

การวัดและประเมินผล การเรียนรู้ ในวิชาคณิตศาสตร์ ด้วยอนุกรมวิธาน ระดับชั้นในการเรียนรู้ของ SOLO

ดร.สุมาลี มีสกุล

โรงเรียนวิเศษไชยชาญ “ตันติวิทยานุกูล”
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา สิงห์บุรี อ่างทอง

เมื่อกล่าวถึงการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ในยุคดั้งเดิม มีระดับพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ที่มีผู้นิยมใช้ในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้โดยทั่วไป 3 แบบ ดังนี้

1. อนุกรมวิธานระดับชั้นในการเรียนรู้ของบลูม (Bloom’s Taxonomy) โดยบลูม (Bloom, Benjamin) เป็นผู้คิดขึ้นในปี ค.ศ. 1956 ซึ่งประกอบไปด้วยระดับพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ 6 ชั้น คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

2. อนุกรมวิธานระดับชั้นในการเรียนรู้ตามแนวคิดของวิลสัน โดยวิลสัน (Wilson, J. W.) ได้ดัดแปลงระดับชั้นในการเรียนรู้ของบลูม (Bloom’s Taxonomy) ในปี ค.ศ. 1971 เพื่อให้เหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา ซึ่งประกอบไปด้วยระดับพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ 4 ชั้น คือ ความรู้ความจำ ด้านการคิดคำนวณ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์

3. อนุกรมวิธานระดับชั้นในการเรียนรู้ของบลูมที่ปรับปรุงใหม่ (Bloom’s Revised Taxonomy) โดยแอนเดอร์สันและแคโทล (Anderson, Lorin W. and Krathwohl, David R.) ได้ปรับระดับพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ของบลูมที่ได้มีการเขียนไว้เดิม ในปี ค.ศ. 2001 เป็นระดับชั้นในการเรียนรู้ของบลูมที่ปรับปรุงใหม่ เพื่อให้เหมาะสมต่อการเปลี่ยนแปลงของเป้าหมายในการจัดการเรียนรู้และการนำไปใช้ในปัจจุบัน ซึ่งประกอบไปด้วยระดับพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ 6 ชั้น คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การประเมินค่า และการสร้างสรรค์

แต่ในปัจจุบันนอกจากระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ที่มีผู้นิยมใช้ตามที่กล่าวมาในข้างต้นแล้ว ยังมีอีกแนวคิดหนึ่งที่น่าสนใจนำมาใช้ในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ คือ อนุกรมวิธานระดับขั้นในการเรียนรู้ของ SOLO โดยบิกส์และคอลลิส (Biggs & Collis, 1982) นักวิชาการชาวออสเตรเลียได้พัฒนาโครงสร้างการสังเกตผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในด้านกระบวนการทางความรู้หรือพุทธิพิสัยขึ้นในช่วงปี ค.ศ. 1970 และ 1980 จนสำเร็จในปี ค.ศ. 1982 ที่เรียกว่า “อนุกรมวิธานระดับขั้นในการเรียนรู้ของ SOLO” SOLO ย่อมาจากคำว่า “Structure of Observed Learning Outcome” ซึ่งกล่าวถึงการจัดลำดับขั้นตอนกิจกรรมกระบวนการทางความรู้ความคิด โดยประเมินทั้งปริมาณและคุณภาพของกิจกรรมที่นักเรียนปฏิบัติ หรือจากผลผลิตที่สังเกตได้จากผลงานของนักเรียน อนุกรมวิธานระดับขั้นในการเรียนรู้ของ SOLO ถูกใช้เป็นเครื่องมือสำหรับประเมินการเรียนการสอนการจัดระดับผลการเรียนรู้ที่นักเรียนแสดงออกในการทำงานด้านการอ่าน การหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการประเมินในวิชาต่าง ๆ การประเมินความสามารถของนักเรียนด้วยอนุกรมวิธานระดับขั้นในการเรียนรู้ของ SOLO อยู่บนพื้นฐานของการพัฒนานักเรียนตามความซับซ้อนของระดับเข้าใจที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งแบ่งได้เป็น 5 ระดับ คือ 1) ระดับโครงสร้างพื้นฐาน 2) ระดับโครงสร้างเดี่ยว 3) ระดับโครงสร้างหลากหลาย 4) ระดับความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้าง และ 5) ระดับความต่อเนื่องในโครงสร้างภาคขยาย

ฮุกและคนอื่นๆ (Hook et al., 2014) ได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้แทนและคำอธิบายในแต่ละระดับขั้นของโครงสร้างการสังเกตผลลัพธ์การเรียนรู้ด้วย SOLO Taxonomy ดังในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ระดับขั้นของ SOLO Taxonomy สัญลักษณ์ที่ใช้แทน และคำอธิบาย





ระดับ	สัญลักษณ์	คำอธิบาย
ระดับโครงสร้างขั้นพื้นฐาน (Pre-Structural Level)	◎	ผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักเรียนให้สารสนเทศที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนขาดความเชื่อมโยงกับสิ่งที่กำหนดหรือไม่มีความรู้เกี่ยวกับสิ่งที่เรียนเลย
ระดับโครงสร้างเดี่ยว (Uni-Structural Level)	■	ผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักเรียนให้สารสนเทศที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความรู้ที่สำคัญเพียงประเด็นเดียวหรือแนวคิดเดียว


ระดับ	สัญลักษณ์	คำอธิบาย
ระดับโครงสร้างหลากหลาย (Multi-Structural Level)		ผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักเรียนให้สารสนเทศที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความรู้ที่สำคัญมากกว่า 1 ประเด็น แต่ความรู้เหล่านั้นยังขาดความเชื่อมโยงและสัมพันธ์กัน
ระดับความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้าง (Relational Level)		ผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักเรียนให้สารสนเทศที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความรู้ที่สำคัญมากกว่า 1 ประเด็น นักเรียนสามารถเชื่อมโยงและสังเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ที่มีดังกล่าวได้
ระดับความต่อเนื่องในโครงสร้างภาคขยาย (Extended Abstract Level)		ผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักเรียนให้สารสนเทศที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถขยายผลที่ได้จากการสังเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ที่มีไปใช้ในบริบทอื่น สร้างทฤษฎีใหม่ หรือใช้เพื่อการสรุปอ้างอิงได้

สำหรับการนำอนุกรมวิธานระดับขั้นในการเรียนรู้ของ SOLO มาใช้ในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ ฮุกและคนอื่น ๆ (Hook et al., 2014) ได้เสนอตัวอย่างแนวทางการนำไปใช้ในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ไว้ ทั้งหมด 4 แนวทาง ดังนี้

1. การประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยคำถามตามระดับขั้นในการเรียนรู้ของ SOLO โดยมีเกณฑ์มาตรฐานสำหรับการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแสดงได้ ดังในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เกณฑ์มาตรฐานสำหรับประเมินระดับขั้นความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน
ด้วยอนุกรมวิธานระดับขั้นในการเรียนรู้ของ SOLO




ระดับ	สัญลักษณ์	พฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออก
ระดับโครงสร้างขั้นพื้นฐาน (Pre-Structural Level)		นักเรียนไม่สามารถเริ่มต้นหาคำตอบของปัญหาได้
ระดับโครงสร้างเดียว (Uni-Structural Level)		นักเรียนพบข้อมูล 1 อย่าง จากคำถาม ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการเขียนข้อมูล สำหรับนำไปใช้ในการหาคำตอบของปัญหาได้ เช่น ประโยคแสดงจำนวน วาดภาพ หรือสร้างตารางและกราฟ เพียง 1 อย่าง นักเรียนอาจจะสร้างตัวอย่างสำหรับสถานการณ์ ด้วยตัวเลขง่าย ๆ หรือเขียนส่วนหนึ่งของคำถาม อย่างง่าย (สรุปข้อมูลที่โจทย์กำหนด)
ระดับโครงสร้างหลากหลาย (Multi-Structural Level)		นักเรียนพบข้อมูลหลายอย่าง จากคำถาม ที่รู้และใช้ในการเขียนประโยคแสดงจำนวน มากกว่า 1 ประโยค ซึ่งสามารถนำไปใช้ ในการเขียนข้อมูลสำหรับนำไปใช้ ในการหาคำตอบของปัญหาได้ เช่น ประโยคแสดงจำนวน วาดภาพ หรือสร้างตาราง และกราฟ มากกว่า 1 อย่าง
ระดับความสัมพันธ์ระหว่าง โครงสร้าง (Relational Level)		นักเรียนสามารถเชื่อมโยงข้อมูลแต่ละส่วนที่ได้จาก ข้อคำถาม เพื่อหาทางในการหาคำตอบของปัญหา หรือประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับข้อมูลที่มีในการทำความเข้าใจปัญหา โดยการจัดลำดับและรวบข้อมูลหรือสารสนเทศ ต่าง ๆ เข้าด้วยกันและทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนอาจประยุกต์วิธีการต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เพื่อนำไปสู่การหาคำตอบของปัญหา

ระดับ	สัญลักษณ์	พฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออก
ระดับความต่อเนื่อง ในโครงสร้างภาคขยาย (Extended Abstract Level)		นักเรียนสามารถหาคำตอบของปัญหาที่กำหนดได้ และตรวจสอบได้ว่าคำตอบที่ได้นั้นสมเหตุสมผล และสามารถเขียนแสดงคำตอบได้อย่างเหมาะสม (ใช้จำนวนและหน่วยที่ถูกต้อง) นักเรียนสามารถ เขียนแสดงวิธีการหาคำตอบออกมาให้ผู้อื่นอ่าน และเข้าใจแนวคิดได้ นอกจากนี้ นักเรียนอาจ จะอธิบายข้อจำกัดของคำตอบที่ได้เมื่อพิจารณา ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในสถานการณ์จริง

2. การใช้ตัวแทนที่หลากหลายในการหาคำตอบของปัญหา วิธีนี้ใช้กับปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์ที่นักเรียนต้องสร้างตัวแบบที่เป็นความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ 2 ปริมาณ เพื่อทำนายหรือหาคำตอบที่โจทย์ต้องการทราบ โดยนักเรียนอาจเขียนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ 2 ปริมาณได้ในลักษณะของรูปภาพ ตารางแสดงความสัมพันธ์ ฟังก์ชันแทนความสัมพันธ์ หรือกราฟแสดงความสัมพันธ์ เพื่อนำไปใช้ในการหาคำตอบของปัญหา โดยมีพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกในการหาคำตอบของปัญหา ตามระดับขั้นในการเรียนรู้ของ SOLO แสดงได้ดังในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เกณฑ์การประเมินระดับขั้นการเรียนรู้ของนักเรียนด้านความสามารถในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ ด้วยอนุกรมวิธานระดับขั้นในการเรียนรู้ของ SOLO

ระดับขั้น	สัญลักษณ์	พฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออก
ระดับโครงสร้างขั้นพื้นฐาน (Pre-Structural Level)	●	นักเรียนไม่สามารถเริ่มต้นหาคำตอบของปัญหาได้
ระดับโครงสร้างเดี่ยว (Uni-Structural Level)	■	นักเรียนสามารถเขียนแสดงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้เป็นรูปภาพ การบรรยาย หรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลในรูปตารางได้ เพียง 1 อย่าง

ระดับขั้น	สัญลักษณ์	พฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออก
ระดับโครงสร้างหลากหลาย (Multi-Structural Level)		นักเรียนสามารถเขียนแสดงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้เป็นรูปภาพ การบรรยาย หรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลในรูปตาราง ร่วมกันได้ในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง ตั้งแต่ 2 อย่าง ขึ้นไป
ระดับความสัมพันธ์ ระหว่างโครงสร้าง (Relational Level)		นักเรียนสามารถสร้างตัวแบบแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองปริมาณ เพื่อใช้หาคำตอบของปัญหาในรูปภาพหรือฟังก์ชันที่ใช้แทนความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณได้
ระดับความต่อเนื่อง ในโครงสร้างภาคขยาย (Extended Abstract Level)		นักเรียนสามารถใช้ตัวแบบแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองปริมาณที่สร้างขึ้นในการหาคำตอบของปัญหาหรือใช้ในการพยากรณ์ และสามารถประเมินข้อดีและข้อบกพร่องของตัวแบบแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองปริมาณที่สร้างขึ้นได้

3. การใช้แผนผังบรรยายของ HookED (HookED SOLO Describe ++ map) วิธีนี้ใช้กับปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์ที่นักเรียนต้องแปลผลข้อมูลที่โจทย์กำหนดด้วยวิธีการคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์และนำข้อมูลที่ได้จากการแปลผลนั้นไปใช้บูรณาการร่วมกันในการหาคำตอบของปัญหาที่กำหนด ตัวอย่างของปัญหาและวิธีการที่ใช้ในการหาคำตอบโดยการใช้แผนผังบรรยายของ HookED (HookED SOLO Describe ++ map) แสดงได้ดังแผนภาพที่ 1

||| ความหมายของข้อมูล

คำนวณ : จำนวนนักเรียนชาย
 $= 1,350 \div 9 \times 5$ คน
 $= 750$ คน

ระบุข้อมูลหลัก

ข้อมูล :
 โรงเรียนแห่งนี้มีนักเรียน 1,350 คน โดยมีอัตราส่วนของนักเรียนชายต่อนักเรียนหญิงเท่ากับ 5 : 4

||| ความหมายของข้อมูล

คำนวณ : จำนวนนักเรียนหญิง
 $= 1,350 \div 9 \times 4$ คน
 $= 600$ คน

ระบุข้อมูลหลัก

ข้อมูล :
 โรงเรียนแห่งนี้มีนักเรียน 1,350 คน โดยมีอัตราส่วนของนักเรียนชายต่อนักเรียนหญิงเท่ากับ 5 : 4

||| ความหมายของข้อมูล

คำนวณ : จำนวนนักเรียนชายที่ซื้อชุดกีฬา
 $= 750 \times 30 \div 100$ คน
 $= 225$ คน

ระบุข้อมูลหลัก

ข้อมูล :
 30% ของนักเรียนชาย ต้องซื้อชุดกีฬาใหม่

||| ความหมายของข้อมูล

คำนวณ : จำนวนนักเรียนหญิงที่ซื้อชุดกีฬา
 $= 600 \times 2 \div 5$ คน
 $= 240$ คน

ระบุข้อมูลหลัก

ข้อมูล :
 $\frac{2}{5}$ ของนักเรียนหญิง ต้องซื้อชุดกีฬาใหม่

โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งต้องการหาเงินทุนสนับสนุนเพื่อเป็นค่าใช้จ่ายให้กับนักเรียนที่เป็นนักกีฬาของโรงเรียน ในการแข่งขันกีฬากับหน่วยงานภายนอกโรงเรียนเป็นจำนวนเงิน 51,150 บาท โดยตัดสินใจที่จะหาเงินทุนดังกล่าว ด้วยการจัดทำชุดกีฬาของโรงเรียนเพื่อนำไปขายให้กับนักเรียนที่เข้าเรียนใหม่ ในปีการศึกษา 2563 โรงเรียนแห่งนี้มีนักเรียนทั้งหมด 1,350 คน มีอัตราส่วนของนักเรียนชายต่อนักเรียนหญิงเท่ากับ 5 : 4 ถ้านักเรียนที่เข้าใหม่ ซึ่งเป็นนักเรียนชายจำนวน 30% ของนักเรียนชาย และเป็นนักเรียนหญิง $\frac{2}{5}$ ของนักเรียนหญิง ที่ต้องซื้อชุดกีฬาใหม่ ถ้านักเรียน

