

การคำนวณเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมพหุลดลง



นางสาวจิราพัชร พันธุ์พัฒนกุล

ศูนย์วิทยพัชระ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการประกันภัย ภาควิชาสถิติ

คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2553

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

MULTIPLE DECREMENT JOINT LIFE INSURANCE PREMIUMS CALCULATION



Miss Jiraphat Bhanpattanakul

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Insurance

Department of Statistics

Faculty of Commerce and Accountancy

Chulalongkorn University

Academic Year 2010

Copyright of Chulalongkorn University


จิราพัชร พันธุ์พัฒนกุล : การคำนวณเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมพหุลดลง.
(MULTIPLE DECREMENT JOINT LIFE INSURANCE PREMIUMS
CALCULATION) อ. ที่ปริกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รศ. ดร. สุวาณี สุรเสียงสังข์, 153 หน้า.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคำนวณหาอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมพหุลดลงเมื่อระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมไม่เป็นอิสระกัน ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยนี้คือข้อมูลจำนวนประชากรและจำนวนการตายของประชากร จำแนกตามเพศ อายุ สถานภาพสมรส และสาเหตุการตาย ปี พ.ศ. 2549 – 2552 จากกระทรวงมหาดไทย และกระทรวงสาธารณสุขตามลำดับ เพื่อหาอัตราและฟังก์ชันการอยู่รอดร่วมของประชากร โดยใช้ฟังก์ชันแฟรงค์คอปปุลา จากนั้นนำค่าที่ได้ไปใช้แทนค่าอัตราและฟังก์ชันการอยู่รอดร่วมของผู้เอาประกันภัยเพื่อหาอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมพหุลดลง

ผลการศึกษาพบว่า อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมพหุลดลงเมื่อระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมไม่เป็นอิสระกัน มีความแตกต่างจากกรณีที่ระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมเป็นอิสระกัน และเมื่อระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมไม่เป็นอิสระกัน เบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมจะขึ้นอยู่กับระดับความล้มพันธ์ของระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วม

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา..... สถิติ..... ลายมือชื่อนิสิต จิราพัชร พันธุ์พัฒนกุล

สาขาวิชา..... การประกันภัย..... ลายมือชื่อ อ.ที่ปริกษาวิทยานิพนธ์หลัก 

ปีการศึกษา..... 2553.....

5281776226 : MAJOR INSURANCE

KEYWORDS : PREMIUM / JOINT LIFE / COPULA / MULTIPLE DECREMENT / SURVIVAL FUNCTION

JIRAPHAT BHANPATTANAKUL : MULTIPLE DECREMENT JOINT LIFE INSURANCE PREMIUMS CALCULATION. ADVISOR : ASSOC. PROF. SUWANEE SURASIENGSUNK, Ph.D., 153 pp.

The purpose of this research is to calculate the multiple decrement joint life insurance premiums for dependence future life time. Data used in this research are the number of population and the number of death by sex, age, marital status and cause of death of the year 2006-2009 from the Ministry of Interior and the Ministry of Public Health respectively. Mortality rate and joint survival function of population are calculated by using Frank's copula function. Then mortality rate and joint survival function of population are used instead of mortality rate and joint survival function of insured to calculate the multiple decrement joint life insurance premium.

The results show that the multiple decrement joint life insurance premiums for dependence future life time are difference from the multiple decrement joint life insurance premiums for independence future life time. The multiple decrement joint life insurance premiums for dependence future life time depend on degree of dependence future life time of joint insured.

Department : Statistics

Field of Study : Insurance

Academic Year : 2010

Student's Signature Jiraphat Bhanpattanakul

Advisor's Signature Suwanee Surasiengsunk

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาและเมตตาอย่างสูงจากท่าน รองศาสตราจารย์ ดร. สุวาทณี สุรเสียงสังข์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ถ่ายทอดความรู้ด้านวิธี วิทยาการวิจัย และประสบการณ์ด้านต่างๆ แก่ผู้วิจัยอย่างเต็มที่ และเสียสละเวลาให้คำแนะนำ ปรึกษาช่วยแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ แก่ผู้วิจัย รวมทั้งให้กำลังใจ ดูแลเอาใจใส่และติดตามการทำ วิทยานิพนธ์ให้กับผู้วิจัยด้วยความปรารถนาดี คอยตักเตือน ให้อภัยและให้โอกาสในการเรียนรู้แก่ ผู้วิจัยเสมอมา ทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงใคร่กราบ ขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ วัลภา ประกอบผล รองศาสตราจารย์ จลีพร โกลากุล และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปรีชา วิจิตรธรรมรส ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่ามาเป็น กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และกรุณาให้ข้อเสนอแนะต่างๆ ที่มีคุณค่า และขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์ภาควิชาสถิติทุกท่านที่ได้ ประสิทธิ์ประสาทความรู้ที่เป็นประโยชน์ในทางวิชาการแก่ ผู้วิจัย

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ กระทรวงมหาดไทย และกระทรวงสาธารณสุข ที่กรุณาให้ ข้อมูลเพื่อใช้ในการวิจัยนี้

ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ภาควิชาสถิติ สาขาวิชาการประกันภัย ที่คอยเป็น กำลังใจ ให้ความช่วยเหลือต่างๆ และแลกเปลี่ยนความรู้กับผู้วิจัยตลอดระยะเวลาของการทำ วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง นายณัฐกร สุรเมธากุล ที่เป็นกำลังใจ และสละเวลาอันมีค่า เพื่อช่วยผู้วิจัยจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และขอขอบคุณอีกหลายท่านที่ไม่ได้เอ่ยชื่อนาม ที่มีส่วนช่วย ให้งานวิจัยนี้ประสบความสำเร็จได้เป็นอย่างดี

ท้ายที่สุด ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อพิทยา และคุณแม่จันทนา พันธุ์พัฒนกุล รวมทั้ง น้องสาวสุชญา พันธุ์พัฒนกุล รวมทั้งสมาชิกทุกคนในครอบครัว ‘พันธุ์พัฒนกุล’ ที่เป็นกำลังสำคัญ อย่างมากในการสนับสนุน ช่วยเหลือด้านทุนทรัพย์ ให้ความเข้าใจ และเป็นกำลังใจอย่างดีที่สุดกับ ผู้วิจัยเสมอมา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น.....	3
1.5 ข้อจำกัดของการวิจัย.....	3
1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	3
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
1.8 วิธีดำเนินการวิจัยอย่างย่อ.....	3
1.9 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิจัย.....	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 แนวคิดและทฤษฎี.....	5
2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	16
บทที่ 3 การหาอัตราภาระ.....	21
3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	21
3.2 ขั้นตอนการเตรียมข้อมูล.....	21
3.3 การปรับแก้ค่าอัตราภาระ.....	27
บทที่ 4 การประมาณค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วมของประชากร.....	47
4.1 การประมาณค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วม.....	47
4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประมาณค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วม.....	48
4.3 การเปรียบเทียบค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วมที่คำนวณได้.....	50

	หน้า
บทที่ 5 การคำนวณอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม.....	52
5.1 ตัวแบบสำหรับการคำนวณอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม.....	52
5.2 ผลการคำนวณอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม.....	55
5.3 การเปรียบเทียบค่าอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมที่คำนวณได้.....	72
5.4 ตัวอย่างแบบประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมพหุลดลง.....	77
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	85
6.1 สรุปผลการวิจัย.....	85
6.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	86
6.3 ข้อเสนอแนะ.....	87
รายการอ้างอิง.....	89
ภาคผนวก.....	91
ภาคผนวก ก ข้อมูลจำนวนการตายของประชากรที่ปรับแล้ว จำแนกตามเพศ อายุ สถานภาพสมรสและสาเหตุการตาย ของปี พ.ศ. 2550 – 2552.....	92
ภาคผนวก ข ค่าอัตราฆาตกรรมกลางปี จำแนกตามเพศ อายุ สถานภาพสมรส และ สาเหตุการตาย ในช่วงปี พ.ศ. 2550 – 2552.....	111
ภาคผนวก ค ค่าอัตราฆาตกรรม จำแนกตามเพศ อายุ สถานภาพสมรส และสาเหตุ การตาย ในช่วงปี พ.ศ. 2550 – 2552.....	118
ภาคผนวก ง ค่าอัตราฆาตกรรมที่ได้จากการปรับให้เรียบ จากสาเหตุการตายรวมทุก สาเหตุของเพศชายและเพศหญิง.....	125
ภาคผนวก จ ค่าอัตราฆาตกรรมของแต่ละสาเหตุที่ปรับใหม่จากการกระจายอัตรา ฆาตกรรม จากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุที่ปรับให้เรียบแล้วของ เพศชายและเพศหญิง.....	132
ภาคผนวก ฉ ค่าอัตราฆาตกรรมที่ได้จากการปรับให้เรียบของเพศชายและเพศหญิง อายุ 25 - 90 ปี.....	136
ภาคผนวก ช ค่าอัตราฆาตกรรมที่ปรับแก้แล้วของเพศชายและเพศหญิง อายุ 89 – 100 ปี.....	140
ภาคผนวก ซ ค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วม.....	142
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	153

สารบัญญัตราสาร

ตารางที่		หน้า
2.1	จำนวนและอัตราตายต่อประชากร 100,000 คน จำแนกตามสาเหตุที่สำคัญ พ.ศ. 2548 - 2552.....	14
2.2	สรุปรงานวิจัยในต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง.....	17
2.3	สรุปรงานวิจัยในประเทศไทยที่เกี่ยวข้อง.....	20
3.1	ค่า h ที่ได้ในการปรับแก้ค่าอัตราฆรรณะให้เรียบจากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุของเพศชายและเพศหญิง.....	30
3.2	ค่า h ที่ได้ในการปรับแก้ค่าอัตราฆรรณะให้เรียบจากสาเหตุการตายด้วยอุบัติเหตุ ครั้งที่ 1 ของเพศชายและเพศหญิง.....	33
3.3	ค่า h ที่ได้ในการปรับแก้ค่าอัตราฆรรณะให้เรียบจากสาเหตุการตายด้วยโรคมะเร็ง ครั้งที่ 1 ของเพศชายและเพศหญิง.....	35
3.4	ค่าประมาณพารามิเตอร์สำหรับตัวแบบคานนิสโตของค่าอัตราฆรรณะจากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุ.....	39
3.5	ค่าอัตราฆรรณะหลังจากการปรับแก้แล้วของเพศชายและเพศหญิงจำแนกจากสาเหตุการตาย.....	39
4.1	ค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วฆรรของประชากรเพศชายและเพศหญิง อายุ 25 45 65 และ 85 ปี เมื่อระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของประชากรร่วฆรรไม่เป็นอิสระกัน และค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในฟังก์ชันแฟรงค์คอปป์ลา (α) มีค่าต่างๆ และค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วฆรร เมื่อระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของประชากรร่วฆรรเป็นอิสระกัน.....	49
5.1	อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลา 10 ปี จากสาเหตุการตายด้วยอุบัติเหตุ ต่อจำนวนเงินเอาประกันภัย 1,000 บาท.....	56
5.2	อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลา 10 ปี จากสาเหตุการตายด้วยโรคมะเร็ง ต่อจำนวนเงินเอาประกันภัย 1,000 บาท	57
5.3	อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลา 10 ปี จากสาเหตุการตายด้วยสาเหตุอื่นๆ ต่อจำนวนเงินเอาประกันภัย 1,000 บาท	58
5.4	อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลา 10 ปี จากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุ ต่อจำนวนเงินเอาประกันภัย 1,000 บาท	59

ตารางที่	หน้า	
5.5	อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลา 10 ปี แบบมี 3 สาเหตุการตาย คือ อุบัติเหตุ โรคมะเร็งและสาเหตุอื่นๆ ต่อจำนวนเงินเอาประกันภัย 1,000 บาท.....	60
5.6	อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลา 20 ปี จากสาเหตุการตายด้วยอุบัติเหตุ ต่อจำนวนเงินเอาประกันภัย 1,000 บาท	61
5.7	อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลา 20 ปี จากสาเหตุการตายด้วยโรคมะเร็ง ต่อจำนวนเงินเอาประกันภัย 1,000 บาท	62
5.8	อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลา 20 ปี จากสาเหตุการตายด้วยสาเหตุอื่นๆ ต่อจำนวนเงินเอาประกันภัย 1,000 บาท	63
5.9	อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลา 20 ปี จากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุ ต่อจำนวนเงินเอาประกันภัย 1,000 บาท	64
5.10	อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลา 20 ปี แบบมี 3 สาเหตุการตาย คือ อุบัติเหตุ โรคมะเร็งและสาเหตุอื่นๆ ต่อจำนวนเงินเอาประกันภัย 1,000 บาท	65
5.11	อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบตลอดชีพ จากสาเหตุการตายด้วยอุบัติเหตุ ต่อจำนวนเงินเอาประกันภัย 1,000 บาท	66
5.12	อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบตลอดชีพ จากสาเหตุการตายด้วยโรคมะเร็ง ต่อจำนวนเงินเอาประกันภัย 1,000 บาท	67
5.13	อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบตลอดชีพ จากสาเหตุการตายด้วยสาเหตุอื่นๆ ต่อจำนวนเงินเอาประกันภัย 1,000 บาท	68
5.14	อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบตลอดชีพจากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุ ต่อจำนวนเงินเอาประกันภัย 1,000 บาท	69
5.15	อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบตลอดชีพ แบบมี 3 สาเหตุการตาย คือ อุบัติเหตุ โรคมะเร็งและสาเหตุอื่นๆ ต่อจำนวนเงินเอาประกันภัย 1,000 บาท	70
5.16	อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบเงินรายปี ที่จ่ายเงินรายปี 1,000 บาท ทุกสิ้นปี กรมธรรม์ トラบเท่าที่ผู้เอาประกันภัยยังมีชีวิตอยู่รอดทั้งคู่.....	71
5.17	การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของอายุและการเปลี่ยนแปลงของระดับความสัมพันธ์ของระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัย ที่มีผลต่ออัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม แบบชั่วระยะเวลา 10 ปี.....	74

ตารางที่	หน้า
5.18 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของอายุและการเปลี่ยนแปลงของระดับความสัมพันธ์ของระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัย ที่มีผลต่ออัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม แบบชั่วระยะเวลา 20 ปี.....	75
5.19 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของอายุและการเปลี่ยนแปลงของระดับความสัมพันธ์ของระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัย ที่มีผลต่ออัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม แบบตลอดชีพ.....	76
5.20 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของอายุและการเปลี่ยนแปลงของระดับความสัมพันธ์ของระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัย ที่มีผลต่ออัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม แบบเงินรายปี.....	76
5.21 อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม ต่อจำนวนเงินเอาประกันภัย 1,000 บาท.....	83
5.22 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของอายุและการเปลี่ยนแปลงของระดับความสัมพันธ์ของระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัย ที่มีผลต่ออัตราเบี้ยประกันชีวิตของกรมธรรม์ประกันชีวิตสุใจ.....	84

ศูนย์วิทยพัชกร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญญภาพ

แผนภาพที่		หน้า
3.1	ค่าอัตราการมรณะของเพศชาย สถานภาพสมรส สมรส จากสาเหตุการตายรวม ทุกสาเหตุ อุบัติเหตุ โรคมะเร็ง และสาเหตุอื่นๆ.....	25
3.2	ค่าอัตราการมรณะของเพศหญิง สถานภาพสมรส สมรส จากสาเหตุการตายรวม ทุกสาเหตุ อุบัติเหตุ โรคมะเร็ง และสาเหตุอื่นๆ.....	26
3.3	การเปรียบเทียบระหว่างค่าอัตราการมรณะก่อนการปรับให้เรียบและอัตราการมรณะ ที่ได้จากการปรับให้เรียบ จากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุของเพศชาย และ เพศหญิง อายุ 25 – 90 ปี.....	31
3.4	ค่าอัตราการมรณะของแต่ละสาเหตุที่ปรับใหม่จากการกระจายอัตราการมรณะจาก สาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุที่ปรับให้เรียบแล้ว.....	32
3.5	การเปรียบเทียบระหว่างค่าอัตราการมรณะก่อนการปรับให้เรียบและอัตราการมรณะ ที่ได้จากการปรับให้เรียบจากสาเหตุการตายด้วยอุบัติเหตุครั้งที่ 1 ของเพศ ชายและเพศหญิง.....	34
3.6	การเปรียบเทียบระหว่างค่าอัตราการมรณะก่อนการปรับให้เรียบและอัตราการมรณะ ที่ได้จากการปรับให้เรียบจากสาเหตุการตายด้วยโรคมะเร็งครั้งที่ 1 ของเพศ ชายและเพศหญิง.....	36
3.7	ค่าอัตราการมรณะหลังจากการปรับแก้แล้วของเพศชาย สถานภาพสมรส สมรส จากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุ อุบัติเหตุ โรคมะเร็ง และสาเหตุอื่นๆ.....	43
3.8	ค่าอัตราการมรณะหลังจากการปรับแก้แล้วของเพศหญิง สถานภาพสมรส สมรส จากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุ อุบัติเหตุ โรคมะเร็ง และสาเหตุอื่นๆ.....	45
5.1	ข้อกำหนดจ่ายผลประโยชน์ตามกรมธรรม์ประกันภัย.....	78

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในธุรกิจประกันชีวิตนั้นได้มีการออกแบบกรมธรรม์ให้มีความหลากหลาย เพื่อตอบสนองความต้องการของตลาด ซึ่งในปัจจุบันได้มีการประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม (Joint Life Insurance) ซึ่งเป็นการประกันชีวิตร่วมกันตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป ในกรมธรรม์ฉบับเดียวกัน โดยบริษัทจะจ่ายเงินจำนวนหนึ่งให้เมื่อผู้เอาประกันภัยคนหนึ่งเสียชีวิตลง การประกันชีวิตแบบนี้เหมาะกับคู่สามีภรรยา เมื่อคู่สมรสคนใดคนหนึ่งเสียชีวิตลง คู่สมรสอีกคนหนึ่งจะได้รับเงินประกันชีวิตหรือผู้ที่ทำธุรกิจร่วมกันเนื่องจากหากหุ้นส่วนคนใดคนหนึ่งเสียชีวิตลง หุ้นส่วนที่เหลือก็จะได้รับเงินประกันภัย ทำให้ธุรกิจสามารถดำเนินต่อไปได้ การคำนวณอัตราเบี้ยประกันภัยจะใช้วิธีการคิดค่าปัจจุบันทางคณิตศาสตร์ประกันภัย (Actuarial Present Value) ซึ่งในทางปฏิบัตินักคณิตศาสตร์ประกันภัยจะกำหนดสมมติฐานว่าให้ระยะเวลาการมีชีวิตรอดในอนาคต (Future Lifetime) ของผู้เอาประกันภัยร่วมกันนั้นเป็นอิสระกัน (Independent) แต่ในความเป็นจริงแล้วอาจไม่เป็นเช่นนั้น จึงทำให้ค่าอัตราเบี้ยประกันชีวิตที่คำนวณได้นั้นไม่สะท้อนความเสี่ยงที่แท้จริง

การซื้อการประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมจะเสียค่าเบี้ยประกันภัยน้อยกว่าการซื้อการประกันชีวิตแบบชีวิตเดี่ยวแยกกันคนละฉบับ ดังนั้นการประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่เหมาะสมกับคู่สมรสที่ต้องการทำประกันชีวิต แต่เนื่องจากปัญหาทางด้านข้อมูลที่ไม่มีการจัดบันทึกอายุที่เสียชีวิตของประชากรที่เป็นคู่สมรสกัน มีเพียงข้อมูลการเสียชีวิตจำแนกตามเพศ อายุ และสถานภาพของการสมรสเท่านั้น การหาฟังก์ชันการอยู่รอดร่วมโดยใช้แฟรังก์คอปูลา (Frank's copula) ซึ่งเป็นฟังก์ชันที่สามารถหาการแจกแจงร่วม (Joint Distribution) ของระยะเวลาการมีชีวิตรอดในอนาคตของสองชีวิตจากการแจกแจงส่วนริม (Marginal Distribution) ได้ ทั้งนี้การเสียชีวิตด้วยสาเหตุต่างกันก็มีความน่าจะเป็นในการเกิดต่างกันด้วย ดังนั้นสาเหตุของการเสียชีวิตจึงมีผลต่อการคิดเบี้ยประกันภัยด้วยเช่นกัน

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาถึงวิธีการคำนวณอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม เมื่อระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมไม่เป็นอิสระกันและการสิ้นสุดของสถานะเกิดจากหลายสาเหตุ (Multiple Decrement) ซึ่งจะทำให้ได้ค่าเบี้ยประกันชีวิตที่มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อคำนวณอัตราภาระของประชากรไทย จำแนกตามเพศ สถานภาพของการสมรส และสาเหตุการตายด้วยอุบัติเหตุ โรคมะเร็งและสาเหตุอื่นๆ
2. เพื่อประมาณค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วม (Joint Survival Function)
3. เพื่อคำนวณอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม และสาเหตุการตายด้วยอุบัติเหตุ โรคมะเร็งและสาเหตุอื่นๆ
4. เพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม เมื่อพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง (Association Parameter) ในฟังก์ชันแฟรงค์คอปปูลามีค่าต่างๆ กัน
5. เพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม ในกรณีที่ระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมไม่เป็นอิสระกัน และกรณีที่ระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมเป็นอิสระกัน

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ข้อมูลสำหรับการประมาณค่าอัตราภาระจะใช้ข้อมูลจำนวนประชากรไทย และจำนวนการตายของประชากรไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2549 – 2552 ที่มีอายุ 25 – 100 ปี
2. การประมาณค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วมจะใช้ฟังก์ชันแฟรงค์คอปปูลา
3. การคำนวณอัตราเบี้ยประกันชีวิตจะทำการคำนวณเป็นเบี้ยประกันภัยสุทธิจ่ายครั้งเดียว (Net Single Premium)
4. ระดับค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในฟังก์ชันแฟรงค์คอปปูลา จะใช้ค่า $\alpha = -10, -5, 5, 10$ โดยที่ α มีค่าเป็นลบ หมายถึง ระยะเวลาการมีชีวิตรอดในอนาคตของผู้เอาประกันภัยร่วมมีความสัมพันธ์กันในทิศทางตรงกันข้าม (ถ้าระยะเวลาการมีชีวิตรอดในอนาคตของผู้เอาประกันภัยร่วมคนหนึ่งมีค่ามาก ระยะเวลาการมีชีวิตรอดในอนาคตของผู้เอาประกันภัยร่วมอีกคนหนึ่งจะมีค่าน้อย)
- α มีค่าเป็นบวก หมายถึง ระยะเวลาการมีชีวิตรอดในอนาคตของผู้เอาประกันภัยร่วมมีความสัมพันธ์กันในทิศทางเดียวกัน (ถ้าระยะเวลาการมีชีวิตรอดในอนาคตของผู้เอาประกันภัยร่วมคนหนึ่งมีค่ามาก ระยะเวลาการมีชีวิตรอดในอนาคตของผู้เอาประกันภัยร่วมอีกคนหนึ่งจะมีค่ามากด้วย แต่ถ้าระยะเวลาการมีชีวิตรอดในอนาคตของผู้เอาประกันภัยร่วมคนหนึ่งมีค่าน้อย ระยะเวลาการมีชีวิตรอดในอนาคตของผู้เอาประกันภัยร่วมอีกคนหนึ่งจะมีค่าน้อยตามไปด้วย)

1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น

ระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมไม่เป็นอิสระกัน (Dependent)

1.5 ข้อจำกัดของการวิจัย

อัตราภาระที่ใช้คำนวณค่าอัตราเบี้ยประกันชีวิต เป็นค่าที่ได้จากข้อมูลจำนวนประชากรไทยและจำนวนการตายของประชากรไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 – 2552

1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

การประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม หมายถึง การประกันชีวิตร่วมกันตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป ในกรรมกรรมฉบับเดียวกัน โดยบริษัทจะจ่ายเงินจำนวนหนึ่งให้เมื่อผู้เอาประกันภัยคนหนึ่งเสียชีวิตลง การสิ้นสุดของสถานะหรือดีกรีเมนต์ (Decrement) หมายถึง การที่ผู้เอาประกันชีวิตสิ้นสุดจากสถานะที่รับประกันภัย

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อเป็นแนวทางในการประมาณค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วม
2. เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษา วิจัย การคำนวณอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมและการสิ้นสุดของสถานะเกิดจากหลายสาเหตุ เมื่อระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมไม่เป็นอิสระกัน
3. เพื่อเป็นแนวทางให้บริษัทประกันชีวิตในการพิจารณาถึงการคำนวณอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมและการสิ้นสุดของสถานะเกิดจากหลายสาเหตุ เมื่อระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมไม่เป็นอิสระกัน

1.8 วิธีดำเนินการวิจัยอย่างย่อ

1. ศึกษาวิธีการคำนวณเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม
2. ศึกษาวิธีการคำนวณอัตราภาระเมื่อการสิ้นสุดของสถานะเกิดจากหลายสาเหตุ
3. เก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
4. ประมาณค่าอัตราภาระจำแนกตามสถานภาพของการสมรสและสาเหตุการตายด้วยอุบัติเหตุ โรคมะเร็งและสาเหตุอื่นๆ
5. ประมาณค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วมโดยใช้ฟังก์ชันแฟรงค์คอปปูลา
6. คำนวณอัตราเบี้ยประกันภัยสุทธิจ่ายครั้งเดียวแบบชีวิตร่วมและมีหลายสาเหตุการตายคือ อุบัติเหตุ โรคมะเร็งและสาเหตุอื่นๆ

7. คำนวณอัตราเบี้ยประกันภัยสุทธิจ่ายครั้งเดียวแบบชีวิตร่วมและมีหลายสาเหตุการตาย คือ อุบัติเหตุ โรคมะเร็งและสาเหตุอื่นๆ เมื่อระดับค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องมีค่าต่างๆ

8. เปรียบเทียบอัตราเบี้ยประกันภัยสุทธิจ่ายครั้งเดียวแบบชีวิตร่วมและมีหลายสาเหตุการตาย คือ อุบัติเหตุ โรคมะเร็งและสาเหตุอื่นๆ เมื่อระดับค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องมีค่าต่างๆ

9. เปรียบเทียบอัตราเบี้ยประกันภัยสุทธิจ่ายครั้งเดียวแบบชีวิตร่วมและมีหลายสาเหตุการตาย คือ อุบัติเหตุ โรคมะเร็งและสาเหตุอื่นๆ ในกรณีที่ระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมไม่เป็นอิสระกัน และกรณีที่ระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมเป็นอิสระกัน

10. เขียนรายงานและสรุปผลการวิจัย

1.9 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิจัย

วิทยานิพนธ์ในเล่มนี้ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 6 บท โดยที่บทที่ 1 จะกล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา รวมทั้งวัตถุประสงค์ของงานวิจัยและข้อจำกัดต่างๆ ในบทที่ 2 จะกล่าวถึง ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในบทที่ 3 จะกล่าวถึงการหาค่าอัตราดอกเบี้ยและการปรับแก้ค่าอัตราดอกเบี้ย ส่วนในบทที่ 4 จะกล่าวถึงการประมาณค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วมของประชากรทั้งในกรณีที่ระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมไม่เป็นอิสระกัน และกรณีที่ระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมเป็นอิสระกัน หลังจากนั้นในบทที่ 5 จะกล่าวถึงการคำนวณอัตราเบี้ยประกันภัยสุทธิจ่ายครั้งเดียวแบบชีวิตร่วมและมีหลายสาเหตุการตาย คือ อุบัติเหตุ โรคมะเร็งและสาเหตุอื่นๆ ทั้งในกรณีที่ระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมไม่เป็นอิสระกัน และกรณีที่ระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมเป็นอิสระกัน และท้ายสุดในบทที่ 6 จะเป็นการสรุปผลการวิจัย อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดและทฤษฎี

2.1.1 การประกันชีวิตแบบหลายชีวิต (Multiple Life) (Bowers et al., 1997: 257-287)

2.1.1.1 สถานะชีวิตร่วม

สถานะชีวิตร่วม (Joint-Life Status) คือสถานะที่ยังคงมีอยู่เมื่อสมาชิกทุกคนในกลุ่มยังมีชีวิตอยู่ และสถานะนั้นจะสิ้นสุดลงเมื่อสมาชิกคนใดคนหนึ่งในกลุ่มเสียชีวิตลง

สถานะชีวิตร่วมจะใช้สัญลักษณ์ (x_1, x_2, \dots, x_m) โดยที่ x_i แทน อายุของสมาชิกคนที่ i และ $i = 1, 2, \dots, m$

ก. เวลาที่เหลืออยู่ของสถานะชีวิตร่วม

เวลาที่เหลืออยู่ของสถานะชีวิตร่วมใช้สัญลักษณ์

$$T(x_1, x_2, \dots, x_m) = \min[T(x_1), T(x_2), \dots, T(x_m)]$$

โดย

$T(x_i)$ คือเวลาที่เหลืออยู่ของคนอายุ x_i

กรณีที่มีสองชีวิตจะใช้ $T(xy) = \min[T(x), T(y)]$ โดยมีฟังก์ชันการแจกแจงร่วม (Joint Distribution Function) ของสถานะชีวิตร่วมคือ

$$\begin{aligned} F_T(t) &= {}_tq_{xy} \\ &= \Pr(T \leq t), t > 0 \\ &= \Pr\{\min[T(x), T(y)] \leq t\} \\ &= 1 - \Pr\{\min[T(x), T(y)] > t\} \\ &= 1 - \Pr\{T(x) > t \text{ and } T(y) > t\} \\ &= 1 - S_{T(x)T(y)}(t, t) \\ &= 1 - {}_t p_{xy} \\ &= {}_t q_x + {}_t q_y - F_{T(x)T(y)}(t, t) \end{aligned}$$

โดย $S_{T(x)T(y)}(t, t)$ คือ ฟังก์ชันการอยู่รอดร่วมของคนอายุ x และ y

${}_t p_{xy}$ คือ ความน่าจะเป็นที่คนอายุ x และ y จะมีชีวิตอยู่รอดไปอีก t ปี

${}_t q_x$ คือ ความน่าจะเป็นที่คนอายุ x จะเสียชีวิตภายในระยะเวลา t ปี

ในกรณีที่สองชีวิตเป็นอิสระกันจะได้ว่า

$${}_t p_{xy} = {}_t p_x \cdot {}_t p_y$$

ค่าคาดหวัง (Expectation) ของเวลาที่เหลืออยู่ของสถานะชีวิตร่วมคือ

$$E[T(xy)] = e_{xy} = \int_0^{\infty} {}_t p_{xy} dt$$

ความแปรปรวน (Variance) ของเวลาที่เหลืออยู่ของสถานะชีวิตร่วมคือ

$$\text{Var}[T(xy)] = 2 \int_0^{\infty} {}_t p_{xy} dt - (e_{xy})^2$$

ข. เวลาที่เหลืออยู่ของสถานะชีวิตร่วมที่เต็มปี

เวลาที่เหลืออยู่ของสถานะชีวิตร่วมที่เต็มปี (Curtate Future Lifetime of Joint Life Status) คือ จำนวนปีที่เต็มปีที่สถานะชีวิตร่วมยังคงมีอยู่

ให้ $K(xy)$ เป็นตัวแปรสุ่มที่ไม่ต่อเนื่อง แทนจำนวนปีที่เต็มปีที่สถานะชีวิตร่วมยังคงมีอยู่ โดยที่ $k = 0, 1, 2, \dots$

ความน่าจะเป็นที่สถานะชีวิตร่วมจะสิ้นสุดในระหว่างช่วงเวลา k ถึง $k+1$ คือ

$$\begin{aligned} \Pr(K(xy) = k) &= \Pr(k \leq T < k+1) \\ &= \Pr(k < T \leq k+1) \\ &= \Pr(T \leq k+1) - \Pr(T \leq k) \\ &= {}_k p_{xy} - {}_{k+1} p_{xy} \\ &= {}_k p_{xy} q_{x+k:y+k} \\ &= {}_{k|} q_{xy} \end{aligned}$$

ในกรณีที่สองชีวิตเป็นอิสระกันจะได้ว่า

$$\begin{aligned} q_{x+k:y+k} &= 1 - p_{x+k:y+k} \\ &= 1 - p_{x+k} p_{y+k} \\ &= 1 - (1 - q_{x+k})(1 - q_{y+k}) \\ &= q_{x+k} + q_{y+k} - q_{x+k} q_{y+k} \\ &= q_{x+k} + (1 - q_{x+k}) q_{y+k} \end{aligned}$$

ค่าคาดหวัง (Expectation) ของเวลาที่เหลืออยู่ของสถานะชีวิตร่วมที่เต็มปีคือ

$$E[K(xy)] = e_{xy} = \sum_{k=1}^{\infty} {}_k p_{xy}$$

2.1.1.2 สถานะอยู่รอดคนสุดท้าย

สถานะอยู่รอดคนสุดท้าย (Last-Survival Status) คือสถานะที่ยังคงมีอยู่เมื่อมีสมาชิกอย่างน้อย 1 คนในกลุ่มยังมีชีวิตอยู่ และสถานะนั้นจะสิ้นสุดลงเมื่อสมาชิกคนสุดท้ายในกลุ่มเสียชีวิตลง

สถานะอยู่รอดคนสุดท้ายจะใช้สัญลักษณ์ $\overline{(x_1, x_2, \dots, x_m)}$ โดยที่ x_i แทน อายุของสมาชิกคนที่ i และ $i = 1, 2, \dots, m$

ก. เวลาที่เหลืออยู่ของสถานะอยู่รอดคนสุดท้าย

เวลาที่เหลืออยู่ของสถานะอยู่รอดคนสุดท้ายใช้สัญลักษณ์

$$T(\overline{(x_1, x_2, \dots, x_m)}) = \max[T(x_1), T(x_2), \dots, T(x_m)]$$

กรณีที่มีสองชีวิตจะใช้ $T(xy) = \max[T(x), T(y)]$ สามารถหาฟังก์ชันการแจกแจงร่วมในรูปความสัมพันธ์ระหว่าง $T(x)$ $T(y)$ $T(xy)$ และ $T(\overline{xy})$ ได้ดังนี้

$$T(xy) + T(\overline{xy}) = T(x) + T(y)$$

$$T(xy)T(\overline{xy}) = T(x)T(y)$$

$$a^{T(xy)} + a^{T(\overline{xy})} = a^{T(x)} + a^{T(y)}, a > 0$$

ฟังก์ชันการแจกแจงร่วม (Joint Distribution Function) ของสถานะอยู่รอดคนสุดท้าย คือ

$$F_{T(xy)}(t) + F_{T(\overline{xy})}(t) = F_{T(x)}(t) + F_{T(y)}(t)$$

$$F_{T(\overline{xy})}(t) = F_{T(x)}(t) + F_{T(y)}(t) - F_{T(xy)}(t)$$

เขียนในรูปความน่าจะเป็นที่คนอายุ x หรือ y จะมีชีวิตอยู่รอดไปอีก t ปีได้ดังนี้

$${}_t p_{\overline{xy}} = {}_t p_x + {}_t p_y - {}_t p_{xy}$$

ในกรณีที่สองชีวิตเป็นอิสระกันจะได้ว่า

$${}_t p_{\overline{xy}} = {}_t p_x + {}_t p_y - {}_t p_x {}_t p_y$$

ค่าคาดหวัง (Expectation) ของเวลาที่เหลืออยู่ของสถานะอยู่รอดคนสุดท้ายคือ

$$\begin{aligned} E[T(\overline{xy})] &= \int_0^{\infty} e^{-\delta t} {}_t p_{\overline{xy}} dt \\ &= \int_0^{\infty} e^{-\delta t} ({}_t p_x + {}_t p_y - {}_t p_x {}_t p_y) dt \\ &= \overset{\circ}{e}_x + \overset{\circ}{e}_y - \overset{\circ}{e}_{xy} \end{aligned}$$

ความแปรปรวน (Variance) ของเวลาที่เหลืออยู่ของสถานะอยู่รอดคนสุดท้ายคือ

$$\text{Var}[T(\overline{xy})] = 2 \int_0^{\infty} t e^{-\delta t} {}_t p_{\overline{xy}} dt - (\overset{\circ}{e}_{\overline{xy}})^2$$

ข. เวลาที่เหลืออยู่ของสถานะอยู่รอดคนสุดท้ายที่เต็มปี

เวลาที่เหลืออยู่ของสถานะอยู่รอดคนสุดท้ายที่เต็มปี (Curtate Future Lifetime of Joint-Life Survival Status) แทนด้วย $K(\overline{xy})$ เขียนในรูปความสัมพันธ์ระหว่าง $K(x)$ $K(y)$ $K(xy)$ และ $K(\overline{xy})$ ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} K(xy) + K(\overline{xy}) &= K(x) + K(y) \\ K(xy)K(\overline{xy}) &= K(x)K(y) \\ a^{K(xy)} + a^{K(\overline{xy})} &= a^{K(x)} + a^{K(y)}, a > 0 \\ F_{K(xy)}(k) + F_{K(\overline{xy})}(k) &= F_{K(x)}(k) + F_{K(y)}(k) \end{aligned}$$

ความน่าจะเป็นที่สถานะอยู่รอดคนสุดท้ายที่เต็มปีจะสิ้นสุดในระหว่างช่วงเวลา k ถึง $k+1$ คือ

$$\begin{aligned} \Pr[K(\overline{xy}) = k] &= f_{K(\overline{xy})}(k) \\ &= {}_k p_x q_{x+k} + {}_k p_y q_{y+k} - {}_k p_{xy} q_{x+k:y+k} \end{aligned}$$

ในกรณีที่สองชีวิตเป็นอิสระกันจะได้ว่า

$$\begin{aligned} \Pr[K(\overline{xy}) = k] &= {}_k p_x q_{x+k} + {}_k p_y q_{y+k} - {}_k p_x {}_k p_y (q_{x+k} + q_{y+k} - q_{x+k} q_{y+k}) \\ &= (1 - {}_k p_y) {}_k p_x q_{x+k} + (1 - {}_k p_x) {}_k p_y q_{y+k} + {}_k p_x {}_k p_y q_{x+k} q_{y+k} \end{aligned}$$

ค่าคาดหวัง (Expectation) ของเวลาที่เหลืออยู่ของสถานะอยู่รอดคนสุดท้ายที่เต็มปีคือ

$$\begin{aligned} E[K(\overline{xy})] &= e_{\overline{xy}}^- \\ &= \sum_{k=1}^{\infty} {}_k p_{\overline{xy}}^- \\ &= e_x + e_y - e_{xy} \end{aligned}$$

2.1.1.3 การหาค่าปัจจุบันทางคณิตศาสตร์ประกันภัย (Actuarial Present Value: APV)

การหาค่าปัจจุบันทางคณิตศาสตร์ประกันภัยของการประกันหลายชีวิตจะใช้ (u) แทนสถานะการอยู่รอด (Survival Status)

ก. การจ่ายผลประโยชน์ ณ สิ้นปีกรมธรรม์เมื่อ (u) สิ้นสุดลง

การจ่ายผลประโยชน์ ณ สิ้นปีกรมธรรม์เมื่อ (u) สิ้นสุดลง โดย K เป็นเวลาที่เหลืออยู่ของ (u) ที่เต็มปี การจ่ายเงินผลประโยชน์จะจ่ายที่สิ้นปีกรมธรรม์คือ $K+1$

ถ้าการจ่ายผลประโยชน์ 1 บาท ณ สิ้นปีกรมธรรม์เมื่อ (u) สิ้นสุดลง แล้ว

$$Z = v^{K+1}$$

กำหนดให้ A_u เป็นสัญลักษณ์ที่ใช้แทนค่าปัจจุบันทางคณิตศาสตร์ประกันภัยที่จ่ายผลประโยชน์ 1 บาท ซึ่งคือเบี้ยประกันภัยสุทธิจ่ายครั้งเดียวนั่นเอง

$$\begin{aligned} A_u &= E[Z] \\ &= \sum_0^{\infty} v^{k+1} \Pr(K = k) \end{aligned}$$

$$\text{และ } \text{Var}(Z) = {}^2A_u - (A_u)^2$$

กรณีจ่ายผลประโยชน์ 1 บาท ณ สิ้นปีกรมธรรม์เมื่อผู้เอาประกันภัยคนสุดท้ายเสียชีวิตลง

$$\text{จะได้ } A_{xy} = \sum_0^{\infty} v^{k+1} ({}_k p_x q_{x+k} + {}_k p_y q_{y+k} - {}_k p_{xy} q_{x+k;y+k})$$

เขียนในรูปความสัมพันธ์ระหว่าง A_{xy} , A_x และ A_y ได้ดังนี้

$$A_{xy} + A_{xy} = A_x + A_y$$

ข. การจ่ายผลประโยชน์ทันทีเมื่อ (u) สิ้นสุดลง

การจ่ายผลประโยชน์ทันทีเมื่อ (u) สิ้นสุดลง โดย T เป็นเวลาที่เหลืออยู่ของ (u)

ถ้าการจ่ายผลประโยชน์ 1 บาท ทันทีเมื่อ (u) สิ้นสุดลง แล้ว

$$Z = v^T$$

กำหนดให้ \bar{A}_u เป็นสัญลักษณ์ที่ใช้แทนค่าปัจจุบันทางคณิตศาสตร์ประกันภัยที่จ่ายผลประโยชน์ 1 บาท ซึ่งคือเบี้ยประกันภัยสุทธิจ่ายครั้งเดียวนั่นเอง

$$\begin{aligned} \bar{A}_u &= E[Z] \\ &= \int_0^{\infty} v^t {}_t p_u \mu_u(t) dt \end{aligned}$$

$$\text{และ } \text{Var}(Z) = {}^2\bar{A}_u - (\bar{A}_u)^2$$

กรณีจ่ายผลประโยชน์ 1 บาท ทันทีเมื่อผู้เอาประกันภัยคนสุดท้ายเสียชีวิตลง จะได้

$$\begin{aligned} \bar{A}_{xy} &= \int_0^{\infty} v^t {}_t p_{xy} \mu_{xy}(t) dt \\ &= \int_0^{\infty} v^t [{}_t p_x \mu(x+t) + {}_t p_y \mu(y+t) - {}_t p_{xy} \mu_{xy}(t)] dt \end{aligned}$$

เขียนในรูปความสัมพันธ์ระหว่าง \bar{A}_{xy} , \bar{A}_x และ \bar{A}_y ได้ดังนี้

$$\bar{A}_{xy} + \bar{A}_{xy} = \bar{A}_x + \bar{A}_y$$

2.1.2 คอปจูลา (Copula)

คอปจูลาเป็นฟังก์ชันที่ใช้เชื่อมสองสิ่งเข้าด้วยกัน ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ทางสถิติหลายตัวแปร (Multivariate Statistical Analysis) เพื่อการระบุถึงชั้น (Class) ของการแจกแจงสองตัวแปร (Bivariate Distributions) ด้วยการกำหนดการแจกแจงส่วนนริม (Marginal Distribution)

คอปจูลาที่ถูกพัฒนาและนำมาประยุกต์ใช้ในทางประกันภัยตัวหนึ่ง (Bowers et al., 1997: 278) คือ แฟรงค์คอปจูลา (Frank's copula) เนื่องจากสามารถหาการแจกแจงร่วมของระยะเวลาการมีชีวิตรอดในอนาคตของสองชีวิต $F_{T(x)T(y)}(s,t)$ จากการแจกแจงส่วนนริมของ $F_{T(x)}(s)$ และ $F_{T(y)}(t)$ ได้ดังนี้

$$F_{T(x)T(y)}(s,t) = \frac{1}{\alpha} \ln \left[1 + \frac{(e^{\alpha F_{T(x)}(s)} - 1)(e^{\alpha F_{T(y)}(t)} - 1)}{e^\alpha - 1} \right] \quad \text{เมื่อ } \alpha \neq 0$$

โดยที่

$$\begin{aligned} F_{T(x)T(y)}(0,0) &= 0 \\ F_{T(x)T(y)}(\infty,\infty) &= 1 \\ F_{T(x)T(y)}(s,\infty) &= F_{T(x)}(s) \\ F_{T(x)T(y)}(\infty,t) &= F_{T(y)}(t) \end{aligned}$$

และจะได้ว่า

$$\begin{aligned} f_{T(x)T(y)}(s,t) &= \frac{\partial}{\partial s \partial t} F_{T(x)T(y)}(s,t) \\ &= \frac{\alpha f_{T(x)}(s) f_{T(y)}(t) [e^{\alpha[F_{T(x)}(s)+F_{T(y)}(t)]}]}{[(e^\alpha - 1) + (e^{\alpha F_{T(x)}(s)} - 1)(e^{\alpha F_{T(y)}(t)} - 1)]^2} (e^\alpha - 1) \\ &\geq 0 \end{aligned}$$

ถ้าพารามิเตอร์ $\alpha \rightarrow 0$ ในลิมิตจะได้ว่า $T(x)$ และ $T(y)$ เป็นอิสระกัน ดังนี้

$$\lim_{\alpha \rightarrow 0} f_{T(x)T(y)}(s,t) = f_{T(x)}(s) f_{T(y)}(t) \left\{ \lim_{\alpha \rightarrow 0} [A(\alpha)B(\alpha)C(\alpha)] \right\}$$

เมื่อ

$$A(\alpha) = e^{\alpha[F_{T(x)}(s)+F_{T(y)}(t)]}$$

$$B(\alpha) = \frac{(e^\alpha - 1)\alpha}{(e^\alpha - 1)^2}$$

$$C(\alpha) = \frac{1}{\left\{ 1 + \left[(e^{\alpha F_{T(x)}(s)} - 1)(e^{\alpha F_{T(y)}(t)} - 1) / (e^\alpha - 1) \right] \right\}^2}$$

$$\text{จะได้ว่า } \lim_{\alpha \rightarrow 0} A(\alpha) = 1$$

$$\lim_{\alpha \rightarrow 0} B(\alpha) = 1$$

$$\lim_{\alpha \rightarrow 0} C(\alpha) = 1$$

$$\text{และ } \lim_{\alpha \rightarrow 0} f_{T(x)T(y)}(s,t) = f_{T(x)}(s)f_{T(y)}(t)$$

นั่นคือ $T(x)$ และ $T(y)$ เป็นอิสระกันในลิมิตเมื่อ $\alpha \rightarrow 0$

ทั้งนี้ข้อดีของแฟรังก์คอปปูลาคือพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในฟังก์ชันแฟรังก์คอปปูลาเป็นจำนวนจริง และมีค่าได้ทั้งค่าบวกและค่าลบ นอกจากนี้ยังเป็นฟังก์ชันที่มีความสมมาตรอีกด้วย (Meester and Mackay, 1994: 956)

2.1.3 การสิ้นสุดของสถานะแบบพหุลดลง (Multiple decrement) (Bowers et al., 1997: 307-332)

การสิ้นสุดของสถานะหรือเรียกว่าดีกรีเมนต์ (Decrement) อาจเกิดได้จากหลายสาเหตุ ซึ่งจะมีตัวแปรสุ่มที่เกี่ยวข้องคือเวลาที่เหลืออยู่จนกระทั่งสถานะสิ้นสุดลง (Time-Until-Termination) และสาเหตุของการสิ้นสุดสถานะ (Cause of the Termination) การหาฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องกับการสิ้นสุดของสถานะจากหลายสาเหตุตามสูตรที่ระบุต่อไปนี้เป็นกรณีชีวิตเดี่ยว (Single Life)

2.1.3.1 ตัวแปรสุ่ม

กำหนดให้ $J(x) = j$ เป็นสัญลักษณ์แทนสาเหตุของการสิ้นสุดของสถานะหรือดีกรีเมนต์ (Cause of Decrement) โดยที่ J เป็นตัวแปรสุ่มแบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete Random Variable) อาจแทนด้วยเลขได้คือ 1, 2, 3 แทนสาเหตุที่ 1 2 3 ตามลำดับ

กำหนดให้ $f_{T,J}(t,j)$ แทนฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็นร่วม (Joint Probability Density Function) ของ T และ J

ความน่าจะเป็นของดีกรีเมนต์จากสาเหตุที่ j ระหว่างเวลา t และ $t+dt$ คือ

$$f_{T,J}(t,j)dt = \Pr\{t < T \leq t+dt \cap (J=j)\}$$

ความน่าจะเป็นของดีกรีเมนต์จากสาเหตุที่ j ก่อนเวลา t คือ

$$\begin{aligned} \int_0^t f_{T,J}(s,j)ds &= \Pr\{0 < T \leq t \cap (J=j)\} \\ &= {}_tq_x^{(j)} \quad t \geq 0, j=1,2,\dots,m \end{aligned}$$

ความน่าจะเป็นของดีกรีเมนต์จากทุกสาเหตุ ระหว่างเวลา a และ b คือ

$$\sum_{j=1}^m \int_a^b f_{T,J}(t,j)dt = \Pr\{(a < T \leq b) \cap (J=j)\}$$

กำหนดให้ $f_j(j)$ แทนฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็นส่วนริมนของ J หรือความน่าจะเป็นของดีกรีเมทจากสาเหตุที่ j ณ เวลาใดๆ ในอนาคตคือ

$$f_j(j) = \int_0^{\infty} f_{T,j}(s,j) ds = {}_{\infty}q_x^{(j)} \quad j = 1, 2, \dots, m$$

กำหนดให้ $f_T(t)$ แทนฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็นส่วนริมนของ T คือ

$$f_T(t) = \sum_{j=1}^m f_{T,j}(t,j)$$

$$F_T(t) = \int_0^t f_T(s) ds$$

กำหนดให้ (τ) เป็นสัญลักษณ์แทนทุกสาเหตุ จะได้ว่า

$${}_tq_x^{(\tau)} = \Pr\{T \leq t\} = F_T(t) = \int_0^t f_T(s) ds$$

$$= \int_0^t \sum_{j=1}^m f_{T,j}(s,j) ds$$

$$= \sum_{j=1}^m \int_0^t f_{T,j}(s,j) ds$$

$$= \sum_{j=1}^m {}_tq_x^{(j)}$$

$${}_tp_x^{(\tau)} = \Pr\{T > t\} = 1 - {}_tq_x^{(\tau)}$$

กำหนดให้ $\mu_x^{(j)}(t)$ แทนพลังดีกรีเมท (Force of Decrement)

จากสาเหตุที่ j

$$\begin{aligned} \mu_x^{(j)}(t) &= \frac{f_{T,j}(t,j)}{1 - f_T(t)} \\ &= \frac{f_{T,j}(t,j)}{{}_tp_x^{(\tau)}} \\ &= \frac{1}{{}_tp_x^{(\tau)}} \frac{d}{dt} {}_tq_x^{(j)} \end{aligned}$$

กำหนดให้ $\mu_x^{(\tau)}(t)$ แทนพลังดีกรีเมทจากทุกสาเหตุ (Total Force of Decrement)

$$\mu_x^{(\tau)}(t) = \frac{f_T(t)}{1 - f_T(t)}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{1}{{}_t p_x^{(\tau)}} \frac{d}{dt} {}_t q_x^{(\tau)} \\
&= -\frac{1}{{}_t p_x^{(\tau)}} \frac{d}{dt} {}_t p_x^{(\tau)} \\
&= -\frac{d}{dt} \ln {}_t p_x^{(\tau)} \\
&= \sum_{j=1}^m \mu_x^{(j)}(t)
\end{aligned}$$

นั่นคือพลังดีครีเมนต์จากทุกสาเหตุมีค่าเท่ากับผลรวมของพลังดีครีเมนต์จาก m สาเหตุ และจะได้ว่า

$${}_t p_x^{(\tau)} = e^{-\int_0^t \mu_x^{(\tau)}(s) ds}$$

ดังนั้นสามารถเขียนฟังก์ชันความน่าจะเป็นร่วม ฟังก์ชันความน่าจะเป็นส่วนริบ และ ฟังก์ชันความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไขด้วยสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ประกันภัย (Actuarial Notation) ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
f_{T,J}(t,j) &= {}_t p_x^{(\tau)} \mu_x^{(j)}(t) \\
f_J(j) &= {}_\infty q_x^{(j)} \\
f_T(t) &= {}_t p_x^{(\tau)} \mu_x^{(\tau)}(t)
\end{aligned}$$

ความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไขของดีครีเมนต์จากสาเหตุที่ j ณ เวลา t คือ

$$\begin{aligned}
f_{J|T}(j|t) &= \frac{f_{T,J}(t,j)}{f_T(t)} \\
&= \frac{{}_t p_x^{(\tau)} \mu_x^{(j)}(t)}{{}_t p_x^{(\tau)} \mu_x^{(\tau)}(t)} \\
&= \frac{\mu_x^{(j)}(t)}{\mu_x^{(\tau)}(t)}
\end{aligned}$$

กรณีตัวแปรสุ่มไม่ต่อเนื่องสำหรับเวลาที่เหลืออยู่เต็มปีก่อนเกิดดีครีเมนต์ (Curtate-Future-Year) ของคนอายุ x จะใช้ตัวแปรสุ่ม K

ฟังก์ชันการแจกแจงร่วมของ K และ J คือ

$$\begin{aligned}
\Pr\{(K=k) \cap (J=j)\} &= \Pr\{(k < T \leq k+1) \cap (J=j)\} \\
&= \int_k^{k+1} {}_t p_x^{(\tau)} \mu_x^{(j)}(t) dt \\
&= {}_k p_x^{(\tau)} \int_k^{k+1} p_{x+k}^{(\tau)} \mu_x^{(j)}(t) dt
\end{aligned}$$

$$= {}_k p_x^{(\tau)} \int_k^{k+1} e^{-\int_k^t \mu_x^{(\tau)}(u) du} \mu_x^{(j)}(t) dt$$

เปลี่ยนตัวอินทิเกรตเป็น $r = u - k$ และ $s = t - k$ จะได้

$$= {}_k p_x^{(\tau)} \int_0^1 e^{-\int_0^s \mu_x^{(\tau)}(k+r) dr} \mu_x^{(j)}(k+s) ds$$

ถ้ากำหนดให้ $\mu_x(k+s) = \mu_{x+k}(s)$ สำหรับทุกค่าของ x, k และ $s \geq 0$ จะได้ว่า

$$\begin{aligned} \Pr\{(K=k) \cap (J=j)\} &= {}_k p_x^{(\tau)} \int_0^1 {}_s p_{x+k}^{(\tau)} \mu_{x+k}^{(j)}(s) ds \\ &= {}_k p_x^{(\tau)} q_{x+k}^{(j)} \end{aligned}$$

ความน่าจะเป็นของดีกรีเมนท์จากทุกสาเหตุระหว่างอายุ $x+k$ และ $x+k+1$ เมื่อกำหนดให้มีชีวิตอยู่รอด ณ อายุ $x+k$ คือ

$$\begin{aligned} q_{x+k}^{(\tau)} &= \int_0^1 {}_s p_{x+k}^{(\tau)} \mu_{x+k}^{(\tau)}(s) ds \\ &= \int_0^1 {}_s p_{x+k}^{(\tau)} \sum_{j=1}^m \mu_{x+k}^{(j)}(s) ds \\ &= \sum_{j=1}^m q_{x+k}^{(j)} \end{aligned}$$

2.1.4 สาเหตุการตายของประชากรในประเทศไทย

กระทรวงสาธารณสุขได้ทำการรวบรวมข้อมูลสถิติจำนวนการตายของประชากรในประเทศไทย จากใบมรณบัตร ซึ่งจำแนกตามสาเหตุที่สำคัญ 10 ลำดับแรก ในปี พ.ศ. 2548 – 2552 (กลุ่มภารกิจด้านข้อมูลข่าวสารและสารสนเทศสุขภาพ, ออนไลน์) ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 จำนวนและอัตราตายต่อประชากร 100,000 คน จำแนกตามสาเหตุที่สำคัญ พ.ศ. 2548 - 2552

สาเหตุการตาย	ปี 2548 จำนวน (คน) (อัตรา)	ปี 2549 จำนวน (คน) (อัตรา)	ปี 2550 จำนวน (คน) (อัตรา)	ปี 2551 จำนวน (คน) (อัตรา)	ปี 2552 จำนวน (คน) (อัตรา)
มะเร็งและเนื้องอกทุกชนิด	50,622 (81.40)	52,062 (83.10)	53,434 (84.90)	55,403 (87.60)	56,058 (88.34)
อุบัติเหตุและการเป็นพิษ	35,818 (57.60)	37,433 (59.80)	35,661 (56.70)	34,851 (55.10)	35,304 (55.63)

ตารางที่ 2.1 จำนวนและอัตราตายต่อประชากร 100,000 คน จำแนกตามสาเหตุที่สำคัญ พ.ศ.
2548 - 2552 (ต่อ)

สาเหตุการตาย	ปี 2548 จำนวน (คน) (อัตรา)	ปี 2549 จำนวน (คน) (อัตรา)	ปี 2550 จำนวน (คน) (อัตรา)	ปี 2551 จำนวน (คน) (อัตรา)	ปี 2552 จำนวน (คน) (อัตรา)
โรคหัวใจ	17,539 (28.20)	17,775 (28.40)	18,452 (29.30)	18,820 (29.80)	18,375 (28.96)
ความดันเลือดสูงและ โรคหลอดเลือดในสมอง	18,171 (29.20)	15,284 (24.40)	15,286 (24.30)	15,596 (24.70)	15,648 (24.66)
ปอดอักเสบและโรคอื่น ๆ ของปอด	13,946 (22.40)	13,766 (22.00)	14,179 (22.50)	14,542 (23.00)	14,542 (22.92)
ไตอักเสบ กลุ่มอาการของไตพิการ และไตพิการ	12,591 (20.20)	12,884 (20.60)	13,538 (21.50)	14,235 (22.50)	13,191 (20.79)
โรคเกี่ยวกับตับและตับอ่อน	9,061 (14.60)	9,002 (14.40)	8,761 (13.90)	8,738 (13.80)	8,562 (13.49)
การบาดเจ็บจากการฆ่าตัวตาย ถูกฆ่าตาย และอื่น ๆ	7,342 (11.80)	6,971 (11.10)	7,223 (11.50)	6,935 (11.00)	6,642 (10.47)
วัณโรคทุกชนิด	5,534 (8.90)	5,214 (8.30)	4,859 (7.70)	4,821 (7.60)	4,568 (7.20)
โรคภูมิคุ้มกันบกพร่องเนื่องจาก ไวรัส	7,949 (12.80)	6,551 (10.50)	5,522 (8.80)	4,683 (7.40)	4,046 (6.38)
อื่นๆ	216,801 (348.60)	214,184 (342.00)	216,340 (343.80)	218,703 (346.00)	216,980 (341.93)
รวมทุกสาเหตุ	395,374 (635.70)	391,127 (624.60)	393,255 (624.9)	397,327 (628.5)	393,916 (620.76)

จากตารางข้างต้นพบว่าสาเหตุการตายของประชากรในประเทศไทยที่มากที่สุดคือ
โรคมะเร็งและเนื้องอกทุกชนิด รองลงมาคืออุบัติเหตุและการเป็นพิษ
ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาถึงการคำนวณหาอัตราเบี่ยงประกันชีวิตแบบชีวิต
ร่วม และสาเหตุการตายด้วยอุบัติเหตุ โรคมะเร็งและสาเหตุอื่นๆ

2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การคำนวณเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมพหุลดลงนั้น ที่ผ่านมามีผู้ศึกษาวิจัยมากมาย ซึ่งแบ่งเป็นงานวิจัยในต่างประเทศ และประเทศไทยดังต่อไปนี้

2.2.1 งานวิจัยในต่างประเทศ

Krall และ Hickman (1970) ได้นำเสนอการปรับค่าตารางการสิ้นสุดของสถานะเกิดจากหลายสาเหตุหรือตารางพหุลดลง (Multiple Decrement Tables) โดยการปรับค่าความน่าจะเป็นของการเสียชีวิตภายใต้ข้อสมมุติว่าพลังมรณะและรูปแบบการอินทิเกรตของฟังก์ชันการอยู่รอดมีการเปลี่ยนแปลง

Frees, Carriere และ Valdez (1995) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการคำนวณอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบเงินได้ประจำ เมื่อระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมไม่เป็นอิสระกัน โดยใช้แฟรงค์คอปปูลา เนื่องจากง่ายต่อการประมาณค่าและสมการอนุพันธ์สามารถหาค่าได้ จากการศึกษาพบว่าอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบเงินได้ประจำที่คำนวณได้ ในกรณีระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมไม่เป็นอิสระกัน มีค่าน้อยกว่ากรณีระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมเป็นอิสระกัน ประมาณร้อยละ 5

Frees และ Valdez (1998) ได้นำเสนอการใช้คอปปูลา ซึ่งเป็นฟังก์ชันที่ใช้เชื่อมการแจกแจงส่วนริมของตัวแปรเดียว (Univariate Marginals) มาเป็นการแจกแจงแบบเต็มรูปของหลายตัวแปร (Full Multivariate Distribution) สามารถประยุกต์ใช้ได้ทั้งในการประมาณค่าอัตราของชีวิตร่วม การหาการแจกแจงร่วมของความเสียหายและค่าใช้จ่ายของบริษัทประกันภัย รวมทั้งใช้ในการคำนวณหาอัตราเบี้ยประกันภัยต่อ

Lemaire และคณะ (2000) ได้ทำการศึกษาการคำนวณอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลาในกรณีที่ผู้เอาประกันภัยหญิงมีสมาชิกในครอบครัวที่มีประวัติป่วยเป็นโรคมะเร็งเต้านมและโรคมะเร็งรังไข่ โดยทำการหาอัตราและค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น โดยใช้ตัวแบบที่มี 2 ดีครีเมนต์ (Double-Decrement) นอกจากนี้ยังทำการคำนวณอัตราและค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นในกรณีที่ผู้เอาประกันภัยมีผลการตรวจการทดสอบว่ามียีน (Gene) BRCA1 หรือ BRCA2 ตัวใดตัวหนึ่งเป็นยีนที่กลายพันธุ์ เนื่องจากพบว่าหญิงที่มียีน BRCA กลายพันธุ์ จะมีอัตราและสูงขึ้นไปถึงร้อยละ 150

Denuit และคณะ (2001) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการคำนวณอัตราเบี้ยประกันชีวิตของการประกันแบบหลายชีวิต พบว่าเบี้ยประกันชีวิตที่คำนวณได้ในกรณีที่ระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมไม่เป็นอิสระกัน มีค่าต่างจากกรณีระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมเป็นอิสระกัน

Youn และ Shemyakin (2001) ได้ทำการศึกษเกี่ยวกับความสัมพันธ์แบบอยู่รอดคนสุดท้าย การหาอัตราฆรรณะร่วมของคู่สมรสในรูปของการแจกแจงส่วนนริมของอัตราฆรรณะของเพศชายและเพศหญิงใช้ฟังก์ชันฮอการ์ดคอปปูลา (Hougarrd Copula Function) และยังสามารถศึกษาถึงความเกี่ยวข้องกันของฟังก์ชันการอยู่รอดส่วนนริมเพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับการหาอัตราเบีย้ประกันชีวิตของการประกันแบบอยู่รอดคนสุดท้ายจากตารางชีพของชีวิตเดี่ยว (Single Life Table)

Youn และ Shemyakin (2004) ได้ทำการศึกษเกี่ยวกับการศึกษาหาฟังก์ชันการอยู่รอดร่วมโดยใช้ตัวแบบคอปปูลาต่างๆ เช่นเกาส์เซียน (Gaussian) สติวเดนท์ (Student) และอาคิมิเดียน (Archimedean) รวมทั้งแฟรงค์ (Frank) เคลตัน (Clayton) และกัมเบล-ฮอการ์ด (Gumbel-Hougaard)

Assuncao (2004) กล่าวว่า ตัวแบบคอปปูลาถูกนำมาประยุกต์ใช้ในทางประกันภัยเมื่อระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมไม่เป็นอิสระกัน ซึ่งตัวแบบที่เป็นที่นิยมใช้มากที่สุดคือ ตัวแบบแฟรงค์คอปปูลา (Frank's copula)

Lo และ Wilke (2009) ได้ทำการศึกษเกี่ยวกับการใช้คอปปูลากับความเสี่ยงแข่งขัน (Competing Risk) มากกว่า 2 ความเสี่ยงซึ่งไม่เป็นอิสระกันโดยใช้ตัวแบบคอปปูลาของอาคิมิเดียน และนำไปประยุกต์ใช้กับข้อมูลระยะเวลาการว่างงานในประเทศเยอรมัน เพื่อประมาณผลของการลดเงินผลประโยชน์จากการว่างงาน โดยมีความเสี่ยงแข่งขันที่พิจารณา 3 ความเสี่ยง ได้แก่ การจ้างงานในท้องถิ่น การจ้างงานจากต่างถิ่น และการออกจากงานโดยไม่ทราบสาเหตุ

จากงานวิจัยในต่างประเทศที่เกี่ยวข้องที่ได้อธิบายมาแล้วนั้นสามารถสรุปได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.2 สรุปงานวิจัยในต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง

ลำดับที่	ชื่อผู้วิจัย / ปีที่ทำการวิจัย	ชื่อบทความ	เนื้อความสำคัญ
1	Krall, J. M., and Hickman, J. C. /1970	Adjusting Multiple- Decrement Table	การปรับค่าตารางการสิ้นสุดของ สถานะเกิดจากหลายสาเหตุหรือ ตารางพหุลดลง (Multiple Decrement Tables)

ตารางที่ 2.2 สรุปงานวิจัยในต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อผู้วิจัย /ปีที่ทำการวิจัย	ชื่อบทความ	เนื้อความสำคัญ
2	Frees, E. W., Carriere, J., and Valdez, E. /1995	Annuity valuation with dependent mortality	การคำนวณอัตราเบี้ยประกันชีวิต แบบเงินได้ประจำ เมื่อระยะเวลา การมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอา ประกันภัยร่วมไม่เป็นอิสระกัน
3	Frees, E. W., and Valdez, E. A. /1998	Understanding Relationships Using Copulas	เสนอการใช้คอปูลาซึ่งเป็น ฟังก์ชันที่ใช้เชื่อมการแจกแจงส่วน ริมของตัวแปรเดียว (Univariate Marginals) มาเป็นการแจกแจง แบบเต็มรูปของหลายตัวแปร (Full Mutivariate Distribution)
4	Lemaire, J., et. al. /2000	Pricing Term Insurance in the presence of a family history of breast or ovarian cancer	การศึกษาคำนวณอัตราเบี้ย ประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลาใน กรณีที่ผู้เอาประกันภัยหญิงมี สมาชิกในครอบครัวที่มีประวัติป่วย เป็นโรคมะเร็งเต้านมและโรคมะเร็ง รังไข่
5	Denuit, M., et. al. /2001	Measuring the Impact of a Dependence Among Insured Lifelengths. Belgian Actuarial	การคำนวณอัตราเบี้ยประกันชีวิต ของการประกันแบบหลายชีวิต
6	Youn, H., and Shemyakin, A. /2001	Pricing practices for joint last survivor insurance	การศึกษาเกี่ยวกับการหาฟังก์ชัน การอยู่รอดร่วมโดยใช้ตัวแบบคอป ปูลาต่างๆ

ตารางที่ 2.2 สรุปงานวิจัยในต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อผู้วิจัย / ปีที่ทำการวิจัย	ชื่อบทความ	เนื้อความสำคัญ
7	Assuncao, R. /2004	A note test on testing parameters of Frank's copula models	เสนอการนำตัวแบบคอปูลามาประยุกต์ใช้ในทางประกันภัยเมื่อระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมไม่เป็นอิสระกัน
8	Lo, S. M. S., and Wilke, R. A. /2009	A Copula Model for Dependent Competing Risk	การศึกษาเกี่ยวกับการใช้คอปูลากับความเสี่ยงแข่งขัน (Competing Risk) มากกว่า 2 ความเสี่ยงซึ่งไม่เป็นอิสระกัน

2.2.2 งานวิจัยในประเทศไทย

สำหรับประเทศไทยได้มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

สุชาดา พิชัยอุตถกฤษฎ์ (2547) ได้ทำการศึกษาคำนวณเบี้ยประกันชีวิตแบบเงินรายปีร่วมชีพเมื่อระยะเวลาการมีชีวิตอยู่รอดไม่เป็นอิสระกัน โดยเปรียบเทียบค่าเบี้ยประกันชีวิตที่ได้ตามค่าการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง (Association Parameter) ตัวแบบฟังก์ชันการอยู่รอดร่วมที่ใช้คือ แฟรงก์คอปูลา (Frank's copula Function) และฮอกการ์ดคอปูลา (Hougarrd Copula Function) ซึ่งผลจากการวิจัยพบว่า ในกลุ่มคอปูลาเดียวกันและระดับพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องเท่ากัน เบี้ยประกันภัยจะเพิ่มขึ้นตามอายุที่มากขึ้นของผู้เอาประกันภัยเพศชายและหญิง และในกลุ่มคอปูลาเดียวกัน หากระดับพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องเพิ่มขึ้น เบี้ยประกันภัยจะลดลง นั่นคือเมื่อระยะเวลาการมีชีวิตอยู่รอดในอนาคตของผู้เอาประกันภัยร่วมมีความสัมพันธ์กันมากเท่าใดก็จะยิ่งทำให้เบี้ยประกันภัยลดลง

จิตติมา จิรเศรษฐสิริ (2548) ได้ทำการศึกษาคำนวณตัวแปรสุ่มร่วมด้วยเทคนิคคอปูลาเมื่อทราบการแจกแจงส่วน نرمและสหสัมพันธ์ พบว่าตัวแบบเกาส์เซียนคอปูลา (Gaussian Copula) สามารถทำได้ง่าย แต่ขาดคุณสมบัติบางประการ เช่น คุณสมบัติความสัมพันธ์ส่วนหาง ทำให้ไม่ครอบคลุมลักษณะของการใช้งานบางอย่าง ส่วนคอปูลาแบบที (Student's t Copula) มีคุณสมบัติความสัมพันธ์ส่วนหาง

จากงานวิจัยในประเทศไทยที่เกี่ยวข้องที่ได้อธิบายมาแล้วนั้นสามารถสรุปได้ดังตารางต่อไปนี

ตารางที่ 2.3 สรุปงานวิจัยในประเทศไทยที่เกี่ยวข้อง

ลำดับที่	ชื่อผู้วิจัย /ปีที่ทำการวิจัย	ชื่อบทความ	เนื้อความสำคัญ
1	สุชาดา พิชัยอุตทกฤษฎ์ /2547	การศึกษาเปรียบเทียบ ชีวิตแบบเงินรายปีร่วม ปูนซีพเมื่อระยะเวลา การมีชีวิตอยู่รอด	การศึกษาการคำนวณเบี้ย ประกันชีวิตแบบเงินรายปีร่วม ปูนซีพเมื่อระยะเวลาการมีชีวิต อยู่รอดไม่เป็นอิสระกัน
2	จิตติมา จิรเศรษฐสิริ /2548	การจำลองตัวแปรสุ่ม ร่วมด้วยเทคนิคคอปปูลา ลาเมื่อทราบการแจก แจงส่วนริมและ สหสัมพันธ์	การศึกษาการจำลองตัวแปรสุ่ม ร่วมด้วยเทคนิคคอปปูลาเมื่อ ทราบการแจกแจงส่วนริมและ สหสัมพันธ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

การหาอัตราภาระ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการหาอัตราภาระ โดยในหัวข้อที่ 3.1 จะกล่าวถึงการเก็บรวบรวมข้อมูล และในหัวข้อที่ 3.2 จะกล่าวถึงขั้นตอนการเตรียมข้อมูล เริ่มจากการปรับข้อมูลบางส่วน การหาอัตราภาระกลางปี และการหาอัตราภาระ ส่วนในหัวข้อที่ 3.3 จะกล่าวถึงการปรับแก้ค่าอัตราภาระให้มีความเรียบร้อยด้วยวิธีของของวิทแพคเกอร์ และการปรับแก้ค่าอัตราภาระให้เป็นไปตามกฎของอัตราภาระด้วยตัวแบบคานนิสโต

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คือ จำนวนประชากรปลายปีและจำนวนการตายของประชากร แบ่งเป็นเพศชายและเพศหญิง โดยแยกเป็นรายอายุ คือ ต่ำกว่า 25 ปี 25 ปี 26 ปี ... 99 ปี และ 100 ปีขึ้นไป และแยกตามสถานภาพสมรส คือ สถานภาพสมรส สมรส และสถานภาพอื่นๆ ซึ่งเป็นข้อมูลทุติยภูมิที่ได้มาจากแหล่งต่างๆ และมีรายละเอียด ดังนี้

1. จำนวนประชากรปลายปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 – 2552 จากกระทรวงมหาดไทย โดยจำแนกตามเพศ อายุ และสถานภาพสมรส

2. จำนวนการตายของประชากร ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 – 2552 จากสำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ กระทรวงสาธารณสุข โดยจำแนกตามเพศ อายุ สถานภาพสมรส และสาเหตุการตาย คือ อุบัติเหตุ โรคมะเร็งและสาเหตุอื่นๆ โดยข้อมูลจำนวนการตายของประชากรดังกล่าว กระทรวงสาธารณสุขได้รวบรวมข้อมูล จากฐานทะเบียนราษฎรที่วิเคราะห์และประมวลผลตามวัน เดือน ปี ที่มีการตายจริง

3.2 ขั้นตอนการเตรียมข้อมูล

เนื่องจากข้อมูลที่รวบรวมมาในแต่ละปีนั้นต้องมีการปรับข้อมูลบางส่วนเพื่อให้ข้อมูลสมบูรณ์ และเป็นรูปแบบเดียวกันเพื่อทำการวิจัยต่อไป ดังนี้

3.2.1 ข้อมูลรายอายุสุดท้ายที่แตกต่างกัน

ข้อมูลจำนวนประชากรนั้นแบ่งเป็นรายอายุที่มีอายุสุดท้ายเป็นแบบเปิด เช่น อายุมากกว่า 100 ปีขึ้นไป จึงต้องทำการจัดรวบรวมอายุตั้งแต่ 100 ปีขึ้นไปของแต่ละชุดข้อมูลจำนวนประชากรปลายปี และข้อมูลจำนวนการตายของประชากรเข้าด้วยกัน เพื่อให้เป็นข้อมูลรายอายุ 100 ปีขึ้นไป สำหรับแต่ละชุดข้อมูล

3.2.2 ข้อมูลจำนวนการตายที่ไม่ทราบอายุ

เนื่องจากข้อมูลการตายในแต่ละปีนั้นจะมีข้อมูลในกลุ่มที่ทราบสถานภาพสมรสและสาเหตุการตาย แต่ไม่ทราบอายุ ซึ่งต้องทำการปรับโดยการกระจายข้อมูลในกลุ่มที่ไม่ทราบอายุนี้ไปยังรายอายุต่างๆ ตามน้ำหนักจำนวนการตาย (จำนวนประชากร) ในรายอายุนั้นๆ โดยคำนวณน้ำหนักจากสูตรดังนี้

$$\text{น้ำหนักแต่ละรายอายุ} = \frac{\text{จำนวนการตายในรายอายุนั้น}}{\text{จำนวนการตายรวมทุกรายอายุ}}$$

และคำนวณจำนวนการตายแต่ละรายอายุที่ปรับใหม่จากน้ำหนักแต่ละรายอายุ ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{จำนวนการตายที่ปรับใหม่} &= \text{จำนวนการตายเดิม} \\ &+ (\text{น้ำหนัก} \times \text{จำนวนการตายที่ไม่ทราบอายุ}) \end{aligned}$$

โดยจำนวนการตายที่ปรับใหม่นั้นจะเป็นจำนวนเต็ม ซึ่งจากการคำนวณข้างต้นนั้น ถ้าคำนวณได้เป็นจุดทศนิยมมากกว่าเท่ากับ 0.5 จะทำการปัดเศษขึ้นเป็นจำนวนเต็มและถ้าได้เป็นจุดทศนิยมน้อยกว่า 0.5 จะทำการปัดเศษลงเป็นจำนวนเต็ม ซึ่งถ้าจำนวนการตายในแต่ละรายอายุที่ทำการปรับใหม่แล้วรวมกันแล้วไม่เท่ากับจำนวนการตายรวม ให้ปัดจำนวนการตายในแต่ละรายอายุที่คำนวณใหม่ที่จุดทศนิยมใกล้ค่า 0.5 มากที่สุดขึ้นจนกว่าจะได้จำนวนรวมเท่าเดิม

3.2.3 ข้อมูลจำนวนการตายที่ไม่ทราบสถานภาพสมรส

เนื่องจากข้อมูลการตายในแต่ละปีนั้นจะมีข้อมูลในกลุ่มที่ทราบอายุและสาเหตุการตาย แต่ไม่ทราบสถานภาพสมรส ซึ่งต้องทำการปรับโดยการกระจายข้อมูลในกลุ่มที่ไม่ทราบสถานภาพสมรสนี้ไปยังสถานภาพสมรสต่างๆ ตามน้ำหนักจำนวนการตาย (จำนวนประชากร) ในสถานภาพสมรสนั้นๆ โดยคำนวณน้ำหนักจากสูตรดังนี้

$$\text{น้ำหนักแต่ละสถานภาพสมรส} = \frac{\text{จำนวนการตายในสถานภาพสมรสนั้น}}{\text{จำนวนการตายรวมทุกสถานภาพสมรส}}$$

และคำนวณจำนวนการตายแต่ละสถานภาพสมรสที่ปรับใหม่จากน้ำหนักแต่ละสถานภาพสมรสได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{จำนวนการตายที่ปรับใหม่} &= \text{จำนวนการตายเดิม} \\ &+ (\text{น้ำหนัก} \times \text{จำนวนการตายที่ไม่ทราบสถานภาพสมรส}) \end{aligned}$$

โดยจำนวนการตายที่ปรับใหม่นั้นจะเป็นจำนวนเต็ม ซึ่งจากการคำนวณข้างต้นนั้น ถ้าคำนวณได้เป็นจุดทศนิยมมากกว่าเท่ากับ 0.5 จะทำการปัดเศษขึ้นเป็นจำนวนเต็มและถ้าได้เป็นจุดทศนิยมน้อยกว่า 0.5 จะทำการปัดเศษลงเป็นจำนวนเต็ม ซึ่งถ้าจำนวนการตายในแต่ละสถานภาพสมรสที่ทำการปรับใหม่แล้วรวมกันแล้วไม่เท่ากับจำนวนการตายรวม ให้ปัดจำนวนการตายในแต่ละสถานภาพสมรสที่คำนวณใหม่ที่จุดทศนิยมใกล้ค่า 0.5 มากที่สุดขึ้นจนกว่าจะได้จำนวนรวมเท่าเดิม

ข้อมูลจำนวนการตายของประชากรที่ปรับแล้ว จำแนกตามเพศ อายุ สถานภาพสมรส และสาเหตุการตาย ของปี พ.ศ. 2550 – 2552 แสดงในภาคผนวก ก

3.2.4 การหาอัตราการณะกลางปี

อัตราการณะกลางปี (Central Death Rate) สามารถหาได้ดังนี้

$$m_x^{(i)} = \frac{D_{x,2550}^{(i)} + D_{x,2551}^{(i)} + D_{x,2552}^{(i)}}{\frac{1}{2}l_{x,2549} + l_{x,2550} + l_{x,2551} + \frac{1}{2}l_{x,2552}}$$

โดย $D_{x,2550}^{(i)}$ $D_{x,2551}^{(i)}$ และ $D_{x,2552}^{(i)}$ คือ จำนวนการตายของประชากรกลุ่มอายุ x ปี ในปี พ.ศ. 2550 – 2552 ตามลำดับ จากสาเหตุการตายที่ i เมื่อ $i = 1, 2, 3$ แทนสาเหตุการตาย คือ อุบัติเหตุ โรคมะเร็งและสาเหตุอื่นๆ ตามลำดับ

$l_{x,2549}$ $l_{x,2550}$ $l_{x,2551}$ และ $l_{x,2552}$ คือ จำนวนประชากรปลายปี ของประชากรกลุ่มอายุ x ปี ในปี พ.ศ. 2549 – 2552 ตามลำดับ

$m_x^{(i)}$ คือ อัตราการณะกลางปีของประชากรกลุ่มอายุ x ปี จากสาเหตุการตายที่ i เมื่อ $i = 1, 2, 3$ แทนสาเหตุการตาย คือ อุบัติเหตุ โรคมะเร็งและสาเหตุอื่นๆ ตามลำดับ

และ $m_x^{(r)} = \sum_i m_x^{(i)}$ คือ อัตราการณะกลางปีรวมทุกสาเหตุ ของประชากรกลุ่มอายุ x ปี

ค่าอัตราการณะกลางปี จำแนกตามเพศ อายุ สถานภาพสมรส และสาเหตุการตาย ในช่วงปี พ.ศ. 2550 – 2552 แสดงในภาคผนวก ข

3.2.5 การหาอัตราฆณะ

การหาอัตราฆณะจะใช้สมมติฐานว่าการตายในแต่ละช่วงอายุมีการกระจายตัวแบบสม่ำเสมอตลอดช่วงระยะเวลา (Uniform Distribution of Death) สามารถหาได้ดังนี้

$$q_x^{(i)} = \frac{m_x^{(i)}}{1 + \frac{m_x^{(i)}}{2}}$$

โดย $q_x^{(i)}$ คือ อัตราฆณะของประชากรกลุ่มอายุ x ปี จากสาเหตุการตายที่ i เมื่อ $i = 1, 2, 3$ แทนสาเหตุการตาย คือ อุบัติเหตุ โรคมะเร็งและสาเหตุอื่นๆ ตามลำดับ

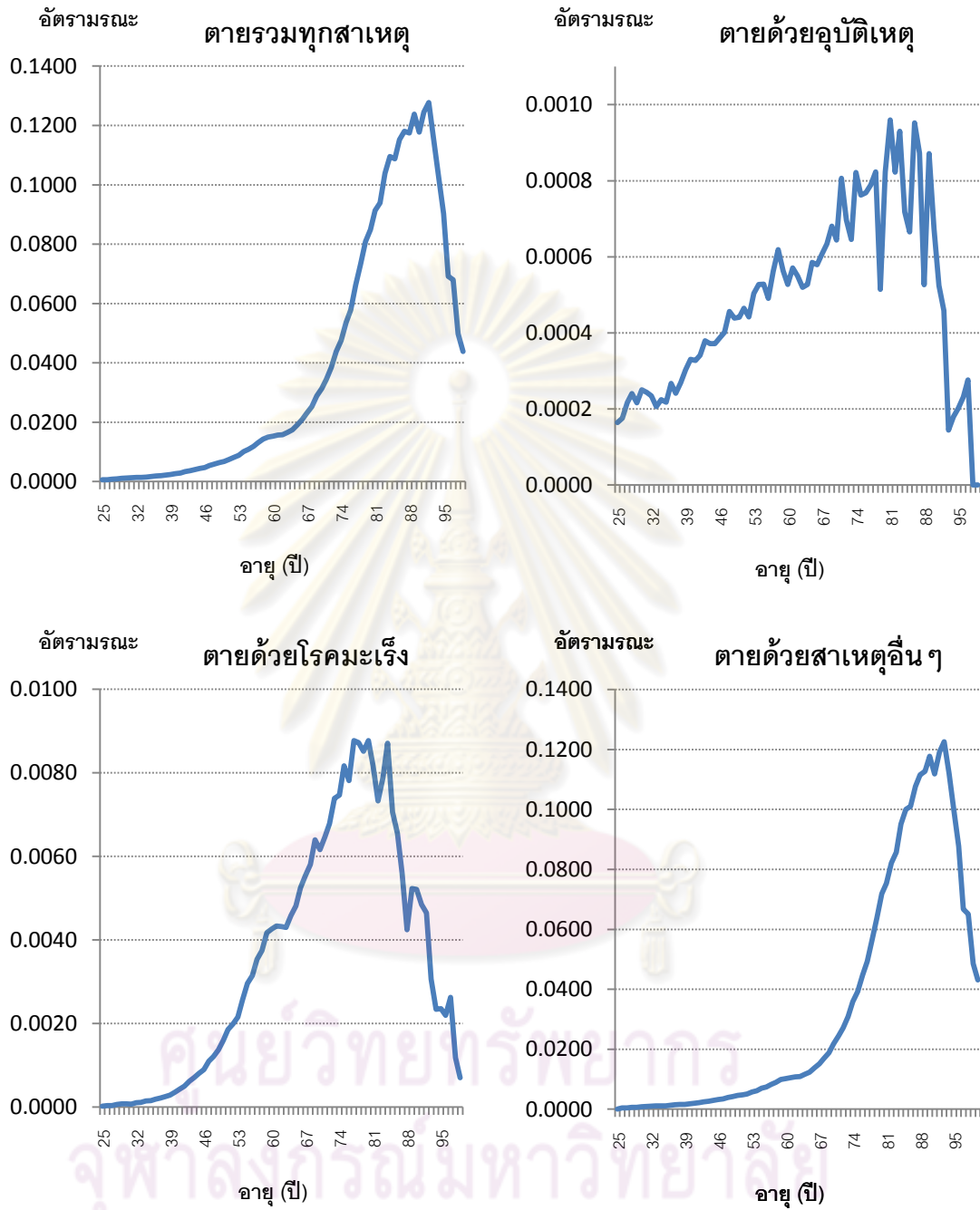
และ $q_x^{(r)} = \sum_i q_x^{(i)}$ คือ อัตราฆณะรวมทุกสาเหตุ ของประชากรกลุ่มอายุ x ปี

ค่าอัตราฆณะ จำแนกตามเพศ อายุ สถานภาพสมรส และสาเหตุการตาย ในช่วงปี พ.ศ. 2550 – 2552 แสดงในภาคผนวก ค

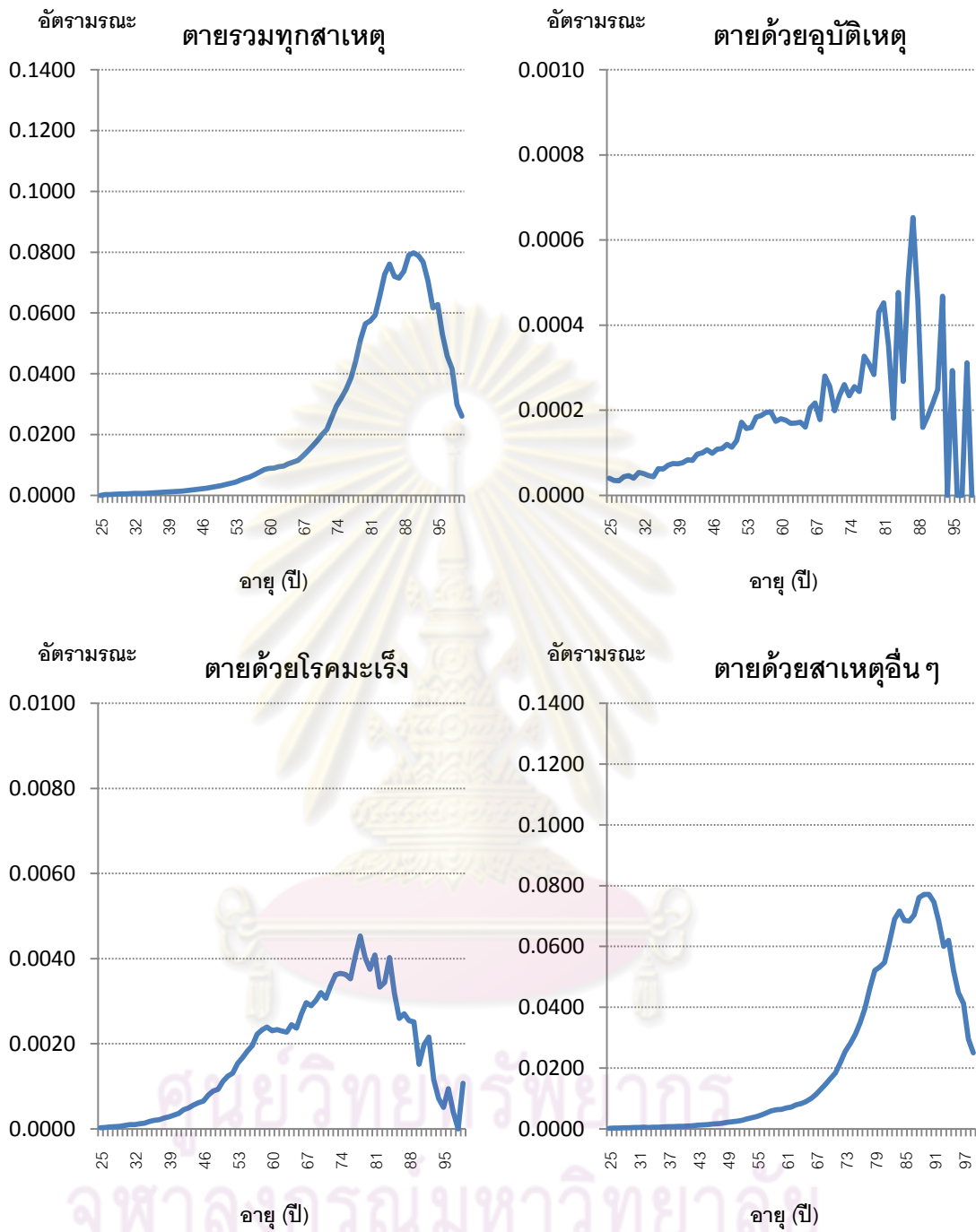
โดยในงานวิจัยนี้จะพิจารณาเฉพาะค่าอัตราฆณะจากสาเหตุการตายด้วยอุบัติเหตุ โรคมะเร็งและสาเหตุอื่นๆ ของเพศชายและเพศหญิง ที่มีสถานภาพสมรส สมรส เท่านั้น

ค่าอัตราฆณะจากสาเหตุต่างๆ ของเพศชายและเพศหญิง ที่มีสถานภาพสมรส สมรส อายุ 25 – 99 ปี แสดงดังแผนภาพที่ 3.1 และ 3.2 ตามลำดับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภาพที่ 3.1 ค่าอัตราฆรรณะของเพศชาย สถานภาพสมรส สมรส จากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุ อุบัติเหตุ โรคมะเร็ง และสาเหตุอื่นๆ



แผนภาพที่ 3.2 ค่าอัตราณณะของเพศหญิง สถานภาพสมรส สมรส จากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุ อุบัติเหตุ โรคมะเร็ง และสาเหตุอื่นๆ

จากแผนภาพที่ 3.1 และ 3.2 แสดงค่าอัตราการมรณะของเพศชายและเพศหญิง ที่มีสถานภาพสมรส สมรส จากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุ อุบัติเหตุ โรคมะเร็ง และสาเหตุอื่นๆ พบว่า ค่าอัตราการมรณะของเพศชายและเพศหญิงมีความเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน นั่นคือ อัตราการมรณะจากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุ ในช่วงอายุประมาณ 25 – 59 ปี อัตราการมรณะจะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ และในช่วงอายุประมาณ 60 - 89 ปี อัตราการมรณะจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่สำหรับในช่วงอายุประมาณ 90 ปีขึ้นไป อัตราการมรณะมีค่าลดเรื่อยๆ ซึ่งไม่เป็นไปตามกฎของอัตราการมรณะ (Law of Mortality) คืออัตราการมรณะจะลู่เข้าสู่ 1 และในช่วงอายุสุดท้ายจะมีอัตราการมรณะเท่ากับ 1 อาจมีสาเหตุมาจากปัญหาความไม่ครบถ้วนของข้อมูล (Under Report)

อัตราการมรณะจากสาเหตุการตายด้วยอุบัติเหตุและโรคมะเร็ง จะมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงอายุประมาณ 80 ปี หลังจากนั้นจะมีค่าลดลง ส่วนอัตราการมรณะจากสาเหตุอื่นๆ จะมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงอายุประมาณ 89 ปี หลังจากนั้นจะมีค่าลดลง โดยอัตราการมรณะที่แยกสาเหตุต่างๆ นี้ อาจไม่เป็นไปตามกฎของอัตราการมรณะได้ เนื่องจากเป็นอัตราการมรณะของแต่ละสาเหตุ จึงอาจมีอัตราการมรณะที่สูงหรือต่ำในบางช่วงอายุได้ แต่ในอายุที่ใกล้เคียงกัน ควรจะมีอัตราการมรณะที่ใกล้เคียงกัน ด้วย

ทั้งนี้ จะเห็นว่าอัตราการมรณะจากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุที่ได้ยังไม่มีควมราบเรียบ และไม่สอดคล้องกับกฎของอัตราการมรณะ ดังนั้นจึงต้องทำการปรับแก้ค่าอัตราการมรณะให้มีความราบเรียบและสอดคล้องกับกฎอัตราการมรณะ โดยในการศึกษาครั้งนี้จะทำการปรับแก้ค่าอัตราการมรณะ 2 ช่วงคือ ช่วงอายุ 25 – 90 ปี เป็นการปรับแก้ให้มีความราบเรียบ และช่วงอายุ 89 -99 ปี เป็นการปรับแก้ให้เป็นไปตามกฎของอัตราการมรณะ หลังจากนั้นจึงทำการปรับอัตราการมรณะจากสาเหตุการตายด้วยอุบัติเหตุ โรคมะเร็ง และอื่นๆ โดยใช้โปรแกรม Excel และโปรแกรม R เพื่อความสะดวกรวดเร็วในการคำนวณ

3.3 การปรับแก้ค่าอัตราการมรณะ

3.3.1 การปรับแก้ค่าอัตราการมรณะให้เรียบ ในช่วงอายุ 25 - 90 ปี

การปรับแก้ค่าอัตราการมรณะให้เรียบด้วยวิธีของวิทแทคเกอร์ (Whittaker's Method) (London, 1985: 53-57) ทำได้ดังนี้

$$\text{จาก } M = F + hs = \sum_{x=1}^n w_x (q_x'' - q_x')^2 + h \sum_{x=1}^{n-z} (\Delta^z q_x'')^2$$

โดย F คือ ตัววัดค่าการปรับให้พอดี (Fit)

S คือ ตัววัดความเรียบ (Smoothness)

h คือ พารามิเตอร์ที่ควบคุมความสัมพันธ์ระหว่าง F และ S เพื่อให้ได้ค่า

$$M \text{ ที่น้อยที่สุด เมื่อ } h = \frac{\sum_{x=1}^n w_x}{n}$$

w_x คือ น้ำหนักที่ใช้ในการปรับให้เรียบลำดับที่ x เมื่อ $w_x = \frac{n_x}{q'_x(1-q'_x)}$

x คือ ลำดับของอายุที่ทำการปรับให้เรียบ $x=1,2,\dots,n$

n คือ จำนวนค่า q'_x ที่ถูกนำมาปรับให้เรียบ

q'_x คือ ค่าอัตราฆณะก่อนปรับให้เรียบ

q''_x คือ ค่าอัตราฆณะที่ได้จากการปรับให้เรียบ

z คือ พารามิเตอร์ที่เป็นตัวกำหนดระดับของพหุนามที่ใช้เป็นมาตรฐานของความเรียบ โดยทั่วไปนิยมใช้ $z=2,3$ หรือ 4

n_x คือ จำนวนประชากรของอายุลำดับที่ x

วิธีการแก้สมการเพื่อหาค่า q''_x ที่ทำให้ได้ค่า M ที่น้อยที่สุด ทำได้โดยการแปลงให้อยู่ในรูปเมทริกซ์เวกเตอร์ ดังนี้

กำหนดให้ u และ u' เป็นเวกเตอร์ของ q'_x และ q''_x ตามลำดับ และเมื่อ u' และ v' เป็นเมทริกซ์สลับเปลี่ยน (Transpose Matrix) ของ u และ u' ตามลำดับ นั่นคือ

$$u' = [q'_1 \quad q'_2 \quad \dots \quad q'_n] \text{ และ } v' = [q''_1 \quad q''_2 \quad \dots \quad q''_n]$$

กำหนดให้ w คือเมทริกซ์ทแยงมุม (Diagonal Matrix) ที่มีมิติขนาด $n \times n$ ประกอบด้วย w_x จำนวน n ตัว

$$w = \begin{bmatrix} w_1 & & & 0 \\ & \ddots & & \\ 0 & & & w_n \end{bmatrix}$$

กำหนดให้ k_z คือ เมทริกซ์ที่ประกอบด้วยสัมประสิทธิ์ทวินามอันดับที่ z ซึ่งมีมิติขนาด $(n-z) \times n$ ในที่นี้ใช้ $z=4$ จึงมีมิติเท่ากับ $(n-4) \times n$ นั่นคือ

$$\Delta^z q''_x = q''_x - 4q''_{x+1} + 6q''_{x+2} - 4q''_{x+3} + q''_{x+4}$$

จะได้ว่า

$$k_z = \begin{bmatrix} 1 & -4 & 6 & -4 & 1 & 0 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -4 & 6 & -4 & 1 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -4 & 6 & -4 & 1 & \cdots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & \ddots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -4 & 6 & -4 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -4 & 6 & -4 & 1 \end{bmatrix}$$

ดังนั้นจึงสามารถเขียนสมการ $M = F + hS$ ในรูปเมทริกซ์ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} (v-u)'w(v-u) + h(k_z'v)'k_zv &= (v-u)'w(v-u) + hv'(k_z'k_z)v \\ (w + hk_z'k_z)v &= wu \\ cv &= wu \end{aligned}$$

โดยที่ $c = (w + hk_z'k_z)$ และเป็นเมทริกซ์ไม่เอกฐาน (Non-Singular Matrix)

ดังนั้นจะได้เวกเตอร์ค่าอัตราภาระที่ได้จากการปรับให้เรียบ คือ

$$v = c^{-1}(wu)$$

การปรับแก้ค่าอัตราภาระให้เรียบ ในช่วงอายุ 25 - 90 ปี มีขั้นตอนดังนี้

(1) ปรับแก้ค่าอัตราภาระจากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุให้เรียบ

(2) ทำการกระจายอัตราภาระจากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุที่ปรับให้เรียบแล้ว

ออกเป็นอัตราภาระจากสาเหตุการตายด้วยอุบัติเหตุ โรคมะเร็ง และอื่นๆ รายอายุ ตามน้ำหนักของอัตราภาระแต่ละสาเหตุ โดยคำนวณจากสูตรดังนี้

$$\text{น้ำหนักของแต่ละสาเหตุ} = \frac{\text{อัตราภาระจากสาเหตุนั้นก่อนปรับให้เรียบ}}{\text{อัตราภาระจากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุก่อนปรับให้เรียบ}}$$

และคำนวณอัตราภาระของแต่ละสาเหตุที่ปรับใหม่จากน้ำหนักของแต่ละสาเหตุ ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{อัตราภาระของแต่ละสาเหตุที่ปรับใหม่} &= \text{อัตราภาระจากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุ} \\ &\quad \times \text{น้ำหนักของแต่ละสาเหตุ} \end{aligned}$$

- (3) ปรับแก้ค่าอัตราฆณะจากสาเหตุการตายด้วยอุบัติเหตุ
- (4) ปรับแก้ค่าอัตราฆณะจากสาเหตุการตายด้วยโรคมะเร็ง
- (5) หาค่าอัตราฆณะจากสาเหตุการตายด้วยสาเหตุอื่นๆ จาก

$$\begin{aligned} \text{อัตราฆณะจากสาเหตุการตายด้วยสาเหตุอื่นๆ} &= \text{อัตราฆณะจากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุ} \\ &\quad - \text{อัตราฆณะจากสาเหตุการตายด้วยอุบัติเหตุ} \\ &\quad - \text{อัตราฆณะจากสาเหตุการตายด้วยโรคมะเร็ง} \end{aligned}$$

โดยจะแสดงตัวอย่างการปรับแก้ค่าอัตราฆณะให้เรียบของเพศชายและเพศหญิงดังนี้

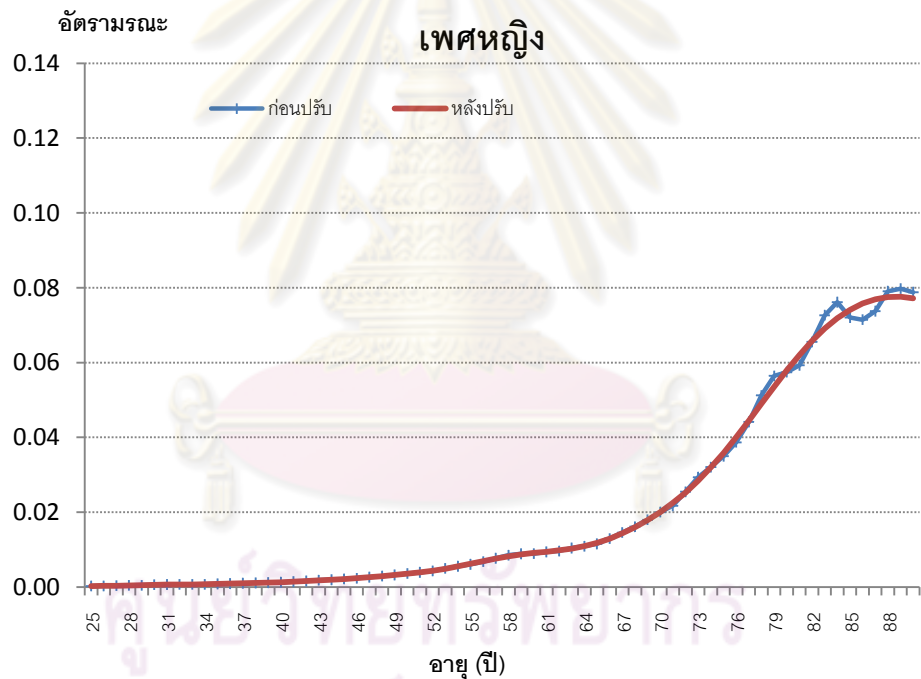
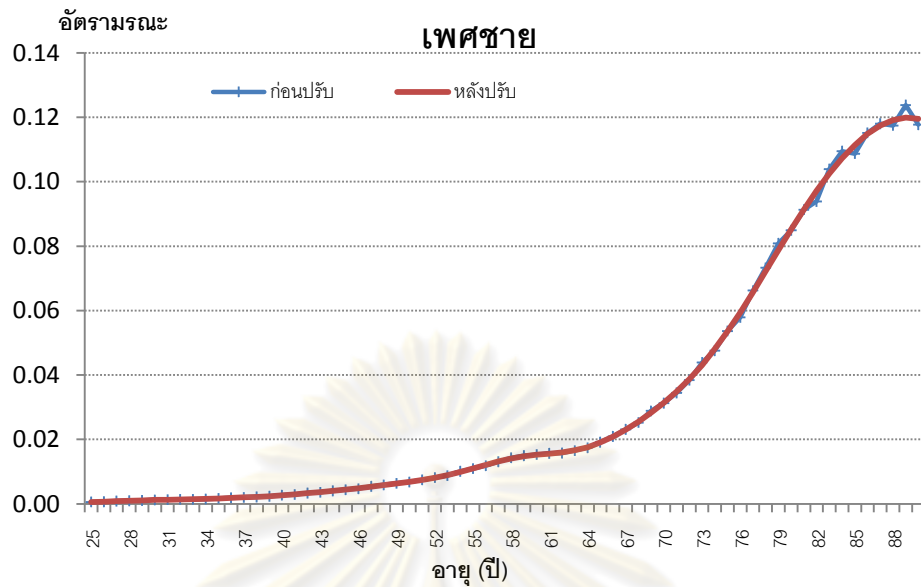
- (1) การปรับแก้ค่าอัตราฆณะจากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุ

ในการปรับแก้ค่าอัตราฆณะจากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุของเพศชายและเพศหญิง ในช่วงอายุ 25 – 90 ปี มีค่า h ดังตารางที่ 3.1 ส่วนค่า $q_x^{(\tau)}$ ค่าอัตราฆณะที่ได้จากการปรับให้เรียบของเพศชายและเพศหญิง ได้แสดงในภาคผนวก

ตารางที่ 3.1 ค่า h ที่ได้ในการปรับแก้ค่าอัตราฆณะให้เรียบจากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุของเพศชายและเพศหญิง

เพศ	h
ชาย	93502705.161825
หญิง	218009542.316310

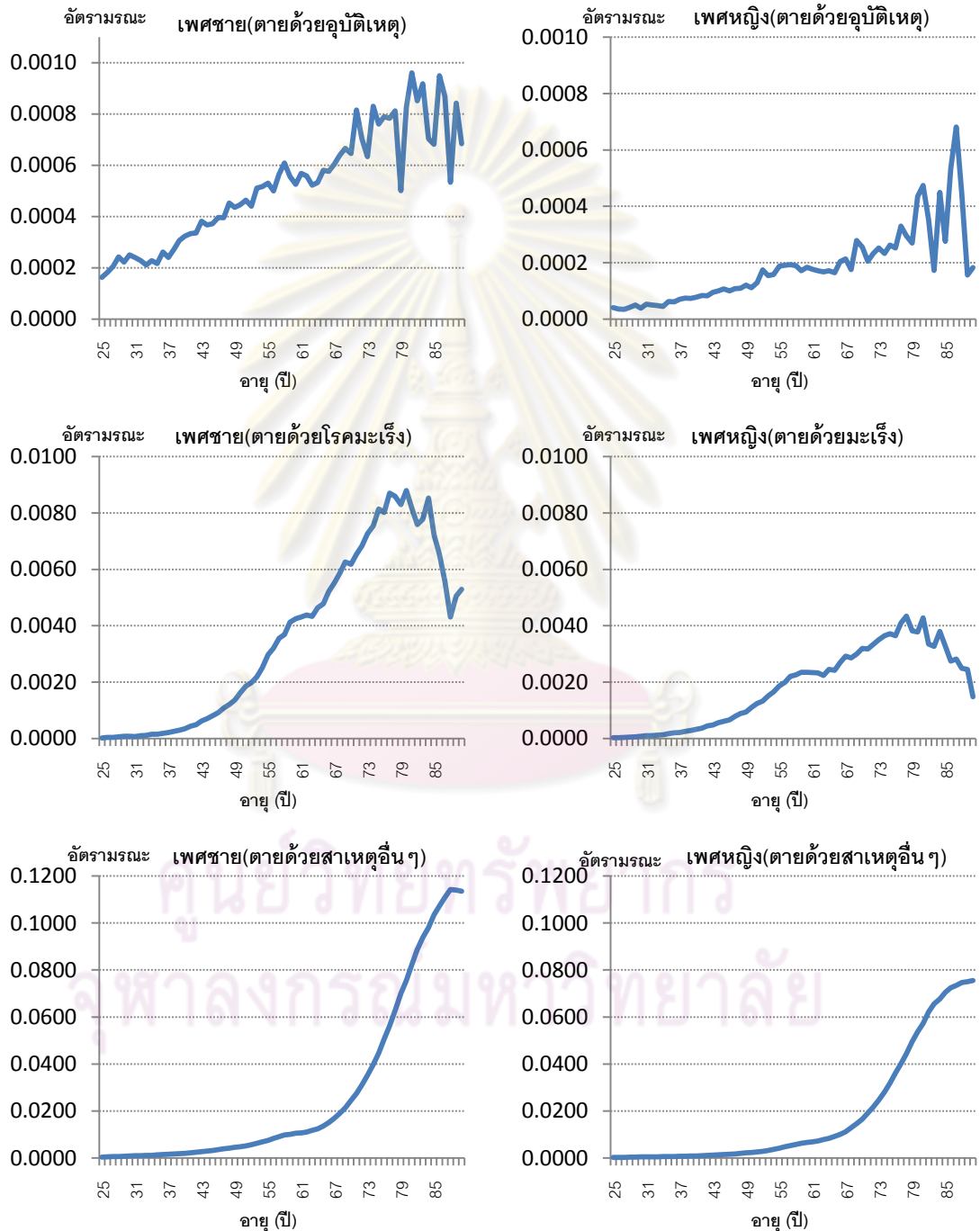
การเปรียบเทียบระหว่างค่าอัตราฆณะก่อนการปรับให้เรียบและอัตราฆณะที่ได้จากการปรับให้เรียบ จากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุของเพศชาย และเพศหญิง อายุ 25 – 90 ปี แสดงดังแผนภาพที่ 3.3



แผนภาพที่ 3.3 การเปรียบเทียบระหว่างค่าอัตราภาระก่อนการปรับให้เรียบและอัตราภาระที่ได้จากการปรับให้เรียบ จากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุของเพศชาย และเพศหญิง อายุ 25 – 90 ปี

จากแผนภาพที่ 3.3 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าอัตราภาระก่อนการปรับให้เรียบและอัตราภาระที่ได้จากการปรับให้เรียบจากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุของเพศชาย และเพศหญิง อายุ 25 – 90 ปี พบว่า ค่าอัตราภาระที่ได้จากการปรับให้เรียบนั้นมีความเรียบกว่าค่าอัตราภาระก่อนการปรับให้เรียบ และมีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุที่มากขึ้นแล้ว

(2) ทำการกระจายอัตราฆณะจากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุที่ปรับให้เรียบแล้ว ออกเป็นอัตราฆณะจากสาเหตุการตายด้วยอุบัติเหตุ โรคมะเร็ง และอื่นๆ รายอายุ ตามน้ำหนักของอัตราฆณะแต่ละสาเหตุ โดยแสดงค่าในภาคผนวก จ



แผนภาพที่ 3.4 ค่าอัตราฆณะของแต่ละสาเหตุที่ปรับใหม่จากการกระจายอัตราฆณะจากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุที่ปรับให้เรียบแล้ว

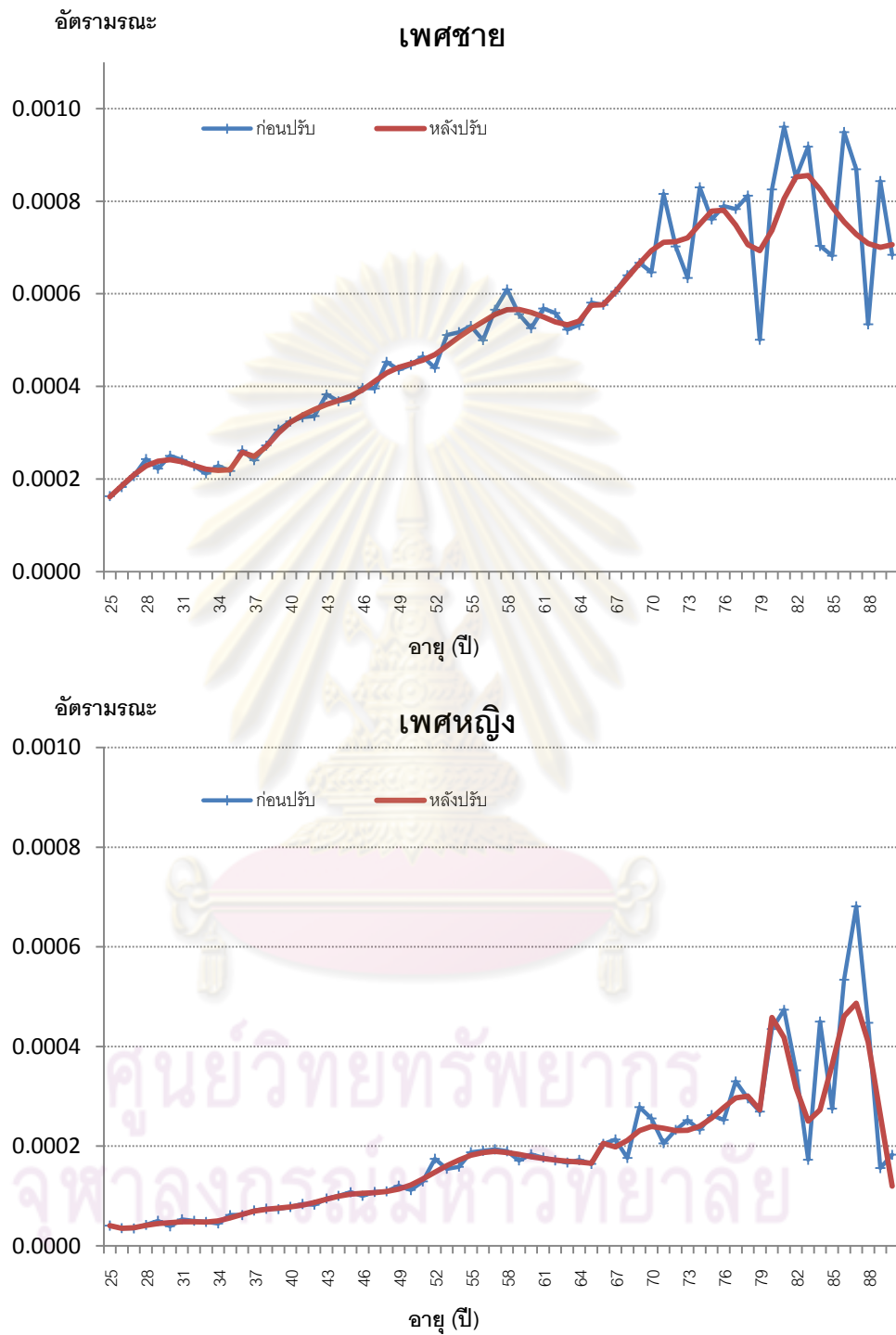
จากแผนภาพที่ 3.4 แสดงค่าอัตราการมรณะของแต่ละสาเหตุที่ปรับใหม่จากการกระจายอัตราการมรณะจากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุที่ปรับให้เรียบแล้ว พบว่า อัตราการมรณะจากสาเหตุการตายด้วยอุบัติเหตุและโรคมะเร็ง จะมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงอายุประมาณ 80 ปี หลังจากนั้นจะมีค่าลดลง ส่วนอัตราการมรณะจากสาเหตุอื่นๆจะมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามอายุที่มากขึ้น โดยอัตราการมรณะที่แยกสาเหตุต่างๆนี้อาจไม่เป็นไปตามกฎของอัตราการมรณะได้ เนื่องจากเป็นอัตราการมรณะของแต่ละสาเหตุ จึงอาจมีอัตราการมรณะที่สูงหรือต่ำในช่วงอายุได้ แต่ในอายุที่ใกล้เคียงกัน ควรจะมีอัตราการมรณะที่ใกล้เคียงกันด้วย ซึ่งจะเห็นว่าอัตราการมรณะจากสาเหตุการตายด้วยอุบัติเหตุและโรคมะเร็ง ในช่วงอายุที่ใกล้เคียงกัน มีค่าแตกต่างกันมาก ดังนั้นจึงต้องทำการปรับแก้ค่าอัตราการมรณะให้เรียบเพื่อความเหมาะสม

(3) ปรับแก้ค่าอัตราการมรณะจากสาเหตุการตายด้วยอุบัติเหตุ

ในการปรับแก้ค่าอัตราการมรณะจากสาเหตุการตายด้วยอุบัติเหตุ ครั้งที่ 1 ของเพศชายและเพศหญิง ได้แบ่งอัตราการมรณะออกเป็นช่วงตามอายุ และมีค่า h ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ค่า h ที่ได้ในการปรับแก้ค่าอัตราการมรณะให้เรียบจากสาเหตุการตายด้วยอุบัติเหตุ ครั้งที่ 1 ของเพศชายและเพศหญิง

ช่วงที่	เพศชาย		เพศหญิง	
	ช่วงอายุ	h	ช่วงอายุ	h
1	25 - 35	1767206394.790430	25 - 65	4804025453.396580
2	36 - 65	811196004.290225	66 - 79	284717780.509671
3	66 - 90	76440949.230694	80 - 90	29429339.849283



แผนภาพที่ 3.5 การเปรียบเทียบระหว่างค่าอัตราภาระก่อนการปรับให้เรียบและอัตราภาระที่ได้จากการปรับให้เรียบจากสาเหตุการตายด้วยอุบัติเหตุครั้งที่ 1 ของเพศชายและเพศหญิง

จากแผนภาพที่ 3.5 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าอัตราณีก่อนการปรับให้เรียบ และอัตราณีก่อนการปรับให้เรียบจากสาเหตุการตายด้วยอุบัติเหตุครั้งที่ 1 ของเพศชาย และเพศหญิง พบว่าอัตราณีก่อนการปรับให้เรียบจากสาเหตุการตายด้วยอุบัติเหตุครั้งที่ 1 ยังไม่เรียบ จึงต้องทำการปรับโดยวิธีเดียวกันนี้ ในครั้ง 2 3 4 และ 5 ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ แสดงใน ภาคผนวก ข

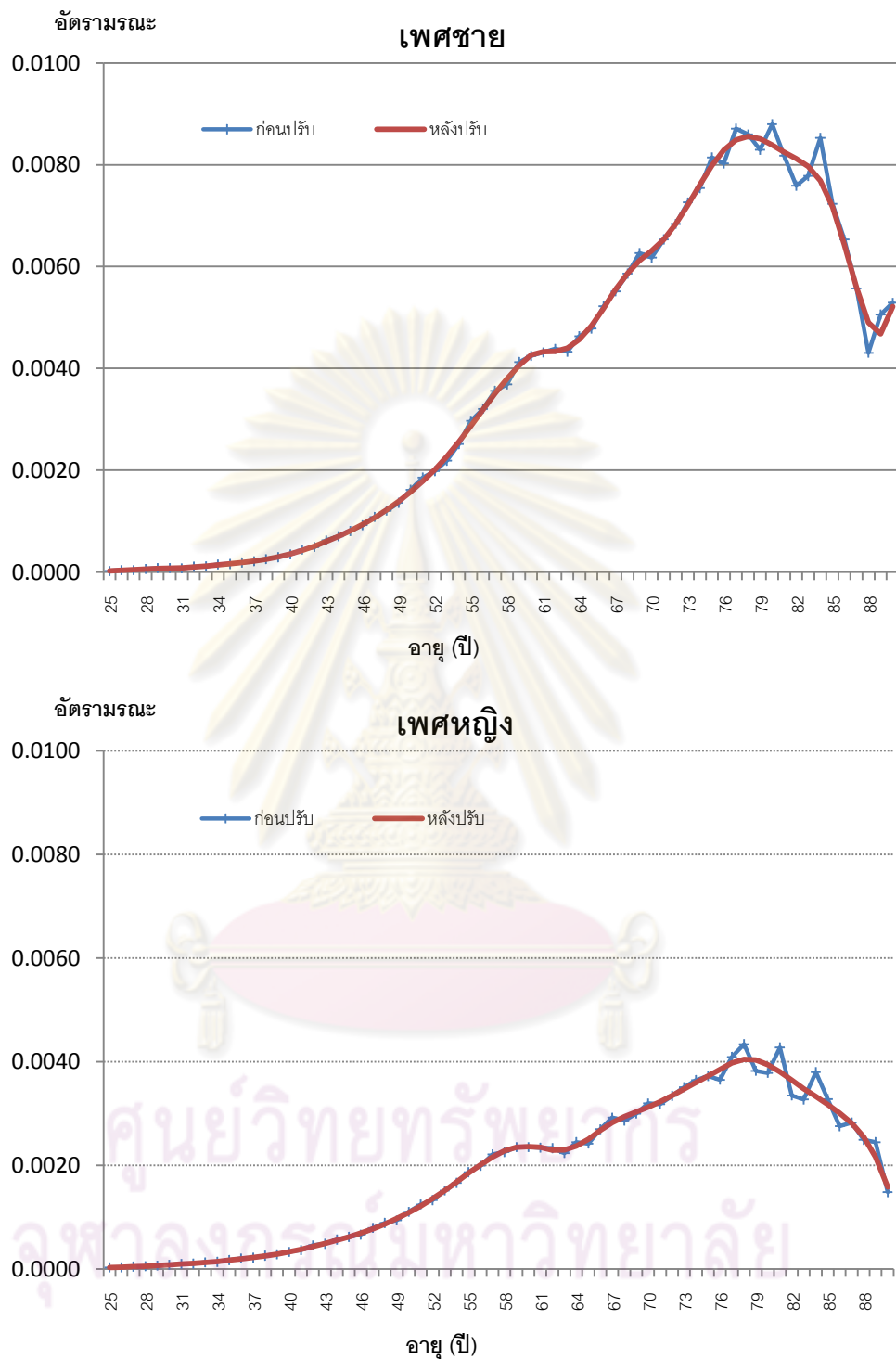
(4) ปรับแก้ค่าอัตราณีก่อนการตายด้วยโรคมะเร็ง

ในการปรับแก้ค่าอัตราณีก่อนการตายด้วยโรคมะเร็ง ครั้งที่ 1 ของเพศชายและเพศหญิง ได้แบ่งอัตราณีก่อนการตายออกเป็นช่วงตามอายุ และมีค่า h ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ค่า h ที่ได้ในการปรับแก้ค่าอัตราณีก่อนการตายด้วยโรคมะเร็ง ครั้งที่ 1 ของเพศชายและเพศหญิง

ช่วงที่	เพศชาย		เพศหญิง	
	ช่วงอายุ	h	ช่วงอายุ	h
1	25 - 60	2239043210.952020	25 - 60	2618487185.253480
2	61 - 90	12683185.473309	61 - 90	20336039.798236

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภาพที่ 3.6 การเปรียบเทียบระหว่างค่าอัตราภาระก่อนการปรับให้เรียบและอัตราภาระที่ได้จากการปรับให้เรียบจากสาเหตุการตายด้วยโรคมะเร็งครั้งที่ 1 ของเพศชายและเพศหญิง

จากแผนภาพที่ 3.6 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าอัตราการมรณะก่อนการปรับให้เรียบ และอัตราการมรณะที่ได้จากการปรับให้เรียบจากสาเหตุการตายด้วยอุบัติเหตุครั้งที่ 1 ของเพศชาย และเพศหญิง พบว่าอัตราการมรณะที่ได้จากการปรับให้เรียบจากสาเหตุการตายด้วยอุบัติเหตุครั้งที่ 1 ยังไม่ความเรียบ จึงต้องทำการปรับโดยวิธีเดียวกันนี้ ในครั้ง 2 และ 3 ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ แสดงใน ภาคผนวก ฉ

(5) หาค่าอัตราการมรณะจากสาเหตุการตายด้วยสาเหตุอื่นๆ จาก

อัตราการมรณะจากสาเหตุการตายด้วยสาเหตุอื่นๆ = อัตราการมรณะจากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุ
 - อัตราการมรณะจากสาเหตุการตายด้วยอุบัติเหตุ
 - อัตราการมรณะจากสาเหตุการตายด้วยโรคมะเร็ง

โดยแสดงค่าอัตราการมรณะจากสาเหตุการตายด้วยสาเหตุอื่นๆ ของเพศชายและเพศหญิงใน ภาคผนวก ฉ

3.3.2 การปรับแก้ค่าอัตราการมรณะให้เป็นไปตามกฎของอัตราการมรณะในช่วงอายุ 89 – 99 ปี

การปรับแก้ค่าอัตราการมรณะให้เป็นไปตามกฎของอัตราการมรณะ (Law of Mortality) คือเมื่อ อายุเพิ่มขึ้นอัตราการมรณะจะเพิ่มขึ้นจนถึง 1 ด้วยตัวแบบคานนิสโต (Kannisto Model) (Doray, 2008 : online) ซึ่งมีรูปแบบของพลังมรณะ (Hazard function, force of mortality : $\mu(x)$) คือ

$$\mu(x) = \frac{Be^{\mu x}}{1 + Be^{\mu x}}$$

ทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ B และ μ ด้วยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum likelihood Estimation) ซึ่งมีฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็นคือ

$$L(\theta) = \prod_x \{q_x(\theta)^{d_x} p_x(\theta)^{l_x - d_x}\}$$

เมื่อ θ คือเวกเตอร์ของพารามิเตอร์ $\theta = (B, \mu)$

โดยแทนค่า l_x และ d_x ลงในฟังก์ชัน และแทน

$$p_x = \left(\frac{1 + Be^{\mu x}}{1 + Be^{\mu(x+1)}} \right)^{\frac{1}{\mu}} \quad \text{และ} \quad q_x = 1 - \left(\frac{1 + Be^{\mu x}}{1 + Be^{\mu(x+1)}} \right)^{\frac{1}{\mu}}$$

เมื่อ p_x คือความน่าจะเป็นที่คนอายุ x จะมีชีวิตอยู่รอดไปอีก 1 ปี ที่ได้จากตัวแบบ

q_x คือ ความน่าจะเป็นที่คนอายุ x จะเสียชีวิตภายในระยะเวลา 1 ปี ที่ได้จากตัวแบบ

การปรับแก้ค่าอัตราภาระให้เป็นไปตามกฎของอัตราภาระ ในช่วงอายุ 89 - 99 ปี มีขั้นตอนคล้ายกับการปรับให้เรียบด้วยวิธีของวิทเทคเกอร์ จะแตกต่างกันตรงที่การปรับแก้ค่าอัตราภาระจากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุจะใช้ตัวแบบคานนิสโต และต้องปรับให้อัตราภาระของช่วงอายุ 99 ปี มีค่าเท่ากับ 1 สรุปขั้นตอนได้ดังนี้

(1) ประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับตัวแบบคานนิสโตของค่าอัตราภาระจากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุ และนำค่าพารามิเตอร์ได้ไปประมาณค่าอัตราภาระ

(2) ปรับให้อัตราภาระจากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุของช่วงอายุ 99 ปี มีค่าเท่ากับ 1 และทำการปรับให้เรียบด้วยวิธีของวิทเทคเกอร์

(3) ทำการกระจายอัตราภาระจากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุที่ปรับแก้แล้ว ออกเป็นอัตราภาระจากสาเหตุการตายด้วยอุบัติเหตุ โรคมะเร็ง และอื่นๆ รายอายุ ตามน้ำหนักของอัตราภาระแต่ละสาเหตุ โดยคำนวณจากสูตรดังนี้

$$\text{น้ำหนักของแต่ละสาเหตุ} = \frac{\text{อัตราภาระจากสาเหตุนั้นก่อนปรับให้เรียบ}}{\text{อัตราภาระจากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุก่อนปรับให้เรียบ}}$$

และคำนวณอัตราภาระของแต่ละสาเหตุที่ปรับใหม่จากน้ำหนักของแต่ละสาเหตุ ได้ดังนี้

$$\text{อัตราภาระของแต่ละสาเหตุที่ปรับใหม่} = \text{อัตราภาระจากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุที่ปรับให้เรียบแล้ว} \times \text{น้ำหนักของแต่ละสาเหตุ}$$

(4) ปรับแก้ค่าอัตราภาระจากสาเหตุการตายด้วยอุบัติเหตุวิธีของวิทเทคเกอร์

(4) ปรับแก้ค่าอัตราภาระจากสาเหตุการตายด้วยโรคมะเร็งวิธีของวิทเทคเกอร์

(5) หาค่าอัตราภาระจากสาเหตุการตายด้วยสาเหตุอื่นๆ จาก

$$\begin{aligned} \text{อัตราภาระจากสาเหตุการตายด้วยสาเหตุอื่นๆ} &= \text{อัตราภาระจากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุ} \\ &\quad - \text{อัตราภาระจากสาเหตุการตายด้วยอุบัติเหตุ} \\ &\quad - \text{อัตราภาระจากสาเหตุการตายด้วยโรคมะเร็ง} \end{aligned}$$

ค่าประมาณพารามิเตอร์สำหรับตัวแบบคานนิสโตของค่าอัตราภาระจากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุ แสดงดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ค่าประมาณพารามิเตอร์สำหรับตัวแบบคานนิสโตของค่าอัตราภาระจากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุ

เพศ	μ	B
ชาย	0.081592	0.000102
หญิง	0.050000	0.001000

เมื่อได้ค่าพารามิเตอร์แล้วจึงทำการประมาณค่าอัตราภาระด้วยตัวแบบคานนิสโตในช่วงอายุ 89 – 99 ปี หลังจากนั้นจึงทำการปรับให้อัตราภาระจากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุของช่วงอายุ 99 ปี มีค่าเท่ากับ 1 และทำการปรับให้เรียงด้วยวิธีของวิทเทคเกอร์ และทำขั้นตอนดังกล่าวมาแล้ว โดยแสดงค่าอัตราภาระในช่วงอายุ 89 – 99 ปี ที่ทำการปรับแก้แล้วในภาคผนวก ข

เมื่อได้ค่าอัตราภาระที่ปรับแก้แล้ว ตั้งแต่ช่วงอายุ 25 – 90 ปี และช่วงอายุ 89 -99 ปี จะต้องทำการปรับแก้ค่าอัตราภาระช่วงรอยต่อทั้งสองช่วงด้วยวิธีของวิทเทคเกอร์อีกครั้งหนึ่ง โดยค่าอัตราภาระหลังการปรับแก้แล้วในช่วงอายุ 25 – 99 ปี ของเพศชายและเพศหญิง แสดงในตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 ค่าอัตราภาระหลังจากการปรับแก้แล้วของเพศชายและเพศหญิงจำแนกจากสาเหตุการตาย

อายุ (ปี)	เพศชาย				เพศหญิง			
	อุบัติเหตุ	โรคมะเร็ง	อื่นๆ	รวม	อุบัติเหตุ	โรคมะเร็ง	อื่นๆ	รวม
25	0.000161	0.000023	0.000398	0.000582	0.000040	0.000029	0.000203	0.000271
26	0.000186	0.000034	0.000459	0.000679	0.000036	0.000032	0.000236	0.000304
27	0.000209	0.000046	0.000565	0.000820	0.000037	0.000041	0.000278	0.000357
28	0.000227	0.000059	0.000673	0.000960	0.000041	0.000052	0.000332	0.000425
29	0.000238	0.000070	0.000785	0.001093	0.000044	0.000065	0.000396	0.000505
30	0.000242	0.000077	0.000898	0.001217	0.000046	0.000079	0.000465	0.000590
31	0.000237	0.000084	0.000991	0.001311	0.000047	0.000093	0.000513	0.000653
32	0.000228	0.000098	0.001044	0.001370	0.000048	0.000106	0.000530	0.000684
33	0.000220	0.000118	0.001087	0.001425	0.000049	0.000122	0.000532	0.000703

ตารางที่ 3.5 ค่าอัตราภาระหลังจากการปรับแก้แล้วของเพศชายและเพศหญิงจำแนกจากสาเหตุการตาย (ต่อ)

อายุ (ปี)	เพศชาย				เพศหญิง			
	อุบัติเหตุ	โรคมะเร็ง	อื่นๆ	รวม	อุบัติเหตุ	โรคมะเร็ง	อื่นๆ	รวม
34	0.000220	0.000140	0.001171	0.001531	0.000052	0.000143	0.000552	0.000746
35	0.000228	0.000163	0.001303	0.001695	0.000056	0.000167	0.000598	0.000822
36	0.000241	0.000187	0.001445	0.001872	0.000062	0.000194	0.000657	0.000914
37	0.000256	0.000215	0.001561	0.002032	0.000068	0.000222	0.000712	0.001002
38	0.000274	0.000250	0.001668	0.002192	0.000073	0.000252	0.000761	0.001085
39	0.000296	0.000296	0.001802	0.002394	0.000076	0.000286	0.000812	0.001174
40	0.000319	0.000355	0.001983	0.002657	0.000079	0.000328	0.000880	0.001287
41	0.000340	0.000427	0.002200	0.002966	0.000082	0.000377	0.000973	0.001433
42	0.000352	0.000510	0.002442	0.003305	0.000087	0.000433	0.001086	0.001607
43	0.000360	0.000603	0.002691	0.003653	0.000093	0.000493	0.001203	0.001789
44	0.000369	0.000703	0.002945	0.004016	0.000098	0.000554	0.001318	0.001970
45	0.000380	0.000811	0.003217	0.004408	0.000103	0.000619	0.001439	0.002160
46	0.000394	0.000931	0.003526	0.004852	0.000105	0.000690	0.001581	0.002377
47	0.000411	0.001066	0.003869	0.005346	0.000107	0.000772	0.001751	0.002631
48	0.000427	0.001218	0.004210	0.005855	0.000110	0.000865	0.001942	0.002917
49	0.000439	0.001388	0.004530	0.006358	0.000114	0.000970	0.002144	0.003228
50	0.000449	0.001576	0.004844	0.006869	0.000122	0.001086	0.002355	0.003564
51	0.000458	0.001784	0.005195	0.007437	0.000134	0.001215	0.002589	0.003938
52	0.000470	0.002014	0.005628	0.008113	0.000147	0.001357	0.002870	0.004375
53	0.000486	0.002272	0.006171	0.008930	0.000161	0.001512	0.003221	0.004895
54	0.000505	0.002559	0.006830	0.009893	0.000173	0.001678	0.003653	0.005504
55	0.000524	0.002869	0.007576	0.010968	0.000182	0.001846	0.004162	0.006189
56	0.000542	0.003189	0.008360	0.012091	0.000187	0.002015	0.004711	0.006913
57	0.000556	0.003505	0.009106	0.013167	0.000189	0.002166	0.005260	0.007615
58	0.000565	0.003800	0.009725	0.014089	0.000188	0.002279	0.005763	0.008230
59	0.000566	0.004058	0.010159	0.014783	0.000184	0.002342	0.006194	0.008720
60	0.000561	0.004264	0.010429	0.015254	0.000180	0.002354	0.006565	0.009098
61	0.000547	0.004330	0.010728	0.015604	0.000175	0.002330	0.006919	0.009424
62	0.000538	0.004333	0.011131	0.016002	0.000170	0.002304	0.007307	0.009781

ตารางที่ 3.5 ค่าอัตราความเสียหายหลังจากการปรับแก้แล้วของเพศชายและเพศหญิงจำแนกจากสาเหตุการตาย (ต่อ)

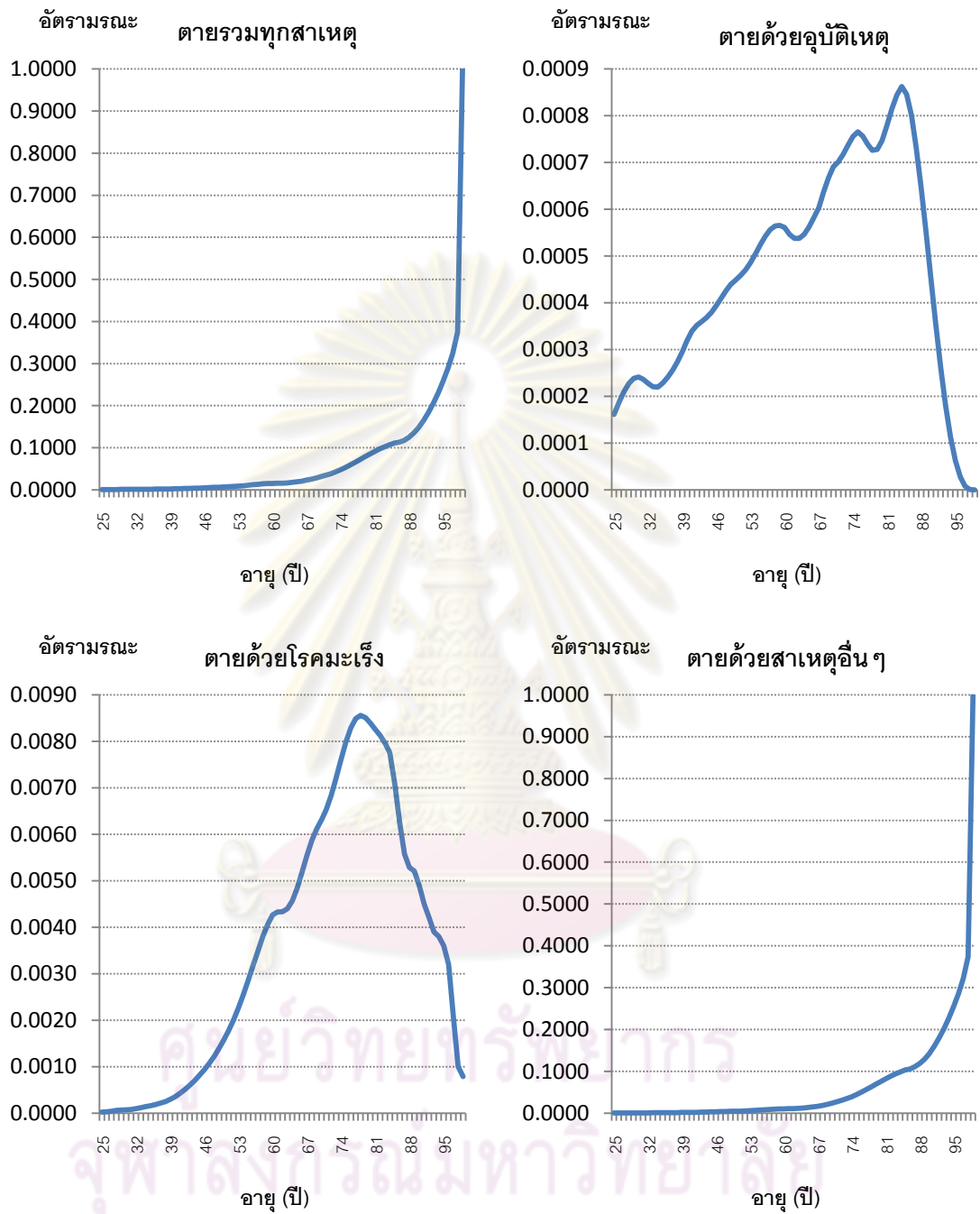
อายุ (ปี)	เพศชาย				เพศหญิง			
	อุบัติเหตุ	โรคมะเร็ง	อื่นๆ	รวม	อุบัติเหตุ	โรคมะเร็ง	อื่นๆ	รวม
63	0.000538	0.004398	0.011690	0.016626	0.000168	0.002311	0.007775	0.010253
64	0.000546	0.004566	0.012497	0.017610	0.000169	0.002377	0.008363	0.010910
65	0.000562	0.004837	0.013614	0.019013	0.000176	0.002503	0.009118	0.011797
66	0.000583	0.005183	0.015058	0.020824	0.000188	0.002659	0.010088	0.012935
67	0.000604	0.005547	0.016847	0.022998	0.000203	0.002811	0.011310	0.014324
68	0.000636	0.005871	0.018981	0.025488	0.000218	0.002938	0.012802	0.015958
69	0.000667	0.006118	0.021486	0.028271	0.000229	0.003040	0.014572	0.017840
70	0.000691	0.006313	0.024361	0.031365	0.000234	0.003133	0.016626	0.019993
71	0.000701	0.006536	0.027588	0.034825	0.000235	0.003231	0.018985	0.022450
72	0.000717	0.006836	0.031168	0.038722	0.000234	0.003342	0.021672	0.025248
73	0.000737	0.007207	0.035174	0.043119	0.000235	0.003466	0.024711	0.028412
74	0.000756	0.007609	0.039685	0.048050	0.000241	0.003596	0.028111	0.031948
75	0.000766	0.007987	0.044756	0.053509	0.000253	0.003728	0.031862	0.035843
76	0.000756	0.008291	0.050390	0.059437	0.000272	0.003790	0.035987	0.040049
77	0.000739	0.008489	0.056499	0.065726	0.000295	0.003926	0.040263	0.044484
78	0.000726	0.008557	0.062943	0.072226	0.000317	0.004010	0.044706	0.049033
79	0.000728	0.008509	0.069534	0.078770	0.000329	0.004045	0.049191	0.053565
80	0.000747	0.008391	0.076060	0.085198	0.000334	0.004031	0.053581	0.057946
81	0.000780	0.008251	0.082342	0.091372	0.000332	0.003971	0.057753	0.062057
82	0.000815	0.008120	0.088240	0.097175	0.000328	0.003867	0.061601	0.065796
83	0.000844	0.007958	0.093705	0.102507	0.000330	0.003721	0.065033	0.069084
84	0.000862	0.007756	0.098661	0.107279	0.000344	0.003534	0.067988	0.071865
85	0.000846	0.007098	0.103464	0.111407	0.000366	0.003310	0.070432	0.074108
86	0.000800	0.006268	0.105812	0.112881	0.000388	0.003052	0.072360	0.075800
87	0.000732	0.005577	0.110992	0.117301	0.000402	0.002764	0.075057	0.078223
88	0.000648	0.005286	0.118735	0.124668	0.000389	0.002451	0.078516	0.081356
89	0.000552	0.005210	0.129220	0.134982	0.000340	0.002120	0.088295	0.090755
90	0.000453	0.004900	0.142891	0.148243	0.000073	0.001777	0.104569	0.106419
91	0.000354	0.004500	0.159597	0.164451	0.000003	0.001433	0.126914	0.128349

ตารางที่ 3.5 ค่าอัตราภาระหลังจากการปรับแก้แล้วของเพศชายและเพศหญิงจำแนกจากสาเหตุการตาย (ต่อ)

อายุ (ปี)	เพศชาย				เพศหญิง			
	อุบัติเหตุ	โรคมะเร็ง	อื่นๆ	รวม	อุบัติเหตุ	โรคมะเร็ง	อื่นๆ	รวม
92	0.000262	0.004210	0.179134	0.183606	0.000001	0.001097	0.147120	0.148218
93	0.000180	0.003900	0.201627	0.205707	0.000000	0.000781	0.151804	0.152586
94	0.000113	0.003800	0.226843	0.230756	0.000000	0.000499	0.167423	0.167923
95	0.000062	0.003600	0.255089	0.258751	0.000000	0.000265	0.189129	0.189394
96	0.000028	0.003200	0.286465	0.289693	0.000000	0.000094	0.216906	0.217000
97	0.000008	0.002100	0.321474	0.323582	0.000000	0.000000	0.250741	0.250741
98	0.000001	0.001000	0.374308	0.375309	0.000000	0.000000	0.290616	0.290616
99	0.000000	0.000791	0.999209	1.000000	0.000000	0.000000	1.000000	1.000000



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภาพที่ 3.7 ค่าอัตราฆรรณะหลังจากการปรับแก้แล้วของเพศชาย สถานภาพสมรส สมรส จากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุ อุบัติเหตุ โรคมะเร็ง และสาเหตุอื่นๆ

จากแผนภาพที่ 3.7 แสดงค่าอัตราการรอดหลังจากการปรับแก้แล้วของเพศชายที่มีสถานภาพสมรส สมรส จากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุ อุบัติเหตุ โรคมะเร็ง และสาเหตุอื่นๆ พบว่า อัตราการรอดจากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุ ในช่วงอายุประมาณ 25 – 59 ปี อัตราการรอดจะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ และในช่วงอายุประมาณ 60 - 89 ปี อัตราการรอดจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้น สำหรับในช่วงอายุประมาณ 90 ปีขึ้นไปอัตราการรอดจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึง 1

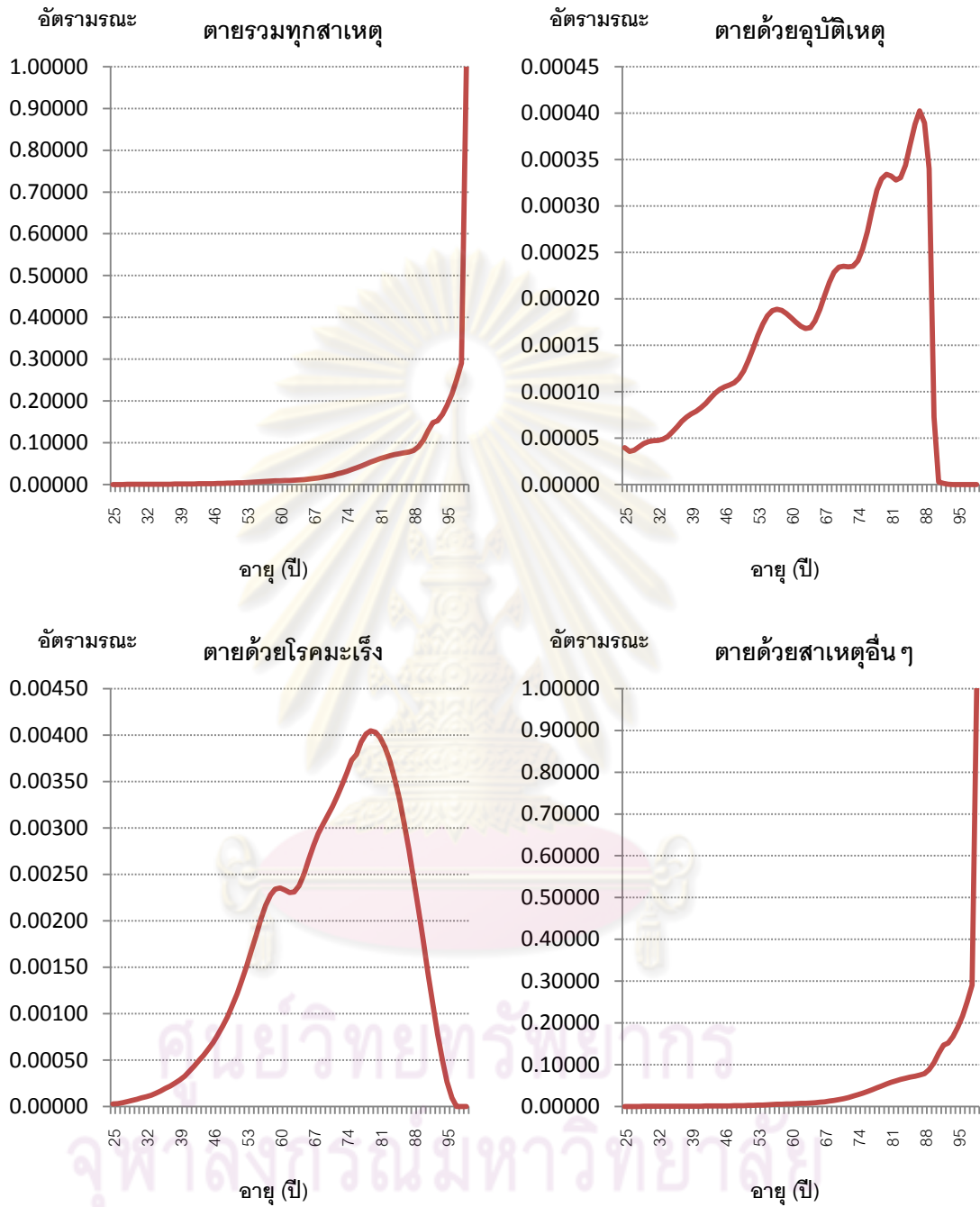
อัตราการรอดจากสาเหตุการตายด้วยอุบัติเหตุ ในช่วงอายุประมาณ 25 – 84 ปี อัตราการรอดจะมีค่าเพิ่มขึ้น และในช่วงอายุประมาณ 85 – 98 ปี อัตราการรอดจะมีค่าลดลง ส่วนในช่วงอายุ 99 ปี อัตราการรอดจะมีค่าเป็น 0

อัตราการรอดจากสาเหตุการตายด้วยโรคมะเร็ง ในช่วงอายุประมาณ 25 – 78 ปี จะมีค่าเพิ่มขึ้น และในช่วงอายุประมาณ 79 ปีขึ้นไป อัตราการรอดมีค่าลดลง จนมีค่าเป็น 0

ส่วนอัตราการรอดจากสาเหตุอื่นๆ ในช่วงอายุประมาณ 25 – 59 ปี อัตราการรอดจะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ และในช่วงอายุประมาณ 60 - 89 ปี อัตราการรอดจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้น สำหรับในช่วงอายุประมาณ 90 ปีขึ้นไปอัตราการรอดจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วจนเข้าใกล้ 1

ทั้งนี้เป็นที่น่าสังเกตว่าอัตราการรอดจากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุจะเป็นไปตามกฎของอัตราการรอด แต่เมื่อแยกอัตราการรอดออกเป็นรายสาเหตุแล้ว อัตราการรอดอาจไม่เป็นไปตามกฎของอัตราการรอด คืออาจมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงในบางช่วงอายุได้ แต่ในรายอายุที่ใกล้เคียงกัน ควรจะมีอัตราการรอดที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากอัตราการรอดในรายสาเหตุนั้นๆ มีลักษณะนั้นจริงๆ หรืออาจเกิดจากปัญหาความไม่ครบถ้วนของข้อมูล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภาพที่ 3.8 ค่าอัตราภรณ์หลังจากการปรับแก้แล้วของเพศหญิง สถานภาพสมรส สมรส จากสาเหตุการตายนรวมทุกสาเหตุ อุบัติเหตุ โรคมะเร็ง และสาเหตุอื่นๆ

จากแผนภาพที่ 3.8 แสดงค่าอัตราการรอดหลังจากการปรับแก้แล้วของเพศหญิงที่มีสถานภาพสมรส สมรส จากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุ อุบัติเหตุ โรคมะเร็ง และสาเหตุอื่นๆ พบว่า อัตราการรอดจากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุ ในช่วงอายุประมาณ 25 – 59 ปี อัตราการรอดจะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ และในช่วงอายุประมาณ 60 - 89 ปี อัตราการรอดจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้น สำหรับในช่วงอายุประมาณ 90 ปีขึ้นไปอัตราการรอดจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึง 1

อัตราการรอดจากสาเหตุการตายด้วยอุบัติเหตุ ในช่วงอายุประมาณ 25 – 87 ปี อัตราการรอดจะมีค่าเพิ่มขึ้น และในช่วงอายุประมาณ 88 - 92 ปี อัตราการรอดจะมีค่าลดลง ส่วนในช่วงอายุประมาณ 93 ปีขึ้นไปอัตราการรอดจะมีค่าเท่ากับ 0

อัตราการรอดจากสาเหตุการตายด้วยโรคมะเร็ง ในช่วงอายุประมาณ 25 – 79 ปี จะมีค่าเพิ่มขึ้น และในช่วงอายุประมาณ 80 - 96 ปี อัตราการรอดมีค่าลดลง ส่วนในช่วงอายุประมาณ 97 ปีขึ้นไปอัตราการรอดจะมีค่าเท่ากับ 0

ส่วนอัตราการรอดจากสาเหตุอื่นๆ ในช่วงอายุประมาณ 25 – 59 ปี อัตราการรอดจะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ และในช่วงอายุประมาณ 60 - 89 ปี อัตราการรอดจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้น สำหรับในช่วงอายุประมาณ 90 ปีขึ้นไปอัตราการรอดจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วจนเข้าใกล้ 1

ทั้งนี้เป็นที่น่าสังเกตว่าอัตราการรอดจากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุจะเป็นไปตามกฎของอัตราการรอด แต่เมื่อแยกอัตราการรอดออกเป็นรายสาเหตุแล้ว อัตราการรอดอาจไม่เป็นไปตามกฎของอัตราการรอด คืออาจมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงในบางช่วงอายุได้ แต่ในรายอายุที่ใกล้เคียงกัน ควรจะมีอัตราการรอดที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากอัตราการรอดในรายสาเหตุอื่นๆ มีลักษณะนั้นจริงๆ หรืออาจเกิดจากปัญหาความไม่ครบถ้วนของข้อมูล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

การประมาณค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วมของประชากร

ในบทนี้จะกล่าวถึงการประมาณค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วมของประชากร โดยใช้อัตรา
มรณะของประชากรเพศชายและเพศหญิง ซึ่งได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.5 โดยในหัวข้อที่ 4.1 จะ
กล่าวถึงการประมาณค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วม และในหัวข้อที่ 4.2 จะกล่าวถึงผลการวิเคราะห์
ข้อมูลเพื่อประมาณค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วม ส่วนในหัวข้อที่ 4.3 จะกล่าวถึงการเปรียบเทียบค่า
ฟังก์ชันการอยู่รอดที่คำนวณได้

4.1 การประมาณค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วม

ในการประมาณค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วม ของคนอายุ x และ y ที่สถานะชีวิตร่วมยังคง
มีอยู่ไปอีกอย่างน้อย 1 ปี จะพิจารณาเป็น 2 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 เมื่อระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของประชากรร่วมไม่เป็นอิสระกัน จะใช้
ฟังก์ชันแฟรงค์คอปปุลา โดยในที่นี้กำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในฟังก์ชันแฟรงค์คอปปุลา
(α) มีค่าเท่ากับ -10, -5, 5 และ 10

ดังนั้นฟังก์ชันการอยู่รอดร่วม คือ

$$\begin{aligned} S_{T(x)T(y)}(1,1) &= p_{xy} \\ &= 1 - q_{xy} \\ &= 1 - q_{xy} \\ &= 1 - \left\{ q_x + q_y \right. \\ &\quad \left. - \frac{1}{\alpha} \ln \left[1 + \frac{(e^{\alpha F_{T(x)}(1)} - 1)(e^{\alpha F_{T(y)}(1)} - 1)}{e^\alpha - 1} \right] \right\} ; \alpha \neq 0 \end{aligned}$$

กรณีที่ 2 เมื่อระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของประชากรร่วมเป็นอิสระกัน

ดังนั้นฟังก์ชันการอยู่รอดร่วม คือ

$$\begin{aligned} S_{T(x)T(y)}(1,1) &= p_{xy} \\ &= p_x p_y \end{aligned}$$

โดย $S_{T(x)T(y)}(1,1)$ คือ ฟังก์ชันการอยู่รอดร่วมของคนอายุ x และ y ที่สถานะชีวิต
ร่วมยังคงมีอยู่ไปอีกอย่างน้อย 1 ปี

- p_{xy} คือ ความน่าจะเป็นที่คนอายุ x และ y จะมีชีวิตอยู่รอดไปอีก 1 ปี
 q_x คือ ความน่าจะเป็นที่คนอายุ x จะเสียชีวิตภายในระยะเวลา 1 ปี
 q_y คือ ความน่าจะเป็นที่คนอายุ y จะเสียชีวิตภายในระยะเวลา 1 ปี

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประมาณค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วม

ในการประมาณค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วม จะใช้อัตราภรรยาของประชากรเพศชายและเพศหญิง ซึ่งได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.5 โดยสามารถคำนวณค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วมดังตัวอย่างต่อไปนี้

สมมติประชากรเพศชาย อายุ 40 ปี และประชากรเพศหญิง อายุ 35 ปี

กรณีที่ 1 เมื่อระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของประชากรร่วมไม่เป็นอิสระกัน และค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในฟังก์ชันแฟรงค์คอปปูลา (α) มีค่าเท่ากับ 5

ดังนั้นหาฟังก์ชันการอยู่รอดร่วมได้ คือ

$$\begin{aligned}
 S_{T(40)T(35)}(1,1) &= p_{40:35} \\
 &= 1 - q_{40:35} \\
 &= 1 - \{q_{40} + q_{35} - F_{T(40)T(35)}(1,1)\} \\
 &= 1 - \left\{ q_{40} + q_{35} \right. \\
 &\quad \left. - \frac{1}{\alpha} \ln \left[1 + \frac{(e^{\alpha F_{T(40)}(1)} - 1)(e^{\alpha F_{T(35)}(1)} - 1)}{e^\alpha - 1} \right] \right\} \\
 &= 1 - \left\{ 0.002657 + 0.000822 \right. \\
 &\quad \left. - \frac{1}{5} \ln \left[1 + \frac{(e^{5(0.002657)} - 1)(e^{5(0.000822)} - 1)}{e^5 - 1} \right] \right\} \\
 &= 0.996521
 \end{aligned}$$

นั่นคือค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วมของประชากรเพศชาย อายุ 40 ปี และประชากรเพศหญิง อายุ 35 ปี เมื่อระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของประชากรร่วมไม่เป็นอิสระกัน และค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องมีค่า $\alpha = 5$ มีค่าเท่ากับ 0.996521

กรณีที่ 2 เมื่อระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมเป็นอิสระกัน ดังนั้นหาฟังก์ชันการอยู่รอดรวมได้ คือ

$$\begin{aligned} S_{T(x)T(y)}(1,1) &= p_{40:35} \\ &= p_{40}p_{35} \\ &= 0.002657 \times 0.000822 = 0.996523 \end{aligned}$$

นั่นคือค่าฟังก์ชันการอยู่รอดรวมของประชากรเพศชาย อายุ 40 ปี และประชากรเพศหญิง อายุ 35 ปี เมื่อระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของประชากรร่วมเป็นอิสระกัน มีค่าเท่ากับ 0.996523

ตัวอย่างค่าฟังก์ชันการอยู่รอดรวมของประชากรเพศชายและหญิง อายุ 25 45 65 และ 85 ปี เมื่อระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของประชากรร่วมไม่เป็นอิสระกัน และค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในฟังก์ชันแฟรงค์คอปปุลา (α) มีค่าเท่ากับ -10, -5, 5 และ 10 และค่าฟังก์ชันการอยู่รอดรวม เมื่อระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของประชากรร่วมเป็นอิสระกัน ($\alpha = 0$) แสดงในตารางที่ 4.1

สำหรับค่าฟังก์ชันการอยู่รอดรวมของประชากรในรายอายุอื่นๆ เมื่อระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของประชากรร่วมไม่เป็นอิสระกัน และค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในฟังก์ชันแฟรงค์คอปปุลา (α) มีค่าเท่ากับ -10, -5, 5 และ 10 และค่าฟังก์ชันการอยู่รอดรวม เมื่อระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของประชากรร่วมเป็นอิสระกัน ($\alpha = 0$) แสดงไว้ในภาคผนวก ข

ตารางที่ 4.1 ค่าฟังก์ชันการอยู่รอดรวมของประชากรเพศชายและเพศหญิง อายุ 25 45 65 และ 85 ปี เมื่อระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของประชากรร่วมไม่เป็นอิสระกัน และค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในฟังก์ชันแฟรงค์คอปปุลา (α) มีค่าต่างๆ และค่าฟังก์ชันการอยู่รอดรวม เมื่อระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของประชากรร่วมเป็นอิสระกัน

อายุ	เพศหญิง				
	α	25	45	65	85
25	-10	0.999148	0.997270	0.987685	0.925614
	-5	0.999147	0.997264	0.987654	0.925491
	0	0.999146	0.997259	0.987627	0.925353
	5	0.999146	0.997257	0.987621	0.925311
	10	0.999146	0.997257	0.987621	0.925310

ตารางที่ 4.1 ค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วมของประชากรเพศชายและเพศหญิง อายุ 25 45 65 และ 85 ปี เมื่อระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของประชากรร่วมไม่เป็นอิสระกัน และค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในฟังก์ชันแฟรงค์คอปปูลา (α) มีค่าต่างๆ และค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วม เมื่อระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของประชากรร่วมเป็นอิสระกัน (ต่อ)

อายุ	เพศหญิง				
เพศชาย	α	25	45	65	85
45	-10	0.995332	0.993524	0.984276	0.923767
	-5	0.995327	0.993479	0.984047	0.922848
	0	0.995322	0.993441	0.983847	0.921811
	5	0.995321	0.993432	0.983797	0.921498
	10	0.995321	0.993432	0.983795	0.921484
65	-10	0.980763	0.979198	0.971136	0.916380
	-5	0.980741	0.979023	0.970239	0.912615
	0	0.980721	0.978868	0.969415	0.908288
	5	0.980716	0.978829	0.969199	0.906940
	10	0.980716	0.978827	0.969190	0.906880
85	-10	0.888504	0.887879	0.884566	0.857814
	-5	0.888438	0.887359	0.881783	0.843061
	0	0.888352	0.886673	0.878110	0.822741
	5	0.888323	0.886444	0.876857	0.814938
	10	0.888321	0.886433	0.876797	0.814495

4.3 การเปรียบเทียบค่าฟังก์ชันการอยู่รอดที่คำนวณได้

ผลการประมาณค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วมเมื่อระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของประชากรร่วมไม่เป็นอิสระกัน พบว่า ค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วมมีค่าขึ้นอยู่กับอายุและระดับความสัมพันธ์ของระยะเวลาการมีชีวิตรอดในอนาคตของประชากรร่วม นั่นคือ ในระดับพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในฟังก์ชันแฟรงค์คอปปูลาที่เท่ากัน เมื่ออายุของประชากรเพิ่มมากขึ้น ค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วม (${}_k p_{xy}$) จะลดลง ทำให้ค่าฟังก์ชันการแจกแจงร่วมของสถานะชีวิตร่วม (${}_k q_{xy}$) จะมีค่าเพิ่มขึ้น

เมื่อพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในฟังก์ชันแฟรงค์คอปบูลามีค่าเพิ่มขึ้น ณ ระดับอายุของประชากรร่วมที่เท่ากัน ค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วมจะลดลง ส่วนค่าฟังก์ชันการแจกแจงร่วมของสถานะชีวิตร่วมจะมีค่าเพิ่มขึ้น

เมื่อเปรียบเทียบค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วมในกรณีที่ระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของประชากรร่วมไม่เป็นอิสระกัน และกรณีที่ระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของประชากรร่วมเป็นอิสระกัน พบว่ามีค่าต่างกัน นั่นคือ ถ้าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในฟังก์ชันแฟรงค์คอปบูลามีค่าเป็นลบ ค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วมในกรณีที่ระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของประชากรร่วมไม่เป็นอิสระกัน จะมีค่ามากกว่าค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วมในกรณีที่ระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของประชากรร่วมเป็นอิสระกัน

แต่ถ้าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในฟังก์ชันแฟรงค์คอปบูลามีค่าเป็นบวก ค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วมในกรณีที่ระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของประชากรร่วมไม่เป็นอิสระกัน จะมีค่าน้อยกว่าค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วมในกรณีที่ระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของประชากรร่วมเป็นอิสระกัน



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

การคำนวณอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม

ในบทนี้จะกล่าวถึงการคำนวณอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมและมีหลายสาเหตุการตาย คือ อุบัติเหตุ โรคมะเร็งและสาเหตุอื่นๆ แต่เนื่องจากปัญหาทางด้านข้อมูลที่ไม่มีการจัดบันทึกอายุที่เสียชีวิตของประชากรที่เป็นคู่สมรสเดียวกัน และไม่มีข้อมูลประสบการณ์ของผู้เอาประกันภัยร่วม ดังนั้นการคำนวณอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม จึงใช้ค่าอัตราฆณะของประชากรซึ่งได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.5 และค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วมของประชากร ซึ่งได้แสดงไว้ในภาคผนวก ข แทนค่าอัตราฆณะและค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วมของผู้เอาประกันภัย โดยในหัวข้อที่ 5.1 จะกล่าวถึงตัวแบบสำหรับการคำนวณอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม ในหัวข้อที่ 5.2 จะกล่าวถึงผลการคำนวณอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม ส่วนในหัวข้อที่ 5.3 จะกล่าวถึงการเปรียบเทียบค่าอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมที่คำนวณได้ และในหัวข้อที่ 5.4 จะกล่าวถึงตัวอย่างแบบประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมพหุลดลง

5.1 ตัวแบบสำหรับการคำนวณอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม

การคำนวณอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมนี้จะพิจารณาการคำนวณเบี้ยประกันชีวิต 3 แบบ คือ การประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลา (Term Life Insurance) การประกันชีวิตแบบตลอดชีพ (Whole Life Insurance) และการประกันชีวิตแบบเงินรายปี (Life Annuity) โดยเป็นเบี้ยประกันภัยสุทธิตายครั้งเดียว โดยมีเงื่อนไขว่าอายุผู้เอาประกันภัยมีอายุต่างกันไม่เกิน 10 ปี และอัตราดอกเบี้ยจะใช้อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 3 จะพิจารณาระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมทั้ง 2 กรณี คือ

กรณีที่ 1 เมื่อระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมไม่เป็นอิสระกัน จะใช้ฟังก์ชันแฟรงค์คอปปูลา โดยในที่นี้กำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในฟังก์ชันแฟรงค์คอปปูลา (α) มีค่าเท่ากับ -10, -5, 5 และ 10

กรณีที่ 2 เมื่อระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมเป็นอิสระกัน ($\alpha=0$)

5.1.1 การคำนวณเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม แบบชั่วระยะเวลา

การคำนวณอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม ของคนอายุ x และ y สำหรับการประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลา n ปี จะแยกพิจารณาเป็น 3 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 พิจารณาสาเหตุการตายแยกเป็นรายสาเหตุ คือ อุบัติเหตุ โรคมะเร็งและสาเหตุอื่นๆ

$$P_{xy:n}^{(j)} = \sum_{k=0}^{(n-1)} B^{(j)} v^{k+1} {}_k p_{xy}^{(\tau)} q_{x+k:y+k}^{(j)}$$

โดย $P_{xy:n}^{(j)}$ คือ อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม ของการประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลา n ปี สำหรับผู้เอาประกันชีวิต อายุ x และ y ปี จากสาเหตุการตายที่ j เมื่อ $j=1,2,3$ แทนสาเหตุการตาย คือ อุบัติเหตุ โรคมะเร็งและสาเหตุอื่นๆ ตามลำดับ

$B^{(j)}$ คือ ผลประโยชน์กรณีเสียชีวิต จากสาเหตุการตายที่ j เมื่อ $j=1,2,3$ แทนสาเหตุการตาย คือ อุบัติเหตุ โรคมะเร็งและสาเหตุอื่นๆ ตามลำดับ

v คือ ฟังก์ชันส่วนลด (Discount Function) จากเวลาจ่ายผลประโยชน์ย้อนกลับไปที่เวลาเริ่มต้นเอาประกันภัย

${}_k p_{xy}^{(\tau)}$ คือ ความน่าจะเป็นที่คนอายุ x และ y จะมีชีวิตอยู่รอดไปอีก k ปี

$q_{x+k:y+k}^{(j)}$ คือ ความน่าจะเป็นที่คนอายุ $x+k$ และ $y+k$ จะเสียชีวิตภายในระยะเวลา 1 ปี จากสาเหตุการตายที่ j เมื่อ $j=1,2,3$ แทนสาเหตุการตาย คือ อุบัติเหตุ โรคมะเร็งและสาเหตุอื่นๆ ตามลำดับ

กรณีที่ 2 พิจารณาสาเหตุการตายเป็นสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุ

$$P_{xy:n}^{(\tau)} = \sum_{k=0}^{(n-1)} B^{(\tau)} v^{k+1} {}_k p_{xy}^{(\tau)} q_{x+k:y+k}^{(\tau)}$$

โดย $P_{xy:n}^{(\tau)}$ คือ อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม ของการประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลา n ปี สำหรับผู้เอาประกันชีวิต อายุ x และ y ปี จากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุ

$B^{(\tau)}$ คือ ผลประโยชน์กรณีเสียชีวิต จากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุ

$q_{x+k:y+k}^{(\tau)}$ คือ ความน่าจะเป็นที่คนอายุ $x+k$ และ $y+k$ จะเสียชีวิตภายในระยะเวลา 1 ปี จากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุ

กรณีที่ 3 พิจารณาสาเหตุการตายแบบมี 3 สาเหตุการตาย คือ อุบัติเหตุ โรคมะเร็งและสาเหตุอื่นๆ

$$P_{\overline{xy:n}|}^{(Mul)} = \sum_{j=1}^3 \sum_{k=0}^{(n-1)} B^{(j)} v^{k+1} {}_k p_{xy}^{(\tau)} q_{x+k:y+k}^{(j)}$$

โดย $P_{\overline{xy:n}|}^{(Mul)}$ คือ อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม ของการประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลา n ปี สำหรับผู้เอาประกันชีวิต อายุ x และ y ปี จาก 3 สาเหตุการตาย คือ อุบัติเหตุ โรคมะเร็งและสาเหตุอื่นๆ

5.1.2 การคำนวณเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม แบบตลอดชีพ

การคำนวณอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม ของคนอายุ x และ y สำหรับการประกันชีวิตแบบตลอดชีพนี้ จะแยกพิจารณาเป็น 3 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 พิจารณาสาเหตุการตายแยกเป็นรายสาเหตุ คือ อุบัติเหตุ โรคมะเร็งและสาเหตุอื่นๆ

$$P_{xy}^{(j)} = \sum_{k=0}^{(\omega - \max(x,y) - 1)} B^{(j)} v^{k+1} {}_k p_{xy}^{(\tau)} q_{x+k:y+k}^{(j)}$$

โดย $P_{xy}^{(j)}$ คือ อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม ของการประกันชีวิตตลอดชีพ สำหรับผู้เอาประกันชีวิต อายุ x และ y ปี จากสาเหตุการตายที่ j เมื่อ $j=1,2,3$ แทนสาเหตุการตาย คือ อุบัติเหตุ โรคมะเร็งและสาเหตุอื่นๆ ตามลำดับ

กรณีที่ 2 พิจารณาสาเหตุการตายเป็นสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุ

$$P_{xy}^{(\tau)} = \sum_{k=0}^{(\omega - \max(x,y) - 1)} B^{(\tau)} v^{k+1} {}_k p_{xy}^{(\tau)} q_{x+k:y+k}^{(\tau)}$$

โดย $P_{xy}^{(\tau)}$ คือ อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม ของการประกันชีวิตแบบตลอดชีพ สำหรับผู้เอาประกันชีวิต อายุ x และ y ปี จากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุ

กรณีที่ 3 พิจารณาสาเหตุการตายแบบมี 3 สาเหตุการตาย คือ อุบัติเหตุ โรคมะเร็งและสาเหตุอื่นๆ

$$P_{xy}^{(Mul)} = \sum_{j=1}^3 \sum_{k=0}^{(n-1)} B^{(j)} v^{k+1} {}_k p_{xy}^{(\tau)} q_{x+k:y+k}^{(j)}$$

โดย $P_{xy}^{(Mul)}$ คือ อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม ของการประกันชีวิตแบบตลอดชีพ สำหรับผู้เอาประกันชีวิต อายุ x และ y ปี จาก 3 สาเหตุการตาย คือ อุบัติเหตุ โรคมะเร็ง และสาเหตุอื่นๆ

5.1.3 การคำนวณเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม แบบเงินรายปี

การคำนวณอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม ของคนอายุ x และ y สำหรับการประกันชีวิตแบบเงินรายปี ที่จ่ายเงินรายปีทุกสิ้นปีกรรมกรณ์แก่ผู้เอาประกันภัยร่วม ตราบเท่าที่ผู้เอาประกันภัยยังมีชีวิตอยู่รอดทั้งคู่

$$P = \sum_{k=1}^{\omega - \max(x,y)} B v^k {}_k p_{xy}^{(\tau)}$$

โดย P คือ อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม ของการประกันชีวิตแบบเงินรายปี สำหรับผู้เอาประกันชีวิต อายุ x และ y ปี

B คือ เงินรายปีกรรมกรณ์ผู้เอาประกันภัยมีชีวิตอยู่ทั้งคู่

5.2 ผลการคำนวณอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม

5.2.1 การคำนวณเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม แบบชั่วระยะเวลา

5.2.1.1 การคำนวณอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม แบบชั่วระยะเวลา 10 ปี

การคำนวณอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม สำหรับการประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลา 10 ปี ของคนอายุ x และ y จะแยกพิจารณาเป็น 3 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 พิจารณาสาเหตุการตายแยกเป็นรายสาเหตุ คือ อุบัติเหตุ โรคมะเร็งและสาเหตุอื่นๆ

อัตราเบี้ยประกันชีวิตจากสาเหตุการตายแยกเป็นรายสาเหตุ คือ อุบัติเหตุ โรคมะเร็ง และสาเหตุอื่นๆ กำหนดผลประโยชน์กรณีเสียชีวิตจากสาเหตุการตายด้วยอุบัติเหตุ โรคมะเร็ง และสาเหตุอื่นๆ คือ ร้อยละ 110 120 และ 100 ของจำนวนเงินเอาประกันภัย แสดงในตารางที่ 5.1 – ตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.1 อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลา 10 ปี จากสาเหตุการตายด้วยอุบัติเหตุ
ต่อจำนวนเงินเอาประกันภัย 1,000 บาท

อายุ	เพศหญิง				
เพศชาย	α	35	40	45	50
35	-10	3.469616	3.647402	3.889857	-
	-5	3.470491	3.648414	3.891012	-
	0	3.471199	3.649232	3.891941	-
	5	3.471369	3.649427	3.892161	-
	10	3.471375	3.649434	3.892169	-
40	-10	4.153966	4.329154	4.567064	4.880299
	-5	4.154924	4.330205	4.568145	4.881199
	0	4.155697	4.331048	4.568998	4.881870
	5	4.155881	4.331248	4.569198	4.882021
	10	4.155887	4.331255	4.569205	4.882026
45	-10	4.686001	4.858372	5.091341	5.398225
	-5	4.686889	4.859229	5.091976	5.398215
	0	4.687596	4.859897	5.092434	5.398080
	5	4.687763	4.860052	5.092534	5.398025
	10	4.687769	4.860057	5.092537	5.398022
50	-10	-	5.415452	5.642252	5.941889
	-5	-	5.415851	5.641990	5.940186
	0	-	5.416103	5.641639	5.938523
	5	-	5.416151	5.641530	5.938074
	10	-	5.416152	5.641526	5.938057

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.2 อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลา 10 ปี จากสาเหตุการตายด้วยโรคมะเร็ง
ต่อจำนวนเงินเอาประกันภัย 1,000 บาท

อายุ	เพศหญิง				
เพศชาย	α	35	40	45	50
35	-10	6.789951	9.491249	13.952188	-
	-5	6.796156	9.502262	13.970652	-
	0	6.801211	9.511242	13.985724	-
	5	6.802424	9.513398	13.989347	-
	10	6.802466	9.513473	13.989473	-
40	-10	10.887814	13.543979	17.930340	24.249641
	-5	10.900639	13.566996	17.969370	24.307732
	0	10.911101	13.585788	18.001274	24.355210
	5	10.913614	13.590305	18.008948	24.366629
	10	10.913702	13.590462	18.009215	24.367026
45	-10	18.067568	20.651335	24.917956	31.065085
	-5	18.091003	20.693807	24.990594	31.174522
	0	18.110167	20.728561	25.050090	31.264099
	5	18.114778	20.736928	25.064421	31.285663
	10	18.114938	20.737219	25.064920	31.286414
50	-10	-	31.688050	35.780887	41.678366
	-5	-	31.757038	35.899736	41.859102
	0	-	31.813610	35.997247	42.007118
	5	-	31.827246	36.020759	42.042755
	10	-	31.827721	36.021579	42.043996

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.3 อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลา 10 ปี จากสาเหตุการตายด้วยสาเหตุอื่นๆ
ต่อจำนวนเงินเอาประกันภัย 1,000 บาท

อายุ	เพศหญิง				
	α	35	40	45	50
35	-10	23.690579	27.842743	35.000101	-
	-5	23.763893	27.958339	35.186628	-
	0	23.824273	28.053781	35.341304	-
	5	23.838873	28.076900	35.378888	-
	10	26.223321	30.885480	38.918227	-
40	-10	32.873734	36.916586	43.889314	56.670507
	-5	32.986329	37.094120	44.175709	57.149726
	0	33.079557	37.241477	44.414407	57.552281
	5	33.102184	37.277304	44.472616	57.651004
	10	36.413275	41.006417	48.922131	63.419944
45	-10	45.768120	49.661312	56.380497	68.707133
	-5	45.932142	49.919610	56.797084	69.403635
	0	46.068930	50.135515	57.146642	69.992342
	5	46.102297	50.188268	57.232295	70.137369
	10	50.713818	55.209140	62.958853	77.156771
50	-10	-	68.790722	75.128927	86.767335
	-5	-	69.164331	75.731506	87.777075
	0	-	69.480238	76.242775	88.639501
	5	-	69.558050	76.369043	88.853579
	10	-	76.516893	84.010889	97.747356

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรณีที่ 2 พิจารณาสาเหตุการตายเป็นสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุ

อัตราเบี้ยประกันชีวิตจากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุ กำหนดผลประโยชน์กรณีเสียชีวิต คือ ร้อยละ 100 ของจำนวนเงินเอาประกันภัย แสดงในตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลา 10 ปี จากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุ ต่อจำนวนเงินเอาประกันภัย 1,000 บาท

อายุ	เพศหญิง				
เพศชาย	α	35	40	45	50
35	-10	32.372923	38.852204	49.806959	-
	-5	32.515819	39.083010	50.182479	-
	0	32.634159	39.274906	50.496817	-
	5	32.662886	39.321619	50.573705	-
	10	32.663893	39.323259	50.576418	-
40	-10	45.515483	51.795933	62.418387	80.416371
	-5	45.740506	52.159561	63.010083	81.373349
	0	45.928336	52.464231	63.509076	82.189109
	5	45.974183	52.538802	63.631788	82.391292
	10	45.975798	52.541434	63.636137	82.398507
45	-10	64.766237	70.764456	80.914371	98.129074
	-5	65.103540	71.309559	81.801752	99.565336
	0	65.388301	71.771378	82.558149	100.801903
	5	65.458361	71.885301	82.745598	101.110655
	10	65.460844	71.889349	82.752287	101.121747
50	-10	-	99.340296	108.795033	124.850962
	-5	-	100.139800	110.097338	126.963514
	0	-	100.829245	111.226579	128.811968
	5	-	101.001458	111.509885	129.279045
	10	-	101.007645	111.520105	129.296010

กรณีที่ 3 พิจารณาสาเหตุการตายแบบมี 3 สาเหตุการตาย คือ อุบัติเหตุ โรคมะเร็งและสาเหตุอื่นๆ

อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบมี 3 สาเหตุการตาย คือ อุบัติเหตุ โรคมะเร็งและสาเหตุอื่นๆ กำหนดผลประโยชน์กรณีเสียชีวิตจากสาเหตุการตายด้วยอุบัติเหตุ โรคมะเร็ง และสาเหตุอื่นๆ คือ ร้อยละ 110 120 และ 100 ของจำนวนเงินเอาประกันภัย ตามลำดับ แสดงในตารางที่ 5.5

ตารางที่ 5.5 อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลา 10 ปี แบบมี 3 สาเหตุการตาย คือ อุบัติเหตุ โรคมะเร็งและสาเหตุอื่นๆ ต่อจำนวนเงินเอาประกันภัย 1,000 บาท

อายุ	เพศหญิง				
	α	35	40	45	50
35	-10	33.950146	40.981394	52.842146	-
	-5	34.030540	41.109015	53.048291	-
	0	34.096683	41.214254	53.218969	-
	5	34.112665	41.239725	53.260396	-
	10	36.497161	44.048386	56.799868	-
40	-10	47.915514	54.789719	66.386718	85.800447
	-5	48.041891	54.991321	66.713223	86.338657
	0	48.146355	55.158313	66.984679	86.789362
	5	48.171680	55.198857	67.050763	86.899654
	10	51.482864	58.928135	71.500551	92.668996
45	-10	68.521690	75.171018	86.389793	105.170443
	-5	68.710035	75.472645	86.879654	105.976372
	0	68.866694	75.723973	87.289166	106.654520
	5	68.904837	75.785248	87.389249	106.821058
	10	73.516525	80.806416	93.116309	113.841207
50	-10	-	105.894224	116.552066	134.387590
	-5	-	106.337220	117.273232	135.576363
	0	-	106.709951	117.881660	136.585142
	5	-	106.801448	118.031332	136.834408
	10	-	113.760767	125.673993	145.729410

5.2.1.2 การคำนวณอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม แบบชั่วระยะเวลา 20 ปี

การคำนวณอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม สำหรับการประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลา 20 ปี ของคนอายุ x และ y จะแยกพิจารณาเป็น 3 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 พิจารณาสาเหตุการตายแยกเป็นรายสาเหตุ คือ อุบัติเหตุ โรคมะเร็งและสาเหตุอื่นๆ อัตราเบี้ยประกันชีวิตจากสาเหตุการตายแยกเป็นรายสาเหตุ คือ อุบัติเหตุ โรคมะเร็ง และสาเหตุอื่นๆ กำหนดผลประโยชน์กรณีเสียชีวิตจากสาเหตุการตายด้วยอุบัติเหตุ โรคมะเร็ง และสาเหตุอื่นๆ คือ ร้อยละ 110 120 และ 100 ของจำนวนเงินเอาประกันภัย ตามลำดับ แสดงในตารางที่ 5.6 – ตารางที่ 5.8

ตารางที่ 5.6 อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลา 20 ปี จากสาเหตุการตายด้วยอุบัติเหตุ ต่อจำนวนเงินเอาประกันภัย 1,000 บาท

อายุ	เพศหญิง				
เพศชาย	α	35	40	45	50
35	-10	7.111031	7.477081	7.719594	-
	-5	7.111696	7.476950	7.717893	-
	0	7.112184	7.476728	7.716290	-
	5	7.112291	7.476655	7.715867	-
	10	7.112295	7.476652	7.715851	-
40	-10	8.123387	8.476096	8.707181	8.911071
	-5	8.123005	8.473993	8.702173	8.902181
	0	8.122566	8.472029	8.697648	8.894187
	5	8.122439	8.471513	8.696481	8.892131
	10	8.122434	8.471493	8.696438	8.892056
45	-10	8.735385	9.077561	9.305145	9.503440
	-5	8.733516	9.072839	9.295802	9.487949
	0	8.731748	9.068529	9.287384	9.474022
	5	8.731281	9.067412	9.285216	9.470436
	10	8.731263	9.067370	9.285136	9.470303
50	-10	9.226351	9.555588	9.778104	9.972459
	-5	9.222560	9.547514	9.763323	9.948560
	0	9.219029	9.540129	9.749923	9.926908
	5	9.218102	9.538210	9.746454	9.921299
	10	9.218068	9.538138	9.746325	9.921091

ตารางที่ 5.7 อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลา 20 ปี จากสาเหตุการตายด้วยโรคมะเร็ง
ต่อจำนวนเงินเอาประกันภัย 1,000 บาท

อายุ	เพศหญิง				
เพศชาย	α	35	40	45	50
35	-10	24.611702	31.529847	38.862525	-
	-5	24.666606	31.611943	38.954645	-
	0	24.711503	31.678983	39.029331	-
	5	24.722306	31.695097	39.047186	-
	10	24.722682	31.695657	39.047804	-
40	-10	36.060280	42.631997	49.606033	56.779279
	-5	36.149366	42.767302	49.760827	56.939098
	0	36.222254	42.877696	49.885892	57.066041
	5	36.239796	42.904208	49.915702	57.095887
	10	36.240407	42.905129	49.916731	57.096905
45	-10	49.963963	56.155646	62.736808	69.484675
	-5	50.077222	56.331459	62.945684	69.699186
	0	50.169475	56.474042	63.112803	69.866604
	5	50.191600	56.508119	63.152313	69.905368
	10	50.192368	56.509298	63.153667	69.906671
50	-10	-	71.333918	77.506744	83.806763
	-5	-	71.536221	77.749090	84.057117
	0	-	71.698348	77.939427	84.246339
	5	-	71.736719	77.983715	84.288865
	10	-	71.738035	77.985210	84.290251

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.8 อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลา 20 ปี จากสาเหตุการตายด้วยสาเหตุอื่นๆ
ต่อจำนวนเงินเอาประกันภัย 1,000 บาท

อายุ	เพศหญิง				
เพศชาย	α	35	40	45	50
35	-10	64.014882	76.585854	94.433093	-
	-5	64.378753	77.180975	95.302236	-
	0	64.682932	77.681698	96.037772	-
	5	64.757273	77.804661	96.219174	-
	10	64.759894	77.809016	96.225624	-
40	-10	85.728217	97.472938	114.246938	139.478306
	-5	86.249232	98.326143	115.492533	141.271295
	0	86.689006	99.050528	116.554897	142.817052
	5	86.797229	99.229599	116.818452	143.203727
	10	86.801069	99.235980	116.827878	143.217670
45	-10	111.470053	122.319999	137.864391	161.378130
	-5	112.129822	123.396136	139.455175	163.666900
	0	112.690897	124.315700	140.819484	165.646903
	5	112.829700	124.544074	141.159344	166.143605
	10	112.834647	124.552247	141.171550	166.161576
50	-10	-	156.294254	170.241664	191.391277
	-5	-	157.672720	172.265549	194.345586
	0	-	158.870701	174.026279	196.934861
	5	-	159.171946	174.469657	197.591278
	10	-	159.182855	174.485752	197.615295

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรณีที่ 2 พิจารณาสาเหตุการตายเป็นสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุ

อัตราเบี้ยประกันชีวิตจากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุ กำหนดผลประโยชน์กรณีเสียชีวิต คือ ร้อยละ 100 ของจำนวนเงินเอาประกันภัย แสดงในตารางที่ 5.9

ตารางที่ 5.9 อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลา 20 ปี จากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุ ต่อจำนวนเงินเอาประกันภัย 1,000 บาท

อายุ	เพศหญิง				
	α	35	40	45	50
35	-10	90.244275	108.468212	132.211162	-
	-5	91.011192	109.697011	133.923328	-
	0	91.661518	110.748276	135.398078	-
	5	91.822100	111.009600	135.766529	-
	10	91.827812	111.018955	135.779781	-
40	-10	122.054647	138.931476	161.060781	191.642638
	-5	123.173323	140.727479	163.569990	195.064542
	0	124.136345	142.285873	165.758682	198.084671
	5	124.376741	142.677360	166.310823	198.853736
	10	124.385377	142.691510	166.330865	198.881913
45	-10	159.608283	175.057760	195.352377	223.566235
	-5	161.033543	177.349086	198.611438	228.016069
	0	162.275174	179.358876	201.483571	231.974515
	5	162.587737	179.867730	202.213740	232.988827
	10	162.599050	179.886256	202.240442	233.026229
50	-10	-	221.504288	239.610334	264.724672
	-5	-	224.376248	243.691090	270.379967
	0	-	226.949185	247.354105	275.496995
	5	-	227.610949	248.298453	276.826264
	10	-	227.635400	248.333457	276.875971

กรณีที่ 3 พิจารณาสาเหตุการตายแบบมี 3 สาเหตุการตาย คือ อุบัติเหตุ โรคมะเร็งและสาเหตุอื่นๆ

อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบมี 3 สาเหตุการตาย คือ อุบัติเหตุ โรคมะเร็งและสาเหตุอื่นๆ กำหนดผลประโยชน์กรณีเสียชีวิตจากสาเหตุการตายด้วยอุบัติเหตุ โรคมะเร็ง และสาเหตุอื่นๆ คือ ร้อยละ 110 120 และ 100 ของจำนวนเงินเอาประกันภัย ตามลำดับ แสดงในตารางที่ 5.5

ตารางที่ 5.10 อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลา 20 ปี แบบมี 3 สาเหตุการตาย คือ อุบัติเหตุ โรคมะเร็งและสาเหตุอื่นๆ ต่อจำนวนเงินเอาประกันภัย 1,000 บาท

อายุ	เพศหญิง				
	α	35	40	45	50
35	-10	95.737615	115.592783	141.015212	-
	-5	96.157055	116.269868	141.974773	-
	0	96.506619	116.837409	142.783393	-
	5	96.591870	116.976413	142.982227	-
	10	96.594871	116.981324	142.989279	-
40	-10	129.911884	148.581031	172.560152	205.168656
	-5	130.521604	149.567438	173.955533	207.112575
	0	131.033827	150.400253	175.138436	208.777280
	5	131.159464	150.605319	175.430635	209.191745
	10	131.163909	150.612602	175.441047	209.206630
45	-10	170.169402	187.553206	209.906345	240.366245
	-5	170.940559	188.800435	211.696661	242.854035
	0	171.592121	189.858271	213.219671	244.987529
	5	171.752581	190.119605	213.596873	245.519409
	10	171.758279	190.128916	213.610353	245.538551
50	-10	-	237.183760	257.526512	285.170499
	-5	-	238.756455	259.777962	288.351263
	0	-	240.109178	261.715629	291.108108
	5	-	240.446875	262.199827	291.801442
	10	-	240.459028	262.217287	291.826636

5.2.2 การคำนวณเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม แบบตลอดชีพ

การคำนวณอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม ของคนอายุ x และ y สำหรับการประกันชีวิตแบบตลอดชีพนี้ จะแยกพิจารณาเป็น 3 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 พิจารณาสาเหตุการตายแยกเป็นรายสาเหตุ คือ อุบัติเหตุ โรคมะเร็งและสาเหตุอื่นๆ

อัตราเบี้ยประกันชีวิตจากสาเหตุการตายแยกเป็นรายสาเหตุ คือ อุบัติเหตุ โรคมะเร็ง และสาเหตุอื่นๆ กำหนดผลประโยชน์กรณีเสียชีวิตจากสาเหตุการตายด้วยอุบัติเหตุ โรคมะเร็ง และสาเหตุอื่นๆ คือ ร้อยละ 110 120 และ 100 ของจำนวนเงินเอาประกันภัย ตามลำดับ แสดงในตารางที่ 5.11 – ตารางที่ 5.13

ตารางที่ 5.11 อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบตลอดชีพ จากสาเหตุการตายด้วยอุบัติเหตุ ต่อจำนวนเงินเอาประกันภัย 1,000 บาท

อายุ	เพศหญิง				
เพศชาย	α	35	40	45	50
35	-10	13.152581	13.015384	12.618089	-
	-5	13.046368	12.904917	12.518671	-
	0	12.941347	12.796908	12.421831	-
	5	12.911287	12.766357	12.394765	-
	10	12.909978	12.765057	12.393647	-
40	-10	13.492895	13.566244	13.324629	12.807350
	-5	13.402314	13.441442	13.194684	12.690345
	0	13.311421	13.318000	13.067551	12.576220
	5	13.285317	13.282659	13.031573	12.544292
	10	13.284194	13.281119	13.030042	12.542972
45	-10	13.370455	13.531527	13.538494	13.204885
	-5	13.298891	13.424716	13.391206	13.051617
	0	13.226138	13.317447	13.245347	12.901354
	5	13.205253	13.286622	13.203551	12.858763
	10	13.204372	13.285295	13.201728	12.856947
50	-10	-	13.163709	13.274629	13.235238
	-5	-	13.079087	13.148340	13.061103
	0	-	12.992874	13.021172	12.888063
	5	-	12.968088	12.984556	12.838345
	10	-	12.967040	12.982977	12.836170

ตารางที่ 5.12 อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบตลอดชีพ จากสาเหตุการตายด้วยโรคมะเร็ง ต่อจำนวนเงินเอาประกันภัย 1,000 บาท

อายุ	เพศหญิง				
	α	35	40	45	50
35	-10	85.983492	88.435276	88.772187	-
	-5	85.356470	87.773119	88.232506	-
	0	84.639739	87.030106	87.619442	-
	5	84.414375	86.799876	87.430487	-
	10	84.403777	86.789305	87.422033	-
40	-10	94.106322	98.350755	100.191072	98.894824
	-5	93.640817	97.616141	99.414443	98.262160
	0	93.068545	96.775296	98.541391	97.541006
	5	92.882907	96.510697	98.270570	97.318301
	10	92.874107	96.498246	98.258124	97.308323
45	-10	101.617068	106.715448	110.726557	111.277628
	-5	101.342423	106.169072	109.861190	110.361458
	0	100.958461	105.495330	108.868243	109.328119
	5	100.828080	105.276428	108.555320	109.006923
	10	100.821844	105.266039	108.540577	108.992138
50	-10	-	113.185324	118.289249	121.514221
	-5	-	112.863837	117.643574	120.485782
	0	-	112.410410	116.843423	119.300917
	5	-	112.255866	116.582758	118.926565
	10	-	112.248456	116.570362	118.908891

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.13 อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบตลอดชีพ จากสาเหตุการตายด้วยสาเหตุอื่นๆ ต่อจำนวนเงินเอาประกันภัย 1,000 บาท

อายุ	เพศหญิง				
	α	35	40	45	50
เพศชาย	-10	281.670046	291.959736	306.623807	-
	-5	284.620015	295.995172	311.007905	-
	0	287.222972	299.709869	315.183309	-
	5	287.900148	300.722647	316.345835	-
	10	287.930334	300.768039	316.396635	-
35	-10	302.093286	319.484408	330.605341	346.157362
	-5	305.151317	322.943844	335.352199	351.334747
	0	308.067474	325.997434	339.724200	356.270281
	5	308.880380	326.792085	340.916725	357.645389
	10	308.917751	326.827532	340.970206	357.705523
40	-10	328.137879	340.997012	360.700854	372.293048
	-5	330.715000	344.602169	364.789328	377.930396
	0	333.349857	348.042900	368.400513	383.128024
	5	334.120129	349.002638	369.340749	384.546883
	10	334.155643	349.046797	369.382731	384.610575
45	-10	-	368.115868	382.676638	404.873412
	-5	-	371.177432	386.975984	409.770109
	0	-	374.312941	391.084822	414.100903
	5	-	375.230626	392.232037	415.229568
	10	-	375.272987	392.284881	415.280031
50	-10	-	368.115868	382.676638	404.873412
	-5	-	371.177432	386.975984	409.770109
	0	-	374.312941	391.084822	414.100903
	5	-	375.230626	392.232037	415.229568
	10	-	375.272987	392.284881	415.280031

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรณีที่ 2 พิจารณาสาเหตุการตายเป็นสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุ

อัตราเบี้ยประกันชีวิตจากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุ กำหนดผลประโยชน์กรณีเสียชีวิต คือ ร้อยละ 100 ของจำนวนเงินเอาประกันภัย แสดงในตารางที่ 5.14

ตารางที่ 5.14 อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบตลอดชีพจากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุ ต่อจำนวนเงินเอาประกันภัย 1,000 บาท

อายุ	เพศหญิง				
	α	35	40	45	50
35	-10	357.099612	368.170889	382.154251	-
	-5	362.773959	375.414588	390.160106	-
	0	368.327022	382.537489	398.111962	-
	5	369.927294	384.600852	400.411774	-
	10	370.002063	384.695898	400.514183	-
40	-10	384.979618	404.194591	415.290130	428.574146
	-5	390.721399	410.840609	423.790349	437.992381
	0	396.574777	417.350178	432.158093	447.362708
	5	398.307042	419.227410	434.584235	450.076211
	10	398.388345	419.315195	434.696104	450.197196
45	-10	417.765487	433.062818	454.025260	464.199806
	-5	422.942354	439.813843	461.843272	474.225594
	0	428.440603	446.706632	469.514175	484.117679
	5	430.100047	448.748844	471.729483	486.991103
	10	430.176913	448.844813	471.833259	487.123871
50	-10	-	465.901061	482.524368	504.929564
	-5	-	472.020328	490.508796	514.174966
	0	-	478.538059	498.685551	523.277863
	5	-	480.509038	501.113709	525.914261
	10	-	480.600505	501.228096	526.038198

กรณีที่ 3 พิจารณาสาเหตุการตายแบบมี 3 สาเหตุการตาย คือ อุบัติเหตุ โรคมะเร็งและสาเหตุอื่นๆ

อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบมี 3 สาเหตุการตาย คือ อุบัติเหตุ โรคมะเร็งและสาเหตุอื่นๆ กำหนดผลประโยชน์กรณีเสียชีวิตจากสาเหตุการตายด้วยอุบัติเหตุ โรคมะเร็ง และสาเหตุอื่นๆ คือ ร้อยละ 110 120 และ 100 ของจำนวนเงินเอาประกันภัย ตามลำดับ แสดงในตารางที่ 5.15

ตารางที่ 5.15 อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบตลอดชีพ แบบมี 3 สาเหตุการตาย คือ อุบัติเหตุ โรคมะเร็งและสาเหตุอื่นๆ ต่อจำนวนเงินเอาประกันภัย 1,000 บาท

อายุ	เพศหญิง				
	α	35	40	45	50
35	-10	380.806119	393.410397	408.014083	-
	-5	383.022853	396.673208	411.759082	-
	0	384.804057	399.536884	415.224582	-
	5	385.225810	400.288880	416.171087	-
	10	385.244088	400.322401	416.212316	-
40	-10	409.692502	431.401407	444.121042	457.859535
	-5	412.194448	434.001427	447.961327	462.287252
	0	414.447441	436.090730	451.333142	466.387507
	5	415.048604	436.585442	452.218868	467.507982
	10	415.076052	436.606897	452.258372	467.556818
45	-10	443.125402	461.243987	484.965906	496.775560
	-5	445.356314	464.195957	488.041724	501.343471
	0	447.534457	466.855677	490.514103	505.357497
	5	448.153462	467.565688	491.099620	506.412569
	10	448.181858	467.598131	491.125035	506.459661
50	-10	-	494.464901	514.240516	539.622871
	-5	-	497.120355	517.767899	543.316993
	0	-	499.716225	520.949417	546.289883
	5	-	500.454580	521.799350	546.994478
	10	-	500.488482	521.838219	547.025092

5.2.3 การคำนวณเบี้ยประกันชีวิต แบบเงินรายปี

การคำนวณอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม ของคนอายุ x และ y สำหรับการประกันชีวิตแบบเงินรายปีที่จ่ายเงินรายปี 1,000 บาท ทุกสิ้นปีกรมธรรม์แก่ผู้เอาประกันภัยร่วม ตราบเท่าที่ผู้เอาประกันภัยยังมีชีวิตอยู่รอดทั้งคู่

อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบเงินรายปีที่ แสดงในตารางที่ 5.16

ตารางที่ 5.16 อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบเงินรายปีที่จ่ายเงินรายปี 1,000 บาท ทุกสิ้นปีกรมธรรม์ ตราบเท่าที่ผู้เอาประกันภัยยังมีชีวิตอยู่รอดทั้งคู่

อายุ	เพศหญิง				
	α	35	40	45	50
35	-10	21,037.706963	20,300.471558	19,300.460153	-
	-5	20,932.602703	20,190.434655	19,196.385570	-
	0	20,831.169184	20,085.415630	19,097.543900	-
	5	20,802.720142	20,056.313206	19,070.467094	-
	10	20,801.509677	20,055.104639	19,069.372571	-
40	-10	19,898.394121	19,398.468417	18,592.564152	17,511.616779
	-5	19,805.595479	19,275.825146	18,464.303452	17,390.658068
	0	19,714.930928	19,157.304576	18,341.662506	17,275.448004
	5	19,689.422077	19,124.027944	18,307.627034	17,243.818195
	10	19,688.347954	19,122.610464	18,306.211454	17,242.536877
45	-10	18,544.200659	18,184.534741	17,650.644998	16,788.025409
	-5	18,467.711477	18,076.230818	17,507.469745	16,638.815652
	0	18,392.155367	17,970.161852	17,368.730370	16,495.605467
	5	18,370.898658	17,940.265133	17,329.693432	16,455.743195
	10	18,370.017903	17,939.003952	17,328.026744	16,454.080111
50	-10	-	16,769.931787	16,393.081628	15,840.790377
	-5	-	16,680.794007	16,266.870147	15,674.057823
	0	-	16,592.359160	16,142.682351	15,511.628409
	5	-	16,567.402190	16,107.554600	15,465.731169
	10	-	16,566.365081	16,106.067402	15,463.762545

5.3 การเปรียบเทียบค่าอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมที่คำนวณได้

ผลการคำนวณอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม สำหรับการประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลา 10 ปี และ 20 ปี การประกันชีวิตแบบตลอดชีพ และการประกันชีวิตแบบเงินรายปี พบว่า อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมในกรณีที่ระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมไม่เป็นอิสระกัน และกรณีที่ระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมเป็นอิสระกัน พบว่ามีค่าต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับระดับความสัมพันธ์ของระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วม และเมื่อระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมไม่เป็นอิสระกัน เบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมจะขึ้นอยู่กับอายุและระดับความสัมพันธ์ของระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วม

5.3.1 การเปลี่ยนแปลงของอายุ ที่มีผลต่ออัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม

การประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลา 10 ปี

เมื่ออายุของผู้เอาประกันภัยเพิ่มขึ้น อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมจะมีค่าเพิ่มขึ้นในทุกกรณี

การประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลา 20 ปี

เมื่ออายุของผู้เอาประกันภัยร่วมเพิ่มขึ้น อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมจะมีค่าเพิ่มขึ้นในทุกกรณี

การประกันชีวิตแบบตลอดชีพ

เมื่ออายุของผู้เอาประกันภัยร่วมเพิ่มขึ้น อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมจะมีค่าเพิ่มขึ้น ยกเว้นในกรณีที่ 1 จากสาเหตุการตายด้วยอุบัติเหตุ อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมจะมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงในบางช่วงอายุ

การประกันชีวิตแบบเงินรายปี

เมื่ออายุของผู้เอาประกันภัยร่วมเพิ่มขึ้น อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมจะมีค่าลดลง

5.3.2 การเปลี่ยนแปลงของระดับความสัมพันธ์ของระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัย ที่มีผลต่ออัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม

การประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลา 10 ปี

เมื่อค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในฟังก์ชันแฟรงค์คอปปูลา (α) มีค่าเพิ่มขึ้น อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมจะมีค่าเพิ่มขึ้น ยกเว้นในกรณีที่ 1 จากสาเหตุการตายด้วยอุบัติเหตุ อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมจะมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงในบางช่วงอายุ

ค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในฟังก์ชันแฟรงค์คอปปูลาที่มีค่าเป็นลบจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมมากกว่าค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในฟังก์ชันแฟรงค์คอปปูลาที่มีค่าเป็นบวก ทุกกรณี ยกเว้นในกรณีที่ 1 จากสาเหตุการตายด้วยสาเหตุอื่นๆ และกรณีที่ 3 แบบมี 3 สาเหตุการตาย

การประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลา 20 ปี

เมื่อค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในฟังก์ชันแฟรงค์คอปปูลา มีค่าเพิ่มขึ้น อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมจะมีค่าเพิ่มขึ้น ยกเว้นในกรณีที่ 1 จากสาเหตุการตายด้วยอุบัติเหตุ อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมจะมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงในบางช่วงอายุ

ค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในฟังก์ชันแฟรงค์คอปปูลาที่มีค่าเป็นลบจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมมากกว่าค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในฟังก์ชันแฟรงค์คอปปูลาที่มีค่าเป็นบวกทุกกรณี

การประกันชีวิตแบบตลอดชีพ

เมื่อค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในฟังก์ชันแฟรงค์คอปปูลา มีค่าเพิ่มขึ้น อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมจะมีค่าเพิ่มขึ้น ยกเว้นในกรณีที่ 1 จากสาเหตุการตายด้วยอุบัติเหตุ และโรคมะเร็ง อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมจะมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงในบางช่วงอายุ

ค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในฟังก์ชันแฟรงค์คอปปูลาที่มีค่าเป็นลบ จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมมากกว่าค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในฟังก์ชันแฟรงค์คอปปูลาที่มีค่าเป็นบวก ทุกกรณี

การประกันชีวิตแบบเงินรายปี

เมื่อค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในฟังก์ชันแฟรงค์คอปปูลามามีค่าเพิ่มขึ้น อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมจะมีค่าลดลง

ค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในฟังก์ชันแฟรงค์คอปปูลาที่มีค่าเป็นลบ จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมมากกว่าค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในฟังก์ชันแฟรงค์คอปปูลาที่มีค่าเป็นบวก

การเปรียบเทียบค่าอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมที่คำนวณได้ สำหรับการประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลา 10 ปี และ 20 ปี การประกันชีวิตแบบตลอดชีพ และการประกันชีวิตแบบเงินรายปี แสดงในตารางที่ 5.17 – ตารางที่ 5.20

ตารางที่ 5.17 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของอายุและการเปลี่ยนแปลงของระดับความสัมพันธ์ของระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัย ที่มีผลต่ออัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม แบบชั่วระยะเวลา 10 ปี

อัตราเบี้ยประกันชีวิต	ปัจจัยที่เปลี่ยนแปลง		
	อายุ	α	$-\alpha$ และ $+\alpha$
กรณีที่ 1 แยกรายสาเหตุ			
- อุบัติเหตุ	อายุเพิ่มขึ้น เบี้ยประกันชีวิตเพิ่มขึ้น	α เพิ่มขึ้น เบี้ยประกันชีวิตเพิ่มขึ้น หรือลดลงในบางช่วงอายุ	$-\alpha$ มีผลมากกว่า $+\alpha$
- โรคมะเร็ง	อายุเพิ่มขึ้น เบี้ยประกันชีวิตเพิ่มขึ้น	α เพิ่มขึ้น เบี้ยประกันชีวิตเพิ่มขึ้น	$-\alpha$ มีผลมากกว่า $+\alpha$
- สาเหตุอื่นๆ	อายุเพิ่มขึ้น เบี้ยประกันชีวิตเพิ่มขึ้น	α เพิ่มขึ้น เบี้ยประกันชีวิตเพิ่มขึ้น	$-\alpha$ มีผลน้อยกว่า $+\alpha$
กรณีที่ 2 รวมทุกสาเหตุ	อายุเพิ่มขึ้น เบี้ยประกันชีวิตเพิ่มขึ้น	α เพิ่มขึ้น เบี้ยประกันชีวิตเพิ่มขึ้น	$-\alpha$ มีผลมากกว่า $+\alpha$
กรณีที่ 3 มี 3 สาเหตุ	อายุเพิ่มขึ้น เบี้ยประกันชีวิตเพิ่มขึ้น	α เพิ่มขึ้น เบี้ยประกันชีวิตเพิ่มขึ้น	$-\alpha$ มีผลน้อยกว่า $+\alpha$

ตารางที่ 5.18 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของอายุและการเปลี่ยนแปลงของระดับความสัมพันธ์ของระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัย ที่มีผลต่ออัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม แบบชั่วระยะเวลา 20 ปี

อัตราเบี้ยประกันชีวิต	ปัจจัยที่เปลี่ยนแปลง		
	อายุ	α	$-\alpha$ และ $+\alpha$
กรณีที่ 1 แยกรายสาเหตุ			
- อุบัติเหตุ	อายุเพิ่มขึ้น เบี้ยประกันชีวิตเพิ่มขึ้น	α เพิ่มขึ้น เบี้ยประกันชีวิตเพิ่มขึ้น หรือลดลงในบางช่วงอายุ	$-\alpha$ มีผลมากกว่า $+\alpha$
- โรคมะเร็ง	อายุเพิ่มขึ้น เบี้ยประกันชีวิตเพิ่มขึ้น	α เพิ่มขึ้น เบี้ยประกันชีวิตเพิ่มขึ้น	$-\alpha$ มีผลมากกว่า $+\alpha$
- สาเหตุอื่นๆ	อายุเพิ่มขึ้น เบี้ยประกันชีวิตเพิ่มขึ้น	α เพิ่มขึ้น เบี้ยประกันชีวิตเพิ่มขึ้น	$-\alpha$ มีผลมากกว่า $+\alpha$
กรณีที่ 2 รวมทุกสาเหตุ	อายุเพิ่มขึ้น เบี้ยประกันชีวิตเพิ่มขึ้น	α เพิ่มขึ้น เบี้ยประกันชีวิตเพิ่มขึ้น	$-\alpha$ มีผลมากกว่า $+\alpha$
กรณีที่ 3 มี 3 สาเหตุ	อายุเพิ่มขึ้น เบี้ยประกันชีวิตเพิ่มขึ้น	α เพิ่มขึ้น เบี้ยประกันชีวิตเพิ่มขึ้น	$-\alpha$ มีผลมากกว่า $+\alpha$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.19 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของอายุและการเปลี่ยนแปลงของระดับความสัมพันธ์ของระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัย ที่มีผลต่ออัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม แบบตลอดชีพ

อัตราเบี้ยประกันชีวิต	ปัจจัยที่เปลี่ยนแปลง		
	อายุ	α	$-\alpha$ และ $+\alpha$
กรณีที่ 1 แยกรายสาเหตุ			
- อุบัติเหตุ	อายุเพิ่มขึ้น เบี้ยประกันชีวิตเพิ่มขึ้น หรือลดลงในบางช่วงอายุ	α เพิ่มขึ้น เบี้ยประกันชีวิตลดลง	$-\alpha$ มีผลมากกว่า $+\alpha$
- โรคมะเร็ง	อายุเพิ่มขึ้น เบี้ยประกันชีวิตเพิ่มขึ้น	α เพิ่มขึ้น เบี้ยประกันชีวิตลดลง	$-\alpha$ มีผลมากกว่า $+\alpha$
- สาเหตุอื่นๆ	อายุเพิ่มขึ้น เบี้ยประกันชีวิตเพิ่มขึ้น	α เพิ่มขึ้น เบี้ยประกันชีวิตเพิ่มขึ้น	$-\alpha$ มีผลมากกว่า $+\alpha$
กรณีที่ 2 รวมทุกสาเหตุ	อายุเพิ่มขึ้น เบี้ยประกันชีวิตเพิ่มขึ้น	α เพิ่มขึ้น เบี้ยประกันชีวิตเพิ่มขึ้น	$-\alpha$ มีผลมากกว่า $+\alpha$
กรณีที่ 3 มี 3 สาเหตุ	อายุเพิ่มขึ้น เบี้ยประกันชีวิตเพิ่มขึ้น	α เพิ่มขึ้น เบี้ยประกันชีวิตเพิ่มขึ้น	$-\alpha$ มีผลมากกว่า $+\alpha$

ตารางที่ 5.20 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของอายุและการเปลี่ยนแปลงของระดับความสัมพันธ์ของระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัย ที่มีผลต่ออัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม แบบเงินรายปี

อัตราเบี้ยประกันชีวิต	ปัจจัยที่เปลี่ยนแปลง		
	อายุ	α	$-\alpha$ และ $+\alpha$
อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบเงินรายปี	อายุเพิ่มขึ้น เบี้ยประกันชีวิตลดลง	α เพิ่มขึ้น เบี้ยประกันชีวิตลดลง	$-\alpha$ มีผลมากกว่า $+\alpha$

5.4 ตัวอย่างแบบประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมพหุลดลง

การคำนวณอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม ในหัวข้อ 5.3 เป็นการคำนวณอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม แยกตามแบบของการประกันชีวิต คือ แบบชั่วระยะเวลา แบบตลอดชีพ และแบบเงินรายปี ดังนั้นในหัวข้อนี้จะยกตัวอย่างกรมธรรม์ประกันชีวิต ที่รวมการประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลาและแบบเงินรายปีเข้าด้วยกัน โดยพิจารณาสาเหตุการตายแบบมี 3 สาเหตุการตาย คือ อุบัติเหตุ โรคมะเร็งและสาเหตุอื่นๆ

การคำนวณอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมนี้จะพิจารณาเป็น 2 กรณี คือ

กรณีที่ 1 เมื่อระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมไม่เป็นอิสระกัน จะใช้ฟังก์ชันแฟรงค์คอปปูลา โดยในที่นี้กำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในฟังก์ชันแฟรงค์คอปปูลา (α) มีค่าเท่ากับ -10, -5, -1, 1, 5 และ 10

กรณีที่ 2 เมื่อระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมเป็นอิสระกัน

5.4.1 กรมธรรม์ประกันชีวิตสุขใจ

กรมธรรม์ประกันชีวิตนี้เหมาะสำหรับคู่สมรส ที่ต้องการออมเงินแบบบำนาญไว้ใช้ในยามเกษียณ เมื่อผู้เอาประกันภัยคนใดคนหนึ่งมีอายุครบ 60 ปี โดยจะได้รับความคุ้มครองการเสียชีวิตในช่วงเวลาก่อนได้รับบำนาญ นอกจากนี้ยังเป็นกรมธรรม์บำนาญที่สามารถนำไปลดหย่อนภาษีได้อีกด้วย

5.4.1.1 เงื่อนไขของการรับประกันชีวิต

1. ผู้เอาประกันภัยต้องเป็นคู่สมรสที่จดทะเบียนสมรสถูกต้องตามกฎหมาย
2. อายุผู้เอาประกันภัยต้องมีอายุ 35 – 50 ปี และมีอายุต่างกันไม่เกิน 10 ปี
3. จำนวนเงินเอาประกันภัย 100,000 – 2,000,000 บาท
4. การชำระเบี้ยประกันชีวิตเป็นแบบจ่ายครั้งเดียว

กรณีมีชีวิตอยู่จนถึงช่วงเวลากារรับบำนาญ

หากผู้เอาประกันภัยคนใดคนหนึ่งหรือทั้งคู่มีอายุครบ 60 ปี จะได้รับเงินบำนาญทุกสิ้นปี กรมธรรม์จนถึงอายุ 85 ปี ดังนี้

หากผู้เอาประกันภัยมีชีวิตอยู่ทั้งคู่ จะได้รับเงินบำนาญร้อยละ 15 ของจำนวนเงินเอาประกันภัย

หากสามีเสียชีวิตและภรรยายังมีชีวิตอยู่ จะได้รับเงินบำนาญร้อยละ 10 ของจำนวนเงินเอาประกันภัย

หากภรรยาเสียชีวิตและสามียังมีชีวิตอยู่ จะได้รับเงินบำนาญร้อยละ 8 ของจำนวนเงินเอาประกันภัย

5.4,1.3 ข้อกำหนดเบื้องต้น

1. การชำระเบี้ยประกันชีวิตเป็นแบบจ่ายครั้งเดียว
2. การคำนวณอัตราเบี้ยประกันชีวิต จะใช้อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 3 และจำนวนเงินเอาประกันภัย 1,000 บาท

5.4,1.4 การคำนวณอัตราเบี้ยประกันชีวิต

สัญลักษณ์ที่ใช้

i	คือ	อัตราดอกเบี้ยที่ใช้ในการคำนวณ
v	คือ	ฟังก์ชันส่วนลด (Discount Function) จากเวลาจ่ายผลประโยชน์ย้อนกลับไปที่เวลาเริ่มต้นเอาประกันภัย
x	คือ	อายุที่เอาประกันภัยของสามี
y	คือ	อายุที่เอาประกันภัยของภรรยา
z	คือ	อายุที่เอาประกันภัยที่มากที่สุดของสามีและภรรยา
$B^{(1)}$	คือ	ผลประโยชน์กรณีเสียชีวิตด้วยอุบัติเหตุ
$B^{(2)}$	คือ	ผลประโยชน์กรณีเสียชีวิตด้วยโรคมะเร็ง
$B^{(3)}$	คือ	ผลประโยชน์กรณีเสียชีวิตด้วยสาเหตุอื่นๆ
B_4	คือ	เงินบำนาญกรณีผู้เอาประกันภัยมีชีวิตอยู่ทั้งคู่
B_5	คือ	เงินบำนาญกรณีสามีเสียชีวิตและภรรยายังมีชีวิตอยู่
B_6	คือ	เงินบำนาญกรณีภรรยาเสียชีวิตและสามียังมีชีวิตอยู่

- $A_{\overline{xy}|60-z}^1$ คือ มูลค่าปัจจุบันของการประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลา 60-z ปี โดยจะจ่ายเงินเอาประกัน ณ สิ้นปีที่สถานะชีวิตร่วมสิ้นสุด
- $A_{\overline{xy}|60-z}^1$ คือ มูลค่าปัจจุบันของการประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลา 60-z ปี โดยจะจ่ายเงินเอาประกัน ณ สิ้นปีที่สถานะอยู่รอดคนสุดท้ายสิ้นสุด
- $A_{\overline{x}|60-z}^1$ คือ มูลค่าปัจจุบันของการประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลา 60-z ปี โดยจะจ่ายเงินเอาประกัน ณ สิ้นปีที่ผู้เอาประกันวัยอายุ x ปี เสียชีวิต
- $A_{\overline{y}|60-z}^1$ คือ มูลค่าปัจจุบันของการประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลา 60-z ปี โดยจะจ่ายเงินเอาประกัน ณ สิ้นปีที่ผู้เอาประกันวัยอายุ y ปี เสียชีวิต
- $A_{\overline{x}|60-z}^{(1)}$ คือ มูลค่าปัจจุบันของการประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลา 60-z ปี โดยจะจ่ายเงินเอาประกัน 1 บาท ณ สิ้นปีที่ผู้เอาประกันวัยอายุ x ปี เสียชีวิตด้วยอุบัติเหตุ
- $A_{\overline{x}|60-z}^{(2)}$ คือ มูลค่าปัจจุบันของการประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลา 60-z ปี โดยจะจ่ายเงินเอาประกัน 1 บาท ณ สิ้นปีที่ผู้เอาประกันวัยอายุ x ปี เสียชีวิตด้วยโรคมะเร็ง
- $A_{\overline{x}|60-z}^{(3)}$ คือ มูลค่าปัจจุบันของการประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลา 60-z ปี โดยจะจ่ายเงินเอาประกัน 1 บาท ณ สิ้นปีที่ผู้เอาประกันวัยอายุ x ปี เสียชีวิตด้วยสาเหตุอื่นๆ
- $A_{\overline{y}|60-z}^{(1)}$ คือ มูลค่าปัจจุบันของการประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลา 60-z ปี โดยจะจ่ายเงินเอาประกัน 1 บาท ณ สิ้นปีที่ผู้เอาประกันวัยอายุ y ปี เสียชีวิตด้วยอุบัติเหตุ
- $A_{\overline{y}|60-z}^{(2)}$ คือ มูลค่าปัจจุบันของการประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลา 60-z ปี โดยจะจ่ายเงินเอาประกัน 1 บาท ณ สิ้นปีที่ผู้เอาประกันวัยอายุ y ปี เสียชีวิตด้วยโรคมะเร็ง
- $A_{\overline{y}|60-z}^{(3)}$ คือ มูลค่าปัจจุบันของการประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลา 60-z ปี โดยจะจ่ายเงินเอาประกัน 1 บาท ณ สิ้นปีที่ผู้เอาประกันวัยอายุ y ปี เสียชีวิตด้วยสาเหตุอื่นๆ
- a_{xy} คือ มูลค่าปัจจุบันของการจ่ายเงินรายงวด 1 บาท ณ สิ้นปีกรรมธรรม์ จนกว่าสถานะชีวิตร่วมจะสิ้นสุด
- a_x คือ มูลค่าปัจจุบันของการจ่ายเงินรายงวด 1 บาท ณ สิ้นปีกรรมธรรม์ จนกว่าผู้เอาประกันวัยอายุ x ปี จะเสียชีวิต
- a_y คือ มูลค่าปัจจุบันของการจ่ายเงินรายงวด 1 บาท ณ สิ้นปีกรรมธรรม์ จนกว่าผู้เอาประกันวัยอายุ y ปี จะเสียชีวิต
- ${}_{60-z}|a_{xy}$ คือ มูลค่าปัจจุบันของการจ่ายเงินรายงวดแบบเลื่อนระยะเวลาจ่ายผลประโยชน์ออกไป 60-z ปี ผลประโยชน์จ่าย 1 บาท ณ สิ้นปีกรรมธรรม์ จนกว่าสถานะชีวิตร่วมจะสิ้นสุด

- $a_{\overline{x:60-z}|y}$ คือ มูลค่าปัจจุบันของการจ่ายเงินรายงวด 1 บาท สิ้นปีกรรมธรรม์ให้แก่ผู้เอาประกันวัยอายุ y ปี โดยจ่ายผลประโยชน์หลังจากผู้เอาประกันวัยอายุ x ปี เสียชีวิตและหลังจาก $60-z$ ปีไปแล้ว
- $a_{\overline{y:60-z}|x}$ คือ มูลค่าปัจจุบันของการจ่ายเงินรายงวด 1 บาท สิ้นปีกรรมธรรม์ให้แก่ผู้เอาประกันวัยอายุ x ปี โดยจ่ายผลประโยชน์หลังจากผู้เอาประกันวัยอายุ y ปี เสียชีวิตและหลังจาก $60-z$ ปีไปแล้ว
- $a_{\overline{x:60-z}}$ คือ มูลค่าปัจจุบันของการจ่ายเงินรายงวด 1 บาท ณ สิ้นปีกรรมธรรม์ ตราบที่ผู้เอาประกันวัยอายุ x ปีมีชีวิตอยู่ และจะสิ้นสุดเมื่อครบกำหนดระยะเวลา $60-z$ ปี
- $a_{\overline{y:60-z}}$ คือ มูลค่าปัจจุบันของการจ่ายเงินรายงวด 1 บาท ณ สิ้นปีกรรมธรรม์ ตราบที่ผู้เอาประกันวัยอายุ y ปีมีชีวิตอยู่ และจะสิ้นสุดเมื่อครบกำหนดระยะเวลา $60-z$ ปี
- $a_{\overline{xy:60-z}}$ คือ มูลค่าปัจจุบันของการจ่ายเงินรายงวด 1 บาท ณ สิ้นปีกรรมธรรม์ ตราบที่สถานะชีวิตร่วมยังคงมีอยู่และจะสิ้นสุดเมื่อครบกำหนดระยะเวลา $60-z$ ปี

สูตรที่ใช้ในการคำนวณอัตราเบี้ยประกันชีวิต

$$\begin{aligned}
 P &= A_{\overline{xy:60-z}|}^1 + A_{\overline{xy:60-z}|}^1 + B_4 a_{\overline{60-z}|xy} + B_5 a_{\overline{x:60-z}|y} + B_6 a_{\overline{y:60-z}|x} \\
 &= A_{\overline{xy:60-z}|}^1 + \left[A_{\overline{x:60-z}|}^1 + A_{\overline{y:60-z}|}^1 - A_{\overline{xy:60-z}|}^1 \right] \\
 &\quad + B_4 \left[a_{xy} - a_{\overline{xy:60-z}|} \right] \\
 &\quad + B_5 \left[a_y - a_{xy} - a_{\overline{y:60-z}|} + a_{\overline{xy:60-z}|} \right] \\
 &\quad + B_6 \left[a_x - a_{xy} - a_{\overline{x:60-z}|} + a_{\overline{xy:60-z}|} \right] \\
 &= A_{\overline{x:60-z}|}^1 + A_{\overline{y:60-z}|}^1 + B_6 a_x + B_5 a_y \\
 &\quad + \left[B_4 - B_5 - B_6 \right] a_{xy} - B_6 a_{\overline{x:60-z}|} - B_5 a_{\overline{y:60-z}|} \\
 &\quad + \left[B_5 + B_6 - B_4 \right] a_{\overline{xy:60-z}|}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= B^{(1)} A_{\overline{x:60-z}|}^{(1)} + B^{(2)} A_{\overline{x:60-z}|}^{(2)} + B^{(3)} A_{\overline{x:60-z}|}^{(3)} \\
&\quad + B^{(1)} A_{\overline{y:60-z}|}^{(1)} + B^{(2)} A_{\overline{y:60-z}|}^{(2)} + B^{(3)} A_{\overline{y:60-z}|}^{(3)} \\
&\quad + B_6 a_x + B_5 a_y + [B_4 - B_5 - B_6] a_{xy} \\
&\quad - B_6 a_{\overline{x:60-z}|} - B_5 a_{\overline{y:60-z}|} + [B_5 + B_6 - B_4] a_{\overline{xy:60-z}|}
\end{aligned}$$

โดย $v = \frac{1}{1+i}$

$$\begin{aligned}
A_{\overline{x:60-z}|}^{(1)} &= \sum_{k=0}^{(60-z)-1} v^{k+1} {}_k p_x^{(\tau)} q_{x+k}^{(1)} \\
A_{\overline{x:60-z}|}^{(2)} &= \sum_{k=0}^{(60-z)-1} v^{k+1} {}_k p_x^{(\tau)} q_{x+k}^{(2)} \\
A_{\overline{x:60-z}|}^{(3)} &= \sum_{k=0}^{(60-z)-1} v^{k+1} {}_k p_x^{(\tau)} q_{x+k}^{(3)} \\
A_{\overline{y:60-z}|}^{(1)} &= \sum_{k=0}^{(60-z)-1} v^{k+1} {}_k p_y^{(\tau)} q_{y+k}^{(1)} \\
A_{\overline{y:60-z}|}^{(2)} &= \sum_{k=0}^{(60-z)-1} v^{k+1} {}_k p_y^{(\tau)} q_{y+k}^{(2)} \\
A_{\overline{y:60-z}|}^{(3)} &= \sum_{k=0}^{(60-z)-1} v^{k+1} {}_k p_y^{(\tau)} q_{y+k}^{(3)} \\
a_x &= \sum_{k=1}^{(85-x)} v^k {}_k p_x^{(\tau)} \\
a_y &= \sum_{k=1}^{(85-y)} v^k {}_k p_y^{(\tau)} \\
a_{xy} &= \sum_{k=1}^{(85-z)} v^k {}_k p_{xy}^{(\tau)} \\
a_{\overline{x:60-z}|} &= \sum_{k=1}^{(60-z)} v^k {}_k p_x^{(\tau)} \\
a_{\overline{y:60-z}|} &= \sum_{k=1}^{(60-z)} v^k {}_k p_y^{(\tau)} \\
a_{\overline{xy:60-z}|} &= \sum_{k=1}^{(60-z)} v^k {}_k p_{xy}^{(\tau)}
\end{aligned}$$

5.4.2 ผลการคำนวณอัตราเบี้ยประกันชีวิตของกรมธรรม์ประกันชีวิตสุขภาพ

การคำนวณอัตราเบี้ยประกันชีวิตของกรมธรรม์ประกันชีวิตสุขภาพ ทั้งกรณีที่ระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมไม่เป็นอิสระกัน และกรณีที่ระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมเป็นอิสระกัน แสดงค่าในตารางที่ 5.21

ตารางที่ 5.21 อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม ต่อจำนวนเงินเอาประกันภัย 1,000 บาท

อายุ	เพศหญิง				
เพศชาย	α	35	40	45	50
35	-10	1,060.330070	1,234.616211	1,485.068189	-
	-5	1,062.890632	1,237.235856	1,487.504024	-
	0	1,065.370479	1,239.720560	1,489.787426	-
	5	1,066.064892	1,240.401180	1,490.402811	-
	10	1,066.093943	1,240.428665	1,490.426987	-
40	-10	1,357.712761	1,219.958025	1,429.877727	1,731.523517
	-5	1,359.947653	1,222.964124	1,432.954091	1,734.379967
	0	1,362.114016	1,225.876814	1,435.874400	1,737.061969
	5	1,362.716082	1,226.692706	1,436.674826	1,737.785614
	10	1,362.740722	1,226.726850	1,436.707166	1,737.814073
45	-10	1,695.148220	1,554.981459	1,401.229383	1,657.177848
	-5	1,696.992980	1,557.613094	1,404.777362	1,660.800230
	0	1,698.782928	1,560.166597	1,408.219145	1,664.246083
	5	1,699.276881	1,560.876760	1,409.184074	1,665.192027
	10	1,699.296715	1,560.905842	1,409.224486	1,665.230300
50	-10	-	1,932.178483	1,775.532168	1,606.220081
	-5	-	1,934.354971	1,778.642617	1,610.426336
	0	-	1,936.471448	1,781.668202	1,614.518645
	5	-	1,937.056399	1,782.511157	1,615.668465
	10	-	1,937.079919	1,782.545734	1,615.716720

5.4.3 การเปรียบเทียบค่าอัตราเบี้ยประกันชีวิตของกรมธรรม์ประกันชีวิตสุขภาพ

ผลการคำนวณอัตราเบี้ยประกันชีวิตของกรมธรรม์ประกันชีวิตสุขภาพ พบว่า อัตราเบี้ยประกันชีวิตในกรณีที่ระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมไม่เป็นอิสระกัน และกรณีที่ระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมเป็นอิสระกัน พบว่ามีค่าต่างกัน ขึ้นอยู่กับระดับความสัมพันธ์ของระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วม และเมื่อระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมไม่เป็นอิสระกัน เบี้ยประกันชีวิตจะขึ้นอยู่กับอายุและระดับความสัมพันธ์ของระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วม

5.4.3.1 การเปลี่ยนแปลงของอายุ ที่มีผลต่ออัตราเบี้ยประกันชีวิตของกรมธรรม์ประกันชีวิตสุขภาพ

เมื่ออายุของผู้เอาประกันภัยร่วมเพิ่มขึ้น อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมจะมีค่าลดลง

5.4.3.2 การเปลี่ยนแปลงของระดับความสัมพันธ์ของระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัย ที่มีผลต่ออัตราเบี้ยประกันชีวิตของกรมธรรม์ประกันชีวิตสุขภาพ

เมื่อค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในฟังก์ชันแฟรงค์คอปปูลามีค่าเพิ่มขึ้น อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมจะมีค่าลดลง

ค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในฟังก์ชันแฟรงค์คอปปูลาที่มีค่าเป็นลบ จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมมากกว่าค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในฟังก์ชันแฟรงค์คอปปูลาที่มีค่าเป็นบวก

การเปรียบเทียบค่าอัตราเบี้ยประกันชีวิตของกรมธรรม์ประกันชีวิตสุขภาพ แสดงในตารางที่ 5.22

ตารางที่ 5.22 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของอายุและการเปลี่ยนแปลงของระดับความสัมพันธ์ของระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัย ที่มีผลต่ออัตราเบี้ยประกันชีวิตของกรมธรรม์ประกันชีวิตสุขภาพ

อัตราเบี้ยประกันชีวิต	ปัจจัยที่เปลี่ยนแปลง		
	อายุ	α	$-\alpha$ และ $+\alpha$
กรมธรรม์ประกันชีวิตสุขภาพ	อายุเพิ่มขึ้น เบี้ยประกันชีวิตเพิ่มขึ้น และลดลงในบางช่วงอายุ	α เพิ่มขึ้น เบี้ยประกันชีวิตเพิ่มขึ้น	$-\alpha$ มีผลมากกว่า $+\alpha$

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคำนวณหาอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมพหุลดลง เมื่อระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมไม่เป็นอิสระกัน โดยใช้ข้อมูลจำนวนประชากร ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 – 2552 จากกระทรวงมหาดไทย โดยจำแนกตามเพศ อายุ และสถานภาพสมรส และข้อมูลจำนวนการตายของประชากร ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 – 2552 จากสำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ กระทรวงสาธารณสุข โดยจำแนกตามเพศ อายุ สถานภาพสมรส และสาเหตุการตาย คือ อุบัติเหตุ โรคมะเร็งและสาเหตุอื่นๆ เพื่อหาอัตราภาระและฟังก์ชันการอยู่รอดร่วม โดยใช้ฟังก์ชันแฟรงค์คอปปุลา

หลังจากทำการปรับแก้ค่าอัตราภาระของประชากรที่มีสถานภาพสมรส สมรส พบว่า เมื่ออายุมากขึ้น ค่าอัตราภาระจากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุจะมีค่าเพิ่มขึ้นจนถึง 1 โดยอัตราภาระของเพศชายจะสูงกว่าเพศหญิงตลอดช่วงอายุ 25-99 ปี แต่เมื่อแยกอัตราภาระออกเป็นรายสาเหตุแล้ว อัตราภาระอาจไม่เป็นไปตามกฎของอัตราภาระ คืออาจมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลง ในบางช่วงอายุได้ แต่ในรายอายุที่ใกล้เคียงกัน ควรจะมีอัตราภาระที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากอัตราภาระในรายสาเหตุต่างๆ มีลักษณะนั้นจริงๆ หรืออาจเกิดจากปัญหาความไม่ครบถ้วนของข้อมูล

ผลการประมาณค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วมเมื่อระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของประชากรร่วมไม่เป็นอิสระกัน พบว่า ค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วมมีค่าขึ้นอยู่กับอายุและระดับความสัมพันธ์ของระยะเวลาการมีชีวิตรอดในอนาคตของประชากรร่วม

เมื่อเปรียบเทียบค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วมในกรณีที่ระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของประชากรร่วมไม่เป็นอิสระกัน และกรณีที่ระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของประชากรร่วมเป็นอิสระกัน พบว่ามีค่าต่างกัน ขึ้นอยู่กับระดับความสัมพันธ์ของระยะเวลาการมีชีวิตรอดในอนาคตของประชากรร่วม

เนื่องจากปัญหาทางด้านข้อมูลที่ไม่มีการจดบันทึกอายุที่เสียชีวิตของประชากรที่เป็นคู่สมรสเดียวกัน และไม่มีข้อมูลประสบการณ์ของผู้เอาประกันภัยร่วม ดังนั้นการคำนวณอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมจึงใช้ค่าอัตราภาระและค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วมของประชากรแทนค่าอัตราภาระและค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วมของผู้เอาประกันภัย

ผลการคำนวณอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม แบบชั่วระยะเวลา 10 ปี 20 ปี แบบตลอดชีพและแบบเงินรายปี พบว่า อัตราเบี้ยประกันชีวิตในกรณีที่ระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมไม่เป็นอิสระกัน และกรณีที่ระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมเป็นอิสระกัน พบว่ามีค่าต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับระดับความสัมพันธ์ของระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วม และเมื่อระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมไม่เป็นอิสระกัน เบี้ยประกันชีวิตจะขึ้นอยู่กับอายุและระดับความสัมพันธ์ของระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วม โดยค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในฟังก์ชันแฟรงค์คอปปูลาที่มีค่าเป็นลบ จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมมากกว่าค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในฟังก์ชันแฟรงค์คอปปูลาที่มีค่าเป็นบวก

ทั้งนี้เป็นที่น่าสังเกตว่า อัตราเบี้ยประกันชีวิตเมื่อพิจารณาสาเหตุการตายแยกเป็นรายสาเหตุจะมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงในบางช่วง เนื่องจากเมื่อแยกอัตราฆณะออกเป็นรายสาเหตุแล้ว อัตราฆณะอาจไม่เป็นไปตามกฎของอัตราฆณะ คืออาจมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลง ในบางช่วงอายุได้

6.2 อภิปรายผลการวิจัย

เมื่อนำอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม แบบเงินรายปี ที่คำนวณได้มาพิจารณาเปรียบเทียบกับผลการศึกษาของ Denuit และคณะ (2001) พบว่าผลการวิจัยเป็นไปในทิศทางเดียวกันคือ เบี้ยประกันชีวิตที่คำนวณได้ในกรณีที่ระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมไม่เป็นอิสระกัน มีค่าต่างจากกรณีระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมเป็นอิสระกัน

เมื่อนำอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม แบบเงินรายปี ที่คำนวณได้มาเปรียบเทียบกับผลการศึกษาของ Free et al. (31-80) ที่ทำการเกี่ยวกับการคำนวณอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบเงินรายปี เมื่อระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมไม่เป็นอิสระกัน โดยใช้ฟังก์ชัน แฟรงค์คอปปูลา พบว่าผลการวิจัยเป็นไปในทิศทางเดียวกันเมื่อพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในฟังก์ชันแฟรงค์คอปปูลามีค่าเป็นบวก คืออัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบเงินรายปีชีวิตร่วมในกรณีที่ระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมไม่เป็นอิสระกันจะมีค่าน้อยกว่าอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมในกรณีที่ระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมเป็นอิสระกัน แต่จะมีความแตกต่างกันหากพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง ในฟังก์ชันแฟรงค์คอปปูลามีค่าเป็นลบ คืออัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบเงินรายปีชีวิตร่วม ในกรณีที่ระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมไม่เป็นอิสระกันจะมีค่ามากกว่าอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมในกรณีที่ระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมเป็นอิสระกัน โดยค่าพารามิเตอร์ที่

เกี่ยวข้องกับฟังก์ชันแฟรงค์คอปปูลาที่มีค่าเป็นลบจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมมากกว่าค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในฟังก์ชันแฟรงค์คอปปูลาที่มีค่าเป็นบวก ทั้งนี้เนื่องจากแบบประกันชีวิตแบบชีวิตร่วม แบบเงินรายปีที่พิจารณาในงานวิจัยนี้จะพิจารณาเครื่องหมายของค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในฟังก์ชันแฟรงค์คอปปูลาทั้งบวกและลบ ในขณะที่งานวิจัยของ Free และคณะ (1995) ไม่ได้พิจารณาเครื่องหมายของค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในฟังก์ชันแฟรงค์คอปปูลา จึงทำให้ผลการวิจัยมีความแตกต่างกันได้

เมื่อนำอัตราเบี้ยประกันชีวิตของกรมธรรม์ประกันชีวิตสุขใจที่คำนวณได้มาเปรียบเทียบกับผลการศึกษาของ สุชาติดา พิชัยอุตกฤษฏ์ (2547) พบว่าผลการวิจัยมีความแตกต่างกัน คือเมื่อพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในฟังก์ชัน แฟรงค์คอปปูลาที่มีค่าเป็นลบ อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมในกรณีที่ระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมไม่เป็นอิสระกันจะมีค่าน้อยกว่าอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมในกรณีที่ระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมเป็นอิสระกัน แต่เมื่อพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในฟังก์ชันแฟรงค์คอปปูลาที่มีค่าเป็นบวก อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมในกรณีที่ระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมไม่เป็นอิสระกันจะมีค่ามากกว่าอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมในกรณีที่ระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของผู้เอาประกันภัยร่วมเป็นอิสระกัน โดยค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในฟังก์ชันแฟรงค์คอปปูลาที่มีค่าเป็นลบจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบชีวิตร่วมมากกว่าค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในฟังก์ชันแฟรงค์คอปปูลาที่มีค่าเป็นบวก ทั้งนี้เนื่องจากแบบประกันภัยที่พิจารณาในงานวิจัยนี้จะให้ความคุ้มครองการเสียชีวิตในช่วงเวลาก่อนได้รับบำนาญ ซึ่งมีการจ่ายผลประโยชน์ตามสาเหตุการตาย คือ อุบัติเหตุ โรคมะเร็งและสาเหตุอื่นๆ และมีการจ่ายเงินบำนาญจนถึงอายุ 85 ปีเท่านั้น ในขณะที่งานวิจัยของสุชาติดา พิชัยอุตกฤษฏ์ (2547) ไม่ได้พิจารณาการจ่ายผลประโยชน์การเสียชีวิตในช่วงเวลาก่อนได้รับบำนาญตามสาเหตุการตาย และการจ่ายเงินบำนาญเป็นแบบตลอดชีพ จึงทำให้ผลการวิจัยมีความแตกต่างกันได้

6.3 ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นข้อมูลของประชากรซึ่งอาจมีความแตกต่างจากข้อมูลของผู้เอาประกันภัยที่ผ่านการคัดเลือกภัยจากบริษัทประกันภัยแล้ว และข้อมูลดังกล่าวเป็นข้อมูลของประชากรที่มีสถานภาพสมรส สมรส เท่านั้น มิใช่ข้อมูลที่ได้มาจากการติดตามกลุ่มตัวอย่างของกลุ่มสมรสเดียวกัน และจัดบันทึกข้อมูลอายุที่เสียชีวิตของสามีและภรรยาของกลุ่มสมรสนั้นๆ ซึ่งการศึกษาในลักษณะนี้ทำได้ยาก แต่จะให้ค่าประมาณฟังก์ชันการอยู่รอดร่วมได้โดยตรง

2. การประมาณค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วม นอกจากการใช้ฟังก์ชันแฟรงค์คอปปูลาแล้ว อาจใช้ตัวแบบคอปปูลาอื่น เช่น เกาส์เซียน (Gaussian) สติวเดนต์ (Student) เคลตัน (Clayton) กัมเบล-ฮอกการ์ด (Gumbel-Hougaard) เป็นต้น ซึ่งมีข้อกำหนดแตกต่างกันไป

3. อัตราเบี้ยประกันชีวิตแบบร่วม แบบเงินรายปี ในงานวิจัยนี้พิจารณาเฉพาะกรณีที่มีการจ่ายเงินรายปีแบบคงที่ (Level Annuity) และอัตราดอกเบี้ยมีค่าคงที่ (Fixed Interest Rate) เท่านั้น จึงควรศึกษาเพิ่มเติมในกรณีอื่นด้วย เช่น กรณีที่มีการจ่ายเงินรายปีแบบเพิ่มขึ้น (Increasing Annuity) รวมทั้งกรณีที่อัตราดอกเบี้ยมีการเปลี่ยนแปลง เป็นต้น



ศูนย์วิทยพัชการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กลุ่มภารกิจด้านข้อมูลข่าวสารและสารสนเทศสุขภาพ. (ม.ป.ป.). ตาราง 2.3.4 จำนวนและอัตราตายต่อประชากร 100,000 คน จำแนกตามสาเหตุที่สำคัญ พ.ศ. 2548 – 2552[ออนไลน์]. สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข. แหล่งที่มา: <http://bps.ops.moph.go.th/index.php?mod=bps&doc=5> [2554, กุมภาพันธ์ 2]
- ฐิติมา จิรเศรษฐสิริ. 2548. การจำลองตัวแปรสุ่มร่วมด้วยเทคนิคคอปูลาเมื่อทราบการแจกแจงส่วนริมและสหสัมพันธ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาการประกันภัยภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุชาดา พิชัยอุตกฤษฎ์. 2547. การศึกษาเบี้ยประกันชีวิตแบบเงินรายปีร่วมปนชีพเมื่อระยะเวลาการมีชีวิตอยู่รอดไม่เป็นอิสระกัน. โครงการพิเศษปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาการประกันภัย ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เสาวรส ใหญ่สว่าง. 2552. เอกสารประกอบคำสอน วิชา 2603681 คณิตศาสตร์ประกันชีวิต 1. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

- Assuncao, R. 2004. A note test on testing parameters of Frank's copula. Belgian Actuarial Bulletin 4(1) : 19-22.
- Bowers, N. L., Jones, D. A., Gerber, H.U., Nesbitt, C. J., and Hickman, J. C. 1997. Actuarial mathematics. Schaumburg : Society of Actuaries.
- Denuit, M., Dhaene, J., Tillegheem, C., and Teghem, S. 2001. Measuring the impact of a dependence among insured lifetimes. Belgian Actuarial Bulletin 1(1) : 18-39.
- Doray, L. G. 2008. Inference for logistic-type models for the force of mortality[Online]. Available from: <http://www.soa.org/library/monographs/retirement-systems/living-to-100-and-beyond/2008/january/mono-li08-4a-doray.pdf> [2011, March 14]
- Frees, E. W., and Valdez, E. 1998. Understanding relationships using copula. North American Actuarial Journal 2 : 1-25.
- Frees, E. W., Carriere, J. and Valdez, E. 1995. Annuity valuation with dependent

- mortality. Actuarial Research Clearing House 2 : 31-80.
- Krall, J. M., and Hickman, J. C. 1970. Adjusting multiple-decrement tables. Transaction of Society of Actuaries 22(64) : 163-190.
- Lemaire, J., Subramanian, K., Armstrong, K., and Asch, D. A. 2000. Pricing term insurance in the presence of family history of breast or ovarian cancer. North American Actuarial Journal 4(2) : 75-87.
- London, D. 1985. Graduation: The revision of estimates. Winsted, CT : Actex Publications.
- Lo, S. M. S., and Wilke, R. A. 2009. A copula model for dependent competing risk. Discussion papers in Economics 1 : 1-22.
- Meester, S. G., and Mackay, J. 1994. Model for cluster correlated categorical data. Biometrics 50(4) : 954-963.
- Youn, H., and Shemyakin, A. 2001. Pricing practices for joint last survivor insurance. Actuarial Research Clearing House 1.
- Youn, H., and Shemyakin, A. 2004. Copula models of joint survival analysis[Online]. Available from: <http://cam.mathlab.stthomas.edu/pdf/preprints/copula.pdf> [2011, February 2]

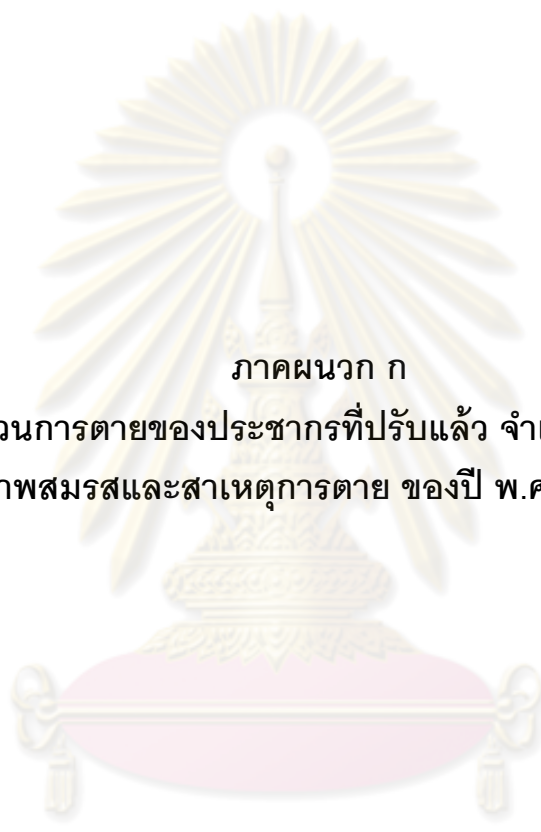


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก
ข้อมูลจำนวนการตายของประชากรที่ปรับแล้ว จำแนกตามเพศ อายุ
สถานภาพสมรสและสาเหตุการตาย ของปี พ.ศ. 2550 – 2552

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก1 ข้อมูลจำนวนการตายของประชากรที่ปรับแล้วของเพศชาย ปี พ.ศ. 2550

อายุ (ปี)	สถานภาพสมรส สมรส			สถานภาพสมรสอื่นๆ			รวม
	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	
25	61	13	156	239	37	698	1,204
26	60	15	162	230	40	757	1,264
27	80	13	212	235	44	797	1,381
28	106	18	230	218	53	877	1,501
29	95	24	299	205	42	814	1,480
30	97	34	392	200	49	966	1,738
31	105	30	429	177	44	952	1,737
32	107	51	499	165	49	896	1,768
33	102	57	563	135	72	958	1,887
34	108	84	618	142	61	1032	2,044
35	115	101	673	181	55	1021	2,146
36	149	101	735	139	83	999	2,206
37	110	104	802	150	65	925	2,155
38	133	119	847	109	78	970	2,256
39	180	135	916	137	87	989	2,445
40	166	163	993	103	96	920	2,441
41	158	204	1060	115	93	1024	2,654
42	160	234	1192	117	98	872	2,673
43	167	260	1203	92	117	942	2,781
44	168	318	1283	83	97	851	2,801
45	137	299	1414	93	111	883	2,937
46	168	362	1399	92	118	807	2,946
47	148	411	1530	94	122	819	3,125
48	161	451	1503	84	113	762	3,074
49	131	448	1516	71	110	733	3,009
50	144	514	1468	67	123	701	3,017
51	141	539	1584	60	123	683	3,130
52	122	571	1691	69	127	680	3,260
53	122	522	1627	49	131	591	3,042
54	128	630	1822	57	115	550	3,302

ตารางที่ ก1 ข้อมูลจำนวนการตายของประชากรที่ปรับแล้วของเพศชาย ปี พ.ศ. 2550 (ต่อ)

อายุ (ปี)	สถานภาพสมรส สมรส			สถานภาพสมรสอื่น ๆ			รวม
	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	
55	123	682	1754	50	135	573	3,317
56	91	670	1748	37	129	614	3,289
57	99	701	1838	49	141	589	3,417
58	121	752	1913	39	145	546	3,516
59	102	737	1858	34	119	513	3,363
60	92	760	1914	21	144	537	3,468
61	85	723	1824	27	116	523	3,299
62	97	682	1739	27	125	512	3,182
63	88	706	1943	27	139	566	3,469
64	74	690	1882	24	134	582	3,385
65	94	709	2099	30	164	676	3,773
66	102	724	2100	24	178	669	3,797
67	90	698	2237	24	160	665	3,874
68	82	699	2355	33	166	797	4,133
69	75	698	2455	28	179	865	4,300
70	72	649	2584	33	158	992	4,488
71	79	592	2615	16	174	1049	4,525
72	63	582	2624	28	173	960	4,431
73	54	546	2717	17	175	1159	4,668
74	51	524	2649	21	177	1285	4,707
75	42	472	2760	21	184	1252	4,731
76	42	377	2514	14	137	1236	4,321
77	26	380	2720	18	168	1319	4,631
78	32	312	2481	11	139	1377	4,352
79	8	295	2482	16	127	1570	4,498
80	21	242	2060	10	101	1326	3,760
81	26	199	2127	21	111	1478	3,962
82	14	156	1786	10	94	1292	3,351
83	15	114	1588	5	81	1227	3,030
84	14	119	1582	8	71	1411	3,205

ตารางที่ ก1 ข้อมูลจำนวนการตายของประชากรที่ปรับแล้วของเพศชาย ปี พ.ศ. 2550 (ต่อ)

อายุ (ปี)	สถานภาพสมรส สมรส			สถานภาพสมรสอื่น ๆ			รวม
	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	
85	9	82	1330	6	68	1247	2,742
86	9	69	1212	9	59	1192	2,549
87	9	54	998	2	38	1089	2,190
88	3	28	668	4	30	810	1,543
89	4	33	719	1	38	897	1,692
90	6	27	553	6	14	821	1,426
91	1	19	503	6	19	786	1,333
92	3	16	339	0	11	531	900
93	0	9	278	2	8	517	814
94	1	6	173	2	11	378	571
95	0	1	141	1	6	314	463
96	1	4	116	0	2	270	393
97	1	4	77	1	4	186	271
98	0	0	42	0	3	138	183
99	0	0	44	0	3	106	152
> 99	0	1	74	1	1	268	345

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก2 ข้อมูลจำนวนการตายของประชากรที่ปรับแล้วของเพศชาย ปี พ.ศ. 2551

อายุ (ปี)	สถานภาพสมรส สมรส			สถานภาพสมรสอื่นๆ			รวม
	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	
25	61	3	121	248	36	700	1,169
26	63	9	148	242	31	746	1,239
27	62	15	232	222	43	743	1,317
28	75	26	208	215	44	782	1,349
29	68	29	276	219	34	859	1,485
30	90	26	274	214	51	844	1,498
31	83	24	360	207	58	989	1,720
32	88	42	417	210	56	951	1,764
33	96	51	501	167	80	996	1,892
34	124	69	520	158	52	1005	1,928
35	106	53	635	130	79	974	1,978
36	99	74	649	152	81	1043	2,099
37	124	101	759	145	81	1022	2,233
38	138	135	755	123	90	955	2,196
39	116	153	827	136	82	1014	2,328
40	147	168	962	120	107	1031	2,535
41	127	187	892	116	88	928	2,338
42	148	227	1083	95	104	899	2,557
43	177	272	1124	118	103	969	2,763
44	138	271	1244	87	111	973	2,824
45	148	350	1211	96	109	878	2,792
46	153	353	1312	89	132	875	2,914
47	147	424	1408	79	122	806	2,986
48	173	445	1573	81	125	931	3,328
49	141	459	1548	69	140	778	3,135
50	129	487	1471	71	137	747	3,041
51	143	583	1543	64	146	706	3,185
52	112	606	1628	63	139	738	3,287
53	139	611	1766	44	148	698	3,406
54	130	626	1700	50	152	645	3,302

ตารางที่ ก2 ข้อมูลจำนวนการตายของประชากรที่ปรับแล้วของเพศชาย ปี พ.ศ. 2551 (ต่อ)

อายุ (ปี)	สถานภาพสมรส สมรส			สถานภาพสมรสอื่นๆ			รวม
	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	
55	118	715	1769	42	139	601	3,384
56	106	686	1838	44	163	613	3,451
57	109	707	1792	42	146	590	3,386
58	113	714	1899	45	134	654	3,559
59	103	761	1853	37	160	595	3,509
60	88	751	1839	32	139	525	3,374
61	105	771	1908	23	134	574	3,516
62	85	746	1876	33	157	573	3,470
63	76	674	1862	23	130	529	3,295
64	75	734	1997	20	128	624	3,578
65	83	666	1952	23	152	601	3,477
66	80	762	2257	23	164	713	3,999
67	62	743	2221	29	155	695	3,905
68	73	707	2243	26	186	756	3,991
69	82	763	2611	18	179	891	4,544
70	81	660	2553	23	155	898	4,369
71	74	631	2595	21	191	1013	4,525
72	57	570	2769	19	182	1128	4,724
73	38	555	2770	19	171	1115	4,667
74	53	518	2825	25	175	1233	4,829
75	55	506	2870	21	169	1324	4,945
76	42	423	2817	18	160	1408	4,867
77	40	392	2440	19	156	1285	4,330
78	33	373	2650	12	169	1355	4,591
79	28	272	2452	15	156	1408	4,330
80	26	275	2504	11	126	1588	4,530
81	24	208	2054	6	105	1453	3,850
82	14	151	1959	9	99	1504	3,736
83	18	141	1630	13	84	1347	3,233
84	8	128	1437	6	63	1359	3,001

ตารางที่ ก2 ข้อมูลจำนวนการตายของประชากรที่ปรับแล้วของเพศชาย ปี พ.ศ. 2551 (ต่อ)

อายุ (ปี)	สถานภาพสมรส สมรส			สถานภาพสมรสอื่น ๆ			รวม
	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	
85	9	99	1422	10	70	1361	2,971
86	11	71	1199	9	55	1245	2,590
87	7	47	1058	5	36	1174	2,327
88	4	32	841	6	27	1026	1,937
89	6	31	620	2	21	761	1,440
90	3	35	626	4	24	888	1,581
91	1	17	464	5	26	789	1,301
92	0	14	401	6	13	678	1,112
93	1	4	218	4	5	529	761
94	0	3	192	3	9	443	649
95	0	3	145	1	0	328	477
96	0	3	92	1	9	253	358
97	0	3	94	1	1	223	322
98	0	2	56	0	3	129	190
99	0	0	41	1	1	134	177
> 99	0	6	74	0	3	237	319

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก3 ข้อมูลจำนวนการตายของประชากรที่ปรับแล้วของเพศชาย ปี พ.ศ. 2552

อายุ (ปี)	สถานภาพสมรส สมรส			สถานภาพสมรสอื่นๆ			รวม
	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	
25	41	6	119	225	36	671	1,098
26	54	14	131	207	22	693	1,121
27	80	12	173	217	35	683	1,200
28	67	22	229	200	41	754	1,313
29	61	25	228	225	43	805	1,386
30	76	22	265	177	32	805	1,376
31	81	27	326	176	58	870	1,537
32	92	40	385	205	47	942	1,710
33	79	41	375	170	67	954	1,686
34	81	52	448	184	69	964	1,797
35	81	65	524	148	50	1003	1,872
36	120	89	618	139	97	978	2,042
37	103	96	655	153	87	1006	2,100
38	111	105	735	158	114	988	2,212
39	132	120	766	113	111	991	2,233
40	141	158	820	119	91	985	2,314
41	152	185	923	109	113	1030	2,513
42	138	192	1005	114	111	993	2,553
43	140	255	1022	130	129	995	2,672
44	154	289	1152	101	150	981	2,827
45	157	308	1215	112	109	921	2,822
46	120	309	1225	87	131	933	2,806
47	145	369	1366	96	170	874	3,021
48	142	372	1340	93	158	880	2,985
49	163	448	1487	80	152	814	3,145
50	143	508	1541	93	142	798	3,225
51	135	550	1487	65	156	753	3,147
52	144	528	1577	54	143	738	3,184
53	145	608	1562	63	161	662	3,202
54	139	674	1741	45	159	756	3,515

ตารางที่ ก3 ข้อมูลจำนวนการตายของประชากรที่ปรับแล้วของเพศชาย ปี พ.ศ. 2552 (ต่อ)

อายุ (ปี)	สถานภาพสมรส สมรส			สถานภาพสมรสอื่นๆ			รวม
	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	
55	126	659	1647	46	160	705	3,343
56	119	668	1712	44	170	638	3,352
57	130	719	1778	45	159	639	3,470
58	120	674	1872	45	188	564	3,464
59	106	810	1941	44	154	659	3,714
60	103	780	1905	38	149	617	3,592
61	108	766	1883	24	162	598	3,541
62	96	746	1867	28	164	646	3,547
63	88	700	1854	30	167	589	3,428
64	95	699	1821	28	154	616	3,413
65	82	756	2034	28	161	632	3,693
66	61	711	1969	24	153	687	3,605
67	87	733	2198	26	183	807	4,034
68	78	719	2282	35	198	741	4,053
69	75	719	2360	28	201	818	4,202
70	50	639	2599	28	179	1006	4,501
71	79	635	2603	30	201	1001	4,550
72	60	595	2575	31	210	1095	4,566
73	57	601	2764	22	199	1202	4,846
74	65	502	2652	17	192	1146	4,574
75	45	536	2664	22	201	1339	4,807
76	40	464	2645	23	194	1428	4,794
77	44	441	2672	25	196	1492	4,870
78	32	340	2363	17	146	1412	4,310
79	17	306	2439	12	165	1510	4,449
80	28	284	2318	11	125	1512	4,278
81	26	237	2287	16	131	1594	4,290
82	25	169	1810	12	106	1440	3,562
83	16	162	1810	9	95	1518	3,610
84	11	148	1515	8	85	1297	3,065

ตารางที่ ก3 ข้อมูลจำนวนการตายของประชากรที่ปรับแล้วของเพศชาย ปี พ.ศ. 2552 (ต่อ)

อายุ (ปี)	สถานภาพสมรส สมรส			สถานภาพสมรสอื่นๆ			รวม
	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	
85	9	103	1330	12	93	1283	2,830
86	13	88	1322	6	67	1423	2,919
87	9	55	1053	6	36	1153	2,312
88	4	32	939	8	44	1174	2,201
89	6	28	739	3	40	924	1,739
90	2	17	497	6	19	732	1,273
91	4	23	482	4	25	825	1,362
92	1	13	395	4	19	635	1,066
93	0	8	278	0	12	614	912
94	0	4	193	0	8	419	624
95	1	8	148	2	8	360	526
96	0	3	81	2	3	232	320
97	0	3	65	0	0	187	255
98	0	2	53	1	0	185	241
99	0	2	37	0	0	129	168
> 99	0	0	80	1	5	260	346

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก4 ข้อมูลจำนวนการตายของประชากรที่ปรับแล้วของเพศหญิง ปี พ.ศ. 2550

อายุ (ปี)	สถานภาพสมรส สมรส			สถานภาพสมรสอื่นๆ			รวม
	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	
25	13	15	94	40	28	244	434
26	17	11	114	41	30	266	479
27	14	20	128	30	29	289	510
28	18	24	152	28	36	324	582
29	27	27	185	32	35	309	614
30	22	44	224	27	49	337	703
31	25	53	237	27	41	327	711
32	25	50	285	25	53	337	776
33	24	61	264	32	41	352	774
34	20	62	306	30	70	311	798
35	28	83	316	22	69	315	834
36	47	98	351	22	70	339	927
37	40	88	352	16	75	352	923
38	32	134	356	14	67	352	954
39	38	145	417	24	79	347	1,050
40	38	137	415	23	78	301	992
41	35	171	491	17	97	350	1,161
42	29	214	505	33	119	346	1,246
43	43	200	530	28	106	347	1,254
44	44	231	478	14	114	341	1,222
45	35	219	551	23	134	388	1,350
46	37	257	590	21	128	320	1,352
47	37	293	637	15	129	360	1,471
48	37	302	629	31	118	353	1,470
49	49	266	695	26	137	347	1,520
50	36	334	718	27	168	363	1,646
51	44	340	776	22	152	354	1,688
52	51	351	814	20	166	427	1,829
53	33	361	829	21	174	415	1,833
54	28	370	863	23	173	418	1,874

ตารางที่ ก4 ข้อมูลจำนวนการตายของประชากรที่ปรับแล้วของเพศหญิง ปี พ.ศ. 2550 (ต่อ)

อายุ (ปี)	สถานภาพสมรส สมรส			สถานภาพสมรสอื่นๆ			รวม
	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	
55	44	386	855	13	162	441	1,901
56	29	376	886	25	221	498	2,036
57	39	381	996	18	237	548	2,218
58	36	372	1031	19	206	522	2,187
59	23	364	963	19	225	562	2,156
60	33	347	975	19	208	640	2,222
61	26	320	1038	16	198	640	2,238
62	22	295	1041	17	207	709	2,291
63	22	290	1078	17	247	787	2,441
64	21	304	1027	17	248	785	2,402
65	24	303	1193	18	259	940	2,738
66	26	317	1214	18	259	1034	2,868
67	21	309	1258	24	247	1110	2,970
68	23	293	1369	19	281	1319	3,304
69	25	255	1370	13	285	1430	3,377
70	28	256	1510	18	262	1590	3,664
71	17	241	1454	24	266	1904	3,906
72	16	200	1458	17	279	1912	3,881
73	19	207	1577	25	290	2206	4,324
74	7	189	1467	23	277	2484	4,447
75	11	156	1436	22	221	2550	4,396
76	6	141	1338	15	238	2583	4,321
77	14	132	1290	21	236	2870	4,563
78	10	111	1206	15	214	2782	4,338
79	8	89	1315	15	204	3107	4,738
80	8	76	1087	19	160	2944	4,294
81	12	62	980	23	166	3398	4,642
82	6	38	885	11	126	2988	4,054
83	2	42	710	17	97	3011	3,880
84	5	47	729	12	122	3187	4,101

ตารางที่ ก4 ข้อมูลจำนวนการตายของประชากรที่ปรับแล้วของเพศหญิง ปี พ.ศ. 2550 (ต่อ)

อายุ (ปี)	สถานภาพสมรส สมรส			สถานภาพสมรสอื่นๆ			รวม
	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	
85	2	22	653	8	103	2945	3,733
86	3	20	534	9	76	2955	3,597
87	5	16	426	11	70	2739	3,267
88	4	14	338	7	48	2097	2,508
89	1	14	346	6	34	2381	2,782
90	0	7	284	3	43	2188	2,525
91	1	7	219	5	31	2008	2,271
92	0	6	161	3	22	1536	1,728
93	2	5	130	2	14	1459	1,611
94	0	1	126	9	14	1046	1,197
95	0	0	69	2	8	860	940
96	0	3	69	3	9	771	856
97	0	2	46	2	2	507	558
98	0	0	30	0	3	426	458
99	0	1	20	0	2	312	335
> 99	0	2	54	2	5	798	862

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก5 ข้อมูลจำนวนการตายของประชากรที่ปรับแล้วของเพศหญิง ปี พ.ศ. 2551

อายุ (ปี)	สถานภาพสมรส สมรส			สถานภาพสมรสอื่นๆ			รวม
	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	
25	19	11	82	27	21	226	386
26	13	14	91	29	23	223	392
27	14	25	123	46	36	287	530
28	16	30	153	24	30	243	495
29	15	23	157	32	32	293	551
30	16	26	228	30	38	250	588
31	24	49	244	30	44	304	695
32	19	48	244	26	33	318	688
33	18	64	258	28	62	290	719
34	23	71	265	33	51	321	763
35	31	92	281	18	60	298	779
36	18	100	313	20	66	342	860
37	31	119	352	21	68	350	941
38	39	125	360	20	69	296	909
39	28	139	383	20	82	322	974
40	32	162	383	19	98	294	988
41	41	148	408	24	88	286	995
42	44	183	479	19	87	334	1,147
43	40	210	491	17	101	343	1,202
44	43	223	526	27	124	382	1,326
45	41	244	541	23	115	327	1,291
46	43	262	603	21	136	373	1,438
47	40	271	601	16	154	330	1,411
48	37	306	673	19	152	376	1,563
49	31	295	667	27	137	357	1,514
50	25	319	675	14	160	371	1,564
51	32	359	709	17	187	377	1,681
52	45	353	728	23	153	408	1,711
53	42	418	860	18	186	482	2,006
54	45	394	812	14	181	441	1,887

ตารางที่ ก5 ข้อมูลจำนวนการตายของประชากรที่ปรับแล้วของเพศหญิง ปี พ.ศ. 2551 (ต่อ)

อายุ (ปี)	สถานภาพสมรส สมรส			สถานภาพสมรสอื่นๆ			รวม
	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	
55	37	406	880	15	236	479	2,053
56	41	386	944	22	223	501	2,117
57	31	412	937	12	191	547	2,131
58	27	378	982	18	228	584	2,217
59	26	371	998	21	242	617	2,274
60	24	346	1039	17	223	642	2,291
61	28	343	1047	17	232	723	2,390
62	35	320	1003	15	224	683	2,280
63	25	308	1052	16	246	752	2,398
64	19	336	1099	19	245	807	2,524
65	18	271	1134	15	255	903	2,596
66	21	334	1226	14	281	1042	2,917
67	24	319	1203	12	286	1128	2,972
68	20	271	1219	16	280	1307	3,113
69	29	298	1386	12	290	1461	3,476
70	17	276	1408	24	327	1620	3,671
71	18	243	1412	25	277	1736	3,711
72	14	231	1523	18	302	2167	4,255
73	14	211	1402	18	259	2187	4,092
74	12	199	1500	17	302	2485	4,514
75	12	179	1572	15	306	2632	4,716
76	9	159	1515	17	278	2734	4,711
77	9	120	1387	29	289	2799	4,633
78	9	133	1322	23	203	2973	4,663
79	2	97	1175	16	223	3009	4,522
80	9	84	1177	18	190	3480	4,959
81	4	74	1003	17	144	3113	4,355
82	5	53	933	10	147	3284	4,432
83	0	43	850	8	134	3215	4,250
84	5	42	703	11	110	3160	4,031

ตารางที่ ก5 ข้อมูลจำนวนการตายของประชากรที่ปรับแล้วของเพศหญิง ปี พ.ศ. 2551 (ต่อ)

อายุ (ปี)	สถานภาพสมรส สมรส			สถานภาพสมรสอื่น ๆ			รวม
	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	
85	2	31	637	15	95	3118	3,898
86	2	19	536	13	92	2890	3,551
87	1	19	505	9	93	2861	3,488
88	0	10	394	9	58	2603	3,074
89	1	7	270	7	41	2001	2,327
90	0	5	300	7	34	2228	2,573
91	1	7	250	8	35	1951	2,252
92	2	7	198	4	25	1826	2,062
93	1	1	149	4	24	1359	1,538
94	0	0	106	4	15	1164	1,289
95	0	0	92	5	8	874	979
96	0	2	72	0	8	727	808
97	0	0	69	0	5	584	659
98	0	0	33	1	4	412	450
99	0	0	29	0	1	344	374
> 99	0	2	67	1	5	836	911

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก6 ข้อมูลจำนวนการตายของประชากรที่ปรับแล้วของเพศหญิง ปี พ.ศ. 2552

อายุ (ปี)	สถานภาพสมรส สมรส			สถานภาพสมรสอื่นๆ			รวม
	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	
25	19	10	78	36	26	209	377
26	15	14	93	37	31	209	399
27	15	11	97	43	20	228	414
28	21	13	132	28	24	231	449
29	17	24	127	28	34	259	488
30	14	36	178	23	38	270	559
31	22	30	192	28	37	256	565
32	27	45	224	28	35	282	641
33	26	53	218	27	53	301	677
34	23	63	250	23	66	303	727
35	33	79	283	20	63	304	782
36	25	95	279	21	68	281	769
37	31	103	328	25	80	284	851
38	36	109	364	25	79	311	925
39	37	114	350	17	73	292	882
40	35	143	386	23	73	339	1,000
41	34	156	392	28	101	326	1,037
42	32	182	380	18	122	313	1,047
43	36	200	497	23	101	334	1,192
44	31	214	536	21	129	357	1,288
45	47	244	553	17	117	337	1,315
46	30	201	568	18	120	323	1,261
47	37	270	588	28	123	330	1,376
48	35	273	605	26	138	361	1,438
49	32	308	656	21	171	377	1,566
50	39	340	721	9	158	372	1,640
51	32	344	666	21	164	400	1,627
52	39	327	687	15	182	408	1,658
53	40	347	713	24	206	464	1,794
54	35	365	830	15	193	458	1,896

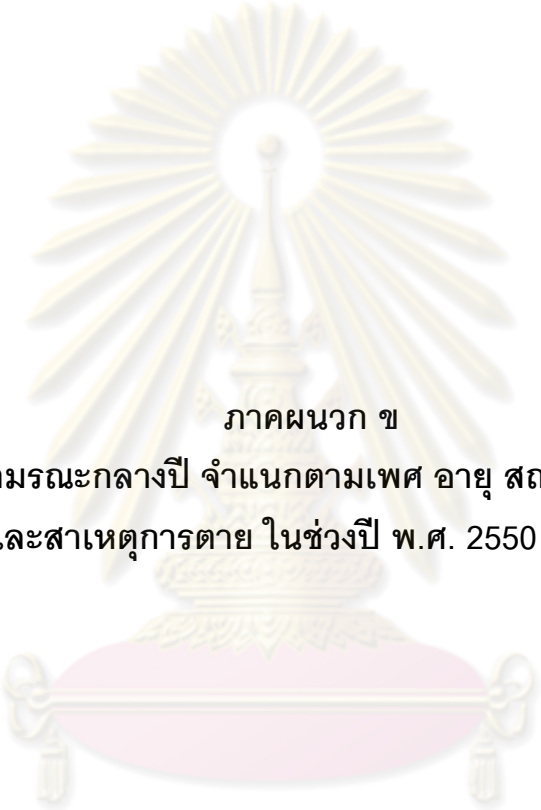
ตารางที่ ก6 ข้อมูลจำนวนการตายของประชากรที่ปรับแล้วของเพศหญิง ปี พ.ศ. 2552 (ต่อ)

อายุ (ปี)	สถานภาพสมรส สมรส			สถานภาพสมรสอื่น ๆ			รวม
	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	
55	33	352	800	15	189	494	1,883
56	38	362	839	16	216	488	1,959
57	33	385	843	23	230	564	2,078
58	33	402	939	35	237	523	2,169
59	34	401	1033	18	250	628	2,364
60	27	380	979	17	241	672	2,316
61	26	384	1008	17	209	685	2,329
62	15	360	1000	10	247	766	2,398
63	21	315	1073	25	253	799	2,486
64	27	304	1070	20	254	852	2,527
65	18	308	1037	26	266	968	2,622
66	25	298	1093	13	249	1001	2,680
67	24	327	1197	16	293	1221	3,078
68	10	284	1242	20	313	1194	3,063
69	23	268	1235	15	294	1372	3,207
70	21	287	1323	6	288	1567	3,492
71	11	227	1398	22	289	1741	3,688
72	18	247	1422	20	304	1909	3,920
73	13	211	1443	26	298	2240	4,232
74	17	177	1381	21	264	2308	4,168
75	13	178	1385	20	318	2534	4,448
76	15	136	1458	16	279	2771	4,674
77	11	162	1377	22	314	2844	4,729
78	7	131	1315	14	257	2968	4,692
79	10	98	1195	22	221	3047	4,593
80	11	81	1151	18	194	3209	4,665
81	9	90	1057	28	222	3486	4,892
82	5	59	950	18	168	3198	4,399
83	4	36	865	20	151	3437	4,513
84	4	30	685	16	136	3161	4,032

ตารางที่ ก6 ข้อมูลจำนวนการตายของประชากรที่ปรับแล้วของเพศหญิง ปี พ.ศ. 2552 (ต่อ)

อายุ (ปี)	สถานภาพสมรส สมรส			สถานภาพสมรสอื่นๆ			รวม
	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	
85	3	34	567	23	97	3032	3,756
86	7	24	557	12	94	3050	3,744
87	6	18	440	11	81	2781	3,337
88	3	15	435	5	66	2750	3,274
89	0	10	347	10	55	2486	2,909
90	2	5	242	10	38	1882	2,179
91	0	4	222	3	32	1947	2,208
92	0	5	189	7	22	1708	1,931
93	0	2	138	4	21	1632	1,797
94	0	3	137	3	9	1128	1,280
95	2	3	106	2	10	998	1,120
96	0	0	57	1	13	752	823
97	0	0	40	1	9	599	649
98	1	0	32	1	5	460	499
99	0	2	20	2	2	322	348
> 99	2	1	54	3	8	866	934

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ข
ค่าอัตราภาระกลางปี จำแนกตามเพศ อายุ สถานภาพสมรส
และสาเหตุการตาย ในช่วงปี พ.ศ. 2550 - 2552

ศูนย์วิทยพัชการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข1 ค่าอัตราฆนระกลางปีของเพศชาย

อายุ (ปี)	สถานภาพสมรส สมรส				สถานภาพสมรสอื่น ๆ			
	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	รวม	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	รวม
25	0.000165	0.000023	0.000401	0.000589	0.001336	0.000203	0.003881	0.005420
26	0.000176	0.000038	0.000440	0.000653	0.001237	0.000169	0.003995	0.005401
27	0.000217	0.000040	0.000607	0.000863	0.001209	0.000218	0.003982	0.005409
28	0.000241	0.000063	0.000648	0.000952	0.001147	0.000251	0.004373	0.005771
29	0.000217	0.000076	0.000773	0.001065	0.001188	0.000217	0.004544	0.005950
30	0.000251	0.000079	0.000890	0.001220	0.001087	0.000242	0.004810	0.006138
31	0.000244	0.000074	0.001010	0.001327	0.001141	0.000326	0.005725	0.007193
32	0.000234	0.000108	0.001064	0.001407	0.001561	0.000410	0.007501	0.009472
33	0.000207	0.000111	0.001074	0.001392	0.001934	0.000898	0.011925	0.014757
34	0.000225	0.000147	0.001138	0.001510	0.002508	0.000943	0.015569	0.019021
35	0.000218	0.000158	0.001328	0.001705	0.002095	0.000842	0.013661	0.016598
36	0.000267	0.000192	0.001455	0.001914	0.001835	0.001115	0.012889	0.015839
37	0.000241	0.000215	0.001582	0.002039	0.002138	0.001115	0.014116	0.017369
38	0.000269	0.000253	0.001645	0.002167	0.002166	0.001567	0.016182	0.019916
39	0.000304	0.000290	0.001780	0.002373	0.002118	0.001536	0.016430	0.020084
40	0.000331	0.000357	0.002026	0.002714	0.001666	0.001431	0.014263	0.017360
41	0.000328	0.000433	0.002159	0.002921	0.001546	0.001334	0.013556	0.016436
42	0.000342	0.000501	0.002516	0.003359	0.001423	0.001363	0.012046	0.014832
43	0.000380	0.000618	0.002631	0.003629	0.001397	0.001434	0.011926	0.014756
44	0.000373	0.000712	0.002985	0.004071	0.001081	0.001424	0.011154	0.013659
45	0.000373	0.000807	0.003239	0.004419	0.001216	0.001329	0.010822	0.013367
46	0.000387	0.000899	0.003451	0.004736	0.001089	0.001548	0.010648	0.013285
47	0.000402	0.001101	0.003935	0.005438	0.001051	0.001618	0.009768	0.012436
48	0.000458	0.001217	0.004241	0.005916	0.000995	0.001527	0.009937	0.012459
49	0.000440	0.001371	0.004605	0.006416	0.000875	0.001598	0.009241	0.011714
50	0.000443	0.001605	0.004767	0.006816	0.000935	0.001629	0.009101	0.011665
51	0.000467	0.001865	0.005147	0.007478	0.000741	0.001660	0.008380	0.010782
52	0.000444	0.001999	0.005740	0.008184	0.000724	0.001597	0.008419	0.010741
53	0.000506	0.002166	0.006166	0.008838	0.000645	0.001824	0.008104	0.010573

ตารางที่ ข1 ค่าอัตราฆนรณะกกลางปีของเพศชาย (ต่อ)

อายุ (ปี)	สถานภาพสมรส สมรส				สถานภาพสมรสอื่น ๆ			
	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	รวม	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	รวม
54	0.000530	0.002579	0.007036	0.010145	0.000659	0.001842	0.008441	0.010942
55	0.000531	0.002975	0.007478	0.010985	0.000586	0.001846	0.007994	0.010426
56	0.000494	0.003166	0.008287	0.011946	0.000511	0.001882	0.007599	0.009992
57	0.000566	0.003561	0.009052	0.013180	0.000559	0.001833	0.007473	0.009865
58	0.000623	0.003770	0.010014	0.014407	0.000578	0.002090	0.007888	0.010556
59	0.000568	0.004210	0.010313	0.015091	0.000614	0.002322	0.009446	0.012383
60	0.000531	0.004291	0.010597	0.015419	0.000645	0.003081	0.011963	0.015689
61	0.000575	0.004368	0.010850	0.015794	0.000760	0.004214	0.017354	0.022328
62	0.000554	0.004353	0.010981	0.015888	0.001265	0.006316	0.024518	0.032099
63	0.000524	0.004338	0.011806	0.016668	0.001519	0.008306	0.032030	0.041855
64	0.000532	0.004624	0.012418	0.017574	0.001389	0.008032	0.035159	0.044580
65	0.000591	0.004862	0.013877	0.019329	0.001420	0.008363	0.033497	0.043279
66	0.000585	0.005304	0.015276	0.021165	0.001157	0.007979	0.033430	0.042566
67	0.000615	0.005607	0.017165	0.023387	0.001114	0.006962	0.030273	0.038349
68	0.000642	0.005883	0.019046	0.025571	0.001181	0.006834	0.028486	0.036501
69	0.000691	0.006491	0.022108	0.029289	0.000812	0.006132	0.028240	0.035183
70	0.000655	0.006258	0.024860	0.031772	0.000882	0.005207	0.030623	0.036712
71	0.000821	0.006578	0.027656	0.035055	0.000709	0.005978	0.032343	0.039030
72	0.000711	0.006919	0.031546	0.039175	0.000799	0.005745	0.032372	0.038916
73	0.000660	0.007555	0.036648	0.044863	0.000577	0.005385	0.034336	0.040299
74	0.000842	0.007648	0.040249	0.048739	0.000603	0.005291	0.035621	0.041515
75	0.000784	0.008394	0.045955	0.055133	0.000651	0.005578	0.039457	0.045687
76	0.000792	0.008045	0.050751	0.059588	0.000576	0.005177	0.042942	0.048695
77	0.000816	0.009075	0.058597	0.068488	0.000689	0.005690	0.044860	0.051239
78	0.000855	0.009051	0.066138	0.076044	0.000447	0.005052	0.046140	0.051639
79	0.000536	0.008873	0.074875	0.084284	0.000515	0.005326	0.053404	0.059244
80	0.000860	0.009159	0.078688	0.088706	0.000439	0.004852	0.060988	0.066279
81	0.001006	0.008561	0.086108	0.095676	0.000701	0.005597	0.072961	0.079259
82	0.000863	0.007691	0.089916	0.098471	0.000581	0.005664	0.080244	0.086489

ตารางที่ ข1 ค่าอัตราส่วนระยะกลางปีของเพศชาย (ต่อ)

อายุ (ปี)	สถานภาพสมรส สมรส				สถานภาพสมรสอื่นๆ			
	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	รวม	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	รวม
83	0.000981	0.008317	0.100292	0.109591	0.000566	0.005493	0.086389	0.092449
84	0.000760	0.009211	0.105871	0.115842	0.000568	0.005553	0.102844	0.108966
85	0.000704	0.007467	0.106791	0.114962	0.000865	0.007077	0.119868	0.127811
86	0.001011	0.006953	0.114253	0.122216	0.000847	0.006704	0.142247	0.149798
87	0.000928	0.005949	0.118554	0.125431	0.000620	0.004988	0.154796	0.160404
88	0.000560	0.004513	0.119724	0.124797	0.000950	0.005453	0.162894	0.169297
89	0.000929	0.005572	0.125485	0.131986	0.000440	0.006562	0.171473	0.178475
90	0.000716	0.005534	0.118838	0.125088	0.001202	0.004384	0.184627	0.190214
91	0.000559	0.005167	0.127091	0.132817	0.001288	0.006086	0.211169	0.218543
92	0.000490	0.004967	0.130946	0.136404	0.001039	0.004580	0.196537	0.202156
93	0.000154	0.003248	0.118762	0.122164	0.000802	0.003324	0.222153	0.226279
94	0.000189	0.002466	0.105478	0.108133	0.000974	0.005449	0.241419	0.247842
95	0.000212	0.002470	0.091858	0.094539	0.001163	0.003877	0.291204	0.296243
96	0.000239	0.002275	0.069155	0.071669	0.001320	0.005941	0.332148	0.339410
97	0.000286	0.002717	0.067426	0.070430	0.001050	0.002363	0.312719	0.316132
98	0.000000	0.001211	0.049823	0.051034	0.000645	0.004084	0.291698	0.296427
99	0.000000	0.000723	0.044074	0.044796	0.000964	0.003858	0.355144	0.359966
> 99	0.000000	0.001848	0.058161	0.060009	0.001709	0.005247	0.429926	0.436882

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข2 ค่าอัตราฆนระกลางปีของเพศหญิง

อายุ (ปี)	สถานภาพสมรส สมรส				สถานภาพสมรสอื่น ๆ			
	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	รวม	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	รวม
25	0.000040	0.000029	0.000202	0.000271	0.000422	0.000304	0.002779	0.003506
26	0.000035	0.000031	0.000238	0.000304	0.000391	0.000303	0.002530	0.003224
27	0.000035	0.000044	0.000276	0.000356	0.000399	0.000287	0.002709	0.003395
28	0.000044	0.000053	0.000346	0.000442	0.000267	0.000299	0.002678	0.003244
29	0.000047	0.000058	0.000366	0.000471	0.000311	0.000341	0.002923	0.003576
30	0.000040	0.000082	0.000486	0.000609	0.000273	0.000427	0.002931	0.003632
31	0.000054	0.000100	0.000509	0.000663	0.000306	0.000438	0.003198	0.003941
32	0.000051	0.000103	0.000545	0.000699	0.000349	0.000535	0.004144	0.005029
33	0.000047	0.000123	0.000512	0.000682	0.000535	0.000950	0.005739	0.007224
34	0.000044	0.000133	0.000558	0.000735	0.000582	0.001259	0.006317	0.008158
35	0.000063	0.000174	0.000602	0.000838	0.000329	0.001054	0.005043	0.006426
36	0.000062	0.000203	0.000652	0.000916	0.000288	0.000924	0.004369	0.005581
37	0.000071	0.000215	0.000716	0.001002	0.000265	0.000953	0.004201	0.005418
38	0.000075	0.000257	0.000756	0.001088	0.000237	0.000874	0.003890	0.005001
39	0.000074	0.000285	0.000821	0.001180	0.000221	0.000855	0.003515	0.004591
40	0.000077	0.000325	0.000871	0.001273	0.000214	0.000819	0.003067	0.004100
41	0.000084	0.000362	0.000981	0.001426	0.000209	0.000866	0.002916	0.003991
42	0.000082	0.000455	0.001071	0.001608	0.000195	0.000910	0.002756	0.003861
43	0.000097	0.000496	0.001235	0.001828	0.000173	0.000789	0.002618	0.003580
44	0.000100	0.000563	0.001298	0.001961	0.000155	0.000924	0.002720	0.003800
45	0.000108	0.000617	0.001433	0.002158	0.000166	0.000966	0.002777	0.003909
46	0.000099	0.000653	0.001596	0.002348	0.000162	0.001026	0.002716	0.003905
47	0.000109	0.000796	0.001741	0.002646	0.000149	0.001022	0.002573	0.003744
48	0.000110	0.000892	0.001933	0.002935	0.000186	0.000991	0.002639	0.003815
49	0.000120	0.000934	0.002169	0.003224	0.000181	0.001082	0.002632	0.003895
50	0.000114	0.001121	0.002386	0.003621	0.000122	0.001203	0.002735	0.004060
51	0.000129	0.001242	0.002560	0.003930	0.000141	0.001192	0.002678	0.004011
52	0.000172	0.001309	0.002830	0.004311	0.000132	0.001152	0.002858	0.004142
53	0.000158	0.001543	0.003292	0.004992	0.000148	0.001327	0.003187	0.004661

ตารางที่ ข2 ค่าอัตราฆนระกลางปีของเพศหญิง (ต่อ)

อายุ (ปี)	สถานภาพสมรส สมรส				สถานภาพสมรสอื่น ๆ			
	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	รวม	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	รวม
54	0.000160	0.001675	0.003717	0.005552	0.000126	0.001324	0.003187	0.004637
55	0.000185	0.001836	0.004066	0.006087	0.000103	0.001442	0.003472	0.005016
56	0.000188	0.001960	0.004657	0.006805	0.000153	0.001596	0.003591	0.005341
57	0.000196	0.002235	0.005269	0.007699	0.000128	0.001592	0.004014	0.005734
58	0.000197	0.002339	0.005998	0.008534	0.000180	0.001705	0.004132	0.006018
59	0.000175	0.002403	0.006336	0.008914	0.000166	0.002034	0.005127	0.007326
60	0.000181	0.002317	0.006462	0.008961	0.000180	0.002269	0.006597	0.009046
61	0.000178	0.002345	0.006927	0.009450	0.000202	0.002549	0.008168	0.010920
62	0.000170	0.002308	0.007202	0.009679	0.000187	0.003006	0.009568	0.012761
63	0.000170	0.002281	0.008012	0.010464	0.000280	0.003609	0.011305	0.015194
64	0.000173	0.002462	0.008335	0.010971	0.000280	0.003689	0.012080	0.016048
65	0.000161	0.002377	0.009053	0.011592	0.000292	0.003851	0.013887	0.018030
66	0.000206	0.002716	0.010113	0.013035	0.000215	0.003764	0.014684	0.018663
67	0.000219	0.002989	0.011451	0.014659	0.000228	0.003686	0.015424	0.019338
68	0.000179	0.002918	0.013167	0.016264	0.000235	0.003678	0.016077	0.019990
69	0.000283	0.003049	0.014813	0.018145	0.000165	0.003511	0.017221	0.020897
70	0.000259	0.003234	0.016747	0.020239	0.000197	0.003549	0.019339	0.023084
71	0.000201	0.003103	0.018612	0.021916	0.000289	0.003385	0.021879	0.025552
72	0.000238	0.003410	0.022131	0.025779	0.000220	0.003562	0.024096	0.027879
73	0.000264	0.003675	0.025824	0.029764	0.000280	0.003393	0.026576	0.030249
74	0.000238	0.003714	0.028606	0.032557	0.000249	0.003439	0.029721	0.033408
75	0.000260	0.003694	0.031608	0.035562	0.000244	0.003627	0.033114	0.036985
76	0.000249	0.003596	0.035593	0.039438	0.000217	0.003598	0.036604	0.040418
77	0.000335	0.004151	0.040632	0.045118	0.000346	0.003994	0.040558	0.044899
78	0.000317	0.004652	0.047592	0.052561	0.000259	0.003328	0.043083	0.046669
79	0.000292	0.004145	0.053627	0.058064	0.000279	0.003415	0.048318	0.052012
80	0.000444	0.003861	0.054827	0.059132	0.000326	0.003212	0.056800	0.060339
81	0.000466	0.004210	0.056417	0.061094	0.000455	0.003559	0.066956	0.070969
82	0.000362	0.003445	0.063906	0.067713	0.000303	0.003403	0.072926	0.076632

ตารางที่ ข2 ค่าอัตราฆนระกลางปีของเพศหญิง (ต่อ)

อายุ (ปี)	สถานภาพสมรส สมรส				สถานภาพสมรสอื่น ๆ			
	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	รวม	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	รวม
83	0.000188	0.003568	0.071647	0.075403	0.000387	0.003320	0.083889	0.087596
84	0.000496	0.004183	0.074471	0.079149	0.000393	0.003721	0.096065	0.100180
85	0.000278	0.003306	0.071143	0.074727	0.000539	0.003485	0.107151	0.111176
86	0.000522	0.002692	0.070903	0.074117	0.000464	0.003577	0.121264	0.125305
87	0.000678	0.002810	0.073070	0.076558	0.000498	0.004018	0.137779	0.142295
88	0.000475	0.002645	0.079186	0.082306	0.000416	0.003409	0.147600	0.151426
89	0.000167	0.002621	0.080291	0.083079	0.000551	0.003106	0.164603	0.168260
90	0.000194	0.001577	0.080248	0.082019	0.000546	0.003164	0.172003	0.175713
91	0.000225	0.002052	0.077558	0.079835	0.000518	0.003167	0.191288	0.194973
92	0.000258	0.002239	0.070647	0.073145	0.000591	0.002939	0.213834	0.217363
93	0.000483	0.001189	0.061921	0.063594	0.000564	0.003357	0.257499	0.261421
94	0.000000	0.000737	0.064071	0.064808	0.001305	0.003080	0.272187	0.276571
95	0.000301	0.000523	0.053664	0.054488	0.000916	0.002847	0.294545	0.298308
96	0.000000	0.000967	0.045911	0.046878	0.000587	0.004376	0.329888	0.334850
97	0.000000	0.000408	0.042143	0.042551	0.000566	0.002926	0.318933	0.322425
98	0.000316	0.000000	0.030013	0.030329	0.000472	0.002830	0.305969	0.309270
99	0.000000	0.001089	0.025352	0.026441	0.000624	0.001562	0.305167	0.307353
> 99	0.000884	0.002196	0.076048	0.079128	0.000487	0.002393	0.297115	0.299995

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ค

ค่าอัตราภาระ จำแนกตามเพศ อายุ สถานภาพสมรส และสาเหตุการตาย
ในช่วงปี พ.ศ. 2550 - 2552

ศูนย์วิทยพัชการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค1 ค่าอัตราภาระของเพศชาย

อายุ (ปี)	สถานภาพสมรส สมรส				สถานภาพสมรสอื่นๆ			
	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	รวม	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	รวม
25	0.000165	0.000023	0.000401	0.000589	0.001332	0.000203	0.003870	0.005405
26	0.000176	0.000038	0.000440	0.000653	0.001233	0.000169	0.003984	0.005387
27	0.000217	0.000040	0.000606	0.000863	0.001206	0.000218	0.003971	0.005394
28	0.000241	0.000063	0.000647	0.000951	0.001144	0.000250	0.004360	0.005754
29	0.000216	0.000076	0.000773	0.001065	0.001185	0.000217	0.004531	0.005932
30	0.000251	0.000079	0.000890	0.001219	0.001083	0.000241	0.004796	0.006120
31	0.000244	0.000073	0.001010	0.001327	0.001137	0.000325	0.005705	0.007167
32	0.000234	0.000108	0.001063	0.001406	0.001553	0.000408	0.007466	0.009427
33	0.000207	0.000111	0.001073	0.001391	0.001920	0.000891	0.011837	0.014649
34	0.000225	0.000147	0.001137	0.001509	0.002485	0.000935	0.015422	0.018841
35	0.000218	0.000158	0.001327	0.001703	0.002078	0.000835	0.013548	0.016461
36	0.000267	0.000191	0.001454	0.001912	0.001821	0.001107	0.012787	0.015715
37	0.000241	0.000215	0.001581	0.002037	0.002119	0.001105	0.013995	0.017219
38	0.000269	0.000252	0.001643	0.002164	0.002145	0.001552	0.016023	0.019719
39	0.000303	0.000289	0.001777	0.002370	0.002096	0.001521	0.016266	0.019884
40	0.000331	0.000356	0.002023	0.002710	0.001651	0.001419	0.014140	0.017211
41	0.000328	0.000433	0.002156	0.002916	0.001534	0.001323	0.013445	0.016302
42	0.000341	0.000500	0.002512	0.003353	0.001413	0.001353	0.011958	0.014723
43	0.000379	0.000617	0.002626	0.003622	0.001387	0.001423	0.011839	0.014648
44	0.000372	0.000711	0.002979	0.004062	0.001073	0.001415	0.011078	0.013566
45	0.000372	0.000806	0.003232	0.004410	0.001208	0.001320	0.010751	0.013278
46	0.000386	0.000897	0.003442	0.004725	0.001082	0.001538	0.010578	0.013197
47	0.000401	0.001098	0.003924	0.005424	0.001044	0.001608	0.009707	0.012360
48	0.000456	0.001214	0.004228	0.005898	0.000989	0.001518	0.009876	0.012382
49	0.000439	0.001367	0.004590	0.006396	0.000870	0.001588	0.009187	0.011645
50	0.000442	0.001600	0.004751	0.006792	0.000930	0.001619	0.009049	0.011598
51	0.000465	0.001858	0.005128	0.007451	0.000737	0.001651	0.008336	0.010724
52	0.000442	0.001991	0.005717	0.008150	0.000720	0.001589	0.008374	0.010683
53	0.000504	0.002157	0.006139	0.008799	0.000641	0.001815	0.008061	0.010517

ตารางที่ ค1 ค่าอัตราภาระของเพศชาย (ต่อ)

อายุ (ปี)	สถานภาพสมรส สมรส				สถานภาพสมรสอื่นๆ			
	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	รวม	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	รวม
54	0.000528	0.002566	0.007000	0.010094	0.000656	0.001832	0.008395	0.010883
55	0.000528	0.002959	0.007437	0.010925	0.000583	0.001837	0.007952	0.010372
56	0.000491	0.003147	0.008237	0.011875	0.000508	0.001873	0.007562	0.009943
57	0.000562	0.003538	0.008993	0.013093	0.000556	0.001824	0.007436	0.009816
58	0.000619	0.003743	0.009942	0.014304	0.000575	0.002079	0.007847	0.010500
59	0.000564	0.004178	0.010236	0.014978	0.000611	0.002308	0.009388	0.012306
60	0.000527	0.004258	0.010516	0.015301	0.000640	0.003057	0.011870	0.015567
61	0.000571	0.004334	0.010765	0.015670	0.000752	0.004167	0.017163	0.022082
62	0.000550	0.004319	0.010894	0.015763	0.001245	0.006216	0.024131	0.031592
63	0.000520	0.004302	0.011709	0.016530	0.001488	0.008136	0.031373	0.040997
64	0.000527	0.004584	0.012310	0.017421	0.001358	0.007857	0.034393	0.043608
65	0.000585	0.004815	0.013744	0.019144	0.001390	0.008185	0.032787	0.042363
66	0.000579	0.005248	0.015116	0.020943	0.001132	0.007813	0.032734	0.041679
67	0.000608	0.005543	0.016967	0.023117	0.001093	0.006831	0.029703	0.037628
68	0.000634	0.005808	0.018806	0.025248	0.001159	0.006712	0.027975	0.035847
69	0.000681	0.006397	0.021789	0.028867	0.000798	0.006026	0.027751	0.034575
70	0.000644	0.006160	0.024472	0.031276	0.000866	0.005113	0.030071	0.036050
71	0.000807	0.006464	0.027180	0.034451	0.000695	0.005864	0.031724	0.038283
72	0.000697	0.006786	0.030940	0.038422	0.000783	0.005636	0.031754	0.038173
73	0.000645	0.007390	0.035844	0.043879	0.000566	0.005279	0.033658	0.039503
74	0.000822	0.007466	0.039291	0.047580	0.000591	0.005183	0.034897	0.040671
75	0.000762	0.008169	0.044723	0.053654	0.000637	0.005454	0.038576	0.044666
76	0.000769	0.007813	0.049283	0.057864	0.000562	0.005054	0.041921	0.047537
77	0.000789	0.008774	0.056657	0.066220	0.000672	0.005548	0.043740	0.049959
78	0.000824	0.008720	0.063715	0.073259	0.000436	0.004925	0.044979	0.050340
79	0.000514	0.008514	0.071848	0.080876	0.000500	0.005173	0.051867	0.057540
80	0.000823	0.008770	0.075346	0.084939	0.000425	0.004697	0.059032	0.064153
81	0.000960	0.008171	0.082177	0.091308	0.000674	0.005384	0.070180	0.076238
82	0.000823	0.007330	0.085697	0.093850	0.000557	0.005429	0.076918	0.082904

ตารางที่ ค1 ค่าอัตราภาระของเพศชาย (ต่อ)

อายุ (ปี)	สถานภาพสมรส สมรส				สถานภาพสมรสอื่นๆ			
	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	รวม	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	รวม
83	0.000930	0.007885	0.095082	0.103897	0.000541	0.005251	0.082572	0.088364
84	0.000718	0.008707	0.100075	0.109500	0.000539	0.005266	0.097531	0.103336
85	0.000666	0.007061	0.100986	0.108713	0.000813	0.006652	0.112668	0.120133
86	0.000952	0.006552	0.107673	0.115178	0.000788	0.006237	0.132335	0.139360
87	0.000873	0.005598	0.111558	0.118029	0.000574	0.004618	0.143303	0.148495
88	0.000527	0.004248	0.112692	0.117467	0.000876	0.005028	0.150181	0.156085
89	0.000871	0.005227	0.117717	0.123815	0.000404	0.006025	0.157425	0.163853
90	0.000674	0.005208	0.111843	0.117725	0.001098	0.004004	0.168593	0.173694
91	0.000524	0.004845	0.119177	0.124546	0.001161	0.005487	0.190367	0.197015
92	0.000459	0.004650	0.122586	0.127695	0.000944	0.004159	0.178495	0.183598
93	0.000145	0.003061	0.111925	0.115131	0.000721	0.002986	0.199573	0.203280
94	0.000180	0.002339	0.100068	0.102587	0.000866	0.004848	0.214801	0.220515
95	0.000202	0.002358	0.087712	0.090272	0.001013	0.003377	0.253635	0.258024
96	0.000231	0.002196	0.066762	0.069190	0.001128	0.005079	0.283959	0.290167
97	0.000276	0.002625	0.065133	0.068034	0.000906	0.002041	0.270035	0.272982
98	0.000000	0.001181	0.048583	0.049764	0.000561	0.003557	0.254046	0.258163
99	0.000000	0.000707	0.043108	0.043815	0.000817	0.003270	0.300973	0.305060
> 99	0.000000	0.001794	0.056467	0.058261	0.001403	0.004307	0.352849	0.358558

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค2 ค่าอัตราภาระของเพศหญิง

อายุ (ปี)	สถานภาพสมรส สมรส				สถานภาพสมรสอื่นๆ			
	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	รวม	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	รวม
25	0.000040	0.000029	0.000202	0.000271	0.000422	0.000304	0.002774	0.003500
26	0.000035	0.000031	0.000238	0.000304	0.000390	0.000302	0.002526	0.003219
27	0.000035	0.000044	0.000276	0.000355	0.000398	0.000287	0.002704	0.003389
28	0.000044	0.000053	0.000346	0.000442	0.000266	0.000299	0.002673	0.003239
29	0.000047	0.000058	0.000366	0.000471	0.000310	0.000341	0.002918	0.003569
30	0.000040	0.000082	0.000486	0.000609	0.000273	0.000426	0.002926	0.003625
31	0.000054	0.000100	0.000509	0.000663	0.000305	0.000437	0.003191	0.003933
32	0.000051	0.000103	0.000545	0.000699	0.000349	0.000534	0.004134	0.005016
33	0.000047	0.000123	0.000512	0.000682	0.000533	0.000947	0.005718	0.007198
34	0.000044	0.000133	0.000558	0.000735	0.000580	0.001254	0.006291	0.008125
35	0.000063	0.000174	0.000601	0.000838	0.000328	0.001051	0.005026	0.006405
36	0.000062	0.000203	0.000651	0.000916	0.000287	0.000922	0.004357	0.005566
37	0.000071	0.000215	0.000716	0.001001	0.000264	0.000950	0.004189	0.005403
38	0.000075	0.000257	0.000755	0.001087	0.000236	0.000872	0.003880	0.004988
39	0.000074	0.000285	0.000820	0.001179	0.000221	0.000853	0.003507	0.004581
40	0.000077	0.000325	0.000871	0.001273	0.000214	0.000817	0.003060	0.004091
41	0.000084	0.000361	0.000980	0.001425	0.000209	0.000864	0.002910	0.003983
42	0.000082	0.000454	0.001070	0.001607	0.000194	0.000909	0.002750	0.003853
43	0.000097	0.000495	0.001234	0.001826	0.000173	0.000788	0.002613	0.003574
44	0.000100	0.000563	0.001297	0.001960	0.000155	0.000923	0.002715	0.003792
45	0.000107	0.000616	0.001432	0.002155	0.000165	0.000965	0.002772	0.003902
46	0.000099	0.000652	0.001594	0.002346	0.000162	0.001024	0.002711	0.003897
47	0.000109	0.000795	0.001739	0.002642	0.000149	0.001020	0.002568	0.003737
48	0.000110	0.000891	0.001930	0.002931	0.000185	0.000989	0.002634	0.003808
49	0.000120	0.000933	0.002166	0.003218	0.000181	0.001079	0.002627	0.003887
50	0.000113	0.001119	0.002382	0.003614	0.000122	0.001200	0.002729	0.004052
51	0.000129	0.001239	0.002554	0.003922	0.000141	0.001189	0.002672	0.004003
52	0.000172	0.001306	0.002824	0.004302	0.000132	0.001150	0.002852	0.004133
53	0.000157	0.001539	0.003284	0.004980	0.000147	0.001324	0.003179	0.004650


ตารางที่ ค2 ค่าอัตราภาระของเพศหญิง (ต่อ)

อายุ (ปี)	สถานภาพสมรส สมรส				สถานภาพสมรสอื่นๆ			
	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	รวม	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	รวม
54	0.000160	0.001670	0.003707	0.005537	0.000126	0.001321	0.003179	0.004626
55	0.000184	0.001830	0.004054	0.006068	0.000103	0.001438	0.003463	0.005003
56	0.000187	0.001954	0.004641	0.006782	0.000153	0.001592	0.003582	0.005326
57	0.000195	0.002226	0.005248	0.007670	0.000128	0.001587	0.004003	0.005718
58	0.000196	0.002329	0.005972	0.008497	0.000180	0.001700	0.004120	0.006000
59	0.000174	0.002392	0.006307	0.008874	0.000165	0.002027	0.005108	0.007299
60	0.000180	0.002307	0.006434	0.008921	0.000179	0.002259	0.006567	0.009005
61	0.000177	0.002334	0.006894	0.009405	0.000201	0.002535	0.008124	0.010860
62	0.000169	0.002296	0.007167	0.009633	0.000186	0.002987	0.009507	0.012680
63	0.000170	0.002270	0.007970	0.010409	0.000278	0.003582	0.011220	0.015079
64	0.000172	0.002449	0.008290	0.010911	0.000278	0.003659	0.011983	0.015921
65	0.000160	0.002363	0.009001	0.011525	0.000289	0.003816	0.013763	0.017869
66	0.000205	0.002699	0.010047	0.012951	0.000213	0.003729	0.014549	0.018491
67	0.000217	0.002967	0.011368	0.014552	0.000226	0.003651	0.015276	0.019153
68	0.000178	0.002895	0.013061	0.016133	0.000233	0.003641	0.015918	0.019792
69	0.000281	0.003022	0.014679	0.017982	0.000163	0.003475	0.017043	0.020681
70	0.000256	0.003201	0.016579	0.020036	0.000194	0.003508	0.019118	0.022821
71	0.000199	0.003069	0.018411	0.021679	0.000285	0.003342	0.021603	0.025230
72	0.000234	0.003367	0.021850	0.025451	0.000217	0.003513	0.023765	0.027496
73	0.000260	0.003622	0.025446	0.029327	0.000276	0.003343	0.026180	0.029798
74	0.000234	0.003654	0.028148	0.032036	0.000245	0.003382	0.029233	0.032860
75	0.000256	0.003629	0.031056	0.034940	0.000240	0.003561	0.032512	0.036313
76	0.000244	0.003527	0.034905	0.038676	0.000212	0.003526	0.035879	0.039618
77	0.000327	0.004059	0.039736	0.044122	0.000338	0.003906	0.039668	0.043913
78	0.000309	0.004533	0.046373	0.051215	0.000253	0.003252	0.042100	0.045605
79	0.000284	0.004028	0.052114	0.056426	0.000272	0.003328	0.047093	0.050694
80	0.000431	0.003750	0.053253	0.057434	0.000317	0.003118	0.055137	0.058572
81	0.000452	0.004085	0.054745	0.059283	0.000439	0.003437	0.064661	0.068537
82	0.000350	0.003332	0.061813	0.065496	0.000292	0.003278	0.070235	0.073804

ตารางที่ ค2 ค่าอัตราฆนระกกลางปีของเพศหญิง (ต่อ)

อายุ (ปี)	สถานภาพสมรส สมรส				สถานภาพสมรสอื่น ๆ			
	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	รวม	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	รวม
83	0.000182	0.003438	0.069044	0.072664	0.000371	0.003181	0.080369	0.083921
84	0.000477	0.004024	0.071636	0.076136	0.000375	0.003544	0.091483	0.095401
85	0.000268	0.003187	0.068581	0.072035	0.000511	0.003302	0.101509	0.105321
86	0.000503	0.002596	0.068369	0.071469	0.000437	0.003366	0.114115	0.117917
87	0.000653	0.002707	0.070376	0.073736	0.000465	0.003751	0.128627	0.132843
88	0.000457	0.002540	0.076056	0.079053	0.000387	0.003169	0.137212	0.140768
89	0.000160	0.002516	0.077089	0.079765	0.000509	0.002865	0.151829	0.155203
90	0.000187	0.001515	0.077087	0.078788	0.000502	0.002908	0.158112	0.161522
91	0.000216	0.001973	0.074581	0.076771	0.000472	0.002886	0.174296	0.177654
92	0.000249	0.002160	0.068155	0.070564	0.000533	0.002651	0.192872	0.196056
93	0.000468	0.001153	0.060013	0.061634	0.000499	0.002969	0.227732	0.231200
94	0.000000	0.000713	0.062060	0.062774	0.001146	0.002705	0.239120	0.242972
95	0.000293	0.000509	0.052240	0.053043	0.000798	0.002477	0.256314	0.259589
96	0.000000	0.000945	0.044859	0.045804	0.000502	0.003748	0.282577	0.286828
97	0.000000	0.000400	0.041265	0.041665	0.000488	0.002520	0.274655	0.277663
98	0.000312	0.000000	0.029564	0.029876	0.000408	0.002451	0.264992	0.267851
99	0.000000	0.001074	0.025021	0.026096	0.000541	0.001354	0.264517	0.266412
> 99	0.0008502	0.0021121	0.0731540	0.0761164	0.0004237	0.0020809	0.2583612	0.2608658

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ง
ค่าอัตราภาระที่ได้จากการปรับให้เรียบ จากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุของ
เพศชายและเพศหญิง

ศูนย์วิทยพัชการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง1 ค่าอัตราณณะที่ได้จากการปรับให้เรียบจากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุของ
เพศชาย

อายุ (ปี)	จำนวน ประชากร n_x	อัตราณณะ ก่อนปรับให้เรียบ $q_x^{(r)}$	น้ำหนักที่ใช้ใน การปรับให้เรียบ w_x	อัตราณณะที่ได้ จากการปรับให้เรียบ $q_x^{(r)}$
25	329097	0.000589	559440896.367202	0.000582
26	334294	0.000653	512049012.304727	0.000679
27	339178	0.000863	393376710.194247	0.000820
28	343085	0.000951	361019542.788523	0.000960
29	346084	0.001065	325379627.294750	0.001093
30	348416	0.001219	286062130.333239	0.001217
31	367682	0.001327	277538835.848131	0.001311
32	407559	0.001406	290256447.031266	0.001370
33	446861	0.001391	321790657.675715	0.001425
34	464402	0.001509	308169111.738155	0.001531
35	459842	0.001703	270431864.718355	0.001695
36	458786	0.001912	240406327.838205	0.001872
37	466690	0.002037	229630124.489776	0.002032
38	473601	0.002164	219305147.631993	0.002192
39	469941	0.002370	198754851.255780	0.002394
40	456509	0.002710	168914722.981913	0.002657
41	443828	0.002916	152625708.955815	0.002966
42	434568	0.003353	130034366.429177	0.003305
43	424389	0.003622	117595679.324854	0.003653
44	410739	0.004062	101522697.225801	0.004016
45	395075	0.004410	89988763.687395	0.004408
46	380187	0.004725	80839968.018037	0.004852
47	364611	0.005424	67591487.718167	0.005346
48	347162	0.005898	59207640.231439	0.005855
49	329449	0.006396	51843135.187170	0.006358
50	313215	0.006792	46427691.946212	0.006869
51	298864	0.007451	40413897.448862	0.007437
52	284326	0.008150	35172334.372075	0.008113

ตารางที่ ง1 ค่าอัตราณณะที่ได้จากการปรับให้เรียบจากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุของเพศชาย (ต่อ)

อายุ (ปี)	จำนวนประชากร n_x	อัตราณณะก่อนปรับให้เรียบ $q_x^{(r)}$	น้ำหนักที่ใช้ในการปรับให้เรียบ w_x	อัตราณณะที่ได้จากการปรับให้เรียบ $q_x^{''(r)}$
53	267897	0.008799	30715198.012239	0.008930
54	249355	0.010094	24955028.272669	0.009893
55	230417	0.010925	21324643.825892	0.010968
56	213127	0.011875	18162618.660108	0.012091
57	199126	0.013093	15410002.114208	0.013167
58	189211	0.014304	13419596.861549	0.014089
59	182682	0.014978	12382480.603094	0.014783
60	177975	0.015301	11812276.801533	0.015254
61	172518	0.015670	11184667.744627	0.015604
62	166431	0.015763	10727337.422709	0.016002
63	159806	0.016530	9830038.260959	0.016626
64	153000	0.017421	8938405.066336	0.017610
65	146164	0.019144	7783829.485132	0.019013
66	138054	0.020943	6732762.939530	0.020824
67	129252	0.023117	5723500.135277	0.022998
68	120406	0.025248	4892413.577424	0.025488
69	111967	0.028867	3994055.513973	0.028271
70	103714	0.031276	3423204.067089	0.031365
71	94170	0.034451	2830974.027199	0.034825
72	84198	0.038422	2278940.340174	0.038722
73	75052	0.043879	1788932.575469	0.043119
74	67297	0.047580	1485064.212413	0.048050
75	60157	0.053654	1184784.504012	0.053509
76	52388	0.057864	960964.259803	0.059437
77	44551	0.066220	720483.426927	0.065726
78	37769	0.073259	556313.645872	0.072226
79	32818	0.080876	441492.734239	0.078770
80	29154	0.084939	375099.981319	0.085198

ตารางที่ ง1 ค่าอัตราณณะที่ได้จากการปรับให้เรียบจากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุของเพศชาย (ต่อ)

อายุ (ปี)	จำนวนประชากร n_x	อัตราณณะก่อนปรับให้เรียบ $q_x^{(r)}$	น้ำหนักที่ใช้ในการปรับให้เรียบ w_x	อัตราณณะที่ได้จากการปรับให้เรียบ $q_x^{(r)}$
81	25038	0.091308	301766.019491	0.091372
82	20596	0.093850	242180.516504	0.097175
83	16709	0.103897	179471.787359	0.102507
84	14277	0.109500	146412.880677	0.107279
85	12738	0.108713	131467.241358	0.111407
86	10893	0.115178	106886.512931	0.114811
87	8741	0.118029	83968.227594	0.117409
88	6817	0.117467	65755.652981	0.119119
89	5520	0.123815	50878.755436	0.119859
90	4701	0.117725	45262.977326	0.119544

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง2 ค่าอัตราการณณะที่ได้จากการปรับให้เรียบจากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุของ
เพศหญิง

อายุ (ปี)	จำนวน ประชากร n_x	อัตราการณณะ ก่อนปรับให้เรียบ $q_x^{(r)}$	น้ำหนักที่ใช้ใน การปรับให้เรียบ w_x	อัตราการณณะที่ได้ จากการปรับให้เรียบ $q_x^{(r)}$
25	418032	0.000271	1540957678.985330	0.000271
26	418381	0.000304	1377727313.945110	0.000304
27	419372	0.000355	1180243040.845440	0.000357
28	421935	0.000442	954718686.730552	0.000425
29	426474	0.000471	906688885.247258	0.000505
30	431794	0.000609	710019049.672890	0.000590
31	441287	0.000663	666527152.382852	0.000653
32	461323	0.000699	660295827.274249	0.000684
33	481383	0.000682	706794424.664855	0.000703
34	490373	0.000735	667659111.230134	0.000746
35	487569	0.000838	582220947.721772	0.000822
36	482665	0.000916	527432466.919722	0.000914
37	480433	0.001001	480213396.514876	0.001002
38	476315	0.001087	438522254.595077	0.001085
39	466556	0.001179	396163061.895191	0.001174
40	452930	0.001273	356368280.926631	0.001287
41	438370	0.001425	307978784.375696	0.001433
42	424434	0.001607	264535630.629313	0.001607
43	409775	0.001826	224785396.191048	0.001789
44	395294	0.001960	202123828.452275	0.001970
45	382350	0.002155	177778728.557109	0.002160
46	367727	0.002346	157148179.956310	0.002377
47	349396	0.002642	132592195.979837	0.002631
48	328764	0.002931	112508354.285026	0.002917
49	310170	0.003218	96682939.078365	0.003228
50	295326	0.003614	82009540.898752	0.003564
51	280067	0.003922	71682829.510281	0.003938
52	262526	0.004302	61289334.264616	0.004375

ตารางที่ ง2 ค่าอัตราณณะที่ได้จากการปรับให้เรียบจากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุของ
เพศหญิง (ต่อ)

อายุ (ปี)	จำนวน ประชากร n_x	อัตราณณะ ก่อนปรับให้เรียบ $q_x^{(r)}$	น้ำหนักที่ใช้ใน การปรับให้เรียบ w_x	อัตราณณะที่ได้ จากการปรับให้เรียบ $q_x^{''(r)}$
53	243271	0.004980	49094384.372352	0.004895
54	224556	0.005537	40783500.906431	0.005504
55	207859	0.006068	34462849.484422	0.006189
56	191077	0.006782	28365832.235736	0.006913
57	175665	0.007670	23080754.105956	0.007615
58	164098	0.008497	19477207.136716	0.008230
59	157518	0.008874	17909138.352308	0.008720
60	154375	0.008921	17460924.793011	0.009098
61	148852	0.009405	15976602.972102	0.009424
62	140931	0.009633	14773008.705121	0.009781
63	133260	0.010409	12936913.440681	0.010253
64	127796	0.010911	11841667.662005	0.010910
65	123854	0.011525	10872000.122857	0.011797
66	116463	0.012951	9110937.082670	0.012935
67	106500	0.014552	7426709.739212	0.014324
68	96955	0.016133	6108190.328382	0.015958
69	89796	0.017982	5085156.792052	0.017840
70	84427	0.020036	4299922.872732	0.019993
71	76385	0.021679	3601536.122041	0.022450
72	66315	0.025451	2673656.965484	0.025248
73	57090	0.029327	2005456.721805	0.028412
74	50663	0.032036	1633807.153027	0.031948
75	46326	0.034940	1373871.908838	0.035843
76	40371	0.038676	1085837.873044	0.040049
77	33255	0.044122	788482.829595	0.044484
78	26915	0.051215	553893.471409	0.049033
79	22904	0.056426	430181.021680	0.053565
80	20765	0.057434	383577.867710	0.057946

ตารางที่ ง2 ค่าอัตราณณะที่ได้จากการปรับให้เรียบจากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุของ
เพศหญิง (ต่อ)

อายุ (ปี)	จำนวน ประชากร n_x	อัตราณณะ ก่อนปรับให้เรียบ $q_x^{(r)}$	น้ำหนักที่ใช้ใน การปรับให้เรียบ w_x	อัตราณณะที่ได้ จากการปรับให้เรียบ $q_x^{(r)}$
81	17965	0.059283	322129.027039	0.062057
82	14441	0.065496	235948.332465	0.065796
83	11281	0.072664	167421.168464	0.069084
84	9473	0.076136	134675.578891	0.071865
85	8704	0.072035	130214.772934	0.074108
86	7651	0.071469	115296.374505	0.075800
87	6252	0.073736	91540.850585	0.076943
88	4912	0.079053	67474.122020	0.077545
89	4000	0.079765	54490.408897	0.077614
90	3431	0.078788	47277.470693	0.077161

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก จ

ค่าอัตราฆณะของแต่ละสาเหตุที่ปรับใหม่จากการกระจายอัตราฆณะ
จากสาเหตุการตายรวมทุกสาเหตุที่ปรับให้เรียบร้อยแล้ว
ของเพศชายและเพศหญิง

ศูนย์วิทยพัทยาการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๑ ค่าอัตราฆนระของแต่ละสาเหตุที่ปรับใหม่จากการกระจายอัตราฆนระจากสาเหตุ
การตายรวมทุกสาเหตุที่ปรับให้เรียบแล้ว ของเพศชายและเพศหญิง

อายุ (ปี)	เพศชาย				เพศหญิง			
	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	รวม	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	รวม
25	0.000163	0.000023	0.000397	0.000582	0.000040	0.000029	0.000202	0.000271
26	0.000183	0.000039	0.000457	0.000679	0.000035	0.000031	0.000238	0.000304
27	0.000206	0.000038	0.000576	0.000820	0.000035	0.000044	0.000277	0.000357
28	0.000243	0.000063	0.000653	0.000960	0.000042	0.000051	0.000332	0.000425
29	0.000222	0.000078	0.000793	0.001093	0.000050	0.000063	0.000392	0.000505
30	0.000250	0.000079	0.000887	0.001217	0.000039	0.000079	0.000472	0.000590
31	0.000241	0.000073	0.000998	0.001311	0.000053	0.000099	0.000502	0.000653
32	0.000228	0.000106	0.001036	0.001370	0.000050	0.000101	0.000533	0.000684
33	0.000212	0.000114	0.001099	0.001425	0.000048	0.000127	0.000528	0.000703
34	0.000228	0.000149	0.001154	0.001531	0.000045	0.000135	0.000566	0.000746
35	0.000217	0.000157	0.001320	0.001695	0.000062	0.000170	0.000590	0.000822
36	0.000262	0.000187	0.001423	0.001872	0.000062	0.000202	0.000650	0.000914
37	0.000241	0.000214	0.001577	0.002032	0.000071	0.000215	0.000717	0.001002
38	0.000272	0.000256	0.001664	0.002192	0.000074	0.000257	0.000754	0.001085
39	0.000307	0.000292	0.001796	0.002394	0.000074	0.000283	0.000817	0.001174
40	0.000324	0.000349	0.001984	0.002657	0.000078	0.000328	0.000880	0.001287
41	0.000333	0.000440	0.002193	0.002966	0.000084	0.000363	0.000986	0.001433
42	0.000336	0.000493	0.002475	0.003305	0.000082	0.000454	0.001070	0.001607
43	0.000383	0.000622	0.002649	0.003653	0.000095	0.000485	0.001209	0.001789
44	0.000368	0.000703	0.002945	0.004016	0.000100	0.000566	0.001304	0.001970
45	0.000372	0.000805	0.003231	0.004408	0.000108	0.000617	0.001435	0.002160
46	0.000397	0.000921	0.003535	0.004852	0.000100	0.000661	0.001615	0.002377
47	0.000396	0.001082	0.003868	0.005346	0.000108	0.000791	0.001731	0.002631
48	0.000453	0.001205	0.004197	0.005855	0.000109	0.000887	0.001921	0.002917
49	0.000436	0.001359	0.004563	0.006358	0.000120	0.000935	0.002172	0.003228
50	0.000447	0.001618	0.004805	0.006869	0.000112	0.001103	0.002349	0.003564
51	0.000464	0.001855	0.005118	0.007437	0.000129	0.001244	0.002565	0.003938
52	0.000440	0.001982	0.005691	0.008113	0.000175	0.001328	0.002871	0.004375


ตารางที่ ๑ ค่าอัตราฆรรณะของแต่ละสาเหตุที่ปรับใหม่จากการกระจายอัตราฆรรณะจากสาเหตุ
การตายรวมทุกสาเหตุที่ปรับให้เรียบแล้ว ของเพศชายและเพศหญิง (ต่อ)

อายุ (ปี)	เพศชาย				เพศหญิง			
	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	รวม	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	รวม
53	0.000511	0.002189	0.006230	0.008930	0.000155	0.001513	0.003227	0.004895
54	0.000517	0.002515	0.006861	0.009893	0.000159	0.001660	0.003685	0.005504
55	0.000530	0.002971	0.007467	0.010968	0.000188	0.001866	0.004135	0.006189
56	0.000500	0.003204	0.008387	0.012091	0.000191	0.001991	0.004731	0.006913
57	0.000565	0.003558	0.009043	0.013167	0.000194	0.002210	0.005211	0.007615
58	0.000609	0.003687	0.009793	0.014089	0.000190	0.002256	0.005784	0.008230
59	0.000556	0.004124	0.010103	0.014783	0.000171	0.002351	0.006198	0.008720
60	0.000526	0.004245	0.010483	0.015254	0.000184	0.002353	0.006561	0.009098
61	0.000568	0.004316	0.010720	0.015604	0.000177	0.002339	0.006908	0.009424
62	0.000558	0.004384	0.011059	0.016002	0.000172	0.002332	0.007277	0.009781
63	0.000523	0.004327	0.011776	0.016626	0.000167	0.002236	0.007851	0.010253
64	0.000533	0.004633	0.012444	0.017610	0.000172	0.002449	0.008289	0.010910
65	0.000581	0.004782	0.013649	0.019013	0.000164	0.002419	0.009214	0.011797
66	0.000576	0.005218	0.015030	0.020824	0.000204	0.002696	0.010035	0.012935
67	0.000604	0.005514	0.016880	0.022998	0.000214	0.002921	0.011190	0.014324
68	0.000640	0.005864	0.018984	0.025488	0.000176	0.002863	0.012919	0.015958
69	0.000667	0.006265	0.021339	0.028271	0.000278	0.002998	0.014564	0.017840
70	0.000646	0.006177	0.024542	0.031365	0.000255	0.003194	0.016543	0.019993
71	0.000815	0.006534	0.027475	0.034825	0.000206	0.003179	0.019066	0.022450
72	0.000702	0.006839	0.031180	0.038722	0.000233	0.003340	0.021676	0.025248
73	0.000634	0.007262	0.035223	0.043119	0.000252	0.003508	0.024651	0.028412
74	0.000830	0.007540	0.039680	0.048050	0.000233	0.003645	0.028071	0.031948
75	0.000760	0.008146	0.044602	0.053509	0.000262	0.003723	0.031858	0.035843
76	0.000790	0.008025	0.050623	0.059437	0.000253	0.003652	0.036144	0.040049
77	0.000783	0.008709	0.056234	0.065726	0.000330	0.004092	0.040062	0.044484
78	0.000812	0.008597	0.062817	0.072226	0.000296	0.004340	0.044398	0.049033
79	0.000501	0.008293	0.069977	0.078770	0.000269	0.003824	0.049471	0.053565
80	0.000826	0.008797	0.075576	0.085198	0.000435	0.003783	0.053727	0.057946

ตารางที่ ๑ ค่าอัตราฆณะของแต่ละสาเหตุที่ปรับใหม่จากการกระจายอัตราฆณะจากสาเหตุ
การตายรวมทุกสาเหตุที่ปรับให้เรียบร้อยแล้ว ของเพศชายและเพศหญิง (ต่อ)

อายุ (ปี)	เพศชาย				เพศหญิง			
	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	รวม	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	รวม
81	0.000961	0.008176	0.082235	0.091372	0.000474	0.004277	0.057307	0.062057
82	0.000852	0.007590	0.088733	0.097175	0.000352	0.003348	0.062096	0.065796
83	0.000918	0.007780	0.093810	0.102507	0.000173	0.003269	0.065643	0.069084
84	0.000703	0.008531	0.098045	0.107279	0.000450	0.003798	0.067618	0.071865
85	0.000682	0.007236	0.103489	0.111407	0.000275	0.003278	0.070554	0.074108
86	0.000949	0.006531	0.107330	0.114811	0.000534	0.002753	0.072513	0.075800
87	0.000869	0.005569	0.110971	0.117409	0.000681	0.002825	0.073437	0.076943
88	0.000534	0.004307	0.114278	0.119119	0.000448	0.002492	0.074605	0.077545
89	0.000843	0.005060	0.113956	0.119859	0.000156	0.002449	0.075010	0.077614
90	0.000685	0.005288	0.113571	0.119544	0.000183	0.001484	0.075495	0.077161

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก จ
ค่าอัตราภาระที่ได้จากการปรับให้เรียบของเพศชายและเพศหญิง
อายุ 25 - 90 ปี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๑ ค่าอัตราฆาตกรรมที่ได้จากการปรับให้เรียบของเพศชายและเพศหญิง

อายุ (ปี)	เพศชาย				เพศหญิง			
	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	รวม	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	รวม
25	0.000161	0.000023	0.000398	0.000582	0.000040	0.000029	0.000203	0.000271
26	0.000186	0.000034	0.000459	0.000679	0.000036	0.000032	0.000236	0.000304
27	0.000209	0.000046	0.000565	0.000820	0.000037	0.000041	0.000278	0.000357
28	0.000227	0.000059	0.000673	0.000960	0.000041	0.000052	0.000332	0.000425
29	0.000238	0.000070	0.000785	0.001093	0.000044	0.000065	0.000396	0.000505
30	0.000242	0.000077	0.000898	0.001217	0.000046	0.000079	0.000465	0.000590
31	0.000237	0.000084	0.000991	0.001311	0.000047	0.000093	0.000513	0.000653
32	0.000228	0.000098	0.001044	0.001370	0.000048	0.000106	0.000530	0.000684
33	0.000220	0.000118	0.001087	0.001425	0.000049	0.000122	0.000532	0.000703
34	0.000220	0.000140	0.001171	0.001531	0.000052	0.000143	0.000552	0.000746
35	0.000228	0.000163	0.001303	0.001695	0.000056	0.000167	0.000598	0.000822
36	0.000241	0.000187	0.001445	0.001872	0.000062	0.000194	0.000657	0.000914
37	0.000256	0.000215	0.001561	0.002032	0.000068	0.000222	0.000712	0.001002
38	0.000274	0.000250	0.001668	0.002192	0.000073	0.000252	0.000761	0.001085
39	0.000296	0.000296	0.001802	0.002394	0.000076	0.000286	0.000812	0.001174
40	0.000319	0.000355	0.001983	0.002657	0.000079	0.000328	0.000880	0.001287
41	0.000340	0.000427	0.002200	0.002966	0.000082	0.000377	0.000973	0.001433
42	0.000352	0.000510	0.002442	0.003305	0.000087	0.000433	0.001086	0.001607
43	0.000360	0.000603	0.002691	0.003653	0.000093	0.000493	0.001203	0.001789
44	0.000369	0.000703	0.002945	0.004016	0.000098	0.000554	0.001318	0.001970
45	0.000380	0.000811	0.003217	0.004408	0.000103	0.000619	0.001439	0.002160
46	0.000394	0.000931	0.003526	0.004852	0.000105	0.000690	0.001581	0.002377
47	0.000411	0.001066	0.003869	0.005346	0.000107	0.000772	0.001751	0.002631
48	0.000427	0.001218	0.004210	0.005855	0.000110	0.000865	0.001942	0.002917
49	0.000439	0.001388	0.004530	0.006358	0.000114	0.000970	0.002144	0.003228
50	0.000449	0.001576	0.004844	0.006869	0.000122	0.001086	0.002355	0.003564
51	0.000458	0.001784	0.005195	0.007437	0.000134	0.001215	0.002589	0.003938
52	0.000470	0.002014	0.005628	0.008113	0.000147	0.001357	0.002870	0.004375
53	0.000486	0.002272	0.006171	0.008930	0.000161	0.001512	0.003221	0.004895


ตารางที่ ๑ ค่าอัตราฆาตกรรมที่ได้จากการปรับให้เรียบของเพศชายและเพศหญิง (ต่อ)

อายุ (ปี)	เพศชาย				เพศหญิง			
	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	รวม	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	รวม
54	0.000505	0.002559	0.006830	0.009893	0.000173	0.001678	0.003653	0.005504
55	0.000524	0.002869	0.007576	0.010968	0.000182	0.001846	0.004162	0.006189
56	0.000542	0.003189	0.008360	0.012091	0.000187	0.002015	0.004711	0.006913
57	0.000556	0.003505	0.009106	0.013167	0.000189	0.002166	0.005260	0.007615
58	0.000565	0.003800	0.009725	0.014089	0.000188	0.002279	0.005763	0.008230
59	0.000566	0.004058	0.010159	0.014783	0.000184	0.002342	0.006194	0.008720
60	0.000561	0.004264	0.010429	0.015254	0.000180	0.002354	0.006565	0.009098
61	0.000547	0.004330	0.010728	0.015604	0.000175	0.002330	0.006919	0.009424
62	0.000538	0.004333	0.011131	0.016002	0.000170	0.002304	0.007307	0.009781
63	0.000538	0.004398	0.011690	0.016626	0.000168	0.002311	0.007775	0.010253
64	0.000546	0.004566	0.012497	0.017610	0.000169	0.002377	0.008363	0.010910
65	0.000562	0.004837	0.013614	0.019013	0.000176	0.002503	0.009118	0.011797
66	0.000583	0.005183	0.015058	0.020824	0.000188	0.002659	0.010088	0.012935
67	0.000604	0.005547	0.016847	0.022998	0.000203	0.002811	0.011310	0.014324
68	0.000636	0.005871	0.018981	0.025488	0.000218	0.002938	0.012802	0.015958
69	0.000667	0.006118	0.021486	0.028271	0.000229	0.003040	0.014572	0.017840
70	0.000691	0.006313	0.024361	0.031365	0.000234	0.003133	0.016626	0.019993
71	0.000701	0.006536	0.027588	0.034825	0.000235	0.003231	0.018985	0.022450
72	0.000717	0.006836	0.031168	0.038722	0.000234	0.003342	0.021672	0.025248
73	0.000737	0.007207	0.035174	0.043119	0.000235	0.003466	0.024711	0.028412
74	0.000756	0.007609	0.039685	0.048050	0.000241	0.003596	0.028111	0.031948
75	0.000766	0.007987	0.044756	0.053509	0.000253	0.003728	0.031862	0.035843
76	0.000756	0.008291	0.050390	0.059437	0.000272	0.003853	0.035924	0.040049
77	0.000739	0.008489	0.056499	0.065726	0.000295	0.003976	0.040213	0.044484
78	0.000726	0.008557	0.062943	0.072226	0.000317	0.004045	0.044671	0.049033
79	0.000728	0.008509	0.069534	0.078770	0.000329	0.004032	0.049204	0.053565
80	0.000747	0.008391	0.076060	0.085198	0.000334	0.003945	0.053667	0.057946
81	0.000780	0.008251	0.082342	0.091372	0.000332	0.003806	0.057918	0.062057
82	0.000815	0.008120	0.088240	0.097175	0.000328	0.003642	0.061826	0.065796

ตารางที่ ๑ ค่าอัตราภาระหนี้ที่ได้จากการปรับให้เรียบของเพศชายและเพศหญิง (ต่อ)

อายุ (ปี)	เพศชาย				เพศหญิง			
	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	รวม	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	รวม
83	0.000840	0.007968	0.093699	0.102507	0.000330	0.003480	0.065274	0.069084
84	0.000842	0.007687	0.098750	0.107279	0.000344	0.003329	0.068193	0.071865
85	0.000809	0.007173	0.103425	0.111407	0.000366	0.003176	0.070566	0.074108
86	0.000770	0.006427	0.107614	0.114811	0.000388	0.003010	0.072402	0.075800
87	0.000727	0.005588	0.111094	0.117409	0.000396	0.002814	0.073733	0.076943
88	0.000695	0.004903	0.113521	0.119119	0.000371	0.002550	0.074624	0.077545
89	0.000687	0.004676	0.114496	0.119859	0.000291	0.002161	0.075163	0.077614
90	0.000716	0.005214	0.113614	0.119544	0.000130	0.001578	0.075453	0.077161

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ช
ค่าอัตราภาระที่ปรับแก้แล้วของเพศชายและเพศหญิง
อายุ 89 - 99 ปี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๗ ค่าอัตราฆราวณะที่ปรับแก้แล้วของเพศชายและเพศหญิง อายุ 89 – 99 ปี

อายุ (ปี)	เพศชาย				เพศหญิง			
	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	รวม	อุบัติเหตุ	มะเร็ง	อื่นๆ	รวม
89	0.000967	0.004131	0.090926	0.096023	0.000009	0.000899	0.035920	0.036828
90	0.000703	0.006933	0.156280	0.163916	0.000005	0.003086	0.118218	0.121309
91	0.000493	0.007157	0.172689	0.180339	0.000003	0.004011	0.136303	0.140317
92	0.000329	0.006312	0.177677	0.184318	0.000001	0.003969	0.139413	0.143384
93	0.000206	0.005625	0.190424	0.196255	0.000000	0.003258	0.149328	0.152586
94	0.000118	0.005744	0.210288	0.216150	0.000000	0.002172	0.165751	0.167923
95	0.000059	0.006506	0.237438	0.244003	0.000000	0.001007	0.188387	0.189394
96	0.000024	0.007277	0.272513	0.279813	0.000000	0.000060	0.216940	0.217000
97	0.000006	0.007960	0.315616	0.323582	0.000000	0.000000	0.250741	0.250741
98	0.000000	0.009953	0.365356	0.375309	0.000000	0.000000	0.290616	0.290616
99	0.000000	0.030666	0.969334	1.000000	0.000000	0.004358	0.995642	1.000000

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ซ
คำฟังก์ชันการอยู่รอดรวม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๕1 ค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วม เมื่อระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของประชากรร่วมไม่เป็นอิสระกันและค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในฟังก์ชันแฟรงค์คอปป์ูลามีค่า $\alpha = -10$

อายุ	เพศหญิง							
	25	30	35	40	45	50	55	60
25	0.999148	0.998831	0.998600	0.998138	0.997270	0.995874	0.993263	0.990370
30	0.998515	0.998201	0.997971	0.997512	0.996649	0.995262	0.992667	0.989791
35	0.998039	0.997725	0.997497	0.997040	0.996181	0.994800	0.992217	0.989354
40	0.997079	0.996768	0.996542	0.996090	0.995239	0.993871	0.991311	0.988473
45	0.995332	0.995027	0.994805	0.994360	0.993524	0.992179	0.989662	0.986870
50	0.992878	0.992580	0.992363	0.991929	0.991113	0.989799	0.987341	0.984612
55	0.988789	0.988503	0.988295	0.987878	0.987094	0.985832	0.983468	0.980841
60	0.984513	0.984239	0.984040	0.983640	0.982889	0.981678	0.979410	0.976886
65	0.980763	0.980499	0.980307	0.979922	0.979198	0.978031	0.975843	0.973406
70	0.968436	0.968203	0.968033	0.967693	0.967052	0.966018	0.964075	0.961906
75	0.946332	0.946145	0.946009	0.945736	0.945221	0.944389	0.942821	0.941064
80	0.914686	0.914550	0.914450	0.914251	0.913875	0.913266	0.912115	0.910819
85	0.888504	0.888399	0.888322	0.888169	0.887879	0.887409	0.886519	0.885515
90	0.851695	0.851622	0.851569	0.851463	0.851262	0.850936	0.850318	0.849617
95	0.741229	0.741205	0.741187	0.741152	0.741085	0.740977	0.740770	0.740536

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๕1 ค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วม เมื่อระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของประชากรร่วมไม่เป็นอิสระกันและค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในฟังก์ชันแฟรงค์คอปป์ูลามีค่า $\alpha = -10$ (ต่อ)

อายุ	เพศหญิง						
	65	70	75	80	85	90	95
25	0.987685	0.979530	0.963750	0.941728	0.925614	0.893380	0.810518
30	0.987121	0.979010	0.963305	0.941371	0.925310	0.893159	0.810422
35	0.986696	0.978617	0.962970	0.941101	0.925081	0.892993	0.810349
40	0.985838	0.977826	0.962293	0.940557	0.924617	0.892656	0.810202
45	0.984276	0.976383	0.961056	0.939561	0.923767	0.892038	0.809930
50	0.982075	0.974348	0.959308	0.938148	0.922560	0.891157	0.809542
55	0.978398	0.970939	0.956368	0.935763	0.920515	0.889660	0.808877
60	0.974536	0.967350	0.953258	0.933225	0.918332	0.888052	0.808157
65	0.971136	0.964182	0.950501	0.930962	0.916380	0.886606	0.807504
70	0.959880	0.953644	0.941250	0.923292	0.909716	0.881617	0.805212
75	0.939415	0.934305	0.923982	0.908666	0.896833	0.871739	0.800490
80	0.909599	0.905781	0.897922	0.885919	0.876382	0.855481	0.792188
85	0.884566	0.881581	0.875360	0.865668	0.857814	0.840161	0.783763
90	0.848954	0.846854	0.842419	0.835354	0.829495	0.815916	0.769260
95	0.740312	0.739599	0.738060	0.735516	0.733317	0.727910	0.705878

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๗2 ค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วม เมื่อระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของประชากรร่วมไม่เป็นอิสระกันและค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในฟังก์ชันแฟรงค์คอปป์ูลามีค่า $\alpha = -5$

อายุ	เพศหญิง							
	25	30	35	40	45	50	55	60
25	0.999147	0.998829	0.998598	0.998135	0.997264	0.995864	0.993246	0.990345
30	0.998514	0.998197	0.997966	0.997505	0.996636	0.995241	0.992632	0.989740
35	0.998036	0.997720	0.997490	0.997030	0.996164	0.994771	0.992168	0.989283
40	0.997075	0.996761	0.996532	0.996073	0.995211	0.993826	0.991235	0.988363
45	0.995327	0.995015	0.994788	0.994333	0.993479	0.992105	0.989537	0.986689
50	0.992869	0.992561	0.992337	0.991888	0.991044	0.989687	0.987149	0.984335
55	0.988775	0.988473	0.988254	0.987814	0.986987	0.985657	0.983170	0.980412
60	0.984495	0.984199	0.983984	0.983554	0.982745	0.981443	0.979008	0.976306
65	0.980741	0.980451	0.980240	0.979818	0.979023	0.977746	0.975355	0.972703
70	0.968403	0.968131	0.967933	0.967536	0.966789	0.965588	0.963338	0.960841
75	0.946284	0.946041	0.945863	0.945508	0.944840	0.943764	0.941748	0.939506
80	0.914625	0.914418	0.914266	0.913963	0.913393	0.912475	0.910752	0.908834
85	0.888438	0.888256	0.888124	0.887858	0.887359	0.886553	0.885041	0.883356
90	0.851628	0.851477	0.851367	0.851147	0.850732	0.850063	0.848806	0.847402
95	0.741176	0.741090	0.741027	0.740902	0.740665	0.740283	0.739563	0.738758

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๗2 ค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วม เมื่อระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของประชากรร่วมไม่เป็นอิสระกันและค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในฟังก์ชันแฟรงค์คอปป์ูลามีค่า $\alpha = -5$ (ต่อ)

อายุ	เพศหญิง						
	65	70	75	80	85	90	95
25	0.987654	0.979480	0.963670	0.941619	0.925491	0.893240	0.810382
30	0.987056	0.978906	0.963141	0.941145	0.925054	0.892869	0.810138
35	0.986606	0.978474	0.962741	0.940787	0.924724	0.892589	0.809954
40	0.985698	0.977603	0.961936	0.940067	0.924060	0.892023	0.809582
45	0.984047	0.976017	0.960470	0.938753	0.922848	0.890992	0.808903
50	0.981724	0.973785	0.958406	0.936902	0.921139	0.889537	0.807942
55	0.977851	0.970063	0.954959	0.933807	0.918279	0.887096	0.806325
60	0.973798	0.966164	0.951344	0.930554	0.915270	0.884523	0.804614
65	0.970239	0.962739	0.948163	0.927688	0.912615	0.882248	0.803094
70	0.958519	0.951441	0.937645	0.918179	0.903788	0.874654	0.797981
75	0.937420	0.931046	0.918558	0.900803	0.887582	0.860594	0.788348
80	0.907046	0.901566	0.890760	0.875245	0.863582	0.839503	0.773506
85	0.881783	0.876953	0.867382	0.853540	0.843061	0.821237	0.760284
90	0.846090	0.842051	0.834001	0.822253	0.813279	0.794380	0.740255
95	0.738003	0.735665	0.730947	0.723920	0.718442	0.706594	0.670422

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๗3 ค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วม เมื่อระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของประชากรร่วมไม่เป็นอิสระกันและค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในฟังก์ชันแฟรงค์คอปูลามีค่า $\alpha = 5$

อายุ	เพศหญิง							
	25	30	35	40	45	50	55	60
25	0.999146	0.998828	0.998595	0.998131	0.997257	0.995853	0.993229	0.990320
30	0.998512	0.998193	0.997961	0.997497	0.996623	0.995219	0.992595	0.989686
35	0.998034	0.997715	0.997483	0.997019	0.996145	0.994741	0.992117	0.989208
40	0.997072	0.996753	0.996521	0.996056	0.995183	0.993779	0.991154	0.988246
45	0.995321	0.995002	0.994770	0.994306	0.993432	0.992028	0.989404	0.986495
50	0.992860	0.992541	0.992309	0.991844	0.990971	0.989568	0.986943	0.984035
55	0.988761	0.988442	0.988210	0.987746	0.986872	0.985469	0.982845	0.979937
60	0.984475	0.984156	0.983924	0.983460	0.982587	0.981184	0.978560	0.975653
65	0.980716	0.980398	0.980166	0.979701	0.978829	0.977426	0.974802	0.971895
70	0.968364	0.968045	0.967814	0.967350	0.966477	0.965075	0.962453	0.959547
75	0.946221	0.945903	0.945671	0.945207	0.944336	0.942935	0.940315	0.937413
80	0.914531	0.914214	0.913982	0.913520	0.912649	0.911250	0.908635	0.905737
85	0.888323	0.888006	0.887775	0.887313	0.886444	0.885047	0.882435	0.879542
90	0.851487	0.851171	0.850941	0.850480	0.849613	0.848219	0.845615	0.842728
95	0.740983	0.740670	0.740442	0.739985	0.739128	0.737749	0.735173	0.732318

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๕3 ค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วม เมื่อระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของประชากรร่วมไม่เป็นอิสระกันและค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในฟังก์ชันแฟรงค์คอปป์ูลามีค่า $\alpha = 5$ (ต่อ)

อายุ	เพศหญิง						
	65	70	75	80	85	90	95
25	0.987621	0.979425	0.963575	0.941473	0.925311	0.893001	0.810030
30	0.986987	0.978791	0.962942	0.940840	0.924679	0.892370	0.809403
35	0.986509	0.978313	0.962465	0.940364	0.924203	0.891894	0.808930
40	0.985547	0.977352	0.961503	0.939403	0.923243	0.890937	0.807978
45	0.983797	0.975602	0.959755	0.937656	0.921498	0.889194	0.806246
50	0.981337	0.973143	0.957297	0.935201	0.919044	0.886745	0.803812
55	0.977239	0.969047	0.953204	0.931112	0.914958	0.882666	0.799758
60	0.972955	0.964764	0.948924	0.926836	0.910686	0.878402	0.795522
65	0.969199	0.961008	0.945171	0.923087	0.906940	0.874663	0.791807
70	0.956852	0.948666	0.932837	0.910766	0.894630	0.862377	0.779604
75	0.934720	0.926542	0.910730	0.888685	0.872570	0.840364	0.757753
80	0.903049	0.894884	0.879100	0.857098	0.841017	0.808888	0.726542
85	0.876857	0.868706	0.852948	0.830987	0.814938	0.782883	0.700788
90	0.840050	0.831920	0.816206	0.794311	0.778316	0.746382	0.664701
95	0.729670	0.721633	0.706109	0.684506	0.668745	0.637336	0.557442

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๗4 ค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วม เมื่อระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของประชากรร่วมไม่เป็นอิสระกันและค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในฟังก์ชันแฟรงค์คอปป์ูลามีค่า $\alpha = 10$

อายุ	เพศหญิง							
	25	30	35	40	45	50	55	60
25	0.999146	0.998827	0.998595	0.998131	0.997257	0.995853	0.993228	0.990319
30	0.998512	0.998193	0.997961	0.997497	0.996623	0.995219	0.992594	0.989685
35	0.998034	0.997715	0.997483	0.997019	0.996145	0.994741	0.992116	0.989207
40	0.997072	0.996753	0.996521	0.996056	0.995183	0.993779	0.991154	0.988245
45	0.995321	0.995002	0.994770	0.994305	0.993432	0.992028	0.989403	0.986494
50	0.992860	0.992541	0.992309	0.991844	0.990971	0.989567	0.986942	0.984033
55	0.988760	0.988442	0.988210	0.987745	0.986872	0.985468	0.982843	0.979934
60	0.984475	0.984156	0.983924	0.983459	0.982586	0.981182	0.978557	0.975648
65	0.980716	0.980397	0.980165	0.979701	0.978827	0.977423	0.974798	0.971889
70	0.968363	0.968045	0.967813	0.967348	0.966475	0.965071	0.962446	0.959537
75	0.946220	0.945901	0.945669	0.945205	0.944331	0.942927	0.940303	0.937394
80	0.914530	0.914212	0.913980	0.913515	0.912642	0.911238	0.908613	0.905704
85	0.888321	0.888003	0.887771	0.887306	0.886433	0.885029	0.882404	0.879495
90	0.851485	0.851167	0.850935	0.850470	0.849597	0.848193	0.845569	0.842660
95	0.740978	0.740659	0.740427	0.739963	0.739090	0.737687	0.735064	0.732156

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๗4 ค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วม เมื่อระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของประชากรร่วมไม่เป็นอิสระกันและค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในฟังก์ชันแฟรงค์คอปป์ูลามีค่า $\alpha = 10$ (ต่อ)

อายุ	เพศหญิง						
	65	70	75	80	85	90	95
25	0.987621	0.979424	0.963574	0.941472	0.925310	0.892998	0.810024
30	0.986986	0.978790	0.962940	0.940838	0.924676	0.892364	0.809390
35	0.986508	0.978312	0.962462	0.940360	0.924198	0.891886	0.808912
40	0.985546	0.977350	0.961500	0.939397	0.923235	0.890924	0.807950
45	0.983795	0.975599	0.959749	0.937646	0.921484	0.889173	0.806199
50	0.981334	0.973138	0.957288	0.935185	0.919023	0.886712	0.803739
55	0.977235	0.969039	0.953189	0.931086	0.914924	0.882614	0.799641
60	0.972949	0.964753	0.948903	0.926801	0.910639	0.878328	0.795356
65	0.969190	0.960994	0.945145	0.923042	0.906880	0.874570	0.791599
70	0.956838	0.948642	0.932792	0.910690	0.894529	0.862219	0.779250
75	0.934695	0.926499	0.910650	0.888548	0.872387	0.840078	0.757116
80	0.903005	0.894810	0.878961	0.856861	0.840700	0.808394	0.725442
85	0.876797	0.868602	0.852754	0.830654	0.814495	0.782191	0.699251
90	0.839962	0.831767	0.815920	0.793823	0.777666	0.745367	0.662450
95	0.729459	0.721268	0.705430	0.683347	0.667202	0.634936	0.552170

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๕5 ค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วม เมื่อระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของประชากรร่วม
เป็นอิสระกัน

อายุ	เพศหญิง							
	25	30	35	40	45	50	55	60
25	0.999146	0.998828	0.998596	0.998132	0.997259	0.995855	0.993232	0.990325
30	0.998512	0.998194	0.997962	0.997498	0.996626	0.995224	0.992602	0.989696
35	0.998035	0.997716	0.997485	0.997021	0.996149	0.994747	0.992127	0.989223
40	0.997072	0.996755	0.996523	0.996060	0.995189	0.993788	0.991170	0.988269
45	0.995322	0.995005	0.994773	0.994311	0.993441	0.992044	0.989430	0.986534
50	0.992861	0.992545	0.992314	0.991853	0.990986	0.989591	0.986984	0.984095
55	0.988763	0.988448	0.988219	0.987759	0.986895	0.985507	0.982911	0.980033
60	0.984479	0.984165	0.983936	0.983479	0.982619	0.981236	0.978651	0.975787
65	0.980721	0.980408	0.980181	0.979725	0.978868	0.977491	0.974916	0.972062
70	0.968372	0.968063	0.967838	0.967389	0.966542	0.965182	0.962640	0.959822
75	0.946235	0.945933	0.945713	0.945274	0.944447	0.943118	0.940634	0.937880
80	0.914553	0.914262	0.914050	0.913625	0.912826	0.911541	0.909140	0.906479
85	0.888352	0.888068	0.887862	0.887449	0.886673	0.885426	0.883093	0.880508
90	0.851526	0.851254	0.851056	0.850661	0.849917	0.848721	0.846485	0.844007
95	0.741048	0.740812	0.740640	0.740295	0.739648	0.738607	0.736661	0.734505

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๕5 ค่าฟังก์ชันการอยู่รอดร่วม เมื่อระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ที่เหลือของประชากรร่วม
เป็นอิสระกัน (ต่อ)

อายุ	เพศหญิง						
	65	70	75	80	85	90	95
25	0.987627	0.979436	0.963595	0.941506	0.925353	0.893060	0.810134
30	0.987001	0.978815	0.962984	0.940908	0.924766	0.892494	0.809620
35	0.986528	0.978346	0.962523	0.940458	0.924323	0.892067	0.809232
40	0.985577	0.977403	0.961595	0.939551	0.923432	0.891207	0.808452
45	0.983847	0.975687	0.959907	0.937902	0.921811	0.889642	0.807033
50	0.981415	0.973275	0.957534	0.935583	0.919532	0.887443	0.805038
55	0.977364	0.969258	0.953582	0.931722	0.915737	0.883780	0.801715
60	0.973129	0.965058	0.949450	0.927684	0.911768	0.879950	0.798241
65	0.969415	0.961374	0.945826	0.924143	0.908288	0.876591	0.795194
70	0.957208	0.949269	0.933916	0.912507	0.896851	0.865554	0.785181
75	0.935326	0.927568	0.912566	0.891646	0.876349	0.845767	0.767232
80	0.904010	0.896512	0.882012	0.861793	0.847008	0.817449	0.741544
85	0.878110	0.870827	0.856743	0.837102	0.822741	0.794029	0.720299
90	0.841709	0.834727	0.821227	0.802401	0.788635	0.761114	0.690439
95	0.732504	0.726429	0.714680	0.698297	0.686317	0.662366	0.600861

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวจิราพัชร พันธุ์พัฒนกุล เกิดเมื่อวันที่ 12 กันยายน 2528 ที่จังหวัดเชียงราย สำเร็จ การศึกษาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับหนึ่ง) สาขาวิชาสถิติ ภาคศึกษาคณิตศาสตร์และ สถิติ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เมื่อปีการศึกษา 2550 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตร วิทยาศาสตร์ มหาบัณฑิต สาขาวิชาการประกันภัย ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2552

การติดต่อ e-mail: jiraphat_bh@hotmail.com



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย