

คู่มือวัสดุผลประเมินผล คณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
กระทรวงศึกษาธิการ

ISBN 974-650-468-1

คำนำ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) โดย สาขาวิชาระบบที่ปรึกษาด้านการประเมินผลการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับหลักสูตรการศึกษา ได้ดำเนินการประเมินผลการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับหลักสูตรการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ที่เน้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาด้านกระบวนการคิด การปฏิบัติ จากสถานการณ์จริง การแก้ปัญหา การสื่อสาร และการนำความรู้ไปใช้

การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้ตามแนวทางของคู่มือวัดผลประเมินผลนี้ มุ่งเน้นการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียนอย่างเป็นธรรมชาติและเต็มศักยภาพ โดยใช้การประเมินตามสภาพจริงและประเมินสมรรถภาพของผู้เรียนทั้งด้านความรู้ความคิด ทักษะ กระบวนการ และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ผลการประเมินที่ได้จะนำไปใช้เป็นแนวทาง การพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน การสอนของครู และการบริหารจัดการของสถานศึกษา

การจัดทำคู่มือนี้ได้รับความร่วมมืออย่างดีจากนักวิชาการของ สสวท. เอง ครูผู้สอนในสถานศึกษาทั้งระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา ผู้ทรงคุณวุฒิจากมหาวิทยาลัย และสถาบันการศึกษาทุกระดับ สสวท. จึงขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี่ และหวังว่าเอกสารนี้จะ เป็นประโยชน์ต่อครูและบุคลากรของสถานศึกษารวมทั้งผู้เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษา คณิตศาสตร์ หากมีข้อเสนอหรือแนวคิดที่จะทำให้เอกสารนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โปรดแจ้งให้ สสวท. ทราบด้วย จักขอบคุณยิ่ง

(นายพิศาล สร้อยคุณรำ)

ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

10 พฤษภาคม 2546

คำชี้แจง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยสาขาวิชาประเเมิน มาตรฐานได้จัดทำคู่มือวัดผลประเเมินผลคุณิตศาสตร์ เพื่อเป็นเอกสารประกอบการวางแผนเตรียมการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ในด้านการวัดผลประเเมินผล ให้สอดคล้อง ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 26 และแนวทางการ วัดผลประเเมินผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 รวมทั้งเป็นการสนับสนุนและส่งเสริมให้ครุทุกคนมีคุณภาพตามมาตรฐาน ซึ่งสถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้กำหนดไว้ในมาตรฐานครุคุณิตศาสตร์ มาตรฐานที่ 9 ใจความว่า “ใช้วิธีการวัดผลประเเมินผลตามสภาพจริง และนำผลการ ประเเมินไปใช้เพื่อการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง ทั้งด้านสติปัญญา สังคม และร่างกาย”

การวัดผลประเเมินผลการเรียนรู้คุณิตศาสตร์ที่นำเสนอในเอกสารเล่มนี้ มี สาระสำคัญประกอบด้วยการวัดผลประเเมินผลที่ยึดตามหลักสูตรและกระบวนการเรียนรู้ การประเเมินตามสภาพจริงที่หลากหลายแนวทาง ครอบคลุมสมรรถภาพด้านความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ โดยวัดผลประเเมินผลจาก พฤติกรรมของผู้เรียนด้วยการสังเกต การตรวจการปฏิบัติงานและผลงาน การใช้ แบบทดสอบ แบบสอบถาม หรือแบบสำรวจ รวมทั้งการมีส่วนร่วมในการประเเมินผล โดยเฉพาะตัวผู้เรียนเอง

เอกสารนี้จะให้แนวทางการวัดผลประเมินผลเพื่อเป็นแนวทางนำไปประยุกต์ใช้อย่างเหมาะสมกับผู้เรียนทุกระดับชั้นและบริบทของสถานศึกษา เนื้อหาสาระแบ่งเป็น 4 บท บทที่ 1 การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ บทที่ 2 การวัดผลประเมินผลด้วยแบบทดสอบ ประกอบด้วย แบบทดสอบแบบเลือกตอบ แบบถูกผิด แบบจับคู่ แบบเปรียบเทียบ แบบเติมคำ แบบเขียนตอบ แบบต่อเนื่อง และแบบแสดงวิธีทำ บทที่ 3 การวัดผลประเมินผลตามสภาพจริง ประกอบด้วย ภาระงานที่ได้รับมอบหมายทางคณิตศาสตร์ คือ แบบฝึกหัด ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การศึกษาค้นคว้าทางคณิตศาสตร์ การร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ แฟ้มสะสมงานคณิตศาสตร์ และโครงงานคณิตศาสตร์ บทที่ 4 การวัดผลประเมินผลด้านเจตคติ โดยวิธีการประเมิน เกณฑ์การประเมินและแบบบันทึกผล ต้องมีความสอดคล้องกันและเน้นการมีส่วนร่วมในการประเมินผลด้วยวิธีการที่หลากหลาย เพื่อให้มีความถูกต้องและเป็นปัจจัยมากที่สุด ทั้งนี้ผลการประเมินที่ได้ต้องมีประโยชน์ต่อ การพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน พัฒนาการสอนของครู พัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา รวมทั้งการกำหนดนโยบายหรือแผนพัฒนาการศึกษาของสถานศึกษา

สาขาวิชาประเมินมาตรฐาน
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
พฤษจิกายน 2546

ສາරບັນ

ຫນ້າ

ຫນ້າ 1

ກາຮວດພລປະເມີນພລກາຮົບກົດຕາສຕ່ຽງ

1

1. ລັກຜະນະເຊີພະຂອງຄນິຕຳສຕ່ຽງ	2
2. ຄຸນພາພຂອງຜູ້ເຮືອນ	4
3. ອອກປະກອບສຳຄັນໃນກາຮຈັດກາຮົບກົດຕາສຕ່ຽງ	9
4. ຈຸດປະສົງຂອງກາຮວດພລປະເມີນພລການິຕຳສຕ່ຽງ	11
5. ໜັກກາຮວດພລປະເມີນພລກາຮົບກົດຕາສຕ່ຽງ	12
6. ຫັນທອນກາຮວດພລປະເມີນພລກາຮົບກົດຕາສຕ່ຽງ	15
7. ກາຮປະເມີນຕາມສກາພຈິງ	17
8. ເຄື່ອງມືອີ່ມື່ໃໝ່ໃນກາຮວດພລປະເມີນພລການິຕຳສຕ່ຽງ	21
9. ແນວທາກາຮວດພລປະເມີນພລການິຕຳສຕ່ຽງ	21
10. ແກ່ນທີກາຮປະເມີນພລກາຮົບກົດຕາສຕ່ຽງ	22

ຫນ້າ 2

ກາຮວດພລປະເມີນພລດ້ວຍແບບກດສອບ

29

1. ແບບກດສອບແບບເລື່ອກຕອບ	32
2. ແບບກດສອບແບບຄູກິດ	37
3. ແບບກດສອບແບບຈັບຄູ່	39
4. ແບບກດສອບແບບເບຣີຢບເຖິງບ	41
5. ແບບກດສອບແບບເຕີມຄຳ	44
6. ແບບກດສອບແບບເຈິ່ນຕອບ	49
7. ແບບກດສອບແບບຕ້ອນເນື່ອງ	56
8. ແບບກດສອບແບບແສດງວິທີ່ກຳ	70

1. ภาระงานที่ได้รับมอบหมาย	75
1.1 รูปแบบของภาระงานที่ได้รับมอบหมาย	76
1.1.1 แบบฟีกหัด	77
1.1.2 ปัญหาทางคณิตศาสตร์	79
1.1.3 การศึกษาค้นคว้าทางคณิตศาสตร์	83
1.1.4 การร่วมกิจกรรมการเรียนรู้	88
1.2 การนำเสนอภาระงานที่ได้รับมอบหมาย	90
1.3 การประเมินผลภาระงานที่ได้รับมอบหมาย	99
1.3.1 การประเมินผลการทำแบบฟีกหัด	99
1.3.2 การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	104
1.3.3 การประเมินผลการศึกษาค้นคว้าทางคณิตศาสตร์	108
1.3.4 การประเมินผลการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้	113
2. เพิ่มสะสภางานคณิตศาสตร์	123
2.1 ประเกทของเพิ่มสะสภางานคณิตศาสตร์	124
2.1.1 เพิ่มสะสภางานทั่วไป	124
2.1.2 เพิ่มสะสภางานเฉพาะ	125
2.2 การประเมินผลเพิ่มสะสภางานคณิตศาสตร์	134
3. โครงการคณิตศาสตร์	153
3.1 ประเกทของโครงการคณิตศาสตร์	153
3.2 ขั้นตอนการทำโครงการคณิตศาสตร์	154
3.3 การประเมินผลโครงการคณิตศาสตร์	157

บทที่ 4

การวัดผลประเมินผลด้านเจตคติ

169

1.	เจตคติทางคณิตศาสตร์	169
2.	เจตคติต่อคณิตศาสตร์	169
3.	ตัวอย่างแบบประเมินเจตคติทางคณิตศาสตร์	173
	บรรณานุกรม	179
	อภิธานศัพท์	182

บทที่

1

การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้ คณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ และมนุษย์ได้ใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่นๆ คณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างเป็นระบบและมีระเบียบแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบ ถี่ถ้วน สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ได้กำหนดกรอบสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ของการศึกษาขั้นพื้นฐาน รวมทั้งมาตรฐานการเรียนรู้ซึ่งชั้นส่วนสถานศึกษาต้องจัดทำสาระการเรียนรู้ กำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังเป็นรายปีหรือรายภาค เพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับผู้เรียนทุกคนของสถานศึกษานั้น มีการกำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้เพิ่มเติมขึ้นเองให้เหมาะสมกับศักยภาพและความต้องการของผู้เรียนอีกด้วย

การจัดการศึกษาคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เป็นการศึกษาเพื่อปวงชน ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เริ่มต้นการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิตตามศักยภาพของตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์อย่างพอเพียงที่จะนำไปใช้พัฒนาคุณภาพชีวิต รวมทั้งใช้เป็นพื้นฐานและเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ต่อไป

1. ลักษณะเฉพาะของคณิตศาสตร์

เนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นนามธรรม ที่มีโครงสร้างปะกอบด้วยข้อตกลงเบื้องต้นในรูปของคำอนิยามและสัจพจน์ การใช้เหตุผลเพื่อสร้างทฤษฎีบทต่าง ๆ ที่นำไปใช้ได้อย่างเป็นระบบ คณิตศาสตร์มีความถูกต้อง เที่ยงตรง คงเด่นคงวา มีระเบียบแบบแผน เป็นเหตุเป็นผล และมีความสมบูรณ์ในตัวเอง

คณิตศาสตร์เป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ที่ศึกษาเกี่ยวกับแบบรูปและความสัมพันธ์ เพื่อให้ได้ข้อสรุปและการนำไปใช้ประโยชน์ เนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นภาษาสามัญที่สามารถใช้เพื่อการสื่อสาร การสื่อความหมาย และถ่ายทอดความรู้ระหว่างศาสตร์ต่าง ๆ ได้

สาระความรู้ทางคณิตศาสตร์และมาตรฐานการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนทุกคน ได้ระบุไว้ในคู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ประกอบด้วย

สาระที่ 1 : จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 : เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและ การใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 : เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและ ความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้การดำเนินการแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 1.3 : ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 1.4 : เข้าใจในระบบจำนวนและสามารถนำสมบัติเกี่ยวกับ จำนวนไปใช้ได้

สาระที่ 2 : การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 : เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 : วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดได้

มาตรฐาน ค 2.3 : แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้

สาระที่ 3 : เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 : อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติได้

มาตรฐาน ค 3.2 : ใช้การนีกภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ

(spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต

(geometric model) ในการแก้ปัญหาได้

สาระที่ 4 : พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 : อธิบายและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ และ

พัฒนาต่อไปได้

มาตรฐาน ค 4.2 : ใช้นิพจน์ สมการ สมการ กราฟ และแบบจำลองทาง

คณิตศาสตร์อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจน

แปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหาได้

สาระที่ 5 : การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 : เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลได้

มาตรฐาน ค 5.2 : ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นใน

การคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 : ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการ

ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้

สาระที่ 6 ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 : มีความสามารถในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 6.2 : มีความสามารถในการให้เหตุผล

มาตรฐาน ค 6.3 : มีความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ

มาตรฐาน ค 6.4 : มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้

มาตรฐาน ค 6.5 : มีความคิดสร้างสรรค์

2. คุณภาพของผู้เรียน

คุณภาพของผู้เรียนที่ระบุไว้ในคู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เป็นเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในแต่ละช่วงชั้นให้กับผู้เรียนที่จบการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ปี ซึ่งจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ มีความตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้และเป็นพื้นฐานในการศึกษาในระดับที่สูงขึ้น

การที่ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีคุณภาพ จะต้องมีพัฒนาการทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมดังนี้

1. มีความรู้ความเข้าใจในคณิตศาสตร์พื้นฐานเกี่ยวกับจำนวนและ การดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น พร้อมทั้งสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้

2. มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ มีความคิดสร้างสรรค์ สามารถเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

3. มีความสามารถในการทำงานอย่างเป็นระบบ มีระเบียบวินัย มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเอง พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

การศึกษาขั้นพื้นฐานของประเทศไทยประกอบด้วยการศึกษา 4 ช่วงชั้น คือ ช่วงชั้นที่ 1 (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3) ช่วงชั้นที่ 2 (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6) ช่วงชั้นที่ 3 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3) และช่วงชั้นที่ 4 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6) ได้กำหนดคุณภาพของผู้เรียนคนตัวอย่างแต่ละช่วงชั้นไว้ดังนี้

(1) คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบช่วงชั้นที่ 1 (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3)
ประกอบด้วย

- มีความคิดรวบยอด* และความรู้สึกเชิงจำนวนเกี่ยวกับจำนวนนับและศูนย์ ตลอดจนการดำเนินการของจำนวน สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนนับ พิริยมทั้งตระหนักรถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ และสามารถสร้างโจทย์ได้

- มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความยาว ระยะทาง น้ำหนัก ปริมาตร และความจุ สามารถวัดปริมาณดังกล่าวได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และนำความรู้ เกี่ยวกับการวัดไปใช้แก้ปัญหานิสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

- มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติพื้นฐานของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติ สองมิติ และสามมิติ

- มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแบบรูปและอธิบายความสัมพันธ์ได้

- รับรู้ข้อมูล จัดระบบข้อมูลและอภิปรายประเด็นต่าง ๆ จากแผนภูมิ รูปภาพและแผนภูมิแห่งได้

- มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และสามารถเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์

* ความคิดรวบยอด มีความหมายเช่นเดียวกับ มนิทศ์ ที่ใช้ใน การกำหนดสาระการเรียนรู้ ตามหลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการ พ.ศ. 2545

(2) คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบช่วงชั้นที่ 2 (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6)
ประกอบด้วย

- มีความคิดรวบยอดและความรู้สึกเชิงจำนวนเกี่ยวกับจำนวนและ
การดำเนินการของจำนวน สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ และการ
หารจำนวนนับ เช่น ส่วน ทศนิยม และร้อยละ พิจารณาและตระหนักรถึงความสมเหตุสมผล
ของคำตอบที่ได้และสามารถสร้างโจทย์ได้

- มีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติต่าง ๆ ของจำนวนพร้อมทั้งสามารถ
นำความรู้ไปใช้ได้

- มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตร
และความจุ สามารถวัดปริมาณดังกล่าวได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และนำความรู้
เกี่ยวกับการวัดไปใช้แก้ปัญหานิ่งในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

- มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติ สองมิติ
และสามมิติ

- มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแบบรูปและอธิบายความสัมพันธ์ได้

- สามารถวิเคราะห์สถานการณ์หรือปัญหา พิจารณาและเขียนให้อยู่
ในรูปของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและแก้สมการนั้นได้

- เก็บรวบรวมข้อมูลและนำเสนอข้อมูลในรูปแผนภูมิต่าง ๆ สามารถ
อภิปรายประเด็นต่าง ๆ จากแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิรูปวงกลม ตาราง
และกราฟ รวมทั้งใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นเบื้องต้นในการอภิปรายเหตุการณ์
ต่าง ๆ ได้

- มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลายและใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ มีความคิดวิเคราะห์สร้างสรรค์ และสามารถเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์

(3) คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบช่วงชั้นที่ 3 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3)
ประกอบด้วย

- มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนจริง มีความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง สามารถคำนวณเกี่ยวกับจำนวนเต็ม เชซส่วน ทศนิยม เลขยกกำลัง รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง และสามารถนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนไปใช้ในชีวิตจริงได้

- สามารถนឹងภาพและอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติจากภาพสองมิติ มีความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตร สามารถเลือกใช้หน่วยการวัดในระบบต่าง ๆ เกี่ยวกับความยาว พื้นที่ และปริมาตรได้อย่างเหมาะสม พร้อมทั้งสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในชีวิตจริงได้

- มีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของความเท่ากันทุกประการและความคล้ายของรูปสามเหลี่ยม เส้นขนาน ทฤษฎีบทปีทาゴรัสและบทกลับ และสามารถนำสมบัติเหล่านี้ไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาได้

- มีความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต (geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขยาน (translation) การสะท้อน (reflection) และการหมุน (rotation) และนำความรู้ดังกล่าวไปใช้ได้

- สามารถวิเคราะห์แบบรูป สถานการณ์ หรือปัญหา และสามารถใช้สมการ อสมการ กราฟ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ ในการแก้ปัญหาได้

- มีความเข้าใจเกี่ยวกับค่ากลางของข้อมูลในเรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยม และเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม สามารถกำหนดประเด็น เขียน ข้อคำถาม กำหนดวิธีการศึกษา และเก็บรวบรวมข้อมูลที่เหมาะสมได้ สามารถนำเสนอข้อมูลรวมทั้งอ่าน แปลความหมาย และวิเคราะห์ข้อมูลจากการนำเสนอข้อมูลต่าง ๆ สามารถใช้ความรู้ในการพิจารณาข้อมูลข่าวสารทางสถิติ ตลอดจนเข้าใจถึงความคลาดเคลื่อน ที่อาจเกิดขึ้นได้จากการนำเสนอข้อมูลทางสถิติ

- มีความเข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็น ของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ และประกอบการตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

- มีความเข้าใจเกี่ยวกับการประมาณค่า และสามารถนำไปใช้แก้ปัญหา ได้อย่างเหมาะสม

- มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา ด้วยวิธีการที่หลากหลายและใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ มีความคิดวิเคราะห์สร้างสรรค์ สามารถเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

(4) คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบช่วงชั้นที่ 4 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6)
ประกอบด้วย

- มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับระบบจำนวนจริง และสามารถนำสมบัติ ของจำนวนจริงไปใช้ได้

- นำความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้คาดคะเนระยะทาง ความสูง และแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

- มีความเข้าใจและสามารถใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัย และนิรนัยได้

- มีความคิดรวบยอดในเรื่องเซตและการดำเนินการของเซต สามารถบอกได้ว่าการอ้างเหตุผลสมเหตุสมผลหรือไม่โดยใช้แผนภาพแทนเซต มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สามารถใช้ความสัมพันธ์และฟังก์ชันแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

- สามารถหาพจน์ทั่วไปของลำดับที่กำหนดให้ เข้าใจความหมายของผลบวกของ ก พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต อนุกรมเรขาคณิต และหาผลบวก ก พจน์ของอนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิตโดยใช้สูตรและนำไปใช้ได้

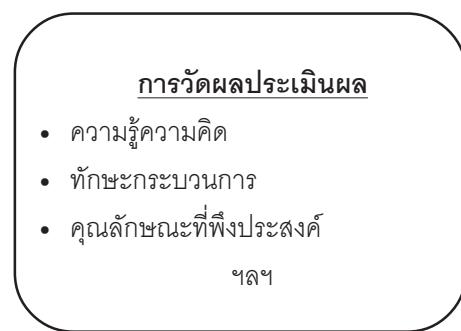
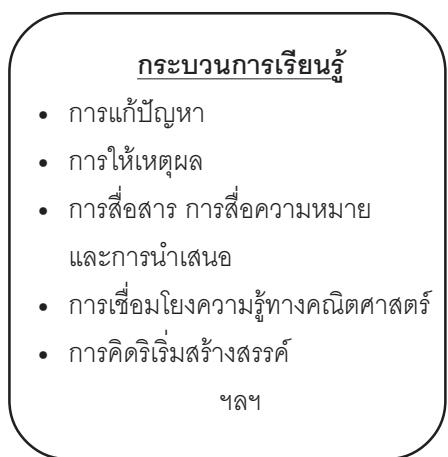
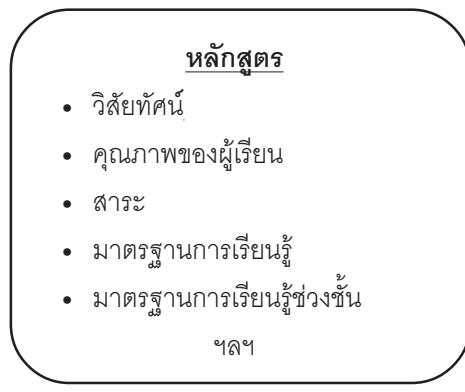
- สามารถสำรวจรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และนำผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลไปช่วยในการตัดสินใจบางอย่างได้

- นำความรู้เรื่องความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ไปใช้ได้

- มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลายและใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ มีความคิดวิเริมสร้างสรรค์ สามารถเขียนโดยความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเขียนโดยคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

3. องค์ประกอบสำคัญในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

หลักสูตร กระบวนการเรียนรู้ และการวัดผลประเมินผลมีความสำคัญต่อการจัดการเรียนการสอนเป็นอย่างยิ่ง การบูรณาการสิ่งเหล่านี้เข้าด้วยกันจะส่งผลให้การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีคุณค่าต่อผู้เรียน และช่วยให้การจัดการเรียนการสอนในสถานศึกษาประสบความสำเร็จยิ่งขึ้น ความสัมพันธ์ดังกล่าวแสดงได้ดังนี้



การบูรณาการเนื้อหาสาระตามหลักสูตร กระบวนการเรียนรู้ และการวัดผลประเมินผลเข้าด้วยกัน จะต้องพิจารณาประเด็นสำคัญต่อไปนี้

1. ความสอดคล้องระหว่างแนวทางการวัดผลประเมินผลของสถานศึกษา กับสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และ มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ความต้องการของท้องถิ่น ความเหมาะสมสมกับวัย ระดับพัฒนาการ และ ประสบการณ์ของผู้เรียน ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และแผนการจัดการเรียนรู้

2. กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนการสอน และแนวทางการวัดผลประเมินผลที่หลากหลายและเหมาะสมต่อความรู้ความสามารถของผู้เรียน

3. การมีส่วนร่วมของผู้เรียนและผู้เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาของสถานศึกษาในการจัดทำกรอบการวัดผลประเมินผล เกณฑ์การให้ระดับคุณภาพ และดำเนินการวัดผลประเมินผลอย่างสม่ำเสมอตามมาตรฐานที่กำหนด

4. จุดประสงค์ของการวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์

การวัดผลประเมินผล เป็นกระบวนการที่ต้องทำความคู่ไปกับการจัดการเรียนการสอน โดยมีจุดประสงค์ 3 ประการดังนี้

1. เพื่อการวินิจฉัยความรู้พื้นฐานและทักษะที่จำเป็นของผู้เรียน ซึ่งอาจประเมินได้ 2 ขั้นตอนดังนี้

(1) ประเมินก่อนเรียน เป็นการประเมินความรู้พื้นฐานและทักษะที่จำเป็นที่ผู้เรียนควรมีก่อนการเรียนรายวิชา บทเรียนหรือหน่วยการเรียนใหม่ ข้อมูลที่ได้จากการวัดผลประเมินผลจะช่วยให้ผู้สอนนำไปใช้เพื่อ (1) จัดกลุ่มผู้เรียนและจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ตรงตามความถนัด ความสนใจ และความสามารถของผู้เรียน (2) วางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผู้สอนพิจารณาเลือกผลการเรียนรู้ที่คาดหวังให้เหมาะสมกับความรู้ความสามารถของผู้เรียน ด้วยการเลือกเนื้อหาสาระ กิจกรรมแบบฝึกหัด อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่เหมาะสม และตรงตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดได้

(2) ประเมินระหว่างเรียน เป็นการประเมินเพื่อวินิจฉัยผู้เรียนในระหว่างการเรียน ข้อมูลที่ได้จะช่วยให้ผู้สอนนำไปใช้เพื่อ (1) ศึกษาพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นระยะ ๆ ว่าผู้เรียนมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นเพียงใด ถ้าพบว่าผู้เรียนไม่มีพัฒนาการเพิ่มขึ้นผู้สอนจะได้หาทางแก้ไขได้ทันท่วงที (2) ปรับปรุงกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน ถ้าพบว่าผู้เรียนไม่เข้าใจบทเรียนได้ก็จะได้จัดให้เรียนซ้ำ หรือผู้เรียนเรียนรู้บทเรียนได้เจ้ากว่าที่กำหนดได้ก็จะได้ปรับเปลี่ยนวิธีการเรียนการสอน นอกจากนี้ยังช่วยให้ทราบจุดเด่นและจุดด้อยของผู้เรียนแต่ละคนด้วย

2. เพื่อใช้ผลการประเมินในการตัดสินผลการเรียนของผู้เรียนเป็นการตรวจสอบผลการเรียนรู้ของผู้เรียนตามสาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และใช้ผลการทดสอบเพื่อตัดสินผลการเรียนและให้ระดับคะแนนของรายวิชานั้น รวมทั้ง นำผล การเรียนรู้ดังกล่าวไปใช้เพื่อแนะนำแนวทางการศึกษาต่อ
3. เพื่อใช้ผลการประเมินเป็นข้อมูลสารสนเทศในการวางแผนบริหาร จัดการศึกษาของสถานศึกษา การกำหนดนโยบาย และการพัฒนาหลักสูตรต่าง ๆ

5. หลักการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์

การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีหลักการที่สำคัญดังนี้

1. การวัดผลประเมินผลต้องกระทำอย่างต่อเนื่องควบคู่ไปกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้สอนควรใช้กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เป็นสิ่งเร้าที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ โดยอาจใช้คำถามเพื่อตรวจสอบและส่งเสริมความรู้ความเข้าใจด้านเนื้อหา ส่งเสริมให้เกิดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ดังตัวอย่างคำถามต่อไปนี้ “นักเรียนแก้ปัญหานี้ได้อย่างไร” “คุณมีวิธีการนอกเหนือไปจากนี้บ้าง” “นักเรียนคิดอย่างไรกับวิธีการที่เพื่อนเสนอ” การกระตุ้นด้วยคำถามที่เน้นการคิดจะทำให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกันเองและระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็น นอกจากนี้ผู้สอนยังสามารถใช้คำตอบของผู้เรียน เป็นข้อมูลเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ และพัฒนาการด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้อีกด้วย

2. การวัดผลประเมินผลต้องสอดคล้องกับคุณภาพของผู้เรียนที่ระบุไว้ตามมาตรฐานการเรียนรู้ และจะต้องสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังซึ่งกำหนดไว้ในหลักสูตรที่สถานศึกษาใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน ทั้งนี้ผู้สอนจะต้องกำหนดวิธีการวัดผลประเมินผล เพื่อใช้ตรวจสอบว่าผู้เรียนได้บรรลุผลการเรียนรู้ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ และต้องแจ้งผลการเรียนรู้ที่คาดหวังในแต่ละเรื่องให้ผู้เรียนทราบ โดยทางตรงหรือทางอ้อม เพื่อให้ผู้เรียนได้ปรับปรุงตนเอง

3. การวัดผลประเมินผลต้องครอบคลุมทั้งด้านความรู้ความคิด ทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ตามสาระการเรียนรู้ที่จัดให้ในหลักสูตรของสถานศึกษา โดยเน้นการเรียนรู้ด้วยการทำกิจกรรมที่ส่งเสริมให้เกิดสมรรถภาพทั้ง 3 ด้าน งานหรือกิจกรรมดังกล่าวควรมีลักษณะดังนี้

- (1) สาระในงานหรือกิจกรรมต้องใช้การเชื่อมโยงความรู้หลายเรื่อง
- (2) ทางเลือกในการดำเนินงานหรือการแก้ปัญหามีหลากหลายวิธี
- (3) เงื่อนไขหรือสถานการณ์ของปัญหาที่เป็นปลายเปิด เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงความสามารถตามศักยภาพของตน

(4) งานหรือกิจกรรมต้องเอื้ออำนวยให้ผู้เรียนได้ใช้การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การพูด การเขียน การวาดรูป

(5) งานหรือกิจกรรมควรมีความใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เห็นความเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง ซึ่งจะก่อให้เกิดความตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์

4. การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ต้องช่วยให้ได้ข้อสนับสนุน เกี่ยวกับผู้เรียน ซึ่งสามารถทำได้โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่เหมาะสมอย่างหลากหลาย เช่น การมองหมายงานให้ทำเป็นการบ้าน การเขียนแบบบันทึกทางคณิตศาสตร์ (math note) การทดสอบ การสังเกต การสัมภาษณ์ การจัดทำแฟ้มสะสมงาน การทำโครงงาน รวมทั้งการให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเอง และนำผลที่ได้ไปตรวจสอบกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังตามที่กำหนดไว้ เพื่อช่วยให้ผู้สอนได้มีข้อสนับสนุนเกี่ยวกับผู้เรียนอย่างครบถ้วน การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้ข้อสนับสนุนดังกล่าวสามารถทำได้ 3 ลักษณะดังนี้

(1) การประเมินเพื่อวินิจฉัยผู้เรียน มีจุดประสงค์เพื่อตรวจสอบความรู้ความสามารถและค่าน้ำใจเด่นหรือจุดด้อยของผู้เรียน ด้วยการสังเกต การสอบปากเปล่า หรือการใช้แบบทดสอบเพื่อการวินิจฉัย ทั้งนี้คำตามหรืองานที่มอบหมายความรู้ความสัมพันธ์กับเนื้อหาสาระที่เป็นพื้นฐานของการเรียนนั้น และครอบคลุมทักษะกระบวนการหรือความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้วย

(2) การประเมินเพื่อให้ได้ข้อมูลป้อนกลับ มีจุดประสงค์เพื่อตรวจสอบผู้เรียนถึงการบรรลุผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง โดยเน้นการวัดผลประเมินผลตามสภาพจริงที่ครอบคลุมทั้งการทดสอบ การนำเสนอผลงานในชั้นเรียน การทำโครงการ การแก้ปัญหา การอภิปรายในชั้นเรียนหรือการทำภาระงานที่ได้รับมอบหมาย

(3) การประเมินเพื่อตัดสินผลการเรียน มีจุดประสงค์เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ความรู้และความสามารถของผู้เรียนในรายวิชานั้น วิธีการประเมินควรพิจารณาจากการปฏิบัติงาน และการทดสอบที่สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของรายวิชาหรือมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น

เครื่องมือวัดผลประเมินผลการเรียนรู้ที่ใช้ในการประเมินตามจุดประสงค์หนึ่งอาจไม่สามารถนำมาใช้กับอีกจุดประสงค์หนึ่งได้ เช่น แบบทดสอบเพื่อการแข่งขันหรือเพื่อการคัดเลือกที่มีความยากง่ายและมีจำนวนข้อคำถามเหมาะสมกับผู้เรียนบางกลุ่มอาจไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้กับผู้เรียนทุกคน และไม่ควรนำผลการคัดเลือกจากการแข่งขันมาใช้ในการตัดสินผลการเรียนรู้

5. การวัดผลประเมินผลเป็นกระบวนการที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการปรับปรุงความสามารถทางคณิตศาสตร์ โดยมีจุดประสงค์เพื่อนำผลการประเมินมาใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ ปรับปรุงกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน รวมทั้งปรับปรุงการสอนของผู้สอนให้มีประสิทธิภาพ จึงต้องวัดผลประเมินผลอย่างสม่ำเสมอและนำผลที่ได้มาใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอน ซึ่งจะแบ่งการประเมินผลเป็น 3 ระยะดังนี้

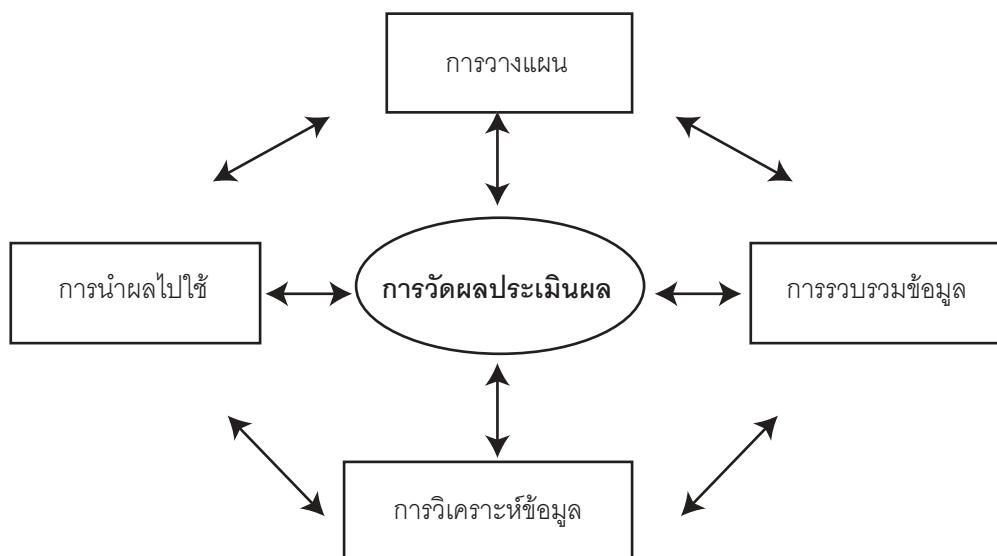
(1) การวัดผลประเมินผลก่อนเรียน เป็นการประเมินผลที่กำหนดไว้ก่อนเริ่มต้นการสอนแต่ละหน่วยหรือแต่ละบทตามจุดมุ่งหมายการสอน

(2) การวัดผลประเมินผลระหว่างเรียน หรือการวัดผลประเมินผลเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน เป็นการวัดผลประเมินผลความรู้ความสามารถของผู้เรียนตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่กำหนดไว้สำหรับการเรียนรู้แต่ละบทหรือแต่ละหน่วย

(3) การวัดผลประเมินผลหลังเรียน เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้สรุปผลการเรียนรู้ หรือเป็นการวัดผลประเมินผลแบบสรุปรวมยอดหลังจากจบหน่วยการเรียน/ภาคการศึกษา/ปีการศึกษา

6. ขั้นตอนการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์

การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีขั้นตอนและวิธีการที่หลากหลายและแตกต่างกันตามจุดมุ่งหมายและความต้องการของผู้ประเมิน ทั้งนี้ การวัดผลประเมินผลในแต่ละขั้นตอนจะต้องสัมพันธ์กันดังนี้



จากความสัมพันธ์ของแต่ละด้านดังกล่าวมีรายละเอียดที่ต้องพิจารณาดังนี้

1. การวางแผนการวัดผลประเมินผล โดยผู้สอน ผู้เรียนและผู้เกี่ยวข้องร่วมกันกำหนดรายละเอียดสำคัญที่ประกอบด้วย

(1) จุดประสงค์ของการนำข้อมูลสารสนเทศที่ได้จากการวัดผลประเมินผลไปใช้

(2) กรอบของสาระการเรียนรู้และทักษะกระบวนการที่ต้องการวัดผลประเมินผล

(3) การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

(4) เกณฑ์การตัดสินสมรรถภาพของผู้เรียน

(5) รูปแบบที่ใช้ในการสรุป ตัดสินและรายงานผล

2. การรวบรวมข้อมูล ใน การจัดการเรียนการสอนจะต้องคำนึงถึง การประเมินผลควบคู่ไปกับการใช้เครื่องมือวัดผลประเมินผลที่เหมาะสม เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลให้สอดคล้องกับแผนที่วางไว้ ทั้งนี้ผู้สอนและผู้เกี่ยวข้องจะต้องสร้างเครื่องมือวัดผลประเมินผลที่หลากหลายตามสภาพจริง มีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่สอดคล้องกับการประเมินสมรรถภาพของผู้เรียน ทั้งด้านความรู้ความคิดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์และคุณลักษณะที่พึงประสงค์

3. การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้สอนจะต้องนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม ตามประเภทของงานและตามมาตรฐานการเรียนรู้ พร้อมทั้งจัดเก็บบันทึกข้อมูลไว้เป็นหลักฐาน

4. การนำผลไปใช้ ผู้สอนและผู้เกี่ยวข้องสามารถนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ไปใช้ตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

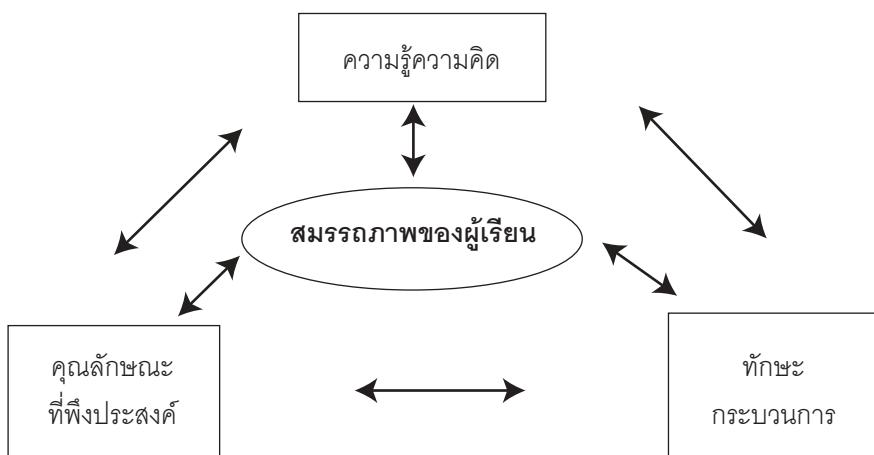
ทั้งนี้ถ้าผู้สอนหรือผู้เกี่ยวข้องพบว่ามีข้อตอนใดของ การวัดผลประเมินผล หรือผลที่ได้ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ ก็สามารถปรับปรุงแก้ไขได้

7. การประเมินตามสภาพจริง

การประเมินตามสภาพจริง เป็นการประเมินผลงานจากหลักฐานร่องรอยหรือผลที่ได้จากการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่น การสังเกต การบันทึก การทดลอง และการรวบรวมข้อมูลจากผลงานที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่แสดงถึงสมรรถภาพของผู้เรียนอย่างเพียงพอและตรงตามความเป็นจริง การประเมินตามสภาพจริงควรให้ความสำคัญกับทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนที่สอดคล้องกับคุณภาพของผู้เรียนแต่ละคนตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานที่กำหนดเป้าหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างเต็มตามความสามารถของตนเอง
2. เพื่อให้การประเมินสอดคล้องกับสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง

3. เพื่อให้สามารถค้นหาจุดเด่นของผู้เรียนและส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาได้อย่างเต็มศักยภาพ
 4. เพื่อให้ทราบข้อบกพร่องของผู้เรียนและนำไปปรับปรุงแก้ไขได้ทันเวลา
- การประเมินตามสภาพจริงจะช่วยพัฒนาและส่งเสริมสมรรถภาพของผู้เรียน ที่ครอบคลุมด้านความรู้ความคิด ทักษะกระบวนการและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ดังความสัมพันธ์ต่อไปนี้



การประเมินสมรรถภาพแต่ละด้านดังกล่าว พิจารณาได้จากพฤติกรรมที่แสดงออกของผู้เรียนในด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ความรู้ความคิด

ความรู้ความคิดในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เป็นการพัฒนาสมรรถภาพของผู้เรียนที่แสดงออกด้วยพฤติกรรมต่าง ๆ ดังนี้

