

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียน
สังกัดสำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร โดยใช้การวิเคราะห์พหุระดับ



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา

พฤษภาคม 2556

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียน
สังกัดสำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร โดยใช้การวิเคราะห์หุระดับ



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา

พฤษภาคม 2556

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียน
สังกัดสำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร โดยใช้การวิเคราะห์พหุระดับ



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา

พฤษภาคม 2556

นันทิดา รัตนพิทักษ์. (2556). *ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร โดยใช้การวิเคราะห์พหุระดับ*. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษาปรินญาณินพนธ์: อาจารย์ ดร.สุวิมล กฤษณกุล, อาจารย์ ดร.อิทธิฤทธิ์ พงษ์ปิยะรัตน์.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาตัวแปรระดับนักเรียนและระดับห้องเรียนที่มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และเพื่อศึกษาความแปรปรวนร่วมของตัวแปรต่างระดับที่มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยตัวแปรระดับนักเรียน ได้แก่ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง และตัวแปรระดับห้องเรียน ได้แก่ บรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ และ คุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนสังกัดสำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร นักเรียน จำนวน 998 คน ห้องเรียน จำนวน 39 ห้องเรียน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วยแบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ การส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง และบรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ มีความเชื่อมั่นของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเท่ากับ 0.786, 0.876, 0.913, 0.913 และ 0.925 ตามลำดับ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์พหุระดับ ด้วยเทคนิคการลดหลั่นเชิงเส้นตรง โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป HLM 6.03 for windows ซึ่งมีรูปแบบการวิเคราะห์ 2 ระดับ ได้แก่ ระดับนักเรียน และระดับห้องเรียน

ผลการวิจัยพบว่า

1. ตัวแปรระดับนักเรียน ได้แก่ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ ส่งผลทางบวกต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครองส่งผลทางลบต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ส่วนตัวแปรระดับห้องเรียน ได้แก่ บรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ และคุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ไม่ส่งผลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

2. ความแปรปรวนร่วมของตัวแปรต่างระดับที่มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่อธิบายโดยโมเดล 2 ระดับ เท่ากับร้อยละ 39.83 แสดงว่าตัวแปรอิสระระดับนักเรียนและระดับห้องเรียนสามารถร่วมกันอธิบายความผันแปรของปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้ร้อยละ 39.83

FACTORS INFLUENCING SCIENTIFIC THINKING OF PRATHOMSUKSA VI STUDENTS IN
THE DEPARTMENT OF EDUCATION BANGKOK METROPOLITAN
ADMINISTRATION BY MULTILEVEL ANALYSIS



Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Education Degree in Educational Research and Statistics
at Srinakharinwirot University

May 2013

Nanthida Ratphithak. (2013). *Factors influencing scientific thinking of prathomsuksa VI students in the department of education Bangkok metropolitan administration by multilevel analysis*. Master thesis, M.Ed. (Educational Research and Statistics). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Suwimon Kritkharuehart, Ph.D., Ittirth Phongpiyaratana, Ph.D.

The purposes of this research were 1) to study the variables of student's education levels and variables of student's classroom levels influencing on students' scientific thinking and 2) to study the variation of students' scientific thinking associated to the education and classroom levels. The independent variables are student's education levels (i.e., attitude towards science subjects, previous science grade, achievement motive and home educational support), and classroom levels (i.e., science classroom environment and quality of instruction). The samples consisted of 998 students and 39 classes from prathomsuksa VI in the academic year 2012 of schools in the department of education Bangkok metropolitan administration. These samples were selected by using multi-stage random sampling. Students were required to sit for the tests of scientific thinking and to fill questionnaires on attitude towards science subjects, achievement motive, home educational support and science classroom environment. With their reliabilities of 0.786, 0.876, 0.913, 0.913 and 0.925 respectively. Multilevel analysis based Hierarchical Linear Model (HLM) at two levels (student's education levels and classroom levels) were used to analyze data by using program HLM 6.03 for windows.

The results of the research were as follows:

1. For the student's education level, the significant variables influencing the students' scientific thinking at 0.01 levels were attitude towards science subjects, previous science grade and home educational support. For the classroom levels, science classroom environment and quality of instruction were not significant.

2. The variables of student's education level and variables at classroom level can describe the variation of Prathomsuksa VI students' scientific thinking with 39.83 %

ปริญญาานิพนธ์

เรื่อง

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียน

สังกัดสำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร โดยใช้การวิเคราะห์พหุระดับ

ของ

นนธิดา รัตน์พิทักษ์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)

วันที่ เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2556

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

..... ที่ปรึกษาหลัก

..... ประธาน

(อาจารย์ ดร.สุวิมล กฤษศยาสา)

(รองศาสตราจารย์วิญญา วิศาลาภรณ์)

..... ที่ปรึกษาร่วม

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.อิทธิฤทธิ์ พงษ์ปิยะรัตน์)

(อาจารย์ ดร.สุวิมล กฤษศยาสา)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.อิทธิฤทธิ์ พงษ์ปิยะรัตน์)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตน์)

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556

จาก

สำนักการศึกษา กรุงเทพมหานคร



ประกาศคุณูปการ

ปริญญาานิพนธ์นี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดีเป็นเพราะผู้วิจัยได้รับความกรุณาอนุเคราะห์อย่างดียิ่งจากอาจารย์ ดร.สุวิมล กฤษศยาสา ประธานกรรมการควบคุมปริญญาานิพนธ์ และอาจารย์ ดร.อิทธิฤทธิ์ พงษ์ปิยะรัตน์ กรรมการควบคุมปริญญาานิพนธ์ ที่ท่านได้เสียสละเวลาอันมีค่าเพื่อให้คำปรึกษาแนะนำในการทำวิจัยนี้ทุกขั้นตอน พร้อมทั้งตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในพระคุณของอาจารย์ทั้งสองเป็นอย่างยิ่ง ขอกราบขอบพระคุณท่านอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์วิญญา วิศาลภรณ์ และรองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตนะ กรรมการแต่งตั้งเพิ่มเติม ที่ได้ให้คำแนะนำ เสนอแนะและตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาสาระของงานวิจัยให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตนะ รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์ และอาจารย์ ดร.ละเอียด รัชนีเฝ้า จากภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ จากภาควิชาการมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และอาจารย์พงษ์ศักดิ์ แพงคำอ้วนครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวัดแสงดำ กรุงเทพมหานคร ที่ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณผู้บริหารโรงเรียน คณะครู คณะกรรมการสถานศึกษา และขอขอบพระคุณนักเรียนที่ให้ความอนุเคราะห์และให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อวินัย คุณแม่อ่อนสี รัตน์พิทักษ์ และนายชัยณรงค์ วิรุฬพัฒนา์ ตลอดจนครอบครัวของผู้วิจัย ที่สนับสนุนในทุกๆด้าน รวมทั้งกำลังใจที่สำคัญยิ่ง และขอขอบคุณน้องๆ พี่ๆ เพื่อนๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจ ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีตลอดระยะเวลาที่ศึกษาและทำปริญญาานิพนธ์

คุณค่าและประโยชน์ที่พึงมีจากปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยน้อมรำลึกและบูชาพระคุณแก่บิดามารดา และครูบาอาจารย์ที่ได้อบรมสั่งสอนประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ผู้วิจัยทั้งในอดีตจนถึงปัจจุบัน รวมทั้งผู้มีพระคุณทุกท่านที่ไม่ได้เอ่ยนามไว้ ณ ที่นี้

นันธิดา รัตน์พิทักษ์

สารบัญ

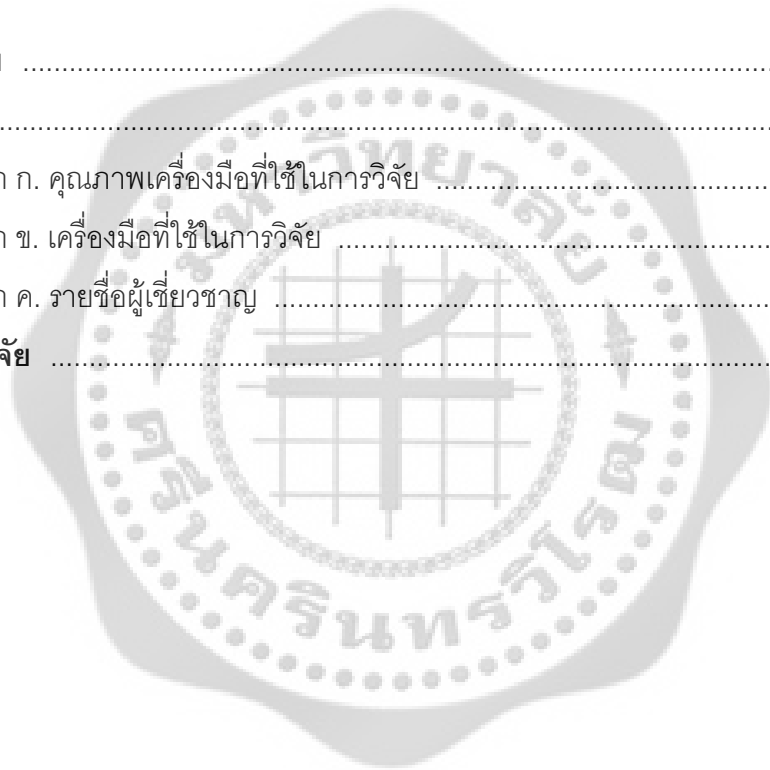
| บทที่ | | หน้า |
|-------|--|------|
| 1 | บทนำ | 1 |
| | ภูมิหลัง | 1 |
| | ความมุ่งหมายของการวิจัย | 6 |
| | ความสำคัญของการวิจัย | 6 |
| | ขอบเขตของการวิจัย | 7 |
| | ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย | 7 |
| | ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย | 7 |
| | นิยามศัพท์เฉพาะ | 8 |
| | กรอบแนวคิดในการวิจัย | 10 |
| | สมมติฐานในการวิจัย | 11 |
| 2 | เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 12 |
| | เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ | 13 |
| | แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการคิด | 13 |
| | การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ | 17 |
| | บทบาทของครูในการพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ | 21 |
| | การวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ | 21 |
| | ปัจจัยที่สัมพันธ์กับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ | 23 |
| | ตัวแปรอิสระระดับนักเรียน | 23 |
| | เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ | 23 |
| | ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ | 26 |
| | แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ | 27 |
| | การส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง | 32 |
| | ตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน | 34 |
| | บรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ | 34 |
| | คุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ | 38 |
| | การวิเคราะห์พหุระดับ | 42 |

สารบัญ (ต่อ)

| บทที่ | หน้า |
|---|------|
| 2 (ต่อ) ความเป็นมาของการวิเคราะห์หุระดับ | 42 |
| วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์หุระดับ | 42 |
| ลักษณะของข้อมูลที่จะนำไปวิเคราะห์หุระดับ | 43 |
| หลักการวิเคราะห์ประมาณค่าส่วนประกอบความแปรปรวน | 45 |
| การวิเคราะห์หุระดับด้วยโมเดลเชิงเส้นตรงระดับลดหลั่น | 47 |
| งานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ | 50 |
| งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ในประเทศ | 50 |
| งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ต่างประเทศ | 53 |
| 3 วิธีดำเนินการวิจัย | 60 |
| การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง | 60 |
| เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย | 65 |
| การเก็บรวบรวมข้อมูล | 83 |
| การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล | 86 |
| สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล | 91 |
| 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล | 94 |
| ผลการวิเคราะห์ข้อมูล | 95 |
| ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน | 95 |
| ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรระดับนักเรียน และตัวแปรระดับห้องเรียน | 98 |
| ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์หุระดับตัวแปรระดับนักเรียน และ ตัวแปรระดับ ห้องเรียนที่มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และความแปรปรวน ร่วมของตัวแปรต่างระดับ | 100 |

สารบัญ (ต่อ)

| บทที่ | หน้า |
|---|------|
| 5 | |
| สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ | 110 |
| สังเขปความมุ่งหมาย สมมติฐาน และวิธีดำเนินการวิจัย | 110 |
| สรุปผลการวิจัย | 111 |
| อภิปรายผล | 114 |
| ข้อเสนอแนะ | 117 |
| | |
| บรรณานุกรม | 119 |
| ภาคผนวก | 128 |
| ภาคผนวก ก. คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย | 129 |
| ภาคผนวก ข. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย | 136 |
| ภาคผนวก ค. รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ | 154 |
| ประวัติย่อผู้วิจัย | 156 |



บัญชีตาราง

| ตาราง | หน้า |
|--|------|
| 1 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ | 56 |
| 2 จำนวนโรงเรียน ห้องเรียน และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 สังกัดสำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร แบ่งตามขนาดโรงเรียน . | 61 |
| 3 จำนวนกลุ่มตัวอย่างของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 สังกัดสำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร แบ่งตามขนาดโรงเรียน | 63 |
| 4 การกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของแบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ | 67 |
| 5 โครงสร้างแบบสอบถามของตัวแปรอิสระ วัดการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์ จากผู้ปกครอง และแบบสอบถามวัดบรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ | 70 |
| 6 โครงสร้างแบบสอบถามของตัวแปรอิสระ วัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถาม วัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ | 73 |
| 7 ลำดับการเก็บรวบรวมเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย | 84 |
| 8 ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนและการ คิดเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ได้จากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิ | 96 |
| 9 ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรอิสระระดับนักเรียน และตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน ที่ได้ จากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ | 97 |
| 10 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระระดับนักเรียนกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ | 98 |
| 11 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ | 99 |
| 12 ผลการวิเคราะห์โมเดลว่าง (null model) ของตัวแปรการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน | 101 |
| 13 ผลการวิเคราะห์ขั้นโมเดลอย่างง่าย (simple model) ของตัวแปรระดับนักเรียนที่มี อิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ | 103 |
| 14 การประมาณค่าอิทธิพลของตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนที่มีต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ | 106 |
| 15 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ | 130 |
| 16 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์และ แบบสอบถามวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ | 131 |
| 17 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามวัดการส่งเสริมสนับสนุนด้าน วิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง และแบบสอบถามวัดบรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ | 132 |

บัญชีตาราง (ต่อ)

| ตาราง | หน้า |
|--|------|
| 18 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ | 133 |
| 19 ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น ของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ | 134 |
| 20 ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น ของแบบสอบถามวัดการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง และแบบสอบถามวัดบรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ | 135 |



บัญชีภาพประกอบ

| ภาพประกอบ | หน้า |
|--|------|
| 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย | 11 |
| 2 ลักษณะโครงสร้างของข้อมูลที่จะนำไปวิเคราะห์หาค่าระดับ | 44 |
| 3 ลำดับขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัย | 66 |
| 4 ลำดับขั้นตอนในการสร้างแบบสอบถามที่ใช้ในการวิจัย | 69 |
| 5 ลำดับขั้นตอนในการปรับปรุงแบบสอบถามที่ใช้ในการวิจัย | 72 |



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งทั้งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคนทั้งในการดำเนินชีวิตประจำวัน และการประกอบสัมมาอาชีพต่างๆ นอกจากนี้ประกอบกับความจำเป็นของมนุษย์ที่ต้องพึ่งพาเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่างๆ ที่ใช้เพื่อการอำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน ความสะดวกสบายที่เกิดขึ้นล้วนเป็นผลของการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์แขนงอื่นๆ วิทยาศาสตร์จึงช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ คิดวิจารณ์ญาณ วิทยาศาสตร์จึงเป็นวิชาที่มีส่วนสำคัญในการพัฒนาคนให้มีทักษะในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์นับว่าเป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนา ให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 92)

รัฐบาลได้ให้ความสำคัญต่อการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ และได้มีการตั้งเป้าหมายเพื่อเป็นกรอบแนวทางในการดำเนินงาน โดยสำนักคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544: 23-24) ได้ระบุเป้าหมายของวิทยาศาสตร์ในระดับสังคมไว้ว่า เพื่อเป็นการสร้างสังคมที่อุดมไปด้วยความรู้ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และเข้าใจในกระบวนการวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นกระบวนการให้ได้มาซึ่งความรู้ รู้จักใช้มันโทษทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการ เพื่อตัดสินใจในชีวิตประจำวัน มีความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งเป้าหมายของวิทยาศาสตร์ดังกล่าวมาข้างต้นสอดคล้องแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (กระทรวงศึกษาธิการ. 2548: 23) ที่กล่าวไว้ข้อหนึ่งว่า ต้องการให้ผู้เรียนมีความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Thinking) และมีการวิเคราะห์ถกเถียงอย่างดีตั้งแต่เยาว์วัย พร้อมใช้ชีวิตอยู่ร่วมกับธรรมชาติอย่างกลมกลืน และยั่งยืน ในขณะเดียวกันก็สามารถก้าวทันวิวัฒนาการของโลกได้

จากเป้าหมายของวิทยาศาสตร์ระดับสังคมจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้เน้นให้ผู้เรียนมีความสามารถในการใช้ความคิดและพัฒนาสติปัญญา ซึ่งความสามารถทางการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ก็เป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะทำให้การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ ดังที่สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (2541: 4-5)

ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตในโลกสมัยใหม่ ที่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทมากขึ้น การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ช่วยให้บุคคลสามารถดำเนินชีวิตได้อย่างมีความสุขในสังคมที่แวดล้อมไปด้วยวิทยาศาสตร์หรือผลผลิตจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อีกทั้งยังช่วยให้บุคคลสามารถปรับตัวอยู่ในสภาพแวดล้อมใหม่ที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมได้ ถ้าคนไทยมีการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และความรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐานแล้ว จะช่วยให้สามารถเข้าไปมีส่วนร่วมในการตัดสินใจเกี่ยวกับนโยบายสาธารณะในด้านต่างๆ ของประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การคิดเชิงวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการคิด เพราะเป็นการตรวจสอบค้นหาความจริงด้วยตัวเอง โดยใช้วิธีการคิดที่เป็นระบบและคิดละเอียดรัดกุมแตกต่างจากการคิดแบบธรรมดาทั่วไป (Ordinary Thinking) การคิดเชิงวิทยาศาสตร์มีประโยชน์เมื่อบุคคลต้องเผชิญกับปัญหาที่ยุ่งยาก การคิดเชิงวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปจะมีการคิดไตร่ตรองเพื่อแก้ปัญหา บุคคลจะพยายามใช้ความคิด เมื่อพบกับปัญหาที่ต้องหาคำตอบหรือหาทางแก้ไข การคิดในลักษณะนี้ถือเป็นการคิดที่มีเป้าหมายหรือทิศทางเฉพาะ (วัชรภรณ์ แก้วดี. 2548: 2; อ้างอิงจาก Ruby. 1968: 207) การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ไม่ได้ติดตัวบุคคลมาตามธรรมชาติ แต่เป็นการพัฒนาทางสติปัญญาขั้นสุดท้ายที่มีกระบวนการซับซ้อน (Kuhn. 1993 : 321) บุคคลที่มีการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เมื่อดำเนินกิจกรรมหรือแก้ปัญหาใด ก็จะทำอย่างมีขั้นตอน มีนิสัยในการสร้างสรรค์ผลงาน รู้จักพิจารณาองค์ประกอบแวดล้อมที่เกี่ยวข้องอย่างรอบคอบ เมื่อประสบปัญหาก็สามารถนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้แก้ปัญหาได้ คุณลักษณะดังกล่าวนี้ ถือเป็นคุณลักษณะอุดมคติของสังคม เนื่องจากคาดได้ว่าจะมีประโยชน์ต่อทั้งบุคคล ครอบครัว ชุมชน และประเทศชาติ โดยเฉพาะในยุคที่มีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลข่าวสารอย่างรวดเร็ว จนเกิดความรู้ หรือปัญหาใหม่ๆ แปลกๆ เข้ามากระทบอยู่เสมอ (ยุทธนา สมิตะสิริ. 2539 : 136)

การพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สามารถทำได้โดยการสร้างสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่เป็นปัญหาในระดับที่ไม่สามารถใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่งได้ทันที หรือเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นแล้วไม่สามารถมองเห็นแนวทางแก้ไขได้ทันที หรือใช้ทักษะการคิดทักษะใดทักษะหนึ่งแก้ได้ทันที ลักษณะเด่นของสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่เหมาะสมกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ 1) สถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่มีคำตอบที่น่าเป็นไปได้อย่างน้อยหนึ่งคำตอบ 2) การตรวจสอบคำตอบที่น่าเป็นไปได้ว่าถูกต้องหรือไม่ ต้องมีการรวบรวมข้อมูล (ซึ่งอาจเป็นข้อมูลเชิงปริมาณหรือคุณภาพ) 3) วิธีการรวบรวมข้อมูลอาจเป็นการทดลอง (ในกรณีเนื้อหาของปัญหาเป็นเรื่องทางวิทยาศาสตร์) หรือเป็นการศึกษาค้นคว้าด้วยวิธีการอื่น ๆ

การจัดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ผู้ดำเนินการควรคำนึงถึงพัฒนาการทางสติปัญญาในวัยต่างๆ และความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน ซึ่งไม่สามารถระบุได้ว่ากิจกรรมใดเหมาะสมกับผู้เรียนมากที่สุด ดังนั้นการจัดกิจกรรมจึงต้องมีความยืดหยุ่นและเหมาะสมกับผู้เรียนในช่วงวัยต่างๆ ซึ่งควรจะต้องคำนึงถึงความคิดและความต้องการของผู้เรียนเป็นสำคัญ และพยายามอำนวยความสะดวกเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดกิจกรรมเอง หากคำตอบจากการอยากรู้ของตนเอง ซึ่งเป็นธรรมชาติของผู้เรียน ดังนั้นกิจกรรมที่ครูจัดขึ้นให้ ถ้ามีการตั้งคำถามให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์และสร้างสรรค์ก็จะช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองได้

การคิดเชิงวิทยาศาสตร์เป็นพัฒนาการเฉพาะบุคคล ดังนั้นในส่วนของการจัดกระบวนการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนนั้น ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องรู้เกี่ยวกับพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียนด้วย ซึ่ง Piaget (1972: 1-2) ได้แบ่งขั้นพัฒนาการของเซวาร์ปัญญาออกเป็น 4 ขั้น โดยในขั้นพัฒนาการของผู้เรียนที่อยู่ในช่วงอายุระหว่าง 12 ปีจนถึงวัยผู้ใหญ่ นั้น มีการคิดและปฏิบัติการด้วยนามธรรม ผู้เรียนในช่วงนี้สามารถคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลและคิดในสิ่งที่ซับซ้อน เป็นนามธรรมได้มากขึ้น ดังนั้นกิจกรรมที่จะจัดให้ผู้เรียนจึงต้องคำนึงถึงการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น เพื่อขยายความคิดของตน เรียนรู้จากการคิดในสิ่งที่ทำ และต้องได้รับการเสริมกำลังใจให้คิดในระดับที่สูงขึ้นได้ จากการคิดเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ รอบตัว ดังนั้นครูไม่ควรจัดกิจกรรมที่เน้นความรู้ ความจำ ที่มีคำตอบเดียว และพึ่งพาข้อมูลที่มีผู้บอกเล่าหรือจากตำรา แต่ควรจัดกิจกรรมที่พัฒนาความคิดระดับสูง

จากการศึกษาเกี่ยวกับความหมายและองค์ประกอบของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ จากเอกสารงานวิจัย และนักวิชาการต่างๆ พบว่า มีการใช้คำว่า การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ หรือ Scientific Thinking ในความหมายทำนองเดียวกันด้วยคำอื่น โดย ซาเฟอส์แมน (Schaferman. 1997: 1-2) และ กลินน์ ; ยีนี; & บริทอน (Glynn; Yeany; & Briton. 1991a: Online) ได้กล่าวว่าการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ หรือ Scientific Thinking สามารถให้ความหมายทำนองเดียวกันด้วยคำอื่นได้ เช่น กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และ การคิดเชิงเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ การคิดวิเคราะห์ ซึ่งสอดคล้องกับ ดันบาร์ (Dunbar. 1999: 730) ที่ได้ให้คำนิยามเกี่ยวกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ว่า คือ กระบวนการคิดที่ใช้ในทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย การตั้งทฤษฎี การออกแบบการทดลอง การตรวจสอบสมมติฐาน การตีความหมายข้อมูล และพิสูจน์ความถูกต้องโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ และจากความหมายและองค์ประกอบดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น จึงได้ศึกษาผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์มีหลายด้าน ได้แก่

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เนื่องจากงานวิจัยของ บุปผา จุลพันธ์ (2550: 84) พบว่าปัจจัยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เป็นปัจจัยที่ส่งผลสูงต่อทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยกล่าวว่าครูควรจัด

กิจกรรมเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ให้นักเรียนมีความรู้สึกที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ มีความสนใจใฝ่รู้ใฝ่เรียน และชอบที่จะทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง และร่วมกับผู้อื่น เพราะจะส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นันทยา ใจตรง (2548: 148-149) พบว่า ปัจจัยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลทางอ้อมต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกล่าวว่าในการเรียนการสอนนั้น นอกจากจะมีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถในวิชาที่เรียนแล้ว ยังต้องมีการปลูกฝังให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วย เพราะเจตคติต่อวิชาที่เรียนมีความสำคัญเป็นสิ่งที่ทำให้ผู้เรียนตั้งใจเรียน สนใจที่จะแสวงหาความรู้ โดยผู้เรียนที่มีเจตคติที่ดีจะมีแนวโน้มให้เชื่อว่าเขามีความสามารถในการทำงานที่กำหนดให้สำเร็จได้

ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เนื่องจากงานวิจัยของ พรทิพย์ ศิริภักทราชัย (2549: 135) พบว่าปัจจัยความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อทักษะการคิดเชิงเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ประสิทธิ์ ศุภวิทยาเจริญกุล (2546: 90) ที่พบว่าปัจจัยความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยความรู้พื้นฐานเดิมที่ประกอบด้วยการเรียนรู้ทักษะ และความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต่อการเรียนเรื่องใหม่ เมื่อนักเรียนมีความรู้และประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์มาก่อนแล้ว จะทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้พื้นฐานเดิมมาใช้ได้อย่างต่อเนื่อง และสามารถทำให้นักเรียนเรียนรู้ได้เร็วขึ้น มากขึ้น และมีความมั่นใจยิ่งขึ้น และสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544: 27-29) กล่าวถึง ปัจจัยความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์จะส่งผลต่อวิถีคิด วิถีปฏิบัติ ความเชื่อ บุคลิกภาพทางความคิด ตลอดจนแนวทางแก้ปัญหาต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์

แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เนื่องจากงานวิจัยของ นันทยา ใจตรง (2548: 151-152) พบว่าปัจจัยแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เป็นปัจจัยที่ส่งผลทางอ้อมต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยบุคคลที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์นั้นเป็นบุคคลที่มีความปรารถนาที่จะทำกิจกรรมต่างๆ ให้ดีและประสบความสำเร็จ งานวิจัยของรอยพิมพีใจ ชนะปราษฎ์ (2551: 127) พบว่าแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ โดยกล่าวว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์เป็นลักษณะทางจิตวิทยาที่เป็นองค์ประกอบสำคัญอันจะส่งเสริมให้กิจกรรมต่างๆ ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ เพราะแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทำให้เกิดพลังการแข่งขัน มีความมานะบากบั่นรวมทั้งมีจิตใจจดจ่ออยู่กับงานที่ทำ

การส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครองมีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เนื่องจากงานวิจัยของพรทิพย์ ศิริภักทราชัย (2549: 130) พบว่าปัจจัยการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อทักษะการคิดเชิงเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ อย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอนุชา ขวาทไทย (2550: 117) ที่พบว่า ปัจจัยด้านการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครองมีอิทธิพลต่อความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ งานวิจัยของ คราวเลย์ เควิน และคนอื่นๆ (Crowley, Kewin. ; et al. 2001: 712-732) พบว่า เด็กที่เยี่ยมชมนิทรรศการกับพ่อแม่ มีการสำรวจในเชิงกว้าง และใช้เวลานานในการสำรวจ พ่อแม่ใช้การเปรียบเทียบ การเลือกหลักฐานที่เหมาะสม การนำเสนอหลักการที่เป็นนามธรรม หรือการอธิบายความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมของเด็ก เพื่อปรับแต่ง และส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ให้แก่เด็ก

บรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เนื่องจากงานวิจัยของฮอกูส และเพนนิค (Haukoos and Penick. 1983: 659-637) ที่ได้ศึกษาอิทธิพลของบรรยากาศในห้องเรียนต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาวิทยาลัยคูเพจ (Du Page) ในรัฐอิลลินอยส์จำนวน 78 คน แบ่งเป็น กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

คุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เนื่องจากงานวิจัยของประสิทธิ์ สุภวิทยาเจริญกุล (2546: 89) ที่พบว่าปัจจัยคุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยครูมีบทบาทสำคัญในการเรียนการสอน เนื่องจากครูเป็นผู้ออกแบบการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมและตัวนักเรียน โดยยึดนักเรียนเป็นสำคัญ

จากลักษณะของตัวแปรที่ส่งผลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ข้างต้น พบว่า เป็นตัวแปรต่างระดับกัน ตัวแปรบางส่วนเป็นตัวแปรระดับนักเรียน คือ 1) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ 2) ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ 3) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ 4) การส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง และบางส่วนเป็นตัวแปรระดับห้องเรียน คือ 1) บรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ 2) คุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ ดังนั้น การวิเคราะห์ข้อมูลแบบระดับเดียว (Single level approach) จึงเป็นการละเลยต่อโครงสร้างของระดับข้อมูล ทำให้ข้อสรุปที่ได้จากการศึกษาคลาดเคลื่อนไปจากสภาพที่เป็นจริงของข้อมูล ทั้งยังไม่สามารถวิเคราะห์ความแปรปรวนที่เกิดขึ้นภายในกลุ่ม (within group variability) และอิทธิพลของตัวแปรที่อยู่ต่างระดับกันอีกด้วย (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2550: 68; อ้างอิงจาก Raudenbush and Bryk. 1986; Kanjanawasee.1989) ซึ่งปัญหาทางเทคนิคของการวิเคราะห์แบบระดับเดียว สามารถแก้ไขได้โดยการใช้แนวทางของการวิเคราะห์แบบหลายระดับที่เรียกว่า การวิเคราะห์พหุระดับ (Multilevel analysis) ซึ่งเป็นเทคนิควิธีทางสถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลที่มีตัวแปรอิสระหลายตัวแปร และตัวแปรอิสระเหล่านั้น สามารถจัดเป็นระดับได้อย่างน้อย 2 ระดับขึ้นไป โดยตัวแปรระดับเดียวกันต่างมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และได้รับผลร่วมกันจากตัวแปรที่อยู่ระดับสูงขึ้นไป

นักวิจัยทางการศึกษา ได้แก่ ครอนบาค (Cronbach. 1976) เบอร์สตี้น (Berstein. 1980) เราดินบุช และไบร์ค (Raudenbush and Bryk. 1986) และ ศิริชัย กาญจนวาสี (2550) มีความเห็นว่าการวิเคราะห์ พหุระดับเป็นวิธีการที่สอดคล้องกับโครงสร้างและธรรมชาติของข้อมูลทางการศึกษา

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์พหุระดับ ซึ่งเป็นเทคนิคการวิเคราะห์ ข้อมูลที่มีความเหมาะสมกับระดับของข้อมูลที่มีความแตกต่างกัน อันจะนำไปสู่การศึกษาว่ามีตัวแปร อะไรบ้างที่มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยสามารถแยก วิเคราะห์ความสัมพันธ์ ทั้งอิทธิพลของตัวแปรในระดับเดียวกันและปฏิสัมพันธ์ของตัวแปรต่างระดับ และเพื่อเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่เกี่ยวข้องทางด้านการศึกษาในการแนะนำและส่งเสริมปัจจัยด้านต่างๆ เหล่านี้ อันจะนำมาสู่การนำผลการวิจัยมาเป็นแนวทางในการพัฒนาปลูกฝังและส่งเสริมให้นักเรียนมี การคิดเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นประโยชน์ต่อสังคมและประเทศชาติในทุกๆด้าน

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อศึกษาตัวแปรระดับนักเรียนและระดับห้องเรียนที่มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร
2. เพื่อศึกษาความแปรปรวนร่วมของตัวแปรต่างระดับที่มีอิทธิพลต่อการคิดเชิง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร

ความสำคัญของการวิจัย

ผลการศึกษาครั้งนี้ทำให้ทราบถึงอิทธิพลของตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ได้แก่ เจตคติต่อ วิทยาศาสตร์ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และการส่งเสริมสนับสนุน ด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง และตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน ได้แก่ บรรยากาศในห้องเรียน วิทยาศาสตร์ และ คุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งผลที่ได้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ปกครอง ครูผู้สอน ผู้บริหารสถานศึกษา ตลอดจน ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษา สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการส่งเสริมและสนับสนุนให้ นักเรียนเกิดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อตัวนักเรียนเอง

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร จำแนกเป็น 6 กลุ่ม ซึ่งทั้ง 6 กลุ่ม มีโรงเรียนทั้งหมด 431 โรงเรียน จำนวนห้องเรียน 1,149 ห้องเรียน และจำนวนนักเรียน 38,211 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร จำนวน 39 โรงเรียน จำนวนห้องเรียน 39 ห้องเรียน และจำนวนนักเรียน 998 คน โดยทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi – stage Random Sampling)

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย แบ่งออกเป็น 2 ระดับ ดังนี้ คือ

1. ตัวแปรระดับนักเรียน

1.1 ตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ได้แก่

- 1.1.1 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์
- 1.1.2 ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์
- 1.1.3 แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์
- 1.1.4 การส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง

1.2 ตัวแปรตามระดับนักเรียน คือ การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

2. ตัวแปรระดับห้องเรียน

2.1 ตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน ได้แก่

- 2.1.1 บรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์
- 2.1.2 คุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์

2.2 ตัวแปรตามระดับห้องเรียน ได้แก่

- 2.2.1 ค่าเฉลี่ยของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในแต่ละห้องเรียน
- 2.2.2 ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (slope) ของตัวแปรระดับนักเรียนที่ส่งผลต่อ

การคิดเชิงวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **การคิดเชิงวิทยาศาสตร์** หมายถึง กระบวนการการคิดที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ในการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบของปัญหา โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์เป็นฐานในการคิด เพื่อให้ได้ความรู้หรือคำตอบที่ถูกต้องและน่าเชื่อถือมากที่สุด ลำดับขั้นตอนของกระบวนการคิดนี้ได้มาจากการวิเคราะห์วิธีการค้นหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดของ ซาเฟอส์แมน (Schafersman, 1997: 1-2) โดยการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยขั้นตอนการคิด 4 ขั้นตอน คือ

1.1 **การคิดเพื่อระบุปัญหา** หมายถึง การระบุปัญหา และกำหนดขอบเขตของปัญหา เป็นสิ่งที่ตั้งขึ้นภายหลังจากการพิจารณาข้อมูลพื้นฐานของสถานการณ์ข้อสงสัยอย่างละเอียดและรอบคอบ ด้วยใจที่เปิดกว้างแยกแยะข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงและความคิดเห็นออกจากกัน ลำดับและคัดเลือกข้อสงสัยที่สำคัญ และมีความเด่นชัดที่สุดแล้วปรับข้อสงสัยดังกล่าวเป็นข้อความปัญหาที่สั้น กระชับและชัดเจน

1.2 **การคิดเพื่อตั้งสมมติฐาน** หมายถึง การคิดเพื่อหาคำตอบที่น่าจะเป็นไปได้ โดยการคาดคะเนคำตอบจากประเด็นต่างๆ รวมถึงข้อมูลที่ได้จากการสังเกตปรากฏการณ์ ที่น่าจะเป็นสาเหตุของปัญหา คัดเลือกคำตอบที่น่าจะเป็นสาเหตุของปัญหามากที่สุด โดยสามารถทำการทดสอบได้ แล้วปรับข้อความคำตอบที่ได้จากการคาดคะเนให้สั้น กระชับ และชัดเจน

1.3 **การคิดเพื่อทดสอบสมมติฐาน** หมายถึง การศึกษาสมมติฐานและตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับสมมติฐาน ระบุตัวแปรที่สามารถวัดและเปรียบเทียบได้ โดยคัดเลือกตัวแปรที่ต้องการศึกษา หากเป็นการตรวจสอบสมมติฐานโดยใช้การทดลอง ให้ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม ระบุวิธีการและขั้นตอนการทดสอบสมมติฐาน การวัดและการสังเกตตัวแปร และบันทึกผลการศึกษา โดยใช้รูปแบบการบันทึกผลที่สอดคล้องกับข้อมูลที่ได้รับ

1.4 **การคิดเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล** การพิจารณาลักษณะของข้อมูลที่ได้รับจากการทดสอบสมมติฐาน บรรยายการเปลี่ยนแปลงที่ส่งผลต่อกันระหว่างส่วนต่างๆ และ ลงข้อสรุปว่าข้อมูลที่ได้จากการทดสอบสมมติฐาน สนับสนุนหรือปฏิเสธสมมติฐาน และเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

2. **ตัวแปรระดับนักเรียน** หมายถึง ตัวแปรที่เกี่ยวกับลักษณะของนักเรียนแต่ละคน ที่อาจจะมีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาตัวแปรด้าน เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง

2.1 **เจตคติต่อวิทยาศาสตร์** หมายถึง ความเชื่อ ความคิดความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อวิทยาศาสตร์ในด้านเนื้อหา วิธีสอน กิจกรรม และการตัดสินใจในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ที่ปรากฏให้เห็นเป็นพฤติกรรม ความรู้สึกพอใจ ชอบ ไม่ชอบ หรือความเชื่อเกี่ยวกับประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยปรับปรุงจากแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของบุปผา จุลพันธ์ (2550)

2.2 ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ ความสามารถของนักเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ที่สะสมจากประสบการณ์การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ในการวิจัยครั้งนี้วัดความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์จากระดับผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2554

2.3 แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ หมายถึง ความปรารถนาหรือความต้องการของนักเรียนที่จะทำสิ่งต่างๆ ด้วยความเพียรพยายามให้ประสบความสำเร็จ เพื่อบรรลุมาตรฐานอันดีเลิศ แม้จะยุ่งยากลำบากก็ไม่ย่อท้อต่ออุปสรรคที่ขัดขวาง มีความสบายใจเมื่อประสบผลสำเร็จ และมีความวิตกกังวลเมื่อประสบความล้มเหลว ที่ผู้วิจัยปรับปรุงจากแบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ของ นันทยา ใจตรง (2548)

2.4 การส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง หมายถึง การที่ผู้ปกครองดูแลเอาใจใส่ ส่งเสริมและสนับสนุนการเข้าร่วมกิจกรรมเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ติดตามผลการเรียน พร้อมทั้งจัดหาอุปกรณ์การเรียน หนังสือ สื่อ เทคโนโลยี และจัดสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้นักเรียน คอยให้กำลังใจและกระตุ้นให้นักเรียนสนใจเรื่องราวเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3. ตัวแปรระดับห้องเรียน หมายถึง ตัวแปรที่เกี่ยวกับลักษณะของห้องเรียนแต่ละห้องเรียน ที่อาจจะมีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาตัวแปรด้านบรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ และคุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์

3.1 บรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง การจัดสภาพแวดล้อมในห้องเรียนเพื่อให้นักเรียนมีอิสระในการเรียนรู้ ห้องเรียนมีความกว้างขวางสะดวกในการจัดกิจกรรมการทดลองการอภิปรายและการสาธิต จัดมุมประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ มุมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์และอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ให้ความรู้แก่นักเรียนได้อย่างเหมาะสม

3.2 คุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการจัดการเรียนรู้ของครูวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยผู้วิจัยใช้เกณฑ์การพิจารณาเชิงปริมาณของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) (2555: 58-59) จำนวน 8 ข้อ ดังนี้

1) การกำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ด้านความรู้ ทักษะ กระบวนการที่เป็นความคิดรวบยอด หลักการและความสัมพันธ์ รวมทั้งคุณลักษณะที่พึงประสงค์

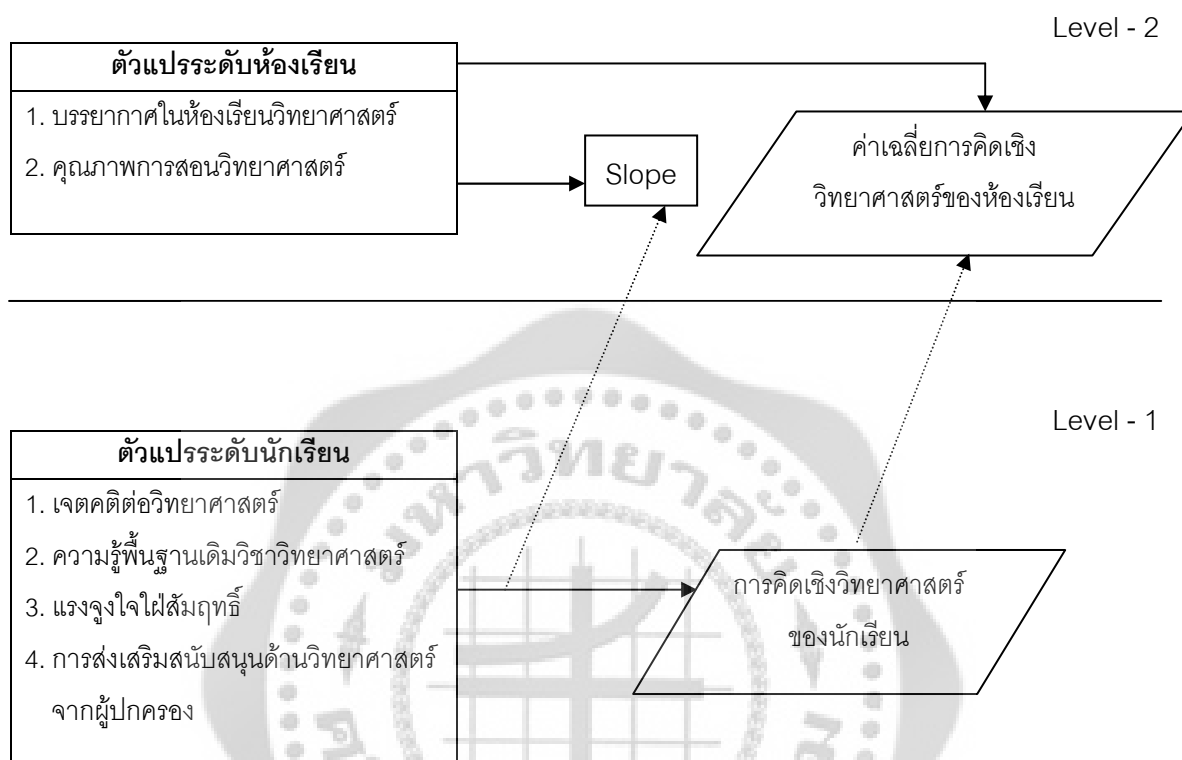
2) การศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลเป็นรายบุคคล แล้วนำข้อมูลมาใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ที่ท้าทายความสามารถของผู้เรียน

- 3) การออกแบบการเรียนรู้และจัดการเรียนรู้ที่ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลและพัฒนาการทางสมอง เพื่อนำผู้เรียนไปสู่เป้าหมาย
- 4) การจัดบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ และดูแลช่วยเหลือผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้
- 5) การจัดเตรียมและใช้สื่อให้เหมาะสมกับกิจกรรม นำภูมิปัญญาท้องถิ่น เทคโนโลยีที่เหมาะสมมาประยุกต์ในการจัดการเรียนการสอน
- 6) การประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียนด้วยวิธีที่หลากหลาย เหมาะสมกับธรรมชาติของวิชาและระดับพัฒนาการของผู้เรียน รวมทั้งการวางเงื่อนไขให้ผู้เรียนประเมินความก้าวหน้าของตนเองและมาปรับปรุงและพัฒนาตนเอง
- 7) การวิเคราะห์ผลการประเมินและนำมาใช้ในการซ่อมเสริมและพัฒนาผู้เรียน รวมทั้งปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน
- 8) การศึกษาค้นคว้า วิจัย เพื่อพัฒนาสื่อและกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการศึกษางานวิจัย ผู้วิจัยพบว่า ตัวแปรระดับนักเรียน คือ 1) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (นันทยา ใจตรง. 2548: 148-149; บุญผา จุลพันธ์. 2550: 84) 2) ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ (พรทิพย์ ศิริภักตราชัย. 2549: 135; ประสิทธิ์ ศุภวิทยาเจริญกุล. 2546: 90) 3) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (นันทยา ใจตรง. 2548: 151-152; ประสิทธิ์ ศุภวิทยาเจริญกุล. 2546: 89-90) 4) การส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง (พรทิพย์ ศิริภักตราชัย. 2549: 130; ประสิทธิ์ ศุภวิทยาเจริญกุล. 2546: 89-90; Crowley Kewin; et al. 2001: 712-732) และระดับห้องเรียนคือ 1) บรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ (Haukoos and Penick. 1983: 659-637) 2) คุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ (ประสิทธิ์ ศุภวิทยาเจริญกุล. 2546: 89-90) เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงได้ประมวลนำเสนอเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย เพื่อศึกษาตัวแปรระดับนักเรียนและระดับห้องเรียนที่มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และเพื่อศึกษาความแปรปรวนร่วมของตัวแปรต่างระดับที่มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลพหุระดับด้วยโมเดลเชิงเส้นตรงระดับลดหลั่น (Hierarchical Linear Model) ที่แบ่งระดับการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ระดับ ให้สอดคล้องกับลักษณะธรรมชาติของข้อมูล โดยการวิเคราะห์ในระดับที่ 1 เป็นระดับนักเรียน (Micro level หรือ Within – class analysis) ผลการวิเคราะห์ในระดับนี้จะได้ค่าการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ส่วนการวิเคราะห์ระดับที่ 2 ระดับห้องเรียน (Macro level หรือ Between – class analysis) จะได้ค่าเฉลี่ยการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของห้องเรียน

จากรายละเอียดของตัวแปรในโมเดลการวิเคราะห์ระดับนักเรียน (Micro level model) และตัวแปรในโมเดลการวิเคราะห์ระดับห้องเรียน (Macro level model) สามารถเขียนกรอบแนวคิดของการวิจัยได้ ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย

จากการศึกษาเอกสารและรายงานการวิจัยเกี่ยวกับตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงได้แบ่งตัวแปรออกเป็น 2 ระดับ ได้แก่ ตัวแปรระดับนักเรียน จำนวน 4 ตัวแปร และตัวแปรระดับห้องเรียน จำนวน 2 ตัวแปร รวมตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 6 ตัวแปร ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานการวิจัย ดังนี้

1. ตัวแปรระดับนักเรียน ประกอบด้วย 1) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ 2) ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ 3) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ 4) การส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร
2. ตัวแปรระดับห้องเรียน ประกอบด้วย 1) บรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ 2) คุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร โดยใช้การวิเคราะห์พหุระดับ ผู้วิจัยได้รวบรวมเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อประกอบการศึกษาโดยแบ่งออกได้ดังนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์
 - 1.1 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการคิด
 - 1.2 การคิดเชิงวิทยาศาสตร์
 - 1.3 บทบาทของครูในการพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์
 - 1.4 การวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์
2. เอกสารด้านปัจจัยที่สัมพันธ์กับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์
 - 2.1 ตัวแปรอิสระระดับนักเรียน
 - 2.1.1 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์
 - 2.1.2 ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์
 - 2.1.3 แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์
 - 2.1.4 การส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง
 - 2.2 ตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน
 - 2.2.1 บรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์
 - 2.2.2 คุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์
3. การวิเคราะห์พหุระดับ
 - 3.1 ความเป็นมาของการวิเคราะห์พหุระดับ
 - 3.2 วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์พหุระดับ
 - 3.3 ลักษณะของข้อมูลที่จะนำไปวิเคราะห์พหุระดับ
 - 3.4 หลักการวิเคราะห์ประมาณค่าส่วนประกอบความแปรปรวน
 - 3.5 การวิเคราะห์พหุระดับด้วยโมเดลเชิงเส้นตรงระดับลดหลั่น
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ
 - 4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ในประเทศ
 - 4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ต่างประเทศ

