

## 臺北市自行車肇事嚴重度影響因素分析

### Analysis on Factors Influencing Bicycle Crash Severity in Taipei City

白仁德 Jen-Te Pai<sup>1</sup>  
許志誠 Chih-Cheng Hsu<sup>2</sup>  
劉秉宜 Pin-Yi Liu<sup>3</sup>

#### 摘要

過去都市的發展與道路規劃多以汽機車為主體，對於自行車的騎乘環境相對不夠友善，而隨著近年國內自行車使用率逐年攀升，據資料指出自行車發生意外事故的機率也有提高的趨勢。為瞭解自行車於道路騎乘所面對之安全情境，本研究以民國 98 年至 102 年臺北市政府警察局道路交通事故資料，篩選出於市區涉及自行車的事故計 4,658 件，分從道路、環境與人為等面向去檢視影響自行車肇事嚴重度的因素。肇事嚴重程度分為「死亡或頭部受傷」（占 13%）、「人員受傷」（占 81%）及「未受傷」（占 6%）。運用多項式羅吉斯迴歸模型，建構自行車肇事嚴重度模式以釐清影響自行車事故嚴重度之主要因素。結果顯示，道路因素中事故位置為路口及路段對於自行車事故皆有顯著影響，其中路口造成死亡或受傷之勝算更高；環境因素中，因彎道或建物造成視距不良對於增加自行車事故亦有顯著影響；在人的因素中，18 歲以下和年齡越大、酒駕，皆會增加因自行車事故致死或受傷之勝算。

**關鍵詞：**肇事嚴重度、自行車事故、多項式羅吉斯迴歸

#### Abstract

*In the past, urban planning and road design in Taiwan have been developed mainly concerning for motor vehicle and motorcycle traffic and providing relatively less-friendly environment for bike riding. As the amount of cycling increased, cyclist casualties have risen in recent years based on the Crash Data in Taipei City. To recognize the safety conditions for cycling on roadway travel, this research*

- 
- 1 政治大學地政學系教授。
  - 2 臺灣警察專科學校交通管理科助理教授。
  - 3 政治大學地政學系中國地政研究所碩士（聯絡地址：11605 臺北市文山區指南路二段 64 號，電話：(02)2939-3091 轉 51663，E-mail：vivianliu610@gmail.com）。

*examined the influence of roadway, environment and human factors on bicyclist injury severity. Taipei City Government Police Department traffic accident data spanned from 2009 to 2013 were analyzed. A total of 4658 bicycle involved accidents were occurred in urbanized areas. The injury severity distribution is as follows: severe injury as well as fatal or brain injury 13%, non-severe injury 81%, and no injury 6%. An empirical analysis using multinomial logistic regression model was performed to analyze the factors influencing bicycle crash severity. Among the studied roadway factors, both intersection and road section are significant variables with intersection being the one with higher odds of resulting in severe injury or non-severe injury. In environmental factors, sight distance limitation at intersections, driveways, or curves shows significant influences. As for as human factors, persons aged 18 or younger, persons of older age, and drunk-driving drivers also have higher odds of causing severe injury or non-severe injury in bike crashes.*

**Keywords:** Injury severity, Bicycle crashes, Multinomial logistic regression

## 一、前言

為改善都市的交通問題，並且同時達到節能減碳以減輕環境負荷，政府部門積極推廣自行車取代私人運具，而自行車在城市的流動結構中佔有重要的一環，它不消耗能源，因此不會製造汙染及噪音，同時提供人們健康效益，並創造一個宜居的城市，因此各地政府在此方面也有推動相關的政策，例如臺北市、臺中市、彰化市公共自行車 YouBike、高雄市公共自行車 C-bike 等，期望能藉由市區自行車道路路網，搭配自行車租賃站服務，鼓勵民眾使用低汙染、低耗能的自行車作為第一哩路或是最後一哩路的短程接駁運具，以達到減少交通擁擠、減少環境汙染等目的。

以臺北市為例，截至 2015 年 5 月 YouBike 微笑自行車設有 196 個站點 (YouBike, 2015)，根據 YouBike 營運成果報告指出，單月最高租賃次數可達 201 萬人次，且周轉率現為全球最高的每日每輛 13 次。此外，交通部根據民眾日常使用運具狀況調查發現，自行車使用市占率逐年攀升，從民國 98 年 4.2%，102 年增至 5.2% (交通部統計處，2014)，由此可見自行車在近幾年的使用量有逐漸增加的趨勢，不再只是一種流行的休閒活動，而是一項重要的代步工具。

當自行車蔚為風潮後，許多潛藏的危機也逐漸浮現。過去都市的發展與道路規劃多以汽機車為主體，自行車於道路上往往是弱勢的一方，路權與使用政策不明、自行車專用道缺乏、路邊停車與公車停靠頻繁等因素，導致自行車騎士選擇騎上人行道，成了行人最大的威脅；另若使自行車與汽機車混流，共同使用基礎設施，卻沒有提供自行車應有的保護，也將使自行車發生事故的機率提高 (李冠霖，2010)。此外，機動車輛的數目通常較自行車多，車速也較自行車快，因此自行車騎士有較高的風險於事故中受傷。根據警政署統計資料顯示，近 3 年臺灣地區發生 1 萬 7 千多件自行

車事故，造成 2 萬 5 千多人受傷，163 人死亡，其中民國 100 年至 102 年止，自行車事故每年分別死亡 44 人、57 人及 62 人，從逐年增加的死傷人數可見，隨著自行車的使用量增加，臺灣對於自行車的行車環境似乎仍不夠友善，因此在自行車安全性上的考量更需注意。

自行車的騎乘環境是牽涉到自行車安全的重要因素，若能瞭解騎乘環境對於安全的影響因素，針對騎乘之道路街道及環境進行改善措施，可提供自行車更為完善的保護，減少或預防事故的發生。本研究第二節透過國內外文獻歸納整理自行車事故種類以及影響自行車事故之道路因素及環境因素，以探討自行車肇事因素，第三節為研究設計與事故資料敘統計分析，第四節進行自行車肇事嚴重度模型之構建與結果分析，第五節為研究之結論與建議。

## 二、文獻回顧

綜觀肇事的因素，大致可區分為四個層面，即人、車、路及環境。蘇志哲等人於「易肇事地點改善作業手冊之研訂」指出（交通部運輸研究所，2003），交通事故依其發生原因，可區分人為因素，常與駕駛人之生理、心理狀況有關，包括：如視力、聽力、睡眠、體能、或喜怒哀樂之情緒等。車輛因素，針對各車種之機件故障與肇事間之關係進行分析。而故障型態可分為保養不良（如煞車系統失靈、引擎等機件系統之故障等）、檢修不當（如輪胎爆裂或脫落、轉向或油電系統等）。道路設施因素，如道路線形之幾何條件（坡度、超高、轉彎半徑、視距等）、設計標準與施工品質（如設計速率、鋪面等；安全維護設施，如標誌、標線、護欄、防眩板、反光導標等）。環境因素，包括天候狀況（如雨、濃霧、強風等）、道路之照明、夜間眩光、濃煙、交通量、行車速率、速差、交通組成等因素，對交通事故之發生均有加以分析探討之必要。而本研究主要著重在道路設施因素以及環境層面的資料進行蒐集與分析，故將以此為範圍就自行車事故的種類、事故發生地點及事故影響因素等部分進行相關文獻回顧。

### 2.1 自行車肇事因素分析

Wachtel 和 Lewiston (1994) 主要探討美國加利福尼亞州帕羅奧圖的自行車與機動車輛事故，比較涉及自行車事故中的個人特點與自行車騎士行為，包括年齡、性別、方向（順向或逆向），及事故發生位置（道路或是人行道）。研究發現年紀稍大的人較年紀小的人易肇事，但和性別無關。而自行車騎士的行為模式也是重要因素之一，其中騎乘方向錯誤尤其危險，特別是逆向行駛相較順向行駛的自行車騎士多出了 3.6 倍的風險，而分析事故發生地

點可知，在人行道上騎車比在道路上騎車危險，人行道和小徑其實不如騎士所想的安全。

Klop 和 Khattak (1999) 分析在北卡羅萊納州未分隔雙向道的自行車事故資料，並將自行車騎士受傷程度分為五級，以排序普羅比模式(Ordered Probit Model)分析造成自行車騎士不同受傷程度的物理因素與環境因素，研究指出在道路特點的部分，包括速限高、坡度大、彎度大等因素顯著的增加受傷嚴重度；而在環境因素的部分，多霧、照明不足容易使駕駛未注意以致反應時間不足導致自行車騎士受傷嚴重，而年平均交通量大以及有路肩的道路則將降低事故嚴重度。

Aultman-Hall 和 Adams (1998) 透過蒐集騎士的事故歷史（自行報告 12 個月內的自行車事故，以及 3 年內的碰撞事件），估測街道上自行車道(on road)和越野(自行)車道(off-road path)、人行道(sidewalk)上的事故發生率。研究結果指出，騎乘距離較長者，相對較常使用越野(自行)車道，而較少使用人行道。整體而言，損傷及摔車事件發生率在道路上最低、越野(自行)車道上次高、人行道上最高；碰撞事故發生率在道路上最低、人行道次低、越野(自行)車道上最高；相對於道路及越野(自行)車道上，人行道上的損傷及嚴重損傷事件發生率相當高。

Doherty 等人(2000)以問卷調查的方式針對多倫多及渥太華的通勤自行車事故進行分析探討，根據回收的資料分析發現自行車的事故多發生在道路上，因為有較高的潛在性危險與大量的機動車輛發生衝突，而自行車非因碰撞而摔倒的情形多發生在人行道或是自行車道，主要是因為環境天候因素，例如越槽的路面狀況，像是濕滑、坑洞等，越容易發生摔倒的狀況，且都是在冬季有較高比例的碰撞會發生。

Carter 等人(2006)針對行人及自行車騎乘者路口安全指標進行研究，在自行車騎士的部分，即 Bike ISI (Bicyclist Intersection Safety Indices)，同時考慮現場、行為、事故三類因素，其中在現場因素參酌主觀評分、客觀交通與道路幾何資料。Bike ISI 中安全影響變數如表 1 所示，這些變數均與 Bike ISI 呈現正相關，當 Bike ISI 越大表示安全性越低。以資料數量較多的觀測騎士迴避操作行為(avoidance maneuvers)、主觀路口安全評分(subjective intersection safety ratings)之結果來看，對此二者均具顯著影響的因素包括：主要道路機動車輛交通量、主要道路速限 $\geq 56$ 公里/小時(35哩/小時)、路口有交通號誌、主要道路臨近方向上有路邊停車，另 Bike ISI 研究指出，除了模式中的顯著因素外，實際評估自行車騎乘安全時，尚須考慮匝道/槽化的右轉車道、鋪面不平整(即破損柏油、排水溝等)、行人通行量、上下貨車輛停放在自行車行駛空間、專用右轉車道右側的自行車專用道、與車行方向垂直的路邊停車、公車進出與自行車騎乘者有潛在衝突的區域、非正交路口、路邊停車位尺寸等其它調整因素。

表 1 Bike ISI 安全影響變數說明

Bike ISI	安全指數值 (直行、左轉、右轉)	Bike ISI	安全指數值 (直行、左轉、右轉)
自行車 專用道	0:沒有或寬的路邊車道 1:無或有轉彎的自行車道	主要道路 交通量	平均日交通量
交岔路口 交通量	平均日交通量	主要道路 路邊停車	0:沒有 1:有
交岔路口 直行車道數	1, 2, ...	主要道路右轉 車道及數量	0, 1, ...
供自行車左 轉或右轉 車道數	0, 1, 2, ...	路口 交通號誌	0:沒有 1:有

Bil 等人(2010)主要探討自行車和汽車發生事故導致成人自行車騎士死亡的因素，研究指出當汽車不當超速行駛、對撞事故以及晚上行駛在沒有路燈的地方，容易與自行車發生致死之事故。而當自行車騎士騎乘在沒有通行權的交岔路口，將有可能導致最嚴重的後果，其中男性較女性更容易因事故致死，且最容易受傷的年齡層多高於 65 歲。

Yan 等人(2011)分析 2004 年至 2007 年北京自行車與汽車事故資料，以二元羅吉特(Binary Logit Model)與多元羅吉特模型(Multinomial Logit Model)，控制騎自行車人口、道路幾何設計、道路環境等相關因素，在不遵守規則的行為(irregular maneuvers)、事故型態和自行車騎士受傷嚴重程度間的相互關係進行分析。結果發現事故發生包含重型機動車輛、年紀大的自行車騎士或是機動車輛超越自行車的行為，無論是在路口或道路上，包括對撞、角撞以及高速限地區都將導致受傷較嚴重的情形，而設有分向道或中央分隔島的道路，較少出現逆向行駛的行為，因此事故的風險也較低。而在環境因素，缺少路燈的路段以及天氣不好導致視線不佳的情形容易因為未注意到自行車而發生事故。

林豐福與喻世祥(2004)以內政部警政署的「道路交通事故資料庫」做為資料來源，分析有關腳踏自行車形成肇事事的人車路特性，研究發現在 A1 事件道路環境的部分，事件發生地點以快車道及交岔路口內為最多，其次為交岔路口附近及慢車道。肇事事事件類型統計以側撞為最多，其次是追撞，第三則為同向擦撞及路口交叉撞。A2 事件的道路環境方面，事件發生地點以交岔路口內為最多，其次為快車道，而在交岔路口附近及慢車道亦為數不少。

葉純志(2008)應用負二項式迴歸模式建立自行車使用者發生非致死肇事事事件頻次與相關影響因子之關係模式，分析相關影響因子，研究結果顯示年輕族群、國小以下以及使用時間較長者是最容易涉入自行車非致死肇事事事件。在大量汽、機車混合之交通環境中使用自行車者亦具有較高之涉入肇事事機會。

黃碧芬(2010)採用臺中市2006年至2008年自行車事故資料，篩選兩車碰撞之案件作為研究樣本，將自行車騎士肇事嚴重性分為死亡、受傷與未受傷，以卡方檢定、羅吉斯特迴歸與約略集合理論，分析不同自行車事故嚴重程度之影響因素。研究發現事故之發生多於平日時段、年齡族群以20歲以下與60歲以上為最多數，就肇事時間上而言，凌晨時段相較於夜間時段傾向於有較高的死亡或受傷事故發生，而下雨情況相較於無下雨情況亦有相同傾向，因在下雨時導致路面溼滑，且視距上可能亦將會受影響。

李曉青(2011)針對臺北市自行車道自行車事故受傷型態進行調查，以問卷蒐集分析瞭解發生意外事故的種類與意外事故的影響因素。研究結果顯示上午7點到8點及下午4點到6點之上下班時段，為自行車意外事故的高峰期。而自行車意外事故的發生比率也逐日增加，年齡、騎乘時間、季節甚至路面狀況皆是影響因素之一，另發生事故原因前三位依序為躲避來車、鋪面不平、突然出現的人事物。

由上述的文獻整理後可發現，自行車事故發生地點多位在交岔路口，且相較騎乘於人行道者與騎乘於道路上者，後者發生事故更為嚴重，有其他研究亦認為從摔車和受傷的相對比例上來看，騎自行車在道路上之自行車道比使用越野（自行）車道或人行道安全，其中對於騎士而言，人行道是最不安全的地方(Aultman-Hall and Adams, 1998; Moritz, 1998; Rodgers, 1997)；而在道路設施的部分分為道路路線與橫斷面，包括坡度、路寬、路肩、轉角彎度、視距等，而另一部分為交通工程的部分，包括鋪面狀況、設施物、分隔島、分向道、指標、照明、速限等，有研究即指出速限越高，造成嚴重或致死的自行車事故的機率也將會提高(Stone and Broughton, 2003)，且無論在一天當中的任何時間，時速超過70公里都將大幅增加自行車意外事故的發生(Hoque, 2002; Kim *et al.*, 2007)。

Chen 和 Fuller(2014)研究也指出將時速訂在50公里以下的法定速限相較於時速70公里的路段，可減少84%發生自行車事故的可能性，因為在高速的狀況下，駕駛的視覺掃描模式被修正，也就是在高速下，駕駛只會將注意力放在最主要的方向，而忽略了相關性較低的方向(Räsänen and Summala, 1998)；而在環境因素部分，如騎乘環境包括路邊是否有停車空間、公車站等，如潘昭宇等人(2010)針對北京市步行、自行車交通系統進行研究，其中便提到公車站是對自行車騎行安全構成威脅，極易引發交通事故。

另外天候與季節等重要的環境影響因素，特別是下雨、起霧、冬季導致視線不清或地面濕滑將增加自行車事故發生的風險，有研究即指出霧和光線不足將增加事故所造成的傷害程度，因為在能見度不佳的黑暗環境下，將會使駕駛和自行車騎士的反應時間不足，因而導致嚴重的事故(Stone and Broughton, 2003)，有研究就曾提及多霧或天氣不好的狀況會增加受傷程度，而惡劣的天氣相較於好天氣或多雲的天氣，所造成受傷或致死事故平均

