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง เป็นรูปแบบที่กำหนดประเด็นและคำถามที่จะใช้สัมภาษณ์ไว้ล่วงหน้า ช่วยให้ผู้สัมภาษณ์ถามในประเด็นไม่ออกนอกเรื่อง ไม่เกินขอบเขตและข้อมูลที่ได้จากผู้ให้สัมภาษณ์แต่ละคนสามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้

4.1.1.2 การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง เป็นรูปแบบที่มีการกำหนดเพียงประเด็นหลักที่ใช้ในการสัมภาษณ์ การสัมภาษณ์จะมีความยืดหยุ่น ผู้สัมภาษณ์มีอิสระในการถามให้เหมาะสมกับสถานการณ์และผู้ให้สัมภาษณ์แต่ละคนได้

การประเมินเมตาคอกนิชันของผู้เรียนโดยใช้การสัมภาษณ์ จะต้องใช้คำถามเพื่อให้ผู้เรียนพูดบทพหุนความคิดในสิ่งที่ได้กระทำหลังจากการทำงาน ไม่ควรกระทำภายหลังการทำงานเป็นเวลานานเกินไป เนื่องจากผู้เรียนอาจจำรายละเอียดต่างๆ ได้ไม่ครบหรืออาจจำผิดพลาด หรืออาจตอบคำถามได้น้อยกว่าความเป็นจริง

4.1.2 การคิดออกเสียง (think aloud procedure) เป็นวิธีที่ผู้เรียนได้รับมอบหมายให้ทำงาน และให้คิดแบบออกเสียงหรือรายงานทุกสิ่งที่คิดในขณะที่ทำงาน ซึ่งจะถูกบันทึกเสียงไว้สำหรับการวิเคราะห์

4.1.3 การใช้แบบรายงานตนเอง (self-report) เป็นวิธีถามเพื่อให้ผู้เรียนได้ตอบคำถาม โดยการเขียนตอบตามความคิดเห็นของตนเองอย่างอิสระหรือมีตัวเลือกให้ผู้เรียนเลือกตอบ

4.1.4 การใช้แบบทดสอบ (test) แบบทดสอบเป็นเครื่องมือที่ผู้สอนคุ้นเคยมากที่สุด ข้อมูลที่ได้จากการให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบ จะทำให้รู้ว่าผู้เรียนมีเมตาคอกนิชันมากน้อยเพียงใด

4.2 เครื่องมือวัดเมตาคอกนิชันกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เครื่องมือวัดเมตาคอกนิชันมีหลายอย่าง บางอย่างอาจใช้เวลามากและเหมาะสมสำหรับผู้เรียนที่มีจำนวนน้อย แต่เครื่องมือวัดเมตาคอกนิชันที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียนที่มีจำนวนมาก ได้แก่ 1) แบบรายงานตนเองและ 2) แบบทดสอบ ดังนี้

4.2.1 แบบรายงานตนเอง เป็นเครื่องมือที่ให้ผู้เรียนได้เขียนคำตอบตามความคิดเห็นของตนเองอย่างอิสระ หรือให้ผู้เรียนเลือกตอบจากตัวเลือกที่กำหนดให้ การสร้างแบบรายงานตนเองจะต้องสร้างข้อความหรือข้อความคำถามให้ครอบคลุมองค์ประกอบของเมตาคอกนิชันที่ต้องการประเมิน

4.2.2 แบบทดสอบ เป็นเครื่องมือที่ให้ผู้เรียนแสดงออกถึงการกำกับควบคุมกระบวนการคิดในการหาคำตอบหรือสถานการณ์หรือปัญหาที่กำหนดด้วยการเขียนตอบ แบบทดสอบที่ใช้อาจใช้ข้อสอบทั่วไป โดยเลือกข้อสอบที่ไม่ยากเกินไป เพราะถ้าข้อสอบยากเกินไปผู้เรียนอาจทำข้อสอบไม่ได้จึงทำให้ไม่สามารถวัดเมตาคอกนิชันของผู้เรียนได้ ข้อสอบแบบเขียนตอบที่ใช้วัดเมตาคอกนิชันควรมี 2 องค์ประกอบที่สำคัญ คือ

4.2.1.1 สถานการณ์และคำถาม มีลักษณะดังนี้

1) สถานการณ์ต้องสอดคล้องกับเนื้อหาในบทเรียนของผู้เรียน แต่ระดับชั้น และควรเลือกใช้สถานการณ์ที่น่าสนใจและกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงออกถึงพฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงการมีเมตาคognition

2) คำถามต้องมีความชัดเจน ตรงตามพฤติกรรมที่ต้องการวัด ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย และเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน

4.2.1.2 แนวตอบ ต้องเป็นคำตอบที่ถูกต้องตามประเด็นของคำถาม ซึ่งต้องกำหนดแนวตอบให้ครอบคลุมคำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมด เพื่อใช้เป็นแนวทางในการตรวจให้คะแนน

การวัดเมตาคognitionของผู้เรียนโดยใช้แบบทดสอบ จะพิจารณาจากการเขียนตอบของผู้เรียนในแบบทดสอบ ผู้เรียนจะต้องเขียนแสดงวิธีคิด หากต้องการเปลี่ยนคำตอบหรือวิธีคิดไม่ต้องลบคำตอบหรือวิธีคิดเดิมออก แต่ให้ขีดเส้นทับคำตอบหรือวิธีคิดเดิม แล้วเขียนคำตอบหรือวิธีคิดใหม่ เพื่อให้ผู้สอนดูร่องรอยของกระบวนการคิดของผู้เรียนได้ ดังนั้นควรชี้แจงวิธีการทำแบบทดสอบให้ผู้เรียนทราบก่อนลงมือทำแบบทดสอบ

ผลที่ได้จากการประเมินเมตาคognitionของผู้เรียน เป็นข้อมูลที่จะนำมาพัฒนาให้ผู้เรียนรู้ตนเอง และรู้เกี่ยวกับระดับความสามารถในการควบคุมกระบวนการคิดของตนเอง ในขณะที่ผู้สอนสามารถนำข้อมูลนี้มาใช้ในการปรับพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน ใช้เป็นแนวทางในการแนะนำผู้เรียน ให้สามารถปรับวิธีการจัดการกับความคิดและพัฒนาความสามารถของตนเอง การประเมินเมตาคognitionจึงมักถูกนำมาปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนการสอนซึ่งจะนำไปสู่สัมฤทธิ์ผลที่สูงขึ้นมากกว่านำไปใช้เพื่อตัดสินผลการเรียนของผู้เรียน

5. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเมตาคognition

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเมตาคognition ปรับปรุงจากกรอบแนวคิดการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ 4 ขั้นตอน ของ Garofalo and Lester (1985, อ้างถึงใน สมจิตร ทรัพย์อัประโมย, 2540, หน้า 32-33 และธรรมนัต โถบารุง, 2550, หน้า 17-18) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่

1. ขั้นการเริ่มต้น (Orientation) หมายถึง พฤติกรรมอันมีกลวิธีในการประเมินและทำความเข้าใจปัญหา ซึ่งแบ่งออกเป็นขั้นตอนย่อยๆ ประกอบด้วย

