

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

高齡社會的來臨：為 2025 年的台灣社會規劃之整合研究--  
高齡者需求回應運輸服務系統之規劃與應用(第 3 年)  
研究成果報告(完整版)

計畫類別：整合型  
計畫編號：NSC 97-2420-H-216-002-KF3  
執行期間：99 年 08 月 01 日至 100 年 07 月 31 日  
執行單位：中華大學運輸科技與物流管理學系

計畫主持人：卓裕仁  
共同主持人：張靖、李泰琳、徐淵靜

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 100 年 10 月 30 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫  成果報告  
 期中進度報告

高齡社會的來臨：為 2025 年的台灣社會規劃之整合研究 -  
高齡者需求回應運輸服務系統之規劃與應用

計畫類別： 個別型計畫  整合型計畫

計畫編號：NSC 97-2420-H-216-002-KF3

執行期間：97 年 8 月 1 日至 100 年 7 月 31 日

執行機構及系所：中華大學運輸科技與物流管理學系

計畫主持人：卓裕仁

共同主持人：徐淵靜、張靖、李泰琳

計畫參與人員：林靜芬、陳立峰、朱佑旌、高穗涵、陳怡安、賴湛培、  
謝泳興、賴蓉芝、彭琳、張紹俞、黃世憲、朱玲萱、蔡佩  
珊、蔡斯偉、高啟銘、吳世宜、張家綸、巫岳翰、羅元鈞

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告  完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

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

處理方式：除列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年  二年後可公開查詢

中 華 民 國 一〇〇 年 十 月 卅 日

## 目 錄

中文摘要 .....	V
Abstract .....	VI
第一章 緒論 .....	1
1.1 研究背景與動機 .....	1
1.2 研究目的與範圍 .....	1
1.3 研究架構與方法 .....	2
第二章 文獻回顧與探討 .....	6
2.1 高齡者旅運需求與特性 .....	6
2.2 需求回應運輸服務發展概況 .....	8
2.3 我國大眾運輸之運價與補貼機制 .....	10
2.4 撥召服務與電腦化車輛派遣系統 .....	11
第三章 高齡者旅運需求特性之調查與分析 .....	13
3.1 實作地區現況概述 .....	13
3.2 調查內容與方法 .....	18
3.3 台南市西港區之高齡者旅運需求特性分析 .....	20
3.4 新北市板橋區之高齡者旅運需求特性分析 .....	21
第四章 需求回應運輸系統營運模式之規劃與設計 .....	24
4.1 DRTS 營運模式之一般性設計架構 .....	24
4.2 台南市西港區之高齡者 DRTS 營運模式規劃 .....	29
4.3 新北市板橋溪崑地區之 DRTS 營運模式規劃 .....	31
第五章 乘客預約與車輛派遣系統之開發與測試 .....	37
5.1 預約與派遣系統之功能架構 .....	37
5.2 PDPTW 之啟發式演算法設計 .....	40
5.3 系統模擬測試與績效分析 .....	41

第六章 結論與建議 .....	45
6.1 研究成果與結論 .....	45
6.2 建議與後續研究課題 .....	45
參考文獻 .....	47
附錄一 高齡者旅運需求特性調查問卷內容 .....	51
附錄二 高齡者餐點配送服務路線規劃論文 .....	56

## 圖 目 錄

圖 1-1 研究架構圖 .....	2
圖 1-2 「DRTS 乘客預約與車輛派遣系統」與研究對象之關聯圖 .....	4
圖 3-1 台南市西港區地理位置 .....	13
圖 3-2 台南市西港區行政區域 .....	14
圖 3-3 台南市西港區客運經過路線及站牌所在點 .....	15
圖 3-4 新北市板橋區地理位置 .....	16
圖 3-5 新北市板橋區行政區域 .....	17
圖 3-6 公車 840 板橋溪崑地區-捷運板橋站路線圖 .....	18
圖 4-1 SAMPLUS 計畫之 DRTS 服務路線型式 .....	25
圖 4-2 四種 DRTS 之路線基本型式 .....	26
圖 4-3 DRTS 服務水準架構 (Lau, 1998) .....	29
圖 4-4 溪崑地區巡迴接駁巴士轉乘示意圖 .....	32
圖 4-5 溪崑地區巡迴接駁巴士營運路線圖 .....	35
圖 4-6 溪崑地區巡迴接駁巴士站點服務範圍 .....	36
圖 5-1 西港鄉服務車電腦輔助派遣系統架構圖 .....	38
圖 5-2 VPDAR_CADS 模擬測試系統介面圖 .....	42

## 表 目 錄

表 3-1 台南市西港區各里人口數及 65 歲以上高齡者人口比例 .....	15
表 3-2 西港區各里調查樣本分配與統計 .....	19
表 3-3 板橋溪崑地區各里調查樣本分配與統計 .....	19
表 4-1 DRTS 之基本營運型式與服務特性 .....	27
表 4-2 DRTS 之營運模式應用範例 .....	27
表 4-3 西港區高齡者 DRTS 營運模式之車輛型態 .....	30
表 4-4 西港區高齡者 DRTS 營運模式之停靠點位置 .....	30
表 4-5 行經樹林火車站與捷運亞東醫院站的公車路線彙整表 .....	33
表 4-6 溪崑地區巡迴接駁巴士營運班表設計範例 .....	34
表 5-1 實驗一測試結果彙整表 .....	43
表 5-2 實驗二測試結果彙整表 .....	43
表 5-3 實驗三測試結果彙整表 .....	44
表 5-4 實驗四測試結果彙整表 .....	44

## 中文摘要

隨著醫療技術的進步，台灣已逐漸進入高齡化社會的時代。由於高齡者人口日益增加，他們的行的問題是一項值得關注的議題。大多數的高齡者，因其身體與經濟因素之限制，非常倚賴公共運輸系統做為其代步工具。然而，對於大多數地區（例如：鄉里地區、都市郊區）而言，由於當地的公共運輸系統未臻完善，往往使得有上述交通需求的高齡者無法順利出行。

本計畫之主要目的乃希望研究如何提供非都市化地區或都市郊區的高齡者從事就醫、購物、休閒、宗教、洽公等日常活動之需求回應運輸服務（Demand Responsive Transportation Service, DRTS），以改善其基本行的問題。本計畫共分三年時程，所獲致之主要成果如下：

- (1) 針對實作社區之板橋區溪崑地區與台南市西港區進行高齡者旅運需求調查，以了解該地高齡者之旅運活動特性與功能需求。
- (2) 根據國外文獻與案例之經驗，提出一套規劃 DRTS 營運模式的設計架構，並將其應用於上述兩個實作社區。
- (3) 於台南市西港區提出結合區公所服務車與計程車之「小型車共乘撥召服務」DRTS 營運模式，於新北市板橋溪崑地區提出以原公車路線為基礎之「社區巡迴接駁巴士」DRTS 營運模式。
- (4) 針對西港區「小型車共乘撥召服務」DRTS 營運模式，提出其電腦輔助派遣系統架構，並設據以開發出一套「高齡者乘客預約與車輛派遣系統」。

上述成果冀能提供國內建置 DRTS 系統之參考。此外，本計畫亦建議政府主管機關應研擬副大眾運輸或需求回應運輸之相關法規，以健全需求回應運輸的發展條件。

**關鍵詞：**高齡者；需求回應運輸；旅運需求調查；撥召服務；電腦輔助派遣系統

## ABSTRACT

Because of the progress in medical technology, Taiwan has become an aging society. In addition, the percentage of the elderly to the whole population is still growing. However, most of the public transportation services are designed for the general people. Those services may have different barrier levels to the elderly. Therefore, the elderly, especially, who dwell in the non-urbanized or suburban areas, need a specific transportation mechanism that is designed for them. Thus, the improvement of public transportation service for the elderly in Taiwan becomes an important issue.

The main purpose of this three-year project is to study how to provide a demand-responsive transportation service (DRTS) system for the elderly in the non-urbanized or suburban areas. The major results of this research are:

- (1) We conducted a travel demand survey for the elderly at two selected communities, Banciao City and Sigang Township, to understand their travel character and demand.
- (2) According to the experience of literatures and foreign cases, we proposed a referable framework for planning the DRTS system and applied this framework to the above communities.
- (3) We proposed a van-pool dial-a-ride (DAR) operational model for the Sigang Township, as well as proposed a community shuttle bus for the Banciao City.
- (4) We developed a prototype of the computer aid dispatching system (CADS) to facilitate the DAR operating, and developed a heuristic algorithm for solving the pickup and delivery problem with time windows (PDPTW) dealing with the dispatch.

The previous results could not only offer the basis of the successive research but also be the reference of developing other DRT systems. On the other hand, we also suggest that the government must built related laws and regulations for developing the DRTS.

**Keywords:** the elderly; demand responsive transportation service (DRTS); travel demand survey, dial-a-ride (DAR), computer aid dispatching system (CADS)



# 第一章 緒論

## 1.1 研究背景與動機

根據聯合國世界衛生組織所訂定的高齡化社會指標（65歲以上的老年人口佔總人口之百分比超過7%以上），中華民國早已進入高齡化國家之列。依據內政部人口統計資料發現：民國82年9月底，台灣地區65歲以上的老年人口已有1,485,200人，佔總人口之7.09%；迄民國96年2月份，老年人口增加到2,296,368人，佔總人口的10.04%，顯現我國高齡人口之數量與比例呈現逐年增加的趨勢（內政部社會司網站，2008）。此外，依據行政院經建會的推估，預計至民國115年台灣高齡人口之比例就會超過20%，亦即每五人中就有一位是高齡長者（行政院經濟建設委員會網站，2008）。

根據陳菟蕙等人(2008)的調查結果顯示，高齡者對交通的需求以就醫、購物、休閒為最主要的旅次目的。隨著醫療技術的進步，台灣高齡者人口不僅日益增加，其身體狀況也更加健康。這顯示高齡者將會有更多機會從事各項戶外活動（例如，社交、休閒、商業等），因此運輸服務及設施是協助高齡者達成其活動機能的重要工具。然而，多數的高齡者因其身體與經濟因素之限制，非常倚賴公共運輸系統做為其代步工具。但是國內目前絕大多數運輸系統之相關設施與服務方式，無論在規劃設計或營運管理上，皆忽略了高齡者的需求特性，以致形成高齡者之運輸障礙。

此外，非都市化地區或都市郊區因屬於低度開發且人口密度低之地區，大眾運輸的旅次需求少，難以維持一般公車服務，常造成客運業者的營運虧損問題。雖然我國政府對上述地區的服務路線投入資金進行補貼，但補貼成效並不顯著，絕非長久之計。再者，現階段實施之老人運輸優惠政策均只考量金錢上之補貼，若運輸系統的路線與時刻表不能配合高齡者實際的需要，此項優惠福利措施不僅無法發揮其功效，也可能增加政府財政負擔。

「需求回應運輸服務（Demand Responsive Transportation Service, DRTS）」亦稱為「副大眾運輸（Para-transit）」。根據歐盟 DRTS 研究計畫 SAMPLUS (System for Advanced Management of Public Transportation Operations Plus)所給予的定義：「DRTS 為一種以使用者需求為導向的運輸服務，可在低密度地區或低運輸需求的時段，提供符合個人化的彈性路線與時刻規劃，具有共享運具特性之高效率副大眾運輸系統，結合私人交通與公共交通特性，提供符合需求特性之多樣化運輸系統，彌補傳統大眾運輸不足之處」(康書嫻, 2005)。DRTS 因可因應乘客之需求以決定其路線與班次，且具有較高的可及性及較合理的費率，故常被視為填補大眾運輸(公車及捷運等)與計程車服務間空隙的一種運輸服務；DRTS 雖不及計程車服務來得好，但因為其具有相對較便宜的費率使得 DRTS 仍有其潛在的市場需求。

高齡者的「行」的問題已經受到社會大眾的關切。有鑑於此，如何運用更適當的運輸系統設施與先進科技，發展有及門服務與彈性路線等自主性高之需求回應運輸服務體系，以提供我國高齡者一個安全、舒適、便利、高服務品質的公共運輸環境，乃是刻不容緩的重要課題。

## 1.2 研究目的與範圍

基於上述動機，本研究之主要目的乃希望能提供非都市化地區或都市郊區高齡者從事就醫、購物、休閒、宗教、洽公等日常活動之需求回應運輸服務，以改善其「行」的問題。研究目的說明如下：

1. 了解我國高齡者之旅運特性及其對 DRTS 之需求，並藉以規劃適當的 DRTS 營運模式，設計 DRTS 的營運績效指標與成本效益分析機制。
2. 應用系統分析與先進 ITS 技術，開發一套電腦化的「乘客預約與車輛派遣系統」，以協助客運業者執行高齡者需求回應運輸服務業務。
3. 將上述規劃之 DRTS 營運模式與開發之電腦派遣系統，在實作社區內試辦營運並評估其效益與可行性，最後提出未來推動 DRTS 之策略方案。

本計畫的研究對象與範圍設定在非都市化地區或都市郊區的高齡者。研究對象方面，高齡者的定義為「年滿 65 歲，身體健康、可自由活動之居民」；對於行動不便（例如：使用輪椅代步、重大疾病）的長者，本研究假設當地的復康巴士體系可以運作並服務這些長者，故不是本研究探討之對象。研究範圍方面，經總組計畫協調，分別選定了「台南市西港區」與「新北市板橋區」做為非都市化地區及都市郊區的實作社區。（註：2010 年 12 月 25 日，台南市市合併升格為直轄市「台南市」，原台南市西港區改稱為台南市西港區；新北市升格為直轄市「新北市」，原新北市板橋區改稱為新北市板橋區）

此外，再針對本研究所涉及之各種公共運輸系統稍作說明。所謂「公共運輸（Public Transportation）」係指提供一般公眾使用之旅客運輸服務，又分為：大眾運輸（Mass Transit）與副大眾運輸兩類；「大眾運輸」係指具有固定路線、固定班次與標準費率之公共運輸，例如：公車（Bus）、捷運（Mass Rapid Transit, MRT）等；「副大眾運輸」的路線與班次較具彈性，例如：計程車（Taxi）、撥召公車（Dial-A-Ride, DAR）、隨停公車（Hail-A-Ride, HAR; Jitney）等。本研究所探討的需求回應運輸服務（DRTS）與副大眾運輸相當類似，在後續的內文中，皆以 DRTS 來代表需求回應運輸服務或副大眾運輸。

### 1.3 研究架構與方法

由 1.2 節之研究目的與範圍可知，本研究的對象乃以「高齡者」為主體、「客運業者」與政府單位之「主管機關」為輔體，並藉由本研究所開發的電腦化「預約與派遣系統」來連結「高齡者」與「客運業者」。圖 1-1 顯示本計畫之研究架構，整個架構考慮了高齡者之需求特性、客運業者之營運模式、需求回應運輸服務體系、主管機關之補貼機制等主要議題，以及社會福利政策、相關法令規範、系統績效評估與成本收益分析等研究課題。由圖 1-1 可看出，整個研究架構所涵蓋的範疇非常廣泛，各課題之間的關聯性亦相當複雜。

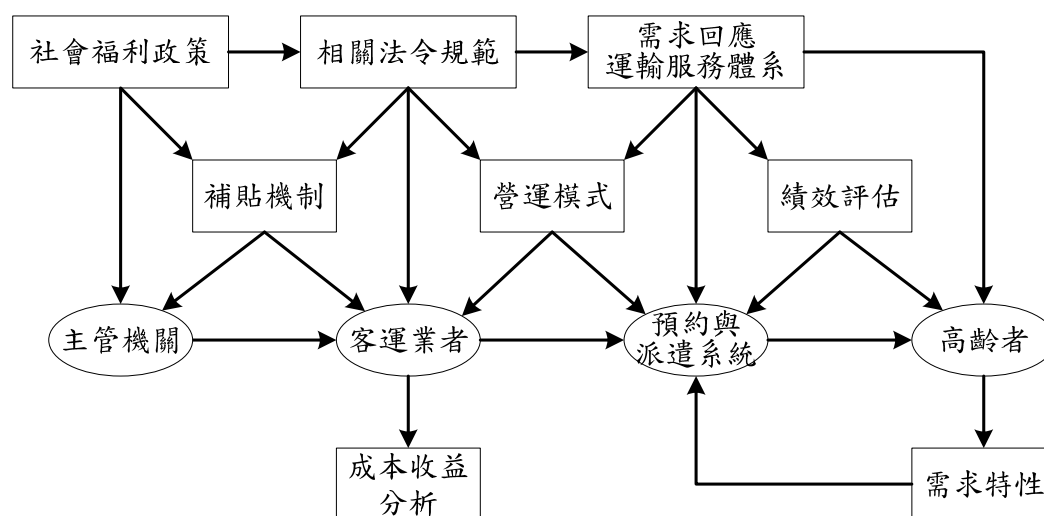


圖 1-1 研究架構圖

由於本計畫所探討議題的範疇廣泛，因此不同階段採用之研究方法亦不相同。本計畫為三年期整合型計畫之子計畫，以下分別就三年期各年之研究步驟與方法加以說明。

由圖 1-1 可看出，「相關法令規範」、「需求回應運輸服務體系」與「高齡者需求特性」是整個研究首應探討的課題，因此第一年期即針對上述三項課題進行研究。第一年期之工作項目與執行步驟說明如下：

一、相關文獻之蒐集與回顧。利用網路資源與檢索系統蒐集相關文獻並進行回顧。擬蒐集的文獻包括以下四種類型：

- (1) 國內有關大眾運輸與準大眾運輸業者之法規、票價與補貼辦法。
- (2) 國內外有關 DRTS 之學術文獻與實例報告。
- (3) DAR 問題模式與求解演算法之學術文獻。
- (4) 乘客預約與車輛派遣系統之相關文獻與報告。

二、法規、票價與補貼機制之探討。探討與高齡者需求回應運輸服務系統相關之法令規範、票價制訂與補貼機制。工作項目包括：

- (1) 檢討現行法規對 DRTS 系統之規範與管理辦法。
- (2) 探討我國對大眾運輸及社會福利機構之補貼方式與辦法。
- (3) 參酌現行之大眾運輸與計程車費率制訂機制，探討 DRTS 系統之費率制訂機制。

三、高齡者之旅運需求特性調查與分析。設計高齡者旅運需求問卷並進行家戶訪問調查，以了解實作社區高齡者之日常活動與旅運需求特性。本項旅運需求特性調查係專為本子計畫所進行，與總組計畫之調查不同。工作項目包括：

- (1) 蒐集實作社區相關資料，如行政區域、大眾運輸系統，以做為分析之參考。
- (2) 透過總組計畫協調戶政單位蒐集實作社區之高齡者名冊，並進行抽樣。
- (3) 設計旅運日誌調查問卷，內容包含：基本資料、活動旅次鏈、運具使用、願付價格等大項，並進行初測與調查人員訓練。
- (4) 商請當地鄰里長協助，由調查人員於假日或晚間前往訪談。
- (5) 將問卷項目編碼，輸入問卷調查結果以建立檔案。

四、DRTS 系統之功能需求分析。針對實作社區高齡者之日常活動型態與旅運需求強度，分析 DRTS 系統所需具備的功能與條件。工作項目包括：

- (1) 根據高齡者旅運需求特性調查與分析之結果，研擬 DRTS 系統所需具備的功能與條件，並初步決定實作地區所適合的 DRTS 型態。
- (2) 協調不同運輸系統之功能需求，並徵求其他分組的功能需求建議。

第二年計畫的重點在於根據國內外文獻與案例所建議之各種 DRTS 營運模式，研提一套適合我國發展 DRTS 系統之規劃架構，並針對兩個實作社區的高齡者旅運需求特性，據以規劃其 DRTS 營運模式與系統設計要素內容。第二年期之工作項目與執行步驟說明如下：

一、DRTS 系統之營運模式規劃與設計。依據高齡者需求回應運輸系統之功能需求分析，規劃與設計 DRTS 系統之營運模式。工作項目包括：

- (1) 運輸服務規劃：服務範圍、路線型式、頻率、車輛大小（座位數）與設備要求。
- (2) 營運模式設計：車輛來源與數量、司機來源與人數、行政支援體系（含預約與派

遣之人員與設備、營運組織架構與作業流程)。

(3) 研擬適合實作地區之 DRTS 型態，並決定 DRTS 系統所需具備的功能與營運條件。

二、DRTS 系統之營運成本與收益分析。確認營運模式後，進一步計算分析 DRTS 系統的營運成本與收益。工作項目包括：

- (1) 根據成本會計原則，研擬 DRTS 系統營運成本項目，並對實作地區 DRTS 系統進行估算與分析。
- (2) 根據旅運需求結果，估算 DRTS 系統實施後之可能搭乘乘客人數，再擬定 DRTS 系統之費率與票價計算公式，以計算出損益兩平 (break-even) 之載客人數。
- (3) 分別從使用者、業者與政府的角度，探討實施 DRTS 系統後可能產生之效益與衝擊，並初步研擬其績效評估指標。

三、試辦營運業者之訪談與資料蒐集。與實作社區當地之相關業者進行訪談，工作項目包括：

- (1) 訪談實作社區當地之地方政府、社區居民代表及相關客運業者 (如，汽車客運公司、計程車車行、汽車租賃公司)。
- (2) 進一步接洽並確認有意願試辦的業者，蒐集該公司之基本資料。

四、乘客預約與車輛派遣系統之規劃。根據所規劃之 DRTS 營運模式，參酌有意願試辦業者的組織與資源條件，應用系統分析方法，規劃與設計 DRTS 之乘客預約與車輛派遣系統。

第三年期計畫之重點即在於開發出電腦化的「DRTS 乘客預約與車輛派遣系統」(以下簡稱「預約與派遣系統」)，圖 1-2 顯示「預約與派遣系統」與各研究對象之間的關聯。高齡乘客可透過使用者介面向「預約與派遣系統」預約 DRTS 服務，然後「預約與派遣系統」將派遣結果透過營運者介面通知客運業者，最後由客運業者提供實際服務以滿足使用者之需求。

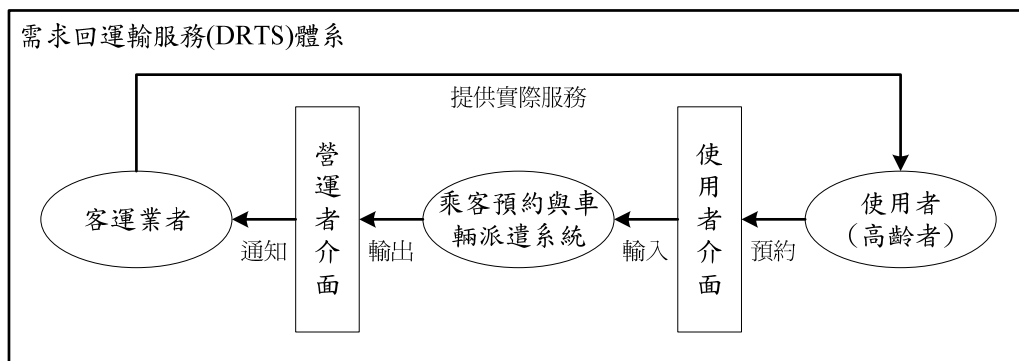


圖 1-2 「DRTS 乘客預約與車輛派遣系統」與研究對象之關聯圖

此外，在模式庫的部份，本研究擬以「具時窗限制同時收送貨車輛路線問題 (Pickup and Delivery Problem with Time Windows, PDPTW)」為基礎，來構建適合本研究 DRTS 營運型態之數學模式。由於 PDPTW 模式屬於複雜度很高的 NP-hard 問題，且考慮本「預約與派遣系統」之即時回應性，故決定採用啟發式方法 (heuristics) 或巨集啟發式方法 (meta-heuristics) 來設計求解演算法。第三年期之工作項目與執行步驟說明如下：

一、系統資料蒐集與資料庫之建立。工作項目包括：

- (1) 資料庫與資料檔案規格設計。
- (2) 高齡者與業者營運資料建檔。
- (3) 資料關聯與流向正確性測試。

二、演算法設計與模式庫之建立。工作項目包括：

- (1) DRTS 或 DAR 模式構建與驗證。
- (2) 巨集啟發式演算法架構設計。
- (3) 演算法程式撰寫與測試。

三、系統操作界面之設計與開發。工作項目包括：

- (1) 探討符合高齡者使用需求之操作界面樣式與內容。
- (2) GIS 界面開發與地理資料庫建檔。
- (3) 系統界面操作測試與修改。

四、系統功能之測試與程式修改。工作項目包括：

- (1) 資料庫、模式庫、系統界面功能與績效之情境測試。
- (2) 資料庫、模式庫、系統界面之功能修正與程式修改。

五、系統整合測試與績效評估。工作項目包括：

- (1) 乘客預約與車輛派遣系統之整合測試。
- (2) 建立 DRTS 之績效評估構面與架構，決定評估指標與計算公式。
- (3) 透過系統模擬方式，產生虛擬之營運資料以分析系統之旅運時間、準點性、服務態度與車輛派遣等績效。

六、後續發展課題與推廣計畫之研擬。工作項目包括：

- (1) 根據系統整合測試之經驗與效果，研擬後續發展課題與推廣計畫。
- (2) 提出相關法規辦法與配套措施之建議事項。

## 第二章 文獻回顧與探討

本計畫雖然以電腦化的車輛派遣與排程系統為主體，但研究的內容尚涵蓋了整個需求回應與撥召運輸服務體系之機制建立。整個研究架構考慮了高齡者之旅運需求特性，主管機關之補貼機制、相關法令規範等相關課題。為能對上述各議題有所了解，本研究蒐集相關課題之國內外文獻，並分成「高齡者旅運需求與特性」、「需求回應運輸服務發展概況」、「我國大眾運輸之運價與補貼機制」與「撥召服務與電腦化車輛派遣系統」四節分別回顧之，每節最後並整理簡要之心得小結。

### 2.1 高齡者旅運需求與特性

Carp (1988) 參考老年學 (gerontology) 及人類適應 (human adaptation) 的相關文獻，從健康及生活品質的角度提出一個概念模式，來探討高齡者的易行性 (mobility) 問題。該研究發現：可行性、安全與身體控制等易行性特徵對健康有所貢獻，這些特徵則受個人社經狀態及其生活週遭環境 (包含運輸技術) 等因素影響。就可行性而言，必須釐清高齡者的能力及其使用各種運具之間的特性，以確認年齡變化與各種活動之關聯性，並藉由改變運輸系統之配置與設計來改善運具使用的可行性。Rosenbloom (1988) 透過學術文獻及相關調查報告，例如：美國運輸部普查局之 Nationwide Personal Transportation Study (NPTS, 1977 and 1983)，及美國健康統計中心之 Health Interview Survey (HIS, 1977 and 1983)，來探討美國高齡者對易行性之需求。該研究之結論認為：增加大眾運輸以服務高齡者並不是唯一的選擇；特定的副大眾運輸服務也許更適合居住在郊區的高齡者。此外，計程車、汽車共乘、自願接送等方式，也有助於滿足高齡者的易行性需求。

Benjamin et al. (1998) 考慮各種運具之可用性，應用離散選擇模式 (discrete choice models) 來預測副大眾運輸之搭乘率，並探討副大眾運輸服務對旅運者運具選擇行為之影響。該研究發現：若能改善撥召服務的預約系統效率，或增強對撥召系統的認知，將能提升其搭乘率。Burkhardt (2003) 調查美國多個城市或地區之各種大眾運輸服務改善方案，以期能夠提供給高齡者更好的公共運輸服務。該研究認為：共乘、需求回應服務、先進技術派遣與控制等措施，可提供較高的服務水準與生產力，並具有成本效益。Collia et al. (2003) 以 2001 年之全國家戶旅運調查 (National Household Travel Survey, NHTS) 結果為基礎，來分析美國高齡者的旅運型態與特性。其調查結果可分成三個部份：(1) 美國高齡者之旅運相關特性與其他年齡層 (19~64 歲) 相似，皆大量依賴個人運具；(2) 高齡者每日之旅次數較少、距離較短、旅行時間較短，尤以女性更為明顯；(3) 高齡者之長途旅行亦偏好使用個人運具。

藍武王、楊幼文 (1992) 首先藉由了解高齡者的活動特性與潛在旅次需求，檢討現有之運輸障礙，再研擬運輸方式之規劃原則與可行方案，並評選出較理想之運輸方式，最後則提出相關改善與配套措施。該研究指出：特殊 (專車) 運輸服務應以及戶方式與需求回應式系統為佳，並應考量服務成本與使用者之費用；針對各地區高齡者之旅次需求特性，選擇適當之特殊運輸服務方式。陳子儀 (1993) 廣泛探討我國高齡者之交通安全問題。該研究結果發現：約有半數的高齡者每日都有外出習慣，外出次數以一天二次至三次為多，其交通方式以步行及機車為主。其中，每天固定外出運動者，佔受訪者的 50.4%；而每日固定外出工作者則有 63.8%。高齡者不外出的主要原因是認為「交通太亂」，佔 36.8%；而「交通不方便」者 37.3%。高齡者有事外出，其目的地離家距離在 5 公里範圍內時，大多數會

