

## สรุปผลการวิเคราะห์และข้อเสนอนแนะ

การวิจัยในครั้งนี้ต้องการศึกษา เปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณ โดยจะศึกษา จากค่าความแปรปรวนของตัวประมาณ ซึ่งจากวัตถุประสงค์ของการศึกษาและผลการวิเคราะห์จะ เห็นได้ว่า ประเด็นที่ทำการศึกษาประกอบด้วย 3 ประเด็นหลักคือ การเปรียบเทียบประสิทธิภาพ ของตัวประมาณเมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรอิสระ (X) การเปรียบเทียบ ประสิทธิภาพของตัวประมาณเมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรตาม (Y) และการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณเมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน ผันแปรแบบสุ่ม (Random) ซึ่งสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

#### 5.1 ผลสรุปการ เปรียบเทียบประสิทธิภาพของ ตัวประมาณ เมื่อความแปรปรวนของความคลาด- เคลื่อนผันแปรตามตัวแปรอิสระ โดยพิจารณาจากค่าความแปรปรวน

จากการทดลอง เพื่อหาค่าความแปรปรวนของวิธีกำลังสองต่ำสุด วิธีกำลังสองน้อยที่สุด แบบทั่วไปในการแก้ปัญหา เฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีความแปรปรวนไม่คงที่ วิธีกำลัง สองน้อยที่สุด แบบทั่วไปในการแก้ปัญหา เฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กัน วิธี กำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและ ความแปรปรวนไม่คงที่ และวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความ คลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่ โดยอาศัยวิธีการแปลงข้อมูล เมื่อ ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรอิสระ โดยมีระดับค่าสหสัมพันธ์ 4 ระดับ คือ 0.3 0.5 0.7 และ 0.9 สรุปผลได้ดังนี้

5.1.1 เมื่อค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.3 วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหา ทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่ มีค่าความแปรปรวน ต่ำสุด โดยที่วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไป ในการแก้ปัญหา เฉพาะลักษณะของความคลาด- เคลื่อนที่มีความแปรปรวนไม่คงที่ และวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้ง ลักษณะของ ความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่ โดยอาศัยวิธีการแปลงข้อมูล จะมีค่า ความแปรปรวนสูงกว่าเล็กน้อย ทั้งระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01

5.1.2 เมื่อค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.5 0.7 และ 0.9 วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่ และวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์และความแปรปรวนไม่คงที่โดยอาศัยวิธีการแปลงข้อมูล จะมีค่าความแปรปรวนใกล้เคียงกัน และมีค่าต่ำสุดเมื่อเทียบกับวิธีอื่น ทั้งระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01

5.2 ผลสรุปการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณเมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรตาม โดยพิจารณาจากค่าความแปรปรวน

จากการทดลอง เพื่อหาค่าความแปรปรวนของวิธีกำลังสองต่ำสุด วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหา เฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีความแปรปรวนไม่คงที่ วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหา เฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กัน วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กัน และความแปรปรวนไม่คงที่ และวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่โดยอาศัยวิธีการแปลงข้อมูล เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรตาม โดยมีระดับค่าสหสัมพันธ์ 4 ระดับคือ 0.3 0.5 0.7 และ 0.9 สรุปผลได้ดังนี้

5.2.1 เมื่อค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.3 และ 0.5 วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหา เฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันจะมีค่าความแปรปรวนต่ำสุด ทั้งระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01

5.2.2 เมื่อค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.7 และ 0.9 วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหา เฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันมีค่าความแปรปรวนต่ำสุด โดยที่วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่ และวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่โดยอาศัยวิธีการแปลงข้อมูล จะมีค่าความแปรปรวนสูงกว่าเล็กน้อย ทั้งระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01

5.3 ผลสรุปการ เปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณ เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรแบบกลุ่ม โดยพิจารณาจากค่าความแปรปรวน

จากการทดลอง เพื่อหาค่าความแปรปรวนของวิธีกำลังสองต่ำสุด วิธีกำลังสองน้อยที่สุด แบบทั่วไปในการแก้ปัญหา เฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีความแปรปรวนไม่คงที่ วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหา เฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กัน วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่ และวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กัน และความแปรปรวนไม่คงที่โดยอาศัยวิธีการแปลงข้อมูล เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปร แบบกลุ่ม โดยมีระดับค่าสหสัมพันธ์ 4 ระดับคือ 0.3 0.5 0.7 และ 0.9 สรุปผลได้ดังนี้

5.3.1 เมื่อค่าสหสัมพันธ์เป็น 0.3 0.5 0.7 และ 0.9 วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กัน และความแปรปรวนไม่คงที่ และวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่โดยอาศัยวิธีการแปลงข้อมูล จะมีค่าความแปรปรวนใกล้เคียงกัน และมีค่าต่ำสุด เมื่อเทียบกับวิธีอื่น ทั้งระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 ยกเว้นกรณีที่ขนาดตัวอย่างเป็น 15 เมื่อระดับนัยสำคัญเป็น 0.05

อย่างไรก็ตามเพื่อความสะดวกในการพิจารณาผลสรุปของค่าความแปรปรวนดังกล่าว จะทำการสรุปเป็นตาราง ซึ่งแสดงวิธีการประมาณที่เหมาะสมตามความผันแปรของความคลาดเคลื่อน เพื่อสะดวกในการนำไปใช้ ซึ่งมีรายละเอียดแสดงได้ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ 5.1 แสดงวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม เมื่อค่าคลาดเคลื่อนผันแปรตาม  
ตัวแปรอิสระ จำแนกตามขนาดตัวอย่างและค่าสหสัมพันธ์ ( $\rho$ )

ขนาดตัวอย่าง	วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม			
	$\rho = 0.3$	$\rho = 0.5$	$\rho = 0.7$	$\rho = 0.9$
15	วิธี GLS-U	วิธี GLS-UC	วิธี GLS-T	วิธี GLS-T
30	วิธี GLS-UC	วิธี GLS-UC	วิธี GLS-UC	วิธี GLS-UC
45	วิธี GLS-UC	วิธี GLS-UC	วิธี GLS-T	วิธี GLS-T
60	วิธี GLS-UC	วิธี GLS-UC	วิธี GLS-T	วิธี GLS-UC

จากตาราง 5.1 สรุปผลได้ดังนี้

เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 15 45 และ 60 ผลปรากฏว่า เมื่อค่าสหสัมพันธ์มีค่าน้อยกว่า 0.5 วิธีการส่งร่องน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่ (GLS-UC) เป็นวิธีการที่เหมาะสมในการประมาณค่าพารามิเตอร์ แต่เมื่อค่าสหสัมพันธ์มีค่ามากกว่า 0.5 วิธีการส่งร่องน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่โดยอาศัยวิธีการแปลงข้อมูล (GLS-T) เป็นวิธีการที่เหมาะสมในการประมาณค่าพารามิเตอร์

เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 30 ผลปรากฏว่า วิธีการส่งร่องน้อยที่สุดแบบทั่วไป ในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่ (GLS-UC) เป็นวิธีการที่เหมาะสมในการประมาณค่าพารามิเตอร์

ตารางที่ 5.2 แสดงวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม เมื่อค่าคลาดเคลื่อนผันแปรตาม  
ตัวแปรตาม จำแนกตามขนาดตัวอย่างและค่าสหสัมพันธ์ ( $\rho$ )

ขนาดตัวอย่าง	วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม			
	$\rho = 0.3$	$\rho = 0.5$	$\rho = 0.7$	$\rho = 0.9$
15	วิธี GLS-C	วิธี GLS-C	วิธี GLS-C	วิธี GLS-T
30	วิธี GLS-C	วิธี GLS-C	วิธี GLS-C	วิธี GLS-C
45	วิธี GLS-C	วิธี GLS-C	วิธี GLS-C	วิธี GLS-C
60	วิธี GLS-C	วิธี GLS-C	วิธี GLS-C	วิธี GLS-C

