

92年道路交通安全與執法研討會
92年10月17日中央警察大學

速限影響車速與碰撞時駕駛者傷亡程度的連鎖模組與分析應用

楊宗璟¹、艾嘉銘²

1 逢甲大學交通工程與管理學系副教授

2 逢甲大學交通工程與管理學系講師

摘要

本研究擬藉由實際碰撞的事故資料，分析速限對車速的影響，及車速影響碰撞時駕駛者傷亡程度的情況。所使用的資料是台灣省車輛行車覆議鑑定會，自89年3月起至91年8月止開會案件中，具有速限與估計速率的當事人資料，蒐集的部份包括第一階段速限影響速率的其他變數，例如是否酒後駕車以及其程度、是否有駕照以及是否已達法定年紀、天色、與天候，和第二階段速率影響碰撞時駕駛者傷亡程度的其他變數，例如性別、年齡、教育程度、本車與他車之車種、本車之行向、動作、車損部位、與道路型態，總計有4476筆資料。連鎖模組的第一階段採用正數的迴歸模式，計有exponential、Weibull、log-logistic、以及log-normal四種機率分配，而第二階段目標是否傷亡採用二元羅吉特模式。第一階段研究結果顯示，除了天候外，都大多與車速有顯著的關係，依交通工程的速限標準，夜間有照明路段的速限有調降的空間，而快速與高速公路的速限則有再檢討的必要。第二階段研究結果顯示，除了教育程度外，都大多與傷亡機率有顯著的關係，而影響速率的因素如速限，可以透過速率轉而正向影響傷亡機率，直到快速與高速公路的道路等級之前為止，因為這些高級道路可以基於設計型式，避免一些較嚴重的撞擊型態。

壹、前言

1.1 研究動機

公路交通事故發生時，速率愈大則車損與人員傷亡有愈嚴重的可能性，而速限標準是影響車速的重要因速之一，因此本研究擬藉由實際碰撞的事故資料，分析速限對車速的影響，再轉而影響碰撞時駕駛者傷亡程度的情況，從而應用在檢討速限的標準是否適當、是否有調整的空間，以便降低事故的嚴重程度。

1.2 研究課題與限制

1. 公路交通事故嚴重傷亡問題：每年因交通事故而死傷的人數統計(92年7月的警政統計月刊第72頁的資料顯示，A1加A2類的91年全年，總計有87533件交通事故，2861人死亡，109493人受傷；自88年11月26日起，至92年8月19日止，台灣省車輛行車事故覆議鑑定會的開會資料，抽樣7830件交通事故，計有5579件有人死傷，其中2092人死亡，6353人受傷)。
2. 超速或飆車問題：超速或飆車是死傷因素中的前三名。因其較易量化與評估，故列入研究課題。
3. 速限與速率的範圍：除了考慮道路等級之外，速限愈高是否牽動實際速率的範圍愈大，而使得事故愈易發生或發生時之死傷機率愈高的程度值得觀察與探索。
4. 速限的考慮因素：速限的訂定須考慮道路等級，市區或郊區，道路之幾何設計如是否為彎道、坡道及其無障礙視距，以及路段中連續路口的間距之外，還需考慮因每天交通量變化的影響。實際的車速是一項客觀的指標。
5. 事故時車速之衡量不易：事故時的平均車速是否比一般時的平均車速高？不明，由於以事故研究為目的車速取得亦不易，數位行車記錄器的安裝並未落實，且最多數的小汽車與機車並未裝設行車記錄器，因此，事故時除了當事人的筆錄外，現場煞車痕亦可輔助判斷事故時車速，本研究以已經衡量的速率為出發點，來分析其前因(例如速限)與後果(即死傷機率)。
6. 飲酒與無照的事故的增加：此兩因素是否造成速率的提高與其程度不明，有待本研究的檢定。
7. 天色與天候的條件：此兩因素是否造成速率的變化與其程度不明，亦有待本研究的檢定。
8. 速率影響死傷機率：將其他因素(例如人的性別、年齡、教育程度，碰撞車種、碰撞角度、道路型態、以及其他因素)固定時，速率是否影響死傷機率，以及由速限輾轉的影響(道路類別與速限關係較大不宜再納入此模式)如何說明，亦為本研究嘗試研析的主題。

貳、文獻回顧

從下列文獻中了解速限、估計實際速率與安全速率的關係，速限的提升結果對肇事率、事故死亡率之影響，以及那些因素才是影響碰撞率的主因？茲說明如後：

1. Evans's book (Evans 君 [1])：以兩種速限為例，分別說明速限對實際速率的影響，當速限是50kph時，主觀估計實際的速率62kph，約略介於安全速率的58kph，與刺激速率的73kph，兩者之間較靠近安全速率之處，而當速限是100kph時，主觀估計實際的速率108kph，約略介於安全速率的101kph，與刺激速率的116kph，兩者之中間處；又速率與碰撞機率成正比，速率平方與

受傷機率成正比，速率的四次方與死亡機率成正比，即速率對愈嚴重的事故影響愈大。因為本研究資料較少，將只探討速率對死傷合在一起之機率的影響，而速限對速率的影響可以較為多元化(不只探討兩種速限的影響)。

2. Kansas's speed limit paper (Najjar 君等人[2])：不合理低速限的提升結果，速率也隨著增加，但事故率、死亡事故率、以及死亡率並未見明顯增加；惟速限提升的結果(特別是 7 % 的郊區雙向兩車道公路)，事故率與死亡事故率則有明顯增加，這些特殊路段宜再檢討速限的問題。因為可能蒐集資料的限制，本研究將只從天色因素(部份反應車多車少的狀況)與估計速率的角度來思考現有速限的合理性(但須注意這些速率是事故群體的特殊速率，而非一般隨機於路上行駛車輛的正常速率)。
3. Other influence of speed limit or speed on severity：大部份的文獻(例如 Sunanda 君與 Lu 君兩人[3] Bedard 君等人[4] Al-Ghamdi 君[5] Scuffham 君與 Langley 君兩人[6] 楊宗璟君等人[7])同意速率會影響死傷機率，但對碰撞率的影響不明顯；部份文獻(Wilmot 君與 Khanal 君兩人[8])認為速率的差異才是影響碰撞率的主因。本研究也將分析速率對死傷的影響，但為避免高等級道路高速限高速率與一般道路的不同影響混在一起考慮，將不假設單一影響結構，而是採用分段影響的方式，研析不同的速率範圍其影響結構不同的結果。

叁、資料整理與基本統計

3.1 資料整理

1. 資料欄位、筆數：第一階段分是否飲酒及酒後程度、有無駕照及是否已達、天色、天候、速限、與已衡量的速率六欄，資料有 4653 筆。第二階段分性別、年齡、教育程度、本車與他車之車種、本車之行向、動作、車損部位、道路型態、估計的速率(第一階段的結果)、與駕駛者是否有死傷十一欄，資料有 4476 筆。
2. 篩選原則：，第一階段以有速率以及速限資料且速率不為 0 的兩方當事人(單部車或多車事故不考慮)事故為篩選原則；第二階段以有估計速率(不為 0)資料且有駕駛者是否死傷資料為篩選原則。

3.2 資料分類與統計：

1. 第一階段的變數分類與統計

- (1) 是否飲酒及酒後程度：飲酒超過公共危險程度 83 筆、只超過行政處罰程度 94 筆、飲酒未超過標準 69 筆、以及未飲酒 4407 筆。
- (2) 有無駕照及是否已達考照年齡：有駕照 4137 筆、無照已達考照年齡 187 筆、無照未達考照年齡 100 筆、有無駕照不明 229 筆。
- (3) 天色：分白天 3094 筆、夜間有照明 1059 筆、夜間無照明 280 筆、天色不明 220 筆。
- (4) 天候：分無雨 4086 與有雨 567。
- (5) 速限：分 25、40、50、60、70、80、90、100KPH，次數各有 19、158、2547、622、828、221、31、65、162。
- (6) 已衡量速率為連續的目標變數，其第一個八分位數約 18、第二個八分位數約 24、第三個八分位數約 37、第四個八分位數約 43、第五個八分位數約 49、第六個八分位數約 60、第七個八分位數約 69。

2. 第二階段的變數分類與統計

- (1) 性別：分男 3613 筆、女 863 筆。
 - (2) 年齡：第一個四分位約 27、第二個四分位約 35、第三個四分位約 45。
 - (3) 教育程度：分大學 405、五專 425、高中 760、高職 909、國中 735、小學 399、幼稚園 2、不識字 36、不明 805。
 - (4) 本車車種：分自小客車 2288、小貨車 388、小客貨車 208、營業小客車 128、重機車 670、輕機車 266、大貨車 254、大客車 110、其他 164。
 - (5) 他車車種或碰撞的標的：分自小客車 2065、小貨車 326、小客貨車 173、營小客車 111、重機車 860、輕機車 393、大貨車 148、大客車 73、腳踏車 88、行人 123、其他 116。
 - (6) 行向：分對向 1268、同向 1466、橫向左方 892、橫向右方 850。
 - (7) 動作：分直行 3625、右轉 168、左轉 555、右迴轉 5、左迴轉 123。
 - (8) 車損部位即碰撞角度：分正前 1396、右前 818、右 438、右後 284、正後 108、左後 194、左 339、左前 899。
 - (9) 道路型態：分直路 1422、彎路 196、號誌路口 806、閃光路口 627、無號誌路口 1425。
 - (10) 估計速率：第一個四分位數約 38、第二個四分位數約 41、第三個四分位數約 47，47 以下的部份再依逐次等分法以及與速限範圍的關係考慮，找出第四個門檻值約 55、第五個門檻值約 65、第六個門檻值約 75、第七個門檻值約 88，駕駛者是否死傷為不連續的目標變數，駕駛有死傷的 1356、無死傷的 3120。
3. 連續變數轉為分類變數：第二階段的年齡與估計速率，在進一步放入影響駕駛者死傷的模式中，因為資料筆數足以分析細節，已由原來的連續變數各轉為四與八類的分類變數，以評估不同年齡層與不同速率範圍的影響。

肆、速限影響車速與碰撞時駕駛者傷亡程度的模式

4.1 速率衡量資料的來源

1. 國科會的研究報告[9]

報告中速率衡量的資料，是來自於事故現場煞車痕還原的模式，該模式比較筆錄速率與事故現場煞車痕還原後所對照(依傳統的煞車距離與速率的對照表，61 年 5 月 12 日交通處函送參考運用的美國西北大學研究版本)的速率，為了減少碰撞阻力的影響，該模式計算假設以大型車於非雨天其右側與機車發生碰撞，此時不同筆錄速率與煞痕(及查傳統表之速率值)之比對：40kph 對 13.4m(48.8kph)、50kph 對 21.1m(61.3kph)、60kph 對 28.3m(70.9kph)、70kph 對 36.6m(80.6kph)、80kph 對 47.9m(92.3kph)、90kph 對 62.8m(106kph)，則筆錄速率低估約各為 0.820、0.816、0.846、0.868、0.867、0.852，如此速率還原之概算，依該模式對速率的原始範圍分類，即小於 45 者放大[1/0.82]倍、大一點但小於 60 者放大[1/0.831]倍、再大一點但小於 80 者放大[1/0.867]倍、大於 80 者放大[1/0.852]倍。

2. 運輸學會研討會文章(即其文章[10]之第一種煞痕模式)，可參考其模式的公式及符號與其他細節。

4.2 速限影響速率的模式

1. 其他控制變數：除了速限之外，可能有是否飲酒及酒後程度、有無駕照及是否已達考照年齡、天色、以及天候會影響速率，為了瞭解單純是因為速限所

造成的影響，這些變數可納入作為控制變數，即可分析這些變數在固定的某些組合情境下，速限的改變如何影響速率，避免這些變數因與速限有關而隱藏在速限之中，形成隱藏變數的問題。

2. 正數迴歸機率分配與變數之選擇：在四種可選的機率分配 exponential、Weibull、log-logistic、以及 log-normal 之中，以後三者的模式適合度較佳，而第二者在輸出的計算上包括 gamma 函數，第三者則包括正弦函數的倒數，此兩者均較難從電腦結果直接看出實質意義，故暫以第四者作為本研究的分析模式，其公式另述於後。至於迴歸之後，除了常數項(constant)與比例係數(scale)之外，選出顯著的變數有 14 項，分別是與飲酒程度有關的三項(超過公共危險的程度、只超過行政罰的程度、有飲酒但未超過標準值，而比較基準是未飲酒)，與有無駕駛執照有關的一項(無照未達考照年齡，而其餘的有照、無照已達考照年齡、以及有無駕照不明同為比較基準)，與天色有關的三項(夜間有照明、夜間無照明、天色不明，而比較基準是白天)，與速限有關的七項(速限 40、50、60、70、80、90、100，而其餘的速限 25 與 30 同為比較基準)。模式的輸出結果如表 1 所示，各欄的意義分別為變數(variable)名稱、校估的平均參數(coefficient)值、校估的參數值之標準誤(Standard Error)、校估參數的顯著程度 t 值(=coeff./s.e.)、以及對速率的影響倍數或比值(除了常數項與比例係

表 1 速限與其他變數影響速率之 log-normal 分配正數迴歸模式

LOG LIKELIHOOD = -4105.9				
GLOBAL CHI-SQUARE = 756.9 D.F.=14 P=0.0000				
VARIABLE	COEFFICIENT	Standard Error	COEFF./S.E.	EXP(COEFF.)
CONSTANT	3.3563	0.0441	76.0341	28.6832
飲酒超公共	0.1929	0.0653	2.9548	1.2128
飲酒超行政	0.1918	0.0613	3.1289	1.2115
飲酒未超過	0.2238	0.0711	3.1450	1.2508
未飲酒	0	-	-	1
有照、無照已達	0	-	-	1
無照未達	0.2951	0.0592	4.9827	1.3432
有無照不明	0	-	-	1
白天	0	-	-	1
夜間有照明	0.0705	0.0211	3.3425	1.0730
夜間無照明	0.1658	0.0370	4.4774	1.1803
天色不明	0.0829	0.0410	2.0234	1.0864
速限 25 或 30	0	-	-	1
速限 40	0.0982	0.0455	2.1579	1.1032
速限 50	0.2346	0.0500	4.6970	1.2644
速限 60	0.3188	0.0486	6.5586	1.3755
速限 70	0.4693	0.0591	7.9358	1.5989
速限 80	0.8580	0.1143	7.5042	2.3584
速限 90	1.0195	0.0849	12.0047	2.7717
速限 100	1.0865	0.0639	16.9934	2.9638
SCALE	0.5848	0.0061	-	1.7946

數之外，代表該變數與比較基準影響速率的比值，例如飲酒超過公共危險程度的駕駛者，在發生事故時其速率是未飲酒事故駕駛者的 1.21 倍)。

3. 相關的公式：正數迴歸的公式(以最大概似值校估法估計)、log-normal 分配之期望速率估計值的公式 以及由小到大第 85 百分位速率估計值的公式分述如下的公式(1)、(2)、與(3)：

$$\ln(V) = \beta X + \sigma w \quad (1)$$

$$E(V) = \exp(\beta X + 0.5 * \sigma^2) \quad (2)$$

$$PER_{85}(V) = \exp(\beta X + 0.5 * \sigma^2 + 1.04 * \text{參數和之標準差估計值}) \quad (3)$$

以上的公式，

V 是目標函數的速率，

X 是影響的變數，

β 是待校估的參數(包括常數項)，

σ 是比例係數，

w 是殘差變數，此處假設其為標準常態分配，

E(V) 是待估計的期望速率，

PER₈₅(V) 是待估計的由小到大第 85 百分位速率，1.04 是標準常態分配自左側累積了 85% 的變數值，參數和之標準差估計值，與參數的估計相關矩陣有關，惟本研究將略而不列。以上各項公式之來源請參考 Klein 君與 Moeschberger 君兩人所著的書籍[11]與和迴歸有關的一般統計書籍。

4. 模式的意義：若假設駕駛者在無酒後駕車而且有駕駛執照的固定組合情境下分成白天、夜間有照明、與夜間無照明三種狀況，則各種狀況時，隨速限條件的變化，駕駛者平均速率與由小到大第 85 百分位速率的估計，可由模式的輸出資料計算如下的比較表 2。由表中大致可看出四項資訊：其一是不論那種天色狀況，除了速限 90 與 100 所對照的速率範圍有重疊外，其餘均有顯著的差異，其二是速限在 80 以上所對照的速率範圍均較 70 以下的大，其三是天色愈不清楚速率有愈高的趨勢，其四是速限在中間區段的 60 與 70，所對照的速率值之超速極少，惟在兩端的速限區段，所對照的速率值之超速較多，特別是速限在 80 以上。

表 2 不同天色狀況時 E(V) 及 PER₈₅(V) 與速限對照表

速限條件	白天的估計		夜間有照明的估計		夜間無照明的估計	
	E(V)	PER ₈₅ (V)	E(V)	PER ₈₅ (V)	E(V)	PER ₈₅ (V)
30 與以下	34.16	35.77	36.66	38.51	40.33	42.78
40	37.69	38.20	40.44	41.32	43.28	46.23
50	43.21	44.33	46.37	47.74	51.01	53.32
60	47.00	48.07	50.43	51.84	55.48	57.79
70	54.60	56.92	58.59	61.26	64.46	68.00
80	80.57	89.91	86.45	96.56	95.12	106.49
90	94.74	102.19	101.66	109.87	111.84	121.56
100	101.61	106.67	109.03	114.79	119.95	126.84

5. 其他違規與速限檢討：與未飲酒的駕駛者相比，有飲酒的駕駛者之速率增加至少在 2 成以上，而無照特別是未達考照年齡的駕駛者，其速率比其他駕駛者更多出 34%，因此這兩項違規均有促使速率更高的趨勢，至於是否超過速限，仍需進一步研究；而除了在所有天色狀況下速限在 60 或 70、或是在白

天狀況下速限從 40 到 70、或是在夜間有照明狀況下速限從 50 到 70 之外，其餘狀況的其他速限，所對照的速率值之超速情形均相當普遍，是否反應速限與速率的不一致狀況，而其差異程度隱藏了多少危險，仍需進一步檢驗。

6. 超速與交通工程的考慮：若以單純的交通工程角度，而且滿足不同的環境狀況(同時考慮白天與夜間)，則有照明路段的 30 以下速限地區，以及 80 以上速限地區，其速限均有檢討的空間，而無照明路段的 40 以下速限地區，以及 80 以上速限地區，其速限亦均有檢討的空間，並且更加迫切。

4.3 速率影響傷亡的設計

1. 輾轉變數的設計：由表 1 的輸出結果，利用公式(2)，代入每一位事故當事人是否飲酒及酒後程度、有無駕照及是否已達考照年齡、所面臨天色、天候、與速限的資料，可以得出由表 1 所列變數影響時之估計速率，此一估計速率再放入下一階段嚴重程度的模式，作為其影響變數，透過速率的橋樑，由上一階段的輸出轉為下一階段的輸入，即可將上一階段變數之影響輾轉影響到下一階段，例如在較高的速限區之速率較大，若下一階高速使死傷機率增加，則可以輾轉說明，高速限增加了死傷機率，主要是因為速率的增高。
2. 分段影響的考慮：至於速率影響死傷機率的程度，是否為一固定的結構，即駕駛每增加一定的速率之後，會使其發生事故時死傷勝算值與原速率發生事故時死傷勝算值兩者之比值固定，抑或為隨速率由小而大變化時，不同的速率範圍會有不同的比值，在未檢定前是不明的；由於本研究有較充份的資料，可以允許嘗試較複雜的影想結構，因此本研究將考慮將估計的速率，依此變數分配的情況，分成不等資料筆數的八個(此區段個數八為一任意決定的數字，如何區分已於前文第三節說明)速率數值區段，以便細部分析不同速限範圍的不同影響，若不同範圍的影響相近，可以進一部結合成較少區段的分段影響，例如八個區段裡的第一(38kph 以下)與第二(38 至 41kph)，若其影響相近，則此兩區段可結合成一個區段，八個區段的影響可以縮減成七個區段。
3. 非線性的影響(與道路類別相關)：由於若按照八等分的方法，較難找出與現有速限相對應的門檻值，再考慮速率較高時，可能已經提升到快速或高速公路的等級，又與道路類別有關，故八區段的前四個，可能反應出市區與部份郊區道路之速率狀況，中間的後續三個，可能反應出郊區與部份省縣幹道或快速道路之速率狀況，而最後一個，可能反應出快速道路或高速公路之速率狀況，利用八個區段的分析，即可分段考慮速率與道路類別的影響，而不受限於速率愈高死傷機率愈高的固定影響，特別是對較高等級的快速與高速公路之分析，與一般公路特性不同，死傷的機率，與一般公路相比，可能不是與速率成等比率的增加，此一部份允許較合理的說明。

4.4 速限影響速率與傷亡的模組

1. 其他控制變數：除了估計的速率(第一階段的結果)之外，可能有性別、年齡、教育程度、本車與他車之車種、本車之行向、動作、車損部位、與道路型態會影響駕駛者是否有死傷，為了瞭解單純是因為速率所造成的影響，這些變數可納入作為控制變數，即可分析這些變數在固定的某些組合情境下，速率的改變如何影響死傷，避免這些變數因與速率有關而隱藏在速率之中，形成隱藏變數的問題。
2. 死傷機率羅吉特模式與變數之選擇：本研究以兩種結果的羅吉特模式來分析駕駛者發生事故時死傷的機率，其公式另述於後。至於迴歸之後，除了常數

項(constant)之外,選出顯著的變數有 21 項,分別是與性別有關的一項(女性,而比較基準是男性),與年紀有關的一項(45 歲以上,而 45 歲與以下同為比較基準),與車種有關的三項(重或輕型機車、大客或大貨、其他車種,而比較基準是小型汽車),與道路型態有關的一項(行車管制號誌路口,而直路、彎路、

表 3 速率與其他變數影響死傷機率勝算值之羅吉特模式

LOG LIKELIHOOD = -1682.4				
GOODNESS OF FIT CHI-SQ (2*O*LN(O/E)) = 1383.8 D.F.=1524 P=0.995				
TERM	COEFFICIENT	Standard Error	COEF/SE	EXP(COEF)
女性	0.2518	0.116	2.17	1.29
男性	0	-	-	1
45 歲以上	0.2525	0.105	2.41	1.29
45 歲與以下	0	-	-	1
機車	3.853	0.129	30.0	47.1
大汽車	-0.8687	0.208	-4.18	0.419
其他車	-0.5072	0.254	-2.00	0.602
小汽車	0	-	-	1
號誌路口	-0.4913	0.127	-3.86	0.612
其他路型	0	-	-	1
右轉與右迴轉	-0.7138	0.313	-2.28	0.490
左轉與左迴轉	-0.2922	0.134	-2.19	0.747
直行	0	-	-	1
行向同向	-0.7914	0.118	-6.68	0.453
行向左方	-0.4657	0.131	-3.55	0.628
行向右方	-0.5575	0.133	-4.20	0.573
行向對向	0	-	-	1
碰撞右側	0.3653	0.153	2.39	1.44
碰撞正前	0.4074	0.976E-01	4.17	1.50
碰撞其他部位	0	-	-	1
速率 41 至 47	0.4651	0.105	4.44	1.59
速率 47 至 55	0.5624	0.148	3.80	1.75
速率 55 至 65	1.130	0.178	6.36	3.10
速率 65 至 75	1.621	0.494	3.28	5.06
其他速率區段	0	-	-	1
碰到機車	-1.260	0.122	-10.3	0.284
碰到大汽車	0.8430	0.180	4.69	2.32
碰到鐵馬、行人	-1.931	0.239	-8.09	0.145
碰到其他車種	1.036	0.226	4.58	2.82
碰到小汽車	0	-	-	1
CONSTANT	-1.365	0.121	-11.3	0.255

閃光號誌路口、與無號誌路口同為比較基準),與動作有關的兩項(右轉與右迴轉、左轉與左迴轉,而直行為比較基準),與相對行向有關的三項(同向、左方、右方,而對向為比較基準),與車損部位有關的兩項(右側、正前,而右前、右

後、正後、左後、左、與左前同為比較基準)，與速率區段有關的四項(速率 41 至 47、47 至 55、55 至 65、65 至 75，而其餘的速率 38 以下、38 至 41、75 至 88、與 88 以上同為比較基準)，與碰撞標的有關的四項(重或輕型機車、大客或大貨、腳踏車或行人、其他車種，而比較基準是小型汽車)。模式的輸出結果如表 3 所示，各欄的意義分別為變數(term)名稱、校估的平均參數 (coefficient)值、校估的參數值之標準誤(Standard Error)、校估參數的顯著程度 t 值(=coef/se)、以及對死傷機率勝算值的影響大小或比值(除了常數項之外，代表該變數與比較基準影響死傷機率勝算值的比值，例如女性的駕駛者，在發生事故時其死傷機率勝算值是男性事故駕駛者的 2.17 倍)。3.相關的公式：羅吉特模式的公式(以最大概似值校估法估計)之趨勢函數的公式、死傷機率、以及第 i 個變數與其基準在死傷機率勝算值之比(OR)的公式分述如下的公式 (4)、(5)、與(6)：

$$U = \sum \beta_i X_i + \varepsilon = V + \varepsilon \quad (4)$$

$$P(\text{死傷}) = \exp(V) / [1 + \exp(V)] \quad (5)$$

$$OR(\text{死傷}) = \exp(\beta_i) \quad (6)$$

以上的公式中，

U 是趨勢函數，

X 是影響的變數，

β 是待校估的參數(包括常數項)，

ε 是殘差隨機變數，此處假設其為岡佈(Gumbel)分配，

V 是趨勢函數的定值部份，

P(死傷)是待估計的機率，

OR(死傷)是待估計的勝算值比，

至於機率的95%信賴區間估計，與參數的估計相關矩陣有關，惟本研究將略而不述。以上各項公式之來源請參考 Ben-Akiva 君與 Lerman 君兩人所著的書籍[12]與和迴歸有關的一般統計書籍。

4.本模式的意義舉例：若假設不同性別(男性或女性)、45 歲與以下的駕駛者，開小汽車，在非紅綠燈的號誌路口，直行時，其非右側且非正前，與對向行駛的另一部小汽車碰撞，則隨速率範圍條件的變化，駕駛者死傷平均機率 (AVGP)、機率之 95% 信賴區間範圍的下限(LBP)、以及機率之 95% 信賴區間範圍的上限估計(UBP)，可由模式的輸出資料計算如下的比較表 4。

由表中大致可看出四項資訊：其一是不論是男性或女性，除了速率範圍從 41 與以下，跳到(55, 65)或(65, 75)，所對照的機率範圍，才有顯著的差異，其二是除了速率範圍在 75 以上所對照的機率範圍，與 41 與以下的相同外，其他機率的範圍，隨著速率的增加變得愈大，即估計值愈不可靠，其三是女性的機率有較高的趨勢，但與同速率範圍的男性相比，均無顯著的差異，其四是為使女性的機率比男性顯著的高，則另需較高的速率範圍，例如男性在第一區段速率範圍，女性在第二區段速率範圍，或是男性在第三區段速率範圍，女性在第四區段速率範圍。

表 4 不同駕駛性別時 AVGP、LBP、以及 UBP 與速率範圍對照表

速率範圍	男性			女性		
	AVGP	LBP	UBP	AVGP	LBP	UBP

41 與以下	0.2034	0.1677	0.2446	0.2473	0.1963	0.3065
(41, 47]	0.2891	0.2404	0.3432	0.3434	0.2768	0.4169
(47, 55]	0.3094	0.2456	0.3814	0.3653	0.2833	0.4567
(55, 65]	0.4415	0.3530	0.5339	0.5043	0.3992	0.6089
(65, 75]	0.5637	0.3279	0.7739	0.6243	0.3818	0.8173
75 以上	0.2034	0.1677	0.2446	0.2473	0.1963	0.3065

- 5.死傷機率三級跳後復原：上述的死傷機率差異較大之處，是從速率範圍 41 與以下，跳到 55 至 75 之間，與表 2 比較，相當於速限從 30 與以下或 40，跳到 60 或 70；由此可見，從施工或沒有標線的路段，到適用過去法規的市區有標線路段，其死傷機率跳升一級，若再進一步令事故發生在適用較新法規的郊區有標線路段或是省縣的幹道，則死傷機率再跳升一級，惟當事故發生於更高速限的省道，或快速與高速路段，則由於道路等級與設施水準較高，特別是側撞與對撞的事故類型，因路權的獨立標準較高，此種較嚴重的事故已大幅減少，故發生時的死傷機率又降回與最低的速限路段(即施工或沒有標線的路段)沒有明顯差異。
- 6.輾轉關係的函數表示：以駕駛者在無酒後駕車而且有駕駛執照的背景，在夜間有照明的路段發生事故，而且該駕駛者是男性和 45 歲與以下，開小汽車，在非紅綠燈的號誌路口，直行時，其非右側且非正前，與對向行駛的另一部小汽車碰撞的假設條件為例，若開在施工或沒有標線的路段，則其發生事故時的速率範圍在 41 與以下，故其發生時之死傷機率的 95%信賴區間，約介於 17%與 24%之間，若令開在適用過去法規的市區有標線路段，其速率可能提升至 41 以上，則其死傷機率的 95%信賴區間，可能亦跟著提升至約介於 24%與 34%之間，而若開在速限 70 的省幹道上，其速率可能提升至(55, 65]的範圍，則其死傷機率的 95%信賴區間，可以再提升至約介於 35%與 53%之間。
- 7.民國 91 年 8 月 30 日公佈市區道路速限提升為 50kph 的影響：以駕駛者在無酒後駕車而且有駕駛執照的背景，在白天開車，而且該駕駛者是女性和 45 歲與以下，開小汽車，在非紅綠燈的號誌路口，直行時，其非右側且非正前，與對向行駛的另一部小汽車碰撞的假設條件為例，當速限由 40 提升為 50 時，其速率可由 41 與以下提升為(41, 47]，則其死傷機率的 95%信賴區間，亦隨之由約介於 20%與 31%之間，提升至約介於 28%與 42%之間。

伍、結論與建議

- 1.本研究屬於國科會補助 91 年度計畫[9]三階段成果的第二與第三部份，第一部份已於第四節第 1 點中說明。主要的結論分兩部份，第一部份是與速限影響速率的議題相關，顯著的變數與其影響的方向分別是與飲酒程度有關的三項(超過公共危險的程度、只超過行政罰的程度、有飲酒但未超過標準值，與比較基準是未飲酒相比)均有正面的影響，與有無駕駛執照有關的一項(無照未達考照年齡，與其餘的有照、無照已達考照年齡、以及有無駕照不明同為比較基準相比)有正面的影響，與天色有關的三項(夜間有照明、夜間無照明、天色不明，與比較基準是白天相比)均有正面的影響，與速限有關的七項(速限 40、50、60、70、80、90、100，與其餘的速限 25 和 30 同為比較基準相比)均有正面的影響。第二部份是與速率影響死傷機率的議題相關，顯著的變數與其影響的方向分別是與性別有關的一項(女性，與比較基準是男性相比)有正面的影響，與年紀有關的一項(45 歲以上，與 45 歲與以下同為比較基準相比)有正

面的影響，與車種有關的三項(重或輕型機車、大客或大貨、其他車種，與比較基準是小型汽車相比)各有正、負面的影響，與道路型態有關的一項(行車管制號誌路口，與直路、彎路、閃光號誌路口、和無號誌路口同為比較基準相比)有負面的影響，與動作有關的兩項(右轉與右迴轉、左轉與左迴轉，與直行為比較基準相比)均有負面的影響，與相對行向有關的三項(同向、左方、右方，與對向為比較基準相比)均有負面的影響，與車損部位有關的兩項(右側、正前，與右前、右後、正後、左後、左、和左前同為比較基準相比)均有正面的影響，與速率區段有關的四項(速率 41 至 47、47 至 55、55 至 65、65 至 75，與其餘的速率 38 以下、38 至 41、75 至 88 和 88 以上同為比較基準相比)均有正面的影響，與碰撞標的有關的四項(重或輕型機車、大客或大貨、腳踏車或行人、其他車種，與比較基準是小型汽車相比)各有負、正、負、正面的影響。

2. 與其他文獻比對(駕駛者或當事者傷亡): 本文的作者曾就事故嚴重程度的問題有過兩次的研究，惟均侷限於特定的道路型態[13]與特定的本車車種[14]，而且並未於死傷對象中區分為駕駛者或乘客；本文則因有較充份的資料，可以考慮較多的人車路因素，而且除將駕駛者之死傷明確篩選出之外，也嘗試將與速率有關的、和與死傷有關的變數，分開在不同的階段處理，其結果除了與先前的研究接近(例如車種與碰撞角度的影響)之外，更可較有意義的分析速限的輾轉影響，並避開與道路類別重覆考慮(即以速限之大小區分不同的道路等級之類別)之問題。此外本文亦嘗試以統計分配的基本原理，建立兩種模式意義之說明，已獲得初步的成果，惟變數的種類煩多，受限於篇幅，無法逐一列舉各種應用的意義，除了最重要的變數速限與速率之外，僅各另列出一組分類變數與之搭配，若對其他變數之影響與實際意義有興趣的讀者諸君，歡迎另行與作者討論，額外的參數相關矩陣之估計表可以依需要提供諸位參考。
3. 單部車或多車碰撞或自稱速率為 0 之考慮：本研究因就碰撞車種與角度有較多的探討，因此對於自行失控而無明顯碰撞對象的案件尚未納入，而多車碰撞之碰撞過程比較複雜，而且碰撞部位可能有多處較難考慮，亦未納入本文中，或可建議作為未來的研究方向。
4. 更精確衡量速率之建議(速限檢討的前題): 由於本文之衡量速率乃來自另一篇文獻之估計方法，而該方法另有多種因素尚待考慮未臻完善，因此本文各速限情境下，其速率是否低估甚至高估，影響超速的盛行率以及速限的檢討甚巨，因而此一部份有賴更精確衡量速率的方法以改善之。
5. 速限檢討、車流多(白天)寡(夜間)的危險認知、三種違規的執法與宣導：若本文速限的檢討尚可參考，則市區有標線路段的速限由 40 提升至 50 確有其必要，因為就算在夜間無照明路段，也大致能滿足 85% 的駕駛者的需要(但必需以一般駕駛者的速率，與本文事故駕駛者的速率，兩者差異不大為前題)，惟如此的調整卻使事故時的死傷機率增加約 5% 至 10%，另外快高速路之速限有無大幅調升的需求另待進一步的研究，而此一區段的速限影響死傷機率較小，故可以額外考慮調升後會不會增加事故發生次數的問題。此外同樣的地點與速限，在白天與夜間的速率分配並不一致，夜間因車流較少，不自覺的加速，可能是使事故嚴重程度增加的主因，可建議用路人更加注意路況，以預防潛在的危險。最後本文發現，其實無照未達與酒後駕車的違規，會進一步使速率增加，而增加超速的違規機率，不當高速行駛的車輛是車流中的

不定時炸彈，此三種違規可能須藉由不同的管道多加取締與宣導，明知故犯、未時時注意車速、與無知可能都需要社會的關心，以共同促進一個安全的交通環境。

參考文獻

- [1] Evans, L., "Traffic Safety and the Driver", Van Nostrand Reinhold, 1991.
- [2] Najjar, Y. M., E. R. Russell, R. W. Stokes, and G. Abu-Lebdeh. (2002). "New speed limits on Kansas highways: impact on crashes and fatalities." *Transportation Quarterly* 56(4): 119-147.
- [3] Sunanda, D. and J. J. Lu. (2002) "Factors influential in making an injury severity difference to older drivers involved in fixed object-passenger car crashes." *Accident Analysis and Prevention*, 34: 609-618.
- [4] Bedard, M., G. H. Guyatt, M. J. Stone, and J. P. Hirdes. (2002) "The independent contribution of driver, crash, and vehicle characteristics to driver fatalities." *Accident Analysis and Prevention*, 34: 717-727.
- [5] Al-Ghamdi, A. S. (2002) "Using logistic regression to estimate the influence of accident factors on accident severity." *Accident Analysis and Prevention*, 34: 729-741.
- [6] Scuffham, P. A. and J. D. Langley. (2002) "A model of traffic crashes in New Zealand." *Accident Analysis and Prevention*, 34: 673-687.
- [7] 楊宗璟，林佐鼎，魏宏羽，劉建良。(1997年11月)。「國內汽車貨運業駕駛速率與事故發生之關聯分析」中華民國第四屆運輸安全論文研討會論文集，第477頁至487頁。
- [8] Wilmot, C. G. and M. Khanal. (1999). "Effect of speed limits on speed and safety: a review." *Transport reviews* 19(4): 315-329.
- [9] 楊宗璟，艾嘉銘。(2003年8月)。「速限影響速率與交通安全之綜合評價」國科會研究報告 NSC912211E035023。
- [10] 楊宗璟，艾嘉銘。(2003年12月)。「汽車受碰撞外力時煞痕還原之雛型擬議」中華民國運輸學會第十八屆論文研討會論文集，已投稿審查中。
- [11] Klein, J. P. and M. L. Moeschberger.(1997). "Survival Analysis" Springer-Verlag
- [12] Ben-Akiva, M. and S. R. Lerman.(1985). "Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand" The MIT Press.
- [13] 楊宗璟，艾嘉銘，曾國維，李志河。(2000年12月)。「交通事故嚴重程度與撞擊角度階層模式 - 以無號誌岔路口為例」中華民國運輸學會第十五屆論文研討會論文集，第21頁至30頁。
- [14] 楊宗璟，艾嘉銘，鄭秀綾，楊耀楨，謝宜幸。(2001年11月)。「碰撞方向影響機車交通事故傷亡之問題探源與改善措施之研擬」中華民國運輸學會第十五屆論文研討會論文集，第609頁至617頁。