- 1) กลวิธีการทำความเข้าใจปัญหา 2) การวิเคราะห์ข่าวสารข้อมูลและเงื่อนไข 3) ประเมินความค้นเคยก้งงาน 4) สร้างตัวแทนปัญหา และ 5) ประเมินความยากและโอกาสที่จะสำเร็จ
2. **ขั้นการจัดเตรียม (Organization)** ประกอบด้วย 1) ระบุเป้าหมายย่อยและเป้าหมายสุดท้าย 2) วางแผนรวม และ 3) วางแผนย่อย
3. **ขั้นทำให้สำเร็จ (Execution)** หรือการดำเนินการตามแผน ประกอบด้วย 1) ดำเนินการตามแผนย่อย 2) กำกับ ประเมินความก้าวหน้าของการดำเนินการตามแผนย่อย และแผนรวม 3) กำกับตนเองในความถูกต้องของงาน การใช้เวลา
4. **ขั้นการตรวจสอบ (Verification)** ประกอบด้วย 1) ตรวจสอบการนิยามปัญหาและการวางแผนการแก้ปัญหา ได้แก่ 1.1) ความถูกต้องของตัวแทนปัญหา 1.2) ความถูกต้องของแผนการแก้ปัญหา 1.3) ความสอดคล้องของแผนย่อยกับแผนรวม 1.4) ความสอดคล้องของแผนรวมกับเป้าหมาย และ 2) ตรวจสอบผลการดำเนินการแก้ปัญหา ได้แก่ 2.1) ความถูกต้องของการดำเนินการ 2.2) ความสอดคล้องของแผนและการดำเนินการ 2.3) ความสอดคล้องของผลแต่ละขั้นตอนกับแผนและเงื่อนไขของแต่ละปัญหา 2.4) ความสอดคล้องของผลขั้นสุดท้ายกับแผนและเงื่อนไขของปัญหา

แนวคิดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

1. ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

มีผู้ให้ความหมายของบริบทและการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ดังนี้
บริบท หมายถึง สถานการณ์ที่อยู่แวดล้อม เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ (Bennett, 2005, p. 2) หรือเหตุการณ์ที่สร้างขึ้นเพื่อให้เรียนรู้สิ่งต่างๆ ได้ดียิ่งขึ้น (Gilbert, 2006, p. 960) เป็นกลุ่มประสบการณ์ต่างๆ ที่ช่วยกระตุ้นความสามารถในการถ่ายโอนความเข้าใจไปสู่สถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ (Queensland Studies Authority, 2004, p. 11 และจินดา พรหมณัฐ, 2553 หน้า 14) เป็นสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสังคม เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีและอุตสาหกรรมที่สร้างขึ้นเพื่อช่วยให้เข้าใจ คำศัพท์ แนวคิด หลักการ กฎ เหตุการณ์และสิ่งต่างๆ ได้ดียิ่งขึ้น ตลอดจนสามารถถ่ายโอนความเข้าใจเหล่านั้นไปสู่สถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นได้

การเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเป็นการเรียนรู้โดยใช้ประสบการณ์ในชีวิตประจำวันของนักเรียนมาเป็นจุดเริ่มต้นในการพัฒนาผู้เรียน (Bennett, 2003, p. 106, 2005, p. 2 อ้างถึงใน จินดา พรหมณัฐ, 2553, หน้า 14) ภายใต้อำนาจสิ่งแวดล้อมทางสังคม

และวัฒนธรรมที่อยู่รอบตัวผู้เรียน ครูผู้สอนและโรงเรียน (Overton, 2005, p. 7 อ้างถึงใน จินดา พรหมณ์ชู, 2553, หน้า 15) มุ่งเน้นการทำกิจกรรมกลุ่ม มีครูเป็นผู้คอยกระตุ้น และชี้แนะ กิจกรรมการเรียนรู้มุ่งเน้นการระดมความคิดของผู้เรียนเพื่อย้อนดูความรู้พื้นฐาน เพื่อลดช่องว่างของระดับความรู้ของผู้เรียนแต่ละคนและนำไปสู่การแก้ปัญหา ร่วมกันในที่สุด (Darkwah, 2006, p. 1, p. 15 อ้างถึงใน บพิศ กิจมี, 2551, หน้า 11)

ในขณะที่ บพิศ กิจมี (2551, หน้า 11) ได้กล่าวถึงความหมายของการ เรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน (Context based learning) ว่าหมายถึง การเรียนการสอน ที่เน้นภาพรวมของสิ่งแวดล้อมให้เกิดการเรียนรู้ โดยการใช้บริบทที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม ของนักเรียน ซึ่งนักเรียนจะถูกปลูกฝังการเรียนรู้โดยเน้นการทำกิจกรรมกลุ่ม และมีครูเป็น ผู้ที่คอยกระตุ้นชี้แนะ นอกจากนี้กระบวนการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานจะเป็นการเรียนรู้ที่ ทำให้นักเรียนมีความรู้สามารถนำไปใช้ในการแก้ไขสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกันได้ และจะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองอย่างไม่มีที่สิ้นสุด

จินดา พรหมณ์ชู (2553, หน้า 108-109) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ บริบทเป็นฐาน หมายถึง การเรียนการสอนวิธีหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียน มีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาวิชา และสามารถนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคม การดำรงชีวิต และยังส่งเสริมให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียน ตระหนักถึงความสำคัญ และความจำเป็นของการเรียน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเป็นรูปแบบ การเรียนรู้ที่นำเอาบริบท ซึ่งเป็นสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่อยู่รอบๆ ตัวนักเรียน ครูผู้สอน และโรงเรียนมาเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น

พิเชษฐ เทบ่ารุง (2557, หน้า 32) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้บริบท เป็นฐาน หมายถึง การเรียนการสอนที่ประยุกต์จากพื้นฐานของประสบการณ์เดิมจาก ชีวิตประจำวันในครอบครัว เรียนรู้ด้วยกิจกรรมกลุ่ม และการทำงาน โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม เสนอการจัดกระบวนการเรียนรู้ จากความสนใจ และจากความต้องการของผู้เรียน โดยประยุกต์จากพื้นฐานของประสบการณ์เดิมในชีวิตประจำวันสิ่งแวดล้อม ชุมชน ด้วยการทำกิจกรรมกลุ่ม และการทำงาน ด้วยการแก้ปัญหา เพื่อให้หาไปสู่การได้มา ซึ่งความรู้ โดยมีครูผู้สอนคอยเป็นผู้แนะ และอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้เรียน กระตุ้นให้ ผู้เรียนเกิดอยากเรียนรู้ ให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้เดิมมาต่อยอดสู่การเรียนรู้ให้เกิด ความรู้ใหม่ และสามารถนำไปแก้ไขปัญหาในท้องถิ่นหรือชุมชนต่อไป

Julia B. Akers (1999, p. 7) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน หมายถึง การเรียนรู้ตามบริบทที่มีหลายด้านและครอบคลุม บทบาทของครูและนักเรียน ในกระบวนการเรียนรู้กิจกรรมในชีวิตจริงทั้งภายในและนอกห้องเรียน เพื่อให้ให้นักเรียน มีการเชื่อมต่อและเข้าใจบทเรียน แล้วนำไปใช้กับชีวิตของตัวเอง นักเรียนมีการแลกเปลี่ยน ข้อมูลกัน ได้เรียนรู้คุณค่าของการทำงานเป็นกลุ่ม และได้ฟังพาทาคัยกัน นอกจากนี้ การเรียนการสอนยังให้ความสำคัญของผู้เรียน โดยรูปแบบการเรียนการสอนเกิดจากความ ต้องการของผู้เรียน และนำมาใช้ในการวางแผนในกระบวนการเรียนการสอน ทำให้ ผู้เรียนมีแรงกระตุ้นมีความสนใจมากขึ้น

