

私立東海大學統計學系研究所

碩士論文

指導教授：林正祥 博士

臺灣事故傷害死亡對潛在生命年數及社會經濟損失
影響探討

研究生：劉于琪

中華民國 一百零一年六月

中文摘要

事故傷害一直是影響臺灣地區民眾生命安全問題之一，為瞭解臺灣地區因事故傷害死亡對社會經濟損失之影響，本研究利用衛生署所提供的「死因資料」，以事故傷害為例，針對其影響潛在生命年數及社會經濟損失之長期趨勢進行分析探討。利用 Lee-Carter 模式探討近 25 年來事故傷害死亡率變動趨勢，以平均餘命為基礎推算出各死因之年代與世代預期生命年數損失，再以人力資本法算出各年事故傷害所造成的工作年數社會經濟損失，最後利用迴歸模式及時間序列 ARIMA 模式探討並預測事故傷害經濟損失變動趨勢。又機動車傷害占事故傷害之大宗，本文亦就其影響潛在生命損失及經濟損失一併討論之。研究結果發現自 1985 年~2009 年 25 年來，事故傷害死亡率呈現上升再下降趨勢且在 1989 年達最高，每十萬人口就有 70.04 人死於事故傷害，若排除 1999 年因 921 大地震及 2009 年的莫拉克 88 風災年份，在 1989 年後呈下降趨勢。至於，機動車事故傷害死亡率，1985 年後有明顯上升趨勢且在 1988 年達最高，每十萬人口有 37.92 人死於機動車事故傷害，1988 年後則呈下降趨勢。尤其 1997 年規定機動車騎士需配戴安全帽等交通安全規定，使機動車事故傷害死亡人數有大幅下降。以 2000 年臺灣地區年中人口數為基準，在事故傷害方面所造成的每千人口潛在生命年數損失於 1989 年、1999 年及 2009 年分別為 31.13、21.44 及 10.06 年，每千人口潛在在工作年數損失為 29.56、17.55 及 7.34 年；而機動車事故傷害方面所造成的每千人口生命年數損失於 1989 年、1999 年及 2009 年分別為 16.88、9.62 及 5.09 年，每千人口潛在在工作年數損失為 16.17、8.18 及 3.84 年。另外，事故傷害死亡的社會經濟損失經 2009 年 CPI 調整後，以 1993 年為最高 490.37 億元，而 1999 年經濟損失為 410.15 億元，在 1999 年後呈下降趨勢且在 2009 年經濟損失為 165.79 億元；而機動車事故傷害死亡的社會經濟損失在 1995 年達最高為 272.09 億元，1995 年之後則呈現下降趨勢，惟 2003 年~2005 年又略微呈現上升趨勢外，在 2009 年時其經濟損失為 86.99 億元。25 年來事故傷害造成的經濟損失減少 37.52%，而機動車事故傷害則減少 32.95%。另外，以時間序列模式進行預測，事故傷害其未來 3 年的每千人口生命年數損失分別為

8.86 年、8.05 年及 7.23 年；每千人口工作年數損失則為 6.32 年、5.52 年及 4.72 年；經濟損失分別為 147.55 億元、127.89 億元與 108.23 億元；另機動車事故傷害其未來 3 年的每千人口生命年數損失為 4.47 年、4.17 年及 3.28 年；每千人口工作年數損失則為 3.60 年、3.45 年及 2.90 年；經濟損失分別為 79.24 億元、65.42 億元與 46.19 億元。本研究結果當有助於政府作為事故傷害防制資源分配之參考。

關鍵詞：死亡率、Lee-Carter 模式、ARIMA 模式、潛在生命年數損失、人力資本法

Abstract

Accident is always the most important problem related to the safety of people. In this study, we attempt to explore the trend of accident affects the years of potential life lost and economic loss in the past 25 years. Lee-Carter Model is used for exploring the trend of death rate, the years of potential life lost is calculated based on the information about the life expectancy, and Human Capital Method is used for figuring out the economic loss caused by accident. Finally, times series ARIMA model is applied for predicting the economic loss caused by the accident. Also, the years of potential life lost and social economic loss caused by motor vehicle accident are discussed since it accounts for bulk of the accident. The results show that the trend of accident mortality rate gets upward and then downward in the past 25 years; it attains the highest with 70.04 people per 100,000 population died in 1989, the trend is downward after 1989 if 921 earthquake in 1999 and Morak typhoon in 2009 are excluded. The trend of motor vehicle mortality rate attains the highest with 37.92 people per 100,000 population died in 1988, and it's downward after 1988. Because the legislations of riders wear helmets compulsorily in 1997, the motor vehicle mortality rate has dropped significantly since then. Using the population of Taiwan in 2000 as standard, in terms of the years of potential life lost per 1,000 population caused by accident are 31.13, 21.44 , and 10.06 years; the working years of potential life lost per 1,000 population are 29.56, 17.55, and 7.34 years in 1989,1999, and 2009 respectively. Years of potential life lost per 1,000 population caused by motor vehicle accident are 16.88, 9.62, and 5.09 years; the working years of potential life lost per 1,000 population are 16.17, 8.18, and 3.84 years in 1989, 1999, and 2009 respectively. The economic loss caused by accident after the adjusting of 2009 CPI, attains the highest with 490.37 billion NT dollars in 1993, the economic loss is 165.79 billion NT dollars in 2009 and it goes downward with 410.15 billion NT dollars after 1999. The economic loss caused by motor vehicle accident

attains the highest at 272.09 billion NT dollars in 1995, and the trend goes downward after then expects for 2003 to 2005 it goes upward. The economic loss is 86.99 billion NT dollars in 2009. From 1985 to 2009, the economic losses caused by accident and motor vehicle accident decline 37.52% and 32.95% respectively. In addition, the predictions of time series models show that the years of potential life lost per 1,000 population are 8.86, 8.05, and 7.23 years; the working years of potential life lost per 1,000 are 6.32, 5.52, and 4.72 years; the economic losses are 147.55, 127.89, and 108.23 billion NT dollars caused by accident for the next three years respectively. The predictions shown by time series models indicate the years of potential life lost per 1,000 population caused by motor vehicle accident are 4.47, 4.17, and 3.28 years; the working years of potential life lost per 1,000 population are 3.60, 3.45, and 2.90 years; the economic losses are 79.24, 65.42, and 46.19 billion NT dollars in the next three years respectively. The results of the study would be a good reference for preventing strategy of allocating resources about the accident of the Government.

Keywords: Mortality, Lee-Carter Model, ARIMA Model, Years of Potential Life Lost, Human Capital Method.

目錄

第一章 前言	1
1.1 研究目的	1
1.2 文獻回顧	1
1.3 本文內容	5
第二章 研究資料及架構	6
2.1 資料來源	6
2.2 研究架構流程	6
第三章 資料分析方法	8
3.1 Lee-Carter 模式	8
3.2 時間序列分析(ARIMA 模式)	10
3.3 潛在生命年數損失及潛在工作年數損失之計算	13
3.4 社會經濟損失之推算	14
第四章 資料分析與討論	16
4.1 Lee-Carter 模式對死亡率之配適與預測	16
4.2 潛在生命年數損失及潛在工作年數損失之計算與預測	27
4.3 社會經濟損失之推算與預測	37
第五章 結論	42
參考文獻	45

表目錄

表 4.1	1985 年 ~ 2009 年死因別標準化死亡率	17
表 4.2	年齡別死亡率對數變化基數	18
表 4.3	年齡別死亡率對數變化趨勢	19
表 4.4	死亡率水平指數	20
表 4.5	預測未來 3 年事故傷害年齡別死亡率 ARIMA(1,2,0)	22
表 4.6	預測未來 3 年機動車事故傷害年齡別死亡率 ARIMA(0,2,1)	23
表 4.7	2010 年事故傷害年齡別死亡率及預測	24
表 4.8	2010 年機動車事故傷害年齡別死亡率及預測	25
表 4.9	事故傷害之特定年齡組標準化潛在生命年數損失	27
表 4.10	機動車事故傷害之特定年齡組標準化潛在生命年數損失	28
表 4.11	標準化每千人口潛在生命年數損失	30
表 4.12	事故傷害標準化每千人口潛在生命年數損失按年齡別分	31
表 4.13	平均潛在生命年數損失	32
表 4.14	潛在工作年數損失	33
表 4.15	標準化每千人口潛在工作年數損失	35
表 4.16	事故傷害調整前後之社會經濟損失	38
表 4.17	事故傷害調整後之社會經濟損失	39

圖目錄

圖 4.1	1985 年 ~ 2009 死因別標準化死亡率之趨勢圖	16
圖 4.2	年齡別死亡率對數變化基數圖	18
圖 4.3	年齡別死亡率對數變化趨勢圖	19
圖 4.4	死亡率水平指數圖	21
圖 4.5	事故傷害年齡別死亡率未來 3 年預測圖(加權)	22
圖 4.6	機動車事故傷害年齡別死亡率未來 3 年預測圖(未加權)	23
圖 4.7	2010 年事故傷害年齡別死亡率及預測圖	24
圖 4.8	2010 年機動車事故傷害年齡別死亡率及預測圖	25
圖 4.9	標準化每千人口生命年數損失圖	29
圖 4.10	標準化每千人口工作年數損失圖	34
圖 4.11	事故傷害每千人口年數損失圖	34
圖 4.12	事故傷害調整前後之社會經濟損失圖	37
圖 4.13	經 2009 年 CPI 調整後之社會經濟損失圖.....	40

第一章：前言

1.1 研究目的

臺灣地區近 25 年來，自 1989 年以後事故傷害死亡率有明顯的下降趨勢，在十大死因中由原來的第三名降為第四名，2002 年降為第五名且在 2009 年更降為第六名，但是事故傷害仍是影響臺灣地區民眾生命的嚴重問題之一，特別是在較為年輕的族群仍位居前三名。惟用「死亡率」或其標準化後結果做為指標，雖可明確的告訴人們在單位時間內那種疾病引起社會損失的人數最多；但是卻不足以反應社會的健康需求及死亡對社會所造成的影響，尤其是對死亡平均年齡層較低死因的影響，更有嚴重的低估。於是「潛在生命年數損失」(Years of Potential Life Lost；YPLL)，就被提出成為測量健康狀況的指標，本研究擬就近 25 年來事故傷害所引起的潛在生命年數暨工作年數損失變化趨勢進行深入探討，另採用人力資本法 (Human Capital Method) 對其所造成的經濟損失進行估算，其係以薪資來呈現一個人的生命價值，即是個人終身所能賺取的金錢，除計算方便外且較能有客觀之比較標準。由於機動車傷害占事故傷害之大宗，本文亦就其影響潛在生命年數、工作年數損失及經濟損失一併討論之，研究結果當有助於政府相關部門擬定相關防制政策。

1.2 文獻回顧

依衛生署公佈的 2010 年死因統計分析報告書，2010 年十大死因中事故傷害為第六名其死亡數為 6,669 人，而男性為第五名其占 5.5%，女性則為第八名其占 3.3%；若按年齡層分則事故傷害在 15-24 歲青少年人為第一名占 51.7%，25-44 歲壯年人為第二名其占 15.2%，45-64 歲中年人為第五名其占 5.8%，65 歲以上老年人為第十名其占 2.4%。並指出近年來各主要死因之死亡年齡中位數皆呈增加趨勢，其中又以事故傷害增加最明顯，此與事故傷害長期防治成效顯著及青少年事故傷害死亡降低有關。歷年事故傷害死亡率是呈現下降趨勢，除因 1999 年的 921

大地震以及 2009 年的莫拉克風災外，事故傷害每十萬人口粗死率由 1990 年 68.8 人下降至 2010 的 28.8 人，20 年來的降幅達 58.1%。若按事故傷害之細項來分則包含運輸事故(含機動車交通事故)、意外中毒、意外墜落、火及火燄所致、意外之淹死及溺水與其他死因，在 1990 年時每十萬人口粗死率分別為 37.4%、36.2%、4.5%、5.5%、2.0%、8.2%及 11.1%，而 20 年後下降為 16.3%、15.2%、1.2%、5.1%、0.3%、1.6%及 4.3%。潘伶燕與邱淑媿 (2011) 研究發現 1991 年~2007 年男性事故傷害每十萬人口標準化死亡率降幅大於女性且其性別差距逐年縮小，男性由 1991 年的 102.5 下降到 2007 年的 41.0，而女性則由 37.8 降為 14.6；男女事故傷害標準死亡率差距也由 1991 年的 64.7 縮小至 2007 年的 26.4。男性的每千人口標準化潛在生命年數損失在 1991 年高達 29.06 年，之後逐年下降至 2007 年更為 10.79 年；女性每千人口標準化潛在生命年數損失則由 9.94 年降為 3.27 年。賴建丞等人 (2009) 對臺灣 1986 年~2007 年事故傷害死亡率趨勢分析指出，男性在非蓄意性及蓄意性傷害死亡都高於女性，而運輸事故則是臺灣地區民眾非蓄意性事故主要死因，每十萬人口的死亡率為 29.08，其次是溺水每十萬人口為 4.84，兩者都呈現下降趨勢，但意外跌墜在 1996 年後進而取代了溺水成為第二死因，每十萬人口為 5.7。若依照年齡層來分 0-19 歲死亡率自 1986 年~2007 年下降 69.4%，20-64 歲下降 60.1%，而 65 歲以上則下降 48.5%，三個年齡層的非蓄意性事故傷害死亡率均呈現下降。其次就整體年齡層，男性事故傷害死亡率是女性 2.5 倍，15-19 歲的青少年族群男性則是女性的 3.2 倍，而在青少年族群中男女事故傷害死亡率擴大的主因為溺水事故所致。另外，65 歲以上老人族群意外跌墜死亡率最高，隨著年齡增加有上升趨勢。再者發現勞工為容易發生跌墜事故之族群，傅還然 (2007) 指出臺灣地區職場墜落死亡數占重大職業災害死亡數為 46%。孔憲蘭 (1988) 針對臺灣地區 1964 年~1986 年的孩童溺水研究指出孩童以 5 歲以下的溺水年齡別死亡率最高，調查 1986 與 1987 年發現 1-4 歲兒童溺死主因為父母照顧不周，放任孩子在住家附近玩耍，而 80%以上發生地點在人工建築的水溝、魚池、水塘，且在一天中以早上 10-11 點及下午 4-5 點，這二個時段孩童最容易發生溺水事件。吳明玲等人 (1993) 研究指出 1990 年臺灣地區 1-19 歲人口最常見的五項意外事故死因依序為機動車事故

(51%)、溺水(25%)、火災(4.7%)、墜落(3.2%)以及中毒(3.2%)。若依年齡層分，1-4 歲的主要死因是溺水(41%)且潛在生命年數損失為 1.4 萬人年，5-9 歲為溺水(38%；0.9 萬人年)，10-14 歲為機動車事故(46%；1.2 萬人年)，15-19 歲則為機動車事故(68%；4.7 萬人年)。另外，燒燙傷是兒童事故的第三死因，以燙傷為主、火傷次之，其他原因如電傷害、化學灼傷較少，死亡率為每十萬人口 1.7 人且其潛在生命年數損失為 8,063 人年。至於意外墜落死亡率為每十萬人口 1.1 人且其生命年數損失為 5,197 人年，而中毒死亡率為每十萬人口 1.3 人且潛在生命年數損失為 5,039 人年。邱淑媿等人 (1993) 曾針對 1974 年~1990 年臺灣地區老年人口意外災害研究指出老人由於生理的老化伴隨不同程度疾病，比一般年齡層更易發生意外災害且發生時其死亡率會較一般人高。老人發生意外災害以機動車交通事故為主，在 1990 年男性之機動車事故占有老人意外災害死亡 53%，女性則為 42.4%；其次為意外墜落，男女的意外墜落分別占有老人意外災害的 10.7%與 19.8%，而意外中毒與溺水均小於 10%。另外，在 1990 年之潛在生命年數損失方面，機動車交通事故男女分別為 10,029 與 3,631 人年，意外墜落男女 YPLL 分別為 1,793 與 1,401 人年，溺水事故男女 YPLL 分別為 1,252 與 471 人年，意外中毒男女 YPLL 分別為 930 與 797 人年，火災事故 YPLL 男女分別為 539 與 245 人年；而所有意外災害男女之潛在生命年數為 18,241 及 8,013 人年。洪乙禎與林錦鴻 (2010) 指出事故傷害通常較其他死因發生時，更具有不可預期性且需緊急醫療處置之特性，所以第一時間適當的醫療處置有利於因事故傷害之生命救治，而迅速的治療與交通路程密不可分，醫療資源的交通可近性不僅影響就醫便利與否，也已證實造成不同地區民眾之健康差異。另外，影響事故傷害死亡指標之相關因子中，以醫療資源的交通可近性、人口老化程度和社會經濟狀況因素最為重要。

Gardner and Sanborn (1990) 指出以往「死亡率」一直是人們用來表示一個社會(國家、地區)人民健康狀況的指標。只用「死亡率」或其標準化後之結果來做指標，可以明確的告訴人們，在單位時間內，那一種疾病使社會損失的人數最多；但是卻不足以反應社會的健康需求及死亡對社會所造成的影響。尤其是對死亡平

均年齡層較低死因的影響，更有嚴重的低估。於是「潛在生命年數損失」，就被提出成為測量健康狀況的新指標；把不同年齡層死亡時，社會將承受的實質損失，以人年為單位估計出來，以使健康資源的規劃與運用，更能符合社會經濟之實際需求，另有些學者亦認為粗死亡率或年齡別死亡率對於每個年齡層的死亡皆一視同仁的計算並不十分恰當，因為老人是各種死因的最大危險群，所以大部份死因的死亡率皆以老人偏高，如此忽略了死亡者之年齡分佈，使得大部份社會資源皆花費在老人疾病的治療與預防，相對地使年輕人的死亡疾病容易被忽視。所以必須考慮年齡分佈及死亡人數，因此潛在生命損失對於愈年輕的死亡者，由於他可能活得更久，而就有愈重的加權。例如以潛在生命損失來計算一般生命統計中十大死亡原因時，原本以死亡率計算的十大死因順位可能會有相當的改變，其中原本排名較前的老人常見死因，可能被較年輕人常見的死因所取代。而年齡較輕者，通常較具有生產力，也因此這個指標就有它在經濟上某個程度的價值。美國疾病管制中心在 1982 年開始將潛在生命損失列於疾病報告的報表內，以讓大家了解某些威脅年輕人的死因會減少整個社會相當多的生產力。陳麗華 (2001) 曾對臺灣 1990 年~2000 年不同的死因別進行潛在生命年數損失估算與探討，文中指出以死亡率作為指標衡量為僅就死亡個案給予等量的重要性，對年輕過早死因有嚴重低估情形，無法完全反應死亡對社會所造成的影響。於是利用潛在生命年數損失方法因而產生，做為測量健康狀況新指標。透過生命年數損失加權測量可反應出過早死因，主因是對年輕死亡者給予較高的權重比起僅用死亡率為指標更能表達出過早死亡之意涵。潛在生命年數損失可明確把在不同年齡死亡時，社會所承受的潛在損失以人年為單位估算出來。潘伶燕與邱淑媿 (2011) 曾對臺灣 1991 年~2007 年男女性的健康差距探討，指出潛在生命年數損失是用來衡量過早死亡的重要指標，其考量了死亡當時的年齡且可反應死亡所造成的生產力損失與社會的衝擊程度。在計算潛在生命年數損失時，國際上對壽命損失上限無一致公認標準。我國衛生署統計處自 1996 年起定期報告 YPLL 後，陸續採用 65 歲、75 歲作為計算壽命損失之上限，近年來則參考經濟合作發展組織會員國(OECD)改用 70 歲為上限。關於生命年數損失(Years Life Lost ; YLL)有不同的計算方法，例如：潛在生命年數

損失(Years of Potential Life Lost ; YPLL)、年代與世代預期生命年數損失(Period and Cohort Expected Years of Life Lost ; PEYLL)、標準預期生命年數損失(Standard Expected Years of Life Lost ; SEYLL)，而本研究在計算潛在生命年數損失時，是採用 PEYLL 為計算公式，先依據 2000 年臺灣地區年中人口數標準化，再以每一年齡層標準化死亡數和該年齡層平均餘命相乘加總計算而得。因調整人口結構之變化，可方便用於跨年度間比較。

1.3 本文內容

本文內容第一章為研究目的與文獻回顧，第二章為資料來源描述與研究架構，第三章為統計分析方法包含模式的介紹與指標之計算，第四章為事故傷害與機動車事故傷害所造成的影響分析，最後第五章為結論。

第二章：研究資料及架構

2.1 資料來源

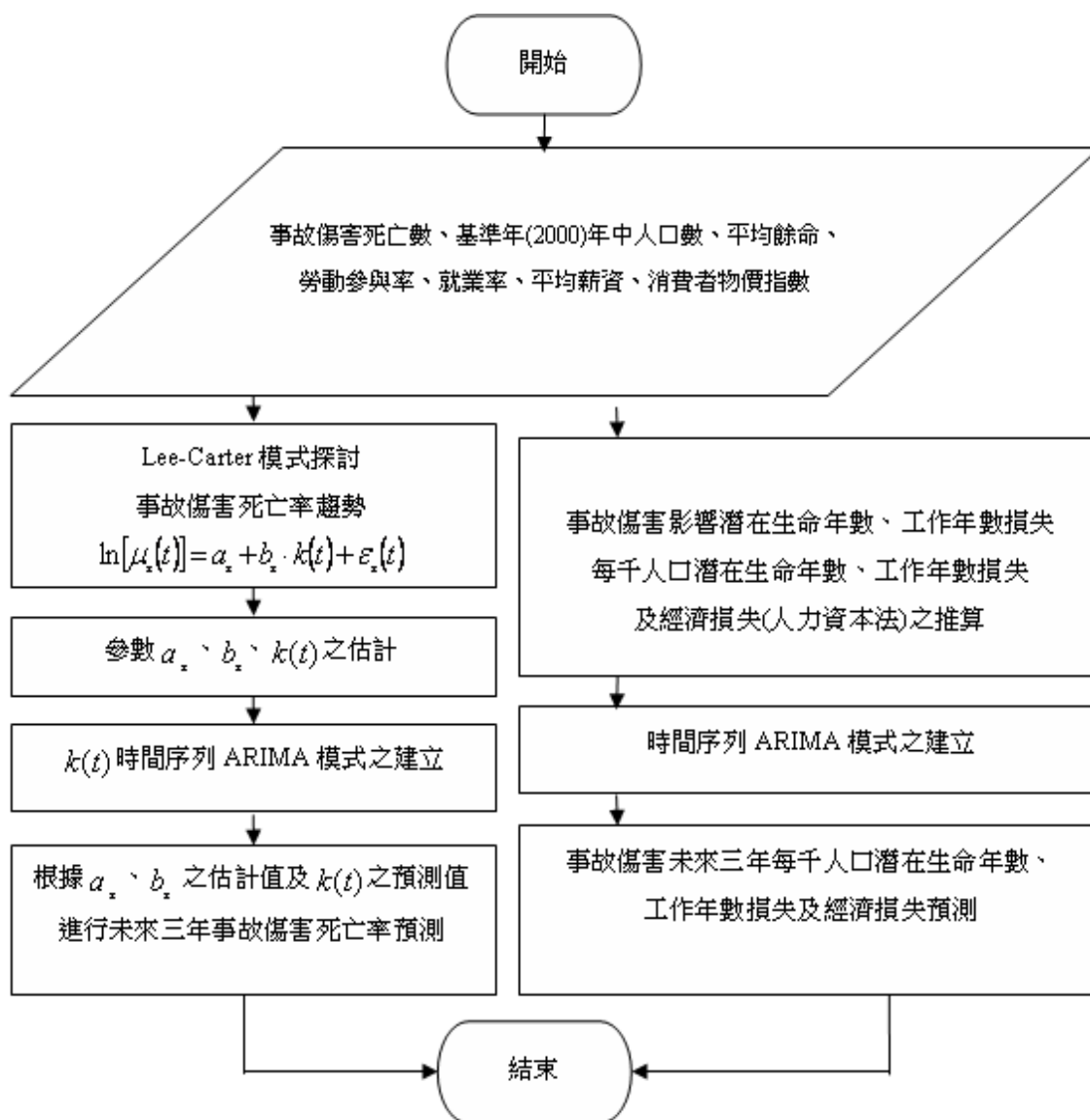
本研究各年齡組的總人數、總死亡人數來自行政院衛生署提供的歷年各年齡組意外事故、機動車交通事故死亡人數。有關潛在生命年數損失、潛在工作年數損失及社會經濟損失之相關資料來源為內政部 1985 年~2009 年生命表、行政院主計處與經建會合編「臺灣人口運用調查報告國人平均薪資」、「勞動參與率與就業率及中華民國統計資訊網之總體統計資料庫」。

2.2 研究架構流程

本文擬就以下課題進行深入探討：

- (1) 利用 Lee-Carter 模式探討近 25 年來事故傷害及機動車事故死亡率並推估其未來 3 年變化趨勢。
- (2) 以 2000 年年中人口結構為標準將各年不同年齡層事故傷害死亡人數標準化，推算各年份事故傷害影響潛在生命年數損失及每千人口生命年數損失。
- (3) 以 2000 年年中人口結構為標準將各年不同年齡層事故傷害死亡人數標準化，推算各年份事故傷害影響潛在工作年數損失及每千人口工作年數損失。
- (4) 根據(2)、(3)結果利用人力資本法推算事故傷害所造成的社會經濟損失。
- (5) 因交通事故中機動車事故占事故傷害大宗，根據(2)、(3)、(4)之方法進行有關機動車事故傷害影響之推算。
- (6) 未來 3 年事故傷害及機動車事故傷害死亡率、潛在生命損失及工作損失、經濟損失之預測。

有關本研究架構之流程圖如下：



第三章：資料分析方法

3.1 Lee-Carter 模式

Lee-Carter (1992) 曾發展出一套融合時間序列和人口學模式的方法，並根據死亡率的變動情況來預測其未來不同年齡組的死亡趨勢。其公式如下為：

$$\ln[\mu_x(t)] = a_x + b_x \cdot k(t) + \varepsilon_x(t)$$

其中 $\mu_x(t)$ 為第 t 年時 x 年齡組人口之中央死亡率， a_x 為年齡別死亡率對數變化基數， b_x 為年齡別死亡率對數變化趨勢，即各年齡別死亡率上升或下降的速率， b_x 可能為負，表該年齡別死亡率對數變化和其他年齡別對數變化是反向的。 $k(t)$ 為第 t 年死亡率水平指數， $\varepsilon_x(t)$ 為 x 年齡組在第 t 年之隨機誤差， x 則依照生命表分為 19 個年齡組。另，參數 $k(t)$ 可視為來自一個隨機過程，可藉由時間序列模式加以建立，並進一步去預測未來的 $k(t)$ 。 $k(t)$ 可表示為 $k(t) = k(t-1) + Z + \varepsilon(t)$ ，其中 Z 表示為一平均遞減常數， $\varepsilon(t)$ 為平均數 0 與變異數 σ_ε^2 之隨機誤差項。

在 Lee-Carter 的研究中是用 $\min \sum (\ln[\mu_x(t)] - a_x - b_x \cdot k(t))^2$ 來進行模式配適。對於參數之估計可由 **SVD** (Singular Value Decomposition) 方法求得，若死亡率資料含有遺漏值(Missing Value)時，亦可利用 **SVD** 近似法來求得參數估計值。本文採用 **SVD** 近似法估計參數之步驟如下：

- (1) 限制式為 $\sum b_x = 1$ 與 $\sum k(t) = 0$ 。
- (2) a_x 為 $\ln[\mu_x(t)]$ 在全部時間內之平均。
- (3) $k(t)$ 近似全部年齡組的 $\{\ln[\mu(t)] - a_x\}$ 之總和。
- (4) 以迴歸分析法求解出 b_x ，而自變數為 $k(t)$ 及反應變數 $\{\ln[\mu(t)] - a_x\}$ 。

以下為 SVD 近似法步驟做說明：

- 參數估計

(i) a_x 之估計

$$\ln[\mu_x(t)] = \hat{a}_x + \hat{b}_x \cdot \hat{k}(t)$$

$$\text{對 } t \text{ 加總 } \sum_{t=i}^j \ln[\mu_x(t)] = \sum_{t=i}^j \hat{a}_x + \sum_{t=i}^j \hat{b}_x \cdot \hat{k}(t)$$

假設 $\sum_{x=1}^{19} b_x = 1$, $\sum_{t=i}^j k(t) = 0$, 就不同年份 t 而言, 同一年齡組的 \hat{a}_x 和 \hat{b}_x 是相同的。

$$\therefore \sum_{t=i}^j \ln[\mu_x(t)] = \sum_{t=i}^j \hat{a}_x + \sum_{t=i}^j \hat{b}_x \cdot \hat{k}(t)$$

$$\Rightarrow \hat{a}_x = \frac{\sum_{t=i}^j \ln[\mu_x(t)]}{j-i+1}$$

\hat{a}_x 為各年齡組各個時間的死亡率對數均數

(ii) $k(t)$ 之估計

$$\sum_{x=1}^{19} \{\ln[\mu_x(t)] - \hat{a}_x\} = \sum_{x=1}^{19} \hat{b}_x \cdot \hat{k}(t)$$

t 不變所以不同年齡組 $\hat{k}(t)$ 是不變的

$$\therefore \sum_{x=1}^{19} b_x = 1 \therefore \hat{k}(t) = \sum_{x=1}^{19} [\ln(\mu_x(t)) - \hat{a}_x]$$

$\hat{k}(t)$ 為第 t 年各年齡組 $\ln[\mu_x(t)]$ 及 \hat{a}_x 差之和

(iii) b_x 之估計

$$\text{最小平方法 } \ln[\mu_x(t)] - \hat{a}_x = \hat{b}_x \cdot \hat{k}(t)$$

Wilmoth (1993) 曾對 Lee-Carter 模式提出加權, 若採用 WLS (Weighted Least Square) 加權可降低死亡率之變異。其模式為：

$$\min \sum W_x(t) \cdot (\ln[\mu_x(t)] - a_x - b_x \cdot k(t))^2$$

利用偏導數的概念求出正規方程式，最後可得三個參數的估計公式如下：

$$\hat{a}_{x\text{加權}} = \frac{\sum_t W_x(t) \cdot (\ln[\mu_x(t)] - b_x \cdot k(t))}{\sum_t W_x(t)}$$

$$\hat{b}_{x\text{加權}} = \frac{\sum_t W_x(t) \cdot k(t) (\ln[\mu_x(t)] - a_x)}{\sum_t W_x(t) \cdot k^2(t)}$$

$$\hat{k}(t)_{\text{加權}} = \frac{\sum_x W_x(t) \cdot b_x (\ln[\mu_x(t)] - a_x)}{\sum_x W_x(t) \cdot b_x^2}$$

，其中 $W_x(t)$ 為各年齡組在第 t 年之

權數。

- 對於 $k(t)$ 之預測

採 $ARIMA(p, d, q)$ 時間序列模式

p 為自我迴歸之階數， d 為差分之階數， q 為移動平均之階數。在模式的配適上則採用 *Portmanteau* χ^2 檢定。

- 計算未來年度之各年齡別預期死亡率 $\mu(t)$

將預測的 $k(t)$ 及參數估計值 \hat{a}_x, \hat{b}_x 代入 $\hat{\mu}_x(t) = \exp[\hat{a}_x + \hat{b}_x \cdot k(t)]$ 中，即可得到未來幾年之各年齡別死亡率。

Lee-Carter 方法是國外最廣為使用來探討死亡率之模式，余清祥與黃意萍 (2002) 曾利用此一模式對臺灣地區生育率進行推估，其模式的參數明顯易懂，但此模式之效果在各國大不相同，極易受到資料的影響，使得模式配適的效果可能會有較大誤差，近幾年不少學者提出修正方法，以降低資料對此模式的影響 (余清祥、曾奕翔 2006)。本研究擬採用 *WLS* 此加權方法，在權數 $W_x(t)$ 方面則是使用了 1985 年~2009 年的年中人口數進行參數推估。

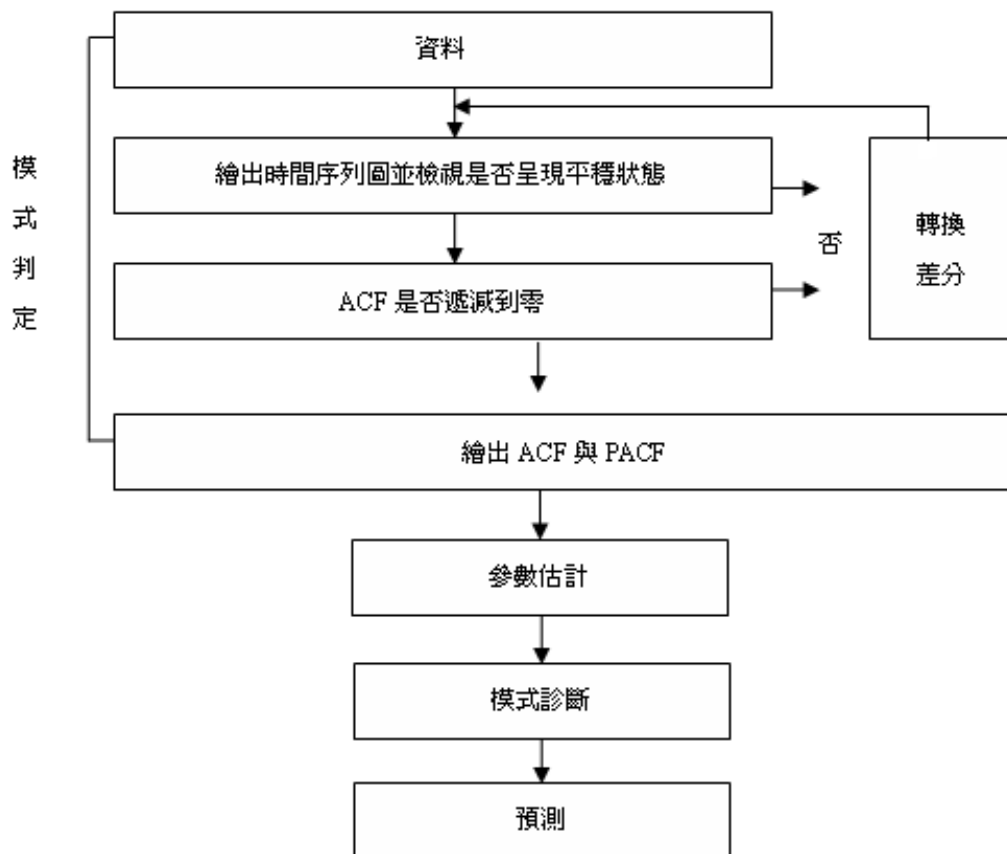
3.2 時間序列分析 (*ARIMA* 模式)

林茂文 (1983) 指出時間序列係指某動態系統隨時間觀察所產生一連串有順

序的觀測值集合，若此集合屬連續型則稱為連續型時間序列；若集合屬離散型則稱為離散型時間序列，一般離散型的時間序列可從連續型時間序列中抽樣而得。時間序列若其數列對未來的結果無法確定以機率表示者為隨機性的時間序列，若一數列可依數學定律且其預測未來的結果是被確定的者為確定性時間序列。

分析探討時間序列方法的自我迴歸整合移動平均模式 (ARIMA) 是由 Box and Jenkins (1970) 所提出的時間序列隨機預測模式，可用來說明平穩型、無定向與季節性數列之意義，即處理非定態的時間序列。根據其所提出的原則方法，建構一適當模式需經過幾個步驟：判定、估計、診斷與預測。

ARIMA 模式建立之流程圖如下：



本研究以時間序列 ARIMA 模式來預測死亡率水平指數 $k(t)$ ， $ARIMA(p, d, q)$ 可表示為： $ARIMA(p, d, q): \Delta^d x_t = a_0 + \sum_{i=1}^p a_i \Delta^d x_{t-i} + \varepsilon_t + \sum_{i=1}^q b_i \varepsilon_{t-i}$ ，其中 a_0 為常數

之截距項， p 為自我迴歸之階數， d 為差分之階數， q 為移動平均之階數， ε_t 為白噪音， $\Delta^d x_t$ 為 x_t 取差分 d 次。使用 *ARIMA* 模式首先要判斷序列是否為定態，即一數列受到外在衝擊影響只是暫時的且其統計特性不會隨時間變化而改變，若資料為非定態時要進行差分轉換，可繪製 *ACF* 圖來判斷是否為定態序列或者採 *Phillips-Perron* 單根檢定。至於，模式配適程度可採用 *AIC* 準則、*BIC* 準則、概度比檢定等，本文利用 *Ljung-Box* (1978) 所提出的 *Ljung-Box Q* 統計量來針對殘差之分配特性做診斷，模式配適度檢定其虛無假設為 H_0 ：殘差是符合白噪音過程。其統計量如下為：

$$Q = n(n+2) \sum_{i=1}^l \frac{\hat{\varepsilon}_t \hat{\varepsilon}_{t-i}}{n-i}$$

其中 n 為樣本數， $\hat{\varepsilon}_t$ 為誤差項之估計， i 為遞延期數。

當 *Ljung-Box Q* 統計量大於 0.05 之顯著臨界值則模式的統計檢定可通過，最後在模式的預測效果評估上，本文採用 *MAPE* (Mean Absolute Percentage Error) 與

RMSPE (Root Mean Square Percentage Error)。 $MAPE = \frac{1}{t} \sum_{t=1}^n \left| \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right| \times 100\%$ ；

$RMSPE = \sqrt{\frac{1}{t} \sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2} \times 100\%$ ，其中 t 為預測期數， y_t 為實際值， \hat{y}_t 為預測值。

Lewis (1982) 曾依 *MAPE* 之大小將模式預測能力分等級如下：

MAPE 值	MAPE 之判斷準則
MAPE < 10%	高度精確預測
10% < MAPE < 20%	預測能力良好
20% < MAPE < 50%	預測能力合理
50% < MAPE	不正確之預測

RMSPE 的判斷準則與 *MAPE* 同，當預測誤差愈小時，*MAPE* 值及 *RMSPE* 值會愈接近零。

3.3 潛在生命年數損失及潛在工作年數損失之計算

事故傷害造成之潛在生命年數損失係假設人們在無意外事故傷害發生之狀況下，應可存活至平均餘命之年齡，即假定人存活的每一年對社會都是有貢獻的，所以不同年齡的事故傷害發生，對社會之損失意義應不相同。過早死之衡量是公共衛生界繼死亡率指標後的另一項普遍認為重要，且努力加以研究並應用於各政策上之統計資訊。Gardner (1990) 對此有詳盡的說明。

依照生命表之 19 個年齡組，令 d_i 為第 i 年齡組之標準化事故傷害死亡數， μ_i 為第 i 年齡組之組中點， e_i 則為平均餘命。有關生命年數損失(Year Life Lost ; YLL) 之計算公式如下：

(1) 生命年數損失

(i)、潛在生命年數損失 (Years of Potential Life Lost ; YPLL)

$$YPLL = \sum d_i \cdot (l - \mu_i)$$

在此 l 等於 70 為壽命損失上限。

(ii)、年代與世代預期生命年數損失 (Period and Cohort Expected Years of Life Lost ; PEYLL)

$$PEYLL = \sum d_i \cdot e_i$$

(iii)、標準預期生命年數損失 (Standard Expected Years of Life Lost ; SEYLL)

$$SEYLL = \sum d_i \cdot (L - \mu_i)$$

其中 L 為壽命損失上限，男性為 80 女性則為 82.5。

(2) 潛在工作年數損失 (Work Years of Potential Life Lost ; WYPLL)

此算法假設生產年齡層或工作年齡層的死亡才會造成社會損失。因此利用各年齡層的死亡人數乘以該年齡層與設定之工作年齡上限(N)差距的年數做為工作年數損失之計算；對於未達工作年齡下限(W)就死亡者，則以 $N - W = 50$ 計算。在本研究中工作年齡上限為 65 歲，下限為 15 歲。則事故傷害造成之工作年數損失為

$$WYPLL = \sum_{i=1}^4 d_i \cdot (N - W) + \sum_{i=5}^{14} d_i \cdot (N - \mu_i)$$

(3) 平均生命年數損失：每位死亡者平均損失的生命年數

平均生命年數損失 = 標準化潛在生命年數損失 ÷ 標準化死亡人數

(4) 標準化每千人口生命年數損失 (Standardized Years of Potential Life Lost per 1000 ; SYPLL)

$$SYPLL = (PEYLL / w) \times 1000$$

其中 w 為年中人口數。

(5) 標準化每千人口工作年數損失 (Standardized Work Years of Potential Life Lost per 1000 ; SWYPLL)

$$SWYPLL = (WYPLL / w) \times 1000$$

生命年數損失可以將不同年齡層死亡時，社會所承受的實質損失以人年為單位估計出來，使健康資源的規劃與運用更能符合社會經濟需求。本文之生命年數損失係採用以平均餘命為基礎之年代世代預期生命年數(PEYLL)來進行推算。

3.4 社會經濟損失之推算

由於事故傷害死亡對社會經濟造成重大損失，為了使經濟損失的量有更明顯的數字依據，本研究使用人力資本法(Human Capital Method)對經濟損失進行估算，此種方法是假設生命價值即是個人終身所能賺取的金錢。楊銘欽 (1992) 指出其優點是相關資料易獲得，計算方便且有較客觀的標準，在不同研究之間較可以具比較性。但缺點是 (1)對老人及小孩的生命價值假定為零，或十分低，在道德及實質考量上有所缺憾。(2)如果薪資不能反應真正的能力或勞力市場不完美的情形下，可能高估或低估生命價值。(3)對疾病或死亡帶來的痛苦與苦難未予以估計。雖有以上缺點但在資料有限情況，其不失為一個客觀合理之衡量指標。陳立慧等人 (1993) 曾對機動車交通事故之死亡率、潛在生命年數損失及貨幣價值，因機動車交通事故所造成的社會經濟損失進行探討。

本研究在各年工作年齡組因事故傷害造成的社會經濟損失，係採用人力資本法估算。15 歲以下事故傷害死亡者可存活至 15 歲人數為：

$$\sum_{i=1}^4 d_i \left(\prod_{j=i}^4 p_j \right)$$

其中 d_i 為第 i 年齡組之標準化事故傷害死亡數， p_j 為第 j 年齡組去除事故傷害死亡人數之調整存活機率。將此併入 15 歲年齡組中，並利用以下公式計算各年齡組事故傷害死亡引起的社會經濟損失，加總再乘上 2.5 後即為工作年齡組社會經濟損失：

$$\left[\sum_{k=5}^{14} Lab_k \times E_k \times S_k \times \left(\sum_{i=5}^k d_i \times \left(\prod_{j=i}^k p_j \right) \right) \right] \times 2.5$$

其中 Lab_k 、 E_k 及 S_k 分別為第 k 年齡組之勞動參與率、就業率及平均年薪；2.5 係指五齡組事故傷害死亡者平均工作年數，並以 2009 年消費者物價指數調整推算之社會經濟損失。另，依照生命表 65 歲以下之 14 個五齡組如下表所示：

年齡組	0	1 - 4	5 - 9	10 - 14	15 - 19	20 - 24	25 - 29
k	1	2	3	4	5	6	7
年齡組	30 - 34	35 - 39	40 - 44	45 - 49	50 - 54	55 - 59	60 - 64
k	8	9	10	11	12	13	14

第四章：資料分析與討論

4.1 Lee-Carter 模式對死亡率之配適與預測

以 2000 年人口為基準，計算出近 25 年的死因標準化別死亡率如圖 4.1 所示，事故傷害與機動車事故傷害死亡率二者的差距有明顯減少，表示除了機動車事故以外的其他事故亦有改善。

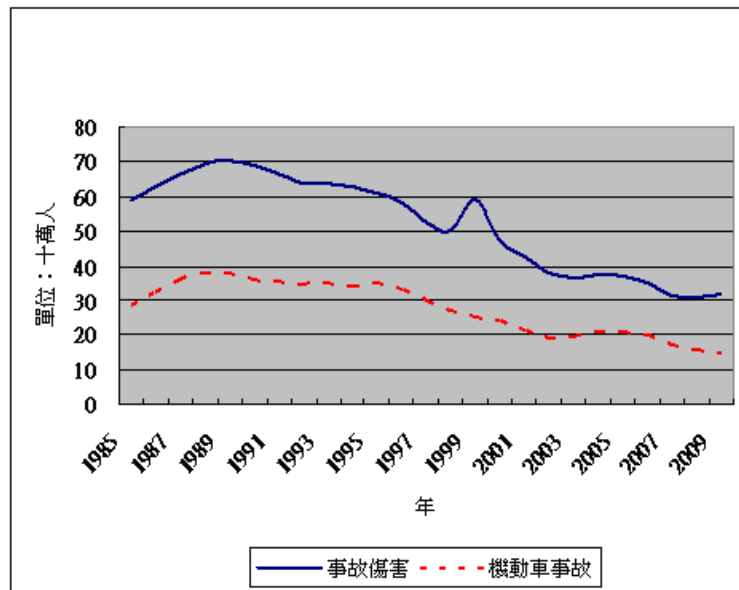


圖 4.1 死因別標準化死亡率之趨勢圖

事故傷害歷年來最大的死亡數發生在 1989 年，每十萬人口 70.04 且在 1999 年之前每十萬人口死亡率均大於 50.00，從 1985 年~2009 年事故傷害下降了 45.77%；機動車事故傷害則在 1988 年每十萬人口死亡率最高為 37.92，且 25 年來下降了 47.79%。若依機動車占事故傷害之比重來看，幾乎是逐年呈現上升趨勢，自 1986 年~2008 年除了 1999 年外，機動車占事故傷害都達 50% 以上，在 1997 年占 0.5768 且在 2006 年更占了 0.5788，惟在 1999 年因 921 地震機動車占事故傷害有明顯下降為 0.4264，但 2009 年發生莫拉克 88 風災稍降為 0.4708，顯然機動車占事故傷害之比重自 1986 年起大多在五成以上。

在死亡率相關模式配適預測上，由於 1999 年 921 大地震及 2009 年莫拉克 88 風災造成事故傷害死亡數異常的增加，本文擬將此 2 年的資料排除再進行 Lee-Carter 模式及時間序列預測分析。

表 4.1 死因別標準化死亡率 (單位：每十萬人口)

年度	事故傷害	機動車事故	機動車占事故傷害比重
1985	58.7968	28.7471	0.4889
1986	62.7825	32.3005	0.5145
1987	66.3912	35.8566	0.5401
1988	69.2047	37.9240	0.5480
1989	70.0407	37.8151	0.5399
1990	68.6821	36.1607	0.5265
1991	66.5055	35.7109	0.5370
1992	63.5233	34.8528	0.5487
1993	63.4958	35.2505	0.5552
1994	62.6890	34.3819	0.5485
1995	61.0458	34.9216	0.5721
1996	57.9346	33.0062	0.5697
1997	52.2184	30.1191	0.5768
1998	50.2526	27.0337	0.5380
1999	58.8810	25.1062	0.4264
2000	47.3979	24.4314	0.5155
2001	42.5807	21.4269	0.5032
2002	37.7907	19.2404	0.5091
2003	36.3033	19.4525	0.5358
2004	37.3253	20.9080	0.5602
2005	36.8020	20.8317	0.5660
2006	35.0999	20.3168	0.5788
2007	31.1117	17.4845	0.5620
2008	30.7726	15.8538	0.5152
2009	31.8826	15.0097	0.4708

表 4.2 1985 年~2009 年之年齡別死亡率對數變化基數 a_x 值

年齡別	事故傷害(加權)	事故傷害	機動車事故(加權)	機動車事故
0	-7.6101	-7.6094	-10.0458	-10.0474
1 - 4	-8.4368	-8.4351	-9.5120	-9.5086
5 - 9	-9.1717	-9.1703	-10.1560	-10.1531
10 - 14	-9.0729	-9.0740	-9.8460	-9.8497
15 - 19	-7.6648	-7.6664	-7.9794	-7.9817
20 - 24	-7.6555	-7.6561	-8.0566	-8.0574
25 - 29	-7.7527	-7.7531	-8.2841	-8.2835
30 - 34	-7.7756	-7.7760	-8.4098	-8.4093
35 - 39	-7.7353	-7.7356	-8.4066	-8.4059
40 - 44	-7.6347	-7.6346	-8.2843	-8.2832
45 - 49	-7.5020	-7.5018	-8.1239	-8.1228
50 - 54	-7.3701	-7.3703	-7.9708	-7.9702
55 - 59	-7.1906	-7.1911	-7.7635	-7.7632
60 - 64	-7.0082	-7.0088	-7.5601	-7.5605
65 - 69	-6.7986	-6.7990	-7.3532	-7.3538
70 - 74	-6.5866	-6.5864	-7.2014	-7.2013
75 - 79	-6.3781	-6.3782	-7.1084	-7.1091
80 - 84	-6.2305	-6.2300	-7.1833	-7.1841
85+	-5.9352	-5.9341	-7.3303	-7.3308

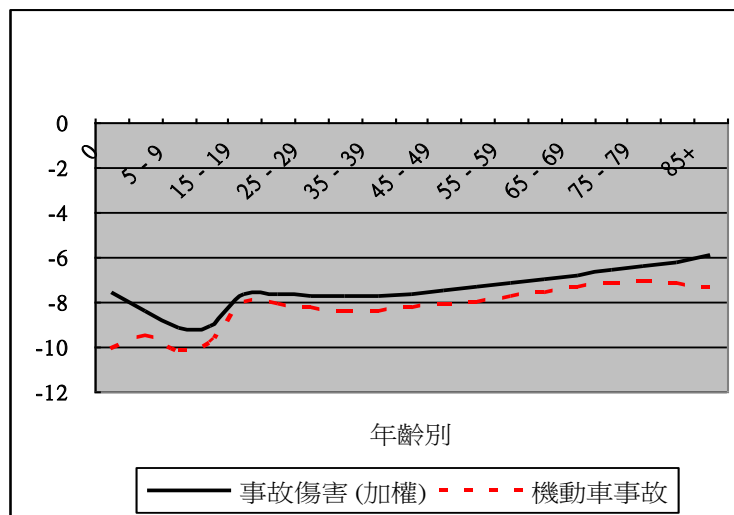


圖 4.2 年齡別死亡率對數變化基數 a_x 圖

表 4.2 及圖 4.2 係經過 Lee-Carter 模式推算而得到的近 25 年來年齡別死亡率對數變化基數，事故傷害在 0-14 歲是下降的而 15 歲以上呈緩升趨勢；機動車在 0-14 歲時有些微振盪起伏，在 15-19 歲上升且 20 歲以後有些微振盪中平穩緩升。

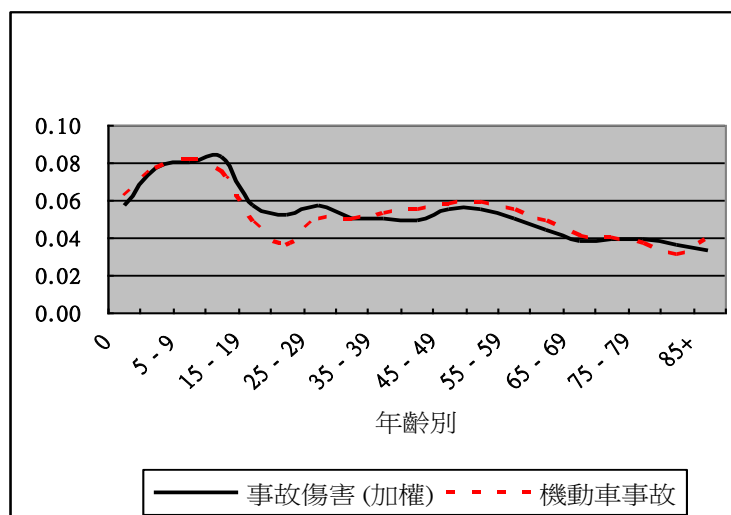


圖 4.3 年齡別死亡率對數變化趨勢 b_x 圖

由圖 4.3 係年齡別死亡率對數 b_x 變化，事故傷害與機動車事故傷害的變化是呈上升、下降起伏，且年輕人在死亡率的變化速度是相對於老年人來得起伏大。

表 4.3 1985 年~2009 年之年齡別死亡率對數變化趨勢 b_x 值

年齡別	事故傷害(加權)	事故傷害	機動車事故(加權)	機動車事故
0	0.0573	0.0575	0.0627	0.0623
1 - 4	0.0770	0.0774	0.0769	0.0773
5 - 9	0.0797	0.0800	0.0815	0.0818
10 - 14	0.0827	0.0823	0.0757	0.0752
15 - 19	0.0571	0.0568	0.0482	0.0481
20 - 24	0.0519	0.0518	0.0365	0.0364
25 - 29	0.0567	0.0567	0.0504	0.0504
30 - 34	0.0501	0.0500	0.0496	0.0498
35 - 39	0.0503	0.0502	0.0530	0.0531
40 - 44	0.0488	0.0489	0.0547	0.0548
45 - 49	0.0547	0.0548	0.0582	0.0584
50 - 54	0.0549	0.0548	0.0586	0.0586
55 - 59	0.0500	0.0498	0.0555	0.0554
60 - 64	0.0443	0.0441	0.0494	0.0493
65 - 69	0.0379	0.0378	0.0416	0.0414
70 - 74	0.0394	0.0395	0.0402	0.0402
75 - 79	0.0387	0.0387	0.0366	0.0366
80 - 84	0.0357	0.0359	0.0308	0.0307
85+	0.0329	0.0332	0.0400	0.0400

依據表 4.3 可知事故傷害在 0-14 歲的變化速度快，15 歲以後變化速度有所振盪起伏但呈平穩下降趨勢；機動車事故傷害 0-9 歲變化速度為上升後再下降至 24 歲，之後則呈振盪起伏且在 65 歲以後變化速度變小。

表 4.4 1985 年~2009 年死亡率水平指數 $k(t)$ 值

年度	事故傷害(加權)	事故傷害	機動車事故(加權)	機動車事故
1985	5.8461	5.6694	3.6394	3.2540
1986	6.5973	6.5861	5.2194	5.0341
1987	7.4198	7.3776	6.8385	6.7096
1988	7.7777	8.0527	7.6063	7.7249
1989	8.0005	8.0416	7.7818	7.6651
1990	7.2603	7.2235	6.8371	6.8566
1991	6.4766	6.5119	6.3311	6.3118
1992	5.3546	5.3134	5.6498	5.7609
1993	4.9865	4.8331	5.8249	6.0071
1994	4.5371	4.5048	5.6793	5.7775
1995	3.5419	3.6106	5.0426	5.1693
1996	2.5655	2.5268	3.4833	3.6674
1997	0.1956	0.2148	1.6731	1.7861
1998	-0.0358	-0.2747	-0.2656	-0.4501
2000	-2.1899	-1.9051	-2.9582	-3.0004
2001	-4.0920	-3.9873	-4.9520	-5.1553
2002	-6.8387	-6.6705	-7.9482	-7.8660
2003	-7.2378	-7.4218	-6.9458	-7.1903
2004	-7.6823	-7.5800	-8.0184	-7.7763
2005	-8.3485	-8.3848	-8.1024	-7.8102
2006	-9.3612	-9.4726	-9.2235	-9.0616
2007	-12.0407	-12.1882	-10.6301	-10.8245
2008	-12.7325	-12.5813	-12.5623	-12.5895

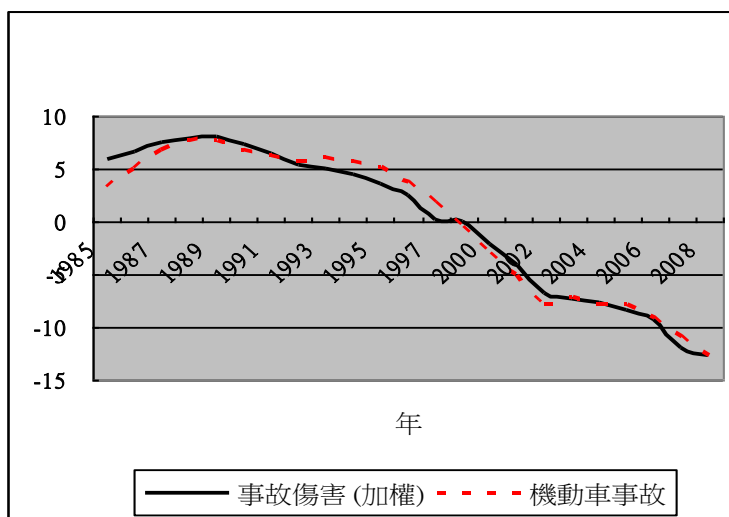


圖 4.4 死亡率水平指數 $k(t)$ 圖

圖 4.4 及表 4.4 係死亡率水平指數， $k(t)$ 值的大小顯示該年死亡水平的高低， $k(t)$ 值愈小死亡水平就愈低，事故傷害在 1990 年~2008 年的死亡率強度一直在下降；機動車事故傷害在 1990 年~2008 年間除 1993 年及 2003 年有些微上升外，均呈現下降趨勢。事故傷害和機動車事故傷害死亡率在近 25 年來 $k(t)$ 值均由正轉負且一直在下降顯見其有明顯的改善。

事故傷害及機動車事故傷害 Lee-Carter 模式加權與未加權之配適結果如下：

(配適資料為 1985 年~2009 年，但排除了 1999 年及 2009 年二年)

MAPE \ RMSPE	未加權模式	加權模式	配適結果
事故傷害 MAPE	5.66	5.63	精確
事故傷害 RMSPE	7.77	7.74	精確
機動車事故 MAPE	8.00	8.08	精確
機動車事故 RMSPE	13.02	12.97	良好

表 4.5 預測未來 3 年事故傷害年齡別死亡率 ARIMA(1,2,0)

年 齡 別	2010 年	2011 年	2012 年
0	0.000216	0.000201	0.000185
1 - 4	0.000071	0.000065	0.000058
5 - 9	0.000033	0.000030	0.000026
10 - 14	0.000035	0.000031	0.000028
15 - 19	0.000205	0.000191	0.000176
20 - 24	0.000223	0.000209	0.000194
25 - 29	0.000188	0.000176	0.000162
30 - 34	0.000203	0.000191	0.000177
35 - 39	0.000211	0.000198	0.000184
40 - 44	0.000238	0.000224	0.000208
45 - 49	0.000250	0.000234	0.000215
50 - 54	0.000284	0.000266	0.000245
55 - 59	0.000365	0.000344	0.000318
60 - 64	0.000475	0.000451	0.000422
65 - 69	0.000644	0.000615	0.000581
70 - 74	0.000778	0.000743	0.000700
75 - 79	0.000968	0.000925	0.000872
80 - 84	0.001172	0.001124	0.001064
85+	0.001640	0.001578	0.001501

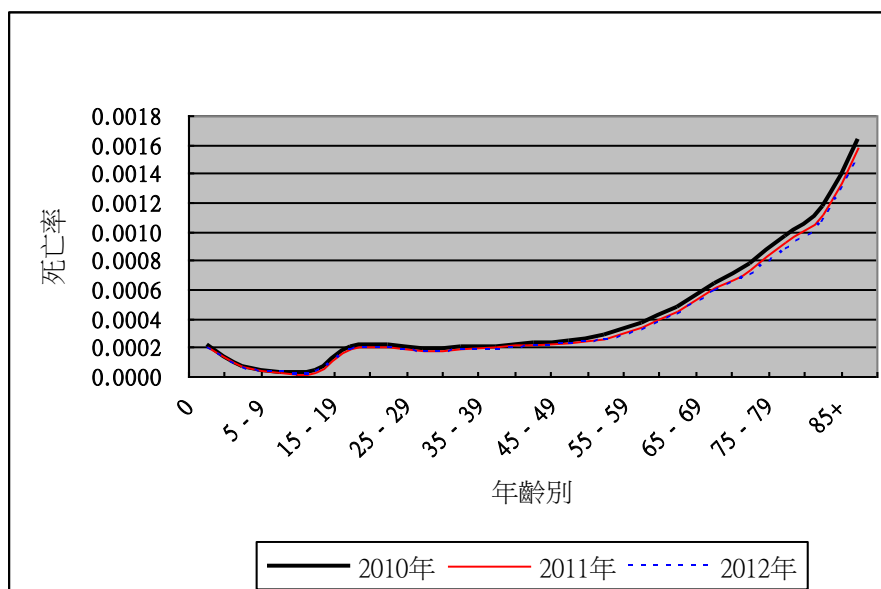


圖 4.5 事故傷害年齡別死亡率未來 3 年預測圖 (加權)

表 4.6 預測未來 3 年機動車事故傷害年齡別死亡率 ARIMA(0,2,1)

年 齡 別	2010 年	2011 年	2012 年
0	0.000018	0.000016	0.000014
1 - 4	0.000025	0.000021	0.000019
5 - 9	0.000012	0.000010	0.000009
10 - 14	0.000018	0.000016	0.000014
15 - 19	0.000172	0.000158	0.000145
20 - 24	0.000188	0.000176	0.000165
25 - 29	0.000123	0.000112	0.000103
30 - 34	0.000109	0.000100	0.000092
35 - 39	0.000104	0.000095	0.000087
40 - 44	0.000115	0.000105	0.000095
45 - 49	0.000129	0.000116	0.000105
50 - 54	0.000149	0.000135	0.000122
55 - 59	0.000192	0.000175	0.000158
60 - 64	0.000257	0.000236	0.000216
65 - 69	0.000353	0.000329	0.000306
70 - 74	0.000419	0.000390	0.000364
75 - 79	0.000484	0.000454	0.000426
80 - 84	0.000488	0.000463	0.000439
85+	0.000369	0.000344	0.000321

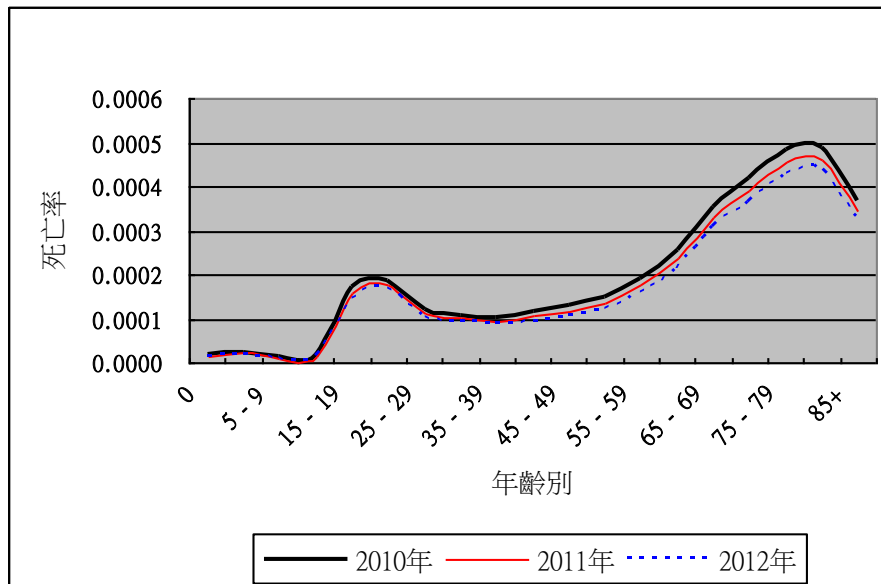


圖 4.6 機動車事故傷害年齡別死亡率未來 3 年預測圖 (未加權)

表 4.7 2010 年事故傷害年齡別死亡率及預測

年 齡 別	2010 年實際死亡率	2010 年預測死亡率 (加權)	2010 年預測死亡率
0	0.000218	0.000216	0.000224
1 - 4	0.000058	0.000071	0.000074
5 - 9	0.000029	0.000033	0.000034
10 - 14	0.000045	0.000035	0.000037
15 - 19	0.000210	0.000205	0.000213
20 - 24	0.000222	0.000223	0.000231
25 - 29	0.000195	0.000188	0.000196
30 - 34	0.000167	0.000203	0.000210
35 - 39	0.000205	0.000211	0.000218
40 - 44	0.000239	0.000238	0.000246
45 - 49	0.000248	0.000250	0.000259
50 - 54	0.000291	0.000284	0.000295
55 - 59	0.000339	0.000365	0.000378
60 - 64	0.000416	0.000475	0.000490
65 - 69	0.000581	0.000644	0.000661
70 - 74	0.000776	0.000778	0.000798
75 - 79	0.001069	0.000968	0.000993
80 - 84	0.001320	0.001172	0.001198
85+	0.001846	0.001640	0.001671

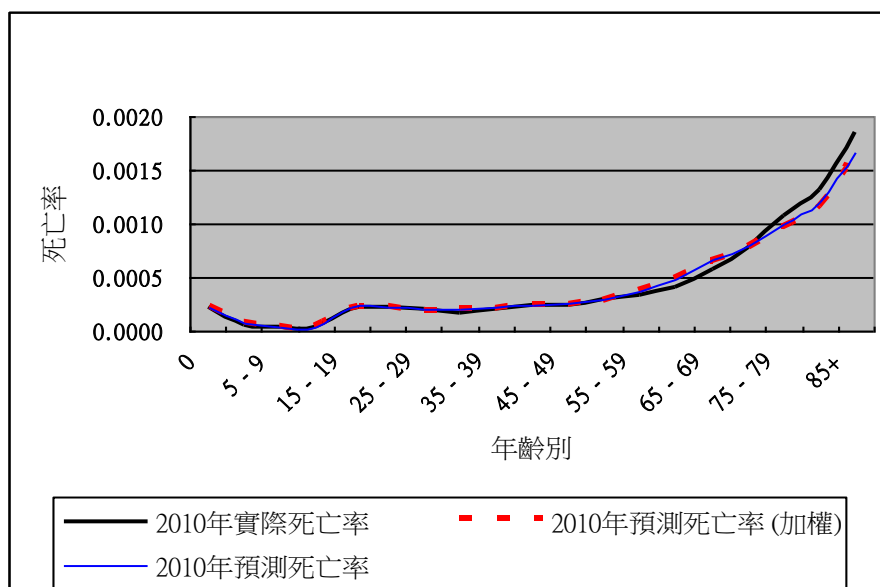


圖 4.7 2010 年事故傷害年齡別死亡率及預測圖

表 4.8 2010 年機動車事故傷害年齡別死亡率及預測

年 齡 別	2010 年實際死亡率	2010 年預測死亡率 (加權)	2010 年預測死亡率
0	0.000035	0.000018	0.000018
1 - 4	0.000025	0.000025	0.000025
5 - 9	0.000007	0.000012	0.000012
10 - 14	0.000025	0.000018	0.000018
15 - 19	0.000177	0.000172	0.000172
20 - 24	0.000176	0.000188	0.000188
25 - 29	0.000134	0.000123	0.000123
30 - 34	0.000095	0.000110	0.000109
35 - 39	0.000102	0.000105	0.000104
40 - 44	0.000117	0.000116	0.000115
45 - 49	0.000120	0.000129	0.000129
50 - 54	0.000149	0.000150	0.000149
55 - 59	0.000187	0.000193	0.000192
60 - 64	0.000216	0.000258	0.000257
65 - 69	0.000320	0.000354	0.000353
70 - 74	0.000390	0.000421	0.000419
75 - 79	0.000526	0.000486	0.000484
80 - 84	0.000530	0.000490	0.000488
85+	0.000425	0.000371	0.000369

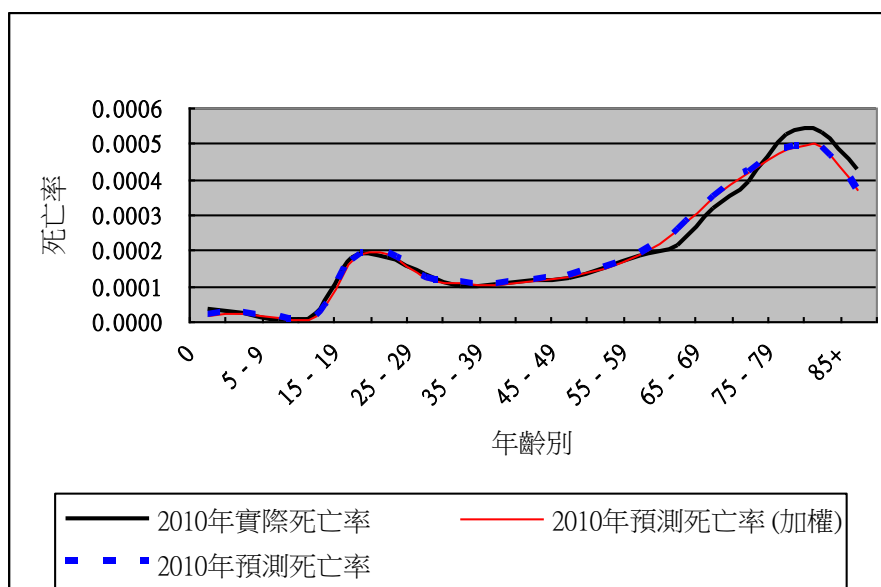


圖 4.8 2010 年機動車事故傷害年齡別死亡率及預測圖

在預測未來 3 年事故傷害與機動車事故傷害死亡率上，事故傷害所選取的模式為加權 Lee-Carter 模式，而其 $k(t)$ 值時間序列模式則為 **ARIMA(1,2,0)**；機動車事故傷害則是未加權 Lee-Carter 模式，且其 $k(t)$ 值時間序列模式為 **ARIMA(0,2,1)**。根據表 4.5 及圖 4.5 就各年齡層而言，2010 年~2012 年事故傷害死亡率是下降的；同樣的，表 4.6 及圖 4.6 顯示機動車事故傷害死亡率亦是呈現下降的趨勢。

表 4.7 及圖 4.7 係利用加權 Lee-Carter 模式預測 2010 年事故傷害死亡率及其實際死亡率的比較，除年齡層在 1-9 歲與 25-34 歲的死亡率呈下降趨勢外，其他年齡層則是隨著年齡增加呈平穩上升現象且 65 歲以上的死亡率為最高，而其 MAPE 和 RMSPE 分別為 **8.36%**與 **11.32%**。另外，表 4.8 及圖 4.8 係以未加權 Lee-Carter 模式預測 2010 年機動車事故傷害死亡率與實際死亡率之比較，其死亡率在 1-9 歲、20-34 歲及 85 歲以上呈現下降趨勢，其他年齡層則是上升狀態，其 MAPE 與 RMSPE 分別為 **13.38%**及 **20.96%**。

4.2 潛在生命年數損失及潛在工作年數損失之計算與預測

25 年來事故傷害之特定年齡組潛在生命年數損失如表 4.9，各年齡組 0-4 歲、5-9 歲、10-19 歲、20-64 歲及 65 歲以上損失生命年數最多年份，分別在 1985 年、1987 年、1989 年、1989 年及 1999 年，而自 1985 年至 2009 年各年齡組的年數損失分別下降 74.46%、63.64%、56.35%、54.69%及 29.29%，在 2009 年各年齡組的潛在生命年數損失為 13,932 年、7,959 年、31,125 年、154,139 年及 25,062 年。另外，全年齡的潛在生命年數損失在 1989 年時損失最多為 624,359 年，25 年來下降了 55.63%。

表 4.9 事故傷害之特定年齡組標準化潛在生命年數損失 (單位：年) 採 PEYLL 計算

年度	0 - 4 歲	5 - 9 歲	10 - 19 歲	20 - 64 歲	65 + 歲	全年
1985	54,543	21,891	71,306	340,159	35,444	523,344
1986	52,743	23,307	80,766	361,912	37,476	556,203
1987	52,999	24,341	106,129	369,310	38,924	591,702
1988	49,859	21,110	107,464	390,067	40,919	609,420
1989	53,137	21,740	112,418	396,054	41,009	624,359
1990	48,865	20,982	97,364	393,881	41,010	602,102
1991	49,299	19,769	90,413	380,842	40,973	581,296
1992	46,210	17,261	89,621	357,763	38,209	549,064
1993	38,355	17,625	101,402	356,977	36,482	550,841
1994	37,616	16,115	96,229	348,054	38,041	536,054
1995	35,069	13,170	89,556	344,963	36,810	519,569
1996	32,453	12,738	85,693	323,834	35,322	490,041
1997	29,279	10,677	73,157	292,790	33,845	439,748
1998	28,865	12,290	72,877	278,332	31,702	424,067
1999	36,085	19,553	76,371	295,821	44,054	471,884
2000	23,376	9,516	60,829	254,206	33,841	381,768
2001	22,688	9,498	52,313	222,220	31,757	338,476
2002	21,621	6,040	43,002	196,854	29,396	296,913
2003	20,781	8,532	41,540	187,242	27,924	286,019
2004	18,225	6,603	44,287	193,443	28,269	290,828
2005	15,907	5,940	45,964	191,242	26,819	285,873
2006	15,843	5,825	40,138	184,847	25,874	272,527
2007	13,541	5,305	31,720	162,625	23,345	236,536
2008	14,092	4,476	29,819	149,411	24,791	222,589
2009	13,932	7,959	31,125	154,139	25,062	232,217

表 4.10 係 25 年來機動車事故傷害之特定年齡組潛在生命年數損失，各年齡組 0-4 歲、5-9 歲、10-19 歲、20-64 歲及 65 歲以上之損失年數最多年份，分別在 1989 年、1987 年、1989 年、1988 年及 1991 年，而自 1985 年至 2009 年各年齡組的年數損失分別下降 78.79%、71.34%、43.82%、55.39% 及 27.82%，且在 2009 年各年齡組潛在生命年數損失分別占全年齡 2.57%、1.76%、16.55%、69.13% 及 9.99%。另外，全年齡的潛在生命年數損失在 1989 年時損失最多為 338,584 年，25 年來下降了 53.81%，其下降比率和事故傷害幾乎是一致的。

表 4.10 機動車事故傷害之特定年齡組標準化潛在生命年數損失 (單位：年) 採 PEYLL 計算

年度	0 - 4 歲	5 - 9 歲	10 - 19 歲	20 - 64 歲	65 + 歲	全年
1985	14,215	7,187	34,583	181,931	16,252	254,167
1986	13,734	8,706	45,836	199,772	17,585	285,633
1987	13,300	9,328	66,862	211,582	19,049	320,120
1988	12,866	8,034	68,820	226,804	20,033	336,558
1989	14,337	8,775	70,833	224,338	20,300	338,584
1990	12,577	7,130	60,314	214,622	20,955	315,599
1991	12,344	8,288	58,221	209,676	22,123	310,652
1992	11,763	7,176	57,670	198,650	21,550	296,809
1993	10,361	6,299	67,385	198,874	20,664	303,583
1994	10,765	6,501	65,841	190,475	21,048	294,631
1995	9,890	5,664	62,689	199,437	21,114	298,794
1996	8,641	4,483	59,582	187,436	19,927	280,070
1997	9,040	3,915	53,317	174,240	18,303	258,815
1998	7,218	4,430	49,955	152,727	16,781	231,111
1999	6,157	3,151	45,071	141,593	15,727	211,699
2000	5,779	3,460	41,231	142,979	15,141	208,590
2001	5,173	4,205	35,170	119,148	14,876	178,572
2002	4,296	2,110	30,332	108,170	14,140	159,047
2003	5,580	3,338	30,601	107,398	14,044	160,961
2004	3,224	2,380	35,289	115,676	15,158	171,727
2005	3,742	1,720	36,795	116,947	14,048	173,251
2006	3,990	2,023	32,074	115,968	13,829	167,883
2007	4,113	2,054	25,253	97,453	12,538	141,411
2008	3,600	1,791	22,365	86,110	12,064	125,930
2009	3,015	2,060	19,428	81,155	11,731	117,388

由表 4.9 及表 4.10 可知機動車占事故傷害之潛在生命年數損失在各年齡組 0-4 歲、5-9 歲、10-19 歲、20-64 歲及 65 歲以上之比重，在 1985 年分別為 26.06%、32.83%、48.5%、53.48% 及 45.85%，而在 2009 年則為 21.64%、25.88%、62.42%、52.65% 及 46.81%，顯見 25 年來機動車占事故傷害之潛在生命年數損失各年齡組 0-4 歲減少 4.42%、5-9 歲減少 6.95%、10-19 歲增加 13.92%、20-64 歲減少 0.83%、與 65 歲以上增加 0.96%。

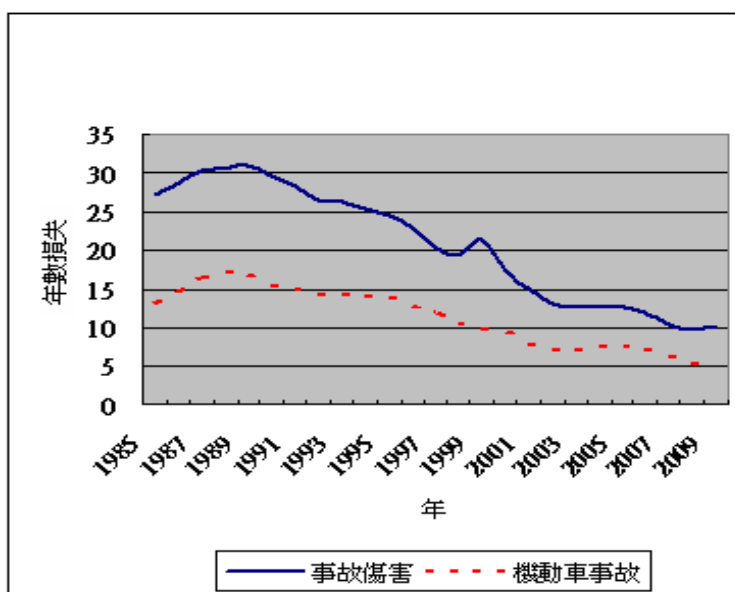


圖 4.9 標準化每千人口生命年數損失圖

表 4.11 標準化每千人口潛在生命年數損失 (單位：年)

年度	事故傷害	機動車事故	機動車占事故傷害比重
1985	27.2695	13.2437	0.4857
1986	28.6534	14.7146	0.5135
1987	30.1626	16.3185	0.5410
1988	30.7172	16.9639	0.5523
1989	31.1316	16.8823	0.5423
1990	29.6910	15.5629	0.5242
1991	28.3510	15.1511	0.5344
1992	26.5194	14.3357	0.5406
1993	26.3572	14.5262	0.5511
1994	25.4215	13.9724	0.5496
1995	24.4300	14.0492	0.5751
1996	22.8548	13.0621	0.5715
1997	20.3266	11.9633	0.5886
1998	19.4208	10.5841	0.5450
1999	21.4391	9.6181	0.4486
2000	17.2088	9.4025	0.5464
2001	15.1504	7.9930	0.5276
2002	13.2178	7.0804	0.5357
2003	12.6767	7.1339	0.5628
2004	12.8419	7.5828	0.5905
2005	12.5771	7.6222	0.6060
2006	11.9406	7.3557	0.6160
2007	10.3212	6.1704	0.5978
2008	9.6788	5.4758	0.5658
2009	10.0621	5.0865	0.5055

圖 4.9 顯示事故傷害與機動車事故傷害每千人口生命年數損失有逐年遞減趨勢且兩者差距呈縮小情形，而其年數損失差距比起 25 年前不到一半，且由表 4.11 得知事故傷害所造成的每千人口生命年數損失在 1989 年損失最多為 31.13 年，而機動車事故傷害潛在生命損失則是在 1988 年損失最多為 16.96 年，自 1985 年至 2009 年事故傷害及機動車事故傷害的每千人口生命年數損失分別下降 63.10% 及 61.59%。

表 4.12 事故傷害標準化每千人口潛在生命年數損失按年齡別分 (單位：年)

年度	0 - 4 歲	5 - 9 歲	10 - 19 歲	20 - 64 歲	65 + 歲	全年
1985	28.74	10.86	19.06	32.14	37.26	27.27
1986	28.95	11.49	21.63	33.44	37.33	28.65
1987	30.62	12.02	28.30	33.43	36.65	30.16
1988	29.96	10.47	28.52	34.61	36.55	30.72
1989	32.69	10.98	29.68	34.47	34.94	31.13
1990	30.35	10.90	25.57	33.66	33.21	29.69
1991	30.46	10.72	23.59	32.00	31.35	28.35
1992	28.41	9.86	23.17	29.62	27.67	26.52
1993	23.65	10.43	26.04	29.17	25.10	26.36
1994	23.39	9.81	24.60	28.07	24.92	25.42
1995	21.97	8.19	22.92	27.47	23.05	24.43
1996	20.40	7.92	22.35	25.41	21.26	22.85
1997	18.36	6.59	19.57	22.60	19.66	20.33
1998	18.36	7.58	19.84	21.10	17.80	19.42
1999	23.64	12.07	21.25	22.02	23.97	21.44
2000	15.60	5.87	17.34	18.60	17.87	17.21
2001	15.56	5.87	15.25	16.00	16.31	15.15
2002	15.57	3.73	12.85	13.96	14.68	13.22
2003	15.62	5.36	12.66	13.09	13.56	12.68
2004	14.27	4.29	13.69	13.36	13.34	12.84
2005	13.32	3.93	14.33	13.07	12.28	12.58
2006	14.16	3.96	12.49	12.52	11.49	11.94
2007	12.62	3.79	9.82	10.91	10.08	10.32
2008	13.56	3.34	9.31	9.93	10.45	9.68
2009	13.74	6.18	9.88	10.14	10.31	10.06

表 4.12 係事故傷害的每千人口生命年數損失依特定年齡組分，而各年齡組 0-4 歲、5-9 歲、10-19 歲、20-64 歲及 65 歲以上的損失最多年數分別是在 1989 年(32.69 年)、1999 年(12.07 年)、1989 年(29.68 年)、1988 年(34.61 年)及 1986 年(37.33 年)。自 1985 年至 2009 年各年齡組下降率為 52.19%、43.09%、48.16%、68.45% 及 72.33%，若以全年齡來看則下降 63.10%。

表 4.13 平均潛在生命年數損失 (單位：年)

年度	事故傷害	機動車事故
1985	40.12	39.85
1986	39.93	39.86
1987	40.17	40.24
1988	39.69	40.00
1989	40.18	40.36
1990	39.52	39.34
1991	39.40	39.21
1992	38.96	38.39
1993	39.10	38.82
1994	38.54	38.63
1995	38.37	38.57
1996	38.13	38.25
1997	37.96	38.73
1998	38.04	38.54
1999	36.13	38.01
2000	36.31	38.49
2001	35.83	37.57
2002	35.42	37.26
2003	35.51	37.30
2004	35.12	37.02
2005	35.01	37.49
2006	35.00	37.25
2007	34.27	36.46
2008	32.61	35.81
2009	32.83	35.25

表 4.13 係 25 年事故傷害與機動車事故傷害平均潛在生命年數損失，即每位死亡者平均損失生命年數，自 1985 年至 2009 年事故傷害與機動車事故傷害的平均生命年數損失，而損失最多分別是 1989 年的 40.18 年與 40.36 年，在 2009 年時事故傷害與機動車事故傷害平均生命年數損失分別為 32.83 年與 35.25 年，而其下降率為 18.17% 與 11.54%。

表 4.14 潛在工作年數損失 (單位：年)

年度	事故傷害	機動車事故
1985	328,531	159,415
1986	347,390	179,304
1987	374,385	204,280
1988	384,435	214,681
1989	393,756	215,339
1990	374,114	196,723
1991	356,168	190,701
1992	337,139	181,419
1993	342,290	189,062
1994	327,929	181,914
1995	316,784	184,003
1996	295,267	170,063
1997	260,400	155,999
1998	250,493	138,352
1999	270,281	125,952
2000	218,698	123,635
2001	190,788	103,649
2002	165,387	91,573
2003	159,513	92,593
2004	161,250	98,391
2005	159,809	100,998
2006	150,776	96,275
2007	128,241	79,422
2008	118,678	70,263
2009	123,388	64,620

表 4.14 係 25 年事故傷害及機動車事故傷害潛在工作年數損失，兩者都在 1989 年時工作年數損失最多，分別為 393,756 年及 215,339 年，且 1985 年至 2009 年事故傷害及機動車事故傷害的工作年數損失下降率為 62.44% 與 59.46%。在事故傷害方面自 1985 年上升到 1989 年開始下降，除 1993 年、1999 年、2004 年與 2009 年有些微上升外，其他年份均呈現下降趨勢；而機動車事故傷害工作年數損失自 1989 年下降後，在 1993 年及 1995 年呈些微上升，更在 2003 年~2005 年時明顯上升了 9.08%，惟其在 2005 年之後則又呈下降趨勢。

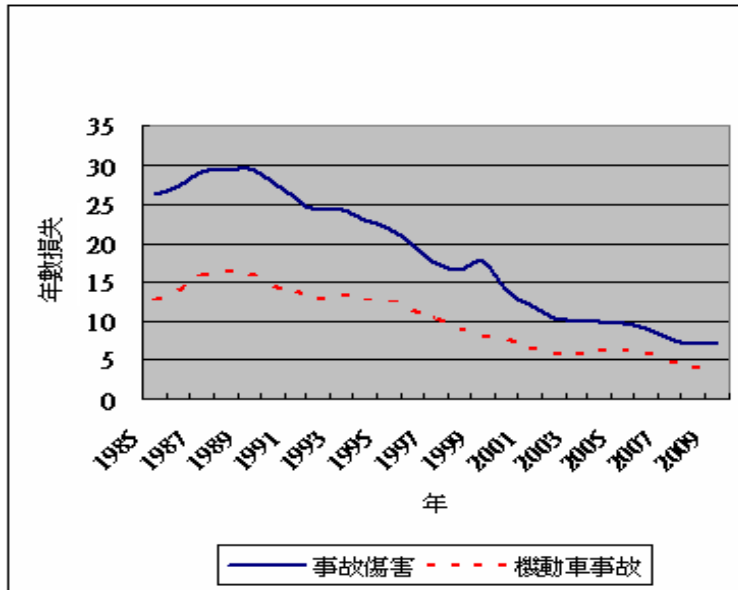


圖 4.10 標準化每千人口工作年數損失圖

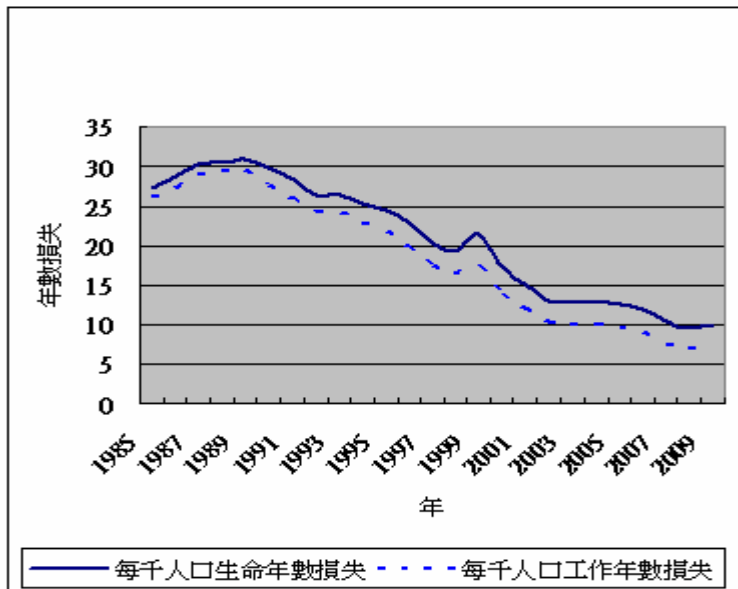


圖 4.11 事故傷害每千人口年數損失圖

表 4.15 標準化每千人口潛在工作年數損失 (單位：年)

年度	事故傷害	機動車事故	機動車占事故傷害比重
1985	26.2762	12.7502	0.4852
1986	27.3100	14.0960	0.5161
1987	28.9650	15.8045	0.5456
1988	29.2783	16.3500	0.5584
1989	29.5592	16.1655	0.5469
1990	27.6923	14.5616	0.5258
1991	25.9593	13.8992	0.5354
1992	24.2038	13.0244	0.5381
1993	24.2329	13.3849	0.5523
1994	22.8755	12.6898	0.5547
1995	21.7749	12.6479	0.5808
1996	20.0170	11.5291	0.5760
1997	17.4019	10.4250	0.5991
1998	16.4909	9.1082	0.5523
1999	17.5534	8.1799	0.4660
2000	14.0440	7.9394	0.5653
2001	12.1434	6.5971	0.5433
2002	10.4474	5.7846	0.5537
2003	9.9928	5.8005	0.5805
2004	10.0196	6.1138	0.6102
2005	9.8507	6.2256	0.6320
2006	9.2109	5.8815	0.6385
2007	7.7655	4.8093	0.6193
2008	7.1248	4.2182	0.5920
2009	7.3415	3.8448	0.5237

圖 4.10 顯示事故傷害與機動車事故傷害兩者每千人口工作年數損失差距逐年縮小，再根據表 4.15 得知事故傷害及機動車事故傷害每千人口工作年數損失，其年數損失最多之年份分別是在 1989 年及 1988 年的 29.56 年與 16.35 年。事故傷害自 1989 年後每千人口工作年數損失開始下降，惟 1993 年、1999 年 2004 年及 2009 年有些微上升；而機動車事故傷害每千人口工作年數損失自 1988 年開始下降，惟 1993 年及 2003 年~2005 年有些微上升。又，其機動車事故占事故傷害之比重除了 1985 年及 1999 年外均超過 50% 以上，且 25 年來事故傷害及機動車事故傷害每千人口潛在工作年數損失下降率分別為 72.06% 與 69.85%。另外，圖 4.11 係事故傷害

每千人口生命年數損失及其工作年數的每千人口損失，二者下降趨勢大致相同，惟在 1999 年因 921 地震災害而引起二者之年數損失差距增加。

另外，我們以時間序列模式預測出未來 3 年每千人口潛在生命年數及工作年數損失(配適資料為 1985 年~2009 年，但排除了 1999 年及 2009 年二年)結果如下：

標準化每千人口潛在生命年數損失 單位：年

年	事故傷害 ARIMA(0,2,1)	機動車事故傷害 ARIMA(1,2,2)
2010	8.863669	4.470070
2011	8.048579	4.165808
2012	7.233490	3.277742

標準化每千人口潛在工作年數損失 單位：年

年	事故傷害 ARIMA(0,2,1)	機動車事故傷害 ARIMA(1,2,2)
2010	6.324355	3.603174
2011	5.523934	3.449696
2012	4.723514	2.904372

經推算出 25 年來的每千人口潛在生命年數及工作年數損失進行時間序列預測，事故傷害所採用的時間序列模式為 **ARIMA(0,2,1)**，而機動車事故傷害則採用 **ARIMA(1,2,2)**。事故傷害死亡其未來 3 年每千人口潛在生命年數及工作年數損失分別為 8.86 年、8.05 年、7.23 年及 6.32 年、5.52 年、4.72 年。另外，機動車事故傷害死亡其未來 3 年每千人口潛在生命年數及工作年數損失分別為 4.47 年、4.17 年、3.28 年及 3.60 年、3.45 年、2.90 年。相較於 1985 年時事故傷害所造成的生命年數損失 27.27 年及工作年數損失 26.28 年，機動車事故傷害造成的損失分別為 13.24 年及 12.75 年已明顯減少許多。(見表 4.11 及表 4.15)

根據 2010 年衛生署公佈的死因資料，吾等透過潛在工作年數損失公式推算出 2010 年事故傷害與機動車事故傷害每千人口潛在工作年數損失分別為 **6.36** 年及 **3.98** 年，而其機動車占事故傷害之比重為 62.58%。事故傷害潛在工作年數損失其時間序列模式 **ARIMA(0,2,1)**的預測效果 MAPE 為 **0.63%**；機動車事故傷害其時間序列模式 **ARIMA(1,2,2)**的預測效果 MAPE 為 **9.55%**。至於 2011 年及 2012 年預測效果如何，有待未來政府相關部門進一步的資料公佈與驗證。

4.3 社會經濟損失之推算與預測

由圖 4.12 事故傷害造成之經濟損失來看，經 2009 年消費者物價指數(CPI)調整過後的損失是呈現上升再下降趨勢。

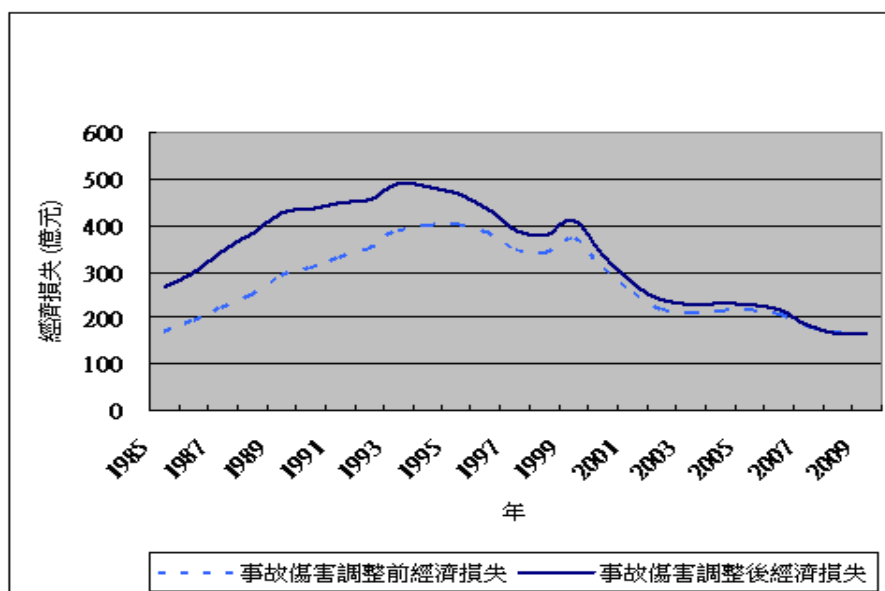


圖 4.12 事故傷害調整前後之社會經濟損失圖

本文以 2000 年人口結構為基準並將各年工作年齡層因事故傷害造成的社會成本損失根據人力資本法換算成客觀標準來衡量，再依 2009 年消費者物價指數做調整，由表 4.16 得知 1985 年~2009 年事故傷害調整後經濟損失在 1993 年時損失最多為 490.37 億元，另除了 1999 年因 921 大地震使經濟損失增加及 2004 年有些微增加外，在 1993 年後呈下降趨勢，在 2009 年時事故傷害調整後經濟損失為 165.79 億元，且 25 年來的事務傷害經 2009 年消費者物價指數調整後經濟損失下降率為 37.52%。

表 4.16 事故傷害調整前後之社會經濟損失 (單位：億元)

年度	調整前經濟損失	調整 CPI %	調整後經濟損失
1985	169.748052	156.32	265.3536
1986	192.487675	155.25	298.8436
1987	221.300587	154.45	341.7988
1988	249.628107	152.49	380.6546
1989	291.695330	146.05	426.0228
1990	309.518024	140.25	434.0898
1991	329.611685	135.36	446.1588
1992	349.598285	129.57	452.9646
1993	389.592421	125.87	490.3701
1994	400.018507	120.90	483.6238
1995	402.764714	116.62	469.7123
1996	386.675226	113.15	437.5172
1997	345.347961	112.13	387.2330
1998	341.489522	110.28	376.6010
1999	372.579406	110.08	410.1514
2000	305.676446	108.72	332.3345
2001	253.531534	108.73	275.6707
2002	219.103121	108.95	238.7079
2003	210.580235	109.26	230.0702
2004	216.002463	107.51	232.2299
2005	219.136729	105.09	230.2909
2006	208.343847	104.47	217.6568
2007	179.286369	102.62	183.9887
2008	168.684119	99.13	167.2116
2009	165.786890	100.00	165.7869

表 4.17 事故傷害調整後之社會經濟損失 (單位：億元)

年度	事故傷害	機動車事故	調整 CPI %	機動車占事故傷害 比重(經濟損失)	機動車占事故傷害 比重(SWYPLL)
1985	265.3536	129.7419	156.32	0.4889	0.4868
1986	298.8436	154.9768	155.25	0.5186	0.5175
1987	341.7988	187.0270	154.45	0.5472	0.5469
1988	380.6546	212.9327	152.49	0.5594	0.5595
1989	426.0228	233.1513	146.05	0.5473	0.5479
1990	434.0898	228.4770	140.25	0.5263	0.5269
1991	446.1588	238.9178	135.36	0.5355	0.5364
1992	452.9646	243.6495	129.57	0.5379	0.5392
1993	490.3701	270.3154	125.87	0.5512	0.5531
1994	483.6238	267.4238	120.90	0.5530	0.5551
1995	469.7123	272.0928	116.62	0.5793	0.5812
1996	437.5172	251.5207	113.15	0.5749	0.5766
1997	387.2330	231.3217	112.13	0.5974	0.5994
1998	376.6010	207.4083	110.28	0.5507	0.5528
1999	410.1514	191.8494	110.08	0.4678	0.4667
2000	332.3345	187.5739	108.72	0.5644	0.5655
2001	275.6707	149.4847	108.73	0.5423	0.5434
2002	238.7079	132.0205	108.95	0.5531	0.5538
2003	230.0702	133.2256	109.26	0.5791	0.5806
2004	232.2299	141.4368	107.51	0.6090	0.6102
2005	230.2909	145.1989	105.09	0.6305	0.6317
2006	217.6568	138.7813	104.47	0.6376	0.6385
2007	183.9887	113.4017	102.62	0.6164	0.6189
2008	167.2116	98.6561	99.13	0.5900	0.5917
2009	165.7869	86.9916	100.00	0.5247	0.5238

另根據表 4.17 得知事故傷害調整後經濟損失，在 1993 年時損失最多為 490.37 億元，自 1985 年起呈上升趨勢至 1993 年後損失開始減少，但除了 1999 年發生 921 大地震使得損失大幅增加及 2004 年些微增加外，其他年份的事故傷害經濟損失均呈現下降趨勢，25 年來下降率為 37.52 %。至於機動車事故所造成的經濟損失，近 25 年來以 1995 年的損失最多(272.09 億元)，自 1995 年後開始呈下降趨勢，但在 2003 年~2005 年又有些微增加，25 年來其下降率為 32.95%。另外，以機動車事

故占事故傷害經濟損失比重來看，除 1985 年及 1999 年外均在 50% 以上，顯見因機動車事故傷害所引起的經濟損失占了事故傷害的大宗。1985 年~2009 年的機動車事故占事故傷害之每千人口工作年數損失比重得知，除 1985 年及 1999 年二年外均高於 0.5，亦可見機動車事故造成工作年齡層年數損失之嚴重性一直是存在的。若經濟損失依據機動車事故占事故傷害之比重而言，在 1999 年時比重最低為 0.47，其比重最高 0.64 出現在 2006 年，惟在 2006 年後呈現下降趨勢，2009 年機動車事故占事故傷害經濟損失之比重為 0.52 較 1985 年的 0.49 則有些微上升。

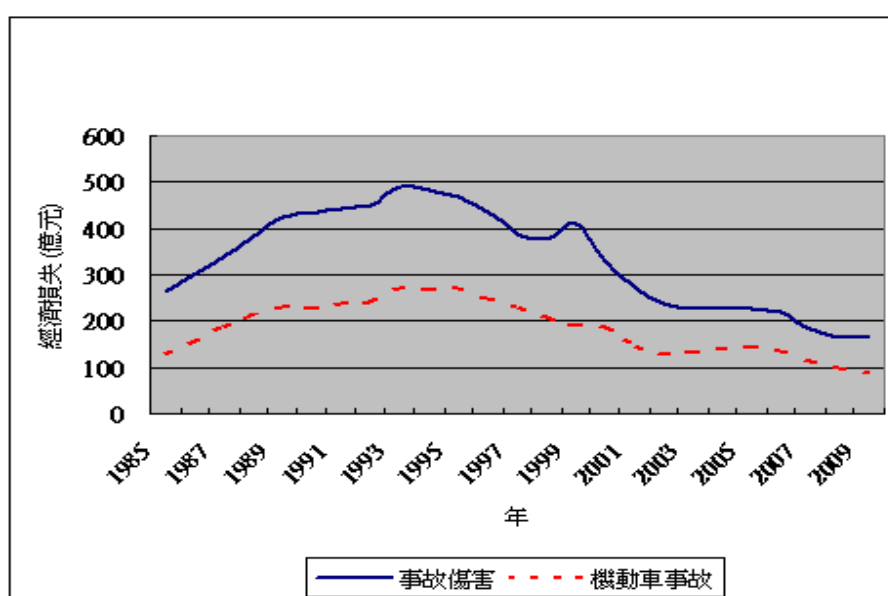


圖 4.13 經 2009 年 CPI 調整後之社會經濟損失圖

利用人力資本法推算事故傷害社會經濟損失如圖 4.13 可知機動車事故與事故傷害所造成的經濟損失呈下降趨勢，但儘管機動車占事故傷害之比重大多維持在 50% 以上，兩者損失之差距相較於 25 年前減少許多，顯見機動車事故傷害外的其他事故傷害亦獲得同步之改善。

以時間序列預測事故傷害與機動車事故傷害其未來3年經2009年CPI調整後社會經濟損失(配適資料為1985年~2009年，但排除1999年及2009年二年)結果如下：

年	事故傷害經濟損失 (億元) ARIMA(0,2,1)	機動車事故傷害經濟損失 (億元) ARIMA(1,2,2)
2010	147.549600	79.244321
2011	127.887607	65.423300
2012	108.225613	46.193905

利用時間序列模式 ARIMA(0,2,1)預測 2010 年~2012 年事故傷害所造成的經濟損失分別為 147.55 億元、127.89 億元與 108.23 億元；機動車事故傷害時間序列模式為 ARIMA(1,2,2)，其預測的經濟損失則為 79.24 億元、65.42 億元與 46.19 億元。另根據 2010 年衛生署公佈的死因資料，吾等利用人力資本法推算出 2010 年的事故傷害經濟損失為 **148.06** 億元經與 2010 年預測資料比較，二者幾無差異。另機動車事故傷害 2010 年推算出的實際損失為 **92.14** 億元，其與預測值之落差較大可能是預測模式刪除了 2009 年的資料，且 2010 年與 2009 年相比，機動車事故人數上升及事故傷害人數下降所致。至於 2011 年及 2012 年經濟損失效果如何有待未來實際資料公佈後比較驗證之，但對未來事故傷害造成的經濟損失趨勢應不難看出，相較於 1985 年時所造成的經濟損失(265.35 億元)已減少許多。近二、三十年來政府在防制事故傷害的成效上是有目共睹的。

第五章：結論

潛在生命損失的指標主要是以生產力角度來測量各死因造成社會所損失的人年數。不過各種潛在生命損失的計算仍有其各自的意義。過去所使用的死亡率指標，其價值尺度是以死亡數目的多少為重心，但它卻忽略了不同年齡層的死亡對家庭或社會有不同的影響。潛在生命損失指標的價值尺度則置於死亡者對社會未來可能貢獻的人年，表面上潛在生命損失指標似乎非常功利主義的注重人的生產年齡，但它主要的目的在於讓社會重視年輕人的死因，而事故傷害正是這些較年輕的年齡層者最重要死因。

本研究以 1985 年~2009 年的事故傷害及機動車事故傷害為例，以 Lee-Carter 模式探討及預測事故傷害死亡率變化趨勢，並以 2000 年年中人口結構為標準做調整，推算事故傷害及機動車事故傷害潛在生命年數損失、潛在工作年數損失及利用人力資本法推算其所造成的社會經濟損失。

綜合上述，本研究結果可歸納為以下幾項結論：

- (1) 1985 年~2009 年事故傷害與機動車事故傷害死亡率之差距明顯減少，惟機動車占事故傷害死亡率之比重各年大多在五成以上。
- (2) 以加權及未加權 Lee-Carter 模式配適的事故傷害死亡率其效果精確，而機動車事故傷害死亡率則是良好。
- (3) 採用加權 Lee-Carter 模式及 ARIMA(1,2,0)模式預測 2010 年事故傷害死亡率；機動車事故傷害死亡率則是未加權 Lee-Carter 模式及 ARIMA(0,2,1)模式，二者預測結果均相當良好。
- (4) 1985 年~2009 年事故傷害標準化每千人口潛在生命年數損失呈下降趨勢，25 年間下降了 63.10%，機動車事故傷害亦呈下降趨勢，25 年間則下降了 61.59%。
- (5) 1985 年~2009 年事故傷害標準化每千人口潛在工作年數損失呈下降趨勢，25 年間下降了 72.06%，機動車事故傷害亦呈下降趨勢，25 年間則是下降了 69.85%。

- (6) 採用 ARIMA(0,2,1)模式及 ARIMA(1,2,2)分別預測 2010 年事故傷害及機動車事故傷害標準化每千人口工作年數損失，均得到精確之結果。
- (7) 以 2009 年消費者物價指數做調整，1985 年~2009 年事故傷害經濟損失下降了 37.52%，而機動車事故傷害經濟損失則下降了 32.95%，其占事故傷害比重趨勢與死亡率一致。
- (8) 採用 ARIMA(0,2,1)模式預測 2010 年的事故傷害經濟損失為 147.55 億元與估算出的 2010 年實際值 148.06 億元，二者幾無差異。採用 ARIMA(1,2,2)模式預測 2010 年的機動車事故傷害經濟損失為 79.24 億元與估算出的 2010 年實際值 92.14 億元，其配適效果為良好，其與預測值之落差較大可能是預測模式刪除了 2009 年的資料，且 2010 年與 2009 年相比，機動車事故人數上升及事故傷害人數下降所致。

本文為透過臺灣地區歷年來事故傷害死亡數所造成的經濟損失估算，可供政府相關單位推算社會成本所帶來的經濟影響，擬訂事故傷害安全防制措施、福利預算分配等依據，自 1985 年至今事故傷害死亡率降低，其造成的經濟損失亦逐年下降中，顯示政府在事故傷害防制上有長足的進步，惟其仍有改善的空間，事故傷害屬非蓄意性傷害，未來政府應加強如何防患得宜將傷害降至最低，而民眾亦當責無旁貸配合政府單位共同努力改善。事故傷害死因中仍是以運輸事故死亡為主，雖比起過往二、三十年來已下降許多，先前政府單位公佈實施的交通安全措施、宣導與取締有其一定成效在，但仍有進步的空間，譬如對道路環境的改善、限制酒後駕車、青少年飆車行為及無照駕駛的取締等，以保障用路人的生命安全。

本文僅對事故傷害死亡與機動車事故傷害死亡做探討，因事故傷害尚包含其他細項，故有不足之處。惟賴建丞等人 (2009) 指出生命統計使用時，其資料訊息會受教育水平、社經地位等變數影響無法深入探討。雖使用潛在生命年數損失確實能反應出過早死因對社會的衝擊，但此方法限於死亡而引起的生命年數損失，未考慮受傷或罹病的生命損失，在估算時會有低估情況。對於因事故傷害而受傷

者未進行其直接與間接成本的評估衡量探討，像是醫療、財務損失、復職成本、精神損失等，後續研究建議可對此部分做探討。

參考文獻

中文部分：

- 內政部統計處 (1985~2009) 臺灣地區簡易生命表。臺北。
- 孔憲蘭 (1988) 臺灣地區孩童意外溺水研究。國立臺灣大學公共衛生研究所碩士論文。
- 行政院衛生署 (1985~2009) 衛生統計(一)死因統計。臺北。
- 行政院主計處、經建會合編 (1985~2009) 中華民國臺灣地區人力運用調查報告。臺北。
- 行政院主計處 (1985~2009) 總體統計資料庫，衛生統計、勞工統計、物價統計。臺北。
- 吳明玲、季瑋珠、王榮德 (1993) 1964-1990 年間臺灣地區兒童意外事故死亡趨勢及潛在生命損失分析。中華衛誌，12(4)：421-434。
- 余清祥、曾奕翔 (2006) Lee-Carter 估計模式與死亡率推估研究。2006 年臺灣人口學會學術研討會論文。
- 余清祥、黃意萍 (2002) 臺灣地區生育率推估方法的研究。人口學刊，25：145-171。
- 林正祥 (1992) 臺灣地區機動車交通事故部分去除對平均壽命之影響。公共衛生雜誌，19(1)：123-130。
- 林正祥、吳宜穎 (2006) 臺灣地區事故傷害死亡率變化影響平均餘命增減之趨勢。中國統計學報，44(4)：402-416。
- 林茂文 (2006) 時間數列分析與預測管理與財經之應用 (三版)。臺北：華泰文化事業股份有限公司。
- 紀琍琍、紀櫻珍、吳振龍 (2007) 兒童虐待及防治。北市醫學雜誌，4(7)：531-540。
- 洪乙禎、林錦鴻 (2010) 探討醫療和民眾健康差異的相關性-以臺灣二十三縣市粗死亡率和事故傷害死亡率為例。臺灣衛誌，29(4)：347-359。

黃泓智、李永琮 (2004) 重大傷病醫療費用之推估。行政院國家科學委員會專題研究計畫，2004 年成果報告。

邱淑媿、曹昭懿、王榮德 (1993) 1974-1990 年間臺灣地區老年人口意外災害死亡率及潛在生命損失之分析。中華衛誌，12(4)：405-420。

傅還然 (2007) 2006 年我國職業災害情勢與對策展望。工業安全衛生月刊，213：16-40，中華民國工業安全衛生協會。

楊奕農 (2009) 時間序列分析。臺北：雙葉書廊有限公司出版。

莊昭華、劉益宏、王榮德 (1993) 1971-1990 年間臺灣地區火災事故累積死亡率及潛在生命年數損失之變化。中華衛誌，12(4)：380-391。

楊銘欽 (1992) 我國吸菸經濟成本之研究。行政院衛生署研究計畫，1992 年成果報告。

趙文囊、劉益宏、王榮德 (1993) 1974-1990 年間臺灣地區中毒累積死亡率及潛在生命年數損失之趨勢。中華衛誌，12(4)：392-404。

陳立慧、林茂榮、王榮德 (1993) 機動車交通事故之死亡率、潛在生命年數損失及其貨幣價值。中華衛誌，12(4)：368-379。

陳宜、葉莉莉、馮瑞鶯 (2009) 兒童虐待之概念分析。護理雜誌，56(4)：71-76。

賴建丞、白璐、蔡行瀚、簡戊鑑、張瑋庭、林佳欣、洪宇箴 (2009) 臺灣 1986-2007 年事故傷害死亡趨勢分析。北市醫學雜誌，6(3)：174-184。

賴冠霖 (2004) 臺灣地區機動車事故死亡率之年齡、年代及世代效應分析。臺北醫學大學傷害防治學研究所碩士論文。

潘伶燕、邱淑媿 (2011) 臺灣地區 1991~2007 年男女性之健康差距：以平均餘命、死亡率及潛在生命年數損失為指標。臺灣公共衛生雜誌，30(2)：135-149。

陳麗華 (2001) 國民潛在生命年數損失之變動，行政院衛生署統計室。

英文部分：

Bell, W. R. 1997. "Comparing and Assessing Times Series Methods for Forecasting Age Specific Demographic Rates" *Journal of Official Statistics* 13: 279-303.

- Box, G. E. P. and G. M. Jenkins. 1976. *Time Series Analysis: forecasting and control (revised edition)*. Sun Francisco: Hoden-Day.
- Carter, L. R. and R. D. Lee. 1992. "Modeling and forecasting U.S. mortality" *Journal of the American Statistical Association* 87(419): 659-675.
- Chiang, C. L. 1972. "On Constructing Current Life Tables" *Journal of the American Statistical Association* 67(339): 538-541.
- Gardner, J. W. and J. S. Sanborn. 1990. "Years of potential life lost (YPLL) – what does it measure? " *Epidemiology* 1:322-329.
- Lewis, E. B. 1982. "Control of body segment differentiation in *Drosophila* by the bithorax gene complex, Embryonic Development" *Part A: Genetics Aspects*, edited by Burger, M. M. and R. Weber. Alan R. Liss. New York , pp.269-288.
- Lee, R. D. 2000. "The Lee-Carter method for forecasting mortality, with various extensions and applications" *North American Actuarial Journal* 4: 80 - 93.
- Ljung, G. M. and G. E. P. Box. 1978. "On a Measure of Lack of fit in Time-Series Models" *Biometrika* 65: 297-303.
- Ronald, Lee and Timothy Miller. 2001. "Evaluating the Performance of the Lee-Carter Method for Forecasting Mortality" *Demography* 38(4): 537-549.
- Wilmoth, J. R. 1993. "Computational methods for fitting and extrapolating the Lee-Carter model of mortality change" Technical Report. Dept. of Demography, University of California, Berkeley.