

อภิปรายผล

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ ก็เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละระดับของตัวแปรทั้งสามคือ วิธีสอน ได้แก่ วิธีสอนของเลนฮาร์ท และกรีโน และวิธีสอนของ สสวท. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ และภาษาพูดของนักเรียน ได้แก่ นักเรียนที่พูดสองภาษา และภาษาเดียว หรือศึกษาปฏิสัมพันธ์ (Interactions) ระหว่างตัวแปรทั้งสาม โดยผู้วิจัยตั้งสมมติฐานเพื่อทดสอบ จำนวน 4 สมมติฐาน ซึ่งผู้วิจัยจะได้อภิปรายผลการทดสอบสมมติฐานทั้ง 4 ข้อ เป็นลำดับดังนี้

สมมติฐานข้อ 1 กล่าวว่า ถ้าใช้วิธีสอนของเลนฮาร์ทและกรีโน และวิธีสอนของ สสวท. สอนนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำที่พูดสองภาษา และภาษาเดียวแล้วผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนจะแตกต่างกันออกไปในแต่ละระดับของตัวแปรทั้งสาม หรือมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีสอน ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และภาษาพูดของนักเรียน ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลดังที่ปรากฏในตาราง 11 ปรากฏว่า ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีสอน ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และภาษาพูดของนักเรียน ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ผลจึงปฏิเสธสมมติฐานข้อ 1

การที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนไม่แตกต่างกันออกไปตามระดับของตัวแปรทั้งสามนั้น ชี้ให้เห็นว่า การจัดกระทำกับตัวแปรอินทรีย์ ซึ่งได้แก่ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และภาษาพูดของนักเรียนโดยวิธีสอนทั้งสองวิธี มีผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันออกไปตามระดับที่แตกต่างกันของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และภาษาพูดของนักเรียน ผลเช่นนี้อาจจะมีสาเหตุมาจากสิ่งต่อไปนี้

1. วิธีการสอนทั้งสองวิธี ใช้ส่วนของกิจกรรมการสอนต่าง ๆ และทฤษฎีเดียวกัน ผู้วิจัย อภิปรายเป็นลำดับดังนี้

1.1 ส่วนของกิจกรรมการสอนต่าง ๆ วิธีสอนทั้งสองใช้ส่วนของกิจกรรมการสอนต่าง ๆ 3 ส่วน เหมือนกัน คือ ก) การตรวจสอบความพร้อมของนักเรียน ข) การนำเสนอบทเรียน และ ค) การฝึกปฏิบัติ ผู้วิจัยเปรียบเทียบความคล้ายคลึงของวิธีสอนทั้งสองวิธี โดยการใช้ส่วนของกิจกรรมการสอนต่าง ๆ ดังนี้

1.1.1 การตรวจสอบความพร้อมของนักเรียน วิธีสอนของเลนฮาร์ทและกรีโน ใช้กลุ่มความรู้การตรวจการบ้านด้วยวาจา ซึ่งประกอบไปด้วยความรู้การกระทำ 3 กลุ่ม คือ การตรวจการทำการบ้านด้วยวาจา การตรวจการบ้านด้วยวาจา และการสรุปการบ้านด้วยวาจา โดยการใช้กลุ่มความรู้การกระทำ ซึ่งเป็นการวางแผนในการได้รับสารนี้จะทำให้ครูรู้ระดับความรู้ของนักเรียนทั้งชั้น และรายบุคคล และปัญหาของการสอนที่อาจจะเกิดขึ้นในส่วนต่อไปของบทเรียน (Leinardt and Greeno, 1986 : 78) สำหรับวิธีสอนของ สสวท. ใช้การทบทวนความรู้เดิมเป็นการเตรียมความพร้อมของนักเรียน เพื่อเชื่อมความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีมาก่อนแล้ว กับความรู้ใหม่ให้เป็นเรื่องเดียวกัน อันจะทำให้เด็กเกิดความเข้าใจ และมีความคิดรวบยอดในเรื่องนั้น ๆ อย่างแจ่มแจ้ง (บุญทัน อยู่ชมบุญ, 2529 : 67)

1.1.2 การนำเสนอบทเรียน วิธีสอนของเลนฮาร์ทและกรีโน ใช้กลุ่มความรู้การนำเสนอบทเรียน ประกอบไปด้วย ความรู้การนิยามศัพท์ ความรู้การเสนอกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความรู้การเรียนกระบวนการ และความรู้การทำความเข้าใจกระบวนการ โดยการวางแผนในการได้รับสารเหล่านี้จะทำให้ครูได้ทราบว่านักเรียนทั้งสามกลุ่ม คือ เก่ง ปานกลาง และอ่อน เกิดความแม่นยำในกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แล้ว ส่วนวิธีสอนของ สสวท. ใช้การสอนเนื้อหาใหม่ โดยการใช้ของจริง ของจำลอง และสัญลักษณ์ ตามลำดับ และการสรุปหลังจากที่นักเรียนเข้าใจแล้ว

1.1.3 การฝึกปฏิบัติ วิธีสอนของเลนฮาร์ทและกรีโน ใช้การฝึกโดยการช่วยเหลือร่วมกัน และการฝึกโดยการควบคุม แล้วให้ทำงานอิสระ หรือให้การบ้าน ส่วนวิธีสอนของ สสวท. ใช้การฝึกทักษะจากแบบเรียน บัตรงาน หรือเกมคณิตศาสตร์ และการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และใช้ในวิชาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยให้นักเรียนทำโจทย์ปัญหา

