

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

道路事故個體行為模式之研究(I)

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC94-2211-E-009-030-

執行期間：94 年 08 月 01 日至 95 年 07 月 31 日

執行單位：國立交通大學交通運輸研究所

計畫主持人：汪進財

計畫參與人員：鍾易詩、黃士軒

報告類型：精簡報告

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 95 年 9 月 18 日

中文摘要

過去國內外在道路安全之研究可簡單區分為總體趨勢分析與個案驗證性分析兩大類。總體趨勢分析有助於了解該區域之整體肇事表現，但很難捕捉肇事之關鍵因素，以提供決策者製訂政策；而個案驗證性研究雖能擷取某些因素對肇事之影響程度，但由於道路安全系統各因子交互關係複雜，若關鍵因子被忽略或因子間之關鍵連結被忽略，將大幅影響其他因子對肇事之關係。為有效改善前述問題，本研究首先藉由大量文獻回顧建構道路安全系統架構，接著收集國內交通事故資料，選擇單一小客車事故為主要研究客體，以資料探勘方法中之粗略集合理論，歸納單一小客車之事故原型並分析其特性與可能發生原因。研究結果發現，在七類單一小客車事故（衝撞道路設施、衝撞建築物或橋墩、衝撞非固定物、衝撞施工區、衝出路外、翻車及其他）中，除了衝撞道路設施外，其餘各類事故的發生型態皆非常獨特。其中較為明顯且值得注意的事故型態特徵包括，在正常的行車環境中缺乏經驗的年輕學生駕駛相對於其他族群有較高發生衝出路外事故的可能性，而路面溼滑為發生衝撞道路設施一個極重要的區別因素。

關鍵詞：道路安全、粗略集合、事故特徵

Abstract

The analyses of road accidents can be roughly categorized into two types – aggregate and disaggregate. The aggregate approach usually used regression models to explore the crash data. It is helpful to understand the whole performances of road safety for a region or a country, but is difficult to provide insightful information and measures for improvement of road safety since the potential causes are not well identified. The disaggregate approach analyzes the causality of crash data case by case. However, since factors affecting road safety are abundant and complicated, the analysis results would be biased if some critical factors are missed. In order to improve the aforementioned issues, this study first constructs a conceptual road safety mechanism via comprehensive literature review. The traffic accident data of Taiwan is collected; of which, the single auto-vehicle accidents are selected as the study subject. The rough set theory, one of the data mining methodologies, is then adopted to extract accident patterns, explore their characteristics and find possible causes. The results show that although most accident patterns are unique, some accident patterns are significant and worth noting. Student drivers who are young and less experienced exhibit a relatively high possibility of being involved in off-road accidents on roads with a speed limit between 51 (kph) and 79 (kph) under normal driving environment. For bump-into-facility accidents, notably, wet surface is a distinctive environmental factor.

Keywords: Road safety; Rough set; Accident characteristics

壹、動機與目的

道路交通安全管理一直是交通運輸界關注的焦點之一，在政府戮力執行騎乘機車戴安全帽、汽車前座乘客繫安全帶、禁止駕駛人行駛道路使用手持式行動電話，以及加強取締酒後駕車等各項措施之後，道路交通事故死亡人數已明顯下降（交通部主計處，民 92）；然而，相較於其他國家，我國之交通事故死亡率仍然偏高。根據經濟合作發展組織（Organization for Economic Co-operation and Development, OECD）的國際交通及事故資料庫（International Road Traffic and Accident Database, 2004）以及國內警政署統計資料（何國榮等，民 93），我國每十萬人口死亡人數約為美國的 1.5 倍，更超過鄰近日本的 2.5 倍。

過去國內外在道路安全之研究可分為兩個方向，其一乃由巨觀觀點（aggregate level）使用統計分析方法分析肇事資料，另一乃主張各個肇事具獨特性，因此必須針對各個事故進行因果分析，以萃取顯著之事故型態（pattern）。肇事趨勢分析有助於了解該區域之整體肇事表現，卻很難捕捉肇事之關鍵因素，以提供決策者製訂政策；而另一類之驗證性研究雖能擷取某些因素對肇事之影響程度，但由於道路安全系統各因子交互關係複雜，若關鍵因子被忽略或因子間之關鍵連結被忽略，將大幅影響其他因子對肇事之關係（Elvik, 2002; Davis, 2004）。

過去國內道路安全相關研究之主要資料來源為內政部警政署每年建立之道路交通事故資料庫（戚培芳，民 86；林豐福等人，民 91），其內容包括事故基本資料（例如：事故發生時間、地點、道路速限等項目）以及各當事人基本資料（例如：年齡、性別、受傷程度等項目）。除此之外，國內目前已建置之其他相關資料庫包括：中央健康保險局的門診住院資料庫、衛生署的死因資料庫、財政部的一般汽車保險與強制汽車責任險之已決賠資料庫以及交通部路政司委託中華電信代管的人車監理資料庫；目前交通部運輸研究所正嘗試整合原本之道路交通事故資料庫以及上述四個資料庫（林豐福等人，民 93），以作為未來研究或決策之重要參考資訊。另外，國道高速公路局以及各縣市交控中心蒐集之即時影像與車流資料，皆為道路安全進一步研究之重要資料來源，也揭開了更深入研究的契機。

為改善過去分析方法可能發生的問題，並有效利用日漸完善的國內事故資料庫，本研究希望能達到下列研究目的：建構道路安全系統架構、歸納事故原型、分析重要事故原型的特性以及探索該事故原型可能發生的原因。

貳、文獻探討

Kim 等人在 1995 年提出一簡單之道路事故架構，包含三個基本組成份子：駕駛人特性、車輛特性以及道路特性；駕駛人特性即描述駕駛人特性中可能與肇事相關之屬性，例如：年齡、性別、飲酒或駕駛經驗等，車輛特性包括車輛種類以及車輛上之安全保護裝備（如安全帶），環境則包含道路環境、自然環境（如天候、光線等）、車流環境以及執法環境等。以下即針對各面向在過去已完成之研究，作一綜整分析。

一、駕駛人特性

過去有許多針對駕駛人對肇事影響之研究，也測試了許多可能影響肇事發生率或嚴重程度之駕駛人因素。Norris 等人（2000）將駕駛人肇事潛在因素分為四大類：1) 社經因素，例如年齡或性別；2) 心理因素或人格特性，例如敵意或自我尊重；3) 狀態因素（situational factors），例如壓力；4) 行為因素，例如駕駛人屬於風險性駕駛者或易違反交通規則之駕駛者。

（一）社經因素

過去對駕駛人之社經特性研究最多的因素包括：年齡與性別。當年齡改變時，某些特定的駕駛能力也會隨之改變，包括：1)視覺敏感度 (visual sensations)，例如對黑暗的適應力或空間相對性的敏感度；2)視覺感知 (visual perception)，例如顏色感知或視力範圍；3)認知能力 (cognitive abilities)，例如記憶或注意力；4)心智能力 (psychomotor skills)，例如反應時間；以及 5)駕駛能力 (motor skills)，例如肌肉能力的喪失或持久力的喪失等 (Eby et al., 1998)。隨著年齡的持續增加，某些老年人可能因為上述的能力下降，其旅次產生的特性也有不同的狀況；例如減少在夜間開車、減少在高速公路開車、只在熟悉的地方開車、儘量找人同車或者根本取消某些不重要的旅次 (Eby et al. 2000; Simoes, 2003)。

另一方面，過去也有許多人針對年輕族群展現之高肇事率進行研究。Williamson(2003)認為年輕人展現之高肇事率與駕駛經驗不足有關，因為經驗不足之駕駛者對於車輛之操控性與處理駕駛環境資訊之能力可能較差；再者，年輕族群駕駛者之可忍受風險也可能較其他年齡層為高 (Murray, 1997)，在常常採取高風險駕駛行為的情況下較容易肇事。另外，Yagil (1998) 以問卷調查 693 位在以色列軍中服役之男性駕駛發現，不論是因為感受到違法可能招致之懲罰 (instrumental motives) 或本身對遵從法規之認知 (normative motives)，年輕駕駛族群較年長駕駛族群具有違反交通規則的傾向。

由上述分析可以發現，年齡因素為影響駕駛者生理能力、風險偏好以及駕駛者經驗之因素；其中生理能力之改變對老年駕駛族群之影響較大，而生理能力也可能受到本身疾病之影響。同時，當駕駛者之生理狀況可能會影響肇事之可能性或嚴重程度時，駕駛者會根據其生理機能調整其風險偏好並反應在他的駕駛行為上。另一方面，駕駛經驗與年輕駕駛族群之關係較緊密，也反應在肇事發生之可能性上。

在性別對肇事之相關研究方面，大部分之研究皆發現男性駕駛人之肇事率明顯高於女性駕駛人之肇事率；另外，因為男性駕駛人可忍受風險較女性駕駛人為高，導致男性駕駛人所涉及之車禍通常較為嚴重，而超速肇事以及飲酒肇事兩個肇事原因，也以男性駕駛人所佔比例居多。另一方面，女性駕駛人所涉及之肇事，通常由於其駕駛技巧較不純熟，所以肇事嚴重程度通常較低 (Massie et al., 1994, 1997; Laapotti et al., 1998)。以上對男性駕駛人之肇事原因與型態，在過去數十年來並未有明顯改變；然而由於女性駕駛人擁有駕照數量逐年增加，在女性駕駛人駕駛曝光量大幅增加的情況之下，過去對於女性駕駛人肇因與肇事間之關係可能需要重新思考 (Kim, 1995; Forward et al., 1998 and McKenna et al., 1998)。Laapotti 等人 (2004) 分析各種肇事型態並嘗試解讀此一現象，他發現女性駕駛人所涉及之事故，通常發生在控制車輛進行某項動作且在車流狀態不擁擠時 (例如停車或迴轉)，或不是在超速狀態下，或駕駛者本身很清醒但車輛失控的狀態。

由以上分析可知，性別不同對駕駛風險偏好也有所不同；一般來說，男性駕駛人為風險偏好者 (risk seeking)，而女性駕駛人為風險規避者 (risk aversion)。另外，雖然女性駕駛人與男性駕駛人之技巧差異已相當接近，部分女性駕駛人駕駛技巧的不純熟仍會直接與肇事可能性與嚴重程度有影響。

駕駛人之風險偏好為影響肇事之關鍵性因素之一；除了上述的年齡與性別因素外，駕駛人其他之社經因素可能也會影響駕駛人之風險偏好。過去有許多研究發現，不同種族駕駛者對安全帶之使用有顯著差異，而是否使用安全帶將反應在肇事發生時之嚴重程度。此類結果以在美國進行之研究最為明顯，多數研究發現非裔美國人 (African American) 或黑人 (Black) 的安全帶使用率較低 (Lerner et al., 2001; Wells et al., 2002; Vivoda et al., 2004)。

另外，過去也有學者針對教育程度與肇事進行研究；研究結果發現，教育水準較低之

駕駛人肇事率顯著較高，然而教育程度與肇事的關係較年齡或性別與肇事的關係為弱 (Murray, 1997; Lourens et al., 1999; Shinar et al., 2001)。就駕駛教育而言，Carstensen (2002) 在丹麥對剛拿到駕照之初次駕駛人進行一系列的研究；針對同一批駕駛人在五年內進行四次問卷調查，包括未拿到駕照接受駕駛教育前、剛拿到駕照時、拿到駕照過了一段時間以及拿到駕照過了更久一段時間後；其研究發現，在接受完駕駛教育頭一年之肇事率顯著降低，同時因車輛操縱不當及多車事故類型也明顯降低。但過了一年後，駕駛教育與肇事間之關係即不顯著。

駕駛人結婚狀態通常也被認為與肇事有關係，因為已婚與未婚所駕駛之車型可能有所不同，其風險偏好可能也有所不同；但過去對於結婚狀態與肇事之研究，仍無一致之結論。另外，駕駛人接收交通標誌傳達的訊息與其對當地之道路環境（例如：坡度的變化或彎路的變化）或交通狀況（例如：交通擁塞或霧區的警示訊息）的認知有一定程度的關聯，也會間接影響肇事的發生。Al-Madani 等人 (2002) 調查年齡、結婚狀態、性別、國籍、教育背景以及收入對交通標誌認知的影響，其研究發現年齡、性別、教育程度以及收入對駕駛者對交通標誌認知有顯著影響，然而其結婚狀態對肇事並無顯著影響。另一方面，Anderson 等人 (1999) 比較擁有小貨車 (pickup truck) 之駕駛者與只擁有小客車之駕駛者之差異，其研究發現小貨車之擁有者主要為男性、30 至 39 歲、已婚、高風險駕駛行為以及較多之交通違規紀錄。

其他社經變數雖可能影響駕駛者之風險偏好（例如收入），但其與肇事間之關係仍未有一定論。

(二) 心理因素

除了社經因素外，駕駛者之心理因素對其風險偏好也非常重要並可能與事故產生關係。例如，美國汽車協會 (American Automobile Association) 在 1995 年一月針對 526 個汽車駕駛人進行調查，其研究發現有 90% 的受訪者在過去十二個月之內有道路暴力 (road rage) 相關事件 (incident) 發生，而有 60% 的駕駛人承認曾因此而喪失耐性 (Joint et al., 1997)。由於駕駛人在駕駛時或事故發生前一刻之心理因素非常難以衡量，通常可用兩種方式進行研究。第一種方式為直接在道路上觀察並紀錄其駕駛行為；此種方式必須先對觀察員進行訓練，並事先規範須登錄之駕駛行為，例如 Shinar 在 2004 年進行之研究，其缺點包括可能無法找出真實之駕駛人心理狀態，且容易受到觀察員品質及選擇之觀察地點之影響。另一種方法，由選定之駕駛者進行自我報告，例如前述 Joint 之研究；此方法之缺點為其結果容易受到選定駕駛者之自我判斷所影響，但較前一種方法更容易找到駕駛人之真實心理狀態。

根據第一種觀察性方法之研究結果，顯示心理因素與駕駛者之社經因素具顯著之關係。例如 Mizell (1997) 發現大部分之侵略性駕駛者 (aggressive drivers) 為相對年輕、低教育水準之男性、可能具有犯罪紀錄、暴力傾向之歷史以及酗酒問題。Shinar (2004) 也發現男性較女性更可能發生侵略性駕駛行為，高於 45 歲之駕駛者較年輕之駕駛者更易發生侵略性駕駛行為，而時間價值較高之尖峰時間也較時間價值較低之非尖峰時間或週末時間更易發生侵略性駕駛行為。另外，駕駛者之心理因素也與肇事具有顯著相關；Beirness 等人 (1993) 發現肇事者較非肇事者自信較低；Gulian 等人 (1989) 發現低自尊與高敵意之駕駛者與肇事有顯著相關。

綜合以上所述，駕駛者之心理因素中以敵意、自尊以及自信三項特性對肇事有顯著影響；這些因素也與駕駛者之社經因素有一定程度的關係。值得注意的是，心理因素與行為因素很容易混淆；例如一個容易緊張的駕駛者，不等同於一個緊張的駕駛者。當一個容易

緊張的駕駛者行駛在一個低密度車流之鄉間大道上時，可能不會產生緊張之駕駛行為。

(三) 狀態因素

在狀態因素方面，可再細分為臨場狀態因素 (transient situational factors) 與個人習慣 (personal habits) 因素。臨場狀態因素為會增加疲勞狀態、分心、易怒以及自我懷疑等各種風險之因素 (Norris et al., 2000)；這些因素包括工作壓力、飲酒狀態、藥物使用、疾病以及身體疲勞等。除了臨場狀態因素外，某些個人習慣也會影響肇事，例如飲酒習慣。

1. 臨場狀態因素

在顯著影響肇事之臨場狀態因素中，以飲酒狀態之相關研究最為廣泛。Moskowitz 與 Fiorentino (2000)對過去所有相關研究進行回顧發現，因飲酒影響之重要生理能力包括：注意力、困倦、警覺性、跟車 (道) 能力、感知能力、視覺能力、認知能力、心智能力以及反應時間等。大部分的實證研究顯示，呼氣 50mg/dl 為顯著影響駕駛者能力的門檻值。再者，部分研究發現，飲酒相關事故肇事率在不同駕駛群體中有顯著不同；大部分研究中發現，男性或年輕駕駛族群與飲酒肇事有顯著關係 (Harrison, 1998; Abdel-Aty et al., 2000; Keall et al., 2004)。

另一方面，藥物使用對肇事之影響程度未若飲酒與肇事般顯著 (Waller et al., 1997; Drummer et al., 2004)。Drummer (2004) 對過去相關研究進行廣泛之文獻回顧，並將使用之藥物依對駕駛人可能造成之影響分成六大類：巴比妥類 (benzodiazepine) 安眠藥物、安非他命類 (amphetamine) 刺激性藥物、鴉片劑類 (opiate) 藥物 (例如嗎啡)、大麻類 (cannabinoid) 等內含四氫大麻酚 (tetrahydrocannabinol) 類藥物、對心理或精神有顯著影響之藥物 (psychoactive drug group) 以及其他類藥物。在對血液酒精含量適度控制後，其研究發現四氫大麻酚類藥物用者較未用藥駕駛人對駕駛行為有顯著影響之可能性。

至於疾病對於肇事之相關研究中發現，癲癇與糖尿病是過去兩種較引人注意與肇事相關之疾病 (Norton et al., 1997)。然而，僅有少部分之文獻支持這種關係；而在目前所能獲得之證據中，並不足夠以訂定政策限制某類病人上路 (Hansotia et al., 1991)。

另一方面，在疲倦 (fatigue) 與肇事之相關研究中，已經獲得許多一致性之結果。疲倦或困倦 (drowsiness) 可能造成駕駛者之警覺性減低、判斷力下降或反應力下降 (Lyznicki et al., 1998)。根據 Stutts 等人 (2003) 之研究，駕駛者之睡眠習慣、飲酒狀態、藥物使用以及工作型態與肇事具有顯著相關，包括駕駛者被診斷具有睡眠問題、服用安眠藥、或是夜晚工作白天睡覺之工作型態之職業駕駛人。

綜合上述，臨場狀態因素會一定程度減弱駕駛者之行車表現，這些影響可能來自於不同原因。例如：原本喝一點酒並不會影響其駕駛表現之駕駛人，並未警覺其前一天睡眠狀況不好，可能會造成事故之發生。

