

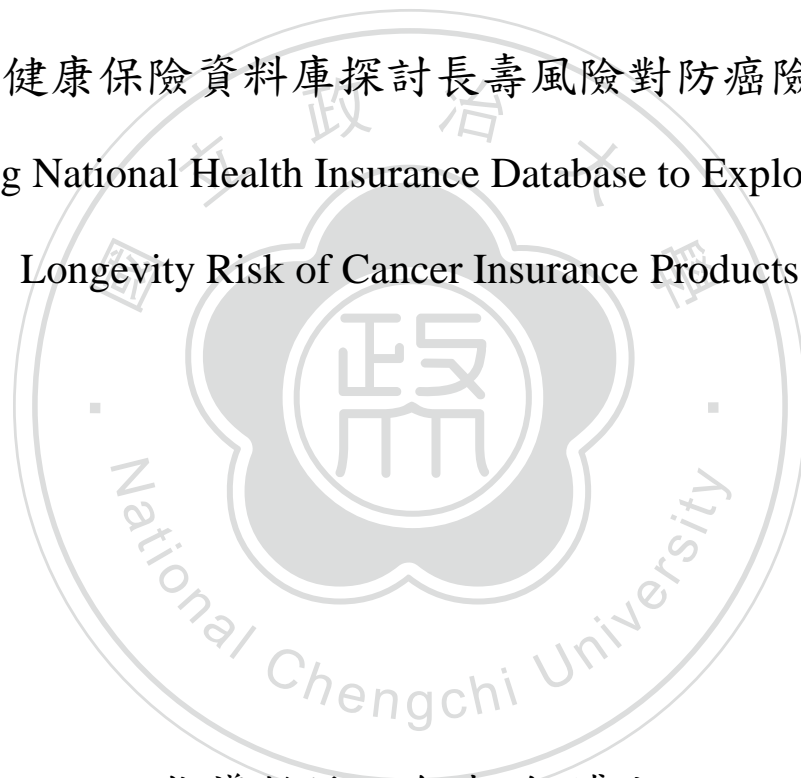
國立政治大學風險管理與保險學系研究所

碩士學位論文

以全民健康保險資料庫探討長壽風險對防癌險之影響

Using National Health Insurance Database to Explore the

Longevity Risk of Cancer Insurance Products



指導教授：余清祥 博士

研究生：曹睿軒 撰

中華民國 一百零六年 六月

謝誌

研究所兩年的時間一下子就過去了，接下來就要踏入職場，與學生身分正式告別，難免會帶著一些不捨，但也因為將踏入下一個人生階段而感到興奮與期盼。兩年的時間要感謝的人很多，有了你們的陪伴，才能有今日的我，我由衷的感謝。

首先，很慶幸能修習余清祥老師的課，感謝老師邀請我加入健保資料庫團隊，讓我開始了不一樣的研究生活。非常謝謝老師在很多方面都給了我幫助也給了我很多寶貴的建議，不僅讓我能順利的完成論文，更重要的是在研究期間的學習與成長，老師不吝的指導，讓我一口氣吸收了老師多年累積來的經驗，而有足夠的能力來面對任何問題與挑戰。

另外，謝謝健保資料庫團隊的所有人，包含指導我的學長姊、一起研究的同屆夥伴們以及正在努力成長的學弟妹們。能順利的產出這篇論文，都是多虧了你們的幫助，每當遇到問題時只要向你們求救，總是能提出許多想法與因應之道，所有困難皆能迎刃而解，加入健保資料庫的團隊真的是我研究所生活最棒的事。

最重要的，要感謝我的家人們，你們的支持是我持續前進的最大動力，讓我能無牽無掛的完成碩士學位，謝謝你們，進入職場後，我就更有能力能慢慢給予回饋，換我照顧你們了。

最後，我感謝所有在這兩年的研究所生涯所遇見所陪伴過我的人，我知道有很多很多人還沒提到，但我真的非常非常的感恩你們對我的包容與幫助。未來的日子我會繼續努力，成為一個更好的人，謝謝你們，謝謝。

摘要

隨著醫療水準和經濟、環境等因素的進步，各國人民的平均壽命延續 20 世紀趨勢而繼續延長，退休生活的規劃變成個人、國家必須考慮的議題，與延壽議題相關的長壽風險 (Longevity Risk) 越來越受重視。長壽風險意指存活時間超乎預期，對個人、產業、國家都帶來不可忽視的影響，以近年引發社會各界熱議的年金改革，就是與長壽風險有關的範例之一。對商業保險或社會保險而言，長壽風險過去大多聚焦於年金或壽險商品，探討低估死亡率及平均餘命的影響，較少著墨於老年人在健康醫療、生活照顧的需求。

有鑑於此，本文以老年人口的健康醫療為研究目標，探討長壽風險對這類型保險商品的影響，並考量以自然避險作為因應對策。其中，本文選擇臺灣壽險業暢銷的癌症保險為探討對象，根據全民健康保險資料庫的就醫紀錄，計算國人歷年的癌症發生率及死亡率，並討論是否能透過自然避險因應癌症保險之長壽風險。研究發現，癌症發生率及死亡率分別滿足逐年上升及下降的趨勢，若能適當調整罹癌後（亦即生存）及死亡兩種給付，可透過自然避險的機制降低癌症商品的長壽風險。另外，因為臺灣現行的商業癌症保險多半同時擁有生存及死亡給付，吻合自然避險的特性，經過適當設計可消除長壽風險帶來的衝擊，尤其針對長年期防癌險，長壽風險引發的震盪幾乎可完全透過自然避險規避。本文研究結果可作為保險公司擬定癌症保險的參考，將自然避險的機制引進保單設計，以降低損失率、確保收支均衡，因應壽命延長帶來的挑戰。

關鍵字：長壽風險、自然避險、癌症保險、大數據、全民健保資料庫

Abstract

With the advance in medical technology and overall environment, the human life span continues the prolonging trend similar to that of the 20th century. Retirement planning becomes essential to both the individuals and nations and people are paying more attention to the issue of longevity risk. Longevity risk means that the actual life expectancy is longer than expected and thus increases the burden of economic burden after retirement. Pension reform is the most famous example of longevity risk and in recent years it triggers quite a lot of debates in both commercial insurance and social insurance. We think that the longevity risk is not restricted to the pension and annuity products, and it would also occur in the health insurance products, particularly for the products with longer durations. Unfortunately, only a few past studies mentioned the issue of longevity risk for the health insurance products.

Thus, this study aims to explore the longevity risk of health insurance products and adapt the idea of natural hedge to deal with the prolonging life. Specifically, we focus on applying the natural hedge to cancer insurance, a popular product in Taiwan insurance market. We use computer simulation and empirical data to evaluate whether the natural hedge can reduce the impact of longevity risk in cancer insurance products. The cancer incidence rates and mortality rates are based on the National Health Insurance (NHI) database. Our results show that, through the proper design, the natural hedge can reduce the impact of longevity risk for the cancer insurance products with longer durations. The insurance companies can apply the natural hedge to cancer products, in order to deal with the challenge of longevity risk.

Keywords: Longevity Risk, Natural Hedge, Cancer Insurance, National Health Insurance Database, Big Data

目次

第一章 緒論.....	1
第一節 研究動機.....	1
第二節 研究目的.....	3
第二章 文獻探討與研究方法.....	4
第一節 長壽風險與因應策略.....	4
第二節 自然避險策略.....	6
第三節 研究方法.....	8
第三章 長壽風險之模擬分析.....	15
第一節 模擬基礎假設.....	15
第二節 觀察長壽風險現象.....	21
第三節 自然避險效果.....	29
第四章 以健保資料庫資料推估癌症發生率、死亡率.....	34
第一節 健保資料庫介紹.....	34
第二節 發生率之研究.....	37
第三節 癌症死亡判定.....	41
第四節 死亡率修勻.....	44
第五章 實證分析.....	52
第一節 長壽風險之現象.....	52
第二節 男性自然避險效果.....	54
第三節 女性自然避險效果.....	58
第六章 結論與建議.....	62
第一節 結論.....	62
第二節 研究限制與未來建議.....	64
參考文獻.....	66
附錄.....	69

表目錄

表 1-1、台灣長年期健康保險損失率	2
表 2-1、死亡率減半對壽險商品成本之影響	7
表 4-1、健保資料庫資料概況	35
表 4-2、各年度癌症病患死亡誤判人數	44
表 4-3、各年度癌症病患死亡誤判比例	44
附表 1、男性癌症病患死亡誤判人數（退保）	69
附表 2、女性癌症病患死亡誤判人數（退保）	69
附表 3、男性癌症病患死亡誤判人數（死亡註記+一年未就醫）	70
附表 4、女性癌症病患死亡誤判人數（死亡註記+一年未就醫）	70



圖目錄

圖 3-1、男性癌症發生率比較（原始發生率與 Whittaker 修勻法）	17
圖 3-2、女性癌症發生率比較（原始發生率與 Whittaker 修勻法）	18
圖 3-3、男性癌症發生率 Gompertz Law 推估	19
圖 3-4、女性癌症發生率 Gompertz Law 推估	19
圖 3-5、修勻後之癌症發生率	20
圖 3-6、發生率變動對 30 歲男性罹癌給付之影響	23
圖 3-7、發生率變動對 30 歲男性死亡給付之影響	23
圖 3-8、發生率變動對 30 歲男性精算現值之影響	23
圖 3-9、死亡率變動對 30 歲男性罹癌給付之影響	25
圖 3-10、死亡率變動對 30 歲男性死亡給付之影響	25
圖 3-11、死亡率變動對 30 歲男性精算現值之影響	25
圖 3-12、費率變動對 30 歲男性精算現值之影響	27
圖 3-13、費率變動對 30 歲女性精算現值之影響	27
圖 3-14、男性費率變動對防癌險精算成本之影響	29
圖 3-15、女性費率變動對防癌險精算成本之影響	29
圖 3-16、男性死亡給付對精算成本變動之影響	31
圖 3-17、女性死亡給付對精算成本變動之影響	31
圖 3-18、30 歲男性各費率變動情形下死亡給付對精算成本變動之影響	33
圖 3-19、30 歲女性各費率變動情形下死亡給付對精算成本變動之影響	33
圖 4-1、癌症新發生人數比較	38
圖 4-2、癌症新發生率比較	38
圖 4-3、發生率 SMR 比較	40
圖 4-4、LC Model 平均癌症發生率	41
圖 4-5、LC Model 癌症發生變化率	41

圖 4-6、男性癌症病患死亡人數比較	43
圖 4-7、女性癌症病患死亡人數比較	43
圖 4-8、男性各年度罹癌死亡率之比較	45
圖 4-9、女性各年度罹癌死亡率之比較	45
圖 4-10、男性罹癌死亡率比較	47
圖 4-11、女性罹癌死亡率比較	47
圖 4-12、男性非罹癌死亡率比較	48
圖 4-13、女性非罹癌死亡率比較	48
圖 4-14、死亡率 SMR 比較	49
圖 4-15、LC Model 平均罹癌死亡率	50
圖 4-16、LC Model 罹癌死亡變化率	50
圖 4-17、LC Model 平均非罹癌死亡率	50
圖 4-18、LC Model 非罹癌死亡變化率	51
圖 5-1、癌症發生率、罹癌死亡率與非罹癌死亡率之比較	53
圖 5-2、癌症發生率、罹癌死亡率與非罹癌死亡率之每年變動率比較	54
圖 5-3、30 歲男性費率變動對精算成本之影響	55
圖 5-4、50 歲男性費率變動對精算成本之影響	56
圖 5-5、70 歲男性費率變動對精算成本之影響	56
圖 5-6、長壽風險對於男性商品年期之影響	57
圖 5-7、長壽風險對於男性商品年期之影響(死亡給付 1.2 倍)	58
圖 5-8、30 歲女性費率變動對精算成本之影響	59
圖 5-9、50 歲女性費率變動對精算成本之影響	59
圖 5-10、70 歲女性費率變動對精算成本之影響	59
圖 5-11、長壽風險對於女性商品年期之影響	60

第一章 緒論

第一節 研究動機

隨著醫療科技進步以及環境衛生改善，人們的存活時間有越來越長的趨勢。根據聯合國世界衛生組織（WHO；World Health Organization）的定義，65歲以上人口比例達到總人口的7%即為「高齡化社會」，達到14%為「高齡社會」、20%以上則為「超高齡社會」。我國人口已於1993年符合「高齡化社會」的標準，而目前65歲以上人口比例已超過13%（2017年5月為13.49%）¹，預計在2018年超過14%，達到「高齡社會」、2026年達到「超高齡社會」之標準²。

高齡人口的比例逐年增加，可以顯示我國於平均壽命上的成長。根據內政部統計處的統計結果，我國男性之平均壽命於民國95年為74.86歲，至104年達到77.01歲，而女性之平均壽命在民國95年至104年十年之間亦從81.41歲成長至83.62歲³。平均壽命的延長固然是件好事，但若是於財務之準備跟不上壽命延長之情況下，就可能產生風險，亦即長壽風險。

所謂的長壽風險，簡單來說就是「實際壽命超過財務準備」所衍生的風險，換句話說就是「活得太老，但儲蓄太少」。長壽風險早在20世紀就開始有人在討論，而隨著壽命延長現象在世界各國越來越普及，長壽風險已經是現今討論度最大的議題。長壽風險不僅影響一般民眾，對於保險公司經營方面可能造成財務損失的增加；另外，也可視為保險公司於商品設計上之費率風險的一種，尤其以年金險與長期照護險之影響最顯著。

¹ 參考內政部統計處網站：<http://www.moi.gov.tw/stat/>

² 參考國家發展委員會「中華民國人口推估（105至150年）」

³ 參考內政部統計處網站：<http://www.moi.gov.tw/stat/>

另一方面，隨著我國壽命之延長，存活至退休年齡或 65 歲以上（或稱為高齡），已經是一般民眾的共識，如何安排退休後的生活成為近年國人的重要課題。除了經濟需求、生活照護外，高齡人口在健康醫療上也需要投入更多資源，從近年來中高齡醫療保健相關商品熱賣，可見國人對於醫療的重視，而且由於健保支出逐年攀升，預期人口老化會使得健保給付更加侷限，未來民眾的自費就醫金額也會日漸上升。隨著醫療需求的增加，健康型保險商品的市場將會擴大，但其中也隱含保險公司的經營危機，像是健康險商品本身也會有長壽風險的疑慮。表 1-1 列出民國 101-104 年台灣長年期健康保險各保單年度之損失率，可以發現第一年度皆達到 30% 以上，保單年度超過 15 年以上，損失率更超過 70%，若加入保險公司的營運及行政等成本，長年期健康險似乎存在長壽風險，亦即年期愈長、負擔愈沈重。

表 1-1、台灣長年期健康保險損失率

(單位：%)

保單年度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11~14	15+
101	30	38	43	39	44	54	57	55	60	63	67	74
102	33	37	37	39	39	48	53	54	52	55	66	76
103	35	43	44	44	45	45	46	55	57	54	61	79
104	36	41	45	45	45	46	44	48	53	63	62	76

註：長年期健康保險損失率=保險理賠給付/危險純保費；本資料來自保發中心「長年期健康保險保單年度損失率」

根據衛福部公布之民國 104 年台灣十大死因，惡性腫瘤連續三十四年蟬聯十大死因之首，占有死亡人數的 28.6%⁴，此外，衛福部健保署統計，民國 100 年至 104 年癌症醫療費用從 699 億元增加至 815 億元，顯示我國對於癌症相關之醫療成本正快速成長中，反映的是保險公司防癌險相關商品的理賠率更

⁴ 參考衛生福利部網站：<http://www.mohw.gov.tw/mp-1.html>

是有超過 100% 的情況發生⁵。長壽風險對於保險公司，並不僅僅影響年金商品的範疇，對於健康保險，特別是針對具有癌症保障之商品影響更為劇烈。

第二節 研究目的

長壽風險的議題一般常見於壽險商品的討論，鮮少針對健康險之長壽風險之研究。因此，本文以癌症保險為研究之目標，觀察長壽風險在癌症保險之現象，並討論因應策略，給予保險公司建議，預期可減少長壽風險對其經營上之影響，並使得保戶獲得更大的保障。

此外，本文以健保資料庫為基礎，來估計癌症相關之發生率與死亡率，並透過修勻方法使其更接近真實狀況，進一步的對癌症保險進行實證分析，反映真實現象。台灣的全民健康保險制度為納保率高之社會保險制度，可以充分表現我國國人的健康與罹病狀況，本文使用健保資料庫作為研究資料更可確保分析之品質。

本文於第二章回顧相關之文獻，探討本文所採用因應長壽風險策略之方法，並說明本文研究上所使用之方法，包含發生率與死亡率之修勻；第三章模擬癌症發生率與死亡率之變動來觀察長壽風險之現象；第四章透過健保資料庫之資料來研究癌症發生率、罹癌死亡率與非罹癌死亡率；第五章藉由前章整理之發生率與死亡率做出實證結果，觀察本文所使用之長壽風險因應策略是否有效；第六章提及本文之結論與研究限制，以及後續研究之建議與方向。

⁵ 現代保險新聞網 (2014.06.01) : <http://www.rmim.com.tw/news-detail-161>

第二章 文獻探討與研究方法

本章節將回顧過往針對長壽風險之因應對策，而因應之策略大致可分為三類：資本市場移轉方法、死亡率預測效果之改善以及公司內部自我保險方法。而本文將以自然避險策略作為本研究的研究重心，透過自然避險策略來規避長壽風險對防癌險之影響。而最後，本章將介紹本研究所使用之研究方法，包含發生率、死亡率之定義及修勻方法。

第一節 長壽風險與因應對策

長壽風險主要指的是個人或群體未來實際平均壽命高於預期之平均餘命所帶來之風險。長壽風險影響的對象非常廣，最先受到影響的是一般民眾，簡單來說就是壽命延長造成之額外支出遠超過自身所累積之財富，而面對這樣的長壽風險或老年風險，通常的解決方式是透過參與退休金制度來取得老年生活之收入來源，普遍的退休金制度分為三個層次，第一層為政府的強制性社會保險，主要提供基本生活所需；第二層則是一般熟知的公保、勞保、勞退及公教退撫金等；而最後一層則是自願性之商業保險與儲蓄，商業保險部分通常購買年金險、健康險來維持老年生活之開銷，也因此，長壽風險由個人轉移至退休金提供者如政府或保險公司。

隨著壽命延長現象的普及，長壽風險的議題越來越多人討論，在過去的文獻中，已有許多學者提出保險公司針對長壽風險之因應之道，來降低長壽風險對保險公司經營造成之影響。過去所提出的方法大致可以分為三類，第一類為資本市場移轉方法，第二類為死亡率預測效果之改善，第三類則為公司內部自我保險方法。

資本市場移轉方法為透過資本市場取得承保能量來轉移風險，主要作法是藉由發行新金融商品，將保險公司可能面臨之長壽風險移轉到資本市場，將長壽風險分散給投資人承擔，此類的方向包含 Cox and Lin (2005) 及 Dowd (2003) 提出之死亡率證券化 (Mortality Securitization)，壽險公司將年金險或退休金商品之死亡率變動風險透過證券化的方式轉移給金融市場中之投資者；Blake and Burrows (2001) 提出之生存債券 (Survivor Bond)，將債券之利息支付金額連結特定族群之生存人數；Dowd et al. (2006) 提出之生存交換契約 (Survivor Swaps)，將交換契約之標的與生存人數等，這些研究都建議保險公司可以將其承受的風險轉移到資本市場上分散。此類方法的優點在於長壽風險證券化將再保險容量從原來保險業內部擴大到外部之資本市場，而缺點則有透明度差、運作成本高及有違約風險等。第二類方法死亡率預測效果之改善，為學者們透過精算統計之方法，並結合死亡率模型之配適，提供壽險公司更加準確並更符合現實條件假設下之死亡率預測方法。然而，此類方法在進行模型配適的過程中，常會受到模型參數的不確定性或模型特性等影響，產生預估之誤差，與真實死亡率改善狀況有些許偏差。第三類做法是保險公司透過公司內部商品特性自行規避掉長壽風險影響，此類的作法主要是根據 Cox and Lin (2007) 提出之自然避險策略 (Natural Hedging Strategy)，透過商品內或商品間之特性互相影響，來達到規避長壽風險之影響；另外還有 Wang et al. (2010) 提出之免疫理論方法 (Immunization Theory Approach)，透過存續期間配適策略來規避長壽風險。此類方法的好處在於存在較低的交易成本並且保險公司不需透過流動市場進行交易。

經過探討各種長壽風險之因應策略後，本文認為自然避險策略或許在健康險之長壽風險議題上，為一較容易執行之因應策略，因此本研究將透過商品之設計，將自然避險策略用於商品內部，觀察該策略的執行成效與面對長壽風險之規避程度。

第二節 自然避險策略

Cox and Lin (2007) 的研究發現死亡率變動對壽險商品與年金商品的精算價值呈現反向的影響，因此當保險公司同時販售壽險及年金險商品時，不論是在死亡率改善或是死亡率惡化的情形下，皆能透過此反向變動關係使其現金流量受到死亡率變動之影響互相抵消，達到自然避險的效果。

自然避險策略可以使用在商品之間或是商品內。商品間之自然避險策略主要是透過同時販售壽險商品與年金商品來達到死亡率變動風險之消弭，當死亡率降低時，年金商品會產生成本低估之現象而使保險公司面對死差損；反之，對於壽險商品，則因為死亡率降低而產生了死差異，在一消一長的過程中，透過商品之間對於死亡率之影響方向相反的情況下，將長壽風險對保險公司之影響規避。

而此類的作法並不僅限於商品與商品間產生自然避險效果而規避長壽風險之影響，亦可透過商品設計使單一商品內即可自己達到自然避險之效果，例如包含死亡給付及生存給付之生死合險 (Endowment Insurance)。表 2-1 說明自然避險之效果，在使用第五回經驗生命表，以 2% 之預定利率來分別計算 25 歲男性及女性之終身壽險、20 年期定期壽險以及 20 年期生死合險之精算現值，若是將死亡率變為原本之二分之一，針對終身壽險，男性精算現值下降了 21.37%、女性則下降了 17.22%；20 年期定期壽險分別下降了 49.91% 及 49.97%；而生死合險只下降了 0.80% 及 0.30%，幾乎不受死亡率變動造成之影響。

表 2-1、死亡率減半對壽險商品成本之影響

男性	原先	減半	下降比例	女性	原先	減半	下降比例
終身險	0.0112	0.0089	0.2137	終身險	0.0093	0.0077	0.1722
20年期定期險	0.0015	0.0008	0.4991	20年期定期險	0.0006	0.0003	0.4997
20年期生死合險	0.0410	0.0407	0.0080	20年期生死合險	0.0406	0.0405	0.0030

一般自然避險策略主要用於壽險與年金商品之間，而尚未有用在健康險的例子。然而 Yue et al. (2017) 的研究發現，長壽風險的現象導致癌症發生率上升、死亡率下降的趨勢。本文認為根據這樣的關係，倘若於防癌險中包含了罹癌給付與死亡給付，在長壽風險的現象下，罹癌給付將會隨著癌症發生率上升而成本上升；死亡給付則會隨著罹癌死亡率與非罹癌死亡率下降而成本下降，因此，是否會產生如同生死合險之自然避險效果，使長壽風險在防癌險商品內部自行規避，即為本文主要研究之方向。

與生死合險只要考慮死亡率變動對商品各給付之間帶來之影響不同的是，在考量健康險商品的自然避險策略時，需同時觀察發生率變動與死亡率變動，而由於該兩者的變動幅未必相同，分別對於各給付帶來之影響幅度亦未必相同，因此，在影響幅度不同的情況下，要達到自然避險的效果，即發生率上升造成成本上升之幅度與死亡率下降造成成本下降之幅度相同，可能須調整兩種給付之保險金額，針對變動幅度較小的給付內容給予較高之保險金額來產生自然避險之效果。

第三節 研究方法

本文利用全民健保資料庫為實證資料來源，從重大傷病普查檔計算出癌症發生率、癌症盛行率以及罹癌死亡率等結果，來加以計算保險的成本，本文的發生率、盛行率以及死亡率計算公式如下：

一、發生率：

在流行病理學中，發生率之定義為一段期間內所新增的病例人口除以所有暴露人口，即觀察具有潛在風險的一群人，在經過一段時間後，確實有發生該事件的人口比例，因此我們在計算發生率時必須將時間因素納入考量（王培東，2006）。本文計算癌症發生率的定義如下：

$$I_x(t) = \frac{N_x(t)}{l_x(t) - K_x(t)} \quad (2.1)$$

其中，

$I_x(t)$ ：表示 t 年 x 歲至 x+1 歲癌症發生率

$N_x(t)$ ：表示 t 年 x 歲至 x+1 歲新增罹患癌症人數

$l_x(t)$ ：表示 t 年 x 歲至 x+1 歲人口數

$K_x(t)$ ：表示 t 年 x 歲至 x+1 歲已罹患癌症人數

二、盛行率：

在流行病理學中，盛行率之定義為一段期間內已罹病人數除以所有母體人數，然而，其只能表示靜止的狀態，顯示現在人口中有多少人得病，只要是在觀察時已得病而仍存活者皆包含在內，無法觀察人口之變動狀況（王培東，2006）。本文計算癌症盛行率的定義如下：

$$P_x(t) = \frac{K_x(t)}{l_x(t)} \quad (2.2)$$

其中，

$P_x(t)$ ：表示 t 年 x 歲至 x+1 歲癌症盛行率

三、癌症死亡率：

死亡率一般定義為在固定時間內死亡的人數除以所有母體人數，可以觀察單位時間內人口減少的速度。本文計算癌症死亡率的定義如下：

$$D_x(t) = \frac{d_x(t)}{l_x(t)} \quad (2.3)$$

其中，

$D_x(t)$ ：表示 t 年 x 歲至 x+1 歲癌症死亡率

$d_x(t)$ ：表示 t 年 x 歲至 x+1 歲癌症死亡人口數

四、罹癌死亡率：

本研究另須了解罹患癌症之病患的死亡風險，觀察罹癌病患在未來 1 年死亡的機率，因此定義罹癌死亡率如下：

$$D_x^s(t) = \frac{d_x(t)}{K_x(t)} \quad (2.4)$$

其中，

$D_x^s(t)$ ：表示 t 年 x 歲至 x+1 歲罹患癌症後之死亡率

此外，本文在使用以上計算之發生率、盛行率與死亡率時，由於各個年齡組的暴露數與觀察值會有所不同，造成這些率產生震盪，影響使用的準確性，因此，本研究使用了幾種修勻方法，將這些率變得更平滑，更符合預期。以下介紹本文修勻方法：

一、Whittaker 修勻法

Whittaker 修勻法最初由 Whittaker (1923)首創，Henderson (1924, 1925)改良，因此亦稱為 Whittaker-Henderson 修勻法。該修勻法兼顧適度性(Fit)以及平滑性(Smoothness)，不只要求各年齡修勻直之間的平滑性，亦考慮了各年齡修勻直的適度性。所謂適度性，代表修勻值與觀察值之間的差異，即修勻的幅度；平滑性則代表修勻值是否平滑，即修勻後的死亡率是否符合過去經驗。模型如下：

$$M = F + hS = \sum_{x=1}^n w_x (v_x - u_x)^2 + h \sum_{x=1}^{n-z} (\Delta^z v_x)^2 \quad (2.5)$$

其中，

F：適度性函數

S：平滑性函數

u_x ：x 歲之原始觀察值（率）

v_x ：調整過後之 x 歲觀察值（率），即 u_x 之修勻值（率）

w_x ：x 歲之加權數，一般定為 x 歲之總人口數

n：樣本數，通常為修勻的年齡組別

h：決定平滑性和適度性權重之參數，h 越大，考量平滑性權重越高

z： Δ^z 為第 z 次差分(Difference)，通常選擇 2、3、4，本文選擇 3

找出使 (2.5) 式最小的 v_x ，即為 Whittaker 修勻值。由於此修勻法並未參考大區域的資料，對於人口數較少的小區域來說，後續介紹之 Whittaker Ratio 修勻法，為一較適合之方法。

二、核(Kernel)修勻法

核修勻法在統計的應用多與估計密度函數有關，主要是以各年齡為中心，根據選定的環寬與核函數，與鄰近年齡的率做加權平均。模型如下：

$$v_x = \left[\sum_{i=1}^n d_i K\left(\frac{x-x_i}{b}\right) / \sum_{i=1}^n e_i K\left(\frac{x-x_i}{b}\right) \right] \quad (2.6)$$

其中，

d_i ：x 歲觀察值

e_i ：x 歲暴露數觀察值

b：選定的環寬 (Bandwidth)

K：選定的核函數

本文選擇之核函數為常態型式。由於加入了暴露數的考量，Kernel 修正法如同 Whittaker 考量了各年齡間的變化，並依照暴露數調整參考的權重。

三、Gompertz Law

Gompertz Law 於 1825 年提出，認為人類的瞬間死亡率(Force of Mortality)會隨著年齡增加而呈現指數速度的成長，其公式如下：

$$\mu_x = BC^x, B > 0, C > 1 \quad (2.7)$$

其中， μ_x 表示 x 歲之瞬間死亡率。由於存活機率 p_x 滿足：

$$p_x = e^{-\int_x^{x+1} \mu_t dt} = e^{-\int_x^{x+1} BC^t dt} = e^{-BC^x(C-1)/\log C}$$

對 p_x 取對數後：

$$\log(-\log p_x) = \log B + \log(C + 1) - \log(\log C) + x \log C = \alpha + \beta x \quad (2.8)$$

其中，

$$\alpha = \log B + \log(C + 1) - \log(\log C)$$

$$\beta = \log C$$

經由加權最小平方法(WLS)可估計死亡率，即利用

$$\min_{\alpha, \beta} \sum_x w_x (\ln(-\ln p_x) - \alpha - \beta x)^2 \quad (2.9)$$

計算 α 和 β 的估計值，而加權的權數為各年齡總人口數，代回原式可得到 p_x ，藉由 $q_x = 1 - p_x$ 計算 x 歲的人在未來一年死亡的機率。

四、Partial SMR 修勻法

在流行病學中，標準死亡比(Standard Mortality Ratio, SMR)為一常用之比較標準，其定義為：

$$SMR = \frac{\sum_x d_x}{\sum_x e_x} \quad (2.10)$$

其中， d_x 為 x 歲觀察死亡數， e_x 為 x 歲期望死亡數。SMR即觀察死亡總數與期望總數的比值，當SMR等於1時表示兩者相同，當SMR大於（小於）1時表示觀察死亡總數較期望死亡總數多（少）。令小區域 x 歲死亡人數為 d_x ，當預期小區域死亡率可以參考大區域死亡率時，可將(2.10)式改寫為：

$$SMR = \frac{\sum_x d_x}{\sum_x n_x \cdot u_x^*} \quad (2.11)$$

其中， n_x 為小區域 x 歲人口數， u_x^* 為大區域 x 歲死亡率。當小區域死亡率在年齡間的變動與大區域相近時，SMR會是一個可靠的參考數值。

Lee (2003)考慮小區域與大區域間的死亡率比值，再加上SMR，提出Partial SMR的方法修勻小區域死亡率，令調整過後的死亡率

$$v_x = u_x^* \times \exp\left(\frac{d_x \times \hat{h}^2 \times \log(d_x/e_x) + (1-d_x/\sum d_x) \times \log(SMR)}{d_x \times \hat{h}^2 + (1-d_x/\sum d_x)}\right) \quad (2.12)$$

在修勻小區域死亡率之前，先選擇一個死亡率與小區域有相似性質的大區域，而 x 歲的修勻值 v_x 是在 x 歲的死亡率比值與SMR之間取得加權幾何平均所得之數值，式中的 \hat{h}^2 是異質性參數 h^2 的估計值，是在一些假設之下使誤差最小的估計值，詳細推導過程可參考Lee (2003)：

$$\hat{h}^2 = \max\left(\frac{\sum(d_x - e_x \times SMR)^2 - \sum d_x}{SMR^2 \times \sum e_x^2}, 0\right) \quad (2.13)$$

\hat{h}^2 越大表示小區域與大區域死亡率存在越大的異質性(Heterogeneity)。

當死亡數越少時修勻值參考大區域死亡率的比例越高，死亡數為 0 的時候修勻值會完全參考大區域，也就是 $SMR \times u_x^*$ ，可以看作大區域死亡率的平移。

五、Whittaker Ratio 修勻法

Whittaker Ratio 修勻法仍使用 Whittaker 修勻法，惟修勻的對象不是直接修勻死亡率，而是先將小區域與大區域的死亡率做比值，將該比值套入 Whittaker 修勻法進行修勻，所得到之修勻後比值再乘上大區域的死亡率，即為 Whittaker Ratio 修勻值。

六、Lee Carter 模型

這個模型由 Lee and Carter (1992) 提出，可用來估計死亡率，近年廣為應用於預測未來的死亡率，其模型如下：

$$\ln(m_{x,t}) = \alpha_x + \beta_x \kappa_t + \varepsilon_{x,t} \quad (2.14)$$

其中，

$m_{x,t}$: x 歲在 t 年的中央死亡率

α_x : x 歲的死亡率平均曲線

β_x : x 歲相對死亡率的變化率

κ_t : t 年死亡率強度的變化量

$\varepsilon_{x,t}$: 誤差項，服從常態分配

為了避免參數可能有無限多組解，因此增加了限制式 $\sum_x \beta_x = 1$ 和 $\sum_t \kappa_t = 0$ 。

Lee and Carter 將參數 κ_t 視為一隨機過程(Stochastic Process)，可由一個簡單的時

間序列模型求解參數 κ_t ，再藉由此時間序列模型預測未來的數值，其時間序列模型如下：

$$\kappa_t = \kappa_{t-1} - Z + e_t \quad (2.15)$$

其中， Z 表示平均遞減的常數， e_t 表示隨機誤差項。

估計參數有很多種方法，Lee and Carter(1992)提到可利用死亡人數和人口數找出 κ_t ，參數估計一般可透過奇異值分解法(Singular Value Decomposition, SVD)。



第三章 長壽風險之模擬分析

在本章，本文將使用官方資料來模擬長壽風險之現象，藉由觀察發生率與死亡率變動對防癌險之影響，來表示長壽風險對防癌險之影響，並且找出在各種情境下之合適的自然避險策略。而在之後的章節，將使用健保資料庫之資料進行實證之分析。

第一節 模擬基礎假設

本研究設定之商品，在給付方面分為兩大部分，其一為罹癌給付，被保險人罹患癌症時可獲得之給付；另外一項則為死亡給付，為被保險人死亡時可獲得之給付。在計算本商品精算成本前，本節將對計算費率所需之資料假設做出詳細的敘述，包含預定利率、罹癌發生率、非罹癌死亡率、罹癌死亡率等。

預定利率部分，本研究設定為 2%，此部分參考金管會發佈之 106 年壽險業新契約責任準備金利率表。⁶

在非罹癌死亡率部分，由於該資料取得不易，本研究假設非罹癌的觀察者死亡率等同全台人口死亡率，然而，此假設就一般情況來說會產生高估的狀況，因此，本研究選用壽險業第五回經驗生命表做為非罹癌死亡率之參考，透過保險業的揀選效果，其生命表死亡率會較全台人口低，減少前述高估現象。

⁶ 根據金管會發佈之「106 年壽險業各幣別保單適用之新契約責任準備金利率表」，新台幣繳費期間 6 年（含）以上、存續期間>20 之責任準備金利率為 2.00%。

在罹癌死亡率部分，根據過往的研究顯示，雖然各歲數之情況並不一致，然而平均而言，罹癌死亡率約為非罹癌死亡率之 7.5 倍。本文即以壽險業第五回經驗生命表之 7.5 倍作為罹癌死亡率之值。

在罹癌發生率部分，採用台灣癌症登記中心 2005-2007 年，三年平均五齡組癌症發生率，由於前述死亡率部分採用之壽險業第五回經驗生命表之終極年齡至 110 歲，而癌登之癌症發生率五齡組資料包含 0-4 歲、5-9 歲、10-14 歲至 80-84 歲、85 歲以上共 18 組，高齡部分之發生率缺乏完整資料，另一方面，該資料結果因觀察值少，出現震盪的情況，影響資料準確度，故本研究透過修勻方法將原始癌症發生率處理得平滑，並外插出高齡發生率，最後透過內插方式取得各年齡單齡癌症發生率。以下將詳細記述完整之修勻推估方法：

一、癌症發生率修勻

本文之癌症發生率修勻採用 Whittaker 修勻法，將原始癌症發生率利用參數 $z=3$, h =平均觀察值進行修勻，圖 3-1 與圖 3-2 分別為男性與女性修勻前後之癌症發生率，可以發現修勻之結果在低年齡層（20 歲以下）表現得較明顯，修勻後之癌症發生率更加平滑，更符合真實狀況。

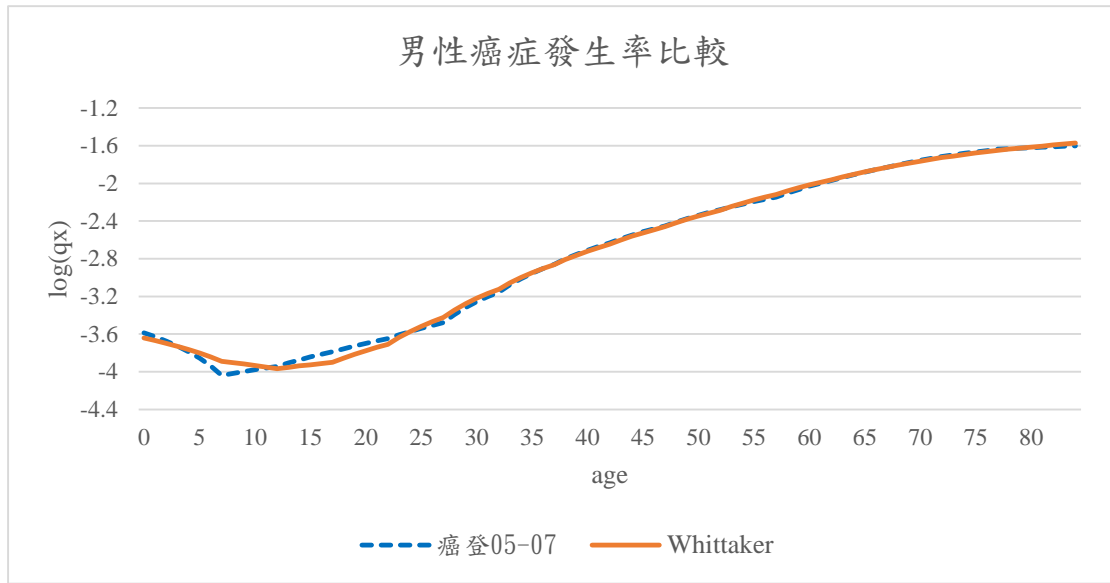


圖 3-1、男性癌症發生率比較（原始發生率與 Whittaker 修勻法）



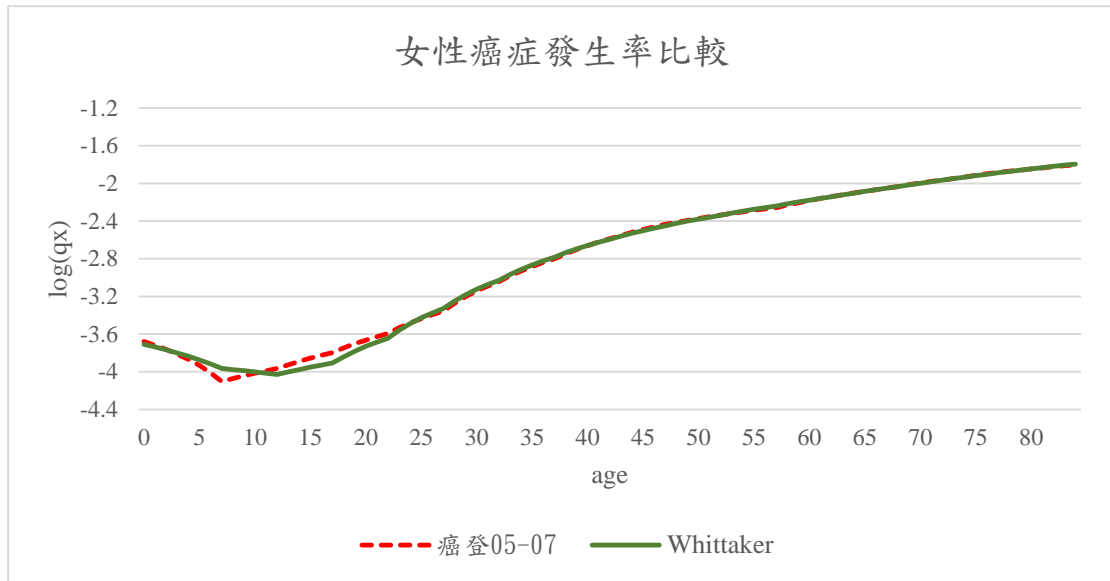


圖 3-2、女性癌症發生率比較（原始發生率與 Whittaker 修勻法）

二、高齡癌症發生率外插

高齡（85 歲以上）癌症發生率部分，本文採用 Gompertz Law 將原始發生率進行外插，針對原始資料選取的部分，本文選用了三個區段（40-84 歲、50-84 歲、60-84 歲）進行推估，於圖 3-3、圖 3-4 分別表示男性與女性之推估結果。從兩張表可發現，雖然 40-84 歲以及 50-84 歲這兩個區段所運用之觀察值較多，而 60-84 歲僅使用 5 個年齡組作為觀察點，可能會因觀察值過少而使修勻效果並沒有這麼好，但此一步驟主要是在推估高齡癌症發生率，以高齡之部分來看，使用 60-84 歲資料進行推估之結果是較接近原始資料，其他兩組資料之推估結果對於高年齡層來說是有高估之現象，為了避免過度修勻之情形發生，本文仍選用 60-84 歲之原始資料以 Gompertz Law 進行高齡癌症發生率推估。

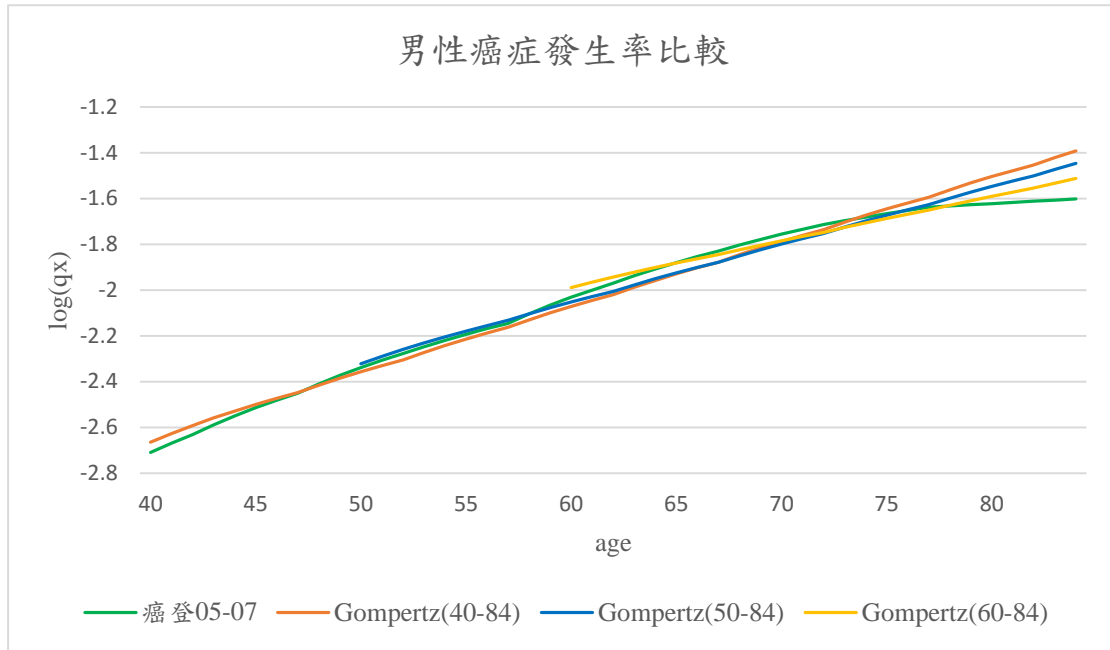


圖 3-3、男性癌症發生率 Gompertz Law 推估

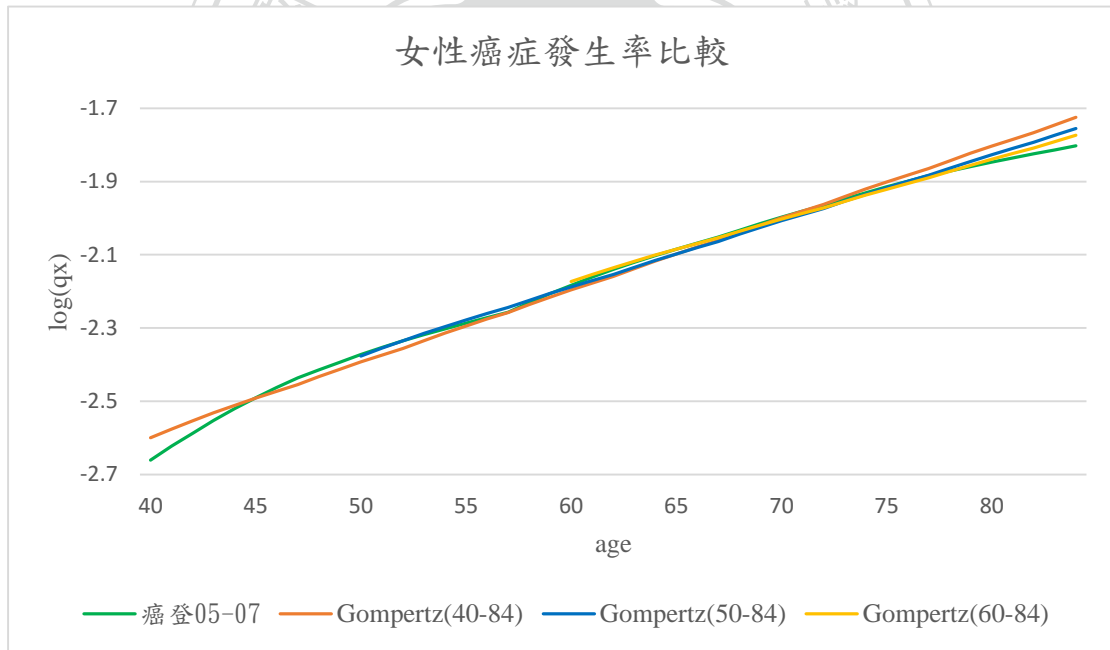


圖 3-4、女性癌症發生率 Gompertz Law 推估

三、修勻後癌症發生率

合併以上癌症發生率與高齡癌症發生率推估後，修勻後之癌症發生率於低年齡層使用 Whittaker 修勻法修勻後之癌症發生率，而高年齡層部分則

使用 Gompertz Law 修勻法推估之高齡癌症發生率，然而為了避免中間出現明顯斷層，本文以 60-84 歲之癌症發生率採用線性對接的方式取其兩種發生率結果之內差發生率連接兩部分，其計算式為：

$$q_x = \frac{x-60}{24} * Gom. q_x + \frac{84-x}{24} * Whi. q_x \quad (3.1)$$

圖 3-5 顯示修勻過後之男性及女性癌症發生率，比較男性與女性修勻後之癌症發生率，可以發現在大約 20 歲以前，男性之癌症發生率略高於女性；在約 20-45 歲之間，女性之癌症發生率反而略高於男性；而在 45 歲以上，男性之癌症發生率則明顯高過女性。

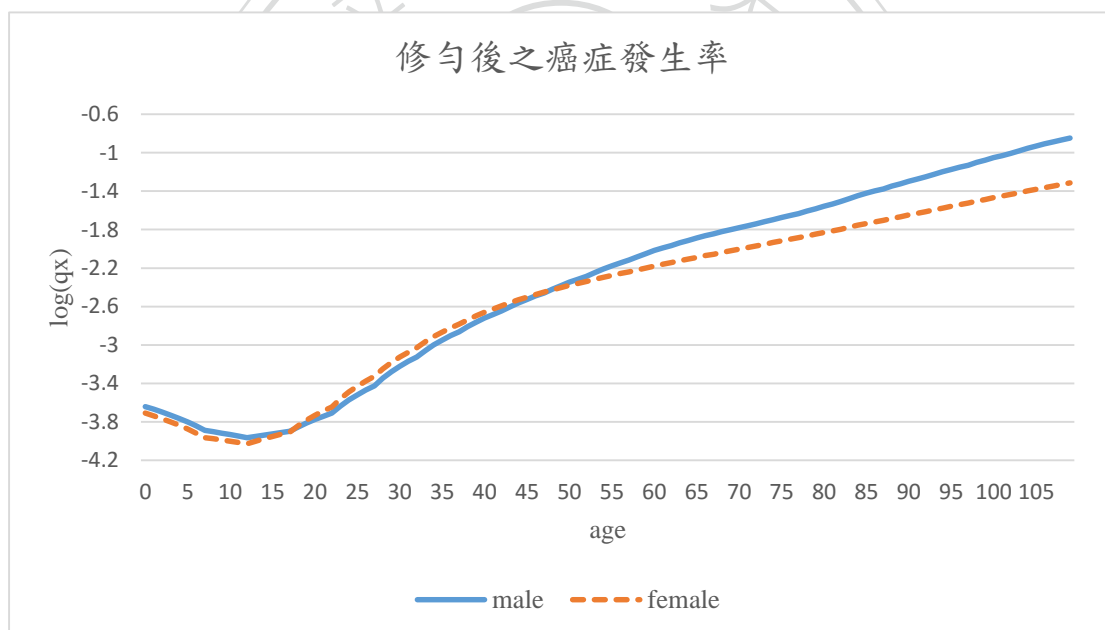


圖 3-5、修勻後之癌症發生率

另外，商品之罹癌給付與死亡給付之保額為相等，並且設定在給予罹癌給付後，仍有領取死亡給付之保障。商品之精算現值公式如下：

(一)、 罹癌給付：

$$\sum_{k=0}^{\infty} {}_k p_x \cdot {}_k p_x^* \cdot q_{x+k}^* \cdot v^{k+1} \quad (3.2)$$

其中，

${}_k p_x$ ：表示 x 歲未罹癌的人存活 k 年之機率

${}_k p_x^*$ ：表示 x 歲的人至存活 k 年皆未罹癌之機率

q_{x+k}^* ：表示 $x+k$ 歲的人罹癌之機率

v ：為折現因子

(二)、 未罹癌之死亡給付：

$$\sum_{k=0}^{\infty} {}_k p_x {}_k p_x^* q_{x+k}^* v^{k+1} \quad (3.3)$$

其中，

q_{x+k} ：表示 $x+k$ 歲未罹癌的人死亡之機率

(三)、 罹癌之死亡給付：

$$\sum_{i=0}^{\infty} \sum_{j=0}^{\infty} {}_j p_x {}_j p_x^* q_{x+j}^* {}_i p'_{x+j} q'_{x+j+i} v^{j+i+1} \quad (3.4)$$

其中，

${}_i p'_{x+j}$ ：表示 $x+j$ 歲已罹癌的人存活 i 年之機率

q'_{x+j+i} ：表示 $x+j+i$ 歲已罹癌的人死亡之機率

第二節 觀察長壽風險現象

由於長壽風險的存在，根據 Yue et al. (2017) 的研究結果，可預期癌症發生率將會上升，而罹癌死亡率與非罹癌死亡率將會下降。本節將根據上節之假設，計算出含罹癌給付與死亡給付之保險商品精算現值，並透過發生率與死亡率的變動調整，與發生率、死亡率皆不變動的情況比較，觀察長壽風險對防癌險之影響。

首先，觀察發生率變動對精算現值帶來之影響，圖 3-6 顯示假設發生率每年增加 2% 之情況下，與發生率不變動比較，觀察對 30 歲男性終身防癌險罹癌給付部分之影響，其中，圖中之值代表各保單年度成本。可以發現罹癌給付會較發生率不變動還來的大，其中大概在第 40 保單年度左右差距最大，而在高齡部分精算現值會產生發生率上升反而比發生率變動小的情況，推論是由於發生率上升使得罹患癌症的時間點提前，造成後期雖然罹癌的機率高，但相對來說要到該時間點還未罹癌的機率卻大幅降低，而產生此結果。

圖 3-7 則顯示對死亡給付的影響，可以發現發生率上升對死亡給付產生提早發生的現象，推論是由於罹癌死亡率較非罹癌死亡率高，而發生率上升會促使罹癌死亡狀況提前發生，而導致死亡給付提前。

圖 3-8 整合兩種給付，觀察發生率上升對防癌險之精算現值影響，發現大約以第 50 保單年度為基準，前期產生精算現值增加之情況，而後期則為減少，整體而言，發生率上升對防癌險之精算現值會產生提早發生之效果，並且使精算現值略為增加。

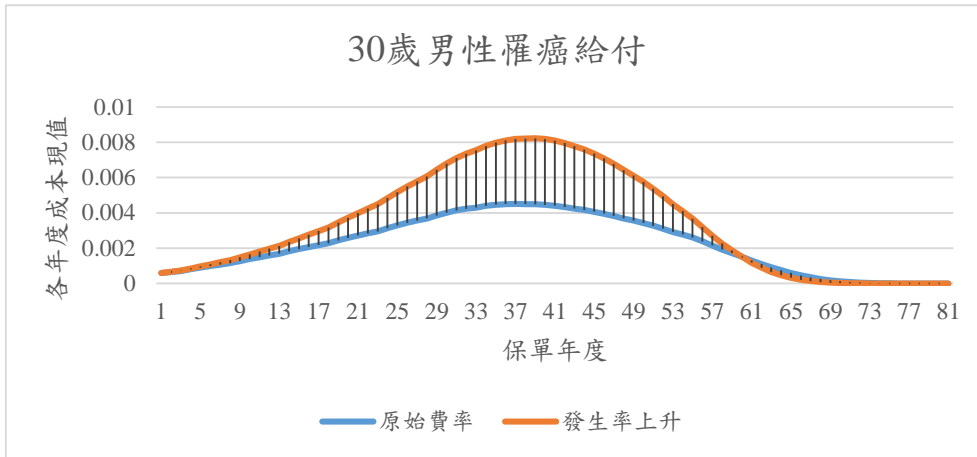


圖 3-6、發生率變動對 30 歲男性罹癌給付之影響

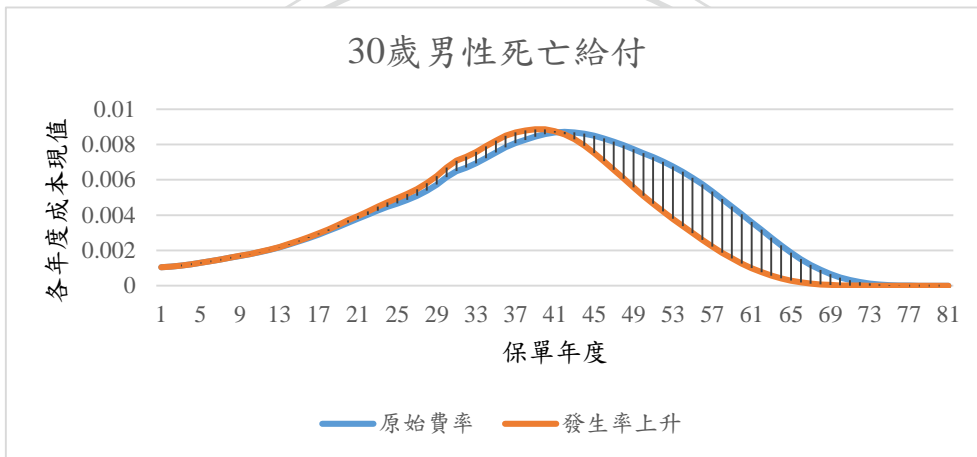


圖 3-7、發生率變動對 30 歲男性死亡給付之影響

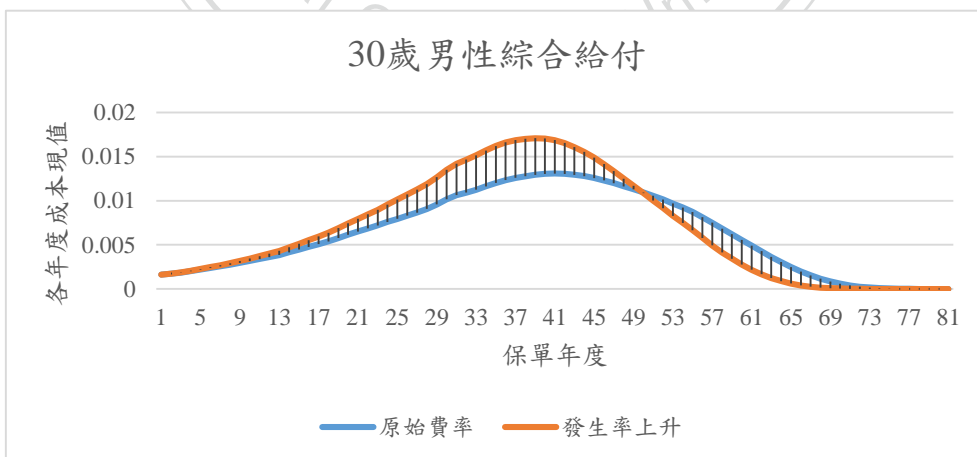


圖 3-8、發生率變動對 30 歲男性精算現值之影響

接著觀察死亡率下降對精算現值帶來之影響，圖 3-9 顯示假設死亡率每年減少 2% 之情況下，與死亡率不變動比較，觀察對 30 歲男性終身防癌險罹癌給付部分之影響，可以發現會造成精算現值上升之情況，尤其以中後期更加明顯，推論死亡率下降造成人們活得越長，因此有更多機會罹患癌症，而在後期，死亡率大幅下降，加上高齡罹癌機率高之綜合影響下，會顯得精算現值大幅上升。圖 3-10 則顯示對死亡給付的影響，可以發現死亡率下降會使得死亡給付現值減少，然而在高齡則出現死亡給付現值反而增加之情況，推論死亡率下降會產生死亡給付延後發生之現象，人們可以活得更長，死亡給付在後期會發生的機率增加。圖 3-11 綜合罹癌給付與死亡給付，觀察死亡率下降對 30 歲男性終身防癌險現值之影響，發現死亡率下降會使精算現值延後發生，並略微下降。



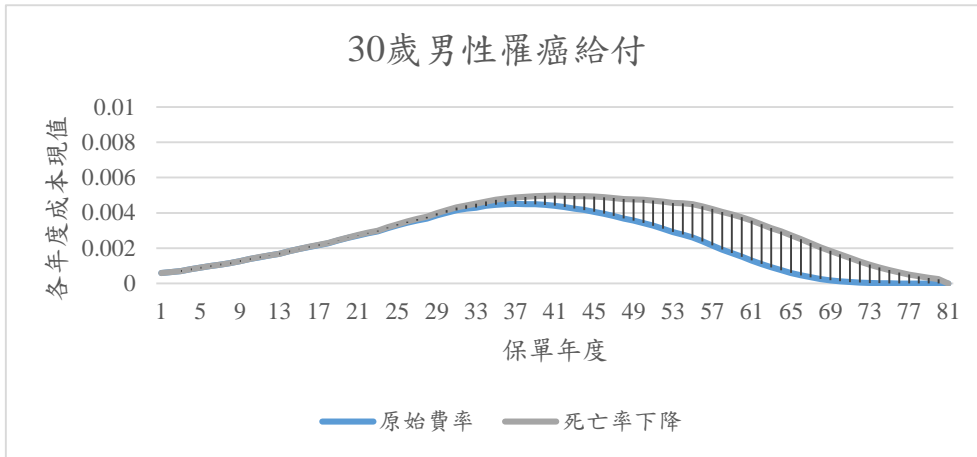


圖 3-9、死亡率變動對 30 歲男性罹癌給付之影響

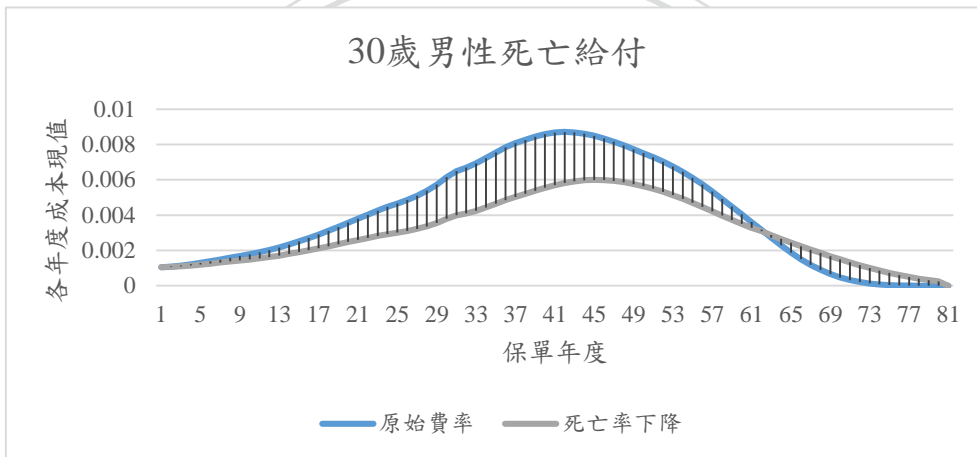


圖 3-10、死亡率變動對 30 歲男性死亡給付之影響

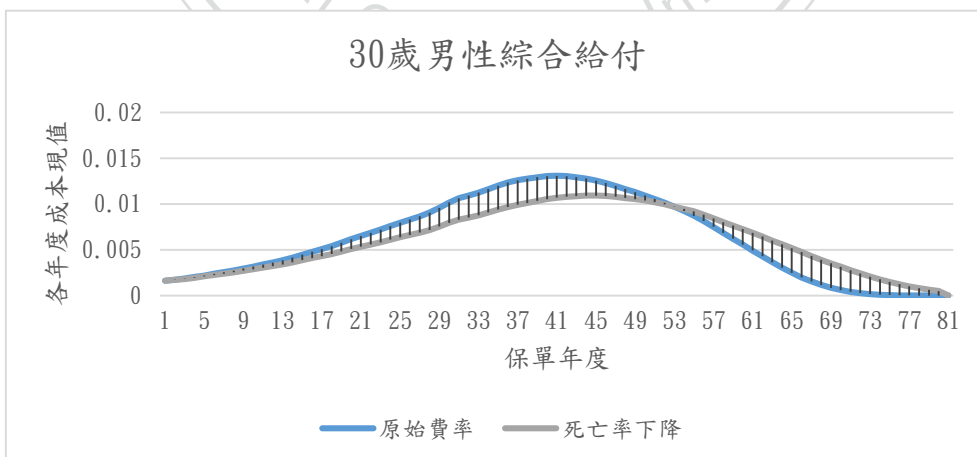


圖 3-11、死亡率變動對 30 歲男性精算現值之影響

最後，觀察發生率與死亡率皆變動對精算現值帶來之影響，圖 3-12 顯示假設發生率每年增加 2%、死亡率每年減少 2% 之情況下，與發生率、死亡率皆不變動比較，觀察費率變動對 30 歲男性終身防癌險精算現值之影響，亦即長壽風險會防癌險之成本影響。根據上述，發生率變動會產生提前給付之情形，死亡率變動則會產生延後給付之狀況，本文認為會產生中和效應，發生率與死亡率之間之變動會產生自然避險之效果，彼此抵消對防癌險商品成本之影響。然而由圖 3-12 可發現自然避險之效果有產生，但並不足以互相抵消，發生率變動之影響較為明顯，而導致防癌險面對長壽風險仍有低估成本之情形發生。圖 3-13 顯示費率變動對 30 歲女性終身防癌險精算現值之影響，可以發現低估之情況更加嚴重，顯示長壽風險對女性之防癌險影響更劇。

此外，亦可觀察長壽風險對不同年期商品之影響，由圖 3-12 觀察男性之狀況，可以發現隨著保障年期的增加，成本低估之狀況越來越嚴重，大約 60 年期之商品達到最嚴重之低估。

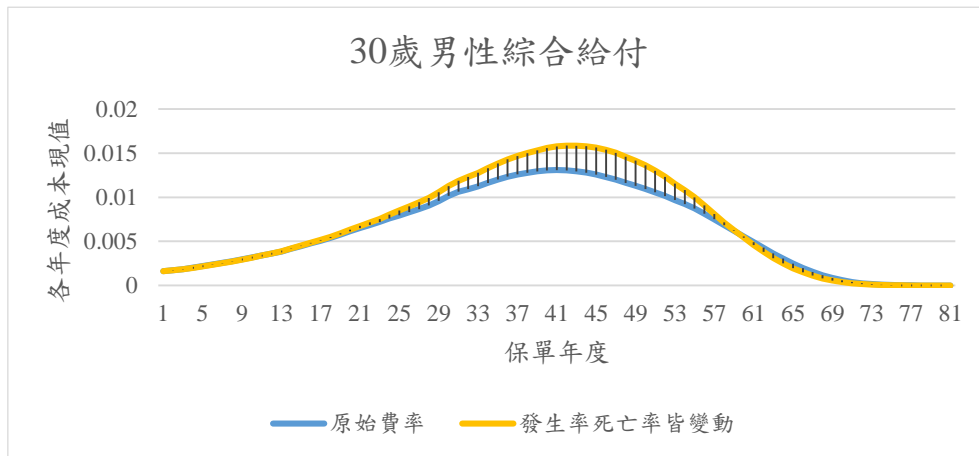


圖 3-12、費率變動對 30 歲男性精算現值之影響

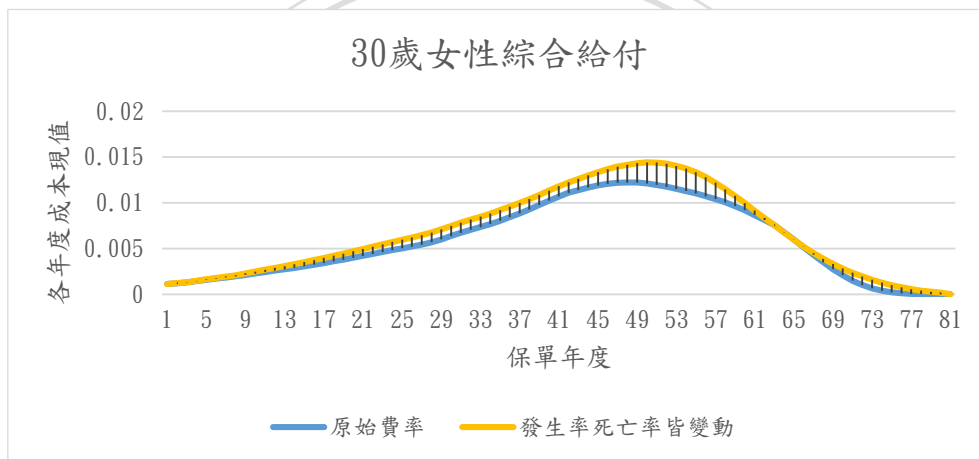


圖 3-13、費率變動對 30 歲女性精算現值之影響

另外，本文模擬了不同年齡（30、40、50、60、70 歲），在不同費率變動幅度（0、0.5、1、1.5、2、2.5、3%）下之影響。圖 3-14 及圖 3-15 分別顯示男性與女性終身防癌險之結果，數值部分為費率變動下之精算成本除以費率不變動之精算成本。以 30 歲男性為例，當費率變動幅度為 2% 時，其精算成本增加了約為 12.18%，顯示其中存在長壽風險，並可觀察當費率變動幅度越大時，其精算成本越高，同為 30 歲男性，當費率變動幅度提升為 3% 時，其精算成本增加幅度約為 23.64%，另一方面，越年輕影響越劇，50 歲男性，費率變動幅度為 3% 時，精算成本增加幅度僅為 6.92%，70 歲男性則僅增加約 0.75%。而女性的部分則呈現相同之狀況，然而長壽風險對女性影響較男性嚴重，30 歲女性，費

率變動幅度為 2% 時，精算成本增加超過 15%；費率變動幅度為 3% 時，增加幅度將近 30%。



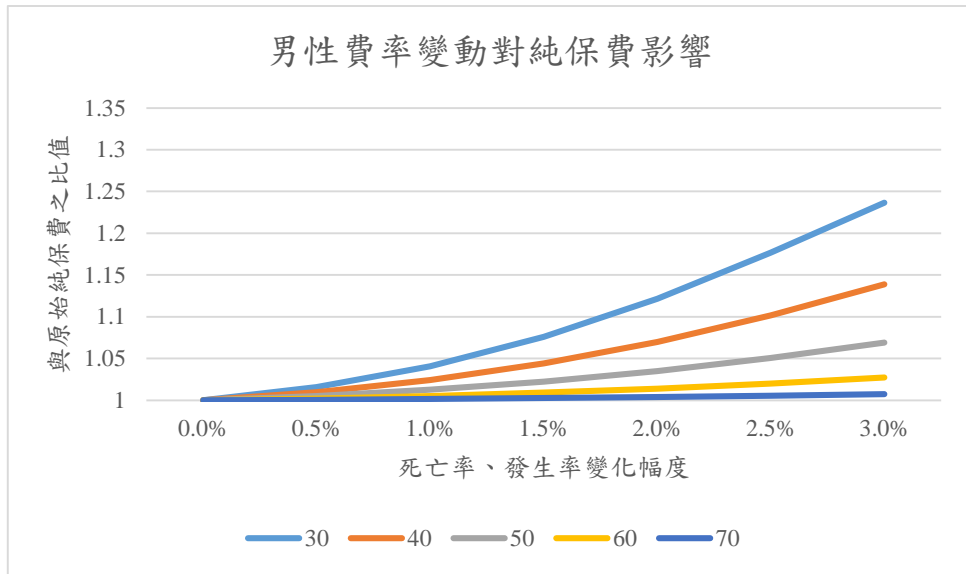


圖 3-14、男性費率變動對防癌險精算成本之影響

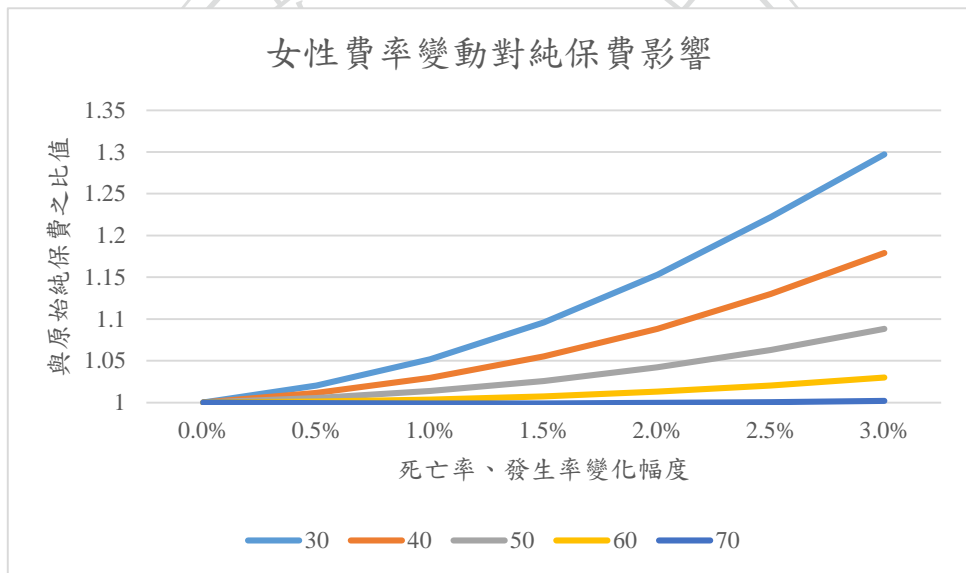


圖 3-15、女性費率變動對防癌險精算成本之影響

第三節 自然避險效果

上節提到由於發生率變動對精算成本之影響較大，而產生精算成本低估之情況發生，本節將試著藉由增加死亡給付保額來增加死亡率下降對精算成本之

影響，藉此觀察死亡給付達到罹癌給付之多少倍才能有效產生自然避險之效果。

首先觀察發生率變動與死亡率變動固定為 2% 時，上節提及在 2% 之變動下，長壽風險對男性及女性都會產生超過 10% 之精算成本增加之情況。圖 3-16 顯示男性死亡給付相對罹癌給付倍數對精算成本之影響，其數值為在發生率與死亡率變動皆為 2% 之情況下之精算現值（保額調整後）除以皆不變動下之精算現值（保額調整後）。以 30 歲男性為例，當死亡給付與罹癌給付比例為 1:1 時，會產生約 12.18% 之成本增加，要達到自然避險，即考量費率變動後之精算成本等於為考量費率變動之精算成本，則死亡給付需約為罹癌給付之 1.6 倍，並隨著年齡的增加，死亡給付之倍數遞減，以 50 歲男性為例，與達到自然避險，死亡給付倍數僅需為罹癌給付之 1.2 倍左右。圖 3-17 則顯示女性死亡給付相對罹癌給付倍數對精算成本之影響，由上節得知，女性之長壽風險影響較男性來的大，表示其發生率變動帶來之影響相較死亡率變動來的大，因此推估其欲達到自然避險，死亡給付相對罹癌給付之倍數會較男性大。由圖中可發現，以 30 歲女性為例，為了消弭給付比例為 1:1 時之 15.31% 長壽風險，死亡給付須達到罹癌給付之 1.8 倍左右，比起同年齡之男性須多增加 0.2 倍才能達到自然避險之效果，而 50 歲之女性，死亡給付亦須達罹癌給付之 1.3 倍。

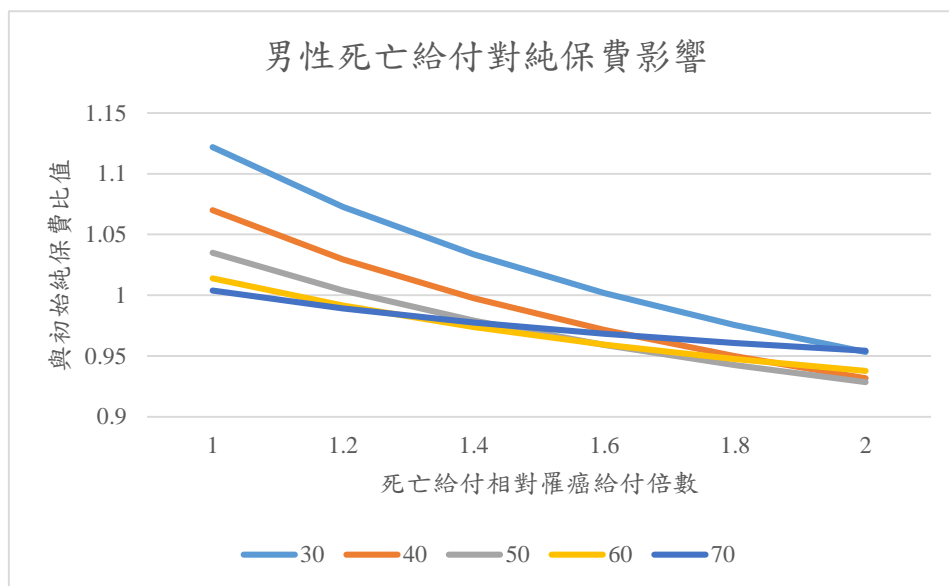


圖 3-16、男性死亡給付對精算成本變動之影響

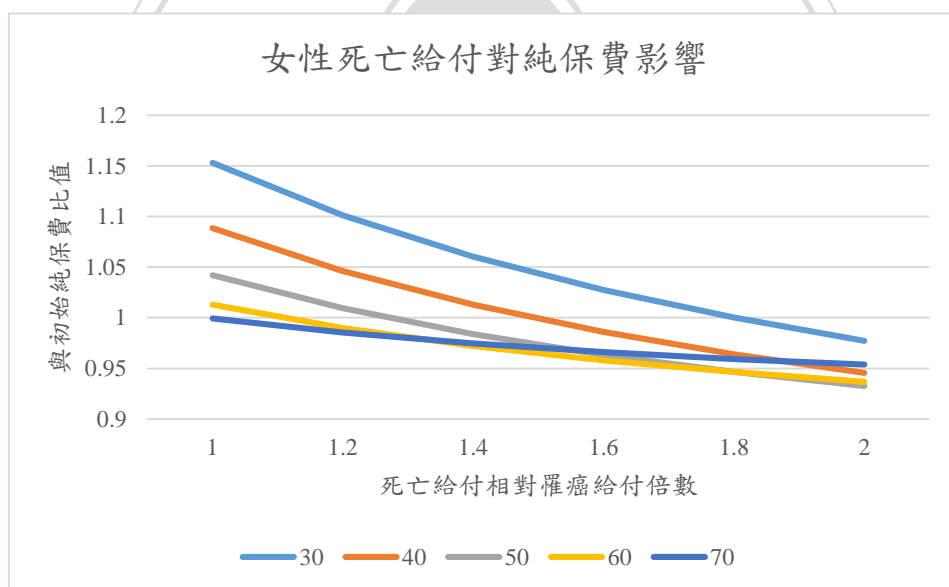


圖 3-17、女性死亡給付對精算成本變動之影響

接著本文探討在不同費率變動幅度下，需達到自然避險效果之死亡給付與罹癌給付比值。圖 3-18 顯示 30 歲男性在發生率與死亡率之不同變動幅度下，死亡給付相對罹癌給付倍數對精算成本之影響，其數值為在發生率與死亡率變動下之精算現值（保額調整後）除以皆不變動下之精算現值（保額調整後）。可以發現在發生率、死亡率變動幅度較大時，死亡給付與罹癌給付之比值亦要

教大才能達到自然避險之效果，以 30 歲男性為例，當發生率、死亡率每年以 1% 變動，欲達自然避險，死亡給付僅須為罹癌給付之 1.4 倍左右，而當發生率、死亡率之變動幅度提升到 3%，死亡給付須達到罹癌給付之 2.2 倍左右。而在 30 歲女性部分，當發生率、死亡率之變動幅度為 1% 時，死亡給付需為罹癌給付之 1.5 倍；而當變動幅度提升到 3% 時，死亡給付與罹癌給付之比值須超過 2.5，才能達到自然避險之效果。



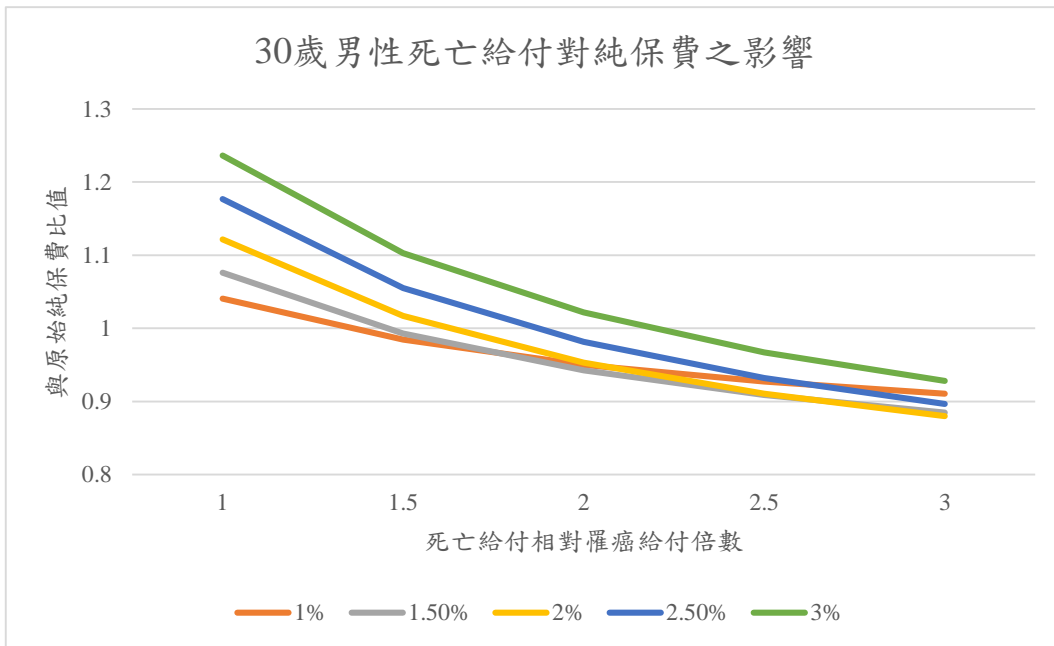


圖 3-18、30 歲男性各費率變動情形下死亡給付對精算成本變動之影響

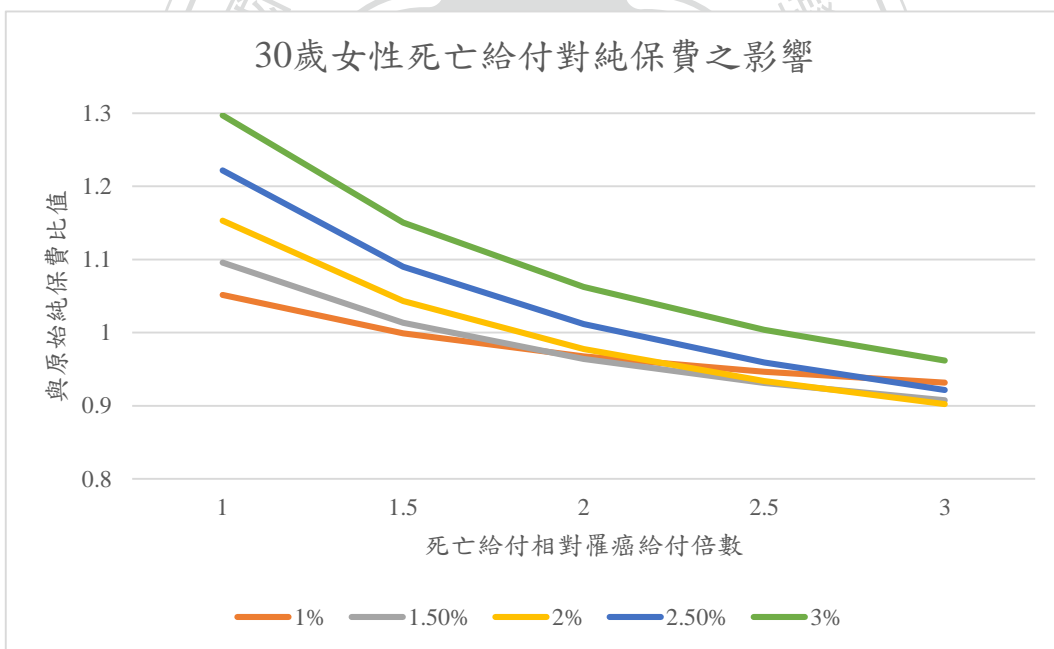


圖 3-19、30 歲女性各費率變動情形下死亡給付對精算成本變動之影響

第四章 以健保資料庫資料推估癌症發生率、死亡率

在本章，本文將利用健保資料庫來推估用於實證分析之癌症發生率、罹癌死亡率以及非罹癌死亡率，並且與官方資料庫進行比較於驗證，同時亦利用健保資料庫進行不同角度之驗證，找出合適之判定方法。並且透過修勻方法將估算之發生率及死亡率進行調整，使其更符合現實之狀況。

第一節 健保資料庫介紹

本研究將使用全民健康保險資料庫做為資料數據來源。全民健康保險自民國 85 年開辦，至今全國人口實質納保率已達 99.72%⁷，顯示健保資料在人口醫學相關領域之研究中，作為實證資料來源有甚高的代表性。全民健康保險資料庫於民國 87 年由中央健康保險局委託國家衛生研究院建置，並於民國 89 年起正式開放予各界單位申請使用。

由於全民健保資料庫之檔案分類眾多，國衛院針對各個資料庫編撰了譯碼簿，詳細記載各個檔案的資料欄位名稱和資料描述，方便使用者查詢。此外，全民健康保險資料庫又分作基本資料檔、系統抽樣檔、特定主題分檔、歸人檔以及教學用資料檔，其中基本資料檔紀錄了所有投保人士之基本資料、就診資料等，其中，ID 欄位記載各投保人加密過後之身分證字號，作為各個檔案間的連結。

本研究所採用之健保資料包含承保資料檔 (ID)、重大傷病證明明細檔 (HV) 以及重大傷病門診紀錄檔 (HV_CD)，介紹如下：

⁷ 資料來源：行政院性別平等會—性別統計資料庫，最新發布日期：2017 年 2 月 17 日。

一、承保資料檔：ID（2002 年 - 2013 年）

承保資料檔記載各年度所有投保人之投保資料，欄位包含 ID、性別、出生日期、加保日期以及退保日期等。

二、重大傷病證明明細檔：HV（1997 年 - 2013 年）

表 4-1、健保資料庫資料概況

年份	ID		HV		HV_CD	
	人數	資料筆數	人數	資料筆數	人數	資料筆數
2002	21,886,097	26,469,187	960,894	1,558,888	475,237	11,897,206
2003	22,303,788	22,543,413	1,089,253	1,902,392	522,503	13,590,717
2004	22,098,040	22,226,158	959,344	1,540,915	568,457	16,287,405
2005	22,722,580	22,921,401	1,031,834	1,646,221	607,652	17,829,171
2006	22,843,111	23,032,200	1,089,707	1,607,937	638,173	18,550,179
2007	22,999,844	23,129,386	1,117,292	1,518,056	649,091	17,946,054
2008	23,141,094	23,275,717	1,176,112	1,583,622	678,532	19,173,726
2009	23,169,144	23,282,924	1,287,467	1,785,891	712,812	20,356,854
2010	23,252,326	24,833,316	1,363,756	1,923,687	746,732	21,619,060
2011	23,367,551	24,964,956	1,415,136	1,996,900	779,170	22,860,498
2012	23,564,363	25,162,597	1,472,759	2,085,158	816,521	24,423,712
2013	23,675,237	25,279,572	1,558,934	2,235,029	849,796	26,010,668

重大傷病證明明細檔記載領有重大傷病卡投保者之 ID、性別、出生日期、重大傷病卡類別代碼、申請日期、死亡註記等。

三、重大傷病門診紀錄檔：HV_CD（1997 年 - 2013 年）

重大傷病門診紀錄檔記載當年度持有重大傷病卡病患之就診紀錄，欄位包含 ID、國際疾病分類號、性別、出生日期、就醫日期等。

表 4-1 紀錄本研究使用之各資料庫的資料筆數，可以發現健保資料庫的資料量非常龐大，故本研究使用資料庫軟體 SQL Server 對資料庫進行資料處理，並使用各資料庫之 ID 作為連結進行分析。

然而，由於資料庫之資料量非常龐大，造成資料會有輸入錯誤或標示不明的情況發生，因此本研究於進行分析之前，已經過將原始資料進行除錯、新增、整合等資料清理之流程，藉此改善資料庫品質，使得使用之資料可以更接近現實狀況。雖然處理過後之資料庫仍然有些無法避免之資料問題存在，但整體來說已使用上來已可充分表示實際現況，整理過後之資料庫具備了以下兩個優點：

1. 欄位格式的統一：

原始資料庫之資料多數皆包含了至少五年以上的資料庫，而本文使用甚多隻重大傷病相關資料庫更是包含了超過 10 年之資料量，由於不同時期的譯碼簿格式會有所不同，欄位也可能經過修改，因此本研究已將各年度欄位格式進行統一，編列新的譯碼簿，使本研究得以更有效使用資料庫，方便進行跨年度的資料比較。

2. 資料品質的改善：

原始資料庫由於資料量龐大之緣故，造成許多欄位出現邏輯方面或是紀錄上的錯誤，例如未知資料、格式錯誤或是同一人之資料出現不同等問題。本研究已先清除這些問題，並根據官方資料、過去研究資料交叉比對，以確保資料乾淨、適合使用。

第二節 發生率之研究

在本節，將使用健保資料庫進行癌症發生率的推估，並且與官方的癌登資料庫進行分析與驗證，最後透過修勻方法將蒐集之發生率進行調整，得出可用於實證結果之發生率。

根據健保資料庫譯碼簿之說明，並沒有與新發生相關的欄位註記，蘇維屏（2014）與陳昱霈（2016）比較許多種癌症新發生的判定方法，並都有不錯的誤判率，本文對於癌症新發生判定的作法，採用選擇前兩年沒有任何癌症領卡紀錄或癌症就診紀錄者，視為癌症新發生病患之判定準則。為求資料的即時性及資料品質，本文僅使用 2006 至 2012 年合計 7 年之癌症新發生五齡組資料（0-84 歲，共 17 個年齡組）。圖 4-1 顯示透過健保資料庫蒐集之每年癌症新發生人數與癌登資料庫之比較，可以發現男性與女性在兩資料庫蒐集之新發生人數一致，惟使用健保資料庫蒐集之資料相對低於癌登資料庫所公布之人數，本文推論可能原因為癌登資料庫中紀錄之新發生人數包含了醫療院所在進行申報時，尚未或未申請到重大傷病癌症卡之已診斷出癌症相關疾病病患，故癌登資料庫所估算出來之癌症新發生人數會較健保資料庫判定之人數高。圖 4-2 顯示透過兩資料庫蒐集之資料所算出 7 年平均癌症發生率，可以發現男女性在兩資料庫的表現相當一致，而比較男女兩性的癌症發生率，發現在 20 歲以前，男性與女性癌症發生率非常接近，但男性略高於女性；在 20-50 歲之間，女性癌症發生率出現反超，高於男性癌症發生率；而在高齡的部分，男性之癌症發生率則明顯高於女性。

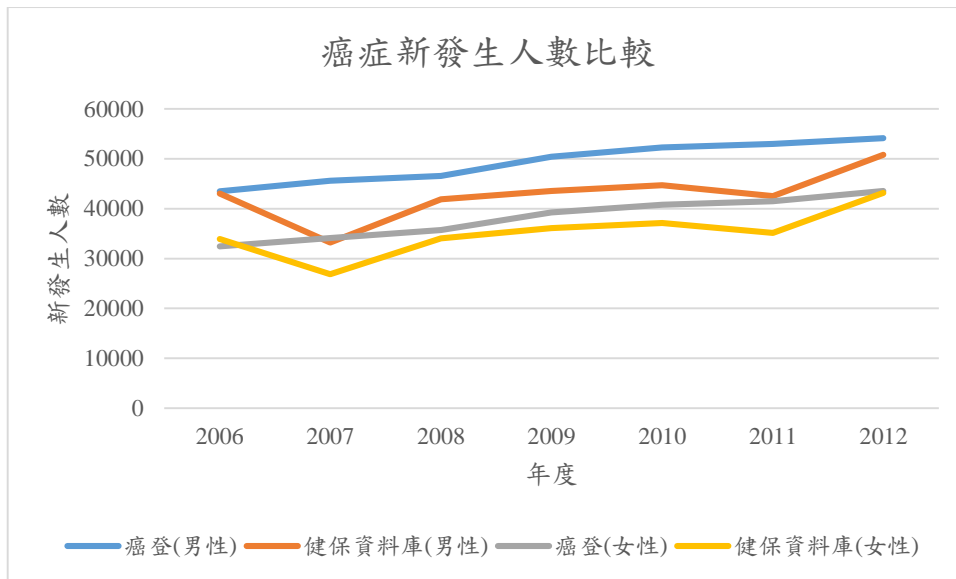


圖 4-1、癌症新發生人數比較

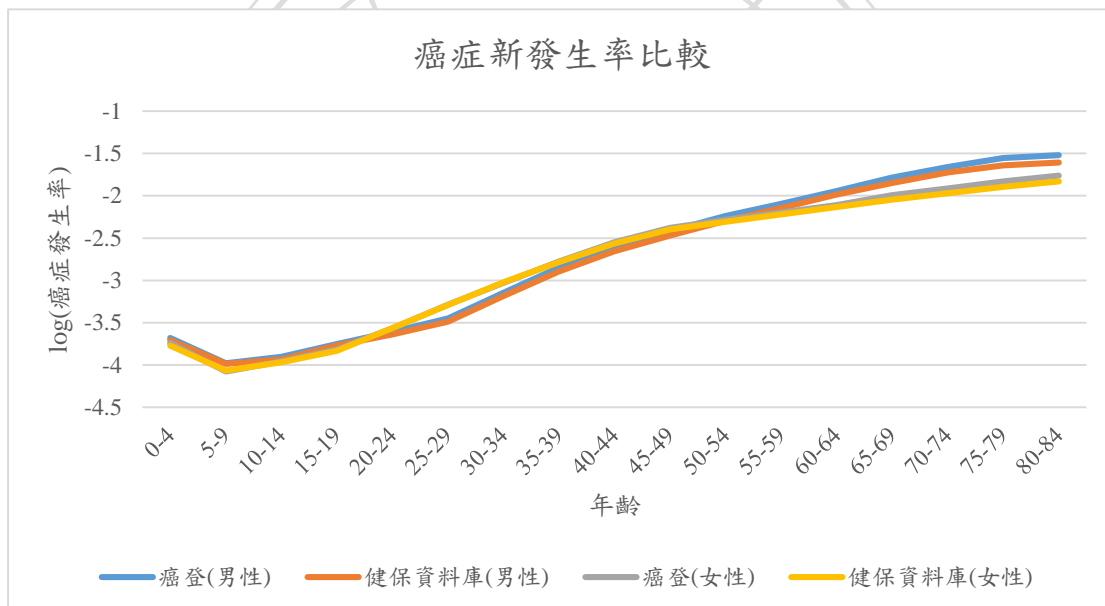


圖 4-2、癌症新發生率比較

在推估出癌症新發生率之後，發現由於癌症每年發生人數少（單一性別每年至多僅 50,000 人），造成每年之癌症發生率出現震盪，並在各年度有不一致之情況（年齡分配），影響使用之正確性，故本研究使用了三個修勻方法進行比較，以下將介紹三種修勻處理方式：

一、Whittaker 修勻法+Gompertz Law 高齡推估

此方法如同第三章修勻發生率之作法，先透過 Whittaker 修勻法將 7 年（2006-2012 年）癌症發生率各別進行修勻，得出修勻過後 17 個年齡組（0-84 歲）之發生率。而在高齡發生率推估之部分，則使用 Gompertz Law 外推，選擇 50-84 歲共 7 組資料外推至 95-99 歲，得出使用 Gompertz Law 推估之 10 個年齡組（50-84 歲）發生率。並以 50-84 歲之癌症發生率採用線性對接的方式取其兩種發生率結果之內差發生率連接兩部分，得出修勻後癌症發生率。

二、Partial SMR 修勻法

由於每年癌症新發生人數少，可視為小區域，在使用 Partial SMR 修勻法之前，需先選擇一個與小區域有相似性質的大區域。本文以 7 年之資料總和視為大區域進行修勻，7 年總合之癌症新發生人數男女性分別達到 345,416 以及 299,796 人，足夠視為大樣本觀察值。選定大區域後，根據 Partial SMR 修勻公式將每年癌症發生率與大區域發生率比較並進行修勻。圖 4-3 顯示計算之 SMR 結果，發現 SMR 之變化大，由於 Partial SMR 修勻法參考 SMR 的訊息就多，所以當 SMR 是一個可靠的參考標準時，修勻的結果就越合理，反之，在此情況下，SMR 並非為可靠的參考值，修勻之結果可能不如預期。

三、Whittaker Ratio 修勻法

此方法類似 Whittaker 修勻法，先使用同方法將各年度原始死亡率透過 Gompertz Law 外推高齡死亡率，並沿用 Partial SMR 修勻法之大區域採用方法，將每年各年齡層之癌症發生率與大區域癌症發生率取比值，並將該發生率比值套入 Whittaker 修勻法進行修勻，再將所得到之修勻後比值乘上大區域的死亡率，得出修勻後癌症死亡率。此方法不僅參考大樣本進行修

正，亦加入了 Whittaker 修勻，考慮了發生率在年齡間的變化，估計會產生不錯的修勻結果。

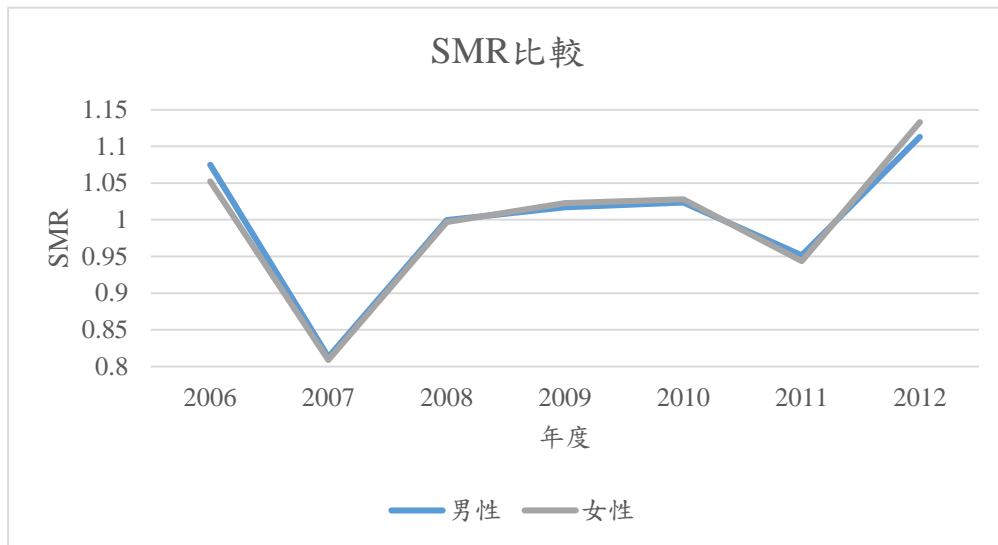


圖 4-3、發生率 SMR 比較

本研究將三個修勻之結果套入 Lee-Carter Model 進行比較，觀察各年齡層平均發生率 (α_x) 與各年齡層每年變化率 ($\beta_x \cdot b$ ，其中 b 來自 $\kappa_t = a + bt$)，決定用於實證分析之癌症發生率。圖 4-4 顯示三種修勻方法之 α_x ，可以發現 Partial SMR 修勻法與 Whittaker Ratio 修勻法之結果非常接近，而三者之間差異並不大。圖 4-5 觀察三個修勻方法透過 Lee-Carter Model 導出之各年齡層癌症發生率之變化率，可以發現 Partial SMR 修勻法之結果有點過度修勻之情況，每個年齡層之變化率非常一致，不符合真實情況。而 Whittaker 修勻法與 Whittaker Ratio 修勻法之結果都算平滑，然而 Whittaker 修勻法在低年齡層之震盪較大，可能原因為低年齡層癌症新發生病患較少，觀察值不夠，而 Whittaker Ratio 修勻法由於參考了大樣本，其表現較符合預期現象，故本文採用 Whittaker Ratio 修勻法之修勻結果作為實證使用癌症發生率。

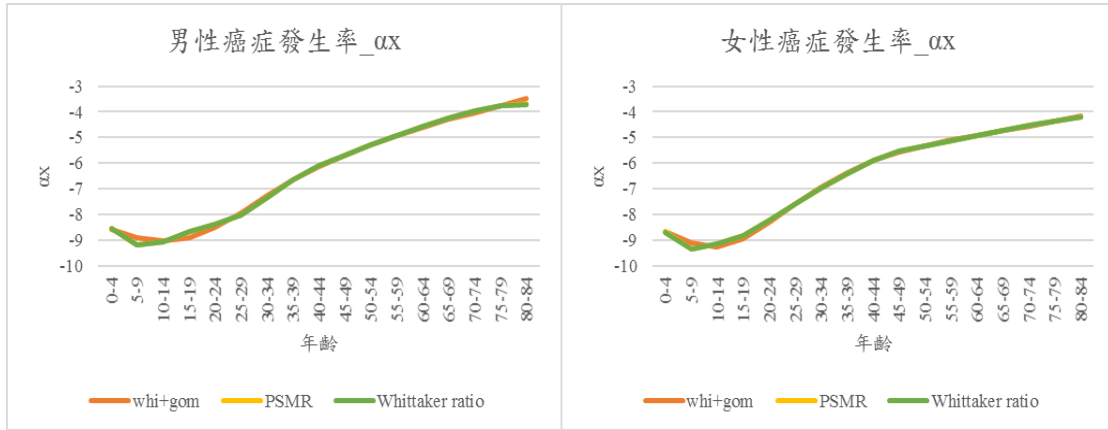


圖 4-4、LC Model 平均癌症發生率

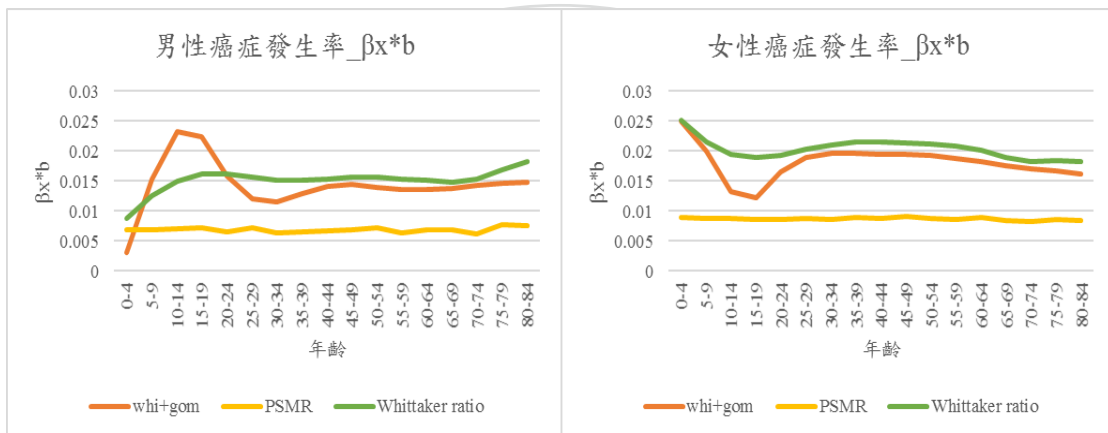


圖 4-5、LC Model 癌症發生變化率

第三節 癌症死亡判定

本節將進行對癌症死亡之判定方法進行研究，並與官方之癌登資料庫進行比較與驗證，同時亦利用健保資料庫進行不同角度之驗證，以用於推估癌症死亡率。

在健保資料庫的譯碼簿中，與死亡判定相關之欄位有重大傷病證明明細檔之 DEATH_MARK（死亡註記）、DEATH_DATE（死亡日期）、CARD_MARK（持卡註記）與 STOP_REASON（退保原因）及承保資料檔之 ID_OUT_TYPE（退保別）、ID_OUT_DATE（退保日期）。蘇維屏（2014）驗

證出 DEATH_MARK (死亡註記) 可作為死亡判定之欄位；陳昱霈 (2016) 則利用承保資料檔與重大傷病證明明細檔之整合，將退保的資訊納入重大傷病檔案中，以退保為癌症死亡判定準則，並發現與官方數據接近，誤判率也相當低。

本文參考兩位過往研究之作法，並加些變化，最終探討兩種死亡判定準則。第一為退保，一般病患若退保，絕大部分是因為死亡而退保，少數為出國、失蹤、服刑等其他原因，此準則本文考慮當年度最後一次加退保別註記為退保之病患，且接下來的年度沒有任何退保註記，判定該病患死亡；第二為死亡註記並且未來一年未就醫紀錄，此準則考慮當年度死亡註記欄位為死亡之病患，並觀察其未來一年並未有就醫紀錄，此準則可以有效去除死亡註記欄位登記錯誤之資料，更為嚴謹。

圖 4-6 及圖 4-7 分別比較了男性及女性 2006 年至 2013 年兩種判定準則之癌症病患死亡人數以及癌登登記之癌症死亡人數，由於健保資料庫之資料僅至 2013 年，故以死亡註記加上未來一年未就醫之判定準則會缺少 2013 年之觀察值。可以發現兩種準則與官方之資料都相當接近。

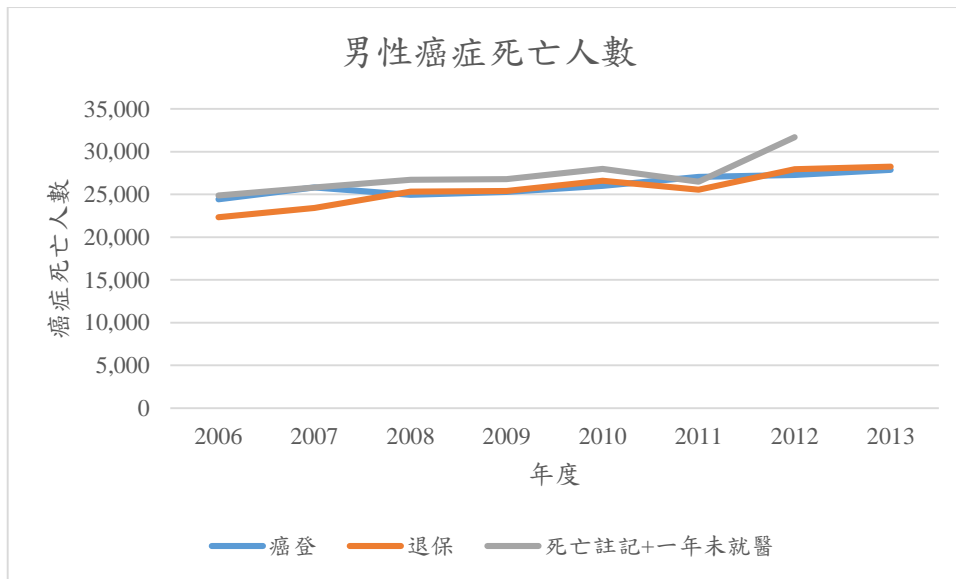


圖 4-6、男性癌症病患死亡人數比較

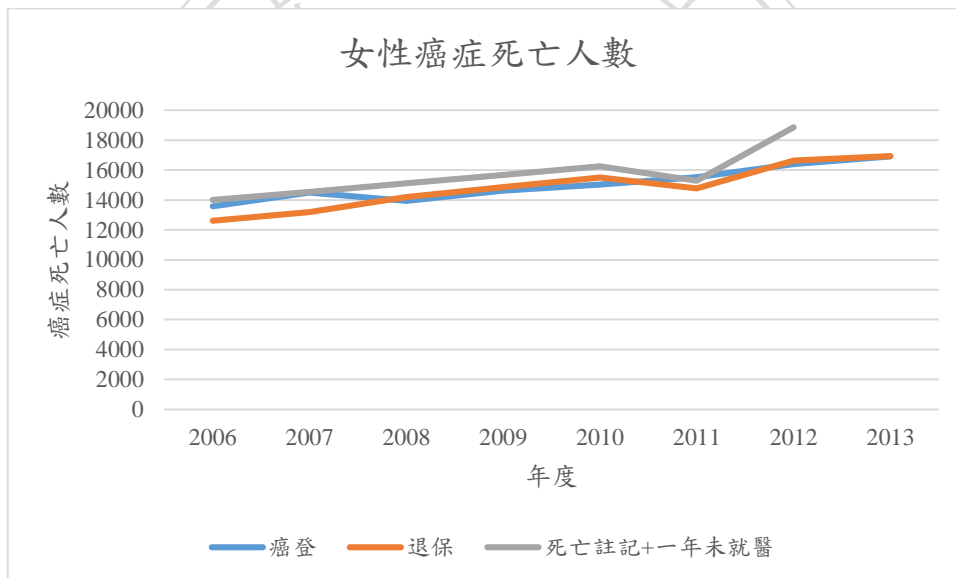


圖 4-7、女性癌症病患死亡人數比較

在探討完兩種癌症死亡判定準則後，本文接著對兩種準則利用健保資料庫進行驗證，驗證之方法以在該準則判定病患為死亡之情形下，該病患未來仍有就醫紀錄之誤判比例之高低。當誤判比例越低，表示該準則具有越高之準確度；誤判比例高，則代表該準則可能並非為好的判定準則。表 4-2 及表 4.3 分別顯示兩種判定方法各年度癌症病患死亡誤判人數及誤判比例，可以發現儘管退保之判定準則在每年之誤判比例以達到 1% 以下，而以死亡註記加上未來一年未

就醫之判定準則幾乎未產生任何誤判人數，可以顯示該死亡判定準則更為嚴謹，更具可信度，本文將以死亡註記加未來一年未就醫之判定準則為主，選用2006至2012年7年之資料來估算罹癌死亡率。

表 4-2、各年度癌症病患死亡誤判人數

		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
男性	退保	60	74	235	98	129	48	101
	死亡註記+一年未就醫	1	0	0	1	0	0	
女性	退保	70	65	92	77	63	43	53
	死亡註記+一年未就醫	0	0	2	0	0	0	

表 4-3、各年度癌症病患死亡誤判比例

		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
男性	退保	0.27%	0.32%	0.93%	0.39%	0.49%	0.19%	0.36%
	死亡註記+一年未就醫	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
女性	退保	0.55%	0.49%	0.65%	0.52%	0.41%	0.29%	0.32%
	死亡註記+一年未就醫	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	

第四節 死亡率修勻

在前一節，分析了兩種癌症死亡的判定準則，並在經由驗證過後選擇以死亡註記加一年未就醫作為本文死亡之判定準則。在本節，我們將使用以此準則判定之癌症死亡人數，來計算罹癌發生率及非罹癌死亡率，並對其進行修勻，得出本研究用於實證之死亡率。

罹癌死亡率之計算以本文估計之各年度癌症病患死亡人數除以本文估計之各年度罹癌病患人數；非罹癌死亡率則為內政部公布之各年度全台死亡人數減去本文估計之各年度癌症病患死亡人數，除以內政部公布之各年度全台人數減去本文估計之各年度罹癌病患人數。

圖 4-8 及圖 4-9 分別顯示男性及女性罹癌死亡率之比較，可以發現男性及女性之罹癌死亡率皆與癌登資料估算之罹癌死亡率一致，其中可發現男性之罹癌死亡率高於女性。然而，此種以原始資料估算之罹癌死亡率由於觀察值較少，在低年齡層與高年齡層產生震盪，影響資料之品質，故本文將對罹癌死亡率與非罹癌死亡率進行修勻。

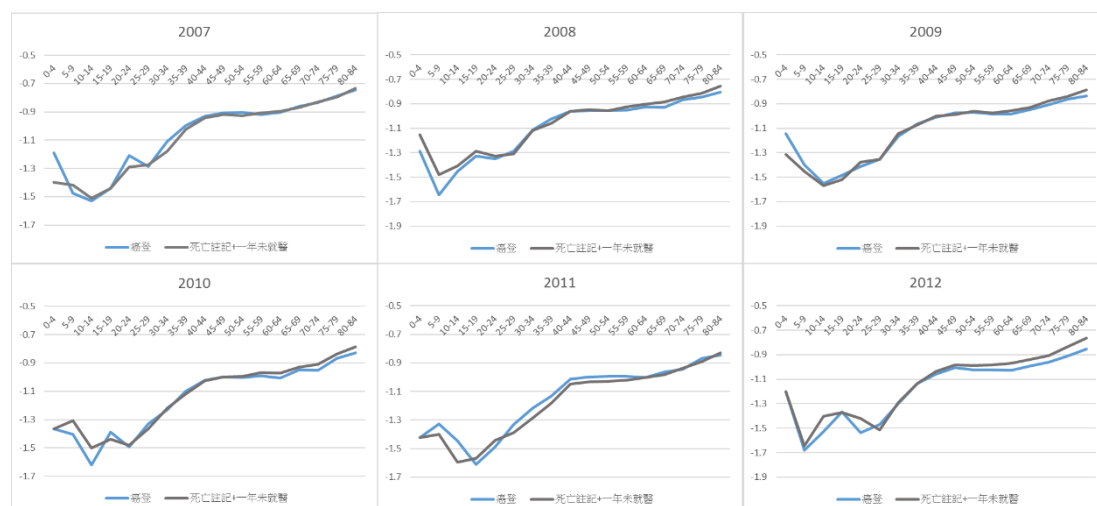


圖 4-8、男性各年度罹癌死亡率之比較

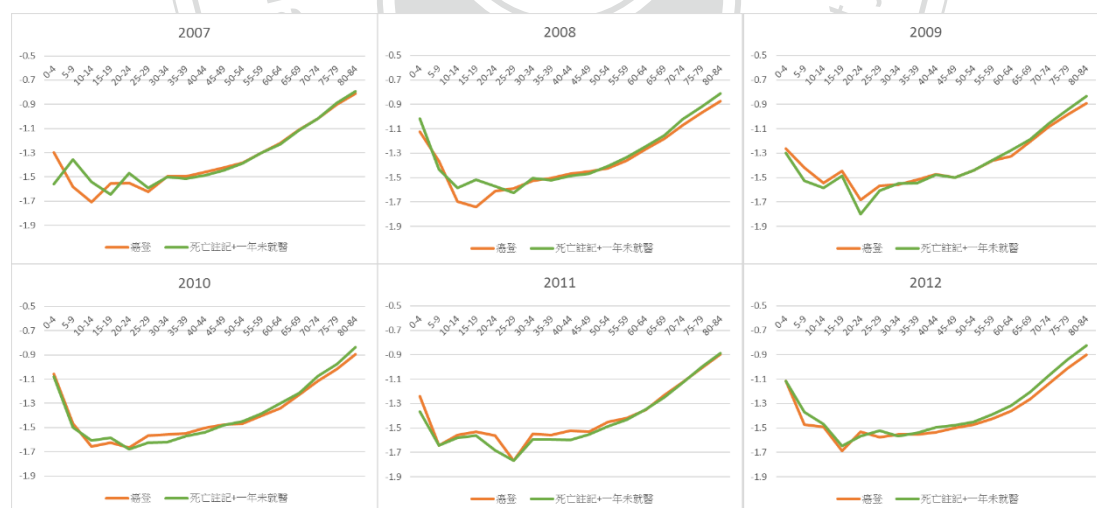


圖 4-9、女性各年度罹癌死亡率之比較

由於各年度癌症死亡病患平均男性僅 20,000 多人，女性更只有約 15,000 人，如此小樣本須參考大樣本進行修勻，本文針對罹癌死亡率與非罹癌死亡率

將採用 Partial SMR 修勻法及 Whittaker Ratio 修勻法進行修勻，並比較何種修勻結果較好，以此作為本文實證研究使用之死亡率。

在大樣本之選取，本文採用與癌症發生率修勻方法相同之作法，將 7 年資料總和視為大樣本，圖 4-10 至圖 4-13 顯示大樣本與各年度死亡率之比較，可以發現大樣本為各年度之平均值，並且相當平滑，可以視為大的大樣本。



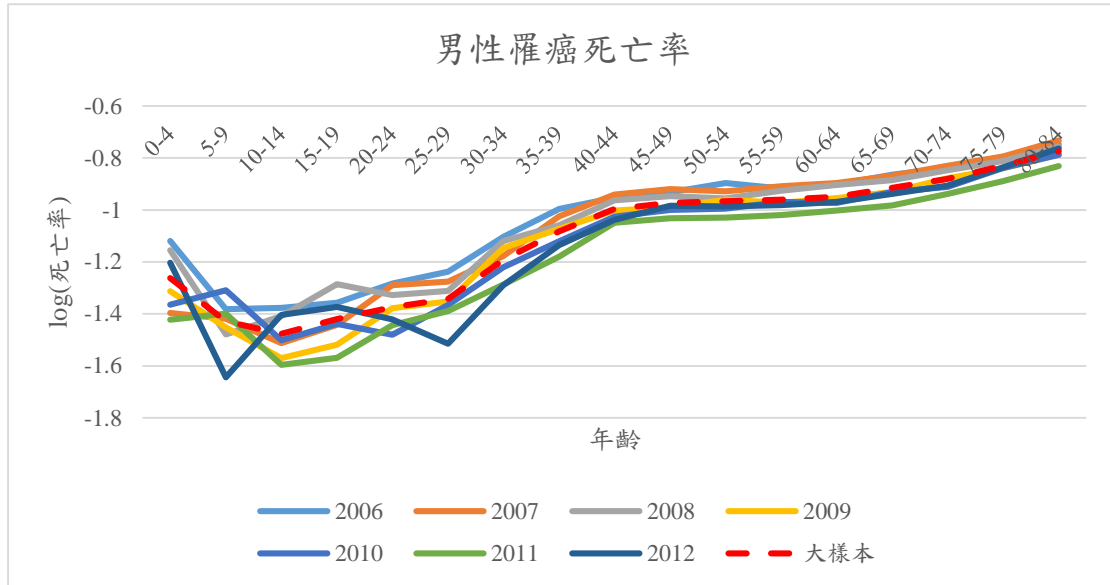


圖 4-10、男性罹癌死亡率比較

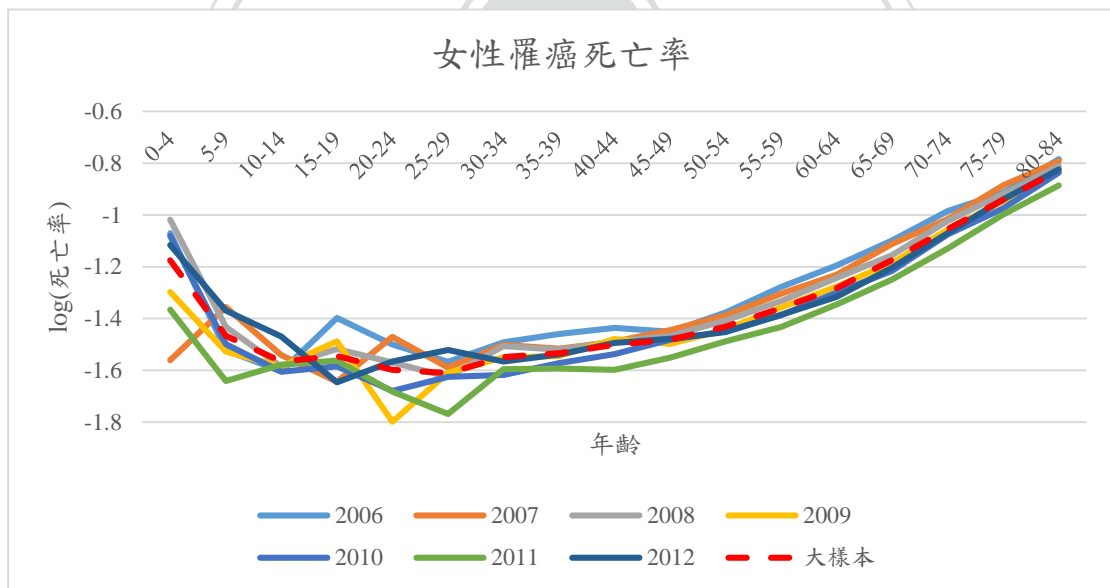


圖 4-11、女性罹癌死亡率比較

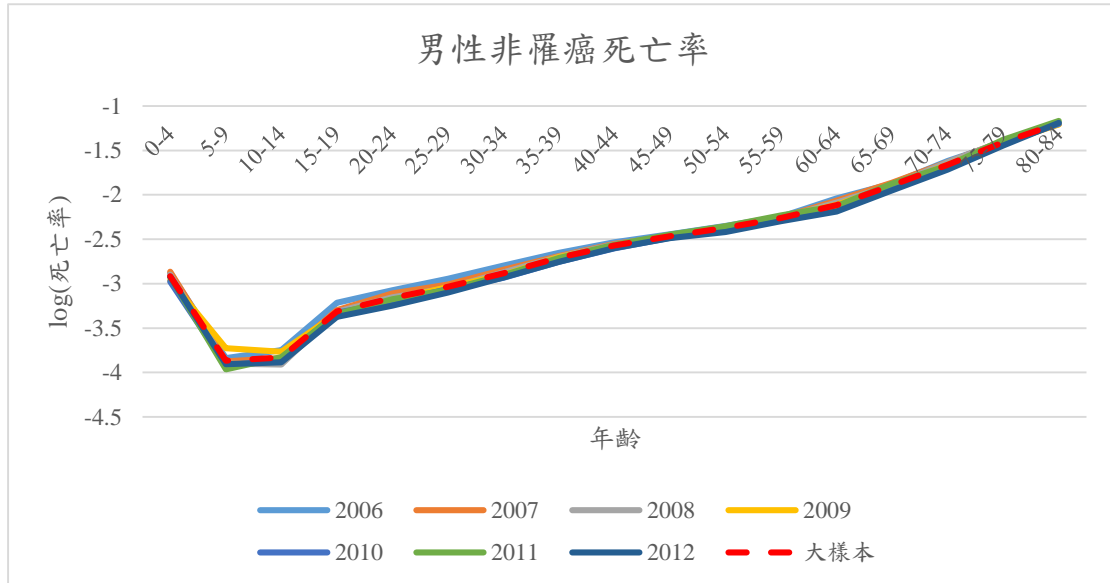


圖 4-12、男性非罹癌死亡率比較

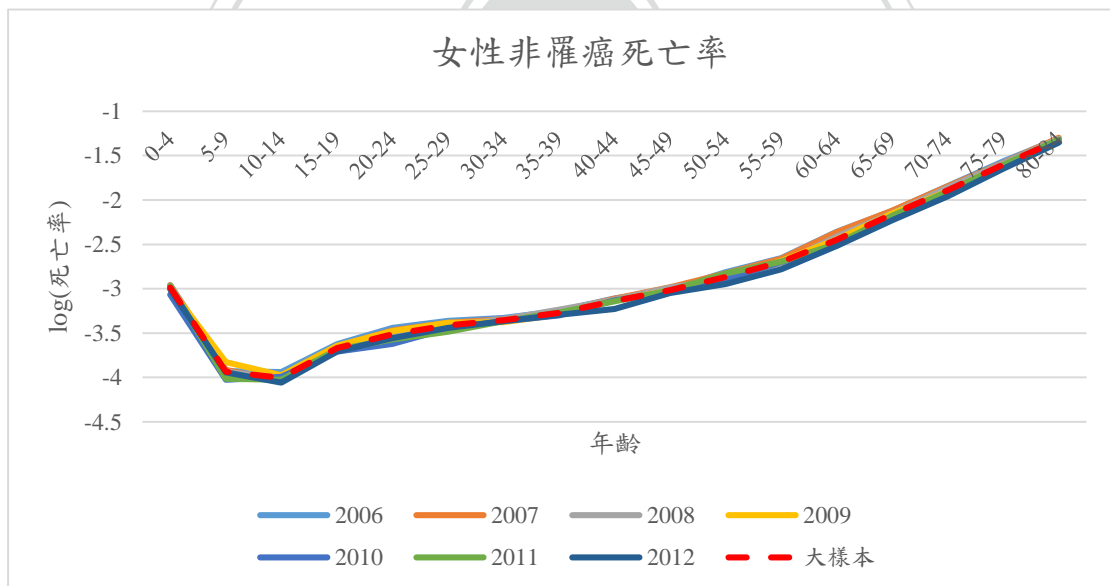


圖 4-13、女性非罹癌死亡率比較

兩種修勻步驟與發生率修勻方法一致，圖 4-14 顯示男性及女性罹癌死亡率與非罹癌死亡率之 SMR，可以發現除了於 2011 年外，各年度之 SMR 並無太大波動，比起發生率修勻，Partial SMR 之效果應該會有所改善，另外發現 SMR 有越來越低的趨勢，可以表示（非）罹癌死亡率逐年遞減。

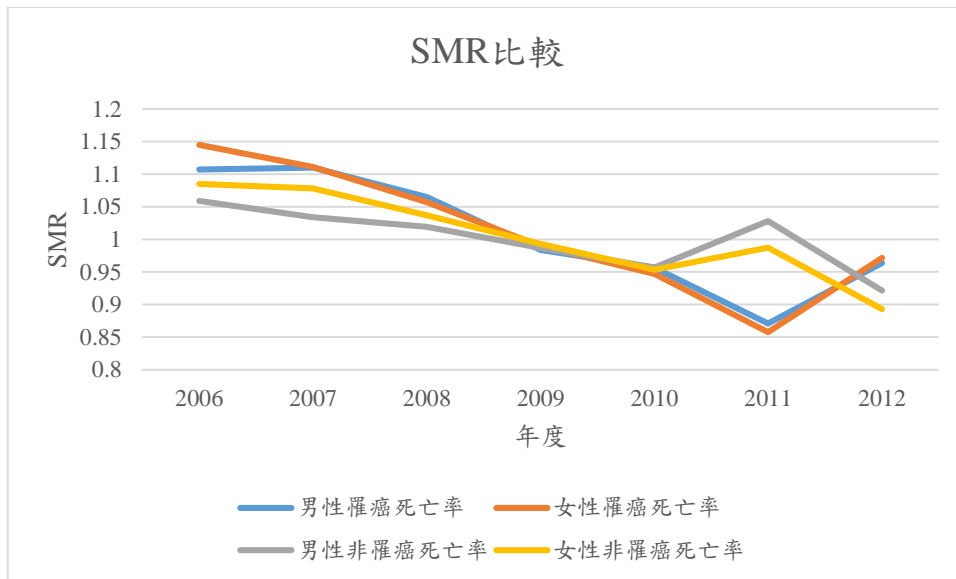


圖 4-14、死亡率 SMR 比較

本研究將兩種修勻結果套入 Lee-Carter Model 進行比較，觀察各年齡層平均（非）罹癌死亡率與各年齡層每年變化率。圖 4-15 及圖 4-17 分別顯示罹癌死亡率與非罹癌死亡率兩種修勻方法與原始資料之 α_x ，可以發現三者之結果非常接近。圖 4-16 觀察兩種修勻方法與原始資料分別透過 Lee-Carter Model 導出之各年齡層罹癌死亡率之變化率，可以發現 Partial SMR 修勻法之結果仍有過度修勻之情況，每個年齡層之變化率非常一致，不符合真實情況，而 Whittaker Ratio 修勻法之結果與原始資料較一致，並且有更加平滑的現象，顯示其修勻效果較佳。而圖 4-17 則觀察各年齡層非罹癌死亡率之變化率，可以發現 Partial SMR 修勻法之結果在男性的部分與原始資料比較一致但略高，震盪之情形也並未改善，在女性的部分則產生了極大之震盪；而 Whittaker Ratio 修勻法之結果在男性及女性皆與原始資料較一致，並且亦更加平滑，顯示其修勻效果較佳。綜合以上，本文採用 Whittaker Ratio 修勻法之修勻結果作為實證使用之罹癌死亡率與非罹癌死亡率。

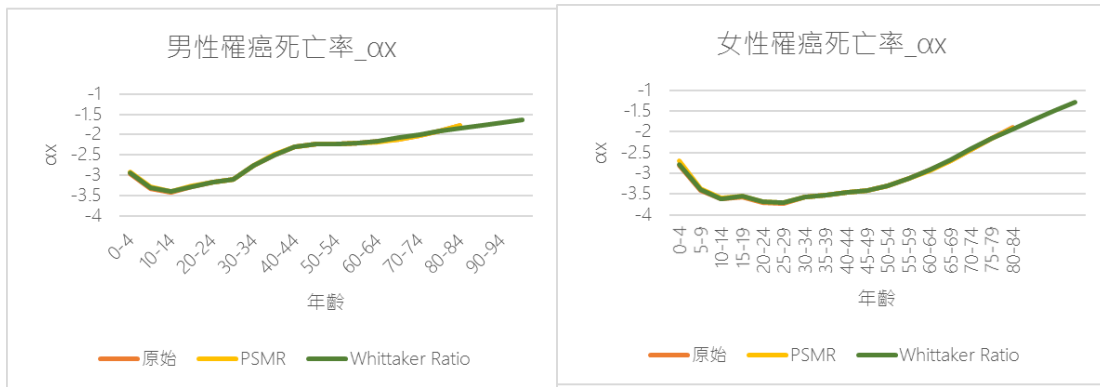


圖 4-15、LC Model 平均罹癌死亡率

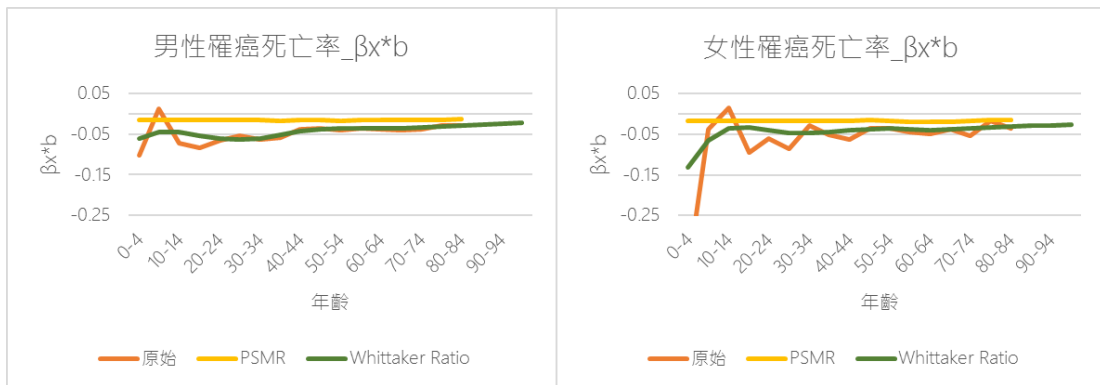


圖 4-16、LC Model 罹癌死亡變化率

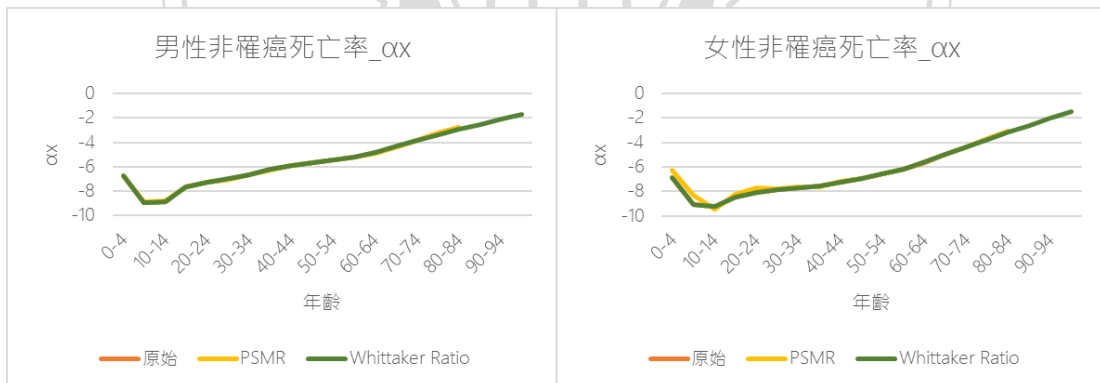


圖 4-17、LC Model 平均非罹癌死亡率

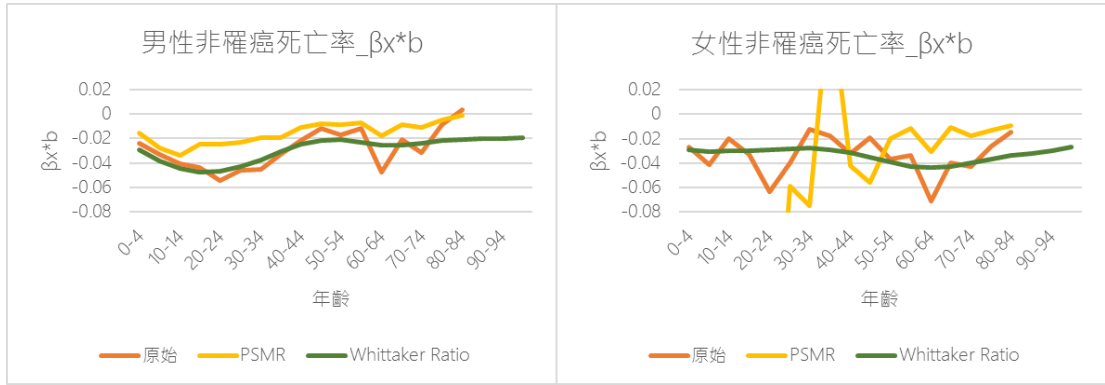


圖 4-18、LC Model 非罹癌死亡變化率



第五章 實證分析

在本章節，本文利用上一章算出之癌症發生率、罹癌死亡率與非罹癌死亡率及其變化率進行實證分析，觀察長壽風險對防癌險之影響，並探討合適之自然避險策略，達到規避長壽風險之效果。

第一節 長壽風險之現象

我們根據上一章整理之各年度癌症發生率、罹癌死亡率、非罹癌死亡率修勻結果套入 Lee-Carter Model 導出 2016 年之癌症發生率、罹癌死亡率、非罹癌死亡率，並以內插方法將五齡組轉為單齡之結果，做為實證分析之數據，此外本文之實證分析中設定最高年齡為 100 歲。而關於三者之每年變動率，本文亦利用上一章導出之各年齡之變動率（包含癌症發生率、罹癌死亡率、非罹癌死亡率），同樣將其以內插方法得出各單齡之變動率後，用於實證分析中。在第三章，為了方便計算，本文於每年變動率假設發生率及死亡率之變動幅度相同，且各年齡之變動幅度一致。而在本章節之實證分析中，本文使用實證資料，考量了不同率之間的差異性，並同時考量了各年齡之間的差異性，使得分析結果更具有可信度，更清楚的觀察現今長壽風險對保險公司防癌險之影響。

圖 5-1 比較了本文用於實證分析之癌症發生率、罹癌死亡率與非罹癌死亡率。首先觀察癌症發生率，男女性癌症發生率於 50 歲為分界，在低年齡層，女性發生率較低，而至 50 歲以上，男性發生率則高於女性發生率，年齡越大，差距越多，另外可觀察到對比罹癌死亡率與非罹癌死亡率，癌症發生率在高齡（80 歲以上）之值較沒其他兩者高。接著觀察罹癌死亡率，可以發現罹癌死亡率明顯高於癌症發生率與非罹癌死亡率，而比較男性與女性之罹癌死亡率，可以發現男性之罹癌死亡率高於女性，大約於 45 歲左右差距最大，而女性之罹癌

死亡率隨著年齡的上升幅度較男性大，並於 85 歲以上反超男性。最後觀察非罹癌死亡率，可以發現與罹癌死亡率有著相似的走勢，男性之非罹癌死亡率較女性高，但隨著年齡的增加，該差距越來越小。

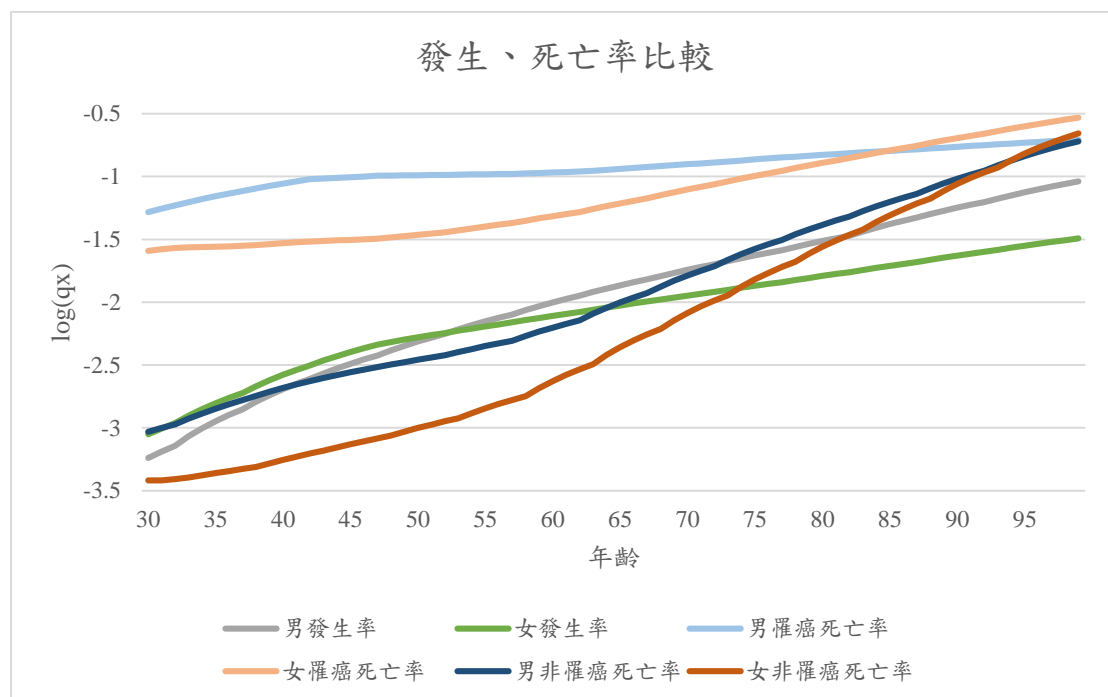


圖 5-1、癌症發生率、罹癌死亡率與非罹癌死亡率之比較

圖 5-2 比較了癌症發生率、罹癌死亡率與非罹癌死亡率之各年齡每年變動率，首先觀察癌症發生率的部分，與本文之研究假設一致，癌症發生率每年成長，另外發現不論男性或女性，各年齡層並未有太大的波動，顯示癌症發生率每年成長率在各年齡層中差異不大，其中，女性之成長率略大於男性，大約介在 1.5% 至 2% 之間，而男性癌症發生率之每年成長幅度大約為 1.5%。在死亡率的部分，罹癌死亡率與非罹癌死亡率皆為負成長，顯示死亡率是逐年在下降的。觀察男性死亡相關之變化率，可以發現各年齡層之走勢在罹癌死亡率與非罹癌死亡率是一致的，隨著年齡之增加，死亡率之改善幅度逐漸減少，男性之罹癌死亡率每年改善率介在 2% 至 6% 之間，男性非罹癌死亡率之改善率較罹癌死亡率小，大約介在 2% 至 4% 之間。女性之罹癌死亡率與非罹癌死亡率每年改

善幅度大約介在 3%至 5%之間，兩者於 50 歲以上非常接近，另一方面，可以觀察在中高齡以上，女性死亡相關之改善率較男性佳。

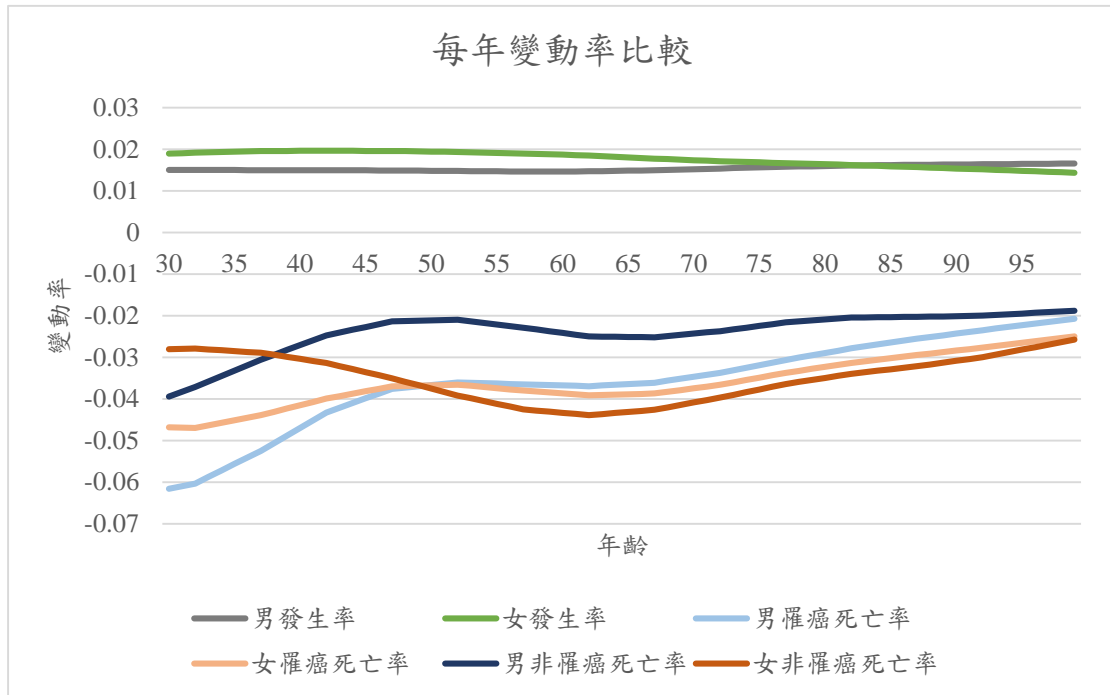


圖 5-2、癌症發生率、罹癌死亡率與非罹癌死亡率之每年變動率比較

本文於第三章之討論發現長壽風險在發生率之影響較明顯，導致防癌險之成本有低估之情形，然而，該結果是建立在發生率與死亡率之變動幅度一致的假設下，而就我們實證之分析，死亡率的變動幅度較發生率大，此結果預期將會提升死亡率下降的精算成本之變動影響，減低長壽風險於發生率變動帶來之影響，有效達到自然避險之效果。本文於下兩節將分別針對男性與女性根據此部分進行討論。

第二節 男性自然避險效果

圖 5-3 顯示 30 歲男性比較考量癌症發生率、罹癌死亡率與非罹癌死亡率每年變動下，與未考慮變動之罹癌給付、死亡給付與綜合兩種給付之各保單年度

精算現值（罹癌給付與死亡給付保額相等）比較，藉此觀察長壽風險帶來之影響，即考慮變動率之精算現值可視為保險公司須面對之真實成本，而未考慮變動者則為保險公司向保戶收取之成本。本研究發現以實證資料分析後，長壽風險會產生癌症發生率上升，罹癌死亡率及非罹癌死亡率下降之情形，因此造成罹癌給付主要受到發生率變動之影響而產生低估成本之現象，於大約第 45 保單年度（70 歲）左右影響最大；而在死亡給付部分，則受到死亡率變動之影響而有成本高估之情形，以第 50 保單年度（75 歲）左右影響最大。綜合以上，我們觀察長壽風險對整體防癌險之影響，大約在第 20 至第 50 保單年度之間有些許成本低估之現象，但由於前期有略為產生高估之情形，針對 30 歲男性，長壽風險之影響有受到自然避險效果而稍微抵銷。

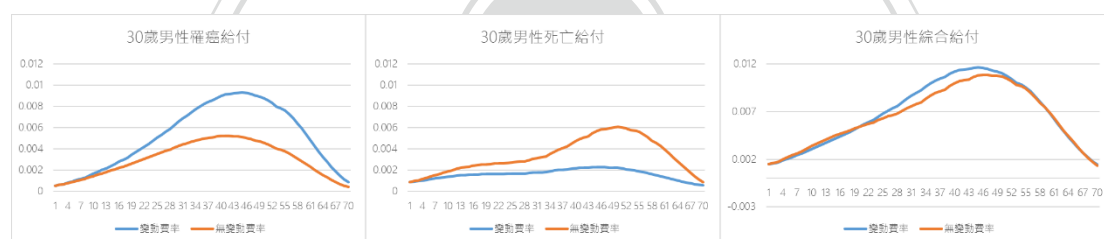


圖 5-3、30 歲男性費率變動對精算成本之影響

圖 5-4 觀察 50 歲男性受到長壽風險之影響，可以發現在第 30 保單年度之前，長壽風險之影響完全受到自然避險之效果而削減，直到後期才有成本低估之情況，但影響亦不大，可以顯示 50 歲男性之防癌險較 30 歲男性之防癌險較能規避長壽風險帶來之影響。

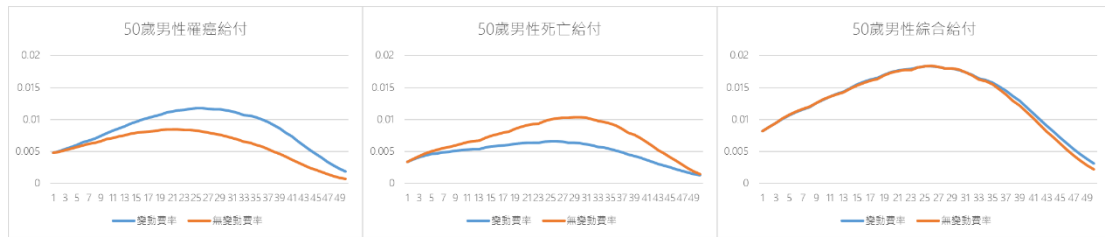


圖 5-4、50 歲男性費率變動對精算成本之影響

圖 5-5 觀察 70 歲男性受到長壽風險之影響，可以發現大概以第 18 保單年度為分界，在前期，長壽風險對防癌險反而造成成本高估之現象，而在後期則為成本低估。因此在一消一長的情形下，自然避險的效果產生，長壽風險有效被抑制。

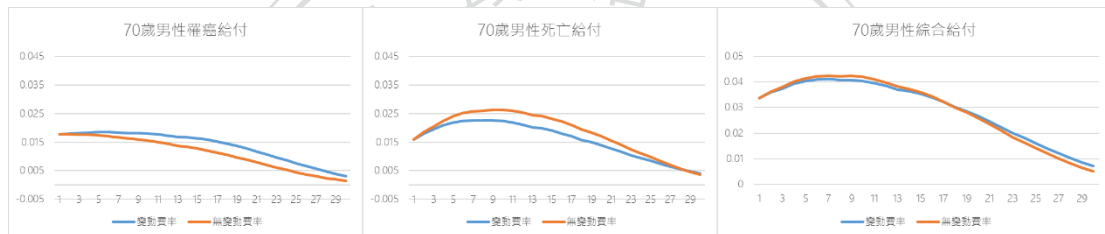


圖 5-5、70 歲男性費率變動對精算成本之影響

圖 5-6 顯示 30 歲、50 歲、70 歲男性各年度累積之精算成本（即各保障年期之精算現值，如保單年度 20 年對應之值即為 20 年期商品之純保費）比較，藉此觀察長壽風險對於商品年期之影響。本研究發現，30 歲男性對於 30 年期以下之商品產生很好的自然避險效果，長壽風險之影響受到發生率上升、死亡率下降之反向效果而相互抵消。而針對長年期商品則仍受到發生率變動造成較大之效果而出現成本低估之情況，整體差異最多達 7%。而觀察 50 歲及 70 歲男性，發現不論長年期、短年期商品，都產生很好的自然避險效果。

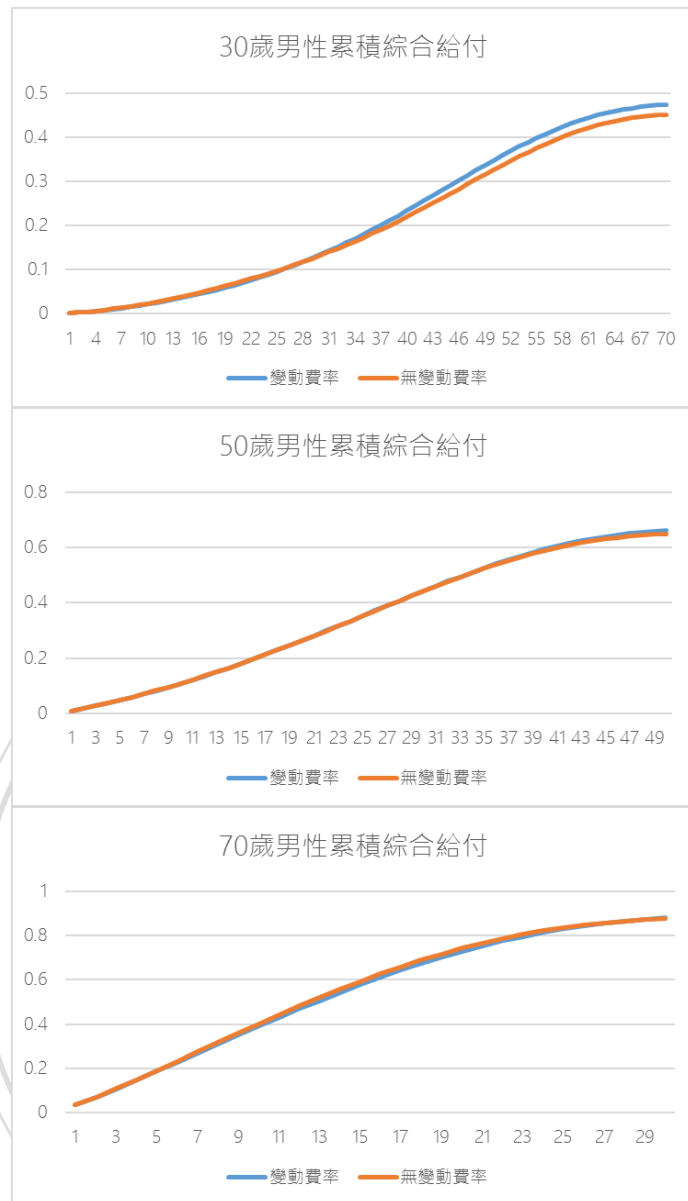


圖 5-6、長壽風險對於男性商品年期之影響

本文試著增加死亡給付之金額來觀察死亡給付須為罹癌給付之多少倍，才能使低年齡之投保者能更有效的達到自然避險之效果，發現死亡給付約為達罹癌給付之 1.2 倍時，不論是短年期或長年期商品，皆有很好的自然避險現象。圖 5-7 顯示當死亡給付為罹癌給付之 1.2 倍之各保障年期商品精算現值之比較，可發現 30 歲與 50 歲比起給付比為 1 比 1 時之狀況，有著更好的避險效果，而 70 歲之男性由於原本就達到自然避險之效果，再增加死亡給付之金額後，死亡率下降的影響擴大，反而有些許成本高估之現象。

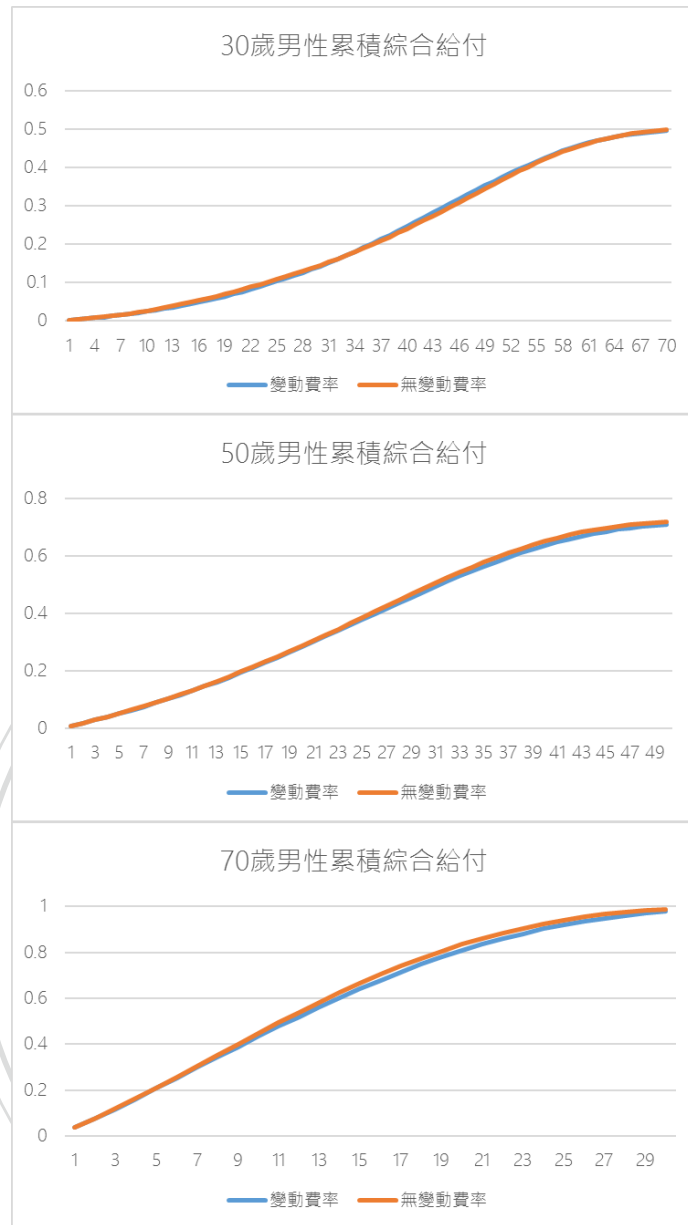


圖 5-7、長壽風險對於男性商品年期之影響(死亡給付 1.2 倍)

第三節 女性自然避險效果

本節將觀察長壽風險對女性之影響，圖 5-8 觀察長壽風險對 30 歲女性防癌險之影響，可以發現在第 45 保單年度之前，癌症發生率變動之影響較大，而產生精算成本低估之現象，而在後期，反而死亡率變動之影響較大，以長年期來看，

有達到自然避險之效果。圖 5-9 觀察長壽風險對 50 歲女性防癌險之影響，與 30 歲女性相比，出現猶如遞延之情形，前期成本低估之現象縮短了，差距也非常小，自然避險效果很好，而在約第 20 保單年度開始就出現明顯受死亡率變動之影響，成本反而高估。圖 5-10 觀察長壽風險對 70 歲女性防癌險之影響，可以發現原先前期會出現之成本低估現象消失了，死亡率變動之影響在前期就超越了發生率變動之影響，而產生成本高估之情況。

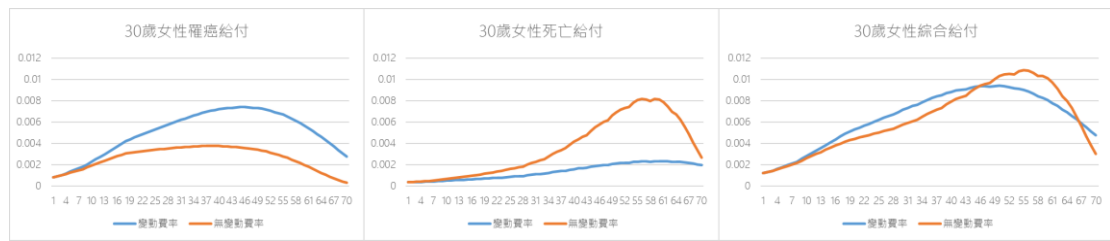


圖 5-8、30 歲女性費率變動對精算成本之影響

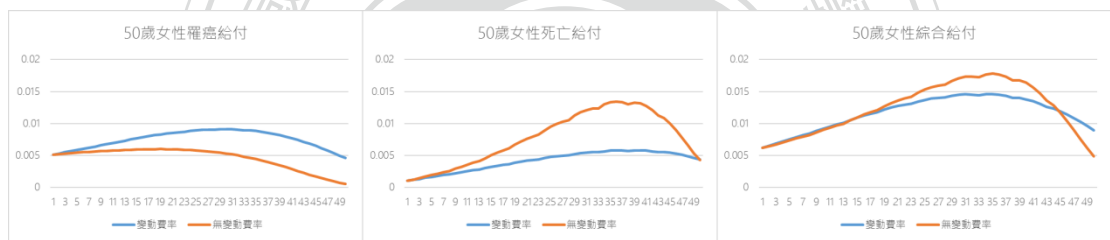


圖 5-9、50 歲女性費率變動對精算成本之影響

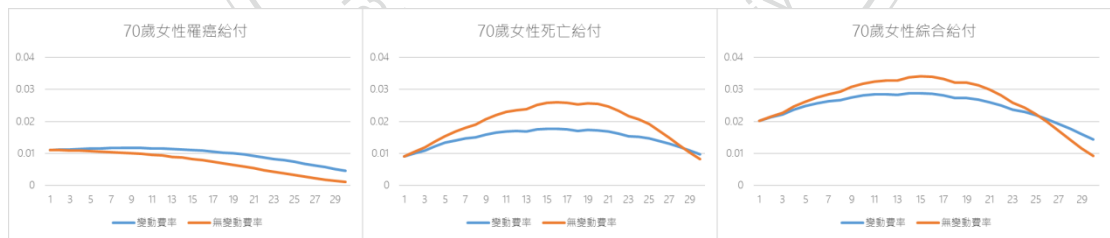


圖 5-10、70 歲女性費率變動對精算成本之影響

圖 5-11 顯示觀察長壽風險對於女性商品年期之影響，本研究發現針對 30 歲之女性，自然避險之效果在短年期（20 年以下）商品表現較佳，若將保障期數拉長，則會有成本低估之現象，其中以 35 年期之商品影響最大，低估約 18%，然而，若期數拉長至終身，長壽風險之影響又減少到 2.5% 左右而已。針對 50 歲及 70 之女性，可以發現在短年期商品很有效地出現自然避險之效果，

而使長壽風險之影響降至最小，然而在中長年期之商品，與 30 歲女性不同的是，整體精算成本反而是出現高估的現象，亦即長壽風險對防癌險之影響是對保險公司有益的。

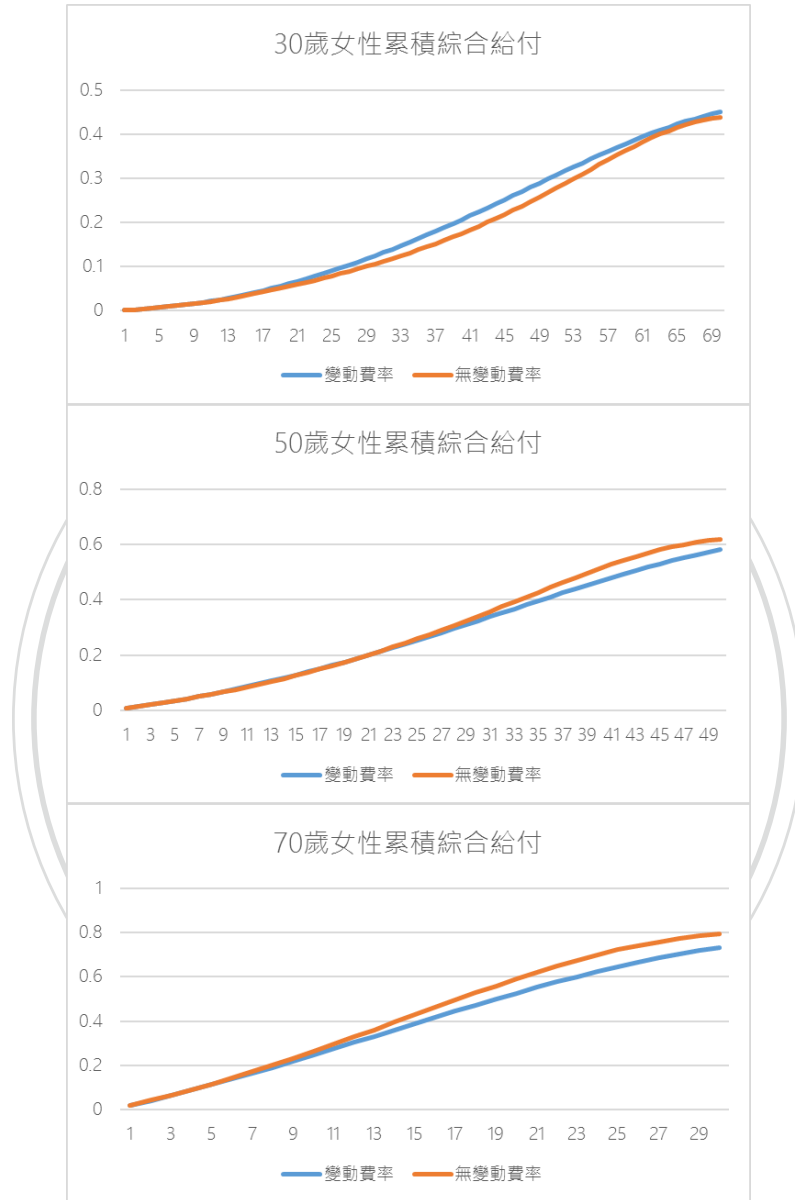


圖 5-11、長壽風險對於女性商品年期之影響

而若是針對 30 歲購買終身險女性要有效達到自然避險，死亡給付僅需約為罹癌給付之 1.05 倍即可，保障年期越低之商品，死亡給付與罹癌給付之比值需越大，如 50 年期商品需約為 1.5 倍、40 年期

商品需約為 2 倍、30 年期商品則為 2.5 倍。但由於較高齡之女性之低年期商品已達自然避險，而高年期商品則已有保費高估之現象，若再提高死亡給付之金額，則會使高估之現象更加嚴重，若保險公司欲使用調整死亡給付金額之方法達到規避長壽風險之效果，則需根據不同年齡做出不同之調整，已達到收取公平保費之目的。



第六章 結論與建議

第一節 結論

各界對於壽命是否存在上限尚無定論，但大多認為平均壽命在短期之內將持續延長，而壽命延長也意謂人口老化的壓力，包括退休後的生活安排。對於保險公司而言，壽命延長代表老年人及其需求的市場，但同時也顯現出費率風險的潛在危機，像是年金險等因為低估消費者壽命而引發的保費不足（或可稱為長壽風險），近年在各國都可看到這議題的討論。過去大部分長壽風險相關研究主要針對年金險及長期看護險，鮮少針對健康險之研究，然而，健康險和年金險類似，也會因為壽命延長造成保費低估的現象，造成公司的虧損，同樣需要加入長壽風險的考量。

在健康險的範疇之中，由於癌症連續三十幾年位居死因之首，同時是台灣健保醫療費用支出最高的疾病，因此癌症商品歷來都是我國熱賣的健康險之一。然而，癌症商品普遍存在費率風險的問題，不少保險公司的防癌險損失率超過 100%，而且虧損在未來可能因為壽命延長而擴大，但為了取得市場佔有率，只能更改給付範圍及金額持續推出癌症商品。既然癌症等健康商品有長壽風險的隱憂，可否透過現有長壽風險的因應策略降低損失，甚至達到損益平衡，這也是本文想要探討的目標。本文以防癌險為研究標的，透過電腦模擬與全面健康保險資料庫，除了觀察長壽風險對防癌險造成之影響，也試著藉由自然避險策略來達到長壽風險之規避，藉此提供保險公司未來設計商品的參考。

本文先以電腦模擬嘗試不同死亡率及癌症發生率的變化組合，探討這些數值組合與防癌險保費的關聯，作為以自然避險因應長壽風險的依據。其中，防癌險的給付包括首次罹癌給付及死亡給付（罹癌死亡及非罹癌死亡兩者均給付），並考量發生率上升、死亡率下降，以此作為自然避險的基礎。研究發現，發生率的

變動對此商品的保費成本影響較大，會造成成本低估，而女性的保費低估高於男性，年輕的投保者高於高齡之投保者。若須達到自然避險之效果，死亡給付必須大於首次罹癌給付，低估現象越大者，死亡給付相對罹癌給付之倍數亦須越大；除了給付倍數的調整外，如果死亡率下降幅度大於發生率上升的幅度，同樣可達到自然避險。

本文也以全民健保資料庫為實證分析的依據，計算臺灣每年罹患癌症的人數及癌症患者的死亡人數，藉此估算癌症發生率與死亡率。有鑑於資料庫欄位的缺乏，在癌症發生人數與罹癌死亡人數的計算上需要透過準則來判定，本文於癌症發生人數採用「前兩年沒有任何癌症領卡紀錄或癌症就診紀錄者，而今年有領卡及就診紀錄之病患」之判定準則來估計；在罹癌死亡人數則採用「今年有死亡註記且未來一年未有任何就診紀錄之病患」為判定準則。在得出人數之後，即可計算癌症發生率、罹癌死亡率與非罹癌死亡率，並且透過修勻方法及模型配適將得出來的率變得更平滑及推估出高齡的率，使得修勻過後之癌症發生率、罹癌死亡率與非罹癌死亡率可以更接近現實狀況，以方便本文進行實證之分析。

研究發現，癌症發生率逐年上升、罹癌死亡率與非罹癌死亡率逐年下降，證明了長壽風險現象之存在，然而，癌症發生率之變動幅度較罹癌死亡率及非罹癌死亡率小，導致死亡率變動對防癌險成本的影響性提升，抵銷掉先前討論之發生率變動產生較大影響之結果。因此，本文研究發現不論是針對男性或女性，自然避險的效果都比先前模擬來的好，唯有在年紀較輕的投保者在長期防癌險的部分仍有成本低估之情形存在，而對於中高齡之投保者，不論保障期間長短，在罹癌給付與死亡給付為 1 比 1 之情況下即可達到自然避險之效果，將長壽風險之影響透過商品內之性質規避掉。雖然臺灣的保險公司防癌險現在有較高的損失率，但根據本文之研究，防癌險商品內之罹癌與死亡兩種給付的變

動形況會透過自然避險效果相互抵銷，因此本文預期保險公司面對的損失率會維持一定水準，除非發生率、死亡率有急遽變化，短期之內應不會更惡化。

第二節 研究限制與未來建議

本文使用健保資料庫作為計算癌症發生率、死亡率的基礎，未必能反映實際商業保險中癌症險購買者的實際狀況，本文的實證研究結果不見得可以直接套用。另外，由於健保資料庫內容十分雜亂，需要較多時間前置處理，包括欄位錯誤等資料偵錯等耗費不少時間，這也使得分析健保資料庫的進入障礙較高，相關研究之人員得先透過完整之訓練。另一方面，受限於資料內容的缺乏，在發生率及死亡率之研究以替代方法判定，其間會有準確度的疑慮，如在死亡方面，由於缺乏死因檔而導致我們無法確定該病患是否死亡以及死於何種疾病，需自行找出判斷方法，較無法準確估計罹癌死亡之人數。未來若能取得死因檔之相關檔案，並能串連其他健保資料庫，當能反映真實狀況、更準確地估計死亡率。

而在商品之設計，本研究僅考量罹癌給付及死亡給付兩者，而現今市面上販售之防癌險商品大多包含罹癌後之醫療給付，如住院、門診、手術等給付，為了商品的完整性，以及準確估計保險公司防癌險商品針對長壽風險之影響性等理由，本研究應加入這些醫療給付作為考量。然而，此部分資料的取得並不容易，礙於資料之缺乏，本研究無法準確的估算出這些醫療給付之成本，故只能放棄這部分之考量，實屬遺憾。若未來能夠取得這些醫療成本之相關資料，勢必能更完整的考量長壽風險之影響，並且套入商品設計中，找出更合適之自然避險策略。

就長壽風險的因應對策，本文僅以同一健康商品的生存、死亡給付，採納自然避險的設計降低延長壽命引發的成本低估，並未考慮其他可能的因應方

法，而且本文分析完全仰賴 Lee-Carter 模型，如果各年齡發生率、死亡率的變化幅度隨時間變動，研究結果可能會不同。未來或可採納年金險的長壽風險因應方法，包括不同的隨機死亡模型、證券化等方法，研議長年期健康商品的長壽風險避險策略。另外，本文僅考慮健康商品，並未加入其他保險商品（如：年金險、壽險等），以後可探討不同商品的相關性，依照正相關或負相關的特性調整健康險、年金險等商品的給付比例和方式，擴大自然避險的應用範圍。

過去長壽風險之研究大多以壽險商品為目標，較少針對長年期的健康險，然而，健康商品類似年金商品，本身也會因為高估或低估費率，而引起成本低估的現象，導致保險公司財務上損失，臺灣保險業界在癌症險上的損失就是典型範例。冀望本研究能拋磚引玉，未來有更多學者專家及業者投入健康險的費率風險研究，挖掘現有及潛在的商品定價等問題，並加以研究找出解決之道，使得我國保險產業更加健全。

參考文獻

一、中文部分

1. 王信忠、余清祥、金碩（2012）。小區域死亡率推估之研究。人口學刊，45，121-154。
2. 王信忠、余清祥、陳怡萱（2016）。高齡死亡率模型的探討。人口學刊，52，1-42。
3. 王培東（2006）。死亡事件發生的測量。台灣醫界，第49卷，第6期。
4. 王培東（2006）。疾病發生的測量：發生率（Incidence）和盛行率（Prevalence）。台灣醫界，第49卷，第4期。
5. 余清祥（1997）。修勻：統計在保險的應用。臺北：雙葉書廊。
6. 林智軒（2014）。小區域死亡率模型的探討。國立政治大學統計學系研究所碩士論文。
7. 金碩（2011）。修勻與小區域人口之研究。國立政治大學統計學系研究所碩士論文。
8. 財團法人保險事業發展中心（2013）。中華民國101年度人壽保險業務統計年報。
9. 國家發展委員會（2016）。中華民國人口推估（105至150年）。國發會研究報告。
10. 陳政勳、余清祥（2010）。小區域人口推估研究：臺北市、雲嘉兩縣、澎湖縣的實證分析。人口學刊，41，153-182。
11. 陳昱霈（2016）。以全民健康保險資料庫探討癌症的發生與死亡。國立政治大學統計學系研究所碩士論文。
12. 黃泓智、劉明昌、余清祥（2004）。台灣地區重大傷病醫療費用推估。人口學刊，29，35-70。

13. 衛生福利部國民健康署（2016）。中華民國 102 年癌症登記報告。
14. 鄭志新（2015）。以全民健保資料庫探討長期照顧需求。國立政治大學風險管理與保險學系研究所碩士論文。
15. 賴曜賢（2017）。由歷史發展觀點探討我國產物保險業經營長期健康險前景。核保學會，第 24 期，269-298。
16. 蘇維屏（2014）。全民健保資料庫分析：以全民健保資料庫探討國人慢性疾病的現況。國立政治大學統計學系研究所碩士論文。



二、英文部分

1. Blake, D., and Burrows, W. (2001). "Survivor bonds: Helping to hedge mortality risk". *Journal of Risk and Insurance*, 339-348.
2. Cox, S.H., and Lin, Y. (2007). "Natural hedging of life and annuity mortality risks". *North American Actuarial Journal*, 11(3), 1-15.
3. Dowd, K. (2003). "Survivor bonds: a comment on Blake and Burrows". *Journal of Risk and Insurance*, 70(2), 339-348.
4. Dowd, K., Blake, D., Cairns, A. J., and Dawson, P. (2006). Survivor swaps. *Journal of Risk and Insurance*, 73(1), 1-17.
5. Lee, R.D., and Carter, L.R. (1992). Modeling and Forecasting U.S. Mortality. *Journal of the American Statistical Association* 87, 659-671.
6. Lee, W.C. (2003). "A partial SMR approach to smoothing age-specific rates". *Annals of epidemiology*, 13(2), 89-99.
7. Lin, Y., and Cox, S.H. (2005). "Securitization of mortality risks in life annuities". *Journal of risk and Insurance*, 72(2), 227-252.
8. Wang, J. L., Huang, H. C., Yang, S. S., and Tsai, J. T. (2010). "An optimal product mix for hedging longevity risk in life insurance companies: The immunization theory approach". *Journal of Risk and Insurance*, 77(2), 473-497.
9. Yue, C.J., Wang, H.C., Leong, Y. and Su, W.P. (2017). "Using Taiwan National Health Insurance Database to model cancer incidence and mortality rates". To appear in *Insurance: Mathematics and Economics*.

附錄

附表 1、男性癌症病患死亡誤判人數（退保）

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
第一年	29	39	82	42	63	22	101
第二年	8	10	51	21	29	26	
第三年	4	7	39	21	37		
第四年	5	7	34	14			
第五年	5	5	29				
第六年	4	6					
第七年	5						
合計	60	74	235	98	129	48	101
誤判比例	0.27%	0.32%	0.93%	0.39%	0.49%	0.19%	0.36%

附表 2、女性癌症病患死亡誤判人數（退保）

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
第一年	25	38	38	43	34	24	53
第二年	10	6	21	12	15	19	
第三年	8	6	14	14	14		
第四年	8	6	9	8			
第五年	8	4	10				
第六年	5	5					
第七年	6						
合計	70	65	92	77	63	43	53
誤判比例	0.55%	0.49%	0.65%	0.52%	0.41%	0.29%	0.32%

附表 3、男性癌症病患死亡誤判人數（死亡註記+一年未就醫）

	2006	2007	2008	2009	2010	2011
第二年	0	0	0	0	0	0
第三年	0	0	0	1	0	
第四年	1	0	0	0		
第五年	0	0	0			
第六年	0	0				
第七年	0					
合計	1	0	0	1	0	0
誤判比例	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

附表 4、女性癌症病患死亡誤判人數（死亡註記+一年未就醫）

	2006	2007	2008	2009	2010	2011
第二年	0	0	1	0	0	0
第三年	0	0	0	0	0	
第四年	0	0	1	0		
第五年	0	0	0			
第六年	0	0				
第七年	0					
合計	0	0	2	0	0	0
誤判比例	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%