



## การศึกษาการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ โดยใช้แผนผังความคิด เรื่อง การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต

ชานทิพย์ โหดรพานนท์\*, สุรีย์พร สว่างเมฆ และวันดี วัฒนชัยยิ่งเจริญ

### The study of 10<sup>th</sup> science gifted students' systems thinking by Using mind Mapping on Locomotion

Chanatip hotarapawanon\*, Sureeporn Sawangmek and Wandee Wattanachaiyingcharoen

ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก 65000

Department of Education, Faculty of Education, Naresuan University, Pitsanulok 65000

\*Corresponding author. E-mail : ho.chanatip@gmail.com

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีเป้าหมายเพื่อสำรวจความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต รายวิชาชีววิทยา ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ จำนวน 28 คน เป็นชาย 1 คน และหญิง 27 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจได้แก่ แผนผังความคิด ซึ่งนำมาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา และตรวจสอบความน่าเชื่อถือร่วมกับผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งได้ผลการวิจัยดังนี้ ตัวบ่งชี้ที่ 1 การระบุองค์ประกอบย่อยของระบบที่อยู่ในระดับทางชีวภาพเดียวกัน นักเรียน-ระบุได้ถูกต้อง ครบถ้วน ร้อยละ 51.85 ได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน ร้อยละ 29.62 และ ได้ถูกต้องบ้าง ร้อยละ 14.81 ตัวบ่งชี้ที่ 2 การระบุความสัมพันธ์ที่เชื่อมโยงมโนทัศน์ต่างๆที่ระดับทางชีวภาพเดียวกัน นักเรียนระบุได้ถูกต้อง ครบถ้วนร้อยละ 48.15 ได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน ร้อยละ 25.93 ได้ถูกต้องบ้าง ร้อยละ 18.52 และ ได้ไม่ถูกต้อง ร้อยละ 3.70 แต่ไม่พบองค์ประกอบหรือการระบุที่บ่งบอกถึงตัวบ่งชี้ที่ 3 การเชื่อมโยงมโนทัศน์ของชีววิทยาที่ต่างระดับทางชีวภาพได้ และตัวบ่งชี้ที่ 4 การคิดไป-กลับระหว่างมโนทัศน์หรือแบบจำลองที่สร้างขึ้น กับปรากฏการณ์ทางชีววิทยาที่เกิดขึ้นจริงในแผนผังความคิดของนักเรียนทั้งหมด ซึ่งเป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นในแต่ละส่วนของมโนทัศน์มากกว่าการเน้นภาพรวมหรือองค์รวมของมโนทัศน์ทั้งหมด ครูจึงควรปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ให้เห็นความเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ย่อย อย่างชัดเจน และการนำมโนทัศน์ไปใช้ในสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ทางชีววิทยา โดยการใช้การจัดการเรียนรู้ที่มีการนำแบบจำลองหรือสถานการณ์เข้ามาเกี่ยวข้อง

**คำสำคัญ:** การคิดอย่างเป็นระบบ แผนผังความคิด ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต

#### Abstract

This qualitative research aimed to study about systems thinking process on locomotion lesson in 10<sup>th</sup> grade science - mathematic students. Data was collected from 28 students (1 boy and 27 girls) by using concept mapping. The concept mapping was analysed by criterias of Verhoeff et al. (2008) to recognize systems thinking that separate to 4 indicators. The results ware in the first indicator, student is being able to distinguish between the different levels of organization and to match biological concepts with specific levels of biological organization completely about 51.85 percentage, then in second indicator is being able to interrelate concepts at the cellular level of organization completely about 48.15 percentage. However, in ability to link biology concepts to concepts at higher levels of organization and to think back and forth between concept or models to real biology phenomenon is still not found in concept mapping. The results show that the learning activities is limited to develop systems



thinking in part of linking the element of system in different level of biology system. Because of the learning activities is focus on each element but not link each part together so the students can't make connection of the whole scientific concepts their learned. Discussion about how to revise the learning activities, teacher should make student noticed and used the connection about components of system and take it to real biology phenomena or using biology model to reach the context in real life.

**Keywords:** Systems thinking, Concept mapping, 10<sup>th</sup> science gifted student, locomotion

## บทนำ

การคิดอย่างเป็นระบบ เป็นกระบวนการที่ช่วยในการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific thinking) ซึ่งเป็นหนึ่งในสมรรถนะสำคัญตามจุดมุ่งหมายของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556) อีกทั้งยังส่งเสริมให้นักเรียนสามารถคิดแก้ไขปัญหา และคิดอย่างมีวิจารณญาณ อันเป็นทักษะหนึ่งที่สำคัญในทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่สำคัญต่อคนยุคใหม่ในการเรียนรู้และปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมที่ใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีสมัยใหม่ (วิจารณ์ พานิช, 2555) โดยเฉพาะบริบทและเนื้อหาของวิชาวิทยาศาสตร์นั้นเกี่ยวข้องกับสัมพันธ์กับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ประกอบไปด้วยปัจจัยหลายอย่าง ส่งผลต่อกันในลักษณะลูกโซ่ การพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบจะช่วยให้ นักเรียนสามารถสร้างการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของส่วนต่างๆในระบบ นำมาสู่การสร้างเข้าใจในสัมพันธ์และผลกระทบซึ่งกันและกันของแต่ละส่วนเพื่อสรุปเป็นกฎเกณฑ์ของปรากฏการณ์โดยยังคงตระหนักถึงปฏิสัมพันธ์ ความเกี่ยวเนื่องภายใน และการพึ่งพาซึ่งกันและกันของส่วนประกอบต่างๆภายในระบบที่ซับซ้อน (Evagoroun, 2009, Assaraf and Orion, 2005)

แผนผังความคิดเป็นหนึ่งวิธีที่ใช้ในการตรวจสอบการคิดอย่างเป็นระบบเนื่องจากการสร้างแผนผังความคิดนั้น นักเรียนต้องเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์ได้ เนื่องจากเมื่อสร้างแผนผังความคิดนักเรียนจะต้องแสดงความเชื่อมโยงและสัมพันธ์กันของแนวคิดย่อยแต่ละแนวคิด อีกทั้งอธิบายภาพรวมของแนวคิดที่เรียนทั้งหมด (Pintoi and Zertz, 1997) อีกทั้งแผนผังความคิดยังแสดงถึงแบบแผนทางความคิด และความรู้ของนักเรียน (Kinchin, et al., 2000) ซึ่งจะช่วยให้อาจารย์สามารถรู้ถึงระดับของการคิดของนักเรียน และจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิดได้อย่างชัดเจน (Pintoi, & Zertz, 1997) รวมทั้งวิธีการที่นักเรียนใช้เชื่อมโยงแนวคิด ส่วนประกอบต่างๆของระบบเข้าด้วยกัน โดยเฉพาะแนวคิดที่มีลักษณะเป็นลำดับชั้น ประกอบไปด้วยแนวคิดหลักและแนวคิดย่อย เกี่ยวข้องลดหลั่นกันมา ผู้สอนจะสามารถทราบการมองเห็นความเชื่อมโยงของแต่ละแนวคิดของนักเรียน ความซับซ้อนของการเชื่อมโยง และการวิเคราะห์ความถูกต้องของแนวคิดที่ปรากฏในแผนผังแนวคิดที่นักเรียน (Kinchin, et al., 2000) โดยเฉพาะในรายวิชาชีววิทยา ซึ่งมีส่วนที่เป็นระบบอันซับซ้อนอยู่มากมาย ในการเรียนรู้นั้นนักเรียนต้องทำความเข้าใจในแต่ละส่วน แล้วจึงนำมาเชื่อมโยงเข้าด้วยกันเป็นระบบอันซับซ้อนขึ้น (Tripto, 2016) ซึ่งลักษณะของการคิดอย่างเป็นระบบที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ปรับปรุงมาจาก

เป้าหมายของการศึกษาในครั้งนี้ เพื่อสำรวจความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง ซึ่งหลักสูตรดังกล่าวมุ่งเน้นพัฒนาและส่งเสริมความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนมีความสามารถเรียนรู้ได้เร็วกว่านักเรียนปกติทั่วไป (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555) โดยสำรวจการคิดอย่างเป็นระบบในเนื้อหาเรื่อง การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต เพื่อนำผลการสำรวจไปเป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้และพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบต่อไป

## วัตถุประสงค์วิจัย

ศึกษาการคิดอย่างเป็นระบบในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ผ่านแผนผังความคิดเรื่อง การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต



## วิธีดำเนินการวิจัย

### กลุ่มที่ศึกษา

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง ในจังหวัดพิษณุโลก ที่เรียนวิชาชีววิทยา ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 28 คน ซึ่งได้จากการเลือกแบบเจาะจง โดยเป็นนักเรียนที่ศึกษาในหลักสูตรห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ เป็นนักเรียนชาย 1 คน และนักเรียนหญิง 27 คน

### เครื่องมือในการวิจัย

ผู้วิจัยใช้แผนผังความคิด เรื่อง การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต ที่นักเรียนสร้างขึ้น เป็นเครื่องมือสำหรับการสำรวจความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบรายบุคคล ภายหลังจากการเรียนรู้ในเรื่อง การเคลื่อนที่ของสัตว์ โดยใช้ตัวบ่งชี้ของ Verhoeff และคณะ (2008) ซึ่งผ่านการประเมินความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ได้แก่ ครูผู้สอนรายวิชาชีววิทยา คุณวุฒิชำนาญการพิเศษ อาจารย์ประจำภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ และอาจารย์สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ ซึ่งเครื่องมือมีความเหมาะสมมากที่สุด (เฉลี่ยที่ 4.67 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.07)

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการโดย เมื่อจัดการเรียนรู้เรื่องการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต ให้นักเรียนสร้างแผนผังความคิดเรื่องการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตภายในเวลาที่กำหนด โดยไม่มีการกำหนดคำสำคัญที่ต้องใช้ เนื่องจากต้องการทราบว่านักเรียนนั้นสามารถระบุองค์ประกอบ และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบอย่างไร สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในระดับทางชีวภาพเดียวกัน หรือต่างกันหรือไม่ ซึ่งผู้วิจัยได้ให้นักเรียนสร้างแผนผังความคิดภายหลังจากจัดการเรียนรู้เสร็จแล้ว

### การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำแผนผังความคิดของนักเรียนทั้งหมดมาวิเคราะห์ความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบ ตามตัวบ่งชี้ของ Verhoeff และคณะ (2008) ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ตัวบ่งชี้ ดังนี้ 1) การจำแนกระดับทางชีวภาพขององค์ประกอบต่างๆ ของระบบ นักเรียนสามารถระบุองค์ประกอบของระบบ และระดับทางชีวภาพขององค์ประกอบนั้นๆ 2) การเชื่อมโยงมโนทัศน์ย่อยภายในระบบซึ่งอยู่ในระดับความสัมพันธ์ทางชีววิทยาเดียวกัน 3) การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ของแต่ละระบบ ที่อยู่ต่างระดับทางชีววิทยาได้ 4) การคิดไป-กลับระหว่างมโนทัศน์ หรือแบบจำลองไปสู่สถานการณ์หรือปรากฏการณ์ทางชีววิทยาที่กำหนดขึ้นได้ จากนั้นพิจารณาจากองค์ประกอบของแผนผังความคิดของนักเรียน ในแง่ของความถูกต้อง และครบถ้วนขององค์ประกอบในการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตต่างๆ และความเชื่อมโยงของแผนผังความคิดมีความถูกต้อง และสามารถใช้อธิบายการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตได้หรือไม่ นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังได้ทำการสัมภาษณ์นักเรียนที่เขียนแผนผังความคิดไม่ชัดเจน เช่น ไม่อธิบายลักษณะความสัมพันธ์ในรูปแบบคำเชื่อมระหว่างมโนทัศน์ย่อย เพื่อให้เข้าใจแนวคิดของนักเรียนและสามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้ถูกต้องมากที่สุด จากนั้นตรวจสอบความถูกต้องในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการตรวจสอบร่วมกับผู้เชี่ยวชาญ (peer debriefing) โดยนำผลการวิเคราะห์ที่ได้เสนอให้ครูผู้สอนรายวิชาชีววิทยา คุณวุฒิชำนาญการพิเศษ เพื่อทำการวิเคราะห์ซ้ำ จากนั้นจึงสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากนั้นผู้วิจัยนำแผนผังความคิดการจัดการเรียนรู้ให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนการประเมินในแต่ละตัวบ่งชี้ในแต่ละระดับ ได้แก่ ระดับดีมาก ได้ 3 คะแนน ระดับดี ได้ 2 คะแนน ระดับพอใช้ ได้ 1 คะแนน และระดับปรับปรุง ได้ 0 คะแนน และนำคะแนนมาหาค่าเฉลี่ยรวมเพื่อนำมาเทียบกับเกณฑ์การประเมิน ซึ่งปรับปรุงมาจากเกณฑ์การประเมินสมรรถนะสำคัญ of นักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของสำนักทดสอบทางการศึกษา (2557) ดังตาราง 1



