

國家科學及技術委員會補助專題研究計畫報告

不同性別行人繞行障礙物行為與駕駛人應對反應之研究

報告類別：成果報告
計畫類別：個別型計畫
計畫編號：MOST 111-2629-E-015-001-
執行期間：111年08月01日至112年07月31日
執行單位：中央警察大學交通學系

計畫主持人：陳艾懃

計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理：徐岷瓘
碩士班研究生-兼任助理：莊雅雲

本研究具有政策應用參考價值：否 是，建議提供機關內政部, 交通部

(勾選「是」者，請列舉建議可提供施政參考之業務主管機關)

本研究具影響公共利益之重大發現：否 是

中華民國 112 年 10 月 30 日

中文摘要：步行為重要之交通方式，但目前步行環境尚非完全友善，行人因行走速度慢且通常無任何安全防護措施，為道路中較弱勢的用路人，於發生交通事故時，經常受到較嚴重的傷害。而目前研究對於行人行為之瞭解仍屬有限，故本研究透由事故資料整理與錄影觀察等方式了解行人於路段上之步行情形，以及駕駛者遇行人侵入車道時之閃避反應，並建置虛擬實境模擬環境，以利進行行人實驗。經分析路段中行人交通事故當事人資料發現，雖各縣（市）行人事故中第一當事人比例以男性較高、第二當事人比例以女性較高，但於統計上均不顯著；然男性行人於事故中重傷甚至死亡人數交多，且男性有肇責比例高於女性。而於行人於遭遇障礙物時繞行行為之差異，雖經分析多項行人繞行行為，且亦於觀察次數上有所差異，但經以卡方檢定分析後則均無顯著差異。本研究主要貢獻為了解於路段上行人遇障礙物時之繞行行為，雖經分析未發現不同性別行人之行為具有差異，但仍可藉由研究結果對改善行人環境提出建議。

中文關鍵詞：行人、交通安全、標線型人行道、行人繞行行為、性別

英文摘要：Walking is a crucial mode of transportation; however, the pedestrian environment still lacks complete friendliness. Pedestrians, being slower in their walking speed and often lacking safety protection measures, belong to the more vulnerable road users and are prone to sustain severe injuries in traffic accidents. The understanding of pedestrian behavior remains limited. Hence, this study aims to analyze accident data from 2019 to 2021 to investigate the liability of pedestrians based on gender. Additionally, video observation is employed to gain insights into pedestrian walking behavior on road sections, facilitating detailed behavior analysis and statistical examination. Furthermore, a virtual reality simulation environment is constructed to conduct experiments. The analysis of pedestrian accident data on road sections reveals that although male pedestrians have a higher proportion as the first party involved in accidents and female pedestrians have a higher proportion as the second party involved, these gender differences are not statistically significant. However, male pedestrians are more prone to severe injuries and fatalities in accidents, indicating a higher liability rate compared to females. Concerning the differences in detour behavior when encountering obstacles, various pedestrian detour behaviors were analyzed, and although there were differences in observation frequency, none of them exhibited significant variations based on the chi-square test. This study significantly contributes to an enhanced understanding of pedestrian behavior and liability in traffic accidents. The findings underscore the necessity

for implementing additional measures to improve pedestrian safety and create a more pedestrian-friendly environment.

英文關鍵詞：Pedestrian, Traffic safety, Marked sidewalk, Detour behavior, Gender

目 錄

目 錄	I
圖目錄	IV
表目錄	V
摘要	VI
第一章 前言	1
1.1 研究背景與動機.....	1
1.2 研究目的.....	4
1.3 研究方法.....	4
1.4 研究流程.....	5
第二章 文獻回顧.....	7
2.1 障礙物對行人行為之影響	7
2.2 行人事故特性	9
2.2.1 行人事故總體分析.....	9
2.2.2 行人之間距接受情形.....	10
2.3 VR 虛擬情境模擬.....	11
2.3.1 虛擬情境實驗場景設定.....	11
2.3.2 VR 實驗有效性	14
第三章 行人事故統計	16
3.1 各縣市行人交通事故比例	16
3.2 各縣市行人事故第二當事人性別比例	17
3.3 直轄市人行道行人事故類型	20

3.3.1	性別.....	20
3.3.2	年齡.....	21
3.3.3	當事者行動狀態.....	22
3.3.4	行人事故類型及型態.....	23
3.3.5	肇事因素研判.....	24
3.4	行人交通事故傷亡嚴重程度.....	25
3.5	對造當事人類型.....	27
3.6	以相對曝光法分析行人事故之性別差異.....	27
3.6.1	相對曝光法.....	27
3.6.2	行人事故之性別差異.....	29
第四章 現場調查與資料分析.....		31
4.1	錄製案例地點影片觀察行人行為.....	31
4.1.1	案例地點選擇原則.....	31
4.1.2	調查行人行為紀錄方式與內容.....	32
4.2	調查地點特性與擷取樣本情況.....	32
4.3	敘述性統計.....	34
4.3.1	性別.....	34
4.3.2	使用人行道狀況.....	34
4.3.3	行向.....	34
4.3.4	障礙物類型.....	35
4.3.5	繞行障礙物行為.....	35
4.4	卡方檢定.....	36
4.4.1	不同性別使用人行道比例.....	36

4.4.2	行人繞行障礙物後是否繼續使用人行道特性.....	37
4.4.3	不同性別行人繞行障礙物方向之繞行行為差異.....	39
4.4.4	不同性別行人繞行至車道前轉頭查看情況.....	40
4.4.5	不同性別行人繞越同向前方行人行為.....	40
4.5	小結	41
第五章 虛擬實境模擬環境建置.....		43
5.1	建模與實驗工具	43
5.2	模型設計	45
5.3	模型建置成果	47
5.4	實驗初探與困難	49
第六章 研究成果應用.....		52
6.1	標線型人行道設置標準檢討	52
6.1.1	標線型人行道現行設置標準.....	52
6.1.2	應用研究成果檢討設置標準.....	53
6.2	交通安全宣導重點彙整	55
6.2.1	交通安全宣導的重要性.....	55
6.2.2	應用研究成果彙整宣導重點.....	56
第七章 結論與建議.....		59
7.1	結論	59
7.2	建議	60

圖目錄

圖 1-1	研究流程圖.....	6
圖 2-1	Wang 等人(2020)研究之實驗場景.....	7
圖 2-2	Chen 等人(2019)研究之實驗場景.....	8
圖 2-3	Jia 等人(2017)之研究實驗設置之人工通道.....	9
圖 2-4	Wang 等人(2022)之虛擬情境模擬環境.....	12
圖 2-5	Velasco 等人(2019)研究之模擬器畫面.....	13
圖 2-6	Wu 等人(2009)研究之模擬器畫面.....	13
圖 2-7	Liu 等人(2022)研究之虛擬場景.....	13
圖 3-1	各縣市行人事故與行人以外事故件數.....	17
圖 3-2	各縣市第一當事人性別比例.....	18
圖 3-3	各縣市第二當事人性別比例.....	18
圖 3-4	各縣市第一及第二當事人比例.....	19
圖 3-5	不同性別行人於各直轄市事故件數比較.....	21
圖 3-6	A1 與 A30 交通事故性別年齡人數圖.....	25
圖 4-1	調查路段之 GOOGLE 衛星影像.....	33
圖 4-2	調查路段於調查時之狀況.....	33
圖 4-3	行人繞行障礙物方向與路徑之示意圖.....	36
圖 5-1	採全景投影方式建置之虛擬實境環境.....	43
圖 5-2	虛擬實境硬體環境既有設備與整體環境配置.....	44
圖 5-3	Unity 模型開發介面.....	45
圖 5-4	人行道虛擬實境基本環境畫面—實體人行道.....	45
圖 5-5	人行道虛擬實境基本環境畫面—標線型人行道.....	46
圖 5-6	人行道虛擬實境部分障礙物畫面.....	46
圖 5-7	VR 人行道模擬模型.....	47
圖 5-8	受試者選擇往內側繞行變電箱之顯示畫面.....	48
圖 5-9	受試者選擇往外側繞行拒馬之顯示畫面.....	48

圖 5-10	受試者閃避來車而再進入人行道之顯示畫面.....	49
圖 5-11	障礙物較多之實體人行道.....	49
圖 5-12	受試者於既有設備環境中移動情形.....	50
圖 6-1	高齡者宣導文宣範例.....	57
圖 6-2	駕駛宣導文宣範例.....	58

表目錄

表 1-1	全國 105~111 年行人事故統計	2
表 1-2	不同性別民眾日常使用運具狀況調查結果	3
表 3-1	各縣市行人與非行人事故件數迴歸分析結果	16
表 3-2	行人為交通事故第二當事人之男女人數檢定結果	19
表 3-3	行人為交通事故第一或第二當事人人數檢定結果	20
表 3-4	六都行人事故性別統計	20
表 3-5	公共運輸市占率性別比例及縣市總體市佔率	21
表 3-6	六都行人事故當事人年齡統計	21
表 3-7	六都之當事者行動狀態之行人事故統計	22
表 3-8	六都之對造當事者行動狀態之行人事故統計	23
表 3-9	六都行人事故之類型及型態統計	23
表 3-10	六都行人事故之行人肇事因素研判統計	24
表 3-11	六都行人事故之對造當事人肇事因素研判統計	24
表 3-12	A1 與 A30 行人交通事故性別年齡對照表	26
表 3-13	交通事故當事人是否為高齡者檢定結果	26
表 3-14	交通事故當事人性別比例檢定結果	26
表 3-15	行人事故與對造當事人	27
表 3-16	相對曝光法當事人區分例	29
表 3-17	性別與行人事故關聯性	30
表 4-1	調查地點的拍攝日期及時段整理	34
表 4-2	行人為男性或女性之件數統計	34
表 4-3	行人行走方向與車道同向或反向之件數統計	34
表 4-4	人行道障礙物種類統計	35
表 4-5	行人繞行障礙物行為之件數統計	36
表 4-6	性別與行人有無使用人行道之交叉分析表	37
表 4-7	性別與行人有無使用人行道之卡方檢定	37

表 4-8	性別與行人繞行障礙物後行為之交叉分析表.....	37
表 4-9	性別與行人繞行障礙物後行為之卡方檢定.....	38
表 4-10	行走行向與行人繞行障礙物行為之交叉分析表.....	38
表 4-11	行走行向與行人繞行障礙物行為之卡方檢定表.....	39
表 4-12	性別與繞行障礙物行為之交叉分析表.....	39
表 4-13	性別與繞行障礙物行為之卡方檢定.....	39
表 4-14	性別與行人繞行障礙物前轉頭查看之交叉分析表.....	40
表 4-15	性別與行人繞行障礙物前轉頭查看之卡方檢定.....	40
表 4-16	性別與繞越同向前方行人之交叉分析表.....	40
表 4-17	性別與繞越同向前方行人之卡方檢定.....	41

摘要

步行為重要之交通方式，但目前步行環境尚非完全友善，行人因行走速度慢且通常無任何安全防護措施，為道路中較弱勢的用路人，於發生交通事故時，經常受到較嚴重的傷害。而目前研究對於行人行為之瞭解仍屬有限，故本研究透由事故資料整理與錄影觀察等方式了解行人於路段上之步行情形，以及駕駛者遇行人侵入車道時之閃避反應，並建置虛擬實境模擬環境，以利進行行人實驗。經分析路段中行人交通事故當事人資料發現，雖各縣（市）行人事故中第一當事人比例以男性較高、第二當事人比例以女性較高，但於統計上均不顯著；然男性行人於事故中重傷甚至死亡人數交多，且男性有肇責比例高於女性。而於行人於遭遇障礙物時繞行行為之差異，雖經分析多項行人繞行行為，且亦於觀察次數上有所差異，但經以卡方檢定分析後則均無顯著差異。本研究主要貢獻為了解於路段上行人遇障礙物時之繞行行為，雖經分析未發現不同性別行人之行為具有差異，但仍可藉由研究結果對改善行人環境提出建議。

關鍵字：行人、交通安全、標線型人行道、行人繞行行為、性別

ABSTRACT

Walking is a crucial mode of transportation; however, the pedestrian environment still lacks complete friendliness. Pedestrians, being slower in their walking speed and often lacking safety protection measures, belong to the more vulnerable road users and are prone to sustain severe injuries in traffic accidents.

The understanding of pedestrian behavior remains limited. Hence, this study aims to analyze accident data from 2019 to 2021 to investigate the liability of pedestrians based on gender. Additionally, video observation is employed to gain insights into pedestrian walking behavior on road sections, facilitating detailed behavior analysis and statistical examination. Furthermore, a virtual reality simulation environment is constructed to conduct experiments.

The analysis of pedestrian accident data on road sections reveals that although male pedestrians have a higher proportion as the first party involved in accidents and female pedestrians have a higher proportion as the second party involved, these gender differences are not statistically significant. However, male pedestrians are more prone to severe injuries and fatalities in accidents, indicating a higher liability rate compared to females. Concerning the differences in detour behavior when encountering obstacles, various pedestrian detour behaviors were analyzed, and although there were differences in observation frequency, none of them exhibited significant variations based on the chi-square test.

This study significantly contributes to an enhanced understanding of pedestrian behavior and liability in traffic accidents. The findings underscore the necessity for implementing additional measures to improve pedestrian safety and create a more pedestrian-friendly environment.

KEYWORDS: Pedestrian, traffic safety, marked sidewalk, detour behavior, gender

第一章 前言

本章說明計畫整體概況，包括研究背景與動機、目的、方法、流程與成果。

1.1 研究背景與動機

1946 年聯合國於經濟社會理事會下成立婦女地位委員會，長期關注並倡議各領域之婦女權益，進而促使與監督各國推動性別平等機制。後於 1979 年通過「消除對婦女一切形式歧視公約」(Convention on the Elimination of All Forms of Discrimination against Women, 簡稱 CEDAW)，並在 1981 年正式生效，CEDAW 可視為婦女人權憲章，內容闡明男女於一切經濟、社會、文化、公民和政治上應享有平等權利，且締約國應以立法及一切適當措施消除對婦女之歧視，其於內容上將消極之「不歧視」轉為積極之「禁止歧視」，且由宣導式之「個人道德」轉為具有實質效果之「國家義務」，期可藉由國家施政工具達成性別實質平等。其後於 1995 年召開之聯合國第 4 屆世界婦女會議中楷定「性別主流化」策略，希望政府施政與法律須具有性別觀點，並於決策前分析對不同性別者之可能影響，以使政府資源配置致不同性別者具有平等機會可參與社會與公共事務，並平等獲取各項資源，最終達成實質之性別平等。而我國各機關亦於 94 年起展開性別主流化工作，落實六大工具之施政中。行政院亦於 100 年函頒「性別平等政策綱領」，作為我國性別平等政策最高指導方針。

雖我國已推動性別主流化工作 16 年，然於不同領域仍可見待改進之處，以道路交通環境而言，根據本人參與三百餘件性別影響評估作業之觀察，道路主管機關仍多數存有「道路使用者未限定特定性別，亦無法針對女性或男性需求設計，因此不存在差異」之性別盲觀點，即使部分已考量不同性別者之使用需求，但仍不免有落入性別刻板印象之情況，例如「加強人行道鋪面平整度，並於排水溝上加裝化妝蓋板，以避免女性穿著高跟鞋時有鞋跟陷入的危險」，究其可能原因除性別意識有待提升外，於此領域基礎研究之不足亦難辭其咎。搜尋回顧道路交通環境之用路者性別課題研究，多僅將性別做為統計分析之一項參數，藉由整體趨勢探討性別間之差異，此類結果尚無法應用於道路交通環境之改善。而針對駕駛者課題進行討論者則有較為具體研究成果，例如張新立分析憤怒駕駛傾向與性別角色影響^[1]、林珮琚與黃佩雯探討職業駕駛之偏差駕駛行為^[2]、張敬煊與吳宗修以新竹市大學生為對象探討其駕駛風格^[3]等均可為代表，而研究之結果呈現與一般認知相符之表現，例如男性駕駛較為粗心、易怒，女性駕駛則較為細心謹慎等。然以不同性別行人為主體之相關研究於國外文獻較多，例如 Colson 與 Dabbs 早於 1974 年即以觀察法探討行人於行走路線與範圍之性別差異^[4]，並指出女性較易受規範影響，例如遵循標線範圍之比例較男性更高。

步行為為所有運輸方式中不可或缺之「最後一哩路」，不論採用何種運輸方式，

¹ 張新立，憤怒駕駛傾向之量測兼論人格特質與性別角色之影響，行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告，99 年 10 月 30 日。

² 林珮琚、黃佩雯，駕駛性別差異、自我意識與偏差駕駛行為，科技部補助專題研究計畫成果報告，104 年 10 月 24 日。

³ 張敬煊、吳宗修，「人格特質、情緒智力與機車駕駛風格關聯性之研究——以新竹市大學生為例」，109 年道路交通安全與執法研討會論文集，P.227-244。

⁴ Golson, Hodges L., and James M. Dabbs JR. "Line-following tendencies among pedestrians: A sex difference." *Proceedings of the Division of Personality and Society Psychology* 1.1 (1974): 16-18.

最終仍有使用步行之可能，例如由公共運輸場站或停車地點至最終目的地須仰賴步行完成。而我國為提升步行環境，內政部營建署自 95 年度起推動「既有市區道路景觀與人行環境改善計畫」，其後以陸續推動各項計畫迄今，藉由補助評選與考評等方式促使縣（市）政府關注人行環境之設計與維護，以建構合乎人本、生態與美質之街道生活環境；並編製《都市人本交通道路規劃設計手冊》，納入人本交通理念與空間設計實務，以協助實務單位建設安全、友善、可靠、舒適之永續交通環境。雖步行環境已逐步改善，但仍有許多道路之人行環境並未達基本之安全友善要求。表 1-1 為全國 105~111 年行人交通事故件數統計，由統計數據可知涉及行人事故比例略有下降，件數則於成長數年後反轉向下再反彈向上，其中近三年亦可能受疫情管制影響，因外出人數降低導致事故數亦下降。事故地點於路口及路段中之比例相近，但路段略低於路口。路段中之事故態樣包含行人於路段中穿越以及行人行向平行於車輛（包含背向與面向車流方向）兩類，然目前統計數據尚無法區分二者比例，但推測以前者比例較高，於文獻中亦較多針對行人穿越行為研究者，如 Gitelman 等人研究[5]統計以色列之交通事故數據，指出行人交通事故多數發生於路段中，但行人行為係穿越道路，並須改善城市道路網路構造以提升行人安全；而 Khan 等人針對巴基斯坦喀拉蚩之行人調查也顯示行人穿越行為之危險性，且由於行人穿越道建置之不完整，多數行人並無依循行穿線之習慣，且人行道之占用亦加劇行人步行風險[6]。

表 1-1 全國 105~111 年行人事故統計

年度	行人事故件數	涉及行人事故比例 ^{註1}	行人路口事故	行人路段事故
105	16,621	5.44%	51.12%	46.55%
106	15,330	5.16%	50.91%	46.95%
107	16,459	5.14%	50.46%	47.07%
108	17,815	5.21%	50.89%	46.42%
109	18,050	4.98%	49.72%	47.62%
110	16,649	4.65%	50.86%	49.14%
111	17,742	4.72%	52.23%	47.77%

註 1：以全國同年度 A1 與 A2 類（即有傷亡）行車事故件數為分母計算。

註 2：資料來源：原始資料取自道安資訊統計網，經本研究重整計算

行人由於缺少保護，於交通事故中之傷亡情況嚴重，由內政部警政署之統計資料顯示 109 年交通事故總死傷人數 48 萬 5,214 人，其中女性 221,476 人（占 45.65%），男性 263,738 人（占 54.35%），男性占比高於女性近 9%[7]。但 109 年行人交通事故中女性 9,929 人（占 57.15%），男性 7,444 人（占 42.85%）[8]，女性則高出約 15%，顯示行人交通事故與全體交通事故呈現不同之性別表現，推測應與不同性別者之運輸工具選擇差異所致。根據交通部 109 年民眾日常使用運具狀況調查結果顯示（如

⁵ Gitelman, Victoria, et al. "Characterization of pedestrian accidents and an examination of infrastructure measures to improve pedestrian safety in Israel." *Accident Analysis & Prevention* 44.1 (2012): 63-73.

⁶ Khan, Faraz M., et al. "Pedestrian environment and behavior in Karachi, Pakistan." *Accident Analysis & Prevention* 31.4 (1999): 335-339.

⁷ 內政部統計處，內政統計週報 110 年第 20 週，110 年 5 月 15 日。

⁸ 內政部警政署性別統計指標，道路交通事故(A1+A2 類)傷亡情形—按類別及性別分，擷取日期：111 年 2 月 14 日。

<https://www.npa.gov.tw/ch/app/data/view?module=wg063&id=2238&serno=11A1078290>

表 1-2)，不同性別者之日常使用運具並不相同，雖同樣均以私人機動運具為主要使用工具，但女性於公共運輸與非機動運具（步行與自行車）之占比較男性分別高出 6.7%與 2.2%，此亦可能支持前述行人事故以女性占比較高之原因。

表 1-2 不同性別民眾日常使用運具狀況調查結果

性別	公共運輸	非機動運具	私人機動運具
女性	19.3%	12.8%	67.9
男性	12.6%	10.6%	76.9
差距	6.7%	2.2%	9.0%

註：資料來源：交通部 109 年民眾日常使用運具狀況調查結果表，經本研究製表。

為提升行人於道路環境中之安全，其中經常採用的一種方式為建置人行道，根據 Knoblauch 等人之研究[9]結果顯示，未設有人行道之道路環境中發生交通事故之機率將提升約兩倍，而於道路兩側皆設置人行道之安全性亦較僅設置單側更高，以量化方式呈現行人於不同道路環境之曝險程度，可具體比較不同人行道設置情況之安全效益。而 Abou-Senna 等人則以地理資訊方法探討無人行道與不連貫之人行道對行人交通事故之影響，研究結果亦顯示（缺少）人行道與行人碰撞事故之發生間具有很強的關聯性，在缺乏人行道的道路上生行人事故的可能性是有人行道情況下的三倍，該研究並依據數據所呈現出之關聯性建立預期碰撞機率與車輛交通量、0.5 英里範圍之人口數、人行道連續狀況間之預測模型[10]。此外，亦有多篇文獻針對人行道之服務水準（Level of Service）或可步行性（Walkability）進行討論，包括訂定服務水準評估要項[11]或可步行性指標[12]、探討何種因素會降低行人使用人行道之意願[13]。而 Ortiz-Ramirez 等人運用環境心理學之 Mehrabian-Russell 模型探討人行道環境與行人行為間之關聯，該研究選擇不同類型之人行道，針對實際使用人行道的行人進行問卷調查，以了解哪些環境因素的刺激將帶來行人何種情緒反應，進而造成行人選擇使用人行道與否之行為，以期可將研究結果運用於公共設施之改善上[14]。本研究雖將探討行人於遭遇障礙物時之繞行行為，但非以心理層面進行探討，亦不擬進行問卷調查，僅以觀察方式進行路徑紀錄，且目的亦非評估人行道之服務水準或可步行性，因此與目前所得文獻之課題與研究途徑並不相同。

我國人本環境建設重點之一即為人行道之改善，根據內政部統計，至 108 年統計結果顯示，全國有人行道的市區道路長度已增加至 9,460 公里，與 100 年之數據相比成長近三倍，人行道普及率（有人行道的道路長度占道路總長度比率）亦從 16% 提升至 42%。並積極去除人行道障礙，令全國有無障礙設施的市區道路長度，自 100

⁹ Knoblauch, Richard L., Henry N. Tobey, and E. M. Shunamen. "Pedestrian characteristics and exposure measures." *Transportation Research Record* 959: 35-41, 1984.

¹⁰ Abou-Senna, Hatem, Essam Radwan, and Ayman Mohamed. "Investigating the correlation between sidewalks and pedestrian safety." *Accident Analysis & Prevention* 166 (2022): 106548.

¹¹ Jahan, Md Istiak, et al. "Analyzing service quality of pedestrian sidewalks under mixed traffic condition considering latent variables." *Journal of Urban Planning and Development* 146.2 (2020): 04020011.

¹² Frank, Lawrence D., et al. "The development of a walkability index: application to the Neighborhood Quality of Life Study." *British journal of Sports Medicine* 44.13 (2010): 924-933.

¹³ Wicramasinghe, Vasantha, and Sunanda Dissanayake. "Evaluation of pedestrians' sidewalk behavior in developing countries." *Transportation Research Procedia* 25 (2017): 4068-4078.

¹⁴ Ortiz-Ramirez, Hernan Alberto, Jose Agustin Vallejo-Borda, and Alvaro Rodriguez-Valencia. "Staying on or getting off the sidewalk? Testing the Mehrabian-Russell Model on pedestrian behavior." *Transportation research part F: Traffic Psychology and Behaviour* 78 (2021): 480-494.

年的 1,282 公里增加至 4,835 公里；人行道適宜性（寬度大於 1.5 公尺且人行道淨寬大於 0.9 公尺，並具備無障礙設施之人行道長度占人行道總長度比率）也自 12% 提升至 62%^[15]。於《性別平等政策綱領》中，亦將公共環境之改善訂為具體行動措施，包括於「人身安全與司法篇」之「(三) 建構安全的生活空間」中要求應「提升公共環境與公共設施之安全設計」；於「環境、能源與科技篇」之「(二) 不同性別與弱勢處境者的基本需求均可獲得滿足」則要求應「以女性、高齡、兒童、行動不便者等弱勢族群之安全與便利需求為設計依據，重新檢討公共空間規劃及設計的便利、友善與安全性。」^[16] 有鑑於此，本研究擬探討不同性別行人於路段中之閃避行為，以作為日後發展教育宣導教材之依據。

1.2 研究目的

基於前述研究背景，本研究於一年執行期間完成各項工作，並達成下列研究目的：

1. 整理分析人行道周邊交通事故態樣；
2. 觀察分析不同性別行人於遭遇障礙物時之繞行行為；
3. 建立本土化標線型人行道與實體人行道之虛擬實境模擬環境；
4. 應用前述成果檢討標線型人行道之設置基準並彙整性別觀點之交通安全宣導重點。

1.3 研究方法

本研究採用文獻分析、統計分析、錄影觀察等方法探討不同性別行人之路段行走行為，各方法之使用目的與步驟概要說明如下：

- 一、文獻分析：如同多數研究，本研究亦採用文獻回顧蒐集相似主題既有研究之發現與所採用之研究方法，並參考使用類似研究方法者之研究方式，文獻分析所得成果將於第二章說明。
- 二、錄影觀察：為了解我國行人使用標線型人行道之繞行行為，本研究採用對樣本路段之錄影觀察方式蒐集實際樣本，並從中探討各類行為之發生頻率與特性差異，此部分研究成果將於第四章說明。
- 三、統計分析：本研究針對我國 108~110 年道路交通事故資料進行蒐集分析，以了解我國行人事故之整體狀況；其次針對前述錄影觀察結果亦進行敘述性統計與卡方檢定，以比較不同性別行人之行為差異。
- 四、相對曝光法 (quasi-induced exposure method，直譯為「準誘導曝光量法」，本研究依^[17]譯名)：道路交通事故於分析上之困境之一，為難以掌握真正之曝光量，以行人事故之性別統計為例，雖可由統計數據得不同性別行人之

¹⁵ 內政部新聞稿，友善行人 內政部：全台人行道 8 年增 6 千公里，擷取日期：111 年 2 月 15 日。
<https://myway.cpami.gov.tw/Article/newsArticle/ArticleCont/397.html>

¹⁶ 行政院，性別平等政策綱領，中華民國 100 年 12 月 19 日行政院頒布，行政院 106 年 1 月 3 日院臺性平字第 1050183619 號函修正，行政院 110 年 5 月 19 日院臺性平字第 1100174338 號函修正。

¹⁷ 陳禾明，小客車車色與交通事故關聯之都會比較，中央警察大學交通管理研究所碩士論文，112 年 2 月 16 日。

事故數，以及何種性別者具有較高之事故數，但無法得知使用道路之行人性別比例，故難以推論何種性別者具有較高之用路風險。為解決此困境，本研究參考文獻採用相對曝光法進行分析，有關相對曝光法之介紹與應用此方法所得成果將於第三章說明。

五、虛擬實境實驗：虛擬實境為近年廣泛應用於遊戲、研究與訓練之沉浸式多媒體，可令使用者於擬真環境下進行各類行為，本研究採用虛擬實境技術建置符合我國現況之標線型人行道與實體人行道模擬環境，此部分成果將於第五章說明。

1.4 研究流程

為達前述目的，本研究規劃如圖-1 之流程，並依序完成各項工作，研究完整成果將於第二章至第五章依序說明。

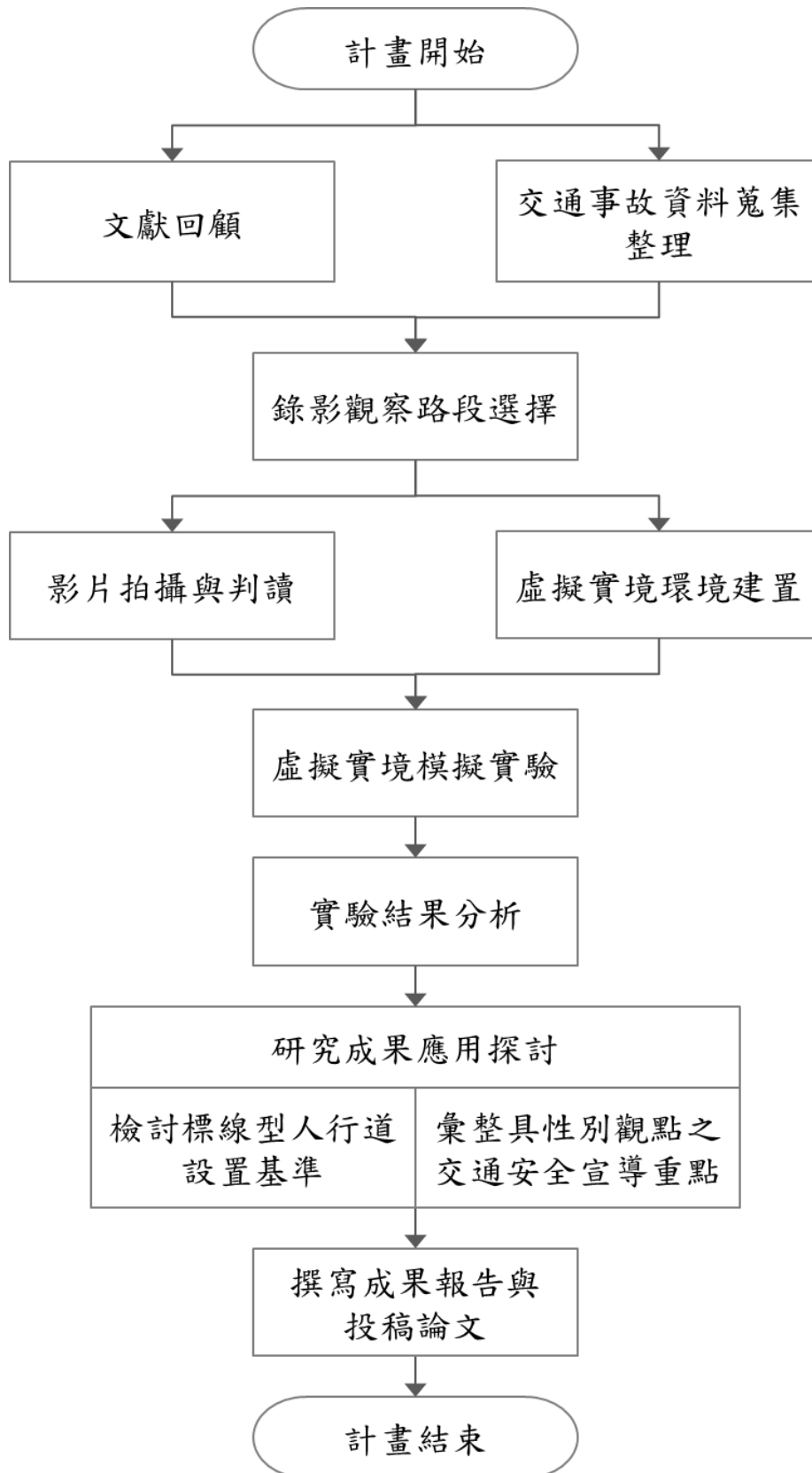


圖 1-1 研究流程圖

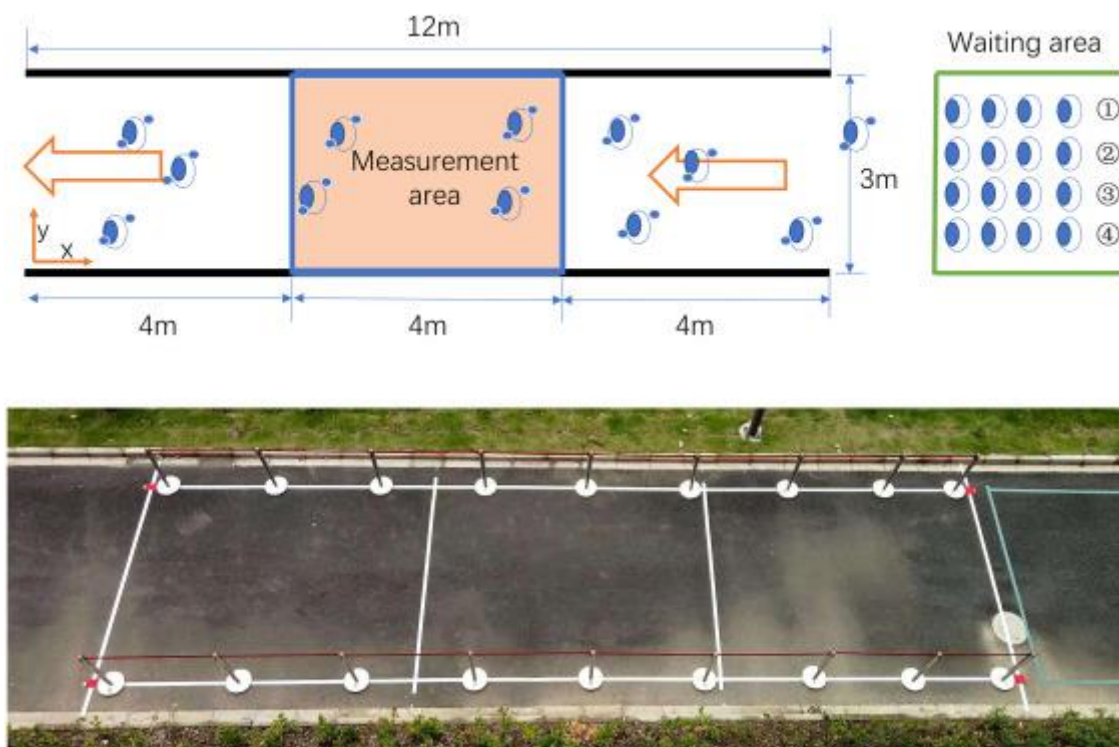
第二章 文獻回顧

本研究以下回顧與整理國內外有關障礙物、行人事故因素及 VR 虛擬實境模擬之相關文獻。

2.1 障礙物對行人行為之影響

本研究欲探討行人繞行障礙物之行為，故針對國內外有關行人面對不同場景，及障礙物之設置至行人所生之行為反應進行回顧。

Wang 等人[18]藉由實驗探討固定障礙物和臨時障礙物對走廊(長 12m、寬 3m)單向行人流動的影響，實驗場景如圖 2-1 所示。研究顯示，對於固定障礙物，行人會在遠離障礙物的不同距離處改變行走方向並降低速度，且行人於避障時有向右側偏移的情況。



資料來源：[18]

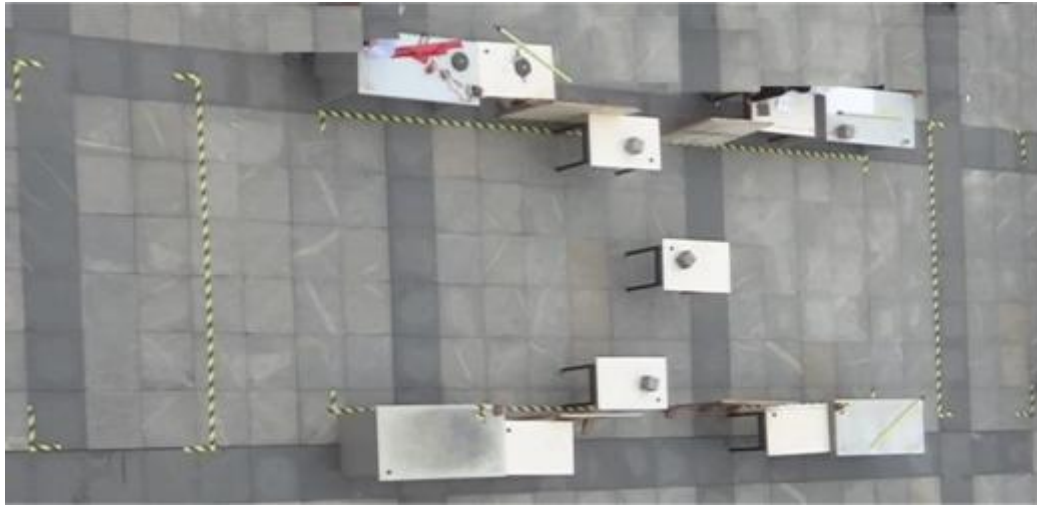
圖 2-1 Wang 等人(2020)研究之實驗場景

Chen 等人[19]研究三種障礙物佈局(平行、凸面和凹面佈局)對走廊(長 8m、寬 3.2m)行人流的影響進行研究，在不同人群密度下創建了 7 種單向流場景和 4 種雙向流場景，實驗場景如圖 2-2 所示。結果顯示，在高人群密度下，非平行佈局的平均

¹⁸ Wang, W., Zhang, J., Li, H., & Xie, Q. (2020). Experimental study on unidirectional pedestrian flows in a corridor with a fixed obstacle and a temporary obstacle. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 560, 125188. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2020.125188>

¹⁹ Chen, S., Fu, L., Fang, J., & Yang, P. (2019). The effect of obstacle layouts on pedestrian flow in corridors: An experimental study. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 534, 122333. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.122333>

步行速度較平行佈局高，而平均通過時間亦有下降。於雙向行人流中，平行佈局的擁塞情形最嚴重。隨著非平行佈局中障礙物間之縱向距離增加，擁塞得到緩解。當走廊中障礙物之間縱向距離越大，非平行佈局(尤其凹形)更有利於行人移動。



資料來源：[19]

圖 2-2 Chen 等人(2019)研究之實驗場景

以上兩研究分別針對單向行人流動與單向及雙向行人流動進行分析，不同的是 Wang 等人(2020)著重於探討固定障礙物及臨時障礙物對單向行人流的影響，然 Chen 等人(2019)則探討固定式障礙物對雙向及單向行人行為之影響，旨在研究不同障礙物之佈局對行人避障行為之影響。

行人繞行障礙物行為，除受障礙物的佈局影響外，障礙物的形狀及大小有關。Jia 等人[20]模擬步行通道(長 3m、寬 2m)行人疏散和通行情境下的行人動力學，研究單向行人間的超越行為及行人在圓形障礙物前的避障行為對疏散效率的影響，實驗場景如圖 2-3 所示。研究結果顯示，當空間障礙物的尺寸小於臨界尺寸時，圓形和條形障礙物的疏散時間差異不大。反之，大於臨界尺寸時，圓形障礙物的疏散時間比條形障礙物短。在行人避開和超越障礙物的過程中，在障礙物前會出現三角形避障區，研究發現圓形障礙物前的避障三角形面積大於條形障礙物，且其面積係由行人數量和障礙物形狀而定。

You 等人[21]研究單向行人流在直行通道(passage)中的避障行為。構建了 5 米和 7 米通道長度的實驗場景，結果表明：行人在避障時，直行通道可區分為前直行區、迴避區和後直行區。行人在前直行區穩定直線行走，進入迴避區後以曲線形式繞過障礙物，過程中，行人在水平方向會略微減速；垂直方向略微加速，且在障礙物前後各會形成一個避障三角形，其面積與障礙物的形狀與大小有關，行人在靠近障礙物前會稍微加速，繞過障礙物後會將速度降低，而圓形障礙物比條形障礙物對行人流的引導能力更強。

²⁰ Jia, X., Yue, H., Tian, X., & Yin, H. (2017). Simulation of pedestrian flow with evading and surpassing behavior in a walking passageway. *Simulation*, 93(12), 1013-1035.

²¹ You, J., Zhang, N., Zhang, J., & Cheng, Z. (2022, May). The behavior experiment of pedestrian flow avoiding space obstacle. In *2nd International Conference on Internet of Things and Smart City (IoTSC 2022)* (Vol. 12249, pp. 400-405). SPIE. <https://doi.org/10.1117/12.2637082>



資料來源：[20]

圖 2-3 Jia 等人(2017)之研究實驗設置之人工通道

兩者之研究皆在探討單向行人在通道中的避障行為，發現在障礙物前方會形成避障三角形，其面積與障礙物的形狀有關，且圓形障礙物比條形障礙物具有更強的引導能力，行人通過障礙物的速度較快，然兩研究仍存在一些差異，Jia 等人(2017)認為避障三角形面積不僅與障礙物形狀有關，亦與行人數量相關；You 等人(2022)則認為避障三角形的面積與障礙物的形狀與大小相關，且不僅在障礙物的前方會出現避障三角形，障礙物的後方也會形成避障三角形。

2.2 行人事故特性

本研究透過行人事故資料整理，分析行人於路段上之事故情形，為了解行人事故特性，首先針對國內外文獻行人事故進行總體分析，再對於行人穿越道路行為進行探討，由於後者所蒐集之文獻多探討行人間距接受行為，故由本節首先針對行人事故總體分析之相關文獻進行彙整，再探討文獻中關於行人間距接受行為之研究成果。

2.2.1 行人事故總體分析

步行為重要的交通方式之一，是完成交通運輸中的最後一哩路，然行人因為未有車體、安全帶及安全帽等保護，於發生事故時常常受到較嚴重的傷害，其傷害嚴重程度，與年齡息息相關，行人之死亡率隨年齡的增加而增加。

Demetriades 等人(2004)[22]研究年齡對汽車撞擊行人傷害的性質和嚴重程度的影響進行分析，審查了 5838 例入院個案，總死亡率為 7.7% (449 例死亡)，發現死亡率隨年齡增長顯著增加，年齡較大的受害者更容易受到嚴重傷害，及更嚴重的身體部位傷害，尤其是頭部和胸部。

²² Demetriades, D., Murray, J., Martin, M., Velmahos, G., Salim, A., Alo, K., & Rhee, P. (2004). Pedestrians injured by automobiles: relationship of age to injury type and severity. *Journal of the American College of Surgeons*, 199(3), 382-387. <https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2004.03.027>

Olszewski 等人[23]分析波蘭行人事故資料，發現在無號誌行人穿越道發生之事故中行人死亡的風險隨著年齡的增長而增加，75 歲以上行人死亡比例是 13 歲以下兒童的 14 倍以上，是平均水準的 2.5 倍，近 73% 死亡的行人年齡在 55 歲以上，且發現男性行人的死亡風險更高。

除了年齡對於行人事故之傷害嚴重性有關，車輛尺寸亦會影響事故嚴重性。Olowosegun 等人[24]分析蘇格蘭 2010 年至 2018 年英國員警事故報告，發現更大更重且車頭較高的車輛在與行人、騎自行車者或其他車輛相撞時會造成更大的傷害。

此外，道路設計相關亦為影響因素之一，Olszewski 等人[23]藉由分析 2007-2012 年波蘭行人事故資料，發現以下因素會提高無號誌行人穿越道的行人死亡機率：黑暗尤其沒有路燈的狀況下、分隔道路(divided road)、雙向道路(two-way road)、非建成區(non built-up area)、於路段中穿越及夏季時間，且當道路限速每增加 10 公里/小時，死亡機率增加 37%。Siddiqui 等人(2006)[25]研究光照條件與行人穿越位置對行人傷害嚴重程度的作用，發現在任何光線條件下，行人在路段的事故死亡率高於路口，且黑暗有路燈及日光條件下皆可降低事故傷害機率。

綜上所述，行人特性、車輛種類及道路環境特性等會影響行人事故傷害嚴重性，就行人特性而言，年齡及性別對行人事故會影響行人事故嚴重性，男性及高齡者事故嚴重性及死亡率較高；就車輛種類而言，車頭較高且較大、較重者，會提升事故嚴重性；就道路環境而言，由 Olszewski 等人[23]及 Siddiqui 等人[25]之研究皆可發現於路段中穿越道路之死亡率較路口穿越道路之死亡率高，及光照條件於黑暗沒有路燈的狀況下，亦會提高死亡率。

2.2.2 行人之間距接受情形

大量文獻關於行人穿越道路行為之研究，旨在探討行人間距接受行為，因行人穿越事故行為與行人之間距接受程度息息相關，於穿越道路時，行人認為其可用間隙大於臨界間隙，則行人會嘗試穿越道路，反之，則不會穿越道路。

行人之間距接受行為與年齡及性別有關，Kadali 等人[26]及 Zhang 等人[27]之研究皆發現男性行人在選擇穿越策略方面與女性相比較為危險，其間距接受較小，亦會嘗試以較高的風險穿越道路。此外，亦有研究針對車輛尺寸與行人間距接受行為進行

²³ Olszewski, P., Szagała, P., Wolański, M., & Zielińska, A. (2015). Pedestrian fatality risk in accidents at unsignalized zebra crosswalks in Poland. *Accident Analysis & Prevention*, 84, 83-91. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.08.008>

²⁴ Olowosegun, A., Babajide, N., Akintola, A., Fountas, G., & Fonzone, A. (2022). Analysis of pedestrian accident injury-severities at road junctions and crossings using an advanced random parameter modelling framework: The case of Scotland. *Accident Analysis & Prevention*, 169, 106610. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2022.106610>

²⁵ Siddiqui, N. A., Chu, X., & Guttenplan, M. (2006). Crossing locations, light conditions, and pedestrian injury severity. *Transportation research record*, 1982(1), 141-149. <https://doi.org/10.1177/0361198106198200118>

²⁶ Kadali, B. R., & Vedagiri, P. (2013). Modelling pedestrian road crossing behaviour under mixed traffic condition. *European transport*, 55(3), 1-17.

