

中華民國第 61 屆中小學科學展覽會
作品說明書

第一名

團隊合作獎

052708

漫漫上學路--以空間分析探討專車路徑規劃

學校名稱：國立臺南女子高級中學

作者： 高二 蔡捷羽 高二 余佳恩	指導老師： 莊富凱
-------------------------	--------------

關鍵詞：空間分析、環域分析、地理資訊系統

得獎感言

使我們釋放最大潛能的，不是力量或知識，而是鍥而不捨的精神

我們是就讀於臺南女中的蔡捷羽(左)、余佳恩(右)，在高中學習「數學建模與科學素養」專題課程中，因探討最佳與最短路徑的問題，這讓我們找到科展的研究主題，並利用約一年的時間完成作品參賽。與往年不同，因受到疫情影響，今年全國科展首次採線上評審形式進行，對我們而言，是很特別的參賽經驗，除了要精進研究內容、以簡報來呈現作品，還須熟悉以線上介面操作檔案，感謝學校老師的指導，讓我們能在螢幕前自信地展現自己的作品及接受評審們的提問。

研究過程中，在設計問卷時，最先遇到的困難是在於要如何讓填問卷的人了解到我們想表達的意思，以及排列問題的順序，再經過一次又一次的討論後，才確定了最終的版本。而另一方面，在操作 QGIS 軟體時查詢了許多文獻資料，將所學的知識與實際軟體功能做結合，利用其中的功能，統整分析出站點與學生住家的關聯性以及新闢路線的新站點。

從校內比賽，到分區競賽，一路上過關斬將到參加全國科展，過程中經歷了大大小小的挫折以及迷茫但只要保持著對科學的求知慾，遇到的困難也會迎刃而解，甚至在探討相關文獻的過程中，能夠激發更多其他的想法。在這一年中，雖然還要兼顧課業，也有很多壓力，但過程是值得的，除了提升自己研究的思維訓練及具備撰寫研究報告書的能力外，更能學會善用時間，如何不被框架限制，是突破自我的好機會。



南市科展與展版合影

摘要

高中生就學常面臨跨區的通勤問題，學校專車接送幾乎成為各校必備的交通服務之一，但大部分的學校仍採用人工方式規劃專車路線，不符經濟效益，本研究利用高中所學的地理資訊系統，以南部某公立高中 109 學年度上學期 11 條專車路線為研究對象，針對該校一、二年級學生回收有效紙本問卷 1,003 份，調查搭乘專車需求的人數及建議的停站點，運用環域、疊圖等空間分析，評估既有路線調整及新闢路線規劃的可行性。研究結果顯示，重新規劃 4 條既有路線及新闢 1 條新路線，預估平均搭載率可從 87.5% 提升至 93%。本研究希望能提供給無專業交通設計背景的學校行政人員，輔以地理資訊系統為工具，以更有效率的方式來規劃專車路線。

壹、研究動機

通勤幾乎是每位學生每天需面臨的問題，近年來少子化趨勢，及十二年國教的推行，在尚未打破學校迷思的前提下，高中生跨區域的通勤問題更為普遍，許多學生來自不同的地方，通勤的方式也隨著交通距離的遠近而有所不同，每項交通工具都各有利弊，再加上上下學期間，交通壅塞的問題，學校若能提供完好的專車服務，妥當規劃停站點及路線，將可降低成本及減短學生搭乘之時間，甚至能提高學校品質，增加入學率。

我們在高中課程有學到地理資訊系統（QGIS），透過空間分析，可以找出最佳或最短路徑，這給我們一個很好的靈感，那就是目前大部分的學校仍採用人工方式進行專車路線規劃，學校提供專車服務之營運方式通常分為自行營運或者外包給遊覽汽車公司，路線之規劃大都以經驗值及營利為考量，致使無法滿足因住家離校車站牌較遠或無專車路線經過，但卻有搭專車的學生需求。於是我們便思考是否能運用地理資訊系統，以南部某公立高中的專車路線來進行研究，評估既有路線調整及新闢路線規劃的可行性，期望能夠讓學校以更有效率的方式來規劃專車路線問題。

貳、研究目的

本研究以南部某公立高中 109 年學校專車路線及高中一、二年級學生為實例研究範圍，利用地理資訊系統的空間分析、凸包演算法來探討專車路線及停站點規劃的適當性。因此本文的研究目的如下：

- 一、利用地理資訊系統分析目前學校專車各路線的停站點與實際搭乘學生住處的空間關聯性。
- 二、以問卷調查分析學生搭乘專車的需求及建議的停站點，並利用地理資訊系統進行環域分析，分析新站點的空間關聯性。

三、進行規劃前後路線的比較，評估既有路線調整及新闢路線規劃的可行性。

參、研究器材

一、設計紙本問卷

調查分析個案高中搭乘學校專車的需求人數及建議的停站點。

二、地理資訊系統 QGIS 2.18.3(2017)：

QGIS 2.18.3 是一套免費軟體，我們自網路下載 QGIS 的 2.18.3 版本

(<https://qgis.org/en/site/forusers/download.html>)，我們在學校的自主學習的課程中學習操作此程式，以地圖的方式呈現出原先僅以文字、數字或表格表示的資訊，能清楚展現個數據之間的關係，用來連結地域與許多資料，對於呈現各式空間分布關係有很大的幫助。

三、Micorsoft Office Excel

我們使用電腦內建的 Excel 整理分析回收的紙本問卷，找出此次研究之所需的資料，並將資料分別做圖表，分析個案高中學生的主要通勤方式，搭乘學校專車的需求人數及建議的新停站點等。

四、GoogleMap

電子地圖系統包含座標、地址、街景服務等。輸入個案高中目前有搭乘專車學生及有乘學校專車的需求卻未搭乘專車學生的住家地址（取得同意，僅供研究使用，不涉及個人隱私或移作其他用途），及學生建議的停站點，將地址經緯度資料（WGS84）轉為 TM2 座標，作為後續我們進行 QGIS 空間分析之用。

五、Micorsoft Office Word：

我們利用電腦內建的 Word 打報告。

肆、文獻探討

一、影響學生升學選擇因素

從林嘉政對屏北地區所作的國中生就讀優質高中影響因素之調查研究中發現，影響學生升學選擇因素以「個人因素」為最主要，例如興趣、特長等，其次為「學校與教師表現」及「交通問題」。因此可知「個人因素、學校活動、交通距離三個因素可有效的預測學生就近入學的意願。」（林嘉政，2010）

二、高中生通學方式與運具使用之概況

國小、國中生大多居住於學區附近，到校的方式主要以步行、自行車及由他人接送為主。然而，高中不同於國小、國中有學區制，故運具選擇更具多元性與複雜性。張新立

(2007) 所作「不同年齡階段兒童及青少年運輸需求行為演變之世代研究」中提及學生通學最主要使用的五種運具為步行、自行車、公車或校車、機車接送與汽車接送。利用此五種通學方式的學生比例，占整體的百分之九十以上，而研究結果亦顯示高中生上、放學使用運具比例較高為校車（24.8%）、公車（15.9%）、自行車（16.2%）、與走路（14.7%），家長接送的比例則明顯比國小、國中低。如表 1 所示：

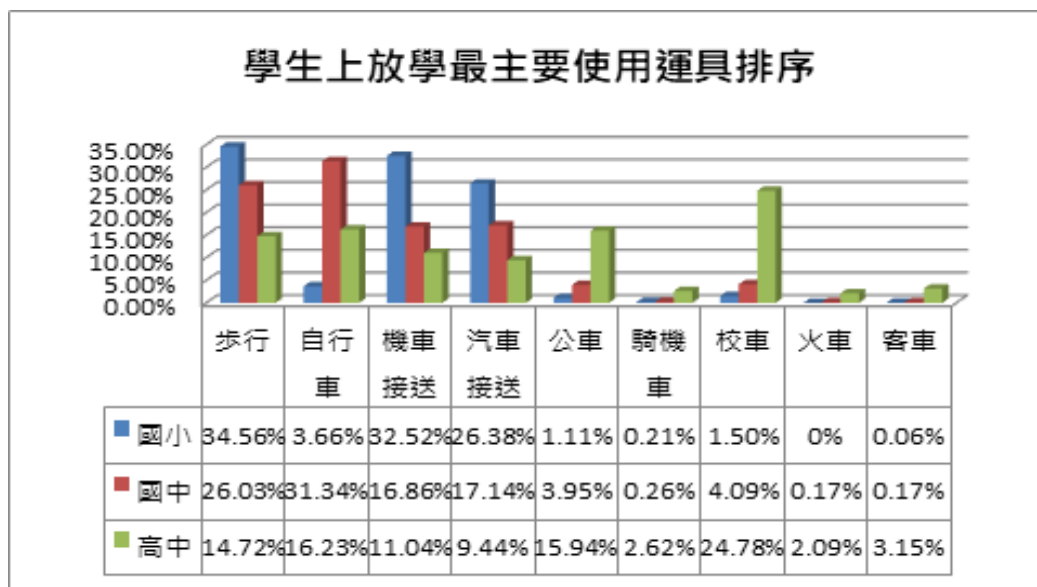


表 1 學生上下學最主要使用運具排序表(資料來源：張新立,2007)

三、地理資訊系統軟體

目前 GIS 的應用領域包含了土地利用、交通網絡規劃、都市計畫發展規劃、場址分析、市場分析、災情預報監測、防災體系建立、空間圖資數值化管理等。提供民眾便捷的生活有電子地圖、Google Earth，衛星導航等等。目前常見的地理資訊系統軟體，經查詢該軟體的介紹後，彙整如表 2：

軟體名稱	開發單位	軟體介面	操作介面	軟體費用
TransCAD	美國 Caliper 公司	英文介面	1.國外軟體功能按鈕用語，過於專業術語，操作較複雜。 2.國外軟體練習資料為國外地理資料庫，使用時須先翻譯及了解該地區地名、地理位置及特性。	付費軟體
ArcView	美國 ESRI 公司	英文介面		付費軟體
Super GIS	崧旭資訊自行研發	中文介面	國內開發的軟體附本土圖資，練習手冊及資料庫本土化，且操作步驟簡單 多半一個按鍵就完成，初學者易上手。	付費軟體
QGIS	中央研究院人文社會科學研究中心地理資訊研究專題中心於 2008 年 12 月開始提供 QGIS 的中文化套件	中文介面		免費軟體

表 2 常見的地理資訊系統軟體軟體及操作介面比較表

四、GIS 不僅能繪製 3D 立體圖形，還能對資料進行環域、疊圖及鄰近分析，說明如下：

- (一) 疊圖分析：屬於空間分析的一種方法，將不同主題組成的資料圖層互相疊合，新圖層包含原本不同圖層的屬性資料，可以再進一步操作與分析新資料層，不僅包含了空間關係的比較，也包含屬性關係的比較（李若愚，2008）。
- (二) 環域分析:距離一空間物件某一指定距離內的區域。GIS 提供的環域功能包括：點、線、面等三種運算。下列為常見的各種不同的環域分析需求：(a)點環域：例如污染源對外的擴散區域、某經銷站的服務範圍。(b)線環域：例如活斷層的禁建範圍、捷運沿線的噪音污染情況。(c)面環域：例如部隊營區警戒區域劃定、機場禁止飼養鴿子的範圍。(d)變化環域：在不同的區段有不同的影響範圍時，須以變化環域方能符合需求（李錫堤等 4 人，編著地理資訊系統導論）。

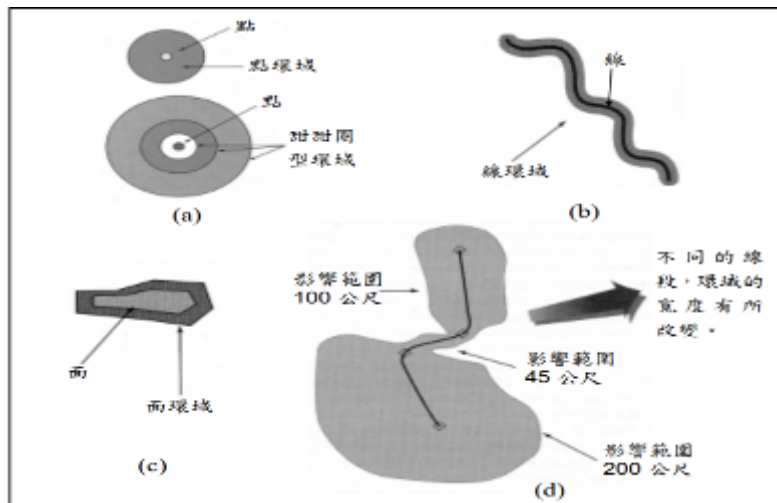


圖 1 各種環域功能（資料來源:李錫堤等 4 人編著地理資訊系統導論）

- (三)凸包分析: 在空間中有一群點或多邊形，找出一個能包覆這些點最小面積的輪廓。而在這個輪廓中的兩點連線都不會超過這個輪廓。如圖所示，將這裡的點想像成釘在平面上的釘子，取來一根橡皮筋，將他撐開圍住所有的釘子，然後鬆開手，橡皮筋將緊繃到釘子上，它的總長度也將達到最小。此時，由橡皮筋圍住的面積就是此區域的凸包。

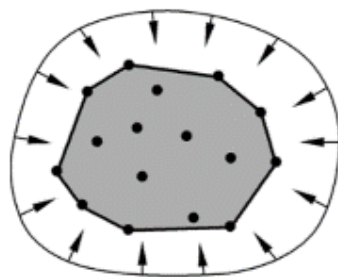


圖 2 凸包示意圖（資料來源: Mark de Ber 等四人編著計算幾何-算法與應用）

五、行人步行特性及空間尺度需求

依據內政部營建署所訂定的市區道路人行道設計手冊的行人步行特性及空間尺度需求表（如表 3），可發現行人的移動速度，正常步行的速度為 75 公尺/分鐘，可忍的步行距離為 400 至 800 公尺，可容忍的步行時間為 5 分鐘至 10 分鐘，從該項資料推判，適合學生步行通學距離之適宜數值介於 375 公尺至 750 公尺，依據該資料，我們將各環域的距離大小訂為以 375 公尺為一服務範圍，分析涵蓋節點數的百分比為最高的服務範圍。