สมรรถภาพ	พฤติกรรมการแสดงออก
<ol style="list-style-type: none"> 1. ความรู้ความจำ 2. ความเข้าใจ 3. การนำไปใช้ 4. การวิเคราะห์ 5. การสังเคราะห์ 6. การประเมินค่า 	<ul style="list-style-type: none"> - บอกบทนิยาม ทฤษฎีบท และข้อตกลงต่าง ๆ - อธิบายและยกตัวอย่างประกอบ - นำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง - แยกแนวคิดที่ซับซ้อนออกเป็นส่วน ๆ - รวมรวมความรู้ ข้อเท็จจริง และลงข้อสรุปหรือสร้างองค์ความรู้ใหม่ - เปรียบเทียบความรู้ และตัดสินใจหรือสรุปเพื่อการเลือกตามเกณฑ์ที่กำหนดได้

การวัดผลประเมินผลด้านความรู้ความคิด จะต้องพิจารณาจากจุดมุ่งหมายของการประเมินผลที่กำหนดไว้แล้ว โดยพิจารณาจากพฤติกรรมการแสดงออกตามที่ระบุไว้ในหลักสูตรการเรียนรู้

2. ทักษะกระบวนการ

ทักษะกระบวนการเป็นสมรรถภาพที่จำเป็นต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ประกอบด้วย ความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดวิเคราะห์สร้างสรรค์ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ประเมินได้จากการสามารถในการแสดงออกตามขั้นตอนของแต่ละทักษะดังนี้

ทักษะกระบวนการ	การแสดงออกตามขั้นตอนของทักษะ
1. การแก้ปัญหา	<ul style="list-style-type: none"> - ทำความเข้าใจกับปัญหาโดยระบุประเด็นปัญหา กำหนดตัวแปร และความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร - สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่เป็นไปได้ - ตรวจสอบความเหมาะสมสมของตัวแบบ - ตรวจสอบความถูกต้องและความเป็นไปได้ของการแก้ปัญหา - ตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหา
2. การให้เหตุผล	<ul style="list-style-type: none"> - รวบรวมความรู้ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการแก้ปัญหา - เลือกใช้ความรู้เพื่อจัดลำดับขั้นตอนของการให้เหตุผลและลงข้อสรุป - ตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของการให้เหตุผล
3. การสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ	<ul style="list-style-type: none"> - เลือกรูปแบบของการสื่อสาร การสื่อความหมายและนำเสนอ ด้วยวิธีการที่เหมาะสม - ใช้ข้อความ ศัพท์ สูตร สมการ หรือแผนภูมิที่เป็นสากล - บันทึกผลงานในทุกขั้นตอนอย่างสมเหตุสมผล - สรุปสาระสำคัญที่ได้จากการค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งการเรียนรู้ - เสนอความคิดเห็นที่เหมาะสมกับปัญหา
4. การเชื่อมโยง ความรู้	<ul style="list-style-type: none"> - เปรียบเทียบความรู้ของแต่ละสาระ - เชื่อมโยงสถานการณ์จริงกับตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ - หาข้อสรุปจากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ - เชื่อมโยงความรู้ในแต่ละสาระทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้ในทัศน์ที่ซับซ้อน - สรุปสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ
5. ความคิดรวบยอด สร้างสรรค์	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้ความรู้หรือมโนทัศน์เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ - สร้างสรรค์ตัวแบบทางคณิตศาสตร์หรือชิ้นงานที่มีประโยชน์ ต่อการเรียนรู้

3. คุณลักษณะที่พึงประสงค์

คุณลักษณะที่พึงประสงค์ของผู้เรียนที่ได้จากการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ประกอบด้วย (1) การทำงานอย่างเป็นระบบ (2) มีระเบียบวินัย (3) มีความรับชอบ (4) มีความรับผิดชอบ (5) มีวิจารณญาณ (6) มีความเชื่อมั่นในตนเอง และ (7) ตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้จะต้องกระทำให้ครอบคลุมสมรรถภาพที่พึงประสงค์ทั้ง 3 ด้าน โดยลักษณะของการประเมินที่เป็นไปได้มีดังนี้

1. การประเมินโดยผู้สอน เป็นการประเมินผลการเรียนรู้โดยผู้สอนเป็นผู้สร้างเครื่องมือและเป็นผู้วัดผลประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

2. การประเมินโดยผู้สอนและผู้เรียน เป็นการประเมินผลการเรียนรู้โดยผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันกำหนดเป้าหมาย ขอบเขต และเกณฑ์ต่าง ๆ ของการประเมิน รวมทั้งประเมินผลงานร่วมกัน

3. การประเมินโดยผู้เรียน เป็นการประเมินผลการเรียนรู้โดยผู้เรียน เป็นผู้กำหนดเป้าหมาย ขอบเขต และสร้างผลงาน รวมทั้งประเมินผลงานด้วยตนเอง

ทั้งนี้การประเมินทั้ง 3 ลักษณะดังกล่าวยังอาจมีผู้เกี่ยวข้องอื่น ๆ เช่น ผู้บริหารสถานศึกษา ผู้สอนในรายวิชาอื่นที่มีเนื้อหาสาระสัมพันธ์กัน รวมทั้งผู้ปกครองที่สามารถเข้าร่วมประเมินผลผู้เรียนได้ตามความเหมาะสม

การวัดผลประเมินผลสมรรถภาพทั้ง 3 ด้านดังกล่าวทำได้โดยใช้เครื่องมือที่หลากหลาย ซึ่งประกอบด้วย ภาระงานที่ได้รับมอบหมาย แฟ้มสะสมงานคณิตศาสตร์ และโครงงานคณิตศาสตร์ สำหรับสมรรถภาพด้านความรู้ความคิดและทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ อาจใช้แบบทดสอบร่วมด้วยได้

8. เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับวิธีการวัดผลประเมินผลทั้ง 3 ลักษณะดังกล่าวข้างต้น จำแนกเป็น 2 ประเภทดังนี้

1. แบบทดสอบ

2. ภาระงานที่ได้รับมอบหมาย

แบบทดสอบเป็นเครื่องมือวัดผลที่ผู้สอนสร้างขึ้นเพื่อใช้ทดสอบผู้เรียนซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบประเภทต่าง ๆ ได้แก่ แบบเลือกตอบ แบบถูกผิด แบบจับคู่ แบบเบรี่ยบเทียบ แบบเติมคำ แบบเขียนตอบ แบบต่อเนื่อง แบบตอบสองขั้นตอน และแบบแสดงวิธีทำ

ภาระงานที่ได้รับมอบหมาย เป็นเครื่องมือวัดผลที่ผู้สอนและผู้เรียนอาจมีส่วนร่วมกันกำหนดขอบเขตและเกณฑ์ต่าง ๆ ในการทำงาน ซึ่งประกอบด้วย แบบฝึกหัดปัญหาทางคณิตศาสตร์ การศึกษาค้นคว้าทางคณิตศาสตร์ และการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้

เพิ่มสะสางงานและโครงงานคณิตศาสตร์เป็นภาระงานที่ได้รับมอบหมายที่ผู้สอน ผู้เรียน และผู้เกี่ยวข้องอื่น ๆ อาจร่วมกันประเมินผลผู้เรียนตามความเหมาะสม

9. แนวทางการวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์

การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของผู้เรียนด้วยวิธีการที่หลากหลาย ซึ่งอาจเน้นการวัดด้านความรู้ความคิด ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เพียงพอและตรงตามความเป็นจริง แล้วจึงประเมินผลข้อมูลที่ได้เพื่อสรุปผลงานที่ผู้เรียนปฏิบัติตามสภาพจริงที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

การวัดผลประเมินผลด้านความรู้ความคิดและทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จะได้กล่าวถึงเครื่องมือที่ใช้วัดผลและเกณฑ์การประเมินผลในบทที่ 2 และบทที่ 3 ส่วนคุณลักษณะที่พึงประสงค์ที่ประกอบด้วย (1) การทำงานอย่างเป็นระบบ (2) มีระเบียบวินัย (3) มีความรอบคอบ (4) มีความรับผิดชอบ (5) มีวิจารณญาณ (6) มีความเชื่อมั่นในตนเอง และ (7) ตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

จะได้กล่าวถึงในบทที่ 4 โดยจะกล่าวไว้เพียงบางส่วนได้แก่ การทำงานอย่างเป็นระบบ มีระเบียบวินัย มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ ตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดี ต่อวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งจัดเป็นพุทธิกรรมที่แสดงออกได้อย่างชัดเจน แต่การมีวิจารณญาณและความเชื่อมั่นในตนเอง จัดเป็นพุทธิกรรมที่มีความสำคัญและผู้สอน จำเป็นต้องสังเกต และวัดผลประเมินผลผู้เรียนในขณะร่วมกิจกรรมการเรียนรู้

10. เกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์

การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ จะต้อง สอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนตามเกณฑ์ที่กำหนดให้อย่างเที่ยงตรงและครอบคลุม ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง โดยเน้นการประเมินตามสภาพจริงเพื่อให้สามารถวัดสมรรถภาพ ของผู้เรียนได้ตรงตามความเป็นจริง

เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์จำแนกได้เป็น

- แบบรวม** เป็นเกณฑ์ที่ใช้ประเมินผลการปฏิบัติงานหรือความสำเร็จ ของงานแต่ละชิ้นในภาพรวม ตามสาระสำคัญที่ระบุไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้
- แบบวิเคราะห์** เป็นเกณฑ์ที่ใช้ประเมินผลการปฏิบัติงานหรือผลงานที่แยกประเมินเป็นรายองค์ประกอบย่อย ผลที่ได้จากการประเมินจะมีรายละเอียดที่นำไปใช้ ประโยชน์เพื่อวินิจฉัยผู้เรียน และให้ข้อมูลป้อนกลับเกี่ยวกับการบรรลุผลการเรียนรู้ ที่คาดหวังของผู้เรียน

การประเมินผลการปฏิบัติงานหรือผลงานของผู้เรียนแต่ละครั้ง อาจใช้เกณฑ์ แบบรวมหรือเกณฑ์แบบวิเคราะห์เพียงแบบใดแบบหนึ่ง หรือใช้ทั้ง 2 แบบก็ได้ขึ้นอยู่กับ ความเหมาะสม ลักษณะ และจุดประสงค์ของงานที่ต้องการประเมิน ตลอดจนเวลา ที่ใช้ในการประเมิน ในกรณีที่ใช้การประเมินทั้ง 2 แบบแล้วได้ผลการประเมิน ในบางส่วนที่ไม่สอดคล้องกัน ผู้ประเมินจะต้องบันทึกคำอธิบายผลการประเมินไว้ด้วย เพื่อชี้แจงให้ผู้เกี่ยวข้องได้รับทราบข้อมูลตามสภาพจริง โดยมีแนวทางการสร้างเกณฑ์ การประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 3 ขั้นตอน คือ การวางแผนการประเมิน การประเมิน และการสรุปผลและรายงานผลการประเมิน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. วางแผนการประเมิน

การวางแผนการประเมิน เป็นการกำหนดรายละเอียดของการประเมินผลที่ประกอบด้วย

(1) การกำหนดสาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ต้องการประเมินไว้อย่างชัดเจนและครอบคลุมทุกประเด็นที่ต้องการประเมิน และต้องแจ้งให้ผู้เรียนได้รับทราบล่วงหน้าก่อน

(2) การกำหนดรายการประเมินและรูปแบบของการประเมินผู้สอนจากกำหนดประเมินของประเมิน หรือรายการประเมินการปฏิบัติงานหรือผลงาน หรือผู้เรียนและผู้สอนร่วมกันกำหนดรายการประเมิน ผู้ทำหน้าที่ประเมิน และรูปแบบของการประเมินในแบบรวมหรือแบบวิเคราะห์ตามความเหมาะสม

(3) การกำหนดระดับคุณภาพของงานและน้ำหนักของคะแนน กำหนดระดับคุณภาพของงานและน้ำหนักคะแนนที่มีรายละเอียดคุณภาพของงานในด้าน ความถูกต้อง ความสำเร็จ หรือข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นโดยจำแนกเป็นระดับหรือช่วงคะแนน การกำหนดระดับคุณภาพหรือช่วงคะแนนจะขึ้นอยู่กับลักษณะงานที่จะประเมิน ถ้าเป็นงานที่ต้องการประเมินอย่างละเอียดก็อาจแบ่งเป็นหลายระดับ เช่น 4 หรือ 5 ระดับ แต่ถ้าต้องการประเมินในภาพรวมก็อาจแบ่งเป็น 2 หรือ 3 ระดับก็ได้ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับลักษณะของกลุ่มผู้เรียน ถ้าผู้เรียนมีความสามารถแตกต่างกันมาก ก็อาจจะต้องแบ่งการประเมินเป็นหลายระดับ หรืองานที่ปฏิบัติมีความสำคัญหรือความยากง่ายแตกต่างกัน ก็จะเป็นต้องกำหนดน้ำหนักคะแนนของแต่ละรายการไว้ และคะแนนของแต่ละรายการจะคำนวณได้จากผลคุณของระดับคุณภาพกับน้ำหนักคะแนนของรายการนั้น

ขั้นตอนการวางแผนดังกล่าว อาจกำหนดรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้ เช่น การประเมินผลการเรียนรู้ เรื่อง การเขียนกราฟ โดยมีผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง คือ มีความสามารถในการเขียนกราฟเมื่อกำหนดรูปแบบของตัวแปร 2 กลุ่มได้ โดยกำหนดรายการประเมิน ระดับคุณภาพของงาน และเกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ เรื่อง การเขียนกราฟ

ระดับคุณภาพ				
รายการ ประเมิน	3	2	1	0
1. ชื่อกราฟ	ถูกต้อง ชัดเจน	สะกดผิดหรือพิมพ์ผิด	ถูกต้องบางส่วน หรือ ไม่ชัดเจน	ไม่มี
2. ชื่อแกน พิกัด	ถูกต้อง ชัดเจน	สะกดผิดหรือพิมพ์ผิด	ไม่เหมาะสม	ไม่มี
3. มาตราส่วน แกน X	ระบุชื่อและมาตราส่วน ที่ถูกต้อง แม่นยำ	ระบุชื่อและมาตราส่วน ที่สอดคล้องกับข้อมูล แต่เขียนผิดพลาดบาง ตำแหน่ง	ระบุชื่อและมาตราส่วน ที่ไม่สอดคล้องกับข้อมูล	ไม่ระบุชื่อและ มาตราส่วน
4. มาตราส่วน แกน Y	ระบุชื่อและมาตราส่วน ที่ถูกต้อง แม่นยำ	ระบุชื่อและมาตราส่วน ที่สอดคล้องกับข้อมูล แต่เขียนผิดพลาดบาง ตำแหน่ง	ระบุชื่อและมาตราส่วน ที่ไม่สอดคล้องกับข้อมูล	ไม่ระบุชื่อและ มาตราส่วน
5. ข้อมูลที่ใช้ เขียนกราฟ	แสดงไว้อย่างถูกต้อง แม่นยำ	แสดงข้อมูลครบถ้วน การเขียนบางข้อมูล ผิดพลาด	แสดง แต่ไม่ข้อมูล ไม่ครบหรือไม่สมบูรณ์	ไม่แสดง
6. ลักษณะ ของกราฟ	เป็นไปตามข้อมูลที่มี	เป็นไปตามข้อมูล แต่ มีข้อผิดพลาดไม่เกิน ร้อยละ 10 ของข้อมูล ที่มี	เป็นไปตามข้อมูล บางส่วน ไม่เกินร้อยละ 50 ของข้อมูลที่มี	ไม่เป็นไปตาม ข้อมูล
7. ความถูกต้อง แม่นยำของ พิกัดของกราฟ	ไม่มีข้อผิดพลาด	มีข้อผิดพลาดไม่เกิน ร้อยละ 10 ของที่มี	มีข้อผิดพลาดมากกว่า ร้อยละ 50 ของที่มี	ไม่ถูกต้อง

ในการนี้ที่ขั้นตอนการปฏิบัติงานมีความสำคัญหรือมีความยากง่ายแตกต่างกัน จะต้องกำหนดน้ำหนักคะแนนของรายการประเมินแต่ละขั้นตอนด้วย ดังตัวอย่าง การประเมินผลแบบวิเคราะห์ที่กำหนดน้ำหนักคะแนนต่อไปนี้

ตัวอย่างการประเมินผลแบบวิเคราะห์ที่กำหนดน้ำหนักคะแนน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				น้ำหนักคะแนน	คะแนนที่ได้
	3	2	1	0		
1. แผนการดำเนินงาน					1	$\dots \times 1 = \dots$
- ปฏิบัติได้ตามแผน					1	$\dots \times 1 = \dots$
- ตรงตามเวลา						
2. ลักษณะงาน					3	$\dots \times 3 = \dots$
- ตรงตามจุดประสงค์					3	$\dots \times 3 = \dots$
- ความถูกต้องของเนื้อหา					3	$\dots \times 3 = \dots$
- การเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหา					3	$\dots \times 3 = \dots$
- ความคิดวิเริมสร้างสรรค์					3	$\dots \times 3 = \dots$
3. การนำเสนอ					2	$\dots \times 2 = \dots$
- ชัดเจน ถูกต้อง					2	$\dots \times 2 = \dots$
- การใช้สื่อประกอบการนำเสนอ						
4. การอ้างอิงแหล่งการเรียนรู้					2	$\dots \times 2 = \dots$

2. การประเมิน

การประเมินผลงานของผู้เรียนอาจทำได้หลายลักษณะ ทั้งโดยผู้เรียนประเมินตนเอง หรือผู้สอน ผู้ปกครองและผู้เกี่ยวข้องประเมินผู้เรียนตามรายการประเมินที่กำหนดไว้ ทั้งนี้ผู้ประเมินจะต้องเข้าใจดีในองค์ประกอบของการประเมินเป็นอย่างดีก่อนที่จะทำการประเมิน ควรต้องประชุมทดลองให้ชัดเจนว่าผู้ประเมินแต่ละคนควรประเมินในส่วนใด ในกรณีที่ผู้สอนและผู้เกี่ยวข้องมีความรู้เกี่ยวกับผลงานที่ผู้เรียนสร้าง แต่ผู้ปกครองไม่มีความรู้เกี่ยวกับผลงานผู้เรียนสร้าง ดังนั้นผู้สอนและผู้เกี่ยวข้องควรประเมินในส่วนของลักษณะงาน การนำเสนอ การอ้างอิงแหล่งการเรียนรู้ และผู้ปกครองควรประเมินในส่วนของกระบวนการและขั้นตอนของการปฏิบัติงาน แล้วนำผลการประเมินมากำหนดน้ำหนักคะแนนแล้วหาค่าเฉลี่ย

3. การสรุปผลและรายงานผลการประเมิน

คะแนนที่ได้จากการประเมินของผู้ประเมินหลายคน อาจนำมาหาค่ากลางในรูปของค่าเฉลี่ยหรือค่ามัธยฐาน ค่าวัยอย่างของระดับคุณภาพ แล้วนำมาแปลผล สรุปผลและรายงานผลการประเมิน โดยกำหนดเกณฑ์การให้ระดับคุณภาพดังตัวอย่างต่อไปนี้

ค่าร้อยละ	คุณภาพ
80 ขึ้นไป	ดีมาก
60 – 79	ดี
50 – 59	พอใช้
ต่ำกว่า 50	ต้องปรับปรุง

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์มีอยู่หลายรูปแบบ ในบทที่ 2 จะเสนอแนวทางการประเมินด้วยแบบทดสอบ พร้อมทั้งวิธีการสร้าง ตัวอย่างแบบทดสอบ และเกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบแต่ละประเภท ส่วนบทที่ 3 จะนำเสนอนำเสนอแนวทางการประเมินผลงานในรูปของภาระงานที่ได้วับมอบหมาย ในรูปของแบบฝึกหัด ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การศึกษาค้นคว้าทางคณิตศาสตร์ การร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ เพิ่มประสิทธิภาพคณิตศาสตร์ และโครงการคณิตศาสตร์ และในบทที่ 4 จะเสนอแนวทางและตัวอย่างแบบประเมินเจตคติทางคณิตศาสตร์



บทที่

2

การวัดผลประเมินผลด้วย แบบทดสอบ

มาตรฐานการเรียนรู้ตามช่วงชั้นและคุณภาพของผู้เรียนที่กำหนดไว้ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ตลอดจนสาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของสถานศึกษา เป็นเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนที่มีแนวทางดำเนินงานตามแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีการวัดผลประเมินผลเป็นกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของผู้เรียน ด้วยวิธีการที่หลากหลาย ซึ่งอาจเน้นการวัดความรู้ความคิด ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ที่ครอบคลุมเจตคติทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างเพียงพอและตรงตามความเป็นจริง แล้วจึงประเมินผลข้อมูลที่ได้เพื่อสรุปผลงานที่ปฏิบัติตามสภาพจริงตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

ในบทนี้จะกล่าวถึงแบบทดสอบที่ผู้สอนเป็นผู้สร้าง และใช้เพื่อวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้เรียน ส่วนใหญ่เป็นการสร้างขึ้นใช้กับผู้เรียนเฉพาะกลุ่ม เพื่อประเมินความรู้ ข้อเท็จจริงที่ได้จากการเรียนรู้และมโนทัศน์แต่ละเรื่อง ผลที่ได้จากการประเมินจะนำไปใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอน การเลือกรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และใช้ผลการประเมินเพื่อการให้ค่าระดับคะแนนผู้เรียนแต่ละคนด้วย แบบทดสอบกลุ่มนี้จำแนกได้เป็น 8 ประเภทดังนี้

1. แบบทดสอบแบบเลือกตอบ
2. แบบทดสอบแบบถูกผิด
3. แบบทดสอบแบบจับคู่
4. แบบทดสอบแบบเบริญบเทียบ
5. แบบทดสอบแบบเติมคำ
6. แบบทดสอบแบบเขียนตอบ
7. แบบทดสอบแบบต่อเนื่อง
8. แบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำ

การสร้างแบบทดสอบนี้มีขั้นตอนที่สำคัญดังต่อไปนี้

1. ศึกษาจุดมุ่งหมายของการวัดผลประเมินผล สาระการเรียนรู้ มาตรฐาน การเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และมโนทัศน์ของแต่ละเรื่อง
2. กำหนดสาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ต้องการวัด
3. เลือกประเภทของแบบทดสอบอย่างหลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงความรู้ความสามารถอย่างเต็มศักยภาพ
4. กำหนดจำนวนข้อสอบ การกระจายของเนื้อหาสาระที่ต้องการทดสอบ และเวลาที่ใช้ทดสอบ
5. สร้างแบบทดสอบตามคุณลักษณะที่กำหนด โดยคำนึงถึงเทคนิคของ การสร้างแบบทดสอบและความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย
6. ตรวจสอบความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ สำหรับ แบบทดสอบบางแบบอาจต้องตรวจสอบความเป็นปនัยด้วย

การสร้างแบบทดสอบที่มีคุณภาพและเป็นไปตามคุณลักษณะที่ต้องการ จะต้องบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบขึ้นนั้น และจะต้องสร้างแบบทดสอบตาม ข้อมูลที่กำหนดไว้ ตัวอย่างแบบบันทึกข้อมูลของการสร้างแบบทดสอบเป็นดังนี้

ตัวอย่างแบบบันทึกการสร้างแบบทดสอบ

1. ข้อมูลเบื้องต้น

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1. สาระ

- จำนวนและการดำเนินการ
- การวัด
- เรขาคณิต
- พีชคณิต
- การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

ช่วงชั้นที่

2. สาระการเรียนรู้

.....

3. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

.....

5. ทักษะกระบวนการ

- การแก้ปัญหา
- การให้เหตุผล
- การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ
- การซื่ออมโดยความรู้ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ
- ความคิดวิเคราะห์สร้างสรรค์

2. ข้อสอบ

.....
.....
.....
.....
.....
.....

แบบทดสอบที่ใช้ในวิชาคณิตศาสตร์แต่ละแบบมีลักษณะสำคัญ วิธีการสร้าง เกณฑ์การให้คะแนน ข้อดี และข้อจำกัดดังนี้

1. แบบทดสอบแบบเลือกตอบ

แบบทดสอบแบบเลือกตอบใช้วัดได้ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ความคิด หลักการ ทฤษฎี การตัดสินใจ การประเมินตัวแปร การแปลความหมายข้อมูล การแสดงความเข้าใจในธรรมชาติของคณิตศาสตร์ ตลอดจนความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบแบบเลือกตอบมีส่วนประกอบสำคัญ 2 ส่วน คือ (1) ส่วนของคำถาม และ (2) ส่วนของคำตอบเรียกว่าตัวเลือก ซึ่งมีทั้งตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูก และตัวเลือกที่เป็นคำตอบผิดเรียกว่าตัวลง

การสร้างแบบทดสอบแบบเลือกตอบให้มีคุณภาพ มีหลักการดังนี้

1. การสร้างคำถาม คำถามที่ดีควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

- สั้น ชัดเจน และใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย
- เปียนเป็นประโยคบอกรเล่า ถ้าจำเป็นต้องใช้ประโยคปฏิเสธก็ควรเน้นข้อความหรือข้อใดเส้นใต้ข้อความที่แสดงการปฏิเสธ
- คำถามแต่ละข้อจะต้องเป็นอิสระแก่กัน โดยไม่ให้การตอบคำถามของข้อหนึ่งซึ่งนำหรือขึ้นอยู่กับอีกข้อหนึ่ง
- หลีกเลี่ยงการใช้ภาษาที่ซึ่นนำหรือสื่อความไปถึงคำตอบถูกหรือ

คำตอบผิด

- แต่ละคำถามต้องมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว

2. การสร้างตัวเลือก ตัวเลือกที่ดีควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

- ตัวเลือกควรเป็นเรื่องหรือประเด็นเดียวกัน มีความยาวใกล้เคียงกัน
- ต้องกระจายคำตอบถูกของแบบทดสอบทั้งฉบับ ให้มีสัดส่วน

ของแต่ละตัวเลือกใกล้เคียงกัน

- ใช้คำให้สั้นที่สุดเท่าที่จะทำได้และหลีกเลี่ยงการใช้ศัพท์หรือข้อความที่เข้าใจได้ยาก

- ไม่ควรใช้ตัวเลือก “ถูกทุกข้อ” หรือ “ไม่มีข้อใดถูก” (อาจเป็นการสื่อความหมายไม่แน่ใจในคำถามหรือการเลือกตอบด้วยความไม่มั่นใจได้)

การสร้างแบบทดสอบแบบเลือกตอบ ควรมีบันทึกสาระสำคัญของ การสร้างดังแสดงในตัวอย่างแบบบันทึกต่อไปนี้

ตัวอย่างการบันทึกการสร้างแบบทดสอบแบบเลือกตอบ

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ช่วงชั้นที่ 2 (ป.4-ป.6)

1. สาระ

- จำนวนและการดำเนินการ
- การวัด
- เรขาคณิต
- พีชคณิต
- การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

4. สมรรถภาพด้านความรู้

ความเข้าใจในคณิตศาสตร์

- ความรู้ความจำ
- ความเข้าใจ
- การนำไปใช้
- การวิเคราะห์
- การสังเคราะห์
- การประเมินค่า

2. สาระการเรียนรู้

การวัดความยาว พื้นที่ น้ำหนัก และปริมาตร

3. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

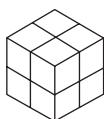
สามารถคำนวณหาปริมาตรของรูปทรงที่กำหนดให้ได้

5. ทักษะกระบวนการ

- การแก้ปัญหา
- การให้เหตุผล
- การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ
- การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ
- ความคิดวิเคราะห์สร้างสรรค์

คำถาม

1. จงพิจารณาฐานรูปต่อไปนี้



จากฐานรูป ลูกบาศก์ใหญ่ประกอบด้วยลูกบาศก์เล็กจำนวนกี่ลูก

ตัวเลือก

- ก. 6
- ข. 8
- ค. 12
- ง. 24

เฉลย 1. ข.

บันทึกเกี่ยวกับตัวเลือก

ไม่ได้นับด้านข้าง 2 ลูก
เป็นคำตอบที่ถูกต้อง
นับเฉพาะพื้นผิวน้ำ
นับรวมด้านข้างทั้ง 6 ด้าน

ตัวอย่างแบบทดสอบแบบเลือกตอบ

คำชี้แจง จงพิจารณาข้อสอบต่อไปนี้และเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว

1. วงกลมที่มีรัศมี r หน่วย มีเส้นรอบวงยาวเท่าใด

ก. πr หน่วย

ข. πr^2 หน่วย

ค. $2\pi r$ หน่วย

ง. 2π หน่วย

(วัดความรู้ความสามารถจำและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์)

2. $48 + 37$ มีค่าเท่าใด

ก. $(4 + 8) + (3 + 7)$

ข. $(4 + 3) + (8 + 7)$

ค. $(40 + 8) \times 37$

ง. $(40 + 30) + (8 + 7)$

(วัดความเข้าใจและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์)

3. ไข่เป็ด 2 พอง มีราคาเท่ากับไข่ไก่ 3 พอง ถ้าไข่เป็ดราคាពองละ 2.25 บาท
ไข่ไก่จะมีราคาฟองละเท่าใด

ก. 1.25 บาท

ข. 1.50 บาท

ค. 1.75 บาท

ง. 2.00 บาท

(วัดการนำไปใช้และการแก้ปัญหา)

4. แม่ค้าซื้อส้ม 2 เก็ง หนักเข่งละ 25 กิโลกรัม ขายส้มไปครึ่งแรกได้เงิน 850 บาท
และขายส้มที่เหลือได้เงินอีก 730 บาท คิดเป็นกำไรวรุ่งกันเท่ากับ 530 บาท
แม่ค้าซื้อส้มมากิโลกรัมละเท่าใด

ก. 21.00 บาท

ข. 25.00 บาท

ค. 32.00 บาท

ง. 42.00 บาท

(วัดการวิเคราะห์และการแก้ปัญหา)

5. ถ้าให้ a แทนจำนวนที่คุณกับ 27 แล้วได้เท่ากับ 15×45 ค่าของ a เป็นเท่าใด

ก. $\frac{27 \times 45}{15}$

ข. $\frac{15 \times 45}{27}$

ค. $\frac{27 \times 15}{45}$

ง. $\frac{27}{15 \times 45}$

(วัดการสังเคราะห์และการให้เหตุผล)

เฉลย 1. ค. 2. ง. 3. ข. 4. ก. 5. ข.

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบแบบเลือกตอบ

การให้คะแนนแบบทดสอบแบบเลือกตอบ โดยส่วนใหญ่จะพิจารณาจากความถูกผิดของการเลือกคำตอบเป็นสำคัญ เช่น ตอบถูกได้ 1 คะแนน และตอบผิดได้ 0 คะแนน

แบบทดสอบแบบเลือกตอบมีข้อดีและข้อจำกัดดังนี้

ข้อดี

1. มีความเป็นปัจจัยสูง ตรวจให้คะแนนได้ง่ายและได้ผลตรงกัน
2. ตรวจให้คะแนนได้สะดวกและใช้เวลาไม่น้อย
3. วิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบได้จากค่าความต้องของเนื้อหาความยากง่ายและอำนาจจำแนก
4. ปรับปรุงหรือแก้ไขคำถามและตัวเลือกเพื่อนำไปใช้ในโอกาสต่อไปได้
5. วัดได้ทุกสาระการเรียนรู้
6. ใช้เวลาในการทดสอบน้อยกว่าการทดสอบแบบบูรณาภูมิ

ข้อจำกัด

1. สร้างคำถามที่ขัดเจนเป็นปัจจัย ตรงประเด็น หรือมีประเด็นเดียวๆ ได้ยาก
2. สร้างคำถามที่วัดความคิดรวบยอดสูงและทักษะกระบวนการได้ยาก ส่วนใหญ่วัดผลการเรียนรู้ได้ในระดับความรู้ความจำและความเข้าใจ และวัดได้เพียงด้านใดด้านหนึ่งเท่านั้น

2. แบบทดสอบแบบถูกผิด

แบบทดสอบแบบถูกผิดเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบรูปแบบหนึ่ง ที่มีลักษณะเป็นการนำเสนอข้อความเกี่ยวกับความรู้และความเข้าใจในมโนทัศน์ หลักการทฤษฎี การเปลี่ยนความหมายหรือการกำหนดตัวแปร โดยให้ผู้เรียนพิจารณาเลือกตอบเพียง 2 คำตอบ คือ ถูกและผิดเท่านั้น

การสร้างแบบทดสอบแบบถูกผิดให้มีคุณภาพ มีหลักการดังนี้

1. ข้อความที่ต้องการให้พิจารณาว่าถูกหรือผิด ต้องมีแนวคิดเพียงเรื่องเดียว และต้องมีประเด็นสำคัญในการตอบอย่างชัดเจน
2. ศัพท์และคำทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ต้องเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน ใช้ภาษาถูกต้อง เข้าใจง่าย และไม่ทำให้เกิดความสับสนหรือเข้าใจผิด
3. คำถามจะต้องมีความเที่ยงตรงในการตัดสินคำตอบถูกหรือผิด
4. **ไม่ควรใช้คำหรือข้อความที่เป็นการซื้อนำคำตอบทั้งที่ถูก ในข้อเดียวกันหรืออยู่ในข้ออื่น**
5. **ไม่ควรใช้คำปฏิเสธหรือใช้คำปฏิเสธข้อนปฎิเสธ**

ตัวอย่างแบบทดสอบแบบถูกผิด

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 2 (ป.4-ป.6)

คำศัพท์แจง จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ และทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูก หรือทำเครื่องหมาย X หน้าข้อความที่ผิด

- 1. รูปสามเหลี่ยมที่มีด้านสามด้าน ยาว 3, 4 และ 5 เช่นติเมตรจัดเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก
- 2. วงกลมรัศมี r หน่วย มีพื้นที่เท่ากับ $4\pi r^2$ ตารางหน่วย
- 3. มุมประชิดเกิดจากเส้นตรงหรือส่วนของเส้นตรงสองเส้นตัดกัน

เฉลย 1. ✓ 2. X 3. ✓

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบแบบถูกผิด

การให้คะแนนแบบทดสอบแบบถูกผิด โดยส่วนใหญ่จะพิจารณาจากความถูกผิดของคำตอบเป็นสำคัญ เช่น ตอบถูกได้ 1 คะแนน และตอบผิดได้ 0 คะแนน

แบบทดสอบแบบถูกผิดมีข้อดีและข้อจำกัดดังนี้

ข้อดี

1. ใช้ทดสอบความรู้ ข้อเท็จจริง หรือสาระสำคัญได้
2. ตรวจให้คะแนนได้ง่าย รวดเร็ว และเป็นปัจจัย
3. ใช้กับต้นการอภิปราย การทบทวน หรือการทดสอบก่อนเรียน

ข้อจำกัด

1. ใช้วัดผลประเมินผลได้ไม่ครอบคลุมพุทธิกรรมทุกด้าน
2. มีโอกาสเดาได้ง่าย เนื่องจากเป็นการตัดสินเฉพาะถูกหรือผิดเท่านั้น

3. แบบทดสอบแบบจับคู่

แบบทดสอบแบบจับคู่เป็นแบบทดสอบที่มีลักษณะการนำเสนอด้วยคำหรือข้อความ 2 ส่วนให้เลือกเพื่อจับคู่กัน ส่วนที่ 1 คือ คำถ้าที่มีลักษณะเป็นคำหรือข้อความซึ่งเป็นมโนทศน์เขียนเรียงเป็นแนวตั้ง 1 แท่ง ส่วนที่ 2 คือ คำตอบซึ่งเป็นคำหรือข้อความที่สัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องกับปัญหา เขียนเรียงเป็นแนวตั้งอีกแท่ง โดยทั่วไปจำนวนข้อของคำตอบจะมีมากกว่าคำถ้า

การสร้างแบบทดสอบแบบจับคู่ให้มีคุณภาพ มีหลักการดังนี้

1. ควรเลือกข้อความในหัวข้อหรือเนื้อหาเดียวกันมาสร้างแบบทดสอบ
2. ข้อความมีความยาวใกล้เคียงกัน โดยทั่วไปจะใช้ข้อความที่ยาวกว่าเป็นชุดของคำถ้า ส่วนข้อความที่สั้นกว่าจะเป็นชุดของคำตอบ
3. ต้องมีจำนวนข้อความที่เป็นคำตอบมากกว่าข้อความที่เป็นคำถ้า
4. ข้อความที่เป็นคำถ้าและคำตอบจะต้องสั้น กะทัดรัด มีความชัดเจน และเป็นสาระสำคัญ

ตัวอย่างแบบทดสอบแบบจับคู่

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 2 (ป.4-ป.6)

คำศัพท์ จงเลือกคำจากรายการทางภาษาเมืองที่มีความสัมพันธ์กันมากที่สุดกับข้อความทางภาษาเมือง แล้วนำตัวอักษรหน้าคำทางภาษาเมืองลงในช่องว่างทางข้างมือที่มีความสัมพันธ์กัน

- | | |
|--|---------------------------------|
| 1. มีด้านยาวเท่ากันทั้งสี่ด้านและมุมเป็นมุมฉาก | ก. รูปสี่เหลี่ยมจตุรัส |
| 2. มีด้านยาวเท่ากันทั้งสี่ด้านและมุมไม่เป็นมุมฉาก | ข. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า |
| 3. มีด้านตรงข้ามยาวเท่ากันสองคู่และมุมเป็นมุมฉาก | ค. รูปสี่เหลี่ยมคงที่ |
| 4. มีด้านประชิดยาวเท่ากันสองคู่และมุมไม่เป็นมุมฉาก | ง. รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว |
| 5. มีด้านตรงข้ามขนาดกันสองคู่และมุมไม่เป็นมุมฉาก | จ. รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาดน้ำหนัก |
| | ฉ. รูปสี่เหลี่ยมขนาดเปลี่ยนไป |

เฉลย 1. ก. 2. ฉ. 3. ข. 4. ง. 5. จ.

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบแบบจับคู่

การให้คะแนนแบบทดสอบแบบจับคู่ โดยส่วนใหญ่จะพิจารณาจากความถูกผิดของการจับคู่เป็นสำคัญ เช่น จับคู่ถูกได้ 1 คะแนน และจับคู่ผิดได้ 0 คะแนน

แบบทดสอบแบบจับคู่มีข้อดีและข้อจำกัดดังนี้

ข้อดี

- สร้างได้ง่ายและครอบคลุมทุกมิติทัศน์
- ใช้ทดสอบความรู้และความจำได้ดี
- ตรวจให้คะแนนได้ง่ายและมีความเป็นปรนัย
- มีโอกาสเดาได้ยาก

ข้อจำกัด

- ใช้วัดผลได้ไม่ครอบคลุมพัฒนาร่วมทุกด้าน

4. แบบทดสอบแบบเปรียบเทียบ

แบบทดสอบแบบเปรียบเทียบเป็นแบบทดสอบที่เน้นให้ผู้เรียนได้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่กำหนดให้ โดยมีจุดประสงค์เพื่อวัดความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนในเนื้อหาที่ต้องการวัด แบบทดสอบลักษณะนี้ประกอบด้วยสถานการณ์ที่กำหนดให้และข้อความแสดงปริมาณ 2 ข้อความที่ต้องการให้ผู้เรียนพิจารณาความสัมพันธ์ในรูปของมากกว่า เท่ากัน น้อยกว่า หรือสรุปไม่ได้

การสร้างแบบทดสอบแบบเปรียบเทียบให้มีคุณภาพ มีหลักการดังนี้

1. สถานการณ์ที่กำหนดให้ต้องมีความชัดเจน และหลีกเลี่ยงการใช้ภาษาที่ซับซ้อน

2. สถานการณ์ในแต่ละข้อต้องเป็นอิสระแก่กัน
3. ข้อความที่ใช้เปรียบเทียบควรเป็นประเด็นเดียวกัน
4. ข้อความต้องสั้น กระหัดกระหั่น และมีความชัดเจน
5. ไม่ควรใช้ข้อความที่มีความหมายในเชิงปฏิเสธ

ตัวอย่างแบบทดสอบแบบเปรียบเทียบ

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 2 (ป.4-ป.6)

โจทย์ จงเปรียบเทียบข้อความ A และข้อความ B และใส่เครื่องหมาย $>$, $=$, $<$ หรือ สูปไม่ได้ ลงในช่องคำตอบที่ทำให้ความสัมพันธ์ระหว่าง A และ B เป็นจริง

กำหนดให้	ข้อความ A	คำตอบ	ข้อความ B
1. $\frac{g}{3} = \frac{x}{6}$ และ x เป็นจำนวนนับ และ	$\frac{g+1}{3}$		$\frac{x+1}{6}$
2. r และ s เป็นจำนวนเต็มบวก	$\frac{r}{r+s}$		$\frac{r+s}{r}$
3. สมุดราคา罇ละ w บาท	ราคาของสมุด 48 เล่ม		$4w$
4. x และ c เป็นจำนวนนับ	$c-1$		$x-1$
5. $P =$ ปริมาตรของลูกบาศก์ ลูกหนึ่งที่มีด้านยาว ด้านละ 10 หน่วย $Q =$ ผลบวกของปริมาตร ของลูกบาศก์ 10 ลูกที่ แต่ละลูกมีด้านยาว ด้านละ 1 หน่วย	P		$10Q$

- เฉลย
1. $A > B$
 2. $A < B$
 3. $A = B$
 4. สูปไม่ได้
 5. $A > B$

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบแบบเปรียบเทียบ

การให้คะแนนแบบทดสอบแบบเปรียบเทียบ โดยส่วนใหญ่จะพิจารณาจากความถูกผิดของการเปรียบเทียบเป็นสำคัญ เช่น เปรียบเทียบถูกได้ 1 คะแนน และเปรียบเทียบผิดได้ 0 คะแนน

แบบทดสอบแบบเปรียบเทียบมีข้อดีและข้อจำกัดดังนี้

ข้อดี

1. มีความเป็นปัจจัยสูง ตรวจให้คะแนนได้ตراجกัน
2. ตรวจให้คะแนนได้รวดเร็ว

ข้อจำกัด

1. สร้างคำถามให้วัดความคิดระดับสูงและทักษะกระบวนการได้ยาก
2. ใช้วัดผลประเมินผลได้ไม่ครอบคลุมทุกพฤติกรรมที่คาดหวัง

5. แบบทดสอบแบบเติมคำ

แบบทดสอบแบบเติมคำใช้วัดผลได้ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ความเข้าใจ และทักษะกระบวนการเช่นเดียวกับแบบทดสอบแบบเลือกตอบ แต่ผู้ตอบต้องแสดงความรู้ ความสามารถด้วยการเขียนคำตอบที่เป็นผลลัพธ์ของปัญหา ซึ่งแบบทดสอบแบบเติมคำ ยังใช้ในการฝึกคิดเลขในใจได้อีกด้วย

การสร้างแบบทดสอบแบบเติมคำให้มีคุณภาพ มีหลักการดังนี้

1. “ไม่ควรสร้างคำถานโดยคัดลอกสถานการณ์หรือคำถานที่มีอยู่ใน

บทเรียน

2. ซองว่างที่เว้นไว้ให้เติมต้องเหมาะสมกับคำตอบ เป็นข้อความที่สั้นและชัดเจนที่ผู้ตอบเข้าใจได้ตรงกัน

3. ไม่ควรมีหลายคำตอบในข้อเดียวกัน

4. คำตอบควรอยู่ท้ายประโยค แต่ถ้าต้องการเติมคำตอบระหว่าง ข้อความที่เว้นเนื้อหาสาระไว้ จะต้องเว้นช่องว่างให้พอดีกับคำตอบและมีความกว้างใกล้เคียงกันทุกข้อ

5. ควรกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนอย่างชัดเจน

แบบทดสอบแบบเติมคำที่กำหนดให้เติมเฉพาะคำตอบเป็นตัวเลข มีหลายแบบ ในที่นี้จะแสดงไว้ 3 แบบ คือ

(1) แบบทดสอบแบบเติมคำที่มีคำตอบเดียว

(2) แบบทดสอบแบบเติมคำที่มีหลายคำตอบ

(3) แบบทดสอบแบบเติมคำที่ใช้ฝึกคิดเลขในใจ

ตัวอย่างแบบทดสอบแบบเติมคำทั้ง 3 แบบแสดงได้ดังนี้

ตัวอย่างแบบทดสอบแบบเติมคำที่มีคำตอบเดียว

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 1 (ป.1-ป.3)

คำชี้แจง จงเติมคำตอบลงในช่องว่างที่กำหนด

โจทย์ 1. แม่ค้าซื้อส้มมา 10 กิโลกรัม ราคา กิโลกรัมละ 35 บาท ถ้าขายส้มไปทั้งหมดได้เงิน 380 บาท แม่ค้าขายส้มได้กำไรหรือขาดทุนกี่บาท

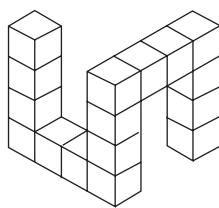
คำตอบ

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 2 (ป.4-ป.6)

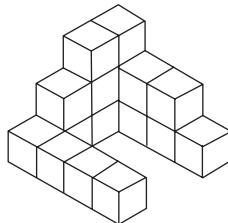
คำชี้แจง จงเติมคำตอบลงในช่องว่างที่กำหนด

โจทย์ 2. จากรูปที่กำหนดให้ มีจำนวนลูกบาศก์กี่ลูก

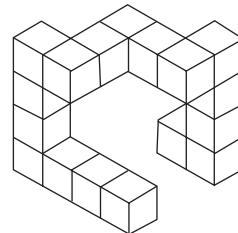
(1)



(2)



(3)



คำตอบ

(1).....ลูก

(2).....ลูก

(3).....ลูก

เฉลย 1. แม่ค้าขายส้มได้กำไร 30 บาท

2. (1) 16 ลูก (2) 17 ลูก (3) 17 ลูก

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบแบบเติมคำที่มีคำตอบเดียว

การให้คะแนนแบบทดสอบแบบเติมคำที่มีคำตอบเดียว โดยส่วนใหญ่

จะพิจารณาจากความถูกผิดของคำตอบเป็นส่วนสำคัญ เช่น ตอบถูกได้ 1 คะแนน และ ตอบผิดได้ 0 คะแนน

ตัวอย่างแบบทดสอบแบบเติมคำที่มีหลายคำตอบ

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 2 (ป.4-ป.6)

คำชี้แจง จงเติมคำตอบลงในช่องว่างที่กำหนด

ใจไทย 1. ปิติเลี้ยงปลาดุก นกยูง และหนูตะเภา รวมกัน 10 ตัว นับข้ารวมกัน
ได้ 20 ข้า ปิติจะมีปลาดุก นกยูงและหนูตะเภา อよ่างละกี่ตัว

คำตอบ	ปลาดุก.....ตัว	นกยูง.....ตัว	หนูตะเภา.....ตัว
-------	----------------	---------------	------------------

เฉลย 1. จะตอบได้ 4 แบบ ถ้าตอบตรงกับแบบหนึ่งแบบใดต่อไปนี้จะได้ 1 คะแนนเท่านั้น

แบบที่ 1 ปลาดุก 1 ตัว นกยูง 8 ตัว หนูตะเภา 1 ตัว
(คะแนน 1 คะแนน)

แบบที่ 2 ปลาดุก 2 ตัว นกยูง 6 ตัว หนูตะเภา 2 ตัว
(คะแนน 1 คะแนน)

แบบที่ 3 ปลาดุก 3 ตัว นกยูง 4 ตัว หนูตะเภา 3 ตัว
(คะแนน 1 คะแนน)

แบบที่ 4 ปลาดุก 4 ตัว นกยูง 2 ตัว หนูตะเภา 4 ตัว
(คะแนน 1 คะแนน)

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบแบบเติมคำที่มีหลายคำตอบ

การให้คะแนนแบบทดสอบแบบเติมคำที่มีหลายคำตอบ โดยส่วนใหญ่จะพิจารณาจากความถูกผิดของคำตอบเป็นส่วนสำคัญ เช่น ตอบถูกได้ 1 คะแนน และตอบผิดได้ 0 คะแนน ดังมีตัวอย่างที่แสดงไว้ข้างต้นมีคำตอบที่ถูกต้องได้ 4 แบบ ถ้าผู้เรียนตอบแบบหนึ่งแบบใดก็ได้ 1 คะแนนเท่ากัน แต่ถ้าตอบได้มากกว่า 1 แบบหรือตอบครบถ้วน 4 แบบ ก็ควรให้คะแนนเพิ่มเติมเพื่อเป็นรางวัลและส่งเสริมให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ตัวอย่างแบบทดสอบแบบเติมคำที่ใช้ฝึกคิดเลขในใจ

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 1 (ป.1-ป.3)

คำชี้แจง

- แบบทดสอบแบบคิดเลขในใจชุดนี้มี 10 ข้อให้เวลาในการทำ 10 นาที
- จะเติมคำตอบที่ได้ลงในกระดาษคำตอบ

โจทย์

- $60 + 50$
- $70 + 90$
- $77 - 37$
- $170 - 80$
- 80×3
- 4×50
- $63 \div 7$
- $36 \div 6$
- อ้อยเลี้ยงปลาหางนกยูง 56 ตัว เป็นตัวผู้ 22 ตัว
จะมีปลาหางนกยูงตัวเมียกี่ตัว
- พ่อค้าขายเสื้อได้ 3 ตัว ราคาตัวละ 75 บาท
พ่อค้าจะได้เงินกี่บาท

กระดาษคำตอบ	
ชื่อ	
ชั้น	เลขที่
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	
8.	
9.	
10.	

- เฉลย 1. 110 2. 160 3. 40 4. 90 5. 240
 6. 200 7. 9 8. 6 9. 34 ตัว 10. 225 บาท

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบแบบเติมคำที่ใช้ฝึกคิดเลขในใจ การให้คะแนนแบบทดสอบแบบเติมคำที่ใช้ฝึกคิดเลขในใจ โดยส่วนใหญ่จะพิจารณาจากความถูกผิดของคำตอบเป็นสำคัญ เช่น ตอบถูกได้ 1 คะแนน และตอบผิดได้ 0 คะแนน

แบบทดสอบแบบเติมคำมีข้อดีและข้อจำกัดดังนี้

ข้อดี

1. ใช้วัดความรู้ความเข้าใจและทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้
2. มีโอกาสเดาได้ยาก จึงใช้ผลจากการทดสอบเพื่อจำแนกผู้เรียนได้อย่างชัดเจน
3. ใช้วัดผลด้านความรู้และภาคปฏิบัติได้
4. ใช้วัดกระบวนการคิดได้อย่างเป็นระบบ
5. สร้างโจทย์ปัญหาได้ง่าย
6. สร้างเป็นแบบทดสอบแบบคู่ขนานได้
7. ผู้เรียนได้แสดงความรู้ความสามารถด้วยการเขียนตอบ

ข้อจำกัด

1. ไม่สามารถใช้กับผู้เรียนที่มีความบกพร่องในการเขียน
2. ตรวจให้คะแนนได้ตรงกันยาก ถ้ากำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่ไม่ชัดเจน

6. แบบทดสอบแบบเขียนตอบ

แบบทดสอบแบบเขียนตอบใช้ทดสอบโดยผู้สอบจะต้องแสดงความรู้ความสามารถด้วยการเขียนตอบ แสดงวิธีทำหรือสรุปผลจากวิธีทำโดยแสดงเหตุผลประกอบ

การสร้างแบบทดสอบแบบเขียนตอบให้มีคุณภาพ มีหลักการดังนี้

1. โจทย์หรือคำถามต้องมีความชัดเจนที่สื่อความหมายได้เข้าใจตรงกัน
2. หลักเลี่ยงคำถามที่วัดความจำ หรือใช้คำถามที่เป็นสถานการณ์จากบทเรียนโดยตรง
3. คำถามควรเรียงจากข้อง่ายที่สุดและเพิ่มความยากขึ้นตามลำดับ

แบบทดสอบแบบเขียนตอบที่กำหนดให้เขียนคำตอบพร้อมทั้งแสดงเหตุผลประกอบมีหลายแบบ ในนี้จะแสดงไว้ 2 แบบ คือ

- (1) แบบทดสอบแบบเขียนตอบที่มีคำตอบเดียว
- (2) แบบทดสอบแบบเขียนตอบที่มีหลายคำตอบ

ตัวอย่างแบบทดสอบแบบเขียนตอบทั้ง 2 ลักษณะแสดงได้ดังนี้

ตัวอย่างแบบทดสอบแบบเขียนตอบที่มีคำตอบเดียว

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 1 (ป.1-ป.3)

คำชี้แจง จงเติมคำตอบลงในกระดาษคำตอบ

โจทย์ 1. จงพิจารณาแบบรูปต่อไปนี้



จากแบบรูปที่กำหนดให้ รูปเรขาคณิตที่จะปรากฏต่อไปคือรูปเรขาคณิตชนิดใด เขียนรูปพร้อมทั้งอธิบายเหตุผลให้ประกอบด้วย

คำตอบ

.....

เฉลย 1. (รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาดเล็ก)

เกณฑ์การให้คะแนนแบบรวมของแบบทดสอบแบบเขียนตอบที่มีคำตอบเดียว
การให้คะแนนแบบทดสอบแบบเขียนตอบที่มีคำตอบเดียวสามารถทำได้หลายวิธี โดยอาจกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนเป็นแบบระดับความถูกผิดหรือระดับความชัดเจน เช่น 1, 2 และ 3 ดังนี้

ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบรวมของแบบทดสอบแบบเขียนตอบที่มีคำตอบเดียว

ระดับคะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
3	เขียนรูป <input type="checkbox"/> "ได้ชัดเจน ถูกต้อง พร้อมทั้งอธิบายความล้มเหลวของแบบรูปได้ถูกต้อง"
2	เขียนรูป <input type="checkbox"/> "ได้ แต่ไม่ชัดเจนว่าขนาดเล็กหรือใหญ่เกินไป และอธิบายความล้มเหลวของรูปแบบไม่ชัดเจน"
1	เขียนรูปไม่ถูกต้อง และมีคำอธิบายไม่ชัดเจนหรือไม่มีคำอธิบาย

ตัวอย่างแบบทดสอบแบบเขียนตอบที่มีหลายคำตอบ

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 2 (ป.4-ป.6)

คำชี้แจง จงเดิมคำตอบลงในกระดาษคำตอบ

โจทย์ 1. ร้านขายเครื่องเขียน 2 ร้าน ขายกระดาษขนาดเขียนชนิดเดียวกันในราคาที่ต่างกัน
ดังนี้

ร้าน X ขายกระดาษจำนวน 2 แผ่น ราคา 4 บาท

ร้าน Y ขายกระดาษจำนวน 4 แผ่น ราคา 6 บาท

ควรจะเลือกซื้อกระดาษจากร้านใด พิจารณาด้วยเหตุผลประกอบด้วย

คำตอบ

.....

ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

ชื่อนักเรียน	แนวคำตอบ
ด.ช. ก้อง	เลือกซื้อจากร้าน Y เพราะถ้าซื้อร้าน X จะแพงกว่า
ด.ญ. แก้ว	เลือกซื้อจากร้าน Y เพราะถ้าซื้อร้าน X 4 แผ่น จะต้องจ่ายเงิน 8 บาท
ด.ช. กานต์	เลือกซื้อจากร้าน Y เพราะถ้าซื้อร้าน Y 4 แผ่น แต่จ่ายเงินเพียง 6 บาท
ด.ญ. กลอย	เลือกซื้อจากร้าน X ถ้าต้องการเพียง 2 แผ่น แต่ถ้าใช้มากกว่า 2 แผ่น ต้องซื้อที่ร้าน Y เพราะถ้าซื้อ 4 แผ่นที่ร้าน X เป็นเงิน 8 บาท แต่ซื้อที่ร้าน Y เป็นเงิน 6 บาท จะถูกกว่า 2 บาท

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบแบบเขียนตอบที่มีหลายคำตอบ

การให้คะแนนแบบทดสอบแบบเขียนตอบที่มีหลายคำตอบ สามารถทำได้หลายวิธี โดยอาจกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรวมหรือแบบวิเคราะห์ที่มีการกำหนดระดับคะแนนที่แตกต่างกัน

ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบรวมของแบบทดสอบแบบเขียนตอบที่มีหลายคำตอบ จะพิจารณาคำตอบในภาพรวมทั้งหมด โดยกำหนดระดับคะแนนเป็น 5 ระดับ คือ 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 ซึ่งแสดงได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบรวมของแบบทดสอบแบบเขียนตอบที่มีหลายคำตอบ

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
4	ตอบได้ถูกต้อง และสามารถอธิบายเหตุผลได้อย่างชัดเจน พร้อมทั้งแสดงแนวคิดเชิงเปรียบเทียบได้
3	ตอบได้ถูกต้อง และสามารถอธิบายเหตุผลได้อย่างชัดเจน
2	ตอบได้ถูกต้อง และสามารถอธิบายเหตุผลได้เป็นบางส่วน แต่ยังไม่ชัดเจน
1	ตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลได้
0	ให้คำตอบไม่ถูกต้อง และไม่สามารถอธิบายเหตุผลได้

ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ของแบบทดสอบแบบเขียนตอบที่มีหลายคำตอบ จะพิจารณาให้คะแนนจากคำตอบ 2 ส่วน คือ คำตอบและการแสดงเหตุผลประกอบ โดยกำหนดระดับคะแนนของส่วนคำตอบเป็น 2 ระดับ คือ 0 และ 2 และกำหนดระดับคะแนนของส่วนการแสดงเหตุผลประกอบเป็น 4 ระดับ คือ 0, 1, 2 และ 3 ซึ่งแสดงได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ของแบบทดสอบแบบเขียนตอบที่มีรายคำตอบ

คำตอบ		การแสดงเหตุผล	
ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน	ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	คำตอบถูกต้อง	3	มีความเข้าใจ และแสดงเหตุผลอย่างชัดเจน พิริมทั้งแสดงการเปรียบเทียบได้
0	คำตอบไม่ถูกต้อง	2	มีความเข้าใจ และแสดงเหตุผลอย่างชัดเจน
		1	มีความเข้าใจ แต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลที่ชัดเจนได้
		0	ไม่แสดงการใช้เหตุผล

ตัวอย่างการเปรียบเทียบการให้คะแนนแบบรวมและแบบวิเคราะห์ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ชื่อนักเรียน	เกณฑ์การให้คะแนนแบบรวม (ระดับคะแนน 0, 1, 2, 3, 4)	เกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (- ระดับคะแนน 0, .2 สำหรับคำตอบ - ระดับคะแนน 0, 1, 2, 3 สำหรับความเข้าใจ และเหตุผล)
ด.ช. ก้อง	2 คะแนน ให้คำตอบได้ รู้ความหมายของปริมาณ แต่ คำอธิบายไม่ชัดเจน	2 คะแนน คำตอบถูก 1 คะแนน มีความเข้าใจ แต่ไม่แสดงการ เปรียบเทียบราคา และการเปรียบเทียบไม่ ชัดเจน
ด.ญ. แก้ว	3 คะแนน ให้คำตอบได้ รู้ความหมายของปริมาณ มีคำอธิบายค่อนข้างชัดเจน	2 คะแนน คำตอบถูก 2 คะแนน มีความเข้าใจและแสดงการ เปรียบเทียบได้
ด.ช. กานต์	3 คะแนน ให้คำตอบได้ รู้ความหมายของปริมาณ มีคำอธิบายค่อนข้างชัดเจน	2 คะแนน คำตอบถูก 2 คะแนน มีความเข้าใจและแสดงการ เปรียบเทียบได้
ด.ญ. กลอย	4 คะแนน ให้คำตอบได้ รู้ความหมายของปริมาณ มีคำอธิบายและแสดงแนวคิด เชิงเปรียบเทียบได้อย่างชัดเจน	2 คะแนน คำตอบถูก 3 คะแนน มีความเข้าใจและแสดงการ เปรียบเทียบได้ บอกเหตุผลและแนวการ ตัดสินใจได้อย่างชัดเจน

แบบทดสอบแบบเขียนตอบมีข้อดีและข้อจำกัดดังนี้

ข้อดี

1. ใช้วัดความรู้ความเข้าใจและทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้
2. มีโอกาสเดาได้ยาก จึงใช้ผลจากการทดสอบเพื่อจำแนกผู้เรียนได้อย่างชัดเจน
3. ใช้วัดกระบวนการคิดได้อย่างเป็นระบบ
4. ใช้วัดความสามารถในการแสดงออก การเขียน และการสื่อสารได้

ข้อจำกัด

1. ไม่สามารถใช้กับผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางการเขียน
2. ใช้เวลามากในการตรวจให้คะแนน
3. ถ้ายื่งข้องผู้ทดสอบอาจมีผลต่อความเที่ยงตรงของการให้คะแนน

7. แบบทดสอบแบบต่อเนื่อง

แบบทดสอบแบบต่อเนื่องเป็นการทดสอบสมมติฐานแบบทดสอบหลายรูปแบบ ไก่ด้วยกัน เช่น แบบทดสอบแบบเลือกตอบกับแบบเลือกตอบ แบบทดสอบแบบเลือกตอบ กับแบบถูกผิด แบบทดสอบแบบเลือกตอบกับแบบเขียนตอบ และแบบทดสอบแบบถูกผิด กับแบบเขียนตอบ ตัวอย่างแบบทดสอบแบบต่อเนื่องจึงมีได้หลายลักษณะ ในที่นี้ จะแสดงไก่ 2 แบบดังนี้

(1) แบบทดสอบแบบต่อเนื่องที่กำหนดสถานการณ์ แบบทดสอบ ลักษณะนี้ผู้สร้างจะกำหนดสถานการณ์และคำถามที่ต้องการมาให้ โดยมีคำถามเป็น ข้อย่อย ๆ เพื่อทบทวนความรู้ตามลำดับของการตอบคำถามข้อนั้น แบบทดสอบลักษณะนี้ อาจเป็นแบบเลือกตอบหรือแบบเขียนตอบก็ได้ จึงหมายกับผู้เรียนที่มีระดับผลการเรียน ต่อนหรือใช้เพื่อเป็นการทบทวนความรู้พื้นฐาน แบบทดสอบลักษณะนี้มีหลักการสร้างดังนี้

1. ต้องกำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของผู้เรียน
2. การสร้างคำถามตามลำดับขั้นของการเรียนรู้ต้องสอดคล้องกับ เนื้อหาสาระและระดับความรู้ของผู้เรียน
3. คำถามต้องมีความชัดเจนเท็งสาระสำคัญและภาษาที่ใช้

(2) แบบทดสอบแบบต่อเนื่องสองขั้นตอน โดยมีส่วนประกอบ ดังนี้

ตอนที่ 1 มีคำถามและคำตอบที่มีลักษณะเป็นตัวเลือกให้ ผู้เรียนเลือก 1 คำตอบจาก 2 หรือ 3 คำตอบ หรืออาจจะเป็นแบบถูกผิดก็ได้

ตอนที่ 2 เป็นการให้เหตุผลหรือให้คำอธิบายประกอบตัวเลือก จากขั้นตอนที่ 1 ซึ่งมีได้ 2 ลักษณะดังนี้

1. มีตัวเลือก 4 หรือ 5 ตัวเลือก แต่ละตัวเลือกจะเป็นการแสดงเหตุผลของคำตอบในตอนที่ 1 ห้างนี้เหตุผลที่ใช้เป็นตัวหลวงอาจสร้างมาจากการข้อผิดพลาดต่าง ๆ ที่พูดจากการตอบของผู้เรียน

2. มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดให้ผู้เรียนได้เขียนอธิบายเหตุผลที่เลือกคำตอบในตอนที่ 1

แบบทดสอบลักษณะมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ครอบคลุม 2 ประดิษฐ์
ดังนี้

1. ความถูกต้องของคำตอบในตอนที่ 1

2. ความสอดคล้องระหว่างคำตอบของตอนที่ 1 กับตอนที่ 2

การตรวจให้คะแนนควรพิจารณาสาระสำคัญดังนี้

1. ถ้าผู้ตอบเลือกคำตอบในตอนที่ 1 ถูกต้องและตอบเหตุผลในตอนที่ 2 ได้ถูกต้อง จะได้รับการประเมินว่ามีความรู้ความเข้าใจในสาระการเรียนรู้ที่ต้องการวัดครบถ้วนทุกผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

2. ถ้าผู้ตอบเลือกคำตอบในตอนที่ 1 ไม่ถูกต้อง แต่สามารถตอบเหตุผลในตอนที่ 2 ได้สอดคล้องกับตัวเลือกในตอนที่ 1 แสดงว่าผู้ตอบไม่มีความรู้ความเข้าใจในสาระการเรียนรู้ที่ต้องการวัดผล และเมื่อความสามารถหรือทักษะกระบวนการในการเชื่อมโยงและการให้เหตุผล

3. ถ้าผู้ตอบเลือกคำตอบในตอนที่ 1 ไม่ถูกต้อง และตอบในตอนที่ 2 ไม่สอดคล้องกับตัวเลือกในตอนที่ 1 ผู้ตอบควรได้รับการประเมินว่าไม่มีความรู้ความเข้าใจในสาระการเรียนรู้ที่ต้องการวัดครบถ้วนทุกผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ในที่นี้จะแสดงตัวอย่างแบบทดสอบแบบต่อเนื่องทั้ง 2 แบบดังนี้

(1) แบบทดสอบแบบต่อเนื่องที่กำหนดสถานการณ์ ซึ่งอาจเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบทุกลำดับขั้น (สถานการณ์ที่ 1 ในหน้า 58 และสถานการณ์ที่ 2 ในหน้า 60) และแบบทดสอบแบบเขียนตอบทุกลำดับขั้น (สถานการณ์ที่ 3 ในหน้า 62)

(2) แบบทดสอบแบบต่อเนื่องสองขั้นตอน ซึ่งอาจมีรายละเอียดดังนี้
- ตอนที่ 1 และ 2 เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ

(โจทย์ 1 ในหน้า 64)

- ตอนที่ 1 เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบและขั้นตอนที่ 2

เป็นแบบเขียนตอบแสดงเหตุผลจากการตอบในขั้นตอนที่ 1 (โจทย์ 2 ในหน้า 66)

- ตอนที่ 1 เป็นแบบทดสอบแบบถูกผิดและขั้นตอนที่ 2

เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ ซึ่งตัวเลือกจะแสดงเหตุผลจากการตอบในขั้นตอนที่ 1

(โจทย์ 3 ในหน้า 67)

ตัวอย่างแบบทดสอบแบบต่อเนื่องทั้ง 2 แบบแสดงได้ดังนี้

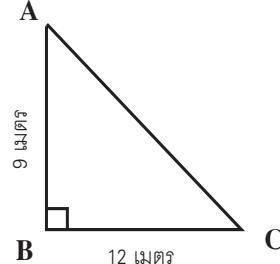
ตัวอย่างแบบทดสอบแบบต่อเนื่องที่กำหนดสถานการณ์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3)

สถานการณ์ที่ 1

คำถามที่ต้องการ

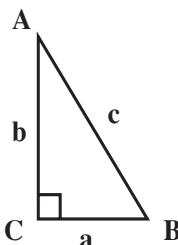
- จากรูป $\triangle ABC$ ยาวเท่าใด



คำชี้แจง ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว

- $\triangle ABC$ เป็นรูปสามเหลี่ยมชนิดใด
 - รูปสามเหลี่ยมมุมป้าน
 - รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว
 - รูปสามเหลี่ยมด้านเท่า
 - รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก
- จากทฤษฎีบทพีทาโกรัสที่กล่าวว่า

ถ้า $\triangle ABC$ เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ดังรูป



จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้าน
ทั้งสามดังนี้ $c^2 = a^2 + b^2$

ข้อความใดที่มีค่าเท่ากับความยาวของ \overline{AC}

ก. $\sqrt{9^2 + 12^2}$

ข. $12^2 - 9^2$

ค. $\sqrt{12^2 - 9^2}$

ง. $9^2 + 12^2$

3. \overline{AC} ยาวเท่าใด

ก. 13 เมตร

ข. 14 เมตร

ค. 15 เมตร

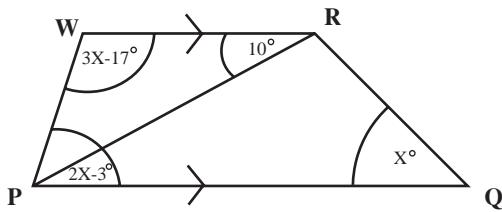
ง. 16 เมตร

เฉลย 1. ง. 2. ก. 3. ค.

ตัวอย่างแบบทดสอบแบบต่อเนื่องที่กำหนดสถานการณ์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1- ม.3)

สถานการณ์ที่ 2



PQRW เป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมูที่มี $\overline{WR} \parallel \overline{PQ}$

$$\begin{aligned} \text{ถ้า } m(\hat{W}PQ) &= (2X - 3)^\circ, & m(\hat{P}WR) &= (3X - 17)^\circ, \\ m(\hat{P}QR) &= X^\circ & \text{และ } m(\hat{W}RP) &= 10^\circ \end{aligned}$$

คำถามที่ต้องการ

- $m(\hat{P}RQ)$ เท่ากับเท่าใด

คำชี้แจง ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว

1. $m(\hat{R}PQ) = 10^\circ$ เพราะเหตุใด
 - ก. \hat{WRP} และ \hat{RPQ} เป็นมุมประกอบสองมุมฉาก
 - ข. \hat{WRP} และ \hat{RPQ} เป็นมุมประกอบมุมฉาก
 - ค. \hat{PWR} และ \hat{RPQ} เป็นมุมประกอบมุมฉาก
 - ง. \hat{PRW} และ \hat{RPQ} เป็นมุมแย้ง
2. ควรจะใช้สมการใดในการหาค่า X
 - ก. $X = 3X - 17$
 - ข. $2X - 3 = 3X - 17$
 - ค. $(3X - 17) + (2X - 3) = 180$
 - ง. $3X - 17 + X = 180$

3. X มีค่าเท่าใด
ก. 49.25
ข. 40
ค. 32
ง. 8.5
4. $m(\hat{P}RQ)$ เท่ากับเท่าใด
ก. 161.5°
ข. 156°
ค. 138°
ง. 130°

เฉลย 1. ง. 2. ค. 3. ข. 4. ง.

ตัวอย่างแบบทดสอบแบบต่อเนื่องที่กำหนดสถานการณ์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 2 (ป.4-ป.6)

สถานการณ์ที่ 3

- เครื่องจaggerของโรงงานผลิตตุ๊กตาแห่งหนึ่งขัดข้องทำให้ผลิตตุ๊กตาแล้วพบข้อบกพร่องดังนี้
 - 70 % ของตุ๊กตา มีตา 1 ข้าง
 - 60 % ของตุ๊กตา มีหู 1 ข้าง
 - 80 % ของตุ๊กตา มีขา 1 ข้าง



คำถามที่ต้องการ

- ตุ๊กตาที่มีตา หู และขา อย่างละ 1 ข้าง มีจำนวนอย่างน้อยที่สุดกี่เปอร์เซ็นต์

คำชี้แจง จงตอบคำถามต่อไปนี้

- ตุ๊กตาที่ผลิตได้ 100 ตัว จะเป็นตุ๊กตาที่มีตา 1 ข้าง กี่ตัว
.....
- ตุ๊กตาที่ผลิตได้มี 100 ตัว จะเป็นตุ๊กตาที่มีหู 2 ข้าง กี่ตัว
.....
- ตุ๊กตาที่ผลิตได้มี 100 ตัว จะเป็นตุ๊กตาที่มีขา 2 ข้าง กี่ตัว
.....
- ถ้านำจำนวนตุ๊กตาในข้อ 2 ไปหักออกจากจำนวนตุ๊กตาในข้อ 1 แล้วผลที่ได้จัดเป็นตุ๊กตาประเภทใด จำนวนกี่ตัว
.....
- ถ้านำจำนวนตุ๊กตาในข้อ 3 ไปหักออกจากจำนวนตุ๊กตาที่ได้ในข้อ 4 แล้วผลที่ได้จัดเป็นตุ๊กตาประเภทใด จำนวนกี่ตัว
.....
- ตุ๊กตาที่มีตา หู และขา อย่างละ 1 ข้าง มีจำนวนอย่างน้อยที่สุดกี่เปอร์เซ็นต์
.....

- เฉลย
1. 70 ตัว
 2. 40 ตัว
 3. 20 ตัว
 4. ตุ๊กตาที่มีหู 1 ข้าง และตา 1 ข้าง จำนวน 30 ตัว
 5. ตุ๊กตาที่ตา 1 ข้าง หู 1 ข้าง และขา 1 ข้าง จำนวน 10 ตัว
 6. ตุ๊กตาที่มีตา หู และขา อย่างละ 1 ข้าง มีจำนวน 10 เบอร์ชิ้นต์

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบแบบต่อเนื่องที่กำหนดสถานการณ์
การให้คะแนนแบบทดสอบแบบต่อเนื่องที่กำหนดสถานการณ์ โดยส่วนใหญ่
จะพิจารณาจากความถูกผิดของคำตอบเป็นสำคัญ เช่น ตอบถูกได้ 1 คะแนน และตอบผิด
ได้ 0 คะแนน

แบบทดสอบแบบต่อเนื่องที่กำหนดสถานการณ์ข้อดีและข้อจำกัดดังนี้
ข้อดี

1. ใช้เป็นแบบทดสอบเพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องของผู้เรียนได้
2. ตรวจให้คะแนนได้ง่าย รวดเร็ว และเป็นปัจจัย
3. ใช้เป็นแบบทดสอบเพื่อทบทวนความรู้ได้ดี

ข้อจำกัด

1. ใช้เวลามากในการสร้างแบบทดสอบ

ตัวอย่างแบบทดสอบแบบต่อเนื่องสองชั้นตอน

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-ม.6)

โจทย์ 1 1. ข้อมูลแสดงราคาสินค้า 2 ชนิด ของร้านค้า 5 ร้าน แสดงได้ดังนี้

ร้านที่	1	2	3	4	5	\bar{x}	S.D.
ราคาสินค้าชนิดที่ 1 (บาท)	6	7	9	8	12	8.4	2.06
ราคาสินค้าชนิดที่ 2 (บาท)	50	52	49	55	44	50	3.63

จากข้อมูล ถ้าต้องการทราบว่าราคาสินค้าชนิดใดมีการกระจายมากกว่ากัน

ควรเลือกใช้การวัดการกระจายแบบใด

ก. พิสัย (R)

ข. สัมประสิทธิ์ของส่วนเบี่ยงเบนคงคาไทย (C.Q.)

ค. สัมประสิทธิ์ของการแปรผัน (C.V.)

ถ้าผู้เรียนเลือกคำตอบข้อ ก. ให้ตอบคำถามข้อ (1)

ถ้าผู้เรียนเลือกคำตอบข้อ ข. ให้ตอบคำถามข้อ (2)

ถ้าผู้เรียนเลือกคำตอบข้อ ค. ให้ตอบคำถามข้อ (3)

(1) เหตุผลในการเลือกข้อ ก (R)

ก. ใช้วิธีการทางสถิติที่ง่ายและสมเหตุสมผล

ข. เป็นการหาการกระจายที่ง่าย เพราะคิดจากผลต่างระหว่างค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด

ค. เป็นการวัดการกระจายสัมบูรณ์ เหมาะที่จะใช้เปรียบเทียบการกระจายตั้งแต่ 2 ชุดขึ้นไป

ง. ในกรณีที่มีข้อมูลบางค่าเปลี่ยนแปลงโดยไม่ระเห็นถึงค่าต่ำสุดและสูงสุดแล้วพิสัยไม่เปลี่ยนแปลง

(2) เหตุผลในการเลือกข้อ ข (C.Q.)

- ก. เป็นการวัดการกระจายสัมพัทธ์
ข. เป็นการวัดการกระจายสัมพัทธ์ที่ไม่กระเทือนต่อค่าต่ำสุดและสูงสุด
ค. เป็นการหาค่าการกระจายที่ง่าย เพราะคิดจากค่า Q_1 และ Q_3 เท่านั้น
ง. ใช้เฉพาะค่าในตำแหน่ง拐曲 point ที่ 3 (Q_3) และ拐曲 point ที่ 1 (Q_1)

$$\text{โดยคำนวนจาก } \frac{Q_3 - Q_1}{Q_3 + Q_1}$$

(3) เหตุผลในการเลือกข้อ ค (C.V.)

- ก. เป็นวิธีการทางสถิติที่นิยมใช้และมีความสมเหตุสมผล
ข. หาค่าตอบได้ง่าย เพราะนำค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ใจทาย
กำหนดให้มาตอบได้เลย
ค. หาค่าตอบได้ง่ายเนื่องจากใจทายกำหนดค่าส่วนเบี่ยงเบน
มาตรฐานมาให้ และหาได้จาก $C.V. = \frac{S.D.}{\bar{X}}$
ง. เป็นการวัดการกระจายสัมบูรณ์ ซึ่งหมายความว่าใช้เปลี่ยบเที่ยบ
กับการกระจายของข้อมูลตั้งแต่ 2 ชุดขึ้นไป

เฉลย 1. ค. และ (3) ค.

ตัวอย่างแบบทดสอบแบบต่อเนื่องสองขั้นตอน

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 (ม.4–ม.6)

โจทย์ 2 2. ข้อมูลแสดงราคาสินค้า 2 ชนิด ของร้านค้า 5 ร้าน แสดงได้ดังนี้

ร้านที่	1	2	3	4	5	\bar{x}	S.D.
ราคาสินค้าชนิดที่ 1 (บาท)	6	7	9	8	12	8.4	2.06
ราคาสินค้าชนิดที่ 2 (บาท)	50	52	49	55	44	50	3.63

จากข้อมูลข้างต้น ถ้าต้องการทราบว่าราคาสินค้าชนิดใดมีการกระจายมากกว่ากัน

ควรเลือกใช้การวัดการกระจายแบบใด

ก. พิสัย

เพราะ.....

.....

ข. สัมประสิทธิ์ของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

เพราะ.....

.....

ค. สัมประสิทธิ์ของการแปรผัน

เพราะ.....

.....

เฉลย 2. ค.

ตัวอย่างแบบทดสอบแบบต่อเนื่องสองขั้นตอน

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-ม.6)

โจทย์ 3 3. ให้ a เป็นจำนวนนับ ถ้า $a + a = a \times a$ แล้ว $a = 0$ เป็นจริงหรือไม่

ก. จริง

ข. เท็จ

ถ้าผู้เรียนเลือกคำตอบข้อ ก. ให้ตอบคำถามข้อ (1)

ถ้าผู้เรียนเลือกคำตอบข้อ ข. ให้ตอบคำถามข้อ (2)

(1) เหตุผลในการเลือกข้อ ก (จริง)

ก. $0 + 0 = 0 \times 0$

ข. 0 เป็นจำนวนนับ

ค. $0 + 0 = 0$ หรือ $0 \times 0 = 0$

ง. ศูนย์บวกกับจำนวนใดๆ จะได้จำนวนนั้นและศูนย์คูณกับจำนวนใดๆ จะได้จำนวนนั้นซึ่งกัน

(2) เหตุผลในการเลือกข้อ ข (เท็จ)

ก. 0 เป็นจำนวนเต็ม

ข. 0 ไม่เป็นจำนวนนับ

ค. มีจำนวนอนิมที่ทำให้ประโยคนี้เป็นจริงได้นอกจาก 0 คือ 1

ง. มีจำนวนอนิมที่ทำให้ประโยคนี้เป็นจริงได้นอกจาก 0 คือ 2

เฉลย 3. ข. และ (2) ข.

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบแบบต่อเนื่องสองขั้นตอน
การให้คะแนนแบบทดสอบสองขั้นตอนสามารถทำได้หลายวิธี
โดยอาจกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ 1, 2 และ 3 ดังนี้

ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบรวมของแบบทดสอบแบบต่อเนื่องสองขั้นตอน

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	เลือกคำตอบและบอกเหตุผลประกอบถูกต้อง
1	เลือกคำตอบถูกต้อง แต่บอกเหตุผลประกอบไม่ถูกต้อง หรือเลือกคำตอบไม่ถูกต้อง แต่บอกเหตุผลประกอบได้สอดคล้องกับคำตอบที่เลือก
0	เลือกคำตอบและบอกเหตุผลประกอบไม่ถูกต้อง

แบบทดสอบแบบต่อเนื่องสองขั้นตอนมีข้อดีและข้อจำกัดดังนี้

ข้อดี

- ใช้เป็นแบบทดสอบเพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องของผู้เรียนได้
- ใช้วัดกระบวนการให้เหตุผลได้
- ใช้วัดได้ตรงกับสาระการเรียนรู้ที่ต้องการวัด

ข้อจำกัด

- ตรวจให้คะแนนได้ยาก
- แบบทดสอบบางข้ออาจต้องใช้เวลาในการตรวจให้คะแนน
- ความเที่ยงตรงของ การให้คะแนนขึ้นอยู่กับการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่เหมาะสม

8. แบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำ

แบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงวิธีการแก้ปัญหาหรือเขียนตอบอย่างอิสระ จึงใช้ประเมินได้ครอบคลุมทั้งมโนทัศน์และวิธีการคิด การวางแผนอย่างเป็นขั้นตอน การใช้ทักษะความรู้ความสามารถและประสบการณ์ด้วย

การตอบแบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำ อาจใช้วิธีการที่หลากหลายหรือเลือกใช้วิธีใดวิธีหนึ่งหรือหลายวิธีประกอบกันในการแก้ปัญหาได้ จึงใช้ประเมินผลการเรียนรู้ด้านกระบวนการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และความคิดสร้างสรรค์ การประเมินด้วยแบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำสามารถจะตรวจให้คะแนนอย่างเป็นปัจจัยได้ โดยการสร้างเกณฑ์การให้คะแนนที่มีความชัดเจนและครอบคลุมประเด็นต่าง ๆ อย่างครบถ้วน

การสร้างแบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำที่มีคุณภาพ มีหลักการดังนี้

1. ควรสร้างโจทย์หรือคำถามเพื่อจะได้คำตอบที่สะท้อนความรู้ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการ
2. หลักเลี้ยงคำถามประเภทการวัดความจำหรือมีคำตอบถูกผิดอย่างชัดเจน
3. สร้างโจทย์หรือคำถามที่ชัดเจน เพื่อสื่อความหมายให้ผู้ตอบเข้าใจตรงกัน
4. ต้องกำหนดกรอบของการตอบตามประเด็นของคำถามและแนวทางการตอบแบบอื่น ๆ
5. มีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนอย่างครอบคลุม โดยอาจกำหนดประเด็นเป็นตอน ๆ และกำหนดน้ำหนักคะแนนของแต่ละตอนอย่างชัดเจน

ตัวอย่างแบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำ

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3)

คำชี้แจง จงพิจารณาโจทย์ต่อไปนี้และแสดงวิธีทำอย่างชัดเจน

โจทย์ 1. แบ่งผลไม้ 198 ผล ออกเป็นสองกอง โดยให้ 3 ใน 4 ของผลไม้กองที่หนึ่งมากกว่า 5 ใน 7 ของผลไม้กองที่สองอยู่ 5 ผล นักเรียนมีวิธีการหาได้อย่างไร ว่าผลไม้กองที่หนึ่งมีอย่างน้อยที่สุดกี่ผล

คำตอบ.....

.....

เฉลย วิธีที่ 1

ให้ผลไม้กองที่หนึ่งมี x ผล

ให้ผลไม้กองที่สองมี y ผล $x + y = 198$

ระบบสมการที่ได้

$$\begin{array}{rcl} 3 & & 5 \\ -x & - & -y \\ \hline 4 & & 7 \end{array} = 5$$

$$x = 100$$

ผลการแก้ระบบสมการจะได้

$$y = 98$$

ดังนั้น ผลไม้ในกองที่หนึ่งมี 100 ผล

วิธีที่ 2

ให้ผลไม้กองที่หนึ่งมี x ผล

ให้ผลไม้กองที่สองมี $198 - x$ ผล

สมการที่ได้

$$\begin{array}{rcl} 3 & & 5 \\ -x & - & -(198 - x) \\ \hline 4 & & 7 \end{array} = 5$$

จึงได้

$$x = 100$$

ดังนั้น ผลไม้ในกองที่หนึ่งมี

$$100 \text{ ผล}$$

วิธีที่ 3

ผู้เรียนอาจวิเคราะห์ได้ว่า

จำนวนของผลไม้กองที่หนึ่งต้องเป็นจำนวนที่มี 4 เป็นตัวประกอบ

จำนวนของผลไม้กองที่สองต้องเป็นจำนวนที่มี 7 เป็นตัวประกอบ

ผลรวมของจำนวนผลไม้ทั้งสองกองเป็น 198 ผล

และ 3 ใน 4 ของจำนวนผลไม้กองที่หนึ่งมากกว่า

5 ใน 7 ของจำนวนผลไม้กองที่สองอยู่ 5 ผล

ดังนั้น จะใช้ตารางแสดงการวิเคราะห์ได้ดังนี้

ผลไม้กอง ที่หนึ่ง (a)	ผลไม้กอง ที่สอง (b)	รวม	$\frac{3}{4}a$	$\frac{5}{7}b$	$\frac{3}{4}a - \frac{5}{7}b$	หมายเหตุ
4	194	198	3	138.6	-134.4	ไม่ได้
16	182	198	12	130	-118	ไม่ได้
44	154	198	33	110	-77	ไม่ได้
72	126	198	54	90	-36	ไม่ได้
100	98	198	75	70	5*	ถูกต้อง
128	10	198	96	50	46	ไม่ได้
156	42	198	117	30	87	ไม่ได้

ดังนั้น ผลไม้ในกองที่หนึ่งมี 100 ผล

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำ

การให้คะแนนแบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำสามารถทำได้หลายวิธี โดยจะต้องพิจารณาให้คะแนนในส่วนของค่าตอบและการแสดงวิธีทำ ทั้งนี้การเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันอาจจะให้คะแนนเท่ากันทุกวิธี หรือให้คะแนนแต่ละวิธีไม่เท่ากัน ก็ได้ ในกรณีที่วิธีการแก้ปัญหาของแต่ละวิธีมีประสิทธิภาพที่ต่างกัน ก็อาจกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่แตกต่างกันได้ จากตัวอย่างแบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำมีวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ 3 วิธี คือ วิธีที่ 1 และวิธีที่ 2 มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน แต่วิธีที่ 3 มีข้อดี

เห็นอกกว่าวิธีที่ 1 และวิธีที่ 2 ดังนั้นถ้าผู้เรียนใช้วิธีการแก้ปัญหาวิธีที่ 3 จะได้รับคะแนนพิเศษเพิ่มขึ้นอีก 2 คะแนน เนื่องจากแสดงถึงการคิดอย่างเป็นระบบและการคิดวิเคราะห์ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบรวมของแบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำ

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
5	คำตอบถูกต้อง และแสดงวิธีทำที่มีประสิทธิภาพโดยแสดงถึงการคิดอย่างเป็นระบบและการคิดวิเคราะห์
3	คำตอบถูกต้อง และแสดงวิธีทำถูกต้องสมบูรณ์
2	คำตอบไม่ถูกต้อง แต่แสดงวิธีทำถูกต้อง
1	คำตอบไม่ถูกต้อง มีการแสดงวิธีทำแต่ยังไม่สมบูรณ์
0	คำตอบไม่ถูกต้อง และแสดงวิธีทำไม่ถูกต้อง

แบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำมีข้อดีและข้อจำกัดดังนี้

ข้อดี

- ใช้วัดความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ด้วยตัวผู้เรียนเอง เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้และความคิดด้วยภาษาของตนเอง
- ใช้วัดความสามารถด้านความคิดระดับสูง เช่น ความคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ และความสามารถด้านการใช้ภาษาและการสื่อสาร
- ใช้วัดทักษะกระบวนการ ความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิม ความรู้ใหม่ และข้อมูลจากโจทย์ปัญหา
- มีโอกาสเดาได้น้อย จึงใช้แยกความสามารถของผู้เรียนได้อย่างชัดเจน

- สามารถสร้างเป็นโจทย์ปัญหาได้ง่าย
- ใช้วัดความสามารถในการเขียนตอบได้

ข้อจำกัด

1. ตรวจให้คะแนนได้ยาก มีความเป็นปrunย์ตា และต้องใช้เวลา many
2. สร้างเกณฑ์การให้คะแนนได้ยาก
3. ใจที่ปัญหาที่แก้ได้หลากหลายวิธีอาจมีปัญหาต่อการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน
4. ไม่สามารถใช้กับผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางการเขียน
5. ลายมือของผู้ตอบอาจมีผลต่อความเที่ยงตรงของการให้คะแนน

แบบทดสอบทั้งหมดดังกล่าวข้างต้น สร้างขึ้นเพื่อประเมินความรู้ความสามารถของผู้เรียน เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงการเรียนการสอน รวมทั้งกำหนดค่าระดับคะแนนของผู้เรียน ดังนั้นในการเลือกใช้แบบทดสอบแต่ละประเภท ผู้สอนต้องตระหนักรถึงจุดประสงค์ที่ต้องการประเมินและความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ได้ระบุไว้ รวมทั้งเลือกใช้แบบทดสอบที่ได้มาตรฐาน



บทที่

3

การวัดผลประเมินผล ตามสภาพริบ

การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามสภาพจริง มีเครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลได้หลากหลาย จำแนกตามลักษณะของวิธีการประเมินได้ 3 ลักษณะ คือ การประเมินโดยผู้สอนเพียงฝ่ายเดียว การประเมินร่วมกันของผู้สอน ผู้เรียนและผู้เกี่ยวข้อง และการประเมินโดยผู้เรียนเอง ทั้งนี้ในส่วนการประเมินโดยผู้สอนที่ใช้เครื่องมือประเภทแบบทดสอบแบบต่าง ๆ ได้แก่ ลำไليس์แล็กในบทที่ 2 ในบทนี้จึงนำเสนอวิธีการประเมินที่ผู้สอน ผู้เรียน และผู้เกี่ยวข้องร่วมกันประเมิน หรือผู้เรียนประเมินตนเองเอง จากผลงานในรูปของภาระงานที่ได้รับมอบหมาย เพิ่มสะสภงานคณิตศาสตร์ และโครงงานคณิตศาสตร์ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การงานที่ได้รับมอบหมาย

ภาระงานที่ได้รับมอบหมาย เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีโอกาสใช้ความรู้ความคิด ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และการแสดงออกด้านต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย มีการใช้เหตุผล การสื่อสาร การนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ และมีความคิดสร้างสรรค์ รวมทั้งส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ ตลอดจนฝึกให้ทำงานอย่างเป็นระบบ มีระเบียบวินัย มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ และมีความเชื่อมั่นในตนเอง

ภาระงานที่ได้รับมอบหมายความลักษณะดังต่อไปนี้

1. เป็นกิจกรรมที่สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังตามมาตรฐานการเรียนรู้ชั้นหนึ่งหรือสอดคล้องกับสาระเพิ่มเติม โดยบูรณาการกับสถานการณ์จริงหรือกับศาสตร์รื่น ๆ

2. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แสดงออกและประยุกต์ใช้มโนทศน์ รวมทั้งใช้ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อการสร้างสรรค์ผลงาน

3. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการค้นพบด้วยตนเองที่ทำให้เกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย

4. แสดงถึงความรู้ความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของผู้เรียน รวมทั้งความสามารถด้านการจัดการและการลงมือปฏิบัติจริง

5. ปลูกฝังผู้เรียนให้มีนิสัยในการทำงานที่ดี มีความมุ่งมั่น พากเพียรพยายาม มีเหตุผล มีการวางแผนการทำงานอย่างเป็นระบบและมีความรับผิดชอบ

การกำหนดภาระงานให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้อย่างเต็มศักยภาพ จะต้องพิจารณาร่วมกันระหว่างผู้สอนและผู้เรียนดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของกิจกรรมต่าง ๆ ในภาระงานอย่างชัดเจน

2. เลือกวิธีดำเนินงาน การตรวจสอบ การติดตาม และการวัดผลประเมินผลที่เหมาะสมกับพัฒนาการของผู้เรียนและจุดมุ่งหมายของภาระงาน

3. กำหนดขอบเขตการดำเนินงานอย่างครอบคลุมและชัดเจน

4. กำหนดเกณฑ์การประเมินผลที่มีประสิทธิภาพ เพื่อแยกจุดเด่นและจุดด้อยตามความแตกต่างของผู้เรียน

ในที่นี้จะแสดงลักษณะสำคัญของภาระงานแต่ละรูปแบบ และหลักการประเมินผลภาระงานที่ได้รับมอบหมายดังต่อไปนี้

1.1 รูปแบบของภาระงานที่ได้รับมอบหมาย

ภาระงานที่ได้รับมอบหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีรูปแบบหลากหลาย ในที่นี้จะเสนอรูปแบบที่เป็นไปได้ 4 รูปแบบดังต่อไปนี้

1.1.1 แบบฝึกหัด

1.1.2 ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.1.3 การศึกษาค้นคว้าทางคณิตศาสตร์

1.1.4 การร่วมกิจกรรมการเรียนรู้

ภาระงานที่ได้รับมอบหมายทางคณิตศาสตร์แต่ละภาระงานจะมีวิธีการประเมินที่แตกต่างกัน ภาระงานบางรูปแบบ เช่น แบบฝึกหัด ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การศึกษาค้นคว้าทางคณิตศาสตร์และการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ จะใช้วิธีการประเมินที่ไม่ซับซ้อน ส่วนแฟ้มสะสมงานและโครงการคณิตศาสตร์จะต้องใช้วิธีการประเมินอย่างต่อเนื่องด้วยวิธีการประเมินหลายลักษณะ ทั้งโดยผู้เรียนประเมินตนเองและผู้สอน ประเมินกระบวนการและผลงานของผู้เรียน หรือเปิดโอกาสให้ผู้เกี่ยวข้องร่วมประเมินด้วย การประเมินแฟ้มสะสมงานและโครงการคณิตศาสตร์จึงมีวิธีการที่แตกต่างจากการภาระงานอื่นๆ ในที่นี้จะแยกวิธีประเมินแฟ้มสะสมงานและโครงการคณิตศาสตร์ออกจาก การประเมินภาระงานที่ได้รับมอบหมายอื่น ๆ

ภาระงานทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับมอบหมายแต่ละรูปแบบ มีลักษณะ สำคัญและรายละเอียดดังนี้

1.1.1 แบบฝึกหัด

แบบฝึกหัดเป็นภาระงานที่ช่วยให้ผู้เรียน ได้มีโอกาสทบทวนผลการเรียนรู้ ในเนื้อหาสาระต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้มาแล้ว การทำแบบฝึกหัดมีจุดมุ่งหมายสำคัญเพื่อ

1. ฝึกใช้กฎ หลักการ ทฤษฎี หรือข้อตกลงต่าง ๆ
2. เพิ่มพูนความรู้ความเข้าใจในสาระการเรียนรู้และมโนทัศน์ต่าง ๆ
3. ตรวจสอบความรู้ความเข้าใจและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังตามสาระการเรียนรู้ที่กำหนด
4. พัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ รวมทั้งส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์

5. ฝึกฝนให้เกิดความแม่นยำในการใช้ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อตรวจสอบการคิดและการแก้ปัญหา

6. ฝึกการทำงานอย่างเป็นระบบ มีระเบียบวินัย มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ และมีความเชื่อมั่นในตนเอง

7. ประเมินผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนจากผลการทำแบบฝึกหัดของผู้เรียน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ต่อไป

ประเภทของแบบฝึกหัด

เนื้อหาสาระของแบบฝึกหัดจะต้องมีความสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ที่กำลังเรียนอยู่ในช่วงเวลาหนึ่น มีความยากง่ายที่เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน ทั้งนี้อาจจำแนกแบบฝึกหัดตามระดับความสามารถของผู้เรียนได้ 3 ประเภท คือ

1. แบบฝึกหัดสำหรับผู้เรียนที่มีระดับสติปัญญาสูงหรือมีความสนใจทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยโจทย์ที่มีลักษณะสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังโดยเรียงลำดับจากง่ายไปยาก และควรเพิ่มเติมโจทย์ที่แสดงถึงการเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ ที่มีความซับซ้อน มีความท้าทาย และช่วยขยายความรู้เพิ่มเติมทั้งในส่วนลึกและกว้างจากสาระที่เรียนตามปกติ เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์อย่างเต็มที่

2. แบบฝึกหัดสำหรับผู้เรียนที่มีระดับสติปัญญาปานกลาง มีลักษณะเป็นโจทย์ที่มีความยากง่ายสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง มีปริมาณที่เหมาะสมกับเวลาและไม่ทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย

3. แบบฝึกหัดสำหรับผู้เรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำหรือไม่มีความสนใจทางคณิตศาสตร์ เป็นโจทย์ที่มีลักษณะของกราฟบทวนความรู้ความเข้าใจ และฝึกทักษะตรงตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ไม่มีความซับซ้อนและมีปริมาณที่เหมาะสมกับเวลาเพื่อให้ผู้เรียนมีความสนใจที่จะทำแบบฝึกหัดและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

แบบฝึกหัดที่มีขอบหมายให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนอาจจำแนกได้ 3 ประเภท คือ

1. แบบฝึกหัดในชั้นเรียน ที่ผู้สอนกำหนดให้ใช้วิธีไดวิธีหนึ่งหรือหลายวิธีประกอบกันเพื่อวัดผลการแก้ปัญหา เช่น ให้ผู้เรียนทำกิจกรรมเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่ม ในห้องเรียนหรือนอกห้องเรียน ให้อธิบายหรือแสดงวิธีทำงานกระดานเพื่อให้ผู้เรียนได้ค้นหากฎเกณฑ์ต่าง ๆ ได้ด้วยตนเองโดยการแนะนำของผู้สอน

2. แบบฝึกหัดท้ายเรื่องที่มีลักษณะเป็นการสรุปผลการเรียนว่า ที่ผู้สอนกำหนดให้ผู้เรียนทำในลักษณะของการบ้านก็ได้ โดยผู้สอนกำหนดตามความสามารถของผู้เรียนเพื่อการฝึกทักษะให้เกิดความแม่นยำและรวดเร็ว

3. แบบฝึกหัดท้ายบทหรือแบบฝึกหัดระหว่าง เป็นแบบฝึกหัดที่ต้องใช้ความรู้และวิธีการที่หลากหลายผสมผสานกัน เพื่อให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้ด้านต่าง ๆ หรือเพื่อเป็นการทบทวนความรู้และฝึกทักษะเพิ่มเติม

1.1.2 ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นสถานการณ์หรือสถานการณ์ที่มีเนื้อหาสาระกระบวนการ หรือความรู้ที่ผู้เรียนไม่คุ้นเคยมาก่อน และไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที การหาคำตอบจะต้องใช้ความรู้และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ ประกอบกับความสามารถด้านการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการตัดสินใจ

ปัญหาทางคณิตศาสตร์ควรมีลักษณะดังนี้

1. สถานการณ์ของปัญหาและความยากง่ายต้องเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน
2. ให้ข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในการพิจารณาแก้ปัญหาได้
3. ข้อมูลมีความทันสมัยและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนหรือเป็นเหตุการณ์ที่เป็นไปได้จริง

4. ภาษาที่เข้มีความชัดเจน วัดกุม และเข้าใจได้ง่าย
5. หากำตอปได้ hely วิธีและอาจแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการต่าง ๆ เช่น การเขียนแผนภาพ การจัดทำตาราง หรือการสร้างสมการ
6. มีความท้าทายต่อความสามารถและช่วยกระตุ้นให้เกิดการพัฒนา การเรียนรู้ของผู้เรียน

กระบวนการแก้ปัญหามีวิธีการที่หลากหลายและประกอบด้วยหลายขั้นตอน ในที่นี้จะเสนอกระบวนการแก้ปัญหาที่ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา ผู้แก้ปัญหาจะต้องทำความเข้าใจกับปัญหาที่พบในประเด็นต่าง ๆ คือ (1) ปัญหาถามว่าอย่างไร (2) ให้ข้อมูลใดมาแล้วบ้าง และ (3) มีเงื่อนไขหรือต้องการข้อมูลใดเพิ่มเติมอีกรึไม่ การวิเคราะห์ปัญหาจะช่วยให้เข้าใจปัญหาและทำให้กระบวนการแก้ปัญหาดำเนินไปอย่างราบรื่น การประเมินความเข้าใจปัญหาสามารถทำได้ด้วยการเขียนแสดงประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

2. วางแผนการแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้จะเป็นการคิดวางแผนเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหา โดยใช้ข้อมูลจากปัญหาที่ได้วิเคราะห์ไว้แล้วในขั้นตอนที่ 1 ประกอบกับข้อมูลและความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นมาใช้ประกอบการวางแผนแก้ปัญหา ในกรณีที่ต้องตรวจสอบปัญหาโดยการทดลอง ขั้นตอนนี้จะเป็นการวางแผนการทดลองซึ่งประกอบด้วยการสร้างข้อความคาดการณ์* การออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบข้อความคาดการณ์ และแนวทางหรือเกณฑ์ในการประเมินผลการแก้ปัญหา

3. ดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้จะเป็นการลงมือแก้ปัญหาตามที่ได้วางแผนไว้แล้ว และรวมถึงการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบที่หาได้อีกด้วย ถ้าคำตอบไม่ถูกต้องก็ดำเนินการแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง โดยผู้เรียนจะต้องมองย้อนกลับไปทำความเข้าใจอีกครั้งว่ามีข้อบกพร่องประการใด เช่น ข้อมูลที่กำหนดให้ไม่เพียงพอที่จะใช้ในการเริ่มต้นแก้ปัญหา

* การสร้างข้อความคาดการณ์ มีความหมายเช่นเดียวกับการตั้งสมมติฐาน ที่ใช้อยู่ในคู่มือวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์

4. ตรวจสอบการแก้ปัญหา เป็นการประเมินภาพรวมของการแก้ปัญหา ทั้งด้านวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา การตัดสินใจ และการนำไปประยุกต์ใช้ ตลอดจนความองค์กรกลับไปยังขั้นตอนต่าง ๆ เพื่อตรวจสอบว่ามีคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาแบบอื่น เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขวิธีแก้ปัญหาให้ชัดเจนและเหมาะสมยิ่งขึ้น ตลอดจนการขยายผลการแก้ปัญหาให้อยู่ในรูปของหลักการทั่วไปด้วย

กระบวนการแก้ปัญหาที่ได้กล่าวมาแล้ว จะช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถและทักษะต่าง ๆ นอกเหนือจากความรู้ในเนื้อหาสาระดังต่อไปนี้

1. การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย
2. การให้เหตุผลและการตัดสินใจ
3. การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ
4. การเข้มข้นความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเข้มข้นคณิตศาสตร์ กับศาสตร์อื่น ๆ
5. การมีความคิดสร้างสรรค์

การแก้ปัญหาได้ ๆ จะต้องใช้การตัดสินใจเข้าเกี่ยวข้องด้วยเสมอ ใน การเลือกวิธีการ เลือกผลที่ได้จากการแก้ปัญหา รวมทั้งตัดสินใจว่าการแก้ปัญหานั้น ประสบความสำเร็จมากน้อยเพียงใด การตัดสินใจจะมีกระบวนการคิดดังนี้

1. การกำหนดเป้าหมายของการตัดสินใจ
2. การสร้างทางเลือก
3. การวิเคราะห์ข้อดีข้อเสียของทางเลือก
4. การจัดลำดับความสำคัญของทางเลือก
5. การตัดสินเพื่อเลือกแนวทางที่ดีที่สุด
6. การใช้งานเลือกที่ตัดสินใจแล้ว

การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนา
ความสามารถด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ความสามารถในการเข้าใจปัญหา ผู้เรียนควรได้รับการฝึกฝนให้อ่าน
และทำความเข้าใจปัญหา โดยเริ่มจากการตั้งคำถามเพื่อเป็นแนวทางที่ใช้ระบุประเด็น
ปัญหา ตัวแปรสำคัญ และความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร แล้วเพิ่มความซับซ้อน
ของปัญหาโดยปรับเปลี่ยนขนาดของปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคำถามที่อยู่ในปัญหา

2. ความสามารถในการวางแผนการแก้ปัญหา ผู้เรียนควรได้รับการฝึกฝน
ให้แก้ปัญหาที่หลากหลายและแตกต่าง เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนมีการคิดวางแผนด้วยตนเอง
ก่อนลงมือ และควรฝึกฝนการคิดวางแผนอย่างสม่ำเสมอ

3. ความสามารถในการดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ ผู้เรียน
ควรฝึกการแสดงวิธีทางคิดอบทามลำดับความคิดที่วางแผนไว้ ทั้งนี้ในขณะที่ดำเนินการ
แก้ปัญหานครได้บันทึกรายละเอียดของการแก้ปัญหาไว้ด้วย

4. ความสามารถในการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบและวิธีการ
แก้ปัญหาด้วยขั้นตอนดังนี้ (1) การมองย้อนกลับเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง
ของกระบวนการ และ (2) การขยายมโนทัศน์เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการแก้ปัญหาอื่น ๆ
ที่มีลักษณะเดียวกัน แนวทางการฝึกฝนผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถในการ
แก้ปัญหามีดังนี้

- (1) กระตุ้นให้มองเห็นความสำคัญของการตรวจสอบคำตอบที่ได้
 - (2) ฝึกฝนให้คาดคะเนคำตอบ และตระหนักรถึงความสมเหตุสมผล
ของคำตอบ เพื่อพัฒนาความสามารถด้านความรู้สึกเชิงจำนวน (number sense)
 - (3) ฝึกให้สามารถตีความหมายของคำตอบ
 - (4) ส่งเสริมให้ทำแบบฝึกหัดที่มีวิธีการหาคำตอบได้หลายวิธี
 - (5) ฝึกให้สร้างโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับสาระการเรียนรู้ด้วยตนเอง
 - (6) ฝึกให้หาข้อสรุปทั่วไปจากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.1.3 การศึกษาค้นคว้าทางคณิตศาสตร์

การศึกษาค้นคว้าทางคณิตศาสตร์ เป็นภาระงานที่ผู้เรียนได้รับมอบหมายให้ศึกษาค้นคว้า เรียบเรียง เพื่อให้ได้ความหมายอย่างครอบคลุมกับประเด็นที่ต้องการศึกษา และนำเสนอผลการศึกษาในรูปแบบต่าง ๆ โดยผู้สอนทำหน้าที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับแหล่งการเรียนรู้และแนวทางในการค้นคว้า ตลอดจนเป็นที่ปรึกษาระหว่างการค้นคว้าด้วย

การศึกษาค้นคว้าทางคณิตศาสตร์จำแนกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. การศึกษาค้นคว้าตามที่ได้รับมอบหมาย งานที่ผู้เรียนได้รับมอบหมายให้ศึกษาค้นคว้า ควรมีเนื้อหาสาระสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังตามมาตรฐานการเรียนรู้ชั้น หรือสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมที่ผู้เรียนกำลังเรียนอยู่ในช่วงเวลานั้น

2. การศึกษาค้นคว้าตามความสนใจของผู้เรียน งานที่ผู้เรียนสนใจค้นคว้าอาจมีเนื้อหาสาระสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ที่กำลังศึกษาอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นการศึกษาค้นคว้าตามความสนใจ หรือตามความรู้ความสามารถของผู้เรียนทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนถึงความรู้ใหม่ที่ผู้เรียนยังไม่เคยเรียนรู้มาก่อน

การศึกษาค้นคว้าทางคณิตศาสตร์ มีจุดมุ่งหมายเพื่อส่งเสริมผู้เรียนในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ฝึกการวางแผนและทำงานอย่างเป็นระบบ
2. ฝึกความรับผิดชอบและสร้างความเชื่อมั่นในตนเอง
3. ฝึกทักษะการสืบเสาะหาความรู้
4. ฝึกการใช้วิจารณญาณในการค้นคว้าและเลือกใช้แหล่งการเรียนรู้ที่เหมาะสม

5. ฝึกทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอ ตลอดจนการแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างผู้เรียน ผู้สอน และผู้เกี่ยวข้อง

6. ฝึกการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ
7. ฝึกการคิดวิเคราะห์สร้างสรรค์
 8. เพิ่มพูนความรู้ตามความถนัดและความสนใจ
 9. ส่งเสริมให้ตระหนักในคุณค่าและประโยชน์ของคณิตศาสตร์ และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

ตัวอย่างประเด็นทางคณิตศาสตร์ที่นำไปใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. เรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ด้านประวัติของคณิตศาสตร์ ในยุคสมัยต่าง ๆ เช่น นานาโลก (ประมาณ 2,000 ปี ก่อนคริสต์ศักราช) อียิปต์ (ช่วง 3,000 – 500 ปีก่อนคริสต์ศักราช) การพัฒนาการของคณิตศาสตร์แขนงต่าง ๆ เช่น พีชคณิต แคลคูลัส และเรขาคณิตนอกรอบบัญคคลิด หรือประวัติของนักคณิตศาสตร์ เช่น ไอยพาร์ที ฟิบอนัค基 และพีทาゴรัส
2. วิธีการทางคณิตศาสตร์ เช่น การหาจำนวนเฉพาะ วิธีการหาขั้นตอนการหารของบัญคคลิด ระเบียบวิธีกำลังสองน้อยสุด
3. โจทย์ที่ผู้เรียนเข้าใจคาดเดล่อนหรือคิดผิดพลาดอยู่เสมอ ในกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์แต่ละเรื่อง อาจมีโจทย์ปัญหางานลักษณะที่ผู้เรียนเข้าใจผิด หรือคิดคำนวนผิดพลาดเสมอ หรือแปลความหมายของโจทย์ไม่ถูกต้อง
4. โจทย์ที่บูรณาการหรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน โจทย์ลักษณะนี้เป็นประเด็นศึกษาค้นคว้าที่มีประโยชน์มาก เนื่องจากทำให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงหลักการและทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้อย่างเหมาะสม
5. แนวคิดใหม่ทางคณิตศาสตร์ เช่น ความรู้ทางด้านวิทยุตคณิต (discrete mathematics) แฟร์กทัล (fractal) รวมทั้งความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสารสนเทศ (ICT : information and communication technology) ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์

6. สิงประดิษฐ์ที่เป็นการนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ เช่น อุปกรณ์วัดความสูงของสิ่งก่อสร้าง

7. การประยุกต์ใช้เรขาคณิตในงานศิลปะนิดต่าง ๆ

ในที่นี้ได้แสดงตัวอย่างโจทย์ที่ผู้เรียนเข้าใจผิดหรือคิดผิดพลาดเสมอ และตัวอย่างโจทย์ที่บูรณาการหรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งได้นำหลักการทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม



ตัวอย่างโจทย์ที่ผู้เรียนคิดผลแพดเสมอ

โจทย์ 1. ชายคนหนึ่งขุดหลุมกว้าง 1 เมตร ยาว 1 เมตร และลึก 1 เมตร ในเวลา 1 ชั่วโมง ถ้าชายคนนี้ต้องการขุดหลุมกว้าง 2 เมตร ยาว 2 เมตร และลึก 2 เมตร โดยอุบัติ ขุดด้วยกำลังที่ขนาดเท่ากันเสมอ และเริ่มขุดเวลา 6.00 น. โดยหดพักหนึ่งครั้งเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ชายคนนี้ใช้เวลาขุดหลุมเท่าใดและเสร็จเวลาใด

ให้ผู้เรียนพิจารณาแนวทางการตอบต่อไปนี้ว่าถูกต้องหรือไม่ พร้อมทั้งบอกเหตุผล

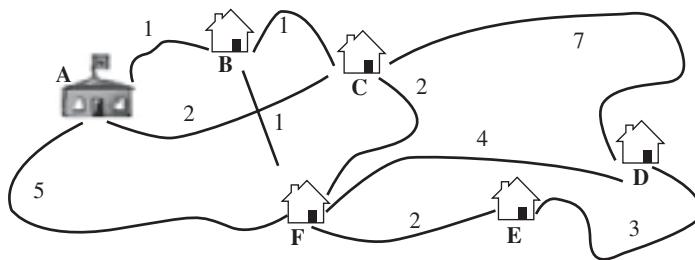
ชื่อนักเรียน	คำตอบ	
	เวลาที่ใช้ขุดหลุม	เวลาที่ขุดหลุมเสร็จ
ด.ช. กบ	2 ชั่วโมง	8.00 น.
ด.ช. ไก่	2 ชั่วโมง	9.00 น.
ด.ญ. กุ้ง	6 ชั่วโมง	12.00 น.
ด.ญ. ก้อย	6 ชั่วโมง	13.00 น.
ด.ญ. แก้ว	8 ชั่วโมง	15.00 น.

เฉลย 1. ด.ญ. แก้ว ตอบถูกต้อง

ข้อสังเกต ผู้เรียนส่วนใหญ่จะตอบว่าขุดหลุมเสร็จเวลา 9.00 น. เนื่องจากขาดความรู้ และความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกับปริมาตร โดยผู้เรียนจะคิดว่า เมื่อชายคนหนึ่งใช้เวลา 1 ชั่วโมงในการขุดหลุมกว้าง 1 เมตร ยาว 1 เมตร และลึก 1 เมตร ถ้าชายคนนี้ต้องการขุดหลุมกว้าง 2 เมตร ยาว 2 เมตร และลึก 2 เมตร จึงต้องใช้เวลาเป็น 2 เท่า หรือ 2 ชั่วโมง เมื่อเริ่มขุดเวลา 6.00 น. และหดพัก 1 ชั่วโมง ชายคนนี้จึงขุดหลุมเสร็จเวลา 9.00 น. ซึ่งเป็นคำตอบที่ผิด

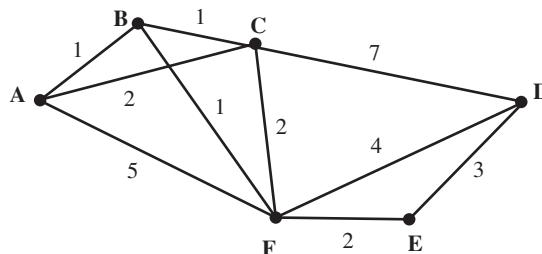
ตัวอย่างโจทย์ที่บูรณาการหรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

โจทย์ 1. ให้ A เป็นที่ทำการไปรษณีย์โทรเลขแห่งหนึ่ง B, C, D, E และ F เป็นหมู่บ้านที่บูรุษไปรษณีย์ต้องนำไปรษณีย์กันที่ไปจ่ายให้แต่ละหมู่บ้านตามเส้นทางต่าง ๆ ดังรูป โดยกำหนดตัวเลขที่กำกับเส้นถนนความยาวของถนน (หน่วยเป็นกิโลเมตร)



ถ้าบูรุษไปรษณีย์ต้องการนำจ่ายไปรษณีย์กันที่ให้ครบทุกหมู่บ้าน โดยไม่ข้ามเส้นทางเดิมและระยะทางที่น้อยที่สุดเป็นเท่าใด (สร้างแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์แสดงการแก้ปัญหาดังกล่าว)

เฉลย 1. แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์แสดงได้ดังนี้



เส้นทางที่บูรุษไปรษณีย์นำจ่ายไปรษณีย์กันที่ให้ครบทุกหมู่บ้านโดยไม่ข้ามเส้นทางเดิม และกลับมาที่ทำการไปรษณีย์ มีเดินทางคำตอบโดยมีแนวคำตอบดังนี้

แบบที่ 1 : $A \rightarrow B \rightarrow F \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow F \rightarrow C \rightarrow A$

ระยะทางเท่ากับ $1 + 1 + 4 + 3 + 2 + 2 + 2 = 15$ กิโลเมตร

แบบที่ 2 : $A \rightarrow C \rightarrow F \rightarrow E \rightarrow D \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow A$

ระยะทางเท่ากับ $2 + 2 + 2 + 3 + 7 + 1 + 1 = 18$ กิโลเมตร

แบบที่ 3 : $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow F \rightarrow E \rightarrow D \rightarrow F \rightarrow A$

ระยะทางเท่ากับ $1 + 1 + 2 + 2 + 3 + 4 + 5 = 18$ กิโลเมตร

จากแนวคำตอบข้างต้น จะได้ว่า แบบที่ 1 มีระยะทางน้อยที่สุด คือ 15 กิโลเมตร

1.1.4 การร่วมกิจกรรมการเรียนรู้

การร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้ในลักษณะต่าง ๆ เช่น การเข้าร่วมกิจกรรมการสาขิต การทดลอง การศึกษาสำรวจ และการซัมนิทรรศการหรือการแสดงผลงาน

การร่วมกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีจุดมุ่งหมายเพื่อส่งเสริมผู้เรียนในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. เรียนรู้การสร้างข้อความคาดการณ์และการสำรวจตรวจสอบ
2. พัฒนาทักษะการแก้ปัญหาจากสภาพปัญหาที่แท้จริง
3. พัฒนาทักษะการออกแบบทดลองหรือเลือกใช้สื่ออุปกรณ์ที่เหมาะสม
4. ศึกษาหาความรู้ตามความสนใจและความถนัดของผู้เรียน
5. เรียนรู้วิธีการที่ทันสมัยในแขนงต่าง ๆ
6. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้น
7. พัฒนาความสามารถในการรวมข้อมูล
8. ส่งเสริมให้เห็นคุณค่าและประโยชน์ของคณิตศาสตร์ รวมทั้งมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

การเข้าร่วมกิจกรรมการสาขิต การทดลอง การศึกษาสำรวจ มีขั้นตอนในการทำกิจกรรมดังนี้

1. การสังเกต การคิดวิเคราะห์ และการคาดคะเน
2. การจำแนกประเภทและการจัดลำดับของข้อมูล
3. การสร้างข้อความคาดการณ์
4. การให้บทนิยามและการกำหนดตัวแปร
5. การออกแบบการทดลองหรือออกแบบการทำกิจกรรม
6. การสำรวจตรวจสอบข้อความคาดการณ์
7. การบันทึกผล
8. การแปลความหมาย การวิเคราะห์และการประเมินผล
9. การลงข้อสรุปและการนำไปใช้

การซัมมนิทรรศการหรือการแสดงผลงาน ผู้เรียนควรมีโอกาสได้เข้าชมนิทรรศการ หรือการแสดงผลงานที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ตามสถานที่ต่าง ๆ เช่น องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ แห่งชาติ ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา สวนวิทยาศาสตร์ (science park) ทั้งนี้ผู้เรียนที่เข้าชมนิทรรศการต้องบันทึกผลการเรียนรู้ที่ได้รับจากการร่วมเข้าชมนิทรรศการด้วย

ภาระงานที่ได้รับมอบหมายอูปแบบต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมาแล้วมีข้อดีและข้อจำกัดดังนี้

ข้อดี

1. ช่วยให้ผู้สอนเข้าใจถึงความสนใจและความถนัดของผู้เรียน ทำให้สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ตามศักยภาพของผู้เรียนแต่ละคน
2. ผู้สอนสามารถเลือกภาระงานให้เหมาะสมกับเป้าหมายของวิชา และวัดสมรรถภาพของผู้เรียนได้ตรงตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
3. ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามสภาพจริง มีการเรียนรู้ด้วยตนเองและประเมินความสามารถของตนเอง
4. ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างถาวรจากการได้ลงมือปฏิบัติจริง

ข้อจำกัด

1. ภาระงานที่กำหนดให้ อาจไม่หลากหลายเพียงพอที่จะสนองความต้องการและความแตกต่างของผู้เรียน
2. ภาระงานที่ได้รับมอบหมายบางเรื่อง อาจไม่สูงใจให้ผู้เรียนปฏิบัติ
3. การประเมินผลภาระงานอาจคลาดเคลื่อนหรือไม่ตรงตามต้องการ
4. การประเมินผลอาจเกิดความล้าเอียง จากการที่ผู้สอนไม่มีทักษะในการกำหนดวิธีการ และสร้างเครื่องมือวัดผลประเมินผลที่มีความยืดหยุ่นตามสถานการณ์

1.2 การนำเสนอภาระงานที่ได้รับมอบหมาย

ผลงานที่ได้จากการทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายทุกกรุ๊ปแบบสามารถนำเสนอได้หลายลักษณะ เช่น ในรูปของบทความทางคณิตศาสตร์ สิงประดิษฐ์ ประกอบการเรียนรู้ แผนภูมิหรือแผนภาพ ผังมโนทัศน์แสดงการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ ของมโนทัศน์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง แบบบันทึกทางคณิตศาสตร์ (math note) สิงประดิษฐ์ ในรูปของเกม แบบจำลองต่าง ๆ และสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น

การรายงานเพื่อการนำเสนอภาระงานที่ได้รับมอบหมายดังกล่าว ควรมีส่วนประกอบของแบบบันทึกดังนี้



ตัวอย่างแบบนำเสนอการงานที่ได้รับมอบหมาย

แบบนำเสนอการงานที่ได้รับมอบหมาย

ชื่อเรื่องหรือชื่อสิ่งประดิษฐ์.....

ชื่อผู้เรียน ชั้น

ระยะเวลา

จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1.

2.

ผลการศึกษาค้นคว้า

.....

.....

(กรณีที่เป็นสิ่งประดิษฐ์จะต้องระบุสาระการเรียนรู้ที่ใช้ในการประดิษฐ์ ชั้นตอน

ของการประดิษฐ์ และผลของการประดิษฐ์)

ประโยชน์ที่ได้รับ

1.

2.

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

แหล่งการเรียนรู้

1.

2.

การนำเสนอภาระงานที่ได้รับมอบหมาย อาจไม่จำเป็นต้องบันทึกให้ครบ
ทั้ง 8 รายการได้ เช่น อาจบันทึกเพียงว่าครัวเป็นผู้จัดทำ เรื่องอะไร รายละเอียด
เป็นอย่างไร และศึกษาค้นคว้ามาจากแหล่งใด เพื่อเป็นการลดภาระและไม่ทำให้ผู้เรียน
รู้สึกเบื่อหน่ายต่อการทำภาระงาน

ตัวอย่างการนำเสนอภาระงานที่มอบหมายให้ศึกษาค้นคว้าทางคณิตศาสตร์

ชื่อเรื่อง พีทาゴรัส (Pythagoras)
ชื่อผู้เรียน ด.ญ. สายฝน รักการเรียน ชั้น ม. 2
ระยะเวลา 1 เดือน

จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

- เพื่อเป็นการสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับบุคคลสำคัญทางคณิตศาสตร์

ผลการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พีทา哥รัส

พีทา哥รัสเป็นนักคณิตศาสตร์ที่มีชื่อเสียงมาก จากหลักฐานทางประวัติศาสตร์
เชื่อว่าพีทา哥รัสมีอายุอยู่ในราว 580-496 ปีก่อนคริสต์ศักราช พีทา哥รัสเป็น
นักปรัชญาชาวกรีก นักดาราศาสตร์ นักคณิตวิ แลตนักคณิตศาสตร์ โดยเราเริ่มชีวิต
ในวัยเยาว์อาศัยอยู่ในประเทศกรีก ต่อมาได้ย้ายถิ่นพำนังไปติดต่อกันในประเทศอิตาลี
ที่เมืองโครตัน และได้ก่อตั้งสำนักพีทา哥เรียนเพื่อศึกษาทางปรัชญาและศาสนา

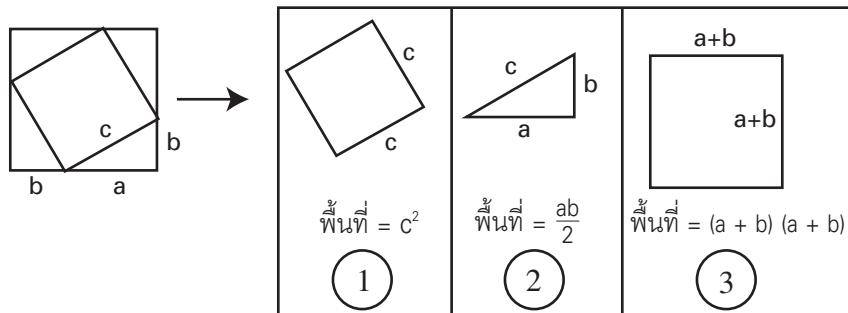
แนวคิดที่สำคัญ คือ หลายสิ่งหลายอย่างสามารถอธิบายให้เข้าใจได้ด้วย
คณิตศาสตร์ ทำให้การพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เป็นเรื่องที่มีความ
สำคัญยิ่ง พีทา哥รัสและสาวกได้ทำการพิสูจน์ทฤษฎีบททางคณิตศาสตร์หลายเรื่อง

การศึกษาค้นคว้าทางคณิตศาสตร์

เรื่อง พีทาゴรัส (ต่อ)

สิ่งที่สำคัญและดีอีกได้ว่าเป็นทฤษฎีของพีทา哥รัสที่มีชื่อเสียง คือ ความสัมพันธ์ของด้านสามด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ซึ่งความรู้นี้มีมาแล้วกว่า 700 ปี ก่อนคริสต์ศักราช แต่การนำมาพิสูจน์อ้างอิงและรวบรวมได้กระบวนการในยุคของพีทา哥รัส

ทฤษฎีของพีทา哥รัสในเรื่อง ความสัมพันธ์ของด้านสามด้านของ รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก พีทา哥รัสมีวิธีการพิสูจน์โดยใช้หลักการของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส สองรูปที่อยู่บนระนาบ ดังตัวอย่าง



$$\text{นั่นคือ } \text{พื้นที่รูปที่ } (1) + 4(\text{พื้นที่รูปที่ } (2)) = \text{พื้นที่รูปที่ } (3)$$

$$c^2 + 4\left(\frac{ab}{2}\right) = (a + b)^2$$

$$c^2 + 2ab = a^2 + 2ab + b^2$$

$$c^2 = a^2 + b^2$$

เรื่องราวของพีทา哥รัสที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์มีหลายอย่าง เช่น พีทา哥รัสได้กล่าวถึงลักษณะของด้านและมุมของรูปสามเหลี่ยมและรูปหลายเหลี่ยม ต่าง ๆ จนถือได้ว่าเป็นพื้นฐานแห่งทฤษฎีบทหลายบทในปัจจุบัน เช่น ผลบวกของ มุมภายในของรูปสามเหลี่ยมใด ๆ มีค่าเท่ากับสองมุมฉาก และยังสามารถขยายต่อไป ได้อีกว่าในรูปหลายเหลี่ยมที่มีจำนวนด้านเท่ากับ n ผลบวกของมุมภายในรวมเท่ากับ $2n-4$ มุมฉาก นอกจากนี้พีทา哥รัสยังกล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างเศษส่วนกับ ทฤษฎีเดอนต์รี จำนวนนคู่ จำนวนคี่ จำนวนเชิงรูปเหลี่ยม จำนวนตรรกยะ

การศึกษาค้นคว้าทางคณิตศาสตร์

เรื่อง พีทาゴรัส (ต่อ)

แหล่งการเรียนรู้

เว็บไซต์ที่เกี่ยวข้องกับนักคณิตศาสตร์

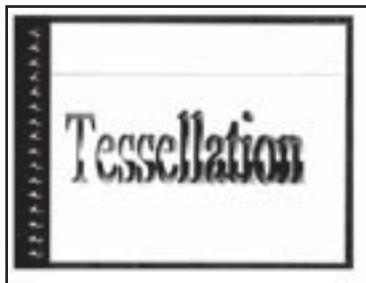
- <http://www.utm.edu/research/icp/p/pythagor.htm>
- <http://www.gap.des.st-and.ac.uk/~history/mathematicians/pythagoras.html>
- <http://www.cnt-the.knot.org/pythagoras/index.html>
- <http://www.geocities.com/capecanaveral/launchpad/3740>
- <http://web.ku.ac.th/schoolnet/snet2/mathematicians/pythagorus.htm>
- http://web.ku.ac.th/schoolnet/snet2/history_math/pytha_theory.htm



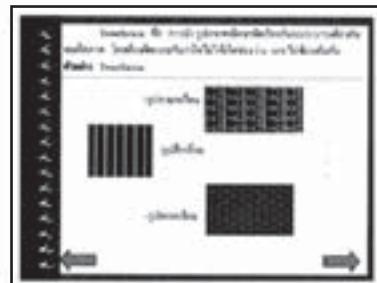
ตัวอย่างการนำเสนอผลการศึกษาค้นคว้าในรูปสื่อเล็กทรอนิกส์ประกอบการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-ม.6)



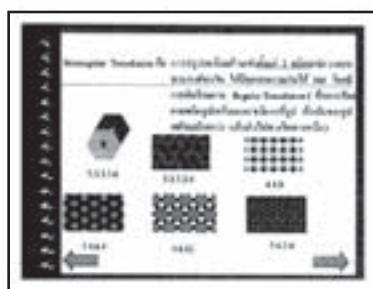
กรอบที่ 1



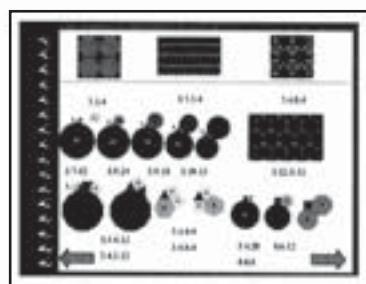
กรอบที่ 2



กรอบที่ 5



กรอบที่ 12



กรอบที่ 13



ตัวอย่างการนำเสนอผลการศึกษาค้นคว้าในรูปแบบบันทึกทางคณิตศาสตร์ (math note)

ชื่อเรื่อง ตะแกรงของเอ拉托สเทนีส (Eratosthenes)

ชื่อผู้เรียน ด.ช. ไพบูลย์ ตั้งใจมั่น ชั้น ม.3

ระยะเวลา 1 สัปดาห์

จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

- ระบุจำนวนเฉพาะที่อยู่ระหว่าง 1 ถึง 40
- ตรวจสอบได้ว่าจำนวนนับใดเป็นจำนวนเฉพาะ

ผลการศึกษาค้นคว้า

แบบบันทึกทางคณิตศาสตร์

เอ拉托สเทนีส (Eratosthenes, ประมาณ 275 – 195 ก่อนคริสต์ศักราช) เป็นนักคณิตศาสตร์ชาวกรีกที่คิดวิธีหาจำนวนเฉพาะได้เมื่อประมาณ 2,200 ปีมาแล้ว เรียกว่า ตะแกรงของเอ拉托สเทนีส (The Sieve of Eratosthenes) ซึ่งจะต้องมีความรู้ว่า “จำนวนนับที่มากกว่า 1 และมีตัวประกอบเพียง 2 ตัว คือ 1 และตัวเอง เรียกว่า “จำนวนเฉพาะ” สามารถใช้ตะแกรงของเอ拉托สเทนีสหาจำนวนเฉพาะระหว่าง 1 ถึง 40 ด้วยวิธีดังนี้

- 1 ไม่เป็นจำนวนเฉพาะตัดทิ้ง
- 2 เป็นจำนวนเฉพาะวงไว้จำนวนที่ 2 หารได้ลงตัวไม่ใช่จำนวนเฉพาะตัดทิ้ง
- 3 เป็นจำนวนเฉพาะวงไว้ จำนวนที่ 3 หารได้ลงตัวไม่ใช่จำนวนเฉพาะตัดทิ้ง
- 4 เป็นจำนวนเฉพาะวงไว้ จำนวนที่ 5 หารได้ลงตัวไม่ใช่จำนวนเฉพาะตัดทิ้ง
- พิจารณาเช่นเดียวกับข้อ 4 ต่อไปเรื่อยๆ จนครบถ้วนจำนวน 40
- จำนวนเฉพาะที่อยู่ระหว่าง 1 ถึง 40 คือ 2 3 5 7 11 13 17 19 23 29 31 37

ประโยชน์ที่ได้รับ

- ระบุจำนวนเฉพาะที่อยู่ในช่วงของจำนวนที่ต้องการได้
- มีความรู้เกี่ยวกับวิธีค้นหาเว็บไซด์ที่ใช้เป็นแหล่งการเรียนรู้

ข้อเสนอแนะ ควรนำความรู้เรื่องตะแกรงเอ拉托สเทนีสไปใช้หาจำนวนเฉพาะช่วงอื่น ๆ

แหล่งการเรียนรู้

- หนังสือเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค 101 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของ สสวท.
- <http://www.math.utah.edu/valfeld/eratosthenes.html>

ตัวอย่างการนำเสนอผลการศึกษาค้นคว้าในรูปแบบบันทึกทางคณิตศาสตร์ (math note)

ชื่อเรื่อง การหาผลบวกของจำนวนที่นำเสนอด้วยการนับ

ชื่อผู้เรียน ด.ญ. ชวัญใจ งามสุวรรณ ชั้น ป.6

ระยะเวลา 2 สัปดาห์

จุดมุ่งหมาย หาผลบวกของจำนวนคี่

ผลการศึกษาค้นคว้า

แบบบันทึกทางคณิตศาสตร์

1. การหาผลบวกของจำนวนคี่โดยการนับ

$$1 + 3 + 5 + 7 = 16$$

$$1 + 3 + 5 + 7 + 9 = 25$$

$$1 + 3 + 5 + 7 + 9 + 11 = 36$$

$$1 + 3 + 5 + 7 + \dots + (2n-7) + (2n-5) + (2n-3) + (2n-1) = n^2$$

แบบบันทึกทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)

2. ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวด้านและพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส



S (ความยาวด้าน : หน่วย)	A (พื้นที่ : ตารางหน่วย)	ผลบวกของจำนวนคี่
1	1	1
2	4	1+3
3	9	1+3+5
4	16	1+3+5+7
5	25	1+3+5+7+9
6	36	1+3+5+7+9+11
.	.	.
.	.	.
n	n^2	$1+3+5+7+9+\dots+(2n-1)$

ประโยชน์ที่ได้รับ : หากผลบวกของจำนวนคี่ได้ดังนี้ $1+3+5+7+\dots+(2n-1) = n^2$

แหล่งการเรียนรู้ : ได้จากการสังเกตแบบรูปและความสัมพันธ์ของจำนวน

1.3 การประเมินผลภาระงานที่ได้รับมอบหมาย

ภาระงานที่ได้รับมอบหมายทั้ง 4 รูปแบบ ได้แก่ แบบฝึกหัด ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การศึกษาค้นคว้าทางคณิตศาสตร์ และการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ มีลักษณะของงานที่แตกต่างกัน จึงส่งผลต่อกระบวนการวัดผลประเมินผลด้วย รายละเอียดของการประเมินภาระงานที่ได้รับมอบหมายแต่ละรูปแบบเป็นดังนี้

1.3.1 การประเมินผลการทำแบบฝึกหัด

การประเมินผลการทำแบบฝึกหัด ควรพิจารณาจากการแสดงวิธีทำและความถูกต้องของคำตอบตามสาระที่นำมาใช้ และความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนในการทำแบบฝึกหัด ตลอดจนทักษะที่ผู้เรียนได้ผ่านการฝึกฝนและพัฒนาการของผู้เรียน โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่มีความถูกต้องของวิธีทำ ความครบถ้วนของแบบฝึกหัด ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอน ความเรียบง่ายของการทำแบบฝึกหัด และการตรงต่อเวลาในการทำแบบฝึกหัดของผู้เรียน ทั้งนี้ผู้สอนควรมีบันทึกเพิ่มเติมเกี่ยวกับผลจากการทำแบบฝึกหัดของผู้เรียน ที่แสดงถึงความรู้ความเข้าใจในสาระใดหรือทักษะกระบวนการด้านใดเป็นพิเศษแตกต่างจากผู้เรียนคนอื่น หรือบันทึกข้อบกพร่องหรือใจที่ผู้เรียนเข้าใจผิดหรือคิดผิดพลาด เพื่อใช้กราฟต้นเตือนให้ผู้เรียนมีความระมัดระวังในการทำแบบฝึกหัดและเกิดความเข้าใจที่ถูกต้องในสาระนั้น ๆ

เกณฑ์การประเมินผลการทำแบบฝึกหัด

ผู้สอนสามารถกำหนดการประเมินผลการทำแบบฝึกหัดได้ 2 ลักษณะ คือ การประเมินผลแบบรวมและการประเมินผลแบบวิเคราะห์ดังนี้

(1) เกณฑ์การประเมินผลแบบรวมของการทำแบบฝึกหัด

การประเมินผลแบบรวมของการทำแบบฝึกหัด ควรมีรายการที่จะต้องพิจารณาใน 4 ประเด็น คือ ความครบถ้วน ความถูกต้อง ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนในการทำแบบฝึกหัด และการส่งแบบฝึกหัดตรงเวลา โดยผู้ประเมินอาจกำหนดน้ำหนักคะแนนของแต่ละแบบฝึกหัดแตกต่างกันตามความเหมาะสมของเนื้อหาสาระ ทั้งนี้อาจกำหนดเกณฑ์การพิจารณาคุณภาพของแต่ละระดับดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลแบบรวมของการทำแบบฝึกหัด

ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
4 (ดีมาก)	<ul style="list-style-type: none"> - ทำแบบฝึกหัดครบถ้วนและเสร็จตามกำหนดเวลา - ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้อง - แสดงลำดับขั้นตอนของการทำแบบฝึกหัดชัดเจนเหมาะสม
3 (ดี)	<ul style="list-style-type: none"> - ทำแบบฝึกหัดครบถ้วนและเสร็จตามกำหนดเวลา - ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้อง - สรับขั้นตอนของการทำแบบฝึกหัดหรือไม่ระบุขั้นตอนของ การทำแบบฝึกหัด
2 (พอใช้)	<ul style="list-style-type: none"> - ทำแบบฝึกหัดครบถ้วนแต่เสร็จหลังกำหนดเวลาเล็กน้อย - ทำแบบฝึกหัดบางข้อไม่ถูกต้อง - สรับขั้นตอนของการทำแบบฝึกหัดหรือไม่ระบุขั้นตอนของ การทำแบบฝึกหัด
1 (ต้องปรับปรุง)	<ul style="list-style-type: none"> - ทำแบบฝึกหัดไม่ครบถ้วนหรือไม่เสร็จตามกำหนดเวลา - ทำแบบฝึกหัดไม่ถูกต้อง - แสดงลำดับขั้นตอนของการทำแบบฝึกหัดไม่สัมพันธ์กับโจทย์ หรือไม่แสดงลำดับขั้นตอน

ตัวอย่างการประเมินผลแบบรวมของการทำแบบฝึกหัด

แบบประเมินผลการทำแบบฝึกหัด

บทที่ เรื่อง

ชื่อผู้เรียน..... ชั้น

ครั้งที่	ลักษณะการทำงาน		ระดับคุณภาพ				น้ำหนัก คะแนน	คะแนนที่ได้
	เดียว	กลุ่ม	4	3	2	1		
1								
2								
3								
4								
5								
.								
.								
n								
คะแนนรวม								

ข้อเสนอแนะ/ปัญหาที่ควรแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อผู้ประเมิน วันที่

(2) เกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ของการทำแบบฝึกหัด

ในกรณีที่ผู้สอนต้องการประเมินผู้เรียนอย่างละเอียด สามารถประเมินผลแบบวิเคราะห์ของการทำแบบฝึกหัดดังตัวอย่างเกณฑ์การประเมิน ซึ่งได้กำหนดรายการประเมินเป็น 4 องค์ประกอบ และแต่ละองค์ประกอบจะแบ่งระดับคุณภาพเป็น 3 ระดับ คือ 1, 2 และ 3 ดังนี้

ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ของการทำแบบฝึกหัด

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
1. ความครบถ้วน	3 (ดี)	- ทำแบบฝึกหัดได้อย่างครบถ้วน
	2 (พอใช้)	- ทำแบบฝึกหัดได้มากกว่าครึ่งหนึ่งของจำนวนทั้งหมด
	1 (ต้องปรับปรุง)	- ทำแบบฝึกหัดได้น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของจำนวนทั้งหมด
2. ความถูกต้อง	3 (ดี)	- ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องมากกว่า 80 %
	2 (พอใช้)	- ทำแบบฝึกหัดได้ 50 - 80 %
	1 (ต้องปรับปรุง)	- ทำแบบฝึกหัดได้น้อยกว่า 50 %
3. ความเหมาะสมสม ของลำดับขั้นตอน	3 (ดี)	- แสดงลำดับขั้นตอนของการทำแบบฝึกหัดได้ชัดเจน เหมาะสม
	2 (พอใช้)	- สับขั้นตอนของการทำแบบฝึกหัดหรือเรียงลำดับ ขั้นตอนไม่เหมาะสม
	1 (ต้องปรับปรุง)	- ไม่มีการแสดงลำดับขั้นตอนของการทำแบบฝึกหัด
4. การตรงต่อเวลา	3 (ดี)	- ทำแบบฝึกหัดเสร็จตรงตามกำหนดเวลา
	2 (พอใช้)	- ทำแบบฝึกหัดเสร็จตรงตามกำหนดเวลาเป็นบางครั้ง
	1 (ต้องปรับปรุง)	- ทำแบบฝึกหัดไม่เสร็จตามกำหนดเวลา

ตัวอย่างการประเมินผลแบบวิเคราะห์ของการทำแบบฝึกหัด

แบบประเมินผลการทำแบบฝึกหัด

บทที่ เรื่อง

ชื่อผู้เรียน..... ชั้น

รายการ ประเมิน ครั้งที่	ลักษณะ การทำงาน		1. ความครบถ้วน			2. ความถูกต้อง			3. ลำดับขั้นตอน			4. การตรงต่อเวลา		
	เดียว	กลุ่ม	3	2	1	มากที่สุด	ดีมากที่สุด	ดี	พอใช้	ไม่ดี	ไม่ดีมากที่สุด	ไม่ดีที่สุด	ไม่ดีมากที่สุด	ไม่ดีที่สุด
			คะแนนที่ได้	คะแนนที่ได้	คะแนนที่ได้	คะแนนที่ได้	คะแนนที่ได้	คะแนนที่ได้	คะแนนที่ได้	คะแนนที่ได้	คะแนนที่ได้	คะแนนที่ได้	คะแนนที่ได้	คะแนนที่ได้
1														
2														
3														
4														
5														
.														
.														
n														
คะแนนรวม														

ข้อเสนอแนะ/ปัญหาที่ควรแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อผู้ประเมิน..... วันที่

1.3.2 การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นภาระงานที่ได้รับมอบหมายที่ได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 1 โดยผู้สอนและผู้เรียนอาจร่วมกันประเมินผลการแก้ปัญหาได้ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีขั้นตอนในการดำเนินการ 4 ขั้นตอน คือ

1. การทำความเข้าใจปัญหา
2. การวางแผน
3. การดำเนินการแก้ปัญหา
4. การตรวจสอบความถูกต้อง

ผลที่ได้จากการแก้ปัญหาจะเป็นข้อมูลที่ผู้สอนหรือผู้เกี่ยวข้อง ใช้ประเมินความรู้ความสามารถของผู้เรียนได้โดยตรง และผู้เรียนยังใช้ประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองเองพร้อมทั้งจัดเก็บผลงานไว้ในแฟ้มสะสมงานได้อีกด้วย การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ควรมีรายการประเมินที่แสดงถึง

1. ความเข้าใจปัญหา
2. การวางแผนในการแก้ปัญหา
3. การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา
4. การตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบและมองย้อนกลับไปยังขั้นตอน

ในการประเมินผลตามรายการการประเมินดังกล่าวข้างต้น ผู้สอนจะต้องกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่มีรายละเอียดไม่มากจนเป็นการสร้างแรงกดดันให้กับผู้เรียน แต่ผู้สอนควรมีบันทึกเพิ่มเติมในกรณีที่ผู้เรียนมีหลักฐานแสดงความสามารถในการมองปัญหา ย้อนกลับไปยังขั้นตอนการแก้ปัญหาต่าง ๆ เพื่อตรวจสอบถึงคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาแบบอื่น มีการปรับปรุงแก้ไขวิธีแก้ปัญหาให้ชัดเจนและเหมาะสมกว่าเดิม ตลอดจนสามารถขยายผลการแก้ปัญหาให้อยู่ในรูปของหลักการทั่วไปได้

เกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พิจารณาได้จากการประเมิน 4 องค์ประกอบ คือ ความเข้าใจปัญหา การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาและการสรุปคำตอบ ทั้งนี้อาจกำหนดเกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ที่แบ่งระดับคุณภาพเป็น 3 ระดับ คือ 1, 2 และ 3 นอกจากนี้ผู้สอนอาจกำหนดน้ำหนักคะแนนของแต่ละปัญหาให้แตกต่างกันตามน้ำหนักของเนื้อหาหรือความเหมาะสมได้ดังตัวอย่างดังต่อไปนี้

ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
1. ความเข้าใจปัญหา	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง - เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง - เข้าใจปัญหาน้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหา
2. การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสมและเขียนประยุกต์คณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง - เลือกวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะนำไปสู่คำตอบที่ถูกแต่ยังมีบางส่วนผิดโดยอาจเขียนประยุกต์คณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง - เลือกวิธีการแก้ปัญหาส่วนใหญ่ไม่ถูกต้อง

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
3. การใช้วิธีการ แก้ปัญหา	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง - นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องเป็นบางครั้ง - นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ไม่ถูกต้อง
4. การสรุปคำตอบ	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง)	- สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์ - สรุปคำตอบที่ไม่สมบูรณ์หรือใช้สัญลักษณ์ ไม่ถูกต้อง - ไม่มีการสรุปคำตอบ



ตัวอย่างการประเมินผลแบบวิเคราะห์ของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

แบบประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ชื่อผู้เรียน..... ชั้น.....

รายการ ประเมิน ครั้งที่	ลักษณะ การทำงาน		1. ความเข้าใจ			2. การเลือก			3. การใช้			4. การสรุป		
	เดียว	กลุ่ม	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1
			หน่วยคะแนนที่ได้											
1														
2														
3														
4														
5														
.														
.														
n														
คะแนนรวม														

ข้อเสนอแนะ/ปัญหาที่ควรแก้ไข

ลงชื่อผู้ประเมิน วันที่.....

1.3.3 การประเมินผลการศึกษาค้นคว้าทางคณิตศาสตร์

การศึกษาค้นคว้าทางคณิตศาสตร์ เป็นภาระงานที่ผู้เรียนได้รับมอบหมายให้ศึกษาค้นคว้า และเรียบเรียงหรือจัดสร้างเป็นสิ่งประดิษฐ์เพื่อการนำเสนอการประเมินผล จ諮詢ในรูปของการให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด รวมทั้งผู้สอนควรมีแบบบันทึกเพิ่มเติมในกรณีที่มีผู้เรียนคนใดทำการศึกษาค้นคว้าในสาระที่ลึก หรือสูงกว่าระดับที่ผู้เรียนกำลังเรียนอยู่ หรือแสดงถึงการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

การศึกษาค้นคว้าทางคณิตศาสตร์มีประเด็นที่หลากหลาย ทั้งการศึกษาค้นคว้าด้านทฤษฎีและสิ่งประดิษฐ์ ทั้งนี้ยังมีวิธีการศึกษาค้นคว้าที่แตกต่างกันโดยทั่วไปจึงใช้เกณฑ์การประเมินผลแบบรวม ซึ่งมีรายละเอียดของตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลการศึกษาค้นคว้าด้านทฤษฎีและสิ่งประดิษฐ์ดังต่อไปนี้

(1) การประเมินผลการศึกษาค้นคว้าทางคณิตศาสตร์ด้านทฤษฎี

การประเมินผลการศึกษาค้นคว้าทางคณิตศาสตร์ด้านทฤษฎี มีรายการพิจารณา 5 ประเด็น คือ การวางแผน การแสดงข้อมูล การแสดงความเชื่อมโยง การลงข้อสรุปและการนำเสนอผลงาน โดยผู้ประเมินอาจกำหนดน้ำหนักคะแนนของแต่ละชิ้นงานแตกต่างกันตามน้ำหนักของเนื้อหาหรือตามความเหมาะสม การกำหนดเกณฑ์การประเมินผลอาจแสดงได้ดังนี้



ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลแบบรวมของการศึกษาค้นคว้าทางคณิตศาสตร์ด้านทฤษฎี

ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
4 (ดีมาก)	<ul style="list-style-type: none"> - วางแผนชัดเจนและทำงานเป็นระบบ - แสดงข้อมูลที่ลະเลียดชัดเจน - แสดงความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชาได้ชัดเจน - ลงข้อสรุปที่ถูกต้องชัดเจน - นำเสนอผลงานอย่างเหมาะสม
3 (ดี)	<ul style="list-style-type: none"> - วางแผนชัดเจน - แสดงข้อมูลที่ลະเลียดชัดเจน - แสดงความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชาได้ชัดเจน - ลงข้อสรุปที่ถูกต้องชัดเจน - นำเสนอผลงานได้ไม่ชัดเจน
2 (พอใช้)	<ul style="list-style-type: none"> - วางแผนไม่ชัดเจน - แสดงข้อมูลบางส่วนผิดพลาด - แสดงความเชื่อมโยงของเนื้อหาวิชาได้ไม่ชัดเจน - ลงข้อสรุปบางส่วนที่ผิดพลาด - นำเสนอผลงานได้ไม่ชัดเจน
1 (ต้องปรับปรุง)	<ul style="list-style-type: none"> - วางแผนไม่ชัดเจน - แสดงข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง - แสดงความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชาได้ไม่ชัดเจน - ลงข้อสรุปที่ไม่ถูกต้อง - นำเสนอผลงานได้ไม่ถูกต้อง

(2) การประเมินผลการศึกษาค้นคว้าทางคณิตศาสตร์ที่มีผลงานเป็นสิ่งประดิษฐ์

การประเมินผลการศึกษาค้นคว้าทางคณิตศาสตร์ที่มีผลงานเป็นสิ่งประดิษฐ์อาจมีรายการที่ต้องพิจารณาเพิ่มเติมจากการประเมินผลการศึกษาค้นคว้าทางคณิตศาสตร์ด้านทฤษฎี ได้แก่ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การแก้ปัญหาและการตอบสนองความต้องการ ประสิทธิภาพในการทำงาน การดึงดูดความสนใจ และคุณภาพของการใช้งานดังตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลต่อไปนี้

ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลแบบรวมของการศึกษาค้นคว้าทางคณิตศาสตร์ที่มีผลงานเป็นสิ่งประดิษฐ์

ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
4 (ดีมาก)	<ul style="list-style-type: none">- มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และแปลกใหม่- แก้ปัญหาและตอบสนองตามความต้องการ- วางแผนการสร้างโดยใช้เทคนิคระดับสูงและมีคุณภาพ พร้อมทั้งแสดงรายละเอียดของชิ้นงานในแต่ละส่วนชัดเจนสมบูรณ์- เลือกและใช้เครื่องมือวัดพร้อมระบุหน่วยวัดได้เหมาะสม- ดึงดูดความสนใจ และมีประสิทธิภาพในการทำงานสูงสุด ตลอดจนปลอดภัย ประหยัด แข็งแรงและน่าเชื่อถือ- ใช้งานได้ตามความคาดหวัง- สร้างและเก็บรักษาง่าย- คุณภาพนำการใช้มีความชัดเจนและเข้าใจง่าย

ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
3 (ดี)	<ul style="list-style-type: none"> - มีความคิดวิเริ่มสร้างสรรค์และเปลี่ยนใหม่ - แก้ปัญหาและตอบสนองตามความต้องการ - วางแผนการสร้างและแสดงรายละเอียดของแต่ละส่วนได้ชัดเจน - เลือกและใช้เครื่องมือวัดพร้อมระบุหน่วยวัดได้เหมาะสม - ดึงดูดความสนใจ - ใช้งานได้ตามความคาดหวัง - สร้างและเก็บรักษาง่าย
2 (พอใช้)	<ul style="list-style-type: none"> - มีความคิดวิเริ่มสร้างสรรค์ - แก้ไขปัญหาและตอบสนองตามความต้องการ - วางแผนการสร้างและแสดงรายละเอียดของแต่ละส่วนได้ชัดเจน สมบูรณ์เป็นส่วนใหญ่ - เลือกและใช้เครื่องมือวัดพร้อมระบุหน่วยวัดได้เหมาะสม - ดึงดูดความสนใจ - ใช้งานได้ตามความคาดหวัง - สร้างและเก็บรักษาง่าย
1 (ต้องปรับปรุง)	<ul style="list-style-type: none"> - ขาดความคิดวิเริ่มสร้างสรรค์ - ไม่ตอบสนองต่อการแก้ปัญหาและความต้องการ - วางแผนการสร้างได้ชัดเจนเพียงบางส่วน - เลือกและใช้เครื่องมือวัดพร้อมระบุหน่วยวัดได้ไม่เหมาะสม - ขึ้นงานขัดข้อง ใช้งานไม่ได้ตามความคาดหวัง

ตัวอย่างการประเมินผลแบบรวมของการศึกษาค้นคว้าทางคณิตศาสตร์

แบบประเมินผลการศึกษาค้นคว้าทางคณิตศาสตร์

ชื่อผู้เรียน..... ชั้น.....

รายการประเมิน ชี้นงาน	ลักษณะชี้นงาน		ระดับคุณภาพ				น้ำหนัก คะแนน	คะแนน ที่ได้	
	ทฤษฎี	สิ่งประดิษฐ์	4	3	2	1			
1									
2									
3									
.									
.									
n									
คะแนนรวม									

ข้อเสนอแนะ/ปัญหาที่ควรแก้ไข

.....
.....
.....

ลงชื่อผู้ประเมิน วันที่

ในกรณีที่ชี้นงานในการศึกษาค้นคว้าทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญและมีความยากง่ายแตกต่างกัน อาจกำหนดน้ำหนักคะแนนของแต่ละชี้นงานแตกต่างกันได้ ดังตารางบันทึกข้างต้น

1.3.4 การประเมินผลการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้

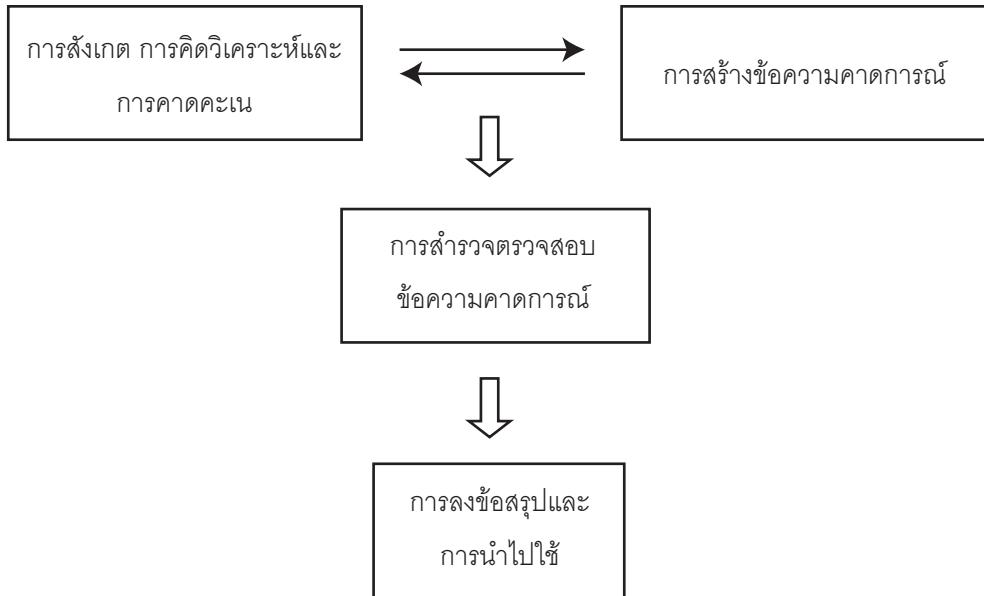
การประเมินผลการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ ควรจะทำตลอดเวลาในขณะที่กำกับ โดยกำหนดกรอบการประเมิน รายการประเมิน และเกณฑ์การประเมินที่ครอบคลุมทั้ง 9 ขั้นตอนของการทำกิจกรรม ได้แก่ การสังเกต การคิดวิเคราะห์และการคาดคะเน การจำแนกประเภทและการจัดลำดับของข้อมูล การสร้างข้อความคาดการณ์ การให้บทนิยามและการกำหนดตัวแปร การออกแบบการทดลองหรือออกแบบการทำกิจกรรม การสำรวจตรวจสอบข้อความคาดการณ์ การบันทึกผล การแปลความหมาย การวิเคราะห์และการประเมินผล การลงข้อสรุปและการนำไปใช้ ในทางปฏิบัติผู้เข้าร่วมกิจกรรมแต่ละกิจกรรมอาจจะมีจำนวนมาก จึงไม่สะดวกในการประเมินเป็นรายบุคคล ผู้ประเมินจึงอาจเลือกประเมินในประเด็นสำคัญที่ต้องครอบคลุมในด้านต่อไปนี้

1. การสังเกต การคิดวิเคราะห์และการคาดคะเน
2. การสร้างข้อความคาดการณ์
3. การสำรวจตรวจสอบข้อความคาดการณ์
4. การลงข้อสรุปและการนำไปใช้

จากการออกแบบการประเมินดังกล่าวข้างต้น แสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้



กระบวนการทำกิจกรรมการเรียนรู้



นอกจากการประเมินตามขั้นตอนการทำกิจกรรมดังกล่าวแล้ว ผู้ประเมินควรประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์เกี่ยวกับการทำงานเป็นระบบ มีระเบียบวินัย มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเอง และตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ในบางกิจกรรมผู้ประเมินอาจจะต้องสร้างแบบบันทึกพฤติกรรมเพิ่มเติมขึ้นจากแบบประเมินที่มีอยู่แล้ว เมื่อเห็นว่าผู้เรียนคนใดมีความสามารถเป็นพิเศษหรือมีข้อบกพร่องที่ควรบันทึกไว้เพื่อการปรับปรุงแก้ไข ดังตัวอย่างแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไปนี้

ตัวอย่างแบบสังเกตพฤติกรรมการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้

พฤติกรรมของผู้เรียน	บันทึกการสังเกต	วัน เดือน ปี ที่บันทึก
1. ความอยากรู้อยากเห็น
2. ความสามารถในการตั้งข้อความคาดการณ์ ที่สมเหตุสมผล
3. ความสามารถในการสำรวจตรวจสอบ ข้อมูลความคาดการณ์
4. การใช้คำตาม
5. การมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม
6. ทักษะการใช้เครื่องมือและสื่อประกอบ
7. ความสามารถในการลงข้อสรุป

ในกรณีที่ผู้เข้าร่วมกิจกรรมมีจำนวนน้อย อาจประเมินได้โดยตรงจากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนอย่างละเอียดครบถ้วน 9 ขั้นตอน ดังตัวอย่างพฤติกรรม การแสดงออกของผู้เรียนตามขั้นตอนการทำกิจกรรม ซึ่งการประเมินผลการร่วมกิจกรรม การเรียนรู้สามารถประเมินได้จากการสังเกตตามตัวอย่างพุติกรรมดังกล่าว และจะต้องประเมินด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ด้านการมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม ความกระตือรือร้นในการปฏิบัติงาน และความเชื่อมั่นในตนเองด้วย ดังตัวอย่างรายการประเมินที่มีระดับคุณภาพ 4 ระดับ ซึ่งผู้ประเมินอาจจะกำหนดระดับคุณภาพของชิ้นงานจากคะแนนรวมได้ตามความเหมาะสม

ตัวอย่างพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียนตามขั้นตอนของกิจกรรม

ขั้นตอนการทำกิจกรรม	พฤติกรรมการแสดงออก
1. การสังเกต การคิดวิเคราะห์ และการคาดคะเน	<ul style="list-style-type: none"> - แสดงหลักฐานหรือร่องรอยของการสังเกต การคิดวิเคราะห์ และการคาดคะเน โดยบอกสมบัติของรูปหรือ ปรากฏการณ์ต่าง ๆ
2. การจำแนกประเภทและการจัดลำดับของข้อมูล	<ul style="list-style-type: none"> - บอกความแตกต่างของรูปหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ - แยกประเภทโดยกำหนดเกณฑ์ที่เหมาะสม - เรียงลำดับด้วยเกณฑ์ต่าง ๆ
3. การสร้างข้อความคาดการณ์	<ul style="list-style-type: none"> - คาดคะเนผลการศึกษา สาขิต หรือทดลอง
4. การให้บทนิยามและการกำหนดตัวแปร	<ul style="list-style-type: none"> - บอกความหมายและขอบเขตของศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อปัญหาหรือข้อความคาดการณ์
5. การออกแบบการทดลองหรือออกแบบการทำกิจกรรม	<ul style="list-style-type: none"> - วางแผนการสืบเสาะหาความรู้หรือออกแบบกิจกรรม เพื่อตรวจสอบข้อความคาดการณ์ - เลือกใช้วัสดุอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่สอดคล้องกับกิจกรรม
6. การสำรวจตรวจสอบข้อความคาดการณ์	<ul style="list-style-type: none"> - ลงมือปฏิบัติการเพื่อสืบเสาะหาความรู้หรือค้นหาข้อมูล เพื่อตรวจสอบข้อความคาดการณ์
7. การบันทึกผล	<ul style="list-style-type: none"> - บันทึกข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติการได้อย่างเหมาะสม
8. การแปลความ การวิเคราะห์ และการประเมินผล	<ul style="list-style-type: none"> - จัดทำกับข้อมูลด้วยวิธีการต่าง ๆ - จัดรูปแบบข้อมูลให้เข้าใจง่าย - ประเมินผลข้อมูลที่ได้ - นำเสนอผลงานในลักษณะที่ชัดเจนและเข้าใจได้ง่าย
9. การลงข้อสรุปและนำไปใช้	<ul style="list-style-type: none"> - อธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างมีเหตุผล - ใช้หลักการ บทนิยาม ทฤษฎี ที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิม

ตัวอย่างการประเมินผลของการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้

แบบประเมินผลการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้

ลักษณะของงาน การสาธิต การทดลอง การศึกษาสำราจ การซัมนิทรรศการ

ลักษณะการทำงาน เดี่ยว กลุ่ม

งานเดี่ยว รายชื่อผู้จัดทำ.....

งานกลุ่ม รายชื่อสมาชิก 1..... 2..... 3.....

ประเมินโดย ผู้สอน ผู้เรียน ผู้เกี่ยวข้อง (โปรดระบุ.....)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4	3	2	1
1. การสร้างข้อความคาดการณ์สอดคล้องกับปัญหาที่ต้องการเรียนรู้ 2. การออกแบบกิจกรรมสอดคล้องกับข้อความคาดการณ์ที่ต้องการ ตรวจสอบ 3. การศึกษาค้นคว้าได้ข้อมูลที่ครอบคลุมเพียงพอ 4. การลงข้อสรุปที่ถูกต้องเหมาะสม 5. การวางแผนการทำงานเป็นระบบ 6. การทำงานได้ตรงตามแผนงาน 7. ความถูกต้องของผลงานที่ปรากฏ 8. การมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม 9. ความกระตือรือร้นในการปฏิบัติงาน 10. ความเชื่อมั่นในตนเอง				

ข้อเสนอแนะ/ปัญหาที่ควรแก้ไข

.....

ลงชื่อผู้ประเมิน วันที่

เกณฑ์การประเมินผลการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้

การร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ส่วนใหญ่จะกระทำเป็นกลุ่ม โดยมีตัวอย่าง
เกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ซึ่งแบ่งเป็น 5 องค์ประกอบ แต่ละองค์ประกอบจะแบ่ง
ระดับคุณภาพเป็น 3 ระดับ คือ 1, 2 และ 3 ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ของการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
1. การวางแผน	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง)	- วางแผนและมอบหมายหน้าที่ความรับผิดชอบให้สมาชิก - วางแผน แต่มอบหมายหน้าที่ความรับผิดชอบให้สมาชิกไม่ชัดเจน - ไม่มีการวางแผน
2. ความร่วมมือในกลุ่ม	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง)	- ทุกคนทำงานตามหน้าที่รับผิดชอบ - สมาชิกส่วนมากทำงานตามหน้าที่ - สมาชิกไม่ทำงานตามหน้าที่
3. ทักษะการปฏิบัติการ	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง)	- ปฏิบัติได้ครบถ้วนข้ออย่างถูกต้อง เหมาะสม - ปฏิบัติได้ครบถ้วนข้อแต่ยังมีข้อผิดพลาด เป็นบางส่วน - ไม่สามารถปฏิบัติได้ครบถ้วนข้อด้วยตนเอง และมีความผิดพลาดในการลงข้อสรุป

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
4. การเขียนรายงาน	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง)	- เขียนรายงานด้วยรูปแบบที่ถูกต้อง เหมาะสม และนำเสนอได้สมบูรณ์ - เขียนรายงานได้ไม่สมบูรณ์ - รายงานมีความผิดพลาดหรือไม่เขียน รายงาน
5. เวลา	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง)	- ปฏิบัติตามเดร็จสมบูรณ์ตามเวลาที่ กำหนด - ปฏิบัติตามเดร็จตามเวลาที่กำหนดแต่ ไม่สมบูรณ์ - ปฏิบัติตามไม่เดร็จสมบูรณ์ตามเวลาที่ กำหนด

เมื่อได้ทำการประเมินผลการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ตามเกณฑ์ที่เหมาะสม
ซึ่งหมายถึงต้องสอดคล้องกับลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้ วัยของผู้เรียน และประเด็น^ช
สำคัญ ที่ต้องการส่งเสริมให้เกิดลักษณะที่พึงประสงค์ตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่วางไว้แล้ว
ก็อาจทำการบันทึกผลการประเมินแต่ละกิจกรรมลงในแบบบันทึกที่ 1 และสรุปผลการ
ประเมินทุกกิจกรรมของรหัสวิชานั้นลงในแบบบันทึกที่ 2 ดังต่อไปนี้

ตัวอย่างการประเมินผลการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ (แบบบันทึกที่ 1) ได้แบ่ง
ระดับคุณภาพของแต่ละองค์ประกอบเป็น 3 ระดับ คือ 1, 2 และ 3 เมื่อประเมินครบ
5 องค์ประกอบแล้ว จะต้องนำคะแนนรวมที่ได้ในรูปของร้อยละมาพิจารณาหา
ระดับคุณภาพของงานแต่ละชิ้นดังนี้

4 หมายถึง ดีมาก	ได้คะแนนรวมร้อยละ 80 – 100
3 หมายถึง ดี	ได้คะแนนรวมร้อยละ 60 – 79
2 หมายถึง พอกใช้	ได้คะแนนรวมร้อยละ 40 – 59
1 หมายถึง ต้องปรับปรุง	ได้คะแนนรวมต่ำกว่าร้อยละ 40

**ตัวอย่างการประเมินผลแบบวิเคราะห์ของการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้
(แบบบันทึกที่ 1)**

แบบประเมินผลการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้

ลักษณะของงาน การสาธิต การทดลอง การศึกษาสำรวจ การชุมนิทรรศการ

ลักษณะการทำงาน เดี่ยว กลุ่ม

งานเดี่ยว รายชื่อผู้จัดทำ.....

งานกลุ่ม รายชื่อสมาชิก 1..... 2..... 3.....

ประเมินโดย ผู้สอน ผู้เรียน ผู้เกี่ยวข้อง (โปรดระบุ.....)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			นักเรียนที่ได้คะแนน	คะแนนที่ได้
	3	2	1		
1. กjawangແຜນ 2. ຄວາມຮ່ວມມືຂຶ້ນໃນກຸ່ມ 3. ທັກະກາງປົງປັດການ 4. ກາງເຊີນຮາຍງານ 5. ເວລາ					
คะแนนรวม					

ระดับคุณภาพของงาน ดีมาก ดี พอดี ต้องปรับปรุง

ข้อเสนอแนะ/ปัญหาที่ควรแก้ไข

.....

.....

ลงชื่อผู้ประเมิน วันที่

เมื่อได้ค่าระดับคุณภาพของแต่ละชิ้นงานแล้ว จึงนำมาบันทึกลงในแบบสรุปการประเมินผลการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ (แบบบันทึกที่ 2) ซึ่งแต่ละชิ้นงานอาจกำหนดหนังสือไม่เท่ากันก็ได้

ตัวอย่างการสรุปการประเมินผลของการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ (แบบบันทึกที่ 2)

แบบสรุปการประเมินผลการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้

ชื่อผู้เรียน ชั้น

รหัสวิชา ภาคเรียนที่ ปีการศึกษา.....

ประเมินโดย ผู้สอน ผู้เรียน ผู้เกี่ยวข้อง (โปรดระบุ.....)

กิจกรรม ที่	ลักษณะ ของงาน*	ลักษณะ การทำงาน		ระดับคุณภาพ				น้ำหนัก คะแนน	คะแนน ที่ได้				
		เดี่ยว	กลุ่ม	ดีมาก	ดี	พอใช้	ต้อง ปรับปรุง						
1	<table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table>	1	2	3	4								
1	2	3	4										
2	<table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table>	1	2	3	4								
1	2	3	4										
3	<table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table>	1	2	3	4								
1	2	3	4										
.	<table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table>	1	2	3	4								
1	2	3	4										
.	<table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table>	1	2	3	4								
1	2	3	4										
.	<table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table>	1	2	3	4								
1	2	3	4										
n	<table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table>	1	2	3	4								
1	2	3	4										
คะแนนรวม													

ข้อเสนอแนะ/ปัญหาที่ควรแก้ไข

ลงชื่อผู้ประเมิน วันที่

*ลักษณะของงาน 1 การสาธิต 2 การทดลอง 3 การศึกษาสำรวจ 4 การซ่อมนิทรรศการ

การสรุปผลการประเมิน

ผลการประเมินการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ ให้พิจารณา
จากคะแนนรวมที่ได้ในรูปร้อยละ ซึ่งอาจแบ่งระดับคุณภาพของงานเป็น 4 ระดับ
ได้เช่นเดียวกับระดับคุณภาพของงานแต่ละชิ้น



2. แฟ้มสะสภงานคณิตศาสตร์

แฟ้มสะสภงานคณิตศาสตร์ เป็นแหล่งรวมผลงานของผู้เรียนอย่างเป็นระบบและมีจุดมุ่งหมายที่ชัดเจน ผลงานที่เก็บรวบรวมไว้ในแฟ้มสะสภงานจัดเป็นหลักฐานหรือร่องรอย ที่ใช้ในการประเมินสมรรถภาพของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี ผลการประเมินจะช่วยให้ผู้เรียน ผู้สอน หรือผู้เกี่ยวข้อง ได้ทราบว่าผู้เรียนมีความสามารถรู้ความสามารถอยู่ในระดับใด

ผลงานของผู้เรียนที่จัดไว้ในแฟ้มสะสภงานคณิตศาสตร์ ควรประกอบด้วยงานที่มีลักษณะดังต่อไปนี้

- แบบบันทึกทางคณิตศาสตร์ (math note) ที่แสดงผลการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน
- ผลการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ทางคณิตศาสตร์
- ผลการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน
- บันทึกความรู้ที่ได้จากการร่วมกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่จัดโดยหน่วยงานต่าง ๆ

- ผังโน้ตคันที่รือการทำสรุปผลการเรียนรู้
- แนวคิดและสิ่งประดิษฐ์ประกอบการเรียน
- ผลงานที่แสดงความสามารถ ความสนใจเด่นพำน代ด้านของผู้เรียน
- กิจกรรมอื่น ๆ นอกเหนือจากที่กล่าวมาแล้ว

การทำแฟ้มสะสภงานคณิตศาสตร์ มีจุดมุ่งหมายดังนี้

- จัดเก็บข้อมูลและสะสมผลงานของผู้เรียนจากการทำกิจกรรม ที่จะแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องและครอบคลุมพอดีกิจกรรมทุกด้าน
- นำผลการประเมินไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผู้เรียนตามศักยภาพ และวุฒิภาวะ ตลอดจนติดตามและตรวจสอบความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของผู้เรียน

3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเองเพื่อให้รู้จักตนเองเพิ่มขึ้น มีความเชื่อมั่นในการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีความภูมิใจในความก้าวหน้าของการเรียนรู้และเรียนรู้อย่างมีความสุข

4. เกิดการบูรณาการระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามมาตรฐานการเรียนรู้ กระบวนการเรียนรู้และการวัดผลประเมินผล รวมทั้งการเชื่อมโยงการเรียนรู้ระหว่างกลุ่มสาระทางคณิตศาสตร์กับกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น

2.1 ประเภทของเพิ่มสะสภงานคณิตศาสตร์

เพิ่มสะสภงานคณิตศาสตร์จำแนกได้เป็น 2 ประเภท คือ

2.1.1 เพิ่มสะสภงานทั่วไป

เพิ่มสะสภงานทั่วไปได้จากการที่ผู้เรียนเก็บรวบรวมผลงาน จากการทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ทั้งในและนอกห้องเรียน โดยจัดเก็บผลงานตามลำดับเหตุการณ์หรือช่วงเวลาที่ทำกิจกรรม และใช้เป็นหลักฐานหรือร่องรอยเพื่อแสดงว่าผู้เรียน มีความรู้ และได้ฝ่ากนกระบวนการเรียนรู้ตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนด รวมทั้งแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการของผู้เรียนอย่างต่อเนื่องตลอดช่วงเวลาที่จัดเก็บผลงาน

การจัดทำเพิ่มสะสภงานทั่วไป จะเริ่มต้นจากผู้สอนและผู้เรียน วางแผนและกำหนดจุดประสงค์ร่วมกัน ในการจัดเก็บผลงานให้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ และกำหนดลักษณะของผลงานที่ต้องการเก็บตามแผนการปฏิบัติงานที่วางไว้ ต้องมีการเตรียมความพร้อมของผู้เรียนให้มีความรู้ความเข้าใจในการจัดทำเพิ่มสะสภงาน โดยการเก็บผลงานซึ่งแสดงความสามารถของผู้เรียนได้อย่างชัดเจน ขั้นตอนการจัดทำเพิ่มสะสภงานทั่วไปประกอบด้วย

(1) การรวบรวมผลงาน

เป็นการรวบรวมผลงานที่ผู้เรียนได้ปฏิบัติตามปกติ และจัดเก็บอย่างเป็นระบบตามลำดับก่อนหลังของการทำกิจกรรม

(2) การคัดเลือกผลงาน

ผลงานที่เก็บรวบรวมไว้แล้ว จะถูกนำมาพิจารณาคัดเลือกตามเกณฑ์ที่ผู้เรียนและผู้สอนร่วมกันกำหนดไว้ แล้วแยกผลงานที่คัดเลือกแล้วจัดเก็บไว้ในแฟ้มสะสมงานที่เตรียมไว้ หั้นี้การคัดเลือกผลงานควรจะทำอย่างสม่ำเสมอ

(3) การประเมินผลงาน

ผลงานที่ผ่านการคัดเลือกแล้ว จะนำมาประเมินอีกครั้งตามเกณฑ์การประเมินที่ผู้เรียน ผู้สอน หรือผู้เกี่ยวข้องร่วมกันกำหนดไว้ โดยมีผู้เรียน ผู้สอน และผู้เกี่ยวข้องร่วมกันประเมิน ผลการประเมินที่ได้จะแสดงให้ผู้เรียนได้ทราบถึงความรู้ความสามารถสามารถและศักยภาพของตนเอง

(4) การนำผลการประเมินไปใช้

ผลที่ได้จากการประเมินผลงานในแฟ้มสะสมงานของผู้เรียน จะนำไปใช้แสดงถึงพัฒนาการของผู้เรียน และใช้เป็นข้อมูลป้อนกลับในการปรับปรุงผลงาน รวมทั้งใช้เป็นแนวทางในการจัดทำงานชิ้นต่อไป นอกจากนี้ผลงานที่ได้ประเมินแล้วสามารถใช้เป็นหลักฐานแสดงสมรรถภาพของผู้เรียนเพื่อจุดมุ่งหมายอื่น ๆ ด้วย เช่น เพื่อการตัดสินผลการเรียนรู้ เพื่อใช้สำหรับการศึกษาต่อ เพื่อการแข่งขันต่าง ๆ หรือเพื่อการสมัครงาน หั้นี้ผู้สอนยังอาจใช้ผลการประเมินแนวทางในการพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ อีกด้วย

2.1.2 แฟ้มสะสมงานเฉพาะ

แฟ้มสะสมงานเฉพาะได้จากการที่ผู้เรียนจัดทำขึ้นโดยมีจุดมุ่งหมาย เพื่อรวบรวมผลงานที่เป็นการศึกษาเฉพาะประเด็น หรือเป็นผลงานที่จัดทำเพิ่มเติมขึ้นจากผลงานที่ได้จากการเรียนการสอนตามปกติ โดยผู้สอนเป็นเพียงผู้ให้คำปรึกษาแนะนำแนวทาง หั้นี้ผู้เรียนอาจสอบถามผู้รู้ ตลอดจนค้นคว้าจากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจมากขึ้น ผู้สอนจะต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติงานอย่างอิสระ เพื่อสร้างสรรค์ผลงานอย่างดีเลิศที่แสดงถึงความสามารถพิเศษของผู้เรียน การจัดทำผลงานเพื่อจัดเก็บในแฟ้มสะสมงานเฉพาะมีขั้นตอนที่สำคัญดังนี้

(1) การสำรวจตรวจสอบ

เป็นการวางแผนการดำเนินการที่แสดงถึงการเรียนรู้ของผู้เรียน ที่ประกอบด้วย การศึกษาความเป็นมาของปัญหา การคิดวิเคราะห์ทำความเข้าใจกับปัญหา และ วางแผนแก้ปัญหา

(2) การสร้างข้อความคาดการณ์และเสนอวิธีการเพื่อแก้ปัญหา

เป็นการคิดวิเคราะห์และคาดคะเนผลที่ควรจะเป็นอย่างสมเหตุสมผล แล้วตั้งเป็นสมมติฐานหรือข้อความคาดการณ์ พร้อมทั้งเสนอวิธีการแก้ปัญหา

(3) การแก้ปัญหา

เป็นการลงมือปฏิบัติหรือใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ ใน การแก้ปัญหาหรือศึกษาวิจัย ตามวิธีการที่วางแผนไว้แล้ว รวมทั้งการเก็บรวบรวมข้อมูล การแปลความหมายของข้อมูล และการสรุปผลเพื่อตรวจสอบสมมติฐานหรือข้อความคาดการณ์ที่ตั้งไว้

(4) การนำความรู้ไปใช้

เป็นการนำผลที่ได้จากการแก้ปัญหาในส่วนที่เป็นวิธีการ ความรู้ หรือข้อสรุป ขึ้น ๆ ไปใช้จริงในสถานการณ์ต่าง ๆ ทั้งที่เป็นเรื่องเดียวกันหรือเรื่องอื่น ๆ โดยอาจ จัดทำคำอธิบายทั่วไป เพื่อให้สามารถนำไปใช้ได้หรือให้ผู้อื่นนำไปศึกษาขยายผลต่อไป

เพิ่มสะสภงานเฉพาะที่เก็บรวบรวมไว้บางส่วน อาจได้มาจาก การคัดเลือก ผลงานที่ได้เด่น หรือผลงานที่มีคุณภาพจากแฟ้มสะสภงานทั่วไป ก็ได้ ซึ่งการนำเสนอ ผลงานในแฟ้มสะสภงานเฉพาะที่จัดทำเสร็จแล้ว จะเป็นต้องใช้ทักษะกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ ที่แสดงให้เห็นถึงการใช้ศัพท์และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม รวมทั้งการใช้เทคนิคต่าง ๆ ใน การนำเสนอเพื่อให้เกิดความชัดเจนและสามารถ นำไปเผยแพร่ได้

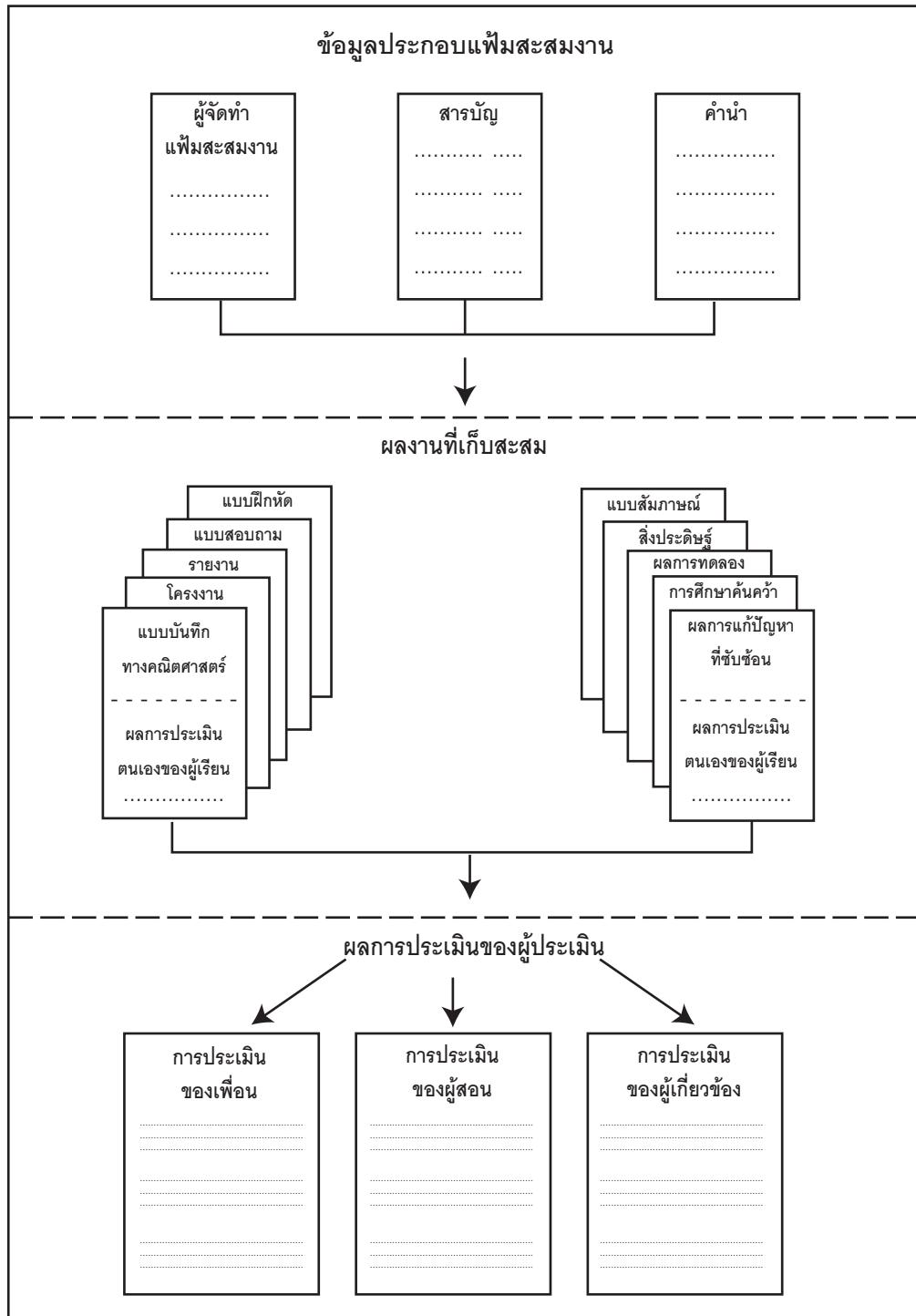
ผลงานที่จัดเก็บไว้ในแฟ้มสะสมงานคณิตศาสตร์ อาจอยู่ในรูปของงานวิจัย เชิงประวัติศาสตร์ การศึกษาชีวประวัติและผลงานของนักคณิตศาสตร์ การใช้สื่อแสดง มโนทัศน์ เช่น เครื่องคำนวนเชิงกราฟ เครื่องคำนวน หรือซอฟต์แวร์ทางคณิตศาสตร์ ที่มีระบบคำนวนทางพีซีคณิต การสร้างแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ การใช้ความรู้ทางเรขาคณิตในการออกแบบงานศิลป์หรือออกแบบบรรจุภัณฑ์ การศึกษาวิเคราะห์สารการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์แขนงต่าง ๆ อาทิ วิญญาณคณิต เเรขาคณิตทรงกลม แฟร์กทัล (fractal) บทความทางคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนเรียบเรียงขึ้นเองจากการศึกษาค้นคว้า และโครงการงานคณิตศาสตร์

นอกจากแฟ้มสะสมงานทั้ง 2 แบบดังกล่าวแล้ว การจัดทำแฟ้มสะสมงานคณิตศาสตร์ยังมีดูดมุ่งหมายอื่นอีกด้วย เช่น เพื่อการสมัครงาน เพื่อการสมัครศึกษาต่อ การจัดทำแฟ้มสะสมงานที่มีเป้าหมายเฉพาะลักษณะนี้ จะเป็นต้องจัดทำเป็นพิเศษ ในรูปของแฟ้มสะสมงานเพื่อการประเมิน โดยมีส่วนที่เพิ่มเติมจากแฟ้มสะสมงานทั้ง 2 แบบที่กล่าวมาแล้ว ที่แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับลักษณะสำคัญของผลงาน แนวทางในการประเมิน และคำแนะนำอื่น ๆ ที่จะช่วยให้ผู้ประเมินผลงานได้มีความเข้าใจมากยิ่งขึ้นอีกด้วย

ผลงานในแฟ้มสะสมงานคณิตศาสตร์ ควรประกอบด้วยสารบัญ ตัวอย่าง ผลงานโดยเด่นของแต่ละประเภท ผลการประเมินของผู้สอนและผู้เกี่ยวข้องดังแสดงในแผนภาพต่อไปนี้



ตัวอย่างกรอบและสาระสำคัญในแฟ้มสะสมงานคณิตศาสตร์



ตัวอย่างผลงานที่เก็บในแฟ้มสะสมงานคณิตศาสตร์

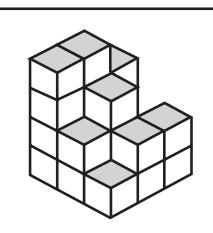
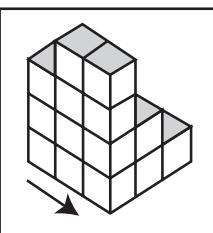
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3)

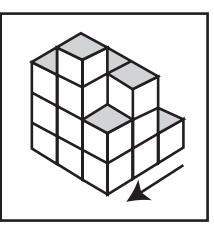
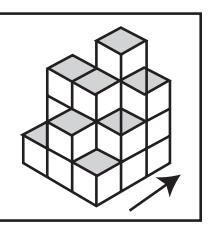
ชื่อผู้จัดทำ ด.ญ. น้ำฝน มะลิทอง

สาระ ภาพสองมิติที่ได้จากการมองรูปเรขาคณิตสามมิติ

รูปเรขาคณิตสามมิติที่ได้จากการวางแผนรูปทรงบากาศก์ต่อ กัน สามารถเขียนเป็นภาพสองมิติ ได้หลายแบบ เช่น แสดงด้านข้างหรือแสดงด้านหน้า แต่เมื่อเขียนเป็นภาพสองมิติแล้วจะมีบางส่วน ที่มองไม่เห็น ดังนั้นจึงควรมีผังตัวเลขแทนรูปกำกับไว้ เพื่อบอกความสูงหรือบอกจำนวนของ ลูกบาศก์ในแนวใดแนวหนึ่ง ดังตัวอย่างต่อไปนี้

สถานการณ์

จากรูป 		เขียนเป็น  ผังตัวเลขแทนรูป ได้ดังนี้ <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td>4</td><td>4</td><td>3</td></tr> <tr><td>2</td><td>3</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>2</td></tr> </table>	4	4	3	2	3	1	1	2	2
4	4	3									
2	3	1									
1	2	2									

แล้วจากรูปต่อไปนี้ 	
---	---

จะเขียนเป็นผังตัวเลขแทนรูปได้อย่างไร

แนวคำตอบ ตัวอย่างของคำตอบที่เป็นไปได้มีดังนี้

1	3	2
2	3	4
1	2	3

1	2	3
2	3	4
1	3	2

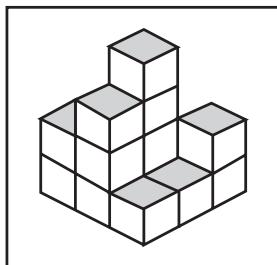
1	2	1
3	3	2
2	4	3

2	4	3
3	3	2
1	2	1

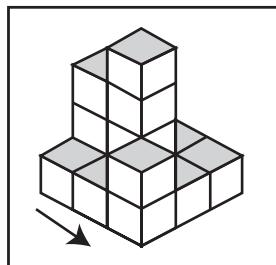
คําถามเพิ่มเติม

1.

จากรูป



มุ่มมอง A



มุ่มมอง B (หมุนจากมุ่มมอง A 90°)

จะเขียนผังตัวเลขแทนรูปได้อย่างไร

2.

1	1	4
3	2	2
2	1	1

จากผังตัวเลขแทนรูป สามารถเขียนรูปได้อย่างไร

แนวคิดตอบ

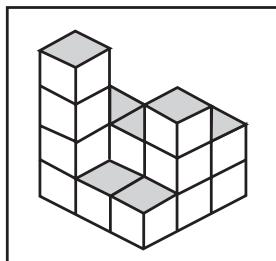
1.

1	3	2
1	4	2
2	1	1

หรือ

1	3	2
1	4	1
2	1	1

2.



ประโยชน์ที่ได้รับ

1. เขียนภาพสองมิติของรูปเรขาคณิตสามมิติที่เกิดจากการวางแผนรูปลูกบาศก์ต่อกัน
2. นำความรู้เรื่องเส้นขนานและมุมจากมาใช้เขียนภาพสองมิติได้
3. พัฒนาความรู้สึกเชิงปริภูมิ (spatial sense)

ผลงานที่คาดว่าจะจัดเก็บต่อไป

- ผลงาน เรื่อง การหาปริมาตรของรูปทรงต่าง ๆ

ความต้องเนื่องระหว่างผลงานชิ้นนี้กับผลงานที่จะจัดเก็บต่อไป

- นำความรู้เรื่องจำนวนลูกบาศก์ไปใช้ประกอบการหาปริมาตรของรูปทรงต่าง ๆ

ลงชื่อผู้จัดทำ ด.ญ. น้ำฝน มะลิทอง ชั้น ม.3/1

วันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2546

ประเมินโดย ผู้สอน ผู้เรียน เพื่อน ผู้เกี่ยวข้อง (โปรดระบุ.....)

ระดับคุณภาพของงาน ดีมาก ดี พ่อใช้ ต้องปรับปรุง

ข้อเสนอแนะ

ลงชื่อผู้ประเมิน วันที่

ตัวอย่างแบบบันทึกการคัดเลือกชิ้นงานเพื่อเก็บไว้ในแฟ้มสะสมงานคณิตศาสตร์

แบบบันทึกการคัดเลือกชิ้นงานเพื่อเก็บไว้ในแฟ้มสะสมงานคณิตศาสตร์

ชื่อผู้จัดทำ.....
ชื่อชิ้นงานในแฟ้มสะสมงาน.....

รายการประเมิน	บันทึกความคิดเห็นของผู้จัดทำ
1. เหตุผลที่เลือกชิ้นงานนี้จัดไว้ใน แฟ้มสะสมงาน
2. จุดเด่นและจุดด้อยของชิ้นงาน
3. คำแนะนำเพื่อการปรับปรุงชิ้นงาน
4. ผลการประเมินและคำอธิบายประกอบ

ข้อเสนอแนะ

.....
.....
.....

การทำแฟ้มสะสมงานคณิตศาสตร์มีข้อดีและข้อจำกัดดังนี้

ข้อดี

- ใช้เป็นแหล่งข้อมูลและข้อสนับสนุน ที่แสดงถึงความรู้ความสามารถในการคิดของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี
- ให้โอกาสผู้เรียนได้ตัดสินใจเลือกผลงาน ที่จะนำมา汇报รวมไว้ในแฟ้มสะสมงาน
- แสดงพัฒนาการของผู้เรียนอย่างต่อเนื่องและครอบคลุมพุทธิกรรมทุกด้าน

4. สงเสริมให้ผู้เรียนได้รู้จักตนเอง มีความเชื่อมั่นและภูมิใจในความก้าวหน้าของการเรียนรู้โดยไม่เน้นการแข่งขันกับผู้อื่น
5. สงเสริมให้ผู้เรียนฝึกทักษะการสื่อสาร
6. ให้โอกาสผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นสร้างสรรค์
7. สงเสริมให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบ

ข้อจำกัด

1. คัดเลือกและจัดเก็บได้ยาก เนื่องจากผู้เรียนมีผลงานเป็นจำนวนมาก และมีความหลากหลาย
2. ใช้เวลาในการจัดทำผลงานและการจัดเก็บ
3. การประเมินผลอาจไม่มีความเป็นปัจจัยได้ ถ้าไม่ได้กำหนดเกณฑ์ให้อย่างชัดเจน
4. ต้องสร้างเกณฑ์การประเมินที่หลากหลายตามลักษณะของผลงาน



2.2 การประเมินผลเพิ่มสะสมงานคณิตศาสตร์

การประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์จากเพิ่มสะสมงาน จะต้องสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ตามสาระหลักสูตรที่กำหนดไว้ ทั้งนี้ผู้สอนอาจ ตกลงกับผู้เรียนเกี่ยวกับหลักการประเมินเพิ่มสะสมงานดังแต่เริ่มเปิดภาคเรียน

การประเมินเพิ่มสะสมงานจะกระทำได้ทั้งการประเมินตนเอง การประเมินจากเพื่อน ผู้สอน และผู้เกี่ยวข้องอื่น ๆ โดยต้องสร้างเกณฑ์ให้สมพันธ์กับ มาตรฐานการเรียนรู้ ระดับความสามารถ และความก้าวหน้าของผู้เรียน

เกณฑ์การประเมินผลการทำเพิ่มสะสมงานมีแนวทางดังนี้

1. การประเมินผลแบบรวม เป็นการประเมินผลในภาพรวมของ เพิ่มสะสมงาน ที่มีขั้นตอนการประเมินดังนี้

(1) อ่านเพิ่มสะสมงานอย่างคร่าว ๆ ประมาณ 5 นาที ผู้ประเมินไม่ควรอ่านในรายละเอียด แต่เป็นการตรวจสอบผลงานที่อยู่ในเพิ่มสะสมงาน เปื้องต้น เพื่อให้ได้แนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบของผลงานในภาพรวม

(2) อ่านบทสรุปของเพิ่มสะสมงานและพิจารณาชื่นงาน ที่สามารถใช้เป็นประจำพยานได้ที่สุด การอ่านบทสรุปจะกระทำอย่างรวดเร็วเพื่อให้ได้ภาพรวมที่นำไปจัดระดับคุณภาพ เช่น แบ่งเป็น 4 ระดับ คือ 1, 2, 3, 4 ซึ่งทั้ง 4 ระดับนี้ อาจแบ่งเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงที่ 1-2 ช่วงที่ 2-3 และช่วงที่ 3-4 ผู้ประเมินอาจพิจารณาผล และจัดเพิ่มสะสมงานนั้นไว้ในช่วงใดก่อนก็ได้ โดยกำหนดให้ช่วง 2-3 เป็นเส้นแบ่งระหว่างผลงานที่มีประสิทธิภาพกับผลงานที่ไม่มีประสิทธิภาพ

(3) พิจารณาชื่นงานอื่น ๆ นอกเหนือจากที่พิจารณาแล้ว เพื่อใช้เป็นส่วนประกอบของการประเมินและใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนระดับคุณภาพที่ได้ ตามข้อ 2 ประจำพยานส่วนที่เหลือจะช่วยให้ผู้ประเมินมีข้อมูลอย่างเพียงพอต่อการ ตัดสินให้คะแนนในระดับที่สูงขึ้นหรือต่ำลงก็ได้

เกณฑ์การประเมินผลแบบรวมของการทำเพิ่มประสิทธิภาพคณิตศาสตร์
เป็นเกณฑ์ที่ใช้พิจารณาเพิ่มประสิทธิภาพในภาพรวมพร้อมกันทุกองค์ประกอบ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตัวอย่างการประเมินผลแบบรวมของการทำเพิ่มประสิทธิภาพคณิตศาสตร์

แบบประเมินผลการทำเพิ่มประสิทธิภาพคณิตศาสตร์

ชื่อผู้จัดทำ ชั้น

ประเมินโดย ผู้สอน ผู้เรียน เพื่อน ผู้เกี่ยวข้อง (โปรดระบุ...)

ระดับคุณภาพของงาน ดีมาก ดี พอกใช่ ต้องปรับปรุง

ข้อเสนอแนะ

ลงชื่อผู้ประเมิน วันที่

ระดับคุณภาพของงาน

ดีมาก หมายถึง ผลงานมีรายละเอียดอย่างเพียงพอที่แสดงถึงระดับความรู้และ
พัฒนาการของผู้เรียน และแสดงถึงความเข้าใจในเรื่องที่ศึกษา
การนำเสนอข้อมูลแสดงถึงการบูรณาการหรือเชื่อมโยงโน้ตศูนย์
ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน

ดี หมายถึง ผลงานมีรายละเอียดอย่างเพียงพอที่แสดงถึงระดับความรู้และ
พัฒนาการของผู้เรียน ไม่มีข้อผิดพลาดที่แสดงว่าไม่เข้าใจ แต่
การนำเสนอข้อมูลไม่แสดงถึงการบูรณาการระหว่างข้อมูลหรือ
มโน้ตศูนย์ในเรื่องที่ศึกษา

พอใช้ หมายถึง ผลงานมีรายละเอียดแสดงไว้ในบันทึกให้เห็นถึงระดับความรู้และ
พัฒนาการของผู้เรียน แต่พบว่าบางส่วนมีความผิดพลาดหรือ
ไม่ชัดเจนหรือแสดงถึงความไม่เข้าใจในเรื่องที่ศึกษาของผู้เรียน
ต้องปรับปรุง หมายถึง ผลงานมีข้อมูลน้อย ไม่มีรายละเอียดแสดงไว้ในบันทึกหรือ
แสดงให้เห็นถึงระดับความรู้และพัฒนาการของผู้เรียน

2. การประเมินผลแบบวิเคราะห์ เป็นการประเมินแบบแยกองค์ประกอบออกเป็นหลายด้าน และมีเกณฑ์ของแต่ละด้านที่ต้องการประเมิน ทั้งนี้อาจให้น้ำหนักคะแนนของแต่ละองค์ประกอบแตกต่างกันได้ตามระดับความสำคัญ การประเมินผลแบบวิเคราะห์จำแนกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ แบบวิเคราะห์ผลงานเพิ่มสะสางงานคณิตศาสตร์ในภาพรวม และแบบวิเคราะห์ผลงานเพิ่มสะสางงานคณิตศาสตร์แต่ละชิ้นเป็นด้านย่อย ซึ่งอาจกำหนดเกณฑ์การประเมินผลได้แตกต่างกันดังนี้

(1) เกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ของการทำเพิ่มสะสางงานคณิตศาสตร์ในภาพรวม การประเมินผลการทำเพิ่มสะสางงานแบบวิเคราะห์ลักษณะนี้จะเน้นการประเมินภาพรวมของผลงานทุกด้านในเพิ่มสะสาง ตัวอย่างเช่นเกณฑ์การประเมินผลประกอบด้วยรายการประเมิน 4 รายการ แต่ละรายการแบ่งระดับคุณภาพของงานเป็น 3 ระดับดังนี้



ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ของการทำเพิ่มสะสงานคณิตศาสตร์ในภาพรวม

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
1. โครงสร้างและองค์ประกอบ	3 (ดี)	- ผลงานมีองค์ประกอบที่สำคัญครบถ้วนเพียงพอ และมีการจัดเก็บเป็นระบบ ทำให้ประเมินผลการเรียนรู้ได้
	2 (พอใช้)	- ผลงานมีองค์ประกอบที่สำคัญเป็นส่วนน้อย และบางขั้นงานมีการจัดเก็บเป็นระบบ
	1 (ต้องปรับปรุง)	- ผลงานขาดองค์ประกอบที่สำคัญ และมีการจัดเก็บไม่เป็นระบบ
2. มโนทัศน์	3 (ดี)	- มีหลักฐานหรือร่องรอยที่แสดงว่าผู้เรียนมีความรู้ทางคณิตศาสตร์ดีมาก และสามารถเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม โดยผลของการแก้ปัญหาถูกต้อง ชัดเจน
	2 (พอใช้)	- มีหลักฐานหรือร่องรอยที่แสดงว่าผู้เรียนมีความรู้ทางคณิตศาสตร์ และพยายามนำไปใช้ในการแก้ปัญหา
	1 (ต้องปรับปรุง)	- มีหลักฐานหรือร่องรอยที่แสดงว่าผู้เรียนมีความรู้ทางคณิตศาสตร์น้อย แต่ขาดการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาสาระ

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
3. การประเมินผล	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง)	<ul style="list-style-type: none"> - มีการประเมินความสามารถและประสิทธิภาพ การปฏิบัติงานและผลงาน และมีการเสนอแนะ งานที่จัดทำต่อไปไว้ชัดเจนอย่างมีเหตุผล - มีการประเมินความสามารถและประสิทธิภาพ การปฏิบัติงานและผลงานบ้าง และมีการ เสนอแนะงานที่จะทำต่อไปแต่ไม่ชัดเจน - มีการประเมินประสิทธิภาพการปฏิบัติงาน และผลงานน้อยมาก และไม่เสนอแนะงานใด ๆ
4. การนำเสนอ	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง)	<ul style="list-style-type: none"> - มีการนำเสนออย่างเป็นขั้นตอน มีการสรุป รายงานผลการจัดทำเพิ่มสะสมงาน มีการ ประเมินครบถ้วนและมีหลักฐานแสดงความคิด ริเริ่มสร้างสรรค์ - มีการนำเสนออย่างเป็นขั้นตอน และมีการสรุป รายงานผลการจัดทำเพิ่มสะสมงาน แต่ไม่มี การประเมินผล - มีการนำเสนออย่างไม่เป็นขั้นตอน และไม่มี การสรุปรายงานผลการจัดทำเพิ่มสะสมงาน

ผลการประเมินเพิ่มสะสภางานคณิตศาสตร์ทั้ง 4 รายการ จะถูกบันทึกลงในแบบประเมินการทำเพิ่มสะสภางานคณิตศาสตร์ แล้วนำคะแนนรวมของทุกองค์ประกอบมาหาค่าร้อยละ เพื่อจัดระดับคุณภาพของเพิ่มสะสภางานคณิตศาสตร์ในภาพรวมดังนี้

4 หมายถึง	ดีมาก	ได้คะแนนรวมร้อยละ 80 – 100
3 หมายถึง	ดี	ได้คะแนนรวมร้อยละ 60 – 79
2 หมายถึง	พอใช้	ได้คะแนนรวมร้อยละ 40 – 59
1 หมายถึง	ต้องปรับปรุง	ได้คะแนนรวมต่ำกว่าร้อยละ 40



ตัวอย่างการประเมินผลแบบวิเคราะห์ของการทำเพิ่มสะสภานคณิตศาสตร์ในภาพรวม

แบบประเมินผลการทำเพิ่มสะสภานคณิตศาสตร์

ชื่อผู้เรียน..... ชั้น.....

ประเมินโดย ผู้สอน ผู้เรียน เพื่อน ผู้เกี่ยวข้อง (โปรดระบุ.....)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	3	2	1
1. โครงสร้างและองค์ประกอบ 2. มโนทัศน์ 3. การประเมินผล 4. การนำเสนอ			
คะแนนรวม			

ระดับคุณภาพของงาน ดีมาก ดี พอดี ต้องปรับปรุง

ข้อเสนอแนะ

.....
.....
.....

ลงชื่อผู้ประเมิน..... วันที่.....

(2) เกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ของการทำแฟ้มสะสมงานคณิตศาสตร์แต่ละชั้นเป็นด้านย่อย การประเมินผลการทำแฟ้มสะสมงานคณิตศาสตร์แบบนี้ จะเน้นการประเมินรายละเอียดของแฟ้มสะสมงานมากขึ้น โดยจำแนกเป็น 3 ด้าน คือ (1) ความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ (2) ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (3) คุณลักษณะที่พึงประสงค์ของผู้เรียน เพื่อประโยชน์ของผู้สอนหรือผู้ประเมินในการวิเคราะห์ผลงานแต่ละชั้นที่ผู้เรียนเก็บไว้ในแฟ้มสะสมงาน อาจมีตัวอย่างเกณฑ์การประเมินดังนี้

ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ของการทำแฟ้มสะสมงานคณิตศาสตร์ แต่ละชั้นเป็นด้านย่อย

1. ความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์: มีความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างดี

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
1. ขอบเขต ของปัญหา	3 (ดี)	- สามารถแก้ปัญหาจากง่ายไปยากภายในเวลาที่กำหนด
	2 (พอใช้)	- สามารถแก้ปัญหาได้ในขอบเขตจำกัด
	1 (ต้องปรับปรุง)	- ไม่สามารถแก้ปัญหาได้
2. การใช้แบบรูป เพื่อสร้างหรือ ^ช ขยายความรู้	3 (ดี)	- นำแบบรูปมาสร้างองค์ความรู้ได้อย่างถูกต้อง ^{ชัดเจน} และขยายแบบรูปไปสู่รูปทั่วไปได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม
	2 (พอใช้)	- นำแบบรูปมาสร้างองค์ความรู้ได้แต่ไม่สามารถขยายแบบรูปไปสู่รูปทั่วไปได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม
	1 (ต้องปรับปรุง)	- นำแบบรูปมาสร้างองค์ความรู้ไม่ถูกต้อง

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
3. การสร้าง ข้อความคาดการณ์	3 (ดี)	<ul style="list-style-type: none"> - สร้างข้อความคาดการณ์ได้เหมาะสมและครอบคลุมกับสภาพปัญหา และแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในปัญหานั้น ๆ ได้อย่างลึกซึ้ง
	2 (พอใช้)	<ul style="list-style-type: none"> - สร้างข้อความคาดการณ์ได้เหมาะสมกับสภาพปัญหา แต่ไม่แสดงถึงความเข้าใจปัญหา
	1 (ต้องปรับปรุง)	<ul style="list-style-type: none"> - สร้างข้อความคาดการณ์ได้ แต่ไม่เหมาะสม กับปัญหา
4. การสืบค้น ข้อมูล	3 (ดี)	<ul style="list-style-type: none"> - ค้นหาข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ที่น่าเชื่อถือ ได้อย่างเหมาะสมและหลากหลาย
	2 (พอใช้)	<ul style="list-style-type: none"> - ค้นหาข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ แต่ขาดความน่าเชื่อถือ
	1 (ต้องปรับปรุง)	<ul style="list-style-type: none"> - ค้นหาข้อมูลได้ไม่เพียงพอ และไม่สามารถระบุแหล่งที่มาของแหล่งการเรียนรู้ที่ใช้อ้างอิง

2. ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์: มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
1. การแก้ปัญหา	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง)	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาได้สำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ และอธิบายขั้นตอนของวิธีการดังกล่าวได้อย่างชัดเจน - มี>yุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาได้สำเร็จแต่ไม่สามารถอธิบายขั้นตอนของวิธีการดังกล่าว - มีหลักฐานหรือร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหางานส่วน แต่แก้ปัญหามิ่งสำเร็จ
2. การให้เหตุผล	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง)	<ul style="list-style-type: none"> - มีการอ้างอิงที่ถูกต้อง และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล - มีการอ้างอิงที่ถูกต้องบางส่วน และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ แต่อาจไม่สมเหตุสมผลในบางกรณี - มีการเสนอแนวคิดที่ไม่สมเหตุสมผลในการตัดสินใจ และไม่วบgarอ้างอิง

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
3. การสื่อสาร การสื่อความหมาย ทางคณิตศาสตร์	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง)	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง นำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูลประกอบตามลำดับขั้นตอนชัดเจน และมีรายละเอียดสมบูรณ์ - ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์นำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูลประกอบลำดับขั้นตอนได้ชัดเจนบางส่วน แต่ขาดรายละเอียดที่สมบูรณ์ - ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อย่างง่าย ๆ ไม่ได้ใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตาราง และการนำเสนอข้อมูลไม่ชัดเจน
4. การเข้มแข็ง ความรู้ต่าง ๆ ทาง คณิตศาสตร์และ เชื่อมโยงคณิตศาสตร์ กับศาสตร์อื่น ๆ	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง)	<ul style="list-style-type: none"> - นำความรู้ หลักการ และวิธีการทำงานคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์หรือสาขาวิชานอกในเครือประจา般เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาหรือประยุกต์ใช้ได้อย่างสอดคล้องและเหมาะสม - นำความรู้ หลักการ และวิธีการทำงานคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์เดิมบางส่วน - นำความรู้ หลักการ และวิธีการทำงานคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงไม่เหมาะสม

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
5. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	3 (ดี)	- มีแนวคิดหรือวิธีการแปลกใหม่ที่สามารถนำไปปฏิบัติได้ถูกต้อง
	2 (พอใช้)	- มีแนวคิดหรือวิธีการไม่แปลกใหม่ แต่ไม่สามารถนำไปปฏิบัติได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	1 (ต้องปรับปรุง)	- มีแนวคิดหรือวิธีการไม่แปลกใหม่ และนำไปปฏิบัติแล้วยังไม่สมบูรณ์

3. คุณลักษณะที่พึงประสงค์: แสดงถึงคุณลักษณะที่จำเป็นสำหรับการจัดทำแฟ้มสะสมงาน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
1. มีระเบียบวินัย	3 (ดี)	- สมุดงาน ชื่นงาน สะอาดเรียบร้อย และปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดให้ร่วมกัน ทุกครั้ง
	2 (พอใช้)	- สมุดงาน ชื่นงาน ส่วนใหญ่สะอาดเรียบร้อย และปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดให้ร่วมกันเป็นส่วนใหญ่
	1 (ต้องปรับปรุง)	- สมุดงาน ชื่นงาน ไม่ค่อยเรียบร้อย และปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดให้ร่วมกันเป็นบางครั้ง ต้องอาศัยการแนะนำ

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
2. ความรอบคอบ	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง)	<ul style="list-style-type: none"> - มีการวางแผนการดำเนินงานเป็นระบบ การทำงานมีครบทุกขั้นตอน ตัดขั้นตอน ที่ไม่สำคัญออก จัดเรียงลำดับความสำคัญ ก่อน - หลังจากต้องครบถ้วน - มีการวางแผนการดำเนินงาน การทำงาน ไม่ครบถ้วนตาม และผิดพลาดบ้าง จัดเรียงลำดับความสำคัญก่อน - หลัง ได้เป็นส่วนใหญ่ - ไม่มีการวางแผนการดำเนินงาน การทำงาน ไม่มีขั้นตอน มีความผิดพลาด ต้องแก้ไข ไม่จัดเรียงลำดับความสำคัญ
3. ความรับผิดชอบ	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง)	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งงานก่อนหรือตรงกำหนดเวลาและ รับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมายและ ปฏิบัติงานเป็นนิสัย เป็นระบบแก้ผู้อื่น และแนะนำซักช่วนให้ผู้อื่นปฏิบัติ - ส่งงานช้ากว่ากำหนด แต่ได้มีการติดต่อ ชี้แจงโดยมีเหตุผลรับฟังได้ รับผิดชอบ ในงานที่ได้รับมอบหมาย ปฏิบัติงานเป็นนิสัย - ส่งงานช้ากว่ากำหนด ปฏิบัติงานโดยต้อง อาศัยการชี้แนะ คำแนะนำ และการตักเตือน

ผลการประเมินชิ้นงานในแฟ้มสะสมงานคณิตศาสตร์ตามเกณฑ์ที่กำหนด
ทั้ง 3 ด้าน คือ ความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ จะถูกนำมาบันทึกผลการประเมินงานแต่ละชิ้นลงใน
แบบประเมินผลแบบวิเคราะห์ของการทำแฟ้มสะสมงานคณิตศาสตร์แต่ละชิ้นเป็นด้านย่อย
(แบบบันทึกที่ 1) และสรุปผลการประเมินผลงานทุกชิ้นลงในแบบสรุปการประเมินผล
แบบวิเคราะห์ผลงานทุกชิ้นในแฟ้มสะสมงานคณิตศาสตร์ (แบบบันทึกที่ 2)

ตัวอย่างแบบประเมินผลแบบวิเคราะห์ของการทำแฟ้มสะสมงานคณิตศาสตร์
แต่ละชิ้นเป็นด้านย่อย (แบบบันทึกที่ 1) ได้แบ่งระดับคุณภาพของแต่ละองค์ประกอบเป็น
3 ระดับ คือ 1, 2 และ 3 เมื่อประเมินครบ 3 ด้านแล้วจะต้องนำคะแนนรวมที่ได้มาหา
ค่าร้อยละเพื่อพิจารณาหาระดับคุณภาพของงานแต่ละชิ้นดังนี้

4 หมายถึง ดีมาก	ได้คะแนนรวมร้อยละ 80 – 100
3 หมายถึง ดี	ได้คะแนนรวมร้อยละ 60 – 79
2 หมายถึง พอดี	ได้คะแนนรวมร้อยละ 40 – 59
1 หมายถึง ต้องปรับปรุง	ได้คะแนนรวมต่ำกว่าร้อยละ 40

ตัวอย่างการประเมินผลแบบวิเคราะห์ของการทำเพิ่มสะสางงานคณิตศาสตร์
แต่ละชั้นเป็นด้านย่อย (แบบบันทึกที่ 1)

แบบประเมินผลการทำเพิ่มสะสางงานคณิตศาสตร์

ชื่อผู้จัดทำ..... ชั้น.....

ชื่อชั้นงาน.....

ประเมินโดย ผู้สอน ผู้เรียน เพื่อน ผู้เกี่ยวข้อง (โปรดระบุ.....)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	3	2	1
1. ความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ : มีความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างดี			
1.1 ขอบเขตของปัญหา			
1.2 การใช้แบบรูปเพื่อสร้างหรือขยายความรู้			
1.3 การสร้างข้อความคาดการณ์			
1.4 การสืบค้นข้อมูล			
2. ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น			
2.1 การแก้ปัญหา			
2.2 การให้เหตุผล			
2.3 การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และ การนำเสนอ			
2.4 การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และ เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ			
2.5 ความคิดวิเคราะห์สร้างสรรค์			

แบบประเมินผลการทำแฟ้มสะสมงานคณิตศาสตร์ (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	3	2	1
3. คุณลักษณะที่พึงประสงค์ของผู้เรียน : แสดงถึงคุณลักษณะที่จำเป็นสำหรับการจัดทำแฟ้มสะสมงาน			
3.1 ความมีระเบียบวินัย			
3.2 ความรอบคอบ			
3.3 ความรับผิดชอบ			
คะแนนรวม			

ระดับคุณภาพของงาน ดีมาก ดี พอดี ต้องปรับปรุง

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อผู้ประเมิน วันที่

เมื่อได้ค่าระดับคุณภาพของแต่ละชิ้นงานแล้ว จึงนำมาบันทึกลงในแบบสรุปการประเมินผลแบบวิเคราะห์ผลงานทุกชิ้นในแฟ้มสะสมงานคณิตศาสตร์ (แบบบันทึกที่ 2) ซึ่งแต่ละชิ้นงานอาจกำหนดน้ำหนักไม่เท่ากันก็ได้

ตัวอย่างการสรุปการประเมินผลแบบวิเคราะห์ผลงานทุกชิ้นในแฟ้มสะสมงานคณิตศาสตร์
 (แบบบันทึกที่ 2)

แบบสรุปการประเมินผลงานทุกชิ้นในแฟ้มสะสมงานคณิตศาสตร์						
ชื่อผู้จัดทำ ชั้น รหัสวิชา ภาคเรียนที่ ปีการศึกษา ประเมินโดย <input type="checkbox"/> ผู้สอน <input type="checkbox"/> ผู้เรียน <input type="checkbox"/> ผู้เกี่ยวข้อง (โปรดระบุ.....)						
ชิ้นงานที่	ระดับคุณภาพ				น้ำหนักคะแนน	คะแนนที่ได้
	ดีมาก	ดี	พอใช้	ต้องปรับปรุง		
	1					
	2					
	3					
	.					
	.					
n						
คะแนนรวม						
ลงชื่อผู้ประเมิน วันที่						

การสรุปผลประเมิน

ในกรณีที่มีผู้ประเมินหลายคน ควรนำคะแนนที่ได้จากการประเมินของผู้ประเมินทุกคนมารวมกันในรูปของค่าเฉลี่ยหรือร้อยละ ซึ่งสามารถบันทึกลงในแบบสุรุป การประเมินผลแบบวิเคราะห์ของการทำเพิ่มสะสางงานคณิตศาสตร์ ทั้งที่เป็นการวิเคราะห์ผลงานทั้งหมดในภาพรวมและการวิเคราะห์ผลงานแต่ละชิ้นเป็นด้านอย่างต่อไปนี้



ตัวอย่างการสรุปการประเมินผลของการทำเพิ่มสะสภางานคณิตศาสตร์

แบบสรุปการประเมินผลเพิ่มสะสภางานคณิตศาสตร์

ชื่อผู้จัดทำ ชั้น.....
 รหัสวิชา ภาคเรียนที่ ปีการศึกษา.....

ผู้ประเมินคนที่	คะแนนที่ได้	ลงชื่อผู้ประเมิน	สถานะผู้ประเมิน *	วัน เดือน ปี
1				
2				
3				
.				
.				
n				
คะแนนรวม				
คะแนนเฉลี่ย				

ระดับคุณภาพของงาน ดีมาก ดี พ่อใช้ ต้องปรับปรุง

ข้อเสนอแนะ

.....

* สถานะผู้ประเมิน 1 ผู้สอน 2 ผู้เรียน 3 เพื่อน 4 ผู้เกี่ยวข้อง

3. โครงงานคณิตศาสตร์

การทำโครงงานคณิตศาสตร์ เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ ลงมือปฏิบัติและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้อย่างดีตามประเด็นที่สนใจ ด้วยการเชื่อมโยงทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ ความรู้ความสามารถและประสบการณ์เดิม กับประเด็นที่ต้องการศึกษา ทั้งนี้การทำโครงงานคณิตศาสตร์อาจมีลักษณะเป็นกลุ่ม หรือรายบุคคล โดยมีอาจารย์หรือผู้ช่วยทำหน้าที่ให้คำปรึกษา การทำโครงงานคณิตศาสตร์ มีจุดมุ่งหมายดังนี้

1. เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้นำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างกว้างขวาง
2. เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการ และความสามารถทางคณิตศาสตร์
3. เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ศึกษา ค้นคว้า หรือทำวิจัยทางคณิตศาสตร์ และเพิ่มพูนความรู้ตามความถนัดและความสนใจ
4. เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีทักษะการสื่อสารที่นำมาใช้ในการเผยแพร่องค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์
5. เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้
6. เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนตระหนักรถึงคุณค่าและประโยชน์ของคณิตศาสตร์ และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

3.1 ประเภทของโครงงานคณิตศาสตร์

โครงงานคณิตศาสตร์จำแนกได้เป็น 4 ประเภทดังนี้

1. โครงงานคณิตศาสตร์ประเภทสำรวจรวมข้อมูล เป็นการศึกษา หาความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้วยการสำรวจตรวจสอบและเก็บรวบรวมข้อมูล การทำโครงงานประเภทนี้มีขั้นตอนที่ประกอบด้วย การสืบค้นข้อมูล การสำรวจตรวจสอบ การรวบรวมข้อมูล การนำเสนอข้อมูลมาจัดกรร得罪ในรูปแบบที่เหมาะสม การวิเคราะห์ข้อมูล และนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ

2. โครงการคณิตศาสตร์ประเภททดลอง เป็นการศึกษาหาคำตอบของปัญหาโดยการตรวจสอบข้อความคาดการณ์หรือสมมติฐานที่ตั้งไว้ ด้วยการทำการทดลองหรือลงมือปฏิบัติจริง ขั้นตอนการทำโครงการประเภทนี้ประกอบด้วย การกำหนดและทำความเข้าใจปัญหา สร้างข้อความคาดการณ์หรือตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง ทำการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูลและตรวจสอบผลที่ได้จากข้อความคาดการณ์ หรือสมมติฐานที่ตั้งไว้ แปลผลและสรุปผลการทดลอง

3. โครงการคณิตศาสตร์ประเภทพัฒนาหรือประดิษฐ์ เป็นการสร้างพัฒนาหรือประดิษฐ์ชิ้นงานที่กำหนดเป็นเป้าหมายไว้แล้ว ด้วยการประยุกต์ใช้ความรู้ หรือมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ผลงานที่ได้อาจเป็นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ หรือปรับปรุงสิ่งประดิษฐ์ที่มีอยู่แล้ว ตลอดจนการสร้างแบบจำลองเพื่อใช้อธิบายเนื้อหาสาระหรือมโนทัศน์ต่าง ๆ ด้วย

4. โครงการคณิตศาสตร์ประเภทสร้างทฤษฎีหรือสร้างคำอธิบาย เป็นการเสนอแนวคิดหรือวิธีการใหม่โดยมีทฤษฎีทางคณิตศาสตร์สนับสนุน หรือการนำเสนอแนวคิดเดิมในรูปแบบใหม่ หรือใช้ทฤษฎีอื่น ๆ ที่แตกต่างจากเดิมในการอธิบายหรือพิสูจน์แนวคิดหรือวิธีการที่นำเสนอ

การทำโครงการคณิตศาสตร์บางเรื่อง อาจเป็นการผสานโครงงานประเภทต่าง ๆ ไว้ด้วยกันก็ได้ จึงไม่สามารถจัดเป็นประเภทหนึ่งประเภทใดได้อย่างชัดเจน

3.2 ขั้นตอนการทำโครงการคณิตศาสตร์

การทำโครงการคณิตศาสตร์มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. การกำหนดหัวข้อปัญหา

การเลือกหัวข้อปัญหาที่ต้องการศึกษา อาจได้มาจากความสนใจของผู้เรียนที่ต้องการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันหรือเหตุการณ์ทั่วไป การค้นหาคำตอบในเรื่องที่เชื่อมโยงกับสาระการเรียนรู้ในหลักสูตรหรือเรื่องที่เกี่ยวข้องกับชุมชนและสังคม ทั้งนี้ผู้สอนอาจให้คำแนะนำเพิ่มเติมด้วยก็ได้

2. การวางแผนทำโครงการ

การวางแผนทำโครงการ เป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่องมาจากกระบวนการกำหนดหัวข้อปัญหา โดยการค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้อง การเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ การออกแบบวิธีการเพื่อการศึกษา การทดลองหรือการสร้างสิ่งประดิษฐ์ ซึ่งต้องคำนึงถึงการควบคุมตัวแปร การรวบรวมข้อมูล และการวางแผนปฏิบัติอย่างเป็นขั้นตอน การวางแผนที่ดีจะช่วยให้การทำโครงการสำเร็จลุล่วงไปได้อย่างดี

3. การลงมือทำโครงการ

การลงมือทำโครงการ เป็นขั้นตอนที่ต้องใช้ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางแผนไว้ เพื่อกีบข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูล สรุปผลการศึกษาค้นคว้า และในบางครั้งอาจมีการตรวจสอบข้อความคาดการณ์ที่สร้างไว้ด้วย

4. การเขียนรายงาน

การเขียนรายงาน เป็นการนำเสนอผลงานที่ได้จากการทำโครงการอย่างเป็นลายลักษณ์อักษร เพื่อให้ผู้อื่นได้ทราบผลที่ได้จากการทำโครงการ โดยทั่วไปการเขียนรายงานควรประกอบด้วย บทคัดย่อ หลักการและเหตุผล ที่มาหรือความสำคัญของโครงการ ปัญหาหรือวัตถุประสงค์ การศึกษาทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง การสร้างข้อความคาดการณ์ อุปกรณ์ที่ใช้ วิธีการศึกษา ผลที่ได้จากการแปลผลและสรุปผล ข้อเสนอแนะ และเอกสารอ้างอิง

5. การแสดงผลงาน

การแสดงผลงาน เป็นการนำเสนอผลงานที่ได้จากการทำโครงการสำเร็จลุล่วงแล้วให้ผู้อื่นได้รับรู้โดยวิธีต่าง ๆ เช่น การจัดนิทรรศการซึ่งอาจทำภายในห้องเรียน ภายในสถานศึกษา ระดับกลุ่มโรงเรียน ระดับจังหวัด ระดับเขตการศึกษาหรือระดับประเทศ

จุดมุ่งหมายสำคัญของการทำโครงการคนิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากการใช้ทักษะกระบวนการทางคนิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคนิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคนิตศาสตร์ และการมีความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งผู้เรียนควรเลือกทำโครงการที่เหมาะสมกับความสามารถของตนเอง โดยไม่ได้มุ่งเน้นเพื่อการส่งเข้าประกวดหรือเพื่อการแข่งขันรับรางวัลต่าง ๆ

การทำโครงการคนิตศาสตร์มีข้อดีและข้อจำกัดดังนี้

ข้อดี

1. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การสร้างข้อความคาดการณ์ การลงข้อสรุป การสื่อสารและการสื่อความหมาย และการเชื่อมโยงความรู้
2. ผู้เรียนได้ฝึกการทำงานอย่างเป็นระบบมีขั้นตอนการทำงานที่ชัดเจน
3. ผู้เรียนได้เลือกทำงานที่ตนเองสนใจและมั่นใจ ทำให้เกิดความกระตือรือร้นต่อการเรียนรู้
4. ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาสาระที่ทำโครงการเป็นอย่างดี ซึ่งเป็นการขยายแนวคิด และในบางกรณีอาจขยายไปสู่การคิดในรูปทั่วไป (general form)
5. ผู้เรียนได้เรียนรู้การประเมินตนเอง และรับการประเมินจากผู้เกี่ยวข้อง ทำให้มีความสามารถในการประเมินศักยภาพของตนเอง

ข้อจำกัด

1. การประเมินผลอาจมีความคลาดเคลื่อนจากความบกพร่องของเครื่องมือวัดผลประเมินผล และความลำเอียงของผู้ประเมิน
2. ผู้ประเมินจะต้องเป็นผู้มีความรู้ในเรื่องที่จะประเมินเป็นอย่างดี และต้องมีเวลาเพียงพอในการตรวจสอบ

3.3 การประเมินผลโครงการงานคณิตศาสตร์

การประเมินผลการทำโครงการงานคณิตศาสตร์มีสาระสำคัญที่จำเป็นต้องประเมิน ประกอบด้วยการประเมินด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ คุณลักษณะที่พึงประสงค์ และแหล่งการเรียนรู้ โดยอาจกำหนดรายการประเมินและพฤติกรรมหรือการแสดงออกในแต่ละรายการประเมินไว้ดังนี้

รายการประเมิน	พฤติกรรม/การแสดงออก
1. ความรู้	1.1 มีความเข้าใจ หลักการ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 1.2 เลือกใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้องได้อย่างเหมาะสม 1.3 มีความรู้เกิดขึ้นใหม่หรือสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง
2. ทักษะกระบวนการ	2.1.1 กำหนดปัญหาและสร้างข้อความคาดการณ์ที่สอดคล้องกับปัญหา 2.1.2 ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหางานสำเร็จได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2.2 การให้เหตุผล	2.2.1 มีการอ้างอิงและเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล 2.2.2 มีการอธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดำเนินการได้อย่างชัดเจน
2.3 การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ	2.3.1 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องและเหมาะสม 2.3.2 นำเสนอผลงานอย่างมีลำดับขั้นตอนและเป็นระบบที่ชัดเจนเข้าใจง่าย

รายการประเมิน	พฤติกรรม/การแสดงออก
<p>2.4 การเขื่อมโยงความรู้ ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และ เขื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์ อื่น ๆ</p> <p>2.5 ความคิดวิเคราะห์สร้างสรรค์</p>	<p>2.3.3 มีรายละเอียดของข้อมูลที่ถูกต้องและสมบูรณ์</p> <p>2.3.4 มีการใช้เทคโนโลยีช่วยในการนำเสนอได้อย่างเหมาะสม</p> <p>2.3.5 รูปแบบการนำเสนอดึงดูดความสนใจ</p> <p>2.4.1 นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ มาใช้เขื่อมโยงสาระคณิตศาสตร์กับสาระอื่น ๆ ตลอดจนนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่าง สอดคล้องและเหมาะสม</p> <p>2.5.1 นำแนวคิดและวิธีการแปลกใหม่มาปฏิบัติได้อย่าง ถูกต้อง</p> <p>2.5.2 มีความแปลกใหม่ในการออกแบบ</p>
<p>3. คุณลักษณะที่พึงประสงค์</p> <p>3.1 ทำงานอย่างเป็นระบบ</p> <p>3.2 มีระเบียบวินัย</p> <p>3.3 มีความรอบคอบ</p> <p>3.4 มีความรับผิดชอบ</p>	<p>3.1.1 มีการวางแผนการดำเนินงานอย่างเป็นระบบ เรียงลำดับความสำคัญอย่างเหมาะสม</p> <p>3.1.2 ปฏิบัติงานครบทุกขั้นตอน</p> <p>3.2.1 ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดให้</p> <p>3.2.2 ผลงานมีความสะอาดเรียบร้อย</p> <p>3.3.1 ปฏิบัติงานทุกขั้นตอนด้วยความรอบคอบ</p> <p>3.4.1 มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายและ ปฏิบัติเป็นนิสัย</p> <p>3.4.2 ส่งงานก่อนหรือตรงกำหนดเวลาอันดามาย</p>

รายการประเมิน	พฤติกรรม/การแสดงออก
3.5 มีวิจารณญาณ	3.5.1 ปฏิบัติงานควบทุกขั้นตอนที่จำเป็น โดยสามารถตัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออก 3.5.2 เลือกใช้วิธีดำเนินงานได้อย่างเหมาะสม
3.6 มีความเชื่อมั่นในตนเอง	3.6.1 มีหลักฐานแสดงถึงความเชื่อมั่นในตนเองขณะดำเนินงานและนำเสนอผลงาน
3.7 ตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์	3.7.1 มีหลักฐานแสดงถึงความชื่นชมในคณิตศาสตร์ 3.7.2 มีความกระตือรือร้นที่จะแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 3.7.3 มีความสนใจในการค้นคว้าหาความรู้ทางคณิตศาสตร์
4. แหล่งการเรียนรู้	4.1 ความเหมาะสม 4.1.1 เลือกใช้แหล่งการเรียนรู้อย่างเหมาะสม
4.2 ความพอดี	4.2.1 มีการใช้แหล่งการเรียนรู้ที่พอดี
4.3 ความน่าเชื่อถือ	4.3.1 เลือกใช้แหล่งการเรียนรู้ที่มีความน่าเชื่อถือ

เกณฑ์การประเมินผลการทำโครงการคณิตศาสตร์

การประเมินผลการทำโครงการคณิตศาสตร์ทำได้หลายรูปแบบ ทั้งการประเมินตนเองของผู้เรียน การประเมินจากเพื่อน ผู้สอน ผู้รู้ และผู้เกี่ยวข้องอื่น ๆ โดยใช้วิธีประเมินแบบอิงมาตรฐาน ที่ต้องสร้างเกณฑ์ให้มีสัมพันธ์กับพฤติกรรมหรือการแสดงออกในแต่ละรายการประเมิน และกำหนดระดับความสามารถของผู้เรียนด้วยคำอธิบายที่บอกคุณภาพของงานตามลำดับ เพื่อแสดงความก้าวหน้าของผลการเรียนรู้ของผู้เรียนหรือกำหนดเป็นตัวเลขได้

การกำหนดระดับคุณภาพของงานจะขึ้นกับจุดประสงค์ของการประเมินผล ตัวอย่างที่เสนอไว้นี้จัดแบ่งเป็น 4 ระดับคุณภาพ คือ ระดับ 1 หมายถึง ต้องปรับปรุง ระดับ 2 หมายถึง พอกใช้ ระดับ 3 หมายถึง ดี และระดับ 4 หมายถึง ดีมาก ส่วนในกรณีที่ไม่มีหลักฐานหรือร่องรอยของผลงานที่ช่วยให้สามารถลงความเห็นได้ อาจต้องกำหนดให้มีระดับ 0 ซึ่งหมายถึงไม่มีผลงานให้ประเมิน อย่างไรก็ตามในการทำโครงการคณิตศาสตร์ จะต้องมีผลการปฏิบัติงานหรือหลักฐานหรือร่องรอยของผลงานเกิดขึ้น เกณฑ์ที่ต่ำที่สุดในการประเมินคุณภาพของการทำโครงการคณิตศาสตร์ จึงควรเป็นระดับ 1 ซึ่งถือเป็นระดับต่ำสุด

เกณฑ์การประเมินผลการทำโครงการคณิตศาสตร์ มีแนวทางดังนี้

1. การประเมินผลแบบรวมของการทำโครงการคณิตศาสตร์ เป็นการประเมินผลในภาพรวมของโครงการนั้น ๆ ซึ่งจะกำหนดระดับคุณภาพตามผลงานที่ปรากฏโดยมีคำอธิบายประกอบว่าผู้เรียนทำอะไรได้บ้าง และทำได้อย่างไร ซึ่งได้แสดงตัวอย่างมาตราส่วนประมาณค่าการประเมินดังนี้

ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลการทำโครงการคณิตศาสตร์แบบรวม

ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
4 (ดีมาก)	<ul style="list-style-type: none"> - แสดงถึงความเข้าใจปัญหาอย่างชัดเจน - มีความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบโครงการ - ใช้เทคนิคหรือการต่าง ๆ ในการจัดทำโครงการจนประสบความสำเร็จ - ภาระนำเสนอรายงานเป็นลำดับขั้นตอนดีมากและใช้เป็นแบบอย่างได้ - มีการวางแผนการทำงานเป็นระบบและทำงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด - มีการศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ที่น่าเชื่อถือและหลากหลาย

ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
3 (ดี)	<ul style="list-style-type: none"> - แสดงถึงความเข้าใจปัญหา - การออกแบบโครงงานที่ถูกต้องเป็นบางส่วน - ใช้เทคนิคหรือวิธีการในการจัดทำโครงงานให้ประสบความสำเร็จ เพียงบางส่วน - การนำเสนอรายงานเป็นลำดับขั้นตอน - มีการวางแผนการทำงานและทำงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด - มีการศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย
2 (พอใช้)	<ul style="list-style-type: none"> - เข้าใจปัญหาแต่ใช้เวลานานมาก - ต้องอาศัยการแนะนำในการออกแบบโครงงาน - ต้องได้รับคำแนะนำนำกี่ยวกับเทคนิคหรือวิธีที่ใช้ในการจัดทำโครงงาน - ต้องได้รับคำแนะนำในการเขียนรายงาน - มีการวางแผนการทำงานแต่ไม่ชัดเจน และทำงานเสร็จช้ากว่าที่กำหนดไว้ - มีการศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่น่าเชื่อถือเพียงบางส่วน
1 (ต้องปรับปรุง)	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่เข้าใจปัญหา - การออกแบบโครงงานและการทดลองไม่ถูกต้อง - ต้องได้รับคำแนะนำนำกี่ยวกับเทคนิคหรือวิธีในการทำโครงงาน ทุกขั้นตอน - การเขียนรายงานยังมีข้อบกพร่อง - มีการวางแผนการทำงานไม่เป็นระบบและทำงานเสร็จช้ากว่าที่กำหนดไว้ - มีการศึกษาค้นคว้าข้อมูลน้อยมากหรือไม่สัมพันธ์กับโครงงาน ที่จัดทำ

ตัวอย่างการประเมินผลแบบรวมของการทำโครงการคณิตศาสตร์

แบบประเมินผลการทำโครงการคณิตศาสตร์

ชื่อโครงการ ภาคเรียนที่ ปีการศึกษา

ชื่อผู้จัดทำ ชั้น

ประเมินโดย ผู้สอน ผู้เรียน เพื่อน ผู้เกี่ยวข้อง (โปรดระบุ.....)

ระดับคุณภาพของงาน ดีมาก ดี พอดี ต้องปรับปรุง

ข้อเสนอแนะ

.....
.....
.....
.....

ลงชื่อผู้ประเมิน วันที่

2. การประเมินผลการทำโครงการคณิตศาสตร์แบบวิเคราะห์ เป็นการประเมินโดยแยกเป็นรายองค์ประกอบ การให้น้ำหนักคะแนนของแต่ละองค์ประกอบ จะแตกต่างกันตามระดับความสำคัญ ซึ่งอาจกำหนดเกณฑ์การประเมินเป็น 6 องค์ประกอบ โดยแต่ละองค์ประกอบจะแบ่งระดับคุณภาพของงานเป็น 4 ระดับ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ของการทำโครงการคณิตศาสตร์

1. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
4 (ดีมาก)	- โครงการแสดงให้เห็นถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และนำไป ประยุกต์ใช้ได้
3 (ดี)	- โครงการแสดงให้เห็นถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ แต่นำไป ประยุกต์ไม่ได้
2 (พอใช้)	- โครงการบางส่วนมีความเปลกใหม่จากโครงการที่มีผู้ทำมาแล้ว
1 (ต้องปรับปรุง)	- โครงการคล้ายคลึงกับสิ่งที่มีผู้ทำมาแล้ว

2. การสร้างข้อความคาดการณ์

ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
4 (ดีมาก)	- ข้อความคาดการณ์สอดคล้องกับปัญหา และแสดงความสัมพันธ์ หรือความเป็นเหตุผลอย่างชัดเจนและถูกต้อง
3 (ดี)	- ข้อความคาดการณ์สอดคล้องกับปัญหา และแสดงความสัมพันธ์ หรือความเป็นเหตุผล แต่ไม่ชัดเจนหรือมีบางส่วนไม่ถูกต้อง
2 (พอใช้)	- ข้อความคาดการณ์สอดคล้องกับปัญหา แต่ไม่แสดงความสัมพันธ์ หรือความเป็นเหตุเป็นผล
1 (ต้องปรับปรุง)	- ข้อความคาดการณ์ไม่สอดคล้องกับปัญหา

3. แหล่งการเรียนรู้

ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
4 (ดีมาก)	- มีการศึกษาหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจากแหล่งการเรียนรู้ที่น่าเชื่อถือหลายแหล่ง ได้อย่างชัดเจนและครอบคลุม
3 (ดี)	- มีการศึกษาหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจากแหล่งการเรียนรู้แต่ไม่ครอบคลุมทั้งหมด
2 (พอใช้)	- มีการศึกษาหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเพียงบางส่วน
1 (ต้องปรับปรุง)	- มีการศึกษาหาข้อมูลแต่ไม่สอดคล้องกับปัญหา

4. การดำเนินการทำโครงการ

ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
4 (ดีมาก)	- ออกแบบการทำโครงการงานสอดคล้องกับข้อความคาดการณ์ เลือกใช้คุปกรณ์และดำเนินการทำโครงการเหมาะสม ทำได้สำเร็จอย่างสมบูรณ์
3 (ดี)	- ออกแบบการทำโครงการงานสอดคล้องกับข้อความคาดการณ์ เลือกใช้คุปกรณ์และดำเนินการทำโครงการเหมาะสม ทำได้สำเร็จแต่ยังมีบางส่วนบกพร่อง
2 (พอใช้)	- ออกแบบการทำโครงการงานสอดคล้องกับข้อความคาดการณ์ เลือกใช้คุปกรณ์และดำเนินการทำโครงการเหมาะสม แต่ทำไม่สำเร็จตามที่กำหนดไว้
1 (ต้องปรับปรุง)	- ออกแบบการทำโครงการงานสอดคล้องกับข้อความคาดการณ์ แต่เลือกใช้คุปกรณ์และดำเนินการทำโครงการไม่เหมาะสม หรือไม่ถูกต้อง

5. การนำเสนอด้วยภาษาไทย

ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
4 (ดีมาก)	<ul style="list-style-type: none"> - มีการนำเสนอเป็นขั้นตอน การจัดทำข้อมูลและแปลความหมาย ถูกต้องสมบูรณ์ มีความละเอียดชัดเจน รูปแบบของรายงานถูกต้องและสวยงามเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน
3 (ดี)	<ul style="list-style-type: none"> - มีการนำเสนอเป็นขั้นตอน การจัดทำข้อมูลและแปลความหมาย ถูกต้อง สมบูรณ์ มีความละเอียดชัดเจน แต่รูปแบบของรายงานไม่ถูกต้อง
2 (พอใช้)	<ul style="list-style-type: none"> - มีการนำเสนอเป็นขั้นตอน การจัดทำข้อมูลและแปลความหมาย ถูกต้อง แต่ยังไม่สมบูรณ์และไม่ชัดเจนเพียงพอ
1 (ต้องปรับปรุง)	<ul style="list-style-type: none"> - มีการนำเสนอไม่ชัดเจน การจัดทำข้อมูลและแปลความหมาย บางส่วนไม่ถูกต้อง

6. ความรับผิดชอบและความรับคอบรรยากาศ

ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
4 (ดีมาก)	<ul style="list-style-type: none"> - มีการวางแผนการดำเนินงานเป็นระบบ และแสดงการทำงานครบถ้วนทุกขั้นตอนและเป็นระเบียบเรียบร้อย
3 (ดี)	<ul style="list-style-type: none"> - มีการวางแผนการดำเนินงานเป็นระบบ และแสดงการทำงานครบถ้วนแต่ไม่เป็นระเบียบเรียบร้อย
2 (พอใช้)	<ul style="list-style-type: none"> - มีการวางแผนการดำเนินงานเป็นระบบ แต่แสดงการทำงานไม่ครบถ้วนทุกขั้นตอนและไม่เป็นระเบียบเรียบร้อย
1 (ต้องปรับปรุง)	<ul style="list-style-type: none"> - มีการวางแผนการดำเนินงานไม่เป็นระบบ และแสดงการทำงานไม่ครบถ้วนทุกขั้นตอนและไม่เป็นระเบียบเรียบร้อย

ผลกระทบประมีนีโครงงานคณิตศาสตร์ตามเกณฑ์ที่กำหนดทั้ง 6 องค์ประกอบคือ ความคิดสร้างสรรค์ การสร้างข้อความคาดการณ์ แหล่งการเรียนรู้ การดำเนินการทำโครงงาน การนำเสนอ และความรับผิดชอบและความรอบคอบ จะถูกบันทึกลงในแบบประเมินผลแบบวิเคราะห์ของการทำโครงงานคณิตศาสตร์ ซึ่งผลที่ได้จะนำไปใช้ในการสรุปผลเพื่อหาระดับคุณภาพของงาน ทั้งนี้อาจใช้วิธีการหาค่ากลาง เช่น ค่าเฉลี่ย หรือฐานนิยม หรือค่าร้อยละ ตามความเหมาะสมโดยการตกลงร่วมกันของผู้ประเมิน ซึ่งอาจจะกำหนดน้ำหนักคะแนนของแต่ละองค์ประกอบแตกต่างกันตามความสำคัญของแต่ละองค์ประกอบด้วยก็ได้

ในกรณีที่สรุปผลการประเมินเพื่อหาระดับคุณภาพของงาน โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ย อาจใช้เกณฑ์การกำหนดระดับคุณภาพของงานแต่ละชั้นดังนี้

4 หมายถึง ดีมาก	ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ	3.6 – 4.0
3 หมายถึง ดี	ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ	2.6 – 3.5
2 หมายถึง พอดี	ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ	1.6 – 2.5
1 หมายถึง ต้องปรับปรุง	ได้คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่า	1.5

สำหรับกรณีที่ใช้วิธีการหาระดับคุณภาพของงาน โดยพิจารณาจากค่าร้อยละของคะแนนรวม อาจใช้เกณฑ์การกำหนดระดับคุณภาพของงานแต่ละชั้นดังนี้

4 หมายถึง ดีมาก	ได้คะแนนรวมร้อยละ	80 – 100
3 หมายถึง ดี	ได้คะแนนรวมร้อยละ	60 – 79
2 หมายถึง พอดี	ได้คะแนนรวมร้อยละ	40 – 59
1 หมายถึง ต้องปรับปรุง	ได้คะแนนรวมต่ำกว่าร้อยละ	40

ตัวอย่างการประเมินผลแบบวิเคราะห์ของการทำโครงการคณิตศาสตร์

แบบประเมินผลการทำโครงการคณิตศาสตร์

ชื่อโครงการ ภาคเรียนที่ ปีการศึกษา
 ชื่อผู้จัดทำ ชั้น
 ประเมินโดย ผู้สอน ผู้เรียน เพื่อน ผู้เกี่ยวข้อง (บุคลากร).....

ตอนที่ 1 ลักษณะสำคัญของโครงการคณิตศาสตร์

จะทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ตามความคิดเห็นของท่าน

- | | | |
|-----------------------------------|--|--|
| 1. โครงการที่จัดทำเป็น | <input type="checkbox"/> งานเดียว | <input type="checkbox"/> งานกลุ่ม |
| 2. การวิเคราะห์โครงการ | <input type="checkbox"/> ผู้เรียนนิริเมือง | <input type="checkbox"/> ผู้สอนช่วยแนะ |
| 3. การพัฒนางาน | <input type="checkbox"/> มี | <input type="checkbox"/> ไม่มี |
| 4. ความสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ | <input type="checkbox"/> สอดคล้อง | <input type="checkbox"/> ไม่สอดคล้อง |
| 5. ประโยชน์ในชีวิตจริง | <input type="checkbox"/> มี | <input type="checkbox"/> ไม่มี |

ตอนที่ 2 การประเมินโครงการคณิตศาสตร์

จะทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องตรงกับระดับคุณภาพที่ท่านประเมิน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4	3	2	1
1. ความมีค่าเริ่มสร้างสรรค์				
2. การสร้างข้อความคาดการณ์				
3. แหล่งการเรียนรู้				
4. การดำเนินการทำโครงการ				
5. การนำเสนอ				
6. ความรับผิดชอบและความรับผิดชอบ				
คะแนนรวม				

ระดับคุณภาพของงาน ดีมาก ดี พอกใช่ ต้องปรับปรุง

ข้อเสนอแนะ

ลงชื่อผู้ประเมิน วันที่

การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามสภาพจริง เน้นการวัดผลระหว่างที่ผู้เรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายตามสภาพจริง และในส่วนของการประเมินผลผู้เรียนจะมีโอกาสประเมินตนเอง และมีส่วนในการประเมินร่วมกับผู้สอน หรือผู้เกี่ยวข้องด้วย โดยประเมินจากภาระงานที่ได้รับมอบหมาย แฟ้มสะสมงานคณิตศาสตร์ และโครงการคณิตศาสตร์ ซึ่งผลของการประเมินรูปแบบนี้จะทำให้ทราบถึงสมรรถภาพของผู้เรียนในด้านความรู้ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ผลที่ได้รับจะเป็นตัวชี้บ่งถึงจุดเด่นและจุดด้อยของผู้เรียนได้ตรงตามความเป็นจริง แต่ทั้งนี้สิ่งสำคัญที่สุดของการประเมินผลจะขึ้นอยู่กับเกณฑ์การประเมินผลที่กำหนดไว้ด้วย



บทที่

4

การวัดผลประเมินผล ด้านเจตคติ

เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพสอดคล้องกับคุณภาพของผู้เรียนที่ระบุไว้ในหลักสูตร ซึ่งสิ่งสำคัญที่ต้องการให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน คือ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และเจตคติ โดยในส่วนของเจตคตินั้นสามารถจำแนกได้ 2 ลักษณะ คือ เจตคติทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อคณิตศาสตร์

เจตคติทางคณิตศาสตร์ เป็นคุณลักษณะที่ผู้เรียนจะได้รับการพัฒนาโดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ต่าง ๆ ในลักษณะของความสนใจหรือเพิ่มพูนความรู้ทางคณิตศาสตร์ การมีเหตุผล การสื่อสาร การเชื่อมโยง ความรับผิดชอบและความเพียรพยายาม ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ความละอ่อนครอบคลุมในการทำงาน

เจตคติต่อคณิตศาสตร์ เป็นความรู้สึกของบุคคลที่จะตอบสนองต่อวิชาคณิตศาสตร์ในด้าน ความพอใจหรือไม่พอใจ ความชอบหรือไม่ชอบ รวมทั้งการตระหนักรู้ในคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์ ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงเจตคติต่อคณิตศาสตร์ ขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้

1. ความสอดคล้อง ภาวะที่กลมกลืนสอดคล้องกัน ไม่มีความกดดันด้านใดด้านหนึ่ง จะทำให้เจตคติในสิ่งนั้นเป็นไปอย่างต่อเนื่อง แต่ถ้าไม่มีความสอดคล้องกันหรือมีแรงกดดัน ผู้เรียนอาจปรับเปลี่ยนหลักหินจากสิ่งนั้นหรืออาจหาเหตุผลมาสนับสนุนความรู้สึกของตนเองได้

2. การเสริมแรง การเสริมแรงและการยกย่องชูเชียร์ในรูปแบบที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ จะทำให้ผู้เรียนยอมรับข้อมูลข่าวสารซึ่งอาจทำให้ผู้เรียนปรับเปลี่ยนเจตคติตามสิ่งที่ทำ

3. การตัดสินทางสังคม การอยู่ในกลุ่มคนที่มีเจตคติแบบใดแบบหนึ่ง จะทำให้ผู้เรียนปรับเปลี่ยนเจตคติตามกลุ่มที่ตนสัมพันธ์อยู่ได้

การวัดเจตคติต่อคณิตศาสตร์จะช่วยให้ได้ข้อมูลที่นำไปใช้ เพื่อการประเมินหลักสูตร รูปแบบการจัดการเรียนรู้ กระบวนการสอนของผู้สอน ความยากง่าย หรือความสับซ้อนของเนื้อหาสาระ การจัดลำดับของเนื้อหา ตลอดจนวิธีการวัดผลประเมินผล ส่วนการวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์จะช่วยในการวัดพฤติกรรมที่แสดงออกของผู้เรียนเมื่อได้เรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แล้ว เพื่อนำผลที่ได้ไปพัฒนาหลักสูตร รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และสถานการณ์ของปัญหาต่างๆ ให้ผู้เรียนได้พัฒนาศักยภาพของตนเองได้ดียิ่งขึ้น ตัวอย่างพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการมีเจตคติทางคณิตศาสตร์เป็นดังนี้

1. มีความกระตือรือร้นที่จะลืบเสาะหาความรู้
2. ตรวจสอบข้อมูลที่ได้จากการอภิภูมิที่มีความสมเหตุสมผล
3. หาความลับพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องอย่างสมเหตุสมผล
4. ตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของข้อมูลต่าง ๆ
5. กระตือรือร้นที่จะทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ เช่น เกม หรือ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์
6. มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์และมีการประยุกต์ใช้ทักษะต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือทำการงานที่ได้รับมอบหมาย
7. มีความกระตือรือร้นที่จะพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
8. เชื่อมโยงความลับพันธ์ระหว่างความรู้ทางคณิตศาสตร์กับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน
9. มีการวางแผนการแก้ปัญหาหรือการทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายอย่างเป็นระบบ ชัดเจน
10. มีการปฏิบัติงานตามขั้นตอนการวางแผนการแก้ปัญหาและขวนขวย หาวิธีการแก้ปัญหาด้วยวิธีที่หลากหลาย
11. มีความเพียรพยายามในการค้นหาคำตอบ
12. หาเหตุผลและหลักฐานที่หลากหลายเพื่อสนับสนุนคำอธิบาย

13. รวมรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบก่อนการลงข้อสรุป
14. ยอมรับพังความคิดเห็นของผู้อื่นและวิเคราะห์หาเหตุผล
15. มีความละเลียดรอบคอบในการรวมรวมข้อมูลอย่างเพียงพอ ก่อน

การตัดสินใจ

16. สามารถนำเสนอความรู้ที่ตนเองมีต่อผู้อื่นได้อย่างสมเหตุสมผล และยอมรับการตัดสินใจของผู้อื่น
17. ตรวจสอบข้อมูลโดยการค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อยืนยันข้อสรุปของตนเอง
18. ยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ
19. มีความกระตือรือร้นที่จะแสวงหาคำตอบให้สมบูรณ์ครบถ้วนและถูกต้อง
20. มีความกระตือรือร้นที่จะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ และค้นหาคำตอบที่สมบูรณ์แบบยิ่งขึ้น
21. อภิปรายและซักถามเพื่อให้ได้คำตอบที่ขยายแนวคิดเดิมของตนเอง
22. ขวนขวย ศึกษาหาความรู้ เพื่อนำเทคโนโลยีหรือสื่อต่าง ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหาหรือขยายแนวคิดของคำตอบไปสู่รูปทั่วไป
23. ใช้กระบวนการย้อนกลับเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาที่ง่ายขึ้น พร้อมทั้งนำเสนอได้อย่างเป็นระบบ
24. พยายามเชื่อมโยงโน้ตศูนย์ที่ได้เรียนรู้ให้สัมพันธ์เชื่อมโยงกับโน้ตศูนย์เรื่องอื่นหรือสัมพันธ์กับวิชาอื่น
25. มีความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างหรือประดิษฐ์ชิ้นงานทางคณิตศาสตร์ที่มีความแปลกใหม่
26. สร้างผลงานทางคณิตศาสตร์ที่แสดงถึงการเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตประจำวัน
27. ทำนายผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงและความล่าช้าที่เกิดจากโจทย์สถานการณ์ หรือปัญหาที่ขับข้อน

ตัวอย่างพุทธิกรรมดังกล่าวข้างต้น เป็นเพียงส่วนหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ประเมินผู้เรียนได้ว่ามีเจตคติทางคณิตศาสตร์ แต่ผู้เรียนอาจแสดงพุทธิกรรมอื่นที่สอดคล้องกับตัวอย่างดังกล่าวได้อีก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการแสดงผลพุทธิกรรมต่าง ๆ ของผู้เรียน ในระหว่างการร่วมกิจกรรมเรียนรู้ การทำแฟ้มสะสมงาน และการทำโครงงานคณิตศาสตร์ ผู้สอนหรือผู้ประเมินจะต้องมีความสามารถในการสังเกตและบันทึกข้อมูล ตลอดจนการวิเคราะห์ข้อมูลป้อนกลับได้อย่างถูกต้องแม่นยำ และในขณะเดียวกันผู้เรียนยังสามารถประเมินความคิดเห็นของตนเอง เพื่อใช้ประกอบการประเมินเจตคติทางคณิตศาสตร์ ตัวอย่างแบบประเมินเจตคติทางคณิตศาสตร์ อาจมีรายละเอียดดังนี้

ตัวอย่างแบบประเมินเจตคติทางคณิตศาสตร์

สถานะของผู้ประเมิน ผู้สอน ผู้เรียน

คำชี้แจง แบบประเมินเจตคติทางคณิตศาสตร์ฉบับนี้ ออกแบบเพื่อให้ทั้งผู้สอนและผู้เรียนได้ใช้ในการประเมินตนเองด้วย พฤติกรรมด้านเจตคติทางคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนแสดงออกจะจำแนกได้เป็น 4 ระดับ ดังต่อไปนี้

มาก	หมายถึง	ผู้เรียนมีพฤติกรรมที่แสดงออกอย่างสม่ำเสมอตลอดเวลา
ปานกลาง	หมายถึง	ผู้เรียนมีพฤติกรรมที่แสดงออกเป็นครั้งคราว
น้อย	หมายถึง	ผู้เรียนมีพฤติกรรมที่แสดงออกน้อยครั้ง
ไม่มีการแสดงออก	หมายถึง	ผู้เรียนไม่มีพฤติกรรมที่แสดงออก

การประเมินให้เลือกระดับพฤติกรรมของผู้เรียนแต่ละคนตามคุณลักษณะที่แสดงออก

คุณลักษณะ	พฤติกรรมที่แสดงออก			
	มาก	ปานกลาง	น้อย	ไม่มีการ แสดงออก
1. ความสนใจในรูปเพิ่มพูนความรู้ทางคณิตศาสตร์ 1.1 มีความกระตือรือร้นในการเสาะแสวงหาความรู้ แปลกใหม่อยู่เสมอ 1.2 อภิปรายและซักถามเพื่อขยายแนวคิดเดิม 1.3 ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีบทต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ ทั้งที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนหรือไม่เกี่ยวข้องก็ได้ 1.4 มีส่วนร่วมในการเข้าร่วมการอบรมหรือประชุม ^{ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์} 1.5 ใจที่จะอ่านบทความหรือวรรณกรรม ตลอดจน ^{สื่อสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์} 1.6 ชวนช่วยเหลือไทยที่แปลกใหม่เพื่อการฝึกฝน แก้ปัญหาโดยใช้วิธีการที่หลากหลาย				

คุณลักษณะ	พฤติกรรมที่แสดงออก			
	มาก	ปานกลาง	น้อย	ไม่มีการ แสดงออก
2. การมีเหตุผล <ul style="list-style-type: none"> 2.1 ยอมรับพึงความคิดเห็นของผู้อื่น 2.2 ยอมรับในคำอธิบายที่มีหลักฐานหรือข้อมูลสนับสนุนอย่างเพียงพอ 2.3 หาเหตุผลและหลักฐานหรือเลือกใช้ทฤษฎีบทเพื่อสนับสนุนคำอธิบายหรือการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมและสมเหตุสมผล 2.4 หาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องอย่างสมเหตุสมผล 2.5 รับร่วมข้อมูลอย่างเพียงพอ ก่อนลงข้อสรุป 2.6 ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลหรือความสมเหตุสมผลกับแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ 				
3. การสื่อสาร <ul style="list-style-type: none"> 3.1 เล่าหรือเขียนสรุปผลที่ได้จากการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องและเหมาะสม 3.2 จัดทำภาระงานที่ได้รับมอบหมาย โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องและเหมาะสม 3.3 ใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูลประกอบตามลำดับขั้นตอนของการนำเสนอได้เป็นระบบ ชัดเจนและเหมาะสม 3.4 เลือกใช้วิธีการนำเสนอได้เหมาะสมกับเนื้อหาหรือผลงาน 3.5 ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการนำเสนอหรือเก็บรักษาสารสนเทศต่าง ๆ ได้เหมาะสม 				

คุณลักษณะ	พฤติกรรมที่แสดงออก			
	มาก	ปานกลาง	น้อย	ไม่มีการแสดงออก
4. การเชื่อมโยงความรู้				
4.1 นำความรู้ หลักการ และวิธีการทำงานคณิตศาสตร์ไปช่วยแก้ปัญหาหรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างสอดคล้องและเหมาะสม				
4.2 นำความรู้ หลักการ และวิธีการทำงานคณิตศาสตร์ไปช่วยแก้ปัญหาหรือประยุกต์ใช้ในสาระอื่นทางคณิตศาสตร์หรือสาระอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ชีวิชาคณิตศาสตร์ได้อย่างสอดคล้องและเหมาะสม				
5. ความรับผิดชอบและความเพียรพยายาม				
5.1 ทำงานอย่างเต็มความสามารถ				
5.2 ทำงานที่ได้รับมอบหมายให้เสร็จสมบูรณ์ตามกำหนดและตรงต่อเวลา				
5.3 ไม่หักด้อยในการแก้ปัญหาเมื่อพบอุปสรรค				
5.4 มีความอดทนในการแก้ปัญหาที่ยุ่งยากขั้นตอน				
5.5 มีความอดทนในการดำเนินการทำงานที่อาจต้องใช้กระบวนการที่ซับซ้อนหรือระยะเวลาที่ยาวนานมาก				
5.6 ละเว้นการกระทำอื่นที่เป็นผลเสียหายต่อส่วนรวม				
6. ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น				
6.1 ประพฤติและปฏิบัติตามข้อตกลงของกลุ่ม				
6.2 รู้บทบาทและหน้าที่ตามที่ได้รับมอบหมายจากกลุ่ม				
6.3 ให้ความร่วมมือในการทำงานร่วมกับผู้อื่น				
6.4 ให้การยกย่องบุคคลอื่นตามความเหมาะสม				

คุณลักษณะ	พฤติกรรมที่แสดงออก			
	มาก	ปานกลาง	น้อย	ไม่มีการแสดงออก
7. ความละเอียดรอบคอบในการทำงาน				
7.1 มีการใคร่ครวญ ต่อว่าต้องในการทำงาน ที่ได้รับมอบหมาย				
7.2 มีการวางแผนในการเรียนและการทำงาน ที่ได้รับมอบหมายอย่างเป็นระบบ				
7.3 มีความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการทำงาน ที่ได้รับมอบหมาย				
7.4 มีความละเอียดถี่ถ้วนในการดำเนินการแก้ปัญหา				

ผลการประเมินจากทั้งผู้สอนและผู้เรียนจะต้องนำมาตรวจสอบกัน เพื่อ
ความสมเหตุสมผลหรือเพื่อให้เกิดการยอมรับทั้งสองฝ่าย ก่อนจะนำผลที่ได้ไปใช้ในการ
ลงข้อสรุปหรือเพื่อกำหนนทึกต่อไป ผลการประเมินด้านเจตคติสามารถนำไปใช้ได้
2 ลักษณะ คือ

1. เพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน ผลการประเมินที่ได้รับการ
เปรียบเทียบระหว่างผู้สอนและผู้เรียนแล้ว สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุง
การเรียนการสอนได้ดังนี้

ผลการประเมินอยู่ในระดับมาก แสดงว่าผู้เรียนมีระดับเจตคติสูงอยู่แล้ว
ผู้สอนจึงควรส่งเสริมผู้เรียนให้มีการพัฒนาในระดับสูงมากขึ้น

ผลการประเมินอยู่ในระดับปานกลางหรือน้อย ผู้สอนควรจะปรับปรุง
กระบวนการจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีเจตคติทางคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น

ถ้าการบันทึกผลการประเมินของผู้สอนและผู้เรียนไม่สอดคล้องกัน ผู้สอนควรจะวิเคราะห์ผลการประเมินที่คิดตามเคลื่อน อันเนื่องมาจากการประเมินของตนเองอีกรึปั้ง เช่น ถ้าผลการประเมินคุณลักษณะด้าน “การทำงานที่ได้รับมอบหมายให้สมบูรณ์ตามกำหนดและตรงต่อเวลา” ของผู้เรียนอยู่ในระดับมาก แต่ผลการประเมินของผู้สอนอยู่ในระดับน้อย ผู้สอนควรจะวิเคราะห์ถึงพฤติกรรมที่แสดงออกของผู้เรียนอีกรึปั้ง และอธิบายให้ผู้เรียนทราบถึงพฤติกรรมที่ต้องปรับปรุง โดยผู้สอนต้องติดตามและสังเกตพัฒนาการของผู้เรียนในคุณลักษณะข้อนั้น ๆ อย่างต่อเนื่อง

2. เพื่อตัดสินผลการเรียนปลายภาค ผู้สอนจะต้องประเมินพฤติกรรมที่แสดงออกเกี่ยวกับเจตคติทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนเป็นระยะ ๆ แล้วนำมาสรุปถึงพฤติกรรมที่แสดงออกของผู้เรียนในภาพรวม โดยผู้สอนจะนำผลสรุปที่ได้จากการประเมินนี้ไปเป็นส่วนหนึ่งในการตัดสินผลการเรียนปลายภาค ซึ่งผู้สอนแต่ละคนอาจกำหนดน้ำหนักคะแนนของการประเมินเจตคติทางคณิตศาสตร์ไว้แตกต่างกันได้

บรรณานุกรม

นวัตตน์ อนันต์ชื่น. **ทฤษฎีกราฟ 1.** มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชนครินทร์ สำนักงานจัดทำ. 2540.

ปรีชา เนาร์เย็นผล. กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหา
ปลายเปิดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทร์. 2544.

พรณี เจียมสุบุตร. การเปรียบเทียบความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถ
ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีจำนวนผู้ตรวจและวิธีการตรวจ
ต่างกัน. วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์. 2543.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. คู่มือการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์
การเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2545.

----- . การจัดสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ช่วงชั้น
ที่ 1 – 2. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2546.

----- . การจัดสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ช่วงชั้น
ที่ 3 – 4. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2546.

สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์. แบบทดสอบแข่งขัน
คณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2544.

สมพร แมลงภู. การพัฒนาฐานแบบเพื่อพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการ
การประถมศึกษาแห่งชาติ. วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์. 2541.

สิริพร ทิพย์คง. **การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร : ศูนย์พัฒนาหนังสือ
กรมวิชาการ, 2544.

----- **การวัดผลและประเมินผลการเรียนตามหลักสูตร
การศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544**. เอกสารประกอบการอบรมวิทยากรหลัก
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สสวท. 2546.

Airasi, Peter W. **Classroom Assessment**. New York : McGraw - Hill, 1991.

Analytic Rubric for the Extended Constructed Response : <http://www.Colorado%20Department%20of%20Education.html>

Donovan, Suzanne M.; John D. Bransford and James W. Pellegrino. **How People
Learn : Bridging Research and Practice**. Washington, D.C : National Academy
Press, 2000.

Dossey, John A. **Mathematics Methods and Modeling for Today's Mathematics
Classroom : A Contemporary Approach to Teaching Grades 7 - 12**.
Pacific : Brooks/Cole, Thomson Learning, 2002.

Grande, John Del. **Geometry and spatial sense**. Virginia : National Council of Teachers of
Mathematics, 1996.

Mathematical Power : <http://www.nagb.org/pubs/96 - 2000math.html>

National Council of Teachers of Mathematics. **Principals and Standards for School
Mathematics**. Virginia : National Council of Teachers of Mathematics, 2000.

----- . *Activities for Junior High School and Middle School Mathematics*. Virginia : National Council of Teachers of Mathematics, 1999.

----- . *Implementing the K-8 Curriculum and Evaluation Standards : Readings from the Arithmetic Teacher*. Virginia : National Council of Teachers of Mathematics, 1999.

Olssen, Kevin; Gail, Adams; Neville, Grace and Paula, Anderson. *Using The Mathematics Profile*. Carlton : Curriculum Corporation. 1994.

Pennsylvania Assessment Through Themes : PATT. *Portfolio Implementation Guide*. Washington, D.C : The Office of Education, 2000.

Pennsylvania Department of Education Division of Evaluation and Report. *Released Mathematics Item from the 2000 Assessment*. Harrisburg : Pennsylvania Department of Education, 2000.

Phillips, Elizabeth D. *Patterns and Functions*. Virginia : National Council of Teachers of Mathematics, 1997.

Polya, George. *How to Solve It*. Garden City : N.Y.:Doubleday Anchor, 1957.

Sobel, Max A. *Readings for Enrichment in Secondary School Mathematics*. Virginia : National Council of Teachers of Mathematics, 1988.

Stenmark, Jean Kerr and William S. Bush. *Mathematics Assessment : A Practical Handbook for Grades 3 - 5*. Virginia : National Council of Teachers of Mathematics, 2001.

อกีธานศัพท์

การแก้ปัญหา (Problem Solving)

การแก้ปัญหา เป็นกระบวนการหาคำตอบของปัญหาที่ยังไม่เคยพบมาก่อน ทั้งปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์โดยตรง และปัญหานิชีวิตประจำวัน โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน คือ (1) ทำความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา (2) วางแผนการแก้ปัญหา (3) ดำเนินการแก้ปัญหา (4) ตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหา ผู้เรียนจำเป็นต้องมีทักษะการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญ

การประเมินตามสภาพจริง (Authentic Assessment)

การประเมินตามสภาพจริง เป็นการประเมินผลการเรียนรู้จากผลงาน และการปฏิบัติงานของผู้เรียน ที่ได้จากการรวมผลงานหรือบันทึกเกี่ยวกับวิธีการเรียนรู้ ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ผลการประเมินจะช่วยให้ได้ข้อมูลเชิงคุณภาพอย่างต่อเนื่อง ที่ผู้สอนสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนเป็นรายบุคคล โดยมุ่งเน้นการติดตามความก้าวหน้า และการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่เป็นชีวิตจริงของผู้เรียน นอกจากนี้ผลจากการประเมินยังช่วยให้ผู้เรียนได้ทราบข้อสนับสนุนเกี่ยวกับตนเอง ว่ามีความสามารถทำอะไรได้บ้าง ทำได้มากน้อยเพียงใด และมีข้อควรแก้ไขอย่างไร การประเมินตามสภาพจริงจะมีประสิทธิภาพ ก็ต่อเมื่อใช้วิธีการประเมินที่หลากหลายในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยต้องประเมินอย่างสมำเสมอและต่อเนื่อง

การร่วมกิจกรรมการเรียนรู้

การร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย การเข้าร่วมกิจกรรมการสาขิต การทดลอง การศึกษาสำรวจ และการเข้าร่วมชุมนิทรรศการ ซึ่งมีขั้นตอนในการทำกิจกรรมดังนี้ (1) การสังเกต การคิดวิเคราะห์ และการคาดคะเน (2) การจำแนกประเภท และการจัดลำดับของข้อมูล (3) การสร้างข้อความคาดการณ์ (4) การให้บทนิยามและการกำหนดตัวแปร (5) การออกแบบการทดลองหรือออกแบบการทำกิจกรรม (6) การสำรวจตรวจสอบข้อความคาดการณ์ (7) การบันทึกผล (8) การเปลี่ยนความ การวิเคราะห์ และการประเมินผล (9) การลงข้อสรุป

การเรียนรู้ด้วยการค้นพบ (Discovery Learning)

การเรียนรู้ด้วยการค้นพบ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ผู้เรียนจะประมวลข้อมูลข่าวสารจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ซึ่งผู้เรียนแต่ละคนจะมีประสบการณ์และพื้นฐานความรู้ที่แตกต่างกัน การเรียนรู้เกิดจากภารที่ผู้เรียนสร้างความสมัพนธ์ระหว่างสิ่งที่พบใหม่กับความรู้เดิม แล้วนำมามาสร้างเป็นความหมายใหม่ ทำให้เกิดการเรียนรู้โดยการค้นพบ

การเรียนรู้อย่างมีความหมาย (Meaningful Learning)

การเรียนรู้อย่างมีความหมาย เป็นการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากการที่ผู้เรียนได้ใช้ความรู้พื้นฐานซึ่งมีอยู่แล้วในการสร้างความหมายใหม่ เพื่อทำให้การเรียนรู้สิงใหม่นั้นมีความหมายโดยผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสร้างความหมายของความรู้นั้นเอง เช่น การสร้างข้อความคาดการณ์ การสำรวจตรวจสอบ การทำความเข้าใจ การประเมินผล และการยอมรับความรู้ใหม่นั้น

การวัดผลประเมินผล

การวัดผล หมายถึง การเปรียบเทียบสิ่งที่ต้องการวัดกับมาตรฐานหรือเครื่องมือวัด โดยการของผลการเปรียบเทียบเป็นตัวเลขหรือระดับคุณภาพที่ยอมรับ หรือลีดความหมายได้ดี เช่น ด.ญ. น้ำฝน ได้คะแนนวิชาคณิตศาสตร์ 74 คะแนน

การประเมินผล หมายถึง การนำผลที่ได้จากการวัดผลมาสรุปว่ามีคุณภาพเพียงใด อย่างมีหลักเกณฑ์ เช่น ผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของ ด.ญ. น้ำฝนอยู่ในระดับคะแนน 3 ด.ญ. น้ำฝนเรียนวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ดี

การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้ ช่วยให้ผู้เรียนทราบถึงความสามารถ ของตนเอง และเกิดแรงจูงใจในการพัฒนาตนเอง รวมทั้งสามารถวินิจฉัยและแก้ไข ข้อบกพร่องได้ถูกต้อง สำหรับผู้สอนทำให้ทราบว่าการจัดการเรียนรู้บรรลุวัตถุประสงค์ หรือไม่ สามารถวินิจฉัยผู้เรียนและช่วยเหลือให้พัฒนาตามศักยภาพ รวมทั้งปั้นปูรุ่ง แผนการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

การสำรวจตรวจสอบ (Investigation)

การสำรวจตรวจสอบ เป็นกระบวนการหนึ่งในการพิสูจน์ข้อความคาดการณ์ ที่สร้างขึ้น ซึ่งอาจกระทำได้หลายวิธี เช่น การทดลอง การสำรวจ

การสืบค้นข้อมูล (Search)

การสืบค้นข้อมูล เป็นการหาข้อมูลหรือข้อมูลทางที่มีผู้รวบรวมไว้แล้ว จากแหล่งต่าง ๆ เช่น ห้องสมุด เครือข่ายอินเตอร์เน็ต ภูมิปัญญาท้องถิ่น

ข้อความคาดการณ์ (Conjecture)

ข้อความคาดการณ์ จะแสดงถึงการคาดคะเนผลที่จะได้รับจากการศึกษา เรื่องนั้น ๆ เมื่อผู้เรียนสร้างข้อความคาดการณ์แล้ว จะต้องทำการพิสูจน์ว่าข้อความคาดการณ์นั้นเป็นจริงหรือไม่ โดยอาจใช้วิธีการสำรวจตรวจสอบหรือการพิสูจน์อย่าง เป็นขั้นตอน

ความเป็นปัจจัย (Objectivity)

ความเป็นปัจจัยของแบบทดสอบ จะแสดงถึงความชัดเจน ความถูกต้อง และความเข้าใจที่ตรงกันในความถูกต้องทางวิชาการ จำแนกได้ 2 ลักษณะ ได้แก่

(1) ความเป็นปัจจัยในการถาม หรือความชัดเจนในการถาม ที่ช่วยให้อ่านแล้วเข้าใจตรงกัน ไม่ต้องมีการตีความเพิ่มเติม

(2) ความเป็นปัจจัยในการให้คะแนน หรือความชัดเจนในการให้คะแนน หมายถึง การให้คะแนนได้ตรงกันของผู้ตรวจแต่ละคนในการตรวจแบบทดสอบ ข้อใดข้อหนึ่ง แบบทดสอบที่มีความเป็นปัจจัยสูงในการให้คะแนน คือ แบบทดสอบแบบเลือกตอบ เพราะมีตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกต้องเพียงตัวเลือกเดียว ส่วนแบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำจะมีความเป็นปัจจัยต่ำ ถ้าผู้สร้างแบบทดสอบไม่สามารถกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนอย่างชัดเจนได้

ทั้งนี้ความเป็นปัจจัยของแบบทดสอบ ยังขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้สร้างแบบทดสอบแต่ละคนอีกด้วย

คุณลักษณะที่พึงประสงค์ของผู้เรียน

คุณลักษณะที่พึงประสงค์ของผู้เรียน เป็นคุณลักษณะสำคัญที่ผู้เรียนควรมีและแสดงออกได้แก่ (1) ทำงานเป็นระบบ (2) มีระเบียบวินัย (3) มีความรอบคอบ (4) มีความรับผิดชอบ (5) มีวิจารณญาณ (6) มีความเชื่อมั่นในตนเอง (7) ตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

เจตคติต่อคณิตศาสตร์

เจตคติต่อคณิตศาสตร์ เป็นความรู้สึกของบุคคลที่จะตอบสนองต่อวิชาคณิตศาสตร์ในด้าน ความพอใจหรือไม่พอใจ ความชอบหรือไม่ชอบ รวมทั้งการตระหนักในคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์

เจตคติทางคณิตศาสตร์

เจตคติทางคณิตศาสตร์ เป็นคุณลักษณะที่ผู้เรียนจะได้รับการพัฒนาโดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ต่าง ๆ ในลักษณะของความสนใจฝรั่งเพื่อเพิ่มพูนความรู้ทางคณิตศาสตร์ การมีเหตุผล การสื่อสาร การเชื่อมโยง ความรับผิดชอบและความเพียรพยายาม ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ความละเอียดรอบคอบในการทำงาน

ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เป็นทักษะที่จำเป็นในการศึกษาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และการมีความคิดสร้างสรรค์

มโนทัศน์ (Concept)

มโนทัศน์เป็นความรู้สึกนึกคิด หรือความรู้ที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งในแวดวง อาจเป็นรูปธรรมหรือนามธรรมก็ได้ ซึ่งมีความหมายเดียวกับ ความคิดรวบยอด มโนมติ และแนวคิดหลัก

สมรรถภาพของผู้เรียนทางคณิตศาสตร์

ในที่นี้พิจารณาสมรรถภาพของผู้เรียนตามพฤติกรรมต่าง ๆ ที่จำเป็น โดยจำแนกเป็น 3 ด้านดังนี้ (1) ด้านความรู้ความจำ (2) ด้านทักษะกระบวนการ (3) ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์

คณะกรรมการดำเนินงานจัดทำและผู้เข้าร่วมประชุมพิจารณา คู่มือวัสดุผลประเมินผลคณิตศาสตร์

ที่ปรึกษา

นายพิศาล สร้อยธุร้ำ

ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี

นางสุนีย์ คล้ายนิล

ผู้เชี่ยวชาญพิเศษ

คณะกรรมการจัดทำคู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์

นายปริชาญ เดชศรี

ผู้ช่วยผู้อำนวยการและรักษาการหัวหน้าสาขาวิชา
ประเมินมาตรฐาน

นางสาวสุปรานี ธนาวยาส์

ผู้ช่วยสาขาวิชาประเมินมาตรฐาน

นางวรรณวิภา สุทธิเกียรติ

ผู้ช่วยสาขาวิชาประเมินมาตรฐาน

นางสาววิสาชนา กีรติจำเริญ

สาขาวิชาประเมินมาตรฐาน

นางสาวขวัญใจ อุนุศาสนนันท์

สาขาวิชาประเมินมาตรฐาน

คณะกรรมการฝ่ายสนับสนุนการพัฒนาคู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์

นางสาวสายฝน จิตประเสริฐไชย สาขาวิชาประเมินมาตรฐาน

นายไพบูลย์ ปั๊ມวิภาต สาขาวิชาประเมินมาตรฐาน

ผู้เข้าร่วมประชุมพิจารณาคู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์

นางสาวปานทอง กลานถาวริ

ผู้เชี่ยวชาญ

นายจีรศักดิ์ ดีสะเมำะ

สาขาวิชามatemathematics

นางชุลีพร สุกานิวาส

สาขาวิชามatemathematics

นางสาวรุจนา รัตนานิคม

สาขาวิชามatemathematics

นางจรวรยา ภูอุดม

โรงเรียนดอนเมือง จตุรจินดา

นางจินดา พ่อค้าชำนาญ

โรงเรียนสตรีสุริโยทัย

นางสาวจินดา อุย়েเป็นสุข
นางจิราภรณ์ วุฒิภักดี
นางชนันทิตา ฉัตรทอง
นางสาวนวลน้อย เจริญผล
นางสาววรรัതรี คำเทียนทอง
นางสาวรุจิเรข จิระเสว
นางลัดดา เสือสีบพันธุ
นางวิมล พงษ์ปาลิต
นายสมพล เล็กสกุล
นางสาวสิริพร ทิพย์คง
นายเสน่ห์ โภสุมา

โรงเรียนราชวินิตมัธยม
โรงเรียนทวีภากิเศก
โรงเรียนบดินทร์เดชา (สิงห์ สิงหเสนี)
ศึกษาอนitech กรมสามัญศึกษา
โรงเรียนบดินทร์เดชา (สิงห์ สิงหเสนี)
โรงเรียนสายปัญญาในพระบรมราชินูปถัมภ์
โรงเรียนสุวรรณารามวิทยาคม
โรงเรียนศรีบุณยานนท
มหาวิทยาลัยศรีนคินทร์วิโรฒ ประสานมิตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน
โรงเรียนอนุบาลเมืองสิงห์บุรี

คณะบรรณาธิการ

นายปรีชาณุ เดชศรี
นางสาวสุปรานี ฐานย瓦ส์
นางวรรณวิภา ฤทธิเกียรติ