

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบวิธีการปรับค่าประมาณความน่าจะเป็นของคนอายุ  $x$  ปีจะเสียชีวิตภายใน 1 ปีข้างหน้า ของการวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยใช้วิธีการจำลองข้อมูลระยะเวลาที่จะมีชีวิตอยู่ต่อไปในอนาคตและระยะเวลาที่จะเกิดการถอนตัว แล้วใช้วิธีการปรับค่า 3 วิธี คือ การปรับค่าโดยใช้ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักเคลื่อนที่ การปรับค่าโดยใช้รูปแบบฟังก์ชัน และการปรับค่าโดยใช้ส่วนโค้งพหุนามองศาสาม

#### สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการปรับค่าประมาณของค่า  $q_x$  ทั้ง 3 วิธี โดยพิจารณาค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ MAPE เมื่อระยะเวลาที่จะมีชีวิตอยู่ต่อไปในอนาคตมีการแจกแจงแบบไวบูลล์และการแจกแจงแบบกอมเพริทซ์ ส่วนระยะเวลาที่จะเกิดการถอนตัวมีการแจกแจงแบบสมมาตรและการแจกแจงแบบแกมมา ผลสรุปจะมีแนวโน้มไปในทางเดียวกันโดยไม่ขึ้นกับการแจกแจง ดังนี้

1. จากการศึกษาที่ขนาดตัวอย่างทั้ง 5 ระดับ พบว่าเมื่อขนาดตัวอย่างมีค่าไม่มากนัก ( $m = 100$  และ  $300$ ) ค่า APE ของค่า  $q'_x$  ที่อายุช่วงต้นจะมีค่าค่อนข้างสูง แต่เมื่อเพิ่มขนาดตัวอย่าง ( $m = 300, 500, 700$  และ  $1000$ ) จะทำให้ค่า APE ดังกล่าวลดลง ซึ่งมีผลต่อความสามารถในการปรับค่าประมาณด้วย ดังนั้นในการหาค่าประมาณของค่า  $q_x$  ที่อายุช่วงต้น จึงไม่ควรใช้ขนาดตัวอย่างที่น้อยเกินไป

2. สำหรับช่วงอายุ 10-89 ปี ที่ขนาดตัวอย่างทุกระดับยกเว้นขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 เมื่อ T มีการแจกแจงแบบไวบูลล์ W มีการแจกแจงแบบสมมาตรและแบบแกมมา โดยทำการแบ่งช่วงอายุตามที่ได้เสนอในขั้นตอนการวิจัยในบทที่ 3 พบว่าการปรับค่าโดยใช้ส่วนโค้งพหุนามองศาสามเป็นวิธีที่ให้ค่า MAPE ต่ำสุด

สำหรับช่วงอายุ 0-99 ปี พบว่าการปรับค่าโดยใช้ส่วนโค้งพหุนามองศาสามเป็นวิธีที่สามารถหาค่าประมาณที่ปรับแล้วได้ทุกช่วงอายุ และเมื่อมีการเพิ่มขนาดตัวอย่างจะมีผลให้ค่าประมาณที่ปรับแล้วที่อายุช่วงต้น มีค่าใกล้เคียงกับค่าจริงมากยิ่งขึ้น จึงสรุปได้ว่าวิธีการปรับค่าโดยใช้ส่วนโค้งพหุนามองศาสามเป็นวิธีการปรับค่าที่ดีที่สุด ในแต่ละสถานการณ์ที่ทำการศึกษา

3. สำหรับช่วงอายุ 10-89 ปี ที่ขนาดตัวอย่างแต่ละระดับ พบว่าการปรับค่าโดยใช้ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักเคลื่อนที่จะมีความสามารถในการปรับค่าสูงขึ้น ที่ระดับผลต่างของค่าประมาณที่มีค่า  $z = 2, 3$  และ  $4$  และจำนวนค่าประมาณในการเฉลี่ยเคลื่อนที่ ( $m$ ) มีค่าเพิ่มขึ้น (กำหนดให้  $m = 1, 2, \dots, 10$ )

4. สำหรับช่วงอายุ 10-89 ปี การปรับค่าโดยใช้ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักเคลื่อนที่พบว่าเมื่อขนาดตัวอย่างมีค่าไม่มาก ( $m=100, 300$  และ  $500$ ) ค่าประมาณที่ปรับแล้วจะมีลักษณะไม่แปรผันไปตามอายุที่มากขึ้น แต่เมื่อเพิ่มขนาดตัวอย่าง ( $m=700$  และ  $1000$ ) ลักษณะดังกล่าวจะลดน้อยลง ดังนั้นการปรับค่าประมาณด้วยวิธีนี้จึงไม่ควรใช้ขนาดตัวอย่างที่มีค่าน้อยเกินไป

5. สำหรับช่วงอายุ 10-89 ปี และช่วงอายุ 0-99 ปี ที่ขนาดตัวอย่างทุกระดับพบว่าการปรับค่าโดยใช้รูปแบบฟังก์ชันซึ่งแทนค่า  $q_x^*$  ที่ได้ด้วยรูปแบบกอมเพริคซ์ จะมีค่า MAPE สูงมาก และสำหรับช่วงอายุ 20-60 ปี พบว่าค่า MAPE ของค่าประมาณที่ปรับแล้วมีค่าไม่สูงมากนัก จึงสรุปได้ว่าการปรับค่าประมาณด้วยวิธีนี้ เหมาะสมที่จะใช้กับช่วงกลางของอายุที่มีขนาดไม่กว้างมากนัก

6. สำหรับช่วงอายุ 10-89 ปี เมื่อพิจารณากราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า  $q_x^*$  จากวิธีการปรับค่าทั้ง 3 วิธีที่ระดับขนาดตัวอย่างต่าง ๆ พบว่าที่อายุช่วงต้นและช่วงปลายการปรับค่าโดยใช้ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักเคลื่อนที่ และการปรับค่าโดยใช้ส่วนโค้งพหุนามองศาสาม เป็นวิธีการที่ให้ค่าประมาณที่ปรับแล้ว ใกล้เคียงกับค่าจริงมากกว่าการปรับค่าโดยใช้รูปแบบฟังก์ชัน สำหรับอายุช่วงกลางการปรับค่าทั้ง 3 วิธีจะให้ค่าประมาณที่ปรับแล้วใกล้เคียงกัน

7. สามารถสรุปความสามารถของวิธีการปรับค่าทั้ง 3 วิธี โดยพิจารณาจากค่า MAPE ซึ่งแยกตามขนาดตัวอย่างและช่วงอายุได้ดังนี้

| x     | m    | วิธีการปรับค่าที่เหมาะสม | x     | m    | วิธีการปรับค่าที่เหมาะสม |
|-------|------|--------------------------|-------|------|--------------------------|
| 0-24  | 100  | SPLINE                   | 25-49 | 100  | FUNC,SPLINE              |
|       | 300  | SPLINE                   |       | 300  | FUNC,SPLINE              |
|       | 500  | SPLINE                   |       | 500  | FUNC,SPLINE              |
|       | 700  | SPLINE                   |       | 700  | MWA,FUNC,SPLINE          |
|       | 1000 | SPLINE                   |       | 1000 | MWA,FUNC,SPLINE          |
| 50-74 | 100  | SPLINE                   | 75-99 | 100  | MWA <sup>*</sup> ,SPLINE |
|       | 300  | MWA,SPLINE               |       | 300  | MWA <sup>*</sup> ,SPLINE |
|       | 500  | MWA,SPLINE               |       | 500  | MWA <sup>*</sup> ,SPLINE |
|       | 700  | MWA,SPLINE               |       | 700  | MWA <sup>*</sup> ,SPLINE |
|       | 1000 | MWA,SPLINE               |       | 1000 | MWA <sup>*</sup> ,SPLINE |

หมายเหตุ \* สามารถหาค่า  $q_x^*$  ได้ถึงอายุ 89 ปีเท่านั้น

กล่าวโดยสรุป สำหรับอายุช่วง 0-24 ปี ควรเลือกใช้วิธีการปรับค่าโดยใช้ส่วนโค้งพหุนามองศาสาม สำหรับอายุช่วง 25-49 ปี เมื่อขนาดตัวอย่างมีค่าไม่มากนัก ( $m=100, 300$  และ  $500$ ) ควรเลือกใช้วิธีการปรับค่าโดยใช้ส่วนโค้งพหุนามองศาสาม หรือการปรับค่าโดยใช้รูปแบบฟังก์ชันเมื่อตัวอย่างมีขนาดใหญ่พอ ( $m=700$  และ  $1000$ ) สามารถเลือกใช้วิธีการปรับค่าโดยใช้ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักเคลื่อนที่ การปรับค่าโดยใช้รูปแบบฟังก์ชัน หรือการปรับค่าโดยใช้ส่วนโค้งพหุนามองศาสามก็ได้ สำหรับอายุช่วง 50-74 ปี และ 75-99 ปี ที่ระดับขนาดตัวอย่างต่าง ๆ ควรเลือกใช้วิธีการปรับค่าโดยใช้ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักเคลื่อนที่ หรือการปรับค่าโดยใช้ส่วนโค้งพหุนามองศาสาม

### ข้อเสนอแนะ

1. ด้านการนำไปประยุกต์ใช้ สามารถดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้
  - 1.1 เก็บข้อมูลการเสียชีวิตและการถอนตัวออกจากช่วงเวลาการศึกษาของผู้เอาประกันภัยภายในระยะเวลา 1 ปี
  - 1.2 หาค่าประมาณของค่า  $q_x$  ด้วยวิธีการประมาณทางคณิตศาสตร์ประกันภัย

1.3 นำค่าประมาณของค่า  $q_x$  ที่ได้มาสร้างกราฟ เพื่อดูลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อมูล ซึ่งข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนนี้บางช่วงยังมีลักษณะไม่ราบเรียบ

1.4 หากค่าประมาณของค่า  $q_x$  ที่ปรับแล้วด้วยวิธีการปรับค่าที่เหมาะสม โดยทำการพิจารณาจากขนาดตัวอย่างและช่วงอายุที่ต้องการปรับค่า ตามที่ได้สรุปไว้ข้างต้น

## 2. ด้านการวิจัย

2.1 ในการทำวิจัยนี้การหาค่าประมาณของค่า  $q_x$  ใช้วิธีการประมาณแบบคณิตศาสตร์ประกันกัน นอกจากการประมาณด้วยวิธีนี้แล้วยังมีวิธีอื่นๆ ที่น่าสนใจเช่น วิธีการประมาณภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Estimation Method) วิธีการประมาณโมเมนต์ (Moment Estimation Method) เป็นต้น ซึ่งอาจให้ค่าประมาณของค่า  $q_x$  ที่ใกล้เคียงค่าจริงมากกว่า อันจะมีผลไปสู่ประสิทธิภาพในการปรับค่าประมาณของค่าของค่า  $q_x$  ให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

2.2 การปรับค่าโดยใช้ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักเคลื่อนที่ เมื่อตัวอย่างมีขนาดใหญ่พอ และช่วงที่สนใจศึกษาอยู่ในช่วงกลางของอายุ (25-89 ปี) ค่าประมาณที่ปรับแล้วจะมีค่าใกล้เคียงกับค่าจริงดังนั้นในทางปฏิบัติจึงสามารถนำไปใช้ได้ เนื่องจากมีขั้นตอนในการทำงานที่ไม่ซับซ้อน

2.3 สำหรับการวิจัยนี้การปรับค่าโดยใช้รูปแบบฟังก์ชัน ได้นำเสนอฟังก์ชันสองรูปแบบคือ รูปแบบไวบูลล์และรูปแบบกอมเพริตซ์ ซึ่งพบว่ารูปแบบกอมเพริตซ์เป็นรูปแบบที่เหมาะสมในการแทนค่า  $q_x$  นอกจากรูปแบบทั้งสองนี้แล้วรูปแบบเมคแฮม (Makeham Form) ที่ได้รับการพัฒนามาจากรูปแบบกอมเพริตซ์ก็เป็นอีกรูปแบบหนึ่งที่น่าสนใจ เนื่องจากอาจมีความเหมาะสมในการแทนค่า  $q_x$  มากกว่าก็ได้ ซึ่งจะทำการปรับค่าประมาณของค่า  $q_x$  มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2.4 การปรับค่าโดยใช้ส่วนโค้งพหุนามองศาสาม เป็นวิธีการปรับค่าที่สามารถหาค่าประมาณที่ปรับแล้วได้ทุกอายุและมีค่าใกล้เคียงกับค่าจริงมากที่สุด แต่มีวิธีการที่ค่อนข้างซับซ้อนในเรื่องของการแบ่งช่วง อย่างไรก็ตามจากการทดลองพบว่ามีข้อขัดข้องในการเลือกจุดแบ่งช่วงอายุ โดยไม่ทำให้ประสิทธิภาพในการปรับค่าลดลงมากนัก ดังนั้นในการเลือกการปรับค่าวิธีใด จึงควรที่จะพิจารณาความเหมาะสมในการใช้งานด้วย