

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมุ่งศึกษาอิทธิพลของวิธีเสนอตัวอย่างและวิธีฝึกการจำแนกประเภทที่มีต่อการเรียนรู้โมเดลทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนกิจกรรมระหว่างตัวแปรทั้งสอง ซึ่งได้แก่วิธีเสนอตัวอย่างและวิธีฝึกการจำแนกประเภท โดยผู้วิจัยให้นักเรียนเรียนโมเดลต้นตัวประกอบของจำนวนนับ แล้วทดสอบการเรียนรู้โมเดลของนักเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดพฤติกรรม การจำแนกประเภทตัวอย่างของมโนทัศน์ตัวประกอบของจำนวนนับ หลังจากนั้นจึงนำคะแนนที่ได้จากกลุ่มต่าง ๆ มาหาค่าสถิติพื้นฐาน ซึ่งได้แก่ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและความแปรปรวน ตลอดจนการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของค่าสถิติพื้นฐานดังกล่าว ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสององค์ประกอบสมบูรณ์ 2×2 จากผลการหาค่าสถิติพื้นฐานจากผลการทดลอง และการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติพื้นฐานดังกล่าว ผู้วิจัยจึงนำมาอภิปรายผลตามลำดับสมมติฐานดังนี้

สมมติฐานข้อที่ 1 กล่าวว่าถ้าให้นักเรียนเรียนโมเดลต้นด้วยวิธีเสนอตัวอย่างโดยใช้ตัวอย่างที่ดีที่สุด และวิธีเสนอตัวอย่างโดยใช้ลักษณะเกณฑ์ นักเรียนกลุ่มที่เรียนโมเดลต้นด้วยวิธีเสนอตัวอย่างโดยใช้ตัวอย่างที่ดีที่สุด จะได้คะแนนจากแบบทดสอบการจำแนกประเภทตัวอย่างของมโนทัศน์มากกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีเสนอตัวอย่างโดยใช้ลักษณะเกณฑ์ ผลการทดลองพบว่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนการจำแนกประเภทตัวอย่างของมโนทัศน์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโมเดลต้นจากวิธีเสนอตัวอย่างโดยใช้ตัวอย่างที่ดีที่สุดมีค่ามากกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนโมเดลต้นจากวิธีเสนอตัวอย่างโดยใช้ลักษณะเกณฑ์เพียงเล็กน้อย และจากการวิเคราะห์ข้อมูลตั้งปรากฏในตาราง 7 พบความแตกต่างนี้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าวิธีเสนอตัวอย่างโดยใช้ตัวอย่างที่ดีที่สุดและวิธีเสนอตัวอย่างโดยใช้ลักษณะเกณฑ์ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้โมเดลต้นได้ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นสมมติฐานข้อที่หนึ่งจึงไม่ได้รับการสนับสนุนจากข้อมูล การที่สมมติฐานข้อที่หนึ่งไม่ได้รับการสนับสนุนจากข้อมูล อาจเป็นเพราะสาเหตุต่าง ๆ ซึ่งผู้วิจัยจะได้อภิปรายเปรียบเทียบ

ผลการวิจัยครั้งนี้ซึ่งได้จากการเรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ คือมโนทัศน์ตัวประกอบของจำนวนนับกับผลการวิจัยในครั้งก่อนซึ่งผู้เรียนเรียนมโนทัศน์อื่นดังนี้

1. ผลการวิจัยครั้งนี้พบว่าวิธีเสนอตัวอย่างโดยใช้ตัวอย่างที่ดีที่สุดมีผลต่อการเรียนรู้อัตโนมัติได้ไม่แตกต่างกันกับวิธีเสนอตัวอย่างโดยใช้ลักษณะเกณฑ์ ผลการวิจัยครั้งนี้ขัดแย้งกับผลการวิจัยของ เทนนี่สัน ยังเกอร์ส และสืบสนธิ (Tennyson, Youngers and Suebsonthi 1983 : 280-291) และ พาร์ก (Tennyson and Cocchiarella 1986 : 46 citing Park 1984) ซึ่งพบว่าวิธีเสนอตัวอย่างโดยใช้ตัวอย่างที่ดีที่สุดมีผลต่อการเรียนรู้อัตโนมัติดีกว่าวิธีเสนอตัวอย่างโดยใช้ลักษณะเกณฑ์ นอกจากนี้ยังขัดแย้งกับผลการวิจัยของ ลันดา (Tennyson and Cocchiarella 1986 : 46 citing Landa 1974) ซึ่งพบว่านักเรียนจะเรียนรู้อัตโนมัติได้เมื่อแยกลักษณะเกณฑ์ของมโนทัศน์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะเกณฑ์เหล่านั้นให้ชัดเจนและยังขัดแย้งกับผลการวิจัยของ เซวง วัฒนธรรางกุล (2531) ซึ่งพบว่าวิธีเสนอให้เรียนโดยใช้ตัวอย่างที่ดีที่สุดรวมกับกฎมโนทัศน์ ทำให้นักเรียนเรียนรู้อัตโนมัติดีกว่าวิธีเสนอให้เรียนโดยใช้ตัวอย่างที่ดีที่สุดเพียงอย่างเดียว การที่การวิจัยครั้งนี้พบว่าวิธีเสนอตัวอย่างโดยใช้ตัวอย่างที่ดีที่สุด ทำให้นักเรียนเรียนรู้อัตโนมัติได้ไม่แตกต่างกันกับวิธีเสนอตัวอย่างโดยใช้ลักษณะเกณฑ์ อาจจะมีสาเหตุบางประการที่มีลักษณะสำคัญที่ทำให้นักเรียนเรียนรู้อัตโนมัติได้ไม่แตกต่างกัน ผู้วิจัยจะได้อภิปรายดังรายละเอียดต่อไป

1.1 ในการวิจัยที่ใช้ตัวอย่างที่ดีที่สุด หรือแม่แบบสรุป (Prototype) ให้ผู้เรียนเรียนรู้อัตโนมัติ ตัวอย่างที่ดีที่สุดหรือแม่แบบสรุปได้โอกาสเข้ารหัสความรู้มโนทัศน์เอาไว้ในโครงสร้างของความจำเป็นครั้งแรก ต่อมาที่จะเป็นตัวอย่างหรือตัวแม่แบบสรุปที่สามารถดึงเอาความรู้ที่มีอยู่แล้วออกมาจากโครงสร้างของความจำได้อย่างมากมาย (Tennyson and Cocchiarella 1986 : 61 citing Tennyson 1978) ซึ่งในเรื่องนี้จะสอดคล้องกับไฮว เลียมแก้ว (2527 : 84) ที่กล่าวถึงทฤษฎีผลสรุปหรือทฤษฎีแม่แบบสรุปว่า สิ่งเราหรือสารจากภายนอกที่เข้าไปในความจำระยะยาว (LTM : Long-Term Memory) จะได้รับการเข้ารหัสเป็นลักษณะสรุป เมื่อสิ่งเราที่มีลักษณะสอดคล้องกับลักษณะสรุปหรือแม่แบบสรุป บุคคลก็จะเรียนรู้สิ่งนั้น สำหรับลักษณะเกณฑ์ (Critical Attribute) นั้น เทนนี่สัน ยังเกอร์ส และสืบสนธิ (Tennyson, Youngers and Suebsonthi 1983 : 280 citing Bourne 1974)

กล่าวว่า การเรียนรู้โมทัศน์จะเรียนได้ดั่งนั้นจะต้องเสนอให้เรียนทั้งลักษณะเกณฑ์ และข้อความหรือคำกล่าวที่เป็นกฎ กฎในที่นี้คือกฎรวมลักษณะ (Conjunctive Rule) ดังนั้นข้อความที่เป็นกฎก็คือคำกล่าวที่กล่าวถึงการรวมลักษณะเกณฑ์ของมโนทัศน์นั้น ๆ เข้าด้วยกัน สำหรับเพเน็สัน และคอกแชร์เรลลา (Tennyson and Cocchiarella 1986 : 56-61) กล่าวว่า การเรียนรู้โมทัศน์โดยการให้คำนิยามและแยกลักษณะเกณฑ์ให้ชัดเจน เป็นสิ่งที่ช่วยในการสร้างความรู้หรือเข้ารหัสความรู้เอาไว้ในโครงสร้างของความจำเพื่อเชื่อมโยงกันระหว่างความรู้ที่มีอยู่แล้วและความรู้ใหม่ที่ต้องการจะเรียน ทั้งตัวอย่างที่ดีที่สุดและลักษณะเกณฑ์น่าจะมีลักษณะสำคัญบางประการที่ช่วยให้อ่านการเรียนรู้โมทัศน์ได้ไม่แตกต่างกัน กล่าวคือ ตัวอย่างที่ดีที่สุดนั้นก็เรียนจะเรียนรู้โมทัศน์จากตัวอย่างที่มีความชัดเจน ง่าย ไม่คลุมเครือ หลังจากนั้นก็จะจำได้ถึงความเหมือนกันหรือความคล้ายคลึงกันทั้งหมดระหว่างตัวอย่างใหม่และตัวอย่างที่ได้อ่านไปก่อนแล้ว (Tennyson, Chao and Youngers 1981 : 326 citing Garner 1970, Reed 1972, Sheep 1979) แต่สำหรับลักษณะเกณฑ์หรือลักษณะที่เกี่ยวข้อง (relevant attribute) นั้นนักเรียนจะเรียนรู้โมทัศน์จากคำกล่าวที่เป็นกฎและให้รายการของลักษณะเกณฑ์ของมโนทัศน์นั้น ๆ (Tennyson, Chao and Youngers 1981 : 326; Tennyson, Youngers and Suebsonthi 1983 : 280 citing Tennyson and Park 1980; Bourne 1974; Haygood and Bourne 1965; Bruner, Goodnow and Austin 1956)

ดังนั้น การเสนอตัวอย่างที่ดีที่สุดให้นักเรียนเรียน นักเรียนได้โอกาสเข้ารหัสความรู้โมทัศน์เอาไว้ในโครงสร้างของความจำเป็นลักษณะสรูป เมื่อสิ่งเร้าที่มีลักษณะสอดคล้องกับตัวอย่างที่ดีที่สุดนักเรียนก็จะเรียนรู้สิ่งนั้น สำหรับการเสนอลักษณะเกณฑ์พร้อมกับคำกล่าวที่เป็นกฎคือ กฎรวมลักษณะ (Conjunctive Rule) กับการเรียนมโนทัศน์ที่เป็นมโนทัศน์รวมลักษณะ (Conjunctive Concept) นั้นนักเรียนได้โอกาสเข้ารหัสกฎหรือเรียนรู้กฎในการรวมลักษณะเกณฑ์เอาไว้ในโครงสร้างของความจำ เพื่อให้เชื่อมโยงกับความรู้ที่มีอยู่แล้ว และความรู้ใหม่ที่ต้องการจะเรียน แมแบบสรูป (Prototype) หรือตัวอย่างที่ดีที่สุด (Best Example) ที่ผู้เรียนได้เข้ารหัสเป็นลักษณะสรูป (Tennyson, Youngers and Suebsonthi 1983 : 281 citing Rosch 1978) และ

กฎการรวมลักษณะเกณฑ์ หรือกฎการอธิบายความสัมพันธ์ของลักษณะเกณฑ์ ซึ่งเป็นวิธีทางที่นักเรียนได้เข้ารหัสลักษณะเกณฑ์ไว้เป็นกลุ่มเป็นก้อนเดียวกัน (Cluster) ซึ่งเป็นสารมโนทัศน์ (Conceptual Information) ไว้ในโครงสร้างของความจำ (Tennyson, Youngers and Suebsonthi 1983 : 281 citing Hunt 1961, Landa 1974) น่าจะเป็นสิ่งที่นักเรียนสามารถใช้ในการสรุปนัยทั่วไป (Generalization) และแยกแยะ (Discrimination) ตัวอย่างของมโนทัศน์ที่ไม่เคยเรียนรู้มาก่อนได้ถูกต้องพอ ๆ กัน

1.2 จำนวนลักษณะของตัวอย่างของมโนทัศน์ จำนวนลักษณะของตัวอย่างของมโนทัศน์ไม่ว่าจะเป็นลักษณะเกณฑ์ (Critical Attribute) และลักษณะที่เปลี่ยนแปลงได้ (Variable Attribute) มีความซับซ้อนมากขึ้นเท่าไร การเรียนรู้มโนทัศน์ก็ยิ่งยากขึ้นเท่านั้น (Tennyson and Cocchiarella 1986 : 55-56 citing Allssa 1969; Redd & Dick 1968; Clark 1971; Medin, Alton & Murphy 1984; Posner & Kelle 1968; Bourne & O'Bannion 1971) ซึ่งจะสอดคล้องกับการวิจัยของ เมดิน ฮอลตัน และเมอร์ฟี (Medin, Alton and Murphy 1984 : 333-352) ซึ่งพบว่ามโนทัศน์ที่มีลักษณะเกณฑ์หลายลักษณะผู้เรียนจะใช้เวลาในการเรียนรู้มโนทัศน์มากกว่ามโนทัศน์ที่มีลักษณะเกณฑ์เพียงไม่กี่ลักษณะ นอกจากนี้ เทนนี่สัน สตีฟ และเบาทเวลล์ (Tennyson, Steve and Boutwell 1975 : 821-827) กล่าวว่า ความสามารถในการเรียนรู้มโนทัศน์ของผู้เรียนจะมีความยากเพิ่มมากขึ้น ถ้าไม่แยกลักษณะเกณฑ์พร้อมทั้งคำอธิบายความสัมพันธ์ของลักษณะเกณฑ์เหล่านั้นให้ชัดเจน และจะต้องแสดงความเหมือนและความไม่เหมือนกันของตัวอย่างของมโนทัศน์ที่ผู้เรียนเรียนรู้มาแล้วกับตัวอย่างที่ไม่เคยเรียนรู้มาก่อน มโนทัศน์ที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้คือ มโนทัศน์ตัวประกอบของจำนวนนับ ซึ่งมีลักษณะเกณฑ์ 2 ลักษณะคือ เป็นจำนวนนับและหารลงตัว แตมโนทัศน์ที่ใช้ในการวิจัยของ เทนนี่สัน ยังเกอร์ส และสึบสนธิ (Tennyson, Youngers and Suebsonthi 1983 : 280-291) คือมโนทัศน์รูปหลายเหลี่ยมคานเท่า (Regular Polygons) มีลักษณะเกณฑ์ 5 ลักษณะคือ มีด้านทุกด้านยาวเท่ากัน มีมุมเท่ากันทุกมุม เป็นรูปประนาบ เป็นรูปปิด และเป็นรูปอย่างง่าย มโนทัศน์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้และมโนทัศน์ที่ใช้ในการวิจัยในครั้งก่อนต่างก็เป็นมโนทัศน์รวมลักษณะ (Conjunctive Concept) ซึ่งเป็น

มโนทัศน์ที่ขาดลักษณะเกณฑ์ใดลักษณะเกณฑ์หนึ่งไม่ได้ สำหรับงานวิจัยของ พาร์ก (Tennyson and Cocchiarella 1986 : 46 citing Park 1984) ใช้มโนทัศน์ทางจิตวิทยา 4 มโนทัศน์คือ มโนทัศน์การเสริมแรงทางบวก การเสริมแรงทางลบ การลงโทษทางบวก และการลงโทษทางลบ ต่างก็เป็นมโนทัศน์ร่วมลักษณะเช่นเดียวกัน เมื่อเปรียบเทียบจำนวนลักษณะเกณฑ์ของมโนทัศน์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ และจำนวนลักษณะเกณฑ์ของมโนทัศน์ที่ใช้ในการวิจัยในครั้งก่อน (Tennyson, Youngers and Suebsonthi 1983; Tennyson and Cocchiarella 1986 citing Park 1984) จะเห็นว่ามโนทัศน์ที่ใช้ในการวิจัยในครั้งก่อนนั้นมีจำนวนลักษณะเกณฑ์มากกว่า ดังนั้นจึงเป็นไปได้ว่าจำนวนลักษณะเกณฑ์ของมโนทัศน์ที่ไม่เท่ากัน อาจจะมีผลต่อการเรียนรู้มโนทัศน์แตกต่างกัน เพราะในการวิจัยครั้งก่อนพบว่า นักเรียนเรียนรู้มโนทัศน์จากการเสนอตัวอย่างโดยใช้ตัวอย่างที่ดีที่สุดคือที่นักเรียนที่เรียนรู้มโนทัศน์จากการเสนอตัวอย่างโดยใช้ลักษณะเกณฑ์ แต่ผลการวิจัยครั้งนี้พบว่าวิธีเสนอตัวอย่างโดยใช้ตัวอย่างที่ดีที่สุดและวิธีเสนอตัวอย่างโดยใช้ลักษณะเกณฑ์ นักเรียนสามารถเรียนรู้มโนทัศน์ได้ไม่แตกต่างกัน เพราะมีจำนวนลักษณะเกณฑ์น้อยกว่าการวิจัยในครั้งก่อน

สมมติฐานข้อที่ 2 กล่าวว่าถ้าให้นักเรียนเรียนมโนทัศน์จากวิธีฝึกการจำแนกประเภทด้วยวิธีอธิบายรวมกับการใช้คำถาม และวิธีฝึกการจำแนกประเภทโดยใช้กฎของการฝึก นักเรียนกลุ่มที่เรียนมโนทัศน์จากวิธีฝึกการจำแนกประเภทโดยใช้กฎของการฝึกจะโคเคแนนจากแบบทดสอบการจำแนกประเภทตัวอย่างของมโนทัศน์มากกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนจากวิธีฝึกการจำแนกประเภทด้วยวิธีอธิบายรวมกับการใช้คำถาม ผลการทดลองพบว่า มัชฌิมเลขคณิตของคะแนนการจำแนกประเภทตัวอย่างของมโนทัศน์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนมโนทัศน์จากวิธีฝึกการจำแนกประเภทโดยใช้กฎของการฝึกมีค่ามากกว่าคะแนนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนมโนทัศน์จากวิธีฝึกการจำแนกประเภทด้วยวิธีอธิบายรวมกับการใช้คำถาม และจากการวิเคราะห์ข้อมูลดังปรากฏในตาราง 7 พบว่า ความแตกต่างนี้มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าวิธีฝึกการจำแนกประเภทโดยใช้กฎของการฝึกทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มโนทัศน์ได้ดีกว่าวิธีฝึกการจำแนกประเภทด้วยวิธีอธิบายรวมกับการใช้คำถาม สมมติฐานข้อที่สองจึงได้รับการสนับสนุนจากข้อมูล การที่สมมติฐานจากข้อสองได้รับการสนับสนุนจากข้อมูล ผู้วิจัยจะได้อภิปรายเปรียบเทียบวิธีฝึกการจำแนกประเภททั้ง 2 ระดับคือ วิธีฝึกการจำแนกประเภทด้วยวิธี

อธิบายรวมกับการใช้คำถาม และวิธีฝึกการจำแนกประเภทโดยใช้กฎของการฝึกที่ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้และการวิจัยในครั้งก่อน ดังนี้

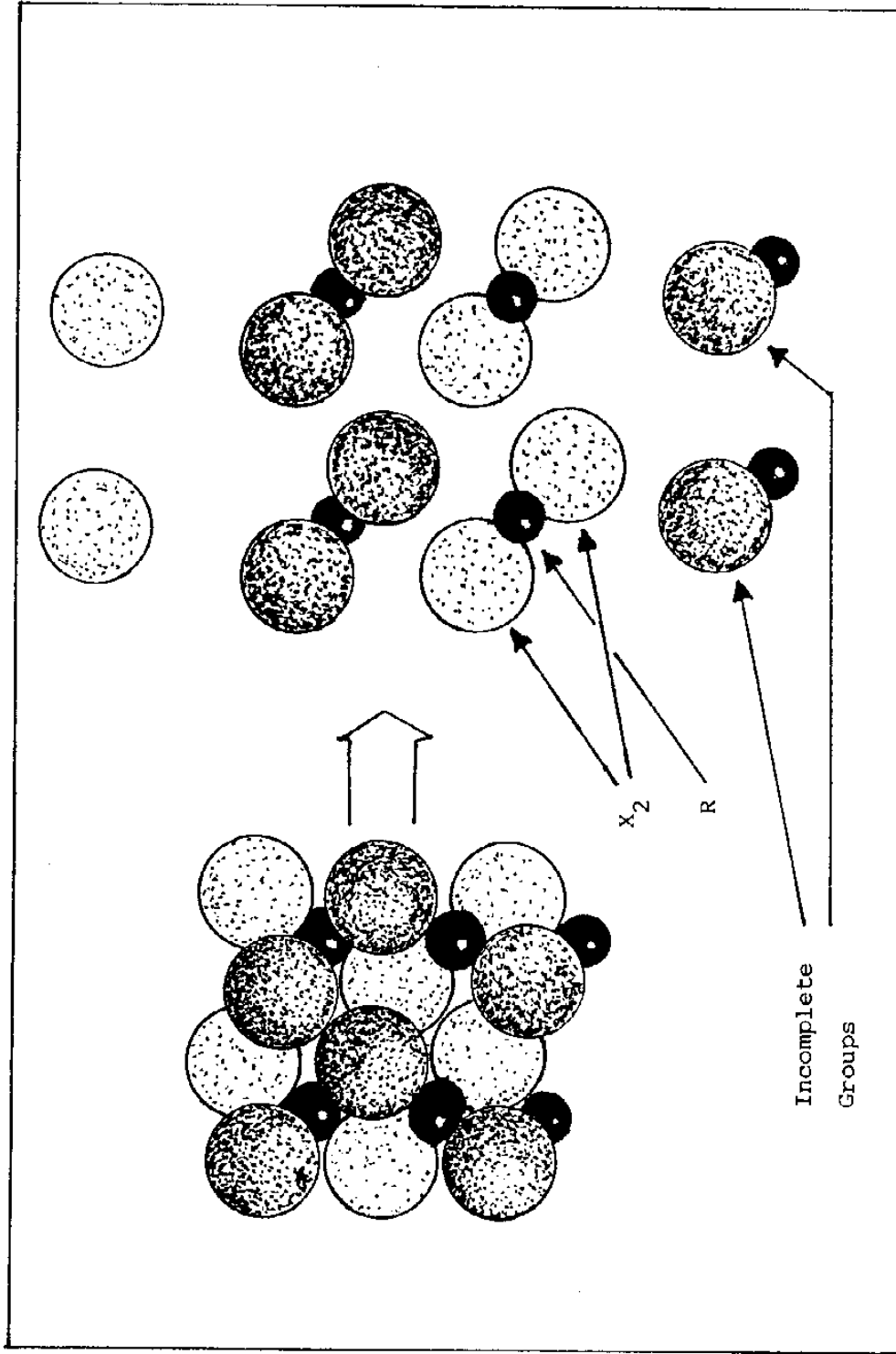
1. ผลจากการวิจัยครั้งนี้พบว่าวิธีฝึกการจำแนกประเภทโดยใช้กฎของการฝึกนักเรียนสามารถจำแนกประเภทตัวอย่างของมโนทัศน์ได้ถูกมากกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนมโนทัศน์จากวิธีฝึกการจำแนกประเภทโดยใช้คำอธิบายรวมกับการใช้คำถาม ผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ เมอร์ริล และ เทนนี่สัน (Merrill and Tennyson 1977 : 204 citing Merrill and Tennyson 1971) และของ เทนนี่สัน สตีฟ และ เบาท์เวลล์ (Tennyson, Steve and Boutwell 1975 : 821-827) ผู้วิจัยจะแยกอภิปรายตามระดับของวิธีฝึกการจำแนกประเภทเพื่อที่จะสรุปลักษณะที่แตกต่างกัน ดังนี้

1.1 วิธีฝึกการจำแนกประเภทที่ฝึกด้วยวิธีอธิบายรวมกับการใช้คำถาม จากการทดลองของ เทนนี่สัน เซา และ ยังเกอร์ส (Tennyson, Chao and Youngers 1981 : 326-334) พบว่า แบบของการเสนอการสอนเพื่อพัฒนาทักษะในการจำแนกประเภทด้วยวิธีอธิบายรวมกับการใช้คำถามมีผลต่อการเรียนรู้มโนทัศน์ดีกว่าการใช้คำอธิบายและการใช้คำถามเพียงอย่างเดียว ซึ่งจะสอดคล้องกับผลการทดลองของ เทนนี่สัน ยังเกอร์ส และ สืบสนธิ (Tennyson, Youngers and Suebsonthi 1983 : 280-291) พบว่าวิธีพัฒนาทักษะการจำแนกประเภทที่ใช้วิธีอธิบายรวมกับการใช้คำถามมีผลต่อการเรียนรู้มโนทัศน์ดีกว่าการใช้คำถามเพียงอย่างเดียว เทนนี่สัน และ คอคชีแเรลลา (Tennyson and Cocchiarella 1986 : 41 citing Tennyson, Chao and Youngers 1981; Tennyson and Park 1984; Tennyson, Youngers and Suebsonthi 1983) ได้สรุปการเรียนรู้มโนทัศน์ว่าเป็นกระบวนการทางความคิด (Cognitive Processes) 2 กระบวนการ กระบวนการแรกคือการเกิดความรู้มโนทัศน์ (Formation of Conceptual Knowledge) ซึ่งความรู้มโนทัศน์จะก่อรูป (Form) ขึ้นในความจำโดยการเก็บรวบรวมสิ่งเร้าไว้เป็นมิติที่มีความหมาย ส่วนกระบวนการที่สองคือการพัฒนาความรู้ด้านวิธีการ (Development of Procedural Knowledge) คือการใช้กลวิธีในการดึงความรู้มโนทัศน์ที่ได้เข้ารหัสเอาไว้ในความจำนั้นมาแก้ปัญหาเฉพาะอย่างภายใต้ขอบเขตของมโนทัศน์นั้น ๆ สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ วิธีฝึกการจำแนกประเภทโดยใช้วิธีอธิบายรวมกับการใช้คำถามจะสอดคล้องกับคำกล่าว

ของ เทนนี่สัน และคอคคิแชรเรลลา (Tennyson and Cocchiarella 1986 : 41) คือครั้งแรกของบทเรียนมโนทัศน์ได้รับการฝึกจากวิธีอธิบาย (Expository Instances) การอธิบายนั้นจะอธิบายตัวอย่างนิมานและตัวอย่างนิเสธว่ามีลักษณะเกณฑ์หรือไม่ นั่นก็คือ ผู้เรียนได้โอกาสเข้ารหัสความรู้มโนทัศน์เอาไว้ในโครงสร้างของความจำ สำหรับครั้งหลังของบทเรียนได้รับการฝึกจากวิธีใช้คำถาม (Interrogatory Instances) การใช้คำถามจะถามตัวอย่างนิมานและตัวอย่างนิเสธว่ามีลักษณะเกณฑ์หรือไม่ พร้อมทั้งมีการเฉลยคำตอบให้ นั่นคือผู้เรียนได้ใช้ความรู้ที่ได้เข้ารหัสเอาไว้ในโครงสร้างของความจำมาใช้ในการแก้ปัญหา

1.2 วิธีฝึกการจำแนกประเภทโดยใช้กฎของการฝึก สำหรับคำว่า "กฎ"

ในการวิจัยครั้งนี้หมายถึงขั้นตอนที่ผู้ทดลองปฏิบัติต่อผู้รับการทดลอง เรียงตามลำดับเท่านั้น จากการทดลองของ เมอร์ริล และ เทนนี่สัน (Merrill and Tennyson 1977 : 204 citing Merrill and Tennyson 1971) ได้ศึกษาการเรียนรู้มโนทัศน์โดยวิธีชี้แนะลักษณะ (Attribute Prompting) กับวิธีอื่น มโนทัศน์ที่ใช้ศึกษาคือบทโคลงที่กำหนดไว้เป็นตอน ๆ (Trochaic Meter) โดยการอธิบายตัวอย่างนิมานและตัวอย่างนิเสธของมโนทัศน์ โดยการชี้แนะลักษณะพยางค์ของบทโคลง การเน้นเสียงและจังหวะโดยใช้ตัวหนา และการขีดเส้นในแนวตั้ง (Vertical lines) คั่นระหว่างพยางค์แต่ละพยางค์ ผลการทดลองพบว่า การอธิบายตัวอย่างโดยวิธีชี้แนะลักษณะให้ผลการเรียนรู้มโนทัศน์ดีกว่าวิธีอื่น ๆ เมอร์ริล และ เทนนี่สัน (Merrill and Tennyson 1977 : 119) กล่าวว่า การฝึกด้วยวิธีใช้คำถามซึ่งไม่มีการชี้แนะลักษณะแต่จะชี้แนะลักษณะในตอนเฉลยคำตอบนั้นมีความจำเป็นมาก คือการกล่าวคำว่า "ถูก" หรือ "ผิด" นั้นเป็นการช่วยเหลือให้นักเรียนเรียนรู้สารมโนทัศน์ได้ด้วยความสะดวก ส่วน เทนนี่สัน และคอคคิแชรเรลลา (Tennyson and Cocchiarella 1986 : 62 citing Chase & Simon 1973) กล่าวว่าทำให้ลักษณะย้อนกลับไปยังผู้เรียน (Attribute Feedback) หลังจากการตอบคำถามแล้วนั้น เป็นลักษณะที่พิเศษอย่างหนึ่งซึ่งช่วยเหลือผู้เรียนที่เรียนอ่อนซึ่งมีความจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้สารพื้นฐานก่อน (Background Information) สำหรับการทดลองของ เทนนี่สัน สตีฟ และเบทเวลล์ (Tennyson, Steve and Boutwell 1975 : 821-827) ได้ศึกษาการเรียนรู้มโนทัศน์โดยวิธีการวิเคราะห์ตัวแทนของตัวอย่างคือมีการแยกลักษณะ เกณฑ์และไม่ใช้ลักษณะ เกณฑ์ให้แตกกระจายออกเป็นหน่วย ๆ ของโครงสร้างของผลึก RX_2 ดังภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 7 การแยกลักษณะเฉพาะที่ไม่ใช่ลักษณะเฉพาะของโคร่งสร้างของผลึก RX_2 ในแตกกระจายให้เห็นชัดเจน
 (คัดแปลงจาก Merrill and Tennyson 1977 : 92)