Matthew Clifford and Marica Wilson (2000, pp. 1-2) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานว่า หมายถึง การเรียนรู้ของผู้เรียนโดยประยุกต์จากพื้นฐาน ของประสบการณ์เดิมจากชีวิตประจำวันในครอบครัว เรียนรู้ด้วยกิจกรรมกลุ่ม และ การทำงาน เพื่อนำไปสู่การได้มาซึ่งความรู้ การเรียนการสอนและการเรียนรู้ที่หลากหลาย กระบวนการเน้นการเรียนรู้โดยแก้ปัญหา ผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง เป็นการเรียนรู้จากสถานการณ์จริง กระตุ้นให้ผู้เรียนรู้โดยการเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม และ มีการประเมินผลตามสภาพจริง

Elaine B. Johnson (2006, pp. 24-25) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้บริบท เป็นฐาน หมายถึง การเรียนรู้แบบองค์รวมที่มีส่วนต่างๆ มีความสัมพันธ์ มากกว่าหนึ่ง วิธีการที่จะประกอบให้บรรลุตามจุดมุ่งหมาย การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนสามารถศึกษาหาความหมายด้านวิชาการจากบริบท ของผู้เรียน สังคม และวัฒนธรรมที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน เป็นการค้นคว้าหาความรู้ ความหมาย ที่แท้จริง จากการทำกิจกรรม การเรียนรู้ด้วยตนเอง การร่วมมือกันแก้ปัญหา การเสนอ ความคิดร่วมกับการวิจารณ์จากความคิดสร้างสรรค์ การเข้ารับการฝึกอบรม และการเรียนรู้ จากประสบการณ์ดั้งเดิม

สรุปการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน (Context based learning) หมายถึง การเรียนรู้ที่เน้นภาพรวมของสิ่งแวดล้อมให้เกิดการเรียนรู้ ซึ่งนักเรียนจะถูกปลูกฝัง การเรียนรู้โดยเน้นการทำกิจกรรมกลุ่ม และมีครูเป็นผู้ที่คอยกระตุ้นชี้แนะ (บพิตร กิจมี, 2551, หน้า 11) เป็นการนำเอาสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่อยู่รอบๆ ตัวผู้เรียน ครูผู้สอน และโรงเรียนมาเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ (จินดา พรหมมณัฐ, 2553, หน้า 108-109) เป็นกระบวนการเรียนรู้กิจกรรมในชีวิตจริงทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน

เพื่อให้ผู้เรียนมีการเชื่อมโยงต่อและเข้าใจบทเรียน แล้วใช้กับชีวิตของตนเอง นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลกัน ได้เรียนรู้คุณค่าของการทำงานเป็นกลุ่ม และได้พึ่งพาอาศัยกัน (Julia B. Akers, 1999, p. 7 อ้างถึงใน พิเชษฐ เทบ่ารุง, 2557, หน้า 30) เป็นการเรียนรู้จากสถานการณ์จริง กระตุ้นให้ผู้เรียนรู้โดยการเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มและมีการประเมินตามสภาพจริง (Mathew Clifford and Marica Wilson, 2000, pp. 1-2) ครูเป็นผู้ไกล่เกลี่ยด้านความถูกต้องของเนื้อหา คอยอำนวยความสะดวกในการจัดหาแหล่งเรียนรู้ และเป็นผู้ประเมินตามสภาพจริงของการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ตามมาตรฐานการเรียนรู้ (Khumalo L. T. N., 2009, pp. 1-7) ผู้เรียนสามารถนำความรู้เดิมมาต่อยอดสู่การเรียนรู้ให้เกิดความรู้ใหม่ สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในท้องถิ่นหรือชุมชนต่อไป (พิเชษฐ เทบ่ารุง, หน้า 32)

กล่าวโดยสรุป การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน จะเน้นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมและสิ่งที่อยู่รอบตัวของผู้เรียน เน้นสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง และในชีวิตประจำวันของผู้เรียน ผู้เรียนได้สัมผัสประสบการณ์ตรงที่อยู่รอบตัวมากกว่าสิ่งที่อยู่ไกลตัวและเป็นนามธรรม โดยใช้วิธีการเรียนรู้เน้นการระดมความคิดของผู้เรียน การทำงานร่วมกันของผู้เรียน และเน้นให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

2. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

Williams and Day (Darkwah, 2006 อ้างถึงใน บพิศ กิจมี, 2551, หน้า 11-12) ได้แบ่งขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้บริบทเป็นฐาน ออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ครูให้นักเรียนอภิปรายสถานการณ์ที่มีบริบทเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนที่ครูกำหนดให้ โดยอภิปรายร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งสมาชิกภายในกลุ่มควรมีความหลากหลาย เช่น คณะความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะ นักเรียนจะเป็นผู้กำหนดในสิ่งที่นักเรียนอยากเรียนรู้ ที่มีอยู่ในบริบทจากการวิเคราะห์ร่วมกัน จากนั้นให้นักเรียนแสดงความคิด (Think Aloud) แลกเปลี่ยนอภิปรายร่วมกันเพื่อแสดงถึงความรู้เดิมของตนและช่องว่างของความรู้ที่มีอยู่เดิมของสมาชิกในกลุ่ม (Knowledge Gaps) ซึ่งนักเรียนจะได้ถกเถียงและแลกเปลี่ยนความรู้กันภายในกลุ่ม และร่วมมือกันตั้งเป้าหมาย พัฒนากลยุทธ์ในการเข้าถึงเป้าหมาย

ขั้นตอนที่ 2 ครูกระตุ้นให้นักเรียนควบคุมการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-Directed) เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ได้ตั้งไว้ในขั้นที่ 1 ซึ่งรวมถึงการค้นหาข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่างๆ ทั้งในและนอกชั้นเรียน เช่น ใบบทความรู้ หนังสือเรียน เอกสาร ตำรา วรรณกรรม และการปรึกษาผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้นๆ ซึ่งในขั้นตอนที่ 2 นี้ นักเรียนจะระบุดึงความแตกต่างในความเชื่อและสมมติฐานของตนเอง และการใช้คำถาม ทำไม อะไร อย่างไร เพื่อเป็นแนวทางในการค้นหาคำตอบให้กับตน

ขั้นตอนที่ 3 ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มอีกครั้ง เพื่อแลกเปลี่ยน แบ่งปันข้อมูลและความคิดเห็นตลอดจนนำข้อมูลที่ได้มาแก้ไขสถานการณ์ โดยครูจะคอยชี้แนะ ซึ่งนักเรียนยังคงใช้คำถาม ทำไม อะไร อย่างไร อย่างไร อย่างไร ในการวิพากษ์ความคิดเห็นของกันและกัน ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะพัฒนาทักษะการสะท้อนคิด วิพากษ์วิจารณ์ของนักเรียนอีกด้วย ในตอนจบของขั้นตอนที่ 3 นักเรียนจะสรุปเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้และอภิปรายข้อมูลร่วมกัน ว่าสิ่งที่ได้จากการเรียนสามารถนำไปใช้ในอนาคตได้อย่างไร โดยครูจะเป็นผู้ประเมินว่านักเรียนได้เรียนรู้อะไรจากการแก้ไขสถานการณ์

ขั้นตอนที่ 4 ครูให้นักเรียนสะท้อนคิดเกี่ยวกับในบทบาทของของนักเรียนในการเรียนรู้และวิพากษ์ วิจารณ์ กระบวนการทำงานกลุ่ม นักเรียนจะต้องสะท้อนคิดในสิ่งที่ตนได้เรียนรู้จากกิจกรรมที่ใช้บริบทเป็นฐานว่าได้รับความรู้ประสบการณ์อย่างไร และสามารถนำความรู้ไปใช้ในอนาคตได้อย่างไร

บพิท กิจมี (2551, หน้า 12) กล่าวเพิ่มเติมว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้บริบทเป็นฐานนั้นจะสังเกตเห็นว่านักเรียนจะได้เรียนรู้โดยผ่านกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม ซึ่งจะฝึกให้นักเรียนรู้จักการค้นคว้าข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหา ตลอดจนการสะท้อนให้เห็นถึงช่องว่างของความรู้พื้นฐานที่มีอยู่เดิมของนักเรียนแต่ละคนเพื่อเป็นการช่วยเหลือตลอดจนแลกเปลี่ยนความรู้ให้แกกัน ซึ่งนักเรียนจะมีความสนใจในการเข้าร่วมกิจกรรมเพราะในกิจกรรมนั้นจะเป็นสถานการณ์ที่อยู่ในบริบทที่นักเรียนรู้จักจะช่วยให้ นักเรียนเปรียบเสมือนอยู่ในปัญหาจริง และสนุกที่จะได้แก้ปัญหา ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนโดยใช้บริบทเป็นฐานตามลำดับขั้นตอนที่กล่าวมาข้างต้นนั้นน่าจะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสนใจในคณิตศาสตร์และตระหนักถึงประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี บพิท กิจมี (2551, หน้า 23) นำแนวคิดการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้บริบทเป็นฐาน มาจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้โดยมีขั้นตอนกิจกรรม 4 ขั้นตอน ซึ่งประกอบไปด้วย

ขั้นตอนที่ 1 การอภิปรายสถานการณ์ภายในกลุ่ม

ขั้นตอนที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อนำความรู้มาใช้ในการแก้สถานการณ์

ขั้นตอนที่ 3 การระดมความคิดภายในกลุ่มหลังจากค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม

ขั้นตอนที่ 4 การสะท้อนความคิด

ต่อจากนั้นจะสังเกตความสนใจในคณิตศาสตร์และการตระหนักถึงประโยชน์ของคณิตศาสตร์ของนักเรียนขณะร่วมกิจกรรมตามขั้นตอนต่างๆ

กล่าวโดยสรุป ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน มีลักษณะคล้ายคลึงกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ กล่าวคือ มีการเรียนรู้เป็นกลุ่ม ผู้เรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการทำงาน มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น เพียงแต่ในเนื้อหาจะต้องหยิบยกเอาสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่งที่เป็นบริบทใกล้ตัวมาอภิปรายเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาพร้อมกันของผู้เรียน

ในการพัฒนาหลักสูตรเสริมตามแนวคิดเมตาคognition และการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็น เพื่อเสริมสร้างทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีจุดมุ่งหมายพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และความสามารถในการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ตลอดจนมีเจตคติเชิงบวกต่อคณิตศาสตร์ โดยผู้เรียนเรียนรู้และเลือกใช้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างเหมาะสม ผ่านสถานการณ์ที่อยู่แวดล้อมผู้เรียน ตลอดจนเรียนรู้การบรรลุเป้าหมายของการหาคำตอบผ่านกระบวนการทางด้านการกำกับความคิด การลงมือปฏิบัติงานผ่านกิจกรรมกลุ่ม การค้นพบข้อสรุปและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่อย่างหลากหลาย โดยผู้สอนมีบทบาทในการเสนอแนะ อำนวยความสะดวก และประเมินผล การเรียนรู้ด้วยการมีส่วนร่วม ด้วยวิธีการและเครื่องมือที่หลากหลาย กิจกรรมการเรียนรู้มีขั้นตอนของกิจกรรม 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอน 1 ขั้นกำหนดสถานการณ์ ขั้นตอน 2 ขั้นลงมือปฏิบัติงาน ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนย่อยอีก 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตอน 2.1 ขั้นการเริ่มต้น (Orientation) ขั้นตอน 2.2 ขั้นการจัดเตรียม (Organization) ขั้นตอน 2.3 ขั้นกระทำให้สำเร็จ (Execution) ขั้นตอน 2.4 ขั้นการตรวจสอบ (Verification) ขั้นตอน 3 ขั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญ ขั้นตอน 4 ขั้นนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ดังรายละเอียด ดังนี้

ขั้นตอน 1 ขั้นกำหนดสถานการณ์

เป็นขั้นตอนของการเรียนรู้สถานการณ์ใกล้ตัวผ่านกิจกรรมกลุ่ม โดยที่ครูกำหนดสถานการณ์โจทย์หรือปัญหาที่อยู่ใกล้ตัวนักเรียนที่มีความน่าสนใจ มีความตื่นเต้นท้าทาย นำไปสู่การอภิปรายว่าเป็นเหตุการณ์เกี่ยวกับอะไร ที่ไหน อย่างไร เพื่อนำไปสู่ปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหา

ขั้นตอน 2 ขั้นลงมือปฏิบัติงาน

เป็นขั้นตอนของการเรียนรู้การบรรลุเป้าหมายของการหาคำตอบผ่านกระบวนการทางด้านการกำกับความคิดและการลงมือปฏิบัติงานโดยใช้กิจกรรมกลุ่ม แบ่งออกเป็นขั้นตอนย่อยได้ ดังนี้

ขั้นตอน 2.1 ขั้นการเริ่มต้น (Orientation) หรือขั้นตอนของการกำหนดวิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าสถานการณ์ดังกล่าวเกี่ยวข้องกับความรู้ด้านคณิตศาสตร์เรื่องใด และจะนำความรู้ดังกล่าวมาแก้ปัญหาอย่างไร ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายถึงกลวิธีในการทำความเข้าใจปัญหา การวิเคราะห์ประเด็นปัญหา และเงื่อนไขกำหนด ผู้เรียนต้องทบทวนความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องและร่วมกันประเมินว่าความรู้ที่มีอยู่เพียงพอหรือไม่ ผู้เรียนต้องแบ่งปันความรู้ภายในกลุ่ม หากไม่เพียงพอจะต้องขอคำแนะนำจากครูผู้สอน ต่อจากนั้นร่วมกันสร้างตัวแทนปัญหาโดยการเขียนภาพประกอบ กราฟ สมการ หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ให้สอดคล้องและสามารถตอบโจทย์ได้ ต่อจากนั้นร่วมกันประเมินความยากง่าย โอกาสของความสำเร็จ และกำหนดเวลาของการทำงานเพื่อบรรลุคำตอบ

ขั้นตอน 2.2 ขั้นการจัดเตรียม (Organization) หรือขั้นตอนของการวางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนร่วมกันวางแผนการทำงานเพื่อบรรลุคำตอบ ซึ่งบางสถานการณ์อาจมีคำตอบเดียวหรือบางสถานการณ์ก่อนจะได้คำตอบสุดท้ายอาจต้องผ่านการหาคำตอบหลายคำตอบเสียก่อน ผู้เรียนจึงต้องร่วมกันระบุเป้าหมายย่อยและเป้าหมายหลัก ในบางกรณีอาจต้องวางแผนรวมและวางแผนย่อย

ขั้นตอน 2.3 ขั้นกระทำให้สำเร็จ (Execution) หรือขั้นดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนร่วมกันทำงานหาคำตอบของโจทย์โดยการดำเนินการตามแผนย่อยและแผนรวม มีการกำกับ ประเมินความก้าวหน้าของการดำเนินการตามแผนย่อยและแผนรวม กำกับตนเองในความถูกต้องของงานละการใช้เวลาให้เป็นไปตามที่กำหนด เพื่อให้งานสำเร็จทันเวลา

ขั้นตอน 2.4 ขั้นการตรวจสอบ (Verification) หรือขั้นตอนของการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนร่วมกันประเมินผลลัพธ์ว่าคำตอบที่ได้มีความถูกต้องหรือไม่ มีขั้นตอนการตรวจสอบ 2 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอน 2.4.1 การประเมินการนิยามปัญหาและการวางแผนการแก้ปัญหา โดยการตรวจสอบความถูกต้องของตัวแทนปัญหา ได้แก่ รูปภาพประกอบกราฟ สมการหรือประโยคสัญลักษณ์ว่าถูกต้องหรือไม่ การวางแผนในการหาคำตอบมีความถูกต้องของแผนย่อยและแผนรวม รวมถึงสอดคล้องกับเป้าหมายของคำตอบที่ต้องการ

ขั้นตอน 2.4.2 การประเมินผลการดำเนินการแก้ปัญหา โดยการประเมินความถูกต้องของการดำเนินการ ความสอดคล้องของแผนและการดำเนินการ ความสอดคล้องของผลแต่ละขั้นตอนกับแผนและเงื่อนไขของแต่ละปัญหา ความสอดคล้องของผลขั้นสุดท้ายกับแผนและเงื่อนไขของปัญหา

ขั้นตอน 3 ขั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญ

เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายแนวคิดสำคัญจากการเรียนรู้สถานการณ์โจทย์หรือปัญหา นักเรียนร่วมกันสรุปกฎเกณฑ์หรือองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากประสบการณ์โจทย์หรือปัญหา โดยอาจสรุปรูปแบบของสถานการณ์โจทย์ปัญหา รูปแบบขั้นตอนของการคิดหาคำตอบ หรืออาจสรุปออกมาเป็นแนวคิดหรือทฤษฎีหรือหลักการทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

ขั้นตอน 4 ขั้นนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

เป็นขั้นตอนของการเชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากขั้นตอน 3 สู่สถานการณ์ต่างๆ ในชีวิตจริงหรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน มิใช่เรียนรู้เพียงสัญลักษณ์หรือสมการทางคณิตศาสตร์เท่านั้น ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ว่าสัญลักษณ์หรือสมการทางคณิตศาสตร์สอดคล้องกับเรื่องราวในชีวิตจริงในเรื่องอะไรได้บ้าง ขั้นตอนนี้ผู้เรียนยังได้เรียนรู้และพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์อีกด้วย โดยผู้เรียนร่วมกันแต่งสถานการณ์แปลกใหม่ที่น่าสนใจ ตื่นเต้น ไม่เคยมีใครคิดมาก่อน ที่ใช้แนวคิด ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ รูปแบบสถานการณ์รูปแบบขั้นตอนของการคิดหาคำตอบ ที่ได้จากการสรุปในขั้นตอน 3 มาเป็นบรรทัดฐานในการแต่งสถานการณ์

เจตคติ

1. ความหมายของเจตคติ

นักจิตวิทยาและนักวัดผลการศึกษาได้กล่าวถึงความหมายของเจตคติไว้ ดังนี้

ราชบัณฑิตยสถาน (2546, หน้า 221) ได้นำเสนอไว้ว่า เจตคติ หมายถึง ท่าทีหรือความรู้สึกของบุคคลต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด

สมพร แผลงภู (2541, หน้า 14) ได้กล่าวว่า เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เป็นความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อคณิตศาสตร์หลังจากได้รับประสบการณ์ในการเรียน การสอนคณิตศาสตร์และเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมตอบสนองต่อวิชา คณิตศาสตร์ไปในทางใดทางหนึ่งหรือลักษณะใดลักษณะหนึ่ง

อุเทน อ้อสิทธิสมบูรณ์ (2547, หน้า 37) ได้กล่าวว่า เจตคติต่อ วิชาคณิตศาสตร์เป็นความรู้สึกนึกคิดของนักเรียนต่อวิชาคณิตศาสตร์แล้วนักเรียนแสดง พฤติกรรมสนองตอบต่อวิชาคณิตศาสตร์ออกมาในลักษณะทางบวกหรือทางลบไปใน ลักษณะใดลักษณะหนึ่ง

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543, หน้า 52-53) ได้กล่าวว่า เจตคติเป็นความรู้สึกของคน คนเราจะรู้สึกได้ก็ต่อเมื่อประสาทของเราได้สัมผัสกับสิ่งใด สิ่งหนึ่งก่อนนั้น คือ รับรู้สิ่งนั้นก่อนนั่นเอง ถ้าจิตเราเกี่ยวข้องกับสิ่งนั้นก็จะทำให้เกิด ความรู้สึกตั้งแต่ขั้นต้นๆ จนถึงขั้นสูงๆ คือ เกิดความสนใจความซาบซึ้งพอใจและเจตคติ ติดตามมา การจะวัดสิ่งใดได้ถูกต้องจะต้องรู้ก่อนว่าสิ่งนั้นหน้าตาเป็นอย่างไรเจตคติ หรือทัศนคติก็เหมือนกัน

สมพร เชื้อพันธ์ (2547, หน้า 64) ได้กล่าวว่า เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกท่าทีความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์หลังจากได้รับ ประสบการณ์ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์และเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนแสดงพฤติกรรม ที่สนองตอบต่อวิชาคณิตศาสตร์ไปในทางใดทางหนึ่งหรือลักษณะใดลักษณะหนึ่ง

กล่าวโดยสรุป เจตคติ คือ ความรู้สึกหรือพฤติกรรมของนักเรียนที่มีต่อ สิ่งหนึ่งสิ่งใด บุคคลหากมีเจตคติทางบวกต่อสิ่งใดย่อมมีความตั้งใจที่จะปฏิบัติงานในสิ่งนั้น ดีด้วยเช่นเดียวกัน แต่หากมีเจตคติในทางลบต่อสิ่งใดก็จะขาดความตั้งใจในการปฏิบัติงาน นั้นเช่นเดียวกัน ในการเรียนรู้ผู้สอนจึงควรพัฒนาเจตคติของผู้เรียนควบคู่กันไปกับการ พัฒนาทางด้านสติปัญญา

