

ความจำเป็นที่ต้องทดสอบประสิทธิภาพ การทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอน มีความจำเป็น ด้วยเหตุผลหลายประการ คือ

1. สำหรับหน่วยงานผลิตชุดการสอน เป็นการประกันคุณภาพของชุดการสอนว่าอยู่ในขั้นสูงเหมาะสมที่จะผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก หากไม่มีการทดสอบประสิทธิภาพก่อนแล้วเมื่อผลิตออกมาใช้ประโยชน์ไม่ได้ก็ต้องทำใหม่เป็นการสิ้นเปลืองเวลาแรงงานและเงิน
2. สำหรับผู้ใช้ชุดการสอน ชุดการสอนจะทำหน้าที่โดยที่ช่วยสร้างสภาพการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่มุ่งหวัง บางครั้งต้องช่วยครูสอนบางครั้งต้องสอนแทนครู ดังนั้นการนำชุดการสอนไปใช้ ครูจึงควรมั่นใจว่า ชุดการสอนนั้นมีประสิทธิภาพในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จริง การทดลองประสิทธิภาพตามลำดับขั้นจะช่วยให้เราได้ชุดการสอนที่มีคุณค่าทางการสอนจริงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้
3. สำหรับผู้ผลิตชุดการสอน การทดลองประสิทธิภาพ จะทำให้ผู้ผลิตมั่นใจว่าเนื้อหาที่จะบรรจุในชุดการสอนเหมาะสมต่อการเข้าใจ อันจะช่วยให้ผู้ผลิตมีความชำนาญสูงขึ้น เป็นการพัฒนาแรงสมอง แรงงาน เวลาและเงินในการเตรียมต้นแบบ

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของชุดการสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นระดับที่ผู้ผลิตชุดการสอนจะพึงพอใจว่าหากชุดการสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว ชุดการสอนนั้นก็มีคุณค่าที่จะนำไปสอนนักเรียน และคุ้มแก่การลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_1 (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) E_2 (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

1. ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง คือ การประเมินต่อเนื่องซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยหลาย ๆ พฤติกรรม เรียกว่า “กระบวนการ” ของผู้เรียนที่สังเกตจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม รายงานกลุ่มและรายงานบุคคล ได้แก่งานที่ได้รับมอบหมายและกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้
2. ประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย คือ ประเมินผลลัพธ์ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนและการสอบไล่

ประสิทธิภาพของชุดการสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อเปอร์เซ็นต์ของการทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด นั่นคือ E_1/E_2 คือประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

ตัวอย่าง 80/80 หมายความว่า เมื่อเรียนจากชุดการสอนแล้ว ผู้เรียนจะทำแบบฝึกหัดหรืองานได้ผ่านเกณฑ์ไม่น้อยกว่า 80 % และทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ผ่านเกณฑ์ไม่น้อยกว่า 80 %

การที่จะกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้นให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาความพอใจโดยปกติเนื้อที่เป็นความรู้ความจำมักจะตั้งไว้ 80/80, 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อที่เป็นทักษะหรือเจตคติอาจตั้งไว้ต่ำกว่านี้ เช่น 75/75 เป็นต้น อย่างไรก็ตามไม่ควรตั้งเกณฑ์ไว้ต่ำ เพราะตั้งเกณฑ์ไว้เท่าใดก็มักได้ผลเท่านั้น

วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2537, หน้า 494 – 496)

1. โดยใช้สูตร กระทำได้โดยใช้สูตรต่อไปนี้

สูตรที่ 1

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum X$ แทน คะแนนรวมของแบบฝึกหัด

A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดทุกชิ้นรวม

N แทน จำนวนผู้เรียน

สูตรที่ 2

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum F$ แทน คะแนนรวมของผลลัพธ์หลังเรียน

B แทน คะแนนเต็มของการสอบหลังเรียน

N แทน จำนวนผู้เรียน

การคำนวณหาประสิทธิภาพโดยใช้สูตรดังกล่าวข้างต้นก็จะมีการนำคะแนนแบบฝึกหัดหรือผลงานในขณะประกอบกิจกรรมกลุ่ม / เดี่ยว และคะแนนสอบหลังเรียนมาเข้าตารางแล้วจึงคำนวณหาค่า E_1/E_2

2. โดยใช้การคำนวณธรรมดา สำหรับค่า E_2 ทำได้โดยการเอาคะแนนสอบของนักเรียนทั้งหมดรวมกัน หาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบส่วนร้อยเพื่อหาค่าร้อยละ ส่วน E_1 ทำได้โดยการเอาคะแนนงานทุกชิ้นของนักเรียนแต่ละคนมารวมกัน แล้วหาค่าเฉลี่ยและเทียบส่วนโดยเป็นร้อยละ

หลังจากคำนวณหาค่า E_1/E_2 แล้วผลลัพธ์ที่ได้มักจะใกล้เคียงกันและห่างกันไม่เกิน 5% ซึ่งเป็นตัวชี้ที่จะยืนยันว่านักเรียนได้มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมต่อเนื่องตามลำดับขั้นหรือไม่ก่อนจะมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมขั้นสุดท้ายหรืออีกนัยหนึ่งการที่นักเรียนจะสอบไล่ได้เท่าใด เช่น 90 % นั้น นักเรียนมีความรู้จริงหรือทำได้เพราะการเดาสุ่ม เมื่อมีการรายงานคะแนนเป็นเลข 2 ตัว เช่น 78/83 นั้นจะทำให้เราทราบว่านักเรียนทำงานและแบบฝึกหัดทั้งปีได้ 78 % และสอบปลายปีได้ 83 % เป็นการยืนยันการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของนักเรียนที่ค่อนข้างแน่นอน

การหาประสิทธิภาพของชุดการสอนมีหลายวิธี สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ใช้การตัดสินประสิทธิภาพแบบอิงกลุ่ม โดยเทียบประสิทธิภาพแบบอิงกลุ่ม โดยเทียบประสิทธิภาพจากค่าเฉลี่ยมาเป็นสูตรโดยยึดการตัดสินผลการเรียนรายบุคคล และเปรียบเทียบผลการเรียนแต่ละคนกับเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แล้วคำนวณหาประสิทธิภาพของการสอนจากจำนวนนักเรียนที่ผ่านไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

80 ตัวแรก คำนวณจาก

$$E_1 = \frac{\sum E_i}{K}$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของการทำแบบฝึกหัดหลังการเรียนชุดการสอน

$\sum E_i$ แทน ผลรวมของประสิทธิภาพ ในการทำแบบฝึกหัดแต่ละชุด
หลังการเรียนด้วยชุดการสอน

K แทน จำนวนชุดการสอน

ประสิทธิภาพของการทำแบบฝึกหัดแต่ละชุดหลังการเรียนด้วยชุดการสอน คำนวณจาก

$$E_1 = \frac{F_i}{N} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของการทำแบบฝึกหัดแต่ละชุด
หลังเรียนชุดการสอน

F_1 แทน จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์การทำแบบฝึกหัด
หลังเรียนด้วยชุดการสอน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

80 ตัวหลัง จำนวนจาก

$$E_2 = \frac{F_2}{N} \times 100$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

F_2 แทน จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ในการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ เมื่อผลิตชุดการเรียนการสอนแล้ว คือนำชุดการสอน
ไปทดสอบประสิทธิภาพตาม ขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 1 : 1 (แบบเดี่ยว) เป็นการทดลองโดยครู 1 คน ต่อเด็ก 1 คน โดยทดลองกับ
เด็กอ่อน ทำการปรับปรุงแล้วนำไปทดลองกับนักเรียนปานกลาง และนำไปทดลองกับเด็กเก่ง
คำนวณหาประสิทธิภาพเสร็จแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้นโดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดลองแบบเดี่ยวนี
จะได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาก

ขั้นที่ 2 1 : 10 (แบบกลุ่ม) เป็นการทดลองโดยครู 1 คน ต่อเด็ก 6-10 คน โดยละ
เด็กเก่ง ปานกลาง และอ่อน คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุง ในคราวนี้จะคะแนนของผู้เรียน
จะเพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่าเกณฑ์โดยเฉลี่ยจะต่างจากเกณฑ์ประมาณ 10 %

ขั้นที่ 3 1 : 100 (ภาคสนาม) เป็นการทดลองโดยใช้ครู 1 คน ต่อ เด็กทั้งชั้น 30-40 คน
(หรือ 100 คน สำหรับชุดการสอนรายบุคคล) ขั้นที่เลือกมาทดลองต้องเป็นเด็กกละกัน คำนวณ
หาประสิทธิภาพแล้วทำการปรับปรุง ผลลัพธ์ที่ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากต่ำกว่าเกณฑ์ไม่
เกิน 2.5 % ก็ให้ยอมรับหากแตกต่างกันมาก ผู้สอนต้องกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพใหม่ โดยยึด
สภาพความเป็นเกณฑ์ เมื่อทดสอบชุดการสอนภาคสนามแล้ว จะพิจารณาการยอมรับหรือ
ไม่ยอมรับประสิทธิภาพของชุดการสอนโดยเทียบค่า E_1/E_2 ที่หาได้จากชุดการสอนกับ E_1/E_2

ของเกณฑ์ ซึ่งประสิทธิภาพของชุดการสอนไม่ควรต่ำกว่าเกณฑ์เกิน 5 % แต่โดยปกติจะกำหนดไว้ 2.5 % สำหรับการยอมรับประสิทธิภาพของชุดการสอนมี 3 ระดับ คือสูงกว่าเกณฑ์ เท่าเกณฑ์ และต่ำกว่าเกณฑ์ แต่ยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2537, หน้า 496 - 500)

ข้อควรคำนึงในการทดลองประสิทธิภาพชุดการสอน เพื่อให้การหาประสิทธิภาพของชุดการสอนได้ผล มีสิ่งที่ผู้ทดลองชุดการสอนควรคำนึงถึง ดังนี้

1. ควรเลือกนักเรียนที่เป็นตัวแทนของนักเรียนที่ใช้ชุดการสอน
2. ควรหาสถานที่และเวลาที่ปราศจากเสียงรบกวนไม่ร้อนอบอ้าวและใช้เวลาที่นักเรียนไม่หิวกระหาย ไม่รีบร้อนกลับบ้าน หรือไม่พะวักพะวนไปเข้าชั้นอื่น
3. ต้องชี้แจงให้นักเรียนทราบถึงวัตถุประสงค์ของการทดลองชุดการสอน และการจัดห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้หากนักเรียนไม่คุ้นเคย
4. สำหรับการทดลองภาคสนามในชั้นเรียน ต้องใช้ครูเพียงคนเดียว ผู้สังเกตการณ์ต้องอยู่ห่าง ๆ ไม่เข้าไปช่วยเหลือเด็ก ต้องปล่อยให้ครูผู้ทดลองแก้ปัญหาเอง หากจำเป็นต้องได้รับความช่วยเหลือ ก็ให้ครูผู้สอนเป็นผู้บอกให้เข้าไปช่วย
5. ไม่ว่าจะเป็นการทดลองแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และภาคสนาม หลังจากชี้แจงให้นักเรียนได้ทราบเกี่ยวกับการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้แล้ว ครูจะต้องดำเนินการ 5 ขั้นตอน คือ

- 5.1 สอบก่อนสอน
- 5.2 นำเข้าสู่บทเรียน
- 5.3 ให้นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่ม
- 5.4 สรุปบทเรียน
- 5.5 สอบหลังเรียน

บทบาทของครูในขณะทดลองประสิทธิภาพชุดการสอน

1. แบบเดี่ยวและแบบกลุ่ม ครูต้องคอยสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนอย่างใกล้ชิด เพื่อดูว่านักเรียนทำหน้างาน เฝียบหรือสงสัยประการใด ต้องพยายามเป็นกันเองกับนักเรียนเวลา สอบก่อนเรียนต้องชี้แจงว่าการสอบครั้งนี้ไม่มีผลต่อการเรียนการสอนไปปกติของนักเรียนแต่ประการใด
2. ภาคสนาม (ทั้งชั้น)
 - 2.1 ครูควรยิ้มแย้มแจ่มใส สร้างบรรยากาศที่นักเรียนจะแสดงออกได้อย่างเสรีไม่ทำหน้าตาเคร่งขรึมจนนักเรียนกลัว
 - 2.2 ครูต้องพยายามอธิบายประเด็นต่าง ๆ ที่ต้องการจะบอกนักเรียนอย่างชัดเจน เมื่อบอกให้นักเรียนลงมือประกอบกิจกรรมเรียนร้อยแล้ว ครูต้องหยุดพูดเสียงดัง หากประสงค์

จะประกาศอะไร ต้องรอนเปลี่ยนกลุ่มหรือไปพูดกับนักเรียนคนนั้นหรือกลุ่มนั้น ด้วยเสียงที่ได้ยินเฉพาะครูกับนักเรียน ครูต้องไม่พูดมากโดยไม่จำเป็น

2.3 ขณะที่นักเรียนประกอบกิจกรรม ครูจะต้องเดินไปตามกลุ่มต่าง ๆ เพื่อสังเกตพัฒนาการของนักเรียน ดูการทำงานของสมาชิกในกลุ่ม ความเป็นผู้นำ ผู้ตาม และอาจให้ความช่วยเหลือนักเรียนกลุ่มใดหรือคนใดที่มีปัญหา

2.4 การเปลี่ยนกลุ่มกระทำได้ 3 วิธีคือ

2.4.1 เปลี่ยนกลุ่มพร้อมกันทุกกลุ่ม หากทำกิจกรรมเสร็จพร้อมกัน

2.4.2 กลุ่มใดเสร็จก่อน ให้ไปทำงานในกลุ่มสำรอง

2.4.3 หากมี 2 กลุ่ม ทำเสร็จพร้อมกันก็ให้เปลี่ยนกันทันที เวลาให้นักเรียนเปลี่ยนกลุ่มครูควรชี้แจงให้นักเรียนเดินช้า ๆ ไม่ต้องรีบเร่ง และให้หัวหน้าเก็บสื่อการสอนใส่ซองไว้ให้เรียนร่อยก่อนเปลี่ยนไปกลุ่มอื่น ห้ามหยิบชิ้นส่วนติดมือไป ยกเว้น “แบบฝึกปฏิบัติ” หรือ “กระดาษคำตอบ” ประจำตัวของนักเรียนเอง

สิ่งที่ควรปฏิบัติหลังทดลองประสิทธิภาพชุดการสอน เมื่อทำการทดลองชุดการสอนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ครูผู้สอนและสมาชิกในกลุ่มที่ฝึกปฏิบัติชุดการสอนควรปฏิบัติดังต่อไปนี้

1. นำผลงานและแบบฝึกปฏิบัติของนักเรียนมาประเมิน โดยการให้คะแนนกิจกรรมทุกชนิดแล้วหาค่าเฉลี่ยและทำเป็นร้อยละ
2. นำผลสอบหลังเรียนมาหาค่าเฉลี่ยและทำเป็นค่าร้อยละ
3. นำผลการสอบก่อนและหลังเรียนมาเขียนแผนภูมิเปรียบเทียบ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการรายงานผลการสอน
4. นำสื่อการสอน ซึ่งมีบัตรคำ บัตรสรุปเนื้อหา บัตรกิจกรรมภาพชุดมาปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น

การยอมรับหรือไม่ยอมรับประสิทธิภาพชุดการสอน เมื่อทดลองชุดการสอนภาคสนามแล้ว ให้เทียบค่า E_1/E_2 ที่หาได้จากชุดการสอนกับ E_1/E_2 เกณฑ์เพื่อดูว่าเราจะยอมรับประสิทธิภาพหรือไม่ การยอมรับประสิทธิภาพ ให้ถือค่าแปรปรวน 2.5 – 5 % แต่โดยปกติจะกำหนดไว้ 2.5 %

การยอมรับประสิทธิภาพของชุดการสอนมี 3 ระดับ คือ

1. สูงกว่าเกณฑ์
2. เท่าเกณฑ์
3. ต่ำกว่าเกณฑ์ แต่ยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ

ประโยชน์ของชุดการสอน ชุดการสอนทุกประเภทมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้เมื่อนำไปใช้ย่อมเกิดประโยชน์ต่อการเพิ่มประสิทธิภาพและคุณภาพในการเรียนการสอน ประโยชน์ของชุดการเรียนการสอนตามที่นักการศึกษาเสนอไว้สามารถรวบรวมสรุปได้ดังนี้

1. ช่วยสร้างความสนใจของผู้เรียนต่อสิ่งที่กำลังศึกษาเพราะชุดการสอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนของตนเองและกลุ่ม
2. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็น ฝึกการตัดสินใจแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และมีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม
3. ช่วยให้ผู้เรียนจำนวนมากได้รับความรู้แนวเดียวกันอย่างมีประสิทธิภาพ
4. ช่วยให้ผู้เรียนรู้จักเคารพนับถือ ความคิดเห็นของผู้อื่น
5. ช่วยให้การเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นอิสระจากอารมณ์ของผู้สอน ชุดการสอน สามารถทำให้ผู้เรียนเรียนได้ตลอดเวลาไม่ว่าผู้สอนจะมีสภาพหรือมีความคับข้องทางอารมณ์มากน้อยเพียงใด
6. ช่วยให้ผู้เรียนเป็นอิสระจากบุคลิกภาพของผู้สอน เนื่องจากชุดการสอนทำหน้าที่ถ่ายทอดความรู้แทนครู แม้ครูผู้สอนจะพูดหรือสอนไม่เก่งผู้เรียนก็สามารถเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพจากชุดการสอนที่ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพมาแล้ว
7. ช่วยลดภาระ ช่วยสร้างความพร้อม และความมั่นใจแก่ครูผู้สอนเพราะชุดการสอนผลิตไว้เป็นหมวดหมู่ สามารถนำมาใช้ได้ทันที
8. ช่วยให้ครูผู้สอนถ่ายทอดเนื้อหาและประสบการณ์ที่สลับซับซ้อนและมีลักษณะเป็นนามธรรมสูง
9. ช่วยขจัดปัญหาการขาดแคลนครู เพราะชุดการสอนช่วยให้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเอง หรือต้องการความช่วยเหลือจากครูเพียงเล็กน้อย
10. ช่วยให้ครูผู้สอนวัดผลผู้เรียนได้ตรงตามจุดประสงค์
11. เป็นประโยชน์ในการสอนแบบศูนย์การเรียน
12. ช่วยในการศึกษานอกระบบโรงเรียน เพราะผู้สอนสามารถนำเอาชุดการสอนไปใช้ได้ทุกสถานที่และทุกเวลา
13. ช่วยให้เกิดประสิทธิภาพในการสอนอย่างถือได้ เพราะชุดการสอนผลิตขึ้นด้วยวิธีการเข้าสู่ระบบโดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญหลายด้าน (ถัดดา สุขปรีดี, 2523, หน้า 30 ; บุญเกื้อ ควรหาเวช, 2530, หน้า 84 ; กรองกาญจน์ อรุณรัตน์, 2535, หน้า 9 – 10 ; เพ็ญทิพย์ เจริญชาศรี, 2537, หน้า 104 ; ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2537, หน้า 177)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นจากการค้นคว้า การอบรม การสั่งสอนการฝึกฝน หรือประสบการณ์ต่าง ๆ รวมทั้งความรู้สึกลำบาก ขี้ขลาดต่าง ๆ ที่เป็นผลมาจากการฝึกสอนนับเป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วย (อารมณเพชรชื่น, 2537, หน้า 46) ความหมายอีกนัยหนึ่ง หมายถึง ความรู้ความเข้าใจ ความสามารถและทักษะทางด้านวิชาการรวมทั้งสมรรถภาพของสมองด้านต่าง ๆ ได้แก่ ระดับสติปัญญา การคิด การแก้ปัญหาต่าง ๆ ของเด็กซึ่งแสดงให้เห็นด้วยคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือการรายงานทั้งเขียนและพูดการทำงานที่ได้รับการมอบหมายตลอดจนการทำการบ้านในแต่ละรายวิชานอกจากนี้ยังหมายถึงคุณลักษณะรวมถึงความรู้ ความสามารถของบุคคลอันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน หรือคือมวลประสบการณ์ทั้งปวงที่บุคคลได้รับจากการเรียนการสอนทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ของสมรรถภาพทางสมอง (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2530, หน้า 29 - 30)

สำหรับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถด้านสติปัญญาในการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งจำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญาในการเรียนคณิตศาสตร์ออกเป็น 4 ระดับ (Wilson, 1971, pp. 643-696) ดังนี้

1. ความรู้ความจำ เกี่ยวกับการคิดคำนวณ หมายถึง การวัดความรู้ความจำแบบต่าง ๆ เกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนผ่านไปแล้ว การวัดพฤติกรรมนี้แบ่งเป็น 3 ชั้น คือ

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวข้องเท็จจริง เป็นการถามเพื่อจะวัดความรู้ความจำเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาในรูปหรือแบบเดียวกับที่ผู้เรียนได้รับการสอนมาแล้วนอกจากนี้ยังรวมถึงความรู้พื้นฐานซึ่งผู้เรียนต้องนำมาใช้เสมอ

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม เป็นการถามให้ผู้เรียนบอกความหมายของศัพท์และนิยามต่าง ๆ ตามที่ได้เคยเรียนมาแล้วโดยไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณแต่อย่างใด และไม่ต้องการหาความรู้อื่นมาช่วย

1.3 ความรู้ความจำเกี่ยวกับการใช้กระบวนการคิดคำนวณ คือ การคิดคำนวณในแบบที่ได้เคยเรียนมาแล้ว ในขั้นนี้มีได้มุ่งหมายให้ผู้เรียนคิดหากระบวนการคิดคำนวณที่ได้เคยเรียนมาแล้ว ในขั้นนี้มุ่งให้ผู้เรียนคิดหากระบวนการคิดคำนวณแบบใหม่ด้วยตนเอง

2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ที่รู้แล้วมาสัมพันธ์กับโจทย์หรือปัญหาใหม่ ตลอดจนสามารถตีความ แปลความ สรุปความ และขยายความได้ การวัดพฤติกรรมระดับนี้แบ่งเป็น 6 ชั้น คือ

2.1 ความรู้เกี่ยวกับมโนคติ เป็นความสามารถในการสรุปความหมายของสิ่งที่เรียน มาตามความเข้าใจของตนเอง รู้จักนำข้อเท็จจริงของเนื้อหาต่างๆ ที่เรียนรู้มาสัมพันธ์กันโดยการนำ มาสรุปความหมายของสิ่งนั้นอีกครั้งหนึ่ง หรืออาจจะกล่าวได้ว่ามโนคติเป็นเซตของสิ่งที่เกี่ยวกับ ความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง

2.2 ความรู้เกี่ยวกับหลักการ กฎ และการทำให้เป็นกรณีทั่วไป เป็นความสัมพันธ์ ระหว่างมโนคติและตัวของปัญหา ซึ่งผู้เรียนควรรู้หลังที่เรียนเรื่องนั้นจบไปแล้วคำถามในระดับนี้ บางครั้งอาจเป็นการวัดพฤติกรรมในการวิเคราะห์ก็ได้ถ้าหากคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการ และกฎที่ผู้เรียนเพิ่งพบเป็นครั้งแรก

2.3 ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เป็นการถามเพื่อวัดความสามารถใน การมองเห็นส่วนประกอบย่อยของข้อความทางด้านคณิตศาสตร์ตามลักษณะที่มุ่งหวังส่วนใหญ่ จะเป็นคำถามเกี่ยวกับศัพท์และนิยามในคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวโครงสร้างทางคณิตศาสตร์

2.4 ความสามารถในการแปลงส่วนประกอบของปัญหาจากแบบหนึ่งไปอีกแบบหนึ่ง เป็นความสามารถในการเปลี่ยนแปลงข้อความให้เป็นสัญลักษณ์หรือสมการ ในขั้นนี้มิได้รวมถึง การคิดคำนวณหาคำตอบจากสมการนั้น

2.5 ความสามารถในการดำเนินการตามเหตุผล คณิตศาสตร์ส่วนมากอยู่ในรูปของ การอนุมาน ดังนั้นการที่จะเข้าใจบทความหรือผลงานทางคณิตศาสตร์จึงต้องอาศัยความสามารถ ในการดำเนินการตามแนวเหตุผลขณะที่อ่าน

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นความ สามารถในการอ่านและตีความจากโจทย์ ความสามารถนี้รวมทั้งการแปลความหมายจากกราฟหรือ ข้อมูลทางสถิติ ตลอดจนการแปลสมการหรือตัวเลขให้เป็นรูปภาพ

3. การนำไปใช้ หมายถึง การนำความรู้ กฎ หลักการ ข้อเท็จจริง ทฤษฎี ฯลฯ ที่ได้ เรียนรู้มาแล้วไปแก้ปัญหาใหม่ให้เป็นผลสำเร็จ ทั้งนี้โจทย์ปัญหาที่ใช้วัดระดับนี้จะต้องไม่ใช่โจทย์ ข้อเดิมที่อยู่ในแบบฝึกหัดหรือเคยทำมาแล้ว การวัดพฤติกรรมในระดับนี้แบ่งเป็น 4 ชั้น คือ

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหารธรรมดา เป็นปัญหาลักษณะคล้ายกับปัญหาที่เคยเรียนมา แล้วในห้องเรียน โดยผู้เรียนจะต้องเรียนรู้จัดรูปของพฤติกรรมขึ้นความเข้าใจและการใช้กระบวนการ เพื่อที่จะแก้ปัญหา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ เป็นการถามที่คาดหวังให้ผู้เรียนนึกถึง รายละเอียดที่เกี่ยวข้องต่างๆ เช่น มโนคติ กฎ ศัพท์ นิยาม ของข้อมูล 2 ชุด เพื่อค้นพบ ความสัมพันธ์เปรียบเทียบและนำมาสรุปในการตัดสินใจ

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล เป็นความสามารถในการแยกแยะจำแนก โจทย์ปัญหาออกเป็นส่วนย่อย ว่ามีความจำเป็นหรือไม่ในการไปใช้ในการแก้ปัญหาโจทย์

3.4 ความสามารถในการมองเห็นรูปแบบ ลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและ การสมมาตร พฤติกรรมในขั้นนี้จะเกี่ยวกับการระลึกถึงข้อมูล แปลงปัญหาการจัดกระทำกับข้อมูล ระลึกถึงความสัมพันธ์ จะเป็นการถามคำถามให้ผู้เรียนหาสิ่งที่คุ้นเคยกับข้อมูลที่กำหนดให้หรือ จากปัญหาที่กำหนดให้

4. การวิเคราะห์ หมายถึง การแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดาหรือโจทย์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย กับที่รู้มาก่อน ไม่เคยฝึกทำมาก่อน รวมทั้งมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เพื่อสามารถค้นพบวิธีการ หรือแนวทางการในแก้โจทย์ปัญหานั้น ๆ ได้ การวัดพฤติกรรมในระดับนี้แบ่งเป็น 5 ขั้น คือ

4.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดา เป็นความสามารถในการ ถ่ายโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรูมาแล้วไปสู่เนื้อหาใหม่ ผู้เรียนจะต้องแยกปัญหาออกเป็น ส่วนย่อย สำรวจว่ารู้อะไรบ้างในแต่ละตอนรวมทั้งการเรียนรู้สัญลักษณ์ใหม่ เพื่อนำไปสู่คำตอบ การแก้ปัญหาลักษณะนี้ส่วนมากเป็นปัญหาสถานการณ์ด้วย จะนำกระบวนการคิดคำนวณมาใช้โดยตรงไม่ได้ ต้องพยายามหาวิธีการใหม่

4.2 ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการค้นพบ ความสัมพันธ์ใหม่หรือนำสัญลักษณ์จากสิ่งที่กำหนดให้มาสร้างสูตรใหม่ด้วยตนเองหรือเพื่อนำมา ใช้ประโยชน์ในการหาคำตอบ

4.3 ความสามารถในการแสดงพิสูจน์ เป็นความสามารถในการพิสูจน์ด้วยตนเอง ซึ่งไม่เหมือนความสามารถในการพิสูจน์ขั้นนำไปใช้ โดยผู้ตอบจะต้องอาศัยนิยามและทฤษฎีต่าง ๆ เข้ามาช่วยแก้ปัญหา

4.4 ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ เป็นความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ การพิสูจน์ เป็นการใช้เหตุผลที่ควบคู่กับความสามารถในการเขียนพิสูจน์ แต่เป็นความสามารถที่ ยุ่งยากซับซ้อนกว่าการเขียนการพิสูจน์ เพราะจะต้องใช้เหตุผลว่าการพิสูจน์นั้นถูกต้องหรือไม่ มี ตอนใดผิดพลาดบ้าง

4.5 ความสามารถในการสร้าง และแสดงความสมเหตุสมผลของการทำให้เป็นกรณี ทั่วไป เป็นความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์และการเขียนการพิสูจน์ความสัมพันธ์ที่ค้นพบ ข้อคำถามจะให้แสดงความสมเหตุสมผล

กล่าวสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถทางด้านความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ ที่เกิดจากบุคคลที่ได้รับจากการเรียน ทำให้มีการ

พัฒนาขึ้นเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ รวมทั้งสามารถนำความรู้เหล่านี้ไปแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเป็นผลสำเร็จ

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการตรวจสอบพฤติกรรมของผู้เรียนในด้านพุทธิพิสัย ตามจุดมุ่งหมายและลักษณะของวิชาที่เรียนซึ่งวัด 2 องค์ประกอบ คือ

1. การวัดด้านปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบความรู้ความสามารถทางปฏิบัติโดยผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริงให้เห็นเป็นผลงานปรากฏออกมา ให้สังเกตและวัดได้โดยใช้ “ข้อสอบปฏิบัติ” และการประเมินผลจะพิจารณาที่วิธีปฏิบัติและผลงานที่ปฏิบัติ

2. การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความรู้ ความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชารวมทั้งพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอนวัดได้ 2 ลักษณะ คือ