ตาราง 1 เกณฑ์ประเมินการคิดอย่างเป็นระบบ

ระดับการคิด	ช่วงคะแนน
ดีมาก	10 - 12
ดี	7 - 9
พอใช้	4 - 6
ปรับปรุง	0 - 3

### ผลการศึกษา

จากการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์การคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนในแต่ละตัวบ่งชี้ดังต่อไปนี้

ตัวบ่งชี้ที่ 1 ด้านการระบุองค์ประกอบย่อยของระบบที่อยู่ในระดับทางชีวภาพเดียวกัน พบว่านักเรียนอยู่ในระดับที่ 3 คือสามารถระบุองค์ประกอบในการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ ได้ถูกต้อง ครบถ้วน ร้อยละ 51.85 ระดับที่ 2 สามารถระบุองค์ประกอบในการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ ได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน ร้อยละ 29.62 และระดับที่ 1 ระบุองค์ประกอบในการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ ได้ถูกต้องบ้าง ร้อยละ 14.81

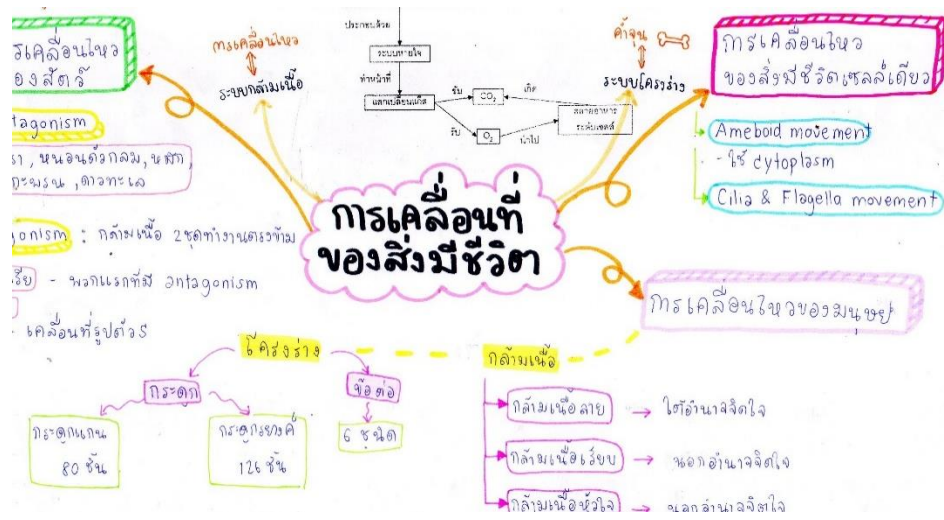
ตัวบ่งชี้ที่ 2 ด้านการระบุความสัมพันธ์ที่เชื่อมโยงมโนทัศน์ต่างๆ ที่ระดับทางชีวภาพเดียวกันนั้น พบว่านักเรียนอยู่ในระดับ 3 คือสามารถระบุความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด ได้ถูกต้อง ครบถ้วนร้อยละ 48.15 อยู่ในระดับ 2 คือสามารถระบุความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด ได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน ร้อยละ 25.93 อยู่ในระดับที่ 1 คือสามารถระบุความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด ได้ถูกต้องบ้าง ร้อยละ 18.52 และอยู่ในระดับ 0 คือระบุความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด ได้ไม่ถูกต้อง ร้อยละ 3.70

ในตัวบ่งชี้ที่ 3 ด้านการเชื่อมโยงมโนทัศน์ของชีววิทยาที่ต่างระดับทางชีวภาพ และตัวบ่งชี้ที่ 4 การคิดไป-กลับระหว่างแบบจำลองที่สร้างขึ้น กับปรากฏการณ์ทางชีววิทยาที่เกิดขึ้นจริงได้นั้น พบว่านักเรียนทั้งหมดไม่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ได้ และไม่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์แบบย้อนกลับ ระหว่างองค์ประกอบของการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ได้เช่นกัน

จากแผนผังความคิดของนักเรียน พบว่านักเรียนที่สามารถบรรลุตัวบ่งชี้ที่ 1 ในระดับ 3 คือองค์ประกอบในการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ ได้ถูกต้อง ครบถ้วน และสามารถระบุตัวบ่งชี้ที่ 2 ในระดับ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด ได้ถูกต้อง ครบถ้วนผ่านแผนผังความคิด นั้นสามารถระบุองค์ประกอบสำคัญในการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต ทั้งสัตว์เซลล์เดียวได้ครบถ้วนและถูกต้อง ในสัตว์มีการจำแนกชนิดการเคลื่อนที่ทั้งแบบ non-antagonism และแบบ antagonism มีการแยกชนิดของสัตว์ว่าเป็นพวกไม่มีกระดูกสันหลัง และมีกระดูกสันหลัง ทั้งยังมีการอธิบายองค์ประกอบของการเคลื่อนที่ของมนุษย์ได้ถูกต้อง แต่ยังขาดในด้านการจัดกลุ่มชนิดขององค์ประกอบ ซึ่งจะนำไปสู่การเชื่อมโยงมโนทัศน์ในระดับที่แตกต่างกัน และไม่สามารถสร้างการเชื่อมโยงความสัมพันธ์แบบย้อนกลับ ระหว่างองค์ประกอบของการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ได้ ดังภาพที่ 1-a และ 1-b

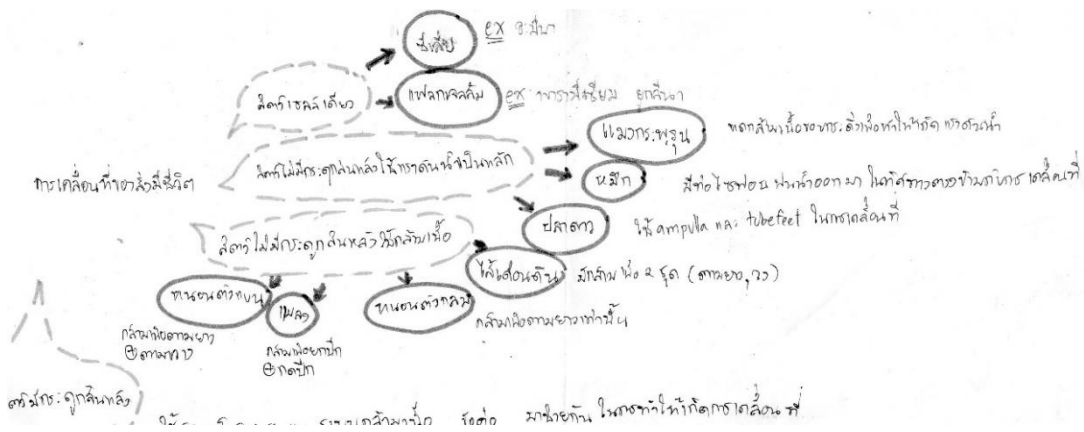






ภาพ 2 แสดงแผนผังความคิดของนักเรียนที่สามารถบรรลุตัวบ่งชี้ที่ 1 และ 2 ในระดับ 2

ในส่วนของนักเรียนที่บรรลุตัวบ่งชี้ที่ 1 ในระดับ 2 คือสามารถระบุองค์ประกอบในการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ ได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน และบรรลุตัวบ่งชี้ที่ 2 ในระดับ 1 คือระบุความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด ได้ถูกต้องบ้างนั้น มีการระบุองค์ประกอบในการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวไม่ถูกต้องตรงพารามีเซียมซึ่งนักเรียนระบุว่าใช้แฟกเจลลัมในการเคลื่อนที่ แทนที่จะเป็นซิเลีย และอธิบายองค์ประกอบในการเคลื่อนที่ของแมลงได้ไม่ครบถ้วน เนื่องจากอธิบายเพียงการบินเท่านั้น นอกจากนี้ ในส่วนของสัตว์มีกระดูกสันหลัง นักเรียนอธิบายเพียงแค่ว่าใช้ระบบกระดูก ระบบกล้ามเนื้อ ข้อต่อ ช่วยในการเคลื่อนที่ แต่ไม่ได้อธิบายการทำงานร่วมกันขององค์ประกอบต่างๆ ไว้ ดังภาพที่ 3

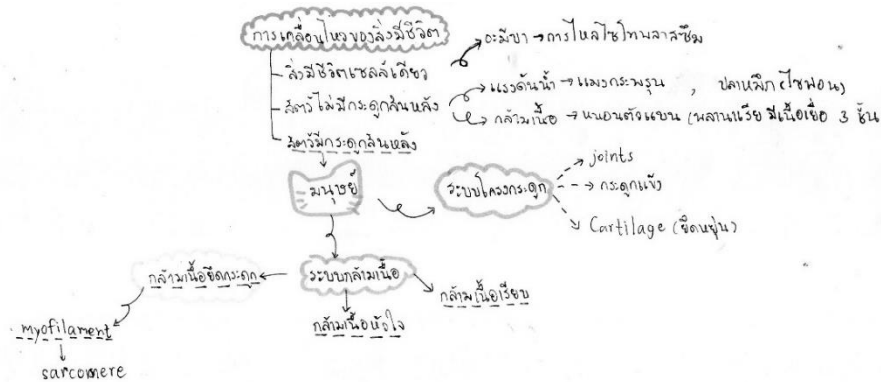


ภาพ 3 แสดงแผนผังความคิดของนักเรียนที่บรรลุตัวบ่งชี้ที่ 1 ในระดับ 2 และตัวบ่งชี้ที่ 2 ในระดับ 1

และในส่วนของนักเรียนที่บรรลุตัวบ่งชี้ที่ 1 ในระดับ 1 คือสามารถระบุองค์ประกอบในการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ ได้ถูกต้องบ้าง และบรรลุตัวบ่งชี้ที่ 2 ในระดับ 1 คือสามารถระบุความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด ได้ถูกต้องบ้าง โดยนักเรียนสามารถเขียนระบุองค์ประกอบสำคัญในการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตในส่วนของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวได้เพียงการเคลื่อนที่ของอะมีบาเท่านั้น ยังขาดการเคลื่อนที่ของพารามีเซียมและยูกลีนา นอกจากนี้ยังระบุองค์ประกอบของการเคลื่อนที่ของสัตว์มีกระดูกสันหลัง แต่ระบุเพียงองค์ประกอบของการ



เคลื่อนที่ของมนุษย์เท่านั้น ทั้งยังไม่อธิบายการทำงาน หรือความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆต่อการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตนั้นๆ ดังภาพ 4



ภาพ 4 แสดงแผนผังความคิดของนักเรียนที่บรรลุตัวบ่งชี้ที่ 1 และ 2 ในระดับที่ 1

ซึ่งสามารถสรุปการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนในภาพรวม โดมนำระดับการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนไปประเมิน แล้วหาค่าเฉลี่ย จากนั้นนำไปเทียบกับเกณฑ์การประเมิน พบว่านักเรียนมีระดับการคิดอย่างเป็นระบบอยู่ในระดับพอใช้ ดังตารางที่ 2

ตาราง 2 แสดงระดับการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนโดยรวม

ตัวบ่งชี้	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	S.D.	ระดับ
1	27	3	2.37	0.74	พอใช้
2		3	2.15	0.99	
3		3	0	0	
4		3	0	0	
รวม		12	4.52	1.70	

### อภิปรายผลการศึกษา

จากการวิเคราะห์แผนผังความคิด เรื่อง การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต พบว่านักเรียนร้อยละ 48 สามารถบรรลุตัวบ่งชี้ที่ 1 และ 2 ในระดับที่ 3 ซึ่งหมายความว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุองค์ประกอบในการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ ได้ถูกต้อง ครบถ้วน และระบุความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด ได้ถูกต้อง ครบถ้วน และอีกร้อยละ 25 นั้นบรรลุตัวบ่งชี้ดังกล่าวในระดับที่ 2 ซึ่งจากแผนผังความคิดของนักเรียนนั้น พบว่านักเรียนสามารถระบุองค์ประกอบได้ครบถ้วน เนื่องจากพื้นฐานของนักเรียนห้องเรียนพิเศษนั้นเป็นกลุ่มนักเรียนที่สามารถเรียนรู้และจดจำได้ไว (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2555) แต่ไม่พบนักเรียนคนใดบรรลุตัวบ่งชี้ที่ 3 และ 4 ซึ่งหมายถึงนักเรียนยังขาดความสามารถในด้านการเชื่อมโยงมโนทัศน์ของชีววิทยาที่ต่างระดับทางชีวภาพ และการคิดไป-กลับระหว่างแบบจำลองที่สร้างขึ้น กับปรากฏการณ์ทางชีววิทยาที่เกิดขึ้นจริงได้ เป็นไปได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัยยังไม่เอื้อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์ทางชีวภาพในต่างระดับได้ เนื่องจากจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์แยกออกจากกัน และไม่มีการเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ที่มีประสิทธิภาพสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Tripto และคณะ (2016) ซึ่งพบว่าปัญหาในการเรียนรู้ในวิชาชีววิทยาของนักเรียนในแต่ละระดับชั้นนั้นเกิดจากการที่นักเรียนต้องเผชิญกับรูปแบบของระบบอันซับซ้อน และการที่จะช่วยเหลือนักเรียนให้สามารถรับมือกับระบบอันซับซ้อนนี้ได้ นั้น ต้องปรับปรุงสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ โดยเน้นการสร้าง ความเข้าใจ และเน้นวิธีการที่ช่วยให้เกิดการร่วมมือกันเรียนรู้ อภิปราย และสะท้อนคิด (Jacobson and Wilensky , 2006) และ



สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Boersma (2011) ซึ่งระบุว่าการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนต้องทำความเข้าใจรูปแบบความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่ได้เรียนมา และผลกระทบจากองค์ประกอบนั้นต่อส่วนอื่น ๆ ของระบบด้วยตนเอง จึงจะช่วยให้ นักเรียนสามารถที่จะเชื่อมโยงความสัมพันธ์ หรือเชื่อมโยงความสัมพันธ์ได้ถูกต้องได้ และจากการศึกษาของ Verhooff และคณะ (2008) ยังให้ความสำคัญในการสอนเนื้อหาให้เกิดความสอดคล้องกัน ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนเข้าใจกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในระบบ และผลกระทบจากการทำงานขององค์ประกอบภายในระบบต่อองค์ประกอบอื่น เนื่องจากการเรียนวิชาชีววิทยานั้นประกอบไปด้วยระบบอันซับซ้อน อีกทั้งการมุ่งเน้นให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยเริ่มจากทักษะพื้นฐานที่ตนมี จะช่วยพัฒนากระบวนการรับรู้ที่สามารถนำไปสู่การเข้าใจความรู้ได้

ซึ่งนักเรียนนั้นสามารถบรรลุตัวบ่งชี้ที่ 1 และ 2 ได้ในระดับที่ต่ออยู่แล้ว แต่ยังคงขาดองค์ประกอบของการคิดอย่างเป็นระบบตามตัวบ่งชี้ที่ 3 และ 4 อยู่ เพื่อที่จะเพิ่มความสามารถตามตัวบ่งชี้ที่ 3 และ 4 ในด้านการเชื่อมโยงมโนทัศน์ของชีววิทยาที่ต่างระดับทางชีวภาพ และการคิดไป-กลับระหว่างแบบจำลองที่สร้างขึ้น กับปรากฏการณ์ทางชีววิทยาที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งนักเรียนยังขาดอยู่นั้น การจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยส่งเสริมการคิดอย่างเป็นระบบได้ ต้องมีกระบวนการที่กระตุ้นให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้และความสัมพันธ์มากขึ้น และให้นักเรียนได้อธิบายแผนผังความคิด เพื่อให้เห็นความสอดคล้องกันระหว่างองค์ประกอบของระบบในการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต ซึ่งจะสามารถช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงมโนทัศน์ระหว่างองค์ประกอบทางชีววิทยาที่ต่างระดับกัน และให้นักเรียนได้นำเอาแผนผังความคิด หรือแบบจำลองไปประยุกต์ใช้เข้ากับสถานการณ์ หรือปรากฏการณ์ทางชีววิทยา เพื่อพัฒนาการเชื่อมโยงความสัมพันธ์แบบย้อนกลับจากมโนทัศน์ เข้าสู่สถานการณ์ หรือการวิเคราะห์สถานการณ์ เข้าสู่โมโนทัศน์ทางชีววิทยาที่ถูกต้อง สอดคล้องกับข้อเสนอแนะของ National Research Council (2015) ซึ่งระบุว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงควรที่จะเปลี่ยนแปลงจากรูปแบบเดิม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบและการสร้างแบบจำลองระบบ ทำความเข้าใจปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และให้นักเรียนได้รับแนวคิดที่จะนำไปสู่การเกิดการเรียนรู้ นอกจากนี้ยังพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานนั้นยังส่งเสริมการทำความเข้าใจในแต่ละหน่วยย่อยของระบบ ทำให้นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองรูปธรรม นำไปพัฒนาต่อยอดจนสามารถสร้างแบบจำลองนามธรรม ซึ่งช่วยให้เกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เพราะในกระบวนการสร้างแบบจำลอง นักเรียนจะต้องเรียนรู้ส่วนประกอบแต่ละส่วนนำมาสร้างเป็นแบบจำลอง และเชื่อมโยงแต่ละแบบจำลองย่อย เข้าเป็นระบบโดยรวมของแบบจำลองหลักได้ (Coll and Taylor, 2005)

### สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาแผนผังความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนพิเศษ ในงานวิจัยนี้ พบว่านักเรียนสามารถระบุองค์ประกอบในการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ และความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด ได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน แต่ไม่พบการเชื่อมโยงมโนทัศน์ของชีววิทยาที่ต่างระดับทางชีวภาพ และการคิดไป-กลับระหว่างแบบจำลองที่สร้างขึ้น กับปรากฏการณ์ทางชีววิทยาที่เกิดขึ้นจริง เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ที่ไม่สัมพันธ์และต่อเนื่องกัน แต่เน้นไปที่แต่ละส่วนของเนื้อหา จึงควรพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความหลากหลายมากขึ้น เพื่อที่จะส่งเสริมการคิดอย่างเป็นระบบให้กับนักเรียน อีกทั้งควรที่จะนำเอาสถานการณ์ ปรากฏการณ์ทางชีววิทยา หรือแบบจำลอง มาประยุกต์ใช้ให้กับการจัดการเรียนรู้เพื่อเชื่อมโยงมโนทัศน์ของนักเรียนเข้ากับกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) และโครงการ สควค. ศูนย์มหาวิทยาลัยนเรศวร คณาจารย์ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ซึ่งได้ให้คำแนะนำในการดำเนินการวิจัย และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่สนับสนุนทุนในการทำวิจัย และนำเสนอผลงาน





### เอกสารอ้างอิง

- วิจารณ์ พานิช. (2555). วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ : มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). โครงสร้างหลักสูตรห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์  
มาตรฐานสากล ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ  
เทคโนโลยี. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). คู่มือการใช้งานหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ฉบับอนาคต.  
กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- Ben-Zvi Assaraf, O., and N. Orion. (2005). *Development of system thinking skills in the context of earth system education*. *Journal of Research in Science Teaching* 42, no. 5: 518–60
- Boersma, K., Waarlo, A. J. and Klaassen, K.. (2011). **The feasibility of systems thinking in biology education**. *Journal of Biological Education*, 45(4), 190–197.
- Evagorou, M., K. Korfiatis, C. Nicolaou, and C. Constantinou. (2009). **An investigation of the potential of interactive simulations for developing system thinking skills in elementary school: A case study with fifth graders and sixth graders**. *International Journal of Science Education*, 31(5), 655–74.
- Jacobson, M.J., and U. Wilensky. (2006). **Complex systems in education: Scientific and educational importance and implications for the learning sciences**. *The Journal of the Learning Sciences*, 15(1), 11–34.
- Kinchin, I. M., Hay, D. B., & Adams, A. (2000). **How a qualitative approach to concept map analysis Can be used to aid learning by illustrating patterns of conceptual development**. *Educational research*, 42(1), 43–57.
- National Research Council. (2015). **Guide to Implementing the Next Generation Science Standards**. Washington, DC: National Academies Press. 1–5.
- Pintoi, A. J., & Zeitz, H. J. (1997). **Concept mapping: a strategy for promoting meaningful learning in medical education**. *Medical Teacher*, 19(2), 114–121.
- Tripto, J., Ben-Zvi Assaraf, O., Snapir, Z. and Amit, M. (2016). **The ‘What is a system’ reflection interview as a knowledge integration activity for high school students’ understanding of complex systems in human biology**. *International Journal of Science Education*, 38(4), 564–595.
- Verhoeff, R.P., A.J. Waarlo, and K.Th. Boersma. (2008). **Systems modelling and the development of coherent understanding of cell biology**. *International Journal of Science Education*, 30(4), 543–568.