

การศึกษามโนคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง สารและการจำแนก

The Study of Grade 7 Students' Conceptions about Substances and Their Categorization

นิกร สีกวนชา (Nikorn Seekuancha)^{1*} ดร.ปัทมาภรณ์ พิมพ์ทอง (Dr.Pattamaporn Pimthong)**

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษามโนคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง สารและการจำแนก กลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น จำนวน 10 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบวัดมโนคติเรื่อง สารและการจำแนก จำนวน 7 ข้อแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการวัด มโนคติและการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ข้อมูลที่ได้จะนำมาวิเคราะห์และจัดกลุ่มคำตอบตามแนวทางของ Andersson[1]

ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับความหมายของสสารว่าความร้อนและเสียงเป็นสสาร ทุกสิ่งทุกอย่างที่อยู่รอบตัวเราคือสสารและแก๊สออกซิเจน มนุษย์และเลือดไม่เป็นสสาร 2) นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสสารว่าเกลือหายไปเมื่อถูกเทใส่ลงในน้ำ น้ำอัดลมแข็งตัว ลูกเหม็นมีขนาดเล็กกลง และระดับน้ำในแก้วลดลงเป็น การเปลี่ยนแปลงทางเคมี 3) นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการจำแนกสสารโดยใช้สถานะเป็นเกณฑ์ว่าใช้ราคาเป็นเกณฑ์ ใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์ ใช้ความอันตรายของสารเป็นเกณฑ์ 4) นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการจำแนกสสารโดยใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์ว่าน้ำแข็ง น้ำพุร้อน เป็นสารเนื้อเดียว ส่วนเหรียญบาท แก๊สออกซิเจนและน้ำอัดลมเป็นสารเนื้อผสม 5) นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับสารละลาย คอลลอยด์และสารแขวนลอยว่าน้ำนม น้ำอบไทย น้ำแข็งดิบและน้ำส้มปั่นเป็นสารละลาย แต่นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถอธิบายสารที่เป็นคอลลอยด์ได้ 6) นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะของสสารว่าเมื่อน้ำเดือดอนุภาคของน้ำจะแยกออกจากกันเป็นแก๊สออกซิเจนและแก๊สไฮโดรเจน มีเฉพาะแก๊สออกซิเจน หรือมีทั้งน้ำและแก๊ส และ 7) นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับแบบจำลองอนุภาคของสสารว่าเมื่อสารเปลี่ยนสถานะไปเป็นแก๊ส อนุภาคของแก๊สจะถูกดันไปข้างทางชนะ อนุภาคของแก๊สจะเบาและลอยตัวสูง อนุภาคของแก๊สจะใหญ่ขึ้นและมีจำนวนอนุภาคเพิ่มขึ้น

¹ Correspondent author: nikorn_sci@hotmail.com

* นักศึกษา หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ABSTRACT

The purpose of this survey research was to study Grade 7 students' conceptions about substances and their categorization. The participants were 10 students from a small primary school in KhonKaen province. The research instruments were 7 items of concept survey about substances and their categorization and semi- structured interview form. The data were collected and analyzed using Andersson's criterion [1]

The results were 1) students had alternative conceptions about definition of matter. They explained that heat and sound were matter, everything around them was matter, oxygen gas, human and blood was not matter. 2) Students had alternative conceptions about changes of substances. They explained that salt disappeared in water; soft drink freezing, mothball sublimating and water disappearing were chemical changes. 3) Students had alternative conceptions about classification of substances according to their state. The students explained that substances can be classified by their price, their composition, their hazard. 4) Students had alternative conceptions about classification of substances according to their composition. The students explained that native starch solution and chili was homogenous substance. Moreover, they thought coin, oxygen and soft drink was heterogeneous substance. 5) Students had alternative conceptions about solution, colloid and suspension. The students explained that milk, Thai perfume, native starch solution and orange juice was solution. However, most students cannot explain their understanding about colloid. 6) Students had alternative conceptions about change in state of substance. The students explained that oxygen particles and hydrogen particles were separated when water boiled. And 7) Students had alternative conceptions about particle model during changing state. The students explained that gas particles were push in a container, were light and float, were increased their size and number when changing state.

คำสำคัญ: มโนคติที่คลาดเคลื่อน มโนคติทางวิทยาศาสตร์สาร

Key Words: Alternative concept, Scientific concept, Substances

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา จากทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) นักเรียนไม่ได้เปรียบเสมือนกระดาษาเปล่าที่ครูขีดเขียนความรู้ให้ในชั้นเรียน แต่นักเรียนนำความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียนเข้ามาในชั้นเรียนด้วย [2] ซึ่งประสบการณ์หรือความรู้เดิมของนักเรียนที่นำมาใช้อธิบายปรากฏการณ์ทาง

ธรรมชาติ อาจเหมือนหรือแตกต่างจากมโนคติทางวิทยาศาสตร์ โดยมโนคติที่แตกต่างจากมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรียกว่า มโนคติที่คลาดเคลื่อน มีผลต่อการสร้างองค์ความรู้ของนักเรียนเป็นอย่างมาก เมื่อนักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน จะเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ ทำให้การสร้างองค์ความรู้ของนักเรียนเกิดขึ้นได้ยาก[3]

จากการประเมินผลทางการศึกษาระดับ

ชาติ เพื่อยกระดับคุณภาพการศึกษาของประเทศ (O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนกลุ่มเป้าหมาย มีคะแนนอยู่ในระดับต้องปรับปรุง โดยเฉพาะเนื้อหาเรื่องสารและสมบัติของสาร ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากเนื้อหาที่มีความยากและพบได้ว่ามี มโนคติที่คลาดเคลื่อน สอดคล้องกับงานวิจัยที่ทำการสำรวจมโนคติ เช่น Osborne & Cosgrove [4] ซึ่งได้ศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องสารและอนุภาคของสาร พบว่านักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับน้ำและการเปลี่ยนสถานะ เช่น ฟองที่เกิดขึ้นขณะน้ำเดือดคือแก๊สไฮโดรเจนและแก๊สออกซิเจน ส่วนงานวิจัยของ Nakhleh *et al.* [5] พบว่านักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับโมเลกุลของสารว่าเมื่อสารเปลี่ยนสถานะของเหลวและแก๊สมีโมเลกุลมากกว่าของแข็ง สำหรับวราภรณ์ [6] ได้ศึกษามโนคติเกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะของสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนมีมโนคติที่ถูกต้องเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการเดือด จำนวนน้อยมาก ส่วนเรื่องอนุภาคของสารขณะเกิดการเดือดไม่มีนักเรียนคนใดเลยที่มีมโนคติที่ถูกต้อง และกฤษฎา [7] ได้ศึกษามโนคติเกี่ยวกับสถานะและการเปลี่ยนแปลงของสาร พบว่า นักเรียนไม่สามารถระบุสถานะของสาร และไม่สามารถบอกเหตุผลในการระบุสถานะของสารได้ทั้งในเรื่องรูปร่างและปริมาตร และนอกจากนั้นงานวิจัยจำนวนมากเรื่องสาร [1, 8, 9] พบว่านักเรียนมักมีปัญหาเกี่ยวกับเรื่องแก๊ส ซึ่งยังเป็นสิ่งที่สับสนและยังอยู่ห่างไกลจากความเข้าใจของนักเรียน และยังพบว่านักเรียนมีปัญหาเกี่ยวกับความเข้าใจในปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลงทางเคมี นักเรียนไม่สามารถแยกความแตกต่างนี้จากการเปลี่ยนแปลงอื่นๆได้ และมีปัญหาเกี่ยวกับความเข้าใจทฤษฎีอนุภาค มีความสับสนมาก ระหว่างระดับอนุภาคกับระดับมหภาค

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษามโนติก่อนเรียนของนักเรียนเรื่อง สารและการจำแนก ในเชิงลึก ซึ่งเนื้อหาเรื่องนี้เป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนเคมีขั้นสูงต่อไปและสอดคล้องกับการจำแนกสารในชีวิต

ประจำวันของนักเรียน ตลอดจนทราบข้อมูลพื้นฐานที่เป็นประโยชน์ต่อผู้สอนและนักพัฒนาหลักสูตร ในการออกแบบหลักสูตร แบบเรียน และกิจกรรมการเรียนการสอนต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษามโนติก่อนเรียน เรื่อง สารและการจำแนก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. มโนคติ หมายถึง ความคิดหรือความเข้าใจภายในตัวบุคคล ที่ใช้ตีความหรือสรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งเป็นผลมาจากการสังเกต การได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น และใช้คุณลักษณะที่สำคัญเกี่ยวกับสิ่งนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุปวัดมโนคติโดยใช้แบบวัดมโนคติและแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างแล้วนำมาจัดมโนคติตามกลุ่มคำตอบของนักเรียน โดยใช้แนวคิดของ Andersson[1]

2. มโนคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจของบุคคลเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งเกิดจากการศึกษาข้อเท็จจริงปรากฏการณ์หรือความสัมพันธ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเป็นข้อสรุปที่สังคมวิทยาศาสตร์เห็นร่วมกัน

3. มโนคติที่คลาดเคลื่อน หมายถึง แนวความคิดหรือความเข้าใจที่ไม่สอดคล้องกับข้อสรุปที่สังคมวิทยาศาสตร์เห็นร่วมกัน ซึ่งเป็นผลมาจากการสังเกตและประสบการณ์เดิมของบุคคลในการสร้างความรู้นั้น

วิธีดำเนินการวิจัย

1. รูปแบบการวิจัย การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) เพื่อศึกษามโนคติ เรื่องสารและการจำแนก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยเน้นการวิเคราะห์การตอบคำถามจากการทำแบบวัดมโนคติและผลการสัมภาษณ์

2. กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ในโรงเรียนขนาดเล็กแห่งหนึ่งในอำเภอพระยืน จังหวัดขอนแก่น ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาขอนแก่น เขต 1

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ สารและการจำแนก ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ได้แก่ ความหมายของสารและสสาร สมบัติของสาร การเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร แบบจำลองอนุภาคของสาร การจำแนกสาร การจำแนกสารโดยใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์ และสารละลาย คอลลอยด์และสารแขวนลอย

4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แบบวัดมโนคติ เรื่อง สารและการจำแนกจำนวน 7 ข้อ และแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง จำนวน 7 ข้อ

5. การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยเก็บข้อมูลจากเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1) แบบวัดมโนคติ มีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยให้นักเรียนตอบแบบวัดมโนคติเรื่องสารและการจำแนก ประกอบด้วยคำถามทั้งหมด 7 ข้อ ให้นักเรียนอธิบายคำตอบและแสดงเหตุผล โดยทำการเก็บข้อมูลก่อนเรียน 1 สัปดาห์

2) การสัมภาษณ์ โดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างให้นักเรียนได้อธิบายถึงความเข้าใจและเหตุผล โดยสัมภาษณ์ทุกคนเป็นรายบุคคลครั้งละประมาณ 30 นาที โดยจะเกิดขึ้นในช่วงพักเที่ยง หรือหลังเลิกเรียน ผู้วิจัยบันทึกเทปสัมภาษณ์โดยได้รับคำยินยอมจากผู้ถูกสัมภาษณ์

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

1) แบบวัดมโนคติ ผู้วิจัยทำการจัดกลุ่มมโนคติของนักเรียนจากแบบวัดมโนคติ โดยพิจารณาจากคำอธิบายของนักเรียนเกี่ยวกับมโนคติต่างๆ แล้วจึงนำคำอธิบายเหล่านั้นมาจัดกลุ่ม (Categories) โดยอาศัยแนวคิดของ Andersson[1] โดยจำแนกกลุ่มมโนคติตามคำอธิบายของผู้ตอบเปรียบเทียบกับมโนคติวิทยาศาสตร์

2) การสัมภาษณ์ ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ในส่วนที่ผู้วิจัยได้ทำการบันทึกเทปจะถูกนำมาถอดเทปแบบคำต่อคำโดยผู้วิจัย สำหรับข้อมูลในส่วนที่ผู้วิจัยได้ทำการจดบันทึกระหว่างทำการสัมภาษณ์ ผู้วิจัยนำมาอ่านโดยละเอียด และจัดกลุ่ม เพื่อทำความเข้าใจและตีความสิ่งที่ได้จากการสัมภาษณ์

สรุปและอภิปรายผล

ในมโนคติเกี่ยวกับความหมายของสสาร ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนมากมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่าความร้อนและเสียงเป็นสสารเพราะมีมวล ต้องการที่อยู่และสามารถสัมผัสได้ (ร้อยละ 40) โดยเข้าใจว่าความร้อนและเสียงสามารถสัมผัสได้ รองลงมาคือมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่าแก๊สออกซิเจนไม่เป็นสสารเพราะมองไม่เห็น สัมผัสไม่ได้ (ร้อยละ 30) โดยคิดว่าสารใดที่มองไม่เห็นหรือรู้สึกว่ามีน้ำหนัก สิ่งนั้นไม่เป็นสสารเพราะสสารต้องจับได้และมีน้ำหนัก ทั้งนี้เป็นเพราะความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับแก๊สออกซิเจนว่าเป็นสิ่งที่มองไม่เห็น มีขนาดเล็กจนไม่มีมวลจึงไม่ใช่สสารนอกจากนี้ยังพบมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่า มนุษย์และเลือดไม่เป็นสสาร (ร้อยละ 30) เพราะเข้าใจว่าสสารคือสิ่งที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี โดยสสารคือสารอันตรายไม่สามารถอยู่ในร่างกายสิ่งมีชีวิตได้ มีมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่าทุกอย่างที่อยู่รอบตัวเราเป็นสสาร (ร้อยละ 10) เนื่องจากนักเรียนมีประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับความหมายของสิ่งแวดล้อม ทำให้เข้าใจว่าสสารคือสิ่งที่อยู่รอบตัวเราและมโนคติที่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ซึ่งนักเรียนสามารถบอกได้ว่าสสารคือสิ่งที่มีมวลต้องการที่อยู่สัมผัสได้ (ร้อยละ 20) โดยเข้าใจว่าสสารมีมวลแม้จะมองไม่เห็นเช่นแก๊สออกซิเจน และสิ่งที่ไม่ใช่สสารจะไม่มีมวลเช่นความร้อนและเสียง

สำหรับมโนคติเกี่ยวกับการจำแนกการเปลี่ยนแปลงของสารผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนมากมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่าเกลือหายไปเมื่อถูกเทใส่ลงในน้ำเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเพราะสารใหม่

คือน้ำเกลือ (ร้อยละ 40) โดยคิดว่าน้ำเกลือเป็นสารใหม่ ทั้งนี้เป็นเพราะนักเรียนมีความเข้าใจว่าสารใหม่ที่เกิดขึ้น (น้ำเกลือ) ไม่มีสมบัติเหมือนเดิม ซึ่งเกิดจากการสังเกตทางภายนอกว่าสารเปลี่ยนไป โดยยังไม่พิจารณาโครงสร้างภายในของสาร รองลงมาคือ มโนมติที่คลาดเคลื่อนว่าน้ำอัดลมแข็งตัว ลูกเหม็นมีขนาดเล็กลง น้ำนมบูด เป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี (ร้อยละ 30) เพราะเกี่ยวข้องกับสารเคมี โดยคิดว่าสารที่เกี่ยวข้องกับเคมีทุกชนิดเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ทั้งนี้เป็นเพราะนักเรียนมีความเข้าใจว่าชื่อการเปลี่ยนแปลงของสารสอดคล้องกับสิ่งที่เป็สารเคมี นอกจากนี้ยังมีมโนมติที่คลาดเคลื่อน ลูกเหม็นมีขนาดเล็กลงเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี (ร้อยละ 20) เพราะคิดว่าลูกเหม็นเปลี่ยนไปเป็น แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ทั้งนี้เป็นเพราะประสบการณ์ของนักเรียนเกี่ยวกับแก๊สที่เกิดจากการเผาไหม้ ซึ่งจะได้แก๊สชนิดนี้ มีมโนมติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสารว่าน้ำนมบูดเป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ (ร้อยละ 10) โดยคิดว่าสารไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง ยังคงเป็นสารเดิม ทั้งนี้เป็นเพราะนักเรียนมององค์ประกอบภายนอกของสารว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น มีมโนมติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสารว่าระดับน้ำในแก้วลดลง ลูกเหม็นมีขนาดเล็กลง เกลือหายไปในน้ำ น้ำอัดลมแข็งตัว เป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี (ร้อยละ 10) โดยคิดว่า การเปลี่ยนสถานะของสาร เช่น การระเหย การละลาย เป็นการเกิดปฏิกิริยา ทั้งนี้เป็นเพราะความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสารว่า สารที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมนั้นมีปฏิกิริยาเข้ามาเกี่ยวข้อง แต่ยังไม่เข้าใจว่าการเกิดปฏิกิริยาเป็นการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในของสาร ไม่ใช่การเปลี่ยนแปลงภายนอกของสาร และพบว่านักเรียนมีมโนมติที่สอดคล้องกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเข้าใจว่าลูกเหม็นขนาดเล็กลง เกลือหายไป น้ำอัดลมแข็งตัวและระดับน้ำในแก้วลดลง เป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพเพราะเป็นการเปลี่ยนแปลงภายนอกสาร

สามารถบอกได้ว่าการเปลี่ยนสถานะและการละลายของสารเป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ส่วน น้ำนมบูดเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี (ร้อยละ 20) เพราะมีการเปลี่ยนแปลงภายในของสาร

สำหรับมโนมติเกี่ยวกับเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกสารโดยในการจำแนกสาร จะแบ่งสารออกเป็น 2 กลุ่ม โดยใช้สถานะเป็นเกณฑ์ ซึ่งกลุ่มแรกจะเป็นของเหลวทั้งหมด ส่วน กลุ่มที่สองเป็นของแข็ง ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนมากมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนเรื่องการจำแนกสาร ดังนี้ กลุ่มนักเรียนการใช้ราคาเป็นเกณฑ์ในการจำแนกสาร (ร้อยละ 10) โดยคิดว่าสารบางชนิดในแต่ละกลุ่มมีราคาแตกต่างกันมาก จึงนำมาเป็นเกณฑ์ในการจำแนกสาร ทั้งนี้เป็นเพราะนักเรียนพิจารณาสารกลุ่มละชนิดเท่านั้นโดยไม่พิจารณาสารอื่นในกลุ่มว่าสอดคล้องกันหรือไม่ ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการจำแนกสาร กลุ่มนักเรียนใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์ในการจำแนกสาร (ร้อยละ 10) โดยคิดว่าสารในกลุ่มแรกเป็นสารละลาย เพราะมีองค์ประกอบหลายอย่าง และอีกกลุ่มเป็นสารเนื้อผสมเพราะมีหลากหลาย แต่การพิจารณาของนักเรียนคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง ทั้งนี้เป็นเพราะนักเรียนไม่พิจารณาสารทั้งกลุ่ม โดยพิจารณาสารแค่บางตัวแล้วสรุป ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการจำแนกสารใช้สถานะเป็นเกณฑ์ในการจำแนกสาร (ร้อยละ 10) โดยคิดว่าสารกลุ่มแรกเป็นน้ำ กลุ่มที่ 2 เป็นของแข็งทั้งนี้เป็นเพราะนักเรียนเข้าใจว่าสารกลุ่มแรกมีลักษณะเหมือนน้ำ ซึ่งเมื่อสัมผัสนักเรียนทำให้ทราบว่านักเรียนมีความเข้าใจว่าสารที่มีลักษณะเหมือนน้ำนี้คือของเหลว และสารกลุ่มที่สองมีลักษณะเป็นของแข็ง ทั้งนี้เป็นการใช้ภาษาของนักเรียน ทำให้เกิดมโนมติที่ความคลาดเคลื่อน กลุ่มนักเรียนใช้เกณฑ์ ความอันตรายของสาร (ร้อยละ 10) โดยคิดว่าสารกลุ่ม 1 สารเคมีมีอันตราย เพราะเป็นสารเคมี ส่วนสารกลุ่ม 2 ไม่ใช่สารเคมี ทั้งนี้เป็นเพราะความเข้าใจเกี่ยวกับสารเคมีว่าคือสารอันตราย และกลุ่มนักเรียนใช้ความแข็งเป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 10) โดยคิดว่ากลุ่มแรกเป็นของเหลวอีก

กลุ่มเป็นของแข็ง เมื่อสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มนี้ทำให้ทราบว่านักเรียนมีแนวคิดแบบเดียวกับนักเรียนกลุ่มที่ใช้สถานะเป็นเกณฑ์

สำหรับมโนคติเกี่ยวกับการจำแนกสารโดยใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนมากมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่าน้ำอัดลม เหยือกบาท และแก๊สออกซิเจนเป็นสารเนื้อผสมเพราะสารมีส่วนประกอบหลายอย่าง (ร้อยละ 40) โดยคิดว่าสารเนื้อเดียวมีองค์ประกอบเพียงอย่างเดียวและสารเนื้อผสมมีองค์ประกอบหลายอย่าง ทั้งนี้เป็นเพราะนักเรียนมีความเข้าใจว่าชื่อประเภทของสารเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของสาร โดยสารเนื้อเดียวต้องมีสารอย่างเดียว แต่สารเนื้อผสมมีสารหลายชนิด มีมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่าน้ำพริกเป็นสารเนื้อเดียว เพราะมีสารอย่างเดียว (ร้อยละ 10) โดยคิดว่าสารที่มีอย่างเดียจะเป็นสารเนื้อเดียว ทั้งนี้เป็นเพราะความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับชื่อประเภทของสารเนื้อเดียว ทำให้เข้าใจว่ามีสารอย่างเดียวมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่า น้ำแป้งดิบเป็นสารเนื้อเดียว เพราะมองเห็นเป็นเนื้อเดียวกัน (ร้อยละ 20) โดยคิดว่าแป้งละลายในน้ำเป็นสารละลายและมองเห็นเป็นเนื้อเดียวกันเป็นสารเนื้อเดียว ทั้งนี้เพราะความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับการละลายของสาร โดยคิดว่าแป้งละลายเป็นเนื้อเดียวกันกับน้ำ จึงมองเห็นเป็นเนื้อเดียวกันมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่าเหยือกบาทเป็นสารเนื้อผสมเพราะมีหลายเหยือก (ร้อยละ 10) โดยคิดว่าสารเนื้อเดียวมองเห็นอย่างเดียว สารเนื้อผสมมองเห็นหลายอย่างทั้งนี้เป็นเพราะความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับจำนวนของสารเชื่อมโยงกับความหมายของสาร โดยคิดว่าสารเนื้อเดียวนั้นต้องมีสารอย่างเดียว ส่วนสารเนื้อผสมต้องมีสารหลายอย่าง จึงทำให้เกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อน มีมโนคติที่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ว่าสารเนื้อเดียว ได้แก่ แก๊สออกซิเจน น้ำอัดลม เหยือกบาท เพราะมองเห็นเป็นเนื้อเดียวกัน สารเนื้อผสมได้แก่ น้ำพริก น้ำแป้งดิบ เพราะมองเห็นไม่เป็นเนื้อเดียวกัน (ร้อยละ 30) ซึ่งนักเรียนใช้การ

สังเกตเป็นหลักในการจำแนกประเภทของเนื้อสารถ้าเป็นสารเนื้อเดียวจะมองเห็นเนื้อสารอย่างเดียวกันตลอด ถ้าเป็นสารเนื้อผสมเมื่อมองแล้วจะไม่เป็นเนื้อเดียวกันตลอดคือมีหลายอย่างผสมกัน

สำหรับมโนคติเกี่ยวกับสารละลาย คอลลอยด์ และสารแขวนลอยผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนมากมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่าน้ำอบไทยและน้ำแป้งดิบเป็นสารละลาย (ร้อยละ 40) โดยคิดว่าแป้งจะละลายในน้ำ ซึ่งแท้จริงแล้วแป้งไม่ละลายในน้ำเย็น เมื่อตั้งทิ้งไว้แป้งจะตกตะกอน และคิดว่าน้ำส้มป่นมีน้ำส้มละลายในน้ำ (ร้อยละ 20) โดยไม่ได้พิจารณาสิ่งอื่นที่อยู่ในน้ำส้มป่น ทั้งนี้เป็นเพราะความเข้าใจและประสบการณ์ของนักเรียนเกี่ยวกับการละลายที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน เช่น การละลายของน้ำตาลในน้ำ เชื่อมโยงกับการผสมแป้งกับน้ำ ซึ่งเข้าใจว่าแป้งเมื่ออยู่ในน้ำจะละลายเช่นเดียวกันมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่าน้ำส้มป่นเป็นสารละลายโดยคิดว่าสารละลายต้องมีสารที่สามารถละลายได้ ซึ่งการละลายที่นักเรียนเข้าใจนั้นคือการหลอมเหลวของสาร เช่น การหลอมเหลวของน้ำแข็งเป็นน้ำ โดยเรียกว่าน้ำแข็งละลาย ทั้งนี้เป็นเพราะความเข้าใจของนักเรียนในการเรียกชื่อการหลอมเหลวว่าเป็นการละลายมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่าน้ำนมเป็นสารละลาย (ร้อยละ 10) โดยคิดว่าน้ำนมเป็นสารละลายเพราะน้ำนมมีองค์ประกอบหลายชนิด จึงเข้าใจว่าเป็นสารละลาย ทั้งนี้เป็นเพราะความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับองค์ประกอบของสาร โดยคิดว่าสารที่มีองค์ประกอบหลายชนิดจัดเป็นสารละลาย และมีมโนคติที่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ว่าน้ำอัดลมเป็นสารละลาย เพราะประกอบด้วยสารละลาย มีตัวทำละลายและตัวละลาย (ร้อยละ 20) ซึ่งจะมองเห็นเป็นเนื้อเดียวกัน น้ำอบไทย น้ำส้มป่นเป็นสารแขวนลอย เพราะจะเห็นสารแยกออกจากกันชัดเจน ส่วนน้ำแป้งสุกและน้ำนมเป็นคอลลอยด์เพราะสามารถเกิดการกระเจิงแสง แต่นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถอธิบายสารที่เป็นคอลลอยด์ได้

สำหรับมโนคติเกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะของสารผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนมากมีมโนคติที่

คลาดเคลื่อนว่าเมื่อน้ำเดือดอนุภาคแยกออกจากกัน เป็นแก๊สออกซิเจนและแก๊สไฮโดรเจน (ร้อยละ 30) โดยนักเรียนคิดว่าเมื่อสารถูกความร้อนทำให้โมเลกุลของน้ำแยกออกจากกัน ทั้งนี้เป็นเพราะนักเรียนมีประสบการณ์และความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะของสารว่าสารเมื่อถูกความร้อนจะเปลี่ยนเป็นแก๊ส ซึ่งแก๊สที่เกิดขึ้นเป็นแก๊สที่อยู่ในสารนั้น กลุ่มมโนมติเมื่อน้ำเดือดจะมีแก๊สออกซิเจนออกมา (ร้อยละ 20) โดยนักเรียนมีความเข้าใจว่าในน้ำมีแก๊สออกซิเจน ทั้งนี้เป็นเพราะความเข้าใจเกี่ยวกับน้ำว่ามีแก๊สออกซิเจนซึ่งสัตว์น้ำใช้ในการดำรงชีวิต กลุ่มมโนมติเมื่อน้ำเดือดมีทั้งน้ำและแก๊สออกมา (ร้อยละ 20) โดยนักเรียนมีความเข้าใจว่าสิ่งที่เกิดขึ้นเป็นแก๊สออกซิเจน แก๊สไฮโดรเจน ซึ่งเป็นแก๊สสีขาวและมีน้ำติดเกาะ ทั้งนี้เป็นเพราะประสบการณ์ของนักเรียนที่พบเห็นว่าสิ่งที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนสถานะของสารมีทั้งแก๊สและน้ำ สอดคล้องกับการศึกษาของ Henriques [10] ที่ได้ศึกษามโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนว่าน้ำเดือดเป็นฟอง ฟองนั้นคืออากาศ หรือออกซิเจน หรือไฮโดรเจนหรือความร้อน และนักเรียนยังเข้าใจว่าแก๊สออกซิเจนและแก๊สไฮโดรเจนที่อยู่ในอากาศ จะมารวมตัวกันอีกครั้งเมื่อถูกความเย็น สอดคล้องกับ Bar & Traris [11] ที่ศึกษามโนมติของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนว่าเมื่อหยดน้ำมาเกาะอยู่ภายนอกภาชนะที่บรรจุน้ำแข็ง เพราะความเย็นทำให้แก๊สออกซิเจนและไฮโดรเจนเปลี่ยนเป็นน้ำ และมีมโนมติที่สอดคล้องกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์ว่าเมื่อน้ำเดือดจะกลายเป็นไอน้ำ (ร้อยละ 30) โดยโมเลกุลของสารไม่เปลี่ยนแปลงเพียงแต่เป็นการเปลี่ยนสถานะของสารเท่านั้น

สำหรับมโนมติเกี่ยวกับแบบจำลองอนุภาคของสารผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนมากมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับอนุภาคของสารเมื่อเปลี่ยนเป็นแก๊ส ดังนี้ มโนมติที่คลาดเคลื่อนเมื่อสารเปลี่ยนสถานะจากของแข็งไปเป็นแก๊ส อนุภาคของสารจะถูกดันไปทุกทิศทาง (ร้อยละ 30) โดยคิดว่าเมื่ออนุภาค

ของแข็งเมื่อเปลี่ยนไปเป็นแก๊สจะถูกดันไปอยู่ข้างภาชนะ ทั้งนี้เป็นเพราะความเข้าใจและประสบการณ์เกี่ยวกับลักษณะของการดัน ซึ่งทำให้ภาชนะบรรจุฟองออก จึงเข้าใจว่าอนุภาคของแก๊สถูกดันอยู่ขอบภาชนะ มโนมติว่าอนุภาคของของแข็งเปลี่ยนสถานะไปเป็นแก๊สจะลอยขึ้น (ร้อยละ 20) โดยคิดว่าเมื่ออนุภาคของแข็งเมื่อเปลี่ยนไปเป็นแก๊สจะเบาและลอยตัวสูงขึ้นอยู่ข้างบนภาชนะ ทั้งนี้เป็นเพราะความเข้าใจและประสบการณ์ของนักเรียนเกี่ยวกับการเดือดของน้ำโดยเห็นว่าเมื่อน้ำเดือด แก๊สที่เกิดขึ้นจะลอยขึ้นข้างบนอนุภาคของสารจึงอยู่ข้างบนภาชนะ มโนมติว่าอนุภาคของของแข็งเปลี่ยนสถานะไปเป็นแก๊สจะขยายตัวเต็มภาชนะ (ร้อยละ 10) โดยคิดว่าเมื่ออนุภาคของแข็งเมื่อเปลี่ยนไปเป็นแก๊สจะขยายตัวใหญ่ขึ้นตามภาชนะที่บรรจุและมีจำนวนอนุภาคมากขึ้น ทั้งนี้เป็นเพราะความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับแก๊สว่าแก๊สจะกระจายตัวเต็มภาชนะบรรจุอนุภาคของสารจึงใหญ่ขึ้นและจำนวนอนุภาคของแก๊สเพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Griffiths & Preston [12] ที่ศึกษามโนมติของนักเรียนมัธยมปลาย ซึ่งมีมโนมติว่าขนาดอนุภาคของสารจะเพิ่มขึ้นเมื่อสารเปลี่ยนสถานะจากของเหลวไปเป็นแก๊สหรือเมื่อถูกความร้อน เช่นเดียวกันกับการศึกษาของ Ozmen & Kenan [13] และ Pereira & Pestana [14] นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนมติว่าขนาดของอนุภาคจะเพิ่มขึ้นเมื่อให้ความร้อนและมีขนาดลดลงเมื่อให้ความเย็น Nakhleh *et al.* [5] ได้ศึกษาความเชื่อเกี่ยวกับสารของนักเรียน โดยนักเรียนมีความเชื่อว่าเมื่อสารอยู่ในสถานะแก๊สหรือของเหลวจะมีจำนวนโมเลกุลมากกว่าของแข็ง ปฐมาภรณ์และณฤมล [13] พบว่านักเรียนมีเข้าใจว่าอนุภาคจะใหญ่ขึ้นเมื่ออนุภาคนั้นอยู่ในสถานะแก๊สนอกจากนี้แล้ว Gabelet *et al.* [16] และ Valanides [17] พบว่าไม่เพียง แต่นักเรียนแต่ยังมีครูประถมศึกษาหลายคนที่ไม่ได้คำนึงถึงกฎการอนุรักษ์อนุภาคของสารและมีมโนมติว่าอะตอมจะมีขนาดใหญ่ขึ้นเมื่อสารเกิดการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวไปเป็นแก๊ส การอธิบายการจัดเรียงอนุภาค

ของสารในแต่ละสถานะเพื่อให้เข้าใจเรื่องระยะห่างของอนุภาคและสอดคล้องกับงานวิจัยของ วราภรณ์ [6] ซึ่งได้ศึกษาแนวคิดเรื่องการเปลี่ยนสถานะของสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาพบว่านักเรียนมีแนวคิดถูกต้องในเรื่องสถานะของสารเพียงประมาณ 1 ใน 3 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดอาจเป็นเพราะแนวคิดเรื่องอนุภาคเป็นสิ่งที่เข้าใจยากและต้องใช้จินตนาการและโน้มน้าวว่าอนุภาคของของแข็งเปลี่ยนสถานะไปเป็นแก๊สมองไม่เห็น (ร้อยละ 10) โดยคิดว่าอนุภาคของของแข็งจะหายไปเมื่อเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊ส ทั้งนี้เป็นเพราะความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับแก๊สว่าเป็นสิ่งมีขนาดเล็กมากจนไม่สามารถมองเห็นได้ และโน้มน้าวที่สอดคล้องกับโน้มน้าวทางวิทยาศาสตร์ว่าอนุภาคของของแข็งเปลี่ยนสถานะไปเป็นแก๊สจะฟุ้งกระจายเต็มภาชนะ (ร้อยละ 20) โดยคิดว่าอนุภาคของแข็งเมื่อเปลี่ยนไปเป็นแก๊สจะฟุ้งกระจายเต็มภาชนะโดยเปลี่ยนรูปร่างไปตามภาชนะที่บรรจุสามารถบอกได้ว่าขนาดและจำนวนอนุภาคเท่าเดิมเพราะเป็นระบบปิด

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลงานวิจัยไปใช้

1) ครูผู้สอนสามารถนำผลการศึกษามโนคติไปออกแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงมโนคติเรื่องสารและการจำแนก

2) ในการนำผลการศึกษามโนคติไปใช้ครูผู้สอนควรศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนให้ชัดเจนก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงมโนคติ

3) ครูผู้สอนสามารถนำผลการศึกษามโนคติไปออกแบบการจัดการเรียนรู้ เตรียมความพร้อมในการสอบเพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1) ควรศึกษามโนคติเรื่องสารและการเปลี่ยนแปลงในประเด็นอื่นๆ

2) ควรศึกษาวิธีการเพื่อเปลี่ยนแปลงมโนคติของนักเรียน

เอกสารอ้างอิง

1. Andersson B. Pupils' Conceptions of Matter and Its Transformations (Age 12-16). *Journal of Science Education*. 1990;18(1): 53 – 85.
2. Bell B. A Constructivist View of Learning and the Draft Forms 1-5 Science Syllabus. In A. Begg (Ed.). *Science and Mathematics Education Papers*. Auckland, New Zealand: Longman Paul; 1991.
3. Mintzes Joel J. The Acquisition of Biological Knowledge During Childhood: An Alternative Conception. *Journal of Research in Science Teaching*. 1989; 26 (9): 823-824.
4. Osborne RJ, and Cosgrove MM. Children's Conceptions of Changes of the State of the Water. *Journal of Research in Science Teaching*. 1983; 20(9): 825-838.
5. Nakhleh MB, Samarapungavan A, & Salam Y. Middle School Students' Beliefs About Matter. *Journal of Research in Science Teaching*. 2005; 42(5): 581-612.
6. Yamjinda V. Ideas about Changing the State of Matter of 1-6 Students. Thesis Master of Arts. Faculty of Education University. 2547. Thai.
7. Sa-nguansil K. Study concepts on the Status and Mobility of students in grade school. Master of Arts thesis. Department of Education - to teach. Kasetsart University; 2548. Thai.
8. Ben-Zvi R, Eylon B, and Silberstein J. Students' Visualization of a Chemical Reaction. *Journal of Education in Chemistry*. 1987; 24(4): 117-120.

9. Novick S, and Nussbaum J. Pupils' Understanding of the Particulate Nature of Matter: A Cross-age Study. *Journal of Science Education*. 1981; 65(2): 187-196.
10. Henriques L. Children's Misconceptions about Weather: A Review of the Literature, Paperpresented at the Annual Meeting of the National Association of Research in Science Teaching. LA: New Orleans; 2000.
11. Bar V, and Travis A. S. Children's Views Concerning Phase Changes. *Journal of Research in Science Teaching*. 1991; 28 (5): 363-382.
12. Griffiths AK, and Preston KR. Grade-12 Students' Misconceptions Relating to Fundamental Characteristics of Atoms and Molecules. *Journal of Research in Science Teaching*. 1992; 29(6): 611-628.
13. Ozmen H, and Kenan O. Determination of the Turkish Primary Students' Views about the Particulate Nature of Matter. *Asia Pacific Forum on Science Learning and Teaching*. 2007; 8(1): 1-7.
14. Pereira MP, and Pestana MEM. Pupils' Representations of Water. *Journal of Science Education*. 1991; 13(3): 313-319.
15. Pimthong P, and Yutakom N. Students' Conceptions of Grade 6. *Kasetsart Journal of Social Studies*. 2548; 26(2): 146-154. Thai.
16. Gabel DL, Samuel KV, and Hunn D. Understanding the Particulate Nature of Matter. *Journal of Chemical Education*. 1987; 64(8): 695-697.
17. Valanides N. Primary Student Teachers' Understanding of the Particulate Nature of Matter and its Transformations During Dissolving. *Journal of Chemistry Education*. 2000; 1(2): 249-262.