使用特性		空間尺度需求
移動速度	●散步步行速度	●45 公尺/分鐘
	●正常步行速度	●75 公尺/分鐘
	●疾行步行速度	●90 公尺/分鐘
移動距離	容忍步行距離	400-800 公尺
移動時間	容忍步行時間	●5 分鐘至 10 分鐘

表 3 行人步行特性及空間尺度需求表（資料來源：市區道路人行道設計手冊）

六、路網規劃方法

學校專車與公車規劃模式相近，都是路線與節點的組合成的集合進行規劃，公車依不同目的有不同的路線型態，而專車路徑問題具單一起點與終點的特性（饒毓芸，2014），為改善學校專車的問題，參考王湮筑（2000）整理之各路網規劃方法之優缺點如下：

各類路網規劃方法之優缺點及適用範圍彙整表			
方法	優點	缺點	適用範圍
規劃手冊法	簡單、便利、低成本	規劃師主觀價值判斷	範圍小、路網簡單、路線少、短期規劃
系統分析法	系統化、適合綜合性分析、簡單、低成本、可多重目標	測試方案少、偏向現有路線、需大量資料	中小型都市、路網複雜、路線多、短期經營、長期概略規劃
市場分析計劃法	系統化、可用於綜合性分析、低成本	同上，不適用於大型都市路網	範圍小、營運規劃、鄉間或城際路網、路網簡單

交談式電腦繪圖系統分析法	系統化、測試方案多、操作時間短、顯示功能強、報表資料少	成本較高、涵蓋範圍小、偏向既有路網、受限於電腦容量與處理能力	依使用模式規劃短期至長期之各種大小型都市區域
數學法	最適系統化、測試方案多、不偏向現有路線、配合啟發法可得最佳解	成本高、涵蓋範圍小、複雜、需分析所有替選方案	小到大型都市、全新公車路網、系統規劃、中長期規劃

表 4 各類路網規劃方法之優缺點及適用範圍彙整表（資料來源：王湮筑，2000）

由於路線規劃須具專業道路設計背景及經驗，而本研究以校方立場解決學生上學通勤路線規劃，範圍小、路網簡單，加上學校經費有限，且考量到學校行政人員均無此專業背景，其優點「簡單、便利、低成本」，故比較以上的路網規劃方法，本研究採用以地理資訊系統為工具的規劃手冊法為研究方法進行研究，有利於學校可在每學年新生入學前做路線設計規劃的準備。

伍、研究的方法及流程

一、資料採集

- (一) 本研究的研究對象為南部某公立高中，蒐集研究對象專車規劃的流程、109 年規劃之路線、停站點、發車時間、各路線搭乘人數、學生住處（已取得同意）及專車費用等資料。
- (二) 針對該校一、二年級的高中生進行問卷調查，所設計問卷詳如附錄一，採取紙本問卷的形式調查。問卷從 2020 年 11 月 9 日開始發放至 2020 年 12 月 23 日回收完畢，大約兩個月的時間，期間發放 1,249 份，回收 1,040 份。
- (二) 蒐集問卷調查學生建議的停站點，運用地理資訊系統的環域分析來找出最多重疊範圍來設定站牌，實地勘查新站牌的選定後，以疊圖分析比較新路線與原路線的差異，並再以解決最短路徑問題之演算法，進行評估新規劃路線的可行性。

二、質性訪談：

以電話訪問個案外包之遊覽汽車公司，訪問內容主要以了解該公司的專車路網規劃方法，該公司目前路線規劃主要是由學校提供上學期的停站點，如果要在新增停站點，則再由學校和公司討論，訪談內容詳如附錄二。

(二) 實地訪問學校行政人員如何提供需新增的站點給專車公司，以及學校發包的流程等作業流程，訪談內容詳如附錄三。

三、統計分析：根據有效問卷進行統計，並利用 excel 軟體，將蒐集完成的紙本問卷進行統計分析。

四、站點及路線評估指標比較：

設置站點的考量因素	專車公司	本研究規劃
優先考量因素	公車站點區域	搭載人數
次要考量因素	路線彎繞度	站牌數
最後考量因素	行駛里程數	路線彎繞度

表 5 專車公司與本研究設置站點考量因素比較表

四、地理資訊系統：下載由中央研究院所研發的免費軟體—開放式地理資訊系統 QGIS2.8.1，除數化研究個案的現有專車路線交通圖外，並以環域、疊圖等功能，進行修訂規劃個案專車路線的停站點。

五、研究的流程

本研究的研究流程，如圖 3 所示。



圖 3 以空間分析探討學校專車選址及路徑規劃適宜性研究流程圖

陸、研究過程與結果

一、個案(實例)高中專車現況說明

(一) 個案高中的學生來自四面八方，涵蓋臺南市及高雄市，專車的管理及路線規劃，仍採人工方式辦理，路線及停站點的規劃大都以上學期專車資料，除非有學生或家長反應，才會做站點及路線的新增，專車的營運方式係外包給遊覽車公司辦理，讓想搭車的學生上網報名後，再交由承攬業者依人數多寡進行站點的調整，並依專車司機的經驗進行路線規劃。經蒐集個案高中 109 年第一學期的專車路線及搭乘人數等資料如附錄四，共提供 11 條路線、49 個停站點，車種均為大型巴士，每輛車最多可乘載 43 人，總共可提供 473 個座位（43x11），實際上卻只服務 414 個學生，於是我們想讓學校一般行政人員利用更有效率的方法來規劃學校專車的路線，我們先以 QGIS 繪製目前專車各路線的總覽圖，如圖 4：



圖 4 個案高中目前專車路線總覽圖

二、學校規劃專車流程

實地訪問學校行政人員有關專車規劃的流程，經彙整相關資料後，流程詳如表 6：

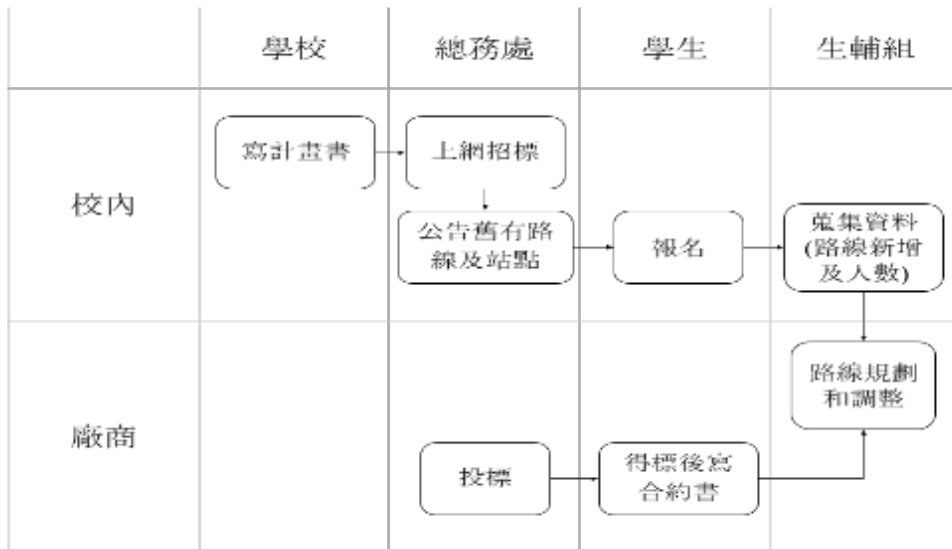


表6 個案高中現況的專車規劃流程圖

三、目前搭車學生住處離站牌點距離統計分析

參考上述的行人步行特性及空間尺度需求表，所有站點的服務範圍是以半徑 750 公尺為設置，並以學生步行到站 10 分鐘為設計考量，學生住處離站點距離以每 375 公尺為一個區間，以不同半徑進行環域分析，統計每個服務範圍所涵蓋的學生人數。經分析統計，搭乘個案高中專車之學生，住家與搭車站點的距離範圍，大多分布於 750 公尺以內，其中又以 375-750 公尺所占比率最高占 60.1%（如圖 6、7 及表 6），750 公尺以上占 16.1%，當住處到停站點的距離超過學生通勤可容忍的步行距離範圍，則通勤者選擇搭乘專車的意願較低，有些同學雖不在站牌環域範圍中，透過家人協助（以汽機車搭載）仍會利用此站牌搭乘專車。

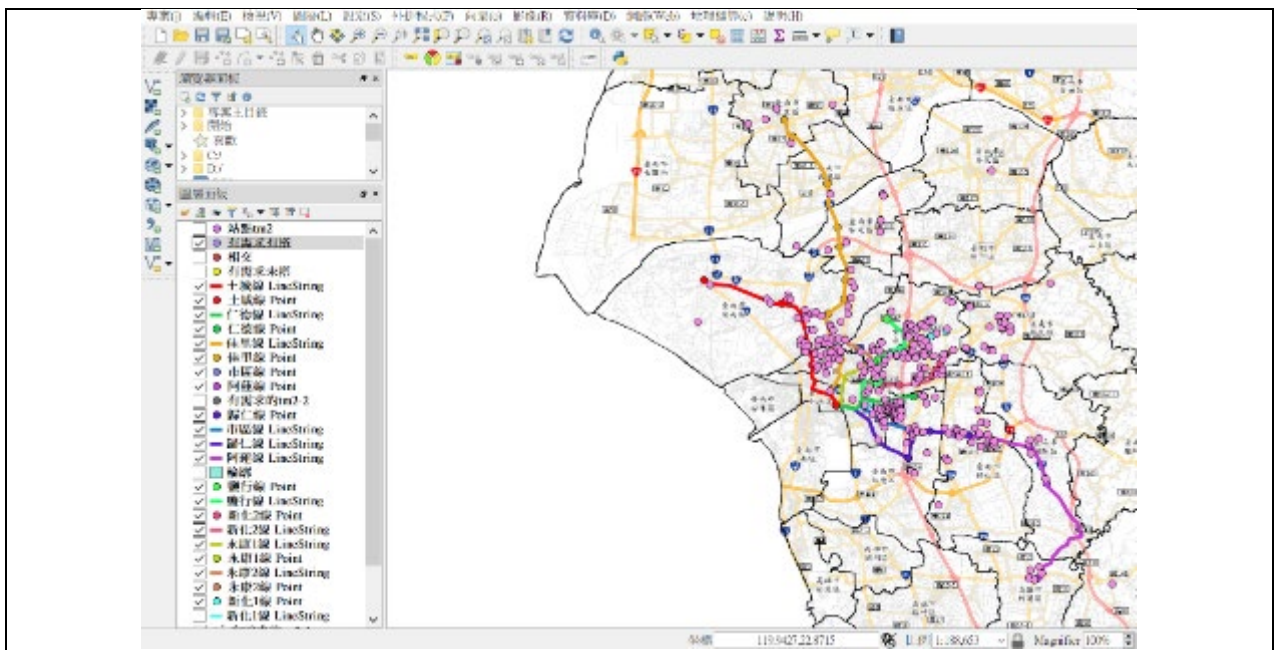


圖 5 有搭乘專車的學生的住處與既有專車路線及站點的分布圖

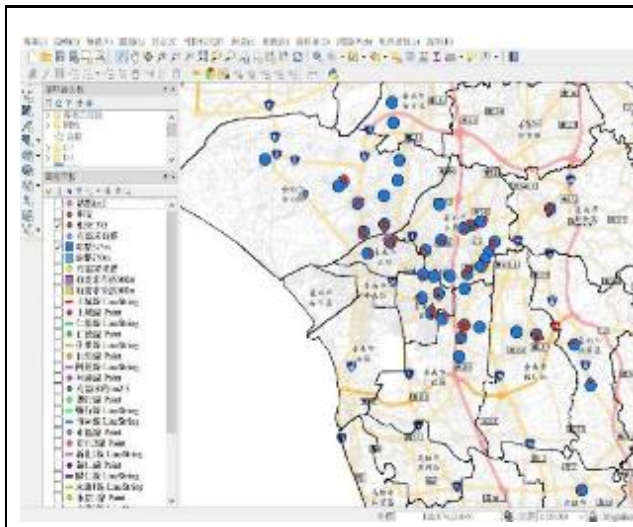


圖 6 住處離站點 375 公尺以內的分布圖

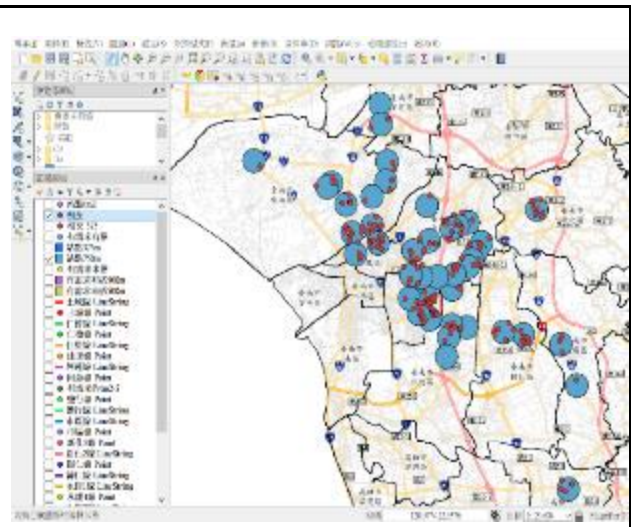


圖 7 住處離站點 750 公尺以內的分布圖

站點的服務範圍	涵蓋的學生人數	占所有搭乘人數的百分比	累積百分比
375 公尺以下	99 人	23.8%	23.8%
375-750 公尺	249 人	60.1%	82.9%
750 公尺以上	66 人	16.1%	100%

表 7 站點不同的服務距離範圍所涵蓋的學生人數

四、問卷調查設計

為了解高中生實際搭乘學校專車的需求，本研究以個案高中一、二年級的學生進行問卷調查，問卷的主要內容如下：

- (一)學生目前最主要的通勤方式？
- (二)通勤方式是否曾改變過？是由原先何種通勤方式變為何種呢？
- (三)是否有搭乘學校專車的需求？
- (四)有搭乘學校專車的需求，卻因何種原因改以其他其他的通勤方式到校？
- (五)建議住家附近明顯地標的新站點？
- (六)對學校專車服務的建議？

五、問卷調查分析

本研究問卷調查自 2020 年 11 月 9 日至 2020 年 12 月 23 日回收完畢，共發放問卷 1249 份，回收 1040 份，有效問卷為 1003 份，有效回收率 83.3%，無效問卷 37 份，問卷結果如下：

- (一)學生目前最主要的通勤方式

如表 8 所示，學生通勤交通工具的使用方面，以家長接送為主，占 51%，其次是學校專車約占 24%、再者是腳踏車/電動車占 8%、公車占 7%、步行占 6%、火車占 2%、其他占 3%（混合使用 2 種以上交通工具者）。

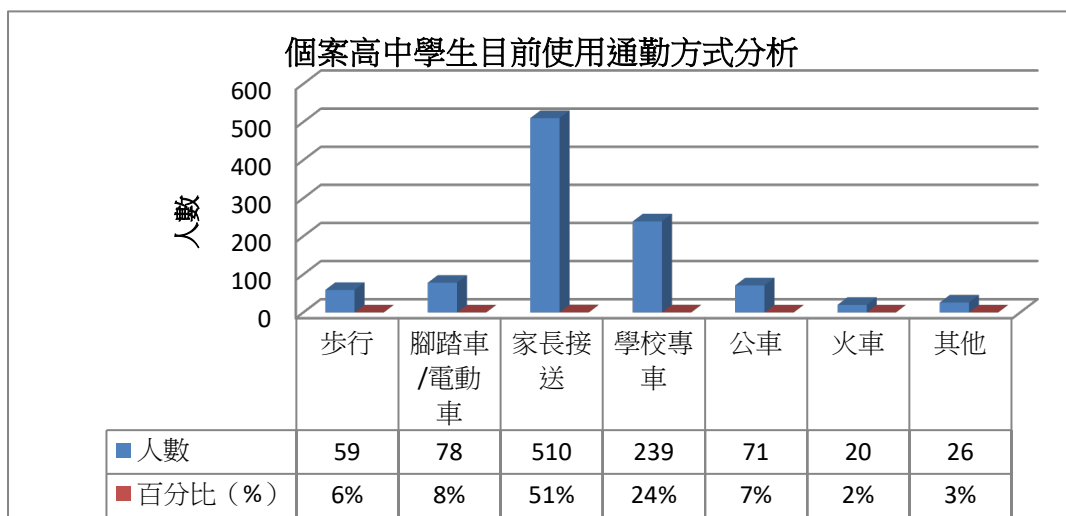


表 8 個案高中學生目前使用通勤工具分析

(二) 個案學生通勤方式改變的分析

- 1、個案高中學生通勤方式的改變，經調查交通工具有改變者，共計 177 名，未改變 826 名。
- 2、分析通勤方式的改變，如表 9 所示，以原先由搭乘公車改為家長接送者最多，占 41 人，其次是原先由家長接送改為搭乘學校專車者次多，占 23 人，再者是原先由家長接送改為腳踏車/電動車占 20 人。

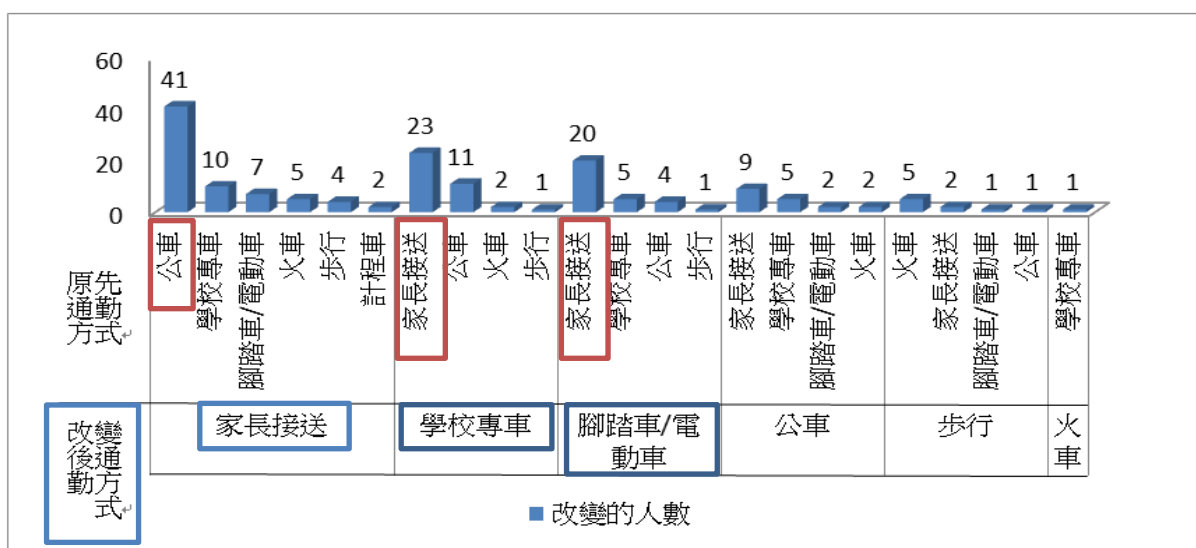


表 9 個案高中學生通勤方式改變的分析

(三) 個案高中學生搭乘學校專車需求的分析

- 1、經調查統計有搭乘專車需求學生計 285 名，無需求學生 718 名。
- 2、有搭乘專車需求的 285 名學生中，實際有搭乘專車計 239 名，無搭乘專車計 45 名。

(四) 個案高中學生有搭乘專車需求卻無搭乘的原因分析

經調查有搭乘專車需求卻無搭乘的學生，分析其原因如表 10，以專車停站點離住家太遠最多，占 35%最多，發車時間太早次多，占 31%、車資太貴占 20%、停靠點太多占 8%，其他原因占 4%。

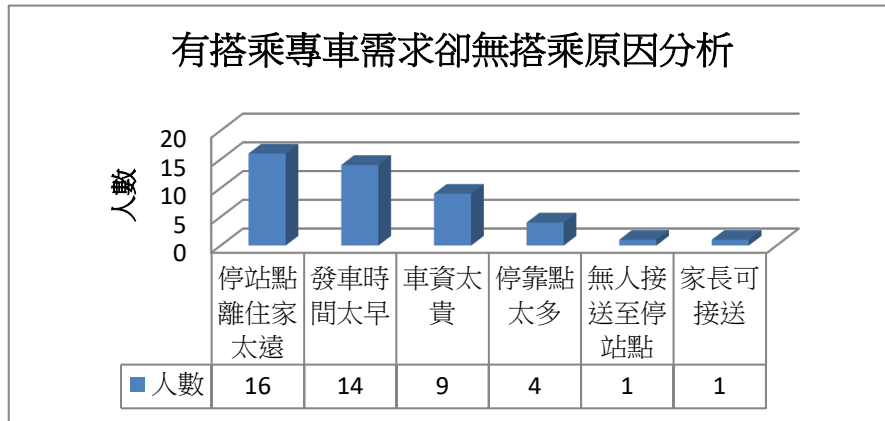


表 10 個案高中學生通勤方式改變的分析

(五) 個案高中學生建議停站點的分析

1、因專車、公車、火車均屬大眾交通運輸系統，採該通勤工具的學生視為搭乘專車潛在需求者，故蒐集有搭專車需求的學生、交通方式從專車、公車、火車改為其他方式的學生、目前交通方式為公車、火車的學生等所建議的停站點位置共計 142 個，利用 QGIS 將建議停站點位置及學生住處繪製成地理資訊圖層，並建立資料庫以利與現有專車路線進行疊圖分析，如圖 8 及圖 9。

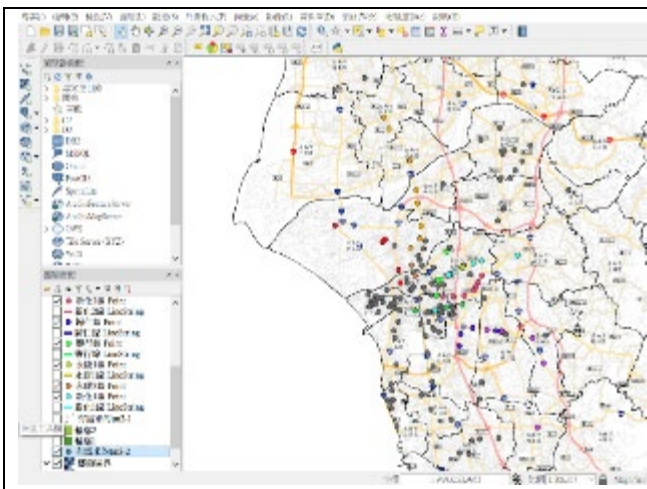


圖 8 有搭乘專車需求者學生的建議停站點與專車站點分布圖

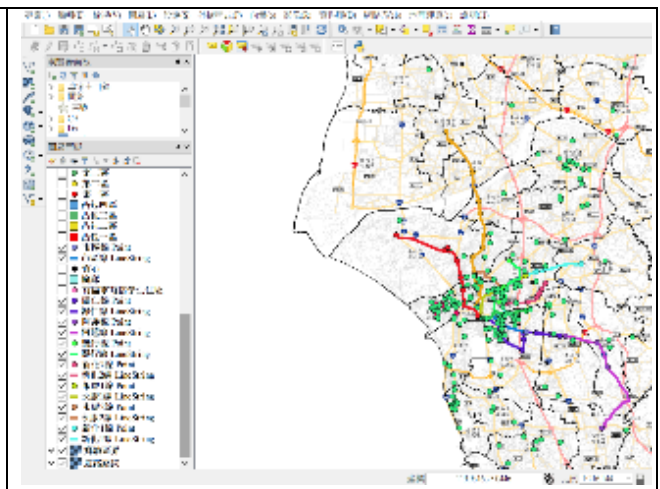
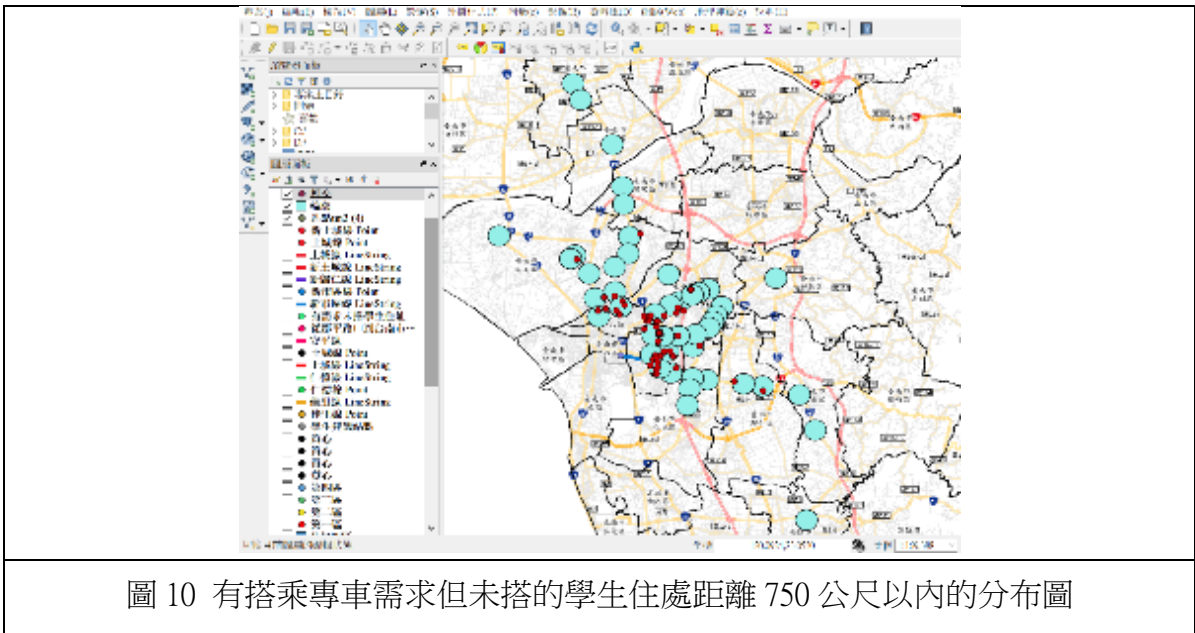


圖 9 有搭乘專車需求者學生的住處與專車站點分布圖

2、將匯入圖層的學生住處與既有站點作交疊，並以半徑 750 公尺為既有站點的服務範圍進行環域分析，統計在服務範圍內所涵蓋的建議站點數分析結果如圖 10 及表 11，

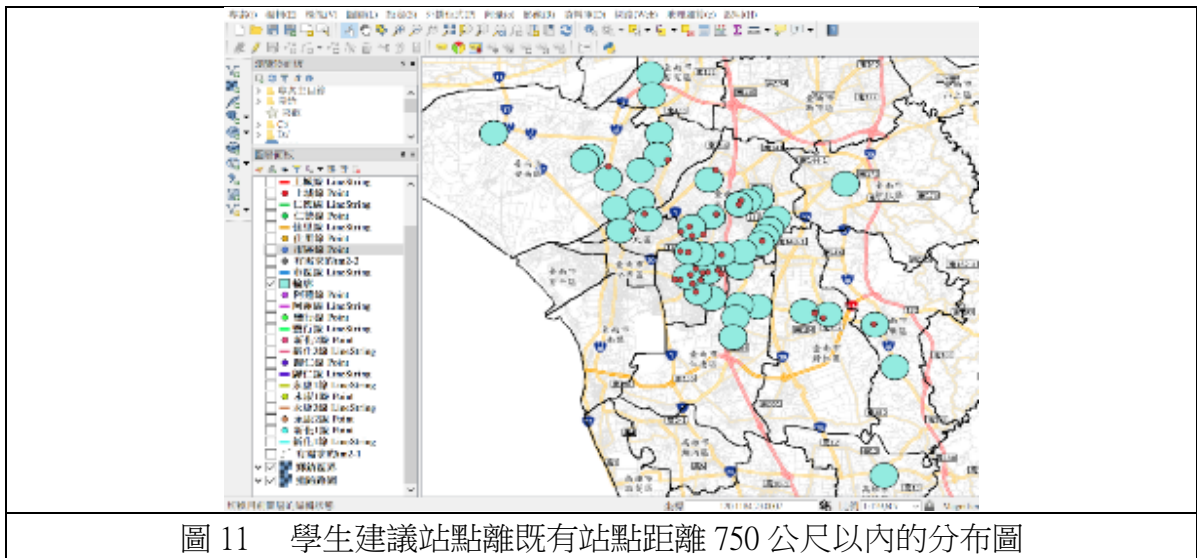
建議站點與既有站點的距離，大多分布於 750 公尺以上占 69.1%，但考量到學生可能因家長上班有順路，搭乘其他運具至專車站點，因此有需求的建議站點離住家較遠，故改以有搭專車需求的學生建議站點為樣本，進行服務範圍的統計。



既有站點的服務範圍	涵蓋的學生人數	占有需求人數的百分比	累積百分比
750 公尺以下	56 人	30.9%	30.9%
750 公尺以上	125 人	69.1%	100%

表 11 既有站點的服務範圍所涵蓋的學生人數及百分比

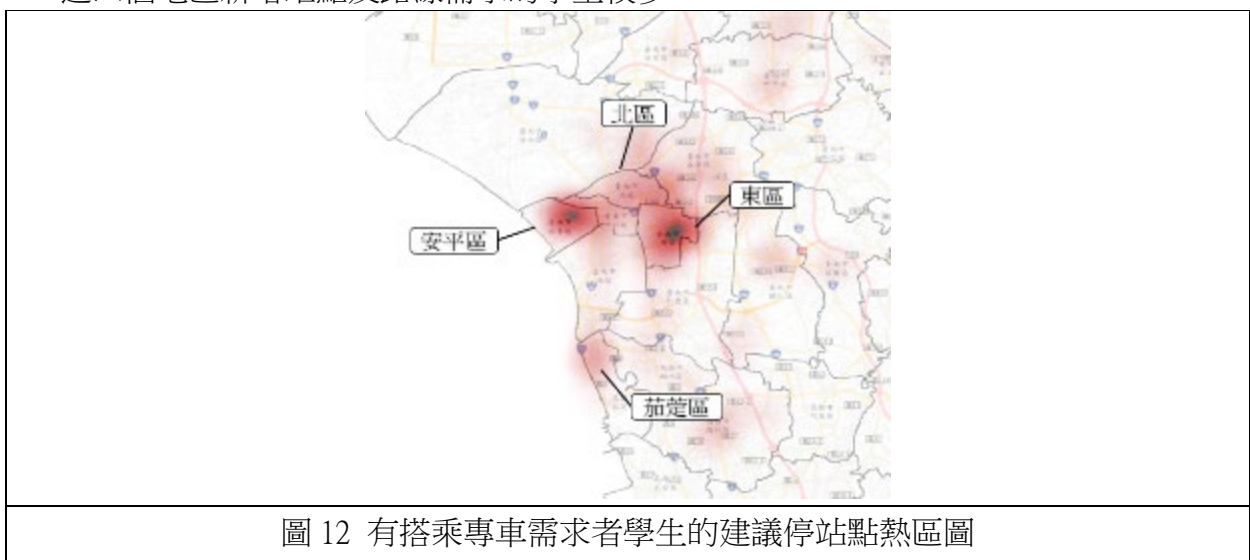
3、將匯入圖層的 139 個建議站點與既有站點作交疊，並以半徑 750 公尺為既有站點的服務範圍進行環域分析，統計在服務範圍內所涵蓋的建議站點數，分析結果如圖 11 及表 12，建議站點與既有站點的距離，大多分布於 750 公尺以上占 62.6%，而這些學生未選擇專車為通勤工具的原因以停站點離住家太遠最多，距離 750 公尺以下學生占 37.4%，未選擇專車為通勤工具的原因以車資太貴最多。



既有站點的服務範圍	涵蓋的建議站點數	占有建議站點的百分比	累積百分比
750 公尺以下	52 個	37.4%	37.4%
750 公尺以上	87 個	62.6%	100%

表 1 2 既有站點的服務範圍所涵蓋的建議站點數及百分比

4、接續再利用 QGIS 將有搭乘專車需求者所填寫的建議站點共 142 個匯入圖層，並繪製熱區圖，如圖 12，發現最密集的地區為東區及安平區，其次為茄苳區及北區，表示這四個地區新增站點及路線需求的學生較多。



(六) 既有專車路線與學生建議停站點的分析

- 1、土城線：在該條路線中如圖 13，與學生建議的停站點圖層及道路路網進行套疊，可以發現站點 A 與站點 B 距離較遠，但附近並無建議站點，而由有搭專車需求的建議站點，我們發現站點 C 正好位於大興街口到目的地的路線上，經問卷調查統計，該

站點共 3 人有搭乘需求，因此建議能夠在目前的路線上新建站點 C，預估服務人數可增加至 35 人。

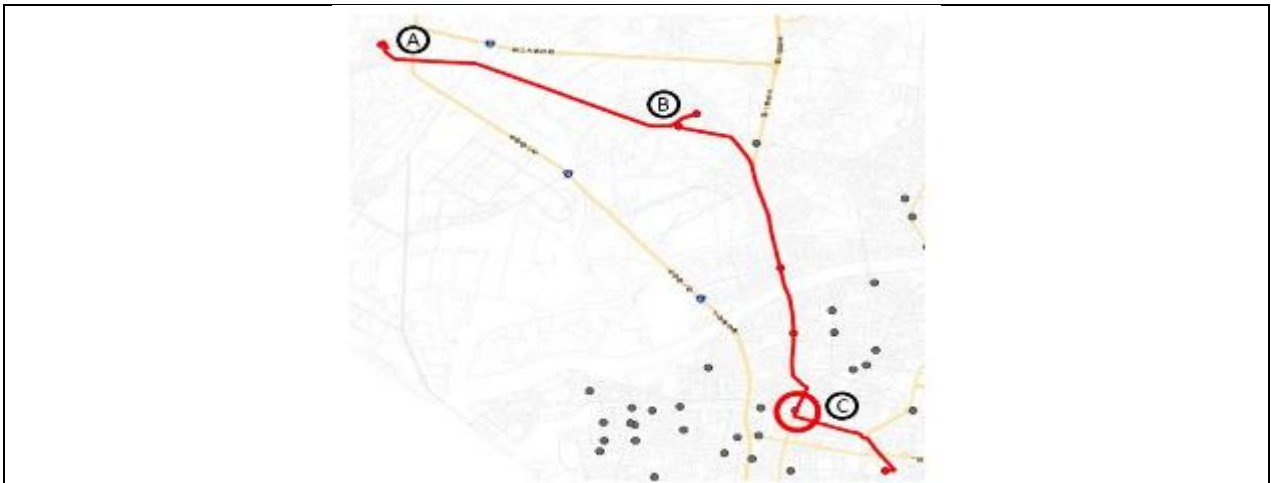


圖 13 土城線的站點及路線與建議站點分布圖

2、市區線：在該條路線中如圖 14，與學生建議的停站點圖層及道路路網進行套疊，可發現共有 5 個建議站點皆位在開往目的地的路上，其中 A 區(由左至右依序為: 東區衛生局、東區東門路、龍山社區活動中心)內共 3 個建議站點距離相近，該路段目前無設置站點，考量到附近也有許多建議站點，依問卷調查的結果統計每站的搭乘人數如表 13，在東區衛生局設立新站點，B 區(富農街口、東區星巴克)內，該區站點與既有站點相近，無須修改，預估服務人數可增加至 44 人，如表 13。

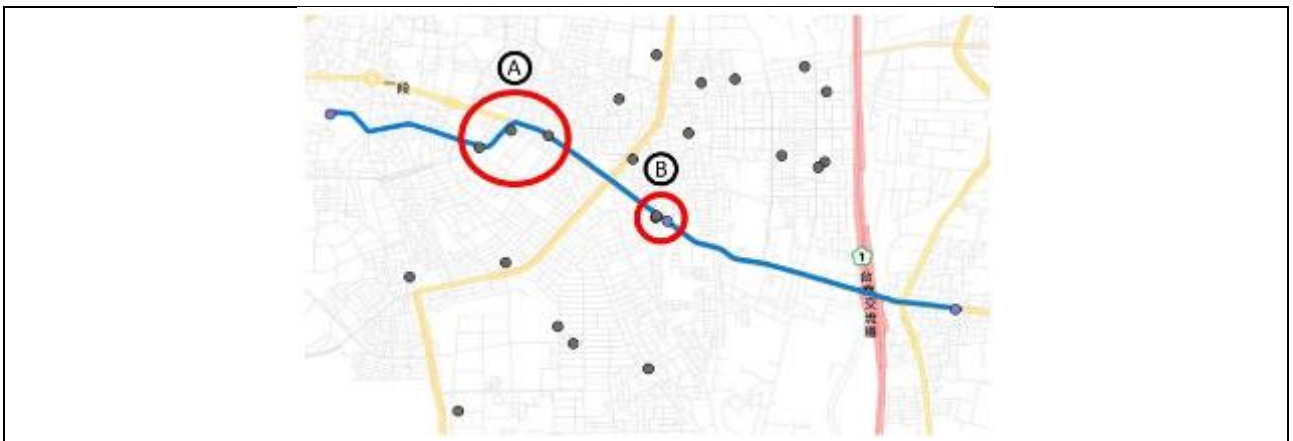


圖 14 市區線的站點及路線與建議站點分布圖

建議站點	搭乘人數
東區衛生局	3
富農街口	2
東區東門路	1
龍山社區活動中心	1
東區星巴克	1

表 13 市區線 A 區與 B 區內建議站點的搭乘人數統計表

3、歸仁線：該線為目前搭乘人數最少的一線，搭載率僅 67%，與阿蓮線圖層及學生建議的停站點圖層及道路路網進行套疊，如圖 13、14，可以發現，附近較少有學生建議的站點，其中站點 A(後市-健康眼鏡)、B(林子-土魷魚煨)位在阿蓮線的路線上，因此併入阿蓮線，減少歸仁線的距離成本，站點 C(郭得景診所)雖位在阿蓮線的路線上，因其搭乘人數較多共 12 人，故保留站點 C、D(中正路)、E(北保仔)。F 區內(由左至右依序為: 東區文化中心、崇明國中、市立醫院)，因其位在歸仁線的路線附近且經問卷統計有需求的搭乘人數共 15 人，取這三點的中心並修正後為崇善八街口公車站牌，預估服務人數可增加至 41 人，如表 14。

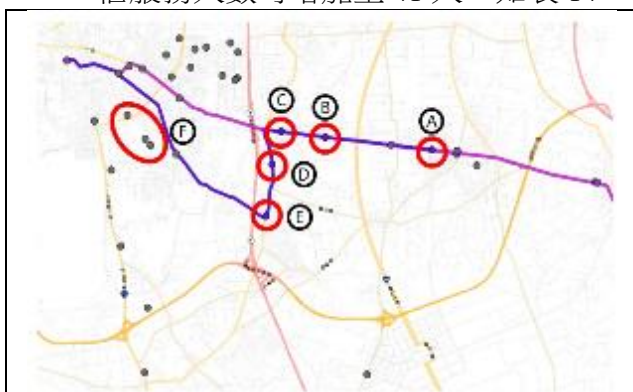


圖 15 歸仁線與阿蓮線的站點及路線與建議站點分布圖

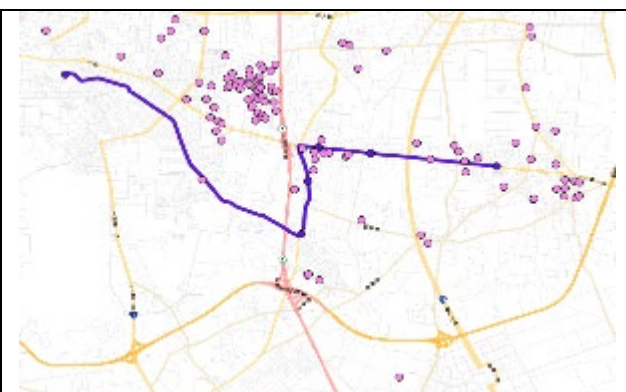


圖 16 有搭乘專車的學生住家位置與歸仁線的站點及路線分布圖

建議站點	搭乘人數
東區文化中心	6
崇明國中	3
市立醫院	6

表 14 歸仁線 F 區內建議站點的搭乘人數統計表

4、阿蓮線：該路線與學生建議的停站點圖層及道路路網進行套疊如圖 17，共有 8 個建議站點皆位在開往目的地的路上，其中 A 區與 B 區已在市區線作調整，C 區與 D 區內共 3 個建議站點與原站點距離相近，無須修改，將原歸仁線上後市-健康眼鏡及林子-土魷魚煨兩站併入到阿蓮線，預估服務人數可增加至 42 人。

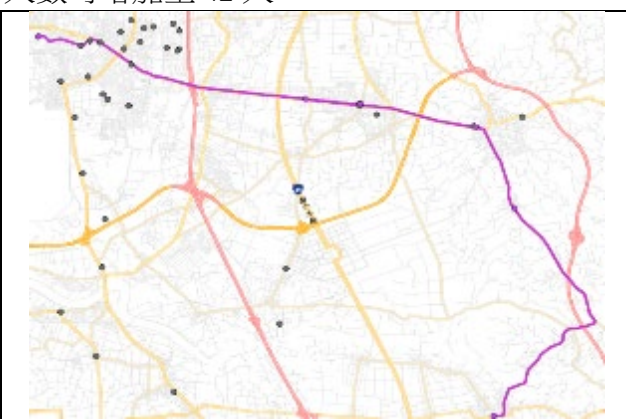
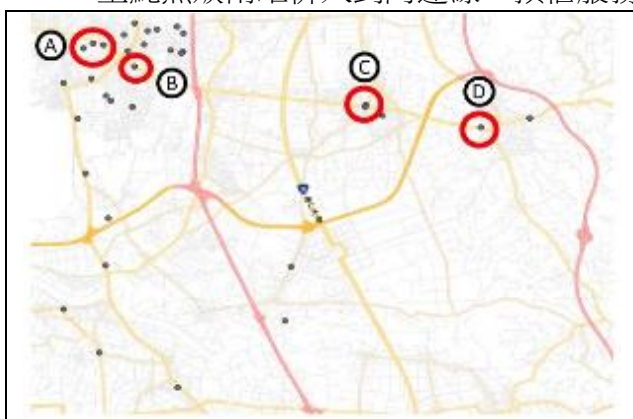


