

507.12

๕.๕๕๖

7-3

การศึกษาความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ และการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทาง
การเรียนด้านตัวบุคคล และข้อมูลข่าวสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
โรงเรียนโคกกระเทียมวิทยาลัย จังหวัดลพบุรี

ปริญาพนธ์

ของ

ยุพาพันธ์ มินวงษ์

12 ส.ค. 2542

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา

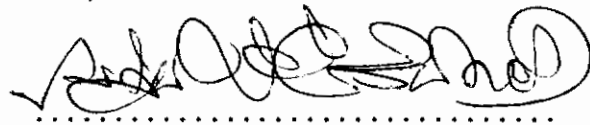
กันยายน 2541

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

12

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญาบัตรฉบับนี้แล้ว เห็นสมควร
รับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม



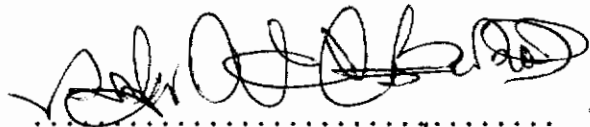
ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์)

..... กรรมการ

(ดร.ชูศักดิ์ ชัมภลีขิต)

คณะกรรมการสอบ



ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์)

..... กรรมการ

(ดร.ชูศักดิ์ ชัมภลีขิต)

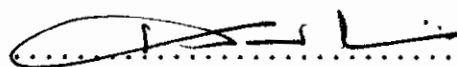
..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กาญจนา ชูตรงค์)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมสรร วงษ์อยู่น้อย)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญาบัตรฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ



คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

วันที่ 28. เดือน 04. พ.ศ. 2541.

ประกาศคุณูปการ

ปริญญาโทฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้เพราะได้รับความกรุณาเป็นอย่างดียิ่งจากรองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาและ ดร.ชูศักดิ์ ชัมภลีชิต กรรมการที่ปรึกษา ซึ่งให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางการทำวิจัยมาโดยตลอด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กาญจนา ชูครูวงศ์ และ รองศาสตราจารย์ ดร.สมสรร วงษ์อยู่น้อย ที่ให้คำแนะนำเพิ่มเติมในการสอบปากเปล่าเกี่ยวกับปริญญาโท

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ต้นหยง อิมมาก ดร.สมบัติรณนา วงศ์บุญหนัก ดร.สนอง ทองปาน อาจารย์นันทิยา บุญเคลือบ อาจารย์ดวงสมร คล่องธำรา อาจารย์อตุลย์ วงษ์ใหญ่ อาจารย์ชาติศรี เกียรติธรรม และอาจารย์เจสสิยา ผดุงวงศ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียน คณะครุศาสตร์ศึกษาศาสตร์ และขอขอบคุณนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโคกกะเทียมวิทยาลัยที่ให้ความร่วมมือในระหว่างการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ อาจารย์สุภาภรณ์ ศิริโสภณา ผู้ช่วยศาสตราจารย์สวัสดิ์ ทรัพย์บุญคุณอัจฉรา กุลวัฒน์ และเพื่อน ๆ นิสิตศึกษาศาสตร์ศึกษา รุ่น 11 ตลอดคนผู้ที่เกี่ยวข้องทุก ๆ ท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือแนะนำ เป็นขวัญ และกำลังใจในการทำปริญญาโทจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงสำหรับกำลังใจ และการให้ความสนับสนุนช่วยเหลือตลอดเวลาจากคุณแม่ทองอยู่ มินวงษ์ ตลอดคนพี่ - น้องทุกคน

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ ที่พึงมีจากปริญญาโทฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณของคุณพ่อทองเมือง มินวงษ์ (บิดาผู้วายชนม์) และคุณแม่ทองอยู่ มินวงษ์ ตลอดคน ครู-อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

ยุพาพันธ์ มินวงษ์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
กุ่มิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	4
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	4
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	5
นิยามศัพท์เฉพาะ	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
เอกสารที่เกี่ยวกับความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์	11
ความคิดวิจารณ์ญาณ	11
ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	18
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	24
ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์	30
เอกสารเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมทางการเรียน	32
เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	41
เอกสารเกี่ยวกับความสามารถด้านทักษะปฏิบัติ	43
เอกสารเกี่ยวกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์	44
งานวิจัยเกี่ยวกับโครงการวิทยาศาสตร์กับความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ ...	46
งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กับความคิดระดับสูง ทางวิทยาศาสตร์	53
งานวิจัยเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมทางการเรียนกับความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์..	64

งานวิจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์	74
งานวิจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมทางการเรียน	74
สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า	79
3 วิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้า	81
แหล่งข้อมูล	81
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	81
แบบทดสอบวัดความคิดวิจารณ์	82
แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	83
แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	85
แบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทาง การเรียน	87
แบบประเมินความสำเร็จในการทำโครงการวิทยาศาสตร์	89
การเก็บรวบรวมข้อมูล	91
การวิเคราะห์ข้อมูล	93
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	95
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	95
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	96
5 สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ	122
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	122
สมมติฐานการศึกษาค้นคว้า	123

บทที่	หน้า
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	123
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	125
อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า	127
ข้อเสนอแนะ	154
 บรรณานุกรม	 156
 ภาคผนวก	 180
ภาคผนวก ก แบบทดสอบวัดความคิดระดับสูง	181
ภาคผนวก ข แบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อม ทางการเรียน	209
ภาคผนวก ค แบบประเมินความสำเร็จงานการทำโครงงานวิทยาศาสตร์	229
ภาคผนวก ง ค่าสถิติเกี่ยวกับการวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ..	235
ภาคผนวก จ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	250
ภาคผนวก ฉ รายนามผู้เชี่ยวชาญ	256
ภาคผนวก ช ประมวลภาพที่เกี่ยวข้องกับการเก็บรวบรวมข้อมูล	261
 ประวัติย่อของผู้วิจัย	 264

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	แสดงข้อสรุปว่าด้วยแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการของความคิดวิจารณ์ ..	15
2	แสดงค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้ศึกษาค้นคว้า	98
3	แสดงผลการเปรียบเทียบความคิดวิจารณ์ของนักเรียนที่มีความสามารถทาง วิทยาศาสตร์ต่างกัน 3 กลุ่ม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน	103
4	แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่สำหรับ ความคิดวิจารณ์แผนด้วย วิธีของเชฟเฟ่ (Scheffe' Method)	104
5	แสดงผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มี ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน 3 กลุ่ม โดยใช้การวิเคราะห์ความ แปรปรวน	105
6	แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน 3 กลุ่ม โดยใช้การ วิเคราะห์ความแปรปรวน	106
7	แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่สำหรับความสามารถในการ แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีของเชฟเฟ่ (Scheffe' Method) ...	107
8	แสดงผลการเปรียบเทียบการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน ที่บ้านด้านตัวบุคคลของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ ต่างกัน 3 กลุ่ม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน	108
9	แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่สำหรับการได้รับประโยชน์จาก สิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่บ้าน ด้านตัวบุคคล ด้วยวิธีของเชฟเฟ่ (Scheffe' Method)	109
10	แสดงผลการเปรียบเทียบการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน ที่บ้านด้านข้อมูลข่าวสารของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ ต่างกัน 3 กลุ่ม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน	110

11	แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่สำหรับการได้รับประโยชน์จาก สิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่บ้าน ด้านข้อมูลข่าวสาร ด้วยวิธีของเซฟเฟ (Scheffe' Method)	111
12	แสดงผลการเปรียบเทียบการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนทาง โรงเรียนด้านตัวบุคคลของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน 3 กลุ่ม โดยใช้ในการวิเคราะห์ความแปรปรวน	112
13	แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่สำหรับการได้รับประโยชน์จาก สิ่งแวดล้อมทางการเรียนทางโรงเรียนด้านตัวบุคคล ด้วยวิธีของเซฟเฟ (Scheffe' Method)	113
14	แสดงผลการเปรียบเทียบการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน ทางโรงเรียนด้านข้อมูลข่าวสารของนักเรียนที่มีความสามารถทาง วิทยาศาสตร์ต่างกัน 3 กลุ่ม โดยใช้ในการวิเคราะห์ความแปรปรวน	114
15	แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่สำหรับการได้รับประโยชน์จาก สิ่งแวดล้อมทางการเรียนทางโรงเรียนด้านข้อมูลข่าวสาร ด้วยวิธีของ เซฟเฟ (Scheffe' Method)	115
16	แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความสัมพันธ์เป็นรายคู่ระหว่างความคิด ระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน	116
17	แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความสัมพันธ์เป็นรายคู่ระหว่างการ ได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน 4 ด้าน	118
18	แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความสัมพันธ์เป็นรายคู่ระหว่างความคิด ระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน กับการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อม ทางการเรียน 4 ด้าน	120

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การศึกษานี้ว่าเป็นกระบวนการที่สำคัญอย่างหนึ่งที่น่าไปสู่การพัฒนา โดยเฉพาะการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ เพื่อให้เป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศ ซึ่งแนวคิดนี้ปรากฏอย่างเด่นชัดในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2540 - 2544) ซึ่งมีเป้าหมายหลักที่เน้นการพัฒนา "คน" เพื่อให้เข้าถึงศักยภาพของตนและเป็นคนที่มีความสามารถ (คณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2540 : 102) อันนับว่าเป็นวิสัยทัศน์ใหม่สำหรับการวางแผนเพื่อพัฒนาประเทศ

การศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เป็นแขนงวิชาหนึ่งของการจัดการศึกษาที่มุ่งเน้นให้คนไทยเป็นนักคิด สามารถคิดวิเคราะห์หาเหตุผล และมีความตื่นตัวที่จะหาความรู้ ข้อเท็จจริง ในเชิงวิทยาศาสตร์ตลอดเวลา รวมถึงความสามารถที่จะนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ได้อย่างเหมาะสมกับชีวิตความเป็นอยู่ และมีส่วนช่วยในการพัฒนาประเทศ (ลีปนนท์ เกตุทัต. 2535 : 57 - 58) ดังนั้น การศึกษาหาความรู้เฉพาะในตำราเรียนหรือเฉพาะในห้องเรียนอย่างเดียวจึงไม่กว้างขวางเพียงพอต่อการนำไปใช้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2528 : 149 - 152) เกี่ยวกับเรื่องนี้ สมจิต สวธนาพิบูลย์ และสมจิต สมิตถพันธ์ (2535 : 6) ได้แสดงความคิดเห็นในเรื่องการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เท่าที่ผ่านมามีว่า นักเรียนไม่สามารถนำความรู้จากการเรียนวิทยาศาสตร์มาใช้ในการชีวิตประจำวันได้เท่าที่ควร อาจจะเนื่องมาจากการเน้นบทบาทของครูผู้สอน และความสมบูรณ์ของเนื้อหามากเกินไป แล้วละเลยการฝึกให้นักเรียนแก้ปัญหาด้วยตนเอง หรือการนำเอาความรู้ไปใช้ในชีวิตจริง แนวคิดนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ วาสนา แสสนโภคทรัพย์ (2534 : 58) ที่ศึกษาพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถในการนำความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ต่อสังคมและพัฒนาคุณภาพชีวิตอยู่ในระดับน้อย ในประเด็นนี้ ธีธรรพ์พงษ์ เจริญทิพย์ (2535 : 3 - 5) จึงได้เสนอแนวทางการปรับปรุงหลักสูตรการสอนวิทยาศาสตร์ในอนาคตว่า ควรต้องปรับที่เนื้อหา ให้เน้นที่ความกว้าง ความ

หลากหลาย และความลึก เน้นในเชิงบูรณาการ เน้นในเชิงประยุกต์ เน้นในเรื่องความคิดที่ทันสมัย และไม่ยึดติดกับเนื้อหาที่เป็นของเก่า

กิจกรรมอย่างหนึ่งที่น่าจะทำให้นักเรียนเกิดคุณลักษณะดังกล่าว คือ "กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์" เพราะในขณะที่นักเรียนทำโครงงานวิทยาศาสตร์นักเรียนจะได้รับความรู้จากการศึกษาค้นคว้า ทดลอง มีประสบการณ์จากการปฏิบัติและฝึกฝน ตลอดจนพัฒนาความคิดระดับสูง อันได้แก่ ความคิดวิจารณ์ญาณ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (ธีระชัย ปุณณโชติ. 2531 : 2 - 3 ; เบญจมาศ สันประเสริฐ. 2533 : 83 - 84 ; ธีรญา เรื่องแก้ว. 2537 : 70 - 74 ; ปรียาภรณ์ ทองมาก. 2537 : 69 ; กมล เฟื่องฟูง. 2534 : 87) อีกทั้งยังให้ออกาสนักเรียนได้พัฒนาทักษะทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์และยังเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอนที่จะได้เห็นพัฒนาการในตัวนักเรียนระหว่างที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ อาจจะพบพฤติกรรมในการแสดงความคิด พฤติกรรมการทำงานของนักเรียนที่บางครั้งครูผู้สอนสังเกตไม่พบ คือปชัย ปุณณพานิช (2528 : 103) ได้ศึกษาความคิดเห็นของครูวิทยาศาสตร์ พบว่า กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมเสริมหลักสูตรที่น่าสนใจและมีประโยชน์ในการพัฒนาความคิด และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในขณะที่นักเรียนส่วนใหญ่เห็นว่า การทำโครงงานวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมเฉพาะนักเรียนเก่ง มีสติปัญญาดีเท่านั้น (เบญจพร ศรีสุวรรณธมาศ. 2531 : 24 - 27) จึงทำให้โครงงานวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่ทำอยู่ในวงจำกัดสำหรับนักเรียนบางกลุ่ม ซึ่งความจริงไม่น่าจะเป็นเช่นนั้น กิ่งทอง ภิรมย์ (2537 : 4) ได้เสนอข้อเท็จจริงเกี่ยวกับพฤติกรรมการแสดงออกด้านความคิด พฤติกรรมการทำงานของนักเรียน ตลอดจนพัฒนาการในตัวนักเรียนระหว่างที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ในบางครั้งครูผู้สอนอาจมองไม่เห็น เช่น นักเรียนบางคนที่เรียนเก่ง แต่เมื่อมาทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์จะสังเกตเห็นถึง "ความเก่งจริง" หรือ "เก่งไม่จริง" ซึ่งพฤติกรรมเหล่านี้ มักไม่แสดงออกในชั้นเรียนปกติ

ประสบการณ์ทางการศึกษา ที่มีส่วนส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์นั้นเมื่ออยู่ทั่วไป ไม่ใช่เพียงแค่นในห้องเรียนเท่านั้น และจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยบางส่วน พบว่า ประสบการณ์ต่าง ๆ ที่นักเรียนได้พบในชีวิตประจำวันบางอย่าง เช่น

การดูโทรทัศน์ วิทยุทัศน์ ฟังวิทยุ การอ่านวารสารหรือสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ ตลอดจนการเล่นเกมนคอมพิวเตอร์ ประสบการณ์เหล่านี้มีส่วนช่วยพัฒนาความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์บางตัว เช่น ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทำให้เกิดขึ้นในนักเรียน ดังเช่นผลการวิจัยของ ชูจิต ตันอรธนากริน (2528 : 274 - 275) ที่พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกรุงเทพมหานคร มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการอ่านวารสารทางวิทยาศาสตร์ จึงน่าจะเป็นไปได้ว่า ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาที่บ้าน และทางโรงเรียน น่าจะมีความสัมพันธ์กับความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน แต่ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ เหล่านี้ยังไม่มียุ่ข้อค้นพบที่ชัดเจนว่า ปัจจัยอะไรมีความสัมพันธ์กับความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ตัวใด มีมากน้อยเพียงไร และมีความสัมพันธ์กันอย่างไร ซึ่งถ้าเราทราบความสัมพันธ์เหล่านี้ ก็จะเป็นประโยชน์ต่อการจัดสิ่งแวดล้อมทางการเรียน เพื่อพัฒนาความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในนักเรียนได้ ในขณะที่เดียวกันความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์แต่ละด้านก็มีความสัมพันธ์กัน ดังเช่น ผลการวิจัยของวีระ เมืองช้าง (2525 : 87) ที่พบว่า ความคิดวิจารณ์มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ และฟิลทซ์ และซินส์ (สูบรียา ลาเจียก. 2522 : 18 ; อ้างอิงมาจาก Piltz and Sund. n.d.) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นการค้นคว้าหาวิธีการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยบุคคลนั้นจะต้องทราบถึงหลักการ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จึงน่าจะเป็นประโยชน์ต่อการส่งเสริมความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ด้านใดด้านหนึ่งให้เกิดขึ้นในนักเรียน ก็น่าจะส่งผลต่อเนื่องให้นักเรียนเกิดความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ด้านอื่น ๆ ตามมา

๕. จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ และการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน ด้านตัวบุคคล และข้อมูลข่าวสาร ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน อีกทั้งยังสนใจศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน ด้านตัวบุคคล และข้อมูลข่าวสาร ตลอดจนศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์กับการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนด้านตัวบุคคล และข้อมูลข่าวสาร

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ (ด้านความคิดวิจารณ์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์) ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน
2. เพื่อเปรียบเทียบการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน ทางบ้าน (ด้านตัวบุคคล ด้านข้อมูลข่าวสาร) และทางโรงเรียน (ด้านตัวบุคคล ด้านข้อมูลข่าวสาร) ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ (ด้านความคิดวิจารณ์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์)
4. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน ทางบ้าน (ด้านตัวบุคคล ด้านข้อมูลข่าวสาร) และทางโรงเรียน (ด้านตัวบุคคล ด้านข้อมูลข่าวสาร)
5. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ (ด้านความคิดวิจารณ์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์) กับการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนทางบ้าน (ด้านตัวบุคคล ด้านข้อมูลข่าวสาร) และทางโรงเรียน (ด้านตัวบุคคล ด้านข้อมูลข่าวสาร)

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ทำให้ทราบว่า นักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน จะมีความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ และได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน ด้านตัวบุคคล และข้อมูลข่าวสารแตกต่างกันหรือไม่ ตลอดจนได้ทราบความสัมพันธ์ระหว่างความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ ความสัมพันธ์ระหว่างการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน ด้านตัวบุคคล และข้อมูลข่าวสาร ตลอดจนความสัมพันธ์ระหว่างความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ กับการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน ด้านตัวบุคคล และข้อมูลข่าวสาร ผลจาก

การศึกษาค้นคว้าดังกล่าว จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่เกี่ยวข้องซึ่งได้แก่ บิดา-มารดา ผู้ปกครอง ครู-อาจารย์ และผู้จัดการศึกษาทางวิทยาศาสตร์โดยทั่วไป ในการพิจารณาจัดสิ่งแวดล้อมทางการเรียนให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และการพัฒนาความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. แหล่งข้อมูล

แหล่งข้อมูลของการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโคกกะเทียมวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี ปีการศึกษา 2541 ที่ผ่านการเรียนวิชาโครงการวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต (ว 017) ซึ่งพิจารณาจากความสำเร็จในการทำโครงการวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (ว 203 และ ว 204) เฉลี่ย ประกอบกัน จำนวน 63 คน

2. ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแยกเป็น

- 1.1 กลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์สูงมาก
- 1.2 กลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์สูง
- 1.3 กลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ปานกลาง

2. ตัวแปรตาม ได้แก่

2.1 ความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ 3 ด้านคือ

- 2.1.1 ความคิดวิจารณ์ญาณ
- 2.1.2 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
- 2.1.3 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

← 2.2 การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน 4 ด้านคือ

- 2.2.1 สิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่บ้านด้านตัวบุคคล
- 2.2.2 สิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่บ้านด้านข้อมูลข่าวสาร

2.2.3 สิ่งแวดล้อมทางการเรียนทางโรงเรียนด้านตัวบุคคล

2.2.4 สิ่งแวดล้อมทางการเรียนทางโรงเรียนด้านข้อมูลข่าวสาร

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. สิ่งแวดล้อมทางการเรียน หมายถึง สิ่งแวดล้อมทางบ้านและทางโรงเรียนในด้านตัวบุคคลและด้านข้อมูลข่าวสาร ที่ส่งเสริมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ในด้านความสามารถในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ความสามารถด้านทักษะปฏิบัติ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

2. สิ่งแวดล้อมทางการเรียนทางบ้าน หมายถึง ตัวบุคคลและข้อมูลข่าวสารที่ส่งเสริมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ในด้านความสามารถในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ความสามารถด้านทักษะปฏิบัติ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งนักเรียนได้พบหรือได้รับรู้ทางบ้าน ในการวิจัยครั้งนี้ศึกษาสิ่งแวดล้อมทางบ้านด้านตัวบุคคล ซึ่งประกอบด้วย ปิตา-มารดา ผู้ปกครอง ญาติพี่น้อง ที่พักอาศัยอยู่ในบ้านเดียวกับนักเรียนโดยภาพรวม และศึกษาสิ่งแวดล้อมทางบ้านด้านข้อมูลข่าวสาร ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลข่าวสารจากสิ่งพิมพ์ วิทยุ โทรทัศน์ วีดิทัศน์ และข่าวสารทางสื่อคอมพิวเตอร์โดยภาพรวม โดยใช้แบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3. สิ่งแวดล้อมทางการเรียนทางโรงเรียน หมายถึง ตัวบุคคลและข้อมูลข่าวสารที่ส่งเสริมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ในด้านความสามารถในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ความสามารถด้านทักษะปฏิบัติ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนได้พบหรือได้รับรู้ทางโรงเรียน ในการวิจัยครั้งนี้ศึกษาสิ่งแวดล้อมทางโรงเรียนด้านตัวบุคคล ซึ่งประกอบด้วย ครู อาจารย์ นักการภารโรง และเพื่อนนักเรียนในโรงเรียนเดียวกับนักเรียนโดยภาพรวม และศึกษาสิ่งแวดล้อมทางโรงเรียนด้านข้อมูลข่าวสารซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลข่าวสารจากตำราเรียน เอกสารต่าง ๆ สื่อการเรียนการสอน และกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องโดยภาพรวม โดยใช้แบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

4. การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่บ้านด้านตัวบุคคล หมายถึง การที่นักเรียนได้รับการส่งเสริมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ในด้านความสามารถในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ความสามารถด้านทักษะปฏิบัติ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ จากบิดา-มารดา ผู้ปกครอง ญาติพี่น้อง ที่พักอาศัยอยู่ในบ้านเดียวกับนักเรียนโดยภาพรวม โดยใช่แบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

5. การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่บ้านด้านข้อมูลข่าวสาร หมายถึง การที่นักเรียนได้รับการส่งเสริมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ในด้าน ความสามารถในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ความสามารถด้านทักษะปฏิบัติ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์จากข้อมูลข่าวสารจากสิ่งพิมพ์ วิทยุ โทรทัศน์ วีดิทัศน์ และข่าวสารทางสื่อคอมพิวเตอร์ที่นักเรียนได้พบหรือรับรู้ทางบ้านโดยภาพรวม โดยใช่แบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

6. การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนทางโรงเรียนด้านตัวบุคคล หมายถึง การที่นักเรียนได้รับการส่งเสริมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ในด้านความสามารถในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ความสามารถด้านทักษะปฏิบัติ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ จากครู อาจารย์ นักการภารโรง และเพื่อนนักเรียน ในโรงเรียนเดียวกับนักเรียนโดยภาพรวม โดยใช่แบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

7. การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนทางโรงเรียนด้านข้อมูลข่าวสาร หมายถึง การที่นักเรียนได้รับการส่งเสริมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ในด้านความสามารถในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ความสามารถด้านทักษะปฏิบัติ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ จากเอกสารตำราเรียน เอกสารต่าง ๆ สื่อการเรียนการสอน และกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ที่นักเรียนได้พบหรือรับรู้ทางโรงเรียนโดยภาพรวม โดยใช่แบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

8. ความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดที่ต้องอาศัยกระบวนการหรือขั้นตอนที่ซับซ้อนในการวิจัยครั้งนี้ศึกษาความคิดวิจารณ์อย่าง ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

9. ความคิดวิจารณ์ญาณ หมายถึง ความคิดที่มีการจัดกระบวนการหรือขั้นตอนอย่างรอบคอบ เพื่อตัดสินใจว่าจะเชื่อ/ไม่เชื่อ หรือทำ/ไม่ทำ ลักษณะการคิดแบ่งเป็น 6 ด้าน ได้แก่ การนิยามปัญหา การรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การสรุปอ้างอิงโดยใช่หลักการทฤษฎี และการประเมินการสรุปอ้างอิง โดยใช่แบบทดสอบวัดความคิดวิจารณ์ญาณที่ผู้วิจัยปรับปรุงมาจากแบบทดสอบวัดความคิดวิจารณ์ญาณของชานาญ เอี่ยมสาอาง (2539 : 84 - 87) เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

10. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดในการแก้ปัญหาที่พบโดยใช่ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แล้วนำไปประยุกต์ให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองและผู้อื่น ประกอบด้วย ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยปรับปรุงมาจากแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของสุมาลี ภาณุจนชาติศรี (2525 : 62 - 64) เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

11. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้ ความคิดของนักเรียนแก้ปัญหาที่พบ ตามขั้นตอนของเวียร์ (Weir) 4 ขั้นตอน คือ ขั้นระบุปัญหา ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา ขั้นการเสนอวิธีแก้ปัญหา และขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ปรับปรุงมาจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของอาชวีณี ไชยสุนทร (2535 : 41 - 42) เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

12. ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในการวิจัยครั้งนี้พิจารณาความสามารถในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และพิจารณาการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จากความสำเร็จในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ประกอบกัน และแยกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์สูงมาก กลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์สูง และกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ปานกลาง

13. นักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์สูงมาก หมายถึง นักเรียนที่ประสบความสำเร็จในการทำโครงการวิทยาศาสตร์และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับ 3 และ 4 (เฉลี่ยย้อนหลัง 2 ภาคเรียน)
14. นักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์สูง หมายถึง นักเรียนที่ประสบความสำเร็จในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ แต่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับ 1 และ 2 (เฉลี่ยย้อนหลัง 2 ภาคเรียน)
15. นักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ปานกลาง หมายถึง นักเรียนที่ไม่ประสบความสำเร็จในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ แต่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับ 3 และ 4 (เฉลี่ยย้อนหลัง 2 ภาคเรียน)
16. นักเรียน หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโคกกะเทียมวิทยาลัย อําเภอมือง จังหวัดลพบุรี ปีการศึกษา 2541 ที่ผ่านการเรียนวิชาโครงการวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต (ว 017)

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจัดเป็นหมวดหมู่ได้ดังต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวกับการศึกษาค้นคว้า ได้แก่
 - 1.1 เอกสารที่เกี่ยวกับความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์
 - ด้านความคิดวิจารณ์ญาณ
 - ด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
 - ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
 - ด้านความสัมพันธ์ระหว่างความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์
 - 1.2 เอกสารที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมทางการเรียน
 - 1.3 เอกสารที่เกี่ยวกับความสามารถในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 - 1.4 เอกสารเกี่ยวกับความสามารถด้านทักษะปฏิบัติ
 - 1.5 เอกสารเกี่ยวกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์
2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า ได้แก่
 - 2.1 งานวิจัยเกี่ยวกับโครงการวิทยาศาสตร์กับความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ (3 ด้าน)
 - 2.2 งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์กับความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ (3 ด้าน)
 - 2.3 งานวิจัยเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมทางการเรียนกับความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ (3 ด้าน)
 - 2.4 งานวิจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์
 - 2.5 งานวิจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมทางการเรียน

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์

ความคิดระดับสูงเป็นความคิดที่ต้องอาศัยกระบวนการ/ขั้นตอนที่มากและซับซ้อนผ่านการกลั่นกรองอย่างดี และสามารถนำไปใช้สถานการณ์ต่าง ๆ ได้ (ทีศนา แชมมณี และคนอื่น ๆ. 2540 : 15) นักการศึกษาได้สรุปประเภทของความคิดระดับสูงไว้ 4 ด้าน คือ ความคิดวิจารณ์ (Critical-Thinking) ความคิดสร้างสรรค์ (Dreative Thinking) การแก้ปัญหา (Problem - Solving) และการตัดสินใจ (Cecision Making) ซึ่งความคิดระดับสูงสามด้านแรกนั้น กำลังเป็นที่สนใจอย่างกว้างขวาง เพราะเป็นพื้นฐานและเป็นอิทธิพลสำคัญที่มีผลต่อการตัดสินใจของคนเราเป็นอย่างมาก (อุษณีย์ โพธิ์สุข. 2537 : 79)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2540 : 1 - 5) ได้กล่าวเกี่ยวกับความคิดระดับสูง โดยอ้างอิงเอกสารที่เกี่ยวข้อง ซึ่งพอสรุปได้ว่าความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ มีความหมายใกล้เคียงกับความคิดระดับสูงทั่วไป แต่ความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์เป็นความคิดที่เน้นการนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่า ซึ่งพัฒนาได้จากกระบวนการคิดที่สำคัญ 4 ประการคือ การแก้ปัญหา (Problem Sovling) การตัดสินใจ (Decision Making) ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (Creative Thinking) และความคิดวิจารณ์ (Critical Thinking) โดยนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาประกอบการประเมินความคิดระดับสูง ได้แก่ การเก็บรวบรวมและจัดกระทำกับข้อมูล การแปลผลข้อมูล การลงข้อสรุป การสื่อสารและเผยแพร่ข้อมูล และจากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์มักมีความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ทั้งสามด้านสูงขึ้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ในสามด้านดังกล่าวข้างต้น คือ ความคิดวิจารณ์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ความคิดวิจารณ์

ความคิดวิจารณ์เป็นคำที่มีความหมายกว้าง นักการศึกษาและผู้เชี่ยวชาญด้านการคิดหลายคน ได้ให้ความหมายของความคิดวิจารณ์ไว้หลายลักษณะ ซึ่งแตกต่างกันไปตามมุมมองในการพิจารณาของแต่ละคน ดังเช่น

อุซึชิ โทริสุซุ (2537 : 96) กล่าวว่า ความคิดแบบมีวิจารณญาณ เป็นกระบวนการทางความคิดที่ค่อนข้างซับซ้อน ที่ต้องใช้ความสามารถทางความคิดหลายประการประกอบเข้าด้วยกัน

พิซากร แบลงประสพโชค (2540 : 16) ให้ความหมายของความคิดวิจารณ์จากการสังเคราะห์งานวิจัยของคอสตา (Costa. 1985) และเอนนิส (Ennis. 1985) ไว้ว่า ความคิดวิจารณ์ เป็นกระบวนการใช้ทักษะการคิดอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อช่วยให้บุคคลมีความสามารถประเมินและตัดสินใจว่าสิ่งใดควรเชื่อหรือควรทำ

เบญจมาศ สันประเสริฐ (2533 : 49) กล่าวว่า ความคิดวิจารณ์ หมายถึง ความสามารถในการคิดพิจารณาอย่างรอบคอบ ในข้อความที่เป็นปัญหาหรือข้อโต้แย้ง โดยการหาหลักฐานที่มีเหตุผลหรือข้อมูลที่เชื่อถือได้มาสนับสนุน ยืนยันในการตัดสินใจชี้ขาด ตามเรื่องราวหรือสถานการณ์เพื่อลงข้อสรุปที่ถูกต้อง

นอร์ริส และเอนนิส (อุซึชิ โทริสุซุ. 2537 : 95 ; อ้างอิงมาจาก Norris & Ennis. 1986) ให้ความหมายของความคิดวิจารณ์ว่า หมายถึง ความคิดที่มีเหตุผลและมีประสิทธิภาพที่มุ่งเน้นการตัดสินใจสิ่งที่จะเชื่อหรือจะทำ

เบเยอร์ (Bayer. 1985 : 276) ได้สรุปความหมายของความคิดวิจารณ์ว่าเป็นกระบวนการในการพิจารณาตัดสินใจ ความเชื่อถือ และคุณค่าของข้อมูลหรือความรู้ในการอ้างอิง

เฮกินส์ (Henkins. 1972 : 698) ได้ให้ความหมายการคิดวิจารณ์ว่า หมายถึง การกระทำทางด้านความคิดที่ประกอบด้วยการวิเคราะห์และการประเมินผลของข้อมูล

จากความหมายของความคิดวิจารณ์ หอจะสรุปได้ว่า ความคิดวิจารณ์เป็นความคิดที่มีการพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบ เพื่อตัดสินใจเลือกเชื่อหรือกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ถูกต้องและเหมาะสมที่สุด

ลักษณะการแสดงออกของความคิดวิจารณ์

เนื่องจากความคิดวิจารณ์ เป็นพฤติกรรมภายในที่ส่งผลต่อการแสดงพฤติกรรมภายนอก จึงได้มีผู้พยายามอธิบายพฤติกรรมที่เป็นลักษณะการแสดงออกของความคิดวิจารณ์

ไว้หลายท่าน ซึ่งประกอบด้วยลักษณะพฤติกรรมที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้น เพื่อการสังเคราะห์หาข้อสรุปที่สมเหตุสมผลว่า บุคคลที่มีความคิด วิचारญาณนั้น ความมีพฤติกรรมการแสดงออกอย่างไรบ้าง ผู้วิจัยจึงได้นำแนวคิดเกี่ยวกับลักษณะการแสดงออกดังกล่าว ที่ผู้เชี่ยวชาญได้กำหนดไว้มาเสนอโดยสรุปดังนี้

ฟอร์เช่ (พิชกร แปลงประสพโชค. 2540 : 16 ; อ้างอิงมาจาก Fawcett. 1937) พบว่า นักเรียนที่ใช้ความคิดวิचारญาณมีพฤติกรรมดังนี้

1. เลือก เห็นค่าและวลีสำคัญที่ได้อ่านหรือฟังพร้อมถามความหมายหรือคำนิยามอย่างระมัดระวัง
2. ก่อนจะยอมรับอะไร ต้องได้ข้อสรุปที่ชัดเจนรองรับก่อน
3. วิเคราะห์เหตุการณ์ได้ และแยกแยะระหว่างข้อเท็จจริงกับสมมติฐานได้
4. เสนอเห็นสมมติฐานที่ใช้สรุปผล ทั้งที่ชักสาวอ้างประกอบและที่ละไว้ในฐานที่เข้าใจ
5. ประเมินความเชื่อถือของสมมติฐาน (ในข้อ 4) รับสมมติฐานไว้บ้างข้อ และทิ้งสมมติฐานข้ออื่น
6. ประเมินความสมเหตุสมผลเพื่อรับหรือปฏิเสธผลสรุป
7. มักจะตรวจสอบสมมติฐานที่แฝงอยู่ในใจของตนเอง ตรวจสอบความเชื่อมั่นของตนสม่ำเสมอ

เดรสเซล (เพ็ญพิศุทธิ์ เนคมานูรักษ์. 2537 : 39 ; อ้างอิงมาจาก Dressel. n.d.) กล่าวถึง ลักษณะการแสดงออกของผู้ที่มีความคิดวิचारญาณดังนี้

1. กำหนดขอบเขตของปัญหาได้
2. เลือกสารสนเทศหรือข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาได้
3. พิจารณาได้ว่าข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้น ข้อความใดไม่
4. เลือกสมมติฐานได้
5. ลงสรุปได้อย่างสมเหตุสมผล

วัตสัน และเกลเซอร์ (Watson and Glaser. 1964) อธิบายถึงลักษณะการแสดงออกของผู้ที่มีความคิดวิचारญาณ ดังนี้

1. จานเนกระดับความน่าจะเป็นของข้อสรุปที่คาดคะเนจากสถานการณ์ที่กำหนดให้
2. จานเนกได้ว่า ข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้นที่ต้องยอมรับ ก่อนมีการโต้แย้งหรืออธิบายข้อความอื่น
3. จานเนกได้ว่า ข้อสรุปใดเป็นผลจากความสัมพันธ์ของสถานการณ์ที่กำหนดให้
4. จานเนกได้ว่า ข้อสรุปใดเป็นลักษณะหรือคุณสมบัติทั่วไปที่ได้จากสถานการณ์ที่กำหนดให้
5. จานเนกได้ว่า การอ้างเหตุผลใดที่แน่นอน น่าเชื่อถือหรือไม่หนักแน่นเมื่อพิจารณาตามความสำคัญและความเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา

กระบวนการของความคิดวิจารณ์

เมื่อพิจารณาจากคำนิยามความคิดวิจารณ์ที่เสนอมาก่อนจะเห็นได้ว่า ความคิดวิจารณ์ประกอบด้วย กระบวนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการคิด นับตั้งแต่การเผชิญปัญหา จนถึงลงสรุปและประเมินเกี่ยวกับประเด็นปัญหา การพิจารณากระบวนการของความคิดวิจารณ์ จึงเป็นการหาข้อสรุปเกี่ยวกับกระบวนการคิดที่ประกอบกันเป็นความคิดวิจารณ์ว่า ประกอบด้วยองค์ประกอบอะไร ผู้วิจัยจึงศึกษาแนวความคิดที่บุคคลต่าง ๆ ได้เสนอไว้ เพื่อสังเคราะห์ว่า กระบวนการของความคิดวิจารณ์ ประกอบด้วยกระบวนการใดบ้าง ดังแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 แสดงข้อสรุปว่าด้วยแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการของความคิดวิจารณ์

ผู้เชี่ยวชาญ	กระบวนการของความคิดวิจารณ์
นิพนธ์ วงศ์เกษม (2534:8-9)	<ol style="list-style-type: none"> 1. แยกแยะความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงกับความคิดเห็น 2. พิจารณาประเด็นปัญหา 3. พิจารณาข้ออ้างหรือข้อโต้แย้งที่คลุมเครือ 4. พิจารณาข้อมูลที่แสดงถึงอคติ ความลำเอียง การโฆษณาชวนเชื่อ 5. แยกสิ่งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับข้อมูลหรือความคิดเห็น 6. พิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล 7. พิจารณาเหตุผลที่ผิด ๆ ไม่เกี่ยวข้องกันเรื่องนั้น 8. สรุปข้อความจากข้อมูลที่มีอยู่
วัตสันและเกลเซอร์ (Watson and Glaser. 1964:24)	<ol style="list-style-type: none"> 1. การอุปนัย 2. การระบุสมมติฐาน 3. การอุปมาน 4. การตีความ 5. การประเมินการอ้างเหตุผล
ดเรสเซล และเมย์ฮิว (Dressel and Mayhew. 1957:179-181)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ความสามารถในการนิยามปัญหา ครอบคลุมถึงความเกี่ยวข้องของปัญหา 2. การเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการหาคำตอบของปัญหา พิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล พิจารณาความพอเพียงของข้อมูลจัดระบบข้อมูล

ตาราง 1 (ต่อ)

ผู้เชี่ยวชาญ	กระบวนการของความคิดวิจารณ์เฉพาะ
	<ol style="list-style-type: none"> 3. การระบุข้อสันนิษฐาน พิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อสมมติฐานในการอ้างเหตุผล 4. การกำหนดและ เลือกสมมติฐานที่เป็นไปได้มากที่สุด 5. การลงสรุปอย่างสมเหตุสมผล พิจารณาตัดสินความสมเหตุสมผลของการคิดหาเหตุผลและประเมินข้อสรุปโดยอาศัยเกณฑ์การประยุกต์ใช้
เอนนิส (Ennis. 1985:45-48)	<ol style="list-style-type: none"> 1. นิยาม ได้แก่ การระบุจุดสำคัญของประเด็นปัญหา ข้อสรุป ระบุเหตุผลทั้งที่ปรากฏและไม่ปรากฏ การตั้งคำถามที่เหมาะสมแต่ละสถานการณ์ การระบุเงื่อนไขข้อตกลงเบื้องต้น 2. ตัดสินข้อมูล ได้แก่ การตัดสินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล การตัดสินความเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา 3. การอ้างอิงในการแก้ปัญหาและการลงสรุปอย่างสมเหตุสมผล ได้แก่ การอ้างอิงและตัดสินใจ การสรุปแบบอุปนัยและนิรนัย

จากตาราง 1 สรุปได้ว่า กระบวนการของความคิดวิจารณ์เฉพาะประกอบด้วย การนิยามปัญหา การรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การสรุปอ้างอิงโดยใช้หลักตรรกศาสตร์ และการประเมินการสรุปอ้างอิง

การพัฒนาความคิดวิจารณ์

นักการศึกษาเชื่อว่า ความคิดวิจารณ์เป็นสิ่งสำคัญ ในเป้าหมายของการศึกษาในโรงเรียน (Ebel. 1991 : 14) ความคิดวิจารณ์จึงสามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นได้จากกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสม แต่อย่างไรก็ตาม ลักษณะการคิดไม่ใช่เป็นสิ่งที่ผู้เรียนสามารถเกิดขึ้นได้โดยอัตโนมัติ ครูจำเป็นต้องหาวิธีการที่เหมาะสมที่จะช่วยให้นักเรียนนี้เกิดขึ้น เช่น การให้ผู้เรียนได้ฝึกแก้ปัญหา โดยใช้ขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งความคิดวิจารณ์มีส่วนเกี่ยวข้องกับทักษะการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Zohar และ Tamir. 1993 : 137) ดังนั้น การสอนโดยวิธีสืบเสาะ (Inquiry) การใช้คำถามของครูประกอบการจัดสถานการณ์ที่เป็นข้อมูลอันเหมาะสมให้กับนักเรียน จึงเป็นการจัดการเรียนการสอน เพื่อปลูกฝังความคิดวิจารณ์ที่เหมาะสมอีกวิธีหนึ่ง ที่จัดได้ในหลายลักษณะ

สำหรับในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์นั้น กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นับว่ามีส่วนช่วยให้นักเรียนมีโอกาสพัฒนาความคิดวิจารณ์ได้เป็นอย่างดี ซึ่ง George (1968 : 421) กล่าวว่า กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้ความคิดวิจารณ์ในการตรวจสอบสมมติฐานต่าง ๆ จึงไม่สามารถแยกความคิดวิจารณ์ออกจากการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ได้ จะเห็นว่ากระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งสามารถใช้เป็นวิธีสอนวิธีหนึ่งในการเรียนการสอนได้และยังสามารถใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้อีกด้วยการใช้กระบวนการแก้ปัญหาวงทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน โดยการสร้างสถานการณ์ที่มีปัญหาให้นักเรียนฝึกคิดนั้น เป็นการฝึกฝนให้นักเรียนเรียนรู้ถึงการแก้ปัญหายังมีประสิทธิภาพ เพื่อให้นักเรียนเรียนรู้วิธีค้นพบด้วยตนเอง และสืบเสาะหาข้อเท็จจริง ลงข้อสรุป หรือเห็นความสัมพันธ์ของตัวแปรที่อยู่ในข้อปัญหา ซึ่งวิธีการดังกล่าวนี้จะเป็นแนวทางที่พัฒนาความคิดวิจารณ์ให้กับนักเรียนได้

ดังนั้น ทักษะการคิดวิจารณ์จึงเป็นสิ่งสำคัญ และจำเป็นต้องพัฒนาให้เกิดขึ้นภายในตัวผู้เรียน เพื่อใช้เผชิญปัญหา ที่เปลี่ยนแปลงทั้งในปัจจุบันและอนาคต ทั้งนี้เพราะความคิดวิจารณ์นั้นเป็นกระบวนการทางปัญญา (Cognitive Process) ที่อธิบายได้ เช่นเดียวกับวัตถุประสงค์ทางการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ เกิดความจำ ความเข้าใจ จนถึงขั้นการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า (สงวน ลักษณะ. 2533 : 7)

จากนิยามและความสำคัญของการพัฒนาความคิดวิจารณ์ของดิงกล่าว สรุปความหมายได้ว่าหมายถึง กระบวนการคิดไตร่ตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับข้อมูลที่เป็นปัญหา ข้อโต้แย้ง หรือ ข้อมูลที่คลุมเครือ เพื่อตัดสินใจ และนำไปสู่การสรุปเป็นข้อยุติอย่างสมเหตุสมผล คานิยามดังกล่าว แสดงให้เห็นลักษณะสำคัญของความคิดวิจารณ์ว่า ประกอบด้วยสิ่งที่คิด จุดมุ่งหมายในการคิดและ กระบวนการคิด สิ่งที่จะคิด หมายถึง ข้อมูลที่เป็นปัญหา ข้อโต้แย้ง หรือข้อมูลที่มีความคลุมเครือ จุดมุ่งหมายในการคิดหมายถึง การคิดที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อตัดสินใจ และนำไปสู่การสรุปเป็นข้อยุติอย่างสมเหตุสมผล กระบวนการคิดเป็นการคิดที่ไตร่ตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับข้อมูลที่เป็นปัญหา การรวบรวมข้อมูลการจัดระบบข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การสรุปอ้างอิงโดยใช้หลักการทฤษฎี และการประเมินการสรุปอ้างอิง ทำให้ผู้วิจัยมีความคิดเห็นว่า ความคิดวิจารณ์เป็นสิ่งที่สำคัญของบุคคลที่เข้ารับการเผชิญปัญหาและสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อตัดสินใจเลือกกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ดี และเหมาะสม ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาว่า นักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน จะมีความคิด วิจารณ์แตกต่างกันหรือไม่

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) เป็นกระบวนการทางปัญญาระดับสูง ที่ใช้ความสามารถทางกระบวนการคิดระดับสูงหลายอย่างมารวมกัน เพื่อสร้างสรรค์สิ่งใหม่หรือ แก้ปัญหาที่มีอยู่ให้ดีขึ้น (อุษณีย์ โพธิ์สุข, 2537 : 81) อย่างไรก็ตาม มีนักวิชาการหลายกลุ่ม ได้พยายามหาคานิยามความคิดสร้างสรรค์ แต่ก็ไม่สามารถให้ความหมายได้ครอบคลุม เช่น บางคน ถือว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสติปัญญาระดับสูงสุดของมนุษย์ บางคนก็ว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถด้านหนึ่งเท่านั้น ถึงอย่างไรก็ตาม ทุกฝ่ายต่างก็ได้กำหนดคุณลักษณะหลายประการที่คล้ายคลึงกัน คือ ความสามารถที่แปลกใหม่ไม่เหมือนใคร และนักวิชาการที่มีชื่อเสียงในเรื่องความคิดสร้างสรรค์ เช่น กลุ่มของกิลฟอร์ด (Guilford) และทอร์เรนซ์ (Torrance) (ฉัตรพงษ์ เจริญทิพย์, 2539 : 155 ; อ้างอิงมาจาก Torrance. n.d.) ได้หาคานิยามความคิดสร้างสรรค์ดังนี้

กิลฟอร์ด (Guilford) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองที่จะคิดได้หลายทิศทางหรือเป็นความคิดแบบออกนอกกรอบ (Divergent Thinking) ประกอบด้วยความคิดคล่อง (Fluency) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) ความคิดริเริ่ม (Originality) และความคิดละเอียดลออ (Elaboration)

ทอร์เรนซ์ (Torrance) เชื่อว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการที่เกิดจากการรับรู้ปัญหา รับรู้สิ่งที่ขาดหายไป จนเกิดเป็นความพยายามที่จะสร้างขึ้นมาใหม่ อาจมีการตั้งสมมติฐาน การทดสอบ การทดลอง แล้วนำผลไปใช้หรือเผยแพร่

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีความหมายครอบคลุมเกี่ยวกับความสามารถทางสมอง ผลผลิตที่แปลกใหม่ และกระบวนการแก้ปัญหาที่คล้ายคลึงกับความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทั่วไป ซึ่งพิลทซ์ และซันด์ (Piltz and Sund. อ้างถึงใน สุปรีญา ลาเจียก. 2522 : 18) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีความหมายใกล้เคียงกับความคิดสร้างสรรค์ทั่วไป แต่จะแตกต่างกันในข้อปลีกย่อยที่ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นการค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหาโดยบุคคลผู้นั้นจะต้องทราบถึงหลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Process of Science) ซึ่งประกอบด้วยทักษะในการสังเกต การตั้งปัญหา รวมทั้งค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา รวบรวมความรู้เพื่อดำเนินการทดลอง อีกทั้งความพยายามในการทดลองหลาย ๆ ครั้ง ไม่ว่าผลที่ปรากฏออกมาจะต้องล้มเหลวหรือไม่ก็ตาม นอกจากนี้ ผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จะเห็นถึงผลผลิตที่มีคุณค่า ซึ่งมีส่วนผลักดันให้โลกเจริญไปข้างหน้าอย่างไม่หยุดยั้ง

ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2539 : 157) ได้เสนอความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง คุณลักษณะที่พึงประสงค์ของบุคคล อันเป็นผลจากการบ่มเพาะความคิดสร้างสรรค์โดยทั่วไป ใช้ความคิดสร้างสรรค์โดยทั่วไปเป็น "เชื้อ" และปรุงแต่งด้วยสมรรถวิสัยทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Scientific and Technological Literacy) จนเป็นผลให้บุคคลสามารถ "คิด" และสร้าง "ผลงาน" ที่มีคุณประโยชน์ต่อสังคมและมนุษยชาติได้งานที่สุด

เชมิกาญจน์ ทองมา (2540 : 8) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการคิดค้น ตัดสินใจและแก้ไขปัญหทางวิทยาศาสตร์ โดยเข้า

ทักษะกระบวนการทางด้านวิทยาศาสตร์ และนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองและผู้อื่น ซึ่งประกอบด้วยความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคล่องในการคิด

เจลีเยว ผดุงวงศ์ (2537 : 32) ได้สรุปความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่พบโดยใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของบุคคลที่แสดงออกได้หลายมิติ แต่โดยทั่วไปมักวัดความคิดสร้างสรรค์ใน 3 ลักษณะคือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

สมจิต สวธนาโพธิ์ (2527 : 7 - 11) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นทั้งกระบวนการคิดและกระบวนการทำที่ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเน้นผลผลิตของความคิดที่จะต้องมีความค่าต่อสังคม และส่งผลผลักดันให้โลกเจริญไปข้างหน้า ยิ่งขึ้นไป

สุมาลี กาญจนชาติ (2525 : 6) ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง การแสดงความคิดริเริ่ม ความคล่องในการคิด และความคิดยืดหยุ่น ในการแก้ปัญหา โดยการนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้

จากความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมา พอสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่พบโดยใช้ความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของบุคคลที่แสดงออกได้หลายมิติ แต่โดยทั่วไป มักวัดความคิดสร้างสรรค์ใน 3 ลักษณะ คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ซึ่ง ัญญพงษ์ เจริญพิทย์ (2539 : 200) ได้เสนอลักษณะการเชิงสร้างสรรค์ของนักวิทยาศาสตร์ที่วิเคราะห์จากประวัตินักวิทยาศาสตร์ที่รู้จักทั่วไป 6 คนคือ เซอร์ไอแซคนิวตัน, ชาร์ลส์ ดาร์วิน, โทมัส แอลวา เอดิสัน, ฟ็องแตนองต์, มาตามคูรี และอัลเบิร์ต ไอน์สไตน์ และนักวิทยาศาสตร์ไทย ที่มีชื่อเสียง 3 คนคือ ศาสตราจารย์ ดร.คุณ วิชโรบล, ศาสตราจารย์ระพี สาคริก และ ดร.อาจอง ชุมสาย ณ อยุธยา ดังนี้

1. มีนิสัยอยากรู้อยากเห็น
2. มีความรู้ลึกไวต่อปัญหา
3. มีความคิดแบบยืดหยุ่นและแปลกใหม่

4. มีความเชื่อมั่นในตนเอง กล้าเสี่ยง ทดลองและทำในสิ่งท้าทาย
5. ชอบการเปลี่ยนแปลง ไม่ชอบสิ่งซ้ำซากจำเจ
6. ทำงานเพื่อความพอใจในผลงาน
7. มีอารมณ์ขัน

การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

พันธุพงษ์ เจริญพิทย์ (2539 : 176 - 177) ได้ประมวลข้อเสนอแนะในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักจิตวิทยา และนักการศึกษาหลายท่านให้เป็นแนวปฏิบัติทั่วไปในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ 7 ประการดังนี้

1. พึงให้การเสริมแรงด้วยการยกย่องหรือแสดงความยินดีตามความเหมาะสมในทุกโอกาสที่บุคคลแสดงออกว่ามีความคิดหรือการกระทำที่สร้างสรรค์ในทางวิทยาศาสตร์
2. พึงกระตุ้นให้บุคคลแสดงออก ซึ่งจินตนาการในทางวิทยาศาสตร์ ในลักษณะที่สัมพันธ์กับการคิดแบบอเนกนัย ผ่านกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การเล่น การตอบคำถาม การสัมภาษณ์ หรือสำรวจสิ่งแวดล้อมที่มีความหลากหลาย
3. พึงยอมรับการแสดงออกและผลงานทางวิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะแปลกประหลาดของบุคคล และพึงถือว่า คำถาม การแสดงออกและผลงานที่มีลักษณะดังกล่าว มีคุณค่าด้วยความจริงจัง
4. พึงตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ที่มีเนื้อหาสาระแปลก ๆ อย่างตรงไปตรงมาด้วยความตั้งใจ ด้วยความอบอุ่นและเป็นกันเอง
5. พึงให้การกำลังใจ ประคับประคองและช่วยเหลือแนะนำในทุกโอกาสที่บุคคลยังไม่ประสบความสำเร็จ หรือมีความล้มเหลวในการคิด การแสดงออก และการกระทำเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
6. พึงให้โอกาสสูงสุดแก่บุคคลที่มีคุณภาวะทางความคิดต่ำกว่า ได้มีส่วนร่วมในการวางแผนและดำเนินการในกิจกรรมต่าง ๆ ในทางวิทยาศาสตร์อย่างเหมาะสม
7. พึงให้โอกาสบุคคลได้มีโอกาสเรียนรู้เรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น การทดลอง การสำรวจ การอ่าน การทัศนศึกษา รวมทั้งให้มีโอกาสถ่ายทอดและแลกเปลี่ยนความคิดกับบุคคลอื่น

โมราเวซิก (Moravesik. 1981 : 223 - 225) ได้เสนอวิธีการเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนการสอน ไว้ดังนี้

1. ยกเลิกการเรียนวิทยาศาสตร์แบบใช้ความจำ แต่สอนให้นักเรียนเข้าใจด้วยวิธีการแก้ปัญหาที่ถามนักเรียน ควรเป็นปัญหาแบบอเนกนัย ซึ่งเป็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ยังไม่มีใครทราบคำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์แบบ หรือมีคำตอบที่ถูกต้องได้หลายคำตอบ และควรรใช้การสอบวิชาวิทยาศาสตร์แบบเปิดหนังสือตอบได้ ซึ่งจะทำการทวงถามหมดความหมายไป

2. การสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการทดลอง ผู้เรียนจะได้ประสบการณ์โดยตรงจากการสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

3. ควรสอนทักษะในการแก้ปัญหาให้แก่ผู้เรียน เพราะผู้เรียนไม่สามารถเรียนรู้ความรู้ต่าง ๆ ได้หมด และในการทำงานหรือชีวิตจริง ก็อาจพบกับเรื่องที่ไม่คาดคิดมาก่อน ดังนั้นจึงควรรให้เด็กได้เรียนรู้จากวิธีการสอนแบบสืบสอบ (Inquiry)

เดวิส (วิสุทธิ ตรีเงิน. 2534 : 12 ; อ้างอิงมาจาก Davis. 1971 : 30 - 31) ได้สรุปแนวทางที่จะช่วยให้นักคิดสร้างสรรค์ในตัวเด็กพัฒนาขึ้น ซึ่งมีอยู่ 3 ประการคือ

1. การใช้กลวิธีสร้างสรรค์ (Use of Creative Tactics) การสอนให้เกิดความคิดสร้างสรรค์นั้นมีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนรู้จักการคิดยืดหยุ่น (Flexibility) และเป็นคนใจกว้างยอมรับฟังสิ่งแปลกใหม่ (Openmindness) สอนเทคนิคบางอย่างเพื่อให้รู้จักนำไปประกอบกันเป็นความคิดใหม่ ๆ ให้เกิดแรงจูงใจที่จะนำความสามารถในตัวออกมาใช้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด ดังนั้น สิ่งสำคัญสำหรับการสอนให้เกิดความคิดสร้างสรรค์อยู่ที่การจัดเตรียมอุปกรณ์การสอนและวิธีการสอนอย่างสร้างสรรค์ เช่น ใช้วิธีการสอนให้เกิดจินตนาการ เป็นต้น

2. การเรียนรู้ความคิดสร้างสรรค์ด้วยการปฏิบัติจริง (Learning Creativity by Doing Creativity) ครูที่สอนจะต้องส่งเสริมกิจกรรมในห้องเรียนและกิจกรรมของนักเรียนแต่ละคนในทางสร้างสรรค์ ซึ่งจะทำให้ดีเมื่อครูให้ความคุ้นเคยกับนักเรียน ให้เสรีภาพนักเรียนในการอภิปรายและการแก้ปัญหา

3. บรรยากาศที่สนับสนุนความคิดสร้างสรรค์ (The Creative Atmosphere) สภาพบรรยากาศในห้องเรียน ควรใช้วิธีสอนแบบระดมพลังสมอง มีความคิดสร้างสรรค์ในศิลปะ การเขียนหรือการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะทาให้นักเรียนมีอิสระในการคิดสร้างสรรค์ ทำให้เกิดจินตนาการแปลก ๆ และเรื่องขบขันที่เป็นจริงได้

พิลทซ์ และซันด์ (สุปรียา ลาเจียก. 2522 : 20 ; อ้างอิงมาจาก Piltz & Sund. 1974 : 220 - 221) ได้เสนอหลักการสร้างหลักสูตรวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. ความสามารถในการสร้างสรรค์มีอยู่ในเด็กทุกคน แต่มีการแสดงออกที่แตกต่างกัน เด็กควรมีโอกาสได้แสดงถึงความแตกต่างของแต่ละคนออกมาในรูปของกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นการตอบสนองในทางสร้างสรรค์
2. ควรจัดกิจกรรมสืบเสาะ ซึ่งประกอบด้วย จินตนาการ การริเริ่ม การตั้งสมมติฐาน การทดสอบสมมติฐาน การค้นพบปัญหา การตัดสินใจ และการสื่อความหมายไว้ในหลักสูตร
3. อุปกรณ์การสอนในหลักสูตรควรมีลักษณะในทางสร้างสรรค์มาก ๆ เพราะจะกระตุ้นให้ครูและนักเรียนเกิดการสร้างสรรค์มากยิ่งขึ้น ครูควรเตรียมอุปกรณ์การสอน เพื่อกระตุ้นในการเรียนรู้ปัญหา และจุดมุ่งหมายทั่วไปของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ควรมีการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมใหม่ ๆ ที่ต้องใช้ใช้อุปกรณ์การสอนช่วยในการสอนวิทยาศาสตร์ การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมนี้จะทำให้นักเรียนเกิดความสนใจและประสบความสำเร็จในการศึกษา
4. ครูควรได้รับการสนับสนุนให้คิดแปลง และออกแบบอุปกรณ์การสอนใหม่ ๆ ครูควรรู้จักคิดแปลงและปรับปรุงหลักสูตร โดยเฉพาะครูวิทยาศาสตร์ ควรสนใจปรับปรุงหลักสูตรให้เป็นไปในทางสร้างสรรค์มากยิ่งขึ้น
5. เราสามารถนำการสอนแบบทีม (Team Teaching) มาใช้ในการสอนการประเมินผล และการออกแบบอุปกรณ์การสอน การสอนวิธีนี้ไม่มีประโยชน์เพราะครูหลายคนจะช่วยกันผลิตอุปกรณ์การสอน

จากเอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยมีความเห็นว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความหมายใกล้เคียงกับความคิดสร้างสรรค์ทั่ว ๆ ไป ในส่วนที่เป็น

กระบวนการคิดและการกระทำให้เกิดผลผลิต แต่จะต่างกันตรงที่ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะก่อให้เกิดการพัฒนาด้านสติปัญญา และการค้นหาความรู้ใหม่อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจะเกิดขึ้นมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับบทบาทหน้าที่ของบิดา มารดา ครู อาจารย์ บทบาทของนักเรียน การจัดสถานการณ์และสิ่งแวดล้อมในการเรียนการสอน สื่อวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ ตลอดจนการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำเสนอผลงานของตนเอง

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาว่า นักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน จะมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันหรือไม่

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นกระบวนการทางความคิดที่สำคัญมาก และเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับมนุษย์ในการดำเนินชีวิตประจำวัน บุคคลที่ประสบกับปัญหาต่าง ๆ แล้วสามารถหาแนวทางการแก้ไขปัญหานั้นทำให้สำเร็จลุล่วงได้ ย่อมประสบความสำเร็จ นอกจากนี้ยังอาจนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับไปใช้แก้ปัญหาลักษณะอื่น ๆ ได้ มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาและการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างกว้างขวาง ดังนี้

กมลรัตน์ หล้าสว่างษ์ (2523 : 267) ได้ให้ความหมายของการคิดแก้ปัญหาว่าเป็นความสามารถในการใช้ประสบการณ์เดิมจากการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อม นำมาแก้ปัญหาที่ประสพใหม่ ซึ่งงานการแก้ปัญหาแต่ละครั้งจะสำเร็จหรือได้ผลดี ขึ้นอยู่กับระดับของความสามารถของเขาวินิจฉัย การเรียนรู้ การรู้จักคิดแบบเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งวิธีการแก้ปัญหามักแตกต่างกันแล้วแต่ประสบการณ์ของผู้เรียน และสภาพการณ์ของปัญหาที่เกิดขึ้น

รุ่งชิวา สุขดี (2531 : 35) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นทักษะอย่างหนึ่งที่จะต้องฝึกฝนอยู่เสมอ และความสามารถในการแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลยังขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลาย ๆ ด้านด้วยกันคือ

1. ประสบการณ์ของแต่ละบุคคลหรือความรู้เดิม
2. ภูมิภาคของสมองและความสามารถทางสติปัญญา
3. สภาพการณ์ที่แตกต่างกัน
4. กิจกรรมและความสนใจของแต่ละคนที่มีต่อปัญหานั้น
5. ความสามารถในการมองเห็นลักษณะร่วมกันของสิ่งเร้าทั้งหมด

ตันหยง อิมมาก (2537 : 53) ได้แสดงความคิดเห็นว่า ความสามารถในการแก้ปัญหานั้นจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับภูมิภาคทางสมอง ประสบการณ์ ความสนใจ สติปัญญา ความพร้อมแรงจูงใจ อารมณ์และสภาพแวดล้อม

รัชฎาพร ชูสกุล (2538 : 31) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการคิดแก้ปัญหว่าเป็นพฤติกรรมแบบแผนหรือวิธีการที่สลับซับซ้อน ต้องอาศัยความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การคิดแบบวิเคราะห์ ประสบการณ์ วิธีการ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาแก้ปัญหา เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

เกเออร์ (Gaier. 1953 : 138 - 141) กล่าวว่า ในการแก้ปัญหานั้น จำเป็นต้องอาศัยข้อเท็จจริง แต่ข้อเท็จจริงเพียงอย่างเดียวไม่เป็นการเพียงพอในการแก้ปัญหา จำเป็นต้องรู้จักการสังเกตพิจารณาคัดเลือกหาแนวทางที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา การสอนที่บอกแนวทางและข้อเท็จจริงในการแก้ปัญหานั้น ไม่สามารถช่วยทำให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้ ควรฝึกให้เด็กเรียนรู้จักสังเกตและคิดหาทางออกในการแก้ปัญหาคด้วยตนเอง

สตอลส์เบอร์ก (Stollburg. 1956 : 225 - 228) ให้ความเห็นว่า ปัญหาที่เกิดขึ้นและวิธีการแก้ปัญหานั้น ผู้แก้ปัญหาแต่ละคนย่อมมีลักษณะเฉพาะเอกัตบุคคล การแก้ปัญหาจึงไม่เหมือนกัน การแก้ปัญหาไม่มีขั้นตอนที่แน่นอนตายตัว และไม่ เป็นลำดับขั้น อาจสลับก่อนหลังหรือบางขั้นตอนไม่มีก็ได้ นอกจากนี้การแก้ปัญหายังขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่

1. ประสบการณ์ของแต่ละบุคคล
2. ภูมิภาคของสมอง
3. สภาพการณ์ที่แตกต่างกัน
4. กิจกรรมและความสามารถของแต่ละคนที่มีต่อปัญหานั้น

กู๊ด (Good. 1973 : 518) ได้ให้ความเห็นว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ คือ การแก้ปัญหานั้นเอง ซึ่งกู๊ดได้กล่าวว่า การแก้ปัญหานั้นเป็นแบบแผนหรือวิธีดำเนินการซึ่งอยู่ในสภาวะที่ยาก ล้ายาก ยุ่งยาก หรืออยู่ในสภาวะที่พยายามตรวจสอบข้อมูลที่หามาได้ ซึ่งความเกี่ยวข้องกันกับปัญหามีการตั้งสมมติฐานและมีการตรวจสอบสมมติฐานภายใต้การควบคุม มีการรวบรวมเก็บข้อมูลจากการทดลอง เพื่อหาความสัมพันธ์ที่จะทดสอบสมมติฐานนั้นว่า เป็นจริงหรือไม่

มอร์แกน (Morgan. 1978 : 154 - 155) สรุปว่าวิธีคิดแก้ปัญหานั้นของแต่ละบุคคลนั้นแตกต่างกันทำให้ความสามารถในการคิดแก้ปัญหานั้นแตกต่างกันด้วย ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ ดังนี้

1. สติปัญญา (Intelligence) ผู้มีสติปัญญาดี สามารถคิดแก้ปัญหานั้นได้
2. แรงจูงใจ (Motivation) ในการทำให้เกิดแนวทางในการคิดแก้ปัญหานั้น
3. ความพร้อม (Readiness) ในการที่จะแก้ปัญหานั้น ๆ โดยทันทีทันใดจากประสบการณ์ที่มีมาก่อน

4. การเลือกวิธีแก้ปัญหานั้นได้อย่างเหมาะสม (Functional Fixedness)

จากความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหานั้นทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมา พอสรุปได้ว่าความสามารถในการแก้ปัญหานั้นทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสบการณ์เดิมจากการเรียนรู้มาแก้ปัญหานั้น โดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการแก้ปัญหานั้น แต่แต่ละครั้งจะสำเร็จหรือไม่ ขึ้นอยู่กับประสบการณ์หรือความรู้เดิม วุฒิกวณะของสมองความสนใจ ความพร้อม แรงจูงใจ อารมณ์ และสภาพแวดล้อม

การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหานั้น

ความสามารถในการคิดแก้ปัญหานั้น เป็นทักษะอย่างหนึ่งที่ควรรู้จัก เรียนฝึกฝนอยู่เสมอสำหรับวิธีการต่าง ๆ ที่ครูช่วยฝึกให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหานั้นนั้น มังกอร์ ทงส์ (Mangor, 1978 : 5 - 10) กล่าวว่าไว้ดังนี้

1. ฝึกทำซ้ำ (The Persistence Process) วิธีการแบบนี้ เป็นวิธีที่ใช้กันมานาน การทำงานซ้ำๆ ที่มีประสบการณ์เพิ่มขึ้น และทำให้เรามีหนทางคิดมากขึ้น

2. ฝึกให้นักเรียนมีการทดลองอยู่เสมอ (The Testimonial Process) บางครั้งครูอาจกำหนดปัญหาให้นักเรียนช่วยกันหาคำตอบ โดยแนะนำให้นักเรียนทำกิจกรรมบางอย่าง หรือการแสดงสาริต เพื่อให้นักเรียนหาคำตอบให้ได้ นักเรียนที่มีโอกาสฝึกการคิดแก้ปัญหาอยู่เสมอ นั้นอาจหาแนวทางต่าง ๆ ช่วยได้เป็นอย่างดี การสอนเนื้อหาวิชาบางครั้งครูไม่อาจทำการทดลองได้ เช่น การวัดระยะทางจากโลกกับดวงดาวในท้องฟ้า ก็ให้นักเรียนคิดแก้ปัญหา โดยการทดลองคำนวณจากแหล่งวิชาการต่าง ๆ

3. ฝึกให้เป็นผู้มีเหตุผลแก่ตัวเอง (The Innate Process) การฝึกแบบนี้เป็นการฝึกให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเอง บางครั้งอาจเป็นการเชื่อแบบลางสังหรณ์ (Intuition) ซึ่งเป็นสัญชาตญาณของตนเอง มีผลงานของนักวิทยาศาสตร์หลายอย่างที่เกิดจากลางสังหรณ์ เช่น กรอฟท์ชวาบ (Schwab) ได้ค้นพบจุดดับในดวงอาทิตย์ เป็นต้น

4. ฝึกรู้จักการวิจารณ์ (Critical Thinking) จอห์น ดิวอี้ นักการศึกษาผู้มีชื่อเสียง ได้กำหนดวิธีการคิดแก้ปัญหาโดยการวิเคราะห์ปัญหาออกเป็นชั้น ๆ ดังนี้

- ก. การกำหนดปัญหา
- ข. รวบรวมข้อเท็จจริง
- ค. ตั้งสมมติฐาน
- ง. ทดสอบสมมติฐาน
- จ. ประเมินผล

วิธีการคิดแก้ปัญหาโดยวิธีนี้ ครูควรฝึกให้นักเรียนใช้อยู่เสมอ เพราะสามารถนำไปใช้ในอนาคตได้อีกด้วย นอกจากนั้น ครูควรแนะนำหาหนทางช่วยให้นักเรียนรู้จักคิดหรือกระทำในเรื่องเหล่านี้โดย

4.1 ฝึกให้รู้จักวิเคราะห์ - สังเคราะห์ (Analysis-Synthesis)

4.2 ฝึกให้รู้จักออกความเห็น (Suggestion)

การฝึกหรือกระตุ้นผู้เรียนรู้จักแสดงความคิดเห็นอยู่เสมอ นั้น เป็นการช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการใช้ความคิดของตนเอง เพราะการคิดช่วยให้นักเรียนดีขึ้นดีกว่า

การฝึกให้นักเรียนใช้แต่ความจำอย่างเดียว ครูต้องคอยช่วยเหลือนักเรียนอยู่เสมอ เพราะนักเรียนอาจแสดงออกทางความคิดเห็นในสิ่งที่ไม่ถูกต้องมากนักก็ได้

สรุป นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหรือไม่ ส่วนประกอบที่สำคัญก็คือ ตัวครู การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครู ซึ่งเป็นสิ่งที่ควรคำนึงถึง

กระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่มีหลักการและขั้นตอนอย่างมีระบบระเบียบ ต้องใช้ความคิดอย่างซับซ้อน เพื่อมองปัญหาได้หลายแง่มุมหลายวิธีการ แล้วเลือกวิธีการที่ดีที่สุด ที่ทุกคนยอมรับไปใช้ในการแก้ปัญหา ทำให้ผลที่เกิดขึ้นประสิทธิภาพอย่างแท้จริง (จักรทอง เข้าจรรยา, 2527 : 13) ซึ่งหลักการและขั้นตอนในการแก้ปัญหานั้นมีมากมาย และมีลักษณะขั้นตอนแตกต่างกันออกไป ดังนี้

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2527 : 8) ได้เสนอว่า การคิดแก้ปัญหามีวิธีการที่ใช้ในการค้นคว้าหาคำตอบมีหลายวิธี เช่น วิธีลองผิด - ลองถูก วิธีคิดกลับเบกกลับมา แต่ที่นิยมนำมาใช้ฝึกฝนนักเรียนให้เป็นคนช่างเสาะแสวงหาความรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ได้แก่ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลำดับขั้นตอน 4 ขั้นตอนใหญ่ ๆ ด้วยกัน คือ

- ขั้นตอนที่ 1 ขั้นระบุปัญหา
- ขั้นตอนที่ 2 ขั้นตั้งสมมติฐาน
- ขั้นตอนที่ 3 ขั้นพิสูจน์หรือทดลอง
- ขั้นตอนที่ 4 ขั้นสรุปผลและนำไปใช้

กมลรัตน์ หล้าสว่างษ์ (2528 : 260) ได้กล่าวถึงวิธีการในการคิดแก้ปัญหาว่าขึ้นอยู่กับประสบการณ์และสถานการณ์ของปัญหาที่เกิดขึ้นดังนี้

1. การคิดแก้ปัญหาโดยการใช้พฤติกรรมแบบเดียว โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงการคิดแก้ปัญหา เมื่อประสบปัญหาจะไม่มีการไตร่ตรองหาเหตุผล ไม่มีการพิจารณาสิ่งแวดล้อม เป็นการจำและเลียนแบบพฤติกรรมเดิมที่เคยคิดแก้ปัญหามาได้

2. การคิดแก้ปัญหาแบบลองผิดลองถูก เป็นการคิดแก้ปัญหาแบบเตลอสุมโดยการลองผิดลองถูก
 3. การคิดแก้ปัญหาโดยการเปลี่ยนแปลงทางความคิด ซึ่งเป็นพฤติกรรมภายในแยกแ่การสังเกต คือ การหยั่งเห็นซึ่งขึ้นอยู่กับกรรับรู้ และประสบการณ์เดิมของแต่ละคน
 4. การคิดแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ การคิดแก้ปัญหาในระดับนี้ ถือว่าเป็นระดับที่สูงสุด และใช้ได้ผลดีที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการคิดแก้ปัญหาที่ยุ่ยากซับซ้อนมีขั้นตอนโดยสังเขปดังนี้
 - 4.1 การพิจารณาปัญหา โดยการสังเกต คิด และจำ
 - 4.2 การตั้งสมมติฐานจากประสบการณ์เดิมต่าง ๆ
 - 4.3 การทดสอบสมมติฐาน
 - 4.4 คงสมมติฐานที่ถูกไว้ แต่ถ้าผิดให้ตัดสมมติฐานเดิมทิ้ง ย้อนกลับพิจารณาปัญหาแล้วตั้งสมมติฐานใหม่ จากนั้นก็ดำเนินการทดสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้นใหม่
 - 4.5 การนำสมมติฐานที่ดีที่สุดมาใช้ อาจเป็นการใช้ทั้งหมด หรือประยุกต์ใช้เฉพาะบางส่วนที่เหมาะสมกับสภาพปัญหา ซึ่งเป็นวิธีคิดแก้ปัญหาที่เหมาะสม เพราะทำให้นักเรียนรู้จักวิเคราะห์ตรงหาเหตุผลที่เกิดขึ้นในแต่ละปัญหา
- บลูม (Bloom. 1956 : 62) ได้ชี้ให้เห็นว่า ขั้นตอนของขบวนการคิดแก้ปัญหานั้นเมื่ออยู่ 6 ขั้นตอน คือ
- ขั้นที่ 1 เมื่อผู้เรียนได้ตอบกับปัญหา ผู้เรียนจะคิดค้นสิ่งที่เคยพบ เคยเห็นและเกี่ยวข้องกับปัญหา
 - ขั้นที่ 2 ผู้เรียนจะใช้ประโยชน์จากขั้นที่ 1 มาสร้างรูปแบบของปัญหาขึ้นใหม่
 - ขั้นที่ 3 การแยกแยะของปัญหา
 - ขั้นที่ 4 การเลือกใช้ทฤษฎี หลักการ ความคิด และวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหา
 - ขั้นที่ 5 การนำข้อสรุปของวิธีการมาแก้ปัญหา
 - ขั้นที่ 6 ผลที่ได้จากการแก้ปัญหา

เวียร์ (Weir. 1974 : 18) ได้เสนอแนะขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหาไว้ 4 ลำดับ
คือ

- ขั้นที่ 1 ขั้นในการเสนอปัญหา
- ขั้นที่ 2 ขั้นในการวิเคราะห์ปัญหา
- ขั้นที่ 3 ขั้นในการเสนอวิธีคิดแก้ปัญหา
- ขั้นที่ 4 ขั้นในการตรวจสอบผลลัพธ์

จากแนวคิดของนักการศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จะพบว่าการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีระบบ แบบแผน มีเหตุผล มีขั้นตอนที่เหมาะสม รวมทั้งต้องใช้ในการคิดอย่างซับซ้อน รวมทั้งสติปัญญา สมรรถภาพทางสมอง ประสบการณ์ และความถนัด เพื่อที่จะหาวิธีการแก้ปัญหาตามสาเหตุ และสามารถวิเคราะห์ผลที่จะเกิดจากการใช้วิธีการแก้ปัญหานั้นได้ จะเห็นว่า ขั้นตอนการแก้ปัญหาของเวียร์ (Weir. 1974 : 18) เป็นขั้นตอนแก้ปัญหาที่สิ้นเชิง และครอบคลุมขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่ผู้อื่นเสนอไว้ ผู้วิจัยจึงสนใจขั้นตอนการแก้ปัญหาของเวียร์ (Weir) มาศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน

เอกสารเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์

ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้นว่า ความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์เป็นความคิดที่ต้องอาศัยกระบวนการ/ขั้นตอน ที่มากและซับซ้อนผ่านการกลั่นกรองอย่างดีและสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์และการประเมินค่า อันได้แก่ ความคิดวิจารณ์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้านนี้มีลักษณะการคิดที่คล้ายคลึงกันบางกรณี และแตกต่างกันบางกรณี ดังที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2540 : 1 - 3) ได้ให้คำจำกัดความเกี่ยวกับลักษณะของความคิดระดับสูงทั้ง 3 ด้านไว้ดังนี้

ความคิดวิจารณ์และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (Critical Thinking and Creative Thinking) เป็นความคิดในเชิงการแสดงเหตุผลระดับสูงที่ไม่มีขั้นตอนหรือระบบคิดที่แน่นอน ลักษณะการคิด กระบวนการคิดและการใช้เหตุผลในการคิดมีลักษณะดังนี้

ความคิดวิจารณ์

1. ความคิดไปในทางเดียว โดยผู้คิดจะกำหนดเป้าหมายไว้อย่างชัดเจนเพื่อจะได้ใช้เหตุผลที่นำไปสู่เป้าหมายนั้น
2. สรุปใจความสำคัญด้วยตนเอง โดยผู้วิจารณ์จะเป็นผู้สรุปการวิจารณ์จากข้อความที่เสนอไว้แล้ว
3. ใช้เหตุผลในเชิงอนุมานจากข้อมูลที่ได้เสนอไว้

ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

1. ความคิดหลายทิศทาง โดยผู้คิดไม่จำเป็นต้องจำกัดการคิดว่ามีลักษณะเป็นอย่างไร
2. สังเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่แล้วเพื่อใช้ประกอบการคิด
3. แสดงถึงความคิดที่เป็นการเริ่มต้นหรือการริเริ่มที่แตกต่างจากที่ผู้อื่นได้คิดไว้แล้ว

สำหรับความสามารถในการแก้ปัญหา (Problem Solving) มีลักษณะการคิดดังนี้

1. ความคิดไปในทิศทางเดียว เริ่มต้นเกิดจากปัญหาที่มีอยู่ไปสู่ผลสำเร็จที่ได้จากการแก้ปัญหา
2. ใช้กระบวนการที่ได้จัดเป็นระบบและเป็นขั้นตอนที่มีอยู่แล้ว
3. ความคิดในเชิงตรรกศาสตร์และการประเมินผลเพื่อประเมินว่าผลที่ได้ถูกต้องหรือไม่ จะเห็นได้ว่า ความคิดระดับสูงทั้ง 3 ด้าน นี้มีลักษณะบางอย่างที่คล้ายคลึงกันและบางอย่างแตกต่างกันเป็นเหตุให้ผู้สนใจศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดระดับสูงทั้ง 3 ด้าน เช่น วีระ เมืองช้าง (2525 : 87) ศึกษาพบว่า ความคิดวิจารณ์มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ และคณะกรรมการการศึกษาของมลรัฐนิวเจอร์ซีย์ (New Jersey Board of Higher Education) (อ้างอิงมาจาก สมเจตน์ ไวยาการณ์. 2530 : 16) ได้แสดงทัศนะว่า การคิดแบบวิเคราะห์วิจารณ์และการคิดแบบสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นการคิดแบบมีจุดหมายนั้น ต้องอาศัยความสามารถในการคิดอย่างมีระบบของเหตุผลเป็นพื้นฐานที่สำคัญของการคิด นอกจากนี้ พิลทซ์ และซันด์ (สุปรียา ลาเจียก. 2522 : 18 ; อ้างอิงมาจาก Piltz and Sund. n.d.)

กล่าวไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นการค้นหาวิธีการแก้ปัญหาโดยบุคคลผู้นั้นจะต้องทราบถึงหลักการ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

งานการนี้ พิศากร แปลงประสพโชค (2540 : 20) ได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับ ลักษณะการแก้ปัญหาของโพลยา (Polya. 1967) ว่าการแก้ปัญหาคืออาศัยความสามารถและ ศักยภาพหลายอย่าง เช่น การทำความเข้าใจปัญหาต้องอาศัยความคิดวิจารณ์ การคิดแผนแก้ปัญหา ต้องอาศัยการวิเคราะห์สังเคราะห์ (ซึ่งเป็นความสามารถค่อนข้างสูงในทฤษฎีพฤติกรรมการเรียนรู้ ของบลูม) และกระบวนการอุปมาอุปไมย ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ อันได้แก่ ความคิดคล่อง ความคิดหลายทาง ความคิดริเริ่ม และมีความคิดละเอียดลออในการตรวจสอบว่าใช้ข้อมูลเงื่อนไขหมด หรือไม่ มีแง่มุมใดที่มองข้ามไป นอกจากนี้ ขั้นตอนการตรวจตราย้อนกลับ ต้องใช้ความคิดวิจารณ์ดู ความสมเหตุสมผล และผลของคำตอบที่ได้เราจึงเห็นได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาเกี่ยวข้องกับ ความคิดสร้างสรรค์ ความคิดวิจารณ์ และความคิดระดับสูงอย่างแยกกันไม่ออก

จากความคิดเห็นของนักการศึกษาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิด ระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน (ความคิดวิจารณ์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และ ความสามารถในการแก้ปัญหทางวิทยาศาสตร์) ว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่

2. เอกสารเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมทางการเรียน

อรหันต์ ประสิทธิ์รัตน์ (2533 : 8) ได้กล่าวถึงสิ่งแวดล้อมทางการเรียน (Learning Environment) ว่า หมายถึง สภาพสภาวะใด ๆ ที่มีผลต่อการเรียนรู้ของ มนุษย์ทั้งโดยทางตรงและทางอ้อม ทั้งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม สิ่งแวดล้อมที่เป็นรูปธรรม (Concrete Environment) หรือสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ (Physical Environment) ได้แก่ สภาพต่าง ๆ ที่มนุษย์ทำขึ้น เช่น อาคาร สถานที่ โต๊ะ เก้าอี้ วัสดุ อุปกรณ์ หรือสื่อต่าง ๆ รวมทั้งสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ตามธรรมชาติ อันได้แก่ ต้นไม้ พืช ภูมิประเทศ ภูมิอากาศ ส่วนสิ่งแวดล้อม ที่เป็นนามธรรม (Abstract Environment) หรือสิ่งแวดล้อมด้านจิตวิทยา (Psychological Environment) ได้แก่ ระบบคุณค่าที่ยึดถือ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของวัฒนธรรม ของกลุ่มสังคมชาวสาร

ความรู้ ความคิด ตลอดจนความรู้สึกนึกคิดและเจตคติต่าง ๆ ไม่ว่าจะ เป็นของตัวเองหรือคนอื่นก็ตาม ซึ่งสิ่งแวดล้อมดังกล่าวมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ของนักเรียนมาก ไม่ว่าจะอยู่ที่บ้านหรือในโรงเรียน บิดา-มารดา ครู อาจารย์ จึงควรรีให้ความเข้าใจและจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนให้เอื้ออำนวยต่อการเรียนของนักเรียน ก็จะช่วยส่งเสริมให้การเรียนรู้ของนักเรียนดียิ่งขึ้น

สิ่งแวดล้อมทางบ้าน

จากการศึกษาและวิจัยของนักการศึกษาหลายท่าน ทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศ พบว่า สภาพแวดล้อมทางบ้านมีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ของเด็ก เด็กจะพร้อมในการเรียน ถ้าบ้านมีบรรยากาศที่ส่งเสริมให้เขาเรียน คือ มีความเข้าใจดีต่อกัน มีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด ไม่สร้างความหวาดหวั่นวิตกกังวลให้เกิดกับอารมณ์ของเด็ก (อรพินทร์ ชูชม. 2522 : 18 - 19)

ด้วยเหตุที่ชีวิตในวัยเด็กเริ่มแรกจะอยู่แต่ในบ้านมากกว่าโรงเรียน พัฒนาการในด้านต่าง ๆ ของเด็กจึงขึ้นกับสภาพแวดล้อมในบ้านเป็นสำคัญ โดยเฉพาะคุณลักษณะต่าง ๆ ที่สำคัญต่อการเรียนของเด็ก การเรียนการสอนในโรงเรียนจะเปลี่ยนแปลงบุคลิกภาพ ค่านิยม และคุณลักษณะอื่นในตัวเด็กได้น้อยมาก เพราะว่าคุณลักษณะเหล่านี้จะได้รับการอบรมปลูกฝังมาจากทางบ้านแล้ว (Bloom. 1964 ; อ้างถึงใน Janhom. 1984 : 8) การเรียนการสอนในโรงเรียนจะเป็นไปได้ด้วยดี ถ้าหากสิ่งที่สอนนั้นไม่ขัดกับสิ่งที่ทางบ้านได้สอนไว้ ทั้งนี้เพราะก่อนหน้าที่เด็กจะเข้ามาเรียนในหลักสูตรที่ทางโรงเรียนกำหนดนั้น เด็กเหล่านี้ต่างได้รับการอบรมสั่งสอนจากบ้าน ซึ่งถือว่าเป็นหลักสูตรแอบแฝงมาก่อนแล้ว อิทธิพลจากหลักสูตรแอบแฝงจะมีผลต่อสภาพการเรียนรู้ของเด็กมาก ดังนั้นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของเด็กจะดีหรือไม่ จึงขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมภายในบ้าน เช่น การศึกษาทัศนคติ รายได้ แรงกระตุ้น และความสนใจของพ่อแม่ที่มีต่อเด็ก (Janhom. 1984 : 4 ; อ้างอิงมาจาก Fraser. 1957) นอกจากนี้ โคลลีแมน และแฮนเมแมน (ผ่องพรรณ เกิดพิทักษ์. 2530 : 176 ; อ้างอิงมาจาก Coleman and Hanmemen. 1994 : 312) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของบรรยากาศในครอบครัวที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาการของเด็ก ซึ่งได้แก่ ความรัก ความอบอุ่น การยอมรับและการยกย่อง

เดฟ (Janhom 1984 : 8 ; อ้างอิงมาจาก Dave. 1963) ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์ที่ค่าสหสัมพันธ์องค์ประกอบสิ่งแวดล้อมภายในบ้าน 6 ประการ กับผลการเรียนและสติปัญญาของเด็กพบว่า องค์ประกอบอันเป็นคุณลักษณะของสิ่งแวดล้อมภายในบ้านมีค่าสหสัมพันธ์อย่างสูงกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

องค์ประกอบสิ่งแวดล้อมภายในบ้านหรือพฤติกรรมของพ่อแม่ทั้ง 6 ประการ ที่เดฟใช้ในการศึกษาคือ

1. รูปแบบของภาษา (Language Model) มาตรฐานของภาษาที่พ่อแม่ใช้ รวมทั้งความคาดหวังของพ่อแม่ต่อมาตรฐานการใช้ภาษาของเด็ก
2. บรรยาภาศทางปัญญา (Intellectuality) ความสนใจและบรรยาภาศทางวิชาการภายในบ้าน
3. การแนะนำในด้านการเรียน (Academic Guidance) การชี้แนะให้ความช่วยเหลือในด้านกรเรียนแก่เด็กในบ้าน
4. แรงกระตุ้นเพื่อความสำเร็จ (Achievement Press) แรงปรารถนาของพ่อแม่ที่คอยกระตุ้น และให้ความสนใจแก่เด็กในด้านการเรียน รวมทั้งการตั้งมาตรฐานและรางวัลแก่เด็ก เมื่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นที่น่าพอใจ
5. กิจกรรมภายในบ้าน (Activity in the home) ที่ส่งเสริมการเรียนรู้อุของเด็
6. ลักษณะนิสัยในการทำงาน (Work Habits) การจัดการภายในบ้าน การใช้เวลาว่างที่มีอยู่ เพื่อผลประโยชน์ทางการเรียนของเด็ก

การศึกษาของเดฟ นอกจากจะพบว่า สิ่งแวดล้อมภายในบ้านมีอิทธิพลอย่างมากต่อการเรียนของเด็กแล้ว เดฟยังวิเคราะห์ให้เห็นอีกว่า ถึงแม้พ่อแม่จะมีระดับการศึกษาและฐานะทางสังคมต่ำ แต่ก็อาจทำให้สิ่งแวดล้อมภายในบ้านที่ดีต่อเด็กได้ ซึ่งสิ่งนี้จะทำให้ผลการเรียนของเด็กดีขึ้น

นอกจากนี้แล้ว วูล์ฟ (Janhom. 1984 : 8 ; อ้างอิงมาจาก Wolf. 1964) ก็ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมภายในบ้านกับสติปัญญาของเด็ก โดยใช้ตัวแปรดังนี้

1. แรงกระตุ้นเพื่อความสำเร็จ (Press for Achievement Motivation)
 - 1.1 ความคาดหวังของพ่อแม่ต่อการเรียนของเด็ก
 - 1.2 แรงปรารถนาของพ่อแม่ที่มีต่อเด็ก

- 1.3 ความรู้เรื่องพัฒนาการของเด็ก
- 1.4 รางวัลสำหรับความสำเร็จ
2. แรงกระตุ้นเพื่อพัฒนาการทางภาษา (Press for Language Development)
 - 2.1 การให้ความสำคัญต่อการใช้ภาษาในโอกาสต่าง ๆ
 - 2.2 การให้โอกาสในการเพิ่มความรู้อและความเข้าใจในศัพท์ต่าง ๆ
 - 2.3 การให้โอกาสในการแก้ไขเมื่อใช้ภาษาผิด
 - 2.4 มาตรฐานของภาษาที่ใช้
3. การสนับสนุนเพื่อการเรียนรู้ (Provisions for General Learning)
 - 3.1 ให้โอกาสสำหรับการเรียนรู้ภายในบ้าน
 - 3.2 ให้โอกาสสำหรับการเรียนรู้นอกบ้าน
 - 3.3 จำนวนหนังสือ วารสาร สิ่งพิมพ์ต่าง ๆ ภายในบ้าน
 - 3.4 การให้โอกาสในการช่วยเหลือแนะนำเด็กด้านการเรียน

จากการศึกษา วูล์ฟ พบว่า ค่าสหสัมพันธ์รวมของสิ่งแวดล้อมภายในบ้านกับสติปัญญาของเด็กสูงกว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทั่วไปของพ่อแม่กับสติปัญญาของเด็ก ผลการวิจัยนี้ สนับสนุนแนวคิดที่ว่า พฤติกรรมของพ่อแม่มีอิทธิพลต่อพัฒนาการทางสติปัญญาและภาษาของเด็กมากกว่าสถานภาพทางสังคมของพ่อแม่

หลังจากการศึกษาของเดฟ (Dave. 1963) และวูล์ฟ (Wolf. 1964) แล้วปรากฏว่า ได้มีการค้นคว้าศึกษาในเรื่องกระบวนการของสภาพแวดล้อมทางบ้านที่มีอิทธิพลต่อผลการเรียนของเด็กตามมาอีกหลายเรื่อง ซึ่งผลจากการศึกษาโดยใช้ทั้งการสัมภาษณ์และการสังเกตโดยตรง ปรากฏสอดคล้องกันว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมของพ่อแม่ต่อเด็กกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของเด็ก มีค่าอยู่ในช่วง .70 ถึง .80 ซึ่งบลูม (Bloom. 1984) พบว่า กระบวนการสภาพแวดล้อมทางบ้านที่ศึกษานั้น มีตัวแปรสำคัญที่ส่งผลต่อสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนของเด็กอยู่ 5 ประการคือ

1. ลักษณะนิสัยการทำงานภายในบ้าน (Work Habits of the Family) การจัดกิจกรรมภายในบ้าน การใช้เวลาว่างโดยเฉพาะเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของเด็ก ให้เวลาแก่การบ้านที่เด็กได้รับมาจากทางโรงเรียน

2. การแนะแนวและให้ความสนับสนุนทางด้านวิชาการ (Academic Guidance and Support) การให้ความช่วยเหลือ ส่งเสริมและวางเงื่อนไขให้เด็กในด้านการเรียนรู้

3. สิ่งเร้าภายใน (Stimulation in the Home) ที่เปิดโอกาสกว้างๆ ให้เด็กได้พัฒนาการทางด้านความคิดและความรู้

4. พัฒนาการทางด้านภาษา (Language Development) การเปิดโอกาสให้เด็กได้พัฒนาแก้ไขและปรับปรุงภาษาที่ใช้ให้ถูกต้องในบ้าน

5. การเปิดโอกาสและความคาดหวังด้านการศึกษา (Academic Aspirations and Expectations) ของพ่อแม่ต่อเด็ก รวมทั้งมาตรฐานการศึกษาที่พ่อแม่ตั้งให้กับเด็กของตน

นอกจากการจัดสภาพแวดล้อมทางบ้านเพื่อเอื้อต่อการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนแล้ว สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนอีกอย่างหนึ่งก็คือ "การให้คำชมเชยและยอมรับในผลงานที่นักเรียนได้กระทำ" ดังคำกล่าวของ มาสโลว์ (กลิ่นแก้ว มาตว. 2541 : 72 ; อ้างอิงมาจาก Maslow. 1970 : 80 - 97) ที่ว่า บุคคลมีความปรารถนาที่จะได้รับความสำเร็จ และประเมินค่าความสำเร็จของตนไว้สูง ปรารถนาให้ผู้อื่นยอมรับนับถือความสำเร็จของตนเองด้วย ถ้าความต้องการได้รับการตอบสนองจนพอใจจะทำให้บุคคลนั้นเชื่อมั่นในตนเอง รู้สึกตนเองมีค่า มีความสามารถ และมีประโยชน์ต่อสังคม สิ่งนี้มีความสำคัญต่อชีวิตของคนเรามาก ถ้าเราไม่มีความรู้สึกที่ตนเองมีค่ามีความสามารถ และไม่เห็นความสำคัญของตนเองแล้วก็ไม่สามารถที่จะทำงานต่าง ๆ ให้ลุ่สว่างไปได้ นอกจากการให้คำชมเชยและยอมรับในผลงานที่นักเรียนได้กระทำแล้ว การที่พ่อแม่ ผู้ปกครอง หรือผู้ที่นักเรียนใกล้ชิดได้แสดงพฤติกรรมต่าง ๆ ที่เป็นลักษณะนิสัยหรือค่านิยม ซึ่งมีอยู่ในตัวออกมา พฤติกรรมบางอย่างที่แสดงออกมานั้นจะเป็นผลให้เด็กเลียนแบบโดยไม่รู้ตัว ดังทฤษฎีของ เมาเรอร์ (โกลล มีคุณ. 2524 : 8 ; อ้างอิงมาจาก เมาเรอร์. 1964) ที่กล่าวว่า เด็กจะเลียนแบบพฤติกรรมของผู้ที่กระทำตนได้รับความพอใจ ซึ่งการทำให้เด็กพอใจนี้อาจเป็นการให้รางวัล การบำบัดหรือสนองความต้องการในด้านใดด้านหนึ่ง ขณะที่เด็กอยู่ในสภาพที่พอใจนั้น เขามักจะได้พบกับสิ่งเร้าสองสิ่งซึ่งเกิดขึ้นพร้อม ๆ กัน เช่น การปรณนิบัติของพ่อแม่กับการพูดหรือลักษณะท่าทาง โดยปกติสิ่งเร้าที่สองนี้ ถ้าเกิดโดยอิสระจะไม่มีผลอย่างไรแก่เด็ก แต่เมื่อเกิดคู่กับสิ่งเร้าที่หนึ่งบ่อยครั้งเข้า

านที่สุดสิ่งเร้าที่สองก็จะมีคุณสมบัติ ทำให้เด็กเกิดความรู้สึกเหมือนได้พบกับสิ่งเร้าที่หนึ่งคือ พอใจ
 านกระบวนการขั้นต่อไป เด็กจะพยายามเทียบเคียงและเลียนแบบสิ่งเร้าที่สองนี้ ต่อมา เขาแสดง
 พฤติกรรมดังกล่าวเมื่อไร เขาก็จะได้รับความพอใจในตนเองทุกครั้ง และเนื่องจากพฤติกรรม
 ที่เขาเลียนแบบผู้ใหญ่ นั้น จะเป็นที่พอใจของผู้ใหญ่ หรือคนอื่น ๆ ที่พบเห็น จึงทำให้พฤติกรรม
 ดังกล่าวมีความคงทนอยู่ต่อไป

สิ่งแวดล้อมทางโรงเรียน

โรงเรียนเป็นสิ่งแวดล้อมที่สำคัญที่สุด เป็นสถานที่ที่เด็กได้พบสิ่งแวดล้อมหลายอย่าง เช่น
 ได้มีการสมาคมติดต่อกับครูและเพื่อนนักเรียนในวัยต่าง ๆ ได้อ่านหนังสือในห้องสมุด ได้ดูภาพยนตร์
 และโทรทัศน์ และได้ฟังวิทยุที่ครูจัดขึ้น เพื่อประกอบการสอน ซึ่งล้วนแต่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษา
 ทั้งสิ้น ช่วยให้นักเรียนมีประสบการณ์ มีความเจริญงอกงามในด้านต่าง ๆ (ละเมียด ลิมอักษร .
 2519 : 23 - 24) นอกจากนี้ วิรัช วรรณรัตน์ (2523 : 21 - 23) ได้กล่าวถึงความ
 สำคัญของโรงเรียนว่า มีอิทธิพลต่อบุคลิกภาพของนักเรียนเป็นอันดับสองรองลงมาจากบ้าน นั่นคือ
 สภาพแวดล้อมในโรงเรียน เป็นตัวกำหนดพฤติกรรมนักเรียน มีอิทธิพลต่อการหลอมรวมพฤติกรรม
 เจตคติ ค่านิยม สติปัญญา และสังคมของนักเรียน และทรงพรพรรณ วายโสภาก (2531 : 59)
 ได้แสดงความเห็นว่า สภาพแวดล้อมทางโรงเรียน เช่น ห้องสมุดโรงเรียน บรรยากาศการเรียน
 แบบแข่งขัน ร่วมมือ ล้วนแต่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ และมีความจำเป็นต่อการเรียนการสอนอีกด้วย
 นอกจากนั้น วรรณทิพา รอดแรงคำ (2531 : 19 - 20) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการจัด
 การเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ทางสติปัญญาว่า ในกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้สอน
 สามารถดำเนินการสอนด้วยวิธีสอนแบบต่าง ๆ และสามารถจัดสภาพแวดล้อมในห้องเรียนให้มี
 ความสวยงาม สื่อการเรียนการสอน บอร์ดติดข่าวสารความเคลื่อนไหวของเหตุการณ์ประจำวัน
 หรือข่าวที่น่าสนใจ เพื่อให้เกิดปฏิสัมพันธ์กับนักเรียน ทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทางสติปัญญา
 อีกทั้งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2531 : 2 - 3) ได้ชี้ให้เห็นแนวทาง
 การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น
 การทดลองที่ทำงานห้องเรียนและนอกห้องเรียน การค้นคว้าและการเขียนรายงาน การทำ
 โครงการงานวิทยาศาสตร์ และการเล่นบทบาทสมมติ

กรมวิชาการ (2534 : 92 - 93) ได้เสนอแนะการจัดมุมกิจกรรมและการตกแต่งห้องเรียนไว้ดังนี้

1. มุมหนังสือ ในห้องเรียนควรมีมุมหนังสือให้นักเรียนอ่านหนังสือ จะทำให้ผู้เรียนอ่านคล่อง มีความรู้กว้างขวางและใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์ ครูควรหาหนังสือหลายประเภทที่มีความยากง่ายพอเหมาะกับวัยของผู้เรียนมาให้อ่าน และควรหาหนังสือชุดใหม่ มาเปลี่ยนบ่อย ๆ การจัดมุมหนังสือควรจัดให้เป็นระเบียบ สะดวกในการหยิบอ่าน

2. มุมฝึกสมอง เกม อุปกรณ์ผสมคำ อุปกรณ์การคิดคำนวณ ฯลฯ อาจจัดไว้ที่หนึ่ง เพื่อให้ผู้เรียนเล่นในยามว่าง สำหรับวัสดุสิ้นเปลืองต่าง ๆ เช่น กระดาษสี กาว ฯลฯ ควรจัดไว้เป็นสัดส่วน สะดวกต่อการหยิบมาใช้

3. เครื่องมือเครื่องใช้ที่จำเป็น ในห้องเรียนทุกห้องจะมีเครื่องมือเครื่องใช้ที่จำเป็น เช่น อุปกรณ์ในการทำความสะอาดห้อง แปรงสีฟัน ยาสีฟัน และแก้วน้ำของผู้เรียน ก่องอาหารหรือปิ่นโต ฯลฯ สิ่งของเหล่านี้ถ้าไม่จัดที่สำหรับวางไว้ให้ดีจะดูเกะเกะ ส่วนมากจะจัดไว้ตามมุมหรือฝาผนังหลังห้องเรียน

4. มุมเสริมความรู้กลุ่มประสบการณ์ ควรจัดตามความจำเป็น ได้แก่ มุมภาษาไทย คณิตศาสตร์ สร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต สร้างเสริมลักษณะนิสัย การงานและพื้นฐานอาชีพ และภาษาอังกฤษ

5. การแสดงผลงานของผู้เรียน ครูควรจัดให้มีการแสดงผลงานของผู้เรียนในห้องเรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความภาคภูมิใจในความสำเร็จ และมีกำลังใจในการเรียนต่อไป ทั้งยังสามารถแก้ไขและพัฒนาผลงานของตนให้ดีขึ้นโดยลำดับ ผลงานเหล่านี้ อาจติดบนป้ายนิเทศแขวน หรือจัดวางบนโต๊ะ

อูรี ลัมพิสุทธิ (2526 : 59 - 65) ได้ทำการวิจัยเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบบางประการ ซึ่งไม่ใช่ความสามารถทางสติปัญญา ได้แก่ องค์ประกอบทางด้านตัวนักเรียน องค์ประกอบทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และภูมิหลังของครอบครัว องค์ประกอบทางด้านโรงเรียน และองค์ประกอบทางด้านกิจกรรมนอกชั้นเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และหาสมการถดถอยพหุคูณ เพื่อพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้องค์ประกอบบาง

ประการ ซึ่งไม่ใช่ความสามารถทางสติปัญญา เป็นตัวพยากรณ์ กลุ่มตัวอย่างประชากร เป็นนักเรียน
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2525 ของโรงเรียนในสังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ
 ในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 398 คน ผลการวิจัยพบว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์
 ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ กับตัวพยากรณ์ทั้ง 35 ตัว ในองค์ประกอบบางประการ ซึ่งไม่ใช่ความ
 สามารถทางสติปัญญา มีตัวพยากรณ์ที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างมี
 นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 จำนวน 17 ตัว เรียงตามลำดับ ดังนี้ ขนาดของโรงเรียน การทำ
 แบบฝึกหัดแปลก ๆ ใหม่ นอกเหนือจากที่เรียนในห้องเรียน เพศของครูสอนวิชาคณิตศาสตร์ เจตคติ
 ของนักเรียนต่อวิชาคณิตศาสตร์ ประเภทของโรงเรียน การเข้าแข่งขันตอบปัญหาทางคณิตศาสตร์
 การสอบซ่อมวิชาคณิตศาสตร์ คะแนนรวมกิจกรรมนอกชั้นเรียน ความสัมพันธ์ของนักเรียนกับครอบครัว
 เจตคติของนักเรียนต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ การอภิปรายปัญหาทางคณิตศาสตร์กับเพื่อน
 การไปศูนย์รวมการทางคณิตศาสตร์นอกสถานที่ และสถิติการขาดเรียน ตัวพยากรณ์ที่มีอิทธิพลต่อ
 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรียงตามลำดับความสำคัญ ได้แก่ ขนาดของโรงเรียน
 การเข้าแข่งขันตอบปัญหาทางคณิตศาสตร์ การสอบซ่อมวิชาคณิตศาสตร์ เจตคติของนักเรียนต่อวิชา
 คณิตศาสตร์ และการทำอุปกรณ์การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ตัวพยากรณ์เหล่านี้สามารถร่วมกันพยากรณ์
 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ได้ร้อยละ 52.81

เพ็ญ จรุงธรรมพิภ (2530) ได้วิจัยเรื่อง "ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างสภาพ
 แวดล้อมภายในครอบครัว ลักษณะของนักเรียนและลักษณะของครูกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
 วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี" โดยมีจุดประสงค์เพื่อศึกษา
 รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุในการวิเคราะห์เส้นทาง (Path Analysis) ของตัวแปรด้าน
 สภาพแวดล้อมภายในครอบครัว ลักษณะของนักเรียนและลักษณะของครูกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี ข้อค้นพบที่สำคัญ คือ
 ตัวแปรด้านลักษณะของนักเรียนมีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์มากที่สุด
 รองลงมาเป็นลักษณะของครู ส่วนสภาพแวดล้อมภายในครอบครัวมีอิทธิพลทางอ้อมเพียงเล็กน้อยต่อ
 ผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์

จะเห็นได้ว่า สิ่งแวดล้อมทางการเรียนทั้งที่บ้านและทางโรงเรียน ไม่ว่าจะเป็นด้าน ตัวบุคคล หรือข้อมูลข่าวสาร ล้วนมีความเกี่ยวข้องกับสัมพันธ์กันในการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการ พัฒนาความรู้ ความคิด นั่นคือ หากสิ่งที่โรงเรียนสอนไม่ขัดกับสิ่งที่ทางบ้านสอนไว้ การเรียน การสอนก็จะเป็นไปได้ด้วยดี

เป็นที่น่าสังเกตอีกประการหนึ่งว่า พฤติกรรมเกี่ยวกับความรู้ - ความคิดที่เกิดขึ้นใน ตัวนักเรียนนั้น บางครั้งความรู้ความคิดที่เกิดขึ้นนั้นไม่ได้เป็นผลสืบเนื่องมาจากการได้รับการ ส่งเสริมจากสิ่งแวดล้อมอื่นใด แต่ความรู้ ความคิดเหล่านั้นเกิดขึ้นได้เองในตัวของนักเรียน

ไอเคนเบอร์รี่ (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2539 : 3 ; อ้างอิงมาจาก Ikenberry. 1974 : 200) ได้แจกแจงที่มาของความรู้ - ความคิดของมนุษย์ไว้ 7 แหล่งดังนี้

1. สหัชญาณหรือการหยั่งรู้ (Intuition)
2. ตันตารับ (Authority) ทั้งที่เป็นตัวบุคคลและตาราหลัก
3. ศรัทธา (Faith)
4. สามัญสำนึก (Common Sense)
5. การสืบสาวด้วยเหตุผล (Reason)
6. การค้นคว้าทดลองด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Experimentation and the Application of the Scientific Method)
7. ตรรกวิเคราะห์เชิงปรัชญา (Philosophical Methods of Logical Analysis)

พระเทพเวที (ประยุทธ์ ปยุตฺโต) (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2539 : 6 ; อ้างอิงมาจาก พระเทพเวที (ประยุทธ์ ปยุตฺโต). 2532 : 52) ได้ให้ความเห็นเกี่ยวกับความรู้ประเภทญาณ (การหยั่งรู้) ว่าเป็นความรู้ที่กระจ่างชัดและลึกซึ้งที่สุด เป็นผลสำเร็จทางปัญญาสูงสุดที่มนุษย์จะทำได้

ตัวอย่างของบุคคลที่ประสบความสำเร็จในการคิดด้วยสหัชญาณ เช่น เมนเดลเลฟ (Mendeleev) หมกมุ่นครุ่นคิดอยู่กับการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติของสารกับ โครงสร้างอะตอมจนรู้ลึกอ่อนล้าและผล็อยหลับไปบนขณะที่ยลหลับอยู่ เมนเดลเลฟเห็นภาพของ ตารางธาตุเกิดขึ้นในความฝัน เมื่อสะดุ้งตื่นขึ้น เมนเดลเลฟรีบบันทึกภาพของตารางธาตุ ที่เห็นนั้นไว้

ซึ่งก็คือตารางธาตุที่เมนเดลเลฟได้รับการยอมรับว่าเป็นผู้คิดค้นขึ้นนั่นเอง หรือในกรณีของไอน์สไตน์ (Albert Einstein) ที่เปิดเผยว่าได้ค้นพบทฤษฎีสัมพันธภาพ โดยเฝ้าสังเกตตัวเองมาใช่เป็นการคิดได้จาก การคิดหาเหตุผลแต่อย่างใด (ฉัตรพงษ์ เจริญพิทย. 2539 : 18 ; อ้างอิงมาจาก Acarya. 1991 : 22 - 23)

3. เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ในการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์นั้น ต้องพึ่งพาอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ว่าจะเป็นด้านอาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย สุขภาพอนามัย และความสะอาดปลอดภัยอื่น ๆ ซึ่งความรู้และความเข้าใจวิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนอาจได้รับมาจากกระบวนการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ จากการอ่านหนังสือ และจากการฟังคำบรรยาย ความสามารถทางวิทยาศาสตร์นั้นมีความสำคัญและเป็นเป้าหมายหลักของการสอนวิทยาศาสตร์ (บุญยืน จิราพงษ์. 2530 : 52)

สุเทพ อุดสาหะ (2526 : 12) ได้กล่าวถึงสมรรถภาพของคนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. มองวิทยาศาสตร์อย่างเป็นทั้งผลิตภัณฑ์ กระบวนการและความพยายามของมนุษย์และทราบว่าผลิตภัณฑ์ของวิทยาศาสตร์ที่เป็นความรู้ ประกอบด้วยสิ่งที่ได้จากการสังเกตไปจนถึงสมมติฐานต่าง ๆ
 2. ทราบดีว่า วิทยาศาสตร์เป็นทั้งสิ่งที่อยู่นิ่ง ๆ และสิ่งที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา
 3. เข้าใจถึงความแตกต่างระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ขณะเดียวกันก็มองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งทั้งสองนี้ด้วย
 4. เข้าใจถึงผลของความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม
- สมาคมครูสอนวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (The National Science Teacher Association: NSTA) ของประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดลักษณะของบุคคลที่มีความรู้ความถนัดทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. สามารถใช้มันในทัศนคติ ทักษะเกี่ยวกับกระบวนการและค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ในการตัดสินใจในปัญหาต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับบุคคลอื่นและสังคมได้
 2. เข้าใจว่า ความรู้วิทยาศาสตร์นั้น ขึ้นอยู่กับวิธีการเสาะแสวงหาความรู้และทฤษฎีต่าง ๆ
 3. สามารถแยกความแตกต่างระหว่างหลักฐานทางวิทยาศาสตร์และความคิดเห็นได้
 4. สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงและทฤษฎีได้
 5. ตระหนักถึงขีดจำกัดและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในส่วนที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์
 6. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และแง่มุมต่าง ๆ ของสังคมรวมทั้งพัฒนาการทางสังคมและเศรษฐกิจ
 7. ตระหนักว่า มนุษย์เป็นผู้สร้างวิทยาศาสตร์ขึ้น และเข้าใจว่า ความรู้วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่เปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีข้อมูลที่เหมาะสม
 8. มีความรู้และประสบการณ์มากพอที่จะเข้าใจและซาบซึ้งกับผลงานของนักวิทยาศาสตร์
 9. มีความคิดเห็นที่ใหม่และแปลกต่อปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น มากกว่าคนอื่น ๆ อันเป็นผลมาจากวิทยาศาสตร์ศึกษา
 10. ยอมรับค่านิยมที่ใกล้เคียงกับค่านิยมที่เข้าทางวิทยาศาสตร์ จนสามารถใช้หรือยินดีที่จะใช้ค่านิยมดังกล่าวเป็นเครื่องกระตุ้น อธิบาย หรือใช้เสาะหาความรู้
 11. มุ่งที่จะเสาะแสวงหาและเพิ่มพูนความรู้วิทยาศาสตร์ตลอดมา (สุเทพ อุตสาหัส . 2526 : 13 - 14 ; อ้างอิงมาจาก NSTA)
- จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (2527 : 216) กล่าวถึง วัตถุประสงค์การเรียนการสอนตามแนวคิดของเลอปเฟอร์ (Leopold E.Klopper) ในข้อที่เกี่ยวกับความสามารถความรู้และวิธีการวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ที่พบในชีวิตประจำวันที่ควรฝึกให้นักเรียนแก้ปัญหาได้ 3 ประเภท ดังนี้
- ก. แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน ส่วนมากเป็นสถานการณ์ทั่วไปในชีวิตประจำวัน เรียนที่ผู้เรียนต้องนำความรู้หรือทักษะที่ได้จากการเรียน ไปใช้แก้ปัญหาเรื่องอื่นที่อยู่ในชีวิตประจำวัน

เดียวกัน ตัวอย่างเช่น การตอบคำถามว่า "ทำไมหลอดไฟฟ้าจึงสว่างขึ้นเมื่อเราเปิดสวิตช์" ปัญหาเกี่ยวกับวิชาไฟฟ้า หรือคำถามว่า "ถ้าโลกเปลือกของลาวาตันออกแล้วมันจะไม่ตายหรือไม่" ปัญหาเกี่ยวกับวิชาชีววิทยา เป็นต้น

ข. แก่ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ซึ่งเป็นปัญหาเดี่ยวแต่เกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์ 2 สาขาขึ้นไป เช่น คำถามว่า "ถ้าหินปูนเกิดขึ้นได้อย่างไร" ปัญหาเกี่ยวกับวิชาฟิสิกส์และเคมี เป็นต้น

ค. แก่ปัญหาที่นอกเหนือไปจากเรื่องของวิทยาศาสตร์ ปัญหาที่นอกเหนือไปจากเรื่องของวิทยาศาสตร์นั้น หมายความว่าเรื่องเทคโนโลยี ตัวอย่างคำถามที่แสดงถึงการนำไปใช้แก่ปัญหาทางเทคโนโลยี ได้แก่ "ทำอย่างไรจึงจะเพิ่มผลผลิตข้าวโพดจากพาร์มาได้" "ถ้ารถบรรทุกขนาด 10 ตัน แล่นข้ามไปจะทำให้สะพานนี้พังหรือไม่" เป็นต้น

กล่าวโดยสรุป ความสามารถในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นความสามารถในการนำความรู้ ความคิดทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมถึงกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้อธิบาย คิดวิเคราะห์ แก่ปัญหา รวบรวมและประมวลข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความรู้ใหม่ และสามารถตัดสินใจเลือกใช้ข้อมูลได้อย่างเหมาะสม

4. เอกสารเกี่ยวกับความสามารถด้านทักษะปฏิบัติ

ความสามารถด้านทักษะปฏิบัติ นับว่ามีความสำคัญต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพราะเป็นทักษะพื้นฐานที่สามารถนำไปใช้ในการแสวงหาความรู้ต่อไปได้เป็นอย่างดี จึงจำเป็นต้องพัฒนาความสามารถด้านทักษะปฏิบัติให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน เพราะจะเป็นส่วนสำคัญในการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์

บุญยืน จิราพงษ์ (2530 : 53) ได้อธิบายสมรรถภาพด้านการใช้ความรู้ความสามารถในการปฏิบัติว่า เป็นสมรรถภาพที่มุ่งเน้นไปที่การกระทำ การปฏิบัติงาน หรือภารกิจหน้าที่ด้วยการใช้สติปัญญา ความรอบรู้ ความเฉลียวฉลาด ความสุ่มรอบคอบ ตามขีดความสามารถและศักยภาพของ

แต่ละบุคคลที่มีอยู่ โดยได้แสดงออกให้เห็นปรากฏชัดเจนรูปของการวางแผน การดำเนินการ การบังคับควบคุมให้เป็นไปตามที่ต้องการ การจัดการ การบริหารงาน และในรูปของผลงานและผลผลิต สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2523 : 1) ได้ให้ความหมายของทักษะภาคปฏิบัติไว้ว่า "ทักษะภาคปฏิบัติหมายถึง ความชำนาญในการใช้เครื่องมือทดลอง การหยิบจับอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง มีเทคนิคในการทดลอง ทำการทดลองด้วยความคล่องแคล่ว มีความละเอียดรอบคอบและคำนึงถึงความปลอดภัยของตนเองและผู้อื่น"

ซันด์ และ ทราวบริดจ์ (Sund and Trowbridge. 1967 : 86 - 107) กล่าวถึงทักษะในกิจกรรมการทดลองที่ควรพัฒนาและฝึกฝน ได้แก่

