

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 ☐ 成果報告
☒ 期中進度報告

機車碰撞之現場重建及騎士頭臉部傷害之研究

The Study of Motorcycle Collision Reconstruction and Craniofacial
Injuries in Riders

計畫類別：☒ 個別型計畫 ☐ 整合型計畫

計畫編號：NSC 92-2218-E-041-001-

執行期間：92 年 8 月 1 日至 93 年 7 月 31 日

計畫主持人：張立東

共同主持人：蔡明哲

計畫參與人員：江昇修、李國彰、陳奕呈、史芳英

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)：☒ 精簡報告 ☐ 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- ☐ 赴國外出差或研習心得報告一份
- ☐ 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- ☐ 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- ☐ 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、
列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

☐ 涉及專利或其他智慧財產權，☐ 一年☐ 二年後可公開查詢

執行單位：嘉南藥理科技大學 嬰幼兒保育系

中 華 民 國 九 十 三 年 五 月 三 十 一 日

摘 要

機車在台灣是一種極為普遍之交通工具，與國人之日常生活關係極為密切。國內機車絕大部分為 150cc 以下併腿式之速克達，少部分是跨坐式之機車，搭載人員方式有跨坐、有側坐，兒童乘載方式有背負、站立或蹲坐於騎士之腳踏板，更有多人乘載之亂象；因此人員乘載方式與人員傷害機制亟需予以瞭解，以導正使用機車之方式。另一方面，機車一旦發生意外事故極易造成乘員嚴重的傷亡；其中又以頭、臉部傷害之頻率最多、嚴重性也最大。我國雖以施行強制機車騎士配戴安全帽之法令，但是每年因機車交通意外死亡者仍高達 820 人，非致命性傷害之比例反而升高 9%。由此顯見，當務之急在於提昇國人配戴之機車安全帽的防護能力，以及端正機車的使用方式。修訂一部符合國人需求之機車安全帽標準，是提升國內安全帽防護能力最有效的方式。

本研究已建立機車意外事故現場調查模式。吾人將機車事故原因分成兩類，一為機車因路面提供摩擦力不足或路面顛簸造成滑倒，二為機車與其他車輛發生之碰撞。機車碰撞可依據兩車中心線所夾的角度分成對撞、角撞、側撞、追撞等四種；目前之初步結果顯示：機車發生角撞的頻率最高，其次為側撞、對撞、追撞；併腿式機車因具有腳踏板設計，較能保護騎士下肢不受其他車輛之撞擊；國人常於機車把手裝置手腕護套，而此手腕護套卻有安全上的疑慮；安全帽與頭部的固定裝置(頤帶裝置)亟待改進，以防止意外過程中之激烈搖晃，造成安全帽飛離騎士頭部；佩戴輕便式或半罩式安全帽之騎士，經常發生臉部挫傷及擦傷，尤其是輕便式安全帽的頻率較高、嚴重性也較大。

關鍵字：頭面部傷害、安全帽標準、機車安全、撞擊

前言

機車長久以來一直是我國數量最多的機動車輛，以民國 91 年交通部之統計資料顯示 [1]，機車總數已接近一千二萬輛，平均 2 人即擁有一輛，每戶持有 1.7 輛。由此可知，機車在台灣是一種極為普遍之交通工具，與國人之日常生活關係極為密切。然而，機車為兩輪之機構設計，操作時受到駕駛人重心及路面狀況影響甚鉅，行駛之穩定性差，加上缺乏包覆乘員之車體結構，安全性遠不如汽車。一旦發生人車傾覆之意外事故時，騎士及其乘載人員摔落路面、或是撞擊其他車輛，造成乘員嚴重的身體傷害，甚至死亡；無怪乎騎士因機車交通事故而死亡之人數佔總交通事故之 49%，受傷者佔 28% [1]。因此，機車騎士及乘載人員之安全是我國一項特殊而極為重要之課題。

