Kasetsart J. (Soc. Sci) 29 : 216 - 227 (2008) ว. เกษตรศาสตร์ (สังคม) ปีที่ 29 : 216 - 227 (2551)

แนวคิดของครูวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา ในเรื่องสารและสมบัติของสาร

The Concept of Elementary Science Teachers on Matter and Properties of Matter

อภิษฐา จันทรประเสริฐ[1] วรรณทิพา รอดแรงค้า[2] และ ชลธิชา นุ่มหอม[3]

Apisata Juntaraprasert*, Vantipa Roadrangka and Cholticha Noomhorm

ABSTRACTS

This study was aimed to explore elementary science teachers' concepts about Matter and Properties of Matter. The subjects of this study consisted of fifteen elementary science teachers from all ten large elementary schools in the Second Educational Area, Nonthaburi province. The instrument was a questionnaire of five open-ended questions regarding matter, molecular state of matter, conservation of matter, physical and chemical change and separation of mixture. The findings indicated that elementary science teachers had alternative concepts in all above topics. Teachers had the most alternative concept in molecular state of matter and physical and chemical changes. For these two topics, none of teachers had correct scienctific concept. The least alternative concept was conservation of matter. The results suggested science educators about the need for planning science professional development experiences which can develop teachers' science content knowledge for effective science teaching.

Key words: elementary science teachers' concept, matter and properties of matter

[1] โครงการผลิตนักวิจัยพัฒนาด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
The Program to Prepare Research and Development Personnel for Science Education, Faculty of Education, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

[2] ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900.
Department of Education, Faculty of Education, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

[3] ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
Department of Chemistry, Faculty of Science, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

* Corresponding author, e-mail: japisata@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจแนวคิดเรื่องสารและสมบัติของสารของครูวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา จำนวน 15 คน จากโรงเรียนประถมศึกษาขนาดใหญ่ทั้งหมดที่ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่การศึกษาเขต 2 จังหวัดนนทบุรี จำนวน 10 โรงเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบสอบถาม ซึ่งประกอบด้วยคำถามปลายเปิด 5 ข้อ โดยถามเกี่ยวกับความเข้าใจเรื่องสาร การจัดเรียงตัวของอนุภาคสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และก๊าซ การอนุรักษ์มวลสาร การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสาร และการแยกสาร ผลการสำรวจพบว่าครูวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมส่วนใหญ่มีแนวคิดทางเลือกจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ทุกเรื่อง โดยเรื่องที่ครูมีแนวคิดทางเลือกมากที่สุดคือ เรื่อง การจัดเรียงตัวของอนุภาคสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และก๊าซ และเรื่องการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสาร ซึ่งในสองเรื่องดังกล่าวนี้ไม่มีครูคนใดมีแนวคิดที่ถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เลย สำหรับเรื่องที่ครูมีแนวคิดทางเลือกน้อยที่สุดคือเรื่อง การอนุรักษ์มวลสาร ผลการวิจัยทำให้ผู้วิจัยได้ข้อเสนอแนะในการจัดอบรมครูวิทยาศาสตร์เพื่อเพิ่มพูนความรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์ให้กับครู เพื่อให้ครูสามารถสอนวิชาวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บทนำ

จากการประกาศใช้พระราชบัญญัติการศึกษา พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545) ก่อให้เกิดกระแสความตื่นตัวในการปฏิรูปการศึกษา ครูนับว่าเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่จะทำให้การปฏิรูปการศึกษาประสบผลสำเร็จ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2544) เพราะครูคือหัวใจของการพัฒนาการศึกษาทั้งหลายทั้งมวล ครูถือได้ว่าเป็นผู้จัดกิจกรรมการเรียนรู้และประสบการณ์ต่างๆ ให้กับนักเรียน ตามพระราชบัญญัติการศึกษา พ.ศ. 2542 มาตรา 52 กำหนดให้กระทรวงศึกษาธิการส่งเสริมให้มีกระบวนการผลิตการพัฒนาครู คณาจารย์ และบุคลากรทางการศึกษาให้มีคุณภาพและมาตรฐานที่เหมาะสม เพื่อให้ก้าวทันต่อการเปลี่ยนแปลงและการปฏิรูปการศึกษา การพัฒนาความรู้ของครูด้านเนื้อหาเป็นการพัฒนาความรู้ด้านหนึ่งที่มีความสำคัญโดยเฉพาะอย่างยิ่งครูในระดับชั้นประถมศึกษา เป็นที่ทราบกันดีว่าครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษามีความรู้วิทยาศาสตร์อย่างจำกัด เนื่องจากครูไม่ได้จบวิทยาศาสตร์มาและจำเป็นต้องสอนทุกวิชา (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2544) จากงานวิจัยพบว่าแนวคิดทางเลือกที่เกิดขึ้นของนักเรียนนั้นมีอิทธิพลมาจากกระบวนการจัดการเรียนการสอนของครู ทั้งนี้ความรู้ในเนื้อหาของครูนั้น มีส่วนสำคัญที่จะจำกัดหรือส่งเสริมการเรียนของนักเรียน (Anderson and Mitchner, 1994)

งานวิจัยเกี่ยวกับการสำรวจแนวคิดที่ผ่านมาส่วนใหญ่มักจะสำรวจแนวคิดของนักเรียน มีงานวิจัยหลายชิ้นที่สำรวจแนวคิดวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษา โดยแนวคิดที่พบส่วนใหญ่เป็นแนวคิดทางเลือกซึ่งไม่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเรื่องสารและสมบัติของสาร ซึ่งเป็นหัวข้อที่สำคัญในมาตรฐานการเรียนรู้สาระการเรียนรู้ที่ 3: สารและสมบัติของสาร (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) และเป็นพื้นฐานที่สำคัญของการศึกษาเคมีขั้นสูงต่อไป (Martin, 2001) งานวิจัยที่ผ่านมาทั้งในประเทศและในต่างประเทศพบว่านักเรียนชั้นประถมศึกษามีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเรื่องสารและสมบัติของสารในเรื่องการอนุรักษ์มวลสาร โดยนักเรียนส่วนมากอธิบายว่าเมื่อเกิดการเปลี่ยนสถานะจากของแข็งไปเป็นของเหลว หรือจากของเหลวไปเป็นก๊าซ สารนั้นจะมีน้ำหนักน้อยลงหรือหายไป เนื่องจากนักเรียนเห็นว่าสารนั้นหายไป (Stavy, 1990) นอกจาก