圖 17 阿蓮線的站點及路線與建議站點分布圖

5、其餘 7 條路線因為有需求的建議站點與目前站點距離相近，推測可能是因為其他原因而未搭乘，因此目前先不做更改。

(七) 學生建議停站點與新有專車路線的分析

1.由上圖 12 分析結果可知，有搭乘專車需求的學生的建議停站點最多位於東區，其次為安平區，目前已有多條既有專車路線經過東區如圖 18，可直接在路線上增設新站點，而安平區未有既有專車路線經過如圖 19，因此建議新建一條位於安平區的路線，以搭載率最高為目標，實際服務人數為 40 人，統計規劃後每站的搭乘人數如表 16，新站點的建立方法及統計分析結果如下：

- (1) 依問卷調查的結果統計每站的搭乘人數如表，優先考量搭乘人數最多的站點為新站點。
- (2) 將位於安平區到個案高中的有搭專車需求的學生建議站點，分成 4 區，利用凸包分析將每區站點繪製成多邊形，並利用幾何工具中的多邊形質心功能求出各區建議站點的質心位置如圖 20，將位於巷子內的點進行修正如圖 21，設置為新站點。

建議站點	搭乘人數	建議站點	搭乘人數
億載國小	5	安平區國平路口	2
台南市地方法院	4	台南市新光三越	2
南台別院	4	安平區望月橋	1
安平國中	3	札哈木公園	1
安平國小	3	維悅飯店	1
安平區公所	3	安平圖書館	1
水萍塢公園	3	安平區平豐路口永華路二段路口	1
安平老街	2	安平區市政中心	1
健康三街口	2	安平區家樂福	1

表 15 安平區建議站點的搭乘人數統計表



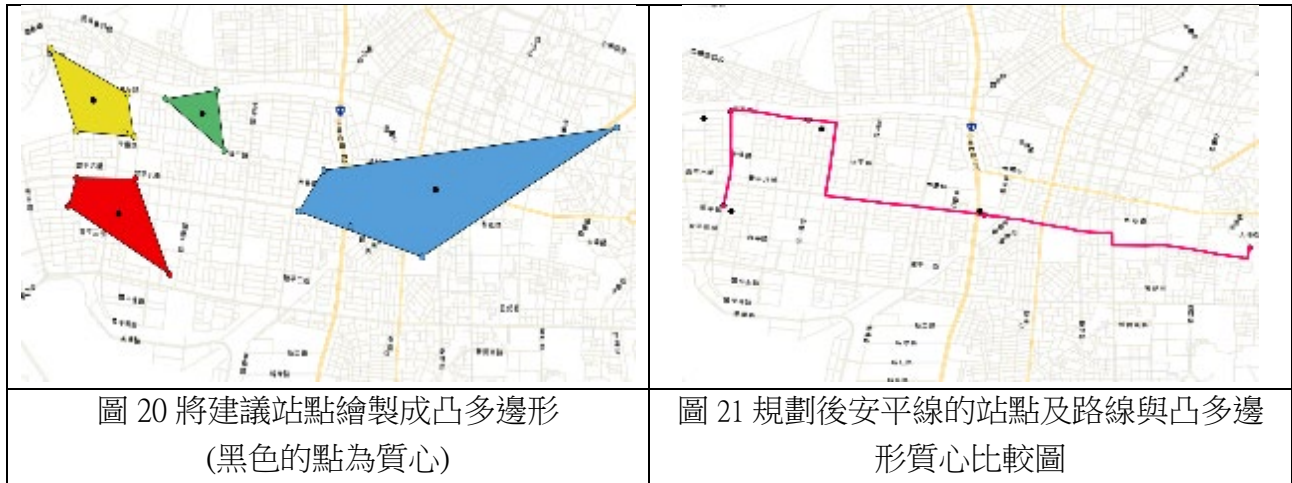
圖 18 經東區的既有專車路線分布圖



圖 19 安平區與目的地間的建議站點分布圖

規畫後站點	預計搭乘人數
郡平路口	14
育平路與慶平路口	10
台灣中油慶平路站	5
安平區家樂福	11

表 16 規劃後安平線的預計搭乘人數統計表



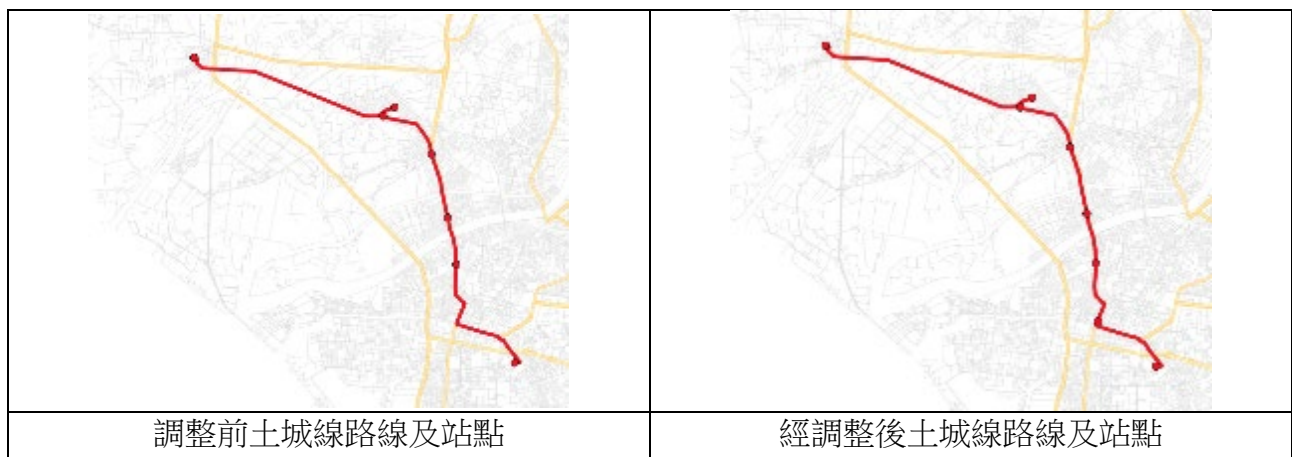
柒、討論

一、評估調整既有專車路線規劃的可行性

(一) 在上述研究過程中，逐一將學校既有 11 條專車路線與學生建議的停站點圖層及道路路網進行套疊，經研究分析發現計有土城線、市區線、歸仁線及阿蓮線等 4 線可進行調整之評估，評估情形如下表 17 至 20 所示：

1、土城線上共設立 1 個新站點--協進國小，其調整的原因及方法如下：

- (1) 經問卷調查統計，協進國小共 3 人有搭乘需求。
- (2) 以道路路網進行套疊，發現協進國小位於調整前土城線的路線上。



調整前	停站點	土城子→本淵寮→本安 7-11→海尾廟→協成社區→大興街口
	搭乘人數	32 人
	搭載率	74.4%
調整後	停站點	土城子→本淵寮→本安 7-11→海尾廟→協成社區→協進國小→大興街口
	搭乘人數	35 人
	搭載率	81.3%

表 17 土城線調整前後路線、搭乘人數及搭載率比較

2、市區線上共設立 1 個新站點--東區衛生局，其調整的原因及方法如下：

以道路路網進行套疊，東區衛生局、龍山社區活動中心及東門路皆位於原市區線的路線上，經問卷調查統計，東區衛生局共 3 人有搭乘需求，為三者最多。



			
調整前市區線路線及站點		經調整後市區線路線及站點	
調整前	停站點	嘉南療養院→富農街口	
	搭乘人數	36 人	
	搭載率	83.7%	
調整後	停站點	嘉南療養院→富農街口→東區衛生局	
	搭乘人數	44 人	
	搭載率	100%	

表 18 市區線調整前後路線、搭乘人數及搭載率比較

3、歸仁線上共設立 1 個新站點--崇善八街口，刪減 2 個既有站點--後市-健康眼鏡、林子-土魷魚焿，其調整的原因及方法如下：

- (1) 以道路路網進行套疊，後市-健康眼鏡、林子-土魷魚焿兩站搭乘人數僅 3 人，且皆位於原阿蓮線的路線上。
- (2) 學生建議站點--東區文化中心、崇明國中及市立醫院，皆位於原歸仁線路線的附近，經問卷調查統計，共 15 人有搭乘需求，故取 3 點在路線上的中心點--崇善八街口為新站點。

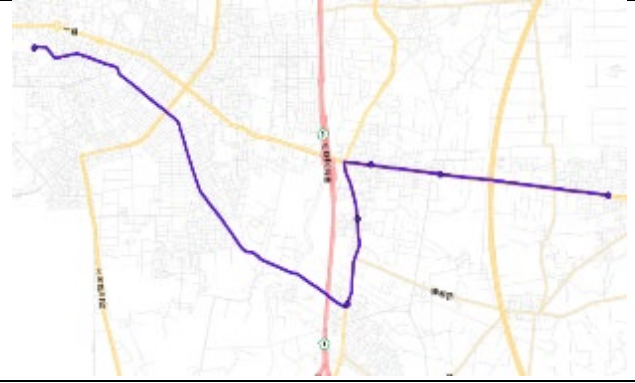
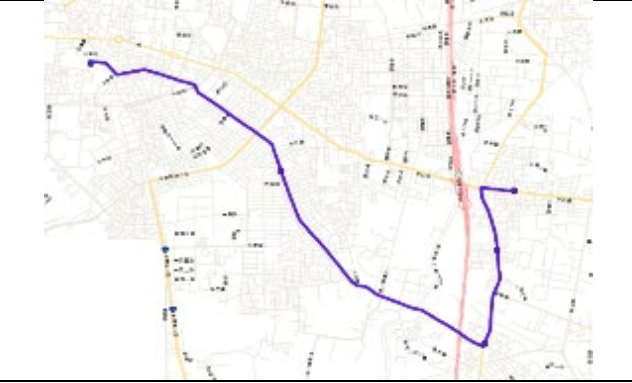
			
調整前歸仁線路線及站點		經調整後歸仁線路線及站點	
調整前	停站點	後市-健康眼鏡→林子-土魷魚煨→郭得景診所→中正路→北保仔	
	搭乘人數	29 人	
	搭載率	67.4%	
調整後	停站點	郭得景診所→中正路→北保仔→崇善八街口	
	搭乘人數	41 人	
	搭載率	95.3%	

表 19 歸仁線調整前後路線、搭乘人數及搭載率比較

4、阿蓮線上共設立 2 個新站點--後市-健康眼鏡、林子-土魷魚煨，其調整的原因及方法如下：

(1) 以道路路網進行套疊，發現後市-健康眼鏡、林子-土魷魚煨兩站於原歸仁線搭乘人數僅 3 人，且原阿蓮線的路線也有經過這些站點。

(2) 原阿蓮線搭乘人數為 39 人，專車還可增加乘載 4 人。



			
調整前阿蓮線路線及站點		經調整後阿蓮線路線及站點	
調整前	停站點	阿蓮-阿甘皮鞋→深坑-聖國商號→關廟國中→善化寺→歸仁區公所	
	搭乘人數	39 人	
	搭載率	90.7%	
調整後	停站點	阿蓮-阿甘皮鞋→深坑-聖國商號→關廟國中→善化寺→後市-健康眼鏡→林子-土魷魚煨→歸仁區公所	
	搭乘人數	42 人	
	搭載率	97.7%	

表 20 阿蓮線調整前後路線、搭乘人數及搭載率比較

(二) 為評估既有專車路線調整的可行性，經比較各路線規劃前後的搭乘人數、路線里程數、站牌數、估計行駛時間及近鄰分析等要素，可發現調整土城線、市區線、歸仁線及阿蓮線 4 條，如表 21，整體而言，搭乘人數預估可增加 26 人，較現行的路線更符合學生需求且具經濟效益。

項目 路線	搭乘人數(人)		路線里程數 (公里)		站牌數(個)		估計行駛時間 (分鐘)	
	規劃前	規劃後	規劃前	規劃後	規劃前	規劃後	規劃前	規劃後
土城線	32	35	19	---	6	7	28	29
阿蓮線	39	42	24.7	---	5	7	37	39
歸仁線	29	41	10.5	7.9	5	4	15	10
仁德線	43	---	7.9	---	2	---	11	---
佳里線	39	---	23.2	---	8	---	34	---
市區線	36	44	4.2	---	2	3	6	6
新化 1 線	37	---	14	---	6	---	21	---
新化 2 線	36	---	9.7	---	7	---	14	---
鹽行線	38	---	10.2	---	4	---	15	---
永康 1 線	41	---	8.7	---	1	---	13	---
永康 2 線	43	---	8.7	---	3	---	13	---
備註	「---」代表：1.數值無變化。2.路線無修正。							

表 21 各線規劃前後搭乘人數、路線里程數、站牌數、估計行駛時間及近鄰分析之比較

二、新闢路線規劃的可行性

(一) 在上述研究過程中，將問卷調查統計的有搭乘需求學生的建議站點圖層與道路路網進行套疊，另外發現，市區 2 路公車發車點位於安平區，且個案高中位在市區 2 路公車所經站點附近，為學生上學通勤交通工具之一，將新增的安平線與市區 2 路公車評估情形如下表 22 所示：


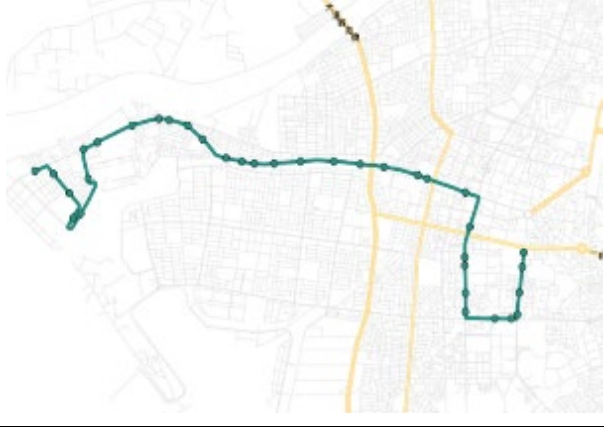
	
新闢安平線之路線與站點	市區 2 路公車路線與站點

表 22 規畫後安平線與市區 2 路公車路線及站點比較

(二) 為評估新增專車路線調整的可行性，經比較站牌數及估計行駛時間等要素如表 2 3，發現公車市區 2 路的停靠站點數較多，上下車所耗時間較長，考量到學生可能選擇離住家較近的站點、能直達目的地且行駛時間較短的運具搭乘，因此有新闢安平線之必須，預估搭乘人數為 40 人，較公車市區 2 路的路線更符合學生需求且具經濟效益。

項目 路線	起點->終點	站點數量 (個)	發車時間	到站時間
安平線	郡平路公車站->慶平路與育平路口->中油慶平路站->安平家樂福	4	7:03	7:10
公車 市區 2 路	白鷺灣社區->沙灘忠誠社區->世平路世平一街口->臺南海事->碧海碼頭->同平路->崇義社區->古運河->德記洋行->安平古堡->漁民村->安平蚵灰窯文化館->石門里->安平國中->承天橋口->南興望月橋->半路厝->臨海社區->平安里臨時停車場->民生路二段->協進國小->郭綜合醫院->西門、友愛街口->小西門(大億麗緻) ->新光三越新天地->西門路一段台南站->家齊高中->南門路->中山國中->大南門城->建興國中(南門路)	31	6:00	6:23
			6:25	6:48
			6:35	7:03
			7:30	7:58

表 2 3 安平線與公車市區 2 路起點->終點、站點數量及行駛時間比較

捌、結論與建議

一、目前大部分的學校仍採用人工方式進行專車路線規劃，致使無法滿足因住家離校車站牌較遠或無專車路線經過，但卻有搭專車的學生需求。本研究結合該學生們所提出的建議停站點，針對目前的個案高中 11 條專車路線，進行既有路線調整及新闢路線規劃可行性的評估，重新調整 4 條既有的專車路線及新闢 1 條新路線，有效提升平均搭載率，新增搭車學生 66 人，規劃流程及模式可提供給更多有搭專車需求的學生，進而達到降低每人平均負擔的車資金額及減少學校專車的營運成本。

二、建議的規劃流程

目前學校所採用人工方式進行專車路線規劃的方式，建議可在開學前蒐集學生搭乘專車的實際需求，線上填表，利用分區環域以 5 個人為有效交集範圍，找出最適合站點再做修正，再交由遊覽車公司依其經驗決定最終路線，修正後的專車規劃流程及蒐集有搭專車需求的學生資料流程如表 24、25。

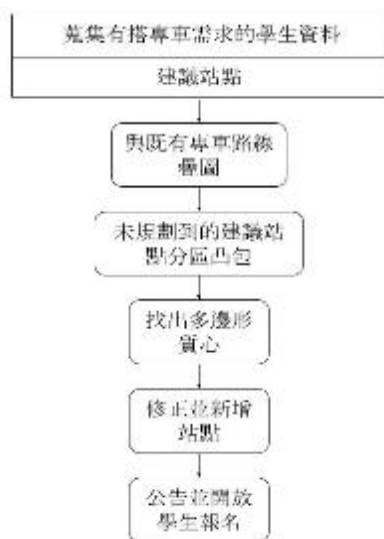


表 24 蒐集學生搭乘專車需求資料流程表

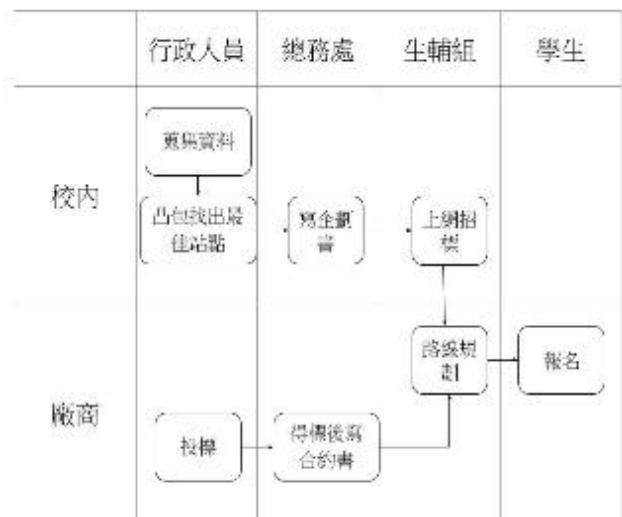


表 25 修正後的專車規劃流程表

三、本研究使用中央研究院所研發的免費軟體—開放式地理資訊系統 QGIS2.18.3，軟體操作容易學習，空間分析時間快速，可供無交通專業背景的學校行政人員可在短期間研習，快速上手，輔以地理資訊系統的工具，且有效率的方式，為有搭乘專車需求的學生，規劃或調整專車路線。

四、上下學時間交通流量大，尤其各校門口附近更呈現壅塞現象，有效的規劃專車路線，不但能增加學生搭乘的意願，且亦能減少上下學期間校門口附近車流量、降低二氧化碳的排放量，進而改善環境的空氣品質。

玖、參考文獻

- 一、林嘉政(2010)·屏北地區國中生就讀優質高中影響因素之調查研究·國立中山大學教育研究所碩士論文。
- 二、饒毓芸(2013)·總量管制下超額跨區就讀學生上學通勤時間公車需求路線之研究—以竹北國中為例·中華大學運輸科技與物流管理學系碩士論文。
- 三、王湮筑(2000)·市區公車之既有路線調整與新闢路線規劃程序之研究·國立交通大學交通運輸研究所碩士論文。
- 四、張新立(2010)·不同年齡階段兒童及青少年運輸需求行為演變之世代研究·原始數據取自中央研究院人文社會科學研究中心調查研究專題中心學術調查研究資料庫·doi:10.6141/TW-SRDA-E95044-1。
- 五、內政部營建署(2004)·市區道路人行道設計手冊。
- 六、李錫堤、鄭錦桐、廖啟雯、林書毅編著·《地理資訊系統導論》電子版·取自 <http://gis.welfaretaiwan.org/Stella/Session4/LeeHandout.pdf>。
- 七、柳錦寶(2012)·GIS 地理資訊系統應用開發深入解析·佳魁資訊。
- 八、石計生,黃映翎(2017)·當代 Q 地理資訊系統：從人文社會到大數據·雙葉書廊。
- 九、李若愚(2008)·地理資訊系統概論·全華圖書。
- 十、朱瑜馨、申忠偉、張錦宗(2009)·基於 GIS 的聊都市居民點空間部分研究·寧夏大學學報—自然科學版·卷 30, 期 1, 91-93。
- 十一、中央研究院人社中心地理資訊研究專題中心·Quantum GIS 操作手冊, 取 http://gis.rchss.sinica.edu.tw/qgis/wp-content/uploads/2015/09/QGIS2.2_Handout_20140619.pdf。
- 十二、QGIS 及 Open Geodata 資源網·取自 <https://gis.rchss.sinica.edu.tw/qgis/?p=2082>。
- 十三、Mark de Berg、Marc van Kreveld、Mark Overmars、Otfried Schwarzkopf 著·鄧俊輝翻譯·計算幾何--算法與運用·取自 <https://dsa.cs.tsinghua.edu.cn/~deng/cg/cgaa/cgaa.2nd-edn.cn.pdf>。
- 十四、張詠欣、黃柏嘉、蕭沛欣·校車「行」不行—景美女中校車路線配置適切性之探討·臺北市立景美女子高級中學。
- 十五、李陳歆、李汶德、陳昱璋·校車最佳路線規劃—以台北縣立樹林高級中學為例·新北市立樹林高級中學。

親愛的同學，您好：

感謝您填答這份問卷，本問卷是研究學校通勤專車設址及路線規劃的意見調查表，並想瞭解學生搭乘專車的需求，填答的資料保證僅供研究使用，不涉及個人隱私或移作其他用途，希望研究結果可以做為未來學校專車規劃路線之參考。耽誤您寶貴時間，由衷感謝您的支持與協助。最後

敬祝 學業進步

班級： 座號： 姓名：

1. 目前上學最主要的通勤方式：

- 1 步行 2 腳踏車/電動車 3 家長接送
 4 學校專車 5 公車 6 火車

2. 通勤方式是否曾改變過？ 是 否

3. 承上題，若有勾選是，是由何種通勤方式改變為第 1 題的方式？
_____（請填入 1 到 6）

4. 是否有搭乘學校專車的需求？ 是（請繼續作答） 否（請跳至第 7 題）

5. 承上題，若有勾選是，是否有搭乘本學期的學校專車？
 是（請跳至第 8 題） 否（請繼續作答第 6 至 7 題）

6. 因何種原因而改以其他的通勤方式到校？

- 專車站點離住家太遠 專車發車時間太早 專車停靠點太多
 通勤時間太久 其他：_____

7. 若要在住家附近選擇明顯的地標作為新站點，你會選擇在哪裡搭乘？請具體填寫該地標的名稱或路段（例如：北區花園夜市、歸仁區公所）

8. 目前已搭乘學校專車者，對於專車服務有無建議（如站點設址、到站時間）

附錄二

電話訪問研究實例—南部某公立高中外包之遊覽汽車公司訪問內容	
問	目前在派車及排班是否有遭遇問題？
答	每個線有固定的司機,除非是因為有旅遊或是校外教學,時間有衝突,才會遊另一個司機代替
問	貴公司如何調整專車的停站點的？
答	主要是由學校給出上學期的站點,如果要在新增站點,則由學校和外包的遊覽公司討論
問	貴公司如何管控專車的每日的行駛情形？比如是否有誤點？
答	本公司所派遣的專車目前尚無定位系統，專車到站時間是由本公司所訂的時程表，來推估專車行經的位置及到站時間。
問	請問貴公司是否有想過依學生住家地址，重新評估規劃專車的停站點或路線？
答	這也是可以,但需由學校去和我們公司討論

附錄三

實地訪問研究實例—南部某公立高中學校行政人員規劃專車路線作業流程	
項目	內容
發包流程	<p>1、校外：學校寫計畫書→總務處上網招標→廠商得標(廠商給的合約書上會寫每公里的票價、總金額的範圍，以及每站票價的區間範圍。</p> <p>2、校內：上網公告舊有路線及站點讓學生報名，如有學生或家長反映，再做路線新增(例:茄荳縣，但最後報名人數太少，還是取消新增該路線)→蒐集資料給廠商→廠商依照人數作調整，並進行路線規劃，基本上只會刪減站點、將同站點移到其他路線、或因搭乘人數太多，將同站點另外新增一條路線，不會再另設新站點。</p>
發包後作業	<p>1、廠商：標示原先所有站點的里程數，並換算每站金額。</p> <p>2、學校：每換一個新廠商（第一學期），會先公告舊有路線讓學生報名，而第二學期會公告第一學期路線讓學生報名，廠商再依報名結果進行站點調整。</p>

附錄四

研究實例—南部某公立高中 109 年學校專車各路線的搭載點、搭乘人數及車種

編號	路線名稱	站牌點	搭車人數	車種
1	土城線	土城子→本淵寮→本安 7-11→海尾廟→協成社區→大興街口	32	大型巴士
2	阿蓮線	阿蓮-阿甘皮鞋→深坑-聖國商號→關廟國中→善化寺→歸仁區公所	39	大型巴士
3	歸仁線	後市-健康眼鏡→林仔-土魷魚煨→郭得景診所→中正路→北保仔	29	大型巴士
4	仁德線	太子廟→慈幼商工	43	大型巴士
5	佳里線	佳里站→三五甲→西港郵局→海寮→新吉→長和路.北安路口→新順 7-11(原清虛宮站)→黃昏市場對面	39	大型巴士
6	市區線	嘉南療養院→富農街口	36	大型巴士
7	新化 1 線	新化教會對面→龍潭口→永康教會→二王→中興→妙善寺	37	大型巴士
8	新化 2 線	西勢國小→灣中 7-11→大灣→大灣街→富邦銀行→漢聲電台→台灣銀行	36	大型巴士
9	鹽行線	鹽行→臺南高工→菁安連鎖藥局→光明街口	38	大型巴士
10	永康 1 線	永康農會	41	大型巴士
11	永康 2 線	永康農會→北安診所→福安宮對面	43	大型巴士

【評語】 052708

本研究從生活中遇到的問題出發，透過縝密的思維和科學方法，提出以實徵資料為根據的具體解決方案，先以調查了解校車專車使用的問題，再使用 QGIS 將學生建議停站形成資料庫，分析與既有路線的差距，以及調整後可增加的搭乘效益，擬定路線規劃的可行方案。本研究議題清楚聚焦，研究內容呈現條理分明、充實完整，兩位作者也對本研究有很好的掌握、可見將團隊合作的力量發揮得很好，結果具有高度的實用價值，甚至可擴大、推廣到其他類似的情況，為相當傑出的科展作品。希望本研究的作者能以此經驗和對研究的熱情為基礎，持續精進自己的研究能力，相信未來必能在學術研究的道路上更上一層樓。

評審委員一致地給予本研究非常高的評價，僅有以下的次要建議，供本研究的作者參考、精益求精。

1. 本研究評估新增專車路線調整的可行性，這是很有意義的工作，亦支持本研究設計的可行性，但目前僅以一段呈現，建議可以擴充、加強對本研究之重要性和迫切性的論述。
2. 建議可以依據整體學生需求，從不同面向來分析運用本研究方法所產生的結果，譬如從家裡到站牌平均時間、公車

