บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยในตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นปกติเชิงเดียว (simple normal linear regression model) ของวิธีกำลังสองน้อยสุด (OLS) วิธีเชิงเบส์เมื่อใช้การแจกแจงก่อนที่ไม่ให้ข้อมูล (UNI) และวิธีเชิงเบส์เมื่อใช้การแจกแจงก่อนที่ให้ข้อมูล (NOR) ซึ่งผู้วิจัยกำหนดสถานการณ์ ดังนี้

1. ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10 30 50 และ 100
2. ตัวแปรอิสระเป็นค่าคงที่ซึ่งสุ่มมาจากการแจกแจงปกติ โดยมีเปอร์เซ็นต์ของสัมประสิทธิ์ความแปรผันของตัวแปรอิสระ (CV(X)) เท่ากับ 10% 15% 20% 25% 30% 50% 70% และ 90%
3. ระดับของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรตาม ซึ่งแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ
   - 3.1 ระดับต่ำ เท่ากับ 0.1 และ 0.3
   - 3.2 ระดับปานกลาง เท่ากับ 0.5 และ 0.7
   - 3.3 ระดับสูง เท่ากับ 0.9

โดยผู้วิจัยจำลองข้อมูล (simulate) ด้วยเทคนิคมอนติคาร์โลจากโปรแกรมฟอร์แทรน 77 เพื่อสร้างข้อมูลต่างๆ ตามสถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งกระทำซ้ำ 500 ครั้งในแต่ละสถานการณ์

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ผลสรุปจากการเปรียบเทียบตัวประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอย เมื่อตัวประมาณเบส์ที่ใช้การแจกแจงก่อนที่ให้ข้อมูลจะศึกษาในกรณีเฉพาะ

กรณี σ^2 ทราบค่า

ค่า AMSE ของแต่ละวิธีแปรผันตามส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรตาม และแปรผกผันกับเปอร์เซ็นต์ของสัมประสิทธิ์ความแปรผันของตัวแปรอิสระและขนาดตัวอย่าง ตามลำดับความสำคัญจากมากไปน้อย

วิธี NOR จะให้ประสิทธิภาพดีเมื่อเปอร์เซ็นต์ของสัมประสิทธิ์ความแปรผันของตัวแปรอิสระมีค่าต่ำ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรตามมีค่าสูงและขนาดตัวอย่างต่ำ และวิธี OLS จะให้ประสิทธิภาพดีเมื่อเปอร์เซ็นต์ของสัมประสิทธิ์ความแปรผันของตัวแปรอิสระมีค่าสูง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรตามมีค่าต่ำและขนาดตัวอย่างสูง ส่วนวิธี UNI จะไม่ให้ประสิทธิ

ภาพดีกว่าวิธีอื่น เนื่องจากค่า AMSE ของวิธี UNI จะมีค่าสูงกว่าค่า AMSE ของวิธี OLS เสมอ โดยวิธี OLS และ NOR จะให้ประสิทธิภาพดีที่สุด ณ สถานการณ์ดังนี้

ตารางที่ 5.1.1 วิธีที่ให้ประสิทธิภาพดีที่สุดในแต่ละสถานการณ์ ในกรณีที่ σ^2 ทราบค่า

	CV(X) = 10%				CV(X) = 15%				CV(X) = 20%				CV(X) = 25%			
n	10	30	50	100	10	30	50	100	10	30	50	100	10	30	50	100
SD(Y) = 0.1	X	X	X	X	X	X	X	X	✓	✓	X	X	✓	✓	✓	✓
SD(Y) = 0.3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	✓	X	✓
SD(Y) = 0.5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
SD(Y) = 0.7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
SD(Y) = 0.9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

ตารางที่ 5.1.1 (ต่อ) วิธีที่ให้ประสิทธิภาพดีที่สุดในแต่ละสถานการณ์ ในกรณีที่ σ^2 ทราบค่า

	CV(X) = 30%				CV(X) = 50%				CV(X) = 70%				CV(X) = 90%			
n	10	30	50	100	10	30	50	100	10	30	50	100	10	30	50	100
SD(Y) = 0.1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
SD(Y) = 0.3	X	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
SD(Y) = 0.5	X	X	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
SD(Y) = 0.7	X	X	X	✓	X	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
SD(Y) = 0.9	X	X	X	X	X	X	✓	✓	X	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓

หมายเหตุ ✓ หมายถึงวิธี OLS

X หมายถึง วิธี NOR

กรณี σ^2 ไม่ทราบค่า

ผลสรุปที่ได้มีลักษณะเดียวกับกรณี σ^2 ทราบค่า ซึ่งประสิทธิภาพของวิธี OLS จะเหมือนเดิม แต่ประสิทธิภาพของวิธี UNI และวิธี NOR จะต่ำกว่ากรณี σ^2 ทราบค่า ณ สถานการณ์เดียวกัน เนื่องจากค่า AMSE ของวิธี UNI และวิธี NOR ในกรณี σ^2 ไม่ทราบค่าจะมีค่าความแปรปรวนจากการประมาณค่าเพิ่มขึ้น และเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้นประสิทธิภาพของทั้งสองกรณีจะใกล้เคียงกันมากขึ้น โดยวิธี OLS และ NOR จะให้ประสิทธิภาพดีที่สุด ณ สถานการณ์ดังนี้

ตารางที่ 5.1.2 วิธีที่ให้ประสิทธิภาพดีที่สุดในแต่ละสถานการณ์ ในกรณีที่ σ^2 ไม่ทราบค่า

	CV(X) = 10%				CV(X) = 15%				CV(X) = 20%				CV(X) = 25%			
n	10	30	50	100	10	30	50	100	10	30	50	100	10	30	50	100
SD(Y) = 0.1	X	X	X	X	✓	X	X	X	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓
SD(Y) = 0.3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	✓	X	✓
SD(Y) = 0.5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
SD(Y) = 0.7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
SD(Y) = 0.9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

ตารางที่ 5.1.2 (ต่อ) วิธีที่ให้ประสิทธิภาพดีที่สุดในแต่ละสถานการณ์ ในกรณีที่ σ^2 ไม่ทราบค่า

	CV(X) = 30%				CV(X) = 50%				CV(X) = 70%				CV(X) = 90%			
n	10	30	50	100	10	30	50	100	10	30	50	100	10	30	50	100
SD(Y) = 0.1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
SD(Y) = 0.3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
SD(Y) = 0.5	X	X	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
SD(Y) = 0.7	X	X	X	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
SD(Y) = 0.9	X	X	X	X	X	X	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

หมายเหตุ ✓ หมายถึงวิธี OLS

X หมายถึง วิธี NOR

5.1.2 ผลสรุปจากการหาตัวประมาณเบส์ที่ใช้การแจกแจงก่อนที่ให้ข้อมูลที่ไม่ดีที่สุด แต่ดีกว่าตัวประมาณกำลังสองน้อยสุดและตัวประมาณเบส์ที่ใช้การแจกแจงก่อนที่ไม่ให้ข้อมูล

กรณี σ^2 ทราบค่า

ค่า Z ที่เหมาะสมแปรผันตามส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรตาม และแปรผกผันกับเปอร์เซ็นต์ของสัมประสิทธิ์ความแปรผันของตัวแปรอิสระและขนาดตัวอย่าง ตามลำดับความสำคัญจากมากไปน้อย

ค่า Z ที่เหมาะสมจะมีค่าสูงเมื่อเปอร์เซ็นต์ของสัมประสิทธิ์ความแปรผันของตัวแปรอิสระมีค่าต่ำ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรตามมีค่าสูงและขนาดตัวอย่างต่ำ ส่วนค่า Z ที่เหมาะสมจะมีค่าต่ำเมื่อเปอร์เซ็นต์ของสัมประสิทธิ์ความแปรผันของตัวแปรอิสระมีค่าสูง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรตามมีค่าต่ำและขนาดตัวอย่างสูง

กรณี σ^2 ไม่ทราบค่า

ผลสรุปที่ได้มีลักษณะเดียวกับกรณี σ^2 ทราบค่า แต่ค่า Z ที่เหมาะสมในกรณี σ^2 ไม่ทราบค่าจะมีค่าต่ำกว่าค่า Z ที่เหมาะสมในกรณี σ^2 ทราบค่า ณ สถานการณ์เดียวกัน และเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้นค่า Z ที่เหมาะสมของทั้งสองกรณีจะมีค่าใกล้เคียงกันมากขึ้น

วิธีต่างๆ ที่ใช้ในการวิจัยจะมีประสิทธิภาพดีขึ้นเมื่อเปอร์เซ็นต์ของสัมประสิทธิ์ความแปรผันของตัวแปรอิสระและขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และจะมีประสิทธิภาพลดลงเมื่อส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรตามเพิ่มขึ้น