นี้นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับสถานะของสาร โดยระบุสารที่อยู่ในสถานะของแข็งเป็นของเหลวเมื่อของแข็งนั้นมีลักษณะบดละเอียดเป็นผง (Krnel *et al.*, 2003) อีกทั้งนักเรียนชั้นประถมศึกษาไม่สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงสถานะเมื่อน้ำเดือดและแข็งตัวเป็นน้ำแข็งได้ (Paik *et al.*, 2004) และนักเรียนเชื่อว่าก๊าซไม่มีน้ำหนัก (Stavy, 1990) สำหรับแนวคิดเรื่องสารของนักเรียนในประเทศไทย กฤษดา (2548) ได้สำรวจพบว่านักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาไม่สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของสาร เช่น การระเหย และการควบแน่นได้ถูกต้อง นอกจากนี้ ปัฐมาภรณ์ และนฤมล (2548) ยังพบอีกว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของไทยมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับ ธรรมชาติของสาร สถานะของสาร การละลาย และอนุภาคของสาร

การสำรวจแนวคิดของครูประถมศึกษาในเนื้อหาวิทยาศาสตร์กำลังได้รับความสนใจมาก เช่น Harlen and Holroyd (1997) ได้สำรวจความเข้าใจของครูประถมศึกษาในเรื่องวงจรไฟฟ้า Smith (1987, อ้างถึงใน Wandersee *et al.*, 1994) ได้สำรวจความเข้าใจของครูประถมในเรื่องแสง และปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสง Kruger และ Summers (1988a, b, c) ได้สำรวจแนวคิดของครู เรื่อง แรง พลังงาน ดาราศาสตร์ และสิ่งมีชีวิต และได้มีการจัดอบรมพัฒนาครูทางด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่สำรวจอีกด้วย Kruger *et al.* (1992) ได้สำรวจแนวคิดของครูประถมศึกษาและพบว่า ครูมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเรื่อง แรง พลังงาน และวัสดุ อย่างไรก็ตามยังไม่มีงานวิจัยชิ้นใดที่สำรวจแนวคิดของครูในระดับชั้นประถมศึกษาในเรื่องสารและสมบัติของสาร ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะสำรวจแนวคิดของครูวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาในเรื่องสารและสมบัติของสาร เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาเป็นแนวทางในการพัฒนาวิชาชีพครูต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อสำรวจแนวคิดของครูวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาในเรื่องสารและสมบัติของสาร ได้แก่ ความเข้าใจเรื่องสาร การจัดเรียงตัวของอนุภาคในสถานะของแข็ง ของเหลวและก๊าซ การอนุรักษ์มวลสาร การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีของสาร และการแยกสาร

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษา ที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในภาคต้น ปีการศึกษา 2550 จำนวน 20 คน ได้มาจากการคัดเลือก โดยผู้อำนวยการโรงเรียนและฝ่ายวิชาการของโรงเรียนขนาดใหญ่ทั้งหมดจำนวน 10 โรงๆ ละ 2 คน

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ โดยผู้วิจัยสอบถามแนวคิดของครูวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษา โดยใช้แบบสำรวจแนวคิดเกี่ยวกับสาระการเรียนรู้ที่ 3: สารและสมบัติของสาร

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้เป็นแบบสำรวจแนวคิดของครูวิทยาศาสตร์ เรื่อง สาร และสมบัติของสาร แบบวัดแนวคิดนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน ตอนที่ 1 เป็นข้อมูลเบื้องต้นของผู้ทำแบบสำรวจแนวคิด ซึ่งเป็นแบบเลือกตอบ ประกอบด้วยข้อคำถามเกี่ยวกับ เพศ อายุ วุฒิการศึกษา ประสบการณ์ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่สอนวิทยาศาสตร์ และสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สอนอยู่ในปัจจุบัน และตอนที่ 2 เป็นแนวคิดซึ่งเป็นคำถามปลายเปิด ประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 5 ข้อ ครอบคลุมแนวคิดต่างๆใน

สาระการเรียนรู้ที่ 3: สารและสมบัติของสาร 5 เรื่อง ได้แก่เรื่อง ความเข้าใจเรื่องสาร การจัดเรียงตัวของอนุภาคในสถานะของแข็ง ของเหลว และก๊าซ การอนุรักษ์มวลสาร การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมี และการแยกสาร

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยขออนุญาตโรงเรียนในการเก็บข้อมูลโดยส่งแบบสอบถามไปยังครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาจำนวน 20 ฉบับ ในภาคปลายปีการศึกษา 2550 และได้รับแบบสอบถามคืนมาทั้งหมด 15 ฉบับ คิดเป็นร้อยละ 75

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้ประมวลและวิเคราะห์คำตอบและเหตุผลเป็นรายข้อ โดยอ่านคำตอบและเหตุผลในแต่ละข้ออย่างละเอียดแล้วเปรียบเทียบจัดกลุ่มคำตอบและเหตุผล โดยแสดงเป็นร้อยละของจำนวนครูที่มีคำตอบถูก คำตอบถูกต้องบางส่วน คำตอบผิด และไม่ตอบ เช่นเดียวกับเหตุผลคือแสดง ร้อยละของจำนวนครูที่มีเหตุผลถูก เหตุผลถูกบางส่วน เหตุผลผิด และไม่แสดงเหตุผล ผู้วิจัยได้นำคำตอบและเหตุผลมาจัดกลุ่มเป็นแนวคิดต่างๆ โดยแบ่งกลุ่มออกเป็น 4 กลุ่ม ซึ่งประยุกต์จากการจัดกลุ่มแนวคิดของ Haidar (1997) ดังนี้คือ

(1) มีแนวคิดที่ถูกต้องตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ (Sound Understanding) หมายถึงครูมีแนวคิดสอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ โดยสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องและอธิบายเหตุผลได้ถูกต้อง

(2) มีแนวคิดที่ถูกต้องเพียงบางส่วน (Partial Understanding) หมายถึงครูมีแนวคิดที่สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์อย่างน้อย 1 องค์ประกอบ โดยคำตอบและเหตุผลของครูเป็นไปได้ดังนี้

- คำตอบถูก/ เหตุผลถูกบางส่วน
- คำตอบถูกบางส่วน/ เหตุผลถูก
- คำตอบถูก/ ไม่บอกเหตุผล
- ไม่บอกคำตอบ/ เหตุผลถูก

(3) มีแนวคิดที่ถูกต้องบางส่วนและแสดงแนวคิดทางเลือก (Partial Understanding with Alternative conceptions) หมายถึง ครูมีแนวคิดที่สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาตร์อย่างน้อย 1 องค์ประกอบและมีแนวคิดทางเลือก จากแนวคิดวิทยาศาสตร์ด้วย โดยคำตอบและเหตุผลของครูเป็นไปได้ดังนี้

- คำตอบผิด/ เหตุผลถูก
- คำตอบถูก/ เหตุผลผิด
- คำตอบผิด/ เหตุผลถูกบางส่วน
- คำตอบถูกบางส่วน / เหตุผลผิด
- คำตอบถูกบางส่วน/ เหตุผลถูกบางส่วน
- คำตอบถูกบางส่วน/ ไม่บอกเหตุผล
- ไม่บอกคำตอบ/ เหตุผลถูกบางส่วน

(4) แนวคิดทางเลือก (Specific Alternative Conceptions) หมายถึงครูมีแนวคิดที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ รวมถึงครูไม่ตอบคำถามและไม่อธิบายเหตุผล หรือตอบในลักษณะทวนคำถามหรือตอบไม่ตรงประเด็น โดยคำตอบและเหตุผลของครูเป็นไปได้ดังนี้

- คำตอบผิด/ เหตุผลผิด
- คำตอบผิด/ ไม่บอกเหตุผล
- ไม่บอกคำตอบ/ เหตุผลผิด
- ไม่บอกคำตอบ/ ไม่บอกเหตุผล

คำตอบของครูที่จำแนกแนวคิดแล้วได้รับการตรวจสอบอีกครั้งหนึ่งโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจำนวน 4 ท่าน ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับมหาวิทยาลัย 3 ท่านและอาจารย์ผู้สอนเคมีระดับมัธยมศึกษา 1 ท่าน

ผลการวิจัย

ข้อมูลเบื้องต้นของครู

ครูวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาที่ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 15 คน เป็นหญิง จำนวน 10 คน

(ร้อยละ 66.67) และเป็นชายจำนวน 5 คน (ร้อยละ 33.33) มีอายุระหว่าง 51-60 ปี จำนวน 9 คน (ร้อยละ 60) ครูทุกคนจบการศึกษาในระดับปริญญาตรี โดยครูจำนวน 4 คน (ร้อยละ 26.67) จบในสาขาวิทยาศาสตร์ ครูจำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 60 มีประสบการณ์ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์มากกว่า 15 ปี ครูส่วนใหญ่จำนวน 13 คน (ร้อยละ 86.67) สอนในระดับช่วงชั้นที่ 2 (ประถมศึกษาปีที่ 4-6)

แนวคิดของครูเรื่องสารและสมบัติของสาร

1. ความเข้าใจเรื่องสาร

จากการให้ครูตรวจคำตอบของนักเรียนในตารางการจำแนกสิ่งที่เป็นสารและไม่ใช่สาร พบว่า ครูจำนวน 12 คน (ร้อยละ 80) สามารถตรวจคำตอบในการจำแนกสารของนักเรียนได้ถูกต้อง โดยบอกได้ว่า หนังสือโต๊ะ แก้ว เหรียญ น้ำ ไม้ อากาศ เป็นสาร และแสงไม่เป็นสาร ครูจำนวน 3 คน (ร้อยละ 20) มีคำตอบที่ถูกต้องบางส่วนโดยครูในกลุ่มนี้จำนวน 2 คน (ร้อยละ 13.33) ตรวจคำตอบผิดโดยระบุว่าแสงเป็นสาร และครูจำนวน 1 คน (ร้อยละ 6.67) ตรวจคำตอบผิดโดยระบุว่าน้ำและอากาศไม่เป็นสาร ในส่วนของการให้เหตุผลประกอบคำตอบ ครูจำนวน 8 คน (ร้อยละ 53.33) สามารถให้เหตุผลได้ถูกต้องว่าสิ่งที่เป็นสารนั้นจะต้องมีคุณสมบัติของสารคือ มีตัวตน มีน้ำหนัก ต้องการที่อยู่ และสัมผัสได้ ครูจำนวน 3 คน (ร้อยละ 20) ให้เหตุผลที่ถูกต้องบางส่วน โดยระบุว่าสารคือสิ่งที่มีสมบัติเฉพาะ และใช้คุณสมบัติของสถานะในการจำแนกสารว่า ไม้ น้ำ และอากาศเป็นสาร เนื่องจากอยู่ในสถานะของแข็ง ของเหลว และก๊าซตามลำดับ และครูจำนวน 4 คน (ร้อยละ 26.67) ไม่ได้ให้เหตุผล รายละเอียดดัง Table 1, 2

จากคำตอบและเหตุผลของครูเมื่อนำมาจำแนกเป็นกลุ่มแนวคิดสามารถสรุปได้ว่าครูจำนวน 7 คน (ร้อยละ 46.67) มีแนวคิดถูกต้องโดยครูระบุคำตอบและเหตุผลได้ถูกต้อง ครูจำนวน 6 คน (ร้อยละ 40) มีแนวคิดที่ถูกต้องบางส่วน โดยครูระบุคำตอบถูก และให้เหตุผลถูกต้องบางส่วน จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 13.33 ครูระบุคำตอบถูกต้องบางส่วนและให้เหตุผลถูกต้อง จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 20 และครูระบุคำตอบถูกต้องและไม่ระบุเหตุผล จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 6.67 มีครูจำนวน 2 คน (ร้อยละ 13.33) มีแนวคิดที่ถูกต้องบางส่วนและมีแนวคิดทางเลือก โดยครูจำนวน 1 คน (ร้อยละ 6.67) มีคำตอบถูกบางส่วนและเหตุผลถูกบางส่วน และครูอีก 1 คน (ร้อยละ 6.67) มีคำตอบถูกบางส่วนแต่ไม่ระบุเหตุผล รายละเอียดดัง Table 3

Table 1 Teachers' answers about matter

Answers	Numbers	Percentages
1. Book, Table, glass, coin , water, wood, air are Matter.	12	80.00
2. Book, Table, glass, coin , water, wood, air and light are Matter.	2	13.33
3. Book, Table, glass, coin and wood are Matter. Water, air and light are not Matter.	1	6.67

Table 2 Reasons that teachers used to explain their concept of matter

Reasons	Numbers	Percentages
1. Matter has mass, weight, takes up space and can be touched.	8	53.33
2. Matter has three states (solid, liquid and gas).	2	13.33
3. Matter is the thing that has specific properties.	1	6.67
4. No answer	4	26.67

Table 3 Teacher's conceptions about matter

Type of science concept	Numbers	Percentages
Sound understanding	7	46.67
Partial understanding	6	40.00
Partial understanding with alternative conceptions	2	13.33

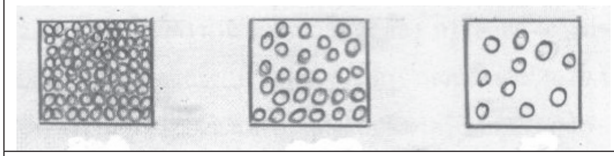
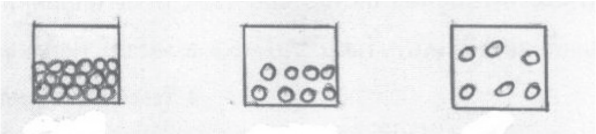
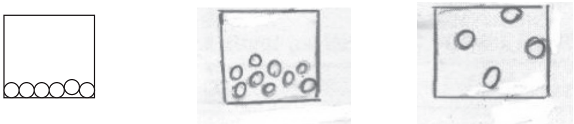
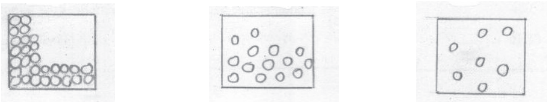
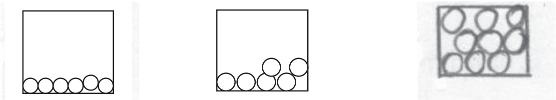
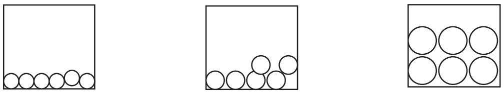
2. การจัดเรียงตัวของอนุภาคสาร ในสถานะของแข็ง ของเหลว และก๊าซ

เมื่อให้ครูพิจารณารูปภาพของอนุภาค วาดรูปอนุภาค และอธิบายสมบัติของสารที่เกี่ยวข้องกับอนุภาคในสถานะของแข็ง ของเหลว และก๊าซ ที่กำหนดให้ พบว่าไม่มีครูคนใดที่วาดรูปอนุภาคของสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และก๊าซ ได้ถูกต้อง ครูจำนวน 12 คน (ร้อยละ 80) วาดรูปอนุภาคของสารที่แสดงคำตอบถูกบางส่วน ดังปรากฏใน Table 4 รูปภาพอนุภาคของสารที่ครูกลุ่มนี้วาดแสดงระยะห่างระหว่างอนุภาคได้ถูกต้องคือ ของเหลวมีระยะห่างระหว่างอนุภาคมากกว่าของแข็ง และก๊าซมีระยะห่างระหว่างอนุภาคมากกว่าของเหลว แต่อย่างไรก็ตามรูปภาพอนุภาคที่วาดมีส่วนที่ผิดในเรื่อง การอนุรักษ์มวลสารและการเรียงตัวของอนุภาค สำหรับการอนุรักษ์มวลสารที่ถูกต้องนั้นอธิบายว่าสารชนิดเดียวกันถึงแม้อยู่ในสถานะต่างกัน (ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ) ก็จะมีจำนวนอนุภาคและขนาดของอนุภาคเท่ากันในส่วนของการเรียงตัวของอนุภาคที่ถูกต้องของสารทั้ง 3 สถานะนั้น ของแข็งจะเรียงตัวอย่างเป็นระเบียบ ส่วนของเหลวและก๊าซนั้นจะอยู่อย่างกระจัดกระจายและเรียงตัวไม่เป็นระเบียบ ครูทั้งหมดในกลุ่มนี้จำนวน 12 คน (ร้อยละ 80) วาดรูปจำนวนอนุภาคของสารลดลงในสถานะของแข็ง ของเหลว และก๊าซ ตามลำดับ ส่วนครูจำนวน 3 คน (ร้อยละ 20) ในกลุ่มนี้ วาดรูปการจัดเรียงตัวอนุภาคของสารอย่างเป็นระเบียบมีลักษณะการเรียงตัวเป็นชั้นๆในสารทั้ง 3 สถานะ ครูจำนวน 3 คน (ร้อยละ 20) วาดรูปอนุภาคของสารที่แสดงคำตอบผิด ดังปรากฏใน Table 4 โดยครูวาดรูปไม่แสดงระยะห่างระหว่างอนุภาคของของเหลวและก๊าซ และไม่มีการอนุรักษ์มวลสาร ทั้งนี้จะพบว่าอนุภาคของสารจะมีขนาดใหญ่ขึ้นจากของแข็ง ของเหลวและก๊าซ ตามลำดับ

สำหรับเหตุผลของครูที่ใช้ในการอธิบายรูปภาพของอนุภาค พบว่าครูจำนวน 7 คน (ร้อยละ 46.67) อธิบายเหตุผลได้ถูกต้องในเรื่อง การเรียงตัวของอนุภาค ระยะห่างระหว่างอนุภาค และการเคลื่อนที่ของอนุภาค โดยอธิบายว่า อนุภาคของของแข็งจะเรียงตัวกันอย่างเป็นระเบียบและเรียงชิดติดกันอย่างหนาแน่น อนุภาคไม่เคลื่อนที่ อนุภาคของของเหลวจะเรียงตัวกันไม่เป็นระเบียบระยะห่างระหว่างอนุภาคมีมากกว่าของแข็ง อนุภาคจะเคลื่อนที่ได้มากกว่าของแข็ง และอนุภาคของก๊าซจะเรียงตัวอย่างกระจัดกระจาย ไม่เป็นระเบียบ ระยะห่างระหว่างอนุภาคมีมากกว่าของเหลว อนุภาคจะเคลื่อนที่อย่างอิสระได้ทุกทิศทาง เคลื่อนที่แยกออกจากกันหรือเข้าหากัน ครูจำนวน 5 คน (ร้อยละ 33.33) อธิบายเหตุผลได้ถูกต้องบางส่วน โดยครูในกลุ่มนี้จำนวน 3 คน (ร้อยละ 20) อธิบายการเคลื่อนที่ของอนุภาคของของเหลวและก๊าซผิด โดยครูอธิบายว่าอนุภาคของของเหลวไม่เคลื่อนที่แต่เคลื่อนไหวไปมาและอนุภาคของก๊าซเคลื่อนที่แยกออกจากกันเท่านั้น ครูจำนวน 2 คน (ร้อยละ 13.33) อธิบายระยะห่างระหว่างอนุภาคของก๊าซผิด โดยระบุว่าอนุภาคก๊าซอยู่ห่างกันมากจนมองไม่เห็น ครูจำนวน 1 คน (ร้อยละ 6.67) อธิบายเหตุผลผิดว่าอนุภาคของสารขยายตัวเต็มที่ เต็มภาชนะและมีขนาดใหญ่ขึ้น เมื่อสารอยู่ในสถานะก๊าซ และครูจำนวน 2 คน (ร้อยละ13.33) ไม่อธิบายเหตุผล

จากคำตอบและเหตุผลของครูสามารถสรุปได้ว่า ในเรื่องการจัดเรียงตัวของอนุภาคสาร ในสถานะของแข็ง ของเหลว และก๊าซ ไม่มีครูท่านใดมีแนวคิดถูกต้อง ครูจำนวน 6 คน (ร้อยละ 40) มีแนวคิดที่ถูกต้องบางส่วนโดยครูระบุคำตอบถูกบางส่วนและ

Table 4 The numbers and percentages of teacher's answer about particle of matter in solid, liquid and gas

Answers		**Numbers (Percentages)**	**Total**
Partial correct answer	Solid Liquid Gas 	7 (46.67)	12 (80)
	Solid Liquid Gas 	3 (20)	
	Solid Liquid Gas 	1 (6.67)	
	Solid Liquid Gas 	1 (6.67)	
Wrong answer	Solid Liquid Gas 	2 (13.33)	3 (20)
	Solid Liquid Gas 	1 (6.67)	

อธิบายเหตุผลถูก มีครูจำนวน 7 คน (ร้อยละ 46.67) มีแนวคิดที่ถูกต้องบางส่วนและแสดงแนวคิดทางเลือก โดยครู 1 คน (ร้อยละ 6.67) ระบุคำตอบผิดแต่ให้เหตุผลถูกต้อง ครูจำนวน 5 คน (ร้อยละ 33.33) ระบุคำตอบถูกบางส่วนและเหตุผลถูกบางส่วน และครู 1 คน (ร้อยละ 6.67) มีคำตอบถูกบางส่วนแต่ไม่ระบุเหตุผลและครูจำนวน 2 คน (ร้อยละ 13.33) มีแนวคิดทางเลือก โดยครู 1 คน (ร้อยละ 6.67) ในปริมาณที่เท่ากัน มีคำตอบผิดและเหตุผลผิด และมีคำตอบผิดและไม่อธิบายเหตุผล ดัง Table 5

3. การอนุรักษ์มวลสาร

จากการให้ครูเลือกคำตอบและคำอธิบายจากตัวเลือกที่กำหนดให้ ในข้อคำถามที่ว่าน้ำหนักของน้ำในภาชนะจะเป็นเช่นไร เมื่อน้ำแข็งหลอมเหลวเป็นน้ำทั้งหมดในภาชนะนั้นและเพราะเหตุใด ผลการวิเคราะห์

Table 5 Teacher's conceptions about particle of matter in solid, liquid and gas

Type of science concept	Numbers	Percentages
Partial understanding	6	40.00
Partial understanding with alternative conceptions	7	46.67
Specific alternative conceptions	2	13.33

ข้อมูลพบว่า ครูจำนวน 9 คน (ร้อยละ 60) มีคำตอบที่ถูกต้องโดยระบุว่า น้ำแข็งที่บรรจุลงในภาชนะจะมีน้ำหนักก่อนและหลังการหลอมเหลวเท่ากัน ครูจำนวน 6 คน (ร้อยละ 40) มีคำตอบผิด โดยครูในกลุ่มนี้จำนวน 5 คน (ร้อยละ 33.33) ระบุว่าน้ำในภาชนะนั้นมีน้ำหนักน้อยลงหลังจากที่น้ำแข็งหลอมเหลว และครู 1 คน (ร้อยละ 6.67) ระบุว่าน้ำในภาชนะนั้นมีน้ำหนักเพิ่มมากขึ้นหลังจากที่น้ำแข็งหลอมเหลว ครูส่วนใหญ่จำนวน 9 คน (ร้อยละ 60) อธิบายเหตุผลได้ถูกต้อง โดยระบุว่าน้ำแข็งที่บรรจุอยู่ในภาชนะก่อนการหลอมเหลว และหลังการหลอมเหลวเป็นสารชนิดเดียวกันแต่อยู่ในสถานะที่แตกต่างกัน ทำให้มีน้ำหนักเท่ากันเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสถานะไม่ได้มีผลต่อน้ำหนัก อย่างไรก็ตามมีครูจำนวน 6 คน (ร้อยละ 40) ให้เหตุผลไม่ถูกต้อง โดยระบุว่าโดยทั่วไปสารที่อยู่ในสถานะของแข็งมักมีน้ำหนักมากกว่าสารที่อยู่ในสถานะของเหลว จากคำตอบและเหตุผลของครูสรุปได้ว่า ครูส่วนใหญ่จำนวน 9 คน (ร้อยละ 60) มีแนวคิดถูกต้อง และครูจำนวน 6 คน (ร้อยละ 40) มีแนวคิดทางเลือก ดัง Table 6

4. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสาร

เมื่อให้ครูตรวจคำตอบของนักเรียน ที่ระบุการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ต่างๆ พบว่า ครูจำนวน 14 คน (ร้อยละ 93.33) ระบุการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีถูกต้องบางส่วน มีเพียงครู 1 คน (ร้อยละ 6.67) สามารถตรวจคำตอบของนักเรียน โดยระบุการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและทางกายภาพได้อย่างถูกต้อง โดยระบุว่าสถานการณ์ที่กำหนดให้ทั้งหมดได้แก่ น้ำระเหยสู่บรรยากาศ น้ำอัดลมแข็งตัวเมื่อใส่ในช่องแข็ง ลูกโป่งใหญ่ขึ้นเมื่อถูกเป่า การอุ่นกาแฟด้วยไมโครเวฟ การที่เหล็กดึงดูดด้วยแม่เหล็ก เป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ จากการพิจารณาคำตอบของครูในแต่ละสถานการณ์ ตาม Table 7 ครูส่วนใหญ่ ระบุว่า

Table 6 Teacher's conceptions about conservation of matter

Type of science concept	Numbers	Percentages
Sound understanding	9	60.00
Specific alternative conceptions	6	40.00

Table 7 The numbers and percentages of teacher's answer about physical change and chemical change

Answers	Numbers (Percentages)	
	Physical change	Chemical change
1. Water evaporating into the atmosphere	13 (86.67)	2 (13.33)
2. Soda freezing in the freezer.	12 (80.00)	3 (20.00)
3. Blowing up a balloon.	15(100.00)	-
4. Heating a cup of coffee in a microwave.	10 (66.67)	5 (33.33)
5. A piece of metal attracted to a magnet.	12 (80.00)	3 (20.00)
6. A can of soda fizzing when opened.	1 (6.67)	14 (93.33)

Table 8 Teacher's conceptions about physical change and chemical change

Type of science concept	Numbers	Percentages
Partial understanding	8	53.33
Partial understanding with alternative conceptions	7	46.67

ปรากฏการณ์ที่น้ำระเหยขึ้นสู่บรรยากาศ น้ำอัดลมแข็งตัวเมื่อใส่ในช่องแข็ง ลูกโป่งใหญ่ขึ้นเมื่อถูกเป่า การอุ่นกาแฟด้วยไมโครเวฟ การที่เหล็กดึงดูดด้วยแม่เหล็ก เป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ คิดเป็นจำนวน 13 คน (ร้อยละ 86.67) 12 คน (ร้อยละ 80) 15 คน (ร้อยละ 100) 1 คน (ร้อยละ 6.67) และ 12 คน (ร้อยละ80) ตามลำดับ มีเพียงสถานการณ์เดียวคือ การเกิดเสียงฟู่และฟองเมื่อเปิดกระป๋องน้ำอัดลม ที่ครูส่วนใหญ่จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 93.33 คิดว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี

ครูส่วนใหญ่จำนวน 8 คน (ร้อยละ 53.33) ไม่อธิบายเหตุผลในการระบุสภานะการณ์ต่างๆว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพหรือทางเคมี ครูจำนวน 7 คน (ร้อยละ 46.67) ให้เหตุผลที่ถูกต้องในการอธิบายการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมี โดยระบุว่าการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพเป็นการเปลี่ยนแปลงรูปร่างลักษณะ ขนาด และสถานะ โดยได้รับพลังงานความร้อนเป็นปัจจัยสำคัญและเมื่อเปลี่ยนสถานะแล้วสามาถกลับสู่สถานะเดิมโดยสารนั้นยังคงเป็นสารเดิมอยู่ ไม่เกิดสารใหม่ สมบัติและองค์ประกอบคงเดิม ส่วนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีคือ การเปลี่ยนแปลงของสารที่ทำให้เกิดสารใหม่ สมบัติและองค์ประกอบของสารเปลี่ยนไปจากเดิม เช่น สี กลิ่น รส น้ำหนัก และเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงแล้วจะเปลี่ยนกลับเป็นสารเดิมได้ยากเมื่อพิจารณาคำตอบและเหตุผลของครูสามารถสรุปได้ว่า ในเรื่องการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสาร ไม่มีครูท่านใดมีแนวคิดที่ถูกต้อง ครูจำนวน 8 คน (ร้อยละ 53.33) มีแนวคิดที่ถูกต้องบางส่วน โดยครูระบุคำตอบถูกบางส่วนและอธิบายเหตุผลถูกจำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 46.67 ครูระบุคำตอบถูกบางส่วน แต่ไม่อธิบายเหตุผลจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 6.67 มีครูจำนวน 7 คน (ร้อยละ 46.67) มีแนวคิดที่ถูกต้องบางส่วนและแสดงแนวคิดทางเลือก โดยครูมีคำตอบถูกต้องบางส่วน แต่ไม่ระบุเหตุผล ดัง Table 8

5. การแยกสาร

จากการให้ครูบอกวิธีการแยกผักสลัด และแยกเกลือออกจากลูกปัดและการบูร ครูจำนวน 10 คน(ร้อยละ 66.67) อธิบายวิธีการแยกผักสลัดได้ถูกต้องโดยใช้การหยิบออก และจัดผักประเภทเดียวกันเอาไว้ด้วยกัน ครูจำนวน 7 คน (ร้อยละ 46.67) ไม่สามารถบอกวิธีที่ถูกต้องได้ โดยครูจำนวน 5 คน (ร้อยละ 33.33) ระบุคำตอบผิดว่า ใช้การคัดแยกพื้นฐาน แยกตามความต้องการและใช้การแยกธรรมดา และครูจำนวน 2 คน (ร้อยละ 13.33) ไม่ตอบ ครูจำนวน 10 คน (ร้อยละ 66.67) ให้เหตุผลที่ถูกต้องในการแยกผักสลัดว่าเนื่องจากผักสลัดมีขนาดใหญ่สามารถสังเกตเห็นความแตกต่างได้อย่างชัดเจน และครูจำนวน 5 คน (ร้อยละ 33.33) ไม่ได้ให้เหตุผล จากคำตอบและคำอธิบายของครูในเรื่องการแยกผักสลัดสามารถระบุได้ว่าครูจำนวน 10 คน (ร้อยละ 66.67) มีแนวคิดที่ถูกต้องเกี่ยวกับการแยกผักสลัด โดยบอกวิธีการแยกและให้เหตุผลที่ถูกต้อง และครูจำนวน 5 คน (ร้อยละ 33.33) มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน โดยครูระบุคำตอบถูกบางส่วน แต่ไม่ระบุเหตุผล

เมื่อให้ครูบอกวิธีการแยกเกลือออกจากลูกปัดและการบูร ครูจำนวน 7 คน (ร้อยละ 46.67) อธิบายการแยกได้อย่างถูกต้อง โดยใช้วิธีการแยกคือ หยิบลูกปัดออกก่อน แล้วนำเกลือกับการบูรที่เหลืออยู่ไปตั้งไฟ หรือตากแดดเพื่อให้การบูรระเหิดออกไป ครูจำนวน 4 คน (ร้อยละ 26.67) อธิบายการแยกถูกต้องบางส่วน โดยครูในกลุ่มนี้จำนวน 3 คน (ร้อยละ 20) แยกโดยหยิบลูกปัดออก นำเกลือและการบูรละลายน้ำ

ครูจำนวน 1 คน (ร้อยละ 6.67) ใช้วิธีนำลูกปัด การบูรและเกลือที่ปนกันอยู่ไปตั้งทิ้งไว้กลางแดด และนำสารที่เหลือไปละลายน้ำ ครูจำนวน 3 คน (ร้อยละ 20) มีคำตอบผิดโดยระบุการแยกเกลือออกจากลูกปัดและการบูรโดยการเผาและนำไปละลายน้ำ และครูจำนวน 1 คน (ร้อยละ 6.67) ไม่ระบุวิธีการแยก สำหรับเหตุผลของครูที่ใช้อธิบายการแยกเกลือออกจากลูกปัดและการบูร พบว่า ครูจำนวน 3 คน (ร้อยละ 20) ให้เหตุผลที่ถูกต้องคือเนื่องจากการบูรและเกลือมีสมบัติแตกต่างกัน โดยการบูรระเหิดเมื่อได้รับความร้อนและเกลือจะละลายในน้ำ ครูจำนวน 9 คน (ร้อยละ 60) ให้เหตุผลถูกต้องบางส่วนโดยระบุว่าการบูรจะระเหยเมื่อได้รับความร้อนและเกลือจะละลายในน้ำ และครูจำนวน 3 คน (ร้อยละ 20) ไม่ระบุเหตุผล จากการพิจารณาคำตอบของครูและเหตุผลที่ครูใช้ พบว่า ครูจำนวน 1 คน (ร้อยละ 6.67) มีแนวคิดที่ถูกต้อง โดยสามารถใช้วิธีการแยก และอธิบายเหตุผลที่ใช้ในการแยกได้อย่างถูกต้อง ครูจำนวน 7 คน (ร้อยละ 46.67) มีแนวคิดที่ถูกต้องบางส่วนโดยครูระบุคำตอบถูกและอธิบายเหตุผลถูกบางส่วนจำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 40 ครูระบุคำตอบถูกบางส่วนและอธิบายเหตุผลถูกจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 6.67 มีครูจำนวน 4 คน (ร้อยละ 26.67) มีแนวคิดที่ถูกต้องบางส่วนและแสดงแนวคิดทางเลือก โดยมีคำตอบถูกบางส่วนและเหตุผลถูกบางส่วน และครูระบุคำตอบผิดแต่ให้เหตุผลถูกต้องจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 6.67 และครูจำนวน 3 คน (ร้อยละ 20) มีแนวคิดทางเลือก โดยครูจำนวน 2 คน (ร้อยละ 13.33) มีคำตอบผิดและไม่อธิบายเหตุผล และครูจำนวน 1 คน (ร้อยละ 6.67) ไม่ตอบและไม่อธิบายเหตุผล

สรุป อภิปราย และเสนอแนะ

จากการสำรวจแนวคิดของครูวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาพบว่า ครูมีความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องสารและสมบัติของสารในแนวคิดความเข้าใจเรื่องสาร การจัดเรียงตัวของอนุภาคสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และก๊าซ การอนุรักษ์มวลสาร การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและการเปลี่ยนแปลงทางเคมี และการแยกสารแตกต่างกันไป โดยผลการวิจัยครั้งนี้ทำให้ทราบว่าครูวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษายังมีแนวคิดที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ จากคำตอบของครูจะเห็นว่าครูพยายามที่จะเลียนแบบและท่องจำเนื้อหาจากแบบเรียนมาใช้ในการตอบ มากกว่าที่จะแสดงความเข้าใจที่แท้จริงของตนเองออกมา เนื่องจากครูไม่สามารถที่ใช้ความรู้ในการอธิบายคำตอบของข้อคำถามที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันได้ สอดคล้องกับ ศศิธรและคณะ (2550) ซึ่งได้ทำการสำรวจความคิดเห็นของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ในเรื่องสารและสมบัติของสารและพบว่าครูส่วนมากรับรู้ว่าทั้งตัวครูเองและนักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาเรื่องนี้ในระดับกลาง และครูยังรับรู้อีกว่าตนเองเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ ทั้งนี้เนื่องจากความเข้าใจวิทยาศาสตร์ของนักเรียนนั้นมีการพัฒนาไปตามประสบการณ์ที่ครูเป็นผู้จัดขึ้น (ยินดี, 2536) อีกทั้งแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของครูส่งผลต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนอีกด้วย (Papageorgiou and Sakka, 2000) เมื่อพิจารณาคำตอบของครูในงานวิจัยครั้งนี้ จะเห็นว่าครูมีแนวคิดทางเลือกมากที่สุดในเรื่องเรื่องการจัดเรียงตัวของอนุภาคสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และก๊าซ และเรื่อง

Table 9 Teacher's conceptions about separation of mixture

Type of science concept	Numbers (Percentages)	
	Vegetable salad	salt/camphor/white beads
Sound understanding	10 (66.67)	1 (6.67)
Partial understanding	5 (33.33)	7 (46.67)
Partial understanding with alternative conceptions	-	4 (26.67)
Specific alternative concept	-	3 (20.00)

การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมาของ ปัฐมาภรณ์ และนฤมล (2548) ที่สำรวจความเข้าใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาเกี่ยวกับอนุภาคและพบว่านักเรียนมีความเข้าใจว่าอนุภาคมีขนาดใหญ่ขึ้นเมื่ออนุภาคนั้นอยู่ในสถานะก๊าซ เช่นเดียวกับ Bar and Travis (1991) ที่สำรวจพบว่านักเรียนชั้นประถมศึกษามีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเรื่องการเปลี่ยนแปลงทางเคมี และการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

อย่างไรก็ตามเนื่องจากครูส่วนใหญ่ไม่ได้จบการศึกษาจากการสอนวิทยาศาสตร์โดยตรง จึงส่ง ผลให้การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนเป็นไปด้วยความยากลำบาก (Parker and Heywood, 2000; ศศิธร และบุปผชาติ, 2552) ผลการวิจัยครั้งนี้จึงเป็นตัวอย่างหนึ่งที่สะท้อนให้เห็นประเด็นปัญหาที่ว่าครูวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษานั้นมีความรู้ในเนื้อหาเรื่องสารและสมบัติของสาร ไม่เพียงพอที่จะสามารถถ่ายทอดความรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นสถาบันผลิตและพัฒนาครูควรคำนึงถึง การเตรียมความพร้อมให้ครูวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษามีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา เพื่อให้ครูสามารถถ่ายทอดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องและเกิดความมั่นใจในการสอน โดยทั้งนี้การอบรมครู ควรเน้นให้ครูลงมือปฏิบัติและเกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เพื่อให้ครูสามารถเชื่อมโยงแนวคิดที่เป็นนามธรรมและรูปธรรมไปสู่การอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันได้ ทั้งนี้เนื่องจากเนื้อหาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาส่วนใหญ่เป็นความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน และเป็นความรู้พื้นฐานที่สำคัญในการเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับสูงต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กฤษดา สงวนสิน, 2548. *แนวคิดเกี่ยวกับสถานะและการเปลี่ยนสถานะของสารของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย.* กรุงเทพฯ: วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง และนฤมล ยุตาคม. 2548. "แนวคิดเรื่องสารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6". *วารสารเกษตรศาสตร์ (สังคม)* (กรกฎาคม – ธันวาคม 2548) 26 (2): 146-154.

ยินดี สวนะคุณานนท์. 2536. *ความคิดเห็นเกี่ยวกับสสารของนักเรียน.* สงขลา: วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, สถาบันราชภัฏสงขลา.

ศศิธร โสภารัตน์ และคณะ. 2550. "การรับรู้ความเข้าใจสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 2 ที่มีต่อตนเองและนักเรียนของครูประถมศึกษาปีที่ 4-6". *วารสารเกษตรศาสตร์ (สังคม)* (พฤษภาคม -สิงหาคม 2550) 28 (2) : 177-187.

ศศิธร โสภารัตน์ และบุปผชาติ ทัฬหิกรณ์. 2552. "การสำรวจความคิดเห็นของครูประถมศึกษาในจังหวัดปทุมธานีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวปฏิรูปการศึกษาและความต้องการการพัฒนาวิชาชีพ." *วารสารสงขลานครินทร์(ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์)* 15 (1) กำลังตีพิมพ์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546. *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน.* กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการศึกษาสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2544. *รายงานการวิจัยเพื่อพัฒนานโยบายการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาของไทย.* กรุงเทพฯ: บริษัท เซเว่น พริ้นติ้ง กรุ๊ป.

________________________. 2545. *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 (ฉบับใหม่ 2545).* กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.

Anderson, R., and C. Mitchner (1994). Research on Science Teacher Education. *In*: D. L. Gabel (Ed.), *Handbook of Research on Science*

Teaching and Learning (pp. 45-93). New York: MacMillan.

Bar, V. and A. S. Travis. 1991. "Children's Views Concerning Phase Changes". *Journal of Research in Science Teaching* 28(4): 363-382.

Haidar, A. H. 1997. "Prospective Chemistry Teachers' Conceptions of the Conservation of Matter and Related Concepts". *Journal of Research in Science Teaching* 34: 181-197.

Harlen, W. and C. Holroyd. 1997. "Primary Teachers' Understanding of Concepts of Science: Impact on Confidence and Teaching." *International Journal of Science Education* 19: 93-105.

Krnel, D., S. S. Glazar and R. Watson. 2003. "The Development of the Concept of "Matter": Across-age Study of how Children Classify Materials". *International Journal of Science Education* 87: 621-639.

Kruger, C., D. Palacio and M. Summers. 1992. Surveys of English Primary Teachers's Conceptions of Force, Energy and Materials." *Science Education* 76(4): 339-351.

Kruger, C. and M. Summers. 1988a. Working Paper 1. Primary School Teachers' Understanding of Science Concepts: General Overview. *In Primary school teachers and science (PSTS) project* 1988-1992 (Oxford: Oxford University, Department of Educational Studies), 1-9.

____________________________. 1988b. Working Paper 2. Some Primary School Teachers' Understanding of the Concepts Force and Gravity. *In Primary school teachers and science (PSTS) project* 1988-1992 (Oxford: Oxford University, Department of Educational Studies), 1-15.

Kruger, C. and M. Summers. 1988c. Working Paper 3. Some Primary School Teachers' Understanding of Change in Material. *In Primary school teachers and science (PSTS) project* 1988-1992 (Oxford: Oxford University, Department of Educational Studies), 1-12.

Martin, R. 2001. "Prospective Teachers' Idea About the Relationships Between Concepts Describing the Composition of Matter." *International Journal of Science Education* 23(4): 353-371.

Paik, S., H. Kim, B. Cho and F. Park . 2004. "K-8th Grade Korean Students' Conceptions of 'Changes of State' and 'Conditions for Changes of State'." *International Journal of Science Education* 26(2): 207-224.

Papageorgiou G. and D. Sakka. 2000. "Primary School Teachers' Views on Fundamental Chemical Concepts." *Chemistry Education: Research and Practice in Europe.* 1(2): 237-247.

Parker, J. and D. Heywood. 2000. "Exploring the Relationship Between Subject Knowledge and Pedagogie Content Knowledge in Primary Teachers' Learning About Force." *International Journal of Science Education* 22(1): 89-111.

Stavy, R. 1990. "Children's Conceptions of Changes in the State of Matter: From Liquid (or Solid) to Gas." *Journal of Research in Science Teaching* 27(3): 247-266.

Wandersee, J. H., J. Mintzes, and J. D. Novak, 1994. Research on Alternative Conceptions in Science. *In* D. L. Gabel (ed.) *Handbook of Research on Science Teaching and Learning: A Project of the National Science Teachers Association.* New York: Macmillan.