多出 28.8% 的機率(Klop and Khattak, 1999)。表 2 為本研究根據文獻回顧整理之自行車安全影響變數。

表 2 自行車安全影響變數彙整表

分類	影響變數	對自行車之影響	預期影響
道路幾何	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 坡度</li> <li>· 彎度</li> <li>· 路口或路段</li> <li>· 自行車道</li> <li>· 路肩</li> <li>· 路寬</li> <li>· 人行道或道路</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 坡度越大越難控制</li> <li>· 彎度越大越難控制；視線受限制</li> <li>· 路口受到衝突和未預期狀況的風險較大</li> <li>· 自行車道可減少與機動車輛衝突</li> <li>· 路肩越寬，增加自行車騎士可使用面積</li> <li>· 道路越寬，自行車可使用空間越大</li> <li>· 在人行道上騎車易與行人產生衝突；於道路上則易與機動車輛產生衝突</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+</li> <li>+</li> <li>+/-</li> <li>-</li> <li>+/-</li> <li>+/-</li> <li>+/-</li> </ul>
交通工程	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 鋪面狀況</li> <li>· 分隔設施</li> <li>· 速限</li> <li>· 標誌標線號誌</li> <li>· 車流量</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 鋪面狀況越糟，自行車容易摔車</li> <li>· 分隔設施可隔開機動車輛與自行車以減少衝突</li> <li>· 速限越高，增加影響風險</li> <li>· 指標、標線、標示越清楚，事故風險越低</li> <li>· 車流量越大，將會使駕駛或騎士更小心；車流量越大衝突風險也越大</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+</li> <li>-</li> <li>+</li> <li>-</li> <li>+/-</li> </ul>
環境因素	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 照明</li> <li>· 天候</li> <li>· 路邊停車</li> <li>· 行道樹</li> <li>· 公車站</li> <li>· 人行道機車停車</li> <li>· 騎樓</li> <li>· 開放空間</li> <li>· 設施物（花台、變電箱等）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 照明可以減少黑暗所造成的影響</li> <li>· 天候不佳可能會使駕駛或騎士更小心；減少可視性、不易操控</li> <li>· 減少自行車行駛與迴避空間</li> <li>· 減少自行車騎乘之流暢性及可視性</li> <li>· 減少自行車行駛與迴避空間</li> <li>· 減少自行車行駛空間</li> <li>· 減少自行車行駛空間</li> <li>· 建物開放空間越大，自行車騎乘空間將增加</li> <li>· 減少自行車騎乘之流暢性及可視性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-</li> <li>+/-</li> <li>+</li> <li>+</li> <li>+</li> <li>+</li> <li>-</li> <li>+</li> <li>+</li> </ul>

註：+/-：增加/減少事故風險。

### 三、研究設計

本節探討空間環境因素與自行車事故嚴重度之關聯，然不同空間與事故型態發生的交通安全問題與影響因素不甚相同，因此本研究係依事故道路型態，將資料分為路口及路段 2 類，以及根據事故型態，將資料分為車與車及車本身 2 類，分別進行個別空間與型態之自行車事故資料分析，此外也針對整體空間進行分析。依照交通事故特性結果及透過卡方檢定檢視各變數與肇事嚴重度之相關性，選擇影響事故嚴重度之可能因子建構多項式羅吉斯迴歸模式，並校估參數的顯著程度，以找出影響自行車交通事故的重要影響變數，同時檢驗多項式羅吉斯迴歸模式應用於自行車事故分析之適合性。進而，根據多項式羅吉斯迴歸模式校估結果為基礎，針對影響臺北市自行車事故嚴重度之顯著變數，做為研擬增加都市街道自行車安全之改善策略及相關配套措施之參考。

### 3.1 研究方法

#### 3.1.1 多項式羅吉斯迴歸(Multinomial Logistic Regression)

當因變數的分類為 3 類及以上者，可使用多項式羅吉斯迴歸模式來分析因變數與自變數之間的關係，而多項式羅吉斯迴歸模式的概念是基於羅吉斯迴歸分析法(Logistic Regression)，但多項式羅吉斯迴歸須假設因變數之各類別間可完全分離，其餘之概念則與羅吉斯迴歸相同。由於本研究主要是分析影響自行車事故發生因素與受傷嚴重程度間之關聯，因此將嚴重程度之類別分為「死亡與頭部受傷」、「受傷」、「未受傷」3 種程度，在模型的應用上，採取多項式羅吉斯迴歸模式的主要考量係依據所探討的 3 種受傷程度類型皆屬於非連續型變數。而在進行多項式羅吉斯迴歸前，須將所有名目變數轉換為虛擬變數，始能分別對這些因素進行分析，故本研究將可能影響自行車事故發生之因素如道路幾何特性（如事故位置、道路類型）、交通工程設置（如分隔設施有無、速限）、環境因素（如天候、照明）等變數轉換為虛擬變數，並加以瞭解有何因素對於各類受傷嚴重度有影響，以建構一個表示因變數和自變數關係的迴歸模型。

多變量分析透過 Logistic 機率函數的轉換，於 Logistic 函數中引入更多自變數。其中多變量線性組合  $a + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_kx_k$  以  $\sum b_ix_i$  表示，其中常數項  $a$  用  $b_0$  表示； $x_0$  恆等於 1，再令  $z = \sum b_ix_i$ 。將 Logistic 機率函數表示如下，再將分子及分母分乘一個  $\exp(z)$ ，可得：

$$p = \frac{1}{1 + \exp[-\sum b_ix_i]} = \frac{\exp(z)}{1 + \exp(z)} \quad (1)$$

等式兩邊取自然對數，得機率函數與自變數間關係式，公式如下：

$$\ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = z = \sum b_ix_i \quad (2)$$

第(1)式中，某一自變項的係數取自然對數後的值，稱為勝算比(odd ratio)，如自變項  $X_1$  的羅吉斯迴歸係數為  $b_i$ ，對羅吉斯迴歸係數  $b_i$  取自然對數後為  $e^{b_i}$ ，說明自變項與因變項間之關聯，即自變項每增加一個單位，因變項增加或減少的倍數。

#### 3.1.2 多項式羅吉斯迴歸之校估與檢定

模式中所包含之自變數對於因變數應有顯著之解釋能力，才能對羅吉斯迴歸模式進行解釋，意即所設模式須比模型中只包含截距項好。羅吉斯迴歸方程採用最大概似法(MLE)來求參數值，故迴歸方程式的整體檢定乃透過概似值(Likelihood)，而此概似值是一種機率，函數值介於(0, 1)之間，當對此函數值取自然對數後，其對數為負數，故通常會對概似值先取對數後



再乘-2，以進行分析。於 SPSS 模型適合度檢定中，給出最終模式與模型中僅包含截距項時之概似比檢定結果，此處卡方統計量即前面兩個「-2 對數概似值」的差異，若卡方檢定的 P 值小於 0.01，說明最終模型優於只含截距之模型，即最終模型顯著成立。另外，在多項式羅吉斯迴歸用以判斷模型是否過度離散的統計檢定主要有皮爾森檢定法及離差檢定法，其中皮爾森相關係數及離差，其檢定之虛無假設為模型能很好地配適原始資料，如果卡方值越大、顯著性水準越低，表示模型配適效果越不好。

### 3.1.3 模式建構程序

透過 SPSS19.0 軟體設定，應用多項式羅吉斯迴歸模式建構自行車肇事嚴重度模型，目的在於瞭解影響自行車事故嚴重程度之顯著因素並探討其影響效應。模型中之因變數為自行車事故中騎士受傷之嚴重程度，而解釋變數則會根據文獻及事故資料表中之因素進行選取。於建構多項式羅吉斯迴歸模式前，針對選取資料進行交叉分析與卡方檢定，以找出變數與肇事嚴重度有顯著差異者，並先投入模式校估，逐一檢視參數之顯著性，刪除不顯著之變數外，亦重複納入其他變數試驗以找出顯著變數，建構出多項式羅吉斯迴歸模式。

## 3.2 資料蒐集

### 3.2.1 資料來源與篩選

有鑑於臺北市政府民國 98 年推行省能源與低污染之綠色運具，啟用了「臺北市公共自行車示範計畫營運」，而後於民國 101 年 8 月底啟動「臺北市公共自行車租賃計畫營運」，截至民國 102 年 11 月，YouBike 使用次數突破 1,000 萬人次，自行車逐漸普及與廣泛使用。而由於本研究乃探討自行車事故發生因素與肇事嚴重度之關聯，考慮到時間及資料的完整性，因此資料期程選擇民國 98 年至 102 年發生於臺北市之交通事故為研究對象，再依據事故車種分類，篩選出自行車事故案件，故主要事故資料來源為臺北市政府警察局所提供之道路交通事故調查報告表一、表二。該資料主要之功能為重現事故現場，以作為後續分析肇事原因、釐清肇事責任之依據，並提供交通部據以建立交通資料庫與統計分析，此外可透過肇事型態與特性之分析，作為制定交通安全管理政策之參考。報告表內容主要可分為基本檔案、當事人資料、車輛資料、道路資料與環境資料 5 個類別。原始資料先行剔除當事人個資，其餘資料內容格式分述如下：

1. 基本檔案：地點、區、發生時間、年月日、時、星期、日夜、上下半年、季、旬、死亡數、受傷數、2-30 日死亡、事故類型及型態、事故位置、肇因研判、肇因碼、肇事原因、肇逃否。

2. 當事人資料：當事人序、區分、受傷程度、主要傷處、性別、年齡、國籍、駕駛資格、執照、飲酒情形、安全帽、行動狀態。
3. 車輛資料：車種、車輛用途。
4. 道路資料：道路類別、道路型態、道路障礙、車道劃分設施-分向設施、車道劃分設施-分道設施。
5. 環境資料：天候、光線、號誌種類、速限、路面狀況。

本研究主要是針對都市空間與道路進行探討，由於河濱多設置為自行車專用道路，此外橋梁、山區與一般市區之街道環境皆不甚相同，因此於此不予以討論，透過事故資料表中之發生地點將肇事地點為河濱、橋梁及山區之資料挑選出後刪除，以及調查表缺漏資料予以刪除，共剩餘 4,658 筆資料做為研究分析之樣本。