頭部創傷包含頭皮之擦傷、裂傷、瘀傷及顱骨骨折(skull fracture)等，更嚴重的是患者中有 70%發生腦部傷害，而且半數以上的死亡案例均由腦部受創所致[2,3]。有鑑於此，我國於 86 年實施強制機車騎士及附載人員配戴安全帽的法令。根據該法實施前後之研究顯示 [4,5]，騎士頭部傷害的比例大幅減少 43%，死亡人數也降低了 23%；另依行政院衛生署公佈之資料顯示[6]，該強制政策實施以來，一年節省之醫療費用約八億餘元。由此可見機車安全帽具有相當大之防護功能，對於國人生命安全極為重要。然而，比較該法施行前後卻發現，實施後因腦部傷害死亡者每年仍高達 820 人，而非致命之頭部傷害比例則不降反升 9%。此結果顯示，騎士所使用之機車安全帽，其防護頭部傷害的能力仍不符合國人之需求，因此在完成強制配戴安全帽的法令之後，如何提昇國內安全帽的防護能力乃成為現階段之要務。提昇國人使用之安全帽的防護效能，最直接的方法即是修訂一部符合國情之機車安全帽標準，以督促廠商設計、製造符合國人需求之安全帽。吾人多年來從事於機車安全帽於撞擊時之動態響應研究[7-12]，已經描繪出如何提升安全帽之吸收衝擊能力，然而卻發現我國之機車安全帽標準存在著評估準據要求過低，以及頭部保護面積不足之缺失，以致於未能將騎士之頭部傷害降至最低。

審視我國之機車安全帽標準 [13,14]，攸關安全帽防護頭部傷害之效能者為衝擊吸收性檢測，我國標準將安全帽按用途分成普通型、加強型及競賽用型等三種，三者之測試方法相同，各有不同之撞擊能量及評估準據。檢測時以一只標準頭型穿戴安全帽試件，由設定之高度垂直落下，打擊基座上之鋼砧；普通型安全帽之落下高度為 1.6 m (5.6 m/s; 80 J)，頭型所承受之最大加速度值不得超過 400 G ($G: 9.8 \text{ m/s}^2$)，加強型之測試高度為 1.7 m (5.8 m/s; 83 J)，頭型不得產生 300 G 以上之加速度，而賽車用之測試高度為 1.83 m (6 m/s; 90 J)，頭型不得產生 300 G 以上之加速度。這與歐美國家對一般用之機車安全帽均要求 6.6~7.7 m/s (110~150 J)的撞擊速度、不超過 300 G 之準據相比[15-17]，顯然相差很多。另外，國內安全帽廠商提報之檢驗項目幾乎是普通型用途之安全帽，以規避較高之要求準據，這又使得國人配戴之安全帽防護能力更低，這應可說明國人使用安全帽之防護效能不足的原因。然而，何謂符合國人需求之安全帽呢？其要求準據如何？此台灣特有之機車文化與交通環境，難以直接引用國外數據，亟待結合意外現場重建、多體動力學模擬及頭部傷害情形加以釐清。

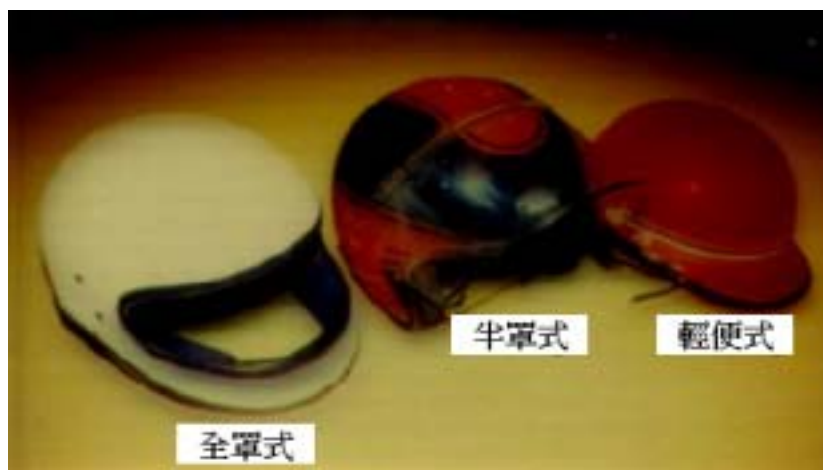
目前機車安全帽以外形觀可分成輕便式、半罩式及全罩式三種(圖一)。全罩式安全帽具有防護臉部撞擊之護頸部分，保護面積涵蓋整個頭、臉部，半罩式之防護區域不含臉部，而輕便式之保護面積最小，僅止於耳朵上方之頭部區域。在國內這三種安全帽以輕便式的使用率最高，其次是半罩式，全罩式最少。然而，根據李茂昌教授之研究顯示[3]，騎士頭、臉

部碰撞而受傷的比例相同；蔡益堅醫師之流行病學研究亦顯示[18]，僅全罩式安全帽可明顯降低騎士頭部傷害之危險性。以上結果均說明大部分國人配戴之安全帽其保護面積明顯不足。為何市面上充斥著輕便式及半罩式安全帽呢？追根究底仍是起因於安全帽之衝擊測試區域過於狹小，我國之標準中規定頂骨(parietal bone)之衝擊測試區侷限於耳洞(基本平面)上方 64mm 之參考平面以上區域，額骨(frontal bone)測試區位於參考平面上方 20mm 範圍以上，枕骨(occipital bone)測試區僅在參考平面下方 25mm 以上之區域（圖二），相較於歐盟[16]及美國之 Snell 標準[17]之規定差距甚大。然而，安全帽應具備何種防護面積，方能保障國人頭、臉部之安全呢？此問題有待實地比對意外發生時安全帽撞擊位置與頭臉部傷害情形，方能提出依具體數據，作為有關單位修改機車安全帽標準之參考。

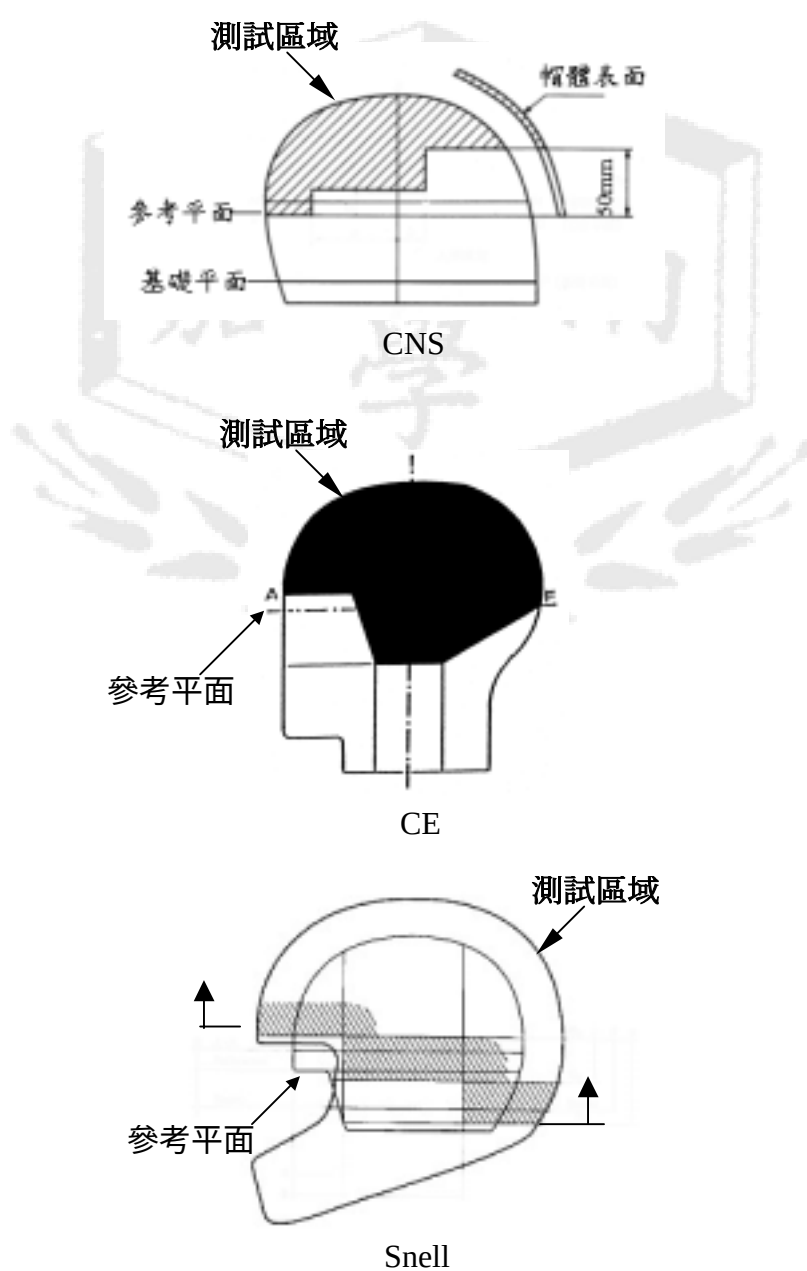
根據交通部統計處調查指出[19]：國人使用機車主要用途為上下班、上下學等通勤旅次合計占 55.7%，其它主要用途如接送小孩、休閒娛樂、購物及業務使用等亦超過 40%，顯示除集中性尖峰時段通勤外，常做為其他生活上之用途。以機車的型式而言，絕大部分為併腿式之速克達(scooter)，少部分是跨坐式之機車（圖三），且引擎容量幾乎在 150cc 以下，截然不同於歐美國家絕大部份是 250cc 以上之跨坐式機車，以休閒娛樂為主要用途。此外，機車除了騎士駕駛外，也常是搭載人員之交通車，而搭載方式有跨坐或側坐於騎士背後，有站立或蹲坐於方向把手與騎士之間的踏板，更常有三人以上共乘一輛機車之情形，舉凡上述種種，我國使用機車的種類與方式迥異於歐美國家。雖然國外有諸多機車意外事故模式分析[20-22]，然而這些研究無法探討國人乘坐機車方式與意外時造成傷害之機制；也無法確切估算騎士撞擊地面或車輛時之線性速度、撞擊角度、角速度等運動學參數。探討前者有助於端正機車安全的使用方式，而後者對於要求機車安全帽的吸收衝擊性能十分重要，若能瞭解“騎士/機車”系統於意外事故之運動學過程，將可提出最適當之衝擊能量準據，進而作為修改機車安全帽標準之參考。

研究目的

我國特有之機車使用文化，以及騎士與乘載人員嚴重之頭部傷害問題，本計畫結合臨床傷害病例、意外事故現場調查及“騎士/機車”系統碰撞過程之模擬詳加探討，完整分析騎士頭面部之傷害、界定安全帽標準必須具備之防護面積及吸收衝擊能力之評估準據、釐清乘坐機車方式與造成傷害之機制等，進而降低國人因機車意外所造成之傷亡。：



圖一、機車安全帽之形式。



圖二、CNS, CE, Snell 標準之衝擊測試區域。



(a)



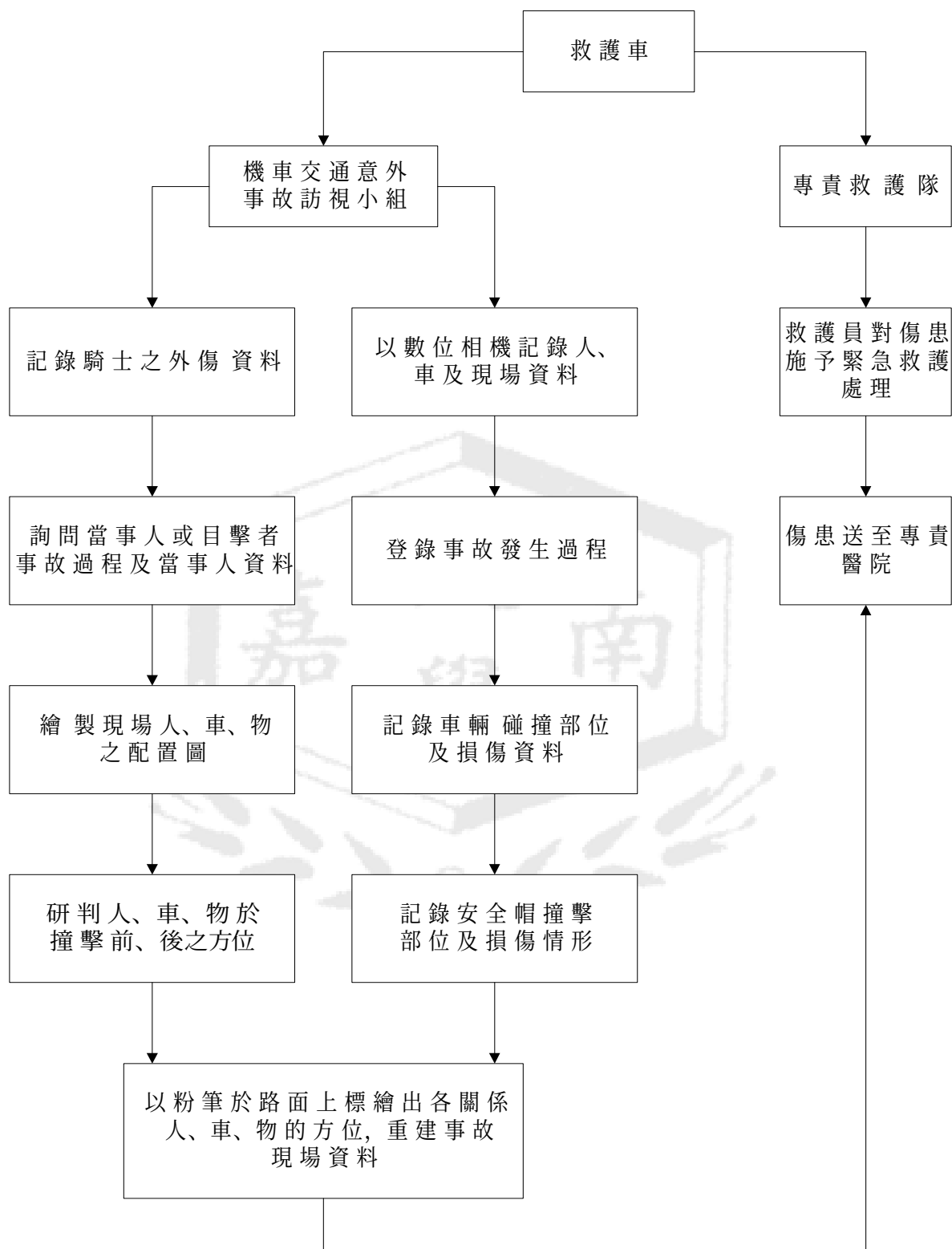
(b)

圖三、(a)併腿式之速克達，(b)跨坐式之機車。

研究方法

由於參與現場調查之研究人員均為學校教師、在學之研究生及大學生，執行時段侷限於課餘時間，每週一、二、四、五、六共五天，每天各一時段，每個時段為五小時，早上時段為八點至下午一點，下午時段為一點至下午五點。另外，現場調查工作含現場照相與攝影、測量及繪圖，需要較多的時間，然而要完成上述的工作必須保持事故現場的完整，勢必影響到用路人的權益，故選擇調查的時間避開交通尖峰時段，另外考量到照相與攝影需要現場採光充足以及調查人員自身的安全等因素，本研究目前之現場調查工作皆在白天且非交通尖峰時刻時進行，並且本研究暫不考量肇事原因、肇事責任與肇事率等方面的問題。

研究人員於執行時間在台南市消防局第二大隊專責救護隊待命，一旦消防局勤務指揮中心指示有機車意外事故需前往救護時，專責救護隊救護員與本研究人員於一分鐘內出動救護車，並在五分鐘內抵達交通意外事故現場。救護員對傷患施予緊急必要救護處理後，隨即將傷患送至專責之醫院就診，而本研究人員繼續留置現場進行調查工作，待調查工作順利完成後自行返回隊部(圖四)。本計畫研究人員係兩人為一組，一人先紀錄人員之外傷情形，探詢事故當事人或目擊證人之車禍經過及當事人基本資料，隨之繪製事故現場人、車、物之配置圖，研判人、車、物之撞擊前、後之方位，並以粉筆於路面上標繪出各關係人、車、物的方位，重建事故現場資料；另一人則以數位相機記錄人、車及現場資料，並登錄事故發生過程、車輛碰撞部位及損傷資料、以及安全帽撞擊部位與損傷情形。完成現場調查後即前往專責醫院，詳細記錄騎士及乘載人員之傷害資料。



圖四、研究人員訪視之流程圖

本研究結果發現當機車與其他汽車發生碰撞時，無論是機車遭到車輛撞擊或者是機車撞擊汽車，汽車僅車體凹陷或燈具破裂，車內之駕駛或乘員均未受傷，然而騎士及附載人員通常都會受傷；機車若與兩輪交通工具如機車、單車發生碰撞，則雙方騎士或乘員幾乎皆會有受傷的情形。因此本研究依照事故對象分兩類，第一類為機車與機車或單車發生碰撞，第二類為機車與其他三輪以上交通工具發生碰撞。

由於目前所收集之案例不多，尚無具體結論，然而執行至今發現若干國內使用機車所特有之現象，整理如下：

- 一、機車發生角撞的頻率最高，其次為側撞、對撞、追撞。
- 二、併腿式機車具有腳踏板設計，當與其他車輛發生角撞時騎士下肢較不易遭受撞擊，而跨坐式機車則無此項優點。
- 三、國人常於機車把手裝置手腕護套，作為夏日遮陽、冬天保暖之用。然而本研究發現此手腕護套有以下安全上的疑慮：
 1. 騎士在機車失控後、手掌離開手套時有可能誤轉動油門，使得機車加速向前衝，造成更嚴重的後果。
 2. 手腕護套僅有一單一方向出入口，且為方向燈鈕設有一拇指套，當機車失控後，騎士手掌有可能一時難以離開手套，而造成難以預料的後果。另外，在機車激烈搖晃的當下，騎士一但手掌離開手套，有可能一時難以再次伸入手套恢復對機車的操控，同樣造成難以預料的後果。
- 四、機車於發生意外過程中，騎士所佩戴之輕便式及半罩式安全帽常於頭部遭受碰撞前即已飛離騎士頭部，或者頭部碰撞後安全帽即脫離，無法防護頭部第二次撞擊，由此可見機車安全帽與頭部的固定裝置(頤帶裝置)亟待改進。
- 五、騎士佩戴半罩式或輕便式安全帽，依然經常發生臉部挫傷及擦傷，尤其是輕便式安全帽的頻率較高、嚴重性較大。