ชุดกีฬากำหนดราคาขายชุดกีฬาซึ่งประกอบด้วยเสื้อโปโลเปล่าที่ยังไม่ปักตราสัญลักษณ์ของโรงเรียนและกางเกงกีฬาราคาชุดละ 400 บาท รวมกับภาษีอีกชุดละ 10% และถ้าต้องการให้ร้านปักตราสัญลักษณ์ของโรงเรียนให้ ร้านค้าคิดค่าใช้จ่ายในการปักต่อตัวเท่ากับ 10 บาท รวมกับภาษีอีกตัวละ 10% แต่ถ้ายอดสั่งซื้อชุดกีฬามีมากกว่า 400 ตัว ร้านค้าจะไม่คิดภาษีในการปักตราโรงเรียนเพิ่ม ดังนั้น โรงเรียนแห่งนี้ควรกำหนดราคาชุดกีฬาอย่างต่ำชุดละเท่าใด เพื่อที่จะทำให้ได้เงินทุนเป็นค่าใช้จ่ายในการแข่งขันกีฬากับหน่วยงานภายนอกของนักเรียนตามเป้าหมาย

ระบุข้อมูลหลัก

ข้อมูล :
 ราคาต้นทุนของชุดกีฬา 1 ชุด 450 บาท นักเรียนที่ซื้อชุดกีฬาทั้งหมด 465 คน

คำนวณ : ต้นทุนของการ
 สั่งชุดกีฬา
 $= 450 \times 465$ บาท
 $= 209,250$ บาท

ระบุข้อมูลหลัก

ข้อมูล :
 ยอดสั่งซื้อชุดกีฬามากกว่า 400 ตัว ร้านค้าไม่คิดภาษีในการปักตราโรงเรียนเพิ่ม

คำนวณ : ราคาต้นทุนของ
 ชุดกีฬา 1 ชุด
 $= 440 + 10$ บาท
 $= 450$ บาท

ระบุข้อมูลหลัก

ข้อมูล :
 มีนักเรียนชาย 225 คน และนักเรียนหญิง 240 คน ที่ต้องซื้อชุดกีฬา

คำนวณ : รวมจำนวน
 นักเรียนที่ซื้อชุดกีฬาทั้งหมด
 $= 225 + 240$ คน
 $= 465$ คน

ระบุข้อมูลหลัก

ข้อมูล :
 ชุดกีฬาที่ยังไม่ปักตราโรงเรียนราคา 400 บาท รวมกับภาษี 10%

คำนวณ : รวมราคาชุด
 กีฬาที่ยังไม่ปักตราโรงเรียน
 $= 400 \times 1.10$ บาท
 $= 440$ บาท

||| ความหมายของข้อมูล

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ : ราคาชุดกีฬาขั้นต่ำที่ควรกำหนด เพื่อที่จะทำให้ได้เงินทุนเป็นค่าใช้จ่ายในการแข่งขันกีฬากับหน่วยงานภายนอกของนักเรียนตามเป้าหมาย

คำนวณ : ราคาชุดกีฬาขั้นต่ำที่ควรกำหนด
 $= (209,250 + 51,150) \div 465$ บาท
 $= 560$ บาท

แผนภาพที่ 1 การใช้แผนผังบรรยายของ HookED (HookED SOLO Describe ++ map) ในการหาคำตอบของปัญหาตามอนุกรมวิธานระดับขั้นในการเรียนรู้ของ SOLO

4. การใช้หกเหลี่ยม SOLO (SOLO Hexagons) วิธีนี้เป็นวิธีที่ใช้สำหรับการเริ่มต้นและเชื่อมโยงความคิดของเรื่องที่นักเรียนศึกษา ผ่านการปฏิบัติกิจกรรมเป็นรายบุคคล การปฏิบัติกิจกรรมเป็นคู่ หรือการปฏิบัติกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่ม โดยแบ่งวิธีการที่ใช้ออกเป็น 2 แบบ ดังนี้

แบบที่ 1 ครูใส่ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นการเรียนรู้ที่ต้องการประเมินผลการเรียนรู้ลงบนกระดาษรูปหกเหลี่ยมด้านเท่า






แบบที่ 2 นักเรียนเป็นผู้เขียนความรู้หรือความเข้าใจของตนเองที่มีต่อประเด็นการเรียนรู้ที่กำหนด วิธีนี้ครูจะแจกกระดาษรูปหกเหลี่ยมด้านเท่าให้นักเรียนเป็นแผ่นเปล่าแล้วให้นักเรียน

- ระดมความคิดของทุกคนในกลุ่มเกี่ยวกับความรู้ของตนเองที่มีต่อประเด็นที่กำหนด

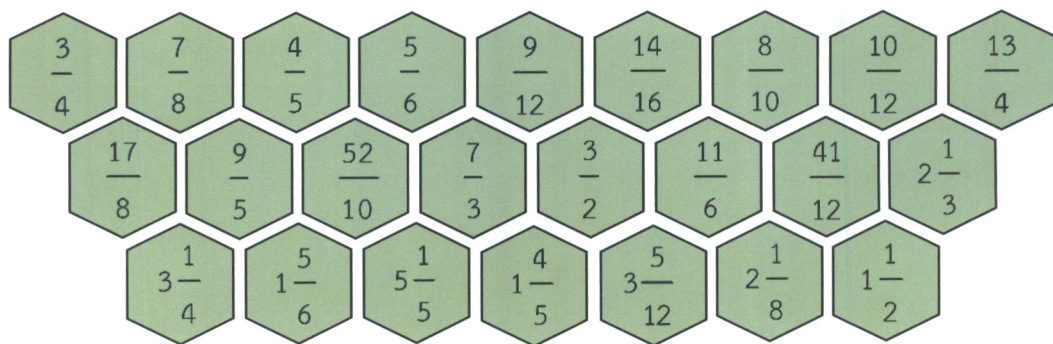
- บันทึกความรู้หรือความคิดที่ทุกคนมีเกี่ยวกับประเด็นที่กำหนดลงบนกระดาษรูปหกเหลี่ยม แผ่นละ 1 ประเด็น

หลังจากได้แผ่นกระดาษรูปหกเหลี่ยมด้านเท่าที่มีข้อมูลแล้ว ให้นักเรียนจัดกลุ่มข้อมูลที่มีอยู่บนแผ่นกระดาษรูปหกเหลี่ยมด้านเท่า พร้อมกับเขียนบรรยายเหตุผลของการจัดกลุ่มด้วยแผนผังแสดงคำอธิบาย (DESCRIBE Map) ซึ่งให้นักเรียนเขียนอธิบายเหตุผลของการจัดกลุ่มข้อมูลแต่ละกลุ่ม เมื่อนักเรียนทำกิจกรรมการจัดกลุ่มข้อมูลเสร็จ ให้นักเรียนเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของข้อมูลที่อยู่ต่างกลุ่ม พร้อมกับเขียนคำอธิบายลงในแผนผังเปรียบเทียบความเหมือนและความต่าง (COMPARE and CONTRAST Map) สรุปความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมและอธิบายการนำความรู้ที่ได้ไปใช้กับการหาคำตอบของปัญหาในบริบทอื่น โดยมีเกณฑ์สำหรับการประเมินระดับขั้นการเรียนรู้ของนักเรียนแสดงได้ ดังในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เกณฑ์การประเมินระดับขั้นการเรียนรู้ของนักเรียน โดยการใช้หกเหลี่ยม SOLO (SOLO Hexagons) ตามอนุกรมวิธานระดับขั้นในการเรียนรู้ของ SOLO

ระดับขั้น	สัญลักษณ์	พฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออก
ระดับโครงสร้างขั้นพื้นฐาน (Pre-Structural Level)		นักเรียนไม่สามารถอธิบายหรือบอกความรู้ที่มีเกี่ยวกับข้อมูลที่อยู่บนกระดาศรูปหกเหลี่ยมได้เลย
ระดับโครงสร้างเดี่ยว (Uni-Structural Level)		นักเรียนสามารถอธิบายหรือบอกความรู้ที่มีเกี่ยวกับข้อมูลที่อยู่บนกระดาศรูปหกเหลี่ยมได้เพียงแผ่นเดียว
ระดับโครงสร้างหลากหลาย (Multi-Structural Level)		นักเรียนสามารถอธิบายหรือบอกความรู้ที่มีเกี่ยวกับข้อมูลที่อยู่บนกระดาศรูปหกเหลี่ยมทุกแผ่นได้
ระดับความสัมพันธ์ระหว่าง โครงสร้าง (Relational Level)		นักเรียนสามารถอธิบายเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่อยู่บนกระดาศรูปหกเหลี่ยมที่จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันได้อย่างมีเหตุผล
ระดับความต่อเนื่องใน โครงสร้างภาคขยาย (Extended Abstract Level)		นักเรียนสามารถบอกความเหมือนและความต่างของข้อมูลที่อยู่ต่างกลุ่มกัน สร้างข้อสรุปอ้างอิงทั่วไปเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่จัดกลุ่มได้และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้กับการหาคำตอบของปัญหาในบริบทอื่น

ตัวอย่างของปัญหาและวิธีการที่ใช้ในการหาคำตอบโดยการใช้หกเหลี่ยม SOLO และเครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน แสดงได้ดังแผนภาพที่ 2, 3 และ 4 โดยปัญหาที่นำมาเป็นตัวอย่างนี้เป็นการประเมินความรู้เรื่องชนิดของเศษส่วน



แผนภาพที่ 2 ข้อมูลเศษส่วนบนหกเหลี่ยม SOLO จำนวน 24 ชิ้น

แผนผังแสดงคำอธิบาย (DESCRIBE Map) |||

ให้นักเรียนอธิบายว่ามีแนวคิดในการจัดกลุ่มเศษส่วนอย่างไรด้วยการเติมข้อความลงในช่องว่างด้านล่าง

กลุ่มที่ 1	เขียนเศษส่วนที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้	ให้นักเรียนเขียนตัวอย่าง ของเศษส่วนอื่นที่สามารถจัดอยู่ในกลุ่มนี้ได้
-------------------	----------------------------------	---

เศษส่วนทั้งหมดนี้จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันเพราะ

กลุ่มที่ 2	เขียนเศษส่วนที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้	ให้นักเรียนเขียนตัวอย่าง ของเศษส่วนอื่นที่สามารถจัดอยู่ในกลุ่มนี้ได้
-------------------	----------------------------------	---

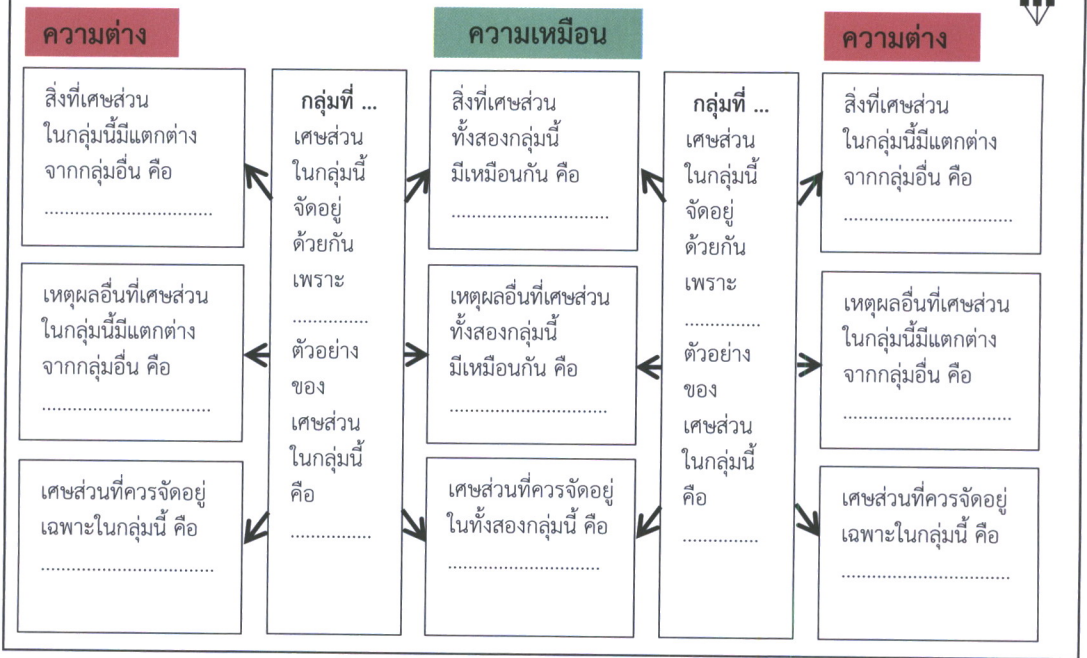
เศษส่วนทั้งหมดนี้จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันเพราะ

กลุ่มที่ 3	เขียนเศษส่วนที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้	ให้นักเรียนเขียนตัวอย่าง ของเศษส่วนอื่นที่สามารถจัดอยู่ในกลุ่มนี้ได้
-------------------	----------------------------------	---

เศษส่วนทั้งหมดนี้จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันเพราะ

แผนภาพที่ 3 ตัวอย่างแผนผังแสดงคำอธิบาย (DESCRIBE Map)

แผนผังเปรียบเทียบความเหมือนและความต่าง (COMPARE and CONTRAST Map)



แผนภาพที่ 4 ตัวอย่างแผนผังเปรียบเทียบความเหมือนและความต่าง (COMPARE and CONTRAST Map)

จากที่กล่าวมาทั้งหมดในข้างต้น จะเห็นได้ว่าการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ด้วยอนุกรมวิธานระดับขั้นในการเรียนรู้ของ SOLO เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ เนื่องจากมีเกณฑ์การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนในแต่ละระดับขั้นที่มีความละเอียดชัดเจน สอดคล้องกับการนำความรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ที่มีไปใช้ในการหาคำตอบของปัญหา สามารถนำไปใช้ได้ง่าย และที่สำคัญยังสามารถนำไปใช้ในการประเมินเพื่อวินิจฉัยผลการเรียนรู้ของนักเรียนได้ว่ามีความบกพร่องในส่วนใดของการนำความรู้ไปใช้ ซึ่งในปัจจุบันได้มีผู้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาแบบทดสอบที่ใช้ในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ด้วยอนุกรมวิธานระดับขั้นในการเรียนรู้ของ SOLO และพบว่าแบบทดสอบที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพ (มีค่าความเที่ยง ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น ผ่านตามเกณฑ์) และสามารถนำไปใช้ในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนในชั้นเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

- Biggs, John B. & Collis Kevin F. (1982). *Evaluating the Quality of Learning: The Solo Taxonomy : Structure of the Observed Learning Outcome (Educational Psychology)*. Academic Press.
- Hook, P., Garrett, C., Howard, M., & John, E. (2014). *SOLO Taxonomy in Mathematics : Strategies for thinking like a mathematician*. Essential Resources.

