

## 車流量與分隔設施對自行車橫向間距之影響

吳宗修<sup>1</sup> 蔡政鴻<sup>2</sup>

### 摘要

本研究探討自行車專用道上之自行車駕駛行為是否受到外在環境因素所影響；考慮之駕駛行為分別是行駛速度及車道左側間距，測度之外在環境因素包括自行車道寬度、自行車道分隔類型、左鄰車道的汽車與機車流量。研究利用實地錄影的方式，觀察自行車在自行車專用道上之橫向間距，同時運用雷射測速槍測得該自行車樣本之行駛速率。結果發現車道越寬，自行車騎士左側所保持之橫向間距越大；在同樣車道寬度之下，自行車行駛於實體分隔類型比行駛於標線分隔類型，所保持之左側橫向間距顯著較大；且自行車顯著的會受到鄰近車道機車數與汽車數而影響其橫向間距。但前述外在因素對於自行車速率並無統計上的顯著影響。

**關鍵詞：**自行車、橫向間距、車流量、分隔設施

## 一、緒論

### 1.1 研究背景與動機

台灣地狹人稠，龐大的汽機車混合車流情況，發展出獨特的台灣交通情況；尤其是在都市地區，馬路巷道，在有限的空間下，不時可見到自行車與汽機車爭道的危險情況；而根據研究，這主要會產生兩種影響，擔心車輛駛進自行車道，自行車的速度呈現明顯的差異；自行車駛入鄰近車道，鄰近車道的駕駛，其行為亦受到影響。而在保護自行車做法上，確立自行車的路權，如建立專用道以保護自行車騎士是普遍的做法，然而不同的自行車專用道類型，自行車的行為可能有所差異；本研究希望透過實驗分析的方式，探討不同類型的分隔設施及車流量對於自行車之橫向間距與行駛速率之影響。

<sup>1</sup>交通大學運輸科技與管理學系副教授 (地址：300 10 新竹市大學路 1001 號，電話：03-5731998，E-mail: [thwoo@mail.nctu.edu.tw](mailto:thwoo@mail.nctu.edu.tw))。

<sup>2</sup>交通大學運輸科技與管理學系碩士。

## 1.2 研究目的

本研究藉由實際觀察之方式，利用觀察自行車於自行車專用道上，受到外在環境因素（分隔設施、鄰近車道車流量）的影響之駕駛行為，蒐集相關資料以進行分析，期能找出影響自行車橫向間距與速率的因素。本研究亦希望能藉由探討此一問題過程，達成如下目的：

- (1) 驗證並分析在不同的道路環境下，不同分隔設施與車流量，是否會造成自行車橫向間距與速率的差異。
- (2) 冀望能夠找出影響自行車在道路上騎乘時行為的主要因素，並因應提出適當措施，以提升自行車騎士之安全。

## 1.3 研究方法與流程

本研究主要在探討不同環境因素下，自行車橫向間距與車速的差異。研究主要分成二部分進行：第一部分，透過廣泛蒐集國內外相關文獻，對研究主題深入瞭解並整理，包括國內相關自行車道設計準則規範、影響橫向間距與自行車駕駛行為特性之因素、車流量對駕駛行為之影響。第二部分，則欲利用實地調查的方式，對所觀察的自行車道實地勘測，觀察不同類型的自行車道類型，自行車的駕駛行為有何差異，再透過數位錄影紀錄在不同的環境因素下，觀測自行車騎士對於不同分隔設施與車流量，橫向間距的差異。最後，對於實地收集到的資料，再輔以統計分析的方式，驗證分析自行車行為是否有所差異。

## 二、文獻回顧

本節將界定研究中提及各項名詞定義及相關文獻回顧，探討各項環境變數與自行車車流行為的相關文獻，並說明自行車與汽機車在研究上的差異，其特性為何；最後則將相關文獻整理，提出實驗變數的定義。

### 2.1 自行車專用車道

為探討自行車專用道分隔設施對自行車騎士之影響，經整理相關研究，以分隔設施區分，將自行車車道的分類分為以下三種類型：

- (1) 無實體分隔、無特別規劃之自行車道
- (2) 無實體分隔、有特別規劃之自行車道
- (3) 有實體分隔、有特別規劃之自行車道

而其中以第(三)類自行車道完全與其他車道完全分開，自行車與其他車輛、行人分別隔離，為專為自行車設計之自行車專用道，此類車道在其專屬範圍內較少受到其他車輛與行人干擾，可增加自行車騎士騎乘時的安全性與舒適性，然尤其在都市地區，所佔空間會較大，成本會較高。研究為探討無實體分隔與有實體分隔的差異，即對上述(二)與(三)類做探討，又以人行道分隔之自行車專用道與鄰近車道間隔距離過大，鄰近車道車流量對專用道上騎士影響甚少，故本研究探討的車道為對現有車道加以分隔之自行車專用道，分析實體分隔設施與無實體分隔設施產生的差異。