使用機車為其交通工具，佔受訪者 46.2%。

林良泰、周榮昌、張式先 (1994) 以台中縣市內的高齡者為樣本，採用問卷調查方法來蒐集資料，並分析高齡者之旅次活動特性、運具使用偏好、旅次需求與潛在需求。該研究發現：高齡者之行動方便性與其是否擁有器機車駕駛能力之相關性較大，對於無自有運具的高齡者而言，其可選擇的運具僅有大眾運輸、步行或腳踏車。在潛在需求方面，除休閒活動外，拜訪親友與洽公之需求多受運輸之不方便性所影響。該研究也提出了三方面的運輸系統改善策略；在大眾運輸方面，除須改善硬體設施外，更應在相關服務上提昇水準，例如提供撥召公車。徐文遠 (1996) 以老人運輸為研究主題，廣泛地從高齡者所面臨之相關運輸問題進行檢討，並探討我國高齡者的運輸特性，據以研擬重要的運輸課題。該研究主要以德爾菲法 (Delphi method) 做為研擬高齡者運輸課題的工具，並採用因素分析來處理專家意見之收斂。該研究由交通工程、運輸規劃、營運管理與教育宣導等四大課題單元中，擬定十二項重要的老人運輸課題，並依據課題權重分配結果，排定短、中、長期之研究辦理課題項目。

許銓倫 (2001) 針對高齡者之生理、心理及社會特性，探討高齡者交通行為與交通需求特性，並以問卷調查來驗證高齡者之特性與交通行為之關係，再針對高齡者最常使用的交通設施 (如：步道系統與大眾運輸系統) 進行設計要點的探討。該研究並提出高齡者步道系統可動評估模式，其評估準則包含安全性、舒適性與流暢性，以評估步道系統是否容易被高齡者使用。陳昌益 (2001) 藉由觀察高齡者族群日常生活及其與運輸環境互動的情形，發現高齡者運輸問題的癥結在於其旅運需求之時間分佈與一般人大不相同，致使目前所提供的運輸設施無法適切地滿足高齡者對於運輸的需求。該研究先以台北都會區 65 歲以上可依自由意志外出活動的老人為研究對象，採用活動基礎 (Activity-Based) 之方法建構高齡者各項活動產生與活動延時模式，並用以預測高齡者一日內各時段各項活動之旅運需求量。其研究結果發現：(1) 高齡者一般外出時間從凌晨 4:00 開始至傍晚 18:00 左右返家；(2) 高齡者上午多數仍在尖峰時段 (7:00~9:00) 出門，下午 13:00 左右則會有第二波外出高峰，清晨時段 (2:00~7:00) 與上午離峰時段 (9:00~12:00) 亦有為數不少的高齡者外出運動、休閒；(3) 除醫療活動外，高齡者多在住處附近從事各項外出活動，運具使用以步行及公車為主；(4) 高齡者一日生活型態趨於固定，性別、年齡與親人朋友的互動等是影響高齡者從事各項外出活動的重要影響因素；(5) 高齡者傾向先從事受限程度較高 (時間、地點固定) 或需擔負責任的活動，剩餘時間才從事休閒性的活動。

李思葦 (2004) 利用問卷以一對一訪談方式進行調查，並以「民國 88 年至 90 年警政署道路交通事故調查表」進行補充分析，探討高齡者之交通安全問題；此外，該研究亦使用駕駛模擬器來進行駕駛行為和駕駛者主觀資料之分析。其問卷調查結果顯示：年齡越大發生事故之比例越低，但發生事故之受傷嚴重性越高；高齡者事故地點以發生在彎路或郊區道路造成傷害較為嚴重。另依據駕駛模擬器之分析結果得知：年齡層對於感知反應時間有顯著影響關係；道路幾何型態對於感知反應時間有顯著影響關係；駕駛速度與事故間對於感知反應時間有二維交互影響關係。陳菀蕙、李思葦 (2004) 利用問卷與訪談方式來調查我國高齡者的旅運特性、面臨的交通安全問題及對交通安全設施的觀感。該研究結果顯示：高齡者發生事故次數或嚴重性較高的運具，依次為機車、步行與腳踏車；而以發生在彎路與郊區道路之事故造成較嚴重的傷害。

趙文銖 (2005) 探討在提供高齡者使用公眾運輸 (公車) 時，能夠在無障礙的資訊環境下旅行，針對公車招呼站牌沿線站名文字做四種不同的實驗處理。該研究由行為觀察中發現：目前許多公車系統的設施設計並未考慮到高齡者的特性，有許多高齡者使用公車系統的相關問題被忽略。

綜合上述文獻可知：美國高齡者與我國高齡者之旅運需求與特性存在些許的差異。美國高齡者因其車輛持有率高與公路系統發達，大多使用私人運具從事旅運活動。然而自 1970 年代開始，美國政府即已相當重視高齡者之運輸問題改善，提出撥召或需求回應運輸服務來滿足高齡者之需求。反觀我國的高齡者，平日活動則多依賴步行、公車或腳踏車；而各縣市大多缺乏針對高齡者旅運需求之運輸服務系統。因此，有效地提升公共運輸服務質量以改善高齡者運輸問題，應是政府主管機關與學術界目前需積極推動的重點工作之一。

## 2.2 需求回應運輸服務發展概況

Gray (1975) 探討美國受聯邦或州政府補助之各種 DRTS 執行情形。該研究認為：提供綜合性的 DRTS 服務有其必要性，但須做好市場區隔（如，高齡者、身障者），並針對不同市場提供適當的 DRTS 服務。Hoey (1976) 從成本效益的角度來比較傳統固定路線之公車系統與需求回應式之小型公車系統（即撥召公車 DAR）。該研究認為：即使在低密度地區，傳統公車系統仍比撥召公車系統更具成本效益。因此，DRTS 的概念應擴展至固定路線的大眾運輸。此外，對於特定團體（如，高齡者、身障者）而言，撥召服務仍具有其價值。

Newman et al. (1981) 回顧了紐約州 Rochester 市的撥召服務。在此個案中，共有兩套不同的 DAR 系統，分別由公營單位與私人業者經營，服務於四個次都會區，並提供 DRTS 給高齡者與身障者。經過一年的試辦營運後，比較兩個系統的服務水準、搭乘率與成本，結果發現四個次都會區中僅有一個地區的系統（由私人業者所經營）可以繼續營運，其成功經驗將可供後續系統之參考。Teal et al. (1982) 分析美國加州的計程車式（Taxi-based）高齡者與身障者（E&H）公共運輸系統，並與其他一般的計程車式需求回應運輸系統比較。該研究發現：由於受到政府補貼，專屬之 E&H 系統的成本效益較不如一般系統；而共乘式計程車系統（shared-ride taxi）可提供較佳的績效。

Parajon (2002) 報導美國北卡羅來納州 Cary 市的高齡者與身障者大眾運輸服務，稱為 C-Tran 系統，包括：低底盤之小型公車（12 人座），具有輪椅升降與固定設備，提供當地居民及戶運輸服務。Culverwell (2002) 報導美國華盛頓地區之 DAR 服務。該 DAR 業者擬將原先之及戶服務改為在街角接送，此項提議最後受到議會否決。Gyllenspetz (2002) 報導英國 Darlington 地區的 DAR 系統所面臨的財政困境。該系統係由慈善機構所營運，提供高齡者與身障者之計程車服務，在民眾捐款急劇減少、燃油與保險費用增加的情形下，最後結束營運走入歷史。Wright (2005) 報導美國佛羅里達州 Tallahassee 市的 DAR 系統。該系統原由公家營運，提供該市的高齡者與身障者使用，但因市府財政困境，擬尋求民營業者接手經營。Reitz (2005) 報導美國康乃狄克州 Farmington 的市議會擬進行一項投票表決，以決定是否提供當地高齡居民 DAR 服務。此項提案之撥召系統乃是 24 小時之及戶服務，使用者必須要至少一天之前預約該服務。Anderson (2006) 報導美國亞利桑那州 East Valley 區的 DAR 情形，訪問該地區一家提供 DAR 服務的 Valley Metro 公司。由於缺乏具有經濟規模的單一系統，導致該 DAR 系統之營運困境；必須擴大其規模以收經濟效益。Sherbert (2006) 報導美國加州 Menteca 市之公車系統。該市擬提出預算來見智之公車系統，除提供兩條固定的公車路線以連接市區、老人中心、醫院與主要購物區等地點外，亦提供高齡者與身障者 DAR 服務。Williams (2007) 認為美國康乃狄克州提供給高齡者之免費搭乘公車方案，將招致龐大的財政支出；較佳的方案應該是提供 DAR 服務將高齡者或身障者接駁到公共運輸場站。

Mageean and Nelson (2003) 綜合地探討與評估歐洲 DRTS 之發展情形。該研究發現：由於公車與計程車之服務不足，以及許多社區運輸之新發展，導致 DRTS 的使用人口增加。然而，傳統撥召公車服務的營運成本較高、路線規劃缺乏彈性，以及無法因應日增的需求，



招致了使用者的抱怨。因此，導入先進通訊技術以提升 DRTS 的營運效率，乃是歐洲地區的最新發展趨勢。

Palmer et al. (2004) 針對應用於 DRTS 之管理實務與先進技術進行標竿研究 (benchmarking study)。該研究指出：DRTS 的營運成本高漲，增加之速度已超過其需求成長的兩倍。該研究也提出了多種有助於提升 DRTS 績效之先進技術與管理措施，如：電腦輔助派遣 (computer aided dispatching, CAD)、代理服務配送 (agency service delivery, ASD) 及先進通訊技術，這些技術與措施比提供業者財務上的誘因 (如，補貼) 還具有生產力。該研究所使用的評估指標包含：生產力與營運成本兩項。Sandlin and Anderson (2004) 根據區域的社經條件與內部的營運資料，發展出一套服務力指標 (serviceability index, SI) 以評估鄉里地區之 DRTS 營運績效；該研究並將此 SI 指標實際應用於評估美國阿拉巴馬州的數家 DRTS 業者。

Chen et al. (2005) 利用雛形系統實驗、焦點團體訪談和問卷調查方式，以探討是否先進運輸服務和先進運輸資訊系統可提升高齡者與殘障者的易行性 (mobility)，由研究成果發現，高齡者與殘障者均認為先進運輸資訊系統可讓他們更容易使用現有的大眾運輸系統與副大眾運輸系統。大多受訪者希望能在家就能事先規劃好行程，所以高齡者與殘障者均對在宅 (in-home) 先進運輸資訊系統感到興趣，電話則是另一個高齡者喜歡的運輸資訊系統提供方式。該研究並設計可提供即時共乘 (real-time ridesharing) 的運輸服務系統，該研究發現高齡者對即時共乘的運輸服務系統的偏好並不會高於現有的副大眾運輸系統，另受訪者偏好搭乘地點是家及目的地。

藍武王、林大煜 (1990) 調查台北地區高齡者及身障者的旅次特性，利用因子分析法來判定高齡者及身障者對 20 項運輸服務指標之重視程度，再以迴歸分析法預測其潛在旅次需求，並使用質化與量化多準則評估方法選出適合高齡者及身障者使用之無障礙運輸服務方式。該研究發現：高齡者以彈性路線之小型敬老專車、政府補貼無線電計程車 (類似撥召服務) 車資，及固定路線的大型敬老專車等方案較佳。黃頡 (1999) 認為高潛力需求路線乃是政府善用補貼金額以改善市區公車系統之關鍵性工作。該研究以多元迴歸分析建立路線營收與路線特性之關係函數，然後找出既有路網與主要旅次需求走廊之間的供需落差，並利用前述所建函數進行新規劃路線之營運績效預測，以及分析其對既有路網之影響，最後再根據市區公車路線營運成本，擬定補貼及開放方式。

鼎漢國際工程顧問股份有限公司 (2003) 針對高齡者之交通運輸特性與需求進行了了解，分析其對現有運輸環境的衝擊影響，並據以探討智慧型運輸系統 (ITS) 應用於高齡化社會之相關技術，就民間參與之可能性與相關配套措施研擬分期推動策略。該研究報告中，亦提出一項需求回應式公車示範計畫，惟並未真正落實實施。林聖偉 (2005)；張勝雄、林聖偉 (2007) 探討以 DRTS 提供醫療運輸服務時，影響醫療運輸需求之因素，並分析不同營運情境下之需求數量。該研究採用電腦輔助面訪調查法 (Computer Assisted Personal Interview, CAPI) 進行互動式問卷調查，再建立敘述性偏好以構建多項羅吉特 (MNL) 與巢式羅吉特 (NMNL) 運具選擇模式。該研究結果顯示：以考慮選擇集合之 MNL 模式與以費用高低分巢之 NMNL 模式配適度較佳。而透過市場區隔分析可知，不同旅次長度、使用頻率與使用者年齡對於 DRT 服務亦有不同的偏好。

康書嫻 (2005) 從供給面的可行性探討 DRTS 之營運模式，並根據 DRTS 服務特性與一般公車運輸成本項目，構建 DRTS 成本函數。該研究以模擬分析為基礎，撰寫程式模擬 DRTS 之不同營運型態，並以彎繞度及車容量為限制，分析不同營運範圍與需求密度下 DRTS 之使用者成本與營運者成本。黃書強、魏健宏、李仕勤、辛孟鑫 (2005) 回顧國外相關 DRTS 系統之執行計畫 (如 SAMPLUS 計畫)，歸納出一套 DRTS 績效評估的程序與架

構。該研究以台北市復康巴士為例，所提出之績效指標包括：服務可靠度、服務監測、社會性指標、旅行時間、安全及保安、維修及重置、經濟性指標。

綜合上述文獻可知：DRTS 所涵蓋的型式甚廣，從計程車、小型公車、大型公車都有，其特徵在於路線與班次具有相當彈性，並提供預約與及戶服務，服務的對象多為高齡者或身障者。近年來，為提升 DRTS 的營運效率，更引進了許多先進技術（如，GPS、GIS 等）與電腦系統（如，CAD），並探討 DRTS 的營運績效與成本效益。此外，國外許多案例報導皆指出，DRTS 或 DAR 系統的成敗多取決於財務的支持性，要不是達到成本效益以求自給自足，就是需要政府單位挹注經費補貼。其次，多樣化的服務型態、規模經濟、行銷宣傳，以及有效率的派遣系統，也都是很重要的關鍵成功因素。

## 2.3 我國大眾運輸之運價與補貼機制

孔正裕 (1999) 採用文獻分析及實證調查來評估「彰化縣資深國民免費乘車方案」之執行成效，並藉以瞭解臺灣地區敬老乘車優待政策的執行現況。該研究的主要發現有：滿足生活需求是高齡者搭車外出活動的主因；高齡者外出次數的多寡與政府提供之敬老乘車優待並無明顯相關；高齡者未以公車做為外出交通工具的主要原因，與高齡者要求尊嚴及自主性有關，而目前交通環境對高齡者而言，缺乏便利性與可及性也是重要因素；敬老乘車福利服務要能滿足不同需求層次老人需要，敬老乘車服務的品質是主要因素。

杜宗翰 (2001) 從社會福利的觀點來分析及比較各縣市免費乘車制度的異同，從中研擬一套免費乘車福利業務的有效機制，並以個案研究方式示範如何建立一套有效機制。該研究指出：各縣市免費乘車執行制度委辦的辦理流程可用「四階段、十步驟」表示；經由各縣市免費乘車制度的分析及相關課題的探討，發現各縣市免費乘車制度並不夠周延。該研究以桃園縣為個案研究對象，經由訪談及使用者滿意度調查發現：桃園縣有票證管制不周延、免費乘車次數未設限、業者分配補貼款的爭議等問題。

施惠真 (2002) 透過問卷調查以瞭解高齡者之運輸需求及對乘車優待措施之使用情形，並以臺北市實際運輸優惠補貼資料做為財務分析依據，擬訂四種財務情境來分析不同情境下政府所能節省之補貼金額。該研究結果顯示：在不同情境下政府每年可節省之補貼金額約為一億四千餘萬元至五億九千八百餘萬元，顯見政府財政負擔之龐大。該研究亦針對財務分析結果進行政策分析：一為補貼高齡者搭乘計程車，二為補貼專屬高齡者敬老車隊之成立。分析結果認為，現階段補貼高齡者搭乘計程車在補貼技術層面上仍有許多問題亟待克服；至於補貼專屬高齡者之敬老車隊則屬可行之政策方向，除臺北市經營復康巴士之寶貴經驗可供借鏡外，補貼對象及機制均較為單純。惟因高齡者之運輸需求與身心障礙者不同，該研究建議敬老車隊之車種應彈性配置，可不侷限於單一車種。

鄭秉元 (2004) 以大台北地區為研究區域，選取五條服務補貼的路線進行研究，並採用個體選擇模式與敘述性偏好為研究方法，透過實地問卷調查蒐集偏遠地區服務補貼路線乘客資料，以探討偏遠地區乘客社經與旅次特性，及其對副大眾運輸之選擇偏好。該研究結果發現：大台北偏遠地區服務補貼路線可分為兩種。一為土地使用發展強度低且人口密度低之補貼路段，旅次發生較為分散；另一種為土地使用發展强度高且人口密度高之補貼路段，其旅次發生較為集中。

王穆衡、張贊育、蔡欽同 (2006) 首先了解我國相關單位辦理偏遠服務路線營運之虧損補貼概況，再分析營運虧損補貼機制各環節問題之關聯性，以釐清偏遠服務路線營運虧損補貼機制之改善方向，並提出改善對策。

綜合上述文獻可知：根據「汽車運輸管理規則」，無論是公路汽車客運業、市區汽車客運業或計程車業，皆未有針對高齡者予以成車費率優惠之規定；而目前對高齡者搭乘大眾運輸工具之乘車費率優惠規定，則是依據「老人福利法」予以半價優待。至於補貼方面，根據「發展大眾運輸條例」與「大眾運輸事業補貼辦法」規定，則是以經營偏遠、離島或特殊服務性之路線為資本設備投資及營運虧損之補貼條件。

## 2.4 撥召服務與電腦化車輛派遣系統

Dial (1995) 發展一套名為 ADART (Autonomous Dial-A-Ride Transit) 之電腦系統，可提供多對少 (many-to-few) 型式的撥召服務。該系統建置於車上電腦中，可自動化輸入訂單與排程排班，不須人員接聽電話或派遣車輛。Horn (2002) 發展一套需求回應旅客服務之車隊排班與派遣系統，可同時應用於多種運具 (如：計程車、路線可變公車) 之營運管理，並可接受臨時訂單以及服務時間窗之要求。該派遣系統係以「時窗限制同時收送車輛路線問題 (Pickup and Delivery Problem with Time Windows, PDPTW)」為模式基礎，利用增量插入與改善等機制設計啟發式解法，其目標為極小化新增旅行時間或極大化車隊容量使用。經由模擬測試後，證實其改善機制確實能提升車輛派遣效率。Dessouky et al. (2003) 整合最佳化成本、服務與環境等因素，並透過模擬的方式來評估 DRTS 的排班績效。該研究根據此整合的目標函式，提出一套車輛排程與排班機制，模擬結果顯示：在輕微增加營運成本與服務延滯的情況下，可顯著降低對環境的衝擊。

Cordeau and Laporte (2007) 針對 DAR 問題的數學模式與求解演算法，進行非常廣泛地回顧與整理，是一篇極具參考價值的回顧式文獻。Melachrinoudis et al. (2007) 提出一個具軟實窗限制之雙重需求撥召模式 (double-request DAR)，並將其應用在美國波士頓一家醫療復健中心，以滿足其客戶的運輸需求；該模式必須同時滿足總運輸成本與總客戶旅行時間之極小化。

曾俊傑 (1991) 探討靜態的撥召公車路線設計問題，使用插入法來做為路線設計的方法，並以新竹科學工業園區為驗證對象，利用系統模擬方法來評估各種發車型態與路線方案。該研究探討了三類撥召公車發車型態；在插入法方面，則考慮三種路線插入準則：最小時間增量、最小距離增量、最小成本增量。其模擬分析結果顯示：最小距離增量插入法是較佳的插入準則，可以兼顧服務水準以及營運成本。游進俊 (1992) 亦針對靜態撥召服務問題 (Dial-A-Ride Problem, DARP) 進行啟發式解法之研究。該研究採用兩階段的解法架構：第一階段先以修正之最近鄰點法、最省插入法、最近插入法與曾俊傑 (1991) 之點對插入法來構建起始路線，第二階段再以節線交換法加以改善。經隨機產生例題在 PC /80486 上進行測試演算，結果發現：在階段一的四種解法中，以最近鄰點法的求解精確度最佳、求解速度最快；而階段二節線交換法的求解精確度並無明顯差異。

史習平 (1995) 整合了全球定位系統 (GPS)、運輸地理資訊系統 (GIS) 與無線電通訊 (RF) 等三個子系統，開發出一套公車動態資訊與撥召系統。該研究結果發現：此系統不僅能提供民眾即時的公車資訊，讓候車民眾能夠有效安排時間並縮短候車時間；另一方面，場站調度人員亦可透過即時資訊進行車輛調度作業，以提高公車服務水準。向美田 (1996) 延續史習平 (1995) 的研究成果，並以金門縣無障礙運輸撥召服務為應用對象，建立一套公車動態資訊與撥召系統。該系統著重預約排程、車輛監控與資料統計等子系統的擴充與改善。其中，預約排程系統為整個撥召系統中直接與民眾接觸的部份，預約者可在預約時立刻得知預約結果與實際的上下車時間。另外，在排程演算法方面亦針對多車輛、多點到多點、有時間限制的撥召問題提出最小成本插入之啟發式解法。

楊琮平 (1999) 引用商用運輸管理系統智慧化的概念，結合地理資訊系統進行車輛的定位監控，並採用啟發式演算法來進行車輛派遣，以建構一套智慧化的貨車營運管理系統雛形。該系統包括：訂單輸入、客戶管理、訂單管理、車輛管理、車輛定位派遣，以及物件追蹤等六個子系統；並採用實例操作來驗證其績效與可行性。蘇昭銘、楊琮平 (2002) 運用網際網路、地理資訊系統與全球衛星定位系統技術，構建一套先進撥召公車營運管理系統。該系統包括：訂位輸入、車輛定位派遣排程、車輛定位監控追蹤及營運管理等子系統，並透過相關先進技術的應用，將整個作業流程自動化。

莊子駿 (2004) 整合無線電技術、全球衛星定位系統及地理資訊系統，發展符合無線電系統功能的智慧型計程車，並發展適合的智慧型派遣系統，使其能夠適用於無線電系統。該研究探討如何在單頻單工的環境下進行車輛派遣，並提出車上計算型派遣模式以計算車輛定位及乘客距離；此外，並透過現有招呼站作業方式的改良，使無線電計程車派遣更具彈性。該系統經測試後發現，在績效及滿意度測試上均有獲得不錯表現，並符合無線電台的作業方式。蘇昭銘、楊琮平、莊子駿 (2004) 基於先進大眾運輸系統 (APTS) 的概念，整合全球衛星定位系統 (GPS)，地理資訊系統 (GIS)、整合封包無線通訊服務 (GPRS)，及個人數位助理 (PDA)，建構一套可即時調度派遣的智慧型撥召公車系統。

辛孟鑫 (2005) 以目前實際營運之台北市復康巴士所提供之預約服務為基礎，探討其路線規劃問題之特性並研擬合適之求解策略，藉由動態即時的處理方式來取代目前的人工靜態處理方式。該研究以啟發式尋優法排定車輛路線及班表，經由案例測試發現：可提高共乘次數、有效發揮運能，對於乘客與業者都有明顯效益。魏健宏、王穆衡、蔡欽同、辛孟鑫 (2007) 以臺北市復康巴士營業者所提供之預約服務方式為基礎，探討其路線規劃問題之特性並研擬合適之求解策略，藉由動態即時的處理流程取代目前的人工靜態處理方式，以啟發式尋優法排定車輛路線及班表。

林佳鴻 (2005) 探討智慧型撥召公車之電腦化預約派遣模式，設計能在不違背乘客時間窗限制下，求得服務車輛的行駛路線。該研究以啟發式演算法來排定服務車輛的路線，使用二個階段來求解。第一階段利用乘客的上車時間與空間來將乘客分群，並在不違背乘客的上車時間窗限制下進行求解；第二階段加入乘客的下車時間窗的限制，並利用插入法來減少服務車輛的派遣，完成派遣服務車輛之路線。黃漢瑄 (2006) 將基因演算法 (Genetic Algorithm) 與蟻群演算法 (Ant Colony Optimization) 應用於求解多車輛撥召服務問題。該研究在求解流程上區分為分群與繞徑兩階段，並組合兩類演算法以找出最適之求解方式與演算法設定。透過例題測試發現：以變異性控制適應性基因演算法之結果較佳，而蟻群演算法求解速度較快。

綜合上述文獻可知：DAR 路線設計問題的特性，須在同一路線中完成對顧客的搭載與送達服務，且須滿足先搭載再送達的次序關係，甚至會有服務時間窗的要求。這類問題在求解時較為複雜，多採用啟發式解法以求得近似解。DAR 之服務方式須由顧客先行預約，再透過系統進行路線排程；其車輛派遣可分為兩類：(1) 靜態派遣：在發車前即已知道所有需要服務的顧客；(2) 動態派遣：在車輛行駛的途中臨時加入新的顧客。此外，從國外 DAR 營運案例發現，隨著其服務範圍擴大，路線規劃的複雜度將大幅增加，若未妥善處置將降低系統營運之有效性。另一方面，電腦化車輛派遣系統多朝向無線電通訊、全球衛星定位系統及地理資訊系統整合的方向發展，且強調即時派遣的效率與彈性。基本而言，電腦化車輛派遣系統的內涵屬於決策支援系統 (decision support system, DSS) 的架構，包含了資料庫、模式庫與使用者介面三部份；其中，模式庫係以前一小節所回顧的數學模式與演算法為基礎。

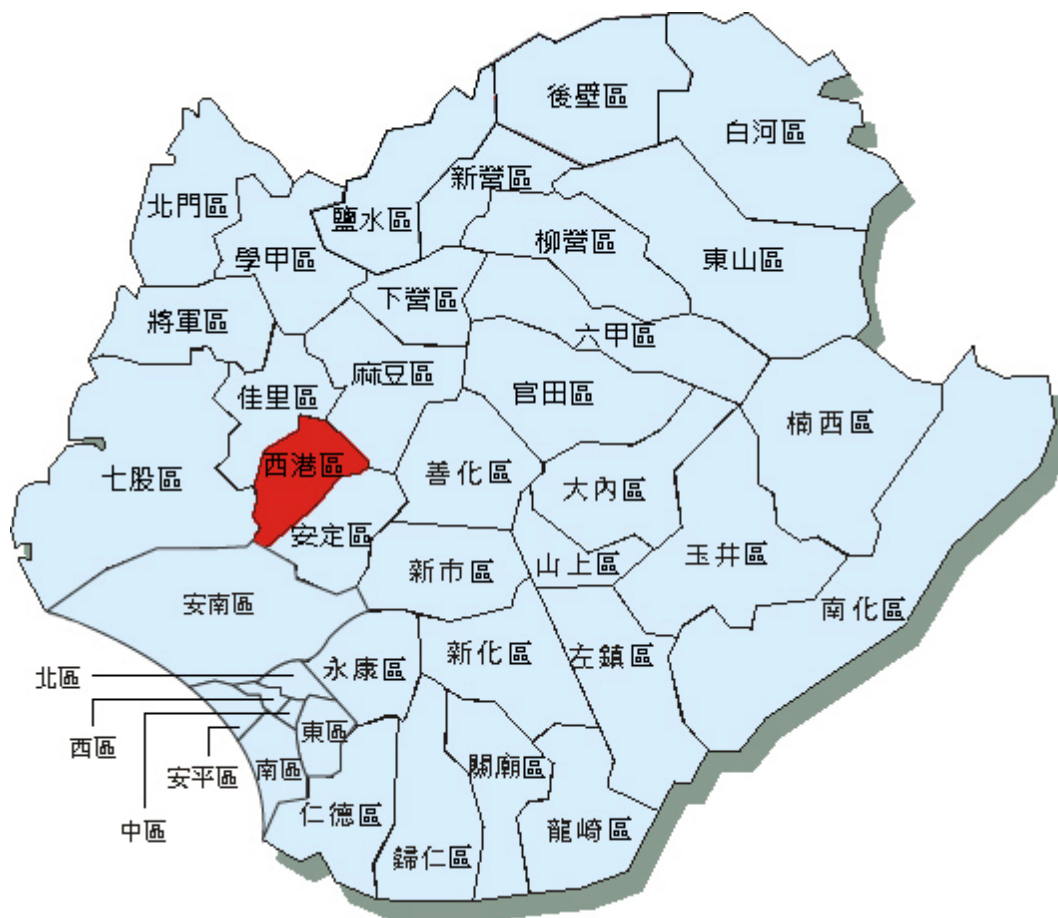
### 第三章 高齡者旅運需求特性之調查與分析

由於本計畫的研究對象與範圍選定「台南市西港區」與「新北市板橋區」做為非都市化地區及都市郊區的實作地區，因此針對這兩個實作地區進行高齡者旅運需求特性之調查與分析。本章共分四節陳述：3.1 節概略說明兩個實作地區的基本地理條件與行政區域現況，3.2 節敘述高齡者旅運需求特性之調查方法及問卷內容，3.3 與 3.4 兩節則分別彙整台南市西港區與新北市板橋區之高齡者旅運需求特性調查之結果。

#### 3.1 實作地區現況概述

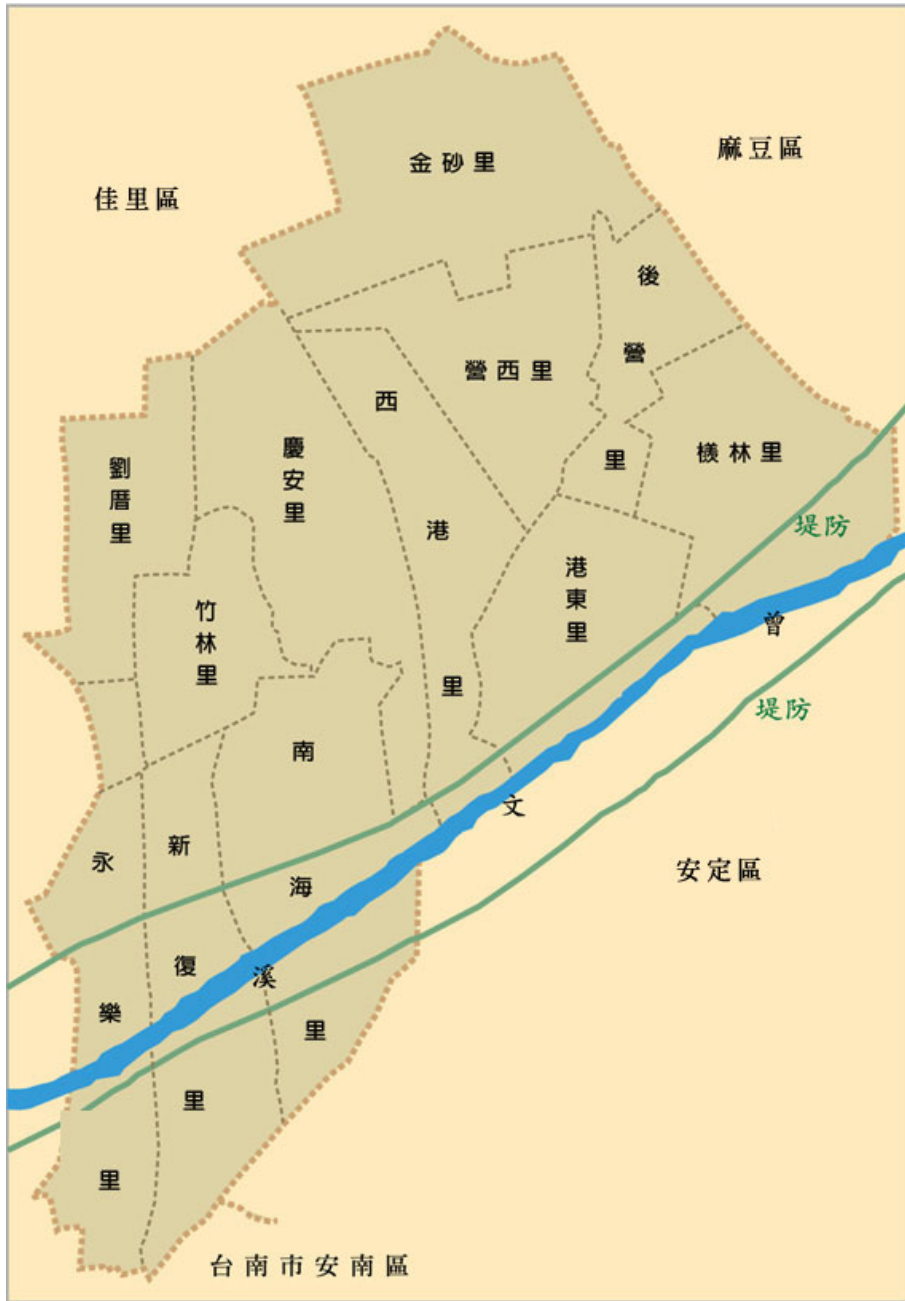
##### 一、台南市西港區之現況概述

西港區位於台南市西方，上方是佳里區，下方是安定區，左邊為七股區，右邊為麻豆區(如圖 3-1)；全區總面積為 33.76 平方公里，分為慶安里、西港里、南海里、港東里、後營里、營西里、竹林里、劉厝里、金砂里、永樂里、新復里，共十二里(如圖 3-2)，人口數至九十五年三月三十一日止，計二五,九五六人(台南縣西港鄉公所網站，2008)。該地主要大眾運輸為興南客運(台南-佳里線、台南-麻豆線)，其經過路段為中山路(佳里線)及文化路(麻豆線)，其餘路段則無大眾運輸經過(如圖 3-3)；該地除慶安里及西港里為交通方便區外，其餘地點皆無。



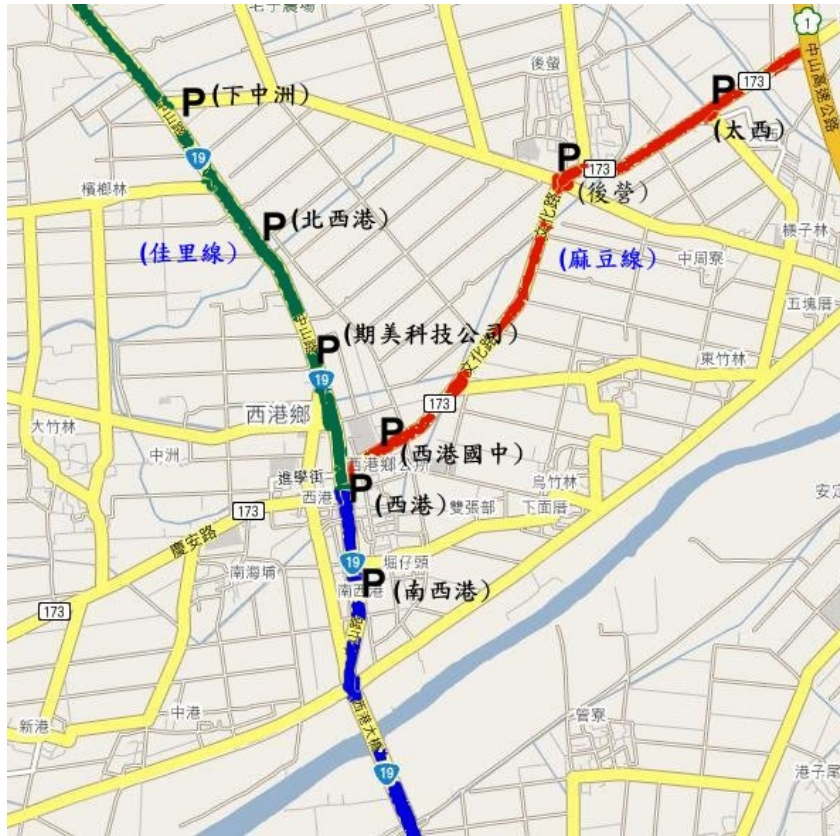
資料來源：台南市政府網站 (2011)。

圖 3-1 台南市西港區地理位置



資料來源：台南市西港區公所網站 (2011)。

圖 3-2 台南市西港區行政區域



資料來源：本研究整理。

圖 3-3 台南市西港區客運經過路線及站牌所在點

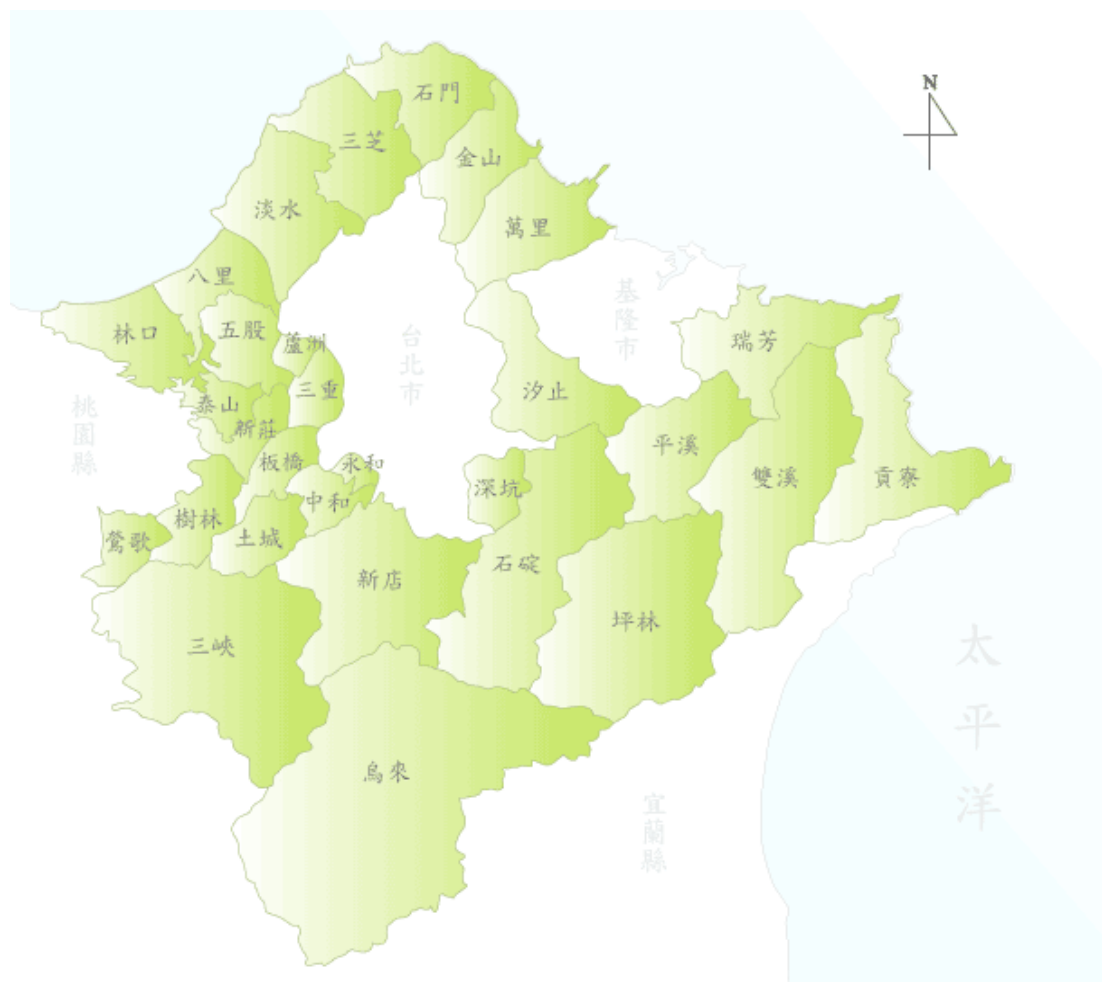
表 3-1 台南市西港區各里人口數及 65 歲以上高齡者人口比例

	人口數	65 歲以上人口數	高齡者比例
慶安里	5,024	601	11.963%
西港里	3,857	544	14.104%
南海里	2,881	426	14.787%
港東里	1,907	302	15.836%
營西里	1,650	294	17.818%
新復里	1,212	217	17.904%
後營里	1,772	333	18.792%
劉厝里	1,537	298	19.388%
竹林里	1,489	313	21.021%
永樂里	1,245	265	21.285%
樣林里	1,983	425	21.432%
金砂里	985	242	24.569%

資料來源：台南縣西港鄉公所網站 (2008)、本研究整理。

## 二、新北市板橋區之現況概述

板橋區位於新北市西北端，板橋區是新北市政府所在地；北以淡水河、大漢溪與三重、新莊區為界，東北與台北市隔新店溪相望，西臨大漢溪接樹林區，南與土城、中和區相比鄰(如圖 3-4)，是典型的都市衛星城市。板橋區總面積 23.1607 平方公里，行政區域分為 126 里(如圖 3-5)，人口數已逾 54 萬人(台北縣政府網站，2008)。



資料來源：台北縣政府網站 (2008)。

圖 3-4 新北市板橋區地理位置

所謂「郊區」是指在都市的邊緣，中心都市行政疆界之外，但在就業活動及生活等社會、經濟層面依附在中心都市的地區。本研究根據上述定義，選定新北市板橋區之溪崑地區作為研究範圍。溪崑地區位於板橋區西南方，大漢溪將溪崑地區與市中心阻隔開來且離市中心較遠並較為接近樹林市，溪崑地區包含六個里，分別為成和里、堂春里、溪福里、崑崙里、溪北里、溪州里。

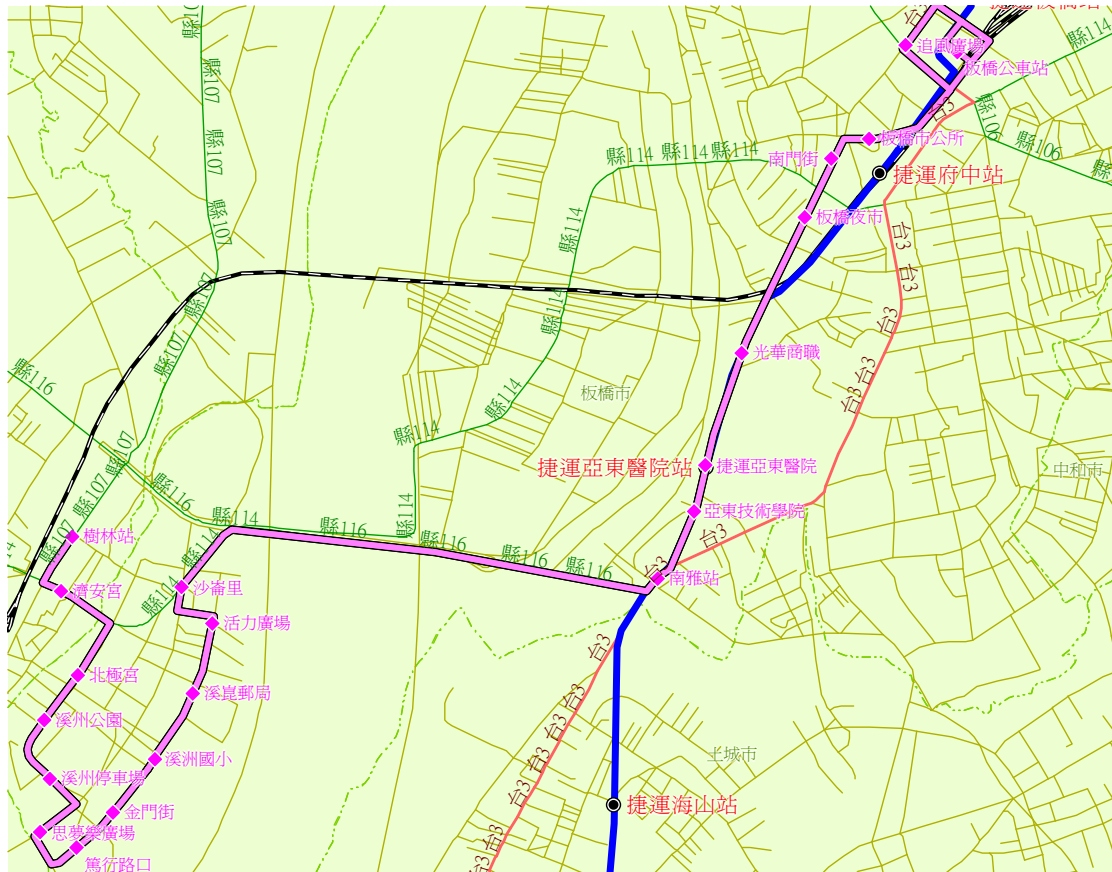




資料來源：板橋市政府網站 (2008)。

圖 3-5 新北市板橋區行政區域

溪崑地區共有 840 (板橋溪崑地區-捷運板橋站)、701 (迴龍-台北)、702 (三峽-台北)、10 (樹林-木柵)、藍 38 (樹林-捷運板橋站)，等 5 條公車路線經過，多屬於公車路線之末端，且無捷運經過此地區。其中，840 路線是本地主要的公車路線，從樹林發車行駛至捷運板橋，主要服務地區為溪崑地區以及一些延伸路線附近居民；平日尖峰班距為 20 至 30 分鐘一班、離峰班距為 60 分鐘一班，一天共有 30 班車；日為 60 分鐘一班車，一天共有 17 班車。溪崑地區內共有 13 個公車站點，而 840 路線則行經其中 10 個站點，分別為北極宮、溪州公園、溪州停車場、思夢樂廣場、篤行路口、金門街、溪洲國小、溪崑郵局、活力廣場以及沙崙里；840 路線如圖 3-6 所示。



資料來源：台北客運網站 (2008)。

圖 3-6 公車 840 板橋溪崑地區-捷運板橋站路線圖

### 3.2 調查內容與方法

高齡者旅運需求特性之調查方法主要包含家戶旅次調查與旅運日誌調查兩部分。家戶旅次調查所蒐集的資料包括家庭特性、人員特性與旅次特性，調查方法須先說明預定訪問的日期、時間以及訪問的目的與主要內容，並在表格上記錄每人於前一天二十四小時內所發生的旅次資料。家戶旅次調查除了由訪問員親自到樣本住戶訪問外，尚有以電話訪問調查及回郵問卷調查。旅運日誌調查可視為一種特別型態的家戶旅次調查，所需調查的旅次資料較為詳細。旅運日誌調查之目的有二，一為用來檢核家戶旅次調查的旅次產生率，尤其是非家旅次或一些非必須性旅次；二為旅運日誌調查可以獲得較正確的運具服務水準資料，如車上時間、等車及轉車時間、步行時間及距離等。

高齡者旅運需求特性調查之問卷內容（詳見附錄一）共包括四個部分：受訪者基本資料、旅次特性(平日與假日)、旅運需求、預期接駁點位置與步行時間或距離。在進行調查時，為避免 65 歲以上之高齡者會有無法自行填答或看不懂題意等問題，因此採一對一、面對面的訪問方式進行，即由訪員說明題目後，受訪者口頭回答問題，再由訪員進行問卷填寫。由於本研究問卷之內容較多及較細，考慮受訪者的體力與耐力，所以每位受訪者均提供贈品，也藉由發送贈品來增加受訪者接受訪談之意願。

經過初次訪談與問卷初測後，本研究分別於 98 年 1 月 30 日-2 月 2 日及 98 年 2 月 9-11 日在板橋區與西港區展開實地訪談調查，對象為 65 歲以上之高齡者族群。西港區部分，調查範圍為全西港區之 12 個里，根據各里之高齡者人口數採分層抽樣，調查地點在各關懷中

心，共調查 180 份，有效問卷 177 份（詳如表 3-2）。板橋區部分，調查範圍選擇在溪崑地區之 6 個里(成和里、堂春里、溪福里、崑崙里、溪北里、溪州里)，根據各里之高齡者人口數採分層抽樣，調查地點在北極宮，共調查 165 份，有效問卷 160 份（詳如表 3-3）。

表 3-2 西港區各里調查樣本分配與統計

里別	65 歲以上人數	預計問卷數	實際問卷數	有效問卷數	無效問卷數
慶安	601	18	14	14	0
西港	544	18	10	8	2
南海	426	12	16	16	0
港東	302	12	15	15	0
營西	294	12	19	19	0
新復	217	12	20	19	1
後營	333	12	12	12	0
劉厝	298	12	15	15	0
竹林	313	12	19	19	0
永樂	265	12	17	17	0
樣林	425	12	13	13	0
金砂	242	12	10	10	0
加總	4260	160	180	177	3

資料來源：本研究整理。

表 3-3 板橋溪崑地區各里調查樣本分配與統計

里別	65 歲以上人數	預計問卷數	實際問卷數	有效問卷數	無效問卷數
溪福	1075	49	52	50	2
崑崙	809	36	40	40	0
溪州	498	22	21	20	1
成和	472	21	21	20	1
堂春	362	16	15	15	0
溪北	294	13	16	15	1
加總	3510	157	165	160	5

資料來源：本研究整理。

### 3.3 台南市西港區之高齡者旅運需求特性分析

#### 一、受訪者基本資料

- (1) 受訪者年齡：大部份在 65~74 歲之間；性別：在 177 位受訪者中，有 64 位是女性 (36%)，113 位是男性(64%)。
- (2) 教育狀況：大部份的受訪者是不識字，但因本研究的營運方式是以電話預約為主，因此在不識字部份本研究再調查是否看得懂數字。
- (3) 在生理狀況方面：以關節性疾病占最多，其次為老花眼，再來為其他類中的高血壓。
- (4) 行業或工作狀況：受訪者中，以無工作的佔大多數，但也有不少也是還有在從事農耕；與誰居住方面：大部份受訪者都有與家人同住，獨居的人數不多；個人每月所得：大部份都是政府所補助的老人津貼。

#### 二、平日旅次特性

- (1) 平日旅次地點：除了家旅次外，平常受訪者沒事會到離家較近的關懷中心去做一些休閒活動(聊天、唱歌、泡茶、學習、運動、基本身體檢查...等)。
- (2) 平日旅次活動性質：除了返家旅次外，大部份的受訪者都是以休閒活動為主，其次為到醫院就診，再來是到市場或購物中心逛街買東西。
- (3) 平日旅次時間：受訪者的活動時間是以早上為主，中午 12 點後外出人數明顯下降許多，到下午 2 點後才會再外出活動，但比例也不高；下午 6 點後出門的比例又更少。
- (4) 平日旅次運具：大部份受訪者多以腳踏車或步行居多，因為活動範圍都離家較近；若要到遠一點的地方才會以機車或其他工具代步。
- (5) 平日旅次同行者：大部份的受訪者外出沒有人陪同；有人陪同的以兒女或朋友一同前往的人數為多。

#### 三、假日旅次特性

- (1) 假日旅次地點：除了家旅次外，假日受訪者旅次地點還是會到離家較近的關懷中心去做一些休閒活動，但住家附近活動的人數也有提高。
- (2) 假日旅次活動性質：除了家旅次外，大部份的受訪者都是以休閒活動為主，其次的是運動，與平日不同。
- (3) 假日旅次時間：假日出門的人明顯減少，但活動時間跟平日一樣，以早上出門的人數較多。
- (4) 假日旅次運具：基本的前三名與平日是沒差別的，但假日步行的人數明顯增多，因為假日有些受訪者會到住家附近進行休閒活動。
- (5) 假日旅次同行者：大部份的受訪者外出沒有人陪同；有人陪同的以夫妻的一同前往的人數為多。

#### 四、旅運需求

- (1) 旅運需求的目的地：大多數的受訪者有需求的部份是就醫旅次，因平常若要就醫可能得自行前往，對無交通工具或不方便的受訪者就得請親友接送、搭客運車或計程車；但因西港客運車只有在中山路或文化路上才有，對住在較外圍的高齡者而言，搭乘客運車是件麻煩的事，因為會較希望有能夠送他們到醫院的服務。
- (2) 旅次需求地點：對受訪者而言，旅次需求目的大多以就醫居多，但因西港無大醫院，

若有較大病症或慢性病都需要到鄰近的大醫院(如佳里綜合醫院、麻豆新樓醫院、奇美醫院...等)；而有些受訪者也會到麻豆、佳里市場或市中心購物等活動。

- (3) 旅次需求頻率：受訪者外出需要有接駁車接送的頻率以一週一次為多，但也有不少是以一個月一次的。
- (4) 可接受的等待時間：若是採出發當日可預約服務時，受訪者在打電話預約接駁車後，接駁車需在幾分鐘內到達預約點；大部份的受訪者覺得盡量在 30 分鐘內，而且只要到達目的地的時間不遲到就都沒意見。
- (5) 可接受的價格：大部份的受訪者都覺得，只要在合理的距離內有合理的車資，只要不比計程車資貴，他們都願意支付，但有一部份覺得若接駁範圍是在西港區內，他們就不願意支付車資(因為目前西港區公所有二輛提供免費接送的服務車)。
- (6) 是否願意共乘：大部份的受訪者願意共乘，他們覺得有人可以一起分擔車資就好，且目的地也有人一起去可以有伴。
- (7) 可接受的額外行車時間：大部份的受訪者覺得只要到目的地不遲到，也不會繞行太久的時間都可以接受。

五、茲將平日、假日之旅次地點與運輸工具以及旅運需求地點與可接受價格進行交叉分析，得到以下結果：

- (1) 受訪者平日旅次地點及使用運具選擇之關係：受訪者主要之旅次地點依序為關懷中心、農田、菜市場，此三種旅次最常使用之運輸工具分別為步行、騎腳踏車或自騎機車；次要旅次則是在住家附近或西港鄉內活動，運輸工具也是以步行或腳踏車為主。從所有使用運具中發現受訪者出門大多以步行、騎腳車或自騎機車為主，若要距離較遠地方時，則偏向讓親友接送或是自行搭乘客運車前往目的地。
- (2) 受訪者假日旅次地點及使用運具選擇之關係：受訪者主要之旅次地點依序為關懷中心、農田，與平日的差異性不大，運輸工具也主要是以步行或自騎機車為主。
- (3) 受訪者若有接駁車可將受訪者接送到需求旅次地點時，受訪者願意付多少車資的選擇：若接駁地點在西港區內時是希望車資少於 20 元或免費的；若接駁地點在鄰近地區，則為 11 元~100 元不等，只要不比計程車貴，皆可接受。

### 3.4 新北市板橋區之高齡者旅運需求特性分析

#### 一、受訪者基本資料

- (1) 受訪者年齡：以 65~74 歲之間為最多數，占 55%；性別：在 160 位受訪者中，有 87 位是女性(54%)，73 位是男性(46%)。
- (2) 教育狀況：有 30%不識字，識字者大多為小學(包括未畢業)占 43%。
- (3) 在生理狀況方面：，40%的高齡者有視覺疾病，其中大部份患有老花眼(占 30%)。
- (4) 行業或工作狀況：受訪者中，約 87%皆已退休無工作，只有少部份擔任義工；與誰居住方面：多數與配偶、兒女同住，僅有近 8%為獨居者；個人每月所得：幾乎都在一萬元以下，大部份為領老人年金。

#### 二、平日旅次特性

- (1) 平日旅次運具：大部分的旅次採用步行的方式，腳踏車與機車分別位居二三名；至於步行無法到達之地方，高齡者會採用機車(包含被載)、小客車(包含被載)以及大眾運輸工具等。

- (2) 平日旅次地點：步行或腳踏車方式之地點以溪崑地區附近廟宇，如北極宮、土地公廟，或是公園為主(溪崑地區共有三個公園，分別為溪北公園、崑崙公園、溪洲公園)，其餘地點為附近的菜市場、賣場等，也有一些高齡者會選擇騎腳踏車的方式至鄰近的地區。騎乘機車(包含被載)之地點為附近公園、廟宇等，但也會去較遠的市區，像是板橋市區；駕乘小客車(包含被載)之地點有樹林、板橋市區、台北、外縣市，皆為比較遠地區；而溪崑地區高齡者所使用的大眾運輸工具有公車、計程車、火車，其旅次量偏少，可能是當地的公車較不方便，公車班次與路線較少，降低高齡者搭乘的意願。
- (3) 平日旅次目的：前三名分別為運動、宗教活動以及購物旅次。
- (4) 平日旅次時間：受訪者的活動時間是以早上為主，中午 12 點後外出人數明顯下降許多，到下午 2 點後才會再外出活動，但比例也不高；下午 6 點後出門的比例又更少。
- (5) 平日旅次同行者：大部份的受訪者外出沒有人陪同；有人陪同的以兒女或朋友一同前往的人數為多。

### 三、假日旅次特性

- (1) 假日旅次運具：大部分的旅次與平日相同採用步行的方式，與平日不同的是小客車躍升為第二名，腳踏車則退居為第三名。
- (2) 假日旅次地點：步行或腳踏車方式之地點與平日旅運地點差不多；駕乘小客車(包含被載)之地點則為較遠的外縣市、台北、風景區等。值得注意的是，假日旅次所使用的大眾運輸工具次數大幅提升，可以發現溪崑地區高齡者假日會搭乘公車至較遠的地方，其旅運地點大部分為觀光景點，有可能是假日與家人或朋友至觀光景點休閒。
- (3) 假日旅次目的：前三名分別為運動、宗教活動以及休閒旅次，其中只有第三名變更為休閒旅次，其餘一二名皆不變。
- (4) 假日旅次時間：假日出門的人明顯增加，但活動時間跟平日一樣，以早上出門的人數較多。
- (5) 假日旅次同行者：大部份的受訪者外出有人陪同，與家人一同前往的人數為多。

### 四、旅運需求

- (1) 旅運需求目的與地點：大致上分為六大區塊，分別為板橋、樹林、土城、三峽、台北以及其他區域，也清楚知道旅運需求地點大部份為鄰近的地區，其中板橋地區最多需求的地點為亞東醫院與省立醫院，主要目的為就醫，而往板橋市區是為多目的，樹林需求地點為大部分樹林醫院與市區，土城需求地點則是承天禪寺與市區，目的分別為宗教活動與訪親友，三峽則是恩主公醫院與行天宮，台北需求地點為萬華龍山寺與市區。
- (2) 可接受的價格：價格間距，分別為以下六種，主要依據為 65 歲以上高齡者優待票、一段市區公車票價、二段市區公車票價、計程車起跳價、二倍計乘車起跳價以及二倍計乘車起跳價以上，並可由表 10 發現，最多人可接受價格為 16~30 元，共有 63 人次，0~10 元與 141 元以上各有 16 人次，算是較少人次的價格，但是距離遠近會影響可願意付出的價格，通常愈遠，可接受的價格也愈高。
- (3) 可接受的等待時間：高齡者願意等候時間上限大約為 30 分鐘共有 50 人次，但最多人次是 10 分鐘共有 67 人次，而 15 分鐘與 20 分鐘也各有 40 多人次，通常乘客都會希望等候時間愈短愈好，而高齡者可接受等待時間平均為 18.63 分鐘。
- (4) 可接受的額外行車時間：額外行車時間為 10 分鐘最多人可接受共有 108 人次，但通

常會隨著旅次長短而改變，但是超過 30 分鐘以上人次急遽下降，可由此發現若額外行車時間超過 30 分鐘，高齡者幾乎沒有搭乘意願，而高齡者可接受的額外行車時間平均為 15.3 分鐘。

- (5) 接駁點設置調查結果：由於接駁車接送點無法在家門口，因此高齡者所希望接駁設置點位置，前三名分別是北極宮、溪北公園與溪洲公園，溪北公園雖沒有站牌，但距沙崙國小只有約 100 公尺。

五、茲將平日、假日之旅次地點與運輸工具以及旅運需求地點與可接受價格進行交叉分析，得到以下結果：

- (1) 高齡者旅運需求地點大部分為鄰近地區，有板橋、樹林、土城、三峽與台北，至這些旅運需求地點的目的大部分為就醫、宗教活動、訪親友與購物，會依照地點而有不同的目的。
- (2) 受訪者平日旅次地點及使用運具選擇之關係：溪崑地區高齡者平日外出通常都是採用步行、腳踏車與機車，而所到地點也都在鄰近的公園或廟宇。
- (3) 受訪者假日旅次地點及使用運具選擇之關係：同樣也採用步行與腳踏車，但與平日不同的是使用小客車(包含被載)與公車的人數大為增加，其原因是假日部份高齡者會與家人外出遊玩。
- (4) 受訪者若有接駁車可將受訪者接送到需求旅次地點時，受訪者願意付多少車資的選擇：可接受的收費價格與旅次地點有關，亦即距離遠近會影響可願意付出的價格，通常愈遠，可接受的價格也愈高。

從現況調查及問卷調查整理中可以發現：(1)台南市西港區因屬鄉村地區，大眾運輸系統較不發達，且高齡者大多缺乏自有交通工具，故需要有適當的 DRT 系統來服務其旅運需求(大多為就醫旅次)；(2) 新北市板橋區(溪崑地區)雖屬都市郊區，但大眾運輸尚能滿足當地高齡者的旅運需求，故可考慮以現有的公車路線為基礎來設計相關的 DRT 服務型態。因此，本研究將以本章所得出之結果來設計第四章的營運模式規劃及第五章的乘客預約與車輛派遣系統雛型開發。

## 第四章 需求回應運輸系統營運模式之規劃與設計

經由第三章的分析，本章將分別針對台南市西港區和新北市板橋溪崑地區的高齡者旅運需求特性，需求回應運輸系統營運模式之規劃與設計。本章共分三節陳述：4.1 節係根據國外文獻對 DRTS 營運規劃要素的各種分類方式，提出一個 DRTS 之一般性設計架構；4.2 與 4.3 節則分別提出西港區及板橋溪崑地區 DRTS 營運模式之規劃內容。

### 4.1 DRTS 營運模式之一般性設計架構

#### 一、DRTS 營運規劃要素之分類與整理

有關 DRTS 的經驗發展的最重要計畫是 SAMPLUS (System for Advanced Management of Public Transport Operations Plus)，是歐盟的六個國家從 1998 年 3 月到 1999 年 11 月止，於偏遠地區發展的詳細計畫(Nelson and Mageean, 1999)。SAMPLUS 曾對 DRTS 的服務型態、停靠站及路線彈性做以下之定義：

##### (1) 服務型態：

1. 及門服務(Door-to-door & flexible)：屬於完全彈性的服務，車輛接送乘客從起點到目的地，路線完全由需求決定。
2. 半彈性(Semi-flexible)：車輛可以從乘客要求的起點運送到乘客選擇固定的目的地下車。
3. 支線服務(Feeder service)：屬半彈性需求回應式服務，乘客由固定起訖點接送至某支線點，或是接送至大眾運輸場站。
4. 走廊服務(Corridor service)：營運二端點停靠點間，為典型的營運方式。
5. 區域服務(Area service)：起訖點為同一端點停靠點，或營運無端點停靠點。

##### (2) 停靠站：

1. 端點停靠點(End stop points)：為路徑的起點或終點。
2. 中途固定停靠點(Fixed intermediate stop points)：類似一般常見之公車停靠站。
3. 事先(已)規劃停靠點(Predefined stop points)：為已確認之約定地點，通常設有指示牌。
4. 臨時(未)規劃停靠點(Non-predefined stop points)：為不固定的停靠點，通常為乘客的住家。
5. 若需求事先預約，車輛只停靠於事先規劃停車點(stop-to-stop)或臨時規劃停靠點(door-to-door)。

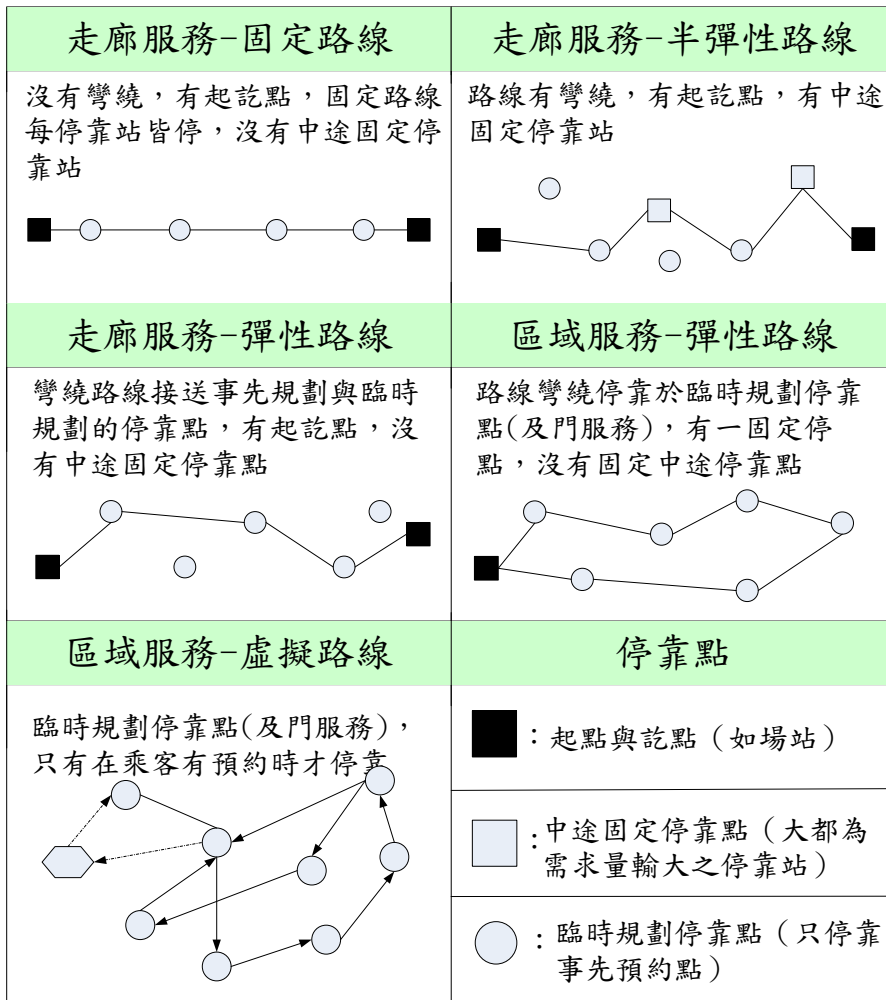
##### (3) 路線彈性：

1. 固定路線(Fixed routes)：屬於傳統客運之服務路線。
2. 半固定路線(Semi-fixed routes)：為 DRT 之服務特性，路線包含兩端點與一些中途固定點停靠點。車輛於規定時間及端點出發，中途需停靠於例行之固定停靠點，若事先規劃停靠點有預約服務，則順向開往搭載。
3. 彈性路線(Flexible routes)：路線包含兩端點與事先規劃停靠點，無中途固定點停



靠點。車輛於規定時間及端點出發，只停靠於有預約服務之事先規劃點停靠。

4. 虛擬彈性路線(Virtual flexible routes)：沒有端點、固定中途停靠站或事先規劃停靠點，類似計程車，任何停靠點沒有固定時間，車輛只前往有需求服務之停靠點。



資料來源：Nelson and Mageean (1999)、本研究修正。

圖 4-1 SAMPLUS 計畫之 DRTS 服務路線型式

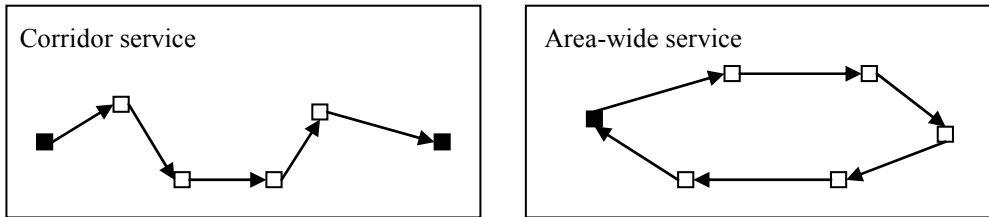
## 二、DRTS 營運模式之設計架構

本研究參酌國外文獻與案例提出之 DRTS 分類架構與設計要素，將影響 DRTS 的設計因素歸納為兩大類，並提出 DRTS 模式之一般性設計架構。

- (1) 需求面：考慮服務地區之民眾需求特性，例如人口密度（一般會在低需求密度的地區提供 DRTS 服務）、需求強度（頻率及期間）、旅次目的（含目的地）、目標市場（主要服務的對象）、地理環境特性（平地或山地）、行政區特性（都市或鄉里）、道路路網結構，以及當地的運輸資源（既有的公共運輸體系）。
- (2) 供給面：考慮多樣性的服務型態，設計因素包含
  1. 車輛(Vehicle)：計程車型式(Taxi-based)，座位數 4~9 位，可單獨搭乘也可共乘；公車型式(Bus-based)，座位數 10~21 位，屬共乘型態。
  2. 停靠點(Stops)：固定站牌，有場站及沿線中途停靠點；彈性站點，顧客要事先預約，可在預定點或非預定點(臨時停靠點或住家)上下車。

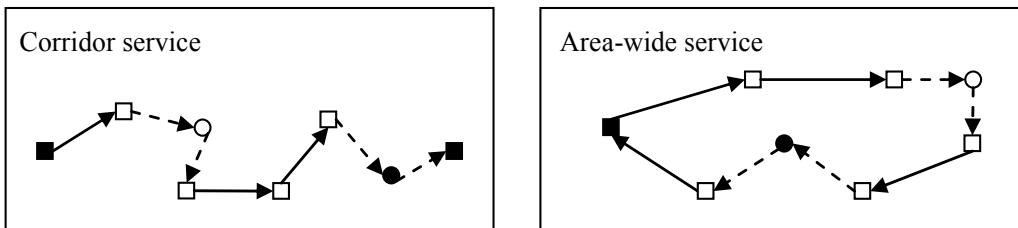
3. 路線(Route)：固定路線，其繞行路線、起訖點及中途停靠點都是固定的，路線可為走廊式(有起點跟終點)及全區式(起迄為同一點)，如圖 4-2(a)；偏離路線，其繞行路線基本上是固定式的，但有些點可以因為乘客預約而稍微偏離，如圖 4-2(b)；彈性路線，除了起訖點及特定的中繼點外，車輛也可運行在非預定路線上的臨時站點間去服務事前預約的顧客，如圖 4-2(c)；自由路線，所有點及路線皆非固定式，又可分三種型式：多到多、多到少、少到少，如圖 4-2(d)。

**Fixed-route**



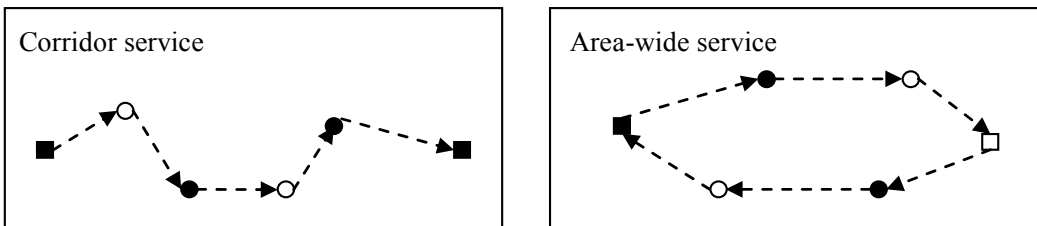
(a) 固定路線

**Deviated-route**



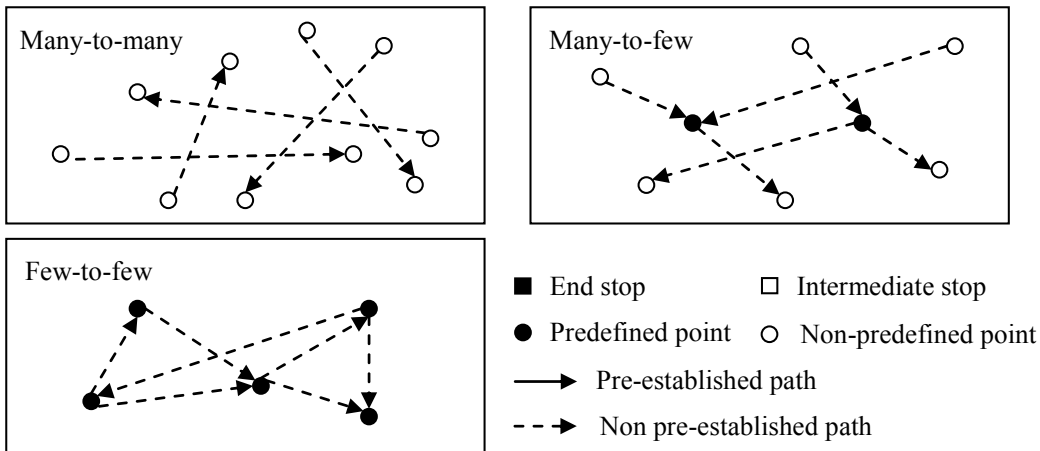
(b) 偏離路線

**Flexible-route**



(c) 彈性路線

**Free-route**



(d) 自由路線

圖 4-2 四種 DRTS 之路線基本型式

4. 時刻表(Schedule)：固定班表，業者提供特定的時刻或發車頻率；彈性班表，在特定期間內時刻表不照規定(如尖峰時間)，以及根據使用者需求調整離峰時刻；自由班表：依照預約者要求的時間。

然後，本研究再提出設計 DRTS 營運模式的一般架構，共分成六個步驟：(1) 回顧現有的公共運輸服務，(2) 確認目標市場與潛在需求，(3) 了解目標使用者的需求特性與型態，(4) 決定 DRTS 服務形式以反應使用者需求，(5) 設計 DRTS 系統之內容與組成元素，(6) 發展執行計畫。

在此，本研究亦提出四種 DRTS 的基本營運型式與服務特性(如表 4-1)，分別為：(1) 連結型(Connection)，提供社區至大眾運輸場站(如機場、鐵路車站、捷運車站等)之接駁服務；(2) 通勤型(Commutation)，提供偏遠地區上班族與學生之通勤服務；(3) 社區型(Community)，提供社區巡迴巴士或隨停公車服務；(4) 社福型(Charity)，提供高齡者或身障者之撥召服務。表 4-2 則列舉出應用上述 DRTS 基本營運型式之四種營運模式範例。

表 4-1 DRTS 之基本營運型式與服務特性

營運型式 服務特性	連結型 (Connection)	通勤型 (Commutation)	社區型 (Community)	社福型 (Charity)
功能描述	• 提供社區至大眾運輸場站之接駁服務	• 提供偏遠地區上班族與學生之通勤服務	• 提供社區巡迴或隨停公車之服務	• 提供高齡者或身障者之撥召服務
目標市場	• 一般民眾	• 通勤者、學生	• 一般民眾	• 高齡或身障者
需求型態	• 中低人口密度 • 特定目的地	• 上、下午尖峰 • 特定目的地	• 低人口密度 • 時間地點分散	• 時間地點分散 • 特定目的地
服務範圍	• 市區、社區	• 市區、城際	• 社區	• 市區、城際

資料來源：本研究整理。

表 4-2 DRTS 之營運模式應用範例

應用範例 系統要素	捷運接駁公車 (MRT feeder)	通勤公車 (Shuttle bus)	隨停公車 (Jitney)	撥召計程車 (Dial-a-ride taxi)
營運型式	• 連結型	• 通勤型	• 社區型	• 社福型
車輛	• 公車型式 • 共乘	• 公車型式 • 共乘	• 公車或計程車 • 共乘	• 計程車型式 • 獨乘或共乘
停靠點	• 固定站牌及彈性站點	• 固定站牌	• 固定站牌及彈性站點	• 彈性站點
路線	• 偏離路線	• 固定路線	• 彈性路線	• 自由路線
時刻表	• 彈性班表	• 固定班表	• 彈性班表	• 自由班表

資料來源：本研究整理。

### 三、國內現行副大眾運輸服務方式及其費率制訂機制

綜合國外文獻與案例可知，DRTS 基本上有兩種功能定位：(1) 作為幹線運輸(大眾運輸)系統的接駁運具，以服務偏遠或需求密度低的地區民眾；(2) 作為弱勢用路人(如高齡者、身障者)的運輸服務方式，以彌補大眾運輸服務機能與設施之不足。然而，我國由於尚未針對 DRTS 或副大眾運輸進行完備的法律規範，因此目前僅有各縣市依社會福利目標所提供之復康巴士(即撥召公車)服務，可算是 DRTS 的一種營運型態(即上述之第二種功能定位)，但大多是以服務身障者為主，較少以服務高齡者為目的。

目前規範我國大眾運輸系統之相關法規，主要有【公路法】、【汽車運輸管理規則】和【大眾捷運法】。儘管本研究嘗試提出適合我國國情與需求的 DRTS 基本營運型式與系統規劃要素，但是目前我國並無任何專門針對 DRTS 或副大眾運輸系統(計程車除外)的管理法規與辦法，且相關的法規亦未考慮各種 DRTS 營運型式的適用性。舉例而言，公路汽車客運或市區汽車客運皆須為固定路線與固定站牌，依法業者不能提供偏離路線、彈性路線及彈性站點之服務方式。再者，根據【公路法】第三章第 34 條規定可知，汽車運輸業中僅計程車業可屬副大眾運輸系統，雖然在復康巴士之營運上開放由小客車租賃業來經營，但這只是權宜之用，DRTS 仍缺乏一個明確的法律定位與規範。當初在推動復康巴士時，業者僅能以小客車租賃業來申請承接業務，徒增行政管理之困擾。

除了法規定位不明外，DRTS 的費率制訂機制也是付之闕如，目前僅有復康巴士訂有費率制訂辦法。根據行政院身心障礙促進委員會(2001)規定，復康巴士若有共乘則為計程車費率 1/3，但各縣市政府之規定並未統一。以新北市為例，其為計程車費率 1/2；高雄市之規定為，一般費率為計程車費率 1/2，有共乘則為計程車費率 1/3 等。

就國外的案例而言，英國撥召公車費率的估算主要將旅客的旅次目的，進行路線規劃，再根據不同的起訖點計算出費率，並結合票證系統進行扣款。美國德州 ADART 系統之費率為變動且由預約時間、旅次使用頻率及時間限制三項條件決定。

此外，Lau (1998)則針對費率訂定機制，依服務型態的不同提出三個基本條件：(1) 預約到實際接送時間(Reservation Time to Actual)，包含先前預約、當天預約、一個小時前。(2) 旅次的頻率(Trip Frequency)，包含例行性(一個禮拜有數次旅次為相同的起點，相同的訖點)，偶發性的旅次。(3) 時間限制(Time Constraint)，包含設定時間間距，到達目的地的時間，使用者可以接受設定的時間間距，為標準時間；若使用者限定到達時間，則需收較高的費用。

本研究根據 DRTS 使用之運具與服務型態，提出兩種基本的 DRTS 費率制訂機制：

- (1) 路線基礎 (Route-based) 費率：係參考市區公車之費率與收費方式，以路線別為收費基準，每次搭乘收取固定票價(依高齡者優惠費率)，適合固定路線或半彈性路線(偏離路線)之公車型 DRTS 系統。
- (2) 距離基礎 (Distance-based) 費率：參考計程車與復康巴士之費率與收費方式，並考慮共乘者之優待費率，適合彈性路線或自由路線之計程車型 DRTS 系統。

### 四、DRTS 系統之營運成本分析與績效評估指標

本研究參考【汽車運輸業客貨運價準則】中對客運業者營運成本估算之規範，將其成本項目分為：(1) 固定成本，包含車隊建置成本(車輛費用、折舊、稅捐、保險費用)，通訊設備成本，駕駛員薪資，派遣/客服人員薪資；(2) 變動成本，包含，燃油成本，附

屬油料，輪胎，維修，通訊費用。根據上述成本項目可計算出「每車公里合理成本」，而每延人公里之基本運價費率即可以每車公里合理成本為基礎，加上合理經營報酬率後，再除以乘客人數求得。

在績效評估指標方面，Lau (1998)曾提出一 DRTS 系統的服務水準架構（如圖 4 所示），包含四個構面：預約時間點、旅次次數、時間限制、費率結構，但是此架構仍缺乏可操作性的評估指標。因此，本研究從三個角度來設計績效評估指標：(1) 使用者(高齡者)，以滿意度為主；(2) 營運者(客運業者)，營運生產力或效率；(3) 監督者(地方政府)，搭乘人次、滿意度。

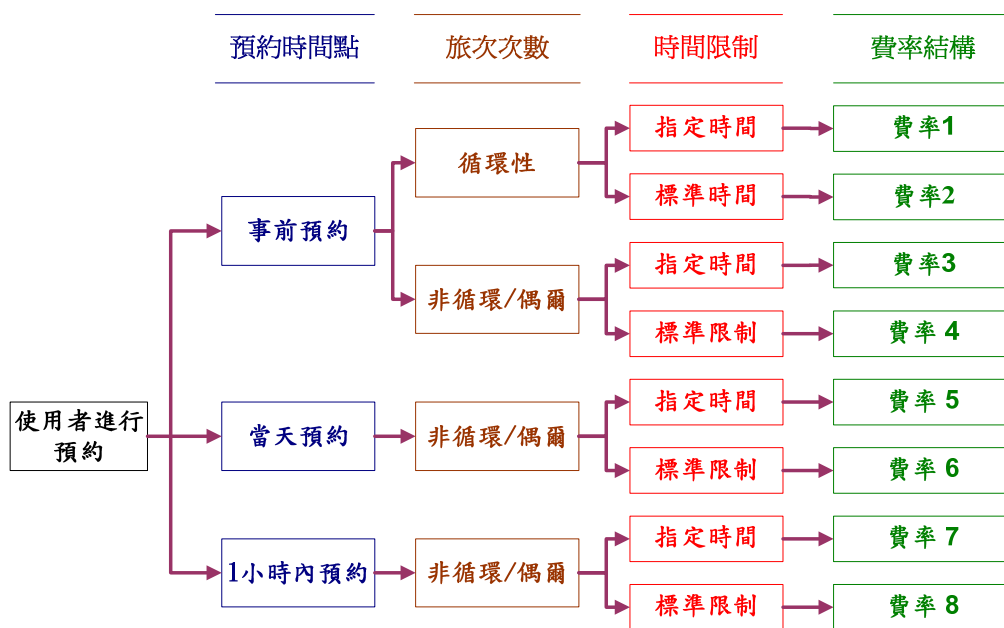


圖 4-3 DRTS 服務水準架構 (Lau, 1998)

## 4.2 台南市西港區之高齡者 DRTS 營運模式規劃

目前西港區公所雖有提供二部服務車，但服務範圍只限定在西港區內，且訖點僅限於區公所、衛生所或農會等地點。在第三章中，本研究的調查卻發現高齡者活動範圍若在西港區內，大多以步行、騎乘腳踏車或摩托車為主，若活動範圍出了西港區，則少部份會以騎乘摩托車，大多是搭乘計程車、與南客運或親友接送為主。但經過西港區的客運車，只有在中山路及文化路上有站牌而已，其餘地方皆無客運車經過，對不是住在中山路或文化路附近的高齡者而言，要搭乘客運時就需自行從住家出來到中山路或文化路上搭車。

另外，在活動目的地彙整中得到，該地老年人若範圍在西港區外，大部份是到鄰近的佳里區、麻豆區及台南市；活動性質以就醫為大多數。而在車資部份，只要在合理公里數有合理價格，他們就可以接受，且當地高齡者不排斥共乘方式，他們也希望可以用共乘的方式來一起負擔計程車費用。根據上述需求面分析，本研究提出西港區的高齡者 DRTS 營運模式，其營運型態採用計程車型式(taxi-based)，屬及戶方式(door-to-door)，且為共乘制(shared-ride)。西港區高齡者 DRTS 系統的內容規劃如下：

### 一、車輛

因西港區公所目前已提供有 2 部服務車，但提供服務的時間為週一至週五的早上 8:00 到下午 5:00(中午 12:00 到下午 1:00 為司機休息時間)、週六早上 8:00 到中午 12:

00，且服務範圍僅止於西港區內(住家到區公所、衛生所、農會等公家機關洽公)；因此，本研究除保留西港服務車外，並設計新增計程車來共同組成服務車隊。其車隊大小、座位數、服務區域如表 4-3 所示。

表 4-3 西港區高齡者 DRTS 營運模式之車輛型態

	區公所服務車	計程車
車隊大小	2 輛	10 輛
乘客座位數	8 位	4 位
服務區域	西港區內	台南市、麻豆區、佳里區，可支援西港區內

## 二、路線

在路線上，規劃其營運型態為共乘制計程車模式(shared-ride taxi-based)，屬於及戶服務方式(door-to-door)，並依前往地點規劃出 4 條營運路線，採多到少(many-to-few)的自由路線(free-route)方式，屬於簡化的 PDPTW 模式之應用。4 條營運路線分別為：

- (1) 西港線：以西港區境內為主，由區公所服務車或計程車接送。
- (2) 佳里線：從西港區經佳里市場到佳里綜合醫院，由計程車接送。
- (3) 麻豆線：從西港區經麻豆新樓醫院到麻豆市場，由計程車接送。
- (4) 奇美線：從西港區到台南奇美醫院，由計程車接送。

其中，所謂的簡化的 PDPTW 模式係指：接收位置(Pickup)為乘客住家、送達位置(Delivery)為特定地點(醫院或傳統市場)；時間窗(Time Window)方面，顧客僅能指定車輛到家中接人的時間，或指定到達目的地的時間；因為是共乘制，因此有繞行路線設計，但有最大繞行時間及最大車上等待時間的限制。

## 三、停靠點

因為營運方式為計程車型式，所以起點、訖點皆可由乘客自行決定。但在訖點方面，本研究依調查結果得知高齡者較需要之服務旅次為就醫旅次，因此將訖點定為鄰近醫院(衛生所、佳里綜合醫院、麻豆新樓醫院及台南奇美醫院)及較常去的市場(麻豆市場、佳里市場)。再依車輛型態之不同，將服務停靠點分為二類，如表 4-4 所示。

表 4-4 西港區高齡者 DRTS 營運模式之停靠點位置

	區公所服務車	計程車
服務範圍及停靠點	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 西港區內</li> <li>停靠點為衛生所、鄉公所或農會等公家機關</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 西港區內</li> <li>停靠點為衛生所</li> <li>● 西港到佳里</li> <li>停靠點為佳里市場、佳里綜合醫院</li> <li>● 西港到麻豆</li> <li>停靠點為麻豆新樓醫院、麻豆市場</li> <li>● 西港到台南奇美醫院</li> <li>停靠點為台南奇美醫院</li> </ul>

#### 四、時刻表

搭乘時間皆由乘客自行決定，乘客可在搭車前一天用電話告知派遣中心預約的時間、搭車地點、目的地及搭乘人數。

#### 五、收費方式

區公所服務車：免費。計程車：(1) 比照台南市復康巴士收費方式，依行駛里程計費，每一公里以 10 元計，未滿一公里者以一公里計算；(2) 乘車公里數未達五公里者，一律收取 50 元為基本費用，超過五公里者，依上述收費標準收費；(3) 若共乘，則每人以上述費率之 66% 計算。

#### 六、績效評估指標

所設定的績效評估指標有二，分別為乘客平均等候時間與車輛平均偏離時間，會選擇這兩個當作績效評估的原因，主要是乘客等候時間與車輛偏離時間過長，將會降低服務水平，也會影響到乘客的搭乘意願。

### 4.3 新北市板橋溪崑地區之 DRTS 營運模式規劃

溪崑地區內主要為公車 840 路線經過，但從第三章的調查結果得知，高齡者搭乘公車的旅次偏少，可能的原因是班次不足(平日約為 30 分鐘一班車，假日則為 60 分鐘一班車)，乘客等候時間過長，故無法有效滿足溪崑地區高齡者的需求。再者，溪崑地區高齡者旅運需求地點大部分為鄰近地區的板橋市區、樹林、土城、三峽與台北市區，而現有公車路線無法完全到達高齡者所需的地點。由於溪崑地區屬於都會郊區，位於公車路線之末端，所以對業者而言可能需要較高的營運成本，因此若能對 840 路線加以重新設計，縮短其路線長度與重新設計站點，不但較具經濟效益也能較為符合溪崑地區的需求。

承上述，溪崑地區之 DRTS 營運模式規劃是以現有的公車 840 路線為基礎，加以重新設計成「巡迴接駁巴士」，來連接兩個主要的大眾運輸場站(捷運亞東醫院站與樹林火車站)，同時具有「連結型」與「社區型」兩種 DRTS 營運型式。其優點為路線縮短，業者可節省成本，與兩個主要場站連接，主要是因為捷運亞東醫院站與樹林火車站都各有十多條公車路線經過，因此可與其他公車路線銜接；而缺點為需要轉乘，票價會增加等。根據上述需求面分析，本研究提出溪崑地區的高齡者 DRTS 營運模式，其內容規劃如下：

#### 一、車輛

車輛型態屬於公車型式(Bus-based)，因需求密度不高，故規劃採用中型巴士(20 人座)。所需車輛數與每趟行駛時間、休息時間以及發車間距有密切關係，預計車輛數計算公式如下。假設發車間距為 18 分鐘，每趟行駛時間 35 分鐘，由於有臨時站點停靠，因此會增加額外行車時間，該時間與休息時間合併為 30 分鐘，則至少需要 4 輛公車才能滿足營運需求。

$$\text{預計車輛數} = \left\lceil \frac{\text{每趟行駛時間} + \text{休息時間}}{\text{發車間距}} \right\rceil$$

#### 二、路線

溪崑地區的高齡者 DRTS 營運模式係規劃可以偏離路線的巡迴接駁巴士型態(屬於半固定路線)，其起訖皆為同一點，不但有固定站點可至站牌等候搭乘，也有臨時站點可以預約

搭乘。臨時站點若有乘客預約，才會繞至該點進行載客；因路線的距離短，故採用接駁至大眾運輸站點方式。若需往土城區與台北市方向的乘客，可以搭乘往亞東醫院方向，該站點有亞東醫院捷運站，以及其他許多公車路線可進行轉乘，而且亞東醫院也是溪崑地區高齡者最常去的地區醫院之一。若是需往樹林區或三峽區方向的乘客，可搭乘至樹林火車站再進行轉乘，圖 4-4 即為溪崑地區巡迴接駁巴士的轉乘示意圖，可以依照旅運需求地點而選擇轉運點，表 4-5 則為行經樹林火車站與捷運亞東醫院站所有公車路線的彙整，可發現 2 個站點皆各有十餘條公車路線經過，並且能滿足溪崑地區高齡者大部分需求。

巡迴接駁巴士主要是想服務溪崑地區的高齡者，讓高齡者在最便利的情況下搭乘公車，所以規劃可以偏離路線的型態，不但有固定站點可至站牌等候搭乘，也有新增臨時站點可以預約搭乘，提供更多站點讓溪崑地區高齡者來搭乘公車，與目前採固定站點的公車有明顯不同，希望可以藉此提高搭乘意願。

**樹林火車站：可轉搭公車或火車往樹林、三峽或其他縣市。**

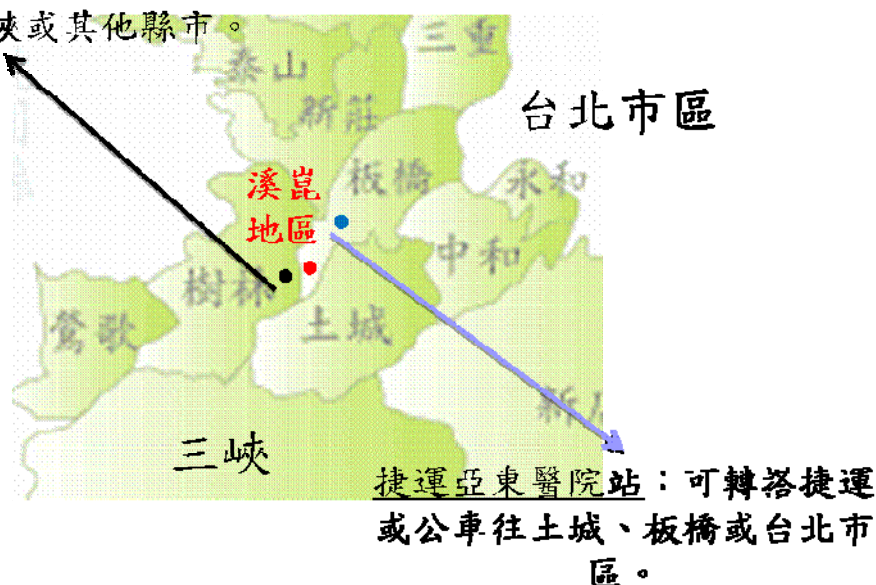


圖 4-4 溪崑地區巡迴接駁巴士轉乘示意圖

### 三、停靠點

站點設計為 13 個固定站點，名稱分別為樹林火車站、北極宮、溪洲公園、溪洲停車場、思夢樂廣場、篤行路口、金門街、溪洲國小、溪崑郵局、活力廣場、崑崙里、沙崙里與亞東醫院；3 個臨時站點，名稱分別為沙崙國小、溪福里與大觀路。起訖點為樹林火車站，只有樹林火車站及亞東醫院站，不屬於溪崑地區，其餘所有站點皆在溪崑地區範圍內。其中，除大觀路站點為另行增加之站點外，其餘所有站點皆為原有站牌之站點。本研究使用 GIS 結合電子地圖，並以公車站點為中心，選取實際道路 300 公尺為適當服務範圍區域。結果發現溪崑地區的成和里部份區域，因未包含於現有站點 300 公尺範圍內而無法被服務到，故增設大觀路臨時站點來服務該地區高齡者。所以目前溪崑地區全部範圍被覆蓋於 13 個固定站點，3 個臨時站點的 300 公尺服務範圍內。

圖 4-5 為規劃之巡迴接駁巴士路線，紅色點為 13 個固定站點，綠色點為 3 個臨時站點，外圍粗線條部份表示溪崑地區範圍；圖 4-6 是以 16 個站點為中心選取實際道路 300 公尺為可服務範圍區域，所選取之區域圖，表示可服務到的範圍。



表 4-5 行經樹林火車站與捷運亞東醫院站的公車路線彙整表

樹林火車站	捷運亞東醫院站
9 樹林-中華路(指南客運)	51 南雅-民生路(臺北客運)
639 樹林-北門(三重客運)	703 三峽-台北(臺北客運)
701 迴龍-台北(臺北客運)	703 副三峽-台北(臺北客運)
702 三峽-台北(臺北客運)	805 土城-五股(三重客運)
802 三峽-捷運新埔站(首都客運)	805 土城-五股(臺北客運)
三峽-台北圓環(首都客運)	812 三峽-台北市中華路 (臺北客運)
三峽-台北圓環(經民安西路)(首都客運)	840 板橋溪崑地區-捷運板橋站(臺北客運)
三峽-新莊-板橋(臺北客運)	843 樹林-迴龍-板橋捷運府中站(臺北客運)
樹林-土城(臺北客運)	99 新莊-板橋(首都客運)
樹林-長庚醫院(三重客運)	99 新莊-板橋(臺北客運)
藍 38 樹林-捷運板橋站(三重客運)	藍 37 迴龍-捷運板橋站 (三重客運)
指南 10 樹林-淡海(指南客運)	藍 38 樹林-捷運板橋站(三重客運)

#### 四、時刻表

本研究利用實際距離來計算公車行駛各站點間的時間，時速以每小時 35 公里計算，且每個站點多加 30 秒的乘客上下車時間。由於採用巡迴式路線，起訖皆為同一點，因此從樹林火車站出發至亞東醫院，又將會從亞東醫院繞回樹林火車站，行駛一圈約為 35 分鐘，並採固定間距發車。有 3 個臨時站點不在固定時刻表上，而是有乘客預約才會插入至固定班表，並新增臨時插入點之推估到站時間。由高齡者旅運需求調查得知，高齡者願意等候時間平均為 18.63 分鐘，故將班距參數設為 18 分鐘，班表設計範例如表 4-6 所示。

班距與總旅行時間會影響到班次數的設定，預計班次數如下列公式，總營運時間設定為 990 分鐘(自上午 5:30 至下午 22:00)。

$$\text{預計班次數} = \left\lceil \frac{\text{總旅行時間}}{\text{班距}} \right\rceil$$

#### 五、收費方式

費率是以公車一段票價計費，目前將不再深入探討，日後可以再商確是否可以用轉乘優惠票價方式收取。

#### 六、績效評估指標

所設定的績效評估指標有二，分別為乘客平均等候時間與車輛平均偏離時間，會選擇這兩個當作績效評估的原因，主要是乘客等候時間與車輛偏離時間過長，將會降低服務水平，也會影響到乘客的搭乘意願。根據調查結果顯示，高齡者可接受等待時間平均為 18.63

分鐘，因此乘客平均等候時間將以此為標準；可接受的額外行車時間平均為 15.3 分鐘，因此乘客平均等候時間也將以此為標準，作為本研究的績效指標。

表 4-6 溪崑地區巡迴接駁巴士營運班表設計範例

車輛 站點	A1	B1	C1	D1	A2	B2	C2	D2
樹林火車站	0	18	36	54	72	90	108	126
北極宮	2	20	38	56	74	92	110	128
溪洲公園	3	21	39	57	75	93	111	129
溪洲停車場	4	22	40	58	76	94	112	130
思夢樂廣場	5	23	41	59	77	95	113	131
篤行路口	6	24	42	60	78	96	114	132
金門街	7	25	43	61	79	97	115	133
溪洲國小	8	26	44	62	80	98	116	134
溪崑郵局	9	27	45	63	81	99	117	135
活力廣場	10	28	46	64	82	100	118	136
崑崙里	11	29	47	65	83	101	119	137
沙崙里	12	30	48	66	84	102	120	138
亞東醫院	17	35	53	71	89	107	125	143
沙崙里	23	41	59	77	95	113	131	149
崑崙里	24	42	60	78	96	114	132	150
活力廣場	25	43	61	79	97	115	133	151
溪崑郵局	26	44	62	80	98	116	134	152
溪洲國小	27	45	63	81	99	117	135	153
金門街	28	46	64	82	100	118	136	154
篤行路口	29	47	65	83	101	119	137	155
思夢樂廣場	30	48	66	84	102	120	138	156
溪洲停車場	31	49	67	85	103	121	139	157
溪洲公園	32	50	68	86	104	122	140	158
北極宮	33	51	69	87	105	123	141	159
樹林火車站	35	53	71	89	107	125	143	161

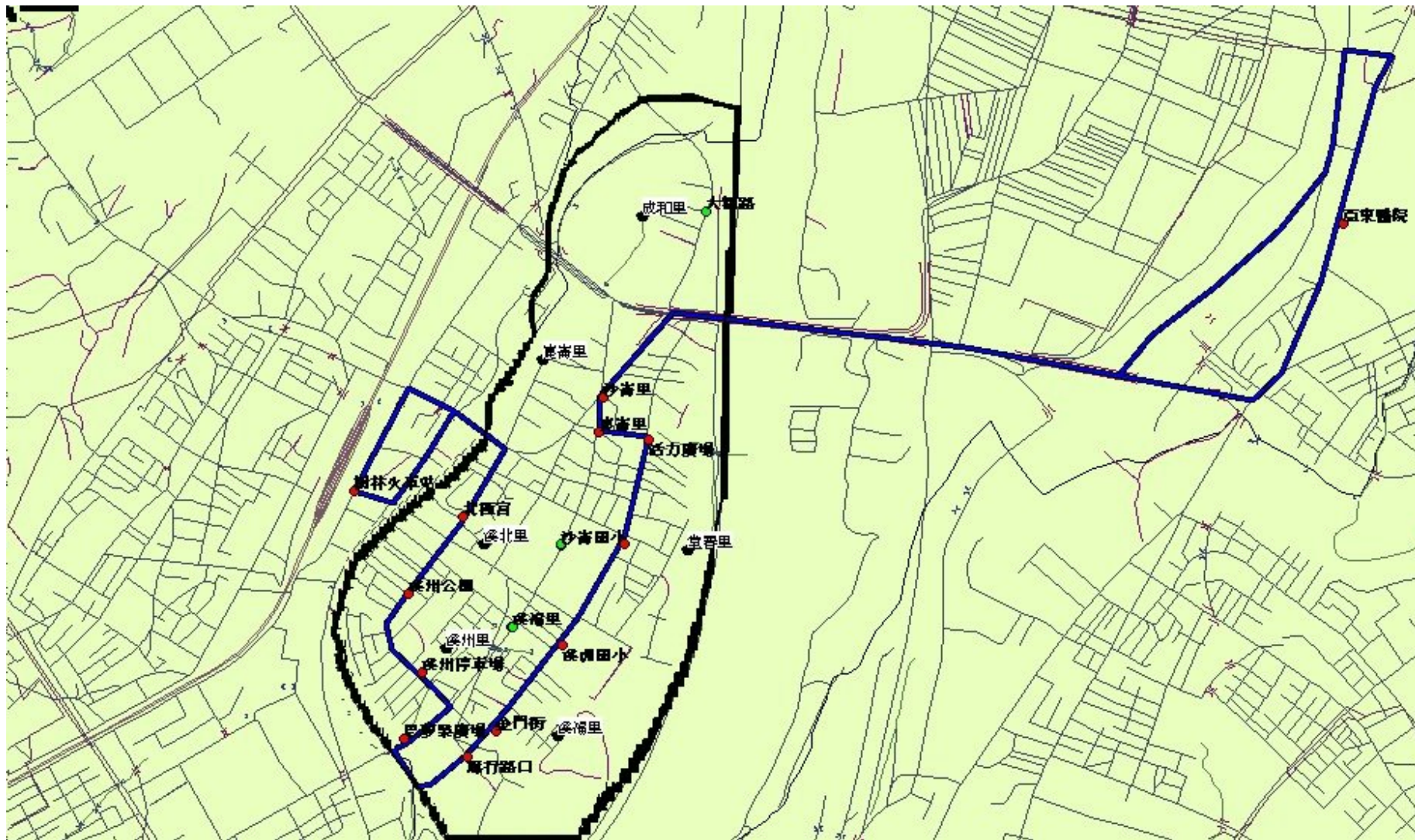


圖 4-5 溪崑地區巡迴接駁巴士營運路線圖

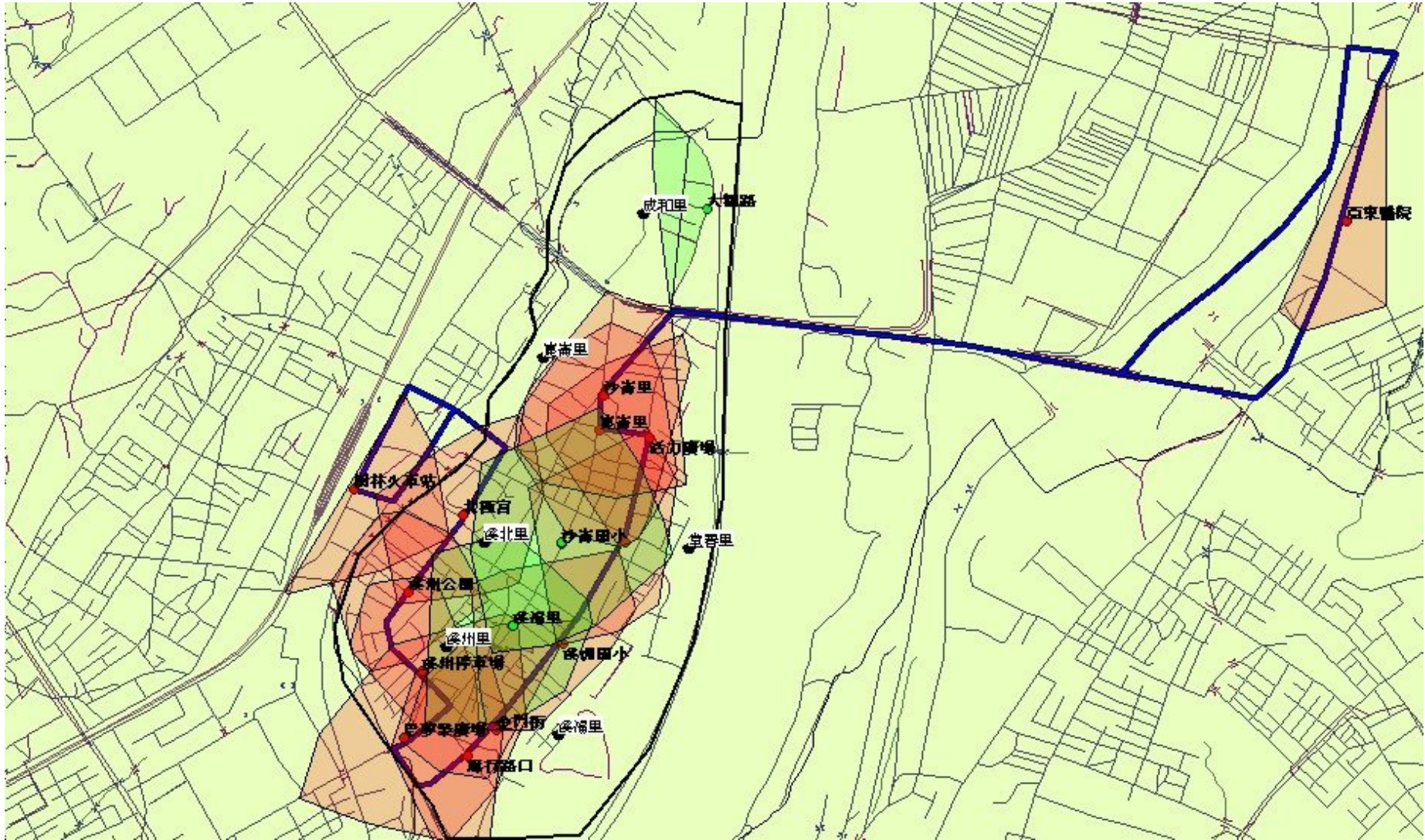


圖 4-6 溪崑地區巡迴接駁巴士站點服務範圍

## 第五章 乘客預約與車輛派遣系統之開發與測試

第四章所規劃的 DRTS 營運模式，其服務績效的好壞取決於車輛派遣的效率。本章將針對台南市西港區的 DRTS 營運模式規劃內容，據以開發電腦輔助之「高齡者乘客預約與車輛派遣系統」(以下簡稱「預約與派遣系統」)之雛型。本章共分三節陳述：5.1 節說明此預約與派遣系統之功能架構；5.2 節介紹預約與派遣系統之核心演算模組，「時窗限制收送貨路線問題 (Pickup and Delivery Problem with Time Windows, PDPTW)」之啟發式演算法設計；5.3 節則整理預約與派遣系統雛型之模擬測試與績效分析結果。

本研究在提出西港區及溪崑地區的 DRTS 營運模式後，更進一步訪談相關行政單位及客運業者，以確認開發預約與派遣系統的內容。在西港區部分，由於當地僅有的一家計程車行所能提供的車輛數無法滿足原先規劃的車輛數，且該業者亦無配合意願，因此僅能針對區公所的服務車進行預約與派遣系統的雛型開發。

至於在溪崑地區的部份，經訪談行政主管單位認為，當地由於大眾運輸(公車、捷運)尚稱發達、計程車普及，且新北市政府亦提供有復康巴士的服務，因此對於 DRTS 的需求不高。此外，在與當地公車業者(台北客運)人員訪談後，發現本計畫所規劃之半彈性路線「巡迴接駁公車」模式，在現行的法規下並不可行；除非獲得主管機關以專案方式試辦並予以補貼，否則業者的意願不高。

### 5.1 預約與派遣系統之功能架構

本研究針對西港區服務車的現況，修正原先規劃之 DRTS 營運模式，並提出一個「小型車共乘撥召服務(van-pool dial-a-ride, VPDAR)」模式，然後據以開發其預約與派遣系統(命名為 VPDAR\_CADS)。

一、預約與派遣作業流程分析：

- (1) 區公所的兩輛服務車皆為 8 人座的小型車，且無配備殘障設施。負責駕駛的司機有兩位，各自負責一輛服務車並採輪班制(上午、下午)，薪資由公所支付。服務車之營運管理由司機自行負責管控，服務範圍為西港區域、對象為高齡鄉民，免費搭乘。
- (2) 在營運績效方面，並未有正式的記錄或統計；一般而言，使用率很低。使用者當天電話預約即可(專線電話為 0936-380409)；最常前往的地點是農會、衛生所、市場或公車站。成本方面，除司機薪資外，車輛燃油係以加油卡支付。
- (3) 長期而言，服務車的經費預算並不穩定；司機屬約雇人員，亦缺乏保障。台南縣市合併後，是否納入台南市復康巴士的體系一併管理，尚屬未知。此外，因受限於經費，故無法於車輛裝設特殊設備(如：低底盤、殘障設施)，也未投保乘客意外險。
- (4) 若擴大其服務範圍至鄰近區域，則會與公路客運及計程車產生衝突。因此，短期的作法可考慮增加鄉內的其他公共場所做為訖點，例如關懷中心、廟宇、市場等，以增加使用需求。

二、預約與派遣系統功能分析：

- (1) VPDAR 營運模式係以現有的 2 輛服務車為基礎，並以西港區域為範圍(避免與公路客運及計程車競爭)。服務型態為「多對少(Many-to-Few)」之及戶運送(Door-to-Door)形式，即從家戶(多)到公共場所(少)；採電話即時預約，允許共乘，費用免費。

- (2) 由於經費拮据，因此區公所不可能增設人力與設備來支援此營運模式及電腦輔助派遣系統的運作。故本研究在設計 VPDAR\_CADS 系統介面時，係考慮由司機親自操作本系統以節省相關人力與成本，並儘量簡化流程與介面操作。
- (3) VPDAR\_CADS 系統包含「乘客預約」、「車輛派遣」與「路線監控」三項主要功能及「績效統計」、「離開系統」兩項輔助功能，其系統架構如圖 5-1 所示。茲說明主要功能選項如下：
1. 乘客預約：提供輸入乘客預約之相關訊息，以做為車輛派遣之依據。
  2. 車輛派遣：提供車輛派遣狀態資訊，以及路線規劃功能，以產生車輛派遣結果。
  3. 路線監控：提供即時的車輛運行狀態，以做為車隊管理之依據。
- (4) 因考慮開發時程與成本，本系統雛型暫不在車上單元 (On-Board Unit, OBU) 上進行系統開發，而是選擇具有觸控式螢幕之平板電腦來作為開發平台。

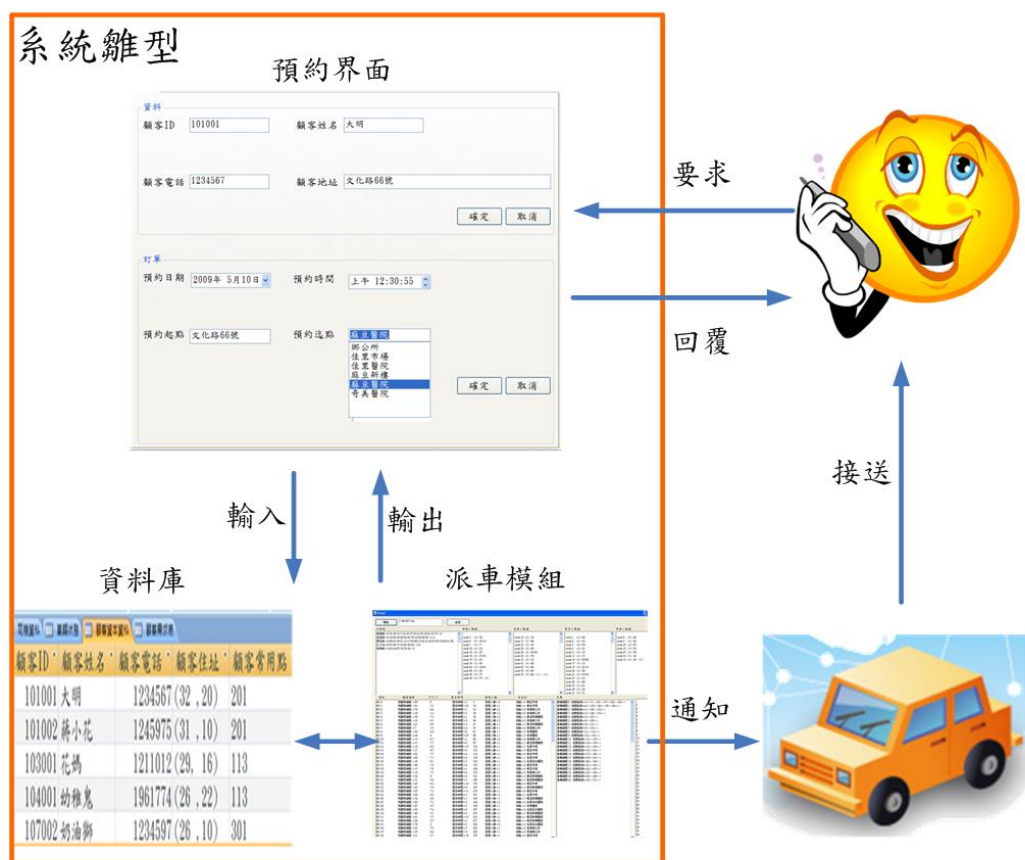


圖 5-1 西港鄉服務車電腦輔助派遣系統架構圖

三、系統資料蒐集與資料庫建立。本計畫於民國 99 年 1 月 19-22 日期間，前往西港鄉進行路網資料的蒐集與勘查作業。相關內容說明如下：

- (1) 前置作業：首先利用 Google Map 查詢台南縣西港鄉聚落型態，規劃出路網；然後使用 SuperGIS 軟體規劃出要勘查的路線和地點，線段和點的編號方法由上到下左到右的方式例如：線→LXXX、點→NXXX。
- (2) 路網勘查共分兩組、每組兩人的方式進行調查，使用工具包括摩托車兩部、數位相機兩台、調查紀錄板兩組、台南地圖、西港鄉地圖；勘查內容包括：路名、紀錄道路型態、起訖門牌、道路名稱、道路所屬村名等資料。

- (3) 勘查結果整理：首先，將調查資料輸入 SuperGIS，並刪除不重要的道路以簡化路網；共規劃出 242 個節點、524 條節線，以及 11 個服務車據點(農會永樂辦事處、天后宮、廣興宮、竹林社區活動中心、劉厝社區活動中心、西港鄉公所、天聖宮、鳳安宮、老人文康活動中心、金安宮、三樂社區活動中心)。

四、演算方法設計與模式庫之建立：詳本報告 5.2 節內容。

五、系統操作界面之設計與開發。本系統係於具有觸控式螢幕之平板電腦上開發，其系統操作界面之操作方式與流程說明如下：

- (1) 系統主功能界面：系統開機後，螢幕上會出現「乘客預約」、「車輛派遣」、「路線監控」、「績效統計」及「離開系統」五個功能選項。

(2) 乘客預約功能界面

1. 乘客資料設定畫面：供輸入預約乘客之姓名、性別及聯絡電話等資料。
2. 起點位置設定畫面：依西港鄉 12 個村的相對位置排列，點選各村之方塊後，出現該村的 GIS 電子地圖路網及重要地標(下拉式清單)；點選乘車地點位置後，按「確認」鍵確定，進入下一畫面。
3. 訖點位置設定畫面：界面及操作方式與「起點位置設定畫面」相同。點選下車地點位置後，按「確認」鍵確定，螢幕上會出現一個起訖點位置的小視窗，再按一次「確認」鍵，進入下一畫面。
4. 乘車人數輸入畫面：點選乘車人數方塊後，按「確認」鍵確定，進入下一畫面。
5. 接送時間輸入畫面：可指定出發及到達的時間(以 30 分鐘為單位)；點選時間方塊後，按「確認」鍵確定，進入下一畫面。
6. 乘客預約內容畫面：確認乘客預約內容無誤後，按「車輛派遣」鍵進入下一功能界面；若需更改預約內容，則按「重新輸入」鍵返回「起點位置設定畫面」。

(3) 車輛派遣功能界面

1. 車輛派遣狀態畫面：顯示目前當班或營運中的車輛派遣狀態，系統會自動計算各車輛現時所在位置與預約乘客起點位置之間的最短距離，並依此距離由小至大顯示車輛派遣的優先順序。
2. 點選欲派遣車輛欄位前方的「路線規劃」鍵，系統會嘗試將預約乘客的起訖點插入至該車尚未服務的路線行程中；若可插入，畫面會顯示「路線規劃成功」小視窗，按「確認」鍵進入下一畫面；若無法插入，則會出現「路線規劃失敗」小視窗，按「重新派遣」鍵回到「車輛派遣狀態畫面」。
3. 路線規劃結果畫面：顯示被派遣車輛之最新路線行程，包含服務位置順序、預估抵達時間等資訊；按「路線監控」或「乘客預約」鍵進入下一功能界面。

(4) 路線監控功能界面：本功能須搭配全球衛星定位系統 GPS 才能作用。

1. 當車輛正在營運且未操作系統時，畫面將進入路線監控功能(預設)，透過 GIS 畫面顯示車輛目前的所在位置與運作狀態。
2. 當有新的乘客預約發生時，可點選「乘客預約」鍵離開此畫面。

(5) 績效統計功能界面：提供各車輛每日(當週)、每週(當月)、每月(當年)之營運績效統計資料，如服務乘客數、行駛里程、預約拒絕率、乘客平均等候時間及平均延誤時間。

1. 點選「存檔」鍵，可儲存該營運績效統計資料至指定的儲存設施中。
  2. 點選「列印」鍵，可列印該營運績效統計資料(須連接印表機)。
- (6) 離開系統功能選項：按此鍵，系統關機。

## 5.2 PDPTW 之啟發式演算法設計

車輛派遣乃是 VPDAR\_CADS 的核心功能，本研究特將上述 VPDAR 營運模式轉換成簡化的「時窗限制收送貨路線問題 (Pickup and Delivery Problem with Time Windows, PDPTW)」，並設計一個簡單的啟發式方法來進行求解。

PDPTW 係屬於學術研究所定義的問題，通常假設所有訂單需求已知的情況下進行求解，其解題複雜度很高。然而，對實務需求而言，當每一筆訂單需求產生時，系統就需要即時 (Real-Time) 處理車輛派遣與路線安排，並立即告訴預約者是否接受該筆訂單及接送的時間。此外，預約者最多只會指定一個時間窗 (接收或送達)，因此另一邊的時間窗就須由系統計算而得後才能確定；本研究假設乘客時間窗之設定為乘客指定時間各加、減 10 分鐘，總營運時間為 540 分鐘 (上午 8 點至下午 5 點)。再者，為了避免先上車的乘客因共乘繞行而增加額外的車上時間 (In-Vehicle Time)，尚須加入服務品質限制。由文獻可知，最常使用的服務品質限制有兩種：(1) 最大車上時間，指乘客實際的車上時間 (自上車開始至下車為止的時間) 不得超過此限制。(2) 最大額外車上時間，指乘客實際的車上時間減去直達的車上時間 (不與他人共乘) 不得超過此限制。

有鑒於此，求解這種即時性的 PDPTW 問題時，最重要的是電腦運算時間要快，且須符合預約者的指定條件。本研究即根據上述的營運條件進行啟發式方法的設計；此啟發式方法共包含兩個模組：路線構建模組、路線改善模組，分別說明如下：

一、路線構建模組：係以插入法為基礎。本研究參考卓裕仁、朱佑旌 (2008) 所提出求解時窗限制回程取貨車輛路線問題的「最省插入成本 (Cheapest Insertion Cost, CIC) 法」，考慮 PDPTW 的問題特性修改而成。CIC 法係以插入後所增加的路線成本最小為標準，同時決定插入節點及其插入位置。執行步驟說明如下：

- (1) 輸入乘客預約內容。若目前車輛並未服務任何乘客(空車待命狀態)，則將該預約乘客之起訖點插入車輛路線行程中，並更新相關行車時間資訊，形成一條初始路線；否則，至步驟(2)。
- (2) 計算車輛容量限制是否滿足。若是，則至步驟(3)；否則，輸出「路線規劃失敗」訊息，結束此模組。
- (3) 自車輛尚未服務的地點中，選擇時間早於且最接近預約顧客之起點時間的地點  $i$ ，計算插入起點至地點  $i$  之後是否符合時間窗限制。若能符合時間窗限制，則更新相關行車時間資訊以及對後續地點造成之延誤時間，至步驟(d)；否則，輸出「路線規劃失敗」訊息，結束此模組。
- (4) 自車輛尚未服務的地點中，選擇時間早於且最接近預約顧客之訖點時間的地點  $j$ ，計算插入起點至地點  $j$  之後是否符合時間窗限制。若能符合時間窗限制，則更新相關行車時間資訊以及對後續地點造成之延誤時間，執行「路線改善模組」；否則，輸出「路線規劃失敗」訊息，結束此模組。

二、路線改善模組：係以路線內交換法為基礎。因考慮運算時間與起訖點對的順序關係，僅使用路線內 2-opt 與 Or-opt ( $p = 1$ ) 交換法進行改善；此法可局部調整路線內的節點服



務順序，以減少路線行駛距離或時間。

- (1) 以目前的車輛路線行程為基礎，進行 2-opt 交換改善。
- (2) 以步驟(1)所得的車輛路線行程為基礎，進行 Or-opt 交換改善。
- (3) 輸出「路線規劃成功」訊息，結束此模組。

### 5.3 系統模擬測試與績效分析

為驗證 VPDAR\_CADS 離型的可行性與上述啟發式方法的運算績效，本研究採用電腦隨機產生的乘客預約資料來進行系統功能測試。相關參數設定說明如下：(1) 車輛數為 2，每輛車可載客 8 人；(2) 每天訂單筆數可選擇 5、10、15、20、25、30、35 及 40 筆，每次模擬產生 30 天的測試資料；(3) 服務品質準則有兩種選擇，最大車上時間設定為 60 分鐘，最大額外車上時間設定為 30 分鐘。

至於營運績效的評估準則（目標函數）依序為：(1) 訂單拒絕率（單位，%），指無法服務的訂單數佔總訂單數的百分比；(2) 總行駛距離（單位，公里），指所有車輛的行駛里程總和；(3) 總行車時間（單位，分鐘），指所有車輛的行車時間總和；(4) 總等待時間（單位，時間），指所有車輛的等待時間總和（車輛若提早抵達乘客起點時，須等待時窗開啟後才能服務該顧客，這段時間稱為等待時間）。本研究認為，上述四種評估準則中，以訂單拒絕率最為重要，故於後續測試結果分析時，將優先考慮以訂單拒絕率作為績效比較的基準；至於，其他三項評估準則，則可作為營運者的參考。

本研究並設計了四個實驗來進行模擬測試，VPDAR\_CADS 模擬測試系統的介面如圖 5-2 所示。實驗一係針對兩種服務準則及兩種起始解法，比較在八種不同訂單需求量下的營運績效，其結果如表 5-1 所示。實驗二係以 CIC 起始解法、40 筆訂單需求的情境為基礎，比較是否使用 Or-opt 交換法的營運績效，其結果如表 5-2 所示。實驗三仍以 CIC 起始解法、40 筆訂單需求的情境為基礎，比較兩種服務準則參數各加、減 10 分鐘對營運績效的影響情形，其結果如表 5-3 所示。實驗四則針對兩種服務準則、CIC 起始解法、40 筆訂單需求的情境下，比較再增加 1 輛服務車對營運績效的影響效果，其結果如表 5-4 所示。

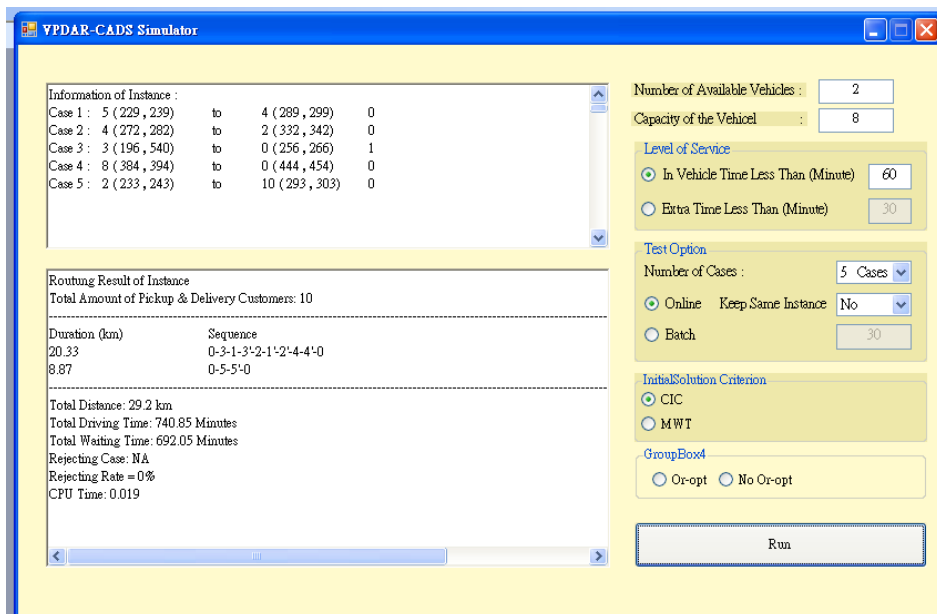
由表 5-1 的測試結果可知，就兩種服務準則而言，「最大車上時間 60 分鐘」在訂單拒絕率方面，皆優於「最大額外車上時間 30 分鐘」；而就兩種起始解法而言，「CIC 法」所求得的訂單拒絕率大多低於「MWT 法」。因此，後續實驗將採用 CIC 法作為主要的起始解方法，並僅針對訂單數量為 40 的情形進行測試。

表 5-2 的測試結果顯示使用 Or-opt 交換法可改善營運績效。在兩種服務準則下，訂單拒絕率的改善率分別達到 30.10%及 5.46%。雖然總行車時間及總等待時間稍有增加，但這有可能是因為服務的乘客也增加的緣故；若再從總行駛距離亦呈現改善的情形來看，使用 Or-opt 交換法確實可提升營運績效。

由表 5-3 的測試結果可知，服務準則的標準若放鬆（增加 10 分鐘），確實可改善訂單拒絕率；反之，標準嚴格（減少 10 分鐘）則會使訂單拒絕率變差。上述情形顯示服務準則與訂單拒絕率之間具有交互損益（Trade-off）的特性，實務運作時仍應調查乘客可接受的服務準則標準，並在該範圍內積極降低訂單拒絕率。若要同時兼顧服務準則與訂單拒絕率，則需要考慮增加服務車的數量，其實驗測試結果如表 5-4。



(a) 進入畫面



(b) 執行畫面

圖 5-2 VPDAR\_CADS 模擬測試系統介面圖

由表 5-4 可知，若車輛數從目前的 2 輛增加為 3 輛，則可顯著改善訂單拒絕率。而實驗四的結果也說明了，此模擬測試系統可做為經營管理者決定是否需增加車輛的參考依據。

在電腦運算時間上，本 VPDAR\_CADS 系統在 Dell OptiPlex 780MT 個人電腦 (Intel Core 2 Quad Processor Q9550、2.83 GHz) 上執行測試，平均每筆訂單的 CPU 處理時間不到 0.03 秒，顯示其運算效率確實符合實務應用之需要。

表 5-1 實驗一測試結果彙整表

訂單數	服務準則：最大車上時間 = 60 分鐘							
	起始解法：CIC				起始解法：MWT			
	拒絕率 (%)	總距離 (公里)	總時間 (分)	總等待時間(分)	拒絕率 (%)	總距離 (公里)	總時間 (分)	總等待時間(分)
5	0.00	39.84	512.80	448.04	0.00	36.44	465.36	405.70
10	0.00	69.10	694.32	580.67	0.00	71.40	684.32	567.21
15	0.67	90.91	855.64	704.38	0.67	96.06	834.38	675.39
20	0.67	116.86	925.99	730.83	1.67	122.35	920.65	717.46
25	2.00	135.49	956.12	728.38	2.67	152.83	962.43	708.85
30	2.33	161.42	958.76	687.32	2.56	175.31	981.66	689.47
35	2.19	180.13	990.52	686.10	3.90	201.27	989.06	653.53
40	3.67	201.16	1008.70	668.43	4.25	222.66	1013.57	641.28
訂單數	服務準則：最大額外車上時間 = 30 分鐘							
	起始解法：CIC				起始解法：MWT			
	拒絕率 (%)	總距離 (公里)	總時間 (分)	總等待時間(分)	拒絕率 (%)	總距離 (公里)	總時間 (分)	總等待時間(分)
5	0.00	37.27	497.54	436.63	0.00	37.27	463.63	402.72
10	0.33	70.34	689.71	574.23	0.00	71.98	682.23	564.27
15	0.22	101.05	772.28	605.73	0.00	107.47	813.74	637.54
20	1.67	122.62	868.58	664.99	0.67	134.07	923.15	702.17
25	0.93	149.05	928.21	679.86	2.00	161.83	964.05	696.80
30	2.56	165.35	957.13	679.88	3.67	192.29	978.42	661.08
35	2.48	190.27	970.28	650.74	5.24	207.51	985.24	640.80
40	4.33	209.96	969.14	615.94	5.92	222.72	990.32	618.60

表 5-2 實驗二測試結果彙整表

使用交換改善	訂單數：40，起始解法：CIC							
	服務準則：最大車上時間 = 60 分鐘				服務準則：最大額外車上時間 = 30 分鐘			
	拒絕率 (%)	總距離 (公里)	總時間 (分)	總等待時間(分)	拒絕率 (%)	總距離 (公里)	總時間 (分)	總等待時間(分)
否	5.25	202.93	974.81	632.52	4.58	219.81	966.99	599.11
是	3.67	201.16	1008.70	668.43	4.33	209.96	969.14	615.94
改善率 (%)	30.10	0.87	-3.48	-5.68	5.46	4.48	-0.22	-2.81

表 5-3 實驗三測試結果彙整表

增減 幅度 (分鐘)	訂單數：40，起始解法：CIC							
	服務準則：最大車上時間 = 60 分鐘				服務準則：最大額外車上時間 = 30 分鐘			
	拒絕率 (%)	總距離 (公里)	總時間 (分)	總等待 時間(分)	拒絕率 (%)	總距離 (公里)	總時間 (分)	總等待 時間(分)
-10	5.25	200.23	964.41	626.16	5.17	219.11	957.83	591.23
0	3.67	201.16	1008.70	668.43	4.33	209.96	969.14	615.94
+10	3.08	198.53	987.23	650.66	3.50	206.31	984.42	636.37

表 5-4 實驗四測試結果彙整表

車 輛 數	訂單數：40，起始解法：CIC							
	服務準則：最大車上時間 = 60 分鐘				服務準則：最大額外車上時間 = 30 分鐘			
	拒絕率 (%)	總距離 (公里)	總時間 (分)	總等待 時間(分)	拒絕率 (%)	總距離 (公里)	總時間 (分)	總等待 時間(分)
2	3.67	201.16	1008.70	668.43	4.33	209.96	969.14	615.94
3	0.50	207.17	1302.76	952.21	0.25	246.33	1385.38	975.99

## 第六章 結論與建議

### 6.1 研究結果與結論

本計畫為三年期整合型計畫「高齡社會的來臨：為 2025 年的台灣社會規劃之整合研究」之子計畫，係針對鄉村地區(以台南市西港區為例)及都市郊區(以新北市板橋溪崑地區為例)之高齡者，進行高齡者需求回應運輸服務系統之規劃與應用研究，以期透過提出適當形式的 DRTS 系統，改善高齡者的交通可及性與便利性。茲列舉本計畫之具體成果於下：

- 一、透過高齡者之旅運需求特性家戶訪問調查，確實了解台南市西港區與新北市板橋溪崑地區兩地高齡者之日常活動與旅運需求特性，結果發現鄉村地區與都市郊區的高齡者在旅運需求特性方面呈現大同小異的現象。整體而言，鄉村地區高齡者使用大眾運輸的次數及意願不高，都市郊區高齡者則常使用各種大眾運輸工具。相同的特性：平日的活動範圍多在住家附近並以步行或腳踏車為其交通工具，活動地點以公園、市場、廟宇居多；旅運需求則以就醫目的為多。
- 二、參考國外文獻對 DRTS 系統要素的分類，考慮需求面與供給面之影響因素，提出一套規劃 DRTS 營運模式的設計架構，歸納出四種基本的營運型式：連結型、通勤型、社區型、社福型。
- 三、分別針對實作社區之高齡者旅運需求特性，於台南市西港區提出結合區公所服務車與計程車之「小型車共乘撥召服務」DRTS 營運模式，於新北市板橋溪崑地區提出以原公車路線為基礎之「社區巡迴接駁巴士」DRTS 營運模式。
- 四、針對西港區「小型車共乘撥召服務」DRTS 營運模式，提出其電腦輔助派遣系統架構，並設據以開發出一套「高齡者乘客預約與車輛派遣系統」。該系統以簡化司機操作為考量，將車輛派遣作業轉換成「時窗限制收送貨路線問題」，設計啟發式方法進行求解。最後，並透過模擬方式進行系統整合測試與績效評估。

### 6.2 建議與後續研究課題

本論文的成果仍屬於初期研究的階段，距離系統實際上線與運作仍有很大的努力空間。茲提出相關建議與後續研究應注意的相關課題如下：

- 一、本研究回顧國內相關法規與辦法後發現，國內目前相當缺乏副大眾運輸或需求回應運輸之法規，導致無法順利發展與推動 DRTS 系統於國內運作。因此建議交通部應積極檢討現行有關大眾運輸的相關法規，重新界定出副大眾運輸或需求回應運輸之法律定位，並研提其監理管制法規。
- 二、長期而言，高齡者的 DRTS 營運方式應與國內其他社會福利機制相結合(例如復康巴士)，並共享相關設備資源(人力、車輛、派遣系統)，以及建立一套完整的收費標準、財務制度及補貼機制。
- 三、在電腦輔助車輛派遣方面，必須加強使用者界面的設計與開發，使其操作流程更加簡單與方便；此外，由於各種 DRTS 系統的營運方式不盡相同，如何配合各種 DRTS 系統開發出適當的電腦輔助車輛派遣系統，也是值得深入研究的課題。

- 四、由於 DRTS 的定位係作為輔助大眾運輸不足之服務系統，未來應考慮與當地的大眾運輸系統進行有效整合，以達到無縫運輸的目標。除了服務高齡者外，DRTS 系統上有其他的功能，例如社區巡迴、幹線接駁或通勤使用，政府主管機關應積極規劃與整合 DRTS 系統的資源。此外，為使資源使用達到其經濟規模，未來亦可考慮將鄰近地區的相關 DRTS 系統整合起來，共同使用一套電腦輔助派遣系統。如此一來，不僅可提高資源的使用效率，亦能降低營運業者的相關成本。
- 五、除了高齡者需求回應運輸服務之課題外，本研究在資料蒐集與訪談的過程中亦發現一個值得探討的相關課題「高齡者餐點配送服務」。該服務亦屬於社會福利政策的一環，由社福機構針對弱勢或獨居高齡者提供餐點配送到家服務。本報告附錄二收錄了本研究團隊近期發表的一篇有關「高齡者餐點配送服務路線規劃」之論文。

## 参考文献

- Anderson, J.C. (2006), "Lack of unified system hurts dial-a-ride: High demand, low funds cause issues," *Knight Ridder Tribune Business News*, Washington, Dec. 28, p.1.
- Benjamin, J., Kurauchi, S., Morikawa, T., Polydoropoulou, A., Sasaki, K. and Ben-Akiva, M. (1998), "Forecasting paratransit ridership using discrete choice models with explicit consideration of availability," *Transportation Research Record*, No. 1618, pp. 60-65.
- Burkhardt, J.E. (2003), "Better transportation services for older persons," *Transportation Research Record*, No. 1843, pp. 105-112.
- Carp, F.M. (1988), "Significance of mobility for the well-being of the elderly," in *Transportation in an Aging Society: Improving Mobility and Safety for Older Persons*, Vol. 2, TRB special report 218.
- Chen, W.-H., Gross, F., Pecheux, K. and Jovanis, P.P. (2005), "Modal preference for ITS-enhanced ridesharing and paratransit services for disabled and elderly travelers," *Advances in Transportation Studies*, Vol. 5, pp. 53-67.
- Collia, D.V., Sharp, J. and Giesbrecht, L. (2003), "The 2001 national household travel survey: A look into the travel patterns of older Americans," *Journal of Safety Research*, Vol. 34, pp. 461-470.
- Cordeau, J.F. and Laporte, G. (2007), "The dial-a-ride problem: models and algorithms," *Annals of Operations Research*, Vol. 153, pp. 29-46.
- Crain, J.L. (1976), "Role of paratransit in serving the needs of special groups," *Transportation Research Record*, No. 164, pp. 183-190.
- Culverwell, W. (2002), "Kennewick, Wash.-Area bus service to stay door-to-door," *Knight Ridder Tribune Business News*, Washington, Feb. 22, p.1.
- Gyllenspetz, H. (2002), "Dial-a-ride service waits for cash news," *Northern Echo*, Darlington (UK), Jan. 17, p. 6.
- Dessouky, M., Rahimi, M. and Weidner, M. (2003), "Jointly optimizing cost, service, and environmental performance in demand-responsive transit scheduling," *Transportation Research Part D*, Vol. 8, pp. 433-465.
- Dial, R.B. (1995), "Autonomous dial-a-ride transit introductory overview," *Transportation Research Part C*, Vol. 3, pp. 261-275.
- Gray, G. (1975), "Planning for new and integrated demand-responsive systems," *Transportation Research Record*, No. 154, pp. 27-31.
- Hoey, W.F. (1976), "Dial-a-ride in the context of demand-responsive transportation: a critical appraisal," *Transportation Research Record*, No. 608, pp. 26-29.
- Horn, M.E.T. (2002), "Fleet scheduling and dispatching for demand-responsive passenger services," *Transportation Research Part C*, Vol. 10, pp. 35-63.
- Lau, S.W. (1998). "Autonomous dial-a-ride transit benefit-cost evaluation," Volpe National Transportation Systems Center, August.
- Mageean, J. and Nelson, J.D. (2003), "The evaluation of demand responsive transport services in Europe," *Journal of Transport Geography*, Vol. 11, pp. 255-270.
- Melachrinoudis, E., Ilhan, A.B. and Min, H. (2007), "A dial-a-ride problem for client transportation in a health-care organization," *Computers & Operations Research*, Vol. 34, pp.

- Nelson, J.D. and Mageean, J. (1999), *Results of the evaluation and market assessment of SAMPLUS technologies*, Telematics Application Programme Transport Sector Project TR3321 Contract Report No. 7.2, Commission of the European Communities, Bruxelles.
- Newman, D.A., Sharfarz, D. and Abkowitz, M. (1981), "Retrospective view of dial-a-ride service in Rochester, New York," *Transportation Research Record*, No. 818, pp. 26-33.
- Palmer, K., Dessouky, M. and Abdelmaguid, T. (2004), "Impacts of management practices and advanced technologies on demand responsive transit systems," *Transportation Research Part A*, Vol. 38, pp. 495-509.
- Parajon, J. (2002), "City launches transit service for seniors, disabled," *The American City & County*, Vol. 117, No. 3, p.35.
- Reitz, S. (2005), "House vote may be near on transit aid for aging," *Knight Ridder Tribune Business News*, Washington, May 15, p.1.
- Rosenbloom, S. (1988), "The mobility needs of the elderly," in *Transportation in an Aging Society: Improving Mobility and Safety for Older Persons*, Vol. 2, TRB special report 218.
- Sandlin, A.B. and Anderson, M.D. (2004), "Serviceability index to evaluate rural demand-responsive transit system operations," *Transportation Research Record*, No. 1887, pp. 205-212.
- Sherbert, E. (2006), "Manteca budgets for bus system," *Knight Ridder Tribune Business News*, Washington, Jul. 5, p.1.
- Stringer, E. (1999), *Action Research*, 2nd ed., Thousand Oaks, CA, Sage.
- Teal, R.F., Goodhue, R.E., Rooney, S.B. and Mortazavi, K. (1982), "Taxi-based public transportation for the elderly and the handicapped," *Transportation Research Record*, No. 863, pp. 26-32.
- Williams, D.E. (2007), "Free rides are a luxury," *Knight Ridder Tribune Business News*, Washington, Feb. 20, p.1.
- Wright, T. (2005), "Dial-a-ride may be privatized," *Knight Ridder Tribune Business News*, Washington, Apr. 12, p.1.
- 孔正裕 (1999), 臺灣地區敬老乘車優待方案之執行評估—以「彰化縣資深國民免費乘車方案」為研究分析個案，東海大學公共行政學系所碩士論文。
- 王穆衡、張贊育、蔡欽同 (2006), 「偏遠服務路線營運虧損補貼機制之檢討」，中華民國運輸學會第 21 屆學術論文研討會論文集（光碟版），新竹。
- 史習平 (1995), 全球定位系統、運輸地理資訊系統與無線電通訊整合之研究—應用於公車動態資訊與撥召系統，交通大學交通運輸研究所碩士論文。
- 交通部運輸研究所 (1986), 運輸營運手冊(中譯本)，交通部運輸研究所。
- 向美田 (1996), 公車動態資訊與撥召系統之研究與建立—以金門縣為例，交通大學交通運輸研究所碩士論文。
- 杜宗翰 (2001), 建立老人及身心障礙者免費乘車福利業務有效機制之研究，交通大學運輸工程與管理學系所碩士論文，90 年。
- 李思葦 (2004), 高齡者交通安全問題之探討，中華大學科技管理研究所碩士論文。
- 辛孟鑫 (2005), 撥召運輸系統路線規劃問題之研究—以台北市復康巴士為例，成功大學交通管理科學研究所碩士論文。
- 林良泰、周榮昌、張式先 (1994), 「老年人旅次特性之分析—以臺中縣市為例」，中華民國



國運輸學會第九屆論文研討會論文集，台南，頁 49-55。

- 林佳鴻 (2005)，智慧型撥召公車預約派遣模式之研究，中華大學科技管理研究所碩士論文。
- 林聖偉 (2005)，需求反應運輸服務需求分析之研究—以醫療運輸為例，淡江大學運輸管理學系所碩士論文。
- 林萬億 (2006)，當代社會工作：理論與方法，五南出版。
- 卓裕仁、朱佑旌 (2008)，「兩階段回溯式門檻接受法求解時窗限制回程取貨車輛路線問題之研究」，運輸計劃季刊，第 37 卷，第 4 期，頁 405-430。
- 施惠真 (2002)，臺北市老人運輸優惠之研究，台灣大學土木工程學系所碩士論文。
- 徐文遠 (1996)，老人運輸問題之研究，成功大學交通管理科學研究所碩士論文。
- 陳子儀 (1993)，「探討我國高齡者之交通安全問題」，交通建設，第 42 卷，第 11 期，頁 17-34。
- 陳昌益 (2001)，都市地區老人旅運需求初探—活動基礎理論之應用，淡江大學運輸管理學系所碩士論文。
- 陳苑蕙、李思葦 (2004)，「高齡者交通安全問題及對交通安全設施觀感之探討」，交通學報，第 4 卷，第 1 期，頁 31-46。
- 陳苑蕙、徐淵靜、陳正芬、高桂娟 (2008)，「高齡者旅運特性與需求回應運輸服務系統需求分析」，發表於高齡社會的來臨成果發表暨學術研討會。(NSC-95-2420-H-216-002-KFS)
- 陳若平、張祐綾等譯 (2007)，社會工作研究法，五南出版。
- 許銓倫 (2001)，高齡者交通特性與交通設施之檢討，交通大學交通運輸研究所碩士論文。
- 莊子駿 (2004)，無線電計程車智慧型派遣系統之研究，中華大學科技管理研究所碩士論文。
- 康書嫻 (2005)，需求反應運輸營運模式之模擬分析，淡江大學運輸管理學系所碩士論文。
- 黃頡 (1999)，市區公車高潛力需求路線之研究，交通大學交通運輸研究所碩士論文。
- 黃書強、魏健宏、李仕勤、辛孟鑫 (2005)，「需求回應運輸系統績效評估之研究」，2004 海峽兩岸智慧運輸系統學術研討會論文集（光碟版），中國哈爾濱。
- 黃漢瑄 (2006)，撥召服務最佳化指派作業之研究，淡江大學運輸管理學系所碩士論文。
- 張勝雄、林聖偉 (2007)，「需求反應運輸系統應用於醫療運輸服務之需求預測」，中華民國運輸學會 96 年年會暨學術論文國際研討會論文集，台北劍潭，頁 65-80。
- 曾俊傑 (1991)，撥召公車路線設計之研究，交通大學交通運輸研究所碩士論文。
- 游進俊 (1992)，靜態撥召服務問題啟發式解法之研究，交通大學土木工程研究所碩士論文。
- 楊琮平 (1999)，智慧化貨車營運管理系統雛形之建立，中華大學工業工程與管理研究所碩士論文。
- 鼎漢國際工程顧問股份有限公司 (2003)，智慧型運輸系統技術於高齡化社會之應用研究，交通部運輸研究所。
- 趙文銖 (2005)，公眾運輸資訊無障礙之探討—以老人為例，中央大學土木學系所碩士論文。
- 鄭秉元 (2004)，非都市化地區服務補貼路線乘客對引進副大眾運輸選擇行為之研究，交通大學交通運輸研究所碩士論文。
- 藍武王、林大煜 (1990)，無障礙運輸服務方式之規劃，交通部運輸研究所。
- 藍武王、楊幼文 (1992)，「老人運輸方式之規劃」，中華道路，第 31 卷，第 2 期，頁 19-27。

- 魏健宏、王穆衡、蔡欽同、辛孟鑫 (2007)，「台北市復康巴士路線規劃問題之研究」，運輸學刊，第 19 卷，第 3 期，頁 301-332。
- 蘇昭銘、楊琮平 (2002)，「先進撥召公車營運管理系統之研究」，中華管理學報，第 1 卷，第 1 期，頁 89-114。
- 蘇昭銘、楊琮平、莊子駿 (2004)，「整合 PDA 及 GIS 發展智慧型撥召公車系統之研究」，2004 臺灣地理資訊學會年會暨學術論文研討會論文集（光碟版），台北。
- 內政部社會司網站 (2008)，<http://www.moi.gov.tw/dsa>。
- 全國法規資料庫入口網站 (2008)，<http://law.moj.gov.tw>。
- 行政院主計處網站 (2008)，<http://www.dgbas.gov.tw>。
- 行政院經濟建設委員會網站 (2008)，<http://www.cepd.gov.tw>。
- 台南縣西港鄉公所網站 (2008)，<http://web2.tainan.gov.tw/Sigang/>。
- 台北縣政府網站 (2008)，<http://www.ntpc.gov.tw/web/>。

## 附錄一 高齡者旅運需求特性調查問卷內容

### 「高齡者旅運需求特性調查」日誌調查表 (一)

※本調查專供統計分析用，個別資料絕對保密，不對外提供※

訪問日期： 月 日(星期\_\_\_\_)

壹、受訪者一般資料											
A.姓名	B.年齡	C.性別(1 男、2 女)	D.教育狀況	E.生理狀況(疾病)	F.行業或工作狀況	G.跟誰居住	H.個人每月所得				
B、年齡狀況代碼		D、教育狀況代碼		E、生理狀況代碼		F、行業或工作狀況代碼		G、跟誰居住代碼		H、個人每月所得等級代碼	
1：65(含)~74 2：75~84 3：85~94 4：95(含)以上		0：不識字，也看不懂數字 1：不識字，但看得懂數字 2：識字(但未接受過教育) 3：小學(包括未畢業) 4：國中 5：高中職以上		0：無 1：老花眼 2：視覺障礙 3：聽覺退化 4：關節性疾病 5：其他(直接填寫)		0：無工作/退休 1：農林漁牧業 2：工業(含製造業、營造業) 3：服務業(含軍、公、教) 4：其他(直接填寫)		0：獨自居住 1：僅與配偶同住 2：僅與兒女同住 3：與配偶及兒女同住 4：其他(直接填寫)		0：無所得 1：1萬以下 2：1(含)~2萬 3：2(含)~3萬 4：3萬(含)以上 5：不願意回答	

編號：<第一碼代表調查地區編號> 1 板橋、2 台南

<第二、三碼代表調查村里編號> 01 成和里、02 堂春里、03 溪福里、04 崑崙里、05 溪北里、06 溪州里、

07 慶安村、08 西港村、09 南海村、10 港東村、11 營西村、12 新復村、13 後營村、14 劉厝村、15 竹林村、16 永樂村、17 樣林村、18 金砂村

<第四、五碼代表調查員編號> 01：阿培、02：小黃、03：秀姍、04：小賴、05：啟宇、06：蓉芝、07：彭琳、08：紹俞 09：...依此類推

#### 活動性質代碼

1. 住家	2. 上班	3. 休閒活動	4. 購物、市場、逛街	5. 運動	6. 醫院、診所
7. 下田	8. 宗教活動	9. 老人會	10. 當義工	11. 用餐	12. 上課
13. 接送孫子	14. 股票市場	15. 探訪親友	16. 返鄉	17. 圖書館	18. 其他(直接填寫)

#### 交通工具代碼：

1. 步行	2. 腳踏車	3. 機車(自騎)	4. 機車(被載)	5. 小客車(自開)	6. 小客車(被載)
7. 公車/客運車	8. 計程車	9. 接駁車	10. 捷運	11. 火車	12. 其他(直接填寫)

## 「高齡者旅運需求特性調查」日誌調查表 (二)

※ 平常日選一天填寫

旅次發生日期：    月    日 星期(    )										
貳、個人旅次資料										
(自凌晨零時至晚上 24 時) 按旅次產生時間次序先後填列										
A. 旅次編號	B. 旅次地點		C. 目的地活動性質 看提示卡	D. 起迄時間(24 小時)				E. 交通工具 看提示卡	F. 有無同行者	
	1. 出發地	2. 到達地		1. 出發		2. 到達			1. 無	2. 有，同行人數及同行原因
				時	分	時	分			
								1	0	
								0	1. 1.	

### 「高齡者旅運需求特性調查」日誌調查表 (三)

※ 假日選一天填寫

旅次發生日期： 月 日 星期( )										
貳、個人旅次資料										
(自凌晨零時至晚上 24 時) 按旅次產生時間次序先後填列										
A. 旅次編號	B. 旅次地點		C. 目的地活動性質 看提示卡	D. 起迄時間(24 小時)				E. 交通工具 看提示卡	F. 有無同行者	
	1. 出發地	2. 到達地		1. 出發		2. 到達			無	有，同行人數及同行原因
				時	分	時	分			

「高齡者旅運需求特性調查」旅運需求調查表 (一)

壹、旅運需求型態(西港、板橋皆需)								
請受訪者陳述旅運需求地點，該地點若無法自行開車而需要接駁服務的話，受訪者可接受的服務條件為何?								
	A. 目的	B. 地點	C. 頻率(一周幾次)	D. 可接受等待時間	E. 可接受的價格	F. 是否願意共乘	G. 可接受的額外行車時間	H. 備註
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								

F：願意：1、不願意 0

「高齡者旅運需求特性調查」旅運需求調查表 (二)

貳、預期接駁點位置/步行時間(只有板橋需要)				
假設接駁車接送點未在家門口，請問受訪者希望接駁點設在何處？離家多少公尺之內或到該處的步行時間？				
	A.設置地點	B.可接受到達搭車點之距離或時間(分)		C.備註
		1.距離(公尺)	2.步行時間	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

### 高齡者餐飲配送路線規劃之個案分析 - 以新竹市為例

卓裕仁<sup>1</sup>、彭琳<sup>2</sup>、劉銘韻<sup>3</sup>

#### 摘要

臺灣高齡者餐飲配送(meals-on-wheels, MOW)的服務對象為65歲以上獨居或低收入戶之高齡者為主，其次為一般戶高齡者；配送方式可分為送餐到府(home-delivered meals)及定點用餐兩類。雖然國內已有許多社福機構提供弱勢高齡者的餐飲配送服務，但相關研究多著重於餐點營養之議題，缺乏對餐飲配送路線規劃之探討。

本研究針對個案機構提出一個高齡者餐飲配送之營運模式，並針對其配送路線規劃部份，設計一套啟發式解法來進行模擬測試分析。本研究所設計之啟發式解法分為兩部份，第一部份為起始解路線構建模組，主要將餐飲配送需求透過掃描法，進行起始解的基本配送路線構建；第二部份為鄰域搜尋改善模組，透過路線內與路線間交換法改善配送路線的車輛數量及路線行駛成本。

測試結果顯示本研究所設計之啟發式方法確實可有效產生可行之起始解，且經由鄰域搜尋模組能有效降低車輛數量與車輛行駛距離，可增加探訪高齡者之關懷問安時間或降低營運者之成本。

**關鍵詞：**高齡者；餐飲配送；車輛路線問題；啟發式方法

## 一、前言

在高齡化社會中，老年人的生活自理能力隨年齡增長與健康影響而日趨困難，尤其經濟能力不佳的獨居老人，因此必須提供營養餐食以減少老人自行炊食及購物之不便。目前臺灣已達到聯合國世界衛生組織所訂之高齡化社會指標；至民國 99 年四月行政院主計處統計<sup>[4]</sup>，老年人口為 2,471,374 人，占總人口的 10.69%。依據行政院經建會<sup>[5]</sup>推估，至民國 114 年老年人口將達總人口的 20.1%，即每 5 人中就有一位是高齡者。因此老人福利是政府與民間共同的責任，使老人能得到妥善的照顧服務。

經由本研究初步蒐集資料<sup>[2, 3]</sup>發現，目前臺灣各縣市除屏東縣之外皆有高齡者餐飲配送(meals-on-wheels, MOW)的服務，對象為 65 歲以上獨居或低收入戶之高齡者為主，其次為一般戶高齡者，配送方式可分為送餐到府(home-delivered meals)及定點用餐兩類。承辦單位

<sup>1</sup> 中華大學運輸科技與物流管理學系副教授 (聯絡地址：300 新竹市五福路二段 707 號，電話：03-5186597，E-mail：yjcho@chu.edu.tw)。

<sup>2</sup> 中華大學運輸科技與物流管理學系碩士。

<sup>3</sup> 交通部運輸研究所運輸經營管理組副研究員。



為各縣市政府招募志工或委託相關社會福利機構與各鄉鎮社區辦理。主要供應餐別大多為中餐及少部份機構配送中餐及晚餐。收費方式依承辦單位不同而有所差異；大致上為低收入戶免費，一般戶 20-50 元不等。政府補助方面為各縣市政府最高補助低收入戶及中低收入失能老人每人每餐 50 元，其他一般戶高齡者需自費。此項服務自民國 97 年起，已納入我國長期照顧十年計畫<sup>[1]</sup>積極辦理，民國 95 年全臺高齡者餐飲配送服務人次為 82,000 人次。長期照顧十年計畫<sup>[1]</sup>也指出，於民國 88 年我國高齡者餐飲配送服務人數為 5,419 位，民國 94 年上升至 161,454 位，成長近 30 倍，顯示我國高齡者餐飲配送需求廣大。

儘管國內已有許多社福機構提供弱勢高齡者的餐飲配送服務，但相關研究<sup>[10, 11, 16, 20, 25]</sup>多著重於餐點營養之議題，缺乏對餐飲配送路線規劃之探討。這些社福機構雖然不是以營利為目的，但在現今社福預算與捐款緊縮的壓力下，若能協助這些機構降低相關營運成本，也是一項值得研究的課題。

有鑑於此，本研究選擇新竹市伯大尼老人養護中心為實際驗證與應用之個案對象，透過撰寫程式之方法設計送餐路線規劃營運模式，希望可改善個案機構所遇之送餐問題，使機構之配送人員與配送車輛效用發揮到最大，節省成本與提升配送效率。

本文的後續章節安排如下：第二節針對國外餐飲需求服務概況及餐飲配送營運模式之相關文獻進行簡要回顧；第三節彙整國內高齡者餐飲配送之發展概況與個案機構之訪談結果；第四節說明因應個案機構餐飲配送營運模式所需之車輛路線排程啟發式方法，以及個案例題的測試結果；最後，於第五節提出本研究之具體發現與後續研究建議。

## 二、文獻回顧

本節回顧高齡者餐飲配送相關文獻，分成「國外高齡者餐飲配送服務概況」及「高齡者餐飲配送營運模式」兩部分陳述之，最後提出小結。

### 2.1 國外高齡者餐飲配送服務概況

在國外高齡者餐飲配送服務方面，鄭雪琴<sup>[11]</sup>研究指出，美國之老人營養照顧計畫(ENP)源自 1968 年為期三年的老人營養試辦計劃，至 1978 年起將居家送餐服務列於「美國高齡者法案 (The Older Americans Act, OAA)」當中。於 1975 年時 OAA 即有 49%的預算是花在老人餐食營養上，而當時居家送餐服務已佔 OAA 之年度老人餐食營養預算之 54%(約五億九百二十二萬美元左右)；至 2002 年為止 OAA 當有 41%的老人營養照顧計畫還有等候名單。2005 年，美國衛生和人類服務部老人事務局 (U.S. Department of Health and Human Services, Administration on Aging) 根據 OAA，每年為老人提供 1.15 億人次團體定點用餐和 1.42 億人次送餐到家服務。這些餐飲和其他營養服務經由各種途徑：如老人活動中心、學校和個人家庭等配送到有需求的老人。送餐到家的志工通常還會檢查老人的身心狀況及其他服務，包括營養篩選、教育、諮詢、以及許多其他支援和保健服務。

Frongillo et al.<sup>[18]</sup>指出 1983 年美國每天共有約 175,000 家機構參與高齡者餐飲配送服務。研究分析 1984 至 1985 年美國紐約州 23 個郡，送餐區域分為五個區，共有 2,186 位高齡者接受餐飲配送與連續六個月調查；主要調查高齡者之社會經濟狀況、健康狀況、是否為身障者、自理食物困難程度與營養風險。結果顯示大多數高齡者接受短期之餐飲配送，原因為多數高齡者於出院休養期間或身體健康狀況不佳時需要餐飲之配送，直到康復後就不再需要；因此數據顯示一至三個月之接受餐飲配送之高齡者數量沒有太大的改變，至三個月後，數據明顯下降。研究也指出高齡者希望得到更全面的營養和保健之服務，而不只是餐飲的配送。

Roe<sup>[24]</sup>於 1994 年在美國德州執行計畫，針對虛弱與住在偏遠地區的高齡者為對象，共有 28 個機構參與執行送餐計畫，主要為送餐到府與定點送餐兩類。該研究將需要餐飲配送之高齡者分為一周主餐少於 8 餐者、牛奶與蔬果攝取少者、一整天沒有攝取食物者、身體機能衰退或獨居之高齡者、購物困難者、低收入戶、身障者等；提供熱食給高齡者，以改善高齡者之生活品質。

Coulston et al.<sup>[16]</sup>之研究則探討美國加州高齡者送餐計畫，該計畫主要服務 60 至 90 歲之高齡者，共 230 位高齡者，每週至少提供 5 次的餐飲配送。Shovic and Geoghegan<sup>[25]</sup>探討美國高齡者法案(OAA)營養計畫中的餐飲配送服務。該研究於美國夏威夷州執行高齡者餐飲配送服務，以社區為中心，主要針對 60 歲以上獨居及身障之高齡者；每週約服務 165 位高齡者，於地區性醫院及養老院提供服務，採定點服務方式。Gollub and Weddle<sup>[20]</sup>之研究將送餐服務擴大，不只是配送午餐還加入配送早午餐。研究計畫中接受早午餐之高齡者為 167 位；接受早餐之高齡者為 214 位，一週提供五天之餐飲配送。

O'Dwyer and Timonen<sup>[23]</sup>指出在美國約有 7%高齡者接受送餐服務，在英國則約有 2%，在澳洲約有 2.6%，在瑞典約有 3.7%，在愛爾蘭約有 2.4%高齡者接受送餐服務。該研究針對愛爾蘭之餐飲配送機構作調查；在愛爾蘭有 305 個送餐單位，平均每個送餐單位大約服務 41 位高齡者；餐飲配送約服務 10,000-12,000 位高齡者；配送時間為每日上午 11:30 至下午 2 點。由於每個配送單位服務之高齡者數量不多，但配送時間達 2.5 小時，原因為配送司機至高齡者家中時，同時對高齡者進行問安與每日健康狀況調查。

Johnson<sup>[22]</sup>指出英國高齡者營養服務推究送餐到家服務，源起於 1940 年代末期二次世界大戰時，由女性志工團為農村的勞動者遞送餐飲及補給品；現今英國有將近 191,000 人接受餐飲服務。餐飲服務為每日提供午餐；以熱食為主，而在部分偏遠區域則以提供冷凍即食產品。執行單位先將準備好的餐飲配送到各個定點，再由其他志工採直線分送方式直接運送到各個接受餐飲之高齡者家中。

此外，根據李靜綺<sup>[7]</sup>之研究指出日本高齡者餐飲服務為餐飲準備由中央廚房根據每日所需熱量及營養為基準來準備餐點，再由運輸車配送至各接受餐飲之高齡者家中，餐飲為每星期提供 3~6 天，包含午餐及晚餐，接受餐飲者為 65 歲以上高齡者。餐飲服務所面臨之困難為運送效率問題，由於在送餐同時必須關懷高齡者身體健康狀況，容易造成耽誤送餐時間之問題<sup>[21]</sup>。茲彙整上述研究之概況於表 1。

表 1 國外餐飲配送服務概況彙整表

文獻出處	年份	地區	服務人數	執行方式
Bartholdi et al.	1983	美國喬治亞州	約 140 位	到府/午餐
Frongillo et al.	1987	美國紐約州	2,186 位	N/A
Roe	1994	美國德州	N/A	定點/到府
Coulston et al.	1996	美國加州	230 位	到府/ 一週五次
Shovic and Geoghegan	1997	美國夏威夷	165 位/週	社區定點
Gollub and Weddle	2004	美國	167 位早午餐 214 位午餐	一週五次
Japanese Economy Division	2005	日本	N/A	到府/午晚/一週 3-6 次
Johnson	2006	英國	191,000 位	到府
Bräysy et al.	2007	芬蘭	827 位	到府
O'Dwyer and Timonen	2008	愛爾蘭	10,000-12,000 位	到府

資料來源：李靜綺<sup>[7]</sup>、本研究整理。N/A：Not Available。

## 2.2 高齡者餐飲配送營運模式

Bartholdi et al.<sup>[14]</sup>研究美國喬治亞州的高齡者市民服務，提供餐飲配送服務給貧窮與無法出門購物與自行煮飯的老年人，並提出一個簡潔有效率的方法來協助規劃配送路線。該研究之餐飲配送營運模式係以配送午餐為主，共有四輛配送車；每輛車須配送 30-40 個地點，車容量沒有限制；餐點須在四小時內配送完成，以保持溫度。執行方式為先將顧客點依序排列，接著沿著空間填充曲線(space-filling curve)拜訪各個顧客點。然後，準備兩張卡，一張為顧客名單另一張為顧客地址；將所要配送的顧客名單移動至同一路線，排序名單時可插入新的顧客點，及移動顧客點。

Bräysy et al.<sup>[15]</sup>報導芬蘭的經驗，在 2005 年服務 827 位高齡者，共提供 95,625 份餐點，平均每日提供 262 份餐，每月則提供 7,900 份餐；每份餐食約為 8 歐元。每日配送需求皆不同，因此需要每天安排路線，配送區域共有 9 條路線；每位司機皆有固定之配送路線，配送司機最晚上午 11 點自中心廚房出發配送，配送時間為上午 10 點至下午 1 點半，配送至高齡者家中時司機同時對高齡者進行問安並幫助高齡者進食與服用藥物。司機拜訪每位高齡者平均約為 3 分鐘，使用容器為回收餐盒，車容量沒有限制。由於人工安排路線之路線長度差異過大，最長路線約 45 公里，最短路線約為 9 公里。因此使用 SPIDER Designer 4.0 軟體模擬七種配送情境以解決芬蘭之高齡者餐飲配送服務之問題。

Siira and Haikio<sup>[26]</sup>指出在 2005 年歐洲高齡人口比例為 24.9%；2050 預測增加為 52.8%。該研究於 2006 年在芬蘭進行示範計畫，為期八週。有 9 位高齡者與 5 位司機參與計畫；共有 3 條路線。高齡者使用行動電話與觸控式標籤進行訂餐與取消餐點；對司機而言，行動電話與觸控式標籤為確認路線與確認高齡者之今日狀況。高齡者於前一天晚上 12 點前完成

訂餐，司機送餐時間為每日的中午 12 點。使用技術為 NFC-based (Near-Field Communication) 應用於餐飲服務系統，分為四大區塊分別為物流系統、餐飲生產者系統、高齡者照顧系統、高齡者餐飲配送系統。使用此系統可提供高齡者更可靠的送餐系統與改善高齡者的生活品質、節省高齡化社會之成本。

楊宗蓉<sup>[10]</sup>之研究指出美國老人營養計畫(Elderly Nutrition Programs, ENP)之營運模式可分為聚餐式 (congregate nutrition service)：在老人中心、社區中心或附近的教堂辦理，每週供應五餐，每天供應一餐的方式。送餐到家式則提供餐飲給因行動不便、無法出門(原因包括生病、身障或官能障礙，或有交通困難)的老年人等。

陳燕禎等人<sup>[8]</sup>指出，高齡者餐飲配送模式以「地點」可分為三種：集中定點用餐、送餐到家、以鄰里為中心，並由社區發展協會自行在社區活動中心，由協會成員或具愛心者募款提供自製餐食。若以「供餐來源」區分，可分為七種模式：契約外包；由志工在社區中製作便當發送；由居家服務員到宅準備餐食；由附近的醫院或機構提供便當；推展社區餐卡，例如委託單位和社區的便利商店簽約，獨居老人可憑餐卡至居家附近之便利商店換購餐食；自助餐式，即委託單位與自助餐簽約，由志工或店家將便當送至老人家中；專業管理模式，設有專業廚房、餐車及保溫餐具等。

Eveborn et al.<sup>[17]</sup>針對瑞典的健康管理系統(LAPS CARE system)之工作人員排程進行規劃，以改善工作人員的管理，減少運輸和等待時間，提高效率與服務品質。由於工作人員為週期性結構的拜訪，因此在計劃執行前、需求改變時皆可變動排程。如果在出發前排程有變動時，需要人工排程是非常浪費時間的，且往往造成工作人員出發的延遲。解決的方法為重複配對工作人員與拜訪點，分為精確法(Exact Method, EM)與重複分配法(Repeated Assignment, RA)。透過四個情境模擬，比較分析兩種方法之優劣，結果顯示可節省規劃時間 7%與旅行時間 20%。表 2 彙整上述文獻的餐飲配送模式及解題方法。

表 2 國外餐飲配送模式彙整表

文獻出處	年份	對象	訂餐方式	解題方法	餐別
Bartholdi et al.	1983	美國喬治亞州 高齡者	固定	空間填充曲線與顧客 基本資料卡排序	午餐
Eveborn et al.	2005	瑞典高齡者	固定	LAPS CARE system	N/A
Siira and Haikio	2007	芬蘭高齡者	臨時	NFC-based	午餐
Bräysy et al.	2007	芬蘭高齡者	臨時與固定	SPIDER Designer 4.0	午餐

資料來源：本研究整理。

此外，Gorr et al.<sup>[19]</sup>針對非營利機構設計空間決策支援系統協助配送到府的區域規劃，例如送餐到府的服務。其資料蒐集從目前的規劃與現有與預測的人口統計資料和系統工具，並提供系統去評估現有的送餐到府的設施，與增加設施區位決策以滿足服務範圍和公平需求。該研究之服務配送模式假設設施區位與顧客密度是已知的，然後使用 GIS 將各顧客點位置標定在目前的街道網路。其路線數是已知、固定容量、具有時間與地理區域的限制，目標是在時間限制內服務區域範圍最大且顧客數都在區域內。

## 2.3 小結

總結上述文獻回顧得知，國內外皆有高齡者餐飲配送之服務，且國外高齡者餐飲配送服務執行時間長遠，因此國外之高齡者餐飲配送服務路線規劃之文獻較多且廣泛，而國內則尚未有針對高齡者餐飲配送服務路線規劃之相關研究。

臺灣目前已逐漸進入高齡化社會，在高齡者餐飲配送服務方面之需求也會逐漸增加。由於餐飲配送服務在國內為政府制定老人福利法方案下提供給特定對象的社會福利，餐飲配送之需求不僅僅出現在獨居或中低收入戶高齡者身上，在一般戶高齡者也會有相同需求。而目前國內的餐飲配送服務執行單位太過於分散，導致資源不足與浪費，且服務提供者多為各地區之非營利事業組織，機構規模皆不大，因此餐飲配送之相關路線規劃問題並未突顯。有鑑於此，本研究將以一個個案機構為例，針對其服務區域規劃出一套有效率的高齡者餐飲配送路線。

## 三、國內相關機構訪談與個案現況

本節針對國內提供高齡者餐飲配送服務之相關機構進行資料蒐集與整理，並選擇部分機構進行訪談以蒐集資料，並整理本研究個案機構之深度訪談結果。

### 3.1 國內相關機構資料蒐集與整理

根據民國 96 年行政院經濟建設委員會<sup>[5]</sup>對各縣市政府辦理獨居老人送餐服務調查結果顯示，目前運作模式尚存在；服務個案數有限、志工聯結不足，以及餐食菜色、內容、熱量或口味無法滿足老人需求等問題。

本研究於民國 98 年 7 月首先以電話訪談方式，蒐集全國各縣市提供高齡者餐飲配送服務之相關資料。目前全國各縣市皆有高齡者餐飲配送之服務，視各縣市情況不同，有不同的執行方式，如表 3 所示。由表 3 得知，除屏東縣外皆有餐飲配送之服務，大多皆配送午餐；且多數為配送到府之服務，執行單位多為各地方之慈善團體。集中用餐之地點為社區活動中心。

高齡者餐飲配送服務之承辦單位為各縣市政府委託相關機構或各鄉鎮社區辦理，表 4 為本研究調查部份縣市政府委託承辦單位之數量。

然後，本研究於民國 98 年 7 月 14 日至新竹縣政府社會局老人福利科訪談，得知至民國 98 年 6 月止，新竹縣的高齡者共有 56,984 人，申請送餐服務的高齡者有 49 人。皆為送餐到府，提供週一至週五的中餐服務。本研究於民國 98 年 7 月 16 日至臺北市政府社會局老人福利科訪談，得知在 98 年 6 月止；臺北市的高齡者共有 325,331 人，申請送餐服務的高齡者有 2,723 人。共有 50 個社會福利機構單位承辦；提供送餐到府與定點送餐之服務。

視承辦單位的不同，週一至週日的中餐與晚餐皆有提供服務。本研究於民國 98 年 8 月 26 日至臺北市內湖區與萬華區之某機構訪談，與電話訪談臺北市立萬芳醫院社會工作室之獨居長者送餐。由訪談結果得知，餐飲配送執行機構目前所遇之困難皆為配送路線規劃不佳與車輛調度之問題。

表 3 各縣市高齡者餐飲配送服務現況

縣市	服務人數	機構數	定點或送府	供應餐別
臺北市	2,723	50 個	皆有	午、晚餐
臺北縣	無法統計	N/A	N/A	午餐
桃園縣	200 多人	志工	皆有	午、晚餐
新竹市	80 人	5 個	到府	午餐
新竹縣	45 人	2 個	到府	午餐
苗栗縣	97 人	3 個	到府	午餐
臺中市	400 多人	1 個	到府	午餐
臺中縣	395 人	4 個	到府	午餐
南投縣	500-600 人	鄉公所	到府	午餐
雲林縣	200 多人	4 個	到府	午餐
嘉義市	100 多人	N/A	N/A	N/A
嘉義縣	200 多人	志工	到府	午餐
臺南市	362 人	4 個	定點 200 人 到府 162 人	午餐
臺南縣	658 人	26 個	皆有	午餐
高雄市	1,300 人 (98 年 1 月)	N/A	集中用餐	午餐
屏東縣	有計劃，但尚未執行	N/A	N/A	N/A
宜蘭縣	無法統計	各社區辦理	N/A	午餐
臺東縣	438 人	9 個	到府	午餐
花蓮縣	354 人 (98 年 2 月)	3 個	到府	午餐
澎湖縣	1,165 人	志工	到府	午、晚餐
金門縣	78 人	鄉公所	到府	午餐
連江縣	25 人	鄉公所	到府	午餐

資料來源：本研究整理，資料蒐集時間為民國 98 年 7 月。

表 4 部份縣市高齡者餐飲配送服務機構數

縣市	機構數	定點	到府	供應餐別
臺北市	50	31	33	41 機構只提供午餐、8 機構提供午餐、晚餐
新竹市	1	N/A	V	午餐
新竹縣	2	N/A	V	午餐
苗栗縣	3	N/A	V	午餐
彰化縣	7	N/A	V	N/A
臺中縣	4	N/A	V	午餐
臺中市	7	N/A	V	午餐
臺南市	4	V	V	午餐
雲林縣	4	N/A	V	午餐
臺南縣	26	V	V	午餐
臺東縣	9	N/A	V	午餐
花蓮縣	3	N/A	V	午餐

資料來源：本研究整理。

### 3.2 個案機構訪談記錄

本研究訪談新竹市伯大尼老人養護中心之高齡者餐飲配送服務之現況，並以新竹市伯大尼養護中心為個案進行配送路線規劃之案例測試。

新竹市伯大尼老人養護中心<sup>[6]</sup>係由「財團法人基督教中華協力會」所附設，前身為「伯大尼兒童之家」，在 50 年代專門照顧患有小兒麻痺的病童，其後更名為「伯大尼殘障服務中心」，服務範圍擴及殘障者的全人服務。民國 83 年更名為「伯大尼老人照護中心」，參與新竹地區老人照護的社會福利工作，提供獨居或身心狀況需要長期照護老人高品質的服務，相關資訊彙整如表 5 所示。

表 5 訪談新竹市伯大尼老人養護中心現況

服務對象	獨居、一般戶
服務人數	約 118 位
供應餐別	中餐
送餐方式	到府
服務區域	新竹市全區
送餐路線	10 條路線機車配送
時效性	11 點至 12 點
其他服務	關懷訪視

資料來源：本研究整理。

在訪談過程中了解，伯大尼老人養護中心會隨高齡者之飲食需求不同，給予不同之餐點；例如：粥類與素食。每位司機配送量約為 11 至 12 份餐，養護中心備有保溫袋。司機至每位高齡者家中時，同時對高齡者進行問安及今日健康調查，並回報給養護中心做記錄。訪談過程包含隨司機之配送路線至各高齡者家中，了解配送過程之困難與路線順序；在跟車途中發現，司機配送範圍廣大且配送地點分散，多數高齡者皆不在家中，無法進行問安。司機配送完畢之後，並不會回到養護中心。

綜合本節的資料蒐集與訪談得知，目前國內餐飲配送服務多針對獨居或中低收入戶之高齡者進行服務；在志工將餐點送至高齡者家中時，同時也會對高齡者關懷問安，但由於目前執行單位規模皆不大，因此在配送方面之問題並未突顯。訪談中詢問送餐機構目前所遇之困難，多為時間太晚而餐點還未送至高齡者家，與需求大但政府支援不足、志工不足等問題；上述之困難皆為配送路線規劃不佳與車輛調度之問題。

## 四、個案機構餐飲配送路線規劃與測試分析

本節首先以個案機構為基礎提出餐飲配送營運模式，然後針對此營運模式設計出配送路線規劃之啟發式方法，並將個案機構實際資料轉成例題進行測試分析。

### 4.1 餐飲配送營運模式建立

在營運模式方面，本研究根據前述訪談四家高齡者餐飲配送機構之結果，研擬高齡者餐飲配送之營運模式要素如表 6 所示；本研究針對個案機構所規劃之營運模式如圖 1 所示。首先必須確定送餐的需求量及地點。透過送餐機構訪談與文獻回顧，確立前提假設為臨時顧客之訂餐時間在配送車輛出發前一天完成訂餐；車輛行駛速度為每小時 50 公里且車容量不可超過 13 單位；各配送路線皆從場站出發，各配送之車輛旅行時間不可超過 2.5 小時。

表 6 訪談機構之營運模式與本研究營運模式之比較

	臺北內湖區	臺北萬華區	萬芳醫院	伯大尼養護中心	本研究
配送型態	到府	定點與到府	定點與到府	到府	定點與到府
顧客類型	固定	固定	固定	固定	固定與臨時
供應餐別	中餐	中餐與晚餐	中餐	中餐	中餐
供應模式	外包	自營	自營	自營	自營
附加服務	關懷訪視	無	關懷訪視	關懷問安 (司機需回報)	關懷問安 (司機需回報)
配送路線	1	5	2	12	至多 10
配送車輛	1	5	2	12 (機車)	至多 10 (機車)

資料來源：本研究整理。



本研究設定於中餐配送服務，時間從早上 10 點 30 分至 13 點，志工由送餐單位出發將餐點送至高齡者家中。其顧客名單分為固定顧客與臨時顧客兩類。固定顧客包含社會局或社會福利團體所轉介之中低收入戶，不需每天訂餐；臨時顧客則為一般戶之高齡者，這類顧客之訂餐方式為配送車輛出發前一天以電話或網路訂餐告知送餐單位餐點需求；且接受臨時顧客之數量每天皆有一定之限制，因考慮車輛、人力之產能限制；並以不影響固定顧客之權益為原則。送餐單位建有顧客資料庫；資料庫內容包含顧客姓名、電話、地址、餐點需求、今日健康狀況回報等。送餐單位將顧客需求統計告知製作餐點；同時進行路線規劃，再由志工騎乘機車由送餐單位出發，將餐點送至高齡者家中；同時對高齡者關懷問安。司機須將配送餐飲之高齡者現況回報至配送中心。

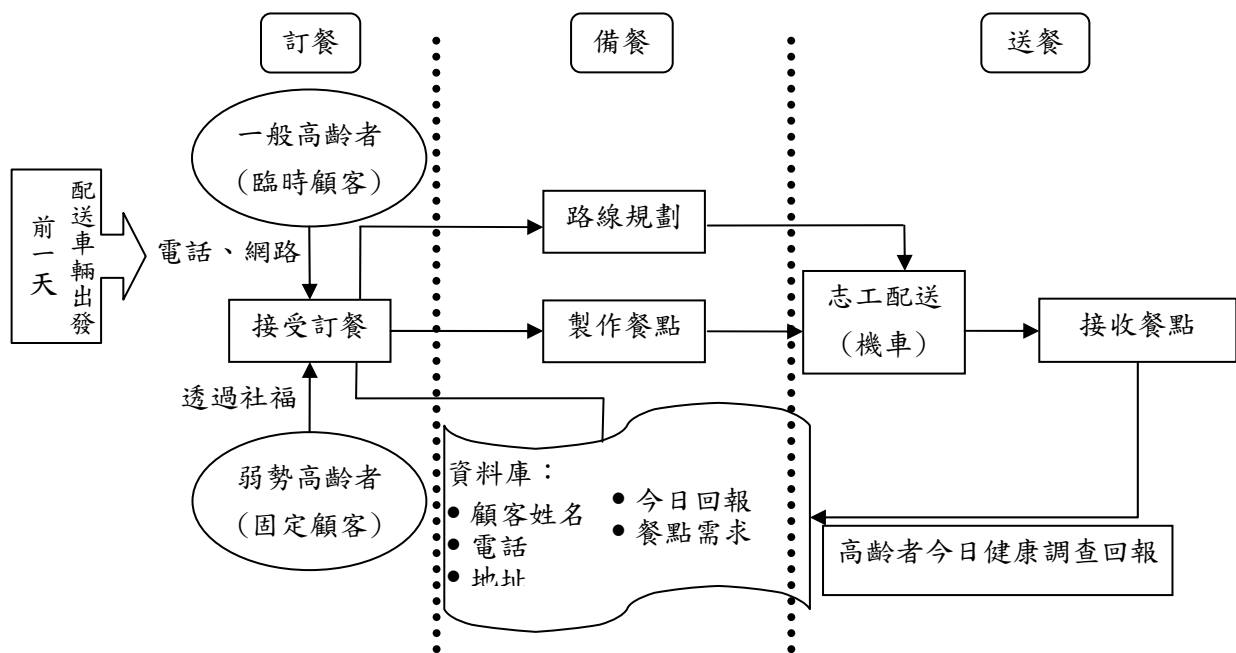


圖 1 高齡者餐飲配送營運模式示意圖

表 7 高齡者餐飲配送服務與傳統車輛路線問題之差異

	高齡者餐飲配送問題	傳統車輛路線問題
服務對象	高齡者	一般民眾
需求量	各顧客點之需求小	各顧客點之需求大
訂單特性	固定與臨時兼有	固定或臨時
停留時間	停留於顧客點時間長(關懷問候)	停留於顧客點時間短(貨到即走)
配送時間	短 (10:30~13:00)	長 (08:00~17:00)
營利與否	非營利目的屬社會服務	營利目的

資料來源：本研究整理。

由營運模式示意圖可知，影響其營運效率之關鍵要素在於配送車輛路線規劃。高齡者餐飲配送路線規劃問題係屬於車輛路線問題(Vehicle Routing Problem, VRP)的一種應用，但

其問題特性與傳統 VRP 仍有些許差異，茲以表 7 整理其差異之比較。由表 7 可知，兩者最大的差異在於配送時間的長短，因為配送的是餐點，所以高齡者餐飲配送問題必須在 2~3 小時的期間內服務完所有的顧客，以免耽誤高齡者的用餐時間及品質。

## 4.2 路線規劃啟發式演算法設計

本研究針對高齡者餐飲配送的車輛路線規劃問題提出一個啟發式方法進行求解；主要考慮：(1) 車輛數量，本研究以求解最少車輛數量為主要目標；(2) 車輛旅行成本，平均車輛旅行時間或距離。有關 VRP 求解方法的研究文獻甚多，在此並不逐一回顧，可參見文獻 [12, 13] 之整理。

本研究所設計之啟發式解法分為兩部份依序進行，第一部份為起始解路線構建模組，主要將餐飲配送需求透過掃描法，進行起始解的基本配送路線構建；第二部份為鄰域搜尋改善模組，透過路線內與路線間交換法改善配送路線的車輛數量及路線行駛成本；解法細節分述於後。求解方法透過程式語言 Visual C# 2005 撰寫，並針對個案資料轉換成測試例題，透過電腦求解並進行比較分析。

### (1) 起始解路線構建模組：

起始解路線構建首先計算距離矩陣，將距離矩陣轉為旅行時間矩陣；假設車輛之行駛速度為每小時 50 公里，換算一秒行駛約 14 公尺；接著計算各顧客點於極座標之角度值，將極座標之角度值依氣泡排序法由小至大排序。最後進行掃描；由距離場站最近的顧客點開始掃描；也就是極座標之角度值最小的為起點進行掃描，在不違反車容量限制下，重複執行以形成配送群組(視為同一路線)，直至所有顧客點皆被服務則停止。起始解路線構建步驟細節說明如下：

Step 1：讀入例題：顧客需求、車輛容量限制、距離矩陣及旅行時間矩陣、顧客點座標。

Step 2：以場站位置作為座標原點 0，並計算各顧客點極座標之角度值(以 Y 軸正值為起始、順時針方向)。

Step 3：將計算後的角度值依氣泡排序法由小至大排序。

Step 4：開始構建車輛路線規劃，由角度最小之顧客點開始選取，並檢查是否符合車容量限制。若是，則排入路線並選取下個顧客點，重複步驟 4；否則(違反車容量限制)，至步驟 5。

Step 5：檢查是否所有顧客點皆被服務。若是，至步驟 6；否則，建立下一條路線，由尚未選取之顧客點開始，返回步驟 4。

Step 6：結束並輸出所有車輛路線。

### (2) 鄰域搜尋改善模組：

起始解路線構建完成後，會產生一個可行起始路線，接著進行鄰域搜尋改善的部份；主要是在於改善配送的起始解路線，進而達到減少車輛數量之目標。本研究所採用之鄰域搜尋改善方法包含：

- (a) 路線間交換模組：1-0 節點交換、1-1 節點交換。
- (b) 路線內交換模組：Or-opt 節線交換。

三種交換法皆具備降低路線成本之功能，而 1-0 節點交換法則又具備減少車輛之功能。由於路線間交換的過程中，檢查條件為每一個節線的需求量均不得超過車容量及配送時間等限制，之後選擇插入成本也就是行駛距離最小的位置進行插入，來求解路線內行駛距離最小與最佳配送路線排序。

張紹俞<sup>[9]</sup>研究指出路線改善策略包括：(1) 最佳改善(Best Improve)策略，即在進行交換時，從所有搜尋的鄰解中選擇一個改善最多的解進行改善；(2) 首先改善(First Improve)策略，則是在搜尋的過程中，只要能夠交換就進行交換改善；(3) 半最佳解改善(Semi-best Improve) 策略，即針對特定一點，從所有搜尋的過程中，選擇一個改善最多的解進行交換改善。本研究採用第 3 種改善策略。

此外，為增加改善的機會，本研究在執行鄰域搜尋改善模組時，採用了 6 種交換法執行順序的組合，即：(A) 1011Or，1-0 節點交換、1-1 節點交換、Or-opt 節線交換；(B) 10Or11，1-0 節點交換、Or-opt 節線交換、1-1 節點交換；(C) 1110Or，1-1 節點交換、1-0 節點交換、Or-opt 節線交換；(D) 11Or 10，1-1 節點交換、Or-opt 節線交換、1-0 節點交換；(E) Or1110，Or-opt 節線交換、1-1 節點交換、1-0 節點交換；(F) Or1011，Or-opt 節線交換、1-0 節點交換、1-1 節點交換。

### 4.3 個案例題測試結果分析

為了驗證上述路線規劃啟發式方法之可行性與效益，本研究進一步取得新竹市伯大尼養護中心實務配送資料，進行個案例題之測試。

在養護中心實務配送資料部份，共有 100 個顧客點，最大配送時間限制為 2.5 小時；其配送車輛皆為機車，車容量為 13 個餐點單位，車輛的行駛速率假設為時速 50 公里，各顧客點之停留時間假設為 0 分鐘。經起始解構建模組及 6 組鄰域搜尋改善模組之解題測試，結果如表 8 所示。

由表 8 可知，解題時間皆在 20 秒之內，顯示本方法的解題速度在實務應用上的可行性；車輛數皆為 8 輛，並無改善；但在平均車輛旅行時間方面，則自起始解之 0.65 小時(39 分鐘)降至 0.39 小時(23 分鐘)，改善幅度達 41%。

若將表 8 之結果與個案機構目前的狀況來比較的話，如表 9 所示，車輛數自 12 輛降至 8 輛，改善幅度達 33%；從平均車輛旅行時間來看，則自 3 小時降至 0.39 小時，改善幅度非常大(改善率為 87%)。

若將各顧客點之停留時間分別增加至 1 分鐘、5 分鐘和 10 分鐘，同樣以測試組合結果最好的 D-11or10 來進行測試，如表 9 所示，即使是在每個顧客點皆停留 10 分鐘的條件下，車輛數仍維持 8 輛，平均車輛旅行時間也只是 2.45 小時(147 分鐘)，不超過配送時間限制的 2.5 小時，顯示本研究設計之求解架構確實能夠更加有效率的執行。

表 8 個案例題測試結果彙整

	車輛數	平均車輛旅行成本 (小時)	平均車輛旅行成本 (公里)	解題時間 (秒)
起始解	8	0.65	32.85	0.077
A-1011Or	8	0.47	23.85	16.15
B-100r11	8	0.49	24.88	16.84
C-1110Or	8	0.44	22.31	16.33
D-11Or10	8	0.39	19.45	19.83
E-Or1110	8	0.40	20.01	19.45
F-Or1011	8	0.43	21.55	19.28
總平均	8	0.43	22.01	17.98

資料來源：本研究整理。

表 9 現況與個案例題之結果比較表

	車 輛 數	平均車輛 旅行成本 (公里)	平均車輛 旅行成本 (小時)	停留時間			解題 時間 (秒)
				1 分鐘	5 分鐘	10 分鐘	
現況	12	N/A	約 3 小時	N/A	N/A	N/A	N/A
起始解	8	32.85	0.65	0.86	1.68	2.71	0.077
D-11or10	8	19.45	0.39	0.59	1.42	2.45	19.83

資料來源：本研究整理。

表 10 不同車輛行駛速率之個案例題測試結果比較

	50km/hr (小時)	40km/hr (小時)	30km/hr (小時)	平均解題時間 (秒)
起始解	0.86	1.03	1.30	0.098
A-1011or	0.68	0.80	1.00	16.24
B-10or11	0.73	0.87	1.09	15.82
C-1110or	0.65	0.76	0.95	17.55
D-11or10	0.59	0.69	0.85	18.64
E-or1110	0.61	0.71	0.88	17.21
F-or1011	0.63	0.75	0.92	18.61
總平均	0.65	0.76	0.95	17.35

資料來源：本研究整理。

其次，本研究考慮車輛實際行駛於實際道路之路況不穩定，因此將個案例題之車輛行駛速率由原來的每小時 50 公里調整為每小時 40 公里與每小時 30 公里，各顧客點停留時間

皆為 1 分鐘，再進行測試。由表 10 可得知，行駛速率之改變，並未對結果有顯著的影響，且平均路線行駛時間皆在 1 小時之內。

## 五、結論與建議

本研究考慮未來高齡化社會，高齡者人口比例增加，餐飲配送之需求也會逐漸增加。雖然執行餐飲配送之社福機構以非營利為目的，但在目前政府預算有限下，若能協助執行單位降低成本，也是一項值得研究的課題。

### 5.1 結論

本研究針對個案機構，新竹市伯大尼老人養護中心，提出高齡者餐飲配送服務之營運模式及配送路線規劃之啟發式求解方法，並以實際資料進行個案例題測試。本研究獲致之具體成果歸納如下：

- (1) 由實際訪談結果得知目前送餐機構所遇之困難皆為配送路線規劃不佳與車輛調度之問題且執行餐飲配送之單位規模不大，導致政府規劃之資源不集中且浪費。
- (2) 針對個案例題，本研究設計之啟發式方法能有效地規劃出更佳的餐飲配送路線，以滿足個案機構的需求、改善其配送路線績效。
- (3) 本研究設計之高齡者餐飲配送路線規劃結果顯示，車輛行駛時間皆不超過一小時；因此可大大增加對高齡者關懷訪視之時間。
- (4) 本研究設計之高齡者餐飲配送路線規劃實具改善的效果，應可提供國內各執行單位實務運作之參考依據。

### 5.2 建議

本研究屬於國內有關高齡者餐飲配送路線規劃之初始研究，未來仍有許多議題值得加以繼續研究。茲提出下列幾點建議：

- (1) 可結合社會局志工之例行性關懷訪視與其他附加服務於路線規劃之中，例如：量測體溫及血壓、幫高齡者購買日常生活用品等。
- (2) 未來可發展一套結合訂餐功能的餐飲配送路線規劃系統，並提供給相關單位使用，使高齡者福利政策更加完善與系統化。
- (3) 本研究設計之高齡者餐飲配送路線規劃並未考慮多車種車輛的使用，例如：機車與小客車，未來可以考慮進行多車種之路線規劃研究。
- (4) 本研究在構建起始路線時使用掃描法，未來可以嘗試使用其他不同構建路線的方法，試圖在起始解路線構建有更好的解。例如：插入法。

- (5) 在鄰域搜尋模組中，本研究僅針對 or-opt 節線交換法、1-0 節點交換法與 1-1 節點交換法三種，未來可加入其他不同的交換法來設計求解，例如：2-opt 節線交換法、2-opt\* 節線交換法。
- (6) 本研究尚未使用任何巨集啟發式方法策略，建議後續可依據高齡者餐飲配送路線規劃的特性發展，使用有效率的巨集策略，以增加求解結果的品質。

## 參考文獻

1. 行政院內政部(2007)，我國長期照顧十年計畫-大溫暖社會福利之旗艦計畫，內政部。
2. 行政院內政部網頁，<http://www.moi.gov.tw/index.aspx>。
3. 行政院內政部社會司老人福利網頁，<http://sowf.moi.gov.tw/04/new04.asp>。
4. 行政院主計處網頁，<http://www.dgbas.gov.tw/ct.asp?xItem=15408&CtNode=4594>。
5. 行政院經濟建設委員會網頁，<http://www.cepd.gov.tw/>。
6. 伯大尼老人照護中心網頁，<http://tech.fhl.net/~gaintai/hy/bathany.html>。
7. 李靜綺(2007)，在地養老銀髮族之餐食服務需求初探，輔仁大學餐旅管理學系研究所碩士論文。
8. 陳燕禎、謝儒賢、施教裕(2005)，「社區照顧：老人餐食服務模式之探討與構建」，社會政策與社會工作學刊，第9卷，第1期，頁121-161。
9. 張紹俞(2010)，汽車路線貨運業轉運中心間多車種配送路線規劃之研究，中華大學運輸科技與物流管理學系碩士論文。
10. 楊宗蓉(2002)，士林區獨居長者對「送餐到家服務」之營養狀況及需求度評估，臺北醫學大學保健營養學系碩士論文。
11. 鄭雪琴(2008)，社區老人自費送餐服務願付價格與相關因素初探-以臺中甘霖基金會附設長青大學學員為例，亞洲大學健康暨醫務管理學系碩士論文。
12. 韓復華、卓裕仁(2001)，「第八章：網路節點服務TSP與VRP問題回顧」，運輸網路分析，五南圖書出版公司，頁201-224。
13. 韓復華、張靖(1997)，路線與排程問題研究：結合交換型解法與AI算法之應用，國立交通大學運輸工程與管理學系，八十六年度國科會專題研究計劃成果報告。
14. Bartholdi, J.J., Platzman, L.K., Collins, R.L. and Warden, W.H. (1983), "A Minimal Technology Routing System for Meals on Wheels," *INTERFACES*, 13(3), pp. 1-8.
15. Bräysy, O., Nakari, P., Dullaert, W. and Neittaanmäki, P. (2009), "An Optimization Approach for Communal Home Meal Delivery Service: A Case Study," *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 232(1), pp. 46-53.
16. Coulston, A.M., Craig, L. and Voss, A.C. (1996), "Meals-on-Wheels Applicants are a Population at Risk for Poor Nutritional Status," *Journal of the American Dietetic*

*Association*, 96(6), pp. 570-573.

17. Eveborn, P. & Flisberg, P. and Rönnqvist, M. (2006), "LAPS CARE — An Operational System for Staff Planning of Home Care," *European Journal of Operational Research*, 171(3), pp. 962–976.
18. Frongillo, E.A., Williamson, D.F., Roe, D.A. and Scholes, J.E. (1987), "Continuance of Elderly on Home-Delivered Meals Programs," *American Journal of Public Health*, 77(9), pp. 1176-1179.
19. Gorr, W., Johnson, M. and Roehrig, S. (2001), "Spatial Decision Support System for Home-Delivered Services," *Journal of Geographical Systems*, 3(2), pp. 181-197.
20. Gollub, E.A. and Weddle, D.O. (2004), "Improvements in Nutritional Intake and Quality of Life among Frail Homebound Older Adults Receiving Home-Delivered Breakfast and Lunch," *Journal of the American Dietetic Association*, 104(8), pp. 1227-1235.
21. Japanese Economy Division (2005), *Medical Service Industry Trends in Japan - Focusing on In-home Medical Services*, JETRO Japan Economic Monthly.
22. Johnson, D. (2006), "Meals on Wheels: Views from Both Sides of the Atlantic," *Healthcare Caterer*, 2(2), pp. 10-11.
23. O'Dwyer, C. and Timonen, V. (2008), *The Role and Future Development of the Meals-on-Wheels Service for Older People in Ireland*, Dublin, National Council on Ageing and Older People Report, 104, pp. 1-240.
24. Roe, D.A. (1994), "Development and Current Status of Home-Delivered Meals Programs in the United States: Are the Right Elderly Served?" *Nutrition Reviews*, 52(1), pp. 30-33.
25. Shovic, A. and Geoghegan, P. (1997), "Assessment of Meal Portion, Food Temperature, and Select Nutrient Content of the Hawaii Meals on Wheels Program," *Journal of the American Dietetic Association*, 97(5), pp. 530-532.
26. Siira, E. and Haikio, J. (2007), "Experiences from Near-Field Communication (NFC) in a Meal Service System," *RFID Eurasia, 2007 1st Annual*, pp. 1-6.

# 國科會補助計畫衍生研發成果推廣資料表

日期:2011/10/30

國科會補助計畫	計畫名稱: 高齡者需求回應運輸服務系統之規劃與應用
	計畫主持人: 卓裕仁
	計畫編號: 97-2420-H-216-002-KF3      學門領域: 社會福利
無研發成果推廣資料	



## 97 年度專題研究計畫研究成果彙整表

<b>計畫主持人：</b> 卓裕仁		<b>計畫編號：</b> 97-2420-H-216-002-KF3				
<b>計畫名稱：</b> 高齡社會的來臨：為 2025 年的台灣社會規劃之整合研究--高齡者需求回應運輸服務系統之規劃與應用						
成果項目		量化			單位	備註（質化說明：如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等）
		實際已達成數（被接受或已發表）	預期總達成數（含實際已達成數）	本計畫實際貢獻百分比		
國內	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇
		研究報告/技術報告	1	1	100%	
	研討會論文	3	3	100%	<p>1. 張建彥、卓裕仁、陳立峰，「借鏡日本需求回應運輸服務之發展經驗」，2010 華人經濟圈企業競爭力與經營管理學術研討會論文集（光碟版），中華大學（新竹市），頁數：15，民國 99 年 4 月。</p> <p>2. 卓裕仁、朱佑旌、陳怡安、張家綸、巫岳翰、羅元鈞，「需求回應運輸服務預約與派遣系統雛型之開發 - 以台南縣西港鄉為例」，高齡社會南區研究成</p>	

							律學院霖澤館(台北市), 頁數: 18, 民國 100 年 5 月。
		專書	0	0	100%		
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力 (本國籍)	碩士生	13	13	100%	人次	
		博士生	3	3	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		
國外	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	2	2	100%		1. Cho, Yuh-Jen, Chen, Y. A. and Gao, S. H., ' A General Framework for Designing Demand Responsive Transit Service,' Proceedings of the 11th International Conference on Advanced Systems for Public Transport (CD version), No. MS-064, Hong Kong, China, 11 Pages, July

							the Conference on Web Based Business Management (CD version), No. 90412, Chengdu, China, 4 Pages, September 2010.
		專書	0	0	100%	章/本	
專利		申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
技術移轉		件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
參與計畫人力 (外國籍)		碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		

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。)	無						
--	---	--	--	--	--	--	--

	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述
科教處計畫加填項目	測驗工具(含質性與量性)	0	
	課程/模組	0	
	電腦及網路系統或工具	0	
	教材	0	
	舉辦之活動/競賽	0	
	研討會/工作坊	0	
	電子報、網站	0	
	計畫成果推廣之參與(閱聽)人數	0	

# 國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文： 已發表  未發表之文稿  撰寫中  無

專利： 已獲得  申請中  無

技轉： 已技轉  洽談中  無

其他：（以 100 字為限）

已陸續以中、英文於國際、國內學術研討會中發表了 5 篇論文。

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）

1. 本期計畫之工作項目完成率為 100%，但部份成果仍有可再深入研究之空間；本計畫亦協助五位研究生完成其碩士論文。

2. 近年來，本計畫所研究之議題「需求回應運輸服務(DRTS)」不僅在國外或國內都受到相關領域的重視，且國內在這方面的研究亦缺乏對高齡者需求之關注。

3. 本計畫所開發之高齡者 DRTS 乘客預約與車輛派遣系統離型，具有實務應用之潛力，亦可作為其他類型 DRTS 發展電腦輔助派遣系統之參考。

4. 因此，本計畫之成果除可提供各地方政府未來研擬交通或老人福利政策之參考，藉由實作社區之介入活動，亦可累積相關經驗，並期能整合與提升整體公共運輸之服務績效。