หรือคิดใจหายที่เกี่ยวข้องกับประสบการณ์ของเด็กมาทำเป็นโจทย์แบบฝึกหัดในเรื่องนั้น ๆ หรือให้ทำกิจกรรมที่มีประสบการณ์อยู่เสมอในชีวิตจริง (บุญทัน อยู่ชมบุญ, 2529 : 69)

1.1.4 การประเมินผล วิธีสอนของเลนฮาร์ทและกรีโน ใช้การวางแผนในการได้รับสาร ส่วนวิธีสอนของ สสวท. เสนอว่า นำเรื่องที่สอนมาทดสอบให้นักเรียนทำ ถ้าทำไม่ได้ก็สอนซ่อมเสริมให้ ถ้าทำได้ก็ขึ้นเนื้อหาใหม่ต่อไป (บุญทัน อยู่ชมบุญ, 2529 : 69)

1.2 ทฤษฎีที่นำมาประยุกต์ใช้ในการสอน วิธีสอนทั้งสองวิธียึดทฤษฎีเป็นพื้นฐาน ดังนี้

1.2.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ที่กล่าวว่า สติปัญญาเป็นผลมาจากการที่บุคคลได้ตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมในระดับความสามารถทางจิตระดับใดระดับหนึ่ง พัฒนาการทางสติปัญญาเป็นแนวโน้มของการรักษาความสมดุลของร่างกาย ซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างค่อยเป็นค่อยไปเป็นลำดับขั้น พัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กประถมศึกษาจะอยู่ในขั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรม ซึ่งความสามารถในการคิดใช้เหตุผลของเด็กวัยนี้ จำกัดอยู่ในปัญหาที่เป็นรูปธรรม ในการนำทฤษฎีนี้มาใช้จะเห็นว่า วิธีสอนของเลนฮาร์ทและกรีโน เสนอว่า โครงสร้างของกิจกรรมต่าง ๆ ในบันทึกการสอนประกอบด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ครูคัดเลือกสำหรับกำหนดวัตถุประสงค์ในบทเรียน เช่น ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม และวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ในการอธิบายโมทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติเพื่อให้เกิดความชำนาญ (Leinhardt and Greeno, 1986 : 76) ส่วนวิธีสอนของ สสวท. ก็ได้เสนอวิธีการสอนในชั้นสอนเนื้อหาใหม่ว่าให้สอนหรือจัดกิจกรรมโดยใช้ของจริง ของจำลอง และสัญลักษณ์ ตามลำดับ

1.2.2 ทฤษฎีสัมพันธเชื่อมโยงของ ธอร์นไดค์ (Thorndike) อธิบายว่าการเรียนรู้เกิดจากการที่อินทรีย์พยายามตอบสนองต่อสิ่งเร้าหลาย ๆ วิธีจนพบวิธีตอบสนองที่ถูกต้องเหมาะสม คือ การตอบสนองได้ผลเป็นที่พอใจ เมื่อพบการตอบสนองที่ถูกต้องเหมาะสมแล้วอินทรีย์จะนำไปเชื่อมโยงกับสิ่งเร้านั้น ๆ โดยใช้วิธีตอบสนองที่ถูกต้องแบบเดิมอีก การเรียนรู้ตามทฤษฎีนี้ อาศัยกฎการเรียนรู้ 3 กฎ คือ

1.2.2.1 กฎของการฝึกหัดหรือการกระทำซ้ำ (The Law of Exercise or Repetition) กล่าวว่า ยิ่งมีการตอบสนองสิ่งเร้ามากและบ่อยครั้งเท่าใด สิ่ง

นั้นย่อมจะคงอยู่นานเท่านั้น แต่หากไม่ได้ปฏิบัติ การเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนองนั้นจะอ่อนกำลังลง หรือทำให้เกิดการลืมนั่น

1.2.2.2 กฎแห่งผล (Law of Effect) กล่าวว่า การเชื่อมโยงสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนองจะแข็งแรงขึ้น หากผลที่ตามมาทำให้อัตริย์เกิดความพึงพอใจ และจะอ่อนลงหากผลที่ตามมาทำให้อัตริย์ไม่พึงพอใจ

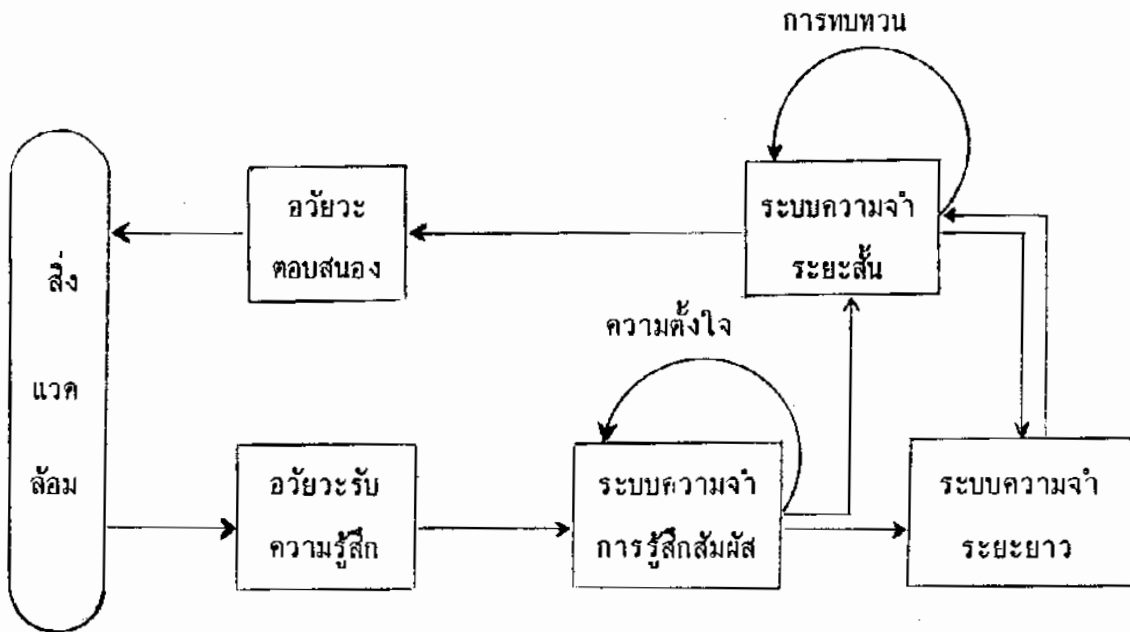
1.2.2.3 กฎแห่งความพร้อม (Law of Readiness) กล่าวว่า เมื่อบุคคลมีความพร้อมที่จะกระทำ และได้กระทำตามที่ต้องการ เขาก็จะเกิดความพึงพอใจ แต่ถ้ายังไม่พร้อมจะต้องกระทำ เขาก็จะเกิดความรำคาญ

