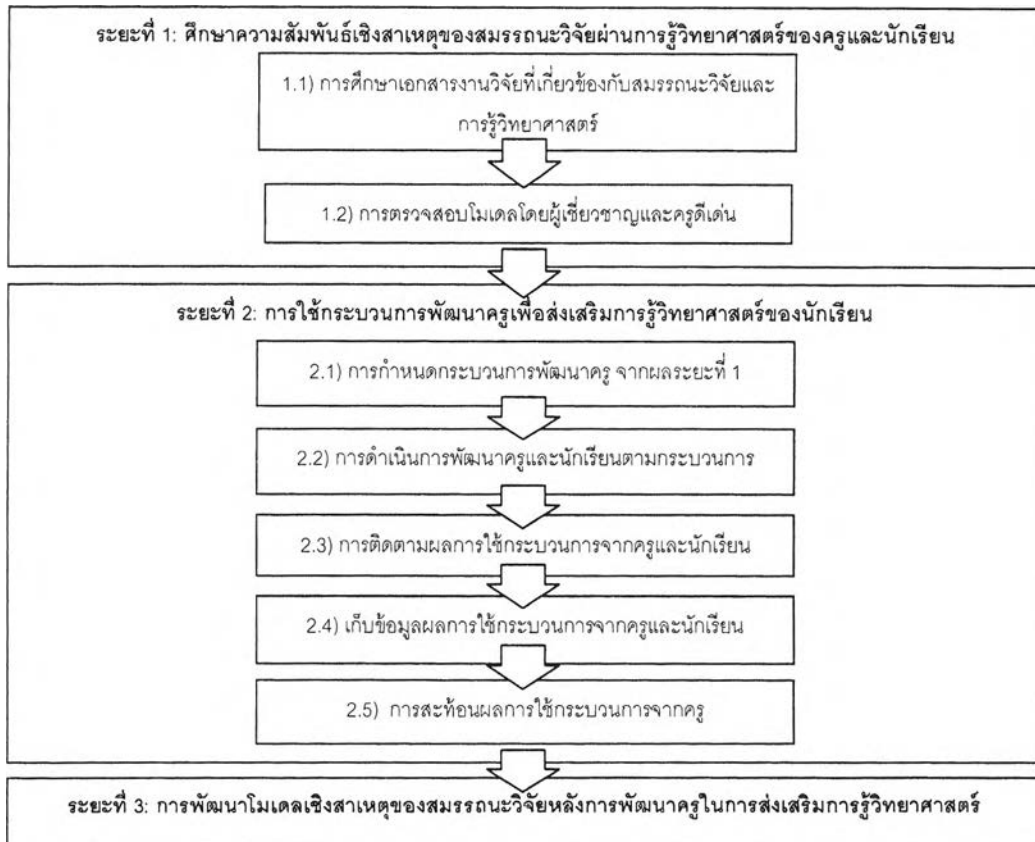




### บทที่ 3

## วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนาแบบผสมวิธี เพื่อศึกษาโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัยผ่านการรู้วิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียน โดยการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและข้อมูลเชิงคุณภาพของผู้เชี่ยวชาญ และการสัมภาษณ์ครูวิทยาศาสตร์ดีเด่นเพื่อปรับกรอบโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่ได้จากการศึกษาเอกสาร เพื่อนำไปพัฒนาครูในการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนตามแนวคิดการสร้างสมรรถนะวิจัย ผู้วิจัยแบ่งขั้นตอนการวิจัยออกเป็น 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 เป็นการศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัยผ่านการรู้วิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียน ระยะที่ 2 เป็นการใช้กระบวนการพัฒนาครูในการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน และระยะที่ 3 เป็นการพัฒนาโมเดลเชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัยหลังการพัฒนาครูในการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์โดยมีกระบวนการวิจัยและพัฒนาดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 กระบวนการวิจัยและพัฒนา

**ระยะที่ 1** ศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัยผ่านการรู้วิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียน ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 2 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 การศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะวิจัยและการรู้วิทยาศาสตร์

ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัยผ่านการรู้วิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียน โดยการศึกษาเอกสารงานวิจัยเกี่ยวกับสมรรถนะวิจัยและการรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับสมรรถนะวิจัย องค์ประกอบของสมรรถนะวิจัย การวัดสมรรถนะวิจัย แนวทางการพัฒนาสมรรถนะวิจัย มโนทัศน์เกี่ยวกับการรู้วิทยาศาสตร์ ความหมายและองค์ประกอบของการรู้วิทยาศาสตร์ ปัจจัยที่ส่งผลต่อการรู้วิทยาศาสตร์

ผลการศึกษจะทำให้ได้ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัยและการรู้วิทยาศาสตร์เชิงทฤษฎี ซึ่งนำไปตรวจสอบกับผู้เชี่ยวชาญในขั้นตอนที่ 1.2

1.2 การตรวจสอบโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัยผ่านการรู้วิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียนโดยผู้เชี่ยวชาญและครูดีเด่น

ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัยผ่านการรู้วิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียนที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 ได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ซึ่งมีเกณฑ์ในการคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญ มีประสบการณ์ในด้านหลักสูตรและการสอนด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาหรือมีประสบการณ์ในด้านการวิจัย/การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน ไม่น้อยกว่า 5 ปี และการสัมภาษณ์ครูวิทยาศาสตร์ดีเด่น จำนวน 3 ท่าน เพื่อศึกษาแนวคิดและการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของครู ซึ่งมีเกณฑ์ในการคัดเลือกครูที่มีประสบการณ์สอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในสถานศึกษาระดับมัธยมศึกษา ไม่น้อยกว่า 5 ปี และเคยได้รับรางวัลหรือเข้าร่วมในโครงการที่เกี่ยวกับการพัฒนาผลงานสร้างสรรค์ทางวิชาการด้านการสอนวิทยาศาสตร์จากองค์กรหรือหน่วยงานต่าง ๆ และมีหลักฐานเป็นที่ประจักษ์ โดยครูทั้งสามท่านเป็นครูนักวิจัยในโครงการวิทยาศาสตร์ท้องถิ่น ภายใต้การสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ซึ่งมีจุดมุ่งหมายในการดำเนินการเพื่อพัฒนากระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของบุคคลเป้าหมายในท้องถิ่นให้มีศักยภาพ ความสามารถในการเรียนรู้ และสามารถเชื่อมโยงบูรณาการสาระการเรียนรู้กับวิทยาศาสตร์ในท้องถิ่น ซึ่งตั้งอยู่บนฐานการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง ภายใต้การดำเนินการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ โดยใช้การวิจัยเป็นเครื่องมือ

ผลการตรวจสอบได้โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัยผ่านการรู้วิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียนโดยผลการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญและครูดีเด่น นำไปพัฒนา

กระบวนการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ให้กับครู โดยผู้วิจัยนำแนวทางการสร้างสมรรถนะวิจัยเข้าไปส่งเสริมให้ครูทำวิจัยควบคู่กับกระบวนการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ด้วย

**ระยะที่ 2 การใช้กระบวนการพัฒนาครูตามโมเดลในการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน**

### 2.1 การกำหนดกระบวนการพัฒนาครูจากผลระยะที่ 1

ผลจากการดำเนินการตามระยะที่ 1 โดยการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญและครูดีเด่นทำให้ทราบวิธีการสอนที่นำไปใช้กำหนดกระบวนการพัฒนาครูในการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนตามแนวทางการสร้างสมรรถนะวิจัย (capacity-building in research) ของ DFID (2010) ประกอบด้วยขั้นตอน 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นการประเมินขีดความสามารถ (capacity assessment) 2) ขั้นกำหนดกลยุทธ์และแผน (strategize and plan) 3) ขั้นปฏิบัติ (implementation) และ 4) ขั้นติดตามและประเมินผล (monitoring and evaluation) เมื่อดำเนินการกำหนดกระบวนการเสร็จสิ้น นำกระบวนการดังกล่าวเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาก่อนนำไปดำเนินการ

### 2.2 การดำเนินการพัฒนาครูและนักเรียนตามกระบวนการ

กระบวนการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ให้กับครูทั้ง 8 ท่าน ของทั้งสองโรงเรียน ผู้วิจัยเริ่มต้นจากการแนะนำตนเอง สร้างความคุ้นเคย และชี้แจงวัตถุประสงค์ของการดำเนินการวิจัยให้กับฝ่ายวิชาการและครูที่จะเข้าร่วมกิจกรรมทราบถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัยทราบ รวมทั้งกระตุ้นให้เห็นความสำคัญและประโยชน์ที่จะได้รับจากการเข้าร่วมกระบวนการในครั้งนี้ ซึ่งผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์จากโรงเรียนทั้งสองแห่ง ผู้วิจัยจึงได้ติดต่อไปยังบัณฑิตวิทยาลัย เพื่อดำเนินการทำหนังสือขอความร่วมมือดำเนินการวิจัยเสนอไปยังผู้บริหารโรงเรียนแต่ละโรงเรียน

#### 1) ประชากรและตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ ครูและนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในเขตกรุงเทพมหานคร

ตัวอย่าง ได้แก่ ครูและนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 2 โรงเรียน ซึ่งผู้วิจัยคัดเลือกกรณีศึกษาแบบเฉพาะเจาะจง (purposive sampling) โดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือกคือ เป็นโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ผู้บริหารและครูในโรงเรียนมีความสนใจเข้ารับการพัฒนา เนื่องจากกระบวนการที่ผู้วิจัยนำมาใช้นั้น ต้องใช้เวลาในการฝึกอบรมและติดตามผลการดำเนินการและการพัฒนาเป็นระยะ โดยโรงเรียนที่ให้ความสนใจเข้าร่วมในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ โรงเรียน ก. และโรงเรียน ข. ซึ่งจะกล่าวถึงบริบทโรงเรียนในบทที่ 4 โดยใช้ครูผู้สอน

วิชาวิทยาศาสตร์และสังคมศึกษา ระดับชั้น ม.1 และ ม.3 ระดับชั้นละ 2 คน รวม 8 คน และนักเรียนระดับชั้น ม.1 และ ม.3 รวม 639 คน และเหตุผลในการเลือกครูสังคมศึกษามาใช้กระบวนการในครั้งนี้ เนื่องจากการรู้วิทยาศาสตร์ เป็นตัวแปรซึ่งสามารถพัฒนาให้เกิดได้กับทุกสาขาวิชาและครูทุกคนควรได้รับการพัฒนา ตามหลักการวิทยาศาสตร์เพื่อปวงชน (science for all) การวิจัยครั้งนี้จึงศึกษาครูสองกลุ่ม คือ ครูที่มีการรู้วิทยาศาสตร์โดยตรง ได้แก่ ครูกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ และ สุ่มครูที่ไม่มีการรู้วิทยาศาสตร์โดยตรง ได้แก่ ครูสังคมศึกษา

