

## 第四章 實證結果

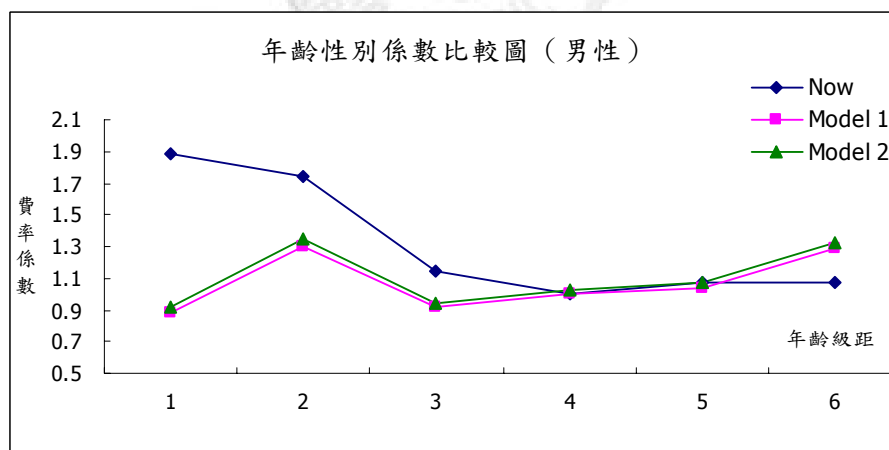
本節使用產險公司的 1999 至 2002 年汽車車體損失保險甲乙丙式資料為依據，以分類費率模型做為對照組，類神經網路做為實驗組進行模型比較。第一節按現行方法重新推計分類係數(最小偏差法計為模型 1、布朗氏最小平方法計為模型 2)，並與現況進行顯著性檢定。第二節進行類神經網路(模型 3)在單一年度的交叉驗證結果。第三節比較兩種模型在單一年度的估計誤差變異數，以及在續保年度(滿足收支平衡的條件下)反映不同風險程度的機制。

### 4.1. 最小偏差分類係數

#### 4.1.1 加減費係數

##### (1) 年齡性別係數

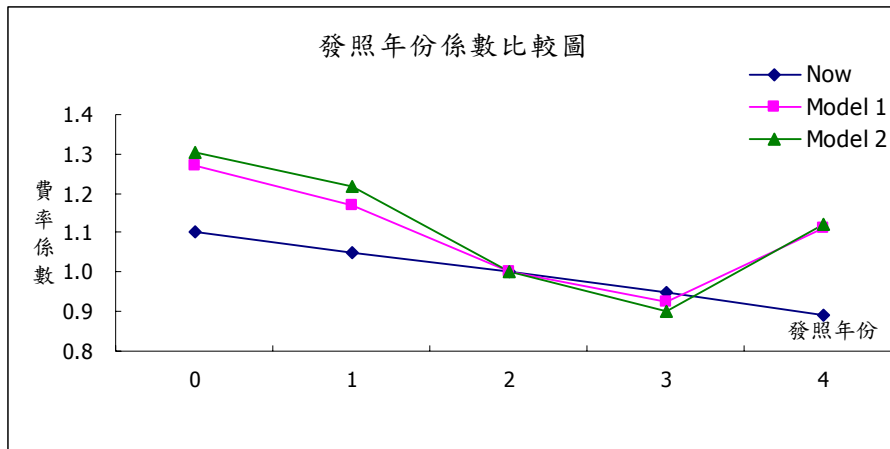
圖 4-1-1: 男性年齡係數比較圖



男性第 4 級(30 至 60 歲)為基準，以模型 1 及模型 2 進行疊代，平均絕對差(Average absolute difference: ADD) 0.001 為標準，男性 30 歲以下的年齡係數較現行制度為低(圖 4-1-1)，60 歲以下的年齡係數較現行制度高，女性的性別係數為 1.083(附表 C-4)，而現行女性性別係數為男性的 0.9 倍，因此女性被保險人較不會選擇模型 1 與模型 2。

## (2) 發照年份

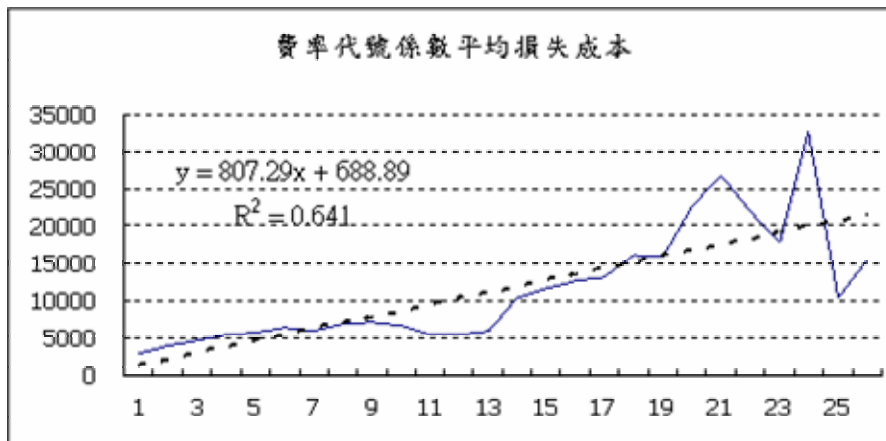
圖 4-1-2: 發照年份費率代號係數比較圖



以發照年份及性別的貝里氏加型模式估計，計得發照年份費率係數(附表 C-3)，新費率能反映資料呈現的資訊(圖 B-5)，而模型 2 對新車(0-2 年)的費率係數略高於模型 1。

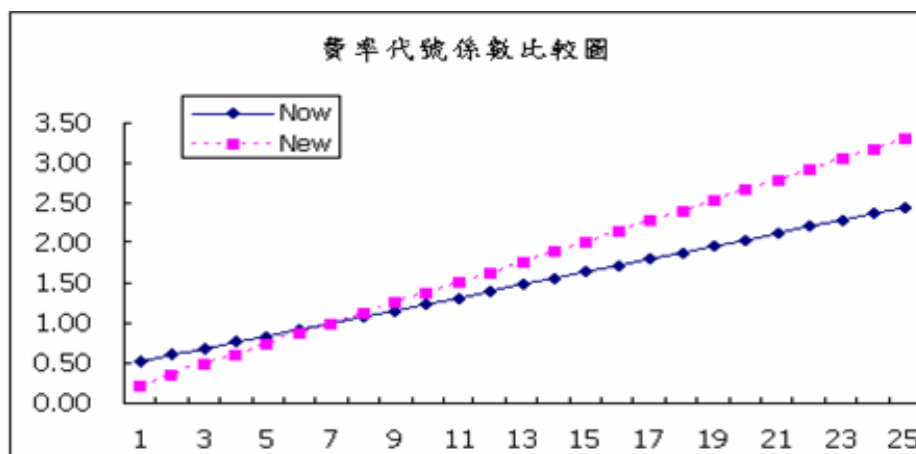
## (3) 車價

圖 4-1-3: 2001 費率代號平均損失成本迴歸分析圖



按各車價群組總保費收入為自變數，各群中平均理賠成本為因變數，得到 28 個虛擬變數進行迴歸分析(圖 4-1-3)，而後線性調整迴歸係數(判定係數 0.64)，比較費率代號係數(圖 4-1-4)，新係數在第 7 車價等級以下較低於現行係數，對於車價等級 7 以下的車主較有吸引力，新係數對於新車及發照年份四年以上者高於現行係數，配合車價代號費率表，於第 7 車價等級以上不論發照年份皆高於現行費率係數。

圖 4-1-4: 費率代號係數比較圖



## (4) 賠款記錄係數

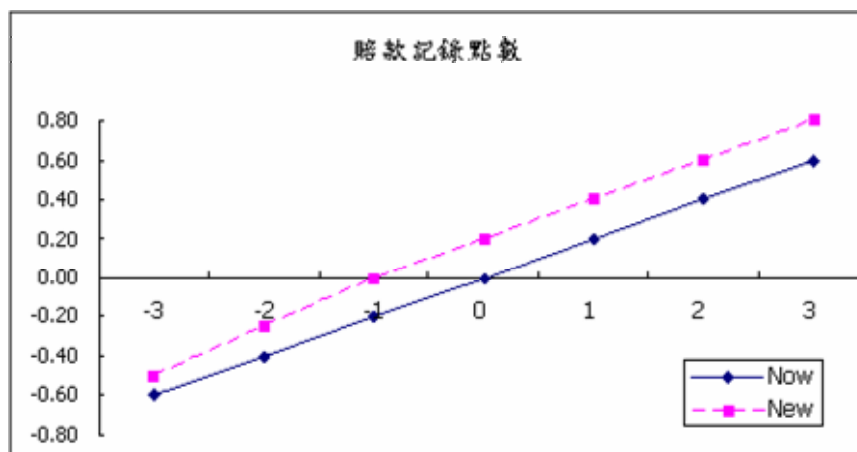
以過去三年累計賠款記錄點數所繳付的總保費為自變數，應變數為過去三年所發生的總理賠金額進行迴歸分析(公式 4-1-1)：

$$y = 12990 - 0.24x_{-3} + 0.30x_{-1} + 0.53x_0 + 0.74x_1 + 1.06x_2 + 0.98x_3 + 0.92x_4 + 1.01x_5 + 1.28x_6 + 1.64x_7 + 1.38x_8 \quad (4-1-1)$$

$$y = 26199 - 0.49x_{-3} + 0.03x_{-1} + 0.27x_0 + 0.45x_1 + 0.80x_2 + 0.67x_3 + 0.62x_4 + 0.71x_5 + 1.00x_6 + 1.34x_7 + 1.05x_8 \quad (4-1-2)$$

判定係數 44.94%，顯示在基本保費 12,990 下，賠款群組-3 點所繳付的保費與賠款的變動為-24%，若以各群組內的平均賠款總金額為應變數式(4-1-2)，判定係數 73.52%，基本保費若為 26,199，則 3 年無肇事者所繳付的保費與賠款的變動為-49%，1 年無肇事者為 0%，0 年無肇事者 +27%，比較在現行制度下，3 年無肇事者可減費-60%，1 年無肇事者可減費-20%，肇事記錄 1 點者需加費 20%，是故該公司在現行制度下，需調高各賠款記錄加減費係數+20%，顯示保費有低估的可能。

圖 4-1-5: 賠款記錄係數比較圖



#### 4.1.2 顯著性檢定

依據 A 公司經驗資料推計各加減費係數，採無母數 Wilcoxon 符號順序檢定，資料與市場制度的差異是否顯著，觀察前資料(現況)與觀察後資料(推計結果)差異是否顯著？虛無假設：觀察前後差異的中位數=0。

##### (1) 年齡性別係數

採用無母數檢定的優點在於不需對母體的分配做任何假設，但在母體分配已知的情況下，則有母數方法的效率較佳，本文假設母體分配未知的情況下，以現行年齡性別係數為觀察前資料，比較推計結果，各年度均拒絕觀察前後無差異的假設，以 Z 值推論觀察前的係數顯著地大於觀察後的係數，符合本文推計結果。

表 4-1-1 : 年齡性別係數檢定結果

年齡性別係數	Wilcoxon signed-rank test	
alternative hypothesis : mu is not equal to 0		
signed-rank normal statistic with correction Z		
1999	51.1628	p-value = 0
2000	53.0796	p-value = 0
2001	52.1305	p-value = 0

## (2) 費率代號係數

表 4-1-2 :費率代號係數檢定結果

費率代號係數	Wilcoxon signed-rank test	
alternative hypothesis : mu is not equal to 0		
Signed-rank normal statistic with correction Z		
1999	-79.3983	p-value = 0
2000	-76.7633	p-value = 0
2001	-80.4955	p-value = 0

發照年份 2002 年為第一年的費率代號係數表做為觀察前資料，比較推計結果，各年度均拒絕觀察前後無差異的假設，以 Z 值推論觀察前的係數顯著地小於觀察後的係數，整體而言，觀察前的費率代號係數，小於觀察後的費率代號係數。

## (3) 賠款記錄係數

表 4-1-3 :賠款記錄係數檢定結果

賠款記錄係數	Wilcoxon signed-rank test	
alternative hypothesis : mu is not equal to 0		
signed-rank normal statistic with correction Z		
1999	-93.0915	p-value = 0
2000	-77.7722	p-value = 0
2001	-71.3486	p-value = 0

依公式(4-1-2)修正後的費率代號係數，經檢定在各年度中拒絕觀察前後無差異的假設，以 Z 值推論觀察前的係數顯著地小於觀察後的係數，故調高賠款記錄係數的同時，第一節現況分析的結果顯示保費有低估的可能，經過迴歸分析可推估需要調整多少，以 Z 值推論觀察前的係數顯著地小於觀察後的係數。

## 4.2 類神經網路加減費係數

交叉驗證各年度的類神經網路，(表 4-2-1)誤差期望值接近於零的情況下，誤差變異數平均約為 0.02，各輸入值與輸出值的相關性約 0.54，顯示尚有其他具影響力的因素未加入模型中，進一步衡量各變數的重要性，以刪除變數而增加的錯誤率，做為衡量輸入值對模式的影響力，(表 4-2-2)，賠款記錄最具影響力，保險種類次之，其餘各因素的重要性差異不大。

表 4-2-1 :類神經網路誤差彙整表

Neural Networks Model		Data Set		From 1999	From 2000	From 2001
				To 2000	To 2001	To 2002
Model	Train	Error		0.05822	0.03229	0.03428
	Test	Error		0.03548	0.03550	
	Predict	Error		0.03523		
Model	Data Mean	Data S.D.	Error Mean	Error S.D.	Correlation	
1999	0.01997	0.06786	0.00231	0.03247	0.5186	
2000	0.02701	0.06304	0.00049	0.01985	0.5807	
2001	0.03828	0.07144	0.00144	0.02402	0.6246	

表 4-2-2 :類神經網路輸入值重要性分析表

加減費因素	性別	年齡	發照年份	賠款記錄	費率代號	保險種類	自負額
錯誤率	0.05662	0.05641	0.05659	0.06533	0.05601	0.05751	0.05624
重要性	3	5	4	1	7	2	6

## 4.3 模型比較

本文的評估標準有二：對於單一年度，在估計誤差期望值等於零的前提下，預測誤差的變異數應該愈小愈好；對於續保年度，各賠款記錄點數群組的平均損失率的變動應該愈小愈好，代表著保費收入隨著賠款支出的變動而調整。

表 4-3-1 :分類係數彙整表

賠款記錄係數：						
-3	-2	-1	0	1	2	3
-0.5	-0.25	0	0.20	0.40	0.60	0.80
發照年份係數：						
0	1	2	3	4		
1.206	1.108	1.000	0.879	1.053		
性別年齡係數：						
	1	2	3	4	5	6
男性	0.915	1.342	0.94	1.000	1.071	1.322
女性	0.992	1.454	1.019	1.109	1.160	1.432

#### 4.3.1 單年度比較

模型 1、2 以 2002 投保前三年為經驗期間，預測 2002 投保滿期後理賠金額，模型 3 以 1999 年為訓練資料集，2000 及 2001 年的資料做測試，在滿足不偏性的條件下，模型 2 誤差變異數在現行制度下較模型 1 小(表 4-3-2)，模型 3 的預測誤差變異數較模型 1、2 小。由於測試資料集中，能從訓練學出通則的資料佔大多數，使得測試資料的誤差變異反而較，反映於本文的研究對象為續保三年的保戶，意即續保團體內的特徵有趨於穩定的現象。

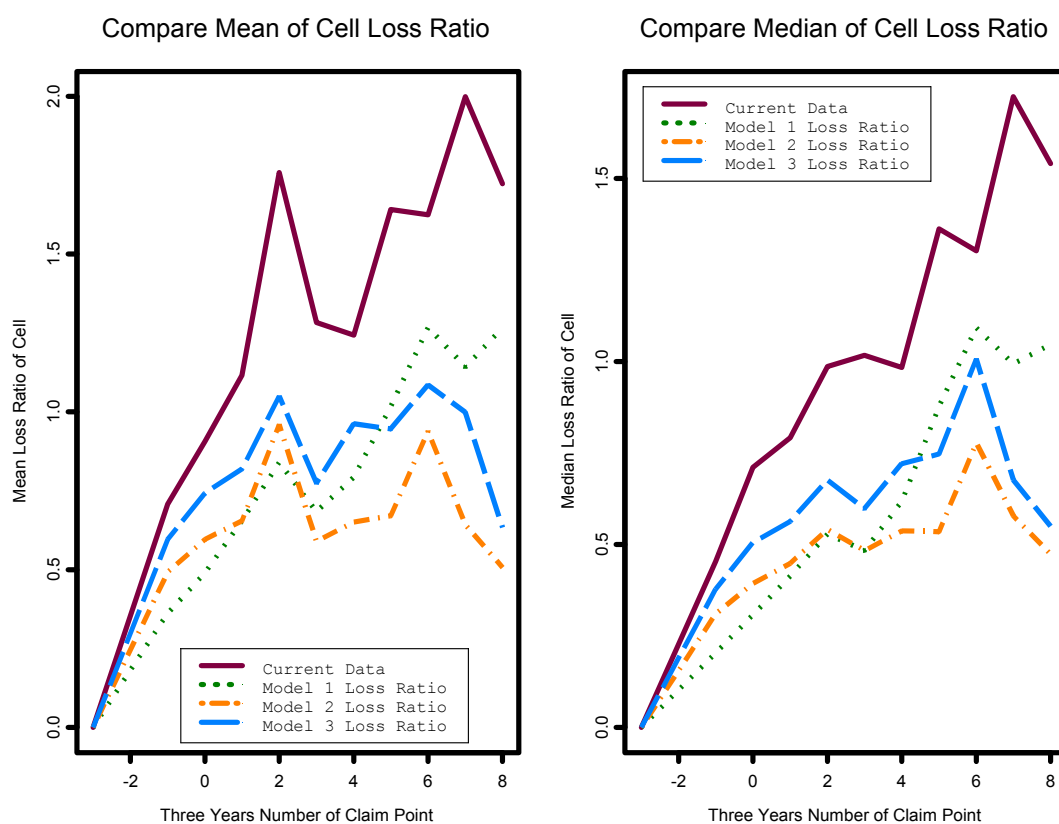
表 4-3-2 :預測誤差變異數模型比較表

模型 1	1999 ~ 2002			2002
誤差平均數	0.00356	0.00271	0.00276	0.00222
誤差變異數	0.69065	0.57128	0.62221	0.69948
模型 2	1999 ~ 2002			2002
誤差平均數	0.00287	0.00199	0.00148	0.00194
誤差變異數	0.22149	0.38790	0.41995	0.25777
模型 3	訓練資料集	測試資料集	測試資料集	預測資料集
	1999	2000	2001	2002
誤差平均數	0.00231	0.00049	0.00144	0.00157
誤差變異數	0.00336	0.00123	0.00222	0.00190

### 4.3.2 續保年度比較

符合精算公平的模型不應只能反映單一年度，對於跨年度的資料 (panel data) 也應該要有相當反應能力。對於不同風險分類組間的損失率應該愈平穩愈好，意即保費隨風險程度的大小做調整，以符合保險收支均等原則。

圖 4-3-1: 各累計賠款記錄群損失率比較圖



比較 2002 年投保前三年各賠款記錄群組中的平均損失率與損失率，模型 1 相較於模型 2 與模型 3，損失率呈現上升的現象(保費未隨賠款調整)反映風險程度較差(圖 4-3-1)，反觀模型 2 與模型 3 各賠款記錄群組中的損失率則較平穩。比較投保前三年的收支平衡狀況，模型 1 隨著賠款記錄的上升，就平均保費而言，呈現短收的情況(圖 4-3-2)，另比較各模型加減費幅度，模型 1 對低風險群組減費較少，對於高風險群組



加費不足，因此產生低風險補賠高風險的狀況，而模型 2 相對收取較高保費，模型 3 則對低風險群組減費較多，在收支平衡的條件下加費幅度較模型 2 少，故對於賠款支出的配適，模型 3 較佳。綜上所述、模型 3 優於模型 2 優於模型 1(表 4-3-3)。

圖 4-3-2: 各累計賠款記錄群收支平衡比較圖

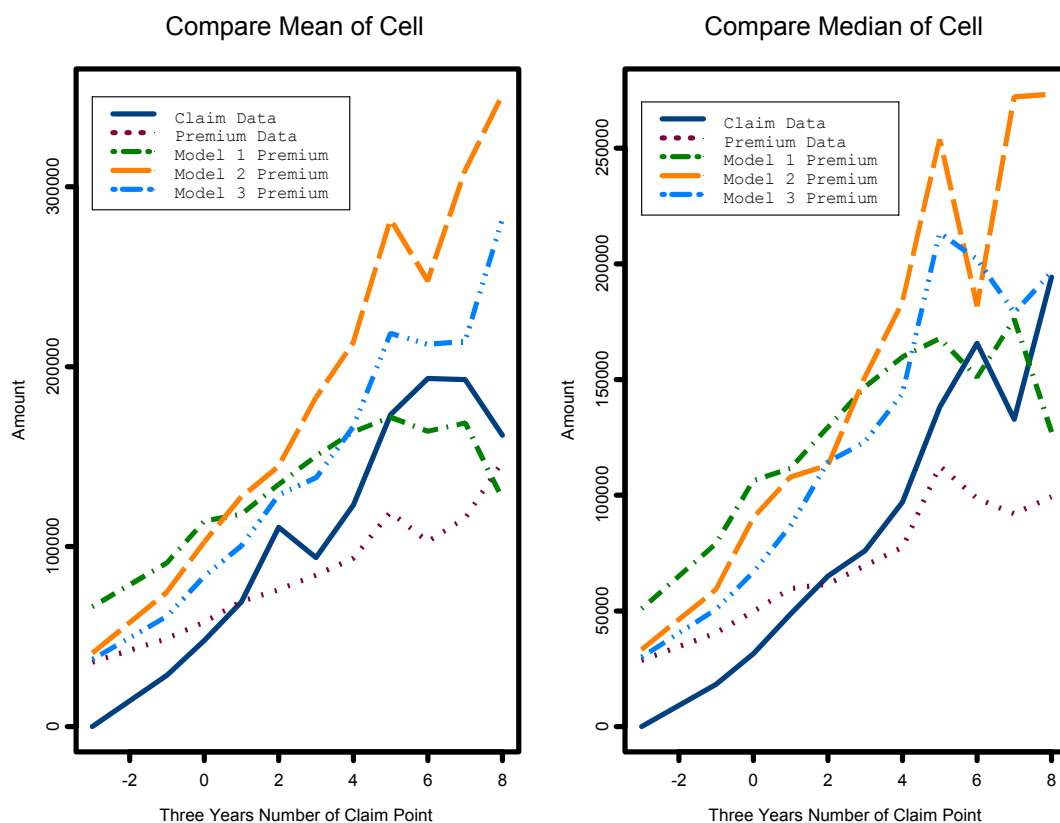


表 4-3-3: 各模型整體評量表

分數 模型	標準	誤差 平均	誤差 變異	反映 風險	減費 幅度	加費 幅度	收支 平衡	模型 評分
模型 1		1	1	1	1	1	1	6
模型 2		2	2	3	2	2	3	14
模型 3		3	3	3	3	3	3	18

註：按各模型滿足比較標準的程度評分(愈符合標準者分數愈高)