2. 個人習慣

相對於臨場表現因素，個人習慣為駕駛者在日常生活中展現之行為模式中，可能與肇事顯著相關之因素；例如高頻率夜間駕駛者、工作時間不固定之駕駛者或睡眠習慣不規律之駕駛者，都有可能因為疲勞關係增加肇事之可能性 (McCartt et al., 1996)。另外一個可能顯著之個人習慣為飲酒型態；Hingson 等人 (2002) 在美國各地進行 42,862 份問卷調查，其研究發現當受訪者開始飲酒年齡愈早，愈有可能在日後發生與飲酒相關之肇事。但由於個人習慣之衡量較為困難，其相關研究數量較少。

(四) 行為因素

以上所討論之各項因素，到最後都會反應至駕駛者之行為。駕駛行為乃外顯可觀察之

現象，其多樣性至目前並沒有一致之概念化或衡量方式 (Westerman et al., 2000)；目前發展出較常被使用之量表包括：DBI 行為量表 (Driving Behavior Inventory; Gulian et al., 1989) 以及 DSQ 行為類型問卷 (Driving Style Questionnaire; French et al., 1993)。

根據 Taubman-Ben-Ari 等人 (2004) 綜整過去之研究，其將駕駛行為分成四大類：魯莽及不小心之駕駛型態、緊張之駕駛型態、易生氣及充滿敵意之駕駛型態以及有耐心以及小心之駕駛型態。第一類駕駛型態之駕駛族群主要在尋求感官刺激 (seeking of sensations)、興奮感並常展現故意違反駕駛規則之駕駛行為，此類駕駛者通常表現出高速行駛、道路競速、在不能超車之路段超車、開車時使用行動電話或飲酒駕車等行為，其不但增加自身之行車風險，也可能造成他人之危險。第二類駕駛型態之駕駛人通常承擔較大之駕駛壓力並會反應出高度警覺性及緊張感，在駕駛中無法有效放鬆自己。第三類駕駛型態之駕駛人通常在駕駛時表現出易怒、大怒以及敵意的態度與行為，並可能具有行車暴力、咀咒、咆哮、狂按喇叭等行為。最後一類駕駛型態屬於自我調適良好之駕駛型態，該類駕駛者通常會在上路前事先規劃，並在開車時較為專注、有耐心、禮貌以及冷靜。在 Taubman-Ben-Ari 之研究中，各類駕駛型態之衡量因子已被建立。

二、車輛特性

車輛種類與保護裝備 (例如安全帶) 為車輛特性中影響肇事之兩個主要因素。過去有許多研究發現，相對於肇事發生之可能性，車輛種類與肇事之嚴重程度較有顯著關係。例如，Elvik 等人 (1997) 發現挪威 (Norway) 重車 (重於 3.5 公噸之卡車與公車) 之整體肇事致傷率與小客車相差無幾，相較於僅有小客車為當事人之事故，當車禍中有重車涉入時，通常會導致死亡事故或嚴重之受傷。造成上述現象之原因，除了因為部分重車 (如公車) 上所搭載之乘客較多，因此發生車禍時可能造成之死傷人數也較多；另外，由於重車之重量遠重於小客車，發生車禍時所產生之衝撞力道也較大 (Chang, 1999)。

車輛配備之保護裝備可概分為兩類：降低肇事可能性之裝備，例如防鎖死剎車系統 (anti-lock braking system, ABS)，以及安全氣囊及安全帶等之車上人員保護裝備。當車輛配備第一類裝備時，主要希望減低發生肇事之發生率，然而駕駛人對該類裝備之適應性行為 (adaptation) 可能會抵銷 (compensate) 其效果。例如 Sagberg 等人 (1997) 調查奧斯陸 (Oslo) 來往於市區與機場之 213 個計程車經常行駛之路線，其研究發現配備 ABS 之計程車，其車輛間距 (headway) 通常較未配備 ABS 之計程車來的短。另外，車上人員保護裝備又可分為自動使用與手動使用兩類。自動使用之保護裝備 (如安全氣囊) 乃車禍發生時會自動作用之設備，此類設備在車禍發生時通常會產生相當之作用。另一方面，手動使用之保護裝備則端視駕駛人是否主動去使用該類設備；如前所述，其通常與駕駛人之社經因素有某些關聯。因此，對於傾向不使用該類設備之駕駛人，當車禍發生時所造成之死傷也可能較為嚴重。

三、環境特性

環境特性相關因素可分為兩大類：駕駛環境以及法規環境，其中駕駛環境相關因素又可再細分為道路及天候因素、車流特性以及旅次特性等三類因素，而法規環境可能直接影響駕駛行為，例如路邊臨檢，或間接影響駕駛行為，例如核發駕照之程序。

(一) 駕駛環境

1. 道路及天候因素

道路設計以及道路幾何型態為過去許多肇事相關研究之重點，許多研究結果也發現此

類因素與肇事具有顯著的關係；例如，Elvik (2001)發現設置都市區域交通寧靜計畫 (area-wide urban traffic calming schemes) 平均可減少 15% 的事故數量。另外，天候環境如下雨型態 (raining pattern) 與光線環境也被發現與肇事有顯著相關。

上述因素通常會經由行車時之下列表現，進而影響肇事 (Elvik, 2004)：1) 車輛運動力 (kinetic energy)，即車輛的移動能力；2) 車輛與路面之摩擦力 (friction)；3) 駕駛人之可視度 (visibility)，即在某固定距離下看見物品之可能性；4) 車流一致性 (compatibility)，即不同車子間運動力之相異程度；5) 複雜性 (complexity)，即駕駛人所接受之駕駛相關資訊的複雜程度；6) 可預測性 (predictability)，即發生風險的可能性，即其他人駕駛行為在特定駕駛環境中，其下一步駕駛行為可被預測程度；以及 7) 系統的可容性 (system forgiveness)，即駕駛環境的設計可以降低事故發生率，或發生肇事時道路設計可以減緩衝撞力之可能性。

除了上述之工程效果 (engineering effect) 外，道路及天候因素也可能會影響駕駛者之認知過程 (cognitive process)。例如，大部分對降雨型態之研究皆認為該因素會顯著影響肇事；在 Eisenberg (2004) 的研究中發現，降雨型態除了直接影響肇事外(即因天雨路滑摩擦力降低，導致車輛控制之難度增加，因而肇事發生之可能性增加)，其也會產生一個延遲效果 (lagged effect)，即如果昨天下了很大的雨，由於駕駛人更加小心或較習慣路面狀況，今天發生的車禍就可能下降。此研究成果與前述 Elvik (2004) 之工程效果與駕駛人適應性行為之交互權衡效果相符合。

2. 車流特性

車流特性因素可分為兩類：其一為車流特徵 (flow features)，例如車流平均速度或車流密度，另一為車種相容性 (vehicle compatibility)，即由於車種不同造成車輛之重量、堅硬度 (stiffness) 以及高度之不對稱性。

在車流特徵方面之相關研究可分為兩類，一為使用整體性資料 (aggregate data)，分析一特定時間與區域內肇事數量或肇事率與車流狀態的關係；另一則從個體研究 (disaggregate studies) 的角度著手，分析個體肇事與對應之車流狀態的關係。過去總體性研究結果皆一致顯示，在車流因素中除了流量外，速度與密度同樣顯著影響肇事之發生。研究發現，平均速度與速度的變動 (variation of speed) 與肇事具有顯著的關係 (Garber et al., 2000; Golob et al., 2004)，由於平均速度高與速度變動大時，駕駛者所接收的資訊複雜度較平均速度低與速度變動小時大，同時駕駛者也必須在更短的時間作出決策，因此對肇事的影響更大。

另一方面，車種相容性對肇事影響的相關研究在近年來受到之重視度增加，在肇事發生時由於車種之特性不同，其所造成之嚴重程度也受到影響。Abdel-Aty (2004) 發現車種特性不同與肇事嚴重程度反應在下列三點：1) 質量相異 (mass incompatibility)，即質量不同造成質量較輕之車量在相撞時，根據能量守恆 (conservation of momentum) 其所反應之動能將較大；2) 堅硬度相異 (stiffness incompatibility)，即相撞時其車輛堅硬度較弱之車輛，其受到的破壞程度較大；3) 幾何相異 (geometric incompatibility)，即因車輛高度不同造成肇事之可能性與嚴重程度有所不同，例如高度相異時，高度較低之車輛之駕駛人視線較差，發生肇事之可能性較高；另一方面，研究發現當車輛被撞在前方及兩側時，造成之死傷較嚴重。

3. 旅次特性

過去研究發現，某些旅次特性因素可能會影響肇事，例如旅次時間、曝光量、乘客數以及乘客座位分配。研究發現，旅次時間會顯著影響肇事發生率。Lenne 等人 (1997) 以模擬機測試十一位男性駕駛，其研究發現駕駛表現在凌晨兩點至六點時最低落，在早上十點

至晚上八點時又會增加。

在曝光量對肇事的影響研究方面，通常較長的曝光量會被預期導致較高的肇事率。然而 Maycock (1985) 的研究發現，高里程駕駛者 (high-mileage drivers) 的每英哩肇事風險較低里程駕駛者之肇事風險低；可能原因為低里程駕駛者之旅程大都發生在交通繁忙的街道，而高里程駕駛者之旅程大都發生在兩旁干擾較少之高速公路上。

車上乘客數對肇事的影響效果可分為兩類，其可能會造成駕駛者的分心 (例如不斷與駕駛者講話)，但也可能讓駕駛者更為小心 (例如避免駕駛人打瞌睡)。Vollrath 等人 (2002) 發現車上乘客在慢速交通以及交叉路口的狀況下對減低肇事有助益，尤其當車輛超車時；不過這種效果並未發生在年輕駕駛者以及在夜間開車時的狀況下。

至於乘客座位配置主要影響當肇事發生時致死或受傷的可能性，Glass 等人 (2000) 發現車輛乘客坐在後座的死亡風險或受傷風險，較坐在前座的死亡風險或受傷風險低；Smith 等人 (2004) 的研究也發現類似結果。

(二) 法規環境

在法規環境方面，最主要的兩個因素為發照程序 (licensing procedures) 以及執法 (rule enforcement)。發照程序對肇事的影響對年輕駕駛族群之影響尤其明顯，可能原因為其不成熟駕駛技巧且偏向尋求高風險的駕駛行為。研究發現，以發照程序限制年輕駕駛族群的駕駛行為，例如提高發照年齡下限、禁止夜間開車以及延長練習駕照的施行時間，對減低肇事有顯著的正面效果 (Ferguson et al., 1996; Ulmer et al., 2000)。另一方面，關於執法因素，愈嚴格的執法環境，預期違反交通法規的情況愈低，因此可能肇事的情況應愈少；然而，此種情況並非對所有的駕駛人都有效。Yagil (1998) 發現，年輕駕駛者族群對於為避免處罰而儘量遵守交通法規的動機，明顯較年長駕駛者族群為弱。

上述所有因素可綜整如圖 1 所示，所有特性依其對肇事的關係簡單分為近端以及遠端兩類。在駕駛人特性方面，屬於遠端類之因素包括：駕駛人之社經因素、心理因素與個人習慣。而近端類因素則包括駕駛人之駕駛經驗或技能、臨場狀態以及行為因素。如上所討論，駕駛人之駕駛經驗、技能與臨場狀態將直接影響駕駛行為與肇事之可能性與嚴重度。最後，各類因素將反應在駕駛人行為上，而駕駛人行為將直接反應在肇事之可能性與嚴重度上。另外，車輛特性以及駕駛環境特性歸類為近端因素，而法規環境則歸類為遠端因素。在車輛特性以及道路因素中，車輛自動保護裝備以及道路安全設計在車禍發生時會減低肇事嚴重程度。

各因子之交互關係在道路駕駛各階段 Fleury (2001) 皆會出現，但其影響程度與方式在各階段可能有所不同。例如年齡因素，年長駕駛族群可能由於本身視力狀況衰退而儘量選擇白天開車 (行車前階段)，在開車時其行車速度可能因為其考慮本身反應時間較慢而降低速度 (行車階段與不連續行車階段)，當發生車禍時年長駕駛者可能因為經驗較足而反應出較適當之保護措施 (反應期)，但其因生理機能減弱，在受同樣外力時所造成傷害較大 (碰撞期)。另外，各因素在各階段之影響程度可能有所不同；例如執法的強弱在開車時的影響較開車前的影響強烈。

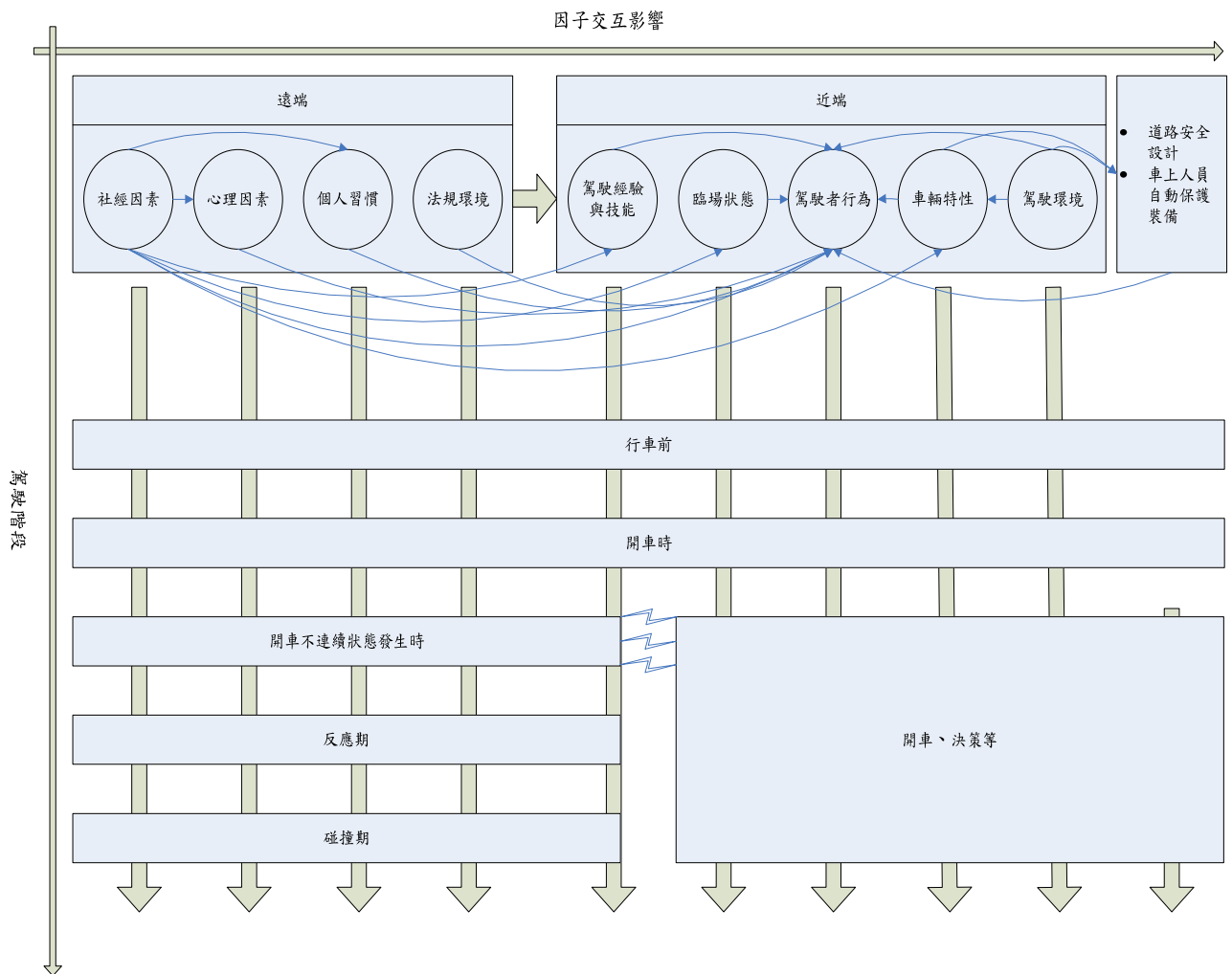


圖 1 道路安全影響因子各駕駛階段交互關係概念性架構

叁、研究方法

粗略集合理論由 Pawlak 教授在 1982 年提出，近廿年來已在各領域廣泛被引用，被視作處理不完整資訊的有效工具 (Greco, 2001)。再者，粗略集合理論並沒有引入解釋變數個數的限制，使得事故資料庫內的各項資訊可充分被利用。最後，粗略集合理論可透過各種規則歸納演算法 (rule induction algorithms) 推導出描述各類交通事故產生的規則，每一條規則即隱含一類事故發生的過程。

以 U 表示事故資料庫的所有事故，以 P 表示描述事故的狀態屬性 (condition attribute)，例如駕駛者的年齡、性別、道路幾何、氣候等。如果任何兩件事故 $x, y \in U$ 的狀態屬性皆相等 ($\rho(x, q) = \rho(y, q)$ for every $q \in P$)，則此兩件事故無法被分辨。以表 1 為例，假設一個事故資料庫提供了五筆事故 (即 $U = \{1, 2, 3, 4, 5\}$) 以及四個屬性，其中駕駛者年齡、運具種類以及氣候稱作狀態屬性，而事故種類為事故的結果，稱作決策屬性 (decision attribute)。若不考慮決策屬性僅以三個狀態屬性分析，由於事故 1 與事故 3 的狀態屬性的值皆相等，因此這兩件事故無法被區分。

表 1 事故資料簡例

代號	駕駛者年齡	運具種類	氣候	事故種類
1	年輕	摩托車	晴朗	衝出路外
2	老年	小汽車	晴朗	衝出路外
3	年輕	摩托車	晴朗	翻車
4	中年	摩托車	晴朗	翻車
5	中年	小汽車	陰雨	翻車

在一個由事故組成的集合中，如果此集合內的任兩個事故皆無法被狀態屬性集合 P 內所有的狀態屬性分辨，則此事故組成的集合稱作 P 基本集合，所有 P 基本集合的集合以 P^* 表示。在 P^* 內的各個子集合，為 P 內所有狀態屬性對所有事故 U 所能分辨的最小集合，即 P 內所有狀態屬性已無法把 P^* 內的任一個子集合切的更細。例如表三中，以三個狀態屬性描述此五項車禍，共可形成四個基本集合： $\{1,3\}$ 、 $\{2\}$ 、 $\{4\}$ 、 $\{5\}$ ，其中第一筆與第三筆事故因為狀態屬性的值皆相同，所以兩筆事故無法被區分；其餘事故之狀態屬性值皆有出入，因此各自形成一個集合。因此， P^* 即為此四個集合的集合，即 $P^* = \{\{1,3\}, \{2\}, \{4\}, \{5\}\}$ 。

值得注意的是，事故資料庫中的狀態屬性並非全部皆具有區別能力，某些狀態屬性的區別能力可能可以被其他狀態屬性所取代。假如表三再加入一欄狀態屬性「光線」，對第一至第五筆事故而言，其屬性值按順序分別是「良好」、「良好」、「良好」、「良好」與「不良」，可發現「光線」對此五筆車禍的區別力與「氣候」此五筆事故的區別力是相同的，因此在光線與氣候兩個狀態屬性中任選其一，即可達到一樣的區別效果。在粗略集合理論中，對於具有獨特區別能力的狀態屬性集合，即屬於該集合內的狀態屬性的區別能力無法被其他狀態屬性所取代，此集合稱作核心集合 (core)。另外，若狀態屬性的某一個子集合所切割出的基本集合，與所有狀態屬性所切割出的基本集合相同，且此狀態屬性子集合為最小的子集合，即把此子集合中的某一個狀態屬性移除，就無法切割出與所有狀態屬性所切割出的基本集合相同的基本集合，此狀態屬性的子集合稱作簡化集合 (reduct)。以表三為例，若再加入一欄狀態屬性「光線」後，其核心集合為 $\{\{\text{駕駛者年齡}\}, \{\text{運具種類}\}\}$ ，而其簡化集合為 $\{\{\text{駕駛者年齡}\}, \{\text{運具種類}\}, \{\text{氣候}\}\}$ 或 $\{\{\text{駕駛者年齡}\}, \{\text{運具種類}\}, \{\text{光線}\}\}$ 。

由上述例子可發現，並不是所有事故都一定能被區分的非常明確。例如表三中第一筆與第三筆事故在相同狀態下卻形成了不同的事故種類，因此第一筆與第三筆事故模糊了衝出路外與翻車這兩種事故；反之，當狀態屬性值符合第二筆事故時，可明確的知道此事故為衝出路外事故，而當狀態屬性值符合第四或第五筆事故時，可明確的知道此事故為翻車事故。為描述此等狀況，以下引入兩個定義：集合近似的下界(lower approximation)以 $\underline{PY}$ 表示與集合近似的上界(upper approximation)以 $\overline{PY}$ 表示，其中 Y 為所有事故的一個子集合。集合近似的下界與上界定義如下：

$$\underline{PY} = \bigcup X \quad \{X \in P^* \text{ and } X \subseteq Y\}$$

$$\overline{PY} = \bigcup X \quad \{X \in P^* \text{ and } X \cap Y \neq \emptyset\}$$

以表三為例，如果 Y 表示翻車事故的集合，其下界近似集合為第四、第五筆車禍，其上界近似集合為第一、三、四及第五筆車禍；如果 Y 表示衝出路外事故的集合，其下界近似集合為第二筆車禍，其上界近似集合為第一、二、三筆車禍。

狀態屬性的績效可由兩個指標來衡量：近似精確度 (Accuracy of approximation) 與近似品質 (Quality of approximation)。近似精確度乃是用來衡量決策屬性中的某個類別被所納入狀態屬性區分的程度，其計算方式為該類別的集合近似下界的元素 (element) 個數除以該類別的集合近似上界，公式表示如下： $\pi_p(Y) = \frac{\text{card}(\underline{PY})}{\text{card}(\overline{PY})}$ 。近似精確度的值介於

0 到 1 之間，當值愈靠近 1，表示納入的狀態屬性將該類別的元素區分的愈明確。另一方面，近似品質則是用來衡量所納入狀態屬性對所有樣本的區分程度，其計算方式為決策屬性各類別的集合近似下界的元素個數的總和除以總樣本數，公式表示如下：

$\gamma_P(X) = \frac{\sum_{i=1}^n \text{card}(PY_i)}{\text{card}(U)}$ 。近似品質的值也介於 0 到 1 之間，當值愈靠近 1，表示納入的狀態屬性將樣本區分的愈明確。

為更仔細了解事故型態的內涵，必須利用粗略集合理論將事故資料所隱含的規則萃取出來。所謂的規則即為狀態屬性的組合，因此，規則數目的極大值為所有狀態屬性類別的乘積。然而並非所有的狀態屬性組皆會出現事故的歷史資料中，某些事故型態可能從未出現，因此，除非歷史有此型態的事故發生過，否則該規則不會存在。近幾年來已有許多萃取規則的演算法被開發 (Greco et al., 2001)，其中最常被應用的是最小集合涵蓋原則，也就是希望求得最短最少的規則長度與數目，所求得之規則集又足以描述所有事故。

肆、研究架構

由文獻探討中可以發現，事故的產生為行車前、開車中以及遇到突發狀況等一連串活動或事件 (activity or event) 的結果，為能在接下來實證分析時反應此項本質，本研究提出一研究架構。

大體上，一個事故資料庫所包含的資料可分成三類：人員、車輛與事故特性；這些資料描述著事故發生當時所有可被觀察以及可被紀錄的所有資訊。在這些資料當中，某些項目在事故發生的過程當中的先後順序難以判斷；但某些項目的先後次序卻是固定不變的，例如：旅次目的與運具的選擇必然發生於行車階段之前。根據此種特性，我們將事故資料庫的資料分成：駕駛人特性[†]、旅次特性、駕駛行為與環境特性、事故特性等四類。其中駕駛人特性即其社會經濟屬性，例如年齡、性別等；旅次特性則如旅次時間或旅次目的；駕駛行為與環境特性即包含行為與環境兩大類，其中行為屬性例如駕駛人行車中是否有喝酒、是否有使用手機等，而環境屬性則包括道路環境屬性 (例如：鋪面狀態、道路設施等) 以及自然環境屬性 (例如：光線、氣候等)；事故特性則為事故發生的結果，例如事故的種類或事故的嚴重程度。此四大類屬性在事故發生過程中的先後順序可繪如圖 2 所示。

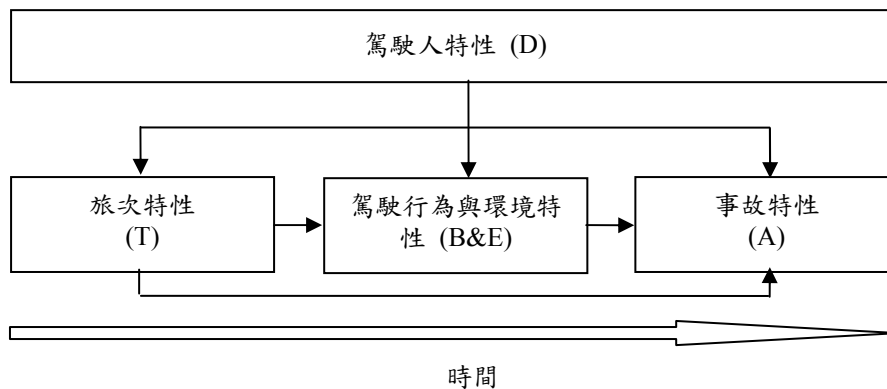


圖 2 因子架構

根據文獻探討得知，駕駛人特性除了直接影響事故的發生，也會影響旅次特性與駕駛行為等屬性；而旅次特性除了直接影響事故的發生，也會間接透過駕駛行為而影響事故的發生；最後，駕駛行為與環境特性在發生時點上為最靠近事故特性的因素，對事故的影響關係最為密切。為了有效衡量各個因子之間的關係以及對事故的影響程度，本研究利用所

[†] 由於本研究的實證分析主題為單一小客車事故，因此只考慮駕駛人特性，其他如乘客與行人等人員特性不在考慮範圍內。

建立之因子架構的概念，將以粗略集合分析下列七個模式 (Wong and Chung, 2006)：

- 模式 1：駕駛人特性→事故特性
- 模式 2：旅次特性→事故特性
- 模式 3：駕駛行為與環境特性→事故特性
- 模式 4：駕駛人特性→旅次特性→事故特性
- 模式 5：駕駛人特性→駕駛行為與環境特性→事故特性
- 模式 6：旅次特性→駕駛行為與環境特性→事故特性
- 模式 7：駕駛人特性→旅次特性→駕駛行為與環境特性→事故特性

以上七個模式，除了模式 7 以外，其餘模式皆在文獻中被探討過，也得出不錯的結論（模式 1、3、5：Sümer, 2003；模式 4：Eby et al., 2000 and Simoes, 2003；模式 6：Lenne et al., 1997, Maycock, 1995 and Vollrah et al., 2002），然而模式與模式間的差異在文獻中卻較少被提及。由於不同模式代表著不同的狀態變數集合對事故特性的影響，納入不完整的變數集合可能造成解釋上的偏誤；再者，比較不同模式間的差異，也有助於瞭解不同變數集合對事故影響的差異程度。因此，本研究接下來將以粗略集合理論，分析此七個模式。

伍、結果與討論

民國 92 年台灣地區單一小客車事故為本研究選擇的分析主體，狀態屬性包含駕駛人年齡、性別、光線、鋪面等廿四個變數，此廿四個變數區分為駕駛人特性、旅次特性、駕駛行為與環境特性等三個集合；事故的七種型態（衝撞道路設施、衝撞建築物或橋墩、衝撞非固定物、衝撞施工區、衝出路外、翻車及其他）則為決策屬性。

