

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

重大傷病醫療費用之推估

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC92-2118-M-004-008-

執行期間：92年08月01日至93年07月31日

執行單位：國立政治大學風險管理與保險學系

計畫主持人：黃泓智

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 93 年 11 月 1 日

# 行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

## 重大傷病醫療費用之推估

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC92 - 2118 - M - 004 - 008 -

執行期間：92年8月1日至93年10月31日

計畫主持人：黃泓智

共同主持人：

計畫參與人員：黃泓智、李永琮

本成果報告包括以下應繳交之附件：

赴國外出差或研習心得報告一份

赴大陸地區出差或研習心得報告一份

出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

國際合作研究計畫國外研究報告書一份

執行單位：國立政治大學風險管理與保險學系

中華民國 93年 10月 31日

# 摘 要

近年台灣地區民眾的平均壽命因醫療進步及環境改善等因素而大幅延長，主要死因轉變為中老年疾病或是慢性病，需要長期追蹤、治療，衍生的醫療費用也將隨人口老化而逐步上升，未來極有可能對我國全民健康保險的財務自主產生重大影響。本文主旨在於探討人口老化對重大傷病的影響，包括重大傷病患病人數及醫療費用的推估，並討論推估結果代表的意義。本文資料分析以全民健康保險重大傷病資料庫(1996年至2001年)為依據，使用精算原則估計重大傷病門診醫療金額(例如：每人平均就診次數、平均每次就診金額、罹患重大傷病機率)，再配合內政部的人口資料與人口變動要素合成(Cohort Component)方法，推估未來重大傷病門診醫療費用。研究發現重大傷病的門診醫療費用將隨時間直線上升，與我國人口老化的趨勢頗為一致，醫療費用的上升必對我國全民健康保險的財務造成重大影響；另外，本文亦計算個人在一定期間之重大傷病收支平衡年繳保費，此部份除了可以應用在實支實付型的商業保險外，也可以應用於評估健保政策為一定期間不調整保費時，為維持其財務收支平衡之應收總保費。

關鍵字：重大傷病、推估、人口變動要素合成方法、全民健保、敏感度分析。

## Abstract

The health care demand becomes larger and larger in the aging society result from the improvement of mortality and the geriatric and chronic diseases become major dead causes now. Under this circumstance, we aim to evaluate the future health care demand and the burden of disease in Taiwan by using critical illness and injury data among National Health Insurance database. In this research, we evaluate the future health care demand amount and outpatient expenditure per capita in Taiwan in actuarial way and evaluate the burden of disease by calculating the year lost due to disease and health life expectancy. According to research result, we argue that the demand of health care is increasing in almost linear way and the increase of health care cost becomes the important challenge to commercial health insurance.

Key words : Critical illness、 medical expense estimate、 burden of disease

## 壹、計畫緣由與目的

台灣地區居民死亡率因醫療技術進步以及公共環境改善諸多因素而下降，平均壽命隨之提升。以 1935 與 2001 年平均壽命為例，1935 年台灣地區平均壽命男性為 41.43 歲、女性為 45.43 歲，至 2001 年男性平均壽命上升至 72.87 歲，女性上升至 78.75 歲。因為壽命長度以及生活環境的變遷，過去與現代所必須面臨的疾病威脅大不相同。以 1935 與 2001 年台灣地區前五大主要死亡原因為例，1935 年台灣地區五大主要死因(陳紹馨，1979)依序為肺炎、腹瀉腸炎、其他傳染病及寄生蟲病、呼吸器官結核及先天性弱質、畸形與早產等屬於先天或急性的傳染病；時至 2001 年五大主要死亡原因(衛生署統計室，2002)依序為惡性腫瘤、腦血管疾病、心臟疾病、事故傷害、糖尿病，除了意外事故外都屬於中老年或慢性疾病。綜觀其他海外國家在死亡率以及主要死因發展趨勢，澳大利亞與台灣同為島國，人口組成也為母國移民與原住民為主，可歸類為封閉人口，人口數為 1897 萬餘人 (2001)與台灣 2240 萬餘人 (2001)相仿。依據澳大利亞健康與福利局(Australian Institute of Health and Welfare, AIHW)資料顯示，澳大利亞在 20 世紀初主要死因為傳染病及寄生蟲病、呼吸道疾病、循環系統疾病、癌症等因素；時至 2000 年澳大利亞主要死因也轉變由惡性腫瘤、心臟疾病、腦血管疾病、糖尿病等慢性疾病。在死亡率與平均壽命方面，澳大利亞死亡率同樣也持續下降，平均壽命也從 20 世紀初男性 55.2 歲、女性 58.8 歲，分別上升至 1997 年的男性 75.7 歲、女性 81.4 歲。從台灣與澳大利亞平均壽命與主要死因的變革與現況比較後發現，平均壽命因死亡率下降而提升，主要死因由傳染病轉變為中老年慢性病這些現象，並非台灣所特有的現象，也出現於世界各先進國家。內政部於 2000 年對 50 歲以上人口進行『台閩地區老人狀況調查』，也顯示我國中老年人普遍認為自己健康狀況不佳，罹患的疾病也多屬於慢性疾病。例如：50-64 歲老年人口中有 13.44%認為健康狀況不好，65 歲以上認為身體不好比例上升至 21.81%；罹患疾病方面，有 23.94%的 65 歲以上老年人口未罹患任何疾病，而患有疾病的 65 歲以上老年人以罹患心血管疾病(34.70%)、骨骼肌肉疾病(23.19%)、眼耳疾病(12.68%)為主，因此，有 72%的 65 歲以上老年人認為醫療保健是他們最需要的老人福利措施。老年人口實際醫療費用支出狀況(65 歲為老年人口)，依據全民健保資料門診醫療及住院醫療費用支出顯示，老年人口的醫療費用是非老年人口 4 倍之多。由於老年人需要更高的醫療保健需求，醫療需求的成長將是人口老化不可避免的課題，因此本文將藉由健康狀況的評估、醫療支出與人口結構的推估，瞭解台灣因人口老化而衍生的醫療需求。其中的健康狀況評估，包括計算罹患疾病之後的平均餘命及疾病對整體壽命的影響；醫療保健支出的推估，將使用時間序列計量模型及保險精算常用的機率模型估計醫療保健費用；人口結構部分的推估將使用人口變動要素合成(Cohort Component)法。

本文以保險學界的精算分析方法，一步步推估出重大傷病門診費用，除了健康保險領域上提供了醫療費用的推估模型外，另外，處理如此龐大的資料(原始資料超過 5GB)，亦在健康保險領域提供了資料處理、分析等相關研究的參考。至今國內外鮮少有類似本文這麼全面(全國)性的量化分析研究，即使在美國(例如：美國精算學會、或是美國老人健康保險)等社會保險較為先進的國家，因為缺乏全國性的資料，社會保險的預算及費用推估至多只能依據抽樣或特定族群為對象。尤其是台灣今日的健康保險的保單費率都以國外再保險(Re-insurance)的資料為依據，與我國國情勢必有不小的出入，本文的分析結果及程序可供國內保險公司參考，將健康保險的費率調整成符合我國現況的數值。

## 貳、台灣地區重大傷病現況

本節主要目的在於以流行病學及門診醫療費用支出角度，探討台灣地區重大傷病之重大傷病盛行率、重大傷病發生率、重大傷病死亡率以及重大傷病門診醫療費用支出。本文未採用住院資料的原因在於住院費用的資料品質，例如：我們發現部分重大傷病病患每年住院次

數偏高，每次住院時間接近一個月(或兩個月、三個月)時即辦理出院，之後幾天在重新登記住院。這些較不尋常的資料反映現行制度的問題，但因這些資料的篩選標準見仁見智，加上必須以人工處理這些必須花費更多時間，因此本文將僅考慮門診費用。本文所使用的重大傷病門診醫療資料取自全民健康保險學術研究資料庫，資料庫內容分為重大傷病、住院醫療、癌症...等十二大主題以及基本資料檔，本文主要使用資料庫中 1996 至 2001 年重大傷病主題資料，每年的重大傷病資料極為龐大且逐年遞增，至 2001 年已超過 1GB，已超出一般資料分析軟體的容量限制，需結合較大型的資料庫才能進行分析。為使讀者瞭解本文如何處理巨量資料，以下將逐步說明健保資料的分析流程。

## 一、 台灣地區重大傷病盛行率概況

流行病學中描述疾病在人口中蔓延情形，通常藉由疾病盛行率以及疾病發生率(Incidence rate)描述，其中疾病盛行率定義為單一時點或一段期間內罹患疾病人數佔總人口數的比例；疾病發生率(或稱做罹病率)定義為特定疾病在單一時點或一段時間內，新增病人數佔暴露該疾病之下人口數的比例，若比例愈大則代表罹患該疾病的機率也相對較大。

首先以重大傷病盛行率做為觀察台灣地區重大傷病盛行情形指標。本文重大傷病盛行率計算方式定義如下：

$$P_x(t) = \frac{S_x(t)}{l_x(t)}$$

其中

- $P_x(t)$ ：表示 t 年 x 歲人口年中重大傷病盛行率，
- $S_x(t)$ ：表示 t 年 x 歲年中罹患重大傷病人數，
- $l_x(t)$ ：表示 t 年年中人口數。

## 二、 台灣地區重大傷病發生率概況

上述曾提及重大傷病盛行率與其發生率高度相關，其中重大傷病發生率定義如下：

$$I_x(t) = \frac{N_x(t)}{l_x(t) - S_x(t)}$$

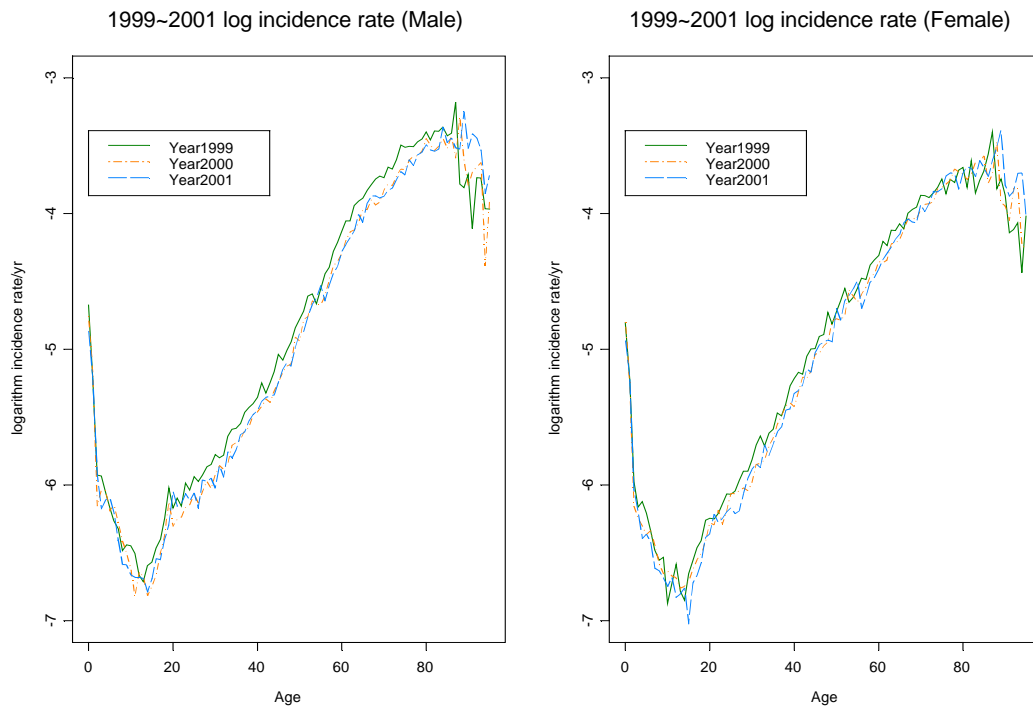
其中

- $I_x(t)$ ：表示 t 年 x 歲人口重大傷病發生率，
- $N_x(t)$ ：表示 t 年 x 歲新增罹患重大傷病人數<sup>1</sup>。

關於重大傷病發生率估計，因為資料限制僅能計算 1999 至 2001 年的發生率。重大傷病認定範圍在 1999 至 2001 年間並無修改，具有相同的疾病認定基礎，避免了因認定基礎變動產生的干擾。為明顯觀察其趨勢與差異，重大傷病發生率的自然對數值繪製為圖一，除了 14 歲以下以及 86 歲以上，由圖一可觀察出重大傷病發生率大致隨年齡而上升，頗符合身體機能隨年齡增加而衰退的認知，也與死亡率的圖形類似。14 歲以下的反向變動與重大傷病內容相關，侵襲 14 歲以下人口的重大傷病主要為先天性疾病，例如重大傷病中第 2、7、8、17、22、23 以及 26 類屬於先天性疾病，此類患者通常早期即可發現，因此在逐漸排除先天性疾病發生下，導致 14 歲以下人口重大傷病發生率隨年齡增加而下降。86 歲以上人口發生率趨勢，我們認為原因為自然篩選，85 歲之前持續未患病有如經過自然篩選，其身體機能相較於 85 歲之前初次患病者優異，使得 86 歲以上人口隨著年齡持續增加而出現遞降的現象。

---

<sup>1</sup>本文新增罹患人數乃藉由資料登錄計算而得，因此嚴格而言，比「發生率」更貼切的用詞為「新登錄案件發生率」，但為避免增加讀者在名詞上的混淆及負擔，仍以「發生率」稱呼。



圖一、1999~2001 重大傷病發生率

### 三、 台灣地區重大傷病死亡率概況

重大傷病通常較一般疾病嚴重，衍生的死亡率也比較高，不適合套入一般國民的死亡率，必須另案處理，因此本文使用以下公式計算重大傷病死亡率：

$$\begin{aligned}
 m_x^c(t) &= q_x^c(t) + q_x^o(t) - q_x^c(t) \times q_x^o(t) \\
 &= \frac{d_x^c(t)}{S_x(t)} + \frac{d_x^o(t)}{l_x(t)} \times \frac{1}{P_x(t)} \times 0.5 - \frac{d_x^c(t)}{S_x(t)} \times \frac{d_x^o(t)}{l_x(t)} \times \frac{1}{P_x(t)} \times 0.5
 \end{aligned}$$

其中

$m_x^c(t)$ ：表示 t 年 x 歲人口重大傷病中央死亡率；

$q_x^c(t)$ ：表示 t 年 x 歲重大傷病患者因重大傷病因素死亡中央死亡率；

$q_x^o(t)$ ：表示 t 年 x 歲重大傷病患者因其他因素死亡中央死亡率；

$d_x^c(t)$ ：表示 t 年 x 歲重大傷病患者因重大傷病因素死亡人數；

$d_x^o(t)$ ：表示 t 年 x 歲重大傷病患者因其他因素死亡人數。

上式假設重大傷病患者死亡時可能導因於重大傷病或其他因素，必須區隔這兩類死因，我們將以多重遞減(Multiple decrement)的方式分別計算。

### 四、 台灣地區重大傷病門診醫療支出概況

重大傷病門診總體醫療支出，由於患病人數逐年增加，使得門診醫療支出自 1997 年 188 億 7 千 5 百餘萬元上升至 2001 年 318 億 3 千 7 百餘萬元，五年間成長了 1.68 倍。與全民健保總體門診醫療支出的成長比較，門診費用由 1997 年的 1635 億 3 千 9 百餘萬增至 2001 年 2069 億 1 千 7 百餘萬元，五年間成長 1.26 倍，重大傷病門診支出在 1997 年佔門診支出的 11.54%，在 2001 年已增加到 15.38%，可知重大傷病門診支出成長速率高於總體門診支出<sup>2</sup>。

<sup>2</sup> 2001 年之重大傷病項目比 1997 年多了“重大器官移植後之追蹤治療”及“運動神經元疾病其殘障等級在中度以

若以平均每人負擔來看，重大傷病門診支出，以 2001 年數據為基準，2001 重大傷病患者佔全體全民健保被保險人人數的 2.02%，但重大傷病患者所使用門診醫療資源達總體門診的 15.38%，也就是平均每一重大傷病患者門診支出為非重大傷病患者的 8.81 倍。藉由以上觀察未來重大傷病門診醫療支出佔總體門診醫療支出重要性逐漸提升，是否成為全民健保財務的重擔也逐漸成為關心的焦點。

總體門診醫療費用可視為個人門診醫療費用的加總，將個人門診醫療費用以平均每人門診醫療費用估計，依據頻率(Frequency)與幅度(Severity)互為獨立的假設，個人門診醫療費用可進一步細分為每人平均門診醫療次數以及平均每次門診醫療費用金額的乘積。實質意涵上，每人平均門診次數代表個人就醫行為，而平均每次門診費用則反映出經濟環境的波動，但需經過消費者物價指數的調整。若每人平均門診費用與平均門診次數同向變動(即同時上升或下降)，顯示總體門診醫療費用的變動同時受到個人就醫行為及經濟環境的影響；若每人平均門診次數無明顯變動，則表示門診醫療費用只受到經濟環境因素的影響。依照上述方式，可將重大傷病每人平均門診費用區分為平均每次門診金額、平均門診次數，根據健保資料結果分析，我們推論重大傷病每人平均門診醫療費用的上升較可能源自個人就醫行為，因此未來我們將視平均每次的門診費用為定值，僅推估未來的平均門診次數。

## 參、重大傷病精算推估

### 一、重大傷病盛行率推估模式與推估結果

欲建構重大傷病醫療費用推估模型，首先必須決定其盛行率的成長模型及死亡率的推估模型，自 1997 2001 年實際重大傷病盛行率，可以發現重大傷病盛行逐年上升、但上升速率減緩，不能排除未來將成長至某一定值的可能。常用推估模式中，羅吉曲線模式(logistic curve model)符合重大傷病以遞減速率收斂至最大值的可能趨勢，因此重大傷病盛行率推估模式採用羅吉曲線模式。

羅吉曲線函數型態可以下式表示：

$$P(t) = \frac{1}{A + B \times e^{-K \times t}} \quad (3.1)$$

羅吉曲線模式中有三個參數，至少需要三筆資料才能加以估計。由於我們僅有五個觀察值(1997 至 2001 年)，若採用最大似估計法求取參數，誤差項僅有一個自由度，可能會因估計誤差過大而影響推估結果。為減少誤差，採用三等距時點觀察值方式，也就是說已知三不同時點資料  $P(t_1)$ 、 $P(t_2)$ 、 $P(t_3)$ ，其中  $t_2 - t_1 = t_3 - t_2$ ，估計羅吉曲線參數。羅吉曲線參數 A、B、K 估計方式如下(Brown, 1993)：

$$A = \left( \frac{\frac{1}{P(t_1)} + \frac{1}{P(t_3)} - \frac{2}{P(t_2)}}{\frac{1}{P(t_1)} \times P(t_3) - \frac{1}{P(t_2)}^2} \right)^{-1} \quad (3.2)$$

$$B = \frac{1}{P(t_1)} - A \quad (3.3)$$

---

上者”等三項，其增加之項目的人數佔當年度重大傷病總人數的百分比皆相當的低，因此總體而言，重大傷病門診支出相較於總體門診支出的比率是在成長中。

$$K = \ln \left( \frac{\frac{1}{P(t_1)} - \frac{1}{P(t_2)}}{\frac{1}{P(t_2)} - \frac{1}{P(t_3)}} \right) \quad (3.4)$$

由於重大傷病盛行率變動方式的選擇與多變量分析中以主成份分析(Principle component analysis)決定資料變動維度個數相似，所以採用主成份分析釐清 1997 至 2001 年重大傷病盛行率的變動情形。從 1997 至 2001 年重大傷病盛行率主成份分析結果，發現第一個主成份對於總體變異解釋比例已達 98.6%(男性)及 98.3%(女性)，各年齡重大傷病盛行率變動具有相似的方式，單一年齡變動幅度是共同變動幅度某一倍率。從主成分分析結果已知重大傷病的變動方式屬於各年齡以共同模式方式變動，並且平均值為充分統計量(Sufficient statistic)所以平均值能包含最多整體所蘊含的資訊，因此以 1997 至 2001 年各年重大傷病平均盛行率建構盛行率推估模型，而單一年齡推估盛行率調整比率以 1997 至 2001 年五年單一年齡重大傷病盛行率對平均盛行率比率平均值估計。令(3.1)式為重大傷病盛行率推估模式，其中  $P(t)$  令為  $t$  年重大傷病盛行率平均值，參數  $A$ 、 $B$ 、 $K$  以(3.2)、(3.3)、(3.4)估計其中  $t_1$  為 1997 年  $t_2$  為 1998 年  $t_3$  為 1999 年。計算發現男性終極平均重大傷病盛行率將高於女性，其中男性終極平均重大傷病盛行率為 4.36%，女性為 3.45%。另外，根據本文的計算，男性重大傷病盛行率於 2014 年逐步收斂，而女性則於 2009 年開始收斂。

## 二、 重大傷病死亡率推估

人類死亡率由於公共衛生以及醫療科技等因素的增進，死亡率隨時間而逐漸降低，從實際資料觀察重大傷病死亡率亦隨時間下降。由於死亡率隨著時間逐漸改善，死亡率推估模式必須兼具描述橫截面上(cross-sectional)死亡率年齡分佈差異及縱斷面上(longitudinal)死亡率隨時間改善的特性。國外預測死亡率常用的模型主要有：(1)SOA 模型；(2)Heligman-Pollard 模型；(3)Lee-Carter 模型，其中 Lee-Carter 模型為 Lee and Carter 於 1992 年提出用於推估美國死亡率模型。其模型乃針對中央死亡率( $m_{x,t}$ )設限，公式如下：

$$\ln(m_{x,t}) = a_x + b_x \times k_t + \varepsilon_{x,t}$$

Lee-Carter 模型中參數  $a_x$ 、 $b_x$  與  $k_t$  意義分別為：

$m_{x,t}$ ：在  $t$  年時， $x$  年齡組人口的中央死亡率(Central Death Rate)。

$k_t$ ：死亡率的強度(Intensity of Mortality)， $t$  為時間。

$a_x$ ：年齡組死亡率的平均曲線， $x$  為年齡組。

$b_x$ ：年齡組相對死亡率的變化速度。

$\varepsilon_{x,t}$ ：表示時間  $t$ ，年齡組  $x$  下之隨機誤差項。

Lee-Carter 模型中參數  $k_t$  服從含位移一階自我迴歸(First order autoregression with drift)的隨機過程(stochastic process)。因此  $k_t$  可由下式表示：

$$k_t = k_{t-1} + Z + e_t \quad (3.5)$$

其中  $Z$  為平均遞減常數， $e_t$  為隨機誤差。Lee-Carter 模型類似主成份分析，將死亡率以負荷及分數的線性組表示，因此各年齡組死亡率的變異可以藉由參數  $a_x$ 、 $b_x$  解釋，死亡率隨時間改善則從  $k_t$  部份解釋。因此，Lee-Carter 模式同時兼具橫截面與縱斷面的解釋能力，並能符合目前所觀察死亡率發展趨勢。

Lee-Carter 模型參數估計方式，在死亡率資料不含散逸值(Missing value)下，可藉由奇異值分解(Singular value decomposition, SVD)加以估計；若死亡率資料含有散逸值，則套用近似法。



本文死亡率推估所需Lee-Carter模型參數 $a_x$ 、 $b_x$ 、 $k_t$ 引用曾奕翔(2002)依據1950至1995年人口資料所估計Lee-Carter參數做為模型參數值， $k_t$ 部份則以1950至2000年資料及線性迴歸，推估2001至2026年的未來 $k_t$ 值。

一般死亡率可化為個別死因死亡率之線性組合，並以下式表示：

$$m_x(t) = m_x^c(t) \times P_x(t) + m_x(t) \times r_x \quad (3.6)$$

其中，

$m_x(t)$ ：表示 $x$ 歲中央死亡率；

$r_x$ ： $x$ 歲非重大傷病因素死亡人數佔總死亡人數比例。

經由移項整理， $x$ 歲重大傷病中央死亡率在已知 $x$ 歲中央死亡率之下可經由下式得知：

$$m_x^c(t) = \frac{(1-r_x) \times m_x(t)}{P_x(t)} \quad (3.7)$$

推估 $m_x^c(t)$ 所需 $P_x(t)$ 已在先前提及，另一參數 $r_x$ 依據1996至2001年台灣地區重大傷病人數佔總死亡人數比例推得，因為這六年中重大傷病死亡人數佔有比例並無大幅變動，可視為不隨時間變動之定值，可由這六年資料計算出的數字為估計值。推估發現，未來重大傷病死亡將逐年遞降，總計25年間男性累積下降20.58%、女性下降28.51%。以連續遞減速率計算，男性重大傷病死亡率遞減率為0.921%、女性為1.34%。

### 三、重大傷病患病人數推估

本文的重大傷病患病人數推估採用人口變動要素合成法(Cohort component method)。其中影響重大傷病患病人數的要素可區分為二：罹患重大傷病(類似出生)與死亡，相對應的數值分別為重大傷病發生率及重大傷病死亡率。受資料限制僅能計算出1999至2001年重大傷病發生率，因時間太短無法精確推估未來趨勢，因此假設重大傷病發生率未來不隨時間改變。但為使推估人數較為穩健(Robust)，人數推估模式中重大傷病發生率以1999至2000年三年各年齡發生率的中位數代入，輔以代入最大及最小發生率當作上限及下限，類似低推計、中推計、高推計的想法，提供讀者參考。重大傷病死亡率的推估在以前一節已介紹過，在此不再重覆。

使用人口變動要素合成法推估時需先選定特定時點做為始點，再藉由萊司禮矩陣(Leslie matrix)完成推估計算。然而重大傷病近乎不可逆，也就是說罹患重大傷病之後幾乎無法回復原先健康狀態，因此推估重大傷病患病人數時不同於一般人口推估(婦女能持續生育，相同一人可能有多次貢獻)。重大傷病患者僅能自健康狀態移轉至罹患重大傷病且無法回復，相同一人僅有一次貢獻機會，需修正傳統人口推估方式，方能用於重大傷病患病人數推估。在給定2002至2051年台灣地區人口推估資料下，以下列修正方式推估2002至2026年重大傷病患病人數。

$$S(t+1) = l_0(t+1) \times i_0 + \sum_{x=1}^{85} (l_x(t+1) - S_x(t)) \times i_x + \sum_{x=0}^{84} S_x(t) \times (1 - m_x^c) \quad (3.8)$$

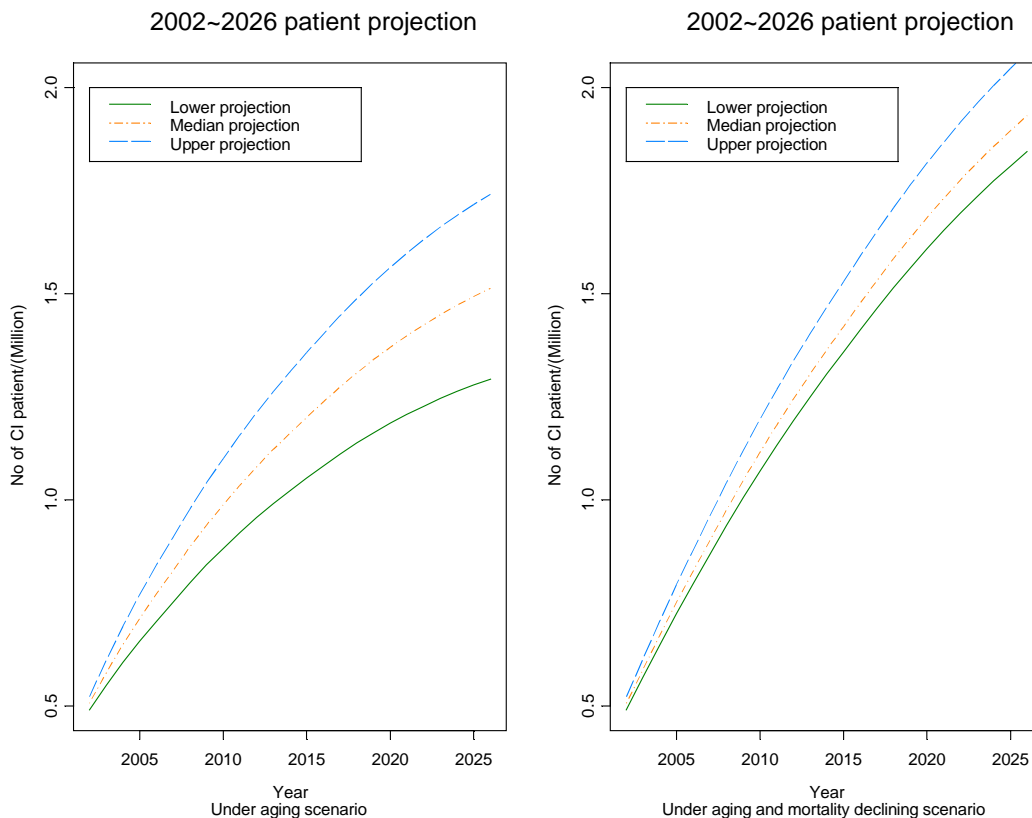
其中，

$S(t)$ ：第 $t$ 年重大傷病年中罹患人數， $t=2001\sim 2025$ ；

$i_x$ ： $x$ 歲重大傷病發生率。

台灣地區人口推估是基於死亡率改善之下推估結果，為避免整體死亡率改善與重大傷病死亡率遞減交絡(Confounding)，無法觀察出源自於重大傷病死亡率改善所造成效果，故將重大傷病患病人數推估拆分為兩部分。首先僅加入人口老化因素，重大傷病發生率以及重大傷病死亡率不變，推估重大傷病2002至2026年罹患人數。其中重大傷病中央死亡率以1997至2000年四年各年齡中央死亡率中位數，並以Whittaker(參數值 $Z=3$ )修勻法修勻後代入。第二部分除人口老化因素外再加入重大傷病死亡率遞減造成的影響，使人口老化以及重大傷病死

亡率遞減交互作用，推估 2002 至 2026 重大傷病罹患人數。



圖二、2002 至 2026 年兩種重大傷病人數推估圖

2002 至 2026 年重大傷病罹病人數推估結果如圖五，預計未來重大傷病患病人數將逐漸上升。圖二的左圖為單獨考慮人口老化因素下之未來重大傷病患病人數的變化，預計在 2026 年重大傷病患病人數將上升至 129 萬(低推計)至 174 萬(高推計)人，中推計為 151 萬人；圖二的右圖為同時考慮人口老化以及重大傷病死亡率遞減下的推計，預計在 2026 年重大傷病人數將上升至 184 萬(低)至 208 萬(高)人，中推計則為 193 萬人。因為我們較支持人口老化以及重大傷病死亡率遞減兩者將同時發生，所以後續將採用這個(右圖)推估結果。

## 肆、台灣地區重大傷病費用推估

本節將藉由上一節的重大傷病死亡率、發生率以及其門診醫療費用在 2002 至 2026 年推估結果，預測台灣在壽命延長與主要死因維持為中老年慢性病下之重大傷病門診醫療費用。我們將套用多態馬可夫模型(Multi-states Markov model)推估醫療費用，馬可夫模型是研究疾病過程(Disease process)相當重要的工具，所謂疾病過程是將健康、患病以及死亡以各個狀態間移轉的方式描述，在精算科學的領域方面，以數個狀態構成的多態模型從事醫療保險等相關的研究受到廣泛的使用，例如：Panjer (1988)、Pitacco (1994)、Hesselager et al. (1996)、Renshaw and Haberman (1995)、Macdonald(1999)、Macdonald and Pritchard (2000, 2001)、Tolley et al. (1982)以及 Tolley and Manton (1991)等，以多態模型估計因疾病所衍生的醫療費用多屬於個人成本，有關總體醫療費用估計的文獻中，Rice (1966)層提出盛行率法(Prevalence method)以及發生率法(Incidence method)估計總體醫療支出，其中盛行率法適用於曆年總體醫療支出估計而發生率法適用於以年金方式估計未來醫療費用支出。因此本文將使用多退模型估計台灣地

區之個人重大傷病醫療精算成本並以盛行率法推估未來台灣地區之總體重大傷病醫療需求。

### 一、 重大傷病個人門診醫療費用推估

藉由狀態空間(State space)的分割(Split)建構重大傷病患者疾病過程，其中狀態空間分割為 3 個狀態，分別為健康(state A)、患病(state I)、死亡(state D)。在重大傷病的疾病過程中健康狀態在下一年度有健康、患病以及死亡三種可能狀態，而患病在下一年度有患病以及死亡兩種可能狀態，其中  $x$  歲的人下一年度各狀態間的移轉機率可透過移轉機率矩陣(Transition probability matrix)表示如下：

$$\begin{bmatrix} (1-m_x) \times (1-I_x) & (1-m_x) \times I_x & m_x \\ 0 & 1-m_x^c & m_x^c \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

多年度各狀態移轉機率可藉由移轉機率矩陣相乘的方式計算，在死亡率遞減的假設下多年度各狀態移轉機率的計算可由遞迴方式表示：

$${}_n P_x(t) = {}_{n-1} P_x(t) \times \begin{bmatrix} (1-m_{x+n-1}(t+n-1)) \times (1-I_{x+n-1}) & (1-m_{x+n-1}(t+n-1)) \times I_{x+n-1} & m_{x+n-1}(t+n-1) \\ 0 & 1-m_{x+n-1}^c(t+n-1) & m_{x+n-1}^c(t+n-1) \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \text{ 其中,}$$

${}_n P_x(t)$ ：表示  $t$  年  $x$  歲未來  $n$  年移轉機率矩陣；

$m_{x+n-1}(t+n-1)$ ：表示  $t$  年  $x$  歲的一般人  $n-1$  年後死亡率；

$I_{x+n-1}$ ：表示  $x+n-1$  歲重大傷病發生率；

$m_{x+n-1}^c(t+n-1)$ ：表示  $t$  年  $x$  歲的重大傷病患者  $n-1$  年後死亡率。

罹患重大傷病後持續存活將衍生門診醫療支出，每位病患的門診醫療費用可藉由精算中收支平衡的方式計算如下：

$$pre_x = \frac{A_{x:\overline{n}|}^1}{\mathbb{E}_{\overline{n}|}} = \frac{\sum_{j=1}^n w_x(t+j-1) \times {}_n P_x(t)_{(1,2)} \times MTE_{x+j-1} \times v_1^{j-0.5}}{1 + \sum_{j=1}^n (1-m_x(t+j-1)) \times v_2^j} + \frac{\sum_{j=0}^n (1-w_x(t+j-1)) \times {}_n P_x(t)_{(2,2)} \times MTE_{x+j-1} \times v_1^{j-0.5}}{1 + \sum_{j=1}^n (1-m_x(t+j-1)) \times v_2^j} \quad (4.1)$$

其中，

$pre_x$ ：表示以精算公平原則所計算之  $x$  歲的人在重大傷病門診部份的實支實付型平衡年繳保費；

${}_n P_x(t)_{(i,j)}$ ：表示  $t$  年  $x$  歲未來  $n$  年移轉機率矩陣中位於  $i$  列  $j$  行的元素；

$w_x(t+j) = \frac{l_x(t+j) - S_x(t+j)}{l_x(t+j)}$ ：第  $t+j$  年  $x$  歲健康人口佔總人口比例；

$MTE_{x+j}$ ：示  $x+j$  歲每人平均重大傷病門診醫療金額；

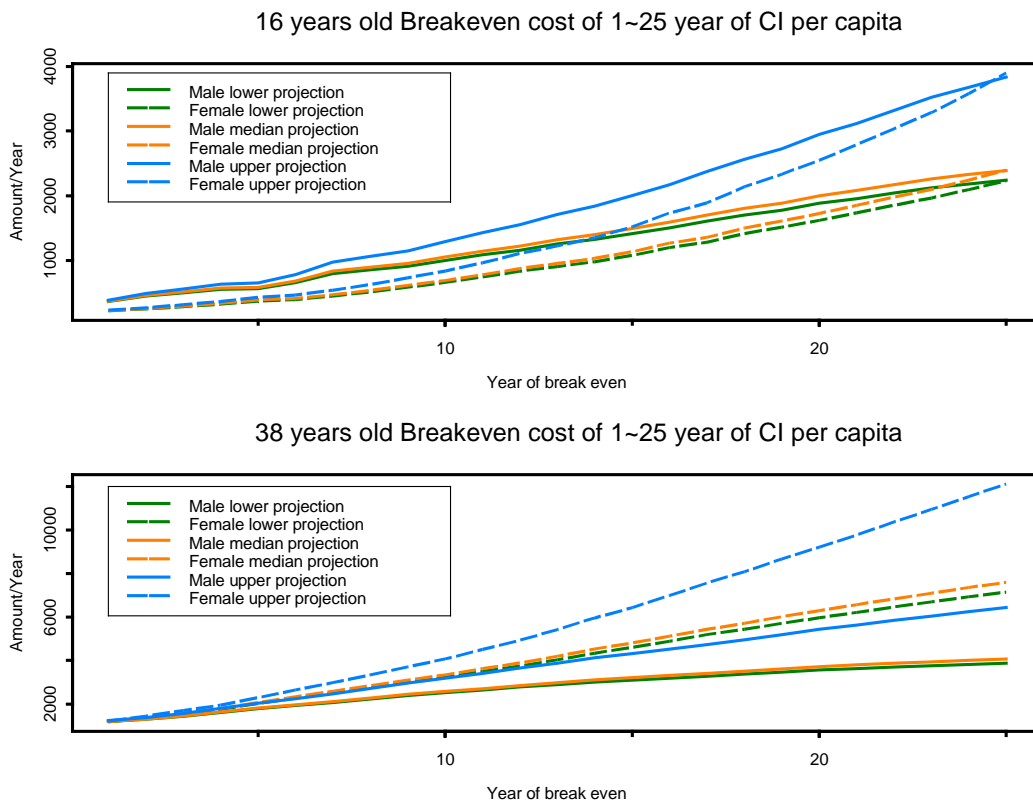
$v_1 = \frac{1+r_m}{1+r_i}$ ， $r_i$  為通貨膨脹率、 $r_m$  為醫療物價成長率；

$v_2 = \frac{1+r_s}{1+r_i}$ ， $r_s$  為薪資成長率。

(4.1)式中  $v_1$  與  $v_2$  分別為醫療費用以及平準保費之折現因子，其中物價因總體經濟因素變動所以  $v_1$  中加入通貨膨脹率  $r_i$  將醫療費用折現至 2001 年物價水準，醫療支出受醫療物價影響且醫療物價不同於一般消費性消費，所以  $v_1$  加入醫療物價指數成長率  $r_m$  以反映醫療費用因醫療物價而變動之因素；由於全民健保保費隨著薪資所得變動而變動，所以  $v_2$  除通貨膨脹外，以薪資成長率  $r_s$  反映薪資變動所造成全民健保所得的變動。因此若不考慮薪資成長率（亦即

$r_s=0$ ), 則(4.1)式計算所得之費用代表的是個人在  $n$  年定期重大傷病實支實付型商業保險之平衡保費, 若將薪資成長率考慮在(4.1)式中, 其計算所得之費用代表的是全民健保政策為  $n$  年內不調整保費的情形下, 每個人在重大傷病門診部份, 使得  $n$  年的財務可以達到收支平衡下之年繳保費。將個人之應收保費加總就可得到健保局在重大傷病部份應收取之總保險費, 由於目前中央健保局以 25 年做為精算收支平衡的年限, 但考慮 25 年不調整保費不符合實際情形, 因此本文針對 1~25 年之所有區間, 計算出不同性別、年齡之個人的收支平衡下之重大傷病的年繳保費。在(4.1)式中參數  $r_m$ 、 $r_i$ 、 $r_s$  分別以 1996 至 2001 年平均醫療保健佔總支出比例、通貨膨脹、製造業平均薪資成長率估計, 分別為:  $r_m=2.69\%$ 、 $r_i=1.18\%$ 、 $r_s=2.48\%$  代入,  $MTE_{x+j}$  以 2001 年相對應年齡之每人平均門診醫療費用估計。

為了有效的計算出收支平衡下之所有保費的可能範圍, 我們考慮在重大傷病死亡率是否隨時間遞降之下, 以低推計、中推計以及高推計三種情境計算 1~25 年收支平衡下, 各年齡每人收支平衡重大傷病門診醫療費用成本, 根據此低、中、高之情境假設, 我們計算出各情境下之每個人在 1~25 年收支平衡門診醫療費用的保費, 僅以 16 歲與 38 歲的結果為例說明(圖三)。



圖三、平均每人 1~25 年重大傷病門診醫療成本收支平衡圖(16 與 38 歲)

由於在假設中, 醫療物價成長率與薪資成長率皆大於通貨膨脹率, 且醫療物價成長略高於薪資成長, 所以可預期隨時間延長每人平均重大傷病門診醫療費用成本將隨之上升。另外, 由於重大傷病發生率與每人平均門診醫療費用, 大致隨年紀增加而遞增, 每人之平衡保費也會隨收支平衡的年限及個人的年紀而增加。

另外, 我們亦發現性別與年齡之間, 每人收支平衡門診醫療費用成本的關係存在著交替的情形。在年紀較輕時, 男性之保費大於女性, 在 16 歲之前, 不管收支平衡的年限多長, 男性的保費皆大於女性; 隨著年齡的增加, 女性的保費逐漸大於男性, 在 38 歲時女性的保費不管在多長的收支平衡的年限, 其保費皆大於男性, 此乃因為女性罹患重大傷病的機率在 16

歲之後逐漸大於男性(特別是癌症部份)。在 16 歲之前雖然男、女罹患重大傷病的機率相近，但男性之每人醫療費用成本普遍大於女性，因此在 16 歲之前女性的保費較小。

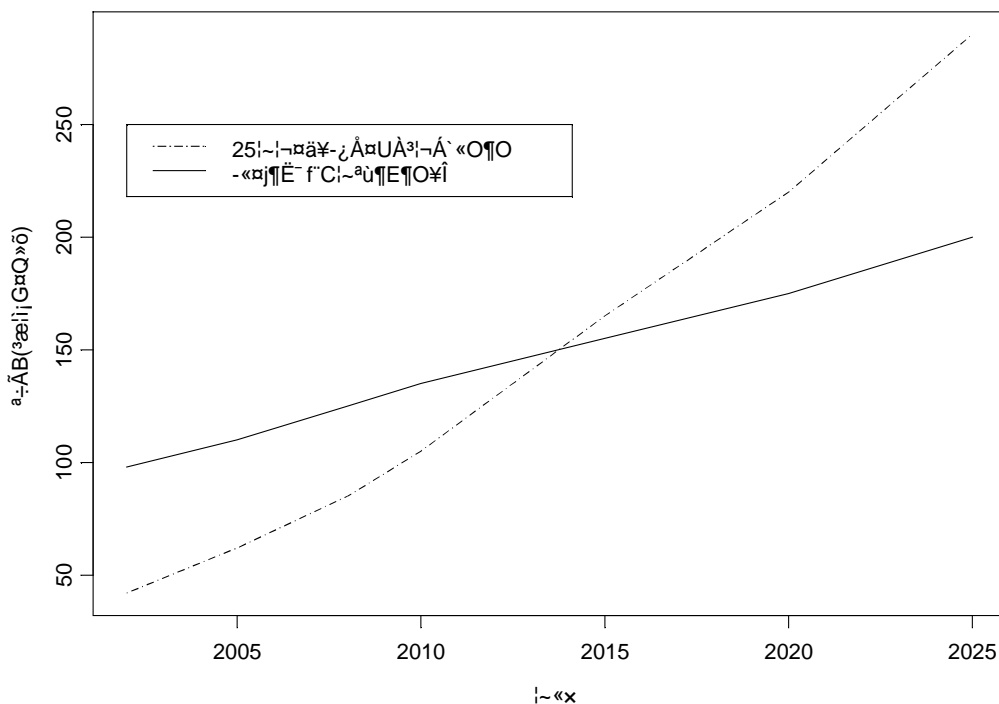
## 二、 重大傷病門診醫療費用總體醫療費用推估

總體醫療需求的推估可視為許多個人醫療需求的加總，推估的方式可分為盛行率法以及發生率法，所謂盛行率法就是基於上述觀念將患病人數乘以每人平均醫療費用獲得總體醫療費用，以總體醫療費用金額當作醫療需求數量衡量工具。因此以重大傷病門診醫療費用推估中老年疾病或慢性病為主要死因之醫療需求時，同樣以前一節推估重大傷病患病人數乘以每人平均重大傷病門診醫療費用，由於醫療費用會因為醫療物價成長，所以推估總體重大傷病門診醫療費用必須以醫療物價成長率調整各年每人平均門診醫療費用，所以盛行率法總體重大傷病門診醫療費用推估可表示成下式：

$$C(t) = \sum_{x=0}^{85} S_x(t) \times MTE_x \times r_m^{t-2001}$$

其中， $C(t)$  表示  $t$  年總體重大傷病門診醫療費用金額( $t > 2001$ )，未來推估醫療需求如圖四中的兩條曲線。圖中虛線的部份代表的是健保局在每年皆調整保費的情形下，每年在重大傷病部份應收的總保費，亦即代表我國在未來 25 年之重大傷病之每年的總醫療需求，此部份之結果由上述所提及之盛行率法計算而得。發現因醫療物價的上升以及罹患重大傷病人數的增加，未來 25 年台灣地區重大傷病醫療費用將以近乎線性的方式上升，意謂人口老化對台灣的全民健保將形成巨大的衝擊。

另外，我們若將(4.1)式所求得之個人重大傷病的  $n$  年平衡保費加總，並考慮每年的薪資成長率及人口成長率就可得到圖四中實線的部份，其所代表的意義是若健保局的政策是在未來 25 年不調整保費的情形下，為了維持 25 年重大傷病部份的財務收支平衡，每年所應收的總保費。比較圖十一中的虛線與實線便可知重大傷病部份是否有保費低收的情形，中央健康保險局可藉由這個方法決定全民健保保費是否需要調整、以及調整的幅度。



圖四、2002 至 2026 年重大傷病醫療費用現金流量推估圖

## 伍、結 論

台灣目前正面臨因壽命延長的人口老化問題。老年人口中有相當大的比例患有疾病(多以慢性病為主),而且老年人的平均醫療費用較高,因此本文以老年慢性病患者與醫療支出的研究為目標。受限於資料不亦取得,本文只能使用與中老年慢性病高度相關的重大傷病,藉助於全民健康保險學術資料庫中重大傷病醫療資源使用主題中門診處方、治療明細檔資料,觀察壽命延長與主要死因轉變為中老年慢性疾病下對我國全民健保財務的影響。本文首先估算台灣居民的重大傷病盛行率、發生率、死亡率以及門診醫療費用現況,再藉由重大傷病健康生命表的方式,衡量重大傷病對於健康狀況的影響以及推估未來重大傷病門診費用。

本文主要研究結果歸結為以下四點:

- 1、由於重大傷病發生率隨年齡提升,因此重大傷病盛行率主要集中於 40 歲以上的人口,男性普遍高於女性;除了 14 歲(含)以下人口以及 86 歲(含)以上人口,重大傷病發生率逐年上升,同樣是男性高於女性;重大傷病死亡率則逐年下降,其年齡分佈類似一般死亡率,但數值上高於一般死亡率,性別差異上亦是男性高於女性。
2. 重大傷病門診醫療支出佔全民健保門診醫療總支出比例有逐年上升的現象,即使經過消費者物價指數調整後仍然如此;然而在物價指數調整後平均每次門診醫療金額並無上升現象,平均每人門診醫療次數則逐年上升。
- 3、未來醫療需求將以近乎線性方式不斷上升,若未來醫療成本的年增率高於物價指數,醫療需求的數值將高於本文推估,不能排除上升至千億的可能。另外,死亡率的下降也有非常高的影響,研究發現加入死亡率遞降將使保費增加五成至八成。
4. 由於重大傷病門診醫療費用將隨人口老化以及重大傷病死亡率遞減等因素而逐年(直線)上升,建議全民健保費率必須定期檢討、調整。在維持全民健保財務自主的前提下,本文亦提出了費率調整的方法(詳見第四節)。

雖然本文綜合數個模型與方法,推估出上述結果,但受限於資料數量與資料品質,讀者在參酌本研究結果時需格外留意。因為當資料數量愈龐大時,資料品質愈不一致的可能性就愈高,本文所使用資料觀察年度為 1996 至 2001 年,雖然僅有六個觀察年度,但資料屬於全年度重大傷病門診醫療記錄,六年總資料量超過 5GB,加上 1996 至 2000 年衛生署死因資料以及其他參考資料,所處理資料量超過 6GB。本研究另一限制在於觀察年度短暫,不易觀察出一致且穩定的現象,在推估必須借助假設條件,不易評估本文的推估結果;另一方面,觀察年度短暫也有自由度不足的問題,若要使用參數模型,模型參數個數需要特別注意,即使自由度足以使用參數模型,誤差項自由度較少也容易對於估計結果顯著水準產生懷疑。

## 參考文獻

中文部分

余清祥 (1997), 修勻—統計在保險的應用, 雙葉書廊, 台北。

陳紹馨 (1979), 台灣的人口變遷與社會變遷, 聯經出版社, 台北。

曾奕翔 (2002), 台灣地區死亡率推估的實證方法之研究與相關年金問題之探討, 政治大學風險管理與保險學研究所碩士論文。

黃意萍 (2002), 台灣地區的人口推估研究, 政治大學統計研究所碩士論文。

英文部分

Australian Institute of Health and Welfare (澳大利亞健康與福利局) <http://www.aihw.gov.au/>

Brown, R. L. (1993), *Introduction to the mathematics of demography*, 2<sup>nd</sup> Ed. ACTEX, Winsted, Connecticut, USA.

- Crimmins, E. M., Saito, Y., and Ingegneri, D. (1989), Changes in life expectancy and disability-free life expectancy in the United States, *Population and Development Review*, 15(2), 235-255.
- Crimmins, E. M., Hayward, M. D., and Saito, Y. (1994), Changing mortality and morbidity rates and the health status and life expectancy of the older population, *Demography*, 31(1), 159-175.
- Carter, L. R. and Lee, R. D. (1992), Modeling and Forecasting U.S. Mortality, *Journal of the American Statistical Association*, 87(419): 659-675.
- Hesselager, O. and Norberg, R. (1996), On probability distributions of present values in life insurance. *Insurance: Mathematics and Economics*, 18(1), 35-42
- Macdonald, A.S. (1999), Modeling the impact of genetics on insurance. *North American Actuarial Journal*, 3(1), 83-101.
- Macdonald, A.S. & Pritchard, D.J. (2000), *A mathematical model of Alzheimer's disease and the ApoE gene*. *ASTIN Bulletin*, 30, 69-110.
- Macdonald, A.S. & Pritchard, D.J. (2001), Genetics, Alzheimer's disease and long-term care insurance. *North American Actuarial Journal*, 5(2), 54-78.
- Mathers, C., Vos, T., and Stevenson, C. (1999), *The burden of disease and injury in Australian*, Australian Institute of Health and Welfare, Canberra: AIHW.
- New Zealand Ministry of Health (2002), *Modeling Diabetes: The mortality burden*, Public Health Intelligence Occasional Bulletin, 8.
- New Zealand Ministry of Health (2002), *Modeling Diabetes: A Multi-state life table model*, Public Health Intelligence Occasional Bulletin, 9.
- New Zealand Ministry of Health (2002), *Modeling Diabetes: Forecasts to 2011*, Public Health Intelligence Occasional Bulletin, 10.
- Panjer, H. H. (1988), AIDS: Survival analysis of persons testing HIV+, *Transactions of Society of Actuaries*, 40, 517-530.
- Pitacco, E. (1994), LTC insurance: from the multi-state model to practical implementations, *ASTIN*, XXV, 437-452.
- Renshaw, A.E. and Haberman, S. (1995), "On the Graduations Associated with a Multiple State Model for Permanent Health Insurance", *Insurance: Mathematics and Economics*, 17, 1-17.
- Rice, D. P. (1966), *Estimating the cost of illness*, PHS Publication NO. 947-6, Washington D.C., Government printing office.
- Tolley, H. D., Manton, K., and Stallard, E. (1982), Compartment model methods in estimating cancer costs, *Transactions of Society of Actuaries*, 34, 399-413.
- Tolley, H. D. and Manton, K.G. (1991), Intervention effects among a collection of risk, *Transactions of Society of Actuaries*, 43, 443-468.