การนำทฤษฎีนี้มาใช้จะเห็นว่า วิธีสอนทั้งสองวิธีใช้การตรวจสอบความพร้อมของผู้เรียน การทำแบบฝึกหัด และการตรวจการบ้าน

1.3 ทฤษฎีการวางเงื่อนไขแบบปฏิบัติการของสกินเนอร์ อธิบายว่า การเรียนรู้ อาจจะไม่ใช้มาจากการตอบสนองต่อสิ่งเร้าเดียว สิ่งเร้าอื่น ๆ ก็อาจจะทำให้เกิดการตอบสนองเช่นเดียวกันได้ ถ้าได้มีการวางเงื่อนไขที่ถูกต้อง หรือถ้ามีการให้รางวัลพฤติกรรมนั้น

การนำทฤษฎีนี้มาใช้ จะเห็นว่า วิธีสอนของเลนฮาร์ทและกรีโนให้การเสริมแรง การทำการบ้าน เสริมแรงเมื่อนักเรียนทำงานจนกระดานถูก และลงโทษพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสม ส่วนวิธีสอนของ สสวท. ใช้การให้ข้อมูลย้อนกลับจากการตรวจการบ้านเป็นเงื่อนไขในการเรียนรู้

1.4 ทฤษฎีการจัดกระบวนการ ซึ่งอธิบายว่า การคิดของมนุษย์ และการเรียนรู้ เป็นกระบวนการที่เกิดจากการที่บุคคลได้รับสิ่งแวดล้อมหรือสิ่งเร้าทางอ้อม ้วยะรับรู้ความรู้สึก เข้าสู่ระบบความจำการรู้สึกสัมผัสโดยมีการตั้งใจหรือการเลือกรับรู้สิ่งเร้า สิ่งเร้า นั้นจึงเข้าสู่ระบบความจำระยะยาว เพื่อกระตุ้นความรู้เดิมได้ตอบสนองและตีความ เมื่อความรู้เดิมแสดงกิจกรรมในระบบความจำระยะสั้นและสิ่งเร้าได้รับการตีความแล้ว จึงเปลี่ยนรหัสส่งเข้าสู่ระบบความจำระยะสั้น เพื่อปฏิบัติการคิดทบทวน ผลจากการคิดจะตอบสนองออกมาผ่านอวัยวะตอบสนองต่าง ๆ และผลบางส่วนจะเก็บไว้เป็นความรู้ในระบบความจำระยะยาวในรูปของรหัสหรือสัญลักษณ์ เมื่อมีการตอบสนองใหม่อีกทีก็จะถอดรหัสความรู้ใหม่ออกมาใช้ หรือตอบสนองแล้วแต่กรณี โครงแบบการจัดกระบวนการ แสดงให้เห็นได้ดังภาพประกอบ 14



ภาพประกอบ 14 โครงแบบการจัดกระบวนสารของการคิดและการเรียนรู้

(ดัดแปลงจาก ไสว เลี่ยมแก้ว, 2531 ช : 1 ;

Gagne' : 1985 : 71 ; Sprinthall and Sprinthall,  
1987 : 263)

การนำทฤษฎีนี้มาใช้จะเห็นว่า วิธีสอนของเลนฮาร์ดและกรีนโน ใช้การนิยามศัพท์ เพื่อกระตุ้นความรู้ในระบบความจำระยะยาวได้ตอบสนองและแสดงกิจกรรมในระบบความจำระยะสั้น ในการดำเนินการสอนนั้น จะต้องทำให้นักเรียนมีการเคลื่อนไหวหรือเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ โดยการใช้งานประจำที่เป็นธรรมชาติเฉพาะของครูที่มีต่อกลุ่มความรู้นั้น ๆ และเสนอว่า ลักษณะร่วมกันของกลุ่มความรู้การนำเสนอที่เรียนคือ การคิดตามควบคุมให้นักเรียนเข้าใจและเอาใจใส่ (Leinhardt and Greeno, 1986 : 77) กลุ่มความรู้ในการนำเสนอที่เรียนยังประกอบด้วย ความรู้การเรียนกระบวนการ ซึ่งเป็นการทบทวนกระบวนการซ้ำ และในการจัดกลุ่มของความรู้ เพื่อให้นักเรียนเข้ารหัสไว้ในระบบความจำระยะยาว จะเห็นว่าวิธีสอนนี้ได้สรุปวิธีการคิดแก้ปัญหา