จากภาพประกอบ 7 โครงสร้างของผลึก RX_2 เมื่อแยกลักษณะให้แตกกระจาย ก็จะพบว่าลักษณะเกณฑ์ของผลึก RX_2 ประกอบด้วยอะตอมเล็ก ๆ 1 อะตอม (R) อยู่ร่วมกับ อะตอมที่ใหญ่กว่าอีก 2 อะตอม (X_2) ให้สังเกตว่ามีอะตอมบางอะตอมที่อยู่นอกหน่วยโครงสร้าง RX_2 เป็นส่วนประกอบของกลุ่มที่ไม่สมบูรณ์ (Incomplete Groups) (Merrill and Tennyson 1977 : 91) จากผลการทดลองพบว่าการวิเคราะห์ตัวแทนลักษณะของตัวอย่าง โดยวิธีการแยกลักษณะให้แตกกระจายออกเป็นหน่วย ๆ มีผลต่อการเรียนรู้โมเดลที่เรียกว่าวิธีที่ไม่แยกลักษณะ เมอร์ริล และ เทนนิสัน (Merrill and Tennyson 1977 : 91) กล่าวว่า การแยกลักษณะของโมเดลให้แตกกระจายเป็นสิ่งที่มีความสำคัญมากที่สุดสำหรับโมเดลที่มี ลักษณะที่ซับซ้อน และส่วนประกอบของลักษณะเหล่านั้นจะต้องแยกให้ชัดเจน ซึ่งเป็นสิ่งที่ช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการแยกแยะลักษณะทั้งหมดได้ง่ายขึ้น

2. ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ออกแบบบทเรียนที่ใช้ในการเรียนรู้โมเดลในตัวแปร วิธีฝึกการจำแนกประเภททั้ง 2 ระดับคือ วิธีฝึกการจำแนกประเภทด้วยวิธีอธิบายรวมกับการใช้ คำถาม และวิธีฝึกการจำแนกประเภทโดยใช้กฎของการฝึกแตกต่างกัน ดังนี้

2.1 วิธีฝึกการจำแนกประเภทด้วยวิธีอธิบายรวมกับการใช้คำถาม ครั้งแรกของ บทเรียนจะฝึกด้วยวิธีอธิบาย ส่วนครึ่งหลังของบทเรียนจะฝึกด้วยวิธีการใช้คำถาม การอธิบาย ตัวอย่างแต่ละตัวอย่างของโมเดลในตัวประกอบของจำนวนนับจะอธิบายว่าตัวอย่างแต่ละตัวอย่าง นั้นมีลักษณะเกณฑ์หรือไม่ และจะไม่บอกว่าลักษณะเกณฑ์แต่ละลักษณะคืออะไร สำหรับการฝึก ด้วยวิธีการใช้คำถามนั้นจะถามลักษณะ เกณฑ์ของตัวอย่างแต่ละตัวอย่างของโมเดลในตัวประกอบ ของจำนวนนับ แล้วเฉลยคำตอบให้และส่วนของการเฉลยคำตอบนี้จะไม่บอกว่าลักษณะ เกณฑ์ แต่ละลักษณะคืออะไร เช่นเดียวกัน (ดูภาคผนวก 6 บทเรียนชุดที่ 1 และบทเรียนชุดที่ 3 ประกอบคำอธิบาย)

2.2 วิธีฝึกการจำแนกประเภทโดยใช้กฎของการฝึก วิธีฝึกการจำแนกประเภท โดยการใช้กฎของการฝึกนี้จะฝึกตามขั้นตอนเรียงตามลำดับดังนี้ (ดูภาคผนวก 6 บทเรียนชุดที่ 2 และบทเรียนชุดที่ 4 ประกอบคำอธิบาย)

2.2.1 ขั้นตอนที่ 1 คือการอธิบายตัวอย่างแต่ละตัวอย่างของมโนทัศน์ตัวประกอบของจำนวนนับโดยวิธีการชี้แนะลักษณะ การชี้แนะลักษณะในที่นี้คือ การชี้แนะลักษณะเกณฑ์ว่าแต่ละลักษณะคืออะไร ลักษณะเกณฑ์ของมโนทัศน์ตัวประกอบของจำนวนนับคือ เป็นจำนวนนับและหารลงตัว จำนวนนับคือ 1, 2, 3, 4, 5, ... นับเพิ่มขึ้นทีละหนึ่งไปเรื่อย ๆ และการหารจะหารให้ลงตัวโดยวิธีการหารยาวว่าการหารนั้นหารลงตัวหรือไม่ ถ้าหารลงตัวจะเหลือเศษเท่ากับ 0 แต่หารไม่ลงตัวจะเหลือเศษไม่เท่ากับ 0

