

# The Seventh Grade Students' Understandings of Nature of Science

**Kanchana Mahalee<sup>1</sup> and Chatree Faikhamta<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Graduate Student (Science Education),

E-mail: Pantavi\_7@hotmail.com

<sup>2</sup>Ph.D.(Science Education), Lecturer,

Department of Education, Faculty of Education, Kasetsart University

## Abstract

The purpose of this study was to investigate the seventh grade students' understandings of nature of science (NOS). The participants were 110 seventh-grade students, selected by purposive sampling, from three secondary schools in Ubon Ratchathani province. An open-ended questionnaire in conjunction with semi-structured interviews was used to assess students' understandings of nature of science. The questionnaire consisted of 12 items covering three aspects: the scientific world view, the scientific inquiry, and the scientific enterprise. The students' response data were analyzed inductively to identify groups or patterns that described their understandings of NOS, which consisted of understanding, partial understanding, misunderstanding, and naive understanding. The research findings indicated that the majority of students hold naive understanding of all three aspects of NOS, particularly in scientific ideas including are subject to change, scientific inquiry, and science and technology relation. The research findings suggested that the science teachers should establish an activity-based reflective explicit instruction related to the integrated NOS and focus on the important NOS aspects in science courses.

**Keywords:** nature of science, understandings of nature of science

## ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

กาญจนา มหาลี<sup>1</sup> และชาตรี ฝ่ายคำตา<sup>2</sup>

<sup>1</sup>นิสิตปริญญาโท (วิทยาศาสตร์ศึกษา),

E-mail: Pantavi\_7@hotmail.com

<sup>2</sup>ปร.ด.(วิทยาศาสตร์ศึกษา), อาจารย์,

ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

### บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 110 คนจากโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษอบลราชธานีเขต 4 จำนวน 3 โรงเรียนโดยการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลประกอบด้วย แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จำนวน 12 ข้อ และการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง โดยครอบคลุมธรรมชาติวิทยาศาสตร์ 3 ด้านได้แก่ ด้านโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการอ่านคำตอบของนักเรียนร่วมกับข้อมูลที่ได้จากการถอดเทปการสัมภาษณ์ จัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนเป็น 4 กลุ่มประกอบด้วย เข้าใจถูกต้อง เข้าใจบางส่วน เข้าใจคลาดเคลื่อน และไม่เข้าใจ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีความเข้าใจและเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน โดยเฉพาะในประเด็นความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ วิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะว่าควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นหรือบูรณาการเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์และชี้ประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่สำคัญให้ชัดเจน

**คำสำคัญ:** ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์, ธรรมชาติวิทยาศาสตร์

## บทนำ

วิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อมนุษย์และสังคมในทุกยุคทุกสมัย เพราะเรานำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการประกอบอาชีพต่างๆ และใช้ในการดำรงชีวิตประจำวัน วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดองค์ความรู้และความเข้าใจในปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ทำให้คนมีการพัฒนากระบวนการคิดที่เป็นเหตุเป็นผลคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ สามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างเป็นระบบตัดสินใจได้โดยใช้ข้อมูลที่มีอยู่หลากหลาย และใช้ประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ ในปัจจุบันโลกเป็นสังคมแห่งความรู้ (Knowledge-based society) ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาการเรียนรู้โดยเฉพาะอย่างยิ่งความรู้ในด้านวิทยาศาสตร์ เป้าหมายหนึ่งของการศึกษาวิทยาศาสตร์คือให้นักเรียนทุกคนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy for all students) ซึ่งสามารถนำเอาความรู้ไปใช้ทั้งในอาชีพและงานทางด้านวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science [AAAS], 1989; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.], 2545)

ความเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์นั้น สามารถอธิบายความหมายไว้หลายความหมาย แต่ที่พบในคู่มือการจัดการเรียนรู้ National Science Education Standard หรือ NSES (National Research Council [NRC], 1996) ของประเทศสหรัฐอเมริกา อธิบายความหมายว่า การเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์หมายถึงบุคคลที่สามารถศึกษา ค้นคว้า ลงความเห็น ตัดสินใจ ตอบคำถามที่มาจากข้อสงสัย อธิบายปรากฏการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ กล่าวคือบุคคลนั้นจะต้องสามารถอธิบาย บรรยาย และทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น การเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์จะช่วยให้สามารถทำความเข้าใจในประเด็นที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจเป็นประเด็นทางสังคม และลงความเห็นเกี่ยวกับประเด็นนั้นได้อย่างถูกต้อง

การเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์นั้นมีความหมายมากกว่าการเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะต้องเข้าใจว่า วิทยาศาสตร์นั้นมีขั้นตอนกระบวนการทำงานอย่างไร ธรรมชาติและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร ดังนั้น มาตรฐานการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จึงให้ความสำคัญกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ การสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ไม่ได้ถูกกำหนดไว้ในเอกสาร มาตรฐานการจัดการเรียนรู้ Benchmarks ของสหรัฐอเมริกาเท่านั้น ในหลาย ๆ รัฐของประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดให้สอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์เช่นกัน เช่น มาตรฐานการเรียนรู้ของรัฐเวอร์จิเนีย กำหนดการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ตั้งแต่ระดับ อนุบาลจนถึงเกรด 12 (Bell, 2008 อ้างถึง Virginia Board of Education, 2003) นอกจากนี้ ยังมีเอกสารที่ให้ความสำคัญกับการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในลักษณะเดียวกันนี้ เกิดขึ้นตามมาในหลายประเทศเช่น Science in the New Zealand Curriculum ของประเทศนิวซีแลนด์ Ontario Curriculum ของประเทศแคนาดา และคู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พ.ศ.2546 ของประเทศไทย (พงศ์ประพันธ์, 2551)

สำหรับในประเทศไทยนั้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2545) ได้กำหนดเป้าหมายการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ซึ่งมีส่วนที่สอดคล้องกับมาตรฐานที่ American Association for the Advancement of Science (AAAS, 1989) ของประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดไว้ในเอกสารการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ และในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2544 (กรมวิชาการ, 2544) กำหนดเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไว้ว่าให้ผู้เรียนเข้าใจขอบเขตธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

สามารถนำความรู้ความเข้าใจ ในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและต่อการค้าดำรงชีวิต

แม้ว่าเป้าหมายการสอนวิทยาศาสตร์ และมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของประเทศไทยได้ให้ความสำคัญกับความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องธรรมชาติวิทยา แต่จากการศึกษางานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา พบว่า ผู้เรียนยังไม่มี ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยา ครบทุกประเด็นตามเป้าหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะในด้านการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ผู้เรียนยังไม่เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับสังคมอย่างไร และทุกคนในสังคมสามารถมีส่วนร่วมในกิจการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไร (Moss and Robb, 2001; Bell et al., 2003; สิริินภา, 2548) แม้กระทั่งนักศึกษาและครูเองยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนว่า ความรู้วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่คงทนไม่เปลี่ยนแปลง และไม่เข้าใจว่าความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการมีส่วนเกี่ยวข้องในการสร้างองค์ความรู้วิทยาศาสตร์อย่างไร (Lederman and O'Malley, 1990; Murcia and Schibeci, 1999; Abd-El-Khalick and Khishfe, 2002) โดยความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนดังกล่าวเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น การเข้าใจที่คลาดเคลื่อนที่มาจากครูผู้สอนว่าความเข้าใจธรรมชาติวิทยาของนักเรียนนั้นเป็นผลพลอยได้มาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการทางด้านวิทยาศาสตร์ (Abd-El-Khalick and Lederman, 2000) และสาเหตุที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือ การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ไม่ได้เน้นการสอนธรรมชาติวิทยา ดังนั้น จึงจำเป็นที่จะต้องมีการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาดีขึ้น จากการรายงานผลการวิจัยของนักการศึกษาหลายท่านที่ศึกษาเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติวิทยาของนักเรียนในระดับชั้นต่าง ๆ โดยได้ทดลองใช้วิธีการสอนธรรมชาติวิทยาหลายวิธีการด้วยกัน เช่น การสอนธรรมชาติวิทยาผ่านการ

สอนประวัติการค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์ (Historical approach) (Abd-El-Khalick and Khishfe, 2002 cited Klopfer and Cooley, 1963; Welch and Walberg, 1972) ซึ่งผลการศึกษายังให้ผลที่ไม่สอดคล้องกันโดย Klopfer และ Cooley (1963) รายงานว่าการสอนธรรมชาติวิทยาผ่านการสอนประวัติการค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีมุมมองเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาชัดเจนยิ่งขึ้น แต่จากการรายงานของ Welch และ Walberg (1972) พบว่าการสอนธรรมชาติวิทยาผ่านการสอนประวัติการค้นพบความรู้วิทยาศาสตร์ไม่มีอิทธิพลที่จะทำให้ นักเรียนเข้าใจธรรมชาติวิทยาดีขึ้น ส่วนวิธีการสอนธรรมชาติวิทยาแบบบูรณาการสอดแทรกกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (Implicit approach) ก็ยังไม่มีข้อสรุปว่า เป็นวิธีการที่ดีที่สุด แต่สามารถใช้ได้กับเนื้อหาวิทยาศาสตร์บางเนื้อหาเท่านั้น (Abd-El-Khalick and Khishfe, 2002) นอกจากนี้ ยังมีวิธีการสอนธรรมชาติวิทยาแบบชัดเจนร่วมกับการสะท้อนความคิดเห็น (Explicit and Reflective approach) (Akerson, Abd-El-Khalick and Lederman, 2000; Abd-El-Khalick; Khishfe, 2002) โดยการสอนวิธีนี้มีอิทธิพลต่อการส่งเสริมให้นักเรียนมีมุมมองหรือความเข้าใจธรรมชาติวิทยาดีขึ้น (Akerson, Abd-El-Khalick and Lederman, 2000 and Khishfe, 2008) นอกจากนั้นการสอนด้วยวิธีการดังกล่าวยังสอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ จะเห็นได้ว่าวิธีการสอนธรรมชาติวิทยาด้วยวิธีการที่หลากหลาย แต่ละวิธีก็มีข้อเด่นและข้อด้อยต่างกัน แม้ว่าจะงานวิจัยจะศึกษาเกี่ยวกับวิธีการสอนในวิธีต่าง ๆ หรือสำรวจความเข้าใจธรรมชาติวิทยา แต่งานวิจัยในประเทศไทยที่ผ่านมาส่วนใหญ่เป็นเพียงการตรวจสอบว่านักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาในระดับต่าง ๆ หรือไม่ แต่ยังไม่มีการอธิบายว่านักเรียนมีความเข้าใจอย่างไร และมีงานวิจัยน้อยมากที่ศึกษาแนวทางในการพัฒนาความเข้าใจ

เกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาว่านักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์อย่างไร แล้วนำข้อมูลดังกล่าวมาเป็นพื้นฐานในการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องสารในชีวิตประจำวัน ที่พัฒนาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะแก้ปัญหาความไม่เข้าใจหรือความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ งานวิจัยนี้จึงนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งจะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญในการวางแผนพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ต่อไป

#### วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

#### ขอบเขตการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 110 คน จากโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษานำร่องงานเขตพื้นที่การศึกษาอุบลราชธานีเขต 4 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551

ประเด็นที่ต้องการศึกษา คือ ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ซึ่งครอบคลุมลักษณะธรรมชาติวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน ดังนี้

1. โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย ประเด็นที่ศึกษา 3 ประเด็นคือ 1) โลกเป็นสิ่งที่สามารถเข้าใจได้ 2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และ 3) วิทยาศาสตร์ไม่สามารถให้คำตอบที่สมบูรณ์กับทุกคำถาม

2. การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย ประเด็นที่ศึกษา 4 ประเด็น คือ 1) วิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 2) วิทยาศาสตร์เป็นการผสมผสานระหว่างเหตุผลกับจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์

3) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน และ 4) นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะบ่งชี้และหลีกเลี่ยงอคติ

3. กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยประเด็นที่ศึกษา 3 ประเด็น คือ 1) วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่สลับซับซ้อน 2) ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และ 3) วิทยาศาสตร์ต้องคำนึงถึงคุณธรรมจริยธรรม

#### นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ หมายถึง ลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดธรรมชาติวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ด้านได้แก่ 1) ด้านโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเชื่อ เจตคติพื้นฐานวิธีศึกษาเกี่ยวกับงานที่นักวิทยาศาสตร์ทำซึ่งส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของโลก และลักษณะของความรู้วิทยาศาสตร์ 2) ด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง วิธีการและคุณลักษณะที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ 3) ด้านกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การดำเนินงานทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีความสัมพันธ์กับสังคม วัฒนธรรม ขนบธรรมเนียมประเพณี และเกี่ยวข้องกับเรื่องของจรรยาบรรณ เป็นกิจกรรมที่ทุกคนไม่ว่าจะเพศใดเชื้อชาติใดก็สามารถเข้าร่วมได้ ลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้านดังกล่าวสามารถวัดได้โดยใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2. ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย ขยายความ และตีความเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ทั้งในด้านความรู้ การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และด้านกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่ได้พบเห็นและรับรู้ พร้อมทั้งยกตัวอย่างในเรื่องที่เกี่ยวกับลักษณะของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้กำหนดความหมายของกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ เป็น 4 กลุ่มซึ่งมีความหมาย ดังนี้