คณิตศาสตร์เป็นขั้น ๆ เพื่อให้ให้นักเรียนจำและถอดรหัสออกมาใช้ในการแก้โจทย์ใหม่ ๆ อีก ส่วนวิธีสอนของ สสวท. ใช้การทบทวนความรู้เดิม การสรุปเป็นวิธีลัด และการกระตุ้นความตั้งใจด้วยการใช้สื่อการสอน

2. การแบ่งกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนแล้วนำคะแนนที่ได้จากการตอบแบบทดสอบมาจำแนกความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนออกเป็น 3 ระดับ โดยใช้คะแนนสเตน (Stanine Score) เป็นเกณฑ์ แล้วจึงเทียบเป็นพิสัยของคะแนนที่ ผลปรากฏดังนี้ ผู้ที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงคือ ผู้ที่ได้คะแนนที่ ตั้งแต่ 57 ขึ้นไป ผู้ที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ปานกลางคือ ผู้ที่ได้คะแนนที่ระหว่าง 42 - 56 และผู้ที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ต่ำคือ ผู้ที่ได้คะแนนที่ตั้งแต่ 41 ลงมา จากการแบ่งโดยใช้เกณฑ์นี้จะเห็นว่า ชัดจำกัดบนและชัดจำกัดล่างระหว่างคะแนนกลุ่มความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ต่ำ ปานกลาง และสูง เป็นคะแนนที่มีค่าต่อเนื่องกัน ดังนั้นความน่าจะเป็นของการสุ่มที่จะสุ่มได้นักเรียนที่ได้คะแนนที่ตรงกับค่าต่อเนื่องเหล่านี้จึงมีสูง เนื่องจากจากค่าสังเกตที่ได้จากการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนในแต่ละกลุ่มทำคะแนนได้ใกล้เคียงกันมาก และเหตุผลอีกประการหนึ่งก็คือ กรอบของประชากรในแต่ละหน่วยมีจำนวนประชากรน้อยมาก เช่น กลุ่มนักเรียนพูดสองภาษาที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง มีจำนวน 14 คน กลุ่มนักเรียนพูดสองภาษาที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ต่ำ มีจำนวน 27 คน และกลุ่มนักเรียนที่พูดภาษาไทยเดียว ที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ต่ำ มีจำนวน 20 คน ผลอันนี้จะส่งผลต่อการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งจะทำให้การกระจายการสุ่มไม่เป็นปกติ เพราะสุ่มมาจากหน่วยของประชากรที่ไม่กระจายเป็นโค้งปกติ จากเหตุผลดังกล่าวมานี้ จึงทำให้การแบ่งกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ไม่สามารถจำแนกความแตกต่างของแต่ละกลุ่มได้ชัดเจน จึงทำให้ส่งผลต่อการปฏิบัติสัมมนาข้อ 1 ด้วย

3. อธิทธิพลของภาษาพูดทั้ง 2 ระดับ การวิจัยครั้งนี้กระทำกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนในโรงเรียนในเขตอำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี นักเรียนที่พูดสองภาษา ซึ่งได้แก่นักเรียน

ที่พูดภาษามลายูถิ่นและภาษาไทยกลาง อาศัยอยู่รวมกันกับนักเรียนที่พูดภาษาเดียว ซึ่งได้แก่ ภาษาไทยกลาง ดังนั้น จึงอาจจะเป็นไปได้ว่า นักเรียนที่พูดสองภาษาจะมีความเข้าใจภาษาไทยกลาง ได้เป็นอย่างดี เนื่องจากการได้พูด ได้ฟังภาษาไทยกลางอยู่บ่อย ๆ จึงทำให้การทำความเข้าใจ ภาษาของนักเรียนที่พูดสองภาษาไม่แตกต่างไปจากนักเรียนที่พูดภาษาเดียวมากนัก ผลอันนี้จึงอาจส่ง ผลต่อการปฏิบัติเสริมสมมติฐานข้อ 1 คว

สมมติฐานข้อ 2 กล่าวว่า ถ้าใช้วิธีสอนของเลนฮาร์ทและกรีโน และวิธีสอนของ สสวท. สอนนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำแล้ว ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนจะแตกต่างกันออกไป ที่แต่ละระดับของตัวแปรทั้งสองหรือ มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีสอน และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ผลจากการวิเคราะห์ ข้อมูลดังที่ปรากฏในตาราง 11 ปรากฏว่า ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีสอน และความสามารถในการแก้ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ มีนัยสำคัญทางสถิติ สมมติฐานข้อ 2 จึงได้รับการสนับสนุนจากข้อมูล

ผลจากการทดสอบผลหลังอย่างง่าย (ดังที่ปรากฏในตาราง 12) ผลจากการทดสอบการ เปรียบเทียบพหุคูณระหว่างมัชฌิม เลขคณิตของผลหลังอย่างง่าย B ที่ระดับ  $\alpha_2$  (ดังที่ปรากฏในตาราง 13) และจากค่าสถิติพื้นฐานของปฏิสัมพันธ์ AB (ดังที่ปรากฏในตาราง 7) สรุปได้ว่า วิธีสอนของ เลนฮาร์ทและกรีโน สอนนักเรียนกลุ่มความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน วิธีสอนของ สสวท. สอนนักเรียน กลุ่มความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงและปานกลางไม่ แตกต่างกัน ให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาคณิตศาสตร์สูง และปานกลาง สูงกว่ากลุ่มความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ต่ำ วิธีสอนทั้งสองวิธีสอนนักเรียนกลุ่มความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงและปานกลางให้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน วิธีสอนของเลนฮาร์ทและกรีโนสอนนักเรียนกลุ่มความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ต่ำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าวิธีสอนของ สสวท. ผลเช่นนี้ ผู้วิจัยขอปราชญ์ไว้ดังนี้

วิธีสอนของเลนฮาร์ทและกรีโน เป็นวิธีสอนตามลำดับขั้นการแก้ปัญหาการเรียนรู้ (Learning dysfunctions) ซึ่งพัฒนามาจากวิธีสอนแบบการแก้ปัญหาทางคลินิก (วิธีวินิจฉัยและจัดกระทำ) ซึ่งนักวิจัยทางการศึกษาสันนิษฐานไว้เมื่อ พ.ศ. 2517 ในการอธิบายวิธีแก้ปัญหา นักวิจัยจะอ้างถึงทฤษฎีการแก้ปัญหาของนีเวลและไซมอน (Kagan, 1988 : 485 Citing Newell and Simon, 1972) ซึ่งอธิบายว่า ปัญหาจะถูกแทนอยู่ภายในสมองเหมือนกับหน่วยปัญหา (problem space) และโครงสร้างของหน่วยปัญหา จะเป็นสิ่งกำหนดกิจกรรมการจัดกระบวนการ ซึ่งจะถูกใช้ในการค้นหาวิธีการแก้ปัญหา เนื่องจากขนาดของหน่วยปัญหามักจะใหญ่มาก การจัดกระบวนการจะได้รับการจัดกระทำให้ง่ายขึ้น โดยการกำหนดเสียก่อนว่า สารใดบ้างที่ไม่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา ซึ่งกระทำได้โดยการกำหนดขอบเขตของปัญหา วิธีนี้มีความสำคัญในการพยายามแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ดี ที่ไม่อาจหาวิธีแก้ได้ชัด จะสามารถแก้ปัญหานั้นได้โดยใช้อยุทธวิธีนี้

วิธีโดยทั่วไปวิธีหนึ่งที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ดีคือ วิธีวิเคราะห์เป้าหมาย (means-end analysis) ซึ่งผู้แก้ปัญหามองเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสภาพปัจจุบันของปัญหา และการแก้ปัญหาซึ่งเป็นเป้าหมายอย่างคอบเนื่องกันไป แล้วหาทางเลือกที่ถูกต้อง เพื่อจะลดความแตกต่างไปเป็นขั้น ๆ (Kagan, 1988 : 485 Citing Newell and Simon, 1972) ดูเหมือนว่าทฤษฎีนี้จะใช้วิธีนี้ในการวินิจฉัยปัญหา อันคัมแรกเขาจะระบุเป้าหมายโดยการเลือกสมมติฐานในการวินิจฉัยไม่ก็ข้อ เพื่อที่จะดำเนินการทดสอบ สมมติฐานในระยะแรกกับกับกับเซตของการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นเป้าหมายและเพื่อที่จะลดขนาดของหน่วยปัญหา

หลักที่สองของทฤษฎีของนีเวลและไซมอน (Kagan, 1988 : 485 Citing Newell and Simon, 1972) ก็คือ โครงสร้างของปัญหา หรือการระบอสิ่งแวดลอมจะเป็นตัวกำหนดลักษณะหน่วยปัญหา ดังนั้น บุคคลคนเดียวกันจะพัฒนาการกำหนดยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้แตกต่างกันออกไปตามลักษณะของปัญหาที่แก้ ยุทธวิธีแต่ละวิธีที่กำหนดสำหรับงานการแก้ปัญหาแต่ละชุดเหมือนกับเป็นการดึงเอาความรู้เข้าใจมารวมกัน และการใช้สารที่เก็บไว้ในระบบความจำระยะยาว โดยความหมายนี้ ยุทธวิธีในการแก้ปัญหามุ่งเน้นถึงการระบอสิ่งแวดลอมมากกว่าลักษณะผู้แก้ปัญหา (Kagan, 1988 : 486) โครงแบบการสอนของเลนฮาร์ทและกรีโน จึงออกแบบได้เหมาะสมกับชุดของสิ่งแวดลอมที่ต้องการลดข้อมูลที่ไม่จำเป็นลง และเพื่อที่จะให้ได้รับสารมารวมไว้เป็นกลุ่ม ครุมีการระบอสิ่งแวดลอม



ที่ซับซ้อนในความหมายของ กิจกรรมหลากหลาย และกิจกรรมประจำที่จะต้องมีการเปลี่ยนแปลงโดยไม่สามารถจะคาดการณ์ได้ นั้นหมายถึง การกระทำที่เป็นไปโดยอัตโนมัติ และมีลักษณะของการยืดหยุ่นมาก การสอนตามโครงแบบนี้ ผู้สอนจึงจะต้องเป็นผู้ที่มีทักษะเป็นอย่างดีในการจัดระบบความรู้ของนัก เรียนและชั้น เรียนในรูปแบบที่มีประสิทธิภาพ (กลุ่มความรู้) ซึ่งได้มาโดยไม่รู้ตัวจากระบบความจำระยะยาว โดยผ่านตัวแนะจากสภาพชั้นเรียน ครูจะใช้กลุ่มความรู้เพื่อที่จะแปลความหมายตัวแนะจากสภาพชั้นเรียน และตัดสินใจที่จะใช้งานประจำต่าง ๆ งานประจำมีบทบาทอันสำคัญในการสอนที่มีทักษะ เพราะ งานประจำทำให้กิจกรรมในระดับต่ำ เกิดผลสำเร็จโดยมีประสิทธิภาพ ปราศจากการทำให้จิตใจหันเหไปเกินกว่าปกติ และยังทำให้กิจกรรมและเป้าหมายของการสอนคงอยู่ ดังนั้นงานประจำจึงนำกลับมาสู่การได้รับความรู้เข้าใจ และทำให้ครูมีความสะดวกมากขึ้นเกี่ยวกับส่วนของงานที่ไม่อาจจะทำนายได้

