

新竹市交通事故之空間特性關聯分析

蘇昭銘 Su-JauMing¹
何文基 Ho-WenChi²
陳俐榮 Chen-Li Rong³
陳允中 Chen-Yun Chung³
劉時勳 Liu Shih Hsun³

摘 要

道路交通事故所產生的各項社會與經濟問題日趨被受到重視，聯合國世界衛生組織在 2011 年即推動「2011-2020 道路安全行動十年計畫」，期望在十年間減少 500 萬因道路交通事故而死亡的民眾，因此如何有效降低交通事故已為一受世界各國所矚目之課題。目前內政部警政署近年來已建置道路交通事故資料 E 化系統，完整記錄交通事故之完整電子資料庫，在道安會報的相關管考機制中，也逐月統計事故發生原因及各項基本特性，但對於交通事故與人口密度、收入或道路分類等其他空間特性資料之關聯性探討則較為缺乏，致使目前大都僅能藉由事後之改善作業降低肇事率，而較無法提供事前之充分預防。本研究旨在利用空間統計技術，整合道路使用特性、社會經濟特性等跨領域資料庫，利用新竹市交通事故資料為例進行探索性研究，運用地理資訊系統、空間關聯性分析技術及統計分析軟體，整合全市 120 個里的道路特性、社會經濟特性等資料，探討交通事故發生地點或時間與空間屬性之關聯性。研究結果顯示：大專院校附近之區域、人口較多地區、高齡人口比例較多、鄉道比例較高地區的肇事嚴重度指標均較高，該結果除可作為新竹市道安會報研擬預防措施之參考外，亦可針對事故率較高之里別進行必要之交通安全宣導，以期能有效降低交通事故所帶來之傷亡。

關鍵字：交通安全、肇事事故、空間統計

一、前 言

新竹市目前平均家戶可支配所得為 113.3 萬元，為台灣第二高之縣市，人口總數約 43 萬人，總面積 104 平方公里，截至 103 年 5 月之汽車登記數為 14.4 萬輛、機車登記數為 26.3 萬輛，依據行政院環境保護署之資料(2014)顯示新竹市之汽機車車輛密度分別為為每平方公里 1,379.4 輛及 2,521.6 輛，均高居全國第三名。新竹市雖然腹地不大，但因為民眾所得較高，致使機動車輛密度較其他縣市為高。依據新竹市警察局提供之資料顯示，民國 101 年交

¹ 中華大學運輸科技與物流管理學系教授兼管理學院院長（電話：03-5186587，E-mail：jmingsu@chu.edu.tw）。

² 中華大學科技管理博士學位學程博士候選人。

³ 中華大學運輸科技與物流管理學系四年級學生。

通事故總件數為 12,128 件，A1 及 A2 事件五千餘件，依據內政部警政署之統計資料顯示：雖然新竹市 A1 及 A2 事件之總件數約為全國第 12 名，但每萬輛車之 A1 及 A2 事件數達 135.94 件，為全國之第 5 名。雖然新竹市政府積極從工程、教育、執法等多方面執行各項交通安全策進作為，但在各項策略之研擬過程中卻一直缺乏完整之交通意外事故空間分析，以至於目前僅能夠公布十大易肇事路段/路口，無法了解何種空間條件下較容易發生交通意外事故，較值得主管機關加以重視。本研究旨在以新竹市的 120 個里為空間分析單元，除將 101 年之交通事故資料利用地理資訊系統取得空間座標外，同時考量各項道路、人口屬性資料，利用空間統計分析方法，探討交通事故與空間因子之關聯性，以提升交通安全策進作為之決策品質。

二、文獻回顧

本研究主要在以空間分析單元為基礎，探討交通意外事故與各單元社經變數之關聯性，近年來已有 Levine 等人(1995)、Valverde 及 Jvovanis(2005)、Traynor(2007)、陳一昌等人(2010)均曾針對地區之肇事與空間因子之關聯性進行研究，其中陳一昌等人(2010)之研究僅提出觀念性架構。故在文獻回顧中，須了解相關文獻中如何衡量一個地區之交通事故嚴重性及所納入考量之分析因子，後續茲分別就此兩類型指標分子加以說明：

1. 交通意外事故指標：衡量一個地區之交通意外事故嚴重性除之死亡人數、受傷人數或事件數外，尚包括下列兩種事故指標：
 - (1) 單位里程交通事故次數：Valverde 及 Jvovanis(2005)曾採用致命意外頻率、傷害意外頻率、致命與傷害頻率等三個分層與每日車輛行駛里程數作為地區交通事故之衡量指標。
 - (2) 嚴重性指標：陳一昌等人(2010)之分析中，則依據肇事嚴重性提出事故嚴重指標，該指標為總肇事次數、肇事受傷人數與肇事死亡人數之加權平均，其中三個因子之權重分別為 1、3.5 與 9.5。
2. 社經與環境指標：
 - (1) 人口特性：在人口空間分析指標方面，Valverde 及 Jvovanis(2005)曾採用各行政區 0-15 歲、15-24 歲、25-65 歲及 65 歲等四個年齡分層之人口數探討與交通事故之關聯性；Traynor(2007)曾運用行政區平均每年縣人口密度的自然對數作為交通事故空間分析模式之解釋變數。
 - (2) 門牌位置：陳一昌等人(2010)之研究中曾指出一個地區之交通事故嚴重性可能跟地區之門牌數多寡有關，但並未進行實證分析。
 - (3) 所得收入：Traynor(2007)曾以探討一個地區平均收入作為與交通事故關聯性分析之空間分析指標。
 - (4) 車輛持有：Levine 等人(1995)曾採用探討一個地區不同車輛持有情形與交通事故之關聯性。

- (5) 交通屬性：Levine 等人(1995)曾以地區交通量及平均每日之車公里數為空間分析指標；Valverde 及 Jvovanis(2005)曾採用每日車輛行駛公路里程數探討與交通事故之關聯性；Traynor(2007)則以高速公路駕駛平均行駛里程數作為交通屬性之衡量基準。
- (6) 氣候條件：Valverde 及 Jvovanis(2005)研究中則將平均降雨量、降雪量及平均降雨、降雪天數等環境因素納入考慮，但分析結果仍以「人為因素」最為關鍵，依序才為「環境因素」。
- (7) 就業特性：Levine 等人(1995)之研究中認為一個地區之就業人口比率之多寡將會影響事故資料，發現就業人口比例越高，交通事故指標也越高。

綜合前述探討，可發現結合地理資訊系統技術進行地區之交通意外事故嚴重性分析，並針對各地區之社經或環境因素進行探討已日益受到重視，茲將各文獻所採用之事故指標及空間指標彙整如表 1 所示，由表中資料可發現每一篇研究所考量之指標均有所不同。本研究在將資料取得可行性納入分析後，發現目前並無法取得以里為單元之所得、車輛持有、交通屬性、就業特性及氣候條件等資料，故在後續研究終將僅就人口特性、道路等級等層面進行分析。

表 1 空間分析指標彙整表

作者	Valverde & Jovanis	Traynor	Levine 等人	陳一昌等人	
分析地區	美國	美國	美國	台灣	
事故指標	事故發生頻率	死亡率	死傷事故件數	嚴重性綜合指標	
空間分析指標	人口特性	○	X	○	X
	門牌位置	X	X	X	△
	所得收入	X	○	X	X
	道路等級	○	○	X	X
	車輛持有	X	X	○	X
	交通屬性	X	X	○	X
	氣候條件	○	X	X	X
	就業特性	X	X	○	X
備註：○：納入分析；△：僅探討未分析；X：未分析。					

資料來源：本研究整理

三、空間特性分析

本研究針對新竹市民國 101 年警察局所登記之 12,128 件交通事外事故進行進一步之空間分析，其中北區 3,460 件、東區 6,904 件、香山區為 1,764 件。

若將各交通事故依據：(1)人與汽機車、(2)車與車及(3)汽機車本身等三種類別之肇事型態加以區分，可彙整出如圖 1 之統計圖，在人與汽機車中、以穿越車道路中發生肇事比例最高，達 67%；車與車類型中，以側撞事故居多，達 45%；在汽機車本身類型中，則以路上翻車摔倒比例最高，達 59%。