## 2.2 橫向間距

對於自行車騎士而言，在使用自行車運具時易受到外在環境所影響，Parkin and Wardman即是假定使用者這種行為反應，定義為自行車騎士的知覺風險，為騎乘自行車時外在的威攝力量。而利用測量自行車騎士橫向間距，可以看出自行車行駛時，受到鄰近車道車流干擾的程度。而本研究所提及之橫向間距，為自行車騎士在行進過程中與路側標的物（分隔設施、標線）的最短距離；如圖1。

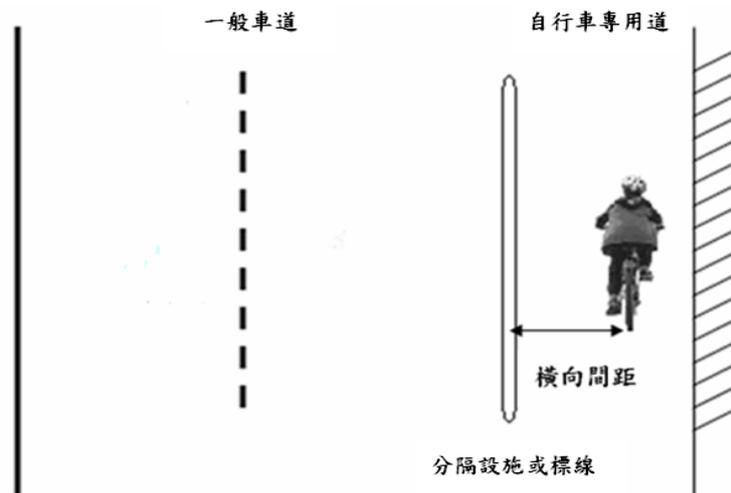


圖 1 自行車道橫向間距示意圖

## 2.3 文獻回顧

表 1 影響駕駛行為相關文獻整理

作者	主體	研究內容
Parkin and Meyers(2010)	一般駕駛	收集車輛超越自行車時的橫向距離數據，驗證不同車種、有無自行車專用道的差異。
Chen and Wang(2009)	一般駕駛	說明鄰近車道的汽車數量和汽車速度，路邊道路的寬度是自行車騎乘時壓力的來源。
Pete Owens(2005)	一般駕駛	驗證不同車種、有無自行車專用道的差異
Ian Walker (2007)	一般駕駛	收集車輛超越自行車時的橫向距離數據，分析不同車種對不同自行車騎士外觀超越時的關係。
Steyvers and Waard(2000)	一般駕駛	驗證不同標線設施對駕駛行為的差異。
Miyahara and Hyodo(2010)	自行車	驗證不同時間、不同天氣對自行車騎士行為的差異。
Harkey and Stewart(1997)	自行車	驗證不同的道路設施，對自行車騎士橫向間距的差異影響，並說明汽車超越自行車時改變的情況
TRL Report TRL549	自行車	說明道路基礎設施不同，影響自行車騎士態度和行為。
TRR1636	自行車	探討健走的人、慢跑者與騎乘自行車的人，三者在此共用道路的車流行為與交互作用。說明行為都會受到超越的與迎面而來的車輛所影響。
Joon-Ki Kim(2007)	自行車	說明鄰近車道限速、年齡、不同天氣、時間、沒有路燈的情況，對騎乘自行車時致命傷害的機率。
Srisurapanon and Paripol(2003)	自行車	探討騎乘自行車使用目的，研究並對分流的態度做調查。
Bernhoft and Carstensen (2008)	自行車	驗證不同性別與年齡對騎乘自行車風險認知與行為的差異。
周文生(2009)	自行車	針對自行車交通事故特性做分析研究，並探討台灣文獻自行車行為的差異，提出安全淨空寬度與車道寬度的建議。

## 2.4 自行車與汽機車特性與差異分析

研究歸納出自行車有別於其他車種在道路上的特性，整理如下表：

- (1) 平均速率較慢，致使常有被其他車種超越的情形。
- (2) 只能看到前方的道路使用者，亦較沒辦法注意到後來是否有來車。
- (3) 沒辦法確認鄰近車道車輛與自己的橫向間距，並因應做出反應。
- (4) 重量相對較輕，致使鄰近車道車輛對其影響相對較大。

表 2 汽、機車、自行車差異

特性	自行車	機車	汽車
體積	小	中	大
重量	輕	適中	較重
重心	較高	較低	
速率	慢	適中	較快
車後注意力	低	適中	較高
可接受間距	小	小	大

## 2.5 小結

綜合相關文獻回顧與分析，可知自行車在駕駛過程中，受到一些外在環境變數所影響，整理如下：

- (1) 名詞定義：本研究所指之「橫向間距」是指自行車騎士在行進過程中與車道左邊標的物（分隔設施、標線）的最短距離。而研究主要為對無實體分隔自行車專用道與有實體分隔專用車道進行比較。
- (2) 外在環境影響自行車駕駛行為的相關研究：整理相關研究，可知有無設置自行車專用道、自行車道寬度、鄰近車道車輛速度、不同車種、車道限速、天氣與觀測時間等，都會對駕駛行為（速度與、橫向間距）有所影響，但卻顯少發現討論車流量與分隔設施影響自行車騎士駕駛行為之研究。
- (3) 因此本研究參考國內外相關研究，考慮變數如下：
  1. 應變數：自行車騎士的速率、橫向間距。
  2. 自變數：
    - (a)自行車道部分：自行車車道寬度。
    - (b)鄰近車道部分：車道寬度、車道流量、車種。
    - (c)分隔設施：寬度、類型（標線或軟式標誌桿）。

### 三、實驗設計與資料蒐集

#### 3.1 實驗設計

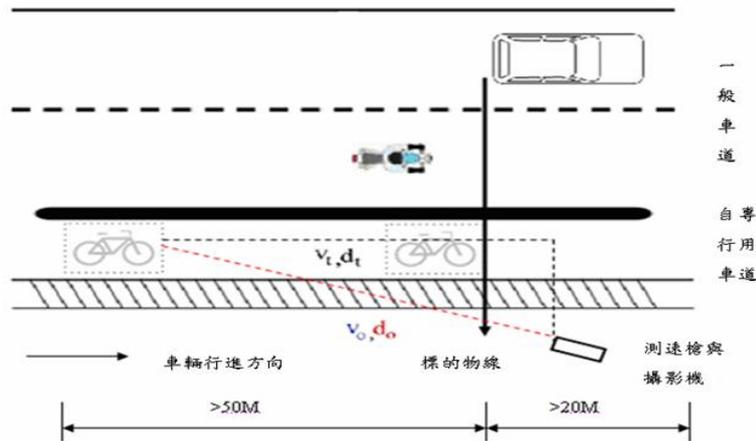


圖 2 實驗設計示意圖

實驗設計與資料蒐集過程說明如下：

- (1) 挑選適合的自行車專用道，並在路旁架設儀器（攝影機與測速槍）。
- (2) 攝影機拍攝自行車專用道與鄰近車道的車流量，並在事後透過錄影資料觀察自行車通過標定點（以標的物線為基準）的橫向間距。
- (3) 觀測人員對在專用道上行駛之自行車進行測速，以取得該自行車在專用道上穩定駕駛行為之速率，並記錄該筆樣本資料，且對攝影機口頭報出該筆樣本資料數字。
- (4) 事後資料處理時，則運用電腦觀測紀錄該筆樣本橫向間距資料，並對樣本的速率資料進行校正。
- (5) 針對鄰近（左側）車道車流量，亦透過車流量計算方式，將收集的車流影像資料，分不同車種（汽車、機車），分別記錄自行車通過標的物線前 20 秒的車流量。
- (6) 完整樣本資料應包含該筆樣本資料於專用道行駛之瞬間速率、通過標的物之橫向間距與鄰近車道車流量。

### 3.2 實驗路段選取條件說明

首先針對自行車道做一資料調查，並依據實驗目的訂定選取適合的觀測路段，爾後透過實地勘查，從各路段中進一步選取合適之自行車道。另一方面，因實驗需透過專業儀器取得實驗之數據，實驗人員的訓練，如：攝影機之操作與取點的判斷，雷射測速槍之操作訓練，車道基本資料之量測與登錄，都須有事前之訓練；在確定實驗人員無誤後，則對挑選之自行車道作前測試拍，檢討拍攝過程有無問題與缺失、修改實驗設計，而後正式開始資料蒐集調查流程。研究人員於台北縣市、新竹縣市、桃園縣與高雄縣市、台中市進行廣泛踏勘，以挑選適合進行資料蒐集之自行車專用道，結果篩選出三處自行車專用道位置，其基本資料如下表 3 所示：

表 3 實驗地點幾何資料整理

資料變項	自行車專用道名稱		
	標線分隔(175 cm)	標線分隔(100 cm)	實體分隔(100 cm)
研究命名	台北市思源路	竹北市勝利七街	竹北市勝利八街
地點	台北市思源路	竹北市勝利七街	竹北市勝利八街
自行車道寬	1.75 m	1 m	1 m
車道長度	約 80 m	>100 m	>100 m
單雙向	雙邊單向	單邊單向	單邊單向
分隔型式	標線分隔	標線分隔	實體分隔
鄰近車道寬	3.3 m	3 m	3.3 m
道路寬		9.6 m	9.6 m
緣石類型	水溝渠	水溝渠	水溝渠
溝蓋寬度	0.65 m	0.55 m	0.60 m

觀察人員於此三處自行車專用道進行實地觀察與資料蒐集，如圖 3 至圖 5 分別為自行車專用道照片。三處實驗地點水溝蓋的寬度有著些微差異，研究為避免受此影響，在樣本選擇部分，只討論在專用道上的部分，排除自行車是否會受此溝蓋寬度差異影響之疑慮。圖中箭頭所指處為攝影機所架設位置。



圖 3 台北市思源路自行車專用道



圖 4 竹北市勝利七街自行車專用道



圖 5 竹北市勝利八街自行車專用道

### 3.3 資料登錄與篩檢

道路基本資料量測與登錄：

- (1) 自行車道位置：實驗地點取樣位置（自行車道的所在位置）。
- (2) 自行車道寬：自行車專用道規劃的實際寬度，主要為兩側標線的距離。
- (3) 是否為單雙向：紀錄該自行車專用道為單向或雙向。
- (4) 車道數：實驗地點之車道規劃數。
- (5) 車道寬度：實驗地點之車道寬度。
- (6) 鄰近車道寬：與自行車專用道相鄰近之車道寬度。
- (7) 分隔設施類型：標線分隔、回復式交通桿、小型分隔島。
- (8) 有無水溝蓋：有無水溝蓋的紀錄。
- (9) 登錄實驗日期與時間：紀錄實驗日期與觀測時間。

實驗過程必須測量駕駛者的速度與橫向間距，進行實驗數據蒐集時，發現儘管是合適之自行車道，但在樣本蒐集上還是存在一些問題，以致於須將受影響之樣本剔除，如下列詳述：

- (1) 路邊停車：但是在實驗蒐集過程中發現汽機車駕駛人常有違規暫停現象，致使自行車專用道上之自行車騎士駕駛行為受影響，如不在專用道上行駛其運具。實驗蒐集資料則剔除此類受影響樣本資料。
- (2) 特殊用途自行車：若為特殊用途之自行車，如兩人座之協力車或四人座之遊憩型自行車，亦不計算此類樣本。
- (3) 逆向行駛：國內自行車道之設立主要有三種形式，一為單邊單向自行車道、一為雙邊單向自行車道、另一則為雙邊雙向自行車道。研究為探討單向自行車道，然實地觀察時發現國人常有在單向自行車道逆向行駛行為。實驗為避免樣本資料受逆向行駛行為影響，在有自行車逆向駛入自行車道時則採不紀錄的原則處理。

### 3.4 資料蒐集與修正

#### 3.4.1 鄰近車道車流量計算

考量到自行車於行駛過程中注意力會著重於前方，研究設定一標的物線，以觀察自行車騎士行為。該標的物線離路口距離至少大於 50 公尺，受影響時間之鄰近車道車流量即以此推算；以文獻紀錄自行車騎士行駛速率約每小時 10-18 公里，本研究以時速 10 公里推估，自行車行駛 50 公尺距離的時間約為 20 秒，故定義自行車通過標的物線前 20 秒左側鄰近車道之車流量為本研究之「受影響時間之鄰近車道車流量」。本研究即探討自行車騎士是否在此時段內受到左側鄰近車道車流量影響其駕駛行為。車流量計算以不同車種（汽車、機車）分別估算，以車身完整在鄰近車道內為樣本計算，若車身在影片中有橫跨兩車道的情況，則剔除該樣本。

#### 3.4.2 橫向間距資料處理

將所拍攝之車流影像資料於電腦螢幕播放，擷取自行車通過標的物的影像，再測量其橫向間距寬度。因研究採用水平拍攝關係，拍攝過程中錄影機擷取之影響可能會產生「過鏡」的現象，所謂過鏡現象即是錄影機在其規格下，錄製到所呈現出來的畫面可能有超過標的物線或超過鏡頭的情況，此時在登錄資料時，採用處理方式如下：

- (1) 將畫面定格並列印出自行車影像。
- (2) 補足過鏡時的影像：自行車車輪可能會有超出畫面的情況，畫其輪廓以還原自行車原貌。

- (3) 以自行車前後車輪中心頂點連線，延長此線段以通過標的物線，並量測此交點與該標線或分隔設施距離，登錄為該樣本資料之「橫向間距」。
- (4) 依比例尺原則求出其實際尺寸，此即為自行車騎士的橫向間距。

## 四、數據整理與分析

研究在民國 99 年 5 月 1 日至 6 月 10 日間，針對選取的自行車道進行資料蒐集，分別針對各個自行車道進行 3-4 日，每次約 4 小時的資料蒐集，總共蒐集 198 筆樣本資料，回收後的資料以統計軟體 SPSS 12.0 進行資料分析。在後續分析上，台北市思源路自行車道以標線分隔(175 cm)表示，竹北市勝利七街自行車道則以標線分隔(100 cm)表示，而竹北市勝利八街自行車道則以實體分隔(100 cm)表示。

### 4.1 樣本敘述性統計分析

表 4 樣本基本資料

變項	類別	人數	百分比
分隔設施	標線分隔(175 cm)	78	39.40%
	標線分隔(100 cm)	53	26.80%
	實體分隔(100 cm)	67	33.80%
有無機車經過	有	71	35.90%
	無	127	64.10%
有無汽車經過	有	108	54.50%
	無	90	45.50%
有無汽機車經過	有	133	67.17%
	無	65	32.83%
合計		198	100.00%

經由敘述性統計整理，結果如表4所示。自行車在行駛過程中，左側車道有機車經過的比例佔35.9%，有汽車經過的比例佔54.5%。其中「受影響時間之鄰近車道車流量」的汽車數與機車數登錄，在變異數分析時，為驗證自行車是否在專用道中受到汽機車影響，研究將鄰近車道的汽機車數，將1至n台的車數都轉成「有車經過」，而若在影響時間間隔內無車經過，則登錄為「無車經過」，但在迴歸分析時則以實際車數為紀錄進行分析。

## 4.2 樣本特性差異驗證

### 4.2.1 速度變異數分析

以單因子變異數分析 (ANOVA) 檢測有顯著差異的項目，若為2組以上分類之變數群組，則再進行雪費事後比較檢定 (Scheffe Post Hoc)。表5為不同地點之平均速度基本資料分析，表6為不同地點之速度的變異數分析，結果顯示不同地點間的速度沒有顯著差異。然而綜觀蒐集樣本，在專用道上行駛的時速從最小值5至最大值25公里。且因不同地點在速度上之變異數分析的結果沒有顯著差異，後續在速度對不同特性的差異分析上，則可將所有地區樣本綜合討論。

表 5 不同地點平均速度分析

標線分隔(175 cm)	樣本數	最小值	最大值	平均(標準差)
總樣本	78	9	23	14.72(3.19)
標線分隔(100 cm)				
總樣本	53	7	24	14.09(3.84)
實體分隔(100 cm)				
總樣本	67	5	25	14.93(3.94)

表 6 不同地點速度變異數分析

變異來源	自由度	平方合	均方	F 值	P 值
不同設施(1,2,3)	2	21.64	10.82	0.82	0.44
組內變異	195	2572.95	13.19		
總和	197	2594.59			

表7與8則說明了有無汽機車經過的情況，在專用道上的平均速度表現與變異數分析的結果，在此將情況分為兩類，一為自行車騎士在專用道行駛過程，受影響的時間內鄰近車道有汽機車經過，一則為無任何車經過。分成這兩類乃是因為可直接比較是否自行車騎士速度會受到鄰近車道有無通過車流之影響，結果顯示當自行車在專用道上行駛，其速度不受到鄰近車道旁邊有無汽機車經過而影響，即速度的表現沒有顯著差異。研究亦分別比較下列情況：(1)受影響時間內只有機車經過與其他狀況的比較；(2)受影響時間內只有汽車經過與其他狀況的比較。然其結果一致，皆沒有顯著差異；至此應可確定專用車道上自行車行駛速度並不受左側車道有無汽機車通過所影響。

表 7 行駛中有無汽機車經過平均速度分析

全部樣本	樣本數	最小值	最大值	平均(標準差)
無汽機車經過	65	7	25	14.15(3.77)
有汽機車經過	133	5	25	14.85(3.55)
總樣本	198	5	25	14.62(3.63)

表 8 行駛中有無汽機車經過平均速度變異數分析

變異來源	自由度	平方合	均方	F 值	P 值
無汽機車經過	1	21.14	21.14	1.61	0.21
有汽機車經過	196	2573.45	13.13		
總和	197	2594.59			

#### 4.2.2 橫向間距變異數分析

在橫向間距的討論上，研究先針對不同地點之橫向間距進行基本資料分析與變異數分析的驗證，驗證不同地點的橫向間距表現是否有顯著差異，在此一部分的基本分析中，研究藉由實地蒐集資料發現，自行車在沒有實體分隔的情況下，往往會有超出自行車道的行為產生，此一特性在無實體分隔與有實體分隔時更有顯著差異，如下表9為專用道上之樣本橫向間距分佈情況基本資料。

排除非在專用道上之樣本橫向間距分佈情況則如圖7。在後續的橫向間距分析上，考量到完整的樣本來源包含自行車騎士在非專用道上之行為，此類樣本已不在研究討論範圍內，應於排除，在後續的分析上，研究皆採用排除非自行車道上之樣本資料進行分析。

在對不同地點的橫向間距差異驗證上，不同地點之間的橫向間距有顯著的差異，研究亦根據此分析結果，在後續的橫向間距討論上，將不同地點分開個別討論。然事後檢定結果發現，標線分隔(175 cm)與實體分隔(100 cm)的情況沒有顯著差異，但考量到該車道的自行車專用道寬度為175 cm，而實體分隔的自行車車道寬為100 cm，且表9顯示在標線分隔(175 cm)的標準差為40.28，而在實體分隔的標準差則為12.04，綜合兩筆資料即可得知，兩設施之間沒有顯著差異的原因是因為，事後檢定只針對群組間的平均數是否相等進行驗證，然而在樣本結構部分，可能有所差異，需做進一步檢定。推論標線分隔(175 cm)與實體分隔(100 cm)沒有顯著差異，即是因為在實體分隔情況時，自行車行動受到限制，而導致在兩種情況的橫向間距表現上，沒有顯著差異。

比較三處地點的橫向間距最小值可以發現，在標線分隔的情況，自行車道寬度不一樣，最小值還是差異不大，但在實體分隔設施時，比較車道寬度同是100 cm

的標線分隔情況，則可發現，有明顯的差異。這表示，設置實體分隔設施會使得自行車騎士保留一淨空距離，以保護自身的安全，此段距離達49.13。

表 9 不同地點的橫向間距分析

	樣本數	平均數	標準差	最小值	最大值	偏態	峰度
標線分隔(175 cm)	68	86.59	40.28	1.77	196.21	0.09	0.07
標線分隔(100 cm)	50	45.73	21.57	3.86	92.78	-0.02	-0.53
實體分隔(100 cm)	65	76.37	12.04	49.13	103.53	0.15	0.04

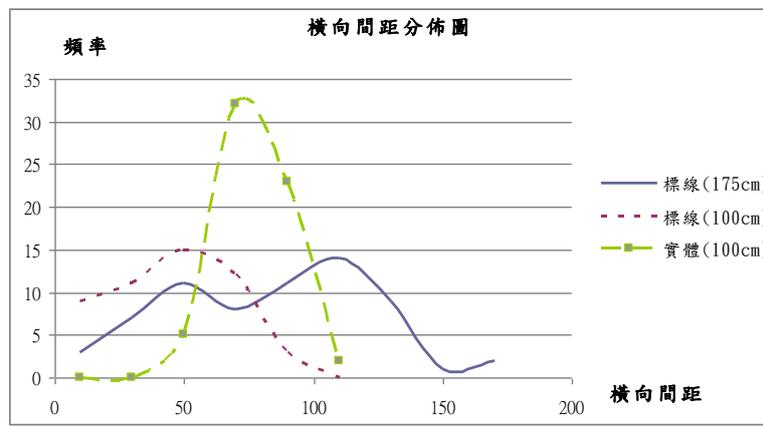


圖 7 橫向間距分佈圖

表 10 不同地點的橫向間距變異數分析

變異數分析	自由度	平方和	均方	F 值	P 值
不同設施別	2	50339.52	25169.76	31.87	0.00**
誤差項	178	140568.4	789.71		
總和	180	190908			

\*\* p < .01

為驗證三處地點橫向間距分佈情況，研究採用K-S檢定(Kolmogorov-Smirnov test)進行檢定，K-S檢定是用來檢定某變數是否符合指定的理論分配，如是否符合常態分配情況。研究分別驗證不同地點之橫向間距位置分佈情況，結果說明如表 11。

表 11 單一樣本 Kolmogorov-Smirnov 檢定

		標線分隔(175 cm)	標線分隔(100 cm)	實體分隔(100 cm)
個數		68	50	65
常態參數(a,b)	平均數	86.59	45.73	76.34
	標準差	40.28	21.57	12.04
最大差異	絕對	0.09	0.07	0.07
	正的	0.06	0.07	0.07
	負的	-0.09	-0.07	-0.05
Kolmogorov-Smirnov Z 檢定		0.74	0.47	0.56
漸近顯著性 (雙尾)		0.64	0.98	0.91

a 檢定分配為常態。

進行K-S檢定的結果，標線分隔(175 cm)的顯著值為0.64，而在標線分隔(100 cm)與實體分隔(100 cm)其顯著值則分別為0.98與0.91，皆大於0.05，說明其顯著符合常態分配。而在其餘之分配檢定，其顯著值則都小於0.05，則為不顯著。說明在自行車專用道上之自行車騎士，其橫向間距的位置分佈符合常態分配。

表12為不同地點在不同特性下的橫向間距變異數分析整理表格，探討在標線分隔(175 cm)的情況，行駛過程中有無汽車經過顯著影響自行車騎士的橫向位置，而在其餘特性的驗證上，則呈現不顯著的情況。而在標線分隔(100 cm)與實體分隔(100 cm)的情況下，則呈現沒有顯著差異。

比較不同地點的情況差異，行駛過程中有汽車經過，機車經過有呈現顯著的影響，若與迴歸分析的結果比較，則呈現一致的情況。但在標線分隔(100 cm)與實體分隔(100 cm)的情況，分析其顯著影響的特性，在標線分隔(100 cm)，變項皆沒有顯著，而在實體分隔(100 cm)的變異數分析部份，只有機車經過會產生影響，推測會產生這樣的差異主要是受限於自行車專用道寬度過小，與樣本數過少的關係。

表 12 不同樣本特性的橫向間距變異數分析

有無機車經過									
有(1)	61	89.18(39.61)	0.12	12	52.98(22.70)	0.19	34	78.61(9.62)	0.11
無(0)	7	63.99(42.06)		38	43.48(21.00)		31	73.84(13.96)	
有無汽車經過									
有(1)	34	96.45(42.21)	0.04*	17	51.89(19.06)	0.15	19	77.91(11.13)	0.50
無(0)	34	76.73(36.22)		33	42.56(22.37)		46	75.69(12.45)	

\* p < .05

### 4.3 迴歸分析與驗證

使用迴歸分析的目的是用來分析那些因素與自行車騎士的橫向間距與速率行為表現有顯著之相關性。研究分別使用強迫進入法與逐步分析法，並將兩種結果做一比較。兩種作法上的差異主要為，強迫進入法是一次將所有自變數強迫進入迴歸方程式中，並不考慮個別變數是否顯著；而逐步分析法則是逐一將顯著的變數放入迴歸式中，一直到沒有符合條件的變數為止。表13為速度在迴歸分析的驗證與結果，而表14則為橫向間距的驗證與結果。說明如下：

由表13可得知在使用強迫進入法的部分，設施別與汽車經過，與機車經過皆不會影響自行車速率行為表現，即沒有顯著相關性；使用強迫進入法時，整體的解釋率為0.07，解釋數值這樣低的原因，可能為影響速率因素眾多，而本研究只討論幾個變項的情況下，可能還有其餘影響速率的變數。

表 13 使用強迫進入法之速度迴歸係數估計值

變項	原始係數	標準誤	標準化係數	t 值	P 值
(常數)	13.96	0.91		15.31	0.00
設施別	0.22	0.36	0.05	0.61	0.54
汽車	0.10	0.35	0.02	0.29	0.77
機車	0.15	0.18	0.07	0.85	0.39
	R	R 平方	調過後的 R 平方		
	0.07	0.00	-0.01		

由表14可知，使用強迫進入法時，不同地點，在受影響的時間內鄰近車道的機車數、汽車數與自行車騎士的橫向間距有顯著相關性。而在使用逐步分析法時，第1步驟進入的變項為鄰近車道的機車數，其迴歸係數值為8.02，解釋率為0.19。第二步驟進入的變項為鄰近車道的汽車數迴歸係數值為7.19，解釋率相對增加0.04，而其餘變項則是被排除的情況。由上述結果亦可得知，自行車騎士在專用道行駛時，在其受影響的時間間隔內，鄰近車道的機車數與汽車數皆顯著的影響自行車騎士的橫向間距，且機車數的迴歸係數值又相對比汽車數來的大，推論這可能是因為機車通常在外車道行駛，而汽車在靠近內車道處行駛，機車離自行車騎士相對距離較近，影響橫向間距較為顯著。

表 14 使用強迫進入法之橫向間距迴歸係數估計值

變項	原始係數	標準誤	標準化係數	t 值	P 值
(常數)	45.81	6.93		6.61	0.00
設施別	4.56	2.68	0.13	1.70	0.09*
汽車	7.92	2.60	0.20	3.04	0.00**
機車	9.01	1.35	0.50	6.65	0.00**
	R	R 平方	調過後的 R 平方		
	0.49	0.24	0.23		

\* p < .05

\*\* p < .01

## 五、結論與建議

### 5.1 結論與分析

#### (1) 速率部分：

1. 經變異數分析驗證，三處地點樣本速度沒有顯著差異，這說明了在不同道路寬度與不同分隔設施環境下，自行車速度的表現沒有顯著差異。觀察樣本速度資料從最小 5 公里/小時至最高 25 公里/小時。
2. 鄰近車道在受影響的時間內有無機車或汽車經過，對速度的差異分析皆呈現沒有顯著的影響。顯見自行車騎士在速度行為上，不會因為鄰近車道車流量而影響，只會根據駕駛者本身的條件因素而決定行駛速度。
3. 迴歸分析的結果發現，不同分隔設施，或鄰近車道有無汽機車經過皆與自行車速率沒有顯著相關。

#### (2) 橫向間距部分：

1. 對三處調查地點做橫向間距的變異數分析，不同分隔設施，在橫向間距的行為表現有著顯著的差異。而橫向間距的位置分配以 K-S 檢定驗證，其圖型分佈都顯著符合常態分配。
2. 比較標線分隔(175 cm)與標線分隔(100 cm)的情況，標線分隔寬車道(175 cm)的橫向間距值顯著的比標線分隔窄車道(100cm)大，顯示在足夠寬度的自行車車道寬度下，自行車為避免左側鄰近車道車流的威脅，會盡量的遠離鄰近車道而維持較大的橫向間距。而比較標線分隔(100 cm)與實體分隔(100

cm)的情況，顯見在實體分隔車道中，自行車有明顯遠離此分隔設施的情況。

- (3) 鄰近車道有無汽車或機車皆對橫向間距有顯著差異：說明自行車騎士會受鄰近車流而影響其維持之橫向位置。
- (4) 迴歸分析的結果發現，不同地點、鄰近車道的汽車數、機車數皆與自行車橫向間距有顯著相關，其中不管是汽車數或機車數，皆呈現正向的顯著相關。

## 5.2 研究建議

針對研究過程與實地蒐集資料過程中，所遭遇之困難與限制說明，並提出建議，供後續研究參考，整理建議如下：

- (1) 從研究結果來看，影響自行車橫向間距的主要因素為專用道寬度與分隔設施種類、鄰近車道汽機車數；但由數據來看，解釋率都偏低，推究其原因可能是其他影響因素還有很多，如自行車騎士本身的感知風險、騎士本身的情緒與習慣等等亦有可能會影響自行車的駕駛行為。本研究無法將這些因素列入考量，若未來要做更完整的分析研究，建議可配合問卷方式來進一步更深入的分析。
- (2) 本研究樣本中超過一成以上的自行車騎士，在有設置自行車專用道路段，卻不在專用道內行駛，以致發生與汽機車爭道的情形。建議有關單位應該加強自行車騎士的安全宣導，配合相關法規的推動執行，以避免肇事情況的發生。
- (3) 設置實體分隔設施雖可能使得自行車騎士感受的風險程度較小，但騎士亦會有避開此分隔設施以保持一安全淨空的反應行為。以實體分隔專用道為例，車道寬度為 1 公尺，騎士維持左側橫向間距達 49 公分，在有限的道路寬度中，安全要求與舒適要求如何達到平衡，有賴進一步增加不同寬度樣本之調查分析。

## 參考文獻

- 周文生、李訓誠、曾紹真、王玉玲(2009)，「自行車肇事防制策略之探討」，98 年道路交通安全與執法研討會。
- Basford, L., Reid, S., Lester, T. J., Thomson, J., Tolmie, A. (2002), "Drivers' Perceptions of Cyclist", TRL Report TRL549, Transport Research Laboratory, crowthorne.
- Bernhoft, I. M. (2008), "Preferences and Behaviour of Pedestrians and Cyclists By Age and Gender", Transportation Research Part F, pp.83-95.

- Chen, Y., Wang, D., TAO, Z. (2009), "Speed Character Study for Motor Vehicle and Bicycle at Non-Barrier Section", *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, Volume 9, Issue 5.
- Steyvers, F. J. J. M., D. De Waard.(2000), "Road-Edge Delineation in Rural Areas: Effects on Driving Behavior", *Ergonomics* 43, pp.223-238.
- Harkey, D. L., Stewart, J. R.(1997),"Evaluation of Shared-Use Facilities for Bicycles and Motor Vehicles," *Transportation Research Record* 1578, pp.111-118.
- Miyahara, Y., Hyodo, T. M.(2010), "Image Processing Analyses on Bicycle Behavior at Newly Installed Bicycle-Lane in JAPAN", Presented at 1<sup>st</sup> International Conference of Thai Society for Transportation & Traffic Studies, Phuket, Thailand, January 22-23.
- Owens,P.(2005),"The Effect of Cycle Lanes on Cyclists' Road Space", [www.warringtoncyclecampaign.co.uk](http://www.warringtoncyclecampaign.co.uk).
- Parkin, J., Meyers, C.(2009), "The Effect of Cycle Lanes on the Proximity Between Motor Traffic and Cycle Traffic", *Accident Analysis and Prevention* 42, pp.150-165,.
- Parkin, J., Wardman, M., Page, M.(2007), "Models of Perceived Cycling Risk and Route Acceptability", *Accident Analysis and Prevention* 39, pp364–371.
- Srisurapanon, V., Paripol, M.(2003), "Potential Network for The Improvement of Bikeway In Bangkok", *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol.4.
- Walker, I.(2007), "Drivers Overtaking Bicyclists: Objective Data on the Effects of Riding Position, Helmet Use, Vehicle Type and Apparent Gender", *Accident Analysis and Prevention* 39 (2), pp.417–425.
- Virkler, M. R., Balasubramanian R.(1998),"Flow Characteristics on Shared Hiking/Biking/Jogging Trails", *Transportation Research Record* 1636, pp.98-117, 1998.