2. องค์ประกอบของเจตคติ

นักจิตวิทยาและนักวัดผลการศึกษาได้กล่าวถึงองค์ประกอบของเจตคติไว้ดังนี้

ลัวน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543, หน้า 59-60) ได้กล่าวว่า การที่บุคคลจะเกิดเจตคติต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดนั้นไม่ว่าจะเป็นทางด้านบวกหรือลบก็ตาม บุคคลนั้นจะต้องผสมผสานคุณลักษณะย่อยหลายๆ อย่าง เช่น การรับรู้ การประเมินค่า ความซาบซึ้ง ความสนใจ คุณลักษณะเหล่านี้จะรวมตัวกันขึ้นเป็นความรู้สึกและเจตคติของบุคคลนั้น แต่อย่างไรก็ตามองค์ประกอบที่สำคัญที่จะทำให้คนเราเกิดเจตคติขึ้นได้นั้น มีอยู่ 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. สติปัญญาประกอบไปด้วยความรู้ ความคิดและความเชื่อที่ผู้นั้นมีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง
 2. ความรู้สึกเป็นความรู้สึกหรืออารมณ์ของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง
 3. พฤติกรรมเป็นแนวโน้มของการจะกระทำหรือจะแสดงพฤติกรรม
- อัศวชัย ลิ้มเจริญ (2546, หน้า 79-83) ได้กล่าวว่า เจตคติมีองค์ประกอบ

5 ด้าน ดังนี้

1. ด้านความตั้งใจและความกระตือรือร้นในการเรียน
 2. ด้านความพึงพอใจที่เรียนคณิตศาสตร์
 3. ด้านความพึงพอใจที่ทำงานเกี่ยวกับคณิตศาสตร์
 4. ด้านการเพิ่มพูนความรู้ทางคณิตศาสตร์
 5. ด้านความรู้สึกมั่นใจในการใช้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย
- อุเทน อธิสิทธิ์สมบุรณ์ (2547, หน้า 39) ได้กล่าวว่า เจตคติมีองค์ประกอบ

6 ด้าน ดังนี้

1. ด้านการเพิ่มพูนความรู้ทางคณิตศาสตร์ (ด้านสติปัญญา)
2. ด้านความพอใจที่จะเรียนคณิตศาสตร์ (ด้านความรู้สึก)
3. ด้านความพอใจในการเข้าร่วมกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ (ด้านความรู้สึก)
4. ด้านความพอใจที่จะทำงานเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ (ด้านความรู้สึก)

5. ด้านความรู้สึกมั่นใจในการใช้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย
(ด้านความรู้สึก)
6. ด้านความตั้งใจและความกระตือรือร้นในการเรียน (ด้านพฤติกรรม)
กล่าวโดยสรุป องค์ประกอบของเจตคติมีองค์ประกอบหลักๆ 3 ด้าน คือ ด้านสติปัญญา ด้านความรู้สึก และด้านพฤติกรรม และยังมีองค์ประกอบย่อยอีกหลายด้าน ซึ่งองค์ประกอบดังกล่าวจะส่งผลต่อการแสดงออกถึงความรู้สึกของบุคคลต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด ทั้งในเชิงบวกและในเชิงลบ

3. เครื่องมือวัดเจตคติ

นักจิตวิทยาและนักวัดผลการศึกษາได้กล่าวถึงเครื่องมือวัดเจตคติไว้ ดังนี้

นำสุข กลางสูงเนิน (2540, หน้า 33) และล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543, หน้า 90) ได้กล่าวว่า วิธีการวัดเจตคติจะใช้แบบทดสอบวัดเจตคติโดยตรง ซึ่งมักเรียกว่า “มาตราส่วนวัดเจตคติ” ที่นิยมใช้กันแพร่หลาย ดังนี้

1. แบบทดสอบวัดเจตคติของ เฮอร์สไตน์ (The Thurstone method) เป็นมาตราส่วน 11 อันดับ ตั้งแต่ความรู้สึกพอใจ (ชอบ) มากที่สุดไปจนถึงไม่พึงพอใจ (ไม่เห็นด้วย) มากที่สุด แต่ละอันดับจะมีค่าเป็นตัวเลข คือ เห็นด้วยมากที่สุด = 11 คะแนน รองลงไปเป็น 9.9, 8.8, 7.7, 6.6 ความเห็นกลางๆ คือ 5.5 รองลงไปเป็น 4.4, 3.3, 2.2, 1.1 และไม่เห็นด้วยมากที่สุด 0.0

2. แบบทดสอบวัดเจตคติตามแบบของ ลิเคิร์ท (The Likert technique) มีความเชื่อมั่นสูงและพัฒนาเพื่อวัดด้านความรู้สึกได้หลายอย่าง การสร้างข้อความที่แสดงความรู้สึกต่อเป้าหมายเจตคติจะต้องให้ครอบคลุมและสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ข้อความ อาจจะเป็นทางบวกทั้งหมดหรือทางลบทั้งหมดหรือผสมกันก็ได้ นำคะแนนข้อที่เห็นด้วย หรือข้อที่ไม่เห็นด้วยมาเขียนกราฟจะเป็นรูปแบบ Monotonous

กล่าวโดยสรุป แบบทดสอบวัดเจตคติเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดท่าทีความรู้สึก หรือพฤติกรรมของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ โดยสร้างเป็นข้อความที่แสดงถึงความรู้สึก ซึ่งอาจมีทั้งทางบวกและทางลบ และให้นักเรียนเลือกค่าตัวเลขที่เป็น มาตรา ส่วนที่แสดงความรู้สึกพอใจไปจนถึงไม่พึงพอใจตามความรู้สึกของตนเอง

4. ประโยชน์ของเจตคติ

นักจิตวิทยาและนักวัดผลการศึกษาได้กล่าวถึงประโยชน์ของเจตคติ ไว้ดังนี้
 ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543, หน้า 54-55) ได้กล่าวว่า
 เจตคติเป็นสิ่งสำคัญในการทำให้คนแสดงพฤติกรรมออกมา ประโยชน์ของการศึกษา
 เจตคติสรุปเป็นข้อๆ ได้ดังนี้

1. เจตคติเป็นคำย่อของการอธิบายความรู้สึกยาวๆ กลุ่มพฤติกรรม
 ต่างๆ ได้มาก
2. เจตคติใช้พิจารณาเหตุของพฤติกรรมของบุคคลที่มีต่อสิ่งอื่น
 หรือมีต่อเป้าหมายเจตคติของคนๆ นั้นได้
3. เจตคติสามารถมองสังคมได้เพราะเจตคติเป็นสิ่งคงเส้นคงวา
 พฤติกรรมของบุคคลที่จะแสดงออกจากเจตคติ จึงสามารถนำมาอธิบายความคงเส้นคงวา
 ของสังคมได้
4. เจตคติมีความดีความงามในตัวของมันเองเจตคติของคนที่มีต่อ
 เป้าหมายเจตคติรอบๆ ตัวเราสะท้อนให้เห็นโลกทัศน์ของคนๆ นั้น มีคุณค่าในการศึกษา
 จุดมุ่งหมายของชีวิตเขา
5. จากที่รู้ว่าเจตคติเกิดจากพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อมเพื่อให้มีอิทธิพล
 ต่อเจตคติของคนตามที่ต้องการ
6. ในสาขาวิชาสังคมวิทยา นักสังคมวิทยาหลายคนให้ความเห็นว่า
 เจตคติเป็นศูนย์กลางความคิดและเป็นฐานของพฤติกรรมสังคมการจะปรับระบบกลไกของสังคม
 จึงควรเปลี่ยนแปลงเจตคติของแต่ละบุคคล