本研究已建立機車意外事故調查模式，持續收集案例之中。在缺乏專職人力從事現場調查工作之下，吾人希望以兩年的時間逐漸累積足夠案例，完成計畫中設定之目標。

參考文獻

1. 交通部統計處，”中華民國 76~89 年交通統計要覽”，民國 77-90 年。
2. S. T. Lee, T. N. Lui, C. N. Chang, D. J. Wang, R. F. Heimbarger, and H. D. Fai, “Features of head injury in a developing country – Taiwan (1977-1987),” The Journal of Trauma, Vol. 30, No. 2, pp. 194-199, 1990.
3. M.C. Lee, W.T. Chiu, L.T. Chang, S.C Liu and S.H. Lin, “Craniofacial injuries in unhelmeted riders of motorbikes”, Injury, 26:467-470, 1995.
4. M. C. Tsai, and D. Hemenway, “Effect of the mandatory helmet law in Taiwan,” Injury Prevention, Vol. 5, pp. 290-291, 1999.
5. 林豐福，”150cc 以上機車於國內開放產銷之衝擊研究”，交通部運輸研究所，民國 87 年 10 月。
6. 衛生署衛生統計，中華民國八十七年。
7. 張立東，張冠諒，張志涵，林千玉，”機車安全帽護額標準之探討”，中華醫學工程學刊，Vol. 17, No. 4, p.223-230, 1997.

8. 張志涵, 張立東, 黃繼振, 黃世疇, 張冠諒, "機車安全之動態有限元素分析", 中華醫學工程學刊, Vol. 18, No4, p.225-232, 1998.
9. 張立東, 張志涵, 張冠諒, "機車安全帽標準於頭臉部防護能力之探討", 中華醫學工程學刊, Vol. 20, No. 3, p.151-158, 2000.
10. L. T. Chang, C. H. Chang, and G. L. Chang, "Experimental evaluation of chin bar on head injury in facial impact." JSME International Journal, Series A, Vol. 42, No. 2, p. 294-300, 1998.
11. C. H. Chang, L. T. Chang, G. L. Chang, S. C. Huang, and C. H. Wang, "Head injury in facial impact -a finite element analysis of helmet chin bar performance." ASME: Journal of Biomechanical Engineering, Vol. 122, p.640-646, 2000.
12. L. T. Chang, C. H. Chang, and G. L. Chang, "Fit effect of motorcycle helmet – a finite element modeling." JSME International Journal Series A, Vol. 44, No. 1, p.185-192, 2001.
13. 中國國家標準 CNS 2396, Z2009. 乘坐機車用安全帽, 民國 92 年 1 月。
14. 中國國家標準 CNS 3902, Z3014. 乘坐機車用安全帽檢驗法, 民國 92 年 1 月。
15. British Standard 6658, Protective helmets for vehicle users, British Standard Institution, London, 1985.
16. E.C.E. R 22, "Uniform provisions concerning the approval of protective helmets and of their visors for drivers and passengers of motorcycles and mopeds," Geneva, 1995.
17. Snell Memorial Foundation, "Standard for protective headgear," North Highlands, California, 1999.
18. Y. J. Tsai, J. D. Wang, and W. F. Huang, "Case-control study of the effectiveness of different types of helmets for the prevention of head injuries among motorcycle riders in Taipei, Taiwan," American Journal of Epidemiology, Vol. 142, No. 9, pp. 974-981, 1995.
19. 交通部統計處, "台灣地區機車使用狀況調查資料", 民國 87 年 6 月。
20. Bothwell P. W. "Motorcycle and Recreational Vehicle Safety." Second International Congress on Automotive safety, paper No. 73016, 1973.
21. P. F. Niederer, "Some aspects of motorcycle-vehicle collision reconstruction," SAE 900750, 1990.
22. L. M. M. Careme, "Collision dynamics and injury causation in motorcycle accidents," SAE 900745, 1990.