2.2.2 ขั้นตอนที่ 2 คือการใช้คำถามตามตัวอย่างแต่ละตัวอย่างของมโนทัศน์ตัวประกอบของจำนวนนับ การใช้คำถามในตัวอย่างวิธีฝึกการจำแนกประเภทโดยใช้กฎของการฝึก จะเหมือนกันกับการใช้คำถามในตัวอย่างวิธีฝึกการจำแนกประเภทด้วยวิธีอธิบายรวมกับการใช้คำถาม

2.2.3 ขั้นตอนที่ 3 คือการเฉลยคำตอบ การเฉลยคำตอบจะเฉลยพร้อมกับการชี้แนะลักษณะให้อีกครั้งหนึ่ง คือการชี้แนะลักษณะเกณฑ์ว่าแต่ละลักษณะนั้นคืออะไร เหมือนกับขั้นตอนที่ 1 ในข้อ 2.2.1

บทเรียนมโนทัศน์ตัวประกอบของจำนวนนับที่ตัวอย่างวิธีฝึกการจำแนกประเภทโดยใช้คำอธิบายรวมกับการใช้คำถามและวิธีฝึกการจำแนกประเภทโดยใช้กฎของการฝึกจะแตกต่างกันคือ ลำดับของการใช้คำอธิบาย การใช้คำถาม การชี้แนะลักษณะ และการให้ลักษณะย้อนกลับ ดังนั้นจึงเป็นไปได้ว่าลำดับของการใช้คำอธิบาย การใช้คำถาม การชี้แนะลักษณะ และการให้ลักษณะย้อนกลับจะทำให้ผู้เรียนเรียนรู้มโนทัศน์แตกต่างกัน สำหรับการชี้แนะลักษณะนั้น ผู้เรียนได้โอกาสทบทวน (Rehearsal) สารมโนทัศน์พื้นฐานที่นักเรียนเรียนมาแล้ว คือจำนวนนับและการหารลงตัว ซึ่งเป็นมโนทัศน์ที่นักเรียนจะต้องเรียนก่อน (Prerequisite Concepts) และในการวิจัยครั้งนี้จะสอดคล้องกับ เทนนี่สัน สตีฟ และ เบ้าท์เวลล์ (Tennyson, Steve and Boutwell 1975 : 821-827) ที่กล่าวว่า การแยกลักษณะเกณฑ์และไม่ใช้ลักษณะเกณฑ์ให้แตกกระจายออกเป็นหน่วย ๆ เป็นสิ่งที่ช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการแยกแยะลักษณะทั้งหมดได้ง่ายขึ้น ส่วน เทนนี่สัน และ คอคแชร์เรลลา (Tennyson and Cocchiarella 1986 : 62 citing Chase & Simon 1973) กล่าวว่า การให้ลักษณะย้อนกลับไปยังผู้เรียนหลังจากการตอบคำถามแล้วนั้น

เป็นลักษณะที่พิเศษอย่างหนึ่งที่ช่วยเหลือผู้เรียนที่เรียนอ่อนซึ่งมีความจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้สาร
 พื้นฐานก่อน (Background Information) สำหรับลำดับของการใช้คำอธิบายและการใช้
 คำถามนั้นไม่มีรายงานวิจัยของใครได้ศึกษาไว้ ซึ่งน่าจะทำการวิจัยเปรียบเทียบความแตกต่าง
 คว้าวิธีใดมีผลต่อการเรียนรู้ในขั้นนี้ได้ดีกว่ากัน

สมมติฐานข้อที่ 3 ถ้าให้นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีเสนอตัวอย่างโดยใช้ตัวอย่าง
 ที่ดีที่สุด กลุ่มที่เรียนด้วยวิธีเสนอตัวอย่างโดยใช้ลักษณะเกณฑ์ เรียนมโนทัศน์จากวิธีฝึกการ
 จำแนกประเภทด้วยวิธีอธิบายรวมกับการใช้คำถาม และวิธีฝึกการจำแนกประเภทโดยใช้กฎ
 ของการฝึกแล้ว คะแนนของนักเรียนจากแบบทดสอบการจำแนกประเภทตัวอย่างของมโนทัศน์
 จะไม่แตกต่างกันตามระดับของวิธีฝึกการจำแนกประเภท หรือไม่มีกิจกรรมระหว่างวิธีเสนอ
 ตัวอย่างและวิธีฝึกการจำแนกประเภท ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลดังปรากฏในตาราง 7
 พบว่า กิจกรรมระหว่างวิธีเสนอตัวอย่างและวิธีฝึกการจำแนกประเภทไม่มีความสำคัญทางสถิติ
 ดังนั้นจึงไม่มีกิจกรรมระหว่างวิธีเสนอตัวอย่างและวิธีฝึกการจำแนกประเภท หรือกล่าวอีก
 นัยหนึ่งได้ว่าวิธีเสนอตัวอย่างและวิธีฝึกการจำแนกประเภทไม่ขึ้นแก่กันและกัน สมมติฐานข้อที่ 3
 จึงได้รับการสนับสนุนจากข้อมูลและจะสอดคล้องกับงานวิจัยของ เทนนีสัน ยังเกอร์ส และ
 สืบสนธิ (Tennyson, Youngers and Suebsonthi 1983 : 280-291)