โครงแบบการสอนนี้คัดเลือกส่วนของกิจกรรม 3 ส่วน ที่มีความสำคัญและปรากฏอยู่เสมอ ในบทเรียน คือ การตรวจการบ้านด้วยวาจา การนำเสนอบทเรียน และการฝึกโดยการช่วยเหลือ ส่วนของกิจกรรมการสอนต่าง ๆ จะแสดงให้เห็นชุดของการวางแผนในการได้รับสาร การวางแผนนี้แสดงด้วยโครงสร้างของการกระทำ และเป้าหมาย ซึ่งทำให้เกิดขึ้นโดยอาศัยพื้นฐานความรู้ของครูที่มีทักษะ ครูจะกระทำการสอนโดยมีประสิทธิภาพได้นั้น เขาจะต้องมีการจัดระบบของกลุ่มความรู้ที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถเรียกได้ว่าการทำให้บทเรียนก้าวไป ในความรู้การกระทำ เป็นการแสดงการกระทำโดยทั่วไป (ที่บางระดับ) ความรู้นี้รวมอยู่ด้วยสารที่ระบุผลการกระทำอย่างเดียวหรือหลายอย่างของการกระทำนั้น และเงื่อนไขที่เป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องการสำหรับการกระทำ เงื่อนไขที่จำเป็นเบื้องต้น จะต้องทำให้พอใจก่อนที่จะกระทำของการกระทำนั้น เงื่อนไขที่เป็นสิ่งจำเป็นร่วมกันจะต้องทำให้พอใจในระหว่างการกระทำของการกระทำนั้น และเงื่อนไขที่จำเป็นภายหลังจะต้องกระทำให้เป็นพอใจ เมื่อการกระทำนั้นเสร็จสมบูรณ์ เงื่อนไขต่าง ๆ อาจจะทำให้สำเร็จบนพื้นฐานของความรู้เนื้อหาวิชา หรือโดยการใช้ลักษณะบางประการของลักษณะชั้นเรียน นอกจากนั้น เงื่อนไขจะต้องทำให้พอใจได้โดยการกำหนดเป้าหมาย สำหรับการวางแผนต่อไปซึ่งรวมการค้นหากลุ่มความรู้การกระทำเพิ่มเติมเข้ามาด้วย

การกระทำการสอนของวิธีสอนของ เสนอฮาร์ทและกรีโน เริ่มจากการตรวจบ้านด้วยวาจา เป็นการกระทำเพื่อที่จะทำให้ครูรู้ว่า ใครบ้างไม่ทำการบ้าน การบ้านข้อใดยาก และรู้ระดับความยากของการบ้าน เพื่อที่จะนำสารเหล่านี้ไปดำเนินการสอนในส่วนต่อไปของบทเรียน เช่น ถ้าครูรู้ว่าการบ้านมีความยาก ในการสอนบทเรียนส่วนต่อไป ครูจะต้องเพิ่มการทำความเข้าใจกระบวนการเข้ามา เพื่อที่จะให้นักเรียนมีความเข้าใจบทเรียน หรือแสดงส่วนที่ใหม่หรือยาก และส่วนที่คุ้นเคยให้นักเรียนรู้เข้าใจมากขึ้น เป็นต้น

การนำเสนอบทเรียน ประกอบด้วย 1) การนิยามศัพท์ 2) การนำเสนอกระบวนการ 3) การเรียนรู้กระบวนการ 4) การทำความเข้าใจกระบวนการ การนิยามศัพท์ เป็นการคัดเลือกมโนทัศน์ที่มีอยู่ในบทก่อน และมีความเกี่ยวข้องกับบทเรียนที่จะนำเสนอ ครูจะชี้บทเรียนส่วนต่อไปได้เมื่อตรวจสอบว่านักเรียนที่เรียนอ่อนที่สุด มีความเข้าใจมโนทัศน์เหล่านั้นแล้ว ครูตรวจสอบโดยการเรียกถามนิยามกับนักเรียนคนที่เรียนอ่อนที่สุด ถ้าตอบถูก ครูก็สามารถจะชี้บทเรียนส่วนต่อไปได้ ถ้าตอบไม่ถูกครูอาจจะเรียกนักเรียนคนอื่น หรือใช้การบอกคำนิยามโดยครู ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขเวลา ถ้าครูบอกคำนิยาม หรือนักเรียนบอกคำนิยามแล้ว ครูก็จะใช้งานประจำตามวาจา โดยให้นักเรียนท่องซ้ำ เมื่อตรวจสอบกับนักเรียนคนที่เรียนอ่อนที่สุดแล้วปรากฏว่านักเรียนบอกคำนิยามถูก ก็ชี้บทเรียนส่วนต่อไปได้ การนำเสนอกระบวนการประกอบด้วย การอธิบายขั้นตอนของกระบวนการและการแสดงกระบวนการ เพื่อที่จะอธิบายหรือแสดงกระบวนการสิ่งใหม่หรือยากจะต้องกระทำให้เข้าใจ สิ่งจำเป็นเบื้องต้นของการกระทำนี้คือ การระบุขั้นตอน การเลือกปัญหา การเลือกกระบวนการนำเสนอ การชี้บทเรียนส่วนต่อไปจะกระทำเมื่อนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม คือ กลุ่มเก่ง ปานกลาง และอ่อน มีความแม่นยำในกระบวนการแล้ว การเรียนกระบวนการ มีการกระทำหลักคือ การทบทวนกระบวนการซ้ำ กิจกรรมที่จะนำมาเสนอหลาย ๆ กิจกรรมคือ การให้ทำงานที่กระดาน การท่องพร้อมกัน การท่องเป็นรายบุคคล และการอธิบายซ้ำ ๆ การกระทำ 3 อย่างแรกจะมีผลให้นักเรียนสนใจบทเรียน การชี้บทเรียนส่วนต่อไปจะกระทำได้เมื่อใดตรวจสอบความแม่นยำของนักเรียนทั้งสามกลุ่มแล้ว การทำความเข้าใจกระบวนการ เป็นการกระทำในเวลาใดเวลาหนึ่งระหว่างการนำเสนอบทเรียน หรือการเรียนกระบวนการ เมื่อสังเกตเห็นว่านักเรียนมีความสับสน ถ้าครูพบว่านักเรียนมีความสับสนแล้ว ความสับสนนั้นนั้นจะได้รับการอธิบายเหตุผลที่อยู่เบื้องหลังกระบวนการ