表 2 狀態與決策屬性一覽表

變數集合	變數	變數值
駕駛人特性 (狀態屬性)	年齡	<18、年輕 (18-35)、中年 (36-55)、老年 (>55)
	性別	男性、女性
	駕照種類	一般、職業、軍人、其他
	駕駛狀況	有效、無效、未知
	職業	學生、上班族、無工作、未知
旅次特性 (狀態屬性)	旅次目的	上班、上學、社交、購物、觀光、商業、其他、未知
	旅次時間	早上尖峰 (07:00-09:00)、白天離峰 (09:00-16:00)、下午尖峰 (16:00-19:00)、晚上離峰 (19:00-23:00)、凌晨 (23:00-07:00)
駕駛人行為與環境 特性 (狀態屬性)	是否使用安全帶	是、否、未知
	是否使用手機	是、否、未知
	是否喝酒	是、否、未知
	道路層級	高速公路、其他
	速限	50-、51-79、80+
	道路型態	路口、路段、交流道、其他
	鋪面材質	柏油、其他、無鋪面
	鋪面缺陷	正常、其他 (例如：凹洞、鬆軟)
	鋪面狀況	乾、溼、其他
	障礙物	有、無
	視距	好、不好
	號誌種類	行車管制、閃光、無號誌
	號誌狀況	正常、不正常、無號誌
	中央分隔設施	分隔島、分隔標線、無
	邊緣設施	有、無
事故特性 (決策屬性)	氣候	晴朗或多雲、下雨、其他
	光線	有、無
	事故種類	撞建築物或橋樑 (198)* 撞道路設施 (1,564) 撞非固定物 (17) 撞施工區 (21)

衝出路外 (297)
翻車 (93)
其他 (126)

*：事故種類的樣本數

一、實證結果 (Wong and Chung, 2006)

實證研究分析的結果分作五個項目：事故型態的產生、近似品質、事故型態的有效性、顯著事故型態以及狀態變數的顯著程度；其中第一至第三項的結果統整如表 3 所示。

表 3 粗略集合分析結果

模式	事故種類	型態數	近似精度	近似品質	判中率	平均判中率
1	↓	104	0.19%	3.02%	4.55%	6.30%
	↓		2.26%		5.05%	
	↓		0.00%		11.76%	
	↓		0.00%		23.81%	
	↓		0.51%		4.04%	
	↓		0.11%		12.90%	
	↓		0.50%		21.43%	
2	↓	38	0.00%	0.26%	0.00%	4.62%
	↓		0.26%		1.73%	
	↓		0.00%		23.53%	
	↓		0.00%		23.81%	
	↓		0.00%		11.11%	
	↓		0.00%		27.96%	
	↓		0.00%		9.52%	
3	↓	508	7.52%	38.69%	21.21%	25.60%
	↓		31.59%		27.88%	
	↓		1.59%		29.41%	
	↓		9.66%		23.81%	
	↓		7.88%		21.21%	
	↓		2.34%		24.73%	
	↓		4.96%		15.08%	
4	↓	474	1.68%	20.16%	20.20%	20.60%
	↓		16.47%		21.93%	
	↓		0.97%		0.00%	
	↓		0.76%		23.81%	
	↓		3.38%		19.53%	
	↓		1.77%		18.28%	
	↓		1.31%		11.11%	
5	↓	766	39.89%	74.65%	16.67%	42.01%
	↓		67.78%		53.45%	
	↓		19.64%		0.00%	
	↓		79.17%		9.52%	
	↓		41.39%		22.90%	
	↓		17.39%		21.51%	
	↓		30.22%		11.11%	
6	↓	787	31.29%	70.68%	19.19%	39.21%
	↓		64.05%		49.36%	
	↓		8.43%		0.00%	
	↓		45.95%		14.29%	
	↓		33.96%		21.55%	
	↓		18.38%		18.28%	
	↓		21.11%		11.11%	
7	↓	808	74.68%	92.88%	12.63%	51.38%
	↓		90.57%		69.69%	
	↓		41.94%		5.88%	
	↓		100.00%		23.81%	
	↓		80.65%		17.51%	
	↓		66.39%		9.68%	
	↓		69.81%		6.35%	

*：D 指駕駛者特性；T 指旅次特性；B 指行為及環境特性；A 指事故結果

(一) 事故型態的產生

如表 3 所示，當所納入解釋變數愈完整，所得到的事故型態數目愈多。由於本研究所考慮的解釋變數為類別變數，當多一個變數納入分析時，其可能產生的事故型態數目為倍數增加。然而，實證結果發現，事故型態數目實際上增加的速度，隨著納入解釋變數的增多而有變緩的趨勢；同時，近似品質卻隨著納入解釋變數的增加而上升。此現象顯示，本研究所納入的解釋變數有助於事故型態的分類，而且台灣單一小客車事故存在著一定的型態。

(二) 近似精確度與近似品質

由表 3 可以發現，除了當所有狀態屬性都納入模式之外，翻車與衝撞非固定物兩類事故的近似確度都非常低。另一方面，只要駕駛行為與環境變數與駕駛人特性或旅次特性結合，衝撞建築物、衝出路外以及其他類事故的近似精確度即可達到 30% 到 40%；當所有狀態屬性都納入時，甚至可高達 70% 至 80%。最容易被區分的事務種類為衝撞道路設施與衝撞施工區兩類，當所有狀態屬性都納入模式時，其近似精確度可高達 90% 以上。

在近似品質方面，近似品質的數值隨著納入狀態屬性的完整度提高而上升；模式 2 的近似品質度最低，模式 7 的近似品質度最高。在所有狀態屬性集合中，由於駕駛行為與環境集合所包含的變數最多、涵蓋活動範圍最廣，且其屬於事故發生的近端因素，因此可發現該集合對近似品質的貢獻度最高。表 4 另一方面也顯示，當模式中只含單一狀態屬性集合時，近似品質的精確度非常低，但若至少有兩個以上的狀態屬性集合加入模式，近似品質度將被提升許多。例如，當模式只納入駕駛行為與環境集合屬性時之近似品質度為 38.69%，但僅納入內含兩個變數的旅次特性集合，即可將近似品質提高至 70.68%。

由以上分析可以發現，事故的發生並非由單一（類）因子所造成，因此在分析事故發生原因時，應通盤考慮各類因素。再者，過去研究中較著重駕駛行為與環境屬性的探討，該類屬性雖對事故的貢獻度最高，然而，為有效改善道路安全，通盤分析所有可能的狀態屬性仍值得進一步研究。

(三) 事故型態的有效性

本研究利用 10-fold 的方式進行事故型態有效性 (validity) 的確認。由表 4 可以發現，衝撞道路設施的判中率最高，當所有狀態屬性納入模式後，判中率可達 70% 左右。此等現象顯示，衝撞道路設施事故之間的型態存在一定的相似性，因此，此類事故的可預測性較高。其餘各類事故的判中率約在 0 至 30% 之間，顯示其餘各類事故的發生型態較為隨機。

另由表 4 可發現，當近似品質度愈高時，所得到的平均判中率愈高。若單就某一事故種類來看，其判中率未必隨著納入愈多狀態屬性變數而提高。例如，衝撞建築物與衝撞非固定物兩類事故的判中率在模式 3 中的表現最好，亦即，當模式僅納入駕駛行為與環境屬性時判中率最高；但當此類變數與駕駛人特性或旅次特性結合時，其判中率反而下降。此現象顯示，在分析事故時若不小心納入不相關的變數，反而可能降低解釋率。在本實證研究中，納入愈多的狀態屬性，衝撞道路設施事故的判中率愈高；而駕駛人特性對衝撞工作區以及其他類事故較有幫助，旅次特性則對翻車事故較有幫助，駕駛人特性加上駕駛行為與環境屬性則對衝出路外較有幫助。

在七種事故類別中，衝撞道路設施、衝撞建築物以及衝出路外三類事故在判中結果上

極為類似，也就是此三類大部分的事故都被預測為衝撞道路設施，而極少部分被預測為衝撞非固定物及施工區。此現象顯示，此三類事故的事故型態具有一定的相似性；但由於衝撞道路設施的樣本數較多，其相對應產生的事故型態數目也較多，因此在進行判中時，另外兩種型態極為相似的事故都被吸引到衝撞道路設施此類事故，造成此兩類事故的判中率略低。至於其他四類事故之型態較為獨特，因此預測的型態也較不具一致性。

(四) 事故型態描述

根據粗略集合所得之事故型態結果發現，除了衝撞道路設施外，其餘各類事故的型態皆非常獨特，亦即，每一個事故型態過去僅發生過非常稀少的事件數。在這些事故型態當中，衝出路外的事故為其中較為顯著的事事故種類，最顯著的事事故型態每 7 件事事故。該型態顯示，年輕且較無經驗的學生駕駛具較高的可能發生衝出路外的車禍；值得注意的是，該事故型態的道路與自然環境屬性皆為正常，亦即沒有任何不利於駕駛的因素存在。相反地，具一般職業的駕駛人並沒有發生類似的狀況。因此，建議政府可針對學生駕駛進行相關宣導教育，提醒學生駕駛在一般駕駛環境中可能隱藏的風險，以降低高風險的駕駛行為與減少類似事故的再發生。

事故型態中包含事故數最多的為衝撞道路設施事故，其事故數高達 35。該型態描述著，此事故發生於一個未喝酒具有一般職業的駕駛人，開車在一段具有中央分隔島、15 公尺內無障礙物但路面溼滑的道路上。在路面溼滑時，由於路面磨擦力的下降，提高車輛控制的困難度；駕駛人通常會相對應地降低行車速度，以應付各種可能行車狀況。因此，此類顯著的事事故型態可能隱含著，該駕駛人高估其行車技巧且低估了路面溼滑對行車控制的影響程度，而造成了事故的發生。

(五) 顯著狀態屬性

本研究以狀態屬性在事故型態中出現的百分比，衡量其對區分事故的影響程度。狀態屬性在事故型態中出現愈多次（即百分比愈高），代表其對區分事故的影響程度愈大；由於狀態屬性本身包含的類別愈多，其區分力本應愈大，因此本研究針對類別數不同先將狀態屬性分群，接著進行比較。由於模式 7 所得到的各項結果績效最好，因此以下僅就模式 7 之狀態屬性重要度進行分析。

由圖 3 可以發現，性別、路面邊線與光線為狀態屬性具兩個類別變數中較具區別力的變數；速限、道路分向設施以及道路型態為狀態屬性具三個類別變數中較具區別力的變數；年齡、職業、旅次時間以及喝酒狀況為狀態屬性具四個類別變數中較具區別力的變數。這些變數都可被視為影響國內單一小客車事故種類的重要因子。

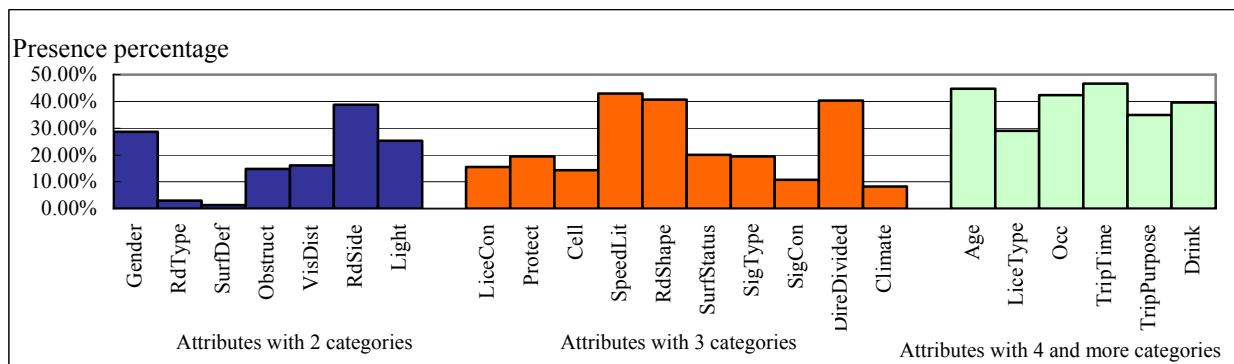


圖 3 狀態屬性重要程度

二、討論

本研究利用粗略集合的特性，將事故的發生模化成一連串活動或事件發生的結果。研究結果顯示，粗略集合理論結合本研究提出之研究架構確可有效分析可能影響因子與事故之間的關係。所提出之研究架構可依研究者對於事故發生的瞭解程度進行擴展，再以同樣的步驟進行分析。本研究在決定解釋變數時，乃是利用粗略集合理論判斷其對事故樣本是否具有區別力而決定，並非如過去統計方法採用顯著性或利用專家知識加以判斷；由於事故發生是一個複雜的過程所導致的結果，此方法較為客觀且可避免捨棄重要但不顯著的變數。

由於部分事故種類具有一定獨特性（例如衝撞非固定物以及翻車事故），加上目前事故資料庫所能提供的資訊集中在事故特性，某些重要變數（例如駕駛人情緒或車流量）並無法納入模式中進行分析，最後產生之事故型態數目仍有數百個，解釋上較為困難。然而，獨特的事故型態並非完全不可預防，建議可致力於減少駕駛人非預期狀況的產生；例如道路設計時應有明顯路型變化的標示，或在特定路段設置防止動物闖入道路的設施。而對於型態較一致的事故種類，可針對其型態特性進行防治；例如前述針對學生駕駛進行特定駕駛情境的教育宣導。本研究僅簡單應用最基本的粗略集合理論進行分析，可將粗略集合理論與其他資料採礦理論結合 (Mckee and Lensberg, 2002)，以減少產生的事故型態數目、增加解釋的方便性。

本研究實證分析結果顯示，民國九十二年國內小客車單一車輛事故確實有一定的型態存在。其中小客車單一車輛事故撞橋樑(或建築物)、撞道路設施以及衝出路外等三類型態，屬於較容易被區分的事故種類，而且此三類事故的分類型態較為類似，可能由於此三類事故的發生過程與道路幾何與駕駛環境有高度相關。相對地，撞工作區、翻車以及撞非固物等三類事故類型屬於較不容易被區分的事故。研究結果也發現，年齡、性別、旅次時間、喝酒狀況、光線、路面邊線、速限、道路分向設施以及道路型態為影響國內小客車單一車輛事故種類的重要因子，各因子對事故發生的影響方式與因子間的交互關係則尚待進一步研究。

參考文獻

1. 何國榮、陳少旭(民 93)，推動「路權優先安全第一」專案工作報告，道路交通安全與執法國際研討會，中央警察大學。
2. 林豐福等人(民 91)，「單一車輛事故駕駛人死亡風險模式建構」，中華民國運輸學會第 17 屆論文研討會論文集，pp.427-432。
3. 林豐福等人(民 93)，道路交通事故相關資料整合系統雛形建置研究(I)：基本雛形環境之建置，交通部運輸研究所。
4. 戚培芳(民 86)，中山高速公路肇事分析模式之研究，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文。
5. Davis G.A. (2004), Possible Aggregation Biases in Road Safety Research and a Mechanism Approach to Accident Modeling, *Accident Analysis and Prevention*, Vol.36, pp.1119-1127.
6. Eby D., Shope J.T., Molnar L.J., Vivoda J.M. and Fordyce T.A. (2000), Improvement of Older Driver Safety through Self Evaluation: the Development of a Self-Evaluation Instrument, UMTRI Report-2000-04, Transportation Research Institute, University of Michigan.

7. Abdel-Aty M.A. and Abdelwahab H.T. (2000), Exploring the Relationship between Alcohol and the Driver Characteristics in Motor Vehicle Accidents, *Accident Analysis and Prevention*, Vol.32, pp.473-482.
8. Abdel-Aty M.A. and Abdelwahab H.T. (2004), Analysis and Prediction of Traffic Fatalities Resulting from Angle Collisions Including the Effect of Vehicles' Configuration and Compatibility, *Accident Analysis and Prevention*, Vol.36, pp.457-469.
9. Al-Madani H. and Al-Janahi A.R. (2002), Roles of Drivers' Personal Characteristics in Understanding Traffic Sign Symbols, *Accident Analysis and Prevention*, Vol.34, pp.185-196.
10. Anderson C.L., Winn D.G. and Agran P.F. (1999), Differences between Pickup Truck and Automobile Drive-Owners, *Accident Analysis and Prevention*, Vol.31, pp.67-76.
11. Beirness D.J., Simpson H.M. and Mayhew D.R. (1993), Predicting Crash Involvement among Young Drivers, In Utzelmann, H.D., Berghaus G., Kroj G., Alcohol, Drugs and Traffic Safety, *Proceedings of the International Conference on alcohol, Drugs and Traffic Safety- T'92*, Verlag TUV Rhineland, Cologne, pp.885-890.
12. Carstensen G. (2002), The Effect on Accident Risk of a Change in Driver Education in Denmark, *Accident Analysis and Prevention*, Vol.34, pp.111-121.
13. Chang L.Y. and Mannering F. (1999), Analysis of Injury Severity and Vehicle Occupancy in Truck- and Non-Truck-Involved Accidents, *Accident Analysis and Prevention*, Vol.31, pp.579-592.
14. Drummer O.H., Gerostamoulos J., Batziris H., Chu M., Caplehorn J., Robertson M.D. and Swann P. (2004), The Involvement of Drugs in Drivers of Motor Vehicles Killed in Australian Road Crashes, *Accident Analysis and Prevention*, Vol.36, pp.239-248.
15. Eisenberg D. (2004), The Mixed Effects of Precipitation on Traffic Crashes, *Accident Analysis and Prevention*, Vol.36, pp.637-647.
16. Elvik R. (2001), Area-Wide Urban Traffic Calming Schemes: a Meta-Analysis of Safety Effects, *Accident Analysis and Prevention*, pp.327-336.
17. Elvik R. (2002), The Importance of Confounding in Observational Before-and-After Studies of Road Safety Measures, *Accident Analysis and Prevention*, Vol.34, pp.631-635.
18. Elvik R. (2004), To What Extent can Theory Account for the Findings of the Road Safety Evaluation Studies?, *Accident Analysis and Prevention*, Vol.36, pp.841-849.
19. Elvik R., Mysen A.B. and Vaa T. (1997), *Trafikksikkerhetshandbok*, Tredje utgave, Transportøkonomisk Institutt, Oslo.
20. Forward S., Linderholm I. and Jarman S. (1998), Women and Traffic accidents, Causes, Consequences and Considerations, In *Proceedings of the 24th International congress of Applied Psychology*, 9-14 August 1998, San Francisco.
21. French D.J., West R.J., Elander J. and Wilding J.M. (1993), Decision-Making Style, Driving Style, and Self-Reported Involvement in Road Traffic Accidents, *Ergonomics*, Vol.36, pp.627-644.
22. Garber N.J. and Ehrhart A.A. (2000), Effects of Speed, Flow, and Geometric Characteristics on Crash Frequency for Two-Lane Highways, *Transportation Research Record*, Vol.1717, pp.76-83.

23. Glass R.J., Segui-Gomez M. and Graham J.D. (2000), Child Passenger Safety: Decisions about Seating Location, Airbag Exposure, and Restraint Use, *Risk Analysis*, Vol.20, pp.521-527.
24. Golob T.F., Recker W.W. and Alvarez V.M. (2004), Freeway Safety as a Function of Traffic Flow, *Accident Analysis and Prevention*, Vol.36, pp.933-946.
25. Gulian E., Matthews G., Glendon A.I. Davies D.R. and Debney L.M. (1989), Dimensions of Driver Stress, *Ergonomics*, Vol.32, pp.585-602.
26. Hansotia P. and Broste S.K. (1991), The Effect of Epilepsy or Diabetes Mellitus on the Risk of Automobile Accidents, *New England Journal of Medicine*, Vol.324, pp.22-26.
27. Harrison W.A. (1998), The Occupations of Drink Drivers: Using Occupational Information to Identity Targetable Characteristics of Offenders, *Accident Analysis and Prevention*, Vol.30, pp.119-132.
28. Hingson R., Heeren T., Levenson S., Jamanka A. and Voas R. (2002), Age of Drinking Onset, Driving After Drinking, and Involvement in Alcohol Related Motor-Vehicle Crashes, *Accident Analysis and Prevention*, Vol.34, pp.85-92.
29. Joint M., MSc, BSc, MCIT UK (1997), Road Rage, Prepared for AAA Foundation for Traffic Safety, Washington, D.C.
30. Keall M.D., Frith W.J. and Patterson T.L. (2004), The Influence of Alcohol, Age and Number of Passengers on the Night-Time Risk of Driver Fatal Injury in New Zealand, *Accident Analysis and Prevention*, Vol.36, pp.49-61.
31. Kim K.E. (1995), Differences between Male and Female Involvement in Motor Vehicle Collisions in Hawaii, 1986-1993, In *Proceedings of the Second National Conference*, Washington, D.C.
32. Laapotti S. and Keskinen E. (1998), Differences in fatal Loss-of-Control Accidents between Young Male and Female Drivers, *Accident Analysis and Prevention*, Vol.30, pp.435-442.
33. Laapotti S. and Keskinen E. (2004), Has the Difference in Accident Patterns between Male and Female Drivers Changed between 1984 and 2000?, *Accident Analysis and Prevention*, Vol.36, pp.577-584.
34. Lenne M.G., Triggs T.J. and Redman J.R. (1997), Time of Day Variations in Driving Performance, *Accident Analysis and Prevention*, Vol.29, pp.431-437.
35. Lerner E.B., Jehle V.K., Billittier A.J., Moscati R.M., Connery C.M. and Stiller G. (2001), The Influence of Demographic Factors on Seatbelt Use by Adults Injured in Motor Vehicle Crashes, *Accident Analysis and Prevention*, Vol.33, pp.659-662.
36. Lourens P.F., Vissers J. and Jessurun M. (1999), Annual Mileage, Driving Violations, and Accident Involvement in Relation to Drivers Sex, Age, and Level of Education", *Accident Analysis and Prevention*, Vol.31, pp.593-597.
37. Lyznicki J.M., Doege T.C., Davis R.M. and Williams W.A. (1998), Sleepiness, Driving, and Motor Vehicle Crashes, *The Journal of the American Medical Association*, Vol. 279, pp.1908-1913.
38. Massie D.L., Campbell K.L., and Williams A.F. (1995), Traffic Accidents Involvement Rates by Driver Age and Gender, *Accident Analysis and Prevention*, Vol.27, pp.73-87.

39. Massie D.L., Green P.E. and Campbell K.L. (1997), Crash Involvement Rates by Driver Gender and the Role of Average Annual Mileage, *Accident Analysis and Prevention*, Vol.29, pp.675-685.
40. McCartt A.T., Ribner S.A., Pack A.I. and Hammer M.C. (1996), The Scope and Nature of the Drowsy Driving Problem in New York State, *Accident Analysis and Prevention*, Vol.28, pp.511-517.
41. McKenna F.P., Waylen A.E. and Burkes M.E. (1998), Male and Female Drivers: How Different are They?, AA Foundation for Road Safety Research, The University of Reading, Hampshire, UK.
42. Mizell L. (1997), Aggressive Driving, Prepared for AAA Foundation for Traffic Safety, Washington, D.C.
43. Murray A. (1997), The Home and School Background of Young Drivers Involved in Traffic Accidents, *Accident Analysis and Prevention*, Vol.30, pp.169-182.
44. Norris F.H., Matthews B.A., Riad J.K. (2000), Characterological, Situational, and Behavioral Risk Factors for Motor Vehicle Accidents: a Prospective Examination, *Accident Analysis and Prevention*, Vol.32, pp.505-515.
45. Norton R., Hoorn S.V., Roberts I., Jackson R. and MacMathon S. (1997), Migraine: A Risk Factor for Motor Vehicle Driver Injury, *Accident Analysis and Prevention*, Vol.29, pp.699-701.
46. Sagberg F., Fosser S. and Saetermo I.F. (1997), An Investigation of Behavioral Adaptation to Airbags and Anti-Lock Brakes among Taxi Drivers, *Accident Analysis and Prevention*, Vol.29, pp.293-302.
47. Shinar D., Schechtman E, and Compton R. (2001), Self-Reports of Safe Driving Behaviors in Relationship to Sex, Age, Education and Income in the US Adult Driving Population, *Accident Analysis and Prevention*, Vol.33, pp.111-116.
48. Simoes A. (2003), The Cognitive Training Needs of Older Drivers, *Recherche Transports Securite*, Vol.79, pp.145-155.
49. Smith K.M. and Cummings P. (2004), Passenger Seating Position and the Risk of Passenger Death or Injury in Traffic Crashes, *Accident Analysis and Prevention*, Vol.36, pp.257-260.
50. Stutts J.C., Wilkins J.W., Osberg J.S. and Vaughn B.V. (2003), Driver Risk Factors for Sleep-Related Crashes, *Accident Analysis and Prevention*, Vol.35, pp.321-331.
51. Taubman-Ben-Ari O., Mikulincer M and Gillath O. (2004), The Multidimensional Driving Style Inventory- Scale Construct and Validation, *Accident Analysis and Prevention*, Vol.36, pp.323-332.
52. Vivoda J.M., Eby D.W. and Kostyniuk L.P. (2004), Differences in Safety Use by Race, *Accident Analysis and Prevention*, Vol.36, pp.1105-1109.
53. Vollrath M., Meilinger T. and Kruger H. (2002), How the Presence of Passengers Influences the Risk of a Collision with Another Vehicle, *Accident Analysis and Prevention*, Vol.34, pp.649-654.
54. Waller P.F., Blow F.C., Maio R.F., Singer K., Hill E.M. and Schaefer N. (1997), Crash Characteristics and Injuries of Victims Impaired by Alcohol versus Illicit Drugs, *Accident*

Analysis and Prevention, Vol.29, pp.817-827.

55. Wells J.K., Williams A.F. and Farmer C.M. (2002), Seat Belt Use among African Americans, Hispanics, and Whites, Accident Analysis and Prevention, Vol.34, pp.523-529.
56. Westerman S.J. and Haigney D. (2000), Individual Differences in Driver, Stress, Error, and Violation, Personality and Individual Differences, Vol.29, pp.981-998.
57. Williamson A. (2003), Why are Young Drivers over Represented in Crashes?, Reports for Motor Accident Authority, NSW Injury Risk Management Research Centre, University of New South Wales.
58. Wong, J.T. and Chung, Y.S. (2006), Using Rough Sets to Explore the Nature of Occurrence of Accidents, Presented at Transportation Research Board, 85th Annual Meeting, Washington, DC, January 22-26.
59. Yagil D. (1998), Instrumental and Normative Motives for Compliance with Traffic Laws among Young and Older Drivers, Accident Analysis and Prevention, Vol.30, pp.417-424.

計畫成果自評

本研究採用粗略集合理論並以事故鏈 (accident chain) 的角度分析事故特性，在道路安全研究領域中屬較為創新的作法；研究結果證實，本研究所提出之研究程序與建議之方法，確可彌補過去統計方法的部分缺失，並發掘出顯著的事故原型。然而，粗略集合理論仍存有些許缺點需要進一步研究，例如所產生出的事故型態數目過多造成解釋不易。本研究之初期研究成果已於第八十五屆 TRB (Transportation Research Board, 2006) 會議上發表 (詳如附錄)，完整之研究成果也正在投稿國際期刊當中，相信本研究能幫助研究者對事故發生本質作更深入的瞭解，計畫之成果可謂已達成預期之目標。