行駛時間、可搭載人數等等，則可更增加本研究的完整性。

3. 請問本研究問卷調查設計中的 7 個問題，是否都運用於 GIS 的分析？若能將所收集之資料充分運用，也許可對校車專車的路線規畫提出更多具有實用價值的建議。

作品簡報

作品標題：漫漫上學路-以空間分析探討專車路徑規劃

科別：行為與社會科學科

組別：高級中等學校組

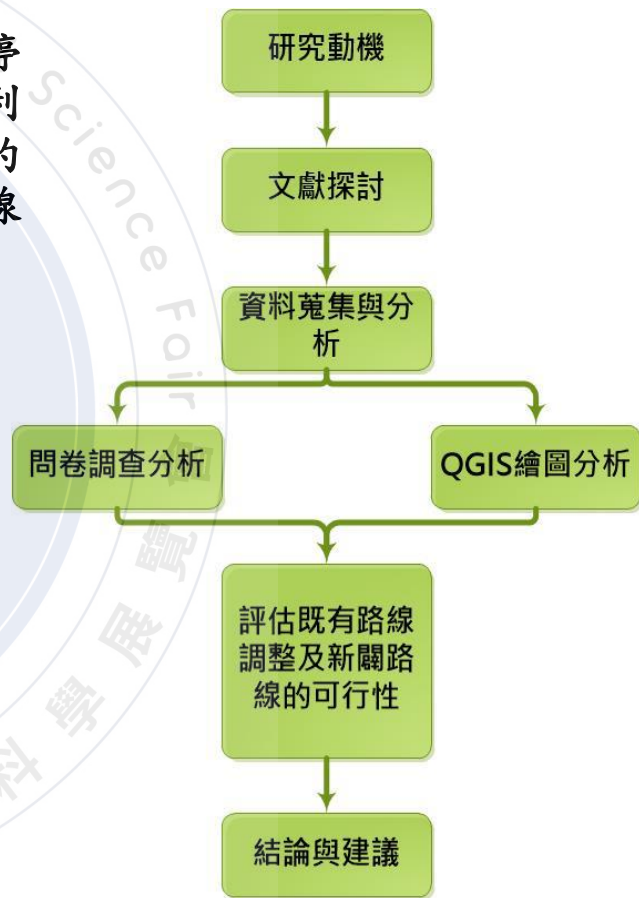


壹、研究動機

通勤幾乎是每位學生每天面臨的問題，因此學校若能妥當規劃停站點及路線，將可降低成本及減短學生搭乘之時間。於是我們利用所學的地理資訊系統，解決目前學校無法滿足有搭專車需求的學生。以南部某公立高中的專車路線來進行研究，評估既有路線調整及新闢路線規劃的可行性。

貳、研究目的及流程

- 一 利用地理資訊系統分析目前學校專車各路線的停站點與實際搭乘學生住處的空間關聯性。
- 二 以問卷調查分析學生搭乘專車的需求及建議的停站點，並利用地理資訊系統分析新站點的空間關聯性。
- 三 進行規劃前後路線的套疊，評估既有路線調整及新闢路線規劃的可行性。



參、文獻探討

一、地理資訊系統軟體—本研究使用免費的QGIS軟體，初學者易上手。

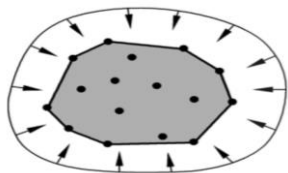
二、利用GIS空間分析功能

疊圖分析

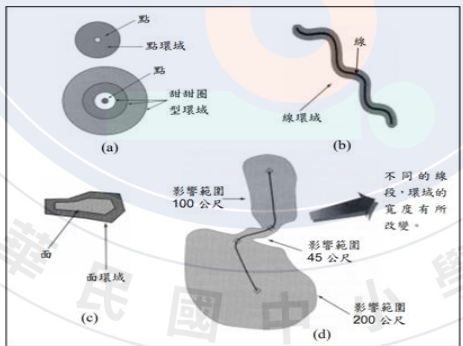
將不同主題組成的資料圖層互相疊合，新圖層包含原本不同圖層的屬性資料，可以再進一步操作與分析新資料層，不僅包含了空間資關係的比較，也含包屬性關係的比較。

凸包分析

在空間中有一群點或多邊形，找出一個能包覆這些點最小面積的輪廓，而在這個輪廓中的兩點連線都不會超過這個輪廓。



環域分析



行人步行特性及空間尺度需求表

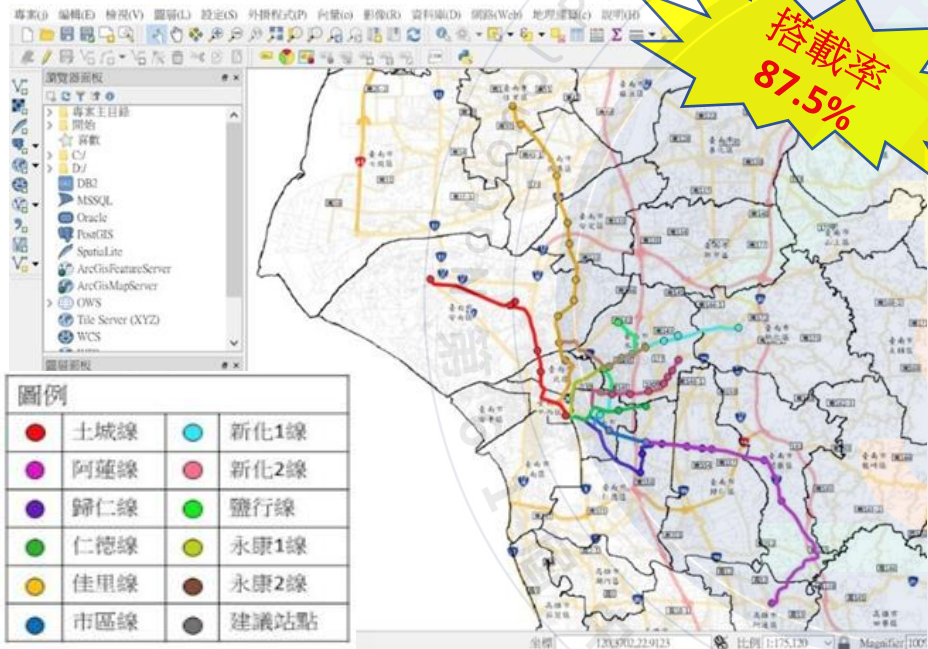
使用特性		空間尺度需求
移動速度	散步步行速度	45m/min
	正常步行速度	75m/min
	疾行步行速度	90m/min
移動距離	容忍步行距離	400-800m
移動時間	容忍步行時間	5至10min

● 將各環域的距離大小訂為以**375m**為一服務範圍，分析涵蓋節點數的百分比為最高的服務範圍。

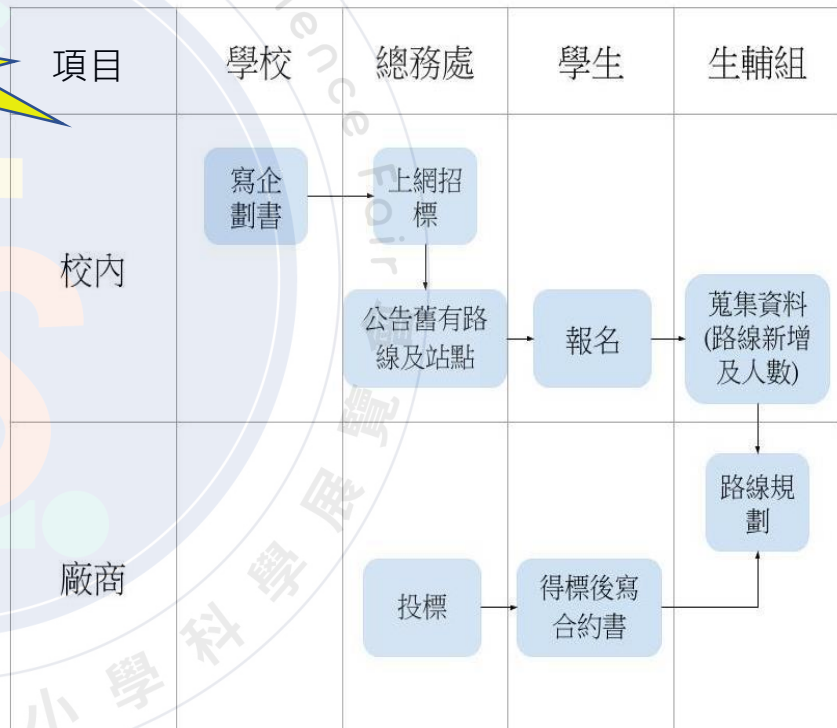
肆、研究過程與結果

一、個案(實例)高中專車現況說明

個案高中目前專車路線總覽圖



專車現況規劃流程圖



● 蒐集個案高中109年第一學期11條路線及49個停站點。

肆、研究過程與結果

問卷調查內容

親愛的同學，您好：

感謝您填寫這份問卷，本問卷是研究學校通勤專車設址及路線規劃的意見調查表，並想瞭解學生搭乘專車的需求，填寫的資料保證僅供研究使用，不涉及個人隱私或移作其他用途，希望研究結果可以作為未來學校專車規劃路線之參考，耽誤您寶貴時間，由衷感謝您的支持與協助。最後

敬祝 學業進步

班級： 座號： 姓名：

1. 目前上學最主要的通勤方式：

- 1步行 2腳踏車/電動車 3家長接送
 4學校專車 5公車 6火車

2. 通勤方式是否曾改變過？ 是 否

3. 承上題，若有勾選是，是由何種通勤方式改變為第1題的方式？
(請填入1到6)

4. 是否有搭乘學校專車的需求？ 是 (請繼續作答) 否 (請跳至第7題)

5. 承上題，若有勾選是，是否有搭乘本學期的學校專車？
 是 (請跳至第8題) 否 (請繼續作答第6至7題)

6. 因何種原因而改以其他的通勤方式到校？

- 專車站點離住家太遠 專車發車時間太早 專車停靠點太多
 通勤時間太久 其他：_____

7. 若要在住家附近選擇明顯的地標作為新站點，你會選擇在哪裡搭乘？請具體填寫該地標的名稱或路段（例如：北區花園夜市、歸仁區公所）

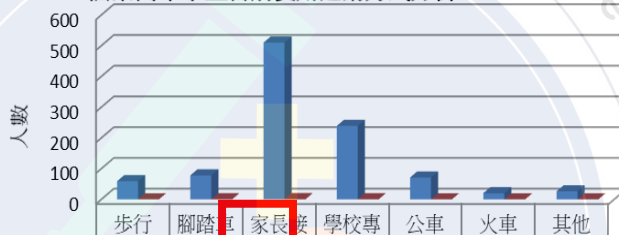
8. 目前已搭乘學校專車者，對於專車服務有無建議（如站點設址、到站時間）

● 共發放問卷1,249份，有效回收率83.3%。

三、問卷調查統計分析

問卷統計結果

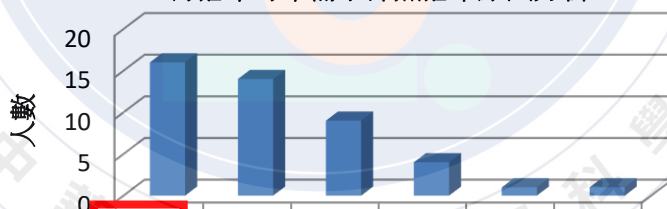
個案高中學生目前使用通勤方式分析



■ 人數	59	78	510	239	71	20	26
■ 百分比 (%)	6%	8%	51%	24%	7%	2%	3%

● 家長接送為主，其次是學校專車。

有搭乘專車需求卻無搭乘原因分析



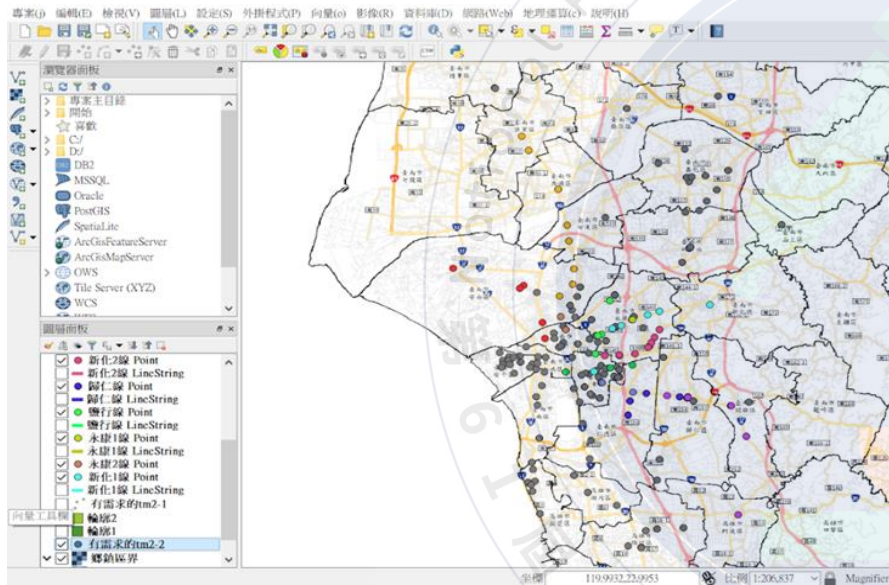
■ 人數	16	14	9	4	1	1
------	----	----	---	---	---	---