1. ความเข้าใจในจุดประสงค์ของการทดลอง
2. การใช้เครื่องมือ
3. การวัดและการคำนวณ
4. การเขียนรายงานการทดลอง
5. การเก็บรวบรวมข้อมูลและจัดบันทึกข้อมูลได้อย่างถูกต้อง
6. ความเข้าใจในโครงสร้างและการอ่านกราฟ
7. การอธิบายปรากฏการณ์อย่างง่าย
8. การสาธิตการใช้เครื่องมืออย่างถูกวิธี
9. การทำความสะอาดและรักษาเครื่องมือ

กล่าวโดยสรุป ความสามารถด้านทักษะปฏิบัติ หมายถึง ความสามารถในการเลือกและใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์วิทยาศาสตร์ เพื่อปฏิบัติกิจกรรมทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสม

5. เอกสารเกี่ยวกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น ครูวิทยาศาสตร์ควรตระหนักถึงความสำคัญของการปลูกฝังเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้แก่นักเรียน เพราะเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่ช่วย

ให้เกิดการแสวงหาความรู้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่พัฒนาไป ด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ นั่นคือ ต้องมีเหตุผล ชอบแสวงหาสาเหตุของสิ่งต่าง ๆ ชอบสงสัย ชอบตรวจตรา มีใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ช่างสังเกต มีความคิดเห็นและลงข้อสรุปบนรากฐานของข้อมูลที่เพียงพอ และเชื่อถือได้ มีความอยากรู้อยากเห็น ไม่พอใจกับคำตอบที่ไม่สมเหตุผล (สมหวัง พิธิยานุวัฒน์ และจันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช. 2524 : 6)

มังกร ทองสุยดี (2523 : 15) กล่าวถึงคุณลักษณะของบุคคลที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. เป็นคนมีเหตุผล ไม่มั่งมาย
2. ไม่เชื่อถือโชคลาง หรือเชื่อในสิ่งที่ยังไม่มีการพิสูจน์
3. เชื่อว่าปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นนั้น ย่อมมีสาเหตุที่สามารถอธิบายได้
4. อยากรู้อยากเห็น อยากรู้อะไร ชอบคิดค้น
5. รู้จักวิพากษ์วิจารณ์อย่างมีเหตุผล
6. มีการสังเกตอย่างรอบคอบ
7. รู้จักจดบันทึกอย่างละเอียด
8. มีแผนการทำงานอยู่ตลอดเวลา
9. มีใจกว้างขวาง ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
10. ไม่ด่วนตัดสินใจในสิ่งใด ๆ จนกว่าจะได้มีการพิจารณาอย่างถี่ถ้วนและรอบคอบ
11. มีความรับผิดชอบสูง
12. เปลี่ยนแนวความคิดของตนได้ ง่ายเมื่อผู้อื่นมีเหตุผลที่ดีกว่า

กล่าวโดยสรุป เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการอย่างหนึ่งที่นักวิทยาศาสตร์ได้กระทำ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ ทำให้เกิดพฤติกรรมเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ มีความอยากรู้อยากเห็น มีเหตุผล ไม่เชื่อโชคลาง จะพยายามอธิบายในเชิงของเหตุผล ไม่รีบลงข้อสรุปโดยปราศจากข้อสนับสนุนที่เพียงพอ ยอมรับความคิดเห็นในหมู่ ๆ มีใจกว้างที่จะเปลี่ยนแปลงความคิด เมื่อมีเหตุผล รู้จักใช้ความคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์และช่างสังเกต

งานวิจัยเกี่ยวกับโครงการงานวิทยาศาสตร์กับความคิดวิจารณ์

จากการค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวกับโครงการงานวิทยาศาสตร์กับความคิดวิจารณ์นั้น ยังไม่มีผู้ใดศึกษาโดยตรง ผู้วิจัยจึงได้รวบรวมงานวิจัยที่น่าจะเกี่ยวกับการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลต่อความคิดวิจารณ์ดังต่อไปนี้

เยี่ยม ศรีทอง (2516) ได้ศึกษาผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนและการสอนแบบเดิมที่ส่งผลต่อการพัฒนาบุคลิกภาพด้านทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิดแบบสืบสวนสอบสวนและความคิดวิจารณ์ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างนักเรียน 125 คน ผลการวิจัยพบว่า เมื่อเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนและผลการสอนแบบทั่วไป นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนมีความคิดวิจารณ์ด้านความจำ การสรุปความ และการประเมินสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนด้านการอนุมานสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และด้านการตีความสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ถวิล ธาราโชน (2520 : 66) ได้ศึกษาการอบรมเลี้ยงดูและผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาด้านการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย จำนวน 424 คน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการอบรมเลี้ยงดูแบบเอาใจใส่มากเกินไป จะมีความสามารถคิดหาเหตุผลสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการอบรมเลี้ยงดูแบบปล่อยปละละเลย และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง จะมีความสามารถในการคิดเชิงตรรกสูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

วินัย คำสุวรรณ (2539 : 45 - 51) ศึกษาผลการฝึกทักษะความคิดวิจารณ์ที่มีต่อความสามารถด้านความคิดวิจารณ์และการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า คะแนนการคิดวิจารณ์ด้านรูปแบบ การนึกคิด และตรรกวิทยาเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนในระยะที่ผู้วิจัยใช้กลวิธีการเสริมแรง และหลังจากการฝึกทักษะการคิดวิจารณ์ พบว่าการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์กับความคิดวิจารณ์มีความสัมพันธ์กันสูงขึ้น

นอร์วอล (Norval. 1970 : 95 - 102) ได้ศึกษาบทบาทของวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อการคิดแบบต่าง ๆ โดยใช้วิธีการสอนที่ปรับปรุงมาจากการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของซุคแมน กับนักเรียนระดับเกรด 5 ในเมืองดีทรอยต์ จำนวน 25 คน ซึ่งเป็นกลุ่มทดลองใช้เวลาทดลองสอนติดต่อกัน 3 ปี และวัดความคิด เปรียบเทียบคะแนนกับกลุ่มควบคุม ซึ่งไม่ได้เรียนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลปรากฏว่า ในปี 1962 กลุ่มทดลองมีความสามารถคิดวิเคราะห์แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ปี 1964 กลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์แบบจำแนกประเภท และคิดวิเคราะห์แบบโยงสัมพันธ์ แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และปี 1965 การวิเคราะห์ทุกประเภทแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สรุปได้ว่า การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้มีผลต่อการคิดวิเคราะห์ที่แบบต่าง ๆ ของนักเรียน

ซิลเดรส (Childress. 1983 : 3280 - A) ได้ศึกษาถึงผลของการทำให้นักเรียนทำโครงการวิทยาศาสตร์ที่มีต่อพัฒนาการทางสติปัญญาตามทฤษฎีของเพียเจต์ของเด็กวัยรุ่น โดยตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เลือกเรียนวิชาเคมีจาก 12 เขตการศึกษา จำนวน 73 คน โดยแบ่งตัวอย่างประชากรออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

1. กลุ่มนักเรียนที่ต้องทำโครงการวิทยาศาสตร์
2. กลุ่มนักเรียนที่เลือกทำหรือไม่เลือกทำโครงการวิทยาศาสตร์ก็ได้
3. กลุ่มนักเรียนที่ไม่ต้องทำโครงการวิทยาศาสตร์

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ผ่านการทดลองเป็นเวลา 9 สัปดาห์ มีพัฒนาการทางสติปัญญาตามทฤษฎีของเพียเจต์ไม่แตกต่างกัน ส่วนนักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์มักจะเข้าร่วมกิจกรรมของส่วนรวมมาก และเมื่อทดสอบความคิดเชิงตรรกศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์มีระดับพัฒนาการเรียนรู้ตามทฤษฎีของเพียเจต์เพิ่มมากขึ้น

พาดิลลา โอเก้ และดิลลาชอร์ (วิลเวอร์ธ บียะปกรณ. 2535 : 8 ; อ้างอิงมาจาก Padilla Okey and Dillashaw. 1983) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการคิดด้านนามธรรม เพื่อที่จะทดสอบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมีความสัมพันธ์กับการคิดด้านนามธรรมเพียงใด โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็น

นักเรียนเกรด 7 - 12 จำนวน 500 คน ใช้แบบทดสอบเขียนตอบ พบว่า ความสามารถในการคิดของนักเรียนในด้านการปฏิบัติการแบบนามธรรมกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการมีความสัมพันธ์กันในระดับสูง แสดงให้เห็นว่า การสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลต่อความสามารถในการคิดด้านนามธรรมเกี่ยวกับการคิดอย่างมีเหตุผลทางด้านตรรกศาสตร์

กริฟฟิธส์ (เพ็ญพิศุทธิ์ เนคมานุรักษ์. 2537 : 72 ; อ้างอิงมาจาก Griffiths. 1987) ได้ศึกษาผลของการสอนวิทยาศาสตร์โดยยึดการปฏิบัติเป็นหลักในการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบเน้นการปฏิบัติเป็นหลัก จะพัฒนาการคิดระดับสูงและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติที่เน้นตำราเป็นหลักหรือไม่ โดยศึกษากับนักเรียนเกรด 3 และเกรด 6 ผลการวิจัยพบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างการสอนสองแบบในการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แต่พบว่ามี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองระดับ โดยนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเน้นการปฏิบัติเป็นหลักมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยเน้นตำราเป็นหลัก

จากงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น พอจะสรุปได้ว่า ความคิดวิจารณ์สามารถพัฒนาขึ้นได้โดยอาศัย การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นทักษะเบื้องต้นในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ นอกจากนั้น วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ และวิธีการสอนที่ยึดการปฏิบัติเป็นหลักยังส่งผลต่อความคิดวิจารณ์ซึ่งรวมถึง การคิดด้านนามธรรม การคิดอย่างมีเหตุผล ความคิดเชิงตรรกศาสตร์ และการคิดวิเคราะห์อีกด้วย

งานวิจัยโครงการวิทยาศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยเกี่ยวกับโครงการวิทยาศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์ มีผู้สนใจศึกษาค้นคว้าดังต่อไปนี้

ชาญชัย กิจสวัสดิ์ (2529 : 74) ได้ทำการศึกษาผลการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานในการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการฝึกทักษะการตั้ง
สมมติฐาน โดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์และใช้รูปภาพแผนภูมิความคิดสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

อุไรรัตน์ ช่างทรัพย์ (2532 : 93) ทบทวนวิจัยเรื่องการสร้างชุดกิจกรรม
การประดิษฐ์อุปกรณ์จากวัสดุเหลือใช้ประเภทพลาสติกสำหรับกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ใน
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และศึกษาพัฒนาการของนักเรียนเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัย
พบว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยหลังจากฝึกกิจกรรมแล้ว นักเรียนมีคะแนน
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนการฝึกกิจกรรม

ปรีชา กันตรง (2534 : 75 - 79) ศึกษาผลของการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีการ
ฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์
สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ และ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิด
หัวเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการฝึกคิดหัวเรื่อง
โครงงานวิทยาศาสตร์

บริยาภรณ์ ทองมาก (2537 : 69) เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 3 ที่เคยเรียนและไม่เคยเรียนในรายวิชาเลือกเสรีที่เกี่ยวข้องกับการทำโครงงานวิทยาศาสตร์
สรุปได้ว่า นักเรียนที่เคยเรียนวิชา ว 014 และ ว 017 และนักเรียนที่เคยเรียนเฉพาะวิชา
ว 014 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ไม่เคยเรียนทั้งวิชา ว 014 และ ว 017 อย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่เคยเรียนทั้งวิชา ว 014 และ ว 017 กับนักเรียนที่เคยเรียน เฉพาะ ว 014 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ไม่แตกต่างกัน

ธัญญา เรืองแก้ว (2537 : 70 - 74) เปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการฝึกคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิด วิเคราะห์วิจารณ์ การสอนตามแนวการสอนของ สสวท. ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิเคราะห์วิจารณ์มีความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพของโครงการด้านเนื้อหา และด้านการเพาะความคิดสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท.

2. นักเรียนที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิเคราะห์วิจารณ์มีความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาจากคุณภาพของสิ่งประดิษฐ์ด้านความเหมาะสมในการแก้ปัญหา ความเพียงพอในการแก้ปัญหา ความสมเหตุสมผลตามศาสตร์ การใช้ประโยชน์ และความสมบูรณ์ของผลงานสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท.

พินิคส์ (Penick. 1976 : 307 - 314) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลการสอน 2 แบบ คือ การสอนโดยครูเป็นผู้กำหนดกิจกรรมแก่นักเรียน และการสอนโดยให้นักเรียนเป็นผู้กำหนดกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง ผลปรากฏว่า กลุ่มที่สอนโดยให้นักเรียนเป็นผู้กระทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง และกลุ่มที่สอนโดยครูเป็นผู้กำหนดกิจกรรมไม่มีความแตกต่างในเรื่องภาษา ส่วนในเรื่องความคิดสร้างสรรค์ด้านรูปภาพพบว่า กลุ่มที่สอนโดยให้นักเรียนเป็นผู้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเองมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มที่สอนโดยให้ครูเป็นผู้กำหนดกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น เมื่อให้นักเรียนทำโครงงานวิทยาศาสตร์หรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ พบว่า นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

งานวิจัยโครงงานวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

มีผู้สนใจศึกษาเกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

กิตติ กล่อมเกลี้ยง (2532 : 70) ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้สถานการณ์ฝึกการกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐาน กับไม่มีการใช้สถานการณ์ฝึกการกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐาน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการใช้สถานการณ์ฝึกการกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐานกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยไม่มีการฝึกการกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐาน มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กมล เฟื่องฟู่ง (2534 : 87) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยชุดกิจกรรมฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์กับที่เรียนโดยครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกโครงงานวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยครูเป็นผู้สอนโครงงานวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .05 ตามลำดับ

ลัดดา สายพานทอง (2535 : 108) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุภาวรรณ ด่านสกุล (2539 : 74 - 75) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและการพึ่งตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือการจัดกิจกรรม พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมทางวิธีการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือการจัดกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุภาพร เสียงเรืองแสง (2540 : 102 - 103) ศึกษาผลของการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยไม่ใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ในภาพรวมไม่แตกต่างกัน ส่วนในรายสมรรถภาพย่อยในสถานการณ์ที่ 2 และที่ 3 แตกต่างกัน โดยที่นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยไม่ใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์

ฮอลโลเวล (Hollowell. 1977 : 57) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาถึงกระบวนการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 7 ขั้นตอน คือ ความเข้าใจในปัญหา การระลึกถึงข้อเท็จจริง การรวบรวมข้อเท็จจริงที่เป็นปัญหา การตรวจสอบผลที่เป็นคำตอบ การตรวจสอบดูว่าวิธีการคิดแก้ปัญหาถูกต้องหรือไม่ การคิดค้น หรือการยอมรับวิธีการคิดแก้ปัญหา พบว่า นักเรียนที่แก้ปัญหาได้สำเร็จมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่แก้ปัญหาไม่สำเร็จ และกระบวนการคิดแก้ปัญหาสอดคล้องกับขั้นตอนการคิดขั้นหนึ่งถึงร้อยละ 85

ชอร์วี่ (Shaw. 1978 : 5337 - A) ได้ศึกษาถึงวิธีการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการคิดแก้ปัญหาที่สามารถส่งผลถึงทักษะการคิดแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์และสังคมศึกษา โดยฝึกกระบวนการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในกลุ่มทดลอง ส่วนกลุ่มควบคุมไม่ได้ฝึกเป็นเวลา 24 สัปดาห์ แล้วนำเครื่องมือด้านวิทยาศาสตร์และสังคมศึกษามาใช้ทดสอบ พบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนสูงด้านทักษะการคิดแก้ปัญหาทั้งวิทยาศาสตร์และสังคมศึกษา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแสดงว่า ทักษะการคิดแก้ปัญหาสามารถสอนโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการนั้นสามารถถ่ายทอดไปยังเนื้อหาวิชาสังคมศึกษาได้

อีโนไอเยจู (Eniayeju. 1983 : 795 - 801) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการสอนโดยครูสวัสดิ์กับการสอนโดยศึกษาจากเอกสาร และทักษะในการแก้ปัญหาในวิชาเคมีระดับวิทยาลัย กลุ่มตัวอย่างจำนวน 60 คน ซึ่งได้มาด้วยการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย แบ่งเป็น

2 กลุ่ม กลุ่มแรกสอนโดยให้นักเรียนศึกษาด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง กลุ่มที่สองสอนโดยครูพบว่าการสอนโดยศึกษาด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองส่งผลต่อมโนคติ และทักษะในการแก้ปัญหาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนส่วนมากชอบชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองมากกว่าการสอนโดยครู

จากงานวิจัยดังกล่าวข้างต้นพบว่า โดยส่วนใหญ่ผู้เรียนที่ทำกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ไม่ทำกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันโดยนักเรียนที่ไม่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่า

งานวิจัยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กับความคิดวิจารณ์

มีผู้สนใจศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กับความคิดวิจารณ์ ซึ่งรวมถึงความคิดอย่างมีเหตุผล การคิดเชิงตรรกศาสตร์ ดังนี้

กมล หลีกภัย (2524 : 68) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรก ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 192 คน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ มีความสัมพันธ์กันทางบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วินัย เทียมเมือง (2529 : 86) ได้ศึกษาผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่มีต่อความคิดอย่างมีเหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองสอนโดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ จำนวน 30 คน และกลุ่มควบคุมสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นงนุช มาณูตร (2532 : 88) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะการตั้งสมมติฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบฝึกการคิด

อย่างมีเหตุผลกับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกคิดอย่างมีเหตุผล กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน
อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และทักษะการตั้งสมมติฐานของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึก
การคิดอย่างมีเหตุผลกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
ที่ระดับ .01

เบญจมาศ สันประเสริฐ (2533 : 80) ได้ศึกษาผลการสอนที่ใช้แบบฝึกทักษะการ
ทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดวิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยม
ศึกษาปีที่ 1 พบว่า ความคิดวิจารณ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลอง
กับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่
ระดับ .01

สันต์ธวัช ศรีคานแท้ (2537 : บทคัดย่อ) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดวิจารณ์
กับการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียน
บ้านท่ามะปรางวิทยา จังหวัดสระบุรี ผลการวิจัยพบว่า ความคิดวิจารณ์และการนำความรู้ทาง
วิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์กลุ่มสูง สูงกว่า
นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กลุ่มต่ำ

สมสุข ไถวจริญ (2541 : 113) ศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์
ของนักศึกษาพยาบาลวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี ภาควิชาได้ พบว่า นักศึกษาพยาบาลที่มีผลสัมฤทธิ์ทาง
การศึกษาสูงจะมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์สูงกว่านักศึกษาพยาบาลที่มีผลสัมฤทธิ์ทาง
การศึกษาต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

โปลันสกี (Polanski. 1975 : 5952 - 5953 - A) ศึกษาเพื่อหาความสัมพันธ์
ระหว่างปฏิบัติการคิดเชิงตรรกศาสตร์ การคิดแบบวิเคราะห์วิจารณ์ และความคิดสร้างสรรค์ กับ
ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนเกรด 4 จำนวน 111 คน และระดับ
เกรด 6 จำนวน 109 คน ปรากฏว่าความสามารถในการคิดเชิงตรรกศาสตร์และความสามารถ
ในการคิดแบบวิเคราะห์วิจารณ์มีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดกับตัวประกอบที่เรียกว่า "ความเข้าใจ"
ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ส่วนความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์กับความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์

เพียงเล็กน้อย อีกทั้งพบว่า นักเรียนเกรด 6 ทำคะแนนจากการสอนทุกด้านได้ดีกว่านักเรียนระดับเกรด 4

โรเซน (Rosen. 1986 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาผลของทักษะการคิดอย่างมีวิจาร์ณาต่อการเรียนรู้เนื้อหาของวัยรุ่นที่มีความสามารถต่ำ กลุ่มทดลองเป็นนักเรียนเกรด 9 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ จำนวน 84 คน กลุ่มควบคุมที่ 1 เป็นนักเรียนที่ไม่ได้รับการฝึกทักษะการคิดอย่างมีวิจาร์ณาแต่มีที่เสี่ยงและเครื่องมือ จำนวน 108 คน ส่วนกลุ่มควบคุมที่ 2 เป็นกลุ่มที่ไม่ได้รับสิ่งใด ๆ ทั้งสิ้น จำนวน 52 คน ผลการวิจัยพบว่า ไม่มีความแตกต่างต่อการฝึกคิดวิจาร์ณาต่อการเรียนรู้เนื้อหา นักเรียนที่ได้รับการฝึกคิดอย่างมีวิจาร์ณาสามารถทำงานได้ดีเท่ากับนักเรียนกลุ่มที่มีที่เสี่ยงและเครื่องมือ

เพลป์ (Phelps. 1987 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจาร์ณาของนักศึกษาฝึกหัดครูที่ได้รับการสอนแบบไตรตรง เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างการคิดอย่างมีวิจาร์ณากับองค์ประกอบเกี่ยวกับความสามารถทางสมอง และการยึดมั่นในความคิดตน ผลการวิจัยพบว่า มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างความสามารถทางสมองและการคิดอย่างมีวิจาร์ณาทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีความสัมพันธ์ทางลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างการยึดมั่นในความคิดตนกับการคิดอย่างมีวิจาร์ณาเฉพาะกลุ่มทดลอง

ทาร์คิงตัน (Tarkington. 1989 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจาร์ณาของนักเรียนเกรด 7 โดยใช้วิธีการสัมมนาแบบ Paideia ซึ่งประกอบด้วย การอภิปราย และกิจกรรมแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างนักเรียนกับครู ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถต่ำได้คะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดอย่างมีวิจาร์ณาสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถปานกลางและสูง และนักเรียนหญิงได้คะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดอย่างมีวิจาร์ณาสูงกว่านักเรียนชายอย่างมีนัยสำคัญ

ลัมพ์คิน (Lumpkin. 1991 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการสอนทักษะการคิดวิจาร์ณาที่มีต่อความสามารถด้านความคิดวิจาร์ณา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในเนื้อหาวิชา สังคมศึกษาของนักเรียนเกรด 5-6 พบว่า เมื่อสอนทักษะความคิดวิจาร์ณาแล้ว นักเรียนเกรด 5 และเกรด 6 มีความสามารถด้านการคิดวิจาร์ณาไม่แตกต่างกัน กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่เป็น

นักเรียนเกรด 5 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในเนื้อหาวิชาสังคมศึกษาไม่แตกต่างกัน ส่วนกลุ่มทดลองที่เป็นนักเรียนเกรด 6 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในเนื้อหาวิชาสังคมศึกษาสูงกว่ากลุ่มควบคุม

จากงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น พบว่า ส่วนมากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับความคิดวิเคราะห์และพบว่า เมื่อฝึกให้นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผล นักเรียนจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการฝึกคิดอย่างมีเหตุผล แต่ก็มีงานวิจัยบางเรื่องพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่ำกลับมีความคิดวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูง ซึ่งงานวิจัยดังกล่าวมีอยู่น้อยมาก

งานวิจัยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีผู้สนใจศึกษาไว้มาก ผู้วิจัยได้รวบรวมไว้พอสังเขป ดังนี้

ลัดดา อุตสาหะ (2518 : 37 - 40) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนทั้งหญิงและชาย จำนวน 100 คน ผลการวิจัยพบว่า ความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกับกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ แตกต่างกัน และความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงแตกต่างกัน

สุปรียา ลาเจียก (2522 : 47 - 49) ทาความสัมพันธ์ระหว่างสติปัญญา ความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 641 คน ผลการวิจัยพบว่า ระดับสติปัญญาของนักเรียนมีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 และความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

ยุบล บุญชื่น (2525 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างแบบความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนอัมพันวิทยาลัย จังหวัดสมุทรสงคราม ผลการวิจัยพบว่า ความคิดสร้างสรรค์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กันทางบวก และพบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงมีความคิดสร้างสรรค์สูง และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ต่ำก็มีความคิดสร้างสรรค์ต่ำ

การดี ธนเทพ (2526 : 75 - 77) ได้วิจัยเรื่อง การสร้างสมการทำนายความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จากความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โปรแกรมวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในเขตกรุงเทพมหานคร และชลบุรี 12 โรงเรียน ผลการวิจัยพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01

วินัย คำสุวรรณ (2528 : บทคัดย่อ) ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร สังกัดสำนักงานการประถมศึกษากรุงเทพมหานคร โรงเรียนสาธิตสังกัดทบวงมหาวิทยาลัย สังกัดละ 105 คน ผลการวิจัยพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กันทางบวก

ครองพจน์ รุกขวิบูลย์ (2529 : 275) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เขตกรุงเทพมหานคร พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีความสัมพันธ์กันทางบวก

สุชีพ ดรีประเคน (2532 : 44 - 46) ได้ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับพฤติกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

กัมปนาท วัชรธนาคม (2534 : ก - ข) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิง ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สูงกว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงไม่แตกต่างกัน ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กันทางบวก

ฐเกียรติ บุญกะนันท์ (2534 : ก - ข) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิง ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความคิดสร้างสรรค์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สูงกว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงไม่แตกต่างกัน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กันทางบวก

เกตเซลส์ และแจ๊คสัน (Getzels and Jackson. 1962 : unpagged) ได้ศึกษาถึงลักษณะของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ในสองลักษณะ คือ เด็กที่มีสติปัญญาสูง และเด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์สูง พบว่า เด็กที่มีสติปัญญาสูงเป็นผู้ที่ใช้ความสามารถในการคิดเอกนัย จะคิดวนทางเดียว ถือคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว ในขณะที่เด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงจะต้องใช้ความสามารถทั้งในการคิดแบบเอกนัย และอเนกนัย

เฟลด์ฮูเซน และคนอื่น ๆ (Feldhusen and other. 1971 : 35 - 39) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับแบบทดสอบที่ใช้วัดความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์กับนักเรียนเกรด 5, 8 และ 11 จำนวน 356 คน พบว่า ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างน้อยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

โคเฮน (Cohen. 1975 : 327 - 329) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกรด 6 และเกรด 7

ผลการวิจัยพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกรด 6 และเกรด 7 มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

จากงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น โดยส่วนมากพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กันทางบวก นั่นคือ นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง มีความคิดสร้างสรรค์สูง และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ มีความคิดสร้างสรรค์ต่ำ

งานวิจัยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

มีผู้สนใจศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์จำนวนมาก ผู้วิจัยรวบรวมไว้พอสังเขปดังนี้

นางนุช วรรณวาทะ (2514 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูง โดยใช้แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหา ซึ่งแยกพฤติกรรมออกเป็น 2 ด้านคือ การแก้ปัญหาโดยอาศัยหลักการและการแก้ปัญหาโดยอาศัยข้อเท็จจริง ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จิตนา ราชรองเมือง (2516 : 1 - 88) ได้ศึกษากลุ่มสัมพันธ์ระหว่างความคิดแบบสืบสวนสอบสวน วิธีการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหา (โดยไม่คำนึงถึงวิธีการ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้หลักการมากกว่าข้อเท็จจริงและยังมีความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้หลักการมากกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

วรรณดี วรรณศิลป์ (2522 : 1 - 56) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ

นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยตลอดทั้งภาคเรียนสูงและต่ำ มีความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อาทเวย เลิศชัยกันต์ (2523 : 91 - 122) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางด้านการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถทางสมอง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนรัฐบาลในเขตกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่าความสามารถด้านการคิดแก้ปัญหาทางวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถทางสมองมีความสัมพันธ์กันสูงมาก ความสามารถด้านการคิดแก้ปัญหาที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง

โยธิน ศรีโสภกา (2524 : 71 - 72) ได้ศึกษาแนวคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2521 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและต่ำ เลือกใช้แนวคิดแก้ปัญหาแตกต่างกัน และการเลือกแนวคิดแก้ปัญหาด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดหาคำตอบ ไม่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

กันยารัตน์ ฤทธิ์บำรุง (2531 : 82 - 83) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเรียนโดยการฝึกอภิปรายแก้ปัญหาาร่วมกันทั้งห้องที่เป็นกลุ่มย่อยและแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ฝึกอภิปรายแก้ปัญหาเป็นกลุ่มย่อยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ฝึกอภิปรายแก้ปัญหาาร่วมกันทั้งห้องและนักเรียนที่ฝึกอภิปรายแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล ส่วนนักเรียนที่ฝึกอภิปรายแก้ปัญหาาร่วมกันทั้งห้องกับการฝึกแก้ปัญหาเป็นรายบุคคลมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน

กาญจนา ลภรรยา (2532 : 75 - 76) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน โดยให้กลุ่มทดลองเรียนโดยการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทาง กลุ่มควบคุมเรียนโดยการสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง ผลการวิจัยพบว่า

1. กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม
2. กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีระดับความสามารถทางการเรียนต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
3. ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีสอนกับระดับความสามารถทางการเรียนที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีสอนกับระดับความสามารถทางการเรียนที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์

นันทเดช โชคถาวร (2532 : 56) ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นกับไม่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ไม่เน้นการระบุแนวทาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วิทยา ทวีทรัพย์ (2532 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอุดรพิทยานุกูล จังหวัดอุดรธานี พบว่า การแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ไม่มีความสัมพันธ์กัน

พัชรินทร์ ธารีรัฐการพ์ (2535 : 82) ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษา ด้วยเทคนิคศึกษากรณีตัวอย่าง กับการสอนตามคู่มือการสอนของหน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จางงศ์ จันทฤกษ์ (2539 : 66) เปรียบเทียบผลการฝึกแบบการคิดต่างกันที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความถนัดทางการเรียนด้าน

คณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีระดับความถนัดทางการเรียนด้านคณิตศาสตร์สูงกับนักเรียนที่มีระดับความถนัดทางการเรียนด้านคณิตศาสตร์ปานกลาง และนักเรียนที่มีระดับความถนัดทางการเรียนด้านคณิตศาสตร์สูงกับนักเรียนที่มีระดับความถนัดทางการเรียนด้านคณิตศาสตร์ต่ำมีความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกัน โดยที่คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงมีค่าสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่มีระดับความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลางและต่ำ นักเรียนที่มีระดับความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลางกับนักเรียนที่มีความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ มีความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกัน โดยที่คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่มีระดับความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลางมีค่าสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่มีระดับความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ

เมอร์ดิท (Maridith. 1962 : 3550 - A) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการจัดเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ 2 แบบ โดยศึกษากลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา จำนวน 42 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งทั้ง 2 กลุ่มมีคะแนนความสามารถทางการเรียนและคะแนนสอบครั้งแรกของการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อยู่ในเกณฑ์เดียวกัน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่ากลุ่มควบคุม และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีสหสัมพันธ์อย่างสูงกับความรู้ที่เกี่ยวกับข้อเท็จจริง และหลักการทางวิทยาศาสตร์

บัดซ์ (Butts. 1965 : 138 - 145) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหา กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาจากวิทยาลัยครูจาก 21 แห่ง ซึ่งผ่านวิชาการสอนวิทยาศาสตร์เบื้องต้น มีเวลาเรียนวิทยาศาสตร์ไม่ต่ำกว่า 17.4 ชั่วโมง และมีความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบที่ใช้คือ Step ใช้ทดสอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความจริง และหลักการ ทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า มีความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหากับความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความจริงและหลักการ

จอห์น (Johns. 1966 : 994 - 995) ได้ศึกษาผลการเรียนของนักเรียนวิทยาศาสตร์ทั่วไปเกรด 8 โดยใช้การสอน 2 วิธี กลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบบรรยาย ส่วนกลุ่มทดลองให้เรียนโดยวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเอง มีแต่เพียงคำแนะนำที่ครูแจกให้ ซึ่งนักเรียน

สามารถเลือกแบบปฏิบัติการที่ก่อให้เกิดความรู้ ชัดแจ้งจริง และมีภาพด้วยตนเอง ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดหาเหตุผลการแก้ปัญหา ทักษะคิดต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะในการเรียนดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

มาฮาน (Mahan. 1970 : 309 - 316 - A) ได้ศึกษาผลการสอนของครู 2 แบบ คือ การสอนแบบบรรยาย ประกอบการอภิปราย และวิธีสอนแบบแก้ปัญหา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 9 ใช้เกณฑ์ในการคัดเลือก คือ ระดับสติปัญญา คุณวุฒิของครูผู้สอน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับใกล้เคียงกัน หลังจากการเรียนการสอนผ่านไป 1 ปี แล้วทำการสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชายมีความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์มากขึ้น และสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ดี นักเรียนที่อ่อนมีความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และมีทักษะในการแก้ปัญหามากขึ้น

นอร์ตัน (Norton. 1972 : 204 - A) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาวินิจฉัย วิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 4,5 และ 6 จำนวน 27 คน ในการศึกษาครั้งนี้ ความสามารถในการแก้ปัญหาวินิจฉัยจากคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบการแก้ปัญหา ซึ่งแบ่งเป็น 5 ขั้นตอนคือ

1. นิเทศน์เข้าสู่ปัญหา (Problem Orientation)
2. ชี้บ่งปัญหา (Problem Identification)
3. การแก้ปัญหา หาคำตอบ (Problem Solution)
4. วิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis)
5. พิสูจน์ปัญหา (Verification)

ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กับความรู้ของนักเรียนที่มีอยู่ก่อนแล้ว

การ์บรีลี (Gabrielle. 1972 : 5650 - A) ได้ศึกษาถึงความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษาครุในมหาวิทยาลัยซีราคิวส์ (Syracuse) จำนวน 50 คน โดยแบ่งนักศึกษาออกเป็น 3 กลุ่ม ตามความสามารถในการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาวินิจฉัยของนักศึกษามีความสัมพันธ์ทางบวกกับความรู้ ประสบการณ์ การฝึกหัด ระดับการศึกษา และประสิทธิภาพในการติดต่อสื่อสารกับผู้อื่น แต่ความสามารถในการแก้ปัญหาวินิจฉัยมีความสัมพันธ์กับทัศนคติต่อการศึกษาทั่วไป

นาบอร์ (Nabor. 1975 : 3241 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับเกรด 5 และ เกรด 6 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

จากงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น พบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูง มีงานวิจัยเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไม่มีความสัมพันธ์กัน

งานวิจัยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนกับความคิดวิจารณ์

งานวิจัยเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมทางการเรียนกับความคิดวิจารณ์ในประเทศไทยนี้ มีผู้สนใจศึกษา น้อย แต่ในต่างประเทศมีผู้สนใจศึกษาอย่างกว้างขวางเท่าที่ผู้วิจัยรวบรวมได้มีดังนี้

ศศิธร จิตตพุทธิ (2539 : ก) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างกลวิธีการสอน ทักษะคิดที่เอื้อต่อการคิด สิ่งแวดล้อมในการคิด ผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา และชั้นปีของนักศึกษา กับความสามารถในการคิดวิจารณ์ของนักศึกษาพยาบาล สถาบันการศึกษาเอกชนในเขตกรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาพยาบาลชั้นปีที่ 2, 3, 4 ปีการศึกษา 2538 จำนวน 297 คน ผลการวิจัยพบว่า ไม่มีปัจจัยใดที่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการคิดวิจารณ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$) และความสามารถในการคิดวิจารณ์ไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละชั้นปี การศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$)

สุรเชษฐ์ ผลพานิชเจริญ (2530 : บทคัดย่อ) ศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลกับการเชื่อถือใจกลางของนักเรียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ ในเขตจังหวัดปทุมธานี พบว่า

1. นักเรียนที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลสูงจะมีการเชื่อถือใจกลางต่ำ
2. นักเรียนที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลชั้นปฏิบัติการคิดด้วยรูปแบบ มีการเชื่อถือใจกลางสูงกว่าชั้นปฏิบัติการคิดด้วยนามธรรม

3. นักเรียนหญิงมีการเชื่อถือโชคกลางสูงกว่านักเรียนชาย
4. นักเรียนชายมีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลสูงกว่านักเรียนหญิง

กิบสัน (เอื้อชาติ ชูชื่น. 2535 : 72 ; อ้างอิงมาจาก Gibson. 1985) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การคิดอย่างมีวิจารณญาณ:รูปแบบการสื่อสารโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาปัญหาว่า โรงเรียนจะส่งผลโดยตรงต่อกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้อย่างไร ผลการวิจัยพบว่า

1. กลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนหรือพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง
2. ทักษะและกระบวนการเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิจารณ์อย่างเป็นสิ่งที่สามารถกำหนดสอน และวัดได้
3. โปรแกรมการสอนที่เน้นการค้นหาวิธีการด้วยการอ่าน การเขียน การเข้าร่วมในชั้นเรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนได้

โรเซน (Rosen. 1956 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาผลของทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่อการเรียนรู้เนื้อหาของวัยรุ่นที่มีความสามารถต่ำ กลุ่มทดลองเป็นนักเรียนเกรด 9 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ จำนวน 84 คน กลุ่มควบคุมที่ 1 เป็นนักเรียนที่ไม่ได้รับการฝึกทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แต่มีพี่เลี้ยงและเครื่องมือ จำนวน 108 คน ส่วนกลุ่มควบคุมที่ 2 เป็นกลุ่มที่ไม่ได้รับสิ่งใด ๆ ทั้งสิ้น จำนวน 52 คน ผลการวิจัยพบว่า ไม่มีความแตกต่างระหว่างการฝึกทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่อการเรียนรู้เนื้อหา นักเรียนที่ได้รับการฝึกคิดอย่างมีวิจารณญาณสามารถทำงานได้ดีเท่ากับกลุ่มที่มีพี่เลี้ยงและเครื่องมือ

ยัง (Young. 1986 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษา "โปรแกรมวรรณคดีเบื้องต้น : รูปแบบสำหรับส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการอ่าน ความคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความสามารถในการส่งเสริม IRIAD MODEL" กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 3 จากโรงเรียน 2 แห่ง ในการฝึกนั้นจะให้กลุ่มทดลองฝึกทักษะการคิดสร้างสรรค์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้บทเรียนวรรณคดี 8 หน่วย พบว่า การได้มาซึ่งทักษะการคิดสร้างสรรค์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความสัมพันธ์ทางบวกกับจำนวนหนังสือที่อ่าน

ฮัดกินส์ และอีเดลแมน (Hudgins and Edelman. 1986 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการสอนการคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับนักเรียนเกรด 4 และ 5 โดยใช้รูปแบบการอภิปรายกลุ่มเล็ก ซึ่งมีครูเป็นผู้นำการอภิปราย กลุ่มตัวอย่างเป็นครูที่สมัครใจเข้าร่วมโครงการของนักเรียนเกรด 4 และ 5 ผลการวิจัยพบว่า ครูพูดน้อยลง จำนวนการพูดในการอภิปรายกลุ่มเล็กของนักเรียนเพิ่มขึ้น และพฤติกรรมทางวาจาของนักเรียนจะเปลี่ยนไป โดยการหาหลักฐานของนักเรียนมีความถี่เพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบความถี่ในการสรุป มีการค้นหาหลักฐานจากผู้อื่นเพิ่มขึ้น และแสดงความเห็นด้วยและไม่เห็นด้วยกับข้อสรุป และหลักฐานของผู้อื่นเพิ่มขึ้นแต่ไม่พบการเปลี่ยนบทบาทของครูมาเป็นผู้นำ (ข้อมูล หลักฐานหรือข้อสรุป) และเป็นผู้นำการค้นหา (ถามนักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้เตรียมข้อมูลหลักฐานหรือข้อสรุป) ซึ่งพบว่าการค้นหาของครูมีน้อยลง และไม่พบว่า คะแนนจากแบบสอบถามการคิดอย่างมีวิจารณญาณของกลุ่มทดลองภายหลังการทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

แม็คมิลแลน (Mcmillan. 1987 : บทคัดย่อ) ได้รวบรวมการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณในระดับวิทยาลัย จำนวน 27 เรื่อง ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับผลของตัวแปรด้านการสอนที่มีต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษา พบว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาเพิ่มขึ้นขณะที่ศึกษาอยู่ในวิทยาลัย แต่ไม่ปรากฏชัดเจนว่าจะอะไรเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว

พอลแลค (Pollack. 1987 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยศึกษาผลของบรรยากาศชั้นเรียนเด็กเกรด 4 โดยใช้การสังเกตระยะยาว การสัมภาษณ์ และการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการใช้กลวิธีแบบต่าง ๆ ในการสร้างบรรยากาศและสิ่งแวดล้อมที่หลากหลายเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ได้แก่ การแข่งขัน การทำงานเป็นกลุ่ม กลวิธีการใช้คำถาม ตารางที่ยืดหยุ่น และการให้ข้อมูลย้อนกลับและการประเมินผลของผู้สอน จากการสังเกตพบว่า ทั้งการแข่งขันระหว่างกลุ่มกับการแข่งขันกับตนเองก่อให้เกิดการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพิ่มขึ้น สำหรับการดำเนินงานเป็นกลุ่มและการเรียนรู้ร่วมกันจะช่วยสร้างบรรยากาศที่พัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การสนับสนุนให้ผู้เรียนคิดก็เป็นบรรยากาศอีกแบบหนึ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนคิด ส่วนกลวิธีการใช้คำถาม ทั้งการนิรนัย การเริ่มต้นด้วยข้อค้นพบ และการใช้คำถามปลายเปิด การกำหนดตารางที่ยืดหยุ่นโดยปล่อยให้ผู้เรียนได้ใช้เวลาตามที่ต้องการสำหรับ

การแก้ปัญหา การทำให้ข้อมูลย้อนกลับของผู้สอนนั้น ช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนมีกำลังใจที่จะประเมินผลการทำงานของตนเอง ปฏิสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ที่กล่าวมาช่วยสร้างบรรยากาศที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

แม็คคอริก (McCormick. 1988 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษามลของการใช้สื่อสิ่งพิมพ์ในการสอนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณแก่นักศึกษาผู้ใหญ่ ได้ข้อสรุปดังนี้

1. นักศึกษาผู้ใหญ่ที่เข้าเรียนในชั้นเรียนที่ใช้สื่อสิ่งพิมพ์ในการสอนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 1 ภาคเรียน ไม่มีการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่าผู้ที่ไม่ได้เข้าร่วมในโปรแกรม
2. ไม่มีหลักฐานที่แสดงความแตกต่างในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทั้งก่อนและหลังการสอน โดยใช้สื่อสิ่งพิมพ์ระหว่างนักศึกษาหญิงและนักศึกษาชายที่เข้าร่วมในโปรแกรม

บริลล์ (Brell. 1990 : บทคัดย่อ) ได้ทำการทดสอบทฤษฎีภายใต้การโต้แย้งเกี่ยวกับการถ่ายโอนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและอธิบายถึงวิธีการส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณในห้องเรียน งานที่ทำก่อนในการสอนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ คือ การส่งเสริมนิสัยการสืบสอบแก่ผู้เรียนซึ่งนำไปสู่การพัฒนาสติปัญญา จริยธรรม และการบูรณาการทางสังคม

คอมเมย์เรส (Commeyras. 1990 : บทคัดย่อ) ได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการคิดวิจาร์ณญาณกับการอ่านของผู้เรียนโดยดูจากใบรายงานผลการศึกษา พบว่า การคิดวิจาร์ณญาณมีความสัมพันธ์กับการอ่านเพื่อทำความเข้าใจ และยังแสดงให้เห็นว่าการคิดวิจาร์ณญาณนั้น สามารถส่งเสริมได้ในการสอนประจำวัน โดยใช้วัสดุอุปกรณ์ในห้องเรียนที่ต่างกัน

ไรท์ (Wright. 1990 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยโดยมีจุดมุ่งหมายว่า ผู้ที่สอนการศึกษาทางไกลควรจะพยายามพัฒนาความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนสายวิชาชีพ ผลการวิจัยพบว่า ชุดแบบฝึกการคิดสามารถเพิ่มการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนได้ และผู้เรียนพอใจกับการยืดหยุ่น ทั้งวิธีการที่ผู้สอนเป็นผู้นำทาง และผู้เรียนเป็นผู้นำทาง การทำให้กำลังใจงาน การบูรณาการทักษะต่าง ๆ เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ฟรอสต์ (Frost. 1991 ; อ้างถึงใน เอื้อชาติ ชูชื่น. 2535 : 17) ศึกษาผลของวิธีเรียนวิชาแนะแนว และการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในคณะที่มีต่อการส่งเสริมการคิดอย่างมี

วิจารณ์ของนักศึกษาผู้หญิงในระดับวิทยาลัย กลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาหญิงระดับวิทยาลัย 2 แห่ง ในอเมริกา คือ วิทยาลัย ก. มีนักศึกษา 127 คน วิทยาลัย ข. มีนักศึกษา 140 คน ซึ่งมีความคล้ายคลึงกันในการเรียนการสอนและหลักสูตร แต่แตกต่างกันในวิธีการเรียนวิชาแฉะแนว โดยวิทยาลัย ก. นักศึกษาต้องค้นคว้าเอง และจะพบอาจารย์อย่างน้อยสัปดาห์ละ 2 ครั้งในการเรียนทั้งหมด ส่วนวิทยาลัย ข. นักศึกษาพบอาจารย์สัปดาห์ละครั้งทุกสัปดาห์ เป็นเวลา 20 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาค้นคว้าเองโดยมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในกลุ่มของนักศึกษาวิทยาลัย ก. มีคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ในด้านการอนุมาน และการกำหนดข้อสันนิษฐาน ส่วนกลุ่มตัวอย่างของวิทยาลัย ข. ไม่พบความแตกต่างของคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณ์ก่อนและหลังการทดลอง

แอนเดอร์สัน (Anderson, 1992 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการใช้ภาพยนตร์เป็นอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์ในวิชากฎหมายและวิชาจิตวิทยา โดยผู้วิจัยได้ใช้ภาพยนตร์เป็นสื่อในการกระตุ้นให้ผู้เรียนอภิปรายในห้องเรียน ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนมีการแสดงออกในการเรียนรู่มากขึ้น มีการคิดอย่างมีวิจารณ์เพิ่มขึ้น และมีการพัฒนาทักษะการพูดมากขึ้นด้วย

จากงานวิจัยดังกล่าวข้างต้นพบว่า ความคิดวิจารณ์สามารถพัฒนาได้โดยการฝึกทักษะการคิดวิจารณ์และการจัดบรรยากาศในชั้นเรียน เช่น การแข่งขัน การทำงานเป็นกลุ่ม กลวิธีใช้คำถาม ตารางที่ยืดหยุ่น การให้ข้อมูลย้อนกลับ การใช้สื่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ส่วนส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณ์ และยังพบว่า ความคิดวิจารณ์มีความสัมพันธ์กับการอ่านเพื่อทำความเข้าใจและจำนวนหนังสือที่อ่าน นักเรียนที่คิดอย่างมีเหตุผลสูงจะเชื่อใซ้กลางต่ำ

งานวิจัยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมทางการเรียนกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีผู้สนใจศึกษามาก โดยส่วนใหญ่จะศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมทางการเรียนกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ดังเช่น

สุวิมล ชอบทาทกิจ (2523 : 61 - 62) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เขตการศึกษา 2 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนโรงเรียนโรงเรียนมัธยมสาธิต 100 คน และนักเรียนมัธยมสายสามัญ 150 คน ผลการวิจัยพบว่า ทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

เบญจมาศ ธีณญาณี (2524 : 50) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ของครูกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในเขตกรุงเทพมหานคร และจังหวัดกาญจนบุรี รวม 149 คน ผลการวิจัย พบว่าพฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ของครูมีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ฐจิต ตันอรธนาวิน (2528 : 274 - 275) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับการอ่านวารสารทางวิทยาศาสตร์ และการชมรายการวิทยาศาสตร์ทางโทรทัศน์ และเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ การอ่านวารสารทางคณิตศาสตร์ และการชมรายการวิทยาศาสตร์ทางโทรทัศน์ ระหว่างนักเรียนหญิงกับนักเรียนชาย ผลการวิจัย พบว่าความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกรุงเทพมหานคร มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการอ่านวารสารทางวิทยาศาสตร์ แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับการชมรายการวิทยาศาสตร์ทางโทรทัศน์ และความคิดสร้างสรรค์ทางของนักเรียนชายและหญิง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กิตติ แสงสุวรรณ (2534 : 75 - 77) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในเขตการศึกษา 6 พบว่า สิ่งแวดล้อมทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์แบบบรรยาย แบบสาธิต และแบบสืบเสาะหาความรู้มีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (รวม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และสิ่งแวดล้อมทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านกิจกรรมนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่นักเรียนมีส่วนร่วมโดยตรงและนักเรียนมีส่วนร่วมโดยอ้อมมีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (รวม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

บงกชพันธ์ ทองงาม (2535 : 126 - 127) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโก้เป็นรายบุคคลและรายกลุ่ม และเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังการทดลอง พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนเป็นรายบุคคล และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังจากเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโก้ที่เรียนเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่มสูงกว่าก่อนเรียน

สมบัติญา ศรีภคานนท์ (2535 : 116) ได้ศึกษาความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดกิจกรรมการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า บทเรียนที่เรียนโดยชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า บทเรียนที่เรียนโดยชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์และที่เรียนกับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ธนิษฐ์ สุคนธนิกร (2536 : 202) ศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ระดับสูง กลาง และต่ำ กับรูปแบบการนำเสนอภาพคอมพิวเตอร์กราฟิกรูปทรงเรขาคณิตซึ่งเป็นการหมุนแกนภาพแบบต่อเนื่อง และแบบเสนอภาพที่ละมุมมอง ที่มีผลต่อความเข้าใจในการมองภาพของนิสิตชั้นปีที่ 2 คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผลการวิจัยพบว่า ไม่พบปฏิสัมพันธ์และไม่พบผลกระทบโดยตรงด้านความแตกต่างของความเข้าใจในการมองภาพระหว่างตัวแปรระดับความคิดสร้างสรรค์กับรูปแบบการนำเสนอภาพ

อดุลย์ วงษ์ใหญ่ (2538 : 79 - 80) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้อุสสารวิทยาศาสตร์ประกอบการสอนและการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้อุสสารวิทยาศาสตร์ประกอบการสอนกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน ส่วนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้อุสสารวิทยาศาสตร์ประกอบการสอนกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการสอนโดยใช้อุสสารวิทยาศาสตร์ประกอบการสอนสูงกว่าก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เซมิกาญจน์ ทองมา (2540 : 103) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์กับการสอนตามแนวของ สสวท. สรุปได้ว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวของ สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวของ สสวท. มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

แอนเดอร์สัน (Anderson. 1973 : 180 - A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมในห้องเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนเกรด 6 พบว่า ความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์พิจารณาได้จากผลผลิต และกระบวนการในการแก้ปัญหา ความสามารถทั้งสองด้านนี้ส่งเสริมได้โดยกิจกรรมทางวาจาในห้องเรียน การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ จะไม่ทำให้เกิดผลเสียต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

เทย์เลอร์ (Taylor. n.d. ; อ้างถึงใน ชูจิต ดันอรธนาวิณ. 2528 : 21) ได้ศึกษาตัวแปรต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์ของนักวิทยาศาสตร์จำนวน 94 คน และพบว่า นักวิทยาศาสตร์ที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงเป็นผู้ที่อ่านหนังสือสัปดาห์ละ 1 เล่ม หรือมากกว่าเมื่อมีอายุระหว่าง 10 - 12 ปี และหนังสือที่อ่านนั้นไม่ใช่หนังสือที่ถูกกำหนดให้อ่านที่โรงเรียน

ซูเวซ (Suarez. 1982 : 4980 - A) ได้ศึกษาผลการดูโทรทัศน์ที่มีต่อเด็กชาวเปอร์โตริโก ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3, 4 และ 5 ของประเทศเปอร์โตริโก จำนวน 196 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ดูโทรทัศน์ได้คะแนนความคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้ดูโทรทัศน์

เพียร์ซ (Pierce. 1983 : 2146 - A) ได้ศึกษาเรื่องความสัมพันธ์ของการดูโทรทัศน์ การอ่าน และสภาพแวดล้อมทางบ้านกับความคิดสร้างสรรค์ การเขียนอย่างสร้างสรรค์

และความสามารถในการเขียนของเด็ก กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน จำนวน 102 คน ที่มีอายุระหว่าง 10 - 14 ปี ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้คะแนนความคิดสร้างสรรค์สูงชอบอยู่กับเพื่อนมากกว่า นักเรียนที่ได้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ต่ำชอบดูโทรทัศน์มากกว่า และนักเรียนพวกที่ได้คะแนนความคิดสร้างสรรค์สูงเป็นพวกที่ดูโทรทัศน์ปานกลาง (วันละ 2 - 3 ชั่วโมง) มากกว่าพวกที่ดูโทรทัศน์น้อย (วันละ 0 - 1 ชั่วโมง) หรือพวกที่ดูโทรทัศน์มาก (วันละ 4 ชั่วโมงหรือมากกว่า)

จากงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น พบว่า ความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมทางการเรียน เช่น พฤติกรรมการสอนของครู กิจกรรมทางวาจาในห้องเรียน การใช้สื่อจากคอมพิวเตอร์ อนุสารและวารสารวิทยาศาสตร์ และยังพบอีกว่าการดูโทรทัศน์มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ กล่าวคือ นักเรียนที่ดูโทรทัศน์ในระดับปานกลาง (วันละ 2 - 3 ชั่วโมง) มีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่าพวกที่ดูโทรทัศน์มากและน้อย และพบว่าทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมทางการเรียนกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีผู้สนใจศึกษากันน้อย เท่าที่ผู้วิจัยรวบรวมไว้ เพื่อนำเสนอมีดังนี้

ปรีชา อมาตยกุล (2528 : 53) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างบรรยากาศในการเรียนการสอน ที่มีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนโดยที่นักเรียนมีโอกาสได้คิดและตัดสินใจในการเลือกข้อมูล เพื่อนำมาพิจารณาปัญหา และคิดแก้ปัญหาด้วยตนเองโดยมีครูเป็นคนให้คำปรึกษา ช่วยให้นักเรียนได้เรียนตามความสามารถของตนเอง ในขณะที่เรียนเป็นกลุ่มนักเรียนมีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ในการอภิปรายเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาร่วมกัน มีการสื่อความหมายด้วยประโยคที่เข้าใจง่ายในระดับเดียวกัน ส่งผลให้ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาดีขึ้น

หอมณฑล ใจชื่อ (2529 : 63 - 64) ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และระหว่างครูกับนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ยี (Yee, 1971 : 41 - 42) ได้ศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนเมื่อมีอิทธิพลต่อความสำเร็จอย่างไร โดยแยกเด็กเป็นสองพวก คือ พวกที่ถือตัวครูเป็นศูนย์กลาง และพวกที่ถือนักเรียนเป็นศูนย์กลาง พบว่า พฤติกรรมที่แสดงความจงเกลียดจงชังของครูต่อเด็กทำให้เด็กเป็นคนเฉยเมย ถอยหนี เจื้อยซาต่อการแก้ปัญหา เป็นปฏิสัมพันธ์กับคนอื่น ก้าวร้าว ปรับตัวไม่ได้

เสี่ยว (Liu, 1975 : 1411 - 1412 -A) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการสอนโดยการจัดตั้งโครงการขึ้น เพื่อพัฒนาความต่อเนื่องของบทเรียนที่ใช้กับคอมพิวเตอร์เพื่อสอนวิชาความรู้เบื้องต้นวิชาฟิสิกส์ ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถช่วยผู้เรียนได้ดังนี้
 - 1.1 ช่วยให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน ด้วยวิธีการปฏิบัติ
 - 1.2 ช่วยให้ผู้เรียนสามารถทบทวนบทเรียนที่ได้เรียนในห้องเรียนไปแล้ว
 - 1.3 ทำให้เกิดความแม่นยำในวิชาเรียนที่อ่อน โดยปรับปรุงวิธีการเรียน
 - 1.4 ผู้เรียนสามารถสร้างความสำเร็จด้วยตนเอง
 - 1.5 ทำให้มีทัศนคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์

2. คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จากงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น พบว่า สิ่งแวดล้อมทางการเรียน เช่น วิธีการสอนของครู บรรยากาศในห้องเรียน และการใช้สื่อการสอนสามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ มีผู้สนใจศึกษาค้นคว้าดังต่อไปนี้

วีระ เมืองช้าง (2525 : 49) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดวิจารณ์เกี่ยวกับการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนจันทร์ประดิษฐารามวิทยาคม จำนวน 193 คน โดยให้แบบทดสอบวัดความคิดวิจารณ์ที่ดัดแปลงมาจากแบบทดสอบของ พยอม ตันเมธี และแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ผลการวิจัยพบว่าความคิดวิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์

วิไลวรรณ ปิยะปกรณ์ (2535 : 173) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการสอนตามคู่มือครู พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ .01 ตามลำดับ

ยัง (Young, 1986 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษา "โปรแกรมวรรณคดีเบื้องต้น : รูปแบบสำหรับส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการอ่าน ความคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความสามารถในการส่งเสริม IRIAD MODEL" กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 3 จากโรงเรียน 2 แห่ง ในการศึกษานั้นจะให้กลุ่มทดลองฝึกทักษะการคิดสร้างสรรค์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้เวลาเรียนวรรณคดี 8 หน่วย พบว่า การได้มาซึ่งทักษะการคิดสร้างสรรค์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความสัมพันธ์ทางบวกกับจำนวนหนังสือที่อ่าน

งานวิจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมทางการเรียน

งานวิจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมทางการเรียน มีผู้สนใจศึกษาค้นคว้าดังนี้

สมศรี ศรีประไพ (2513 : 100) ทำการวิจัยเรื่อง อิทธิพลของสื่อมวลชนที่มีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในจังหวัดพระนครและธนบุรี โดยใช้แบบสอบถามส่งไปยังนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนกวิทยาศาสตร์ จำนวน 612 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชายและหญิงได้ใช้แหล่งวิทยาการเพื่อประโยชน์ทางการศึกษาจากหนังสือพิมพ์ นิตยสารต่าง ๆ รายการโทรทัศน์ ห้องสมุดโรงเรียนและรายการวิทยุในระดับปานกลาง นักเรียนชายและหญิงมีความคิดเห็นว่าสื่อที่จะช่วยให้ได้รับความรู้และนำมาใช้ในบทเรียนได้ดีคือ หนังสือพิมพ์ นิตยสาร โทรทัศน์ และวิทยุ ผลการอ่านคอลัมน์หรือเรื่องทางวิทยาศาสตร์จากหนังสือพิมพ์ และ นิตยสาร นักเรียนชายและหญิงส่วนมากได้รับความรู้และความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์กว้างขวางขึ้น