### 3.2.2 肇事嚴重度分類

我國現行道路交通事故區分方式，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；A3 類：僅有財物損失。因本研究所蒐集之自行車事故共 4,658 件，其中 A1 類 18 件、A2 類 4,371 件、A3 類 269 件。由於 A1 類交通事故件數過少，而 A2 類傷害程度範圍又過於廣泛，而研究指出頭部受傷容易導致殘障或死亡(LeBlanc *et al.*, 2002；馮卓超, 2003)，因此藉由事故資料表中之主要傷處重新定義並區分 3 類肇事嚴重度。經重新分類後「造成人員死亡或頭部受傷」共 598 件、「造成人員受傷」共 3,791 件、「未受傷」共 269 件，分類後之差異如表 3 所示。

表 3 臺北市自行車道路交通事故依嚴重度分類案件數

民國	24HR 內死亡	受傷	未受傷	2-30 日死亡	總和
98	4	767	44	1	816
99	4	880	44	0	928
100	2	859	61	0	922
101	3	881	53	0	937
102	5	983	67	0	1,055
總和 (件)	18	4,370	269	1	4,658
肇事嚴重度	24HR 內死亡	超過24HR 死亡或頭部受傷		人員受傷	未受傷
依法規分類 (件)	A1(18)	A2(4,371)		A3(269)	
本研究分類 (件)	I (598)			II (3,791)	III (269)

註：I 代表造成人員死亡或頭部受傷；II 代表造成人員受傷；III 代表未受傷。

### 3.3 資料統計分析

表 4 為自行車肇事資料特性分析。光線，以日間自然光線佔最多為 63%，其次為夜間（或隧道、地下道、涵洞）有照明時，佔全部的 34%，和過去文獻指出夜間無照明時易發生自行車事故(Klop and Khatkhat, 1999)的結果不

甚相同，可能原因為白天騎乘自行車之比率相較於夜晚高，而若於晚上騎車時則會選擇有照明之道路，因此就事故比例而言，於日光自然光線及夜間有照明時發生事故的比例會較高。天候，近七成的自行車肇事發生於晴天，可能原因是晴天時騎乘自行車的人較陰天或雨天為多。速限，近九成的自行車事故發生於時速 30-50 公里之路段，僅有少數發生於時速超過 50 公里之路段。道路類型，主要以交岔路口為主，有近六成的比例，而於交岔路口中又以四岔路佔最多為 34%，其次為直路 28%。事故位置，近六成的自行車事故位置發生於交岔路口，此和過去多數文獻之結果相符，因為於路口處自行車與車輛交織的情形較多，因此發生事故的比例相對高；而其次則為路段佔 36%。路面鋪裝，97%的自行車事故發生於路面鋪裝為柏油之道路。視距，分為不良和良好兩部分，而視距不良可能會因為彎道、坡道、建築物、路上停放車輛和其他原因所造成，從表 4 顯示自行車事故發生時，多處於視距良好時，有近 94%，因一般道路視距多為良好，故其肇事件數較高。號誌種類，多發生於無號誌時，佔自行車事故之六成。事故型態，於事故調查報告表中通常會有人與車、車與車、車本身以及平交道事故四類，有 95%之自行車事故為車與車碰撞所造成。時間，除清晨 0-6 時發生自行車事故機率为 4%較低外，其餘時段之機率差不多，但其中又以 6-12 時(34%)略高出 12-18、18-24 時所發生之自行車事故數。有將近 74%的自行車事故發生於周間。行動狀態，根據事故調查報告表，將當事者行動狀態分為直行、左轉、右轉及其他四類，自行車肇事當事人以向前直行中時，最容易發生事故，其次為左轉彎，推估可能原因為自行車左轉彎時，易與直行之機動車輛產生衝突。飲酒情形，自行車當事者中有將近八成為未酒駕之狀態。年齡，自行車事故中自行車騎士以 51-64 歲者佔最多為 34%，其次是 65 歲以上騎士為 21%，可見高齡者發生自行車事故之比率較高，和過去文獻結果相符(Yan *et al.*, 2011)。

綜上，根據自行車肇事特性分析可得知 51 歲以上及未酒駕之騎士為自行車事故之好發族群，且通常非第一當事人，而事故發生時多於周間、白天、光線佳、柏油鋪面及視距良好時；事故位置則多發生於無號誌路口，其中又以四岔路口為最多，和多數文獻結果相符，且有將近九成自行車事故發生於時速 30-50 公里路段，在事故型態部分，多為車與車碰撞，且自行車騎士行動狀態為直行時。

然不同之空間特性所發生之事故可能導因於不同之影響自行車事故嚴重度因素，因此後續將分別針對自行車整體事故、不同空間特性和不同事故特性進行事故肇事嚴重度模型之建構，以釐清影響自行車事故嚴重度之主要因素。

表 4 自行車肇事資料特性分析

	變數	次數 (比例)		變數	次數 (比例)
光線	-日間自然光線	2,936(63%)	路型	-三岔路	1150(25%)
	-晨或暮光	109(2%)		-四岔路	1,596(34%)
	-夜間(或隧道、 地下道、涵洞)	-有照明 1,578(34%)		-多岔路	138(3%)
	-無照明	35(1%)		-彎曲路或附近	60(1%)
道路鋪裝	-柏油	4,526(97%)	-坡路	23(1%)	
	-水泥	35(1%)	-直路	1,316(28%)	
	-其他鋪裝	89(2%)	-圓環	8(0%)	
天氣	-無鋪裝	8(0%)	-其他	367(8%)	
	-雨	659(14%)	速限	<=30	490(10%)
	-陰天	784(17%)		>30, <=50	4,136(89%)
-晴天	3215(69%)	>50		32(1%)	
位置	-交岔路口	2,765(59%)	型態	-人與車	134(3%)
	-路段	1,654(36%)		-車與車	4,415(95%)
	-其他	239(5%)		-車本身	109(2%)
時間	-0~6	206(4%)	視距	-彎道	23(1%)
	-6~12	1,584(34%)		-坡道	20(0%)
	-12~18	1,426(31%)		-建築物	12(0%)
	-18~24	1,442(31%)		-路上停放車輛	69(2%)
年齡	-17↓	484(10%)	-其他	173(4%)	
	-18~30	503(11%)	-良好	4361(94%)	
	-31~40	415(9%)	狀態	-直行	3,232(69%)
	-41~50	692(15%)		-左轉	429(9%)
	-51~64	1,568(34%)		-右轉	125(3%)
	-65↑	996(21%)		-其他	872(19%)
號誌	-行車管制號誌	811(17%)	飲酒	-未酒駕	3,673(79%)
	-閃光號誌	143(3%)		-酒駕	73(2%)
	-無號誌	2,869(62%)		-無法檢測	912(20%)
	-行車管制號誌	835(18%)	時間	-周間	3,450(74%)
(附設行人專用號誌)		-周末周日		1,208(26%)	

#### 四、自行車肇事嚴重度模型之構建

因不同之空間特性和事故特性，可能是因為不同之影響因素所導致，因此本節應用多項式羅吉斯迴歸模式建構肇事嚴重度模型，探討自行車事故嚴重程度與各影響因子之關聯，除了針對整體之事故模式進行探討，以先了解整體自行車事故嚴重度之影響因素外，亦根據不同之空間特性，將模型分為路口模式和路段模式，以及依據不同之事故特性，將模型分為車與車模式及車本身模式，以釐清在不同之空間和事故特性下，影響自行車肇事嚴重度之因素。

##### 4.1 整體事故模式

本節討論之整體事故模式以前 3.3 節所篩選出之自行車肇事資料作為研究對象，共計 4,658 筆資料，其中人員死亡或頭部受傷之樣本數共 598

筆、人員受傷 3791 筆、未受傷 269 筆，應用多項式羅吉斯迴歸模式探討自行車事故嚴重程度與各影響因子之關聯。

#### 4.1.1 自變數與事故嚴重程度之關聯

模式之因變數為自行車事故嚴重程度，分為造成人員死亡或頭部受傷、造成人員受傷以及未受傷等 3 類，並先透過卡方檢定篩選出與事故嚴重程度有顯著差異之變數（顯著水準  $\alpha=0.1$ ）為模式之候選自變數，其中於整體事故模式中，挑選出速限、道路類型、事故位置、路面鋪裝、視距、號誌動作、分向設施、分道設施、事故型態、月份、時間、當事人序、行動狀態、飲酒情形及年齡共 15 項變數，如表 5。

表 5 整體事故模式自變數卡方檢定表

加入模式之變數				剔除之變數			
解釋變數	自由度	卡方值	P 值	解釋變數	自由度	卡方值	P 值
速限	4	27.353	0.000	天候	4	5.531	0.237
道路類型	14	35.302	0.001	光線	6	4.307	0.635
事故位置	4	69.430	0.000	路面狀態	4	4.076	0.396
路面鋪裝	6	97.271	0.000	路面缺陷	6	5.058	0.536
視距	10	19.043	0.040	障礙物	8	8.387	0.397
號誌動作	6	16.291	0.012	號誌種類	6	4.011	0.675
分向設施	2	7.417	0.025	分道設施 <sup>2</sup>	8	8.706	0.368
分道設施 <sup>1</sup>	8	15.645	0.048	分道設施 <sup>3</sup>	2	0.326	0.850
事故型態	4	538.287	0.000	周間周末	2	2.169	0.338
月份	6	15.613	0.016				
時間	6	23.331	0.001				
當事人序	2	234.398	0.000				
行動狀態	6	39.884	0.000				
飲酒情形	4	33.127	0.000				
年齡	10	103.731	0.000				

#### 4.1.2 模式分析與結果

本研究將所有自變數一次全部納入為基礎，再將概似比檢定不符合顯著水準之自變數進行篩除，最後留下的變數乃為顯著變數。模式結果為各分類因素與參照類別之相比，對於各因素對肇事嚴重度之影響情形，分析結果如表 6 所示。就模型配適度而言，此處卡方統計量即「-2 對數概似值」的差異，卡方檢定的 P 值小於 0.01，說明最終模型優於只含截距之模型，即最終模型顯著成立。整體事故模式之卡方值為 305.196，自由度為 20，而機率  $p=0.000<0.01$ ，達統計顯著，因此拒絕虛無假設，表示自變數所提供之訊息有助於解釋事故嚴重度。而皮爾森卡方 P 值為 0.144、離差之 P 值為 0.162，其值皆大於 0.1，表示模型配適良好。

表 6 整體事故肇事嚴重度模式適合度檢定與檢測結果彙整表

模型適合度							
		卡方統計量		Df	顯著性		
-2 對數概似		305.196		20	0.000		
Pearson 相關係數		212.917		192	0.144		
離差		211.307		192	0.162		
研究變數項目		人員死亡或頭部受傷			人員受傷		
		檢測估計值	顯著性	Exp(B)	檢測估計值	顯著性	Exp(B)
行動狀態	直行	0.069	0.702	1.071	0.418	0.008	1.519
	左轉	-0.358	0.196	0.699	0.169	0.452	1.184
	右轉	0.170	0.730	1.185	0.543	0.199	1.721
	其他	0 <sup>b</sup>	.	.	0 <sup>b</sup>	.	.
速限	<=30	-0.436	0.623	0.647	0.274	0.725	1.316
	>30, <=50	0.210	0.806	1.234	0.455	0.551	1.577
	>50	0 <sup>b</sup>	.	.	0 <sup>b</sup>	.	.
事故位置	岔路口	1.186	0.000	3.273	1.211	0.000	3.355
	路段	0.998	0.001	2.712	0.893	0.000	2.442
	其他	0 <sup>b</sup>	.	.	0 <sup>b</sup>	.	.
當事人序	第一當事人	-1.677	0.000	0.187	-1.777	0.000	0.169
	非第一當事人	0 <sup>b</sup>	.	.	0 <sup>b</sup>	.	.
飲酒情形	未酒駕	-0.230	0.211	0.795	0.210	0.199	1.234
	酒駕	2.356	0.024	10.553	1.898	0.065	6.674
	無法檢測	0 <sup>b</sup>	.	.	0 <sup>b</sup>	.	.

註：0<sup>b</sup> 表示該變數項目為參照組，因此參數被設置為零（適用表 6 至表 10）。

模式結果表 6 顯示，在 0.1 的顯著水準下，有行動狀態、速限、事故位置、當事人序和飲酒情形對於自行車事故嚴重度有顯著影響。透過羅吉斯迴歸通常會經過適當的轉換後，以勝算比之概念來解釋係數，將使用勝算比說明各變數對於自行車事故嚴重度之影響與比較。

### 1. 行動狀態對自行車事故嚴重度之影響

行動狀態共分為直行、左轉、右轉及其他 4 種類別，以其他做為參照組，其係數等於 0。表 6 可得自行車騎士直行時對於自行車事故致人員受傷有顯著影響，其勝算比為 1.519，代表行動狀態為直行較參照組行動狀態為其他者，因自行車事故致人員受傷之勝算為 1.519 倍，而雖左轉和右轉於模式中皆不顯著，但仍可觀察到自行車騎士於左轉時發生自行車事故致人員死亡或受傷的勝算較低，而於右轉時發生自行車事故致人員死亡或受傷之勝算則較高。

## 2. 速限對自行車事故嚴重度之影響

速限依本研究分類共分為時速 30 以下、30-50、50 以上 3 種類別，以時速 50 以上作為參照組，其係數為 0。雖速限對於人員死亡或頭部受傷及人員受傷皆不顯著，然仍可從表 6 看出在時速 30-50 時，發生死亡或受傷之勝算較時速 30 以下或是參照組時速 50 以上高。

## 3. 事故位置對自行車事故嚴重度之影響

事故位置共分為交岔路口、路段、其他 3 種類別，以其他做為參照組，其係數等於 0。事故位置對於人員死亡或頭部受傷及人員受傷都有顯著之影響，各類別勝算比於人員死亡或頭部受傷分別為 3.273、2.712；而於人員受傷之勝算比分別為 3.355、2.442，說明交岔路口及路段都較其他事故位置有較高致死或受傷之勝算，而兩者相比交岔路口又比路段發生自行車事故致人員死亡或受傷的勝算為高。

## 4. 當事人序對自行車事故嚴重度之影響

當事人序共分為第一當事人和非第一當事人 2 類別，以非第一當事人作為參照組。結果顯示第一當事人對於人員死亡或頭部受傷及人員受傷都有顯著之影響，其勝算比分別為 0.187、0.169，說明第一當事人較非第一當事人因自行車事故致死或受傷之勝算為低，意即非第一當事人因自行車事故致死或受傷之勝算較高。

## 5. 飲酒情形對自行車事故嚴重度之影響

飲酒情形共分為未酒駕、酒駕、無法檢測 3 類別，以無法檢測作為參照組。3 類別中皆僅有酒駕對於人員死亡或頭部受傷及人員受傷有顯著之影響，其勝算比分別為 10.553、6.674，表酒駕導致人員死亡或頭部受傷較無法檢測者高 10.553 倍，而酒駕致人員受傷則為參照組之 6.674 倍，說明酒駕騎乘自行車，發生事故致死或受傷之勝算相當高。

## 4.2 不同空間之自行車肇事嚴重度模型

### 4.2.1 路口模式

透過卡方檢定篩選出候選自變數，其中於路口事故模式中，挑選出天候、路面狀態、視距、號誌動作、分向設施、事故型態、時間、當事人序、行動狀態、飲酒情形、年齡共 11 項變數。此外各事故嚴重度類別之樣本數，人員死亡或頭部受傷共 344 筆、人員受傷 2291 筆、未受傷 130 筆，應用多項式羅吉斯迴歸模式探討自行車事故嚴重程度與各影響因子之關聯。表 7 模式之卡方值為 250.275，自由度為 26，而機率  $p=0.000<0.01$ ，達統計顯著，因此拒絕虛無假設，表示自變數所提供之訊息有助於解釋事故嚴重度。而

皮爾森相關係數，其卡方 P 值為 0.272、離差之 P 值為 0.504，其值皆大於 0.1，表示模型配適良好。模式結果顯示，年齡、行動狀態、事故型態、當事人序、飲酒情形對於路口自行車事故嚴重度有顯著影響，下列將使用勝算比說明各變數對於嚴重度之影響與比較，如表 7。

表 7 路口事故肇事嚴重度模式適合度檢定與檢測結果彙整表

模型適合度							
		卡方統計量		Df	顯著性		
-2 對數概似		250.275		26	0.000		
Pearson 相關係數		273.427		260	0.272		
離差		259.131		260	0.504		
研究變數項目		人員死亡或頭部受傷			人員受傷		
		檢測估計值	顯著性	Exp(B)	檢測估計值	顯著性	Exp(B)
年齡	17 以下	-1.408	0.001	0.245	-0.572	0.100	0.564
	18-30	-1.868	0.000	0.154	-1.285	0.000	0.277
	31-40	-0.901	0.044	0.406	-0.415	0.299	0.660
	41-50	-0.464	0.289	0.629	-0.032	0.938	0.969
	51-64	-0.651	0.052	0.522	-0.290	0.353	0.749
	65 以上	0 <sup>b</sup>	.	.	0 <sup>b</sup>	.	.
行動狀態	直行	0.692	0.010	1.998	1.120	0.000	3.064
	左轉	-0.244	0.471	0.783	0.263	0.345	1.301
	右轉	0.594	0.327	1.810	0.929	0.083	2.532
	其他	0 <sup>b</sup>	.	.	0 <sup>b</sup>	.	.
事故型態	人與車	-16.255	0.000	8.717E-8	-15.639	0.000	1.615E-7
	車與車	-13.174	0.000	1.900E-6	-12.940	.	2.400E-6
	車本身	0 <sup>b</sup>	.	.	0 <sup>b</sup>	.	.
當事人序	第一當事人	-1.434	0.000	0.238	-1.517	0.000	0.219
	非第一當事人	0 <sup>b</sup>	.	.	0 <sup>b</sup>	.	.
飲酒情形	未酒駕	-0.511	0.063	0.600	-0.039	0.878	0.962
	酒駕	12.743	0.970	342235.6	12.151	0.971	189198.7
	無法檢測	0 <sup>b</sup>	.	.	0 <sup>b</sup>	.	.

### 1. 年齡對自行車事故嚴重度之影響

年齡以 65 歲以上做為參照組，表 7 可以發現年紀越大發生自行車事故致人員死亡或頭部受傷的勝算越高，特別是 51-64 歲之自行車騎士，另外 17 歲以下( $e^{\beta}=0.245$ )發生自行車事故致人員死亡或頭部受傷的勝算也比 18-30 歲( $e^{\beta}=0.154$ )為高。

### 2. 行動狀態對自行車事故嚴重度之影響

自行車騎士直行對於自行車事故致人員死亡或頭部受傷有顯著影響，其勝算比為 1.998，代表相較行動狀態為其他者而言，因自行車事故致人員死亡或頭部受傷的勝算高出 1.998 倍，而就造成人員受傷之自行車事故而言，直行及右轉為顯著之因素，但仍以直行之勝算為高，其勝算比分別為 3.064、2.532。



### 3. 事故型態對自行車事故嚴重度之影響

事故型態分為人與車、車與車、車本身 3 種類別，以車本身做為參照組。事故型態為人與車以及車與車對於自行車事故致人員死亡或受傷有顯著影響，於受傷嚴重度為死亡或頭部受傷中，人與車及車與車之勝算比分別為  $8.717E-8$  和  $1.900E-6$ ；而於受傷嚴重度為人員受傷之部份，人與車之勝算比為  $1.615E-7$ ，表示顯著項目人與車及車與車之勝算比較參照組車本身因自行車事故致人員受傷的勝算低出許多。

### 4. 當事人序對自行車事故嚴重度之影響

第一當事人對於人員死亡或頭部受傷及人員受傷都有顯著之影響，其勝算比分別為 0.238、0.219，說明第一當事人較非第一當事人因自行車事故致死或受傷之勝算為低，意即非第一當事人因自行車事故致死或受傷之勝算較高。

### 5. 飲酒情形對自行車事故嚴重度之影響

3 類別於路口模式皆不顯著，然仍可觀察到因酒駕發生行車事故造成死亡或受傷之勝算非常高，未酒駕發生的勝算則是相對低很多。

## 4.2.2 路段模式

透過卡方檢定篩選出候選自變數，其中於路段事故模式中，挑選出速限、路面鋪裝、視距、事故型態、當事人序、行動狀態、飲酒情形、年齡共 8 項變數。表 8 路段事故模式之卡方值為 52.971，自由度為 2，而機率  $p=0.000 < 0.01$ ，達統計顯著。皮爾森相關係數，其卡方 P 值為 0.176、離差之 P 值為 0.200，其值皆大於 0.1，表模型配適良好。

表 8 路段事故肇事嚴重度模式適合度檢定與檢測結果彙整表

模型適合度							
		卡方統計量		Df	顯著性		
-2 對數概似		52.971		2	0.000		
Pearson 相關係數		16.343		12	0.176		
離差		15.817		12	0.200		
研究變數項目		人員死亡或頭部受傷			人員受傷		
		檢測估計值	顯著性	Exp(B)	檢測估計值	顯著性	Exp(B)
當事人序	第一當事人	-1.435	0.000	.238	-1.573	0.000	0.207
	非第一當事人	0 <sup>b</sup>	.	.	0 <sup>b</sup>	.	.

此外各事故嚴重度類別樣本數，人員死亡或頭部受傷共 229 筆、人員受傷 1328 筆、未受傷 97 筆，應用多項式羅吉斯迴歸模式探討自行車事故嚴重程度與各影響因子之關聯。結果如表 8 顯示，在顯著水準 0.1 下，僅有當事人序對於路段自行車事故嚴重度有顯著影響。勝算比結果皆顯示第一當事人對於人員死亡或頭部受傷及人員受傷都有顯著影響，其勝算比分別

為 0.238、0.207，說明第一當事人較非第一當事人因自行車事故致死或受傷之勝算為低，意即非第一當事人因自行車事故致死或受傷之勝算較高。

### 4.3 不同事故型態之自行車肇事嚴重度模型

#### 4.3.1 車與車

卡方檢定篩選出速限、道路類型、事故位置、路面鋪裝、視距、號誌動作、月、時間、當事人序、行動狀態、飲酒情形、年齡等共 12 項候選自變數。就模型配適度而言，表 9 模式之卡方值為 212.963，自由度為 38，而機率  $p=0.000<0.01$ ，達統計顯著。皮爾森相關係數的卡方 P 值為 0.473、離差之 P 值為 1.000，其值皆大於 0.1，表示模型配適良好。此外各事故嚴重度類別之樣本數，人員死亡或頭部受傷共 566 筆、人員受傷 3650 筆、未受傷 199 筆，應用多項式羅吉斯迴歸模式探討自行車事故嚴重程度與各影響因子之關聯，模式結果表 9 顯示，年齡、行動狀態、速限、事故位置、視距、飲酒情形，對於車與車碰撞之自行車事故嚴重度有顯著影響。

##### 1. 年齡對自行車事故嚴重度之影響

年紀越大發生自行車事故致人員死亡受傷勝算越高，特別是 51-64 歲之自行車騎士，另可發現，不論受傷程度為死亡或頭部受傷或造成人員受傷之自行車事故中，17 歲以下發生的勝算皆比 18-30 歲為高。

##### 2. 行動狀態對自行車事故嚴重度之影響

自行車騎士直行對於自行車事故致人員死亡或受傷有顯著影響，其勝算比分別為 2.090、2.947，較行動狀態為其他者而言，因自行車事故致人員死亡或受傷之勝算為高，表示當自行車騎乘狀態為直行時，較容易因車與車碰撞之事故而造成死亡或受傷。此外，在受傷程度為死亡或頭部受傷之情形中，行動狀態為左轉亦為顯著值，其勝算比為 0.536，表示跟行動狀態為其他相比，其因車與車事故而造成死亡或頭部受傷之勝算較低。

##### 3. 事故位置對自行車事故嚴重度之影響

路口或路段不論對於人員死亡或頭部受傷及人員受傷都有顯著之影響，各類別勝算比於人員死亡或頭部受傷分別為 3.335、2.690；而於人員受傷之勝算比分別為 2.612、1.917，說明交岔路口及路段都較其他事故位置有較高致死或受傷之勝算，而兩者相比交岔路口又比路段的勝算為高。

##### 4. 視距對自行車事故嚴重度之影響

視距以視距良好做為參照組。結果顯示因彎道和建築物造成視距不良而發生之車與車碰撞之自行車事故致人員死亡或受傷之勝算相較於視距良好時高出許多。此外，因坡道造成視距不良時，不論於受傷嚴重度為死亡

表 9 車與車事故肇事嚴重度模式適合度檢定與檢測結果彙整表

		模型適合度					
		卡方統計量		Df	顯著性		
-2 對數概似		212.963		38	0.000		
Pearson 相關係數		701.871		700	0.473		
離差		577.157		700	1.000		
研究變數項目		人員死亡或頭部受傷			人員受傷		
		檢測估計值	顯著性	Exp(B)	檢測估計值	顯著性	Exp(B)
年齡	17 以下	-1.415	0.000	0.243	-0.889	0.001	0.411
	18-30	-1.890	0.000	0.151	-1.336	0.000	0.263
	31-40	-1.370	0.000	0.254	-0.850	0.003	0.427
	41-50	-0.904	0.004	0.405	-0.293	0.307	0.746
	51-64	-0.616	0.018	0.540	-0.171	0.480	0.843
	65 以上	0 <sup>b</sup>	.	.	0 <sup>b</sup>	.	.
行動狀態	直行	0.737	0.000	2.090	1.081	0.000	2.947
	左轉	-0.623	0.027	0.536	-0.123	0.589	0.885
	右轉	0.030	0.952	1.031	0.318	0.458	1.374
	其他	0 <sup>b</sup>	.	.	0 <sup>b</sup>	.	.
速限	<=30	-0.277	0.763	0.758	0.258	0.740	1.294
	>30, <=50	0.489	0.579	1.631	0.554	0.461	1.740
	>50	0 <sup>b</sup>	.	.	0 <sup>b</sup>	.	.
事故位置	交岔路口	1.204	0.001	3.335	0.960	0.001	2.612
	路段	0.990	0.009	2.690	0.651	0.026	1.917
	其他	0 <sup>b</sup>	.	.	0 <sup>b</sup>	.	.
視距	彎道	19.278	0.000	2.358E8	18.644	.	1.250E8
	坡道	-2.083	0.022	0.125	-2.427	0.000	0.088
	建築物	19.374	0.000	2.595E8	18.250	.	8.428E7
	路上停放車輛	-1.067	0.141	0.344	-0.245	0.646	0.783
	其他	-0.883	0.026	0.413	-0.504	0.102	0.604
飲酒情形	良好	0 <sup>b</sup>	.	.	0 <sup>b</sup>	.	.
	未酒駕	-0.425	0.047	0.654	0.005	0.979	1.005
	酒駕	1.604	0.128	4.970	1.020	0.323	2.773
	無法檢測	0 <sup>b</sup>	.	.	0 <sup>b</sup>	.	.

或造成頭部受傷，或是造成人員受傷之情況之勝算皆低於視距良好時，其勝算比分別為 0.125、0.088。

#### 5. 飲酒情形對自行車事故嚴重度之影響

3 類別中皆僅有未酒駕對於人員死亡或頭部受傷有顯著影響，其勝算比為 0.645，說明未酒駕騎乘自行車而發生車與車碰撞之自行車事故致死或頭部受傷之勝算較無法檢測者為低。

#### 4.3.2 車本身

車本身模式僅挑選當事人序為候選自變數，其中各事故嚴重度類別之樣本數，人員死亡或頭部受傷共 23 筆、人員受傷 85 筆、未受傷 1 筆。表

10 顯示模式之卡方值為 4.563，自由度為 2，而機率  $p=0.102>0.01$ ，未達統計顯著，因此接受虛無假設，表示自變數所提供之訊息無助於解釋事故嚴重度。而皮爾森相關係數與離差皆不顯著表示模型配適不良，故不予討論。

表 10 車本身事故肇事嚴重度模式適合度檢定與檢測結果彙整表

模型適合度							
		卡方統計量		Df	顯著性		
-2 對數概似		4.563		2	0.102		
Pearson 相關係數		0.000		0	-		
離差		0.000		0	-		
研究變數項目		人員死亡或頭部受傷			人員受傷		
		檢測估計值	顯著性	Exp(B)	檢測估計值	顯著性	Exp(B)
當事人序	第一當事人	18.722	0.000	1.352E8	18.505	.	1.088E8
	非第一當事人	0 <sup>b</sup>	.	.	0 <sup>b</sup>	.	.

#### 4.4 模型結果分析

針對整體事故、不同空間和不同事故型態之自行車事故進行肇事嚴重度之模型建構。依照 3 種不同分類，分別建構 5 種模型，其中除事故型態為車本身自撞模式的卡方統計機率不顯著外，其餘包括整體事故、路口、路段、車與車碰撞等 4 種模式皆達統計顯著，表示模式自變數對因變數具顯著解釋能力。而其中，顯著變數主要可分為道路、環境與人等因素，可用勝算比概念探討於不同空間或事故型態中各影響因子所造成之影響如下：

##### 1. 道路因素

於整體事故模式與車與車碰撞模式的結果中，可以發現事故位置為路口或是路段皆為造成自行車騎士因事故死亡或受傷之顯著因素，而其中於整體事故模式中導致自行車騎士死亡或是頭部受傷相較於參照組之勝算比於交岔路口為 3.273，於路段為 2.712；而在造成人員受傷之情形下，交岔路口之勝算比為 3.355，於路段為 2.442。在車與車碰撞模式中，導致自行車騎士死亡或是頭部受傷相較於參照組之勝算比於交岔路口為 3.335，於路段為 2.690；而在造成人員受傷之情形下，交岔路口之勝算比為 2.612，於路段為 1.917，由此可看出路口及路段皆較參照組發生致死或受傷之自行車事故勝算為高，而其中交岔路口相較於路段發生的勝算又更高，可見路口對於自行車而言為相當危險之地點，此和過去多數之文獻結果相符，因此在街道路口的設計上，應考量自行車之騎乘特性，給予自行車最安全的街道環境。

此外，過去研究亦提到時速越高，自行車騎士發生事故的機率越高(Kim *et al.*, 2007)，然從本研究自行車肇事嚴重度之整體模式中，雖速限非顯著之變數，但仍可以看出時速 30-50 公里發生自行車事故致死或受傷之勝算較時速小於 30 公里為高，然與參照組時速高於 50 公里相比，不論是時速小於

30 或是時速 30-50 公里發生事故之勝算皆較參照組高，因目前臺北市道路速限大多設定為不超過 50 公里。

## 2.環境因素

車與車碰撞之模式中可以看出視距對於受傷嚴重度為顯著之因素，其中因彎道或建物而造成視距不良，皆會使自行車因事故發生死亡或受傷之勝算大幅提高，從模式結果，因彎道和建築物致騎士死亡或頭部受傷相較於參照組視距良好之勝算比分別為 2.358E8 和 2.595E8；而造成騎士受傷之勝算比為 1.250E8 和 0.842E8，相對於參照組視距良好，視距不良對於自行車而言，造成死亡或受傷之自行車事故勝算高出相當多，過去同樣有研究指出彎道降低機動車輛駕駛與自行車騎士之可視性，因此顯著增加自行車事故致死或受傷率(Kim *et al.*, 2007)。

此外，當於出現坡道而產生視距不良之情況時，根據模式之結果得知，造成人員死亡或頭部受傷之勝算比為 0.125，而造成人員受傷之勝算比為 0.088，由此可知因坡道造成視距不良，造成騎士死亡或受傷之勝算較視距良好時之勝算更低，惟交通事故調查報告表中，僅有記載坡道之選項，而無法從表中得知對於事故當事人而言，究竟為上坡或是下坡路段。

## 3.人為因素

整體事故、路口、路段與車本身等 4 個模式中皆可發現，若自行車騎士非第一當事人，較容易因自行車事故而發生死亡或受傷之情形。

該結果反映員警進行事故當事人排序時，所依循「肇責重或受傷害輕者，為第一當事人」的規則。

在路口模式與車與車碰撞模式中皆可發現年齡為一顯著因素，且年紀越大越容易因自行車事故致死或受傷，另 17 歲以下之騎士則是較 18-30 歲之騎士因自行車事故致死或受傷之勝算為高，而在過去文獻中亦針對 1999 年至 2009 年之交通事故進行分析，結果顯示自行車事故以未成年(0-17 歲)居多，但年長者(大於 65 歲)的受傷程度較嚴重(盧建中，2010)。

而酒駕對於騎乘自行車致死或受傷的風險增加亦有關，過去即有研究指出，相對於血液酒精濃度 $<0.02$  g/dL 而言，血液酒精濃度 $>0.02$  g/dL 之騎士因事故致死或受傷之機率是其 5.6 倍，而血液酒精濃度 $>0.08$  g/dL 之騎士因事故致死或受傷之機率則是其 20.2 倍(Li *et al.*, 2001)。而本研究於自行車肇事嚴重度模式中顯示飲酒情形對於整體事故模式和車與車碰撞模式皆為顯著之因素之一，於整體模式中，酒駕對於肇事嚴重度為人員死亡或頭部受傷及人員受傷有顯著之影響，其勝算比分別為 10.553、6.674，說明酒駕騎乘自行車發生事故致死或受傷之勝算較參照組無法檢測者高出許多，而其中因事故而發生死亡或頭部受傷之情形又較一般之人員受傷之勝算為高。而於車與車碰撞之模式中，僅有未酒駕對於自行車肇事嚴重車為人員死亡

或頭部受傷有顯著之影響，其勝算比為 0.645，說明未酒駕騎乘自行車相較於參照組無法檢測者因事故發生死亡或頭部受傷之勝算為 0.645 倍。

就自行車騎士之行動狀態而言，直行對於整體事故模式和路口模式皆為造成因自行車事故發生死亡或受傷增加勝算之顯著之因素。而當自行車騎士右轉時，於路口模式中亦顯示因自行車事故而造成騎士受傷之勝算增加為顯著之因素，其勝算比為 2.532。另當自行車騎士左轉，則是於車與車模式顯示在受傷程度為死亡或頭部受傷之情形中為顯著值，其勝算比為 0.536，表示跟行動狀態為其他相比，其因車與車事故而造成死亡或頭部受傷之勝算較低。

## 五、結論與建議

本研究係以臺北市自行車事故作為研究標的，首先透過文獻蒐集、國外相關案例找出自行車事故嚴重度之影響因素。而後透過多元羅吉斯特迴歸模型建構自行車肇事嚴重度模型，並將資料區分為整體事故資料、不同空間和不同事故型態三類，以瞭解個別自行車事故類型影響肇事嚴重度之顯著因素。本章節首先根據本研究之文獻回顧以及模型實證結果進行歸納，列出本研究主要結論，第二節則針對相關單位及後續研究提出建議。

### 5.1 結論

1. 道路因素中事故位置為路口及路段對於自行車事故皆有顯著影響，而又以路口更為嚴重

透過文獻回顧可知自行車事故多發生於交岔路口，而本研究透過實證研究發現，於整體事故模式和車與車碰撞模式中自行車事故位置為路口或路段皆為造成自行車騎士因事故死亡或受傷之顯著因素，但其中於路口發生自行車事故相較於路段而言，於路口因事故致死或受傷之勝算更為高，由此可知，路口對於自行車而言是風險較高之環境。交通管理政策上，路口增設自行車穿越設施、轉向設施；路段則以人行道與自行車道銜接順平、障礙物移除以及鋪面改善，此外可增設自行車道進行路網串連，提升自行車於道路之安全。

2. 環境因素中因彎道、坡道或建物造成視距不良對於自行車事故嚴重度有顯著影響

根據車與車碰撞模式之實證結果發現，自行車事故因彎道和建築物造成視距不良致死或受傷有顯著之關係，且其相較於視距良好所發生自行車事故致死或受傷之勝算高出相當多，但當因出現坡道而致視距不良，相較

視距良好時，發生自行車事故致死或受傷之勝算為低。由此可知，街道上之環境、都市設計之元素等致視距不良，對於自行車騎乘安全有相當之影響性。交通管理政策上，建議於建置自行車騎乘環境或街道時，應考量安全視距，特別是容易產生衝突的地區；重新檢視並改善現有視距不良之環境，增加騎士與駕駛可視性。

### 3.人的因素中年齡、酒駕、行動狀態為自行車事故嚴重度之顯著因素

幾乎於所有模式中皆可發現，若自行車騎士非第一當事人，較容易因自行車事故而發生死亡或受傷之情形。對照警察以「責重害輕」排序當事人的做法，正可支持本研究之結果。

透過實證研究發現年齡在路口模式和車與車碰撞模式中為顯著之因素，其中在18歲以上之年齡層有年紀越大因自行車事故致死或受傷之勝算越高之趨勢，而17歲以下則是較18-30歲之騎士發生自行車事故致死或受傷之勝算為高。

而在整體模式中飲酒情形為酒駕為顯著因素之一，實證結果發現酒駕的自行車騎士，相較於參照組因自行車事故致死或受傷之勝算高出相當多，而其中酒駕事故致死的勝算又較受傷者為高。而在車與車碰撞模式的實證結果顯示，飲酒情形為未酒駕者因事故致死或受傷之勝算較參照組為低。因此，結果說明酒駕對自行車事故而言風險較高。

就整體事故模式和路口模式皆顯示行動狀態為直行乃是自行車事故致死或受傷之顯著因素，此外在路口模式中，行動狀態為右轉亦是顯著之因素，且不論直行或右轉所造成死亡或受傷之勝算皆較參照組其他為高。然而於車與車模式結果顯示，自行車行動狀態為左轉時為顯著因素，且其致死或受傷之勝算較參照組為低，綜合以上可發現當自行車行動狀態為直行或右轉時，對於自行車而言風險較高。

交通管理政策上，可從自行車安全教育扎根，教導正確自行車騎乘觀念及自行車相關法規。並透過如完整街道計畫(complete streets)、無車日(car free day)與開放街道計畫(open streets project)等自行車推廣活動計畫，重新思考自行車定位。自行車酒駕部分也應訂定完整自行車法令規範，提高自行車酒駕罰鍰規定以達嚇阻效果。

## 5.2 建議

### 5.2.1 實務應用建議

本研究模型建構時，僅依據道路交通事故調查報告表(一)、表(二)作為主要研究範圍，然該表所能提供之資訊有限，因而在實證模型的部分變數

受限，因此本研究依據研究過程中應用道路交通事故調查報告表之困境提出以下建議：

- 1.表中並無標明自行車道的有無和型式。
- 2.表中並無顯示是否有自行車專用號誌等。
- 3.道路型態中之坡路，可考慮細分為上坡路段及下坡路段。
- 4.表中部分項目之主體多以汽、機車為主而不包含自行車，因此於選項中僅能列入其他。

因道路交通事故調查報告表對於自行車相關之選項不足，致無法更深入瞭解相關因素對於肇事嚴重度之影響。因此，後續研究可從多方管道蒐集相關變數進行深入之探討，以釐清影響自行車事故之因素。而相關單位可針對道路交通事故調查報告表加入自行車相關之選項進行修訂，以呈現更為完整之事故現場作為後續肇事分析，提供後續進行改善工程、研擬改善對策、減少交通事故發生，達到增加交通安全之目的。

## 5.2.2 未來研究方向

### 1.情境模擬分析

可針對不同形式的設施或是特定地點，進行相關設施之騎乘情境模擬分析，以瞭解行為人於各類自行車設施如道路標誌、標線和號誌變換時之反應，或是於不良天候下騎乘時之狀況等。透過情境模擬有效瞭解設施增設或於特定地點之街道改善後自行車騎士及相關駕駛人在實際狀況下所做出之反應。

### 2.效益分析

分析各設施所帶來之效益與影響，大幅減少或避免上路後交通事故之發生，進而降低交通事故發生率，提升自行車之騎乘安全，以提供相關單位進行改善時之參考。

## 參考文獻

- 交通部運輸研究所(2003)，易肇事地點改善作業手冊之研訂。
- 交通部統計處(2014)，民眾日常使用運具狀況調查，擷取日期：2015年6月10日，網站：[www.motc.gov.tw](http://www.motc.gov.tw)。
- 李冠霖(2010)，自行車騎士外觀對機車超越淨距之影響，交通大學運輸與物流管理學系碩士論文。
- 李曉青(2011)，臺北市自行車道自行車意外事故型態調查研究，臺北護理健康大學碩士論文。



- 林豐福、喻世祥(2004)，腳踏車肇事特性分析及因應措施，交通部運輸研究所出版。
- 馮卓超(2003)，輕微頭部外傷病患之流行病學研究分析，臺北醫學大學傷害防治學研究所碩士論文。
- 黃碧芬(2010)，自行車事故特性之研究—以臺中市為例，逢甲大學運輸科技與管理學系碩士論文。
- 葉純志(2008)，「民眾使用自行車非致死肇事風險估計模式之建立與影響因子之研究」，*運輸學刊*，第 20 卷第 1 期，頁 71-90。
- 潘昭宇、李先、陳燕凌、李偉(2010)，「北京市步行、自行車交通系統改善對策」，*城市交通*，第 8 卷第 1 期，頁 54-73。
- 盧建中(2010)，急診室自行車與交通事故探討，亞洲大學健康產業管理學系碩士論文。
- Aultman-Hall, L. and Adams, M. F. (1998), "Sidewalk Bicycling Safety Issues," *Transportation Research Record, No.1636*, pp. 71-76.
- Bíl, M., Bílová, M. , and Müller, I. (2010), "Critical Factors in Fatal Collisions of Adult Cyclists with Automobiles," *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 42, pp. 1632-1636.
- Carter, D. L., Hunter, W. W., Zegeer, C. V., Stewart, J. R., and Huang, H. F. (2006), "Pedestrian and Bicyclist Intersection Safety Indices, Final Report. "FHWA-HRT-06-125.
- Chen, D. and Fuller, D. (2014), "Analyzing Road Surface Conditions, Collision Time, and Road Structural Factors Associated with Bicycle Collisions from 2000 to 2010 in Saskatoon, Saskatchewan" , *Journal of Transport & Health*, Vol. 1, No. 1, pp. 40-44.
- Doherty, S. T., Aultman-Hall, L., and Swaynos, J. (2000), "Commuter Cyclist Accident Patterns in Toronto and Ottawa," *Journal of Transportation Engineering*, Vol. 126, No. 1, pp. 21-26.
- Hoque, M. M. (2002), "An Analysis of Fatal Bicycle Accidents in Victoria (Australia) with a Special Reference to Nighttime Accidents," *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 10, pp. 1-11.
- Kim, J. K., Kim, S., Ulfarsson, G. F. , and Porrello, L. A. (2007), "Bicyclist Injury Severities in Bicycle – Motor Vehicle Accidents," *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 39, pp. 238-251.

- Klop, J. R. and Khattak, A. J. (1999), "Factors Influencing Bicycle Crash Severity on Two-Lane, Undivided Roadways in North Carolina," *Transportation Research Record*, Vol. 1674, pp. 78-85.
- LeBlanc, J. C., Beattie, T. L. , and Culligan, C.(2002), "Effect of Legislation on The Use of Bicycle Helmets," *Canadian Medical Association Journal*, Vol. 166, No. 5, pp.592-595.
- Li, G, Baker, S. P., Smialek, J. E., and Soderstrom, C. A. (2001), " Use of Alcohol as a Risk Factor for Bicycling Injury," *The Journal of the American Medical Association*, Vol. 285, No. 7, pp. 893-896.
- Moritz, W. (1998), "Adult Bicyclists in the United States Characteristics and Riding Experience in 1996," *Transportation Research Record*, Vol. 1636, pp. 1-7.
- Räsänen M. and Summala, H. (1998), "Attention and Expectation Problems in Bicycle - Car Collisions: an in-depth Study," *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 30, No. 5, pp. 657-666.
- Rodgers, G. B. (1997), "Factors Associated with the Crash Risk of Adult Bicyclists," *Journal of Safety Research*, Vol. 28 ,No. 4,pp. 233-241.
- Stone, M. and Broughton, J. (2003), "Getting off Your Bike : Cycling Accidents in Great Britain in 1990 - 1999," *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 35, No. 4, pp. 549-556.
- Wachtel, A. and Lewiston, D. (1994), "Risk Factors for Bicycle-Motor Vehicle Collisions at Intersections," *Journal of the Institute of Transportation Engineers*, Vol. 64, No. 9, pp. 30-35.
- Yan, X., Ma, M., Huang, H., Abdel-Aty, M., and Wu, C. (2011), "Motor Vehicle- Bicycle Crashes in Beijing: Irregular Maneuvers, Crash Patterns, and Injury Severity," *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 43, pp. 1751-1758.
- YouBike(2015), 營運資訊，擷取日期：2015 年 6 月 15 日，網站：  
<http://www.youbike.com.tw/>。
- (收稿 104/11/22，第一次修改 105/3/9，第二次修改 105/4/15，第三次修改 105/5/25，接受 105/6/17，定稿 105/10/31)