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

1.1 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการคิด

เพียเจต์ (ทิสนา แชมมณี. 2547: 13; อ้างอิงจาก Piaget. 1964) การเกิดพัฒนาการทางสติปัญญาตามทฤษฎีทางสติปัญญาของเพียเจต์ ว่าเป็นผลมาจากการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับสิ่งแวดล้อม บุคคลพยายามปรับตัวโดยใช้กระบวนการ 2 อย่าง คือ กระบวนการดูดซึม (Assimilation) และกระบวนการปรับให้เหมาะสม (Accommodation) โดยกระบวนการดูดซึม (Assimilation) เป็นกระบวนการที่เกิดจากการที่เด็กพบหรือมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม แล้วรับหรือดูดซึมภาพและเหตุการณ์ต่างๆ เข้าไว้ในความคิดของตน กระบวนการปรับให้เหมาะสม (Accommodation) เป็นกระบวนการปรับความรู้เดิมให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมใหม่หรือสามารถปรับความคิดเดิมให้สอดคล้องกับสิ่งใหม่ ทำให้เด็กอยู่ในสภาวะสมดุล (Equilibrium) ซึ่งทำให้เด็กสามารถปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ (Adaptation) และเกิดโครงสร้างทางสติปัญญาที่เรียกว่า "Schema" ซึ่งบุคคลจะใช้ตีความหมายสิ่งๆ ที่รับรู้ต่างๆ

เพียเจต์ได้แบ่งขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาด้านการคิดออกเป็นขั้นๆ โดยมีหลักว่า ขั้นพัฒนาการสติปัญญาแต่ละขั้น จะเป็นระยะเวลาของการริเริ่มและรวบรวมความรู้ความคิดในลักษณะหนึ่ง การบรรลุถึงขั้นของการพัฒนาแต่ละขั้นจะเป็นจุดเริ่มของการพัฒนาขั้นที่สูงอย่างต่อเนื่อง ในการพัฒนาสติปัญญาของมนุษย์นั้น เพียเจต์ได้แบ่งพัฒนาการทางสติปัญญาด้านการคิดของมนุษย์ออกเป็น 4 ขั้นใหญ่ๆ คือ

1. ขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (Sensory – motor stage) เป็นขั้นที่เริ่มตั้งแต่อายุระหว่างแรกเกิดถึง 24 เดือน เป็นขั้นที่มีการเรียนรู้จากการสัมผัส และการเคลื่อนไหวรู้จักการใช้กล้ามเนื้อมือ รู้จักการใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้า พัฒนาการด้านคำพูด สามารถพูดหรือสื่อสารเป็นคำๆ ได้

2. ขั้นก่อนปฏิบัติการ (Preparation stage) เป็นขั้นที่มีอายุระหว่าง 2 – 7 ปี เป็นขั้นที่พัฒนาการทางภาษามากขึ้นแต่การแสดงออกยังยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง มีขีดจำกัดในการรับรู้ มีการคิดและการกระทำที่ไม่แน่นอน ไม่สามารถคิดย้อนกลับไปได้ เด็กในวัยนี้ยังไม่สามารถใช้สติปัญญาแก้ปัญหาต่างๆ ได้อย่างเต็มที่ แบ่งออกเป็น 2 ขั้น คือ

2.1 ขั้นการคิดรับรู้เบื้องต้นเริ่มอายุตั้งแต่ 2 – 4 ปี เด็กในวัยนี้มีมโนคติแต่ยังไม่สมบูรณ์ ไม่มีเหตุผล มีพัฒนาการทางภาษา สามารถใช้ภาษาแต่เป็นภาษาของตนเองเป็นส่วนใหญ่ ความคิดของเด็กในวัยนี้เป็นการรับรู้เป็นส่วนใหญ่ ไม่สามารถบอกเหตุผลได้ และยังไม่มีความเข้าใจในเรื่องความคงตัว

2.2 ขั้นการคิดในใจเริ่มตั้งแต่อายุ 4 – 7 ปี การคิดของเด็กในวัยนี้มีเหตุผลมากขึ้น การคิดยังเป็นลักษณะการรับรู้มากกว่าการเข้าใจ มีปฏิกริยาต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าใช้ภาษาเป็นเครื่องมือ

ในการคิด เริ่มที่จะแยกแยะประเภทหรือเรียงลำดับเหตุการณ์ได้บ้าง แต่เป็นไปในลักษณะที่ขึ้นอยู่กับตัวแปรตัวเดียวที่ตนเองพอใจ มีจินตนาการและการแสดงออกทางภาษาอย่างง่าย ๆ

3. ขั้นปฏิบัติการรูปธรรม (Concrete operational stage) ขั้นรู้จักการใช้ความคิดเชิงรูปธรรมหรือขั้นปฏิบัติการรูปธรรม เริ่มอายุระหว่าง 7 – 12 ปี ขั้นนี้จะคิดได้กว้างขวางมากยิ่งขึ้น มีลักษณะการเคลื่อนไหว สามารถคิดกลับไปมาได้ ส่วนใหญ่เป็นการคิดแบบรูปธรรม สามารถพิจารณาสิ่งต่างๆ ได้ครั้งละหลายมิติ เด็กขั้นนี้สามารถพัฒนาการทางความคิดที่ยึดตนเองเป็นศูนย์กลางไปสู่ความสามารถที่จะเข้าใจแนวคิดทางสังคมรอบตัว เด็กต้องคิดโดยอาศัยพื้นฐานของการสัมผัสหรือสิ่งที่เป็นรูปธรรม และยังไม่สามารถคิดในสิ่งที่เป็นนามธรรมที่สลับซับซ้อนได้เหมือนผู้ใหญ่แต่จะเริ่มแก้ปัญหาโดยอาศัยการตั้งสมมติฐานและอาศัยหลักความสัมพันธ์ของปัญหานั้นๆ

4. ขั้นปฏิบัติการนามธรรม (Formal operational stage) เริ่มอายุระหว่าง 12 ปี จนถึงวัยผู้ใหญ่ ขั้นนี้เป็นขั้นที่คิดได้แบบผู้ใหญ่ ลักษณะที่สำคัญคือ สามารถรับรู้เรื่องที่เป็นนามธรรมได้โดยไม่ต้องพึ่งพาการใช้ของจริง รู้จักการตั้งสมมติฐาน ทำการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานได้ พัฒนาสมมติฐานอย่างสมเหตุสมผล กรอบแนวคิดของเด็กได้เจริญอย่างมีโครงสร้างที่สมบูรณ์ตามรายละเอียดภายในกรอบแต่อาจยังไม่ค่อยสมบูรณ์นักต้องอาศัยการแสวงหาประสบการณ์ต่างๆ เพิ่มเติมและจะพัฒนาความคิดในลักษณะของผู้ใหญ่เต็มตัวเมื่อมีอายุได้ 20 ปีขึ้นไป

1.1.1 ประโยชน์ของการคิด

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551: 4-5) กล่าวว่า ระบบการศึกษาของประเทศไทยภายหลังการปฏิรูปการศึกษาได้เริ่มให้ความสำคัญกับปัจจัยที่ส่งผลทางความคิดของคนให้แก่เด็กและเยาวชน โดยกำหนดไว้ในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 และกำหนดเป็นมาตรฐานการประกันคุณภาพของสถานศึกษาอันจะส่งผลให้ประชาชนมีคุณภาพมากขึ้นในอนาคต

การมีความสามารถในการคิดจะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ จะทำให้สามารถแก้ปัญหา รวมทั้งสามารถเลือกตัดสินใจได้อย่างเหมาะสมและมีเหตุผล ในยุคข่าวสารเทคโนโลยีในปัจจุบันที่มีความเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว มีการแข่งขันสูง การปูพื้นฐานการคิดและส่งเสริมการคิดให้แก่เด็กและเยาวชนจึงเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นอย่างยิ่ง นับตั้งแต่ระดับอนุบาลจนถึงระดับสูง การได้รับการพัฒนาดังแต่เยาว์วัย จะช่วยพัฒนาความคิดให้ก้าวหน้า ส่งผลให้สติปัญญาเฉียบแหลม เป็นคนรอบคอบ ตัดสินใจได้ถูกต้อง สามารถแก้ปัญหาต่างๆ ในชีวิตได้ดี เป็นบุคคลที่มีคุณภาพ สามารถดำรงชีวิตในสังคมได้อย่างมีความสุข ผลจากการฝึกคิดจะช่วยให้เกิดประโยชน์กับเด็กและเยาวชน ในประเด็นต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. สามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีระบบมีหลักการและเหตุผล ผลงานที่ได้รับมีประสิทธิภาพ
 2. สามารถพิจารณาสิ่งต่างๆ และประเมินงานโดยใช้หลักเกณฑ์อย่างสมเหตุสมผล
 3. รู้จักประเมินตนเองและผู้อื่นได้อย่างถูกต้อง
 4. ได้เรียนรู้เนื้อหาได้รับประสบการณ์ที่มีคุณค่า มีความหมายและเป็นประโยชน์
 5. ได้ฝึกทักษะการทำงาน การใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา
 6. มีความรู้ความสามารถ มีกระบวนการทำงานอย่างเป็นระบบขั้นตอน นับตั้งแต่การกำหนดเป้าหมาย รวบรวมข้อมูลเชิงประจักษ์ ค้นคว้าความรู้ ทฤษฎี หลักการ ตั้งแต่ข้อสันนิษฐานที่ดีความหมายและลงข้อสรุป
 7. ส่งเสริมความสามารถในการใช้ภาษาและสื่อความหมาย
 8. เกิดความสามารถในการคิดอย่างชัดเจน คิดอย่างถูกต้อง คิดอย่างแจ่มแจ้ง คิดอย่างกว้างขวาง คิดไกล และคิดอย่างลุ่มลึก ตลอดจนคิดอย่างสมเหตุสมผล
 9. ทำให้เป็นผู้มีปัญญา มีคุณธรรมจริยธรรม ความรับผิดชอบ มีระเบียบวินัย มีความเมตตากรุณาและเป็นผู้มีประโยชน์ต่อสังคม
 10. มีทักษะและมีความสามารถในการอ่าน เขียน พูด ฟัง และมีทักษะการสื่อสารกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี
 11. พัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ตลอดชีวิตได้อย่างต่อเนื่องในสถานการณ์ที่โลกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว
- การมีความสามารถในการคิดจะเป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตมนุษย์ในภาวะปัจจุบันได้อย่างมีคุณภาพ กล่าวคือ
1. เป็นภูมิคุ้มกันในการดำรงชีวิตในสังคมที่ยุ่งยากซับซ้อนได้เป็นอย่างดี
 2. เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้และแสวงหาความรู้ตลอดชีวิต
 3. เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาที่หลากหลายสามารถเผชิญกับปัญหาได้อย่างเข้มแข็ง
 4. เป็นเครื่องมือในการเลือก และตัดสินใจในภาวะการณ์ต่างๆ ในสังคมปัจจุบันที่ยุ่งยากซับซ้อนได้อย่างเหมาะสม
 5. เป็นเครื่องมือในการแข่งขัน และต่อสู้กับภาวะการณ์ด้านต่างๆได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- การฝึกคิด จึงถือว่าเป็นสิ่งสำคัญยิ่งในการพัฒนาสติปัญญาของเด็กและเยาวชน เพื่อจะเติบโตเป็นผู้ใหญ่ที่มีคุณภาพ และเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศต่อไป

1.1.2 ปัจจัยที่ส่งผลทางความคิดของคน

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544: 27-29) กล่าวถึง ปัจจัยที่ส่งผลทางความคิดของคนประกอบด้วยสิ่งต่างๆ ดังนี้ คือ

1. พื้นฐานทางครอบครัว (Family Background) พื้นฐานทางครอบครัว ถือเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญต่อการพัฒนาความคิด นับแต่การเตรียมพร้อมด้านโภชนาการที่เอื้อให้เซลล์สมองแข็งแรง สมบูรณ์ พร้อมที่จะรับรู้สิ่งต่างๆ ได้ นอกจากนี้ครอบครัวยังเป็นพื้นฐานสำคัญของวิถีคิดโดยอิทธิพลจากการเลี้ยงดูที่อาจทำให้เด็กกล้าคิด กล้าทดลอง รวมทั้งประสบการณ์จากกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาชีวิตประจำวัน การปฏิบัติตนของคนในครอบครัวก็ส่งผลที่เป็นรากฐานทั้งความคิดและจิตใจ เด็กจะคิดได้คิดดีย่อมมาจากรากฐานสำคัญทางครอบครัว

2. พื้นฐานความรู้ (Background knowledge) การเรียนที่ได้มาจากการกลั่นกรองและเก็บในรูปความรู้ด้านต่างๆ ที่จะส่งผลต่อวิถีคิด วิถีปฏิบัติ ความเชื่อ บุคลิกภาพทางความคิด ตลอดจนแนวทางแก้ปัญหาต่างๆ

3. ประสบการณ์ชีวิต (Experience of life) บทเรียนต่างๆ ที่ผ่านเข้ามาในชีวิตเราทุกวัน ไม่ว่าจะเป็นเรื่องเล็กหรือเรื่องใหญ่ เป็นข้อมูลที่มีผลโดยตรง คนที่มีโอกาสเรียนรู้กว้างมาก ได้เห็นหลากหลายประสบการณ์ย่อมมีวิธีการคิดที่หลากหลายกว่าและมีข้อมูลที่จะนำมาใช้ในชีวิตจริงได้มากกว่า

4. การทำงานของสมอง (Brain Functioning) สมองของแต่ละคนที่เกิดมามีลักษณะเฉพาะตัวที่ละเอียดอ่อน ที่ทำให้ทุกคนมีเอกลักษณ์ทางความรู้สึกรู้สึกนึกคิดและบุคลิกภาพ รวมทั้งศักยภาพด้านต่างๆ ไม่เท่ากันตั้งแต่เริ่มเกิดจนโต

5. วัฒนธรรม (Culture) วัฒนธรรมเป็นวิถีชีวิต ที่มีอิทธิพลต่อความคิด ความเชื่อ และการปฏิบัติของคนอย่างมาก จึงถือว่าเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญด้านหนึ่ง

6. จริยธรรม (Morality) ผู้ที่มีจริยธรรมสูงย่อมมีกรอบในการคิด การตัดสินใจ และการหาแนวทางแก้ปัญหา การประมวลความคิด แตกต่างอย่างสิ้นเชิงกับผู้ที่มีขาดจริยธรรม

7. การรับรู้ (Perception) เป็นสภาวะที่เราตอบสนองต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดภายใต้กลไกของสมองจิตใจ ฯลฯ ที่มีผลต่อวิธีการคิดของคนเป็นอย่างมาก

8. สภาพแวดล้อม (Environment) เป็นตัวกระตุ้นสำคัญอย่างยิ่งต่อการเรียนรู้ ต่อวิธีการคิดของเด็ก

9. ศักยภาพทางการเรียนรู้ (Learning potential) เด็กแต่ละคนมีศักยภาพในการรับรู้ การประมวลข้อมูลในอัตราที่ต่างกันทั้งความรวดเร็วและลุ่มลึก ส่งผลให้แต่ละคนคิดไม่เท่ากัน คิดไม่เหมือนกัน แม้ว่าจะมีประสบการณ์เหมือนกันก็ตาม

10. ประสาทรับรู้ (Sensory Motor) จากประสาทรับรู้ เช่น หูพิการ ตาพิการหรือการรับรู้ ผิดปกติ ก็ทำให้วิธีคิดแตกต่างจากเด็กทั่วไปและในทางตรงกันข้ามหากมีประสาทรับรู้ที่ซับซ้อนกว่าเด็กคนอื่น ก็สามารถรับรู้ได้รวดเร็วและละเอียดกว่าเด็กอื่นๆ

ปัจจัยดังที่กล่าวมา ถือว่า เป็นพื้นฐานรองรับให้เกิดความคิดได้ทั้งนั้น ในปัจจุบันวิธีที่สำคัญต้องเร่งสร้างความพร้อม คือ การสร้างโอกาสให้เด็กได้คิด สร้างประสบการณ์ให้เด็กมีความถ่อมลึกทางความคิด

1.2 การคิดเชิงวิทยาศาสตร์

การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นการคิดสำคัญและจำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตในโลกสมัยใหม่ ที่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทมากขึ้น การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ช่วยให้บุคคลสามารถดำเนินชีวิตอย่างมีความสุขได้ในสังคมที่แวดล้อมไปด้วยวิทยาศาสตร์หรือผลผลิตจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และช่วยให้บุคคลสามารถปรับตัวให้อยู่ได้ในสภาพแวดล้อมใหม่ที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ถ้าคนไทยมีการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และมีความรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐานแล้ว จะช่วยให้สามารถเข้าไปมีส่วนร่วมในการตัดสินใจเกี่ยวกับนโยบายสาธารณะในด้านต่างๆของประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 2541: 4-5)

การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นการคิดที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการทำงานวิทยาศาสตร์ซึ่งเกี่ยวข้องกับ การสำรวจ สืบสอบเรื่องราวธรรมชาติหรือจักรวาลโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นหากมีการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ศึกษาเรื่องราวธรรมชาติหรือจักรวาล จึงเป็นการฝึกคิดเชิงวิทยาศาสตร์ไปด้วย (Schafersman. 1997: 2-3) ในการบรรยายและอธิบายเหตุการณ์ธรรมชาติได้อย่างถูกต้องนั้น นักวิทยาศาสตร์ใช้ทักษะการคิดและแบบแผนการคิดสำคัญ 7 กลุ่ม ได้แก่ 1) การอธิบายหลักธรรมชาติ ที่ถูกต้อง 2) การระบุสาเหตุของปัญหาในลักษณะเชิงธรรมชาติ 3) การตั้งสมมติฐานและทฤษฎีอื่น 4) การทำนายโดยใช้ตรรกะ 5) การวางแผนและทดลองโดยมีการควบคุมตัวแปรเพื่อทดสอบสมมติฐาน 6) การรวบรวม จัดระเบียบ และวิเคราะห์ ข้อมูลที่ได้จากการทดลองและข้อมูลต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์กัน 7) การลงข้อสรุปและประยุกต์ใช้ข้อสรุปอย่างมีเหตุผล (Lawson. 1995: 49-51; อ้างอิงจาก Burmester. 1952)

หลักการพื้นฐานของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งถือเป็นหลักสากลทางวิทยาศาสตร์มี 3 ประการ (Schafersman. 1997: 3-7) ได้แก่

1. การใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ (Empiricism) เป็นการใช้หลักฐานที่สามารถรับรู้ได้โดยตรง ด้วยประสาทสัมผัส เช่น มองเห็นได้ ได้ยิน รู้รส ได้กลิ่น การใช้หลักฐานเชิงประจักษ์สามารถกระทำซ้ำได้ ทั้งด้วยตนเองหรือบุคคลอื่น จึงถือได้ว่าเป็นหลักฐานสำคัญประเภทเดียวที่นำไปสู่ข้อสรุปที่มีเหตุผล

2. การใช้เหตุผล (Rationalism) การใช้เหตุผลเป็นทักษะที่ไม่ได้ติดตัวมาแต่กำเนิด หรือพัฒนาขึ้นได้เอง ต้องศึกษาและเรียนรู้ในระบบโรงเรียน อย่างไรก็ตาม การใช้เหตุผลอาจเรียนรู้นอกระบบโรงเรียนได้จากการลองผิดลองถูก แต่มักจะเสียเวลา ไม่มีประสิทธิผล และบางครั้งไม่ประสบความสำเร็จ

3. การมีเจตคติเชิงสงสัย (Skepticism) เป็นการสร้างคำถามในความเชื่อและข้อสรุปของตนเองอยู่เสมอ จึงต้องให้หลักฐานและเหตุผลตรวจสอบความเชื่อของตน บุคคลที่มีเจตคติเชิงสงสัยหรือเป็นคนช่างสงสัย จะไม่เชื่อหากไม่มีหลักฐานและเหตุผลที่เพียงพอ ไม่ยึดติดกับความเชื่อของตน เป็นคนใจกว้าง และยินดีเปลี่ยนความเชื่อเมื่อพบหลักฐานใหม่ที่เชื่อถือได้มากกว่า

ความหมายและองค์ประกอบของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

การศึกษาเกี่ยวกับความหมายและองค์ประกอบของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ จากเอกสาร ตำรา บทความ งานวิจัย ของหน่วยงานและนักวิชาการต่างๆ พบว่า มีการใช้คำว่า การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ หรือ Scientific Thinking ในความหมายทำนองเดียวกันด้วยคำอื่น เช่น กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และการคิดเชิงเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ การคิดวิเคราะห์ ดังที่ชาเฟอร์สแมน (Schafersman, 1997: 1-2) และ กลินน์ ; ยีนี่ ; & บริทอน (Glynn; Yeany; & Briton, 1991: Online) ได้กำหนดว่าการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และการคิดวิเคราะห์ เป็นสิ่งเดียวกัน การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ คือ ความชำนาญของนักวิทยาศาสตร์ ที่ใช้ในการระบุปัญหา ตรวจสอบสภาพแวดล้อม ขณะที่บุคคลธรรมดาจะใช้การคิดวิเคราะห์ ในการทำสิ่งเดียวกัน

เฟรดเดอร์, นาเมีย และ ลินน์ (พรทิพย์ ศิริภักทราชัย, 2549: 16-17 ; อ้างอิงจาก Friedler, Navhmias, & Linn 1990: 1973) ได้กำหนดองค์ประกอบของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. การกำหนดปัญหา
2. การตั้งสมมติฐาน
3. การออกแบบการทดลอง
4. การสำรวจและการคัดเลือกข้อมูล
5. การประยุกต์ใช้ผลการทดลอง
6. การตั้งข้อสันนิษฐานทางวิทยาศาสตร์

พาดิลลา (Padilla, 1991: 205) การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ หรือ การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีความหมายรวมถึง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และ ทักษะการคิดวิเคราะห์

ซาเฟอส์แมน (Schafersman. 1997: 1-2) การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นการคิดที่นำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง และเชื่อถือได้ การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ถูกนำมาใช้ในการอธิบายถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Methods) ที่ทำให้ได้ความรู้เกี่ยวกับโลกธรรมชาติ ประกอบด้วย

1. การระบุปัญหา
2. การตั้งสมมติฐาน
3. การทดสอบสมมติฐาน
4. การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

ดันบาร์ (Dunbar. 1999) การคิดเชิงวิทยาศาสตร์มีความหมายรวมถึงกระบวนการคิดที่ใช้ในทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล
2. การออกแบบการทดลอง
3. การตรวจสอบสมมติฐาน
4. การตีความหมายข้อมูล

ชัวเบิล (Schauble. 2003: 155) ได้เสนอองค์ประกอบพื้นฐานของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. การพัฒนาแนวคิด
2. การทดสอบสมมติฐาน
3. การควบคุมตัวแปร
4. การตั้งทฤษฎี

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (2541 : 9-11) ได้กล่าวว่าการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ หรือการคิดแบบวิทยาศาสตร์ เป็นการคิดที่มีเหตุผลมีการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล และพิสูจน์ความถูกต้องโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์

สรุปได้ว่า การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific thinking) หมายถึง กระบวนการการคิดที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ ในการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบของปัญหา โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์เป็นฐานในการคิด เพื่อให้ได้ความรู้ หรือคำตอบที่ถูกต้องและน่าเชื่อถือมากที่สุด ลำดับขั้นตอนของกระบวนการคิดนี้ได้มาจากวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Methods) ตามแนวคิดของ ซาเฟอส์แมน (Schafersman. 1997: 1-2) ซึ่งประกอบด้วยการคิด 4 ด้าน ดังนี้

1. การคิดเพื่อระบุปัญหา
 - 1.1 พิจารณาข้อมูลพื้นฐานของสถานการณ์อย่างละเอียดและรอบคอบด้วยใจที่เปิดกว้าง
 - 1.2 แยกแยะข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงและความคิดเห็นออกจากกัน

1.3 ระบุประเด็นที่ไม่สอดคล้องกับข้อเท็จจริง หรือประเด็นที่ไม่มีคำอธิบายเพียงพอ ซึ่งก่อให้เกิดข้อสงสัย

1.4 ลำดับและคัดเลือกข้อสงสัยที่สำคัญ และมีความเด่นชัดที่สุด

1.5 ปรับข้อสงสัยดังกล่าวเป็นข้อความปัญหาที่สั้น กระชับและชัดเจน

2. การคิดเพื่อตั้งสมมติฐาน

2.1 คาดคะเนคำตอบจากประเด็นต่างๆ ที่น่าจะเป็นสาเหตุของปัญหา

2.2 คัดเลือกคำตอบที่น่าจะเป็นสาเหตุของปัญหามากที่สุด และสามารถทำการทดสอบได้

2.3 ปรับข้อความคำตอบที่ได้จากการคาดคะเนให้สั้น กระชับ และชัดเจน

3. การคิดเพื่อทดสอบสมมติฐาน

3.1 ศึกษาสมมติฐานและตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับสมมติฐาน

3.2 ระบุตัวแปรที่สามารถวัดและเปรียบเทียบได้

3.3 คัดเลือกตัวแปรที่ต้องการศึกษา หากเป็นการตรวจสอบสมมติฐานโดยใช้การทดลอง

ให้ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม

3.4 ระบุวิธีการและขั้นตอนการทดสอบสมมติฐาน การวัดและการสังเกตตัวแปร

3.5 บันทึกผลการศึกษา โดยใช้รูปแบบการบันทึกผลที่สอดคล้องกับข้อมูลที่ได้รับ

4. การคิดเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

4.1 พิจารณาลักษณะของข้อมูลที่ได้รับจากการทดสอบสมมติฐาน

4.2 บรรยายการเปลี่ยนแปลงที่ส่งผลต่อกันระหว่างส่วนต่างๆ อิงข้อมูลและอธิบาย

ความสัมพันธ์ของข้อมูล

4.3 ตอบปัญหาหรือคำถามวิจัย โดยอิงข้อมูลที่ได้รับจากการตรวจสอบสมมติฐาน

4.4 ลงข้อสรุปว่าข้อมูลที่ได้จากการทดสอบสมมติฐาน สนับสนุนหรือปฏิเสธสมมติฐาน

และเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

4.5 ระบุอุปสรรค ปัญหา แนวทางแก้ไข และให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อประโยชน์ในการ

วิจัยครั้งต่อไป

1.3 บทบาทของครูในการพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

บทบาทของครูในการพัฒนานักเรียนให้มีการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ กล่าวไว้ในบทความนักเรียน ประถมศึกษาพัฒนาแนวความคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีเดียวกันกับนักวิทยาศาสตร์ ในเว็บไซต์ ของสถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550) มี 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การสำรวจความคิดเดิมของนักเรียน ครูช่วยให้นักเรียนแต่ละคนสามารถตั้งประสบการณ์ และความรู้เดิมของตน เกี่ยวกับแนวความคิดหลักนั้นๆ ออกมาให้มากที่สุด โดยการให้เล่า เขียน หรือวาด ภาพอย่างเสรี

ขั้นที่ 2 การขยายความคิดเดิมของนักเรียน ครูช่วยให้นักเรียนสามารถอธิบายเพิ่มเติม หรือให้ความกระจ่างเกี่ยวกับประสบการณ์และความรู้เดิมของตนเกี่ยวกับแนวคิดหลักนั้นๆ ออกมาให้มากที่สุด อาจจะใช้คำถามนำเพื่อให้ได้คำตอบ

ขั้นที่ 3 การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับกลุ่ม ครูช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้จากกลุ่ม (Cooperative Learning) โดยแลกเปลี่ยนประสบการณ์และความรู้เดิมของตนกับเพื่อนครู

ขั้นที่ 4 การปรับความคิดของนักเรียนให้เป็นนักวิทยาศาสตร์ ครูช่วยให้นักเรียนเปลี่ยนแปลง เพิ่มเติม ปรับแต่ง ประสบการณ์และความรู้เดิมของตน จากการปฏิสัมพันธ์แลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อน ครู ซึ่งรวมถึงการตรวจสอบพิสูจน์ความคิดที่ขัดแย้ง หรือแตกต่างด้วย กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากข้อมูลข้างต้น ครูมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เริ่มจากสำรวจความคิดของนักเรียน ขยายความคิด ให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดกับกลุ่มและปรับความคิดของนักเรียนให้เป็นวิทยาศาสตร์

1.4 การวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เสนอแนะแนวทาง ในการสร้างแบบทดสอบ วัดความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2536: 78-79)

1. กำหนดความมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ซึ่งต้องแจ่มแจ้งให้ชัดเจนโดยครูต้องศึกษาจุดมุ่งหมาย ในแต่ละทักษะให้เข้าใจ แล้วนำมาแจ่มแจ้งให้เป็นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ซึ่งจะมีทั้งภาคสถานการณ์ ภาคพฤติกรรมที่คาดหวังและภาคเกณฑ์ในการกำหนดพฤติกรรมนั้นๆ

2. การเลือกเนื้อหาที่จะวัด หมายถึงการเลือกความมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมกับเนื้อหาที่จำเป็น ในบทหนึ่งๆ ควรกำหนดทักษะใด เนื้อหาใด เป็นสิ่งที่ขาดมิได้ ทักษะนั้นและเนื้อหานั้นก็ควรปรากฏใน ข้อสอบ

3. การสร้างตารางเพื่อกำหนดเนื้อหาและพฤติกรรมทักษะ ซึ่งมีความมุ่งหมายที่จะกำหนดว่าจะวัดทักษะหรือพฤติกรรมได้เท่าไร อย่างละกี่ข้อจะได้ไม่บกพร่อง นอกจากนั้นผู้ออกข้อสอบยังทราบต่อไปว่า ข้อสอบวัดพฤติกรรมทักษะใดมีส่วนน้อยเพียงใด

4. การเลือกแนวทางในการออกข้อสอบ ควรถือหลักกว่า ควรใช้การสอบแบบใดจึงสามารถตรวจวัดพฤติกรรมนั้นได้ตรงและถูกต้องเหมาะสมที่สุด ตลอดทั้งเหมาะสมกับวัยของเด็กประหยัดเวลาและง่ายต่อการปฏิบัติด้วย

นอกจากนี้ยังได้เสนอลักษณะแบบทดสอบเพื่อวัดความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. สถานการณ์

1.1 สถานการณ์ที่สร้างขึ้นจะเป็นสถานการณ์สมมุติ หรือนำมาจากเอกสารอื่นใดก็ตามจะต้องมีความยากง่าย เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน

1.2 ใช้คำพูดที่เข้าใจง่าย ศัพท์เทคนิคต้องไม่นอกเหนือจากที่นักเรียนเรียนรู้มาแล้ว

1.3 สถานการณ์ต้องเป็นสถานการณ์ที่เป็นไปได้และต้องเป็นจริงสมเหตุสมผล

1.4 ถ้าเป็นเรื่องที่มีหน่วย จะต้องระบุให้ชัดเจนว่าเป็นหน่วยใด

1.5 สถานการณ์ที่ยกมาจะต้องสั้นกะทัดรัด อ่านเข้าใจง่าย และแต่ละสถานการณ์ควรใช้กับคำถามมากกว่า 1 ข้อ เพื่อให้นักเรียนไม่เสียเวลาในการอ่านมากเกินไปจนเกิดความจำเป็น

2. คำถาม คำถามที่จะใช้ตอบสถานการณ์ที่ยกมาจะต้องมีคุณสมบัติ ดังนี้

2.1 ถามในเรื่องที่ต้องใช้ความสามารถ ในด้านการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ไม่ถามในเรื่องความรู้ความจำ

2.2 ไม่ถามถึงปัญหาหรือสมมติฐานที่เคยอภิปรายหรือสรุปมาแล้ว เพราะจะกลายเป็นความจำ ทั้ง ๆ ที่ดูคำถามเหมือนวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

2.3 ใช้คำถามที่รัดกุม บ่งชี้ว่าจะใช้ตอบในเรื่องใด แม้ว่าบางคำถามจะมีทางออกความคิดเห็นได้แตกต่างกัน แต่ต้องเป็นความเห็นเกี่ยวกับเรื่องนั้นโดยเฉพาะ

2.4 ข้อความที่จะให้ตอบแต่ละคำถาม ควรเป็นตอนละเรื่องแต่กำหนดคะแนนให้เหมาะสม ถ้าเป็นไปได้ควรให้คะแนนเป็น 1 ถ้าตอบถูก และให้ 0 ถ้าตอบผิด

3. การตรวจ ถ้าเป็นข้อสอบแบบให้ตอบสั้น ๆ แม้จะตั้งคำถามที่ผู้ตอบคิดว่าจำเพาะ เจาะจง คำตอบน่าจะแน่นอน แต่ในการตรวจจะต้องดูเหตุผลของนักเรียนบางคนที่ตอบแตกต่างกันไปจากเกณฑ์ที่ตั้งไว้ด้วย ถ้าเหตุผลถูกต้องก็ต้องยอมรับ

แบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ ที่มีการกำหนดสถานการณ์แล้วตั้งคำถาม ให้นักเรียนใช้การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ขั้น คือ การคิดเพื่อระบุปัญหา การคิดเพื่อตั้งสมมติฐาน การคิดเพื่อทดสอบสมมติฐาน และการคิดเพื่อตีความหมายข้อมูลและสรุปผล มาประกอบในการทำแบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

2. ปัจจัยที่สัมพันธ์กับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่อาจจะมีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่ามีตัวแปร 2 ระดับ ดังนี้

2.1 ตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ได้แก่ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง

2.2 ตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน ได้แก่ บรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ และคุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์

2.1 ตัวแปรอิสระระดับนักเรียน

แนวคิดทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรระดับนักเรียน ที่ส่งผลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน มีดังนี้

2.1.1 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ว่าทั้งสองลักษณะแตกต่างกัน โดยเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับการคิดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์หรือมีความเชื่อเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งบางครั้งเรียกว่า เจตคติด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Attitude or Orientation) ส่วนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เช่น ชอบเรียนวิทยาศาสตร์ มีความเพลิดเพลินในการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ฯลฯ จึงเป็นเจตคติด้าน จิตพิสัย (Affective Orientation) ซึ่งในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยสนใจศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

อนันต์ จันทร์กวี (2523: 61) ได้กล่าวถึงเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ความรู้สึก ความพอใจ ชอบหรือไม่ชอบ ความเบื่อหน่ายเกี่ยวกับประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้สึก หรือพฤติกรรมที่แสดงออกต่อวิทยาศาสตร์ด้านต่างๆ ซึ่งจะแสดงออก 2 ทาง คือ

1. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์เชิงนิมาน (Positive Attitude toward Science) เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกในลักษณะพอใจ ชอบ อยากเรียน อยากเข้าใจสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

2. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์เชิงนิเสธ (Negative Attitude toward Science) เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกในลักษณะไม่พึงพอใจ ไม่ชอบ ไม่อยากเรียน ไม่อยากเข้าใจ เบื่อหน่ายสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

อาจกล่าวได้ว่าเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นความรู้สึก ความคิด ความเชื่อ ของบุคคลที่มีต่อวิทยาศาสตร์โดยพฤติกรรมที่แสดงออกมานั้นจะมีลักษณะใหญ่ๆ คือ

1. เจตคติทางบวกต่อวิทยาศาสตร์ เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกในลักษณะความพึงพอใจ ความชอบ อยากเรียน อยากเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

2. เจตคติทางลบต่อวิทยาศาสตร์ เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกในลักษณะความไม่พึงพอใจ ความไม่ชอบ เบื่อหน่าย ไม่อยากเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

จากความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ อนันต์ จันทร์ภักดิ์ กล่าวไว้ สามารถสรุปได้ว่าเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นความรู้สึกนึกคิด ความพึงพอใจ ทั้งในด้านบวกและลบต่อวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นเจตคติด้านจิตพิสัย

แนวทางในการพัฒนาเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

การพัฒนาเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนเป็นเป้าหมายที่สำคัญอันหนึ่งของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ กระทรวงศึกษาธิการ (2551: 95) กล่าวถึงการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์สำหรับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายเหมาะสมกับระดับชั้น

เพื่อให้การศึกษาศาสตร์บรรลุผลตามเป้าหมายและวิสัยทัศน์ที่กล่าวไว้ จึงได้กำหนดคุณภาพของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ที่จบการศึกษาระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ดังต่อไปนี้

1. ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต และการศึกษาความรู้เพิ่มเติมทำโครงการหรือชิ้นงานตามที่กำหนดให้หรือตามความสนใจ

2. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ และซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้

3. ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แสดงความชื่นชม ยกย่อง และเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น

4. แสดงถึงความซาบซึ้งห่วงใย แสดงพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้การดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า

5. ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นของตนเองและยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น

วิวัฒน์ชัย อยุ้ยินยง (จิตฐิพร ศิริตานนท์. 2542: 16; อ้างอิงจาก วิวัฒน์ชัย อยุ้ยินยง. 2521: 21) ได้กล่าวถึงการวัดเจตคติ อาจทำได้หลายวิธี เช่น

1. การออกแบบสัมภาษณ์ (Survey Interview) โดยอาจเป็นคำถามประเภทให้เลือกตอบ โดยกำหนดคำตอบไว้ให้แล้ว เช่น ใช่ ไม่ใช่ ไม่แน่ใจ หรืออาจใช้คำถามประเภทเปิดโอกาสให้ผู้ตอบได้อิสระเต็มที่ (Open – ended Question)

2. การแบ่งช่วงสเกล (Scaling Technique) หรือการใช้ช่วงการแบ่งการวัดออกตามความคิดเห็นเป็น 5 ช่วง เช่น เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง เป็นต้น

3. วิธีพิเศษ (Special Technique) ในการวัดเจตคติ ผู้ตอบอาจตอบไม่ตรง กับความจริงทั้งนี้ เพราะค่านิยมและประเพณี วัฒนธรรมท้องถิ่น เป็นเช่นนั้น เราควรจะใช้วิธีทางอ้อมเพื่อใช้วัดโดยไม่ให้ผู้ตอบทราบว่า กำลังทดสอบอะไรอยู่ โดยอาจใช้วิธีการบรรยายความรู้ และประสบการณ์จากรูปที่นำมาให้ดู

ชูชีพ อ่อนโคกสูง (กนกวรรณ โทนาคม. 2547: 35; อ้างอิงจาก ชูชีพ อ่อนโคกสูง. 2518: 117) กล่าวว่า การวัดเจตคติของบุคคลใดบุคคลหนึ่งต่อวัตถุ คน สัตว์กับปี หรือสถานการณ์ต่างๆ เป็นอย่างไร ควรมีวิธีการต่อไปนี้

1. ใช้แบบสอบถาม
2. สังเกต สัมภาษณ์ บันทึก
3. ใช้สิ่งคัมภีร์
4. การให้สร้างจินตนาการ

ในการวัดเจตคตินั้น มีนักการศึกษาหลายท่านได้สร้างเครื่องมือวัดเจตคติไว้หลายแบบด้วยกัน เช่น วัดเจตคติโดยใช้วิธี Equal Appearing Intervals ของเธอร์สตัน การวัดเจตคติโดยวิธี Scalogram Analysis ของกูดแมน การวัดเจตคติโดยวิธี Semantic Differential ของออสกู๊ด และคนอื่นๆ

สมบูรณ์ ชิตพงษ์ (2523: 107) กล่าวว่า การสร้างเครื่องมือวัดเจตคติมีหลายวิธี เช่น แบบการจัดอันดับคุณภาพของ ลิเคอร์ท (Likert) แบบ Semantic ของ ออสกู๊ด (Osgood) และแบบสถานการณ์

เครื่องมือวัดเจตคติที่ใช้กันอย่างแพร่หลายนั้น สุชา จันท์ธอม (2544: 13-14) กล่าวว่า แบบทดสอบเจตคติตามวิธีของลิเคอร์ท (The Likert Technique) มีผู้นิยมใช้กันแพร่หลายที่สุด มาตราส่วนชนิดนี้ประกอบด้วยประโยคต่างๆมากมาย โดยใช้แสดงความรู้สึกของตนออกมาตามมาตราส่วนแบบ Five Point Scale และมีการคิดคะแนนตามวิธีการโดยเฉพาะ ก็จะทราบเจตคติของผู้ตอบได้

จิตฐิพร ศิริตานนท์ (2542: 18) กล่าวว่า การทดสอบวัดเจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ก็เพื่อจะได้ทราบเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และจัดสภาพแวดล้อมต่างๆ ให้ถูกต้องเหมาะสมในการเรียนการสอน

จากเอกสารเกี่ยวกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ดังที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นว่าเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่มีความสำคัญที่จะช่วยในการพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ดังนั้นการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนจำเป็นต้องเป็นผู้ที่มีความพึงพอใจและมีความสุขในการเรียนรู้และเห็นความสำคัญ ของวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์นั้นส่งผลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงใด

2.1.2 ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์

ความหมายความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์

บลูม (Bloom. 1976: 167) กล่าวว่า ความรู้พื้นฐานเดิม คือ ความรู้ ทักษะ และความสามารถที่จำเป็นต่อการเรียนเรื่องนั้นๆ การที่มีความรู้พื้นฐานเดิมอยู่มากจะเป็นฐานสำคัญช่วยให้เรียนรู้ได้มากขึ้น เร็วขึ้นและมั่นคงขึ้น บลูมเน้นความสำคัญของความรู้พื้นฐานเดิมมากจึงจัดได้ว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญในทฤษฎีการเรียนรู้ของตน เพราะความรู้พื้นฐานเดิม เป็นสิ่งที่แสดงถึงประสบการณ์เกี่ยวกับความสำเร็จ หรือความล้มเหลวในการเรียน เป็นรากฐานที่สำคัญในการเรียนที่สูงขึ้น

แอนเดอร์สัน และลินช์ (Anderson & Lynch. 1988) กล่าวว่า ความรู้พื้นฐานเดิมเป็นโครงสร้างทางความคิด ประกอบด้วย ความรู้ ความทรงจำ และประสบการณ์ของแต่ละบุคคล ทำให้บุคคลสามารถรวมโครงสร้างทางความคิดดังกล่าวที่สะสมไว้กับข้อมูลใหม่ที่กำลังเรียนรู้ จึงทำให้เกิดความเข้าใจในข้อมูลใหม่ที่กำลังเรียนรู้

ลอง (Long. 1989) กล่าวว่า ความรู้พื้นฐานเดิมเป็นความรู้ที่สะสมจากประสบการณ์ และสามารถทำให้แต่ละบุคคลมีความคิดในการอ้างอิง และคิดข้อมูลที่คาดคะเนไว้ล่วงหน้าได้

จากความหมายดังกล่าว สรุปได้ว่า ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความสามารถของนักเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ที่สะสมจากประสบการณ์การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์วัดได้จาก ระดับผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2554

จากเอกสารเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ดังที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่า ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ความสามารถของนักเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ที่สะสมจากประสบการณ์การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในปีที่ผ่านมาของนักเรียน และยังเป็นพื้นฐานที่

จำเป็นในการเรียนเรื่องต่อไป ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาว่า ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์นั้น ส่งผลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงใด

2.1.3 แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

ความหมายของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

แมคเคลแลนด์ และคนอื่นๆ (กุญชร คำชาย. 2540: 222; อ้างอิงจาก McClelland; et al. 1953: 110-111) ได้ให้ความหมายของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ว่า หมายถึง ความปรารถนาที่จะทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งให้ลุล่วงไปด้วยดี โดยแข่งขันกับมาตรฐานอันดีเลิศ (Standard of Excellence) หรือทำดีกว่าบุคคลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ความพยายามที่จะเอาชนะอุปสรรคต่างๆ มีความรู้สึกสบายใจ เมื่อประสบความสำเร็จและมีความวิตกกังวลเมื่อประสบความสำเร็จ

แอทกินสัน (Atkinson. 1966: 240-241) ได้กล่าวถึงแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ว่าเป็นแรงผลักดัน ที่เกิดขึ้นเมื่อบุคคลทราบว่าการกระทำของตนเองจะต้องได้รับการประเมินจากตัวเองหรือได้รับการประเมินจากบุคคลอื่น ซึ่งการประเมินนั้นเปรียบเทียบกับมาตรฐานอันดีเยี่ยม ส่วนผลจากการประเมินอาจเป็นสิ่งที่พอใจเมื่อปฏิบัติจนสำเร็จหรือไม่พึงพอใจเมื่อปฏิบัติไม่สำเร็จ

เฮอร์แมน (Herman. 1970: 353) ได้อธิบายว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์เป็นความต้องการ ได้รับความสำเร็จจากการกระทำในสิ่งที่ยาก ต้องการเอาชนะอุปสรรค และบรรลุถึงมาตรฐานอันดีเลิศ ต้องการเป็นคนเก่ง มีความสามารถในการแข่งขันและเอาชนะคนอื่น ๆ ต้องการเพิ่มการยอมรับตนเอง โดยการบรรลุความสำเร็จในกิจกรรมที่เป็นอัจฉริยะ

สุรวงศ์ ไคว้ตระกูล (2544: 123) ให้ความหมายของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ว่า หมายถึง แรงจูงใจที่เป็นแรงขับให้บุคคลพยายามที่จะประกอบพฤติกรรมที่จะประสบผลตามมาตรฐานความเป็นเลิศ (Statement of Excellent) ที่ตนเองตั้งไว้

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2546: 196) ให้ความหมายว่า แรงจูงใจที่กระทำสิ่งต่างๆ ให้ได้รับความสำเร็จ บุคคลที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูงจะมีความมานะพยายามอดทน ทำงานมีแผน ตั้งระดับความหวังไว้สูง และพยายามเอาชนะอุปสรรคต่าง ๆ เพื่อให้งานสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปความหมายของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ได้ว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ หมายถึง ความปรารถนาหรือความพยายามที่จะทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งให้ประสบความสำเร็จโดยใช้ความสามารถและศักยภาพของตนเองอย่างเต็มที่ อีกทั้งพยายามหาวิธีการต่างๆ ในการแก้ปัญหา เพื่อนำไปสู่ความสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ ต้องการชัยชนะในการแข่งขัน มุ่งมั่น ที่จะทำให้อันดีเลิศ และมีความสบายใจเมื่อพบกับความสำเร็จ มีความวิตกกังวลเมื่อพบกับความล้มเหลว

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

1. ทฤษฎีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของแมคเคลแลนด์ (McClelland's Achievement Motivation Theory) (McClelland. 1961: 36-62) ได้จำแนกแรงจูงใจทางสังคมเป็น 3 ประเภทคือ

1.1 แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (Achievement Motive) ได้แก่ ความปรารถนาที่จะทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี โดยพยายามแข่งขันกับมาตรฐานอันดีเลิศ มีความสบายใจเมื่อประสบความสำเร็จ และมีความวิตกกังวลเมื่อพบกับความล้มเหลว

1.2 แรงจูงใจใฝ่สัมพันธ์ (Affiliation Motive) หมายถึง ความปรารถนาที่จะเป็นที่ยอมรับของคนอื่น ต้องการเป็นที่นิยมชมชอบหรือรักใคร่ชอบพอของคนอื่น สิ่งเหล่านี้เป็นแรงจูงใจที่จะทำให้บุคคลแสดงพฤติกรรม เพื่อให้ได้มาซึ่งการยอมรับจากบุคคลอื่น

1.3 แรงจูงใจใฝ่อำนาจ (Power Motive) หมายถึง ความปรารถนาที่จะได้มาซึ่งอิทธิพลที่เหนือกว่าคนอื่น ๆ ในสังคม ทำให้บุคคลแสวงหาอำนาจเพราะจะเกิดความรู้สึกว่าหากทำอะไรได้เหนือกว่าคนอื่นถือเป็นความภาคภูมิใจ ผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่อำนาจสูงจะเป็นผู้ที่พยายามควบคุมสิ่งต่างๆ เพื่อให้ตนเองบรรลุความต้องการที่จะมีอิทธิพลเหนือกว่าบุคคลอื่น

2. ทฤษฎีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของแอทกินสัน (Atkinson. 1966: 264) ได้เสนอทฤษฎีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ซึ่งเชื่อว่าเป็นสิ่งกระตุ้นหรือแรงผลักดันให้บุคคลประกอบกิจกรรมต่างๆ เพื่อมุ่งผลสัมฤทธิ์ (Ta) นั้น ขึ้นอยู่กับผลรวมขององค์ประกอบ 3 ประการคือ

