# บทที่ 1

# บทนำ

## ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันการวิจัยในด้านต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นด้านเศรษฐศาสตร์ บริหารธุรกิจ สังคมศาสตร์ หรือ วิทยาศาสตร์ จำเป็นต้องใช้วิธีการสถิติเข้ามาช่วยในการวิจัย โดยเฉพาะการวิจัยที่มีการสร้างสมการพยากรณ์ เพื่อใช้คาดคะเนเหตุการณ์ต่างๆ โดยพิจารณาจากปัจจัยที่มีอิทธิพลกับตัวแปรที่ต้องการพยากรณ์ เราเรียกวิธีการนี้ว่า การวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis)

การวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) เป็นการวิเคราะห์ที่ใช้ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ กับ ตัวแปรตาม โดยความสัมพันธ์อาจมีได้ทั้งในรูปแบบที่เป็นเชิงเส้น และไม่เป็นเชิงเส้น การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในรูปแบบเชิงเส้น เรียกว่า การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression Analysis)

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression Analysis) แบ่งออกเป็น การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นเชิงเดียว (Simple Linear Regression Analysis) เมื่อมีตัวแปรอิสระหนึ่งตัวที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม และ การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple Linear Regression Analysis) เมื่อมีตัวแปรอิสระตั้งแต่สองตัวแปรขึ้นไปที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม แต่ในความเป็นจริงแล้ว ส่วนใหญ่จะพบการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณมากกว่าการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นเชิงเดียว เนื่องจาก ในการสร้างสมการถดถอยเชิงเส้น ตัวแปรอิสระส่วนใหญ่จะมีมากกว่า 1 ตัวที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม ดังนั้น ในการวิจัยครั้งนี้ จึงสนใจศึกษาการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple Linear Regression Analysis) ซึ่งเป็นการคัดเลือกตัวแปรอิสระ มาสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นที่เลือกตัวแปรอิสระให้น้อยที่สุด แต่ทำให้ได้สมการถดถอยที่สามารถพยากรณ์ได้ถูกต้องและแม่นยำที่สุด ดังนั้น วิธีการที่จะนำมาคัดเลือกตัวแปรอิสระ หรือการคัดเลือกตัวแบบ จึงเป็นสิ่งสำคัญในการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ

การคัดเลือกตัวแบบที่รู้จักกันทั่วไป ก็คือ การคัดเลือกตัวแปรด้วยสถิติทดสอบเอฟบางส่วน (The Partial F-test Statistic) เช่น วิธีการคัดเลือกตัวแปรแบบไปข้างหน้า (Forward Selection Method) วิธีการกำจัดตัวแปรแบบถอยหลัง (Backward Elimination Method) และวิธีการถดถอย

แบบขั้นบันได (Stepwise Regression Method) เป็นต้น แต่ในอดีตมีนักสถิติหลายท่าน ได้สร้างเกณฑ์การคัดเลือกตัวแบบที่ไม่ได้ใช้สถิติทดสอบเอฟบางส่วน (The Partial F-test Statistic) ในการคัดเลือกตัวแบบ ซึ่งมีอยู่หลายแนวคิดที่ใช้เป็นทางเลือกในการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณซึ่งกล่าวโดยสรุปดังต่อไปนี้

1. แนวคิดของอาไคเคะ (Akaike, 1973) ใช้ข้อสนเทศคูลส์แบล็ค-ไลท์เบอร์ (Kullback Leibler Information) มาสร้างเกณฑ์การคัดเลือกตัวแบบที่เรียกว่า เกณฑ์ข้อสนเทศของอาไคเคะ (Akaike's Information Criterion) หรือ เกณฑ์ AIC

2. แนวคิดของมอลโลว์ (Mollow, 1973) คือการนำข้อมูล n ตัวอย่าง มาแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มแรก นำมาสร้างสมการถดถอย และ กลุ่มที่ 2 ใช้เป็นข้อมูลเพื่อตรวจสอบความสามารถในการพยากรณ์ของตัวแบบ เรียกเกณฑ์การคัดเลือกตัวแบบนี้ว่า Cross-Validation ($C_p$)

จากแนวคิดของอาไคเคะ (Akaike, 1973) ได้มีผู้พัฒนาเกณฑ์ดังกล่าวอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากเกณฑ์ AIC เป็นเกณฑ์ที่ใช้ได้ดี เมื่อขนาดตัวอย่างใหญ่ แต่ถ้าขนาดตัวอย่างเล็ก โอกาสที่ตัวแบบที่คัดเลือกได้มีจำนวนตัวแปรอิสระมากกว่าความเป็นจริง (Overfitting) สูง ดังนั้น เฮอร์วิช และ ไซ (Hurvich and Tsai, 1989) ได้พัฒนาเกณฑ์ AIC เมื่อขนาดตัวอย่างเล็ก ในเชิงความน่าจะเป็น เพื่อลดการเกิดปัญหาดังกล่าวลง เรียกเกณฑ์นี้ว่า $AIC_C$ ต่อมา เฮอร์วิช ชัมเว และ ไซ (Hurvich , Shumway and Tsai, 1990) เสนอเกณฑ์ใหม่ในอีกแนวคิดหนึ่ง โดยพัฒนาเกณฑ์ AIC ในเชิงการทดลองสุ่มด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล ซึ่งลดการเกิดปัญหาเช่นเดียวกัน คือลดโอกาสที่ตัวแบบที่คัดเลือกได้มีจำนวนตัวแปรอิสระมากกว่าความเป็นจริง (Overfitting) เมื่อขนาดตัวอย่างเล็ก เรียกว่า เกณฑ์ $AIC_I$ ซึ่งเกณฑ์ $AIC_C$ และ $AIC_I$ เป็นเกณฑ์ที่ลดโอกาสที่ตัวแบบที่คัดเลือกได้มีจำนวนตัวแปรอิสระมากกว่าความเป็นจริง(Overfitting) ก็จริงแต่อาจทำให้เพิ่มโอกาสที่ตัวแบบที่คัดเลือกได้มีจำนวนตัวแปรอิสระน้อยกว่าความเป็นจริง (Underfitting) เช่นเดียวกัน

จากแนวคิดของมอลโล (Mollow, 1973) ได้มีผู้พัฒนาเกณฑ์ดังกล่าวอย่างต่อเนื่อง เช่นกัน เนื่องจากเกิดปัญหา เช่นเดียวกับ เกณฑ์ AIC ดังนั้น ในปี 2001-2005 มีนักสถิติได้เสนอเกณฑ์การคัดเลือกตัวแบบ เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว เมื่อขนาดตัวอย่างเล็ก ตามลำดับดังนี้

คาวานอซ์ (Joseph E. Cavanaugh, 2001) ได้เสนอเกณฑ์คัดเลือกตัวแบบที่ใช้แนวคิดการแยกออกของความสมมาตรของข้อสนเทศคูลส์แบล็ค-ไลท์เบอร์ (Kullback's Symmetric Divergence) มาปรับใช้กับ $AIC_C$ และ $AIC_I$ เพื่อให้การคัดเลือกตัวแบบมีความแม่นยำมากขึ้นในการคัดเลือกตัวแบบการถดถอยเชิงเส้น เรียกเกณฑ์การคัดเลือกตัวแบบใหม่นี้ว่า $KIC_C$ และ

$KIC_I$ ตามลำดับ และ คาวานอซ์ (Joseph E. Cavanaugh) ได้เปรียบเทียบ เกณฑ์ $KIC_C$ และ $KIC_I$ กับ KIC , AIC , $AIC_C$ , $AIC_I$ , $C_P$ , $R^2_{adj}$ , HQ และ SIC สรุปได้ว่า $KIC_I$ คัดเลือกตัวแบบได้แม่นยำกว่าเกณฑ์อื่น เมื่อขนาดตัวอย่างเล็ก และ $KIC_C$ คัดเลือกตัวแบบได้แม่นยำกว่าเกณฑ์อื่น เมื่อขนาดตัวอย่างปานกลางถึงใหญ่

โนดะ เวง ทาคาฮาชิ และ อิโตะ (Kazuo Noda, Jinglong Wang, Rinya Takahashi and Masashi Itoh, 2003) ได้เสนอเกณฑ์คัดเลือกตัวแบบ $AIC_{ri}$ ที่พัฒนาจากเกณฑ์คัดเลือกตัวแบบ AIC ซึ่งสามารถคัดเลือกตัวแบบได้ถูกต้องแม่นยำกว่า AIC เมื่อขนาดตัวอย่างเล็ก และให้ค่าความเสี่ยง ที่น้อยกว่า AIC

ราว และ วู (C. Radhakrishna Rao and Yuehua Wu, 2005) ได้เสนอเกณฑ์คัดเลือกตัวแบบ Cross-Validation ($C_p$) ที่มีความแม่นยำในการคัดเลือกตัวแบบที่ถูกต้องมากขึ้น เมื่อตัวอย่างขนาดเล็ก โดย ราว และ วู นำวิธี Cross-Validation ($C_p$) เดิม (The Classical Cross-Validation Method) มาเพิ่มฟังก์ชัน $C_n$ เพื่อลดโอกาสตัวแบบที่คัดเลือกได้มีจำนวนตัวแปรอิสระมากกว่า หรือ น้อยกว่าความเป็นจริง ในการคัดเลือกตัวแบบสมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ ซึ่งวิธีสร้างฟังก์ชัน $C_n$ เรียกว่า Data-Oriented Penalty ซึ่งเป็นการสร้างฟังก์ชัน $C_n$ จากข้อมูลตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม แต่ในอดีต ฟังก์ชัน $C_n$ เป็นฟังก์ชันที่ขึ้นอยู่กับขนาดตัวอย่างอย่างเดียว ไม่ได้ขึ้นอยู่กับข้อมูลตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม ทำให้ฟังก์ชัน $C_n$ ที่ใช้ในวิธีใหม่ เหมาะสมสำหรับข้อมูลมากขึ้น และ ราว และ วู (C. Radhakrishna Rao and Yuehua Wu) ได้เปรียบเทียบ เกณฑ์ที่เสนอใหม่กับวิธี Cross-Validation ($C_p$) เดิม สรุปได้ว่า เกณฑ์ที่เสนอใหม่ คัดเลือกตัวแบบได้แม่นยำกว่า เกณฑ์ Cross-Validation ($C_p$) เดิม เมื่อขนาดตัวอย่างเล็ก

เกณฑ์การคัดเลือกตัวแบบทั้ง 4 วิธี ที่กล่าวข้างต้น ยังไม่มีผู้ใดทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัย จึงสนใจศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการคัดเลือกตัวแบบ 5 วิธี ในการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ ดังต่อไปนี้

1. การคัดเลือกตัวแบบโดยใช้เกณฑ์ข้อสนเทศของอาไคเคะที่ปรับค่าความเสี่ยง โดยใช้ตัวประมาณของข้อสนเทศคูลส์แบล็ค-ไลท์เบอร์ (Kullback Leibler Information) หรือ $AIC_{ri}$ เสนอโดย โนดะ เวง ทาคาฮาชิ และ อิโตะ (Kazuo Noda, Jinglong Wang, Rinya Takahashi and Masashi Itoh, 2003)
2. การคัดเลือกตัวแบบที่พัฒนาเกณฑ์ $AIC_C$ ที่ลดความเอนเอียงโดยใช้การแยกออกของความสมมาตรของข้อสนเทศคูลส์แบล็ค-ไลท์เบอร์ (Kullback's Symmetric Divergence) หรือ $KIC_C$ เสนอโดย คาวานอซ์ (Joseph E. Cavanaugh, 2001)

3. การคัดเลือกตัวแบบที่พัฒนาเกณฑ์ $AIC_I$ ที่ลดความเอนเอียงโดยใช้การแยกออกของความสมมาตรของข้อสนเทศคูลส์แบล็ค-ไลท์เบอร์ (Kullback's Symmetric Divergence) หรือ $KIC_I$ เสนอโดย คาวานอช์ (Joseph E. Cavanaugh, 2001)
4. การคัดเลือกตัวแบบ Cross-Validation ($C_p$) ที่ใช้สำหรับตัวอย่างขนาดเล็กหรือ $G_n^{CV}$ ที่ใช้ $C_n^{(R)}$ เสนอโดย ราว และ วู (C. Radhakrishna Rao and Yuehua Wu, 2005)
5. การคัดเลือกตัวแบบโดยใช้สถิติทดสอบเอฟบางส่วน (The Partial F-test Statistic) ด้วยวิธีการถดถอยแบบขั้นบันได (Stepwise Regression Method)

การวิจัยครั้งนี้ศึกษาโดยการจำลองข้อมูล เพื่อศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพ ในการคัดเลือกตัวแบบแต่ละวิธี โดยพิจารณาจาก ค่าเฉลี่ยของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Average of Mean Square Error: AMSE ) และ ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Ratio of Different Average of Mean Square Error: RDAMSE) เพื่อประกอบการตัดสินใจ

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาเปรียบเทียบเกณฑ์การคัดเลือกตัวแบบที่ให้ค่าพยากรณ์ที่มีความถูกต้องและแม่นยำ ในการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณของเกณฑ์ ดังต่อไปนี้

1. การคัดเลือกตัวแบบโดยใช้เกณฑ์ข้อสนเทศของอาไคเคะที่ปรับค่าความเสี่ยง โดยใช้ตัวประมาณของ ข้อสนเทศคูลส์แบล็ค-ไลท์เบอร์ (Kullback Leibler Information)
2. การคัดเลือกตัวแบบที่พัฒนาเกณฑ์ $AIC_C$ ที่ลดความเอนเอียงโดยใช้การแยกออกของความสมมาตรของข้อสนเทศคูลส์แบล็ค-ไลท์เบอร์ (Kullback's Symmetric Divergence)
3. การคัดเลือกตัวแบบที่พัฒนาเกณฑ์ $AIC_I$ ที่ลดความเอนเอียงโดยใช้การแยกออกของความสมมาตรของข้อสนเทศคูลส์แบล็ค-ไลท์เบอร์ (Kullback's Symmetric Divergence)
4. การคัดเลือกตัวแบบ Cross-Validation ($C_p$) ที่ใช้สำหรับตัวอย่างขนาดเล็กหรือ $G_n^{CV}$ ที่ใช้ $C_n^{(R)}$
5. การคัดเลือกตัวแบบโดยใช้สถิติทดสอบเอฟบางส่วน (The Partial F-test Statistic) ด้วยวิธีการถดถอยแบบขั้นบันได (Stepwise Regression Method)

## สมมติฐานของการวิจัย

การคัดเลือกตัวแบบในการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ การคัดเลือกตัวแบบ Cross-Validation ($C_p$) ที่ใช้สำหรับตัวอย่างขนาดเล็ก หรือ $G_n^{CV}$ ที่ใช้ $C_n^{(R)}$ เป็นวิธีที่ให้ค่าพยากรณ์ที่มีความถูกต้องและแม่นยำกว่า การคัดเลือกตัวแบบโดยใช้เกณฑ์ข้อสนเทศของอาไคเคะที่ปรับค่าความเสี่ยง โดยใช้ตัวประมาณของข้อสนเทศคูลส์แบล็ค-ไลท์เบอร์ (Kullback Leibler Information), การคัดเลือกตัวแบบที่พัฒนาเกณฑ์ $AIC_C$ ที่ลดความเอนเอียงโดยใช้การแยกออกของความสมมาตรของข้อสนเทศคูลส์แบล็ค-ไลท์เบอร์ (Kullback's Symmetric Divergence), การคัดเลือกตัวแบบที่พัฒนาเกณฑ์ $AIC_I$ ที่ลดความเอนเอียงโดยใช้การแยกออกของความสมมาตรของข้อสนเทศคูลส์แบล็ค-ไลท์เบอร์ (Kullback's Symmetric Divergence) และ การคัดเลือกตัวแบบโดยใช้สถิติทดสอบเอฟบางส่วน (The Partial F-test Statistic) ด้วยวิธีการถดถอยแบบขั้นบันได (Stepwise Regression Method)

## ข้อตกลงเบื้องต้น

การวิเคราะห์ตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ มีข้อตกลงเบื้องต้นดังนี้

1. ความคลาดเคลื่อนสุ่ม (e) เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติ
2. ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนสุ่มเป็น 0 นั่นคือ $E(e_i) = 0$
3. ค่าแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนสุ่มเป็นค่าคงที่ที่ไม่ทราบค่า $V(e) = \sigma^2$
4. $Cov(e_i, e_j) = 0$ เมื่อ $i \neq j$

## ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษานี้มีขอบเขตการวิจัย ดังนี้

1. จำนวนตัวแปรอิสระ เท่ากับ 3 , 6 , 9 และ 12 ตัว
2. กำหนดให้ความคลาดเคลื่อนสุ่มมีการแจกแจงแบบปกติ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1 , 5 และ 10
3. กำหนดขนาดตัวอย่าง (n) ที่ศึกษาขึ้นกับจำนวนตัวแปรอิสระ ดังนี้
   - 3.1 กรณีจำนวนตัวแปรอิสระ 3 ตัว ขนาดตัวอย่างเป็น 10 , 20 , 30 และ 40
   - 3.2 กรณีจำนวนตัวแปรอิสระ 6 ตัว ขนาดตัวอย่างเป็น 10 , 20 , 30 และ 40
   - 3.3 กรณีจำนวนตัวแปรอิสระ 9 ตัว ขนาดตัวอย่างเป็น 15 , 25 , 35 และ 45
   - 3.4 กรณีจำนวนตัวแปรอิสระ 12 ตัว ขนาดตัวอย่างเป็น 20 , 30 , 40 และ 50
4. กำหนดค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นในการจำลองข้อมูล
   - 4.1 กรณีตัวแปรอิสระ 3 ตัว $(\beta_0,\beta_1,\beta_2,\beta_3)$ เป็น $(1,1,1,1)$
   - 4.2 กรณีตัวแปรอิสระ 6 ตัว $(\beta_0,\beta_1,...,\beta_6)$ เป็น $(1,1,1,1,1,1,1)$
   - 4.3 กรณีตัวแปรอิสระ 9 ตัว $(\beta_0,\beta_1,...,\beta_9)$ เป็น $(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)$
   - 4.4 กรณีตัวแปรอิสระ 12 ตัว $(\beta_0,\beta_1,...,\beta_{12})$ เป็น $(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)$
5. เกณฑ์การคัดเลือกตัวแบบโดยใช้เกณฑ์ข้อสนเทศของอาไคเคะ ที่ปรับค่าฟังก์ชันความเสี่ยงโดยใช้ตัวประมาณของข้อสนเทศคูลส์แบล็ค-ไลท์เบอร์ (Kullback Leibler Information) กำหนดให้ $\alpha = 3/4$ และ $\varepsilon = 2/5$
6. เกณฑ์การคัดเลือกตัวแบบวิธีการคัดเลือกตัวแบบโดยใช้สถิติทดสอบเอฟบางส่วน (The Partial F-test Statistic) ด้วยวิธีการถดถอยแบบขั้นบันได (Stepwise Regression Method) กำหนดระดับนัยสำคัญของการทดสอบเพื่อนำตัวแปรอิสระเข้าสมการเป็น 0.05 และระดับนัยสำคัญของการทดสอบเพื่อนำตัวแปรอิสระออกจากสมการเป็น 0.10
7. กำหนดจำนวนทำซ้ำ 500 ครั้ง

## เกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบ

เกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบเกณฑ์การคัดเลือกตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ ในการวิจัยนี้ คือ

ค่าเฉลี่ยของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Average of Mean Square Error: AMSE)

$$MSE_j = \frac{\sum_{i=1}^{n}(y_{ij} - \hat{y}_{ij})^2}{n-p}$$

$$AMSE = \frac{\sum_{j=1}^{500} MSE_j}{500}$$

เมื่อ $y_{ij}$ แทน ค่าสังเกตที่ i ของการทำซ้ำรอบที่ j เมื่อ $i = 1,2,\ldots,n$

$\hat{y}_{ij}$ แทน ค่าพยากรณ์ของค่าสังเกตที่ i ของการทำซ้ำรอบที่ j

p แทน จำนวนค่าคงที่การถดถอยกับพารามิเตอร์สัมประสิทธิ์การถดถอย

n แทน ขนาดตัวอย่าง

$MSE_j$ แทน ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของการทำซ้ำรอบที่ j

และ ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Ratio of Different Average of Mean Square Error: RDAMSE)

$$RDAMSE_i = \frac{(AMSE_i - AMSE_{min})}{AMSE_{min}} \times 100\%$$

เมื่อ $AMSE_i$ แทนค่าเฉลี่ยของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของวิธีที่ i เมื่อ i=1,2,3,4,5

$AMSE_{min}$ แทนค่าเฉลี่ยของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำสุดของทั้ง 5 วิธี

เกณฑ์ที่ให้ค่าเฉลี่ยของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย และ ค่าอัตราส่วนผลต่างของค่าเฉลี่ยของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ต่ำสุด เป็นเกณฑ์การคัดเลือกตัวแบบที่ดีที่สุด

## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงขั้นตอนในการคัดเลือกตัวแบบสมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณของแต่ละเกณฑ์
2. สามารถหาเกณฑ์ที่ใช้ในการหาสมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณที่ใช้กับกลุ่มตัวอย่างขนาดต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อ ลดการเกิด Overfitting และ Underfitting
3. เพื่อขยายแนวคิดและเป็นแนวทางในการศึกษาการคัดเลือกตัวแบบอื่น เช่น ตัวแบบอนุกรมเวลา (Time Series Model) ตัวแบบที่ไม่ใช่สมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ และตัวแบบที่ไม่ใช้พารามิเตอร์ (Nonparametric Model) เป็นต้น

## คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

| | | |
|---|---|---|
| ตัวแบบเต็มรูป (Full Model) | หมายถึง | ตัวแบบที่ประกอบไปด้วยตัวแปรอิสระทุกตัว |
| Underfitting | หมายถึง | การที่ตัวแบบที่ได้รับการคัดเลือก (Fitted or Candidate Model) มีจำนวนพารามิเตอร์ น้อยกว่า จำนวนพารามิเตอร์ที่แท้จริงของตัวแบบที่แท้จริง (True Model) |
| Overfitting | หมายถึง | การที่ตัวแบบที่ได้รับการคัดเลือก (Fitted or Candidate Model) มีจำนวนพารามิเตอร์มากกว่า จำนวนพารามิเตอร์ที่แท้จริงของตัวแบบที่แท้จริง (True Model) |
| ขนาดตัวอย่างเล็ก | หมายถึง | ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10 เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระ เท่ากับ 3 และ 6<br>ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 15 เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระ เท่ากับ 9<br>ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20 เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระ เท่ากับ 12 |
| ขนาดตัวอย่างปานกลาง | หมายถึง | ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20 , 30 เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระ เท่ากับ 3 และ 6<br>ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 25 , 35 เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระ เท่ากับ 9 |

| | | |
|---|---|---|
| | | ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 , 40 เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระ เท่ากับ 12 |
| ขนาดตัวอย่างใหญ่ | หมายถึง | ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 40 เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระ เท่ากับ 3 และ 6<br>ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 45 เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระ เท่ากับ 9<br>ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระ เท่ากับ 12 |