การกระทำหลักของการทำความเข้าใจกระบวนการคือ การอธิบายหลักและความสัมพันธ์ กิจกรรมที่จะนำมาใช้ในการอธิบายคือ การทบทวนสิ่งที่เข่นจำนวน และระบบอื่น ๆ เช่น บล็อก รูปภาพ การระบุเงื่อนไขของการใช้ กล่าวคือ อะไรที่ทำให้เกิดผลผลิตในความหมายของความพอใจต่อเป้าหมาย และอธิบายเกณฑ์การกระทำที่ทำให้พอใจคือกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ยกตัวอย่าง เช่น การรักษาความเท่ากัน การใช้คุณสมบัติเอกลักษณ์ การใช้คุณสมบัติที่กำหนดในบทเรียนและอื่น ๆ

การฝึกโดยการช่วยเหลือ เป็นการกระทำที่ใช้เป็นสะพานเชื่อมโยงบทเรียนไปสู่การทำงานโดยอิสระ ประกอบด้วยการกระทำ 2 ส่วน คือ 1) การฝึกโดยการช่วยเหลือร่วมกัน เป็นการระบุข้อแบบฝึกหัด เป้าหมายของการฝึก โดยการช่วยเหลือร่วมกัน คือ เพื่อให้ นักเรียนฝึกแก้ปัญหาพร้อมกันทุกคนในขณะที่ควบคุมนักเรียนกลุ่มที่ทำงานบนกระดาน และกลุ่มที่ทำงานที่โต๊ะไปพร้อม ๆ กัน ครูกระจายงานให้นักเรียนทำ เช่น แจกแผ่นกระดาษ เปิดหนังสือ เรียงนักเรียนออกมาทำงานที่กระดาน ระบุข้อแบบฝึกหัดให้นักเรียนที่นั่งอยู่ที่โต๊ะอ่านปัญหาให้นักเรียนที่กระดานทำ ให้นักเรียนที่นั่งอยู่ที่โต๊ะคนหนึ่งบอกคำตอบ อีกคนหนึ่งบอกวิธีทำ 2) การฝึกโดยการควบคุม เป้าหมายคือ เพื่อตรวจสอบความแม่นยำในการทำแบบฝึกหัด ในส่วนนี้ นักเรียนทั้งหมดจะนั่งอยู่ที่โต๊ะ ครูระบุแบบฝึกหัดให้นักเรียนทำ 3 ข้อ แล้วให้นักเรียนที่ทำแบบฝึกหัดเสร็จยืนขึ้น ครูตรวจแบบฝึกหัดแล้วมอบหมายแบบฝึกหัดให้นักเรียนทำอีก 5 ข้อ คนที่จะยืนเป็นคนสุดท้ายจะได้รับการช่วยเหลือในการทำแบบฝึกหัด และทบทวนกระบวนการให้หลาย ๆ เทียว

สมมติฐานข้อ 3 กล่าวว่า ถ้าใช้วิธีสอนของเลนฮาร์ทและกรีโน และวิธีสอนของ สสวท. สอนนักเรียนที่พูดสองภาษา และภาษาเดียวแล้ว ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนจะแตกต่างกันออกไปที่แต่ละระดับของตัวแปรทั้งสอง หรือมีกิจกรรมระหว่างวิธีสอนและภาษาพูดของนักเรียน ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลครั้งที่ปรากฏในตาราง 11 ปรากฏว่า กิจกรรมระหว่างวิธีสอนและภาษาพูดของนักเรียน ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สมมติฐานข้อ 3 จึงได้รับการปฏิเสธจากข้อมูล

ผลจากการทดสอบสมมติฐานข้อ 3 ชี้ให้เห็นว่า ความแตกต่างระหว่างมัธยมเลิศคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ระดับนักเรียนที่พูดสองภาษา กับระดับนักเรียนที่พูดภาษาเดียวไม่แตกต่างกันออกไปตามระดับวิธีสอนของเลนฮาร์ทและกรีโน และระดับวิธีสอนของ

สสวท. ในทำนองเดียวกัน ความแตกต่างระหว่างมัชฌิมเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ ที่ระดับวิธีสอนของเลนฮาร์ทและกรีโน กับระดับวิธีสอนของ สสวท. ก็ไม่แตกต่างกันออกไปตามระดับนักเรียนที่พูดสองภาษา และระดับนักเรียนที่พูดภาษาเดียวด้วย

สมมติฐานข้อ 4 กล่าวว่า ถ้าให้นักเรียนที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ที่พูดสองภาษาและภาษาเดียวแล้ว ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนจะแตกต่างกันออกไปที่แต่ละระดับของตัวแปรทั้งสอง หรือมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และภาษาพูดของนักเรียน ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลดังที่ปรากฏในตาราง 11 ปรากฏว่า ปฏิสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และภาษาพูดของนักเรียน ไม่นับนัยสำคัญทางสถิติ สมมติฐานข้อ 4 จึงได้รับการปฏิเสธจากข้อมูล

ผลจากการทดสอบสมมติฐานข้อ 4 ชี้ให้เห็นว่า ความแตกต่างระหว่างมัชฌิมเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ระดับนักเรียนที่พูดสองภาษา กับระดับนักเรียนที่พูดภาษาเดียว ไม่แตกต่างกันออกไปตามระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ในทำนองเดียวกัน ความแตกต่างระหว่างมัชฌิมเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ที่ระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกับปานกลาง สูงกับต่ำ และปานกลางกับต่ำ ก็ไม่แตกต่างกันออกไปตามระดับนักเรียนที่พูดสองภาษา และระดับนักเรียนที่พูดภาษาเดียวด้วย

เนื่องจากตัวประกอบภาษาพูดไม่มีปฏิสัมพันธ์กับตัวประกอบใด ๆ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพิจารณาเฉพาะภาษาพูดของนักเรียนว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ระดับของภาษาพูดทั้งสองเป็นประการใด เพื่อตอบสมมติฐานทั้ง 4 ข้อให้ชัดเจนขึ้น

เมื่อพิจารณาเฉพาะภาษาพูดของนักเรียน ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลดังที่ปรากฏในตาราง 11 ปรากฏว่า มัชฌิมเลขคณิตของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของระดับภาษาพูดทั้งสองมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างมัชฌิมเลขคณิตทั้งสอง (ดังที่ปรากฏในตาราง 6) พบว่า มัชฌิมเลขคณิตของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่พูดภาษาเดียวสูงกว่ากลุ่มที่พูดสองภาษา ผู้วิจัยจะได้อภิปรายผลดังนี้

การที่นักเรียนที่พูดภาษาเดียว มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โจทย์ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่พูดสองภาษา อาจจะมีสาเหตุมาจากการทำความเข้าใจภาษาในโจทย์ปัญหา เนื่องจากการแก้โจทย์ปัญหา ผู้แก้ปัญหาจะต้องทำความเข้าใจปัญหาจน จึงจะแก้ปัญหานั้นได้ โดยกระบวนการทำความเข้าใจปัญหาประกอบด้วย การแปลแต่ละประโยคของปัญหา เป็นสิ่งที่เด่นอยู่ในสายตาในสมอง และการจัดกลุ่มโครงสร้างสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ และสิ่งที่โจทย์ถาม (Lewis and Mayer, 1987 : 363) นักเรียนที่พูดสองภาษาอาจจะไม่เข้าใจภาษา หรือไม่รู้อรรถาธิบายของภาษาในโจทย์ปัญหา (Suydam and Weaver, 1979 : 42) จึงไม่เข้าใจปัญหา และจัดโครงสร้างสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ และสิ่งที่โจทย์ถามไม่ได้ เมื่อไม่เข้าใจปัญหาก็แก้ปัญหานั้นไม่ได้ ผู้วิจัยจะได้อภิปรายการเรียนรู้นักเรียนสองภาษาดังนี้

1. เกิดการรบกวนการเรียนรู้อีกภาษาที่สอง ซึ่งมาเริ่ม นิลพันธ์ (2529 : 99) อธิบายไว้ว่า นักเรียนที่พูดภาษามลายูถิ่นเป็นภาษาแม่ เคยใช้ภาษามลายูถิ่นในชีวิตประจำวันแล้ว เมื่อมาเรียนภาษาไทย ทำให้การเรียนภาษาไทยไม่รู้เรื่อง เนื่องจากภาษามลายูถิ่นตามไปรบกวนการเรียนภาษาไทย หรือเกิดการถ่ายโอนทางภาษาในทางลบ นักเรียนที่พูดภาษามลายูถิ่นนั้นอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่พูดภาษามลายูถิ่น จะพูดภาษาไทยเมื่ออยู่ในโรงเรียนเท่านั้น ทำให้เกิดการคุ้นเคยต่อการใช้ภาษามลายูถิ่น เมื่อมาเรียนภาษาไทย จึงทำให้เกิดการถ่ายโอนทางภาษาในทางลบดังกล่าว ซึ่งสอดคล้องกันกับ สุทธิณี สุขตระกูล (2526 : 6) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้อีกภาษาหนึ่งจนคิดเป็นนิสัยแล้ว นิสัยนั้นจะเข้าไปมีอิทธิพลต่อการเรียนรู้อีกภาษาอื่น ๆ ทำให้เกิดความสับสน เนื่องจากนำไวยากรณ์ของภาษาแรกมาใช้กับภาษาใหม่ ซึ่งอาจมีผลต่อภาษาแม่

2. พื้นฐานหรือประสบการณ์ในการเรียนรู้อีกภาษาไทยยังไม่เพียงพอ ดังที่สตาตส์ (Staats, 1968 : 397) กล่าวว่า ความรู้เกี่ยวกับภาษาที่มีอยู่ในตัวนักเรียน มีความสำคัญต่อการปรับตัวของนักเรียนในสถานการณ์การเรียนรู้แบบต่าง ๆ สถานการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับภาษาขึ้นอยู่กับความรู้เกี่ยวกับภาษาที่นักเรียนมีอยู่ ถ้านักเรียนมีความรู้พื้นฐานไม่เพียงพอ การสร้างสถานการณ์การเรียนรู้ก็ไม่เป็นผล