

รายงานการวิจัย
เรื่อง
การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น
ด้วยเมทริกซ์ โดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
โรงเรียนสตรีศึกษา

โดย
นายปรัชญา รุ่งศรี
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนสตรีศึกษา
อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาร้อยเอ็ด

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่านักเรียนมีความคิดว่าการแก้ระบบสมการเชิงเส้นเป็นเรื่องที่ยากและซับซ้อน ขาดความเข้าใจ จึงทำให้นักเรียนมีพื้นฐานความรู้ในเรื่องนี้ไม่มากนัก นักเรียนไม่ค่อยได้ฝึกคิดวิเคราะห์ และ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง ทำให้ผลการเรียนของนักเรียนไม่ดีนักในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เสริม การคิดวิเคราะห์และทำแบบฝึกหัดด้วยตนเองเป็นสิ่งจำเป็น เนื่องจากการตรวจสอบความรู้ความเข้าใจในสิ่งที่ได้เรียนรู้มา และช่วยเสริมสร้างทักษะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแบบฝึกหัดทักษะเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาอย่างหนึ่งที่ตอบสนองความต้องการของนักเรียนที่ช่วยค้นคว้าหาคำตอบ โดยเริ่มจากการได้เผชิญปัญหาแล้วตั้งคำถามเพื่อหาคำตอบ โดยเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม สรุปข้อมูลได้สมเหตุสมผล การที่นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาที่เหมาะสม สรุปข้อมูลได้สมเหตุสมผล จะช่วยให้นักเรียนรู้จักคิด มีระเบียบขั้นตอนในการรู้คิดอย่างมีเหตุผล รู้จักตัดสินใจอย่างฉลาด (สิริ พร ทิพย์คง. 2536: 157) แบบฝึกหัดทักษะเป็นเครื่องมือที่ช่วยเสริมสร้างทักษะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น ทำให้ครูรู้ถึงจุดเด่นและปัญหาต่างๆ ของนักเรียน การใช้แบบฝึกหัดทักษะจะเป็นเครื่องมือของครูในการแก้ปัญหาทางการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพราะการได้รู้แนวทางในการแก้ปัญหา จะเป็นจุดเริ่มต้นที่ทำให้นักเรียนมีความสนใจและสามารถคิดวิเคราะห์ได้ด้วยตนเอง เนื่องจากการฝึกฝนในการทำแบบฝึกหัดทักษะ ทำให้เกิดความชำนาญและเกิดทักษะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะใช้แบบฝึกหัดทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง เมทริกซ์ มาเป็นสื่อประกอบการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีศึกษา และนำผลที่ได้มาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการแก้ระบบสมการเชิงเส้น ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น ด้วยเมทริกซ์ โดยใช้แบบฝึกหัดทักษะคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีศึกษา

ความสำคัญของการวิจัย

1. เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนเรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น ด้วยเมทริกซ์
2. เพื่อเป็นแนวทางสำหรับผู้สนใจในการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการพัฒนาแบบฝึกหัดทักษะคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์

ขอบเขตของการวิจัย

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 และ 4/2 โรงเรียนสตรีศึกษา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 79 คน

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้เป็นเนื้อหา รายวิชา ค30204 คณิตศาสตร์เสริม ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น ด้วยเมทริกซ์ ซึ่งประกอบด้วย

1. ระบบสมการเชิงเส้น
2. เมทริกซ์
3. การแก้ระบบสมการเชิงเส้น โดยใช้สมการเมทริกซ์
4. การแก้ระบบสมการเชิงเส้น โดยใช้กฎคราเมอร์
5. การแก้ระบบสมการเชิงเส้น โดยใช้วิธีดำเนินการตามแถว

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง คือ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 ใช้เวลาดทดลองทั้งหมด 25 คาบ ทำการเรียนการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง เมทริกซ์ จำนวน 23 คาบ และทดสอบหลังเรียน จำนวน 2 คาบ

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระคือ แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น ด้วยเมทริกซ์
2. ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ การแก้ระบบสมการเชิงเส้น ด้วยเมทริกซ์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. เมทริกซ์ หมายถึง เนื้อหาเรื่อง เมทริกซ์ วิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ม.4 ภาคเรียนที่ 1 ที่ผู้วิจัยใช้เป็นเนื้อหาในการวิจัย
2. แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ หมายถึง แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น ด้วยเมทริกซ์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
3. การสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ หมายถึง การสอนโดยการใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น ด้วยเมทริกซ์
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนการสอบหลังเรียนของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น ด้วยเมทริกซ์

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ตัวแปรอิสระ

การสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะ
คณิตศาสตร์เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น
ด้วยเมทริกซ์



ตัวแปรตาม

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น
ด้วยเมทริกซ์

สมมติฐานของการวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น ด้วยเมทริกซ์ ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม มีจำนวน
มากกว่าร้อยละ 60 ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึกทักษะ
 - 1.1 ความหมายของแบบฝึกทักษะ
 - 1.2 ลักษณะของแบบฝึกทักษะที่ดี
 - 1.3 หลักการทางจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบฝึกทักษะ
 - 1.4 หลักการสร้างแบบฝึกทักษะ
 - 1.5 ประโยชน์ของแบบฝึกทักษะ
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 - 2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 - 2.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 - 2.3 สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
- 3.งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 3.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึกทักษะ
 - 3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึกทักษะ

1.1 ความหมายของแบบฝึกทักษะ

สกอร์ลิง (Schorling. 1963: 24-28) กล่าวว่า การทำแบบฝึกมีความสำคัญมากต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ มีอยู่ 2 ลักษณะ คือ แบบฝึกทักษะเพื่อฝึกฝนทักษะอย่างหนึ่งและแบบฝึกทักษะเพื่อการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อีกอย่างหนึ่ง ดังนั้นการหา แบบฝึกทักษะจึงช่วยในการสอนคณิตศาสตร์ให้เป็นไปตามความมุ่งหมายที่สำคัญ 2 ประการคือการเพิ่มทักษะในการคำนวณและความสามารถในการแก้ปัญหาได้

กู๊ด (Good. 1973: 224) กล่าวว่า แบบฝึกทักษะ หมายถึง งานหรือการบ้านที่ครูมอบหมายให้นักเรียนทำเพื่อทบทวนความรู้ที่เรียนไปแล้วและเป็นการฝึกทักษะการใช้กฎหรือสูตรต่าง ๆ ที่เรียนไป

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (2540: 106) ได้ให้ความหมายของแบบฝึกทักษะไว้ว่า แบบฝึกทักษะ คือ การจัดประสบการณ์การฝึกหัดเพื่อให้นักเรียนเรียนรู้เกิดการศึกษาและเรียนรู้ได้ด้วยตนเองและสามารถ แก้ปัญหาได้ถูกต้องอย่างหลากหลายและแปลกใหม่

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2542: 640) ได้ให้ความหมายของแบบฝึกทักษะไว้ว่า แบบ ฝึกทักษะ หมายถึง แบบตัวอย่างปัญหาหรือคำสั่งที่ตั้งขึ้นเพื่อให้นักเรียนฝึกตอบ เป็นต้น

เตือนใจ ตรีเนตร (2544: 5) ได้ให้ความหมายของแบบฝึกทักษะว่า เป็นสื่อประกอบการจัด กิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการปฏิบัติด้วยตนเองได้ฝึกทักษะเพิ่มเติมจาก เนื้อหาจนปฏิบัติได้อย่างชำนาญและให้ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้โดยมีครูเป็นผู้แนะนำ

ปฐมพร บุญสี(2545: 43) ได้ให้ความหมายของแบบฝึกทักษะว่า แบบฝึกทักษะ หมายถึง สิ่งที่ผู้สอนมอบหมายให้ผู้เรียนกระทำเพื่อฝึกฝนเนื้อหาต่าง ๆ ที่ได้เรียนไปแล้วให้เกิดความชำนาญมากขึ้น และให้ ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 76) ได้ให้ความหมายของแบบฝึกทักษะว่า แบบฝึกทักษะเป็นภาระงานที่ช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนผลการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้อย่างมาแล้ว การทำแบบฝึกหัดมีจุดมุ่งหมายสำคัญเพื่อ

1. ฝึกใช้กฎหลักการทฤษฎีหรือข้อตกลงต่าง ๆ
2. เพิ่มพูนความรู้ความเข้าใจในสาระการเรียนรู้และมโนทัศน์ต่าง ๆ
3. ตรวจสอบความรู้ความเข้าใจและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังตามสาระการเรียนรู้ที่กำหนด
4. พัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาคำถามให้เหตุผล การสื่อสารการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ รวมทั้งส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์
5. ฝึกฝนให้เกิดความแม่นยำในการใช้ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อตรวจสอบการคิดและการแก้ปัญหา
6. ฝึกการทำงานอย่างเป็นระบบ มีระเบียบวินัย มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ และมีความเชื่อมั่นในตนเอง

7. ประเมินผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนจากผลการทบทวนแบบฝึกหัดของผู้เรียนเพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ต่อไป

พรพรหม อุตตวันกุล(2547:18) กล่าวว่าแบบฝึกทักษะ หมายถึง สิ่งที่คุณสอนมอบให้ผู้เรียน กระทำเพื่อฝึกฝนเนื้อหาต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความชำนาญและสามารถนำไปแก้ปัญหาได้

สุจินดา พัทธภิญโญ (2548: 55) ได้ให้ความหมายของแบบฝึกทักษะว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การสอนโดยใช้แบบฝึกประกอบการเรียนการสอน สามารถช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้และยังส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการปฏิบัติงานสามารถนำไปใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน

จากความหมายของแบบฝึกทักษะที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า แบบฝึกทักษะ หมายถึง การจัดประสบการณ์หรือมอบหมายงานให้นักเรียนเกิดการศึกษาและเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง สิ่งที่คุณสอนมอบหมายเช่นงานหรือการบ้านให้ผู้เรียนกระทำเพื่อฝึกฝนในเนื้อหาที่ได้เรียนไปแล้วทำให้นักเรียนเกิดความชำนาญมากขึ้น

1.2 ลักษณะของแบบฝึกทักษะที่ดี

บิลโลว์ (Billow. 1962: 87) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกทักษะที่ดีไว้ว่าแบบฝึกทักษะที่ดีนั้นจะต้องดึงดูดความสนใจและสมาธิของเด็ก เรียงลำดับจากง่ายไปยาก เปิดโอกาสให้เด็กฝึกเฉพาะอย่างใช้ภาษาเหมาะสมกับวัย วัฒนธรรม ประเพณี ภูมิหลังทางภาษาของเด็ก แบบฝึกทักษะที่ดีควรจะเป็นแบบฝึกสำหรับเด็กเก่ง และสอนซ่อมเสริมสำหรับเด็กอ่อนในขณะเดียวกัน นอกจากนี้แล้วควรใช้หลายลักษณะและมีความหมายต่อผู้ฝึกอีกด้วย

เตือนใจ ตรีเนตร (2544: 7) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกทักษะที่ดีไว้ว่า แบบฝึกที่ดีจะต้องเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก มีคำสั่งและคำอธิบายที่ชัดเจน มีเนื้อหา รูปแบบ น่าสนใจซึ่งจะต้องอาศัยหลักจิตวิทยาเพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายในการเรียนและนักเรียนสามารถนำสิ่งที่เรียนไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

พรพรหม อุตตวันกุล (2547: 21) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกทักษะที่ดีไว้ว่า ควรสร้างให้ตรงกับจุดประสงค์ เรียงลำดับจากง่ายไปหายาก มีหลายแบบหลายชนิดให้นักเรียนได้เลือกทำเพื่อไม่ให้เกิดความเบื่อหน่ายในการเรียน และนักเรียนสามารถนำสิ่งที่เรียนไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

จากลักษณะของแบบฝึกทักษะที่ดีที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า แบบฝึกทักษะที่ดีจะต้องมีความหลากหลาย ดึงดูดความสนใจของนักเรียน มีคำสั่งและคำอธิบายที่ชัดเจน เรียงลำดับจากง่ายไปยาก

1.3 หลักการทางจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบฝึกทักษะ

พรพรหม ชูทัย (2522: 192-195) ได้สรุปแนวคิดของนักจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึกทักษะว่า ควรประกอบด้วย

1. กฎแห่งผลของธอร์นไดค์ (Thorndike) แบบฝึกทักษะที่สร้างขึ้นตามหลักจิตวิทยาข้อนี้ต้องให้นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดนั้นได้พอสมควร และควรมีคำเฉลยให้นักเรียนสามารถตรวจคำตอบได้หลังจากทำแบบฝึกหัดเสร็จแล้ว

2. การฝึกหัดของวัตสัน (Watson) การสร้างแบบฝึกทักษะตามหลักจิตวิทยานี้จึงควรเน้นให้มีการกระทำ ซ้ำ ๆ เพื่อให้จำได้นานและสามารถเขียนได้ถูกต้อง เพราะการเขียนเป็นทักษะที่ต้องฝึกหัดอยู่เสมอ

3. การเสริมแรงของธอร์นไดค์ (Thorndike) ในการสอนฝึกทักษะ ครู จึงควรให้การเสริมแรงโดยการให้กำลังใจอย่างดีแก่นักเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจในตนเองและรู้สึกประสบความสำเร็จในงานที่ทำ

4. แรงจูงใจเป็นสิ่งสำคัญในการเรียน ครูต้องกระตุ้นให้นักเรียนตื่นตัว อยากรู้ อยากเห็นแบบฝึกทักษะที่น่าสนใจ จะเป็นแรงจูงใจอย่างหนึ่งที่ทำให้นักเรียนอยากทำ อยากฝึก และเกิดการอยากเรียนรู้

พรพรม อุตตวันากุล (2547: 19) ได้กล่าวถึงหลักจิตวิทยาในการสร้างแบบฝึกทักษะว่า การ สร้างแบบฝึกทักษะให้สมบูรณ์นั้น ต้องคำนึงถึงวัยและระดับความสามารถของนักเรียน และควรให้การฝึกฝนอยู่เสมอ

สุจริต เพียรชอบ และสายใจ อินทรมพรรย์ (2523: 52 – 62) กล่าวถึงหลักจิตวิทยาที่ใช้ในการ สร้างแบบฝึก มีดังนี้

1. กฎการเรียนรู้ของธอร์นไดค์ (Thorndike) เกี่ยวกับกฎการฝึกหัดซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของวัตสัน (Watson) นั่นคือ สิ่งใดก็ตามที่มีการฝึกหัดหรือกระทำบ่อยๆ ย่อมทำให้ผู้ฝึกคล่องแคล่วสามารถทำได้ดีในทางตรงกันข้าม สิ่งใดก็ตามที่ไม่ได้รับการฝึกหัด ทอดทิ้งไปนานแล้วย่อมทำได้ไม่ดีเหมือนเดิมต่อเมื่อมีการฝึกฝนหรือกระทำซ้ำ ๆ ก็ช่วยให้เกิดทักษะเพิ่มขึ้น

2. ความแตกต่างระหว่างบุคคลเป็นสิ่งที่ครูควรคำนึงด้วยว่านักเรียนแต่ละคนมีความรู้ความถนัด ความสามารถ และความสนใจที่ต่างกัน ฉะนั้นในการสร้างแบบฝึกหัดจึงควรพิจารณาถึงความเหมาะสม ไม่ยากหรือง่ายเกินไป และควรมีหลายแบบ

3. การจูงใจผู้เรียนนั้น ครูสามารถทำได้โดยการจัดแบบฝึกจากง่ายไปหายาก เพื่อดึงดูดความสนใจของผู้เรียน เป็นการกระตุ้นให้ติดตามต่อไป และทำให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการทำแบบฝึก นอกจากนั้นการใช้แบบฝึกสั้น ๆ จะช่วยไม่ให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย

4. การนำสิ่งที่มีความหมายต่อชีวิตและการเรียนรู้มาให้นักเรียนได้ทดลองทำ ภาษาที่ใช้พูดเขียนในชีวิตประจำวันจะทำให้ผู้เรียนได้เรียนและทำแบบฝึกในสิ่งที่ใกล้ตัว นอกจากจะจำได้แม่นยำแล้วนักเรียนยังสามารถนำหลักและความรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์อีกด้วยจากหลักการทางจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบฝึกทักษะที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าหลักจิตวิทยาที่ใช้ในการสร้างแบบฝึกทักษะมีดังนี้

1. กฎการเรียนรู้ของธอร์นไดค์ (Thorndike) คือ สิ่งใดก็ตามที่มีการกระทำบ่อยๆ จะทำให้นักเรียนมีทักษะและสามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ความแตกต่างระหว่างบุคคลในการสร้างแบบฝึกหัดจึงควรพิจารณาถึงความเหมาะสมความยากง่ายพอเหมาะกับนักเรียน

3. การจูงใจผู้เรียน ครูสามารถทำได้โดยการจัดแบบฝึกให้กับนักเรียนจากเรื่องง่ายไปหายาก เพื่อดึงดูดความสนใจของนักเรียน

4. การนำสิ่งที่มีความหมายต่อชีวิตและการเรียนรู้มาให้นักเรียนได้ทดลองทำ จะทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้

1.4 หลักการสร้างแบบฝึกทักษะเพียงจิต อีจโพธิ์ (2529:29) ได้กำหนดแนวทางการสร้างไว้ดังนี้

1. ควรสร้างแบบฝึกทักษะให้หลายๆ รูปแบบ
2. คำนึงถึงความยากง่ายของคำที่นำมาฝึก เปลี่ยนรูปแบบบ่อย ๆ
3. การฝึกแม้ว่าจะเน้นการคิดคำนวณ แต่ก็ควรฝึกทักษะอื่นด้วย
4. เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสร้างแบบฝึกทักษะ

วิชัย เพ็ชรเรือง (2531: 77) กล่าวว่า ในการสร้างแบบฝึกทักษะควรมีลักษณะดังนี้

1. แบบฝึกทักษะต้องมีเอกภาพและความสมบูรณ์ในตัวเอง
2. เกิดจากความต้องการของผู้เรียนและสังคม
3. ครอบคลุมหลายลักษณะวิชาโดยบูรณาการให้เข้ากับการอ่าน
4. ใช้แนวคิดใหม่ในการจัดกิจกรรม
5. สนองความสนใจใคร่รู้และความสามารถของผู้เรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนอย่าง

เต็มที่

6. คำนึงพัฒนาการและวุฒิภาวะของผู้เรียน
7. เน้นการแก้ปัญหา ครูและนักเรียนได้มีโอกาสวางแผนงานร่วมกัน
8. แบบฝึกทักษะควรเป็นสิ่งที่น่าสนใจคือเป็นสิ่งที่มีความแปลกใหม่พอสมควรเป็นสิ่งที่สามารถปรับ

เข้าสู่โครงสร้างทางความคิดของเด็กได้

พฐู ทั้งแดง (2534: 17) กล่าวว่า การสร้างแบบฝึกทักษะ จะต้องใช้ภาษาที่เหมาะสมกับนักเรียน วัยและความสามารถ คำนึงถึงหลักจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องในการสร้างแบบฝึกทักษะเกี่ยวข้องกับบทเรียนที่เรียนมาแล้ว และส่งเสริมความคิดสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

บัทส์ (ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ. 2539: 29-30; อ้างอิงจาก Butts. 1974: 85) ได้สรุป หลักการสร้างแบบฝึกทักษะไว้ดังนี้

1. ก่อนที่จะสร้างแบบฝึกทักษะ จะต้องกำหนดโครงร่างไว้คร่าวๆ ก่อนว่าจะเขียนแบบฝึกทักษะเกี่ยวกับเรื่องอะไรและมีวัตถุประสงค์เรื่องอะไร

2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ทำ

3. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาให้สอดคล้องกัน

4. แจกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมออกเป็นกิจกรรมย่อย โดยคำนึงถึงความเหมาะสมของ

ผู้เรียน

5. กำหนดอุปกรณ์ที่จะใช้ในกิจกรรมแต่ละขั้นตอนให้เหมาะสม

6. กำหนดเวลาที่ใช้ในการฝึกแต่ละขั้นตอนให้เหมาะสม

7. การประเมินผลจะประเมินผลหลังเรียนหรือก่อนเรียน

พรพรม อุตวิวัฒนากุล (2547: 21) กล่าวถึงการสร้างแบบฝึกทักษะว่า หลักในการสร้างแบบฝึกทักษะควรคำนึงตัวนักเรียนเป็นหลัก โดยมีจุดมุ่งหมายที่แน่นอนว่าจะฝึกเรื่องอะไร จัดเนื้อหาได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เนื้อหา ไม่ยากจนเกินไปและมีรูปแบบหลายแบบที่น่าสนใจ

สุจินดา พัชรวิญญู (2548: 58) กล่าวถึง การสร้างแบบฝึกทักษะที่ดีนั้น สิ่งที่ต้องคำนึงถึง เป็นอันดับแรก คือ นักเรียนจะต้องมีการกำหนดจุดมุ่งหมายที่แน่นอน จัดเนื้อหาให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเนื้อหาไม่ควรจะยากเกินไป และจัดทำแบบฝึกทักษะหลาย ๆ รูปแบบเพื่อดึงดูดความสนใจของผู้เรียน

จากหลักการสร้างแบบฝึกทักษะที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า หลักการในการสร้างแบบฝึกทักษะควรคำนึงถึง มีดังนี้

1. ก่อนที่จะสร้างแบบฝึกทักษะ จะต้องกำหนดโครงร่าง
2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาให้สอดคล้องกัน
4. แจกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมออกเป็นกิจกรรมย่อย
5. กำหนดอุปกรณ์ที่จะใช้ในกิจกรรมแต่ละขั้นตอน
6. กำหนดเวลาที่ใช้ในการฝึกแต่ละขั้นตอนให้เหมาะสม
7. การประเมินผลจะประเมินผลหลังเรียนหรือก่อนเรียน

1.5 ประโยชน์ของแบบฝึกทักษะ

แพตตี้ (เตือนใจ ตรีเนตร. 2544: 6; อ้างอิงจาก Patty. 1968: 469-472) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของแบบฝึกทักษะต่อการเรียนรู้ไว้ 10 ประการ ได้แก่

1. เป็นส่วนเพิ่มเติมหรือเสริมสร้างในการเรียนทักษะ เป็นอุปกรณ์การสอนที่ช่วยลดภาระของครู เพราะแบบฝึกหัดเป็นสิ่งที่จัดทำขึ้นอย่างเป็นระบบหรือมีระบบ
2. ช่วยเสริมทักษะการใช้ภาษา เป็นเครื่องมือที่ช่วยเด็กในการฝึกทักษะทางการใช้ภาษาให้ดีขึ้น แต่ทั้งนี้จะต้องอาศัยการส่งเสริมและเอาใจใส่จากครูผู้สอนด้วย
3. ช่วยในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล เนื่องจากเด็กมีความสามารถทางภาษาแตกต่างกัน การให้เด็กทำแบบฝึกหัดที่เหมาะสมกับความสามารถของเขาจะช่วยให้เด็กประสบความสำเร็จด้านจิตใจมากขึ้น
4. แบบฝึกทักษะช่วยเสริมให้ทักษะทางภาษาคงทน ลักษณะการฝึกเพื่อช่วยให้เกิดผลดังกล่าวนี้ ได้แก่

4.1 ฝึกทันทีหลังจากที่เด็กเรียนรู้เรื่องนั้น ๆ

4.2 ฝึกซ้ำหลาย ๆ ครั้ง

4.3 เน้นเฉพาะเรื่องที่ต้องการฝึก

5. แบบฝึกทักษะที่ใช้จะเป็นเครื่องวัดผลการเรียนหลังจากจบบทเรียนในแต่ละครั้ง

6. แบบฝึกทักษะที่จัดทำขึ้นเป็นรูปเล่ม เด็กสามารถเก็บรักษาไว้ใช้เป็นแนวทางเพื่อทบทวนด้วยตนเองได้ต่อไป

7. การให้เด็กทำแบบฝึกหัด ช่วยให้ครูมองจุดเด่นหรือปัญหาต่าง ๆ ของเด็กได้ชัดเจน ซึ่งจะช่วยให้ครูดำเนินการปรับปรุงแก้ไขปัญหานั้น ๆ ได้ทัน ท่วงที

8. แบบฝึกทักษะที่จัดขึ้นนอกเหนือจากที่มีอยู่ในหนังสือเรียน จะช่วยให้เด็กฝึกฝนอย่างเต็มที่

9. แบบฝึกทักษะที่จัดพิมพ์ไว้เรียบร้อยแล้วจะช่วยให้ครูประหยัดทั้งแรงงานและเวลาในการที่จะต้องเตรียมสร้างแบบฝึกอยู่เสมอ ในด้านผู้เรียนก็ไม่ต้องเสียเวลาในการลอกแบบฝึกหัดจากตำราเรียน หรือกระดานดำ ทำให้มีเวลาและโอกาสได้ฝึกทักษะต่าง ๆ มากขึ้น

10. แบบฝึกทักษะช่วยประหยัดค่าใช้จ่าย และยังมีประโยชน์ในการที่ผู้เรียนสามารถบันทึกและมองเห็นความก้าวหน้าของตนเองได้อย่างมีระบบและเป็นระเบียบ

เตือนใจ ตรีนตร (2544: 7) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของแบบฝึกทักษะไว้ว่า แบบฝึกทักษะจะช่วยให้นักเรียนมีพัฒนาการที่ดี มีความชำนาญ และเกิดการเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

พรพรม อุตตวันกุล (2547: 23) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของแบบฝึกทักษะไว้ว่า แบบฝึกทักษะเป็นเครื่องมือจำเป็นต่อการฝึกทักษะ พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และการฝึกแต่ละทักษะนั้นควรมีหลายแบบ เพื่อนักเรียนจะได้ไม่เบื่อ และนอกจากนี้แบบฝึกทักษะยังมีประโยชน์สำหรับครูในการสอน ทำให้ทราบพัฒนาการทางทักษะนั้น ๆ ของเด็กและเห็นข้อบกพร่องในการเรียน เพื่อจะได้แก้ไขปรับปรุงได้ทันท่วงที ช่วยทำให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนได้ดี

สุจินดา พิชรภิญโญ (2548: 56) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของแบบฝึกทักษะไว้ว่า แบบฝึกทักษะมีความสำคัญและมีประโยชน์ในการช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพทางการเรียนของนักเรียน และพัฒนาความชำนาญให้เกิดแก่ผู้เรียนด้วยจากประโยชน์ของแบบฝึกทักษะที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ประโยชน์ของแบบฝึกทักษะ มีดังนี้

1. ทำให้นักเรียนมีพัฒนาการที่ดี
2. พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
3. ทำให้ครูรู้พัฒนาการของนักเรียน

2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์วิลสัน (อาร์ลี แสงคำ. 2550: 19-21; อ้างอิงจาก Wilson. 1971: 643-685) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ ทาง การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางด้านสติปัญญา (Cognitive Domain) ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งจำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางด้านพุทธิพิสัยตามกรอบแนวคิดของบลูม (Bloom's Taxonomy) ไว้ 4 ระดับดังนี้

1. ความรู้ความจำด้านการคำนวณ (Computation) พฤติกรรมในระดับนี้ ถือว่าเป็นพฤติกรรมที่อยู่ในระดับต่ำ แบ่งออกเป็น 3 ขั้นดังนี้

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of Specific Facts) เป็นความสามารถที่จะระลึกข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่นักเรียนเคยได้รับการเรียนการสอนมาแล้วคำถามที่จะวัดความสามารถในระดับนี้จะเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ตลอดจนความรู้พื้นฐานซึ่งนักเรียนได้สั่งสมมาเป็นระยะเวลานานแล้วด้วย

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับคำศัพท์และนิยาม (Knowledge of Terminology) เป็นความสามารถในการระลึกหรือจำศัพท์และนิยามต่าง ๆ ได้ โดยคำถามจะถามโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ได้ แต่ไม่ต้องอาศัยการคำนวณ

1.3 ความสามารถในการทำตามขั้นตอน (Ability to Carry Out Algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือนิยามหรือกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้ว มาคำนวณตามลำดับขั้น ตอนที่เคยเรียนรู้อย่างไรแล้ว ข้อสอบที่วัดความสามารถนั้นต้องเป็นโจทย์ง่าย ๆ คล้ายคลึงกับตัวอย่างนักเรียน ไม่ต้องพบกับความยุ่งยากในการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ

2. ความเข้าใจ (Comprehension) ความเข้าใจเป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ความจำเกี่ยวกับการคำนวณ แต่ซับซ้อนกว่าแบ่งเป็น 6 ขั้นตอน

2.1 ความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ (Knowledge of Concepts) ความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพราะมโนทัศน์เป็นนามธรรม ซึ่งประมวลจากข้อเท็จจริงต่าง ๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความหรือยกตัวอย่างของมโนทัศน์ โดยใช้คำพูดของตัวเองหรือเลือกความหมายที่กำหนดให้ ซึ่งเขียนในรูปใหม่หรือตัวอย่างใหม่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนในชั้นเรียน มิฉะนั้นจะเป็นการวัดความจำ

2.2 ความรู้เกี่ยวกับหลักการกฎและข้อสรุปนัยทั่วไป (Knowledge of Principles Rules and Generalization) พฤติกรรมในขั้นนี้เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการ กฎและความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ไปสัมพันธ์กับปัญหาจนได้แนวทางในการแก้ปัญหาได้ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎที่นักเรียนไม่เคยพบมาก่อน อาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ได้

2.3 ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างคณิตศาสตร์ (Knowledge of mathematical Structure) เป็นคำถามที่วัดพฤติกรรม ในขั้น นี้เป็นคำถามที่เกี่ยวกับสมบัติของระบบจำนวนและโครงสร้างทางพีชคณิต

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนองค์ประกอบของปัญหาจากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง (Ability to Transform Problem From One Mode to Another) พฤติกรรมในขั้นนี้เป็นความสามารถในการแปลข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่ เช่น แปลจากภาษาพูดให้เป็นสมการ ซึ่งมีความหมายคง

เดิม โดยไม่รวมถึงขั้น ตอนในการแก้ปัญหาหลังจากแปลแล้ว อาจกล่าวได้ว่า เป็น พฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของ พฤติกรรมระดับความเข้าใจ

2.5 ความสามารถติดตามแนวเหตุผล (Ability to Follow a line of Reasoning) เป็นความสามารถ ในการอ่านและเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแตกต่างไปจากความสามารถในการอ่าน ทัว ๆ ไป

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to Read and Interpret a Problem) ข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นนี้อาจดัดแปลงมาจากข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้น อื่น ๆ โดยให้นักเรียนอ่านและตีความโจทย์ปัญหา ซึ่งอาจอยู่ในรูปของข้อความ ตัวเลข ข้อมูลทางสถิติ หรือ กราฟ

3. การนำไปใช้ (Application) การนำไปใช้ เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่ นักเรียนประสบอยู่ในระหว่างเรียนหรือคล้ายกับแบบฝึกหัด นักเรียนสามารถเลือกกระบวนการแก้ปัญหาและ ดำเนินการแก้ปัญหาได้โดยไม่ยาก พฤติกรรมในระดับนี้แบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายคลึงกับปัญหาที่ประสบอยู่ในระหว่างเรียน (Ability to Solve Routine problem) นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจและเลือกกระบวนการ แก้ปัญหานั้นได้คำตอบออกมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to make Comparisons) ความสามารถในการ เปรียบเทียบเป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจ ซึ่งในการ แก้ปัญหาขั้นนี้อาจต้องใช้วิธีการคิดคำนวณและจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งความสามารถในการ คิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ (Ability to Analyze Data) พฤติกรรมในขั้นนี้เป็นความสามารถ ในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง พิจารณาว่าอะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม มีปัญหาอื่นใดบ้างที่อาจเป็นตัวช่วย ในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสพอยู่หรือต้องแยกโจทย์ปัญหาออกพิจารณาเป็นส่วน ๆ มีการตัด สิ้น ใจหลายครั้งอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

3.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบแผนลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและการสมมาตร (Ability to Recognize Patterns, Isomorphism, and Symmetries) พฤติกรรมในขั้นนี้เป็นความสามารถที่ต้อง อาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่องตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหา การจัดกระทำกับ ข้อมูล การระลึกถึงความสัมพันธ์นักเรียนต้องสำรวจสิ่งที่คุ้นเคยกันจากข้อ มูลหรือสิ่งที่กำหนดจากโจทย์ปัญหา ให้พบ

4. การวิเคราะห์ (Analysis) พฤติกรรมในขั้น นี้เป็นพฤติกรรมขั้น สูงสุดของสมรรถภาพทางพุทธิพิสัย ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งรวมพฤติกรรมส่วนใหญ่ที่บรรยายไว้ในการวิเคราะห์การสังเคราะห์หรือ การประเมินของบลูม (Bloom) และรวมถึงสิ่งที่เรียกว่า “การค้นคว้าอย่างอิสระ” ด้วย และพฤติกรรมในระดับ นี้ ประกอบด้วยการแก้ปัญหาที่ไม่เคยแก้มาก่อน ประสบการณ์เกี่ยวกับการค้นพบและพฤติกรรมสร้างสรรค์ที่ เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์พฤติกรรมในระดับนี้ แตกต่างจากพฤติกรรมในระดับการนำไปใช้ หรือระดับความ

เข้าใจตรงที่พฤติกรรมในระดับนี้ ประกอบด้วยระดับของการถ่ายโยงไปยังบริบทที่ไม่เคยปฏิบัติมาก่อน การตอบข้อทดสอบในระดับนี้ต้องอาศัยพฤติกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองเป็นอย่างมาก วัตถุประสงค์การเรียนการสอนคณิตศาสตร์อยู่ที่ระดับการวิเคราะห์ซึ่งแบ่งได้เป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

4.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ไม่เคยประสบมาก่อน (Ability to Solve Non routine Problems) คำถามในขั้นนี้ เป็นคำถามที่ซับซ้อน ไม่มีแบบฝึกหัดและตัวอย่างนักเรียนต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์ ผสมผสานกับความเข้าใจในโมทัศน์นิยามตลอดจนทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วเป็นอย่างดี

4.2 ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ (Ability to Discovery Relationships) พฤติกรรมในขั้นนี้ เป็นความสามารถในการจัดการส่วนต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นใหม่ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา เพียงแต่นำความสัมพันธ์เดิมที่จำได้มาใช้กับข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

4.3 ความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ (Ability to Construct proofs) พฤติกรรมในขั้นนี้เป็นความสามารถในการสร้างภาษา เพื่อยืนยันข้อความทางคณิตศาสตร์อย่างสมเหตุสมผล โดยอาศัยนิยาม สัจพจน์ และทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้ว มาพิสูจน์ปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน

4.4 ความสามารถในการสร้างและทดสอบความถูกต้องของข้อสรุปนัยทั่วไป (Ability to Formulate and Validate Generalizations) พฤติกรรมในขั้นนี้เป็นความสามารถในการค้น พบสูตรหรือกระบวนการแก้ปัญหาและพิสูจน์ว่าใช้กรณีทั่วไปได้

4.5 ความสามารถในการสร้างสูตรและทดสอบความถูกต้องให้มีเหตุใช้ได้เป็นกรณีทั่วไป (Ability to Formulate and Validate Generations) เป็นความสามารถในการค้น พบสูตรหรือกระบวนการแก้ปัญหาและพิสูจน์ว่าใช้เป็นกรณีทั่วไปได้

กู๊ด (อารี แสงขำ. 2550: 21; อ้างอิงจาก Good. 1973) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ที่ได้รับหรือทักษะที่พัฒนามาจากการเรียนในสถานศึกษา โดยปกติวัดจากคะแนนที่ครูเป็นผู้ให้และคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบ

ไพศาล หวังพานิช (อารี แสงขำ. 2550: 21; อ้างอิงจาก ไพศาล หวังพานิช. 2526: 76) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ (Achievement) หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic Achievement) หมายถึง คุณลักษณะของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดจากการอบรมหรือการสอน การวัดผลสัมฤทธิ์ เป็นการ ตรวจสอบระดับความสามารถ (Level Accomplishment) ของบุคคลหลังจากได้รับการอบรม

อรพินท์ ชูชม และอัจฉรา สุขารมณ์ (อารี แสงขำ. 2550: 22; อ้างอิงจากอรพินท์ ชูชม และ อัจฉรา สุขารมณ์. 2530: 10) ได้กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ หมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากการท างานที่ต้องอาศัยความพยายามจำนวนหนึ่ง ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการกระทำที่อาศัยความสามารถทางร่างกายหรือสมองดังนั้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จึงเป็นขนาดของความสำเร็จที่ได้จากการเรียน โดยอาศัยความสามารถเฉพาะตัวของบุคคล ตัวที่บ่งชี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอาจได้มาจากกระบวนการที่ไม่ต้องอาศัยการทดสอบที่เรียกว่า Non testing Procedures เช่นการสังเกตหรือตรวจการบ้าน หรืออาจอยู่ในรูปของเกรดที่ได้มาจากโรงเรียน ซึ่งต้อง

อาศัยกรรมวิธีที่ซับซ้อนและช่วงเวลาในการประเมินอันยาวนาน หรืออีกวิธีหนึ่ง อาจวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่นิยมใช้กันทั่วไป (Published Achievement Test) มักอยู่ในรูปของเกรดที่ได้มาจากโรงเรียน เนื่องจากให้ผลที่เชื่อถือได้มากกว่า อย่างน้อยก่อนประเมินผลของนักเรียน ครูจะต้องพิจารณา องค์ประกอบอื่น ๆ อีกหลาย ๆ ด้าน จึงย่อมดีกว่าการแสดงความถนัดหรือความสำเร็จทางการเรียนจากการทดสอบนักเรียนด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไปเพียงครั้งเดียว

นภา เมธาวีชัย (อารี แสงขำ. 2550: 22; อ้างอิงจาก นภา เมธาวีชัย. 2536: 65) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้และทักษะที่ได้รับการพัฒนามาจากการเรียนการสอนวิชาต่าง ๆ ครูอาศัยเครื่องมือวัดผลช่วยในการศึกษาว่านักเรียนมีความรู้และทักษะมากน้อยเพียงใด

อารีย์ คงสวัสดิ์ (อารี แสงขำ. 2550: 22; อ้างอิงจาก อารีย์ คงสวัสดิ์ . 2544: 23) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จ ความสมหวังในด้านการเรียนรู้รวมทั้งด้านความรู้ความเข้าใจ ความสามารถ และทักษะทางด้านวิชาการของแต่ละบุคคลที่ประเมินได้จากการท าแบบทดสอบหรือการท างานที่ได้รับมอบหมายและผลของการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางด้านการเรียนนั้น จะให้กลุ่มของนักเรียนที่ถูกประเมิน ออกเป็นระดับต่าง ๆ เช่น สูง กลาง และต่ำ เป็นต้น

อัญญา โพธิพลากร (อารี แสงขำ. 2550: 22; อ้างอิงจาก อัญญา โพธิพลากร. 2545: 93) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนจากการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งประเมินได้จากการท าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งแบบทดสอบนั้นสอดคล้องกับ พฤติกรรมด้านความรู้ความคิด (Cognitive Domain) จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสำเร็จด้านความรู้ ความเข้าใจ ทักษะทางคณิตศาสตร์ความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนจากการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งประเมินได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

2.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

เพรสคอตท์ (อารี แสงขำ. 2550: 23; อ้างอิงจาก Prescott. 1961: 14-16) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเรียนของนักเรียนและสรุปผลการศึกษาว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งในและนอกห้องเรียน ดังนี้

1. องค์ประกอบทางด้านร่างกาย ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตของร่างกาย สุขภาพทางกาย ข้อบกพร่องทางร่างกาย และบุคลิกท่าทาง
2. องค์ประกอบทางความรัก ได้แก่ ความสัมพันธ์ของบิดามารดา ความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในครอบครัว
3. องค์ประกอบทางวัฒนธรรมและสังคม ได้แก่ ขนบธรรมเนียมประเพณี ความเป็นอยู่ของครอบครัว สภาพแวดล้อมทางบ้าน การอบรมทางบ้าน และฐานะทางบ้าน
4. องค์ประกอบทางความสัมพันธ์ในเพื่อนวัยเดียวกัน ได้แก่ ความสัมพันธ์ของนักเรียนกับเพื่อนวัยเดียวกันทั้งที่บ้านและที่โรงเรียน

5. องค์ประกอบทางการพัฒนาแห่งตน ได้แก่ สติปัญญา ความสนใจ เจตคติของนักเรียนต่อการเรียน

6. องค์ประกอบทางการปรับตัว ได้แก่ ปัญหาการปรับตัว การแสดงออกทางอารมณ์แครร์รอลล์ (อารี แสงขำ. 2550: 23; อ้างอิงจาก Carroll. 1963: 723-733) ได้เสนอความคิดเกี่ยวกับอิทธิพลขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อระดับผลสัมฤทธิ์ ของนักเรียนโดยครู นักเรียน และหลักสูตรมาเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ โดยเชื่อว่าเวลาและคุณภาพของการสอนมีผลโดยตรงต่อปริมาณ ความรู้ที่นักเรียนได้รับ

แมดดอกซ์ (อารี แสงขำ. 2550: 23; อ้างอิงจาก Maddox. 1965: 9) ได้ทำการศึกษา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของแต่ละบุคคลขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางสติปัญญาและความสามารถทางสมอง ร้อยละ 50- 60 ขึ้นอยู่กับความพยายามและวิธีการเรียนที่มีประสิทธิภาพ ร้อยละ 30-40 และขึ้นอยู่กับโอกาส และสิ่งแวดล้อม ร้อยละ 10-15

วิมล พงษ์पालิต (อารี แสงขำ. 2550: 23; อ้างอิงจาก วิมล พงษ์पालิต. 2541: 49) กล่าวว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์นั้น ประกอบด้วย คุณลักษณะของตัวผู้เรียนซึ่ง ได้แก่ พฤติกรรมด้านความรู้ ความคิด รวมทั้งลักษณะนิสัยทางจิตพิสัยของนักเรียน คุณภาพการเรียนการสอนของครูและสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ซึ่งคุณลักษณะของตัวผู้เรียนมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนคณิตศาสตร์มากที่สุดรองลงมา คือ คุณภาพการสอนของครูและปัจจัยอื่น ๆ ตามลำดับ

อารีย์ คงสวัสดิ์ (อารี แสงขำ. 2550: 23-24; อ้างอิงจาก อารีย์ คงสวัสดิ์. 2544: 49) กล่าวว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น มีองค์ประกอบมากมายหลายอย่าง ดังต่อไปนี้

1. ด้านคุณลักษณะการจัดระบบโรงเรียน ตัวแปรด้านนี้จะประกอบด้วย ขนาดของโรงเรียนอัตราส่วนนักเรียนต่อครู อัตราส่วนของนักเรียนต่อห้อง ซึ่งตัวแปรเหล่านี้ มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนของนักเรียน

2. ด้านคุณลักษณะของครู ตัวแปรทางด้านคุณลักษณะของครู ประกอบด้วย อายุ วุฒิครูประสบการณ์ของครู การฝึกอบรมของครู จำนวนวันลาของครู จำนวนคาบที่สอนในหนึ่งสัปดาห์ของครูความเอาใจใส่ในหน้าที่ ซึ่งตัวแปรเหล่านี้ ล้วนมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนทั้งสิ้น

3. ด้านคุณลักษณะของนักเรียน ประกอบด้วย ตัวแปรเกี่ยวกับตัวนักเรียน เช่น เพศ อายุสติปัญญาการเรียนพิเศษ การได้รับความช่วยเหลือเกี่ยวกับการเรียน สมาชิกในครอบครัว ระดับการศึกษาของบิดามารดา อาชีพของผู้ปกครอง ความพร้อมในเรื่องอุปกรณ์การเรียน ระยะทางไปเรียน การมีอาหารกลางวันรับประทาน ความเอาใจใส่ในการเรียน ทศนคติเกี่ยวกับการเรียนการสอน ฐานะทางครอบครัว การขาดเรียน การเข้าร่วมกิจกรรมที่ทางโรงเรียนจัดขึ้น ตัวแปรเหล่านี้มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน

4. ด้านภูมิหลังเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมของนักเรียน การศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสภาพทางเศรษฐกิจ สังคม กับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาในต่างประเทศ ซึ่งประกอบด้วย ขนาดครอบครัว ภาษาที่พูดในบ้าน ถิ่นที่ตั้งบ้าน การที่มีสื่อทางการศึกษาต่าง ๆ ระดับการศึกษาของบิดามารดา ฯลฯ ผลการศึกษาค้นคว้าที่ผ่านมา พบว่ามีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ ทาง การเรียน

อัญชนา โพธิพลากร (อารี แสงขำ. 2550: 24; อ้างอิงจาก อัญชนา โพธิพลากร. 2545: 95) กล่าวว่า มี องค์ประกอบหลายประการที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ ทางเรียน คือ ด้านตัวนักเรียน เช่น

สติปัญญา อารมณ์ ความสนใจ เจตคติต่อการเรียน ด้านตัวครู เช่น คุณภาพของครู การจัดระบบการบริหารของผู้บริหาร ด้านสังคม เช่น สภาพเศรษฐกิจ และสังคมของครอบครัวของนักเรียน เป็นต้น แต่ปัจจัยที่มีผลโดยตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ก็คือการสอนของครูนั่นเอง สรุปได้ว่าองค์ประกอบที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์มีผลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อนักเรียน เช่น ความสนใจ สติปัญญา เจตคติต่อการเรียน ตัวครูสังคม สิ่งแวดล้อม และองค์ประกอบที่สำคัญที่ทำให้ให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ โดยตรง ก็คือ กิจกรรมในการเรียนการสอนของครูจากองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีดังนี้

1. องค์ประกอบทางด้านร่างกาย ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตของร่างกาย
2. องค์ประกอบทางความรัก ได้แก่ สังคมของครอบครัวของนักเรียน
3. องค์ประกอบทางด้านตัวนักเรียน เช่น สติปัญญา
4. องค์ประกอบทางด้านตัวครู เช่น คุณภาพของครู

2.3 สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

เรวัต และคุปตะ (อารี แสงขำ. 2550: 24-25; อ้างอิงจาก Rawat and Gupta. 1970: 7-9) ได้กล่าวว่าอาจมาจากสาเหตุใดสาเหตุหนึ่ง หรือมากกว่านั้น โดยมีด้วยกันหลายประการได้แก่

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

วัชร บวรณสิงห์ (อารี แสงขำ. 2550: 25; อ้างอิงจาก วัชร บวรณสิงห์. 2526: 435) ได้กล่าวว่าสำหรับนักเรียนที่เรียนอ่อนวิชาคณิตศาสตร์ จะมีลักษณะดังนี้

1. ระดับสติปัญญา (I.Q) อยู่ระหว่าง 75 ถึง 90 และผลคะแนนผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จะต่ำกว่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 30
2. อัตราการเรียนรู้ทางวิชาคณิตศาสตร์จะต่ำกว่านักเรียนคนอื่น ๆ
3. มีความสามารถทางการเรียนต่ำ
4. จำหลักเกณฑ์หรือความคิดรวบยอดเบื้องต้นทางวิชาคณิตศาสตร์ที่เรียนไปแล้วไม่ได้
5. มีปัญหาในการใช้ถ้อยคำ

6. มีปัญหาในการหาความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ และการสรุปเป็นหลักเกณฑ์ทั่วไป
 7. มีพื้นความรู้ทางวิชาคณิตศาสตร์น้อย สืบเนื่องจากการสอบตกทางวิชาคณิตศาสตร์บ่อยครั้ง
 8. มีเจตคติที่ไม่ดีต่อโรงเรียน โดยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์
 9. มีความกดดันและสับสนต่อความล้มเหลวทางด้านการเรียนของของตนเองและบางครั้งรู้สึกดูถูกตนเอง
 10. ขาดความเชื่อมั่นในตนเอง
 11. อาจมาจากสภาพครอบครัวที่มีสภาพแวดล้อมแตกต่างจากนักเรียนคนอื่น ๆ ซึ่งมีผลทำให้ขาดประสบการณ์ที่จำเป็นต่อความสำเร็จในการเรียน
 12. ขาดทักษะในการฟังและไม่มีความตั้งใจเรียนหรือมีความตั้งใจเรียนเพียงช่วงเวลาสั้น
 13. มีข้อบกพร่องด้านสุขภาพ เช่น สายตาไม่ปกติ มีปัญหาทางด้านการฟัง และข้อบกพร่องทางทักษะการใช้มือ
 14. ไม่ประสบความสำเร็จในด้านการเรียนต่างๆ ไป
 15. ขาดความสามารถในการแสดงออกทางการพูด ซึ่งทำให้ไม่สามารถใช้คำถามที่แสดงให้เห็นว่าตนเองยังไม่เข้าใจในการเรียนนั้น ๆ
 16. มีวุฒิภาวะค่อนข้างต่ำทั้งทางอารมณ์และสังคม
- สมควร ปานโม (อารี แสงขำ. 2550: 26; อ้างอิงจาก สมควร ปานโม. 2545: 37) กล่าวว่า สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และมีผลต่อการเรียนของนักเรียนนักศึกษา คือ การจัดการเรียนการสอนเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ สภาพแวดล้อมทางครอบครัวและวุฒิภาวะ จากสาเหตุดังกล่าว จึงต้องเป็นหน้าที่ของครูที่จะต้องจัดหาวิธีการที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดประสิทธิผลที่ดีที่สุด
- อัญชนา โพธิพลากร (อารี แสงขำ. 2550: 26; อ้างอิงจาก อัญชนา โพธิพลากร. 2545: 96) สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และมีผลต่อการเรียนของนักเรียน ก็คือ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและ การสร้างเจตคติ ความรู้สึกต่อการมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ที่ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ 22 ซึ่งเป็นหน้าที่ของครูโดยตรงที่จะจัดหาวิธีการสอนและเทคนิคการสอนที่เหมาะสม นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดประสิทธิผลที่ดียิ่งขึ้นจากสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีดังนี้
1. ความไม่เหมาะสมของการจัดเวลาเรียน
 2. ผู้ปกครองไม่เอาใจใส่ในการศึกษาบุตร
 3. อัตราการเรียนรู้อ่อนทางวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ
 4. จำหลักเกณฑ์ทางวิชาคณิตศาสตร์ที่เรียนไปแล้วไม่ได้
 5. มีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึกทักษะการรัก วิเชียรเกื้อ (2527: 33) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากการสอนโดยใช้แบบฝึกหัดในแบบเรียนและแบบฝึกหัดที่สร้างขึ้น พบว่านักเรียนที่เรียนจากการสอนโดยใช้แบบฝึกหัดที่สร้างขึ้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างจากนักเรียนที่เรียนจากการสอนโดยการใช้แบบฝึกหัดในชั้นเรียน

อังศุมาลิน เพิ่มผล (2542: 152) ได้สร้างแบบฝึกทักษะการคำนวณวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า แบบฝึกทักษะมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ร้อยละ 80/80 แสดงว่า แบบฝึกมีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้ได้ และคะแนนก่อนและหลังฝึกด้วยแบบฝึกทักษะ การคำนวณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า หลังการใช้แบบฝึกหัดนักเรียนมีการพัฒนาความรู้เพิ่มขึ้น

เดือนใจ ตรีเนตร (2544: 53-54) ได้ศึกษาผลการใช้แบบฝึกการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่ไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ จำนวน 40 คน โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แบบฝึกการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ จำนวน 8 ฉบับย่อย และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์จำนวน 3 ฉบับ ผลการวิจัย พบว่า หลังการใช้แบบฝึกการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่อง พื้นที่ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังฝึกสูงกว่าก่อนฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และแบบฝึกที่ใช้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.34 / 82.20

ปฐมพร บุญลี (2545: 68) ได้สร้างแบบฝึกเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คือ ชุดแบบฝึกทักษะ แผนการสอนวิชาคณิตศาสตร์แบบทดสอบย่อย แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา แบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ปรากฏว่า ประสิทธิภาพของชุดแบบฝึกทักษะเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ในแต่ละเรื่องมีประสิทธิภาพสูงกว่า 80/80 และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดแบบฝึกทักษะเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนได้รับการสอนโดยใช้ชุดแบบฝึกทักษะเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พรพรม อัดตวันกุล (2547: 51) ได้ศึกษาผลการใช้แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายหลังได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุจินดา พชรภิญโญ (2548: 85) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมโดยใช้ชุดการสอนซ่อมเสริมคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึกทักษะ สรุปได้ว่า แบบฝึกทักษะช่วยทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น แบบฝึกทักษะทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้น

3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

รุจิรา โพธิ์ สุวรรณ (อารี แสงขำ. 2550: 39; อ้างอิงจาก รุจิรา โพธิ์สุวรรณ. 2540: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสนใจในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่3 ที่ได้รับ การสอนโดยใช้บทเรียนสื่อประสมกับการสอนตามคู่มือครู โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนสื่อประสมกับการสอนตามคู่มือ 24 ครู มี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนสื่อประสมกับการสอนตามคู่มือครู มีความสนใจในวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รจนา รัตนานิคม (อารี แสงขำ. 2550: 39; อ้างอิงจาก รจนา รัตนานิคม. 2544: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการเปรียบเทียบผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 2 โดยการจัดกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผลจากการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความสามารถเพียงพอในการเรียนที่ระดับนัยสำคัญ .01 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05

พงศ์ศรีมี เฟื่องฟู (อารี แสงขำ. 2550: 40; อ้างอิงจาก พงศ์ศรีมี เฟื่องฟู. 2545: บทคัดย่อ) ได้ สร้างบทเรียน เรื่อง การอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ ตามบทเรียนที่ผู้วิจัยเรียบเรียงมา กลุ่มตัวอย่างได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผลจากการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความสามารถเพียงพอในการเรียนรู้และประยุกต์ เรื่อง การอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ปริญทิพย์ บุญคง (อารี แสงขำ. 2550: 40; อ้างอิงจาก ปริญทิพย์ บุญคง. 2546: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยบางประการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 และหาค่าน้ำหนักของความสำคัญของปัจจัยบางประการ ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น ผลการวิจัยพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ พหุคูณระหว่างปัจจัยด้านการกำกับตนเอง ด้านการรับรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านความเชื่อมั่นภายในตนเอง กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ .561 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยด้านการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์และด้านการรับรู้ความคาดหวังของผู้ปกครองด้านการศึกษา ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติที่ระดับ .01 ส่วนปัจจัยด้านการกำกับตนเอง ความเชื่อมั่นอำนาจภายในตนเอง และความมีวินัยในตนเอง ส่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ศรีสมัย สอดศรี (อารี แสงขำ. 2550: 40; อ้างอิงจาก ศรีสมัย สอดศรี. 2546: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยใช้กระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหากับการสอนปกติของโรงเรียนสตรีวิทยา 2 กรุงเทพมหานคร ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนใช้กระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์กับการสอนปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บุญเรือง บุตรมาลา (อารี แสงขำ. 2550: 40; อ้างอิงจาก บุญเรือง บุตรมาลา. 2547: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความมีมนุษยสัมพันธ์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอัสสัมชัญคอนแวนต์ โดยใช้กิจกรรมกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ กิจกรรมกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความมีมนุษยสัมพันธ์หลังการสอน สูงกว่าก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมกลุ่มโดยมีขนาดของกลุ่ม 6 คนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความมีมนุษยสัมพันธ์สูงกว่ากลุ่มที่มีขนาด 3 คนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ไพศาล จรรยา (อารี แสงขำ. 2550: 40-41; อ้างอิงจาก ไพศาล จรรยา. 2547: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เซต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการแสดงว่า ข้อความเป็นเท็จโดยการยกตัวอย่างค้าน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง เซตของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการสอนที่เน้นการแสดงว่าข้อความเป็นเท็จโดยการยกตัวอย่างค้าน สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เซต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยวิธีปกติอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จำปี นิลอรุณ (อารี แสงขำ. 2550: 41; อ้างอิงจาก จำปี นิลอรุณ. 2548: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ ภายหลังได้รับการสอบแบบปฏิบัติการ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ ผ่านเกณฑ์ คือ ได้คะแนนร้อยละ 60 ขึ้นไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เสาวภา อนุเพชร (อารี แสงขำ. 2550: 41; อ้างอิงจาก เสาวภา อนุเพชร. 2548: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีผลการเรียนต่ำที่ได้รับการสอนเสริมด้วยชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์นันทนาการ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีผลการเรียนต่ำ ที่ได้รับการสอนเสริมด้วยชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์นันทนาการ สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครู สามารถส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ซึ่งครูควรจัดกิจกรรมที่กระตุ้นความสนใจของนักเรียน ซึ่งจะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามลำดับขั้น ต่อไปนี้

1. การกำหนดกลุ่มเป้าหมาย
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดกลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี 4 ที่โรงเรียนสตรีศึกษา ภาคเรียนที่

1 ปี การศึกษา 2567 จำนวน 20 คน

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้เป็นเนื้อหารายวิชา ค30204 คณิตศาสตร์เสริม ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น ด้วยเมทริกซ์ ซึ่งประกอบด้วย

1. ระบบสมการเชิงเส้น
2. เมทริกซ์
3. การแก้ระบบสมการเชิงเส้น โดยใช้สมการเมทริกซ์
4. การแก้ระบบสมการเชิงเส้น โดยใช้กฎคราเมอร์
5. การแก้ระบบสมการเชิงเส้น โดยใช้วิธีดำเนินการตามแถว

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง คือ ภาคเรียนที่ 1 ปี การศึกษา 2567 ใช้เวลาทดลองทั้งหมด 25 คาบ ทำการเรียนการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น ด้วยเมทริกซ์ จำนวน 23 คาบ และทดสอบหลังเรียนจำนวน 2 คาบ

2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

1. แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น ด้วยเมทริกซ์
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น ด้วยเมทริกซ์

เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น ด้วยเมทริกซ์ มีขึ้น ตอนในการสร้าง ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้น พื้นฐานพุทธศักราช 2551 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กรมวิชาการระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. ศึกษาเนื้อหา เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น ด้วยเมทริกซ์ จากตำราและเอกสารที่เกี่ยวข้อง
3. วิเคราะห์เนื้อหาและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น ด้วยเมทริกซ์
4. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการวิธีการสร้างแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น ด้วยเมทริกซ์
5. สร้างแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาและแบบฝึกหัด ดังนี้
 - 5.1 แบบฝึกทักษะที่ 1 เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น
 - 5.2 แบบฝึกทักษะที่ 2 เรื่อง เมทริกซ์
 - 5.3 แบบฝึกทักษะที่ 3 เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น โดยใช้สมการเมทริกซ์
 - 5.4 แบบฝึกทักษะที่ 4 เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น โดยใช้กฎคราเมอร์
 - 5.5 แบบฝึกทักษะที่ 5 เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น โดยใช้วิธีดำเนินการตามแถว
6. นำแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยเรียบเรียงขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแก้ไขปรับปรุง เพื่อพิจารณาความเหมาะสมและชี้แนะข้อบกพร่อง พร้อมทั้งข้อ เสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไข
7. นำแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น ด้วยเมทริกซ์ มาปรับปรุงแก้ไข ข้อบกพร่อง แล้วนำแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น ด้วยเมทริกซ์ ที่ปรับปรุง เรียบร้อยแล้วไปใช้ในการทดลองกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายต่อไป

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น ด้วยเมทริกซ์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น ด้วยเมทริกซ์ เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้วัดทักษะความรู้และความสามารถในการเรียนตามเนื้อหา มีทั้งหมด 1 ฉบับ ใช้วัดหลังจากเรียนตามเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น ด้วยเมทริกซ์ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบประจำหน่วย โดยดำเนินการดังนี้

1. วิเคราะห์เนื้อหาสาระสำคัญและจุดประสงค์การเรียนรู้ของเนื้อหาที่ใช้ในการทดลองเพื่อใช้ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น ด้วยเมทริกซ์
2. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น ด้วยเมทริกซ์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัย จำนวน 20 ข้อ ให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้
3. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบคุณภาพความเที่ยงตรงของเนื้อหาโดยพิจารณาว่าข้อสอบที่สร้างขึ้นสอดคล้องกับ เนื้อหาและจุดประสงค์พฤติกรรมหรือไม่ โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาดังนี้

คะแนน +1	สำหรับแบบทดสอบที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
คะแนน 0	สำหรับแบบทดสอบที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
คะแนน -1	สำหรับแบบทดสอบที่ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

4. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น ด้วยเมทริกซ์ ที่ได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญการสอนคณิตศาสตร์ 3 คน มาคำนวณหาค่า IOC แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จำนวน 20 ข้อ

3. การเก็บรวบรวมข้อมูลวิธีการดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. เลือกกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีศึกษาภาคเรียนที่ 1 ปี การศึกษา 2567 จำนวน 20 คน ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. ชี้แจงให้กลุ่มเป้าหมายทราบถึงการเรียนการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น ด้วยเมทริกซ์ เพื่อให้ผู้เรียนปฏิบัติได้ถูกต้อง

3. ดำเนินการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น ด้วยเมทริกซ์ จำนวน 23 คาบ

4. เมื่อดำเนินการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ครบ 23 คาบแล้ว นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มาทดสอบกับกลุ่มเป้าหมาย แล้วทำการทดสอบให้เป็นคะแนนหลังเรียน (Post-test)

5. ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น ด้วยเมทริกซ์ กับเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จะใช้สถิติการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

1. สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean)

คำนวณจากสูตร $\bar{x} = \sum x / N$

เมื่อ	$\bar{x}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
	$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มเป้าหมาย

1.2 ค่าสถิติร้อยละ (P)

คำนวณจากสูตร $P = (x / n) \times 100$

เมื่อ	P	แทน	ค่าสถิติร้อยละ
	x	แทน	จำนวนข้อมูลที่ต้องการนำมาหาค่าร้อยละ
	n	แทน	จำนวนข้อมูลทั้งหมด

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือในการวิจัย

หาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น ด้วยเมทริกซ์ โดย คำนวณจากสูตร $IOC = \Sigma R / N$

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้
	ΣR	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น ด้วยเมทริกซ์ โดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีศึกษา กับเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็มผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ ที่นำไปใช้ในการเรียนการสอน เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น ด้วยเมทริกซ์ มีทั้งหมด 5 แบบฝึกทักษะ ประกอบด้วย 5 แผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น
2. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง เมทริกซ์
3. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น โดยใช้สมการเมทริกซ์
4. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น โดยใช้กฎคราเมอร์
5. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น โดยใช้วิธีดำเนินการตามแถว

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น ด้วยเมทริกซ์ หลังการใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีศึกษา แสดงได้ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น ด้วยเมทริกซ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจาได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์

นักเรียนคนที่	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	ร้อยละ	เกณฑ์ร้อยละ
1	20	15	75	ผ่านเกณฑ์
2	20	14	70	ผ่านเกณฑ์
3	20	13	65	ผ่านเกณฑ์
4	20	17	85	ผ่านเกณฑ์
5	20	16	80	ผ่านเกณฑ์
6	20	15	75	ผ่านเกณฑ์
7	20	12	60	ผ่านเกณฑ์
8	20	10	50	ผ่านเกณฑ์
9	20	13	65	ผ่านเกณฑ์
10	20	14	70	ผ่านเกณฑ์

นักเรียนคนที่	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	ร้อยละ	เกณฑ์ร้อยละ
11	20	16	80	ผ่านเกณฑ์
12	20	15	75	ผ่านเกณฑ์
13	20	13	65	ผ่านเกณฑ์
14	20	10	50	ผ่านเกณฑ์
15	20	13	65	ผ่านเกณฑ์
16	20	14	70	ผ่านเกณฑ์
17	20	15	75	ผ่านเกณฑ์
18	20	14	70	ผ่านเกณฑ์
19	20	12	60	ผ่านเกณฑ์
20	20	13	65	ผ่านเกณฑ์
เฉลี่ย	20	13.70	68.5	ผ่านเกณฑ์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 1 ปรากฏว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น ด้วยเมทริกซ์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 13.70 คิดเป็นร้อยละ 68.50 ของคะแนนเต็ม และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองโดยมีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น ด้วยเมทริกซ์ โดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีศึกษา กับเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม โดยกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีศึกษา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 20 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่ผู้วิจัยดำเนินการสอน ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลอง โดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น ด้วยเมทริกซ์ ใช้เวลา 23 คาบ คาบละ 50 นาที จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการทดสอบหลังเรียนกับนักเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น ด้วยเมทริกซ์ จำนวน 20 ข้อ ซึ่งใช้เวลา 2 คาบ ซึ่งมีรายละเอียดสรุปได้ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยสรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 20 คน หลังจากรับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น ด้วยเมทริกซ์ มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด โดยมีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน

อภิปรายผล

ผลการวิจัยที่ได้จากการทดลองในครั้งนี้ได้ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังจากรับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น ด้วยเมทริกซ์ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 13.70 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 68.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 และสอดคล้องกับ สมมติฐานที่ตั้งไว้ทั้งนี้เนื่องจากแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น ด้วยเมทริกซ์ เป็นแบบฝึกทักษะที่ประกอบด้วยเนื้อหาที่เกี่ยวกับการแก้ระบบสมการเชิงเส้น เมทริกซ์ การแก้ระบบสมการเชิงเส้นโดยใช้สมการเมทริกซ์ การแก้ระบบสมการเชิงเส้น โดยใช้กฎคราเมอร์ และการแก้ระบบสมการเชิงเส้น โดยใช้วิธีดำเนินการตามแถว ซึ่งผู้วิจัยเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก มีวิธีในการแก้ระบบสมการเชิงเส้นแต่ละแบบอย่างเป็นขั้นตอน ทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจวิธีการการแก้ระบบสมการเชิงเส้นแต่ละวิธีได้ง่ายขึ้น สำหรับการดำเนินการทดลองเป็นการทดลองควบคู่ไปกับการเรียนการสอนในชั้นเรียน โดยให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจจากแบบฝึกทักษะก่อน แล้วจึงลงมือทำแบบฝึกทักษะ ซึ่งแบบฝึกทักษะจะเน้นให้ผู้เรียนได้เห็นวิธีการการแก้ระบบสมการเชิงเส้น โดยมีการเรียงลำดับเนื้อหาอย่างเป็นขั้นตอนจากง่ายไปหายาก นักเรียนได้ลงมือทำแบบฝึกทักษะ และฝึกฝนจนเกิดความชำนาญ เป็นการช่วยให้นักเรียนได้มีความเข้าใจ เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น เมทริกซ์ แสดงให้เห็นว่าการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เป็นการช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น ซึ่งผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุจริต เพียรชอบ และสายใจ อินทรมรรพ (2523: 52-62) ที่กล่าวว่าความแตกต่างระหว่างบุคคลเป็นสิ่งที่ควรคำนึงด้วยว่านักเรียนแต่ละคนมีความรู้ความถนัด ความสามารถและความสนใจที่ต่างกัน

ฉะนั้นในการสร้างแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์จึงควรพิจารณาถึงความเหมาะสม ไม่ยากหรือง่ายเกินไป ควรมีหลายแบบ และการจูงใจผู้เรียนนั้น ครูสามารถทำได้โดยการจัดแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์จากง่ายไปหายาก เพื่อดึงดูดความสนใจของผู้เรียน เป็นการกระตุ้นให้ติดตามต่อไป ทำให้นักเรียนประสบผลสำเร็จ และกล่าวถึงหลักจิตวิทยาที่ใช้ในการสร้างแบบฝึกทักษะ ซึ่งสอดคล้องกับกฎการเรียนรู้ของธอร์นไดค์ (Thorndike) (พรวณีย์ ชูทัย. 2522: 192 - 195) ที่ว่าสิ่งใดก็ตามที่มีการฝึกหัดบ่อย ๆ ย่อมทำให้ผู้ฝึกคล่องแคล่วสามารถทำได้ดังในทางตรงกันข้าม สิ่งใดก็ตามที่ไม่ได้รับการฝึกหัดทอดทิ้งไปนานแล้วย่อมทำ ได้ไม่ดีเหมือนเดิม ต่อเมื่อมีการฝึกฝนหรือกระทำซ้ำ ๆ ก็จะช่วยให้เกิดทักษะเพิ่มขึ้น ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และจากการวิจัยพบว่าในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น เมทริกซ์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ข้อที่นักเรียนตอบผิดมากที่สุดเป็นข้อที่เกี่ยวกับการแก้ระบบสมการเชิงเส้นโดยใช้วิธีดำเนินการตามแถว ซึ่งจะเห็นว่านักเรียนต้องใช้ความรู้และใช้เวลาในการทำโจทย์ค่อนข้างมาก จึงอาจทำให้นักเรียนไม่ยอมทำ เพราะจะต้องเข้าใจเรื่อง การดำเนินการตามแถวเป็นอย่างดีจึงจะสามารถทำแบบทดสอบได้ถูกต้อง

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. การสร้างแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ ควรสร้างให้เหมาะสมกับความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน เพราะนักเรียนแต่ละคนมีศักยภาพไม่เหมือนกัน
2. แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ควรมีตัวอย่างที่เพียงพอและเหมาะสมกับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้
3. เมื่อนักเรียนทำแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ครูควรเป็นผู้กระตุ้นนักเรียนให้หาคำตอบด้วยตนเองและครูควรจัดสรรเวลาให้เหมาะสมกับความสามารถที่แตกต่างกันของนักเรียน
4. การสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์เมื่อครูได้ให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะแล้ว ควรให้นักเรียนได้นำเสนอแนวคิดและสรุปความรู้ร่วมกัน

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

1. การสร้างแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ ควรทำให้นักเรียนเกิดแนวคิดเป็นขั้นตอน โดยให้นักเรียนได้ฝึกวิเคราะห์โจทย์ปัญหา มีแบบฝึกทักษะที่หลากหลาย เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะและความเข้าใจ
2. การสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ครูควรแทรกเกมหรือกิจกรรมที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ซึ่งสามารถประยุกต์เข้ากับชีวิตประจำวันของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้สนุกสนานไปกับการเรียน
3. แบบฝึกทักษะเรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น เมทริกซ์ นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้หาในสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและสามารถนำเรื่องการแก้ระบบสมการเชิงเส้น เมทริกซ์ ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ แต่นักเรียนจะทำไม่ค่อยได้เมื่อเจอโจทย์การแก้ระบบสมการเชิงเส้น โดยใช้วิธีดำเนินการตามแถว ดังนั้นครูอาจจะต้องสอนเสริมในเรื่องการดำเนินการตามแถว และสอนให้นักเรียนได้เห็นวิธีการคิดอย่างเป็นขั้นตอน ให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียน ร่วมกันสรุปความรู้ ทำให้นักเรียนมีความสุขสนุกสนานไปกับการเรียน ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น

บรรณานุกรม

- กัลยา วานิชย์บัญชา. (2542). การวิเคราะห์สถิติ : สถิติเพื่อการตัดสินใจ. กรุงเทพฯ: ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จารึก วิเชียรเกื้อ. (2527). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 จากการสอนโดยใช้แบบฝึกหัดในแบบเรียนและแบบฝึกหัดที่สร้างขึ้น. ปริญญา นิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อุดมสำเนา.
- ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ. (2539). การพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบฝึกที่สร้าง ตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สตัน. ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. (การทดสอบและวัดผล การศึกษา). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อุดมสำเนา.
- เตือนใจ ตรีนตร. (2544). ผลการใช้แบบฝึกการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อุดมสำเนา.
- ปฐมพร บุญลี. (2545). การสร้างแบบฝึกทักษะเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พฐู หังแดง. (2534). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการสะกดคำของนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพ ปีที่ 1 วิทยาลัยอาชีวศึกษาที่ใช้แบบฝึกและไม่ใช้แบบฝึก. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การสอนภาษาไทย). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พรพรม อุตตวันากุล. (2547). ผลการใช้แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พรรณี ชูทัย. (2522). จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการศึกษา มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). วิธีกรวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- เพียงจิต อึ้งโพธิ์. (2529). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเขียนสะกดคำป้องกันเสียงของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวังสะพุง จังหวัดเลย. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2542). พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). คู่มือการวัดผลประเมินผล คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันฯ.
- สมศักดิ์ สีนธระเชษฐ์. (2540). เอกสารทางวิชาการ การพัฒนากระบวนการทางการเรียนการสอน ลำดับ ที่ 33. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

สิริพร ทิพย์คง. (2536). เอกสารคำสอนวิชาทฤษฎีการสอนและวิธีสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ:

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุจิต เพียรชอบ และสายใจ อินทร์พรรย์. (2523). วิธีสอนภาษาไทยระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ:

ไทยวัฒนาพานิช.

อังศุมาลิน เพิ่มผล. (2542). การสร้างแบบฝึกทักษะการคำนวณวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องวงกลม

สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ:

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

อารี แสงขำ. (2550). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็นของ

นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้เทคนิคการสอนแบบระดมสมอง. สารนิพนธ์ กศ.ม.

(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

Billow, F.L. (1962). The Teacher Work Out His Own Exercise ; The Techniques of Language

Teaching. London: Green and Company Ltd.