

ความเข้าใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
เกี่ยวกับสถานะของสารและการเปลี่ยนสถานะของสาร
Sixth Graders' Understandings about States of Matter
and the Change of States of Matter

จิตสุภัค มานะการ

bamjitsupak@gmail.com

โรงเรียนอนุบาลเมืองลำพูน ตำบลอุโมงค์ อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน

บทคัดย่อ

งานวิจัยเชิงคุณภาพนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 8 คน เกี่ยวกับสถานะของสารและการเปลี่ยนสถานะของสาร ผู้วิจัยเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์นักเรียนแบบกึ่งโครงสร้างรายบุคคล และวิเคราะห์ข้อมูลโดยการจัดกลุ่มความเข้าใจของนักเรียนที่มีความหมายเหมือนกัน ผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนทุกคนสามารถระบุสถานะของสารที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง แต่นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถให้เหตุผลได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนประมาณครึ่งหนึ่งสามารถวาดภาพเพื่อแสดงองค์ประกอบของสารในระดับจุลภาคได้ และนักเรียนส่วนใหญ่ระบุถึงการสัมผัสความร้อน การสัมผัสความเย็น และ/หรือ การสัมผัสสิ่งต่างๆ ว่าเป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร ผลการวิจัยนี้จะเป็นแนวทางการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจของนักเรียนเรื่องสถานะของสารและการเปลี่ยนสถานะของสารต่อไป

คำสำคัญ : ความเข้าใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษา; สถานะของสาร; การเปลี่ยนสถานะของสาร

Abstract

This qualitative research aims to examine eight sixth-grade students' understandings about states of matter and the change of states of matter. The researcher collected data using individual semi-structured interviews with the students, and analyzed the data by categorizing the students' understandings into groups that have same or similar meanings. The research results appear that all the students correctly identified the state of given types of matter, but most did not explain their state scientifically. About a half of the students were able to draw components of a matter in microscopic level. And, most of the students referred to heat contact, coolness contact and/or thing contact as a cause of the change of states of matter. The research results can be guideline for developing learning activities to promote students' understandings of states of matter and the change of states of matter.

Keywords: Elementary students' understandings; State of matter; Change of the states of matter

บทนำ

สารเป็นสิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบตัวมนุษย์ทุกคน ดังนั้น มนุษย์ทุกคนจึงควรมีความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับสมบัติของสาร ในการนี้ กระทรวงศึกษาธิการ (2553) จึงได้บรรจุเนื้อหาเกี่ยวกับสารไว้ใน “*ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*” โดยเฉพาะในสาระที่ 3 “*สารและสมบัติของสาร*” ซึ่งระบุไว้ว่า นักเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานควร “*เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค*” (มาตรฐาน ว 3.1) และ “*เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา*” (มาตรฐาน ว 3.2) ในการนี้ นักเรียนควรได้รับการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้เกิดพัฒนาการทางแนวคิดเกี่ยวกับสาร ตั้งแต่แนวคิดพื้นฐานที่ซับซ้อนน้อยไปยังแนวคิดขั้นสูงที่ซับซ้อนมากขึ้น ตามลำดับ (Stevens *et al.*, 2010) ในการนี้ นักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ควรเข้าใจว่า

- สารอาจปรากฏในสถานะของแข็ง ของเหลว หรือแก๊ส สาร(ชนิดเดียวกัน) ทั้งสามสถานะมีสมบัติบางประการเหมือนกัน และบางประการแตกต่างกัน (ว 3.1 ป. 6/1)
- เมื่อสารเกิดการ...เปลี่ยนสถานะ สารแต่ละชนิดยังคงสมบัติของสารเดิม (ว 3.2 ป. 6/1)

ความเข้าใจแนวคิดทั้งสองนี้จะเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับ “*ทฤษฎีอนุภาคของสาร*” (Particulate theory of matter) ในระดับมัธยมศึกษาต่อไป (Smith *et al.*, 2006)

อย่างไรก็ตาม งานวิจัยในอดีตที่ผ่านมา ทั้งในต่างประเทศและในประเทศไทย ระบุว่า นักเรียนจำนวนไม่น้อยมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเรื่องสารและสมบัติของสาร ตัวอย่างเช่น กฤษดา สงวนสิน (2549) และ ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง & นฤมล ยุตาคม

(2548) พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาไม่สามารถระบุสถานะของสารบางชนิด และไม่สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารได้ นอกจากนี้ วราภรณ์ แยมจินดา (2547) ก็พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนเหล่านี้เช่นกัน ในทำนองเดียวกัน Ozmen (2011) พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาในประเทศตุรกีไม่สามารถอธิบายสมบัติของสารโดยใช้มุมมองระดับจุลภาคได้ ผลการวิจัยเหล่านี้สะท้อนอย่างชัดเจนว่า การเรียนรู้เกี่ยวกับสมบัติของสารเป็นเรื่องที่ทำนายสำหรับนักเรียน (โดยเฉพาะนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษา) ด้วยเหตุนี้ การจัดการเรียนการสอนเรื่องสมบัติของสารจึงเป็นเรื่องที่ทำนายสำหรับครูวิทยาศาสตร์ด้วยเช่นกัน

จากการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ทั้งในระดับสถานศึกษาและในระดับชาติ ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนจำนวนหนึ่งมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับที่ยังไม่เป็นที่น่าพอใจ โดยเฉพาะในเรื่องสถานะของสารและการเปลี่ยนสถานะของสาร ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัย (ในฐานะผู้สอน) จึงต้องการทราบในเชิงลึกว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความเข้าใจเดิมเกี่ยวกับเรื่องนี้อย่างไร ข้อมูลเกี่ยวกับความเข้าใจเดิมของนักเรียนจะเป็นประโยชน์ต่อการออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนการสอน ที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีพัฒนาการทางแนวคิดเกี่ยวกับสารได้อย่างสอดคล้องกับ “ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551” ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เกี่ยวกับสถานะของสารและการเปลี่ยนสถานะของสาร

วิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ (ขจรศักดิ์ บั้วระพันธ์, 2554) ซึ่งมุ่งเน้นการทำ ความเข้าใจความหมายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากประสบการณ์ส่วนบุคคล โดยปรากฏการณ์ในการวิจัยนี้คือสถานะของสารและการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร รายละเอียดของบริบทวิจัย กลุ่มที่ศึกษา การเก็บข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล มีดังต่อไปนี้

บริบทวิจัย

การวิจัยนี้เกิดขึ้นในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 ณ โรงเรียนประถมศึกษาขนาดกลางแห่งหนึ่ง ซึ่งเปิดสอนตั้งแต่ชั้นอนุบาลถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 466 คน นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีจำนวน 45 คน จาก 2 ห้องเรียน (ป.6/1 และ ป.6/2) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/1 มีจำนวน 22 คน และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/2 มีจำนวน 23 คน นักเรียนทั้งสองห้องมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันมากนัก ในช่วงเวลาของการดำเนินการวิจัย นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 2 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับระบบต่าง ๆ ของร่างกาย สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม และสารในชีวิตประจำวัน โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ดังกล่าวทั้งสองห้องเรียน

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาในการวิจัยนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (อายุระหว่าง 10-11 ปี) จำนวน 8 คน ซึ่งประกอบด้วยนักเรียนหญิง 4 คน นักเรียนชาย 4 คน กลุ่มที่ศึกษามาจากการเลือกแบบจำเพาะเจาะจง (Purposive sampling) จากทั้งสองห้องเรียน โดยใช้เกณฑ์ความสมัครใจและกล้าแสดงความคิดเห็นของนักเรียน ในตอนแรกของการวิจัย ผู้วิจัยได้แจ้งให้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ทุกคน ทราบเกี่ยวกับวัตถุประสงค์

ของการวิจัยว่า ผู้วิจัยต้องการทราบความเข้าใจเดิมของนักเรียนเกี่ยวกับสถานะของสารและการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร “ก่อน” การจัดการเรียนการสอนเรื่องดังกล่าว ผู้วิจัยทราบจากการศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาและจากการสอบถามนักเรียนในเบื้องต้นว่า นักเรียนทุกคนได้ผ่านการเรียนรู้เรื่องสถานะของสารในวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มาบ้างแล้ว ในรายงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยอ้างถึงนักเรียนแต่ละคนโดยใช้สัญลักษณ์ S แล้วตามด้วยตัวเลข 1 – 8 (เช่น S1, S2, และ S3)

การเก็บข้อมูล

ผู้วิจัยเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์นักเรียนแบบกึ่งโครงสร้างเป็นรายบุคคล โดยใช้คำถามปลายเปิด จำนวน 6 ข้อ ดังนี้

1. คำถามข้อที่ 1 เป็นการให้นักเรียนระบุสถานะของสารที่กำหนดให้ ซึ่งประกอบด้วย ปากกา น้ำส้มสายชู และอากาศในลูกโป่ง พร้อมทั้งระบุเหตุผลว่า ทำไมสารแต่ละชนิดจึงมีสถานะดังกล่าว
2. คำถามข้อที่ 2 เป็นการให้นักเรียนวาดภาพเพื่อแสดง “องค์ประกอบของน้ำ” ในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส พร้อมทั้งอธิบายความหมายของภาพเหล่านั้น
3. คำถามข้อที่ 3 เป็นการให้นักเรียนอธิบายการหลอมเหลวของเทียนไข
4. คำถามข้อที่ 4 เป็นการให้นักเรียนอธิบายการแข็งตัวของน้ำตาเทียน
5. คำถามข้อที่ 5 เป็นการให้นักเรียนอธิบายการเดือดของน้ำในบีกเกอร์ที่อยู่บนเตาไฟ
6. คำถามข้อที่ 6 เป็นการให้นักเรียนอธิบายการเกิดหยดน้ำบนกระจก เมื่อมีไอน้ำมากระทบ

ในระหว่างการสัมภาษณ์นักเรียนแต่ละคน ผู้วิจัยใช้เทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) เพื่อให้นักเรียนแสดงความเข้าใจของตนเอง

โดยผู้วิจัยหลีกเลี่ยงการตัดสินว่า คำตอบของนักเรียนถูกหรือผิด ผู้วิจัยเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถถามผู้วิจัยได้ทุกเมื่อ หากนักเรียนไม่เข้าใจคำถามแต่ละข้อ การสัมภาษณ์นักเรียนแต่ละคนเกิดขึ้นในเวลาหลังเลิกเรียน โดยใช้เวลาประมาณ 30 นาทีต่อคน ในการนี้ ผู้วิจัยได้แจ้งให้นักเรียนทราบว่า ผู้วิจัยทำการบันทึกเสียงของนักเรียน ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการตีความและวิเคราะห์ข้อมูลในภายหลัง ผู้วิจัยเน้นย้ำกับนักเรียนทุกคนว่า ชื่อและสกุลของนักเรียนทุกคนจะถูกเก็บเป็นความลับและไม่มีการเผยแพร่สู่สาธารณะ และคำตอบของนักเรียนในระหว่างการสัมภาษณ์จะไม่มีผลต่อการตัดสินผลการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสอน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีการเปรียบเทียบอย่างต่อเนื่อง (The constant comparative method) (ขจรศักดิ์ บั้วระพันธ์, 2554) ในการนี้ ผู้วิจัยทำการถอดคำพูดของนักเรียนทุกคนแบบคำต่อคำ (Verbatim transcription) จากนั้น ผู้วิจัยอ่านคำตอบของนักเรียนแต่ละคนซ้ำๆ อย่างละเอียด ทั้งนี้เพื่อเปรียบเทียบและจัดกลุ่มความเข้าใจที่มีความหมายเหมือนหรือคล้ายคลึงกัน

ผลการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 8 คน (ชาย 4 คน และหญิง 4 คน) เกี่ยวกับสถานะของสารและการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร ผู้วิจัยเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์นักเรียนแบบกึ่งโครงสร้างเป็นรายบุคคล คำถามในการสัมภาษณ์นี้เป็นการให้นักเรียนระบุสถานะของสารต่างๆ การวาดรูปองค์ประกอบของสารในสถานะต่างๆ และการอธิบายสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร ผลการวิจัยเป็นดังต่อไปนี้

ความเข้าใจเกี่ยวกับสถานะของสาร

เมื่อผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละคนระบุว่า สารที่กำหนดให้ (ปากกา น้ำส้มสายชู และอากาศ) อยู่ในสถานะอะไร นักเรียนทั้ง 8 คน สามารถระบุสถานะของสารทั้งหมดได้อย่างถูกต้อง นั่นคือ ปากกาเป็นสารในสถานะของแข็ง น้ำส้มสายชูเป็นสารในสถานะของเหลว และอากาศเป็นสารในสถานะแก๊ส อย่างไรก็ตาม นักเรียนเหล่านี้อาจให้เหตุผลที่แตกต่างกัน เนื่องจากปริมาตรและรูปร่างเป็นสมบัติที่ทำให้สารแต่ละสถานะแตกต่างกัน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนแต่ละคน โดยพิจารณาว่า นักเรียนระบุถึงสมบัติทั้งสองได้อย่างถูกต้องหรือไม่ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คำตอบของนักเรียนเกี่ยวกับสถานะของสาร

นักเรียน	ปากกา (ของแข็ง)		น้ำส้มสายชู (ของเหลว)		อากาศ (แก๊ส)		รวม
	สมบัติ		สมบัติ		สมบัติ		
	ปริมาตร	รูปร่าง	ปริมาตร	รูปร่าง	ปริมาตร	รูปร่าง	
เฉลย	คงตัว	คงตัว	คงตัว	ไม่คงตัว	ไม่คงตัว	ไม่คงตัว	
S1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	6
S2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	6
S3	-	✓	-	✓	-	-	2
S4	-	✓	-	✓	-	✓	3
S5	-	✓	✗	✓	✓	✓	4
S6	✓	✓	✓	✓	✗	✓	5
S7	-	-	-	✓	✓	-	2
S8	-	-	-	-	-	-	0
รวม	3	6	3	7	4	5	28/48 (≈58%)

หมายเหตุ: ✓ หมายถึงนักเรียนอ้างอิงและถูกต้อง; ✗ หมายถึงนักเรียนอ้างอิงแต่ไม่ถูกต้อง;

- หมายถึงนักเรียนไม่อ้างอิง

จากตารางที่ 1 ข้างต้น นักเรียน 2 คน (S1 และ S2) สามารถให้เหตุผลได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ โดยการระบุว่า ปากกาอยู่ในสถานะของแข็ง เพราะเป็นสารที่มีทั้งปริมาตรและรูปร่างคงตัว น้ำส้มสายชูอยู่ในสถานะของเหลว เพราะเป็นสารที่มีปริมาตรคงตัวแต่รูปร่างไม่คงตัว และอากาศในลูกโป่งอยู่ในสถานะแก๊ส เพราะเป็นสารที่มีทั้งปริมาตรและรูปร่างไม่คงตัว ข้างล่างเป็นตัวอย่างคำตอบของนักเรียนคนที่ 1

- T หนูคิดว่า ปากกาอยู่ในสถานะอะไรคะ
 S1 ของแข็งคะ
 T ทำไมถึงคิดว่า มันอยู่ในสถานะของแข็งล่ะคะ
 S1 เพราะ(ปากกา)ต้องการที่อยู่ มีปริมาตรคงที่ รูปร่างคงที่คะ
 T แล้วน้ำส้มสายชูล่ะคะ (นักเรียน)คิดว่าอยู่ในสถานะอะไรคะ
 S1 เพราะ(น้ำส้มสายชู)ต้องการที่อยู่ ปริมาตรคงที่ รูปร่างไม่คงที่
 T แล้วอากาศล่ะคะ (นักเรียน)คิดว่าอยู่ในสถานะอะไร
 S1 แก๊สคะ
 T ทำไมถึงคิดว่าเป็นสถานะแก๊สคะ
 S1 เพราะ(อากาศ)ต้องการที่อยู่ ปริมาตรไม่คงที่ รูปร่างไม่คงที่คะ

อย่างไรก็ตาม นักเรียน 6 คน ไม่สามารถให้เหตุผลได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ในจำนวนนี้ นักเรียน 3 คน (S5 S6 และ S7) ได้พิจารณาปริมาตรของสารเป็นเกณฑ์ในการให้เหตุผลว่า สารแต่ละชนิดอยู่ในสถานะใด ถึงแม้ว่าเหตุผลเหล่านั้นอาจไม่ถูกต้องทั้งหมด ตัวอย่างเช่น นักเรียนคนที่ 5 ระบุว่า น้ำส้มสายชูอยู่ในสถานะเป็นของเหลว เพราะเป็นสารที่มีปริมาตรไม่คงตัว และนักเรียนคนที่ 6 ระบุว่า อากาศอยู่ในสถานะแก๊ส เพราะเป็นสารที่มีปริมาตรคงตัว เป็นต้น ส่วนนักเรียนอีก 3 คน (S3 S4 และ S8) ไม่มีการอ้างถึงปริมาตรของสารเลย นักเรียนกลุ่มนี้อ้างถึงสมบัติ

ทางกายภาพอื่นๆ เช่น ความแข็งแรง ความสามารถในการจับหรือสัมผัสได้ และความสามารถในการมองเห็น ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนต่อไปนี้

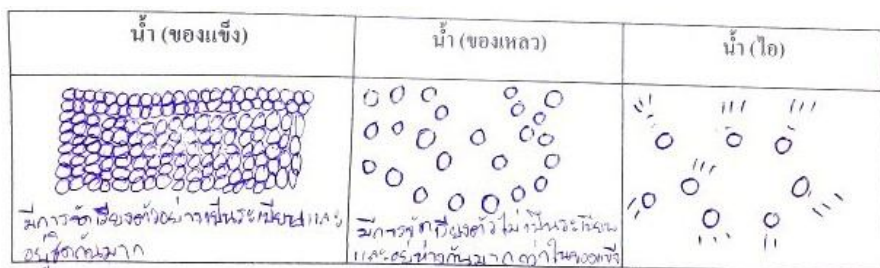
- T หนูคิดว่า ปากกาอยู่ในสถานะอะไรคะ
 S3 ของแข็งคะ
 T ทำไมคิดว่าเป็นของแข็ง
 S3 เพราะคิดว่า ปากกามีรูปร่างคงที่และมีความแข็งแรง
- T ทำไมคิดว่าปากกาอยู่ในสถานะของแข็ง
 S4 รูปร่างคงที่ จับแล้วแข็ง ไม่เปราะ
 ...
- T ทำไมคิดว่าน้ำสัสมายชูกอยู่ในสถานะของเหลวคะ
 S4 เพราะว่า รูปร่างจะเปลี่ยนไปตามภาชนะที่บรรจุ รูปร่างไม่คงที่
- T ทำไมอากาศเป็นแก๊สคะ
 S8 เพราะอากาศ เราสามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า และเราไม่สามารถสัมผัสมันได้ครับ

สิ่งที่น่าสนใจอีกประการหนึ่งคือว่า ในการให้เหตุผลเกี่ยวกับสถานะของสารทั้ง 3 ชนิด นักเรียนมีแนวโน้มในการพิจารณารูปร่างของสารมากกว่าปริมาตรของสาร

ความเข้าใจเกี่ยวกับองค์ประกอบของสาร

เมื่อผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละคนวาดภาพเพื่อแสดงองค์ประกอบของน้ำในสถานะต่างๆ นักเรียน 5 คน (S1 S2 S3 S4 และ S5) วาดภาพวงกลมเล็กๆ เพื่อแสดงองค์ประกอบของน้ำในแต่ละสถานะ นักเรียนกลุ่มนี้ระบุด้วยว่า องค์ประกอบของน้ำใน

แต่แต่ละสถานะมีการเรียงตัวที่ต่างกัน โดยองค์ประกอบของน้ำในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส มีการเรียงตัวชิดกันจากมากไปหาน้อย ตามลำดับ ภาพที่ 1 แสดงความเข้าใจของนักเรียนคนที่ 4



ภาพที่ 1 องค์ประกอบของน้ำในสถานะต่างๆ ตามความเข้าใจของนักเรียนคนที่ 4

นอกจากนี้ ในระหว่างการสัมภาษณ์ นักเรียนกลุ่มนี้ยังระบุว่า วงกลมเล็กๆ เป็นสิ่งที่แทน “อนุภาคของน้ำ” ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนต่อไปนี้

- S1 อนุภาคของของแข็งมีความยึดเหนี่ยวติดกันมาก ... อนุภาคของของเหลวมีความยึดเหนี่ยวน้อยกว่าอนุภาคของของแข็ง ... อนุภาคของแก๊สมีความยึดเหนี่ยวน้อยมาก
- S2 น้ำในสถานะของแข็งมีอนุภาคชิดกัน ... น้ำในสถานะของเหลวมีอนุภาคที่เรียงห่างกัน ... น้ำในสถานะไอมีอนุภาคห่างกัน มีการพุ่งกระจายหรือเคลื่อนที่ตลอดเวลา
- S3 รูปร่างอนุภาคของน้ำที่เป็นของน้ำแข็งจะมีการจัดเรียงเป็นระเบียบและอยู่ชิดกันมาก ... อนุภาคของของเหลวจะมีการเรียงกันอย่างไม่เป็นระเบียบและอยู่ห่างกันมากกว่าของแข็งค่ะ ... อนุภาคของอากาศอยู่ห่างกันมากกว่าของแข็งและของเหลว

อย่างไรก็ตาม นักเรียนอีก 3 คน (S6 S7 และ S8) ไม่สามารถวาดภาพที่แสดงอนุภาคที่เป็นองค์ประกอบของน้ำในสถานะต่างๆ ได้ นักเรียนกลุ่มนี้วาดภาพที่แสดงน้ำในระดับมหภาค ตามที่ตนเองสามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่า ดังแสดงในภาพที่ 2 ซึ่งเป็นผลงานของนักเรียนคนที่ 8



ภาพที่ 2 องค์ประกอบของน้ำในสถานะต่างๆ ตามความเข้าใจของนักเรียนคนที่ 8

ในระหว่างการสัมภาษณ์ นักเรียนกลุ่มนี้ไม่สามารถให้เหตุผลในระดับจุลภาคได้เลย ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนต่อไปนี้

- T ในสถานะที่มันเป็นของแข็งเนี่ย ผมวาดรูปอะไร
- S7 น้ำแข็งครับ
- T ... วาดรูปก้อนน้ำแข็ง อะ ลองอธิบายซิว่า ... องค์ประกอบของน้ำแข็งเป็นยังไง
- S7 มีมวลคงที่
- T มันมีมวลคงที่ อืม ... แล้วอันที่เป็นของเหลวละ ... ผมวาดรูปอะไร
- S7 น้ำ
- T วาดรูปน้ำ
- S7 ครับ
- T แล้วยังไงคะ ลองอธิบายองค์ประกอบ(ของน้ำ) ... มันเป็นยังไง
- S7 ต้องการที่อยู่ครับ

- T มันต้องการที่อยู่ แล้วยังงัยอีก
 S7 และเปลี่ยนไปตามภาชนะที่ใส่
 ...
 T ต่อไป แล้วไอน้ำล่ะคะ พมวาคูรูปอะไร
 S7 กาดัมน้ำและมีไอน้ำออกมา
 T ... ลองอธิบายสิว่า องค์ประกอบของน้ำมันเป็นยังงัย
 S7 มีมวลไม่คงที่
 T มีมวลไม่คงที่ แล้วยังงัยต่อ
 S7 หหมดแล้ว

ในการนี้ ผู้วิจัยจึงจัดกลุ่มความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับองค์ประกอบของสารในสถานะต่างๆ ออกเป็น 2 กลุ่ม นั่นคือ 1. กลุ่มที่อธิบายสถานะของสารในระดับจุลภาค และ 2. กลุ่มที่ไม่สามารถอธิบายสถานะของสารในระดับจุลภาค

ความเข้าใจเกี่ยวกับการหลอมเหลวและการแข็งตัวของสาร

เมื่อผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละคนอธิบายการหลอมเหลวของเทียนไข นักเรียนทุกคนระบุได้ว่า ความร้อนเป็นสาเหตุที่ทำให้เทียนไขหลอมเหลว ดังแสดงในตารางที่ 2 อย่างไรก็ตาม นักเรียนแต่ละคนอาจให้เหตุผลเกี่ยวกับการหลอมเหลวของเทียนไขแตกต่างกัน

ตารางที่ 2 ความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับการหลอมเหลวของเทียนไข

คำตอบ	นักเรียน								รวม
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	
การถ่ายโอนความร้อน	✓					✓			2
การสัมผัสความร้อน		✓	✓	✓	✓		✓	✓	6

นักเรียนคนที่ 1 ได้อธิบายการหลอมเหลวของเทียนไขว่า “ความร้อนผ่านอนุภาค(ของเทียนไข) ... ความร้อนทำให้อนุภาคของเทียนไขห่างออกจากกัน มีแรงยึดเหนี่ยวน้อยลง จึงเปลี่ยนสถานะ” ในขณะที่นักเรียนคนที่ 6 ได้อธิบายว่า “เทียนไขได้รับความร้อน” ซึ่งคำอธิบายทั้งสองนี้สื่อความหมายได้ว่า ความร้อนได้ถ่ายโอนจากไฟไปยังเทียนไข นั่นคือ การหลอมเหลวนี้เกิดจาก “การถ่ายโอนความร้อน” จากไฟไปยังเทียนไข นั่นเอง

อย่างไรก็ตาม นักเรียนอีก 7 คน ไม่ได้ให้เหตุผลที่สื่อความหมายถึง “การถ่ายโอนความร้อน” นักเรียนเหล่านี้อธิบายการหลอมเหลวของเทียนไข โดยการอ้างถึง “การถูก” หรือ “การโดน” ซึ่งสื่อความหมายถึง “การสัมผัสความร้อน” ของเทียนไข เท่านั้น ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนต่อไปนี้

- S2 เพราะว่า(เทียนไข)ถูกความร้อนจากไฟ
- S3 ไฟทำให้เทียนเกิดการหลอมเหลวค่ะ ... ความร้อนไปหลอมเหลวเทียนค่ะ
- S4 เมื่อเทียนโดนความร้อน ก็หลอมเหลว
- S5 เพราะเทียนไขถูกนำไปโดนความร้อน จึงทำให้เทียนไขเปลี่ยนสถานะ
- S7 เทียนไขถูกไฟแล้วมันร้อน
- S8 ความร้อนไปโดนเทียน ทำให้เทียนไขเกิดการหลอมเหลวครับ

แต่ในกรณีของการแข็งตัวของน้ำตาเทียน ซึ่งเกิดจากการถ่ายโอนความร้อนจากน้ำตาเทียนไปยังสิ่งแวดล้อม คำตอบของนักเรียนเหล่านี้มีความหลากหลายมากขึ้น เมื่อเทียบกับกรณีที่เทียนไขหลอมเหลวเป็นน้ำตาเทียน ดังแสดงในตารางที่ 3

นักเรียนคนที่ 3 เป็นนักเรียนเพียงคนเดียวที่อธิบายการแข็งตัวของน้ำตาเทียน โดยการระบุว่า “ความร้อนถูกระเหยออกไป จนน้ำตาเทียนแข็งตัว” ถึงแม้ว่าคำตอบนี้

เป็นการใช้คำที่ไม่ถูกต้องในทางวิทยาศาสตร์ แต่คำตอบนี้สื่อความหมายถึง “การถ่ายโอนความร้อน” จากน้ำตาเทียนไปยังสิ่งแวดล้อม

ในทางตรงกันข้าม นักเรียนคนที่ 6 (S6) อธิบายการแข็งตัวของน้ำตาเทียน โดยการระบุว่า “(น้ำตาเทียนแข็งตัวเพราะมัน)ได้รับความเย็นจากอากาศ” ซึ่งสื่อความหมายถึง “การถ่ายโอนความเย็น” จากอากาศไปยังน้ำตาเทียน ไม่ใช่ “การถ่ายโอนความร้อน” จากน้ำตาเทียนไปยังอากาศหรือสิ่งแวดล้อม

ตารางที่ 3 ความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับการแข็งตัวของน้ำตาเทียน

คำตอบ	นักเรียน								รวม
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	
การถ่ายโอนความร้อน			✓						1
การถ่ายโอนความเย็น						✓			1
การสัมผัสความเย็น	✓	✓							2
การสัมผัสอากาศ				✓			✓		2
คำตอบไม่ชัดเจน					✓			✓	2

นักเรียน 2 คน (S1 และ S2) อธิบายการแข็งตัวของน้ำตาเทียนโดยการระบุถึง “การสัมผัสความเย็น” ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนต่อไปนี้

- S1 น้ำตาเทียนปกติจะมีความร้อน แต่ถ้าโดน...ความเย็น จะทำให้
 น้ำตาเทียนแข็งตัวค่ะ
- S2 เมื่อความร้อน(ของน้ำตาเทียน)มาเจอกับความเย็น(ของ)
 อุณหภูมิห้อง จึงเกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะกลายเป็นของแข็งค่ะ

ในขณะที่นักเรียนอีก 2 คน (S4 และ S7) ไม่ได้ระบุถึงความร้อนหรือความเย็นเลย นักเรียนกลุ่มนี้ให้เหตุผลของการแข็งตัวของน้ำตาเทียน โดยการระบุถึง “การสัมผัสกับอากาศ” เท่านั้น ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนต่อไปนี้

S4 (น้ำตาเทียนแข็งตัว)เพราะ(มัน)โดนอากาศ

S7 (น้ำตาเทียน)ถูกอากาศภายนอกครีบ (มัน)โดนอากาศ แล้วมันก็แข็ง

นอกจากนี้ นักเรียนอีก 2 คน (S5 และ S8) ให้คำอธิบายที่ค่อนข้างคลุมเครือซึ่งยากต่อการตีความ โดยนักเรียนคนหนึ่งบอกเพียงว่า “อุณหภูมิของน้ำตาเทียนจะเย็นลง” (S5) ในขณะที่นักเรียนอีกคนหนึ่ง (S8) บอกว่า “น้ำตาเทียนแข็งตัวได้ง่าย” เท่านั้น

ความเข้าใจเกี่ยวกับการระเหยและการควบแน่นของสาร

เมื่อผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละคนอธิบายการระเหยของน้ำในปีกเกอร์ที่อยู่บนเตาไฟ นักเรียนทุกคนระบุได้ว่า ความร้อนเป็นสาเหตุที่ทำให้น้ำเกิดการระเหย ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับการระเหยของน้ำในปีกเกอร์ที่อยู่บนเตาไฟ

คำตอบ	นักเรียน								รวม
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	
การถ่ายโอนความร้อน			✓		✓	✓			3
การสัมผัสความร้อน	✓	✓		✓				✓	4
คำตอบไม่ชัดเจน							✓		1

นักเรียนจำนวน 3 คน (S3 S5 และ S6) อธิบายการระเหยของน้ำในปิกเกอร์ที่อยู่บนเตาไฟ โดยการอ้างถึง “การได้รับความร้อน” ซึ่งสื่อความหมายถึงการถ่ายโอนความร้อนจากไฟของเตาไปยังน้ำในปิกเกอร์ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนต่อไปนี้

- S3 เมื่อน้ำได้รับความร้อน น้ำจะเดือดและระเหยกลายเป็นไอ
- S5 เมื่อน้ำได้รับความร้อน จะทำให้น้ำเดือด และทำให้กลายเป็นไอน้ำ
 ครับ
- S6 (น้ำ)ได้รับความร้อน

นักเรียนจำนวน 4 คน (S1 S2 S4 และ S8) อธิบายการระเหยของน้ำในปิกเกอร์ที่อยู่บนเตาไฟ โดยการอ้างถึงเพียงแต่ “การโดนความร้อน” หรือ “การถูกความร้อน” ซึ่งสื่อความหมายถึงการที่น้ำสัมผัสกับความร้อนเท่านั้น ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนต่อไปนี้

- S1 ถ้าน้ำโดนความร้อนมากๆ จะทำให้ระเหยกลายเป็นไอดี
- S2 การที่น้ำถูกความร้อนแล้วเปลี่ยนสถานะกลายเป็นแก๊ส แล้วลอยขึ้นไปในอากาศละ
- S4 น้ำโดนความร้อนของเปลวไฟจนเดือด ทำให้มีไอร้อนขึ้นมา
- S8 เพราะ(น้ำ)โดนความร้อน จึงทำให้อุณหภูมิเปลี่ยนไป

ในขณะที่นักเรียนอีกคนหนึ่ง (S7) ให้คำตอบสั้นๆ เพียงแค่ “ความร้อนทำให้น้ำเดือด” เท่านั้น

แต่ในกรณีของการควบแน่นของไอน้ำเป็นหยดน้ำบนกระจก ซึ่งเกิดจากการถ่ายโอนความร้อนจากไอน้ำไปยังกระจก ไม่มีนักเรียนคนใดเลยที่ระบุถึงการถ่ายโอนความร้อน ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับการควบแน่นของไอน้ำเป็นหยดน้ำบนกระจก

คำตอบ	นักเรียน								รวม
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	
การถ่ายโอนความร้อน									0
การสัมผัสกระจก				✓		✓	✓	✓	4
การระเหยของไอน้ำ	✓	✓	✓		✓				4

นักเรียนจำนวน 4 คน (S4 S6 S7 และ S8) อธิบายการควบแน่นของไอน้ำเป็นหยดน้ำบนกระจก โดยการอ้างถึงการที่ไอน้ำสัมผัสกระจก โดยไม่มีการอธิบายถึงการถ่ายโอนความร้อนระหว่างไอน้ำและกระจกเลย ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนต่อไปนี้

- S4 เพราะว่าไอน้ำลอยขึ้นไปที่กระจก
- S6 เพราะไอน้ำไปเกาะอยู่ที่กระจก ทำให้เกิดละอองน้ำครับ
- S7 น้ำถูกความร้อน แล้วก็ระเหยไปติดที่กระจก (ก็)เลยเป็นละออง
- S8 เพราะว่าพอดัมน้ำเสร็จ จะมีไอน้ำออกมา แล้วเอากระจกไปวางเหนือกระจก ทำให้มีละอองติดอยู่ครับ

ในขณะที่นักเรียนอีก 4 คน (S1 S2 S3 และ S5) อธิบายการควบแน่นของไอน้ำเป็นหยดน้ำบนกระจก โดยการอ้างถึง “การระเหย” หรือ “การรวมตัว” ของไอน้ำบนกระจก โดยไม่มีการอธิบายไปถึงการถ่ายโอนความร้อนระหว่างไอน้ำและกระจกเลย ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนต่อไปนี้

- S1 เมื่อมีละอองจำนวนมากมารวมกัน จึงกลายเป็นน้ำ

- S2 ไอน้ำก็จะติดกับกระจก ไอน้ำก็จะติดอยู่กับกระจกค่ะ พอติดอยู่
เยอะๆ เข้า ก็เกิดการควบแน่นกลายเป็นหยดน้ำค่ะ
- S3 ไอน้ำรวมตัวกันมากๆ จนกลายเป็นละอองน้ำ
- S5 ไอน้ำรวมตัวกันกลายเป็นละอองน้ำครับ

บทสรุป

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 8 คน (ชาย 4 คน และหญิง 4 คน) เกี่ยวกับสถานะของสารและการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร ผลการวิจัยปรากฏว่า

1. นักเรียนทุกคนสามารถระบุสถานะของสารที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง แต่นักเรียนจำนวนหนึ่งไม่สามารถให้เหตุผลได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ นักเรียนจำนวนนี้ไม่ได้ใช้ความคงตัวของปริมาตรและความคงตัวของรูปร่างเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาสถานะของสาร โดยนักเรียนจำนวนนี้พิจารณาสมบัติทางกายภาพอื่นๆ ได้แก่ ความแข็ง ความเปราะ ความสามารถในการมองเห็นได้ และความสามารถในการสัมผัสได้
2. นักเรียนจำนวนหนึ่งสามารถจินตนาการถึงองค์ประกอบของสารในระดับจุลภาคได้โดยการวาดภาพเพื่อแสดงว่า สารมีอนุภาคขนาดเล็กจำนวนมากเป็นองค์ประกอบ และการเรียงตัวของอนุภาคเหล่านี้เกี่ยวข้องกับสถานะของสาร อย่างไรก็ตาม นักเรียนอีกจำนวนหนึ่งไม่สามารถให้คำอธิบายในลักษณะเดียวกันนี้ได้
3. นักเรียนจำนวนน้อยที่อธิบายการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารโดยการอ้างถึงการถ่ายโอนความร้อน นักเรียนส่วนใหญ่ระบุถึงการสัมผัสความ

รื้อน การสัมผัสกับความเย็น และ/หรือ การสัมผัสสิ่งต่างๆ ว่าเป็นสาเหตุของ การเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร

การอภิปรายผล

ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยในอดีต (กฤษดา สงวนสิน, 2549; ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง & นฤมล ยุตาคม, 2548; วราภรณ์ แย้มจินดา, 2547; Ozmen, 2011) ซึ่งระบุว่า นักเรียนทั้งในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษามีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับสถานะของสาร องค์ประกอบของสาร และการเปลี่ยนสถานะของสาร สาเหตุประการหนึ่งที่มีส่วนทำให้นักเรียนจำนวนหนึ่งเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนก็คือว่า สมบัติบางอย่างของสารเป็นเรื่องยากแก่การสังเกตด้วยตาเปล่า โดยปราศจากเครื่องมือวัดสมบัติเหล่านั้นโดยตรง (Smith, *et al.*, 2006) นักเรียนจำนวนหนึ่งจึงอธิบายสถานะของสารโดยการอ้างถึงลักษณะทางกายภาพของสาร ที่ตนเองสามารถสังเกตหรือรับรู้ได้โดยการสัมผัส เช่น ความแข็ง ความเปราะ ความสามารถในการมองเห็นได้ และความสามารถในการสัมผัสได้ เป็นต้น

ตัวอย่างหนึ่งที่ชัดเจนคือว่า ความคงตัวของปริมาตรของสารเป็นเรื่องที่นักเรียนสังเกตได้ยาก โดยเฉพาะในกรณีที่สารนั้นอยู่ในสถานะของเหลวและสถานะแก๊ส ด้วยเหตุนี้ นักเรียนจำนวนหนึ่งจึงไม่ได้พิจารณาการคงตัวของปริมาตรเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาสถานะของสาร อีกตัวอย่างหนึ่งก็คือองค์ประกอบของสาร (เช่น โมเลกุล และอะตอม) มีขนาดเล็กเกินกว่าการสังเกตด้วยตาเปล่า นักเรียนจำนวนหนึ่งไม่สามารถจินตนาการถึงการเรียงตัวของอนุภาคขนาดเล็กเหล่านี้ได้ นักเรียนเหล่านี้จึงแทบไม่มีโอกาสเชื่อมโยงระหว่างการเรียงตัวของอนุภาคของสารกับสถานะของสารได้เลย ในทำนองเดียวกัน แม้ว่าความร้อนเป็นสิ่งที่นักเรียนรู้สึกได้ แต่การถ่ายโอนความร้อนจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งเป็นกระบวนการที่เป็นนามธรรม ซึ่งยากต่อการสังเกต

ด้วยตา ด้วยเหตุนี้ นักเรียนจำนวนมากจึงไม่อ้างถึงการถ่ายโอนความร้อนว่าเป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร

นอกจากนี้ ผลงานวิจัยนี้ก็ได้ให้ข้อมูลที่น่าสนใจบางอย่าง ซึ่งสมควรได้รับการพิจารณาอย่างละเอียด กล่าวคือ เมื่อเปรียบเทียบจำนวนนักเรียนที่ให้เหตุผลสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์เกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะของสาร จำนวนนักเรียนที่ให้เหตุผลถูกต้องในสถานการณ์ที่สาร “ได้รับ” ความร้อน (นั่นคือ การหลอมเหลวและการระเหย) จะสูงกว่าจำนวนนักเรียนที่ให้เหตุผลถูกต้องในสถานการณ์ที่สาร “สูญเสีย” ความร้อน (นั่นคือ การแข็งตัวและการควบแน่น) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า ในสถานการณ์ที่สารได้รับความร้อนนั้น นักเรียนสามารถสังเกตเห็นแหล่งความร้อน (เช่น ไฟ) ได้อย่างชัดเจน แต่การสังเกตสิ่งแวดล้อม (เช่น อากาศ) ที่ได้รับความร้อนจากสารนั้นเป็นไปได้ยากกว่า นักเรียนส่วนใหญ่จึงไม่สามารถอธิบายการเปลี่ยนสถานะของการที่มีการสูญเสียความร้อนได้

เนื่องจากนักเรียนทั้งหมดที่ให้ข้อมูลในการวิจัยนี้ยังไม่ได้เรียนเรื่อง “การถ่ายโอนความร้อน” ซึ่งปรากฏในตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ว 5.1 ม 1/2) การที่นักเรียนอธิบายการเปลี่ยนสถานะของสารโดยไม่ได้ระบุถึงการถ่ายโอนความร้อนจึงไม่ใช่เรื่องน่าแปลกใจแต่อย่างใด อย่างไรก็ตาม Reiner *et al.* (2000) ได้ให้ข้อมูลไว้ว่า นักเรียนจำนวนหนึ่งอาจเข้าใจว่า ความร้อนเป็น “สารชนิดหนึ่ง” (ไม่ใช่พลังงานรูปหนึ่ง) ที่สามารถถ่ายโอนจากบริเวณหนึ่งไปยังอีกบริเวณหนึ่งได้ ดังจะเห็นได้จากนักเรียนคนหนึ่ง (S3) ที่ระบุถึง “การระเหยของความร้อน” ดังนั้น การศึกษาและพัฒนาความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับความร้อนจึงเป็นอีกเรื่องหนึ่งที่สำคัญในการส่งเสริมให้นักเรียนสามารถอธิบายการเปลี่ยนสถานะของสารได้อย่างถูกต้องและมีความหมาย

นอกจากการนำเสนอความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนต่างๆ ข้างต้นแล้ว งานวิจัยนี้ยังได้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ภาษาที่ยังไม่สอดคล้องกับการใช้ภาษาในทางวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างเช่น การใช้คำว่า “อากาศ” แทนสารที่อยู่ในสถานะแก๊ส การใช้คำว่า “น้ำ”

แทนสารที่อยู่ในสถานะของเหลว การใช้คำว่า “ละลาย” แทนการหลอมเหลวของสาร การใช้ภาษาในลักษณะนี้ส่วนหนึ่งอาจเกิดจากการที่นักเรียนยังไม่สามารถแยกแยะการใช้ภาษาในบริบทที่แตกต่างกันได้ (ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง & นฤมล ยุตาตม, 2548) และ/หรือ นักเรียนอาจมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับชนิดของสารเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสถานะ

แนวทางการนำผลการวิจัยไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

ผลการวิจัยนี้นำเสนอความเข้าใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 8 คน เกี่ยวกับสถานะของสารและการเปลี่ยนสถานะของสาร ซึ่งมีประโยชน์ต่อผู้สอนวิทยาศาสตร์ ทั้งในการวิเคราะห์ความเข้าใจเดิมของนักเรียน การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน กล่าวคือ ข้อมูลเหล่านี้สามารถเป็นกรอบในการวิเคราะห์ความเข้าใจของนักเรียน “ก่อน” การจัดการเรียนรู้ ทั้งนี้เพื่อระบุว่า นักเรียนแต่ละคนมีความเข้าใจเกี่ยวกับสถานะของสารและการเปลี่ยนสถานะของสารอย่างไร เมื่อทราบข้อมูลดังกล่าวแล้ว ผู้สอนสามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ที่เอื้อให้นักเรียนแต่ละคนปรับเปลี่ยนความเข้าใจให้มีความสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น หลังจากนั้น ผู้สอนสามารถวิเคราะห์ความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของนักเรียน “หลัง” การจัดการเรียนรู้ โดยใช้กรอบการวิเคราะห์เดิมอีกครั้ง ผลการวิจัยนี้จึงเป็นแนวทางที่มีประโยชน์ต่อผู้สอนในการส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนเรื่องสถานะของสารและการเปลี่ยนสถานะของสาร

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

การวิจัยนี้ได้แสดงประเภทของความเข้าใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 8 คน เกี่ยวกับสถานะของสารและการเปลี่ยนสถานะของสาร ซึ่งผู้วิจัยตระหนัก

ดีว่า ผลการวิจัยดังกล่าวอาจยังไม่ครอบคลุมประเภทของความเข้าใจของนักเรียนคนอื่น ๆ ที่ไม่ได้เป็นผู้ให้ข้อมูลในงานวิจัยนี้ ดังนั้น งานวิจัยในอนาคตจึงควรศึกษาความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับสถานะของสารและการเปลี่ยนสถานะของสาร โดยมีจำนวนนักเรียนที่เป็นผู้ให้ข้อมูลที่มากขึ้นและความสามารถที่หลากหลายมากขึ้น ผลการวิจัยที่ได้จึงอาจจะเพิ่มความเข้าใจประเภทอื่นๆ ที่ยังไม่ปรากฏในงานวิจัยนี้ นอกจากนี้ งานวิจัยในอนาคตควรมีการศึกษาว่า หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แล้ว นักเรียนแต่ละคนจะมีการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสถานะของสารและการเปลี่ยนสถานะของสารอย่างไร ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้เรื่องสถานะของสารและการเปลี่ยนสถานะของสารต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กฤษดา สงวนสิน. (2549). **แนวคิดเกี่ยวกับสถานะของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย**. ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์-การสอน). กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์. (2554). **วิจัยเชิงคุณภาพไม่ยากอย่างที่คิด**. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพมหานคร: คอมม่าดีไซน์แอนด์พริ้นท์ จำกัด.
- บัญญัติมาตรณ์ พิมพ์ทอง & นฤมล ยุตาคม. (2548). **แนวคิดเรื่องสารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**. *วิทยาศาสตร์ (สาขาสังคมศาสตร์)*, 26(2), 146-154.

- วรารกรณ์ แยมจินดา. (2547). **แนวคิดเรื่องการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 - 6**. ปรินซ์นิทัศน์ศิลปศาสตร์มหาบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์-การสอน). กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Ozmen, H. (2011). Turkish Primary Students' Conceptions about the Particulate Nature of Matter. **International Journal of Environmental and Science Education**, 6(1), 99 – 121.
- Reiner, M., Slotta, J. D., Chi, M. T. H., & Resnick, L. B. (2000). Naïve Physics Reasoning: A Commitment to Substance-Based Conceptions. **Cognition and Instruction**, 18(1), 1 – 34.
- Smith, C. L., Wiser, M., Anderson, C. W., & Krajcik, J. (2006). Implications of Research on Children's Learning for Standards and Assessment: A Proposed Learning Progression for Matter and the Atomic-Molecular Theory. **Measurement: Interdisciplinary Research and Perspectives**, 4(1 – 2), 1 – 98.
- Stevens, S. Y., Delgado, C., & Krajcik, J. S. (2010). Developing a Hypothetical Multi-Dimensional Learning Progression for the Nature of Matter. **Journal of Research in Science Teaching**, 47(6), 687 – 715.