บทที่ 4
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากการศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์การพัฒนาเมตาคอคนิชันและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง งานและพลังงาน โดยใช้กลวิธีเมตาคอคนิชันในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 3 ตอน ประกอบด้วย ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย และตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์การพัฒนาเมตาคอคนิชัน ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายแสดงรายละเอียดตามลำดับ ดังนี้

1. ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

จากผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ปรากฏผลดังตาราง

ตารางที่ 3 จำนวน และร้อยละของนักเรียน จำแนกตามช่วงคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ที่ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70

รายการ	จำนวน(คน)	ร้อยละ
นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์	32	80
นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์	8	20
ช่วงคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์		
80-100	10	25
70-79	22	55
60-69	6	15
50-59	2	5
0-49	0	0

จากตารางที่ 3 พบว่ามีนักเรียนจำนวน 32 คน หรือคิดเป็นร้อยละ 80 มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ หลังการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง งานและพลังงาน สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และมีนักเรียนจำนวน 8 คน หรือคิดเป็นร้อยละ 20 ที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

จากผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ปรากฏผลดังตาราง

ตารางที่ 4 จำนวน และร้อยละของนักเรียน จำแนกตามช่วงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70

รายการ	จำนวน(คน)	ร้อยละ
นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์	29	72.50
นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์	11	27.50
ช่วงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		
80-100	9	22.50
70-79	20	50.00
60-69	7	17.50
50-59	2	5.00
0-49	2	5.00

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่ามีนักเรียนจำนวน 29 คน หรือคิดเป็นร้อยละ 72.50 มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง งานและพลังงาน ผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนด และมีนักเรียนจำนวน 11 คน หรือคิดเป็นร้อยละ 27.50 ที่มีคะแนนไม่ผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์การพัฒนาเมตาคอคนิชัน ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

จากผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการพัฒนาเมตาคอคนิชัน ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ปรากฏผลดังตาราง

ตารางที่ 5 จำนวน และร้อยละของนักเรียน จำแนกตามช่วงคะแนนการพัฒนาเมตาคอคนิชันที่ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70

รายการ	จำนวนคน	ร้อยละ
นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์	33	82.50
นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์	7	17.50
ช่วงคะแนนความสามารถในการพัฒนาเมตาคอคนิชัน		
80-100	11	27.50
70-79	22	55.00
60-69	5	12.50
50-59	0	0.00
0-49	2	5.00

จากตารางที่ 5 พบว่านักเรียนจำนวน 33 คน คิดเป็นร้อยละ 82.50 มีคะแนนการพัฒนาเมตาคอคนิชัน ผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนด และมีนักเรียนจำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 17.50 มีคะแนนไม่ผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนด

ผลการวิเคราะห์การพัฒนาเมตาคอคนิชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

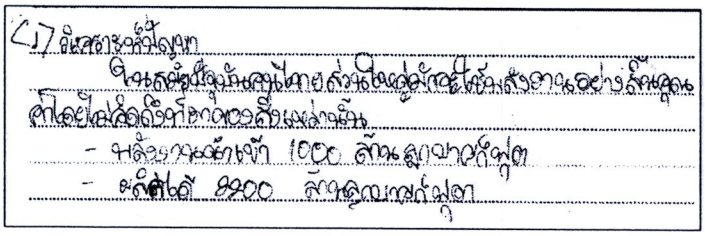
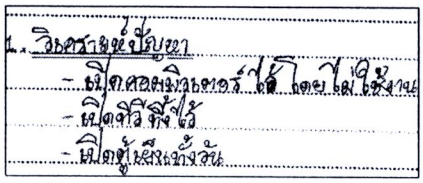
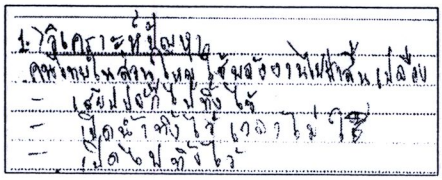
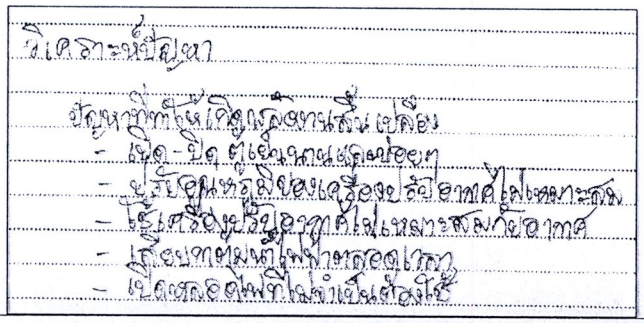
1. ความสามารถในการแก้ไขสถานการณ์ปัญหาที่มีความตรงเชิงเนื้อหา งานและพลังงาน เรื่อง **" วิกฤติพลังงานไฟฟ้าในประเทศไทย "**

1.1) วิเคราะห์องค์ประกอบของกลวิธีเมตาคอคนิชัน

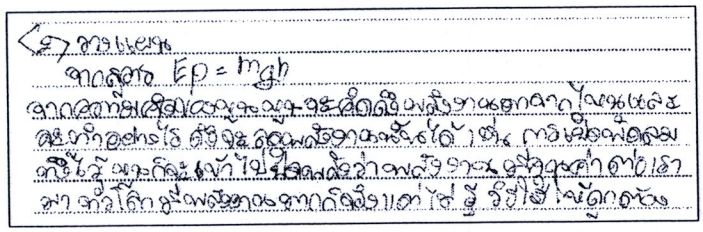
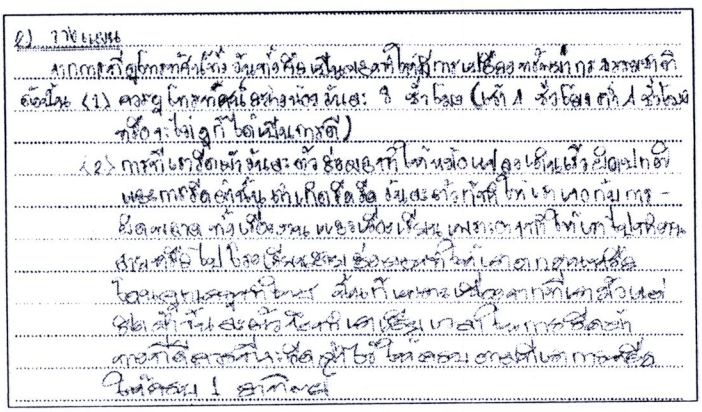
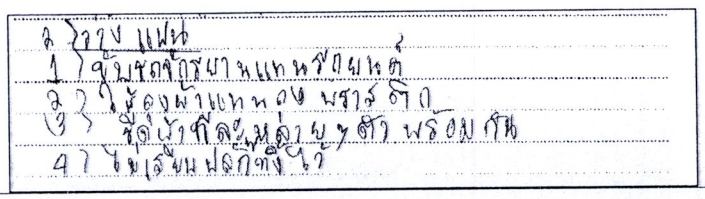
1. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา

เมื่อนักเรียนได้รับสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับวิกฤติพลังงานไฟฟ้าในประเทศ นักเรียนโดยส่วนใหญ่สามารถวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาได้โดยบางคนก็นำเอาข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหามาวิเคราะห์ นักเรียนบางส่วนก็นำเอาความรู้และประสบการณ์เดิมของตนเองมาวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา ข้อมูลดังตารางที่ 6

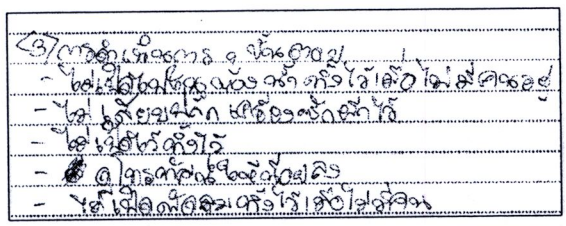
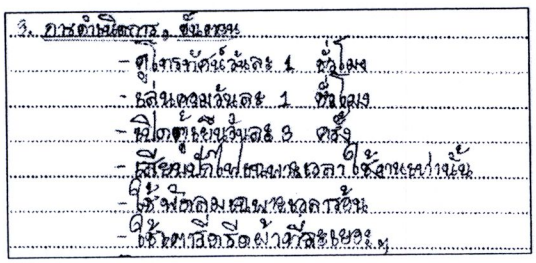
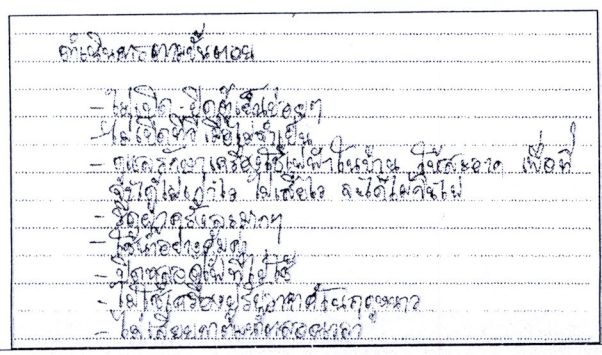
ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของกระบวนการคิดในระหว่างการแก้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวกับเนื้อหา เรื่อง งานและพลังงานในหัวข้อ“วิกฤติพลังงานไฟฟ้าในประเทศไทย” ตามกลวิธี เมตาคอคนิชัน

องค์ประกอบของกระบวนการคิดในระหว่างการแก้สถานการณ์ปัญหา	งานเขียนของนักเรียนที่แสดงถึงพฤติกรรมเกี่ยวกับกระบวนการคิดตามกลวิธีเมตาคอคนิชัน
ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา	-นักเรียนเขียนข้อความที่แสดงถึงพฤติกรรมการวิเคราะห์ข้อมูลตามสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ เช่น “ ในสมัยปัจจุบันคนไทยส่วนใหญ่มักจะใช้พลังงานอย่างสิ้นคุณค่าโดยไม่คิดถึงที่มาของสิ่งเหล่านั้น” “ ทุกวันนี้ทุกคนชอบใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างสิ้นเปลือง เช่น โทรทัศน์ ตู้เย็น ทำให้พลังงานสิ้นเปลืองและทำให้โลกร้อนขึ้นอีกด้วย ” “ส่วนมากไม่ชอบดูแลไฟฟ้าเนื่องจากสนใจอย่างอื่นเช่น ดูโทรทัศน์ จนไม่คิดเลยว่าค่าไฟฟ้าจะเสียมาก.” “..เหตุเกิดจากการที่เราไม่รู้จักใช้ให้พอดี ทำให้ส่งผลกระทบต่อภาวะโลกร้อน เจอผลกระทบหลายอย่าง ทั้งน้ำท่วม ภูเขาไฟระเบิด ทั้งหมดเกิดจากการที่เราใช้ทรัพยากรธรรมชาติไม่ประหยัด.” ตัวอย่าง การวิเคราะห์สถานการ์ปัญหาของนักเรียน    

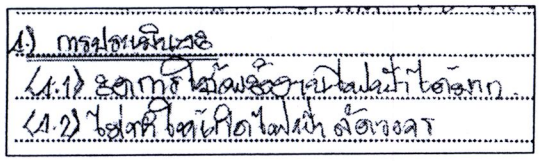
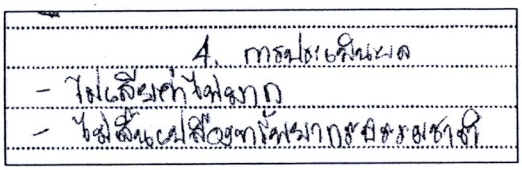
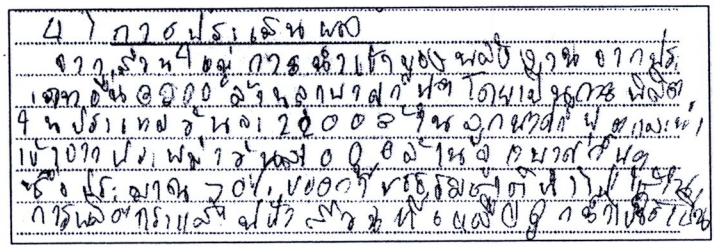
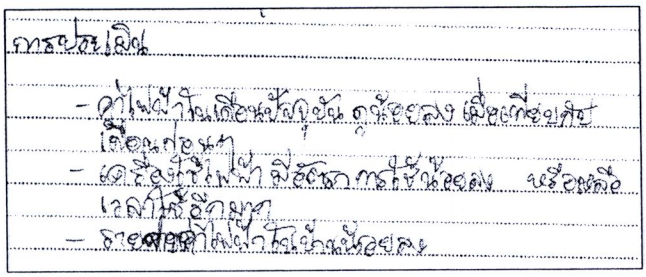
ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของกระบวนการคิดในระหว่างการแก้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวกับเนื้อหา เรื่อง งานและพลังงานในหัวข้อ“วิกฤติพลังงานไฟฟ้าในประเทศไทย” ตามกลวิธี เมตาคอคนิชัน (ต่อ)

องค์ประกอบของกระบวนการคิดในระหว่างการแก้สถานการณ์ปัญหา	งานเขียนของนักเรียนที่แสดงถึงพฤติกรรมเกี่ยวกับกระบวนการคิดตามกลวิธีเมตาคอคนิชัน
ขั้นที่ 2 การวางแผนแก้ปัญหา	- นักเรียนกำหนดข้อย่อยๆ ที่แสดงถึงการระบุเป้าหมายย่อย เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหา เช่น ข้อความ “ศึกษาเกี่ยวกับการลดใช้พลังงาน” “หาข้อมูลเกี่ยวกับการรักษาเครื่องใช้ไฟฟ้า” “ใช้คอมพิวเตอร์ในเวลาจำเป็นเท่านั้น” “ ไม่เปิดตู้เย็นทั้งวัน” “ ไม่เสียบปลั๊กทิ้งไว้” - นักเรียนบางคนก็นำเสนอโดยการแสดงความคิดเห็นโดยไม่ได้แยกเป็นประเด็นย่อยๆ เช่น “...ในความคิดของหนูจะคิดถึงพลังงานมาจากไหน จะทำอย่างไรถึงจะลดพลังงานนั้นได้ เช่น การเปิดพัดลมทิ้งไว้หนูก็จะเข้าไปปิด เพราะว่าพลังงานมีคุณค่าต่อเรามาก..” ตัวอย่าง การวางแผนแก้สถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้   

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของกระบวนการคิดในระหว่างการแก้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวกับเนื้อหา เรื่อง งานและพลังงานในหัวข้อ“วิกฤติพลังงานไฟฟ้าในประเทศไทย” ตามกลวิธี เมตาคอคนิชัน(ต่อ)

องค์ประกอบของกระบวนการคิดในระหว่างการแก้สถานการณ์ปัญหา	งานเขียนของนักเรียนที่แสดงถึงพฤติกรรมเกี่ยวกับกระบวนการคิดตามกลวิธีเมตาคอคนิชัน
ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้ปัญหา	- นักเรียนเขียนแสดงการดำเนินการคิดแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ - นักเรียนเขียนแสดงถึงวิธีการย่อยๆ ที่สามารถปฏิบัติให้เกิดเป็นรูปธรรมได้โดยระบุระยะเวลาที่ชัดเจน เช่น “ ดูโทรทัศน์วันละ 1 ชั่วโมง” “ เล่นคอมพิวเตอร์วันละ 1 ชั่วโมง” “ เปิดตู้เย็นวันละ 3 ครั้ง” “ เสียบปลั๊กไฟเฉพาะเวลาใช้งานเท่านั้น” “ ใช้พัดลมเฉพาะเวลาร้อน” “ ใช้เตารีดๆผ้าทีละเยอะๆ” “ปิดไฟเมื่อไม่ใช้งาน” “ฤดูหนาวไม่ต้องใช้เครื่องปรับอากาศและไม่ใช้เครื่องต้มน้ำร้อน” “ ซักผ้าด้วยมือแทนเครื่องซักผ้า” ตัวอย่าง การดำเนินการแก้สถานการณ์ปัญหา เรื่อง วิกฤติพลังงานไฟฟ้าในประเทศไทย   

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของกระบวนการคิดในระหว่างการแก้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวกับเนื้อหา เรื่อง งานและพลังงานในหัวข้อ“วิกฤติพลังงานไฟฟ้าในประเทศไทย” ตามกลวิธี เมตาคอคนิชัน(ต่อ)

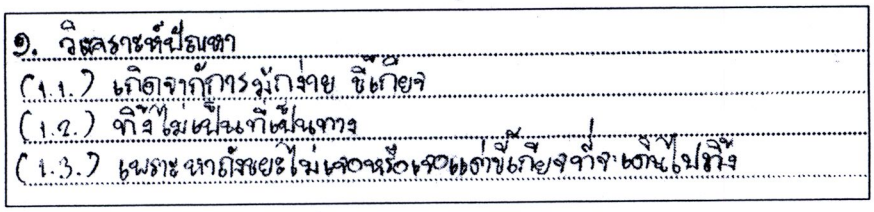
องค์ประกอบของกระบวนการคิดในระหว่างการแก้สถานการณ์ปัญหา	งานเขียนของนักเรียนที่แสดงถึงพฤติกรรมเกี่ยวกับกระบวนการคิดตามกลวิธีเมตาคอคนิชัน
ขั้นที่ 4 การประเมินและการตรวจสอบ	- นักเรียนตรวจสอบการคิดแก้ปัญหาของตนเองโดยการเปรียบเทียบ - นักเรียนมีการประเมินการแก้ปัญหา เช่น “ค่าไฟในเดือนปัจจุบันดูน้อยลงเมื่อเทียบกับเดือนก่อนๆ” ตัวอย่างแนวความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับการประเมินการแก้ปัญหา    

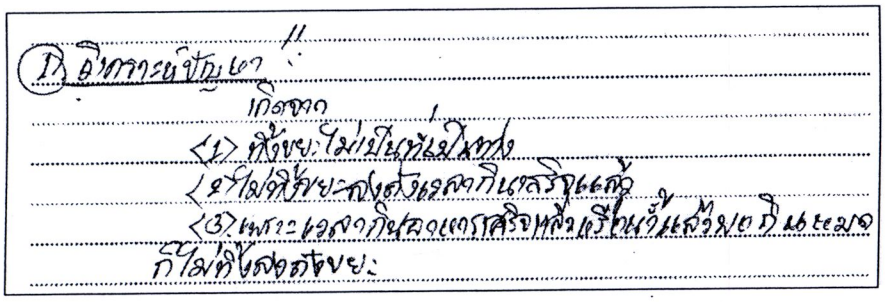
2. ความสามารถในการแก้ไขสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาในบริบทเชิงสังคม ในหัวข้อเรื่อง **" ปัญหาขยะภายในโรงเรียนบ้านทรัพย์สมบูรณ์ "**

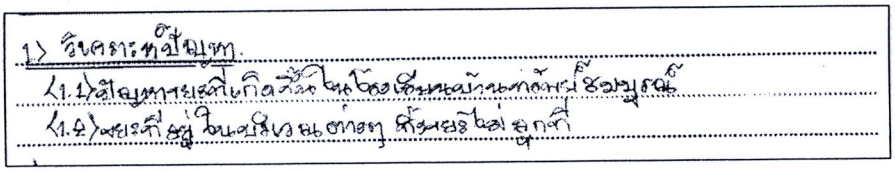
2.1) วิเคราะห์องค์ประกอบของกลวิธีเมตาคอคนิชัน

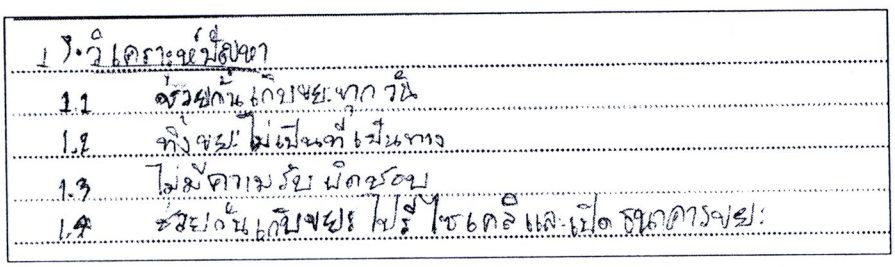
1. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา

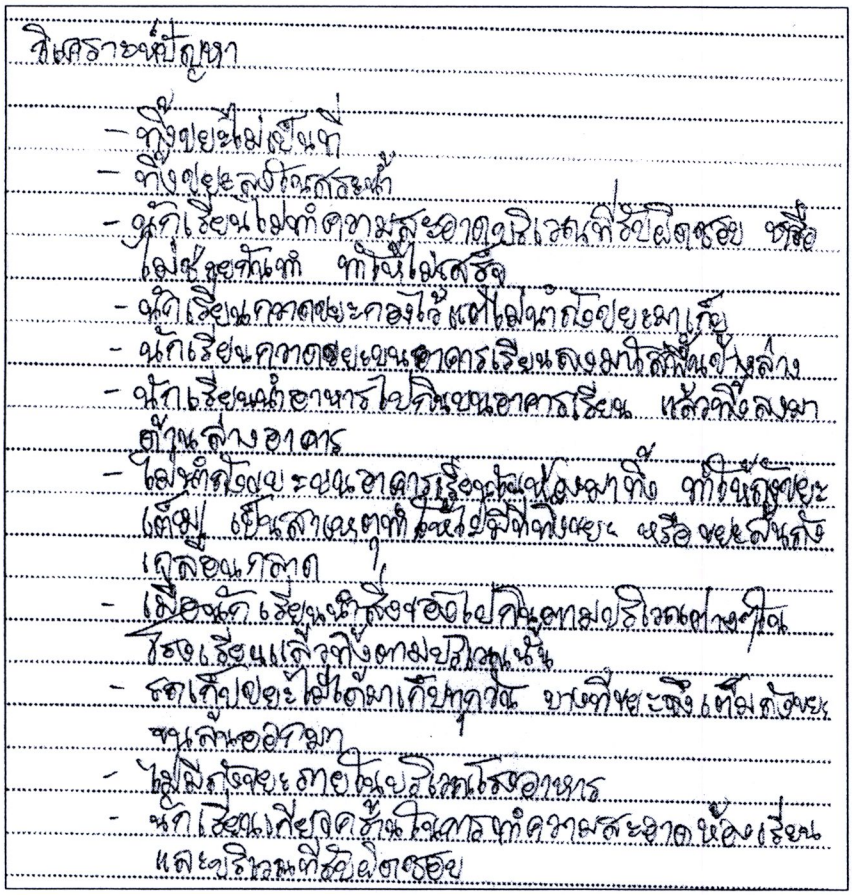
เมื่อนักเรียนได้รับสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับปัญหาขยะภายในโรงเรียน นักเรียนโดยส่วนใหญ่สามารถวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาได้โดยแยกเป็นประเด็นย่อยๆและสามารถระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบตามกลวิธีเมตาคอคนิชันนักเรียนบางคนสามารถคิดวิเคราะห์ได้อย่างหลากหลายหรือคิดคล่องนั่นเองแต่ก็มีนักเรียนบางคนที่วิเคราะห์ปัญหาได้บ้างแต่ไม่หลากหลายเท่าที่ควร ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ปัญหาของนักเรียน เช่น





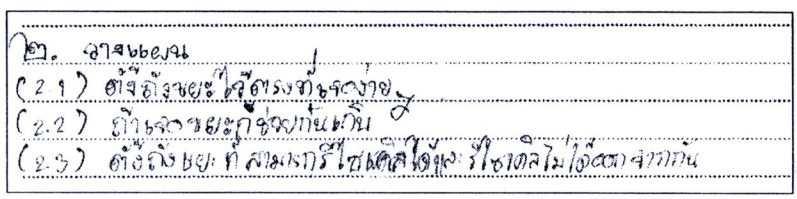


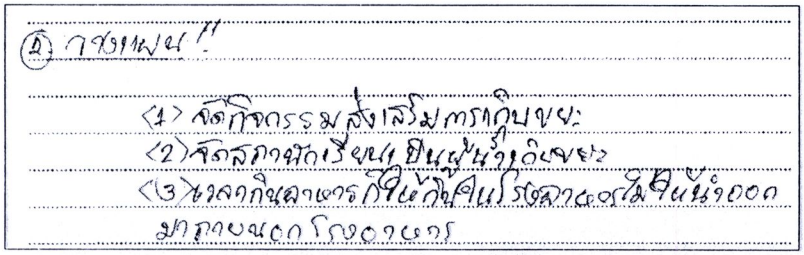




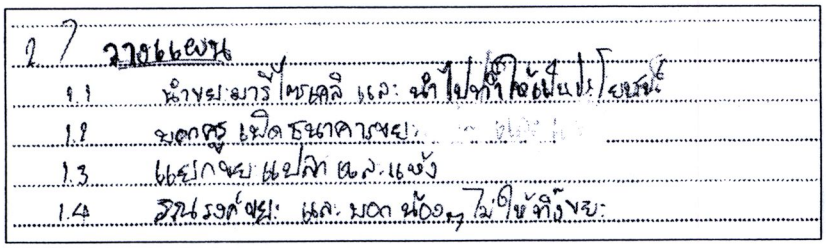
2. ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา

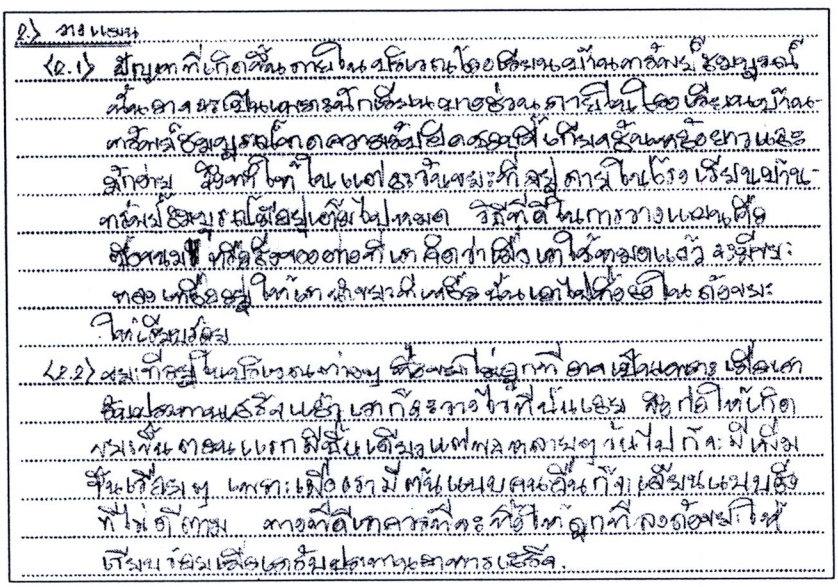
เมื่อนักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับปัญหาขยะภายในโรงเรียนเสร็จแล้ว นักเรียนโดยส่วนใหญ่สามารถวางแผนการแก้ปัญหาได้โดยแยกเป็นประเด็นย่อยๆ ระบุเป็นข้อๆ นักเรียนบางคนก็สามารถอธิบายแนวความคิดขยายความเกี่ยวกับการวางแผนได้ดี นักเรียนบางคนก็ระบุเป็นข้อความสั้นๆ ดังตัวอย่างการระบุวิธีการวางแผนแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบตามกลวิธีเมตาคอคนิชัน เช่น





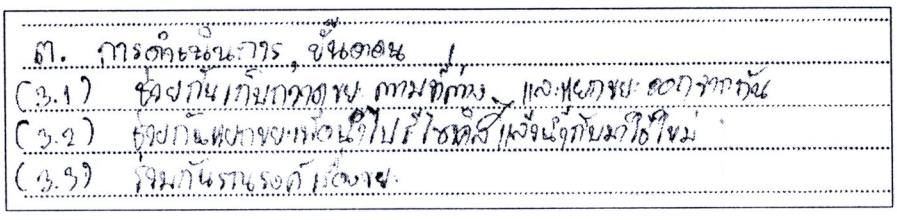
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

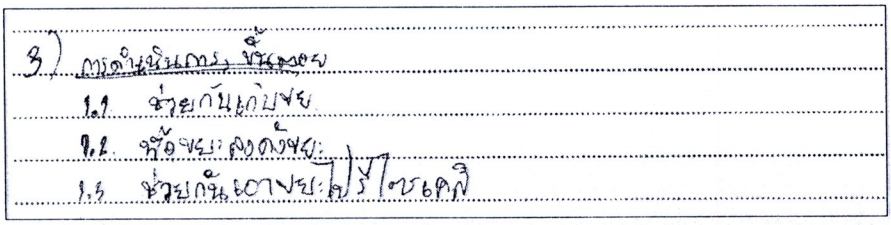




3. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

หลังจากที่นักเรียนได้วางแผนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับปัญหาขยะภายในโรงเรียนเรียบร้อยแล้วนักเรียนโดยส่วนใหญ่สามารถระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาได้โดยแยกเป็นประเด็นย่อยๆ เหมือนกับสองขั้นที่ผ่านมา และสามารถระบุวิธีการดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบตามกลวิธีเมตาคอคนิชัน ตัวอย่างการระบุขั้นตอนการดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาขยะภายในโรงเรียนของนักเรียน เช่น





(5) การดำเนินการขั้นตอน

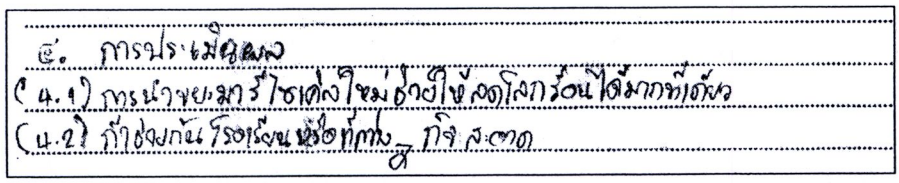
(1) ตัดสินใจเลือกเรื่องที่จะศึกษาในโรงเรียนเกาะโว
(2) ลำดับขั้นตอนการดำเนินการ ว่าต้องทำอะไรก่อนหลัง
ขยะในโรงเรียนแล้วกำจัดขยะที่เกิดขึ้นอย่างไร
และศึกษาปริมาณขยะ

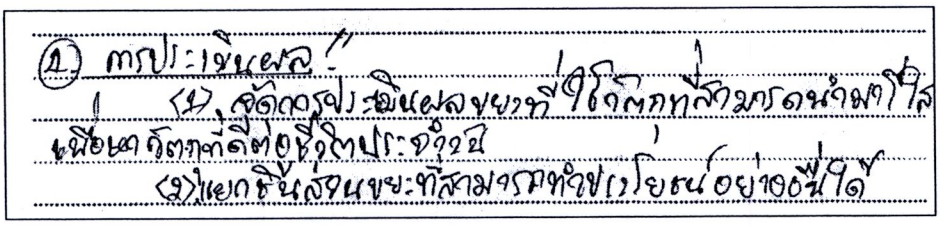
3) การดำเนินการขั้นตอน
(3.1) สำรวจพื้นที่ในบริเวณโรงเรียนแล้วเดินไปเก็บขยะใส่ถังเตรียมไว้
(3.2) เลือกขยะที่จะนำมาทำปุ๋ยหมักเพื่อจะได้ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม

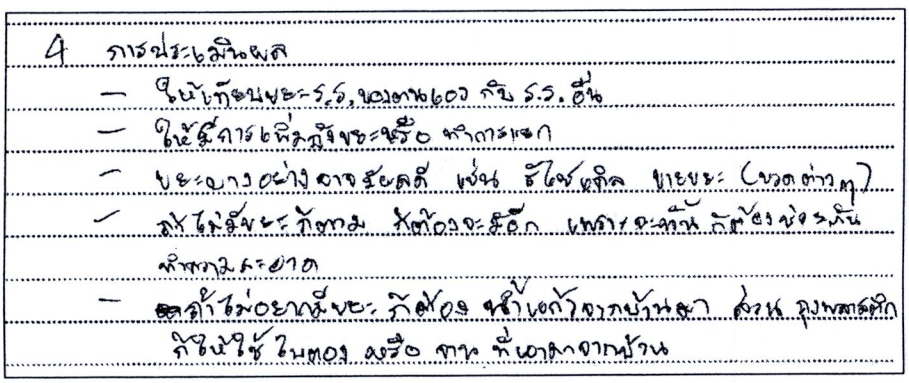
การดำเนินการ
- ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น
- ไปสำรวจขยะในโรงเรียน
- ไปเก็บขยะในบริเวณต่างๆในโรงเรียน
- อบรม ปลูกฝังให้นักเรียน ให้รู้จักทำความสะอาด
- เลือกขยะที่จะนำมาทำปุ๋ยหมัก
- สังเกตการณ์นักเรียนดูแล ตักเตือน ให้นักเรียนทิ้งขยะในถังขยะต่างๆ
- ใช้ความสามารถของนักเรียนในการคัดแยกขยะ
- ให้นักเรียนทำอาหารในห้องเรียนและทำความสะอาด
- ไปหาอาหารในห้องเรียน
- ให้นักเรียนเขียนบันทึกการทำงานในห้องเรียน
- ให้นักเรียนเรียนรู้การใช้อุปกรณ์ต่างๆ เช่น ตาชั่ง ช้อน ส้อม แก้วน้ำ เป็นต้น
- ถ่ายรูปขยะและเรื่องราวต่างๆ
- นำเสนอขยะแล้วเก็บขยะที่เหลือ
- นำเสนอช่วยกันทำความสะอาด ตักเตือน ให้นักเรียนปล่อยในเวลาที่กำหนด
- เขียนรายงานผลการศึกษาและอภิปรายการใช้ประโยชน์

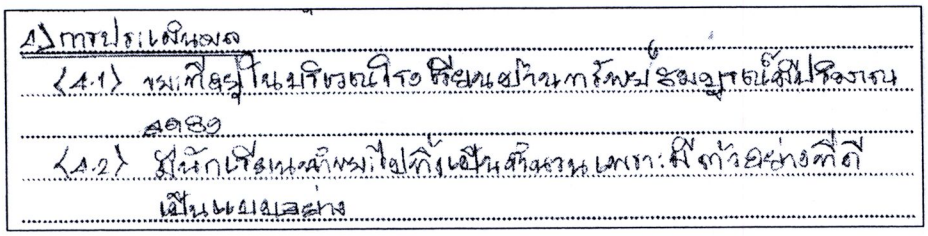
4. ขั้นประเมิน

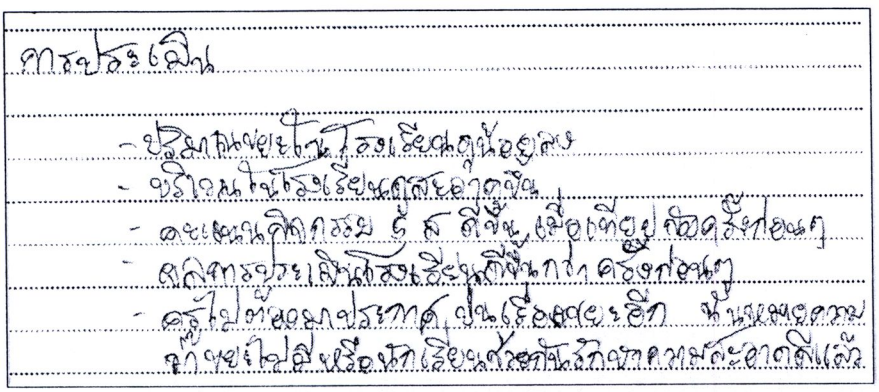
นักเรียนสามารถระบุวิธีการที่จะประเมินว่าการแก้ปัญหาขยะจะบรรลุเป้าหมายได้อย่างไร โดยแยกวิธีการประเมินเป็นข้อ ๆ แต่โดยส่วนใหญ่แล้วนักเรียนยังไม่สามารถระบุวิธีการประเมินให้ตรงกับวิธีการที่นักเรียนระบุ ตัวอย่างการวิเคราะห์ขั้นตอนการประเมินของนักเรียน เช่น











ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของกระบวนการคิดในระหว่างการแก้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาในบริบทเชิงสังคม ในหัวข้อเรื่อง " ปัญหาขยะภายในโรงเรียนบ้านทรัพย์สมบูรณ์ " ตามกลวิธีเมตาคอคนิชัน

องค์ประกอบของกระบวนการคิดในระหว่างการแก้สถานการณ์ปัญหา	งานเขียนของนักเรียนที่แสดงถึงพฤติกรรมเกี่ยวกับกระบวนการคิดตามกลวิธีเมตาคอคนิชัน
ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา	-นักเรียนเขียนข้อความที่แสดงถึงพฤติกรรมการวิเคราะห์ข้อมูลตามสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ โดยแยกเป็นประเด็นเกี่ยวกับสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาขยะภายในโรงเรียน เช่น " ทิ้งขยะไม่เป็นที่ " "นักเรียนกวาดขยะกองไว้แต่ไม่นำถังขยะมาเก็บ " " นักเรียนกวาดขยะบนอาคารเรียนลงมาใส่พื้นข้างล่าง " " เมื่อนักเรียนนำสิ่งของไปกินตามบริเวณต่างๆ ในโรงเรียนแล้วทิ้งตามบริเวณนั้น " - นักเรียนบางคนก็เขียนแสดงความคิดเห็นโดยไม่แยกเป็นประเด็นย่อยๆ เช่น " ขยะที่มีมากถูกทิ้งตามที่ต่างๆ โดยความมักง่ายของนักเรียนถึงจะมีถังขยะก็ตาม ส่วนมากมักจะขี้เกียจเดินไปทิ้งเนื่องจากถังขยะอยู่ไกล ก็เลยกินตรงไหนก็ทิ้งตรงนั้นหรือทิ้งที่ลับตาคน " " ปัญหาขยะภายในโรงเรียนบ้านทรัพย์สมบูรณ์มีทั้งด้านสิ่งแวดล้อม และปัญหาปริมาณขยะที่ทิ้งตามที่ต่างๆปัญหาขยะโรงเรียนเกิดจากนักเรียนทิ้งขยะไม่เป็นที่"
ขั้นที่ 2 การวางแผนแก้ปัญหา	- นักเรียนกำหนดข้อย่อยๆ ที่แสดงถึงการระบุเป้าหมายย่อยๆ หลายแนวทาง เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา เช่น " ช่วยกันเก็บขยะ" " ทิ้งขยะให้ถูกที่" "ปลูกจิตสำนึกให้นักเรียนมีความขยัน " " นำขยะมารีไซเคิลหรือนำมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์" " เก็บขยะมาแลกขนมหรือเงินแล้วนำขยะไปขาย" " เดินรณรงค์ให้นักเรียนช่วยกันเก็บขยะ " " จัดกิจกรรมส่งเสริมการเก็บขยะ " " จัดสภานักเรียนเป็นผู้นำเก็บขยะ " " บอกครูเปิดธนาคารขยะ " และนักเรียนบางคนก็แสดงความคิดเห็นโดยไม่ได้ระบุประเด็นการแก้ปัญหาเป็นข้อๆ เช่น " ถ้าไม่มีของมาขายในโรงเรียนก็จะไม่มีขยะเพราะไม่มีแก้วพลาสติก ดังนั้นควรจะไม่มีของมาขายเลยดีกว่าให้เอามาจากที่บ้านเพื่อลดขยะในโรงเรียนโดยที่ไม่ต้องมาเก็บเยอะๆ เหมือนเดิม เก็บเพียงน้อยชิ้นก็จะลดขยะได้แล้ว"

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของกระบวนการคิดในระหว่างการแก้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาในบริบทเชิงสังคม ในหัวข้อเรื่อง " ปัญหาขยะภายในโรงเรียนบ้านทรัพย์สมบูรณ์ " ตามกลวิธีเมตาคอคนิชัน(ต่อ)

องค์ประกอบของกระบวนการคิดในระหว่างการแก้สถานการณ์ปัญหา	งานเขียนของนักเรียนที่แสดงถึงพฤติกรรมเกี่ยวกับกระบวนการคิดตามกลวิธีเมตาคอคนิชัน
ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้ปัญหา	- นักเรียนเขียนแสดงถึงวิธีการย่อยๆ ที่สามารถปฏิบัติให้เกิดเป็นรูปธรรมได้โดยระบุสิ่งที่จะสามารถปฏิบัติได้ เช่น " ใครเป็นคนทิ้งขยะให้จับมาลงโทษ และปรับเป็นเงิน 5 บาท" " ให้สารวัตรนักเรียนเป็นหูเป็นตา คนที่ทิ้งขยะลงในโรงเรียนให้ปรับเงิน " " ให้สารวัตรดูแลใครไม่ทำความสะอาดเขตบริเวณที่รับผิดชอบ " " ประกาศไม่ต้องให้แม่ค้ามาขายของ " " ให้เอาน้ำหรือข้าวมาจากบ้านเอง " "ให้นักเรียนนำแก้วมาใส่น้ำหวานเอง " " ให้นักเรียนเก็บแก้วหรือถุงขนมมาแลกขนมหรือเก็บไว้ขาย " " เราควรช่วยกันนำขยะมาทำเป็นที่ปลูกต้นไม้ " " นำขยะที่รับประทานเสร็จแล้วเอาไปทิ้งถังขยะให้เรียบร้อย " " เก็บขยะที่อยู่ตามพื้นบริเวณต่างๆ ไปทิ้งเพื่อจะทำให้เป็นตัวอย่างที่ดีต่อบุคคลอื่นหรือเก็บขยะที่สามารถรีไซเคิลได้ "
ขั้นที่ 4 การประเมินและการตรวจสอบ	- นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถระบุแนวทางในการประเมินผลการแก้ปัญหาขยะภายในโรงเรียนได้ชัดเจน เป็นแต่เพียงการแสดงความคิดเห็นแต่ยังไม่เป็นรูปธรรมเท่าที่ควร เช่น " รู้จักคุณค่าของขยะหรือวัสดุเหลือใช้ " " ปลูกจิตสำนึกในโรงเรียนเพื่อป้องกันขยะ " " เราควรรักษาสิ่งแวดล้อมไว้นานๆ ใช้น้อย ใช้ซ้ำ นำกลับมาใช้ใหม่ นำขยะไปกำจัด " - นักเรียนบางส่วนสามารถระบุวิธีการประเมินการแก้ปัญหาที่เห็นเป็นรูปธรรมได้ เช่น "ดูจากขยะในโรงเรียนว่ามันลดลงมากเพียงใด " "คะแนนกิจกรรม 5ส ดีขึ้น เมื่อเทียบกับครั้งก่อนๆ " " ครูไม่ต้องมาประกาศเรื่องขยะอีก นั่นหมายความว่าขยะไม่มีหรือนักเรียนช่วยกันรักษาความสะอาดดีแล้ว " " บริเวณโรงเรียนดูสะอาดขึ้น " " ผลการประเมินโรงเรียนดีขึ้นกว่าครั้งก่อนๆ "

2. อภิปรายผล

จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามขั้นตอนของกลวิธีเมตาคอคนิชัน ทั้ง 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวิเคราะห์ ขั้นวางแผน ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา และขั้นประเมิน เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ความสามารถในการพัฒนาเมตาคอคนิชัน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ผู้เรียนได้รวบรวมร้อยเรียงความคิดของตนเองให้เป็นระเบียบมีหลักมีเกณฑ์ในการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบโจทย์วิทยาศาสตร์ สังเกตได้จากร่องรอยการคิดของนักเรียนที่เกิดจากการแก้โจทย์วิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนมีแบบในการควบคุมการคิดของตนเอง คือเริ่มจากเมื่ออ่านโจทย์เสร็จนักเรียนส่วนใหญ่จะวิเคราะห์โจทย์ปัญหาว่าให้ตัวแปรใดมาบ้างให้ข้อมูลอะไรบ้าง ต้องการให้หาอะไร จากนั้นนักเรียนก็จะวางแผนว่าจะใช้สมการทางวิทยาศาสตร์ใดมาแก้ปัญหาดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบตามที่โจทย์ต้องการออกมาถึงแม้จะมีนักเรียนบางส่วนที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ แต่ก็จะพบว่าร่องรอยการคิดของนักเรียน ที่แสดงลงในกระดาษคำตอบมีการทำอย่างเป็นขั้นเป็นตอน คิดอย่างเป็นระเบียบ แต่ทักษะการคำนวณก็มีความสำคัญถ้าผู้เรียนคนใดมีความสามารถในด้านการคำนวณในระดับต่ำ ก็จะมีปัญหาในการคำนวณหาคำตอบของโจทย์วิทยาศาสตร์ได้ คือไม่สามารถคำนวณได้อย่างคล่องแคล่วและมีบางส่วนที่คำนวณไม่ได้เลย แต่ก็ถือว่าเป็นแนวทางที่ดีที่นักเรียนได้เริ่มคิดอย่างมีระบบ เมื่อนำแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนนการแก้โจทย์วิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนร้อยละ 80 มีคะแนนผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดโดยมีคะแนนเฉลี่ย 21.88 คะแนน หรือคิดเป็นร้อยละ 72.92 มากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 70 ขึ้นไป สอดคล้องกับงานวิจัยของ ฤกษ์ดี แสนเรือง (2548), ศรีสุมา ทัศมี (2552), สมบัติ โพธิ์ทอง (2539)} พัทธ ทองต้น(2545) และ จรุง ขำพงศ์ (2542)

2. การพัฒนาเมตาคอคนิชัน ผู้วิจัยได้กำหนดสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้นักเรียนนำกลวิธีเมตาคอคนิชันมาใช้ในการแก้ปัญหาซึ่งมีสองประเด็นคือสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน เรื่อง งานและพลังงาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้กำหนดหัวข้อเกี่ยวกับสถานการณ์ **"วิกฤติพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทย"**และสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคม ผู้วิจัยได้นำปัญหาที่เกิดขึ้นในบริบทของโรงเรียนบ้านทรัพย์สมบูรณ์มาให้นักเรียนได้คิดหาวิธีการแก้ปัญหาโดยการนำกลวิธีเมตาคอคนิชันมาใช้ โดยนำเอา **"ปัญหาขยะภายในโรงเรียนบ้านทรัพย์สมบูรณ์"** มาให้นักเรียนได้หาแนวทางในการแก้ปัญหาผู้เรียนได้แสดงร่องรอยความคิดเห็นโดยการียนบรรยายในกรอบของกลวิธีเมตาคอคนิชันทั้ง 4 ขั้นตอน แสดงให้เห็นว่ากลวิธีเมตาคอคนิชันที่เรียนมาสามารถนำมาเป็นกรอบในการคิดเพื่อแก้ปัญหาสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้ตามประสบการณ์ของผู้เรียนที่มีอยู่ บางคนสามารถคิดได้อย่างคล่องแคล่วคือ สามารถวิเคราะห์แต่ละขั้นออกมาได้เป็น

จำนวนมากในเวลาที่จำกัดแต่เป็นที่น่าสังเกตว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจว่าจะประเมินผลการแก้ปัญหาให้เป็นรูปธรรมเห็นได้อย่างชัดเจนควรทำอย่างไร เมื่อวัดการพัฒนาเมตาคอคนิชันของนักเรียนจากการแก้ปัญหาสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ทั้งสองสถานการณ์แล้วนำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์พบว่านักเรียนมีความสามารถนำกลวิธีเมตาคอคนิชันมาใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวกับเนื้อหาและสถานการณ์ในสังคมได้ และมีคะแนนผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนด คือมีนักเรียนร้อยละ 70.14 ที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ70 ขึ้นไป สอดคล้องกับงานวิจัยของ ทองหล่อ วงษ์อินทร์ (2536), สมจิตร์ ทรัพยะอัประไมย (2540), นวรัตน์ หัสดี (2544), พัทธ ทองต้น(2545), แสงจันทร์ พิชญานุรัตน์ (2549), ธัญญารัตน์ วานาวงศ์ (2550) และ วราวรรณ ศิริอุเทน (2550)

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามกลวิธีเมตาคอคนิชันทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนด เนื่องจากนักเรียนมีการพัฒนาเมตาคอคนิชัน หรือกระบวนการรู้คิดของตนเอง โดยดูได้จากนักเรียนได้มีการกำกับควบคุมการคิดของตนเองจากโจทย์ที่กำหนดให้ผู้เรียนจะทำการวิเคราะห์ขั้นตอนการหาคำตอบ มีการสำรวจตรวจสอบหาคำตอบโดยมีขั้นตอนตามกลวิธีเมตาคอคนิชันเป็นกรอบในการคิด ซึ่งจากการวิจัยพบว่านักเรียนสามารถพัฒนากระบวนการคิดและยุทธศาสตร์เมตาคอคนิชันที่เห็นได้อย่างชัดเจนในขั้นการแสวงหาความรู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิด การเรียนรู้ และการสร้างองค์ความรู้โดยมีการวางแผน การควบคุมและการตรวจสอบการเรียนรู้ด้วยตนเอง แสดงถึงความสามารถในการใช้กลวิธีเมตาคอคนิชัน จึงทำให้ผู้เรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวราวรรณ ศิริอุเทน(2550), ธัญญารัตน์ วานาวงศ์ (2550) และสมจิตร์ ทรัพยะอัประไมย (2540)

จากกระบวนการที่นักเรียนได้ฝึกฝนมาตลอดตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง งานและพลังงาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยเขียนตามกลวิธีเมตาคอคนิชัน จำนวน 10 แผน เพื่อฝึกกระบวนการรู้คิดให้กับนักเรียนนั้น สามารถทำให้นักเรียนมีคะแนนทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง งานและพลังงาน ผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนด สามารถนำกลวิธีเมตาคอคนิชันไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ได้ นอกจากนั้นแล้วยังสามารถแก้สถานการณ์ปัญหาทั้งที่เกี่ยวกับเนื้อหาและสถานการณ์ปัญหาในสังคมที่กำหนดให้โดยนักเรียนสามารถนำเอาขั้นตอนตามกลวิธีเมตาคอคนิชันมาวิเคราะห์ปัญหาหาทางแก้ไขเสนอแนะแนวทางที่เป็นแนวคิดของตนเองตามประสบการณ์ที่มีอยู่ได้ ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนรู้จักควบคุมการคิดของตนเองเกิดการพัฒนา เมตาคอคนิชัน หรือมีการรู้จักคิดอย่างเป็นระบบ นั่นเอง