## 2) การจัดกลุ่มทดลองตามกระบวนการ

ขั้นตอนนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (quasi-experimental research) เพื่อศึกษาผลการใช้กระบวนการพัฒนาครูในการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ตามแนวทางการสร้างสมรรถนะวิจัย โดยเปรียบเทียบกระบวนการที่นำมาใช้กับกลุ่มควบคุม มีรายละเอียดดังนี้

### 2.1) แบบแผนการทดลอง

ผู้วิจัยใช้รูปแบบการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง โดยแบ่งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองดังนี้

กลุ่มควบคุม เป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 และ 3 โรงเรียน ก. และโรงเรียน ข. ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

กลุ่มทดลอง เป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 และ 3 โรงเรียน ก. และโรงเรียน ข. ที่ได้รับรูปแบบการทดลอง ระดับชั้นละ 2 ห้องเรียน

การวัดผลการทดลองของนักเรียนทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง วัดผลการทดลอง 2 ครั้ง คือ ก่อนและหลังการทดลอง (pretest-posttest nonrandomized design) และสำหรับครู ทั้ง 8 ท่านจะทำการวัดผลจากคะแนนพัฒนาการก่อนและหลังการทดลอง ระยะเวลาสำหรับการวัดผลก่อนและหลังการทดลองห่างกัน 5 สัปดาห์ โดยมีแบบแผนการทดลอง ดังนี้

E1	O1	X	O2
E2	O1	X	O2
E3	O1	X	O2
E4	O1	X	O2
C1	O1		O2
C2	O1		O2

- O<sub>1</sub> หมายถึง การวัดก่อนการทดลอง
- O<sub>2</sub> หมายถึง การวัดหลังการทดลอง
- X หมายถึง กระบวนการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนตามแนวทางการสร้างสมรรถนะวิจัยด้วยวิธีสอนที่ได้จากระยะที่ 1
- E1 หมายถึง กลุ่มทดลองนักเรียนชั้น ม.1 ที่ได้รับกระบวนการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางการสร้างสมรรถนะวิจัยจากครูวิทยาศาสตร์
- E2 หมายถึง กลุ่มทดลองนักเรียนชั้น ม.1 ที่ได้รับกระบวนการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางการสร้างสมรรถนะวิจัยจากครูสังคมศึกษา
- E3 หมายถึง กลุ่มทดลองนักเรียนชั้น ม.3 ที่ได้รับกระบวนการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางการสร้างสมรรถนะวิจัยจากครูวิทยาศาสตร์
- E4 หมายถึง กลุ่มทดลองนักเรียนชั้น ม.3 ที่ได้รับกระบวนการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางการสร้างสมรรถนะวิจัยจากครูสังคมศึกษา
- C1 หมายถึง กลุ่มควบคุมนักเรียนชั้น ม.1 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามปกติ
- C2 หมายถึง กลุ่มควบคุมนักเรียนชั้น ม.3 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามปกติ

ตารางที่ 3.1 การจัดกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจำแนกตามห้องเรียน

โรงเรียน	กลุ่ม		ทดลอง				ควบคุม	
			วิทยาศาสตร์		สังคมศึกษา			
	ม.1(E1)	ม.3(E3)	ม.1(E2)	ม.3(E4)	ม.1(C1)	ม.3(C2)		
โรงเรียน ก.	1 ห้อง ม.1/3 (50 คน)	1 ห้อง ม.3/4 (42 คน)	1 ห้อง ม.1/2 (45 คน)	1 ห้อง ม.3/5 (42 คน)	3 ห้อง ม.1/1,1/4,1/5 (146 คน)	3 ห้อง ม.3/1-3/3 (141 คน)		
โรงเรียน ข.	1 ห้อง ม.1/1 (20 คน)	1 ห้อง ม.3/3 (16 คน)	1 ห้อง ม.1/2 (21 คน)	1 ห้อง ม.3/2 (23 คน)	3 ห้อง ม.1/3-1/5 (54 คน)	2 ห้อง ม.3/1,3/4 (39 คน)		

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างกิจกรรมที่ผู้วิจัยดำเนินการในโรงเรียน ก. จำแนกตามวันใน 1 สัปดาห์

วัน เวลา	จันทร์ 11 ก.พ. 2556	อังคาร 12 ก.พ. 2556	พุธ 13 ก.พ. 2556		พฤหัสบดี 14 ก.พ. 2556
7.15-8.00	ผู้วิจัยและครูพูดคุย นัดหมาย การดำเนินการ ทำกิจกรรม		ผู้วิจัยและครูพูดคุย นัดหมายการดำเนินการ ทำกิจกรรม		
8.00-8.50	สังคมศึกษา ม.1/2		วิทยาศาสตร์ ม.3/4	สังคมศึกษา ม.3/5	ผู้วิจัยและครูพูดคุย นัดหมาย การดำเนินการ ทำกิจกรรม
8.50-9.40					วิทยาศาสตร์
9.40-10.30					ม.3/4
อาหารว่าง 10.30-10.50					
10.50-11.40		สังคมศึกษา ม.3/5			วิทยาศาสตร์
11.40-12.30					ม.1/3
พักกลางวัน 12.30-14.30		ผู้วิจัยและครูพูดคุย สะท้อนผลหลังการ ดำเนินการ ทำกิจกรรม			ผู้วิจัยและครูพูดคุย สะท้อนผลหลังการ ดำเนินการทำ กิจกรรม
14.30-15.20	วิทยาศาสตร์ ม.3/4				
15.30-16.10	วิทยาศาสตร์ ม.1/3		วิทยาศาสตร์ ม.1/3		
16.10-17.00	ผู้วิจัยและครูพูดคุย สะท้อนผลหลัง การดำเนินการ ทำกิจกรรม		ผู้วิจัยและครูพูดคุย สะท้อนผล หลังการดำเนินการทำกิจกรรม		

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างกิจกรรมที่ผู้วิจัยดำเนินการในโรงเรียน ข. จำแนกตามวันใน 1 สัปดาห์

วัน เวลา	จันทร์ 11 ก.พ. 2556	อังคาร 12 ก.พ. 2556	พุธ 13 ก.พ. 2556	พฤหัสบดี 14 ก.พ. 2556	ศุกร์ 15 ก.พ. 2556
7.00-7.50		ผู้วิจัยและครูพูดคุย นัดหมาย การดำเนินการ ทำกิจกรรม			
9.00-9.40		สังคมศึกษา	วิทยาศาสตร์		
9.40-10.20		ม.3/2	ม.3/3		
10.25-11.15		วิทยาศาสตร์ ม.3/3	สังคมศึกษา ม.3/2	วิทยาศาสตร์ ม.1/1	
อาหารว่าง 11.15-11.40	ผู้วิจัยและครูพูดคุย นัดหมาย การดำเนินการ ทำกิจกรรม		ผู้วิจัยและครูพูดคุย นัดหมาย การดำเนินการ ทำกิจกรรม		
11.40-12.20	วิทยาศาสตร์ ม.1/1		สังคมศึกษา ม.1/2		ผู้วิจัยและครู พูดคุย นัดหมาย การดำเนินการ ทำกิจกรรม
12.20-13.00					สังคมศึกษา ม.1/2
13.00-14.00	ผู้วิจัยและครูพูดคุย สะท้อนผลหลังการ ดำเนินการทำ กิจกรรม		ผู้วิจัยและครูพูดคุย สะท้อนผลหลังการ ดำเนินการทำ กิจกรรม		
14.30-15.30		ผู้วิจัยและครูพูดคุย สะท้อนผลหลังการ ดำเนินการทำ กิจกรรม		ผู้วิจัยและครูพูดคุย กัน สะท้อนผลหลัง การดำเนินการทำ กิจกรรม	ผู้วิจัย และ ครู พูดคุย สะท้อน ผล หลัง การ ดำเนินการทำ กิจกรรม

### 2.3 การติดตามผลการใช้กระบวนการจากครูและนักเรียน

ภายหลังจากครูได้รับการอบรมและออกแบบชุดกิจกรรมในกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่ม คือ กลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยครูวิทยาศาสตร์ และกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยครูสังคมศึกษา ครูทั้ง 8 ท่าน ได้ดำเนินการสอนตามห้องที่กำหนด โดยมีวิธีการดำเนินการในห้องเรียน ดังนี้

1) ครูเกริ่นนำเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน จากนั้นแจกใบงานกิจกรรมให้นักเรียนเป็นรายบุคคล เพื่อให้นักเรียนอ่านและศึกษาข้อคำถาม

2) ครูใช้สื่อวิดีโอ/แอนิเมชัน เพื่อนำเข้าสู่สถานการณ์ปัญหาที่กำหนด

3) ครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นการคิดให้นักเรียนคิดละเอียด และคิดต่อเป็นระยะ

4) ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย 3-6 คน เพื่อให้นักเรียนได้ระดมความคิดและศึกษาข้อมูลเพิ่มเติม

5) ครูอำนวยความสะดวกในด้านอุปกรณ์การจัดทำรายงานให้กับนักเรียน เพื่อให้นำเสนอหน้าชั้นเรียน และให้นักเรียนสรุปความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า

6) ครูจัดสรรเวลาให้นักเรียนทุกกลุ่มได้นำเสนอผลการระดมความคิด โดยให้นักเรียนออกมารายงานหน้าชั้นเรียน โดยครูจะตั้งคำถามเพื่อซักถามถึงเหตุผลในการตอบคำถามของนักเรียนทุกกลุ่ม และสะท้อนผลให้นักเรียนรับทราบ

ตามวิธีการดำเนินการในห้องเรียนดังกล่าว ผู้วิจัยเป็นผู้ติดตาม สังเกตการสอนของครู และคอยส่งเสริมให้ครูได้สังเกตพฤติกรรม/ปัญหาการเรียนรู้ของนักเรียน กำหนดแผนเพื่อแก้ปัญหา/พัฒนาผู้เรียน เก็บรวบรวมข้อมูล/การวิเคราะห์ข้อมูล การสรุปและอภิปรายผลภายหลังกระบวนการจัดการเรียนการสอน

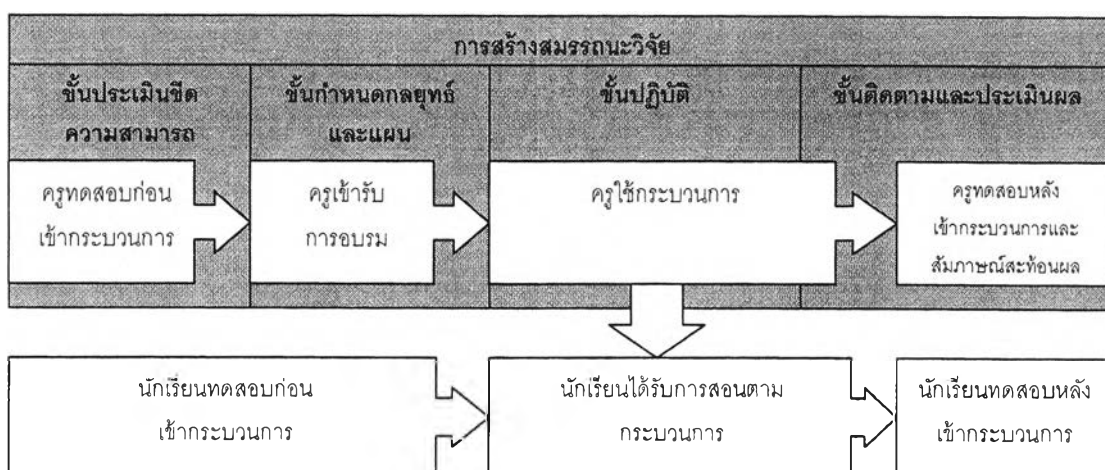
#### 2.4 การเก็บข้อมูลผลการใช้กระบวนการจากครูและนักเรียน

ผู้วิจัยเก็บผลการทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยของครูและนักเรียน หลังการดำเนินการวิจัยโดยทำการทดสอบด้วยแบบวัดฉบับเดิม เพื่อศึกษาพัฒนาการภายหลังการใช้กระบวนการ

#### 2.5 การสะท้อนผลการใช้กระบวนการจากครู

ภายหลังเสร็จสิ้นกระบวนการพัฒนาครูและนักเรียนตามกระบวนการวิจัย ผู้วิจัยได้นัดหมายครูเพื่อจัดสนทนากลุ่มสัมภาษณ์ผลการใช้กระบวนการพัฒนาครูในการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางการสร้างสมรรถนะวิจัย เพื่อศึกษาความเห็นของครูที่เข้ารับการอบรม ทำให้ได้ข้อมูลเชิงลึก และนำไปสรุปผลการดำเนินการวิจัยจากข้อมูลเชิงคุณภาพ





ภาพที่ 3.2 สรุปกระบวนการดำเนินการวิจัยระยะที่ 2

**ระยะที่ 3** การพัฒนาโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัยผ่านการรู้  
วิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียนหลังการพัฒนาครูในการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์

ภายหลังกระบวนการพัฒนาครูในการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางการสร้าง  
สมรรถนะวิจัย ผู้วิจัยศึกษาผลจากการทดลองมาตรวจสอบโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของ  
สมรรถนะวิจัยผ่านการรู้วิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยนำผลคะแนน  
การรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยหลังกระบวนการมาวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง

#### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตามกระบวนการวิจัยและพัฒนาที่กล่าวข้างต้น มีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1) กิจกรรมพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เป็นชุดกิจกรรมที่เกิดจากการนำผลการสัมภาษณ์  
ผู้เชี่ยวชาญและครูวิทยาศาสตร์ดีเด่นมาพัฒนาเป็นแนวการสอนโดยใช้กิจกรรมที่เชื่อมโยงกิจกรรม  
เข้ากับบทเรียนที่กำลังดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน และสถานการณ์/เหตุการณ์ปัจจุบันที่เกี่ยวข้องกับ  
เนื้อหาวิชา ตามกรอบของการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ 3 ด้าน คือ การระบุประเด็นทาง  
วิทยาศาสตร์ การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ และการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิง  
วิทยาศาสตร์ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้วิชาวิทยาศาสตร์และวิชาสังคมศึกษาในการพัฒนาชุด  
กิจกรรมดังกล่าว ผู้วิจัยดำเนินการพัฒนากิจกรรมร่วมกับครูผู้สอนจำนวน 8 ชุดกิจกรรม

2) แบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ เป็นแบบสอบถามชนิดเลือกตอบ โดยผู้วิจัยดัดดัดแบบวัดการรู้  
วิทยาศาสตร์จากโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ PISA (2006) เป็นแบบวัดความสามารถ  
ของการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อการระบุนิยามทางวิทยาศาสตร์ การใช้ประจักษ์พยานทาง  
วิทยาศาสตร์ในการหาข้อสรุป และการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อที่จะทำความเข้าใจและช่วย

ในการตัดสินใจเกี่ยวกับธรรมชาติของโลกและการเปลี่ยนแปลงสิ่งต่าง ๆ ผ่านกิจกรรมของมนุษย์ ตามองค์ประกอบทั้ง 3 ด้าน ด้านละ 5 ข้อ รวม 15 ข้อ มีคะแนนเต็มรวม 15 คะแนน นำแบบวัดที่ได้ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาแล้วนำมาปรับปรุง จากนั้นนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน โดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญคือเป็นผู้ที่สำเร็จการศึกษา หรือมีประสบการณ์ในการสอนในสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา อย่างน้อย 3 ปี (รายชื่อแสดงในภาคผนวก) เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับความรู้ที่อยู่ในขอบเขตของมวลความรู้ที่กำหนดเป็นเป้าหมาย (Item Objective Congruence: IOC) และตรวจสอบการใช้ภาษา

#### นิยามขององค์ประกอบความรู้วิทยาศาสตร์มีดังนี้

1) การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การรู้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดที่สามารถตรวจสอบได้ทางวิทยาศาสตร์ ระบุคำสำคัญ หลักฐานประจักษ์พยาน หรือข้อมูลใดในการสำรวจตรวจสอบ รวมทั้งรู้ลักษณะสำคัญของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์

2) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างคำอธิบาย บรรยาย ตีความ และพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์ที่สมเหตุสมผล และสอดคล้องกับประจักษ์พยาน

3) การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การรู้ความหมายและความสำคัญของสิ่งที่พบจากการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ และนำมาใช้เป็นพื้นฐานของการคิด การลงข้อสรุป การบอกเล่า และการสื่อสาร รวมทั้งแสดงให้เห็นว่ามีความเข้าใจแนวคิดและหลักการทางวิทยาศาสตร์ด้วยการนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

นำแบบวัดที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนสตรีศรีสุริโยทัย จำนวน 90 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบวัด ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัด พบว่าค่าความยากของข้อสอบมีค่าระหว่าง 0.26-0.76 และค่าอำนาจจำแนกมีค่าระหว่าง 0.21-0.70 ดังแสดงในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ด้านความตรงเชิงเนื้อหา

#### ความยาก และอำนาจจำแนก

ข้อที่	IOC	ความยาก	อำนาจจำแนก
1	0.67	0.52	0.43
2	1.00	0.41	0.39
3	0.67	0.67	0.48
4	0.67	0.57	0.61

ข้อที่	IOC	ความยาก	อำนาจจำแนก
5	1.00	0.65	0.61
6	1.00	0.76	0.30
7	0.67	0.30	0.22
8	1.00	0.26	0.21
9	1.00	0.52	0.70
10	1.00	0.70	0.43
11	1.00	0.70	0.35
12	1.00	0.63	0.74
13	1.00	0.59	0.39
14	1.00	0.72	0.30
15	1.00	0.74	0.22

วิเคราะห์ค่าความเที่ยงของแบบวัดโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$  coefficient) จำแนกตามองค์ประกอบการรู้วิทยาศาสตร์ พบว่า องค์ประกอบด้านการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์มีค่าความเที่ยงสูงสุด ( $\alpha = .643$ ) รองลงมาได้แก่ ด้านการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ( $\alpha = .605$ ) และ ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ( $\alpha = .529$ ) ดังแสดงในตารางที่ 3.5 ตารางที่ 3.5 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ ด้านความเที่ยง จำแนกตามองค์ประกอบ

องค์ประกอบการรู้วิทยาศาสตร์	หมายเลขข้อ	จำนวนข้อ	ความเที่ยง
1) การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์	1,4,5,8,12	5	.643
2) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	2,6,9,10,13	5	.529
3) การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์	3,7,11,14,15	5	.605

เกณฑ์การประเมินคะแนนรวมการรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งมีคะแนนเต็ม 15 คะแนนมีรายละเอียด ดังนี้

- 1) มากกว่า 10 คะแนน หมายถึง ครู/นักเรียนมีการรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ สูง
- 2) คะแนน 5- 10 คะแนน หมายถึง ครู/นักเรียนมีการรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ ปานกลาง
- 3) น้อยกว่า 5 คะแนน หมายถึง ครู/นักเรียนมีการรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ ต่ำ

3) แบบวัดสมรรถนะวิจัยของนักเรียน มี 2 ตอน ประกอบด้วย ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบชนิดเลือกตอบซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 17 ข้อ และตัดตอนจากแบบวัดความสามารถในการทำโครงการของน้ำผึ้ง มีนิล (2545) จำนวน 7 ข้อ ประกอบด้วยสมรรถนะ 2 ด้าน คือ 1) ด้านความรู้เกี่ยวกับการทำโครงการวิทยาศาสตร์ จำนวน 12 ข้อ 12 คะแนน และ 2) ด้านทักษะเกี่ยวกับการทำโครงการวิทยาศาสตร์ จำนวน 12 ข้อ 12 คะแนน รวม 24 ข้อ ตอนที่ 2 แบบวัดเจตคติต่อการทำโครงการ มีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า 5 ระดับซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยให้คะแนนแบบ 5,4,3,2,1 มีความหมายของคะแนน คือ ข้อคำถามที่ตรงกับความเป็นจริงมากที่สุดได้ 5 คะแนน และ ข้อคำถามที่ตรงกับความเป็นจริงน้อยที่สุดได้ 1 คะแนน มีลักษณะข้อคำถามที่เป็นข้อความทางบวกและทางลบ จำนวน 10 ข้อ คะแนนเต็ม 5 คะแนน มีคะแนนเต็มรวม 29 คะแนน

#### นิยามขององค์ประกอบแต่ละด้านมีดังนี้

1) ความรู้เกี่ยวกับการทำโครงการวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความสามารถในการจำและเข้าใจรายละเอียดของหลักการที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

2) ทักษะเกี่ยวกับการทำโครงการวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำเนินการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

3) เจตคติต่อการทำโครงการวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึก ความคิดเห็น และแนวโน้มในการแสดงพฤติกรรมของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีต่อการทำโครงการ วัดได้จากความรู้สึกที่มีต่อการทำโครงการ ความคิดเห็นที่มีต่อการทำโครงการ และแนวโน้มในการทำโครงการ

นำแบบวัดที่ได้ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาแล้วนำมาปรับปรุง จากนั้นนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน โดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญคือเป็นผู้ที่สำเร็จการศึกษา หรือมีประสบการณ์ในการสอนในสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา อย่างน้อย 3 ปี (รายชื่อดังแสดงในภาคผนวก) เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับความรู้ที่อยู่ในขอบเขตของมวลความรู้ที่กำหนดเป็นเป้าหมาย (Item Objective Congruence: IOC) และตรวจสอบการใช้ภาษา จากนั้นนำแบบวัดที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนสตรีศรีสุริโยทัย จำนวน 90 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบวัด ผลการวิเคราะห์

คุณภาพของแบบวัด พบว่าค่าความยากของข้อสอบมีค่าระหว่าง 0.20-0.67 และค่าอำนาจจำแนกมีค่าระหว่าง 0.20-0.61 ดังแสดงในตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ด้านความตรงเชิงเนื้อหา ความยาก และอำนาจจำแนก

ข้อที่	IOC	ความยาก	อำนาจจำแนก
1	1.00	0.20	0.22
2	0.67	0.28	0.25
3	0.67	0.33	0.39
4	0.67	0.57	0.52
5	1.00	0.39	0.27
6	1.00	0.67	0.48
7	1.00	0.39	0.61
8	1.00	0.57	0.43
9	0.67	0.52	0.35
10	1.00	0.37	0.30
11	0.67	0.23	0.20
12	1.00	0.39	0.22
13	1.00	0.24	0.22
14	1.00	0.23	0.37
15	1.00	0.21	0.23
16	1.00	0.57	0.43
17	1.00	0.46	0.30
18	1.00	0.54	0.48
19	0.67	0.48	0.29
20	1.00	0.61	0.27
21	1.00	0.65	0.61
22	1.00	0.41	0.48
23	1.00	0.52	0.43
24	1.00	0.52	0.52

วิเคราะห์ค่าความเที่ยงของแบบวัดโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$  coefficient) จำแนกตามองค์ประกอบสมรรถนะการวิจัยของนักเรียน พบว่า องค์ประกอบด้านเจตคติต่อการทำ

โครงการนี้มีค่าความเที่ยงสูงสุด ( $\alpha = .714$ ) รองลงมาได้แก่ ด้านทักษะเกี่ยวกับการทำโครงการ ( $\alpha = .640$ ) และ ด้านความรู้เกี่ยวกับการทำโครงการ ( $\alpha = .532$ ) ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3.7 ตารางที่ 3.7 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดสมรรถนะการวิจัยของนักเรียน ด้านความเที่ยง จำแนกตามองค์ประกอบ

องค์ประกอบ สมรรถนะการวิจัยของนักเรียน	หมายเลขข้อ	จำนวนข้อ	ความเที่ยง
1) ด้านความรู้เกี่ยวกับการทำโครงการ วิทยาศาสตร์	1-12	12	.532
2) ด้านทักษะเกี่ยวกับการทำโครงการ วิทยาศาสตร์	13-24	12	.640
3) ด้านเจตคติต่อการทำโครงการวิทยาศาสตร์	25-34	10	.714

เกณฑ์การประเมินคะแนนรวมสมรรถนะการวิจัยของนักเรียนซึ่งมีคะแนนเต็ม 29 คะแนน มีดังนี้

- 1) มากกว่า 20 คะแนน หมายถึง นักเรียนมีสมรรถนะการวิจัยอยู่ในระดับ สูง
- 2) คะแนน 10- 20 คะแนน หมายถึง นักเรียนมีสมรรถนะการวิจัยอยู่ในระดับ ปานกลาง
- 3) น้อยกว่า 10 คะแนน หมายถึง นักเรียนมีสมรรถนะการวิจัยอยู่ในระดับ ต่ำ
- 4) แบบวัดสมรรถนะการวิจัยของครู มี 2 ตอน ประกอบด้วย ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบชนิดเลือกตอบ ซึ่งผู้วิจัยตัดตอนจากแบบวัดสมรรถภาพการวิจัยของกาญจนา ตระกูลวรกุล (2548) จำนวน 20 ข้อ ประกอบไปด้วยสมรรถนะ 2 ด้าน คือ ด้านความรู้และทักษะการวิจัยปฏิบัติการ จำนวน 15 ข้อ 15 คะแนน ด้านจรรยาณักวิจัย จำนวน 5 ข้อ 5 คะแนน และ ตอนที่ 2 แบบวัดเจตคติต่อการทำวิจัย มีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า 5 ระดับซึ่งผู้วิจัยใช้แบบวัดเจตคติต่อการวิจัยของกาญจนา ตระกูลวรกุล (2548) โดยให้คะแนนแบบ 5,4,3,2,1 มีความหมายของคะแนน คือ ข้อคำถามที่ตรงกับความเป็นจริงมากที่สุดได้ 5 คะแนน และ ข้อคำถามที่ตรงกับความเป็นจริงน้อยที่สุดได้ 1 คะแนน มีลักษณะข้อคำถามที่เป็นข้อความทางบวกและทางลบ จำนวน 20 ข้อ 5 คะแนน มีคะแนนเต็มรวม 25 คะแนน

นิยามขององค์ประกอบแต่ละด้านมีดังนี้

- 1) ด้านความรู้และทักษะในการวิจัย หมายถึง ความรู้ความสามารถในการจำ เข้าใจ และการใช้ทักษะในการทำวิจัย ประกอบด้วย 1.1) การคัดเลือก/การกำหนดปัญหาวิจัย/ การวิเคราะห์สภาพปัญหา / สาเหตุของปัญหา / คำถามวิจัย / วัตถุประสงค์ของการวิจัย 1.2) การกำหนดแผน

เพื่อแก้ปัญหา / พัฒนาผู้เรียน 1.3) การเก็บรวบรวมข้อมูล / การวิเคราะห์ข้อมูล 1.4) การสรุปและอภิปรายผล 1.5) การสะท้อนความคิดและการเผยแพร่การวิจัย

2) ด้านจรรยาบรรณนักวิจัย หมายถึง หลักเกณฑ์ที่ควรประพฤติปฏิบัติของนักวิจัย ประกอบด้วย 2.1) มีความซื่อตรงทางวิชาการ 2.2) การเคารพศักดิ์ศรีและสิทธิของมนุษย์ที่เป็นตัวอย่างในการวิจัย 2.3) นำผลงานไปใช้ประโยชน์ในการทำงานของตนเอง 2.4) ความมีใจกว้าง รับฟังและเคารพความคิดเห็นของผู้อื่น 2.5) ความรับผิดชอบในงานวิจัย

3) เจตคติต่อการทำวิจัย หมายถึง ความรู้สึก ความคิดเห็น และแนวโน้มในการแสดงพฤติกรรมของครูที่ใช้กระบวนการวิจัยปฏิบัติการในการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนที่มีต่อการทำวิจัยปฏิบัติการ วัดได้จาก ความรู้สึกที่มีต่อการทำวิจัยปฏิบัติการ ความคิดเห็นที่มีต่อการทำวิจัยปฏิบัติการ และแนวโน้มในการทำวิจัยปฏิบัติการ

นำแบบวัดที่ได้ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาแล้วนำมาปรับปรุง จากนั้นนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน โดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญคือเป็นผู้ที่สำเร็จการศึกษา หรือมีประสบการณ์ในการสอนในสาขาวิจัย และ/หรือวัดและประเมินผล อย่างน้อย 3 ปี (รายชื่อตั้งแสดงในภาคผนวก) เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับความรู้ที่อยู่ในขอบเขตของมวลความรู้ที่กำหนดเป็นเป้าหมาย (Item Objective Congruence: IOC) และตรวจสอบการใช้ภาษา จากนั้นนำแบบวัดที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับครูจำนวน 32 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบวัด ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดพบว่าค่าความยากของข้อสอบมีค่าระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกมีค่าระหว่าง 0.20-0.62 ดังแสดงในตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดสมรรถนะการวิจัยของครูด้านความตรงเชิงเนื้อหา ความยาก และอำนาจจำแนก

ข้อที่	IOC	ความยาก	อำนาจจำแนก
1	0.67	0.75	0.25
2	0.67	0.74	0.32
3	0.67	0.25	0.26
4	0.67	0.62	0.30
5	1.00	0.80	0.38
6	0.67	0.69	0.38
7	0.64	0.69	0.38

ข้อที่	IOC	ความยาก	อำนาจจำแนก
8	1.00	0.56	0.62
9	0.67	0.20	0.22
10	0.67	0.50	0.20
11	1.00	0.31	0.62
12	0.67	0.75	0.50
13	0.67	0.68	0.22
14	1.00	0.50	0.25
15	1.00	0.44	0.30
16	0.67	0.44	0.62
17	0.67	0.80	0.38
18	1.00	0.75	0.25
19	1.00	0.75	0.25
20	1.00	0.62	0.50

วิเคราะห์ค่าความเที่ยงของแบบวัดโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$  coefficient) จำแนกตามองค์ประกอบสมรรถนะวิจัยของครู พบว่า องค์ประกอบด้านเจตคติต่อการทำวิจัยมีค่าความเที่ยงสูงสุด ( $\alpha = .933$ ) รองลงมาได้แก่ ด้านความรู้และทักษะในการวิจัย ( $\alpha = .623$ ) และ ด้านจรรยาณักวิจัย ( $\alpha = .578$ ) ดังแสดงในตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดสมรรถนะวิจัยของครู ด้านความเที่ยง จำแนกตามองค์ประกอบ

องค์ประกอบสมรรถนะการวิจัยปฏิบัติการของครู	หมายเลขข้อ	จำนวนข้อ	ความเที่ยง
1) ด้านความรู้และทักษะในการวิจัย	1-15	15	.623
2) ด้านจรรยาณักวิจัย	16-20	5	.578
3) ด้านเจตคติต่อการทำวิจัย	21-40	20	.933

เกณฑ์การประเมินคะแนนรวมสมรรถนะวิจัยของครูซึ่งมีคะแนนเต็ม 25 คะแนนซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

- 1) มากกว่า 16 คะแนน หมายถึง ครูมีสมรรถนะวิจัยอยู่ในระดับ สูง



- 2) คะแนน 8- 16 คะแนน หมายถึง ครูมีสมรรถนะวิจัยอยู่ในระดับ ปานกลาง
- 3) น้อยกว่า 10 คะแนน หมายถึง ครูมีสมรรถนะวิจัยอยู่ในระดับ ต่ำ

### การวิเคราะห์ข้อมูล

1) การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของตัวแปรภูมิหลังของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้ค่าความถี่ และร้อยละ โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์สำเร็จรูป SPSS for Windows

2) การวิเคราะห์ผลการใช้กระบวนการพัฒนาครูในการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนตามแนวทางการสร้างสมรรถนะวิจัยก่อนและหลังการทดลอง ประกอบด้วย

2.1) การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ใช้สถิติวิเคราะห์ t-test dependent และการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมตัวแปรพหุนาม (MANCOVA)

2.2) การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ใช้วิธีการวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis)

3) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัยผ่านการรู้วิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียน ด้วยการวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows

4) การตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัยผ่านการรู้วิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ใช้การวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างด้วยโปรแกรมลิสเรล ประมาณค่าพารามิเตอร์โดยใช้วิธีไลค์ลิสต์สูงสุด ค่าสถิติที่ใช้ตรวจสอบความสอดคล้องในโมเดล กับข้อมูลเชิงประจักษ์ คือ ค่าสถิติไค-สแควร์ (Chi-square) ดัชนี GFI (Goodness of Fit Index) ดัชนี AGFI (Adjusted Goodness of Fit Index) และค่าเศษเหลือในรูปคะแนนมาตรฐาน