

臺北市垃圾車收運路徑適宜性分析

Routes Analysis for Household Garbage Collecting and Transporting in Taipei

黃傳楷¹ 王聖鐸²

Huang Chuan-Kai Sento Wang

摘 要

臺北市政府為了解決長久以來的垃圾問題，自 1997 年起陸續實施「垃圾不落地」、「垃圾費隨袋徵收」等環保政策。其中垃圾不落地政策中的「垃圾收運」模式，從原先的定點設置垃圾子車讓市民隨時可放置垃圾待運，改為由固定發車時間的垃圾車行駛固定路徑，並於固定時間暫停於固定的收運點，市民只有在垃圾車短暫停留時間才能拋棄以專用垃圾袋包裝之垃圾。目前垃圾車的收運路徑規劃是以 12 個行政區的界線作為畫分依據，本研究將探討現行路線是否能迎合絕大部分市民需求，以及是否能同時兼顧收運效率及節能減碳目標。首先透過地理資訊系統(Geographic Information System, GIS)建立現行臺北市中山區、松山區及大安區三區邊界垃圾車之路徑模型，接著參考最小統計區人口數、土地使用現況調查及現地統計垃圾量等資訊，以收運點間路徑長度、單一收運點之清運量、單位時間清運量、每人垃圾量、每人單位時間垃圾量、單一路徑總清運量等作為指標，分析現有收運路徑之適宜性。最後嘗試建立跨行政區的路徑模型，將現地統計得到之垃圾清運量，分別帶入現行路徑及跨行政區路徑模型，比較兩者之收運效能。由上述指標綜合分析可知，由於人口結構之改變，部分清運點確有可調整空間，單一清運點停留收運時間亦應隨之調整，以求更加符合居民需求，並提升整體清運效率。

關鍵字：垃圾收運、垃圾不落地、路徑分析、收運效能。

¹國立臺灣師範大學地理學系大三生，kai801128@gmail.com，(02)7734-1638

²國立臺灣師範大學地理學系助理教授，sendo@ntnu.edu.tw，(02)7734-1683

壹、前言

由於研究者剛好居住於臺北市 2 個行政區的交界，每次倒垃圾觀察垃圾車收運路徑時總會好奇：為什麼在研究者倒垃圾的收運點不遠處，會有另一個垃圾車的收運點呢？雖然收運時間約略不同，但位置相當接近。經過進一步查證，發現這 2 個收運點分屬不同行政區下的分隊，而服務半徑卻有部分重疊，只在收運時間上稍作區別，此作法是否能達到最佳收運效率？或是為了符合民眾需求？研究者也由上述等問題啟發本次研究。經查證，目前臺北市的垃圾車收運路徑網路是以 12 個行政區做為劃分依據，每一個行政區再依各個行政區的面積大小和人口數的不同，劃分成 5~7 個分隊[臺北市環保局，2012]，這種模式在行政區交界處可能會讓各分隊垃圾車的責任區域僵化，無法整合其他分隊可負擔的垃圾量，進而導致垃圾收運的總成本提高。本研究先以現行收運路徑模型，依各項指標進行分析，再規劃一跨區收運路徑模型，將現地統計資料帶入分析，並進一步探討兩者差異性與效能。

1-1、主要研究問題:

- 一、現行臺北市的垃圾車收運路徑，是否能透過重新規劃收運路徑及收運點位而能提升其效率？
- 二、是否可以打破行政區劃，以臺北市整體範圍作為收運路徑規劃依據？整體路徑規劃是否能達到最佳的收運效率？

1-2、次要研究問題:

- 一、假設人口數與垃圾量成正比，則目前收運路徑是否通過人口密度高的區域？而整體服務範圍內的人口總數是否最大化？
- 二、在行政區的交界處，是能否解決不同分隊但服務半徑卻重疊的問題？

貳、文獻回顧與探討

2-1、「垃圾不落地」-環保政策相關研究

隨著移居臺北市的人口數日益增加，政府環保部門開始意識到垃圾問題的嚴重性。自 1997 年起以「永續發展」為核心價值，推動「垃圾費隨袋徵收」、「垃圾減量」、「資源回收」及「垃圾收運」等環保政策，其中「垃圾收運」是在垃圾清運制度上的重大改革。「垃圾不落地」就形式而言，即類似「路邊收運資源回收(curbside recycling)」[趙育隆，2007]。有別於以往在特定的地點設立垃圾收集區或停放垃圾子車，政策實施後，垃圾車只會在固定的路徑和時間讓民眾丟置垃圾。這樣一來可以避免原先垃圾收集區髒亂不堪等情形，也可以讓資源回收及廚餘堆肥等工作進行得更加順利，達到整體垃圾減量的效果。

環保政策實施前的回收方式，是民眾必須拿著回收物到特定的回收場去做資源回收，而民眾的參與度普遍不高，因為這麼做對民眾來說不僅費時又費力，但是在垃圾費隨袋徵收的政策上路之後，民眾在成本誘因下，開始勤於做垃圾分類與資源回收，而研究者認為支撐這項政策形成的最大助力，就是合理且符合經濟效益的垃圾車路徑規劃與收運點分佈。

2-2、「垃圾車收運路徑」相關研究

影響路徑分佈及收運點位置的因素大致上可分為人口數量、地形、土地利用分區、道路影響、人口組成因素等。其中又以道路寬度為影響收運點位置的主因。道路較寬闊，垃圾車停駐時間較長，服務半徑的涵蓋範圍也比較大，所需要設置的收運點數目就會比較少[古佳玉等，2011]。在路徑的選擇上，大多是以降低收運路徑之收集成本或是收運路徑之收集時間為考量因素 [林靖凱，2007]。黃文正[2007]其研究主題與本研究的「依行政區劃分路徑模型」的概念相似，惟其以提升臺南縣新營市的收運效能為目的，而本研究所建置以行政區劃分的路徑模型，則會將研究區視野拉大到臺北市的 2~3 個行政區。因為本研究所訴求的目的不在於提升單一行政區收運效能，而是透過整合多個行政區的路徑模型對比現行單一行政區路徑模型，並探討經過整合後的路徑模型是否更符合經濟效益？蔡宗沛[2009]將收運模式，規劃成日間與夜間的收運模式，此篇論文研究方向是以「土地使用分區」為探討關鍵，因為夜間時段住宅區的垃圾車駐點數量相對於商業區的數量就會高出非常多，時序上也會依照居民作息有不同時段可以讓居民傾倒垃圾；相對的，商業區在就會在日間時段來進行垃圾收集的作業。

郭起峻[2011]曾針對「二個不對等規模行政區」合併後其垃圾清除及處置系統進行探討，與本研究「跨行政區的路徑模型」的想法相近。惟該研究區位於高雄市與前高雄縣，當時這兩個縣市下的行政區政治位階、人口、人力資源、基礎建設、年度預算等皆處於不對等的情形，其中當然也包括「垃圾收運系統」。而為了使高雄整體收運系統能達到一致性，此篇論文的研究模式是以原先不同行政區作為建立垃圾處置系統的範圍，期望先以初期的上位規劃(收運系統整合)，導入到中間處理設施的設置，同時進行下位計畫(最佳收運點及收運路徑、最佳收運機具、最佳資源回收設施配置…等)。而本研究的「跨行政區路徑模型」雖然類似此概念，但是本研究的研究區皆為臺北市的行政區，本身政治位階、經費、人口數和收運設備等均相當平均，所以將收運路徑整合在一起應該是沒有一致性的問題，所以本研究重點會擺在最佳點位設置等問題，並探討環境影響因子，適時地將模擬數據以加權的方式去逼近現實環境。

2-3、「最佳路徑分析」相關研究

最佳路徑的研究不只在垃圾車上而已，公共運輸的路徑及收運點等規劃問題，其實與規劃垃圾車的路徑相當類似，兩者都具有週期性的循環，且行駛固定的路徑和暫停於固定的區域。在周義華[2002]的研究中試圖找出公車路徑的最佳組合模式，所運用的參數包含公車路徑總長度、停靠站數、乘載率、乘客資料、營運成本資料及旅行時間資料，而此研究並不包含乘客轉乘不同大眾運輸工具的情況。上述所應用的參數與本計畫所假設的參數類似，包含垃圾車收運路徑總長度、收運點位置、垃圾量、收運成本資料及收運時間。

2-4、小結

- 一、臺北市垃圾車收運路網的規劃來自於「垃圾不落地」政策的推動，但就目前的路徑而言，是否能迎合絕大部分市民需求，以及是否能同時兼顧收運效率及節能減碳目標，仍有進一步研究之空間。
- 二、規劃收運點位的因素眾多，惟經文獻回顧整理後，可以得知道路寬度、

交通流量以及土地使用分區為主要影響因素。因此本計畫亦採用這三項因素進行跨行政區的路徑模型設計與分析，實驗進行亦會參考前人研究曾提及的其他因素。

三、本計畫在求「最佳路徑分析」時，會先以統計軟體進行資料統計，再以 GIS 軟體裡的模組工具進行空間分析求得最佳的問題解。本計畫在最佳路徑的求解上，是以路徑的空間分佈為討論重點，所以並不會深究最佳路徑到底在哪？而是綜合分析路徑上收運點的服務效能，因為單純以統計或是數學公式求出的最佳位置往往與實際情況不符，必須加入環境因子以及實際的人口分布情況才能符合現實中的需求。

參、 研究步驟及方法

3-1、 資料蒐集與研究區劃分

本研究蒐集資料包括：收運點位座標及垃圾量資料、研究區內人口資料。本研究建置點位資料庫，均以現地調查點位為依據(如下圖 1)，以確保實驗分析結果之正確性，輔以內政部最小統計區人口資料圖資進行分析。

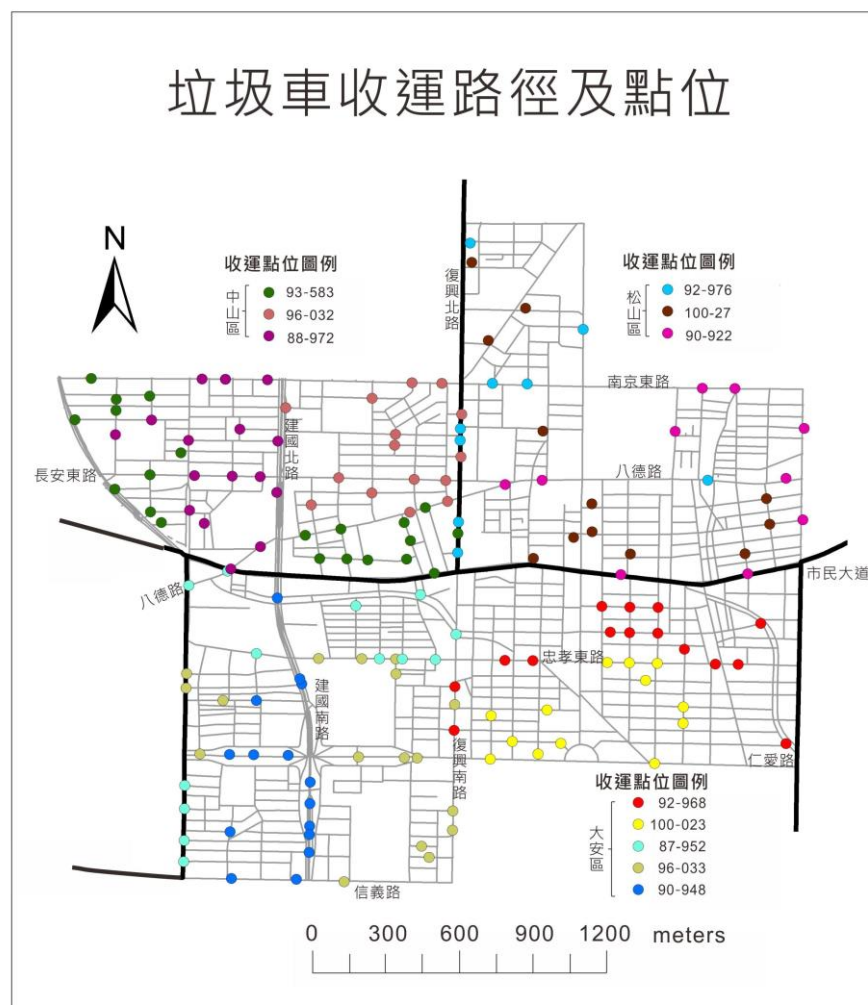


圖 1、垃圾車收運路徑及點位

研究區選定於臺北市中山區、松山區與大安區三區交界處(如下圖 2)，範圍北起松山區松基里，東至松山區復勢、復建里與大安區華聲、正聲里，西至中山區興亞里，南至大安區民昭、和安里。

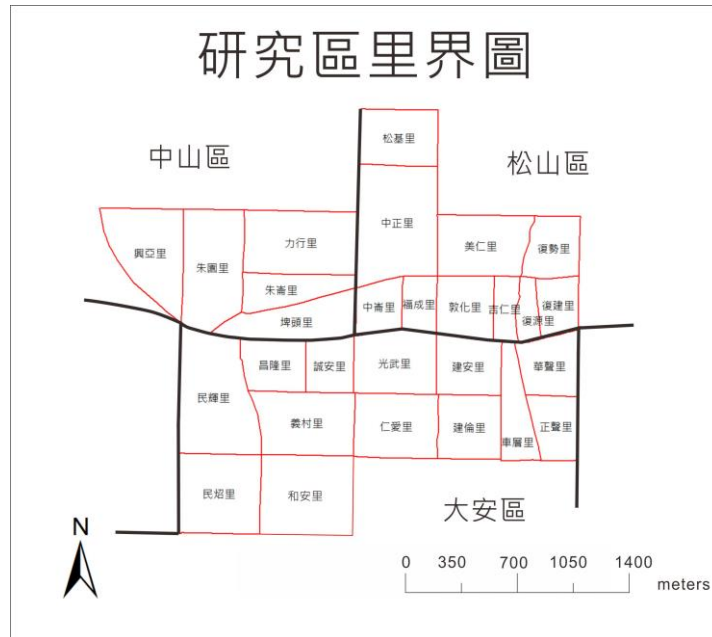


圖 2、研究區里界圖

3-2、研究步驟圖

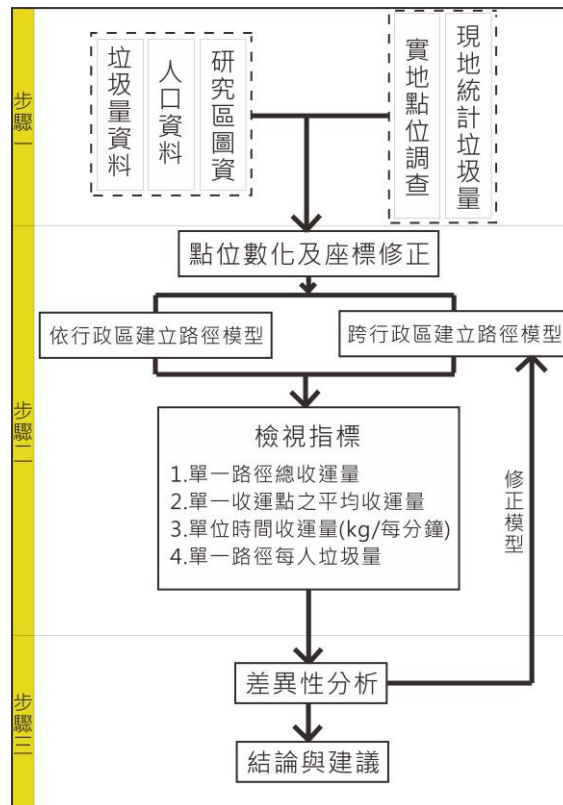


圖 3、研究步驟圖

肆、研究結果

4-1、整體分析比較

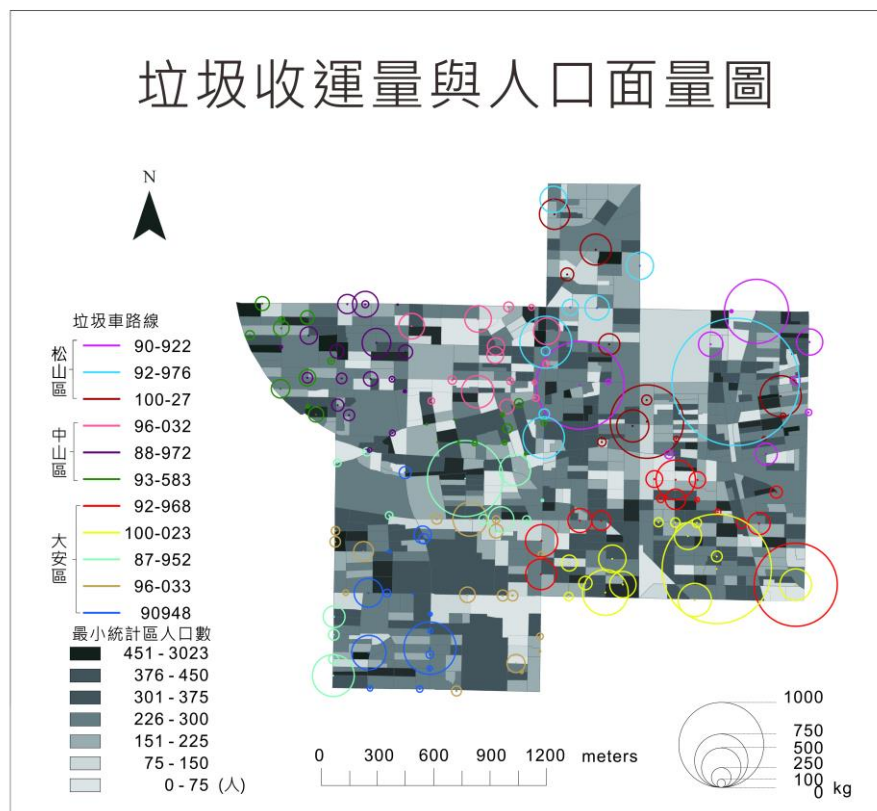


圖 4、垃圾收運量與人口面量圖

首先，上圖 4 是將收運路徑圖層疊圖至最小統計區的人口面量圖層上，再以顏色區分不同路徑，依圓半徑大小呈現各點位垃圾收運量。由圖 4 可看出 11 條路徑之收運型態均有所不同，將其與國土利用調查成果圖資交叉分析後，可歸納以下特徵：

- 一、中山區停駐地點位大多在住宅區，收運點位停駐時間短，約 5 到 8 分鐘，但是收運點位數目也比較多。本區單一收運點垃圾量較少，約 100-250 公斤。
- 二、松山區停駐地點大多位在南京東路與敦化北路等商業區，收運點位停駐時間長，單一收運點垃圾量大，約 500-1000 公斤。
- 三、大安區可以復興南路為界，分為兩個區塊觀察，復興南路以東多為商業區，單一收運點垃圾量約 500-750 公斤，復興南路以西主要為住宅區，垃圾量約 100-500 公斤。

4-2、現行分區收運效能分析

本研究用以評估收運路徑效能指標定義如下：

單一路徑總收運量(公斤)：單一路徑所有收運點位垃圾量加總

單一收運點之平均收運量(公斤)：單一路徑總收運量/收運點位個數

單位時間收運量(kg/每分鐘)：單一收運點之垃圾量/收運點位停駐時間(垃圾量經量化後，不同路徑的點位間可相互比較的數值)

單一路徑每人垃圾量(公斤)：單一路徑收運總量/徐昇多邊形(Thiessen's Polygon)內人口總數(可輔助國土使用調查資料)

再依據上述指標整理成下表 1，並嘗試在效率較低的地方進行修正：

表 1、收運路徑之效能分析指標

路徑編號	單一路徑收運總量	單一收運點平均垃圾量	單一收運點單位時間平均垃圾量	每人垃圾量
松山區清運路徑				
100-27	3661.58	305.13	25.24	0.15
90-922	3421.95	342.95	22.39	0.28
92-976	4441.43	493.49	47.43	0.35
大安區清運路徑				
100-023	5024.47	358.89	55.59	0.30
92-968	4591.05	306.07	57.00	0.24
90-948	2663.55	177.57	28.07	0.20
96-033	2566.35	150.96	21.53	0.27
87-952	3469.13	266.86	20.33	0.30
中山區清運路徑				
88-972	2769.97	153.89	21.57	0.17
93-583	2203.20	104.91	14.96	0.23
96-032	2855.85	190.39	22.27	0.25

經比較分析後可發現，三區的單位時間垃圾量大部分落在每分鐘 20~25 公斤左右，若是以此為合理範圍，則松山區路徑 92-976 可進行停駐時間的調整，因為在路徑 92-976 收運第一趟的第 1 點、第 2 點與第二趟第 1 點，單位時間垃圾量高達每分鐘 70 公斤，故本研究建議延長停駐時間，用以消化單一點位過高的垃圾量。大安區路徑 100-023 與 92-968 可進行調整，經比對國土地使用調查圖資後，此兩路徑行經之區域為高密度的商業區，夜間除了要收受一般民眾垃圾量之外，同時也要收運附近商家的垃圾，造成這兩路徑 2~3 個收運點的垃圾量高達 500kg，連帶影響此區整體收運效能。雖然本區所使用的垃圾車容量尚可應付收運概況，但此兩路徑的龐大的垃圾總量，可能會提高垃圾收運載具的淘汰率，若是 100-023 與 92-968 行駛區域可以透過新增另一條路徑，改由三條路徑共同負責此區，將現行兩路徑共 29 個點位，分為 3 路徑並在垃圾總量非常大的點位，如上圖 4 左下角黃色路徑 100-023 與紅色路徑 92-968，此兩處均有收運點位超過 1000 公斤以上，可在忠孝東路四段 216 巷等地方增加 1~2 個收運點位，讓三條

路徑收運點位達 32 至 34 個，在垃圾總量不變的情況下，兩路徑原收受之 9615.52 公斤，由 3 條路徑約 34 個點位平均分擔後，單一收運點平均垃圾量可降至 282.81 公斤，但如果停駐平均時間維持與兩路徑相同的 5.65 分鐘，則單一收運點單位時間平均垃圾量仍高達每分鐘 50.05 公斤，故在只能增加有限的點位條件之下，亦需搭配在適當點位延長收運時間，方可解決單位時間平均垃圾量過高等問題。

中山區路徑的單一收運點平均垃圾量普遍較低，經研究者現地觀察當地民眾丟擲垃圾的情況後發現，當地人口結構應有改變，此路徑經過許多較老舊社區，如圖 4 左上深綠色路徑 93-583，整體收運點位平均垃圾量僅有 104.91 公斤，單一收運點每分鐘平均垃圾量 14.96 公斤，均為研究區內數值最低的區域，而研究者在跟車紀錄的過程中，也發現垃圾車到了定點後，來丟擲垃圾的民眾寥寥可數。因此，研究者決定由此路徑點位的設置進行探討，經過詢問環保局分隊後得知，點位的安排也非全然操之在環保局各分隊，里長更是點位設置過程中一個重要的因素，調整點位必須經過里長的同意，但是各區里長往往有許多考量，所以並不是每個里長都願意接受分隊第一線清潔隊員所提供的意見。以路徑 93-583 為例，僅需縮短垃圾收運點的停駐時間，即可達到提高每分鐘平均垃圾量，讓第一線清潔隊員可以發揮更高的工作效率。

在計算每人垃圾量時，本研究以每個收運點為中心，以空間中的直線距離為條件，繪製徐昇多邊形(如下圖 5)。亦即假設：「人都希望走最短路程去倒垃圾」，因此任一多邊形內的住戶，理論上會將垃圾集中於該多邊形中心所在的收運點。利用此一特性，可將每一個徐昇多邊形之涵蓋人口進行加總，可得單一路徑收運範圍涵蓋人口總數。

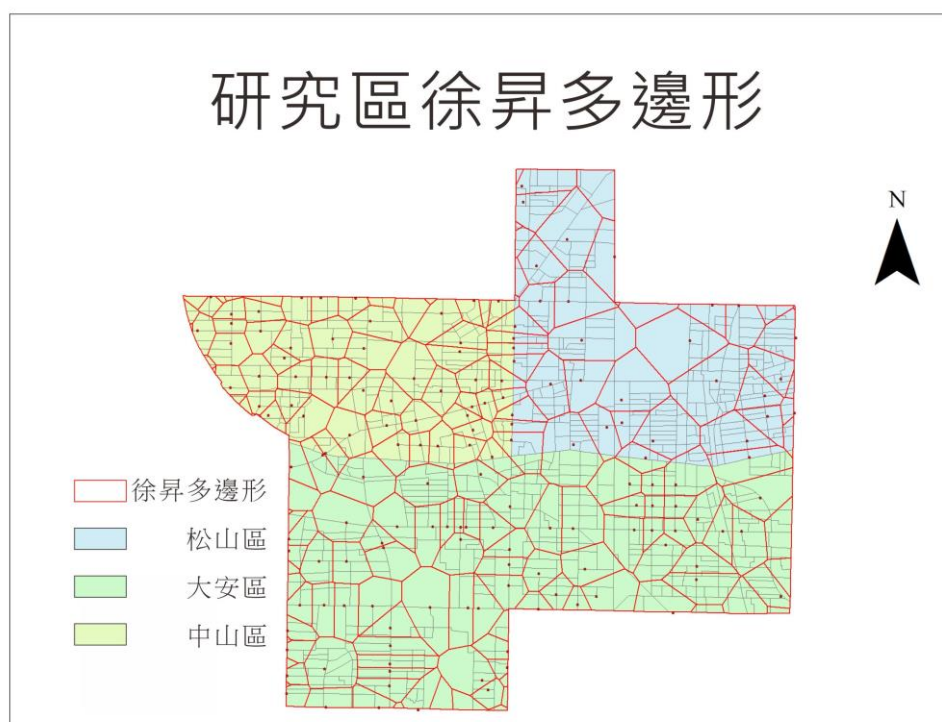


圖 5、研究區徐昇多邊形

單一路徑每人垃圾量 = 單一路徑收運總量 / 徐昇多邊形內人口總和

每人垃圾量所呈現出的是單一收運路徑所經過的地區，收運垃圾量與人口數之比例關係，可以由國土利用調查成果來驗證。一般情況下，垃圾與人口數應成正比，因此不同路徑間的每人垃圾量應該一致。然後根據實際調查資料，大安區每人垃圾量為 0.26 公斤，高於研究區平均值。交叉分析後發現，大安區垃圾收運總量大，但是人口數相對較少。對照國土利用調查成果圖發現其大部分為商業區，戶籍人口較少，因此每人垃圾量高於其他區。

相反地，中山區收運路徑 88-972 與 93583 中的每人垃圾量約為 0.20 公斤，低於大安區的每人垃圾量。然而此區域收運人口數與大安區之人口數相當，造成每人垃圾量較低的原因為單一路徑垃圾總量僅有大安區之 7 成。假如民眾丟擲垃圾情況一致下，顯示有部分設籍於中山區內人口並非在此居住。

4-3、跨區收運模型建置與收運效能分析

收運範圍涵蓋行政區邊界之垃圾車路徑編號整理如表 2，其中以中山區路徑 93-583 所收運的第三趟最適合進行調整。整合範圍如圖下 6 中的三角形所示，由八德路二段，市民大道三段與復興南路三條道路圍繞而成。此區域除了主要收運路徑 93-583 之外，與同區路徑 96-032 也有兩個收運點位的收運範圍高度重疊，更在其邊界匯集了大安區路徑 87-952 與松山區路徑 92-976。

表 2、收運範圍涵蓋行政區邊界之垃圾車路徑

區名	松山區	大安區	中山區
路徑	100-27	87-952	93-583
	90-922	90-948	96-032
	92-976	92-968	
		96-033	

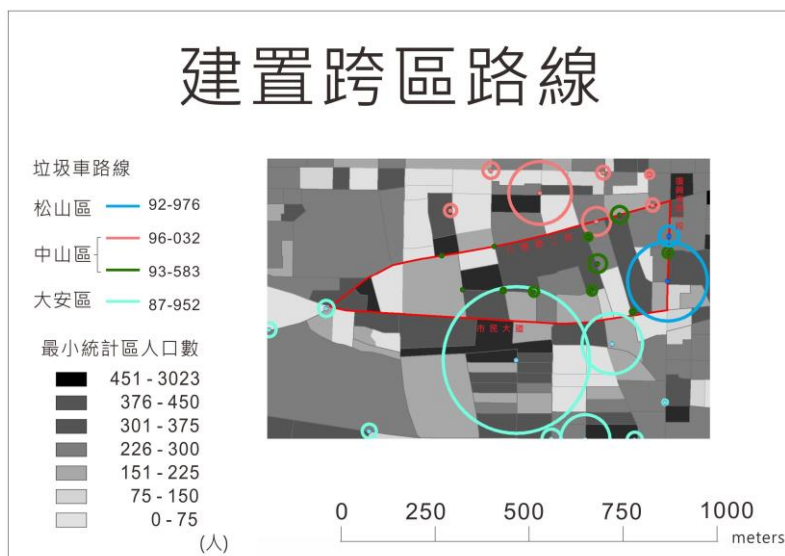


圖 6、建置跨區路徑

在「4-2、現行分區收運效能分析」的中山區部分，研究者就已經提過中山區路徑 93-583 的單一收運點平均垃圾量與單位時間平均垃圾量(kg/每分鐘)均低

於整體研究區平均值。以及在不更動路徑的前提下，將路徑 93-583 的收運時間縮短，可以提高每分鐘垃圾量。這樣的方法，雖然可以消極地解決單一路徑上的問題，但是以此區域來看，很明顯地其周邊有其他收運點位的垃圾總量較大，確有其整合調整之處。

本研究假設一條新的跨區路徑 A，此路徑以中山區路徑 93-583 第三趟次的 11 個點位(圖 6、深綠)為主要收運範圍，並將同區路徑 96-032(圖 6、粉紅)在八德路與長安東路上的 7 個點位納入，再向南跨區收運大安區路徑 87-952(圖 6、淺藍)第一趟次的第 1 個點位，及松山區路徑 92-976(圖 6、深藍)在復興南路一段上的 2 個收運點。本研究在參考國土利用調查成果圖資後，發現中山區與大安區在此邊界均為住宅用地(如下圖 7)，且在原先在分區收運之情況下，此 2 行政區均有在此邊界設置收運點位，因此本研究以此為依據，選地此區域進行調整及跨區收運分析。

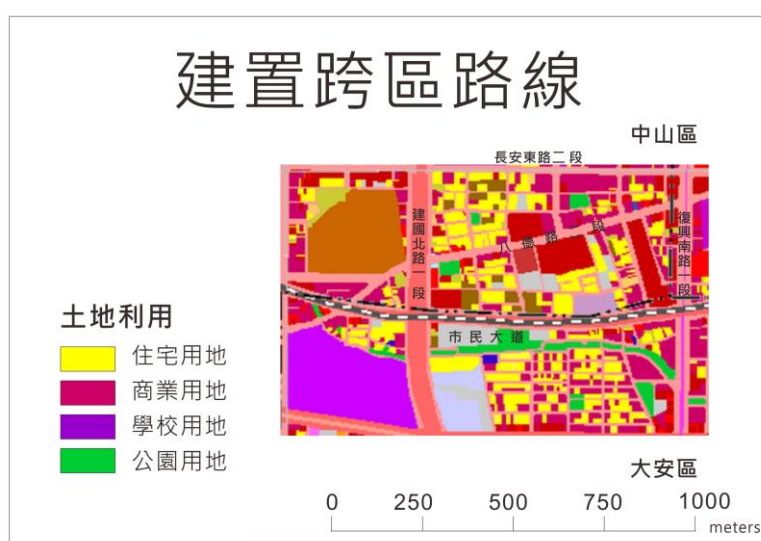


圖 7、建置跨區路徑 A 之國土利用調查圖資

經整理過後新編路徑 A 共有 21 個點位，其路徑收運總量達 3375.45 公斤，收運點平均垃圾量提升至 160.74，收運點單位時間平均垃圾量也提升至較合理的 20.13 公斤。

而中山區在扣除路徑 A 之收運範圍後，可由中山區 88-972 與 96-032 共同收運原先需由三區收運之範圍，其兩路徑整合後垃圾總量由原先的 5625.82 公斤提升至 6153.68 公斤，也同時讓中山區內三條路徑的總體收運量更平衡，平均總收運量都在 3000 公斤左右。

其他區域路徑在經過調整後，收運資料變化如表 3，大多沒有太大的變化，與先前分區之收運型態接近，而大安區路徑 87-952 與松山區路徑 92-976 在點位被減少後，可再安排收運其他同區路徑點位，進而達到提升整體清運之效能。

表 3、調整前後收運效能指標

調整後路徑	單一路徑收運總量 (公斤)		單一收運點平均垃圾 量(公斤)		單一收運點單位時間 平均垃圾量(公斤/每 分鐘)	
	調整前	調整後	調整前	調整後	調整前	調整後
路徑 A	3375.45		160.74		20.13	
88-972 與 96-032	5625.82	6153.68	172.14	170.94	21.92	22.82
87-952	3469.13	2457.68	266.86	204.80	20.33	25.13
92-976	4441.43	3752.78	493.49	536.11	47.43	40.33

4-4、研究限制

本研究在整體路徑的點位展點時，將單一路徑 1 至 3 趟次點位，同時展點至最小人口統計區上，目的在分析整體收運點位與其對應人口之關係。但實際上，收運點位間有時間上的區別，且本研究亦無法進行人口流動之計算，因此本研究所推估之垃圾量可能與實際上有所出入。

另外，本研究之現地統計垃圾量，因為無法一一分辨每包垃圾所使用的垃圾袋種類，故此計算方式僅能合理估計收運點位垃圾量。而在運用分析指標-每人垃圾量時，此數值與臺北市環保局所公布之每人垃圾量不能相互比較，因為在垃圾總量上此 2 數值計算方式並不相同，本研究主要計算項目為夜線收運路徑總量，而事實上，各分隊除了夜線收運工作之外，也須負責其他非夜線收運工作，譬如道路兩旁行人專用垃圾桶，而這一部分也被納入臺北市所公布之每人垃圾量。

最後在分析結果方面，本研究嘗試以一個綜觀的角度切入問題，分析項目為三區邊界之整體收運效能，主要目的在解決不同路徑間收運量不等之問題，也因為本研究是以平均值討論單一路徑上收運點垃圾量，所以分析方法無法解決單一點位垃圾量大小不拘等問題，只能就整體而言比較兩路徑間之收運效能差異。

伍、結論與建議

臺北市近年來垃圾減量成果豐碩，也讓許多行政區內之收運點位有調整之必要，但是在調整點位的過程中，決策者為了符合當地居民需求之條件下，是否有用科學方法分析其調整結果我們不得而知。但是在本研究統計與分析研究區內 11 條收運路徑後，發現部分路徑收運效能較低，宜進行跨區整合。而由模型推估，在跨區調整過後，不僅達到單線收運路徑之收運效能提升，整體區域之收運效能亦隨之提升。本研究以整體收運效能切入，未能在單一路徑上收運點位間多作琢磨，後續研究者可在單一路徑中尋找最佳設置點位之位置。這樣的做法，可讓單一路徑達到最佳收運模式，也能比較有效輔助當地決策者進行點位的設置，達到學術方法實際應用於生活領域之中。

陸、謝辭

本計畫在國科會的贊助下完成，計畫編號為 101-2815-C-003-059-M，在此要特別感謝國科會與王聖鐸老師的指導。在短短 8 個月的研究時程內，要做出一個完整的研究計畫，真的是一件不容易的事情。在研究的過程中，我也逐步實現將所學，應用在我有興趣的生活議題上。研究過程中除了要感謝王聖鐸老師耐心地指導我的論文之外，也要感謝系上老師的教導、研究室昱森學長及婕昕、昭錚學姊的指導與建議。另外，謝謝我的朋友仁偉在研究時提供的協助，最後也要感謝最愛我的父母以及我的女朋友好蓉，你們的愛化成讓我前進的動力，傳楷要感謝曾經幫助我成長的每一個人，謝謝。

柒、參考文獻

- 古佳玉、吳璧羽、陳芝毓，2011，垃圾車駐點分布之相關問題探討—以臺北市內湖區為例，第十屆「高中地理奧林匹亞」競賽獲頒團體組一等獎。
- 李昫晏，2010，都市垃圾收運路徑優選之研究，逢甲大學環境工程與科學所碩士論文。
- 林靖凱，2006，市鎮廢棄物收運與回收便利性路線之規劃，朝陽科技大學環境工程與管理系碩士論文。
- 周義華，2002，公車路徑最適營運策略組合之研究，國立臺灣大學土木工程學系暨研究所。
- 郭起峻，2011，多目標數學規劃應用於二個不對等規模行政區合併後其垃圾清除及處置系統之上位規劃，義守大學土木與生態工程學系碩士班碩士論文。
- 陳宏、宋艷，2010，基于改進遺傳算法的城市交通最佳路徑選擇，唐山師範學院學報，第32卷第5期：72~74頁。
- 黃文正，2007，以垃圾不落地之原則規劃理論最佳收運路徑之研究-以臺南縣新營市為例，國立高雄第一科技大學環境與安全衛生工程所碩士論文。
- 趙育隆，2007，都市垃圾收運方式對資源回收量影響之時間序列分析：以垃圾不落地措施為例，都市與計劃，第34卷第2期：117~137頁。
- 蔡宗沛，2009，蟻群最佳化回收便利性收運模式之發展，朝陽科技大學環境工程與管理系碩士論文。

網路資料：

- 臺北市環保局，2012，http://www.dep.taipei.gov.tw/MP_110001.html，2012/1/19 瀏覽。
- 國立臺灣海洋大學總務處環安組，2012，<http://www.oga.ntou.edu.tw/des/%E7%92%B0%E5%AE%89%E8%A1%9B%E6%A5%AD%E5%8B%99%E5%9E%83%E5%9C%BE%E4%B8%8D%E8%90%BD%E5%9C%B0%E7%AE%A1%E7%90%86/>，2012/2/10 瀏覽。