

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน

1. จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง
2. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย ค่าความเบ้และความโด่งของตัวแปร

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระระดับนักเรียนและระดับห้องเรียนกับตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

1. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระระดับนักเรียนกับตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนกับตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์พหุระดับระหว่างตัวแปรอิสระระดับนักเรียนที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์พหุระดับระหว่างตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ความหมายและสัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์มีดังนี้

M	หมายถึง	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
SD	หมายถึง	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
CV	หมายถึง	ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย
Skew ness	หมายถึง	ค่าความเบ้
Kurtosis	หมายถึง	ค่าความโด่ง
p	หมายถึง	ค่าความน่าจะเป็นทางสถิติ
$T\text{-Ratio}$	หมายถึง	ค่าสถิติที
$Chi\text{-Square}$	หมายถึง	ค่าสถิติไค-สแควร์
df	หมายถึง	องศาอิสระ
R^2_{ACH}	หมายถึง	ค่าสัมประสิทธิ์การทำนายสมการพหุระดับของตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

R^2_{ATTS}	หมายถึง	ค่าสัมประสิทธิ์การทำนายสมการพหุระดับ ของตัวแปรเจตคติทางวิทยาศาสตร์
R^2_{TIME}	หมายถึง	ค่าสัมประสิทธิ์การทำนายสมการพหุระดับของ ตัวแปรเวลาที่ใช้ในการเรียน
Z	หมายถึง	ค่าคะแนนมาตรฐานของตัวแปรเกณฑ์ที่ได้จาก การทำนาย
ACH	หมายถึง	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
PSA	หมายถึง	ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์
MOTS	หมายถึง	แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์
ATTS	หมายถึง	เจตคติทางวิทยาศาสตร์
HOME	หมายถึง	สภาพแวดล้อมทางบ้าน
FRI	หมายถึง	กลุ่มเพื่อน
MAS	หมายถึง	สื่อนอกชั้นเรียน
TIME	หมายถึง	เวลาที่ใช้ในการเรียน
INSQ	หมายถึง	คุณภาพการสอน
CLSE	หมายถึง	บรรยากาศในชั้นเรียน
b_{ij}	หมายถึง	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรระดับ นักเรียนตัวแปรที่ i ห้องเรียนที่ j ในรูปคะแนนดิบ
b_{0j}, γ_{00}	หมายถึง	ค่าคงที่หรือค่าเฉลี่ยของตัวแปรตาม
γ_{ij}	หมายถึง	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรระดับ ห้องเรียนตัวแปรที่ i ห้องเรียนที่ j
β	หมายถึง	สัมประสิทธิ์การถดถอยในรูปคะแนนมาตรฐาน
r_{ij}	หมายถึง	ค่าความคลาดเคลื่อนของ b_{0j}, γ_{00} , Intercept
u_{ij}	หมายถึง	ค่าความคลาดเคลื่อนของ b_{ij}
Parameter Variance	หมายถึง	ความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์
SE	หมายถึง	ค่าความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่า ตัวแปรระดับนักเรียน
Within-Unit	หมายถึง	ส่วนเหลือของความแปรปรวนของการ ประมาณค่า
Error Variance (σ^2)		
D_0	หมายถึง	ค่าสถิติ Deviance ของโมเดลว่าง

D_1	หมายถึง	ค่าสถิติ Deviance ของโมเดลระดับนักเรียน
D_2	หมายถึง	ค่าสถิติ Deviance ของโมเดลระดับห้องเรียน
Q	หมายถึง	ค่าดัชนีความสอดคล้อง
W	หมายถึง	ค่าสถิติทดสอบที่มีการแจกแจงเป็นไค-สแควร์ มี $df = d$ ใช้ทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของ Q

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน

1. จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง แสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลจำแนกตามลักษณะ

ตัวแปร	จำนวนนักเรียน (n = 1,680)	ร้อยละ
1. เพศ		
ชาย	485	28.90
หญิง	1195	71.10
2. ระดับผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์		
1	211	12.60
1.5	156	9.20
2	201	12.00
2.5	223	13.30
3	393	23.40
3.5	330	19.60
4	166	9.90

จากตารางที่ 6 จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 1,680 คน เป็นนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพศชายจำนวน 485 คน คิดเป็นร้อยละ 28.90 และเพศหญิง จำนวน 1,195 คน
คิดเป็นร้อยละ 71.10 ระดับผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น ระดับผลการเรียน 1 จำนวน
211 คน คิดเป็นร้อยละ 12.60 ระดับผลการเรียน 1.5 จำนวน 156 คน คิดเป็นร้อยละ 9.20 ระดับ
ผลการเรียน 2 จำนวน 201 คน คิดเป็นร้อยละ 12.00 ระดับผลการเรียน 2.5 จำนวน 223 คน คิดเป็น
ร้อยละ 13.30 ระดับผลการเรียน 3 จำนวน 393 คน คิดเป็นร้อยละ 23.40 ระดับผลการเรียน 3.5
จำนวน 330 คน คิดเป็นร้อยละ 19.60 ระดับผลการเรียน 4 จำนวน 166 คน คิดเป็นร้อยละ 9.90

จำนวน 330 คน คิดเป็นร้อยละ 19.60 ระดับผลการเรียน 4 จำนวน 166 คน คิดเป็นร้อยละ 9.90

2. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย ค่าความเบ้ และความโด่งของตัวแปร

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย ค่าความเบ้ และความโด่งของตัวแปร

ตัวแปร	M	SD	CV	Skew ness	Kurtosis
ตัวแปรระดับนักเรียน					
1. ความรู้พื้นฐานเคมีวิชาวิทยาศาสตร์ (PSA)	2.62	.93	35.49	-.36	-.99
2. แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (MOTS)	2.96	.73	24.66	-.11	-.30
3. เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ATTS)	3.10	.66	21.29	-.57	-.68
4. สภาพแวดล้อมที่บ้าน (HOME)	3.09	.63	20.39	-.23	.23
5. กลุ่มเพื่อน (FRI)	3.15	.54	16.83	-.63	.32
6. สื่อนอกชั้นเรียน (MAS)	2.99	.90	30.10	-.51	.05
7. เวลาที่ใช้ในการเรียน (TIME)	3.20	.51	15.94	-.64	-.03
ตัวแปรระดับห้องเรียน					
1. คุณภาพการสอน (INSQ)	3.27	.62	18.96	-.24	-.55
2. บรรยากาศในชั้นเรียน (CLSE)	2.99	.53	17.73	-.21	-.39
ตัวแปรเกณฑ์					
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (ACH) (คะแนนเต็ม 40 คะแนน)	13.76	6.93	50.35	.18	-.40

จากตารางที่ 7 แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย ค่าความเบ้และความโด่งของตัวแปรแต่ละตัวแปร สามารถพิจารณาได้ ดังนี้

เมื่อพิจารณาตัวแปรระดับนักเรียน พบว่า ตัวแปรความรู้พื้นฐานเคมีวิชาวิทยาศาสตร์ (PSA) มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต เท่ากับ 2.62 ตัวแปรแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (MOTS) มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต เท่ากับ 2.96 ตัวแปรเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ATTS) มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต เท่ากับ 3.10 ตัวแปรสภาพแวดล้อมที่บ้าน (HOME) มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต เท่ากับ 3.09 ตัวแปรกลุ่มเพื่อน (FRI) มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต เท่ากับ 3.15 ตัวแปรเวลาที่ใช้ในการเรียน (TIME) มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต เท่ากับ

3.20 ตัวแปรสื่อนอกชั้นเรียน (MAS) มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต เท่ากับ 2.99

เมื่อพิจารณาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรระดับนักเรียน พบว่า มีค่าตั้งแต่ .51 ถึง .93 แสดงว่า ตัวแปรระดับนักเรียนมีการกระจายของข้อมูลใกล้เคียง

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การกระจายของตัวแปรระดับนักเรียน พบว่า ตัวแปรที่มีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายสูงสุด คือ ตัวแปรความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ (PSA) มีค่าเท่ากับ 35.49 และตัวแปรที่มีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายต่ำสุด คือ ตัวแปรเวลาที่ใช้ในการเรียน (TIME) มีค่าเท่ากับ 15.94

เมื่อพิจารณาจากความเบ้ของตัวแปรระดับนักเรียน พบว่า มีการแจกแจงของข้อมูลในลักษณะเบ้ซ้าย (ค่าความเบ้เป็นลบ) และเมื่อพิจารณาจากค่าความโค้งของตัวแปร พบว่า ตัวแปรความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ (PSA) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (MOTS) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ATTS) และเวลาที่ใช้ในการเรียน (TIME) มีค่าความโค้งน้อยกว่าปกติ (ค่าความโค้งเป็นลบ) ส่วนตัวแปรสภาพแวดล้อมที่บ้าน (HOME) กลุ่มเพื่อน (FRI) และสื่อนอกชั้นเรียน (MAS) มีค่าความโค้งสูงกว่าปกติ (ค่าความโค้งเป็นบวก) ข้อมูลของตัวแปรระดับนักเรียนทุกตัว มีค่าความเบ้และความโค้งเข้าใกล้ศูนย์ แสดงว่าข้อมูลมีลักษณะการแจกแจงแบบปกติทุกตัว

ตัวแปรระดับห้องเรียนจำนวน 2 ตัวแปร พบว่า ตัวแปรคุณภาพการสอน (INSQ) มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต เท่ากับ 3.27 ตัวแปรบรรยากาศในชั้นเรียน (CLSE) มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต เท่ากับ 2.99

เมื่อพิจารณาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรระดับห้องเรียน พบว่า มีค่าตั้งแต่ .53 ถึง .62

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การกระจายของตัวแปรระดับห้องเรียน พบว่า มีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายใกล้เคียงกัน คือ ตัวแปรคุณภาพการสอน (INSQ) มีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายเท่ากับ 18.96 ตัวแปรบรรยากาศในชั้นเรียน (CLSE) มีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายเท่ากับ 17.73

เมื่อพิจารณาจากความเบ้ของตัวแปรระดับห้องเรียน พบว่า มีการแจกแจงของข้อมูลในลักษณะเบ้ซ้าย (ค่าความเบ้เป็นลบ) และเมื่อพิจารณาจากค่าความโค้งของตัวแปร พบว่า มีค่าความโค้งน้อยกว่าปกติ (ค่าความโค้งเป็นลบ) ข้อมูลของตัวแปรระดับห้องเรียนทุกตัวมีค่าความเบ้และความโค้งเข้าใกล้ศูนย์ แสดงว่า ข้อมูลมีลักษณะการแจกแจงแบบปกติทุกตัว

ตัวแปรเกณฑ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (ACH) มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต เท่ากับ 13.76 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 6.93 ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย เท่ากับ 50.35 เมื่อพิจารณาจากค่าความเบ้ของตัวแปร พบว่า มีการแจกแจงในลักษณะเบ้ขวา (ค่าความเบ้เป็นบวก) มีค่าความโค้งน้อยกว่าปกติ (ค่าความโค้งเป็นลบ) ค่าความเบ้และความโค้งเข้าใกล้ศูนย์ แสดงว่า ข้อมูลมีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ

**ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระระดับนักเรียน
และระดับห้องเรียนกับตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์**

**1. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระระดับนักเรียนกับตัวแปรผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิทยาศาสตร์**

**ตารางที่ 8 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระระดับนักเรียนกับตัวแปร
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์**

ตัวแปร	ACH	PSA	MOTS	ATTS	HOME	FRI	MAS	TIME
ACH	1.00							
PSA	.88**	1.00						
MOTS	.59**	.57**	1.00					
ATTS	.54**	.50**	.27**	1.00				
HOME	.37**	.35**	.13**	.34**	1.00			
FRI	.23**	.22**	.01	.18**	.26**	1.00		
MAS	.26**	.24**	.06*	.20**	.30**	.34**	1.00	
TIME	.39**	.39**	.15**	.18**	.17**	.16**	.15**	1.00

** $p < .01$

* $p < .05$

จากตารางที่ 8 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรระดับนักเรียนทั้ง 7 ตัวแปรกับตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์กับตัวแปรระดับนักเรียนทุกตัวมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีความสัมพันธ์ในทางบวก โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในช่วง .23 ถึง .88 ตัวแปรความรู้พื้นฐานเคมีวิชาวิทยาศาสตร์ (PSA) เป็นตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (ACH) มากที่สุด มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .88 ตัวแปรกลุ่มเพื่อน (FRI) เป็นตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (ACH) น้อยที่สุด มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .23

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระระดับนักเรียนด้วยกัน พบว่าส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในช่วง .06 ถึง .57

และสื่อออนไลน์เรียน (MAS) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในช่วง .15 ถึง .39

2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนกับตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 9 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนกับตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ตัวแปร	ACH	INSQ	CLSE
ACH	1.00		
INSQ	.51**	1.00	
CLSE	.70**	.22	1.00

** $p < .01$

จากตารางที่ 9 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรระดับห้องเรียนกับตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (ACH) พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (ACH) กับตัวแปรระดับห้องเรียนทุกตัวมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีความสัมพันธ์ทางบวก โดยตัวแปรบรรยากาศในชั้นเรียน (CLSE) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .70 ตัวแปรคุณภาพการสอน (INSQ) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .51

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์พหุระดับระหว่างตัวแปรอิสระระดับนักเรียนที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ผลการวิเคราะห์พหุระดับระหว่างตัวแปรอิสระระดับนักเรียนที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์โมเดลว่าง (Null Model) เป็นการวิเคราะห์ขั้นแรกสุด เพื่อให้เห็นภาพรวมของตัวแปรตาม โดยไม่นำตัวแปรอิสระใดๆ เข้ามาวิเคราะห์ร่วม เพื่อตรวจสอบว่าตัวแปรตามมีความแปรปรวนภายในห้องเรียนหรือระหว่างห้องเรียนเพียงพอที่จะวิเคราะห์หาตัวแปรอิสระที่มีอิทธิพลในขั้นต่อไปหรือไม่ โดยใช้สถิติที่ทดสอบอิทธิพลคงที่ (Fixed Effect, $H_0: \gamma_{00} = 0$) และใช้สถิติทดสอบไค-สแควร์ทดสอบอิทธิพลสุ่ม (Random Effect, $H_0: \text{var}(b_{0j}) = 0$) ดังนี้

วิเคราะห์ครั้งที่ 1 ตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (ACH) เป็นตัวแปรตาม
มีรูปแบบการวิเคราะห์ ดังนี้

ระดับที่ 1 โมเดลภายในห้องเรียน

$$ACH_{ij} = b_{0j} + r_{ij}$$

ระดับที่ 2 โมเดลระหว่างห้องเรียน

$$b_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}$$

วิเคราะห์ครั้งที่ 2 ตัวแปรเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ATTS) เป็นตัวแปรตาม มีรูปแบบการ
วิเคราะห์ ดังนี้

ระดับที่ 1 โมเดลภายในห้องเรียน

$$ATT_{ij} = b_{0j} + r_{ij}$$

ระดับที่ 2 โมเดลระหว่างห้องเรียน

$$b_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}$$

วิเคราะห์ครั้งที่ 3 ตัวแปรเวลาที่ใช้ในการเรียน (TIME) เป็นตัวแปรตาม มีรูปแบบ
การวิเคราะห์ ดังนี้

ระดับที่ 1 โมเดลภายในห้องเรียน

$$TIME_{ij} = b_{0j} + r_{ij}$$

ระดับที่ 2 โมเดลระหว่างห้องเรียน

$$b_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}$$

ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 อิทธิพลคงที่ (Fixed Effect) อิทธิพลสุ่ม (Random Effect) ของการวิเคราะห์โมเดลว่าง (Null Model)

ตัวแปร	อิทธิพลคงที่			อิทธิพลสุ่ม		
	(Fixed Effect)			(Random Effect)		
	Coefficient (γ_{00})	SE	T-Ratio	Parameter Variance	df	Chi-Square
ACH						
Intercept	13.77**	.57	24.17	17.16**	55	1001.94
Within-Unit Error Variance (σ^2) = 30.69						
Deviance (D_0) = 10681.01						
ATTS						
Intercept	3.10**	.05	59.49	.14**	55	883.81
Within-Unit Error Variance (σ^2) = .29						
Deviance (D_0) = 2847.48						
TIME						
Intercept	3.20**	.03	94.72	.06**	55	544.91
Within-Unit Error Variance (σ^2) = .20						
Deviance (D_0) = 2174.11						

** $p < .01$

จากตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์โมเดลว่าง (Null Model) เมื่อตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ (ACH) เป็นตัวแปรตาม พบว่า ค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ แต่ละห้องเรียน (γ_{00}) มีค่าเท่ากับ 13.77 เมื่อพิจารณาอิทธิพลคงที่ พบว่า ตัวแปรอิสระและค่าคงที่ (γ_{00}) มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อพิจารณาอิทธิพลสุ่ม พบว่า ค่าคงที่หรือค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (γ_{00}) มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์ เท่ากับ 17.16

เมื่อใช้ตัวแปรเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ATTS) เป็นตัวแปรตาม พบว่า ค่าเฉลี่ยของเจตคติทางวิทยาศาสตร์แต่ละห้องเรียน (γ_{00}) มีค่าเท่ากับ 3.10 เมื่อพิจารณาอิทธิพลคงที่ พบว่า

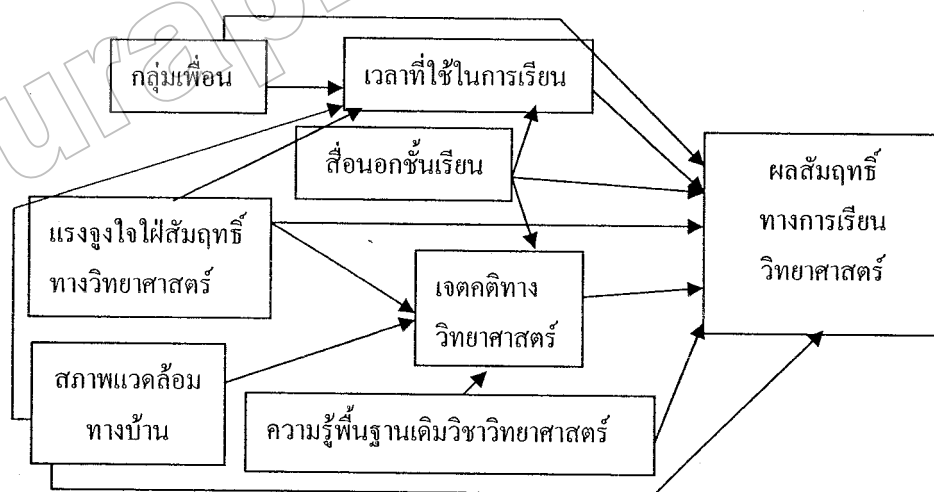
ตัวแปรอิสระและค่าคงที่ (Y_{∞}) มีอิทธิพลต่อเจตคติทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วม พบว่า ค่าคงที่หรือค่าเฉลี่ยเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Y_{∞}) มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์ เท่ากับ .14

เมื่อใช้ตัวแปรเวลาที่ใช้ในการเรียน (TIME) เป็นตัวแปรตาม พบว่า ค่าคงที่หรือค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการเรียนแต่ละห้องเรียน (Y_{∞}) มีค่าเท่ากับ 3.20 เมื่อพิจารณาอิทธิพลคงที่ พบว่า ตัวแปรอิสระและค่าคงที่ (Y_{∞}) มีอิทธิพลต่อเวลาที่ใช้ในการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วม พบว่า ค่าคงที่หรือค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการเรียน (Y_{∞}) มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์เท่ากับ .06

แสดงว่าในการวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ สามารถนำตัวแปรอิสระระดับนักเรียนเข้ามาร่วมวิเคราะห์ได้ จึงวิเคราะห์ขั้นโมเดลอย่างง่าย (Simple Model) ต่อไป

2. ผลการวิเคราะห์ขั้น โมเดลอย่างง่าย (Simple Model) เป็นการวิเคราะห์หลังจากที่พบว่าผลการวิเคราะห์ขั้นโมเดลว่าง (Null Model) ตัวแปรอิสระและค่าคงที่ (Intercept) มีอิทธิพลต่อตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ วิเคราะห์โดยนำตัวแปรอิสระระดับนักเรียนเข้ามาวิเคราะห์ที่ละตัวแปร เพื่อศึกษาว่าตัวแปรอิสระตัวนั้นมีอิทธิพลต่อตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ และตรวจสอบความแปรปรวนของตัวแปรอิสระระดับนักเรียนว่ามีความแปรปรวนเพียงพอที่จะนำไปวิเคราะห์ในขั้นต่อไปหรือไม่ มีขั้นตอนการวิเคราะห์ ดังนี้

2.1 วิเคราะห์โมเดลพหุระดับระดับนักเรียนแบบเต็มรูป ตามภาพที่ 8



ภาพที่ 8 โมเดลพหุระดับของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แบบเต็มรูป

มีขั้นตอนการวิเคราะห์ ดังนี้

วิเคราะห์ครั้งที่ 1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (ACH) เป็นตัวแปรตาม ตัวแปรอิสระ ได้แก่ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ATTS) สภาพแวดล้อมทางบ้าน (HOME) เวลาที่ใช้ในการเรียน (TIME) สื่อนอกชั้นเรียน (MAS) ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ (PSA) กลุ่มเพื่อน (FRI) และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (MOTS) มีรูปแบบการวิเคราะห์ ดังนี้

ระดับที่ 1 โมเดลภายในห้องเรียน

$$ACH_{ij} = b_{0j} + b_{1j}(x_{ij}) + r_{ij}$$

ระดับที่ 2 โมเดลระหว่างห้องเรียน

$$b_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}$$

$$b_{1j} = \gamma_{10} + u_{1j}$$

วิเคราะห์ครั้งที่ 2 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ATTS) เป็นตัวแปรตาม ตัวแปรอิสระ ได้แก่ สภาพแวดล้อมทางบ้าน (HOME) ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ (PSA) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (MOTS) และสื่อนอกชั้นเรียน (MAS) มีรูปแบบการวิเคราะห์ ดังนี้

ระดับที่ 1 โมเดลภายในห้องเรียน

$$ATT_{ij} = b_{0j} + b_{1j}(x_{ij}) + r_{ij}$$

ระดับที่ 2 โมเดลระหว่างห้องเรียน

$$b_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}$$

$$b_{1j} = \gamma_{10} + u_{1j}$$

วิเคราะห์ครั้งที่ 3 เวลาที่ใช้ในการเรียน (TIME) เป็นตัวแปรตาม ตัวแปรอิสระ ได้แก่ สภาพแวดล้อมทางบ้าน (HOME) สื่อนอกชั้นเรียน (MAS) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (MOTS) และกลุ่มเพื่อน (FRI) มีรูปแบบการวิเคราะห์ ดังนี้

ระดับที่ 1 โมเดลภายในห้องเรียน

$$TIME_{ij} = b_{0j} + b_{1j}(x_{ij}) + r_{ij}$$

ระดับที่ 2 โมเดลระหว่างห้องเรียน

$$b_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}$$

$$b_{1j} = \gamma_{10} + u_{1j}$$

ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 11 ถึงตารางที่ 16

ตารางที่ 11 (ต่อ)

ตัวแปร	อิทธิพลคงที่ (Fixed Effect)			อิทธิพลสุ่ม (Random Effect)		
	Coefficient	SE	T-Ratio	Parameter	df	Chi-Square
				Variance		
MAS						
Intercept, γ_{60}	13.77**	.55	25.08	15.80**	55	614.55
Slope, b_{6j}	.51*	.21	2.49	.79*	55	81.90
Within-Unit Error Variance (σ^2) = 30.03						
TIME						
Intercept, γ_{70}	14.02**	.52	26.81	14.23**	55	778.00
Slope, b_{7j}	3.58**	.51	7.03	9.29**	55	177.24
Within-Unit Error Variance (σ^2) = 25.86						

** $p < .01$ * $p < .05$

จากตารางที่ 11 เมื่อนำตัวแปรอิสระระดับนักเรียนเข้ามาวิเคราะห์ทีละตัว เพื่อศึกษาความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ผลการทดสอบอิทธิพลคงที่ (Fixed Effect) พบว่า ค่าคงที่ (Intercept) ของตัวแปรอิสระระดับนักเรียนทุกตัวส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (ACH) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สำหรับสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ (b_{1j}) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (b_{2j}) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (b_{3j}) สภาพแวดล้อมทางบ้าน (b_{4j}) และเวลาที่ใช้ในการเรียน (b_{5j}) ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (ACH) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากับ 6.08, 6.18, 3.52, .96, และ 3.58 ตามลำดับ ส่วนสัมประสิทธิ์การถดถอยของกลุ่มเพื่อน (b_{6j}) และเพื่อนนอกชั้นเรียน (b_{7j}) ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (ACH) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากับ .72 และ .51 ตามลำดับ

ผลการทดสอบอิทธิพลสุ่ม (Random Effect) พบว่า ตัวแปรระดับนักเรียนทุกตัวมีค่าคงที่ (Intercept) หรือค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ (PSA) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (MOTS)

เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ATTS) สภาพแวดล้อมทางบ้าน (HOME) และเวลาที่ใช้ในการเรียน (TIME) มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 1.62, 5.90, 3.36, 2.00 และ 9.29 ตามลำดับ สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรต่อเนื่องขั้นเรียน (MAS) และกลุ่มเพื่อน (FRI) มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์เท่ากับ .07 และ .79 ตามลำดับ

จากผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 11 จึงนำตัวแปรอิสระระดับนักเรียนที่มีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่มีนัยสำคัญทางสถิติมาวิเคราะห์ร่วมกัน โดยไม่นำตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนมาวิเคราะห์ร่วม เพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวแปรระดับนักเรียนที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ มีรูปแบบการวิเคราะห์ ดังนี้

ระดับที่ 1 โมเดลภายในห้องเรียน

$$ACH_{ij} = b_{0j} + b_{1j}(PSA_{ij}) + b_{2j}(MOTS_{ij}) + b_{3j}(ATTS_{ij}) + b_{4j}(HOME_{ij}) + b_{5j}(FRI_{ij}) + b_{6j}(MAS_{ij}) + b_{7j}(TIME_{ij}) + r_{ij}$$

ระดับที่ 2 โมเดลระหว่างห้องเรียน

$$b_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}$$

$$b_{1j} = \gamma_{10} + u_{1j}$$

$$b_{2j} = \gamma_{20} + u_{2j}$$

$$b_{3j} = \gamma_{30} + u_{3j}$$

$$b_{4j} = \gamma_{40} + u_{4j}$$

$$b_{5j} = \gamma_{50} + u_{5j}$$

$$b_{6j} = \gamma_{60} + u_{6j}$$

$$b_{7j} = \gamma_{70} + u_{7j}$$

ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 อิทธิพลคงที่ (Fixed Effect) อิทธิพลสุ่ม (Random Effect) เมื่อใช้ตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (ACH) เป็นตัวแปรตามในขั้นตอนการวิเคราะห์โมเดลอย่างง่าย (Simple Model) แบบเต็มรูป

ตัวแปรอิสระ		อิทธิพลคงที่ (Fixed Effect)			อิทธิพลสุ่ม (Random Effect)		
ระดับ	ตัวแปรตาม	Coefficient	SE	T-Ratio	Parameter	df	Chi-Square
นักเรียน					Variance		
	ACH						
	Intercept, γ_{00}	10.42**	.79	13.21	13.21**	55	79.15
	PSA, slope						
	Intercept, γ_{10}	4.18**	.29	14.51	3.98**	55	362.00
	MOTS, slope						
	Intercept, γ_{20}	2.55**	.23	10.90	2.20**	55	151.75
	ATTS, slope						
	Intercept, γ_{30}	.63**	.13	4.76	.21*	55	76.51
	HOME, slope						
	Intercept, γ_{40}	.19	.12	1.53	.19*	55	79.46
	FRI, slope						
	Intercept, γ_{50}	.26	.16	1.56	.53*	55	72.83
	MAS, slope						
	Intercept, γ_{60}	.12	.08	1.59	.06*	55	74.32
	TIME, slope						
	Intercept, γ_{70}	.51**	.13	3.81	.11*	55	73.31
Within-Unit Error Variance (σ^2) = 5.66							
$R^2_{ACH} = .82$							
Deviance (D_1) = 8031.62							
Deviance (D_0) = 10681.01							
ผลต่างของค่าสถิติ Deviance = 2649.39, df = 34, p = 0.00							

** $p < .01$

* $p < .05$

จากตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์โมเดลอย่างง่าย (Simple Model) เมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (ACH) เป็นตัวแปรตาม การพิจารณาอิทธิพลคงที่ (Fixed Effect) พบว่าค่าคงที่ (γ_{00}) ของการวิเคราะห์ มีค่าเท่ากับ 10.42 และสัมประสิทธิ์การถดถอยของความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ (b_{1j}) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (b_{2j}) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (b_{3j}) และเวลาที่ใช้ในการเรียน (b_{7j}) ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (ACH) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 โดยค่าคงที่ของสัมประสิทธิ์การถดถอยของความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ (γ_{10}) มีค่าเท่ากับ 4.18 ค่าคงที่ของสัมประสิทธิ์การถดถอยของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (γ_{20}) มีค่าเท่ากับ 2.55 ค่าคงที่ของสัมประสิทธิ์การถดถอยของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (γ_{30}) มีค่าเท่ากับ .63 และค่าคงที่ของสัมประสิทธิ์การถดถอยของเวลาที่ใช้ในการเรียน (γ_{70}) มีค่าเท่ากับ .51

ผลการทดสอบอิทธิพลสุ่ม (Random Effect) พบว่า ค่าคงที่หรือค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (γ_{00}) ค่าคงที่ของค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ (γ_{10}) และค่าคงที่ของค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (γ_{20}) มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 13.21, 3.98 และ 2.20 ตามลำดับ ค่าคงที่ของค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (γ_{30}) สภาพแวดล้อมทางบ้าน (γ_{40}) กลุ่มเพื่อน (γ_{50}) สื่อนอกชั้นเรียน (γ_{60}) และเวลาที่ใช้ในการเรียน (γ_{70}) มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์เท่ากับ .21, .19, .53, .06 และ .11 ตามลำดับ

ผลการทดสอบค่าสถิติ Deviance พบว่าโมเดลอย่างง่าย (Simple Model) แบบเต็มรูปสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ทั้งนี้ตัวแปรอิสระระดับนักเรียนทุกคนในการวิเคราะห์ครั้งนี้ร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ได้ร้อยละ 82

ตารางที่ 13 อิทธิพลคงที่ (Fixed Effect) อิทธิพลสุ่ม (Random Effect) เมื่อใช้ตัวแปรเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ATTS) เป็นตัวแปรตาม ในขั้นตอนการวิเคราะห์โมเดลอย่างง่าย (Simple Model)

ตัวแปร	อิทธิพลคงที่ (Fixed Effect)			อิทธิพลสุ่ม (Random Effect)		
	Coefficient	SE	T-Ratio	Parameter Variance	df	Chi-Square
PSA						
Intercept, γ_{10}	3.08**	.04	77.47	.08**	55	363.44
Slope, b_{1j}	.23**	.02	10.45	.01**	55	116.78
Within-unit error variance (σ^2) = .26						
MOTS						
Intercept, γ_{20}	3.10**	.05	61.95	.13**	55	720.53
Slope, b_{2j}	.21**	.03	8.06	.01**	55	104.26
Within-Unit Error Variance (σ^2) = .27						
Home						
Intercept, γ_{30}	3.10**	.05	60.40	.14**	55	441.47
Slope, b_{3j}	.01	.03	.42	.01	55	60.82
Within-Unit Error Variance (σ^2) = .29						
MAS						
Intercept, γ_{40}	3.10**	.05	59.95	.14**	55	580.61
Slope, b_{4j}	.01	.02	.52	.00	55	56.65
Within-Unit Error Variance (σ^2) = .29						

** $p < .01$

* $p < .05$

จากตารางที่ 13 เมื่อนำตัวแปรความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ (PSA) แรงงูใจ ไฟล์มฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (MOTS) สภาพแวดล้อมทางบ้าน (HOME) และสื่อนอกชั้นเรียน (MAS) เข้ามาวิเคราะห์ทีละตัว เพื่อศึกษาความแปรปรวนของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ผลการทดสอบอิทธิพลคงที่ (Fixed Effect) พบว่า ค่าคงที่ (Intercept) ของตัวแปรอิสระทุกตัวส่งผลต่อเจตคติทางวิทยาศาสตร์

(ATTS) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สำหรับสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรความรู้พื้นฐานเดิมทางวิทยาศาสตร์ (b_{1j}) และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (b_{2j}) ส่งผลต่อเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ATTS) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากับ .23 และ .21 ส่วนสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสภาพแวดล้อมทางบ้าน (b_{3j}) และเพื่อนอกชั้นเรียน (b_{4j}) ไม่ส่งผลต่อเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ATTS) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

ผลการทดสอบอิทธิพลสุ่ม (Random Effect) พบว่า ทุกตัวแปรมีค่าคงที่ (Intercept) หรือค่าเฉลี่ยเจตคติทางวิทยาศาสตร์มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สำหรับสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรความรู้พื้นฐานเดิม (PSA) และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (MOTS) มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์เท่ากับ .01 และ .01 ตามลำดับ ส่วนสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสภาพแวดล้อมทางบ้าน (HOME) และเพื่อนอกชั้นเรียน (MAS) ไม่มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 13 จึงนำตัวแปรตัวแปรความรู้พื้นฐานเดิมทางวิทยาศาสตร์ (PSA) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (MOTS) สภาพแวดล้อมทางบ้าน (HOME) และเพื่อนอกชั้นเรียน (MAS) มาวิเคราะห์ร่วมกัน เพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวแปรระดับนักเรียนที่ส่งผลต่อเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ATTS) มีรูปแบบการวิเคราะห์ ดังนี้

ระดับที่ 1 โมเดลภายในห้องเรียน

$$ATTS_{ij} = b_{0j} + b_{1j}(PSA_{ij}) + b_{2j}(MOTS_{ij}) + b_{3j}(HOME_{ij}) + b_{4j}(MAS_{ij}) + r_{ij}$$

ระดับที่ 2 โมเดลระหว่างห้องเรียน

$$b_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}$$

$$b_{1j} = \gamma_{10} + u_{1j}$$

$$b_{2j} = \gamma_{20} + u_{2j}$$

$$b_{3j} = \gamma_{30} + u_{3j}$$

$$b_{4j} = \gamma_{40} + u_{4j}$$

ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 อิทธิพลคงที่ (Fixed Effect) อิทธิพลสุ่ม (Random Effect) เมื่อใช้ตัวแปรเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ATTS) เป็นตัวแปรตามในขั้นการวิเคราะห์โมเดลอย่างง่าย (Simple Model) แบบเต็มรูป

ตัวแปรอิสระ		อิทธิพลคงที่ (Fixed Effect)			อิทธิพลสุ่ม (Random Effect)		
ระดับ	ตัวแปรตาม	Coefficient	SE	T-Ratio	Parameter	df	Chi-Square
นักเรียน					Variance		
ATTS							
Intercept, γ_{00}		3.09**	.04	74.94	.08**	55	240.49
PSA, slope							
Intercept, γ_{10}		.19**	.03	7.38	.01**	55	98.28
MOTS, slope							
Intercept, γ_{20}		.06*	.03	2.21	.01*	55	77.50
HOME, slope							
Intercept, γ_{30}		-.01	.03	-.52	.00	55	55.12
MAS, slope							
Intercept, γ_{40}		.00	.01	.09	.00	55	52.87
Within-Unit Error Variance (σ^2) = .25							
$R^2_{ATTS} = .14$							
Deviance (D_1) = 2647.39							
Deviance (D_0) = 2847.48							
ผลต่างของค่าสถิติ Deviance = 200.08, df = 18, p = 0.00							

** $p < .01$

* $p < .05$

จากตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์โมเดลอย่างง่าย (Simple Model) เมื่อใช้เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ATTS) เป็นตัวแปรตาม การพิจารณาอิทธิพลคงที่ (Fixed Effect) พบว่า ค่าคงที่ (γ_{00}) ของการวิเคราะห์ มีค่าเท่ากับ 3.09 และสัมประสิทธิ์การถดถอยของความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ (b_{1j}) ส่งผลต่อเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ATTS) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 โดยมีค่าคงที่ (γ_{10}) เท่ากับ .19 ส่วนสัมประสิทธิ์การถดถอยของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (b_{2j})

ส่งผลกระทบต่อเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ATTS) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีค่าคงที่ (γ_{20}) เท่ากับ .06 สำหรับค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของสภาพแวดล้อมทางบ้าน (b_{3j}) และเพื่อนนอกชั้นเรียน (b_{4j}) ไม่ส่งผลกระทบต่อเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ATTS) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการทดสอบอิทธิพลสุ่ม (Random Effect) พบว่า ค่าคงที่หรือค่าเฉลี่ยเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (γ_{00}) และค่าคงที่ของค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ (γ_{10}) มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์เท่ากับ .08 และ .01 ตามลำดับ ค่าคงที่ของค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (γ_{20}) มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์เท่ากับ .01 ส่วนค่าคงที่ของค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของสภาพแวดล้อมทางบ้าน (γ_{30}) และเพื่อนนอกชั้นเรียน (γ_{40}) ไม่มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการทดสอบค่าสถิติ Deviance พบว่าโมเดลอย่างง่าย (Simple Model) แบบเต็มรูปสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ทั้งนี้ตัวแปรอิสระระดับนักเรียนทุกคนในการวิเคราะห์ครั้งนี้ร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ได้ร้อยละ 14

ตารางที่ 15 อิทธิพลคงที่ (Fixed Effect) อิทธิพลสุ่ม (Random Effect) เมื่อใช้ตัวแปรเวลาที่ใช้ในการเรียน (TIME) เป็นตัวแปรตามในขั้นการวิเคราะห์โมเดลอย่างง่าย (Simple Model)

ตัวแปร	อิทธิพลคงที่ (Fixed Effect)			อิทธิพลสุ่ม (Random Effect)		
	Coefficient	SE	T-Ratio	Parameter Variance	df	Chi-Square
MOTS						
Intercept, γ_{01}	3.21**	.04	90.09	.06**	55	569.71
Slope, b_{1j}	.14**	.03	5.24	.03**	55	179.58
Within-Unit Error Variance (σ^2) = .17						
MAS						
Intercept, γ_{02}	3.20**	.03	96.86	.05**	55	445.39
Slope, b_{2j}	.02	.01	1.43	.00	55	53.84
Within-Unit Error Variance (σ^2) = .20						
FRI						
Intercept, γ_{03}	3.20**	.03	93.44	.06**	55	429.40
Slope, b_{3j}	.00	.03	.07	.01	55	70.62
Within-Unit Error Variance (σ^2) = .20						
HOME						
Intercept, γ_{04}	3.20**	.03	97.87	.05**	55	426.79
Slope, b_{4j}	.05*	.02	2.66	.00	55	61.75
Within-Unit Error Variance (σ^2) = .20						

** $p < .01$

* $p < .05$

จากตารางที่ 15 เมื่อนำตัวแปรแรงงูใจไฟ้สัณฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (MOTS) สื่อนอกชั้นเรียน (MAS) กลุ่มเพื่อน (FRI) และสภาพแวดล้อมทางบ้าน (HOME) เข้ามาวิเคราะห์ทีละตัวเพื่อศึกษาความแปรปรวนของเวลาที่ใช้ในการเรียน (TIME) ผลการทดสอบอิทธิพลคงที่ (Fixed Effect) พบว่า ค่าคงที่ (Intercept) ของตัวแปรอิสระทุกตัวส่งผลต่อเวลาที่ใช้ในการเรียน (TIME) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สำหรับสัมประสิทธิ์การถดถอยของแรงงูใจไฟ้สัณฤทธิ์

ทางวิทยาศาสตร์ (b_{1j}) ส่งผลต่อเวลาที่ใช้ในการเรียน (TIME) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากับ .14 และค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสภาพแวดล้อมทางบ้าน (b_{4j}) ส่งผลต่อเวลาที่ใช้ในการเรียน (TIME) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากับ .05 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรเพื่อนนอกชั้นเรียน (b_{2j}) และกลุ่มเพื่อน (b_{3j}) ไม่ส่งผลต่อเวลาที่ใช้ในการเรียน (TIME) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการทดสอบอิทธิพลสุ่ม (Random Effect) พบว่า ทุกตัวแปรมีค่าคงที่ (Intercept) หรือค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการเรียนมีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (MOTS) มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์ เท่ากับ .03 ส่วนสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรเพื่อนนอกชั้นเรียน (MAS) กลุ่มเพื่อน (FRI) และสภาพแวดล้อมทางบ้าน (HOME) ไม่มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 15 จึงนำตัวแปรแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (MOTS) เพื่อนอกชั้นเรียน (MAS) กลุ่มเพื่อน (FRI) และสภาพแวดล้อมทางบ้าน (HOME) มาวิเคราะห์ร่วมกัน เพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวแปรระดับนักเรียนที่ส่งผลต่อเวลาที่ใช้ในการเรียน (TIME) มีรูปแบบการวิเคราะห์ ดังนี้

ระดับที่ 1 โมเดลภายในห้องเรียน

$$TIME_{ij} = b_{0j} + b_{1j}(MOTS_{ij}) + b_{2j}(MAS_{ij}) + b_{3j}(FRI_{ij}) + b_{4j}(HOME_{ij}) + r_{ij}$$

ระดับที่ 2 โมเดลระหว่างห้องเรียน

$$b_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}$$

$$b_{1j} = \gamma_{10} + u_{1j}$$

$$b_{2j} = \gamma_{20} + u_{2j}$$

$$b_{3j} = \gamma_{30} + u_{3j}$$

$$b_{4j} = \gamma_{40} + u_{4j}$$

ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 อิทธิพลคงที่ (Fixed Effect) อิทธิพลสุ่ม (Random Effect) เมื่อใช้ตัวแปรเวลาที่ใช้ในการเรียน (TIME) เป็นตัวแปรตามในการวิเคราะห์โมเดลอย่างง่าย (Simple Model) แบบเต็มรูป

ตัวแปรอิสระ		อิทธิพลคงที่ (Fixed Effect)			อิทธิพลสุ่ม (Random Effect)		
ระดับ	ตัวแปรตาม	Coefficient	SE	T-Ratio	Parameter	df	Chi-Square
นักเรียน					Variance		
	TIME						
	Intercept, γ_{00}	3.22**	.03	93.47	.06**	55	330.02
	MOTS, slope						
	Intercept, γ_{10}	.14**	.03	5.08	.03**	55	146.67
	MAS, slope						
	Intercept, γ_{20}	.01	.01	1.00	.00	55	54.52
	FRI, slope						
	Intercept, γ_{30}	-.01	.02	-.61	.00	55	51.09
	HOME, slope						
	Intercept, γ_{40}	.04*	.02	2.24	.00	55	52.90
Within-Unit Error Variance (σ^2) = .17							
$R^2_{\text{TIME}} = .15$							
Deviance (D_1) = 2174.11							
Deviance (D_0) = 2014.87							
ผลต่างของค่าสถิติ Deviance = 159.24, df = 18, p = 0.00							

** $p < .01$

* $p < .05$

จากตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์โมเดลอย่างง่าย (Simple Model) เมื่อใช้เวลาที่ใช้ในการเรียน (TIME) เป็นตัวแปรตาม การพิจารณาอิทธิพลคงที่ (Fixed Effect) พบว่า ค่าคงที่ (γ_{00}) ของการวิเคราะห์ มีค่าเท่ากับ 3.22 และสัมประสิทธิ์การถดถอยของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (b_{1j}) ส่งผลต่อเวลาที่ใช้ในการเรียน (TIME) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีค่าคงที่เท่ากับ .14 สัมประสิทธิ์การถดถอยของสภาพแวดล้อมทางบ้าน (b_{4j}) ส่งผลต่อเวลาที่ใช้ในการเรียน (TIME)

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีค่าคงที่เท่ากับ .04 ส่วนสัมประสิทธิ์การถดถอยของสื่อออนไลน์ (b_{2j}) และกลุ่มเพื่อน (b_{3j}) ไม่ส่งผลกระทบต่อเวลาที่ใช้ในการเรียน (TIME) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการทดสอบอิทธิพลสุ่ม (Random Effect) พบว่า ค่าคงที่หรือค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการเรียน (γ_{00}) ค่าคงที่ของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (γ_{10}) มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์เท่ากับ .06 และ .03 ตามลำดับ ค่าคงที่ของค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของสื่อออนไลน์ชั้นเรียน (γ_{20}) กลุ่มเพื่อน (γ_{30}) และสภาพแวดล้อมทางบ้าน (γ_{40}) ไม่มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการทดสอบค่าสถิติ Deviance พบว่า โมเดลอย่างง่าย (Simple Model) แบบเต็มรูปสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ทั้งนี้ตัวแปรอิสระระดับนักเรียนทุกคนในการวิเคราะห์ครั้งนี้ร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของเวลาที่ใช้ในการเรียน ได้ร้อยละ 15

จากผลการวิเคราะห์โมเดลพหุระดับในชั้นโมเดลอย่างง่าย (Simple Model) แบบเต็มรูป เมื่อนำค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐาน (β) ทั้งในส่วนอิทธิพลคงที่และอิทธิพลสุ่ม มาแสดงในรูปแบบสัมประสิทธิ์เส้นทางสามารถแสดงค่าสถิติต่าง ๆ ของโมเดลพหุระดับระดับนักเรียนแบบเต็มรูปได้ดังตารางที่ 17

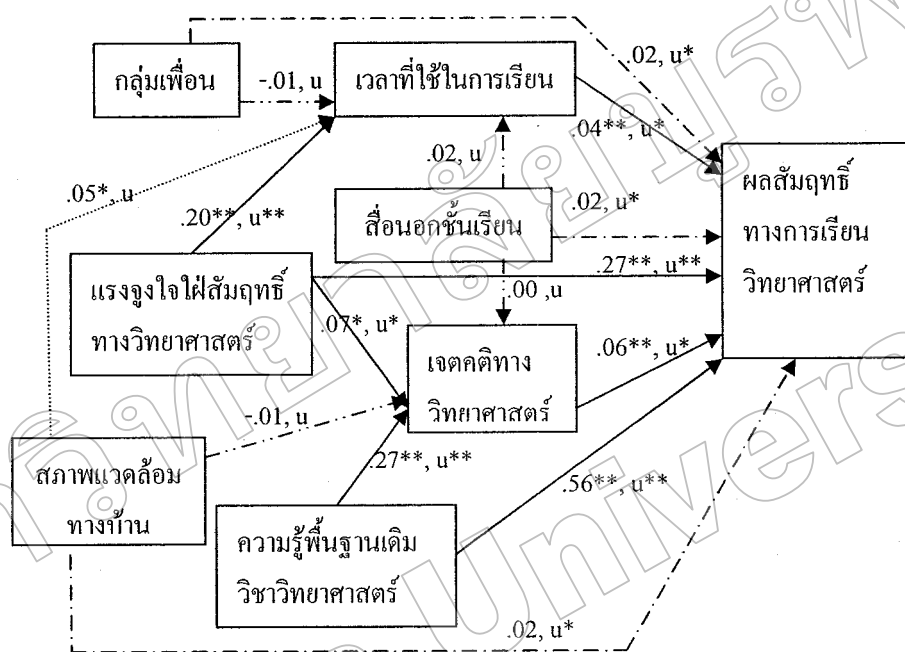
ตารางที่ 17 ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางของโมเดลพหุระดับระดับนักเรียนจากการวิเคราะห์ชั้น
โมเดลอย่างง่าย (Simple Model) แบบเต็มรูป

ตัวแปรผล	ตัวแปรสาเหตุ	อิทธิพลคงที่ (Fixed Effect)		อิทธิพลสุ่ม (Random Effect)	
		β	<i>T-Ratio</i>	Parameter Variance	<i>Chi-Square</i>
ACH	PSA	.56**	14.51	u_1^{**}	362.00
	MOTS	.27**	10.90	u_2^{**}	151.75
	ATTS	.06**	4.76	u_3^*	76.50
	HOME	.02	1.53	u_4^*	79.46
	FRI	.02	1.56	u_5^*	72.83
	MAS	.02	1.59	u_6^*	74.32
	TIME	.04**	3.81	u_7^*	73.31
Deviance (D_1) = 8031.62					
$R^2_{ACH} = .82$					
ATTS	PSA	.27**	7.38	u_1^{**}	98.28
	MOTS	.07*	2.21	u_2^*	77.50
	HOME	-.01	-.52	u_3	55.12
	MAS	.00	.09	u_4	52.87
Deviance (D_1) = 2647.39					
$R^2_{ATTS} = .14$					
TIME	MOTS	.20**	5.08	u_1^{**}	146.67
	MAS	.02	1.04	u_2	54.52
	FRI	-.01	.65	u_3	51.09
	HOME	.05*	2.24	u_4	52.90
Deviance (D_1) = 2014.87					
$R^2_{TIME} = .15$					

** $p < .01$

* $p < .05$

จากตารางที่ 17 เมื่อนำค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐาน หรือสัมประสิทธิ์เส้นทาง ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรในโมเดลพหุระดับระดับนักเรียนแบบเต็มรูป มาแสดง ในลักษณะของแผนภาพ จะได้ภาพแสดงอิทธิพลของตัวแปรต่าง ๆ ในโมเดลพหุระดับระดับ นักเรียนแบบเต็มรูปทั้งในส่วนอิทธิพลคงที่และอิทธิพลสุ่ม ดังภาพที่ 9

 $^{**}p < .01$

* $p < .05$

ภาพที่ 9 โมเดลบูรณาการของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แบบเต็มรูป

- ➡ สัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลคงที่และอิทธิพลสุ่มไม่มีนัยสำคัญ
 - ➡ สัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลคงที่ไม่มีนัยสำคัญ แต่อิทธิพลสุ่มมีนัยสำคัญ
 -➡ สัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลคงที่มีนัยสำคัญ แต่อิทธิพลสุ่มไม่มีนัยสำคัญ
 - ➡ สัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลคงที่และอิทธิพลสุ่มมีนัยสำคัญ
- u อิทธิพลสุ่มของสัมประสิทธิ์เส้นทาง

จากตารางที่ 17 และภาพที่ 9 ผลการวิเคราะห์โมเดลพหุระดับระดับนักเรียนแบบเต็มรูปแบบพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลของที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีทั้งหมด 6 ค่า มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มี 2 ค่า ส่วนสัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลกลุ่มมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีทั้งหมด 4 ค่า มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มี 6 ค่า แสดงรายละเอียดเมื่อพิจารณาตามตัวแปรตามแต่ละตัว ดังนี้

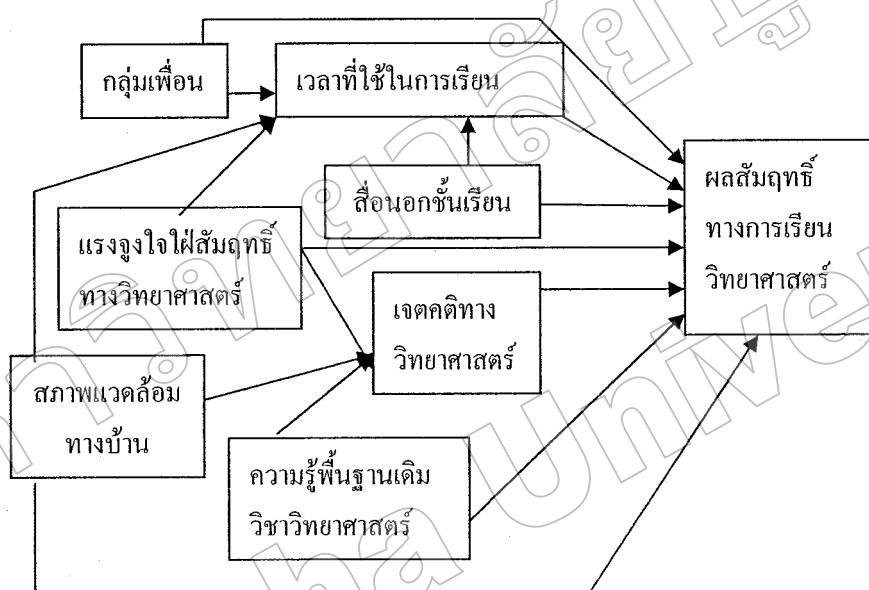
เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (ACH) เป็นตัวแปรตาม พบว่าตัวแปรที่ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลของที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (ACH) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คือ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ (PSA) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (MOTS) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ATTS) และเวลาที่ใช้ในการเรียน (TIME) ส่วนตัวแปรสภาพแวดล้อมทางบ้าน (HOME) สื่อนอกชั้นเรียน (MAS) และกลุ่มเพื่อน (FRI) ไม่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้ตัวแปรอิสระดังกล่าวสามารถร่วมกันทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ได้ร้อยละ 82 ($R^2_{ACH} = .82$) การพิจารณาอิทธิพลกลุ่ม พบว่า ตัวแปรความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ (PSA) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (MOTS) มีสัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลกลุ่มมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ตัวแปรเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ATTS) สภาพแวดล้อมทางบ้าน (HOME) กลุ่มเพื่อน (FRI) สื่อนอกชั้นเรียน (MAS) และเวลาที่ใช้ในการเรียน (TIME) มีสัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลกลุ่มมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ATTS) เป็นตัวแปรตาม พบว่า ตัวแปรที่ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลของที่มีผลต่อเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ATTS) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 คือ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ (PSA) ส่วนแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (MOTS) ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่มีอิทธิพลของที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ตัวแปรสภาพแวดล้อมทางบ้าน (HOME) และสื่อนอกชั้นเรียน (MAS) อิทธิพลของที่ไม่ส่งผลต่อเจตคติทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้ตัวแปรอิสระดังกล่าวสามารถร่วมกันทำนายเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ATTS) ได้ร้อยละ 14 ($R^2_{ATTS} = .14$) การพิจารณาอิทธิพลกลุ่ม พบว่า ตัวแปรความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ (PSA) มีสัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลกลุ่มมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (MOTS) มีสัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลกลุ่มมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ส่วนตัวแปรอื่นๆ อิทธิพลกลุ่มไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณาเวลาที่ใช้ในการเรียน (TIME) เป็นตัวแปรตาม พบว่า ตัวแปรที่ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลของที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คือ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (MOTS) ส่วนตัวแปรสภาพแวดล้อมทางบ้าน (HOME) มีค่าสัมประสิทธิ์

เส้นทางที่อิทธิพลลงที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการเรียน (TIME) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับตัวแปรสื่อออกชั้นเรียน (MAS) และกลุ่มเพื่อน (FRI) อิทธิพลลงที่ไม่ส่งผลต่อเวลาที่ใช้ในการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้ตัวแปรอิสระดังกล่าวสามารถร่วมกันทำนายเวลาที่ใช้ในการเรียน (TIME) ได้ร้อยละ 15 ($R^2_{\text{TIME}} = .15$) การพิจารณาอิทธิพลร่วม พบว่า ตัวแปรแรงงูใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (MOTS) มีสัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลลงมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ส่วนตัวแปรอื่นๆ อิทธิพลลงไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 วิเคราะห์โมเดลพหุระดับระดับนักเรียนตามสมมติฐาน ตามภาพที่ 10



ภาพที่ 10 โมเดลพหุระดับของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามสมมติฐาน

มีขั้นตอนการวิเคราะห์ ดังนี้

วิเคราะห์ครั้งที่ 1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (ACH) เป็นตัวแปรตาม ตัวแปรอิสระ ได้แก่ แรงงูใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (MOTS) ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ (PSA) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ATTS) สภาพแวดล้อมทางบ้าน (HOME) สื่อออกชั้นเรียน (MAS) กลุ่มเพื่อน (FRI) และเวลาที่ใช้ในการเรียน (TIME) มีรูปแบบการวิเคราะห์ ดังนี้

ระดับที่ 1 โมเดลภายในห้องเรียน

$$ACH_{ij} = b_{0j} + b_{1j}(x_{ij}) + r_{ij}$$

ระดับที่ 2 โมเดลระหว่างห้องเรียน

$$b_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}$$

$$b_{1j} = \gamma_{10} + u_{1j}$$

วิเคราะห์ครั้งที่ 2 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ATTS) เป็นตัวแปรตาม ตัวแปรอิสระ ได้แก่ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ (PSA) และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (MOTS) รูปแบบการวิเคราะห์ ดังนี้

ระดับที่ 1 โมเดลภายในห้องเรียน

$$ATT_{ij} = b_{0j} + b_{1j}(x_{ij}) + r_{ij}$$

ระดับที่ 2 โมเดลระหว่างห้องเรียน

$$b_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}$$

$$b_{1j} = \gamma_{10} + u_{1j}$$

วิเคราะห์ครั้งที่ 3 เวลาที่ใช้ในการเรียน (TIME) เป็นตัวแปรตาม ตัวแปรอิสระ ได้แก่ สภาพแวดล้อมที่บ้าน (HOME) สื่อนอกชั้นเรียน (MAS) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (MOTS) และกลุ่มเพื่อน (FRI) มีรูปแบบการวิเคราะห์ ดังนี้

ระดับที่ 1 โมเดลภายในห้องเรียน

$$TIME_{ij} = b_{0j} + b_{1j}(x_{ij}) + r_{ij}$$

ระดับที่ 2 โมเดลระหว่างห้องเรียน

$$b_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}$$

$$b_{1j} = \gamma_{10} + u_{1j}$$

สำหรับผลการวิเคราะห์ครั้งที่ 1 ของโมเดลพหุระดับระดับนักเรียนตามสมมติฐาน ซึ่งใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (ACH) เป็นตัวแปรตาม และผลการวิเคราะห์ครั้งที่ 3 ซึ่งใช้เวลาที่ใช้ในการเรียน (TIME) เป็นตัวแปรตาม เนื่องจากใช้ตัวแปรเหมือนกับการวิเคราะห์ โมเดลพหุระดับระดับนักเรียนแบบเต็มรูป จึงได้ผลการวิเคราะห์เหมือนกันทุกประการ ผลปรากฏ ดังตารางที่ 11 ตารางที่ 12 ตารางที่ 15 และตารางที่ 16 ส่วนผลการวิเคราะห์ครั้งที่ 2 ในขั้น พิจารณาตัวแปรที่ละตัวได้ผลเช่นเดียวกับตารางที่ 13 ผู้วิจัยจึงนำเสนอผลการวิเคราะห์ครั้งที่ 2 เมื่อใช้ ตัวแปรเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ATTS) เป็นตัวแปรตาม ตัวแปรอิสระที่นำมาวิเคราะห์ร่วมคือตัวแปร ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ (PSA) และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (MOTS) และ สภาพแวดล้อมที่บ้าน (HOME) ผลการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 อิทธิพลคงที่ (Fixed Effect) อิทธิพลสุ่ม (Random Effect) เมื่อใช้ตัวแปรเจตคติทางวิทยาศาสตร์(ATTs) เป็นตัวแปรตามในขั้นตอนการวิเคราะห์โมเดลอย่างง่าย (Simple Model) ตามสมมติฐาน

ตัวแปรอิสระ		อิทธิพลคงที่ (Fixed Effect)			อิทธิพลสุ่ม (Random Effect)		
ระดับ	ตัวแปรตาม	Coefficient	SE	T-Ratio	Parameter	df	Chi-Square
นักเรียน					Variance		
ATTs							
Intercept, γ_{00}		3.09**	.04	74.62	.08**	55	244.78
PSA, slope							
Intercept, γ_{10}		.19**	.03	7.28	.01**	55	97.81
MOTS, slope							
Intercept, γ_{20}		.07**	.03	2.26	.01*	55	75.65
HOME, slope							
Intercept, γ_{30}		-.01	.03	-.45	.00	55	54.38
Within-Unit Error Variance (σ^2) = .25							
$R^2_{ATTs} = .14$							
Deviance (D_1) = 2649.12							
Deviance (D_0) = 2847.48							
ผลต่างของค่าสถิติ Deviance = 198.36, df = 12, p = 0.00							

** $p < .01$

* $p < .05$

จากตารางที่ 18 ผลการวิเคราะห์โมเดลอย่างง่าย (Simple Model) เมื่อใช้เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ATTs) เป็นตัวแปรตาม การพิจารณาอิทธิพลคงที่ (Fixed Effect) พบว่า ค่าคงที่ (γ_{00}) ของการวิเคราะห์ มีค่าเท่ากับ 3.09 และสัมประสิทธิ์การถดถอยของความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ (b_{1j}) และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (b_{2j}) ส่งผลต่อเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ATTs) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 โดยค่าคงที่ของสัมประสิทธิ์การถดถอยของความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ (γ_{10}) มีค่าเท่ากับ .19 ค่าคงที่ของค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (γ_{20}) มีค่าเท่ากับ .07 สำหรับค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของสภาพแวดล้อมทางบ้าน

(b_{3j}) ไม่ส่งผลกระทบต่อเจตคติทางวิทยาศาสตร์เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ATTS) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการทดสอบอิทธิพลสุ่ม (Random Effect) พบว่า ค่าคงที่หรือค่าเฉลี่ยเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (γ_{00}) และค่าคงที่ของค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ (γ_{10}) มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์เท่ากับ .08 และ .01 ตามลำดับ ค่าคงที่ของค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (γ_{20}) มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์เท่ากับ .01 ส่วนค่าคงที่ของค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของสภาพแวดล้อมที่บ้าน (γ_{30}) ไม่มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการทดสอบค่าสถิติ Deviance พบว่า โมเดลอย่างง่าย (Simple Model) ตามสมมติฐานสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ทั้งนี้ตัวแปรอิสระระดับนักเรียนทุกคนในการวิเคราะห์ครั้งนี้ร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ได้ร้อยละ 14

จากผลการวิเคราะห์โมเดลพหุระดับนักเรียนในชั้น โมเดลอย่างง่าย (Simple Model) ตามสมมติฐาน เมื่อนำค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐาน (β) ทั้งในส่วนอิทธิพลคงที่และอิทธิพลสุ่มมาแสดงในรูปแบบสัมประสิทธิ์เส้นทางสามารถแสดงค่าสถิติต่าง ๆ ของโมเดลพหุระดับระดับนักเรียนตามสมมติฐานได้ ดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางของโมเดลพหุระดับระดับนักเรียนจากการวิเคราะห์ชั้น
โมเดลอย่างง่าย (Simple Model) ตามสมมติฐาน

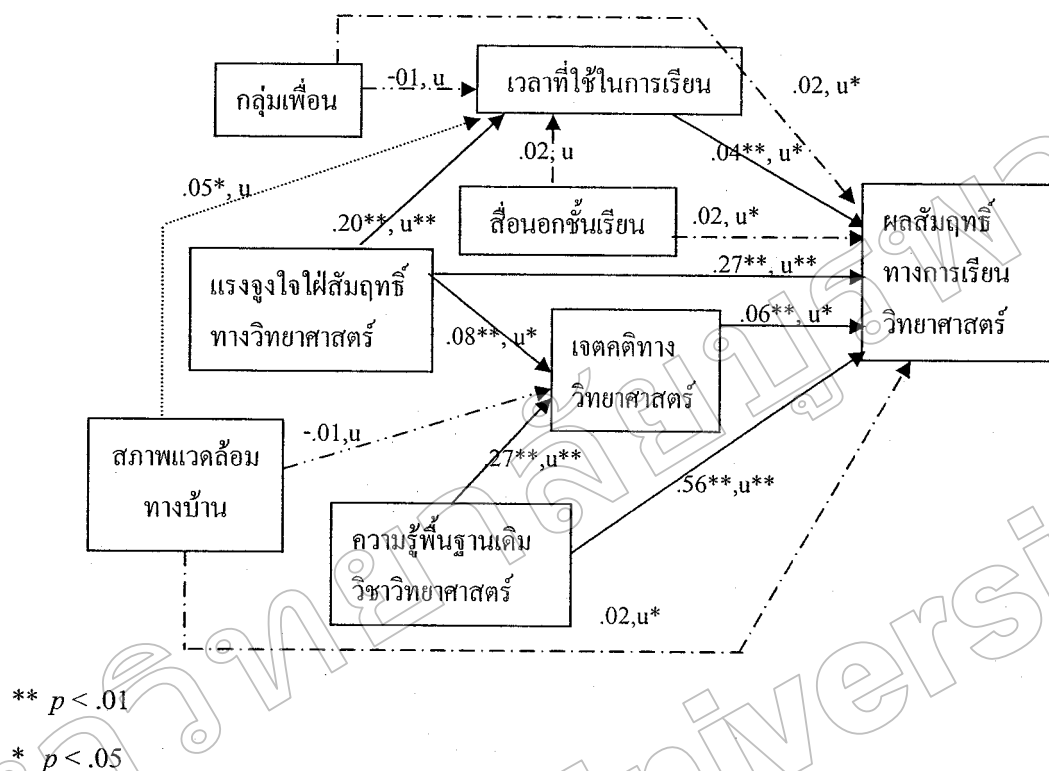
ตัวแปรผล	ตัวแปรสาเหตุ	อิทธิพลคงที่ (Fixed Effect)		อิทธิพลสุ่ม (Random Effect)	
		β	<i>T-Ratio</i>	Parameter Variance	<i>Chi-Square</i>
ACH	PSA	.56**	14.51	u_1^{**}	362.00
	MOTS	.27**	10.90	u_2^{**}	151.75
	ATTS	.06**	4.76	u_3^*	76.50
	HOME	.02	1.53	u_4^*	79.46
	FRI	.02	1.56	u_5^*	72.83
	MAS	.02	1.59	u_6^*	74.32
	TIME	.04**	3.81	u_7^*	73.31
$R^2_{ACH} = .82$					
ATTS	PSA	.27**	7.38	u_1^{**}	98.28
	MOTS	.08**	2.21	u_2^*	77.50
	HOME	-.01	-.52	u_3	55.12
$R^2_{ATTS} = .14$					
TIME	MOTS	.20**	5.08	u_1^{**}	146.67
	MAS	.02	1.04	u_2	54.52
	FRI	-.01	.65	u_3	51.09
	HOME	.05*	2.24	u_4	52.90
$R^2_{TIME} = .15$					

** $p < .01$

* $p < .05$

จากตารางที่ 19 เมื่อนำค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐาน หรือสัมประสิทธิ์เส้นทาง
ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรในโมเดลพหุระดับระดับนักเรียนตามสมมติฐาน มาแสดงใน
ลักษณะของแผนภาพ จะได้ภาพแสดงอิทธิพลของตัวแปรต่าง ๆ ในโมเดลพหุระดับระดับนักเรียน

ตามสมมติฐานทั้งในส่วนอิทธิพลคงที่และอิทธิพลสุ่ม ดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 โมเดลพหุระดับของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามสมมติฐาน

- > สัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลคงที่และอิทธิพลสุ่มไม่มีนัยสำคัญ
- - -> สัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลคงที่ไม่มีนัยสำคัญ แต่อิทธิพลสุ่มมีนัยสำคัญ
-> สัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลคงที่มีนัยสำคัญ แต่อิทธิพลสุ่มไม่มีนัยสำคัญ
- > สัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลคงที่และอิทธิพลสุ่มมีนัยสำคัญ
- u อิทธิพลสุ่มของสัมประสิทธิ์เส้นทาง

จากตารางที่ 19 และภาพที่ 11 ผลการวิเคราะห์โมเดลพหุระดับระดับนักเรียนตามสมมติฐานพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลคงที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีทั้งหมด 7 ค่า มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มี 1 ค่า ส่วนสัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลสุ่มมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีทั้งหมด 4 ค่า มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มี 6 ค่า แสดงรายละเอียดเมื่อพิจารณาตามตัวแปรตามแต่ละตัว ดังนี้

เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (ACH) เป็นตัวแปรตาม พบว่า ตัวแปรที่ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลลงที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (ACH) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คือ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ (PSA) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (MOTS) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ATTS) และเวลาที่ใช้ในการเรียน (TIME) ส่วนตัวแปรสภาพแวดล้อมทางบ้าน (HOME) สื่อนอกชั้นเรียน (MAS) และกลุ่มเพื่อน (FRI) ไม่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้ตัวแปรอิสระดังกล่าวสามารถร่วมกันทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ได้ร้อยละ 82 ($R^2_{ACH} = .82$)

การพิจารณาอิทธิพลร่วม พบว่า ตัวแปรความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ (PSA) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (MOTS) มีสัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลลงมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ตัวแปรเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ATTS) สภาพแวดล้อมทางบ้าน (HOME) กลุ่มเพื่อน (FRI) สื่อนอกชั้นเรียน (MAS) และเวลาที่ใช้ในการเรียน (TIME) มีสัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลลงมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ATTS) เป็นตัวแปรตาม พบว่า ตัวแปรที่ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลลงที่มีผลต่อเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ATTS) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คือ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ (PSA) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (MOTS) ส่วนตัวแปรสภาพแวดล้อมทางบ้าน (HOME) อิทธิพลลงที่ไม่ส่งผลต่อเจตคติทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้ตัวแปรอิสระดังกล่าวสามารถร่วมกันทำนายเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ATTS) ได้ร้อยละ 14 ($R^2_{ATTS} = .14$)

การพิจารณาอิทธิพลร่วม พบว่า ตัวแปรความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ (PSA) มีสัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลลงมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ตัวแปรแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (MOTS) มีสัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลลงมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ส่วนตัวแปรสภาพแวดล้อมทางบ้าน (HOME) อิทธิพลลงไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณาเวลาที่ใช้ในการเรียน (TIME) เป็นตัวแปรตาม พบว่า ตัวแปรที่ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลลงที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คือ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (MOTS) ส่วนตัวแปรสภาพแวดล้อมทางบ้าน (HOME) มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลลงที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการเรียน (TIME) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับตัวแปรสื่อนอกชั้นเรียน (MAS) และกลุ่มเพื่อน (FRI) อิทธิพลลงที่ไม่ส่งผลต่อเวลาที่ใช้ในการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้ตัวแปรอิสระดังกล่าวสามารถร่วมกันทำนายเวลาที่ใช้ในการเรียน (TIME) ได้ร้อยละ 15 ($R^2_{TIME} = .15$)

การพิจารณาอิทธิพลร่วม พบว่า ตัวแปรแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (MOTS) มีสัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลลงมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ส่วนตัวแปรอื่น ๆ อิทธิพลลงไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการทดสอบความสอดคล้องของโมเดลพหุระดับระดับนักเรียนตามสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ด้วยวิธีของสเปค

เนื่องจากโปรแกรม HLM วิเคราะห์พหุระดับด้วยหลักการของการวิเคราะห์การถดถอยแบบสุ่ม (Random Coefficient Regression Model) ตลอดจนไม่มีกระบวนการทดสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในคราวเดียวกันเหมือนกับการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมลิสเรล (LISREL) ดังนั้นสามารถทดสอบสมมติฐานศูนย์ (Null Hypothesis, H_0) ที่ว่าโมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ตามวิธีของสเปค (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2544, หน้า 132) หากพบว่าโมเดลเชิงสาเหตุตามสมมติฐานยังไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์จะทำการปรับโมเดลใหม่ มีรายละเอียดของขั้นตอนการคำนวณ ดังนี้

3.1 คำนวณ Generalized Square Multiple Correlation ของโมเดลโครงสร้างแบบเต็มรูป (FM) และแบบไม่เต็มรูป (OM)

$$R_{FM}^2 = 1 - (1 - R_1^2)(1 - R_2^2)(1 - R_3^2) \dots (1 - R_p^2)$$

เมื่อ R_{FM}^2 เป็นกำลังสองของสัมประสิทธิ์สัมพัทธ์พหุคูณ (Square Multiple Correlation Coefficients) ของสมการที่ i ในโมเดลโครงสร้างแบบเต็มรูป

$$R_{OM}^2 = 1 - (1 - R_1^2)(1 - R_2^2)(1 - R_3^2) \dots (1 - R_p^2)$$

เมื่อ R_{OM}^2 เป็นกำลังสองของสัมประสิทธิ์สัมพัทธ์พหุคูณของเส้นที่ j ในโมเดลโครงสร้างแบบไม่เต็มรูป โดย R_{OM}^2 สามารถมีค่าต่ำสุดเป็น 0 และสูงสุดเป็น R_{FM}^2

3.2 คำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (Measure of Goodness of Fit หรือ Q)

$$Q = \frac{1 - R_{FM}^2}{1 - R_{OM}^2}$$

3.3 คำนวณค่า W ซึ่งมีการแจกแจงใกล้เคียงการแจกแจงไค-สแควร์ สำหรับกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่

$$W = -(N-d) \ln Q \quad df = d$$

เมื่อ	W	หมายถึง	ค่าสถิติทดสอบที่มีการแจกแจงเป็นไค-สแควร์
	N	หมายถึง	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
	d	หมายถึง	จำนวนเส้นทางที่สมมติให้มีอิทธิพลเป็น 0 ในโมเดลโครงสร้างแบบไม่เต็มรูป หรือจำนวนเส้นทางที่ลบออกจากโมเดลโครงสร้างแบบเต็มรูป
	ln	หมายถึง	ลอการิทึมฐานธรรมชาติ (Natural Logarithms)

ถ้า Q มีค่าเป็น 1 ทำให้ค่าสถิติไค-สแควร์จากการคำนวณมีค่าเป็น 0 แสดงว่าโมเดลสอดคล้องอย่างสมบูรณ์กับข้อมูลเชิงประจักษ์ ถ้าค่าสถิติไค-สแควร์ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า โมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ถ้าค่าสถิติไค-สแควร์มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอาจเป็นผลกระทบอันเนื่องมาจากขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ในการประเมินความสอดคล้องของโมเดลจึงควรพิจารณาถึงค่าดัชนีความสอดคล้อง (Q) ด้วย

3.4 ผลการวิเคราะห์ค่า Generalized Square Multiple Correlation (R^2_{FM}) ของ โมเดล พหุระดับระดับนักเรียนแบบเต็มรูป ได้ค่า R^2_{FM} เท่ากับ .87 แสดงว่าโมเดลพหุระดับระดับนักเรียนแบบเต็มรูป สามารถอธิบายความแปรปรวนของทั้งระบบความสัมพันธ์ได้ประมาณร้อยละ 87

3.5 ผลการวิเคราะห์ค่า Generalized Square Multiple Correlation (R^2_{OM}) ของโมเดล พหุระดับระดับนักเรียนตามสมมติฐาน ได้ค่า R^2_{OM} เท่ากับ .87 แสดงว่า โมเดลพหุระดับระดับนักเรียนตามสมมติฐาน สามารถอธิบายความแปรปรวนของทั้งระบบความสัมพันธ์ได้ประมาณ ร้อยละ 87

3.6 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติทดสอบความสอดคล้องของโมเดลพหุระดับระดับนักเรียนตามสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยการคำนวณค่า Q ได้ค่า Q เท่ากับ 1 และผลการทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติของค่า Q จากค่า W ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0 ($df=1$) พบว่า ค่า W ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า โมเดลพหุระดับระดับนักเรียนตามสมมติฐานสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาอิทธิพลคงที่ (Fixed Effect) และอิทธิพลสุ่ม (Random Effect) ของสัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐานหรือสัมประสิทธิ์เส้นทาง พบว่า มีสัมประสิทธิ์เส้นทางที่ทั้งอิทธิพลคงที่และอิทธิพลสุ่มไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ เส้นทางสภาพแวดล้อมทางบ้านไปยังเจตคติทางวิทยาศาสตร์ สื่อนอกชั้นเรียนไปยังเวลาที่ใช้ในการเรียน และเส้นทางจากกลุ่มเพื่อนไปยังเวลาที่ใช้ในการเรียน จึงพิจารณาคัดเส้นทางดังกล่าว และทำการวิเคราะห์โมเดลพหุระดับ พร้อมทั้งตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลที่ปรับเปลี่ยน ผลการวิเคราะห์ปรากฏดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางของโมเดลพหุระดับระดับนักเรียนจากการวิเคราะห์ชั้น
โมเดลอย่างง่าย (Simple Model) ปรับปรุง

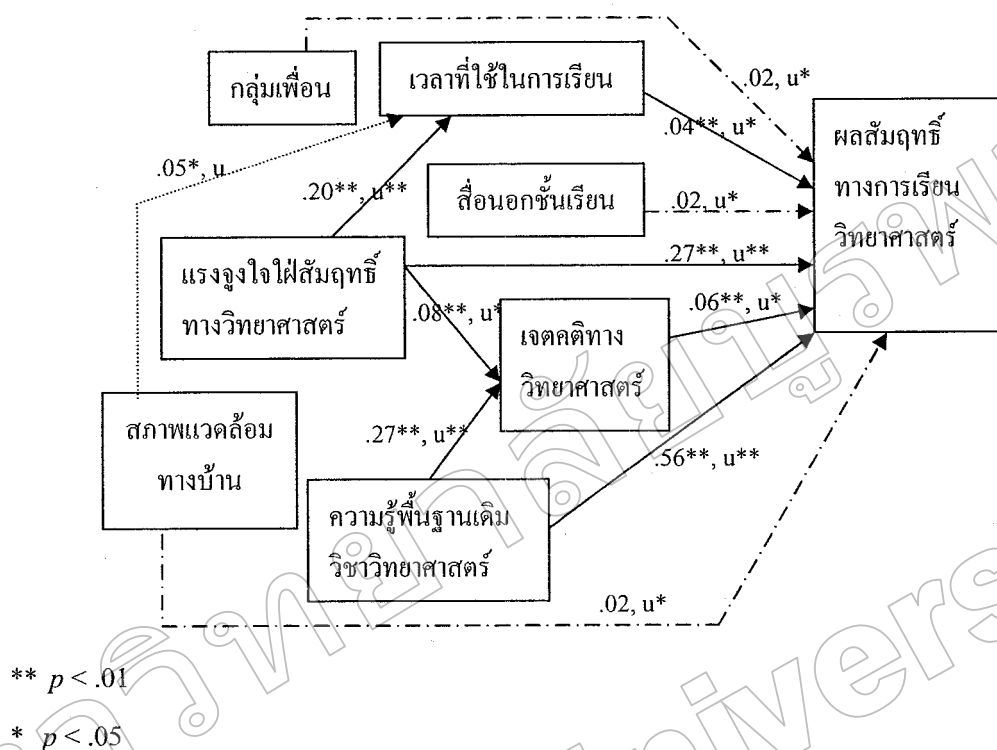
ตัวแปรผล	ตัวแปรสาเหตุ	อิทธิพลคงที่ (Fixed Effect)		อิทธิพลสุ่ม (Random Effect)	
		β	<i>T-Ratio</i>	Parameter Variance	<i>Chi-Square</i>
ACH	PSA	.56**	14.51	u_1^{**}	362.00
	MOTS	.27**	10.90	u_2^{**}	151.75
	ATTS	.06**	4.76	u_3^*	76.50
	HOME	.02	1.53	u_4^*	79.46
	FRI	.02	1.56	u_5^*	72.83
	MAS	.02	1.59	u_6^*	74.32
	TIME	.04**	3.81	u_7^*	73.31
Deviance (D_1) = 8031.62					
$R^2_{ACH} = .82$					
ATTS	PSA	.27**	7.42	u_1^{**}	98.88
	MOTS	.08**	2.28	u_2^*	76.06
Deviance (D_1) = 2649.82					
$R^2_{ATTS} = .14$					
TIME	MOTS	.20**	5.13	u_1^{**}	174.67
	HOME	.05*	2.36	u_4	52.63
Deviance (D_1) = 2020.20					
$R^2_{TIME} = .15$					

** $p < .01$

* $p < .05$

จากตารางที่ 20 เมื่อนำค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐาน หรือสัมประสิทธิ์เส้นทาง ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรในโมเดลพหุระดับระดับนักเรียนที่ปรับปรุงใหม่ มาแสดง ในลักษณะของแผนภาพ จะได้ภาพแสดงอิทธิพลของตัวแปรต่าง ๆ ในโมเดลพหุระดับ

นักเรียนที่ปรับปรุงใหม่ทั้งในส่วนอิทธิพลคงที่และอิทธิพลสุ่ม ดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 โมเดลพหุระดับของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปรับปรุงใหม่

- > สัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลคงที่ไม่มีนัยสำคัญ แต่อิทธิพลสุ่มมีนัยสำคัญ
-> สัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลคงที่มีนัยสำคัญ แต่อิทธิพลสุ่มไม่มีนัยสำคัญ
- > สัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลคงที่และอิทธิพลสุ่มมีนัยสำคัญ
- u อิทธิพลสุ่มของสัมประสิทธิ์เส้นทาง

จากตารางที่ 20 และภาพที่ 12 ผลการวิเคราะห์โมเดลพหุระดับระดับนักเรียนที่ปรับปรุงใหม่ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลคงที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีทั้งหมด 7 ค่า มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มี 1 ค่า ส่วนสัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลสุ่มมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีทั้งหมด 4 ค่า มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มี 6 ค่า แสดงรายละเอียดเมื่อพิจารณาตามตัวแปรตามแต่ละตัว ดังนี้

เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (ACH) เป็นตัวแปรตาม พบว่า ตัวแปรที่ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลลงที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (ACH) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คือ ความรู้พื้นฐานเคมีวิชาวิทยาศาสตร์ (PSA) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (MOTS) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ATTS) และเวลาที่ใช้ในการเรียน (TIME) ส่วนตัวแปรสภาพแวดล้อมทางบ้าน (HOME) สื่อนอกชั้นเรียน (MAS) และกลุ่มเพื่อน (FRI) ไม่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 การพิจารณาอิทธิพลร่วม พบว่า ตัวแปรความรู้พื้นฐานเคมีวิชาวิทยาศาสตร์ (PSA) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (MOTS) มีสัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลร่วมมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ตัวแปรเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ATTS) สภาพแวดล้อมทางบ้าน (HOME) กลุ่มเพื่อน (FRI) สื่อนอกชั้นเรียน (MAS) และเวลาที่ใช้ในการเรียน (TIME) มีสัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลร่วมมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สร้างสมการพหุระดับพหุกรณ์ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในรูปคะแนนมาตรฐาน ดังนี้

$$Z_{ACH} = .56**Z_{PSA} + .27**Z_{MOTS} + .06**Z_{ATTS} + .02Z_{HOME} + .02Z_{FRI} + .02Z_{MAS} + .04**Z_{TIME}$$

** $p < .01$

* $p < .05$

ทั้งนี้ตัวแปรอิสระดังกล่าวสามารถร่วมกันทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (ACH) ได้ร้อยละ 82 ($R^2_{ACH} = .82$)

เมื่อพิจารณาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ATTS) เป็นตัวแปรตาม พบว่า ตัวแปรที่ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลลงที่มีผลต่อเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ATTS) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คือ ความรู้พื้นฐานเคมีวิชาวิทยาศาสตร์ (PSA) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (MOTS) ทั้งนี้ตัวแปรอิสระดังกล่าวสามารถร่วมกันทำนายเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ATTS) ได้ร้อยละ 14 ($R^2_{ATTS} = .14$) การพิจารณาอิทธิพลร่วม พบว่า ตัวแปรความรู้พื้นฐานเคมีวิชาวิทยาศาสตร์ (PSA) มีสัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลร่วมมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ส่วนตัวแปรแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (MOTS) อิทธิพลร่วมมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สร้างสมการพหุระดับพหุกรณ์ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในรูปคะแนนมาตรฐาน ดังนี้

$$Z_{ATTS} = .27**Z_{PSA} + .08**Z_{MOTS}$$

** $p < .01$

ทั้งนี้ตัวแปรอิสระดังกล่าวสามารถร่วมกันทำนายเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ATTS) ได้ร้อยละ 14 ($R^2_{ATTS} = .14$)

เมื่อพิจารณาเวลาที่ใช้ในการเรียน (TIME) เป็นตัวแปรตาม พบว่า ตัวแปรที่ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลลงที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คือ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (MOTS) ส่วนตัวแปรสภาพแวดล้อมทางบ้าน (HOME) มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลลงที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการเรียน (TIME) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 การพิจารณาอิทธิพลร่วม พบว่า ตัวแปรแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (MOTS) มีสัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลลงมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ส่วนตัวแปรสภาพแวดล้อมทางบ้าน (HOME) อิทธิพลลงไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สร้างสมการพหุระดับพยากรณ์ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อเวลาที่ใช้ในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในรูปคะแนนมาตรฐาน ดังนี้

$$Z_{\text{TIME}} = .20**Z_{\text{MOTS}} + .05*Z_{\text{HOME}}$$

** $p < .01$

* $p < .05$

ทั้งนี้ตัวแปรอิสระดังกล่าวสามารถร่วมกันทำนายเวลาที่ใช้ในการเรียนได้ร้อยละ 15

$$(R^2_{\text{TIME}} = .15)$$

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติทดสอบความสอดคล้องของ โมเดลพหุระดับระดับนักเรียนที่ปรับปรุงใหม่กับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยการคำนวณค่า Q ได้ค่า Q เท่ากับ 1 และผลการทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติของค่า Q จากค่า W ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0 ($df=4$) พบว่า ค่า W ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า โมเดลพหุระดับระดับนักเรียนที่ปรับปรุงใหม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สามารถสรุปผลการวิเคราะห์ค่า Generalized Square Multiple Correlation ได้ดังตารางที่ 21

ตารางที่ 21 ค่า Generalized Square Multiple Correlation (R^2_{FM} และ R^2_{OM}) ค่า Q และ ค่า W ของโมเดลพหุระดับระดับนักเรียน

โมเดลพหุระดับ ระดับนักเรียน	Generalized Square Multiple Correlation	Q	W	df
โมเดลพหุระดับ ระดับนักเรียนแบบเต็มรูป	R^2_{FM} .87	-	-	-
โมเดลพหุระดับ ระดับนักเรียนตามสมมติฐาน	R^2_{OM} .87	1	0	1
โมเดลพหุระดับ ระดับนักเรียนที่ปรับปรุงใหม่	R^2_{OM} .87	1	0	4

จากตารางที่ 21 ผลการพิจารณาค่า Generalized Square Multiple Correlation พบว่า โมเดลพหุระดับระดับนักเรียนที่ปรับปรุงใหม่ สามารถอธิบายความแปรปรวนของทั้งระบบ ความสัมพันธ์ได้ร้อยละ 87 ($R^2_{OM} = .87$) และมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ จึงเป็นโมเดลที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ในขั้นต่อไป และสามารถสรุปลักษณะอิทธิพลต่าง ๆ ของโมเดลพหุระดับระดับนักเรียนที่ปรับปรุงใหม่ได้ ดังนี้

ตัวแปรที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุทางตรงอย่างเดี่ยวต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (ACH) ได้แก่ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ATTS) และเวลาที่ใช้ในการเรียน (TIME)

ตัวแปรความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ (PSA) มีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (ACH) โดยมีอิทธิพลทางอ้อมผ่านตัวแปรเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ATTS)

ตัวแปรแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (MOTS) มีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (ACH) โดยมีอิทธิพลทางอ้อมผ่านตัวแปรเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ATTS) และเวลาที่ใช้ในการเรียน (TIME)

ตัวแปรสภาพแวดล้อมทางบ้าน (HOME) มีอิทธิพลทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (ACH) โดยมีอิทธิพลทางอ้อมผ่านตัวแปรเวลาที่ใช้ในการเรียน (TIME)

จากผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 21 และภาพที่ 12 สามารถคำนวณอิทธิพลทางตรง อิทธิพลทางอ้อมและอิทธิพลรวมได้ ดังตารางที่ 22

ตารางที่ 22 อิทธิพลทางตรง อิทธิพลทางอ้อมและอิทธิพลรวมของตัวแปรอิสระที่มีต่อ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ตัวแปร	อิทธิพลทางตรง	อิทธิพลทางอ้อม	อิทธิพลรวม
ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ (PSA)	.56	.02	.58
แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (MOTS)	.27	.01	.28
เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ATTS)	.06		.06
สภาพแวดล้อมทางบ้าน (HOME)	.02	.00	.02
กลุ่มเพื่อน (FRI)	.02	-	.02
เพื่อนนอกชั้นเรียน (MAS)	.02	-	.02
เวลาที่ใช้ในการเรียน (TIME)	.04	-	.04

จากตารางที่ 22 พบว่าตัวแปรที่มีอิทธิพลทางตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (ACH) สูงสุดคือ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ (PSA) รองลงมาตามลำดับคือ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (MOTS) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ATTS) เวลาที่ใช้ในการเรียน (TIME) สภาพแวดล้อมทางบ้าน (HOME) กลุ่มเพื่อน (FRI) และเพื่อนนอกชั้นเรียน (MAS) ตัวแปรที่มีผลกระทบทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (ACH) สูงสุดคือ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ (PSA) รองลงมาตามลำดับคือ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (MOTS) เมื่อพิจารณาในภาพรวมพบว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลรวมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (ACH) สูงสุดคือ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ (PSA) รองลงมาตามลำดับ คือแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (MOTS) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ATTS) เวลาที่ใช้ในการเรียน (TIME) สภาพแวดล้อมทางบ้าน (HOME) กลุ่มเพื่อน (FRI) และเพื่อนนอกชั้นเรียน (MAS)

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์พหุระดับระหว่างตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนและ ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ผลการวิเคราะห์พหุระดับระหว่างตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นการวิเคราะห์ขั้นโมเดลตามสมมุติฐาน (Hypothetical Model) วิเคราะห์โดยนำตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน คือ บรรยายากาสนิชั้นเรียน (CLSE) และคุณภาพการสอน (INSQ) เข้ามาวิเคราะห์ร่วมกับค่าคงที่ (Intercept) หรือค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามและค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรอิสระที่อิทธิพลสัมพันธ์สำคัญทางสถิติ แสดงการวิเคราะห์ในรูปแบบสมการดังนี้

ระดับที่ 1 โมเดลภายในห้องเรียน

$$ACH_{ij} = b_{0j} + b_{1j}(PSA_{ij}) + b_{2j}(MOTS_{ij}) + b_{3j}(ATTS_{ij}) + b_{7j}(TIME_{ij}) + r_{ij}$$

ระดับที่ 2 โมเดลระหว่างห้องเรียน

$$b_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}(CLSE_{0j}) + \gamma_{02}(INSQ_{0j}) + u_{0j}$$

$$b_{1j} = \gamma_{10} + \gamma_{11}(CLSE_{1j}) + \gamma_{12}(INSQ_{1j}) + u_{1j}$$

$$b_{2j} = \gamma_{20} + \gamma_{21}(CLSE_{2j}) + \gamma_{22}(INSQ_{2j}) + u_{2j}$$

$$b_{3j} = \gamma_{30} + \gamma_{31}(CLSE_{3j}) + \gamma_{32}(INSQ_{3j}) + u_{3j}$$

$$b_{7j} = \gamma_{70} + \gamma_{71}(CLSE_{7j}) + \gamma_{72}(INSQ_{7j}) + u_{7j}$$

แสดงผลการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 23

ตารางที่ 23 ผลการวิเคราะห์โมเดลตามสมมุติฐาน (Hypothetical Model) เมื่อใช้ค่าคงที่หรือค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ สัมประสิทธิ์การถดถอยของความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์และเวลาที่ใช้ในการเรียนเป็นตัวแปรตาม

ตัวแปร	อิทธิพลคงที่ (Fixed Effect)			อิทธิพลสุ่ม (Random Effect)		
	Coefficient	SE	T-Ratio	Parameter Variance	df	Chi-Square
ACH, Slope, b_{0j}						
Intercept, γ_{00}	13.79**	.25	55.59	2.60**	53	359.55
CLSE	1.02*	.47	2.16			
INSQ	1.43**	.48	2.95			
PSA, Slope, b_{1j}						
Intercept, γ_{10}	4.10**	.28	14.48	3.48**	53	355.29
CLSE	.92*	.43	2.14			
INSQ	.42	.45	.93			
MOTS, Slope, b_{2j}						
Intercept, γ_{20}	2.56**	.22	11.57	1.79**	53	156.09
CLSE	-.47	.33	-1.43			
INSQ	-.42	.44	-.96			

ตารางที่ 23 (ต่อ)

ตัวแปร	อิทธิพลคงที่ (Fixed Effect)			อิทธิพลสุ่ม (Random Effect)		
	Coefficient	SE	T-ratio	Parameter Variance	df	Chi-Square
ATTS, Slope, b_{3j}						
Intercept, γ_{30}	.59**	.13	4.42	.16*	53	72.16
CLSE	-.19	.28	-.68			
INSQ	.45*	.18	2.46			
TIME, Slope, b_{7j}						
Intercept, γ_{70}	.50**	.14	3.57	.10	53	48.56
CLSE	.01	.29	.03			
INSQ	.10	.22	.46			
Within-Unit Error Variance ($\sigma^2 = 5.82$)						
Deviance (D_2) = 8022.31						
Deviance (D_1) = 9822.69						
ผลต่างของค่าสถิติ Deviance = 1800.38, $df = 6$, $p = 0.000$						
$R^2_{ACH} = .80$						

** $p < .01$ * $p < .05$

จากตารางที่ 23 ผลการวิเคราะห์ระดับห้องเรียน เพื่อทดสอบผลของอิทธิพลคงที่ (Fixed Effect) และอิทธิพลสุ่ม (Random Effect) เมื่อค่าคงที่ (Intercept) หรือค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์รายห้องเรียน (b_{0j}) ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรความรู้พื้นฐานเดิมวิชา วิทยาศาสตร์ (b_{1j}) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (b_{2j}) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (b_{3j}) และเวลาที่ใช้ในการเรียน (b_{7j}) เป็นตัวแปรตาม ปรากฏผล ดังนี้

การทดสอบอิทธิพลคงที่ (Fixed Effects) ด้วยสถิติทดสอบที พบว่า ตัวแปรระดับห้องเรียน ได้แก่ ตัวแปรคุณภาพการสอน (INSQ) ส่งผลต่อค่าคงที่หรือค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์รายห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย เท่ากับ 1.43 ส่วนตัวแปรบรรยากาศในชั้นเรียน (CLSE) ส่งผลต่อค่าคงที่หรือค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนวิทยาศาสตร์รายห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากับ 1.02

การทดสอบอิทธิพลสุ่ม (Random Effect) ด้วยสถิติทดสอบไค-สแควร์ พบว่า ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 2.60

เมื่อค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ (b_{1j}) เป็นตัวแปรตาม พบว่า มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างระดับ โดยตัวแปรระดับห้องเรียนคือ ตัวแปรบรรยากาศในชั้นเรียน (CLSE) ส่งผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ (b_{1j}) รายห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากับ .92 ส่วนคุณภาพการสอน (INSQ) ไม่ส่งผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การทดสอบอิทธิพลสุ่ม (Random Effect) ด้วยสถิติทดสอบไค-สแควร์ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ (b_{1j}) มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 3.48

เมื่อค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (b_{2j}) เป็นตัวแปรตาม พบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างระดับ โดยตัวแปรระดับห้องเรียน ได้แก่ ตัวแปรคุณภาพการสอน (INSQ) และบรรยากาศในชั้นเรียน (CLSE) ไม่ส่งผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์รายห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การทดสอบอิทธิพลสุ่ม (Random Effect) ด้วยสถิติทดสอบไค-สแควร์ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ (b_{2j}) มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 1.79

เมื่อค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (b_{3j}) เป็นตัวแปรตาม พบว่า มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างระดับ โดยตัวแปรระดับห้องเรียน ได้แก่ ตัวแปรคุณภาพการสอน (INSQ) ส่งผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (b_{3j}) รายห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากับ .45 ส่วนบรรยากาศในชั้นเรียน (CLSE) ไม่ส่งผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของเจตคติทางวิทยาศาสตร์รายห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การทดสอบอิทธิพลสุ่ม (Random Effect) ด้วยสถิติทดสอบไค-สแควร์ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (b_{3j}) มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์เท่ากับ .16

เมื่อค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของเวลาที่ใช้ในการเรียน (b_{7j}) เป็นตัวแปรตาม พบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างระดับ โดยตัวแปรระดับห้องเรียน ได้แก่ ตัวแปรบรรยากาศในชั้นเรียน (CLSE) และตัวแปรคุณภาพการสอน (INSQ) ไม่ส่งผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของเวลาที่ใช้ในการเรียน (b_{7j}) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การทดสอบอิทธิพลร่วม (Random Effect) ด้วยสถิติทดสอบไค-สแควร์ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของเวลาที่ใช้ในการเรียน (b_{7j}) ไม่มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การพิจารณาความสอดคล้องของโมเดล พบว่า โมเดลระดับห้องเรียนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์มากกว่าโมเดลระดับนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงสมการพหุระดับได้ดังนี้

ระดับนักเรียน

$$ACH_{ij} = b_{0j}^{**} + b_{1j}^{**}(PSA_{ij}) + b_{2j}^{**}(MOTS_{ij}) + b_{3j}^{**}(ATTS_{ij}) + b_{7j}^{**}(TIME_{ij}) + r_{ij}$$

ระดับห้องเรียน

$$b_{0j} = 13.79^{**} + 1.02^{*}(CLSE_{0j}) + 1.43^{**}(INSQ_{0j})$$

$$b_{1j} = 4.10^{**} + .92(CLSE_{1j}) + .42(INSQ_{1j})$$

$$b_{2j} = 2.56^{**} - .47(CLSE_{2j}) - .42(INSQ_{2j})$$

$$b_{3j} = .59^{**} - .18(CLSE_{3j}) + .45(INSQ_{3j})$$

$$b_{7j} = .50^{**} + .01(CLSE_{7j}) + .10(INSQ_{7j})$$

แสดงสมการพหุระดับเต็มรูปแบบได้ ดังนี้

$$\begin{aligned} ACH = & 13.79^{**} + 1.02^{*}(CLSE) + 1.43^{**}(INSQ) + 4.10^{**}(PSA) + \\ & .92(PSA)(CLSE) + .42(PSA)(INSQ) + 2.56^{**}(MOTS) - \\ & .47(MOTS)(CLSE) - .42(MOTS)(INSQ) + .59^{**}(ATTS) - \\ & .19(ATTS)(CLSE) + .45(ATTS)(INSQ) + .50^{**}(TIME) + \\ & .01(TIME)(CLSE) + .10(TIME)(INSQ) \end{aligned}$$

** $p < .01$

* $p < .05$

ทั้งนี้ตัวแปรอิสระระดับนักเรียนและระดับห้องเรียนทุกตัวในการวิเคราะห์ครั้งนี้ร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ได้ร้อยละ 80