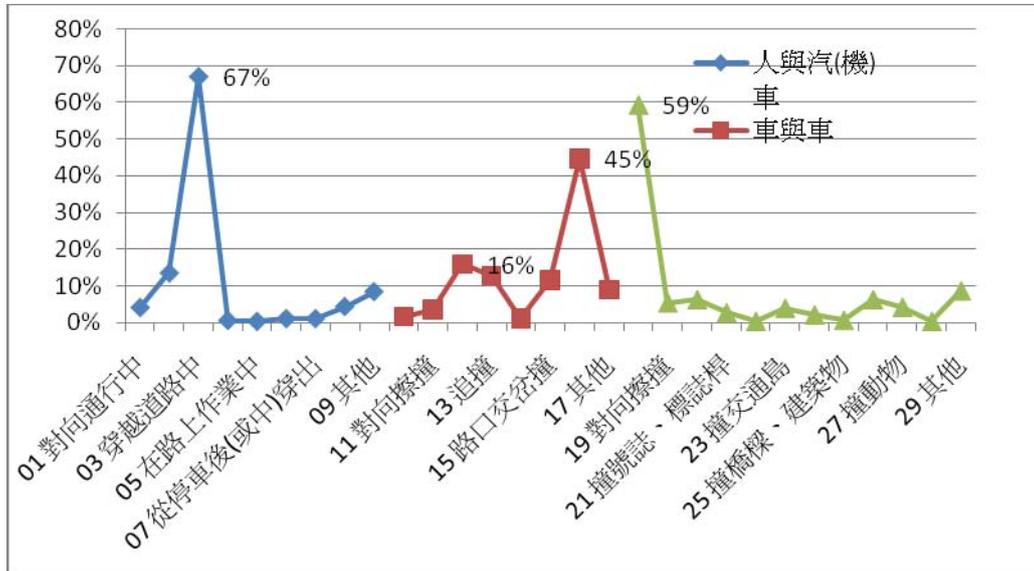


圖 1 不同肇事型態發生比例統計圖

若將交通事故發生之道路依據交通部運輸研究所路網數值圖之道路等級分類，不同等級道路之交通事故發生比例如圖 2 所示，其中以市區街道發生之件數最多，佔總件數之 38.92%；其次為市區街道中巷弄、鄉道共線及縣道共線等類型道路，分別佔 18.03%、15.13%及 14.10%。

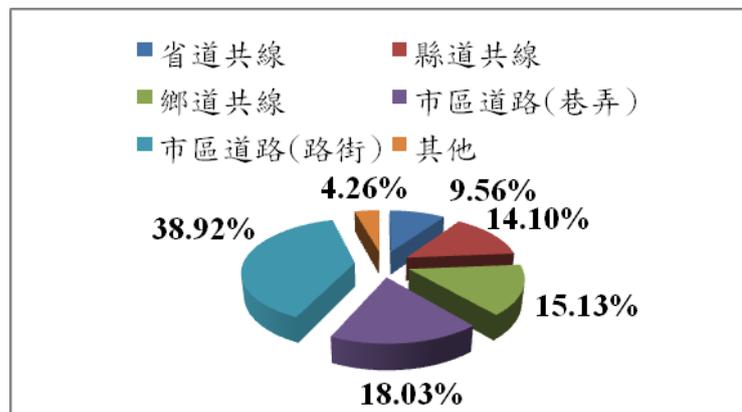


圖 2 不同等級道路發生交通事故比例

若將三個行政區之土地面積與人口數加以比較，從表 2 之資料可發現每千人之事故數以東區最高，為 33.52 件，北區及香山區則均約在 23 件左右；但若從每平方公里之事件數加以探討，則發現以北區之 219.96 件最高，其次為東區的 205.60 件，香山區則因為幅員廣大，每平方公里之事件數僅有 32.16 件。若將各事故發生地點與各里行政區界加以區分，新竹市之 120 個里中，

發生交通意外事件數最多的前十名資料可整理如表 3 所示，此十個里中總計發生 2,952 件事故，約占全市之 24.34%，其中埔頂里、民富里及光明里為前 3 名，分別為 427 件、332 件及 327 件；若從每千人事故數加以區分，埔頂里之平均每千人事件數達 99.14 件，該里發生之交通事故中，雖無 A1 類車禍，但 A2 類車禍總計造成 139 人受傷；若以交通事故傷亡人數加以統計，則以民富里最為嚴重，總計造成 1 人死亡、180 人受傷。

表 2 新竹市各行政區交通事故彙整表

項目 行政區	事件數 (件)	人口數 (人)	面積 (平方公里)	每千人 事件數	每平方公里 事件數
北 區	3,460	148,310	15.73	23.33	219.96
東 區	6,904	205,954	33.58	33.52	205.60
香 山 區	1,764	76,031	54.85	23.20	32.16
總 計	12,128	430,295	104.16	28.19	116.44

表 3 交通事故件數前十名里別彙整表

里別	事件數 (件)	人口數 (人)	每千人事件數
埔頂里	427	4,307	99.14
民富里	332	6,002	55.31
光明里	327	4,127	79.23
前溪里	300	3,721	80.62
三民里	294	6,341	46.36
金山里	291	6,557	44.38
復興里	281	6,749	41.64
綠水里	251	9,051	27.73
新莊里	227	11,036	20.57
復中里	222	5,922	37.49

埔頂里位於新竹市之東北方，區內包含公道五埔頂路等重要道路，並有中山高速公路公道五路交流道，同時鄰近光復路及慈雲路等兩條進出新竹科學園區重要道路（如圖 3 所示），平日交通量大，且有許多巷道為科學園區上班族之替代道路，故發生交通事故件數為新竹市之首；民富里位於新竹市之舊城區邊緣，區內之經國路為台一線省道（如圖 4 所示），為新竹市民眾往頭份鎮、竹南鎮或竹北市等地區之平面重要幹道，平日交通量極大，加上沿線違規停車嚴重，區內之巷道亦有許多無號誌化路口，故為新竹市發生 A1 與 A2 事故件數最多之里。

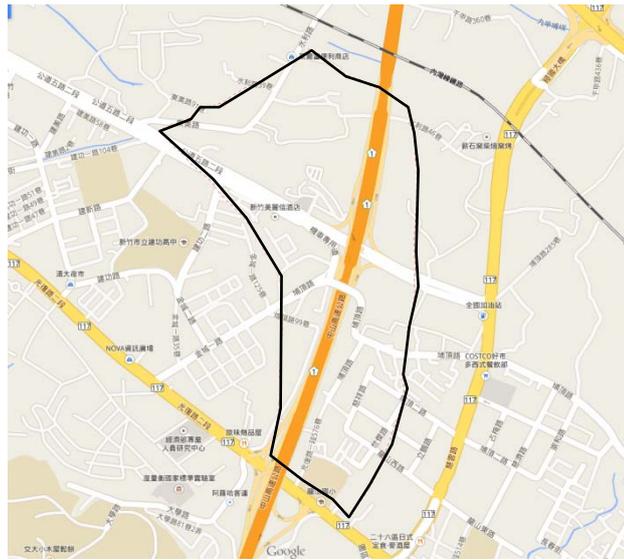


圖 3 新竹市埔頂里道路分布圖



圖 4 新竹市民富里道路分布圖

另為進一步了解各里交通事故資料與各里空間資料之關聯性，本研究分別以事故受傷人數、事故件數及依據陳一昌等人(2010)之事故嚴重度指標，利用逐步迴歸分析法(Stepwise Regression)進行分析，其中事故嚴重度指標(ETAN)之計算公式如式(1)所示，式中之(F)為死亡人數、(J)為受傷人數，(TAN)則為總交通事故件數

$$ETAN=9.5 * F + 3.5 * J + TAN \quad (1)$$

依據前述文獻分析結果，本研究在逐步迴歸分析中之候選解釋變數，總計可區分為下列三類：

1. 人口類別變數：

- (1) 人口數 (千人)。

- (2) 0-14 歲人口數 (千人)。
- (3) 0-14 歲人口比例(%)。
- (4) 14-65 歲人口數 (千人)。
- (5) 14-65 歲人口比例(%)。
- (6) 65 歲以上高齡人口數 (千人)。
- (7) 65 歲以上高齡人口比例(%)。
- (8) 人口密度 (人/平方公里)。

2. 道路等級類別變數：

- (1) 不同道路等級長度 (公里)：道路等級之分類，在扣除高速公路及快速道路後，區分為省道 (含共線)、縣道 (含共線)、鄉道 (含共線)、市區道路及其他道路等類型。
- (2) 不同道路等級比例(%)。
- (3) 每千人享有道路長度 (公里/人)。
- (4) 每平方公里之道路長度 (公里/平方公里)。

3. 其他類別變數：

- (1) 土地面積 (平方公里)。
- (2) 是否有大專院校校門之二元變數：若該里有涵蓋大專院校之出入口，則為 1；若無，則為 0。目前新竹地區總計有：國立交通大學、國立清華大學、國立新竹教育大學、中華大學、玄奘大學及元培醫事科技大學等六所大專院校。

經分別以事故受傷人數、事故件數及事故嚴重度為被解釋變數，前述 22 項候選解釋變數，利用逐步迴歸之分析結果如表 4 所示，茲就三個模式分別說明如下：

1. 模式一：該模式以事故受傷人數為被解釋變數，逐步迴歸分析法所篩選解釋變數分別為人口數、高齡人口比例、鄉道比例及是否有大專院校等四項，模式之調整 R² 值為 0.75，其整體 F 檢定值、Durbin-Watson 檢定值及各解釋變數之 t 檢定值亦均顯著，顯示該模式具有優良之解釋能力。四個解釋變數之係數值均為正值，表示人口數越多、高齡人口比例越高、鄉道比例越高或區內有大專院校之里別，其事故受傷人數也越多。
2. 模式二：該模式以事故件數為被解釋變數，逐步迴歸分析法所篩選解釋變數分別為人口數、高齡人口比例等兩項，模式之調整 R² 值為 0.67，其整體 F 檢定值、Durbin-Watson 檢定值及各解釋變數之 t 檢定值亦均顯著，顯示該模式具有優良之解釋能力。兩個解釋變數之係數值均為正值，表示人口數越多、高齡人口比例越高，其發生事故之件數也越多。
3. 模式三：該模式以事故嚴重度為被解釋變數，逐步迴歸分析法所篩選解釋變數分別為人口數、高齡人口比例、鄉道比例及是否有大專院校等四

項，模式之調整 R² 值為 0.72，其整體 F 檢定值、Durbin-Watson 檢定值及各解釋變數之 t 檢定值亦均顯著，顯示該模式具有優良之解釋能力。四個解釋變數之係數值均為正值，表示人口數越多、高齡人口比例越高、鄉道比例越高或區內有大專院校之里別，其發生事故之嚴重度也越高。

表 4 各迴歸模式分析結果彙整表

區分		模式一	模式二	模式三
被解釋變數		事故受傷人數	事故件數	事故嚴重度
解釋變數係數值	人口數(千人)	8.48 (8.57)*	18.31 (8.78)	47.53 (8.70)
	高齡人口比例(%)	1.10 (2.92)	2.85 (3.87)*	6.15 (2.95)
	鄉道比例(%)	1.83 (3.86)	—	8.35 (3.20)
	是否有大專院校	26.24 (2.41)	—	121.85 (2.02)
R^2_{adj}		0.75	0.67	0.72
Durbin-Watson 檢定值		1.62	1.41	1.42
F 檢定值		74.63	123.87	78.74

*：各解釋變數之 t 檢定值

從前述三個模式之分析結果，可發現三個不同事故指標之迴歸模式中，均受人口數及高齡人口比例影響，顯示就新竹市而言，一個里之人口數越多或是高齡人口比例越高時，其不論是事故件數、受傷人數或是事故嚴重度均較高。但在事故受傷人數及事故嚴重度之模式中，除前述兩項解釋變數外，兩個模式均與鄉道比例及是否有大專院校呈現正向關係，顯示在鄉道比例較高之里別，可能因為鄉道之道路環境相對較差，且因車流量較低，致使車輛行駛速率較高，故當發生交通意外事故時，常會有較嚴重之後果。此外，區內有大專院校之里別，可能因為大專生騎乘機車比例較高，且因大專生常為道路使用之新手，為車禍之高危險群，再加上學生常易有超速現象，也使得車禍之嚴重程度較高。綜合前述探討，可發現新竹市交通事故的發生與各里之人口、道路等級空間特性存在特定之關聯性，該分析結果與 Valverde 及 Jvovanis(2005)之研究研究相當類似，均受人口及道路等級變數之影響。

四、交通安全精進作為建議

從迴歸模式之分析中，可發現新竹市之交通事故受人口數、高齡人口比例、鄉道比例及是否有大專院校等四項解釋變數影響，為有效降低新竹市之交通事故發生率，同時減少交通事故嚴重性，本研究針對新竹市提出下列三項交通安全精進作為，以作為主管機關研擬各項改善策略之參考。

1. 新竹市高齡人口(65歲以上)占總人口之比率逐年遞增，截至民國 101

年底已達 9.59%，高齡人口比率已超過聯合國 7%之高齡化指標定義，表示新竹市高齡化程度嚴重，由於隨著年紀之增長，各項生理狀況逐漸退化，不論是步行、或是騎乘機汽車之反應均明顯下降，因此對於高齡者之交通安全宣導尤為重要，目前新竹市雖已積極針對各里或社區發展協會進行高齡者之交通安全宣導，但因參與活動之人數仍十分有限，建議未來可編印高齡者交通安全手冊，針對各項路權課題、步行安全課題、騎乘汽機車安全課題進行必要之宣導，特別是穿著明亮衣服、勿違規穿越馬路等宣導內容進行更為全面之宣導。此外，亦應針對高齡人口比例較高之里別，優先建立良好之人行空間及完善之公車系統，減少高齡者騎乘汽機車之比例，以期能有效降低高齡者發生交通事故之比例。

2. 新竹市共有六所大專院校，數萬名之學生大多以機車為日常之交通工具，雖然交通部曾經針對大專院校周邊交通安全設施進行全面性之檢視，且市政府亦積極針對所轄各學校進行交通安全教育宣導，但因大專院常非屬新竹市政府之管轄範圍，各校是否具體落實交通安全教育與宣導，亦唯一值得重視之課題。建議市政府可結合中央資源，進行大專生交通安全宣導教材之製作，並發送給各學校之教師與學生，以提升學生之交通安全常識。另外，建議執法單位亦應定期在大專院校附近進行交通違規取締，特別是針對闖紅燈、超速等高風險違規行為進行取締，以降低學生之肇事風險。
3. 目前警察局均定期在交通繁忙路口或重點路段進行交通指揮或取締工作，對於新竹市之交通順暢及 A1 類事故件數的下降均已見成效，但本研究發現鄉道也是常容易發生交通事故之處，建議各主管機關可從工程層面，全面檢視所屬鄉道在交通工程方面是否有需加強或改善之處，以提升用路人安全。此外，建議執法單位亦應不定期在鄉道進行違規取締，以避免民眾形成「非重要道路，不會有警察取締」之錯誤認知。

五、結論與建議

世界各國每年因為交通事故所造成之傷亡人數及龐大財產損失，已引起聯合國之關注，近年來台灣地區雖然也積極推動各項交通安全作為，大幅降低交通意外事故死亡人數，但每年依舊造成約 2 千人左右死亡，由於各地區發生交通意外事故之原因均不一，如何考量地區空間因素，防範事故於未然即為一重要之課題，本研究利用地理資訊系統及空間統計分析方法，以新竹市 120 個里為空間分析單元，探討各里交通事故指標與人口屬性、道路等級等空間因素之關聯性。經分別以事故受傷人數、事故件數及陳一昌等人(2010)所建立之事故嚴重性指標為被解釋變數，利用逐步迴歸進行分析，發現三個不同事故指標之迴歸模式，均與人口數及高齡人口比例呈現正向影響，其中事故受傷人數及事故嚴重度之模式，更與鄉道比例及是否有大專院校呈現正向關係。顯示人口數越多或是高齡人口比例越高之地區，是事故件數、受傷人數或是事故嚴重度均較高；而鄉道比例較高及附近有大專院校之地區，更容易發生嚴重之交通意外事故。研究中亦針對前述研究結果，提出三項交通

安全精進作為建議，以作為主管機關之參考。

本研究囿於資料取得限制，進能針對新竹市進行分析，建議後續可針對其他地區進行類似之分析，甚至可以鄉鎮市區為單位，進行全國性之分析比較，以便納入氣候條件、汽機車持有率、公共運輸使用率等更多候選解釋變數進行分析，以便能真正找出易發生交通事故之地區與原因，方能對症下藥，有效降低交通意外事故發生之頻率及嚴重度。

六、致謝

本研究承蒙新竹市警察局交通隊提供交通事故資料，特此致謝。

參考文獻

陳一昌、黃維信、賴靜慧(2010)，「道路交通事故空間定位資訊之應用探討」，*國土資訊系統通訊*，Vol. 75，頁 53-67。

陳麗芳(2011)，*道路交通事故與警察攻勢勤務關係之研究—以台東縣警察局台東分局為例*，台東大學區域政策與發展研究所公共事務管理在職專班碩士論文。

張勝雄、林聖超(2012)，「市區道路行車速率之影響因素研究」，*中華民國運輸學會101年學術論文研討會論文集*，頁 25-26。

Jonathan Agüero-Valverde and Paul P. Jovanis(2006), "Spatial Analysis of Fatal and Injury Crashes in Pennsylvania," *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 38, No. 3, pp.618-625.

Ned Levine, Karl E. Kim and Lawrence H. Nitz(1995), "Spatial Analysis of Honolulu Motor Vehicle Crashes: I. Spatial Patterns," *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 27, No. 5, pp. 663-674.

Thomas L. Traynor(2008), "Regional Economic Conditions and Crash Fatality Rates-A Cross-county Analysis," *Journal of Safety Research*, Vol. 39, pp.33-39.