2.1 สิ่งโน้มน้าวจิตใจที่นำไปสู่ความสำเร็จ (Ts) ซึ่งได้แก่ผลคูณของ

- แรงจูงใจที่มุ่งสู่ความสำเร็จ (Ms)
- ความเข้มแข็งของความมุ่งหวัง หรือโอกาส (Probability) ที่จะประสบความสำเร็จ (Ps)
- ค่าของสิ่งล่อใจ (Incentive Value) ที่เป็นเป้าหมายของความสำเร็จในกิจกรรมนั้น (Is)

$$Ts = Ms \times Ps \times Is$$

2.2 สิ่งโน้มน้าวจิตใจที่จะหลีกเลี่ยงความล้มเหลว (T-f) ซึ่งขึ้นอยู่กับผลคูณของ

- แรงจูงใจที่จะหลีกเลี่ยงความล้มเหลว (Maf)
 - โอกาสที่จะประสบความล้มเหลว (Pf ซึ่งเท่ากับ L-Ps)
 - ค่าของสิ่งล่อใจที่เป็นเป้าหมายของความล้มเหลว (If ซึ่งเท่ากับ L- If)
- ค่านี้ปกติจะมีค่าลบ

$$T-f = Maf \times Pf \times If$$

2.3 สิ่งยั่วยุหรือองค์ประกอบจากภายนอก ซึ่งทำให้บุคคลเกิดความปรารถนาอยากจะทำกิจกรรมนั้น

ดังนั้น อาจสรุปทฤษฎีแรงจูงใจไฝ่สัมฤทธิ์ของแอทคินสันในรูปสมการได้ดังนี้

$$T_a = T_s + T-f + \text{Text}$$

$$= (M_s \times P_s \times I_s) + (M_{af} \times P_f \times I_f) + \text{Text}$$

3. ทฤษฎีลำดับขั้นความต้องการของมาสโลว์ (Maslow's Theory of Motivation) มาสโลว์ (กมลรัตน์ หล้าสุวรรณ. 2528: 223-224; อ้างอิงจาก Maslow. 1970) กล่าวว่า มนุษย์ทุกคนล้วนแต่มีความต้องการที่จะตอบสนองให้กับความต้องการของตนเองทั้งสิ้น ซึ่งความต้องการ ของมนุษย์นี้มีมากมายหลากหลายด้วยกัน มาสโลว์ได้นำเสนอความต้องการเหล่านี้มาจัดเรียงลำดับจากความต้องการขั้นต่ำสุดไปหาความต้องการขั้นสูงสุดซึ่งแบ่งเป็น 5 ชั้น โดยที่มนุษย์จะแสดงความต้องการขั้นสูงๆ ถ้าความต้องการในขั้นต้นๆ ได้รับการตอบสนองเสียก่อน ลำดับขั้นทั้ง 5 ของความต้องการของมาสโลว์ที่เรียงจากความต้องการขั้นต่ำสุดไปหาความต้องการขั้นสูงสุดได้แก่

3.1 ความต้องการทางด้านร่างกาย (Physiological Need) ได้แก่ ความหิว ความกระหาย ความต้องการทางเพศ

3.2 ความต้องการความปลอดภัย (Safety Need) ได้แก่ ความมั่นคง ความอบอุ่น

3.3 ความต้องการความรักและความเป็นเจ้าของ (Love and Belonging Need) ได้แก่ ความรักแบบพี่น้อง ความรักเคารพบิดามารดา ความรักระหว่างเพศ ความต้องการเป็นส่วนหนึ่งของหมู่คณะ ฯลฯ

3.4 ความต้องการเกียรติ ชื่อเสียง (Esteem Need) ได้แก่ การได้รับการยกย่องสรรเสริญในสังคม

3.5 ความต้องการการยอมรับ ความสามารถของตนเอง (Self-Actualization Need) ได้แก่ ความอยากแสดงความสามารถที่มีอยู่สูงสุดของตนเองแก่ผู้อื่นในสังคม ความต้องการความเข้าใจรวมทั้งความอยากรู้หรืออยากเห็นด้วย

สรุปจากการศึกษาทฤษฎีแรงจูงใจไฝ่สัมฤทธิ์ของแมคเคลแลนด์ (McClelland. 1961: 36-62) แมคเคลแลนด์แบ่งแรงจูงใจทางสังคมเป็น 3 ประเภท 1) แรงจูงใจไฝ่สัมฤทธิ์ (Achievement Motive) 2) แรงจูงใจไฝ่สัมพันธ์ (Affiliation Motive) 3) แรงจูงใจใฝ่อำนาจ (Power Motive) ซึ่งแรงจูงใจไฝ่สัมฤทธิ์จะส่งผลให้บุคคลมีความพยายามจะทำการใดสิ่งหนึ่งให้สำเร็จลุล่วง พยายามแข่งขันกับมาตรฐานอันดีเลิศ เมื่อพบกับปัญหาและอุปสรรคก็จะพยายามหาทางแก้ไขเพื่อให้ได้มา ซึ่งเป้าหมายที่ตั้งไว้

ลักษณะของผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

แมคเคลแลนด์ (McClelland; et. al. 1953: 207-250) กล่าวถึงลักษณะของผู้มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูง ซึ่งมีลักษณะตรงกับที่ จิราภรณ์ ตั้งกิตติภรณ์ (2532: 106-107) กล่าวไว้เช่นกัน คือ

1. มีความกล้าเสี่ยง (Moderate Risk Talking) บุคคลที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูง จะมีการตัดสินใจเด็ดเดี่ยวในการทำงานที่ใช้ความสามารถ และมีความพอใจที่จะเลือกทำงานที่ยาก เนื่องจากมีความเชื่อมั่นในความสามารถของตนเอง

2. มีความกระตือรือร้น (Energetic) หรือมีการกระทำที่แปลกใหม่ อันเป็นการทำให้ตนเองมีความรู้สึกว่าจะประสบความสำเร็จ ผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูงไม่ได้ขยันขันแข็งไปทุกกรณีแต่จะมีความมานะพากเพียรต่อสิ่งที่ท้าทายความสามารถของตนเอง และจะทำให้ตนเองมีความรู้สึกว่าจะทำงานสำเร็จลุล่วงไป

3. มีความรับผิดชอบในตนเอง (Individual Responsibility) เป็นความพยายามทำงานให้สำเร็จ เพื่อความพอใจของตนเอง แต่ไม่ได้หวังให้คนอื่นยกย่องตนและชอบความมีเสรีภาพในการคิดหรือกระทำการใด ๆ โดยไม่ต้องให้คนอื่นมาบงการ

4. มีความรู้เกี่ยวกับผลของการตัดสินใจของตนเอง (Knowledge of Result)

5. มีความสามารถในการคาดผลล่วงหน้า (Anticipation of Future Possibility) ผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูงมักเป็นผู้ที่มีแผนระยะยาว เพื่อดำเนินการอย่างมีเป้าหมายและบรรลุวัตถุประสงค์ตามที่ต้องการ

เฮอร์แมน (Herman. 1970: 354-355) ได้สรุปลักษณะของผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ไว้ดังนี้

1. มีความทะเยอทะยาน
2. มีความหวังอย่างมากว่าตนจะประสบผลสำเร็จ ถึงแม้ว่าผลจากการกระทำนั้น จะขึ้นอยู่กับโอกาส

3. มีความพยายามไต่เต้าไปสู่สถานภาพทางสังคมที่สูงขึ้น

4. มีความอดทนทำงานยากๆ ได้เป็นเวลานาน

5. เมื่องานที่กำลังทำอยู่ถูกขัดจังหวะ หรือถูกรบกวน ก็จะพยายามทำต่อไปจนสำเร็จ

6. มีความรู้สึกที่เวลาเป็นสิ่งที่ไม่หยุดนิ่งและสิ่งต่างๆ จะผ่านพ้นไปอย่างรวดเร็ว จึงควรรีบทำสิ่งต่างๆ ให้ทันเวลา

7. คำนึงถึงเหตุการณ์ในอนาคตมาก

8. ในการเลือกเพื่อนร่วมงานก็จะเลือกเพื่อนที่มีความสามารถเป็นอันดับแรก

9. ต้องการให้ตนเองเป็นที่รู้จักแก่ผู้อื่น โดยพยายามทำงานของตนให้ดี

10. พยายามปฏิบัติงานให้ดีอยู่เสมอ

ไวเนอร์ (Weiner. 1972: 203-215) ได้สรุปลักษณะเด่นของผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูง โดยเปรียบเทียบกับผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่ำไว้ดังนี้

1. ผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูง ตั้งใจทำงานดีกว่า อดทนต่อความล้มเหลวสูง ชอบเลือกงานที่สลับซับซ้อนมากกว่าผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่ำ

2. ผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูง ชอบริเริ่มกระทำสิ่งต่างๆ ด้วยความคิดของตนเองมากกว่า และภูมิใจที่ได้เลือกงานยากมากกว่าผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่ำ

พรณิ ชูทัย เจนจิต (2538: 513-514) ได้กล่าวถึงแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ว่า เป็นความต้องการ ที่จะทำสิ่งต่างๆ ให้สำเร็จลุล่วง ซึ่งบางคนมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูง บางคนมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่ำ

1. ลักษณะของผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูง

1.1 เป็นผู้มีความมานะบากบั่น พยายามที่จะเอาชนะความล้มเหลวต่างๆ พยายามที่จะไปให้ถึงจุดหมายปลายทาง

1.2 เป็นผู้ทำงานมีแผน

1.3 เป็นผู้ตั้งระดับความคาดหวังไว้สูง

2. ลักษณะของผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่ำ

2.1 เป็นผู้ที่ทำงานแบบไม่มีเป้าหมาย

2.2 ตั้งเป้าหมายไปในวิถีทางที่จะหลีกเลี่ยงความล้มเหลว อาจที่ตั้งเป้าหมายง่าย หรือ ยากเกินไป ตั้งเป้าหมายไว้ง่ายๆ เพื่อป้องกันไม่ให้ผิดหวัง ส่วนพวกที่ตั้งไว้ง่ายเกินไปนั้นเพราะรู้ว่า อาจจะต้องล้มเหลวอีก

2.3 ตั้งระดับความคาดหวังไว้ต่ำ

เพราะพรณิ เปลียนภู (2542: 325-326) ได้กล่าวถึงผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูงว่าควรมีลักษณะดังนี้

1. ลักษณะนิสัยเป็นผู้ที่แสดงความกล้าเสี่ยงที่จะทำสิ่งต่างๆ ต้องการเอาชนะอุปสรรค มีความทะเยอทะยาน มีความพยายาม มีกำลังใจที่จะเอาชนะความเบื่อหน่าย และความเหนื่อย

2. ลักษณะทางสังคม คือ ต้องการมีชื่อเสียงในสังคม

3. ด้านความต้องการมีความต้องการความสุขสบายทางกาย ความมั่งคั่งสมบูรณ์ และครอบครองสิ่งต่างๆมากกว่าผู้อื่น

4. เป็นผู้ที่ต้องการทำกิจกรรมให้มีมาตรฐานสูงสุด ต้องการทำสิ่งต่างๆ ให้ได้ดีและการทำกิจกรรมต่างๆ ให้ได้ดีนั้นเพื่อให้มีมาตรฐานสูงส่ง

5. ทัศนคติเกี่ยวกับความสำเร็จ พยายามทำสิ่งยากๆ ให้สำเร็จอย่างดี

6. ความเป็นอิสระ เช่น ต้องการความเป็นอิสระในการทำกิจกรรมต่างๆ อย่างรวดเร็ว เป็นตัวของตัวเอง ดำเนินการตามการตัดสินใจของตนเอง ต้องการเป็นคนที่ไม่ไปจากคนอื่น หรือมีสิ่งต่างๆ ที่ไม่เหมือนผู้อื่น

7. ความรู้สึกผิด (Guilt) จะรู้สึกไม่สบายใจ เนื่องมาจากสาเหตุ 2 ประการ คือ ทำสิ่งใดไม่ได้ดีอย่างที่ตั้งใจ และทำผิด (ถ้าเป็นความรู้สึกผิดด้านอื่น จะพิจารณาว่ามีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่ำ)

8. ความต้องการความรู้ อยากได้ความรู้ อยากมีความเข้าใจ และสามารถทำสิ่งต่างๆ ได้ดี

9. จุดมุ่งหมายในชีวิต เป็นผู้มีความหวัง ต้องการความสำเร็จในชีวิต ต้องการรางวัลยิ่งใหญ่ในขนาดมากกว่ารางวัลเล็กๆ น้อยๆ ที่ได้รับในปัจจุบัน

10. เป็นผู้ที่ให้ความใส่ใจ กับความเป็นไปได้ของความสำเร็จในงานที่ทำอยู่ สามารถทำนายสถานการณ์ได้อย่างเฉียบแหลม เป็นผู้ได้รับความสำเร็จมากกว่าล้มเหลว

จากเอกสารเกี่ยวกับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ดังที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่าบุคคลที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ จะเป็นคนที่มีความปรารถนาหรือความต้องการที่จะได้รับผลสำเร็จในสิ่งที่มุ่งหวัง แม้จะยุ่งยาก ลำบากก็ไม่ย่อท้อต่ออุปสรรคที่ขัดขวาง พยายามทุกวิถีทางที่จะแก้ปัญหา เพื่อนำตนไปสู่ความสำเร็จ มุ่งมั่นที่จะทำให้ดีเลิศ เพื่อบรรลุมาตรฐานที่ตั้งไว้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์นั้นส่งผลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงใด

2.1.4 การส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง

การส่งเสริมสนับสนุน เป็นส่วนหนึ่งของการเสริมแรง (Reinforcement) ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของการเรียนรู้ เป็นตัวกระตุ้นให้คนเรากระทำพฤติกรรม สกินเนอร์ ได้เน้นถึงการเสริมแรงว่าเป็นสิ่งสำคัญในการเรียนรู้ โดยกล่าวว่า พฤติกรรมใดก็ตามที่ได้รับการเสริมแรงก็จะมีแนวโน้มที่จะกระทำพฤติกรรมนั้นซ้ำอีก (พงษ์พันธ์ พงษ์โสภา. 2544: 73)

การส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครองจะสัมฤทธิ์ผลตามความต้องการเพียงใด ขึ้นอยู่กับการรับรู้ของนักเรียน ซึ่งเป็นกระบวนการแปลหรือตีความหมายของการรับรู้ความรู้สึกผ่านทางประสาทสัมผัสทั้งห้าออกมาเป็นสิ่งที่มีความหมาย ซึ่งอาจจะตรงหรือไม่ตรงกับความเป็นจริงได้ขึ้นอยู่กับการตีความของสมอง (อรสา รัตนวงษ์. 2533: 56) เนื่องจากการรับรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นแทรกอยู่ระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนองต่อสิ่งเร้า (สุชา จันทน์เอม. 2544: 132) ดังนั้นในการวัดการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์ของผู้ปกครองจึงวัดได้จากการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง

ความหมายของการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง

ครอนบาค (Cronbach. 1977: 215) ได้ให้ความหมายของการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครองว่า หมายถึง การที่ผู้ปกครองได้จัดกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเรียนภายในบ้าน เพื่อพัฒนาการทางความรู้ ความคิดเห็นของนักเรียน

ลินด์เกรน (Lindgren. 1980: 150) ได้สรุปความหมายของการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง ว่าหมายถึง การที่ผู้ปกครองให้การใส่ใจเป็นพิเศษกับการเรียนของนักเรียน โดยการส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนเต็มความสามารถด้วยความเต็มใจและพอใจของนักเรียนเอง

กล่าวโดยสรุป การส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง หมายถึง การที่ผู้ปกครองดูแลเอาใจใส่ส่งเสริมและสนับสนุนการเข้าร่วมกิจกรรมเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ติดตามผลการเรียน พร้อมทั้งจัดหาอุปกรณ์การเรียน หนังสือ สื่อ เทคโนโลยี และจัดสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้นักเรียน คอยให้กำลังใจและกระตุ้นให้นักเรียนสนใจเรื่องราวเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ความสำคัญของการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง

เวนท์เชิล (Wentzel. 1994: 268-291) กล่าวถึงความสำคัญของบทบาทของผู้ปกครองในการส่งเสริมการเรียนรู้ว่า บทบาทที่สำคัญในการส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้ปกครอง คือ การที่ผู้ปกครองมีบทบาทในการส่งเสริมความเจริญงอกงามทางสติปัญญาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

เอพสเทน (Epstein. 1995: 701-712) ได้ให้ความเห็นเกี่ยวกับความสำคัญของบทบาทของผู้ปกครองในการส่งเสริมการเรียนรู้ว่า มีความสำคัญในด้านการพัฒนาแรงจูงใจและทัศนคติเกี่ยวกับการเรียนและปรับปรุงพฤติกรรมด้านการเรียนของนักเรียนที่มุ่งเน้นผลการเรียนของนักเรียนเป็นสำคัญ

วัลนิกา ฉลากบาง (2535: 33-34) กล่าวถึงหน้าที่ของพ่อแม่ในการส่งเสริมพัฒนาการทางสติปัญญาของลูก ไว้ดังนี้

1. ส่งเสริมพัฒนาการทางกายภาพ เพราะการพัฒนาการทางกายเป็นพื้นฐานของการพัฒนาการในทุกด้าน
2. ตอบสนองความต้องการทางจิตใจของลูก เพราะเมื่อใจเป็นสุขแล้วจะเกิดสมาธิสามารถเรียนรู้และจดจำสิ่งต่าง ๆ ได้ดีขึ้น

3. จัดหาหนังสือ อุปกรณ์ที่จะเพิ่มพูนความสามารถในการสื่อความหมาย และการใช้ภาษา ให้แก่ลูก
4. จูงใจเป็นตัวอย่างที่ดีของลูก ในเรื่องการเขียนและการอ่าน จัดหาหนังสือที่ลูกชอบและสนใจ
5. พยายามศึกษาและทำความเข้าใจความสามารถของลูก ไม่ตั้งความคาดหวังเรื่องการเรียนของลูกสูงเกินไป สอดแทรกความรู้ ทักษะทางภาษา และการคำนวณขณะทำกิจกรรมกับลูก
6. เลือกและส่งเสริมให้ลูกได้ฟังและดูรายการวิทยุ โทรทัศน์ หรือภาพยนตร์ที่เหมาะสมกับวัย และมีประโยชน์ต่อการพัฒนาความคิด และการใช้เหตุผล

กล่าวโดยสรุป การส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง หมายถึง การที่ผู้ปกครองดูแล เอาใจใส่ ส่งเสริมและสนับสนุนการเข้าร่วมกิจกรรมเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ติดตามผลการเรียน พร้อมทั้งจัดหาอุปกรณ์การเรียนและหนังสือให้ พร้อมทั้งคอยให้กำลังใจและกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด วิเคราะห์เกี่ยวกับการใช้วิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน

จากเอกสารเกี่ยวกับการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครองดังที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาว่า การส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครองนั้นส่งผลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงใด

2.2 ตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน

แนวคิดทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรระดับห้องเรียน ที่ส่งผลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน มีดังนี้

2.2.1 บรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์

ความหมายของบรรยากาศในห้องเรียน

กู๊ด (Good. 1973: 106) กล่าวว่า บรรยากาศในห้องเรียน หมายถึง สภาพแวดล้อมของการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วยสภาพแวดล้อมทางกายภาพ และสภาพแวดล้อมทางอารมณ์ของครูผู้สอน และนักเรียนร่วมกัน

มัวร์และเบอร์นิส (Moors & Bernice. 1978: 263-269) กล่าวว่า บรรยากาศในห้องเรียน เป็นบรรยากาศหรือสภาพการณ์ที่ครูผู้สอนพยายามสร้างขึ้น เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนดำเนินไปได้อย่างราบรื่น บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ครูผู้สอนได้กำหนดไว้ บรรยากาศในห้องเรียนเป็นสภาพหรือสิ่งแวดล้อมทางจิตวิทยาที่ประกอบด้วย พฤติกรรมของครูผู้สอน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียน และปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน

ลอเรนซ์ (Lawrenz. 1976: 315) กล่าวว่า วิทยาลัยในชั้นเรียน เป็นสภาพหรือสิ่งแวดล้อมทางสังคมจิตวิทยา ประกอบด้วยพฤติกรรมของครู ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนและปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน บรรยากาศของห้องย่อมส่งผลต่อสุขภาพจิตหรืออารมณ์ของผู้เรียน

สรุปได้ว่า บรรยากาศในชั้นเรียน หมายถึง สภาพแวดล้อมของการเรียนรู้ทางจิตวิทยาที่ประกอบด้วย พฤติกรรมของครูผู้สอน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียน และปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน

ลักษณะบรรยากาศในชั้นเรียน

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544: 10-14) แบ่งบรรยากาศในห้องเรียนออกเป็น 2 ประเภทดังนี้

1. บรรยากาศทางกายภาพ คือ ลักษณะของห้องเรียนที่มีบรรยากาศทางกายภาพที่เหมาะสมควรมีลักษณะดังนี้

1.1 ห้องเรียนควรมีสีสันน่าดู และเหมาะสม สบายตา อากาศถ่ายเทดี และแสงพอเหมาะปราศจากเสียงรบกวน และมีขนาดกว้างขวางเพียงพอกับจำนวนผู้เรียน

1.2 ห้องเรียนควรมีบรรยากาศของความเป็นอิสระของการเรียนรู้ การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ตลอดจนการเคลื่อนไหวกิจกรรมการเรียนการสอนทุกประเภท

1.3 ห้องเรียนสะอาดถูกสุขลักษณะ น่าอยู่ ตลอดจนมีความเป็นระเบียบเรียบร้อย วัสดุอุปกรณ์ที่อยู่ภายในห้องเรียน สามารถเคลื่อนย้ายและดัดแปลงเพื่อการจัดกิจกรรมประเภทต่าง ๆ ได้ และจัดเตรียมห้องเรียนให้พร้อมต่อการสอนในแต่ละครั้ง

2. บรรยากาศทางจิตใจหรือบรรยากาศจิตวิทยา มีลักษณะของห้องเรียนดังนี้

2.1 บรรยากาศของความคุ้นเคยซึ่งผู้เรียนและผู้สอนเป็นผู้ร่วมกันสร้าง ดังนี้

2.1.1 บุคลิกภาพของผู้สอน ได้แก่ การยิ้มแย้มแจ่มใส การแต่งกายสุภาพ และสะอาด มีอารมณ์ขัน ท่าทางเหมาะสม การใช้คำพูดเหมาะสมและมีเสียงน่าฟัง สิ่งเหล่านี้เป็นการเข้าใจและดึงดูดความสนใจผู้เรียน

2.1.2 พฤติกรรมการสอน เป็นพฤติกรรมที่ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำกิจกรรมด้วยตนเอง ค้นคว้าด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้ซักถาม ได้แย้งและถามคำถามหรือการสอนที่ผู้สอนมีความเป็นประชาธิปไตย ซึ่งจะช่วยให้ห้องเรียนดำเนินการเรียนการสอนด้วยความสนุกสนานมีชีวิตชีวา

2.1.3 พฤติกรรมการเรียนของผู้เรียน ซึ่งมีส่วนร่วมสร้างบรรยากาศคือการเข้าร่วมกิจกรรมที่ผู้สอนกำหนดหรือแนะนำอย่างเต็มใจ โดยปลอดจากการวิพากษ์วิจารณ์ผู้เรียนด้วยกัน มีการถามคำถาม ตลอดจนโต้แย้งกับผู้สอนและผู้เรียนอย่างมีเหตุผลและถูกต้องตามกาลเทศะ

2.2 บรรยากาศที่เป็นอิสระ คือ บรรยากาศที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นอิสระในการค้นคว้าเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการค้นหาความรู้และเน้นการทำงานเป็นทีมหรือเป็นกลุ่มให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน ตลอดจนประสานความคิดเห็นร่วมกันเป็นบรรยากาศที่จะทำให้การเรียนการสอนมีชีวิตชีวา สนุกสนาน

2.3 บรรยากาศที่ทำท่าย คือ บรรยากาศที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนกระตือรือร้น สนใจติดตามค้นคว้าศึกษา เช่น การถามคำถามที่ต้องใช้ความคิด การค้นคว้า การถามเรื่องราวที่ทันสมัยทันเหตุการณ์

2.4 บรรยากาศการยอมรับนับถือ คือ บรรยากาศที่ผู้เรียนยอมรับนับถือผู้สอนในฐานะเป็นผู้ให้ความรู้และมีความสามารถทั้งด้านเนื้อหา และกระบวนการถ่ายทอดความรู้ที่สามารถทำให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จ

2.5 บรรยากาศของการควบคุม เป็นบรรยากาศที่ทำให้ผู้เรียนในห้องเรียนมีวินัยในตนเอง ปฏิบัติตามเกณฑ์ ระเบียบวินัยของห้องเรียนและผู้สอนเป็นผู้กำหนด โดยผู้เรียนมีหน้าที่รับผิดชอบ

2.6 บรรยากาศของการกระตุ้นความสนใจ คือ ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจเพื่อไปสู่เป้าหมายที่กำหนด และผู้สอนรู้จักการเสริมแรง เพื่อให้ผู้เรียนเพิ่มความถี่ของการมีพฤติกรรมในทางที่พึงประสงค์

การจัดบรรยากาศในห้องเรียน

สมพร สุทัศนีย์ (2544: 134-136) ได้กล่าวถึงการจัดบรรยากาศในการเรียนการสอนไว้ดังนี้

1. บรรยากาศในห้องเรียนไม่ร้อนอบอ้าว ห้องเรียนควรโปร่ง อากาศถ่ายเทสะดวกหรือมีพัดลมระบายอากาศ จัดโต๊ะ เก้าอี้ให้เด็กนั่งสบายๆ เหมาะกับวัยและรูปร่างของเด็ก ครูเปิดโอกาสให้เด็กผ่อนคลายความตึงเครียดบ้างหลังจากนั่งเรียนมาเป็นเวลานานพอสมควร โดยอนุญาตให้ออกไปล้างหน้า หรือทำตัวให้สบายที่สุด

2. คำนึงถึงสภาพร่างกายว่าเด็กได้รับอาหารเพียงพอแล้วหรือยังควรจัดอาหารกลางวันให้เด็กที่ขาดสน จัดหาน้ำดื่มไว้ให้เพียงพอ จัดหาของว่างให้เด็กได้รับประทานในเวลาบ่าย หรือให้มีเวลาพักผ่อนตอนบ่าย 10 – 15 นาที เพื่อให้เด็กออกไปหารับประทานอาหาร นอกจากนี้ครูควรสำรวจว่าเด็กคนใดเจ็บป่วยบ้าง ถ้ามีการเจ็บป่วยควรให้พักผ่อน รับประทานยา เพื่อให้ร่างกายพร้อมที่จะเรียนได้

3. ให้เด็กรู้สึกมั่นคงปลอดภัยทั้งทางร่างกายและจิตใจ เช่น โต๊ะเรียน ม้านั่งควรอยู่ในสภาพที่แข็งแรงคงทน อาคารเรียนต้องมั่นคงแข็งแรงสามารถต้านทานลมพายุได้ เพดานห้องเรียนไม่เก่าดู จนเกิดความน่ากลัว อุปกรณ์เครื่องใช้ในห้องเรียน เช่น พัดลมที่ติดอยู่บนเพดานอยู่ในสภาพที่แข็งแรง

เครื่องใช้ไฟฟ้าอยู่ในสภาพที่ดี ปลอดภัย นอกจากนี้ครูควรจัดบรรยากาศที่ส่งเสริม ความมั่นคง ปลอดภัย ได้ดังนี้

3.1 จัดบรรยากาศในห้องเรียนให้ผ่อนคลาย พยายามชี้ให้เด็กเห็นว่า ความกลัวและความวิตกกังวลเป็นเรื่องไร้สาระ เด็กจะได้หายกังวล

3.2 พยายามไม่ให้เกิดบรรยากาศที่มีการเยาะเย้ยถากถาง เพราะบรรยากาศเช่นนี้ นอกจากจะไม่ก่อให้เกิดการเรียนรู้แล้วยังทำให้เด็กมีทัศนคติที่ไม่ดีต่อทุกอย่างที่เกี่ยวกับโรงเรียนและมีพฤติกรรมที่เป็นปัญหาได้

3.3 ไม่ควรบังคับขู่เข็ญหรือเข้มงวดกดขี่เกินไปจะทำให้เด็กอึดอัด ไม่สบายใจและเกิดความวิตกกังวลได้

3.4 ไม่ควรให้เด็กทำกิจกรรมที่ทำให้เกิดการเปรียบเทียบกับผู้อื่น เพราะจะทำให้เด็กนักเรียนไม่เก่งเกิดปมด้อยถ้าเป็นฝ่ายแพ้ และทำให้เด็กเกิดพฤติกรรมแยกตัวได้

4. จัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่ช่วยให้เด็กประสบความสำเร็จ เมื่อเด็กประสบความสำเร็จจะรู้สึกภาคภูมิใจและมีความรู้สึกนึกคิดเกี่ยวกับตนเอง (Self-concept) ไปในทางที่ดี วิธีที่จะช่วยให้เด็กประสบความสำเร็จมี 2 วิธี คือ

4.1 ให้เด็กเริ่มทำงานที่ง่ายไปหางานที่ค่อยๆ ยากขึ้นทีละน้อย

4.2 ให้เด็กตั้งเป้าหมายที่ไม่ยากและมีลักษณะท้าทาย เป้าหมายก็จะกระตุ้นให้เด็กลงมือทำงานจนพบกับความสำเร็จ

5. ครูควรแสดงการยอมรับเด็กไม่ว่าเด็กจะอยู่ในสภาพใด เช่น ถ้าเป็นเด็กที่เรียนอ่อน มีปมด้อย ครูควรแสดงให้เห็นว่า ครูยอมรับในสภาพที่เด็กเป็นอยู่และเปิดโอกาสให้เด็กได้แสดงความสามารถด้านอื่นๆ เป็นการชดเชยเพื่อช่วยให้เด็กรู้สึกว่าเป็นคนมีคุณค่า

6. การเปิดโอกาสให้เด็กได้รับการยอมรับอีกวิธีหนึ่ง การทำงานเป็นกลุ่มจากการศึกษาและวิจัยพบว่า การทำงานเป็นกลุ่มมีประสิทธิภาพมากกว่าการทำงานคนเดียว เพราะคนต้องการมีความสัมพันธ์กับคนในกลุ่ม

การจัดบรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์

สุรางค์ สากร (2537: 191-192) ได้กล่าวถึงการจัดบรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ห้องเรียนควรมีความกว้างขวางพอที่จะจัดกิจกรรมต่างๆ ได้สะดวก เช่น ทำการทดลอง การอภิปราย สาธิต ฯลฯ และต้องมีเครื่องใช้ที่จำเป็น ดังนี้

1.1 โต๊ะทำงานขนาดใหญ่สำหรับเรียนหรือทำกิจกรรมพร้อมเก้าอี้

- 1.2 ผู้สำหรับใส่อุปกรณ์การสอน
- 1.3 ผู้เก็บสารเคมีและอุปกรณ์การทดลอง
- 1.4 กระดานดำและป้ายนิเทศ
- 1.5 สื่อทัศนูปกรณ์ เช่น โทรทัศน์ วิทยุ วีดิทัศน์ เครื่องฉายสไลด์ เครื่องฉายข้ามศีรษะ
- 1.6 ตู้เลี้ยงปลา ที่เพาะเมล็ดพืช ฯลฯ ตามความจำเป็นของการสอน ซึ่งควรจัดทำให้เคลื่อนย้ายได้สะดวกโดยอาจทำลูกล้อติดไว้

2. มีมุมเสริมบรรยากาศทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ เช่น มุมหนังสือและมุมวารสารที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ มุมแสดงแผนภูมิป่าไม้ของประเทศไทย เปรียบเทียบระหว่างปีก่อนๆ กับปัจจุบัน มุมของเล่นที่ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน

สรุปได้ว่า การจัดบรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง การจัดห้องเรียนให้มีความผ่อนคลาย กว้างขวางมีอากาศถ่ายเทได้สะดวก มีมุมประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์และมุมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่ให้ความรู้แก่นักเรียนทางวิทยาศาสตร์

ดังนั้นบรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ จึงหมายถึง การจัดสภาพแวดล้อมในห้องเรียนเพื่อให้นักเรียนมีอิสระในการเรียนรู้ ห้องเรียนมีความกว้างขวางสะดวกในการจัดกิจกรรมการทดลอง การอภิปรายและการสาธิต จัดมุมประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ มุมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์และอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ให้ความรู้แก่นักเรียนได้อย่างเหมาะสม ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นและซักถาม ให้ความรักความอบอุ่นเป็นกันเองกับนักเรียน

สรุปได้ว่าบรรยากาศในห้องเรียนเป็นสภาพในห้องเรียนที่เกิดขึ้นในขณะที่มีการเรียนการสอน และในขณะที่เป็นอิสระจากการเรียนการสอน ที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้นร่วมกันกับนักเรียนโดยครูมีบทบาทในการสร้างบรรยากาศที่ดีในห้องเรียน ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาว่า บรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์นั้นส่งผลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงใด

2.2.2 คุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์

ความหมายของคุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์

แครอล (Bloom. 1976: 111; อ้างอิงจาก Carroll. 1963) ได้ให้ความหมายของคุณภาพการสอนว่า หมายถึง การจัดลำดับของส่วนประกอบของเนื้อหา การอธิบายและการเสนอทฤษฎีให้เหมาะสมที่สุดสำหรับผู้เรียน

กู๊ด (Good. 1973: 589) กล่าวถึง คุณภาพการสอนว่า หมายถึงการใช้แผนการสอนหรือวิธีสอน ซึ่งทำให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปในทางที่ต้องการ

บลูม (Bloom. 1976: 127) กล่าวถึง คุณภาพการสอนว่า คุณภาพการสอนเป็นเรื่องของการให้คำชี้แนะแก่นักเรียน ซึ่งเป็นการให้ผู้เรียนทราบว่าที่เรียนคืออะไร ผู้เรียนควรทำอะไรบ้าง การมีส่วนร่วมของผู้เรียนในกิจกรรมการเรียน มีการเสริมแรงทั้งทางบวกและทางลบ เช่น การยกย่อง ชมเชย ตำหนิ การให้รางวัล การลงโทษ รวมทั้งการมีปฏิสัมพันธ์ในการให้ข้อมูลย้อนกลับ และการแก้ไขข้อบกพร่องในการสอนของนักเรียน

จากความหมายของคุณภาพการสอนดังกล่าว สรุปได้ว่า คุณภาพการสอน หมายถึงการสอนที่ประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ เช่น การเตรียมการสอน การให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน การเสริมแรง การมีปฏิสัมพันธ์ในการให้ข้อมูลย้อนกลับ และการแก้ไขข้อบกพร่องในการสอน

ลักษณะการสอนวิทยาศาสตร์

ลักษณะการสอนที่ดี มี 12 ประการ (วิโรจน์ ลิ้มสกุล. 2543: 59-69; อ้างอิงจาก สุพิน บุญชูวงศ์. 2538: 8-9) คือ

1. มีการส่งเสริมให้นักเรียนด้วยการกระทำ เป็นการเรียนที่นักเรียนได้ลงมือทำ จึงเป็นการเรียนที่ให้ประสบการณ์ที่มีความหมาย
2. มีการส่งเสริมให้นักเรียนเรียนด้วยการทำงานเป็นกลุ่ม เป็นการเรียนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและยอมรับความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ทั้งยังให้รู้จักการทำงานร่วมกับผู้อื่น
3. มีการตอบสนองความต้องการของนักเรียน เป็นการเรียนด้วยความสุข สนใจและกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมต่างๆ
4. สอนให้สัมพันธ์ระหว่างวิชาที่เรียนและวิชาอื่นๆ ในหลักสูตรเป็นอย่างดี
5. มีการใช้สื่อการสอน ได้แก่ สื่อการสอนจำพวกโสตทัศนวัสดุต่างๆ
6. มีกิจกรรมให้นักเรียนทำหลายอย่าง เพื่อสร้างความสนใจของนักเรียน และช่วยให้นักเรียนสนุกสนานในการเรียน
7. มีการส่งเสริมให้นักเรียนใช้ความคิดอยู่เสมอ ด้วยการซักถามหรือแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหาต่างๆ โดยให้คิดหาเหตุผล เปรียบเทียบ และพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่างๆ
8. มีการส่งเสริมความคิดริเริ่ม และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน เช่น ส่งเสริมให้นักเรียนคิดทำสิ่งใหม่ๆ
9. มีการใช้จุดใจในระหว่างการเรียนการสอนบทเรียนนั้นๆ เช่น การให้รางวัล การชมเชย การแข่งขัน เป็นต้น
10. มีการส่งเสริมการดำเนินชีวิตตามระบอบประชาธิปไตยด้วยการเปิดให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น มีการรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน

11. มีการเฝ้าความสนใจก่อนการสอนเสมอ การเฝ้าความสนใจนับเป็นสิ่งจำเป็นสิ่งแรกในกระบวนการสอนที่ครูไม่ควรละเลย เพราะเมื่อเด็กสนใจเรียน ตั้งใจเรียน การเรียนการสอนก็จะได้ดี

12. มีการประเมินผลอยู่ตลอดเวลา โดยวิธีการต่างๆ เช่น การสังเกต การซักถาม การทดสอบ เพื่อให้แน่ใจว่าการสอนของครูตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการหรือไม่

บอริค (ธีรพงศ์ แก่นอินทร์ 2532: 116; อ้างอิงจาก Borich. 1988: 298-317) ได้กล่าวถึงลักษณะของพฤติกรรมการจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพไว้ 5 ประการ คือ

1. มีความชัดเจน (Clarity)
2. มีความหลากหลาย (Variety)
3. เน้นภารกิจการเรียนการสอนโดยตรง (Task Orientation)
4. ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนการสอน (Engagement in the Learning Process)
5. ให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในระดับปานกลางถึงระดับมาก (Moderate to High Rates Process)

สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) (2555: 58-59) มีแนวคิดและหลักการในการประเมินคุณภาพภายนอกตามเจตนารมณ์ของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ โดยมุ่งเน้นคุณภาพของผู้เรียนเป็นหลัก เพื่อให้ความมั่นใจว่าผู้เรียนจะได้รับการศึกษาที่มีคุณภาพใกล้เคียงกัน ไม่ว่าจะอยู่ที่ใดก็ตาม ระบบการประกันคุณภาพเป็นเครื่องมือในการส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการปรับปรุง คุณภาพการศึกษาอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน โดยการประเมินคุณภาพภายนอกครอบคลุม (พ.ศ. 2554 - 2558) ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานได้มีการพัฒนาตัวบ่งชี้ 3 กลุ่มตัวบ่งชี้ คือ กลุ่มตัวบ่งชี้พื้นฐาน กลุ่มตัวบ่งชี้อัตลักษณ์ และกลุ่มตัวบ่งชี้มาตรการส่งเสริม ให้สอดคล้องกับกฎกระทรวงว่าด้วยระบบ หลักเกณฑ์ และวิธีการประกันคุณภาพการศึกษา พ.ศ. 2553 ข้อ 38 ซึ่งกำหนดให้สำนักงาน ทำการประเมินคุณภาพภายนอกสถานศึกษาแต่ละแห่งตามมาตรฐานการศึกษาของชาติและครอบคลุมหลักเกณฑ์ ในเรื่องดังต่อไปนี้ คือ 1) มาตรฐานที่ว่าด้วยผลการจัดการศึกษาในแต่ละระดับและประเภทการศึกษา 2) มาตรฐานที่ว่าด้วยการบริหารจัดการศึกษา 3) มาตรฐานที่ว่าด้วยการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และ 4) มาตรฐานที่ว่าด้วยการประกันคุณภาพภายใน

จากที่กล่าวมา คุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์จัดอยู่ในกลุ่มของ มาตรฐานที่ว่าด้วยการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และได้ระบุเกณฑ์การพิจารณากระบวนการจัดการเรียนรู้ของครู ดังนี้

1. การกำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ด้านความรู้ ทักษะกระบวนการที่เป็นความคิดรวบยอด หลักการและความสัมพันธ์ รวมทั้งคุณลักษณะที่พึงประสงค์

2. การศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลเป็นรายบุคคล แล้วนำข้อมูลมาใช้ในการวางแผนการจัด การเรียนรู้ที่ท้าทายความสามารถของผู้เรียน

3. การออกแบบการเรียนรู้และจัดการเรียนรู้ที่ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลและ พัฒนาการทางสมอง เพื่อนำผู้เรียนไปสู่เป้าหมาย

4. การจัดบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ และดูแลช่วยเหลือผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้

5. การจัดเตรียมและใช้สื่อให้เหมาะสมกับกิจกรรม นำภูมิปัญญาท้องถิ่น เทคโนโลยี ที่เหมาะสมมาประยุกต์ในการจัดการเรียนการสอน

6. การประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียนด้วยวิธีที่หลากหลาย เหมาะสมกับธรรมชาติของ วิชาและระดับพัฒนาการของผู้เรียน รวมทั้งการวางเงื่อนไขให้ผู้เรียนประเมินความก้าวหน้าของตนเอง และมาใช้ปรับปรุงและพัฒนาตนเอง

7. การวิเคราะห์ผลการประเมินและนำมาใช้ในการส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียน รวมทั้งปรับปรุง การจัดการเรียนการสอน

8. การศึกษาค้นคว้า วิจัย เพื่อพัฒนาสื่อและกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยมีเกณฑ์การพิจารณาเชิงปริมาณ ดังนี้

| คะแนน | การแปลความหมาย |
|-------|---|
| 1 | ครูต่ำกว่าร้อยละ 50 ที่มีคุณลักษณะครบตามเกณฑ์พิจารณาทั้ง 8 ข้อ |
| 2 | ครูตั้งแต่ร้อยละ 50 – 59 ที่มีคุณลักษณะครบตามเกณฑ์พิจารณาทั้ง 8 ข้อ |
| 3 | ครูตั้งแต่ร้อยละ 60 – 74 ที่มีคุณลักษณะครบตามเกณฑ์พิจารณาทั้ง 8 ข้อ |
| 4 | ครูตั้งแต่ร้อยละ 75 – 89 ที่มีคุณลักษณะครบตามเกณฑ์พิจารณาทั้ง 8 ข้อ |
| 5 | ครูตั้งแต่ร้อยละ 90 ขึ้นไป ที่มีคุณลักษณะครบตามเกณฑ์พิจารณาทั้ง 8 ข้อ |

สรุปได้ว่าคุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ที่ดีมีประสิทธิภาพของครู ไม่ว่าจะเป็นการเตรียมการสอน การออกแบบการสอน การให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ และมีการเสริมแรงให้กับนักเรียน อยู่เสมอ การมีปฏิสัมพันธ์ในการให้ข้อมูลย้อนกลับ และการแก้ไขข้อบกพร่องในการสอนสิ่งเหล่านี้ ย่อมจะทำให้การเรียนการสอนบรรลุเป้าหมายของการศึกษาที่กำหนดไว้ ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะ ศึกษาว่า คุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์นั้นส่งผลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงใด โดย ผู้วิจัยใช้เกณฑ์การพิจารณาเชิงปริมาณของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) (2555: 58-59)

3. การวิเคราะห์พหุระดับ

3.1 ความเป็นมาของการวิเคราะห์พหุระดับ

ในวงการศึกษานับตั้งแต่มีการวิจัยเรื่องความเสมอภาคของโอกาสทางการศึกษา (The Equality of Educational Opportunity) โดย James Coleman และคณะในปี ค.ศ. 1966 เป็นต้นมา นักวิจัยทางการศึกษานิยมทำวิจัยกับข้อมูลหลายระดับหรือข้อมูลระดับลดหลั่นมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากการวิจัยทางการศึกษามีการพัฒนาแบบการวิจัยตามแนวคิดมิติ (Psychometric) ซึ่งตอบปัญหาเกี่ยวกับประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนในระดับชั้นเรียนหรือนักเรียนโดยมีการควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนตามหลักการวิจัยเชิงทดลองมาเป็นการวิจัยตามแนวเศรษฐศาสตร์ (Econometric) ซึ่งเน้นการวิจัยเชิงสำรวจโดยใช้ข้อมูลที่เป็นจริงตามสภาพธรรมชาติ ผสมผสานกันกับการวิจัยตามแนวสังคมวิทยา โดยเน้นการเปรียบเทียบ และใช้ข้อมูลหลายระดับตามสภาพสังคมและชุมชน (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2535: 24) พัฒนาการของรูปแบบการวิจัยดังกล่าว นับเป็นรากฐานที่สำคัญยิ่งต่อการพัฒนาเทคนิควิธีวิเคราะห์ข้อมูลพหุระดับในระยะต่อมา

ในปี ค.ศ. 1976 ได้มีการประชุมเกี่ยวกับปัญหาของการวิจัยทางการศึกษา นักวิจัยทางการศึกษาที่เข้าร่วมกันนำเสนอเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรของการวิเคราะห์ต่างระดับและความเหมาะสมของหน่วยวิเคราะห์ ครอนบาค (สำราญ มีแจ้ง, 2544: 229; อ้างอิงจาก Cronbach, 1976) เป็นบุคคลหนึ่งที่ได้นำเสนอผลงานวิจัยเรื่องการวิจัยระดับห้องเรียนและระดับโรงเรียน ซึ่งกำหนดรูปแบบของปัญหาและการวิเคราะห์ (Research on Classroom and School :Formulation of Question Design and Analysis) และแสดงความคิดเห็นว่า การศึกษาในเรื่องอิทธิพลของตัวแปรในระบบการศึกษา มีการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลในแนวทางที่คลุมเครือ อีกทั้งวิธีการศึกษาที่ใช้กันอยู่ได้ก่อให้เกิดข้อสรุปที่ผิดพลาดหลายประการ ที่สำคัญคือความผิดพลาดในการตีความจากการวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรในภาพรวมด้วยระเบียบวิธีวิเคราะห์แบบดั้งเดิม จากความผิดพลาดดังกล่าว ครอนบาคได้คิดแนวทางในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการแบ่งอิทธิพล ของตัวแปรทางการศึกษาออกเป็นอิทธิพลภายในกลุ่ม และอิทธิพลระหว่างกลุ่มที่สนใจศึกษา

3.2 วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์พหุระดับ

การวิเคราะห์พหุระดับมีวัตถุประสงค์เพื่ออธิบายและหาความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีอยู่ในระดับเดียวกัน และปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่มีอยู่ต่างระดับกัน ซึ่งให้ผลการวิเคราะห์ที่มีความเที่ยงตรงสูง และมีความคลาดเคลื่อนต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับนักวิชาการหลายท่านที่ได้กล่าวไว้ ราวเดนบุช และ ไบรค์ (Raudenbush & Bryk, 1996: 5) กล่าวว่า การวิเคราะห์พหุระดับมีวัตถุประสงค์ที่สำคัญ สรุปได้ 2 ประการดังต่อไปนี้

1. เพื่อแบ่งความแปรปรวน (Variance) และความแปรปรวนร่วม (Covariance) ออกตามระดับของข้อมูล

2. เพื่อคำนวณค่าความสัมพันธ์ของตัวแปรที่อยู่ในระดับเดียวกันและที่อยู่ต่างระดับกัน
มอริสัน (Morrison. 1995: 191) กล่าวว่า การวิเคราะห์พหุระดับมีวัตถุประสงค์ที่สำคัญ 2 ประการ ดังต่อไปนี้

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของค่าพารามิเตอร์ (Parameter) ของตัวแปรที่จัดกลุ่มกันเป็นโครงสร้างของตัวแปรที่มีตั้งแต่ 2 ระดับขึ้นไป

2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของค่าความสัมพันธ์ของค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรในแต่ละบุคคล
ศิริชัย กาญจนวาสี (2548: 7-8) กล่าวว่า การวิเคราะห์พหุระดับมีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรที่อยู่ในระดับเดียวกันและปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่อยู่ต่างระดับ

2. เพื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ หรือค่าพารามิเตอร์ของตัวแปร ให้การวิเคราะห์มีความเที่ยงตรงสูง และมีความคลาดเคลื่อนต่ำ

3. เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของโมเดล (Adequacy of a model)

นงลักษณ์ วิรัชชัย (2537: 24) กล่าวถึง การวิเคราะห์พหุระดับ มีวัตถุประสงค์ที่สำคัญดังนี้

1. เพื่อศึกษาความเปลี่ยนแปลง (Change) หรือพัฒนาการหรือเจริญเติบโต (Growth) ของสิ่งที่ศึกษาในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ๆ

2. เพื่อประมาณค่าส่วนประกอบความแปรปรวนของตัวแปรแต่ละตัวแปรตลอดจนการวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรในแต่ละระดับว่ามีความแตกต่างกันหรือมากน้อยเพียงใด

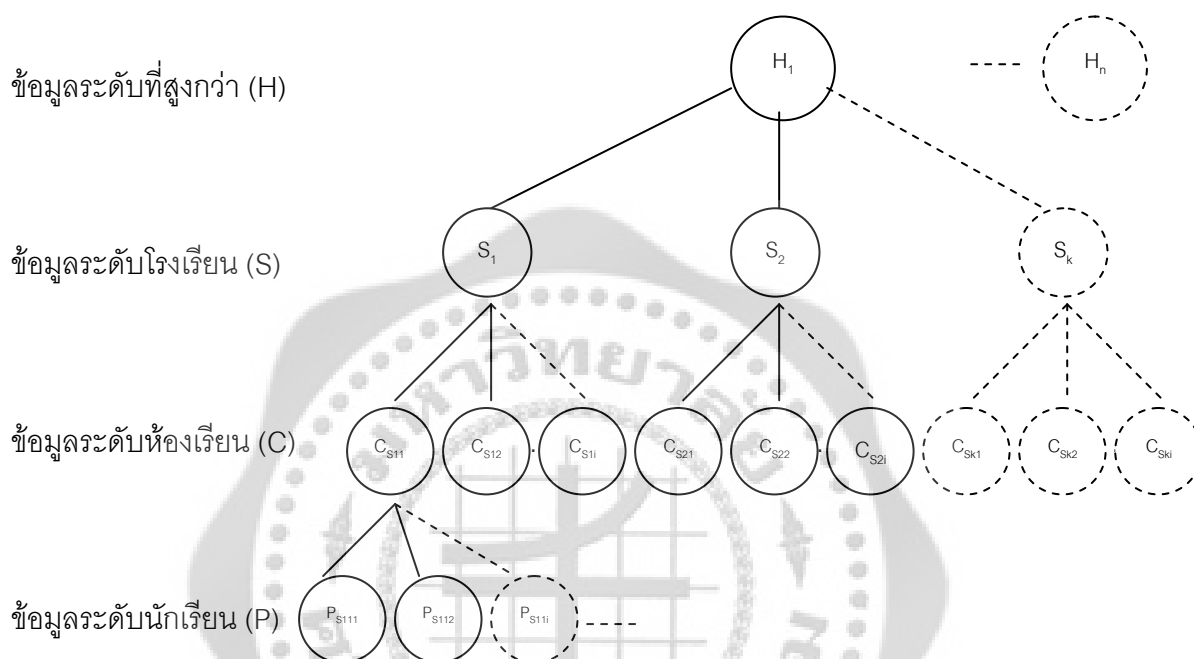
3. เพื่อศึกษาผลของตัวแปรต้นที่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตามในแต่ละระดับ

4. เพื่อศึกษาผลของตัวแปรต้นที่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม ถึงระดับหน่วยการวัดที่เล็กที่สุด และศึกษาว่าตัวแปรต้นและตัวแปรตามที่อยู่ต่างระดับกันมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

3.3 ลักษณะของข้อมูลที่จะนำไปวิเคราะห์พหุระดับ

การวิเคราะห์ข้อมูลแบบพหุระดับมีประเด็นที่สำคัญที่ควรสนใจประการหนึ่ง คือ ลักษณะของข้อมูลที่จะทำการวิเคราะห์ (Morrison.1995: 11) ข้อมูลที่จะนำไปวิเคราะห์จะต้องมีลักษณะเป็นพหุระดับที่เรียกว่า “ข้อมูลพหุระดับ” (Multilevel data) หรือเรียกว่า “ข้อมูลสอดแทรกกลดหลั่น” (Hierarchical nested data) ข้อมูลทางการศึกษามักจะเป็นข้อมูลแบบพหุระดับ กล่าวคือ ข้อมูลระดับนักเรียนแต่ละคน (P) เช่น ความถนัดทางการเรียน พฤติกรรมการเรียน หรือเจตคติต่อการเรียน เป็นต้น ข้อมูลระดับนักเรียนจะอยู่ภายใต้ หรือได้รับอิทธิพลมาจากข้อมูลระดับชั้นเรียน (C) เช่น คุณภาพการ

สอนของคุณ วุฒิมารศึกษาของคุณ หรือบรรยากาศในชั้นเรียน เป็นต้น ข้อมูลระดับห้องเรียนอยู่ภายใต้หรือได้รับอิทธิพลมาจากข้อมูลระดับโรงเรียน (S) เช่น ความเป็นผู้นำของผู้บริหารโรงเรียน หรือลักษณะการให้ความร่วมมือของผู้บริหารโรงเรียน เป็นต้น ข้อมูลระดับโรงเรียนก็จะอยู่ภายใต้หรือได้รับอิทธิพลจากข้อมูลระดับสูงกว่า (H) ต่อๆ กันไป (ราชนันท์ บุญธิมา. 2542: 22-23) ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 ลักษณะโครงสร้างของข้อมูลที่จะนำไปวิเคราะห์หุระดับ

จากโครงสร้างของข้อมูลที่จะนำไปวิเคราะห์หุระดับ สามารถแบ่งลักษณะของข้อมูลออกเป็น 2 ลักษณะ ดังต่อไปนี้

ลักษณะที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับนักเรียนแต่ละคน หรือบางที่เรียกว่า “ข้อมูลระดับจุลภาค” (Micro – level data) หมายถึง ข้อมูลระดับนักเรียนนั่นเอง

ลักษณะที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับกลุ่มนักเรียน หรือบางที่เรียกว่า “ข้อมูลระดับมหภาค” (Macro – level data) หมายถึง ข้อมูลตั้งแต่ระดับชั้นเรียนขึ้นไปนั่นเอง

ลักษณะข้อมูลที่น่าไปวิเคราะห์หุระดับที่กล่าวมา แสดงให้เห็นว่า การที่จะวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ด้วยการนำตัวแปรที่อยู่ต่างระดับมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลให้อยู่ในระดับเดียวกัน จึงเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลที่ไม่สอดคล้องกับหลักแห่งความเป็นธรรมชาติและโครงสร้างของข้อมูล ดังนั้นการที่จะวิเคราะห์ข้อมูลก็ควรที่จะจัดตัวแปรให้อยู่ในระดับที่เป็นไปตามธรรมชาติและโครงสร้างของข้อมูลแล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลให้สอดคล้องกับธรรมชาติและโครงสร้างของข้อมูลนั้น

3.4 หลักการวิเคราะห์ประมาณค่าส่วนประกอบความแปรปรวน

ข้อมูลทั่วไปโดยเฉพาะอย่างยิ่งทางการศึกษาเป็นข้อมูลที่มีลักษณะเป็นพหุระดับที่สอดแทรกลดหลั่นกัน ดังนั้นการวิเคราะห์ข้อมูลของตัวแปรจึงควรทราบถึงความแปรปรวนของค่าตัวแปรในระดับต่างๆ กันว่ามีส่วนประกอบย่อยๆ แต่ละส่วนแตกต่างกันอย่างไรตามระดับของข้อมูล หรือมีความแปรปรวนอันเนื่องมาจากความแตกต่างระหว่างนักเรียน ชั้นเรียน โรงเรียน มากน้อยเพียงใด เช่น หากทำการศึกษา 3 ระดับ ก็สามารถแยกศึกษาความแปรปรวนได้ตั้งแต่ระดับนักเรียน ระดับห้องเรียน และระดับโรงเรียน สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังต่อไปนี้ (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2550)

$$\sigma_y^2 = \sigma_p^2 + \sigma_c^2 + \sigma_s^2$$

| | | | |
|-------|--------------|-----|---|
| เมื่อ | σ_y^2 | แทน | ค่าความแปรปรวนของตัวแปรตามที่ศึกษา |
| | σ_p^2 | แทน | ค่าความแปรปรวนระหว่างนักเรียนในห้องเรียน |
| | σ_c^2 | แทน | ค่าความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนภายในโรงเรียน |
| | σ_s^2 | แทน | ค่าความแปรปรวนระหว่างโรงเรียน |

จากสมการดังกล่าว จะเห็นว่า ค่าความแปรปรวนของตัวแปรตามที่จะศึกษา (σ_y^2) ประกอบด้วย ค่าความแปรปรวนระหว่างนักเรียนภายในห้องเรียน (σ_p^2) ค่าความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนภายในโรงเรียน (σ_c^2) และค่าความแปรปรวนระหว่างโรงเรียน (σ_s^2) สำหรับ วิธีประมาณค่าส่วนประกอบความแปรปรวน แต่ละส่วนทำได้ 4 วิธี ดังต่อไปนี้

1. การใช้หลักการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) คำนวณค่าคาดหวังของกำลังสองเฉลี่ย (Expected mean square) แต่ละระดับใช้เป็นค่าประมาณความแปรปรวนแต่ละส่วนที่ต้องการ
2. การประมาณค่าความเป็นไปได้สูงสุด (Maximum likelihood estimation) เพื่อประมาณค่าส่วนประกอบความแปรปรวนแต่ละส่วนที่มีความเป็นไปได้สูงสุด ตามข้อมูลเชิงประจักษ์ที่เก็บรวบรวมมาได้
3. การประมาณค่าประจำกำลังสองที่ไม่ลำเอียงซึ่งมีค่าต่ำสุด (Minimum norm quadratic unbiased estimation: MINQUE) เพื่อประมาณค่าส่วนประกอบความแปรปรวนแต่ละส่วนที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองต่ำสุด
4. การใช้วิธีของเบย์ (Bayesian estimate) เป็นวิธีประมาณค่า b_{ij} (within – unit regression coefficient) ใช้ผลรวมถ่วงน้ำหนักด้วยความเที่ยง (reliability) ของค่า OLS Slope กับค่าเฉลี่ยประชากร ผลลัพธ์ที่ได้จึงน่าเชื่อถือ

การประมาณค่าพารามิเตอร์ของการวิเคราะห์พหุระดับ โดยการใช้ความชันเป็นผลลัพธ์หรือตัวแปรตาม (slope as outcome) มีหลักในการวิเคราะห์ คือ การตรวจสอบหรือพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรภายในชั้นเรียน/โรงเรียนโดยการใช้เทคนิคกำลังสองน้อยที่สุดซึ่งมีข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์คือ (อิทธิฤทธิ์ พงษ์ปิยะรัตน์. 2551: 34)

1. ตัวแปรอิสระในแต่ละระดับต้องไม่มีความคลาดเคลื่อนในการวัด
2. ในแต่ละระดับของตัวแปรที่นำมาศึกษาค่าของตัวแปรตาม (Y) มีการแจกแจงเป็นโค้งปกติในแต่ละค่าของตัวแปรอิสระ (X) โดยมีค่าความแปรปรวนเท่ากันในทุกค่าของตัวแปรอิสระด้วย แต่ความแปรปรวนที่อยู่ต่างระดับกันไม่จำเป็นต้องเท่ากัน หากว่าเราศึกษาตัวแปรที่สามารถแบ่งได้เป็นสองระดับ ได้แก่ระดับนักเรียน และระดับชั้นเรียน จะสามารถวิเคราะห์ถดถอยตัวแปรระดับชั้นเรียนเป็นระดับมหภาค (macro level) และตัวแปรระดับนักเรียนเป็นระดับจุลภาค (micro level) สามารถแสดงโมเดลรูปแบบการวิเคราะห์ได้ดังนี้

ระดับที่ 1 ข้อมูลระดับนักเรียน (Micro level Anysis) เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง y_{ij} กับ x_{ij} ด้วยการแยกวิเคราะห์ถดถอยในแต่ละชั้นเรียนที่มีรูปแบบสมการดังต่อไปนี้

$$y_{ij} = b_{0j} + b_{1j} x_{ij} + e_{ij}$$

| | | | |
|-------|----------|-----|--|
| เมื่อ | y_{ij} | แทน | ตัวแปรตามระดับนักเรียน เช่น คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนคนที่ i ชั้นที่ j |
| | x_{ij} | แทน | ตัวแปรอิสระระดับนักเรียน เช่น ความถนัดทางการเรียนของนักเรียนคนที่ i ชั้นที่ j |
| | b_{0j} | แทน | จุดตัดแกน (Intercept) ของตัวแปรระดับนักเรียนในชั้นที่ j ($j = 1, 2, 3, \dots, m$) |
| | b_{1j} | แทน | ค่าความชันของการถดถอย (Regression slope) ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ของ x_{ij} ต่อ y_{ij} ในชั้นที่ j |
| | e_{ij} | แทน | ค่าความคลาดเคลื่อนในการทำนาย y_{ij} ในระดับนักเรียน โดยที่ $e \sim N(0, \sigma^2)$ แต่ละห้องเรียนเป็นอิสระต่อกัน |

จากนั้นใช้ค่า b_{0j} และค่า b_{1j} ของแต่ละห้องเรียนเป็นตัวแปรตามสำหรับการวิเคราะห์ในระดับห้องเรียนต่อไปด้วยการกำหนดให้ทั้งสองค่าเป็นอิทธิพลกำหนด (Fixed effect) คือ เป็นค่าคงที่ภายในแต่ละห้องเรียนและไม่มีความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าระหว่างห้องเรียน

ระดับที่ 2 ข้อมูลระดับห้องเรียน (Macro level Analysis)

การวิเคราะห์ข้อมูลระดับห้องเรียน เป็นการศึกษาค่าความสัมพันธ์ระหว่าง Z_j กับ b_{oj} และค่า b_{ij} ที่ได้จากการวิเคราะห์ระดับนักเรียน ด้วยการวิเคราะห์หัตถดถอยที่มีรูปแบบสมการดังต่อไปนี้

$$b_{oj} = \gamma_{00} + \gamma_{01}Z_j + u_{0j}$$

$$b_{ij} = \gamma_{10} + \gamma_{11}Z_j + u_{ij}$$

| | | | |
|-------|---------------|-----|---|
| เมื่อ | Z_j | แทน | ตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน เช่น ความไว้วางใจของครูในห้องเรียนที่ j |
| | γ_{00} | แทน | จุดตัดแกน (Intercept) ของ b_{oj} |
| | γ_{01} | แทน | ค่าความชัน (Slope) ที่แสดงอิทธิพลของ Z_j ต่อ b_{oj} |
| | u_{0j} | แทน | ค่าความคลาดเคลื่อนในการทำนาย y_{ij} ระดับห้องเรียน โดยที่ $e \sim N(0, \sigma^2)$ แต่ละห้องเรียนเป็นอิสระต่อกัน |
| | γ_{10} | แทน | จุดตัดแกน (Intercept) b_{ij} |
| | γ_{11} | แทน | ค่าความชัน (Slope) ที่แสดงความสัมพันธ์ของ Z_j ต่อ b_{ij} ในชั้นที่ j |
| | u_{ij} | แทน | ค่าความคลาดเคลื่อนระดับห้องเรียนในการทำนาย b_{ij} ห้องเรียนที่ j |

การประมาณค่าพารามิเตอร์ ด้วยวิธีนี้มีข้อจำกัดที่สำคัญคือ ถ้ากลุ่มตัวอย่างที่ศึกษามีขนาดเล็ก จะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่ได้จากการวิเคราะห์ระดับนักเรียนมีค่าต่ำ ทำให้ความคลาดเคลื่อนของการสุ่มมีค่ามาก แล้วจะส่งผลต่อความสัมพันธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ระดับห้องเรียนมีค่าน้อยลง ตลอดจนค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวแปรระดับนักเรียนที่ได้ จะต้องมีความแปรปรวนเท่ากันในแต่ละค่าของตัวแปรระดับนักเรียน ถ้าไม่เป็นไปตามนั้นอาจทำให้ประสิทธิภาพในการประมาณค่าพารามิเตอร์ในระดับห้องเรียนมีค่าต่ำลง

3.5 การวิเคราะห์พหุระดับด้วยโมเดลเชิงเส้นตรงระดับลดหลั่น

การวิเคราะห์พหุระดับมีหลักการและแนวทางการวิเคราะห์ข้อมูล 2 ระดับดังต่อไปนี้ (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2550; อิทธิฤทธิ์ พงษ์ปิยะรัตน์. 2551; อ้างอิงจาก Raudenbush & Bryk. 2002)

1. การวิเคราะห์ระดับนักเรียน (Micro level หรือ Within – class analysis) มีขั้นตอนการวิเคราะห์ 2 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 การวิเคราะห์โมเดลว่าง (Null model) เป็นการวิเคราะห์ขั้นแรก เพื่อให้เห็นภาพรวมของตัวแปรตาม โดยไม่มีตัวแปรอิสระใดๆ เข้ามาร่วมพิจารณา และเพื่อตรวจสอบว่าตัวแปรตามมีความแปรปรวนภายในหน่วย หรือระหว่างหน่วยเพียงพอที่จะวิเคราะห์หาตัวแปรอิสระที่มีผลในขั้นต่อไปหรือไม่ มีรูปแบบดังนี้

โมเดลภายในหน่วย (Within unit model)

$$Y_{ij} = b_{oj} + e_{ij}$$

โมเดลระหว่างหน่วย (Between unit model)

$$b_{oj} = \gamma_{00} + u_{oj}$$

(fixed effects) (Random effects)

| | ค่าเฉลี่ย | ค่าความคลาดเคลื่อน [$e \sim N(0, \sigma^2)$] |
|----------------|-----------|---|
| เมื่อ Y_{ij} | แทน | ตัวแปรเกณฑ์ระดับนักเรียน |
| b_{oj} | แทน | จุดตัดแกน (Intercept) ของชั้นที่ j |
| γ_{00} | แทน | ค่าเฉลี่ยรวม |
| e_{ij} | แทน | ค่าความคลาดเคลื่อนในการวิเคราะห์ระดับภายในหน่วย |
| u_{oj} | แทน | ค่าความคลาดเคลื่อนในการวิเคราะห์ระดับระหว่างหน่วย |

จากสมการกำหนดให้ b_{oj} เป็นค่าที่เปลี่ยนแปลงได้และมีความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าระหว่างชั้นเรียน ในกระบวนการวิเคราะห์เอชแอลเอ็มจะแบ่งผลพารามิเตอร์ออกเป็น Fixed effects และ random effects และใช้การทดสอบที (t-test) เพื่อทดสอบอิทธิพลคงที่ (Fixed effects) ($H_0 : \gamma_{00} = 0$) ถ้าไม่เป็น 0 แสดงว่ามี Intercept และตัวแปรอิสระส่งผลต่อ Y_{ij} นอกจากนี้ เอชแอลเอ็ม จะใช้การทดสอบไค - สแควร์ ($\chi^2 - test$) เพื่อทดสอบความแปรปรวนของอิทธิพลสุ่ม (random effects) ($H_0 : \text{var}(b_{01}) = 0, H_0 : \text{var}(u_{0j}) = 0$) ถ้าไม่เป็น 0 แสดงว่าพารามิเตอร์ b_{oj} มีความแปรปรวนระหว่างหน่วย ซึ่งสามารถตั้งข้อจำกัดให้เป็นค่าคงที่ในการวิเคราะห์ได้

1.2 การวิเคราะห์โมเดลอย่างง่าย (Simple model) เป็นการวิเคราะห์โดยการนำตัวแปรอิสระระดับนักเรียนเข้ามาวิเคราะห์ทีละตัว เพื่อดูว่าตัวแปรอิสระเหล่านั้นมีผลต่อ b_{oj} หรือ b_{ij} หรือไม่ ตลอดจนเพื่อตรวจสอบว่า ตัวแปรอิสระเหล่านั้นเมื่อนำมาวิเคราะห์แล้วทำให้เกิดความแปรปรวนระหว่างหน่วยที่ศึกษาเพียงพอที่จะนำไปวิเคราะห์ผลของตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนในขั้นต่อไปหรือไม่ มีรูปแบบดังนี้

โมเดลภายในหน่วย (Within unit model)

$$Y_{ij} = b_{0j} + b_{ij} X_{ij} + e_{ij}$$

เมื่อ X_{ij} แทนตัวแปรพยากรณ์

โมเดลระหว่างหน่วย (Between unit model)

$$b_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}$$

$$b_{ij} = \gamma_{10} + u_{ij}$$

(Fixed effects) (Random effects)

ค่าเฉลี่ย ค่าความคลาดเคลื่อน [$e \sim N(0, \sigma^2)$]

จากสมการ ใช้การทดสอบที (t-test) เพื่อทดสอบอิทธิพลคงที่ (Fixed effects) ($H_0 : \gamma_{00} = 0$) และใช้การทดสอบไค - สแควร์ (χ^2 -test) เพื่อทดสอบอิทธิพลสุ่ม (Random effects) ($H_0 : \text{var}(b_{0j}) = 0, H_0 : \text{var}(u_{0j}) = 0$)

2. การวิเคราะห์ระดับห้องเรียน (Macro level) เป็นการวิเคราะห์โมเดลสมมติฐาน (Hypothetical model) โดยนำตัวแปรอิสระระดับนักเรียนที่ผ่านการวิเคราะห์และพิจารณาว่าเหมาะสมจากการวิเคราะห์ระดับนักเรียน มาวิเคราะห์ร่วมกับตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน เพื่อตรวจสอบผลของตัวแปรระดับห้องเรียนที่มีต่อตัวแปรระดับนักเรียน มีรูปแบบดังนี้

โมเดลภายในหน่วย (Within unit model)

$$Y_{ij} = b_{0j} + b_{1j}(X_{1j}) + b_{2j}(X_{2j}) + \dots + e_{ij}$$

โมเดลระหว่างหน่วย (Between unit model)

$$b_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{1j}(Z_{1j}) + \gamma_{2j}(Z_{2j}) + \dots + u_{0j}$$

$$b_{1j} = \gamma_{10} + \gamma_{11}(Z_{1j}) + \gamma_{12}(Z_{2j}) + \dots + u_{1j}$$

$$b_{2j} = \gamma_{20} + \gamma_{21}(Z_{1j}) + \gamma_{22}(Z_{2j}) + \dots + u_{2j}$$

.

.

.

$$b_{kj} = \gamma_{k0} + \gamma_{k1}(Z_{1j}) + \gamma_{k2}(Z_{2j}) + \dots + u_{kj}$$

จากสมการเอชแอลเอ็ม ใช้การทดสอบที (t-test) เพื่อทดสอบอิทธิพลคงที่ (Fixed effects) และใช้การทดสอบไค-สแควร์ (χ^2 - test) เพื่อทดสอบอิทธิพลสุ่ม (Random effects) ในทำนองเดียวกันกับการทดสอบโมเดลอย่างง่าย

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ในประเทศ

มีศิลป์ ชินภักดี (2530: 107) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง สมรรถภาพในการเป็นครูวิทยาศาสตร์ และด้านเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปี 2529 โรงเรียนมัธยมในจังหวัดมหาสารคาม จำนวน 40 คน ผลการวิจัยปรากฏว่ามี ความสัมพันธ์เชิงบวก ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครู กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

มนวิภา อ่อนศรี (2541: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการจำแนกประเภทส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ส่วนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการสังเกต การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล และด้านการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านอื่น ๆ ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ประสิทธิ์ ศุภวิทยาเจริญกุล (2546: 87-91) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรบางประการ กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดสกลนคร ผลการวิจัยพบว่า คุณภาพการสอน เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ แรงจูงใจสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ประสบการณ์ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ และความถนัดด้านวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.603, 0.168, 0.169, 0.250 และ 0.155 ตามลำดับ ส่วนการสนับสนุนของผู้ปกครอง และความรู้พื้นฐานเดิม มีความสัมพันธ์ทางบวกกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.094 และ 0.086

นันทยา ใจตรง (2548: 144-145) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยด้านคุณลักษณะทางจิตพิสัยที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยเชิงสาเหตุกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ทุกค่า และมีค่าอยู่ระหว่าง 0.299 - 0.493 รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์และปัจจัยเชิงสาเหตุทั้ง 6 ปัจจัย สามารถอธิบายความแปรปรวนของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้ร้อยละ 27 และปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีน้ำหนักความสำคัญทางตรงต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ แรงจูงใจภายใน การเรียน แรงจูงใจใฝ่สัมพันธ์ และการกำกับตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์ มีขนาดของน้ำหนักความสำคัญเท่ากับ 0.38 , 0.13 และ 0.08 ตามลำดับ ส่วนปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีน้ำหนักความสำคัญทางอ้อมต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ การกำกับตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ การรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และแรงจูงใจภายใน การเรียน มีขนาดของน้ำหนักความสำคัญเท่ากับ 0.23 , 0.13 , 0.11, 0.07 และ 0.02 ตามลำดับ

วัชรภรณ์ แก้วดี (2548: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยมีการพัฒนาการเรียนการสอน มีการดำเนินการ 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การศึกษาวิเคราะห์และสังเคราะห์แนวคิดอินเตอร์แอกทีฟคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อสรุปเป็นสาระสำคัญของแนวคิดนี้ 2) การพัฒนาหลักการของกระบวนการเรียนการสอนจากสาระสำคัญของแนวคิด 3) การกำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและวัตถุประสงค์จากหลักการของกระบวนการเรียนการสอน 4) การพัฒนาขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนจากวัตถุประสงค์ 5) การตรวจสอบกระบวนการเรียนการสอนโดยผู้ทรงคุณวุฒิ จากผลการวิจัยพบว่า กระบวนการเรียนการสอนนี้มีหลักการ 4 ประการ คือ 1) การทำลายความคิดหรือสร้างความขัดแย้งทางความคิด 2) การปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและบุคคลอื่น 3) การพิจารณาไตร่ตรองกับตนเอง 4) การนำเสนอผลงาน และจากการประเมินการใช้กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

พรทิพย์ ศิริภักทราชัย (2549: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อทักษะการคิดเชิงเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสาเหตุ (รูปแบบการอบรมเลี้ยงดูแบบประชาธิปไตย แบบปล่อยปละละเลย

แบบเข้มงวดกวดขัน การสนับสนุนของครอบครัว คุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ สมรรถภาพพื้นฐานทางสมอง ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผลการเรียนรู้เดิมวิชาวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ กับทักษะการคิดเชิงเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ พบว่า มีนัยสำคัญทางสถิติทุกค่าที่ระดับ 0.01 นอกจากนี้ยังพบว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลทางตรงแบบบวกต่อทักษะการคิดเชิงเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ รูปแบบการอบรมเลี้ยงดูแบบประชาธิปไตย สมรรถภาพพื้นฐานทางสมอง ผลการเรียนรู้เดิมวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ตัวแปรสาเหตุทั้ง 9 ตัวแปรสามารถอธิบายความแปรปรวนของทักษะการคิดเชิงเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้ร้อยละ 70.97

บุปผา จุลพันธ์. (2550: 83-84) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรปัจจัย กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษาพบว่าปัจจัยด้านรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ ด้านพฤติกรรมการสอนของครู ด้านความรับผิดชอบต่อการเรียน และด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ 0.652 โดยปัจจัยทั้ง 4 ด้าน ร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียน ได้ร้อยละ 42.50

อนุชา ขวาไทย (2550: 114-116) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรปัจจัย กับความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษาพบว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มตัวแปรปัจจัย กับความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 5 ด้าน มีค่าเท่ากับ 0.505 ซึ่งสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีความสัมพันธ์ในทางบวกและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.524, 0.590, 0.470, 0.501 และ 0.367 ตามลำดับ

รอยพิมพ์ใจ ชนะปราชญ์ (2551: 122-123) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรปัจจัย กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัย พบว่า ตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และ 0.05 ส่วนตัวแปรเจตคติทางวิทยาศาสตร์ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในขั้นการระบุปัญหา ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา และขั้นการกำหนดวิธีแก้ปัญหา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และตัวแปรการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เฉพาะในขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ต่างประเทศ

ฮอกูส และ เพนนิค (Haukoos & Penick. 1983: 659-637) ได้ศึกษาอิทธิพลของบรรยากาศในห้องเรียนต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาวิทยาลัยดูเพจ (Du Page) ในรัฐอิลลินอยส์จำนวน 78 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

ซาเบิล และ แกลเซอร์ (วัชรภรณ์ แก้วดี. 2548: 30; อ้างอิงจาก Schauble & Glaser. 1990) ได้ศึกษาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของเด็กและผู้ใหญ่ที่เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี จากการให้ทดลองแบบนำตนเอง โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อและเป็นเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูล โดยให้เด็กและผู้ใหญ่อภิปราย ซักถามเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การจัดกระทำและการตีความหมายข้อมูล การสรุปอ้างอิงจากข้อมูล และการปรับสมมติฐานใหม่ โดยให้มีการดำเนินการเป็นวงจร ผลการวิจัยสรุปได้ว่า เด็กและผู้ใหญ่มีวิธีการทำงานและการแก้ปัญหาแตกต่างกันเมื่อให้ทำงานแบบเดียวกัน แต่ถ้าให้ผู้ใหญ่ทำงานที่ซับซ้อนจะพบว่า ผู้ใหญ่มีวิธีการทำงานคล้ายกับการทำงานครั้งแรกของเด็ก ทั้งนี้การฝึกฝนหรือความคุ้นเคยกับงาน ความรู้ด้านเนื้อหาของผู้เรียน และลักษณะคำสั่งที่ให้ทำงานเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการใช้เหตุผลของผู้เรียน

คีย์ส, ซี.ดับเบิลยู (Key, C.W: 1994) ได้ศึกษาการพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากการเขียนรายงานแบบร่วมงาน (Collaborative Report Writing) ของนักเรียนเกรด 9 จำนวน 6 คน ซึ่งแบ่งการทำงานเป็น 3 คู่ โดยให้นักเรียนเขียนรายงานการทดลองในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป จำนวน 10 เล่ม เป็นระยะเวลา 4 ปี 5 เดือน ผลการวิจัยสรุปได้ว่า การเขียนรายงานการทดลองแบบร่วมงาน ที่มีการกำหนดโครงสร้างให้ ส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการใช้เหตุผลในการประเมินความเข้าใจในทัศนทางวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมการสังเกต การแปลความหมาย ข้อค้นพบ และการสร้างรูปแบบจากข้อมูลที่เกี่ยวข้องอื่นๆ นักเรียนมีการพัฒนาการเขียนรายงานการทดลอง ที่สะท้อนถึงมีทักษะการใช้เหตุผลซึ่งได้แก่ การคัดเลือกเนื้อความในตำราเรียน การสรุปและการสร้างรูปแบบ และการเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่าง นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการอธิบาย ซึ่งแสดงว่าผู้เรียนมีการสังเคราะห์ข้อมูลจากความรู้เดิม จากการสังเกต และจากแหล่งสารสนเทศอื่นๆ กล่าวได้ว่าการเขียนรายงานแบบร่วมงาน สามารถส่งเสริมให้นักเรียนสร้างความเข้าใจในทัศนทางวิทยาศาสตร์ของตนเอง การให้นักเรียนเขียนรายงานแบบร่วมงานเป็นการสร้างสภาพแวดล้อมที่ให้ความสำคัญกับการคิด การใช้เหตุผล และการอธิบาย

แอมมีเทีย และ คราวเลย์ (Margarita Azmitia & Kevin Crowley: 1997) ได้ศึกษาความสอดคล้องของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ กรณีศึกษาของการเรียนรู้ร่วมกันใน เอิร์ทแควคไมโครเวิลด์ (Earthquake Microworld) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบว่ามนุษย์มีการสร้างทฤษฎีใหม่ได้อย่างไรในบริบทของคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีการเรียนรู้ร่วมกัน ซึ่งการคิดเชิงวิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงจากการทำงานอย่างโดดเดี่ยวของนักวิทยาศาสตร์และการทำงานอย่างหนักของนักเรียนในห้องปฏิบัติการเป็นการที่มนุษย์ทำงานโดยเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม ที่มีเป้าหมายร่วมกันในภารกิจ, เป็นการร่วมมือกันสร้างความรู้ และได้รับประโยชน์จากความหลากหลายในความรู้เดิมที่ผู้ร่วมเรียนรู้นำมาที่โต๊ะ ในวิธีการอื่น การสร้างกรอบแนวคิดของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์มีพื้นฐานจากการเรียนรู้ร่วมกันไม่ใช่เรื่องใหม่ นอกจากนี้เป้าหมายในการสร้างสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ที่สนับสนุนส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกันอย่างสมบูรณ์เพียบพร้อมซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของนวัตกรรมในการสอนวิทยาศาสตร์

Hong-Kwen Boo & Kok-Aun Toh (1998) ศึกษาการสืบสอบความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยชั้นปีที่ 4 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสืบสอบความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มนักศึกษามหาวิทยาลัยชั้นปีที่ 4 ในส่วนที่เกี่ยวกับความสามารถของพวกเขาในการใช้มโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ตรงกับปรากฏการณ์ทางเคมีที่คุ้นเคย โดยออกแบบการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ที่มีความคิดว่าความรู้ไม่ได้ดูดซับจากหนังสือหรือจากครู แต่เป็นการสร้างความรู้เองและแปลความหมายโดยผู้เรียน โดยอยู่บนพื้นฐานในการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิมที่มีอยู่ก่อนในสมองของผู้เรียน และเรียนรู้จากประสบการณ์ กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาประกอบด้วยกลุ่มนักศึกษาชั้นปีที่ 4 จำนวน 12 คน ที่เรียนหลักสูตรการสอนเคมีเกรด 9 และ 10 ที่สอนโดย Boo นักศึกษาทั้งหมดเป็นนักศึกษาหญิง เครื่องมือที่ใช้ วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลใช้แบบสอบถามเกี่ยวกับเหตุการณ์ (interview-about-events) โดยนักเรียนทุกคนจะถูกสัมภาษณ์เชิงลึก เกี่ยวกับ 5 เหตุการณ์ คือ (1) ทองแดงร้อนๆ ในอากาศ (2) การเผาไหม้ของเทียน (3) เปลวไฟของ ฟิมเสน (4) การเติมแมกนีเซียมลงในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (5) การเติมสารละลายเลดไนเตรดในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ และเกณฑ์ที่ใช้ 4 เกณฑ์ คือ (a) ชนิดของการเปลี่ยนแปลงที่ทำนาย (b) พลังงานทั้งหมดของการเปลี่ยนแปลงที่ทำนาย (c) กระบวนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เกิดขึ้นได้อย่างไร (d) แหล่งพลังงานสำหรับการเปลี่ยนแปลง ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่ใช้ความคิดที่ได้จากสิ่งที่มองเห็น (perceptually dominated thinking) มากกว่าใช้ความคิดจากมโนคติ (conceptually dominated thinking) ในขณะเดียวกันพวกเขาก็ไม่สามารถใช้มโนคติทางวิทยาศาสตร์ในทั้ง 5 ปฏิกริยา ซึ่งสรุปได้ว่าพวกเขาไม่สามารถคิดเชิงวิทยาศาสตร์ได้ เป็นเหตุผลสำหรับการขาดแคลนความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

คราวเลย และคนอื่นๆ (Crowley.; et al. 2001) ได้ศึกษาการแลกเปลี่ยนเรียนรู้การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างเด็กและพ่อแม่ที่มีปฏิสัมพันธ์ต่อกันขณะเยี่ยมชมพิพิธภัณฑ์ โดยสังเกตความสามารถด้านการรวบรวมหลักฐาน และการใช้ทฤษฎีประเมินหลักฐาน ผลการวิจัยสรุปได้ว่า เด็กที่เยี่ยมชมพิพิธภัณฑ์และแลกเปลี่ยนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์กับพ่อแม่ มีโอกาสเรียนรู้มากกว่าเด็กที่แลกเปลี่ยนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์กับเพื่อนรุ่นเดียวกัน หรือเด็กที่เยี่ยมชมพิพิธภัณฑ์ตามลำพัง กล่าวคือ เด็กที่เยี่ยมชมพิพิธภัณฑ์กับพ่อแม่ มีการสำรวจในเชิงกว้าง และใช้เวลาในการสำรวจ พ่อแม่ใช้การเปรียบเทียบ การเลือกหลักฐานที่เหมาะสม การนำเสนอหลักการที่เป็นนามธรรมหรือการอธิบายความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมของเด็ก เพื่อปรับแต่งและส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ให้แก่เด็ก

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยสามารถสรุปตัวแปรที่ส่งผลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ดังตาราง 1



ตาราง 1 (ต่อ)

| ชื่อผู้วิจัย และปีที่ พิมพ์ | มนวิภา (2541) | ประสิทธิ์ (2546) | นันทยา (2548) | พรทิพย์ (2549) | บุปผา (2550) | อนุชา (2550) | รอยพิมพ์ใจ (2551) | Haukoos and Penick. (1983) | Crowley et al. (2001) | รวม |
|--|---------------|------------------|---------------|----------------|--------------|--------------|-------------------|----------------------------|-----------------------|-----|
| | | | | | | | | | | |
| ด้านห้องเรียน | | | | | ✓ | | | | | 1 |
| 1. รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ | | | | | ✓ | | | | | 1 |
| 2. พฤติกรรมการสอนของครูตามการรับรู้ของนักเรียน | | | | | ✓ | | | | | 1 |
| 3. คุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ | | ✓ | | ✓ | | | | | | 2 |
| 4. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ | | | | | | ✓ | | | | 1 |
| 5. บรรยากาศในชั้นเรียน/ห้องเรียนวิทยาศาสตร์ | | | | | | | | ✓ | | 1 |

จากตารางตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยสามารถสรุปประเด็นและคัดเลือกตัวแปรที่สามารถนำมาศึกษาต่อในงานวิจัย โดยพิจารณาความหมายและระดับการมีผลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มาประกอบการพิจารณาคัดเลือกตัวแปรในการวิจัย และเมื่อพิจารณาตัวแปรที่ส่งผลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ แล้วจะพบว่าเป็นตัวแปรต่างระดับกัน บางตัวเป็นตัวแปรระดับนักเรียน และบางตัวเป็นตัวแปรระดับห้องเรียน ดังนั้นจึงศึกษาตัวแปรปัจจัยต่างๆ ด้วยการวิเคราะห์แบบหลายระดับที่เรียกว่า การวิเคราะห์พหุระดับ (Multilevel analysis) ซึ่งเป็นเทคนิควิธีทางสถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลที่มีตัวแปรอิสระหลายตัวแปร

ซาเฟอส์แมน (Schafersman. 1997: 1-2) และ กลินน์ ; ยีนี; & บริทอน (Glynn; Yeany; & Briton. 1991: Online) ได้กล่าวว่าการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ หรือ Scientific Thinking สามารถให้ความหมายทำนองเดียวกันด้วยคำอื่นได้ เช่น กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และการคิดเชิงเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ การคิดวิเคราะห์ โดย ดันบาร์ (Dunbar. 1999: 730) ได้ให้คำนิยามเกี่ยวกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ คือ กระบวนการคิดที่ใช้ในทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย การตั้งทฤษฎี การออกแบบการทดลอง การตรวจสอบสมมติฐาน การตีความหมายข้อมูล และพิสูจน์ความถูกต้องโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เนื่องจากงานวิจัยของ บุปผา จุลพันธ์ (2550: 84) พบว่าปัจจัยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เป็นปัจจัยที่ส่งผลสูงต่อทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยกล่าวว่าครูควรจัดกิจกรรมเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ให้นักเรียนมีความรู้สึกที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ มีความสนใจใฝ่รู้ใฝ่เรียน และชอบที่จะทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง และร่วมกับผู้อื่น เพราะจะส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นันทยา ใจตรง (2548: 148-149) พบว่า ปัจจัยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลทางอ้อมต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกล่าวว่าในการเรียนการสอนนั้น นอกจากจะมีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถในวิชาที่เรียนแล้ว ยังต้องมีการปลูกฝังให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วย เพราะเจตคติต่อวิชาที่เรียนมีความสำคัญเป็นสิ่งที่จะทำให้ผู้เรียนตั้งใจเรียน สนใจที่จะแสวงหาความรู้ โดยผู้เรียนที่มีเจตคติที่ดีจะมีแนวโน้มให้เชื่อว่ามีความสามารถในการทำงานที่กำหนดให้สำเร็จได้

ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เนื่องจากงานวิจัยของ พรทิพย์ ศิริภทราชัย (2549: 135) พบว่าปัจจัยความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อทักษะการคิดเชิงเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ประสิทธิ์ ศุภวิทยาเจริญกุล (2546: 90) ที่พบว่าปัจจัยความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยความรู้พื้นฐานเดิมที่ประกอบด้วยการเรียนรู้ทักษะ และความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต่อการเรียนเรื่องใหม่ เมื่อนักเรียนมีความรู้และประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์มาก่อนแล้ว จะทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้พื้นฐานเดิมมาใช้ได้อย่างต่อเนื่อง และสามารถทำให้นักเรียนเรียนรู้ได้เร็วขึ้น มากขึ้น และมีความมั่นใจยิ่งขึ้น และสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544: 27-29) กล่าวว่า ปัจจัยความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์จะส่งผลต่อวิธีคิด วิธีปฏิบัติ ความเชื่อ บุคลิกภาพทางความคิด ตลอดจนแนวทางแก้ปัญหาต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์

แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เนื่องจากงานวิจัยของ นันทยา ใจตรง (2548: 151-152) พบว่าปัจจัยแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เป็นปัจจัยที่ส่งผลทางอ้อมต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยบุคคลที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์นั้นเป็นบุคคลที่มีความปรารถนาที่จะทำกิจกรรมต่างๆ ให้ดีและประสบความสำเร็จ งานวิจัยของรอยพิมพ์ใจ ชนะปราชญ์ (2551: 127) พบว่าแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ โดยกล่าวว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์เป็นลักษณะทางจิตวิทยาที่เป็นองค์ประกอบสำคัญอันจะส่งเสริมให้กิจกรรมต่างๆ ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ เพราะแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทำให้เกิดพลังการแข่งขัน มีความมานะบากบั่นรวมทั้งมีจิตใจจดจ่ออยู่กับงานที่ทำ

การส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครองมีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เนื่องจากงานวิจัยของพรทิพย์ ศิริภทราชัย (2549: 130) พบว่าปัจจัยการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อทักษะการคิดเชิงเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ คราวเลย์ เควิน และคนอื่นๆ (Crowley. Kewin.; et al. 2001: 712-732) พบว่า เด็กที่เยี่ยมชมพิพิธภัณฑ์กับพ่อแม่ มีการสำรวจในเชิงกว้าง และใช้เวลานานในการสำรวจ พ่อแม่ใช้การเปรียบเทียบ การเลือกหลักฐานที่เหมาะสม การนำเสนอหลักการที่เป็นนามธรรมหรือการอธิบายความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมของเด็ก เพื่อปรับแต่ง และส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ให้แก่เด็ก

บรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เนื่องจากงานวิจัยของฮอกูส และเพนนิค (Haukoos & Penick, 1983: 659-637) ที่ได้ศึกษาอิทธิพลของบรรยากาศในห้องเรียนต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาวิทยาลัยดูเพจ (Du Page) ในรัฐอิลลินอยส์จำนวน 78 คน แบ่งเป็น กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

คุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เนื่องจากงานวิจัยของประสิทธิ์ สุภวิทยาเจริญกุล (2546: 89) ที่พบว่าปัจจัยคุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยครูมีบทบาทสำคัญในการเรียนการสอน เนื่องจากครูเป็นผู้ออกแบบการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมและตัวนักเรียน โดยยึดนักเรียนเป็นสำคัญ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อศึกษาตัวแปรระดับนักเรียนและระดับห้องเรียนที่มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และ เพื่อศึกษาความแปรปรวนร่วมของตัวแปรต่างระดับที่มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 สังกัดสำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร จำแนกเป็น 6 กลุ่ม ซึ่งทั้ง 6 กลุ่ม มีโรงเรียนทั้งหมด 431 โรงเรียน จำนวนห้องเรียน 1,149 ห้องเรียน และจำนวนนักเรียน 38,211 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร จำนวน 39 โรงเรียน จำนวนห้องเรียน 39 ห้องเรียน และจำนวนนักเรียน 998 คน โดยทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi – stage Random Sampling) โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. สุ่มข้อมูลหน่วยสมาชิกของประชากรนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 สังกัดสำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร จากแหล่งข้อมูลพื้นฐานทางการศึกษาทุติยภูมิ ปี 2555 ในเว็บไซต์สำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานครแล้วจัดทำกรอบของการสุ่ม (Sampling Frame) โดยแบ่งตามขนาดโรงเรียน ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 จำนวนโรงเรียน ห้องเรียน และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555
สังกัดสำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร แบ่งตามขนาดโรงเรียน

| กลุ่มโรงเรียน | สำนักงานเขต | ระดับ สถานศึกษา | จำนวน โรงเรียน | จำนวน ห้องเรียน | จำนวน นักเรียน |
|---------------------|---|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| กรุงเทพมหานคร | พระนคร, ป้อมปราบศัตรูพ่าย, สัมพันธวงศ์, ดุสิต, พญาไท, ราชเทวี, ห้วยขวาง, ดินแดง, วังทองหลาง | ขนาดเล็ก | 21 | 22 | 468 |
| | | ขนาดกลาง | 12 | 31 | 970 |
| | | ขนาดใหญ่ | 8 | 40 | 1,398 |
| กรุงเทพใต้ | บางรัก, ปทุมวัน, ยานนาวา, พระโขนง, สาทร, บางคอแหลม, คลองเตย, สวนหลวง, วัฒนา, บางนา | ขนาดเล็ก | 15 | 21 | 479 |
| | | ขนาดกลาง | 23 | 53 | 1,596 |
| | | ขนาดใหญ่ | 20 | 72 | 2,568 |
| กรุงเทพเหนือ | บางเขน, ดอนเมือง, จตุจักร, ลาดพร้าว, บางซื่อ, หลักสี่, สายไหม | ขนาดเล็ก | 2 | 3 | 75 |
| | | ขนาดกลาง | 12 | 30 | 908 |
| | | ขนาดใหญ่ | 31 | 146 | 5,377 |
| กรุงเทพ ตะวันออก | บางกะปิ, มีนบุรี, ลาดกระบัง, หนองจอก, บึงกุ่ม, คันนายาว, สะพานสูง, คลองสามวา, ประเวศ | ขนาดเล็ก | 44 | 47 | 1,137 |
| | | ขนาดกลาง | 39 | 82 | 2,535 |
| | | ขนาดใหญ่ | 46 | 200 | 7,538 |
| กรุงธนเหนือ | ธนบุรี, คลองสาน, บางกอกใหญ่, บางกอกน้อย, ตลิ่งชัน, บางพลัด, จอมทอง, ทวีวัฒนา | ขนาดเล็ก | 45 | 53 | 1,207 |
| | | ขนาดกลาง | 26 | 60 | 1,778 |
| | | ขนาดใหญ่ | 18 | 62 | 2,125 |
| กรุงธนใต้ | ภาษีเจริญ, หนองแขม, บางขุนเทียน, ราษฎร์บูรณะ, บางแค, ทุ่งครุ, บางบอน | ขนาดเล็ก | 11 | 11 | 276 |
| | | ขนาดกลาง | 22 | 46 | 1,444 |
| | | ขนาดใหญ่ | 36 | 170 | 6,332 |
| รวม | | | 431 | 1,149 | 38,211 |

ที่มา: สถิติ 2555 กรุงเทพมหานคร สำนักยุทธศาสตร์การศึกษา สำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร
หมายเหตุ จำนวนนักเรียนที่ใช้กำหนดขนาดโรงเรียน

โรงเรียนขนาดเล็ก : จำนวนนักเรียน 1 – 400 คน

โรงเรียนขนาดกลาง : จำนวนนักเรียน 401 – 800 คน

โรงเรียนขนาดใหญ่ : จำนวนนักเรียนมากกว่า 800 คน

2. กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ความคลาดเคลื่อน $\pm 10\%$ โดยการเทียบตารางกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง ของศิริชัย กาญจนวาสี (2545: 135) ต้องใช้กลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 884 คน

3. ขั้นตอนในการสุ่มกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ด้วยการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage Random Sampling) โดยมีขั้นตอนการสุ่มตัวอย่างดังนี้

ขั้นที่ 1 การสุ่มตัวอย่างระดับกลุ่มโรงเรียน

ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานครมีทั้งหมด 6 กลุ่ม คือ กรุงเทพมหานครเหนือ, กรุงเทพมหานครตะวันออก, กรุงเทพมหานครกลาง, กรุงเทพมหานครใต้, กรุงเทพมหานครเหนือ และกรุงเทพมหานครใต้ ทั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการสุ่มกลุ่มโรงเรียนทั้ง 6 กลุ่ม จำนวนร้อยละ 50 ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ได้กลุ่มโรงเรียนทั้งหมด 3 กลุ่ม คือ กรุงเทพมหานครกลาง, กรุงเทพมหานครเหนือ และกรุงเทพมหานครใต้

ขั้นที่ 2 การสุ่มตัวอย่างระดับโรงเรียน

ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างโรงเรียนแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยใช้ขนาดของโรงเรียนเป็นชั้นของการสุ่ม 3 ขนาด คือ ขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ทั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการสุ่มโรงเรียนของแต่ละขนาดจำนวนร้อยละ 20 ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ได้จำนวนโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ รวมทั้งสิ้น 39 โรงเรียน ซึ่งคำนวณได้ดังนี้

$$\text{คำนวณโรงเรียนขนาดเล็ก จำนวน } 77 \text{ โรงเรียน} = \frac{77 \times 20}{100} = 15.40 \text{ ดังนั้นทำการ}$$

สุ่มตัวอย่างจากโรงเรียนขนาดเล็ก จำนวน 15 โรงเรียน

$$\text{คำนวณโรงเรียนขนาดกลาง จำนวน } 60 \text{ โรงเรียน} = \frac{60 \times 20}{100} = 12.00 \text{ ดังนั้นทำการ}$$

สุ่มตัวอย่างจากโรงเรียนขนาดกลาง จำนวน 12 โรงเรียน

$$\text{คำนวณโรงเรียนขนาดใหญ่ จำนวน } 62 \text{ โรงเรียน} = \frac{62 \times 20}{100} = 12.40 \text{ ดังนั้นทำการ}$$

สุ่มตัวอย่างจากโรงเรียนขนาดใหญ่ จำนวน 12 โรงเรียน

ขั้นที่ 3 การสุ่มกลุ่มตัวอย่างระดับห้องเรียน

ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (Simple Random Sampling) โดยห้องเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มาจำนวนโรงเรียนละ 1 ห้องเรียน ในระดับห้องเรียนนี้ ได้จำนวนห้องเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ รวมทั้งสิ้น 39 ห้องเรียน ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนทุกคนในห้องเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ผลการสุ่มตัวอย่างแสดงไว้ในตาราง 3

ตาราง 3 จำนวนกลุ่มตัวอย่างของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555
สังกัดสำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร แบ่งตามขนาดโรงเรียน

| ระดับ สถาน ศึกษา | กลุ่ม โรงเรียน | สำนักงานเขต | โรงเรียน | จำนวน ห้องเรียน | จำนวน นักเรียนที่ เป็นกลุ่ม ตัวอย่าง |
|--------------------------|-------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|---|
| โรงเรียน ขนาดเล็ก | กรุงเทพมหานคร | ตลิ่งชัน | วัดไก่เตี้ย (สวัสดิ์ประชานุกูล) | 1 | 11 |
| | กรุงเทพมหานคร | คลองสาน | วัดทองนพคุณ | 1 | 9 |
| | กรุงเทพมหานคร | สัมพันธวงศ์ | วัดจักรวรรดิ | 1 | 16 |
| | กรุงเทพมหานคร | พระนคร | วัดมหรณพ์ | 1 | 14 |
| | กรุงเทพมหานคร | บางกอกใหญ่ | วัดดีดวด | 1 | 15 |
| | กรุงเทพมหานคร | พระนคร | วัดตรีทศเทพ | 1 | 21 |
| | กรุงเทพมหานคร | ธนบุรี | วัดกัลยาณมิตร | 1 | 23 |
| | กรุงเทพมหานคร | ภาษีเจริญ | วัดโตนด | 1 | 20 |
| | กรุงเทพมหานคร | บางกอกน้อย | วัดเจ้าอาาม | 1 | 16 |
| | กรุงเทพมหานคร | บางแค | บางไผ่ (บ้านนายพันแก้วขาว) | 1 | 18 |
| | กรุงเทพมหานคร | ป้อมปราบศัตรูพ่าย | วัดคณิกาผล | 1 | 13 |
| | กรุงเทพมหานคร | บางกอกน้อย | วัดศรีสุดาราม | 1 | 30 |
| | กรุงเทพมหานคร | ตลิ่งชัน | วัดตลิ่งชัน | 1 | 16 |
| | กรุงเทพมหานคร | บางพลัด | วัดอาวุธวิศิธาราม | 1 | 19 |
| | กรุงเทพมหานคร | ทวีวัฒนา | คลองตันไทร (สุขล่อมอุทิศ) | 1 | 24 |
| โรงเรียน ขนาด กลาง | กรุงเทพมหานคร | บางกอกใหญ่ | วัดประดู่ฉิมพลี | 1 | 25 |
| | กรุงเทพมหานคร | จอมทอง | วัดโพธิ์แก้ว | 1 | 26 |
| | กรุงเทพมหานคร | ตลิ่งชัน | วัดปากน้ำฝั่งเหนือ | 1 | 26 |
| | กรุงเทพมหานคร | ราชบุรีบูรณะ | วัดสน | 1 | 26 |
| | กรุงเทพมหานคร | ป้อมปราบศัตรูพ่าย | วัดสีตาราม | 1 | 24 |
| | กรุงเทพมหานคร | บางพลัด | วัดเปาโรหิตย์ | 1 | 37 |
| | กรุงเทพมหานคร | บางกอกน้อย | วัดดุสิตาราม | 1 | 23 |
| | กรุงเทพมหานคร | พระนคร | วัดมกุฏกษัตริยาราม | 1 | 37 |
| กรุงเทพมหานคร | บางบอน | พหมราชวรวิรังสรรค์ | 1 | 41 | |

ตาราง 3 (ต่อ)

| ระดับ สถาน ศึกษา | กลุ่ม โรงเรียน | สำนักงานเขต | โรงเรียน | จำนวน ห้องเรียน | จำนวน นักเรียนที่ เป็นกลุ่ม ตัวอย่าง |
|--------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------|--------------------|---|
| โรงเรียน ขนาด กลาง | กรุงเทพมหานคร | ภาษีเจริญ | วัดชัยฉิมพลี | 1 | 28 |
| | กรุงเทพมหานคร | บางแค | เพชรเกษม (จตุรงค์สงคราม อนุสรณ์) | 1 | 28 |
| | กรุงเทพมหานคร | คลองสาน | วัดสุวรรณ | 1 | 33 |
| โรงเรียน ขนาด ใหญ่ | กรุงเทพมหานคร | บางกอกใหญ่ | วัดท่าพระ | 1 | 35 |
| | กรุงเทพมหานคร | บางแค | บางแคเหนือ | 1 | 33 |
| | กรุงเทพมหานคร | บางกอกน้อย | วัดยางสุทธาราม | 1 | 32 |
| | กรุงเทพมหานคร | ดุสิต | วัดเบญจมบพิตร | 1 | 30 |
| | กรุงเทพมหานคร | คลองสาน | วัดทองเพ็ญ | 1 | 22 |
| | กรุงเทพมหานคร | บางบอน | บ้านนายเหรียญ | 1 | 27 |
| | กรุงเทพมหานคร | บางขุนเทียน | วัดแสงดำ | 1 | 36 |
| | กรุงเทพมหานคร | หนองแขม | วัดศรีนวลธรรมวิมล | 1 | 31 |
| | กรุงเทพมหานคร | บางขุนเทียน | วัดบางกระดี | 1 | 32 |
| | กรุงเทพมหานคร | จอมทอง | วัดสี่สุก | 1 | 37 |
| | กรุงเทพมหานคร | ภาษีเจริญ | วัดอ่างแก้ว (จิบ ปานท่า) | 1 | 32 |
| | กรุงเทพมหานคร | ภาษีเจริญ | วัดนิมมานรดี | 1 | 32 |
| รวม | | | 39 | 39 | 998 |

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบทดสอบมีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก มีตัวถูก 1 ตัวเลือก จำนวน 1 ฉบับ แบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างและปรับปรุงขึ้น มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ จำนวน 4 ฉบับ และแบบบันทึกข้อมูลภาคสนามสำหรับการประเมินคุณภาพภายนอกกรอบสาม (พ.ศ. 2554 – 2558) ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) ดังนี้

ฉบับที่ 1 แบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบสถานการณ์ แบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก มีตัวถูก 1 ตัวเลือก มีจำนวน 6 สถานการณ์ จำนวนข้อคำถามสถานการณ์ละ 4 ข้อ รวมทั้งหมด 24 ข้อ

ฉบับที่ 2 แบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ

ฉบับที่ 3 แบบสอบถามวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ

ฉบับที่ 4 แบบสอบถามวัดการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ

ฉบับที่ 5 แบบสอบถามวัดบรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ

ฉบับที่ 6 แบบบันทึกข้อมูลภาคสนามสำหรับการประเมินคุณภาพภายนอกกรอบสาม (พ.ศ. 2554 – 2558) ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน (ประถมศึกษาและมัธยมศึกษา) โดยผู้วิจัยใช้เกณฑ์การพิจารณาเชิงปริมาณของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) (2555 : 49 – 51)

2.1 ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ได้แก่

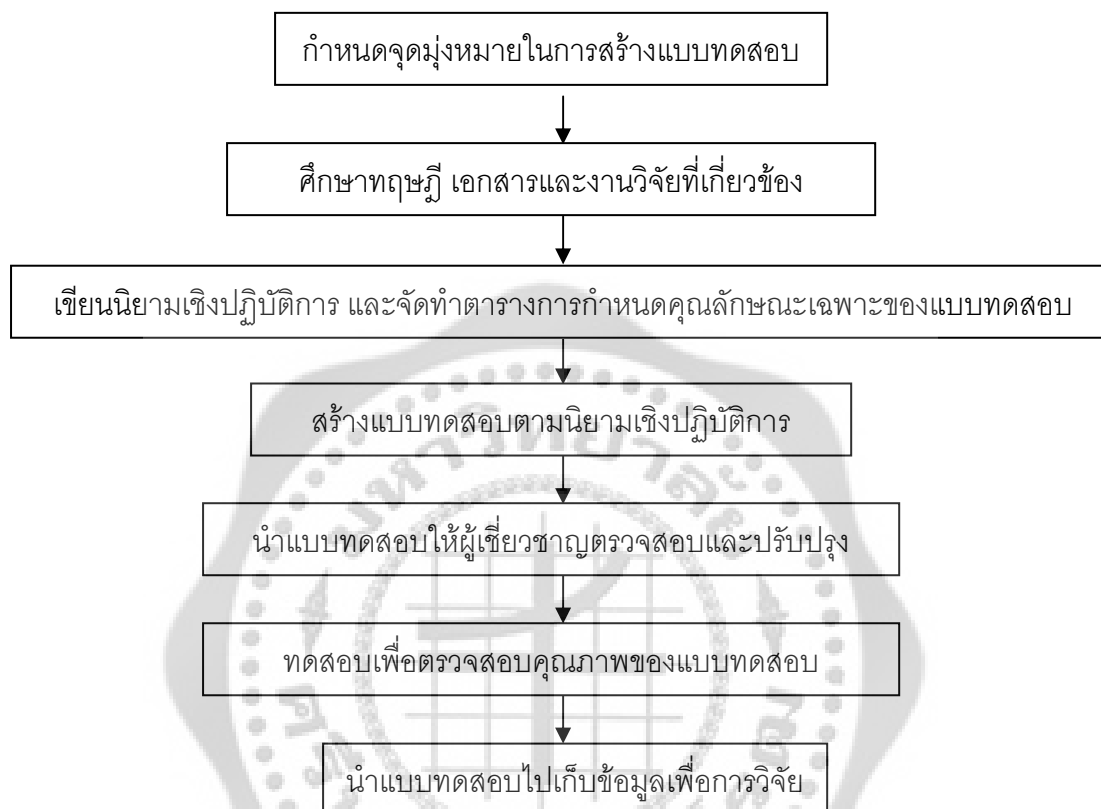
1. แบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์
2. แบบสอบถามวัดการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง
3. แบบสอบถามวัดบรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์

เครื่องมือที่ผู้วิจัยปรับปรุงขึ้น ได้แก่

1. แบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
2. แบบสอบถามวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ที่เป็นแบบทดสอบ โดยมีขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 ลำดับขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัย

จากภาพประกอบ 3 ลำดับขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบ มีรายละเอียดดังนี้

1. การกำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์
2. ศึกษาทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ รวมทั้งศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์
3. เขียนนิยามเชิงปฏิบัติการ และจัดทำตารางการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของแบบทดสอบการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ดังแสดงไว้ในตาราง 4

ตาราง 4 การกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของแบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

| การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ | สถานการณ์ที่ | | | | | | รวม |
|---|--------------|---|---|---|---|---|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| กระบวนการการคิดที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ ในการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบของปัญหา โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์เป็นฐานในการคิด เพื่อให้ได้ความรู้ หรือคำตอบที่ถูกต้องและน่าเชื่อถือมากที่สุด ลำดับขั้นตอนของกระบวนการคิดนี้ได้มาจากการวิเคราะห์วิธีการค้นหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยขั้นตอนการคิด 4 ขั้น | | | | | | | |
| 1.การคิดเพื่อระบุปัญหา หมายถึง การระบุปัญหา และกำหนดขอบเขตของปัญหา เป็นสิ่งที่ตั้งขึ้นหลังจากการพิจารณาข้อมูลพื้นฐานของสถานการณ์ข้อสงสัยอย่างละเอียดและรอบคอบด้วยใจที่เปิดกว้าง แยกแยะข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงและความคิดเห็นออกจากกัน ลำดับและคัดเลือก ข้อสงสัยที่สำคัญ และมีความเด่นชัดที่สุดแล้วปรับข้อสงสัยดังกล่าวเป็นข้อความปัญหาที่สั้น กระชับและชัดเจน | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 |
| 2.การคิดเพื่อตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดเพื่อหาคำตอบที่น่าจะเป็นไปได้ โดยการคาดคะเนคำตอบจากประเด็นต่างๆ รวมถึงข้อมูลที่ได้จากการสังเกตปรากฏการณ์ ที่น่าจะเป็นสาเหตุของปัญหา คัดเลือกคำตอบที่น่าจะเป็นสาเหตุของปัญหามากที่สุด โดยสามารถทำการทดสอบได้ แล้วปรับข้อความคำตอบที่ได้จากการคาดคะเนให้สั้น กระชับ และชัดเจน | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 |
| 3.การคิดเพื่อทดสอบสมมติฐาน หมายถึง การศึกษาสมมติฐานและตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับสมมติฐาน ระบุตัวแปรที่สามารถวัดและเปรียบเทียบได้ โดยคัดเลือกตัวแปรที่ต้องการศึกษา หากเป็นการตรวจสอบสมมติฐานโดยใช้การทดลอง ให้ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม ระบุวิธีการและขั้นตอนการทดสอบสมมติฐาน การวัดและการสังเกตตัวแปร และบันทึกผลการศึกษา โดยใช้รูปแบบการบันทึกผลที่สอดคล้องกับข้อมูลที่ได้รับ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 |
| 4.การคิดเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล การพิจารณาลักษณะของข้อมูลที่ได้รับจากการทดสอบสมมติฐาน บรรยายการเปลี่ยนแปลงที่ส่งผลต่อกันระหว่างส่วนต่างๆ และ ลงข้อสรุปว่าข้อมูลที่ได้จากการทดสอบสมมติฐาน สนับสนุนหรือปฏิเสธสมมติฐาน และเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 |
| รวม | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 24 |

4. สร้างแบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ โดยแบบทดสอบที่สร้างขึ้นมีลักษณะเป็นสถานการณ์ 4 ตัวเลือก

5. นำแบบทดสอบมาตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้น โดยหา ความเที่ยงตรงเชิงพินิจ (Face validity) โดยนำข้อคำถามไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับนิยามศัพท์เฉพาะที่นิยามไว้และการวิเคราะห์หลักสูตร ซึ่งมีการให้คะแนนดังนี้

ให้ 1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าวัดได้ตรงตามนิยาม

ให้ 0 คะแนน เมื่อไม่แน่ใจว่าวัดได้ตรงตามนิยาม

ให้ -1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าวัดได้ไม่ตรงตามนิยาม

จากนั้นนำแบบทดสอบที่ผ่านการพิจารณาความสอดคล้องและความครอบคลุมของแบบทดสอบกับนิยามปฏิบัติการจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน มาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แต่ละข้อในฉบับ จากนั้นคัดเลือกข้อคำถาม โดยใช้เกณฑ์ค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยพิจารณาตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ซึ่งเป็นข้อที่สมบูรณ์และมีความเหมาะสม พบว่า ข้อคำถามในแบบทดสอบที่วัดตัวแปรการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ มีจำนวน 6 สถานการณ์ จำนวนข้อคำถามสถานการณ์ละ 4 ข้อ รวมทั้งหมด 24 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.60 – 1.00

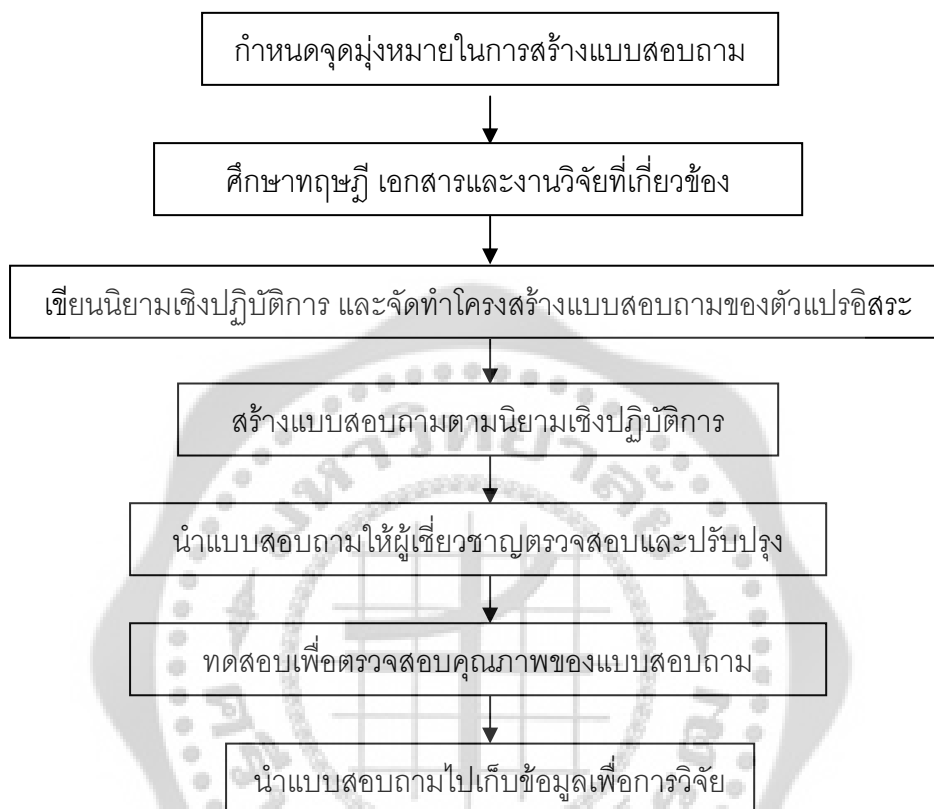
6. นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดกรุงเทพมหานคร จากโรงเรียนทั้ง 3 ขนาด ได้แก่ โรงเรียนวัดท่าข้าม โรงเรียนวัดสุวรรณ และโรงเรียนวัดบางขุนนนท์ จำนวน 99 คน ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) เพื่อพิจารณาว่าแบบทดสอบแต่ละข้อสามารถจำแนกผู้สอบตามความสามารถของแต่ละคนเพียงใด และพิจารณาคัดเลือกข้อที่มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ผลการพิจารณาพบว่า แบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ โดยการพิจารณาตามโครงสร้างและผังการวิเคราะห์แบบทดสอบที่กำหนดไว้ 6 สถานการณ์ ๆ ละ 4 ข้อ รวมทั้งหมด 24 ข้อ พบว่ามีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.25 – 0.78 และมีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 – 0.87

7. ผู้วิจัยนำข้อคำถามที่พิจารณาคัดเลือกไว้ในขั้นตอนที่ 6 มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (reliability) ของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่าแบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.786

8. จัดเตรียมแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ เพื่อใช้ในการรวบรวมข้อมูลในการวิจัย

วิธีดำเนินการสร้างแบบสอบถาม

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ที่เป็นแบบสอบถาม โดยมีขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 ลำดับขั้นตอนในการสร้างแบบสอบถามที่ใช้ในการวิจัย

จากภาพประกอบ 4 ลำดับขั้นตอนในการสร้างแบบสอบถาม มีรายละเอียดดังนี้

1. การกำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบสอบถามวัดการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง และแบบสอบถามวัดบรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์
2. ศึกษาทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. เขียนนิยามเชิงปฏิบัติการ และจัดทำตารางโครงสร้างแบบสอบถามของตัวแปรอิสระวัดการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง และแบบสอบถามวัดบรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ แสดงไว้ในตาราง 5

ตาราง 5 โครงสร้างแบบสอบถามของตัวแปรอิสระ วัดการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จาก
ผู้ปกครอง และแบบสอบถามวัดบรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์

| ตัวแปรอิสระ | พฤติกรรมบ่งชี้ | ข้อที่ |
|--|--|--------------------------------------|
| การส่งเสริมสนับสนุนด้าน วิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง | 1. ผู้ปกครองดูแลเอาใจใส่ ติดตามผลการเรียน | 10, 11, 14, 15, 16, 17, 18 และ 19 |
| | 2. ผู้ปกครองส่งเสริมและสนับสนุนการเข้าร่วม กิจกรรมเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ | 1, 2, 9 และ 13 |
| | 3. ผู้ปกครองคอยให้กำลังใจและกระตุ้นให้ นักเรียนสนใจเรื่องราวเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี | 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12 และ 20 |
| บรรยากาศในห้องเรียน วิทยาศาสตร์ | 1. การจัดสภาพแวดล้อมในห้องเรียนเพื่อให้ นักเรียนมีอิสระในการเรียนรู้ | 1, 5, 6, 9, 19 และ 20 |
| | 2. ห้องเรียนมีความกว้างขวาง สะดวกในการ จัดกิจกรรม การทดลอง การอภิปราย และการ สาธิต | 2, 3, 4, 10, 11, 12 และ 18 |
| | 3. จัดมุมประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์และ มุมทางวิทยาศาสตร์และอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ ที่ให้ความรู้แก่นักเรียนได้อย่างเหมาะสม | 7, 8, 13, 14, 15, 16 และ 17 |

4. สร้างแบบสอบถามวัดการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง และแบบสอบถาม
วัดบรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ โดยแบบสอบถามที่สร้างขึ้นมีลักษณะเป็น มาตราส่วนประมาณ
ค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

5. นำแบบสอบถามมาตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้น โดยหา ความเที่ยงตรงเชิงพิณิจ (Face validity)
โดยนำข้อคำถามไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับ
นิยามศัพท์เฉพาะที่นิยามไว้ ในแต่ละฉบับ ซึ่งมีการให้คะแนนดังนี้

ให้ 1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าวัดได้ตรงตามนิยาม

ให้ 0 คะแนน เมื่อไม่แน่ใจว่าวัดได้ตรงตามนิยาม

ให้ -1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าวัดได้ไม่ตรงตามนิยาม

จากนั้นนำแบบสอบถามที่ผ่านการพิจารณาความสอดคล้องและความครอบคลุมของแบบสอบถาม กับนิยามปฏิบัติการจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน มาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แต่ละข้อในแต่ละ ฉบับ จากนั้นคัดเลือกข้อคำถาม โดยใช้เกณฑ์ค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยพิจารณาตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ซึ่งเป็นข้อที่สมบูรณ์และมีความเหมาะสม พบว่า ข้อคำถามในแบบสอบถามที่วัดตัวแปรการส่งเสริม สนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง และวัดตัวแปรบรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ มี จำนวนข้อคำถามฉบับละ 20 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.60 – 1.00

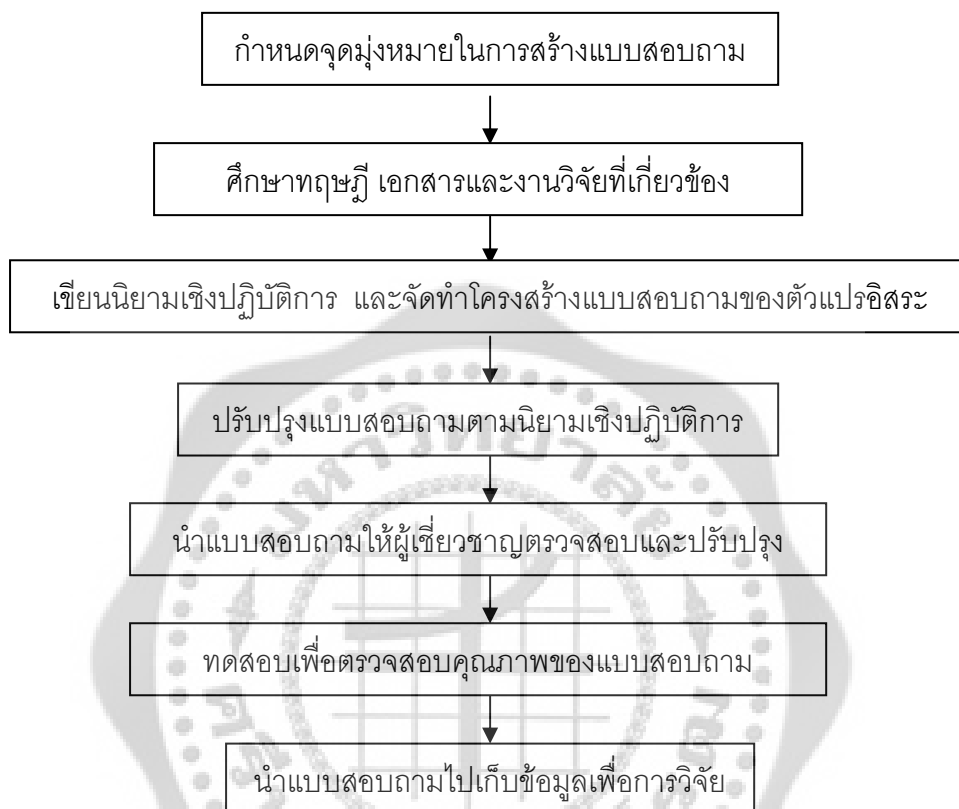
6. นำแบบสอบถามที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดกรุงเทพมหานคร จากโรงเรียนทั้ง 3 ขนาด ได้แก่ โรงเรียนวัดท่าข้าม โรงเรียน วัดสุวรรณ และโรงเรียนวัดบางขุนนนท์ จำนวน 99 คน ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่างที่ ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย นำมาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (r) โดยการวิเคราะห์หาค่า Item Total Correlation และพิจารณาคัดเลือกข้อคำถามของแบบสอบถามในแต่ละฉบับที่มีค่าอำนาจ จำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และเป็นข้อที่มีความสมบูรณ์ ครอบคลุมโครงสร้างของนิยามเชิงปฏิบัติการ พร้อมทั้งพิจารณาปรับปรุงข้อคำถามที่บกพร่อง ได้ข้อคำถามแบบสอบถามวัดตัวแปรการส่งเสริมสนับสนุนด้าน วิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง จำนวน 20 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.279 – 0.707 และวัดตัวแปร บรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.341 – 0.736

7. ผู้วิจัยนำข้อคำถามที่พิจารณาคัดเลือกไว้ในขั้นตอนที่ 6 มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Coefficient - α) ของครอนบัค (Crobach) ซึ่งผลการ วิเคราะห์พบว่าแบบสอบถามวัดตัวแปรการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง มีค่า ความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.913 และแบบสอบถามวัดตัวแปรบรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ มีค่า ความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.925

8. จัดเตรียมแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์ เพื่อให้ในการรวบรวมข้อมูลในการวิจัย

วิธีดำเนินการปรับปรุงแบบสอบถาม

ผู้วิจัยดำเนินการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ที่เป็นแบบสอบถาม โดยมีขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 ลำดับขั้นตอนในการปรับปรุงแบบสอบถามที่ใช้ในการวิจัย

จากภาพประกอบ 5 ลำดับขั้นตอนในการปรับปรุงแบบสอบถาม มีรายละเอียดดังนี้

1. ศึกษาจุดมุ่งหมายของการวิจัย ธรรมชาติของตัวแปรและแบบสอบถามที่สอดคล้องภายใต้องค์ความรู้ และบริบทที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยเพื่อทำความเข้าใจและปรับปรุงเครื่องมือที่จะวัดของตัวแปรดังกล่าวให้เหมาะสม
2. พิจารณาปรับข้อความให้เหมาะสมกับคุณลักษณะและกลุ่มประชากรที่ต้องการจะวัด ได้แก่ แบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของ นุปผา จุลพันธ์ (2550 : 50) ได้ทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และแบบสอบถามวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ของ นันทยา ใจตรง (2548 : 190) ได้ทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

3. เขียนนิยามเชิงปฏิบัติการ และจัดทำตารางโครงสร้างแบบสอบถามของตัวแปรอิสระวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ดังแสดงไว้ในตาราง 6

ตาราง 6 โครงสร้างแบบสอบถามของตัวแปรอิสระ วัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

| ตัวแปรอิสระ | พฤติกรรมบ่งชี้ | ข้อที่ |
|----------------------|--|----------------------|
| เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ | 1. ความเชื่อ ความคิด ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อวิทยาศาสตร์ในด้าน <u>เนื้อหา</u> ที่ปรากฏให้เห็นเป็นพฤติกรรม ความรู้สึกพอใจ ชอบ และไม่ชอบ | 1, 2, 3, 4 และ 11 |
| | 2. ความเชื่อ ความคิด ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อวิทยาศาสตร์ในด้าน <u>วิธีสอน</u> ที่ปรากฏให้เห็นเป็นพฤติกรรม ความรู้สึกพอใจ ชอบ และไม่ชอบ | 6, 12, 14, 16 และ 17 |
| | 3. ความเชื่อ ความคิด ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อวิทยาศาสตร์ในด้าน <u>กิจกรรม</u> ที่ปรากฏให้เห็นเป็นพฤติกรรม ความรู้สึกพอใจ ชอบ และไม่ชอบ | 5, 7, 15, 18 และ 19 |
| | 4. ความเชื่อ ความคิด ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อวิทยาศาสตร์ในด้าน <u>การตัดสินใจในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์</u> ที่ปรากฏให้เห็นเป็นพฤติกรรม ความรู้สึกพอใจ ชอบ และไม่ชอบ | 8, 9, 10, 13 และ 20 |
| แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ | ความปรารถนาหรือความต้องการของนักเรียนที่จะทำสิ่งต่างๆ ด้วยความเพียรพยายามให้ประสบความสำเร็จ เพื่อบรรลุมาตรฐานอันดีเลิศ แม้จะยุ่งยากลำบากก็ไม่ย่อท้อต่ออุปสรรคที่ขัดขวาง มีความสบายใจเมื่อประสบผลสำเร็จ และมีความวิตกกังวลเมื่อประสบความล้มเหลว | 1 - 20 |

4. นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงมาวิพากษ์กับอาจารย์ที่ควบคุมปริญญาบัตรเกี่ยวกับความถูกต้องและความเหมาะสมของข้อคำถามในแต่ละข้อ และปรับปรุงข้อคำถามตามคำแนะนำ ผู้วิจัยได้ปรับปรุงข้อคำถามของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ และแบบสอบถามวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ จำนวน 20 ข้อ

5. นำแบบสอบถามมาตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้น โดยหา ความเที่ยงตรงเชิงพินิจ (Face validity) โดยนำข้อคำถามไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะที่นิยามไว้ ในแต่ละฉบับ ซึ่งมีการให้คะแนนดังนี้

ให้ 1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าวัดได้ตรงตามนิยาม

ให้ 0 คะแนน เมื่อไม่แน่ใจว่าวัดได้ตรงตามนิยาม

ให้ -1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าวัดได้ไม่ตรงตามนิยาม

จากนั้นนำแบบสอบถามที่ผ่านการพิจารณาความสอดคล้องและความครอบคลุมของแบบสอบถามกับนิยามปฏิบัติการจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน มาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แต่ละข้อในแต่ละฉบับ จากนั้นคัดเลือกข้อคำถาม โดยใช้เกณฑ์ค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยพิจารณาตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ซึ่งเป็นข้อที่สมบูรณ์และมีความเหมาะสม พบว่า ข้อคำถามในแบบสอบถามที่วัดตัวแปรเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และวัดตัวแปรวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มีจำนวนข้อคำถามฉบับละ 20 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.60 – 1.00

6. นำแบบสอบถามที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดกรุงเทพมหานคร จากโรงเรียนทั้ง 3 ขนาด ได้แก่ โรงเรียนวัดท่าข้าม โรงเรียนวัดสุวรรณ และโรงเรียนวัดบางขุนนนท์ จำนวน 99 คน ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย นำมาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (r) โดยการวิเคราะห์หาค่า Item Total Correlation และพิจารณาคัดเลือกข้อคำถามของแบบสอบถามในแต่ละฉบับที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และเป็นข้อที่มีความสมบูรณ์ ครอบคลุมโครงสร้างของนิยามเชิงปฏิบัติการ พร้อมทั้งพิจารณาปรับปรุงข้อคำถามที่บกพร่อง ได้ข้อคำถามแบบสอบถามวัดตัวแปรเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.313 – 0.594 และแบบสอบถามวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ จำนวน 20 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.419 – 0.702

7. ผู้วิจัยนำข้อคำถามที่พิจารณาคัดเลือกไว้ในขั้นตอนที่ 5 มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Coefficient - α) ของครอนบาค (Crobach) ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่าแบบสอบถามวัดตัวแปรเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.876 และแบบสอบถามวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.913

8. จัดเตรียมแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์ เพื่อใช้ในการรวบรวมข้อมูลในการวิจัย

2.2 ลักษณะของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ฉบับที่ 1 แบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดเกี่ยวกับการคิดเพื่อระบุปัญหา การคิดเพื่อตั้งสมมติฐาน การคิดเพื่อทดสอบสมมติฐาน และการคิดเพื่อตีความหมายข้อมูลและสรุปผล โดยแบบทดสอบสถานการณณ์ มี 6 สถานการณณ์ สถานการณณ์ละ 4 ข้อ มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก มีตัวถูก 1 ตัวเลือก จำนวน 24 ข้อ ดังตัวอย่าง

คำชี้แจง แบบทดสอบฉบับนี้ เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีทั้งหมด 24 ข้อ ใช้เวลาในการทำ 40 นาที

สถานการณณ์ที่ 1 ใช้ตอบคำถามข้อ 0 – 0000

วันหนึ่ง สุชาติสังเกตเห็นว่าที่บ้านของเขามักจะมีมดมาตอมอาหารอยู่เป็นประจำ ดังนั้น เขาจึงคิดที่จะหาสารจากธรรมชาติมากำจัดมดเหล่านั้น แทนการใช้ยาฆ่าแมลง เขาจึงนำพืชสมุนไพรที่ปลูกอยู่ในบ้าน 3 ชนิด ได้แก่ ใบน้อยหน่า, ใบตะไคร้ และใบสาเก มาทดลองความสามารถในการกำจัดมด

(0) ปัญหาในการทดลองนี้ คือข้อใด

- ก. ทำไมบ้านของสุชาติจึงมีมด
- ข. ทำไมมดถึงมาตอมอาหารเป็นประจำ
- ค. พืชสมุนไพรชนิดใดที่สามารถกำจัดมดได้ดีที่สุด
- ง. พืชสมุนไพรปริมาณเท่าใดจึงจะสามารถกำจัดมดได้ดีที่สุด

(เฉลย ค.)

(00) จากสถานการณณ์ สมมติฐานของการทดลองนี้ควรพิจารณาจากข้อมูลใด

- ก. ชนิดของมด
- ข. จำนวนของมด
- ค. ปริมาณของพืชสมุนไพร
- ง. สารที่พบในพืชสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด

(เฉลย ง.)

(000) จากสถานการณ์ ข้อใด ไม่ใช่ สิ่งที่ต้องควบคุมให้เหมือนกัน

- ก. ชนิดของมด
- ข. จำนวนของมด
- ค. ชนิดของพืชสมุนไพร
- ง. ปริมาณของพืชสมุนไพร

(เฉลย ค.)

(0000) การทดลองความสามารถในการกำจัดมดของพืชสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด ได้ผลการทดลอง ดังนี้

| พืชสมุนไพร | จำนวนมดที่ตาย (ใช้มดในการทดลองครั้งละ 10 ตัว) | | |
|------------|--|------------|------------|
| | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 |
| ใบน้อยหน่า | 6 | 5 | 5 |
| ใบตะไคร้ | 2 | 3 | 2 |
| ใบสาเก | 8 | 9 | 9 |

จากตารางบันทึกผล สามารถสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

- ก. ใบสาเกมีความสามารถในการกำจัดมดได้ดีที่สุด
- ข. ใบตะไคร้มีความสามารถในการกำจัดมดได้ดีที่สุด
- ค. ใบน้อยหน่ามีความสามารถในการกำจัดมดได้ดีที่สุด
- ง. พืชสมุนไพรทั้ง 3 ชนิดมีความสามารถในการกำจัดมดได้ดีเท่ากัน

(เฉลย ก.)

วิธีการตรวจให้คะแนนและเกณฑ์ในการแปลความหมายคะแนน

ถ้าตอบถูก ให้นำหนักคะแนน 1 คะแนน

ถ้าตอบผิด ให้นำหนักคะแนน 0 คะแนน

เมื่อรวมคะแนนทั้งหมด คะแนนสูงสุดจะเท่ากับ 24 คะแนน และต่ำสุดจะเท่ากับ 0 คะแนน

โดยมีการแปลความหมายตามเกณฑ์ ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย

การแปลความหมาย

| | |
|---------------|---|
| 20.01 – 24.00 | นักเรียนมีการคิดเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง |
| 15.01 – 20.00 | นักเรียนมีการคิดเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับค่อนข้างสูง |
| 10.01 – 15.00 | นักเรียนมีการคิดเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง |
| 05.01 – 10.00 | นักเรียนมีการคิดเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ |
| 00.00 – 05.00 | นักเรียนมีการคิดเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ |

ฉบับที่ 2 แบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ปรับปรุงมาจากแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของบุปผา จุลพันธ์ (2550) เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ ดังตัวอย่าง

ตัวอย่างข้อคำถาม

| ข้อ | ข้อความ | ระดับความคิดเห็น | | | | |
|-----|--|------------------|-----|---------|------|------------|
| | | มากที่สุด | มาก | ปานกลาง | น้อย | น้อยที่สุด |
| 0 | วิทยาศาสตร์ฝึกให้ข้าพเจ้าเป็นคนช่างสังเกต | | | | | |
| 00 | ข้าพเจ้ามีส่วนร่วมอภิปรายหรือแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ | | | | | |
| 000 | ข้าพเจ้ามักจะสมัครเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ | | | | | |

เกณฑ์การให้คะแนน

| | คะแนนข้อความเชิงบวก | คะแนนข้อความเชิงลบ |
|------------|---------------------|--------------------|
| มากที่สุด | 5 | 1 |
| มาก | 4 | 2 |
| ปานกลาง | 3 | 3 |
| น้อย | 2 | 4 |
| น้อยที่สุด | 1 | 5 |

การแปลความหมาย

คะแนนเฉลี่ย

การแปลความหมาย

| | |
|-------------|---|
| 4.51 – 5.00 | นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ ในระดับมากที่สุด |
| 3.51 – 4.50 | นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ ในระดับมาก |
| 2.51 – 3.50 | นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ ในระดับปานกลาง |
| 1.51 – 2.50 | นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ ในระดับน้อย |
| 1.00 – 1.50 | นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ ในระดับน้อยที่สุด |

ฉบับที่ 3 แบบสอบถามวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ปรับปรุงมาจากแบบสอบถามวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ของนันทยา ใจตรง (2548) เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ ดังตัวอย่าง

ตัวอย่างข้อคำถาม

| ข้อ | ข้อความ | ระดับความคิดเห็น | | | | |
|-----|--|------------------|-----|---------|------|------------|
| | | มากที่สุด | มาก | ปานกลาง | น้อย | น้อยที่สุด |
| 0 | ข้าพเจ้าพยายามอ่านทำความเข้าใจในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองเพื่อจะได้ประสบความสำเร็จในการเรียน | | | | | |
| 00 | ข้าพเจ้าต้องการพัฒนาการเรียนวิทยาศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้นกว่าเดิม | | | | | |
| 000 | ข้าพเจ้าจะตั้งใจบันทึกผลการทดลองวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตด้วยตนเอง | | | | | |

เกณฑ์การให้คะแนน

| | คะแนนข้อความเชิงบวก | คะแนนข้อความเชิงลบ |
|------------|---------------------|--------------------|
| มากที่สุด | 5 | 1 |
| มาก | 4 | 2 |
| ปานกลาง | 3 | 3 |
| น้อย | 2 | 4 |
| น้อยที่สุด | 1 | 5 |

การแปลความหมาย

| คะแนนเฉลี่ย | การแปลความหมาย |
|-------------|---|
| 4.51 – 5.00 | นักเรียนมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในระดับสูง |
| 3.51 – 4.50 | นักเรียนมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในระดับค่อนข้างสูง |
| 2.51 – 3.50 | นักเรียนมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในระดับปานกลาง |
| 1.51 – 2.50 | นักเรียนมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในระดับค่อนข้างต่ำ |
| 1.00 – 1.50 | นักเรียนมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในระดับต่ำ |

ฉบับที่ 4 การส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ประกอบการ เป็นแบบมาตราส่วน
ประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ ดังตัวอย่าง

ตัวอย่างข้อคำถาม

| ข้อ | ข้อความ | ระดับการปฏิบัติ | | | | |
|-----|---|-----------------|-----|---------|------|------------|
| | | มากที่สุด | มาก | ปานกลาง | น้อย | น้อยที่สุด |
| 0 | ผู้ประกอบการชักชวนให้ข้าพเจ้าอ่านหนังสือ วิทยาศาสตร์ | | | | | |
| 00 | เมื่อข้าพเจ้ามีปัญหาเกี่ยวกับการเรียน วิทยาศาสตร์ผู้ประกอบการจะหาทาง ช่วยเหลือทันที | | | | | |
| 000 | ผู้ประกอบการสนับสนุนให้ข้าพเจ้าเข้าร่วม แข่งขันกิจกรรมวิทยาศาสตร์ | | | | | |

เกณฑ์การให้คะแนน

| | คะแนนข้อความเชิงบวก | คะแนนข้อความเชิงลบ |
|------------|---------------------|--------------------|
| มากที่สุด | 5 | 1 |
| มาก | 4 | 2 |
| ปานกลาง | 3 | 3 |
| น้อย | 2 | 4 |
| น้อยที่สุด | 1 | 5 |

การแปลความหมาย

คะแนนเฉลี่ย

การแปลความหมาย

| | |
|-------------|--|
| 4.51 – 5.00 | มีการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ประกอบการในระดับมากที่สุด |
| 3.51 – 4.50 | มีการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ประกอบการในระดับมาก |
| 2.51 – 3.50 | มีการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ประกอบการในระดับปานกลาง |
| 1.51 – 2.50 | มีการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ประกอบการในระดับน้อย |
| 1.00 – 1.50 | มีการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ประกอบการในระดับน้อยที่สุด |

ฉบับที่ 5 แบบสอบถามวัดบรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ ดังตัวอย่าง

ตัวอย่างข้อคำถาม

| ข้อ | ข้อความ | ระดับความคิดเห็น | | | | |
|-----|---|------------------|-----|---------|------|------------|
| | | มากที่สุด | มาก | ปานกลาง | น้อย | น้อยที่สุด |
| 0 | ห้องเรียนวิทยาศาสตร์มีอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์เพียงพอต่อความต้องการของนักเรียน | | | | | |
| 00 | มุมส่งเสริมประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์มีการจัดไว้อ่านเข้าใจง่าย | | | | | |
| 000 | ห้องเรียนวิทยาศาสตร์มีความสะอาด และเป็นระเบียบเรียบร้อย | | | | | |

เกณฑ์การให้คะแนน

| | คะแนนข้อความเชิงบวก | คะแนนข้อความเชิงลบ |
|------------|---------------------|--------------------|
| มากที่สุด | 5 | 1 |
| มาก | 4 | 2 |
| ปานกลาง | 3 | 3 |
| น้อย | 2 | 4 |
| น้อยที่สุด | 1 | 5 |

การแปลความหมาย

| | |
|-------------|---|
| คะแนนเฉลี่ย | การแปลความหมาย |
| 4.51 – 5.00 | มีบรรยากาศที่เอื้อต่อการเกิดความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับมากที่สุด |
| 3.51 – 4.50 | มีบรรยากาศที่เอื้อต่อการเกิดความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับมาก |
| 2.51 – 3.50 | มีบรรยากาศที่เอื้อต่อการเกิดความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับปานกลาง |
| 1.51 – 2.50 | มีบรรยากาศที่เอื้อต่อการเกิดความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับน้อย |
| 1.00 – 1.50 | มีบรรยากาศที่เอื้อต่อการเกิดความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับน้อยที่สุด |

ฉบับที่ 6 แบบบันทึกข้อมูลภาคสนามสำหรับการประเมินคุณภาพภายนอกกรอบสาม (พ.ศ. 2554 – 2558) ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน (ประถมศึกษาและมัธยมศึกษา)

โดยผู้วิจัยใช้เกณฑ์การพิจารณาเชิงปริมาณของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) (2555 : 49 – 51) ซึ่งคุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์จัดอยู่ในกลุ่มของมาตรฐานที่ว่าด้วยการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ในตัวบ่งชี้ที่ 6.2 กระบวนการจัดการเรียนรู้ของครู โดยประเมินเป็นเชิงปริมาณ 5 คะแนน

แบบบันทึกข้อมูลภาคสนามสำหรับการประเมินคุณภาพภายนอกกรอบสาม (พ.ศ. 2554 – 2558) ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน (ประถมศึกษาและมัธยมศึกษา)

| เกณฑ์การพิจารณาเชิงปริมาณ | 1. การกำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนด้านความรู้ ทักษะ กระบวนการที่เป็นความคิดรวบยอด หลักการ และความสัมพันธ์รวมทั้งคุณลักษณะที่พึงประสงค์ | 2. การศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลเป็นรายบุคคลแล้วนำข้อมูลมาใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ที่ท้าทายความสามารถของผู้เรียน | 3. การออกแบบการเรียนรู้และจัดการเรียนรู้ที่ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลและพัฒนาการทางสมองเพื่อ นำผู้เรียนไปสู่เป้าหมาย | 4. การจัดบรรยากาศที่เชื้อเชิญการเรียนรู้ช่วยเหลือผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ | 5. การจัดเตรียมและใช้สื่อที่เหมาะสมกับกิจกรรม นำภูมิปัญญาท้องถิ่น เทคโนโลยีที่เหมาะสมมาประยุกต์ในการจัดการเรียนการสอน | 6. การประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียนด้วยวิธีที่หลากหลาย เหมาะสมกับธรรมชาติของวิชาและระดับพัฒนาการของผู้เรียน รวมทั้งการวางแผนให้ ผู้เรียนประเมินความก้าวหน้าของตนเองและนำมาใช้ปรับปรุงและพัฒนาตนเอง | 7. การวิเคราะห์ผลการประเมินและนำมาใช้ในการซ่อมเสริมและพัฒนาผู้เรียนรวมทั้งปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน | 8. การศึกษาค้นคว้าวิจัยเพื่อพัฒนาสื่อและกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ | รวมจำนวนคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่ปฏิบัติได้ (ระบุจำนวนข้อ) |
|---------------------------|---|---|--|---|---|---|--|---|---|
| คนที่ 1 | | | | | | | | | |
| คนที่ 2 | | | | | | | | | |
| คนที่ 3 | | | | | | | | | |
| คนที่ 4 | | | | | | | | | |
| คนที่ 5 | | | | | | | | | |
| คนที่ 6 | | | | | | | | | |
| คนที่ 7 | | | | | | | | | |

