บทที่ 2
วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า แนวคิด ทฤษฎี จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะนำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. แนวคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีกับการเรียนการสอน
2. แนวคิดเกี่ยวกับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) กับการเรียนการสอน
3. กรอบทฤษฎีที่ใช้ในการพัฒนาแผนการจัดการเรียนการสอนที่เน้นความรู้ความเข้าใจ
4. กรอบทฤษฎีที่ใช้ในงานวิจัย
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. แนวคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีกับการเรียนการสอน

เทคโนโลยีเป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้สำหรับการสอนและการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เทคโนโลยียังส่งเสริมการขยายขอบเขตเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้สอนและยกระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน โปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ เครื่องคิดเลข และเทคโนโลยีอื่นๆ ที่สนับสนุนในการจัดเก็บข้อมูล การบันทึกข้อมูล การรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล เทคโนโลยีเหล่านี้ มีศักยภาพในการคำนวณและเป็นเครื่องมือที่สะดวกเหมาะสม ช่วยในการคำนวณที่ถูกต้อง รวมทั้งการวาดภาพแบบไดนามิค และเป็นเครื่องมือเชิงกราฟิก นักเรียนสามารถขยายขอบเขตในการเรียนรู้คณิตศาสตร์และค้นพบแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยการใช้เทคโนโลยีเหล่านี้ การใช้เครื่องมือเกี่ยวกับเทคโนโลยีในบริบทของปัญหาที่น่าสนใจ ส่งเสริมให้นักเรียนแสดงออกทางการเรียนรู้ระดับสูง ได้แก่ การสะท้อน(Reflection) การให้เหตุผล (Reasoning) การตั้งปัญหาใหม่ (Problem Posing) การแก้ปัญหา (Problem Solving) และการสร้างการตัดสินใจ (Decision Making)

เทคโนโลยีเหล่านี้เป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ ถ้านำเข้าไปในโปรแกรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์อย่างเหมาะสม ครูจะต้องเตรียมความพร้อมในฐานะที่เป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถในการตัดสินใจ และการกำหนดว่าจะใช้เทคโนโลยีเมื่อไหร่หรืออย่างไรถึงจะเกิดประโยชน์กับนักเรียนมากที่สุด

Anthony (1996 อ้างถึงใน Heingraj, 2003) เสนอว่าการเปลี่ยนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจากครูมีความสำคัญมาเป็นผู้เรียนเป็นสำคัญ ครูจะต้องเปลี่ยนบทบาทจากการเป็นผู้สอน ผู้ชี้นำ และเป็นผู้ถ่ายทอดมาเป็นผู้ให้คำแนะนำ ผู้อำนวยความสะดวก ช่วยส่งเสริมสนับสนุนผู้เรียน ให้

ผู้เรียนลงมือเรียนรู้ และค้นพบความรู้จากสื่อ และแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ เพื่อนำไปสร้างองค์ความรู้ (Knowledge Construction) ด้วยตัวของนักเรียนเอง และ Anthony ได้อธิบายเกี่ยวกับความรู้ และการเรียนรู้ในลักษณะของการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้นไว้ 2 ลักษณะ คือ ลักษณะที่หนึ่ง เป็นกิจกรรมการเรียนรู้โดยที่นักเรียนมีอิสระในการพิจารณา และควบคุมกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ลักษณะที่สองอธิบายในส่วนคุณภาพของนักเรียนโดยที่ Anthony อธิบายว่าความรู้จะถูกสร้างอย่างกระตือรือร้นโดยตัวนักเรียน โดยนักเรียนจะใช้ความรู้ที่มีอยู่ของพวกเขา ไม่ได้เป็นการรับจากครูเพียงเท่านั้น Anthony ได้ให้เสนอข้อสันนิษฐานเกี่ยวกับการเรียนรู้ของทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ (constructivist) ไว้ 3 ข้อดังนี้

1) การเรียนรู้เป็นกระบวนการของการสร้างความรู้ ไม่ใช่เรื่องการบันทึกความรู้

2) การเรียนรู้เป็นการอาศัยความรู้ คือการใช้ความรู้เดิมที่มีอยู่ในการสร้างความรู้ใหม่

3) นักเรียนตระหนักถึงกระบวนการเกี่ยวกับการรู้ และสามารถควบคุม และกำหนดกระบวนการนั้นๆ ซึ่งการตระหนัก หรือการรู้ถึงการรู้ถึงการรู้ของตัวเอง เป็นสิ่งที่มีความหมายต่อการเรียนรู้