ศิริรัตน์ เจริญศักดิ์ (2513 : 169 - 170) ทำการวิจัยเรื่อง ความสนใจรายการโทรทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียน จำนวน 950 คน ผลการวิจัยพบว่า รายการที่นักเรียนชายสนใจมากที่สุดคือ รายการที่ให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนหญิงสนใจรายการข่าวทั้งในประเทศและต่างประเทศมากที่สุด ส่วนรายการวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนทั้งชายและหญิงชอบมากที่สุดคือ ภาพยนตร์ข่าว และสารคดีเกี่ยวกับความรู้ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์

นวลจิตต์ โชตินันท์ (2523 : 68 - 70) ทำการวิจัยเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างการอ่านวารสารทางวิทยาศาสตร์กับเจตคติทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายสายสามัญในกรุงเทพมหานคร โดยใช้นักเรียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ จำนวน 400 คน เป็นตัวอย่างประชากร ผลการวิจัยพบว่า การอ่านวารสารทางวิทยาศาสตร์กับเจตคติทางวิทยาศาสตร์และการอ่านวารสารทางวิทยาศาสตร์กับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.648 และ 0.780 ตามลำดับ กลุ่มตัวอย่างที่มีระดับการอ่าน

สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ (2525) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมทางบ้านกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนอายุ 13 ปี จำนวน 1,789 คน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ผลในการเรียนเกี่ยวข้องกับสัมพันธ์กันอย่างสูงกับสภาพแวดล้อมทางบ้าน เช่น อาชีพของบิดา-มารดา ระดับการศึกษาของบิดา มารดา เวลาที่ใช้ทำที่บ้าน ความช่วยเหลือของบิดา มารดาในการทำการบ้านของลูก การส่งเสริมและแสดงความปรารถนาจะให้ลูก ๆ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง

สัมภาษณ์ จิตรบุบผา (ชมนุช บุญสิทธิ์. 2541 : 58 ; อ้างอิงมาจาก สัมภาษณ์ จิตรบุบผา. 2541 : 58) ได้เปรียบเทียบองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการเรียนระหว่างนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนสูง กับนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดสระบุรี จำนวน 392 คน ผลปรากฏว่า นักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนสูง มีองค์ประกอบด้านสภาพทางการเรียนคือ การขาดเรียนความคาดหวังของครูที่มีต่อตัวเด็ก ความรู้สึกต่อบรรยากาศในชั้นเรียน ความสามารถในการอ่านหนังสือและแผนการศึกษาต่อ องค์ประกอบด้านความเอาใจใส่ของครู คือ ความเอาใจใส่ของครูที่มีต่อนักเรียน ทั้งงานด้านการเรียน สุขภาพและปัญหาต่าง ๆ องค์ประกอบด้านความเอาใจใส่ของผู้ปกครอง คือ ความเอาใจใส่ของผู้ปกครองด้านการแสดงออกต่อผลการเรียนความคาดหวังความร่วมมือกับทางโรงเรียน สุขภาพและการเรียนดีกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ

สมพร พรหมจรรย์ (2540 : 79) ศึกษาตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับแรงจูงใจในการเรียนของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่า ตัวแปรด้านสิ่งแวดล้อมทางการเรียน ได้แก่ บรรยากาศทางการเรียน สัมพันธภาพระหว่างครูกับนักเรียนและสัมพันธภาพระหว่างนักเรียนกับเพื่อน มีความสัมพันธ์ทางบวกกับแรงจูงใจในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ชมนุช บุญสิทธิ์ (2541 : 113) ศึกษาตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับสัมพันธภาพกับเพื่อนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนกุนนทีรุทธารามวิทยาคม กรุงเทพมหานคร พบว่า เพศ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน บุคลิกภาพ บรรยากาศทางการเรียนการสอน บรรยากาศในครอบครัว มีความสัมพันธ์กับสัมพันธภาพกับเพื่อนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.2856, 0.1359, 0.5414, 0.3336 และ 0.2221 ตามลำดับ

เฮค และแอนน์ (กิตติ แสงสุวรรณ. 2535 : 42 ; อ้างอิงมาจาก Hedge and Ann. 1964 : 15) ได้ทำการสำรวจความคิดเห็นของครูในรัฐเวอร์จิเนีย จากโรงเรียน 25 แห่ง โดยอาศัยวิธีการสุ่มตัวอย่างได้จำนวนครูทั้งหมด 151 คน จากการสำรวจพบว่า

1. ครูส่วนมากเห็นว่ามีความจำเป็นที่จะต้องจัดให้มีกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ และเห็นว่า ควรให้ความช่วยเหลือแก่การจัดกิจกรรม โดยจัดหาวิธีการ เครื่องมือ และคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ ซึ่งครูส่วนมากคิดว่า ได้แก่ ตำราและเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้งานในห้องเรียน ตลอดจนหลักสูตรที่กำหนดไว้ก็ควรจัดให้ชัดเจนและเข้าใจง่าย

มาเรียน ชริมเชอร์ แอชเวิร์ธ (กอบกุล รังสิยะโรจน์. 2527 : 48 ; อ้างอิงมาจาก Marion Schrimsher Ashworth. 1964 : 3224 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามที่คาดไว้ และต่ำกว่าที่คาดไว้จะมีพื้นฐานแตกต่างกันในเรื่องต่อไปนี้หรือไม่ กล่าวคือ ระดับเศรษฐกิจและสังคม อาชีพ และความมั่นคงงานอาชีพของผู้ปกครอง ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง โอกาสที่นักเรียนจะอ่านหนังสือและทัศนศึกษา โอกาสที่นักเรียนจะศึกษาและค้นคว้าด้วยตนเอง และความร่วมมือของผู้ปกครองที่มีต่อกิจกรรมของโรงเรียน จากการศึกษาสรุปผลได้ดังนี้

1. สภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับเศรษฐกิจ สังคม และการศึกษา มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. ผู้ปกครองของนักเรียนกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามที่คาดไว้ เอาใจใส่และมีความสัมพันธ์อันใกล้ชิดกับนักเรียนมากกว่าผู้ปกครองของนักเรียนกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าที่คาดไว้
3. แรงกระตุ้นจากผู้ปกครองเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนของนักเรียน
4. อายุและเพศมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนน้อยมาก
5. โอกาสที่นักเรียนจะอ่านหนังสือที่มีคุณค่าและการทัศนศึกษา ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนแตกต่างกัน

คอมเบอร์ และคีฟส์ (สุชิน นามจันทร์ลักษณ. 2529 : 16 ; อ้างอิงมาจาก Comber and Keeves. n.d.) ซึ่งใช้กลุ่มตัวอย่างจาก 23 ประเทศพบว่า การมีหนังสืออยู่ในบ้าน การใช้บริการนันทนาการที่บ้าน และจากงานวิจัยที่ใช้นักเรียนทำการบ้าน การดูโทรทัศน์ รวมทั้งความสนใจและทัศนคติทางวิทยาศาสตร์และการคาดหวังทางการศึกษา ตัวแปรเหล่านี้ต่างก็มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

มุสเสน และคองเกอร์ (Muses and Conger. 1956 : 250) ศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลที่มีต่อพัฒนาการของเด็ก พบว่า พื้นฐานพฤติกรรมของเด็ก ได้แก่ ความขยันหมั่นเพียร ความซื่อสัตย์ การมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี เกิดขึ้นเนื่องมาจากบรรยากาศของบ้าน ถ้าทุกคนในบ้านมีสัมพันธภาพที่ดีต่อกันก็จะแสดงพฤติกรรมที่ดี เป็นมิตร สามารถสร้างความสัมพันธ์อันดีกับบุคคลอื่นด้วย

เจอโรมส์ (Jeromes. 1969 : 399 - 409) ได้ทำวิจัยเรื่อง "The Teaching of Inquiry Skills Using a Learning Center" เพื่อศึกษาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อทักษะของการคิดแบบสืบสอบ โดยใช้นักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 54 คน เป็นกลุ่มตัวอย่างและจัดเด็กเหล่านี้ให้อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน 3 แบบ คือ สิ่งแวดล้อมเปิด สิ่งแวดล้อมที่ได้จัดเตรียมไว้ให้ และกลุ่มควบคุม โดยใช้วิธีสุ่มตัวอย่างในการจัดไว้ให้ เช่น หนังสือพิมพ์ เครื่องขยายเสียง เอกสาร และรายงานต่าง ๆ แล้วเปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากจำนวนคำถามของนักเรียนแต่ละคน ปรากฏว่า นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมเปิด และสิ่งแวดล้อมที่ได้จัดเตรียมไว้ให้ถามคำถามได้มากกว่านักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมแบบควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

เดล (ทรงพรพรรณ วายะโสภณ. 2531 : 55 ; อ้างอิงมาจาก Dale. 1970 : 2411 - A) ได้ทำวิจัยเรื่อง "School Studies Achievement of Pupils in School with Libraries and School Without Libraries" เพื่อศึกษาความแตกต่างในสัมฤทธิ์ผลในการเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนวิชาสังคมศึกษาในโรงเรียนที่มีบริการห้องสมุดและไม่มีการห้องสมุดกับนักเรียนเกรด 5 ผลการวิจัยพบว่า การเรียนโดยใช้บริการห้องสมุดมีอิทธิพลต่อสัมฤทธิ์ผลของนักเรียนในการแสวงหาความรู้ในเนื้อหาวิชาสังคมศึกษา และทักษะการอ่าน แผนภูมิและสถิติ และยังพบว่า ห้องสมุดมีความจำเป็นในฐานะเป็นศูนย์กลางแหล่งวิทยากร ที่จำเป็นต่อการพัฒนาการเรียนรู้อันทุกสาขาวิชา

เควิน (Kevin. 1972 : 203 - 209) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเอาใจใส่ของผู้ปกครอง กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนอายุ 11 ขวบ จำนวน 185 คน โดยใช้แบบทดสอบความสามารถทางสมองเบื้องต้น (Primary Mental Ability) และแบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ผู้ปกครองให้การส่งเสริมในเรื่อง

การเรียนจะมีการเตรียมโครงการในการเรียนของเด็ก เห็นความสำคัญของการศึกษา ตลอดจน มีความสนใจในเรื่องเกี่ยวกับโรงเรียน มีคะแนนจากแบบทดสอบสูง และค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง แบบทดสอบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าเท่ากับ 0.69

โอโนดา (พวงสร้อย วรกุล. 2522 : 19 ; อ้างอิงมาจาก Onoda. 1975 : 4429 - A) ได้ศึกษาพบว่า เด็กที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง จะเป็นคนที่มีความรับผิดชอบ ขยันหมั่นเพียร ควบคุมตนเองได้มีความสัมพันธ์ที่ดีกับคนอื่น มีความสัมพันธ์ที่ดีกับครู ส่วนคนที่มี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ เป็นคนซึ่งเกี่ยวข้องมีความสัมพันธ์กับคนอื่นไม่ดี มีความลึกลับวุ่นวายใจ

เดอคอสเตอร์ (ชมนูช บุญสิทธิ์. 2541 : 28 ; อ้างอิงมาจาก Decoster. 1981 - A) ศึกษาพบว่า นักเรียนที่มีความพึงพอใจในการสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนในชั้นเรียน มีแนวโน้มของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่มีความพอใจในความสัมพันธ์ระหว่าง เพื่อนในชั้นเรียนต่ำ

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน มีความคิดระดับสูงทาง วิทยาศาสตร์ (ด้านความคิดวิจารณ์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์) แตกต่างกัน
2. นักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน ได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อม ทางการเรียนที่บ้าน (ด้านตัวบุคคล ด้านข้อมูลข่าวสาร) และทางโรงเรียน (ด้านตัวบุคคล ด้านข้อมูลข่าวสาร) แตกต่างกัน
3. มีความสัมพันธ์ระหว่างความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ (ด้านความคิด วิจารณ์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์)
4. มีความสัมพันธ์ระหว่างการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่บ้าน (ด้านตัวบุคคล ด้านข้อมูลข่าวสาร) และทางโรงเรียน (ด้านตัวบุคคล ด้านข้อมูลข่าวสาร)

5. มีความสัมพันธ์ระหว่างความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ (ด้านความคิดวิจารณ์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์) กับการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่บ้าน (ด้านตัวบุคคล ด้านข้อมูลข่าวสาร) และทางโรงเรียน (ด้านตัวบุคคล ด้านข้อมูลข่าวสาร)

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงสำรวจมีประเด็นที่ศึกษา 2 ประเด็น คือ การศึกษาเชิงเปรียบเทียบ และการศึกษาเชิงความสัมพันธ์ มีการดำเนินการดังนี้

1. แหล่งข้อมูล

แหล่งข้อมูลของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโคกทะเลียมวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี ปีการศึกษา 2541 ที่ผ่านการเรียนวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต (ว 017) จำนวน 63 คน แยกตามตัวแปรอิสระได้ดังนี้

- 1.1 กลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์สูงมาก (จำนวน 20 คน)
- 1.2 กลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์สูง (จำนวน 22 คน)
- 1.3 กลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ปานกลาง (จำนวน 21 คน)

2. การสร้างเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีดังนี้

- 2.1 เครื่องมือที่ใช้วัดความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย แบบทดสอบวัดความคิดวิจารณ์เฉพาะ แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
- 2.2 เครื่องมือที่ใช้วัดการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน ประกอบด้วยแบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน ทางบ้านด้านตัวบุคคล ทางบ้านด้านข้อมูลข่าวสาร ทางโรงเรียนด้านตัวบุคคล และทางโรงเรียนด้านข้อมูลข่าวสาร
- 2.3 แบบประเมินความสำเร็จในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

เครื่องมือดังกล่าวข้างต้นมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1. แบบทดสอบวัดความคิดวิจารณ์ 1 ฉบับ ผู้วิจัยปรับปรุงมาจากแบบทดสอบวัดความคิดวิจารณ์ของ ชานาญ เอี่ยมสาอาง (2539 : 84 - 87) รายละเอียดของแบบทดสอบฉบับนี้มีดังนี้

1.1 ลักษณะของแบบทดสอบและการให้คะแนน

ชานาญ เอี่ยมสาอาง ได้กำหนดจุดมุ่งหมายในการวัดความคิดอย่างมีวิจารณญาณ ประกอบด้วย ความสามารถ 6 ด้าน ได้แก่ การนิยามปัญหา การรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การสรุปอ้างอิงโดยวิธีหลักตรรกศาสตร์ และการประเมินการสรุปอ้างอิง ลักษณะของแบบทดสอบประกอบด้วยข้อความที่มีลักษณะเป็นปัญหา ข้อโต้แย้ง สถานการณ์ หรือ ข้อมูลจากบทความหรือรายงานต่าง ๆ ที่นักเรียนพบได้จากการทำงาน การศึกษา การฟังหรือ การมีส่วนร่วมในการอภิปรายกับบุคคลอื่น และจากสื่ออุปกรณ์ต่าง ๆ การฟังวิทยุ การชมโทรทัศน์ เป็นต้น เป็นแบบทดสอบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 54 ข้อ ในแต่ละข้อมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือเว้นไว้ หรือตอบเกิน 1 ตัวเลือกให้ 0 คะแนน

1.2 คุณภาพของแบบทดสอบ

ชานาญ เอี่ยมสาอาง (2539 : 84 - 87) ได้วิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ โดยนำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่นำเซตแหล่งข้อมูล แล้วนำมาวิเคราะห์หาความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) ได้ข้อสอบจำนวน 48 ข้อที่มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.24 - 0.79 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.21 - 0.76 และหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (KR-20) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.750

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบดังกล่าวไปปรับปรุง โดยพิจารณาตัดเลือกสถานการณ์ที่มีเนื้อหาเป็นวิทยาศาสตร์ไว้ 5 สถานการณ์ จำนวน 30 ข้อ แล้วนำไปหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความคิดวิจารณ์ ดังนี้

1. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้วจำนวน 30 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ภาคเรียนที่ 2/2540) โรงเรียนโคกทะเลียมวิทยาลัย จังหวัดลพบุรี ที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ จำนวน 109 คน
2. นำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) พบว่า มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.29 - 0.84 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.22 - 0.78 (รายละเอียดของค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกแต่ละข้อแสดงในภาคผนวก
3. นำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตรของ คูเดอร์ริชาร์ดสัน (KR-20) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.790

2. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (1 ฉบับ)

ผู้วิจัยปรับปรุงมาจากแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของสุมาลี กาญจนชาติ (2525 : 31 - 38) ซึ่งใช้แนวคิดพื้นฐานจากขั้นพัฒนาการของเพียเจต์ (Piaget) และผลการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาการทางความคิดสร้างสรรค์ของทอร์เรนซ์ (Torrance) รายละเอียดของแบบทดสอบฉบับนี้มีดังนี้

2.1 ลักษณะของแบบทดสอบ ✓

เป็นแบบที่ให้นักเรียนตอบได้อย่างอิสระในเวลาที่กำหนด มีจำนวน 3 ข้อดังนี้

"การใช้ประโยชน์" กำหนดสถานการณ์ที่เป็นภาพเกี่ยวกับธรรมชาติ ให้บอกประโยชน์ของสิ่งที่กำหนดให้

"นักประดิษฐ์" กำหนดอุปกรณ์มาให้ ให้เลือกอุปกรณ์ที่กำหนดให้นั้นมาประกอบเป็นเครื่องมือเพื่อให้เกิดประโยชน์ในด้านต่าง ๆ

"นักค้นคว้า" กำหนดปัญหาและอุปกรณ์ให้ ให้วางแผนและออกแบบการทดลองเพื่อแก้ปัญหานั้น

2.2 การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ข้อ แต่ละข้อตรวจให้คะแนน 3 ด้าน คือ ด้านความคล่องในการคิด ด้านความคิดยืดหยุ่น และ ด้านความคิดริเริ่ม

ความคล่องในการคิด พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขของแบบทดสอบ โดยให้คะแนนคำตอบที่เป็นไปได้คำตอบละ 1 คะแนน ไม่ว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับผู้อื่นหรือไม่

ความคิดยืดหยุ่น พิจารณาจากการจัดกลุ่มคำตอบของแต่ละคนตามวิธีที่แตกต่างกัน แล้วให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน ไม่ว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับผู้อื่นหรือไม่

ความคิดริเริ่ม พิจารณาโดยการหาความถี่จากคำตอบของนักเรียนทั้งหมด

คำตอบที่มีความถี่เกิน 5 ขึ้นไป	ให้คะแนน 0 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เป็น 5	ให้คะแนน 1 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เป็น 4	ให้คะแนน 2 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เป็น 3	ให้คะแนน 3 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เป็น 2	ให้คะแนน 4 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เป็น 1	ให้คะแนน 5 คะแนน

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละข้อได้จากผลรวมของคะแนนความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมดของนักเรียน หาได้จากผลรวมของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 3 ข้อ

2.3 คุณภาพของแบบทดสอบ

สุมาลี กาญจนชาติรี (2525 : 31 - 38) ได้วิเคราะห์แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยนำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 16 ท่าน ($IOC = .60$) ไปทดสอบกับนักเรียนโรงเรียนสาริตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่มีอายุ 11 - 15 ปี เพื่อนำมาวิเคราะห์หาความตรงร่วมมัย (Concurrent Validity) โดยนำไปหาสหสัมพันธ์กับคะแนนทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ ทศนีย์ พุทธชลาธาร ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.476 จากนั้นนำแบบทดสอบดังกล่าวไปทดสอบกับนักเรียนอายุ 11-15 ปี ของโรงเรียนต่าง ๆ ในเขตกรุงเทพมหานคร เพื่อหาค่าอำนาจจำแนก โดยใช้ t-test ผลปรากฏว่า ข้อสอบแต่ละข้อสามารถจำแนกนักเรียนตามความสามารถในการคิดได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น โดยใช้สูตรของฮอยท์ (Hoyt's) ได้ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ 0.5599 และความเชื่อมั่นแยกเป็นรายด้าน คือ ความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม เป็น 0.5688, 0.5589, 0.4917 ตามลำดับ

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของสุมาลี กาญจนชาติรี ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ภาคเรียนที่ 2/2540) โรงเรียนโคกกะเทียมวิทยาลัย จังหวัดลพบุรี ที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ จำนวน 109 คน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น โดยใช้สูตรของฮอยท์ (Hoyt's) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.698

3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 1 ฉบับ

ผู้วิจัยปรับปรุงมาจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของ อาชวีณี ไชยสุนทร (2535 : 41 - 42) รายละเอียดของแบบทดสอบฉบับนี้ มีดังนี้

3.1 ลักษณะของแบบทดสอบและการให้คะแนน

อาชวีนี้ ไชยสุนทร (2535 : 41 - 42) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนของเวียร์ (Weir) 4 ขั้น คือ ขั้นระบุปัญหา ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา ขั้นการเสนอวิธีแก้ปัญหา และขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ ลักษณะของแบบทดสอบประกอบด้วย ข้อความที่แสดงสถานการณ์เกี่ยวข้องกับปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบมี 4 ตัวเลือก จำนวน 48 ข้อ

3.2 คุณภาพของแบบทดสอบ

อาชวีนี้ ไชยสุนทร (2535 : 42 - 43) ได้วิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ โดยนำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 ท่าน ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่เข้ากลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ได้ข้อสอบจำนวน 48 ข้อ ที่มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 - 1.00 และหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตรคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (KR-20) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.895

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบดังกล่าวไปปรับปรุง โดยพิจารณาคัดเลือกสถานการณ์ที่เหมาะสมกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในพื้นที่จังหวัดลพบุรีไว้ 8 สถานการณ์ จำนวน 32 ข้อ แล้วนำไปหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

1. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้ว จำนวน 32 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ภาคเรียนที่ 2/2540) โรงเรียนโคกกระทิงวิทยาลัย จังหวัดลพบุรี ที่นำโครงการวิทยาศาสตร์ จำนวน 109 คน
2. นำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) พบว่า มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.23 - 0.83 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.22 - 0.67 (รายละเอียดของค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกแต่ละข้อแสดงในภาคผนวก)
3. นำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตรของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (KR - 20) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.739

4. แบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน (4 ด้าน) 1 ฉบับ

แบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน (4 ด้าน) 1 ฉบับ มี 3 ตอน คือ ตอนที่ 1 ข้อมูลที่เก็บจากตัวนักเรียน ตอนที่ 2 ข้อมูลที่เก็บจากผู้ปกครองของนักเรียนที่เป็นแหล่งข้อมูล และตอนที่ 3 ข้อมูลที่เก็บจากครูวิทยาศาสตร์ที่ใกล้ชิดกับนักเรียนที่เป็นแหล่งข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมทางการเรียน
2. กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
3. ร่างข้อความเพื่อใช้เป็นข้อคำถาม ให้มีความสอดคล้องกับความสามารถในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ความสามารถด้านทักษะปฏิบัติ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์
4. นำร่างข้อความให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา เกี่ยวกับความเหมาะสมของภาษาและความสอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการ (ผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย ดร.สนอง ทองปาน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม อาจารย์นันทิยา บุญเคลือบ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อาจารย์ดวงสมร คล่องธำรา สำนัก พสวท. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อาจารย์ยอดุลย์ วงษ์ใหญ่ หน่วยศึกษานิเทศก์ เขตการศึกษา 6 อาจารย์ต้นหยง อิ่มมาก หมวดวิทยาศาสตร์ โรงเรียนโคกกะเทียมวิทยาลัย) และนำข้อมูลในส่วนนี้มาวิเคราะห์หาความเที่ยงตรงเชิงประจักษ์ โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (IOC) ใช้เกณฑ์ตัดสิน 0.80

5. นำแบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์ดังกล่าว ไปทดลองสัมภาษณ์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ที่ไม่ใช่แหล่งข้อมูล จำนวน 10 คน ผู้ปกครองที่ไม่ใช่แหล่งข้อมูล จำนวน 10 คน และครูวิทยาศาสตร์ที่ไม่ใช่แหล่งข้อมูล จำนวน 10 คน แล้วนำข้อมูลส่วนนี้ไปคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นด้วยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) โดยแยกคำนวณเป็นรายด้านคือ การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน ทางบ้านด้านตัวบุคคล ทางบ้านด้านข้อมูลข่าวสาร ทางโรงเรียนด้านตัวบุคคล และทางโรงเรียนด้านข้อมูลข่าวสาร ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.8991, 0.9245, 0.9595 และ 0.9703 ตามลำดับ

6. จัดพิมพ์แบบสอบถาม และนำไปใช้เก็บข้อมูลต่อไป

กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์

แบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน ผู้วิจัยสัมภาษณ์เกี่ยวกับการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนทางบ้าน (ด้านตัวบุคคล ด้านข้อมูลข่าวสาร) และทางโรงเรียน (ด้านตัวบุคคล ด้านข้อมูลข่าวสาร) โดยบันทึกเสียง การสนทนาระหว่างผู้วิจัยกับตัวนักเรียนที่เป็นแหล่งข้อมูล ผู้ปกครองของนักเรียนที่เป็นแหล่ง ข้อมูล และครูวิทยาศาสตร์ที่ใกล้ชิดกับนักเรียนที่เป็นแหล่งข้อมูล ลงในแถบบันทึกเสียง จากนั้น ผู้วิจัยประเมินให้คะแนนเป็นมาตราส่วนประมาณค่า กำหนดน้ำหนัก 5 ระดับ และใช้เกณฑ์การ ให้คะแนน ดังนี้

ได้รับประโยชน์มากที่สุด	ให้คะแนน	5
ได้รับประโยชน์มาก	ให้คะแนน	4
ได้รับประโยชน์ปานกลาง	ให้คะแนน	3
ได้รับประโยชน์น้อย	ให้คะแนน	2
ได้รับประโยชน์น้อยที่สุด	ให้คะแนน	1

เกณฑ์ในการพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของข้อมูลที่ได้จากตัวนักเรียนที่เป็นแหล่งข้อมูล ผู้ปกครองของนักเรียนที่เป็นแหล่งข้อมูล และครูวิทยาศาสตร์ที่ใกล้ชิดกับนักเรียนที่เป็นแหล่ง ข้อมูล ผู้วิจัยใช้เกณฑ์การให้คะแนนดังนี้ (จากช่วงกว้างระหว่าง 1.00 - 5.00 แบ่งเป็น 5 ช่วง ๆ ละ 0.80)

ได้รับประโยชน์มากที่สุด	ให้คะแนน	4.21 - 5.00
ได้รับประโยชน์มาก	ให้คะแนน	3.41 - 4.20
ได้รับประโยชน์ปานกลาง	ให้คะแนน	2.61 - 3.40
ได้รับประโยชน์น้อย	ให้คะแนน	1.81 - 2.60
ได้รับประโยชน์น้อยที่สุด	ให้คะแนน	1.00 - 1.80

5. แบบประเมินความสำเร็จในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์

แบบประเมินความสำเร็จในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ที่ใช้ศึกษาค้นคว้าครั้งนี้

ผู้วิจัยปรับปรุงมาจากแบบประเมินโครงการงานวิทยาศาสตร์ของ สสวท. (2531) และแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ของ กมล เฟื่องฟูง (2534 : 77 - 80)

แบบประเมินความสำเร็จในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยปรับปรุงฉบับนี้ ประกอบด้วยข้อความที่แสดงถึงการประเมินโครงการงานวิทยาศาสตร์ 3 ด้านคือ

ก. ตัวยางานโครงการงานวิทยาศาสตร์ที่นำเสนอ หมายถึง รายงานโครงการงานวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนนำเสนอ ประกอบด้วย ชื่อโครงการงาน ชื่อผู้ทำโครงการงาน ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการงาน บทคัดย่อ ที่มาและความสำคัญ จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า สมมติฐาน (ถ้ามี) วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า สรุปและข้อเสนอแนะ คำขอขอบคุณ และเอกสารอ้างอิง ซึ่งครอบคลุมและถูกต้อง ใช้ศัพท์เทคนิคและภาษาที่ชัดเจน อ่านเข้าใจง่าย

ข. กระบวนการในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการที่นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเองโดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน ทดลองและรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการทดลอง ซึ่งควรมีความถูกต้อง เป็นลำดับขั้นตอนอย่างชัดเจน

ค. ผลงานที่ได้จากการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ หมายถึง ชิ้นงานที่เป็นผลมาจากการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งพิจารณาจากชิ้นงานนั้นสามารถตอบปัญหาที่ระบุไว้ได้ มีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายและสมมติฐานที่ตั้งไว้ มีกระบวนการที่ชัดเจน แสดงให้เห็นถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และชิ้นงานนั้นนำไปใช้ประโยชน์ได้มากน้อยเพียงใด

เกณฑ์ในการพิจารณาความสำเร็จในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์

การพิจารณาความสำเร็จในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน จะพิจารณาเป็นข้อกระทงย่อย ๆ โดยแต่ละข้อกระทงย่อยกำหนดน้ำหนักคะแนนเป็น มาตรฐานส่วนประมาณค่า 4 ระดับ และใช้เกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

- 4 หมายถึง ประสบความสำเร็จดีมาก โดยพิจารณาจากรายละเอียด
ในส่วนข้อความที่กระทำได้ครอบคลุมและถูกต้อง
- 3 หมายถึง ประสบความสำเร็จดี โดยพิจารณาจากรายละเอียด
ในส่วนข้อความที่กระทำได้ครอบคลุมแต่มีบางส่วนไม่ถูกต้อง
- 2 หมายถึง ไม่ประสบความสำเร็จควรปรับปรุงอีกเล็กน้อย
จึงจะประสบความสำเร็จ โดยพิจารณาจากรายละเอียด
ในส่วนข้อความที่กระทำไม่ครอบคลุมแต่มีบางส่วนถูกต้อง
- 1 หมายถึง ไม่ประสบความสำเร็จอย่างมาก ต้องปรับปรุงอีกมาก
จึงจะประสบความสำเร็จ โดยพิจารณาจากรายละเอียด
ในส่วนข้อความที่กระทำไม่ครอบคลุมและมีบางส่วนไม่มี
บางส่วนถูกต้อง

ในการแปลความหมายของคะแนนที่ได้ ใช้เกณฑ์การพิจารณา ดังนี้ (มี 17 ข้อ
ให้คะแนนข้อละ 1 - 4 จึงได้คะแนนเป็นช่วงกว้างระหว่าง 1.00 - 68.00 แบ่งเป็น 4 ระดับ
แต่แต่ละระดับมีช่วงกว้างเท่ากัน)

- 52 - 68 คะแนน ประสบความสำเร็จดีมาก
- 35 - 51 คะแนน ประสบความสำเร็จดี
- 18 - 34 คะแนน ไม่ประสบความสำเร็จควรปรับปรุงอีกเล็กน้อย
- 1 - 17 คะแนน ไม่ประสบความสำเร็จ ต้องปรับปรุงอีกมาก

คุณภาพของแบบประเมินความสำเร็จในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยนำแบบประเมินความสำเร็จในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงมาจาก
สสวท. (2531) และกมล เฟื่องฟูง (2534 : 77 - 80) ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน
พิจารณาเกี่ยวกับความสอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการ และความเหมาะสมของภาษา

(ผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย อาจารย์ชาตรี เกิดธรรม หมดวิทยาสาสตร์ โรงเรียนวิเศษไชยชาญ "ตันติวิทยานูมิ" ดร.สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และอาจารย์เจสียว ผดุงวงศ์ หมดวิทยาสาสตร์ โรงเรียนอยุธยาวิทยาลัย และนำข้อมูลส่วนนี้มาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ใช้เกณฑ์ 0.60 ปรากฏว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน กล่าวคือ ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.66 - 1.00

สำหรับการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินความสำเร็จในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยนำแบบประเมินความสำเร็จในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ ที่ปรับปรุงขึ้นไปตรวจโครงการงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 10 เรื่อง โดยผู้ตรวจ 2 ท่าน คือ อาจารย์ต้นหยง อิ่มมาก (หมดวิทยาสาสตร์ โรงเรียนโคกกระเทียมวิทยาลัย) และอาจารย์ยุพาพันธ์ มินวงษ์ (ผู้วิจัย) นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นจากสูตร Pearson Product-Moment Coefficient Correlation ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.845

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูล (โดยใช้แบบทดสอบและแบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์) จากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโคกกระเทียมวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี ที่ผ่านการเรียนวิชาโครงการงานวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต (ว 017) ซึ่งเป็นแหล่งข้อมูลในการวิจัยระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ.2541 โดยดำเนินการดังนี้

1. แบ่งกลุ่มนักเรียนที่จะใช้เป็นแหล่งข้อมูลโดยพิจารณาจากความสำเร็จในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 203 และ ว 204)เฉลี่ย ประกอบกันและแยกเป็น 3 กลุ่ม คือกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์สูงมาก กลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์สูง และกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ปานกลางโดยดำเนินการดังนี้

1.1 ตรวจโครงการงานวิทยาศาสตร์ร่วมกับอาจารย์ต้นหยง อิ่มมาก ดังนี้

1.1.1 ตรวจรายงานโครงการงานวิทยาศาสตร์

1.1.2 นัดหมายนักเรียนเพื่อตรวจกระบวนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และผลงานที่ได้จากการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

1.1.3 ดำเนินการตรวจโครงงานวิทยาศาสตร์ด้านกระบวนการทำโครงงาน วิทยาศาสตร์ และผลงานที่ได้จากการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

1.2 ประสานงานกับอาจารย์ฝ่ายวิชาการโรงเรียนโคกกะเทียมวิทยาลัย เพื่อขอ ทราบข้อมูลเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 203 และ ว 204) ของนักเรียน ที่จะใช้เป็นแหล่งข้อมูล

1.3 นำผลการเรียนที่ได้มาคำนวณหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 203 และ ว 204)

1.4 ดำเนินการจัดกลุ่มแหล่งข้อมูล เป็น 3 กลุ่ม (กลุ่มที่มีความสามารถทาง วิทยาศาสตร์สูงมาก กลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์สูง และกลุ่มที่มีความสามารถทาง วิทยาศาสตร์ปานกลาง)

2. การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองดังนี้

2.1 ประสานงานกับอาจารย์เพื่อขอชั่วโมงในการทดสอบวัดความคิดระดับสูง ทางวิทยาศาสตร์

2.2 นัดหมายนักเรียนที่เป็นแหล่งข้อมูลไว้ล่วงหน้า

2.3 นำแบบทดสอบวัดความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ไปทดสอบนักเรียน ตามวัน และเวลาที่นัดหมาย

2.4 นำแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนที่ได้กำหนดไว้

3. การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์การได้รับประโยชน์ จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองดังนี้

3.1 เก็บข้อมูลจากตัวนักเรียนที่เป็นแหล่งข้อมูล โดยนัดหมายนักเรียนที่เป็นแหล่ง ข้อมูลไว้ล่วงหน้า แล้วนำแบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์ ไปสัมภาษณ์ตามวันและเวลาที่นัดหมายไว้ โดยใช่วิธีสนทนาพูดคุย แล้วบันทึกเสียงการสนทนาลงในแถบบันทึกเสียง

3.2 เก็บข้อมูลจากผู้ปกครองตัวนักเรียนที่เป็นแหล่งข้อมูล โดยนัดหมายผู้ปกครองนักเรียนที่เป็นแหล่งข้อมูลไว้ล่วงหน้า แล้วนำแบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์ไปสัมภาษณ์ตามวันเวลาที่นัดหมายไว้ โดยใช้วิธีสนทนาพูดคุย แล้วบันทึกเสียงการสนทนาลงในแถบบันทึกเสียง

3.3 เก็บข้อมูลจากครูวิทยาศาสตร์ที่ใกล้ชิดกับนักเรียนที่เป็นแหล่งข้อมูล โดยนัดหมายครูวิทยาศาสตร์ที่ใกล้ชิดกับนักเรียนที่เป็นแหล่งข้อมูลไว้ล่วงหน้า แล้วนำแบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์ ไปสัมภาษณ์ตามวันและเวลาที่นัดหมายไว้ โดยใช้วิธีสนทนาพูดคุย แล้วบันทึกเสียงการสนทนาลงในแถบบันทึกเสียง

3.4 นำแถบบันทึกเสียงที่บันทึกข้อมูลการสัมภาษณ์ไว้มาฟัง แล้วให้ค่าคะแนนลงในแบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์เป็นคราว ๆ ไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีการทางสถิติอนุมาน (ที่ระดับนัยสำคัญ .05) ตามลำดับความมุ่งหมายการวิจัย ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน (3 กลุ่ม) การวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนนี้ ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) เมื่อพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (จากการทดสอบค่า F) จึงทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธี Scheffe'

การทดสอบดังกล่าวนี้กระทำ 3 ครั้ง ตามด้านของความคิดระดับสูง คือ ความคิดวิจารณ์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนระหว่างนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน (3 กลุ่ม) การวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนนี้ใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) เมื่อพบ

ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (จากการทดสอบค่า F) จึงทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธี Scheffe'

การทดสอบดังกล่าวนี้กระทำ 4 ครั้ง ตามด้านของการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน คือ การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน ทางบ้านด้านตัวบุคคล ทางบ้านด้านข้อมูลข่าวสาร ทางโรงเรียนด้านตัวบุคคล และทางโรงเรียนด้านข้อมูลข่าวสาร

3. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน การวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนนี้ ใช้การวิเคราะห์โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายด้วยวิธีของเพียร์สัน (Pearson Product-moment)

4. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน 4 ด้าน การวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนนี้ ใช้การวิเคราะห์โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายด้วยวิธีของเพียร์สัน (Pearson Product-moment) ✓

5. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน กับกรได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน 4 ด้าน การวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนนี้ ใช้การวิเคราะห์โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายด้วยวิธีของเพียร์สัน (Pearson Product-moment) ✓

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาค้างนี้ เป็นการศึกษาคความคิระดับสูงทางวิทยาศาสตร์และการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดลอมทางการเรียนด้านตัวบุคคล และข้อมูลชาวสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโคกกะเทียมวิทยาลัย อําเภอเมือง จังหวัดลพบุรี ซึ่งผู้วิจัยจะได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยกำหนดสัญลักษณ์ประกอบการนำเสนอไว้ดังนี้

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

n	แทน	จำนวนนักเรียนที่เป็นแหล่งข้อมูล
X^i	แทน	ช่วงคะแนนที่เป็นไปได้ (คะแนนเต็ม)
X_{max}	แทน	คะแนนสูงสุดที่นักเรียนได้
X_{min}	แทน	คะแนนต่ำสุดที่นักเรียนได้
\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ย (Mean)
S.D.	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
df	แทน	ชั้นของความเป็นอิสระ (Degree of Freedom)
SS	แทน	ผลบวกกำลังสองของคะแนน (Sum of Squares)
MS	แทน	ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนน (Mean Square)
r	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
F	แทน	ค่าอัตราส่วนในการแจกแจงแบบ F (F-distributions)
P	แทน	ค่าความน่าจะเป็น
X_1	แทน	การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดลอมทางการเรียนทางบ้านด้านตัวบุคคล

X ₂	แทน	การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่บ้านด้านข้อมูล
X ₃	แทน	การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนทางโรงเรียนด้านตัวบุคคล
X ₄	แทน	การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนทางโรงเรียนด้านข้อมูลข่าวสาร
Y ₁	แทน	ความคิดวิจารณ์
Y ₂	แทน	ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
Y ₃	แทน	ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล จัดกระทำโดยแยกเป็น 3 ตอน คือ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแสดงค่าสถิติพื้นฐาน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเปรียบเทียบ และผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ แต่ละตอนมีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแสดงค่าสถิติ ในส่วนนี้จะแสดงค่าสถิติพื้นฐานแจกแจงตามตัวแปรที่ศึกษา โดยแต่ละตัวแปรจะแสดงข้อมูลแจกแจงตามตัวแปรที่ศึกษา 6 รายการ ได้แก่ จำนวนนักเรียน ช่วงคะแนนที่เป็นไปได้ (คะแนนเต็ม คะแนนสูงสุด คะแนนต่ำสุด คะแนนเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเปรียบเทียบ 2 กรณีคือ

2.1 การเปรียบเทียบความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ (3 ด้าน) ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน

2.2 การเปรียบเทียบการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน (4 ด้าน) ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ 3 กรณีคือ

3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ (3 คู่)

3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน

(6 คู่)

3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์กับการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน (12 คู่)

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแสดงค่าสถิติพื้นฐาน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแสดงค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรต่าง ๆ ที่ศึกษาดังแสดง

ในตาราง 2

ตาราง 2 แสดงค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้ศึกษาค้นคว้า

ตัวแปรที่ศึกษา	ความสามารถทางวิทยาศาสตร์	n	X_{max}	X_{min}	\bar{X}	S.D.
ความคิดวิจารณ์	สูงมาก	20	25.00 (83.33%)	16.00 (53.33%)	20.75 (69.17%)	2.34
	สูง	22	25.00 (83.33%)	12.00 (40.00%)	17.05 (56.83%)	3.30
	ปานกลาง	21	25.00 (83.33%)	11.00 (33.67%)	19.10 (63.67%)	3.58
$X^* = 0.00-30.00$	รวม	63	25.00 (83.33%)	11.00 (36.67%)	18.90 (63.00%)	3.44
ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	สูงมาก	20	137.00 -	36.00 -	24.30 -	5.43
	สูง	22	73.00 -	25.00 -	12.82 -	2.73
	ปานกลาง	21	96.00 -	28.00 -	20.03 -	4.37
$X^* = (\text{กำหนดไม่ได้})$	รวม	63	137.00 -	25.00 -	19.74 -	2.49

ตาราง 2 (ต่อ)

ตัวแปรที่ศึกษา	ความสามารถทางวิทยาศาสตร์	n	X_{max}	X_{min}	\bar{X}	S.D.
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	สูงมาก	20	23.00 (71.88%)	16.00 (50.00%)	19.35 (60.47%)	2.30
	สูง	22	21.00 (65.63%)	10.00 (31.25%)	15.18 (47.44%)	3.30
	ปานกลาง	21	25.00 (78.13%)	9.00 (28.13%)	19.00 (59.38%)	4.36
	รวม	63	25.00 (78.13%)	9.00 (28.13%)	17.78 (55.56%)	3.89
การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนทางบ้านด้านตัวบุคคล	สูงมาก	20	148.50 (74.25%)	83.00 (41.50%)	113.88 (56.94%)	17.01
	สูง	22	133.00 (66.50%)	67.00 (33.50%)	99.18 (49.59%)	17.70
	ปานกลาง	21	172.50 (86.25%)	52.50 (26.25%)	95.67 (47.84%)	28.73
	รวม	63	172.50 (86.25%)	52.50 (26.25%)	102.67 (51.34%)	22.86

ตาราง 2 (ต่อ)

ตัวแปรที่ศึกษา	ความสามารถทางวิทยาศาสตร์	n	X _{max}	X _{min}	\bar{X}	S.D.
การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน ทางบ้าน ด้านข้อมูลข่าวสาร	สูงมาก	20	155.00 (77.50%)	75.00 (37.50%)	108.95 (54.48%)	20.28
	สูง	22	118.00 (59.00%)	55.50 (27.75%)	91.68 (45.84%)	18.31
	ปานกลาง	21	164.00 (82.00%)	52.00 (26.00%)	89.10 (44.55%)	27.73
X* =0.00-200.00	รวม	63	164.00 (82.00%)	52.00 (26.00%)	96.30 (48.15%)	23.76
การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน ทางโรงเรียน ด้านตัวบุคคล	สูงมาก	20	170.00 (85.00%)	125.50 (62.75%)	145.58 (72.79%)	13.68
	สูง	22	166.00 (83.00%)	107.50 (53.75%)	133.61 (66.81%)	12.25
	ปานกลาง	21	163.00 (81.50%)	87.50 (43.75%)	118.07 (59.04%)	17.93
X* =0.00-200.00	รวม	63	170.00 (85.00%)	87.50 (43.75%)	132.23 (66.12%)	18.38

ตาราง 2 (ต่อ)

ตัวแปรที่ศึกษา	ความสามารถทางวิทยาศาสตร์	n	X_{\max}	X_{\min}	\bar{X}	S.D.
การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน ทางโรงเรียน ด้านข้อมูลข่าวสาร	สูงมาก	20	170.00 (85.00%)	115.50 (57.75%)	139.63 (69.82%)	15.63
	สูง	22	146.50 (73.25%)	93.00 (46.50%)	120.11 (60.06%)	14.53
ข่าวสาร	ปานกลาง	21	159.50 (79.75%)	87.00 (43.50%)	115.02 (57.51%)	18.94
	รวม	63	170.00 (85.00%)	87.00 (43.50%)	124.61 (62.31%)	19.31

หมายเหตุ

1. ในกรณีของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ไม่สามารถกำหนดคะแนนสูงสุดได้
2. ตัวเลขในวงเล็บ คือ คะแนนร้อยละ (คิดเทียบจากคะแนนเต็ม)

จากตาราง 2 สรุปได้ว่า นักเรียนโดยภาพรวมได้คะแนนสูงสุด - ต่ำสุด และคะแนนเฉลี่ยสำหรับตัวแปรแต่ละตัวที่ศึกษา ดังนี้

1. ความคิดวิจารณ์ 25.00(83.33%) -11.00 (36.67%) และ 18.90(63.00%)

ตามลำดับ

2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ 137.00(-) -25.00 (-) และ 19.74 (-) ตามลำดับ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถกำหนดคะแนนสูงสุดได้ จึงไม่ได้นำมาคำนวณเป็นคะแนนร้อยละ
3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 25.00(78.13%) -9.00 (28.13%) และ 17.78(55.56%) ตามลำดับ
4. การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่บ้านด้านตัวบุคคล 172.50 (87.00%) -52.50(26.25%) และ 102.67(51.13%) ตามลำดับ
5. การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่บ้านด้านข้อมูลข่าวสาร 164.00(82.00%) -52.00(26.00%) และ 96.30(48.15%) ตามลำดับ
6. การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนทางโรงเรียนด้านตัวบุคคล 170.00(85.00%) -87.50(43.75%) และ 132.23(66.12%) ตามลำดับ
7. การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนทางโรงเรียนด้านข้อมูลข่าวสาร 170.00(85.00%) -87.00(43.50%) และ 124.61(62.31%) ตามลำดับ

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเปรียบเทียบ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบทั้ง 2 กรณี มีรายละเอียดดังนี้

2.1 ผลการเปรียบเทียบความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน (3 กลุ่ม) แสดงดังตาราง 3, 5 และ 6

ตาราง 3 แสดงผลการเปรียบเทียบความคิดวิจารณ์ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน 3 กลุ่ม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน

Source of Variation	SS	df	MS	F	P
Main Effects	144.915	2	72.457	7.387	0.001*
Residual	588.514	60	9.809		
Total	733.429	62	11.829	—	—

จากตาราง 3 สรุปได้ว่านักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน 3 กลุ่ม (สูงมาก สูง ปานกลาง) มีความคิดวิจารณ์แตกต่างกัน (ที่ระดับนัยสำคัญ .05)

สืบเนื่องจากความแตกต่างดังกล่าวจึงต้องทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ ด้วยวิธีของ เชฟเฟ (Scheffe' Method) ต่อไป เพื่อให้ทราบว่ามีความแตกต่างที่แตกต่างกัน และมีทั้งหมดกี่คู่ ดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่สำหรับ ความคิดวิจารณ์จากด้วยวิธีของ เชฟเฟ (Scheffe' Method)

กลุ่ม	สูงมาก n=20, $\bar{x} = 20.7500$	สูง n=22, $\bar{x} = 17.0455$	ปานกลาง n=21, $\bar{x} = 19.0952$
สูงมาก n=20, $\bar{x} = 20.7500$	-	3.7045* ก.	1.6548 ค.
สูง n=22, $\bar{x} = 17.0455$	-	-	2.0497 ข.
ปานกลาง n=21, $\bar{x} = 19.0952$	-	-	-

ค่าที่ใช้พิจารณาตัดสินความแตกต่างสำหรับแต่ละคู่คือ

$$ก. \quad 2.2146 \times 3.55 \times \sqrt{1/20 + 1/22} = 2.428968$$

$$ข. \quad 2.2146 \times 3.55 \times \sqrt{1/22 + 1/21} = 2.3984823$$

$$ค. \quad 2.2146 \times 3.55 \times \sqrt{1/20 + 1/21} = 2.4563525$$

จากตาราง 4 สรุปได้ว่า ในจำนวนค่าเฉลี่ยด้านความคิดเห็นที่นำมาเปรียบเทียบเป็นรายคู่ 3 คู่ พบคู่ที่มีความแตกต่างกัน 1 คู่ ได้แก่ ระหว่างกลุ่มสูงมากกับกลุ่มสูง

ตาราง 5 แสดงผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ไม่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน 3 กลุ่ม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน

Source of Variation	SS	df	MS	F	P
Main Effects	1463.536	2	731.768	1.935	0.153
Residual	22692.464	60	378.208		
Total	24156.000	62	389.613	--	--

จากตาราง 5 สรุปได้ว่านักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน 3 กลุ่ม (สูงมาก สูง ปานกลาง) มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน (ที่ระดับนัยสำคัญ .05)

ตาราง 6 แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน 3 กลุ่ม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน

Source of Variation	SS	df	MS	F	P
Main Effects	229.066	2	114.533	9.681	0.000*
Residual	709.823	60	11.830		
Total	938.889	62	15.143	—	—

จากตาราง 6 สรุปได้ว่านักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน 3 กลุ่ม (สูงมาก สูง ปานกลาง) มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน (ที่ระดับนัยสำคัญ .05)

สืบเนื่องจากความแตกต่างดังกล่าวจึงต้องทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ ด้วยวิธีของ เชฟเฟ (Scheffe' Method) ต่อไป เพื่อให้ทราบว่ามีความแตกต่างที่แตกต่างกัน และมีทั้งหมดกี่คู่ ดังแสดงในตาราง 7

ตาราง 7 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่สำหรับความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีของเชฟเฟ (Scheffe' Method)

กลุ่ม	สูงมาก n=20, x = 19.3500	สูง n=22, x=15.1818	ปานกลาง n=21, x=19.0000
สูงมาก n=20, x = 19.3500	-	4.1682* ก.	0.35 ค.
สูง n=22, x=15.1818	-	-	3.8182* ข.
ปานกลาง n=21, x=19.0000	-	-	-

ค่าที่ใช้พิจารณาตัดสินความแตกต่างสำหรับแต่ละคู่คือ

$$ก. \quad 2.4321 \times 3.55 \times \sqrt{1/20 + 1/22} = 2.6675216$$

$$ข. \quad 2.4321 \times 3.55 \times \sqrt{1/22 + 1/21} = 2.6340418$$

$$ค. \quad 2.4321 \times 3.55 \times \sqrt{1/20 + 1/21} = 2.6975954$$

จากตาราง 7 สรุปได้ว่า ในจำนวนค่าเฉลี่ยด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์ที่นำมาเปรียบเทียบเป็นรายคู่ 3 คู่ พบคู่ที่มีความแตกต่างกัน 2 คู่ ได้แก่ ระหว่าง
กลุ่มสูงมากกับกลุ่มสูง และระหว่างกลุ่มสูงกับกลุ่มปานกลาง

1.2 ผลการเปรียบเทียบการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบ การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน (3 กลุ่ม) แสดงได้ดังตาราง 8, 10 และ 12

ตาราง 8 แสดงผลการเปรียบเทียบการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนทางบ้านด้าน ตัวบุคคลของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน 3 กลุ่ม โดยใช้การวิเคราะห์ ความแปรปรวน

Source of Variation	SS	df	MS	F	P
Main Effects	3808.563	2	1904.281	3.997	0.023*
Residual	28585.030	60	476.417		
Total	32393.593	62	522.477	—	—

จากตาราง 8 สรุปได้ว่านักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน 3 กลุ่ม (สูงมาก สูง ปานกลาง) ได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางบ้านด้านตัวบุคคลแตกต่างกัน (มีระดับนัยสำคัญ .05)

สืบเนื่องจากความแตกต่างดังกล่าวจึงต้องทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย เป็นรายคู่ ด้วยวิธีของ เชฟเฟ (Scheffe' Method) ต่อไป เพื่อให้ทราบว่ามีคู่ใดบ้าง ที่แตกต่างกัน และมีทั้งหมดกี่คู่ ดังแสดงในตาราง 9

ตาราง 9 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่สำหรับการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่บ้าน ด้านตัวบุคคล ด้วยวิธีของเชฟเฟ (Scheffe Method)

กลุ่ม	สูงมาก n=20, x =113.8750	สูง n=22, x=99.1827	ปานกลาง n=21, x=95.6667
สูงมาก n=20, x =113.8750	-	14.6923 ก.	18.2083* ค.
สูง n=22, x=99.1827	-	-	3.516 ข.
ปานกลาง n=21, x=95.6667	-	-	-

ค่าที่ใช้พิจารณาตัดสินความแตกต่างสำหรับแต่ละคู่คือ

$$ก. 15.4340 \times 3.55 \times \sqrt{1/20 + 1/22} = 16.927975$$

$$ข. 15.4340 \times 3.55 \times \sqrt{1/22 + 1/21} = 16.715513$$

$$ค. 15.4340 \times 3.55 \times \sqrt{1/20 + 1/21} = 17.118822$$

จากตาราง 9 สรุปได้ว่า ในจำนวนค่าเฉลี่ยด้านการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่บ้านด้านตัวบุคคลที่นำมาเปรียบเทียบเป็นรายคู่ 3 คู่ พบคู่ที่มีความแตกต่างกัน 1 คู่ ได้แก่ ระหว่างกลุ่มสูงมากกับกลุ่มปานกลาง

ตาราง 10 แสดงผลการเปรียบเทียบการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนทางบ้านด้านข้อมูลข่าวสารของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน 3 กลุ่ม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน

Source of Variation	SS	df	MS	F	P
Main Effects	4759.449	2	2379.752	4.722	0.012*
Residual	30237.789	60	503.963		
Total	34997.238	62	564.472	—	—

จากตาราง 10 สรุปได้ว่านักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน 3 กลุ่ม (สูงมาก สูง ปานกลาง) ได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางบ้านด้านข้อมูลข่าวสารแตกต่างกัน (ที่ระดับนัยสำคัญ .05)

สืบเนื่องจากความแตกต่างดังกล่าวจึงต้องทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ ด้วยวิธีของ เชฟเฟ (Scheffé Method) ต่อไป เพื่อให้ทราบว่ามีคู่ใดบ้างที่แตกต่างกัน และมีทั้งหมดกี่คู่ ดังแสดงในตาราง 11

ตาราง 11 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่สำหรับการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่บ้าน ด้านข้อมูลข่าวสาร ด้วยวิธีของเชฟเฟ (Scheffé Method)

กลุ่ม	สูงมาก n=20, x =108.9500	สูง n=22, x=91.6818	ปานกลาง n=21, x=89.0962
สูงมาก n=20, x =108.9500	-	17.2682 ก.	19.8538* ค.
สูง n=22, x=91.6818	-	-	2.5856 ข.
ปานกลาง n=21, x=89.0962	-	-	-

ค่าที่ใช้พิจารณาตัดสินความแตกต่างสำหรับแต่ละคู่คือ

$$ก. 15.8739 \times 3.55 \times \sqrt{1/20 + 1/22} = 17.410457$$

$$ข. 15.8739 \times 3.55 \times \sqrt{1/22 + 1/21} = 17.191939$$

$$ค. 15.8739 \times 3.55 \times \sqrt{1/20 + 1/21} = 17.606743$$

จากตาราง 11 สรุปได้ว่า ในจำนวนค่าเฉลี่ยด้านการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่บ้านด้านข้อมูลข่าวสารที่นำมาเปรียบเทียบเป็นรายคู่ 3 คู่ พบคู่ที่มีความแตกต่างกัน 1 คู่ ได้แก่ ระหว่างกลุ่มสูงมากกับกลุ่มปานกลาง

ตาราง 12 แสดงผลการเปรียบเทียบการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนทาง
โรงเรียนด้านตัวบุคคลของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน 3 กลุ่ม โดยใช้
การวิเคราะห์ความแปรปรวน

Source of Variation	SS	df	MS	F	P
Main Effects	7813.666	2	3906.833	17.847	0.000*
Residual	13134.246	60	218.904		
Total	20947.913	62	337.870	—	—

จากตาราง 12 สรุปได้ว่านักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน 3 กลุ่ม
(สูงมาก สูง ปานกลาง) ได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางโรงเรียนด้านตัวบุคคลแตกต่างกัน
(ที่ระดับนัยสำคัญ .05)

สืบเนื่องจากความแตกต่างดังกล่าวจึงต้องการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย
เป็นรายคู่ ด้วยวิธีของ เชฟเฟ (Scheffe' Method) ต่อไป เพื่อให้ทราบว่ามีส่วนใดบ้าง
ที่แตกต่างกัน และมีทั้งหมดกี่คู่ ดังแสดงในตาราง 13

ตาราง 13 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่สำหรับการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อม
ทางการเรียนทางโรงเรียนด้านตัวบุคคล ด้วยวิธีของเซฟเฟ (Scheffe' Method)

กลุ่ม	สูงมาก n=20, x =145.5750	สูง n=22, x=133.6136	ปานกลาง n=21, x=118.0714
สูงมาก n=20, x =145.5750	-	11.9614* ก.	27.5036* ค.
สูง n=22, x=133.6136	-	-	15.5422* ข.
ปานกลาง n=21, x=118.0714	-	-	-

ค่าที่ใช้พิจารณาคัดสินความแตกต่างสำหรับแต่ละคู่คือ

$$ก. 10.4619 \times 3.55 \times \sqrt{1/20 + 1/22} = 11.47587$$

$$ข. 10.4619 \times 3.55 \times \sqrt{1/22 + 1/21} = 11.330571$$

$$ค. 10.4619 \times 3.55 \times \sqrt{1/20 + 1/21} = 11.603953$$

จากตาราง 13 สรุปได้ว่า จำนวนค่าเฉลี่ยด้านการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อม
ทางการเรียนทางโรงเรียนด้านตัวบุคคล ที่นำมาเปรียบเทียบเป็นรายคู่ 3 คู่ พบคู่ที่ไม่มีความแตกต่างกัน
3 คู่ ได้แก่ ระหว่างกลุ่มสูงมากกับกลุ่มสูง ระหว่างกลุ่มสูงกับกลุ่มปานกลาง และระหว่างกลุ่มสูงมาก
กับกลุ่มปานกลาง

ตาราง 14 แสดงผลการเปรียบเทียบการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนทาง
โรงเรียนด้านข้อมูลข่าวสารของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน 3 กลุ่ม
โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน

Source of Variation	SS	df	MS	F	P
Main Effects	6884.181	2	3442.091	12.713	0.000*
Residual	16244.737	60	270.746		
Total	23128.918	62	373.047	—	—

จากตาราง 14 สรุปได้ว่านักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน 3 กลุ่ม
(สูงมาก สูง ปานกลาง) ได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนทางโรงเรียนด้านข้อมูล
ข่าวสารแตกต่างกัน (ที่ระดับนัยสำคัญ .05)

สืบเนื่องจากความแตกต่างดังกล่าวจึงต้องทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย
เป็นรายคู่ ด้วยวิธีของ เชฟเฟ (Scheffe' Method) ต่อไป เพื่อให้ทราบว่ามีความ
ที่แตกต่างกัน และมีทั้งหมดกี่คู่ ดังแสดงในตาราง 15

ตาราง 15 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่สำหรับการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนทางโรงเรียนด้านข้อมูลข่าวสาร ด้วยวิธีของเชฟเฟ (Scheffe' Method)

กลุ่ม	สูงมาก n=20, x =139.6260	สูง n=22, x=120.1136	ปานกลาง n=21, x=115.0238
สูงมาก n=20, x =139.6260	-	19.5124* ก.	24.6022* ค.
สูง n=22, x=120.1136	-	-	5.0898 ข.
ปานกลาง n=21, x=115.0238	-	-	-

ค่าที่ใช้พิจารณาตัดสินความแตกต่างสำหรับแต่ละคู่คือ

$$ก. 11.6350 \times 3.55 \times \sqrt{1/20 + 1/22} = 12.761241$$

$$ข. 11.6350 \times 3.55 \times \sqrt{1/22 + 1/21} = 12.601075$$

$$ค. 11.6350 \times 3.55 \times \sqrt{1/20 + 1/21} = 12.905112$$

จากตาราง 15 สรุปได้ว่า ในจำนวนค่าเฉลี่ยด้านการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนทางโรงเรียนด้านข้อมูลข่าวสาร ที่นำมาเปรียบเทียบเป็นรายคู่ 3 คู่ พบคู่ที่มีความแตกต่างกัน 2 คู่ ได้แก่ ระหว่างกลุ่มสูงมากกับกลุ่มสูง ระหว่างกลุ่มสูงมากกับกลุ่มปานกลาง

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความสัมพันธ์

กรณี 1 : ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ด้านต่าง ๆ

งานการวิจัยครั้งนี้ศึกษาตัวแปรความคิดระดับสูง 3 ด้าน ดังนั้น จึงสามารถศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ได้เป็น 3 คู่ ดังแสดงในตาราง 16

ตาราง 16 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความสัมพันธ์เป็นรายคู่ระหว่างความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน

ความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์	ความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์		
	Y ₁	Y ₂	Y ₃
Y ₁	-	r = 0.2093 (p = 0.100)	r = 0.4479* (p = 0.000)
Y ₂	-	-	r = 0.2978* (p = 0.018)
Y ₃	-	-	-

หมายเหตุ Y₁ คือ ความคิดวิจารณ์ญาณ

Y₂ คือ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

Y₃ คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

จากตาราง 16 สรุปได้ว่า ความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน ซึ่งเข้าคู่กันได้ 3 คู่ มีความสัมพันธ์กัน (อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05) 2 คู่ และสามารถเรียงลำดับค่าความสัมพันธ์จากมากไปน้อยได้ดังนี้

ลำดับ 1 ความคิดวิจารณ์ญาณ (Y_1) กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (Y_3) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.4479 ($P = 0.000$)

ลำดับ 2 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (Y_2) กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (Y_3) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.2978 ($P = 0.018$)

กรณี 2: ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการได้รับประโยชน์

จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนด้านต่าง ๆ

ในการวิจัยครั้งนี้ศึกษาตัวแปรการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน 4 ด้าน
ดังนั้น จึงสามารถศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนได้เป็น
6 คู่ ดังแสดงในตาราง 17

ตาราง 17 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความสัมพันธ์เป็นรายคู่ระหว่างการได้รับประโยชน์
จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน 4 ด้าน

การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อม ทางการเรียน	การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน			
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
X ₁	-	r = 0.874* (p = 0.000)	r = 0.542* (p = 0.000)	r = 0.535* (p = 0.000)
X ₂	-	-	r = 0.566* (p = 0.000)	r = 0.614* (p = 0.000)
X ₃	-	-	-	r = 0.819* (p = 0.000)
X ₄	-	-	-	-

- หมายเหตุ X₁ คือ การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่บ้านด้านตัวบุคคล
X₂ คือ การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่บ้านด้านข้อมูลข่าวสาร
X₃ คือ การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนทางโรงเรียนด้านตัวบุคคล
X₄ คือ การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนทางโรงเรียนด้านข้อมูลข่าวสาร

จากตาราง 17 สรุปได้ว่าการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน 4 ด้าน ซึ่งเข้าคู่กันได้ 6 คู่ มีความสัมพันธ์ (อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05) ทั้ง 6 คู่ และสามารถเรียงลำดับค่าความสัมพันธ์จากมากไปน้อย ได้ดังนี้

- ลำดับที่ 1 การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่บ้านด้านตัวบุคคล (X_1) กับการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่บ้านด้านข้อมูลข่าวสาร (X_2) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.874 ($p = 0.000$)
- ลำดับที่ 2 การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนทางโรงเรียนด้านตัวบุคคล (X_3) กับการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนทางโรงเรียนด้านข้อมูลข่าวสาร (X_4) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.819 ($p = 0.000$)
- ลำดับที่ 3 การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่บ้านด้านข้อมูลข่าวสาร (X_2) กับการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนทางโรงเรียนด้านข้อมูลข่าวสาร (X_4) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.614 ($p = 0.000$)
- ลำดับที่ 4 การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่บ้านด้านข่าวสาร (X_2) กับการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนทางโรงเรียนด้านตัวบุคคล (X_3) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.566 ($p = 0.000$)
- ลำดับที่ 5 การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่บ้านด้านตัวบุคคล (X_1) กับการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนทางโรงเรียนด้านตัวบุคคล (X_3) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.542 ($p = 0.000$)
- ลำดับที่ 6 การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่บ้านด้านตัวบุคคล (X_1) กับการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนทางโรงเรียนด้านข้อมูลข่าวสาร (X_4) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.535 ($p = 0.000$)

กรณี 3: ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดระดับสูงทาง
วิทยาศาสตร์แต่ละด้าน กับการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน
4 ด้าน

งานการวิจัยครั้งนี้ศึกษาตัวแปรความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ 3 ด้านและศึกษาตัวแปร
การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน 4 ด้าน ดังนั้น สำหรับความคิดระดับสูงทาง
วิทยาศาสตร์ด้านใดด้านหนึ่ง (Y) จึงสามารถศึกษาความสัมพันธ์กับการได้รับประโยชน์จาก
สิ่งแวดล้อมทางการเรียน (X) ได้ 4 คู่ รวมทั้งหมด 12 คู่ ดังแสดงในตาราง 18

ตาราง 18 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความสัมพันธ์เป็นรายคู่ระหว่างความคิดระดับสูง
ทางวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน กับการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน 4 ด้าน

ความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ ทางการเรียน	การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน			
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
ความคิดวิจารณ์ญาณ (Y ₁)	r = -0.031 (p=0.405)	r = 0.018 (p =0.445)	r = -0.014 (p = 0.457)	r = 0.077 (p = 0.275)
ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (Y ₂)	r = -0.115 (p=0.185)	r = 0.051 (p=0.344)	r = -0.008 (p = 0.476)	r = 0.110 (p = 0.194)
ความสามารถในการแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ (Y ₃)	r = -0.199 (p=0.059)	r = -0.144 (p=0.130)	r = -0.044 (p = 0.365)	r = 0.052 (p = 0.342)

- หมายเหตุ X₁ คือ การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่บ้านด้านตัวบุคคล
X₂ คือ การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่บ้านด้านข้อมูลข่าวสาร
X₃ คือ การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนทางโรงเรียนด้านตัวบุคคล
X₄ คือ การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนทางโรงเรียนด้านข้อมูลข่าวสาร

จากตาราง 18 สรุปได้ว่า ความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน รวมทั้งหมด 3 ด้านกับการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนทั้ง 4 ด้าน ไม่มีความสัมพันธ์กัน (อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05)

บทที่ 5

สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ มีประเด็นที่ศึกษา 2 ประเด็น คือการศึกษาเชิงเปรียบเทียบและการศึกษาเชิงความสัมพันธ์ เกี่ยวกับความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ และการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน มีข้อสรุปที่เป็นประเด็นสำคัญดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ (ด้านความคิดวิจารณ์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์) ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน
2. เพื่อเปรียบเทียบการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน ทางบ้าน (ด้านตัวบุคคล ด้านข้อมูลข่าวสาร) และทางโรงเรียน (ด้านตัวบุคคล ด้านข้อมูลข่าวสาร) ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ (ด้านความคิดวิจารณ์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์)
4. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน ทางบ้าน (ด้านตัวบุคคล ด้านข้อมูลข่าวสาร) และทางโรงเรียน (ด้านตัวบุคคล ด้านข้อมูลข่าวสาร)
5. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ (ด้านความคิดวิจารณ์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์) กับการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนทางบ้าน (ด้านตัวบุคคล ด้านข้อมูลข่าวสาร) และทางโรงเรียน (ด้านตัวบุคคล ด้านข้อมูลข่าวสาร)

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน มีความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ (ด้านความคิดวิจารณ์ญาณ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์) แตกต่างกัน
2. นักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน ได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่บ้าน (ด้านตัวบุคคล ด้านข้อมูลข่าวสาร) และทางโรงเรียน (ด้านตัวบุคคล ด้านข้อมูลข่าวสาร) แตกต่างกัน
3. มีความสัมพันธ์ระหว่างความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ (ด้านความคิดวิจารณ์ญาณ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์)
4. มีความสัมพันธ์ระหว่างการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่บ้าน (ด้านตัวบุคคล ด้านข้อมูลข่าวสาร) และทางโรงเรียน (ด้านตัวบุคคล ด้านข้อมูลข่าวสาร)
5. มีความสัมพันธ์ระหว่างความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ (ด้านความคิดวิจารณ์ญาณ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์) กับการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่บ้าน (ด้านตัวบุคคล ด้านข้อมูลข่าวสาร) และทางโรงเรียน (ด้านตัวบุคคล ด้านข้อมูลข่าวสาร)

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. แหล่งข้อมูล

แหล่งข้อมูลของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโคกกระเทียมวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี ปีการศึกษา 2541 ที่ผ่านการเรียนวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต (ว 017) จำนวน 63 คน แยกตามตัวแปรอิสระได้ดังนี้

- 1.1 กลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์สูงมาก (จำนวน 20 คน)
- 1.2 กลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์สูง (จำนวน 22 คน)
- 1.3 กลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ปานกลาง (จำนวน 21 คน)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

2.1 แบบทดสอบวัดความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ 3 ฉบับ ประกอบด้วย แบบทดสอบวัดความคิดวิจารณ์เฉพาะ แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2.2 แบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน 1 ฉบับ แยกพิจารณาเป็น 4 ด้าน คือ ทางบ้านด้านตัวบุคคล ทางบ้าน ด้านข้อมูลข่าวสาร ทางโรงเรียนด้านตัวบุคคล และทางโรงเรียนด้านข้อมูลข่าวสาร

2.3 แบบประเมินความสำเร็จในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์

3. วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโคกกะเทียม วิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี ปีการศึกษา 2541 ที่ผ่านการเรียนวิชาโครงการงานวิทยาศาสตร์ กับคุณภาพชีวิต (ว 017) ซึ่งเป็นแหล่งข้อมูลในการวิจัย ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ.2541 โดยดำเนินการดังนี้

3.1 แบ่งกลุ่มนักเรียนที่จะใช้เป็นแหล่งข้อมูลโดยพิจารณาจากความสำเร็จในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 203 และ ว 204)เฉลี่ย ประกอบกันและแยกเป็น 3 กลุ่ม คือกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์สูงมาก กลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์สูง และกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ปานกลาง

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ และเก็บรวบรวมข้อมูลการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน โดยใช้แบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์ ซึ่งในการดำเนินการรวบรวมข้อมูลทั้งหมดนี้ ผู้วิจัยดำเนินการด้วยตนเอง

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีการทางสถิติอนุมาน (ที่ระดับนัยสำคัญ .05) ตามลำดับความมุ่งหมายการวิจัย ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ (3 ด้าน) และการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน (4 ด้าน) ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน (3 กลุ่ม) ใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) เมื่อพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (จากการทดสอบค่า F) จึงทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ ด้วยวิธีเชฟเฟ (Scheffe' Method)

การทดสอบดังกล่าวนี้กระทำ 3 ครั้ง ตามด้านของความคิดระดับสูง คือ ความคิดวิจารณ์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนระหว่างนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน (3 กลุ่ม) การวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนนี้ใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) เมื่อพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (จากการทดสอบค่า F) จะทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธีเชฟเฟ (Scheffe' Method)

3. การวิเคราะห์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ภายในระหว่างความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ (3 ด้าน) ความสัมพันธ์ภายในระหว่างการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน (4 ด้าน) และความสัมพันธ์ระหว่างความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ (3 ด้าน) กับการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน (4 ด้าน) ใช้การวิเคราะห์โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย ด้วยวิธีของเพียร์สัน (Pearson Product-Moment)

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน 3 กลุ่ม (สูงมาก สูง ปานกลาง) มีความคิดวิจารณ์แตกต่างกัน 1 คู่ คือ ระหว่างกลุ่มสูงมากกับกลุ่มสูง

2. นักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน 3 กลุ่ม (สูงมาก สูง ปานกลาง) มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกัน

3. นักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน 3 กลุ่ม (สูงมาก สูง ปานกลาง) มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน 2 คู่ คือ ระหว่างกลุ่มสูงมากกับกลุ่มสูง และระหว่างกลุ่มสูงกับกลุ่มปานกลาง

4. นักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน 3 กลุ่ม (สูงมาก สูง ปานกลาง) ได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่บ้านด้านตัวบุคคลแตกต่างกัน 1 คู่ คือระหว่างกลุ่มสูงมากกับกลุ่มปานกลาง

5. นักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน 3 กลุ่ม (สูงมาก สูง ปานกลาง) ได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่บ้านด้านข้อมูลข่าวสาร แตกต่างกัน 1 คู่ คือระหว่างกลุ่มสูงมากกับกลุ่มปานกลาง

6. นักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน 3 กลุ่ม (สูงมาก สูง ปานกลาง) ได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนทางโรงเรียนด้านตัวบุคคลแตกต่างกัน 3 คู่ คือระหว่างกลุ่มสูงมากกับกลุ่มสูง ระหว่างกลุ่มสูงมากกับกลุ่มปานกลาง และระหว่างกลุ่มสูงกับกลุ่มปานกลาง

7. นักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน 3 กลุ่ม (สูงมาก สูง ปานกลาง) ได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนทางโรงเรียนด้านข้อมูลข่าวสาร แตกต่างกัน 2 คู่ คือระหว่างกลุ่มสูงมากกับกลุ่มสูง และระหว่างกลุ่มสูงมากกับกลุ่มปานกลาง

8. มีความสัมพันธ์ระหว่างความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ (ด้านความคิดวิจารณ์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์) 2 คู่ เรียงตามลำดับค่าความสัมพันธ์จากมากไปน้อย คือ ระหว่างความคิดวิจารณ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับระหว่างความคิดวิจารณ์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไม่พบว่ามีความสัมพันธ์กัน

9. มีความสัมพันธ์ระหว่างการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน 4 ด้าน (ทางบ้านด้านตัวบุคคล ทางบ้านด้านข้อมูลข่าวสาร ทางโรงเรียนด้านตัวบุคคล และทางโรงเรียนด้านข้อมูลข่าวสาร) ครบทั้ง 6 คู่ เรียงตามลำดับค่าความสัมพันธ์จากมากไปน้อยได้ดังนี้ ระหว่าง

ทางบ้านด้านตัวบุคคล กับทางบ้านด้านข้อมูลข่าวสาร, ระหว่างทางโรงเรียนด้านตัวบุคคลกับทางโรงเรียนด้านข้อมูลข่าวสาร, ระหว่างทางบ้านด้านข้อมูลข่าวสารกับทางโรงเรียนด้านข้อมูลข่าวสาร, ระหว่างทางบ้านด้านตัวบุคคลกับทางโรงเรียนด้านตัวบุคคลข้อมูลข่าวสาร และระหว่างทางบ้านด้านตัวบุคคลกับทางโรงเรียนด้านข้อมูลข่าวสาร

10. ไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ (ด้านความคิดวิจารณ์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์) กับการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่บ้าน (ด้านตัวบุคคล ด้านข้อมูลข่าวสาร) และทางโรงเรียน (ด้านตัวบุคคล ด้านข้อมูลข่าวสาร) ทั้ง 12 คู่

อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

จากการเปรียบเทียบความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน 3 กลุ่ม สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. การเปรียบเทียบความคิดวิจารณ์ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน 3 กลุ่ม (สูงมาก สูง ปานกลาง) พบว่า กลุ่มสูงมากกับกลุ่มสูงแตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ส่วนกลุ่มสูงมากกับกลุ่มปานกลาง และกลุ่มสูงกับกลุ่มปานกลางไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ มีข้ออภิปรายดังต่อไปนี้

กลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์สูงมากกับกลุ่มสูง มีลักษณะที่แตกต่างกันคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (กลุ่มสูงมากมีผลสัมฤทธิ์ในระดับ 3,4 แต่กลุ่มสูงมีผลสัมฤทธิ์ในระดับ 1,2) ซึ่งเป็นผลให้นักเรียนทั้งสองกลุ่มนี้มีความคิดวิจารณ์แตกต่างกัน อภิปรายได้ว่า กลุ่มสูงมากเป็นผู้ที่มีสติปัญญาดี และมีการใช้เหตุผลที่ดี และความคิดวิจารณ์ก็เป็นกระบวนการทางปัญญา (Cognitive Process) ซึ่งเกี่ยวกับการรับรู้ เกิดการจำ การเข้าใจ จนถึงขั้นการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และการประเมินค่า (สงข ลักษณ์. 2537 : 7) ดังนั้น กลุ่มสูงมากกับกลุ่มสูงจึงมีความคิดวิจารณ์แตกต่างกัน เพราะว่า ทั้งสองกลุ่มนี้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

แนวคิดนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ กมล หลีกภัย (2524 : 68) ที่พบว่า ความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์มีความสัมพันธ์กันทางบวก และผลการวิจัยของสันต์ธวัช ศรีคำแท้ (2537 : บทคัดย่อ) ศึกษาพบว่า ความคิดวิจารณ์ญาณ และการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กลุ่มสูง สูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กลุ่มต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับ ไพลินสกี (Polansky. 1975 : 5952 - 5953 - A) ที่พบว่า ความสามารถในการคิดเชิงตรรกศาสตร์ และความสามารถในการคิดแบบวิเคราะห์วิจารณ์ มีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดกับ "ความเข้าใจ" ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์

ดังนั้น กลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์สูงมากกับกลุ่มสูง จึงมีความคิดวิจารณ์ญาณแตกต่างกัน เพราะทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกัน

ในด้านของกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์สูงมากกับกลุ่มปานกลางมีความคิดวิจารณ์ญาณไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ อธิบายได้ว่า กลุ่มสูงมากกับกลุ่มปานกลาง มีลักษณะร่วมที่คล้ายกัน คือ ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับ 3,4 (ผลสัมฤทธิ์สูง) จัดว่ามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูง นักเรียนเหล่านี้เป็นผู้มีความสามารถทางสติปัญญาดี และความคิดวิจารณ์ญาณมีพื้นฐานมาจากองค์ประกอบด้านสติปัญญาด้านความรู้ (Cognitive Domain) จึงเป็นเรื่องที่เกี่ยวกับการกระทำด้านความคิดที่ประกอบด้วยการวิเคราะห์ และการประเมินข้อมูล ตลอดจนกระบวนการพิจารณาตัดสินใจในความเชื่อถือ และคุณค่าของข้อมูล (Hunkins. 1972 : 689 ; Beyer. 1985 : 273) และสอดคล้องกับคำกล่าวของวารินทร์ สายเอบเอื้อ (2520) ที่ว่า การเรียนรู้ทางการคิดมีความสัมพันธ์กับสติปัญญาของคนเรามาก เช่น คนที่มีสติปัญญาสูงย่อมจะเป็นคนที่มีความสามารถในการปรับตัว เผชิญปัญหา แก้ไขเหตุการณ์ต่าง ๆ ให้อยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข

ดังนั้น กลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์สูงมากกับกลุ่มปานกลาง จึงมีความคิดวิจารณ์ญาณไม่แตกต่างกัน เพราะทั้งสองกลุ่มมีลักษณะร่วมที่คล้ายกัน คือ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับ 3,4 (ผลสัมฤทธิ์สูง)

สำหรับกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์สูงกับกลุ่มปานกลาง มีความคิดวิจารณ์เฉพาะ
 ไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ อภิปรายได้ว่า ทั้งกลุ่มสูงและกลุ่มปานกลางมี
 ลักษณะเด่นที่แตกต่างกัน คือ กลุ่มสูงประสบความสำเร็จในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ส่วน
 กลุ่มปานกลางมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับ 3,4 (ผลสัมฤทธิ์สูง) สืบเนื่อง
 จากลักษณะเด่นของทั้งสองกลุ่มที่แตกต่างกันนี้ จึงส่งผลให้ทั้งกลุ่มสูงและกลุ่มปานกลาง มีความคิด
 วิจารณ์เฉพาะไม่แตกต่างกัน กลุ่มที่ประสบความสำเร็จในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ (กลุ่มสูง)
 มีความสัมพันธ์กับความคิดวิจารณ์เฉพาะ กล่าวคือ กระบวนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์นั้น อาศัย
 วิธีการทางวิทยาศาสตร์เข้ามาช่วยให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดอย่างมีระบบ มีขั้นตอน และลงมือ
 ปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง โดยเริ่มจากการระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน ทดลองและรวบรวมข้อมูล
 วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการทดลอง วิธีการทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวมีส่วนเกี่ยวข้องกับสัมพันธ์กับ
 กระบวนการคิดวิจารณ์เฉพาะ ที่มีลักษณะการคิดไตร่ตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับข้อมูลที่เป็นปัญหา มีการ
 รวบรวมข้อมูล จัดระบบข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การสรุปอ้างอิงโดยใช้หลักตรรกศาสตร์เหล่านี้ล้วน
 เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับทักษะการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Zohar and Tamir. 1933 : 137)
 ซึ่งเป็นรูปแบบของการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ดังเช่น ผลการวิจัยของเบญจมาศ สันประเสริฐ
 (2533 : 80) ที่พบว่าความคิดวิจารณ์เฉพาะของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลอง
 กับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับคากล่าวของจอร์จ (วีระ
 เมืองช้าง. 2524 : 43 ; อ้างอิงมาจาก George. n.d.) ที่ว่า "กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 ต้องใช้ความคิดวิจารณ์เฉพาะในการตรวจสอบสมมติฐานต่าง ๆ จึงไม่สามารถแยกความคิดวิจารณ์เฉพาะออก
 จากการสอนวิทยาศาสตร์ได้"

สำหรับกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับ 3,4 (ผลสัมฤทธิ์สูง) มีความ
 สัมพันธ์กับความคิดวิจารณ์เฉพาะด้วยเช่นกัน เนื่องจากนักเรียนเหล่านี้เป็นผู้ที่มีความสามารถทางสติปัญญาดี
 มีการคิดใช้เหตุผลที่ดี และความคิดวิจารณ์เฉพาะพื้นฐานมาจากองค์ประกอบด้านสติปัญญาด้านความรู้
 (Cognitive Domain) จึงเป็นเรื่องที่เกี่ยวกับการกระทำด้านความคิดที่ประกอบด้วย การวิเคราะห์
 และการประเมินข้อมูล ตลอดจนกระบวนการพิจารณาตัดสินในใจในความเชื่อถือ และคุณค่าของข้อมูล
 (Hunkins. 1972 : 689 ; Beyer. 1985 : 273) และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ

กมล หลีกภัย (2524 : 68) ที่พบว่า ความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์มีความสัมพันธ์กันทางบวก และผลการวิจัยของสมสุข ไถวเจริญ (2541 : 113) ที่พบว่า นักศึกษาพยาบาลที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาสูงจะมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณสูงกว่านักศึกษาพยาบาลที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาต่ำ รวมทั้งสอดคล้องกับผลการวิจัยของถวิล ธาราภษณ (2520 : 66) ที่พบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงจะมีความสามารถในการคิดเชิงตรรกสูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

ดังนั้น กลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์สูงกับกลุ่มปานกลางจึงมีความคิดวิจารณ์ญาณไม่แตกต่างกัน เพราะแต่ละกลุ่มต่างก็มีลักษณะเด่นที่เอื้อต่อการพัฒนาความคิดวิจารณ์ญาณเหมือน ๆ กัน

2. การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน 3 กลุ่ม (สูงมาก สูง ปานกลาง) จากการวิจัยพบว่า นักเรียนทั้ง 3 กลุ่มนี้ มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ มีข้ออภิปรายดังต่อไปนี้

กลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์สูงมากกับกลุ่มสูง มีลักษณะร่วมที่คล้ายกัน คือประสบความสำเร็จในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ นักเรียนทั้งสองกลุ่มนี้ มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน เพราะในขณะที่นักเรียนทำโครงงานวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะได้รับความรู้จากการศึกษาค้นคว้า ทดลอง มีประสบการณ์จากการปฏิบัติและฝึกฝน ตลอดจนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนั้นกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์นับได้ว่าเป็นกิจกรรมหนึ่งที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดและการกระทำที่เป็นของตนเอง ได้ค้นคว้าและทดลองเพื่อแก้ปัญหา โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เอื้อต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ เดวิส (วิสุทธิ ตรีเงิน. 2534 ; อ้างอิงมาจาก Davis. 1971 : 30 - 31) ที่เสนอแนวทางพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ประการหนึ่งว่า การจัดสภาพบรรยากาศสนับสนุนความคิดสร้างสรรค์นั้น ควรใช้การสอนแบบระดมพลังสมอง มีความคิดสร้างสรรค์ในศิลปะ การเขียนหรือการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมให้นักเรียนทำการทดลอง เป็นผลให้นักเรียนมีอิสระในการคิดสร้างสรรค์ ทำให้จินตนาการแปลก ๆ และเรื่องขบขันเป็นจริงได้

ดังผลการวิจัยของปรียามรณ ทองมาก (2537 : 69) ที่พบว่า นักเรียนที่เคยเรียนวิชา ว 014 และ ว 017 และนักเรียนที่เคยเรียนเฉพาะ ว 014 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ปรีชา กันตรง (2534 : 75 - 79) ที่พบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงการวิทยาศาสตร์สูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ ที่ไม่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงการวิทยาศาสตร์

ดังนั้น กลุ่มสูงมากกับกลุ่มสูงจึงมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน เพราะทั้งสองกลุ่มมีลักษณะร่วมที่คล้ายกัน คือ ประสบความสำเร็จในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ อันเป็นลักษณะที่เอื้อต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

สำหรับกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์สูงมากกับกลุ่มปานกลาง มีลักษณะร่วมที่คล้ายกัน คือ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับ 3,4 (ผลสัมฤทธิ์สูง) นักเรียนเหล่านี้เป็นผู้มีความสามารถทางสติปัญญาดี สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่เข้าด้วยกัน เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์ ดังผลการวิจัยของกัมปนาท วิชรัตนาคม (2534 : ก-ข) และชูเกียรติ บุญชนะนันท์ (2534 : ก - ข) ที่พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กันทางบวก และผลการวิจัยของ ตรีทองพจน์ รุกขวิบูลย์ (2529 : 275) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เขตกรุงเทพมหานคร พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์มีความสัมพันธ์กันทางบวก ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ยุบล บุญชื่น (2525 : บทคัดย่อ) ที่พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันทางบวก และพบอีกว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูง มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูง และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่ำ ก็มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ต่ำ

ดังนั้น กลุ่มสูงมากกับกลุ่มปานกลาง จึงมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน เพราะมีลักษณะร่วมที่คล้ายกัน คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับ 3,4 (ผลสัมฤทธิ์สูง) อันเป็นลักษณะที่เอื้อต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

สำหรับกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์สูงกับกลุ่มปานกลาง มีลักษณะเด่นที่ต่างกัน ซึ่งล้วนเป็นผลให้เกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ทั้งสิ้น คือ กลุ่มสูงประสบความสำเร็จในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ในขณะที่กลุ่มปานกลางมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับ 3,4 (ผลสัมฤทธิ์สูง) สืบเนื่องจากลักษณะเด่นของแต่ละกลุ่มที่แตกต่างกันนี้ จึงส่งผลให้ทั้งกลุ่มสูงกับกลุ่มปานกลาง มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกัน อภิปรายได้ว่า กลุ่มที่ประสบความสำเร็จในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ (กลุ่มสูง) มีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ กระบวนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ นั้น อาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนได้ฝึกคิด ภาวนาคปัญหา ตั้งสมมติฐานทดลองและรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล ซึ่งการฝึกคิดตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์นั้น สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ ดังข้อเสนอแนะการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของณัฐพงษ์ เจริญพิทย (2539 : 176 - 177) ตอนหนึ่งว่า "พึงให้ออกาสบุคคลได้เรียนรู้เรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย และพึงกระตุ้นให้บุคคลแสดงออกซึ่งจินตนาการในทางวิทยาศาสตร์ ในลักษณะที่สัมพันธ์กับความคิดอเนกนัยผ่านกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การเล่น การทดลอง การสำรวจ การอ่าน การตอบคำถาม รวมทั้งให้มีโอกาสถ่ายทอดและแลกเปลี่ยนความคิดกับบุคคลอื่น" ข้อเสนอแนะนี้สอดคล้องกับ โมราเวซิก (Moravesik, 1981 : 223 - 225) ที่ได้เสนอวิธีการเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ในการเรียนการสอน คือ ควรสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีทดลอง และสอนทักษะในการแก้ปัญหาให้แก่ผู้เรียนได้เรียนรู้จากวิธีการสอนแบบสืบสอบ (Inquiry) ซึ่งผู้เรียนจะได้รับประสบการณ์โดยตรงจากการสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ข้อเสนอแนะดังกล่าว สอดคล้องกับผลการวิจัยของปรีชา กันตรง (2534 : 74 - 79) ที่พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงการวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีการฝึกคิดหัวเรื่องโครงการวิทยาศาสตร์

สำหรับกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับ 3,4 (ผลสัมฤทธิ์สูง) มีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยเช่นกัน เนื่องจากนักเรียนเหล่านั้นเป็นผู้มีสติปัญญาดี สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่เข้าด้วยกัน เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา โดยใช้เวลากระบวนการ

คิดอย่างสร้างสรรค์ คือความรู้พื้นฐาน จินตนาการและการพิจารณาตัดสินใจ ซึ่งสติปัญญามีส่วนเกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ดังเช่นการศึกษาของสूपรียา ลาเจียก (2522 ; 47 - 79) ที่พบว่า ระดับสติปัญญาของนักเรียนมีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (ที่ระดับนัยสำคัญ .05) และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (ที่ระดับนัยสำคัญ .05) นอกจากนี้ ยูเอช บุกซัน (2525 : บทความย่อ) ยังพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันทางบวก และพบอีกว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูง มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูง และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่ำก็มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ต่ำ เช่นเดียวกับตรองพจน์ รุกขวิบูลย์ (2529 : 275) ที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เขตกรุงเทพมหานคร พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์มีความสัมพันธ์กันทางบวก ดังนั้น กลุ่มสูงกับกลุ่มปานกลาง จึงมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน เพราะทั้งสองกลุ่มต่างก็มีลักษณะเด่นที่เอื้อต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เหมือนกัน

3. การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ 3 กลุ่ม (สูงมาก สูง ปานกลาง) ที่พบว่า แตกต่างกัน 2 คู่ ได้แก่ ระหว่างกลุ่มสูงมากกับกลุ่มสูง และระหว่างกลุ่มสูงกับกลุ่มปานกลาง ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ส่วนระหว่างกลุ่มสูงมากกับกลุ่มปานกลางไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ มีข้ออภิปรายดังต่อไปนี้

จากผลการทดลองที่กล่าวมาข้างต้นจะพบว่า นักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม (สูงมาก สูง ปานกลาง) แต่ละกลุ่มมีลักษณะร่วมที่คล้ายกัน และมีลักษณะเด่นที่แตกต่างกัน เป็นผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของบางกลุ่มแตกต่างกัน และบางกลุ่มไม่แตกต่างกัน

กลุ่มสูงมาก และกลุ่มสูงประสบความสำเร็จในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ แต่กลุ่มสูงมากมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับ 3,4 ส่วนกลุ่มสูงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับ 1,2 สำหรับกลุ่มปานกลางนั้นเป็นกลุ่มที่ไม่ประสบความสำเร็จในการทำ

โครงการวิทยาศาสตร์ แต่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับ 3,4 (ผลสัมฤทธิ์สูง) นักเรียนทั้ง 3 กลุ่มนี้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน 2 คู่ (ระหว่างกลุ่มสูงมากกับกลุ่มสูง และระหว่างกลุ่มสูงกับกลุ่มปานกลาง) ไม่แตกต่างกัน 1 คู่ (ระหว่างกลุ่มสูงมากกับกลุ่มสูง) จากผลการวิจัยดังกล่าว พบว่า ความสำเร็จงานการทำโครงการวิทยาศาสตร์ไม่ได้ทำให้นักเรียนทั้ง 3 กลุ่มนี้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุภาพร เสียงเรืองแสง (2540 : 102 - 103) ที่พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยไม่ใช่กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ในภาพรวมไม่แตกต่างกัน และรุ่งชิวา สุขดี (2531 : 69) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนการฝึกออกแบบการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยที่ไม่มีการฝึกออกแบบการทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้ สาเหตุหนึ่งที่น่าจะส่งผลให้นักเรียนที่ประสบความสำเร็จงานการทำโครงการวิทยาศาสตร์ต่างมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน อาจเป็นเพราะกิจกรรมการเรียนการสอนในห้องเรียนปกติมีการจัดบรรยากาศการเรียนการสอนให้นักเรียนได้ฝึกคิดอยู่เสมอ และการที่นักเรียนสามารถคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ นั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น สถิติปัญหา ความรู้ อารมณ์ ประสบการณ์ การตั้งใจ และวิธีการคิดแก้ปัญหา ซึ่งไม่มีขั้นตอนที่แน่นอนตายตัว ดังที่ สตอลส์เบอร์ก (Stollburg, 1956 : 225 - 228) ให้ความเห็นว่า ปัญหาที่เกิดขึ้นและวิธีการแก้ปัญหานั้น ผู้แก้ปัญหาแต่ละคนย่อมมีลักษณะเฉพาะเอกลักษณ์ การแก้ปัญหาจึงไม่เหมือนกัน ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของแต่ละบุคคล วุฒิกวาระของสมอง สภาพการณ์ที่แตกต่าง และความสามารถของแต่ละคนที่มีต่อปัญหานั้น

สำหรับข้ออภิปรายเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม ที่พบว่า กลุ่มที่มีลักษณะที่คล้ายกันในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับ 3,4 (ผลสัมฤทธิ์สูง) คือระหว่างกลุ่มสูงมากกับกลุ่มปานกลาง มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน เนื่องจากนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูง ซึ่งจัดว่ามีสถิติปัญหาดี นับว่าเป็นพื้นฐานสำคัญต่อการคิดแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับข้อคิดเห็นของมอร์แกน (Morgan, 1978 : 154 - 155) ที่ว่า

ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลขึ้นอยู่กับองค์ประกอบด้านสติปัญญา (Intelligence) ผู้มีสติปัญญาดีสามารถคิดแก้ปัญหาได้ดี คำกล่าวนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของฤทธิ์ทางการเรียน และวิชา ทวีทรัพย์ (2532 : บทคัดย่อ) ที่พบว่า การแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กัน รวมทั้งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ จันทกฤษ (2539 : 66) ที่พบว่า นักเรียนที่มีระดับความถนัดทางการเรียนด้านคณิตศาสตร์สูง กับนักเรียนที่มีระดับความถนัดทางการเรียนด้านคณิตศาสตร์ต่ำมีความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกัน โดยที่คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่มีระดับความถนัดทางการเรียนด้านคณิตศาสตร์สูง มีค่าสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่มีระดับความถนัดทางการเรียนด้านคณิตศาสตร์ต่ำ และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ นabor (Nabor. 1975 : 3241 - A) ที่พบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

สำหรับระหว่างกลุ่มสูงมากกับกลุ่มสูง และระหว่างกลุ่มสูงกับกลุ่มปานกลาง ที่พบว่ามีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน เนื่องจากนักเรียนทั้ง 3 กลุ่มนี้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกัน กล่าวคือ กลุ่มสูงมาก และกลุ่มปานกลางมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับ 3,4 (ผลสัมฤทธิ์สูง) ส่วนกลุ่มสูงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับ 1,2 (ผลสัมฤทธิ์ต่ำ) จึงอภิปรายในด้านความแตกต่างของสติปัญญาที่ว่า "ความสามารถในการแก้ปัญหของแต่ละคนนั้นจะแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับระดับสติปัญญา ความรู้ อารมณ์ และประสบการณ์ของบุคคลนั้น" ดังที่มอร์แกน (Morgan. 1978 : 154 - 155) กล่าวไว้ว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลขึ้นอยู่กับองค์ประกอบด้านสติปัญญา (Intelligence) ผู้มีสติปัญญาดีสามารถคิดแก้ปัญหาได้ดี ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยการวิจัยของ วรรณดี วรรณศิลป์ (2522 : 1 - 56) ที่พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01) และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยตลอดทั้งภาคเรียนสูงและต่ำ มีความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกัน (อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01) สอดคล้องกับวิจัยของ บัตส์ (Butts. 1965 : 138 - 145) ที่พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหากับความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความจริงและหลักการมีความสัมพันธ์กัน นอกจากนี้ การ์บวีลี (Gabrielle. 1972 : 5650-A) ยังพบอีกว่า ความ

สามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษาครูในมหาวิทยาลัยซีราคิวซี (Syracuse) มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความรู้ ประสบการณ์ การฝึกหัด ระดับการศึกษา และประสิทธิภาพในการติดต่อสื่อสารกับผู้อื่น

ดังนั้น ระหว่างกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์สูงมากกับกลุ่มสูง และระหว่างกลุ่มสูงกับกลุ่มปานกลาง จึงมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกัน เพราะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกัน สำหรับระหว่างกลุ่มสูงมากกับกลุ่มปานกลาง มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน เพราะมีลักษณะร่วมที่คล้ายกันคือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับ 3,4 (ผลสัมฤทธิ์สูง)

จากการเปรียบเทียบการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน 3 กลุ่ม สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. การเปรียบเทียบ การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่บ้านด้านตัวบุคคล ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน 3 กลุ่ม (สูงมาก สูง ปานกลาง) ที่พบว่า กลุ่มสูงมากกับกลุ่มปานกลางแตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ส่วนกลุ่มสูงมากกับกลุ่มสูง และกลุ่มสูงกับกลุ่มปานกลาง ไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ มีข้ออภิปรายดังต่อไปนี้

กลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์สูงมากกับกลุ่มปานกลาง มีลักษณะที่คล้ายกัน คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับ 3,4 (ผลสัมฤทธิ์สูง) และลักษณะที่แตกต่างกัน คือ ประสบความสำเร็จในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ นั่นคือ กลุ่มสูงมากประสบความสำเร็จในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ส่วนกลุ่มปานกลางไม่ประสบความสำเร็จในการทำโครงการวิทยาศาสตร์นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มนี้ ได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่บ้านด้านตัวบุคคลแตกต่างกัน ในที่นี้จะขออภิปรายเกี่ยวกับ ลักษณะร่วมที่คล้ายกันของกลุ่มสูงมากกับกลุ่มปานกลาง ซึ่งก็คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับ 3,4 (ผลสัมฤทธิ์สูง) นักเรียนเหล่านี้จะได้รับการปลูกฝัง อบรม ให้อาจารย์ต่อการเรียนรู้ และได้รับการช่วยเหลือทางด้านวิชาการจากบิดามารดา ผู้ปกครอง เช่น การให้คำแนะนำปรึกษา การให้แรงกระตุ้นเพื่อความสำเร็จโดยให้รางวัล การจัดหาวัสดุอุปกรณ์เครื่องช่วยเรียนต่าง ๆ และให้เวลา ให้โอกาส

แก่ลูกได้ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม การปฏิบัติของบิดามารดาผู้ปกครองเหล่านี้ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับ 3,4 (ผลสัมฤทธิ์สูง) ดังเช่น ผลการวิจัยของสำเร็จ บุญเรืองรัตน์ (2525) ที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเกี่ยวข้องกับสัมพันธกันอย่างสูงกับสภาพแวดล้อมทางบ้านในด้านความช่วยเหลือของบิดา มารดาในการทำงานของลูก การใช้เวลาแก่ลูกในการทำการบ้าน การส่งเสริมและการแสดงความปรารถนาจะให้ลูกมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง และสอดคล้องกับผลการวิจัยของเควิน มาร์ยอร์วีแบงค์ (Kavin Mrajoribanks. 1972 : 203 - 209) ที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเอาใจใส่ของผู้ปกครองกับผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนอายุ 11 ขวบ พบว่า นักเรียนที่ผู้ปกครองให้การส่งเสริมในเรื่องการเรียน จะมีการเตรียมโครงการในเรื่องการเรียนของเด็ก เห็นความสำคัญของการศึกษา ตลอดจนมีความสนใจในเรื่องเกี่ยวกับโรงเรียน เป็นผลให้นักเรียนมีคะแนนจากแบบทดสอบความสามารถทางสมองเบื้องต้นสูง

สำหรับลักษณะที่ต่างกันของกลุ่มสูงมากกับกลุ่มปานกลาง คือความสำเร็จในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ กลุ่มสูงประสบความสำเร็จในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ กลุ่มปานกลางไม่ประสบความสำเร็จในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ จากการวิจัยพบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มนี้ได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนทางบ้านด้านตัวบุคคล แตกต่างกัน นักเรียนที่ประสบความสำเร็จในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ ส่วนใหญ่ได้รับการสนับสนุนส่งเสริมการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์จากทางบ้าน เช่น การจัดหาวัสดุอุปกรณ์ การให้คำแนะนำ ปรีกษา การช่วยเหลือของบิดามารดา ตลอดจนการให้คำชมเชยและยอมรับในผลงานที่นักเรียนได้กระทำ การส่งเสริมสนับสนุนด้านต่าง ๆ เหล่านี้ เป็นผลสืบเนื่องให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ แตกต่างกัน ดังคำกล่าวของ มาสโลว์ (กลีนแก้ว มาตา. 2541 : 72 ; อ้างอิงมาจาก Maslow. 1970 : 80 - 97) ที่ว่า บุคคลมีความปรารถนาที่จะได้รับความสำเร็จและประเมินค่าความสำเร็จของตนไว้สูง ปรารถนาให้ผู้อื่นยอมรับนับถือความสำเร็จของตนเองด้วย ถ้าความต้องการได้รับการตอบสนองจนพอใจ จะทำให้บุคคลนั้นเชื่อมั่นในตนเอง รู้สึกตนเองมีความสามารถ และมีประโยชน์ต่อสังคม ซึ่งส่งผลให้สามารถทำงานต่าง ๆ ลุล่วงไปได้

สำหรับกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์สูงมากกับกลุ่มสูง ได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนทางบ้านด้านตัวบุคคล ไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

อภิปรายได้ว่า นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มนี้ ประสบความสำเร็จในการทำงานโครงงานวิทยาศาสตร์เหมือนกัน จากการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ประสบความสำเร็จในการทำงานโครงงานวิทยาศาสตร์ ส่วนใหญ่ได้รับการสนับสนุนส่งเสริมการทำงานโครงงานวิทยาศาสตร์จากที่บ้าน เช่น การจัดหาวัสดุอุปกรณ์ การให้คำแนะนำปรึกษา การช่วยเหลือของบิดามารดา ตลอดจนการให้คำชมเชยและยอมรับในผลงานที่นักเรียนได้กระทำ แม้กระทั่งการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของบิดา มารดา จะเห็นได้ว่านักเรียนทั้ง 2 กลุ่มนี้ ได้รับการส่งเสริมสนับสนุนด้านต่าง ๆ เหล่านี้ ใกล้เคียงกันเป็นผลสืบเนื่องมาให้นักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม นี้ ประสบความสำเร็จในการทำงานโครงงานวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ดังคำกล่าวของ โคลีแมน และเฮนรี่แมน (ผ่องพรรณ เกิดพิทักษ์. 2530 : 176 ; อ้างอิงมาจาก Coleman and Hanmmen. 1994 : 312) ที่ว่า องค์ประกอบของบรรยากาศในครอบครัวที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาของเด็ก ได้แก่ ความรักความอบอุ่น การยอมรับและยกย่องเด็กและทฤษฎีของเมาเธอร์ (โกศล มีคุณ. 2524 : 8 ; อ้างอิงมาจาก Secord and Backman. 1964 : 537) ที่ว่า เด็กจะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้ที่ทาให้ตนได้รับความพอใจ ซึ่งการทำให้เด็กพอใจนี้อาจเป็นการให้รางวัล การบักัด หรือการสนองความต้องการในด้านใดด้านหนึ่งขณะที่เด็กอยู่ในสภาพที่พอใจนั้น เขามักจะได้พบกับสิ่งเร้าสองสิ่งเกิดขึ้นพร้อม ๆ กัน คือการปรนนิบัติของพ่อแม่ กับการพูดหรือลักษณะท่าทาง

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์สูงกับกลุ่มปานกลาง ได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่บ้านด้านตัวบุคคล ไม่แตกต่างกันซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งใจไว้ อภิปรายได้ว่า นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มนี้ มีลักษณะเด่นที่เป็นผลมาจากการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่บ้านด้านตัวบุคคล คือกลุ่มสูงประสบความสำเร็จในการทำงานโครงงานวิทยาศาสตร์ ส่วนกลุ่มปานกลางมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับ 3,4 (ผลสัมฤทธิ์สูง) นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มนี้ได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่บ้านด้านตัวบุคคล ไม่แตกต่างกัน อภิปรายได้ว่า กลุ่มที่ประสบความสำเร็จในการทำงานโครงงานวิทยาศาสตร์ ส่วนใหญ่ได้รับการสนับสนุนส่งเสริม การทำงานโครงงานวิทยาศาสตร์จากที่บ้าน เช่น การจัดหาวัสดุอุปกรณ์ การให้คำแนะนำปรึกษา การช่วยเหลือของบิดามารดา ตลอดจนการให้คำชมเชยและยอมรับในผลงานที่นักเรียนได้กระทำ แม้กระทั่งการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของบิดามารดา และกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา

วิทยาศาสตร์ในระดับ 3,4 (ผลสัมฤทธิ์สูง) นักเรียนเหล่านี้จะได้รับการส่งเสริม สนับสนุน และได้รับการช่วยเหลือทางด้านวิชาการจากบิดามารดา ผู้ปกครองเกี่ยวกับการให้คำแนะนำปรึกษา ควรจัดหาวัสดุอุปกรณ์เครื่องช่วยเรียนต่าง ๆ ตลอดจนการปลูกฝัง อบรมมาให้เอาใจใส่ต่อการเรียนรู้ อีกทั้งให้เวลา และให้โอกาสแก่ลูกได้ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม จะเห็นได้ว่า การปฏิบัติของบิดามารดา ผู้ปกครอง ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ส่วนแต่ส่งเสริมพฤติกรรมการทำงานวิทยาศาสตร์ให้ประสบความสำเร็จ และมีส่วนสนับสนุนให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับ 3,4 (ผลสัมฤทธิ์สูง) ด้วยกันทั้งสิ้น ดังนั้นนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มนี้ จึงได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่บ้านด้านตัวบุคคลไม่แตกต่างกัน ดังที่เคฟ (Jamhom. 1984 : 8 ; citing Dave. 1963) ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์ความสัมพันธ์องค์ประกอบสิ่งแวดล้อมในบ้าน 6 ประการ กับผลการเรียนและสติปัญญาของนักเรียน พบว่า รูปแบบของภาษา บรรยากาศทางปัญญา การแนะนำในด้านการเรียนแรงกระตุ้นเพื่อความสำเร็จ กิจกรรมภายในบ้าน และลักษณะนิสัยการทำงาน มีความสัมพันธ์กันอย่างสูงกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน และมาเรียน ไชริมเชอร์ แอชวอร์ธ (กอบกุล รังสิยะโรจน์. 2527 : 48 ; อ้างอิงมาจาก Marion Sohrimsher Ashworth. 1964 : 322 - A) ที่ศึกษาพบว่าแรงกระตุ้นจากผู้ปกครองเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ สัมภาษณ์ จิตรบุบผา (ชมนุช บุญสิทธิ์. 2541 : 58 ; อ้างอิงมาจาก สัมภาษณ์ จิตรบุบผา. 2529) เปรียบเทียบองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการเรียนระหว่างนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนสูงกับนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ พบว่า นักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนสูงมีองค์ประกอบเรื่อง ความเอาใจใส่ของผู้ปกครองในด้านการแสดงออกต่อผลการเรียน ความคาดหวัง ความร่วมมือกับทางโรงเรียน สุขภาพและการเรียนดีกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ

2. การเปรียบเทียบการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่บ้านด้านข้อมูลข่าวสารของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน 3 กลุ่ม (สูงมาก สูง ปานกลาง) ที่พบว่า กลุ่มสูงมากกับกลุ่มปานกลางแตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ส่วนกลุ่มสูงมากกับกลุ่มสูง และกลุ่มสูงกับกลุ่มปานกลาง ไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ มีข้ออภิปรายดังต่อไปนี้

กลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์สูงมากกับกลุ่มปานกลาง มีลักษณะที่คล้ายกัน คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับ 3,4 (ผลสัมฤทธิ์สูง) และลักษณะที่แตกต่างกัน คือ ประสิทธิภาพสำเร็จในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ นั่นคือ กลุ่มสูงมากมีประสิทธิภาพการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ส่วนกลุ่มปานกลางไม่ประสิทธิภาพการทำโครงงานวิทยาศาสตร์นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มนี้ ได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่บ้านด้าน ตัวบุคคลแตกต่างกัน ในที่นี้จะขออภิปรายเกี่ยวกับ ลักษณะร่วมที่คล้ายกันของกลุ่มสูงมากกับกลุ่มปานกลาง ซึ่งก็คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับ 3,4 (ผลสัมฤทธิ์สูง) จากการศึกษาพบว่า นักเรียนเหล่านี้นอกจากจะได้รับการส่งเสริมการเรียนรู้จากบิดามารดา ผู้ปกครองแล้ว นักเรียนเหล่านี้ยังสนใจศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมจากสื่ออื่น ๆ เช่น รายการโทรทัศน์ วิทยุ วีดิทัศน์ โดยเฉพาะจากสื่อวารสารและสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ พฤติกรรมที่นักเรียนสนใจติดตามความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม จากข้อมูลวารสารเหล่านี้ ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับ 3,4 (ผลสัมฤทธิ์สูง) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ วูล์ฟ (Janhom. 1984 : 8 ; citing Wolf. 1964) ที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมภายในบ้านกับสติปัญญาของเด็ก พบว่า ตัวแปรด้านการสนับสนุนเพื่อการเรียนรู้ (Provisions for General Learning) (ในเรื่อง การให้โอกาสสำหรับการเรียนรู้ภายในบ้าน ให้โอกาสสำหรับการเรียนรู้นอกบ้าน จำนวนหนังสือวารสาร สิ่งพิมพ์ต่าง ๆ ภายในบ้าน และการให้โอกาสในการช่วยเหลือแนะนำเด็กด้านการเรียน) มีความสัมพันธ์กับสติปัญญาของเด็กสูง และสอดคล้องกับการศึกษาของคอมเบอร์ และคีฟส์ (สุชินนามจันทร์ลักษณ์. 2529 : 16 ; อ้างอิงมาจาก Comber and Keeves. n.d.) ซึ่งใช้กลุ่มตัวอย่างจาก 23 ประเทศ พบว่า การมีหนังสืออยู่ในบ้าน การใช้พจนานุกรมที่บ้าน และจำนวนชั่วโมงที่ใช้ทำการบ้าน การดูโทรทัศน์ ตัวแปรเหล่านี้ต่างก็มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

สำหรับลักษณะที่ต่างกันของกลุ่มสูงมากกับกลุ่มปานกลาง คือความสำเร็จในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ กลุ่มสูงมีประสิทธิภาพการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ กลุ่มปานกลางไม่ประสิทธิภาพการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ จากการศึกษาพบว่า นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มนี้

ได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่บ้านด้านข้อมูลข่าวสาร แตกต่างกัน นักเรียนที่ประสบความสำเร็จในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ส่วนใหญ่มีความกระตือรือร้นและเพียรพยายามในการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากการอ่านหนังสือประเภทวารสาร หนังสือพิมพ์ การดูรายการโทรทัศน์ คู่มือทัศนศึกษาเกี่ยวกับเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมต่าง ๆ เหล่านี้เป็นผลสืบเนื่องมาให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ สมศรี ศรีประไพ (2513 : 100) ได้ศึกษาอิทธิพลของสื่อมวลชนที่มีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า นักเรียนชายและหญิงได้ใช้แหล่งวิทยาการ เพื่อประโยชน์ทางการศึกษาจากหนังสือพิมพ์ นิตยสารต่าง ๆ รายการโทรทัศน์ นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีความคิดว่า สื่อที่จะช่วยให้ได้รับความรู้และนำมาใช้ในบทเรียนได้ดี คือ หนังสือพิมพ์ นิตยสาร โทรทัศน์ และวิทยุ และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ นวลจิตต์ โชติมันท์ (2523 : 68 - 70) ที่พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่มีระดับการอ่านวารสารทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกัน

สำหรับกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์สูงมากกับกลุ่มสูง ได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่บ้านด้านข้อมูลข่าวสาร ไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ อภิปรายได้ว่า นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มนี้ ประสบความสำเร็จในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกัน จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ประสบความสำเร็จในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ส่วนใหญ่มีความกระตือรือร้นและเพียรพยายาม ในการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากการอ่านหนังสือประเภทวารสาร หนังสือพิมพ์ การดูรายการโทรทัศน์ คู่มือทัศนศึกษาเกี่ยวกับเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมต่าง ๆ เหล่านี้เป็นผลสืบเนื่องมาให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการทำโครงการวิทยาศาสตร์แตกต่างกับกลุ่มสูงมากกับกลุ่มสูง ประสบความสำเร็จในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกัน ดังเช่นผลการวิจัยของ ศิริรัตน์ เจริญศักดิ์ (2513 : 170) ที่ศึกษาความสัมพันธ์รายการโทรทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า รายการที่นักเรียนสนใจมากที่สุดคือ รายการที่ให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนหญิงสนใจรายการข่าวทั้งในประเทศและต่างประเทศมากที่สุด ส่วนรายการวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนชายและหญิงสนใจมากที่สุด คือ ภาพยนตร์ข่าวเกี่ยวกับสารคดีเกี่ยวกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ และสอดคล้องกับผลการวิจัย

ของ ภาวิตา สัมมาสติ (2527 : 39) ที่พบว่า นักเรียนได้รับอิทธิพลจากวิทยุ โทรทัศน์ ภาพยนตร์ และหนังสือพิมพ์มากพอควร นักเรียนได้รับอิทธิพลด้านการบันเทิงมากที่สุด ด้านการศึกษาเป็นอันดับรองลงมา

สำหรับกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์สูงกับกลุ่มปานกลาง ได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่บ้านด้านข้อมูลข่าวสารไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ อภิปรายได้ว่า นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มนี้ มีลักษณะเด่นที่ต่างกัน คือ กลุ่มสูงประสบความสำเร็จในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ส่วนกลุ่มปานกลางมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับ 3,4 (ผลสัมฤทธิ์สูง) นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มนี้ ได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่บ้านด้านข้อมูลข่าวสาร ไม่แตกต่างกัน อภิปรายได้ว่า กลุ่มที่ประสบความสำเร็จในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ มีความกระตือรือร้นและเพียรพยายาม ในการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากการอ่านหนังสือประเภทวารสาร หนังสือพิมพ์ การดูรายการโทรทัศน์ ดูวีดิทัศน์เกี่ยวกับเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ และกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับ 3,4 (ผลสัมฤทธิ์สูง) นักเรียนเหล่านี้นอกจากจะได้รับการส่งเสริมการเรียนรู้จากบิดามารดา ผู้ปกครองแล้ว จากการศึกษาพบว่า นักเรียนเหล่านี้ยังสนใจศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมจากสื่ออื่น ๆ เช่นรายการโทรทัศน์ วิทยุ วีดิทัศน์ โดยเฉพาะจากสื่อวารสารและสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ พฤติกรรมที่นักเรียนสนใจติดตามความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม จากข้อมูลข่าวสาร และสื่ออื่น ๆ ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มนี้เป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่ส่งผลให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ และมีส่วนสนับสนุนให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับ 3,4 (ผลสัมฤทธิ์สูง) ด้วยกันทั้งสิ้น ดังที่ สมศรี ศรีประไพ (2513 : 102) ทว่าการวิจัยพบว่า นักเรียนชายและหญิงได้ใช้แหล่งวิทยากรเพื่อใช้ประโยชน์ทางการศึกษาจากหนังสือพิมพ์ นิตยสารต่าง ๆ รายการโทรทัศน์ และมีความคิดเห็นว่า สื่อที่จะช่วยทำให้ได้รับความรู้และนำมาใช้ในบทเรียนได้ดี คือ หนังสือพิมพ์ นิตยสาร โทรทัศน์ และวิทยุ / ผลการอ่านคอลัมน์เรื่องราวทางวิทยาศาสตร์จากหนังสือพิมพ์ และนิตยสารส่วนมากได้รับความรู้ และความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์กว้างขวางขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ นวลจิตต์ โชติพันธ์ (2523 : 68 - 70) ที่พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่มีระดับการอ่านวารสารทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกัน

3. การเปรียบเทียบการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนทางโรงเรียน ด้านตัวบุคคลของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน 3 กลุ่ม (สูงมาก สูงปานกลาง) พบว่า นักเรียนทั้ง 3 กลุ่มนี้ ได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนทางโรงเรียนด้านตัวบุคคลแตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ มีข้ออภิปรายดังต่อไปนี้

นักเรียนทั้ง 3 กลุ่มมีลักษณะที่แตกต่างกันคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับ 3,4 (กลุ่มสูงมาก, กลุ่มปานกลาง) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับ 1,2 (กลุ่มสูง) และประสบความสำเร็จในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ (กลุ่มสูงมาก, กลุ่มสูง) ไม่ประสบความสำเร็จในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ (กลุ่มปานกลาง) นักเรียนทั้ง 3 กลุ่มนี้มีลักษณะเด่นที่แตกต่างกัน เป็นผลให้ได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนทางโรงเรียนด้านตัวบุคคล แตกต่างกัน ซึ่งในที่นี้จะขออภิปรายโดยภาพรวมของความแตกต่างในเรื่องผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่เป็นผลมาจากการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนทางโรงเรียนด้านตัวบุคคล แตกต่างกัน คือ นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับ 3,4 ส่วนใหญ่ได้รับการเอาใจใส่จากครูผู้สอน การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน อีกทั้งยังมีการช่วยเหลือเกื้อกูลระหว่างเพื่อนนักเรียนด้วยตนเอง ทั้งในด้านการให้คำแนะนำปรึกษา และการช่วยเหลือด้านวิชาการ มากกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับ 1,2 ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ชมณูช บัญญัติสิทธิ์ (2541 : 113) ที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน บุคลิกภาพ มีความสัมพันธ์กับสัมพันธภาพกับเพื่อน และโอโนดา (พวงสร้อย วรกุล. 2522 : 19 ; อ้างอิงมาจาก Onoda. 1975 : 7729-A) ศึกษาพบว่า เด็กที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง จะเป็นคนที่มีความรับผิดชอบ ชยันท์เพียร ควบคุมตนเองได้ มีความสัมพันธ์ที่ดีกับคนอื่น มีความสัมพันธ์ที่ดีกับครู ส่วนคนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำเป็นคนขี้เกียจ มีความสัมพันธ์กับคนอื่นไม่ดี สอดคล้องกับผลการวิจัยของ เดอคอสเตอร์ (Decoster. 1981 : A) ที่พบว่า นักเรียนที่มีความพอใจในความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนในชั้นเรียน มีแนวโน้มของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่มีความพอใจในความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนในชั้นเรียนต่ำ และสมพร พรหมจรรย์ (2540 : 79) ยังพบอีกว่า ตัวแปรด้านสิ่งแวดล้อมทางการเรียน ได้แก่ บรรยากาศทางการเรียน สัมพันธภาพระหว่างครูกับนักเรียน และสัมพันธภาพระหว่างนักเรียนกับเพื่อนนักเรียนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับแรงจูงใจในการเรียนของนักเรียน

ในเรื่องความแตกต่างของการประสบความสำเร็จในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ที่เป็นผลมาจากการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนทางโรงเรียนด้านตัวบุคคล ที่แตกต่างกัน คือ นักเรียนที่ประสบความสำเร็จในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ส่วนใหญ่ได้รับการสนับสนุนส่งเสริมการทำโครงการวิทยาศาสตร์ จากครู อาจารย์ และบุคลากรในโรงเรียน ทั้งในด้านการให้คำแนะนำปรึกษา การให้คำชมเชยและยอมรับในผลงานที่นักเรียนได้กระทำ ตลอดจนการช่วยเหลือเกื้อกูลกันระหว่างเพื่อนนักเรียน แม้กระทั่งการเลียนแบบพฤติกรรมที่ดีจากเพื่อนรุ่นพี่ ส่งผลให้นักเรียนที่ประสบความสำเร็จในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ เกิดความภาคภูมิใจในตนเอง และมีความปรารถนาที่จะทำโครงการวิทยาศาสตร์ต่อไปอีก ดังคำกล่าวของ มาสโลว์ (กลิ่นแก้ว มาตา. 2541 : 72 : อ้างอิงมาจาก Maslow. 1970 : 80 - 97) ที่ว่า บุคคลมีความปรารถนาที่จะได้รับความสำเร็จและประเมินค่าความสำเร็จของตนไว้สูง ปรารถนาให้ผู้อื่นยอมรับนับถือความสำเร็จของตนเองด้วย ถ้าความต้องการได้รับการตอบสนองจนพอใจ จะทำให้นักเรียนเชื่อมั่นในตนเอง รู้สึกตนเองมีค่า มีความสามารถ และมีประโยชน์ต่อสังคม ซึ่งส่งผลให้สามารถทำงานต่าง ๆ ลุ่ส่งไปได้ และสอดคล้องกับแนวคิดของ ปรีชา อมาตยกุล (2528 : 53) ที่กล่าวว่า การสร้างบรรยากาศการเรียนการสอนที่มีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน โดยที่นักเรียนได้มีโอกาสในการคิด และตัดสินใจในการเลือกข้อมูล เพื่อนำมาพิจารณาปัญหา และคิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นคนให้คำปรึกษาช่วยให้นักเรียนได้เรียนตามความสามารถของนักเรียน และการที่นักเรียนได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันในการอภิปราย เพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาาร่วมกัน ส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหาดีขึ้น

4. การเปรียบเทียบการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนทางโรงเรียนด้านข้อมูลข่าวสารของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน 3 กลุ่ม (สูงมาก สูงปานกลาง) พบว่า กลุ่มสูงมากกับกลุ่มสูง และกลุ่มสูงมากกับกลุ่มปานกลางแตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ส่วนกลุ่มสูงกับกลุ่มปานกลาง ไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ มีข้ออภิปรายดังต่อไปนี้

กลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์สูงมากกับกลุ่มสูง ได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนทางโรงเรียนด้านข้อมูลข่าวสาร แตกต่างกัน อภิปรายได้ว่า นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มนี้

มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกัน คือ กลุ่มสูงมากมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับ 3,4 แต่กลุ่มสูงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับ 1,2 จากการวิจัยพบว่า กลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับ 3,4 นอกจากจะได้รับการส่งเสริมการเรียนรู้ด้านวิชาการจากครู และเพื่อนนักเรียนด้วยกันแล้ว นักเรียนกลุ่มนี้ยังสนใจศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมจากแหล่งความรู้อื่น ๆ ในโรงเรียน เช่น ห้องสมุด บ้ายนิเทศ และมุมกิจกรรม อันได้แก่ มุมหนังสือ มุมเสริมความรู้ สื่อและอุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน รวมไปถึงงานที่ครูมอบหมายให้ไปศึกษาค้นคว้า พฤติกรรมการศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมจากแหล่งข้อมูลข่าวสารเหล่านี้ ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับ 3,4 สำหรับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับ 1,2 ไม่พบว่ามีการศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมจากแหล่งความรู้อื่น ๆ ในโรงเรียนเกิดขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ เดล (ทรงพรพรรณ วายโสภา. 2531 : 55 ; อ้างอิงมาจาก Dale. 1970 : 2411 - A) ที่ศึกษาความแตกต่างในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนวิชาสังคมศึกษาในโรงเรียนที่มีบริการห้องสมุด และไม่มีบริการห้องสมุด พบว่า การเรียนโดยใช้บริการห้องสมุดมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในการแสวงหาความรู้ในเนื้อหาวิชาสังคมศึกษาและยังพบว่า ห้องสมุดมีความจำเป็นในฐานะเป็นศูนย์กลาง แหล่งวิทยาการที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ในทุกสาขาวิชา และสอดคล้องกับแนวคิดของทรงพรพรรณ วายโสภา (2531 : 55) ที่พบว่า สภาพแวดล้อมมีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ เช่น ห้องสมุดโรงเรียน บรรยากาศการเรียนแบบแข่งขัน ร่วมมือ มีความจำเป็นต่อความสำเร็จในการเรียน

สำหรับกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์สูงมากกับกลุ่มปานกลาง ได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนทางโรงเรียนด้านข้อมูลข่าวสาร แตกต่างกัน อภิปรายได้ว่านักเรียนทั้ง 2 กลุ่มนี้ ประสบความสำเร็จในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ต่างกัน คือ กลุ่มสูงมากประสบความสำเร็จในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ แต่กลุ่มปานกลางไม่ประสบความสำเร็จในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ จากการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ประสบความสำเร็จในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ส่วนใหญ่มีความกระตือรือร้น เพียรพยายามที่จะเรียนรู้การใช้เครื่องมือ อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมจากแหล่งความรู้อื่น ๆ ในโรงเรียน เช่น ห้องสมุด บ้ายนิเทศ และมุม

กิจกรรมต่าง ๆ รวมไปถึงห้องแสดงและเก็บโครงงานวิทยาศาสตร์ ตลอดจนการยอมรับรูปแบบกิจกรรมการเรียนการสอนต่าง ๆ ที่ครูจัดให้พฤติกรรมต่าง ๆ เหล่านี้ส่งผลให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งมักไม่พบพฤติกรรมเหล่านี้ในกลุ่มนักเรียนที่ไม่ประสบความสำเร็จในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของเจอร์โรมส์ (ทรงพรพรรณ วายโสภา. 2531 : 55 ; อ้างอิงมาจาก Jeromes. 1969 : 399-409) ที่ศึกษาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลของการคิดแบบสอบสวน โดยจัดให้เด็กอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่ต่างกัน 3 แบบ คือ สิ่งแวดล้อมเปิด สิ่งแวดล้อมที่ได้จัดเตรียมไว้ให้ และกลุ่มควบคุม โดยให้เด็กแต่ละคนหาประสบการณ์และความรู้ โดยใช้ความคิดแบบสืบสอบจากอุปกรณ์ที่จัดไว้ให้ เช่น หนังสือพิมพ์ เครื่องขยายเสียง เอกสาร และรายงานต่าง ๆ แล้วเปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากจำนวนคำถามของนักเรียนแต่ละคน ปรากฏว่า นักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมเปิด และสิ่งแวดล้อมที่ได้จัดเตรียมไว้ให้ ถามคำถามได้มากกว่านักเรียนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมแบบควบคุม และสอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2531 : 2 - 3) ที่ให้แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนว่าควรเน้นกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การทดลองที่ทำในห้องเรียนและนอกห้องเรียน การค้นคว้าและการเขียนรายงาน การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และการเล่นบทบาทสมมติ

สำหรับกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์สูงกับกลุ่มปานกลาง ได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนทางตรงเรียนด้านข้อมูลข่าวสาร ไม่แตกต่างกัน นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มนี้มีลักษณะเด่นที่ต่างกัน คือ กลุ่มสูงประสบความสำเร็จในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ส่วนกลุ่มปานกลางมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับ 3,4 (ผลสัมฤทธิ์สูง) อภิปรายได้ว่ากลุ่มที่ประสบความสำเร็จในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ มีความกระตือรือร้น เพียรพยายามที่จะเรียนรู้การใช้เครื่องมือ อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมจากแหล่งความรู้อื่น ๆ ในโรงเรียน เช่น ห้องสมุด บัณฑิต และมุมกิจกรรมต่าง ๆ รวมไปถึงห้องแสดงและเก็บโครงงานวิทยาศาสตร์ ตลอดจนการยอมรับรูปแบบกิจกรรมการเรียนการสอนต่าง ๆ ที่ครูจัดให้ และกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับ 3,4 (ผลสัมฤทธิ์สูง) นักเรียนเหล่านี้ นอกจากจะได้รับการส่งเสริมการเรียนรู้อันวิชาการจากครู และเพื่อนนักเรียนด้วยกัน

แล้ว นักเรียนกลุ่มนี้ยังสนใจศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมจากแหล่งความรู้อื่น ๆ ในโรงเรียน เช่น ห้องสมุด ป้ายนิเทศ และมุมกิจกรรม อันได้แก่ มุมหนังสือ มุมเสริมความรู้ สื่อและอุปกรณ์ที่ใช้ ในกิจกรรมการเรียนการสอน รวมไปถึงงานที่ครูมอบหมายให้ไปศึกษาค้นคว้า พฤติกรรมการ ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมจากแหล่งข้อมูลข่าวสาร และสื่ออื่น ๆ ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มนี้ เป็น ปัจจัยอย่างหนึ่งที่ส่งผลให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ และมี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับ 3,4 (ผลสัมฤทธิ์สูง) ด้วยกันทั้งสิ้น ดังที่ เฮคซ์ และแอนน์ (กิตติ แสงสุวรรณ. 2534 : 42 ; อ้างอิงมาจาก Hedge and Ann. 1964 : 15) ได้สำรวจความคิดเห็นของครูพบว่า ครูส่วนมากเห็นว่ามี ความจำเป็นที่ต้องมีการจัด กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ และเห็นว่าควรให้ความช่วยเหลือแก่การจัดกิจกรรม โดยหาวิธีการ เครื่องมือ และคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ และสอดคล้องกับข้อเสนอแนะของกรมวิชาการ (2534 : 92 - 93) ที่ว่าควรจัดให้มีการแสดงผลงานของนักเรียนในห้องเรียน เพื่อให้ผู้เรียน เกิดความภาคภูมิใจในความสำเร็จ และมีกำลังใจในการเรียนต่อไป และสอดคล้องกับแนวคิด ของวรรณทิพา รอดแรงคำ (2531 : 19 - 20) ที่กล่าวว่า ในกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้สอนสามารถดำเนินการสอนด้วยวิธีสอนแบบต่าง ๆ และสามารถจัดสภาพแวดล้อมในห้องเรียน ให้มีความสวยงาม สื่อการเรียนการสอน บอร์ดติดข่าวสาร ความเคลื่อนไหวของเหตุการณ์ ประจำวัน หรือข่าวที่น่าสนใจ เพื่อให้เกิดปฏิสัมพันธ์กับนักเรียน ทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนา ทางสติปัญญา

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ (ความคิด วิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์) 3 คู่ และพบว่ามีความสัมพันธ์กัน 2 คู่ เรียงตามลำดับค่าความสัมพันธ์จากมากไปน้อยคือระหว่าง ความคิดวิเคราะห์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ($r = 0.449, p = 0.00$) และระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ($r = 0.2978, p = 0.018$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ และสำหรับระหว่างความคิด วิเคราะห์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ไม่มีความสัมพันธ์กัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐาน ที่ตั้งไว้ อภิปรายได้ดังต่อไปนี้

ในกรณีที่พบว่า มีความสัมพันธ์ระหว่างความคิดวิจารณ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นเพราะกระบวนการของความคิดวิจารณ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีลักษณะร่วมที่คล้ายกัน คือ ความคิดวิจารณ์มีลักษณะการคิดไตร่ตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับข้อมูลที่เป็นปัญหา มีการรวบรวมข้อมูล จัดระบบข้อมูล ตั้งสมมติฐาน การสรุปอ้างอิงโดยใช้หลักการทฤษฎี และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ นั้นต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน ทดลองและรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการทดลอง วิธีการทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวมีลักษณะที่คล้ายคลึงกับความคิดวิจารณ์ จึงอาจสรุปได้ว่า ความคิดวิจารณ์มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของวีระ เมืองช้าง (2525 : 87) ที่พบว่า ความคิดวิจารณ์มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 รวมทั้งผลการวิจัยของ วิไลวรรณ ปิยะปกรณ์ (2535 : 90) ที่พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์มีความสัมพันธ์กัน

สำหรับกรณีที่พบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์น้อยกว่า ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดวิจารณ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นเพราะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะของกระบวนการคิดบางส่วนที่คล้ายกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ นั่นคือ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นการคิดการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่พบโดยอาศัยความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของบุคคลที่แสดงออกได้หลายมิติ และโดยทั่วไป มักวัดความคิดสร้างสรรค์ใน 3 องค์ประกอบคือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม (ฉัตรพงษ์ เจริญพิทย์. 2539 : 157) สอดคล้องกับฟิลทซ์ และซันด์ (สุปรียา ลาเจียก. 2522 : 18 ; อ้างอิงมาจาก Piltz and Sund. n.d.) ที่กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นการค้นหาวิธีการแก้ปัญหา โดยบุคคลผู้นั้นจะต้องทราบถึงหลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย ทักษะในการสังเกต การตั้งปัญหา รวมทั้งค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา รวบรวมความรู้เพื่อดำเนินการทดลอง สรุปได้ว่าการที่ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันน้อยกว่าความสัมพันธ์ระหว่างความคิดวิจารณ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ อาจจะเป็นเนื่องจากธรรมชาติของลักษณะการคิดที่คล้ายคลึงกันบางส่วน

สำหรับกรณีที่พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างความคิดวิจารณ์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ นั้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2540 : 2 - 3) ได้กล่าวถึง ลักษณะที่แตกต่างกันระหว่างความคิดวิจารณ์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ไว้ว่า ความคิดวิจารณ์มีลักษณะความคิดไปในทิศทางเดียว สรุปลงความสำคัญด้วยตนเอง และใช้เหตุผลในเชิงอนุมานจากข้อมูลที่ได้เสนอไว้ ส่วนความคิดสร้างสรรค์มีลักษณะความคิดหลายทิศทาง สังเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่แล้วเพื่อใช้ประกอบความคิด และแสดงถึงความคิดที่เป็นการริเริ่มที่แตกต่างจากที่ผู้อื่นคิดไว้แล้ว แต่ผู้วิจัยมีความเห็นว่า ความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ 2 ด้านนี้น่าจะมีความสัมพันธ์กัน แต่ลักษณะความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นมีค่าน้อย เนื่องจากงานวิจัยข้างต้น พบว่า ความคิดวิจารณ์มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จึงน่าจะอนุมานได้ว่า ความคิดวิจารณ์มีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยเช่นกัน ดังเช่น ผลการวิจัยของยัง (Young, 1986 : บทคัดย่อ) ที่ศึกษาโปรแกรมวรรณคดีเบื้องต้น : รูปแบบสำหรับการส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการอ่าน ความคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณ์ ในการส่งเสริม "IRIAD MODEL" พบว่า การได้มาซึ่งทักษะการคิดสร้างสรรค์และการคิดอย่างมีวิจารณ์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับจำนวนหนังสือที่อ่าน นอกจากนี้ พิชากรแปลงประสพโชค (2540 : 20) ได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะการแก้ปัญหาของโพลยา (Polya, 1967) ว่าการแก้ปัญหาคืออาศัยความสามารถและศักยภาพหลายอย่าง เช่น การทำความเข้าใจปัญหาต้องอาศัยความคิดวิจารณ์ การคิดแผนแก้ปัญหาต้องอาศัยการวิเคราะห์สังเคราะห์ และการอุปมาอุปไมยต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ อันได้แก่ ความคล่อง ความคิดหลายทาง ความคิดริเริ่ม และมีความละเอียดลออในการตรวจสอบ นอกจากนี้ขั้นการตรวจตราย้อนกลับต้องอาศัยความคิดวิจารณ์ ความสัมพันธ์ของผลและผลของคำตอบที่ได้ จะเห็นว่าความสามารถในการแก้ปัญหาเกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ ความคิดวิจารณ์ และความคิดระดับสูงอย่างแยกกันไม่ออก

จะเห็นว่า ความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน (ความคิดวิจารณ์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์) มีความสัมพันธ์กันมาก-น้อยตามธรรมชาติของกระบวนการคิดที่เหมือนและแตกต่างกัน ดังนั้น นักเรียนที่มีความคิดวิจารณ์สูงจึงมีแนวโน้มที่จะเป็นผู้ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูง ส่งผลสืบเนื่องให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงด้วย เพราะความคิดวิจารณ์ มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ (วีระ เมืองช้าง, 2525 : 87) และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นการค้นหาวิธีการแก้ปัญหา โดยบุคคลผู้นั้นจะต้องทราบถึงหลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (สุปรียา ลาเจียก, 2522 : 18 ; อ้างอิงมาจาก Piltz and Sund, n.d.) เพราะฉะนั้น ในการจัดการเรียนการสอนจึงสามารถหาแนวทางหรือวิธีการพัฒนาความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ด้านใดด้านหนึ่งให้เกิดขึ้นกับนักเรียน ก็จะส่งผลให้นักเรียนเกิดความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ด้านอื่น ๆ ตามมาได้ หมายความว่า "หากนักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างดี ก็จะเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาให้เกิดความคิดวิจารณ์ เช่นเดียวกับ ถ้านักเรียนมีความคิดวิจารณ์อย่างดีก็จะส่งผลให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ดี อีกทั้งยังเอื้ออำนวยให้เกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยเช่นกัน"

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน (4 ด้าน) รวมทั้งหมด 6 คู่ และพบว่า การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนทั้ง 6 คู่ มีความสัมพันธ์กัน เรียงตามลำดับค่าความสัมพันธ์จากมากไปน้อย คือ ระหว่างทางบ้านด้านตัวบุคคลกับทางบ้านด้านข้อมูลข่าวสาร ($r = 0.874, p = 0.000$) ระหว่างทางโรงเรียนด้านตัวบุคคลกับทางโรงเรียนด้านข้อมูลข่าวสาร ($r = 0.819, p = 0.000$) ระหว่างทางบ้านด้านข้อมูลข่าวสารกับทางโรงเรียนด้านข้อมูลข่าวสาร ($r = 0.614, p = 0.000$) ระหว่างทางบ้านด้านข้อมูลข่าวสารกับทางโรงเรียนด้านตัวบุคคล ($r = 0.566, p = 0.000$) ระหว่างทางบ้านด้านตัวบุคคลกับทางโรงเรียนด้านตัวบุคคล ($r = 0.542, p = 0.000$) และระหว่างทางบ้านด้านตัวบุคคลกับทางโรงเรียนด้านข้อมูลข่าวสาร ($r = 0.532, p = 0.000$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ อภิปรายได้ดังต่อไปนี้

เมื่อพิจารณาลักษณะของการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนในแต่ละด้าน (4 ด้าน) จะเห็นได้ว่าทุกด้านมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน มากบ้าง น้อยบ้าง อาจเนื่องมาจากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนด้านตัวบุคคลมีส่วนสนับสนุนให้เกิดสิ่งแวดล้อมทางการเรียนด้านข้อมูลข่าวสาร ทั้งที่อยู่ที่บ้าน และที่โรงเรียน นั่นคือ บิดามารดา ผู้ปกครอง ครู-อาจารย์ ต่างก็มีความปรารถนา ร่วมกันในการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการพัฒนา "ความรู้-ความคิด" ในรูปแบบต่าง ๆ ทั้งจากตัวบุคคลโดยตรง เช่น การอบรม แนะนำ ให้คำปรึกษาทางวาจา การสนับสนุน ให้ความช่วยเหลือทางวิชาการ โดยจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องช่วยเรียน ตลอดจนจัดหาชมเชย และยอมรับในผลงานที่นักเรียนได้กระทำ รวมถึงการจัดบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ และให้โอกาสแก่นักเรียนในการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมด้วยตนเอง โดยอิสระ เช่น การดูโทรทัศน์ คุวิตทัศน์ ฟังวิทยุ อ่านหนังสือ วารสาร สิ่งพิมพ์ จากแหล่งข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ ได้แก่ ป้ายนิเทศ ห้องสมุด และมุมกิจกรรมต่าง ๆ เป็นต้น พฤติกรรมการส่งเสริมความรู้-ความคิด ด้านตัวบุคคลและข้อมูลข่าวสารที่มีความสัมพันธ์กันทั้งที่บ้านและที่โรงเรียนเหล่านี้ส่งผลให้นักเรียนพัฒนา "ความรู้-ความคิด" ได้อย่างดีดังที่ เฟรเซอร์ (Janhom. 1984 : 4 ; citing Fraser. 1957) กล่าวว่า การเรียนการสอนในโรงเรียนจะเป็นไปด้วยดี ถ้าหากสิ่งที่สอนนั้นไม่ขัดกับสิ่งที่ทางบ้านสอนไว้ ทั้งนี้เพราะก่อนหน้าที่เด็กจะเข้ามาเรียนในหลักสูตรที่ทางโรงเรียนกำหนดขึ้น เด็กเหล่านี้ต่างได้รับการอบรมสั่งสอนจากทางบ้าน ซึ่งถือว่าเป็นหลักสูตรแอบแฝงมาก่อนแล้ว ดังนั้น ไม่ว่าจะอยู่ที่บ้านหรือในโรงเรียน บิดามารดา ผู้ปกครอง ครู-อาจารย์ จึงควรให้ความเข้าใจ และจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนให้เอื้ออำนวยต่อการเรียนของนักเรียนก็จะช่วยส่งเสริมให้การเรียนรู้ของนักเรียนดียิ่งขึ้น

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ (3 ด้าน) กับการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน (4 ด้าน) รวมทั้งหมด 12 คู่ พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ กับการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน ทั้ง 12 คู่ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ผลการวิจัยดังกล่าว สอดคล้องกับการศึกษาของ ศศิธร จิตตพุทธิ (2539 : ก) ที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกลวิธีการสอน ทักษะคิดที่เอื้อต่อเด็ก สิ่งแวดล้อมในการคิด ผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา และชั้นปีของนักศึกษา พบว่า ไม่มีปัจจัยใดที่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สอดคล้องกับงานวิจัยของ แม็ค มิลเลน

(Mcmillan. 1987 : บทคัดย่อ) ที่พบว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาเพิ่มขึ้น ขณะที่ศึกษาอยู่มหาวิทยาลัย แต่ไม่ปรากฏชัดเจนว่าจะอะไรเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงนั้น นอกจากนั้นผู้จัด ตันอรธนาวิน (2528 : 274 - 275) ยังศึกษาพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไม่มีความสัมพันธ์กับการชมรายการโทรทัศน์ ซึ่งสอดคล้องกับ เพียร์ซี (Pierce. 1983 : 2146 - A) ที่พบว่า นักเรียนที่ได้คะแนนความคิดสร้างสรรค์สูงชอบอยู่กับเพื่อนมากกว่า นักเรียนที่ได้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ต่ำชอบดูโทรทัศน์มากกว่า และนักเรียนพวกที่ได้คะแนนนักเรียนความคิดสร้างสรรค์สูงเป็นพวกที่ดูโทรทัศน์ปานกลาง (วันละ 2 - 3 ชั่วโมง)

จากงานวิจัยดังกล่าวข้างต้นที่พบว่า ความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์กับการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน ไม่มีความสัมพันธ์กันนั้น อภิปรายได้ว่า ความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนนั้น ส่วนหนึ่งเกิดขึ้นได้เองในตัวนักเรียน ดังที่ ไอเคนเบอร์รี่ (อังกฤษ เจริอูพิทย์. 2539 : 3 ; อ้างอิงมาจาก Ikenberry. 1974 ; 200) ได้แจกแจงที่มาของ "ความรู้-ความคิด" ของมนุษย์ไว้ 7 แหล่ง ได้แก่ สหัชญาณหรือการหยั่งรู้ (Intuition) ตันตาหรับ (Authority) ศรัทธา (Faith) สามัญสำนึก (Common Sense) การสืบสาวด้วยเหตุผล (Reason) การค้นคว้าทดลองด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และตรรกวิเคราะห์เชิงปรัชญา ซึ่งสอดคล้องกับพระเทพเวที (ประยูทธ์ ปยุตโต) (อังกฤษ เจริอูพิทย์. 2539 : 6 ; อ้างอิงมาจาก พระเทพเวที (ประยูทธ์ ปยุตโต). 2532 : 52) ที่กล่าวว่า ความรู้ประเภทญาณ (การหยั่งรู้) เป็นผลสำเร็จทางปัญญาสูงสุดที่มนุษย์ทำได้ จากที่มาของความรู้-ความคิดจึงขอยกตัวอย่างบุคคลที่ประสบความสำเร็จในการคิดด้วยสหัชญาณ (การหยั่งรู้) เช่น ไอน์สไตน์ (Albert Einstein) ที่เปิดเผยว่า ได้ค้นพบทฤษฎีสัมพัทธภาพ โดยนึกได้เองมิใช่เป็นการคิดได้จากเหตุผลแต่อย่างไร และกรณีของ เมนเดลเลฟ (Mandeleev) ที่คิดตารางธาตุได้จากการหลับฝัน (อังกฤษ เจริอูพิทย์. 2539 : 18 ; อ้างอิงมาจาก Acarya. 1991 : 22 - 23)

การอภิปรายดังกล่าวข้างต้น เป็นการแสดงเหตุผลในเชิงทฤษฎี เป็นสำคัญ อย่างไรก็ตามผลของการวิจัยครั้งนี้สมควรได้รับการอภิปรายในส่วนที่เป็นข้อจำกัดในทางปฏิบัติที่เกิดขึ้นระหว่างดำเนินการวิจัยด้วย ซึ่งผู้วิจัยขออภิปรายโดยสังเขปดังต่อไปนี้

1. การแบ่งกลุ่มนักเรียนที่เป็นแหล่งข้อมูลออกเป็น 3 กลุ่มนั้นเป็นการแบ่งกลุ่มโดยอาศัยข้อมูลเกี่ยวกับความสำเร็จในการทำโครงการวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ประกอบกัน ข้อจำกัดของการดำเนินการในส่วนนี้ก็คือ ข้อมูลเกี่ยวกับความสำเร็จในการทำโครงการวิทยาศาสตร์เป็นการพิจารณาความสามารถของนักเรียนเป็นกลุ่มมิได้พิจารณาจากความสามารถของนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยแท้จริง และข้อมูลเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เป็นการพิจารณาจากระดับคะแนนเฉลี่ยของรายวิชา ว 203 และ ว 204 ซึ่งเป็นการประเมินแบบกว้าง ๆ อาจไม่นำไปสู่การบ่งชี้ผลสัมฤทธิ์ที่แท้จริง ข้อมูลในส่วนนี้จึงย่อมนำมาสู่ความคลาดเคลื่อนของผลการวิจัยได้

2. เครื่องมือที่ใช้วัดความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ชุด ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ น่าจะยังมีความสมบูรณ์ไม่เพียงพอต่อการวัดลักษณะนั้นจากตัวนักเรียน กล่าวคือ โดยภาพรวมเครื่องมือนี้มีลักษณะเป็นแบบทดสอบ ซึ่งถือว่าเป็นการวัดทางอ้อม นอกจากนี้ยังอาจได้รับผลกระทบจากการทดสอบที่ให้เวลาจำกัด นักเรียนขาดแรงจูงใจที่จะแสดงความสามารถอย่างเต็มที่ ที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ แบบทดสอบชุดนี้เป็นแบบทดสอบที่มีผู้สร้างไว้แล้ว ผู้วิจัยเพียงนำมาปรับปรุงซึ่งอาจไม่สอดคล้องโดยแท้จริงกับบริบทของนักเรียนที่เป็นแหล่งข้อมูล

3. เครื่องมือวัดการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน ถึงแม้จะเป็นเครื่องมือที่เน้นการสัมภาษณ์ แต่ก็เป็นการสัมภาษณ์จากบุคคล 3 กลุ่ม ในประเด็นเดียวกัน แล้วนำข้อมูลมาหาค่าเฉลี่ย กรณีดังกล่าวนี้เป็นการลดความแตกต่างที่ควรมีของข้อมูลเหล่านั้น ในลักษณะของการเฉลี่ยเขาหาค่ากลาง ซึ่งทำให้ข้อมูลขาดความคมชัดไปโดยปริยาย นอกจากนี้ในการสัมภาษณ์อาจได้ข้อมูลที่ไม่ตรงตามความเป็นจริงอย่างเต็มที่ โดยเฉพาะในกรณีของกลุ่มผู้ปกครองที่อาจไม่มั่นใจที่จะเปิดเผยข้อมูลบางส่วน ที่สมควรกล่าวถึงเป็นพิเศษคือ นิยามของตัวแปรนี้อาจมีความชัดเจนไม่เพียงพอและไม่สามารถสื่อความหมายที่ตรงกันระหว่างผู้วิจัยกับผู้ให้ข้อมูล โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการแปลความหมายที่เกี่ยวข้องกับความลุ่มลึกและความหลากหลายของการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน ซึ่งต้องอาศัยมโนทัศน์ที่ถูกต้องต่อนิยามของการศึกษาและวิทยาศาสตร์ศึกษา

ข้อเสนอแนะ

สืบเนื่องจากผลการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้ และเพื่อการวิจัยต่อไปดังต่อไปนี้

ก. ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1. จากผลการวิจัยในส่วนความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแม้จะพบความแตกต่างที่ชัดเจนระหว่างกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์สูงกับกลุ่มปานกลาง แต่สำหรับกลุ่มสูงมาก (ประสบความสำเร็จในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูง) พบว่าเป็นกลุ่มเดียวที่มีความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน สูงกว่ากลุ่มอื่น ๆ (กลุ่มสูงและกลุ่มปานกลาง) ฉะนั้น เพื่อให้นักเรียนได้รับการพัฒนาความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเต็มที่ จึงควรส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำโครงงานวิทยาศาสตร์และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ควบคู่กัน ดังนั้นในทางปฏิบัติจึงควรมีการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ตามบทเรียนให้เข้มแข็งควบคู่กับการจัดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์
2. จากผลการวิจัยในส่วนการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่พบว่า มีความแตกต่างกันค่อนข้างชัดเจน และเป็นไปโดยลำดับ ระหว่างนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันทั้งสามกลุ่ม ฉะนั้น เพื่อเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ จึงควรจัดสิ่งแวดล้อมที่บ้านและทางโรงเรียน ทั้งในด้านตัวบุคคลและข้อมูลข่าวสารให้เกื้อกูลต่อการส่งเสริมความสามารถในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทักษะปฏิบัติและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้
3. จากผลการวิจัยที่พบว่า มีความสัมพันธ์ระหว่างความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ด้านต่าง ๆ ดังนั้น ในการฝึกให้นักเรียนเกิดความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ จึงอาจเน้นที่การฝึกความคิดด้านใดด้านหนึ่งที่สามารถปฏิบัติได้สะดวกก่อน ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนผู้นั้นเกิดความคิดระดับสูงด้านอื่น ๆ ตามมา หรืออาจฝึกความคิดหลายด้านพร้อม ๆ กันไปก็ได้
4. บ้านและโรงเรียนควรร่วมมือกันจัดสิ่งแวดล้อมให้เอื้อประโยชน์ต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน เช่น การให้คำแนะนำปรึกษา การช่วยเหลือด้านวิชาการ ให้คาชมเชย

ยอมรับในผลงานของนักเรียน รวมทั้งควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ติดตามความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์จากแหล่งข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ เช่น วารสาร หนังสือพิมพ์ วิทยุ โทรทัศน์ วิกิพีเดีย และสื่อสิ่งพิมพ์อื่น ๆ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่นักเรียน

ข. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

1. ควรทำการวิจัยในตนเองเดียวกันซ้ำอีก เพื่อตรวจสอบผลการวิจัยให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น ในการนี้ควรดำเนินการวิจัยให้รัดกุมในประเด็นต่อไปนี้

1.1 การศึกษากลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ ควรศึกษากลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่ำ (ไม่ประสบความสำเร็จในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับ 1,2) ด้วย ทั้งนี้ในการแบ่งกลุ่มควรดำเนินการให้รัดกุม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการใช้เกณฑ์ร่วม (Composite Criteria) ด้วยการนำเกณฑ์ด้านความสำเร็จในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มาประกอบกัน

1.2 ควรปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้วัดความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ และเครื่องมือวัดการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน โดยควรสร้างเครื่องมือดังกล่าวนี้ ให้สอดคล้องกับบริบทของแหล่งข้อมูลเป็นการเฉพาะ

2. ควรทำการวิจัยในตนเองเดียวกันนี้อีก โดยใช้เทคนิควิธีการวิจัยที่เหมาะสมยิ่งขึ้น เช่น การวิจัยเชิงมานุษยวิทยา หรือการสังเกตแบบมีส่วนร่วม รวมทั้งการศึกษาแบบติดตามต่อเนื่องระยะยาว (Longitudinal Study)

3. ควรทำการวิจัยในตนเองเดียวกันนี้อีก โดยใช้แหล่งข้อมูลจากโรงเรียนที่เข้าโครงการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ เช่น โรงเรียนจุฬาราชวิทยาลัย โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ ฯลฯ เป็นต้น หรือศึกษาโดยใช้นักเรียนที่เข้าร่วมโครงการทางวิทยาศาสตร์ เช่น พสวท. ฯลฯ เป็นแหล่งข้อมูล ทั้งนี้ควรศึกษาตัวแปรด้านผู้เรียนเป็นพิเศษด้วย เช่น เพศ รูปแบบการคิด ความสนใจ และลักษณะเฉพาะทางจิตลักษณะ

บรรณากรรม

บรรณานุกรม

- กมล เฟื่องฟู้ง. การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการทำ
โครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโครงการวิทยาศาสตร์
โดยชุดกิจกรรมฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์กับที่เรียนโดยครูเป็นผู้สอนโครงการ
วิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2534. อัดสำเนา.
- กมล หลีกภัย. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดเหตุผลเชิงตรรก ทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.
วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524. อัดสำเนา.
- กมลรัตน์ หล้าสุวรรณ. จิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ศรีเดชา, 2523.
- . จิตวิทยาการศึกษาลับปรับปรุงใหม่. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ศรีเดชา,
2528.
- กอบกุล รังสิยะโรจน์. ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมทางบ้านและโรงเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียนภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สาม. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ :
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2527. อัดสำเนา.
- กันยารัตน์ ฤทธิ์บำรุง. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยการฝึกอภิปรายแก้ปัญหาร่วมกันทั้งห้อง เป็นกลุ่มย่อยและ
แก้ปัญหาคือรายบุคคล. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.
- กัมปนาท วัชรธนาคม. การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 5 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในเขตการศึกษา 11. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. ขอนแก่น :
มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2534. อัดสำเนา.

- กาญจนา ลามรวย. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ต่างกัน โดยการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทางและการสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.
- กิ่งทอง ใบหยก. การทำโครงการวิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.
- กิตติ กล่อมเกลี้ยง. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยมีการใช้สถานการณ์ฝึกกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐานกับไม่มีการใช้สถานการณ์ฝึกกำหนดปัญหา และตั้งสมมติฐาน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.
- กิตติ แสงสุวรรณ. ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในเขตการศึกษา 6. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2534. อัดสำเนา.
- กลิ่นแก้ว มาตา. การศึกษาพฤติกรรมชอบสังคมของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดกิจกรรมประกอบอาหารสมมติ แบบกลุ่มกับแบบอิสระ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2541. อัดสำเนา.
- โกศล มีคุณ. การวิจัยเชิงทดลองฝึกอบรมการใช้เหตุผลเชิงจริยธรรมและทักษะในการสวมบทบาทของเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษา. วิทยานิพนธ์ กศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อัดสำเนา.
- เขมิกาญจน์ ทองมา. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ กับการสอนตามแนวของ สสวท. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2540. อัดสำเนา.

- คณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, สำนักงาน. "สรุปสาระสำคัญของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 8," สมาคมรัฐประศาสนศาสตร์ นิดา. 2(2) : 97 - 113 ; เมษายน - มิถุนายน 2540.
- จักรทอง เป้าจรรยา. กระบวนการแก้ปัญหาตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดสระบุรี. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537. อัดสำเนา.
- จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช. "สมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์," ใน เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2527.
- จิตนา ราชรองเมือง. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดแบบสืบสวนสอบสวนวิธีแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2516. อัดสำเนา.
- จันทงค์ จันทฤกษ์. การเปรียบเทียบผลการฝึกแบบการคิดต่างกันที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2539. อัดสำเนา.
- เจสสิยา ผดุงวงศ์. การเปรียบเทียบผลการเรียนวิชาของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์หลากหลายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนด้วยการเล่นเกมทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2537. อัดสำเนา.
- ชมนุช บุญสิทธิ์. ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับสัมพันธภาพกับเพื่อนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนกุนทรวิทยาคาร กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2541. อัดสำเนา.
- ชาญชัย กิจสวัสดิ์. การศึกษาผลการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

- ชูเกียรติ บุญชนะนันท์. การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในเขตการศึกษา 10. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2534. อัดสำเนา.
- ชูจิต ต้นอรธนาวัน. ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับการอ่านวารสารทางวิทยาศาสตร์และชมรายการวิทยาศาสตร์ทางโทรทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528. อัดสำเนา.
- ชูศรี วงศ์รัตนะ. เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.
- ชานาญ เอี่ยมสาอาง. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษา โดยการสอนแบบสืบสวนเชิงนิเทศศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2539. อัดสำเนา.
- อัญญาพงษ์ เจริญพิทย. "ความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผลกระทบต่อการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ในทศวรรษหน้า," ก้าวไกล. 2(11) : 3 - 5 ; กุมภาพันธ์ 2535.
- . ทางเลือกในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แนวคิดและแนวปฏิบัติ. กรุงเทพฯ : บริษัท สำนักพิมพ์ดวงกมล จำกัด, 2539.
- ครองพจน์ รุชวิบูลย์. "ความสัมพันธ์ระหว่างการ "คิดเป็น" ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเขตกรุงเทพมหานคร," ใน รวมบทความอภิปริญญาโท ปีการศึกษา 2527. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529.
- ต้นหยง อิ่มมาก. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำให้อุปกรณ์กลับด้วยกระบวนการแก้ปัญหา กับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2537. อัดสำเนา.

- ถวิล ธาราโกชน์. การอบรมเลี้ยงดูและผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาด้านการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกวิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2520. อัดสำเนา.
- ทรงพรพรรณ วายโสภา. ปัจจัยที่มีผลต่อการเรียนการสอนสังคมศึกษาตามการรับรู้ของครูสังคมศึกษาและนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531. อัดสำเนา.
- ทีศนา เขมมณี และคณะ. "การเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด," การศึกษา. 8(386) : 14 - 15 ; กันยายน 2540.
- ธนิษฐ์ สุคนธนิกร. "ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความคิดสร้างสรรค์และรูปแบบการนำเสนอภาพคอมพิวเตอร์กราฟิกรูปทรงเรขาคณิตที่มีผลต่อความเข้าใจการมองภาพของนิสิต ชั้นปีที่ 2 คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.
- ธัญญา เรืองแก้ว. การเปรียบเทียบความสามารถเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิเคราะห์ กับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2537. อัดสำเนา.
- ธีระชัย ปุณณโชติ. การสอนกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ (คู่มือสำหรับครู). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.
- นงนุช มาบุตร. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะการตั้งสมมติฐานของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.
- นวลจิตต์ โชตินันท์. ความสัมพันธ์ระหว่างการอ่านวารสารทางวิทยาศาสตร์กับเจตคติทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายสายสามัญในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524. อัดสำเนา.

- นันทเดช โชคถาวร. การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญห และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นกับไม่ เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญห. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.
- นิพนธ์ วงศ์เกษม. ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะการคิดวิจารณ์และความสนใจในอาชีพของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดดอนตูม จังหวัดราชบุรี. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2534. อัดสำเนา.
- บงกชพันธ์ ทองงาม. "การศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโก้เป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม," ใน เอกสาร ประชุมทางวิชาการ เรื่อง การวิจัยทางการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา ครั้งที่ 7 (เล่ม 1). กรุงเทพฯ : ชมรมผู้สนใจงานวิจัยทางการศึกษา, 2535.
- บุญยืน จิราพงษ์. การสอนวิทยาศาสตร์กับการพัฒนาเด็กไทย. พิษณุโลก : มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก, 2530.
- เบญจพร ศรีสุวรรณาศ. "โครงการวิทยาศาสตร์กิจกรรมที่ควรส่งเสริม," วารสาร สสวท. 2531.
- เบญจมาศ ธัญญางค์. ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ของครูกับความคิด สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2524. อัดสำเนา.
- เบญจมาศ สันประเสริฐ. การศึกษาผลการสอนที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดวิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.
- ปรีชา กันตรง. ผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกคิดหัว เรื่องโครงการวิทยาศาสตร์ที่มีต่อ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2534. อัดสำเนา.
- ปรีชา อมาตยกุล. มิติใหม่ในการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น, 2528.

- ปรียาภรณ์ ทองมาก. การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เคยเรียนและไม่เคยเรียนนารายวิชาเลือกเสรีที่เกี่ยวกับการทำโครงงานวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2537. อัดสำเนา.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538
- พวงสร้อย วรกุล. การเปรียบเทียบสภาพปัญหาในการปรับตัวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในกรุงเทพมหานคร และจังหวัดสงขลา. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2522. อัดสำเนา.
- พัชรินทร์ ธารีรัฐการพ์. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษาโดยการสอนแบบเทคนิคการศึกษากรณีตัวอย่าง. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2525. อัดสำเนา.
- พิชากร แผลงประสพโชค. การพัฒนาหลักสูตรพิเศษเรขาคณิตเสริมสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ กศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2540. อัดสำเนา.
- เพ็ญ จงุธรรมพินิจ. ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างสภาพแวดล้อมภายในครอบครัวลักษณะของนักเรียน และลักษณะของครู กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532. อัดสำเนา.
- เพ็ญพิศุทธ์ เนคมานูร์รักษ์. การพัฒนาแบบการคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับนักศึกษาครู. วิทยานิพนธ์ ค.ด. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.
- ภาวดี ธนเทพ. การสร้างสมการทำนายความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จากความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526.

- มังกร ทองสุคดี. การวางแผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย, 2522.
- ยุบล บุญชื่น. ความสัมพันธ์ระหว่างแบบความคิด ความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนอัมพวันวิทยาลัย จังหวัดสมุทรสงคราม. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2525. อัดสำเนา.
- โยธิน ศรีโสภาก. การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อัดสำเนา.
- รัชฎาพร ชูสกุล. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ใช้การสอนโดยวิทยาศาสตร์เพื่อวงชน กับการสอนตามแผนการสอนของกรมวิชาการ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2538. อัดสำเนา.
- รุ่งชิวา สุชาติ. การศึกษาผลการฝึกออกแบบการทดลองในการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.
- ละเมียด ลิมอักษร. "สิ่งแวดล้อมที่ส่งผลทางการศึกษา," ประชากรศึกษา. 27(2) : 23 - 28 ; กุมภาพันธ์ 2519.
- ลัดดา สายพานทอง. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535. อัดสำเนา.
- ลัดดา อุดสาหะ. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518. อัดสำเนา.

- วรรณดี วรรณศิลป์. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
2522. อัดสำเนา.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. "ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ กับการเรียนการสอน
วิทยาศาสตร์," วารสาร สสวท. (4) : 19 - 15 ; ตุลาคม - ธันวาคม,
2531.
- *
วาสนา แสนนาคทรัพย์. ความสามารถในการนำความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์
ต่อสังคมและคุณภาพชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ :
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2534. อัดสำเนา.
- วิทยา ทวีทรัพย์. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์กับการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์
และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอุดรพิทยา
นุกูล จ.อุดรธานี. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2532.
อัดสำเนา.
- วิชากร, กรม. คู่มือหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง 2533).
พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา, 2534.
- วินัย คำสุวรรณ. ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับความสามารถใน
การแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ :
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528. อัดสำเนา.
- . "ผลการฝึกทักษะความคิดวิจารณ์ที่มีต่อความสามารถด้านความคิดวิจารณ์
และการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6." วารสาร
ศึกษาศาสตร์. 11(1) : 45 ; มกราคม - เมษายน 2539.
- วินัย เขียมเมือง. ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาที่มีต่อความคิดอย่างมีเหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.
- วิรัช วรรณรัตน์. "สิ่งแวดล้อมกับการพัฒนาบุคลิกภาพของเด็ก," ครู. 5(7) : 12 - 13 ;
กรกฎาคม 2523.

- วิไลวรรณ ปิยะปกรณ์. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535. อัดสำเนา.
- วีระ เมืองช้าง. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดวิจารณ์กับการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนจันทพรประดิษฐาราม กทม. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2525. อัดสำเนา.
- ศศิธร จิตตพุทธิ. ปัจจัยที่สัมพันธ์กับความสามารถในการคิดวิจารณ์ของนักศึกษาสถาบันการศึกษาเอกชนในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ วท.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดล, 2539. อัดสำเนา.
- ศิริรัตน์ เจริญศักดิ์. ความสนใจรายการโทรทัศน์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2513. อัดสำเนา.
- ศิลปชัย บูรณพานิช. ความคิดเห็นของครูวิทยาศาสตร์และนักเรียนเกี่ยวกับกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528. อัดสำเนา.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. คู่มือการจัดกิจกรรมนักเรียนระดับมัธยมศึกษา แก้ไขเพิ่มเติม ครั้งที่ 4 พุทธศักราช 2528. กรุงเทพฯ : กรมการศาสนา, 2528.
- สงบ ลักษณะ. การเพิ่มคุณภาพของการจัดการเรียนการสอนในการใช้หลักสูตรฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533. กรมวิชาการ, กระทรวงศึกษาธิการ, 2533. อัดสำเนา.
- สงเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. การสร้างเครื่องมือวัดทักษะในการปฏิบัติ การทดลองของนักเรียนหลักสูตรวิทยาศาสตร์กายภาพ ปีการศึกษา 2523. กรุงเทพฯ : สาขาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ, 2523.
- . เอกสารประกอบการประชุมปฏิบัติการเพื่อเพิ่มพูนความรู้วิทยาการแกนนำ เรื่อง การประเมินผลความคิดระดับสูง. ม.ป.ท, 2540. อัดสำเนา.
- . คู่มือครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1 ฉบับปรับปรุง. โรงพิมพ์ประชาชน, 2531.

- สมจิต สวณไพบูลย์. สมรรถภาพการสอนของครู. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527.
- สมจิต สวณไพบูลย์ และสมจิต สมัตถพันธุ์. ทิศทางการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทยในช่วงศตวรรษที่ 21 : การศึกษาสำหรับปวงชน. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533.
- สมเจตน์ ไวยากรณ์. รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านเหตุผล. วิทยานิพนธ์ กศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อัดสำเนา.
- สมบัติญา ศรีภคานนท์. การศึกษาความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยให้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์กับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535. อัดสำเนา.
- สมพร พรหมจรรย์. ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับแรงจูงใจในการเรียนของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา สังกัดสำนักงานการประถมศึกษา จังหวัดนครศรีธรรมราช. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2540. อัดสำเนา.
- สมศรี ศรีประไพ. อิทธิพลของสื่อมวลชนที่มีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2513. อัดสำเนา.
- สมสุข ไถวจริฎ. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาพยาบาล วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี ภาควิชาได้. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2541. อัดสำเนา.
- สมหวัง พิริยานุวัฒน์ และจันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช. การสร้างแบบสำรวจความเป็นครูและเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ทบวงมหาวิทยาลัย, 2524.
- สันต์ธวัช ศรีคำแท้. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดวิจาร์ณภาพกับการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านท่ามะปรางวิทยา จังหวัดสระบุรี. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2537. อัดสำเนา.

- ลิปพนนท์ เกตุทัต. "ความสำคัญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อสังคมไทยในปัจจุบันและอนาคต," วิชาการอุดมศึกษา. 3(1) : 53 - 64 ; กันยายน - ธันวาคม 2535.
- สุชิน นามจันทร์ลักษณ์. การศึกษาความสัมพันธ์ของสิ่งแวดล้อมภายในบ้านกับแบบการคิดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2529. อัดสำเนา.
- สุชีพ ศรีประเคน. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับพฤติกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จังหวัดศรีสะเกษ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.
- สุเทพ อุสาหะ. การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. มหาสารคาม : โรงพิมพ์สหบัณฑิต, 2526.
- สุปรียา ลาเจียก. การศึกษาความสัมพันธ์ภาพระหว่างสติปัญญา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522. อัดสำเนา.
- สุภาพร เสียงเรืองแสง. ผลของการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2540. อัดสำเนา.
- สุภาวรรณ ด้านสกุล. การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและการพึ่งพาตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือการจัดกิจกรรม. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2539. อัดสำเนา.
- สุมาลี กาญจนชาติวี. การศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอายุ 11 - 15 ปี ในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2525. อัดสำเนา.

- สุรเชษฐ์ ผลพาณิชเจริญ. การศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลกับการเชื่อมโยงไชคกลาง
ของนักเรียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ จังหวัดปทุมธานี. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2531. อัดสำเนา.
- สุวิมล ชอบதாகิจ. ความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เขตการศึกษา 2. วิทยานิพนธ์
ศ.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2523.
- สำเร็จ บุญเรืองรัตน์. การวิจัยและประเมินผลวิชาคณิตศาสตร์ สำนักงานคณะกรรมการ
การศึกษาแห่งชาติ 2525 ร่วมกับนานาชาติ. รายงานวิจัยในการประชุมเผยแพร่
การวิจัยทางการศึกษาที่ได้รับความร่วมมือจาก IDRC จัดโดยสำนักงานคณะกรรมการ
การศึกษาแห่งชาติ ณ โรงแรมสยามอินเตอร์คอนติเนนตัล กรุงเทพมหานคร ระหว่าง
วันที่ 4 - 6 กุมภาพันธ์ 2525.
- หอมฉวี ใจซื่อ. การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการสอน
แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและระหว่าง
ครูกับนักเรียน. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.
- อดุลย์ วงษ์ใหญ่. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้อุสสารวิทยาศาสตร์ประกอบการสอน
และการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2538. อัดสำเนา.
- อรพันธุ์ ประสิทธิ์รัตน์. รายงานการวิจัยการศึกษาสภาพแวดล้อมทางการเรียนของนิสิต
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยี
ทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน, 2533.
- อรพันธ์ ชูชม. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นความรู้เดิม สภาพแวดล้อมที่บ้าน แรงจูงใจ
ในสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ ศ.ม.
กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2523.

- อาชวินี ไชยสุนทร. ความสามารถในการแก้ปัญหทางวิทยาศาสตร์ และความถนัดด้านมิติสัมพันธ์
ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
2535. อัดสำเนา.
- อุรี ลิ่มพิสุทธิ์. ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบบางประการ ซึ่งไม่ใช่ความสามารถทาง
สติปัญญา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.
วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526.
- อุไรรัตน์ ช่างทรัพย์. การสร้างชุดกิจกรรมการประดิษฐ์อุปกรณ์จากวัสดุเหลือใช้ประเภทพลาสติก
เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความคิด
สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น วิทยานิพนธ์ ศศ.ม.
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2532. อัดสำเนา.
- อุษณีย์ โพธิ์สุข. เอกสารประกอบการสอน กพ.554 วิธีสอนเด็กปัญญาเลิศ. กรุงเทพฯ :
ภาควิชาการศึกษาพิเศษ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
2537.
- เอื้อญาติ ชูชื่น. ผลของการฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณตามแนวคิดทฤษฎีของ โรเบิร์ต เอช
เอนนิช ที่มีต่อความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาพยาบาลตำรวจ.
วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536. อัดสำเนา.
- อานวย เลิศขยันดี. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองกับความสามารถ
ทางการแก้ปัญหในวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษา. ปรินิพนธ์
กศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2523.
อัดสำเนา.

Allender, Jerome S. "The Teaching of Inquiring Skills Using a Learning Center," A.V. Communication Review. 17(1969).

- Anderson, D.D. Using Feature Films as Tools for Analysis in a Psychology and law course. 19(3) : 155- 158 ; October, 1992. (CD-ROM)
- Anderson, J.R. "Classroom Interaction, Academic Achievement and Creative Performance in Sixth Grade Classroom," Dissertation Abstracts International. 34 : 180-A; July, 1973.
- Atkinson, R.C. and other. "Problem Solving," Steven's Handbook of Experimental Psychology : Vol2. Learning and Cognition. New York : John Wiley and Sons, 1988.
- Becker, Dale Eugene. "Social Studies Achievement of Pupils in School with Libraries and School Without Libraries," Dissertation Abstracts International. 31 ; November, 1970.
- Beyer, B.K. "Critical Thinking : What Is It?," Education. 4 ; April, 1985.
- Bloom, Benjamin A. Texonomy of Educational Objectives Handbook I : Cognitive Domain. New York : David McKay Company Inc., 1956.
- Brell, C.J. "Critical Thinking as Transfer : The Reconstructive Integration of Otherwise Discrete Interpretations of Experience," Educational Theory. 40(1) : 53 - 68 ; Winter, 1990.

Butts, David. The Teaching of Science a Self- Directed Planning Guide.

New York : Harper & Row Publisher, 1965.

Childress, Phillip Norvin. "The Effect of Science Project Production
on Cognitive Level Transition in Adolescents," Dissertation

Abstracts International. (43) : 3280 - A ; April, 1983.

Cohen, S.R. "The Relationship Between Convergent and Divergent Thinking
in Science as Revealed by Students in Sixth and Seventh Grades,"

The Journal of Educational Research. 68 : 327 - 328 ; July-August,
1975.

Commeyras, M. "Analyzing a Critical - Thinking Reading Lesson,"

Teaching and Teacher Education. 6(3) : 201 - 14, 1990. (ERIC)

Dressel, P.L. and Mayhew, L.B. General Education : Explorations in
Evaluation. 2nd ed. Washington, D.C. American Council on

Education, 1957.

Ebel, D. "Retention and Transfer of Children's Self-Directed Critical

Thinking Skills," The Journal of Educational Research. 85 : 14-25 ;
September-October, 1991.

Eniayeju, Paul A. "The Comparative Effects of Teacher-Demonstration
and Self-Paced Instruction on Concept Acquisition and Problem-

Solving Skills of Colledge Level Chemistry Student," Journal of
Research in Science Teaching. 20(8) : 795 - 801 ; November, 1983.

- Ennis, R.H. "A Logical Basic for Measuring Critical Thinking Skill,"
Educational Leadership. 45 - 48 ; October, 1985.
- Feldhusen, John F. and others. "The Relationship Between Academic
Grades and Divergent Thinking Scores Derived From Four Different
Methods of Testing," The Journal of Experimental Education.
Vol, 40 : 35 - 39, 1971.
- Gabrielle, Ralpa B. "A Study of the Characteristics of Pre-Service
Teachers Indentified on an Experimental Instrument as High or Low
in Problem-Solving Ability," Dissertation Abstracts International.
32 : 5650 - A ; April, 1972.
- Gaier, E.L. "The Role of Knowledge in Problem-Solving," Progressive
Education. 30 : 138 - 141 ; 1953.
- George, R.D. "The Effect of Critical Thinking Upon Course Grades in
Biology," Journal of Science Education. 52(May 1968).
- Getzels, J.W. and Jackson P.W. Creativity and Intelligence. New York :
John Willey and Sons Inc., 1962.
- Good, Carter V. Dictionary of Education. New York ; McGraw-Hill Company,
1973.

Hollowell, K. Am. "A Flow Chart Model of Cognitive Process in Mathematics Problem-Solving," Dissertation Abstracts International. (37) : 8015-A; June, 1977.

Hudgin, F. Questioning Strategies and Techniques. Massachusetts : Allyn and Bacon. 1972.

Hudgins, B.B. and Edelman, S. "Teaching Critical Thinking Skill to Fourth and Fifth Graders Through Teacher-Led Small-Group Discussions," Journal of Educational Research. 79(6) : 333 - 342 ; July, August, 1986.

Janhom, Sutham. Education Parents to Educate Their Children. Doctoral Dissertation, University of Chicago, 1984.

Johns, K.W. "A Comparison of Two Methods of Teaching Eighth Grade General Science : Traditional and Structured Problem-Solving," Dissertation Abstracts International. 1966.

Liu, Hsi-Chiu. "Computer-Assisted Instruction in Teaching College Physics," Dissertation Abstracts International. 42 : 1411-1412-A; March, 1975.

- Lumpkin, Cynthia Rolen. "Effects of Teaching Critical Thinking Skills on the Critical Thinking Ability, Achievement and Retention of Social Studies Content by Fifth and Sixth-grader," Dissertation Abstracts International. 51(11) : 3694-A; May, 1991.
- Mahan Luther A. "Which Extreme Variant of the Problem-Solving Method of Teaching Should be More Characteristic of the Many Teacher Variations of Problem-Solving Teaching," Science Education. 54 : 309 - 316 ; October, 1970.
- Maridith, C.E. "Development of Problem Solving Skill in High School Physical Science," Dissertation Abstracts International. 10 : 3350 ; April, 1962.
- Marjoribanks, Kevin. "Environment, Social Class and Mental Abilities," Journal of Educational Psychology. 63 ; February, 1972.
- Mccormick, G.J. The Effects of Using Print Meddia in Teaching Critical Thinking Skills to Adult Students. Doctoral Dissertation, Western Michigan University, 1988. (CD-ROM)
- Mcmillan, J.H. Enhancing College Students' Critical Thinking : A Review of Studies. 26 (1) : 3 - 29. (CD-ROM)
- Moravesik, Michael J. "Creativity in Science Education," Science Education. 65(2) : 221 - 227, 1981.

- Morgan, Clifford T. "Thinking and Problem Solving," A Brief Introduction to Psychology. 2nd ed., New Delhi : Tata McGraw-Hill Co, 1978.
- Mussen, P.H., John J. Conger and Jerkagan. Child Development and Personality. 3rd ed, New York : Harper & Row, 1969.
- Nabor, Donald G. "A Comparative Study of Academic Achievement and Problem-Solving Abilities of Black Pupils at the Intermediate Level in Computer Supported Instruction and Self-Contained Instructional Process," Dissertation Abstracts International. 36 : 3241 - A ; December, 1975.
- Norton, R.T. "A Developmental Study in Assessing Children's Ability to Solve Problems in Science," Dissertation Abstracts International. 23 (1) : 204 - A ; July, 1972.
- Norval, Scott. "Strategy of Inquiry and Styles of Categorization : A Three Year Exploratory Study," Journal of Research in Science Teaching. Vol.7 : 95 - 102 ; April, 1970.
- Onoda, Larry. "Personality Characteristics of High Achieving and Under Achieving Japanese American Senseis," Dissertation Abstracts. 35 : 7726 - A ; January, 1973.
- Penick, John E. "Creative in Fifth-Grade Science Students. The Effect of Two Patterns of Instructions," Journal of Research in Science Teaching. 13(4) : 307 - 314, 1976.

- Phelps, P.H. "The Effects of Participation in Reflective Thinking on Preservice Teachers' Critical Thinking," Dissertation Abstracts International. 48(9) : 2317 - A ; March, 1987.
- Pierce, Catherine Louise. "The Relationship of Television Viewing, Reading and the Home Environment to Children's Creativity, Creative Writing Ability," Dissertation Abstracts International. 43 : 2146 - A ; January, 1983.
- Polinski, Harold. "Piaget's Logical Operation and Science Content Comprehension," Dissertation Abstracts International. 35 : 5952 - 5953 - A ; March, 1975.
- Pollaek, H.L. Fostering Critical Thinking : A Study of The Effects of Classroom Climate in a Gifted Program. 1987 (DAI 49/09A).
- Rosen, L.E. "The Effect of Critical Thinking Skills Upon Content Learning of Low-ability Adolescents," Dissertation Abstracts International. 104 : 47 ; 1986.
- Shaw, Terry J. "The Effect of Problem-Solving Training in Science Upon Utilisation of Problem-Solving Skills in Science and Social Studies," 9(38) : 5227 - A ; March, 1978.
- Sund, Robert B. and Leslei W. Trowbridge. Teaching Science by Inquiry in the Secondary School. Columbus : Charles E. Merrel Publishing Co., 1967.

Stollburg, R.J. "Problem-Solving, The Process Games in Science Teaching," Science Teacher. 23 : 225 - 228 ; September, 1956.

Suarez, Cepada Yolanda. "The Effects of Television on Children : A Puertorican Study," Dissertation Abstracts International. 42 : 4980 - A ; June, 1982.

Tarkington, S.A. Improving Critical Thinking Skills Using Paideia Seminars in A Seventh-Grade Literature Curriculum. Doctoral Dissertation, University of San Diego, 1989. (CD-ROM)

Watson, G. and Glaser, E.M. Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal Manual. New York : Harcourt, Brace and World , Inc., 1964.

Weir, John Joseph. "Problem Solving is Everybody's Problem," The Science Teacher. 4 : 16 - 18 ; April, 1974

Wright, A. Critical Thinking : Definition, Measurement and Development in Vocational Students in Further Education. 1990 (DAI 52/06A).

Yee, Albert H. Social Interaction in Education Settings. New Jersey : Englewood Cliffs, Prentice Hall, Inc., 1971.

Young, M.C. "An Elementary Literature Program : Addressing for Enhancing Reading Achievement, Creative Thinking, Gifted, Enrichment Trait Model," Dissertation Abstracts International. 227 : 47/09A, 1986.

Zohar, A. and P. Tamir. "Incorporating Critical Thinking Into a Regular High School Biology Curriculum," School Science and Mathematics. 93 : 136 - 140 ; March, 1993.

ภาคผนวก ก.

แบบทดสอบวัดความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์

- แบบทดสอบวัดความคิดวิจารณ์แผน
- แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
- แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดความคิดวิจารณ์

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 30 ข้อ ำให้เวลาในการทำ 30 นาที พยายามทำอย่างรวดเร็วจำให้ครบทุกข้อ
2. การตอบแบบทดสอบ แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบเลือกตอบสี่ตัวเลือก ก - ง และมีคำตอบถูกที่สุด ำตัวเลือกเดียวในหนึ่งคำถาม เมื่อท่านเลือกคำตอบแล้วให้ทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในช่องสี่เหลี่ยมในกระดาษคำตอบให้ตรงกับข้อนั้น เช่น ท่านเลือกตอบตัวเลือก ก

ตัวอย่าง

	ก	ข	ค	ง
	X			

ถ้าท่านต้องการเปลี่ยนคำตอบในแต่ละข้อให้ทำเครื่องหมาย = ทับคำตอบเดิมแล้วเลือกตัวเลือกอื่น เช่น ถ้าท่านจะเปลี่ยนคำตอบจากตัวเลือก ก เป็นตัวเลือก ค

ตัวอย่าง

	ก	ข	ค	ง
	X		X	

ถ้าท่านพบข้อยากอย่าท้อใจให้ข้ามไปทำข้ออื่นก่อน เมื่อมีเวลาเหลือจึงย้อนกลับมาทำข้อนั้น
อีกครั้ง

คำชี้แจง ให้ใช้สถานการณ์นี้ตอบคำถามข้อ (1) - (6)

สมชายต้องการข้ามแม่น้ำจากฝั่งหนึ่งไปยังอีกฝั่งหนึ่ง แต่เขามีสิ่งของ 3 ชนิด คือ สุนัข เบ็ด และข้าวโพด 1 ถุง สถานที่ข้ามฝั่งมีเรือขนาดพอเหมาะสำหรับให้สมชายข้ามฝั่งไปพร้อมกับสิ่งของ 1 ชนิดเท่านั้นในแต่ละเที่ยว ถ้าเขาปล่อยสุนัขและเบ็ดไว้ตามลำพัง สุนัขจะกินเบ็ด แต่ถ้าเขาปล่อยเบ็ดและข้าวโพดไว้ตามลำพัง เบ็ดจะกินข้าวโพด แม่น้ำมีคลื่นลมจัดไม่สามารถจะพาให้เบ็ดว่ายน้ำได้ สมชายจะข้ามฝั่งแม่น้ำได้อย่างปลอดภัยพร้อมกับสิ่งของ 3 ชนิดนี้ได้อย่างไร

1. ปัญหาของสมชายคืออะไร

- ก. สัตว์จะทำร้ายกัน
- ข. ความปลอดภัยของสิ่งของและสัตว์
- ค. บรรทุกเกินน้ำหนักอาจทำให้เรือล่ม
- ง. เบ็ดไม่สามารถว่ายน้ำได้เพราะคลื่นลมจัด

2. จากเงื่อนไขของสถานการณ์ที่กำหนด ท่านคิดว่าสมชายควรนำข้อมูลใดไปพิจารณาดำเนินการ

- ก. ถ้านำสุนัขข้ามปากก่อนเบ็ดจะกินข้าวโพด
- ข. ถ้านำข้าวโพดข้ามปากก่อนสุนัขจะกินเบ็ด
- ค. ถ้านำเบ็ดข้ามปากก่อนสุนัขจะไม่กินข้าวโพด
- ง. นำข้าวโพดหรือสุนัขข้ามปากก่อน แล้วพาเบ็ดอยู่กับสิ่งที่เหลือ

3. จากสถานการณ์ดังกล่าว ท่านคิดว่าข้อความใดเป็นข้อเท็จจริง ข้อความใดเป็นข้อคิดเห็น

- ข้อ 1. "ถ้านำสุนัขข้ามปากก่อน เบ็ดจะกินข้าวโพด ถ้านำข้าวโพดข้ามปากก่อนสุนัขจะกินเบ็ด"
- ข้อ 2. "สมชายจะข้ามปากโดยเรือพร้อมกับสุนัข หรือเบ็ด หรือข้าวโพด เท่านั้น านแต่ละเที่ยว"
- ก. ข้อ 1 เป็นข้อเท็จจริง ข้อ 2 เป็นข้อเท็จจริง
- ข. ข้อ 1 เป็นข้อเท็จจริง ข้อ 2 เป็นข้อคิดเห็น
- ค. ข้อ 1 เป็นข้อคิดเห็น ข้อ 2 เป็นข้อเท็จจริง
- ง. ข้อ 1 เป็นข้อคิดเห็น ข้อ 2 เป็นข้อคิดเห็น

4. สมมติฐานใดเป็นไปได้มากที่สุดและสอดคล้องกับทางเลือกแก้ปัญหา

- ก. นำสุนัขและเบ็ดข้ามปากมาก่อน แล้วจึงกลับไปรับข้าวโพดภายหลัง
- ข. นำข้าวโพดและเบ็ดข้ามปากมาก่อน แล้วจึงกลับไปรับสุนัขภายหลัง
- ค. นำข้าวโพดและสุนัขข้ามปากมาก่อน แล้วจึงกลับไปรับเบ็ดภายหลัง
- ง. นำเบ็ดและข้าวโพดข้ามปากมาก่อน แล้วทิ้งข้าวโพดไว้ แล้วพาเบ็ดไปรับสุนัข

5. สมมติว่าสมชายจะข้ามพากโดยเรือพร้อมกับสิ่งของ 2 สิ่ง ในแต่ละเที่ยว เขาควรจะดำเนินการอย่างไร
- ข้ามพากไปพร้อมกับเบ็ดและข้าวโพด แล้วกลับมารับสุนัข
 - ข้ามพากไปพร้อมกับเบ็ดและสุนัข แล้วกลับมารับข้าวโพด
 - ข้ามพากไปพร้อมกับสุนัขและข้าวโพด แล้วกลับมารับเบ็ด
 - ข้ามพากไปพร้อมกับข้าวโพด แล้วกลับมารับเบ็ดและสุนัข
6. การกระทำเช่นไรที่จะไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อสิ่งของทั้งหมด
- นำสัตว์ที่ไม่กินข้าวโพดมาพร้อมกับสัตว์ที่กินข้าวโพด
 - นำสัตว์ที่ไม่กินข้าวโพดมาพร้อมกับข้าวโพด
 - นำสัตว์ที่กินข้าวโพดมาพร้อมกับข้าวโพด
 - นำสัตว์ที่ไม่กินข้าวโพดมาพร้อมกับตน

คำชี้แจง ให้ใช้สถานการณ์นี้ตอบคำถามข้อ (7 - 12)

ยานอวกาศมีกำหนดจะร่อนลงสถานีที่พักของยานแม่บนผิวดวงจันทร์ แต่มีเหตุขัดข้องบางประการเกี่ยวกับเครื่องยนต์ ยานอวกาศจำเป็นต้องร่อนลง ณ บริเวณแห่งหนึ่ง ห่างจากสถานีที่พักซึ่งเป็นจุดหมายเดิมประมาณ 100 กิโลเมตร การที่จะมีชีวิตรอดในขณะนั้นก็ขึ้นอยู่กับการบินบังคับการและลูกเรือจะเดินทางด้วยเท้าต่อไปถึงสถานีที่พัก ในการนี้ผู้บังคับการและลูกเรือมีสิ่งของที่ต้องติดตัวกันไปได้ไม่เกิน 8 อย่าง คือ

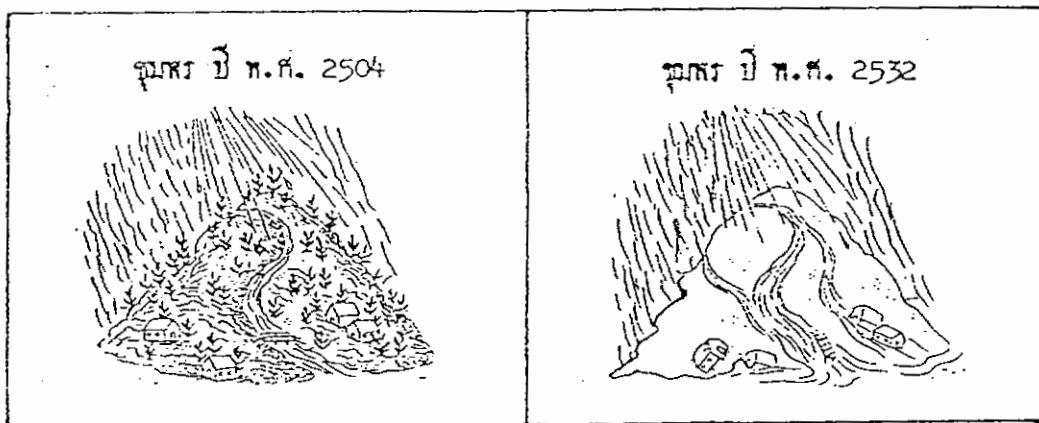
- เครื่องปฐมพยาบาล
- เชือกไนลอน
- เครื่องรับ-ส่งวิทยุ
- อาหารสังเคราะห์
- แผนที่ดวงจันทร์
- น้ำสะอาด
- ถังออกซิเจน
- ร่มชูชีพ

7. ปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร
- อุปการณ์สิ่งของไม่เพียงพอ
 - การเดินทางไปพบยานแม่ให้เร็วที่สุด
 - ✓ การคัดเลือกอุปการณ์สิ่งของของจำนวนจำกัด
 - การไม่คุ้นเคยกับการเดินทางไกลบนดวงจันทร์
8. จากสิ่งของที่กำหนดให้ตามรายการ ก ข ค ง จ ฉ ช และ ซ ให้เรียงลำดับความจำเป็น 4 อย่าง ที่ต้องนำติดตัวไป
- จ ง ช ก
 - จ ช จ ช
 - ช จ จ ง
 - ✓ ช ง จ ก
9. จากสถานการณ์ ข้อความใดเป็นข้อเท็จจริง ข้อความใดเป็นข้อคิดเห็น
- ข้อ 1. "แผนที่ดวงจันทร์ จำเป็นสำหรับเดินทางหากไม่มีจะหลงทาง"
- ข้อ 2. "เครื่องปฐมพยาบาล มีความสำคัญน้อยที่สุดในการเดินทางครั้งนี้"
- ข้อ 1 เป็นข้อเท็จจริง ข้อ 2 เป็นข้อเท็จจริง
 - ข้อ 1 เป็นข้อเท็จจริง ข้อ 2 เป็นข้อคิดเห็น
 - ข้อ 1 เป็นข้อคิดเห็น ข้อ 2 เป็นข้อเท็จจริง
 - ✓ ข้อ 1 เป็นข้อคิดเห็น ข้อ 2 เป็นข้อคิดเห็น
10. การมีชีวิตอยู่บนดวงจันทร์ให้ยาวนานที่สุด ท่านควรจะเลือกสิ่งใด
- น้ำสะอาด
 - ✓ ออกซิเจน
 - อาหารสังเคราะห์
 - เครื่องปฐมพยาบาล
11. สิ่งของใดที่ต้องเปลี่ยนแปลงสภาพเมื่อจะต้องนำไปใช้บนดวงจันทร์
- อากาศ
 - ✓ อาหาร
 - ยานพาหนะ
 - เชือกไนลอน

12. ถ้าผู้ขึ้นไปบนยานอวกาศเลือกสิ่งของที่ผิดประเภท จะเกิดอะไรขึ้นแก่เขา

- ก. เสียชีวิตก่อนถึงจุดหมาย
- ข. ไม่มีเรี่ยวแรงชนล้มการะ
- ค. ไม่สามารถเดินทางไปที่จอยคยานแม่ได้
- ง. ติดต่อกันไม่ได้เมื่อเกิดปัญหาและอุปสรรค

คำชี้แจง ให้ใช้เหตุการณ์ในภาพนี้ตอบคำถามข้อ (13 - 18)



เมื่อวันที่ 3 - 4 พฤศจิกายน พ.ศ. 2532 เกิดพายุไต้ฝุ่นที่มีความรุนแรงมากที่สุดในภาคใต้ของประเทศไทย บริเวณจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และจังหวัดชุมพร โดยเฉพาะที่อำเภอท่าแซะและอำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร ทำให้บ้านเรือนพังทลาย สวนยางพาราและสวนผลไม้ เสียหายมาก รวมทั้งชาวประมงต้องสูญเสียเรือประมงนับร้อยลำ และลูกเรือประมงราว 1,000 คน ต้องสูญเสียชีวิตและสูญหายไปบนทะเล ประชาชนนับจำนวนหลายพันต้องขาดที่อยู่อาศัย ขาดอาหาร และไม่มีงานทำ รัฐบาลต้องเข้าไปให้ความช่วยเหลือและบูรณะฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมและอาชีพอย่างเร่งด่วน

พื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ.2504 - 2534

ปี พ.ศ.	เนื้อที่ป่าไม้ที่เหลือ (ล้านไร่)	ร้อยละ	หมายเหตุ
2504	171.0	53.3	ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ
2516	138.6	43.2	ภาพถ่ายดาวเทียม
2519	124.0	38.6	ภาพถ่ายดาวเทียม
2521	109.5	34.1	ภาพถ่ายดาวเทียม
2525	97.9	30.5	ภาพถ่ายดาวเทียม
2528	93.2	29.4	ภาพถ่ายดาวเทียม
2531	89.8	28.0	ภาพถ่ายดาวเทียม
2532	89.6	27.9	ภาพถ่ายดาวเทียม
2534	84.7	26.6	ภาพถ่ายดาวเทียม

ที่มา : บุญชนะ กลั่นคำสอน 2536

13. สาเหตุของปัญหานี้คืออะไร

- ก. การเกิดอุทกภัย
- ข. การสูญเสียป่าไม้
- ค. การเกิดพายุไต้ฝุ่น
- ง. การเสื่อมคุณภาพของดิน

14. จากสถานการณ์ ท่านคิดว่าข้อมูลใดที่คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง

- ก. พื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทยช่วงระหว่าง ปี พ.ศ.2504 - 2532 ลดลงร้อยละ 47.65
- ข. ในปี พ.ศ.2532 พื้นที่ป่าไม้ของจังหวัดชุมพรถูกทำลายเกือบสิ้นเชิงในเวลา 28 ปี 109.5
- ค. จากภาพถ่ายดาวเทียมในปี พ.ศ.2521 เนื้อที่ป่าไม้ของประเทศไทยมี 105.9 ล้านไร่
- ง. เมื่อเกิดพายุไต้ฝุ่น เพราะขาดต้นไม้จึงทำให้เกิดอุทกภัยร้ายแรงในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และชุมพร

15. แนวโน้มหรือเงื่อนไขสถานการณ์ที่กำหนดสรุปได้ดังนี้
- ข้อ 1. "จากการวิเคราะห์พื้นที่ป่าไม้ของจังหวัดชุมพรในภาพประกอบระหว่างปี พ.ศ.2504-2532 ป่าไม้ได้ถูกทำลายโดยฝีมือมนุษย์อย่างสิ้นเชิง"
- ข้อ 2. "ตั้งแต่ปี พ.ศ.2504 ถึงปี พ.ศ.2534 พื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทยลดลงถึงร้อยละ 50.09"
- ท่านคิดว่า ข้อความใดเป็นข้อเท็จจริง ข้อความใดเป็นข้อคิดเห็น
- ก. ข้อ 1 เป็นข้อเท็จจริง ข้อ 2 เป็นข้อเท็จจริง
- ข. ข้อ 1 เป็นข้อเท็จจริง ข้อ 2 เป็นข้อคิดเห็น
- ค. ข้อ 1 เป็นข้อคิดเห็น ข้อ 2 เป็นข้อเท็จจริง
- ง. ข้อ 1 เป็นข้อคิดเห็น ข้อ 2 เป็นข้อคิดเห็น
16. จากสถานการณ์ที่ถามพายุไต้ฝุ่นจึงมีความรุนแรงและทำอันตรายได้มาก
- ก. ป่าไม้มีน้อย
- ข. พายุไต้ฝุ่นเกิดขึ้นบ่อย
- ค. ปริมาณน้ำฝนมากเกินไป
- ง. ศูนย์กลางพายุไต้ฝุ่นอยู่ใกล้
17. ปัญหาจากทรัพยากรใดที่เป็นต้นเหตุให้เกิดปัญหาทรัพยากรธรรมชาติอื่น ๆ
- ก. น้ำ
- ข. ภูเขา
- ค. ป่าไม้
- ง. สัตว์ป่า
18. เปรียบเทียบพื้นที่ป่าไม้ของไทยตั้งแต่ปี พ.ศ.2525 - 2534 ท่านคิดว่าป่าไม้ถูกทำลายมากที่สุด โดยเฉลี่ยระหว่างปี พ.ศ.ใด
- ก. พ.ศ.2525 - 2528
- ข. พ.ศ.2528 - 2531
- ค. พ.ศ.2531 - 2532
- ง. พ.ศ.2532 - 2534

คำชี้แจง ให้นำใช้แบบภูมิจำแนบคำตอบข้อ (19 - 24)

ข้อมูลจากการสำรวจหมู่บ้านโนนดินแดง

รายการ	รายละเอียดข้อมูล
ที่ตั้ง	ตั้งอยู่ที่เนินมีที่นาล้อมรอบ
สภาพชุมชน	เป็นชุมชนชนบท
สถานที่สำคัญ	วัด โรงเรียน สถานีอนามัย
การคมนาคม	มีถนนผ่านหมู่บ้านไปโดยสะดวก
จำนวนประชากร	500 คน
อาชีพหลัก	ปลูกมันสำปะหลัง ไร่ข้าวโพด ทอผ้า
สภาพสังคม	สงบสุข ไม่มีโจรผู้ร้าย
การศึกษาของประชากร	ส่วนใหญ่จบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และมัธยมศึกษาปีที่ 3
บริการไฟฟ้า	มีไฟฟ้าใช้ครบทุกครัวเรือน
แหล่งชลประทาน	มีอ่างเก็บน้ำหลักของหมู่บ้าน
น้ำดื่ม น้ำใช้	มีน้ำประปาในหมู่บ้าน
รายได้ของประชากร	5,000 บาท ต่อปี

19. ปัญหาสำคัญที่สุดของหมู่บ้านโนนดินแดงคืออะไร

- ก. การศึกษา
- ข. เศรษฐกิจ
- ค. สภาพชุมชน
- ง. การสาธารณสุข

20. จากข้อมูลที่กำหนด ข้อความใดกล่าวไม่ถูกต้อง
- ที่ตั้งของชุมชนปลอดภัยจากน้ำท่วม
 - การบริการสาธารณสุขอยู่ในเกณฑ์ดี
 - หมู่บ้านโนนดินแดงเป็นหมู่บ้านขนาดเล็ก
 - ✓ การประกอบอาชีพเกษตรกรรมของประชากรมีการปลูกข้าว
21. จากสภาพการณ์ของข้อมูล ท่านคิดว่าข้อความใดเป็นข้อเท็จจริง ข้อความใดเป็นข้อคิดเห็น
- ข้อ 1. "หมู่บ้านโนนดินแดง ประชากรส่วนใหญ่จบเกณฑ์การศึกษาภาคบังคับ"
- ข้อ 2. "หมู่บ้านโนนดินแดง เป็นหมู่บ้านที่ตั้งอยู่บนที่สูง มีการบริการสาธารณสุข อยู่ในขั้นดี แต่รายได้ของประชากรโดยเฉลี่ยต่ำ"
- ข้อ 1 เป็นข้อเท็จจริง ข้อ 2 เป็นข้อเท็จจริง
 - ข้อ 1 เป็นข้อเท็จจริง ข้อ 2 เป็นข้อคิดเห็น
 - ข้อ 1 เป็นข้อคิดเห็น ข้อ 2 เป็นข้อเท็จจริง
 - ข้อ 1 เป็นข้อคิดเห็น ข้อ 2 เป็นข้อคิดเห็น
22. จากข้อมูลที่กำหนด หมู่บ้านโนนดินแดงน่าจะจัดระบบการพัฒนาเศรษฐกิจอย่างไรก่อน
- ส่งเสริมอาชีพ
 - ปรับปรุงคุณภาพดิน
 - พัฒนาการชลประทาน
 - จัดการศึกษาให้สูงขึ้นถึงระดับมหาวิทยาลัย
23. จากการตั้งสมมติฐานในข้อ (22) ท่านใช้เกณฑ์ใดสรุปอ้างอิง
- รายได้ประชากรอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง
 - การบริการสาธารณสุขของรัฐไม่ทั่วถึง
 - อาชีพหลักไม่สามารถหารายได้ให้มากเท่าที่ควร
 - ✓ การบริการการศึกษาของรัฐทำให้ประชากรได้มาตรฐาน
24. ถ้าหากปัญหาของหมู่บ้านโนนดินแดงไม่ได้รับการพัฒนา อนาคตสิ่งใดจะเกิดขึ้น
- ✓ มีการอพยพไปทำงานที่อื่น
 - รัฐไม่สนับสนุนการบริการสาธารณสุข
 - การค้ำประกันสัปะหลังทำให้รายได้เพิ่มขึ้น
 - การศึกษาของประชากรมีผู้อ่านออกเขียนได้มากขึ้น

คำชี้แจง ให้ใช้สถานการณ์นี้ตอบคำถามข้อ (25 - 30)

แดง ด้า เขียว และขาว อาศัยอยู่บ้านชอยเดียวกัน แต่ละคนเลี้ยงสัตว์ คนละชนิดคือ กระจ่าง แมว สิง และสุนัข สำหรับด้าไม่ชอบกระจ่างและสิง เขาไม่พูดกับเจ้าของสุนัข เพราะสัตว์เลี้ยงไม่ถูกกัน แต่แดงและเจ้าของสุนัขเป็นเพื่อนสนิท เรียนชั้นเดียวกันมาก่อนจึงพลอยเกลียดด้าไปด้วย เขียวอาศัยอยู่บ้านหลังสี่ฟาระหว่างบ้านที่เลี้ยงสุนัขที่มารังแกสัตว์เลี้ยงของตนและบ้านที่เลี้ยงสิง ส่วนขาวและเจ้าของกระจ่างเปิดร้านขายส้มตำ

25. กรณีด้าไม่ เป็น ปัญหาในสถานการณ์นี้

- ก. แแดงเกลียดด้า
- ข. ด้าไม่ถูกกับเจ้าของสุนัข
- ค. ด้าไม่ชอบกระจ่างและสิง
- ง. ขาวและเจ้าของกระจ่างเปิดร้านขายส้มตำ

26. ใครอยู่บ้านใกล้กับเขียว

- ก. ด้าและขาว
- ข. แแดงและด้า
- ค. ขาวและด้า
- ง. แแดงและขาว

27. จากสถานการณ์ที่กำหนด ท่านคิดว่าข้อความใดเป็นข้อเท็จจริง ข้อความใดเป็นข้อคิดเห็น

ข้อ 1. "แดงเลี้ยงสิง ด้าเลี้ยงแมว เขียวเลี้ยงกระจ่าง ขาวเลี้ยงสุนัข"

ข้อ 2. "ด้าไม่ถูกกับขาว"

- ก. ข้อ 1 เป็นข้อเท็จจริง ข้อ 2 เป็นข้อเท็จจริง
- ข. ข้อ 1 เป็นข้อเท็จจริง ข้อ 2 เป็นข้อคิดเห็น
- ค. ข้อ 1 เป็นข้อคิดเห็น ข้อ 2 เป็นข้อเท็จจริง
- ง. ข้อ 1 เป็นข้อคิดเห็น ข้อ 2 เป็นข้อคิดเห็น

28. จากสถานการณ์ การที่คนไม่พอใจกันเป็นเพราะเหตุใด

- ก. บ้านเรือนใกล้เคียงกัน
- ข. คนเคยวิวาทกันมาก่อน
- ค. พฤติกรรมของสัตว์เลี้ยง
- ง. ธุรกิจการค้าที่ขัดผลประโยชน์

29. สัตว์เลี้ยงชนิดใดในเรื่องที่แสดงความเป็นศัตรูกัน

- ก. สุนัขกับสิง
- ข. สิงกับแมว
- ค. สุนัขกับแมว /
- ง. สิงกับกระต่าย

30. ชื่อความผิดสรุปผิด

- ก. ชาวชอบสัตว์เลี้ยงที่ไม่ดุร้าย
- ข. แดงและขาวคุ้นเคยกันมาก่อน
- ค. ทั้ง 4 คน เลี้ยงสัตว์แตกต่างกัน
- ง. / ชาวและเขี้ยวหารรายได้จากการค้าขาย

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

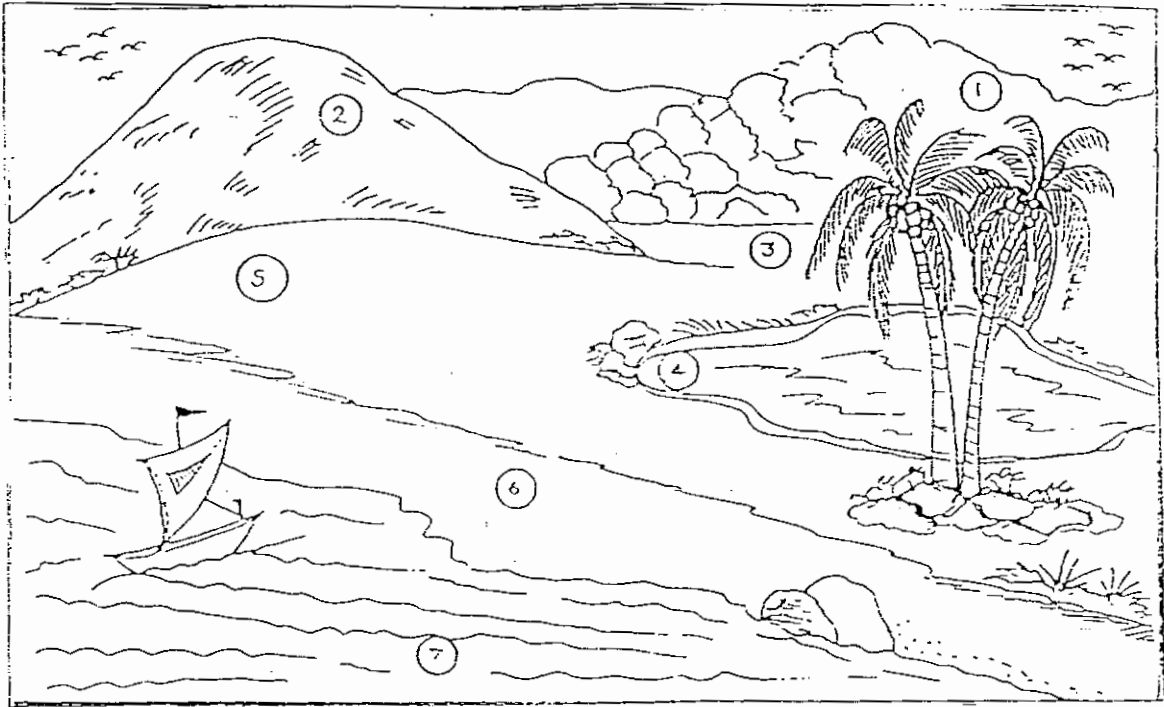
ชื่อ - สกุล เพศ ชั้น

อายุ ปี เดือน

คำแนะนำในการทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบมีทั้งหมด 3 ข้อ
2. แบบทดสอบชุดนี้สร้างขึ้นเพื่อวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งผลจากการศึกษาจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการจัดการเรียนการสอนในระดับนี้ ข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบชุดนี้จะนำไปใช้ในการวิจัยเท่านั้น จะไม่มีผลเสียต่อนักเรียนและโรงเรียนของนักเรียนแต่ประการใด
3. นักเรียนจะได้คะแนนสูง ถ้าตอบได้มากวิธี มีเหตุผลและเป็นแนวคิดใหม่ที่เป็นของนักเรียนเองหรือตอบเรื่องที่คนอื่นคิดไม่ถึง
4. แบบทดสอบแต่ละข้อให้เวลานักเรียนทำข้อละ 15 นาที ถ้านักเรียนได้ยื่นสัญญาณหมดเวลาให้หยุดทำทันทีแล้วเตรียมทำข้อต่อไป
5. เขียนชื่อ - สกุล เพศ ชั้น อายุ ให้เรียบร้อยก่อนลงมือทำแบบทดสอบ

ข้อที่ 1 "การใช้ประโยชน์"



- หมายเลข 1 ภูเขาที่มีต้นน้ำ
- หมายเลข 2 ภูเขาที่ไม่มีต้นน้ำ (อาจจะมียุ่้าหรือพืชขนาดเล็ก)
- หมายเลข 3 ที่ราบ
- หมายเลข 4 ท้องน้ำ (น้ำจืด)
- หมายเลข 5 ที่เนิน
- หมายเลข 6 หาดทราย
- หมายเลข 7 ทะเล

ถ้านักเรียนมีที่ดินเป็นของตนเองและมีลักษณะดังปรากฏในภาพข้างบนนี้

นักเรียนคิดว่าจะใช้ประโยชน์จากที่ดินผืนนี้ได้อย่างไรบ้าง

นักเรียนอาจจะคิดการใช้ประโยชน์จากที่ดินบริเวณใดบริเวณหนึ่งซ้ำ ๆ กันก็ได้

พยายามคิดเรื่องการำประโยชน์ให้เป็นไปได้ แปรลก ๆ ใหม ๆ ให้มากที่สุดเท่าที่จะคิดได้ เขียนการใช้ประโยชน์ของที่ดินบริเวณต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ในช่องว่างข้างล่างนี้

หมายเลข	การใช้ประโยชน์

ข้อ 2 "นักประดิษฐ์"

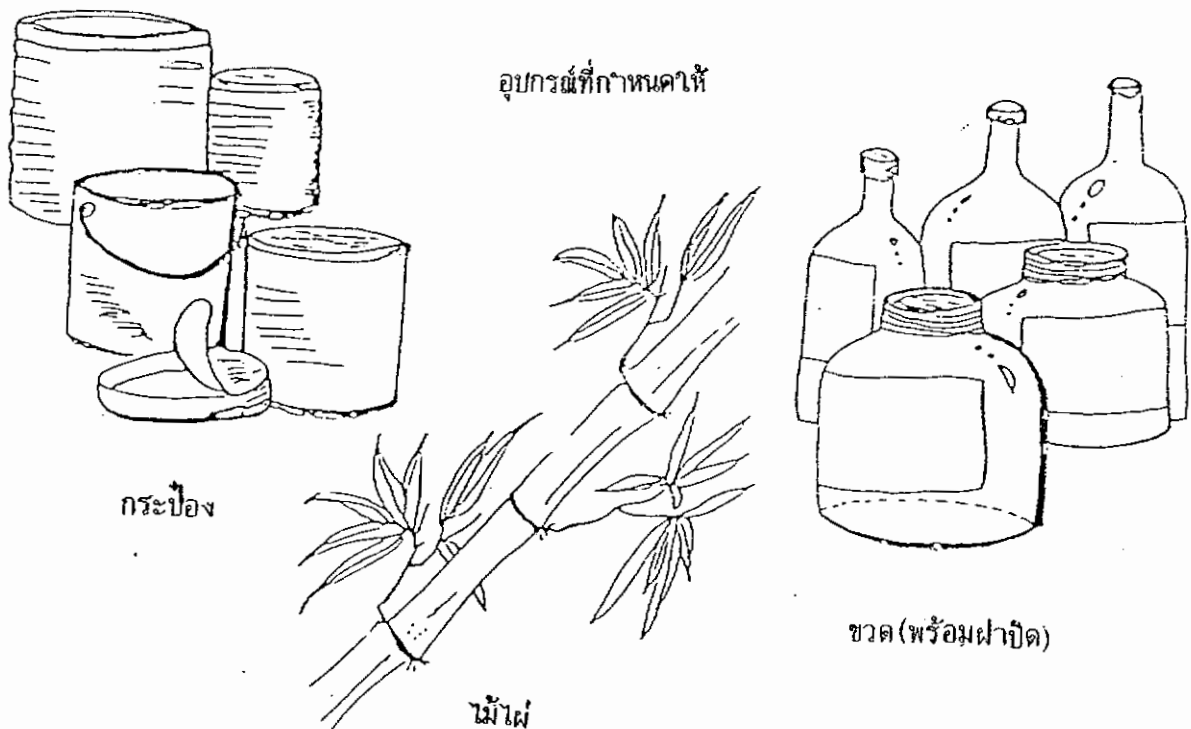
ให้นักเรียนเลือกวัสดุชิ้นแล้วที่กำหนดมาให้มาประกอบเป็นเครื่องมือหรือของใช้ที่จะนำไปใช้ในลักษณะต่าง ๆ เช่น

- การทดลองทางวิทยาศาสตร์
- การใช้สอยในชีวิตประจำวัน
- อื่น ๆ

นักเรียนจะเลือกใช้อุปกรณ์ที่กำหนดมาให้กี่ชนิดก็ได้ เปลี่ยนขนาดหรือใช้วัสดุซ้ำ ๆ กันก็ได้ และอาจดัดแปลงวัสดุที่กำหนดให้ให้เป็นรูปแบบที่นักเรียนต้องการก็ได้

นักเรียนจะใช้วัสดุอื่น ๆ เช่น มีด กรรไกร ฆ้อน กาว เทปติดกระดาษ ฯลฯ ประกอบด้วยก็ได้

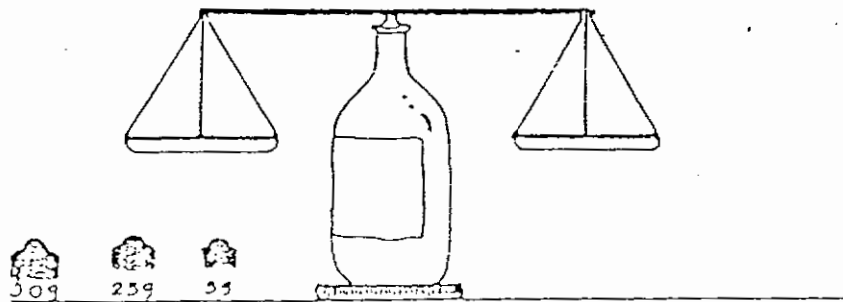
พยายามคิดเครื่องมือหรือของใช้ที่เป็นไปได้และแปลก ๆ งาม ๆ ให้น่าทึ่งที่สุดเท่าที่จะคิดได้ บอกการนำไปใช้และวาดรูป หรือบรรยายวิธีทำเครื่องมือหรือของใช้แต่ละชุดที่นักเรียนคิดได้อย่างย่อ ๆ ในตารางข้างล่างนี้ (ดูตัวอย่างประกอบ)



การนำไปใช้ ใช้หาน้ำหนักของวัตถุบางอย่างได้ (เครื่องชั่งอย่างง่าย)

หรือ : การวาดรูปเครื่องมือหรือของใช้

เครื่องมือชุดที่ 1



การนำไปใช้ ใช้หาน้ำหนักของวัตถุบางอย่างได้ (เครื่องชั่งอย่างง่าย)

เครื่องมือชุดที่ 2

.....
.....

การนำไปใช้

เครื่องมือชุดที่ 3

.....
.....

การนำไปใช้

.....
.....

เครื่องมือชุดที่ 4

.....
.....

การนำไปใช้

เครื่องมือชุดที่ 5

.....
.....

การนำไปใช้

เครื่องมือชุดที่ 6

.....
.....

การนำไปใช้

เครื่องมือชุดที่ 7

.....
.....

การนำไปใช้

เครื่องมือชุดที่ 8

.....
.....

การนำไปใช้

เครื่องมือชุดที่ 9

.....
.....

การนำไปใช้

.....
.....

ข้อ 3 "นักค้นคว้า"

นักวิทยาศาสตร์ได้เข้าไปสำรวจพันธุ์ไม้ในป่าที่ยังไม่เคยมีการสำรวจมาก่อน พบพืชชนิดหนึ่ง ขึ้นอยู่รอบ ๆ แอ่งน้ำ จึงเกิดความสนใจและได้สำรวจแอ่งน้ำในบริเวณใกล้เคียงกันอีก 3 แห่ง พบว่า พืชชนิดนี้ขึ้นอยู่เฉพาะรอบ ๆ บริเวณแอ่งน้ำเท่านั้น ห่างจากแอ่งน้ำ 5 เมตร จะไม่มีพืชชนิดนี้อยู่เลย และจากการศึกษาพบว่าบริเวณนั้นจะได้รับแสงอาทิตย์เฉลี่ยวันละ 6 ชั่วโมง นักวิทยาศาสตร์ท่านนั้นจึงได้นำต้นกล้า กิ่ง ใบ ผล พร้อมทั้งเมล็ด ของต้นไม้นี้มาประมาณ อย่างละ 10 ก.ก. เพื่อใช้ในการศึกษาทดลองต่อไป

สมมติว่านักเรียนเป็นนักพฤกษศาสตร์ท่านนั้น ให้นักเรียนคิดวิธีทดลองเพื่อนำส่วนต่าง ๆ ของพืชชนิดนี้มาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น

- ด้านวิทยาศาสตร์
- ด้านการเกษตร
- ด้านอุตสาหกรรม
- อื่น ๆ

พยายามคิดวิธีทดลองที่เป็นไปได้หลาย ๆ แบบ อธิบายวิธีทดลองประกอบอย่างย่อ ๆ นักเรียนจะใช้อุปกรณ์ สารเคมีหรือเครื่องมืออื่นใดประกอบด้วยก็ได้

วิธีที่ 1

วิธีที่ 2

วิธีที่ 3

วิธีที่ 4

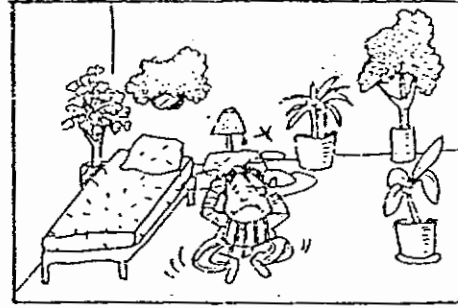
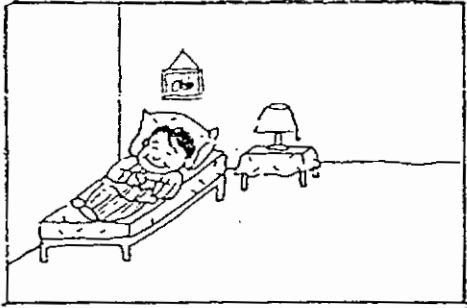
แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบนี้มี 32 ข้อ ให้นำเวลา 32 นาที
2. แบบทดสอบประกอบด้วยสถานการณ์ให้นักเรียนศึกษาเพื่อตอบคำถาม
3. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ในข้อที่ถูกต้องที่สุด เพียงคำตอบเดียวในกระดาษคำตอบ
4. ถ้าต้องการเปลี่ยนแปลงคำตอบให้ขีดเส้นทับ \neq ที่คำตอบเดิม แล้ว X ในข้อที่ต้องการ
5. ห้าม ขีดฆ่า ทำเครื่องหมาย หรือเขียนอักษรใด ๆ ลงในแบบทดสอบ
6. เมื่อหมดเวลา ให้นักเรียนคืนแบบทดสอบ และกระดาษคำตอบ

สถานการณ์ที่ 1

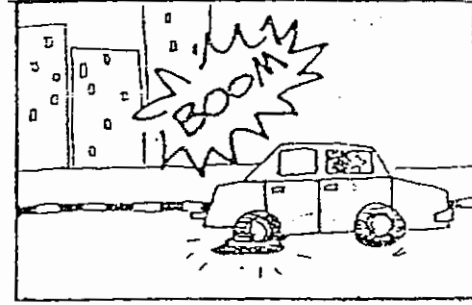
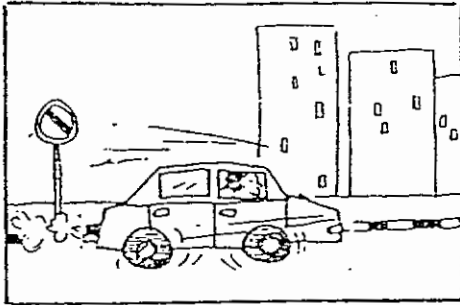
วิชัย ได้จัดห้องใหม่โดยนำต้นไม้มาไว้ในห้องนอน เพื่อให้เกิดความสวยงามและสดชื่น
เมื่อเขาตื่นนอนในเช้าของวันรุ่งขึ้น พบว่า ร่างกายอ่อนเพลียและปวดศีรษะ



1. ข้อใด เป็นปัญหาสำคัญของสถานการณ์นี้
 - ก. ในห้องมีก๊าซออกซิเจนอยู่อย่างหนาแน่น
 - ข. ร่างกายอ่อนเพลียและปวดศีรษะ
 - ค. การนำต้นไม้มาไว้ในห้องนอน
 - ง. วิชัยต้องการจัดห้องใหม่
2. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้
 - ก. ในห้องมีก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไม่สมดุล
 - ข. อากาศในห้องไม่เพียงพอในการหายใจ
 - ค. ต้นไม้ที่นำมาจัดในห้องเป็นต้นไม้ใหญ่
 - ง. เวลากลางคืนต้นไม้คายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
3. นักเรียนคิดว่า จะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร
 - ก. นำต้นไม้ออกไปจากห้อง
 - ข. เลือกต้นไม้ไว้บางต้นเพื่อให้ก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีปริมาณที่สมดุล
 - ค. ควรเลือกต้นไม้เล็ก ๆ เช่น ไม้เลื้อยมาจัดแทนต้นไม้ใหญ่
 - ง. เปิดไฟดวงเล็ก ๆ ให้ต้นไม้สังเคราะห์แสงเพื่อให้ได้ก๊าซออกซิเจน
4. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ น่าจะเกิดผลเช่นไร
 - ก. ก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีปริมาณที่สมดุล
 - ข. หายจากการอ่อนเพลียและปวดศีรษะ เพราะต้นไม้ไม่คายก๊าซพิษ
 - ค. ห้องสวยงามและสดชื่น เพราะต้นไม้เล็ก ๆ ไม่ทำให้ในห้องนอนมีก๊าซหนาแน่นเกินไป
 - ง. มีปริมาณก๊าซเพียงพอในการหายใจ

สถานการณ์ที่ 2

สมศรีขับรถไปยังจังหวัดจันทบุรีเพื่อติดต่อธุรกิจ เริ่มออกเดินทางจากกรุงเทพฯ ในเวลา 11.00 น. ใช้ความเร็วในการขับรถโดยเฉลี่ย 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ขณะที่ขับรถไปได้ 3 ชั่วโมง ยางได้เกิดระเบิดขึ้น



5. ข้อใดเป็นปัญหาสำคัญของสถานการณ์นี้

ก. ยางรถระเบิด	ข. ติดต่อธุรกิจไม่ทัน
ค. เสียเวลาในการเดินทาง	ง. เกิดอุบัติเหตุ
6. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้

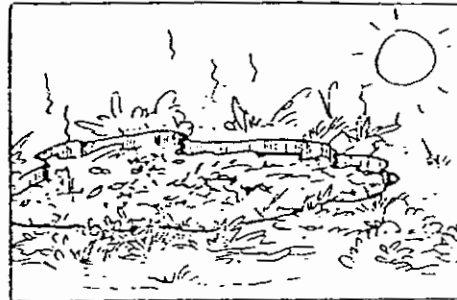
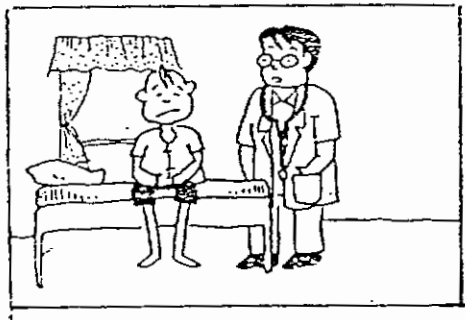
ก. ขับรถเร็วและไกลเกินไป	ข. อากาศร้อนทำให้ยางขยายตัวและระเบิด
ค. อากาศในยางรถยนต์ขยายตัวและดันยางระเบิด	ง. ยางรถเสื่อมคุณภาพ และขับรถเร็วในเวลาอากาศร้อน
7. นักเรียนคิดว่า จะแก้ปัญหานี้ในสถานการณ์นี้อย่างไร

ก. เดินทางในช่วงเช้าหรือเย็น	ข. ขับรถอย่างระมัดระวัง
ค. ไม่ขับรถเร็วเกินไป	ง. เติมลมยางให้เหมาะสม
8. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหานี้ในสถานการณ์นี้ น่าจะเกิดผลเช่นไร

ก. ไม่เสียค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนยาง	ข. ติดต่อธุรกิจได้ทันเวลา
ค. ยางไม่ระเบิดขณะเดินทาง	ง. เกิดความมั่นใจในการขับรถ

สถานการณ์ที่ 3

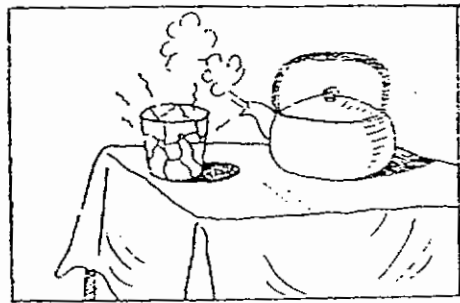
หมู่บ้านแห่งหนึ่งในชนบท เจ้าหน้าที่สาธารณสุขได้ทำการตรวจสอบสุขภาพของคนในหมู่บ้าน พบว่าป่วยเป็นไข้มาลาเรียถึง 70% หลังจากสำรวจพื้นที่ที่ภายในหมู่บ้านแล้วได้พบหนองน้ำใหญ่แห่งหนึ่งใกล้หมู่บ้าน มีเศษวัชพืชและใบไม้ทับถม จนน้ำเริ่มเน่าเหม็น



9. ข้อใดเป็นปัญหาสำคัญของสถานการณ์นี้
 - ก. คนในหมู่บ้านเป็นไข้มาลาเรียมาก
 - ข. หนองน้ำเริ่มเน่าเหม็น
 - ค. มีเศษวัชพืชและใบไม้ทับถมทำให้น้ำไม่สะอาด
 - ง. คนในหมู่บ้านไม่มีน้ำสะอาดใช้
10. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้
 - ก. คนในหมู่บ้านนำน้ำในหนองน้ำมาใช้
 - ข. หนองน้ำเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ยุงก้นปล่อง
 - ค. ยุงลายอาศัยหนองน้ำเป็นแหล่งเพาะพันธุ์
 - ง. คนในหมู่บ้านไม่ดูแลรักษาหนองน้ำ
11. นักเรียนคิดว่า จะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร
 - ก. ให้เจ้าหน้าที่สาธารณสุขมาให้ความรู้เรื่องไข้มาลาเรีย
 - ข. ไม่ควรปลูกต้นไม้ไว้รอบ ๆ หนองน้ำ เพื่อให้แสงแดดส่องถึง
 - ค. จัดยาป้องกันไข้มาลาเรียให้ผู้ที่ยังไม่ติดเชื้อนี้
 - ง. ทำความสะอาดหนองน้ำเพื่อกำจัดแหล่งเพาะพันธุ์ยุง
12. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ น่าจะเกิดผลเช่นไร
 - ก. คนในหมู่บ้านเป็นไข้มาลาเรียน้อยลง
 - ข. คนในหมู่บ้านมีน้ำสะอาดใช้บริโภค
 - ค. คนในหมู่บ้านมีความรู้เรื่องไข้มาลาเรียเพิ่มขึ้น
 - ง. ปริมาณการขยายพันธุ์ของยุงจะลดลง

สถานการณ์ที่ 4

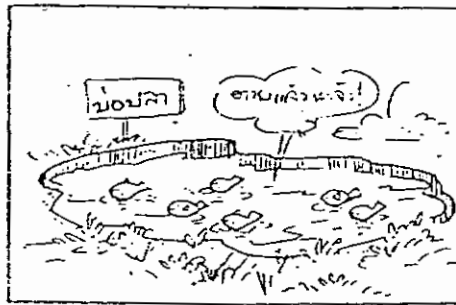
พลอยไม่สบาย ตรวจอาการพบว่า เป็นไข้หวัดใหญ่ หมอจึงฉีดยาและให้ยามารับประทาน พร้อมกับกำชับให้ดื่มน้ำอุ่นจนกว่าจะหายจากไข้หวัด เมื่อกลับถึงบ้าน พลอยจึงรินน้ำร้อนที่กำลังเดือดใส่แก้วจนจะเต็ม ปรากฏว่าแก้วแตกเป็นรอยร้าวทันที



13. ข้อใด เป็นปัญหาสำคัญของสถานการณ์นี้
- | | |
|-------------------------|-----------------------------------|
| ก. พลอย เป็นไข้หวัดใหญ่ | ข. น้ำมีอุณหภูมิสูงเกินไป |
| ค. พลอยต้องดื่มน้ำอุ่น | ง. แก้วแตกเป็นรอยร้าวเมื่อน้ำร้อน |
14. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้
- | | |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| ก. หมอกำชับให้พลอยดื่มน้ำอุ่น | ข. แก้วขยายตัวไม่ทันเมื่อถูกน้ำร้อน |
| ค. แก้วชนิดนี้ไม่ทนความร้อน | ง. พลอยมีสุขภาพไม่แข็งแรง |
15. นักเรียนคิดว่า จะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร
- | | |
|---|------------------------------------|
| ก. ดื่มน้ำให้พออุ่น แล้วจึงเทใส่แก้ว | ข. ใช้แก้วที่ทำด้วยพลาสติกหนา |
| ค. รินน้ำร้อนใส่แก้ว เพียงเล็กน้อยก่อนแล้ว จึงรินน้ำร้อนลงไปอีก | ง. พลอยควรออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ |
16. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ น่าจะเกิดผลเช่นไร
- | | |
|---------------------------------------|---|
| ก. แก้วไม่แตกเป็นรอยร้าว | ข. สามารถรินน้ำเดือดใส่แก้วได้โดยแก้วไม่แตก |
| ค. น้ำในแก้วไม่ร้อนจนเกินไปใช้ดื่มได้ | ง. พลอยมีสุขภาพที่แข็งแรงขึ้น |

สถานการณ์ที่ 5

เอกพันธ์ ได้ขุดบ่อเลี้ยงปลาที่มีขนาดโดยประมาณ 7 x 8 เมตร หลังจากนั้นได้ปล่อยน้ำลงบ่อ และปล่อยลูกปลาจำนวน 300 ตัวลงไป รุ่งเช้าลูกปลาที่ปล่อยไปตาม และลอยขึ้นมา เขาจึงลองวัด ค่า pH ของน้ำ ได้ค่า pH ประมาณ 3 - 4



17. ข้อใดเป็นปัญหาสำคัญของสถานการณ์นี้

- ก. ขนาดของบ่อ ไม่เหมาะสมกับจำนวนของลูกปลาที่ปล่อย
- ข. ดินมีสารพิษตกค้างอยู่
- ค. ลูกปลาทาย
- ง. น้ำมีค่า pH ประมาณ 3 - 4

18. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้

- ก. น้ำมีสารที่เป็นพิษต่อลูกปลา
- ข. จำนวนลูกปลาที่ปล่อยมากเกินไป
- ค. น้ำมีสภาพเป็นกรด
- ง. ลูกปลาไม่สามารถปรับสภาพได้เมื่อถูกปล่อยลงบ่อ

19. นักเรียนคิดว่า จะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร

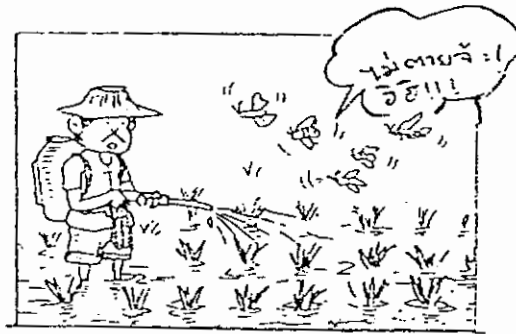
- ก. ใส่ปูนขาวปริมาณที่เหมาะสมลงในบ่อก่อนปล่อยน้ำลงไป
- ข. นำน้ำในบ่อมาผสมกับน้ำที่ใช้เลี้ยงลูกปลาก่อนปล่อย
- ค. ปล่อยน้ำล้างบ่อ เพื่อชะล้างสารพิษที่ปนเปื้อนอยู่ในดิน
- ง. นำลูกปลามาชั่งและเปลี่ยนน้ำเพื่อล้างบ่อ

20. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ น่าจะเกิดผลเช่นไร

- ก. น้ำที่ปล่อยลงในบ่อไม่เป็นพิษต่อลูกปลา
- ข. น้ำมี pH เหมาะสมในการเลี้ยงปลา
- ค. น้ำมีสภาพเป็นกรดลดลง
- ง. ลูกปลาสามารถปรับตัวได้

สถานการณ์ที่ 6

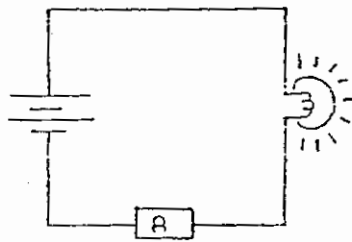
เกิดการระบาดของศัตรูพืชที่นาข้าวของสุรชัย เขาจึงใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในการทำงาน ซึ่งในช่วงแรกการใช้สารเคมีสามารถกำจัดศัตรูพืชได้ผลดี แต่ต่อมาเมื่อใช้หลายครั้ง ถึงแม้จะเพิ่มปริมาณการใช้สารเคมีเพิ่มขึ้น ก็ไม่สามารถกำจัดศัตรูพืชได้



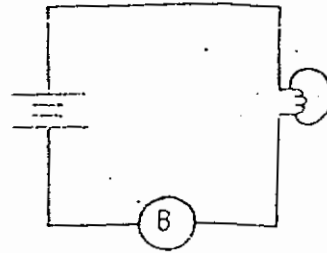
21. ข้อใดเป็นปัญหาสำคัญของสถานการณ์นี้
- | | |
|-----------------------------------|----------------------------|
| ก. สารเคมีเสื่อมคุณภาพ | ข. การระบาดของศัตรูพืช |
| ค. สารเคมีกำจัดศัตรูพืชไม่ได้อะไร | ง. ศัตรูพืชมีปริมาณมากขึ้น |
22. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหานี้
- | | |
|---|--------------------------------|
| ก. ใช้สารเคมีบ่อยเกินไป | ข. ศัตรูพืชดื้อยา |
| ค. ใช้สารเคมีชนิดเดียวในการปราบศัตรูพืช | ง. การเพิ่มปริมาณการใช้สารเคมี |
23. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหานี้ได้อย่างไร
- | | |
|--------------------------------------|---------------------------------|
| ก. ปลุกพืชหมุนเวียน | ข. เปลี่ยนชนิดของสารเคมี |
| ค. เว้นระยะในการใช้สารเคมีให้นานขึ้น | ง. ใช้สารเคมีหลาย ๆ ชนิดสลับกัน |
24. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหานี้ น่าจะเกิดผลเช่นไร
- | | |
|-------------------------------------|---------------------------------|
| ก. สารเคมีที่ใช้มีประสิทธิภาพดีขึ้น | ข. ลดปริมาณการใช้สารเคมี |
| ค. ศัตรูพืชมารบกวนน้อยลง | ง. ลดค่าใช้จ่ายในการซื้อสารเคมี |

สถานการณ์ที่ 8

ประมวลได้ทำการทดลองต่อวงจรไฟฟ้า 2 ชุด ดังรูป ใช้อุปกรณ์เหมือนกันคือ สายไฟ หลอดไฟ ถ่านไฟฉาย วัตถุ A วัตถุ B โดยที่เนื้อของวัตถุ A และวัตถุ B เหมือนกัน แต่รูปร่างต่างกัน ผลการทดลองปรากฏว่าชุดที่ 1 หลอดไฟสว่าง



ชุดที่ 1



ชุดที่ 2

29. ข้อใดเป็นปัญหาสำคัญของสถานการณ์นี้
- ก. การทดลองชุดที่ 2 หลอดไฟไม่สว่าง
ข. ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจร
ค. ถ่านไฟฉายในชุดที่ 2 ไม่มีกระแสไฟ
ง. วัตถุ B ไม่ยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่าน
30. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้
- ก. วัตถุ B เป็นฉนวนไฟฟ้า
ข. ไม่มีกระแสไหลในวงจร
ค. วัตถุ A เป็นฉนวนไฟฟ้า
ง. กระแสไฟฟ้าไม่เพียงพอ
31. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร
- ก. เปลี่ยนถ่านไฟฉาย
ข. ใช้วัตถุ A แทนวัตถุ B
ค. เพิ่มกระแสไฟฟ้าในชุดที่ 2 ให้มากขึ้น
ง. เปลี่ยนการต่อขั้วของถ่านไฟฉาย
32. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ น่าจะเกิดผลเช่นไร
- ก. หลอดไฟในชุดที่ 2 สว่าง
ข. หลอดไฟในชุดที่ 2 สว่างมากกว่าชุดที่ 1
ค. มีกระแสไฟฟ้าในชุดที่ 2 มากกว่า
ง. วัตถุ A และวัตถุ B มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

ภาคผนวก

ภาคผนวก ข

แบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์

การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน

แบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนด้านตัวบุคคล
และข้อมูลข่าวสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโคกกระเทียมวิทยาลัย
จังหวัดลพบุรี

ชื่อ - สกุล (ผู้ให้ข้อมูล)

ความสัมพันธ์กับนักเรียน () ตัวนักเรียน

() ครูวิทยาศาสตร์

() ผู้ปกครอง

วัน เดือน ปี ที่สัมภาษณ์ () ครั้งที่ 1

() ครั้งที่ 2

() ครั้งที่ 3

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์ฉบับนี้เป็นการสัมภาษณ์การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนมีด้วยกัน 2 ด้าน คือด้านตัวบุคคล และด้านข้อมูลข่าวสาร โดยเก็บข้อมูลจากผู้ให้ข้อมูล 3 สถานภาพประกอบกันคือ

1.1 ข้อมูลจากนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

1.2 ข้อมูลจากครูวิทยาศาสตร์ที่ใกล้ชิดกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

1.3 ข้อมูลจากผู้ปกครองนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

2. แบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์ฉบับนี้ประกอบด้วย ข้อความที่แสดงถึงการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่บ้าน (ด้านตัวบุคคล และด้านข้อมูลข่าวสาร) และทางโรงเรียน (ด้านตัวบุคคล และด้านข้อมูลข่าวสาร) โดยที่สิ่งแวดล้อมทางการเรียนดังกล่าวมีส่วนส่งเสริมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ด้านใดด้านหนึ่งหรือหลายด้านใน 3 ด้านคือ ด้านความสามารถในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ความสามารถด้านทักษะปฏิบัติ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ความสามารถแต่ละด้านมีความหมายดังนี้

ความสามารถในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ ความคิดทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้ได้ อย่างเหมาะสม ในการวิจัยครั้งนี้ศึกษาการนำความรู้ความคิดทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้อธิบาย คิดวิเคราะห์แก้ปัญหา รวบรวมและประมวลข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความรู้ใหม่และสามารถตัดสินใจ เลือกใช้ข้อมูลได้อย่างเหมาะสม

ความสามารถด้านทักษะปฏิบัติ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการ เลือกและ ใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์วิทยาศาสตร์ เพื่อปฏิบัติกิจกรรมทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสม

เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดเห็น ทำดีหรือพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดง ต่อเนื้อหาวิชา กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ หรืออื่น ๆ โดยเกิดจากประสบการณ์การเรียนรู้

ลักษณะบ่งชี้เจตคติทางวิทยาศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้ คือ เป็นคนมีความอยากรู้อยากเห็น มีเหตุผล ไม่เชื่อโชคลางหรือสิ่งที่ยังงมงายมีการพิสูจน์ มีการสังเกตอย่างรอบคอบและจดบันทึกอย่างละเอียด มีแบบแผนการทำงานอยู่ตลอดเวลา มีจิตกว้างขวาง ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ไม่ด่วนตัดสินใจในสิ่งใด ๆ จนกว่าจะมีการพิจารณาอย่างรอบคอบ มีความรับผิดชอบสูง และมีความอดทน ความพยายาม

เกณฑ์การพิจารณา

ในการพิจารณาความสามารถแต่ละด้านจะพิจารณาเป็นข้อกระทงย่อย ๆ โดยแต่ละข้อกระทงย่อยกำหนดน้ำหนักคะแนนไว้ดังนี้

- 5 หมายถึง ได้รับประโยชน์มากที่สุด
- 4 หมายถึง ได้รับประโยชน์มาก
- 3 หมายถึง ได้รับประโยชน์ปานกลาง
- 2 หมายถึง ได้รับประโยชน์น้อย
- 1 หมายถึง ได้รับประโยชน์น้อยที่สุด

แบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์

การส่งเสริมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์	การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน																			
	ที่บ้าน										ทางโรงเรียน									
	ตัวบุคคล					ข้อมูลข่าวสาร					ตัวบุคคล					ข้อมูลข่าวสาร				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
<p><u>ความสามารถในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี</u></p> <p>ประเด็นในการสัมภาษณ์</p> <p>ประกอบด้วย</p> <p>1. ศึกษา ค้นคว้า พุฒคยเกี่ยวกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านต่าง ๆ (เช่น อุตสาหกรรมคนไทยวันนี้ อ่านหนังสือพิมพ์คอลัมภ์วิทยาศาสตร์ การเกษตรวารสารวิทยาศาสตร์ เป็นต้น)</p> <p>2. เข้าร่วมฟังการบรรยายหรือชมนิทรรศการเกี่ยวกับเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ การประดิษฐ์เครื่องมือใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยี (เช่น กังหันวิดน้ำพลังงานลม เครื่องรดน้ำต้นไม้ ปอดักไขมัน เป็นต้น)</p>																				

การส่งเสริมการเรียนรู้ ทางวิทยาศาสตร์	การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน																			
	ที่บ้าน										ทางโรงเรียน									
	ตัวบุคคล					ข้อมูลข่าวสาร					ตัวบุคคล					ข้อมูลข่าวสาร				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
3. เข้าร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ที่ เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ตาม ความถนัดของตนในงานต่าง ๆ ที่โรงเรียนและชุมชนจัดขึ้น (เช่น วาดภาพ ตอบปัญหา แข่ง ทักษะการพูดทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ทำโครงงาน วิทยาศาสตร์)																				
4. อธิบายเรื่องราวหรือปรากฏ- การณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์ให้คนอื่นฟังได้อย่าง เข้าใจ (เช่น ปรากฏการณ์ จันทร์ปราศ การเกิดฝน ปรากฏการณ์เรือนกระจก การเกิดรังสีแกมมา การใช้งาน คอมพิวเตอร์โปรแกรมง่าย ๆ)																				

การส่งเสริมการเรียนรู้ ทางวิทยาศาสตร์	การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน																			
	ทางบ้าน										ทางโรงเรียน									
	ตัวบุคคล					ข้อมูลข่าวสาร					ตัวบุคคล					ข้อมูลข่าวสาร				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
5. เขียนและ/หรือส่งบทความหรือ เรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามที่ได้รับมอบหมาย (เช่น ความสำคัญของพลังงาน ความ สำคัญของวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี																				
6. ซักถามปัญหาเกี่ยวกับวิทยา- ศาสตร์และเทคโนโลยี ขณะที่ รับรู้จากสื่อประเภทต่าง ๆ หรือขณะที่ทำกิจกรรม (เช่น การเกิดฝนตก ปัจจัยที่ใช้ใน การเจริญเติบโตของพืช การนำ พลังงานแสดงอาทิตย์มาใช้ ประโยชน์)																				

การส่งเสริมการเรียนรู้ ทางวิทยาศาสตร์	การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน																			
	ทางบ้าน										ทางโรงเรียน									
	ตัวบุคคล					ข้อมูลข่าวสาร					ตัวบุคคล					ข้อมูลข่าวสาร				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
7. คิดวิเคราะห์วิจารณ์ข้อมูลข่าวสารทางวิทยาศาสตร์อย่างมีเหตุผล (เช่น วิเคราะห์ข้อดีข้อเสียของโคลนนิ่ง วิเคราะห์ข่าวสารเกี่ยวกับมนุษย์ต่างดาวว่ามีจริงหรือไม่)																				
8. นำหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่มาประเมินหรือทำนายแนวโน้มของเหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน (เช่น นำหลักการของคานและโมเมนต์มาช่วยในการผ่อนแรง ทำนายได้ว่าฝนจะตกจากการสังเกตลักษณะอากาศ ลักษณะของเมฆบนท้องฟ้าและปริมาณไอน้ำในอากาศ)																				

การส่งเสริมการเรียนรู้ ทางวิทยาศาสตร์	การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน																			
	ทางบ้าน										ทางโรงเรียน									
	ตัวบุคคล					ข้อมูลข่าวสาร					ตัวบุคคล					ข้อมูลข่าวสาร				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
9. นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาประดิษฐ์ติดตั้ง ซ่อมแซม อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ของเล่น และของใช้ต่าง ๆ (เช่น โทรศัพท์กระป๋อง พัดลม อย่างง่าย เครื่องกรองน้ำ อย่างง่าย ฯลฯ)																				
10. นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มา ใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ใน ชีวิตประจำวัน (เช่น ลงข้อสรุป ได้ว่าห้องเสีย เพราะมีสาเหตุ มาจากอะไร ควรกินยาอะไร แก้อี๋ที่นั่งอยู่ไม่แข็งแรงเพราะ อะไร ควรป้องกันอย่างไร)																				
11. ทดลองด้วยสารเคมี ง่าย ๆ (เช่น มะนาว ผงชูรส น้ำส้ม สายชู น้ำตาลทราย)																				

การส่งเสริมการเรียนรู้ ทางวิทยาศาสตร์	การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน																			
	ทางบ้าน										ทางโรงเรียน									
	ตัวบุคคล					ข้อมูลข่าวสาร					ตัวบุคคล					ข้อมูลข่าวสาร				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
12. ศึกษาส่วนประกอบของสารเคมี บางชนิดที่ใช้ในชีวิตประจำวัน (เช่น ยาใส่แผล น้ำหอม สบู่ ยาสีฟัน แชมพูสระผม น้ำยาล้าง ห้องน้ำ)																				
13. สะสมสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (เช่น หนังสือเกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของ เล่นสำหรับเด็กประเภทโซลัน และไฟฟ้า คลับเกมส์สำหรับ เครื่องเล่นวีดีโอเกมส์ แมลง ดอกไม้ และรูปสัตว์ต่าง ๆ)																				

การส่งเสริมการเรียนรู้ ทางวิทยาศาสตร์	การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน																			
	ทางบ้าน										ทางโรงเรียน									
	ตัวบุคคล					ข้อมูลข่าวสาร					ตัวบุคคล					ข้อมูลข่าวสาร				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
14. ทาการทดลองเพื่อหาคำตอบ ด้วยตนเอง (เช่น ปลูกผัก คะน้าในร่มและกลางแจ้งเพื่อ เปรียบเทียบการเจริญเติบโต เสี่ยงปลาหางนกยูงเพื่อสังเกต การเปลี่ยนสีของหาง เสี่ยง ลูกน้ำยุงเพื่อศึกษาวงจรชีวิต) ขยายพันธุ์พืชและสัตว์ ฯลฯ)																				
15. แปลความหมายข้อมูลและลงข้อ สรุป เพื่อนำไปใช้ได้อย่าง เหมาะสม (เช่น การนำกระดาษ ลิตมัสไปทดสอบสารต่าง ๆ แล้ว สรุปได้ว่าสารเหล่านั้นมีฤทธิ์ เป็นกรด เบส การนำสบู่ไป ทดสอบกับน้ำชนิดต่าง ๆ แล้ว สรุปได้ว่าน้ำเหล่านั้นเป็นน้ำอ่อน น้ำกระด้าง)																				

การส่งเสริมการเรียนรู้ ทางวิทยาศาสตร์	การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน																			
	ทางบ้าน										ทางโรงเรียน									
	ตัวบุคคล					ข้อมูลข่าวสาร					ตัวบุคคล					ข้อมูลข่าวสาร				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
16. ตั้งสมมติฐานหรือคิดหาคำตอบ ล่วงหน้าโดยอาศัย การสังเกต การรวบรวมข้อมูล หรือ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน (เช่น สังเกตพบว่า พืชที่มีรสม ไม่ถูกแมลงกัดกินจึงตั้งสมมติฐาน ได้ว่า สารขมในพืชบางชนิดเช่น สะเดา ใบยาสูบ แมลงไม่ชอบ กินเป็นอาหาร																				

การส่งเสริมการเรียนรู้ ทางวิทยาศาสตร์	การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน																			
	ที่บ้าน										ทางโรงเรียน									
	ตัวบุคคล					ข้อมูลข่าวสาร					ตัวบุคคล					ข้อมูลข่าวสาร				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
<p><u>ความสามารถด้านทักษะปฏิบัติ</u></p> <p>ประเด็นในการสัมภาษณ์</p> <p>ประกอบด้วย</p> <p>1. ใช้เครื่องมือได้อย่างเหมาะสม ในเรื่อง ซึ่ง ตวง วัด และ สามารถระบุหน่วยของสิ่งที่วัด อย่างถูกต้อง (เช่น ใช้กระบอกล ตวงวัดปริมาตรของเหลวมีหน่วย เป็นลูกบาศก์เซนติเมตร ใช้ เครื่องชั่ง ซึ่งน้ำหนักที่เป็น ของแข็งมีหน่วยเป็นกรัม ใช้ไม้ บรรทัดวัดความยาวมีหน่วยเป็น เซนติเมตร)</p> <p>2. เลือกและใช้อุปกรณ์เครื่องใช้ วิทยาศาสตร์และสารเคมีได้ อย่างเหมาะสม ถูกต้องปลอดภัย ใช้กระดาษลิตมัสทดสอบความ เป็นกรด-เบส ใช้สารละลาย ไอโอดีนทดสอบแป้ง การใช้กรด การใช้ตะกั่วขาว (แก๊สแอลกอฮอล์)</p>																				

การส่งเสริมการเรียนรู้ ทางวิทยาศาสตร์	การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน																			
	ทางบ้าน										ทางโรงเรียน									
	ตัวบุคคล					ข้อมูลข่าวสาร					ตัวบุคคล					ข้อมูลข่าวสาร				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
	3. ตรวจสอบสมบัติหรือคุณภาพของ สารหรือสิ่งต่าง ๆ ด้วยวิธีการ ที่เหมาะสม (เช่น ตรวจสอบ น้ำตาล โดยใช้สารละลาย เบเนดิกต์ วัดค่า pH โดยใช้ กระดาษยูนิเวอร์แซลอินดิเค- เตอร์)																			
4. ทดลองด้วยความถูกต้อง แม่นยำ ปราศจากความ รอบคอบ (เช่น การทดลองที่ ต้องใช้กรด การจับเวลา การต่อวงจรไฟฟ้า การใช้ เทอร์มอมิเตอร์)																				
5. เลือกใช้ผลิตภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ได้อย่างเหมาะสม (เช่น ยา สามัญประจำบ้าน น้ำยาล้างจาน น้ำส้ม ส่ายชู)																				

การส่งเสริมการเรียนรู้ ทางวิทยาศาสตร์	การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน																			
	ทางบ้าน										ทางโรงเรียน									
	ตัวบุคคล					ข้อมูลข่าวสาร					ตัวบุคคล					ข้อมูลข่าวสาร				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
6. เตรียมเครื่องมืออุปกรณ์ต่าง ๆ ให้พร้อมก่อนการทำทดลอง ทุกครั้ง (เช่น บทปฏิบัติการ สารเคมี ปีกเกอร์ แท่งแก้ว คนสาร ตะเกียงแอลกอฮอล์)																				
7. ซ่อมแซมอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ชนิดง่าย ๆ (เช่น เครื่องซึ่ง อย่างง่าย ริงถ่าน รอก)																				
8. มีความสามารถเบื้องต้นในการ ใช้คอมพิวเตอร์ (เช่น เปิด- ปิดแฟ้มข้อมูล พิมพ์ข้อมูล เก็บแฟ้มข้อมูล)																				

การส่งเสริมการเรียนรู้ ทางวิทยาศาสตร์	การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน																			
	ที่บ้าน										ทางโรงเรียน									
	ตัวบุคคล					ข้อมูลข่าวสาร					ตัวบุคคล					ข้อมูลข่าวสาร				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
<u>เจตคติทางวิทยาศาสตร์</u> ประเด็นในการสัมภาษณ์ ประกอบด้วย 1. สนใจติดตามความก้าวหน้าทาง วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอยู่ ตลอดเวลา (เช่น การทำ โคลนนิ่ง การสำรวจดาว อังคาร การค้นพบตัวยา สมุนไพร) 3. ศึกษาค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม เมื่อมีข้อสงสัยเกี่ยวกับความรู้ ทางด้านวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี (เช่น ปัจจัยที่ เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต ของพืช ปรากฏการณ์เรือน กระจก หลักการทำงานของ หลอดไฟ เตารีด พัดลม)																				

การส่งเสริมการเรียนรู้ ทางวิทยาศาสตร์	การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน																			
	ที่บ้าน										ทางโรงเรียน									
	ตัวบุคคล					ข้อมูลข่าวสาร					ตัวบุคคล					ข้อมูลข่าวสาร				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
3. พิจารณาถึงความเป็นไปได้ของ ข่าวลือก่อนที่จะตัดสินใจเชื่อ หรือไม่เชื่อ (เช่น เชื่อเรื่อง การเดินทางมาเยือนโลกของ มนุษย์ต่างดาวหรือไม่เพราะ อะไร เชื่อว่าผลมะระ สามารถรักษาโรคเอดส์ได้ หรือไม่ เพราะอะไร)																				
4. กล่าวแสดงความคิดเห็นและใช้ เหตุผลในการโต้แย้ง (เช่น เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับการ แก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม มีส่วน ร่วมแสดงความคิดเห็นกับเพื่อน ร่วมชั้นเรียน เมื่อเห็นเพื่อนทำ ผิดจะตักเตือน)																				

การส่งเสริมการเรียนรู้ ทางวิทยาศาสตร์	การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน																			
	ทางบ้าน										ทางโรงเรียน									
	ตัวบุคคล					ข้อมูลข่าวสาร					ตัวบุคคล					ข้อมูลข่าวสาร				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
5. ไม่ยอมมาให้เหตุการณ์บังเอิญต่างๆ มามีอิทธิพลเหนือการดำเนินชีวิต (เช่น เมื่อไม่มีเวลาทดลองมัก จะลอกผลการทดลองหรือสรุปผล การทดลองโดยไม่ทำการทดลอง																				
6. ชอบสังเกตการเปลี่ยนแปลง สิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัว (เช่น การจราจร สภาพลม ฟ้า อากาศ)																				
7. เขียนบันทึกประจำวันหรือเรื่อง ราวที่สนใจอย่างสม่ำเสมอ																				
8. กำหนดตารางการทำงานไว้ อย่างเป็นระบบ(เช่น กำหนด เวลาอ่านหนังสือ ทำการบ้าน พักผ่อน กำหนดระยะเวลา การทำงานทดลอง)																				

การส่งเสริมการเรียนรู้ ทางวิทยาศาสตร์	การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน																			
	ทางบ้าน										ทางโรงเรียน									
	ตัวบุคคล					ข้อมูลข่าวสาร					ตัวบุคคล					ข้อมูลข่าวสาร				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
9. วางแผนการปฏิบัติการล่วงหน้า อย่างรอบคอบ (เช่น วางแผน การออกแบบการทดลองการ กำหนด และควบคุมตัวแปร)																				
10. ใจกว้างรับฟังความคิดเห็น ข้อวิจารณ์และข้อเสนอแนะ ต่าง ๆ ที่มีต่องานของตน (เช่น รับฟังคำวิจารณ์เกี่ยวกับ ข้อบกพร่องของโครงงาน วิทยาศาสตร์ ข้อบกพร่องของ สิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้น) รับฟัง ความคิดเห็นของเพื่อนร่วมกลุ่ม ทุกครั้งก่อนที่จะสรุปผล																				
11. ยินดีที่จะรายงานผลการทดลอง หรือข้อมูลตามความเป็นจริง แม้ว่าผลการทดลองหรือข้อมูล นั้นจะแตกต่างจากกลุ่มอื่น																				

การส่งเสริมการเรียนรู้ ทางวิทยาศาสตร์	การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน																			
	ทางบ้าน										ทางโรงเรียน									
	ตัวบุคคล					ข้อมูลข่าวสาร					ตัวบุคคล					ข้อมูลข่าวสาร				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
	12. พึงคัดค้านของผู้ร่วมงาน แล้วนำมาไตร่ตรองก่อนการ ตัดสินใจอย่างใดอย่างหนึ่ง																			
13. ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ช่วยในการตัดสินใจ (เช่น ตั้งสมมติฐานเพื่อคาดเดา คำตอบที่น่าจะเป็นไปได้ทำการ ทดลองซ้ำหลาย ๆ ครั้งเพื่อให้ เกิดความมั่นใจ)																				
14. มีความรับผิดชอบต่องาน การเรียนของตน (เช่น ทำการบ้าน อ่านหนังสือ)																				
15. ส่งงานที่ได้รับมอบหมายตรง ตามกำหนดเวลา																				

การส่งเสริมการเรียนรู้ ทางวิทยาศาสตร์	การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน																			
	ทางบ้าน										ทางโรงเรียน									
	ตัวบุคคล					ข้อมูลข่าวสาร					ตัวบุคคล					ข้อมูลข่าวสาร				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
16. มีความเพียรพยายามในการ ทำงานอย่างสม่ำเสมอ (เช่น อ่านหนังสือเป็นประจำพยายาม ทำการทดลองให้เกิดผล) อดทนไม่ให้ออกอหหรือเลิกล้ม ความพยายามเมื่อประสบปัญหา																				

ภาคผนวก ค.

แบบประเมินความสำเร็จในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์

แบบประเมินความสำเร็จงานการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์

ชื่อผู้ทำโครงการงาน 1. 2.
 3. 4.
 ชั้น/ห้อง โรงเรียน

ชื่อโครงการงาน

คะแนนที่ได้

ชื่อผู้ประเมิน

คำชี้แจง

1. แบบประเมินความสำเร็จงานการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ฉบับนี้ ประกอบด้วยข้อความที่แสดงถึงการประเมินโครงการงานวิทยาศาสตร์ 3 ด้านคือ

ก. ตัวโครงการงานวิทยาศาสตร์ที่นำเสนอ หมายถึง รายงานโครงการงานวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนนำเสนอ ประกอบด้วย ชื่อโครงการงาน ชื่อผู้ทำโครงการงาน ชื่อที่ปรึกษาโครงการงาน บทคัดย่อ ที่มาและความสำคัญ จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า สมมติฐาน (ถ้ามี) วิธีดำเนินการ ผลการศึกษา ค้นคว้า สรุปและข้อเสนอแนะ คำขอขอบคุณ และเอกสารอ้างอิง ซึ่งควรครอบคลุมและมีความถูกต้อง ใช้ศัพท์เทคนิคและภาษาที่ชัดเจน อ่านเข้าใจง่าย

ข. กระบวนการในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการที่นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน ทดลองและรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการทดลอง ซึ่งควรเป็นลำดับขั้นตอนอย่างชัดเจนและมีความถูกต้อง

ค. ผลงานที่ได้จากการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ หมายถึง ชิ้นงานที่เป็นผลจากการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยพิจารณาจาก ชิ้นงานนั้นสามารถตอบปัญหาที่ระบุไว้ได้ มีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายและสมมติฐานที่ตั้งไว้ มีกระบวนการทำที่ชัดเจน แสดงให้เห็นถึงความริเริ่มสร้างสรรค์ และชิ้นงานนั้นนำไปใช้ประโยชน์ได้มากน้อยเพียงใด

2. เกณฑ์ในการพิจารณา

การพิจารณาความสำเร็จในการทำงานโครงการวิทยาศาสตร์ แต่ละด้าน จะพิจารณาเป็นข้อกระทงย่อย ๆ โดยแต่ละข้อกระทงย่อยกำหนดน้ำหนักคะแนนไว้ดังนี้

- 4 หมายถึง ประสบความสำเร็จดีมาก โดยพิจารณาจากรายละเอียดในข้อคำถามที่กระทำได้ครอบคลุมและถูกต้อง
- 3 หมายถึง ประสบความสำเร็จดี โดยพิจารณาจากรายละเอียดในข้อคำถามที่กระทำได้ครอบคลุมแต่มีบางส่วนไม่ถูกต้อง
- 2 หมายถึง ไม่ประสบความสำเร็จ ควรปรับปรุงอีกเล็กน้อย จึงจะประสบความสำเร็จ โดยพิจารณาจากรายละเอียดในข้อคำถามที่กระทำได้แต่มีบางส่วนไม่ถูกต้อง
- 1 หมายถึง ประสบความสำเร็จอย่างมาก ต้องปรับปรุงอีกมาก จึงจะประสบความสำเร็จ โดยพิจารณาจากรายละเอียดในข้อคำถามที่กระทำไม่ครอบคลุมและมีบางส่วนไม่ถูกต้อง

แบบประเมินความสำเร็จในการทำโครงการวิทยาศาสตร์

ประเด็นการประเมินที่	รายการประเมิน	น้ำหนักคะแนน			
		4	3	2	1
	<u>ด้านตัวโครงการวิทยาศาสตร์ที่นำเสนอ</u>				
1	ความถูกต้องของแบบฟอร์ม ครอบคลุมหัวข้อที่สำคัญและแบ่งแต่ละหัวข้อเป็นลำดับอย่างชัดเจน				
2	การเสนอสาระในแต่ละหัวข้อ ถูกต้องชัดเจนตรงประเด็นเป็นลำดับขั้นตอน				
3	การใช้ศัพท์เทคนิค และภาษาทางวิทยาศาสตร์ในการสื่อความหมายในเรื่องที่ทำ ได้ถูกต้อง ชัดเจน เข้าใจง่าย				
4	การค้นหาเอกสาร ข้อมูล หรือข้อเท็จจริงต่าง ๆ เพื่อเป็นพื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องที่กำลังศึกษาอย่างครอบคลุม				
5	การบันทึกและนำเสนอข้อมูลได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน (ตาราง กราฟ รูปภาพ ตัวเลข แผนภูมิฯ)				
6	แสดงให้เห็นถึงการมีความรู้ ความเข้าใจในเรื่องที่ทำ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์				
	<u>ด้านทักษะกระบวนการในการทำโครงการวิทยาศาสตร์</u>				
7	หัวข้อโครงการมีความเฉพาะเจาะจง ชัดเจน				
8	การตั้งสมมติฐาน ถูกต้อง ชัดเจน				

ประเด็นการ ประเมินที่	รายการประเมิน	น้ำหนักคะแนน			
		4	3	2	1
9	การระบุตัวแปรที่ต้องการศึกษา และการควบคุมตัวแปร ถูกต้อง ชัดเจน				
10	การออกแบบการทดลอง (อุปกรณ์และสารเคมี วิธี ทดลอง ออกแบบการนำเสนอข้อมูล) ถูกต้อง เหมาะสม สอดคล้องกับปัญหา และเป็นลำดับขั้นตอน ปฏิบัติตามได้ง่าย				
11	ทำการวิเคราะห์ และเก็บรวบรวมข้อมูลมากเพียงพอ ที่จะให้ข้อสรุปที่น่าเชื่อถือ การจัดกระทำกับข้อมูล (ตาราง กราฟ รูปภาพ ฯลฯ) ถูกต้อง เหมาะสม ชัดเจน น่าสนใจ				
12	การจัดกระทำกับข้อมูล (ตาราง กราฟ รูปภาพ ฯลฯ) ถูกต้อง เหมาะสม ชัดเจน น่าสนใจ)				
13	การสรุปและอภิปรายผลการทดลอง เหมาะสม และตั้ง อยู่บนรากฐานของข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้				
	<u>ด้านผลงานที่ได้จากการทำโครงการวิทยาศาสตร์</u>				
14	ชิ้นงานที่ได้มีสอดคล้องกับปัญหา จุดมุ่งหมาย และ สมมติฐาน				
15	ชิ้นงานที่ได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่าง เหมาะสม ชัดเจน และรัดกุม				

ประเด็นการ ประเมินที่	รายการประเมิน	น้ำหนักคะแนน			
		4	3	2	1
16	ชิ้นงานที่ได้แสดงให้เห็นถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์				
17	ชิ้นงานที่ได้นำไปใช้ประโยชน์ได้				
	รวม				

ภาคผนวก ง.

ค่าสถิติเกี่ยวกับการวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความคิดวิจารณ์เฉพาะ

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	0.64	0.61	16	0.67	0.33
2	0.83	0.25	17	0.68	0.53
3	0.49	0.67	18	0.59	0.31
4	0.76	0.25	19	0.38	0.53
5	0.83	0.28	20	0.67	0.44
6	0.79	0.25	21	0.38	0.39
7	0.52	0.78	22	0.52	0.56
8	0.61	0.56	23	0.57	0.61
9	0.44	0.75	24	0.77	0.47
10	0.84	0.22	25	0.78	0.33
11	0.66	0.31	26	0.27	0.75
12	0.29	0.25	27	0.49	0.47
13	0.33	0.28	28	0.81	0.31
14	0.47	0.72	29	0.53	0.36
15	0.49	0.25	30	0.37	0.28

ค่าความเชื่อมั่น 0.790

ค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีฮอยท์
(Hoyt's ANOVA Procedure)

คนที่	คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์			รวม	คนที่	คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์			รวม
	คล่อง	ยืดหยุ่น	ริเริ่ม			คล่อง	ยืดหยุ่น	ริเริ่ม	
1	29	13	22	67	15	28	10	17	28
2	41	9	13	66	16	35	17	13	68
3	35	12	8	58	17	32	14	19	68
4	41	16	39	99	18	28	13	6	50
5	23	13	5	44	19	38	13	36	90
6	33	16	10	62	20	39	12	36	90
7	28	16	18	65	21	36	16	10	65
8	32	11	3	49	22	38	14	14	69
9	26	16	14	59	23	27	12	11	53
10	27	14	13	57	24	40	13	20	76
11	23	12	2	40	25	35	15	20	73
12	37	17	33	90	26	34	15	19	71
13	39	17	13	72	27	47	16	19	85
14	24	14	1	42	28	36	18	16	73

คนที่	คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์			รวม	คนที่	คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์			รวม
	คล่อง	ยืดหยุ่น	ริเริ่ม			คล่อง	ยืดหยุ่น	ริเริ่ม	
29	36	20	10	69	46	20	11	9	43
30	29	12	10	54	47	33	17	24	77
31	44	18	14	79	48	24	11	12	50
32	33	16	17	69	49	39	18	19	79
33	38	19	10	70	50	25	10	16	54
34	58	22	43	126	51	44	19	34	100
35	44	20	7	74	52	29	17	18	69
36	39	19	18	79	53	41	17	32	93
37	27	13	14	57	54	44	19	39	105
38	25	12	19	59	55	34	15	17	69
39	32	14	24	73	56	30	3	11	57
40	32	17	12	64	57	33	12	23	71
41	38	18	33	92	58	39	15	33	90
42	24	14	4	45	59	37	14	6	60
43	33	16	11	63	60	40	18	14	74
44	45	19	43	110	61	43	19	14	79
45	32	15	19	69	62	34	16	24	77

คนที่	คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์			รวม	คนที่	คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์			รวม
	คล่อง	ยืดหยุ่น	ริเริ่ม			คล่อง	ยืดหยุ่น	ริเริ่ม	
63	46	22	16	87	80	49	22	50	124
64	27	12	9	51	81	27	13	0	43
65	42	17	18	80	82	35	11	13	62
66	41	17	17	78	83	31	14	19	75
67	24	15	13	55	84	31	14	19	67
68	43	19	26	91	85	18	12	11	44
69	37	14	23	77	86	32	15	1	51
70	30	14	28	75	87	22	15	16	56
71	41	16	11	71	88	19	11	9	42
72	29	12	4	48	89	40	21	37	101
73	30	18	16	67	90	35	14	11	63
74	29	16	10	58	91	20	10	8	41
75	40	13	20	16	92	25	11	7	46
76	52	22	64	141	93	40	19	26	88
77	21	12	2	38	94	37	17	29	86
78	35	16	17	91	95	44	19	56	122
79	30	17	13	53	96	29	17	13	62

คนที่	คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์			รวม	คนที่	คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์			รวม
	คลัง	ยืดหยุ่น	ริเริ่ม			คลัง	ยืดหยุ่น	ริเริ่ม	
97	30	14	26	73	104	28	14	9	54
98	20	10	5	38	105	34	16	16	69
99	19	11	8	41	106	34	13	7	57
100	21	13	21	59	107	28	11	19	63
101	36	13	13	65	108	29	14	15	61
102	28	13	14	58	109	28	10	24	65
103	32	12	5	52					

ค่าความเชื่อมั่น 0.698

ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการ
แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	0.52	0.61	17	0.54	0.56
2	0.62	0.22	18	0.58	0.67
3	0.62	0.25	19	0.54	0.42
4	0.33	0.31	20	0.55	0.58
5	0.79	0.31	21	0.59	0.39
6	0.39	0.33	22	0.71	0.22
7	0.46	0.28	23	0.23	0.25
8	0.44	0.44	24	0.54	0.42
9	0.68	0.41	25	0.74	0.31
10	0.38	0.39	26	0.78	0.42
11	0.83	0.25	27	0.72	0.36
12	0.27	0.47	28	0.61	0.22
13	0.77	0.33	29	0.61	0.64
14	0.79	0.22	30	0.60	0.25
15	0.36	0.39	31	0.57	0.25
16	0.48	0.56	32	0.77	0.42

ค่าความเชื่อมั่น 0.739

ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์การได้รับ
ประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ					IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
1	1	1	1	1	1	1.00
2	1	1	1	1	1	1.00
3	0	1	1	1	1	0.80
4	1	1	1	1	1	1.00
5	1	1	1	1	1	1.00
6	1	1	1	1	1	1.00
7	1	1	1	1	1	1.00
8	0	1	1	1	1	0.80
9	1	1	1	1	1	1.00
10	1	0	1	1	1	0.80
11	1	1	1	1	1	1.00
12	1	1	1	1	1	1.00
13	1	1	1	1	1	1.00
14	1	1	1	1	1	1.00
15	1	1	1	1	1	1.00
16	1	1	1	1	1	1.00
17	1	1	1	1	1	1.00

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ					IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
17	1	1	1	1	1	1.00
18	1	1	1	1	1	1.00
19	1	1	1	1	1	1.00
20	1	1	1	1	1	1.00
21	1	1	1	1	1	1.00
22	1	0	1	1	1	0.80
23	1	1	1	0	1	0.80
24	1	1	1	1	1	1.00
25	1	1	1	1	1	1.00
26	1	1	1	1	1	1.00
27	1	1	1	1	1	1.00
28	1	1	1	1	1	1.00
29	1	0	1	1	1	0.80
30	1	1	1	1	1	1.00
31	0	1	1	1	1	0.80
32	1	1	0	1	1	0.80
33	1	1	0	1	1	0.80
34	0	1	1	1	1	0.80

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ					IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
35	1	1	1	1	1	1.00
36	1	1	1	1	0	0.80
37	1	1	1	1	1	1.00
38	1	1	1	0	1	0.80
39	1	1	1	0	1	0.80
40	1	1	1	0	1	0.80

หมายเหตุ ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1 คือ ดร.สนอง ทองปาน
 ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2 คือ อาจารย์นันทิยา บุญเคลือบ
 ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3 คือ อาจารย์ดวงสมร คล่องธारा
 ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 4 คือ อาจารย์อตุลย์ วงษ์ใหญ่
 ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 5 คือ อาจารย์ตันหยง อิ่มมาก

ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินความสำเร็จในการทำโครงการวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	0	1	1	0.66
2	1	1	1	1.00
3	0	1	1	0.66
4	1	1	1	1.00
5	1	1	1	1.00
6	1	1	1	1.00
7	0	1	1	0.66
8	1	1	1	1.00
9	1	1	1	1.00
10	1	1	1	1.00
11	1	1	1	1.00
12	1	1	1	1.00
13	1	1	1	1.00
14	1	1	1	1.00
15	1	1	1	1.00
16	1	1	1	1.00
17	1	1	1	1.00

หมายเหตุ ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1 คือ ดร.สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2 คือ อาจารย์ชาตรี เกิดธรรม

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3 คือ อาจารย์เจสสิยา ผดุงวงศ์

ความเชื่อมั่นของแบบประเมินความสำเร็จในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร
Pearson Product Moment Coefficient Correlation

ข้อที่	โครงการวิทยาศาสตร์									
	เรื่องที่ 1		เรื่องที่ 2		เรื่องที่ 3		เรื่องที่ 4		เรื่องที่ 5	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1	4	3	4	3	4	4	4	3	3	3
2	3	2	3	2	4	4	4	3	2	2
3	2	2	4	4	3	4	3	3	3	2
4	3	2	3	2	4	4	4	3	2	2
5	3	2	3	2	3	3	4	3	2	2
6	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3
7	3	3	4	3	4	4	4	3	4	3
8	4	3	4	4	4	4	4	4	3	3
9	4	3	4	3	4	4	4	4	3	3
10	3	2	3	3	4	3	4	4	3	2
11	2	2	3	3	3	3	3	2	2	2
12	3	2	3	2	3	3	3	3	2	2
13	2	2	3	2	4	3	3	3	3	2
14	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3
15	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3

ชื่อที่	โครงการวิทยาศาสตร์									
	เรื่องที่ 1		เรื่องที่ 2		เรื่องที่ 3		เรื่องที่ 4		เรื่องที่ 5	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
16	2	2	4	4	4	4	3	3	3	2
17	2	2	3	4	4	4	3	3	3	2
รวม	49	41	58	51	63	62	62	54	47	41

หมายเหตุ A แทน อาจารย์ต้นหยง อิ่มมาก

B แทน อาจารย์ยุพาพันธ์ มินวงษ์

ข้อที่	โครงการวิทยาศาสตร์									
	เรื่องที่ 6		เรื่องที่ 7		เรื่องที่ 8		เรื่องที่ 9		เรื่องที่ 10	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3
2	3	3	4	3	3	2	3	3	3	3
3	3	2	4	2	3	2	3	2	3	4
4	3	3	4	2	2	2	2	2	3	3
5	3	3	4	3	3	2	3	3	3	3
6	3	3	4	3	3	3	4	3	3	4
7	4	3	4	4	4	3	4	3	4	4
8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
9	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
10	4	3	4	3	4	2	4	3	3	3
11	3	2	4	3	3	2	3	3	3	2
12	3	3	4	3	3	2	3	3	3	2
13	3	3	4	3	3	3	3	3	4	2
14	3	3	4	3	4	3	4	4	4	3
15	3	3	4	4	4	3	4	3	4	4

ชื่อที่	โครงการวิทยาศาสตร์									
	เรื่องที่ 6		เรื่องที่ 7		เรื่องที่ 8		เรื่องที่ 9		เรื่องที่ 10	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
16	2	2	4	3	3	3	3	3	3	2
17	2	1	3	4	3	3	3	3	3	2
รวม	54	50	67	54	57	46	57	53	58	52

หมายเหตุ A แทน อาจารย์ต้นทอง อิ่มมาก

B แทน อาจารย์ยุพาพันธ์ มินวงษ์

ค่าความเชื่อมั่น 0.845

ภาคผนวก จ.

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

1.1 หาความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความคิดวิจารณ์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบในรายข้อ (Item Analysis) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538 : 129 - 130)

ค่าความยากง่าย

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

เมื่อ P	แทน	ค่าความยากง่าย
R	แทน	จำนวนคนที่ทำข้อนั้นถูก
N	แทน	จำนวนคนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

ค่าอำนาจจำแนก

$$D = \frac{R_u - R_L}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ D	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
R_u	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง
R_L	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน
N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

1.2 ทาค่าความเชื่อมั่น

- ทาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดวิจารณ์เฉพาะ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร KR-20 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538 : 123)

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

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ทำถูกในข้อหนึ่ง

ซึ่ง $p = \frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$

q แทน สัดส่วนของผู้ที่ผิดในข้อหนึ่ง ๆ หรือ คือ $1 - p$

S^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

1.3 ทาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร Hoyt's ANOVA Procedure (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538 : 126)

$$r_{tt} = 1 - \frac{MS_E}{MS_B}$$

เมื่อ MS_E แทน คะแนนความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (Error)

MS_B แทน คะแนนความแปรปรวนระหว่างคน (Between People)

1.4 วิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงประจักษ์ของแบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์ การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน คัดยาค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (Index of Consistency : IOC) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538 : 117)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้อง
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

1.5 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม ประกอบการสัมภาษณ์การได้รับประโยชน์ จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน โดยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) โดยใช้สูตร ครอนบัก (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538 : 125 - 126)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ	α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
	n	แทน	จำนวนข้อของแบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์
	S_i^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อของแบบสอบถาม ประกอบการสัมภาษณ์
	S_t^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของแบบสอบถามประกอบการ สัมภาษณ์ทั้งฉบับ

2. สถิติในการทดสอบสมมติฐาน

2.1 สถิติพื้นฐาน

2.1.1 ทาค่าเฉลี่ย (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2537 : 40)

2.1.2 ทาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2537 : 74)

2.2 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

ทดสอบสมมติฐาน ข้อ 1,2 เพื่อหาความแตกต่างของคะแนนความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์และการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนระหว่างนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน 3 กลุ่ม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ในการทดสอบสมมติฐานในการที่พบความแตกต่างจากการทดสอบค่า F - test ทำการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธี เชฟเฟ (Scheffe) (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2537 : 249)

$$F = \frac{MS_b}{MS_w}$$

เมื่อ F คือ ค่าการแจกแจงของ F

MS_b คือ ความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม

MS_w คือ ความแปรปรวนภายในกลุ่ม

ทดสอบเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีเชฟเฟ (Scheffe) (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2537 : 263 - 264)

$$cvd = \sqrt{(k - 1) (F^*)(MS_{within}) \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)}$$

เมื่อ	k	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
	F^*	แทน	ค่า F ที่ได้จากตาราง (Critical Value)
	Ms_{within}	แทน	ค่า Mean Square within-groups ที่คำนวณไว้แล้ว ในการวิเคราะห์ความแปรปรวน
	$n_i; n_j$	แทน	จำนวนหน่วยตัวอย่างในกลุ่มตัวอย่างต่าง ๆ

ทดสอบสมมติฐานของ 3,4 และ 5 เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความคิดระดับ
สูงทางวิทยาศาสตร์ คะแนนการได้รับประโยชน์ จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน และระหว่างคะแนน
ความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ กับคะแนนการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน ใช้
การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product-Moment Correlation
Coefficient) (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2537 : 322)

$$r = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ	r	คือ	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
	$\sum X$	คือ	ผลรวมของคะแนนชุด X
	$\sum Y$	คือ	ผลรวมของคะแนนชุด Y
	$\sum X^2$	คือ	ผลรวมของคะแนนชุด X แต่ละตัวยกกำลังสอง
	$\sum Y^2$	คือ	ผลรวมของคะแนนชุด Y แต่ละตัวยกกำลังสอง
	$\sum XY$	คือ	ผลรวมของผลคูณระหว่าง X กับ Y
	N	คือ	จำนวนคน

การวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดกระทำโดยคอมพิวเตอร์โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS/PC⁺

ภาคผนวก จ.
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. แบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน
ผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย
 - 1) ดร.สนอง ทองปาน มหาวิทยาลัยสยาม
 - 2) อาจารย์นันทิยา บุญเคลือบ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 - 3) อาจารย์ดวงสมร คล่องธारा สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 - 4) อาจารย์อัครุทธ์ วงษ์ใหญ่ หน่วยงานในเทศก์ เขตการศึกษา 6
 - 5) อาจารย์ต้นหยง อิ่มมาก โรงเรียนโคกกะเทียมวิทยาลัย
2. แบบประเมินความสำเร็จในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญ ประกอบด้วย
 - 1) อาจารย์ชาติรี เกิดธรรม โรงเรียนวิเศษชัยชาญ "ตันติวิทยาภูมิ"
 - 2) ดร.สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 - 3) อาจารย์เฉลียว ผดุงวงศ์ โรงเรียนอยุธยาวิทยาลัย



258

ที่ ทม 1007/ | 3 | 1 |

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

ณ มีนาคม 2541

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนโลกกะเทียมวิทยาลัย

เนื่องจาก นางสาวยุพาพันธ์ มินวงษ์ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาความคิดระดับสูงทาง
วิทยาศาสตร์ และการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนด้านตัวบุคคล และข้อมูลข่าวสารของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโลกกะเทียมวิทยาลัย จังหวัดลพบุรี" ทั้งนี้อยู่ในความควบคุมดูแลของ

รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ ประธาน

ดร.ชูศักดิ์ ชัมภลิจิต กรรมการ

มีความประสงค์จะขอสัมภาษณ์เรื่อง การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน กับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ห้องเรียน ในระหว่างเดือนมิถุนายน - สิงหาคม
2541 เพื่อเป็นข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัยจึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ในเรื่องนี้ด้วย และขอขอบคุณในความช่วยเหลือ
อนุเคราะห์ที่ท่านจะให้แก่ นิสิตผู้นี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร. เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 2584119

ที่ ทม 1007/ ๖๖๖๖



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๑๑ มกราคม ๒๕๔๑

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์

เรียน อธิการบดีมหาวิทยาลัยสยาม

เนื่องจาก นางสาวยุพาทันท์ มินวงษ์ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กำลังทำปริญญานิพนธ์เรื่อง "การศึกษาความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์
และการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนด้านตัวบุคคล และข้อมูลข่าวสารของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโรคนกะเทียมวิทยาลัย จังหวัดชลบุรี" ทั้งนี้อยู่ในความควบคุมดูแลของ

รองศาสตราจารย์ ดร.ฉันทพงษ์ เจริญพิทย์ ประธาน

ดร.ชูศักดิ์ ชันฉลิจิต กรรมการ

มีความประสงค์จะขอเชิญ ดร.สนอง ทองปาน เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย

บัณฑิตวิทยาลัยจึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ในครั้งนี้ด้วย และขอขอบคุณในความช่วยเหลือ
อนุเคราะห์ที่ท่านจะให้แก่บัณฑิตผู้นี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร. เสริมศักดิ์ วิศาลวรรณ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดี

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 2584119



บันทึกข้อความ

260

ส่วนราชการ..... บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โทร. 5644
ที่..... ทม 1007/ ๖๐๐5 วันที่..... |๐ สิงหาคม 2541
เรื่อง..... ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

เนื่องจาก นางสาวยุพาพันธ์ มินวงษ์ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์และการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนด้านตัวบุคคล และข้อมูลข่าวสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโคกกะเทียมวิทยาลัย จังหวัดลพบุรี" โดยมีคณะกรรมการควบคุมการทำวิทยานิพนธ์ คือ

รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์

ประธาน

ดร.ชูศักดิ์ ชัมภลิจิต

กรรมการ

บัณฑิตวิทยาลัยขอเชิญ ดร.สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย

บัณฑิตวิทยาลัยหวังว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่าน และขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่ง
มา ณ โอกาสนี้

(ศาสตราจารย์ ดร. เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ภาคผนวก ช

ประมวลภาพที่เกี่ยวข้องกับการเก็บรวบรวมข้อมูล



นักเรียนลงมือทำโครงการวิทยาศาสตร์



การจัดแสดงโครงการวิทยาศาสตร์





ทดสอบวัดความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์



สัมภาษณ์
การได้รับประโยชน์
จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน



ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวยุพาพันธ์ มินวงษ์
 เกิดวันที่ 14 พฤษภาคม 2512
 สถานที่เกิด อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี
 สถานที่อยู่ปัจจุบัน 28/1 หมู่ที่ 5 ตำบลถนนใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี 15000
 ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน อาจารย์ 1 ระดับ 4
 สถานที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนพัฒนานิคม อำเภอพัฒนานิคม จังหวัดลพบุรี 15160
 โทร (036) 491338

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2527 มัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนโคกกะเทียมวิทยาลัย จังหวัดลพบุรี
 พ.ศ.2530 มัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนโคกกะเทียมวิทยาลัย จังหวัดลพบุรี
 พ.ศ.2534 ค.บ.(วิทยาศาสตร์ทั่วไป) จากวิทยาลัยครูเทพสตรี จังหวัดลพบุรี
 พ.ศ.2541 กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ และการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทาง
การเรียนด้านตัวบุคคล และข้อมูลข่าวสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
โรงเรียนโคกกะเทียมวิทยาลัย จังหวัดลพบุรี

บทคัดย่อ
ของ
ยุพาพันธ์ มินวงษ์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา

กันยายน 2541

การวิจัยครั้งนี้ มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ (ความคิดวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์) และเปรียบเทียบการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่บ้าน (ด้านตัวบุคคล และข้อมูลข่าวสาร) และทางโรงเรียน (ด้านตัวบุคคล และข้อมูลข่าวสาร) ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน 3 กลุ่ม และศึกษาความสัมพันธ์อันลักษณะต่าง ๆ คือ ความสัมพันธ์ภายในระหว่างด้านต่าง ๆ ของความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน และความสัมพันธ์ภายในระหว่างความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์กับการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียน

แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโคกกะเทียม วิทยาลัย อาเภอเมือง จังหวัดลพบุรี ปีการศึกษา 2541 ที่ผ่านการเรียนวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์ กับคุณภาพชีวิต (ว 017) จำนวน 63 คน แยกเป็น 3 กลุ่ม ตามความสามารถทางวิทยาศาสตร์ คือกลุ่มสูงมากมีจำนวน 20 คน กลุ่มสูงมีจำนวน 22 คน และกลุ่มปานกลางมีจำนวน 21 คน การเก็บรวบรวมข้อมูลกระทำโดยการสัมภาษณ์ (ตามแนวคำถามที่กำหนดโครงสร้างไว้) นักเรียนที่เป็นแหล่งข้อมูล ผู้ปกครองนักเรียนและครูวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับนักเรียน การวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีการทางสถิติ ได้แก่ การคำนวณค่าสถิติพื้นฐาน การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (Analysis of Variance) และการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์สูงมากกับสูงมีความคิดวิเคราะห์แตกต่างกัน (แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มสูงมากกับกลุ่มปานกลาง และระหว่างกลุ่มสูงกับกลุ่มปานกลาง)
2. นักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกันทั้ง 3 กลุ่มมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน
3. นักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์สูงมากกับสูง และสูงกับปานกลางมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน (แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มสูงมากกับ ~~กลุ่มสูง~~ กลุ่มปานกลาง)

4. นักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์สูงมากกับปานกลางได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่บ้าน ด้านตัวบุคคลแตกต่างกัน (แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มสูงมากกับกลุ่มสูง และระหว่างกลุ่มสูงกับกลุ่มปานกลาง)

5. นักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์สูงมากกับปานกลางได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่บ้านด้านข้อมูลข่าวสารแตกต่างกัน (แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มสูงมากกับกลุ่มสูง และระหว่างกลุ่มสูงกับกลุ่มปานกลาง)

6. นักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกันทั้ง 3 กลุ่มได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนทางโรงเรียนด้านตัวบุคคลแตกต่างกัน

7. นักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์สูงมากกับสูงและสูงมากกับปานกลางได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่บ้าน ด้านข้อมูลข่าวสารแตกต่างกัน (แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มสูงกับกลุ่มปานกลาง)

8. ความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กัน 2 คู่ คู่แรกคือ ความคิดวิจารณ์เกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และคู่ที่สองคือ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (แต่คู่ของความคิดวิจารณ์เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไม่มีความสัมพันธ์กัน)

9. การได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนมีความสัมพันธ์กันทั้ง 6 คู่

10. ความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์กับการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนไม่มีความสัมพันธ์กันทุกคู่

A STUDY OF HIGHER ORDER THINKING IN SCIENCE AND UTILITY OF HUMAN
BASED AND INFORMATION BASED LEARNING ENVIRONMENT
OF THE KOKKATIAMWITTAYALAI M.S. III STUDENTS

AN ABSTRACT

BY

YUPAPUN MINWONG

Presented in partial fulfillment of the requirements for the
Master of Education degree in Science Education
at Srinakharinwirot University

September 1998

This survey research was attempted to compare the three domains of Higher Order Thinking or HOT (Critical Thinking, Creative Thinking and Problem Solving), and Learning Environment Utility or LEU (Home-based : Personal, Informational ; and School-based : Personal, Informational) of students who were different in Science Learning Ability or SLA (upper-high, high, and moderate) along with to investigate relationships ; namely, internal ones among each domain of HOT and among those of LEU; and external ones between the domains of HOT and those of LEU.

The data source for investigation were sixty-three 1998 Kokatiamwittayalai's M.S. III students who previously enrolled in Sc 017 : Science Project. The students were grouped based on SLA coming up with 20, 22 and 21 as the upper-high, the high and the moderate, respectively. Data Collection was accomplished utilizing structural interview technique with the students, their parents and customary science teachers.

Descriptive Statistics, the Analysis of Variance and the Pearson Product-Moment correlation were employed in data analyses.

The findings were as follows :

1. Only the upper high and the high SLA groups were different in Critical Thinking ability, but not the rest two pairs.
2. The three SLA groups were not different in Science Creativity.
3. The upper-high and the high SLA groups, and the high and the moderate SLA groups were different in Problem Solving ability but not the upper-high and the moderate.
4. Only the upper-high and the moderate groups of SLA were different in personal home-based LEU but not the rest two pairs.

5. Only the upper-high and the moderate groups of SLA were different in informational home-based LEU but not the rest two pairs.

6. All the three pairs of SLA groups were different in personal school-based LEU.

7. The upper-high and the high SLA together with the high and the moderate SLA were different in informational school-based LEU but not the upper-high and the moderate.

8. Two pairs of HOT domains ; Critical Thinking ability and Problem Solving ability together with Creativity and Problem-Solving ability were correlated but not the Critical Thinking ability and Creativity.

9. All six pairs of the four LEU aspects were correlated.

10. The three HOT domains and the four LEU aspects were not correlated.