²⁷ Zhang, C., Zhou, B., Qiu, T. Z., & Liu, S. (2018). Pedestrian crossing behaviors at uncontrolled multi-lane mid-block crosswalks in developing world. *Journal of safety research*, 64, 145-154. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2017.12.018>

研究，Alver 等人[28]及 Vasudevan 等人[29]皆發現車輛尺寸會影響行人間隙接受行為，行人於汽車或尺寸較大之車輛前方，需要較大之間隙穿越，避免在汽車前進行危險之穿越行為。

穿越道路之接受間距不一定是固定不變，Zhang[27]研究行人在不受控制的多車道路段上穿越道路之行為，發現行人穿越道路之策略包括 3 種模式：單階段、雙階段和滾動間隙穿越模式。單階段穿越是指行人沿著較長の間隙連續穿越行人穿越道，而沒有其他車輛通過行人穿越道；雙階段穿越指行人連續穿越雙向車道時，而對面車道有車穿越行人穿越道。滾動間隙模式是指行人因車輛在同一側穿越而不連續地穿越道路，行人可能調整速度或停止來避免與車輛發生衝突。男性和女性在選擇穿越策略方面存在差異，選擇單階段穿越的男性比例比女性多 9%，而男性選擇滾動間隙穿越的比例比女性少 10.7%。Alver 等人[28]透過圖像處理方式研究土耳其伊茲密行人於路段穿越道路之間隙接受情形，亦觀察到若行人穿越道路需通過兩個車道，行人會使用滾動間隙，通過兩車道的間距接受程度不同，其通過第二個車道時，接受較小的間隙，通過的平均速度增加。兩研究皆發現行人在穿越道路時，會有滾動間隙的產生，滾動式調整接受間距或改變其步行速度。

2.3 VR 虛擬情境模擬

本文擬透過 VR 虛擬情境模擬實驗，針對行人反應進行研究，故對國內外文獻進行回顧。VR 虛擬情境模擬係透過建置虛擬實境環境後，再進行模擬實驗，使參與者進行感官的沉浸式體驗，提高擬真效果，VR 虛擬情境模擬之範圍廣泛，舉凡醫療、化學、物理領域等，皆能透過虛擬情境模擬進行實驗，於有限空間內，達到實驗效果，並減低現場實驗的危險性。多項研究對行人行為進行模擬，藉由探討其虛擬情境實驗場景設定之異同及 VR 實驗之有效性提供本研究參考之用。

2.3.1 虛擬情境實驗場景設定

Wang 等人[30]研究年齡和感官刺激的追求共同對虛擬情境模擬中行人穿越道路之影響，透過虛擬情境模擬行人行為，實驗數據包括 193 名參與者（102 名兒童，43 名青少年，48 名年輕人）。其虛擬情境模擬實驗之環境設定為中國典型城市的一段筆直、平坦的道路，沒有紅綠燈，且行人頻繁出現，道路環境設計是中國公民非常熟悉的環境，且為大多數中國父母允許年齡較大的孩子在沒有成年人陪同的情況下獨自穿越道路的環境，此設置模擬真實道路環境，實驗道路環境如圖一所示。模擬實驗中的車速速限為 40 公里/小時。行人於 VR 情境模擬一條街須穿越兩個車道，兩車道行向相反，行人穿越道寬 6.4 米，路緣標有連續白色邊緣線，道路中央設有白色虛線分向，路口設有白色條紋斑馬線（如圖 2-4 所示）。研究結果表明，年齡和尋求感官刺

²⁸ Alver, Y., Onelcin, P., Cicekli, A., & Abdel-Aty, M. (2021). Evaluation of pedestrian critical gap and crossing speed at midblock crossing using image processing. *Accident Analysis & Prevention*, 156, 106127. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2021.106127>

²⁹ Vasudevan, V., Tiwari, A., & Chakroborty, P. (2022). An exploratory study of pedestrian crossing speeds at midblock crossing in India using LiDAR. *Traffic injury prevention*, 23(1), 61-66. <https://doi.org/10.1080/15389588.2021.2007527>

³⁰ Wang, H., Wang, A., Su, F., & Schwebel, D. C. (2022). The effect of age and sensation seeking on pedestrian crossing safety in a virtual reality street. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 88, 99-110. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2022.05.010>

激都有助於行人安全。尋求感官刺激的效果因年齡組而異，但其對青少年的影響比所研究的其他年齡組要強一些。



資料來源：[30]

圖 2-4 Wang 等人(2022)之虛擬情境模擬環境

Wang 等人[30]之研究以真實環境為基準，設定符合實際狀況之虛擬情境實驗場景，其樣本數的選定以兒童比例佔多數，亦是配合實驗場景設定所需，避免與現實環境落差。此外，實驗可能因為其他因素影響，致結果失準，為避免其他因素影響實驗結果，Velasco 等人[31]透過 VR 實驗研究行人與自動駕駛汽車(AV)及與傳統車輛(CV)互動時之穿越道路行為，其道路環境設定選擇相對安靜且封閉之道路，避免其他車輛影響實驗結果，實驗場景如圖 2-5 所示。Wu 等人[32]透過虛擬情境模擬實驗研究行人在環形交叉路口穿越道路之接受間隙程度，選擇實驗環境也相對封閉，沒有其他車輛影響，如圖 2-6 所示。VR 虛擬情境模擬之環境設定須盡量符合實際狀況，控制有關的影響因素，避免其導致研究結果失真，以達實驗之擬真性。

³¹ Velasco, J. P. N., Farah, H., van Arem, B., & Hagenzieker, M. P. (2019). Studying pedestrians' crossing behavior when interacting with automated vehicles using virtual reality. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 66, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2019.08.015>

³² Wu, H., Ashmead, D. H., & Bodenheimer, B. (2009). Using immersive virtual reality to evaluate pedestrian street crossing decisions at a roundabout. In *Proceedings of the 6th Symposium on Applied Perception in Graphics and Visualization* (pp. 35-40). <https://doi.org/10.1145/1620993.1621001>



資料來源：[31]

圖 2-5 Velasco 等人(2019)研究之模擬器畫面



資料來源：[32]

圖 2-6 Wu 等人(2009)研究之模擬器畫面

VR 虛擬實驗之場景設定，部分實驗場景擬真程度較高，透過現實道路條件進行模擬，亦有實驗使用場景與遊戲介面較為相似，如 Liu 等人^[33]透過虛擬情境模擬研究行人在不同侵入角度、速度和側面對單個入侵者的避障行為，實驗使用遊戲設計軟體 Unity 3D 創建街道場景，街道是 40 米*40 米自由活動區，如圖 2-7 所示。



資料來源：[33]

圖 2-7 Liu 等人(2022)研究之虛擬場景

³³ Liu, W., Zhang, J., Li, X., & Song, W. (2022). Avoidance behaviors of pedestrians in a virtual-reality-based experiment. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 590, 126758. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2021.126758>

2.3.2 VR 實驗有效性

雖下列虛擬情境模擬相關之研究，其研究目的或領域都不盡相同，但研究結果皆與真實環境結果進行比較，故綜合歸納之：

Feng 等人[34]將行人疏散時之出口選擇行為透過 VR 實驗和現場實驗進行了比較，確定特定 VR 模擬器的有效性。實驗共有 95 名參與者，其中 1 人在實驗中退出，只有 94 名列入數據分析中。研究結果表明，在現場實驗和 VR 實驗中，疏散過程中行人的退出選擇行為相似，且該 VR 模擬器適用於研究疏散過程中行人出口選擇行為。Bhagavathula 等人[35]為研究虛擬情境模擬(VR)是否可以成為評估建築環境的有效工具，進而去改進行人和其他易受傷害的道路使用者安全，於該研究中，讓參與者經歷了真實和虛擬情境模擬，了解行人之感知和行為在虛擬情境實驗與真實世界相似度。實驗共有 16 名參與者，男性 11 人；女性 5 人，年齡介於 18 至 35 歲。虛擬情境設定之道路 Smart Road 長 2.2 英里，以美國國家公路標準建造的道路研究設施，交叉路口為有號誌及標線的號誌化路口。實驗結果表明，於虛擬情境模擬實驗，行人過馬路的意願、穿越道路之感知風險、穿越安全及對車輛的感知距離和真實環境沒有顯著差異；而對於車輛速度的感知在真實和虛擬情境下有顯著差異。研究結果顯示，當虛擬環境被準確建模時，行人部分反應指標與現實中相似，認為 VR 可以成為一種有效評價建築環境之工具。

Liu 等人[33]透過虛擬情境模擬研究行人在不同侵入角度、速度和側面對單個入侵者的避障行為，並將虛擬情境模擬之結果與真實環境實驗結果進行比較。共有 42 名參與者，22 名男性及 20 名女性進行 VR 實驗，實驗使用遊戲設計軟體 Unity 3D 創建街道場景，街道是 40 米*40 米自由活動區，如圖一所示。為了將虛擬情境模擬結果與真實環境進行比較，在真實環境招募了 24 名受試者進行了實驗，結果顯示真實環境中的 MLD(繞行的最大橫向偏移距離)和 PDX(行人起始避讓點與潛在碰撞點在期望運動方向上的投影距離)皆低於 VR 實驗，但 PDX 和 MLD 的趨勢與 VR 實驗類似，並且更多的受試者以小的入侵角度避開入侵者的前方。因此，本文 VR 實驗的結論具有指導性的意義(guiding significance)。

上述兩者之實驗，將虛擬情境模擬之結果與真實環境實驗結果進行比較，皆部分與真實相同，亦有部分與真實不同，雖虛擬情境模擬實驗結果，並不完全與實際相符，但其仍具有參考意義，可用來輔助研究，具有指導性意義及有效性。

其他研究亦比較虛擬情境模擬與真實環境實驗結果，其大致相同，但指出 VR 實驗之缺點。Luu 等人[36]透過 VR 虛擬情境模擬實驗，研究在道路的各種物理安全設計場景下，當地典型的街道環境中行人之謹慎行為(cautious behaviors)，並比較虛擬情境模擬與真實環境實驗結果，結果顯示 VR 實驗參與者的整體風險評估應用於真實世界的其他研究結果一致，但 VR 虛擬情境本身與現實世界不同，參與者在實驗中

³⁴ Feng, Y., Duives, D. C., & Hoogendoorn, S. P. (2021). Using virtual reality to study pedestrian exit choice behaviour during evacuations. *Safety science*, 137, 105158. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105158>

³⁵ Bhagavathula, R., Williams, B., Owens, J., & Gibbons, R. (2018, September). The reality of virtual reality: A comparison of pedestrian behavior in real and virtual environments. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* (Vol. 62, No. 1, pp. 2056-2060). Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications. <https://doi.org/10.1177/1541931218621464>

³⁶ Luu, D. T., Eom, H., Cho, G. H., Kim, S. N., Oh, J., & Kim, J. (2022). Cautious behaviors of pedestrians while crossing narrow streets: Exploration of behaviors using virtual reality experiments. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 91, 164-178. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2022.09.024>

之行為可能與現實世界中的行為不同，某些參與者會認為 VR 虛擬情境模擬實驗為一個遊戲，可能比現實中更可能從事危險行為，所以要透過建構擬真性更高的 VR 的技術來解決。

第三章 行人事故統計

本章藉由我國 108~110 年行事故之統計資料，分析不同性別行人之涉入情形，並比較性別差異。

3.1 各縣市行人交通事故比例

假設若各縣(市)無特殊因素(如道路環境)導致對行人的危害升高，則各縣(市)行人事故比例，受交通量影響可能性大，即於交通量高之縣(市)，其行人事故以及行人以外事故量均可能較高，且各縣(市)間二者之比例相近。為確認此一假設，本研究比較各縣(市)行人事故以及非行人事故件數差別，由圖 3-1 顯示各縣(市)108 至 110 年之事故數量分布，由圖可發現略呈線性相關，其中，右上角行人事故以及行人以外事故量之五個縣(市)為除臺北市外之五個直轄市。

由圖中發現，各縣(市)行人交通事故與行人以外交通事故可能呈線性相關，故本研究以行人交通事故作為依變數，行人以外交通事故作為自變數，運用我國 22 個縣(市)之行人事故件數以及非行人事故件數資料，以線性迴歸分析交通事故分布情形與縣市是否呈線性相關，分析結果如表 3-1。結果發現判定係數高達 0.961，由此可知行人事故件數以及行人以外事故件數之線性迴歸方程式與實際情況符合程度高，即兩者呈線性相關。

進一步探討行人交通事故與行人以外交通事故數量比例，於圖 3-1 上建立 45 度線，圖 3-1 橫軸最大刻度為 3 萬，縱軸最大刻度為 30 萬，故行人交通事故與行人以外交通事故數量為 1:10 之比例，當該縣(市)落點越接近 45 度線，表示行人交通事故與行人以外交通事故數量比例越接近 1:10，若位於 45 度線下方，則表示行人交通事故數量比例較高，反之，若位於 45 度線上方，則表示行人以外交通事故數量比例較高。由圖中各縣市落點可知，新北市、臺北市、基隆市有較明顯行人交通事故比例較高現象，桃園市、臺中市、臺南市、彰化縣則有較明顯行人以外交通事故比例較高現象，推測此與大眾運輸之普及率與使用率應有關聯。另比對 108 年至 110 年按縣市別分之機動車輛登記數亦發現，機動車輛登記數較高之縣(市)，通常亦有較高之交通事故數量。

表 3-1 各縣市行人與非行人事故件數迴歸分析結果

R ²		0.962	
調整後 R ²		0.961	
	係數	T	P 值
非行人事故件數	9.741	22.646	9.95E-16

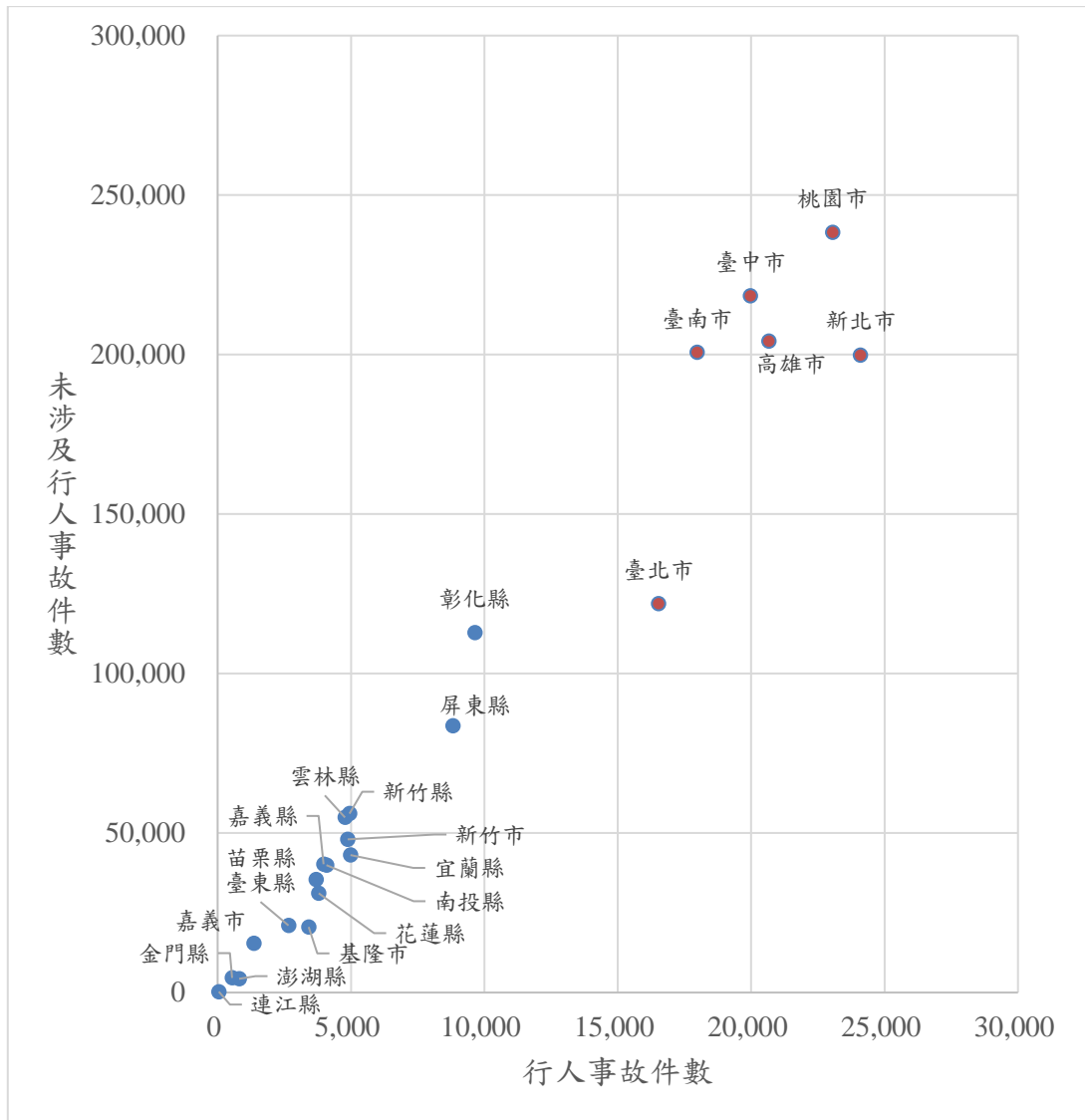


圖 3-1 各縣市行人事故與行人以外事故件數

3.2 各縣市行人事故第二當事人性別比例

依道安資訊平台資料查詢各縣市於民國 108 年至 110 年，當事人為行人且事故位置於路段之交通事故，分別統計行人為第一當事人及第二當事人以下之人數，以及其男女人數與比例。

一、行人事故第一當事人性別比例

當行人於交通事故中，系為主要導致交通事故發生的主要肇責者時，行人便被定義為第一當事人，即事故風險較高的用路人。統計各縣市第一當事人性別人數及比例如圖 3-2，綜觀而言，可發現第一當事人於各縣市仍以男性為主，除了高雄市、新竹市、嘉義市以及嘉義縣以外，男性比例都有至少超過一半的比例，惟觀察行人事故較多的直轄市，性別比例相近，大約皆為 50%。

以兩母體人數差異做統計推論，檢定各縣市行人事故中，第一當事人為行人的男性與女性人數是否有顯著差異，檢定區間為 95% ($\alpha=0.05$) 信賴水準，虛無假設 (H_0) 為各縣市行人事故中行人為第一當事人之男女性別人數沒有顯著

差異($\mu_1 - \mu_2 = 0$)，對立假設 (H_1) 為各縣市行人事故中行人為第一當事人之男女性別人數有顯著差異($\mu_1 - \mu_2 \neq 0$)，計算結果顯 Z 值為 0.106，不拒絕虛無假設 H_0 ，即以第一當事人而言，性別沒有顯著影響。

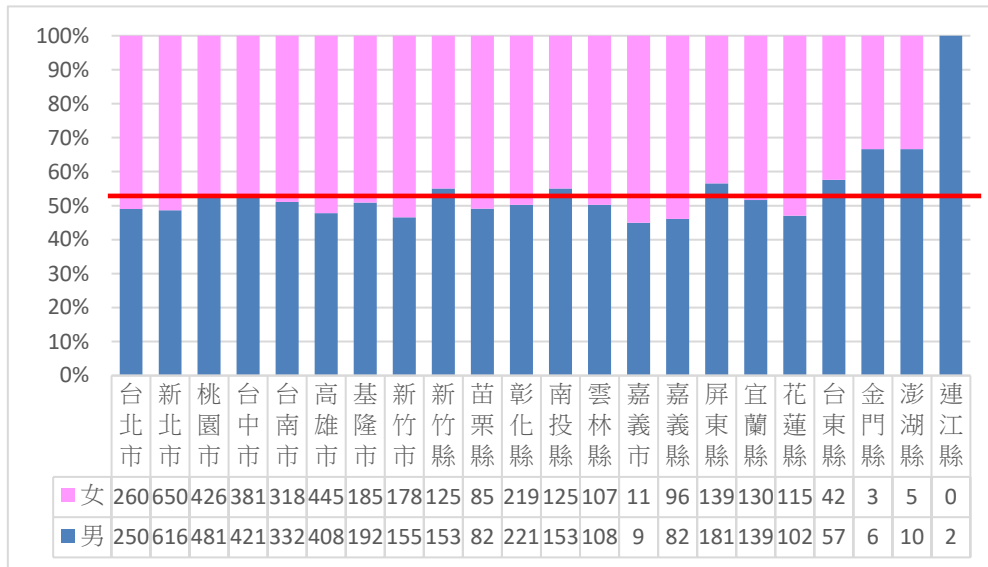


圖 3-2 各縣市第一當事人性別比例

二、行人事故第二當事人性別比例

當行人於交通事故中，行人非主要導致交通事故發生的主要肇責者，而是因其他車種侵犯路權或違規行駛發生交通事故時，行人便定義為第二當事人，即事故風險較低的用路人。統計各縣市第一當事人性別人數及比例如圖 3-3，綜觀而言，可發現第二當事人於各縣市以女為主，除了苗栗縣、花蓮縣、台東縣、金門縣以及澎湖縣以外，女性比例都有至少超過一半的比例。惟觀察行人事故較多的直轄市，第二當事人男女比例差異不會很大，大約皆為 50%。

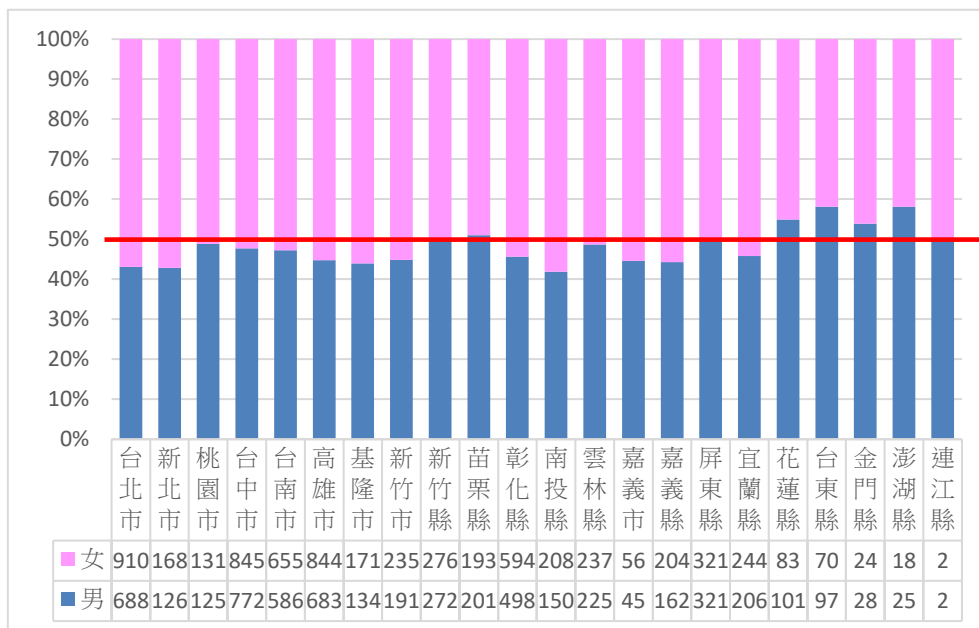


圖 3-3 各縣市第二當事人性別比例

以兩母體人數差異做統計推論，檢定各縣市行人事故中，第二當事人為行人的男性與女性人數是否有顯著差異，檢定區間為 95% ($\alpha=0.05$) 信賴水準，虛無假設 (H_0) 為各縣市行人事故中行人為第二當事人之男女性別人數沒有顯著差異($\mu_1 - \mu_2 = 0$)，對立假設 (H_1) 為各縣市行人事故中行人為第二當事人之男女性別人數有顯著差異($\mu_1 - \mu_2 \neq 0$)，計算結果如表 3-2。計算結果為不拒絕 H_0 ，即第二當事人之性別人數沒有顯著差異。從統計結果可以進一步推論，當事人發生行人交通事故的風險性，與性別沒有特定關聯

表 3-2 行人為交通事故第二當事人之男女人數檢定結果

	男性	女性
平均數	359	418
樣本數	22	22
Z 值	-0.48	
檢定結果	不拒絕 H_0 H_0 ：各縣市行人事故中行人為第二當事人之男女性別人數沒有顯著差異	

三、行人事故第一及第二當事人

為比較行人交通事故中，行人是否為交通事故主要肇責者，本研究統計各縣市第一當事人（主要肇責者）與第二當事人以下（次要肇責者或無肇責者）人數及比例，如圖 3-4 所示。由圖中可發現，各縣市行人為交通事故第二當事人的比例較多，除了基隆市及花蓮縣外，第二當事人比例皆占有超過五成以上，此與一般知識中「行人為交通中之弱勢族群」之印象相符。

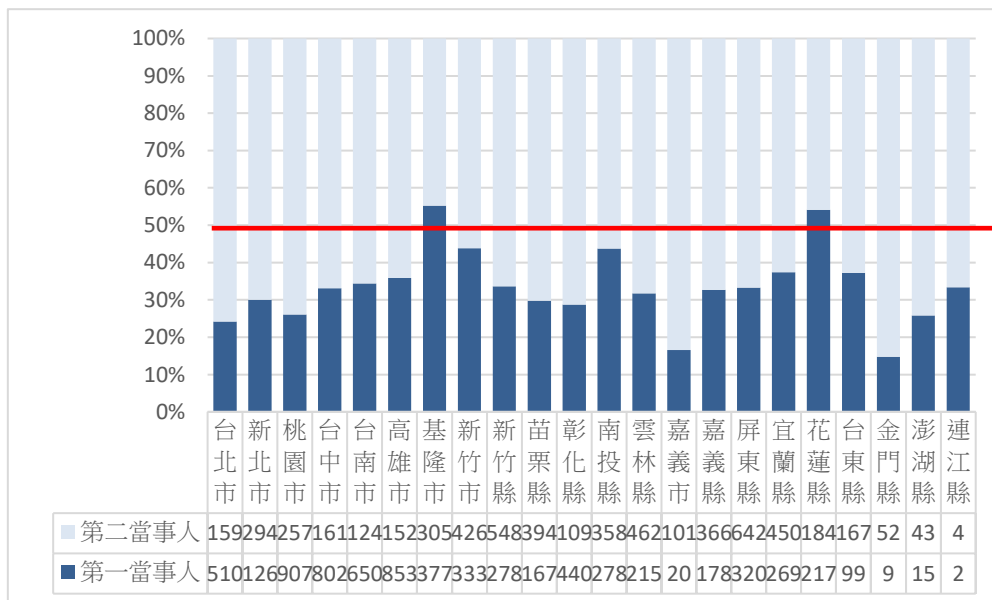


圖 3-4 各縣市第一及第二當事人比例

以兩母體人數差異做統計推論，檢定各縣市行人事故中，行人為第一當事人（主要肇責者）或第二當事人以下（次要肇責者或無肇責者）人數是否有顯著差異，檢定區間為 95% ($\alpha=0.05$) 信賴水準，虛無假設 (H_0) 為各縣市行人事故中行人為第一當事人或第二當事人人數沒有顯著差異($\mu_1 - \mu_2 = 0$)，對立假設

(H_1) 為各縣市行人事故中行人為第一當事人或第二當事人人數有顯著差異 ($\mu_1 - \mu_2 \neq 0$)，計算結果如表 3-3。計算結果為拒絕 H_0 ，即各縣市行人事故中行人為第二當事人之男女性別人數有顯著差異。從統計結果可以進一步推論，行人在交通事故中，大多處於弱勢，時常因其他車種侵犯路權導致交通事故發生，且行人速度較慢車、機車或汽車等車輛速度慢，又行人體積小未有如車輛般顯而易見的照明，可能會有閃避不及或未被用路人看到的情形，導致行人常為第二當事人的角色。

表 3-3 行人為交通事故第一或第二當事人人數檢定結果

	男性	女性
平均數	373	777
樣本數	22	22
Z 值	-2.189	
檢定結果	拒絕 H_0 H_0 ：各縣市行人事故中行人為第二當事人之男女性別人數沒有顯著差異	

3.3 直轄市人行道行人事故類型

資料來源藉由道安資訊平台查詢道路交通事故資料，查詢民國 108 年起至 110 年止之六都（包含台北市、新北市、桃園市、台中市、台南市及高雄市）事故資料，資料包含道路交通事故調查表（一）及道路交通事故調查表（二）之事故資料，當事人者區分類別限縮為行人，事故位置為人行道及其他，以排除行人穿越道路之情形，以此分類分別六都討論當事人資料與事故概況。

3.3.1 性別

臺灣六大直轄市所發生之行人交通事故性別統計資料如表 3-4 與圖 3-5，其中，大多事故中的行人以女性居多，臺北市佔約 69.2%、新北市佔約 53.8%、桃園市佔約 46.7%、臺中市佔約 55.6%、臺南市佔約 70.6%、高雄市佔約 52.2%，除了桃園市以外，其他縣市均高達 50% 以上。此情形與各直轄市公共運輸使用比例相關，臺北市、新北市以及桃園市發生行人交通事故的行人人數皆較多，與公共運輸使用比例相同，且亦為女性行人比例大於男性行人，因此，行人交通事故發生件數與行人行走於道路上的情形有關，可能因公共運輸使用率高而導致行人行走於道路上的曝光量高，進而導致該直轄市行人交通事故的件數及比例提高，因此，臺北市的行人交通事故才會遠大於其他直轄市。

表 3-4 六都行人事故性別統計

性別	縣市	臺北市	新北市	桃園市	臺中市	臺南市	高雄市
男性	人數	113	74	96	41	25	50
	比例	37.4%	42.8%	45.3%	43.6%	42.4%	42.7%
女性	人數	189	99	116	53	34	67
	比例	62.6%	57.2%	54.7%	56.4%	57.6%	58.3%

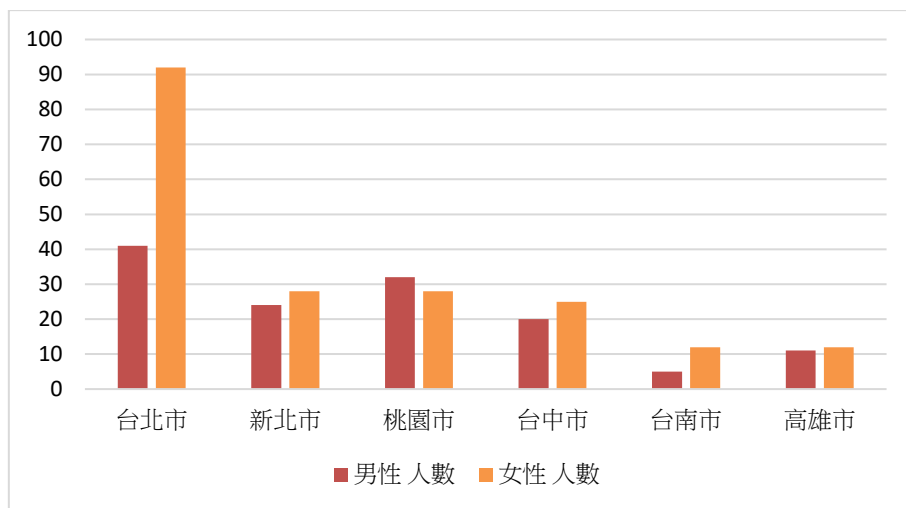


圖 3-5 不同性別行人於各直轄市事故件數比較

依據 109 年交通部公共運輸市占率調查，各直轄市總體公共運輸使用比例程度依序為臺北市 40.4%、新北市 33.6%、桃園市 12.2%、臺中市 8.6%、高雄市 8.3%以及臺南市 5.5%，如表 3-5，目前仍以北部地區的公共運輸使用率較高，尤其以捷運以及公車系統完善遍布各地區的臺北市最高，且遠高於南部區域。就性別於使用公共運輸的情形而言，各直轄市皆為女性多於男性，臺北市男性 34%小於女性 66%、新北市男性 31.7%小於女性 68.3%、桃園市男性 43.1%小於女性 56.9%、臺中市男性 38.6%小於女性 61.4%、臺南市男性 45.3%小於女性 55.2%以及高雄市男性 42.7%小於女性 57.3%，使用運具的習慣男性多以自用運具為主，女性則以公共運輸為主。

表 3-5 公共運輸市占率性別比例及縣市總體市佔率

公共運輸使用比例	臺北市	新北市	桃園市	臺中市	臺南市	高雄市
男性	34.0%	31.7%	43.1%	38.6%	45.3%	42.7%
女性	66.0%	68.3%	56.9%	61.4%	55.3%	57.3%
總體	40.4%	33.6%	12.2%	8.6%	5.5%	8.3%

3.3.2 年齡

各直轄市發生行人交通事故的行人年齡分布如表 3-6，行人仍以高齡者為主要事故者，65 歲以上者臺北市有 86 人 (28.5%)、新北市 40 人 (22.1%)、桃園市 53 人 (24.7%)、臺中市 19 人 (19.4%)、臺南市 14 人 (22.2%) 以及高雄市 37 人 (30.6%)，各直轄市行人皆有兩成左右為 65 歲以上的高齡者，高雄市更有高達三成，而新北市發生交通事故的行人則是以 55 至 64 歲的高齡者為主，有 43 人 (23.8%)，另外，值得注意的是，臺中市 45-54 歲的中年人發生行人交通事故的有 22 人 (22.5%)，相對高齡者反而有較高的行人事故比例。

表 3-6 六都行人事故當事人年齡統計

年齡	縣市	臺北市	新北市	桃園市	臺中市	臺南市	高雄市
12 歲以下	人數	20	19	24	7	2	16
	比例	6.6%	10.5%	11.2%	7.1%	3.2%	13.2%
13-24 歲	人數	27	15	26	19	7	10
	比例	8.9%	8.3%	12.1%	19.4%	11.1%	8.3%

年齡	縣市	臺北市	新北市	桃園市	臺中市	臺南市	高雄市
25-34 歲	人數	37	25	29	8	10	8
	比例	12.3%	13.8%	13.5%	8.2%	15.9%	6.6%
35-44 歲	人數	33	20	25	11	7	15
	比例	10.9%	11%	11.6%	11.2%	11.1%	12.4%
45-54 歲	人數	52	19	25	22	8	17
	比例	17.2%	10.5%	11.6%	22.5%	12.7%	14%
55-64 歲	人數	47	43	33	12	15	18
	比例	15.6%	23.8%	15.3%	12.2%	23.8%	14.9%
65 歲以上	人數	86	40	53	19	14	37
	比例	28.5%	22.1%	24.7%	19.4%	22.2%	30.6%

3.3.3 當事者行動狀態

依照道路交通事故調查表(二)當事者行動狀態的分類中，人的狀態包含 16 步行、17 靜立(止)、18 奔跑、19 上、下車以及 20 其他等五項分類，本小節以六大直轄市分別對於行人之行動狀態統計，如表 3-7，以了解各直轄市的行人事故中，大部分行人發生事故時之狀態。

觀察表 3-7 六都行人事故之當事者行動狀態可發現，當行人於人行道發生交通事故時，大多為步行狀態，各直轄市所占比例分別為台北市 73.7%、新北市 59.6%、桃園市 65%、台中市 71.1%、台南市 52.9%以及高雄市 60.9%，由此可知，人行道行人事故各直轄市都有超過二分之一的比例，行人行動狀態為步行，且各直轄市皆無行人步行狀態為行人上、下車。

表 3-7 六都之當事者行動狀態之行人事故統計

行動狀態	縣市	台北市	新北市	桃園市	台中市	台南市	高雄市
16 步行	人數	188	111	118	57	26	65
	比例	70.5%	68.9%	68.3%	76%	57.7%	61.9%
17 靜止	人數	34	19	12	7	7	16
	比例	12.7%	11.8%	6.9%	9.3%	15.6%	15.2%
18 奔跑	人數	14	14	8	3	4	7
	比例	5.2%	8.7%	4.6%	4%	8.9%	6.7%
其他	人數	26	14	31	8	8	15
	比例	9.7%	8.7%	17.9%	10.7%	17.8%	14.3%

調查行人事故中對造當事者行動狀態，依照道路交通事故調查表(二)當事者行動狀態的分類中，統計五項對造當事者行動狀態比例較高的種類，包含 01 起步、02 倒車、05 左轉彎、09 向前直行中以及 15 其他，如表 3-8，六直轄市的對造當事人行動狀態皆是以向前直行中為主要，各直轄市都有超過五成以上，對造當事人為向前直行中的人數以及比例，臺北市有 169 人(56%)、新北市有 113 人(59.5%)、桃園市有 141 人(58.8%)、臺中市有 66 人(65.3%)、臺南市 44 人(67.8%)以及高雄市有 77 人(63.1%)。

表 3-8 六都之對造當事者行動狀態之行人事故統計

行動狀態	縣市	臺北市	新北市	桃園市	臺中市	臺南市	高雄市
01 起步	人數	26	5	11	7	0	7
	比例	8.6%	2.6%	4.6%	6.9%	0.0%	5.7%
02 倒車	人數	8	13	14	4	7	15
	比例	2.6%	6.8%	5.8%	4.0%	10.8%	12.3%
05 左轉彎	人數	11	10	28	6	1	3
	比例	3.6%	5.3%	11.7%	5.9%	1.5%	2.5%
09 向前直行中	人數	169	113	141	66	44	77
	比例	56.0%	59.5%	58.8%	65.3%	67.8%	63.1%
15 其他	人數	36	20	17	6	6	4
	比例	11.9%	10.5%	7.1%	5.9%	9.2%	3.3%

3.3.4 行人事故類型及型態

依照道路交通事故調查表（一）事故類型及型態中，包含行人交通事故的類型包含（一）人與汽（機）車中的 01 對向通行中、02 同向通行中、03 穿越道路中、04 在路上嬉戲、05 在路上作業中、06 衝進路中、07 從停車後（或中）穿出、08 佇立路邊（外）以及 09 其他，針對行人事故類型及型態統計如表 3-9。

在人與汽（機）車碰撞型態中，沒有發生人與汽（機）車衝進路中以及從從停車後（或中）穿出之情形，且在排除考慮其他碰撞型態後，可發現台北市、新北市及台南市以人與汽（機）車同向通行中為主要型態，其分別為 15 件（11.3%）、6 件（12.5%）及 4 件（25.0%）；而桃園市、台中市及高雄市則是以人與汽（機）車穿越道路中為主要事故類型，其分別為 6 件（10.0%）、8 件（17.8%）及 7 件（30.4%），因此，在各直轄市中，行人事故類型以人與汽（機）車同向通行中及穿越道路中為主，另外，由於表格分類中的其他事故類型，仍於各直轄市佔有較高的比例，可見行人事故於初步調查時為有較完整的詢問。

表 3-9 六都行人事故之類型及型態統計

類型/型態	縣市	台北市	新北市	桃園市	台中市	台南市	高雄市
01 對向通行中	件數	29	13	7	5	2	8
	比例	10%	7.8%	3.4%	5.4%	3.4%	7%
02 同向通行中	件數	28	26	15	13	10	19
	比例	9.7%	15.7%	7.3%	14.1%	17.2%	16.7%
03 穿越道路中	件數	36	14	48	18	9	17
	比例	12.5%	8.4%	23.4%	19.6%	15.5%	14.9%
06 衝進路中	件數	0	0	1	1	3	1
	比例	0%	0%	0.5%	1.1%	5.2%	0.9%
08 佇立路邊	件數	5	4	6	4	0	5
	比例	1.7%	2.4%	2.9%	4.3%	0%	4.4%
09 其他	件數	187	102	124	51	31	63
	比例	64.8%	61.5%	60.5%	55.5%	53.6%	55.2%

3.3.5 肇事因素研判

依照道路交通事故調查表(二)肇因研判表格中,依肇事因素索引表內行人肇因種類包含 51 未依規定行走行人穿越道、地下道、天橋而穿越道路、52 未依標誌、標線、號誌或手勢指揮穿越道路、53 穿越道路未注意左右來車、54 在道路上嬉戲或奔走不定、59 在路上工作未設適當標誌以及 60 其他引起事故之疏失或行為等六種,針對各直轄市行人事故之肇事因素統計如表 3-10。

綜觀六都行人事故中,行人的肇事因素皆以尚未發現肇事因素為主,各直轄市分別之件數及占比分別為臺北市 91.7%、新北市 73.1%、桃園市 65.0%、臺中市 68.9%、臺南市 64.7%以及高雄市 43.5%,大多的直轄市接超過六成以上行人事故中的行人肇事因素為尚未發現肇事因素,臺北更高達九成,最少的高雄市也有四成以上的行人無肇事因素,由此可知,行人於發生交通事故時,大多處於劣勢的一方,通常係因車輛疏失或違規等原因而發生交通事故。

表 3-10 六都行人事故之行人肇事因素研判統計

肇因研判	縣市	臺北市	新北市	桃園市	臺中市	臺南市	高雄市
54 在道路上嬉戲或奔走不定	人數	1	2	2	1	1	2
	比例	0.4%	1.2%	1.2%	1.3%	2.2%	1.9%
60 其他引起事故之疏失或行為	人數	17	13	47	7	13	10
	比例	6.4%	8.1%	27.2%	9.3%	28.9%	9.5%
67 非車輛駕駛人-尚未發現肇事因素	人數	249	146	123	67	30	92
	比例	93.2%	90.7%	71%	89.4%	66.7%	87.6%

調查行人事故中對造當事者肇事因素研判,依照道路交通事故調查表(二)當事者肇因研判的分類中,統計八項對造當事者行動狀態比例較高的種類,包含 12 倒車未依規定、19 起步注意其他車(人)安全、23 未注意車前狀態、26 違反特定標誌(線)禁制、38 違規停車或暫停不當而肇事、42 其他引起事故之違規或不當行為、43 不明原因肇事以及 44 尚未發現肇事原因,統計人數及比例如表 3-11。

綜觀六都行人事故中,對造當事人主要肇因皆以未注意車前狀態為主,各直轄市都有超過三成以上,對造當事人肇事因素為未注意車前狀態的件數以及比例,臺北市有 103 件(33.6%)、新北市有 69 件(36.4%)、桃園市有 110 件(45.3%)、臺中市有 32 件(31.6%)、臺南市 24 件(36.5%)以及高雄市有 49 件(40.3%)。其次,第二肇事因素研判而言,臺北市為不明原因肇事 81 件(26.6%)、新北市為其他引起事故之違規或不當行為 43 件(22.6%)、桃園市為不明原因肇事 54 件(22.1%)、臺中市為違反特定標誌(線)禁制 23 件(22.8%)、臺南市為其他引起事故之違規或不當行為 15 件(22.7%)以及高雄市為倒車未依規定(12.3%)。

表 3-11 六都行人事故之對造當事人肇事因素研判統計

肇因研判	縣市	臺北市	新北市	桃園市	臺中市	臺南市	高雄市
12 倒車未依規定	件數	7	12	8	4	6	15
	比例	2.3%	6.3%	3.3%	4.0%	9.1%	12.3%
19 起步未注意其他車(人)安全	件數	5	2	6	6	0	5
	比例	1.6%	1.1%	2.5%	5.9%	0.0%	4.1%
23 未注意車前狀態	件數	103	69	110	32	24	49
	比例	33.6%	36.4%	45.3%	31.6%	36.5%	40.3%

肇因研判	縣市	臺北市	新北市	桃園市	臺中市	臺南市	高雄市
26 違反特定標誌 (線)禁制	件數	7	4	3	23	1	10
	比例	2.3%	2.1%	1.2%	22.8%	1.5%	8.2%
38 違規停車或暫停 不當而肇事	件數	5	0	2	6	0	2
	比例	1.6%	0.0%	0.8%	5.9%	0.0%	1.6%
42 其他引起事故之 違規或不當行為	件數	53	43	21	18	15	4
	比例	17.4%	22.6%	8.6%	17.8%	22.7%	3.3%
43 不明原因肇事	件數	81	13	54	3	5	9
	比例	26.6%	6.8%	22.1%	3.0%	7.6%	7.4%
44 尚未發現 肇事原因	件數	24	28	14	2	6	2
	比例	7.9%	14.7%	5.7%	2.0%	9.1%	1.6%

3.4 行人交通事故傷亡嚴重程度

為了解交通事故傷亡嚴重程度，本研究調閱道安資訊平台警政數交通事故資料以及 30 日死亡交通事故資料（以下簡稱為 A30），統計分析民國 101 年至 110 年行人交通事故中，A1 及 A30 事故在年齡以及性別的人數，可發現因 A2 交通事故重傷進而成為 A30 非當場死亡交通事故的情形，其中 65 歲以上之高齡者數量高於其他年齡層，此與一般認知中高齡者因身體機能較弱，於交通事故受傷後之預後狀況較不理想。而於性別比較中，各年齡層多以男性數量較多，且於 25 歲以上族群之差異更為明顯，如圖 3-6 所示。

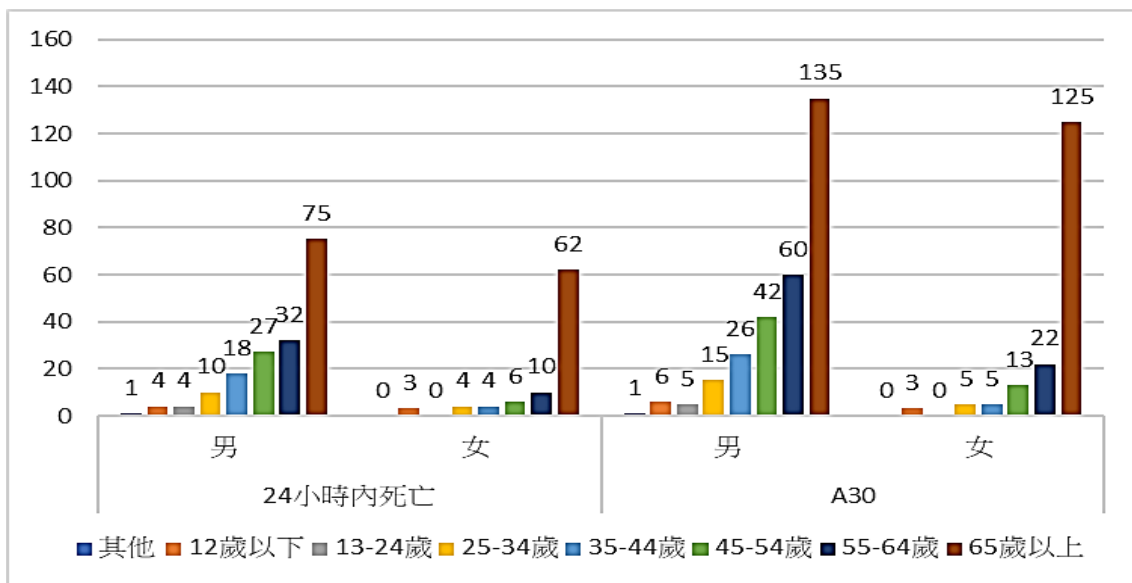


圖 3-6 A1 與 A30 交通事故性別年齡人數圖

由於 A1 事故係當場或 24 小時內死亡，A30 事故為 30 日內死亡，二者數量差距代表雖於交通事故中存活，但於到院一段時間後仍造成死亡，其可能原因有二，一為傷勢嚴重，另一為身體機能較弱，如高齡者因交通事故受傷，但身體機能無法復原而於 30 日內死亡。整理 A1 與 A30 行人交通事故性別年齡對照表如表 3-12 所示，A30 與 A1 間差距略呈與年齡正向之趨勢，尤其 65 歲以上高齡者之數量遠高於其他年齡層；而男性因整體交通事故數量較女性高，於此二者之差距亦有較大數值，但此差異

在高齡族群反轉，反以女性數量較高，顯示高齡女性於交通事故受傷後之預後狀況較男性更不理想。

表 3-12 A1 與 A30 行人交通事故性別年齡對照表

事故類型	A1			A30			A30-A1 (差距)		
	男	女	合計	男	女	合計	男	女	合計
其他	1	0	1	1	0	1	0	0	0
12 歲以下	4	3	7	6	3	9	2	0	2
13-24 歲	4	0	4	5	0	5	1	0	1
25-34 歲	10	4	14	15	5	18	5	1	4
35-44 歲	18	4	22	26	5	29	8	1	7
45-54 歲	27	6	33	42	13	47	15	7	14
55-64 歲	32	10	42	60	22	82	28	12	40
65 歲以上	75	62	137	135	125	258	60	63	121
總計	171	89	260	290	173	449	119	84	189

以兩母體人數比例差異做統計推論，檢定交通事故當事人為高齡者與非高齡者人數比例是否有顯著差異，檢定區間為 95% ($\alpha=0.05$) 信賴水準，虛無假設 (H_0) 為交通事故當事人為高齡者與非高齡者比例沒有顯著差異 ($p_1 - p_2 = 0$)，對立假設 (H_1) 為交通事故當事人為高齡者與非高齡者比例沒有顯著差異 ($p_1 - p_2 \neq 0$)，計算結果如表 3-13。計算結果 A1 交通事故為不拒絕 H_0 ，即 A1 事故的高齡者與非高齡者比例沒有顯著差異；A30 交通事故為拒絕 H_0 ，即 A30 事故的高齡者與非高齡者比例有顯著差異。從統計結果可以進一步推論，高齡者於 A2 交通事故重傷後於 30 日內死亡的個案較多，顯示高齡者於 A2 交通事故受傷後預後狀況較不理想，有較高比例進而導致後續變成 A30 死亡交通事故。

表 3-13 交通事故當事人是否為高齡者檢定結果

交通事故種類	65 歲以下	65 歲以上	Z 值	檢定結果
A1	47.3%	52.7%	-0.867	不拒絕 H_0
A30	42.5%	57.5%	-3.127	拒絕 H_0

註： H_0 ：交通事故當事人為高齡者與非高齡者比例沒有顯著差異

以兩母體人數比例差異做統計推論，檢定交通事故當事人性別人數比例是否有顯著差異，檢定區間為 95% ($\alpha=0.05$) 信賴水準，虛無假設 (H_0) 為交通事故當事人性別比例沒有顯著差異 ($p_1 - p_2 = 0$)，對立假設 (H_1) 為交通事故當事人性別比例沒有顯著差異 ($p_1 - p_2 \neq 0$)，計算結果如表 3-14。計算結果 A1 事故、A30 事故以及 A1 與 A30 事故的男女性別人數比例拒絕虛無假設，即男性與女性的人數比例有顯著差異。從統計結果可進一步推論，男性相對於女性，因為交通事故而死亡的人數較多，因 A2 交通事故重傷而於 30 日內死亡的人數也較多。

表 3-14 交通事故當事人性別比例檢定結果

交通事故種類	男性比例	女性比例	Z 值	檢定結果
A1	65.8%	34.2%	4.302	拒絕 H_0
A30	64.6%	38.5%	5.451	拒絕 H_0
A30-A1 差距	63.0%	44.4%	2.614	拒絕 H_0

H_0 ：交通事故當事人性別比例沒有顯著差異

由本節對於行人 A1 以及 A30 交通事故統計結果，發現行人交通事故以男性死亡較多，惟由前一節對於行人交通事故性別比例統計資料發現，路段行人交通事故當事人，各縣市皆以女性數量略高於男性，而此一現象是否表示男性於行人交通事故中之傷亡嚴重度高於女性，而其原因為何？有待後續研究深入探討。

3.5 對造當事人類型

利用道安資訊平台警政署的事故資料統計，統計民國 108 年至 110 年度的行人交通事故，事故發生位置以路段為限，路段包含快車道、慢車道、一般車道（未劃分快慢車道）及機車優先道等，分析行人交通事故中，當行人為第二當事人時，統計對造第一當事人車輛種類，如表 3-15，其中，以機車占比最高，人數高達 3381 人(60.97%)，小型車 1757 人 (31.69%) 次之，慢車 192 人 (3.46%) 位居第三，其他依序為大貨車 55 人 (0.99%)、行人 39 人 (0.7%)、大客車 27 人 (0.49%) 以及其他車種 18 人 (0.32%)。由此可知，行人交通事故仍以行人與機車發生交通事故的機率較高，路段中行人行走至車道或穿越道路時，機車通常行駛於慢車道即車道外側較靠近行人之位置，故與行人發生交通事故的可能性較高。次之為小型車，顯然汽車於路段中與行人發生交通事故仍為現今路段中之問題，另外，慢車比例亦較高，有可能因行人行走於騎樓、人行道或慢車道等，慢車仍然速度較快，閃避行人不及，而有交通事故發生。

表 3-15 所統計第一當事人車種為行人者，並不表示行人與行人相撞發生事故，系表示當特定行人因違規或違反路權導致交通事故發生，為事故主要肇事人而身為第一當事人時，對造第二當事人可能為其他車種，惟仍有波及其他行人之可能性，導致亦有行人為第二以下當事人。

表 3-15 行人事故與對造當事人

第一當事人車種	大客車	大貨車	小型車	機車	慢車	其他車種	行人	其他物或不明	總計
行人(第二當事人以下)	27	55	1757	3381	192	18	39	76	5,545
比例	0.49%	0.99%	31.69%	60.97%	3.46%	0.32%	0.70%	1.37%	100%

備註：單位為人數

3.6 以相對曝光法分析行人事故之性別差異

如 1.3 節所述，本研究採用相對曝光法分析行人事故之性別差異，本節首先介紹相對曝光法，再以此方法分析六個直轄市之行人事故性別差異。

3.6.1 相對曝光法

於傳統交通事故之事故率分析中常見的爭議點之一，為做為比較基礎之分母應如何選擇，最佳之選項應為該研究主題之曝光量，例如車輛之延車公里數，然於多數國家—包含我國—此數值均難以取得，故多以替代性的比較基礎，例如以人口數或機動車輛數做為比較基礎，然此等替代比較基礎並無法代表實際之道路使用量，因此可

能造成事故率計算之誤差。有鑑於此，學者陸續提出更佳之估算方法，於 1960 年代末期，陸續有學者提出基於相對曝光量之想法，並由 Haight 於 1970 年發表研究，將此方法定名為 quasi-induced exposure method [37]，此方法雖已提出 50 餘年，且現代於資料蒐集技術亦有長足發展，但此方法受重視與重用程度不減反增，於近兩年仍可發現有大量交通事故分析論文採用本方法為主要分析方法，應用於討論各式交通安全主題，例如探討車輛輔助或安全駕駛系統對於降低事故之貢獻[38,39]、未繫安全帶之影響[40]、危險駕駛因素之判別[41]，其中有許多研究聚焦於駕駛人年齡之影響，尤其是高齡者與年少者（如未成年無照駕駛）[42,43,44,45]，顯示本方法對於交通事故特性之分析應具有可行性，因此廣為應用於不同主題上。

相對曝光法之理論係基於事故數據，辨別其中當事者之責任，其主要假設有二，其一為交通事故中必有一方為有過錯（at-fault，或譯為有責），另一方則無過錯（not at-fault，或譯為無責）；其二為當發生事故時，無過錯的一方具隨機性，因此無過錯方之特性可代表用路人特性，亦即可以其特性做為比較基礎。因此可計算出有過錯用路者與無過錯用路者的比值，定義為參與率，若此比值大於 1，表示該類用路者於此類事故中之比例較平均更高。以高齡者事故為例，若擬驗證「高齡駕駛發生事故之機率」較高，首先定義高齡駕駛之族群特性，例如年齡高於 75 歲之駕駛則定義為高齡駕駛，因此可將所有事故當事人區分為四群，如表 3-16 所示，則若擬探討高齡者是否具有較高的事故風險，則依下式分別計算高齡者之 IR_h 與非高齡者之 IR_y ，比較二者數值差異與是否超過 1，則可了解高齡者事故風險。

$$IR_i = \frac{D1_i}{D2_i}$$

此式中， IR_i =交通事故中第 i 類當事人之參與率

-
- ³⁷ Haight, F.A.(1970), A crude framework for bypassing exposure, Journal of Safety Research., Vol. 2, pp. 26-29. (未取得原文，轉引自 Jiang, X., Lyles, R. W., & Guo, R. (2014). A comprehensive review on the quasi-induced exposure technique. Accident Analysis & Prevention, 65, 36-46.)
- ³⁸ Cicchino, J. B. (2022). Effects of automatic emergency braking systems on pedestrian crash risk. Accident Analysis & Prevention, 172, 106686.
- ³⁹ Dean, M. E., & Riexinger, L. E. (2022). Estimating the Real-World Benefits of Lane Departure Warning and Lane Keeping Assist (No. 2022-01-0816). SAE Technical Paper.
- ⁴⁰ Sartin, E. B., Lombardi, L. R., Metzger, K. B., Myers, R. K., Pfeiffer, M. R., & Curry, A. E. (2023). Variation in drivers' seat belt use by indicators of community-level vulnerability. Journal of Safety Research.
- ⁴¹ Zhang, G., Cai, Y., & Li, L. (2023). The difference in quasi-induced exposure to crashes involving various hazardous driving actions. Plos one, 18(2), e0279387.
- ⁴² Ulleberg, P., Bjørnskau, T., & Fostervold, K. I. (2022). Does age matter? Examining age-dependent differences in at-fault collisions after attending a refresher course for older drivers. Transportation research part F: traffic psychology and behaviour, 87, 379-390.
- ⁴³ Alshehri, A. H. (2022). Analysis of risk factors associated with fatal intersection crashes involving older drivers in the Midwest (Doctoral dissertation, Kansas State University).
- ⁴⁴ Wang, Y. C., Foss, R. D., & Goodwin, A. H. (2022). Unlicensed driving among young drivers in North Carolina: a quasi-induced exposure analysis. Injury epidemiology, 9(1), 1-10.
- ⁴⁵ Mastromatto, T., Quinones, T., Lan, B., Srinivasan, R., Lococo, K. H., Staplin, L., & Trans Analytics, L. L. C. (2022). Risk Factors for Young Drivers in Fatal and Non-Fatal Crashes: Supplementary Report (No. DOT HS 813 303B). United States. Department of Transportation. National Highway Traffic Safety Administration.

$D1_i$ = 事故資料內有責任的人數

$D2_i$ = 事故資料內無責任的人數

若

$IR > 1$ ，則該情境下，有責任的（高風險）交通事故較多

$IR < 1$ ，則該情境下，無責任的（低風險）交通事故較多

表 3-16 相對曝光法當事人區分例

年齡	高齡者人數	非高齡者人數	總計
過錯/責任情況			
有過錯/有責者人數	D1h	D1y	D1
無過錯/無責者人數	D2h	D2y	D2
總計	Dh	Dy	

相對曝光法理論有兩個基本假設：(1) 在兩車相撞中有一個有過錯的 (D1) 和一個無過錯的駕駛 (D2)；(2) 兩車碰撞中的非過錯駕駛員 (D2s) 是從碰撞發生時道路上的駕駛者和車輛中隨機選擇的。第一個假設要求僅使用一個有過錯駕駛員和一個無過錯駕駛員的兩輛車碰撞數據。第二個假設則隱含著，由於無過錯/無責的一方屬於被撞擊者，所有用路者被撞擊機率相等，因此 D2 之分布比例（例如表 3-16 之高齡者與非高齡者比例）符合道路上之用路者比例，因此其比例即可代表曝光情形。其中，具有特定特徵的 D1 與符合道路曝光量的 D2 的比率定義即為參與率 (IR)。若 IR 大於 1，表示具有特定特徵之 D1 駕駛者的確造成較高之碰撞比例。

3.6.2 行人事故之性別差異

基於前述介紹，相對曝光法的理論簡單且可以解決傳統曝光量相關的數據要求問題，本研究依據相對曝光法，將本研究擬探討之行人事故風險中之參與率定義如下式，以探討行人肇責情況。

$$IR_i = \frac{D1_i}{D2_i}$$

此式中， IR_i = 事故資料內第 i 類行人事故之參與率

$D1_i$ = 事故資料內第 i 類行人事故中有責任的行人

$D2_i$ = 事故資料內第 i 類行人事故中無責任的行人

若

$IR_i > 1$ ，則該情境下，行人有責任的（高風險）交通事故較多

$IR_i < 1$ ，則該情境下，行人無責任的（低風險）交通事故較多

分析資料採用據道安資訊平台路段行人交通事故資料，統計民國 108 年至 110 年交通事故資料，行人事故中行人第一及第二當事人的性別人數，且事故地點限定於路段。本研究分析將行人事故中第一當事人稱為 D1 (at-fault driver)，肇責較輕或無肇責之第二以下當事人稱為 D2 (not-at-fault driver)，並依相對曝光法所定義之事故參與率 (IR) 計算六個直轄市之結果，將事故當事人人數分別統計資料結果如表 3-17。

觀察表 3-17 可知，各直轄市不論性別 IR 值皆小於 1，因此，六都的行人交通事故中，行人無肇責的情形較多，其中，又以台北市的 IR 值 0.319 最低，高雄市之 0.559 則為最高。就性別而言，各直轄市 IR 值皆為男性大於女性，臺北市男性 0.363 大於女性 0.286、新北市男性 0.488 大於女性 0.386、桃園市男性 0.383 大於女性 0.323、臺中市男性 0.545 大於女性 0.451、臺南市男性 0.567 大於女性 0.485 以及高雄市男性 0.597 大於女性 0.527，代表男性於各直轄市有肇責的情形較女性多，與男性行人本身的行走行為及反應有關係，可能因男性於繞行障礙物或穿越馬路時，選擇往較危險的道路方向行走或較為冒險之方式穿越或繞行，或有較高比例未遵守行人道路交通法規之現象，而有違規或致使交通事故為主要肇責者的情形發生。

表 3-17 性別與行人事故關聯性

都市	臺北市				新北市				桃園市			
	D1	D2	IR	總計	D1	D2	IR	總計	D1	D2	IR	總計
男	250	688	0.363	938	616	1263	0.488	1879	481	1257	0.383	1738
女	260	910	0.286	1170	650	1686	0.386	2336	426	1318	0.323	1744
總計	510	1598	0.319	2108	1266	2949	0.429	4215	907	2575	0.352	3482
都市	臺中市				臺南市				高雄市			
	D1	D2	IR	總計	D1	D2	IR	總計	D1	D2	IR	總計
男	421	772	0.545	1193	332	586	0.567	918	408	683	0.597	1091
女	381	845	0.451	1226	318	655	0.485	973	445	844	0.527	1289
總計	802	1617	0.5	2419	650	1241	0.524	1891	853	1527	0.559	2380

第四章 現場調查與資料分析

本研究於 2023 年 3 月 10 日以及 3 月 24 日中午至下午時段，於長庚醫療財團法人林口長庚紀念醫院附近路段人行道（寬度 2.1 公尺），進行行人繞行障礙物行為實地交通調查，觀察行人繞行行為情況，本章統計分析行人調查結果，分析行別與行人繞行行為情況以及卡方檢定。

4.1 錄製案例地點影片觀察行人行為

為了解當行人行走於標線型人行道上時，若遇各類障礙時將如何繞行，本研究擬選擇適當案例地點錄製影片以觀察行人行為，此種自然觀察方法可減少因為事先介入（如告知實驗內容）而導致不同行為，為最貼近真實反應之表現，於 1982 年 McPhail 與 Wohlstein 即提出拍攝影片分析行人行為之架構與分析方法，並探討單一行人與群體之情況[46]，Dabbs 與 Stokes 亦同樣採用拍攝影片進行觀察，了解陌生人於人行道上通過另一人時所保持之距離，並得到男性將保持較女性更遠之距離，且若對象較為美麗，則可能保持較近之距離[47]。而對於本研究參考價值最高之文獻為 Khan 等人之行人研究[6]，雖該研究採取調查員直接調查而非錄影觀察方式，但觀察內容訂定出明確之風險行為，包含使用人行道的狀況、背對行車方向等，以及對人行道占用情況之觀察，包括是否存在占用狀況、占用區域寬度、行人遭遇占用狀況之比例及反應，包含離開人行道繞行時是否注意交通狀況等，與本研究擬探討課題十分相近。

4.1.1 案例地點選擇原則

錄製影片觀察行人行為之方法雖具有前述優點，然因較為耗時費力，較難以大量普遍執行，本研究規劃擇取一處案例地點，進行影片拍攝與判讀。於案例地點選擇時將依據下列條件：

- 一、須有標線型人行道，且無平行之騎樓或實體人行道：選擇以標線型人行道做為本研究觀測範圍之原因有二，其一在於其具有明確範圍，可了解行人於此路段行走時，是否會於人行道範圍內行走，以及若遇到人行道上出現障礙時，將於多遠之前開始偏向，並採何種繞行路徑行走。若為未有標線型人行道之內側，則行人路徑之觀察與丈量較難以有一致標準。其二為若有平行之騎樓與實體人行道可為替代路徑，則一則使用標線型人行道之行人可能較少，而且若有替代路徑可使用，則相鄰之標線型人行道上雖可能亦出現障礙物，但行人繞行時不一定將進入車道，則難以觀察本研究另一目標—駕駛人反應。
- 二、該路段須有相當之行人交通量以利擷取樣本。
- 三、該路段須有擬觀測之障礙物：本研究擬探討兩類障礙物，一類為固定式之障礙，例如變電箱或燈桿等，如圖 1(A)所示；另一類障礙物為臨時性障礙，最常見之態樣為路邊停車，其特點為出現時間與地點均不固定，因此行人行

⁴⁶ McPhail, Clark, and Ronald T. Wohlstein. "Using film to analyze pedestrian behavior." *Sociological Methods & Research* 10.3 (1982): 347-375.

⁴⁷ Dabbs, James M., and Neil A. Stokes. "Beauty Is Power: The Use of Space on the Sidewalk." *Sociometry* 38, no. 4 (1975): 551-57. <https://doi.org/10.2307/2786367>.

經此路段時會否遇到此障礙則為未知，如圖 1(B)所示。而攤販、廣告招牌等占用，雖亦屬可移動狀態，但於特定時段（例如其營業時段）均為占用，因此視為固定式障礙。

四、須有適合架設攝影設備之位置。

五、拍攝時間將以日間為優先：主要為考慮影像內容是否清晰易判斷，尤其是本研究擬探討不同性別行人之影響，須具有較易清楚辨識行人外觀之影像。

經踏勘臺北市、新北市與桃園市多個地點後，選擇於桃園市龜山區復興北路為本計畫之調查地點，該地點狀況將於 4.2 節說明。

4.1.2 調查行人行為紀錄方式與內容

選取適當案例地點後，藉由於該地點拍攝影片後進行影像擷取與判讀，搜尋其中出現行人遇障礙物之片段，紀錄下列內容：

一、行人性別（依外觀判斷）與陪同情形（例如為單獨行走、帶兒童同行、多位成人同行）

二、行人人行道之起始狀況

三、行動輔具種類（無、嬰兒推車、手推車、輪椅）

四、行人行走行向（與車道行駛方向同向或反向）

五、障礙物類型：本研究將主要障礙物類行分為機車、汽車、攤販、行走方向同向且速度較慢的人、行走方向反向的人、移動式障礙物（私人物品）以及固定式障礙物（消防栓、變電箱）等七個種類。

六、繞行障礙物行為：行人繞行障礙物行為分為行人繞行後仍行走在人行道上以及離開人行道兩種情況，以下分別說明兩情況可能的行人繞行行為。另資料中所判斷之行人僅限採步行方式者，若為使用輪椅、行動輔具或其他動力機械者均不納入觀察主體；但若為一行人推行嬰兒車或輪椅，則將予以紀錄，並將其嬰兒車或輪椅視為陪同情形之記載項目。

（一）仍行走在人行道上

1. 由障礙物上方直接跨越
2. 向內側繞行後直行
3. 向車道繞行後直行
4. 繞行後返回原途徑
5. 障礙物停止後反應
6. 提前側向偏移
7. 未受障礙物影響而直行

（二）離開人行道上

1. 繞行前轉頭查看（往車道閃避）
2. 繞行前未轉頭查看（往車道閃避）
3. 繞行進騎樓（往內側閃避）
4. 提前側向偏移
5. 繞行後返回人行道

4.2 調查地點特性與擷取樣本情況

本研究依據前一節之地點選定原則自行之市區道路拍攝道路影片，研究調查地點桃園市龜山區復興北路，拍攝影片擷取位於復興北路西北往東南方向車道之人行道路段，位於復興一路與文化一路 10 巷之間，路段長度約 85 公尺，寬度約 2 公尺，

圖 4-1 以 GOOGLE 衛星影像，並標註調查路段範圍；圖 4-2 則為調查時之現場狀況，因實際踏勘與拍攝時採不同日期、時間拍攝多段影片，此僅擇其中為代表。拍攝影片期間主要以中午 11 時至下午 15 時為主要，將調查時間集中於日間，以拍攝清晰影像內容以利觀察行人行為。此路段人行道緊鄰內側，內側旁無可供行人行走之騎樓，與車道之交界則以防撞軟桿於人行道與車道做分隔，汽車無法行駛至人行道內；此人行道之行人為林口長庚紀念醫院與該地區多數餐飲店家的連接路段，行人流量多，足以作為本研究調查地點；因本路段於用餐時間常有攤販常駐於人行道內，亦常有候餐或排隊民眾阻擋，其可作為觀察行人繞行障礙物之障礙物種類，以利擷取樣本。



備註：紅色框為調查人行道路段

圖 4-1 調查路段之 GOOGLE 衛星影像



圖 4-2 調查路段於調查時之狀況

表 4-1 整理歷次拍攝日期及時段，總共拍攝六段影片，影片長度為 138 分鐘，並從中擷取 456 個行人樣本，做為後續分析探討之依據，其中第 5 段影片因設備儲存問題未能順利讀取，故於後續分析中排除。

表 4-1 調查地點的拍攝日期及時段整理

拍攝日期	影片編號	時間			樣本數
		開始	結束	影片長度	
2023/3/10	1	13:17:00	13:47:00	30 分	55
2023/3/24	2	11:12:00	11:33:00	21 分	103
2023/3/24	3	12:27:00	12:56:00	29 分	136
2023/3/24	4	12:58:00	13:26:00	28 分	120
2023/3/24	6	14:02:00	14:32:00	30 分	42
總計	--	--	--	138 分	456

4.3 敘述性統計

本節針對錄影影像觀察行人之性別、行走人行道狀況、障礙物類型、與繞行障礙物行為等四項進行敘述性統計，以下說明統計結果。

4.3.1 性別

藉由實地調查行人繞行行為之性別結果，男性有 203 人，占比 44.5%；女性有 253 人，占比 55.5%，如表 4-2 所示。

表 4-2 行人為男性或女性之件數統計

	次數分配表	百分比
男性	203	44.5%
女性	253	55.5%
總計	456	100.0%

4.3.2 使用人行道狀況

藉由實地調查行人行走人行道狀況，行走人行道者有 338 人，占比 74.1%；未使用人行道者有 118 人，占比 25.9%。顯示多數行人仍傾向使用人行道，但亦有四分之一行人選擇行走於車道上。

4.3.3 行向

本研究將行人行走人行道行向分為與車道汽車行車方向同向以及與反向，藉由實地調查行人行走人行道方向，結果如表 4-3，與汽車行向同向者有 286 人，占比 62.7%；與汽車行向反向者有 170 人，占比 37.3%。

表 4-3 行人行走方向與車道同向或反向之件數統計

	次數分配表	百分比
同向	286	62.7%
反向	170	37.3%
總計	456	100.0%

4.3.4 障礙物類型

藉由實地調查行人行走人行道所需繞行之障礙物類型，本研究於實地調查結果共計六種障礙物，包含汽車、機車、攤販、同向前方行人、反向行走的人以及移動式障礙物六項種類。由於調查環境之人行道設有防撞桿，汽車及機車較難駛進人行道內，故本研究調查結果之障礙物類型中，汽機車樣本數較少，主要以不同行走行為之行人以及攤販較多，結果如表 4-4。障礙物為機車者有 2 件，占比 0.4%；為攤販者有 158 件，占比 34.6%；為同向前方行人有 96 件，占比 21.1%；為反向行走的人有 196 件，占比 43.0%；為移動式障礙物（私人物品）者有 4 件，占比 0.9%。

表 4-4 人行道障礙物種類統計

障礙物類型	次數分配表	百分比
機車	2	0.4%
攤販	158	34.6%
同向前方行人	96	21.1%
反向行走的人	196	43.0%
移動式障礙物 (私人物品)	4	0.9%
總計	456	100.0%

4.3.5 繞行障礙物行為

繞行障礙物行為為本研究之主要目的，為統計繞行行為，本研究首先利用較短時間之初測樣本（未納入最終統計）觀察行人行為，並依其繞行障礙物後是否使用人行道分別歸納，經歸納出繞行障礙物後仍然走在人行道者為向內側繞行後直行、向車道繞行後直行、繞行後返回原行走途徑、遇障礙物前先停止後再反應者、遠遠看到障礙物後提前側向偏移等六種行為，其中繞行後直行指未回到原途徑，而循繞行路徑直行前進。而於繞行障礙物後離開人行道者分為下列四種行為：繞行前轉頭查看、繞行前未轉頭查看、提前側向偏移、繞行後返回人行道。由於若因繞行障礙物而離開人行道，利用車道繞行，將為較具危險性之行為，且若為使用與行車方向同向之行人，則可能於繞行而離開人行道時，遭遇後方來車撞擊，因此本研究於調查時，即區分其是否轉頭查看，以了解行人之安全意識。圖 4-3 為繞行方向與路徑之示意圖，說明往內側繞行、往車道繞行，以及繞行後直行與回到原途徑之差異。

藉由實地調查行人繞行障礙物行為，繞行障礙物後仍然走在人行道者共計有 264 件，占比 57.9%；繞行障礙物後離開人行道者計有 192 件，占比 42.1%，因此，行人繞行行為後主要行走路徑仍以繼續走在人行道為主。繞行障礙物後仍然走在人行道者分為下列六種行為，如表 4-5，向內側繞行後直行者有 84 人，占比 18.4%；向車道繞行後直行者有 101 人，占比 22.1%；繞行後返回原行走途徑者有 24 人，占比 5.3%；遇障礙物前先停止後再反應者有 6 人，占比 1.3%；遠遠看到障礙物後提前側向偏移者有 26 人，占比 5.7%；未受障礙物影響而直行者有 23 人，占比 5.0%。其中，行人主要繞行行為仍以向內或向外繞行後繼續直行為主要行為。

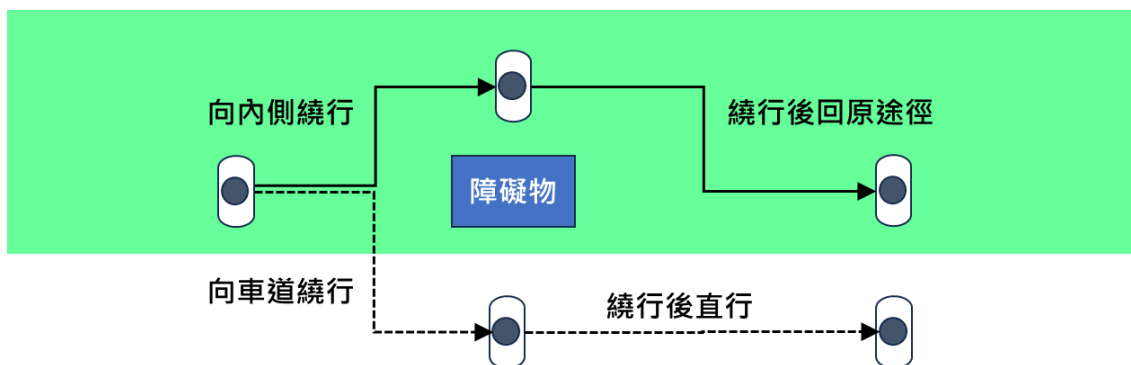


圖 4-3 行人繞行障礙物方向與路徑之示意圖

繞行障礙物後離開人行道者分為下列四種行為，如表 4-5，繞行前轉頭查看（往車道閃避）有 26 人，占比 5.7%；繞行前未轉頭查看（往車道閃避）有 94 人，占比 20.6%；提前側向偏移有 27 人，占比 5.9%；繞行後返回人行道有 45 人，占比 9.9%。各類行為間之性別差異與交叉分析將於下節進行統計分析與探討。

表 4-5 行人繞行障礙物行為之件數統計

	行人繞行行為	次數分配表	百分比
繞行障礙物行為（仍在人行道上）	向內側繞行後直行	84	18.4%
	向車道繞行後直行	101	22.1%
	繞行後返回原途徑	24	5.3%
	障礙物前停止後反應	6	1.3%
	提前側向偏移	26	5.7%
	未受障礙物影響而直行	23	5.0%
	總計	264	57.9%
繞行障礙物行為（離開人行道）	繞行前轉頭查看（往車道閃避）	26	5.7%
	繞行前未轉頭查看（往車道閃避）	94	20.6%
	提前側向偏移	27	5.9%
	繞行後返回人行道	45	9.9%
	總計	192	42.1%

4.4 卡方檢定

為了解上述各項是否存在差異，本研究將此次觀察中所得樣本數據，建立五項假設，並逐一採用卡方檢定進行判斷，以下說明檢定結果。

4.4.1 不同性別使用人行道比例

為判斷不同性別行人使用人行道的比例，本研究建立虛無假設及對立假設如下，並以卡方檢定判斷結果。

H0：不同性別使用人行道之比例無差異（即性別與是否使用人行道行為間無關聯）

H1：不同性別使用人行道之比例有差異（即性別與是否使用人行道行為間有關聯）

表 4-6 性別與行人有無使用人行道之交叉分析表

性別	使用人行道狀況	使用	未使用	總計
男性	次數	144	59	203
	百分比	31.6%	12.9%	44.5%
女性	次數	194	59	253
	百分比	42.6%	12.9%	55.5%
總計	次數	338	118	456

運用卡方檢定，得出皮爾森卡方檢定值為 1.937，且細格期望值皆大於 5，最小預期個數為 52.53，即所有細格期望值皆滿足使用卡方檢定之條件。當皮爾森 P 值小於 0.05 時，表示有統計上有顯著差異，本次結果可以得知：P 值為 0.164 大於 0.05，未達顯著差異，表示性別與是否使用人行道行為間沒有顯著關聯。

表 4-7 性別與行人有無使用人行道之卡方檢定

	數值	自由度 (df)	漸近顯著性 (雙尾)
Pearson 卡方檢定	1.937 ^a	1	0.164

備註：0 單元 (0.0%) 預期計數小於 5。最小的預期個數為 52.53。

4.4.2 行人繞行障礙物後是否繼續使用人行道特性

對於原本使用人行道的行人，於繞行位於人行道的障礙物後，是否繼續使用人行道，本研究探討不同性別者與不同行向者之繞行行為，分述如下。

一、不同性別繞行障礙物後是否使用人行道

建立虛無假設及對立假設：

H0：不同性別繞行後仍在人行道與繞行後離開人行道之行為比例無差異（即性別與繞行後有無行走人行道行為間無關聯）

H1：不同性別繞行後仍在人行道與繞行後離開人行道之行為比例有差異（即性別與繞行後有無行走人行道行為間有關聯）

表 4-8 性別與行人繞行障礙物後行為之交叉分析表

性別	繞行行為	仍在人行道	離開人行道	總計
男性	次數	114	89	203
	百分比	25.0%	19.5%	44.5%
女性	次數	150	103	253
	百分比	32.9%	22.6%	55.5%
總計	次數	264	192	456

運用卡方檢定，得出皮爾森卡方檢定值為 0.453，且細格期望值皆大於 5，最小預期個數為 85.47，即所有細格期望值皆滿足使用卡方檢定之條件。當皮爾森 P 值小於 0.05 時，表示有統計上有顯著差異，本次結果可以得知：P 值為 0.501 小於 0.05，未達顯著差異，表示性別與繞行後有無行走人行道行為間無關聯。

表 4-9 性別與行人繞行障礙物後行為之卡方檢定

	數值	自由度 (df)	漸近顯著性 (雙尾)
Pearson 卡方檢定	0.453 ^a	1	0.501

備註：0 單元 (0.0%) 預期計數小於 5。最小的預期個數為 85.47。

二、不同行向繞行後是否使用人行道

為判斷不同行向繞行後有無行走人行道的比例是否存在差異，本研究建立虛無假設及對立假設如下，並以卡方檢定判斷結果。

H0：不同行向繞行後是否使用人行道的比例無差異（即行向與行人繞行行為之間無關聯）

H1：不同行向繞行後是否使用人行道的比例有差異（即行向與行人繞行行為之間有關聯）

觀察表 4-10 可知，就行人繞行行為有無行走人行道之總體情形觀之，行人繞行行為主要為向內側繞行後直行行走人行道、向車道繞行後直行行走人行道以及繞行至車道前未轉頭查看，其分別佔所有繞行行為之 18%、22% 以及 20%；再者，以行人繞行行為行向與繞行障礙物有無離開人行道總體來看，行人行走行向與車道同向者，繞行障礙物行為行走人行道或離開人行道之人數比例相近，惟反向者則以繞行行為有行走人行道比例較高，行走人行道者甚為離開人行道者之兩倍；最後，就行人兩行向與繞行行為件數比例差異比較，分為繞行行為有行走人行道以及離開人行道兩部分分析，發現同向與反向所占比例都明顯不同，首先，當繞行障礙物行為有行走於人行道者，向內側繞行後直行以及繞行後返回原途徑兩繞行行為件數比例，於行人行走方向與車道反向者之比例皆較高，分別為 22% 及 9%，其次，當繞行障礙物行為離開人行道者，繞行前未轉頭查看車道情況以及繞行後返回人行道兩繞行行為，於行人行走方向與車道同向者之比例皆較高分別為 24% 及 12%。

表 4-10 行走行向與行人繞行障礙物行為之交叉分析表

		繞行障礙物行為 (行走人行道)				繞行障礙物行為 (離開人行道)			
		向內側繞行後直行	向車道繞行後直行	繞行後返回原途徑	提前側向偏移	繞行前轉頭查看	繞行前未轉頭查看	提前側向偏移	繞行後返回人行道
同向	件數	46	61	9	18	18	69	18	34
	%	16%	21%	3%	6%	3%	24%	6%	12%
總計		134				139			
反向	件數	38	40	15	8	11	24	8	10
	%	22%	24%	9%	5%	8%	14%	6%	6%
總計		101				53			
總計	件數	84	101	24	26	29	93	26	44
	%	18%	22%	5%	6%	5%	20%	6%	10%

運用卡方檢定表 4-10 之數值，得出皮爾森卡方檢定值為 24.72，惟細格期望值有兩項小於 5，最小預期計數為 2.24，即細格期望值未滿足卡方檢定條件，因

此進行細格校正，去除樣本數較少之繞行行為，即障礙物前停止後反應，經細格校正後，得出皮爾森卡方檢定值為 24.665，且細格期望值皆大於 5，最小預期個數為 8.59，即所有細格期望值皆滿足使用卡方檢定之條件。當皮爾森 P 值小於 0.05 時，表示有統計上有顯著差異，本次細格校正後之卡方檢定結果得知：P 值為 0.002 小於 0.05，達顯著差異，表示不同行向繞行後是否繼續使用人行道的比例無差異。

表 4-11 行走行向與行人繞行障礙物行為之卡方檢定表

	值	df	漸近顯著性 (兩端)
Pearson 卡方檢定 (細格校正前)	24.72 ^a	9	0.003
Pearson 卡方檢定 (細格校正後)	24.665 ^b	8	0.002

備註：a. 2 單元 (0.0%) 預期計數小於 5，預期的計數下限為 2.24。

b. 0 單元 (0.0%) 預期計數小於 5，預期的計數下限為 8.59。

4.4.3 不同性別行人繞行障礙物方向之繞行行為差異

當原本行走於人行道的行人遇到障礙物時，可能選擇包括往人行道內側或往人行道外側，即往車道方向繞行，為判斷不同性別行人繞行障礙物方向之繞行行為差異，本研究建立虛無假設及對立假設如下，並以卡方檢定判斷結果。

H0：不同性別繞行障礙物向內側或向車道繞行後直行之繞行行為的比例無差異
(即性別與行人繞行行為之間無關聯)

H1：不同性別繞行障礙物向內側或向車道繞行後直行之繞行行為的比例有差異
(即性別與行人繞行行為之間有關聯)

表 4-12 性別與繞行障礙物行為之交叉分析表

性別	繞行行為	向內側繞行	向車道繞行	總計
男性	次數	35	41	76
	百分比	41.7%	40.6%	41.1%
女性	次數	49	60	109
	百分比	58.3%	59.4%	58.9%
總計	次數	84	101	185

運用卡方檢定，得出皮爾森卡方檢定值為 0.022，且細格期望值皆大於 5，最小預期個數為 34.51，即所有細格期望值皆滿足卡方檢定條件。當皮爾森 P 值小於 0.05 時，表示有統計上有顯著差異，本次結果可以得知：P 值為 0.883 大於 0.05，未達顯著差異，表示性別與行人繞行行為之間沒有顯著關係。

表 4-13 性別與繞行障礙物行為之卡方檢定

	值	df	漸近顯著性 (兩端)
Pearson 卡方檢定	0.022 ^a	1	0.883

備註：a. 0 單元 (0.0%) 預期計數小於 5。預期的計數下限為 34.51。

4.4.4 不同性別行人繞行至車道前轉頭查看情況

為判斷不同性別行人繞行至車道前轉頭查看情況，本研究建立虛無假設及對立假設如下，並以卡方檢定判斷結果。

H0：不同性別繞行至車道前有轉頭查看與無轉頭查看之行為比例無差異（即性別與繞行至車道有無轉頭查看行為間無關聯）

H1：不同性別繞行至車道前有轉頭查看與無轉頭查看之行為比例有差異（即性別與繞行至車道有無轉頭查看行為間有關聯）

表 4-14 性別與行人繞行障礙物前轉頭查看之交叉分析表

性別	繞行至車道行為	轉頭查看	未轉頭查看	總計
男性	次數	14	43	57
	百分比	11.7%	35.8%	47.5%
女性	次數	12	51	63
	百分比	10.0%	42.5%	52.5%
總計	次數	26	94	120

運用卡方檢定，得出皮爾森卡方檢定值為 0.536，且細格期望值皆大於 5，最小預期個數為 12.35，即所有細格期望值皆滿足使用卡方檢定之條件。當皮爾森 P 值小於 0.05 時，表示有統計上沒有顯著差異，本次結果可以得知：P 值為 0.464 大於 0.05，未達顯著差異，表示性別與繞行至車道有無轉頭查看行為間無關聯。

表 4-15 性別與行人繞行障礙物前轉頭查看之卡方檢定

	值	df	漸近顯著性（兩端）
Pearson 卡方檢定	0.536 ^a	1	0.464

備註：0 單元（0.0%）預期計數小於 5。最小的預期個數為 12.35。

4.4.5 不同性別行人繞越同向前方行人行為

於觀察過程中發現，當為繞越同向前方速度較慢的其他行人時，可能由於前方行人側方空隙有限，常見繞行者離開人行道繞行，且越過對方後不一定回到人行道的行為，為判斷不同性別繞越同向前方行人行為是否存在差異，本研究統計不同性別者繞越同向前方行人後，回到人行道與繼續行走車道之比例，並建立虛無假設及對立假設如下，以卡方檢定判斷結果。

H0：不同性別行人繞越同向前方行人行為的比例無差異（即性別與行人繞行行為之間無關聯）

H1：不同性別繞越行人同向前方行人行為的比例有差異（即性別與行人繞行行為之間有關聯）

表 4-16 性別與繞越同向前方行人之交叉分析表

性別	繞越後行為	回到人行道	繼續行走車道	總計
男性	次數	14	29	43
	百分比	40.00%	47.54%	44.79%
女性	次數	21	32	53
	百分比	60.00%	52.46%	55.21%
總計	次數	35	61	96

運用卡方檢定，得出皮爾森卡方檢定值為 0.0511，且細格期望值皆大於 5，最小預期個數為 15.68，即所有細格期望值皆滿足卡方檢定條件。當皮爾森 P 值小於 0.05 時，表示有統計上有顯著差異，本次結果可以得知：P 值為 0.475 大於 0.05，未達顯著差異，表示在繞越同向前方行走速度較慢的行人時，性別與行人繞行行為之間沒有顯著關係。

表 4-17 性別與繞越同向前方行人之卡方檢定

	值	df	漸近顯著性 (兩端)
Pearson 卡方檢定	0.511 ^a	1	0.475

備註：a. 0 單元 (0.0%) 預期計數小於 5。預期的計數下限為 15.68。

4.5 小結

本研究以錄影觀察法觀察標線型人行道上與周邊之行人行走行為，共計取得 456 個樣本，逐一分析其使用人行道之狀況與繞行障礙物情況，並以敘述性統計與卡方檢定分析其間差異，獲致下列結論：

- 一、此次觀察所得之樣本中，女性比例約占 55%，略高於男性之 45%。
- 二、雖本路段人行道寬度不寬，且因行人交通量大、車道狹窄，車速不快，但於觀察中多數行人仍傾向使用標線型人行道，使用與未使用人行道之比例約為 3:1。而未使用人行道的行人主要因行人交通量較大，亦即同一時間標線型人行道多有其他行人使用，故選擇行走於車道上。
- 三、雖於交通宣導中，多宣導行人為安全故應以面向來車行走為宜，但於觀察中發現行人選擇行向多考慮自己的起迄位置之順接，而此次觀察中多與車流同向與反向之比例約為 6:4。
- 四、繞行障礙物行為為本研究之主要目的，本研究將觀察樣本之行為區分為繞行方向、路徑、查看情況、繞行後行為等多類型進行區分，經統計後發現行人於繞行後多選擇繼續直行，而非返回原途徑。若為往車道繞行，雖為危險性較高之行為，但僅有約五分之一行人於繞行前會先轉頭查看後方來車，且僅有約一成比例會返回人行道，多數仍續行於車道上。
- 五、本研究針對不同性別行人進行多項行為之交叉分析與卡方檢定，均發現其數值比例可見差異，但經檢定後均無法推翻虛無假設，即二者間差異未達顯著，以下綜整本研究進行比較之行為：
 1. 不分性別均以使用人行道之比例高於未使用人行道的比例，而女性比例約高於男性，但差異並未達顯著；
 2. 不分性別於繞行後多仍繼續使用人行道，而女性與男性比例相近；
 3. 不分性別所選擇之繞行路徑均多選擇向車道繞行，但選擇向內側繞行與向車道繞行之比例相近，且不同性別間亦無顯著差異；
 4. 不分性別於繞行至車道前多未轉頭查看來車，且二者差異並不顯著；
 5. 不分性別於繞行同向前方速度較慢的行人時，多數選擇於繞越後繼續行走車道，且不同性別間亦無顯著差異。

六、除性別外，本研究亦針對與安全意識有關之行人行為進行交叉分析與卡方檢定，結果綜整如下：

1. 繞行後繼續使用人行道的比例不因行向而異，亦即與行車方向同向行人並不因感受較為危險而有較高比例傾向於繞行後繼續使用人行道；
2. 於進入車道前多數行人並無轉頭查看行為，且此行為的比例不因行向而異，亦即與行車方向同向行人並不因感受較為危險而有較高比例傾向於離開人行道進入車道前先轉頭查看後方來車；
3. 選擇繞行路徑不因行向而異，亦即面向來車方向（即反向）行人並不因可見來車而傾向往內側繞行，不論行向均以向車道繞行比例略高於向內側繞行，且二者差異並未達顯著；

第五章 虛擬實境模擬環境建置

虛擬實境是一種沉浸式的多媒體，亦即當使用者使用時，感官上會完全沉浸在多媒體的內容之中而提高其擬真效果。VR 不僅被應用於遊戲或電影等休閒娛樂用途，更使得許多模擬訓練與教學得以應用其沉浸特性加強訓練效果並大量降低訓練成本，因採用 VR 技術所開發之訓練與教學環境，只須仰賴電腦構建的虛擬場景與相關裝置即可完成，因此可大量減少資源耗用，尤其對於具有危險性、破壞性或受限於資源取得等課題，例如駕駛訓練時對於駕駛技術尚不成熟的學習者，若貿然操作運輸工具可能有導致事故可能；或如建築土木結構之破壞性試驗，以往僅能以材料樣本或模型進行實驗，而較難以針對完整結構進行實體模擬；又如醫療領域之醫護人員養成，若有可親眼見到之人體模型，則更可加深其操作印象。如此等類應用，已在在說明 VR 技術使得許多原本無法達成之模擬得以進行，對於行人行為之研究亦有多項文獻，如本報告 2.3 節所整理。本研究亦擬採用虛擬實境技術建置標線型人行道之模擬環境，本章將說明建模過程與遭遇困難。

5.1 建模與實驗工具

本研究擬妥善運用計畫主持人於之前參與科技部專題研究期間所學習之虛擬實境建模成果，建置標線型人行道模型，並增加固定式或移動式障礙物，以進行後續模擬之用。

虛擬實境的呈現主要採用兩種技術，第一種係將虛擬環境建模結果以全景投影方式呈現在一空間中，當使用者進入此空間，其視覺、聽覺、甚至嗅覺與觸覺等感官將沉浸於擬真之環境中，達到沉浸效果。如圖 5-1 為美國愛荷華大學於簡報中所展示之全景投影虛擬實境。此種虛擬實境設備之優點為使用者之使用體驗更接近真實感受，且可能結合多種感官，但建置成本與空間需求較高，且建置完成後只能在固定的位置進行而不具攜帶性。



資料來源：[48]

圖 5-1 採全景投影方式建置之虛擬實境環境

第二種技術是使用頭戴顯示器 (Virtual reality head-mounted display, 或簡稱 HMD) 將建模結果於 HMD 中顯示，亦可顯示聲音，因此可達到視覺與聽覺之沉浸。此種技術之建置成本甚低，除建模費用外只需 HMD 與相關配備之費用，且具有相當高之移

⁴⁸ Chris Schwarz, Pedestrian Simulators in Traffic Safety Research, TRB Webinar: Can You See Me? Testing Pedestrian and Bicycle Conspicuity, September 14th, 2023.

動性，可配合需求移動至不同地點，例如於推行交通安全宣導時可由宣導者攜帶至各宣導場地使用。但其缺點為配戴 HMD 之不適感，尤其長時（約數分鐘至數十分鐘，因人而異）配戴，且使用者除顯示器中所顯示畫面外，無法見到其他外部物體，包括本身肢體或其他人員等，因此擬真程度略受影響。

考量資源之充分運用，此次實驗之硬體係採用第二種技術，並使用中央警察大學交通學系之 VR 設備，包括電腦主機、頭戴式顯示器、定位器與控制器等，設備外觀如圖 5-2 所示。



(A) 整體環境



(B) 頭戴顯示器



(C) 控制器

圖 5-2 虛擬實境硬體環境既有設備與整體環境配置

軟體方面參考先前經驗與文獻回顧結果，選擇 Unity 3D 為建模工具，為 Unity Technologies 開發的軟體，廣泛被應用於遊戲、三維動畫、建築資訊模型等類型互動內容的多平台的綜合型遊戲開發工具，由於其提供個人使用之免費版（收費方式隨時可能調整），網路上亦有許多教學資源，可快速上手，本研究計畫主持人曾於科技部專題研究計畫中使用，故此次亦選擇 Unity 3D 為建模工具。

5.2 模型設計

本研究透過 Unity 3D 為建模工具建造一條 2 公里長之直線道路，道路兩側均有建物，以我國市區中之道路為概念，道路包含車道與人行道，車道為雙向雙車道配置，人行道則包含實體人行道與標線型人行道兩部分，並將多項參數設為可調整，模型開發介面如圖 5-3 所示。

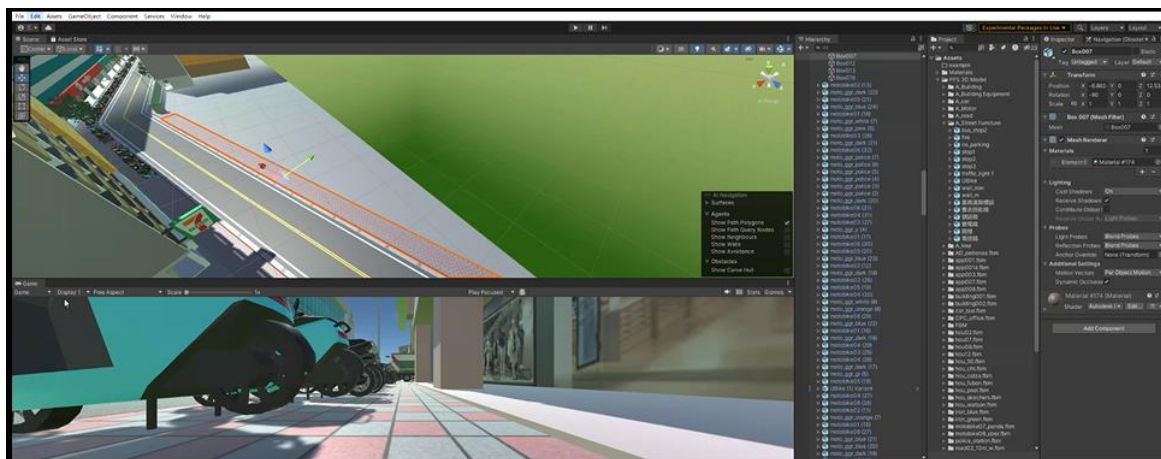


圖 5-3 Unity 模型開發介面

建置此模型目的是希望應用於行人遭遇障礙物並有繞行甚至侵入車道情況，因此於障礙物之布置、車道配置、人行道配置等課題均於設計與開發階段仔細討論，茲將開發時之設計重點說明如下。

- 一、基本環境：如前所述，本模型採我國市區道路為概念進行設計，因此於周邊環境方面須布設若干建築物，亦有商業、銷售、服務（如銀行）等活動；道路橫斷面配置包含車道與人行道，車道為雙向雙車道道路，人行道則有實體人行道與標線型人行道，其中標線型人行道包含設有防撞軟桿與未設置之不同路段，人行道寬度與車道寬度均為可調整參數。為實驗不同行向之行為反應，人行道均採雙側配置。車道與人行道上之標線、標誌、號誌等均依我國道路交通標誌標線號誌設置規則繪設與布置，所完成之基本環境如圖 5-4 與圖 5-5 所示。

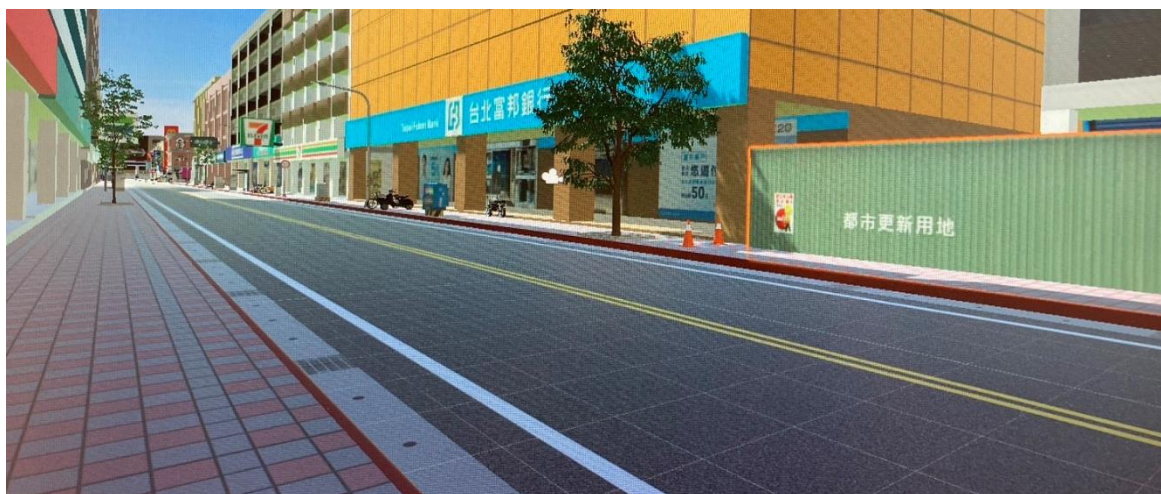


圖 5-4 人行道虛擬實境基本環境畫面—實體人行道



圖 5-5 人行道虛擬實境基本環境畫面—標線型人行道

二、人行道與騎樓配置：為了解行人繞行路徑，本研究於此基本環境中，於部分路段配置騎樓，以利了解行人於有騎樓路段是否選擇使用騎樓，但由於標線型人行道之使用主要係為無法配置實體人行道時之折衷作法，若於有騎樓路段較無施作標線型人行道需求，故騎樓僅配置於實體人行道路段，如圖 5-4 畫面右側所示，圖 5-5 之標線型人行道則緊貼建物。

三、障礙物：由於行人繞行障礙物行為係本模型開發最主要目標，障礙物之類型、數量與佈設位置均須妥善設計，本模型於開發時首先拍攝我國市區道路上常見之障礙物，包括固定障礙物—如變電箱、候車亭、樹穴、路燈等—以及移動障礙物—如機車與自行車停車—，依其尺寸、外觀、常見放置位置等進行物件繪製，再佈設於基本環境中。此部分於模型中屬於可調整者，可依實驗需求調整障礙物數量與佈設位置。圖 5-6 即為其中部分障礙物之畫面，畫面中實體人行道上可見有路燈與樹穴之配置，遠方則可建機車停放，右側騎樓亦有自行車停放情形。



圖 5-6 人行道虛擬實境部分障礙物畫面

四、天候：由於現階段本研究實驗係於日間進行，以利觀察行人動向，於本虛擬環境建置時，亦先以晴天日光情境為開發目標。雖 VR 開發時對於設定日、夜間

及晴、雨狀況均可達成，但本研究擬先專注開發日間情境，待測試正確後再考量擴充於不同天候條件之情況。

五、車輛：為使模擬情況更為擬真，亦使受試者於測試過程中因車道上時有車輛通過而須留意，本模型車道上需有車輛通過，故於建置過程中抓取數種車輛模型，再逐一建置於模型中。所選擇車型包括小客車、小貨車、大貨車、大客車與聯結車，並對車輛外觀做出多種變化，例如小客車中包含不同車色，亦有計程車與警車等較特殊之車輛。於模擬中，車輛將依所設定之車種、交通量與行駛速率隨機出現，如圖 5-6 之車道上即可見多輛車輛行經該路段。此外，要特別說明的是於建模過程中，原擬加入機車及其他使用該道路之行人，但於開發時發現此二種使用者因其動態較為細緻，於模擬中須耗用更多資源，測試時常因此而使畫面出現停頓甚至當機情況，反而影響模擬，故於設備規格未能提升情況下，選擇先刪除機車與其他行人行經該路段，僅以四輪以上車輛為車道上出現之模擬車輛，機車僅出現於人行道上停放。

六、視點基準：本研究選擇為以 HMD 為 VR 顯示技術，故配戴 HMD 後所見畫面應符合原本之視點高度，故於定位時須加以設定，經以不同身高之研究人員配戴 HMD 並調整後，設定最符合之視點基準，並寫入參數設定中。

5.3 模型建置成果

經前述設計與反覆調整，本研究完成 VR 人行道模擬模型，於同一直線道路上納入標線型人行道與實體人行道路兩部分，如圖 5-7 所示。圖 5-7 下方為標線型人行道路段，長度約 500 公尺，上方為實體人行道路段，長度約 1.5 公里，包含有騎樓及無騎樓兩類，畫面最上方道路彎折係考量車輛於產生點與消失點會有突然出現或突然消失之情況，影響擬真感受，故將道路設計為彎折以阻擋受試者視線，當採此處理時，受試者將見到車輛轉彎而出、進入視線，或轉彎而消失，屬於較合於經驗之感受。

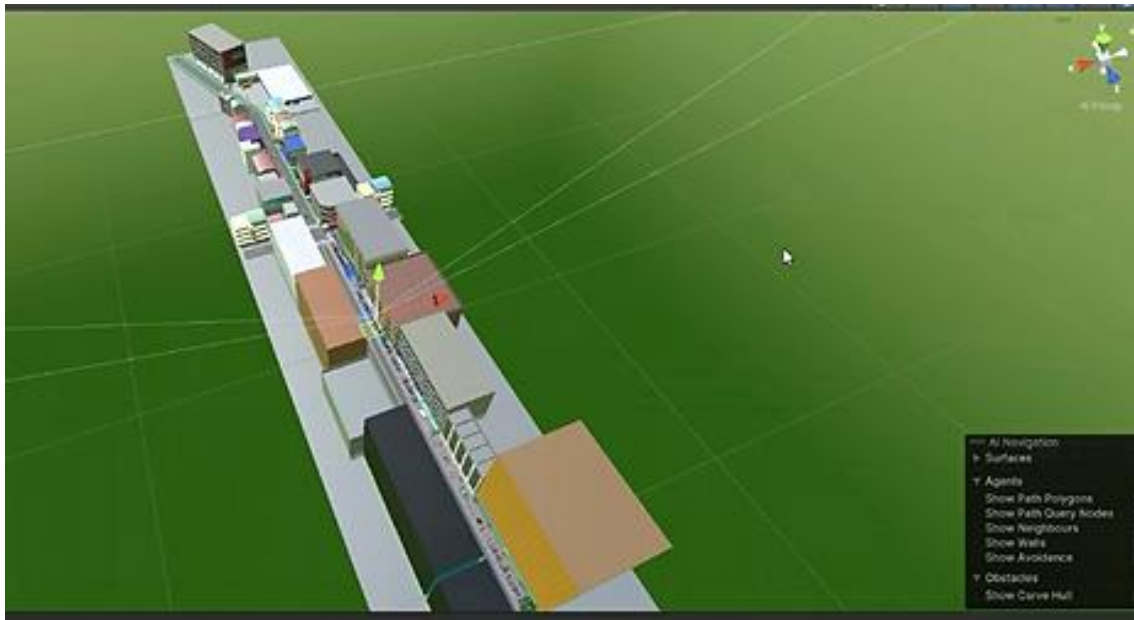


圖 5-7 VR 人行道模擬模型

為探討行人繞行障礙物行為，於開發本模型時亦參考錄影觀察所得結果，例如於觀察中發現行人遭遇障礙物時，可能出現往內側繞行或往車道繞行兩種選擇，於 VR

人行道模擬模型中，受試者亦出現相同選擇，圖 5-8 為行人遇到位於人行道外側之變電箱時，選擇往內側繞行時之 HMD 顯示畫面，由於寬度較窄，行人也可能選擇側身通過，此時於一旁觀察之研究者可藉由受試者身體的轉動或螢幕上同步顯示之畫面改變掌握受試者動態。



圖 5-8 受試者選擇往內側繞行變電箱之顯示畫面

圖 5-9 為行人遇到位於人行道中間的拒馬，選擇往車道繞行時之 HMD 顯示畫面，拒馬放置於人行道中間，兩側剩餘寬度相近，但此路段為未設防撞軟桿路段，因此可能於感受上外側空間較為寬裕，受試者選擇往外側繞行；另一可能原因為拒馬前方另有一機車停放於內側，若於繞行拒馬時選擇往內側繞行，亦須再為了遠行機車而往車道繞行，故受試者直接選擇往外側繞行。而此時亦可見前方車道上之來車，故可模擬當行人往車道繞行，甚至進入車道時所感受的車輛威脅。



圖 5-9 受試者選擇往外側繞行拒馬之顯示畫面

受試者往車道繞行後繼續往前直行，未返回原途徑，但因面向來車方向，當繼續前行遭遇較大型車輛或行駛路線較靠近人行道車輛時，受試者可能因感受到威脅而返回標線型人行道範圍，如圖 5-10 所示。



圖 5-10 受試者閃避來車而再進入人行道之顯示畫面

實體人行道部分因尚無實際觀察行人使用實體人行道行為之數據為基礎，因此先行設定數種情境了解行人可能之行為差異，包括如前圖 5-4 左側為障礙物較少，僅有樹穴之實體人行道，亦有如圖 5-11 有較多機車停放，亦有固定障礙物之實體人行道，且機車停放位置並無秩序，除沿靠車道較整齊並排停放的機車外，亦有隨機、以不規則角度停放者，擬藉此了解更符合實際狀況之繞行行為。而於圖 5-11 受試者視線前方路徑，因受左側停放機車影響，剩餘寬度較窄，可能選擇往騎樓繞行。此外，如同於標線型人行道錄影觀察所得，當遭遇障礙物時，行人可能於離障礙物尚有一段距離時即改變路徑，橫移至其他路徑續行，為了解使用實體人行道行人是否亦有此種現象，於模擬時可於行人路徑前方設置障礙物，例如圖 5-11 受試者視線前方路徑有另一機車停放，阻擋剩餘之人行道寬度，將可觀察受試者於此情境之反應。



圖 5-11 障礙物較多之實體人行道

5.4 實驗初探與困難

於完成 VR 人行道模擬模型之建置後，即擬進行受試者之測試與實驗，但於受試者測試階段即遭遇數項困難，導致後續實驗未能進行，須待排除困難後方可繼續，以下說明本次測試情況與所遭遇困難，並就各項困難提出可能之解決方案，部分問題亦已解決，期可繼續完成本項實驗。

一、無線需求：

首先於受試者初步測試時發現，因於先前計畫參與開發時係為車輛駕駛模型，此次所採用之硬體環境亦為車輛駕駛器，如圖 5-2(A)所示。車輛駕駛模型中，駕駛人係駕車移動，模型中可設定加減速情況，於模擬環境中移動，但對於行人模型而言，行人須步行移動，加減速或行止狀況由行人本身行動決定，因此須讓行人得以自由移動，而非如駕駛車輛時固定坐於駕駛座上，然既有之 HMD 為有線系統，須將 HMD 以訊號線連接於電腦主機上，故受試者之行動範圍受限於訊號線長度可及之範圍。

本研究於模型開發初期並未意識到此一差異，故於開發時亦未針對此問題尋求解決方案，當展開受試者測試時，發現由於訊號線長度與整體環境問題，導致受試者行動範圍甚小，亦難以達成本研究測試需求，方開始尋求解決方案，並於研究期限將屆之時採購 HMD 之無線模組，可將既有設備改以無線連接方式配戴於受試者身上，因此本問題已可解決。

二、步行環境：

為使受試者達到較佳之擬真感受，於模擬環境中設定之位置係基於受試者之移動，亦即當受試者於實體環境中移動 1 公尺，模擬環境中亦移動 1 公尺。而此次開發之模型達 2 公里，即使僅進行標線型人行道約 500 公尺之模擬，亦須有充足空間供受試者移動。而既有設備之環境空間較為狹窄，亦有駕駛模擬器與桌椅等實體障礙，於受試者移動時恐致碰撞，如圖 5-12 所示。



圖 5-12 受試者於既有設備環境中移動情形

由於 Unity 軟體特點之一為跨平台使用，當開發完成轉換為模擬檔後，即可於不同平台間撥放而無須安裝 Unity 軟體，對於電腦之運算需求亦較低，因此搭配前項所購置之無線模組，即可移動至較為寬闊之場地進行實驗。而此時須克服另一問題為 HTC VIVE 定位基地台之偵測範圍，既有設備共有兩台基地台，為做為定位之最低需求，而安裝時兩部基地台之距離須於 5 公尺之內，因此若受試者移動範圍大於此範圍，則將無法偵測到其行動。此部分是否可透過加購基地

台處理，以及若增加基地台數量後之串聯技術，均為尚待克服之問題。即使可加購基地台，因原本設計之模擬環境為數百公尺以上，大量加購基地台於經費上實有困難，將考量是否改以其他方式處理，例如檢討全景投影方式之應用。

此外，另一解決方法為縮短模擬長度，例如縮減為 100 公尺，但此方法可能使障礙物出現過於密集，影響行人通行決策，故亦須再評估。

三、配戴 HMD 之不適感：

配戴 HMD 時之不適與暈眩等反應，已有研究[49]探討其成因與研究中之解決方案，本研究於受試者測試過程中，亦有部分受試者出現不適與暈眩等反應，且其程度為 3~5 分鐘內即達無法繼續測試之情形，對於不適感較低之受試者而言，配戴 8~10 分鐘後亦可能因 HMD 重量或持續觀察模擬畫面等因素而感到不適或不耐。

故若以前述 500 公尺路段、一般步行速度 1 公尺/秒計算，約須 8.5 分鐘方可完成單側一趟路徑，若擬雙向測試則須至少 17 分鐘，恐因不適或不耐中斷實驗而影響樣本取得。對於此問題，本研究擬解決方式亦為縮短模擬時間，將模擬課題分散於數次模擬中完成，例如每次讓受試者模擬 3 分鐘，休息後再進行下一段模擬。此種方法雖可能須耗用較長時間完成，但可降低因不適所造成之突然中斷。另一方法為採用全景投影方式，但所需設備與具體作法須再蒐集相關資料進行研究。

綜上所述，目前於開發 VR 人行道模擬模型上雖已完成模型建置，但尚無法進行大規模之實驗，將繼續尋求可能解決方法以期可於後續研究中完成實驗，目前所規劃之解決方法分為以下三種路徑，研究團隊將再評估可取用資源選擇合適方案。

- 一、解決路徑一—HMD 方案：仍繼續使用 HMD 技術，但須先解決基地台數量與佈設方式問題，再以無線方式至較為寬闊、無障礙之空間進行實驗。此外，為降低配戴 HMD 之不適感，將以多段、短時模擬方式設計實驗。
- 二、解決路徑二—全景投影方案：研究全景投影所需之技術、設備與空間，以及 VR 模型所需之調整，若可爭取經費完成，將嘗試改以全景投影方案，此方案可一併解決前述三項問題，亦無須將實驗切分為多段進行。
- 三、解決路徑三—簡易投影方案：研究以一般投影機採前方與側邊投影方式進行實驗，即將所完成之 VR 人行道模擬模型投影於受試者前方與側邊，令受試者於空間中移動完成實驗，由研究者採觀察記錄或錄影紀錄方式記錄受試者反應。此方案並非虛擬實境技術，但可運用已開發模型進行實驗，於缺乏經費情況下或為可行之替代方案。

⁴⁹ 石耘碩、陳湘鳳，為什麼戴上 VR 頭盔會頭暈？，台大機械系電子報 vol.15, No.1, 2022.3.31

第六章 研究成果應用

於完成前述研究後，本研究將成果應用於檢討標線型人行道之設置標準，以及交通安全宣導上，彙整說明於本章。

6.1 標線型人行道設置標準檢討

標線型人行道為因應我國部分道路於建置初期未設置實體人行道，近年雖因行人意識提升，擬增建人行道，但因道路空間有限或與鄰房之高程問題而無法設置實體人行道，因此提出標線型人行道之做法，並陸續完備其規範。本節首先說明既有之標線型人行道設置標準，並根據目前之使用問題與本研究觀察之行人行為，提出設置標準之檢討。

6.1.1 標線型人行道現行設置標準

依據《市區道路及附屬工程設計標準》第 7 條對於服務道路中人行空間之規定為：「道路應留設人行道。但道路寬度十二公尺以下，且路旁設有平整騎樓或無遮簷人行道者，得視實際需要設置。」即採原則應設但保留有替代可供行走空間時可採其他替代形式之空間。而傳統上人行道係採實體方式設置，與車道間通常有一定之高程差，且鋪面類型亦與車道不同，彼此間有明顯區隔。然因實體人行道之設置成本較高且可能造成居住於一樓之民眾或店家出入之阻隔，故於推動廣設人行道時，於多地均有遭民眾反對設置之情況，為加速推行人行道之設置，降低設置條件與門檻，標線型人行道因應而生，於《都市人本交通道路規劃設計手冊(第二版)》中說明：「由於市區道路中部分巷道因路幅狹窄、路面高低差、排水等因素，無法全面佈設實體人行道，在人車共道情形下，行人安全無法獲得充分保障，因此可考量繪設標線型人行道，以保障行人安全通行空間。」

經搜尋檢視現今之設置要求，首先於《道路交通標誌標線號誌設置規則》第 174-3 條中對於人行道標線功能、劃設內容與鋪面顏色等予以規範，包括：

1. 功能：人行道標線用以指示路面上僅限於行人行走之專用道，車輛不得進入；
2. 劃設內容（另有圖例）：
 - (a)與車輛行駛之車道以路面邊線分隔之。
 - (b)人行道標字及圖示自人行道起點開始標繪，間距視道路實際情況繪設，每交叉路口入口處應標繪之。
 - (c)人行道鋪面得上色，顏色為綠色。

此外於《都市人本交通道路規劃設計手冊(第二版)》中對於標線型人行道之設計原則、劃設方式與加設防撞軟桿等有較完整之規範，摘要（非原文）其中與本研究較相關者如下：

1. 標線型人行道僅可繪設於服務性道路(集散道路、巷道)，主、次要道路仍應設置實體人行道。

2. 劃設前需綜合考量該區域人行道淨寬需求、車道淨寬需求、禁停管制及車行動線等因素，設置於道路單側或雙側，其寬度建議比照實體人行道全寬最小 1.5 公尺，以期使通行寬度能保持 0.9 公尺以上，惟設計者仍可依實際需求調整寬度。
3. 於行人或學童進出頻繁路段，建議可增加防撞軟桿以利維持行人安全。

雖本設計手冊中已訂定出設置標線型人行道之原則與劃設基準，但對於周邊環境之配合與車道使用狀況並未規範，且雖要求主、次要道路仍應設置實體人行道，但我國道路系統對於集散道路、次要與主要道路並無明確區分，因此仍無法藉此給予明確規範。

6.1.2 應用研究成果檢討設置標準

於完成前述研究工作後，本研究將利用研究結果檢討標線型人行道之設置基準，使標線型人行道之設置發揮其應有之保障行人通行空間之目的，並減少因不當設置所致之安全威脅。由於本研究將獲得用路人於不同道路設計情形下之事故資料分析與模擬結果，運用於比對目前設置基準，並提出改善之建議；具體作法將參考 Kim 等人[50]所提出的方法，該研究利用觀察行人運動路徑，提出於不同人行道寬度下之服務水準，進而提出不同地點與目標服務水準對應之人行道設計寬度。初步規劃設置基準之重點比對項目包括：

1. 鄰接車道速限；
2. 標線型人行道寬度；
3. 固定障礙物位置與尺寸；
4. 周邊土地使用情形；
5. 車道數量。

與實體人行道相同，由於實際使用時亦可能有遭占用情事，而此等占用須藉由取締或阻隔設施來遏止，於設置基準上可考慮因素為周邊土地使用情形，例如餐飲店家較密集街道可能有較多車輛停放用餐或外送車輛停等取餐需求，因此本研究除此因素外，不擬探討於使用階段之可能違規占用。其次，就我國道路設計標準與慣例，以雙向雙車道為主要路型，若為多車道路段則多為重要層級較高之道路，亦通常有較高之速限，因此將合併前述 1 與 5 兩項同時探討；而固定障礙物位置與尺寸將影響行人通行，且與人行道寬度亦有交互關係，因此將合併 2、3 兩項，依據我國計算人行道淨寬方式處理。除此 5 項外，本研究亦將基於研究過程中對於標線型人行道之使用情況觀察，提出其他可於規範中再予以討論納入之因素。

⁵⁰ Kim, Sangyoup, Jaisung Choi, and Yongseok Kim. "Determining the sidewalk pavement width by using pedestrian discomfort levels and movement characteristics." *KSCE Journal of Civil Engineering* 15.5 (2011): 883-889.

一、鄰接車道情形：

目前規範對於設置地點規範為「標線型人行道僅可繪設於服務性道路(集散道路、巷道)，主、次要道路仍應設置實體人行道。(非原文)」但由於集散道路、主要道路、次要道路等之道路層級區分不明確，因此此規範實務上並不易落實。此外，由本研究所觀察之行人行為可知，當行人使用標線型人行道路段時，雖多傾向使用人行道，但於遇障礙物(含同向或反向行人)時，有相當比例將選擇離開人行道、使用車道繞行，且於進入車道前多未轉頭查看來車；此外，亦有約四分之一行人於此路段上並未使用人行道。因此若標線型人行道鄰接車道之交通量大、車速快、或有視線死角較多之大型車，則於行人進入車道時之威脅較大，尤其是因為繞行或閃避而突然進入車道時。

有鑑於此，本研究針對此項提出以下建議：將目前規範中之道路類型(集散道路、巷道、主要道路、次要道路)改以具體之車道數與車道速限加以規範，更改為：

- (1) 標線型人行道僅可繪設於雙向雙車道以下之道路/路段，多車道道路/路段仍應設置實體人行道。
- (2) 鄰接車道之速限以 30 公里/小時為宜，且不應超過 50 公里/小時。

二、人行道寬度與固定障礙物位置及尺寸：

相較於實體人行道，標線型人行道與車道間並無高程差距，多數亦無阻隔設施，因此行人於繞行障礙物時更為自由，常見進入車道行為，且進入車道後亦有相當高的比例將繼續於車道上直行。此外，觀察行人行向可知，不論道路兩側是否設置人行道，其選擇路徑時並不會特別繞行與車輛反向或有人行道之一側，而是依本身起訖點位置之便利性而選擇，亦即若僅道路單側劃有標線型人行道，而行人起訖位置(均位於或其一)位於無人行道之一側，行人很少會為了行走安全而特地繞行至對側，而將選擇無人行道側沿路邊行走。因此於考量標線型人行道寬度需求時，應盡可能保持兩位行人可並行之淨寬 0.9 公尺以上。

另一方面，標線型人行道之誕生背景之一即因道路空間之有限，且由於標線型人行道與車道間無高差，因此若遇障礙物或許可利用車道暫時繞行，故採取折衷方式繪設行人空間，故多難有充足寬度，因此規範中亦採較為彈性用語，並未強限定其淨寬需求。然經調查與觀察亦知，行人於繞行後多數將直接向前直行，若選擇使用車道繞行，則亦有相當比例繞行車道，尤其是當人行道已有行人通行時，因此設置時對於扣除固定障礙物後之淨寬仍應提出最少淨寬需求，例如以單人可通行之 50 公分為最低限度，不論障礙物位置位於何處，淨寬之計算應以固定障礙物任一邊與人行道邊線或建築物側間之距離計算，可採較寬鬆標準，例如任一邊達此標準即可。

三、周邊土地使用情形：

行人需要較高之地點通常亦為商業活動較為密集之處，例如本研究所選擇之觀察樣本位置，即有許多餐飲店家，因此於用餐時間有相當大量之行人通行需求，且由於多屬用餐目的，常見陪同行走情形，亦可能因用餐時間較為緊迫，繞越前方慢行行人之情況亦相當普遍。現行規範雖亦提及設計者得考量實際需求調整寬度，但未有較明確之規範或範例，對於設計者之指引性較低，於實務上亦可見部分設計者未能掌握標線型人行道之適用情況，將標線型人行道劃設於不適當地點；或因未配合周邊土地使用情形，導致雖劃設標線型人行道，但劃設寬度過窄而使多數行人難以使用，失去劃設人行道之保護作用。

於《都市人本交通道路規劃設計手冊(第二版)》中對於實體人行道之設置具有明確規範與多個範例，建議於標線型人行道亦可採用相同方式給予更完整規範與配合圖示、照片等之範例。

四、其他因素：

除前述檢討外，於本研究進行觀察與現勘過程中，亦發現標線型人行道使用之數項問題，雖其中部分已有相關規範，但仍於此一併提出。

1. 限制自行車或其他慢車、個人行動器具之使用：於我國道路環境中有多種介於行人與車輛間之慢速運具，部分亦無明確定義是否為慢車，例如自行車、滑板車、電動代步車等，由於標線型人行道之寬度較窄，建議應限制僅允許行人與輪椅使用者使用，排除其他運具之使用。
2. 連續性：部分劃設標線型人行道路段之人行道設置並不完整，建議於劃設時應考量路徑之連續性，避免行人通路之中斷。
3. 區隔設施：目前於規範中對於行人或學童進出頻繁路段，建議可設置防撞軟桿，實務上亦見許多路段設置，設置後對於提升行人安全以及防止四輪以上車輛違規占用停放確有助益，建議可更積極評估設置。
4. 單側人行道設置方向選擇：經觀察行人行向選擇，多為考慮自己的起迄位置之便利性而非安全性，故若於道路空間有限僅可設置單側人行道時，於可行情況下應盡可能選擇行人行走量較多之一側，以發揮人行道之保護效果。

6.2 交通安全宣導重點彙整

改善交通安全常以3E—教育(Education)、工程(Engineering)、執法(Enforcement)—三項著手，其中教育手段被認為具有治本之效，然收效最慢，須藉由不斷之多方努力方可成辦。我國交通安全教育除藉由學校教育中加強外，更大比例係藉由對一般大眾之安全宣導方式辦理，為發揮本研究之效益，於本節將依據研究成果提出交通安全宣導重點。

6.2.1 交通安全宣導的重要性

教育之目的在於改變用路者之觀念認知，從根本將其習慣性之不當行為予以根除，使其養成正確之用路行為，能適應各種交通環境中之設施與法規。於此等內涵中，可開展出交通安全教育之關鍵：

1. 辨識不當行為：由外顯結果—如違規或事故—中顯現，或透由問卷、訪談等方式了解其行為表現傾向，並藉由交通安全角度辨識其行為之不當後果，而非僅以是否違反法律規範來判斷。
2. 探討不當行為之成因：為根除不當行為可先探究其行為背後之觀念認知，例如認為直接穿越較為快速而選擇不使用行人穿越道，或誤判自己的酒精代謝能力而產生宿醉酒駕情形，方可由改變觀念認知導正其行為。然由於每個人、每個行為背後所潛藏的原因皆可能不同，且行為人本身亦可能出自習慣性而難以解釋其行為背後之原因，因此本項關鍵之探討較為困難，常透由學術研究方式採問卷或訪談等方式進行。
3. 提供正確的觀念認知：此項為許多教育宣導之重點，即藉由正式或非正式課

程、宣導、道安講習、傳統媒體廣告、社群媒體貼文等方式，將正確觀念與具體作法傳遞給目標受眾。而宣導重點可如前述概分為兩項重點：

- (a) 交通環境中之設施使用：說明設施之使用方式與安全使用重點，例如如何安全穿越路口、如何使用觸控式行人號誌等，使用路人熟悉該設施之使用；
- (b) 交通法規內涵：說明法規意義與內涵，例如開車乘車應繫安全帶方可於事故中保護駕駛與乘客；亦可藉由反面陳述，即違法行為的態樣來達成宣導目的，例如宣導酒後駕車之危險性。於此類宣導中，通常包含法規內容、安全方面之後果與法律層面之後果（如罰鍰）等內容。

6.2.2 應用研究成果彙整宣導重點

本研究於完成前述各項研究工作後，彙整行人行為提出交通安全教育宣導重點。由於本研究並未以問卷或訪談等方式確實了解行為人之觀念認知，僅為由外顯性之行為判斷，雖或有不足，但仍具有實務價值。經前述研究顯示，行人於路段上行走、繞行障礙物時之行為並無顯著之性別差異，因此於宣導內容上可不區分宣導對象之性別給予特別主題之加強，然根據事故統計數據顯示，男性行人有肇責比例高於女性行人，顯示其可能選擇較為冒險方式行走，或較常出現違規行為，因此於交通安全宣導對象選擇上，可適度增加對於男性行人行走安全之宣導。

於行人行為方面，雖未有顯著之性別差異，但可辨識出數項較具危險性之普遍行為，可做為後續進行交通安全宣導之重點項目：

1. 雖於現行交通宣導中，多宣導行人為安全故應以面向來車行走為宜，但行人往往基於自身便利性選擇行向，且若因安全而繞行至對側再繞回，不僅路程較長、且須有安全之穿越點，也並非理想選擇。因此交通安全宣導應於不違反選擇習慣下提出更符合實際之宣導。因此建議應宣導行人於背向來車行走時，無論是否使用人行道，應養成於繞行往車道前轉頭查看後方來車之習慣，以確保繞行時不被後方來車撞擊，此種做法亦可避免因行人無預警之橫向位移造成車輛閃避之危險。
2. 行人即使一開始選擇使用人行道，但於繞行後多選擇繼續直行，而非返回原途徑。若為往車道繞行，雖為危險性較高之行為，亦僅有約一成比例會返回人行道，多數仍續行於車道上。且於繞行時常見狀況係為超越前方速度較慢之行人，因此可能為連續超越多人而續行於車道上。於宣導時除應使用路人認知此行為之危險性，亦須宣導當因此行為導致肇事時所需承擔的法律責任。

此外，觀察我國雖推動交通安全教育宣導及性別平等觀念多年，但於部分宣導素材中可見複製性別刻板印象之情況，例如認為女性駕駛對於法規較不熟稔而須透過男性來教育、男性較容易有莽撞疏忽或違規傾向，以交通部道安會所製作之高齡者交通安全宣導文宣（圖 6-1）為例，於此文宣中所呈現之六項行為之圖示中包含兩項違規行為（不闖紅燈與不任意穿越道路）與四項正確行為，由圖中人物可判斷之外觀特徵觀知，兩項違規行為之行為人均為女性、四項正確行為之行為人均為或包含男性，顯見並未達到性別角色之平等。另一範例為同一網站之駕駛宣導文宣（圖 6-2），圖中不諳日間行車開啟車輛頭燈緣由之駕駛設定為女性，給予指導的則為男性，亦有落入性別刻板印象之虞。若參考《新北市政府宣導媒材性平概念檢核表》項目檢核交通宣導，則除此二範例所示強調性別特質刻板印象之問題外，亦常見有職業性別刻板印

象（例如警勤人員於多數文宣品中出現時皆設定為男性角色），以及強化家務分工之刻板印象（例如不論行車或走路帶著兒童者均為女性角色）。因此於製作文宣標語或文宣品時，應可參考前述或類似之檢核表，逐項檢視以避免於宣導過程中複製性別刻板印象。

銀髮族出門 這麼做更安全

關心長輩外出，路口駕駛也請多點耐心喔！

- 不闖紅燈**
- 夜間使用燈光**
- 騎車戴安全帽**
- 穿亮色衣物或配件**
- 不任意穿越道路**
- 秒數夠再通過**

交通部道安會

資料來源：交通安全入口網，高齡者宣導文宣
<https://168.motc.gov.tw/theme/elderly/post/2107261659164>

圖 6-1 高齡者宣導文宣範例

你開車為什麼
不開燈啊?

白天幹嘛
開燈啊?



開燈可以減少碰撞的發生，
提高行車安全！
有些北歐和亞洲國家
早就開始實施了捏～



但我看得
到路啊!

開燈是要讓別人
知道你在這裡，
不是開給你自己看的!!!



Aida & 綺綺 x  交通部道路交通安全督導委員會

資料來源：交通安全入口網 <https://168.motc.gov.tw/theme/comic/post/1906121100748>

圖 6-2 駕駛宣導文宣範例

第七章 結論與建議

7.1 結論

本研究經一年研究期間，針對行人事故狀況與繞行行為進行分析，並建置虛擬實境模擬環境，所得研究成果摘述如下。

1. 經由文獻回顧可知，行人事故特性與性別有關，其中以男性佔多數，此外，亦與行人交通事故發生位置相關，大多數的行人事故發生在路段中，且以路段中之行人穿越道為主要事故位置；次之，行人特性、車輛尺寸及道路環境設計等，皆對行人於交通事故中傷亡情形有影響，其中就行人特性而言，以男性及高齡者之事故嚴重性較高。
2. 本研究回顧眾多行人相關研究文獻，發現多數文獻均發現相近結論，例如男性與高齡者之高交通事故風險，顯示無論國家（與所代表之文化及教育等）、道路環境、交通狀況等之差異，可能具有某些不受上述差異所影響之共同特質。
3. 根據本研究對於道安資訊平台中 108~111 年各縣（市）交通事故資料分析發現，行人交通事故與行人以外交通事故呈線性正相關，且其趨勢與機動車輛登記數亦呈正向關聯，顯示就我國而言，各縣（市）行人事故並非交通事故中之特例，而是具有一致之趨勢。
4. 本研究分為三個部分討論行人交通事故中行人肇責與性別之關係，獲得以下結論：
 - (1) 以第一當事人為基準觀察各縣市行人性別比例差異，可以發現兩者比例差異不大，大部分呈現比例各半的情況；
 - (2) 以第二當事人為基準觀察各縣市行人事故件數之性別比例差異，亦發現兩者比例差異不大，女性人數略多於男性，但差異並不明顯；
 - (3) 比較行人事故第一當事人與第二當事人以下之比例差異，發現第二當事人以下（即肇責較輕或無肇責者）人數較多，顯示行人的確於交通環境中屬於弱勢。
 - (4) 本研究以相對曝光法分析我國六個直轄市之行人交通事故，分析結果顯示行人無肇責的情形較多，且依各直轄市發生行人交通事故的性別比例觀之，可發現以男性有肇責之比例高於女性，各直轄市間不同性別者之差距不一，以新北市、臺中市、臺南市差距較大，其餘三市則較為接近。
5. 藉由交通事故資料統計發現，因 A2 交通事故重傷進而成為 A30（非當場死亡、而於發生事故後 30 日內死亡）交通事故的情形，多為男性或高齡者。而本研究將事故分為對年齡及性別兩者檢定分析，就年齡而言，A30 事故當事人為高齡者與非高齡者比例有顯著差異，就性別而言，A1、A30 以及兩者間差異之事故當事人的數量，性別比例皆有顯著差異，且男性比例大於女性比例，因此行人交通事故中以男性及高齡者之交通事故嚴重性較高，此點亦符合國外文獻分析結果。
6. 本研究藉由錄影觀察法研究行人於標線型人行道上繞行障礙物行為，將觀察樣本之行為區分為繞行方向、路徑、查看情況、繞行後行為等多類型進行區分，經統計後獲得下列結論：

- (1) 繞行後繼續使用人行道的比例不因行向而異，亦即與行車方向同向行人並不因感受較為危險而有較高比例傾向於繞行後繼續使用人行道；
 - (2) 於進入車道前多數行人並無轉頭查看行為，且此行為的比例不因行向而異，亦即與行車方向同向行人並不因感受較為危險而有較高比例傾向於離開人行道進入車道前先轉頭查看後方來車；
 - (3) 選擇繞行路徑不因行向而異，亦即面向來車方向（即反向）行人並不因可見來車而傾向往內側繞行，不論行向均以向車道繞行比例略高於向內側繞行，且二者差異並未達顯著。
7. 針對錄影觀察所得樣本分析不同性別行人之繞行行為，採交叉分析與卡方檢定方式，均發現其數值比例可見差異，但經檢定後均無法推翻虛無假設，即二者間差異未達顯著，以下綜整本研究進行比較之行為：
- (1) 不分性別均以使用人行道之比例高於未使用人行道的比例，而女性比例約高於男性，但差異並未達顯著；
 - (2) 不分性別於繞行後多仍繼續使用人行道，而女性與男性比例相近；
 - (3) 不分性別所選擇之繞行路徑均多選擇向車道繞行，但選擇向內側繞行與向車道繞行之比例相近，且不同性別間亦無顯著差異；
 - (4) 不分性別於繞行至車道前多未轉頭查看來車，且二者差異並不顯著；
 - (5) 不分性別於繞行同向前方速度較慢的行人時，多數選擇於繞越後繼續行走車道，且不同性別間亦無顯著差異。
8. 本研究藉由現地錄影觀察所得，進行 VR 人行道模擬模型之建置，完成 2 公里長之直線道路，道路橫斷面配置包含車道與人行道，車道為雙向雙車道配置，人行道則包含實體人行道與標線型人行道兩部分，標線型人行道包括以防撞軟桿與車道間區隔、及未有區隔等兩類路段。本模型可運用於實驗行人於不同人行道類型、不同交通量、不同阻礙情況下之行人繞行行為，但由於遭遇空間需求與配戴 HMD 之不適感等問題，未能進行大規模之受試者實驗，將繼續尋求可行之解決方案。
9. 於完成前述各項研究工作後，本團隊將成果應用於檢討標線型人行道之設置規範，提出鄰接車道情形、人行道寬度與固定障礙物位置及尺寸、周邊土地使用情形、以及包含限制自行車或其他慢車、個人行動器具之使用等四項其他因素之檢討，並逐一提出可行之建議方案。
10. 除應用於檢討標線型人行道之設置規範外，本研究亦基於研究所得，提出於交通安全宣導之重點，包括養成於繞行往車道前轉頭查看後方來車之習慣，以及於有人行道路段行走於車道之事故與法律風險等，亦針對對既有文宣品之檢視，提出應避免複製印別刻板印象之檢討。

7.2 建議

根據本研究於執行過程中之發現，以及因研究資源與期程等限制而未能執行之課題，綜整為本研究之建議事項，分述如下。

1. 實體人行道行人行為研究：本研究考量標線型人行道之行人使用行為較可能出現進入車道等問題，故選擇以標線型人行道為本研究之研究範圍，後續則建

議可考慮針對實體人行道進行研究，尤其是當有自行車或機車等車輛使用人行道而生衝突或干擾時。

2. 路口行人行為研究：於分析行人事故統計數據時，發現我國行人事故發生地點中，路口與路段事故數量相近，但路口數量略大於路段，且路口行人交通事故所造成之傷亡狀況較路口更為嚴重。本研究已針對路段中之繞行行為提出研究成果，建議後續可對於路口行人行為進行研究。
3. VR 實驗：本研究已完成 VR 人行道模擬模型之建置，但於受試者測試階段發現數項重大問題，雖部分已尋求解決方案，但尚未完全解決，於本報告第五章末提出三項解決方案，期可獲得資源繼續進行本項實驗。
4. 規範與宣導之推動：本計畫已提出對於標線型人行道之規範改善建議，以及交通安全宣導重點之建議，期可於後續見其推行。

111年度專題研究計畫成果彙整表

計畫主持人：陳艾懃		計畫編號：111-2629-E-015-001-					
計畫名稱：不同性別行人繞行障礙物行為與駕駛人應對反應之研究							
成果項目		量化	單位	質化 (說明：各成果項目請附佐證資料或細項說明，如期刊名稱、年份、卷期、起訖頁數、證號...等)			
國內	學術性論文	期刊論文	0	篇	1. 陳艾懃、徐岷瓘、莊雅雲，「路段行人交通事故之當事人性別特性分析」，112年道路交通安全與執法研討會論文集，臺灣：桃園市，民國112年9月，頁61-75。		
		研討會論文	1				
		專書	0			本	
		專書論文	0			章	
		技術報告	1			篇	本計畫成果報告一篇
		其他	0			篇	
國外	學術性論文	期刊論文	0	篇			
		研討會論文	0				
		專書	0			本	
		專書論文	0			章	
		技術報告	0			篇	
		其他	0			篇	
參與計畫人力	本國籍	大專生	0	人次	本計畫聘請本系碩士班研究生徐岷瓘、莊雅雲擔任計畫兼任助理，進行文獻回顧、調查、實驗、資料分析、報告撰寫等工作		
		碩士生	2				
		博士生	0				
		博士級研究人員	0				
		專任人員	0				
	非本國籍	大專生	0				
		碩士生	0				
		博士生	0				
		博士級研究人員	0				
		專任人員	0				
其他成果 (無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)							