NCTM (2000) กล่าวว่าเทคโนโลยีเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญสำหรับหลักสูตรคณิตศาสตร์ และมีความจำเป็นในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และยังมีอิทธิพลต่อการเพิ่ม การเรียนรู้ของนักศึกษา นักศึกษาสามารถเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้งถ้าใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม นอกจากนี้ยังได้เสนอไว้ใน The Principle and Standards ว่าการเรียนรู้สามารถเพิ่มขึ้นได้โดยอาศัยเทคโนโลยี การสอนจะมีประสิทธิภาพมากขึ้นเพราะครูสามารถใช้เทคโนโลยีในการเตรียมประสบการณ์ที่นอกเหนือจากที่ครูทำได้ เช่น การสร้างโมเดลทางคณิตศาสตร์ การสร้างสถานการณ์จำลอง การจัดการเกี่ยวกับฟังก์ชัน ไม่ว่าจะเป็นเกี่ยวกับสัญลักษณ์ที่ซับซ้อน การใช้เทคโนโลยีมีส่วนช่วยเปลี่ยนสิ่งแวดล้อมให้มีความเหมาะสมกับห้องเรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง และสนับสนุนการเรียนรู้ของนักศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สสวท. [2006] ได้เสนอว่า การทำความพยายามอย่างยิ่งในการทำผลของการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ในการสอนและการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยมีการคำนึงถึงประโยชน์ของโปรแกรม สสวท ซึ่งได้นำโปรแกรม GSP มาใช้ในโรงเรียนทั่วประเทศไทย ในการสอนการเรียนรู้เรขาคณิตเป็นเรื่องยากสำหรับนักศึกษาที่จะเข้าใจเนื้อหาสาระเช่นเดียวกันกับเป็นเรื่องยากที่จะพัฒนาทักษะการให้เหตุผลการมองเห็นภาพตามความเป็นจริงในการแก้ปัญหาทางเรขาคณิต แต่การวิจัยพบว่าการบูรณาการโปรแกรม GSP ในวิชา

เรขาคณิตสามารถนำมาใช้เพื่อแก้ปัญหาเหล่านี้ โปรแกรม GSP สามารถทำให้นักศึกษามีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์พอกันกับมีผลสัมฤทธิ์ที่ดีขึ้น

2. แนวคิดเกี่ยวกับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) กับการเรียนการสอน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [ส ส ว ท] (2548) กล่าวว่า GSP เป็นสื่อเทคโนโลยีที่ช่วยให้ผู้เรียนมีโอกาสเรียนคณิตศาสตร์ โดยการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เนื่องจากเวลาใช้ GSP ผู้ใช้สามารถสร้างตัวแบบคณิตศาสตร์ที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวเชิงเรขาคณิต และผู้ใช้สามารถทำปฏิกิริยาโต้ตอบได้ GSP สามารถนำมาใช้สำรวจเบื้องต้นเกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิต และจำนวน ตลอดถึงการแสดงการเคลื่อนไหวของเนื้อหาด้านคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนผู้ใช้สามารถใช้ GSP สร้าง และวัดค่าต่างๆ ของรูปเรขาคณิตได้อย่างแม่นยำด้วยเครื่องมือ และคำสั่งจากเมนูใน GSP สามารถสร้างรูปเรขาคณิตและวิเคราะห์ได้แทบทุกรูป สามารถลากรูปเพื่อสำรวจและศึกษาความสัมพันธ์ต่างๆ เนื่องจากภาพนิ่งบนกระดานดำ ในสมุดโน้ตหรือหนังสือนั้นไม่แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างกัน ได้เท่ากับภาพที่เป็นพลวัตโดย GSP จากรูปเพียงรูปเดียวเราสามารถลากส่วนต่างๆ ของรูปให้เกิดการเคลื่อนไหว ทำให้สามารถศึกษาตัวอย่างได้หลายๆ ตัวอย่าง พร้อมทั้งสร้างข้อความคาดการณ์ที่เป็นจริงสำหรับรูปเรขาคณิตแบบต่างๆ ในห้องเรียนคณิตศาสตร์ GSP เป็นเครื่องมือช่วยให้เห็นข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ได้ชัดขึ้น สามารถใช้ในชั้นเรียน ได้ตั้งแต่ระดับโรงเรียนจนถึงมหาวิทยาลัย เราสามารถใช้ซอฟต์แวร์ GSP ในการศึกษาเรขาคณิตแบบ Euclidean การแปลงทางเรขาคณิต เรขาคณิตวิเคราะห์ Fractals หรือแม้แต่เรขาคณิตแบบ Non- Euclidean ซอฟต์แวร์ GSP จึงทำให้การเรียนคณิตศาสตร์มีชีวิตชีวามากยิ่ง ศักยภาพในการสร้างสมการ ระบบพิกัด ฟังก์ชัน กราฟ การทำซ้ำ และ การสร้างโลคัสทำให้ซอฟต์แวร์นี้กลายเป็นสิ่งจำเป็นในการศึกษาพีชคณิต ตรีโกณมิติ และ คณิตศาสตร์ด้านอื่นๆ

3. กรอบทฤษฎีที่ใช้ในการพัฒนาแผนการจัดการเรียนการสอนที่เน้นความรู้ความเข้าใจ

3.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยนำเสนอต่อไปนี้เป็นทฤษฎีที่มีหลักการและแนวคิดสอดคล้องกับการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

3.1.1 ความหมายและหลักการการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

กระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสำคัญที่สุด หมายถึง การกำหนดจุดมุ่งหมาย สาระ กิจกรรม แหล่งเรียนรู้ สื่อการเรียน และการวัดประเมินผล ที่มุ่งพัฒนาคนและชีวิตให้เกิดประสบการณ์การเรียนรู้เต็มความสามารถ สอดคล้องกับความถนัด ความสนใจ และความต้องการ

ของผู้เรียน กิจกรรมการเรียนคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้จนค้นพบสาระสำคัญของบทเรียน ได้ฝึกคิดวิเคราะห์คำนวณ สร้างสรรค์จินตนาการและสามารถแสดงออกให้ได้เหตุผล โดยครูมีบทบาทปลุกเร้าและเสริมแรงในทุกกิจกรรมให้ค้นพบคำตอบ และความมีวินัยรับผิดชอบในการทำงาน ผู้เรียนมีโอกาสฝึกการประเมินและปรับปรุงตนเอง

การที่ครูสามารถดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนผสมผสานและต่อเนื่อง โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ประสบการณ์ ความรู้รอบตัว ความชำนาญ ความสนใจของแต่ละคนมาร่วมทำกิจกรรม มีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน มีโอกาสได้คิดพิจารณาแสดงความคิดเห็นร่วมกัน โดยครูเป็นผู้ให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนต้องการ ครูจะให้ความสำคัญต่อกระบวนการคิดกระบวนการทำงานของนักเรียนมากกว่าสิ่งที่นักเรียนคิดหรือสิ่งที่นักเรียนผลิตขึ้นมา

ทิศนา แขมมณี และ คณะ (2545) และกิ่งฟ้า สินธุวงษ์ (2547 อ้างถึงใน บุญทัน สุตพงศ์, 2550) กล่าวว่าทฤษฎีการเรียนรู้ที่สำคัญทฤษฎีหนึ่งเป็นที่ยอมรับกันคือ ทฤษฎีสร้างความรู้ (Constructivism) ทฤษฎีนี้ตั้งอยู่บนแนวคิดของเพียเจต์ (Piaget)ที่อธิบายการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสำคัญ 2 กระบวนการคือกระบวนการดูดซึมประสบการณ์ (Assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) ซึ่งเป็นการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาให้สอดคล้องกับสิ่งแวดล้อมใหม่ ซึ่งกระบวนการการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อบุคคลนั้นมีการจัดกระทำ (ทางสมอง) ในการนำสิ่งเร้า (ข้อมูลใหม่) มาเชื่อมโยงกับข้อมูลเดิมที่มีอยู่ในโครงสร้างทางปัญญา (Schema หรือ Schemata) ของตนเองซึ่งบุคคลได้สั่งสมมาตั้งแต่เกิด กระบวนการที่โครงสร้างทางปัญญาเดิมซึมซับสิ่งเร้าใหม่เข้าไป หรือกระบวนการที่ความรู้ใหม่กับความรู้เดิมเชื่อมโยงกันอย่างลงตัวและมีความหมายกับบุคคลนั้นจะทำให้บุคคลนั้นอยู่ในสภาวะสมดุลมีความเข้าใจในประสบการณ์หรือข้อความรู้นั้นสามารถอธิบาย และแสดงออกได้ตามความเข้าใจของตนเอง เนื่องจากตนเป็นผู้คิด ผู้สร้าง ความหมายของสิ่งเหล่านั้นด้วยตนเอง

3.1.2 ทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้กับการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

Anthony (1996 อ้างถึงใน Heingraj, 2003) อธิบายเกี่ยวกับความรู้และการเรียนรู้ในลักษณะของการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้นไว้ 2 ลักษณะ คือ ลักษณะที่หนึ่งเป็นกิจกรรมการเรียนรู้โดยที่นักเรียนมีอิสระในการพิจารณาและควบคุมกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตัวเอง ลักษณะที่สองอธิบายในส่วนคุณภาพของนักเรียนโดยที่ Anthony อธิบายว่าความรู้จะถูกสร้างอย่างกระตือรือร้นโดยตัวนักเรียนโดยนักเรียนจะใช้ความรู้ที่มีอยู่ของพวกเขา ไม่ได้เป็นการรับรู้จากครูเพียงเท่านั้น Anthony ได้ให้ข้อสันนิษฐานเกี่ยวกับการเรียนรู้ของทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivist) ไว้ 3 ข้อดังนี้ 1) การเรียนรู้เป็นกระบวนการของการสร้างความรู้ไม่ใช่เรื่องการ

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

บันทึกความรู้หรือการรับรู้ 2)การเรียนรู้เป็นการอาศัยความรู้สึกคือการใช้ความรู้เดิมที่มีอยู่ในการสร้างความรู้ใหม่ 3)นักเรียนตระหนักถึงกระบวนการเกี่ยวกับการเรียนรู้ การควบคุมและกำหนดกระบวนการนั้นๆซึ่งการตระหนักหรือการรู้ถึงการรู้ของตัวเองเป็นสิ่งที่มีความหมายต่อการเรียนรู้

Von Glasersfeld (1995 อ้างถึงใน ชาญณรงค์ เฮียงราช, 2552) เสนอเกี่ยวกับการเรียนรู้ในมุมมองของ ทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้นิยม (Constructivist) นักเรียนสร้างความรู้โดยกระบวนการคิดของตนเอง โดยเมื่อนักเรียนเผชิญปัญหาหรือสถานการณ์ที่แตกต่างไปจากเดิม นักเรียนก็จะเกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive Conflict) ซึ่งเป็นสภาวะที่ประสบการณ์ใหม่ที่ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม นักเรียนจะต้องปรับโครงสร้างทางปัญญาโดยเกิดจากกระบวนการดูดซึม (Assimilation) ซึ่งเป็นการปรับโครงสร้างทางปัญญาเป็นการเสริมความรู้ใหม่โดยปรับให้เข้ากับความรู้เดิมที่มีอยู่ และกระบวนการปรับเปลี่ยน (Accommodation) ซึ่งเป็นการปรับโครงสร้างใหม่เพื่อสร้างความรู้ใหม่เพื่อให้เข้ากับสถานการณ์ปัญหาที่เผชิญอยู่

3.1.3 กระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Piaget

ทิศนา แขมมณี (2545) และกิ่งฟ้า สินธุวงษ์ (2547 อ้างถึงในบุญทัน สุตพงศ์, 2550) กล่าวว่า ทฤษฎีการเรียนรู้ที่สำคัญทฤษฎีหนึ่งเป็นที่ยอมรับกันคือทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้นิยม (Constructivism) ทฤษฎีนี้ตั้งอยู่บนแนวคิดของ Piaget ที่อธิบายการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสำคัญ 2 กระบวนการคือกระบวนการดูดซึม (Assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) ซึ่งเป็นการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาให้สอดคล้องกับสิ่งแวดล้อมใหม่ ซึ่งกระบวนการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อบุคคลนั้นมีการจัดกระทำ (ทางสมอง) ในการนำสิ่งเร้า (ข้อมูลใหม่) มาเชื่อมโยงกับข้อมูลเดิมที่มีอยู่ในโครงสร้างทางปัญญา (Schema หรือ Schemata) ของตนเองซึ่งบุคคลได้สั่งสมมาตั้งแต่เกิด กระบวนการที่โครงสร้างทางปัญญาเดิมซึมซับสิ่งเร้าใหม่เข้าไป หรือกระบวนการที่ความรู้ใหม่กับความรู้เดิมเชื่อมโยงกันอย่างลงตัว และมีความหมายกับบุคคลนั้นจะทำให้บุคคลนั้นอยู่ในสภาวะสมดุล มีความเข้าใจในประสบการณ์หรือข้อความรู้นั้นสามารถอธิบายและแสดงออกได้ตามความเข้าใจของตนเอง เนื่องจากตนเป็นผู้คิดและสร้างความหมายของสิ่งเหล่านั้นด้วยตนเอง

Piaget (อ้างถึงในชาญณรงค์ เฮียงราช, 2550) ได้กล่าวถึงการพัฒนาทางสติปัญญาว่าการสร้างองค์ความรู้คือความเข้าใจในมโนมติทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการเฉพาะของแต่ละบุคคลโดยบุคคลจะสร้างองค์ความรู้หรือมีความเข้าในมโนมติที่คาดหวังบนพื้นฐานความรู้เดิมที่มีอยู่ โดยการนำเอาความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมที่มีอยู่นั้นมาสร้างความหมายหรือความเข้าใจกับประสบการณ์ใหม่ที่กำลังเผชิญอยู่ ดังนั้นความหมายที่ถูกสร้างขึ้นในประสบการณ์เดียวกันของแต่ละบุคคลจะมีความแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความรู้เดิมที่บุคคลนำมา

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
วันที่ 24 ธ.ค. 2555
เลขทะเบียน 203322
เลขเรียกหนังสือ

สร้างความหมายนั้นมีความสอดคล้องและมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับประสบการณ์ใหม่ที่กำลังเผชิญหรือไม่ นั่นคือองค์ความรู้ใหม่ที่ถูกสร้างขึ้นมานั้นมีความถูกต้องเหมาะสมเพียงพอหรือไม่เพียงไรนั้นจะขึ้นอยู่กับความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้หรือประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ได้อย่างเหมาะสมหรือไม่เพียงใด ซึ่งแนวคิดพื้นฐานนี้เป็นแนวคิดสร้างสรรค์ความรู้นิยม (Constructivism) โดย Piaget ได้กล่าวถึงแนวโน้มพื้นฐานทางธรรมชาติ ของมนุษย์ที่ติดตัวมาแต่กำเนิดว่ามีอยู่ 2 ลักษณะ คือ การจัดระบบ (Organization) และการปรับตัว (Adaptation)โดยที่การจัดระบบเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวของแต่ละบุคคลโดยวิธีการรวมกระบวนการต่างๆที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันนำมาเชื่อมโยงกันอย่างมีระบบซึ่งทำให้เกิดโครงสร้างทางปัญญาขึ้น (Network of Knowledge/Schema) ส่วนการปรับตัวเป็นการที่บุคคลปรับตัวเองให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม การปรับนี้จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อคนเราปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมโดยที่การปรับตัวนี้ประกอบด้วย 2 กระบวนการ คือ กระบวนการดูดซึม (Assimilation) และกระบวนการปรับเปลี่ยน (Accommodation) พัฒนาการทางสติปัญญาจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อบุคคลรับเอาประสบการณ์ใหม่จากสิ่งแวดล้อมที่มีความสอดคล้องกับสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางสติปัญญาที่มีอยู่เดิม ซึ่งกระบวนการนี้เรียกว่ากระบวนการดูดซึม (Assimilation) แต่ในกรณีที่หากไม่มีความสอดคล้องหรือสัมพันธ์กันระหว่างความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ที่รับเข้ามา บุคคลนั้นจะเกิดภาวะไม่สมดุลทางปัญญาขึ้น (Disequilibration) ซึ่งทำให้บุคคลนั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญาขึ้น (Cognitive conflict) ดังนั้นบุคคลจึงพยายามปรับสภาวะทางปัญญานั้นให้อยู่ในสภาวะที่สมดุล (Equilibration) โดยการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาหรือประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ (Accommodation) ให้สอดคล้องและสัมพันธ์กับประสบการณ์ใหม่เพื่อที่จะเอาประสบการณ์นั้นเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างทางปัญญาต่อไป

3.1.4 ทฤษฎีความรู้ความเข้าใจของ Hiebert และ Carpenter

Hiebert & Carpenter (1992 อ้างถึงใน ชาญณรงค์ เฮียงราช, 2552) ได้กล่าวถึงความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในสมองของแต่ละบุคคล แต่ละบุคคลจะเข้าใจในแนวคิดหรือ มโนมติทางคณิตศาสตร์ก็ต่อเมื่อแนวคิดนั้นเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ (Network/Schema of Mathematical Knowledge) โดยการเชื่อมกระบวนการที่เกี่ยวข้อง และมีความสัมพันธ์กัน แต่อย่างไรก็ตามCrowley ได้ให้ข้อสังเกตว่าความมากหรือน้อยของกระบวนการที่เชื่อมโยงอยู่ในโครงสร้างของความรู้นั้นไม่ได้เป็นตัวบ่งบอกถึงการที่บุคคลนั้นจะมีความเข้าใจในมโนมติหรือ ประสบความสำเร็จในการแก้สถานการณ์ปัญหาที่เผชิญ แต่ความเข้าใจในมโนมติหรือความสำเร็จในการแก้ปัญหานั้นจะขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพและคุณภาพของการเชื่อมโยงมากกว่า ดังที่ Hiebert & Carpenter (1992) ได้กล่าวไว้ว่าความล้มเหลวใน

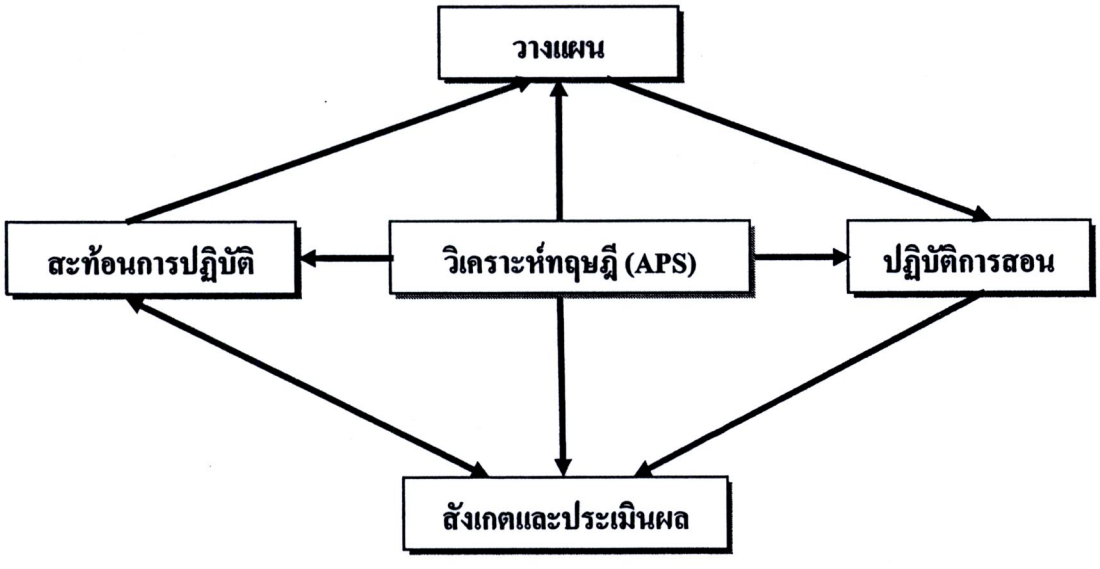
การสร้างความเชื่อมโยงในมโนมติหรือกระบวนการทาง คณิตศาสตร์ที่เหมาะสมและมีความหมาย อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้นักเรียนเกิดความยุ่งยาก ในการพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางคณิตศาสตร์ Hiebert & Carpenter ได้จำแนกความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ลักษณะคือ Conceptual Understandingและ Procedural Understanding โดยที่ Conceptual Understanding เป็นความเข้าใจที่เกิดจากการเชื่อมโยงความรู้หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ ส่วน Procedural Understanding เป็นการเข้าใจในกระบวนการแต่ละกระบวนการซึ่งเป็นขั้นตอนของการจัดกระทำหรือขั้นตอนการคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์ โดยที่นักเรียนยังไม่สามารถพิจารณาความสอดคล้องหรือความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆเพื่อสร้างความเชื่อมโยงกระบวนการเหล่านั้น

4. กรอบทฤษฎีที่ใช้ในงานวิจัย

4.1 กรอบทฤษฎีการพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้ศึกษากรอบทฤษฎีการพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งพัฒนาโดย ชาญณรงค์ เฮียงราช (2552) จากการศึกษาการพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีขั้นตอนในการปฏิบัติที่สำคัญ 5 ขั้นตอนคือ 1) ขั้นการวิเคราะห์ทฤษฎี (Theoretical Analysis) 2) ขั้นการวางแผน (Planning) 3) ขั้นปฏิบัติการสอน (Implementation of Instruction) 4) ขั้นการสังเกตและประเมินผล (Observation and Assessment) 5) ขั้นสะท้อนการปฏิบัติ (Reflection)

ขั้นตอนการพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอน และคำอธิบายความสัมพันธ์ในแต่ละขั้นตอน ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบทฤษฎีการพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (ชาญณรงค์ เฮียงราช 2552)

จากการวิเคราะห์ทฤษฎีเพื่อตอบคำถามความเข้าใจในมโนมติทางคณิตศาสตร์คืออะไร และความเข้าใจนั้นถูกสร้างโดยนักเรียนได้อย่างไร ผลการวิเคราะห์ในครั้งแรกจะเกิดจากความรู้ความเข้าใจของครู ผู้วิจัยและทีมผู้ช่วยวิจัย (ทีมวิจัย) เกี่ยวกับมโนมติที่ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้ และอยู่บนพื้นฐานของประสบการณ์ของการที่เคยเป็นนักเรียนและเป็นครูที่สอนมโนมตินั้นมาก่อน การวิเคราะห์ทฤษฎีจะมีผลต่อการวางแผนการเรียนรู้ของครูจะถูกสร้างขึ้นจากผลของการวิเคราะห์ทฤษฎี ซึ่งอธิบายพัฒนาการของความเข้าใจในมโนมติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ทีมวิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการเรียนการสอนในชั้นเรียน และกระบวนการสร้างความเข้าใจของนักเรียน ทีมวิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลภายใต้กรอบทฤษฎีเกี่ยวกับความเข้าใจในมโนมติทางคณิตศาสตร์ และนำผลการวิเคราะห์มาพิจารณาประกอบการวางแผนและสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ใหม่ เป็นการเข้าไปในวงจรการเรียนรู้อีกครั้ง เพื่อให้ได้แผนการจัดการเรียนรู้ใหม่ที่เหมาะสมสำหรับทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในมโนมติทางคณิตศาสตร์ตามที่ทีมวิจัยคาดหวัง

4.2 กรอบทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะห์ความเข้าใจ

การวิจัยในครั้งนี้ใช้กรอบทฤษฎี APS (Action-Process-Structure) เพื่อวิเคราะห์ความเข้าใจเชิงมโนมติของนักศึกษาในการเรียนการสอนเรื่อง เวกเตอร์พัฒนาโดยชาญณรงค์ เฮียงราช (2552) เพื่ออธิบายธรรมชาติของโครงสร้างทางปัญญา (Schema or Network of Knowledge) ที่จำเป็นต่อการสร้างความรู้และความเข้าใจเชิงมโนมติทางคณิตศาสตร์ โดยได้จำแนกระดับความเข้าใจเชิงมโนมติทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ระดับ คือ ความเข้าใจในระดับการจัดกระทำ (Action Conceptual Understanding) ความเข้าใจในระดับกระบวนการ (Process Conceptual Understanding) และความเข้าใจในระดับโครงสร้าง (Structural Conceptual Understanding) มีรายละเอียดดังนี้

1) **ความเข้าใจในระดับการจัดกระทำ (Action Conceptual Understanding)** เป็นความเข้าใจที่เกิดจากการที่ผู้เรียนใช้ความรู้เดิมมาสร้างความหมายต่อสิ่งเร้าจากภายนอกได้จากการสังเกตนักเรียนที่มีความเข้าใจจำกัดในระดับการจัดกระทำมีความสามารถในการปฏิบัติตามเงื่อนไขที่กำหนดหรือขั้นตอนการคำนวณที่กำหนดอย่างเป็นลำดับขั้นตอนที่ต่อเนื่องกัน ขั้นตอนในแต่ละขั้นตอนจะถูกกระทำให้สำเร็จก่อนที่จะทำในขั้นตอนต่อไป เช่น นักเรียนใช้เมนูในโปรแกรม GSP ในการวัด สร้างรูปเรขาคณิต หรือคลิกปุ่มที่ผู้สร้างกิจกรรมสร้างขึ้นแล้วสังเกตผลที่เกิดขึ้นที่หน้าจอคอมพิวเตอร์

2) **ความเข้าใจในระดับกระบวนการ (Process Conceptual Understanding)** ความเข้าใจในระดับนี้เกิดจากการที่นักเรียนได้พัฒนาความเข้าใจในระดับการจัดกระทำหรือการคิดคำนวณหลายๆครั้ง จนกระทั่งสามารถใช้ความรู้ความเข้าใจที่เกี่ยวข้องมาสร้างข้อสรุปเป็นกรณีทั่วไปโดยการวิเคราะห์สังเคราะห์ หรือเปรียบเทียบผลที่ได้จากการสังเกต การวัดหรือการคิด

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

คำนวณ หรือการจัดกระทำอย่างเป็นลำดับขั้นตอนในรูปของมโนภาพ (Concept Images) โดยไม่จำเป็นต้องไปจัดกระทำหรือคิดคำนวณที่เป็นลำดับขั้นตอน นอกจากนี้นักเรียนสามารถอธิบายสะท้อน หรือคิดย้อนกลับกระบวนการจัดกระทำนั้นโดยไม่จำเป็นต้องแสดงการจัดกระทำในแต่ละขั้นตอนออกมา เช่น นักเรียนสามารถหาข้อสรุปเป็นกรณีทั่วไปจากผลการสังเกตการจัดกระทำกับรูปหรือสิ่งที่ปรากฏบนหน้าจอคอมพิวเตอร์

3) **ความเข้าใจในระดับโครงสร้าง (Structural Conceptual Understanding)** เป็นความเข้าใจที่เกิดจากการที่นักเรียนเชื่อมโยงความเข้าใจในระดับกระบวนการหลายๆ กระบวนการที่เกี่ยวข้องกันเพื่อใช้ในการสร้างความเข้าใจในระดับกระบวนการใหม่หรือความเข้าใจในมโนมติทางคณิตศาสตร์ใหม่ในระดับที่สูงขึ้น หรือนำเอาความเข้าใจในระดับกระบวนการหลายๆ กระบวนการมาใช้ในการแก้ปัญหา ผลจากการเชื่อมโยงความเข้าใจในระดับกระบวนการจะทำให้เกิดโครงสร้างทางปัญญา (Schema) ขึ้น อาจกล่าวได้ว่าความเข้าใจในระดับนี้เป็นการนำเอาความเข้าใจในระดับกระบวนการหลายๆกระบวนการที่เกี่ยวข้องกันมาเชื่อมโยงอย่างเหมาะสมเพื่อเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างทางปัญญา

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad

Knuth & Hartmann (2005) กล่าวว่าเทคโนโลยีจะสามารถให้วิธีการที่มีประสิทธิภาพในการที่จะสร้างความเข้าใจและรูปแบบเชิงคณิตศาสตร์ให้แก่ผู้เรียน สามารถให้ความคิดรวบยอดเป็นประเด็นหลักในเรื่องการสนทนาที่เป็นลักษณะของความคิดรวบยอด ซึ่งหมายถึงความสัมพันธ์ของภาพและการอธิบายเพื่อที่จะแสดงให้เห็นในวิธีการต่างๆ เทคโนโลยีอาจจะถูกนำไปใช้ปลูกฝังการสนทนาที่เป็นความคิดรวบยอดของผู้เรียน อย่างไรก็ตามพวกเขาก็เชื่อว่าการสนทนาที่มีลักษณะเป็นความคิดรวบยอดสามารถแสดงถึงแง่มุมที่เป็นประเด็นในการใช้เทคโนโลยี สรุปได้ว่าการส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้โปรแกรม GSP จะพัฒนาบทบาทความสัมพันธ์ของภาพและการอธิบายเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจของนักเรียนและทำให้ทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาสูงขึ้น

Khairiree (2006) เสนอว่า GSP เป็นโปรแกรมทางด้านคณิตศาสตร์ที่สามารถเคลื่อนไหวได้ ให้โอกาสครูและนักเรียนได้สร้างสรรค์ความรู้โดยการลากและสร้างกราฟ GSP สามารถเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเรียนทางด้านคณิตศาสตร์ โดยการใช้ GSP ในการเรียน ผ่านการสำรวจ การตรวจสอบและการค้นหา สามารถทำให้นักเรียนเกิดมโนภาพและส่งเสริมการคาดคะเน

ก่อนลงมือพิสูจน์ GSP สนับสนุนความเข้าใจของนักเรียนและทำให้ทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น

Heingraj (2006) ได้ศึกษาบทบาทของโปรแกรม GSP ในกระบวนการสร้างความเข้าใจในมโนมติทางเรขาคณิตเกี่ยวกับการเลื่อนขนานของนักศึกษาระดับปริญญาตรีสาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ชั้นปีที่1 ปีการศึกษา 2549 จำนวน1 คน เป็นกรณีศึกษาโดยใช้กรอบทฤษฎีความเข้าใจในระดับการจัดกระทำ (Action Understanding) ความเข้าใจในระดับกระบวนการ (Process Understanding) และความเข้าใจในระดับโครงสร้าง (Structural Understanding) พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP ช่วยให้นักศึกษาพัฒนาความเข้าใจในระดับโครงสร้าง

บุญทัน สุตพงศ์ (2550) ได้พัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องแบร์เซ็นเตอร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้สำหรับนักศึกษามหาวิทยาลัยสุภานุวงศ์ สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ได้ทำการวิจัยกับนักศึกษามหาวิทยาลัยสุภานุวงศ์ชั้นปีที่ 4 จำนวน 2 ห้อง คือห้อง 4M1 จำนวน 42 คน และ ห้อง 4M2 จำนวน 43 คน โดยแบ่งนักศึกษาเป็นห้องละ 14 กลุ่ม กลุ่มละ 3 คนผลการวิจัยพบว่า ระดับการจัดกระทำ (Action Conceptual Understanding) นักศึกษาสามารถกำหนดจุด G เป็นจุดอยู่ในสภาวะสมดุล ขั้นระดับกระบวนการ (Process Conceptual Understanding) นักศึกษาสามารถสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลง และค้นพบความสัมพันธ์ของตัวแปรที่เป็นองค์ประกอบของแบร์เซ็นเตอร์ ความเข้าใจในระดับโครงสร้าง (Structural Conceptual Understanding) นักศึกษาสามารถสรุปข้อความรู้ในรูปกฎเกณฑ์หรือหลักการเกี่ยวกับแบร์เซ็นเตอร์

ทองขาว แสงสุริจันทร์ (2550) ได้ศึกษาระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือช่วยการเรียนรู้ซึ่งได้ทำการวิจัยกับนักเรียนมัธยมสมบูรณ์ปากแจ้ง บ้านปากแจ้ง อำเภอเวียงคำ จังหวัดเวียงจันทน์ สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว จำนวน 6 คน จาก 20 คนที่เข้าทำการทดสอบวัดระดับการคิดเชิงเรขาคณิตตามรูปแบบของ Van Hiele นักเรียนทั้ง 6 คนนี้มีระดับการคิดเชิงเรขาคณิตอยู่ในระดับที่ 2 : การวิเคราะห์แบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 3 คน ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ในขณะนักเรียนทำกิจกรรม นักเรียนได้แสดงระดับการคิดเชิงเรขาคณิตตามรูปแบบระดับการคิดของ Van Hiele ในระดับที่ 3 ระดับที่ 1: นักเรียนให้ข้อสังเกตผลที่เกิดจากการจัดกระทำกับรูปเรขาคณิตบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะอยู่ในลักษณะของรูปร่าง ระยะทางและทิศทางการเคลื่อนที่ ระดับที่ 2: นักเรียนสามารถวิเคราะห์เวกเตอร์กำหนดการเลื่อนขนาน เส้นสะท้อนหรือมุม

หมุน ในฐานะที่เป็นพารามิเตอร์ที่ควบคุมการแปลงทางเรขาคณิต ระดับที่ 3 : นักเรียนสร้างการเชื่อมโยงระหว่างสมบัติของภาพที่ได้จากการแปลงและพารามิเตอร์ที่ควบคุมการแปลงทางเรขาคณิต

กาญดา ฉลาดล้น (2550) ได้ศึกษากระบวนการสร้างความคิดรวบยอดเชิงมโนภาพของนักเรียนเรื่องวงกลมโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนรู้ โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพซึ่งเน้นการวิเคราะห์โปรโตคอล (Protocol Analysis) และทำการวิเคราะห์ข้อมูลตามกรอบทฤษฎี APS (Action-Process-Structure) ที่พัฒนาโดย Heingraj (2006) ผลการวิจัยพบว่า 1) ระดับการจัดกระทำ (Action) นักเรียนสามารถแปลความหมายจากข้อมูลโดยการสังเกตและนำความรู้เดิมมาใช้ 2) ระดับกระบวนการ (Process) นักเรียนสามารถอธิบายเปรียบเทียบสะท้อนสิ่งที่สังเกตได้จากภาพเคลื่อนไหวบนหน้าจอ 3) ระดับโครงสร้าง (Structure) นักเรียนมีการสร้างความคิดรวบยอดเชิงมโนภาพในระดับที่สูงขึ้น และในการศึกษาความคิดเห็นต่อการใช้โปรแกรม GSP ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นักเรียนมีความคิดเห็นว่าการใช้โปรแกรม GSP ช่วยให้เรียนคณิตศาสตร์ได้ง่ายขึ้นและเข้าใจโดยการเปรียบเทียบและสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เกิดความสนุกสนานเพราะเป็นภาพที่เคลื่อนไหวได้และมองเห็นภาพได้ชัดเจนมากขึ้น

กฎุมพี กาสีชา (2550) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่องวงกลมโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad การวิจัยครั้งนี้เป็นกรณีศึกษา โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพเชิงเน้นการวิเคราะห์โปรโตคอล (Protocol analysis) และทำการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจของนักเรียนโดยใช้กรอบทฤษฎี APS (Action-Process-Structure) ที่พัฒนาโดย Heingraj (2006) ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจของนักเรียนที่แสดงออกจากการปฏิบัติการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่องวงกลม สามารถแบ่งระดับความเข้าใจออกเป็น 3 ระดับซึ่งประกอบด้วย 1) ความเข้าใจระดับการจัดกระทำ (Action) นักเรียนสามารถใช้โปรแกรม GSP ตามคำสั่งเช่น เลือกจุดหรือพิกัด วาดรูปวงกลม 2) ความเข้าใจระดับกระบวนการ (Process) นักเรียนสามารถสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงจากสถานการณ์ 3) ความเข้าใจระดับโครงสร้าง (Structural) นักเรียนสามารถสรุปความสัมพันธ์รูปสมการทั่วไปของวงกลม

สมหวัง สุขทวี (2552) การศึกษาความเข้าใจเชิงมโนมติเรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้โปรแกรมThe Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนรู้ ในสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว จำนวน 6 คน การวิจัยครั้งนี้เป็นกรณีศึกษา โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพเชิงเน้นการวิเคราะห์โปรโตคอล (Protocol Analysis) และทำการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจของนักเรียนโดยใช้กรอบทฤษฎี APS (Action-Process-Structure) ที่พัฒนาโดย Heingraj (2552) ผลการวิจัย1) ความเข้าใจระดับการจัดกระทำ (Action) นักเรียนสามารถเขียนสมการแทนสถานการณ์แก้ปัญหาได้ สามารถใช้โปรแกรม GSP

ตามคำสั่ง เช่น ปรับเปลี่ยนค่าของ A, B และ C ได้สมการตามต้องการ ลงจุดข้อมูลในตาราง 2) ความเข้าใจในระดับกระบวนการ นักเรียนสามารถ บอกลักษณะของกราฟเส้นตรงคือ สมการ $y = c$ จะมีกราฟเส้นตรงขนานแกน X สมการ $x = c$ จะมีกราฟเส้นตรงขนานแกน Y ซึ่งเป็นการพัฒนาความเข้าใจระดับการจัดกระทำ ไปเป็นความเข้าใจระดับกระบวนการ โดยนักเรียนมีความเข้าใจระดับนี้สามารถบอกผลกระทบของค่าพารามิเตอร์ที่มีต่อกราฟของสมการ $y = c$, $x = c$ และ $y = mx+c$ 3) ความเข้าในระดับโครงสร้าง ไม่แสดงพฤติกรรมการเรียนรู้