กล่าวโดยสรุป เจตคติ คือความรู้สึกหรือพฤติกรรมของนักเรียนที่มีต่อ
 สิ่งหนึ่งสิ่งใด บุคคลหากมีเจตคติทางบวกต่อสิ่งใดย่อมมีความตั้งใจที่จะปฏิบัติงานในสิ่งนั้น
 ได้ดี ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้สอนจึงควรพัฒนาเจตคติของผู้เรียนควบคู่กันไปกับ
 การพัฒนาด้านสติปัญญา

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

กมลรัตน์ ก่อกาญจนพงษ์ (2550, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการใช้กระบวนการประเมินพัฒนาการ โดยใช้บริบทเป็นฐานที่มีต่อการมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการส่งเสริมพัฒนาการเด็กวัยอนุบาล 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการพัฒนา ด้านการทำงาน และด้านกระบวนการ และศึกษาความพึงพอใจของผู้ปกครองในการใช้กระบวนการประเมินพัฒนาการโดยใช้บริบทเป็นฐาน ตัวอย่างประชากรเป็นผู้ปกครองนักเรียนชั้นอนุบาลปีที่ 1-3 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 15 คน ใช้เวลาทดลอง 12 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า หลังทดลองผู้ปกครองกลุ่มทดลองมีคะแนนการมีส่วนร่วมในการส่งเสริมพัฒนาการเด็กสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผู้ปกครองกลุ่มทดลองมีคะแนนการมีส่วนร่วมในการส่งเสริมพัฒนาการเด็กสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผู้ปกครองที่เข้าร่วมกระบวนการประเมินพัฒนาการโดยใช้บริบทเป็นฐานมีความพึงพอใจในระดับมาก

ธรรมนัด โภบำรุง (2550, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาองค์ประกอบของการตระหนักรู้คิดในระหว่างการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากการเขียนอธิบายของนักเรียน โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพแบบกรณีศึกษา ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยทำการวิเคราะห์โปรโตคอล (Protocol Analysis) และบรรยายเชิงวิเคราะห์ (Analytic Description) สรุปได้ว่าองค์ประกอบของการตระหนักรู้คิดในระหว่างการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 1) ขั้นการเริ่มต้น (Orientation) 2) ขั้นการจัดเตรียม (Organization) 3) ขั้นกระทำให้สำเร็จ (Execution) และ 4) ขั้นการตรวจสอบ (Verification)

ภาวิณี คำซารี (2550, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วนและทศนิยม และการคิดวิเคราะห์ระหว่างวิธีเรียนแบบร่วมมือ เทคนิค STAD สอดแทรกเมตาคอกนิชัน วิธีเรียนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ และวิธีเรียนตามคู่มือครู สวท. ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มนักเรียนที่เรียนแบบร่วมมือ เทคนิค STAD สอดแทรกเมตาคอกนิชันมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีเรียนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บพิช กิจมี (2551, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสนใจในคณิตศาสตร์และการตระหนักถึงประโยชน์ของคณิตศาสตร์จากการใช้บริบทเป็นฐานในการจัดกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนบ้านเมืองคอง จังหวัดเชียงใหม่ ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือนักเรียนที่เรียนกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนบ้านเมืองคอง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์ที่เน้นการสอนโดยใช้บริบทเป็นฐาน จำนวน 8 แผน การสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ การสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน และการบันทึกหลังการสอนของครู ใช้ระยะเวลาในการวิจัยทั้งสิ้น 8 สัปดาห์ นำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน การสัมภาษณ์ การเขียนอนุทินของนักเรียน และการบันทึกหลังการสอนของครู มาพรรณนาวิเคราะห์เพื่อศึกษาความสนใจและการตระหนักถึงประโยชน์ของคณิตศาสตร์ แล้วนำเสนอโดยการบรรยาย สรุปผลการวิจัยสรุปได้ว่า เมื่อนักเรียนได้เรียนกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์ที่เน้นการใช้บริบทเป็นฐานส่งผลให้นักเรียนส่วนใหญ่เกิดความสนใจในคณิตศาสตร์และตระหนักถึงประโยชน์ของคณิตศาสตร์อย่างน่าพอใจ โดยทำให้นักเรียนมีความรู้สึกสนุกและอยากศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้นและนักเรียนสามารถมองเห็นว่าความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เรียนมานั้นสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง

สมพร หลิมเจริญ (2552, บทคัดย่อ) ได้พัฒนาหลักสูตรเสริมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 และประเมินประสิทธิภาพของหลักสูตรเสริม โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาหลักสูตร ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาหลักสูตรและประเมินคุณภาพของหลักสูตรโดยผู้ทรงคุณวุฒิ ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบประสิทธิภาพของหลักสูตร ขั้นตอนที่ 4 การประเมินผลและปรับปรุงหลักสูตร ผลการดำเนินการศึกษาได้องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ 2 มิติ คือ 1) มิติด้านการคิด ได้แก่ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม 2) มิติด้านจิตใจและบุคลิกภาพ ได้แก่ ความอยากรู้อยากเห็นและความเชื่อมั่นในตนเอง หลักสูตรเสริมที่สร้างขึ้นไม่ได้ยึดเนื้อหาเป็นหลัก (content free) มีสาระสำคัญประกอบด้วยแนวคิดหลักการ วัตถุประสงค์ โครงสร้างของหลักสูตร กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดผลและประเมินผล เนื้อหา 4 หน่วย ระยะเวลา 29 ชั่วโมง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และเรียนกลุ่มทดลองมีความคิดเห็นต่อหลักสูตรเสริมอยู่ในระดับดีมาก ผลการประเมินหลักสูตรเสริมพบว่า มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด หลังการทดลองผู้วิจัยได้ปรับปรุงแผนการสอนด้านระยะเวลาและด้านภาษาในคำชี้แจงในแผนการสอนบางหน่วย เพื่อให้เหมาะสมยิ่งขึ้น แล้วจัดทำเป็นหลักสูตรเสริมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ฉบับสมบูรณ์

จินดา พรหมมณัฐ (2553, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาพัฒนาการการเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐาน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและศึกษาความเข้าใจเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 ผลการศึกษาพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดขึ้นช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และนักเรียนส่วนใหญ่มีเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมีอยู่ในระดับดี

ศักดิ์ชาย ขวัญสิน (2553, บทคัดย่อ) ได้พัฒนาการการเรียนรู้ เรื่อง สถิติ โดยใช้การใช้บริบทเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านปางแม่ลอบ จังหวัดลำพูน เพื่อศึกษาพฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 10 แผน ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้เรื่องสถิติสอดคล้องกับบริบท ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้เนื้อหาสถิติได้ดี พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนมีพัฒนาการดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับค่อนข้างดี

จันทร์ขจร มะลิจันทร์ (2554, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน และเปรียบเทียบความตระหนักในการรู้คิด และการกำกับตนเองในการเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 75.67 ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ความตระหนักใน

การรู้จัก และการกำกับตนเองในการเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พงศ์ธัช แซ่จู่ (2554, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาพัฒนาสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้แบบเมตาคอกนิชันโดยใช้เทคนิคดาต้าไมนิ่งและสแคฟโฟลด์ดิง โดยการสังเคราะห์ขั้นตอนของกระบวนการเมตาคอกนิชัน พัฒนาสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน และศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียน พบว่า ขั้นตอนของกระบวนการเมตาคอกนิชันที่สังเคราะห์ได้มี 4 ขั้นตอน คือ การวางแผนการเรียนรู้ (Planning) การทบทวน (Monitoring and Control) การประเมินผล (Evaluation) และการแก้ไขปรับปรุง (Revising) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความพึงพอใจของผู้เรียนอยู่ในระดับมากที่สุด

วิภาดา พูลศักดิ์วรสาร (2555, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาพัฒนารูปแบบการสอนอ่านเน้นภาระงานโดยใช้กลยุทธ์อภิปัญญา (Metacognitive Strategies) สำหรับผู้ใหญ่ เพื่อส่งเสริมความเข้าใจในการอ่านภาษาอังกฤษ กลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาที่สมัครเรียนวิชาอ่านภาษาอังกฤษ ณ ศูนย์รวมนักศึกษาแบ็บติสต์ กรุงเทพฯ พบว่า รูปแบบมี 5 องค์ประกอบ คือ หลักการ วัตถุประสงค์ การดำเนินงานกระบวนการเรียนการสอน และการวัดผล การดำเนินงานมี 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการจัดการก่อนปฏิบัติงาน (M) ขั้นสนับสนุนขณะปฏิบัติงาน (E) ขั้นฝึกฝนหลังปฏิบัติงาน (T) และขั้นประเมินผลลัพธ์ (A) ความเข้าใจการอ่านของกลุ่มตัวอย่างหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างอยู่ในระดับมาก

มานิดา คำจันทร์ (2555, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาพัฒนากิจกรรมการเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้เมตาคอกนิชัน เรื่อง การบวก การลบ การคูณและการหารเศษส่วน เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เมตาคอกนิชันและศึกษาเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เมตาคอกนิชันมีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์อยู่ในระดับมาก

พิเชษฐ เทบ่ารุง (2557, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิชาเคมี ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้บริบทและปัญหาเป็นฐาน สำหรับนักศึกษาหลักสูตรปริญญาบัณฑิต กลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

วิทยาเขตสกลนคร พบว่า นักศึกษากลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนวิชาเคมีตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้บริบทและปัญหาเป็นฐาน มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหา มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และมีเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พันทิวา กุมภีโร (2560, บทคัดย่อ) ได้พัฒนาหลักสูตรเสริมตามแนวทางการเรียนรู้แบบอิงบริบทโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยศึกษาเปรียบเทียบทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังทดลอง และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนด้วยหลักสูตรเสริม พบว่า นักเรียนมีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์หลังการทดลอง สูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนมีเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังการทดลอง สูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมด้วยหลักสูตรอยู่ในระดับมากที่สุด

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Agnes Tiwari, C.M. Wong, and Patrick Lai (1997, p. 1) ได้ศึกษาพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทและปัญหาเป็นฐานในระดับบัณฑิตศึกษา พบว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพก็จริง แต่ก็มีควมยากลำบากต่อการใช้เหมือนกัน ประสิทธิภาพการศึกษา ความต้องการของผู้เรียนรู้ และความพร้อมของทรัพยากรทางการเรียนการสอน มีอิทธิพลที่แตกต่างกันชัดเจนในรูปแบบการจัดการเรียนการสอน และบางครั้งต้องมีการปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้บริบทและปัญหาเป็นฐาน ในการศึกษาครั้งนี้คณะนักวิจัยได้พัฒนาใช้ในการจัดการเรียนการสอนนักศึกษาพยาบาล ระดับปริญญาโท ของมหาวิทยาลัยฮ่องกง ใช้เวลาสอน 48 ชั่วโมง จากการพัฒนาสามารถสรุปรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทและปัญหาเป็นฐาน มีองค์ประกอบ ได้แก่ การอภิปรายแนะนำรูปแบบการเรียนการสอนให้นักศึกษาเข้าใจการอภิปรายกลุ่ม การนำเสนอ และการสรุปร่วมกันในชั้นเรียน โดยมีคู่มือการเรียนการสอนประกอบเพื่อส่งเสริมให้นักศึกษาได้ทำความเข้าใจก่อนเข้าเรียน และสิ่งที่สำคัญคือ การเรียนรู้ด้วยการกำกับตนเองและมีครูเป็นคอบคอยให้คำแนะนำในระยะเริ่มต้นของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน จึงจะช่วยให้รูปแบบการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

Khumalo, L.T. (2010, pp. 1–32) ได้ศึกษาการออกแบบรูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้บริบทภายในมหาวิทยาลัยโพลีเทคนิคฮ่องกง ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาความคิดให้สูงขึ้น พบว่ารูปแบบการเรียนการสอน ประกอบด้วย หลักการ แนวคิดพื้นฐาน และองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน กิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มขนาดเล็ก การเรียนรู้อาศัยบริบทตามจริงที่อยู่รอบๆ ในชีวิต จากบริบทของสาขาวิชาต่างๆ ภายในมหาวิทยาลัย ซึ่งการจัดการเรียนการสอนมีขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นเตรียมบริบทพื้นฐาน 2) ทำความเข้าใจในบริบท 3) ขั้นกิจกรรมกลุ่มย่อย 4) ขั้นตอนการการเรียนรู้ 5) นำเสนอผลการเรียนรู้ และ 6) ขั้นอภิปรายและสรุปผลการเรียนรู้ จากผลการวิจัยพบว่า การใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นนี้มีผลเป็นที่พึงพอใจในการกระบวนกรเรียนรู้สำหรับนักเรียน และทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในสาขาวิชาได้ดีขึ้น และสามารถนำไปเชื่อมโยงกับบริบทของสาขาวิชาที่เรียนได้

Bennett & Lubben (2006, p. 999) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบอิงบริบท เทียบกับการสอนปกติในเนื้อหาวิชาเคมี ผลการวิจัยพบว่า การนำบริบทเกี่ยวกับอุตสาหกรรมเคมีมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร Salters Advanced Chemistry ช่วยทำให้ผู้เรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย (อายุ 17–18 ปี) มีความเข้าใจในแนวคิดเรื่องพันธะเคมี อุณหพลศาสตร์ และสมดุลเคมี มากกว่าผู้เรียนที่ได้รับการสอนปกติ

การศึกษาและพัฒนาหลักสูตรเสริมตามแนวคิดเมตาคอกนิชันและการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับหลักสูตรและหลักสูตรเสริม หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ แนวคิดการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ แนวคิดเกี่ยวกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ แนวคิดเกี่ยวกับเมตาคอกนิชัน แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน และแนวคิดด้านเจตคติต่อคณิตศาสตร์ รวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการศึกษาในเรื่องดังกล่าวมีแนวคิดทฤษฎีที่เป็นรากฐานของการศึกษาและวิจัย ตลอดจนถึงการมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ แสดงให้เห็นว่าแนวทางการพัฒนาผู้เรียนด้วยแนวคิดเมตาคอกนิชันและการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเป็นแนวทางการพัฒนาที่สามารถพัฒนาผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ได้