หมายเหตุ ✓ = ปฏิบัติได้ตามเกณฑ์การพิจารณา x = ไม่สามารถปฏิบัติได้ตามเกณฑ์การพิจารณา

รวมครูที่มีคุณสมบัติครบ 8 ข้อ จำนวน * คน

หมายเหตุ 1. ตารางนี้ใช้เป็นกระดาดหาในการพิจารณาว่าครูแต่ละคนสามารถปฏิบัติตามเกณฑ์การพิจารณาได้กี่ข้อจากจำนวนข้อเกณฑ์การพิจารณาทั้งหมด

2. การสุ่มตัวอย่าง ให้ครอบคลุมทุกกลุ่มสาระ เช่น ครู 20 คน ประเมินทุกคน ครู 21 – 25 คน ประเมินโดยการสุ่ม ร้อยละ 50 ครู ตั้งแต่ 50 คนขึ้นไป สุ่มร้อยละ 30

3. การสรุปครูที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์การประเมินให้อธิบายจากจำนวนครูที่สุ่มตัวอย่าง และให้นำคำร้อยละจากการคำนวณผลของครูที่ปฏิบัติได้ตามเกณฑ์จากกลุ่มตัวอย่างไปนำเสนอในภาพรวมในรายงานได้

เกณฑ์การพิจารณาเชิงปริมาณ (5 คะแนน)

| เกณฑ์การพิจารณาเชิงปริมาณ (5 คะแนน) | ข้อค้นพบที่ได้ / ข้อมูลเชิงประจักษ์ จากการศึกษาเอกสาร สังเกต สัมภาษณ์ | |
|---|--|--|
| 1. การกำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ด้านความรู้ ทักษะกระบวนการที่เป็นความคิดรวบยอด หลักการและ ความสัมพันธ์ รวมทั้งคุณลักษณะที่พึงประสงค์ | | |
| 2. การศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลเป็นรายบุคคล แล้วนำข้อมูลมาใช้ในการ วางแผนการจัดการเรียนรู้ที่ท้าทายความสามารถของผู้เรียน | | |
| 3. การออกแบบการเรียนรู้และจัดการเรียนรู้ที่ตอบสนองความ แตกต่างระหว่างบุคคลและพัฒนาการทางสมอง เพื่อนำผู้เรียนไปสู่ เป้าหมาย | | |
| 4. การจัดบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ และดูแลช่วยเหลือผู้เรียนให้ เกิดการเรียนรู้ | | |
| 5. การจัดเตรียมและใช้สื่อให้เหมาะสมกับกิจกรรม นำภูมิปัญญา ท้องถิ่น เทคโนโลยี ที่เหมาะสมมาประยุกต์ในการจัดการเรียนการ สอน | | |
| 6. การประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียนด้วยวิธีที่หลากหลาย เหมาะสมกับธรรมชาติของวิชาและระดับพัฒนาการของผู้เรียน รวมทั้งการวางเงื่อนไขให้ผู้เรียนประเมินความก้าวหน้าของตนเอง และนำมาใช้ปรับปรุงและพัฒนาตนเอง | | |
| 7. การวิเคราะห์ผลการประเมินและนำมาใช้ในการส่งเสริมและ พัฒนาผู้เรียน รวมทั้งปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน | | |
| 8. การศึกษาค้นคว้า วิจัย เพื่อพัฒนาสื่อและกระบวนการจัดการ เรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ | | |

สรุปจำนวนครูที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์การพิจารณา ครบทั้ง 8 ข้อ จำนวน * คน

จากครูทั้งหมด คน คิดเป็นร้อยละ

คะแนนที่ได้ เท่ากับ

เกณฑ์การให้คะแนน

| 1 คะแนน | 2 คะแนน | 3 คะแนน | 4 คะแนน | 5 คะแนน |
|---|--|--|--|--|
| ครูต่ำกว่า ร้อยละ 50 ที่มีคุณลักษณะครบ ตามเกณฑ์พิจารณา ทั้ง 8 ข้อ | ครูตั้งแต่ ร้อยละ 50 – 59 ที่มีคุณลักษณะครบ ตามเกณฑ์พิจารณา ทั้ง 8 ข้อ | ครูตั้งแต่ ร้อยละ 60 – 74 ที่มีคุณลักษณะครบ ตามเกณฑ์พิจารณา ทั้ง 8 ข้อ | ครูตั้งแต่ ร้อยละ 75 – 89 ที่มีคุณลักษณะครบ ตามเกณฑ์พิจารณา ทั้ง 8 ข้อ | ครูตั้งแต่ ร้อยละ 90 ขึ้นไป ที่มีคุณลักษณะครบ ตามเกณฑ์พิจารณา ทั้ง 8 ข้อ |

สรุปผลรวมคะแนนของ ตัวบ่งชี้ที่ 6.2

| เกณฑ์การพิจารณา | คะแนนที่ได้ |
|----------------------|---|
| เชิงปริมาณ (5 คะแนน) | |
| ระดับคุณภาพ | <input type="checkbox"/> ต้องปรับปรุงเร่งด่วน (1 คะแนน) <input type="checkbox"/> ต้องปรับปรุง (2 คะแนน) <input type="checkbox"/> พอใช้ (3 คะแนน) <input type="checkbox"/> ดี (4 คะแนน) <input type="checkbox"/> ดีมาก (5 คะแนน) |

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ดำเนินการติดต่อบัณฑิตวิทยาลัยในการออกหนังสือ เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งผู้วิจัยได้รับหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เมื่อวันที่ 6 พฤศจิกายน 2555

2. นำหนังสือขอความอนุเคราะห์จากบัณฑิตวิทยาลัยยื่นต่อผู้บริหารสถานศึกษา เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และขอให้ช่วยประสานให้ผู้วิจัยได้พบกับครูประจำชั้นของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อขอความอนุเคราะห์ในการช่วยเก็บรวบรวมข้อมูล

3. นำแบบทดสอบและแบบสอบถามไปให้ครูประจำชั้นของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างตามวันเวลาที่นัดหมาย ระหว่างเดือนพฤศจิกายน - ธันวาคม 2555 ในวันเวลาราชการ โดยผู้วิจัยได้บอกวัตถุประสงค์ของการวิจัยและชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการวิจัยและชี้แจงถึงรายละเอียดการทำแบบทดสอบและตอบแบบสอบถามให้ครูประจำชั้นฟังและขอความกรุณาให้ครูช่วยชี้แจงให้นักเรียนได้เข้าใจตรงกัน โดยระดับผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2554 นั้น ผู้วิจัยติดต่อขอข้อมูลจากฝ่ายทะเบียนและวัดผลของโรงเรียนแล้วนำมาแจ้งให้นักเรียนทราบเพื่อใส่ลงในกระดาษคำตอบของตัวเอง และติดต่อขอข้อมูลผลการประเมินรับรองมาตรฐาน ประเมินคุณภาพรอบที่ 3 โดยสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) จากสำนักยุทธศาสตร์การศึกษา สำนักการศึกษากรุงเทพมหานคร

ในการเก็บรวบรวมเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยจะดำเนินการเก็บเครื่องมือด้วยตนเอง โดยจะให้เครื่องมือวิจัยนักเรียนทั้งหมด คนละ 1 ชุด ประกอบไปด้วยแบบทดสอบ จำนวน 1 ฉบับ และแบบสอบถาม จำนวน 5 ฉบับ พร้อมทั้งกระดาษคำตอบ โดยผู้วิจัยจะกำหนดลำดับ

การเก็บรวบรวมเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้ โดยในวันแรกให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์เป็นฉบับแรก โดยให้นักเรียนทำลงในกระดาษคำตอบและ ระบุชื่อโรงเรียน และเลขที่ทุกฉบับ และให้นักเรียนส่งคืน ในวันที่ 2 ผู้วิจัยจะแจกเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคืนให้กับนักเรียนตามเลขที่ที่ได้ระบุไว้ในวันแรก หลังจากนั้นจึงให้นักเรียนตอบแบบสอบถามฉบับที่เหลือ โดยมีการกำหนดลำดับการเก็บรวบรวมเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังแสดงในตาราง 7

ตาราง 7 ลำดับการเก็บรวบรวมเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

| โรงเรียน | ลำดับการเก็บรวบรวมเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย | | | | |
|------------------------------|--|--------------------------|-------------------------|--|--|
| | วันที่ 1 (แบบทดสอบ) | วันที่ 2 (แบบสอบถาม) | | | |
| | การคิดเชิง วิทยาศาสตร์ | เจตคติต่อ วิทยาศาสตร์ | แรงจูงใจใฝ่ สัมฤทธิ์ | การส่งเสริม สนับสนุน ด้าน วิทยาศาสตร์ จากผู้ปกครอง | บรรยากาศ ในห้องเรียน วิทยาศาสตร์ |
| วัดไก่อี๊ (สวัดต์ประชานุกูล) | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| วัดทองนพคุณ | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 |
| วัดจักรวรรดิ | 1 | 3 | 4 | 1 | 2 |
| วัดมหารณพ์ | 1 | 4 | 1 | 2 | 3 |
| วัดดีดวด | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| วัดตรีศเทพ | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 |
| วัดกัลยาณมิตร | 1 | 3 | 4 | 1 | 2 |
| วัดโตนด | 1 | 4 | 1 | 2 | 3 |
| วัดเจ้าอาาม | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| บางไผ่ (บ้านภยพันแก้วขาว) | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 |
| วัดคณิกาผล | 1 | 3 | 4 | 1 | 2 |
| วัดศรีสุดาราม | 1 | 4 | 1 | 2 | 3 |
| วัดตลิ่งชัน | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |

ตาราง 7 (ต่อ)

| โรงเรียน | ลำดับการเก็บรวบรวมเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย | | | | |
|-------------------------------------|--|--------------------------|-------------------------|--|--|
| | วันที่ 1 (แบบทดสอบ) | วันที่ 2 (แบบสอบถาม) | | | |
| | การคิดเชิง วิทยาศาสตร์ | เจตคติต่อ วิทยาศาสตร์ | แรงจูงใจใฝ่ สัมฤทธิ์ | การส่งเสริม สนับสนุน ด้าน วิทยาศาสตร์ จากผู้ปกครอง | บรรยากาศ ในห้องเรียน วิทยาศาสตร์ |
| วัดอาวุธวิกสิตาราม | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 |
| คลองตันไทร (สุขล้อมอุทิศ) | 1 | 3 | 4 | 1 | 2 |
| วัดประดู่ฉิมพลี | 1 | 4 | 1 | 2 | 3 |
| วัดโพธิ์แก้ว | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| วัดปากน้ำฝั่งเหนือ | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 |
| วัดสน | 1 | 3 | 4 | 1 | 2 |
| วัดสิตาราม | 1 | 4 | 1 | 2 | 3 |
| วัดเปาโรหิตย์ | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| วัดดุสิตาราม | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 |
| วัดมกุฏกษัตริยาราม | 1 | 3 | 4 | 1 | 2 |
| พรหมราชบุรีรังสรรค์ | 1 | 4 | 1 | 2 | 3 |
| วัดชัยฉิมพลี | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| เพชรเกษม (จตุรงค์สงคราม อนุสรณ์) | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 |
| วัดสุวรรณ | 1 | 3 | 4 | 1 | 2 |
| วัดท่าพระ | 1 | 4 | 1 | 2 | 3 |
| บางแคเหนือ | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| วัดยางสุทธาราม | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 |
| วัดเบญจมบพิตร | 1 | 3 | 4 | 1 | 2 |
| วัดทองเพลิง | 1 | 4 | 1 | 2 | 3 |

ตาราง 7 (ต่อ)

| โรงเรียน | ลำดับการเก็บรวบรวมเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย | | | | |
|--------------------------|--|--------------------------|-------------------------|--|--|
| | วันที่ 1 (แบบทดสอบ) | วันที่ 2 (แบบสอบถาม) | | | |
| | การคิดเชิง วิทยาศาสตร์ | เจตคติต่อ วิทยาศาสตร์ | แรงจูงใจใฝ่ สัมฤทธิ์ | การส่งเสริม สนับสนุน ด้าน วิทยาศาสตร์ จากผู้ปกครอง | บรรยากาศ ในห้องเรียน วิทยาศาสตร์ |
| บ้านนายเหรียญ | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| วัดแสงดำ | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 |
| วัดศรีนวลธรรมวิมล | 1 | 3 | 4 | 1 | 2 |
| วัดบางกระดี่ | 1 | 4 | 1 | 2 | 3 |
| วัดสี่ลูก | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| วัดอ่างแก้ว (จิบ ปานท่า) | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 |
| วัดนิมมานรดี | 1 | 3 | 4 | 1 | 2 |

4. ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ทั้งหมด 1,021 ฉบับ จากนั้นพิจารณาคัดเลือกแบบสอบถามที่ไม่สมบูรณ์ออก ซึ่งเหลือแบบสอบถามที่มีความสมบูรณ์เพียงพอกับจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการจริง คือ 998 ฉบับ ผู้วิจัยจึงนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

4. การจัดทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. วิเคราะห์หาค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรระดับนักเรียน ได้แก่ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง ตัวแปรระดับห้องเรียน ได้แก่ บรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์และคุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ และตัวแปรตาม คือ การคิดเชิงวิทยาศาสตร์

2. วิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระระดับนักเรียนและระดับห้องเรียนกับตัวแปรตาม โดยการวิเคราะห์แยกตามระดับ ดังนี้

2.1 วิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ได้แก่ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง กับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

2.2 วิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน ได้แก่ บรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ และคุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ กับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

3. วิเคราะห์หุระดับเพื่อศึกษาความสัมพันธ์และค้นหาตัวแปรอิสระระดับนักเรียนและระดับห้องเรียนที่ส่งผลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ตามขั้นตอนการวิเคราะห์ ดังนี้

3.1 วิเคราะห์ระดับนักเรียน (Micro level หรือ within – school analysis)

3.1.1 วิเคราะห์โมเดลว่าง (Null Model)

โมเดลภายในหน่วย (Within unit model)

$$y_{ij} = b_{0j} + e_{ij}$$

โมเดลระหว่างหน่วย (Between unit model)

$$b_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}$$

| | | | |
|-------|---------------|-----|---|
| เมื่อ | Y_{ij} | แทน | การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนคนที่ i ในห้องเรียน j |
| | b_{0j} | แทน | ค่าเฉลี่ยการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในห้องเรียน j |
| | γ_{00} | แทน | ค่าเฉลี่ยรวมคะแนนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของห้องเรียนทุกแห่ง |
| | e_{ij} | แทน | ค่าส่วนที่เหลือหรืออิทธิพลสุ่มระดับที่ 1 |
| | u_{0j} | แทน | ค่าส่วนที่เหลือหรืออิทธิพลสุ่มของ b_{0j} |

โดยที่ $e \sim N(0, \sigma^2)$

3.1.2 วิเคราะห์โมเดลอย่างง่าย (Simple Model)

โมเดลภายในหน่วย (Within unit model)

$$Y_{ij} = b_{0j} + b_{1j}(ATTI) + b_{2j}(GRADE) + b_{3j}(ACHM) + b_{4j}(HOME) + e_{ij}$$

โมเดลระหว่างหน่วย (Between unit model)

$$b_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}$$

$$b_{1j} = \gamma_{10} + u_{1j}$$

$$b_{2j} = \gamma_{20} + u_{2j}$$

$$b_{3j} = \gamma_{30} + u_{3j}$$

$$b_{4j} = \gamma_{40} + u_{4j}$$

| | | | |
|-------|---------------|-----|---|
| เมื่อ | Y_{ij} | แทน | การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนคนที่ i ในห้องเรียน j |
| | b_{0j} | แทน | ค่าเฉลี่ยการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในห้องเรียน j เมื่อควบคุมอิทธิพลของตัวแปรทำนายในสมการแล้ว |
| | b_{1j} | แทน | ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่แสดงผลของ ATTI ต่อ y ใน ห้องเรียน j |
| | b_{2j} | แทน | ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่แสดงผลของ GRADE ต่อ y ใน ห้องเรียน j |
| | b_{3j} | แทน | ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่แสดงผลของ ACHM ต่อ y ใน ห้องเรียน j |
| | b_{4j} | แทน | ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่แสดงผลของ HOME ต่อ y ใน ห้องเรียน j |
| | b_{0j} | แทน | ค่าเฉลี่ยการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในห้องเรียน j |
| | γ_{00} | แทน | ค่าเฉลี่ยรวมคะแนนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของห้องเรียน ทุกแห่ง |
| | γ_{10} | แทน | ค่าเฉลี่ยสัมประสิทธิ์ b_{1j} ของห้องเรียนทุกแห่ง |
| | γ_{20} | แทน | ค่าเฉลี่ยสัมประสิทธิ์ b_{2j} ของห้องเรียนทุกแห่ง |
| | γ_{30} | แทน | ค่าเฉลี่ยสัมประสิทธิ์ b_{3j} ของห้องเรียนทุกแห่ง |
| | γ_{40} | แทน | ค่าเฉลี่ยสัมประสิทธิ์ b_{4j} ของห้องเรียนทุกแห่ง |
| | e_{ij} | แทน | ค่าความคลาดเคลื่อนระดับนักเรียนในการทำนาย Y_{ij} |
| | u_{0j} | แทน | ค่าส่วนที่เหลือหรืออิทธิพลสุ่มของ b_{0j} |
| | u_{1j} | แทน | ค่าส่วนที่เหลือหรืออิทธิพลสุ่มของ b_{1j} |
| | u_{2j} | แทน | ค่าส่วนที่เหลือหรืออิทธิพลสุ่มของ b_{2j} |
| | u_{3j} | แทน | ค่าส่วนที่เหลือหรืออิทธิพลสุ่มของ b_{3j} |

u_{4j} แทน ค่าส่วนที่เหลือหรืออิทธิพลสุ่มของ b_{4j}
โดยที่ $e \sim N(0, \sigma^2)$

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลระดับห้องเรียน (Macro level หรือ Between – class analysis)

โมเดลภายในหน่วย (Within unit model)

$$Y_{ij} = b_{0j} + b_{1j}(ATTI) + b_{2j}(GRADE) + b_{3j}(ACHM) + b_{4j}(HOME) + e_{ij}$$

โมเดลระหว่างหน่วย (Between unit model)

$$b_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}(EDUEN) + \gamma_{02}(QUAL) + u_{0j}$$

$$b_{1j} = \gamma_{10} + \gamma_{11}(EDUEN) + \gamma_{12}(QUAL) + u_{1j}$$

$$b_{2j} = \gamma_{20} + \gamma_{21}(EDUEN) + \gamma_{22}(QUAL) + u_{2j}$$

$$b_{3j} = \gamma_{30} + \gamma_{31}(EDUEN) + \gamma_{32}(QUAL) + u_{3j}$$

$$b_{4j} = \gamma_{40} + \gamma_{41}(EDUEN) + \gamma_{42}(QUAL) + u_{4j}$$

| | | |
|----------------|-----|--|
| เมื่อ Y_{ij} | แทน | คะแนนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนคนที่ i ในห้องเรียน j |
| EDUEN | แทน | คะแนนตัวพยากรณ์ด้านบรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ |
| QUAL | แทน | คะแนนตัวพยากรณ์ด้านคุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ |
| b_{0j} | แทน | ค่าเฉลี่ยการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในห้องเรียน j เมื่อควบคุมอิทธิพลของตัวแปรทำนายในสมการแล้ว |
| b_{1j} | แทน | ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่แสดงผลของ ATTI ต่อ y ในห้องเรียน j |
| b_{2j} | แทน | ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่แสดงผลของ GRADE ต่อ y ในห้องเรียน j |
| b_{3j} | แทน | ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่แสดงผลของ ACHM ต่อ y ในห้องเรียน j |
| b_{4j} | แทน | ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่แสดงผลของ HOME ต่อ y ในห้องเรียน j |
| γ_{10} | แทน | ค่าเฉลี่ยสัมประสิทธิ์ b_{1j} ของห้องเรียนทุกแห่ง |
| γ_{20} | แทน | ค่าเฉลี่ยสัมประสิทธิ์ b_{2j} ของห้องเรียนทุกแห่ง |

| | | |
|---------------|-----|--|
| γ_{30} | แทน | ค่าเฉลี่ยสัมประสิทธิ์ b_{3j} ของห้องเรียนทุกแห่ง |
| γ_{40} | แทน | ค่าเฉลี่ยสัมประสิทธิ์ b_{4j} ของห้องเรียนทุกแห่ง |
| γ_{11} | แทน | ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่แสดงผลของ EDUEN ที่ส่งผลต่อ b_{1j} |
| γ_{12} | แทน | ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่แสดงผลของ QUAL ที่ส่งผลต่อ b_{1j} |
| γ_{21} | แทน | ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่แสดงผลของ EDUEN ที่ส่งผลต่อ b_{2j} |
| γ_{22} | แทน | ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่แสดงผลของ QUAL ที่ส่งผลต่อ b_{2j} |
| γ_{31} | แทน | ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่แสดงผลของ EDUEN ที่ส่งผลต่อ b_{3j} |
| γ_{32} | แทน | ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่แสดงผลของ QUAL ที่ส่งผลต่อ b_{3j} |
| γ_{41} | แทน | ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่แสดงผลของ EDUEN ที่ส่งผลต่อ b_{4j} |
| γ_{42} | แทน | ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่แสดงผลของ QUAL ที่ส่งผลต่อ b_{4j} |
| e_{ij} | แทน | ค่าความคลาดเคลื่อนระดับนักเรียนในการทำนาย Y_{ij} |
| u_{0j} | แทน | ค่าส่วนที่เหลือหรืออิทธิพลสุ่มของ b_{0j} |
| u_{1j} | แทน | ค่าส่วนที่เหลือหรืออิทธิพลสุ่มของ b_{1j} |
| u_{2j} | แทน | ค่าส่วนที่เหลือหรืออิทธิพลสุ่มของ b_{2j} |
| u_{3j} | แทน | ค่าส่วนที่เหลือหรืออิทธิพลสุ่มของ b_{3j} |
| u_{4j} | แทน | ค่าส่วนที่เหลือหรืออิทธิพลสุ่มของ b_{4j} |

โดยที่ $e \sim N(0, \sigma^2)$

5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ

5.1.1 การหาความเที่ยงตรงเชิงพิสัยของแบบสอบถาม โดยหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยใช้สูตรของโรบินสันและแฮมเบลตัน (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2545 : 175)

$$IOC = \frac{\Sigma R}{N}$$

| | | | |
|-------|------------|-----|--|
| เมื่อ | IOC | แทน | ดัชนีความสอดคล้อง |
| | ΣR | แทน | ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด |
| | N | แทน | จำนวนผู้เชี่ยวชาญ |

5.1.2 หาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2545 : 5)

$$p = \frac{R}{N}$$

| | | | |
|-------|---|-----|------------------|
| เมื่อ | P | แทน | ค่าความยากง่าย |
| | R | แทน | จำนวนคนที่ตอบถูก |
| | N | แทน | จำนวนคนทั้งหมด |

5.1.3 วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกของแบบวัด โดยใช้วิธีการหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวมของข้ออื่น ๆ ที่เหลือทั้งหมด (Item Total Correlation) โดยใช้สูตรสหสัมพันธ์ แบบเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation) (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2547: 165-166)

$$r_{xy} = \frac{N\Sigma XY - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{\sqrt{[N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2][N\Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2]}}$$

| | | | |
|-------|----------|-----|---------------------------------------|
| เมื่อ | r_{xy} | แทน | ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ |
| | N | แทน | จำนวนคนในกลุ่ม |
| | X | แทน | คะแนนข้อคำถาม |
| | Y | แทน | คะแนนผลรวมของข้ออื่น ๆ ที่เหลือทุกข้อ |

5.1.4 หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2547: 218)

$$r_{tt} = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_x^2} \right]$$

| | | | |
|-------|----------|-----|--|
| เมื่อ | r_{tt} | แทน | ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม |
| | K | แทน | จำนวนข้อของแบบสอบถาม |
| | p | แทน | สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกหรือความยากของแต่ละข้อ |
| | q | แทน | สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดซึ่งเท่ากับ 1 - p |
| | S_x^2 | แทน | คะแนนความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ |

5.1.5 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้วิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha - coefficient) ของครอนบัค (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2547 : 220)

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum S_1^2}{S_1^2} \right]$$

| | | | |
|-------|--------------|-----|---|
| เมื่อ | α | แทน | ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม |
| | K | แทน | จำนวนข้อของแบบสอบถาม |
| | $\sum S_1^2$ | แทน | ผลรวมของความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ |
| | S_1^2 | แทน | คะแนนความแปรปรวนของคะแนนแบบสอบถามทั้งฉบับ |

5.2 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

5.2.1 ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) และค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (C.V.)

5.2.2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple correlation coefficient) โดยใช้ สูตรสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson product-moment correlation coefficient) (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2545 : 166)

$$r_{xy} = \frac{n\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[n\sum X^2 - (\sum X)^2][n\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

| | | | |
|-------|------------|-----|------------------------------------|
| เมื่อ | r_{xy} | แทน | ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ |
| | $\sum X$ | แทน | ผลรวมของคะแนน X |
| | $\sum Y$ | แทน | ผลรวมของคะแนน Y |
| | $\sum X^2$ | แทน | ผลรวมของคะแนน X แต่ละตัวยกกำลังสอง |
| | $\sum Y^2$ | แทน | ผลรวมของคะแนน Y แต่ละตัวยกกำลังสอง |
| | $\sum XY$ | แทน | ผลรวมของผลคูณ X กับ Y ทุกคู่ |
| | n | แทน | จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง |

5.2.3 ทดสอบความมีนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ โดยใช้ t-test (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2544 : 317)

$$t = r \frac{\sqrt{N-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

| | | | |
|-------|---|-----|---------------------------|
| เมื่อ | t | แทน | ค่าสถิติทดสอบที |
| | r | แทน | ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ |
| | N | แทน | จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง |

5.2.4 สัมประสิทธิ์การทำนายของโมเดลแต่ละระดับ (R^2) หรือสัดส่วนความแปรปรวนที่อธิบายได้ ซึ่งมีสูตรทั่วไป ดังนี้ (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2550 : 95)

$$R^2 = \frac{\tau_{00}(\text{unconditional}) - \tau_{00}(\text{conditional})}{\tau_{00}(\text{unconditional})}$$

| | | | |
|-------|-------------|-----|--------------------------------|
| เมื่อ | R^2 | แทน | สัดส่วนความแปรปรวนที่อธิบายได้ |
| | τ_{00} | แทน | ความแปรปรวนระหว่างห้องเรียน |

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียน สังกัดสำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร โดยใช้การวิเคราะห์หุระดับมีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาตัวแปรระดับนักเรียนและระดับห้องเรียนที่มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และเพื่อศึกษาความแปรปรวนร่วมของตัวแปรต่างระดับที่มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และเพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการแปลความหมายของผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการแปลผลดังนี้

| | | |
|-----------|-----|--|
| K | แทน | จำนวนข้อ |
| N | แทน | จำนวนตัวอย่าง |
| \bar{X} | แทน | คะแนนเฉลี่ย |
| S | แทน | ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน |
| C.V. | แทน | ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย |
| ATTI | แทน | เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ |
| GRADE | แทน | ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ |
| ACHM | แทน | แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ |
| HOME | แทน | การส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง |
| EDUEN | แทน | บรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ |
| QUAL | แทน | คุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ |
| SCIT | แทน | การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ |
| SE | แทน | ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด |
| t | แทน | ค่าสถิติในการแจกแจงแบบที |
| χ^2 | แทน | ค่าสถิติในการแจกแจงแบบไค-สแควร์ (Chi-square) |
| d.f. | แทน | ขั้นของความเป็นอิสระ (Degrees of freedom) |

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรระดับนักเรียนและตัวแปรระดับห้องเรียน

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์พหุระดับตัวแปรระดับนักเรียน และ ตัวแปรระดับห้องเรียนที่มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และความแปรปรวนร่วมของตัวแปรต่างระดับ

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน

การศึกษาตัวแปรเชิงพหุระดับ ที่ส่งผลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร มีตัวแปรระดับนักเรียน จำนวน 4 ตัวแปร ได้แก่ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ความรู้พื้นฐานเคมีวิทยาศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง สำหรับตัวแปรระดับห้องเรียน มี 2 ตัวแปร ได้แก่ บรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ และคุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ และตัวแปรตาม คือ การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ โดยแยกเสนอตามแหล่งข้อมูลที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย ดังนี้

1.1 ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน และการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ได้จากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิ ผลดังแสดงในตาราง 8

ตาราง 8 ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ระดับห้องเรียน และการคิดเชิงวิทยาศาสตร์
ที่ได้จากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิ

| ตัวแปร | N | K | \bar{X} | S | C.V. (%) | การแปล ความหมาย |
|----------------------------------|-----|----|-----------|-------|-------------|--------------------|
| ตัวแปรอิสระระดับนักเรียน | | | | | | |
| เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (ATTI) | 998 | 20 | 3.930 | 0.580 | 14.759 | มาก |
| แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (ACHM) | 998 | 20 | 3.876 | 0.617 | 15.920 | ค่อนข้างสูง |
| การส่งเสริมสนับสนุนด้าน | | | | | | |
| วิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง (HOME) | 998 | 20 | 3.596 | 0.755 | 20.994 | มาก |
| ตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน | | | | | | |
| บรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ | | | | | | |
| (EDUEN) | 39 | 20 | 3.920 | 0.269 | 6.861 | มาก |
| ตัวแปรตาม | | | | | | |
| การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (SCIT) | 998 | 24 | 14.792 | 4.601 | 31.105 | ปานกลาง |

จากตาราง 8 เมื่อพิจารณาตัวแปรอิสระระดับนักเรียน พบว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครองของนักเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.930, 3.876 และ 3.596 ตามลำดับ และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.580, 0.617 และ 0.755 ตามลำดับ แสดงว่า นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์อยู่ในระดับค่อนข้างสูง และนักเรียนได้รับการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครองอยู่ในระดับมาก สำหรับค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (C.V.(%)) ของตัวแปรอิสระระดับนักเรียนมีค่าอยู่ระหว่าง 14.759 – 20.994 แสดงว่า การส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครองของนักเรียนมีการกระจายมากที่สุด รองลงมา คือ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์มีการกระจายน้อยที่สุด

เมื่อพิจารณาตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน พบว่า บรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.920 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.269 แสดงว่า ห้องเรียนวิทยาศาสตร์มีบรรยากาศที่เอื้อต่อการเกิดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับมาก สำหรับค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (C.V. (%)) ของบรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 6.861

เมื่อพิจารณาตัวแปรตาม คือ การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.792 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.601 แสดงว่า นักเรียนมีการคิดเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง สำหรับค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (C.V. (%)) ของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 31.105

1.2 ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรอิสระระดับนักเรียน และตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน ที่ได้จากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ ผลดังแสดงในตาราง 9

ตาราง 9 ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรอิสระระดับนักเรียน และระดับห้องเรียน ที่ได้จากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ

| ตัวแปร | N | \bar{X} | S | C.V. (%) | การแปลความหมาย |
|---|-----|-----------|-------|----------|----------------|
| ตัวแปรอิสระระดับนักเรียน | | | | | |
| ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ (GRADE) | 998 | 3.143 | 0.812 | 25.826 | ปานกลาง |
| ตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน | | | | | |
| คุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ (QUAL) | 39 | 4.359 | 0.537 | 12.329 | สูง |

จากตาราง 9 เมื่อพิจารณาตัวแปรอิสระระดับนักเรียน พบว่า ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.143 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.812 แสดงว่า นักเรียนมีความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง สำหรับค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (C.V. (%)) ของความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 25.826

เมื่อพิจารณาตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน พบว่า คุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.359 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.537 แสดงว่า มีคุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง สำหรับค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (C.V. (%)) ของคุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 12.329

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรระดับนักเรียนและตัวแปรระดับห้องเรียน

ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ระดับ ประกอบด้วย ตัวแปรระดับนักเรียน ได้แก่ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง และตัวแปรระดับห้องเรียน ได้แก่ บรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ และคุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ มีรายละเอียดผลการวิเคราะห์ ดังนี้

2.1 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรระดับนักเรียน

ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรระดับนักเรียน ประกอบด้วย ตัวแปรอิสระ ได้แก่ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง และตัวแปรตาม ได้แก่ การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ดังแสดงในตาราง 10

ตาราง 10 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระระดับนักเรียนกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

| ตัวแปร | | ตัวแปรอิสระระดับนักเรียน | | | | ตัวแปรตาม |
|------------------------------|-------|--------------------------|---------|---------|---------|-----------|
| | | ATTI | GRADE | ACHM | HOME | SCIT |
| ตัวแปรอิสระ ระดับนักเรียน | ATTI | 1.000 | 0.198** | 0.137** | 0.630** | 0.232** |
| | GRADE | | 1.000 | 0.047 | 0.057* | 0.550** |
| | ACHM | | | 1.000 | 0.165** | 0.029 |
| | HOME | | | | 1.000 | 0.021 |
| ตัวแปรตาม | SCIT | | | | | 1.000 |

** $p < .01$, * $p < .05$

จากตาราง 10 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระระดับนักเรียนแต่ละตัว กับตัวแปรตามการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ผลปรากฏว่า ตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ได้แก่ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยที่ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์มากที่สุด ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.550 ส่วนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์เป็นอันดับรองลงมา ซึ่งมีค่า

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.232 ส่วนแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง มีความสัมพันธ์กับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ผลปรากฏว่า ตัวแปรอิสระระดับนักเรียน คือ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 กับตัวแปรอิสระระดับนักเรียนทุกค่า โดยที่การส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง มีความสัมพันธ์กับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์มากที่สุด ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.630 ส่วนความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มีความสัมพันธ์กับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นอันดับรองลงมาตามลำดับ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.198 และ 0.137 ตามลำดับ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 กับการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.165 ส่วนความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กับการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.057 และมีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ กับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

2.2 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรระดับห้องเรียน

ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรระดับห้องเรียน ประกอบด้วย ตัวแปรอิสระ ได้แก่ บรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ และคุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ และตัวแปรตาม ได้แก่ ค่าเฉลี่ยการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของห้องเรียน ดังแสดงในตาราง 7

ตาราง 11 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

| ตัวแปร | | ตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน | | ตัวแปรตาม |
|----------------|-------|---------------------------|-------|-----------|
| | | EDUEN | QUAL | MSCIT |
| ตัวแปรอิสระ | EDUEN | 1.000 | 0.065 | 0.101 |
| ระดับห้องเรียน | QUAL | | 1.000 | 0.404** |
| ตัวแปรตาม | MSCIT | | | 1.000 |

**p < .01

จากตาราง 11 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนแต่ ละตัว กับตัวแปรตามการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ผลปรากฏว่า ตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน คือคุณภาพ การสอนวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ 0.01 ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.404 ส่วนบรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ มี ความสัมพันธ์ทางบวกกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน ผลปรากฏ ว่า บรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับคุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์อย่างไม่มี นัยสำคัญทางสถิติ

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์พหุระดับตัวแปรระดับนักเรียน และ ตัวแปรระดับห้องเรียน ที่มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และความแปรปรวนร่วมของตัวแปรต่างระดับ

ผลการวิเคราะห์พหุระดับของตัวแปรระดับนักเรียนและ และ ตัวแปรระดับห้องเรียนที่มี อิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และความแปรปรวนร่วมของตัวแปรต่างระดับ โดยนำเสนอตาม ขั้นตอนการวิเคราะห์ คือ การวิเคราะห์ขั้นโมเดลว่าง การวิเคราะห์ขั้นโมเดลอย่างง่าย และการวิเคราะห์ ขั้นโมเดลตามสมมติฐาน

3.1 การวิเคราะห์ขั้นโมเดลว่าง (Null model)

การวิเคราะห์ขั้นโมเดลว่าง เป็นขั้นตอนการวิเคราะห์ขั้นแรกสุดเพื่อให้เห็นภาพรวมของ ตัวแปรตาม ในการพิจารณาความแปรปรวนของตัวแปรตาม โดยไม่นำตัวแปรอิสระเข้ามาร่วม วิเคราะห์ โดยใช้สถิติที่ ทดสอบอิทธิพลคงที่ และเพื่อตรวจสอบเบื้องต้นว่า การคิดเชิงวิทยาศาสตร์มี ความแปรปรวนภายในระหว่างนักเรียน และระหว่างห้องเรียนหรือไม่ โดยใช้สถิติไค – สแควร์ ทดสอบ อิทธิพลสุ่ม เพื่อจะได้วิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรอิสระแต่ละระดับที่มีต่อตัวแปรตามต่อไป การ วิเคราะห์ขั้นโมเดลว่างเมื่อใช้ตัวแปรตาม คือ การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ดังแสดงในตาราง 12

ตาราง 12 ผลการวิเคราะห์โมเดลว่าง (null model) ของตัวแปรการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

| Fixed Effects | Coefficient | Standard Error | t- ratio | d.f. | p-value |
|--------------------------------|-----------------------|-------------------------|----------|----------|---------|
| ค่าเฉลี่ยรวม (Grand Mean), G00 | 14.587 | 0.417 | 34.981 | 38 | 0.000 |
| Random Effects | Variance Component | Total Observed Variance | d.f. | χ^2 | p-value |
| ส่วนที่เหลือระดับนักเรียน (U0) | 6.299 | 21.405 | 38 | 440.857 | 0.000 |
| ส่วนที่เหลือระดับห้องเรียน (R) | 15.106 | | | | |
| Coefficient | Reliability Estimates | | | | |
| ระดับนักเรียน (level – 1) B0 | 0.905 | | | | |

จากตาราง 12 เมื่อพิจารณาการทดสอบอิทธิพลคงที่ โดยใช้ตัวแปรการคิดเชิงวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรตาม ผลการทดสอบอิทธิพลคงที่ (Fixed Effects) พบว่า การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทุกห้องเรียน (Grand Mean) มีค่าเท่ากับ 14.587 เมื่อทดสอบด้วยสถิติทดสอบ t – test พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่าค่าเฉลี่ยไม่เท่ากับศูนย์ ($t = 34.981, d.f. = 38$)

เมื่อพิจารณาผลการทดสอบอิทธิพลสุ่ม (Random Effects) พบว่า การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน มีความผันแปรระหว่างบุคคลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยมีความแปรปรวนของคะแนนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เท่ากับ 6.299 และความแปรปรวนรวม เท่ากับ 21.405 แสดงว่ามีความแปรปรวนในคะแนนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องหาตัวแปรทำนายระดับนักเรียนและห้องเรียนมาอธิบายความผันแปรที่เกิดขึ้น

สำหรับค่าประมาณความเชื่อมั่น (reliability) ของโมเดลระดับนักเรียนมีค่าเท่ากับ 0.905

3.2 การวิเคราะห์ขั้นโมเดลอย่างง่าย (Simple Model)

การวิเคราะห์ขั้นโมเดลอย่างง่าย เป็นการวิเคราะห์ต่อกจากการวิเคราะห์ขั้นโมเดลว่าง เมื่อพบค่าจุดตัด (INTRCPT,G00) หรือค่าเฉลี่ยคะแนนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน มีความแตกต่างในระดับนักเรียน และมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงทำการวิเคราะห์ขั้นโมเดลอย่างง่ายต่อไป เพื่ออธิบายความแปรปรวนที่เกิดขึ้น โดยนำตัวแปรอิสระระดับนักเรียนเข้ามาวิเคราะห์ การวิจัยครั้งนี้มีตัวแปร

ระดับนักเรียน ได้แก่ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง เพื่อศึกษาว่าตัวแปรอิสระเหล่านี้มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ โดยใช้สถิติที่ทดสอบอิทธิพลคงที่ และเพื่อศึกษาว่าตัวแปรอิสระระดับนักเรียนทำให้การคิดเชิงวิทยาศาสตร์เกิดความแปรปรวนระหว่างนักเรียนกับระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยใช้สถิติไค - สแควร์ ทดสอบอิทธิพลร่วม ผลการวิเคราะห์สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

Level – 1 Model

$$Y = B_0 + B_1*(ATTI) + B_2*(GRADE) + B_3*(ACHM) + B_4*(HOME) + R$$

Level – 2 Model

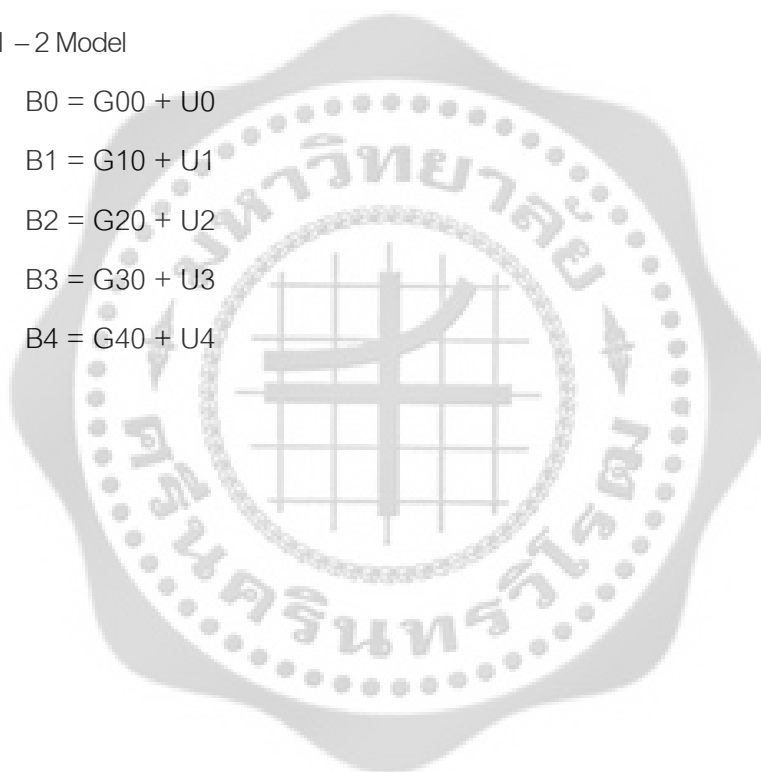
$$B_0 = G_{00} + U_0$$

$$B_1 = G_{10} + U_1$$

$$B_2 = G_{20} + U_2$$

$$B_3 = G_{30} + U_3$$

$$B_4 = G_{40} + U_4$$



ตาราง 13 ผลการวิเคราะห์โมเดลอย่างง่าย (simple model) ของตัวแปรระดับนักเรียนที่มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

| Fixed Effects | Coefficient | Standard Error | t- ratio | d.f. | p-value |
|--|-------------|--------------------|-----------------------|----------|---------|
| ค่าเฉลี่ยการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ | | | | | |
| ของทุกห้องเรียน | | | | | |
| INTRCPT,G00 | 14.919 | 0.372 | 40.112 | 38 | 0.000 |
| เจตคติต่อวิทยาศาสตร์,G10 | 1.412 | 0.305 | 4.626 | 38 | 0.000 |
| ความรู้พื้นฐานเดิมวิชา | | | | | |
| วิทยาศาสตร์,G20 | 3.012 | 0.281 | 10.714 | 38 | 0.000 |
| แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์,G30 | 0.034 | 0.175 | 0.193 | 38 | 0.848 |
| การส่งเสริมสนับสนุนด้าน | | | | | |
| วิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง,G40 | -0.747 | 0.175 | -4.277 | 38 | 0.000 |
| Random Effects | | Variance Component | d.f. | χ^2 | p-value |
| ส่วนที่เหลือระดับนักเรียน (R) | | | | | |
| ส่วนที่เหลือระดับห้องเรียน | | | | | |
| ค่า INTRCPT1,U0 | | 4.991 | 38 | 312.428 | 0.000 |
| เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ slope,U1 | | 1.519 | 38 | 56.562 | 0.027 |
| ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ slope,U2 | | 2.184 | 38 | 136.854 | 0.000 |
| แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ slope,U3 | | 0.177 | 38 | 37.737 | >.500 |
| การส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จาก | | | | | |
| ผู้ปกครอง slope,U4 | | 0.352 | 38 | 37.149 | >.500 |
| Coefficient | | | Reliability Estimates | | |
| การคิดเชิงวิทยาศาสตร์, INTRCPT1,B0 | | | 0.819 | | |
| เจตคติต่อวิทยาศาสตร์, B1 | | | 0.333 | | |
| ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์, B2 | | | 0.617 | | |
| แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์, B3 | | | 0.121 | | |
| การส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง, B4 | | | 0.189 | | |

จากตาราง 13 ผลการวิเคราะห์โมเดลอย่างง่าย เมื่อให้การคิดเชิงวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรตาม จากการพิจารณาผลการทดสอบอิทธิพลคงที่ (fixed effect) พบว่า ค่าเฉลี่ยรวมของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Grand Mean) มีค่าเท่ากับ 14.919 ($G_{00} = 14.919$) และเมื่อทดสอบด้วยอิทธิพลทดสอบที่ พบว่า มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 สำหรับค่าคงที่ หรือสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (INTRCPT, G_{10}) มีค่าเท่ากับ 1.412 โดยมีอิทธิพลทางบวกต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ค่าคงที่ หรือสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ (INTRCPT, G_{20}) มีค่าเท่ากับ 3.012 โดยมีอิทธิพลทางบวกต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และค่าคงที่ หรือสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง (INTRCPT, G_{40}) มีค่าเท่ากับ -0.747 โดยมีอิทธิพลทางลบต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และค่าคงที่ หรือสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรแรงจูงใจไม่สัมฤทธิ์ (INTRCPT, G_{30}) มีค่าเท่ากับ 0.034 โดยมีอิทธิพลทางบวกต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อพิจารณาผลการทดสอบอิทธิพลสุ่ม (Random Effect) พบว่า ส่วนประกอบความแปรปรวนของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ มีความผันแปรระหว่างห้องเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ($\chi^2 = 312.428$) และสัมประสิทธิ์ของตัวแปรเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และ สัมประสิทธิ์ของตัวแปรความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ ($\chi^2 = 56.562$, $\chi^2 = 136.854$) ส่วนสัมประสิทธิ์ของตัวแปรการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครองมีความผันแปรระหว่างนักเรียนอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จึงไม่นำไปวิเคราะห์ในระดับห้องเรียน

ความเชื่อมั่นในการประมาณค่าเฉลี่ยของโมเดลระดับนักเรียนของการประมาณค่าคงที่ (B_0) เท่ากับ 0.819 ส่วนความเที่ยงในการประมาณค่าเฉลี่ยสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระ พบว่า ตัวแปรเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ตัวแปรความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ และตัวแปรการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง มีค่าเท่ากับ 0.333, 0.617 และ 0.189 ตามลำดับ

ทั้งนี้ ตัวแปรอิสระระดับนักเรียน คือ ตัวแปรเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ตัวแปรความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ และตัวแปรการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง สามารถอธิบายความผันแปรระหว่างนักเรียนของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ได้ร้อยละ 41.84 โดยความแปรปรวนของตัวแปรตามของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในห้องเรียนในตาราง 12 เท่ากับ 15.106 และความแปรปรวนของตัวแปรตามเมื่อเพิ่มตัวแปรอิสระเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์

และการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ประกอบการ เป็นตัวทำนาย ในตาราง 13 มีค่าเท่ากับ 8.785
 ดังนั้น $R^2 = [(15.106 - 8.785) / 15.106] = 0.4184$

แสดงว่าควรมีการนำตัวแปรระดับห้องเรียนเข้าสู่สมการทำนายเพื่ออธิบายความผันแปรในตัวแปร เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และตัวแปรความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์

แสดงผลการวิเคราะห์ในรูปแบบสมการระดับนักเรียน ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} SCIT_{ij} = & 14.919^{**} + 1.412^{**} (ATTI) + 3.012^{**} (GRADE) \\ & + 0.034 (ACHM) - 0.747^{**} (HOME) \end{aligned}$$

3.3 การวิเคราะห์ขั้นโมเดลสมมติฐาน (Hypothetical Model)

การวิเคราะห์ขั้นโมเดลสมมติฐาน เป็นโมเดลที่นำผลของตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ได้แก่ ตัวแปรเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และตัวแปรความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งผ่านการวิเคราะห์ขั้นโมเดลอย่างง่ายมาวิเคราะห์ร่วมกับตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน ประกอบด้วย บรรยากาศในห้องเรียน วิทยาศาสตร์ และคุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

Level – 1 Model

$$Y = B_0 + B_1(ATTI) + B_2(GRADE) + B_3(ACHM) + B_4(HOME) + R$$

Level – 2 Model

$$B_0 = G_{00} + G_{01}(EDUEN) + G_{02}(QUAL) + U_0$$

$$B_1 = G_{10} + G_{11}(EDUEN) + G_{12}(QUAL) + U_1$$

$$B_2 = G_{20} + G_{21}(EDUEN) + G_{22}(QUAL) + U_2$$

$$B_3 = G_{30} + U_3$$

$$B_4 = G_{40} + U_4$$

ตาราง 14 การประมาณค่าอิทธิพลของตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนที่มีต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

| Fixed Effects | Coefficient | Standard Error | t- ratio | d.f. | p-value |
|--|--------------------|----------------|----------|----------|---------|
| การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของห้องเรียน | | | | | |
| Intercept1, B0 | | | | | |
| ค่าเฉลี่ยรวมของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ห้องเรียน | | | | | |
| (Grand Mean), Intercept2, G00 | 14.959 | 0.347 | 43.158 | 36 | 0.000 |
| บรรยาภาคในห้องเรียนวิทยาศาสตร์, | | | | | |
| G01 | 1.266 | 1.025 | 1.235 | 36 | 0.225 |
| คุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์, G02 | | | | | |
| | 0.926 | 0.484 | 1.913 | 36 | 0.063 |
| ผลของตัวแปรเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์, B1 | | | | | |
| ค่าสัมประสิทธิ์ของ slope B1, G10 | | | | | |
| | 1.396 | 0.321 | 4.344 | 36 | 0.000 |
| บรรยาภาคในห้องเรียนวิทยาศาสตร์, | | | | | |
| G11 | -0.420 | 0.794 | -0.529 | 36 | 0.600 |
| คุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์, G12 | | | | | |
| | 1.342 | 0.389 | 3.455 | 36 | 0.002 |
| ผลของตัวแปรความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์, B2 | | | | | |
| ค่าสัมประสิทธิ์ของ slope B2, G20 | | | | | |
| | 2.971 | 0.263 | 11.307 | 36 | 0.000 |
| บรรยาภาคในห้องเรียนวิทยาศาสตร์, | | | | | |
| G21 | 0.735 | 0.886 | 0.829 | 36 | 0.413 |
| คุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์, G22 | | | | | |
| | -1.249 | 0.463 | -2.699 | 36 | 0.011 |
| Random Effects | Variance Component | | d.f. | χ^2 | p-value |
| ส่วนที่เหลือระดับนักเรียน (R) | | | | | |
| ส่วนที่เหลือระดับห้องเรียน | | | | | |
| ค่า INTRCPT1, U0 | 4.578 | | 36 | 289.235 | 0.000 |
| ค่า slope เจตคติต่อวิทยาศาสตร์, U1 | 1.921 | | 36 | 56.733 | 0.015 |
| ค่า slope ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์, U2 | 1.932 | | 36 | 124.499 | 0.000 |

ตาราง 14 (ต่อ)

| Coefficient | Reliability Estimates |
|---------------------------------------|-----------------------|
| การคิดเชิงวิทยาศาสตร์, INTRCPT1,B0 | 0.807 |
| เจตคติต่อวิทยาศาสตร์, B1 | 0.383 |
| ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์, B2 | 0.591 |

จากตาราง 14 ผลการวิเคราะห์ขั้นโมเดลสมมติฐาน ปรากฏผล ดังนี้

เมื่อให้การคิดเชิงวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรตาม จากการพิจารณาผลการทดสอบอิทธิพลคงที่ (Fixed Effect) พบว่า ค่าคงที่ของการวิเคราะห์ระดับห้องเรียน ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ($t = 43.158$) ส่วนตัวแปรระดับห้องเรียน (Macro - level) ได้แก่ บรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ และคุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อพิจารณาผลการทดสอบอิทธิพลสุ่ม (Random Effect) พบว่า การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ยังมีความผันแปรระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ($\chi^2 = 289.235$) โดยมีความแปรปรวนของคะแนนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์เท่ากับ 4.578 แสดงว่ายังสามารถนำตัวแปรอื่นในระดับห้องเรียนเข้ามาอธิบายความผันแปรของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อีก

เมื่อให้ตัวแปรเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรตาม จากการพิจารณาผลการทดสอบอิทธิพลคงที่ (Fixed Effect) พบว่า ค่าคงที่ของการวิเคราะห์ระดับห้องเรียน ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ($t = 4.344$) ส่วนตัวแปรระดับห้องเรียน ที่มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ($t = 3.455$) คือ คุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ โดยบรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ มีอิทธิพลอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อพิจารณาผลการทดสอบอิทธิพลสุ่ม (Random Effect) พบว่า ค่าเฉลี่ยของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์มีความผันแปรระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($\chi^2 = 56.733$) โดยมีความแปรปรวนของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เท่ากับ 1.921 แสดงว่าเมื่ออธิบายผลของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ด้วยตัวแปรคุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์แล้ว ยังสามารถนำตัวแปรอื่นในระดับห้องเรียนเข้ามาอธิบายความผันแปรของค่าเฉลี่ยของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อีก

เมื่อให้ตัวแปรความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรตาม จากการพิจารณาผลการทดสอบอิทธิพลคงที่ (Fixed Effect) พบว่า ค่าคงที่ของการวิเคราะห์ระดับห้องเรียน ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ที่ระดับ 0.01 ($t = 11.307$) ส่วนตัวแปรระดับห้องเรียน ที่มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คือ คุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ ส่วนบรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ มีอิทธิพลอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อพิจารณาผลการทดสอบอิทธิพลสุ่ม (Random Effect) พบว่า ค่าเฉลี่ยของความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์มีความผันแปรระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ($\chi^2 = 124.499$) โดยมีความแปรปรวนของความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์เท่ากับ 1.932 แสดงว่าเมื่ออธิบายผลของความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยตัวแปรคุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์แล้วยังสามารถนำตัวแปรอื่นในระดับห้องเรียนเข้าร่วมอธิบายความผันแปรของค่าเฉลี่ยของความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนได้อีก

ความเชื่อมั่นในการประมาณค่าเฉลี่ยของโมเดลระดับนักเรียนของการประมาณค่าคงที่ (B0) เท่ากับ 0.807 ส่วนความเที่ยงในการประมาณค่าเฉลี่ยสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรอิสระ พบว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 0.383 และ 0.591 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของความแปรปรวนของอิทธิพลสุ่ม (Random Effect) หรือความแปรปรวนของส่วนที่เหลือในโมเดล 2 ระดับ ตามสมมติฐาน พบว่าระดับนักเรียน และระดับห้องเรียนมีค่าลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับโมเดล 2 ระดับ ในโมเดลว่าง สัดส่วนของความแปรปรวนที่สามารถอธิบายได้จากโมเดลสมมติฐาน หรือค่า R^2 ของแต่ละระดับ สามารถคำนวณได้ ดังนี้

ระดับนักเรียน

$$R^2 = \frac{\sigma^2(\text{null model}) - \sigma^2(\text{hypothetical model})}{\sigma^2(\text{null model})}$$

$$= (15.106 - 8.784) / 15.106 = 0.4185$$

ระดับห้องเรียน

$$R^2 = \frac{\tau_\pi(\text{null model}) - \tau_\pi(\text{hypothetical model})}{\tau_\pi(\text{null model})}$$

$$= (6.299 - 4.578) / 6.299 = 0.3759$$

โมเดลระดับนักเรียน สามารถอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรตาม ได้ร้อยละ 41.85 ของความแปรปรวนที่มีอยู่ในระดับนักเรียน (ร้อยละ 52.68) ในขณะที่โมเดลระดับห้องเรียน สามารถอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรตามได้ร้อยละ 37.59 ของความแปรปรวนที่มีอยู่ในระดับห้องเรียน (ร้อยละ 47.32)

สำหรับความแปรปรวนทั้งหมดที่อธิบายได้โดยโมเดลทั้ง 2 ระดับ สามารถคำนวณได้จากผลรวมของความแปรปรวนที่อธิบายได้โดยตัวแปรทำนายในแต่ละระดับ ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ความแปรปรวนที่อธิบายได้จากระดับนักเรียน} &= (0.4185) \times (0.5268) \\ &= 0.2205 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ความแปรปรวนที่อธิบายได้จากระดับห้องเรียน} &= (0.3759) \times (0.4732) \\ &= 0.1779 \end{aligned}$$

ดังนั้นความแปรปรวนทั้งหมดที่อธิบายได้โดยโมเดล 2 ระดับ คือระดับนักเรียน และระดับห้องเรียนเท่ากับ $0.2205 + 0.1779 = 0.3983$

นั่นคือ สัดส่วนความแปรปรวนทั้งหมดของตัวแปรตามที่อธิบายได้โดยโมเดล 2 ระดับ เท่ากับร้อยละ 39.83 แสดงว่าตัวแปรอิสระระดับนักเรียน และระดับห้องเรียนสามารถร่วมกันอธิบายความผันแปรของปัจจัยที่ส่งผลการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้ร้อยละ 39.83

แสดงผลการวิเคราะห์ในรูปแบบสมการได้ดังนี้

ระดับนักเรียน

$$\begin{aligned} \text{SCIT}_j &= 14.919^{**} + 1.412^{**} (\text{ATTI}) + 3.012^{**} (\text{GRADE}) \\ &\quad + 0.034 (\text{ACHM}) - 0.747^{**} (\text{HOME}) \end{aligned}$$

ระดับห้องเรียน

$$\text{Intercept, B0} = 14.959^{**} + 1.266 (\text{EDUEN}) + 0.926 (\text{QUAL})$$

$$\text{ATTI, B1} = 1.396^{**} - 0.420 (\text{EDUEN}) + 1.342^{**} (\text{QUAL})$$

$$\text{GRADE, B2} = 2.971^{**} + 0.735 (\text{EDUEN}) - 1.249^* (\text{QUAL})$$

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สังเขปความมุ่งหมาย สมมติฐาน และวิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาตัวแปรระดับนักเรียนและระดับห้องเรียนที่มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และเพื่อศึกษาความแปรปรวนร่วมของตัวแปรต่างระดับที่มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานการศึกษากรุงเทพมหานคร จำนวน 39 โรงเรียน จำนวนห้องเรียน 39 ห้องเรียน และจำนวนนักเรียน 998 คน ซึ่งผู้วิจัยได้มาโดยการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi – stage Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบทดสอบ จำนวน 1 ฉบับ คือ แบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 6 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 4 ข้อ รวมทั้งหมดจำนวน 24 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.25 – 0.78 มีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 – 0.87 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.786 และแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างและปรับปรุงขึ้น จำนวน 4 ฉบับ ได้แก่ แบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.313 – 0.594 มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.876 แบบสอบถามวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ จำนวน 20 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.419 – 0.702 มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.913 แบบสอบถามวัดการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง จำนวน 20 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.279 – 0.707 มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.913 และแบบสอบถามวัดบรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.341 – 0.736 มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.925

สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows version 11.5 และโปรแกรมสำเร็จรูป HLM (Hierarchical Linear Model) Version 6.03 ซึ่งมีรูปแบบการวิเคราะห์ 2 ระดับ ได้แก่ ระดับนักเรียน และระดับห้องเรียน โดยระดับที่ 1 เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลระดับนักเรียน (Micro level หรือ Within – class analysis) ประกอบด้วยการวิเคราะห์โมเดลว่าง (Null model) และการวิเคราะห์โมเดลอย่างง่าย (Simple model) และการวิเคราะห์ระดับที่ 2 เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลระดับห้องเรียน (Macro level หรือ Between – class analysis)

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยในครั้งนี้ สรุปผลได้ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรอิสระระดับนักเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์อยู่ในระดับค่อนข้างสูง มีการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครองอยู่ในระดับมาก และมีความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยพบว่ามีค่าเท่ากับ 3.930, 3.876, 3.596 และ 3.143 ตามลำดับ ส่วนตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเห็นว่าห้องเรียนวิทยาศาสตร์มีบรรยากาศที่เอื้อต่อการเกิดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับมาก และมีคุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยพบว่ามีค่าเท่ากับ 3.920 และ 4.359 ตามลำดับ สำหรับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นตัวแปรตาม พบว่า มีค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 14.792 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง

2. ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรระดับนักเรียนและตัวแปรระดับห้องเรียน

ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของตัวแปรระดับนักเรียนและตัวแปรระดับห้องเรียน พบว่า ตัวแปรอิสระระดับนักเรียนได้แก่ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยที่ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์มากที่สุด มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.550 ส่วนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์เป็นอันดับรองลงมา มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.232 ส่วนแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง มีความสัมพันธ์กับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ผลปรากฏว่า ตัวแปรอิสระระดับนักเรียน คือ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 กับ ตัวแปรอิสระระดับนักเรียนทุกค่า โดยที่การส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง มีความสัมพันธ์กับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์มากที่สุด มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.630 ส่วนความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มีความสัมพันธ์กับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นอันดับรองลงมาตามลำดับ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.198 และ 0.137 ตามลำดับ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 กับการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.165 ส่วนความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กับการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง มีค่า

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.057 และมีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ กับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน กับค่าเฉลี่ยการคิดเชิงวิทยาศาสตร์รายห้องเรียน ผลปรากฏว่า ตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน คือคุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.404 ส่วนบรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน ผลปรากฏว่า บรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับคุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3. ผลการวิเคราะห์พหุระดับตัวแปรระดับนักเรียน และ ตัวแปรระดับห้องเรียนที่มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และความแปรปรวนร่วมของตัวแปรต่างระดับ

ผลการวิเคราะห์ขั้นโมเดลศูนย์ พบว่า ค่าเฉลี่ยรวมของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนทั้งหมด

ผลการวิเคราะห์ขั้นโมเดลอย่างง่าย เมื่อให้การคิดเชิงวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรตาม จากการพิจารณาผลการทดสอบอิทธิพลคงที่ (fixed effect) พบว่า ค่าเฉลี่ยรวมของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนทุกห้องเรียน (Grand Mean) มีค่าเท่ากับ 14.919 ($G_{00} = 14.919$) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 สำหรับค่าคงที่ (INTRCPT, G_{10}) หรือสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรเจตคติต่อวิทยาศาสตร์มีค่าเท่ากับ 1.412 ($G_{10} = 1.412$) โดยมีอิทธิพลทางบวกต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ค่าคงที่ (INTRCPT, G_{20}) หรือสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์มีค่าเท่ากับ 3.012 ($G_{20} = 3.012$) โดยมีอิทธิพลทางบวกต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และค่าคงที่ (INTRCPT, G_{40}) หรือสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครองมีค่าเท่ากับ -0.747 ($G_{40} = -0.747$) โดยมีอิทธิพลทางลบต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ผลการวิเคราะห์ขั้นโมเดลสมมติฐาน สรุปผลได้ดังนี้

เมื่อให้การคิดเชิงวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรตาม จากการพิจารณาผลการทดสอบอิทธิพลคงที่ (Fixed Effect) พบว่า ค่าคงที่ของการวิเคราะห์ระดับห้องเรียน ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลต่อตัวแปรตามหรือการคิดเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ($t = 43.158$) ส่วนตัวแปรระดับห้องเรียน (Macro - level) ได้แก่ บรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ และคุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาผลการทดสอบอิทธิพลสุ่ม (Random Effect)

พบว่า การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ยังมีความผันแปรระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ($\chi^2 = 289.235$) โดยมีความแปรปรวนของคะแนนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์เท่ากับ 4.578 แสดงว่ายังสามารถนำตัวแปรอื่นในระดับห้องเรียนเข้ามาอธิบายความผันแปรของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อีก

เมื่อให้ตัวแปรเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรตาม จากการพิจารณาผลการทดสอบอิทธิพลคงที่ (Fixed Effect) พบว่า ค่าคงที่ของการวิเคราะห์ระดับห้องเรียน ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ($t = 4.344$) ส่วนตัวแปรระดับห้องเรียน ที่มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ($t = 3.455$) คือ คุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ โดยบรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ มีอิทธิพลอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาผลการทดสอบอิทธิพลสุ่ม (Random Effect) พบว่า ค่าเฉลี่ยของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ มีความผันแปรระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($\chi^2 = 56.733$) โดยมีความแปรปรวนของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เท่ากับ 1.921 แสดงว่าเมื่ออธิบายผลของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ด้วยตัวแปรคุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์แล้ว ยังสามารถนำตัวแปรอื่นในระดับห้องเรียนเข้ามาอธิบายความผันแปรของค่าเฉลี่ยของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อีก

เมื่อให้ตัวแปรความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรตาม จากการพิจารณาผลการทดสอบอิทธิพลคงที่ (Fixed Effect) พบว่า ค่าคงที่ของการวิเคราะห์ระดับห้องเรียน ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ($t = 11.307$) ส่วนตัวแปรระดับห้องเรียน ที่มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คือ คุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ ส่วนบรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ มีอิทธิพลอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อพิจารณาผลการทดสอบอิทธิพลสุ่ม (Random Effect) พบว่า ค่าเฉลี่ยของความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์มีความผันแปรระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ($\chi^2 = 124.499$) โดยมีความแปรปรวนของความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์เท่ากับ 1.932 แสดงว่าเมื่ออธิบายผลของความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยตัวแปรคุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์แล้ว ยังสามารถนำตัวแปรอื่นในระดับห้องเรียนเข้าร่วมอธิบายความผันแปรของค่าเฉลี่ยของความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนได้อีก

ทั้งนี้ตัวแปรอิสระระดับนักเรียน และระดับห้องเรียนสามารถร่วมกันอธิบายความผันแปรของปัจจัยที่ส่งผลการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้ร้อยละ 39.83

อภิปรายผล

ผลการวิจัยในครั้งนี้อภิปรายได้ดังนี้

1. จากผลการวิจัยครั้งนี้พบว่า เมื่อให้การคิดเชิงวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรตาม จากผลการพิจารณาผลการทดสอบอิทธิพลคงที่ (Fixed effect) พบว่า ค่าคงที่ของการวิเคราะห์ระดับนักเรียนมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ($t = 40.112$) ส่วนตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ได้แก่ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลทางบวกต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ($t = 4.626$) นั้นมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ ของ นุปผา จุลพันธ์ (2550: 84) ที่พบว่าปัจจัยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นปัจจัยที่ส่งผลสูงต่อทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยครูควรจัดกิจกรรมเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ให้นักเรียนมีความรู้สึกที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ มีความสนใจใฝ่รู้ใฝ่เรียน และชอบที่จะทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง และร่วมกับผู้อื่น เพราะจะส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์สูงขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ นันทยา ใจตรง (2548: 148-149) ที่พบว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกล่าวว่าในการเรียนการสอนนั้น นอกจากจะมีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถในวิชาที่เรียนแล้ว ยังต้องมีการปลูกฝังให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วย เพราะเจตคติต่อวิชาที่เรียนมีความสำคัญเป็นสิ่งที่จะทำให้ผู้เรียนตั้งใจเรียน สนใจที่จะแสวงหาความรู้ โดยผู้เรียนที่มีเจตคติที่ดีจะมีแนวโน้มให้เชื่อว่าเขามีความสามารถในการทำงานที่กำหนดให้สำเร็จได้ ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการศึกษาของวิชาวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลายให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย และเหมาะสมกับระดับชั้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 95) สำหรับความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีอิทธิพลทางบวกต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ($t = 10.714$) โดยส่งผลทางบวกต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์นั้น มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์ (2549: 135) ที่พบว่าปัจจัยความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อทักษะการคิดเชิงเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ประสิทธิ์ สุภาวิทยาเจริญกุล (2546: 90) ที่พบว่าปัจจัยความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยความรู้พื้นฐานเดิมที่ประกอบด้วยการเรียนรู้ทักษะ และความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต่อการเรียนเรื่องใหม่นั้น เมื่อนักเรียนมีความรู้และประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์มาก่อนแล้ว จะทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้พื้นฐานเดิมมาใช้ได้อย่างต่อเนื่อง และสามารถทำให้นักเรียนเรียนรู้ได้เร็วขึ้น และมากขึ้น โดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544: 27-29) กล่าวถึง ปัจจัยความรู้พื้นฐานเดิมวิชา

วิทยาศาสตร์จะส่งผลต่อวิธีคิด วิธีปฏิบัติ ความเชื่อ บุคลิกภาพทางความคิด ตลอดจนแนวทางแก้ปัญหาต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ และทำให้บุคคลสามารถรวมโครงสร้างทางความคิด คือ ความรู้ ความทรงจำ และประสบการณ์ของแต่ละบุคคลที่สะสมไว้กับข้อมูลใหม่ที่กำลังเรียนรู้ จึงทำให้เกิดความเข้าใจในข้อมูลใหม่ที่กำลังเรียนรู้ (Anderson & Lynch. 1988) ส่วนการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครองมีอิทธิพลทางลบต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ($t = -4.277$) แสดงว่า หากมีการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครองอยู่ในระดับมาก ก็จะส่งผลให้นักเรียนมีการคิดเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ ซึ่งผลการวิจัยนี้ขัดแย้งกับงานวิจัยของคนอื่นๆ เช่น งานวิจัยของพรทิพย์ ศิริภัทราชัย (2549: 130) ที่พบว่าปัจจัยการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อทักษะการคิดเชิงเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และงานวิจัยของคราวเลย์ เควิน และคนอื่นๆ (Crowley. Kewin ; et al: 2001: 712-732) ที่พบว่า เด็กที่เยี่ยมชมพิพิธภัณฑ์กับพ่อแม่ จะมีการสำรวจในเชิงกว้าง และใช้เวลานานในการทำกิจกรรมด้านวิทยาศาสตร์ พ่อแม่จะทำการเปรียบเทียบ การเลือกหลักฐานที่เหมาะสม และการนำเสนอหลักการที่เป็นนามธรรมหรือการอธิบายความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมของเด็ก เพื่อปรับแต่ง และส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ให้แก่เด็ก สำหรับผลการวิจัยในครั้งนี้ที่พบว่าการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง มีอิทธิพลทางลบต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 อาจจะเป็นเนื่องจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนของโรงเรียนสังกัดสำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร ที่ผู้ปกครองส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6 คิดเป็นร้อยละ 30.67 มีอาชีพหลัก คือ รับจ้าง คิดเป็นร้อยละ 59.46 และมีฐานะทางเศรษฐกิจ/รายได้โดยเฉลี่ยต่อครอบครัวต่อปี ไม่เกิน 10,000 บาท (สำนักยุทธศาสตร์การศึกษา สำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร. 2555: 252) จึงทำให้ไม่มีเวลาในการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครองของนักเรียนในโรงเรียนสังกัดสำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร จากที่กล่าวมาข้างต้นประกบกับเครื่องมือวิจัย คือ แบบสอบถามวัดการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง ที่มุ่งเน้นข้อคำถามเกี่ยวกับการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง อาจจะไม่เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียน ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร และจากผลการวิจัยที่พบว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ไม่มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย และไม่สอดคล้องกับผลงานวิจัยของของ นันทยา ใจตรง (2548: 151-152) ที่พบว่าปัจจัยแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เป็นปัจจัยที่ส่งผลทางอ้อมต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และงานวิจัยของรอยพิมพีใจ ชนะปราชญ์ (2551: 127) พบว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์นั้น อาจเนื่องมาจากความหมายของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ คือ ความปรารถนาที่จะทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งให้ลุล่วงไปด้วยดี โดยแข่งขันกับมาตรฐานอันดีเลิศ (Standard of Excellence) หรือทำดีกว่าบุคคล

อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ความพยายามที่จะเอาชนะอุปสรรคต่างๆ มีความรู้สึกสบายใจ เมื่อประสบผลสำเร็จ และมีความวิตกกังวลเมื่อประสบความล้มเหลว (กฤษกร คำชาย. 2540: 222; อ้างอิงจาก McClelland; et al. 1953: 110-111) ซึ่งในบางครั้งความรู้สึกนึกคิดเช่นนี้อาจจะไม่เกิดขึ้นกับตัวบุคคลในขณะนั้น และจากที่ได้กล่าวมาทั้งหมดอาจเป็นผลทำให้นักเรียนเกิดการประเมินตนเองที่ผิดพลาด ซึ่งจากการที่ผู้วิจัยพิจารณาข้อมูลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างมานั้นพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่จะประเมิน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ อยู่ในระดับค่อนข้างสูง ถึงแม้ว่าบางคนจะมีการคิดเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ หรือระดับต่ำ ก็ตาม

2. ผลการวิเคราะห์ขั้นโมเดลสมมติฐาน พบว่า เมื่อให้การคิดเชิงวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรตาม จากการพิจารณาผลการทดสอบอิทธิพลคงที่ (Fixed Effect) พบว่า ค่าคงที่ของการวิเคราะห์ระดับห้องเรียน ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของการคิดเชิงวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลต่อตัวแปรตามหรือการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ($t = 43.158$) ส่วนตัวแปรระดับห้องเรียน (Macro - level) คือ บรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ ไม่มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย และไม่สอดคล้องกับผลงานวิจัยของฮอกูส และ เพนนิค (Haukoos and Penick. 1983: 659-637) ได้ศึกษาอิทธิพลของบรรยากาศในห้องเรียนว่าส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักศึกษา ทั้งนี้อาจมีที่มาจากบรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร ที่มีลักษณะการจัดห้องเรียนวิทยาศาสตร์ในรูปแบบที่ใกล้เคียงกัน เนื่องจากทางสำนักงานศึกษา กรุงเทพมหานครจะมีการจัดงบประมาณในการจัดซื้อค่าวัสดุการสอนวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาให้กับทุกโรงเรียนในสังกัด จึงทำให้ผลของการวิจัยในครั้งนี้ พบว่า บรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ ไม่มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และจากผลการวิจัยในครั้งนี้ ที่พบว่าคุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ ไม่มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย และไม่สอดคล้องกับผลงานวิจัยของประสิทธิ์ สุภวิทยาเจริญกุล (2546: 89) ที่พบว่า ปัจจัยคุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ทั้งนี้อาจมีที่มาจากคะแนนคุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยใช้เกณฑ์การพิจารณาเชิงปริมาณของสำนักงานรับรองมาตรฐาน และประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) โดยผู้วิจัยเก็บรวบรวมมาจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ จากสำนักยุทธศาสตร์การศึกษา สำนักงานศึกษา กรุงเทพมหานคร โดยคะแนนของคุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ทั้ง 39 โรงเรียนนั้น มีการกระจายของคะแนนน้อยมาก คือ ร้อยละ 12.329 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าคุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ ของโรงเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานครนั้นมีคุณภาพใกล้เคียงกัน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปใช้

จากผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า ตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ได้แก่ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ มีอิทธิพลทางบวกต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครองมีอิทธิพลทางลบต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ดังนั้น ผู้ที่เกี่ยวข้องทางการศึกษาสามารถใช้เป็นแนวทางในการส่งเสริม สนับสนุนและพัฒนาให้นักเรียนเกิดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น ดังนี้

1.1 นักเรียนควรได้รับการส่งเสริมให้มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่อง เพราะเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่มีความสำคัญที่จะช่วยในการพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ดังนั้นนักเรียนจึงจำเป็นต้องเป็นผู้ที่มีความพึงพอใจและมีความสุขในการเรียนรู้และเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์ โดยการพัฒนาเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนนั้นก็สอดคล้องกับเป้าหมายที่สำคัญอันหนึ่งของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ กระทรวงศึกษาธิการ (2551: 95) ที่กล่าวถึงการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์สำหรับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริง อย่างหลากหลายเหมาะสมกับระดับชั้น

1.2 นักเรียนควรได้รับการส่งเสริมจากผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาในทุกๆ ฝ่าย เช่นผู้ปกครอง และครูผู้สอน ฯลฯ เพื่อเพิ่มระดับผลการเรียนของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้นกว่าเดิม เพราะผลการเรียนบอกถึงความรู้ความสามารถของนักเรียนที่สะสมจากประสบการณ์การเรียนรู้ในปีที่ผ่านมา ของนักเรียน และยังเป็นพื้นฐานที่จำเป็นในการเรียนเรื่องต่อไป และเป็นฐานสำคัญช่วยให้เรียนรู้ได้มากขึ้น และยังเป็นโครงสร้างทางความคิด ความรู้ ความทรงจำ และประสบการณ์ของแต่ละบุคคล ทำให้บุคคลสามารถรวมโครงสร้างทางความคิดดังกล่าวที่สะสมไว้กับข้อมูลใหม่ที่กำลังเรียนรู้ จึงทำให้เกิดความเข้าใจในข้อมูลใหม่ที่กำลังเรียนรู้ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยพัฒนาให้นักเรียนเกิดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

1.3 จากผลการวิจัยการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครองมีอิทธิพลทางลบต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน อาจจะมีผลมาจากเศรษฐกิจฐานะที่ไม่มั่นคงของผู้ปกครองของนักเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานคร ทำให้ผู้ปกครองส่วนใหญ่ทุ่มเทเกี่ยวกับเรื่องการทำมาหากินมากกว่า จะนำเวลามาดูแลส่งเสริมเรื่องการเรียนรู้ ดังนั้นผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษา ควรมีนโยบายมาดูแลในเรื่องนี้ กล่าวคือ ในส่วนของครูผู้สอน ควรให้ความดูแลเอาใจใส่นักเรียน และส่งเสริมให้นักเรียนได้มี

โอกาสในการเรียนรู้เมื่อเวลาอยู่ที่โรงเรียน ในส่วนของผู้ปกครอง ควรให้ความดูแลเอาใจใส่นักเรียน พยายามหาเวลาชี้แนะและส่งเสริมให้นักเรียนมีอิสระในการคิดและการแสดงความคิดเห็น นอกจากนี้ควร ปลุกฝังให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการศึกษา ให้นักเรียนมีความเพียรพยายามที่จะทำให้สิ่งที่ตน มุ่งหวังนั้นให้ประสบความสำเร็จ จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น จะเป็นตัวช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิด เชิงวิทยาศาสตร์ที่มากขึ้น ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่สำคัญที่ช่วยให้นักเรียนสามารถดำเนินชีวิตอย่างมี ความสุข และช่วยให้สามารถปรับตัวให้อยู่ได้ในสภาพแวดล้อมใหม่ที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 จากผลการวิจัยการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครองที่มีอิทธิพลทาง ลบต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งอาจจะมีที่มาจาก แบบสอบถามวัดการส่งเสริมสนับสนุน ด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง ที่มุ่งเน้นข้อคำถามเกี่ยวกับการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์ จากผู้ปกครอง ซึ่งอาจจะยังไม่เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานศึกษา กรุงเทพมหานคร ที่ผู้ปกครองส่วนใหญ่มีเศรษฐกิจฐานะที่ไม่มั่นคง ดังนั้นในการสร้างเครื่องมือเกี่ยวกับการ ส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง จึงต้องศึกษาภูมิหลังของผู้ปกครองของกลุ่มตัวอย่าง เพิ่มเติมด้วย

2.2 ผลการวิจัยครั้งนี้พบว่า ค่าเฉลี่ยการคิดเชิงวิทยาศาสตร์รายห้องเรียน และค่าสัมประสิทธิ์ การถดถอยของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลต่อการคิด เชิงวิทยาศาสตร์ มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่ายังมี ตัวแปรอิสระอื่นๆ ในระดับที่สูงกว่าในระดับห้องเรียน เช่น ระดับโรงเรียนที่ส่งผลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปควรที่จะมีการศึกษาตัวแปรอิสระอื่นๆ ในระดับโรงเรียนที่ส่งผลต่อ การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เช่น ขนาดโรงเรียน สภาพแวดล้อมในโรงเรียน ความเป็นผู้นำทางวิชาการของ ผู้บริหาร เป็นต้น

2.3 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยนำมาศึกษาในครั้งนี้สามารถร่วมกัน อธิบายความผันแปรของปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ได้ร้อยละ 39.83 ดังนั้นจึง ควรมีการศึกษาตัวแปรที่ส่งผลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมด้วย ทั้งตัวแปรในระดับนักเรียน เช่น การรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์ และรูปแบบการอบรมเลี้ยงดู และตัวแปรใน ระดับห้องเรียน เช่น การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นต้น



บรรณานุกรม

- กนกวรรณ โคนาคม. (2547). การศึกษาปัจจัยบางประการที่มีผลต่อบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ โรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดสมุทรปราการ. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กมลรัตน์ หล้าสูงวงศ์. (2528). จิตวิทยาการศึกษา ฉบับปรับปรุงใหม่. กรุงเทพฯ : ภาควิชาการแนะแนวและจิตวิทยาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- (2544). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2548). หลักสูตรวิทยาศาสตร์รากฐาน ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- บุญชู คำขาย. (2540). จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : เทคนิคพรินติ้ง.
- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงานและกองทุนสนับสนุนการวิจัย, สำนักงาน. (2541). วิกฤตการณ์วิทยาศาสตร์ศึกษาของไทย. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.
- จิตฐิพร ศิริตานนท์. (2542). การศึกษาผลของการประเมินด้วยพอดโฟลีโอที่มีต่อความรับผิดชอบเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จิราภรณ์ ตั้งกิตติภรณ์. (2532). จิตวิทยาเบื้องต้น. สงขลา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ฉลอง ภิมย์รัตน์. (2521). จิตวิทยาสังคม. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ประจักษ์การพิมพ์.
- ชูศรี วงศ์รัตน์. (2544). เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เชิดชัย พลกุล. (2544). เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลประจำจังหวัดเขตการศึกษา 11. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- ทิตนา แคมมณี. (2547). ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ธิดา สนองนารถ. (2542). *การสร้างแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ธีรพงศ์ แก่นอินทร์. (2532). *รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวแปรบางตัวกับผลสัมฤทธิ์ของการเรียนวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น*. วิทยานิพนธ์ ค.ด. (วิจัยและจิตวิทยาการศึกษา). กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2535). *การวิเคราะห์ประมาณค่าส่วนประกอบแปรปรวนวิจัยการศึกษา*. 15(4): 9-14. ----- . (สิงหาคม 2537). *การวิเคราะห์หือทธิพล.พฤติกรรมศาสตร์*. 1(1): 71-85.
- นันทยา ใจตรง. (2548). *ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยด้านคุณลักษณะทางจิตพิสัยที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์. (2545). *การวัดประเมินการเรียนรู้(การวัดประเมินแนวใหม่)*. (เอกสารประกอบการสอน). กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร. ----- . (2547). *การวัดประเมินการเรียนรู้(การวัดประเมินแนวใหม่)*. (เอกสารประกอบการสอน). กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บุปผา จุลพันธ์. (2550). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยบางประการกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ประภาเพ็ญ สุวรรณ. (2526). *ทัศนคติการวัดการเปลี่ยนแปลงและพฤติกรรมอนามัย*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์พีระพัฒนา.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2551). *การพัฒนาการคิด*. กรุงเทพฯ : 9119 เทคนิคพรินต์ติ้ง.
- ประสิทธิ์ ศุภวิทยาเจริญกุล. (2546). *ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรบางประการ กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการประถมศึกษาจังหวัดสกลนคร*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2546). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ : พิมพ์ดี.
- พงษ์พันธ์ พงษ์โสภา. (2544). *จิตวิทยาการศึกษา (Educational Psychology)*. กรุงเทพฯ : พัฒนาศึกษา.

- พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2549). ปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อทักษะการคิดเชิงเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พรรณี ชูทัย เจนจิต. (2538). จิตวิทยาการเรียนการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : บริษัทต้นอ่อนแกรมมี่ จำกัด.
- พัชนี วรกวิน. (2522). จิตวิทยาสังคม. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สถานสงเคราะห์หญิงปากเกร็ด.
- พิทักษ์ วงแหวน. (2546). การศึกษาปัจจัยพระระดับที่ส่งผลต่อพฤติกรรมไม่เรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จังหวัดศรีสะเกษ. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544, ธันวาคม). บรรยากาศการเรียนการสอน: ปัจจัยสำคัญต่อประสิทธิภาพการสอน. วารสารมิตรครู. 32(12): 10-14.
- เพราพรรณ เปลียนภู. (2542). จิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : งานเอกสารและการพิมพ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- มนวิภา อ่อนศรี. (2541). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- มีศิลป์ ชินภักดี. (2530). ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพในการเป็นครูวิทยาศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และด้านเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2529. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ยุทธนา สมิตะศิริ.(2539).การจัดการศึกษา เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์.ในการศึกษา เพื่อพัฒนาอนาคตของประเทศไทย, 17-18 พฤศจิกายน 2538 ณ โรงแรมเซนทรัลพลาซ่า กรุงเทพมหานคร.
- รอยพิมพ์ใจ ชนะปราชญ์. (2551). การศึกษาปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประจวบคีรีขันธ์. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ราชันย์ บุญธิดา. (2542). การวิเคราะห์พระระดับ. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. (2540). สถิติเพื่อการวิจัย. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

- วัชรภรณ์ แก้วดี. (2548). *การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดอินเตอร์แอคทีฟคอนสตรัคติวิสต์เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา*. วิทยานิพนธ์ กศ.ด (หลักสูตรและการสอน) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- วัลนิกา ฉลากบาง. (2535). *จิตวิทยาและการแนะแนวเด็กประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- วิโรจน์ ลิ้มสถกุล. (2543). *องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ของการเรียนของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกช่างไฟฟ้า เขตการศึกษา 4*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. สงขลา: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยทักษิณ. ถ่ายเอกสาร.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2545). *สถิติประยุกต์สำหรับการวิจัย*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิจัยการศึกษาคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- (2548). *การวิเคราะห์หระดับ*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- (2550). *การวิเคราะห์หระดับ MULTI-LEVEL ANALYSIS*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริชัย กาญจนวาสี และคณะ. (2537). *การเลือกใช้สถิติที่เหมาะสมสำหรับการวิจัย*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สงวน สุทธิเลิศอรุณ. (2529). *ทฤษฎีและการปฏิบัติการทางจิตวิทยา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์อักษรบัณฑิต.
- สมบูรณ์ ชิตพงษ์. (2523). *การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน*. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- สมพร สุทัศน์ีย์. (2544). *จิตวิทยาการปกครองชั้นเรียน*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุชา จันทร์เอม. (2544). *จิตวิทยาทั่วไป*. พิมพ์ครั้งที่ 13. กรุงเทพฯ: บริษัทโรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด.
- สุรางค์ ไคว่ตระกูล. (2544). *จิตวิทยาการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุรางค์ สากร. (2537). *พฤติกรรมการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต : วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏจันทรเกษม.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2544). *ความสามารถของเยาวชนไทยบนเวทีโลก*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.

- สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน). (2555). *คู่มือการประเมินคุณภาพภายนอกกรอบสาม (พ.ศ. 2554 - 2558) ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ฉบับสถานศึกษา (แก้ไขเพิ่มเติม พฤศจิกายน 2554)*. กรุงเทพฯ : บริษัท ออฟเซ็ท พลัส จำกัด.
- สำนักยุทธศาสตร์และประเมินผล.(2555). *สถิติ 2555 กรุงเทพมหานคร*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำราญ มีแจ้ง. (2544). *การประเมินโครงการทางการศึกษา*. พิษณุโลก : ภาควิชาการศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- สำราญ มีแจ้ง. (2544). *สถิติขั้นสูงสำหรับกรวิจัย*. กรุงเทพฯ : นิชนแอตเวอร์ไทซิงกรุ๊ป.
- อนันต์ จันทร์กวี. (2523). *ผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผลสัมฤทธิ์และทัศนคติของนักเรียน มัธยมศึกษาปีที่ 2 ในเขต กรุงเทพมหานคร*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อนุชา ขวาไทย. (2550). *การศึกษาปัจจัยบางประการที่ส่งผลกระทบต่อความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาชัยภูมิ เขต 2*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อรสา รัตนวงษ์. (2533). *จิตวิทยา*. กรุงเทพฯ: บริษัทมิตรภาพการพิมพ์และสตูดิโอจำกัด.
- อิทธิฤทธิ์ พงษ์ปิยะรัตน์. (2551). *การวิเคราะห์ข้อสอบและการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ: การวิเคราะห์พหุระดับ*. วิทยานิพนธ์ ค.ด. (วิจัยและจิตวิทยาการศึกษา). กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- Anderson, A.; & Lynnch, T. (1988). *Listening*. Hongkok: Oxford University Press.
- Atkinson, John W. (1966). *Motive in Fantasy, Action and Society*. New Delhi: Affiliated East West Press, PVT. Ltd.
- Bloom, Benjamin S. (1976). *Human Characteristics and School learning*. New York: McGraw – Hill Book Co.
- Burstein, Leigh. (1980). Review of research in education: *The analysis of Multilevel data in educational research and evaluation*. 158-232.
- Cronbach, L.J. (1976, July). Research on Classrooms and School: *Formulation of Questions, Design and Analysis*. Occasional Paper, Standford Evaluation Consortium.
- (1977). *Educational psychology* .3rd ed. Newyork: Harcout Brace Javanovich.

- Crowley, Kewin.; et al. (2001, November). *Shared Scientific thinking in Everyday parent-child Activity*. *Science Education*. 85(6): 712-732.
- Dolan, Lawrence. (1976). (1980, September). Dissertation Abstracts International: *The Effective Correlate of Home Concern Support, Instructional Quality and Achievement*. 41: 989 – A.
- Dunbar, Kavin. (1999). *Scientific Creativity : From the Encyclopedia of Creativity (1999)*. McGill University: Academic Press.
- Epstein, Joyce. (1995, May). *School/family: community partnership:Caring for children we share*. *Phi Delta Kappan* 76(11): 701-702.
- Glynn, S.M. ; Yeany, R.H. ; & Briton, (1991). *A Constructive View of Learning Science. In the Psychology of Learning Science*. New Jersey: Erlbaum.
- Goldstein, H. (1995). *Multilevel Statistical Model 2nd ed*. London: Edward Arnold.
- Good, Carter V. (1973). *Dictionary of Education 3rd ed*. New York: McGraw-Hill.
- Herman, Herbert J.M. (1970, August). *Journal of Applied Psychology: A Questionnaire Measures of Achievement Motivatio*. 54: 354-355.
- Hong, Kwen Boo.; & Kok, Aun Toh. (1998) .*Research in Science Education*.28(4): 491-506.
- Haukoos , Gery D.; & John E. Penick. (1983). *Journal of Research in Science Teaching: The Influence of Classroom Climate on Science Proccess and Content Achievement of Community College Students*. 20: 629-637.
- Kagan, Jerom.; & Hereman, Erneat. (1995). *Psychology & 6th ed*. New York: Harcourt Brace and Company.
- Key, C.W. (1994). *Journal of Research in Science Teaching: The development of scientific reasoning skills in conjunction with collaborative writing assignment : an interpretative study of six nine-grade students*. 3: 1003-1023.
- Kuhn, Deanna. (1993, June). *Science Education: Science as Argument : Implication for Teaching and Learning Scientific Teaching*. 77(3): 319-377.
- Lawenz, Frances. (1976,July). *Journal of Research in Science Teaching: Student Perception of The Classroom". Learning Environment in Biology, Chemistry, and physics*. 13: 315-323.
- Lawson, A.W. (1995). *Scientific teaching and the development of thinking*. CA: Wadsworth.

- Lindgren, Henry Clay. (1980). *Educational Psychology in the classroom*. 6th ed.
New York: Oxford University Press, Inc.
- Long, D.R. (1989). The Modern language Journal: *Second language listening comprehension: A schema – theoretic perspective*. 73(1): 32-40.
- Margarita, Azmitia. & Kevin, Crowley. (1997) *The Rhythms of Scientific Thinking: A Study of Collaboration in an Earthquake Microworld*. Retrieved November 15, 2011, from:
[http:// www.pages.drexel.edu/~bcb25/scimeth/index.html](http://www.pages.drexel.edu/~bcb25/scimeth/index.html).
- McClelland, David C.; et al. (1953). *The Achievement Motive*. New York: Appleton-Century Crofts.
- McClelland, David. (1961). *The Achievement Society*. New York: Prentice-Hall.
- Moors, Rudolf H.; & Bernice S. Moors. (1978). Journal of Education Psychology: *Classroom Social Climate and student Aences and Grades*. 70: 263-269.
- Morrison, Carl N. (1995, Summer). Educational and Behavioral Statistics: *Hierarchical Models for Educational Data : An Overviews*. 20(2): 190-200.
- Padilla, M.J. (1991). *Science Activities, Process Skills, and Thinking in The Psychology of Learning Science*. New Jersey: Erlbaum.
- Piaget, J. (1972). Human Development: *Intellectual Evolution for Adolescence to Adulthood*. 15(1): 1-12.
- Raudenbush, Stephen W.; & Bryk, Anthony S. (1986). Psychological Bulletin: *Application of hierarchical linear models. to assessing chage*. 101(1): 147-158.
- (1996). *HLM : Hierarchical Linear and Nonlinear Modeling with HLM/2L and HLM/3L Programs*. Chicago: Scientific Software International.
- Schafersman, D. S. (1997). *An introduction to science : scientific thinking and the scientific method*. Retrieved July 18, 2011, from: [:http://www.Freeinquiry.com/intro-to-sci.html](http://www.Freeinquiry.com/intro-to-sci.html).
- Schauble, Leona. (2003, March). Human Development Scientific Thinking: *More on What Develop*. 46(2): 155-160.
- Snijders, Tom A. ; & Bosker, Roel J. (1999). *Multilevel Analysis : An Introduction to Basic and Advanced Modeling*. London: Sage.
- Triandis, Hary C. (1971). *Attitude and Attitude Change*. New York: John Wiley and Sons.

Weiner, Bernard. (1972, Spring). Review of Education Research: *Attribution Theory Achievement Motivation and Educational Process*. 42: 203-215.

Wentrzel, Kathryn R. (1994). Journal of Early Adolescence: *Family functioning and academic achievement in middle school: A social - emotional perspective*. 14(1): 268-291.







ภาคผนวก ก
คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตาราง 15 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

| ค่าดัชนีความสอดคล้อง | | | | | |
|----------------------|-----------------------|---------------|-----|-----------------------|---------------|
| ข้อ | การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ | ผลการคัดเลือก | ข้อ | การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ | ผลการคัดเลือก |
| 1 | 0.80 | คัดเลือกไว้ | 15 | 0.80 | คัดเลือกไว้ |
| 2 | 0.80 | คัดเลือกไว้ | 16 | 0.60 | คัดเลือกไว้ |
| 3 | 1 | คัดเลือกไว้ | 17 | 0.60 | คัดเลือกไว้ |
| 4 | 1 | คัดเลือกไว้ | 18 | 0.60 | คัดเลือกไว้ |
| 5 | 0.60 | คัดเลือกไว้ | 19 | 0.80 | คัดเลือกไว้ |
| 6 | 0.60 | คัดเลือกไว้ | 20 | 0.80 | คัดเลือกไว้ |
| 7 | 0.40 | ตัดทิ้ง | 21 | 0.80 | คัดเลือกไว้ |
| 8 | 0.80 | คัดเลือกไว้ | 22 | 1 | คัดเลือกไว้ |
| 9 | 1 | คัดเลือกไว้ | 23 | 1 | คัดเลือกไว้ |
| 10 | 1 | คัดเลือกไว้ | 24 | 1 | คัดเลือกไว้ |
| 11 | 0.80 | คัดเลือกไว้ | 25 | 1 | คัดเลือกไว้ |
| 12 | 1 | คัดเลือกไว้ | 26 | 1 | คัดเลือกไว้ |
| 13 | 0.80 | คัดเลือกไว้ | 27 | 1 | คัดเลือกไว้ |
| 14 | 0.80 | คัดเลือกไว้ | 28 | 1 | คัดเลือกไว้ |

ตาราง 16 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์และ
แบบสอบถามวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

| ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) | | | | | |
|----------------------------|----------------------|---------------|-----|---------------------|---------------|
| ข้อ | เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ | ผลการคัดเลือก | ข้อ | แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ | ผลการคัดเลือก |
| 1 | 1 | คัดเลือกไว้ | 1 | 0.80 | คัดเลือกไว้ |
| 2 | 1 | คัดเลือกไว้ | 2 | 1 | คัดเลือกไว้ |
| 3 | 1 | คัดเลือกไว้ | 3 | 0.80 | คัดเลือกไว้ |
| 4 | 1 | คัดเลือกไว้ | 4 | 0.60 | คัดเลือกไว้ |
| 5 | 1 | คัดเลือกไว้ | 5 | 0.60 | คัดเลือกไว้ |
| 6 | 0.60 | คัดเลือกไว้ | 6 | 0.60 | คัดเลือกไว้ |
| 7 | 1 | คัดเลือกไว้ | 7 | 0 | ตัดทิ้ง |
| 8 | 1 | คัดเลือกไว้ | 8 | 1 | คัดเลือกไว้ |
| 9 | 1 | คัดเลือกไว้ | 9 | 1 | คัดเลือกไว้ |
| 10 | 0.60 | คัดเลือกไว้ | 10 | 1 | คัดเลือกไว้ |
| 11 | 1 | คัดเลือกไว้ | 11 | 0.80 | คัดเลือกไว้ |
| 12 | 0.60 | คัดเลือกไว้ | 12 | 0.80 | คัดเลือกไว้ |
| 13 | 1 | คัดเลือกไว้ | 13 | 0.40 | คัดเลือกไว้ |
| 14 | 0.60 | คัดเลือกไว้ | 14 | 0.60 | คัดเลือกไว้ |
| 15 | 0.60 | คัดเลือกไว้ | 15 | 0.20 | ตัดทิ้ง |
| 16 | 1 | คัดเลือกไว้ | 16 | 0.80 | คัดเลือกไว้ |
| 17 | 0.60 | คัดเลือกไว้ | 17 | 1 | คัดเลือกไว้ |
| 18 | 1 | คัดเลือกไว้ | 18 | 0.60 | คัดเลือกไว้ |
| 19 | 1 | คัดเลือกไว้ | 19 | 0.20 | ตัดทิ้ง |
| 20 | 1 | คัดเลือกไว้ | 20 | 0.60 | คัดเลือกไว้ |
| 21 | 1 | คัดเลือกไว้ | 21 | 1 | คัดเลือกไว้ |
| 22 | 1 | คัดเลือกไว้ | 22 | 0 | ตัดทิ้ง |
| 23 | 1 | คัดเลือกไว้ | 23 | 0.60 | คัดเลือกไว้ |
| 24 | 0.80 | คัดเลือกไว้ | 24 | 0.60 | คัดเลือกไว้ |
| 25 | 0.60 | คัดเลือกไว้ | 25 | 0.60 | คัดเลือกไว้ |

ตาราง 17 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามวัดการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์
จากผู้ปกครอง และแบบสอบถามวัดบรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์

| ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) | | | | | |
|----------------------------|---|---------------|-----|------------------------------------|---------------|
| ข้อ | ส่งเสริมสนับสนุนด้าน วิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง | ผลการคัดเลือก | ข้อ | บรรยากาศในห้องเรียน วิทยาศาสตร์ | ผลการคัดเลือก |
| 1 | 0.60 | คัดเลือกไว้ | 1 | 0.80 | คัดเลือกไว้ |
| 2 | 1 | คัดเลือกไว้ | 2 | 1 | คัดเลือกไว้ |
| 3 | 1 | คัดเลือกไว้ | 3 | 1 | คัดเลือกไว้ |
| 4 | 1 | คัดเลือกไว้ | 4 | 0.80 | คัดเลือกไว้ |
| 5 | 1 | คัดเลือกไว้ | 5 | 1 | คัดเลือกไว้ |
| 6 | 1 | คัดเลือกไว้ | 6 | 0.80 | คัดเลือกไว้ |
| 7 | 0.80 | คัดเลือกไว้ | 7 | 0.80 | คัดเลือกไว้ |
| 8 | 0.80 | คัดเลือกไว้ | 8 | 0.80 | คัดเลือกไว้ |
| 9 | 0.60 | คัดเลือกไว้ | 9 | 1 | คัดเลือกไว้ |
| 10 | 0.60 | คัดเลือกไว้ | 10 | 0.80 | คัดเลือกไว้ |
| 11 | 1 | คัดเลือกไว้ | 11 | 0.80 | คัดเลือกไว้ |
| 12 | 1 | คัดเลือกไว้ | 12 | 0.80 | คัดเลือกไว้ |
| 13 | 1 | คัดเลือกไว้ | 13 | 0.40 | คัดเลือกไว้ |
| 14 | 1 | คัดเลือกไว้ | 14 | 1 | คัดเลือกไว้ |
| 15 | 1 | คัดเลือกไว้ | 15 | 1 | คัดเลือกไว้ |
| 16 | 0.60 | คัดเลือกไว้ | 16 | 1 | คัดเลือกไว้ |
| 17 | 0.60 | คัดเลือกไว้ | 17 | 0.60 | คัดเลือกไว้ |
| 18 | 1 | คัดเลือกไว้ | 18 | 0.60 | คัดเลือกไว้ |
| 19 | 0 | ตัดทิ้ง | 19 | 0.80 | คัดเลือกไว้ |
| 20 | 1 | คัดเลือกไว้ | 20 | 0.60 | คัดเลือกไว้ |
| 21 | 0.80 | คัดเลือกไว้ | 21 | 0.60 | คัดเลือกไว้ |
| 22 | 1 | คัดเลือกไว้ | 22 | 1 | คัดเลือกไว้ |
| 23 | 1 | คัดเลือกไว้ | 23 | 0.60 | คัดเลือกไว้ |
| 24 | 0.80 | คัดเลือกไว้ | 24 | 0.80 | คัดเลือกไว้ |
| 25 | 1 | คัดเลือกไว้ | 25 | 1 | คัดเลือกไว้ |

ตาราง 18 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบ
วัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

| ข้อ | การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ | | ข้อ | การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ | |
|--------------------------|-----------------------|----------------------|-----|-----------------------|----------------------|
| | ค่าความยากง่าย (p) | ค่าอำนาจจำแนก (r) | | ค่าความยากง่าย (p) | ค่าอำนาจจำแนก (r) |
| 1 | 0.57 | 0.51 | 13 | 0.78 | 0.76 |
| 2 | 0.60 | 0.28 | 14 | 0.63 | 0.87 |
| 3 | 0.27 | 0.20 | 15 | 0.58 | 0.40 |
| 4 | 0.79 | 0.74 | 16 | 0.71 | 0.81 |
| 5 | 0.53 | 0.65 | 17 | 0.64 | 0.64 |
| 6 | 0.64 | 0.38 | 18 | 0.70 | 0.36 |
| 7 | 0.25 | 0.16 | 19 | 0.38 | 0.16 |
| 8 | 0.77 | 0.61 | 20 | 0.73 | 0.80 |
| 9 | 0.57 | 0.43 | 21 | 0.43 | 0.51 |
| 10 | 0.73 | 0.65 | 22 | 0.57 | 0.58 |
| 11 | 0.36 | 0.38 | 23 | 0.32 | 0.17 |
| 12 | 0.73 | 0.80 | 24 | 0.60 | 0.69 |
| ค่าความเชื่อมั่น = 0.786 | | | | | |

ตาราง 19 ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น ของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

| ข้อ | เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ | ข้อ | แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ |
|--------------------------|----------------------|--------------------------|---------------------|
| | ค่าอำนาจจำแนก | | ค่าอำนาจจำแนก |
| 1 | 0.486 | 1 | 0.579 |
| 2 | 0.584 | 2 | 0.543 |
| 3 | 0.313 | 3 | 0.653 |
| 4 | 0.351 | 4 | 0.590 |
| 5 | 0.390 | 5 | 0.663 |
| 6 | 0.527 | 6 | 0.501 |
| 7 | 0.544 | 7 | 0.534 |
| 8 | 0.348 | 8 | 0.419 |
| 9 | 0.504 | 9 | 0.560 |
| 10 | 0.495 | 10 | 0.584 |
| 11 | 0.415 | 11 | 0.439 |
| 12 | 0.484 | 12 | 0.584 |
| 13 | 0.467 | 13 | 0.702 |
| 14 | 0.503 | 14 | 0.624 |
| 15 | 0.514 | 15 | 0.610 |
| 16 | 0.527 | 16 | 0.520 |
| 17 | 0.594 | 17 | 0.545 |
| 18 | 0.409 | 18 | 0.509 |
| 19 | 0.591 | 19 | 0.566 |
| 20 | 0.497 | 20 | 0.543 |
| ค่าความเชื่อมั่น = 0.876 | | ค่าความเชื่อมั่น = 0.913 | |

ตาราง 20 ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น ของแบบสอบถามวัดการส่งเสริมสนับสนุนด้าน
วิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง และแบบสอบถามวัดบรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์

| ข้อ | ส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จาก ผู้ปกครอง | ข้อ | บรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ |
|--------------------------|---|--------------------------|--------------------------------|
| | ค่าอำนาจจำแนก | | ค่าอำนาจจำแนก |
| 1 | 0.279 | 1 | 0.644 |
| 2 | 0.675 | 2 | 0.655 |
| 3 | 0.665 | 3 | 0.715 |
| 4 | 0.622 | 4 | 0.620 |
| 5 | 0.657 | 5 | 0.341 |
| 6 | 0.701 | 6 | 0.537 |
| 7 | 0.652 | 7 | 0.556 |
| 8 | 0.597 | 8 | 0.560 |
| 9 | 0.687 | 9 | 0.544 |
| 10 | 0.660 | 10 | 0.582 |
| 11 | 0.707 | 11 | 0.510 |
| 12 | 0.635 | 12 | 0.664 |
| 13 | 0.569 | 13 | 0.710 |
| 14 | 0.429 | 14 | 0.569 |
| 15 | 0.515 | 15 | 0.569 |
| 16 | 0.548 | 16 | 0.573 |
| 17 | 0.575 | 17 | 0.575 |
| 18 | 0.573 | 18 | 0.736 |
| 19 | 0.576 | 19 | 0.617 |
| 20 | 0.610 | 20 | 0.641 |
| ค่าความเชื่อมั่น = 0.913 | | ค่าความเชื่อมั่น = 0.925 | |



ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบวัดเพื่อการวิจัย เรื่อง

การศึกษาตัวแปรเชิงพหุระดับ ที่ส่งผลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบมีจำนวน 1 ฉบับ คือ

| | |
|--|--------------|
| ฉบับที่ 1 แบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ | จำนวน 24 ข้อ |
|--|--------------|
2. แบบสอบถามมีจำนวน 4 ฉบับ คือ

| | |
|--|--------------|
| ฉบับที่ 2 แบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ | จำนวน 20 ข้อ |
| ฉบับที่ 3 แบบสอบถามวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ | จำนวน 20 ข้อ |
| ฉบับที่ 4 แบบสอบถามวัดการส่งเสริมสนับสนุน ด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง | จำนวน 20 ข้อ |
| ฉบับที่ 5 แบบสอบถามวัดบรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ | จำนวน 20 ข้อ |

โดยแบบทดสอบฉบับที่ 1 ให้ทำลงในกระดาษคำตอบที่แจกให้ ส่วนแบบสอบถามฉบับที่ 2, 3, 4 และ 5 ให้ทำลงในแบบสอบถาม ซึ่งในแบบทดสอบและแบบสอบถามในแต่ละฉบับจะมีคำชี้แจงขอให้อ่านคำชี้แจงให้ละเอียด แล้วจึงลงมือทำ

3. เมื่อนักเรียนทำเสร็จแล้ว ก่อนจะส่งขอความร่วมมือให้นักเรียนตรวจสอบดูว่าทำเรียบร้อยครบทุกข้อแล้วหรือไม่ ถ้าครบทุกข้อแล้วจึงนำส่ง

4. คำตอบที่จริงใจของนักเรียนจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการวิจัย และผู้วิจัยขอรับรองว่าคำตอบของนักเรียนไม่มีผลกระทบต่อผลการเรียนใดๆ ของนักเรียนทั้งสิ้น และคำตอบจะถูกเก็บเป็นความลับ

ขอขอบคุณนักเรียนที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบวัดมา ณ โอกาสนี้

นันธิดา รัตนพิทักษ์

นิสิตปริญญาโท สาขาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา

ฉบับที่ 1 แบบทดสอบวัดการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง ให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถามในแต่ละสถานการณ์ โดยพิจารณาจากตัวเลือก ก ถึง ง แล้วทำเครื่องหมาย × ลงในช่อง □ ใน **กระดาษคำตอบ** แต่ละข้อเพียงข้อเดียว โดยแบบทดสอบมีจำนวน 24 ข้อ ให้เวลาในการทำ 60 นาที

สถานการณ์ที่ 1 ใช้ตอบคำถามข้อ 1 – 4

วันหนึ่ง สุชาติสังเกตเห็นว่าที่บ้านของเขามักจะมีมดมาตอมอาหารอยู่เป็นประจำ ดังนั้นเขาจึงคิดที่จะหาสารจากธรรมชาติมากำจัดมดเหล่านั้น แทนการใช้ยาฆ่าแมลง เขาจึงนำพืชสมุนไพรที่ปลูกอยู่ในบ้าน 3 ชนิด ได้แก่ ใบน้อยหน่า, ใบตะไคร้ และใบสาเก มาทดลองความสามารถในการกำจัดมด

1. ปัญหาในการทดลองนี้ คือข้อใด
 - ก. ทำไมบ้านของสุชาติจึงมีมด
 - ข. ทำไมมดถึงมาตอมอาหารเป็นประจำ
 - ค. พืชสมุนไพรชนิดใดที่สามารถกำจัดมดได้ดีที่สุด
 - ง. พืชสมุนไพรปริมาณเท่าใดจึงจะสามารถกำจัดมดได้ดีที่สุด
2. จากสถานการณ์ สมมติฐานของการทดลองนี้ควรพิจารณาจากข้อมูลใด
 - ก. ชนิดของมด
 - ข. จำนวนของมด
 - ค. ปริมาณของพืชสมุนไพร
 - ง. สารที่พบในพืชสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด
3. จากสถานการณ์ ข้อใด ไม่ใช่ สิ่งที่ต้องควบคุมให้เหมือนกัน
 - ก. ชนิดของมด
 - ข. จำนวนของมด
 - ค. ชนิดของพืชสมุนไพร
 - ง. ปริมาณของพืชสมุนไพร

4. การทดลองความสามารถในการกำจัดมลของพืชสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด ได้ผลการทดลอง ดังนี้

| พืชสมุนไพร | จำนวนมดที่ตาย (ใช้มดในการทดลองครั้งละ 10 ตัว) | | |
|------------|--|------------|------------|
| | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 |
| ใบน้อยหน่า | 6 | 5 | 5 |
| ใบตะไคร้ | 2 | 3 | 2 |
| ใบสาเก | 8 | 9 | 9 |

จากตารางบันทึกผล สามารถสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

- ใบสาเกมีความสามารถในการกำจัดมดได้ดีที่สุด
- ใบตะไคร้มีความสามารถในการกำจัดมดได้ดีที่สุด
- ใบน้อยหน่ามีความสามารถในการกำจัดมดได้ดีที่สุด
- พืชสมุนไพรทั้ง 3 ชนิดมีความสามารถในการกำจัดมดได้ดีเท่ากัน

สถานการณ์ที่ 2 ใช้ตอบคำถามข้อ 5 – 8

ก้อง นัท และนิสา ช่วยกันเลือกกระดาษที่จะนำมาพับเครื่องบิน แล้วทำให้เครื่องบินร่อนอยู่กลางอากาศได้นานที่สุด ทั้ง 3 คน จึงทำเครื่องบินที่พับด้วยกระดาษ 3 ชนิด ซึ่งได้แก่ กระดาษถ่ายเอกสาร กระดาษหนังสือพิมพ์ และกระดาษลอกลาย เพื่อมาทดลองความสามารถในการร่อนอยู่กลางอากาศ

5. ปัญหาในการทดลองนี้ คือข้อใด

- ทำอย่างไรให้เครื่องบินกระดาษร่อนอยู่กลางอากาศได้นานที่สุด
- กระดาษชนิดใดที่พับเครื่องบินแล้วร่อนอยู่กลางอากาศได้นานที่สุด
- การพับเครื่องบินกระดาษแบบใดที่ทำให้ร่อนอยู่กลางอากาศได้นานที่สุด
- กระดาษขนาดเท่าใดที่พับเป็นเครื่องบินแล้วร่อนอยู่กลางอากาศได้นานที่สุด

6. จากสถานการณ์ สมมติฐานของการทดลองนี้ควรพิจารณาจากข้อมูลใด

- แบบของเครื่องบินกระดาษ
- แรงที่ใช้ร่อนเครื่องบินกระดาษ
- ชนิดของกระดาษที่พับเครื่องบิน
- ขนาดของกระดาษที่พับเครื่องบิน

7. วิธีในข้อใดทดลองความสามารถในการร่อนกลางอากาศของเครื่องบินกระดาษ

ก. ให้ ก้อง ใช้มือข้างใดก็ได้ร่อนเครื่องบินที่พับจากกระดาษ 3 ชนิด โดยร่อนทีละ 1 ลำ แล้วจับเวลาตั้งแต่เริ่มร่อนจนกระทั่งเครื่องบินตกถึงพื้น

ข. ให้ ก้อง ใช้มือข้างเดียวกันร่อนเครื่องบินที่พับจากกระดาษ 3 ชนิด โดยร่อนอย่างสุดแรงทีละ 1 ลำ แล้วจับเวลาตั้งแต่เริ่มร่อนจนกระทั่งเครื่องบินตกถึงพื้น

ค. ให้ ก้อง นัท และนิสา แบ่งกันร่อนเครื่องบินที่พับจากกระดาษต่างชนิดกัน คนละ 1 ลำ โดยร่อนเครื่องบินพร้อมกันด้วยมือข้างใดก็ได้ แล้วจับเวลาตั้งแต่เริ่มร่อนจนกระทั่งเครื่องบินตกถึงพื้น

ง. ให้ ก้อง นัท และนิสา แบ่งกันร่อนเครื่องบินที่พับจากกระดาษต่างชนิดกัน คนละ 1 ลำ โดยใช้มือข้างเดียวกันร่อนเครื่องบินทีละ 1 ลำ แล้วจับเวลาตั้งแต่เริ่มร่อนจนกระทั่งเครื่องบินตกถึงพื้น

8. การทดลองความสามารถในการร่อนกลางอากาศของเครื่องบินกระดาษ 3 ชนิด ได้ผลการทดลอง ดังนี้

| ชนิดกระดาษ | เวลาที่เครื่องบินร่อนอยู่กลางอากาศ (วินาที) | | |
|--------------------|--|------------|------------|
| | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 |
| กระดาษถ่ายเอกสาร | 7 | 7 | 9 |
| กระดาษหนังสือพิมพ์ | 10 | 9 | 11 |
| กระดาษลอกลาย | 7 | 5 | 4 |

จากตารางบันทึกผล สามารถสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

ก. เครื่องบินที่พับจากกระดาษลอกลาย ใช้เวลาร่อนอยู่กลางอากาศนานที่สุด

ข. เครื่องบินที่พับจากกระดาษถ่ายเอกสาร ใช้เวลาร่อนอยู่กลางอากาศนานที่สุด

ค. เครื่องบินที่พับจากกระดาษหนังสือพิมพ์ ใช้เวลาร่อนอยู่กลางอากาศนานที่สุด

ง. เครื่องบินที่พับจากกระดาษทั้ง 3 ชนิด ใช้เวลาร่อนอยู่กลางอากาศได้นานเท่ากัน

สถานการณ์ที่ 3 ใช้ตอบคำถามข้อ 9 – 12

ในช่วงบ่ายที่อากาศร้อน ชาวญี่ปุ่นและเพื่อนๆ จะชอบไปนั่งพักผ่อนที่ศาลาพักผ่อนของทางโรงเรียน ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 3 หลัง แต่ละหลังมีขนาดและโครงสร้างเหมือนกัน แต่วัสดุที่ใช้มุงหลังคานั้นแตกต่างกัน คือ มุงด้วยสังกะสี มุงด้วยกระเบื้องและมุงด้วยหญ้าคา สิ่งที่ชาวญี่ปุ่นแปลกใจคือศาลาที่มุงด้วยหญ้าคา จะมีนักเรียนคนอื่นๆ มานั่ง มากกว่าศาลาที่มุงด้วยสังกะสีหรือกระเบื้อง ทั้งๆ ที่ศาลาทั้ง 2 นั้นมีสีส้มสวยงามมากกว่า

9. ปัญหาที่ชาวญี่ปุ่นสงสัย คืออะไร

- ก. ทำไม ช่วงบ่ายอากาศร้อน
- ข. ทำไม วัสดุที่ใช้มุงหลังคาไม่เหมือนกัน
- ค. ทำไม เพื่อนๆ ชอบมานั่งศาลาที่มุงด้วยหญ้าคา
- ง. ทำไม เพื่อนจึงไม่นั่งศาลาที่มุงด้วยสังกะสี หรือกระเบื้องทั้งๆ ที่มีสีส้มสวยงาม

10. นักเรียนคิดว่า คำตอบของปัญหาดังกล่าว น่าจะเป็นอย่างไร

- ก. เมื่อถึงตอนบ่าย อากาศจะร้อน
- ข. ถ้าใช้วัสดุหลังคาต่างกัน อากาศก็จะเย็นสบายเหมือนกัน
- ค. ศาลาที่มุงด้วยหญ้าคา จะเย็นสบายกว่าศาลาที่มุงด้วยสังกะสีหรือ กระเบื้อง
- ง. ศาลาที่มุงด้วยสังกะสีหรือกระเบื้องจะมีสีส้มสวยงามกว่าศาลาที่มุงด้วยหญ้า

11. ขั้นตอนใดที่นักเรียนควรดำเนินการเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว

- ก. ซ้อมสี มาทาหลังคาของศาลาใหม่
- ข. เปลี่ยนศาลาที่มุงด้วยสังกะสีหรือกระเบื้องมามุงด้วยหญ้า
- ค. นำเทอร์โมมิเตอร์มาห้อยไว้ได้ศาลาทั้ง 3 หลัง เพื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิ
- ง. ให้ชาวญี่ปุ่น ไปนั่งศาลาที่มุงด้วยสังกะสีหรือกระเบื้องและหญ้าคา เพื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิ

12. ผลการดำเนินการดังกล่าว น่าจะสรุปได้ตามข้อใด

- ก. ศาลาที่มุงด้วยหญ้าคาอยู่ใกล้สนามเด็กเล่น
- ข. ศาลาที่มุงด้วยสังกะสีและกระเบื้องอยู่ไกลมาก
- ค. ศาลาที่มุงด้วยสังกะสีและกระเบื้องอยู่ใกล้ถังขยะ
- ง. ศาลาที่มุงด้วยหญ้าคา มีอุณหภูมิต่ำกว่าศาลาที่มุงด้วยสังกะสีและกระเบื้อง

สถานการณ์ที่ 4 ใช้ตอบคำถามข้อ 13 – 16

ทพฺพสัปดาหิ ชูใจจะช่วยเหลือแม่เปลี่ยนน้ำในแจกันดอกไม้ ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 2 ใบ คือ แจกันใบที่ 1 จะตั้งอยู่ในห้องรับแขก และใบที่ 2 ตั้งอยู่บนโต๊ะในสนามหน้าบ้าน สิ่งที่ชูใจแปลกใจ คือ ทำไมน้ำในแจกันทั้งสองใบ เมื่อถึงเวลาที่ต้องเปลี่ยนจะเหลือน้ำอยู่ไม่เท่ากัน ทั้งที่แจกันทั้งสองใบนั้นมีขนาดและใส่น้ำไว้ในปริมาณเท่ากันทุกครั้ง

13. ปัญหาที่ชูใจสงสัย คืออะไร

- ก. ทำไม ต้องใส่น้ำลงในแจกันให้เท่ากันเสมอ
- ข. ทำไม ทพฺพสัปดาหิถึงต้องเปลี่ยนน้ำในแจกัน
- ค. ทำไม น้ำในแจกันทั้งสองใบจึงเหลือน้ำไม่เท่ากัน
- ง. ทำไม แจกันต้องตั้งอยู่บริเวณห้องรับแขกและบนโต๊ะในสนามหน้าบ้าน

14. นักเรียนคิดว่า คำตอบของปัญหาดังกล่าวน่าจะเป็นอย่างไร

- ก. เมื่อครบสัปดาห์ ดอกไม้ในแจกันจะเหี่ยว
- ข. ถ้าใส่น้ำในแจกันน้อย จะทำให้แจกันโคนล้มได้ง่าย
- ค. ถ้าใส่น้ำในแจกันไม่เท่ากันแล้ว จะทำให้ดอกไม้เหี่ยวเร็ว
- ง. น้ำในแจกันที่ตั้งอยู่บนโต๊ะในสนามหน้าบ้านระเหยมากกว่าแจกันที่ตั้งอยู่ในห้องรับแขก

15. ขั้นตอนใดที่นักเรียนควรดำเนินการเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว

- ก. เปลี่ยนที่ตั้งของแจกันใหม่
- ข. ให้ชูใจ ไปคอยเติมน้ำในแจกันให้เท่ากันอยู่เสมอ
- ค. ทดลองนำแจกันทั้ง 2 ใบมาตั้งไว้ในที่เดียวกัน โดยทำที่ละบริเวณ เพื่อเปรียบเทียบปริมาณของน้ำ
- ง. เปลี่ยนดอกไม้ที่ใส่ไว้ในแจกันทั้ง 2 ใบ มาเป็นดอกไม้ประดิษฐ์แทนดอกไม้สดเพื่อจะได้ไม่ต้องเปลี่ยนน้ำในแจกัน

16. ผลการดำเนินการดังกล่าว น่าจะสรุปได้ตามข้อใด

- ก. ดอกไม้ที่ใส่ไว้ดูดนํ้าในแจกัน
- ข. แจกันอาจจะมีรอยรั่วจึงทำให้น้ำเหลือไม่เท่ากัน
- ค. มีสัตว์บางชนิดมาแอบกินน้ำในแจกันที่ตั้งอยู่บนโต๊ะในสนามหน้าบ้าน
- ง. แจกันที่ตั้งอยู่ในห้องรับแขกมีการระเหยของน้ำน้อยกว่าแจกันที่ตั้งอยู่บนโต๊ะในสนามหน้าบ้าน

สถานการณ์ที่ 5 ใช้ตอบคำถามข้อ 17 – 20

วิมลต้องการปลูกต้นมะลิไว้ในสวนหลังบ้าน แต่เธอไม่แน่ใจว่าต้นมะลิเหมาะที่จะปลูกกับดินชนิดใดดี เธอจึงทดลองปลูกต้นมะลิทั้งหมด 3 กระถาง ด้วยดิน 3 ชนิด ซึ่งได้แก่ ดิน A ดิน B และดิน C เพื่อดูการเจริญเติบโตของต้นมะลิที่ปลูกในดินแต่ละชนิด

17. ปัญหาในการทดลองนี้ คือข้อใด
- ก. วิมลควรปลูกต้นมะลิพันธุ์อะไรไว้ในสวนหลังบ้าน
 - ข. ดินชนิดใดมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นมะลิมากที่สุด
 - ค. ดินปริมาณเท่าใดที่เหมาะสมในการปลูกต้นมะลิมากที่สุด
 - ง. กระถางขนาดใดมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นมะลิมากที่สุด
18. จากสถานการณ์ สมมติฐานของการทดลองนี้ควรพิจารณาจากข้อมูลใด
- ก. ความสมบูรณ์ของต้นมะลิ
 - ข. คุณสมบัติของดินทั้ง 3 ชนิด
 - ค. พันธุ์ของต้นมะลิที่จะนำมาปลูก
 - ง. ปริมาณของดินที่ใส่ลงในกระถาง
19. จากสถานการณ์ ข้อใดไม่ใช่สิ่งที่ต้องควบคุมให้เหมือนกัน
- ก. ชนิดของดิน
 - ข. พันธุ์ของต้นมะลิ
 - ค. ขนาดและอายุของต้นมะลิ
 - ง. ปริมาณของดินที่ใช้ในการปลูกต้นมะลิ

20. ผลการเจริญเติบโตของต้นมะลิที่ปลูกในดินทั้ง 3 ชนิด

| ชนิดของดิน | ลักษณะของต้นมะลิ | |
|------------|----------------------------------|---------|
| | ความสูงของต้นมะลิ (เซนติเมตร) | จำนวนใบ |
| A | 11 | 13 |
| B | 16 | 21 |
| C | 8 | 16 |

จากตารางบันทึกผล สามารถสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

- ก. ดิน A มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นมะลิมากที่สุด
- ข. ดิน B มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นมะลิมากที่สุด
- ค. ดิน C มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นมะลิมากที่สุด
- ง. ดินทั้ง 3 ชนิด มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นมะลิเท่ากัน

สถานการณ์ที่ 6 ใช้ตอบคำถามข้อ 21 – 24

งามจิตสังเกตเห็นว่าดอกกุหลาบที่แม่ซื้อมาปักแจกันนั้นมักจะแห้งและเหี่ยวเร็วเสมอ ดังนั้นงามจิตจึงคิดที่จะหาสารที่มีอยู่ในบ้านมาลงใส่ในน้ำที่ใช้เลี้ยงกุหลาบ เธอจึงนำน้ำตาลทรายที่มีอยู่มาทำเป็นสารละลายน้ำตาลเพื่อใช้เปรียบเทียบกับน้ำธรรมดา เพื่อทดลองความสดของดอกกุหลาบที่แช่อยู่ในของเหลวทั้ง 2 ชนิด

21. ปัญหาในการทดลองนี้ คือข้อใด

- ก. น้ำธรรมดาปริมาณเท่าใดส่งผลต่อความสดของกุหลาบนานที่สุด
- ข. สารละลายน้ำตาลทรายปริมาณเท่าใดส่งผลต่อความสดของกุหลาบนานที่สุด
- ค. ระหว่างสารละลายน้ำตาลทรายกับน้ำธรรมดาสิ่งใดส่งผลต่อความสดของกุหลาบนานกว่ากัน
- ง. ทำไมดอกกุหลาบที่แม่ซื้อมาถึงแห้งและเหี่ยวเร็วทั้งๆ ที่ดอกกุหลาบนั้นมีน้ำเลี้ยงอยู่ตลอดเวลา

22. จากสถานการณ์ สมมติฐานของการทดลองนี้ควรพิจารณาจากข้อมูลใด

- ก. ชนิดของกุหลาบ
- ข. จำนวนของดอกกุหลาบ
- ค. ขนาดของแจกันที่ใส่กุหลาบ
- ง. คุณสมบัติของสารละลายน้ำตาลทราย และน้ำธรรมดา

23. จากสถานการณ์ ข้อใดไม่ใช่สิ่งที่ต้องควบคุมให้เหมือนกัน

- ก. ขนาดของแจกัน
- ข. ชนิดของกุหลาบ
- ค. ชนิดของของเหลวที่ใส่ลงในแจกัน
- ง. ปริมาณของสารละลายน้ำตาลทราย และน้ำธรรมดา

24. การทดลองความสดของดอกกุหลาบที่แช่อยู่ในของเหลวทั้ง 2 ชนิด ได้ผลการทดลอง ดังนี้

| ชนิดของของเหลว | ระยะเวลาความสดของดอกกุหลาบ (วัน) |
|--------------------|-------------------------------------|
| สารละลายน้ำตาลทราย | 6 |
| น้ำธรรมดา | 4 |

จากตารางบันทึกผล สามารถสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

- ก. ของเหลวทั้ง 2 ชนิด ให้ระยะเวลาความสดของกุหลาบนานเท่ากัน
- ข. กุหลาบที่เลี้ยงไว้ในน้ำธรรมดาและสารละลายน้ำตาลทรายให้ระยะเวลาความสดของดอกกุหลาบไม่แตกต่างกัน
- ค. กุหลาบที่เลี้ยงไว้ในน้ำธรรมดาให้ระยะเวลาความสดของดอกกุหลาบนานกว่ากุหลาบที่เลี้ยงไว้ในสารละลายน้ำตาลทราย
- ง. กุหลาบที่เลี้ยงไว้ในสารละลายน้ำตาลทรายให้ระยะเวลาความสดของดอกกุหลาบนานกว่ากุหลาบที่เลี้ยงไว้ในน้ำธรรมดา

ฉบับที่ 2 แบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านข้อความในแต่ละข้อ แล้วทำเครื่องหมาย (✓) ลงในช่องทางขวามือที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนตามความเป็นจริงมากที่สุด ดังนี้

| ข้อ | ข้อความ | ระดับความคิดเห็น | | | | |
|-----|---|------------------|-----|---------|------|------------|
| | | มากที่สุด | มาก | ปานกลาง | น้อย | น้อยที่สุด |
| 1 | วิทยาศาสตร์ทำให้ข้าพเจ้ามีกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ | | | | | |
| 2 | วิทยาศาสตร์ฝึกให้ข้าพเจ้าเป็นคนช่างสังเกต | | | | | |
| 3 | วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องท้าทาย และน่าค้นคว้า | | | | | |
| 4 | วิทยาศาสตร์มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ | | | | | |
| 5 | ข้าพเจ้าชอบประดิษฐ์ของเล่นทางวิทยาศาสตร์ | | | | | |
| 6 | ข้าพเจ้าชอบเรียนวิทยาศาสตร์เพราะได้ปฏิบัติจริงด้วยตนเอง | | | | | |
| 7 | ข้าพเจ้าชอบแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง | | | | | |
| 8 | วิทยาศาสตร์มีความสำคัญกับชีวิตของมนุษย์ | | | | | |
| 9 | ข้าพเจ้าชอบปรึกษาปัญหาวิทยาศาสตร์ร่วมกับเพื่อนๆ | | | | | |
| 10 | ถ้ามีคำถามที่ไม่ทราบคำตอบ ข้าพเจ้าจะค้นคว้าหาความรู้จนกว่าจะได้รับคำตอบ | | | | | |
| 11 | วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่มีเหตุผล และพิสูจน์ได้ | | | | | |
| 12 | ข้าพเจ้าชอบสื่อการเรียนการสอนของครูในวิชาวิทยาศาสตร์ | | | | | |
| 13 | วิทยาศาสตร์ทำให้โลกมนุษย์มีความเจริญก้าวหน้า | | | | | |
| 14 | ข้าพเจ้ารู้สึกดีเมื่อได้รับคำชมเชยจากคุณครูในขณะที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ | | | | | |

ฉบับที่ 2 แบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

| ข้อ | ข้อความ | ระดับความคิดเห็น | | | | |
|-----|--|------------------|-----|---------|------|------------|
| | | มากที่สุด | มาก | ปานกลาง | น้อย | น้อยที่สุด |
| 15 | ข้าพเจ้าชอบดูรายการโทรทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ | | | | | |
| 16 | ข้าพเจ้าชอบเรียนวิทยาศาสตร์ที่เปิดโอกาสให้มีอิสระในการคิด | | | | | |
| 17 | ข้าพเจ้ามีส่วนร่วมอภิปรายหรือแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ | | | | | |
| 18 | ข้าพเจ้าชอบที่จะตอบคำถามเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน | | | | | |
| 19 | ข้าพเจ้ามักจะสมัครเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ | | | | | |
| 20 | วิทยาศาสตร์ทำให้การดำรงชีวิตมีความสะดวกสบายขึ้น | | | | | |

ฉบับที่ 3 แบบสอบถามวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

| ข้อ | ข้อความ | ระดับความคิดเห็น | | | | |
|-----|---|------------------|-----|---------|------|------------|
| | | มากที่สุด | มาก | ปานกลาง | น้อย | น้อยที่สุด |
| 1 | ข้าพเจ้าตั้งใจเรียนเพื่อที่จะทำข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์ให้ได้คะแนนสูง | | | | | |
| 2 | ข้าพเจ้าจะเรียนรู้/แลกเปลี่ยน ประสบการณ์การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กับเพื่อนที่เรียนเก่งกว่า เพื่อจะได้พัฒนาตนเองให้เรียนดีขึ้น | | | | | |
| 3 | ข้าพเจ้ามักจะตั้งความหวังในคะแนนสอบวิชาวิทยาศาสตร์ไว้สูงๆ เพื่อที่จะได้ใช้ความพยายามและความสามารถในการสอบอย่างเต็มที่เพื่อให้ได้ดังที่หวังไว้ | | | | | |
| 4 | ข้าพเจ้าใช้ความเพียรพยายามอย่างเต็มที่เพราะคิดว่าอนาคตของตนเองจะขึ้นอยู่กับความสำเร็จในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ | | | | | |
| 5 | ข้าพเจ้าไม่ย่อท้อต่ออุปสรรคในการพัฒนาความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์ของตนเอง | | | | | |
| 6 | ข้าพเจ้ามุ่งมั่นทำงานวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยความคิดของตนเอง ไม่ชอบทำตามผู้อื่น | | | | | |
| 7 | ข้าพเจ้ามุ่งมั่นในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง | | | | | |
| 8 | ข้าพเจ้าจะพยายามทำงานวิชาวิทยาศาสตร์จนสุดความสามารถเพื่อให้ผลงานออกมาดี | | | | | |
| 9 | ข้าพเจ้ามีใจจดจ่ออยู่กับงานวิชาวิทยาศาสตร์ที่ได้รับมอบหมายจนกว่าจะทำสำเร็จ ไม่ว่างานนั้นจะยากเพียงใด | | | | | |
| 10 | เมื่อได้รับมอบหมายงานวิชาวิทยาศาสตร์ข้าพเจ้าจะตั้งใจทำให้ได้ผลงานที่ดีที่สุดภายในเวลากำหนดส่ง | | | | | |

ฉบับที่ 3 แบบสอบถามวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (ต่อ)

| ข้อ | ข้อความ | ระดับความคิดเห็น | | | | |
|-----|--|------------------|-----|---------|------|------------|
| | | มากที่สุด | มาก | ปานกลาง | น้อย | น้อยที่สุด |
| 11 | เมื่อข้าพเจ้าทำงานวิชาวิทยาศาสตร์ที่คลุมอบหมายให้ไม่ถูกต้อง ข้าพเจ้าจะค้นคว้าหาวิธีการใหม่ๆ ที่จะทำให้งถูกต้องให้ได้ | | | | | |
| 12 | ข้าพเจ้าปรารถนาจะให้ผู้ปกครองได้ทราบถึงความสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์ของข้าพเจ้า | | | | | |
| 13 | ข้าพเจ้าพยายามอ่านทำความเข้าใจในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองเพื่อจะได้ประสบความสำเร็จในการเรียน | | | | | |
| 14 | ข้าพเจ้ามุ่งมั่นตั้งใจที่จะเข้าใจเรื่องราวเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ถึงแม้จะเป็นเรื่องยุ่งยากลำบากสำหรับข้าพเจ้า | | | | | |
| 15 | ข้าพเจ้าจะตั้งใจบันทึกผลการทดลองวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตด้วยตนเอง | | | | | |
| 16 | ข้าพเจ้าจะพยายามทำการบ้านวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง ถึงแม้ว่าการบ้านจะยากเพียงใด | | | | | |
| 17 | ข้าพเจ้ามุ่งมั่นที่จะเรียนให้เกิดความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ให้ได้ | | | | | |
| 18 | ข้าพเจ้าต้องทำการทดลองวิทยาศาสตร์ให้ได้ด้วยตนเอง ถึงแม้ว่าจะยากสักเพียงใดก็ตาม | | | | | |
| 19 | ข้าพเจ้าต้องการพัฒนาการเรียนวิทยาศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้นกว่าเดิม | | | | | |
| 20 | ข้าพเจ้าจะพยายามทำแบบฝึกหัดวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองโดยไม่ลอกเพื่อนเพื่อที่จะได้เข้าใจในสิ่งที่เรียน | | | | | |

ฉบับที่ 4 แบบสอบถามวัดการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ประกอบการ

| ข้อ | ข้อความ | ระดับการปฏิบัติ | | | | |
|-----|---|-----------------|-----|---------|------|------------|
| | | มากที่สุด | มาก | ปานกลาง | น้อย | น้อยที่สุด |
| 1 | ผู้ประกอบการแนะนำข้าพเจ้าไปเที่ยวชมงานนิทรรศการหรือพิพิธภัณฑ์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี | | | | | |
| 2 | ผู้ประกอบการส่งเสริมการร่วมกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ของข้าพเจ้า | | | | | |
| 3 | ผู้ประกอบการแนะนำแหล่งเรียนรู้ต่างๆให้ข้าพเจ้าได้ค้นคว้าหาความรู้วิทยาศาสตร์ | | | | | |
| 4 | เมื่อมีรายการโทรทัศน์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ผู้ประกอบการจะแนะนำและร่วมชมกับข้าพเจ้า | | | | | |
| 5 | ผู้ประกอบการนำเรื่องราววิทยาศาสตร์มาเล่าให้ข้าพเจ้าฟัง | | | | | |
| 6 | ผู้ประกอบการชักชวนให้ข้าพเจ้าอ่านหนังสือวิทยาศาสตร์ | | | | | |
| 7 | ผู้ประกอบการให้กำลังใจข้าพเจ้าในการทดลองทำสิ่งต่างๆทางวิทยาศาสตร์ | | | | | |
| 8 | ผู้ประกอบการมักให้ข้าพเจ้าปรึกษาปัญหาในการเรียนและปัญหาต่างๆได้อยู่เสมอ | | | | | |
| 9 | ผู้ประกอบการสนับสนุนให้ข้าพเจ้าเข้าร่วมแข่งขันกิจกรรมวิทยาศาสตร์ | | | | | |
| 10 | ผู้ประกอบการสนใจสอบถามและให้คำแนะนำเกี่ยวกับการเรียนวิทยาศาสตร์ของข้าพเจ้า | | | | | |
| 11 | เมื่อข้าพเจ้ามีปัญหาเกี่ยวกับการเรียนวิทยาศาสตร์ผู้ประกอบการจะหาทางช่วยเหลือทันที | | | | | |

ฉบับที่ 4 แบบสอบถามวัดการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง (ต่อ)

| ข้อ | ข้อความ | ระดับการปฏิบัติ | | | | |
|-----|--|-----------------|-----|---------|------|------------|
| | | มากที่สุด | มาก | ปานกลาง | น้อย | น้อยที่สุด |
| 12 | ผู้ปกครองคอยให้กำลังใจข้าพเจ้าในการทำกิจกรรมด้านวิทยาศาสตร์ | | | | | |
| 13 | ผู้ปกครองสนับสนุนให้ข้าพเจ้าสมัครเข้าร่วมกิจกรรมเสริมสร้างความรู้ เช่น ค่ายวิทยาศาสตร์ | | | | | |
| 14 | ผู้ปกครองเตือนให้ข้าพเจ้าทบทวนบทเรียนวิทยาศาสตร์อยู่เสมอ | | | | | |
| 15 | ผู้ปกครองช่วยกระตุ้นให้ข้าพเจ้าทำการบ้านวิชาวิทยาศาสตร์ให้เสร็จตามเวลา | | | | | |
| 16 | ผู้ปกครองจัดหาสถานที่ในการทำการบ้านวิชาวิทยาศาสตร์ให้กับข้าพเจ้า | | | | | |
| 17 | ผู้ปกครองซักถามผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของข้าพเจ้า | | | | | |
| 18 | ผู้ปกครองพูดคุย กับข้าพเจ้าในเรื่องการเรียนวิทยาศาสตร์ | | | | | |
| 19 | ผู้ปกครองตรวจดูความถูกต้องเรียบร้อยในการทำการบ้านวิชาวิทยาศาสตร์ของข้าพเจ้า | | | | | |
| 20 | เมื่อมีปัญหาเกี่ยวกับการเรียนวิทยาศาสตร์ผู้ปกครองจะหาทางช่วยเหลือทันที | | | | | |

ฉบับที่ 5 แบบสอบถามวัดบรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์

| ข้อ | ข้อความ | ระดับความคิดเห็น | | | | |
|-----|---|------------------|-----|---------|------|------------|
| | | มากที่สุด | มาก | ปานกลาง | น้อย | น้อยที่สุด |
| 1 | ห้องเรียนวิทยาศาสตร์เอื้ออำนวยต่อการศึกษาค้นคว้าของแต่ละคน | | | | | |
| 2 | ห้องเรียนวิทยาศาสตร์มีบรรยากาศที่ดีปลอดโปร่ง | | | | | |
| 3 | ห้องเรียนวิทยาศาสตร์มีอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์เพียงพอต่อความต้องการของนักเรียน | | | | | |
| 4 | ห้องเรียนวิทยาศาสตร์มีเครื่องมือวัสดุที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ | | | | | |
| 5 | ข้าพเจ้าแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์กับเพื่อนอย่างสนุกสนานในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ | | | | | |
| 6 | ในชั่วโมงเรียนวิทยาศาสตร์ข้าพเจ้าร่วมกันทำงานในห้องเรียนวิทยาศาสตร์อย่างสนุกสนาน | | | | | |
| 7 | ป้ายนิเทศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์มีการปรับปรุงข้อมูลให้มีความทันสมัยอยู่เสมอ | | | | | |
| 8 | มุมประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์มีแต่เรื่องที่ น่าสนใจและทันสมัย | | | | | |
| 9 | บรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ทำให้ข้าพเจ้ามีความกระตือรือร้นในการเรียน | | | | | |
| 10 | ห้องเรียนวิทยาศาสตร์มีความสะอาดและปลอดภัยสำหรับการทดลอง | | | | | |
| 11 | ห้องเรียนวิทยาศาสตร์มีแสงสว่างเพียงพอและอากาศถ่ายเทได้ดี | | | | | |
| 12 | ห้องเรียนวิทยาศาสตร์มีขนาดกว้างขวางพอและเหมาะสมสำหรับการทดลอง | | | | | |

ฉบับที่ 5 แบบสอบถามวัดบรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

| ข้อ | ข้อความ | ระดับความคิดเห็น | | | | |
|-----|--|------------------|-----|---------|------|------------|
| | | มากที่สุด | มาก | ปานกลาง | น้อย | น้อยที่สุด |
| 13 | มุ่งส่งเสริมประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์มีการจัดไว้ อ่านเข้าใจง่าย | | | | | |
| 14 | มุ่งส่งเสริมประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์มีหนังสือและวารสารที่น่าสนใจ | | | | | |
| 15 | มุ่งส่งเสริมประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์มีเกมที่หลากหลายที่ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ | | | | | |
| 16 | ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์มีการจัดแสดงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่กระตุ้นให้ข้าพเจ้าสนใจเรียนมากขึ้น | | | | | |
| 17 | ห้องเรียนวิทยาศาสตร์มีการจัดและเปลี่ยนป้ายนิเทศเพื่อให้ความรู้ใหม่ๆ อยู่เสมอ | | | | | |
| 18 | ห้องเรียนวิทยาศาสตร์มีความสะอาด และเป็นระเบียบเรียบร้อย | | | | | |
| 19 | บรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ทำให้ข้าพเจ้าเกิดความอยากรู้อยากเห็น | | | | | |
| 20 | กิจกรรมในห้องเรียนวิทยาศาสตร์เน้นการเรียนรู้จากสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้ที่หลากหลาย | | | | | |



ภาคผนวก ค
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

| | |
|--|--|
| รองศาสตราจารย์ ดร.สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ | ภาควิชาการมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| รองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตนะ | ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์ | ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| อาจารย์ ดร.ละเอียด รัชฎ์เฒ่า | ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| นายพงษ์ศักดิ์ แพงคำอ้วน | ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวัดแสงมดำ กรุงเทพมหานคร |





ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ-ชื่อสกุล นางสาวนันธิดา รัตน์พิทักษ์

วันเดือนปีเกิด 27 กรกฎาคม 2525

สถานที่เกิด 49/3 หมู่ 3 ตำบลแหลมใหญ่ อำเภอเมืองสมุทรสงคราม
จังหวัดสมุทรสงคราม

ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน ครู รับเงินเดือนอันดับ คศ.1

สถานที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนวัดศรีสุदारาม สำนักงานเขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2537 ระดับประถมศึกษา จากโรงเรียนวัดปากสมุทร
อำเภอเมืองสมุทรสงคราม จังหวัดสมุทรสงคราม

พ.ศ. 2543 ระดับมัธยมศึกษา จากโรงเรียนศรีธาดาสมุทร
อำเภอเมืองสมุทรสงคราม จังหวัดสมุทรสงคราม

พ.ศ. 2547 ศึกษาศาสตรบัณฑิต (ศษ.บ.) วิชาเอกการประถมศึกษา
มหาวิทยาลัยศิลปากร (วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์)
อำเภอเมืองนครปฐม จังหวัดนครปฐม

พ.ศ. 2556 การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.)
สาขาวิชาการวิจัยและสถิติการศึกษา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร