

剖析國道交通事故的危險因子

邱創賦
交通部統計處編審

摘要

高速公路連貫台灣南北、行車成本親民，但車流大、車速快，若發生交通事故，造成人車財物損傷、車流回堵壅塞等影響亦鉅。本研究嘗試整合相關公開資訊，以地理圖資定位尺標，與羅吉斯迴歸模型(logistic regression model)等統計方法，剖析造成國道交通事故可能風險因子，於單純敘述統計外，具體量化各收費門架區間，以及降雨量、車流量或壅塞、尖峰時段、周休或 3 日以上連假、月份、散落物、貨車多寡等對事故發生機率影響。

壹、研究目的與範疇

高速公路為縱貫台灣西部運輸路網主動脈，公路安全則是交通管理亙古不變核心圭臬。本研究依 108 年國道車輛通行量、速、時、地，以及散落物事件與交通事故(死傷、財損)基礎資料，嘗試建構國道事故危險因子模型，期供後續精進國道安全管理措施參用。

為於建模過程精準分類、標註危險因子與估算影響程度，本研究鎖定「可透過經緯度(里程位置)定位」部分，捨棄未設置 ETC 門架之橫向路線，聚焦國 1、國 3 及國 5 等縱向路線，並以高速公路警察局轄管 A1 類(造成人員當場或 24 小時內死亡)、A2 類(造成人員受傷或超過 24 小時死亡)及 A3 類(僅有車輛財物受損)「國道交通事故」作為研究標的，搭配本研究主動蒐集可定位分類的其他資訊，剖析造成國道交通事故可能風險因子。

以下本研究所提「國道」，指國 1、國 3 及國 5；「事故」指發生於前述國道路線上之 A1、A2 及 A3 類交通事故；最細地理分析尺度，則以每座 ETC 門架及其前後交流道為一單位。

貳、國道現況與問題

一、國道 ETC 門架概況(表 1)

依國發會政府資料開放平臺「國道計費門架座標及里程牌價表」顯示，108 底我國共有 335 座 ETC 門架，若依國 1、國 3 及國 5 路線分，各設置 163 座、158 座及 14 座，南下、北上各半；再以門架座標定位至北部(新竹以北)、南部(雲林以南)及中部(苗栗以南至彰化以北)路段，則以北部路段設置較多，但國 3 則以南部路段門架較多。

雖各門架非等距分布，但透過門架經緯度座標細分各項國道車輛通行觀測值，有利於模型建構過程之資料標註，以及後續導入串接其他如氣象等資訊。

表 1 108 年國道 ETC 門架數

	南下	北上	單位：座 合計
國道 1 號	81	82	163
北部路段	36	36	72
中部路段	20	20	40
南部路段	25	26	51
國道 3 號	79	79	158
北部路段	25	24	49
中部路段	27	27	54
南部路段	27	28	55
國道 5 號	7	7	14
總計	167	168	335

說明：整理自國發會政府資料開放平臺「國道計費門架座標及里程牌價表」。

二、國道事故現況(圖 1、表 2)

108 年國道共發生 28,860 件事故，觀察各事故位置與國道路線套疊圖，可略見其分布概況。其中國 1 有 20,986 件，占比高達 72.7%，國 3 及國 5 各有 7,726 件及 148 件，分別占 26.8%及 0.5%。

若就南下、北上方向觀察，以北上 15,061 件較多，占 52.2%，再

細分北、中、南部 3 路段別，國 1 的中、南部路段，以及國 3 的南部路段反而以南下方向事故件數較多，各路線及路段風險程度不一。

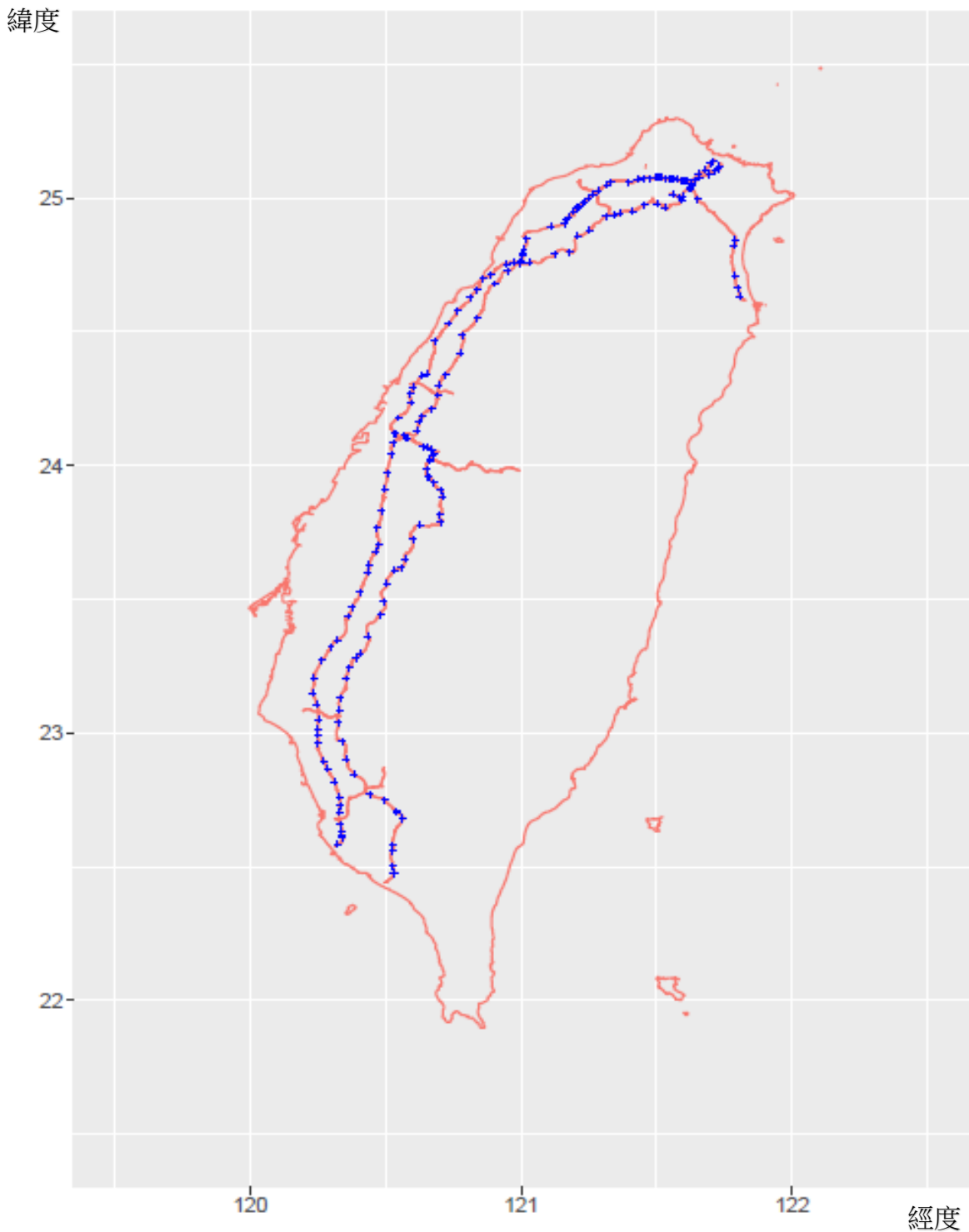
若將表 2 及表 1 對應事故件數與門架數相除，國 1 每座門架平均 2~3 天即發生 1 次事故，國 3 每座門架平均每周發生 1 次，國 5 則每座門架平均每月發生 1 次事故，為國道安全管理帶來極大挑戰。

表 2 108 年國道事故件數

	單位：件		
	南下	北上	合計
國道 1 號	10,164	10,822	20,986
北部路段	4,470	5,958	10,428
中部路段	2,403	2,146	4,549
南部路段	3,291	2,718	6,009
國道 3 號	3,568	4,158	7,726
北部路段	1,956	2,203	4,159
中部路段	965	1,370	2,335
南部路段	647	585	1,232
國道 5 號	67	81	148
總計	13,799	15,061	28,860

說明：北部為新竹（含）以北，南部為雲林（含）以南，餘為中部；以下同。

圖 1 108 年國道路線及事故位置



說明：1.依 GIS-T 平台國道路線圖資繪製台灣及國道路線底圖。

2.清洗主辦單位提供事故里程位置資訊，以經緯度比對歸戶至最近門架後，以符號「+」標示事故。

3.於國 1、3、5 以外路線發生事故未於本圖標示。

三、國道事故熱區(圖 2、圖 3)

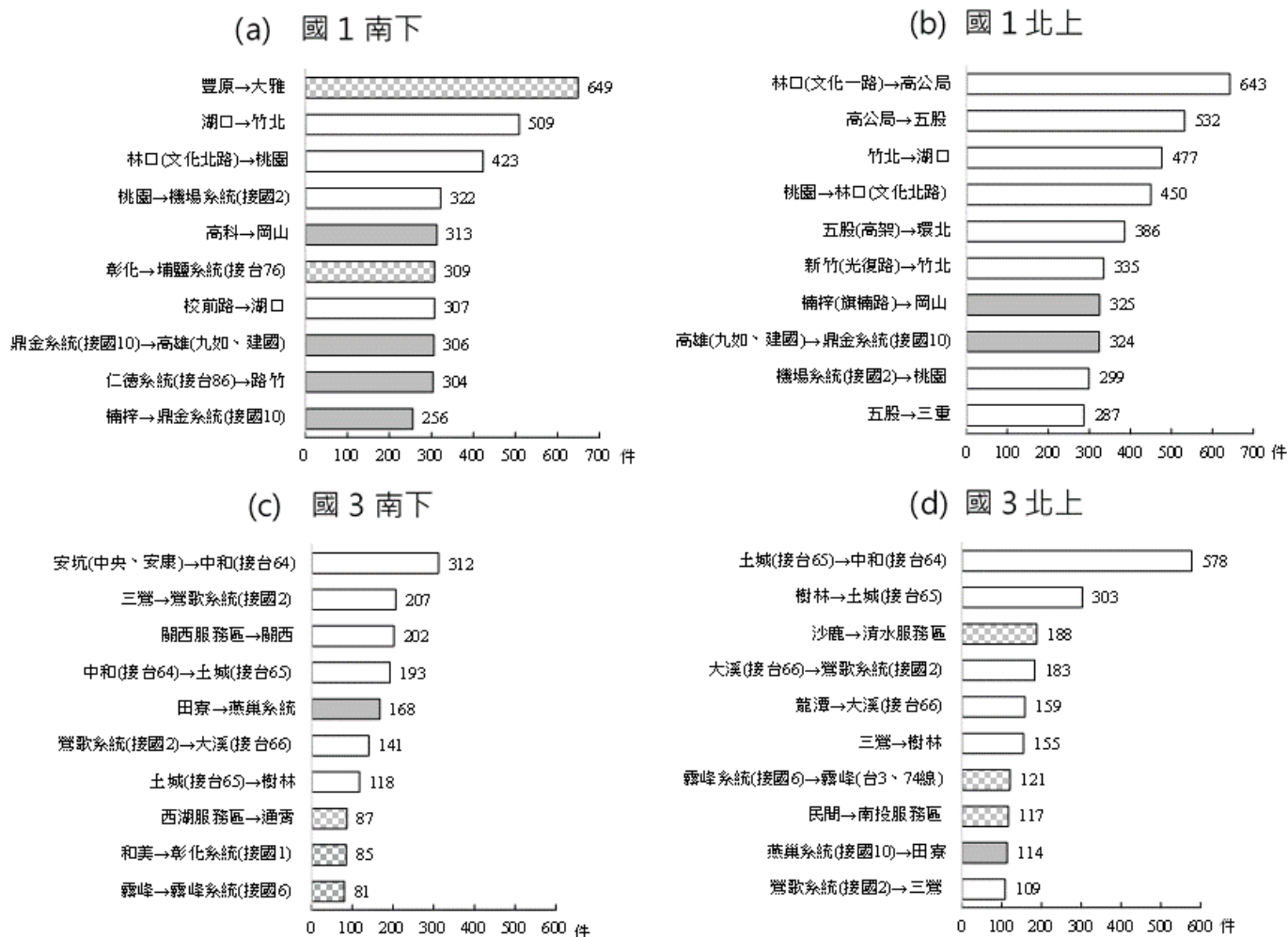
經清洗每件事故發生里程位置，比對標註至最鄰近門架後，可將事故逐一與門架串接，進而找出事故熱區。

圖 2(a)顯示國 1 南下事故以豐原至大雅(649 件)及湖口至竹北(509 件)間最多，前 10 大事故熱區合計發生 3,698 件，占其總南下事故件數的 36.4%，並集中於北部與南部路段。圖 2(b)顯示國 1 北上以林口(文化一路)至高公局(643 件)及高公局至五股(532 件)事故件數最多，前 10 大事故熱區合計發生 4,058 件，占國 1 全體北上事故件數的 37.5%。

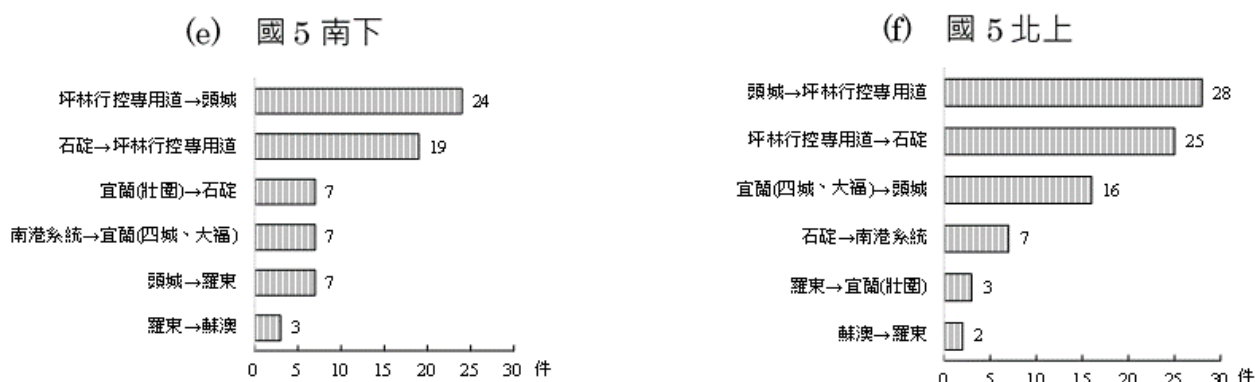
國 3 部分參見圖 2(c)及 2(d)，南下、北上方向前 10 大事故熱區各發生 1,594 件與 2,027 件，占國 3 全體南、北向事故總件數之 44.7% 及 48.7%。不論南下、北上，排入前 10 大者皆以北部路段居多，其中南下以安坑(中央、安康路)至中和(連接台 64)之 312 件最多，北上則是土城(接台 65)至中和(接台 64)之 578 件最多。

至於國 5 之事故件數分配，南北雙向均以坪林行控專用道及頭城間最多，參見圖 2(e)及 2(f)。

圖 2 108 年國道 10 大事故熱區－依路線及方向分

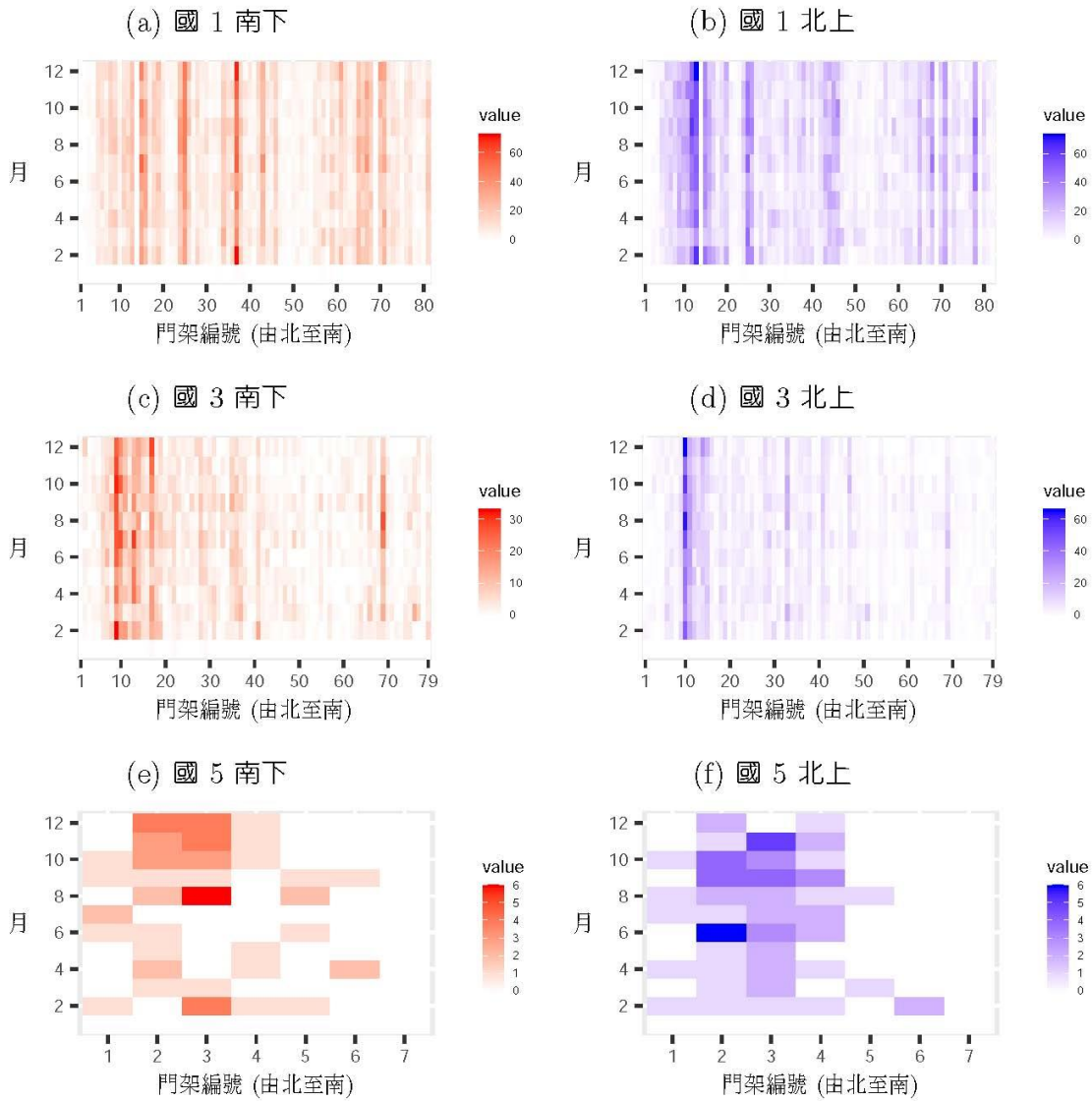


說明：(a)、(b)、(c)、(d)之 □ 指北部路段，▨ 指中部路段，■ 指南部路段。



國道事故除了發生點位不同外，在時間分布上亦不盡相同。圖 3 即清楚顯現不同月份之事故件數差異。下一節模型設定將詳細說明如何將國道事故的時空差異納入考量。

圖 3 108 年國道事故分布—依門架與月份分



說明：本圖橫軸為門架，縱軸為月份，value 為事故件數分布。

參、模型設定及方法

本研究採用羅吉斯迴歸模型，將 108 年國道交通事故原始檔整理成縱橫資料(panel data)格式，參見圖 4。從時間軸來說，108 年可細分為 1, 2, ..., 8,760(=24 小時/日×365 日)小時，從空間軸來看，ETC 門架

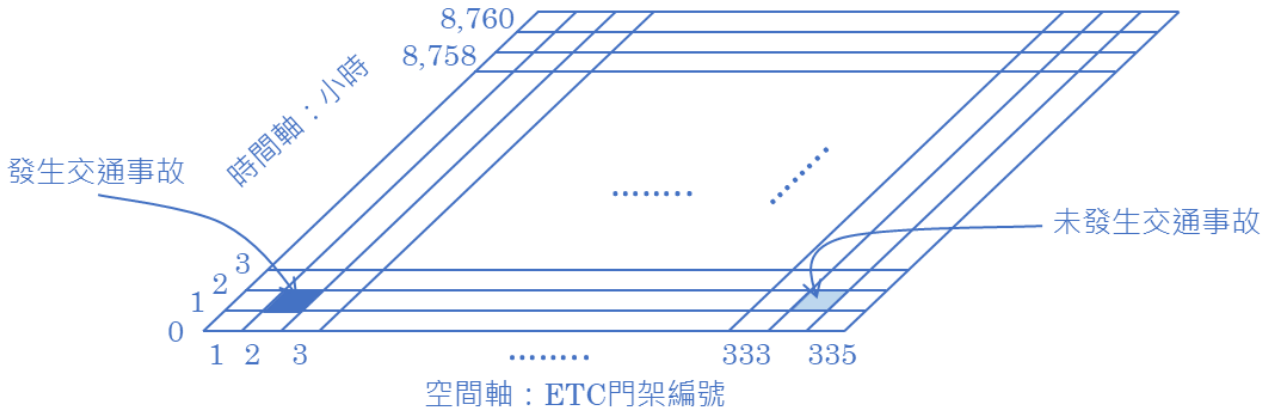
將國道分割為 335 個路段，其中國道 1 號南北向合計 163 個路段、國道 3 號 158 個路段及國道 5 號 14 個路段。時間軸與空間軸交織成維度 $8,760 \times 335$ 的矩陣，共 2,934,600 個元素。在每個元素位置上只會出現兩種情況：一是有交通事故發生，另一則是沒有交通事故發生，因此，我們可以定義一個二元隨機變數

$$Y_i = \begin{cases} 1 & \text{發生 1 件以上交通事故，} \\ 0 & \text{未發生交通事故。} \end{cases} \quad (1)$$

其中， $i=1, 2, \dots, 2,934,600$ 。若 $Y_i = 1$ 的機率用 π_i 表示， $Y_i = 0$ 的機率即為 $1 - \pi_i$ ，由此得知 Y_i 的期望值 $E(Y_i)$ ，也就是發生交通事故的平均機率是

$$E(Y_i) = 1 * \pi_i + 0 * (1 - \pi_i) = \pi_i$$

圖 4 縱橫資料格式



說明：本研究自行繪製。

羅吉斯迴歸模型是將前述發生交通事故的機率轉換為羅吉斯值，再採以迴歸式估計。模型設定如式(2)：

$$\text{logit}(\pi_i) = \log \frac{\pi_i}{1 - \pi_i} = X_i' \beta + \varepsilon_i \quad (2)$$

其中， $\frac{\pi_i}{1 - \pi_i}$ 是發生交通事故的機率除以未發生交通事故的機率，又稱為勝算比(odds ratio)；logit 為羅吉斯函數，是對勝算比取對數後的值。

羅吉斯值與事故機率的關係是，當羅吉斯值大(小)於 0，則事故的機率超過(低於)50%，因此在本研究中，羅吉斯值愈大，表示事故機率愈高。

其次， X_i 是縱行向量，其元素代表肇致 i 樣本發生交通事故的影響因子(即解釋變數)。 β 亦是縱行向量，其元素為各影響因子的迴歸係數； ε_i 則是誤差項。

(2)式用最大概似法估計迴歸係數 $\hat{\beta}$ ，再取羅吉斯函數的反函數可得到發生交通事故機率的估計值，如式(3)：

$$\pi_i = \text{logit}(\pi_i)^{-1} = \frac{e^{X_i'\beta}}{1+e^{X_i'\beta}} \quad (3)$$

(3)式能確保所估得的每個交通事故機率 π_i 介於 0 與 1 之間。

為瞭解各危險因子 X_i 對交通事故機率的影響大小，可行作法是對(3)式 X_i 向量中的第 j 個解釋變數 X_{ij} 取偏微分，如下式：

$$\frac{\partial \pi_i}{\partial X_{ij}} = \beta_j \pi_i (1 - \pi_i) \quad (4)$$

由(4)式可求得解釋變數 X_{ij} 對於發生交通事故機率的邊際影響(marginal effect)值，在比較各解釋變數的邊際影響值後，可凸顯危險因子之大小。

若之後取得解釋變數 X_i 的樣本外數值，例如圖 4 中任一點 109 年解釋變數資料，就可透過(3)式評估該特定時點與門架路段發生交通事故的機率。

值得強調的是，本研究將國 1、國 3 及國 5 縱向國道事故資料彙集成一條迴歸式，而非拆分為 3 條迴歸式分別估計，以避免樣本選擇偏誤(sample selection bias)問題(即以特定不具代表性的樣本作出偏差推論)。

另外本研究資料格式劃分細緻(共 2,934,600 方格)，目的是儘可能將事故件數分散在不同方格內，以符合羅吉斯迴歸模型為二元機率模型的假設，更精確離析事故發生原因。若粗略劃分，會導致有些方格內事

故件數多，有些方格內則少，二元機率模型反而無法分辨何者機率較高的問題，以及不易精準離析事故發生原因。不過，劃分細緻的結果是導致事故機率降低，就 108 年資料而言，2,934,600 方格中有發生事故的方格為 26,483 個，平均事故機率为 0.902%，其中國 1 高於平均為 1.339%，國 3 為 0.521%，國 5 為 0.121%。基於前述設定，本研究重心將是以科學方法釐清各個解釋變數對事故機率的影響(即邊際影響值)，而非事故本身的機率。

肆、資料來源及處理

108 年國道「事故」資料檔共 31,218 件，因本研究聚焦縱向國道，總件數縮減為 28,860 筆。因事故資料檔記錄事故發生時間(日期及小時)及地點(包含國道別、方向、路線里程)等，將其與公開資訊「國道計費門架座標及里程碑價表」檔結合，即可將每筆事故標示在本研究所設計的縱橫資料方格內，作為本研究模型之被解釋變數。

(2)式等號右列解釋變數處理方式與事故資料大致相同。根據過往研究，天候狀況與行車息息相關。本研究蒐集中央氣象局「觀測資料查詢系統」之「降雨量」、「降雨時數」、「溫度」、「風速」及「最大陣風」等 5 個可能導致事故氣象資料，並依降雨量是否大於零另外設定「降雨」虛擬變數，再比對 471 個氣象站與 335 門架經緯度間距離，以距離最短氣象站資料代入各門架路段天候概況。

在探究事故相關因素時，車流狀況絕不可忽略。本研究擷取高速公路局—交通資料庫之「M03A 各類車種通行量統計」各門架路段每 5 分鐘輛次資料，據以加總為小時資料。除「車流量」外，另可按車種區分為小客車、大客車、小貨車、大貨車、聯結車等，並定義「貨車占比」為大貨車、小貨車與聯結車輛次合計占總車流量比重，主要考量貨車相對較重、重心較高，且在夜間或高速行駛狀態下相對不安全。

另考量車速攸關行車安全，再以「M05A 站間各車種平均行駛車速」中每 5 分鐘車速資料，加總得每小時「平均車速」與本研究定義之「期

初車速(即前一小時最後 5 分鐘車速)」等兩變數。此外，若平均車速低於 40 公里，另定義「壅塞」虛擬變數，目的是檢驗壅塞是否容易引起事故。

國道「散落物」危及行車安全，許多事故即是因散落物引起，因此亦為本研究考慮的主要變數之一。

鑒於國道在上、下班期間車流量集中，特別容易發生事故，為捕捉此狀況，本研究定義上午 07:00–09:00 及下午 16:00–18:00 為「尖峰時段」虛擬變數；另一個須考量的時間因素為周休及三天以上連假，因這兩種假期與平常日車流不盡相同，故設定「周休」與「連假」虛擬變數(以平常日為對照組)；另外由圖 3 可發現，事故分布除在門架間呈現明顯差異，月間也隱約存在差異，故設定 11 個「月份」虛擬變數(以 1 月為對照組)。

由於(2)式估計模型包含 3 條國道資料，為比較各國道間發生事故機率，選定國 1 為對照組，納入「國 3」及「國 5」兩個虛擬變數，並設定圖 2 所列國 1、國 3 之事故熱區及國 5 南、北向門架，共 52 個「門架路段」為虛擬變數。

最後考量變數間交互影響關係，設定「尖峰時段與周休相乘」、「尖峰時段與連假相乘」變數，以觀察兩種假期的尖峰時段相較於平常日的尖峰時段在事故機率上是否有顯著差異。另外也設定「周休分別與國 3、5 相乘」，及「連假分別與國 3、5 相乘」等變數，目的是觀察國 3、5 相較於國 1 分別在周休及連假上是否有顯著差異。第三種狀況是「壅塞分別與國 3、5 相乘」，目的是觀察國 3、5 相較於國 1 在壅塞狀況下是否有顯著差異。最後是「尖峰時段分別與國 3、5 相乘」，目的是觀察國 3、5 相較於國 1 在尖峰時段下是否有顯著差異。

本研究解釋變數大致可區分為類別變數(即前述本研究自行設定虛擬變數)、連續變數及其他變數(即相乘項)3 類。另因個資限制，本研究未能納入駕駛人屬性、駕駛行為等。

伍、估計結果與分析

本節說明(2)式羅吉斯迴歸模型估計結果，以及利用(4)式計算得到各個解釋變數對事故發生的邊際影響。

一、羅吉斯迴歸模型估計結果(表 3)

天候變數中，降雨及降雨量(已取對數)對事故發生機率具顯著正向影響，而降雨時數、溫度、風速及最大陣風等，則不具顯著水準驗證其影響。

其次，車流量(已取對數)愈大、貨車占比愈高，也對事故發生機率有顯著正向影響。而國道壅塞、散落物情況也造成事故機率升高。此外，上、下班尖峰時段發生事故機率相對較高。周休及連假對事故發生機率也呈顯著正向影響。在月間差異方面，上半年二至五月事故發生機率較低，下半年八月後事故機率較高。

由國 3、國 5 路線及各門架路段熱點虛擬變數估計結果可知，3 條國道中國 1 相對危險，國 3 次之。另除了國 3 南下之土城連接台 65(第 50 個變數)、霧峰(第 53 個變數)，以及國 3 北上之鶯歌系統連接國 2(第 63 個變數)不顯著外，其餘國 1 及國 3 共 37 個熱區門架路段均呈現正值且顯著，顯示這些路段事故機率較高。另因國 5 各路段估計結果皆不顯著，故未於表 3 呈現。

在交互影響方面，尖峰時段分別與周休、連假相乘的估計係數為負，顯示周休與連假在尖峰時段的事務發生機率相對較平常日的尖峰時段為低。至於各國道在不同假期的比較上，僅國 3 在周休時的事務發生機率較低，其他時間各國道可說無顯著差異。另外，國 3 在壅塞或尖峰時段，皆相對較國 1 危險。

二、各解釋變數對事故發生邊際效果(表 4)

邊際效果是指不考慮其他解釋變數時(假設其他變動為 0)，單一個連續型變數變動一單位，或單一個類別型變數發生(相較於不發生)，

或某兩個類別變數同時發生(加乘)對事故發生機率造成的影響。

類別變數之國道別部分，國 1 的邊際效果 0.406%最高，國 3 及國 5 分別較國 1 低 0.145 及 0.226 個百分點；也就是若不考慮其他因素，車輛行駛在國 1 發生事故的機率最高。

天候部分，雨天的邊際效果 0.441%，較晴天 0.310%高 0.131 個百分點，代表雨天開車發生事故機率相對較高。路況壅塞時行車發生事故的機率是 0.537%，較不壅塞時高 0.219 個百分點。尖峰時段事故機率較離峰時高 0.043 個百分點。有散落物情況的邊際效果 0.405%，亦較無散落物時高 0.085 個百分點。

在假日別方面，連假邊際效果 0.400%最高，周休 0.368%次之，平常日 0.306%最低。在月份差異方面，十二月行車發生事故的機率 0.380%最高，其次為十一月 0.362%，相對而言，在四月行車發生事故的機率最低，為 0.271%。最後一個類別變數是門架別，最危險的前 4 個門架都落於國 3，以田寮南下至燕巢系統之 1.002%最高，北上方向的土城(接台 65)至中和(接台 64)0.881%、沙鹿至清水服務區 0.879%，以及燕巢系統(接國 10)至田寮 0.879%次之。第 5 危險的門架路段是國 1 豐原南下至大雅的 0.784%。

表 3 羅吉斯迴歸模型估計結果

解釋變數名稱及符號		估計值	標準誤	z 值	P 值
1. 常數項	Intercept	-16.11744	0.12615	-127.762	< 2e-16 ***
2. 降雨	Rain	0.41110	0.02316	17.753	< 2e-16 ***
3. 降雨量	Log(Precp)	0.27679	0.01504	18.402	< 2e-16 ***
4. 車流量	Log(Flow)	1.38733	0.01382	100.350	< 2e-16 ***
5. 貨車占比	Freight/Flow	1.16010	0.08254	14.055	< 2e-16 ***
6. 壅塞	Jam	0.68488	0.03177	21.560	< 2e-16 ***
7. 散落物	Litter	0.26717	0.03764	7.098	1.26e-12 ***
8. 尖峰時段	RushHour	0.13474	0.01095	12.301	< 2e-16 ***
9. 周休	Leave_2	0.19482	0.02234	8.720	< 2e-16 ***
10. 連假	Leave_3	0.29420	0.03414	8.617	< 2e-16 ***
11. 二月	Month2	-0.07491	0.03361	-2.229	0.025834 *
12. 三月	Month3	-0.12929	0.03223	-4.012	6.02e-05 ***
13. 四月	Month4	-0.13265	0.03258	-4.071	4.67e-05 ***
14. 五月	Month5	-0.08300	0.03228	-2.572	0.010125 *
15. 六月	Month6	0.05944	0.03121	1.905	0.056843 .
16. 七月	Month7	0.04324	0.03115	1.388	0.164989
17. 八月	Month8	0.11881	0.03084	3.852	0.000117 ***
18. 九月	Month9	0.07868	0.03120	2.522	0.011671 *
19. 十月	Month10	0.04272	0.03155	1.354	0.175712
20. 十一月	Month11	0.15175	0.03099	4.898	9.70e-07 ***
21. 十二月	Month12	0.21089	0.03010	7.007	2.43e-12 ***
22. 國 3	Freeway3	-0.45248	0.02421	-18.690	< 2e-16 ***
23. 國 5	Freeway5	-0.70778	0.12174	-5.814	6.10e-09 ***
24. 豐原	01F1725S	1.55098	0.04626	33.525	< 2e-16 ***
25. 湖口	01F0880S	1.34285	0.05110	26.279	< 2e-16 ***
26. 林口 (文化北路)	01F0467S	0.85669	0.05544	15.453	< 2e-16 ***
27. 桃園	01F0509S	0.63301	0.06240	10.145	< 2e-16 ***
28. 高科	01F3460S	0.94197	0.06425	14.660	< 2e-16 ***
29. 彰化	01F2011S	0.93225	0.06376	14.622	< 2e-16 ***
30. 校前路	01F0750S	0.86344	0.06422	13.445	< 2e-16 ***
31. 鼎金 (接國 10)	01F3640S	0.28505	0.06465	4.409	1.04e-05 ***
32. 仁德系統	01F3366S	0.99671	0.06275	15.884	< 2e-16 ***
33. 楠梓	01F3590S	0.43662	0.06946	6.286	3.26e-10 ***
34. 林口 (文化一路)	01F0376N	1.04921	0.04799	21.864	< 2e-16 ***
35. 高公局	01F0339N	0.57670	0.05121	11.261	< 2e-16 ***
36. 竹北	01F0880N	1.30947	0.05135	25.501	< 2e-16 ***
37. 桃園	01F0467N	0.91206	0.05320	17.145	< 2e-16 ***
38. 五股 (高架)	01H0271N	1.15105	0.05632	20.438	< 2e-16 ***
39. 新竹 (光復路)	01F0928N	0.75504	0.06169	12.240	< 2e-16 ***
40. 楠梓 (旗楠路)	01F3525N	0.69642	0.06430	10.831	< 2e-16 ***
41. 高雄 (九如建國路)	01F3640N	0.35426	0.06236	5.681	1.34e-08 ***
42. 機場系統 (接國 2)	01F0509N	0.44262	0.06472	6.839	7.97e-12 ***
43. 五股	01F0293N	0.76728	0.06388	12.011	< 2e-16 ***

說明:1. 變數 24 ~ 33 為國 1 南下起點門架, 變數 34 ~ 43 為國 1 北上起點門架。

2. ***, **, * 與 . 分別表示在 0.1%、1%、5% 與 10% 水準下顯著。

表 3 羅吉斯迴歸模型估計結果(續)

解釋變數名稱及符號		估計值	標準誤	z 值	P 值
44. 安坑 (中央、安康路)	03F0337S	1.17291	0.06721	17.451	< 2e-16 ***
45. 三鶯	03F0525S	0.54704	0.07686	7.117	1.10e-12 ***
46. 關西服務區	03F0783S	1.55479	0.07504	20.719	< 2e-16 ***
47. 中和 (接台 64)	03F0394S	0.73995	0.07732	9.570	< 2e-16 ***
48. 田寮	03F3743S	2.23207	0.08476	26.333	< 2e-16 ***
49. 鶯歌系統 (接國 2)	03F0559S	0.47668	0.09080	5.250	1.52e-07 ***
50. 土城 (接台 65)	03F0447S	-0.09256	0.09930	-0.932	0.351276
51. 西湖服務區	03F1395S	1.14278	0.11009	10.380	< 2e-16 ***
52. 和美	03F1944S	0.47950	0.11766	4.075	4.59e-05 ***
53. 霧峰	03F2129S	0.12886	0.11561	1.115	0.265036
54. 土城 (接台 65)	03F0394N	1.85571	0.05036	36.851	< 2e-16 ***
55. 樹林	03F0447N	0.90505	0.06516	13.890	< 2e-16 ***
56. 沙鹿	03F1739N	1.84738	0.07757	23.816	< 2e-16 ***
57. 大溪 (接台 66)	03F0559N	0.75017	0.08244	9.100	< 2e-16 ***
58. 龍潭	03F0648N	0.91089	0.09039	10.078	< 2e-16 ***
59. 三鶯	03F0498N	0.34926	0.09049	3.859	0.000114 ***
60. 霧峰系統 (接國 6)	03F2125N	0.47336	0.09672	4.894	9.88e-07 ***
61. 名間	03F2336N	1.31493	0.10436	12.600	< 2e-16 ***
62. 燕巢系統 (接國 10)	03F3743N	1.84761	0.09834	18.788	< 2e-16 ***
63. 鶯歌系統 (接國 2)	03F0525N	-0.01709	0.10152	-0.168	0.866302
64. 尖峰與周休相乘	RushHour:Leave_2	-0.22499	0.02401	-9.372	< 2e-16 ***
65. 尖峰與連假相乘	RushHour:Leave_3	-0.08181	0.03455	-2.368	0.017895 *
66. 周休與國 3 相乘	Leave_2:Freeway3	-0.07128	0.03403	-2.094	0.036217 *
67. 連假與國 3 相乘	Leave_3:Freeway3	0.05859	0.04851	1.208	0.227127
68. 周休與國 5 相乘	Leave_2:Freeway5	0.24361	0.18770	1.298	0.194348
69. 連假與國 5 相乘	Leave_3:Freeway5	-0.59212	0.37809	-1.566	0.117333
70. 壅塞與國 3 相乘	Jam:Freeway3	0.30681	0.06865	4.469	7.84e-06 ***
71. 壅塞與國 5 相乘	Jam:Freeway5	0.40865	0.24438	1.672	0.094492 .
72. 尖峰時段與國 3 相乘	RushHour:Freeway3	0.10407	0.01829	5.691	1.27e-08 ***
73. 尖峰時段與國 5 相乘	RushHour:Freeway5	-0.28095	0.15258	-1.841	0.065576 .

說明: 3. 變數 44 ~ 53 為國 3 南下起點門架, 變數 54 ~ 63 為國 3 北上起點門架。

4. ***, **, * 與 . 分別表示在 0.1%、1%、5% 與 10% 水準下顯著。

5. McFadden's pseudo $R^2 = 0.1604$ 。

另外在連續變數部分，模型中以取對數方式呈現降雨量，其邊際效果顯示單位小時門架路段降雨量每增加 1% 會提高 0.088% 的事故機率。

車流量在模型中也以取對數方式呈現，其邊際效果顯示單位小時通過門架路段的輛次每增加 1% 會使事故機率提高 0.443%，以 108 年為例，單位小時門架路段的平均車流量為 2,053 輛次，若每小時增加 21 輛次，事故機率將提高 0.443%。

表 4 羅吉斯迴歸模型解釋變數之邊際效果

單位：%：百分點

A. 類別變數		解釋變數				
對照組						
1. 國道別	國 1	國 3	國 5			
	0.406	0.261 (-0.145)	0.180 (-0.226)			
2. 天候	晴天	雨天				
	0.310	0.441 (+0.131)				
3. 路況	不壅塞	壅塞				
	0.318	0.537 (+0.219)				
4. 尖離峰	離峰	尖峰				
	0.312	0.355 (+0.043)				
5. 散落物	無散落物	有散落物				
	0.320	0.405 (+0.085)				
6. 假日別	平常日	周休	連假			
	0.306	0.368 (+0.062)	0.400 (+0.094)			
7. 月份	一月	二月	三月	四月	五月	
	0.313	0.289 (-0.024)	0.272 (-0.041)	0.271 (-0.042)	0.286 (-0.027)	
		六月	七月	八月	九月	
		0.332 (+0.019)	0	0.351 (+0.038)	0.338 (+0.025)	
		十月	十一月	十二月		
		0	0.362 (+0.049)	0.380 (+0.067)		
8. 門架別	非前 40 大 門架	豐原	湖口	林口 (文化北路)	桃園	
	0.288	0.784 (+0.496)	0.717 (+0.429)	0.562 (+0.274)	0.490 (+0.202)	
		高科	彰化	校前路	鼎金系統	
		0.589 (+0.301)	0.586 (+0.298)	0.564 (+0.276)	0.379 (+0.091)	
		仁德系統	楠梓	林口 (文化一路)	高公局	
		0.607 (+0.319)	0.428 (+0.140)	0.623 (+0.335)	0.472 (+0.184)	
		竹北	桃園	五股 (高架)	新竹 (光復路)	
		0.707 (+0.223)	0.580 (+0.292)	0.656 (+0.368)	0.529 (+0.241)	
		楠梓 (旗楠路)	高雄 (九如建國路)	機場系統 (接國 2)	五股	
		0.511 (+0.223)	0.401 (+0.113)	0.429 (+0.141)	0.533 (+0.245)	
		安坑 (中央、安康路)	三鶯	關西服務區	中和 (連接台 64)	
		0.663 (+0.375)	0.463 (+0.175)	0.785 (+0.497)	0.525 (+0.237)	
		田寮	鶯歌系統 (接國 2)	土城 (接台 65)	西湖服務區	
		1.002 (+0.714)	0.440 (+0.152)	0	0.653 (+0.365)	
		和美	霧峰	土城 (接台 65)	樹林	
		0.441 (+0.153)	0	0.881 (+0.593)	0.577 (+0.289)	
		沙鹿	大溪 (接台 66)	龍潭	三鶯	
		0.879 (+0.591)	0.528 (+0.240)	0.579 (+0.291)	0.400 (+0.112)	
		霧峰系統 (接國 6)	名間	燕巢系統 (接國 10)	鶯歌系統 (接國 2)	
		0.439 (+0.151)	0.708 (+0.420)	0.879 (+0.591)	0	
B. 連續變數						
1. 降雨量：單位小時門架路段降雨量若每增 1%，事故機率 +0.088%。						
2. 車流量：單位小時通過門架車輛每增 1%，事故機率 +0.443%。						
3. 貨車占比：每增 1%，事故機率 +0.371%。						
C. 其他變數 (加乘效果)						
周休&尖峰	連假&尖峰	國 3 & 壅塞	國 5 & 壅塞	國 3 & 尖峰	國 5 & 尖峰	
-0.072	-0.026	+0.098	+0.131	+0.033	-0.090	

說明：括號內數字為解釋變數與對照組比較之增減百分點。

貨車占比若增 1%，事故機率將提高 0.371%。108 年行駛國道貨車占比為 33.7%，若占比增至 34.0% (單位小時門架區間總車流 2,053 輛次中，貨車增加 7 輛次，非貨車減少 7 輛次)，事故機率將提高 0.371%。

表 4 中的其他變數為加乘效果。以「周休&尖峰」為例，本小節第 3、4 段提及於尖峰時段行車之事故機率較離峰高出 0.043 個百分點，為 0.355%，同樣的，周休時會比平常日高出 0.062 個百分點，為 0.368%，此處加乘效果的意義是若在周休的尖峰時段行車，則事故機率將降低 0.072 個百分點，因此事故機率總效果為 0.651% (=0.368+0.355-0.072)。另一個例子是考量「國 3&壅塞」相乘項的加乘效果(+0.131 個百分點)，代表行車於國 3 且處於壅塞情況時，事故機率將較行車於國 3 的 0.261%，與遇壅塞時的 0.537%，再增加 0.131 個百分點，總效果為 0.929% (=0.261+0.537+0.131)，依此類推。

陸、結論與建議

108 年國道事故 28,860 件，與實際通行 59 億 7,497 萬輛次相比，占百萬分之 4.8，與本研究劃定 2,934,600 觀測方格相較，占千萬分之 9.8，所估得事故機率皆極低，但切不可因此輕忽其對國家社會及國人的傷害。本篇於第壹及參節即強調研究目的不在預測事故本身機率，而是希望透過科學方法釐清各個解釋變數對事故機率的影響，並據以評估後續可採行的安全管理措施。

本研究未能取得如國道彎度、匯流設計、路面高低及寬度等路況資訊，後續或可參考表 4，檢視邊際效果較高的幾個門架路段路況，評估是否仍有硬體改善空間；或進一步估算其與天候加乘效果，據以評判強化路面排水材質、管道，及路側防風等設計必要性。

另外，尖峰時段、周休、連假、壅塞，甚或 11 及 12 月皆是顯著造成事故機率增加之因素，持續強化國人對此現象之重視並進而引導民眾自主調整行車時間，或增加相應時段警示力道，皆有助於國道安全的提升。

而減少散落物及貨車可能造成的國道風險部分，除有賴於車輛載體限制與標準規範政策施行外，亦可進一步評估散落物與門架加乘效果，或參考本研究已歸戶至門架事故統計，作為結合拖吊業者相關拖吊車輛

資源布點評估應用。

本研究以 108 年為例，若能納入過去歷史資訊，將可透過跨年期模型比對，檢視政策效益。