สำนักงานวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สำหรับผลของการวิจัยจะได้นำเสนอแยกเป็นกรณีต่างๆ ซึ่งแต่ละกรณีจะแตกต่างกันในส่วนของการแบ่งจำนวนช่วงเวลาย่อยและการพยากรณ์ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

- **สำหรับการแบ่งช่วงเวลาเป็น 12 ช่วงเวลาย่อย**

กรณีที่ 1	ใช้ข้อมูลตัวอย่างเพียง 1 ชุด - ข้อมูลสำหรับประมาณค่าพารามิเตอร์ คือ ข้อมูลในช่วงเวลาที่ 1 - 6 - ข้อมูลสำหรับพยากรณ์ คือ ข้อมูลในช่วงเวลาที่ 7 – 12
กรณีที่ 2	ใช้ข้อมูลตัวอย่าง 2 ชุด ที่เป็นอิสระต่อกัน - ข้อมูลสำหรับประมาณค่าพารามิเตอร์ คือ ข้อมูลชุดที่ 1 ในช่วงเวลาที่ 1 - 6 - ข้อมูลสำหรับพยากรณ์ คือ ข้อมูลชุดที่ 2 ในช่วงเวลาที่ 1 – 6
กรณีที่ 3	ใช้ข้อมูลตัวอย่าง 2 ชุด ที่เป็นอิสระต่อกัน - ข้อมูลสำหรับประมาณค่าพารามิเตอร์ คือ ข้อมูลชุดที่ 1 ในช่วงเวลาที่ 1 - 6 - ข้อมูลสำหรับพยากรณ์ คือ ข้อมูลชุดที่ 2 ในช่วงเวลาที่ 7 – 12

- **สำหรับการแบ่งช่วงเวลาเป็น 24 ช่วงเวลาย่อย**

กรณีที่ 4	ใช้ข้อมูลตัวอย่างเพียง 1 ชุด - ข้อมูลสำหรับประมาณค่าพารามิเตอร์ คือ ข้อมูลในช่วงเวลาที่ 1 - 12 - ข้อมูลสำหรับพยากรณ์ คือ ข้อมูลในช่วงเวลาที่ 13 – 24
กรณีที่ 5	ใช้ข้อมูลตัวอย่าง 2 ชุด ที่เป็นอิสระต่อกัน - ข้อมูลสำหรับประมาณค่าพารามิเตอร์ คือ ข้อมูลชุดที่ 1 ในช่วงเวลาที่ 1 - 12 - ข้อมูลสำหรับพยากรณ์ คือ ข้อมูลชุดที่ 2 ในช่วงเวลาที่ 1 – 12
กรณีที่ 6	ใช้ข้อมูลตัวอย่าง 2 ชุด ที่เป็นอิสระต่อกัน - ข้อมูลสำหรับประมาณค่าพารามิเตอร์ คือ ข้อมูลชุดที่ 1 ในช่วงเวลาที่ 1 - 12 - ข้อมูลสำหรับพยากรณ์ คือ ข้อมูลชุดที่ 2 ในช่วงเวลาที่ 13 – 24

ผลการวิเคราะห์

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการจำลองขึ้นภายใต้สถานการณ์ที่ได้กำหนดไว้ด้วยวิธีมอนติคาร์โล โดยใช้ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10,000 และกระทำซ้ำในแต่ละกรณีของการศึกษาเป็นจำนวน 1,000 ครั้ง และทำการจำลองและวิเคราะห์ผลแยกเป็นอิสระจากกันในแต่ละกรณี ได้ผลการวิเคราะห์ดังจะกล่าวต่อไปนี้

สำหรับการช่วงเวลาเป็น 12 ช่วงเวลาย่อย

- **<u>กรณีที่ 1</u>**

ตารางที่ 4.1 แสดงตัวอย่างค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยของการประมาณของตัวแบบสถิตย์และตัวแบบพลวัตรในการทดลอง 1 ครั้ง สำหรับกรณีที่ 1

ตัวแปร	ค่าพารามิเตอร์ β	ตัวแบบสถิตย์			ตัวแบบพลวัตร		
		$\hat{\beta}$	$SE(\hat{\beta})$	χ^2	$\hat{\beta}$	$SE(\hat{\beta})$	χ^{2*}
Intercept	-4.2	-3.393	0.081	1750.59	-4.340	0.049	2445.30
X_1	1	1.274	0.038	1106.89	0.974	0.022	623.10
X_2	1	1.373	0.065	439.74	1.074	0.040	225.02
X_3	0.083	0.123	0.003	2021.40	0.084	0.001	1553.63

* ค่าสถิติที่ปรับแล้ว (n สำหรับตัวแบบสถิตย์และตัวแบบพลวัตร เท่ากับ 10,000 และ 32,182 ตามลำดับ)

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยของการประมาณ พบว่า ตัวแบบทั้งสองมีความเหมาะสมที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 $(p-value<0.01)$ และค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยของการประมาณสำหรับแต่ละตัวแปรอิสระมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกันและมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 $(p-value<0.01)$ และมีทิศทางเดียวกัน คือ มีทิศทางบวกในทั้งสามตัวแปร ซึ่งเป็นไปตามทิศทางของค่าพารามิเตอร์ที่ได้กำหนดในขั้นตอนการจำลองข้อมูล และจะเห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยของการประมาณของตัวแบบสถิตย์มีค่ามากกว่าค่าประมาณของตัวแบบพลวัตรในทุกตัวแปรอิสระรวมทั้งค่าคงที่ ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.2 แสดงพิสัยของค่าสถิติ R^2 ของตัวแบบทั้งสองจากการจำลอง 1,000 ครั้ง กรณีที่ 1

ตัวแบบ	พิสัยของค่า R^2	
	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
ตัวแบบสถิตย์	0.4950	0.5255
ตัวแบบพลวัตร	0.6831	0.7147

พิจารณาค่า R^2 ของตัวแบบประมาณที่ได้ ซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระทั้ง 3 ตัวที่ใช้ในการอธิบาย พบว่า ตัวแปรอิสระในตัวแบบสถิตย์มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามหรือการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจในระดับปานกลาง คือ ประมาณ 50 – 53% ส่วนตัวแปรอิสระในตัวแบบพลวัตรมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามหรือการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจค่อนข้างมาก คือ ประมาณ 68 – 71% ดังตารางที่ 4.2

จากการทดสอบการพยากรณ์ด้วยข้อมูลที่ใช้สำหรับพยากรณ์และเปรียบเทียบความถูกต้องของการพยากรณ์ด้วยเส้นโค้ง ROC พบว่า เกือบทุกครั้งของการทดลองเส้นโค้ง ROC ของตัวแบบพลวัตร อยู่เหนือเส้นโค้ง ROC ของตัวแบบสถิตย์ ดังตัวอย่างการเปรียบเทียบในรูปที่ 4.1 และเมื่อทดสอบสมมติฐานของความแตกต่างของพื้นที่ใต้โค้ง ROC ระหว่างตัวแบบทั้งสอง ได้ค่าสถิติ $t = 92.533$ $(p - value < 0.01)$ ดังนั้น เราสามารถสรุปได้ว่า ตัวแบบพลวัตรมีพื้นที่ใต้โค้ง ROC เฉลี่ยมากกว่าตัวแบบสถิตย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยที่ ตัวแบบพลวัตรมีพื้นที่ใต้โค้ง ROC เฉลี่ยเท่ากับ 0.80539 และตัวแบบสถิตย์มีพื้นที่ใต้โค้ง ROC เฉลี่ยเท่ากับ 0.79808 และมีความแตกต่างของพื้นที่เฉลี่ยของตัวแบบทั้งสอง เท่ากับ 0.00731 ดังตารางที่ 4.3

สมมติฐานของการทดสอบความแตกต่างของพื้นที่ใต้โค้ง ROC เฉลี่ยจากการทดลอง 1,000 ครั้ง คือ

$$\begin{aligned} H_0 &: \mu(ROC\ area)_{Dynamic} \le \mu(ROC\ area)_{Static} \\ H_1 &: \mu(ROC\ area)_{Dynamic} > \mu(ROC\ area)_{Static} \end{aligned} \qquad (4.1)$$

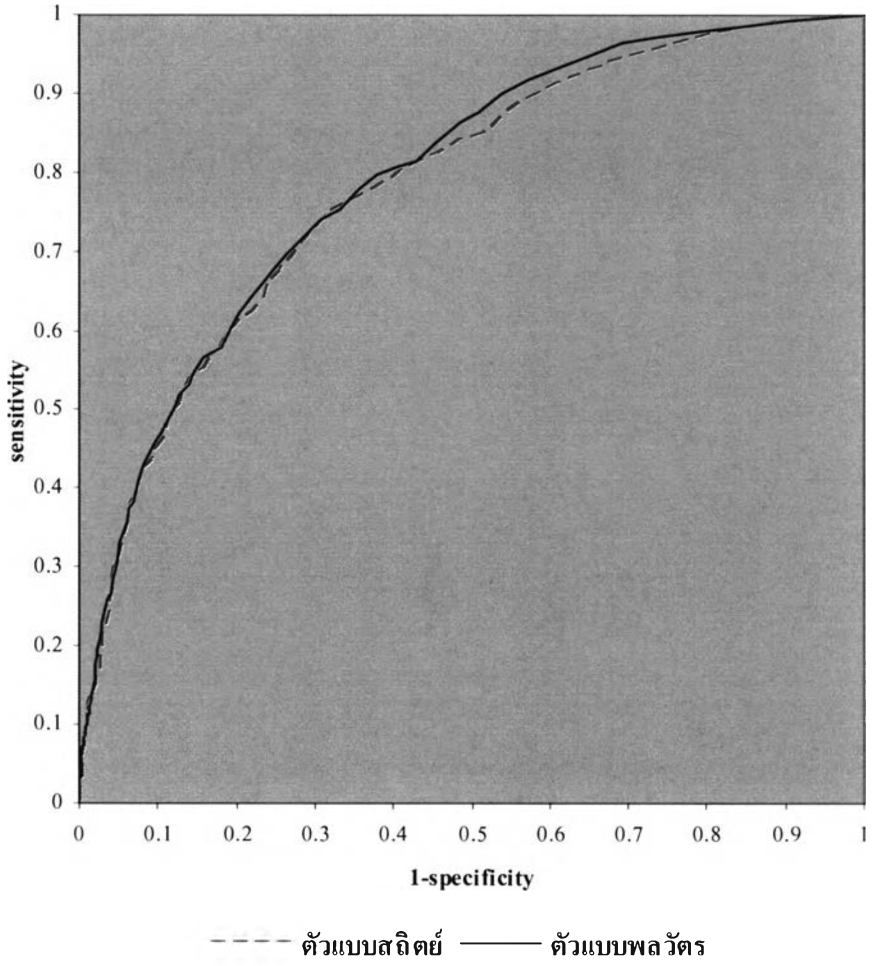
และทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.3 แสดงพื้นที่ใต้โค้ง ROC ของตัวแบบทั้งสองและสถิติทดสอบความแตกต่างของพื้นที่ใต้โค้ง ROC กรณีที่ 1

ตัวแบบ	พื้นที่, ความแตกต่างของพื้นที่ใต้โค้ง ROC				
	เฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD.)	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE.)	t	p-value
สถิติย์	0.79808	0.01013	0.00032		
พลวัตร	0.80539	0.00990	0.00031		
พลวัตร vs. สถิติย์	0.00731	0.00250	0.00008	92.533*	0.00

* องศาความเป็นอิสระ (df) เท่ากับ 999

รูปที่ 4.1 แสดงตัวอย่างโค้ง ROC ของตัวแบบสถิติย์และตัวแบบพลวัตรในการทดลอง 1 ครั้งกรณีที่ 1



- **กรณีที่ 2**

ตารางที่ 4.4 แสดงตัวอย่างค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยของการประมาณของตัวแบบสถิตย์และตัวแบบพลวัตรในการทดลอง 1 ครั้ง สำหรับกรณีที่ 2

ตัวแปร	ค่าพารามิเตอร์	ตัวแบบสถิตย์			ตัวแบบพลวัตร		
	β	$\hat{\beta}$	$SE(\hat{\beta})$	χ^2	$\hat{\beta}$	$SE(\hat{\beta})$	χ^{2*}
Intercept	-4.2	-3.497	0.083	1759.80	-4.303	0.048	2429.38
X_1	1	1.332	0.040	1117.56	0.991	0.022	613.27
X_2	1	1.284	0.066	378.69	0.991	0.040	193.81
X_3	0.083	0.130	0.003	2049.37	0.083	0.001	1577.94

* ค่าสถิติที่ปรับแล้ว (n สำหรับตัวแบบสถิตย์และตัวแบบพลวัตร เท่ากับ 10,000 และ 32,145 ตามลำดับ)

จากการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยของการประมาณสำหรับกรณีที่ 2 ได้ผลในลักษณะเดียวกันกับกรณีที่ 1 คือ ตัวแบบทั้งสองมีความเหมาะสมที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 $(p - value < 0.01)$ และค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยของการประมาณสำหรับแต่ละตัวแปรอิสระมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกันและมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 $(p - value < 0.01)$ และมีทิศทางเดียวกัน คือ มีทิศทางบวกในทั้งสามตัวแปร ซึ่งเป็นไปตามทิศทางของค่าพารามิเตอร์ที่ได้กำหนดในขั้นตอนการจำลองข้อมูล และจะเห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยของการประมาณของตัวแบบสถิตย์มีค่ามากกว่าค่าประมาณของตัวแบบพลวัตรในทุกตัวแปรอิสระรวมทั้งค่าคงที่ ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.5 แสดงพิสัยของค่าสถิติ R^2 ของตัวแบบทั้งสองจากการจำลอง 1,000 ครั้ง กรณีที่ 2

ตัวแบบ	พิสัยของค่า R^2	
	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
ตัวแบบสถิตย์	0.4901	0.5252
ตัวแบบพลวัตร	0.6831	0.7147

พิจารณาค่า R^2 ของตัวแบบประมาณที่ได้ ซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระทั้ง 3 ตัวที่ใช้ในการอธิบาย พบว่า ตัวแปรอิสระในตัวแบบสถิตย์มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามหรือการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจในระดับปานกลาง คือ ประมาณ 50 – 53% ส่วนตัวแปรอิสระในตัวแบบพลวัตรมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามหรือการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจค่อนข้างมาก คือ ประมาณ 68 – 71% ดังตารางที่ 4.5

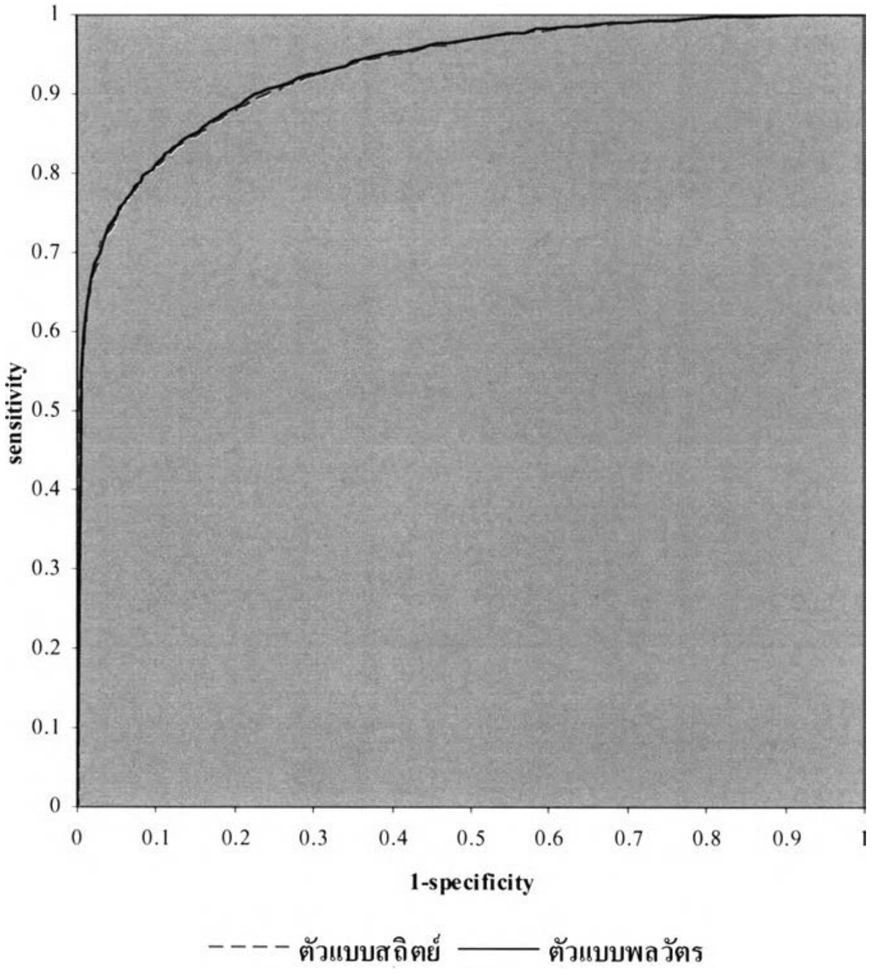
จากการทดสอบการพยากรณ์ด้วยข้อมูลที่ใช้สำหรับพยากรณ์และเปรียบเทียบความถูกต้องของการพยากรณ์ด้วยเส้นโค้ง ROC พบว่า เกือบทุกครั้งของการทดลองเส้นโค้ง ROC ของตัวแบบพลวัตร อยู่เหนือเส้นโค้ง ROC ของตัวแบบสถิตย์เล็กน้อย ดังตัวอย่างการเปรียบเทียบในรูปที่ 4.2 และเมื่อทดสอบสมมติฐานของความแตกต่างของพื้นที่ใต้โค้ง ROC ระหว่างตัวแบบทั้งสอง ได้ค่าสถิติ $t = 21.988$ $(p - value < 0.01)$ ดังนั้น เราสามารถสรุปได้ว่า ตัวแบบพลวัตรมีพื้นที่ใต้โค้ง ROC เฉลี่ยมากกว่าตัวแบบสถิตย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยที่ ตัวแบบพลวัตรมีพื้นที่ใต้โค้ง ROC เฉลี่ยเท่ากับ 0.93215 และตัวแบบสถิตย์มีพื้นที่ใต้โค้ง ROC เฉลี่ยเท่ากับ 0.93174 และมีความแตกต่างของพื้นที่เฉลี่ยของตัวแบบทั้งสอง เท่ากับ 0.000415 ดังตารางที่ 4.6 ซึ่งสมมติฐานการทดสอบดังสมการ (4.1)

ตารางที่ 4.6 แสดงพื้นที่ใต้โค้ง ROC ของตัวแบบทั้งสองและสถิติทดสอบความแตกต่างของพื้นที่ใต้โค้ง ROC กรณีที่ 2

ตัวแบบ	พื้นที่, ความแตกต่างของพื้นที่ใต้โค้ง ROC				
	เฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD.)	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE.)	t	p-value
สถิตย์	0.93174	0.00243	0.000077		
พลวัตร	0.93215	0.00242	0.000077		
พลวัตร vs. สถิตย์	0.000415	0.000597	0.000019	21.988*	0.00

*องศาความเป็นอิสระ (df) เท่ากับ 999

รูปที่ 4.2 แสดงตัวอย่างโค้ง ROC ของตัวแบบสถิติย์และตัวแบบพลวัตรในการทดลอง 1 ครั้งกรณีที่ 2



■ **กรณีที่ 3**

ตารางที่ 4.7 แสดงตัวอย่างค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยของการประมาณของตัวแบบสถิติย์และตัวแบบพลวัตร ในการทดลอง 1 ครั้ง สำหรับกรณีที่ 3

ตัวแปร	ค่าพารามิเตอร์ β	ตัวแบบสถิติย์			ตัวแบบพลวัตร		
		$\hat{\beta}$	$SE(\hat{\beta})$	χ^2	$\hat{\beta}$	$SE(\hat{\beta})$	χ^{2*}
Intercept	-4.2	-3.361	0.081	1717.27	-4.261	0.048	2433.40
X_1	1	1.314	0.039	1129.63	1.001	0.022	648.66
X_2	1	1.359	0.065	429.73	1.013	0.039	208.29
X_3	0.083	0.124	0.003	2017.81	0.082	0.001	1571.97

* ค่าสถิติที่ปรับแล้ว (n สำหรับตัวแบบสถิติย์และตัวแบบพลวัตร เท่ากับ 10,000 และ 31,636 ตามลำดับ)

จากการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยของการประมาณกรณีที่ 3 ได้ผลในลักษณะเดียวกันกับกรณีที่ 1 คือ ตัวแบบทั้งสองมีความเหมาะสมที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 $(p-value<0.01)$ และค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยของการประมาณสำหรับแต่ละตัวแปรอิสระมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกันและมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 $(p-value<0.01)$ และมีทิศทางเดียวกัน คือ มีทิศทางบวกในทั้งสามตัวแปร ซึ่งเป็นไปตามทิศทางของค่าพารามิเตอร์ที่ได้กำหนดในขั้นตอนการจำลองข้อมูล และจะเห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยของการประมาณของตัวแบบสถิติย์มีค่ามากกว่าค่าประมาณของตัวแบบพลวัตรในทุกตัวแปรอิสระรวมทั้งค่าคงที่ ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.8 แสดงพิสัยของค่าสถิติ R^2 ของตัวแบบทั้งสองจากการจำลอง 1,000 ครั้ง กรณีที่ 3

ตัวแบบ	พิสัยของค่า R^2	
	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
ตัวแบบสถิติย์	0.4901	0.5252
ตัวแบบพลวัตร	0.6831	0.7147

พิจารณาค่า R^2 ของตัวแบบประมาณที่ได้ ซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระทั้ง 3 ตัวที่ใช้ในการอธิบาย พบว่า ตัวแปรอิสระในตัวแบบสถิติย์มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามหรือการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจในระดับปานกลาง คือ ประมาณ 50 – 53% ส่วนตัวแปรอิสระในตัวแบบพลวัตรมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามหรือการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจค่อนข้างมาก คือ ประมาณ 68 – 71% ดังตารางที่ 4.8

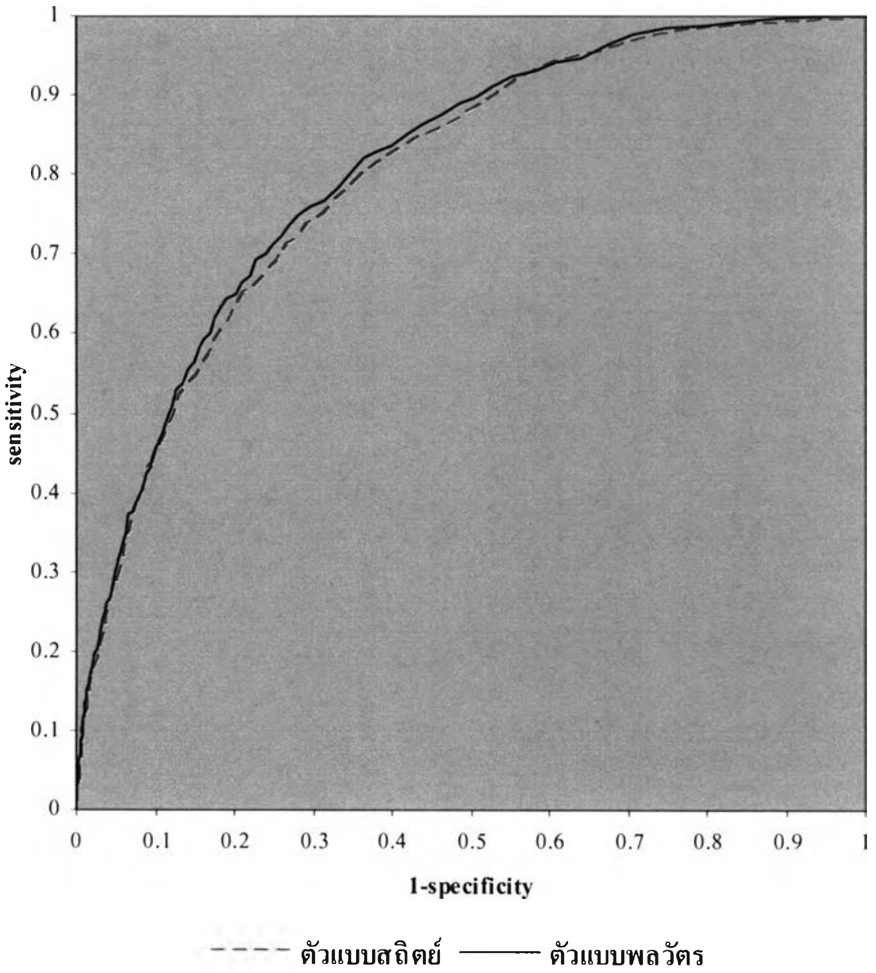
จากการทดสอบการพยากรณ์ด้วยข้อมูลที่ใช้สำหรับพยากรณ์และเปรียบเทียบความถูกต้องของการพยากรณ์ด้วยเส้นโค้ง ROC พบว่า เกือบทุกครั้งของการทดลองเส้นโค้ง ROC ของตัวแบบพลวัตร อยู่เหนือเส้นโค้ง ROC ของตัวแบบสถิติย์ ดังตัวอย่างการเปรียบเทียบในรูปที่ 4.3 และเมื่อทดสอบสมมติฐานของความแตกต่างของพื้นที่ใต้โค้ง ROC ระหว่างตัวแบบทั้งสอง ได้ค่าสถิติ $t = 41.821$ $(p - value < 0.01)$ ดังนั้น เราสามารถสรุปได้ว่า ตัวแบบพลวัตรมีพื้นที่ใต้โค้ง ROC เฉลี่ยมากกว่าตัวแบบสถิติย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยที่ ตัวแบบพลวัตรมีพื้นที่ใต้โค้ง ROC เฉลี่ยเท่ากับ 0.80259 และตัวแบบสถิติย์มีพื้นที่ใต้โค้ง ROC เฉลี่ยเท่ากับ 0.79808 และมีความแตกต่างของพื้นที่เฉลี่ยของตัวแบบทั้งสอง เท่ากับ 0.00452 ดังตารางที่ 4.9 ซึ่งสมมติฐานการทดสอบดังสมการ (4.1)

ตารางที่ 4.9 แสดงพื้นที่ใต้โค้ง ROC ของตัวแบบทั้งสองและสถิติทดสอบความแตกต่างของพื้นที่ใต้โค้ง ROC กรณีที่ 3

ตัวแบบ	พื้นที่, ความแตกต่างของพื้นที่ใต้โค้ง ROC				
	เฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD.)	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE.)	t	p-value
สถิติย์	0.79808	0.01023	0.00032		
พลวัตร	0.80259	0.01012	0.00032		
พลวัตร vs. สถิติย์	0.00452	0.00341	0.00011	41.821*	0.00

*องศาความเป็นอิสระ (df) เท่ากับ 999

รูปที่ 4.3 แสดงตัวอย่างโค้ง ROC ของตัวแบบสถิติย์และตัวแบบพลวัตรในการทดลอง 1 ครั้งกรณีที่ 3



สำหรับการแบ่งช่วงเวลาเป็น 24 ช่วงเวลาย่อย

- **กรณีที่ 4**

ตารางที่ 4.10 แสดงตัวอย่างค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยของการประมาณของตัวแบบสถิตย์และตัวแบบพลวัตรในการทดลอง 1 ครั้ง สำหรับกรณีที่ 4

ตัวแปร	ค่าพารามิเตอร์ β	ตัวแบบสถิตย์			ตัวแบบพลวัตร		
		$\hat{\beta}$	$SE(\hat{\beta})$	χ^2	$\hat{\beta}$	$SE(\hat{\beta})$	χ^{2*}
Intercept	-4.2	-3.434	0.087	1542.13	-4.312	0.042	2368.84
X_1	1	1.341	0.041	1043.29	0.998	0.020	549.60
X_2	1	1.378	0.070	390.85	0.980	0.036	164.93
X_3	0.083	0.154	0.003	1916.69	0.084	0.001	1379.35

* ค่าสถิติที่ปรับแล้ว (n สำหรับตัวแบบสถิตย์และตัวแบบพลวัตร เท่ากับ 10,000 และ 43,972 ตามลำดับ)

สำหรับกรณีที่ 4 – 6 เป็นการวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลใน 12 ช่วงเวลาย่อย เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยของการประมาณ พบว่า ตัวแบบทั้งสองมีความเหมาะสมที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 $(p-value<0.01)$ และค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยของการประมาณสำหรับแต่ละตัวแปรอิสระมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกันและมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 $(p-value<0.01)$ และมีทิศทางเดียวกัน คือ มีทิศทางบวกในทั้งสามตัวแปร ซึ่งเป็นไปตามทิศทางของค่าพารามิเตอร์ที่ได้กำหนดในขั้นตอนการจำลองข้อมูล และจะเห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยของการประมาณของตัวแบบสถิตย์มีค่ามากกว่าค่าประมาณของตัวแบบพลวัตรในทุกตัวแปรอิสระรวมทั้งค่าคงที่ ดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.11 แสดงพิสัยของค่าสถิติ R^2 ของตัวแบบทั้งสอง จากการจำลอง 1,000 ครั้ง กรณีที่ 4

ตัวแบบ	พิสัยของค่า R^2	
	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
ตัวแบบสถิติย์	0.4739	0.5127
ตัวแบบพลวัตร	0.6237	0.6642

พิจารณาค่า R^2 ของตัวแบบประมาณที่ได้ ซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระทั้ง 3 ตัวที่ใช้ในการอธิบาย พบว่า ตัวแปรอิสระในตัวแบบสถิติย์มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามหรือการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจในระดับปานกลาง คือ ประมาณ 50 – 53% ส่วนตัวแปรอิสระในตัวแบบพลวัตรมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามหรือการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจค่อนข้างมาก คือ ประมาณ 68 – 71% ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.12 แสดงพื้นที่ใต้โค้ง ROC ของตัวแบบทั้งสองและสถิติทดสอบความแตกต่างของพื้นที่ใต้โค้ง ROC กรณีที่ 4

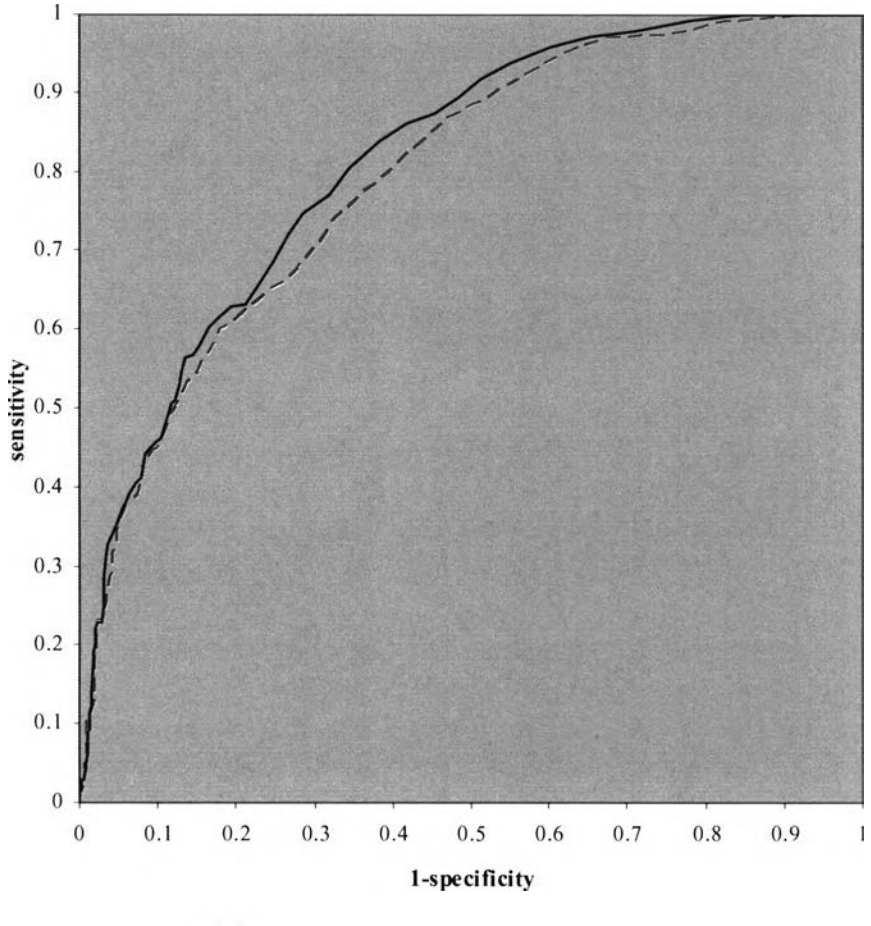
ตัวแบบ	พื้นที่, ความแตกต่างของพื้นที่ใต้โค้ง ROC				
	เฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD.)	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE.)	t	p-value
สถิติย์	0.79005	0.01579	0.00048		
พลวัตร	0.80352	0.01503	0.00050		
พลวัตร vs. สถิติย์	0.01347	0.00525	0.00017	81.23*	0.00

* องศาความเป็นอิสระ (df) เท่ากับ 999

เมื่อทดสอบการพยากรณ์ด้วยข้อมูลที่ใช้สำหรับพยากรณ์และเปรียบเทียบความถูกต้องของการพยากรณ์ด้วยเส้นโค้ง ROC พบว่า เกือบทุกครั้งของการทดลองเส้นโค้ง ROC ของตัวแบบพลวัตร อยู่เหนือเส้นโค้ง ROC ของตัวแบบสถิติย์ ดังตัวอย่างการเปรียบเทียบในรูปที่ 4.4 และเมื่อทดสอบสมมติฐานของความแตกต่างของพื้นที่ใต้โค้ง ROC ระหว่างตัวแบบทั้งสอง ได้ค่าสถิติ

$t = 81.23$ $(p - value < 0.01)$ ดังนั้น เราสามารถสรุปได้ว่า ตัวแบบพลวัตรมีพื้นที่ใต้โค้ง ROC เฉลี่ยมากกว่าตัวแบบสถิตย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยที่ ตัวแบบพลวัตรมีพื้นที่ใต้โค้ง ROC เฉลี่ยเท่ากับ 0.80352 และตัวแบบสถิตย์มีพื้นที่ใต้โค้ง ROC เฉลี่ยเท่ากับ 0.79005 และมีความแตกต่างของพื้นที่เฉลี่ยของตัวแบบทั้งสอง เท่ากับ 0.01347 ดังตารางที่ 4.12 ซึ่งสมมติฐานการทดสอบดังสมการ (4.1)

รูปที่ 4.4 แสดงตัวอย่างโค้ง ROC ของตัวแบบสถิตย์และตัวแบบพลวัตรในการทดลอง 1 ครั้งกรณีที่ 4



■ <u>กรณีที่ 5</u>

ตารางที่ 4.13 แสดงตัวอย่างค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยของการประมาณของตัวแบบสถิติย์และตัวแบบพลวัตร ในการทดลอง 1 ครั้ง สำหรับกรณีที่ 5

ตัวแปร	ค่าพารามิเตอร์	ตัวแบบสถิตย์			ตัวแบบพลวัตร		
	β	$\hat{\beta}$	$SE(\hat{\beta})$	χ^2	$\hat{\beta}$	$SE(\hat{\beta})$	χ^{2*}
Intercept	-4.2	-3.555	0.089	1578.47	-4.30	0.042	2406.46
X_1	1	1.456	0.043	1121.58	1.005	0.020	581.39
X_2	1	1.554	0.072	468.72	1.023	0.036	183.52
X_3	0.083	0.161	0.004	1906.20	0.084	0.001	1356.97

* ค่าสถิติที่ปรับแล้ว (n สำหรับตัวแบบสถิตย์และตัวแบบพลวัตร เท่ากับ 10,000 และ 43,795 ตามลำดับ)

พิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยของการประมาณสำหรับกรณีที่ 5 ได้ผลในลักษณะเดียวกันกับกรณีที่ 4 คือ ตัวแบบทั้งสองมีความเหมาะสมที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 $(p-value < 0.01)$ และค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยของการประมาณสำหรับแต่ละตัวแปรอิสระมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกันและมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 $(p-value < 0.01)$ และมีทิศทางเดียวกัน คือ มีทิศทางบวกในทั้งสามตัวแปร ซึ่งเป็นไปตามทิศทางของค่าพารามิเตอร์ที่ได้กำหนดในขั้นตอนการจำลองข้อมูล และจะเห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยของการประมาณของตัวแบบสถิตย์มีค่ามากกว่าค่าประมาณของตัวแบบพลวัตรในทุกตัวแปรอิสระรวมทั้งค่าคงที่ ดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.14 แสดงพิสัยของค่าสถิติ R^2 ของตัวแบบทั้งสอง จากการจำลอง 1,000 ครั้ง กรณีที่ 5

ตัวแบบ	พิสัยของค่า R^2	
	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
ตัวแบบสถิตย์	0.4945	0.5303
ตัวแบบพลวัตร	0.7428	0.7755

I 24693170

พิจารณาค่า R^2 ของตัวแบบประมาณที่ได้ ซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระทั้ง 3 ตัวที่ใช้ในการอธิบาย พบว่า ตัวแปรอิสระในตัวแบบสถิติย์มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามหรือการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจในระดับปานกลาง คือ ประมาณ 50 – 53% ส่วนตัวแปรอิสระในตัวแบบพลวัตรมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามหรือการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจค่อนข้างมาก คือ ประมาณ 68 – 71% ดังตารางที่ 4.14

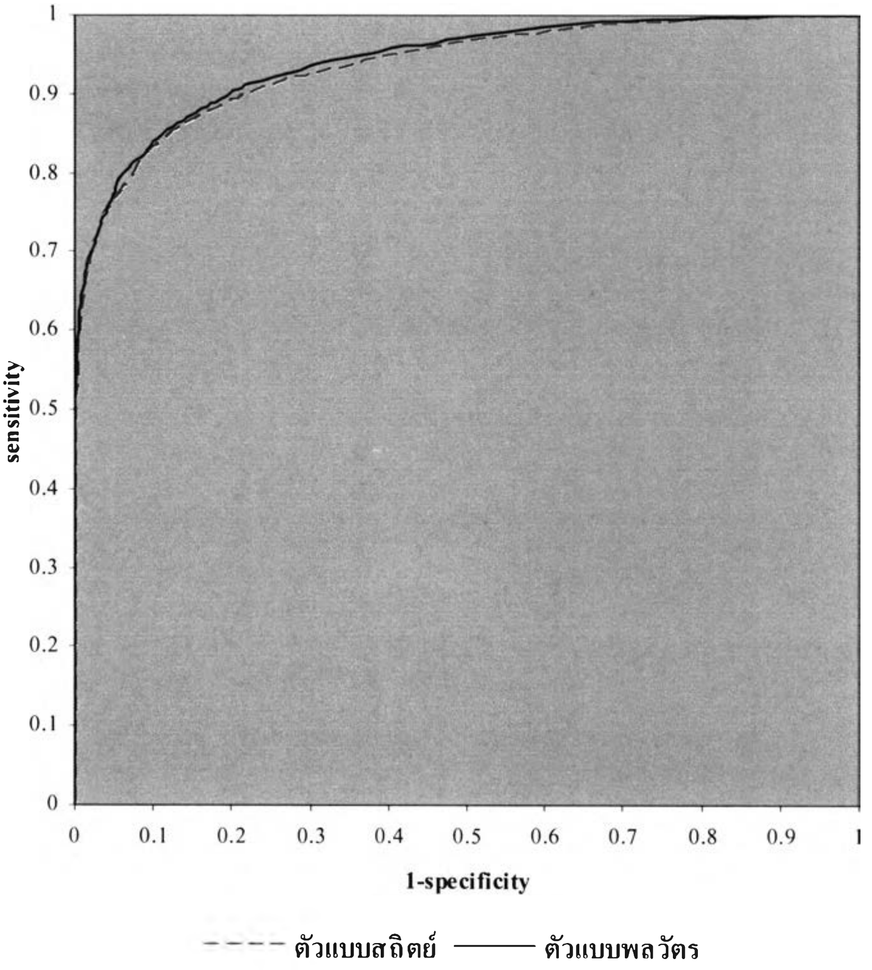
ตารางที่ 4.15 แสดงพื้นที่ใต้โค้ง ROC ของตัวแบบทั้งสองและสถิติทดสอบความแตกต่างของพื้นที่ใต้โค้ง ROC กรณีที่ 5

ตัวแบบ	พื้นที่, ความแตกต่างของพื้นที่ใต้โค้ง ROC				
	เฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD.)	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE.)	t	p-value
สถิติย์	0.94041	0.00216	0.00007		
พลวัตร	0.94412	0.00205	0.00006		
พลวัตร vs. สถิติย์	0.00371	0.00056	0.00002	208.70*	0.00

* องศาความเป็นอิสระ (df) เท่ากับ 999

เมื่อทดสอบการพยากรณ์ด้วยข้อมูลที่ใช้สำหรับพยากรณ์และเปรียบเทียบความถูกต้องของการพยากรณ์ด้วยเส้นโค้ง ROC พบว่า เกือบทุกครั้งของการทดลองเส้นโค้ง ROC ของตัวแบบพลวัตร อยู่เหนือเส้นโค้ง ROC ของตัวแบบสถิติย์เล็กน้อย ดังตัวอย่างการเปรียบเทียบในรูปที่ 4.5 และเมื่อทดสอบสมมติฐานของความแตกต่างของพื้นที่ใต้โค้ง ROC ระหว่างตัวแบบทั้งสอง ได้ค่าสถิติ $t = 208.70$ $(p - value < 0.01)$ ดังนั้น เราสามารถสรุปได้ว่า ตัวแบบพลวัตรมีพื้นที่ใต้โค้ง ROC เฉลี่ยมากกว่าตัวแบบสถิติย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยที่ ตัวแบบพลวัตรมีพื้นที่ใต้โค้ง ROC เฉลี่ยเท่ากับ 0.94412 และตัวแบบสถิติย์มีพื้นที่ใต้โค้ง ROC เฉลี่ยเท่ากับ 0.94041 และมีความแตกต่างของพื้นที่เฉลี่ยของตัวแบบทั้งสอง เท่ากับ 0.00371 ดังตารางที่ 4.15 ซึ่งสมมติฐานการทดสอบดังสมการ (4.1)

รูปที่ 4.5 แสดงตัวอย่างโค้ง ROC ของตัวแบบสถิติย์และตัวแบบพลวัตรในการทดลอง 1 ครั้งกรณีที่ 5



- **กรณีที่ 6**

ตารางที่ 4.16 แสดงตัวอย่างค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยของการประมาณของตัวแบบสถิติย์และตัวแบบพลวัตรในการทดลอง 1 ครั้ง สำหรับกรณีที่ 6

ตัวแปร	ค่าพารามิเตอร์	ตัวแบบสถิติย์			ตัวแบบพลวัตร		
	β	$\hat{\beta}$	$SE(\hat{\beta})$	χ^2	$\hat{\beta}$	$SE(\hat{\beta})$	χ^{2*}
Intercept	-4.2	-3.40	0.086	1554.72	-4.343	0.042	2375.27
X_1	1	1.464	0.044	1122.25	1.015	0.020	564.45
X_2	1	1.335	0.069	368.26	0.973	0.036	162.57
X_3	0.083	0.151	0.003	1934.24	0.085	0.001	1359.72

* ค่าสถิติที่ปรับแล้ว (n สำหรับตัวแบบสถิติย์และตัวแบบพลวัตร เท่ากับ 10,000 และ 44,344 ตามลำดับ)

พิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยของการประมาณสำหรับกรณีที่ 6 ได้ผลในลักษณะเดียวกันกับกรณีที่ 4 คือ ตัวแบบทั้งสองมีความเหมาะสมที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 $(p-value < 0.01)$ และค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยของการประมาณสำหรับแต่ละตัวแปรอิสระมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกันและมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 $(p-value < 0.01)$ และมีทิศทางเดียวกัน คือ มีทิศทางบวกในทั้งสามตัวแปร ซึ่งเป็นไปตามทิศทางของค่าพารามิเตอร์ที่ได้กำหนดในขั้นตอนการจำลองข้อมูล และจะเห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยของการประมาณของตัวแบบสถิติย์มีค่ามากกว่าค่าประมาณของตัวแบบพลวัตรในทุกตัวแปรอิสระรวมทั้งค่าคงที่ ดังตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.17 แสดงพิสัยของค่าสถิติ R^2 ของตัวแบบทั้งสอง จากการจำลอง 1,000 ครั้ง กรณีที่ 6

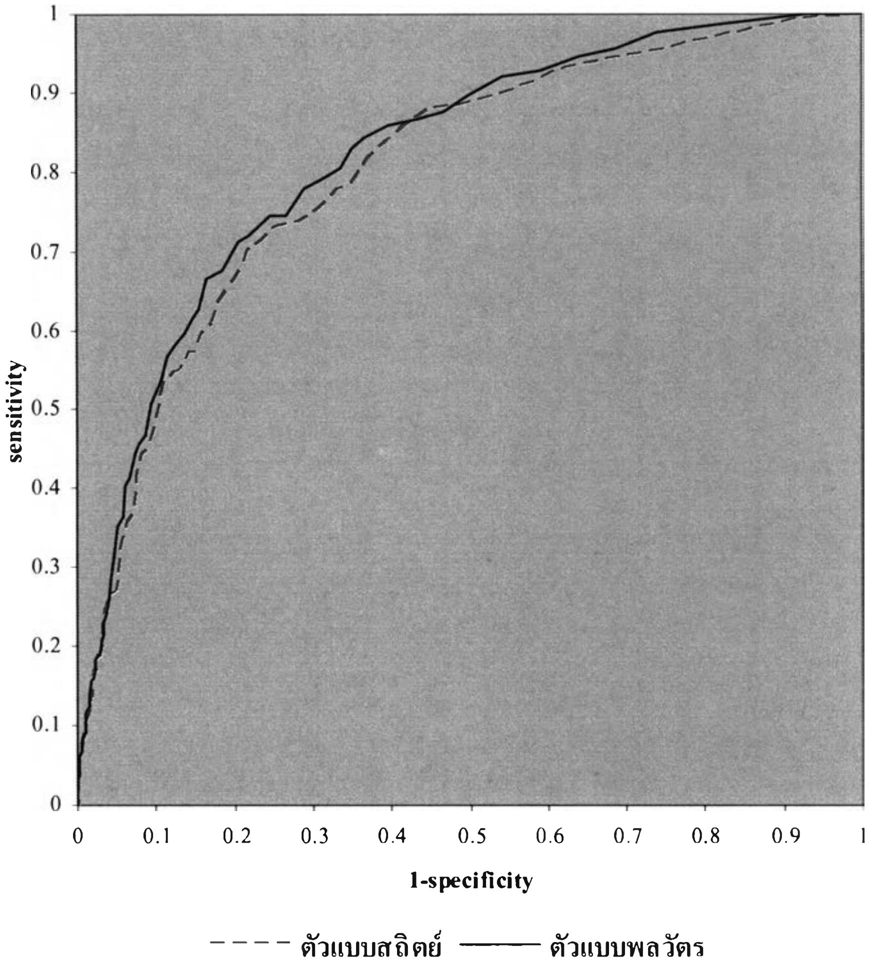
ตัวแบบ	พิสัยของค่า R^2	
	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
ตัวแบบสถิติย์	0.4945	0.5303
ตัวแบบพลวัตร	0.7429	0.7755

พิจารณาค่า R^2 ของตัวแบบประมาณที่ได้ ซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระทั้ง 3 ตัวที่ใช้ในการอธิบาย พบว่า ตัวแปรอิสระในตัวแบบสถิตย์มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามหรือการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจในระดับปานกลาง คือ ประมาณ 50 – 53% ส่วนตัวแปรอิสระในตัวแบบพลวัตรมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามหรือการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจค่อนข้างมาก คือ ประมาณ 68 – 71% ดังตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.18 แสดงพื้นที่ใต้โค้ง ROC ของตัวแบบทั้งสองและสถิติทดสอบความแตกต่างของพื้นที่ใต้โค้ง ROC กรณีที่ 6

ตัวแบบ	พื้นที่, ความแตกต่างของพื้นที่ใต้โค้ง ROC				
	เฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD.)	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE.)	t	p-value
สถิตย์	0.78822	0.01682	0.00053		
พลวัตร	0.80149	0.01600	0.00051		
พลวัตร vs. สถิตย์	0.01327	0.00547	0.00017	76.717*	0.00

* องศาความเป็นอิสระ (df) เท่ากับ 999

จากการทดสอบการพยากรณ์ด้วยข้อมูลที่ใช้สำหรับพยากรณ์และเปรียบเทียบความถูกต้องของการพยากรณ์ด้วยเส้นโค้ง ROC พบว่า เกือบทุกครั้งของการทดลองเส้นโค้ง ROC ของตัวแบบพลวัตร อยู่เหนือเส้นโค้ง ROC ของตัวแบบสถิตย์ ดังตัวอย่างการเปรียบเทียบในรูปที่ 4.6 และเมื่อทดสอบสมมติฐานของความแตกต่างของพื้นที่ใต้โค้ง ROC ระหว่างตัวแบบทั้งสอง ได้ค่าสถิติ $t = 208.70$ $(p - value < 0.01)$ ดังนั้น เราสามารถสรุปได้ว่า ตัวแบบพลวัตรมีพื้นที่ใต้โค้ง ROC เฉลี่ยมากกว่าตัวแบบสถิตย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยที่ ตัวแบบพลวัตรมีพื้นที่ใต้โค้ง ROC เฉลี่ยเท่ากับ 0.94412 และตัวแบบสถิตย์มีพื้นที่ใต้โค้ง ROC เฉลี่ยเท่ากับ 0.94041 และมีความแตกต่างของพื้นที่เฉลี่ยของตัวแบบทั้งสอง เท่ากับ 0.00371 ดังตารางที่ 4.18 ซึ่งสมมติฐานการทดสอบดังสมการ (4.1)

รูปที่ 4.6 แสดงตัวอย่างโค้ง ROC ของตัวแบบสถิติย์และตัวแบบพลวัตรในการทดลอง 1 ครั้งกรณีที่ 6