บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณที่ใช้การวิจัยเชิงสำรวจ ร่วมกับการวิจัยเชิงสหสัมพันธ์ การดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 2 กิจกรรมใหญ่ คือ การพัฒนาข้อสอบวินิจฉัยการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อข้อบกพร่องการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพราะนักเรียนกลุ่มนี้เป็นกลุ่มที่นานาชาติเชื่อกันว่าเป็นนักเรียนที่ควรมีความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์อย่างเพียงพอที่จะใช้ดำเนินชีวิตในสังคมได้ การทำการวินิจฉัยนักเรียนกลุ่มนี้จะได้ประโยชน์ในการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น วิธีดำเนินการวิจัยโดยละเอียดมีดังนี้

1. เครื่องมือวิจัย

เครื่องมือวิจัยสำหรับการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบวัดวินิจฉัยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบวัดวินิจฉัยการรู้วิทยาศาสตร์ (scientific literacy) จำนวน 20 ข้อ เนื้อหาความรู้ที่ใช้สร้างข้อสอบนำมาจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 โดยมีเนื้อหาครอบคลุมหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 และสมรรถนะที่ต้องการวินิจฉัยเป็นไปตามกรอบการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA ดังนี้

1. ระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (identifying scientific issues) ประกอบด้วย การรู้ว่าประเด็นใดบ้างที่สามารถตรวจสอบได้อย่างวิทยาศาสตร์ การระบุคำสำคัญที่ต้องใช้ค้นหาข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และการรู้ลักษณะสำคัญของการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์

2. อธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ อย่างวิทยาศาสตร์ (explaining phenomena scientifically) ประกอบด้วยการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ที่กำหนด การอธิบายหรือแปลผลปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์ และทำนายการเปลี่ยนแปลง การบอกถึงการบรรยาย อธิบาย และทำนายที่เหมาะสม

3. ใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ (Using scientific evidence) ประกอบด้วย การแปลผลหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ สรุป และสื่อสารให้เข้าใจได้ การระบุข้อตกลงเบื้องต้น หลักฐาน และเหตุผลเบื้องหลังข้อสรุป และการสะท้อนนัยของการนำผลการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ในสังคม

2. การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัย

2.1 ผู้วิจัยพัฒนาข้อสอบวินิจฉัยตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 และสมรรถนะที่ต้องการวินิจฉัยเป็นไปตามกรอบการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA จำนวน 2 ฉบับๆละ 25 ข้อ ตามโครงสร้างดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 โครงสร้างการสร้างข้อสอบ

สมรรถนะ	จำนวน (ข้อ)	ฉบับใช้จริง

	ฉบับที่ 1	ฉบับที่ 2	
ระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์	8	8	5
อธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ อย่างวิทยาศาสตร์	9	9	12
ใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์	8	8	3
รวม	**25**	**25**	**20**

2.2 ผู้วิจัยนำข้อสอบที่สร้างเสร็จแล้วไปตรวจสอบคุณภาพข้อสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาในตารางที่ 3.2 พบว่า ค่า IOC ฉบับที่ 1 มีค่า 0.6 ถึง 1.00 และฉบับที่ 2 มีค่า 0.60 ถึง 0.80

ตารางที่ 3.2 ดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา (IOC)

ฉบับที่ 1		ฉบับที่ 2	
ข้อที่	IOC	ข้อที่	IOC
1	0.8	1	0.6
2	0.6	2	0.6
3	1	3	0.6
4	0.8	4	0.6
5	1	5	0.6
6	0.6	6	0.8
7	0.6	7	0.6
8	0.8	8	0.6
9	1	9	0.8
10	0.6	10	0.6
11	0.6	11	0.8
12	0.8	12	0.6
13	0.6	13	0.6
14	0.6	14	0.6
15	0.8	15	0.8
16	1	16	0.8
17	1	17	0.8
18	0.8	18	0.6
19	0.8	19	0.6
20	0.8	20	0.8

ฉบับที่ 1		ฉบับที่ 2	
ข้อที่	IOC	ข้อที่	IOC
21	0.6	21	0.6
22	0.6	22	0.8
23	0.6	23	0.8
24	0.6	24	0.8
25	0.8	25	0.8

2.3 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3 จำนวน 2 ห้องๆ ละ 33 และ 36 คน ตามลำดับ รวม 69 คน เพื่อตรวจสอบความเที่ยง (KR-21) และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบทั้งสองฉบับ ผลการวิเคราะห์พบว่า ฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2 มีค่าความเที่ยง (KR-21) เท่ากับ .67 และ .65 ตามลำดับ ข้อสอบฉบับที่ 1 มีค่าความยาก .53 ถึง .85 และค่าอำนาจจำแนก -0.22 ถึง 0.75 ข้อสอบฉบับที่ 2 มีความยาก มีค่าความยาก .54 ถึง .84 และค่าอำนาจจำแนก -0.53 ถึง 0.59 ดังตารางที่ 3.3 และ 3.4 ตามลำดับ

ตารางที่ 3.3 ค่าความยาก และพอยต์ไบซีเรียลข้อสอบฉบับที่ 1 (n=33)

ข้อที่	ความยาก (p)	พอยต์ไบซีเรียล
1	0.77	-0.22
2	0.74	0.62
3	0.79	0.63
4	0.71	0.04
5	0.59	0.46
6	0.71	0.10
7	0.77	0.45
8	0.77	0.10
9	0.71	0.75
10	0.65	0.18
11	0.62	0.45
12	0.74	0.30
13	0.77	0.35
14	0.74	0.32
15	0.62	0.36
16	0.79	0.57
17	0.62	0.51

18	0.85	0.38
19	0.62	0.32
20	0.56	0.20
21	0.65	0.54
22	0.68	0.12
23	0.68	0.27
24	0.53	0.28
25	0.77	0.22

ตารางที่ 3.4 ค่าความยาก และพอยต์ไบซีเรียลข้อสอบฉบับที่ 2 (n=36, KR21=.65)

ข้อที่	ความยาก (p)	พอยต์ไบซีเรียล
1	0.65	0.32
2	0.84	0.47
3	0.76	0.53
4	0.78	0.26
5	0.65	0.59
6	0.73	0.48
7	0.62	0.58
8	0.73	0.17
9	0.54	-0.06
10	0.78	0.49
11	0.68	-0.06
12	0.84	0.00
13	0.81	-0.53
14	0.60	0.53
15	0.60	0.57
16	0.68	0.71
17	0.70	0.46
18	0.62	-0.08
19	0.76	0.51
20	0.70	-0.20
21	0.60	0.67
22	0.76	0.27
23	0.65	0.30

ข้อที่	ความยาก (p)	พอยต์ไบซีเรียล
24	0.70	0.53
25	0.76	0.34

2.4 เลือกข้อสอบที่มีคุณภาพจำนวน 20 ข้อ โดยเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก (สหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียล) สูงๆ แต่ไม่ต่ำกว่า 0.2 เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลวิจัย ข้อสอบทั้ง 20 ข้อ จำแนกออกเป็นข้อสอบที่วัดทักษะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ 7 ข้อ การอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ อย่างวิทยาศาสตร์ 7 ข้อ และการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ 6 ข้อ

2.5 จัดฉบับแบบทดสอบ เพื่อนำไปใช้ทดสอบจริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 270 คน

นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังเก็บข้อมูลภูมิหลังของนักเรียน ประกอบด้วยเพศ เกรดเฉลี่ย และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบวัดเจตคติ จำนวน 5 ข้อ ซึ่งใช้มาตรวัดแบบลิเคิร์ตเพื่อวัดความรู้สึกของนักเรียนต่อวิชาวิทยาศาสตร์ (1=ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง, 2=ไม่เห็นด้วย, 3=ไม่แน่ใจ, 4=เห็นด้วย, และ 5เห็นด้วยอย่างยิ่ง)

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ผู้วิจัยกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างให้มีจำนวนมากเพียงพอที่จะทำการวินิจฉัยทางสถิติด้วยโมเดล G-DINA ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างนักเรียนจำนวน 1,000 คน เพราะโมเดล G-DINA เป็นโมเดลที่อยู่ในกลุ่มโมเดลการตอบข้อสอบ (item response theory) ที่ต้องใช้จำนวนตัวอย่างจำนวนมาก ซึ่งมีงานวิจัยหลายเรื่องเสนอแนะว่ากลุ่มตัวอย่างที่เพียงพอ คือ ประมาณ 1000 คน เป็นต้นไป ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยเก็บข้อมูลทั้งภาคกลาง เหนือ ใต้ และตะวันออกเฉียงเหนือ ครอบคลุมโรงเรียนทุกขนาดทั้งเล็ก กลางใหญ่ โดยเลือกแบบแบ่งชั้น นอกจากนี้ยังจะมีการเก็บข้อมูลภูมิหลัง และการเรียนของนักเรียนของนักเรียน (1000 คน) การสอนของครู (100 คน) และข้อมูลสถานศึกษา (ประมาณ 100 โรงเรียน) เพื่อนำมาวิเคราะห์ร่วมกับผลการวินิจฉัย ซึ่งจะช่วยให้ทราบว่าปัจจัยเหล่านี้เกี่ยวข้องกับความบกพร่องของนักเรียนหรือไม่

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำผลการทดสอบมาวินิจฉัยการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยโมเดล G-DINA โดยใช้โปรแกรม R เพื่อจำแนกนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆ ตามสมรรถนะที่นำมาวินิจฉัย รวมถึงประเมินคุณภาพของการวินิจฉัยด้วยการวิเคราะห์ดัชนีความคลาดเคลื่อนในการจำแนกกลุ่มผู้เรียน การวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นนี้ ใช้โมเดลการวินิจฉัย Generalized deterministic–

input, noisy–and–gate model หรือ G–DINA เพื่อวิเคราะห์ว่านักเรียนรอบรู้ หรือ ไม่รอบรู้ ทักษะหรือคุณลักษณะที่นำมาวินิจฉัย ดังโมเดลนี้

$$P(\alpha_{lk}^{*}) = \delta_{j0} + \sum^{K_j^{*}} \delta_{jk}\alpha_{lk} + \sum_{k'=k+1}^{K_j^{*}} \sum_{k=1}^{K_j^{*}-1} \delta_{jkk'}\alpha_{lk}\alpha_{lk'} \ldots + \delta_{j12\ldots K_j^{*}} \prod_{k=1}^{K_j^{*}} \alpha_{lk}$$

$P(\alpha_{lk}^{*})$ คือ โอกาสในการตอบถูกของนักเรียน

เมื่อ δ_{j0} คือ ความน่าจะเป็นเริ่มต้น หรือความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบถูกเมื่อนักเรียนไม่มีคุณลักษณะใดเลย หรือเรียกว่าค่าการเดา

δ_{k} คือ อิทธิพลหลัก (main effect) ของการบรรลุคุณลักษณะใดลักษณะหนึ่ง

$\delta_{kk'}$ ปฏิสัมพันธ์ของการบรรลุคุณลักษณะสองอย่าง

$\delta_{j12\ldots K_j^{*}}$ คือ ปฏิสัมพันธ์ที่ซับซ้อนที่เกิดจากการบรรลุคุณลักษณะทุกอย่าง

ทั้งนี้ ในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย โมเดล G-DINA ผู้วิจัยได้กำหนด Q matrix ของแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 20 ข้อ ที่ใช้วัดทักษะตามกรอบการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของโครงการ PISA ทั้ง 3 ทักษะซึ่งประกอบด้วย 1) ทักษะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (**identifying scientific issues**) มีข้อสอบจำนวน 5 ข้อ หรือคิดเป็นร้อยละ 25 ของจำนวนข้อสอบทั้งหมด 2) ทักษะการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์(**explaining phenomena scientifically**) มีข้อสอบจำนวน 12 ข้อ หรือคิดเป็นร้อยละ 60 ของจำนวนข้อสอบทั้งหมด และ 3) ทักษะการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ (**using scientific evidence**) มีข้อสอบจำนวน 3 ข้อ หรือคิดเป็นร้อยละ 15 ของจำนวนข้อสอบทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 การระบุข้อสอบในแต่ละทักษะ (Q matrix)

ข้อสอบ	Identifying scientific issues	explaining phenomena scientifically	using scientific evidence
1	0	1	0
2	0	1	0
3	0	0	1
4	0	0	1
5	1	0	0
6	1	0	0
7	0	1	0
8	0	0	1
9	0	1	0
10	1	0	0
11	0	1	0

ข้อสอบ	Identifying scientific issues	explaining phenomena scientifically	using scientific evidence
12	0	1	0
13	0	1	0
14	0	1	0
15	1	0	0
16	0	1	0
17	0	1	0
18	0	1	0
19	1	0	0
20	0	1	0
รวม	5	12	3
ร้อยละ	25	60	15

2. วิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความบกพร่องการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วยการวิเคราะห์พหุระดับ โดยมีตัวแปรตาม หรือกลุ่มของนักเรียนตามผลการวินิจฉัย โดยในแต่ละทักษะ จะมีนักเรียนถูกจำแนกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มรอบรู้ (รหัสเป็น 1) และกลุ่มไม่รอบรู้ (รหัสเป็น 0) และตัวแปรอิสระ คือ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (Attitude) เกรดเฉลี่ย (Grade) และตัวแปรดัมมี่เพศชาย (Male) ด้วยโมเดลการถดถอยแบบโลจิสติก โดยทำการวิเคราะห์ทีละทักษะที่นำมาวินิจฉัย