● 有搭車需求卻無搭乘學生以專車停站點離住家太遠為主因。

肆、研究過程與結果

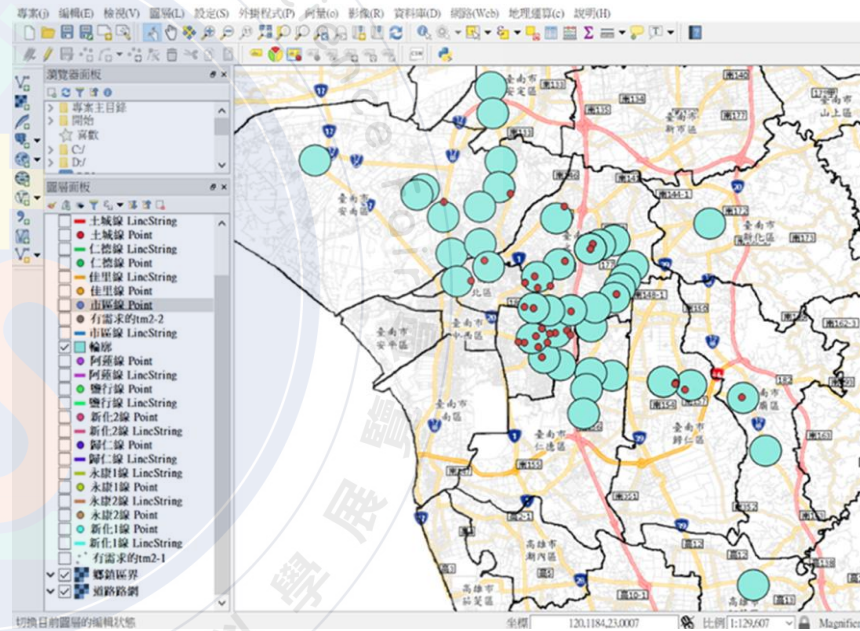
四、學生建議停站點的分析

有搭乘專車需求者建議站點與專車站點分布圖



● 利用QGIS將**學生建議停站點182個**繪製成地理資訊圖層，建立資料庫以利與現有專車路線進行疊圖分析。

建議站點離既有站點距離750公尺內的分布圖

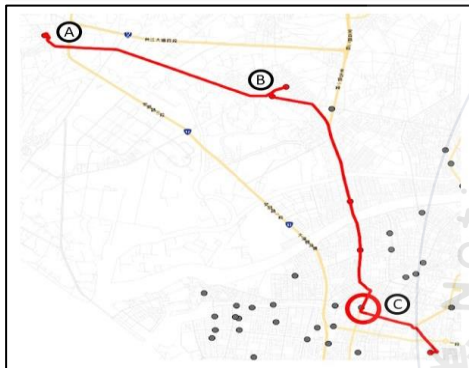


● 建議站點與既有站點的距離**750公尺以上占62.6%**。

肆、研究過程與結果

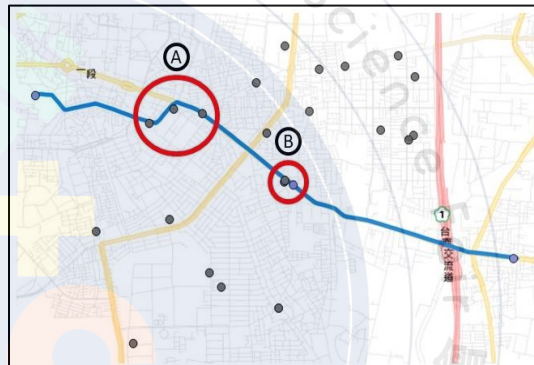
五、既有專車路線與學生建議停站點分析

土城線的站點及路線與建議站點分布圖



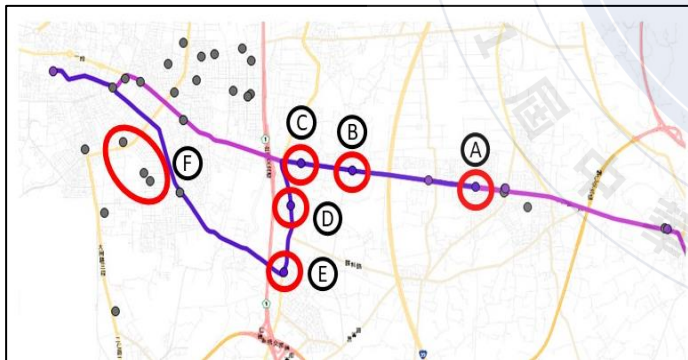
1. 站點A與B距離較遠，但附近無建議站點。
2. 站點C位於目前路線上，**建議能新建站點C。**

市區線的站點及路線與建議站點分布圖



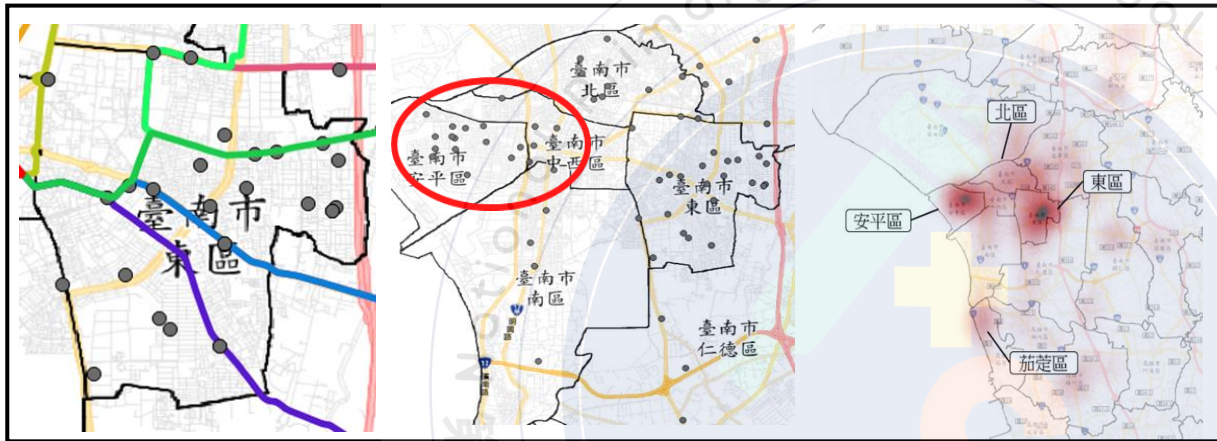
1. A區內站點距離相近，統計每站的搭乘人數，在**位中間處**的站點設立新站點。

歸仁線與阿蓮線站點與建議站點分布圖



- 歸仁線目前搭載率僅達**67%**。
- 站點C雖位在阿蓮線的路線上，因其搭乘人數較多共12人，故**保留站點C、D、E。**

F區建議站點	搭乘人數(人)
東區文化中心	6
崇明國中	3
市立醫院	6



規畫後站點	預計搭乘人數
郡平路口	14
育平路與慶平路口	10
台灣中油慶平路站	5
安平區家樂福	11

● **最密集的地區為東區及安平區**，其次為茄苳區及北區。

● **將安平區建議站點分成4區**。

● 利用 **凸包分析**及幾何工具的多邊形質心功能求出各區質心位置。

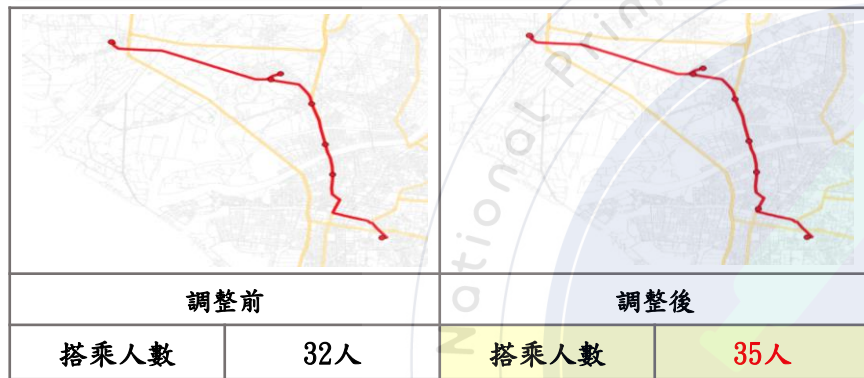
● 修正後設置為新站點。



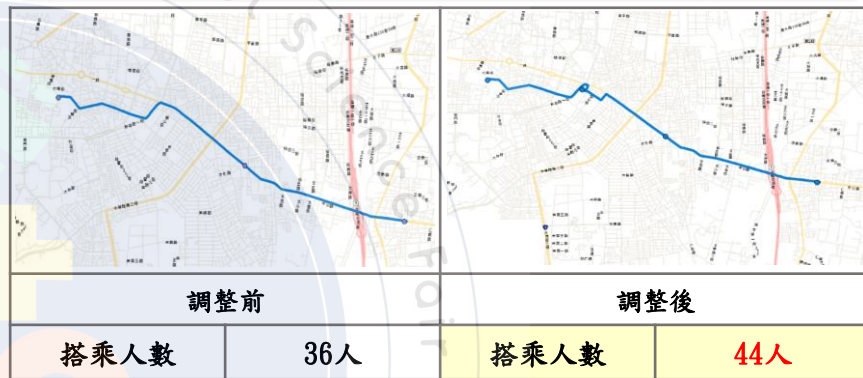
伍、討論

一、評估調整既有專車路線規劃的可行性

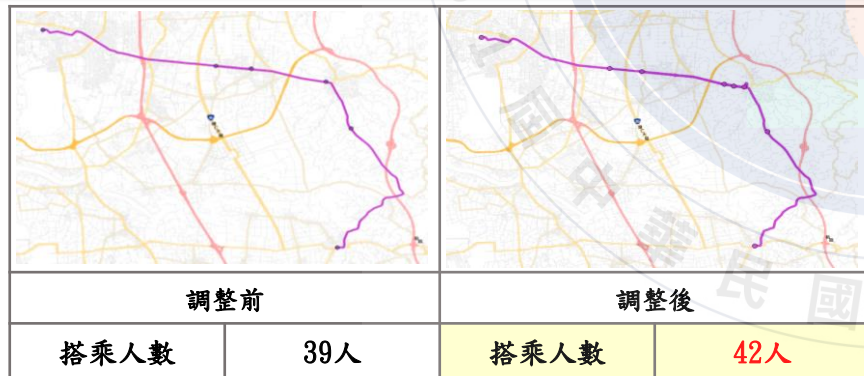
(一) 土城線建議新設立1個新站點--協進國小



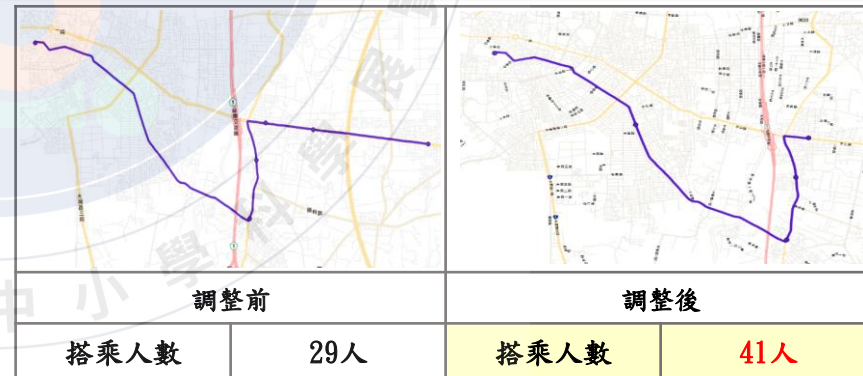
(二) 市區線建議設立1個新站點--東區衛生局



(四) 阿蓮線建議新設立2個新站點--後市-健康眼鏡、林仔-土魷魚焿



(三) 歸仁線建議設立1個新站點--崇善八街口，刪減2個既有站點：後市-健康眼鏡、林仔-土魷魚焿

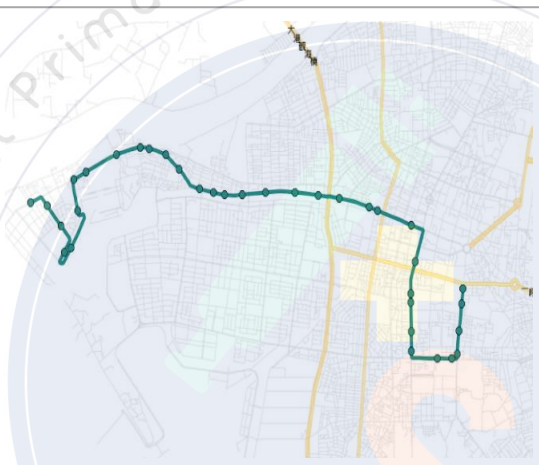


伍、討論

二、評估新闢專車路線規劃的可行性



新闢安平線之路線與站點



市區2路公車路線與站點

項目	站點數量 (個)	行駛時間 (分)
公車路線 (新闢)安平線	4	7
公車 市區2路	31	25

- 比較新闢安平線(左圖)與市區2路公車(右圖)站牌數及估計行駛時間等要素，將市區2路公車作為上學運具有以下三項可改善之處，為更符合學生需求且具經濟效益，因此有新闢安平線之必要，**預估搭乘人數為40人**：
1. 停靠站點數較多。
 2. 行駛時間較長。
 3. 未直達目的地。

陸、結論與建議

建議專車修正後規劃流程及蒐集有搭專車需求學生資料流程圖

蒐集有搭專車需求的學生資料

建議站點



預估效益

●重新調整4條既有的專車路線及新闢1條新路線，可新增搭車學生66人，專車平均搭載率可從87.5%提升至93%。

●使用免費開放的QGIS軟體，操作容易學習，空間分析時間快速，可供無交通專業背景的學校行政人員快速學習上手。

●降低學生平均負擔的車資金額

●減少學校專車的營運成本

柒、參考資料

- 一、王湮筑（2000），市區公車之既有路線調整與新闢路線規劃程序之研究，交通大學交運所碩士論文。
- 二、內政部營建署（2004），市區道路人行道設計手冊。
- 三、李錫堤、鄭錦桐、廖啟雯、林書毅編著，《地理資訊系統導論》電子版，取自 <http://gis.welfaretaiwan.org/Stella/Session4/LeeHandout.pdf>。
- 四、QGIS 及 Open Geodata 資源網，取自 <https://gis.rchss.sinica.edu.tw/qgis/?p=2082>。
- 五、張詠欣、黃柏嘉、蕭沛欣·校車「行」不行—景美女中校車路線配置適切性探討·臺北市立景美女子高級中學。
- 六、李陳歆、李文憶、陳昱瑋·校車最佳路線規劃—以台北縣立樹林高級中學為例·新北市立樹林高級中學。