จากตาราง 5.2 สรุปผลได้ดังนี้

วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหา เฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อน  
ที่มีสหสัมพันธ์กัน (GLS-C) เป็นวิธีการที่เหมาะสมในการประมาณค่าพารามิเตอร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.3 แสดงวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม เมื่อค่าคลาดเคลื่อนผันแปรแบบสุ่ม จำแนกตามขนาดตัวอย่างและค่าสหสัมพันธ์ ( $\rho$ )

ขนาดตัวอย่าง	วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม			
	$\rho = 0.3$	$\rho = 0.5$	$\rho = 0.7$	$\rho = 0.9$
15	วิธี GLS-UC	วิธี GLS-UC	วิธี GLS-UC	วิธี GLS-UC
30	วิธี GLS-UC	วิธี GLS-UC	วิธี GLS-UC	วิธี GLS-UC
45	วิธี GLS-UC	วิธี GLS-UC	วิธี GLS-UC	วิธี GLS-UC
60	วิธี GLS-UC	วิธี GLS-T	วิธี GLS-T	วิธี GLS-T

จากตาราง 5.3 สรุปผลได้ดังนี้

เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 15 30 และ 45 ผลปรากฏว่า วิธีการส่งล่องน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่ (GLS-UC) เป็นวิธีการที่เหมาะสมในการประมาณค่าพารามิเตอร์ แต่เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 60 วิธีการส่งล่องน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่โดยอาศัยวิธีการแปลงข้อมูล (GLS-T) เป็นวิธีการที่เหมาะสมในการประมาณค่าพารามิเตอร์

ตารางที่ ๕.๕ แสดงวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมตามความผันแปรของความคลาดเคลื่อน ณ ระดับค่าสหสัมพันธ์ ( $\rho$ ) ต่าง ๆ

ความผันแปรของ ค่าคลาดเคลื่อน	วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม			
	$\rho = 0.3$	$\rho = 0.5$	$\rho = 0.7$	$\rho = 0.9$
ผันแปรตามตัวแปรอิสระ	วิธี GLS-UC	วิธี GLS-UC, วิธี GLS-T	วิธี GLS-UC, วิธี GLS-T	วิธี GLS-UC วิธี GLS-T
ผันแปรตามตัวแปรตาม	วิธี GLS-C	วิธี GLS-C	วิธี GLS-C	วิธี GLS-C
ผันแปรแบบกลุ่ม	วิธี GLS-UC, วิธี GLS-T	วิธี GLS-UC, วิธี GLS-T	วิธี GLS-UC, วิธี GLS-T	วิธี GLS-UC, วิธี GLS-T

#### หมายเหตุ

- วิธี OLS หมายถึง วิธีกำลังสองต่ำสุด
- วิธี GLS-U หมายถึง วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหา เฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีความแปรปรวนไม่คงที่
- วิธี GLS-C หมายถึง วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหา เฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีพหุสัมพันธ์กัน
- วิธี GLS-UC หมายถึง วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีพหุสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่
- วิธี GLS-T หมายถึง วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีพหุสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่โดยอาศัยวิธีการแปลงข้อมูล



#### 5.4 ข้อเสนอแนะ

ในการ เลือกใช้ตัวประมาณในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของความถดถอยเชิงเส้นแบบง่ายนั้น วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาหึ่งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กัน และความแปรปรวนไม่คงที่และวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาหึ่งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่โดยอาศัยวิธีการแปลงข้อมูล เป็นวิธีที่ควร เลือกใช้ เมื่อค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลมีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่ ยกเว้นกรณีที่ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนผันแปรตามตัวแปรตามในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับความคลาดเคลื่อนมีความแปรปรวนไม่คงที่ จำเป็นจะต้องประมาณค่าตัวแปรตาม ซึ่งวิธีประมาณค่าที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มีผลทำให้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหา เฉพาะลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีความแปรปรวนไม่คงที่ วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาหึ่งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่ และวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาหึ่งลักษณะของความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กันและความแปรปรวนไม่คงที่โดยอาศัยวิธีการแปลงข้อมูล มีประสิทธิภาพต่ำ จึงจำเป็นต้องศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการประมาณค่าตัวแปรตาม เพื่อให้วิธีดังกล่าวมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย