

癌症醫療費用之推估：馬可夫鏈模型之應用

Estimation of Cancer Medical Cost : An Application of Markov Model

黃泓智^{*} (Hong-Chih Huang)、林家玉^{**} (Chia-Yu Lin)
余清祥^{***} (Jack C. Yue)

摘要

目前有關癌症發生率的相關文獻中，很少針對罹癌後的存活機率做探討，進而推估罹患癌症後所發生的醫療費用。本研究利用「全民健保資料庫」1996至2000年的癌症醫療統計資料庫，依性別及年齡估計各種不同健康狀態轉移機率模型，建構出不同健康狀態轉移之離散型馬可夫鏈模型(Discrete Markov Chain Model)，並利用此模型來推估不同性別及年齡之個人癌症醫療所需費用，藉由此醫療費用的推估，進而計算出商業保險中實支實付型癌症保險之合理保費，除此之外，本研究利用未來人口老化推估資料(黃意萍，2002)，計算出全民健保在癌症醫療部份的未來成本之估計，本研究之結果可同時做為商業保險及社會保險的參考。

關鍵字：馬可夫鏈模型、醫療成本推估、癌症

Abstract

To date, it seems that the investigation of survival rates for cancers has not been studied extensively. In this research we attempt to use Taiwan National Health Insurance database from 1996 to 2000 to investigate the survival rate and medical expenses for cancer. We then use the information to construct a discrete Markov model to estimate medical costs for cancers. Three states of health, cancer and death are constructed in the Markov model. The fair premium for private cancer insurance is calculated. Furthermore, with the estimation of future populations structure(Huang 2002), we estimate future expected medical cost of cancers for Taiwan National Health Insurance. Our research results are referable for both private and social insurance.

Keywords: Markov chain model; Estimation of medical cost; Cancer

* Assistant Professor, Department of Risk Management and Insurance, National Chengchi University 政治大學風險管理與保險系助理教授；email:jerry2@nccu.edu.tw

** Lecturer, CKG High School 崇光女中講師；ericastonelin@yahoo.com.tw

*** Associate Professor, Department of Statistics, National Chengchi University 政治大學統計系副教授

收稿日期 2002/04/10 接受日期 2002/06/12

壹、前言

醫療費用的評估對於全民健保之財務精算而言，是非常重要的部份，目前相關之研究中，關於總體醫療費用的推估，較少針對單一重大疾病本身探討其醫療費用的推估如癌症等，一般對於重大疾病的研究亦很少利用實際資料庫，探討重大疾病在考慮有回復機率下之醫療費用的推估。本研利用「全民健保資料庫」之1996至2000年的癌症醫療統計的龐大資料庫，找出癌症相關之統計資料如各個年度之間的癌症、健康、死亡之移轉機率和醫療成本等，推估不同性別及年齡之個人癌症醫療所需費用，進而利用此資料，提供未來50年之罹癌人口推估值，以及癌症醫療之個人及總體費用的推估值，另外，本文亦用精算收支平衡的原則，計算出當全民健保的政策為n年不調整保險費率時，為達一定期間之財務收支平衡的原則下，每個人所須負擔的癌症醫療費用的成本。此研究成果除了提供全民健保判斷其癌症部分之總成本外，亦可提供商業保險在實支實付之癌症醫療險保費定價的參考。

根據行政院衛生署於民國九十年所做之統計，臺灣地區十大死亡原因主要多屬慢性、退化性疾病及事故傷害，其中，癌症自民國七十一年起即連續十九年蟬聯榜首，表1-1為因癌症死亡人數與總死亡人數之比例：

表1-1 民國85年至89年癌症死亡與總死亡之比率

年度(年)	總體 ¹	女性 ²	男性 ³
85	23.18%	21.76%	24.05%
86	24.30%	22.99%	25.10%
87	23.99%	22.72%	24.77%
88	23.83%	22.26%	24.80%
89	25.35%	23.72%	26.34%
90	25.99%	24.45%	27.02%
91	27.05%	25.34%	28.12%

¹ 不分性別，因癌症死亡佔全部死亡人數之百分比

² 女性因癌症死亡總人數佔女生全部死亡人數之百分比

³ 男性因癌症死亡總人數佔男生全部死亡人數之百分比

觀察表1-1可知，自民國85年至民國89年，無論男性或女性因癌症死亡人數，均佔總體死亡人數相當高之比率，為因應此種狀況，國人對健康保險的需求也愈來愈高，全民健保於84年開辦，在最近幾年已漸漸有支出大於收入的狀況，在費率釐定方面，全民健保是屬於社會保險，被保險人支付之保險費取決於收入的高低，並未考量被保險人在投保時的不同健康狀態，對健保局造成的醫療負擔會有不同影響，因此本文除了探討不同年齡、性別的癌症醫療需求之外，亦探討在不同健康狀態下投保，對健保局之癌症醫療成本之影響，提供更多對於不同風險分類之醫療成本的訊息。

總體醫療費用的推估大致上可分為三種方法：精算成本推估法(林詰，1992)、(朱立明、吳家懷，1996)及(蘇喜，1999)、總醫療支出函數推估法(羅紀瑛1996與健保局2000、2002)、時間序列推估法(紀駿輝，2001)、(黃泓智，2003)，精算成本推估法是利用過去的歷史資料，分別求出個人的發生率(frequency)和單位成本(severity)的經驗值，加上主客觀的精算假設推估未來的個人醫療費用，然後再加總估算總體醫療費用，此方法之優點是可以利用詳細的風險分類(例如：性別、年齡、地區、有無抽煙等)，較為精確的推估醫療成本，缺點是通常包含了較多的主觀性的精算假設(例如：假設發生率和單位成本是相互獨立的)。總醫療支出函數推估法是利用總體經濟資料直接推估醫療支出函數，此方法之缺點是容易忽略個人醫療需求之因素對總醫療支出的影響。時間序列推估法是根據過去醫療費用，找出影響其時間趨勢的因素，假設未來醫療費用的變化會跟隨著此趨勢，此方法之優點是不需要受限於各個變數必須相互獨立的假設，缺點是容易因為資料的不足而影響其推估的準確性。影響未來整體癌症醫療費用的因素包括整體的醫療品質、醫療環境、癌症發生率、治癒率、未來人口數、生育率、死亡率等等，其中因醫療科技進步而影響之相關因素如醫療品質、醫療環境等較不容易將其量化，因此本文將採用精算成本推估法，利用過去五年之全民健保資料庫，粹取出有用的資訊，估算個人所需的癌症醫療成本，並考慮未來人口總數及其結構的變化因素(黃意萍，2002)，推估未來總體醫療費用。(黃意萍，2002)研究台灣地區15至49歲婦女生育率的變化趨勢，再將研究結果用於台灣地區未來人口總數及其結構的預測，推估台灣地區未來50年的人口總數及其結構。

本文編排如下，第二節利用離散型馬可夫鏈模型之性質與型態，建構全民健康保險之癌症病情轉換發生率模型，並用SAS統計軟體撰寫程式，建立從各種不同狀態移轉下之各項移轉機率；第三節則是利用各項發生率，預估未來50年間罹患癌症之人數，並加以探討其各年罹患癌症比率增減之趨勢，及對未來癌症醫療總費用做預估；第四節探討收支平衡下之癌症醫療費率推估，利用馬可夫鏈模型之各項移轉機率，分別求出從不同狀態下之健保癌症醫療費率，加入醫療物價成長率及薪資成長率等因素，推估出健保局在各個期間之收支平衡原則下的社會醫療保險費率，最後一部分則是提出結論與建議。

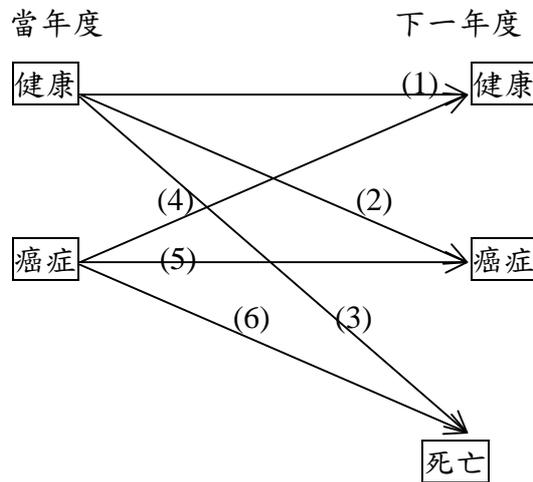
貳、馬可夫鏈模型建構

在實務上，估算保戶在罹患癌症後之實際醫療成本，對保險公司而言是相當重要的議題，但由於坊間缺乏罹癌存活率之風險分類的相關資料，因此無法提供保戶實支實付型態的保險，目前癌症相關之商業保險的給付內容眾多，但多屬於定額給付型態。馬可夫鏈模型的建構，可以利用風險分類下之各個狀態間的移轉機率，計算出在商業保險中，保戶一旦罹癌之後的實際醫療成本，亦可藉由對於未來人口的推估，預測社會保險在癌症部份的成本。

為了解決目前商業保險中對於實支實付型態之商品設計的缺口，並進一步有效的預估未來罹癌人口，及對未來癌症醫療費用做推估，本節利用馬可夫連模型的性質，將其分為健康、癌症及死亡等三個狀態，求出分年齡及性別的條件下，各種狀態的移轉機率，進而對健保局所要負擔的癌症醫療成本做探討。馬可夫鏈模型已被廣泛的使用在保險費率之計算，特別是在解決多重狀態之機率移轉的健康保險之費率上，如(Panger, 1988), (Pitacco, 1994), (Macdonald, 1999), Tolley et al.(1982, 1991), 馬可夫鏈模型除了應用在保險費率的釐訂上，更可用於保險的基因變化下的風險探討，及對未來的推估。(Macdonald, 2002)利用馬可夫鏈模型來表現一些異類基因，及利用不同的相關風險比例，分別求出不同性別之成本。(Pokorski and Ohlmer, 2002)將馬可夫鏈模型應用在不同發生率的假設之下，計算女性保險在基因BRCA1/2變化之應用的死亡風險估計。

一、癌症病情狀態移轉機率之模型建構

本文將所有身體狀態分為三類(健康、癌症及死亡)，並探討各年度各個狀態間的移轉機率之模型建構。由於健保局資料庫在癌症這個狀態分為住院與門診兩種，其兩者資料性並不相同，因此本文針對住院及門診分別做探討，然後按所佔全部癌症比例加權再相加，計算各項移轉機率。整體而言，由當年度至下一年度的所有身體狀態移轉機率總共有6種(如下圖)：



在探討此模型之前，首先對本文中的「健康」及「癌症」狀態和一些符號定義及解釋如下：

健康：一年以上無因癌症住院或門診就醫記錄

癌症：當年度在全民健保資料庫中，有因癌症住院或門診就醫記錄者

${}^H P_x^H$ ：x歲時健康，x+1歲時健康之移轉機率(如上圖(1)的移轉機率)

${}^H P_x^C$ ：x歲時健康，x+1歲時癌症之移轉機率(如上圖(2)的移轉機率)

${}^H P_x^D$ ：x歲時健康，x+1歲時死亡之移轉機率(如上圖(3)的移轉機率)

${}^C P_x^H$ ：x歲時癌症，x+1歲時健康之移轉機率(如上圖(4)的移轉機率)

${}^C P_x^C$ ：x歲時癌症，x+1歲時癌症之移轉機率(如上圖(5)的移轉機率)

${}^C P_x^D$ ：x歲時癌症，x+1歲時死亡之移轉機率(如上圖(6)的移轉機率)

本文所定義之健康並非是真正的身體無任何毛病的健康，而是代表在當年度沒有癌症住院或門診的就醫紀錄；而癌症移轉機率是指當年度因癌症就醫之病患，至下一年度病情轉換為健康、依然癌症、死亡之移轉機率，另外健康移轉機率是指當年度沒有癌症住院或門診紀錄且無死亡紀錄的健康者，至下一年度轉換至健康、依然有癌症住院或門診之紀錄者、或是死亡之移轉機率。文中所採用之癌症與健康的定義，與一般對於癌症和健康的定義雖有所不同，但是本文應用於馬可夫鏈模型中之移轉機率，估算實支實付型態未來癌症醫療費用的目的，與商業保險或是社會保險對於實支實付型態所需要的成本並不會有任何的衝突。因為在馬可夫鏈的模型中，如果保戶是處於癌症的狀態(當年度有因癌症之門診或住院的就醫記錄者)就會有癌症醫療費用產生，相反地，如果保戶是處於健康的狀態(當年度沒有因癌症之門診或住院的就醫記錄者)就不會有癌症醫療費用產生。因此如果保戶是屬於罹癌後復原的狀態，在實務上也許還是被認定為屬於觀察期間的罹癌者，但是此保戶只要當年度沒有因癌症之門診或住院的就醫記錄，在實際上此保戶就沒有癌症的醫療費用產生，在本文中就定義為健康，於馬可夫鏈的模型運算中，也就沒有癌症的醫療費用產生。因此，本文所採用之癌症與健康的定義，雖與一般不同，但是對於估算實支實付癌症醫療成本與實務上是一致的。

儘管本文僅將身體狀態分為健康、癌症及死亡三種狀態，但由於健保局癌症就診記錄又分住院與門診兩類，且住院與門診的癌症狀態無論轉換至下一個狀態為癌症或健康，其移轉機率差異皆很大，無法單獨以住院或門診的資料代表癌症狀態之移轉機率，例如住院之今年癌症，下一年亦癌症之發生率，平均女性約76%，男性68%，而門診之今年癌症，下一年亦癌症之發生率，平均女性17%，男性27%(如附圖1，附圖2)，且住院所佔其全部癌症就醫之比率遠低於門診所佔其比率，40歲以前佔不到10%的比例，40-70歲所佔比例亦低於30%，因此本文將採住院與門診各自按所佔全部癌症比例加權再相加，計算各項移轉機率。

二、移轉機率之探討

(一)從癌症狀態出發之移轉機率的探討

本文以附圖3至附圖5代表女性當年度為癌症狀態者，下一年度轉換為健康($C_{P_x^H}$)、依然癌症($C_{P_x^C}$)及死亡者($C_{P_x^D}$)的折線圖。由於男女性的趨勢相似，

因此僅列出女性的折線圖，由附圖3中顯示，年齡愈輕，其癌症的復原率^{1,2}愈高，所以此移轉機率皆有隨年齡增加而遞減的趨勢；若以年度做分析，則發現自西元1996年至2000年，其比率並不因年度不同而有明顯的差異性。附圖4代表女性在今年度癌症，下一年度依然為癌症狀態的移轉機率(${}^C P_x^C$)之折線圖，由圖可看出，整體而言，女性之年齡愈大，癌症持續就醫率也愈高，因此有隨著年齡增加而移轉機率遞增的趨勢；以年度觀察，此移轉機率有些微隨著年度之增加而遞增的趨勢，由於人類的平均壽命逐年增加，罹癌之機率也逐年增加，可是罹癌後之死亡率卻逐年遞減中，這表示國人罹患癌症的人口在增加中，而罹患癌症之後持續保持在癌症就醫狀態的人口及時間也在持續增加的狀態，因此可預知，全民健保在癌症醫療費用的部分是逐年在增加中。附圖5代表女性在今年度癌症下一年度轉換為死亡的移轉機率(${}^C P_x^D$)之折線圖，由圖可看出，不分性別或年度，整體而言，除了0-4歲，其餘年齡層隨著年齡增加，癌症死亡率亦有增加之趨勢。整體而言，在70歲以前此移轉機率皆小於10%，70歲以後，則移轉機率上升幅度較大；若以年度來探討，則隨年度增加，此移轉機率有微幅遞減之趨勢產生。

(二).從健康狀態出發之移轉機率的探討

本文以附圖6至附圖8代表女性今年度為健康狀態者，下一年度轉換為依然健康(${}^H P_x^H$)、癌症(${}^H P_x^C$)及死亡者(${}^H P_x^D$)的移轉機率折線圖。由附圖6中可看出無論男性或女性，今年健康下一年度依然健康的比率(${}^H P_x^H$)相當高，平均在70歲以前都有90%以上之機率，且整體之變化趨勢並不大。附圖7代表今年健康下一年度轉為癌症的發生率(${}^H P_x^C$)，以女性而言，因為乳癌或子宮頸癌的因素，在50歲以前，此移轉機率隨年齡遞增而遞增，在45-50歲達到最高峰；以男性而言，整體移轉機率則是隨著年齡的遞增而遞增；若以年度做比較，大體而言，此移轉機率有逐年些微上升趨勢。附圖8代表今年健康下一年度轉為死亡的移轉機率(${}^H P_x^D$)，不分性別及年度，整體而言，由於年齡愈大，死亡率愈高的原因，因此此移轉機率是隨著年齡的增加而遞增。

¹ 本文所定義之復原率是指今年有癌症紀錄，下一年無癌症就醫紀錄者之移轉機率，並非醫學上定義的真正復原率。

² 醫學上指出，癌症復原率與年齡無絕對關係，僅與癌症期別、發現時間及治療情形有關。

叁、未來罹癌人數及癌症醫療費之推估

本章節利用馬可夫鏈模型中之各個狀態間加權後的移轉機率，並配合相關之參考文獻，進而預估未來50年之癌症人口及癌症醫療總費用，並加以探討未來50年各年罹患癌症比率之趨勢。由於未來人口的推估是個相當複雜的課題，其包含的因素非常多，如：人口外移、...等，而本文之主題並非探討未來總體人口之推估，因此本文直接採用(黃意萍，2002)之研究結果中的台灣地區未來50年的人口中推估總數之推估值(中推估)及其結構，進而預估未來罹癌人口及癌症醫療總費用之趨勢。

一、未來癌症人數之預估

由前面章節可知，當我們知道今年度的健康及罹癌人口數，即可利用馬可夫鏈模型中的 ${}^H P_x^C$ 及 ${}^C P_x^C$ 兩項移轉機率，求出下一年度的罹癌總人數，其精算假設如下：

1. 假設未來50年之癌症住院人數佔總罹癌人數之比率，與癌症門診人數佔總罹癌人數之比率為固定的，並用民國85年至89年所求的比率之平均值代替。
2. 假設未來50年之健康人數佔當年度總人數之比率是固定的，並用民國85年至89年所求的比率之平均值代替。
3. 假設未來50年各狀態之間的移轉機率皆為固定，並用民國85年至89年所求的比率之平均值代替。
4. 由於本文採民國85年至89年之健保統計資料，其期間較短，較難觀察其時間趨勢，因此本文假設以上所提及之比率在未來所估計的期間皆為固定，並以民國85年至89年平均值估計。

在預估癌症人數時，我們考量到的當年度癌症人數來源主要有兩項，分別為上一年度健康，到今年度轉為癌症患者，以及上一年度為已罹癌者，到今年度依然為癌症患者，計算式及符號表示如下：

- $N^{C(i)}$: 第 i 年的癌症總人數
 $N^{H(i)}$: 第 i 年的健康總人數
 $N_{total}^{(i)}$: 第 i 年的總人數
 P_{total}^H : 平均健康人數佔總人數的比率

$$\Rightarrow N^{C(i)} = (N^{C(i-1)} \times C P_x^C) + (N^{(i-1)}_{total} \times P^H_{total} \times H P_x^C)$$

本文利用之前所建構之馬可夫鏈模型，進行未來50年罹癌人數之推估，在進行預估之前，為了更加確定本模型之適用性，本文將用1996年為起始值進行4年的推估，再用1997年至2000年之實際值與推估值比較，用以檢驗此模型之準確度，亦即以1996年實際罹癌人數來預估1997年罹癌人數，依此類推，求出1997年至2000年的罹癌人數，所求之預估值與實際罹癌人數雖有些許誤差，但其高估或低估比例皆在4%以內，以女性為例(如圖3-1)，預估值與實際罹癌人數皆相當接近，因此本文用此精算假設，做未來50年罹癌人數及癌症醫療費用做推估。

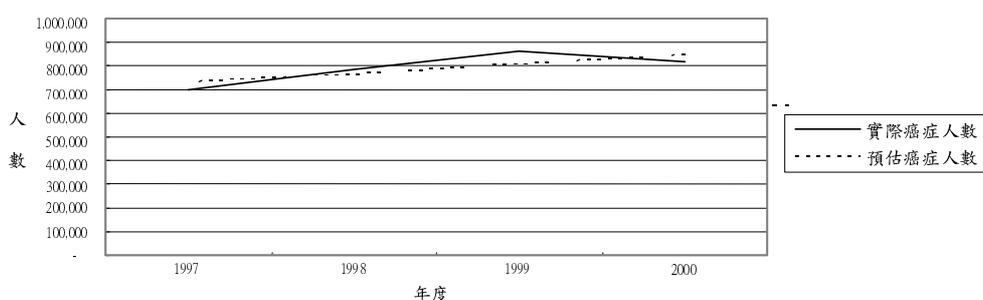


圖3-1 實際與預估癌症人數比較圖(女)

目前衛生署及相關文獻對於癌症的探討，均著重於當年度癌症的新增人數或新增率和癌症死亡人數或死亡率等方面。就當年度癌症的新增人數或新增率而言，男性比女性高，以年齡細分，女性之當年度癌症的新增人數在20至50歲之間則比男性為多，男性之罹癌新增人數則大部分集中在60至85歲之間，而且佔了相當大的比重。就癌症死亡人數而言，男性在所有年齡層皆較女性高，尤其在高年齡的部份，甚至高於二倍。依照全民健保的資料庫分析，本文發現女性在罹癌後之存活率，在十五歲以後皆大於男性。因此，雖然男性之當年度癌症的新增人數比女性多，但由於女性在罹癌後之存活率較男性高，而且其癌症新增人數平均集中在35至75歲之間，是屬於死亡率相較上較低的年齡，而男性之癌症新增人數多半是發生在60歲以後，是屬於死亡率相較上較高的年齡，所以女性之罹患癌症的總人數(當年度有因癌症門診或住院就醫之記錄者)反而比男性高出許多，以民國八十六年為例子，男性之罹癌總人數為三十六萬，而女性之罹癌總人數為六十九萬人。

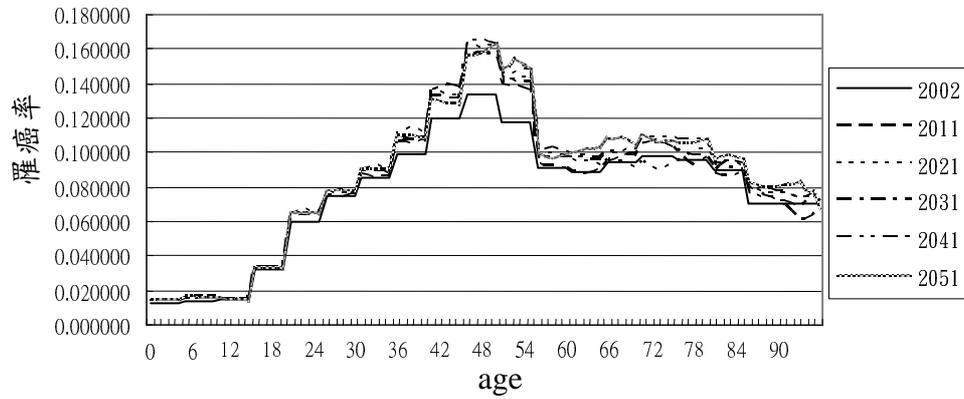


圖3-2 各年罹癌比率比較圖(女)

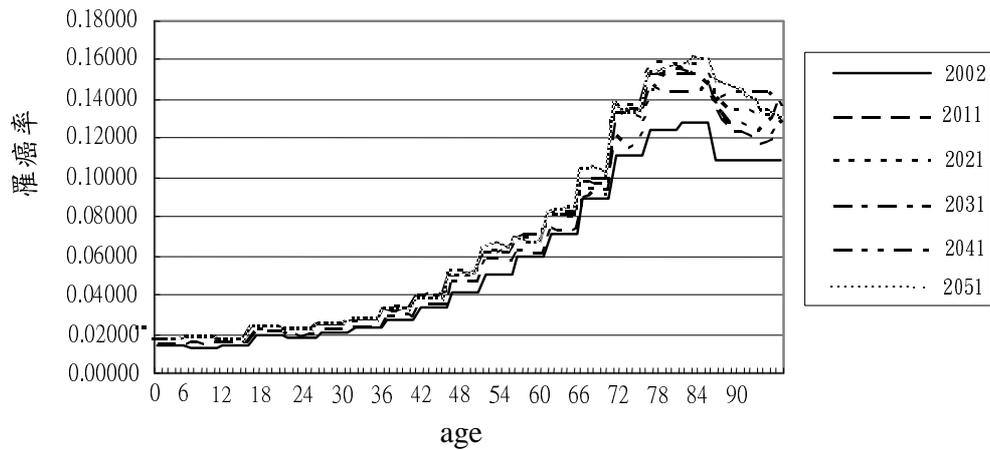


圖3-3 各年罹癌比率比較圖(男)

利用馬可夫模型之移轉機率及未來五十年之各個年齡人口之預估值，可計算出2003年至2051年之罹癌總人數的推估值，本文將2011、2021、2031、2041、2051年之罹癌人數除以預估總人數之資料，得到罹癌比率折線圖(如圖3-2，3-3)，此罹癌比率之定義為總累積罹癌人口佔總人口的比率，而非新增癌症的發生率。圖3-2，3-3分別代表2011、2021、2031、2041、2051年女性和男性各個年齡層的罹癌比率，5年間之平均值差異不大，但皆有隨年度增加

而罹癌比率增加的趨勢，特別是在高年齡的部份，因為人口老化的因素，以男性人口之整體罹癌比率而言，其罹癌比率從2011年之0.04216上升到2051年0.06361，增加了50.88%，其增加的幅度遠比女性高，原因是男性之罹癌比率是隨著年齡遞增，一直到70—80歲達到最高，而女性之罹癌率的最高峰則是發生在40—50歲，因此男性之罹癌比率受人口老化的因素影響較大，所以男性之罹癌比率的增加幅度比女性高出許多，詳細罹癌比率如表3-1：

表3-1 平均罹癌比率比較表

年度	2011	2021	2031	2041	2051
女	0.08492	0.08819	0.09105	0.09176	0.09238
男	0.04216	0.04773	0.05481	0.06025	0.06361

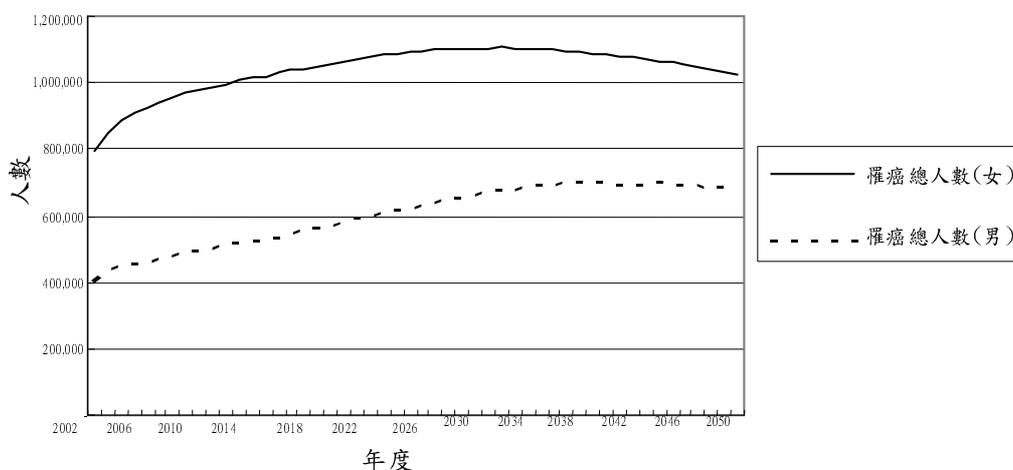


圖3-4 預估罹癌人數折線圖

最後，若以各年之間癌症人數做比較，圖3-4中可清楚看到，隨著預估人口之逐年增加的關係，以女性為例，其預估之罹癌人口在2033年以前，有隨著年度增加而增加之正相關，2033年以後，則有稍微下降之趨勢；男性則是繼續增加到2041年之後，才有些許下降，其主要原因乃是因為在做未來人口推估時(黃意萍，2002)，已考慮時間趨勢之因素，在這兩個點之後的總人口

數有些許下降之情形產生，也因此本文在做罹癌人數推估時，亦會有此趨勢產生。整體而言，每年罹癌人數變化幅度並不大，但男性與女性相較之下，女性的罹癌人數亦遠高於男性，而男性與女性之總罹癌人數有逐年逼近的趨勢。

二、未來癌症醫療總費用之預估

有了未來50年以性別、年齡為風險分類之癌症人數預估資料，乘上未來每個風險分類下之罹癌者每年度之癌症醫療成本的預估值，就可得到未來這50年健保局所要支付的癌症醫療總成本。由於醫療物價成長率將受許多因素影響，本文將不針對此部分做詳細之探討，在此本研究以1996年至2000年平均每年每人分年齡及性別之癌症醫療費用為基準，假設未來50年的每年醫療物價成長率為2%，將預估的罹癌人口數乘上未來每人每年之癌症醫療成本，即可推出2003年至2051年的癌症醫療總費用如圖3-5。

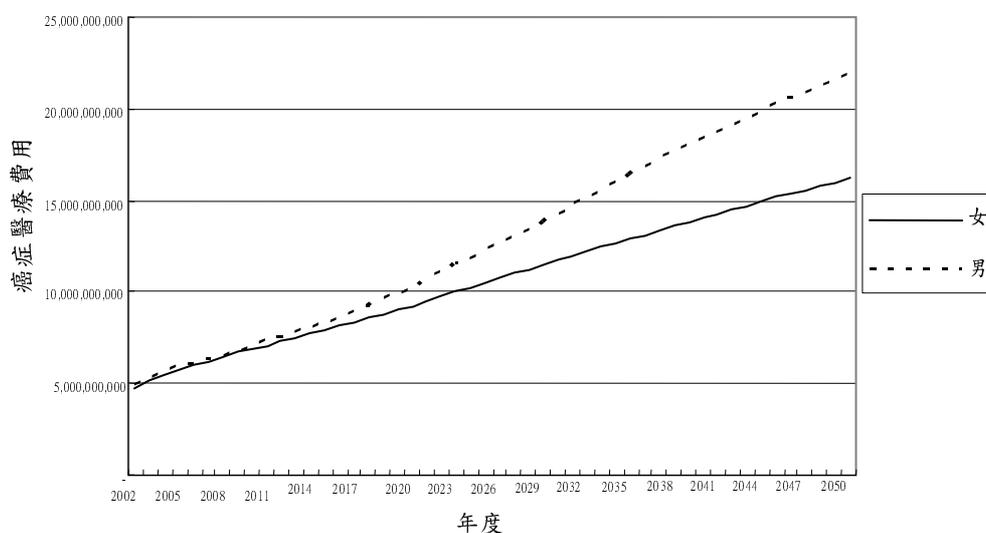


圖3-5 癌症醫療總費用之推估

由圖3-4看到，在假設醫療物價成長率為2%的情況下，雖然推估未來男性罹癌人數小於女性的罹癌人數，但因為男性之罹癌比率隨著年齡增加，在70到80歲之間最高，在考慮人口老化的因素之下，男性之罹癌比率遞增的趨

勢則遠高於女性，再加上男性的損失幅度(severity)大於女性，因此，隨著年度的增加，在未來50年癌症醫療總成本推估上，男性仍然一路高於女性，且其與女性的差距愈來愈大。另外在醫療物價成長率為2%的假設下，50年的女性平均癌症醫療總成本年成長率為2.5%，男性平均為3.1%，男性的成長率幅度依然大於女性，比醫療物價成長率2% 多出來的部份是受人口老化的因素所影響。

肆、收支平衡下之癌症醫療費率推估

在前面章節已探討過各項移轉機率，及各年罹癌比率之趨勢，本章將進而利用這些資料，更深入探討在通貨膨脹、消費者物價指數、醫療物價成長率及薪資成長率之可能影響因素下，當健保之政策為n年不調整保費時，在n年財務收支平衡的條件下，計算出分年齡及性別之個人所應負擔的平衡保險費率，此保險費率會隨著薪水的成長而增加，雖然全民健保屬於社會保險，其保險費率與個人之風險屬性無關，本節根據風險屬性計算個人在n年收支平衡的目標下所應負擔之醫療成本，主要目的有二，第一是提供健保局更精確的風險分類之癌症醫療成本，並可根據個人之醫療費用加總進而推估在n年不破產的目標下，每年所應收之總體癌症醫療保險費用，第二是提供商業保險在實支實付型商品之訂價的參考。

在計算癌症醫療保險費率時，由於資料取得僅自民國85年至89年，較難判斷其因時間趨勢的變化，因此本文假設在未來期間，馬可夫鏈模型中之各個狀態的移轉機率皆不變，以85年到89年之平均值代表，另外，由於現行健保制度中，保費的收取原則乃取決於薪資的多寡，但實際上，現行的健保制度所收取之保費是有上限的，並非每年隨著薪資成長率而遞增的，在本文中，我們不考慮此上限的問題，假設健保之保費收入完全隨薪資成長率而遞增。

一、收支平衡下之個人癌症醫療費用成本推估

首先我們定義單年度之馬可夫模型中的移轉機率：

$$i\text{歲的人在下一年度疾病過程的移轉機率}f_i = \begin{bmatrix} a_i & b_i \\ c_i & d_i \end{bmatrix},$$

- a_i : i 歲時健康， $i+1$ 時亦為健康之移轉機率
- b_i : i 歲時健康， $i+1$ 時變為癌症之移轉機率
- c_i : i 歲時癌症， $i+1$ 時變為健康之移轉機率
- d_i : i 歲時癌症， $i+1$ 時亦為癌症之移轉機率

接著定義多年度的累積移轉機率：

$$\text{多年度第}i\text{歲各狀態的累積移轉機率 } F_i = F_{i-1} \times f_i = \begin{bmatrix} A_i, B_i \\ C_i, D_i \end{bmatrix}, \text{ 且 } F_0 = f_0$$

根據以上之精算假設及定義，我們可得到各狀態之 n 年期的躉繳保費如下：

$$n\text{年期各狀態之躉繳保費} = \begin{bmatrix} 0, \sum_{k=1}^n v_1^k B_k S_k \\ 0, \sum_{k=1}^n v_1^k D_k S_k \end{bmatrix}$$

其中 S_i =第 i 歲所需之癌症醫療費用

$$v_1 = \frac{1+r}{1+f} \quad (r: \text{醫療費用成長率}, f: \text{通貨膨脹率})$$

$$\sum_{k=1}^n v_1^k B_k S_k \text{ 表示在}x\text{歲時是健康狀態之}n\text{年期躉繳保費}$$

$$\sum_{k=1}^n v_1^k D_k S_k \text{ 表示在}x\text{歲時是癌症狀態之}n\text{年期躉繳保費}$$

有了在各狀態下的躉繳保費，我們利用收支平衡的原則求出在健康狀態，癌症狀態以及不分健康、癌症的狀態下之 n 年期的年繳保費費率：

$$\text{在}x\text{歲時是健康狀態之}n\text{年期年繳保費} = \frac{\sum_{k=1}^n v_1^k B_k S_k}{\sum_{k=0}^{n-1} v_2^k [1 - H_x D_{x+k} - C_x D_{x+k}]}$$

$$\text{在 } x \text{ 歲時是癌症狀態之 } n \text{ 年期年繳保費} = \frac{\sum_{k=1}^n v_1 D_k S_k}{\sum_{k=0}^{n-1} v_2^k [1 - H_x D_{x+k} - C_x D_{x+k}]}$$

在 x 歲時是綜合狀態⁴之 n 年期年繳保費

$$\frac{\frac{H_{(ave)}}{H_{(ave)} + C_{(ave)}} \cdot \sum_{k=1}^n v_1^k B_k S_k + \frac{C_{(ave)}}{H_{(ave)} + C_{(ave)}} \cdot \sum_{k=1}^n v_1^k D_k S_k}{\sum_{k=0}^{n-1} v_2^k [1 - H_x D_{x+k} - C_x D_{x+k}]}$$

其中 $v_2 = \frac{1+s}{1+f}$ (s : 薪資成長率, f : 通貨膨脹率)

$H_{(ave)}$: 85-89年平均每年健康總人數

$C_{(ave)}$: 85-89年平均癌症總人數

$H_x D_{x+k}$: x 歲健康, 在 $x+k$ 歲死亡的機率

$C_x D_{x+k}$: x 歲癌症, 在 $x+k$ 歲死亡的機率

圖4-1、4-2, 分別代表女性及男性在醫療物價成長率 $r=4\%$, 薪資成長率 $s=2\%$ 的精算假設下的綜合型癌症醫療費率折線圖, 由圖中可發現, 由於此時假設醫療物價成長率為 4% , 高於薪資成長率 2% , 並且男性整體罹癌機率是隨著年齡變大而平緩遞增, 因此癌症醫療費率亦會隨著年齡愈大而愈大, 收支平衡年期越長的保費也越高, 因此20年期費率 $>$ 15年期費率 $>$ 10年期費率 $>$ 5年期費率; 而女性的癌症醫療費率亦會隨著年齡愈大而愈大, 並且在45歲左右, 因乳癌及子宮頸癌關係, 因此此時的癌症醫療費率會達到一個區域性的高點, 整體而言, 癌症醫療費率也會與男性相同, 隨著年期愈長, 費率愈高。

⁴ 綜合狀態乃代表不分從健康或癌症出發之狀態

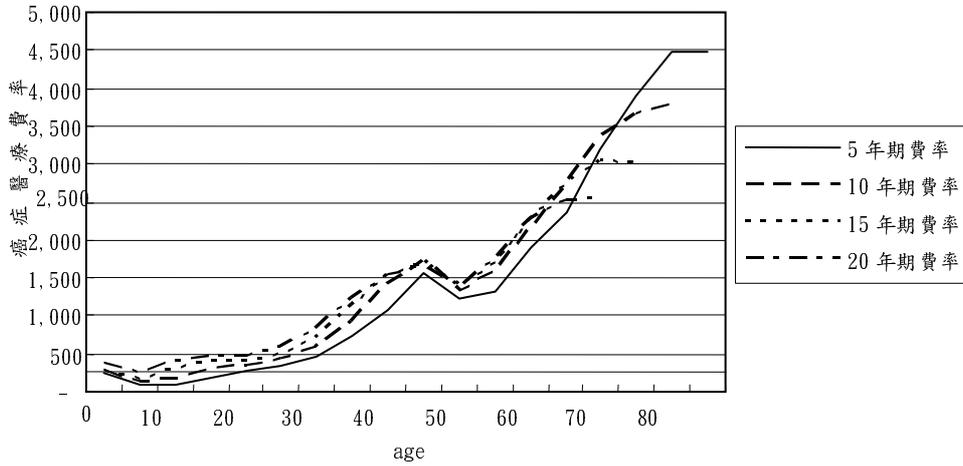


圖4-1 s=2%, r=4% 綜合型(女)

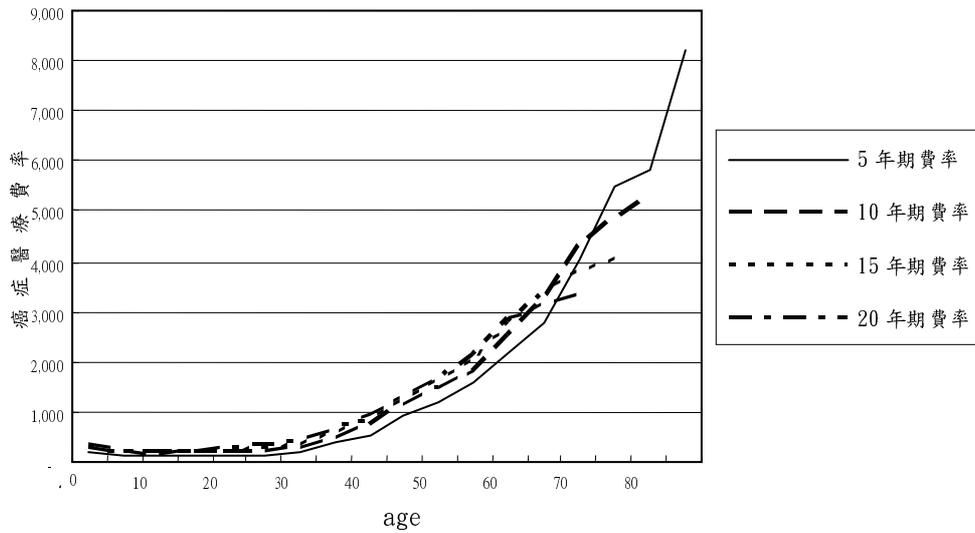


圖4-2 s=2%, r=4% 綜合型(男)

二、健保局應收之總保費

求出每人每年之收支平衡的癌症醫療保險費率後，本節便可據此計算出健保局應準備多少總體癌症醫療費用，才能達到一定期間之收支平衡，本文

假設在醫療物價成長率 $r=4\%$ ，薪資成長率 $s=2\%$ 的精算假設，及配合目前健保制度綜合型之狀態，將前面已求之個人收支平衡下之保險費率，配合未來50年人口預估值，計算出在5年、10年、15年及20年收支平衡狀態下，每年健保局所需準備之癌症醫療成本，儘管現行健保制度採用「隨收隨付」，本文求出平衡保費的目的乃是為了提供健保局在 n 年期內若是不調保費，且要收支平衡的條件下所應收的平衡保費。由圖4-3中可觀察到，實線部份代表的是所預估每年所要花費的癌症醫療總費用，亦即代表健保局若每年調整保費，其每年應收之總保費，而兩條虛線分別代表10年期及20年期每年的總保費，亦即代表健保局在10年或20年內若是不調整保費，且在10年或20年是收支平衡的原則下所應收的總保費，實際上，健保局並不會每年調整保費，因此本研究做出不同年期收支平衡之保費，提供健保局在各個期間調整保費的情形下，為了維持其財務收支平衡下，健保局所應收之癌症醫療的總費用

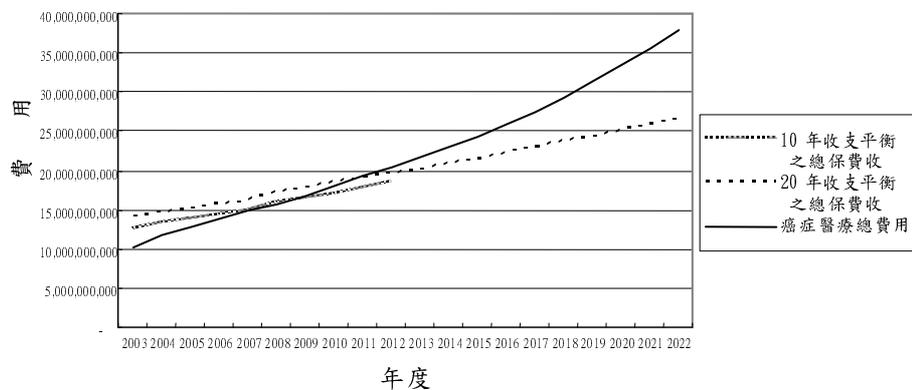


圖4-3 醫療總費用與收支平衡之保費比較圖

伍、結論

目前衛生署及相關文獻對於癌症的探討，均著重於當年度癌症的新增率、癌症死亡率以及癌症手術、住院等發生率，鮮少癌症之相關文獻，針對罹癌後的存活機率，探討癌症所發生的實質費用，本文利用「全民健保資料庫」之1996至2000年的癌症醫療統計的龐大資料庫，依性別及年齡建構各種不同健康狀態移轉機率模型，應用離散型馬可夫鏈模型(discrete Markov chain

model)的性質，探討不同性別及年齡之個人癌症醫療所需費用之推估。本研究發現，就當年度癌症的新增人數和癌症死亡人數而言，男性比女性高，以年齡細分，女性之當年度癌症的新增人數在20至50歲之間則比男性為多，男性之罹癌新增人數則大部分集中在60至85歲之間，而且佔了相當大的比重。男性在所有年齡層之癌症死亡人數皆較女性高，尤其在高年齡的部份，甚至高於二倍。女性在罹癌後之存活率，在十五歲以後皆大於男性。因此，雖然男性之當年度癌症的新增人數比女性多，但由於女性在罹癌後之存活率較男性高，而且其癌症新增人數平均集中在35至75歲之間，是屬於死亡率相較上較低的年齡，而男性之癌症新增人數多半是發生在60歲以後，是屬於死亡率相較上較高的年齡，所以女性之罹患癌症的總人數反而比男性高出許多。

本文參考2002年至2051年之總人口預估資料，推估未來50年的罹癌人數，整體而言，男女之罹癌比率都有隨著年度而增加的趨勢，特別是在高年齡的部份，在男女相較之下，雖然女性之總罹癌人數遠高於男性，但因為在考慮人口老化的因素之下，男性之罹癌比率遞增的趨勢則遠高於女性，再加上男性的損失幅度(severity)大於女性，因此男性之癌症總醫療成本大於女性，而且隨著年度的增加，男性的癌症醫療總費用與女性的差距愈來愈大。為了因應健保對於長年期預測的需求，本文所推估的期間五十年，然而五十年的預測其準確性實屬牽強，因此本文所推估之未來五十年罹癌人數及癌症醫療費用，應該是年期越短的部份之可信度越高。

另外，本文利用馬可夫模型所建立之各項發生率，計算出分年齡及性別之個人所應負擔的平衡保險費率，提供健保局更精確的風險分類下之癌症醫療成本，並根據個人之醫療費用進而推估總體癌症醫療成本，在n年不破產的目標下，每年所應收之總保險費用。整體而言，無論男性或女性，由健康狀態出發之癌症醫療保險費率遠比由癌症狀態出發小的多。若觀察年齡與保費之間關係，發現無論男性或女性，年期長或短及投保時身體狀態為何，整體而言，皆有隨年齡增加而費率亦增加的趨勢。若探討癌症醫療保險費率與收支平衡的年期的關係，我們可發現，無論男性或女性，健康狀態或綜合型的費率，整體而言，會隨著年期愈長而愈大，亦即20年期費率>15年期費率>10年期費率>5年期費率，由癌症狀態出發的費率，則是有著相反的趨勢。

本文所研究之資料來源為國家衛生研究院之全民健康保險資料庫，因全

民健康保險資料庫之統計時間為民國85年迄今，其可利用之統計資料期間尚嫌不足，因此在計算發生率及損失幅度(severity)時，較難建立其依時間趨勢變化之模型，而必須依賴特定之精算假設。另一方面，由於癌症門診資料記載方式與住院不同，無法將門診後馬上死亡者於資料上做揭露，因此在計算癌症至死亡之發生率時，無法完全由原始資料統計求得，此乃本文研究過程中之限制。

參考文獻

書籍類：

1. 中央健康保險局，2000，「民國八十八年全民健康保險費率精算報告」，全民健康保險費率精算之研究。
2. 中央健康保險局，2002，「民國九十年全民健康保險費率精算報告」，全民健康保險費率精算之研究。
3. 內政部，中華民國台閩地區人口統計，內政部1996-2000。
4. 朱立明、吳家懷，1995，「全民健康保險費率精算之研究」，行政院衛生署委託計劃。
5. 林詰，1992年，「全民健康保險成本精算研究」，行政院衛生署委託計劃。
6. 紀駿輝，2001，「全民健保醫療費用成長趨勢及其影響因素分析」，行政院衛生署委託計劃。
7. 黃泓智、蔡政憲、張士傑，2003，全民健康保險費率精算之研究，「民國九十一年全民健康保險費率精算報告」。
8. 衛生署，1996，台灣地區癌症登記調查報告，行政院衛生署。
蘇喜，1998，「全民健康保險費率精算模式之研究」，行政院衛生署委託計劃。
9. 羅紀琮，1996，「全民健康保險醫療費用精算模型」，行政院衛生署委託計劃。

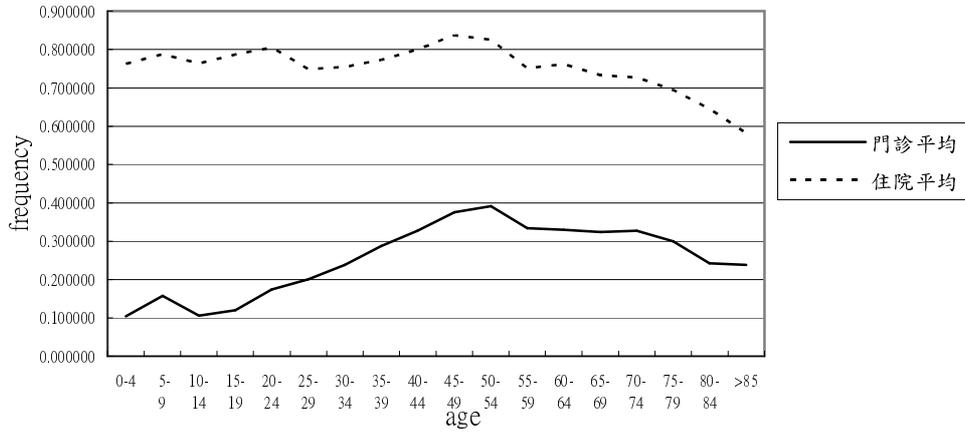
論文類：

1. 朱世民，2002，全民健康保險之醫療費用成長模型建構，政治大學風險管理與保險學系碩士論文。

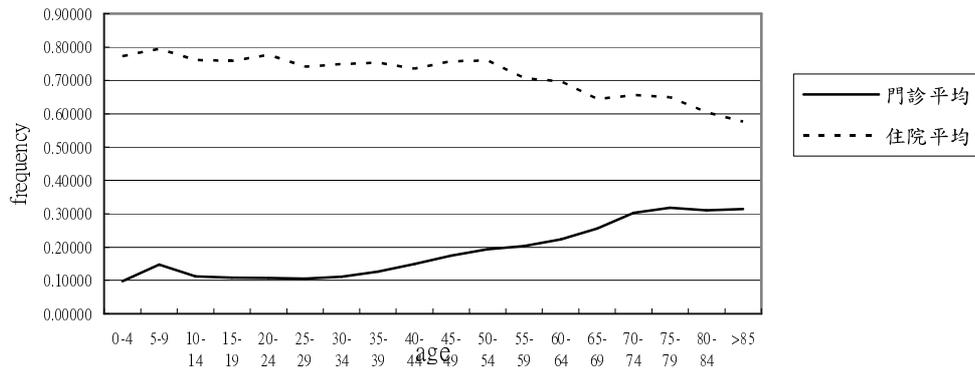
期刊類：

1. 周麗芳、林佳慧，2003，「台灣地區老年長期照護費用推估」，保險實務與制度，第2卷第1期，頁59-81。
2. 莊美娟、陳清翼，2001，長期看護保險之經濟分析，保險專刊第66輯，頁99-115。

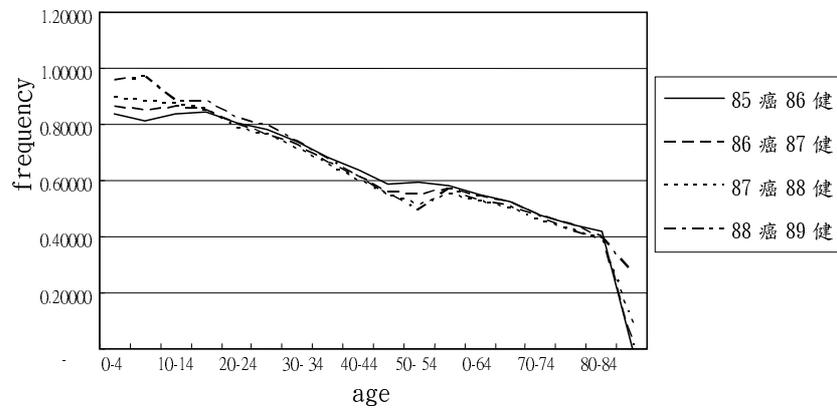
3. 黃意萍、余清祥，2002，「台灣地區的人口推估研究」，人口學刊，第25期，頁145-171。
4. Macdonald, A.S. (2002). Genetics and health costs: some actuarial models. *Law Probability and Risk* volume 1, Issue 2, pp 97-118.
5. Macdonald, A.S. (1999), Modeling the impact of genetics on insurance. *North American Actuarial Journal*, 3-1, 83-101.
6. Pitacco, E. (1994) LTC insurance: from the multi-state model to practical implementations, *ASTIN*, XXV, 437-452.
7. Panger, H. H. (1988) AIDS: Survival analysis of persons testing HIV+, *Transactions of Society of Actuaries*, 40, 517-530.
8. Robert j. Pokorski* and Ulrike Ohlmer (2000). Use of a markov model to estimate long-term insured lives' mortality risk associated with BRCA1 and BRCA2 gene mutations. Volume 4, Number 4. *North American Actuarial Journal.*, 130-148.
9. Tolley, H. D., Manton, K., and Stallard, E. (1982) Compartment model methods in estimating cancer costs, *Transactions of Society of Actuaries*, 34, 399-413.
10. Tolley, H. D. and Manton, K.G. (1991) Intervention effects among a collection of risk, *Transactions of Society of Actuaries*, 43, 443-468.



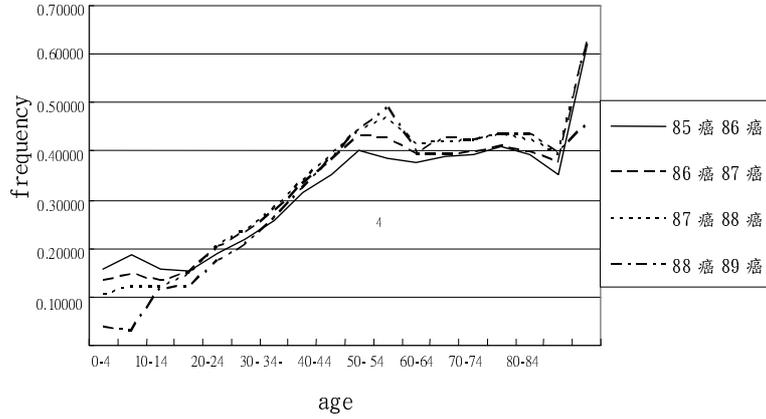
附圖 1 癌->癌(住院、門診比較圖，女)



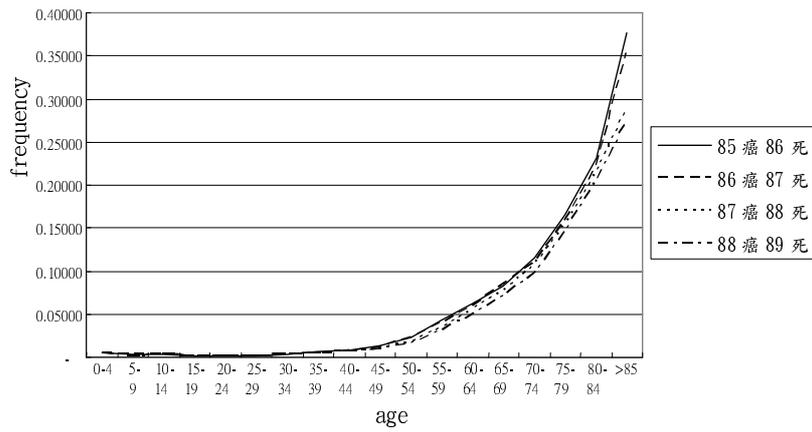
附圖 2: 癌->癌(住院、門診比較圖，男)



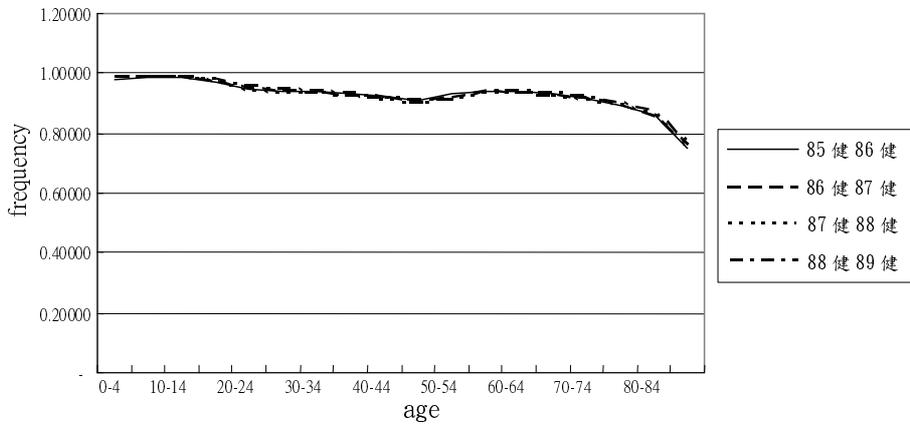
附圖3 癌→健(女)



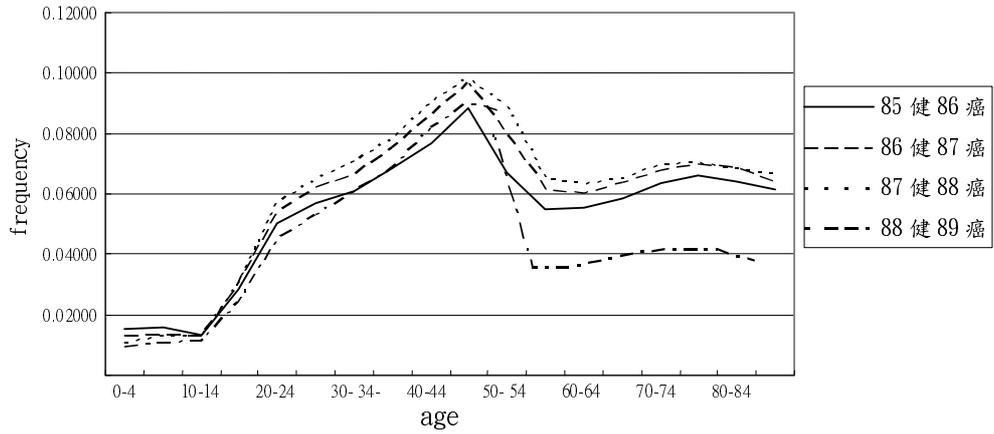
附圖4 癌→癌(女)



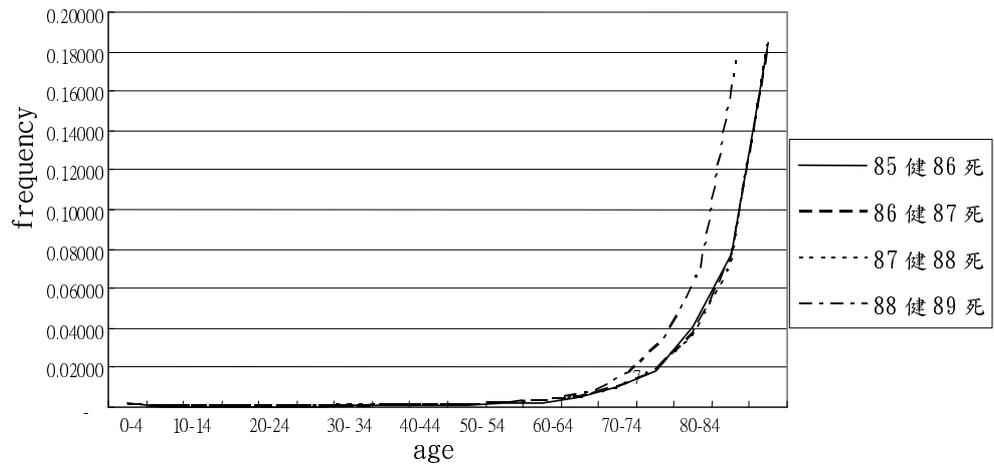
附圖5 癌→死(女)



附圖6 健→健(女)



附圖7 健→癌(女)



附圖8 健→死(女)