2.1 การสอบแบบปากเปล่า การสอบแบบนี้มักจะกระทำเป็นรายบุคคล ซึ่งเป็นการสอบที่ต้องการดูแลเฉพาะอย่าง เช่น การสอบอ่านหนังสือ การสอบสัมภาษณ์ ซึ่งต้องการดูการใช้ถ้อยคำในการตอบคำถาม รวมทั้งการแสดงความคิดเห็นและบุคลิกภาพต่าง ๆ เช่น การสอบปริญญาณิพนธ์ ซึ่งต้องการวัดความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ทำ ตลอดจนแง่มุมต่าง ๆ การสอบปากเปล่าสามารถสอบวัดได้ละเอียดลึกซึ้งและคำถามก็สามารถเปลี่ยนแปลงเพิ่มเติมได้ตามต้องการ

2.2 การสอบแบบให้เขียนตอบ เป็นการสอบวัดที่ให้ผู้สอนเขียนเป็นตัวหนังสือซึ่งมีรูปแบบการตอบ 2 แบบ คือ

2.2.1 แบบไม่จำกัดคำตอบเป็นการสอบวัดที่ใช้ข้อสอบแบบอัตนัยหรือความเรียง

2.2.2 แบบจำกัดคำตอบ เป็นการสอบที่กำหนดขอบเขตของคำถามที่จะให้ตอบหรือกำหนดคำตอบมาให้เลือก ซึ่งมีรูปแบบของคำตอบเป็นแบบเลือกทางใดทางหนึ่ง แบบจับคู่แบบเติมคำ และแบบเลือกตอบ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ของผู้เรียนที่ได้เรียนไปแล้ว มักจะเป็นข้อถามให้ผู้เรียนตอบด้วยกระดาษและดินสอกับการให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง แบบทดสอบประเภทนี้แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง เป็นชุดของข้อคำถามที่ถามเกี่ยวกับความรู้ที่ผู้เรียนได้เรียนในห้องเรียนว่ามีความรู้มากแค่ไหน พร่องที่ตรงไหนจะได้สอนซ่อมเสริมหรือวัดดูความพร้อมที่จะพร้อมบทเรียนใหม่ตามที่ครูต้องการ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน เป็นการสร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชาหรือจากครูที่สอนวิชานั้น แต่ผ่านการทดลองหาคุณภาพหลายครั้งจนมีคุณภาพดีจึงสร้างเกณฑ์ปกติ (norm) แบบทดสอบนั้นสามารถใช้เป็นหลักและการเปรียบเทียบผลเพื่อประเมินค่าของการเรียนการสอนในเรื่องใดก็ได้ใช้สำหรับวินิจฉัยผลสัมฤทธิ์หรือสติปัญญาของเด็กแต่ละวัยก็ได้และยังมีมาตรฐานใน

ด้านวิธีการดำเนินการสอบคือ โรงเรียนใดหรือส่วนราชการใดจะนำไปใช้ ต้องดำเนินการสอบเป็นแบบเดียวกัน แบบทดสอบมาตรฐานจะมีคู่มือดำเนินการสอบ บอกวิธีการสอบปฏิบัติอย่างไร รวมทั้งมีมาตรฐานในด้านการแปลคะแนนด้วย ล้วน สายยศ, และ อังคณา สายยศ. (2538, หน้า 171 – 172)

ประเภทของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ สามารถแบ่งได้ 2 ลักษณะ คือ

การทดสอบแบบอิงกลุ่มหรือการวัดแบบอิงกลุ่ม เป็นการทดสอบหรือการวัดที่เกิดจากแนวความเชื่อในเรื่องของความแตกต่างระหว่างบุคคลการทดสอบนี้ยึดคนส่วนใหญ่เป็นหลักในการเปรียบเทียบ โดยพิจารณาคะแนนผลการทดสอบของบุคคลเทียบกับคะแนนของบุคคลอื่น ๆ ในกลุ่มคะแนนจะมีความหมายก็ต่อเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับคะแนนของบุคคลอื่นที่สอบด้วยข้อสอบฉบับเดียวกัน จุดมุ่งหมายของการทดสอบแบบนี้ก็เพื่อจะกระจายบุคคลทั้งกลุ่มไปตามความสามารถผู้ที่มีความสามารถสูงจะได้คะแนนสูงผู้ที่มีความสามารถด้อยกว่าจะได้คะแนนลดหลั่นลงมาถึงคะแนนสุด

การทดสอบแบบอิงเกณฑ์หรือการวัดผลแบบอิงเกณฑ์ เกิดจากแนวคิดในเรื่องการเรียนรู้เพื่อรอบรู้ โดยยึดหลักการว่าในการเรียนการสอนจะต้องมุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนทั้งหมดหรือเกือบทั้งหมดประสบความสำเร็จในการเรียน แม้ว่าผู้เรียนจะมีลักษณะแตกต่างกันก็ตามแต่ทุกคนได้รับการส่งเสริมให้พัฒนาไปถึงขีดความสามารถสูงสุดของตน ใช้เวลาแตกต่างกันในแต่ละบุคคล (อารมณ เพชรชื่น, 2537, หน้า 40 – 41) การทดสอบแบบอิงเกณฑ์มีการกำหนดเกณฑ์ขึ้นแล้วนำผลการทดสอบของแต่ละบุคคลเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ไม่ได้มีการนำไปเปรียบเทียบกับบุคคลอื่นในกลุ่มความสำคัญของการทดสอบแบบนี้จึงอยู่ที่การกำหนดเกณฑ์เป็นสำคัญเกณฑ์ หมายถึง กลุ่มของพฤติกรรมที่ได้กำหนดไว้แต่รายวิชา ซึ่งจะเป็นจุดมุ่งหมายของการทดสอบแบบนี้ จึงเป็นการตรวจดูว่าใครเรียนได้ถึงเกณฑ์และยังเรียนไม่ถึงเกณฑ์ควรได้รับการปรับปรุงแก้ไขต่อไป การทดสอบแบบอิงเกณฑ์โดยใช้แบบทดสอบอิงเกณฑ์ สามารถจำแนกได้ 2 ประเภทคือ

1. แบบทดสอบอิงจุดประสงค์ เป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่สร้างขึ้นโดยยึดประสงครายวิชา ส่วนมากจะมีการกำหนดระดับเกณฑ์หรือมาตรฐานเพื่อบ่งชี้ระดับความรู้ของผู้สอบซึ่งมักจะใช้คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบ

2. แบบทดสอบอิงมวลความรู้ เป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่สร้างขึ้น โดยยึดหลักเฉพาะของมวลความรู้ แบบทดสอบชนิดนี้จะมีการหลีกเลี่ยงการกำหนดคะแนนจุดตัด แต่จะใช้การประมวลผลความสามารถของผู้สอบ

ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ แบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์เป็นแบบทดสอบที่เหมาะสมสำหรับการประเมินผลการเรียนในระดับชั้นเรียน ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ มีขั้นตอนสำคัญอยู่ 7 ขั้นตอน (บุญเจิด ภิญโญอนันตพงษ์, 2527, หน้า 38 - 44) คือ

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์

ขั้นที่ 2 แปลงจุดประสงค์หลักให้เฉพาะเจาะจง

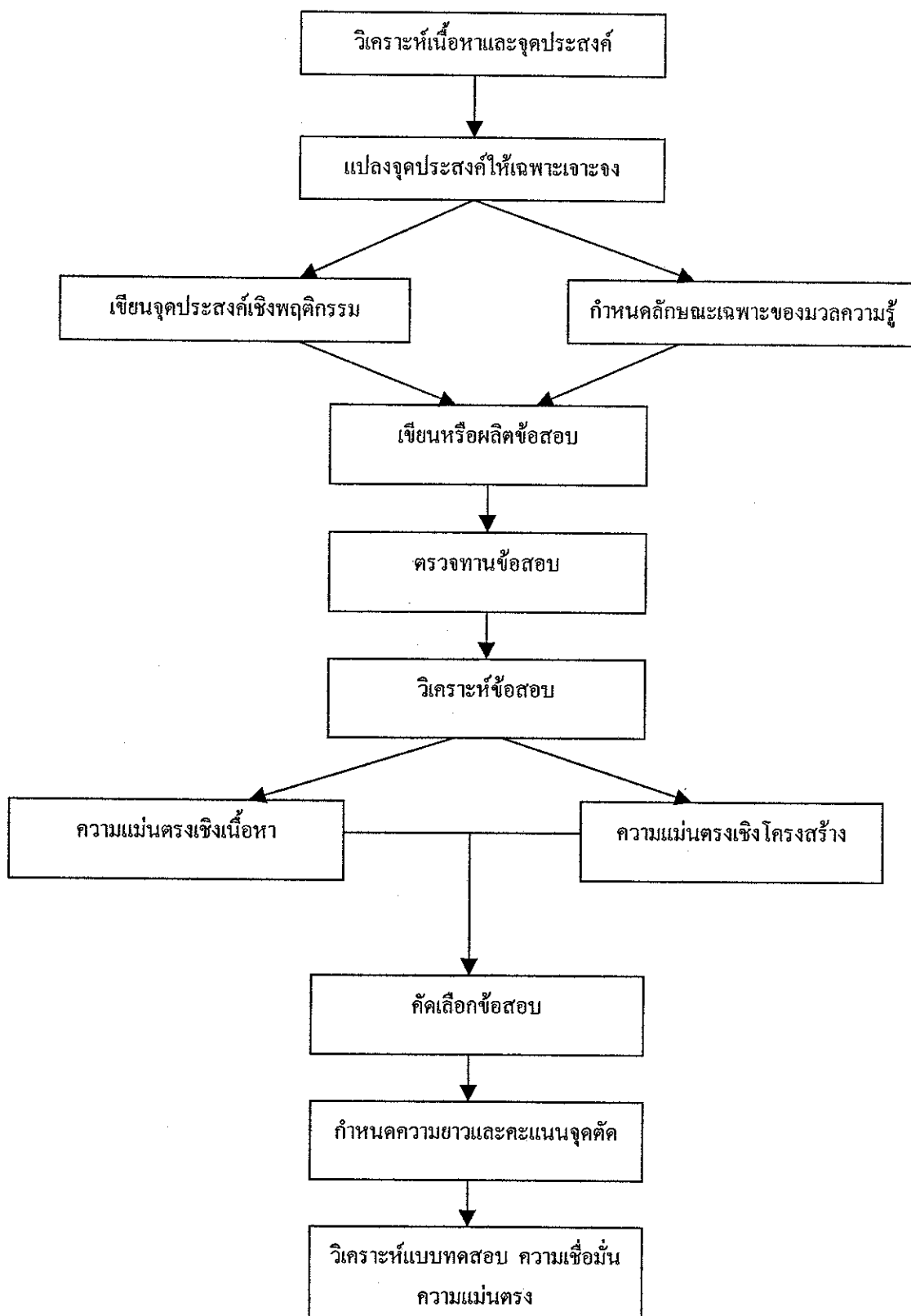
ขั้นที่ 3 เขียนข้อสอบหรือผลิตข้อสอบ

ขั้นที่ 4 ตรวจทานข้อสอบ

ขั้นที่ 5 วิเคราะห์ข้อสอบ

ขั้นที่ 6 คัดเลือกข้อสอบกำหนดความยาวและจุดตัดของแบบทดสอบ

ขั้นที่ 7 วิเคราะห์แบบทดสอบ



ภาพที่ 3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์ (บุญเชิด ภิญโญนันตพงษ์, 2527, หน้า 39)

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์ ทำการวิเคราะห์เนื้อหาวิชาให้เป็นข้อใหญ่ ๆ และในแต่ละหัวข้อเนื้อหาต้องทำการวิเคราะห์จุดประสงค์หรือพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดในหัวข้อเนื้อหานั้น ๆ การวิเคราะห์จุดประสงค์ต้องใช้วิธีวิเคราะห์กิจกรรมการเรียนรู้ (task analysis) โดยวิเคราะห์พฤติกรรมตามลำดับขั้นของการเรียนรู้ซึ่งจะทำให้ได้พฤติกรรมย่อย ๆ มากมายมีทั้งพฤติกรรมปลายทางหรือพฤติกรรมระหว่างทาง พฤติกรรมปลายทาง คือ พฤติกรรมที่ต้องการวัดจุดประสงค์หลัก นำหัวข้อเนื้อหาและจุดประสงค์หลักบันทึกลงในตาราง ดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 2 แสดงการวิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์

หัวข้อเนื้อหา	พฤติกรรม				รวม
	1	2	3	4	
A	A ₁	A ₂	—	—	2
B	B ₁	B ₂	B ₃	—	3
C	—	C ₂	C ₃	C ₄	3
D	—	D ₂	D ₃	—	2

จากตารางแสดงว่า

หัวข้อ A ต้องการปลูกฝังพฤติกรรม 1 และ 2

หัวข้อ B ต้องการปลูกฝังพฤติกรรม 1, 2 และ 3

หัวข้อ C ต้องการปลูกฝังพฤติกรรม 2, 3 และ 4

หัวข้อ D ต้องการปลูกฝังพฤติกรรม 2 และ 3

.....

ขั้นที่ 2 แปลงจุดประสงค์หลักให้เฉพาะเจาะจง จุดประสงค์ที่วิเคราะห์ได้ยังมีลักษณะไม่เฉพาะเจาะจง จึงต้องแปลงจุดประสงค์หลักให้เฉพาะเจาะจงโดยแตกพฤติกรรมหลักให้เป็นพฤติกรรมย่อย ๆ ดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 3 แสดงการวิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

หัวข้อเนื้อหา	พฤติกรรม				รวม
	1	2	3	4	
A	5	4	-	-	9
B	8	5	5	-	18
C	-	6	5	4	15
D	-	5	3		8
					50

จากตารางแสดงว่า

พฤติกรรมหลัก A_1 มีพฤติกรรมย่อย 5 พฤติกรรม

พฤติกรรมหลัก A_2 มีพฤติกรรมย่อย 4 พฤติกรรม

พฤติกรรมหลัก D_2 มีพฤติกรรมย่อย 5 พฤติกรรม

พฤติกรรมหลัก D_3 มีพฤติกรรมย่อย 3 พฤติกรรม

เมื่อพฤติกรรมย่อย ๆ ของแต่ละหัวข้อเนื้อหาวิชาแล้วนำพฤติกรรมเหล่านั้นมาใช้เป็นแนวทางในการเขียนข้อสอบ โดยเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ขั้นที่ 3 การเขียนข้อสอบหรือผลิตข้อสอบเมื่อแปลงจุดประสงค์หลักเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมแล้ว ต่อไปก็เขียนข้อสอบตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม การเขียนข้อสอบจำเป็นต้องอาศัยศิลปะและประสบการณ์เฉพาะคน จึงจะได้ข้อสอบที่ดีสอดคล้องกับสิ่งที่ต้องการ

ขั้นที่ 4 การตรวจทานข้อสอบ เป็นการตรวจสอบข้อสอบเป็นรายข้อหลังจากการเขียนข้อสอบเสร็จแล้ว เพื่อแก้ไขปรับปรุงให้มีความเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างที่จะใช้สอบ และให้ความถูกต้องตามหลักวิชาทั้งด้านเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการทดสอบ

ขั้นที่ 5 การวิเคราะห์ข้อสอบ การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นการประเมินคุณภาพข้อสอบด้านความแม่นยำเชิงเนื้อและความแม่นยำตรงเชิงโครงสร้าง เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพมารวมฉบับ

ขั้นที่ 6 การคัดเลือกข้อสอบ เป็นการพิจารณาตัดสินว่าจะยอมรับข้อสอบด้านการคัดเลือกข้อสอบแบบอิงเกณฑ์มารวมฉบับ ใช้เกณฑ์คุณภาพโดยอาศัยเกณฑ์คุณภาพด้านความแม่นยำเชิงเนื้อหาตั้งแต่ 50% - 100% และแม่นยำตรงเชิงโครงสร้างตั้งแต่ 20%-100% เมื่อเลือกข้อสอบได้จำนวนมากพอสมควรแล้วจึงนำมารวมฉบับ แบบทดสอบประกอบด้วยข้อสอบจำนวนกี่ข้อและจะใช้คะแนนจุดตัดเท่าไรต้องพิจารณาการตัดสินให้เหมาะสมอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งแล้วแต่ว่าผู้สร้างแบบทดสอบจะใช้วิธีใด บางวิธีอาจจะต้องนำแบบทดสอบไปสอบนักเรียน เพื่อนำคะแนนที่สอบได้มาประมาณจำนวนข้อสอบและค่าคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบ

ขั้นที่ 7 การวิเคราะห์แบบทดสอบ เป็นการประเมินคุณภาพด้านความเชื่อมั่นและความแม่นยำของแบบทดสอบ หลังจากทีคัดเลือกข้อสอบมารวมเป็นฉบับแล้วต้องตรวจสอบคุณภาพทั้งฉบับว่ามีความเชื่อมั่นและความแม่นยำตรงหรือไม่เพียงพอ การวิเคราะห์แบบทดสอบอิงเกณฑ์มักทำการตรวจสอบความเชื่อมั่นเพียงอย่างเดียว ส่วนความแม่นยำตรงของแบบทดสอบอิงเกณฑ์นั้นมักพิจารณาความแม่นยำตรงรายข้อ เมื่อตรวจสอบคุณภาพทั้งฉบับและให้ค่าคุณภาพแบบทดสอบในระดับที่พอใจก็นำแบบทดสอบไปจัดพิมพ์เป็นรูปเล่ม

หลักการเขียนข้อสอบอิงเกณฑ์ ตามหลักการเขียนข้อสอบแบบอิงเกณฑ์อาจจะเขียนเป็นแบบปรนัยหรืออัตนัยก็ได้ อย่างไรก็ตามข้อสอบแบบปรนัยที่กำหนดตัวเลือกให้เลือกตอบ ย่อมมีข้อดีต่าง ๆ มากกว่าข้อสอบแบบปรนัยชนิดอื่น ๆ ดังนั้น ส่วนประกอบของข้อสอบแบบเลือกตอบหลายตัวเลือกจะประกอบด้วยส่วนประกอบ 2 ส่วนคือ

ส่วนที่ 1 เป็นตอนนำจะเป็นส่วนที่เป็นปัญหาสำหรับใช้คำถามผู้ตอบ

ส่วนที่ 2 เป็นคำตอบซึ่งเป็นชุดของตัวเลือกและในการตอบนี้ต้องเลือกคำตอบที่ถูกจากตัวเลือกดังกล่าว ตอนนำอาจเขียนในแบบต่าง ๆ กัน

ในการเขียนข้อสอบอิงเกณฑ์แบบตัวเลือกให้ตอบมีลักษณะสำคัญอย่างหนึ่งคือ ข้อคำถามต้องชัดเจน เมื่อผู้สอบอ่านตอนนำแล้วก็รู้ได้ทันทีว่าผู้ถามต้องการถามอะไรก่อนที่จะลงมืออ่านตัวเลือก ลักษณะสำคัญดังกล่าวนี้เป็นหลักการอย่างหนึ่งสำหรับการเขียนข้อสอบ ถ้าข้อสอบมีความคลุมเครือกำกวมผู้ตอบก็ไม่สามารถจะตอบในสิ่งที่ผู้ถามต้องการได้

การออกข้อสอบ การสอบเป็นเครื่องมือที่ตืออย่างหนึ่งในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยคำนึงถึงจุดประสงค์ของการศึกษาว่าเป็นอย่างไร มุ่งให้ผู้เรียนได้รับผลอะไรบ้างการวัดจึงควรที่จะวัดผู้เรียนให้ครอบคลุมตามจุดประสงค์นั้น ๆ การสอบแบ่งเป็น 2 ชนิด

1. การสอบปากเปล่า คือการสอบโดยการสัมภาษณ์ใช้กระบวนการตั้งแต่ 1 คนขึ้นไป เป็นการสอบแบบอัตนัยซึ่งขึ้นอยู่กับกรรมการสอบที่จะให้คะแนน ดังนั้นอาจจะมีวิธีแก้ไขโดยการสอบมักจะใช้กรรมการตั้งแต่ 3 คนขึ้นไปเพื่อตรวจสอบว่าเข้าใจต้องแท้หรือไม่ กรรมการเตรียมคำถามไว้ล่วงหน้าและปรึกษากันก่อนว่าจะให้คะแนนเท่าไร อย่างไร

2. การสอบโดยการเขียน ผู้ที่ออกข้อสอบได้ดีที่สุดคือ ผู้สอนนั่นเอง ครูผู้สอนต้องรู้เทคนิคในการสร้างข้อสอบ ซึ่งต้องรู้หลักสูตร เนื้อหาวิชา จุดประสงค์ในการสร้างและต้องออกข้อสอบได้สอดคล้องกับจุดประสงค์ในการสอนด้วย ข้อสอบที่ครูผู้สอนสร้างเองมักเป็นข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งมี 2 แบบคือ

2.1 ข้อสอบแบบอัตนัย เป็นแบบทดสอบที่กำหนดปัญหาหรือคำถามให้ผู้ตอบแสดงความรู้ ความเข้าใจ และความคิดตั้งแต่กว้างที่สุดจนถึงแคบหรือเฉพาะเจาะจงตามที่โจทย์กำหนดภายในเวลาที่กำหนดไว้

2.2 ข้อสอบแบบปรนัย เป็นข้อสอบที่มีคำตอบไว้ให้ผู้ตอบต้องตัดสินใจเลือกข้อสอบที่ต้องการหรือพิจารณาข้อความที่ให้ไว้ว่าถูกหรือผิด ข้อสอบแบบนี้แบ่งเป็น 5 ชนิด คือ

2.2.1 แบบถูกผิด

2.2.2 แบบเติมคำหรือแบบตอบสั้น ๆ

2.2.3 แบบจับคู่

2.2.4 แบบจัดลำดับ

2.2.5 แบบเลือกตอบ

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้ข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบแบบเขียนเป็นข้อความที่สมบูรณ์ และมีตัวเลือก 3 ตัว จึงขอกำหนดเฉพาะแบบเลือกตอบ ดังนี้

ข้อสอบแบบเลือกตอบเป็นข้อสอบแบบปรนัยที่ใช้กันอย่างกว้างขวางซึ่งประกอบด้วยส่วนประกอบ 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 เป็นตัวคำถามนำ คำกล่าวนำหรือตัวปัญหา มีหน้าที่เสนอปัญหาและวางกรอบแห่งปัญหา สามารถเขียนได้ 4 อย่าง คือ

1. เขียนเป็นรูปคำถาม
2. เขียนเป็นข้อความที่ไม่สมบูรณ์
3. เขียนเป็นตัวข้อความที่สมบูรณ์
4. เขียนเป็นรูปภาพ

ส่วนที่ 2 เป็นตัวเลือกหรือเลือกตอบ แยกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ตัวที่เป็นคำตอบ

2. ตัวเลือกที่ไม่ใช่คำตอบ ซึ่งเรียกกันตัวลวงหรือตัวหลอกล่อ

ผู้ตอบมีหน้าที่เลือกคำตอบที่ถูกที่สุดหรือคำตอบที่ดีที่สุดจากตัวเลือกตอบที่กำหนดให้ เพื่อตอบปัญหาหรือเลือกข้อความที่ดีที่สุดเพื่อเติมความให้สมบูรณ์หรือรับกับตัวปัญหามากที่สุด และข้อสอบแบบเลือกตอบนี้สามารถวัดได้หลายด้าน โอกาสเดาถูกได้น้อยสามารถใช้ทดสอบกับผู้เรียนได้ทุกระดับชั้น มีความเที่ยงธรรมและความเป็นปรนัยในการตรวจให้คะแนน นอกจากนี้ ข้อสอบแบบนี้จำเป็นต้องมีตัวหลอกล่อจึงทำให้สามารถวินิจฉัยได้ว่า ผู้เรียนมีความบกพร่องหรือไม่เข้าใจวิชาที่เรียนอย่างบ้าง

วิชาคณิตศาสตร์เกี่ยวข้องกับความนึกคิดในใจเรื่องจำนวนและปริมาณต่าง ๆ หมายความว่า ความสัมพันธ์และสามารถขยายความหมายได้เช่นไรบ้าง เนื้อแท้ของวิชานี้จึงเป็นเรื่องราวของนามธรรมเป็นส่วนใหญ่ การออกข้อสอบจึงต้องให้คล้อยตามธรรมชาติของวิชาด้วย นั่นคือ ข้อสอบคณิตศาสตร์ที่ดีจะต้องสามารถจัดความนึกคิดหาจำนวนหลายแง่หลายมุม และให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรที่กำหนดไว้ ซึ่งจะวัดด้านความรู้ ความจำ ด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ ด้านการสังเคราะห์ และด้านประเมินค่า ดังที่กล่าวมาแล้ว โดยใช้แบบทดสอบแบบปรนัยหรืออัตนัยก็ได้ สำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษาการทดสอบคณิตศาสตร์ที่ดีจะต้องประกอบด้วย การวัดความสามารถด้านทักษะ ด้านการแก้ปัญหา และด้านความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน เมื่อผู้เรียนบกพร่องในด้านใดจะได้สร้างบทเรียนให้สอดคล้องกับปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งการแก้ไขปัญหาดังแต่จุดเริ่มต้น

การกำหนดคะแนนจุดตัดใช้ดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญตัดสิน การทดสอบแบบอิงเกณฑ์จำเป็นต้องอาศัยเกณฑ์หรือมาตรฐานสำหรับแปลความหมายคะแนนผลการสอบ คะแนน จุดตัดมีความสำคัญเกี่ยวกับองค์ประกอบอื่น ๆ เช่น การหาค่าความเชื่อมั่นและค่าความแม่นยำ เป็นต้น โดยกำหนดคะแนนจุดตัดอย่างสมเหตุสมผลและพยายามทำให้ได้คะแนนจุดตัดที่แน่นอนมากที่สุด มีผู้ศึกษาค้นคว้าหาวิธีการกำหนดคะแนนจุดตัดด้วยวิธีต่าง ๆ หลายวิธี ซึ่งมีนักวัดผลบางท่านได้สำรวจรวบรวมไว้ คือ มิลล์แมน (Millman, 1973, pp. 205 – 216 อ้างถึงใน บุญเชิด ภิญโญ อนันตพงษ์, 2527, หน้า 117) ได้เสนอวิธีการพิจารณาคะแนนสอบผ่านหรือคะแนนจุดตัดจากสิ่งต่อไปนี้

1. ผลการปฏิบัติของคนอื่น ๆ
2. เนื้อสาระของข้อสอบ
3. ความต่อเนื่องทางการศึกษา

4. การสูญเสียทางการเงินและทางด้านจิตวิทยา

5. ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากคะแนนเดาและการสุ่มข้อสอบ

ส่วนเกลส (Glass, 1978, pp. 237 – 261 อ้างถึงใน บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์, 2527, หน้า 117 – 128) ได้รวบรวมวิธีการหาคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์โดยให้พิจารณาจากสิ่งต่อไปนี้

1. ผลการปฏิบัติของผู้อื่นเป็นเกณฑ์
2. การนับลดจาก 100 %
3. สมรรถภาพขั้นต่ำสุด มี 3 เทคนิค คือ
 - 3.1 เทคนิคของเคลสกี
 - 3.2 เทคนิคของอีเบล
 - 3.3 เทคนิคของแองกอฟ
4. ปรับตามคะแนนเกณฑ์อื่น ๆ
5. ทฤษฎีการตัดสินใจ
6. ผลการวิจัยเชิงปฏิบัติ

จากรายละเอียดของวิธีการหาคะแนนจุดตัดที่กล่าวมา ได้กำหนดวิธีการหาคะแนนจุดตัดไว้หลายวิธีสำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการหาคะแนนจุดตัดโดยการกำหนดคะแนนจุดตัดจากเนื้อหาสาระของข้อสอบและการหาคะแนนจุดตัดของแองกอฟ ดังนั้นจึงขอเสนอรายละเอียดเฉพาะเทคนิคการหาจุดตัดโดยการกำหนดคะแนนจุดตัดจากเนื้อหาสาระของข้อสอบและของแองกอฟเท่านั้นต่อไป

การกำหนดคะแนนจุดตัดจากเนื้อหาสาระของข้อสอบ หลักการวิธีการนี้จะอาศัยระดับความยากของเนื้อหาวิชาหรือครูผู้สอนเป็นผู้พิจารณาเนื้อหาข้อสอบ เพื่อจะหาว่าจำนวนข้อสอบที่น้อยที่สุด ซึ่งผู้สอบจำเป็นต้องตอบถูกเพื่อแสดงความรอบรู้เป็นเท่าไร โดยมีวิธีการหาคะแนนจุดตัดตามลำดับขั้น ดังนี้

1. จัดกลุ่มข้อสอบตามจุดประสงค์หลัก
2. นำกลุ่มข้อสอบไปให้ครูผู้สอนพิจารณาความยากของเนื้อหาข้อสอบแล้วให้ครูผู้สอนระบุจำนวนข้อที่น้อยที่สุดที่ผู้สอบจำเป็นต้องตอบถูกหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าจากความยากของข้อสอบแต่ละกลุ่ม ผู้ที่มีความรอบรู้จะสามารถตอบถูกกี่ข้อ
3. นำผลการพิจารณาของครูผู้สอนมาหาเฉลี่ย
4. กำหนดคะแนนจุดตัดจากค่าเฉลี่ยในขั้นที่ 3

ตัวอย่าง สมมติว่าต้องการหาคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ฉบับหนึ่ง จำนวน 30 ข้อโดยนำข้อสอบมาจัดกลุ่มตามจุดประสงค์หลัก 3 ข้อได้ข้อสอบ 3 กลุ่มๆ ละ 10 ข้อนำข้อสอบที่จัดเรียงตามกลุ่มแล้วนำไปให้ครูผู้สอน 3 คนพิจารณาความยากง่ายของเนื้อหาข้อสอบและพิจารณาว่าผู้มีความรอบรู้ควรจะตอบข้อสอบถูกต้องอย่างน้อยกี่ข้อ นำผลการพิจารณาของครูผู้สอนมาบันทึกลงในตารางเตรียมคำนวณ แล้วหาค่าเป็นรายจุดประสงค์และค่าเฉลี่ยรวมได้ ดังนี้

ตารางที่ 4 แสดงการค่าเฉลี่ยเป็นรายจุดประสงค์

จุดประสงค์หลัก	ข้อสอบ	ผลการพิจารณาของครู			รวม	เฉลี่ย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
ข้อที่ 1	ข้อ 1 – 10	6	6	5	17	5.7
ข้อที่ 2	ข้อ 11 – 20	7	7	8	22	7.3
ข้อที่ 3	ข้อ 21 – 30	8	8	8	24	8.0
รวม					63	21.0

ถ้ากำหนดคะแนนจุดตัดแยกตามจุดประสงค์หลักจะได้คะแนนจุดตัดจากค่าเฉลี่ยในตารางดังต่อไปนี้ จุดประสงค์หลักข้อ 1 คะแนนจุดตัดเท่ากับ 6 คะแนน จุดประสงค์หลักข้อ 2 คะแนนจุดตัด 7 คะแนน และจุดประสงค์หลักข้อ 3 คะแนนจุดตัดเท่ากับ 8 ถ้ากำหนดคะแนนจุดตัดรวมทั้งฉบับจะได้คะแนนจุดตัดเท่ากับ 21 คะแนน

เทคนิคของแองกอฟ หลักการวิธีนี้อาศัยความน่าจะเป็นที่นักเรียนซึ่งมีสมรรถภาพขั้นต่ำสุดที่จะยอมรับได้ตอบข้อสอบถูกต้องนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาวิชาหรือครูผู้สอนพิจารณาค่าความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบถูกต้อง จะนำมาใช้เป็นคะแนนจุดตัดโดยมีวิธีการหาค่าจุดตัดตามลำดับขั้นดังนี้

1. นำข้อสอบทั้งหมดนำไปให้ครูผู้สอนกลุ่มหนึ่ง พิจารณาเนื้อหาข้อสอบและความยากง่าย
2. ให้ครูผู้สอนพิจารณาต่อไปว่า นักเรียนมีสมรรถภาพขั้นต่ำสุดตามเนื้อหาข้อสอบจะมีความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบแต่ละข้อเป็นเท่าไร
3. นำค่าความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบถูกต้องที่ครูผู้สอนแต่ละคนพิจารณาไว้มาหาค่าเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของความน่าจะเป็น
4. กำหนดคะแนนจุดตัดจากค่าเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยในขั้นที่ 3

ตัวอย่าง สมมติว่าต้องการหาค่าคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบอิงเกณฑ์จำนวน 5 ข้อ จึงนำข้อสอบดังกล่าวไปให้ครูผู้สอน 3 คน พิจารณาข้อสอบและให้ค่าประมาณ ถ้านักเรียนที่มีสมรรถภาพขั้นต่ำสุดตอบข้อสอบดังกล่าวแล้วจะมีความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบถูกเป็นเท่าไร แล้วนำมาบันทึกลงในตารางคำนวณและรวมค่าความน่าจะเป็นและค่าเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยปรากฏผลดังนี้ ตารางที่ 5 แสดงการหาค่าความน่าจะเป็นในการตอบตามความคิดเห็นของครู

ข้อสอบ	ความน่าจะเป็นของการตอบข้อสอบถูกต้องตามความคิดของครู			รวม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	1.0	.9	.9	2.8
2	.5	.6	.4	1.5
3	.9	.8	.9	2.6
4	.7	.8	.8	2.3
5	.8	.8	.9	2.5
			รวม	11.7

5. นำค่าความน่าจะเป็นรวมทั้งหามาหาค่าเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยได้เท่ากับ 78 % ดังนั้นคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบฉบับนี้คือ 78 % หรือ 4 คะแนน

การกำหนดคะแนนจุดตัดที่กล่าวมา เป็นการกำหนดโดยอาศัยดุลยพินิจและความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญหลาย ๆ คนมาเฉลี่ยจะช่วยทำให้ผลที่ได้เชื่อถือได้และถูกต้องยิ่งขึ้น จากที่กล่าวมาข้างต้นเกี่ยวกับวิธีการกำหนดคะแนนจุดตัดมีอยู่หลายวิธีแต่วิธีการกำหนดคะแนนจุดตัดที่เหมาะสมมากคือวิธีการกำหนดจากสมรรถภาพขั้นต่ำซึ่งอาศัยการพิจารณาที่มีรายละเอียดครบถ้วนกว่าวิธีอื่น ๆ อย่างไรก็ตามการจะเลือกใช้วิธีใดต้องคำนึงถึงความเหมาะสมด้านเวลาและลักษณะของข้อสอบที่ยึดเนื้อหาหรือยึดจุดประสงค์เป็นพื้นฐานด้วย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แยกเป็น 2 หัวข้อ ดังนี้

1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหา

1.1 งานวิจัยในประเทศ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องส่วนใหญ่จะเป็นการวิจัยที่ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากวิธีการสอนแบบต่างๆ และศึกษาองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในลักษณะของการหาความสัมพันธ์ จากงานวิจัยของ

วิไลวรรณ เอื้อสุวรรณ (2531) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน โดยวิธีสอนแบบวรรณิกับวิธีสอนของ สสวท. พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บุญเกื้อ ละอองปลิว (2534) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้เกี่ยวกับโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การสอนแบบวิเคราะห์กับการสอนปกติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโจทย์ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการสอนแบบวิเคราะห์กับการสอนแบบปกติ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศรีทอง มีทาทอง. (2534) ได้ศึกษาทดลองวิธีการสอนคณิตศาสตร์ที่มีกระบวนการสร้างความคิดรวบยอดในเรื่องโจทย์ปัญหาการคูณ การหาร พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อดิศร เนาวนนท์ (2534) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่เรียนการแก้โจทย์ปัญหาคด้วยวิธีการสอนแบบใช้ขั้นตอนชี้แนะความเข้าใจปัญหาตามแนวของสติฟกับวิธีสอนแบบปกติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สุชาดา จันทรแพง (2536) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของสื่อแบบเรียนเล่มเล็กเพื่อซ่อมเสริมการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาการคูณและการหาร พบว่าสื่อแบบเรียนเล่มเล็กแต่ละเล่มมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 90 / 90 คะแนนเฉลี่ยการประเมินผลก่อนและหลังการทดลองสอนซ่อมเสริมโดยใช้สื่อแบบเรียนเล่มเล็กแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าสื่อแบบเรียนเล่มเล็กแต่ละเล่มมีประสิทธิภาพสูงเชื่อได้

สมศักดิ์ รัตนก้านตรง (2535) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการด้วยวิธีสอนของคอนเซียกับวิธีสอนแบบปกติ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จตุรงค์ คำทรัพย์ (2536) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง โจทย์ปัญหา ระคน ระหว่างการสอนโดยใช้วิธีสอนแบบใช้สถานการณ์จำลองกับการสอนแบบปกติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปริญญา สุภา (2538) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาการคูณและการหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวิธีสอนแบบใช้ ขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยากับการสอนแบบปกติ ผลการศึกษาปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีสอนแบบใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยาสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ภาสกร วัชรพงศ์นาวิน (2543) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ และการลบระคนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ด้วยวิธีสอนโดยใช้แผนภาพของวิลลิสและพิวสันกับวิธีสอนแบบปกติ ผลการศึกษา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีสอนโดยใช้แผนภาพของวิลลิสและพิวสันสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

1.2 งานวิจัยต่างประเทศ มีผู้ทำวิจัยเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลายท่านได้แก่ โฮโลเวลล์ (Holowell, 1977) ได้ศึกษาถึงกระบวนการแก้ปัญหา 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทำความเข้าใจในปัญหา
2. ระลึกถึงข้อเท็จจริง
3. รวบรวมข้อเท็จจริงเพื่อคิดแก้ปัญหา
4. สร้างวางแผนวิธีแก้ปัญหา
5. ตรวจสอบที่เป็นคำตอบ
6. ทดสอบดูว่าวิธีการคิดแก้ปัญหาถูกต้องหรือไม่
7. คิดค้นหรือยอมรับวิธีแก้ปัญหานั้น

ผลการศึกษาพบว่า ในขั้นที่หนึ่งมีความสอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาถึงร้อยละ 85 และพบว่ากลุ่มนักเรียนที่แก้ปัญหาสำเร็จทำคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่คิดแก้ปัญหาไม่สำเร็จ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ฮอลล์ (Hall, 1977) ได้วิจัยเรื่องการศึกษาผลการสอนการวิเคราะห์การแก้ปัญหา คณิตศาสตร์และความสามารถในการวิเคราะห์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 5 จำนวน 60 คน ซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง กลุ่มละ 30 คนแต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนที่คาดคะเน เก่งและไม่เก่ง กลุ่มละ 15 คน กลุ่มทดลองได้เรียนเกี่ยวกับการวิเคราะห์เป็นเวลา 8.5 ชั่วโมงแล้ว ทดสอบการวิเคราะห์และความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ผลการทำวิจัย พบว่า

1. นักเรียนที่มีความสามารถในการวิเคราะห์สูงมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถในการวิเคราะห์ต่ำ
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนการวิเคราะห์มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสูงกว่า นักเรียนที่ไม่ได้เรียนการวิเคราะห์

ส่วนในเรื่องของผลความสามารถในการแปลความหมายโจทย์ ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหานั้น คลาร์กสัน (Clarkson, 1979) ได้ทำการวิจัยเรื่องการศึกษาความสัมพันธ์ ระหว่างทักษะในการแปลความหมายโจทย์วิชาคณิตศาสตร์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตชั้นปีที่ 1 ที่เรียนพีชคณิตจำนวน 5 ห้องเรียนมาทดสอบความสามารถในการแปลความหมาย 3 แบบ คือ สัญลักษณ์ที่เป็นภาษาสัญลักษณ์ที่เป็นสัญลักษณ์และ สัญลักษณ์ที่เป็นรูปภาพแล้วนำคะแนนไปหาความสัมพันธ์กับคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาคณิตศาสตร์ ปรากฏว่า การแปลความหมายทั้ง 3 แบบ มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และนักเรียนที่มีความสามารถในการแปลความหมายต่างกันจะมี ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

นอกจากนี้ยัง พบว่า ทักษะในการแปลความหมายเป็นองค์ประกอบหนึ่งของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ มูราสกี (Muraski, 1979) ได้ทำการศึกษาดูแปรผัน การอ่านที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยมุ่งให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรม เกี่ยวกับทักษะย่อย 5 ประเภท คือ การจำสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ การวิเคราะห์โครงสร้าง การทำนายเหตุการณ์และเรื่องราว การวินิจฉัยอย่างมีเหตุผล และการคิดการประมาณค่า พบว่า การฝึกทักษะย่อย 5 ประเภท ดังกล่าว นักเรียนในกลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม ที่นัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และ เมลนิก (Leah Melnik, 1986, pp. 405-406-A) ได้ทำการทดลองสอนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการแก้โจทย์ปัญหา ด้วยวิธีใช้ชุดฝึกและวิธีใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ พบว่าวิธีทั้งสองมีพัฒนาการในกระบวนการแก้ โจทย์ปัญหาดีขึ้น

จากงานวิจัยทั้งในประเทศ และในต่างประเทศดังกล่าว เป็นเครื่องยืนยันได้ว่า การเรียน การสอนโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์นั้นมีปัญหา และปัญหาส่วนใหญ่จะเกี่ยวกับนักเรียนไม่สามารถ

วิเคราะห์วิธีการว่าโจทย์ปัญหานั้นต้องใช้วิธีใดแก้ปัญหา ดังนั้น จึงสมควรที่จะต้องแสวงหาวิธีการที่เหมาะสมมาแก้ปัญหานี้

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดการสอน

2.1 งานวิจัยในประเทศ ศิริวรรณ โพธิ์สุวรรณ (2531) ได้วิจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพของ ชุดการเรียนการสอนเพื่อซ่อมเสริมการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาการบวกและการลบ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยทดลองกับ นักเรียนโรงเรียนวัดท่าเรือ อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2530 โดยแยกนักเรียนออกเป็นเป็น 3 ประเภท แต่ละประเภทแบ่งออกเป็น 2 แบบ ใช้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างแบบละ 15 คน รวมจำนวน 90 คน ใช้ชุดการสอน 6 ชุด ระยะเวลาเรียนชุดละ 2 วัน วันละ 2 ชั่วโมง ผลการวิจัย พบว่า คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังเรียนของแต่ละชุดสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนเรียน แสดงว่าชุดการสอนทั้ง 6 ชุด มีประสิทธิภาพ

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2533) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดการเรียนการสอนเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยทำการทดลองกับนักเรียนโรงเรียนประชานิเวศน์ กรุงเทพมหานคร จำนวน 59 คน เป็นกลุ่มทดลอง 30 คน ได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นทั้ง 3 ชุด และกลุ่มควบคุม 29 คน ได้รับการสอนตามปกติ ผลการศึกษาปรากฏว่า ชุดการเรียนการสอน มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ทั้ง 3 ชุด แต่เมื่อใช้กับนักเรียนที่มีภูมิหลังทางคณิตศาสตร์ต่ำ จะพบว่า ชุดที่ 1 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด ส่วนชุดที่ 2 และชุดที่ 3 มีประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์

ประมต ยูพเกษตร (2536) ได้สร้างชุดการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง แผนภูมิ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยทดลองกับนักเรียนบ้านป่ายุบ อำเภอวังจันทร์ จังหวัดระยอง ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2536 จำนวน 30 คน โดยใช้ชุดการสอนทั้ง 7 ชุด ใช้เวลา 24 คาบ คาบละ 20 นาที พบว่า ชุดการสอนคณิตศาสตร์ เรื่องแผนภูมิ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 7 ชุด มีประสิทธิภาพ 85.33/95.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้

อุดร อจหาญ (2536) ได้สร้างชุดการสอนคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งเป็นนักเรียนของโรงเรียนท้าวสุรนารี อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2535 จำนวน 30 คน ใช้เวลาทดลองสอน 27 คาบ คาบละ 20 นาที ด้วยชุดการสอน 9 ชุด มีประสิทธิภาพ 84.50/95.19 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ตามที่ตั้งไว้

วิชา กรุปิติ (2538) ได้สร้างชุดการสอนกลุ่มทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง นาฬิกา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ทำการทดลองกับนักเรียนโรงเรียนบ่อพลอยราษฎร์รังสรรค์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2536 จำนวน 30 คน โดยใช้ชุดการสอนจำนวน 9 ชุด เป็นเวลา 27 คาบ คาบละ

20 นาที ผลการทดลองพบว่า ชุดการสอนกลุ่มทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง นาฬิกา สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 22 มีประสิทธิภาพ 85.00/82.14 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่ตั้งไว้

อิทธิพงษ์ คุณิตพันธ์ (2538) ได้สร้างชุดการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการเข้าใจ ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนโรงเรียนอนุบาล ระนอง จำนวน 82 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 41 คน ได้รับการทดลองด้วยชุดการสอนทั้ง 7 ชุด และกลุ่มควบคุม 41 คน ได้รับการสอนตามปกติ ผลการทดลองพบว่า ชุดการสอน มีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ ความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการและผลสัมฤทธิ์โดยเฉลี่ยและเกณฑ์พัฒนาการของ ผู้เรียน

พรพิมล ไชยชนะ (2539) ทำการวิจัยเรื่องการสร้างชุดการสอนกลุ่มทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องการหา ห.ร.ม. และ ค.ร.น. สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ มาตรฐานที่ตั้งไว้คือมีประสิทธิภาพ 96.66 / 93.33

นุชนาฏ อังคะนาวัน (2539) ทำการวิจัย เรื่อง การสร้างหนังสือภาพการ์ตูนประกอบ การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องรูปทรงและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัย พบว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 87.78/86.67

ศิริพจน์ บุญชู (2539) ได้ทำการศึกษาเพื่อสร้างชุดการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เงินและการบันทึกรายรับรายจ่าย สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพ 80.20 / 86.67 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ 80/80

สมจิตร ศรีชนะเกษ (2541) ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดการสอนเรื่อง รูปเรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 88.57/88.00 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ 80/80

สุจินดา พุทธานู (2542) ทำการวิจัยเรื่องการสร้างชุดการสอนเพื่อฝึกทักษะการแก้โจทย์ ปัญหาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมี ประสิทธิภาพ 88.33/82.22 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ 80/80

มาลัยพร ทองสีเข้ม (2542) ทำการวิจัยเรื่องการสร้างชุดการสอนกลุ่มทักษะ คณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตและรูปสมมาตร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัย พบว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 91.00/86.67 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ 80/80

2.2 งานวิจัยในต่างประเทศ อาร์มสตรอง (Armstrong, 1977) ซึ่งศึกษาเปรียบเทียบ ของการเรียนรู้ภาษาฝรั่งเศสของ ผู้เริ่มเรียนในระดับวิทยาลัย ด้วยการสอนวิธีบรรยายและเรียนจาก ชุดการเรียนรายบุคคลชนิดสื่อประสม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนจากชุดการเรียนการสอนมี ผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีบรรยาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

มิกส์ (Meeks, 1972) ได้ทำการวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบวิธีการสอนโดยใช้ชุดการสอนกับวิธีสอนแบบปกติ มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้จากการใช้ชุดการสอนมีประสิทธิภาพสูงกว่าการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และผู้วิจัยได้สำรวจความคิดเห็นของทุกคนในกลุ่มทดลองที่ใช้ชุดการสอนซึ่งได้ทำก่อนและหลังการทดลอง ผลการวิเคราะห์ที่แสดงให้เห็นว่า ทุกคนมีพัฒนาการทางทัศนคติต่อการสอน โดยใช้ชุดการสอนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ สรุปว่าวิธีสอนด้วยชุดการสอนดีกว่าวิธีสอนแบบปกติ

ฟราเซียร์ (Frazier, 1971) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้ชุดการสอนในโปรแกรมการอบรมครูประถมศึกษาในระดับ 1 คือใช้ชุดการสอนแบบอบรมครู ให้ครูนำความรู้จากการอบรมไปใช้สร้างชุดการสอนเพื่อสอนเด็กในระดับ 1 จำนวนครู 66 คน แบ่งเป็นทดลอง 40 คนและกลุ่มควบคุม 26 คน ผลการศึกษาพบว่าคะแนนของทั้ง 2 กลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คือครูที่ได้รับการอบรมด้วยชุดการสอน สามารถนำความรู้ไปใช้สร้างชุดการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บรอว์เลย์ (Brawley, 1975) ได้วิจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอนแบบสื่อประสม (multi-media instruction module) เพื่อสอนเรื่องการบอกเวลา สำหรับเด็กเรียนช้า ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

แมคลาชลิน (McLaughlin, 1992) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการใช้ชุดการสอนทางคณิตศาสตร์ 3 แบบ คือ ชุดการสอนให้ข้อมูลรายละเอียดต่าง ๆ ให้นักเรียนได้ศึกษาชุดการสอนแบบเน้นความรู้ความจำและชุดการสอนที่เรียนผ่านการทดลอง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความกระตือรือร้นและทัศนคติ โดยทำการทดลองกับนักเรียนอนุบาลและนักเรียนเกรด 1 อายุ 5-7 ปี จำนวน 229 คน ใช้เวลาทดลอง 40 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากชุดการสอน 3 แบบ ไม่แตกต่างกัน แต่ชุดการสอนแบบที่เรียนผ่านการทดลอง ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และมีเจตคติมากกว่าอีก 2 แบบ

จากงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับชุดการสอน พอสรุปได้ว่าการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นนักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดการสอนนั้นทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการเรียนด้วยวิธีปกติ ทั้งนี้เนื่องจากชุดการสอนประกอบด้วยสื่อประสมต่าง ๆ และนักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม ซึ่งเป็นการเร้าความสนใจช่วยกระตุ้นให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียน ทำให้นักเรียนบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการได้เป็นอย่างดี