เข้าใจถูกต้อง หมายถึง สามารถอธิบาย ขยายความเกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องสอดคล้องกับประเด็นลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องและสอดคล้องกับแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์

เข้าใจบางส่วน หมายถึงสามารถอธิบาย ขยายความเกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็นได้ถูกต้องแต่ยกตัวอย่างที่ไม่สอดคล้องกับประเด็นลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือไม่ให้เหตุผลไม่ยกตัวอย่างประกอบการอธิบาย

เข้าใจคลาดเคลื่อน หมายถึง การอธิบายขยายความเกี่ยวกับลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็นที่ไม่ถูกต้องกับแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์

ไม่เข้าใจ หมายถึง การตอบคำถามไม่ตรงกับประเด็นที่ถามหรือไม่ตอบคำถามไม่แสดงความคิดเห็นถือว่าไม่เข้าใจลักษณะธรรมชาติวิทยาศาสตร์

#### วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยประเภทสำรวจ (Survey Research) โดยการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาอุบลราชธานีเขต 4 จำนวน 3 โรงเรียนที่มีบริบทคล้ายกัน โดยการติดต่อผ่านทางโรงเรียนทั้ง 3 แห่ง เพื่อขออนุญาตดำเนินการให้นักเรียนทำแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างซึ่งโรงเรียนที่สำรวจครั้งนี้ได้จากการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling)

#### กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาอุบลราชธานีเขต 4 จำนวน 110 คนจาก 3 โรงเรียนที่ผ่านการเรียนเรื่องสารในชีวิตประจำวันมาแล้ว และมีผลการเรียนอยู่ในระดับที่ละความสามารถ

#### เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ประกอบด้วย

1. แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยข้อความที่ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นใน 3 ระดับ คือ เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย และมีช่องว่างให้แสดงเหตุผลประกอบคำตอบจำนวน 12 ข้อ ในข้อความทั้งหมดครอบคลุมประเด็นเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน คือโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกิจการทางวิทยาศาสตร์ โดยในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ว่ามีความเข้าใจอย่างไร วิธีการสร้างเครื่องมือเริ่มจากการศึกษาธรรมชาติวิทยาศาสตร์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ เพื่อศึกษาประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนยังไม่เข้าใจหรือเข้าใจคลาดเคลื่อนเพื่อนำข้อมูลมากำหนดเป็นข้อคำถามในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและความตรงเชิงโครงสร้างจากผู้เชี่ยวชาญ 3 คน จากนั้นได้ทดลองนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ที่มีลักษณะคล้ายกับกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการศึกษา กล่าวคือเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาที่อยู่ในเขตพื้นที่การศึกษาอุบลราชธานีเขต 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มเดียวกับกลุ่มตัวอย่างที่สนใจศึกษา เพื่อนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่าง

2. แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ เป็นเครื่องมือที่ใช้กับนักเรียนเพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมจากการตอบคำถามในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในประเด็นที่เกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้านที่สอดคล้องกับคำถามในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ลักษณะของเครื่องมือจะเป็นคำถาม

ปลายเปิดเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างหลากหลาย เพื่อเพิ่มความถูกต้องของข้อมูลที่ได้ ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเริ่มจากการศึกษาธรรมชาติวิทยาศาสตร์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศที่มีการใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเพื่อศึกษาประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนยังไม่เข้าใจหรือเข้าใจคลาดเคลื่อนและเป็นประเด็นที่นักเรียนตอบคำถามในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่ยังไม่ชัดเจน เพื่อนำข้อมูลมากำหนดเป็นข้อคำถามในแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง โดยผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและความตรงเชิงโครงสร้างจากผู้เชี่ยวชาญ 3 คน จากนั้น ได้ทดลองนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 5 คน ที่มีลักษณะคล้ายกับกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการศึกษาคือเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษารอบละหานเขต 4 และนำข้อคำถามมาปรับปรุงให้เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่าง และสอดคล้องกับข้อคำถามในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์

#### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ทำการติดต่อขออนุญาตผู้อำนวยการโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาทั้ง 3 แห่งเพื่อเก็บข้อมูลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษารอบละหานเขต 4 โดยใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์และการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง เก็บข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551

2. นัดวันเวลาให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทำแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และกำหนดวัน เวลา ที่จะสัมภาษณ์นักเรียน

3. ให้นักเรียนทำแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ใช้เวลาในการทำแบบวัดประมาณ 1 ชั่วโมง

4. สัมภาษณ์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งเป็นนักเรียนที่ทำแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยการสุ่มนักเรียนเพื่อมาสัมภาษณ์โรงเรียนละ 6 คน พิจารณาจากการอ่านคำตอบในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในกลุ่มที่มีการตอบคำถามที่ถูกต้องชัดเจน ถูกต้องบางส่วนและกลุ่มที่ไม่ตอบคำถามหรือมีแนวโน้มที่ไม่เข้าใจลักษณะธรรมชาติวิทยาศาสตร์กลุ่มละ 2 คน เรื่องที่สัมภาษณ์เป็นการยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับลักษณะธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่างๆ มาใช้ประกอบการถามซึ่งข้อคำถามสอดคล้องกับประเด็นที่ถามในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ใช้เวลาในการสัมภาษณ์คนละ 40 นาที และมีการบันทึกเทปในระหว่างการสัมภาษณ์

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์แบบพรรณนาซึ่งวิเคราะห์จากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และข้อมูลจากการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างโดยดำเนินการ ดังนี้

1. รวบรวมแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อ่านคำตอบที่นักเรียนให้เหตุผลประกอบว่ามีความสอดคล้องกับการแสดงความคิดเห็นหรือไม่โดยการลงรหัสซึ่งเป็นตัวแทนความเข้าใจลักษณะธรรมชาติวิทยาศาสตร์เอาไว้แต่ละข้อตามที่กำหนดกรอบไว้

2. อ่านคำตอบอีกครั้งเพื่อความถูกต้อง จัดกลุ่มคำตอบที่นักเรียนตอบโดยพิจารณาคำตอบที่สื่อความหมายเหมือนกันไว้ในกลุ่มเดียวกัน และแจกแจงความถี่ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในแต่ละกลุ่มโดยพิจารณารายชื่อและรายด้านซึ่งแบ่งเป็น 3 ด้านคือด้านโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์

3. ถอดเทปการสัมภาษณ์ เพื่อนำข้อมูลไปประกอบในการวิเคราะห์ข้อมูลร่วมกับแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่นักเรียนแสดง

เหตุผลประกอบคำตอบในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่ชัดเจนและเพิ่มเติมในประเด็นอื่น ๆ ให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น

4. นำคำตอบของนักเรียนมาตีความร่วมกับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แบ่งเป็นรายชื่อและรายด้านอธิบายว่า นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเด็นอย่างไร โดยพิจารณาคำตอบแต่ละข้อในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และนำรายละเอียดจากการถอดเทปการสัมภาษณ์ในประเด็นคำถามที่เกี่ยวข้องกันมาวิเคราะห์ว่าการตอบคำถามเป็นไปในแนวเดียวกันหรือไม่

#### ผลการวิจัย

ผลจากการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 110 คนจากโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาอุบลราชธานีเขต 4 จำนวน 3 โรงเรียนโดยการให้นักเรียนทำแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ร่วมกับการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างซึ่งจัดกลุ่มความเข้าใจของนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่มคือ กลุ่มที่มีความเข้าใจถูกต้อง เข้าใจบางส่วน เข้าใจคลาดเคลื่อน และกลุ่มที่ไม่เข้าใจ การนำเสนอข้อมูลจำนวนคำร้อยละในการอธิบายความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านแต่ละประเด็นสามารถพิจารณาได้จากตาราง 1 เพื่อความเข้าใจที่ชัดเจนในแต่ละประเด็นมีรายละเอียด ดังนี้

#### ด้านที่ 1 โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

##### ประเด็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้

ในประเด็นนี้ เป็นประเด็นที่นักเรียนไม่เข้าใจมากที่สุด กล่าวคือนักเรียนร้อยละ 57 ไม่เข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงไปได้อย่างไร ใครสามารถทำให้ความรู้ที่เปลี่ยนแปลงไปได้ โดยนักเรียนส่วนหนึ่งได้ให้เหตุผลเกี่ยวกับประเด็นนี้ว่า “กฎ มาจากการศึกษาค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์และมีกฎต่าง ๆ อยู่

มากมาย ตอบไม่ได้ว่ากฎจะเปลี่ยนแปลงได้หรือไม่” มีนักเรียนร้อยละ 23 ที่มีความเข้าใจที่ถูกต้องว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ โดยส่วนใหญ่ให้เหตุผลว่า “กฎ หรือข้อความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ อาจเป็นลักษณะการเขียนกฎขึ้นมาใหม่ หรือเพิ่มเติมกฎเดิมให้สมบูรณ์ขึ้น แต่ทั้งนี้ต้องสามารถพิสูจน์ได้และมีหลักฐานที่ตรวจสอบได้มาสนับสนุน” มีนักเรียนบางส่วน (ร้อยละ 7) จัดอยู่ในกลุ่มความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนโดยเข้าใจว่าความรู้ในทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้เนื่องจากเป็นความรู้ที่มาจาก การพิสูจน์และตรวจสอบโดยการทดลองแล้ว

##### ประเด็นโลกเป็นเรื่องที่สามารถเข้าใจได้

มีนักเรียนจำนวนมาก (ร้อยละ 54) ที่จัดอยู่ในกลุ่มไม่เข้าใจ โดยไม่สามารถบอกได้ว่าปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในโลกสามารถทำความเข้าใจได้อย่างไร เพราะเชื่อว่าทุกอย่างเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ นักวิทยาศาสตร์ไม่ได้สร้างปรากฏการณ์ต่าง ๆ ขึ้นมาเอง จึงยากที่จะเข้าใจ และเป็นการยากที่จะศึกษาโดยบางคนให้เหตุผลว่า “ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเป็นไปตามธรรมชาติ นักวิทยาศาสตร์จะศึกษาค้นคว้าโดยการทดลองไม่ได้” นอกจากนี้ยังมีนักเรียนอีกจำนวนหนึ่ง (ร้อยละ 7) เข้าใจคลาดเคลื่อนว่าปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นในโลกนักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถทำความเข้าใจหรืออธิบายได้ทุกปรากฏการณ์ เพราะเป็นเรื่องที่เข้าใจได้ยาก จึงไม่สามารถอธิบายได้ มีนักเรียนเพียงส่วนน้อย (ร้อยละ 16) ที่เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้ว่า ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติมีแบบแผนที่แน่นอนหากมีการศึกษาอย่างละเอียดรอบคอบก็จะสามารถอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาตินั้นได้ โดยให้เหตุผลว่า “ปรากฏการณ์ธรรมชาติต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนโลก วิทยาศาสตร์สามารถศึกษาอย่างละเอียดด้วยวิธีการที่หลากหลายจนสามารถทำความเข้าใจได้” หรืออธิบายว่า “ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เช่น การเกิดฝนเป็นปรากฏการณ์ที่สามารถทำความเข้าใจและอธิบายได้” นอกจากนี้แล้วยังมีนักเรียน



ร้อยละ 23 ที่มีความเข้าใจบางส่วน โดยมีความเข้าใจว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่สามารถมองเห็นได้ วิทยาศาสตร์สามารถพิสูจน์และอธิบายได้เนื่องจากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีการทดลองเป็นขั้นตอนที่แน่นอนจึงสามารถทำความเข้าใจและอธิบายได้ เมื่อพิจารณาข้อมูลจากการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเพิ่มเติม พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ขั้นตอนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสัมพันธ์กับการตอบคำถามในข้อ 2 และ ข้อ 3 (ข้อ 2 วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีเดียวและเป็นวิธีที่ดีที่สุดในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และข้อ 3 การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่มีขั้นตอนที่แน่นอน) ในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งให้ผลสอดคล้องกัน กล่าวคือนักเรียนเชื่อว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์ คือ การทดลอง ความรู้หรือข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการทดลองตามลำดับขั้นตอนที่แน่นอน จะสามารถอธิบายได้และเป็นข้อมูลที่ถูกต้องเสมอ

**ประเด็นวิทยาศาสตร์ไม่สามารถให้คำตอบที่สมบูรณ์กับทุกคำถามได้**

ในประเด็นนี้จำนวนนักเรียนที่จัดอยู่ในกลุ่มที่มีความเข้าใจกับจำนวนนักเรียนที่จัดอยู่ในกลุ่มที่ไม่เข้าใจ มีค่าร้อยละใกล้เคียงกัน กล่าวคือกลุ่มนักเรียนที่มีความเข้าใจ ร้อยละ 31 และกลุ่มนักเรียนที่ไม่เข้าใจ ร้อยละ 34 นักเรียนที่ไม่เข้าใจนั้นจะอธิบายไม่ได้ว่าวิทยาศาสตร์นั้นมีแนวทางในการตอบคำถามหรือข้อสงสัยต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้อย่างไร และนักเรียนในกลุ่มที่เข้าใจคลาดเคลื่อนได้ให้เหตุผลที่ตรงกันว่า วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายทุกสิ่งทุกอย่างได้เนื่องจากนักวิทยาศาสตร์เป็นคนที่มีความสามารถมาก อยากรู้อะไรก็จะใช้วิธีการทดลอง แต่เมื่อพิจารณารายละเอียดจากการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มที่เข้าใจบางส่วน พบว่า คำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นว่านอกจากนักเรียนจะเข้าใจบางส่วนในประเด็นนี้แล้วนักเรียนยังเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับประเด็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ดังตัวอย่างการถอดเทปจากการ

สัมภาษณ์ในประเด็นนี้ ดังนี้

ผู้วิจัย: วิทยาศาสตร์สามารถพิสูจน์ความจริงเกี่ยวกับทุกอย่างในโลกนี้ได้หรือไม่

นักเรียน (S1): ไม่ได้ทุกอย่าง เพราะบางอย่างพิสูจน์ไม่ได้

ผู้วิจัย: เช่นอะไรที่พิสูจน์ไม่ได้

นักเรียน (S1): เรื่อง ผี...วิญญาณ

ผู้วิจัย: เพราะอะไรวิทยาศาสตร์จึงพิสูจน์ไม่ได้

นักเรียน (S1): เพราะเราไม่สามารถควบคุมสิ่งเหล่านี้ได้ เราไม่สามารถทดลองได้ เมื่อทดลองไม่ได้เลยพิสูจน์ไม่ได้

ผู้วิจัย : นอกจากทดลองแล้ววิทยาศาสตร์จะพิสูจน์โดยวิธีอื่นได้หรือไม่

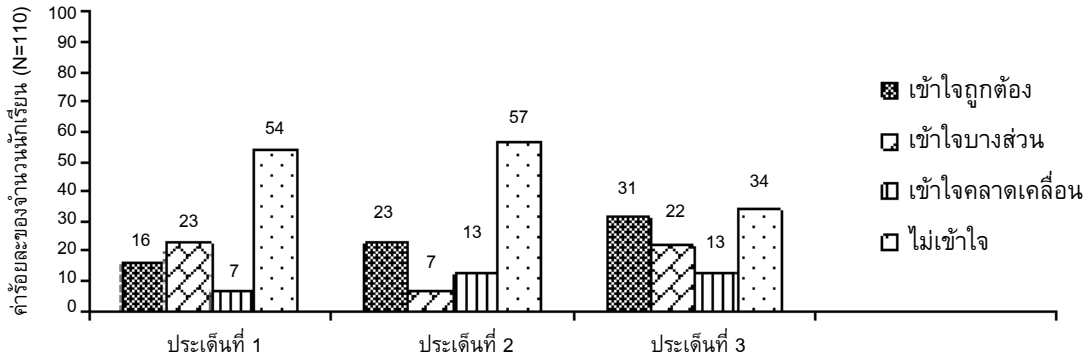
นักเรียน (S1) : ไม่นั่นใจ...ที่เรียนมามีการทดลองเป็นขั้นเป็นตอน...อืม...มีการสังเกต แต่ไม่รู้ว่าการสังเกตจะเป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่

ด้านโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ประเด็นที่นักเรียนไม่เข้าใจมากที่สุดคือความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ โลกเป็นเรื่องที่สามารถเข้าใจได้ และวิทยาศาสตร์ไม่สามารถให้คำตอบที่สมบูรณ์กับทุกคำถามตามลำดับ ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในกลุ่มความเข้าใจกลุ่มต่าง ๆ แสดงรายละเอียดดังภาพ 1

**ด้านที่ 2 การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์**

**ประเด็นวิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์**

เป็นประเด็นที่นักเรียนไม่มีความเข้าใจและเข้าใจคลาดเคลื่อนมากที่สุด เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์และวิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์คืออะไร มีขั้นตอนอย่างไร นอกจากนี้ ยังเข้าใจคลาดเคลื่อนว่าวิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการที่มีขั้นตอนที่แน่นอนตายตัว และมักเข้าใจคลาดเคลื่อนว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์คือการทดลองเท่านั้น เช่น นักเรียนกลุ่มที่มีความเข้าใจ



ภาพ 1 แผนภูมิแท่งแสดงความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ด้านโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

หมายเหตุ :

ประเด็นที่ 1 : โลกเป็นสิ่งที่สามารถเข้าใจได้

ประเด็นที่ 2 : ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้

ประเด็นที่ 3 : วิทยาศาสตร์ไม่สามารถให้คำตอบที่สมบูรณ์กับทุกคำถาม

คลาดเคลื่อนร้อยละ 23 ให้เหตุผลว่า “วิธีการทางวิทยาศาสตร์ เป็นวิธีที่ดีที่สุด เพราะมีการทดลองหลาย ๆ ครั้งจึงนำมาสรุปเป็นความรู้ที่น่าเชื่อถือได้...วิธีการทางวิทยาศาสตร์ เป็นการทดลอง” ในประเด็นนี้มีนักเรียนเพียงร้อยละ 20 ที่มีความเข้าใจที่ถูกต้องว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์แม้จะมีขั้นตอนที่แน่นอนแต่ก็ไม่จำเป็นต้องทำตามขั้นตอนที่แน่นอนทุกครั้งและนอกจากการทดลองแล้วการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ยังอาจจะมาจากวิธีการอื่น ๆ ที่ไม่ใช่การทดลอง

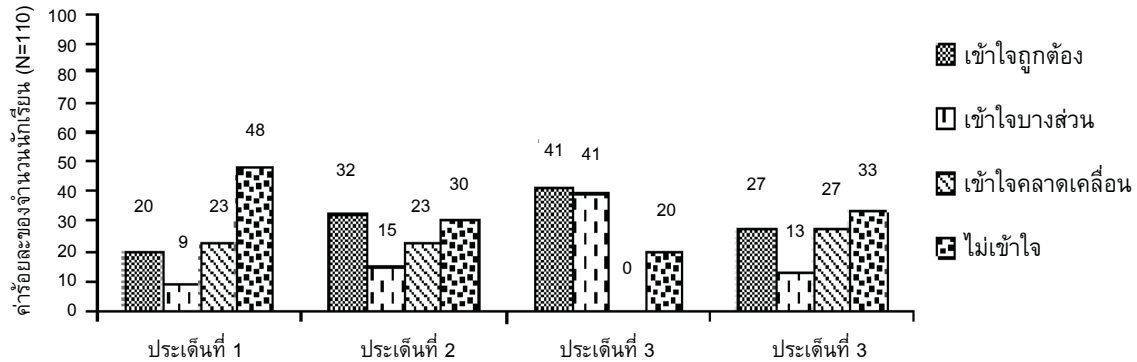
**ประเด็นวิทยาศาสตร์เป็นการผสมผสานระหว่าง เหตุผลกับจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์**

ในประเด็นนี้นักเรียนร้อยละ 32 เข้าใจถูกต้องว่าการแสวงหาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับการใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในทุกขั้นตอนของการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น การอธิบายความรู้ ข้อค้นพบ การตั้งสมมติฐาน อย่างไรก็ตามนักเรียนที่ยังไม่เข้าใจหรือเข้าใจบางส่วนและเข้าใจคลาดเคลื่อนยังมีเป็นจำนวนมาก (พิจารณาข้อมูลจากตาราง 1) ยกตัวอย่างการแสดงความคิดเห็นของนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในประเด็นนี้โดยส่วนใหญ่ให้เหตุผลว่า “ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์

เกิดจากนักวิทยาศาสตร์ค้นพบสิ่งนั้น ด้วยวิธีการทดลอง และการนำมาอธิบายให้ทุกคนเข้าใจไม่เกี่ยวกับการใช้จินตนาการ” “วิทยาศาสตร์คือการแสวงหาความรู้” “วิทยาศาสตร์คือการทดลอง” “การสืบเสาะหาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการไม่ได้ เพราะความคิดและจินตนาการไม่สามารถนำมาเป็นหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ได้” “ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการคือศิลปะ”

**ประเด็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน และนักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะบ่งชี้และหลีกเลี่ยงอคติ**

ร้อยละของนักเรียนที่จัดอยู่ในกลุ่มที่มีความเข้าใจในทั้ง 2 ประเด็นนี้มีมากกว่าร้อยละของนักเรียนในกลุ่มที่ไม่เข้าใจ ยกตัวอย่างการให้เหตุผลประกอบคำตอบของนักเรียนที่จัดไว้ในกลุ่มเข้าใจประเด็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน เช่น “ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานที่ตรวจสอบได้มาสนับสนุน การตรวจสอบความรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ ทำเพื่อให้มั่นใจว่าข้อมูลที่ได้มาถูกต้อง วิทยาศาสตร์ต้องการความถูกต้องชัดเจน” แม้ว่านักเรียนกลุ่มนี้จะมีความเข้าใจเกี่ยวกับ หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ แต่จากการตอบคำถามและการสัมภาษณ์



ภาพ 2 แผนภูมิแท่งแสดงความเข้าใจลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้านการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

หมายเหตุ:

ประเด็นที่ 1 : วิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ประเด็นที่ 2 : วิทยาศาสตร์เป็นการผสมผสานระหว่างเหตุผลกับจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์

ประเด็นที่ 3 : ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน

ประเด็นที่ 4 : นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะบ่งชี้และหลีกเลี่ยงอคติ

เพิ่มเติมไม่มีใครกล่าวถึง การใช้หลักฐานในการตรวจสอบความรู้ กฎ หรือ ทฤษฎี ทางวิทยาศาสตร์เพื่อประกอบการตัดสินใจว่า ความรู้หรือทฤษฎี เป็นที่ยอมรับหรือไม่ หรือข้อความรู้ กฎ หรือ ทฤษฎีนี้จะถูกยกเลิกไป เพราะมีหลักฐานไม่เพียงพอซึ่งเป็นประเด็นที่น่าสนใจ เพราะวิทยาศาสตร์ไม่ใช่เฉพาะการค้นคว้าหาข้อมูลความรู้ใหม่ ๆ เท่านั้น งานทางด้านวิทยาศาสตร์อย่างหนึ่งก็คือ การตรวจสอบ การค้นหาสิ่งที่ผิดหรือสิ่งที่อธิบายไม่ได้ หรือที่เรียกว่าเป็นการตรวจสอบทฤษฎี อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาโดยภาพรวม ถึงแม้ว่านักเรียนจะมีความเข้าใจแต่เมื่อพิจารณาจากร้อยละของความเข้าใจแล้วมีนักเรียน ร้อยละ 41 ในประเด็นความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน และร้อยละ 27 ในประเด็นนักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะบ่งชี้และหลีกเลี่ยงอคติ นักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์มีความเป็นสากลและมีการทำตามวิธีการ ขั้นตอนการทดลองอย่างเคร่งครัดจึงไม่น่าจะมีอคติหรือความลำเอียงเกิดขึ้นเมื่อพิจารณาจากร้อยละของนักเรียนที่จัดอยู่ในกลุ่มความเข้าใจทั้ง 2

ประเด็นนี้ พบว่า ยังไม่ถึงร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ศึกษาโดยจากร้อยละของนักเรียนที่จัดอยู่ในกลุ่มที่มีความเข้าใจบางส่วน หรือเข้าใจคลาดเคลื่อนในแต่ละประเด็นแสดงรายละเอียดในตาราง 1

### ด้านที่ 3 กิจการทางวิทยาศาสตร์

#### ประเด็นวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่สลับซับซ้อน

ในประเด็นนี้นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 41) ที่จัดอยู่ในกลุ่มไม่เข้าใจและไม่สามารทำให้เหตุผลได้ชัดเจนว่าวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของสังคมวัฒนธรรมอย่างไรเพราะสังคมวัฒนธรรมเป็นอีกกลุ่มสาระหนึ่งที่ต้องเรียนรู้แยกจากกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์จึงไม่แน่ใจว่าเกี่ยวข้งกันหรือไม่อย่างไรจึงให้เหตุผลไม่ได้และแสดงความคิดเห็นที่ไม่แน่ใจ มีนักเรียนส่วนหนึ่งร้อยละ 33 เชื่อว่าวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของสังคมวัฒนธรรม แต่ไม่สามารถอธิบายได้ชัดเจนว่าวิทยาศาสตร์มีบทบาทในสังคมอย่างไรและเกี่ยวข้งกับวัฒนธรรมอย่างไร จึงจัดนักเรียนกลุ่มนี้ไว้ในกลุ่ม

ตาราง 1 จำนวนคำร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เข้าใจถูกต้อง เข้าใจบางส่วน เข้าใจคลาดเคลื่อน และกลุ่มที่ไม่เข้าใจ

ลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ความเข้าใจของนักเรียน / จำนวน (คำร้อยละ N = 110)			
	เข้าใจถูกต้อง	เข้าใจบางส่วน	เข้าใจคลาดเคลื่อน	ไม่เข้าใจ
<b>ด้านที่ 1 โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์</b>				
- โลกเป็นเรื่องที่สามารถเข้าใจได้	18 (16)	25 (23)	8 (7)	59 (54)
- ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้	25 (23)	8 (7)	14 (13)	63 (57)
- วิทยาศาสตร์ไม่สามารถให้คำตอบที่สมบูรณ์กับทุกคำถาม	34 (31)	24 (22)	15 (13)	37 (34)
<b>ด้านที่ 2 การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์</b>				
- วิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	22 (20)	10 (9)	25 (23)	53 (48)
- วิทยาศาสตร์เป็นการผสมผสานระหว่างเหตุผลกับจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์	35 (32)	17 (15)	25 (23)	33 (30)
- ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน	45 (41)	43 (39)	0 (0)	22 (20)
- นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะบ่งชี้และหลีกเลี่ยงอคติ	30 (27)	14 (13)	30 (27)	36 (33)
<b>ด้านที่ 3 กิจการทางวิทยาศาสตร์</b>				
- วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่สลับซับซ้อน	15 (14)	36 (33)	14 (12)	45 (41)
- ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	37 (34)	14 (13)	15 (14)	51 (46)
- วิทยาศาสตร์ต้องคำนึงถึงคุณธรรมจริยธรรม	30 (27)	27 (24)	8 (7)	38 (35)

ที่มีความเข้าใจบางส่วนโดยนักเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่มนี้ ให้เหตุผลว่า “วิทยาศาสตร์ต้องเกี่ยวข้องกับสังคมและวัฒนธรรมแน่นอนอย่างน้อยก็สังคมของนักวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์มีส่วนช่วยสังคมให้เจริญ”

#### ประเด็นความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นักเรียนร้อยละ 46 ไม่เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์กันอย่างไร โดยนักเรียนกลุ่มที่ไม่เข้าใจ ไม่สามารถบอกได้ว่าเทคโนโลยีกับวิทยาศาสตร์สัมพันธ์กันในลักษณะใดเพราะในการ

เรียนรู้นักเรียนให้เหตุผลว่าทั้งวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ต่างก็แยกเป็นสาระการเรียนรู้คนละกลุ่มสาระ จึงไม่แน่ใจว่า สัมพันธ์กันอย่างไรโดยพยายามแสดงเหตุผลต่าง ๆ กัน เช่น “ไม่เข้าใจอธิบายไม่ได้” “เทคโนโลยีเป็นสิ่งที่ทันสมัย” “เทคโนโลยีทำให้มีความรู้มากขึ้น” ส่วนกลุ่มนักเรียนที่มีความเข้าใจว่าเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์กับวิทยาศาสตร์จำนวนร้อยละ 34 ส่วนใหญ่ให้เหตุผลว่า “เทคโนโลยีช่วยให้การสืบเสาะหาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์สะดวกขึ้นง่ายขึ้นในขณะที่การพัฒนาเทคโนโลยีก็จำเป็นต้องอาศัยความรู้ด้านวิทยาศาสตร์”

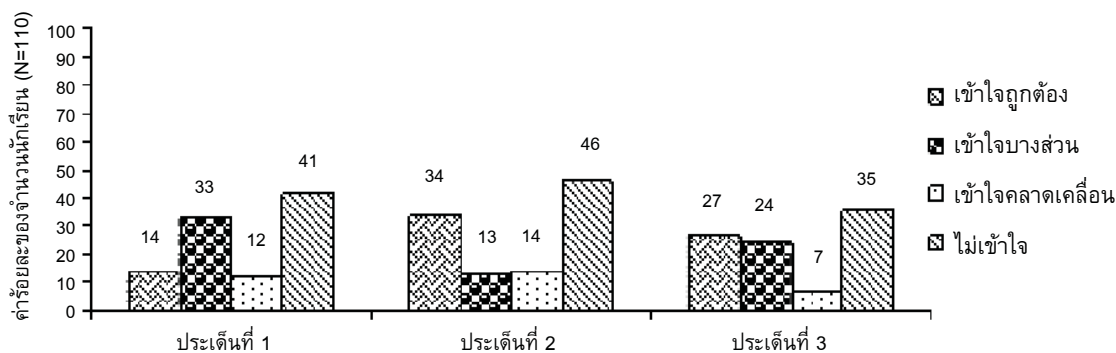
จากข้อมูลที่ได้จากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเพิ่มเติมทำให้ทราบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจว่าเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์กับวิทยาศาสตร์ แต่ไม่รู้ว่าสัมพันธ์กันอย่างไรโดยให้เหตุผลว่า “เคยได้ยินครูพูดถึงเทคโนโลยีในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์จึงเชื่อว่าทั้งสองอย่างมีความสัมพันธ์กัน”

**ประเด็นวิทยาศาสตร์ต้องคำนึงถึงคุณธรรมจริยธรรม**

ในประเด็นนี้อธิบายได้จากการตอบคำถามในข้อ 10 ซึ่งมีข้อความให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นว่าการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องคำนึงถึงความรู้ใหม่ที่จะค้นพบมากกว่าคุณธรรมจริยธรรม ซึ่งนักเรียนร้อยละ 27 ที่จัดอยู่ในกลุ่มเข้าใจ โดยนักเรียนในกลุ่มนี้เชื่อว่าการแสวงหาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ต้องคำนึงถึงคุณธรรมและจริยธรรมก่อนเสมอ โดยให้เหตุผลประกอบคำตอบว่า “การแสวงหาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ต้องคำนึงถึงคุณธรรมจริยธรรม” “ในการทำการทดลองต้องคำนึงถึงความถูกต้อง” “นักวิทยาศาสตร์ต้องคำนึงถึง

คุณธรรมจริยธรรม และความซื่อสัตย์” อย่างไรก็ตาม ยังมีนักเรียนร้อยละ 35 (ตาราง 1) ให้เหตุผลประกอบคำตอบที่ไม่ชัดเจน เช่นบางคนให้เหตุผลว่า “จริยธรรมไม่อาจจะแสวงหาได้จากวิทยาศาสตร์” หรือ “ความรู้วิทยาศาสตร์ได้มาจากแสวงหาความรู้ ต้องศึกษาอยู่เสมอต้องเรียนรู้จากธรรมชาติ” และบางคนจะให้เหตุผลมาว่า “ไม่ทราบ” หรือ “ไม่ได้เรียนรู้” จึงจัดกลุ่มนักเรียนดังกล่าวว่าไม่มีความเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ต้องคำนึงถึงคุณธรรมจริยธรรมอย่างไร เพราะเมื่อสัมภาษณ์เพิ่มเติมเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนขึ้น นักเรียนส่วนใหญ่ให้เหตุผลว่า ไม่เคยเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่จะเรียนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ทำให้ไม่แน่ใจและหลีกเลี่ยงที่จะตอบว่าการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์หรือการทำงานทางด้านวิทยาศาสตร์ต้องคำนึงถึงคุณธรรมจริยธรรมหรือไม่

ผลการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนโดยพิจารณาจากแผนภูมิแท่งในภาพ 3



**ภาพ 3** แผนภูมิแท่งแสดงความเข้าใจลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์

หมายเหตุ :

- ประเด็นที่ 1 : วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่สลับซับซ้อน
- ประเด็นที่ 2 : ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- ประเด็นที่ 3 : วิทยาศาสตร์ต้องคำนึงถึงคุณธรรมและจริยธรรม

### สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการศึกษากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ (ร้อยละ 75) (พิจารณาร่วมกันทุกประเด็น) มีความจำเป็นที่ต้องได้รับการพัฒนาให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน เนื่องจากยังไม่มี ความเข้าใจ และมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในด้านต่างๆ ซึ่งในแต่ละด้านประกอบไปด้วยประเด็นที่สำคัญ เช่น ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานที่ตรวจสอบได้มาสนับสนุน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างนักเรียนที่ศึกษาในประเทศเลบานอน (Murcia and Schibeci, 1999) และประเทศสหรัฐอเมริกา (Lederman and O'Malley, 1990; Khishfe, 2008) โดยความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนดังกล่าวเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น การเข้าใจที่คลาดเคลื่อนที่มาจากครูผู้สอนว่าความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนนั้นเป็นผลพลอยได้มาจากการจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการทางด้านวิทยาศาสตร์ (Lederman and Abd-El-Khalick, 2000) และสาเหตุที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือ การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ไม่ได้เน้นการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีความคิดเห็นว่าการที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาที่ผู้วิจัยศึกษาไม่มีความเข้าใจหรือเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์นั้นเนื่องจากการจัดการเรียนรู้อันที่ผ่านมาไม่ได้เน้นการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ เพราะจากการให้เหตุผลของนักเรียนที่ว่า “ไม่เคยเรียนรู้เรื่องธรรมชาติวิทยาศาสตร์” หรือ “ครูไม่ได้พูดถึงธรรมชาติวิทยาศาสตร์” แสดงให้เห็นว่าในการจัดการเรียนรู้อาการสอนหรือให้ความสำคัญกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ส่วนนักเรียนที่จัดอยู่ในกลุ่มที่เข้าใจถูกต้องร้อยละ 25 มีความเข้าใจธรรมชาติ

วิทยาศาสตร์ในประเด็นต่างๆ อย่างถูกต้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และสามารถให้เหตุผลประกอบการตอบคำถามได้อย่างชัดเจน แต่ก็ยังเป็นนักเรียนเพียงส่วนน้อยเมื่อเทียบกับนักเรียนในกลุ่มที่ไม่เข้าใจหรือเข้าใจคลาดเคลื่อน ดังนั้น จึงจำเป็นที่จะต้องมีการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ยิ่งขึ้น และที่สำคัญ ยังไม่มีการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์จึงส่งผลให้นักเรียนส่วนใหญ่ ยังไม่มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่าง ๆ ดังที่ยกตัวอย่างมาข้างต้น

### ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากการศึกษาในครั้งนี้ ประการแรก คือ ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหา ลักษณะ ข้อจำกัด และวิธีการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาทักษะกระบวนการ การคิดและการแก้ปัญหาอย่างมีระบบ ตลอดจนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สะท้อนความคิดเห็นเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน ครูควรให้ความสำคัญกับการอภิปรายธรรมชาติวิทยาศาสตร์ควบคู่กับการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ประการที่ 2 ผลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นตัวแทนของกลุ่มประชากรที่กว้างขึ้นควรศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในบริบทอื่นๆ หรือใช้กลุ่มตัวอย่างที่มีจำนวนมากขึ้น และศึกษากับกลุ่มตัวอย่างในระดับชั้นต่างๆ เพื่อเพิ่มความถูกต้องของข้อมูลและอ้างอิงผลกับกลุ่มประชากรที่มีลักษณะทั่วไปที่แตกต่างกันได้อย่างกว้างขวางยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). **หลักสูตรการศึกษา  
ขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544**. กรุงเทพฯ:  
องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ. (2551). **เอกสารประกอบการ  
สอนวิชาหลักสูตรวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพฯ:  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
(สสวท.). (2545). **มาตรฐานครุวิทยาศาสตร์  
และเทคโนโลยี**. กรุงเทพฯ: กรุงเทพมหานคร.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2548). ความเข้าใจธรรมชาติ  
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.  
**วารสารเกษตรศาสตร์ (สังคม)**, 26(2), 133-145.
- American Association for the Advancement of  
Science (AAAS). (1989). "**Project 2061:  
Science for All Americans**" (Online).  
Available: <http://www.project2061.org>.  
Accessed: [October 18, 2008].
- Abd-El-Khalick, F. and Khishfe, R. (2002).  
Rutherford's enlarged: A content-embedded  
activity to teach about nature of science.  
**Physics Education**, 37(1), 64-68.
- Abd-El-Khalick, F. and Lederman, N. G. (2000).  
The influence of history of science courses  
on student' views of nature of science.  
**Journal of Research in Science Teaching**,  
37(10), 1057-1095.
- Akerson, V. L., Abd-El-Khalick, F. and Lederman, N. G.  
(2000). Influence of a reflective explicit  
activity-based approach on elementary  
teachers' conceptions of nature of science.  
**Journal of Research in Science Teaching**,  
37(4), 295-317.
- Bell, R. L. (2008). **Teaching the Nature of Science  
through Process Skills Activities for  
Grades 3-8**. New York: Pearson Education Inc.
- Bell, R. L., Blair, L. M., Crawford, B. A. and  
Lederman, N. G. (2003). Just do it? Impact  
of a science apprenticeship program on  
high school students' understandings of  
the nature of science and scientific inquiry.  
**Journal of Research in Science Teaching**,  
40(5), 487-509.
- Khishfe, R. (2008). The development of seventh  
grader's views of nature of science.  
**Journal of Research in Science Teaching**,  
45(4), 470-496.
- Lederman, N.G. and O'Malley, M. (1990). Students'  
perceptions of tentativeness in science:  
Development, use, and sources of change.  
**Science Education**, 74(2), 225-239.
- Murcia, K. and Schibeci, R. (1999). Primary student  
teachers' conceptions of the nature of  
science. **International Journal of Science  
Education**, 21(11), 1123-1140.
- Moss, D. and Robb, J. (2001). Examining students  
conceptions of the nature of science.  
**International Journal of Science Education**,  
23(8), 771-790.
- National Research Council (NRC). (1996). **National  
Science Educational Standard**. Washington,  
DC: National Academic.

