บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมุ่งเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ข้อมูลของการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของความรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่2 สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาแห่งชาติ จังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 509 คน ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโมเดลลิสเรล และโมเดลเอชแอลเอ็ม การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 6 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้น

ตอนที่ 2 การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของตัวแปรความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมด้วยวิธีวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (repeated measures analysis of variance) โดยใช้คำสั่ง MANOVA แบบวัดซ้ำ (option = repeated measures) เพื่อพิจารณาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างช่วงเวลา

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระยะยาวด้วยโมเดลเอชแอลเอ็ม เป็นการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระยะยาวโมเดลพัฒนาการเชิงเส้น (Linear Growth Model) ซึ่งประกอบด้วย

2.1 ผลการวิเคราะห์ null model ของตัวแปรความรู้สิ่งแวดล้อม

2.2 ผลการวิเคราะห์ simple model ของตัวแปรระดับวัดซ้ำ

2.3 ผลการวิเคราะห์ hypothetical model ของตัวแปรทุกระดับ

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระยะยาวด้วยโมเดลลิสเรล เป็นการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระยะยาวโมเดลพัฒนาการเชิงเส้น (Linear Growth Model)

ตอนที่ 5 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระยะยาวโมเดลพัฒนาการเชิงเส้น (Linear Growth Model) และตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อสถานภาพเริ่มต้น และอัตราการเปลี่ยนแปลง

ตอนที่ 6 เปรียบเทียบความสะดวกในการใช้โมเดล

ผู้วิจัยกำหนดสัญลักษณ์แทนตัวแปรในการเสนอผลการวิจัย ดังนี้คือ

KNOW1	หมายถึง ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม ในการวัดครั้งที่ 1
KNOW2	หมายถึง ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม ในการวัดครั้งที่ 2
KNOW3	หมายถึง ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม ในการวัดครั้งที่ 3
KNOW4	หมายถึง ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม ในการวัดครั้งที่ 4
KNOW5	หมายถึง ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม ในการวัดครั้งที่ 5
KNOW6	หมายถึง ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม ในการวัดครั้งที่ 6
KNOW7	หมายถึง ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม ในการวัดครั้งที่ 7
ATT	หมายถึง เจตคติต่อความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม
EXP	หมายถึง ประสบการณ์ในการร่วมกิจกรรมด้านสิ่งแวดล้อม
SEX	หมายถึง ตัวแปรเพศ

TIME หมายถึง ครั้งที่วัดความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม

INTER หมายถึง สถานะภาพเริ่มต้น

SLOP หมายถึง อัตราการเปลี่ยนแปลง

แทน ตัวแปรสังเกตได้

แทน ตัวแปรแฝง

แทน สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรแฝงบนตัวแปรสังเกตได้

แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้น

การวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยใช้ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างซึ่งมีทั้งหมด 520 คน ในระหว่างการดำเนินการเก็บข้อมูล ปรากฏว่ามีนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างได้ทำการย้ายสถานศึกษาออกไป จำนวน 11 คน ดังนั้นในการวิเคราะห์ข้อมูลจึงเหลือกลุ่มตัวอย่างในการวิเคราะห์จริงจำนวน 509 คน

การวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนนี้เป็นการวิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้น เพื่อบรรยายลักษณะของตัวแปรในการวิจัย ซึ่งได้แก่ ค่าเฉลี่ย (mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard diviation) ความโด่ง (kurtosis) ความเบ้ (skewness) ค่าพิสัย (range) คะแนนสูงสุด (maximum) คะแนนต่ำสุด (minimum) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlations) เป็นต้น ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้นเป็นดังนี้

1) ค่าสถิติเบื้องต้นของความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนในการวัดครั้งที่1,2,3 ,4,5,6 และ 7 ซึ่งมีช่วงในการวัดแต่ละครั้งห่างกัน 2 สัปดาห์จำนวนกลุ่มตัวอย่างในการวัดมีจำนวน 509 คน ค่าเฉลี่ยของคะแนนความรู้สิ่งแวดล้อมในการวัดครั้งที่ 1,2,3,4,5,6 และ 7 (KNOW1 KNOW2 KNOW3 KNOW4 KNOW5 KNOW6 KNOW7) มีค่าเท่ากับ 17.750 , 19.974, 22.599, 25.438, 28.859,31.361 และ 34.949 ตามลำดับ โดยมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.769, 5.320, 5.078, 5.503, 5.052, 5.069 และ 5.113 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนความรู้สิ่งแวดล้อมที่วัดในครั้งที่ 1 มีค่าต่ำสุด และจะมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็นลำดับในการวัดครั้งต่อๆมา และมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเมื่อวัดในครั้งที่ 7 เมื่อพิจารณาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานพบว่า คะแนนความรู้สิ่งแวดล้อมที่วัดในครั้งที่ 4 สูงที่สุดรองลงมาคือ คะแนนความรู้สิ่งแวดล้อมที่วัดในครั้งที่ 2 7 3 6 5 และ 1 ตามลำดับ แสดงว่าคะแนนความรู้สิ่งแวดล้อมในการวัดครั้งที่ 4 มีความแปรปรวนมากที่สุด และคะแนนความรู้สิ่งแวดล้อมที่วัดในครั้งที่ 1 มีความแปรปรวนน้อยที่สุด เมื่อพิจารณาลักษณะการแจกแจงของคะแนนความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมที่วัดทั้ง 7 ครั้ง พบว่ามีค่าความโด่งเท่ากับ -.136 -.499 .217 .492 .377 .054 และ -.310 ตามลำดับ ส่วนความเบ้มีค่าเท่ากับ .112 -.102 -.146 -.087 .397 .356 และ .003 ตามลำดับซึ่งชี้ให้เห็นว่าคะแนนความรู้สิ่งแวดล้อมในการวัดครั้งที่ 4 มีค่าความโด่งมากที่สุด และค่าความโด่งรองลงมาคือครั้งที่ 5 2 6 1 7 และ 3 ตามลำดับ และคะแนนความรู้สิ่งแวดล้อมในการวัดครั้งที่ 1 5 6 และ 7 มีการกระจายในลักษณะเบ้ขวา ส่วนในการสอบครั้งที่ 2 3 4 มีการกระจายในลักษณะเบ้ทางลบ จากค่าความโด่งและค่าความเบ้ซึ่งมีค่าไม่สูงมากเกินไปดังที่กล่าวมาแล้วนั้น แสดงให้เห็นว่าคะแนนสอบความรู้สิ่งแวดล้อมทั้ง 7 ครั้งมีการแจกแจงที่เข้าใกล้โค้งปกติ ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้นของความรู้สิ่งแวดล้อมที่ได้กล่าวมาทั้งหมด แสดงไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้นของคะแนนสอบวัดความรู้สิ่งแวดล้อมที่วัดในครั้งที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6 และ 7

ค่าสถิติ	ตัวแปร						
	KNOW1	KNOW2	KNOW3	KNOW4	KNOW5	KNOW6	KNOW7
จำนวนกลุ่มตัวอย่าง	509	509	509	509	509	509	509
ค่าเฉลี่ย (mean)	17.750	19.974	22.599	25.438	28.859	31.361	34.949
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D)	4.769	5.320	5.078	5.503	5.052	5.069	5.113
พิสัย (range)	27.00	28.00	32.00	37.00	31.00	29.00	28.00
คะแนนสูงสุด(maximum)	32	34	39	44	46	47	47
คะแนนต่ำสุด(minimum)	5	6	7	7	15	18	19
ความโด่ง(kurtosis)	-.136	-.499	.217	.492	.377	.054	-.310
ความเบ้(skewness)	.112	-.102	-.146	-.087	.397	.356	.003

2)ค่าสถิติเบื้องต้นของตัวแปร เจตคติต่อสิ่งแวดล้อม(ATT) ประสบการณ์ในการร่วมกิจกรรมสิ่งแวดล้อม (EXP) และตัวแปรเพศ (SEX) พบว่า ค่าเฉลี่ยของเจตคติต่อสิ่งแวดล้อม(ATT) มีค่าเท่ากับ 118.449 ประสบการณ์ในการร่วมกิจกรรมสิ่งแวดล้อม (EXP) มีค่าเฉลี่ย 1.745 และตัวแปรเพศ (SEX) มีค่าเฉลี่ย .497 โดยมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 8.742 .850 และ .500 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าคะแนนเจตคติต่อสิ่งแวดล้อม(ATT) มีความแปรปรวนมากที่สุด รองลงมาคือ ประสบการณ์ในการร่วมกิจกรรมสิ่งแวดล้อม (EXP) และตัวแปรเพศ (SEX) ตามลำดับ เมื่อพิจารณาลักษณะการแจกแจงของคะแนน เจตคติต่อสิ่งแวดล้อม(ATT) ประสบการณ์ในการร่วมกิจกรรมสิ่งแวดล้อม (EXP) และตัวแปรเพศ (SEX) พบว่ามี ความโด่งเท่ากับ -.190 -.885 และ -.2008 ตามลำดับ ส่วนความเบ้มีค่าเท่ากับ -.155 .050 และ .012 ตามลำดับ

จะเห็นได้ว่าค่าความโด่งของคะแนน เจตคติต่อสิ่งแวดล้อม(ATT) มีค่าสูงกว่าค่าความโด่งของคะแนนประสบการณ์ในการร่วมกิจกรรมสิ่งแวดล้อม (EXP) และตัวแปรเพศ(SEX) แสดงว่าคะแนนเจตคติต่อสิ่งแวดล้อม (ATT) มีการกระจายน้อยที่สุด เมื่อพิจารณาความเบ้พบว่าคะแนนเจตคติต่อสิ่งแวดล้อม(ATT) มีการกระจายที่มีลักษณะเบ้ทางลบ ส่วนคะแนนประสบการณ์ในการร่วมกิจกรรมสิ่งแวดล้อม (EXP) และตัวแปรเพศ (SEX) มีการกระจายที่มีลักษณะเบ้ทางบวก จากค่าความโด่ง และความเบ้ที่มีค่าไม่สูงเกินไป แสดงให้เห็นว่าตัวแปรเจตคติต่อสิ่งแวดล้อม(ATT) ประสบการณ์ในการร่วมกิจกรรมสิ่งแวดล้อม (EXP) และตัวแปรเพศ (SEX) มีการแจกแจงที่เข้าใกล้โค้งปกติ ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้นของ ตัวแปรเจตคติต่อสิ่งแวดล้อม(ATT) ประสบการณ์ในการร่วมกิจกรรมสิ่งแวดล้อม (EXP) และตัวแปรเพศ (SEX) แสดงได้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้นของ ตัวแปรเจตคติต่อสิ่งแวดล้อม(ATT) ประสบการณ์ในการร่วมกิจกรรมสิ่งแวดล้อม (EXP) และตัวแปรเพศ (SEX)

ค่าสถิติ	ตัวแปร		
	ATT	EXP	SEX
จำนวนกลุ่มตัวอย่าง	509	509	509
ค่าเฉลี่ย (mean)	118.44	1.745	.497
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D)	8.742	0.850	.500
พิสัย (range)	50.00	3.00	1.00
คะแนนสูงสุด(maximum)	141	3.	1
คะแนนต่ำสุด(minimum)	91	0	0
ความโด่ง(kurtosis)	-.190	-.885	-2.008
ความเบ้(skewness)	-.155	.050	.012

3)เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของคะแนนความรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนในการวัดทั้ง 7 ครั้ง กับตัวแปรเจตคติต่อสิ่งแวดล้อม(ATT) ประสบการณ์ในการร่วมกิจกรรมสิ่งแวดล้อม (EXP) และตัวแปรเพศ (SEX) พบว่า คะแนนความรู้สิ่งแวดล้อมในการวัดครั้งที่ 1,2,3,4,5,6 และ 7 (KNOW1 KNOW2 KNOW3 KNOW4 KNOW5 KNOW6 KNOW7) มีความสัมพันธ์กันเองในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และพบว่า ตัวแปรเจตคติต่อสิ่งแวดล้อม(ATT) มีความสัมพันธ์กับคะแนนความรู้สิ่งแวดล้อมครั้งที่ 3 4 5 6 7 และตัวแปรประสบการณ์ในการร่วมกิจกรรมสิ่งแวดล้อม (EXP) โดยมีค่าสหสัมพันธ์อยู่ในช่วง .10ถึง .23 ตัวแปรประสบการณ์ในการร่วมกิจกรรมสิ่งแวดล้อม (EXP) มีความสัมพันธ์กับ คะแนนความรู้สิ่งแวดล้อมครั้งที่ 3 4 5 6 7 และตัวแปรเจตคติต่อสิ่งแวดล้อม(ATT) โดยมีค่าสหสัมพันธ์อยู่ในช่วง .10 ถึง .23 ตัวแปรเพศ (SEX) มีความสัมพันธ์กับคะแนนความรู้สิ่งแวดล้อมครั้งที่ 1 และ 7 โดยมีค่าสหสัมพันธ์เป็น .12 และ .11 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนความรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนในการวัดทั้ง 7 ครั้ง กับตัวแปรเจตคติต่อสิ่งแวดล้อม(ATT) ประสบการณ์ในการร่วมกิจกรรมสิ่งแวดล้อม (EXP) และตัวแปรเพศ (SEX)แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนความรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนในการวัดทั้ง 7 ครั้ง กับตัวแปรเจตคติต่อสิ่งแวดล้อม(ATT) ประสบการณ์ในการร่วมกิจกรรมสิ่งแวดล้อม (EXP) และตัวแปรเพศ (SEX)

ตัวแปร	Know1	Know2	Know3	Know4	Know5	Know6	Know7	SEX	ATT	EXP
Know1	1.000									
Know2	.5866**	1.000								
Know3	.4785**	.6994**	1.000							
Know4	.4247**	.6312**	.7843**	1.000						
Know5	.2987**	.4667**	.6015**	.7000**	1.000					
Know6	.2662**	.4333**	.5187**	.6037**	.8037**	1.000				
Know7	.2181**	.3386**	.4539**	.5471**	.7079**	.8314**	1.000			
SEX	.1214*	.0624**	.0274	.0123	.0341**	.0617**	.1138*	1.000		
ATT	.0088	.0359	.1206*	.1396**	.1275**	.1067**	.1726**	.0768	1.000	
EXP	.0751	.1026	.1227*	.1103	.1117**	.1069**	.1039*	.0075	.2323**	1.000

* p=.01** p=.001

ตอนที่ 2 การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของตัวแปรความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม ระหว่างช่วงเวลา

การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของตัวแปรคะแนนสอบความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว แบบวัดซ้ำเพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างช่วงเวลาการวัดของตัวแปรในการวัดแต่ละครั้ง จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของคะแนนสอบความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างช่วงเวลาในการวัดแต่ละครั้ง พบว่า ค่าสถิติทดสอบเอฟ (F-test) ที่ใช้ทดสอบความแตกต่างระหว่างช่วงเวลาการวัดคะแนนสอบความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ชี้ให้เห็นว่าช่วงเวลาในการวัดแต่ละครั้ง มีผลทำให้นักเรียนมีคะแนนสอบความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .001 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม แสดงไว้ในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างช่วงเวลา

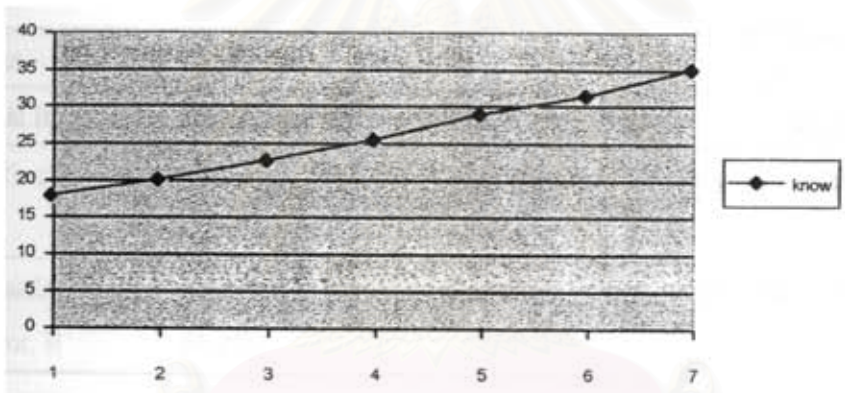
แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ค่าคงที่	1	2382192.71	2382192.7	21245.15**	0.00
หน่วยตัวอย่าง	508	56961.43	112.13		
จำนวนครั้งที่วัด	6	118476.87	19746.15	1653.92**	0.00

หน่วยตัวอย่าง	×	3048	36389.99	11.94
จำนวนครั้งที่วัด				
รวม		3563	2594021.0	

P < .001

<u>การตรวจสอบลักษณะการกระจายของข้อมูล</u>

ผู้วิจัยได้นำค่าเฉลี่ยของคะแนนความรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการวัดครั้งที่ 1 ถึง 7 มาพล็อตกราฟดูลักษณะการกระจายว่าเป็นรูปใด และมีลักษณะสอดคล้องกับเส้นโค้งโพลิโนเมียลที่มีกำลังเท่าใดมากที่สุด ได้กราฟดังแผนภาพที่ 7



แผนภาพที่ 7 แสดงลักษณะการกระจายของข้อมูล

จากผลการพล็อตกราฟลักษณะการกระจายของข้อมูลมีลักษณะเป็นเส้นตรง และเมื่อทำการทดสอบการถดถอยเชิงเส้นตรง (test for linearity of regression) ปรากฏว่าข้อมูลมีความเหมาะสมที่จะวิเคราะห์ด้วยการถดถอยเชิงเส้นตรง (F=.168) แสดงว่าฟังก์ชันโพลิโนเมียลมีกำลังเป็นหนึ่ง ผู้วิจัยจึงเลือกที่จะทำการวิเคราะห์โมเดลพัฒนาการเชิงเส้นตรงดังจะเสนอผลการวิเคราะห์ขั้นต่อไป

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์โมเดลพัฒนาการเชิงเส้น (Linear Growth Model) ด้วยโมเดลเอชแอลเอ็ม

2.1 ผลการวิเคราะห์ระดับการวัดซ้ำ (Repeated –Observation Model)

1)วิเคราะห์ขั้น null model เพื่อดูภาพรวมของตัวแปรความรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนแต่ละคน เพื่อตรวจสอบว่าตัวแปรความรู้สิ่งแวดล้อมมีความผันแปรเพียงพอภายในหน่วยหรือระหว่างหน่วยเพื่อที่จะวิเคราะห์หาอิทธิพลของตัวแปรอิสระที่มีในขั้นต่อไป จากตารางที่ 7 พบว่าตัวแปรความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม

(KNOW) มีค่าเฉลี่ยสถานภาพเริ่มต้น (Mean initial status : B_{00}) ของนักเรียนแต่ละคนมีค่า 25.847 ผลการทดสอบอิทธิพลคงที่ (Fixed effect)พบว่า ตัวแปรอิสระซึ่งเป็นตัวแปรระดับการวัดซ้ำ (repeated-observation model) และค่าสถานภาพเริ่มต้น (initial status) มีอิทธิพลต่อความรู้สิ่งแวดล้อมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01(t =145.377) และผลการทดสอบอิทธิพลสุ่ม (Random effect) พบว่ามีค่าเฉลี่ยสถานภาพเริ่มต้น (Mean initial status : B_{00}) มีความผันแปรระหว่างบุคคลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ.01 (χ^2=1126.376) โดยมีความแปรปรวนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ 8.833 และความแปรปรวนที่ได้จากการสังเกต 59.63

แสดงว่านักเรียนมีความสามารถทางการเรียนสิ่งแวดล้อมต่างกัน ก่อนเริ่มเรียนสิ่งแวดล้อมในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 7

<u>ตารางที่ 7</u> แสดงอิทธิพลคงที่ อิทธิพลสุ่มของการวิเคราะห์อิทธิพลภายในแต่ละบุคคล และความแปรปรวนระหว่างบุคคล

Fixed effect	Coefficient	Se	t-ratio		
Mean initial B_{00}	25.8473**	0.1778	145.3377		
Random effect	Variance Componant	Total observed variance	χ^2	df	P value
Initial status,U_0	8.8334	59.6300	1126.3759**	508	0.000
Level-1 error, R	50.7966				

**p<0.01

2)วิเคราะห์ขั้น simple model เป็นการวิเคราะห์ตัวแปรอิสระในระดับการวัดซ้ำ (repeated-observation model) ซึ่งได้แก่ตัวแปรครั้งที่วัด (TIME) ว่ามีอิทธิพลต่อความรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนหรือไม่ พร้อมทั้งตรวจสอบความผันแปรของตัวแปรครั้งที่วัด (TIME) ว่ามีความผันแปรเพียงพอที่จะนำไปวิเคราะห์หาอิทธิพลของตัวแปรอิสระระดับบุคคล (person level model) ในขั้นต่อไปหรือไม่ จากตารางที่ 8 พบว่าเมื่อนำตัวแปรระดับการวัดซ้ำเข้ามาเพื่อพิจารณาอิทธิพลคงที่(Fixed effect) พบว่า ค่าเฉลี่ยสถานภาพเริ่มต้นมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01ต่อความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม (t=145.377 และ 62.165 ตามลำดับ)

เมื่อพิจารณาอิทธิพลสุ่ม(Random effect) พบว่าค่าเฉลี่ยสถานภาพเริ่มต้น มีความผันแปรระหว่างบุคคลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 (χ^2=6798.3776) โดยมีความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์ 3.8545 ความแปรปรวนรวมที่ได้จากการสังเกต 23.3038 ส่วนค่าเฉลี่ยอัตราพัฒนาการ (Mean rate of change,B_{01}) มีความผันแปรระหว่างบุคคลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 (χ^2=1845.8789)โดยมีความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 0.7916 ความแปรปรวนรวมที่ได้จากการสังเกต 9.2077 จากผลการวิเคราะห์ข้างต้นแสดงว่า เมื่อเพิ่มจำนวนครั้งในการวัดความรู้สิ่งแวดล้อมจะมีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้นด้วย นั้นคือ นักเรียนจะเกิดพัฒนาการในการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมเมื่อเวลาผ่านไป

ตัวแปรระดับการวัดซ้ำ (TIME)สามารถร่วมกันอธิบายความผันแปรของความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนได้ร้อยละ 83.43 (R^2 =0.8343) เมื่อพิจารณาความเที่ยงในการประมาณค่าพารามิเตอร์สถานภาพเริ่มต้น (Initial status,π_{0i}) และอัตราการเปลี่ยนแปลง (Rate of change,π_{1i}) พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.925 และ 0.725 ตามลำดับ แสดงว่าค่าพารามิเตอร์ทั้งสองมีความเที่ยงเพียงพอที่จะสรุปได้ว่ามีความสัมพันธ์ในค่าพารามิเตอร์ทั้งสอง และตัวแปรในระดับบุคคลแสดงผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงอิทธิพลคงที่ อิทธิพลสุ่ม ของการวิเคราะห์อิทพลภายในแต่ละบุคคล (pooled within subjects effect) และความแปรปรวนระหว่างห้องเรียน (between subjects variance) เมื่อนำตัวแปรครั้งที่วัด (TIME) เข้ามาวิเคราะห์

Fixed effect	Coefficient	Se	t- ratio		
Mean initial B_{00}	25.8473**	0.1778	145.3377		
Mean rate,B_{10}	2.8796**	0.0463	62.165		
Random effect	Variance Componant	Total observed variance	χ^2	df	P value
Initial status,U_0	14.8877	23.3038	6798.3776**	508	0.000
Rate of change,U_{1i}	0.7916	9.2077	1845.8789**	508	0.000
Level-1 error, R	8.4161				
R^2 =0.8343					
Reliability of OLS Regression Coefficient estimate					
Initial status,π_{0i}	0.925				
Rate of change,π_{1i}	0.725				

**p<0.01

เมื่อพิจารณาค่าพารามิเตอร์ที่สนใจในในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวคือ ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเปลี่ยนแปลง (Rate of change ,η_{1i}) กับความสามารถเริ่มต้น (Initial status,η_{0i}) เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเปลี่ยนแปลง กับความสามารถเริ่มต้น พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.1092 มีความสัมพันธ์กันในทางบวกซึ่งแสดงว่านักเรียนที่มีสถานภาพเริ่มต้นสูง จะมีอัตราการเปลี่ยนแปลงสูงด้วย ผลแสดงดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 เมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่าง ความสามารถเริ่มต้น (Initial status,π_{0i}) กับอัตราการเปลี่ยนแปลง (Rate of change , π_{1i})

	π_{0i}	π_{1i}
Initial status,π_{0i}	1.000	
Rate of change , π_{1i}	0.1092*	1.000

2.2 ผลการวิเคราะห์ระดับบุคคล(Person -Level Model)

วิเคราะห์ขั้น hypothetical model เป็นการนำตัวแปรอิสระระดับการวัดซ้ำ มาวิเคราะห์ในระดับบุคคล เพื่อดูอิทธิพลของตัวแปรระดับบุคคลที่มีต่อการผันแปรของค่าเฉลี่ยความรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนรายบุคคลและตัวแปรระดับการวัดซ้ำ จากตารางที่ 10 พบว่าเมื่อพิจารณาค่าสถานภาพเริ่มต้น (Initial status,π_{0i}) ตัวแปรระดับบุคคล (Person -Level Model) ที่มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 คือ ค่าเฉลี่ยสถานภาพเริ่มต้น(mean initial status) (B_{00} = 8.038) และตัวแปรเจตคติต่อสิ่งแวดล้อม (ATT) และประสบการณ์ในการร่วมกิจกรรมสิ่งแวดล้อม(EXP) มีอิทธิพลต่อค่าสถานภาพเริ่มต้น (Initial status,π_{0i}) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (B_{20} = 2.218 B_{30} =2.458) แสดงว่า นักเรียนที่มีเจตคติและประสบการณ์ในการร่วมกิจกรรมสิ่งแวดล้อมสูงมีแนวโน้มที่นักเรียนจะมี ความสามารถหรือสถานภาพเริ่มต้นสูงด้วย ส่วนตัวแปรเพศ (SEX)ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05ต่อค่าสถานภาพเริ่มต้น (Initial status,π_{0i})

ทั้งนี้ตัวแปรตัวแปรเจตคติต่อสิ่งแวดล้อม (ATT) ตัวแปรเพศ (SEX) และประสบการณ์ในการร่วมกิจกรรมสิ่งแวดล้อม (EXP) สามารถร่วมกันอธิบายความผันแปรของค่าสถานภาพเริ่มต้น(Initial status,π_{0i}) ได้ร้อยละ3.0 (R^2=0.030)และมีความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 14.4433 (χ^2=6571.5861) ความแปรปรวนรวมที่ได้จากการสังเกตมีค่าเท่ากับ 23.6437

เมื่อพิจารณา อัตราการเปลี่ยนแปลง (rate of change,π_{1i}) พบว่าตัวแปรค่าเฉลี่ยอัตราการเปลี่ยนแปลง (Mean Rate of change ,π_{1i}) , เจตคติต่อสิ่งแวดล้อม (ATT) มีอิทธิพลต่ออัตราการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (B_{11} = 1.295 B_{13} =0.0137) โดยมีความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 0.7843 ความแปรปรวนรวมจากการสังเกตมีค่า 9.2004 แสดงว่านักเรียนที่มีเจตคติต่อสิ่งแวดล้อม (ATT)สูงมีแนวโน้มที่จะมีอัตราการเปลี่ยนแปลงสูง

ทั้งนี้ตัวแปรตัวแปรเจตคติต่อสิ่งแวดล้อม (ATT) ตัวแปรเพศ (SEX) และประสบการณ์ในการร่วมกิจกรรมสิ่งแวดล้อม(EXP) สามารถร่วมกันอธิบายความผันแปรของอัตราการเปลี่ยนแปลง (rate of change,π_{1i})ได้ร้อยละ11.9 (R^2=0.119) และมีความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 0.7843 (χ^2=1822.7169) ความแปรปรวนรวมที่ได้จากการสังเกตมีค่าเท่ากับ 9.2004 ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ประมาณค่าอิทธิพลของตัวแปรระดับบุคคล (Person -Level Model) ซึ่งได้แก่ เจตคติต่อสิ่งแวดล้อม (ATT) ประสบการณ์ในการร่วมกิจกรรมสิ่งแวดล้อม(EXP) ตัวแปรดัมมี่เพศหญิง(FEMALE) ที่มีต่อค่าเฉลี่ยความรู้สิ่งแวดล้อม (Initial status,π_{01}) และอัตราการเปลี่ยนแปลง (rate of change,π_{11})

Fixed Effect	Coefficient	Se	t- ratio
Model for intercept, ,π_{01}			
Base B_{00}	19.221**	2.3925	8.034
SEX B_{01}	0.555	0.3517	1.579
ATT B_{02}	0.046*	0.0207	2.218
EXP B_{03}	0.522*	0.2124	2.458
Model forRate of change,π_{11}			
Base B_{00}	1.292*	0.6300	2.051
SEX B_{01}	-0.0179	0.0926	-0. 193
ATT B_{02}	0.0137*	0.0055	2.509
EXP B_{03}	-0.0136	0.0559	-0.242

Random effect	Variance Componant	Total Observed variance	df	χ^2	P value
Initial status,U_0	14.4433	23.6437	505	6571.5861**	0.000
Rate of change,U_{11}	0.7843	9.2004	505	1822.7169**	0.000
Level-1 error, R	8.4161				

R^2(Initialstatus) = 0.030

R^2 (Rate of change) = 0.119

**P<0.01 *p<0.05

นอกจากนี้โมเดลเอ็ชแอลเอ็มยังสามารถให้รายละเอียดของค่าสถานภาพเริ่มต้นและอัตราการเปลี่ยนแปลงของนักเรียนแต่ละบุคคลได้ด้วย(ดูที่ภาคผนวก)

แสดงผลการวิเคราะห์ในรูปสมการได้ดังนี้ คือ

within-subject model

$$KNOW_{ti} = 25.847 + 2.879TIME$$

between-subject model

$$\pi_{01} = 19.221 + 0.555(SEX) + 0.046(ATT)^{*} + 0.522(EXP)^{*}$$

$$\pi_{11} = 1.292 - 0.018(SEX) + 0.014(ATT)^{*} - 0.14(EXP)$$

สมการในรูปคะแนนมาตรฐาน

$$\pi_{0i} = 0.069(SEX) + 0.100(ATT)^{*} + 0.110(EXP)^{*}$$

$$\pi_{1i} = -0.009(SEX) + 0.012(ATT)^{*} - 0.011(EXP)$$

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระยะยาวด้วยโมเดลลิสเรล

ผลการวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง ด้วยโมเดลลิสเรลเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลคะแนนสอบความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมเป็นการวิเคราะห์โมเดลโดยการประมาณค่าพารามิเตอร์เมื่อช่วงเวลาการวัดครั้งที่ 3-7 มีระยะห่างกันตามสภาพความเป็นจริง และปรับโมเดลให้เทอมความคลาดเคลื่อนมีสัมพันธ์กัน ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พบว่าค่า ไค-สแควร์มีค่าเท่ากับ 23.948 P=0.245 ที่ระดับองศาอิสระเท่ากับ 20 ดัชนี GFI เท่ากับ 0.991 ดัชนี AGFI เท่ากับ 0.975 ซึ่งแสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ส่วนผลการวิเคราะห์ค่าเศษเหลือได้แก่ดัชนี RMR มีค่าเท่ากับ.025 ซึ่งมีค่าน้อยแสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ค่าความแปรปรวนของตัวแปรสังเกตได้ในโมเดลเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (R^2) พบว่าตัวแปรสังเกตได้ของความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมที่วัดในครั้งที่ 1 , 2, 3, 4, 5, 6,7 (KNOW1 KNOW2 KNOW3 KNOW4 KNOW5 KNOW6 KNOW7) มีค่าเท่ากับ .320 .305 .291 .283 .282 .287 และ .304 ตามลำดับ ในการวัดทั้ง 7 ครั้ง มีความแปรปรวนอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (R^2)ของตัวแปรแฝงสถานภาพเริ่มต้น (Initial status,η_{0i}) และตัวแปรแฝงอัตราการเปลี่ยนแปลง (rate of change, η_{1i}) มีค่าเท่ากับ 0.041 และ 0.145 ตามลำดับ ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่เป็นค่าเฉลี่ยของค่าสถานภาพเริ่มต้น (Initial status,η_{0i}) เท่ากับ 17.750 (SE= .045; t=394.853) และค่าเฉลี่ยอัตราการเปลี่ยนแปลง (rate of change, η_{1i}) เท่ากับ 2.224 (SE= .041; t= 54.767) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงของค่าสถานภาพเริ่มต้น เท่ากับ .315 (SE= .083; t=3.791) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงของอัตราการเปลี่ยนแปลง เท่ากับ .002 (SE=.002 ; t= 1.036) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระหว่างความคลาดเคลื่อนของตัวแปรแฝงของค่าสถานภาพเริ่มต้น กับระหว่างความคลาดเคลื่อนของตัวแปรแฝงของอัตราการเปลี่ยนแปลง เท่ากับ -.013 (SE=.010; t= -1.257) ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 เมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาว

ตัวแปร	η_{0i}		η_{1i}		R^2	
	สปส.	SE	สปส.	SE		
KNOW1	1.0		0.0		.320	GOODNESS OF FIT STATISTICS
KNOW2	1.0		1.0		.305	CHI-SQUARE =23.948 ; df=20
KNOW3	1.0		2.181**	.030	.291	p=0.245 GFI=0.991 AGFI=0.975
KNOW4	1.0		3.457**	.052	.283	RMR=.025
KNOW5	1.0		4.995**	.081	.282	COVAR(η_{0i},η_{0i}) =.315 SE=.083
KNOW6	1.0		6.120**	.101	.287	COVAR(η_{0i},η_{1i}) = -.013 SE=.010
KNOW7	1.0		7.734**	.131	.304	COVAR(η_{1i},η_{1i}) =.002 SE=.002
η_{0i}	17.750**	.045			.041	
η_{1i}			2.224**	.041	.145	

**p<0.01

ผลการวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรระดับบุคคลกับ สถานภาพเริ่มต้น (Initial status,η_{0i})และอัตราการเปลี่ยนแปลง (Rate of change ,η_{1i}) พบว่า ค่าน้ำหนักองค์ประกอบที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กับสถานภาพเริ่มต้น (Initial status,η_{0i}) คือ ตัวแปรประสบการณ์ในการร่วมกิจกรรมต่อสิ่งแวดล้อม (EXP) ค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.094 ส่วนตัวแปรเพศ (SEX) และตัวแปรเจตคติต่อสิ่งแวดล้อม (ATT)มีค่าเท่ากับ .070 และ -.007 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

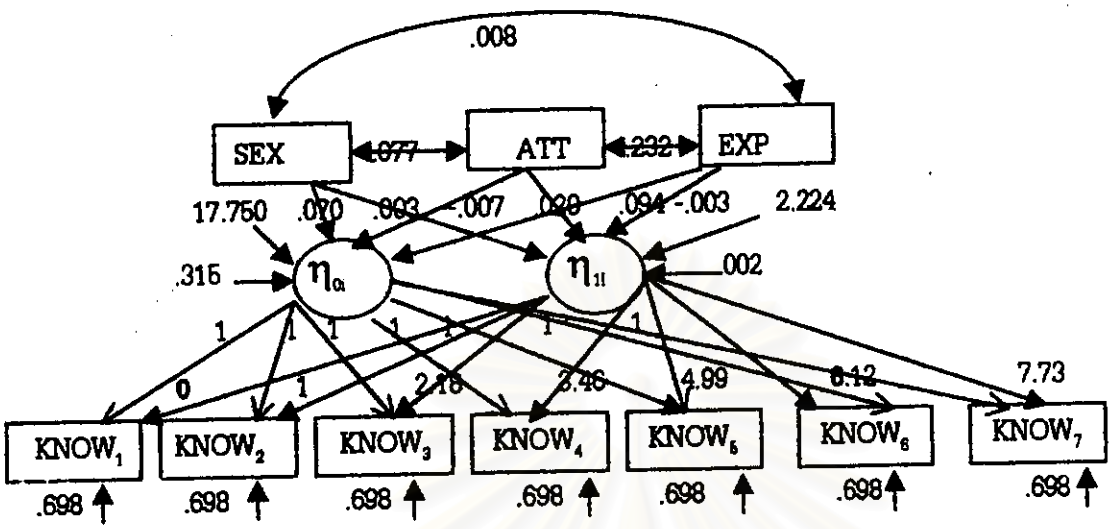
การวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรระดับบุคคลกับ อัตราการเปลี่ยนแปลง (Rate of change ,η_{1i}) พบว่าตัวแปรเจตคติต่อสิ่งแวดล้อม (ATT) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ .020 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กับอัตราการเปลี่ยนแปลง (Rate c. change ,η_{1i}) ส่วนตัวแปรเพศ (SEX)และตัวแปรประสบการณ์ในการร่วมกิจกรรมต่อสิ่งแวดล้อม (EXP) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.003,-.003 ตามลำดับ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปร

ตัวแปร	SEX		ATT		EXP	
	สปส	SE.	สปส	SE.	สปส	SE.
INT (η_{0i})	.070	.040	-.007	.094	.094*	.041
SLOP (η_{1i})	.003	.007	.020*	.007	-.003	.007

*p<0.05

แผนภาพที่ 8 โมเดลลิสเรลในรูปโมเดลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระยะยาวของความรู้สิ่งแวดล้อม



การวิเคราะห์ค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงรายบุคคลด้วยโมเดลลิสเรลนั้น จะนำค่านำหนักองค์ประกอบ (factor loading) ของอัตราการเปลี่ยนแปลงต่อความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมในแต่ละครั้ง (KNOW1-KNOW7) ซึ่งมีค่า .005 .004 .014 .014 .193 -087 .006 และ .012 ตามลำดับมาวิเคราะห์ในโมเดล SPSS เพื่อหาค่าคะแนนอัตราการเปลี่ยนแปลงของนักเรียนแต่ละคน นำมาเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

SLOPE =.005(KNOW1) +.004(KNOW2) +.014(KNOW3) +.193(KNOW4)-.087(KNOW5) +.006(KNOW6) + .012(KNOW7)

เมื่อพิจารณาค่าพารามิเตอร์ที่สนใจในในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวคือ ค่าความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเปลี่ยนแปลง กับความสามารถเริ่มต้น ในส่วนของโมเดลลิสเรลจะนำค่าคะแนนเริ่มต้นและอัตราการเปลี่ยนแปลงรายบุคคลที่วิเคราะห์ได้จากสมการ มาวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเปลี่ยนแปลง (Rate of change ,η_{1i}) กับความสามารถเริ่มต้น (Initial status,η_{0i}) พบว่ามีค่าเท่ากับ .4365 มีความสัมพันธ์กันในทางบวก ซึ่งแสดงว่านักเรียนที่มีสถานภาพเริ่มต้นสูง มีแนวโน้มที่จะมีอัตราการเปลี่ยนแปลงสูงด้วยผลแสดงดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 เมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่าง ความสามารถเริ่มต้น (Initial status,η_{0i}) กับอัตราการเปลี่ยนแปลง (Rate of change ,η_{1i})

	η_{0i}	η_{1i}
Initial status,η_{0i}	1.000	
Rate of change ,η_{1i}	0.4365**	1.000

แสดงผลการวิเคราะห์ในรูปสมการได้ดังนี้ คือ

$$\pi_{0i} = 17.750 + 0.070(SEX) - 0.007(ATT) + 0.094(EXP)^{*}$$

$$\pi_{1i} = 2.224 + 0.003(SEX) + 0.020(ATT)^{*} - 0.03(EXP)$$

สมการในรูปคะแนนมาตรฐาน

$$\pi_{0i} = 0.123(SEX) - 0.011(ATT) + 0.163(EXP)^{*}$$

$$\pi_{1i} = -0.056(SEX) + 0.382(ATT)^{*} - 0.062(EXP)$$

ตอนที่ 5 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนระหว่างการวิเคราะห์ด้วยโมเดลลิสเรล และโมเดลเอชแอลเอ็ม

เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ที่ได้จากทั้ง 2 วิธี โดยพิจารณาจากความมีนัยสำคัญทางสถิติ และค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยมาตรฐาน (β) ที่มีต่อสถานภาพเริ่มต้น และอัตราการเปลี่ยนแปลง ตรวจสอบความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยมาตรฐาน ที่ได้ ถ้ามีค่าต่างกันตั้งแต่ 0.05 ขึ้นไป ถือว่าการวิเคราะห์ทั้ง 2 วิธีให้ผลที่แตกต่างกัน แต่ถ้าค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยมาตรฐานจากทั้ง 2 วิธี มีค่าต่างกันน้อยกว่า 0.05 ถือว่าการวิเคราะห์ทั้ง 2 วิธี ให้ผลการวิเคราะห์ที่ไม่แตกต่างกัน

เปรียบเทียบค่าสถิติที่ได้จากการวิเคราะห์พบว่า ค่าสถิติที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโมเดล เอ็ชแอลเอ็ม กับโมเดลลิสเรล แตกต่างกันกล่าวคือ

ค่าความสามารถเริ่มต้น (Initial status,η_{0i}) มีค่าแตกต่างกันโดยค่าที่วิเคราะห์ด้วยโมเดลเอ็ชแอลเอ็ม มีค่าสูงกว่าที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโมเดลลิสเรล อยู่ 1.571 (เอ็ชแอลเอ็ม=19.221 , ลิสเรล =17.750) และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เหมือนกัน

ส่วนสัมประสิทธิ์ถดถอยมาตรฐานระหว่างความสามารถเริ่มต้น (Initial status,η_{0i}) กับตัวแปรระดับบุคคลพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์มาตรฐานของตัวแปรเพศ (SEX) ในการวิเคราะห์ด้วยโมเดลลิสเรลและวิเคราะห์ด้วยโมเดลเอชแอลเอ็ม ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าสัมประสิทธิ์มาตรฐานของตัวแปรเจตคติต่อสิ่งแวดล้อม (ATT) ในการวิเคราะห์ด้วยโมเดลลิสเรลไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้นค่าสัมประสิทธิ์มาตรฐานที่ได้จึงไม่นำมาเปรียบเทียบกับ ค่าสัมประสิทธิ์มาตรฐานที่วิเคราะห์ด้วยโมเดลเอชแอลเอ็ม ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ต่อสถานภาพเริ่มต้น Initial status,η_{0i})

ค่าสัมประสิทธิ์มาตรฐานของตัวแปรประสบการณ์ในการร่วมกิจกรรมสิ่งแวดล้อม (EXP) ในการวิเคราะห์ด้วยโมเดลลิสเรลมีค่ามากกว่าค่าสัมประสิทธิ์มาตรฐานของตัวแปรประสบการณ์ในการร่วมกิจกรรมสิ่งแวดล้อม (EXP) ที่วิเคราะห์ด้วยโมเดลเอชแอลเอ็ม อยู่ 0.053 (β_{lisrel} =.163 β_{hlm} = .110) โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์มาตรฐานของตัวแปรเจตคติต่อสิ่งแวดล้อม (EXP) ในการวิเคราะห์ด้วยทั้ง 2 วิธี มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ต่อสถานภาพเริ่มต้น (Initial status,η_{0i})

ค่าอัตราการเปลี่ยนแปลง (Change rate, η_{11}) มีค่าแตกต่างกันโดยค่าที่วิเคราะห์ด้วยโมเดลลิสเรล มีค่าสูงกว่าที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโมเดลเอ็ชแอลเอ็ม อยู่ 0.932 (เอ็ชแอลเอ็ม=1.292 , ลิสเรล =2.224) โดยค่าที่วิเคราะห์ด้วยโมเดลลิสเรลมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยค่าที่วิเคราะห์ด้วยโมเดลลิสเรลมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ค่าสัมประสิทธิ์มาตรฐานของตัวแปรเพศ (SEX) ในการวิเคราะห์ด้วยโมเดลลิสเรลและโมเดลเอชแอลเอ็ม มีค่า .056 -.009 ตามลำดับ โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์มาตรฐานของตัวแปรเพศ (SEX) ในการวิเคราะห์ทั้ง 2 วิธี ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ ต่ออัตราการเปลี่ยนแปลง (Change rate, η_{11})

ค่าสัมประสิทธิ์มาตรฐานของตัวแปรเจตคติต่อสิ่งแวดล้อม (ATT) ในการวิเคราะห์ด้วยโมเดลลิสเรลมีค่ามากกว่าค่าสัมประสิทธิ์มาตรฐานของตัวแปรเจตคติต่อสิ่งแวดล้อม (ATT) ที่วิเคราะห์ด้วยโมเดลเอชแอลเอ็มอยู่ 0.370 ($\beta_{\text{ลิสเรล}}$ =.382 $\beta_{\text{แอลเอ็ม}}$ =.012) โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์มาตรฐานของตัวแปรเจตคติต่อสิ่งแวดล้อม (ATT) ในการวิเคราะห์ทั้ง 2 วิธีมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ต่ออัตราการเปลี่ยนแปลง (Change rate, η_{11})

ค่าสัมประสิทธิ์มาตรฐานของตัวแปรประสบการณ์ในการร่วมกิจกรรมสิ่งแวดล้อม (EXP) ในการวิเคราะห์ด้วยโมเดลลิสเรลมีค่าสูงกว่าค่าสัมประสิทธิ์มาตรฐานของตัวแปรประสบการณ์ในการร่วมกิจกรรมสิ่งแวดล้อม (EXP) ที่วิเคราะห์ด้วยโมเดลเอชแอลเอ็มอยู่ 0.051 ($\beta_{\text{ลิสเรล}}$ =-.062 $\beta_{\text{แอลเอ็ม}}$ = -.011) โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์มาตรฐานของตัวแปรเจตคติต่อสิ่งแวดล้อม (EXP) ในการวิเคราะห์ด้วยทั้ง 2 วิธี ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ต่ออัตราการเปลี่ยนแปลง (Rate of change, η_{11})

ค่าความคลาดเคลื่อนของความรู้สิ่งแวดล้อมในการวัดแต่ละครั้ง (R) ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโมเดลเอ็ชแอลเอ็มมีค่ามากกว่า ค่าความคลาดเคลื่อนที่วิเคราะห์ด้วยโมเดลลิสเรลอยู่ 7.7181 ($R_{\text{เอ็ชแอลเอ็ม}}$=8.4161. $R_{\text{ลิสเรล}}$= 0.698)

ค่าความคลาดเคลื่อนของค่าสถานภาพเริ่มต้น (U_0) ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโมเดลเอ็ชแอลเอ็มมีค่ามากกว่า ค่าความคลาดเคลื่อนที่วิเคราะห์ด้วยโมเดลลิสเรลอยู่ 14.1283 ($U_{\text{เอ็ชแอลเอ็ม}}$=14.4433. $U_{\text{ลิสเรล}}$= 0.315)

ค่าความคลาดเคลื่อนของอัตราการเปลี่ยนแปลง (U_1) ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโมเดลเอ็ชแอลเอ็มมีค่ามากกว่า ค่าความคลาดเคลื่อนที่วิเคราะห์ด้วยโมเดลลิสเรลอยู่ 0.7823 ($U_{\text{เอ็ชแอลเอ็ม}}$=0.7843. $U_{\text{ลิสเรล}}$= 0.002)

ในส่วนของการประมาณค่าความสามารถในการพยากรณ์ (R^2) สถานภาพเริ่มต้นมีค่าต่างกันอยู่ 0.009 ($R^2_{\text{เอ็ชแอลเอ็ม}}$=0.030. $R^2_{\text{ลิสเรล}}$= 0.041) และการประมาณค่าความสามารถในการพยากรณ์ (R^2) ของอัตราการเปลี่ยนแปลงมีค่าต่างกัน อยู่ 0.026 ($R^2_{\text{เอ็ชแอลเอ็ม}}$=0.119. $R^2_{\text{ลิสเรล}}$= 0.145) ผลแสดงดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 เปรียบเทียบสัมประสิทธิ์ถดถอยมาตรฐานของการวิเคราะห์ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโมเดลลิสเรลกับโมเดลเอชเอลเอ็ม

ตัวแปร	วิเคราะห์ด้วยโมเดลเอชเอลเอ็ม		วิเคราะห์ด้วยโมเดลลิสเรล	
	B	β	B	β
$\beta_{00}(\eta_{0i})$	19.221**	-	17.760**	-
β_{01}	.555	.069	.070	.123
β_{02}	.046*	.100*	-.007	-.011
β_{03}	.522*	.110*	.094*	.163*
$\beta_{10}(\eta_{1i})$	1.292*	-	2.224**	-
β_{11}	-.018	-.009	.003	.056
β_{12}	.014*	.012*	.020*	.382*
β_{13}	-.014	-.011	-.003	-.062
R	8.4161		.698	
U_0	14.4433		.315	
U_1	.7843		.002	
(U_0U_1)	.133		-.013	
(R^2)Initial status	.030		.041	
(R^2) Rate of change	.119		.145	

ตอนที่ 6 เปรียบเทียบผลการใช้โปรแกรมลิสเรล และโปรแกรมเอชเอลเอ็ม ในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระยะยาวของความรู้สึกแวดล้อม

เปรียบเทียบผลการใช้โปรแกรมเอ็ชเอลเอ็ม กับโปรแกรมลิสเรลในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระยะยาวมีข้อแตกต่างกันกล่าวคือ เมื่อเปรียบเทียบในส่วนของวิธีในการประมาณค่าพารามิเตอร์ โปรแกรมลิสเรลใช้วิธี ML (Maximum lilihoods) ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ส่วนโปรแกรมเอชเอลเอ็ม ใช้ Empilical Bayes ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ เงื่อนไขการกำหนดแบบเส้นตรง,เส้นโค้ง โปรแกรมลิสเรลไม่จำเป็นต้องกำหนดรูปแบบ ส่วนในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระยะยาวด้วยโปรแกรมเอชเอลเอ็มจะต้องมีการตรวจสอบดูก่อนว่าข้อมูลมีรูปแบบใดเพื่อที่กำหนดลักษณะของสมการในการวิเคราะห์ การวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนนั้น โปรแกรมลิสเรลจะประมาณค่าความคลาดเคลื่อนมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้งหมดในโปรแกรมเอชเอลเอ็มนั้นค่า

ความคลาดเคลื่อนจะมาจากการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์การถดถอยเท่านั้น (ความคลาดเคลื่อนที่แท้จริง) สำหรับในเรื่องการเตือนเมื่อความแปรปรวนเป็นลบ และการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนในรูปคะแนนมาตรฐาน การให้ค่าดัชนีปรับโมเดล และการตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดล จะมีเฉพาะในการใช้โปรแกรมลิสเรลในการวิเคราะห์

ในส่วนที่เหมือนกันในการใช้โปรแกรมทั้ง 2 ในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระยะยาวคือทั้ง 2 โปรแกรมสามารถใช้วิเคราะห์กลุ่มตัวอย่างได้หลายกลุ่ม มีคู่มือการใช้งาน มีตัวอย่างในการวิเคราะห์ การดูผลการวิเคราะห์ที่ต้องสั่งเรียกผลการวิเคราะห์เมื่อโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลเสร็จ การประมาณค่าพารามิเตอร์สถานภาพเริ่มต้นและอัตราการเปลี่ยนแปลง การประมาณค่าความเที่ยงในการประมาณค่าสถานภาพเริ่มต้นและอัตราการเปลี่ยนแปลง การประมาณค่าความสัมพันธ์ของค่าสถานภาพเริ่มต้นและอัตราการเปลี่ยนแปลง โดยที่โปรแกรมเอ็ชแอลเอ็มสามารถให้รายละเอียดของค่าสถานภาพเริ่มต้นและอัตราการเปลี่ยนแปลงในแต่ละบุคคลได้ แต่โปรแกรมลิสเรลต้องไปวิเคราะห์รายละเอียดด้วยโปรแกรม SPSS ผลการเปรียบเทียบแสดงดังตารางที่ 15

<u>ตารางที่ 15</u> เปรียบเทียบผลการใช้โปรแกรมลิสเรล และโปรแกรมเอชแอลเอ็ม ในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระยะยาวของความรู้สึกแวดล้อม

โปรแกรม / ประเด็นในการเปรียบเทียบ	โปรแกรมลิสเรล	โปรแกรมเอชแอลเอ็ม
1.จำนวนวิธีในการประมาณค่าพารามิเตอร์	7 วิธีได้แก่ วิธี ML IV ULS GLS TALS WLS DLS	2 วิธีโดยในระดับที่1 และ 2ใช้ Empilical Bayes .ในระดับที่ 3 ใช้ ML
2.เงื่อนไขการกำหนดแบบเส้นตรง,เส้นโค้ง	-	✔
3.ใช้วิเคราะห์กลุ่มตัวอย่างหลายกลุ่ม	✔	✔
4.ความถูกต้องในการประมาณค่าผลกระทบ		
4.1การวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อน	ค่าความคลาดเคลื่อนจะมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้งหมด	ค่าความคลาดเคลื่อนจะมาจากสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่านั้น
4.2 การเตือนเมื่อความแปรปรวนเป็นลบ	✔	-
5.การตรวจสอบความคลาดเคลื่อนในรูปคะแนนมาตรฐาน	✔	-
6.การให้ค่าดัชนีสำหรับปรับโมเดล	✔	-

ตารางที่ 15(ต่อ)

โปรแกรม / ประเด็นในการเปรียบเทียบ	โปรแกรมลิสเรล	โปรแกรมเอชแอลเอ็ม
7.เมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร	ให้เมทริกซ์สหสัมพันธ์ตัวแปรที่ศึกษาทุกตัว	ให้เฉพาะเมทริกซ์สหสัมพันธ์ของค่าเฉลี่ยกับความชัน
8.การตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดล	✔	-
9.ความสะดวกและความง่ายในการใช้งาน		
9.1 มีคู่มือการใช้	✔	✔
9.2มีตัวอย่างการวิเคราะห์	✔	✔
9.3ลักษณะข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์	ได้ทั้งข้อมูลดิบและข้อมูลที่เป็นเมทริกซ์	ได้เฉพาะข้อมูลดิบ
9.4 การเขียนคำสั่ง (input)	ต้องใช้คำสั่งกำหนดรูปแบบและสถานะของเมทริกซ์ พารามิเตอร์ให้คอมพิวเตอร์รับรู้ลักษณะของโมเดลลิสเรลที่จะวิเคราะห์	เลือกใช้คำสั่งในโปรแกรมได้ตามลำดับขั้นในแต่ละระดับ
9.5 เวลาที่ใช้ในการเขียนคำสั่ง	มาก	น้อย
9.6 ผลการวิเคราะห์		
-การดูผลการวิเคราะห์	ต้องสั่งเรียกผลการวิเคราะห์เมื่อโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลเสร็จ	ต้องสั่งเรียกผลการวิเคราะห์เมื่อโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลเสร็จ
-การแสดงค่าการประมาณค่าพารามิเตอร์	แสดงในรูปเมทริกซ์	แสดงในรูปสมการและเมทริกซ์
-ค่าความสามารถในการทำนาย (R^2)	จะให้ทั้งตัวแปรสังเกตได้และตัวแปรแฝงแยกที่ละตัว	ต้องคำนวณเองและจะให้เป็นค่ารวมในแต่ละระดับ
-การประมาณค่าพารามิเตอร์สถานภาพเริ่มต้นและอัตราการเปลี่ยนแปลง	-ค่าสถานภาพเริ่มต้นและอัตราการเปลี่ยนแปลงรายบุคคลจะนำมาคำนวณในโปรแกรม SPSS	-โปรแกรมจะคำนวณค่าสถานภาพเริ่มต้นและอัตราการเปลี่ยนแปลงรายบุคคลเองจากข้อมูล
-การประมาณค่าความสัมพันธ์ของค่าสถานภาพเริ่มต้นและอัตราการเปลี่ยนแปลง	✔	✔
-โมเดลความสัมพันธ์ของตัวพยากรณ์ในระดับบุคคลกับสถานภาพเริ่มต้นและอัตราการเปลี่ยนแปลง	✔	✔

เปรียบเทียบในส่วนของการใช้งานด้านการเขียนคำสั่งให้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูล (input) และผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้พบว่า การเขียนคำสั่งให้โปรแกรมเอชแอลเอ็มวิเคราะห์ข้อมูลนั้น สามารถทำได้ง่ายและสะดวกกว่า โปรแกรมลิสเรล ในขณะที่การเขียนคำสั่งให้โปรแกรมลิสเรลวิเคราะห์ข้อมูลนั้นต้องกำหนดข้อมูลจำเพาะของเมทริกซ์พารามิเตอร์ให้สอดคล้องกับโมเดลการวิจัย การใช้งานด้านการเขียนคำสั่งให้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูล (input) และผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้พบว่า การเขียนคำสั่งให้โปรแกรมเอชแอลเอ็มวิเคราะห์ข้อมูลนั้น สามารถทำได้ง่ายและสะดวกกว่า โปรแกรมลิสเรล ในขณะที่การเขียนคำสั่งให้โปรแกรมลิสเรลวิเคราะห์ข้อมูลนั้นต้องกำหนดข้อมูลจำเพาะของเมทริกซ์พารามิเตอร์ให้สอดคล้องกับโมเดลการวิจัย ในส่วนของผลการวิเคราะห์ข้อมูลนั้น ผลการวิเคราห์ข้อมูลที่ได้จากโปรแกรมลิสเรลมีรายละเอียดที่ชัดเจนมากกว่า เช่น แสดงผลการวิเคราะห์ในรูปคะแนนมาตรฐาน ค่าสถิติที่ตรวจสอบความตรงของโมเดล ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน และค่าดัชนีดัดแปรโมเดล เป็นต้น