5.2 การอภิปรายผล

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยต้องการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยในตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นปกติเชิงเดียวจากการพิจารณาค่า AMSE และค่า DIFF ซึ่งผลการวิจัยพบว่า เปอร์เซ็นต์ของสัมประสิทธิ์ความแปรผันของตัวแปรอิสระ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรตามและขนาดตัวอย่างมีผลต่อค่า AMSE และค่า DIFF ตามลำดับความสำคัญจากมากไปน้อย โดยค่า AMSE มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระดับของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรตามเพิ่มขึ้น และมีแนวโน้มลดลงเมื่อเปอร์เซ็นต์ของสัมประสิทธิ์ความแปรผันของตัวแปรอิสระและขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น

และผู้วิจัยต้องการหาค่า Z ที่เหมาะสมซึ่งเป็นค่าปกติมาตรฐานที่แสดงว่าค่าเฉลี่ยก่อน (prior mean) ที่มีผลต่อตัวประมาณเบส์ที่ใช้การแจกแจงก่อนที่ให้ข้อมูลสามารถมีค่าเบี่ยงเบนไปจากค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยได้ Z เท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อน (prior standard deviation) และทำให้ตัวประมาณเบส์ที่ใช้การแจกแจงก่อนที่ให้ข้อมูลมีค่า AMSE ต่ำกว่าค่า AMSE ของตัวประมาณกำลังสองน้อยสุดและตัวประมาณเบส์ที่ใช้การแจกแจงก่อนที่ไม่ให้ข้อมูล โดยผลการวิจัยพบว่า เปอร์เซ็นต์ของสัมประสิทธิ์ความแปรผันของตัวแปรอิสระ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรตามและขนาดตัวอย่างมีผลต่อค่า Z ที่เหมาะสม ตามลำดับความสำคัญจากมากไปน้อย โดยค่า Z ที่เหมาะสมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระดับของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรตามเพิ่มขึ้น และมีแนวโน้มลดลงเมื่อเปอร์เซ็นต์ของสัมประสิทธิ์ความแปรผันของตัวแปรอิสระและขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น ยกเว้นที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรตามระดับต่ำซึ่งค่า Z ที่เหมาะสมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหรือเปลี่ยนแปลงไม่แน่นอนเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น เนื่องจากค่า AMSE ของวิธี NOR มีส่วนที่ลดลงจาก $(A+X'X)^{-1}$ ที่มีค่าลดลงเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้นและส่วนที่เพิ่มขึ้นจาก $X'X$ ที่มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น โดย $X'X$ คูณอยู่กับ σ^2 ซึ่งเท่ากับ

กำลังสองของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรตาม ดังนั้น ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรตามระดับต่ำจะทำให้ $\sigma^2 X'X$ มีค่าต่ำและส่งผลให้ค่า AMSE ของวิธี NOR ในส่วนที่เพิ่มขึ้นจากขนาดตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นมีค่าน้อยลง ซึ่งจะทำให้ค่า Z ที่เหมาะสมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหรือเปลี่ยนแปลงไม่แน่นอนเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น

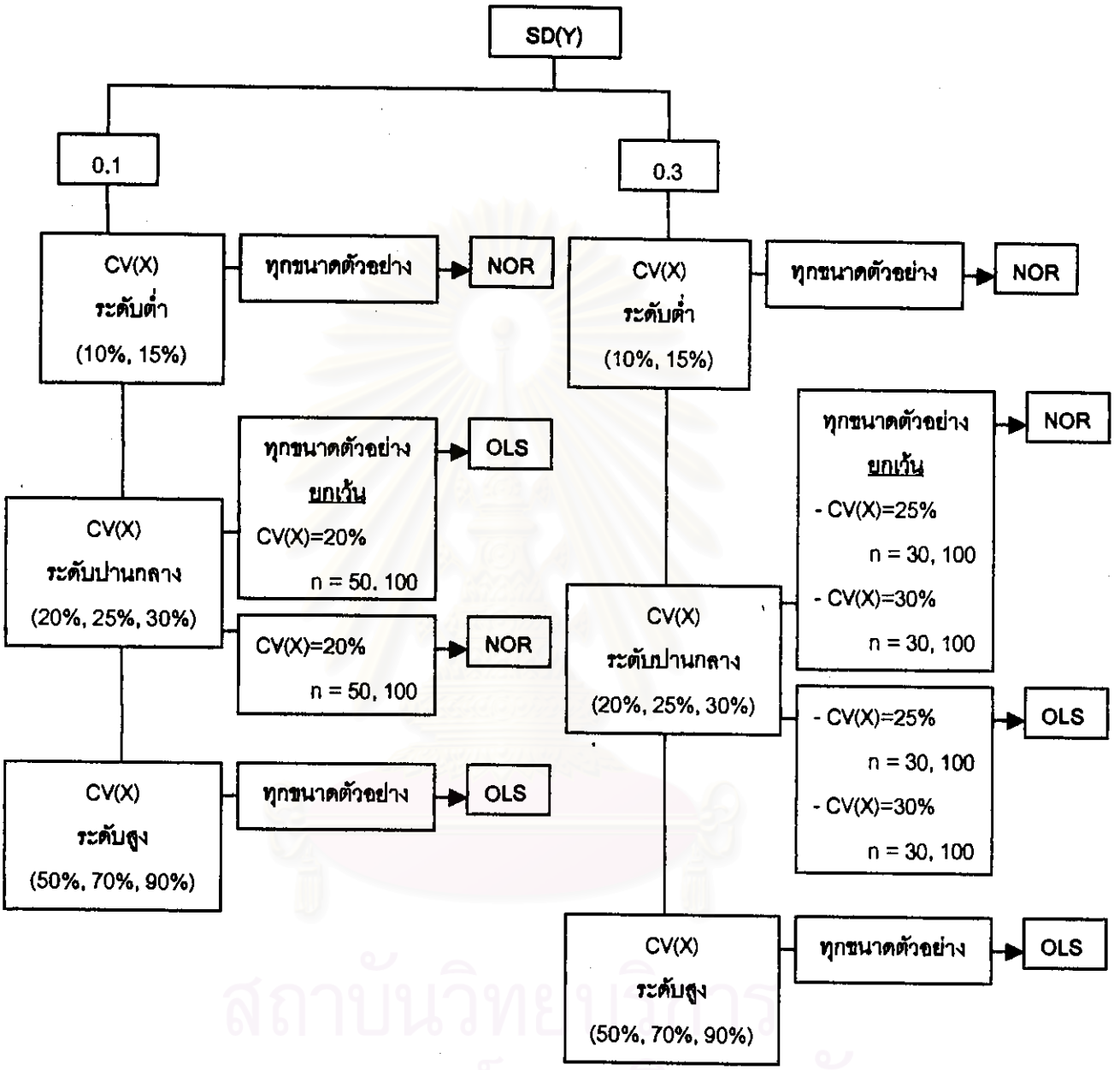
5.3 ข้อเสนอแนะ

ควรศึกษาการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยในตัวแบบการถดถอยเชิงเส้น (linear regression model) ที่ตัวแปรตามมีการแจกแจงที่ไม่ใช่การแจกแจงปกติ โดยการใช้การวิเคราะห์เชิงเบส์ (Bayesian analysis) เนื่องจากในความเป็นจริงค่าสังเกตของตัวแปรตามอาจมีการแจกแจงที่ไม่ใช่การแจกแจงปกติซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานของวิธีกำลังสองน้อยสุด เช่น เหตุการณ์ทั่วไปจำแนกได้เป็นสิ่งที่น่าสนใจและสิ่งที่ไม่น่าสนใจ ซึ่งเราสนใจเกี่ยวกับจำนวนเหตุการณ์ที่เกิดสิ่งที่น่าสนใจทั้งหมดในการทดลอง n ครั้งที่เป็นอิสระซึ่งกันและกัน โดยการแจกแจงที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ดังกล่าว คือ การแจกแจงทวินาม (binomial distribution)

ผู้วิจัยแสดงแผนผังผลสรุปการเลือกวิธีประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุดของแต่ละสถานการณ์ ในกรณี σ^2 ทราบค่าและไม่ทราบค่า ดังนี้

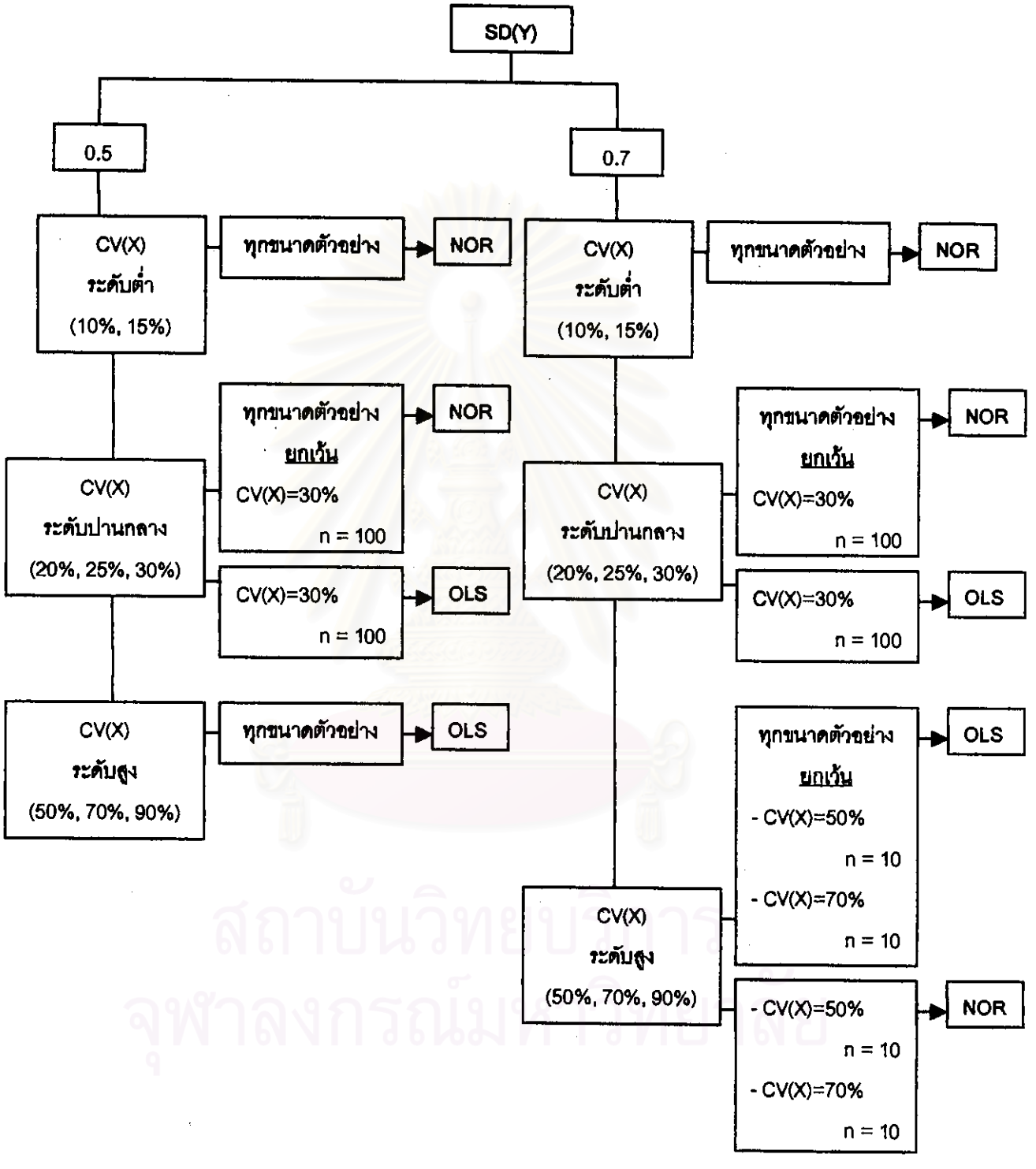
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>แผนผังที่ 2</u> การเลือกวิธีประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุดในสถานการณ์ต่างๆ เมื่อ σ^2 ทราบค่า



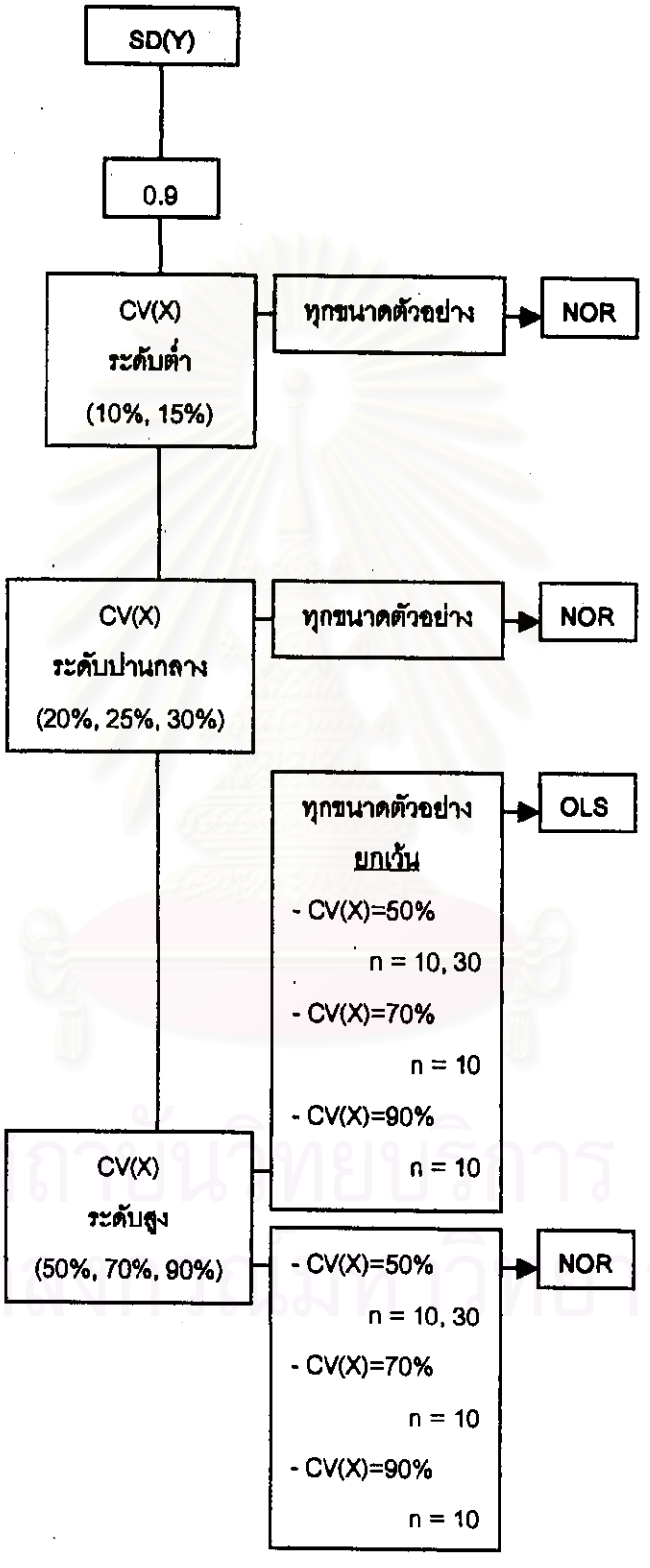
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>แผนผังที่ 2</u> (ต่อ) การเลือกวิธีประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุดในสถานการณ์ต่างๆ เมื่อ σ^2 ทราบค่า

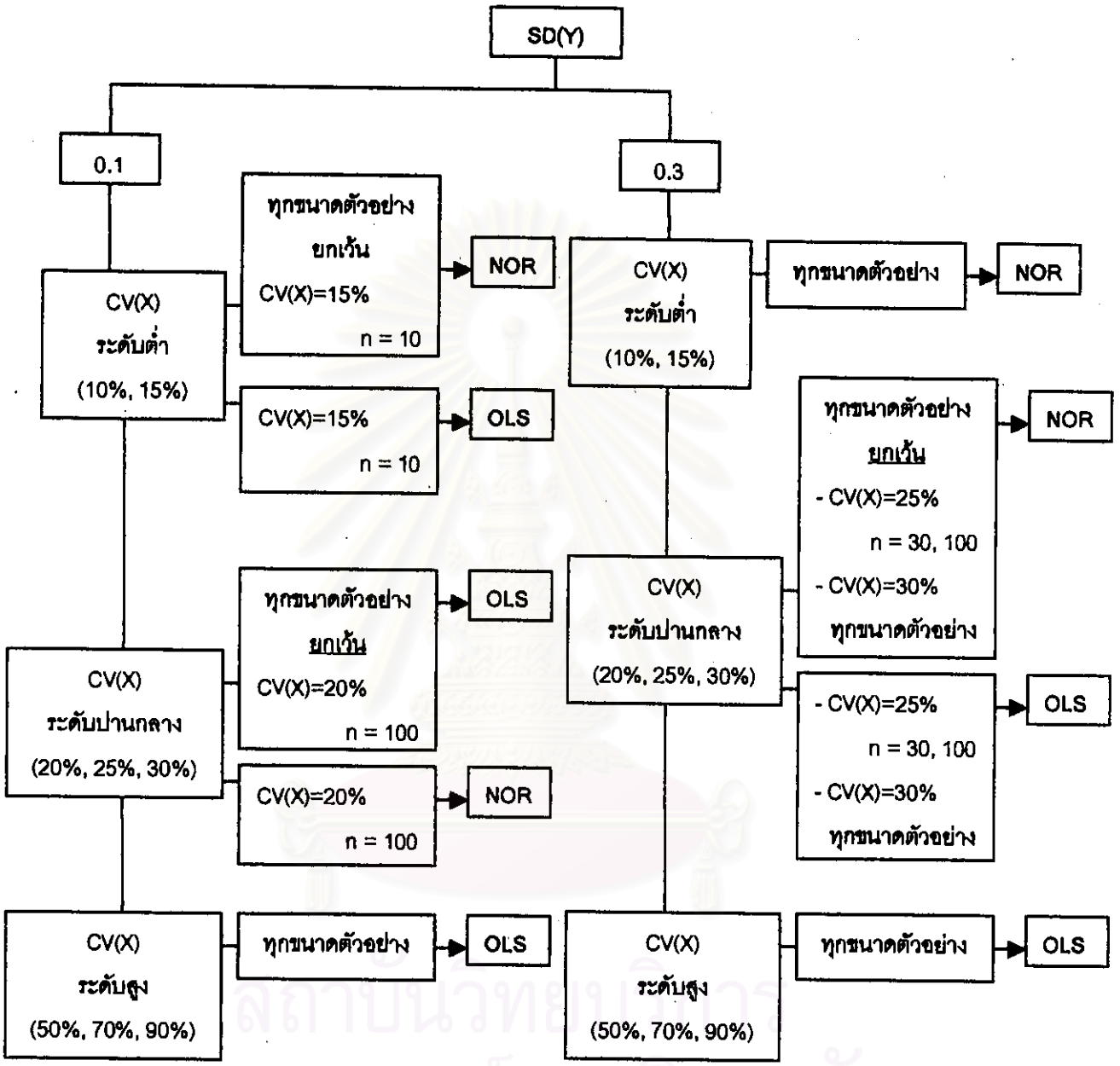


สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>แผนผังที่ 2</u> (ต่อ) การเลือกวิธีประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุดในสถานการณ์ต่างๆ เมื่อ σ^2 ทราบค่า

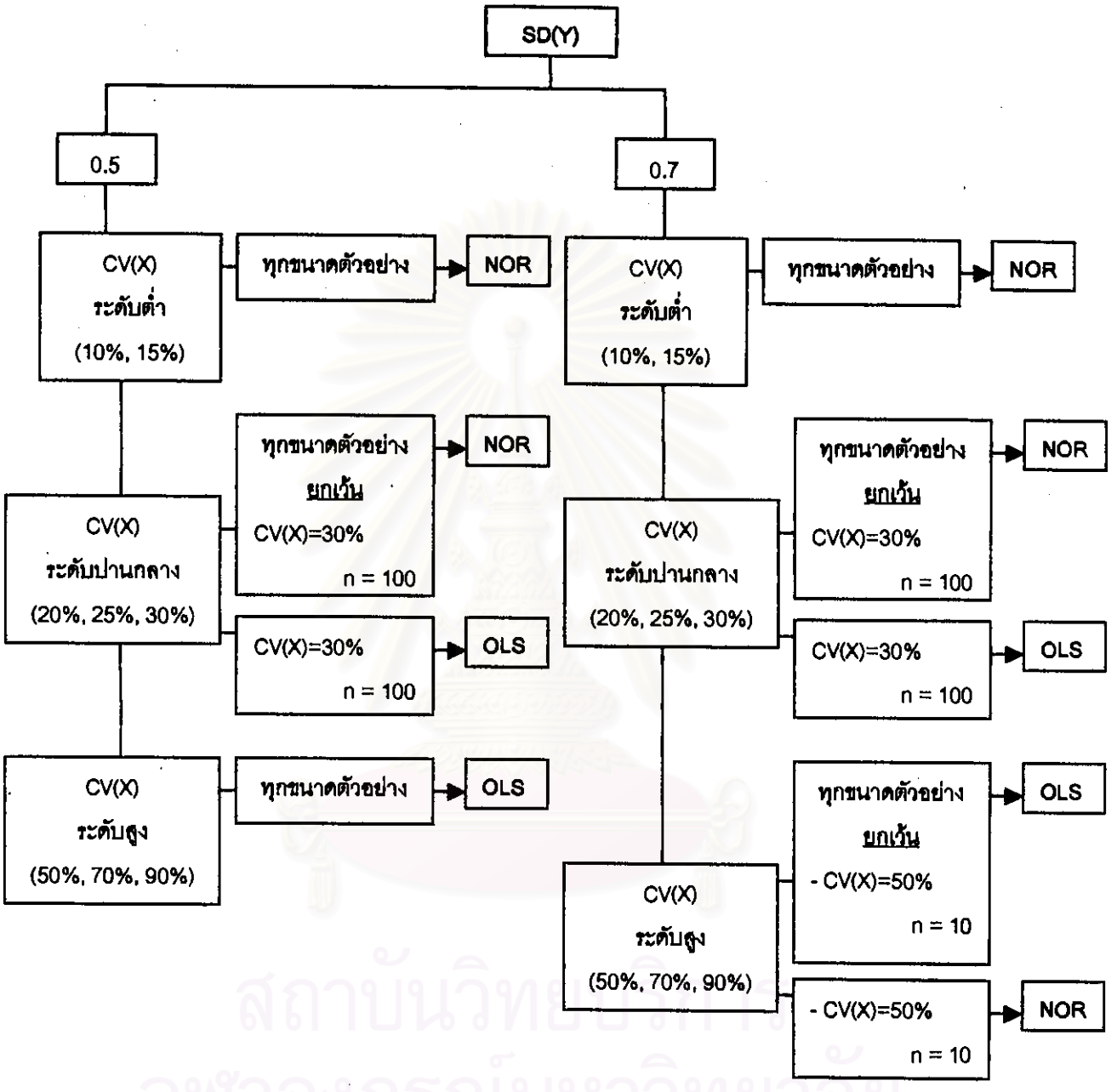


<u>แผนผังที่ 3</u> การเลือกวิธีประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุดในสถานการณ์ต่างๆ เมื่อ σ^2 ไม่ทราบค่า



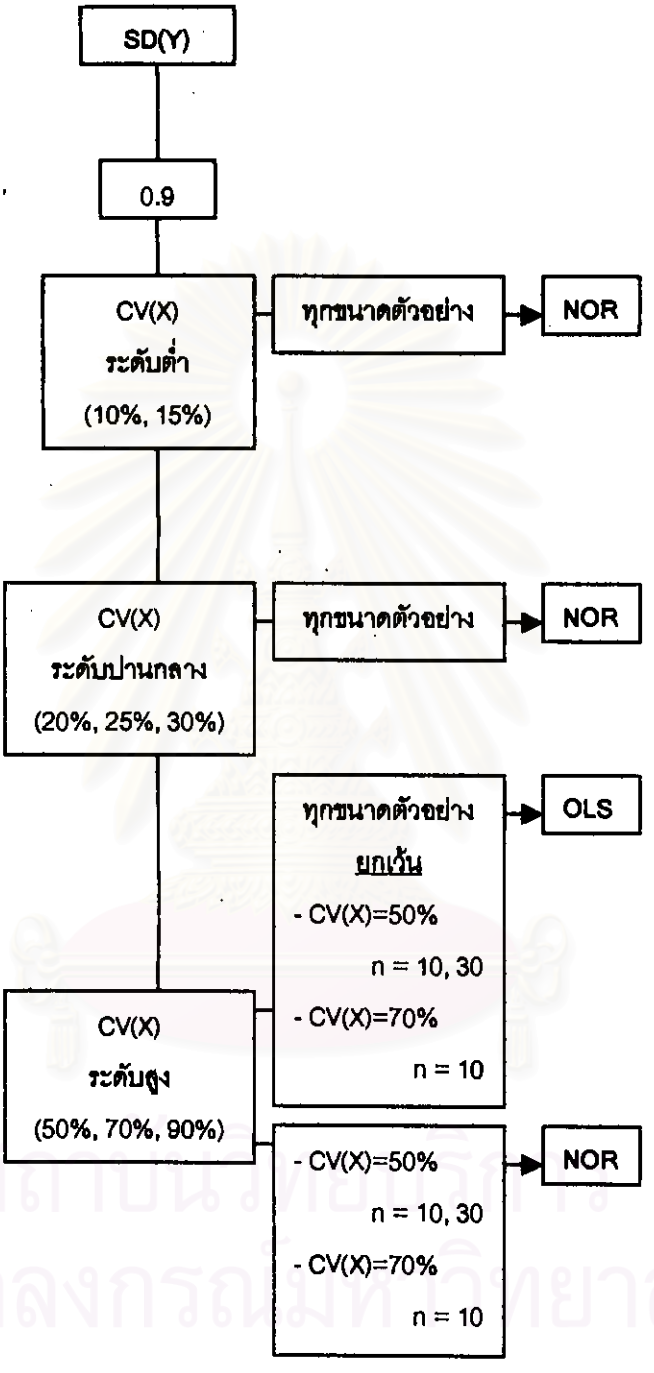
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>แผนผังที่ 3</u> (ต่อ) การเลือกวิธีประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุดในสถานการณ์ต่างๆ เมื่อ σ^2 ไม่ทราบค่า



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>แผนผังที่ 3</u> (ต่อ) การเลือกวิธีประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่ให้ค่า AMSE ต่ำสุดในสถานการณ์ต่างๆ เมื่อ σ^2 ไม่ทราบค่า



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย