บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลปรากฏว่า ได้คำตอบของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างประชากร จำนวน 320 คน นำมาวิเคราะห์แล้วเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ตามลำดับดังนี้

ตอนที่ 1 ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีข้อบกพร่องจากแบบสอบเพื่อศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชนิดเลือกตอบและชนิดความเรียง โดยเสนอในตารางที่ 3 แสดงความถี่และร้อยละของนักเรียนที่มีข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์จำแนกตามจุดประสงค์การเรียนรู้

ตอนที่ 2 ศึกษาสาเหตุข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากแบบสอบเพื่อศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชนิดเลือกตอบโดยเสนอในตารางที่ 4-18 แสดงความถี่และร้อยละของนักเรียนที่มีสาเหตุข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ จำแนกตามลักษณะข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์สำหรับแบบสอบชนิดเลือกตอบ

ตอนที่ 3 ศึกษาสาเหตุข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากแบบสอบเพื่อศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ชนิดความเรียง โดยเสนอในตารางที่ 19-33 แสดงความถี่และร้อยละของนักเรียนที่มีสาเหตุข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ จำแนกตามลักษณะข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์สำหรับแบบสอบชนิดความเรียง

ตอนที่ 4 ศึกษาลักษณะข้อบกพร่องที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีข้อบกพร่องจากแบบสอบเพื่อศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ชนิดเลือกตอบและชนิดความเรียง โดยเสนอในตารางที่ 34-35 แสดงความถี่และร้อยละของนักเรียนที่มีข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้จำแนกตามลักษณะข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

ตอนที่ 5 ศึกษาลักษณะข้อบกพร่องที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีข้อบกพร่องจากแบบสอบเพื่อศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ชนิดเลือกตอบและชนิดความเรียง โดยเสนอในตารางที่ 36 แสดงความถี่และร้อยละโดยเฉลี่ยของนักเรียนที่มีข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ในทุกจุดประสงค์การเรียนรู้ จำแนกตามลักษณะข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

ตอนที่ 1 การศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีข้อบกพร่องจากแบบสอบเพื่อศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชนิดเลือกตอบและชนิดความเรียง

ตารางที่ 3 ความถี่และร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ จำแนกตามจุดประสงค์การเรียนรู้

ชนิดของแบบสอบ	เลือกตอบ		ความเรียง		รวม	
จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ข้อที่ 1	167	52.19	175	54.69	342	53.44
ข้อที่ 2	197	61.56	72	22.50	269	42.03
ข้อที่ 3	116	36.25	78	24.38	194	30.31
ข้อที่ 4	115	35.94	118	36.88	233	36.41
ข้อที่ 5	153	47.81	139	43.44	292	45.63
ข้อที่ 6	232	72.50	112	35.00	344	53.75
ข้อที่ 7	267	83.44	97	30.31	364	56.88
ข้อที่ 8	181	56.56	64	20.00	245	38.28
ข้อที่ 9	119	37.19	89	27.81	208	32.50
ข้อที่ 10	229	71.56	81	25.31	310	48.44
ข้อที่ 11	140	43.75	114	35.63	254	39.69
ข้อที่ 12	233	72.81	110	34.38	343	53.59
ข้อที่ 13	194	60.63	105	32.81	299	46.72
ข้อที่ 14	238	74.34	121	37.81	359	56.09
ข้อที่ 15	187	58.44	125	39.06	312	48.75

จากตารางที่ 3 ผลการศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างประชากรที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากการทำแบบสอบเพื่อศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ทั้งชนิดเลือกตอบและชนิดความเรียง พบว่า นักเรียนที่มีข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์มากที่สุดร้อยละ 56.88 ในจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 7 รองลงมามีข้อบกพร่องร้อยละ 56.09 ในจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 14 และมีข้อบกพร่องร้อยละ 53.75 ในจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 6

เมื่อพิจารณาเฉพาะแบบสอบชนิดเลือกตอบพบว่า นักเรียนมีข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์มากที่สุดร้อยละ 85.44 ในจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 7 รองลงมามีข้อบกพร่องร้อยละ 74.34 ในจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 14 และมีข้อบกพร่องร้อยละ 72.81 ในจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 12

ส่วนการพิจารณาเฉพาะแบบสอบชนิดความเรียงพบว่า นักเรียนมีข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์มากที่สุดร้อยละ 54.69 ในจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 1 รองลงมามีข้อบกพร่องร้อยละ 43.44 ในจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 5 และมีข้อบกพร่องร้อยละ 39.06 ในจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 15

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 2 การศึกษาสาเหตุข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากแบบสอบเพื่อศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชนิดเลือกตอบ

ตารางที่ 4 ความถี่และร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ จากการทำแบบสอบชนิดเลือกตอบ จำแนกตามลักษณะและสาเหตุข้อบกพร่องของจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 1

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
1 การคิดคำนวณ	1 คำนวณค่าตัวแปรถูกต้องแต่ขาดความระมัดระวังในการตอบคำถาม	40	12.50
2 การคิดคำนวณ	2 ขาดทักษะในหลักการแก้ระบบสมการโดยใช้คุณสมบัติการบวก	42	13.13
3 การคิดคำนวณ	3 ขาดทักษะในหลักการแก้ระบบสมการโดยใช้คุณสมบัติการคูณ	80	25.00
4 การใช้นิยาม	4 จำนิยามอินเวอร์สการบวก สับสนกับสังยุคของจำนวนเชิงซ้อน	20	6.25
5 การใช้นิยาม	5 จำนิยามอินเวอร์สการบวก สับสนกับเอกลักษณ์การบวก	56	17.50
6 การใช้นิยาม	6 จำนิยามอินเวอร์สการคูณผิด จำเป็นอินเวอร์สการคูณของจำนวนเชิงซ้อน	13	4.06

จากตารางที่ 4 ผลการศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ในจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 1 พบว่ามีสาเหตุข้อบกพร่องมากที่สุดร้อยละ 25.00 คือการขาดทักษะในหลักการแก้ระบบสมการโดยใช้คุณสมบัติการคูณ และสาเหตุข้อบกพร่องรองลงมาร้อยละ 17.50 คือจำนิยามอินเวอร์สการบวกผิดโดยสับสนกับเอกลักษณ์การบวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5 ความถี่และร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ จากการทำแบบสอบชนิดเลือกตอบ จำแนกตามลักษณะและสาเหตุข้อบกพร่องของจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 2

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
1 การคิดคำนวณ	1 ขาดทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้น คือการบวกเศษส่วน	50	15.63
2 การคิดคำนวณ	2 ขาดทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้น เฉพาะการบวกเศษส่วนที่เป็นจำนวนบวกกับจำนวนลบ	46	14.38
3 การคิดคำนวณ	3 ขาดทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้น เฉพาะการบวกเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบกับจำนวนลบ	64	20.00
4 การใช้นิยาม	4 จำนิยามสังยุคของจำนวนเชิงซ้อนผิด โดยเข้าใจว่า a+bi = (a+b)i และแทนค่า $\sqrt{12}$ ด้วย $4\sqrt{3}$	62	19.38
5 การใช้นิยาม	5 จำนิยามของจำนวนเชิงซ้อนผิด โดยเข้าใจว่า a+bi = (a+b)i	66	20.63
6 การคิดคำนวณ	6 ขาดทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้น คือการลบจำนวนจริง	8	2.50

จากตารางที่ 5 ผลการศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ในจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 2 พบว่ามีสาเหตุข้อบกพร่องมากที่สุดร้อยละ 20.63 คือการจำนิยามของจำนวนเชิงซ้อนผิดโดยเข้าใจว่า a+bi = (a+b)i และสาเหตุข้อบกพร่องรองลงมาร้อยละ 20.00 คือขาดทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้น เฉพาะการบวกเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบกับจำนวนลบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6 ความถี่และร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ จากการทำแบบสอบชนิดเลือกตอบ จำแนกตามลักษณะและสาเหตุข้อบกพร่องของจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 3

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
1 การใช้นิยาม	1 จำนิยามสังยุคของจำนวนเชิงซ้อนผิดโดยจำเป็น (a,b)	6	1.88
2 การใช้นิยาม	2 จำนิยามสังยุคของจำนวนเชิงซ้อนผิดสับสนกับอินเวอร์สการบวก	48	15.00
3 การใช้นิยาม	3 ไม่ทราบนิยามสังยุคของจำนวนเชิงซ้อนไม่สามารถหาคำตอบได้	44	13.75
4 การใช้นิยาม	4 จำนิยามค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเชิงซ้อนผิดโดยการหาค่าสัมบูรณ์ของ (a,b) จาก $\sqrt{a^2-b^2}$	11	3.44
5 การใช้นิยาม	5 จำนิยามค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเชิงซ้อนผิด โดยการหาค่าสัมบูรณ์ของ (a,b) จาก $a^2 + b^2$	47	14.89
6 การคิดคำนวณ	6 ขาดทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้นโดยแทนค่า $(\sqrt{a})^2$ ด้วย a^2	19	5.94

จากตารางที่ 6 ผลการศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ในจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 3 พบว่ามีสาเหตุข้อบกพร่องมากที่สุดร้อยละ 15.00 คือการจำนิยามสังยุคของจำนวนเชิงซ้อนผิด โดยสับสนกับอินเวอร์สการบวกของจำนวนเชิงซ้อน และสาเหตุข้อบกพร่องรองลงมาร้อยละ 14.69 คือ การจำนิยามค่าสัมบูรณ์ผิดโดยการหาค่าสัมบูรณ์จาก a^2+b^2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 ความถี่และร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ จากการทำแบบสอบชนิดเลือกตอบ จำแนกตามลักษณะและสาเหตุข้อบกพร่องของจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 4

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
1 การใช้นิยาม	1 จำนิยามผิด โดยจำเป็น $(a,b)(c,d)=(ac-bd,bc-ad)$	15	4.69
2 การใช้นิยาม	2 จำนิยามผิด โดยจำเป็น $(a,b)(c,d)=(ac+bd,bc-ad)$	16	5.00
3 การใช้นิยาม	3 จำนิยามผิด โดยจำเป็น $(a,b)(c,d)=(ac+bd,bc+ad)$	48	15.00
4 การใช้นิยาม	4 จำนิยามผิดเป็น $(a,b)\div(c,d)=(a,b)\left(\frac{c}{c^2+d^2},\frac{d}{c^2+d^2}\right)$	26	8.13
5 การคิดคำนวณ	5 ขาดความระมัดระวังในการคำนวณ	40	12.50
6 การใช้นิยาม	6 จำนิยามผิดเป็น $(a,b)\div(c,d)=(a,b)\left(\frac{-c}{c^2+d^2},\frac{d^2}{c^2+d^2}\right)$	29	9.06

จากตารางที่ 7 ผลการศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ในจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 4 พบว่า มีสาเหตุข้อบกพร่องมากที่สุดร้อยละ 15.00 คือ จำนิยามการคูณผิดเป็น $(a,b)(c,d)=(ac+bd,bc-ad)$ และสาเหตุข้อบกพร่องรองลงมาร้อยละ 12.50 คือ ขาดความระมัดระวังในการคำนวณ

ตารางที่ 8 ความถี่และร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ จากการทำแบบสอบชนิดเลือกตอบ จำแนกตามลักษณะและสาเหตุข้อบกพร่องของจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 5

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
1 การคิดคำนวณ	1 สรุปผลไม่ครบทุกกรณี	63	19.69
2 การคิดคำนวณ	2 ขาดทักษะในหลักพีชคณิตเบื้องต้น คือการแก้สมการ	34	10.63
3 การตีความด้านภาษา	3 แปลความหมายจากประโยคภาษาเป็นประโยคสัญญลักษณ์ผิดคือเป็น $x^3+8 = 0$	20	6.25
4 การใช้กราฟ	4 เขียนกราฟผิดเป็นสังยุคของจำนวนเชิงซ้อน	27	8.44
5 การใช้ข้อมูล	5 เขียนกราฟผิด เพราะใช้ข้อมูลผิดโดยใช้ (2,-3) แทน 2i-3	54	16.88
6 การใช้กราฟ	6 เขียนกราฟผิดเพราะใช้ข้อมูลผิดคือให้ (3,2) แทน 2i-3	31	9.69

จากตารางที่ 8 ผลการศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ในจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 5 พบว่ามีสาเหตุข้อบกพร่องมากที่สุดร้อยละ 19.69 คือสรุปผลไม่ครบทุกกรณี และสาเหตุข้อบกพร่องรองลงมาร้อยละ 16.88 คือเขียนกราฟผิดเพราะใช้ข้อมูลผิด โดยใช้ (2,-3) แทน 2i - 3

ตารางที่ 9 ความถี่และร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ จากการทำแบบสอบชนิดเลือกตอบ จำแนกตามลักษณะและสาเหตุข้อบกพร่องของจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 6

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
1 การคิดคำนวณ	1 ขาดทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้นคือการบวกจำนวนจริง	52	16.25
2 การใช้นิยาม	2 ประยุกต์ใช้ข้อมูลกับนิยามไม่ถูกต้อง	56	17.50
3 การคิดคำนวณ	3 ทำผิดขั้นตอนที่ถูกต้องในการคำนวณ	122	38.13
4 การคิดคำนวณ	4 ขาดทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้นคือการบวกจำนวนเต็ม	58	18.13
5 การคิดคำนวณ	5 ขาดทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้นคือการลบจำนวนเต็ม	30	9.38
6 การคิดคำนวณ	6 ขาดทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้นคือการหารจำนวนเต็ม	31	9.69

จากตารางที่ 8 ผลการศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ในจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 6 พบว่ามีสาเหตุข้อบกพร่องมากที่สุดร้อยละ 38.13 คือทำผิดขั้นตอนที่ถูกต้องในการคำนวณ และสาเหตุข้อบกพร่องรองลงมาร้อยละ 18.13 คือการขาดทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้นคือการบวกจำนวนเต็ม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 10 ความถี่และร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ จากการทำแบบสอบชนิดเลือกตอบ จำแนกตามลักษณะและสาเหตุข้อบกพร่องของจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 7

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
1 การพิสูจน์	1 ขาดทักษะในการเลือกทฤษฎีที่เหมาะสมมาใช้ในการพิสูจน์	40	12.50
2 การใช้ทฤษฎี	2 ประยุกต์ใช้ข้อมูลกับทฤษฎีไม่ถูกต้อง	128	40.00
3 การพิสูจน์	3 เลือกใช้คุณสมบัติที่ไม่สามารถสรุปได้ในเซตที่กำหนดให้คือคุณสมบัติการสลับที่	70	21.88
4 การใช้ทฤษฎี	4 ประยุกต์ใช้ข้อมูลกับทฤษฎีไม่ถูกต้อง	13	4.06
5 การพิสูจน์	5 ขาดทักษะในการเลือกคุณสมบัติของจำนวนจริงมาใช้ในการพิสูจน์	91	28.44
6 การใช้ข้อมูล	6 สรุปผลจากการใช้ข้อมูลไม่ถูกต้อง	59	18.44

จากตารางที่ 10 ผลการศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ในจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 7 พบว่ามีสาเหตุข้อบกพร่องมากที่สุดร้อยละ 40.00 คือประยุกต์ใช้ข้อมูลกับทฤษฎีไม่ถูกต้อง และสาเหตุข้อบกพร่องรองลงมาร้อยละ 28.44 คือขาดทักษะในการเลือกคุณสมบัติของจำนวนจริงมาใช้ในการพิสูจน์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 11 ความถี่และร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ จากการทำแบบสอบชนิดเลือกตอบ จำแนกตามลักษณะและสาเหตุข้อบกพร่องของจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 8

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
1 การตีความด้านภาษา	1 เข้าใจคำถามคลาดเคลื่อนโดยตอบเป็นค่าตัวแปรแทน	56	17.50
2 การคิดคำนวณ	2 ขาดทักษะในหลักพีชคณิตเบื้องต้นคือการแก้สมการและตอบเป็นค่าตัวแปร	72	22.50
3 การคิดคำนวณ	3 ขาดทักษะในหลักพีชคณิตเบื้องต้นคือการแก้สมการ	32	10.00
4 การตีความด้านภาษา	4 ขาดทักษะการใช้ภาษาทำให้เข้าใจคำถามคลาดเคลื่อนเป็นพจน์แรก	15	4.69
5 การคิดคำนวณ	5 ขาดทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้นคือการคูณ การลบจำนวนจริง	61	19.06
6 การใช้นิยาม	6 ประยุกต์ใช้ข้อมูลกับนิยามไม่ถูกต้อง	36	11.25

จากตารางที่ 11 ผลการศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ในจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 8 พบว่ามีสาเหตุข้อบกพร่องมากที่สุดร้อยละ 22.50 คือขาดทักษะในหลักพีชคณิตเบื้องต้นในการแก้สมการและตอบเป็นค่าตัวแปร และสาเหตุข้อบกพร่องรองลงมาร้อยละ 19.06 คือขาดทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้น คือการคูณ การลบจำนวนจริง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 12 ความถี่และร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ จากการทำแบบสอบชนิดเลือกตอบ จำแนกตามลักษณะและสาเหตุข้อบกพร่องของจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 9

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
1 การคิดคำนวณ	1 ขาดความระมัดระวังหรือสะเพร่าในการเขียนตัวเลขที่คำนวณได้	22	6.88
2 การคิดคำนวณ	2 ขาดทักษะในหลักพีชคณิตเบื้องต้นคือการแก้สมการ	33	10.31
3 การคิดคำนวณ	3 ขาดทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้นเรื่องการคูณหารจำนวนจริง	38	11.88
4 การใช้นิยาม	4 จำนิยามผิด คือใช้อัตราส่วนร่วมจากอัตราส่วนของพจน์ที่ n ต่อพจน์ที่ n+1	13	4.06
5 การใช้นิยาม	5 จำนิยามผิด และขาดทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้นคือการหารจำนวนจริง	41	12.81
6 การคิดคำนวณ	6 ขาดทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้นคือการหารจำนวนจริง	32	10.00

จากตารางที่ 12 ผลการศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ในจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 9 พบว่ามีสาเหตุข้อบกพร่องมากที่สุดร้อยละ 12.81 คือการจำนิยามผิด และขาดทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้นเรื่องการหารจำนวนจริง และสาเหตุข้อบกพร่องรองลงมาร้อยละ 11.88 คือขาดทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้นเรื่องการคูณ หารจำนวนจริง

ตารางที่ 13 ความถี่และร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ จากการทำแบบสอบชนิดเลือกตอบ จำแนกตามลักษณะและสาเหตุข้อบกพร่องของจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 10

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
1 การตีความด้านภาษา	1 แปลความหมายจากประโยคภาษาเป็นประโยคสัญญลักษณ์ไม่ถูกต้อง	90	28.13
2 การตีความด้านภาษา	2 ประยุกต์ใช้ข้อมูลกับสูตรพจน์ที่ n ของลำดับเลขคณิตไม่ถูกต้อง	24	7.50
3 การคิดคำนวณ	3 ขาดทักษะในหลักพีชคณิตเบื้องต้นคือการแก้สมการ	35	10.94
4 การตีความด้านภาษา	4 ขาดทักษะการใช้ภาษาทำให้เข้าใจคำถามคลาดเคลื่อนไป	31	9.69
5 การใช้นิยาม	5 ประยุกต์ใช้ข้อมูลกับสูตรพจน์ที่ n ของลำดับเรขาคณิตไม่ถูกต้อง	153	47.81
6 การใช้สูตร	6 ใช้สูตรพจน์ที่ n ของลำดับผิดเป็น $a_n=a_1r^{n+1}$	11	3.44

จากตารางที่ 13 ผลการศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ในจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 10 พบว่า มีสาเหตุข้อบกพร่องมากที่สุดร้อยละ 47.81 คือจำประยุกต์ใช้ข้อมูลกับสูตรพจน์ที่ n ของลำดับเรขาคณิตไม่ถูกต้อง และสาเหตุข้อบกพร่องรองลงมาร้อยละ 28.31 คือ แปลความหมายจากประโยคภาษาเป็นประโยคสัญญลักษณ์ไม่ถูกต้อง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 14 ความถี่และร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ จากการทำแบบสอบชนิดเลือกตอบ จำแนกตามลักษณะและสาเหตุข้อบกพร่องของจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 11

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
1 การใช้กราฟ	1 อ่านกราฟไม่ถูกวิธีทำให้ได้ข้อมูลผิด	26	8.13
2 การใช้กราฟ	2 อ่านกราฟถูกแต่สรุปผิด	40	12.50
3 การใช้กราฟ	3 อ่านกราฟผิดและสรุปผิดด้วย	21	6.56
4 การใช้นิยาม	4 สรุปผลจากนิยามไม่ถูกต้อง	39	12.19
5 การใช้นิยาม	5 ใช้นิยามผิดจากเงื่อนไขที่กำหนดไว้	49	15.31
6 การใช้นิยาม	6 ประยุกต์ใช้ข้อมูลกับนิยามไม่ถูกต้อง	35	10.94

จากตารางที่ 14 ผลการศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ในจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่11 พบว่ามีสาเหตุข้อบกพร่องมากที่สุดร้อยละ 15.31 คือการใช้นิยามผิดจากเงื่อนไขที่กำหนดไว้ และสาเหตุข้อบกพร่องรองลงมาร้อยละ 12.50 คืออ่านกราฟถูกแต่สรุปผิด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 15 ความถี่และร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ จากการทำแบบสอบชนิดเลือกตอบ จำแนกตาม ลักษณะและสาเหตุข้อบกพร่องของจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 12

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
1 การใช้นิยาม	1 ประยุกต์ใช้ข้อมูลกับนิยามไม่ถูกต้อง	33	10.31
2 การตีความด้านภาษา	2 ไม่เข้าใจความหมายของสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ทำให้ตีความหมายของสัญลักษณ์ผิด	38	11.88
3 การคิดคำนวณ	3 ขาดทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้นคือการบวกลบจำนวนเต็มและการหาค่าเลขยกกำลัง	99	30.94
4 การใช้คุณสมบัติของ $\sum$	4 ใช้คุณสมบัติของ $\sum$ ผิด คือใช้ $\sum_{n=1}^{5} 9$ แทนด้วย 9 และขาดทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้นคือการบวกจำนวนเต็ม	22	6.88
5 การใช้คุณสมบัติของ $\sum$	5 ใช้คุณสมบัติของ $\sum$ ผิดโดยใช้ $\sum_{n=1}^{5} 9$ แทนด้วย 9	131	40.94
6 การคิดคำนวณ	6 ขาดทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้นคือการบวกจำนวนเต็ม	26	8.13

จากตารางที่ 15 ผลการศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ในจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 12 พบว่ามีสาเหตุข้อบกพร่องมากที่สุดร้อยละ 40.94 คือใช้คุณสมบัติของ $\sum$ ผิด โดยใช้ $\sum_{n=1}^{5} 9$ แทนด้วย 9 และสาเหตุข้อบกพร่องรองลงมาร้อยละ 30.94 คือขาดทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้นคือ การบวก ลบ จำนวนเต็มและการหาค่าเลขยกกำลัง

ตารางที่ 16 ความถี่และร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ จากการทำแบบสอบชนิดเลือกตอบ จำแนกตามลักษณะและสาเหตุข้อบกพร่องของจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 13

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
1 การคิดคำนวณ	1 ขาดทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้นคือการบวกลบจำนวนจริงและการหาค่าเลขยกกำลัง	45	14.06
2 การใช้นิยาม	2 สรุปผลจากการใช้นิยามไม่ถูกต้อง	34	10.63
3 การใช้ข้อมูล	3 ใช้ข้อมูลที่ผิดในการหาค่าผลบวกของอนุกรม	115	35.94
4 การใช้นิยาม	4 ประยุกต์ใช้ข้อมูลกับนิยามไม่ถูกต้องโดยใช้ข้อสรุปของอนุกรมเรขาคณิตว่าเป็นอนุกรมไดเวอร์เจนต์	26	8.13
5 การคิดคำนวณ	5 ขาดทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้นคือการบวก ลบจำนวนเต็ม	21	6.56
6 การใช้ข้อมูล	6 สรุปผลจากการใช้ข้อมูลผิด คือหาผลบวกพจน์ที่ n ของอนุกรมผิด	50	15.63

จากตารางที่ 16 ผลการศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ในจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 13 พบว่ามีสาเหตุข้อบกพร่องมากที่สุดร้อยละ 35.94 คือการใช้ข้อมูลที่ผิดในการหาผลบวกของอนุกรม และสาเหตุข้อบกพร่องรองลงมาร้อยละ 15.63 คือสรุปผลจากการใช้ข้อมูลผิด คือหาผลบวกพจน์ที่ n ของอนุกรมผิด

ตารางที่ 17 ความถี่และร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ จากการทำแบบสอบชนิดเลือกตอบ จำแนกตามลักษณะและสาเหตุข้อบกพร่องของจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 14

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
1 การคิดคำนวณ	1 ขาดความระมัดระวังในการเขียนตัวเลขที่คำนวณได้	22	6.88
2 การคิดคำนวณ	2 ขาดทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้นคือการบวกลบจำนวนเต็ม	95	29.69
3 การคิดคำนวณ	3 ขาดทักษะในหลักพีชคณิตเบื้องต้นคือการแก้สมการ	60	18.75
4 การคิดคำนวณ	4 ขาดทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้นคือการบวก ลบ คูณ หารจำนวนจริง	78	24.38
5 การคิดคำนวณ	5 ขาดทักษะในหลักพีชคณิตเบื้องต้นคือการแก้สมการ	56	17.50
6 การคิดคำนวณ	6 ขาดทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้นคือการบวกลบคูณหารจำนวนจริงและขาดทักษะในหลักพีชคณิตเบื้องต้นคือการแก้สมการ	47	14.69

จากตารางที่ 17 ผลการศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ในจุดประสงค์การเรียนรู้ที่14 พบว่ามีสาเหตุข้อบกพร่องมากที่สุดร้อยละ 28.69 คือขาดทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้นคือ การบวกลบจำนวนเต็ม และสาเหตุข้อบกพร่องรองลงมาร้อยละ 24.38 คือขาดทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้นคือ การบวก ลบ คูณ หารจำนวนจริง

ตารางที่ 18 ความถี่และร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ จากการทำแบบสอบชนิดเลือกตอบ จำแนกตามลักษณะและสาเหตุข้อบกพร่องของจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 15

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
1 การคิดคำนวณ	1 ขาดความระมัดระวังในการเขียนตัวเลขที่ได้จากการคำนวณ	45	14.06
2 การคิดคำนวณ	2 ขาดทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้นคือการแก้สมการ	72	22.50
3 การใช้สูตร	3 ประยุกต์ใช้ข้อมูลกับสูตรไม่ถูกต้องและขาดทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้นคือการแก้สมการ	26	8.13
4 การใช้ข้อมูล	4 ใช้ข้อมูลที่ผิดในการคำนวณคือ แทนค่าอัตราส่วนร่วมด้วย $\frac{5}{2}$	71	22.19
5 การคิดคำนวณ	5 ขาดทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้นคือการบวกลบ จำนวนจริง	42	13.13
6 การตีความด้านภาษา	6 ขาดทักษะการใช้ภาษา ทำให้เข้าใจคำถามคลาดเคลื่อนไป	25	7.81

จากตารางที่ 18 ผลการศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ในจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 15 พบว่ามีสาเหตุข้อบกพร่องมากที่สุดร้อยละ 22.50 คือขาดทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้นคือ การแก้สมการและสาเหตุข้อบกพร่องรองลงมาร้อยละ 22.19 คือใช้ข้อมูลที่ผิดในการคำนวณคือแทนค่าอัตราส่วนร่วมด้วย $\frac{5}{2}$

ตอนที่ 2 การศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แบบสอบชนิดความเรียง

ตารางที่ 19 ความถี่และร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ จากการทำแบบสอบชนิดความเรียง จำแนกตามลักษณะและสาเหตุข้อบกพร่องของจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 1

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
1 การใช้ข้อมูล	1 การใช้ข้อมูลผิด		
1.1 การใช้ข้อมูลในการคำนวณหรือการพิสูจน์	1.1 ใช้ข้อมูลที่ผิดในการคำนวณเช่น ใช้ $z_1=10$	11	3.44
1.2 การใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องในขั้นตอนการแก้ปัญหา	1.2 ละเลยข้อมูลที่จำเป็นในขั้นตอนการแก้ปัญหาและใช้ข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องแทน เช่นแสดงวิธีทำดังนี้ $3x^2-y^2+z=0$ และ $y^2+2=0$ $3x^2+2=0$ $y=2^2$ $x^2=\frac{-2}{3}$ $y=4$ $x=\frac{2}{3}$	3	0.94
1.3 การพิจารณาหน่วยของข้อมูล	1.3 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
1.4 การสรุปผลจากการใช้ข้อมูล	1.4 สรุปผลจากการใช้ข้อมูลที่มีอยู่ไม่ถูกต้องเช่นหาค่า $x=4, y=-2$ ได้ถูกต้องแต่ไม่หาค่า z_1 และ z_2 แล้วสรุปผิดเช่นสรุปว่า อินเวอร์สการบวกคือ $(-4,2)$ อินเวอร์สการคูณคือ $\left(\frac{4}{4^2+(-2)^2}, \frac{-(-2)}{4^2+(-2)^2}\right)$	6	1.88

ตารางที่ 19 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
2 การใช้คุณสมบัตินิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2 การใช้นิยามผิด		
2.1 การจำคุณสมบัตินิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2.1 จำนิยามอินเวอร์สการบวกและอินเวอร์สการคูณผิด เช่นสรุปว่าอินเวอร์สการบวกของ z_1 มีค่าดังนี้ $(-10,8),(10,-8),\left(\frac{25}{41},\frac{16}{164}\right)$ $(0,0),(-10,0)$ และสรุปว่าอินเวอร์สการคูณของ z_2 มีค่าดังนี้ $(14,8),\left(\frac{5}{82},\frac{2}{41}\right),\left(\frac{25}{41},\frac{-16}{164}\right)$ $\left(\frac{10}{\sqrt{164}},\frac{-8}{\sqrt{164}}\right)$	65	20.31
2.2 การใช้คุณสมบัตินิยาม กฎ สูตร ทฤษฎีตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้	2.2 ใช้นิยามอินเวอร์สการบวกหรืออินเวอร์สการคูณผิดเงื่อนไขที่กำหนดไว้คือ สรุปว่า $z_1=x-2y=10-2y$ $x=8y$ $z_2=3x+y=8-3x$ $y=5x$ แล้วสรุปว่าอินเวอร์สการบวกคือ $\left(\frac{16}{164},\frac{2}{164}\right)$ อินเวอร์สการคูณคือ $\left(\frac{10}{-164},\frac{8}{164}\right)$	18	5.63

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 19 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
2.3 การประยุกต์ใช้ข้อมูลกับคุณสมบัตินิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2.3 ประยุกต์ใช้ข้อมูลกับนิยามอินเวอร์สการบวกและอินเวอร์สการคูณไม่ถูกต้อง เช่นสรุปว่า $z_1=(10,-6)$ มีอินเวอร์สการบวกคือ $(-10,6)$ $z_1=(10,0)$ มีอินเวอร์สการบวกคือ $(-10,0)$ หรือสรุปว่า $z_2=(10,8)$ มีอินเวอร์สการคูณคือ $\left(\frac{5\sqrt{41}}{41},\frac{-4\sqrt{41}}{41}\right)$. z_2 มีอินเวอร์สการคูณคือ $\frac{1}{(10+8i)(10-8i)}(10-8i) = \frac{5+8i}{32}$	11	3.44
2.4 การสรุปผลจากการใช้คุณสมบัตินิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2.4 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
3 การคิดคำนวณ	3 การคิดคำนวณผิด		
3.1 ทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้น	3.1 ขาดทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้นคือ การบวกลบจำนวนเต็ม โดยหาค่า $x=4,y=-2$ ได้ถูกต้อง แต่เมื่อนำ x,y ไปแทนค่าหา z_1 ได้ $(10,-8)$ และ $z_2=(-10,0)$	8	2.50

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 19 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
3.2 ทักษะในหลักพีชคณิตเบื้องต้น	3.2 ขาดทักษะในหลักพีชคณิตเบื้องต้นเรื่องการแก้ระบบสมการคือใช้เงื่อนไขนิยามการเท่ากันของจำนวนเชิงซ้อนสรุปได้ว่า $x-2y = 8$ (1) $3x+y = 10$ (2) แต่แก้ระบบสมการผิด ทำให้ได้ค่า x,y ผิด เช่นคำนวณได้ $x=-8, y=-\frac{1}{2}$ หรือ $x=10, y=\frac{-4}{3}$ $x=14, y=8$ หรือ $x=10, y=29$ $x=7, y=-11$ หรือ $x=2, y=4$ หมายเหตุ การหาค่าx,yผิดทำให้สรุปค่าอินเวอร์สการบวกและอินเวอร์สการคูณผิดไปด้วย	48	15.00
3.3 ความระมัดระวังในการเขียนตัวเลขที่คำนวณได้ แล้วต่อเนื่องในการคำนวณ	3.3 ขาดความระมัดระวังหรือสะเพร่าในการเขียนตัวเลข, การเขียนสัญลักษณ์ของจำนวนเชิงซ้อน เช่น ไม่เขียนวงเล็บเป็น $\frac{10}{164}, \frac{-8}{164}$ หรือคำนวณค่า x,y ได้ถูกต้องแต่บรรทัดต่อมาเขียนค่าผิดเป็น $x = -4, y = 2$	23	7.19
3.4 การทำขั้นตอนที่ถูกต้องของหลักการคำนวณ	3.4 ไม่มีข้อบกพร่อง		

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 19 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
3.5 ทักษะในการเลือกคุณสมบัติของจำนวนจริง มาใช้ในการการคำนวณ หรือการพิสูจน์	3.5 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
4. การตีความด้านภาษา	ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
5. การใช้กราฟแผนภาพหรือตาราง	ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
6. การตรวจสอบการแก้ปัญหา	6.ขาดการตรวจสอบการแก้ปัญหา		
6.1 การทำตามขั้นตอนจนได้คำตอบที่ถูกต้อง	6.1 ขั้นตอนผิด แต่คำตอบถูกต้อง เช่น หาค่า x,y ผิด แต่สรุปอินเวอร์สการบวกและอินเวอร์สการคูณถูกต้อง	2	0.63
6.2 การทำตามขั้นตอนจนได้คำตอบเป็นผลสำเร็จ ตามหลักคณิตศาสตร์	6.2 ขั้นตอนถูกต้องแต่คำตอบไม่เป็นผลสำเร็จตามหลักคณิตศาสตร์ เช่น อินเวอร์สการคูณของ $Z_2=\left(\frac{10}{164}, \frac{-8}{164}\right)$	24	7.50
6.3 การตอบในสิ่งที่โจทย์ถามจนครบและแสดงวิธีทำจนเสร็จ	6.3 ตอบไม่ครบตามที่โจทย์ถาม เช่น หาแต่ค่า x,y ไม่ตอบค่าอินเวอร์สการบวกและอินเวอร์สการคูณ	44	13.75

จากตารางที่ 19 ผลการศึกษาข้อบกพร่องของการเรียนคณิตศาสตร์ในจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 1 พบว่ามีหลายสาเหตุข้อบกพร่องมากที่สุดร้อยละ 20.31 เรื่องจำนิยามอินเวอร์สการบวก และอินเวอร์สการคูณผิด และสาเหตุข้อบกพร่องรองลงมาร้อยละ 15.00 เรื่องขาดทักษะในหลักพีชคณิตเบื้องต้นเรื่องการแก้ระบบสมการ

ตารางที่ 20 ความถี่และร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ จากการทำแบบทดสอบชนิดความเรียง จำแนกตามลักษณะและสาเหตุข้อบกพร่องของจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 2

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
1. การใช้ข้อมูล	1. การใช้ข้อมูลผิด		
1.1 การใช้ข้อมูลในการคำนวณ	1.1 เขียนโจทย์ผิดเช่นเขียนเป็น $(2,-7)-[(-4,5)+(-6,9)]$ หรือ $(2,-7)-[(-4,-5)+(-6,9)]$	11	3.44
1.2 การใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องในขั้นตอนการแก้ปัญหา	1.2 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
1.3 การพิจารณาหน่วยของข้อมูล	1.3 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
1.4 การสรุปผลจากการใช้ข้อมูล	1.4 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
2. การใช้คุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2. การใช้นิยามผิด		
2.1 การจำคุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2.1 จำนิยามการลบผิด แล้วหาค่าการลบโดยบวกกับสังยุค เช่น $(2,-7)-(-10,4)=(-8,-11)$	4	1.25
2.2 การใช้คุณสมบัตินิยาม กฎ สูตร ทฤษฎีตามเงื่อนไข	2.2 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
2.3 การประยุกต์ใช้ข้อมูลกับคุณสมบัตินิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2.3 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
2.4 การสรุปผลจากการใช้คุณสมบัตินิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2.4 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-

ตารางที่ 20 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
3. การคิดคำนวณ หรือการพิสูจน์	3. การคิดคำนวณผิด		
3.1 ทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้น	3.1 ขาดทักษะในหลักเลขคณิต เรื่องการบวกลบจำนวนเต็ม เช่น แสดงวิธีทำดังนี้ (2-7i)-[(-4-5i)+ (-6+9i)] = (2-7i)-(10-4i) = -8-3i,12+11i,8-12i	35	10.94
3.2 ทักษะในหลักพีชคณิตเบื้องต้น	3.2 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
3.3 ความระมัดระวังในการเขียนตัวเลขสัญญลักษณ์ ในทางคณิตศาสตร์	3.3 ขาดความระมัดระวังในการเขียนตัวเลขคือ แสดงการคำนวณได้ถูกต้อง แต่เขียนผิดในบรรทัดต่อมา เช่น (2,-7)-[(-4,-5)+(-6,9)] =(2,-7)-(-10,4) =(2,-7)-(10,-4) =(-12,3) หรือไม่เขียนวงเล็บในการเขียนจำนวนเชิงซ้อน เช่น 12,-13	15	4.69

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 20 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
3.4 การทำตามขั้นตอนที่ถูกต้องของหลักการคำนวณ	3.4 ทำผิดขั้นตอนที่ถูกต้องของหลักการคำนวณ เช่นแสดงการคำนวณโดยไม่ทำในวงเล็บก่อน เช่น แสดงวิธีทำดังนี้ $(2,-7)-[(-4,-5)+(-6,9)]$ $=2-7i+4+5i-6-9i$ $=8-12i$ หรือ $(2,-7)-[(-4,5)+(-6,9)]$ $=2+7i-4i-5i-6-9i$ $=-7-8i$	4	1.25
3.5 ทักษะในการเลือกคุณสมบัติของจำนวนจริงมาใช้ในการคำนวณหรือการพิสูจน์	3.5 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
4 การตีความด้านภาษา	4 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
5 การใช้กราฟ แผนภาพ ตาราง	5 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
6 การตรวจสอบการแก้ปัญหา	6 ไม่มีการตรวจสอบในการแก้ปัญหา		
6.1 การทำตามขั้นตอนจนได้คำตอบที่ถูกต้อง	6.1 ขั้นตอนผิด แต่คำตอบถูกต้อง ดังแสดงวิธีทำต่อไปนี้ $(2,-7)-[(-4,-5)+(-6,9)]$ $=(2,-7)-(10,-4)$ $=(12,-11)$	3	0.94
6.2 การทำตามขั้นตอนที่ถูกต้องแล้ว ตอบเป็นผลสำเร็จ ตามหลักคณิตศาสตร์	6.2 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-

ตารางที่ 20 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
6.3 การตอบตามที่โจทย์ถามจนครบและแสดงวิธีทำจนเสร็จ	6.3 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-

จากตารางที่ 20 ผลการศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ในจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 2 พบว่ามีสาเหตุข้อบกพร่องมากที่สุดร้อยละ 10.94 เรื่องการใช้ข้อมูลที่ผิดในการคำนวณเช่นเขียนโจทย์ผิดและสาเหตุข้อบกพร่องรองลงมาร้อยละ 4.69 เรื่องการขาดความระมัดระวังในการเขียนตัวเลข

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 21 ความถี่และร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ จากการทำแบบสอบชนิดความเรียงจำแนกตามลักษณะและสาเหตุข้อบกพร่อง ของจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 3

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
1. การใช้ข้อมูล	1. ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
2. การใช้คุณสมบัตินิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2. การใช้นิยามผิด		
2.1 การจำคุณสมบัตินิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2.1 จำนิยามค่าสัมบูรณ์ของค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเชิงซ้อน a+bi ผิด เช่น จำเป็น $\|z\| = \sqrt{a^2+b^2}$ $\|z\| = \sqrt{(a-bi)(a+bi)}$ $\|z\| = \frac{a-bi}{a+bi}$ $\|z\| = a^2+b^2$ หรือจำนิยามของสังยุคของ z เป็นอินเวอร์สการบวกแทน	55	17.19
2.2 การใช้คุณสมบัตินิยาม กฎ สูตร ทฤษฎีตามเงื่อนไข	2.2 ใช้นิยามสังยุคของจำนวนเชิงซ้อนผิดเงื่อนไข โดยไม่เปลี่ยนจำนวนเชิงซ้อนให้อยู่ในรูป a+bi ก่อน เช่น สังยุคของจำนวนเชิงซ้อนแทนด้วย $12i^3-5i^4, -5+12i, -12i-5$	20	6.25

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 21 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
2.3 การประยุกต์ใช้ข้อมูลกับคุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2.3 ประยุกต์ใช้ข้อมูลกับนิยามการหาค่าสัมบูรณ์และค่าสังยุคของจำนวนเชิงซ้อนไม่ถูกต้อง เช่น แสดงวิธีทำดังนี้ $\|5-12i\| = \sqrt{(5-12i)(5+12i)}$ $\|z\| = \sqrt{(12i^3)^2+(5i^4)^2}$ $= \sqrt{-144+25}$ $= \sqrt{119}, 17, 19, 21$ สังยุคของ z คือ $\frac{1}{(5-12i)(5+12i)}$ $= \frac{5+12i}{-119} = -17i$	5	1.56
2.4 การสรุปผลจากการใช้คุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
3 การคิดคำนวณหรือการพิสูจน์	3 การคิดคำนวณผิด		
3.1 ทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้น	3.1 ขาดทักษะในหลักเลขคณิตคือการหาค่า $\sqrt{a^2+b^2}$ เช่น $\|z\| = \sqrt{5^2+12^2} = \sqrt{169} = \pm 13$ หรือ $\|z\| = -13$	21	6.56
3.2 ทักษะในหลักพีชคณิตเบื้องต้น	3.2 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
3.3 ความระมัดระวังในการเขียนตัวเลขสัญลักษณ์	3.3 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
3.4 การทำตามขั้นตอนของหลักการคำนวณ	3.4 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 21 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
3.5 ทักษะในการเลือกคุณสมบัติของจำนวนจริงมาใช้ในการคำนวณหรือการพิสูจน์	3.5 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
4 การตีความด้านภาษา	4 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
5 การใช้กราฟแผนภาพตาราง	5 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
6 การตรวจสอบการแก้ปัญหา	6 ขาดการตรวจสอบการแก้ปัญหา		
6.1 การทำตามขั้นตอนจนได้คำตอบที่ถูกต้อง	6.1 ขั้นตอนผิดแต่คำตอบถูกต้องเช่น หาค่า z ได้ $-12i-5$ แต่ตอบว่าสังยุคของ z คือ $12i+5$ ถูกต้อง หรือหา $\|z\| = \sqrt{12^2+5^2} = \sqrt{144+25} = \sqrt{196} = 13$	2	0.63
6.2 การทำตามขั้นตอนที่ถูกต้องแล้ว ตอบเป็นผลสำเร็จตามหลักคณิตศาสตร์	6.2 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
6.3 การตอบครบตามที่โจทย์ถาม หรือแสดงวิธีทำจนเสร็จ	6.3 ตอบไม่ครบตามที่โจทย์ถามเช่น ตอบเพียงค่าใดค่าหนึ่ง คือค่าสัมบูรณ์ของ z หรือสังยุคของz เท่านั้น	13	4.06

จากตารางที่ 21 ผลการศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ในจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 3 พบว่ามีสาเหตุข้อบกพร่องมากที่สุดร้อยละ 17.19 เรื่องการจำนิยามค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเชิงซ้อนผิด และสาเหตุข้อบกพร่องรองลงมาร้อยละ 6.56 เรื่องการขาดทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้นคือการหาค่า $\sqrt{a^2+b^2}$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 22 ความถี่และร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์จากการทำแบบสอบชนิดความเรียงจำแนกตามลักษณะและสาเหตุข้อบกพร่องของจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 4

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
1. การใช้ข้อมูล	1. การใช้ข้อมูลผิด		
1.1 การใช้ข้อมูลในการคำนวณหรือพิสูจน์	1.1 ใช้ข้อมูลที่ผิดในการคำนวณ เช่น เขียนแสดงวิธีทำเป็น $[(2,-4)(1,3)]\div(1,1)^2$ หรือ $\frac{(2+4i)(i+3)}{(1+i)^2}$	15	4.69
1.2 การใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องในขั้นตอนการแก้ปัญหา	1.2 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
1.3 การพิจารณาหน่วยของข้อมูล	1.3 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
1.4 การสรุปผลจากการใช้ข้อมูล	1.4 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
2 การใช้คุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2 การใช้นิยามผิด		
2.1 การจำคุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2.1 จำนิยามการคูณของจำนวนเชิงซ้อนผิด เช่น ใช้นิยาม $(a,b)(c,d) = (ac+bd, bc+ad)$ คือ $(2,-4)(-1,3)=(-2+6,4+6)$ $=(4,10)$ หรือใช้ $i^2=1$ เช่น $(2-4i)(-1+3i)=-2+4i+6i+12$ $= 12+10i$	58	18.13

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 22 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
2.2 การใช้คุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร ทฤษฎีตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้	2.2 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
2.3 การประยุกต์ใช้ข้อมูลกับคุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2.3 ประยุกต์ใช้ข้อมูลกับนิยามการคูณและการหารจำนวนเชิงซ้อนไม่ถูกต้องเช่นแสดงวิธีทำดังนี้ $[(2,-4)(-1,3)]\div(1,-1)^2$ $= \frac{(10,10)}{-2i}$ $= \frac{-5+5i}{i} \times \frac{i}{i}$ $= -5i+5$ หรือแสดงวิธีทำ $[(2,-4)(-1,3)]\div(1,-1)^2$ $= (10,2)\left(\frac{1^2}{(1^2)^2+(-1^2)^2}, \frac{-(-1)^2}{(1^2)^2+(-1^2)^2}\right)$ $=(10,2)\left(\frac{1}{2},\frac{-1}{2}\right)$ $=(6,4)$	10	3.13
2.4 การสรุปผลจากการใช้คุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2.4 ไม่มีข้อบกพร่อง		

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 22 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
3 การคิดคำนวณหรือการพิสูจน์	3 การคิดคำนวณผิด		
3.1 ทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้น	3.1 ขาดทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้นคือการบวกลบคูณหารจำนวนจริง เช่น การแสดงวิธีทำดังนี้ $[(2,-4)(-1,3)]\div(1,-1)^2$ $= (-14,10)\div(2,-2)$ หรือ $[(2,-4)(-1,3)-(1,-1)^2$ $=[2(-1)-(-4)3,(2x3)+(-4)(-1)]\div(1,-1)^2$ $= (10,-2)\div(0,2)$ $= (1,5)$	61	19.06
3.2 ทักษะในหลักพีชคณิตเบื้องต้น	3.2 ขาดทักษะในหลักพีชคณิตเบื้องต้นคือการบวกลบคูณหารพหุนาม เช่นการแสดงวิธีทำดังต่อไปนี้ $[(2,-4)(-1+3i)]\div(1-i)^2$ $=[-2+4i+3i+12]\div(1+i-2i)$ $=\frac{(10+7i)}{(2-2i)} \times \frac{(2+2i)}{(2+2i)}$ $=\frac{20+14i+20i-14}{4+4}$ $= \frac{6}{8} + \frac{34i}{8}$	12	3.75

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 22 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
3.3 ความระมัดระวังในการเขียนตัวเลขสัญญลักษณ์	3.3 ขาดความระมัดระวังในการเขียนสัญญลักษณ์ หรือตัวเลขที่คำนวณได้เช่น 10+10i เขียนเป็น 10-10i หรือคำนวณ $(1,-1)^2$ ได้ (0,-2) แต่เขียนเป็น -2 หรือ 2i	9	2.81
3.4 การทำตามขั้นตอนที่ถูกต้องของหลักการคำนวณ	3.4 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
3.5 ทักษะในการเลือกคุณสมบัติของจำนวนจริงมาใช้ในการคำนวณหรือการพิสูจน์	3.5 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
4 การตีความด้านภาษา	4 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
5 การใช้กราฟแผนงานตาราง	5 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
6 การตรวจสอบการแก้ปัญหา	6 ขาดการตรวจสอบการแก้ปัญหา		
6.1 การทำตามขั้นตอนจนได้คำตอบที่ถูกต้อง	6.1 ขั้นตอนผิดแต่คำตอบถูกต้องเช่น แสดงวิธีทำดังนี้ $[(2,-4)(-1,3)]\div(1,-1)^2$ $=(10,10)\div(2,1)$ $=(-5,5)$	2	0.63
6.2 การทำตามขั้นตอนที่ถูกต้องแล้วตอบเป็นผลสำเร็จตามหลักคณิตศาสตร์	6.2 คำตอบไม่เป็นผลสำเร็จเพราะไม่ทอนให้เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ เช่น ตอบเป็น $\frac{-10}{2}$ $\frac{+10i}{2}$	8	2.50

ตารางที่ 22 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
6.3 การตอบครบตามที่โจทย์ถามหรือแสดงวิธีทำจนสำเร็จ	6.3 ทำไม่เสร็จก็ตอบ เช่น แสดง วิธีทำ $[(2,-4)(-1,3)](1,-1)^2$ $=(10,10)(0,-1)$ $=\frac{10+10i}{-2i}$ ตอบ	2	0.63

จากตารางที่ 22 ผลการศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ในจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 4 พบว่ามีสาเหตุข้อบกพร่องมากที่สุดร้อยละ 19.06 เรื่องการขาดทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้นคือการบวก ลบ คูณ หาร จำนวนจริง และสาเหตุข้อบกพร่องรองลงมาร้อยละ 18.13 เรื่องการจำนิยามการคูณของจำนวนเชิงซ้อนผิด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 23 ความถี่ร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์จากการทำแบบสอบชนิดความเรียง จำแนกตามลักษณะและสาเหตุข้อบกพร่องของจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 5

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
1 การใช้ข้อมูล	1 การใช้ข้อมูลผิด		
1.1 การใช้ข้อมูลในการคำนวณหรือการพิสูจน์	1.1 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
1.2 การใช้ข้อมูลที่จำเป็นในขั้นตอนการแก้ปัญหา	1.2 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
1.3 การพิจารณาหน่วยของข้อมูล	1.3 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
1.4 การสรุปผลจากการใช้ข้อมูลที่มีอยู่	1.4 สรุปผลจากการใช้ข้อมูลที่มีอยู่ไม่ถูกต้อง เช่นคำนวณค่า z ได้ถูกต้องจากสมการคือ $z = +3, \pm 2i$ แต่สรุปเป็น (2,3),(-2,-3)หรือ(3,2), (-3,-2),(-3,2),(3,-2) หมายเหตุ การสรุปค่า z ผิดทำให้เขียนกราฟผิดไปด้วย	5	1.56
2 การใช้คุณสมบัตินิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-

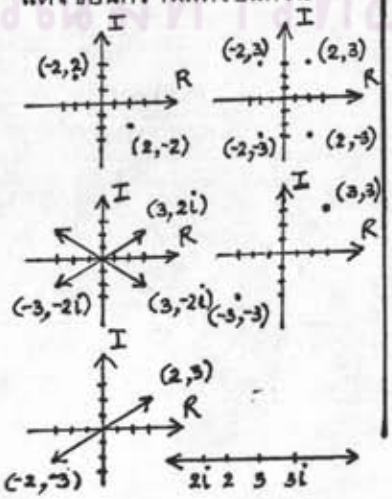
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 23 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
3 การคิดคำนวณหรือการพิสูจน์	3 การคิดคำนวณผิด		
3.1 ทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้น	3.1 ขาดทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้นคือการหาค่ารากที่สอง ตัวอย่างเช่น แก้สมการได้ $z^2=9,-4$ แต่สรุปว่า $z = \pm 3, \pm\sqrt{2}i$ หรือ $z = \pm 3, \pm 4i$ หรือ $z = \pm 3, 2i$	3	0.94
3.2 ทักษะในหลักพีชคณิตเบื้องต้น	3.2 ขาดทักษะในหลักพีชคณิตเบื้องต้นคือการแยกตัวประกอบและการแก้สมการ ดังแสดงวิธีทำต่อไปนี้ $z^2-5z^2-36 = 0$ $(z^2+9)(z^2-4) = 0$ $z^2=-9,4$ สรุปได้ $z=\pm 3i, \pm 2$ หรือ $z=9,2i$ หรือ $z=3, \pm 2i$ หรือแสดงการแยกตัวประกอบเป็น $z^2(z^2-5) = 36$ $z=6,\sqrt{31}$ หรือ $z = 6,3+\sqrt{5}$ หรือ $z=\pm 6$ หรือ $z=\pm\sqrt{41}$ หรือแสดงการใช้สูตรหาค่า z $z = \frac{-b \pm \sqrt{b^2-4ac}\ i}{2a}$ $a = 1,\ b = -5,\ c = -3$ ได้ $z=2.5+6.5i,\ 2.5-6.5i$	66	20.63

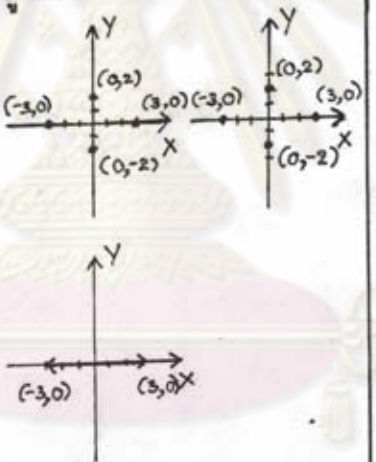
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 23 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
3.3 ความระมัดระวังในการเขียนตัวเลขสัญลักษณ์	3.3 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
3.4 การทำตามขั้นตอนที่ถูกต้องของหลักการคำนวณ	3.4 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
3.5 ทักษะในการเลือกคุณสมบัติของจำนวนจริงมาใช้ในการคำนวณหรือการพิสูจน์	3.5 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
4 การตีความด้านภาษา	4 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
5 การใช้กราฟแผนภาพหรือตาราง	5 การเขียนกราฟผิด		
5.1 การเขียนกราฟแผนภาพ หรือตาราง จากข้อมูลที่มีอยู่	5.1 แสดงการเขียนกราฟจากข้อมูลที่มีอยู่ไม่ถูกต้อง คือนำเอาค่าที่คำนวณได้มาเขียนกราฟผิด เช่น ได้ค่า z ถูกต้อง คือ $z=\pm 3, \pm 2i$ แต่เขียนกราฟผิดเป็นดังนี้ 	46	17.38

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 23 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
5.2 การใช้ข้อมูลในการนำไปเขียนกราฟ	5.2 หาค่า z ผิด กราฟที่ได้ก็ผิดด้วย	8	2.50
5.3 การเขียนกราฟ แผนภาพหรือตารางตามที่โจทย์ต้องการ	5.3 เขียนกราฟผิดจากที่โจทย์ต้องการ เช่น เขียนกราฟเฉพาะจุดหรือเวคเตอร์บางค่าเท่านั้น เขียนไม่ครบตามค่า z ที่หาได้ถูกต้อง ดังเช่นกราฟต่อไปนี้ 	35	10.94
6 การตรวจสอบการแก้ปัญหา	6 ขาดการตรวจสอบการแก้ปัญหา		
6.1 การทำตามขั้นตอนจนได้คำตอบที่ถูกต้อง	6.1 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
6.2 การทำตามขั้นตอนจนได้คำตอบที่เป็นผลสำเร็จตามหลักคณิตศาสตร์	6.2 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 23 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
6.3 การตอบครบตามที่โจทย์ถามหรือแสดงวิธีทำจนเสร็จ	6.3 ตอบไม่ครบตามที่โจทย์ถามหรือไม่แสดงการเขียนกราฟซึ่งเป็นจุดหรือเวกเตอร์แทนจำนวนเชิงซ้อนหาแต่ค่า z เท่านั้น	45	14.06

จากตารางที่ 23 ผลการศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ในจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 5 พบว่ามีสาเหตุข้อบกพร่องมากที่สุดร้อยละ 20.63 เรื่องการขาดทักษะในหลักพีชคณิตเบื้องต้นคือการแยกตัวประกอบและการแก้สมการ และสาเหตุข้อบกพร่องรองลงมาร้อยละ 14.38 เรื่องการแสดงการเขียนกราฟจากข้อมูลที่มีอยู่ไม่ถูกต้อง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 24 ความถี่และร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์จากการทำแบบสอบชนิดความเรียง จำแนกตามลักษณะและสาเหตุข้อบกพร่องของจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 6

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
1 การใช้ข้อมูล	1 การใช้ข้อมูลผิด		
1.1 การใช้ข้อมูลในการคำนวณ	1.1 ไม่พบข้อบกพร่อง	-	-
1.2 การใช้ข้อมูลที่จำเป็นในขั้นตอนการแก้ปัญหา	1.2 ละเลยข้อมูลที่จำเป็นในขั้นตอนการแก้ปัญหาและใช้ข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องแทน เช่น ไม่ใช้สมาชิกใดๆในการพิสูจน์ แต่ใช้ตัวเลขแทนสมาชิกในเซต R บางค่าแสดงการพิสูจน์ดังนี้ (1*2*3) = 1+2+2x1 = 5+3+5x3 = 23 1*(2*3) = 1+11+11x1 = 23 ดังนั้นเซตRกับโอเปอเรชั่น*มีคุณสมบัติการเปลี่ยนกลุ่ม หรือมีการสรุปว่า R กับ * ไม่เป็นอาบีเลียนกรุปเพราะเป็นคอน-เวอร์เจนต์ r<1	18	5.63
1.3 การพิจารณาหน่วยของข้อมูล	1.3 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 24 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
1.4 การสรุปผลจากการใช้ข้อมูลที่มีอยู่	1.4 สรุปผลจากข้อมูลที่มีอยู่ไม่ถูกต้อง เช่นการสรุปดังต่อไปนี้ สรุปว่า เป็นอาบีเลียนกรูป เพราะเมื่อแทนจำนวนจริงทุกจำนวนใน x+y+xy ก็จะได้จำนวนจริงเป็นคำตอบหรือสรุปว่าอินเวอร์สการบวก คือ -x-y-xy หรือสรุปว่าอินเวอร์สการคูณคือ $\frac{1}{x} + \frac{1}{y} + \frac{1}{xy}$ หรือหา x^{-1} ได้ $\frac{-x}{1+x}$ แล้ว สรุปว่า เซต R กับโอเปอเรชั่น * มีอินเวอร์สหรือแสดงคุณสมบัติต่าง ๆ ยังไม่ครบ แต่ก็สรุปว่าเป็นอาบีเลียนกรูปหรือสรุปว่าไม่มีเอกลักษณ์หาอินเวอร์สไม่ได้แต่เซตRกับโอเปอเรชั่น* เป็นอาบีเลียนกรูปเพราะมีคุณสมบัติการสลับที่	65	20.31

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 24 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
2 การใช้คุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2 ใช้คุณสมบัติ นิยาม และทฤษฎีผิด		
2.1 การจำคุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2.1 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
2.2 การใช้คุณสมบัติ กฎ สูตร ทฤษฎีตามเงื่อนไข	2.2 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
2.3 การประยุกต์ใช้ข้อมูลกับคุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2.3 ประยุกต์ใช้ข้อมูลกับการพิสูจน์ไม่ถูกต้อง เช่นแสดงการพิสูจน์โดยใช้ตารางดังนี้	5	1.56

*	-2	-1	0	1	2
-2	0	-1	-2	-3	-4
-1	-1	-1	-1	-1	-1
0	-2	-1	0	1	2
1	-3	-1	-1	-1	1
2	-4	-2	2	5	5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 24 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
2.4 การสรุปผลจากการใช้คุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2.4 สรุปผลจากการใช้คุณสมบัติของจำนวนจริงไม่ถูกต้อง เช่นสรุปว่าเซตของจำนวนจริง กับโอเปอเรชั่น* มีคุณสมบัติปิด มีเอกลักษณ์การ* คือ 0 และมีอินเวอร์สการ* และ x*y = x+y+xy ดังนั้น 1*2 = 1+2+1(2) = 5 และ 2*1 = 2+1+2(1) = 5 เซตRกับโอเปอเรชั่น* มีคุณสมบัติการสลับที่ เปลี่ยนกลุ่มได้ตามตาราง ดังนั้นเซตRกับ* เป็นอาบีเลียนกรูป เพราะมีสมมาตรในตาราง	19	5.94
3 การคิดคำนวณหรือการพิสูจน์	3 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
4 การตีความด้านภาษา	4 การตีความด้านภาษาผิด		
4.1 ทักษะการใช้ภาษาการเข้าใจคำถามอย่างถูกต้อง	4.1 ขาดทักษะการใช้ภาษา ทำให้เข้าใจคำถามคลาดเคลื่อนไป เช่นไม่เข้าใจความหมายของอาบีเลียนกรูป ว่ามีคุณสมบัติใดบ้าง ทำให้แสดงคุณสมบัติเพียงบางประการเท่านั้น แล้วก็สรุปว่าเซตของจำนวนจริงกับโอเปอเรชั่น* เป็นอาบีเลียนกรูปเลย	2	0.63

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 24 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
4.2 การแปลความหมายจากประโยคภาษามาเป็นประโยคสัญลักษณ์	4.2 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
4.3 การเข้าใจความหมายของสัญลักษณ์ในทางคณิตศาสตร์	4.3 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
5 การใช้กราฟ แผนภาพ ตาราง	5 การใช้ตารางผิด		
5.1 การเขียนกราฟ แผนภาพ หรือตารางจากข้อมูลที่มีอยู่	5.1 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
5.2 การเขียนกราฟ แผนภาพ ตารางตามที่โจทย์ต้องการ	5.2 เขียนตารางผิดจากที่โจทย์ต้องการ เช่น เขียนตารางแสดงเซตของจำนวนจริงกับโอเปอเรชัน* แล้วนำไปใช้ในการพิสูจน์ซึ่งโจทย์ไม่ต้องการให้แสดงวิธีทำเช่นนี้	2	0.63
5.3 การใช้ข้อมูลในการเขียนกราฟ แผนภาพ ตาราง	5.3 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 24 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
6 การตรวจสอบการแก้ปัญหา	6 ขาดการตรวจสอบในการแก้ปัญหา		
6.1 การทำตามขั้นตอนจนได้คำตอบที่ถูกต้อง	6.1 ไม่แสดงการพิสูจน์คุณสมบัติของกรูปครบ แสดงเพียงบางประการเท่านั้นแล้วสรุปว่าเป็นกรูปหรืออาบีเลียนกรูป	7	2.19
6.2 การทำตามขั้นตอนที่ถูกต้องจนได้คำตอบเป็นผลสำเร็จตามหลักคณิตศาสตร์	6.2 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
6.3 การตอบครบตามที่โจทย์ถามหรือแสดงวิธีทำจนเสร็จ	6.3 ตอบไม่ครบตามที่โจทย์ต้องการ เช่น แสดงการพิสูจน์บางประการ หรือไม่สรุปว่าเป็นกรูปหรืออาบีเลียนกรูป	49	15.31

จากตารางที่ 24 ผลการศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ในจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 6 พบว่ามีสาเหตุข้อบกพร่องมากที่สุดร้อยละ 20.31 เรื่องการสรุปผลจากข้อมูลที่มีอยู่ไม่ถูกต้อง และสาเหตุข้อบกพร่องรองลงมาร้อยละ 5.94 เรื่องการสรุปผลจากการใช้คุณสมบัติของจำนวนจริงไม่ถูกต้อง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 25 ความถี่และร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ จากการทำแบบทดสอบชนิดความเรียงจำแนกตามลักษณะและสาเหตุข้อบกพร่อง ของจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 7

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
1 การใช้ข้อมูล	1 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
2 การใช้คุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2 การใช้คุณสมบัติผิด		
2.1 การจำคุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2.1 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
2.2 การใช้คุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร ทฤษฎีตามเงื่อนไข	2.2 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
2.3 การประยุกต์ใช้ข้อมูลกับคุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2.3 ประยุกต์ใช้ข้อมูลกับการพิสูจน์ไม่ถูกต้อง เช่นใช้ $M=\{-1,1,i,-i\}$ กับการคูณมาพิสูจน์ว่าเป็นกรูป แล้วพิสูจน์ว่า $a^{-1}*b^{-1}=(b*a)^{-1}$ โดยใช้สมาชิกในเซต M พิสูจน์	2	0.63

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 25 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
2.4 การสรุปผลจากการใช้คุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2.4 ใช้คุณสมบัติในเซตของจำนวนจริงมาแสดงการให้เหตุผลไม่ถูกต้องดังต่อไปนี้ $a^{-1}*b^{-1}*(a*b)=(b*a)^{-1}*(b*a)$ เพราะคุณสมบัติการมีอินเวอร์ส $(a*a^{1})*(b^{-1}*b)=e$ เพราะคุณสมบัติการสลับที่ $e*e = e$ เพราะคุณสมบัติการมีเอกลักษณ์ ดังนั้น $a^{-1}*b^{-1}=(b*a)^{-1}$	4	1.25
3 การคิดคำนวณหรือการพิสูจน์	3 การพิสูจน์ผิด		
3.1 ทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้น	3.1 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
3.2 ทักษะในหลักพีชคณิตเบื้องต้น	3.2 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
3.3 ความระมัดระวังในการเขียนตัวเลขสัญลักษณ์	3.3 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
3.4 การทำตามขั้นตอนที่ถูกต้องของหลักการคำนวณ	3.4 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 25 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
3.5 ทักษะในการเลือกคุณสมบัติของจำนวนจริงมาใช้ ในการคำนวณหรือการพิสูจน์	3.5 เลือกคุณสมบัติต่าง ๆ ในเซตจำนวนจริงมาใช้ในการพิสูจน์ไม่ถูกต้อง ดังตัวอย่าง กรณี1 $(b*a)^{-1}=(b^{-1}*e)*(a^{-1}*e)$ $=(a^{-1}*e)*(b^{-1}*e)$ $= a^{-1}*b^{-1}$ กรณี2 $a^{-1}*b^{-1}= \frac{1}{a} * \frac{1}{b}$ $= \frac{1}{a*b}$ $= (a*b)^{-1}$ $= (b*a)^{-1}$	91	28.44
4 การตีความด้านภาษา	4 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
5 การใช้กราฟ แผนภาพหรือตาราง	5 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
6 การตรวจสอบการแก้ปัญหา	6 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-

จากตารางที่ 25 ผลการศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ในจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 7 พบว่ามีสาเหตุข้อบกพร่องมากที่สุดร้อยละ 28.44 เรื่องการเลือกคุณสมบัติต่าง ๆ ในเซตของจำนวนจริงมาใช้ในการพิสูจน์ไม่ถูกต้อง และสาเหตุข้อบกพร่องรองลงมาร้อยละ 1.25 เรื่อง การใช้คุณสมบัติในเซตของจำนวนจริงมาแสดงการให้เหตุผลไม่ถูกต้อง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 26 ความถี่และร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ จากการทำแบบสอบชนิดความเรียง จำแนกตามลักษณะและสาเหตุข้อบกพร่องของจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 8

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
1 การใช้ข้อมูล	1 การใช้ข้อมูลผิด		
1.1 การใช้ข้อมูลในการคำนวณหรือการพิสูจน์	1.1 ใช้ข้อมูลที่ผิดในการคำนวณ เช่น $17 = a_1+(5-1)d$ $24 = a_1+(24-1)d$	7	2.19
1.2 การใช้ข้อมูลที่จำเป็นในขั้นตอนการแก้ปัญหา	1.2 ละเลยข้อมูลที่จำเป็นในขั้นตอนการแก้ปัญหา และใช้ข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องแทน เช่น $a_8 = 21d$ $a_{24} = 47d$ $a_1 = 21$, $r=26$	3	0.94
1.3 การพิจารณาหน่วยของข้อมูล	1.3 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
1.4 การสรุปผลจากการใช้ข้อมูลที่มีอยู่	1.4 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
2. การใช้คุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตรหรือทฤษฎี	2. การใช้สูตรผิด		
2.1 การจำคุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2.1 จำสูตรพจน์ที่ n ผิด จำเป็น $a_n = a_1+r^{n+1}$ $a_n = a_1r^{n+1}$ $d = \frac{b-a}{n+1}$	4	1.25
2.2 การใช้คุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี ตามเงื่อนไข	2.2 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 26 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
2.3 การประยุกต์ใช้ข้อมูลกับคุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2.3 ประยุกต์ใช้ข้อมูลกับสูตรผิดเช่น $17 = a_4+d \rightarrow d = a_4-17$ $a_n = a_1+(n-1)(a_4-17)$ $d_1 = 55+(n-1)(a_4-17)$	6	1.88
2.4 การสรุปผลจากการใช้คุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2.4 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
3. การคิดคำนวณหรือการพิสูจน์	3. การคิดคำนวณผิด		
3.1 ทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้น	3.1 ขาดทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้น คือการบวก ลบ คูณ หารจำนวนจริง เช่น สร้างสมการถูกต้อง แต่เมื่อนำไปแทนค่าหาอีกค่าหนึ่ง ได้ค่าที่ผิด ตัวอย่างเช่น $17 = a_1+4d$ (1) $55 = a_1+23d$ (2) $d = 2$ แต่ได้ $a_1 = 25$ หรือ $a_1 = 9$ แต่ $d = -2$	2	0.63
3.2 ทักษะในหลักพีชคณิตเบื้องต้น	3.2 ขาดทักษะในหลักพีชคณิตเบื้องต้นคือการแก้ระบบสมการ เช่น $17 = a_1+4d$ (1) $55 = a_1+23d$ (2) ได้ $a_1 = 0$, $d = \frac{17}{4}$ หรือ $a_1 = 25$, $d = -2$	12	3.75

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 26 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
3.3 ความระมัดระวังในการเขียนตัวเลขสัญลักษณ์	3.3 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
3.4 การทำตามขั้นตอนที่ถูกของหลักการคำนวณ	3.4 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
3.5 ทักษะในการเลือกคุณสมบัติของจำนวนจริง มาใช้ในการคำนวณหรือการพิสูจน์	3.5 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
4. การตีความด้วยภาษา	4. ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
5. การใช้กราฟ แผนภาพ ตาราง	5. ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
6. การตรวจสอบการแก้ปัญหา	6. ขาดการตรวจสอบการแก้ปัญหา		
6.1 การทำตามขั้นตอนจนได้คำตอบที่ถูกต้อง	6.1 ขั้นตอนผิดแต่คำตอบถูกต้อง แสดงวิธีทำดังนี้ $a_5 = a_1r^4 = 17$ (1) $a_{24} = a_1r^{23} = 55$ (2) $a_1 = 9$, $d = 2$	11	3.44
6.2 การทำตามขั้นตอนจนได้คำตอบที่เป็นผลสำเร็จ ตามหลักคณิตศาสตร์	6.2 ขั้นตอนถูกต้องแต่คำตอบไม่เป็นผลสำเร็จตามหลักคณิตศาสตร์ เช่น ตอบ $a_1 = \frac{171}{9}$, $d = \frac{38}{19}$	10	3.13

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 26 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
6.3 การตอบครบตามที่โจทย์ถาม หรือแสดงวิธีทำจนเสร็จ	6.3 ทำไม่สำเร็จ เช่นเขียนสมการแต่ไม่คำนวณหาค่า a_1 หรือ d หรือตอบเพียงค่าใดค่าหนึ่งของ a_1 หรือ d	9	2.81

จากตารางที่ 26 ผลการศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ในจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 8 พบว่ามีสาเหตุข้อบกพร่องมากที่สุด ร้อยละ 3.75 เรื่องการขาดทักษะในหลักพีชคณิตเบื้องต้นคือการแก้ระบบสมการ และสาเหตุข้อบกพร่องรองลงมาร้อยละ 3.44 เรื่องการแสดงขั้นตอนผิดแต่คำตอบถูกต้อง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 27 ความถี่และร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ จากการทำแบบสอบชนิดความเรียง จำแนกตามลักษณะและสาเหตุข้อบกพร่องของจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 9

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
1 การใช้ข้อมูล	1 การใช้ข้อมูลผิด		
1.1 การใช้ข้อมูลในการคำนวณหรือการพิสูจน์	1.1 ใช้ข้อมูลที่ผิดในการคำนวณ เช่น $a_{60} = \frac{1}{2^{25}} \rightarrow \frac{1}{2^{25}} = a_1 r^{59}$ หรือ $2 = a_1 r^2 (1)$ $\frac{1}{160} = a_1 r^{15} (2)$	5	1.56
1.2 การใช้ข้อมูลที่จำเป็นในขั้นตอนการแก้ปัญหา	1.2 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
1.3 การพิจารณาหน่วยของข้อมูล	1.3 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
1.4 การสรุปผลจากการข้อมูลที่มีอยู่	1.4 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
2. การใช้คุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตรหรือทฤษฎี	2. การใช้สูตรผิด		
2.1 การจำคุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2.1 จำสูตรพจน์ที่ n ผิด จำเป็น $a_n = a_1 + (n-1)d$ $a_n = \frac{a_1 + (r^n - 1)}{r-1}$	12	3.75
2.2 การใช้คุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี ตามเงื่อนไข	2.2 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 27 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
2.3 การประยุกต์ใช้ข้อมูลกับคุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร	2.3 ประยุกต์ใช้ข้อมูลกับสูตรการหาพจน์ที่ n ไม่ถูกต้อง เช่น $a_1=\frac{b-1}{n+1}=\frac{2^{-25}-2}{16+1}=\frac{2^{-25}-2}{17}$ $r=(\frac{2^{25}-2}{17})16$	9	2.81
2.4 การสรุปผลจากการใช้คุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2.4 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
3. การคิดคำนวณหรือการพิสูจน์	3. การคิดคำนวณผิด		
3.1 ทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้น	3.1 ขาดทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้น คือการบวก ลบ คูณ หาร จำนวนจริง เลขยกกำลัง โดยการสร้างสมการถูกแต่หาค่า r หรือ a_1 ได้ถูกต้องแต่เมื่อนำค่าที่ได้ไปแทนค่า หาค่าอีกค่าหนึ่งผิด เช่น $2=a_1r^2$ (1) $2^{-25}=a_1r^{15}$ (2) $r=2^{-2}$ แต่ได้ $a_1=8,16$ $r=\frac{1}{4}$ แต่ได้ $a_1=2,\frac{1}{8}$	11	3.44

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 27 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
3.2 ทักษะในหลักพีชคณิตเบื้องต้น	3.2 ขาดทักษะในหลักพีชคณิตเบื้องต้น คือ การแก้ระบบสมการ เช่น $a_1r^2 = 2$ (1) $a_1r^{15} = 2^{-25}$ (2) ได้ $r=4, a_1=\frac{1}{2}$ หรือ $r=2^{-13}, a_1=2^{27}$ หรือ $r=2^{40}, a_1=\frac{1}{2^{79}}$ หรือ $r=4, a_1=\frac{1}{8}$	33	10.31
3.3 ความระมัดระวังในการเขียนตัวเลขสัญลักษณ์	3.3 ขาดความระมัดระวังในการเขียนตัวเลขเช่นหาค่า r หรือ a_1 ได้ถูกต้องแล้วแต่บรรทัดต่อมาเขียนผิดเช่น $r=4$ เขียนเป็น $\frac{1}{4}$ $r=\frac{1}{2}$ เขียนเป็น 2	2	0.63
3.4 การทำตามขั้นตอนที่ถูกของหลักการคำนวณ	3.4 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
3.5 ทักษะในการเลือกคุณสมบัติของจำนวนจริงมาใช้ในการคำนวณหรือการพิสูจน์	3.5 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 27 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
4. การตีความด้านภาษา	4. ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
5. การใช้กราฟ แผนภาพ ตาราง	5. ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
6. การตรวจสอบการแก้ปัญหา	6. ขาดการตรวจสอบการแก้ปัญหา		
6.1 การทำตามขั้นตอนจนได้คำตอบที่ถูกต้อง	6.1 ขั้นตอนผิดแต่คำตอบถูกต้อง เช่น $2 = a_1 r^2$ (1) $\frac{1}{2^{25}} = a_1 r^{15}$ (2) (1)-(2) $2-2^{25} = r^2-r^{15}$ $2^{-26} = r^{13}$ $\frac{1}{4} = r$ $32 = a_1$	3	0.94
6.2 การทำตามขั้นตอนจนได้คำตอบที่เป็นผลสำเร็จตามหลักคณิตศาสตร์	6.2 ขั้นตอนถูกต้องแต่คำตอบไม่เป็นผลสำเร็จตามหลักคณิตศาสตร์ เช่นตอบว่า $r = \sqrt[5]{2^{26}}$ หรือ $r^{13}=2^{-26}$	1	0.31
6.3 การตอบครบตามที่โจทย์ถาม หรือแสดงวิธีทำจนเสร็จ	6.3 ตอบไม่ครบตามที่โจทย์ถามคือหาเพียงค่าใดค่าหนึ่ง a_1 หรือ r และทำไม่เสร็จคือสร้างสมการถูกต้องแต่ไม่คำนวณหาค่า a_1, r	13	4.06

จากตารางที่ 27 ผลการศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ในจุดประสงค์การเรียนรู้ ข้อที่ 9 พบว่ามีสาเหตุข้อบกพร่องมากที่สุด ร้อยละ 10.31 เรื่องการขาดทักษะในหลักพีชคณิตเบื้องต้นคือการแก้ระบบสมการ และสาเหตุข้อบกพร่องรองลงมาร้อยละ 4.06 เรื่องการตอบไม่ครบตามที่โจทย์ถาม หรือแสดงวิธีทำไม่เสร็จจนได้คำตอบ

ตารางที่ 28 ความถี่และร้อยละของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ จากการทำแบบสอบชนิดความเรียง จำแนกตามลักษณะและสาเหตุข้อบกพร่อง ของจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 10

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
1 การใช้ข้อมูล	1 การใช้ข้อมูลผิด		
1.1 การใช้ข้อมูลในการคำนวณหรือการพิสูจน์	1.1 ใช้ข้อมูลที่ผิดในการคำนวณเช่น $-192 = \frac{3}{2}(-2)^{n-1}$	7	2.19
1.2 การใช้ข้อมูลที่จำเป็นในขั้นตอนการแก้ปัญหา	1.2 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
1.3 การพิจารณาหน่วยของข้อมูล	1.3 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
1.4 การสรุปผลจากการใช้ข้อมูลที่มีอยู่	1.4 สรุปผลจากการคำนวณผิดเช่น คำนวณ a_n แต่สรุปเป็น s_n	3	0.94
2 การใช้คุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2 การใช้สูตรผิด		
2.1 การจำคุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2.1 จำสูตรพจน์ที่ n หรือผลบวกของอนุกรมถึงพจน์ที่ n ผิด เช่น จำสูตรเป็น $a_n=a_1+(n+1)d$ $a_n=a_1r^n$ $S_n=\frac{a_1(1-r)^n}{1-r}$	18	5.63
2.2 การใช้คุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร ทฤษฎีผิดเงื่อนไข	2.2 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-

ตารางที่ 28 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
2.3 การประยุกต์ใช้ข้อมูลกับคุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2.3 ประยุกต์ใช้ข้อมูลกับสูตรผิดเช่น $\frac{3}{8} - \frac{3}{4} + \frac{3}{2}$ $-192 = \frac{\frac{3}{8} - \frac{3}{4} + \frac{3}{2}}{n+1}$ ได้ n=193 หรือ $-192=\frac{3}{8}+(n-1)-\frac{9}{8}$ ได้ n=-172	6	1.88
2.4 การสรุปผลจากการใช้คุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2.4 ไม่มีข้อบกพร่อง	–	–
3 การคิดคำนวณการพิสูจน์	3 การคิดคำนวณผิด		
3.1 ทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้น	3.1 ขาดทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้น คือ การคูณเศษส่วน เช่น $r=-\frac{3}{4}\times\frac{2}{3} = \frac{-9+8}{12} = \frac{-1}{12}$	5	1.56
3.2 ทักษะในหลักพีชคณิตเบื้องต้น	3.2 ขาดทักษะในหลักพีชคณิตเบื้องต้น คือ การแก้สมการ ตัวอย่างเช่น $a_n = a_1 r^{n-1}$ $192 = \frac{3}{8}\times(-2)^{n-1}$ ได้ค่า n = 8	14	4.38

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 28 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
3.3 ความระมัดระวังในการเขียนตัวเลขหรือสัญลักษณ์	3.3 ขาดความระมัดระวังในการเขียนตัวเลขที่คำนวณได้ เช่น หาค่า n ได้ 10 แต่ตอบเป็น 9	5	1.56
3.4 การทำตามขั้นตอนที่ถูกต้องของหลักการคำนวณ	3.4 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
3.5 ทักษะในการเลือกคุณสมบัติของจำนวนจริงมาใช้ในการคำนวณหรือการพิสูจน์	3.5 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
4 การตีความด้านภาษา	4 การตีความด้านภาษาผิด		
4.1 ทักษะการใช้ภาษาทำให้เข้าใจคำถามถูกต้อง	4.1 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
4.2 การแปลความหมายจากประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์	4.2 แปลความหมายจากประโยคภาษามาเป็นประโยคสัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง เข้าใจว่าหาค่า n โดยใช้ $a_n=a_1+(n-1)d$ $d=\frac{-3}{4}\ \frac{-3}{8}=\frac{-6-3}{8}=\frac{-9}{8}$ $-192=\frac{3}{8}+(n-1)(\frac{-9}{8})$ $-192-\frac{3}{8}=\frac{-9}{8}n+\frac{9}{8}$ $n=172$	15	4.69

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 28 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
	หรือ $r=\frac{3}{4}-\frac{3}{8}=\frac{-6-3}{8}=\frac{-9}{8}$ $a_n=a_1r^{n-1}$ $-192=\frac{3}{8}\left(\frac{-9}{8}\right)^{n-1}$ $n=219$		
4.3 การเข้าใจความหมายของสัญลักษณ์ในทางคณิตศาสตร์จนทำให้ตีความหมายของประโยคสัญลักษณ์ถูกต้อง	4.3 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
5 การใช้กราฟ แผนภาพหรือตาราง	5 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
6 การตรวจสอบการแก้ปัญหา	6 ขาดการตรวจสอบการแก้ปัญหา		
6.1 การทำตามขั้นตอนจนได้คำตอบที่ถูกต้อง	6.1 ขั้นตอนผิดแต่คำตอบถูกต้อง แสดงวิธีทำดังนี้ $a_n = a_1r^{n-1}$ $-192 = \frac{3}{8}(-2)^{n-1}$ $r^{n-1}=312$ $n=10$	6	1.88
6.2 การทำตามขั้นตอนที่ถูกต้องจนได้คำตอบเป็นผลสำเร็จตามหลักคณิตศาสตร์	6.2 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 28 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
6.3 การตอบครบตามที่โจทย์ถามหรือทำเสร็จ	6.3 ทำไม่เสร็จ เช่น สร้างสมการแต่ทำไม่เสร็จ $a_n = a_1 r^{n-1}$ $-192 = \frac{3}{8}(-2)^{n-1}$	2	0.63

จากตารางที่ 28 ผลการศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ในจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 10 พบว่ามีสาเหตุข้อบกพร่องมากที่สุดร้อยละ 5.63 เรื่องการจำสูตรพจน์ที่ n หรือผลบวกอนุกรมถึงพจน์ที่ n ผิด. และสาเหตุข้อบกพร่องรองลงมาร้อยละ 4.69 เรื่องการแปลความหมายจากประโยคภาษามาเป็นประโยคสัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 29 ความถี่และร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ จากการทำแบบสอบชนิดความเรียง จำแนกตามลักษณะและสาเหตุข้อบกพร่องของจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 11

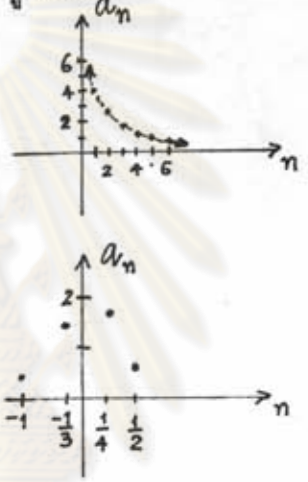
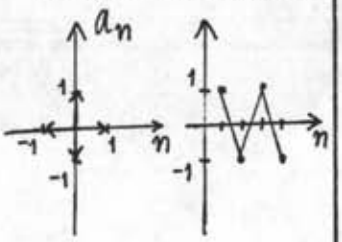
ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
1. การใช้ข้อมูล	1. การใช้ข้อมูลผิด		
1.1 การใช้ข้อมูลในการคำนวณหรือการพิสูจน์	1.1 ใช้ข้อมูลที่ผิดในการคำนวณ เขียนพจน์ที่ n ผิดจากโจทย์ $a_n = \left(1+\frac{1}{n}\right)\left(\frac{3}{n}-1\right)$	2	0.63
1.2 การใช้ข้อมูลที่จำเป็นในขั้นตอนการแก้ปัญหา	1.2 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
1.3 การพิจารณาหน่วยของข้อมูล	1.3 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
1.4 การสรุปผลจากข้อมูลที่มีอยู่	1.4 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
2. การใช้คุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2. การใช้คุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี ของลิมิตไม่ถูกต้อง		
2.1 การจำคุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2.1 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
2.2 การใช้คุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2.2 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
2.3 การประยุกต์ใช้ข้อมูลกับคุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2.3 ประยุกต์ใช้ข้อมูลกับคุณสมบัติทฤษฎีของลิมิตไม่ถูกต้อง เช่น แสดงวิธี ดังนี้	20	6.25

ตารางที่ 29 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
	(1) $\lim_{n\to\infty} (-1)^n . \lim_{n\to\infty} \frac{1}{n}$		
	$= \lim_{n\to\infty} (-1)^n . \lim_{n\to\infty} \frac{1}{n}$		
	= 0 เป็นลำดับไดเวอร์เจนต์		
	(2) $\lim_{n\to\infty} a_n = \lim_{n\to\infty} \left(\frac{n+1}{n}\right)\left(3-\frac{1}{n}\right)$		
	$= 1 \times 1 = 1$		
2.4 การสรุปผลจากการใช้คุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2.4 สรุปผลจากการใช้คุณสมบัติทฤษฎีลิมิตไม่ถูกต้อง เช่น (1) $a_n = (-1)^n \frac{1}{n}$ เขียนลำดับแบบแจกแจงพจน์ได้ถูกต้องแต่สรุปค่าลิมิตของลำดับผิดเป็น $-\frac{3}{2}$	35	10.94
3. การคิดคำนวณหรือการพิสูจน์	3. ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
4. การตีความด้านภาษา	4. ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 29 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
5. การใช้กราฟ แผนภาพ ตาราง	5. แสดงการใช้กราฟที่ผิด		
5.1 การเขียนกราฟ แผนภาพ หรือตารางจากข้อมูลที่มีอยู่	5.1 เขียนกราฟจากข้อมูลที่มีอยู่ไม่ถูกต้อง 	13	4.06
5.2 การเขียนกราฟ แผนภาพ ตาราง ตามที่โจทย์ต้องการ	5.2 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
5.3 การใช้ข้อมูลในการนำไปเขียนกราฟ แผนภาพ ตาราง	5.3 ใช้ข้อมูลที่ผิดในการนำไปเขียนกราฟ (1) หาลำดับแบบแจงพจน์ได้เป็น 1,-1,1,-1 และเขียนกราฟผิดเป็นดังนี้ 	8	2.5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 29 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
6. การตรวจสอบการแก้ปัญหา 6.1 การทำตามขั้นตอนจนได้คำตอบที่ถูกต้อง	6. ขาดการตรวจสอบการแก้ปัญหา 6.1 ขั้นตอนผิดแต่คำตอบถูกต้อง (1) แสดงการทดสอบดังนี้ $a_n = (-1)^n \frac{1}{n}$ เป็นลำดับคอนเวอร์เจนต์ เพราะ $\|r\| < 1$ หรือแสดงการทดสอบดังนี้ $\lim_{n\to\infty} a_n = \lim_{n\to\infty}(-1)^n \lim_{n\to\infty} \frac{1}{n}$ $= (-1)^n$ $= -1$ เป็นลำดับคอนเวอร์เจนต์ (2) แสดงการทดสอบดังนี้ $\lim_{n\to\infty} a_n = \lim_{n\to\infty}\left(\frac{n+1}{n}\right)\lim_{n\to\infty}\left(\frac{3-1}{n}\right)$ $= 1x2 = 2$ เป็นลำดับคอนเวอร์เจนต์	24	7.50
6.2 การทำตามขั้นตอนจนได้คำตอบเป็นผลสำเร็จตามหลักคณิตศาสตร์	6.2 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 29 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
6.3 ตอบคำถามครบตามที่โจทย์ต้องการและทำจนเสร็จ	6.3 ตอบไม่ครบตามที่โจทย์ต้องการ เช่น ไม่แสดงวิธีการทดสอบแต่ตอบเลยว่าเป็นอนุกรมคอนเวอร์เจนต์ หรืออนุกรมไดเวอร์เจนต์ หรือแสดงวิธีการทดสอบแต่ไม่ตอบว่าเป็นอนุกรมใด	69	21.56

จากตารางที่ 29 ผลการศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ในจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 11 พบว่ามีสาเหตุข้อบกพร่องมากที่สุดร้อยละ 21.56 เรื่องการตอบไม่ครบตามที่โจทย์ถาม และสาเหตุข้อบกพร่องรองลงมาร้อยละ 10.94 เรื่องการสรุปผลจากการใช้คุณสมบัติ และทฤษฎีของลิมิตไม่ถูกต้อง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 30 ความถี่และร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ จากการทำแบบสอบชนิดความเรียง จำแนกตามลักษณะและสาเหตุข้อบกพร่องของจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 12

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
1. การใช้ข้อมูล	1. การใช้ข้อมูลผิด		
1.1 การใช้ข้อมูลในการคำนวณ	1.1 ใช้ข้อมูลที่ผิดในการคำนวณหาค่า $\sum_{i=1}^{n}(-6i+2)$ แทนโจทย์	1	0.31
1.2 การใช้ข้อมูลที่จำเป็นในขั้นตอนการแก้ปัญหา	1.2 ละเลยข้อมูลที่จำเป็นในขั้นตอนการแก้ปัญหา และใช้ข้อมูลที่ไม่ถูกต้องแทน เช่น $a_n = -2,0,1,4$ $= \frac{-2}{i-0} = -2$ หรือ หาค่าลิมิตแทนดังนี้ $\lim a_n = \lim i^3 + \lim 5i + \lim 2$ $= \infty + \infty + 2$ $= \infty$	3	0.94
1.3 การพิจารณาหน่วยของข้อมูล	1.3 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
1.4 การสรุปผลจากข้อมูลที่มีอยู่	1.4 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
2. การใช้คุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2. ใช้คุณสมบัติ สูตรของ $\sum$ ผิด		

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 30 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
2.1 การจำคุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2.1 จำคุณสมบัติ สูตรของ $\sum$ ผิดดังเช่น ใช้คุณสมบัติของ $\sum$ ผิดดังนี้ โดยแทน $\sum_{i=1}^{n}(i^3 - 5i + 2)$ $= -6\sum_{i=1}^{n} i + 2n$ หรือได้เป็น $2 - 6i$ หรือแทนค่า $\sum_{i=1}^{n} i^3, \sum_{i=1}^{n} i, \sum_{i=1}^{n} c$ ผิด เช่น $\sum_{i=1}^{n}(i^3-5i+2)$ $= [\frac{n}{6}(n+1)(2n+1)]-5[\frac{n}{2}(n+1)]+2$ หรือแทนค่าเป็น $= \frac{n}{2}(n+1)(2n+1)-\frac{5n(n+1)}{2}+2n$	41	12.81
2.2 การใช้คุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี ตามเงื่อนไข	2.2 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 30 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
2.4 การสรุปผลจากการใช้คุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2.4 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
3. การคิดคำนวณหรือการพิสูจน์	3. การคิดคำนวณผิด		
3.1 ทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้น	3.1 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
3.2 ทักษะในหลักพีชคณิตเบื้องต้น	3.2 ขาดทักษะในหลักพีชคณิตเบื้องต้น คือการบวกลบพหุนาม แทนค่า $\sum_{i=1}^{n} i^3, \sum_{i=1}^{n} i, \sum_{i=1}^{n} c$ ได้ถูกต้อง แต่หาค่าผลลัพธ์ผิด ดังนี้ $\sum_{i=1}^{n} (i^3 - 5i + 2)$ $= \sum_{i=1}^{n} i^3 - 5\sum_{i=1}^{n} i + \sum_{i=1}^{n} 2$ $= \left[\frac{n(n+1)}{2}\right]^2 - 5\left[\frac{n}{2}(n+1)\right] + 2n$ ได้คำตอบเป็น $= \frac{n}{4}(n+1)(n^2+n-10)+2n$ หรือได้	33	10.31

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 30 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
	คำตอบเป็น $= \frac{n(n+1)(n^2+n+10) + 8n}{2}$		
3.3 ความระมัดระวังในการเขียนตัวเลขหรือสัญลักษณ์	3.3 ขาดความระมัดระวังในการเขียนค่าของ $\sum$ เช่น แทนค่า $\sum_{i=1}^{n} i^3, \sum_{i=1}^{n} i, \sum_{i=1}^{n} c$ ได้ถูกต้อง แต่บรรทัดต่อมาไม่ได้เขียนส่วน	5	1.56
3.4 การทำตามขั้นตอนที่ถูกต้องของหลักการคำนวณ	3.4 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
3.5 ทักษะในการเลือกคุณสมบัติของจำนวนมาใช้ในการคำนวณหรือการพิสูจน์	3.5 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
4. การตีความด้านภาษา	4. ตีความด้านภาษาผิด		
4.1 ทักษะการใช้ภาษาทำให้เข้าใจคำถามถูกต้อง	4.1 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
4.2 การแปลความหมายจากประโยคภาษามาเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ถูกต้อง	4.2 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 30 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
4.3 เข้าใจความหมายของสัญลักษณ์ในทางคณิตศาสตร์และตีความหมายของประโยคสัญลักษณ์ถูกต้อง	4.3 ไม่เข้าใจความหมายของ ทำให้ตีความหมายการหาค่า $\sum$ ผิด เช่น แสดงวิธีทำดังนี้ $\sum_{i=1}^{n} (i^3 - 5i + 2)$ $= 1 - 5 + 2$ $= -3$ หรือ $= -2$ หรือแสดงวิธีทำดังนี้ $\sum_{i=1}^{n} (i^3 - 5i + 2)$ แทน $i=1$ ได้ $1+8+27+..+(7+12+17+...)$ หรือแสดงวิธีทำดังนี้ $\sum_{i=1}^{n} (i^3 - 5 + 2) = \lim_{n\to\infty} S_n$ $i=1$ จะได้ $1 - 5 + 2 = -2$ $i=2$ $4 - 10 + 2 = -4$ $i=3$ $27 - 15 + 2 = 14$ เห็นได้ว่าเป็นลำดับไดเวอร์เจนต์ อนุกรมจึงเป็นไดเวอร์เจนต์ด้วย หาค่าไม่ได้	40	12.5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 30 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
5. การใช้กราฟ แผนภาพ หรือตาราง	5. ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
6. การตรวจสอบการแก้ปัญหา	6. ขาดการตรวจสอบการแก้ปัญหา		
6.1 การทำตามขั้นตอนจนได้คำตอบที่ถูกต้อง	6.1 ขั้นตอนผิด แต่คำตอบถูกต้อง แสดงวิธีทำดังนี้ $\sum_{i=1}^{n}(i^3 - 5i + 2)$ $= \sum_{i=1}^{n} i^3 - 5\sum_{i=1}^{n} i + \sum_{i=1}^{n} 2$ $= [n(n+1)]^2 - 5[\frac{n}{2}(n+1)] + 2n$ $= [\frac{n}{2}(n+1)]^2 - \frac{n}{2}(n+1) - 5 + 2n$ $= \frac{n^4}{4} + \frac{n^3}{2} - \frac{9n^2}{4} - \frac{n}{2}$	4	1.25
6.2 การทำตามขั้นตอนที่ถูกต้องจนได้คำตอบที่เป็นผลสำเร็จตามหลักคณิตศาสตร์	6.2 ขั้นตอนถูกต้องแต่คำตอบไม่เป็นผลสำเร็จ $\sum_{i=1}^{n}(i^3 - 5i + 2)$ $= [\frac{n}{2}(n+1)]^2 - 5[\frac{n}{2}(n+1)] + 2n$	37	11.56

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 30 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
	$= \frac{n}{2}(n+1)[\frac{n}{2}(n+1)-5+2n]$		
6.3 การตอบคำถามครบตามที่ใจทย์ถามหรือทำจนเสร็จ	6.3 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-

จากตารางที่ 30 ผลการศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ในจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 12 พบว่ามีสาเหตุข้อบกพร่องมากที่สุดร้อยละ 12.81 เรื่องการจำคุณสมบัติหรือสูตรของ ผิด และสาเหตุข้อบกพร่องรองลงมาร้อยละ 12.5 เรื่องการไม่เข้าใจความหมายของ $\sum$ ทำให้ตีความหมายการหาค่า$\sum$ผิด

ตารางที่ 31 ความถี่และร้อยละของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ จากการทำแบบสอบชนิดความเรียง จำแนกตามลักษณะและสาเหตุข้อบกพร่องของจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 13

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
1 การใช้ข้อมูล	1 การใช้ข้อมูลผิด		
1.1 การใช้ข้อมูลในการคำนวณ	1.1 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
1.2 การใช้ข้อมูลที่จำเป็นในการแก้ปัญหา	1.2 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
1.3 การพิจารณาหน่วยของข้อมูล	1.3 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-

ตารางที่ 31 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
1.4 การสรุปผลจากการใช้ข้อมูลที่มีอยู่	1.4 สรุปผลจากการใช้ข้อมูลที่มีอยู่ไม่ถูกต้องเช่น (1) สรุปว่าเป็นอนุกรมเรขาคณิต $a_1 = 5,\ r=1$ $a_n = a_1 r^{n-1}$ $a_n = 5x1^{n-1}$ $a_n = 5$ เป็นอนุกรมคอนเวอร์เจนต์มีลิมิตคือ 5 หรือแสดงวิธีทำดังนี้ $S_n = \frac{n}{2}[2a_1+(n-1)d]$ $=\frac{n}{2}[10+(n-1)]$ $\lim_{n\to\infty} S_n = [\lim_{n\to\infty}(\frac{n}{2}) + \lim_{n\to\infty}(10+n-1)]$ =หาค่าไม่ได้ เป็นอนุกรมคอนเวอร์เจนต์	43	13.44
2 การใช้คุณสมบัตินิยามกฎสูตรทฤษฎี	2 การใช้คุณสมบัตินิยามกฎสูตรทฤษฎีผิด		
2.1 การจำคุณสมบัตินิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2.1 จำทฤษฎีการทดสอบอนุกรมผิด	14	4.38
2.2 การใช้คุณสมบัตินิยาม กฎ สูตร ทฤษฎีผิดเงื่อนไข	2.2 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 31 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
2.3 การประยุกต์ใช้ข้อมูลกับคุณสมบัตินิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2.3 ประยุกต์ใช้ข้อมูลกับทฤษฎีของลิมิตไม่ถูกต้องเช่น (1) $\lim S_n = \lim 5n$ $n\to\infty \quad n\to\infty$ $= \lim 5 . \lim n$ $n\to\infty \quad n\to\infty$ $= 5.0$ $= 0$ เป็นอนุกรมคอนเวอร์เจนต์มีผลบวกอนุกรมอนันต์เท่ากับ 0 หรือแสดงการเขียนกราฟ a_n แล้วสรุปว่าเป็นอนุกรมคอนเวอร์เจนต์มีลิมิตดังนี้ (2) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{5}{2^n} = \frac{\sum_{n=1}^{\infty} 5}{\sum_{n=1}^{\infty} 2^n}$ เนื่องจาก S_∞ หาผลหารไม่ได้ดังนั้นเป็นอนุกรมไดเวอร์เจนต์	12	3.75
2.4 การสรุปผลจากการใช้คุณสมบัตินิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2.4 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
3 การคิดคำนวณหรือการพิสูจน์	3 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
4 การตีความด้านภาษา	4 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 31 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
5 การใช้กราฟแผนภาพหรือตาราง	5 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
6 การตรวจสอบการแก้ปัญหา	6 ขาดการตรวจสอบการแก้ปัญหา		
6.1 การทำตามขั้นตอนจนได้คำตอบที่ถูกต้อง	6.1 ขั้นตอนผิดแต่คำตอบถูกต้อง ตัวอย่างเช่น $a_n = a_1(1)^{n-1}$ $S_n = na_1$ $\sum_{n=1}^{\infty} a_n = \lim_{n\to\infty} S_n = na_1$ เป็นอนุกรมไดเวอร์เจนต์ หรือสรุปว่า 5+5+5+...เป็นอนุกรมไดเวอร์-เจนต์เพราะมีค่าเท่าเดิมตลอด (2) เขียนกราฟแสดง a_n แล้วสรุปว่า เป็นอนุกรมคอนเวอร์เจนต์เพราะจากกราฟเป็นลำดับคอนเวอร์เจนต์มีค่าลิมิตใกล้เคียง 0	46	14.38
6.2 การทำตามขั้นตอนจนได้คำตอบที่ถูกต้อง	6.2 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 31 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
6.3 การตอบคำถามครบตามที่โจทย์ต้องการหรือแสดงวิธีทำจนเสร็จ	6.3 ตอบไม่ครบตามที่โจทย์ต้องการ เช่น ไม่แสดงการทดสอบอนุกรม แต่ตอบเลยว่าเป็นอนุกรมไดเวอร์-เจนต์ หรืออนุกรมคอนเวอร์เจนต์ได้ถูกต้อง หรือทำเพียงข้อใดข้อหนึ่งจาก 2 ข้อย่อย	4	

จากตารางที่ 31 ผลการศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ในจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 13 พบว่ามีสาเหตุข้อบกพร่องมากที่สุดร้อยละ 14.38 เรื่องขั้นตอนการทำผิด แต่คำตอบถูกต้อง และสาเหตุข้อบกพร่องรองลงมาร้อยละ 13.44 เรื่องการสรุปผลจากการใช้ข้อมูลที่มีอยู่ไม่ถูกต้อง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 32 ความถี่และร้อยละของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ จากการทำแบบสอบความเรียงจำแนกตามลักษณะและสาเหตุข้อบกพร่องของจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 14

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
1. การใช้ข้อมูล	1. การใช้ข้อมูลผิด		
1.1 การใช้ข้อมูลในการคำนวณหรือการพิสูจน์	1.1 ใช้ข้อมูลที่ผิดในการคำนวณ เช่น $a_n = a_1 + (n-1)d$ $863,500 = 5,000+(n-1)500$	2	0.63
1.2 ใช้ข้อมูลที่จำเป็นในขั้นตอนการแก้ปัญหา	1.2 ละเลยข้อมูลที่จำเป็นในขั้นตอนการแก้ปัญหาและใช้ข้อมูลที่ไม่ถูกต้องแทน เช่น แสดงวิธีทำดังนี้ ชำระเงิน 60,000 บาทใน 1 ปี ชำระเงิน 862,500 บาทใน $\frac{862,500}{60,000}$ $= 4\frac{2}{5}$ ปี	1	0.31
1.3 การพิจารณาหน่วยของข้อมูล	1.3 ขาดการพิจารณาหน่วยของข้อมูลในการตอบ เช่นคำนวณค่า n ได้ 50 แล้วตอบ 50 ปีหรือ 50 เดือน	4	1.25
1.4 การสรุปผลจากการใช้ข้อมูลที่มีอยู่	1.4 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
2. การใช้คุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2. การใช้นิยาม สูตร ผิด		
2.1 การจำคุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2.1 จำสูตรพจน์ที่ n ผิด เช่นจำเป็น $a_n = a_1 + nd$ หรือ $a_n = a_1 + (n-1)r$	2	0.63

ตารางที่ 32 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
2.2 การใช้คุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี ผิดเงื่อนไข	2.2 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
2.3 การประยุกต์ใช้ข้อมูลกับคุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2.3 ประยุกต์ใช้ข้อมูลกับสูตรไม่ถูกต้อง เช่น แสดงวิธีทำดังนี้ ใช้สูตร $a_n = a_1 r^{n-1}$ แล้วแทน $a_n = 862,500$, $a_1 = 5,000$, $r = 500$ $862,500 = 5,000(\frac{4}{3})^{n-1}$ หรือแสดงวิธีทำดังนี้ $a_n = a_1+(n-1)d$ $= 5000+(n-1)500$ $= 5000-500+500n$ $= 4500+500n$ $\sum a_n = \sum 4500 + \sum 500n$ $862,500 = 4,500+500 \frac{n(n+1)}{2}$ หรือแสดงวิธีทำดังนี้ $862,500 = \frac{5000-(1.1)^n}{1-1.1}$ ประมาณ 11 ปี หรือใช้สูตร $a_n = a_1+(n-1)d$ แทนค่าเป็น	61	19.06

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 32 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
	$862,500 = 5000+(n-1)500$ แล้วหาค่า n ได้ดังนี้ $n = 1736, 1716, 1715$		
2.4 การสรุปผลจากการใช้คุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2.4 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
3. การคิดคำนวณหรือการพิสูจน์	3. การคิดคำนวณผิด		
3.1 ทักษะในหลักเลขคณิตเบื้องต้น	3.1 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
3.2 ทักษะในหลักพีชคณิตเบื้องต้น	3.2 ขาดทักษะในหลักพีชคณิตเบื้องต้น คือการแก้สมการ เช่น ใช้สูตร S_n และแทนค่าถูกต้อง แต่เมื่อหาคำตอบผิด เพราะแก้สมการหาค่า n ไม่ถูกต้อง แสดงวิธีทำดังนี้ $S_n = \frac{n}{2}\{2a_1+(n-1)d\}$ $862500 = \frac{n}{2}\{(2x5000)+(n-1)500\}$ $0 = n^2+19n-3450$ ได้ค่า $n = 69, -50$ หรือ $n = 51$ หรือ $n = 38$ หรือได้	24	7.50

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 32 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
	สมการ $0 = n^2+199n-3450$ ได้ค่า $n = 15$		
3.3 ความระมัดระวังในการเขียนตัวเลขหรือสัญลักษณ์	3.3 เขียนตัวเลขที่คำนวณได้ผิด	3	0.94
3.4 การทำตามขั้นตอนที่ถูกต้องของหลักการคำนวณ	3.4 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
3.5 ทักษะในการเลือกคุณสมบัติของจำนวนจริง มาใช้ในการคำนวณหรือการพิสูจน์	3.5 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
4. การตีความด้านภาษา	4. การตีความด้านภาษาผิด		
4.1 ทักษะในการใช้ภาษา ทำให้เข้าใจคำถามถูกต้อง	4.1 ขาดทักษะในการใช้ภาษาทำให้เข้าใจคำถามคลาดเคลื่อนไป เช่น เข้าใจว่าจำนวนเงินทั้งหมดที่ต้องชำระเป็นพจน์ที่ n	32	10.00
4.2 การแปลความหมายจากประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ถูกต้อง	4.2 แปลความหมายจากประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ผิด เช่น ใช้สูตร a_n แทน S_n	34	10.63

ตารางที่ 32 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
4.3 การเข้าใจความหมายของสัญลักษณ์ในทางคณิตศาสตร์ทำให้ตีความหมายของประโยคสัญลักษณ์ได้ถูกต้อง	4.3 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
5. การใช้กราฟ แผนภาพ ตาราง	5. ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
6. การตรวจสอบการแก้	6. ขาดการตรวจสอบการแก้ปัญหา		
6.1 การทำตามขั้นตอนจนได้คำตอบที่ถูกต้อง	6.1 ขั้นตอนผิด แต่คำตอบถูกต้อง เช่น $S_n = \frac{n}{2}\{2a_1+(n-1)d\}$ $862500 = \frac{n}{2}\{(2x5000)+(n-1)500\}$ $0 = n^2+19n-3210$ $0 = (n+69)(n-50)$ $n = 50,-69$ ต้องผ่อนนาน 50 เดือน $= 4\frac{1}{6}$ ปี	3	0.94

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 32 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
6.2 การทำตามขั้นตอนที่ถูกต้อง จนได้คำตอบที่เป็นผลสำเร็จตามหลักคณิตศาสตร์	6.2 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
6.3 การตอบคำถามครบตามที่โจทย์ต้องการหรือทำจนเสร็จ	6.3 ทำไม่เสร็จ แสดงการแทนค่าในถูกต้อง แต่ไม่หาคำตอบ	16	5.00

จากตารางที่ 32 ผลการศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ในจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 14 พบว่ามีสาเหตุข้อบกพร่องมากที่สุด ร้อยละ 19.06 เรื่องการประยุกต์ใช้ข้อมูลกับสูตรไม่ถูกต้อง และสาเหตุข้อบกพร่องรองลงมาร้อยละ 10.63 เรื่องการแปลความหมายจากประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ผิด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 33 ความถี่และร้อยละของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ จากการทำแบบสอบชนิดความเรียงจำแนกตามลักษณะและสาเหตุข้อบกพร่องของจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 15

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
1 การใช้ข้อมูล	1. การใช้ข้อมูลผิด		
1.1 การใช้ข้อมูลในการแก้ปัญหา	1.1 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
1.2 การใช้ข้อมูลที่จำเป็นในขั้นตอนการแก้ปัญหา	1.2 ละเลยข้อมูลที่จำเป็นในขั้นตอนการแก้ปัญหาและใช้ข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องแทนเช่น แสดงวิธีทำดังนี้ ระยะทางทั้งหมดพิจารณา $1.2+\frac{2}{3} = 0.8$ $0.8+\frac{2}{3} = 0.54$ $0.54+\frac{2}{3} = 0.36$ รวมระยะทางทั้งหมด $0.8+0.54+0.36+\ldots\ldots$ ≈ 2.26	7	2.19
1.3 การพิจารณาหน่วยของข้อมูล	1.3 ขาดการพิจารณาหน่วยของข้อมูลในการตอบเช่น สรุประยะทางทั้งหมด 600 เมตร	22	6.88
1.4 การสรุปจากการใช้ข้อมูลที่มีอยู่ถูกต้อง	1.4 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
2 การใช้คุณสมบัตินิยามกฎ สูตร ทฤษฎี	2 การใช้นิยาม สูตรในการหาผลบวกอนุกรมอนันต์ผิด		

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
2.1 การจำคุณสมบัตินิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2.1 จำสูตร S_n ผิด เช่น $S_n=\frac{a_1-(1-r^n)}{1-r}$	2	0.63
2.2 การใช้คุณสมบัตินิยาม กฎ สูตร ทฤษฎีผิดเงื่อนไข	2.2 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
2.3 การประยุกต์ใช้ข้อมูลกับคุณสมบัตินิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2.3 ประยุกต์ใช้ข้อมูลกับสูตรการหาผลบวกอนุกรมอนันต์ไม่ถูกต้อง เช่น $\frac{6}{5},\frac{6}{5}\times\frac{2}{3},\frac{6}{5}\times(\frac{2}{3})^2,\ldots$ $r<1\ ;\ S_\infty=\frac{a_1}{1-r}$ $=\frac{\frac{6}{5}}{1-\frac{2}{3}}$ $=\frac{18}{5}$ ระยะทางทั้งหมด = 3.6 ม. หรือแสดงวิธีทำดังนี้ $S = 2(a_1+a_2+a_3+\ldots)$ $a_1=\frac{2}{3}\times 120=80, r=\frac{2}{3}$	60	18.75

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 33 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
	$\frac{S_\infty}{2} = a_1+a_2+a_3+\cdots$		
	$\frac{S_\infty}{2} = \frac{a_1(1-r^n)}{1-\frac{2}{3}}$		
	= 1080 ซม.		
	ระยะทางทั้งหมด=10.8 ม.		
2.4 การสรุปผลจากการใช้คุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร ทฤษฎี	2.4 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
3 การคิดคำนวณหรือการพิสูจน์	3 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
4 การตีความด้านภาษา			
4.1 ทักษะการใช้ภาษาที่ทำให้เข้าใจคำถามถูกต้อง	4.1 ขาดทักษะการใช้ภาษาทำให้เข้าใจคำถามคลาดเคลื่อนเป็นการหา S_n เช่น 120,80,53.3,...,0	53	16.56
	$S_n = \frac{a_1-ra_n}{1-r}$		
	$= \frac{120-\frac{2}{3}x0}{1-\frac{2}{3}}$		
	= 2x120 = 60x4		
	= 240 ซม. = 2.4 เมตร		
	หรือแสดงวิธีทำดังนี้		
	$a_1=120x\frac{2}{3}$ = 80 ซม., $r=\frac{2}{3}$		

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 33 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
	$S_n = \frac{2x80}{1-\frac{2}{3}} = 160x3$ $= 480$ หรือแสดงวิธีทำดังนี้ $S_n = \frac{120-\left(\frac{2}{3}\right)^n}{1-\frac{2}{3}}$ จะได้ระยะทาง$=360-2^n.3^{1-n}$		
4.2 การแปลความหมายจากประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์	4.2 แปลความหมายจากประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง เช่น $a_n=a_1+(n-1)d$ $a_n=120+(n-1)\frac{2}{3}$ $n = 179$ ระยะทางทั้งหมด 179 เมตร หรือแสดงวิธีทำเป็น $a_n = a_1+(n-1)d$ $120 = 80+(n-1)\frac{2}{3}$ $40 = \frac{2}{3}n-\frac{2}{3}$ $n = 144$	31	9.69
5 การใช้กราฟแผนภาพตาราง	5 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 33 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
6 การตรวจสอบการแก้ปัญหา	6 ขาดการตรวจสอบการแก้ปัญหา	6	1.88
6.1 การทำตามขั้นตอนจนได้คำตอบที่ถูกต้อง	6.1 ไม่มีข้อบกพร่อง	-	-
6.2 การทำตามขั้นตอนที่ถูกต้องจนได้คำตอบที่เป็นผลสำเร็จตามหลักคณิตศาสตร์	6.2 ตอบเมื่อยังไม่ทันเป็นผลสำเร็จ เช่นตอบ 120+480 เซนติเมตร	4	1.25
6.3 การตอบคำถามครบตามที่โจทย์ต้องการหรือทำจนเสร็จ	6.3 ทำไม่เสร็จ สร้างสมการแต่ไม่หาคำตอบ	2	0.63

จากตารางที่ 33 ผลการศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ในจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 15 พบว่ามีสาเหตุข้อบกพร่องมากที่สุดร้อยละ 18.75 เรื่องการประยุกต์ใช้ข้อมูลกับสูตรการหาผลบวกอนุกรมอนันต์ และสาเหตุข้อบกพร่องรองลงมาร้อยละ 16.56 เรื่องการขาดทักษะการใช้ภาษา ทำให้เข้าใจคำถามคลาดเคลื่อน

ตอนที่ 4 การศึกษาลักษณะข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีข้อบกพร่อง จากแบบสอบเพื่อศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

ตารางที่ 34 ความถี่และร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ จำแนกตามลักษณะข้อบกพร่อง ที่พิจารณาจากแบบสอบชนิดเลือกตอบ

จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่	ลักษณะข้อบกพร่องที่พิจารณาจากแบบสอบชนิดเลือกตอบ									
	การใช้ข้อมูล		การใช้คุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร หรือ ทฤษฎี		การคิดคำนวณ หรือ การพิสูจน์		การตีความด้านภาษา		การใช้กราฟ ตาราง หรือ แผนภูมิ	
	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ
1	0	0	89	27.81	162	50.63	0	0	0	0
2	0	0	128	40.00	168	52.50	0	0	0	0
3	0	0	156	48.75	19	5.94	0	0	0	0
4	0	0	119	37.19	55	17.19	0	0	0	0
5	54	16.88	0	0	0	0	20	6.25	58	18.13
6	0	0	56	17.50	293	91.56	0	0	0	0
7	59	18.44	141	44.06	201	62.81	0	0	0	0
8	0	0	36	11.25	165	51.56	71	22.19	0	0
9	0	0	54	16.88	125	39.06	0	0	0	0
10	0	0	164	51.25	35	10.94	145	45.31	0	0
11	0	0	123	38.44	0	0	0	0	87	27.19
12	0	0	186	58.13	125	39.06	38	11.88	0	0
13	135	51.56	60	18.75	66	20.63	0	0	0	0
14	0	0	0	0	358	111.88	0	0	0	0
15	71	22.19	26	8.13	159	49.69	25	7.81	0	0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตารางที่ 34 ผลการศึกษาลักษณะข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่พิจารณาจากแบบสอบชนิดเลือกตอบในด้านต่าง ๆ พบว่า ด้านการใช้ข้อมูล นักเรียนมีข้อบกพร่องมากที่สุดในจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 13 (ร้อยละ 51.56) ด้านการใช้คุณสมบัตินิยาม กฎ สูตร หรือทฤษฎี นักเรียนมีข้อบกพร่องมากที่สุด ในจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 12 (ร้อยละ 58.13) ด้านการคิดคำนวณ หรือการพิสูจน์ นักเรียนมีข้อบกพร่องมากที่สุดในจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 14 (ร้อยละ 11.88) การตีความด้านภาษา นักเรียนมีข้อบกพร่องมากที่สุดในจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 10 (ร้อยละ 45.31) และด้านการใช้กราฟ ตาราง หรือแผนภูมิ นักเรียนมีข้อบกพร่องมากที่สุดในจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 11 (ร้อยละ 27.19)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 35 ความถี่และร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ จำแนกตามลักษณะข้อบกพร่อง ที่พิจารณาจากแบบสอบชนิดความเรียง

จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่	ลักษณะข้อบกพร่องที่พิจารณาจากแบบสอบชนิดเลือกตอบ											
	การใช้ข้อมูล		การใช้คุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร หรือ ทฤษฎี		การคิดคำนวณ หรือ การหาผลสูตร์		การตีความด้านภาษา		การใช้กราฟ ตาราง หรือ แผนภูมิ		การตรวจการแก้ปัญหา	
	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ
1	20	6.25	94	29.38	79	24.69	0	0	0	0	70	21.88
2	11	3.44	4	1.25	54	16.88	0	0	0	0	3	0.94
3	0	0	80	25.00	21	6.56	0	0	0	0	15	4.69
4	15	4.69	68	21.25	82	25.63	0	0	0	0	12	3.75
5	5	1.56	0	0	69	21.56	0	0	89	27.81	45	14.06
6	83	25.94	24	7.50	0	0	2	0.63	2	0.63	56	17.50
7	0	0	6	1.88	91	28.44	0	0	0	0	0	0
8	10	3.13	10	3.13	14	4.38	0	0	0	0	30	9.38
9	5	1.56	21	6.56	46	14.38	0	0	0	0	17	5.31
10	10	3.13	24	7.50	24	7.50	15	4.69	0	0	8	2.50
11	2	0.63	55	17.19	0	0	0	0	21	6.56	93	29.06
12	4	1.25	41	12.81	38	11.88	40	12.50	0	0	41	12.81
13	43	13.44	26	8.13	0	0	0	0	0	0	88	27.50
14	7	2.19	63	16.69	27	8.44	66	20.63	0	0	19	5.94
15	29	9.06	62	19.38	0	0	84	26.25	0	0	12	3.75

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตารางที่ 35 ผลการศึกษาลักษณะข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่พิจารณาจากแบบสอบชนิดความเรียงในด้านต่าง ๆ พบว่า ด้านการใช้ข้อมูล นักเรียนมีข้อบกพร่องมากที่สุดในจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 6 (ร้อยละ 25.94) ด้านการใช้คุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร หรือทฤษฎี นักเรียนมีข้อบกพร่องมากที่สุดในจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 1 (ร้อยละ 29.38) ด้านการคิดคำนวณหรือการพิสูจน์ นักเรียนมีข้อบกพร่องมากที่สุดในจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 7 (ร้อยละ 28.44) การตีความด้านภาษา นักเรียนมีข้อบกพร่องมากที่สุดในจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 15 (ร้อยละ 26.25) ด้านการใช้กราฟ ตาราง หรือแผนภูมิ นักเรียนมีข้อบกพร่องมากที่สุดในจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 5 (ร้อยละ 27.81) และด้านการตรวจสอบการแก้ปัญหา นักเรียนมีข้อบกพร่องมากที่สุดในจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 11 (ร้อยละ 29.06)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 36 ความถี่โดยเฉลี่ยและร้อยละโดยเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์รวมทั้ง 15 จุดประสงค์การเรียนรู้ จำแนกตามลักษณะข้อบกพร่อง

ชนิดของแบบสอบ / ลักษณะข้อบกพร่อง	เลือกตอบ		ความเรียง	
	ความถี่โดยเฉลี่ย	ร้อยละโดยเฉลี่ย	ความถี่โดยเฉลี่ย	ร้อยละโดยเฉลี่ย
1. การใช้ข้อมูล	70	21.81	11	3.47
2. การใช้คุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร หรือทฤษฎี	42	13.07	21	6.45
3. การคิดคำนวณหรือการพิสูจน์	48	15.09	22	6.81
4. การตีความด้านภาษา	37	11.70	30	9.24
5. การใช้กราฟ ตาราง หรือแผนภูมิ	29	9.06	19	5.83
6. การตรวจสอบแก้ปัญหา	0	0	16	5.13

จากตารางที่ 36 ผลการศึกษาลักษณะข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่พิจารณาจากแบบสอบเพื่อศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ทั้งชนิดเลือกตอบและชนิดความเรียง โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาลักษณะข้อบกพร่องที่ถือว่าข้อบกพร่องในด้านใดที่นักเรียนมีค่าร้อยละโดยเฉลี่ยตั้งแต่ 5 เปอร์เซนต์ขึ้นไปนั้นเป็นลักษณะข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

การพิจารณาจากแบบสอบชนิดเลือกตอบพบว่า นักเรียนมีลักษณะข้อบกพร่องในด้านต่าง ๆ เรียงตามลำดับค่าร้อยละโดยเฉลี่ยจากมากไปหาน้อยคือ ด้านการใช้ข้อมูล (ร้อยละ 21.81) ด้านการคิดคำนวณหรือการพิสูจน์ (ร้อยละ 15.09) ด้านการใช้คุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร หรือทฤษฎี (ร้อยละ 13.07) การตีความด้านภาษา (ร้อยละ 11.70) และด้านการใช้กราฟ ตาราง หรือแผนภูมิ (ร้อยละ 9.06)

ส่วนการพิจารณาจากแบบสอบชนิดความเรียงพบว่า นักเรียนมีลักษณะข้อบกพร่องในด้านต่าง ๆ เรียงตามลำดับค่าร้อยละโดยเฉลี่ยจากมากไปหาน้อย คือ การตีความด้านภาษา (ร้อยละ 9.24) ด้านการคิดคำนวณหรือการพิสูจน์ (ร้อยละ 6.81) ด้านการใช้คุณสมบัติ นิยาม กฎ สูตร หรือทฤษฎี (ร้อยละ 6.45) ด้านการใช้กราฟ ตาราง หรือแผนภูมิ (ร้อยละ 6.83) และด้านการตรวจสอบการแก้ปัญหา (ร้อยละ 5.13)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย