

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

## 整合固定路線與需求反應服務之大眾運輸路網與排班規劃 研究 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型  
計畫編號：NSC 98-2221-E-216-025-  
執行期間：98年08月01日至99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：蘇昭銘  
共同主持人：羅仕京  
計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理人員：胡孟庭  
                  博士班研究生-兼任助理人員：張志鴻  
                  博士班研究生-兼任助理人員：何文基

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 99 年 10 月 29 日

## 一、前言

近年來台灣地區的大眾運輸市場隨著高速鐵路與捷運系統的通車及私人運具的高度成長，面臨極為嚴峻的挑戰，主要服務幹線之乘載率因為鐵路運輸系統的陸續通車而大幅下降，衍生出殺價競爭的策略；而服務性路線又因為私人運具的大幅成長而日益流失，致使落入減班、停駛的惡性循環中，對偏遠地區民眾行的便利性產生莫大之影響。政府鑒於大眾運輸服務市場之萎縮，嚴重影響偏遠地區之運輸路網，因此在 2008 年即主動協調業者進行路線整合作業，在不增加補貼款、維持民眾基本行的權利與有替代路線等前提下完成整合作業，然從表 1 之整合結果仍可發現在 115 條整併的路線中，仍有 44 條路線有部分路段無替代方案，約占 38.26%，其無替代路線之路段長度總計為 166.8 公里，顯示路線調整仍舊可能會對部分地區民眾之通行權利產生衝擊。

表 1 2008 年台灣地區公路汽車客運路線整合結果彙整表

整併方式	指標	路線數 (路線)	影響班次數 (班次)	影響里程數 (公里)	全路段皆有 替代方案 (路線)	部份路段 無替代方案 (路線)	無替代路線 路段長度 (公里)
停 駛		51	-404	-1015.8	35	16	100.9
縮減路線		20	2	-237.2	16	4	8.4
併 駛		35	-355	-760.3	11	24	57.5
延 駛		9	3	34.8	—	—	—
總 計		115	-754	-1978.5	62	44	166.8

資料來源：交通部公路總局，本研究整理。

政府雖然在部分偏遠地區之客運路線因長期虧損而停駛路線，然基於照顧偏遠地區民眾之基本前提，政府開始思考透過以更有彈性之運輸服務方式。政府或營運業者因面臨內外經營環境變化，而進行營運計畫的調整在國內外實有所聞，台灣除偏遠地區公路汽車客運在近幾年進行大規模之重整外，台北市、高雄市、台中市及新竹市近年來在公車營運路線方面亦經歷多次之調整。在國外方面，如英國在 1970 到 1980 的十年間，即有 82.4% 的營運機構進行路線調整(Chua,1984)，依據美國大眾運輸局之研究報告(2008)指出 1990 年代起為因應殘障福利法(ADA)之實施，各地方政府即針對偏遠及小城市地區進行整合型之大眾運輸服務路網規劃，但在該研究中即指出：在整合過程中除政府須提供穩定財源外，如何培養業者專業能力，使其能在有限資源限制下進行滿足使用者需求之規劃亦為一重要課題。

## 二、研究目的

本研究之目的有下列四項：

1. 瞭解國外整合固定路線與需求反應大眾運輸服務(Demand Responsive Transit Service, DRTS)之構想及相關分析方法，做為未來國內提升大眾運輸整合服務品質之參考。
2. 利用大眾運輸服務縫隙(transit service gap)分析概念，整合地理資訊系統空間分析功能，探討台灣地區目前固定路線大眾運輸服務方式是否滿足使用者之需求。
3. 考量運輸需求之不易掌握性，提出一套以設定每一潛在需求點之最長服務班距限制(如最長在 1 小時時間限制內必須提供大眾運輸服務)之固定路線與需求反應大眾運輸服務之整合服務構想，並研擬所衍生之路網與排班之 DRTS 整合規劃方法。
4. 利用新竹縣人口密度最高的竹北市及人口密度最低的尖石鄉為實例研究區域，運用門牌住址資料隨機產生不同數量之運輸需求，進行 DRTS 整合規劃方法之適宜性測試。

### 三、文獻探討

綜合相關文獻探討，可發現雖然國內之固定路線式大眾運輸服務主要係以市區公車與公路汽車客運為主，而公車系統之路線評估指標一般為衡量區域大眾運輸服務能量之基礎，從朱宏祥(1994)、黃俐嘉(1996)、邱奕明(1997)、王湮筑(2000)、黃韻(1999)、賀力行(2000)、孫以濬(2008)等學者之研究，可將指標之類型歸納如下列三類：(1)整體路網評估指標：包括路網直接性、路網涵蓋率、路網重覆性、路網彎繞度、路網密集度及公車使用者旅次時間等指標，其主要係運用於分析地區公車路網之整體特性；(2)個別路線評估指標：包括運輸效率、彎繞度、路線重疊度、路線服務範圍、公車乘客旅次時間、公車乘客旅行成本及每班次平均週轉時間等指標，其主要在衡量個別路線之營運特性。(3)分區評估指標：包括分區可及性、相對可及性等指標，其主要在衡量各分區之公車服務能力。前述分析指標均偏重大眾運輸路線與路網可提供之服務分析，但對於大眾運輸系統因為無法提供服務而生之需求縫隙(transit needs gap)則較少探討，Graham(2004)曾將服務時間切割成上午尖峰等五個時段，利用旅次吸引及需求資料，探討不同研究區域之大眾運輸服務縫隙；蘇昭銘等人(2009)及陳雯琳(2010)鑒於需求資料之掌握不易，曾在假設需求均勻分布於區域道路沿線之前提下，提出時段性之空間縫隙指標，然此一假設將受限於分析道路長度之等級基礎不一，而易形成分析之盲點，因此本研究有必要建立固定式大眾運輸服務之時空縫隙分析指標與方法，以評估各區域導入 DRTS 之必要性。

在 DRTS 之研究方面，依據美國大眾運輸局(2008)之研究指出，配合固定路線之幹線型運輸服務所可能採取之整合型服務方式主要可包括下列五種：(1)副大眾運輸之接駁服務(Paratransit feeder service)：專門提供殘障人士搭乘固定路線大眾運輸系統之接駁運輸服務；(2)一般民眾之需求反應接駁運輸服務(General public demand-response feeder service)：在固定路線之大眾運輸系統場站、停車場提供一般民眾需求反應式之接駁運輸服務；(3)部分路線彈性調整之接駁運輸服務(Route deviation feeder service)：透過部分路線之彈性調整，提供殘障人士或老年人到主要幹線固定大眾運輸系統之接駁服務；(4)社區公車接駁或連接服務(Community bus feeder/connector service)：在郊區和鄉間連接固定服務路線和其他社區公車站的社區公車；(5)部分路線或停靠站彈性調整之運輸服務(Route or point deviations service)：在特定的運輸走廊範圍內，依據殘障人士或老年人所指定之上車時間與地點，調整固定式公車系統之停靠站或路線。國內對於 DRTS 之研究目前仍均偏重於撥召服務(dial-a-ride)類型之 DRTS 服務，如辛孟鑫(2005)、林佳鴻(2005)、黃漢瑄(2006)、魏健宏等人(2007)、陳怡安(2009)。在整合服務之研究方面，Alshalalfah 與 Shalaby(2008)在固定路線服務已知與走廊服務範圍確定之前提下，針對使用者之即時需求進行彈性路線(flex-route)之運輸服務規劃，該研究為避免規劃起始解不佳之現象，利用 2-Opt 及 Or-Opt 兩種區域搜尋法加以改善，研究結果顯示在增加使用者可接受時間與固定站牌間距兩種情況下將可增加需求之接受比例，但亦會增加使用者之旅行時間。Li 與 Quadrifoglio(2010)曾利用模擬方法，從使用者角度進行接駁運輸服務型態之規劃分析，該研究以使用者之步行時間與等車時間最小化為目標，評估特定區內不同需求密度時要採用固定路線式之接駁服務或是需求反應服務，為該研究僅以一部車進行模擬分析，而未考量多部車情境。然該些整合服務大都著重在 DRTS 服務型態之規劃，且未能考量固定路線服務在不同時間點之縫隙差異及其衍生之 DRTS 服務差異問題。Widmann 與 Miller(2006)曾提出在美、加及部分歐洲國家存在一種稱為 Transit-Taxis 之 DRTS 服務，即主要即在配合固定路線服務班次前提下，進行必要之 DRTS 服務，惟該研究僅介紹之構想，並未針對相關核心技術加以說明，但此一構想仍可做為本研究後續研擬 DRTS 整合服務構想之基礎。

## 四、大眾運輸服務整合之必要性分析

### 4.1 固定路線服務之時空縫隙分析

目前台灣地區的公共運輸系統大都以固定路線式大眾運輸為主，而近年來的路線與班次調整是否能滿足使用者需求？是否會造成服務的時空縫隙？是否需要透過 DRTS 來達到無縫運輸之目標，均有必要加以探討。本研究為有效分析固定路線服務之時空縫隙狀況，經考量資料之取得容易度、指標計算可行性與分析代表性，以各縣市已普遍建立之門牌號碼座標為分析基準建立一時段性之空間縫隙指標，雖然門牌號碼與家戶或運輸需求之關聯性仍有待進一步探究，但若從無縫運輸角度而言，每一個門牌號碼將代表著一個需要被服務的族群，故分析每一個門牌在每一個分析時段是否有大眾運輸系統提供服務，即可分析得到該地區時段性之空間縫隙，縫隙分析指標之計算公式如式(1)所示，其中  $SG_t$  表示時段  $t$  之空間縫隙比例(單位為%)， $N$  為分析區域之門牌總數， $N_i^t$  表示第  $i$  個門牌在  $t$  時段是否被任何一條大眾運輸路線服務，若有服務該值為 1；否則為 0，故  $\sum_{i=1}^n N_i^t$  即為  $t$  時段有大眾運輸服務之門牌總數，其與門牌總數之差即代表無大眾運輸服務之門牌數。

$$SG_t = \frac{N - \sum_{i=1}^n N_i^t}{N} * 100\% \quad (1)$$

指標之計算步驟如下：

1. 取得該地區之大眾運輸站牌與路線班次資料，進而推估每一站牌在每一時段是否有路線服務。
2. 若該站牌存在服務路線，則利用環域(buffer)分析計算每一個站牌 500 公尺之涵蓋範圍。
3. 計算站牌涵蓋範圍內所能涵蓋之門牌數。
4. 透過聯集分析，分析每一時段所有有路線服務站牌所能涵蓋之門牌總數及門牌涵蓋率。

由於該指標之計算過程必須藉諸強大之空間分析空能，固本研究運用地理資訊系統進行相關之分析，為具體呈現時段性分析指標之特性，本研究以新竹縣人口密度最高的竹北市與人口密度最低的尖石鄉為例進行分析，茲就相關分析結果彙整說明如下：

目前竹北市與尖石鄉之門牌住址資料分別為 23,964 與 2,085 個，經由前述分析步驟可求得每天 6 點至 23 點每一時段之門牌涵蓋率如表 4.1 所示，由表中資料可發現 22 點前竹北市最高之門牌涵蓋率為 71.19%，發生在 6 點至 7 點及 18 點到 19 點兩個尖峰時段；而最低之門牌涵蓋率為 53.78%，發生在 15 點至 16 點間。此兩個涵蓋率最高與最低時段之路線分布情形可示意如圖 4.1 及圖 4.2 所示，由兩個圖形之比較中可發現此一涵蓋率的差異主要係服務竹北市西南區之路線僅在尖峰時間提供服務所致。而尖石鄉與五峰鄉之最高門牌涵蓋率分別為 33.19% 及 41.64%，最低則為 19 點以後之 0%。在人口密度最低之尖石鄉，最高之門牌涵蓋率只有 33.19%，如圖 4.3 所示，從圖中可看出在尖石鄉的南端完全沒沒有公路客運運輸服務，且所涵蓋之門牌不及總門牌數之二分之一；扣除掉 19 點以後完全沒有服務之時段，最低之門牌涵蓋率為 24.12%，發生在 13 點。

而每一個時段之空間縫隙比例( $SG_t$ )即為為服務站牌之比例，其計算結果可彙整如表 4.2 所示，其中在竹北雖然目前已有 15 條路線，總計 578 個班次提供服務，但實際上每個時段仍有約 28% 至 46% 之空間縫隙，亦即最高可能有高達 46% 之門牌住址係沒有大眾運輸服務，而人口密度最低的尖石鄉，其空間縫係更形顯著，在 19 點以後均無路線服務，亦即存在時段性之空間縫隙。

表 4.1 竹北市與尖石鄉各時段大眾運輸可服務門牌涵蓋比例彙整表

時間 \ 地區	尖石鄉		竹北市	
	可涵蓋門牌數	涵蓋比例 (%)	可涵蓋門牌數	涵蓋比例 (%)
06:00~06:59	692	33.19	17059	71.19
07:00~07:59	692	33.19	14423	60.19
08:00~08:59	692	33.19	16834	70.25
09:00~09:59	557	26.71	15860	66.18
10:00~10:59	557	26.71	13192	55.05
11:00~11:59	557	26.71	12926	53.94
12:00~12:59	692	33.19	15854	66.16
13:00~13:59	503	24.12	15854	66.16
14:00~14:59	557	26.71	13175	54.98
15:00~15:59	692	33.19	12889	53.78
16:00~16:59	557	26.71	15861	66.19
17:00~17:59	692	33.19	13204	55.10
18:00~18:59	557	26.71	17059	71.19
19:00~19:59	0	0.00	13179	54.99
20:00~20:59	0	0.00	12893	53.80
21:00~21:59	0	0.00	12893	53.80
22:00~22:59	0	0.00	12850	53.62
23:00~23:59	0	0.00	6738	28.12

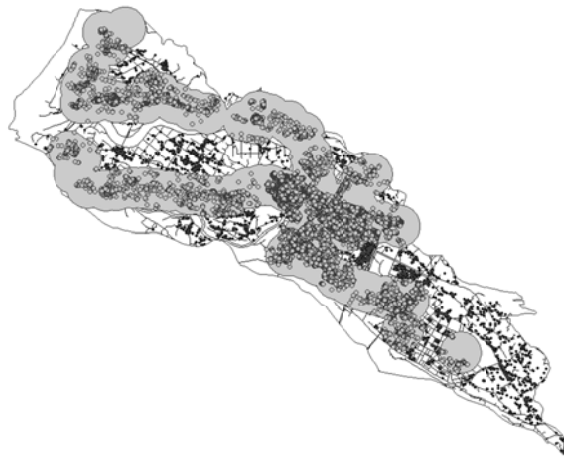


圖 4.1 竹北市門牌涵蓋率最高時段之路線分布情形

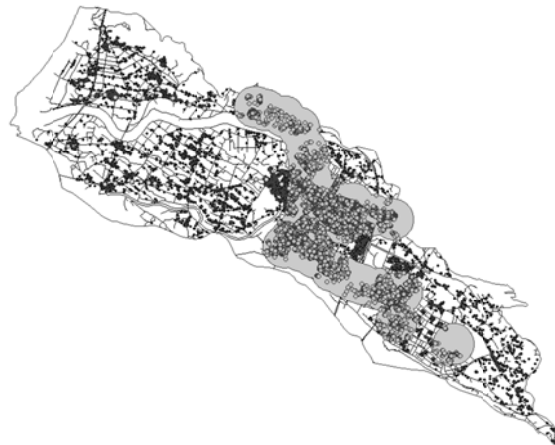


圖 4.2 竹北市門牌涵蓋率最低時段之路線分布情形



圖 4.3 尖石鄉門牌涵蓋率最高時段之路線分布情形



圖 4.4 尖石鄉門牌涵蓋率最低時段之路線分布情形

表 4.2 竹北市與尖石鄉各時段大眾運輸空間縫隙彙整表

單位：%

時間 \ 地區	尖石鄉	竹北市
05:00~06:59	66.81	28.81
07:00~07:59	66.81	39.81
08:00~08:59	66.81	29.75
09:00~09:59	73.29	33.82
10:00~10:59	73.29	44.95
11:00~11:59	73.29	46.06

時間 \ 地區	尖石鄉	竹北市
12:00~12:59	66.81	33.84
13:00~13:59	75.88	33.84
14:00~14:59	73.29	45.02
15:00~15:59	66.81	46.22
16:00~16:59	73.29	33.81
17:00~17:59	66.81	44.90
18:00~18:59	73.29	28.81
19:00~19:59	100.00	45.01
20:00~20:59	100.00	46.20
21:00~21:59	100.00	46.20
22:00~22:59	100.00	46.38
23:00~23:59	100.00	71.88

從表 4.2 中之時段性空間無縫指標分析雖已可看出不同時段大眾運輸服務縫隙之差異，但仍無法從中了解相同空間縫隙比例所無法服務之門牌是否相同，故本研究進一步以門牌資料為基礎進行大眾運輸服務時數之分析，相關分析結果如表 4.3 所示，由表中資料可發現竹北市有 6,865 個門牌在 18 個小時內均有大眾運輸服務，表示在竹北市之所有門牌中有 28.65% 不存在任何空間縫隙；但亦有 6,529 個門牌在 18 個小時內均無大眾運輸服務，表示在竹北市之所有門牌中有 27.25% 存在完全空間縫隙，其餘門牌則存在 1 小時至 17 小時不等之時段性空間縫隙。人口密度較低之尖石鄉，所存在之時空縫隙亦相對明顯，有 1,101 的門牌在 18 個小時內均無大眾運輸服務，佔尖石鄉總門牌數之 50%，表示尖石鄉有 52.81% 之門牌存在著完全之空間縫隙；最常服務時段為 13 小時，所佔比例僅有 25.08%。

表 4.3 竹北市與尖石鄉所有門牌大眾運輸服務時段長度彙整表

時段 \ 鄉鎮	竹北市			尖石鄉		
	門牌數	比例	分組比例	門牌數	比例	分組比例
18	6,865	28.65%	54.69%	0	0.00%	0.00%
17	6,196	25.86%		0	0.00%	
16	35	0.15%		0	0.00%	
15	10	0.04%		0	0.00%	
14	4	0.02%	1.27%	0	0.00%	37.65%
13	3	0.01%		523	25.08%	
12	283	1.18%		262	12.57%	
11	8	0.03%		0	0.00%	
10	6	0.03%	11.60%	0	0.00%	9.54%
9	10	0.04%		0	0.00%	
8	19	0.08%		0	0.00%	
7	2,748	11.47%		199	9.54%	
6	2	0.01%	32.44%	0	0.00%	52.81%
5	1	0.00%		0	0.00%	
4	996	4.16%		0	0.00%	

時段 \ 鄉鎮	竹北市			尖石鄉		
	門牌數	比例	分組比例	門牌數	比例	分組比例
3	233	0.97%			0	
2	5	0.02%		0	0.00%	
1	10	0.04%		0	0.00%	
0	6,529	27.25%		1,101	52.81%	

## 4.2 綜合探討

綜合上述分析結果，可發現每一個門牌住址即可能代表一個可能性之需求產生點，當以門牌資料做為時段性空間縫隙分析基礎，進行新竹縣人口密度最高，且每天有 578 班公路客運路線服務之竹北市進行分析時，發現其與尖石鄉等人口密度較低區域一樣均存在空間縫隙，只是縫隙比例較低而以。在竹北市之 23,964 個門牌住址資料中，僅有 28.65% 之門牌每一小時均有大眾運輸服務，不存在任何服務縫隙；而存在完全空間縫隙比例仍舊高達 27.25%，表示該些門牌之住戶完全沒有任何大眾運輸服務，亦即當此地區之住戶有大眾運輸需求產生時，現有之供給是無法滿足其需求的。而其他 44.10% 之門牌則存在時段性之空間縫隙，其中有 4,014 個(16.75%)門牌產生空間縫隙之時段在 10 小時以上，表示該些地區住戶雖有大眾運輸提供服務，但其因服務路線之班次較少，故在部分時段仍存在空間縫隙。相對在人口密度最低之尖石鄉，每日約有 26 班公路客運服務，所服務之門牌數最多為 692 個(33.19%)。在 2,085 個門牌住址資料中，有將近 52.81% 之門牌是完全沒有被服務到的，存在著完全之空間縫隙。且完全沒有任何門牌是每一個小時均有大眾運輸服務的，一樣存在著完全且高度之時空縫隙。前述結果顯示前台灣地區在既有固定路線大眾運輸服務下，均可能存在時空縫隙，亦即要建構無縫運輸環境，嘗試導入新型的 DRTS 服務型態有其必要性。

## 五、整合服務構想與分析方法

### 5.1 DRTS 整合服務構想

前一節分析中可發現目前各客運業者由於尖峰時間班次較多，所造成之空間縫隙相對亦較少，而其所屬之營運車隊在尖峰時間大都已充分利用，顯示由於尖峰時間使用者較多，業者有較高意願採用固定路線、固定班次之公車系統服務；但相對的在離峰時間，業者在部分需求較高且穩定之黃金路線仍提供固定之班次服務，但在部分使用者需求較少或不易掌握地區，業者由於入不敷出即降低提供服務之意願，此一離峰時段之公共運輸環境一般而言，具有下列特性：

1. 從需求層面而言，由於使用者需求少且不穩定，尚不符合經營固定路線之經濟規模，造成此些地區使用者存在時段性之空間縫隙，此些不穩定之需求即為未來 FPTS 之潛在客源。
2. 從供給面而言，不論是公路汽車、市區汽車或計程車客運業均因為需求較少，而存在未提供服務之車輛，此些車輛即可做為未來提供 FPTS 服務之車隊。

依據文獻回顧與無縫運輸之縫隙分析之探討，可知目前國內之縫隙現況大都存在於離峰時段之部分地區，且該些時段在部分需求較高區域仍有路線提供服務。目前國內 DRTS 之服務以復康巴士之傳統 DRTS 服務方式最為普遍，由於提供 DRTS 服務之區域與時段大都存在需求變化差異大現象，若從靜態需求資料即判斷在該區域應提供何種服務型態，或單純的將復康巴士之區域路線服務型態應用於一般民眾，即可能產生資源的浪費，故本研究參酌國外相關營運經驗，提出下列之 DRTS 整合服務之構想：

1. 提供 DRTS 服務業者與既有提供服務之公路汽車、市區汽車或計程車客運業為夥伴關係，可妥善整合既有業者之在不同時段車隊資源，增加既有資源之運送效率，而非提供新的 DRT 服務，與既有業者競爭。



2. 由於提供 DRTS 服務業者整合既有不同業態之車隊，故可依據實際需求大小提供不同車輛或類型之服務。
3. 提供 DRTS 目的乃為創造無縫運輸環境，提供各地區民眾基本之民行服務，如滿足一個小時內可將使用者運送到地區中心之目的，當使用者之需求產生在既有固定路線公車服務區域時，應由固定路線公車提供服務；若無法完全由固定路線公車服務時，則必須整合 DRTS 服務構建無縫之大眾運輸服務環境。

茲舉圖 5.1 之範例為例具體說明 DRTS 整合服務之構想，假設使用者均為一般使用者，而非老年等弱勢族群，故使用者可選擇固定路線服務之公車與 DRTS。第一位使用者從起點 1 欲到達學校；第二位使用者欲從起點 2 到達體育場，其中起點 1 距離路線 A 之最近站牌 A2 僅 200 公尺，而起點 2 距離路線 B 之最近站牌 B3 之距離為 1,500 公尺，若路線 A 與路線 B 之班次均十分密集。當兩位使用者提出旅運需求時，停放於於火車站附近 DRTS 場站之車輛即需提供必要之服務，若採用傳統點對點服務之 DRTS 服務時，其所規劃之路線如圖中傳統 DRTS 路線所示，車輛必須先到起點 1 搭載第一位使用者；再到起點 2 搭載第二位使用者；然後依序送第一位使用者到學校及送第二位使用者到體育場。若採整合型 DRTS 服務時，由於起點 1 僅距離 A2 站牌 200 公尺，故將建議第一位使用者到 A2 站牌搭乘路線 A 之公車到達學校，以免因為 DRTS 之服務而影響到寄有公車之服務；而第二位使用者由於距離可抵達體育場公車路線 B 之最近站牌較遠，故將由 DRTS 將其送到最近之公車站牌 B3，再轉搭路線 B 之公車路線到達目的地，此種整合服務構想所需之 DRTS 服務路線僅如圖中整合 DRTS 路線所示，明顯較傳統 DRTS 路線長度為小，且不僅不影響固定路線公車之營運市場，甚至可能擴大市場規模。

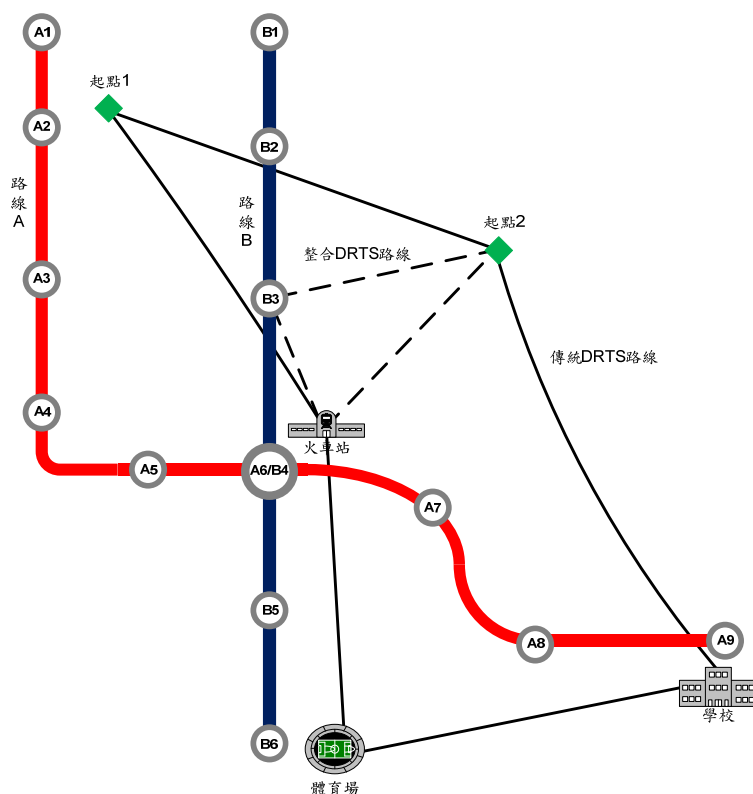


圖 5.1 DRTS 整合服務示意圖

## 5.2 DRTS 整合服務路線與排班規劃方法

本研究所提出之整合服務構想，在使用者提出運輸需求服務時，由於 DRTS 之路線與排班必須依據不同時段之固定路線大眾運輸服務路線與班次進行動態規劃，故傳統應用於 DRTS 服務路線規劃之考量時間窗之同時收送貨多車輛路線問題(Multiple Vehicles Pick-up and Delivery Problems with Time Windows,  $m$ -PDPTW)之相關分析方法並無法直接應用於 DRTS 整合服務，故本研究提出一整合服務分

析流程，並應用粒子演算法(Particle Swarm Optimization, PSO)進行 DRTS 之路線與排班規劃。

### 5.2.1 整合服務分析流程

本研究依據前述特性所構建之 DRTS 之整合服務分析流程如圖 5.2 所示，茲就流程中之重要步驟說明如下：

1. 使用者輸入旅次需求之起點、迄點及需要服務之時段時間窗，如：王先生早上 8 點到 9 點，需從新竹高鐵站到新竹市政府。
2. 依據固定路線服務之班次與路線，搜尋可滿足該旅次需求服務之路線與班次，若無固定路線可提供服務，表示該旅次需求需透過 DRTS 服務，即將該旅次需求之起迄資料直接紀錄至需求集合  $D$  中。
3. 若存在固定路線服務，則進一步搜尋該路線距離起迄點最近之站牌，並紀錄該站牌與起點或迄點之距離值。
4. 判斷起迄點與站牌之距離值是否小於最長距離限制值，若小於限制值，表示使用者在可行步行距離範圍內搭乘固定路線之大眾運輸，並不需要使用 DRTS；若大於距離限制值，表示使用者無法透過步行與固定路線服務完成旅次行為，亦即存在空間縫隙，必須藉由 DRTS 進行固定路線大眾運輸之接駁服務，此時即須將使用者設定之起迄點與時間窗依據大眾運輸之班次與搭乘場站進行替換，並將該資料紀錄至需求集合  $D$  中。若以圖 5.1 之簡例為例，原本第二位使用者設定在 8~9 點時段欲從起點 2 到體育場，但因該時段前往體育場之路線 B 每隔 30 分鐘即有一班公車進行服務，故本流程將搜尋起點 2 到路線 B 沿線之最近站牌為站牌 B3，但因該最近距離值 1,500 公尺超過步行最長距離限制值，表示需要 DRTS 進行服務，故該需求資料儲存至需求集合  $D$  之資料將修正為由起點 2 到站牌 B3，而時間窗為迄點時間窗 8:30。
5. 當欲進行  $t$  時段之 DRTS 之路線與班次規劃時，即自需求集合  $D$  中篩選出該時段之需求資料  $D_t$ ，並利用下一節之 DRTS 規劃模式進行相關規劃作業。

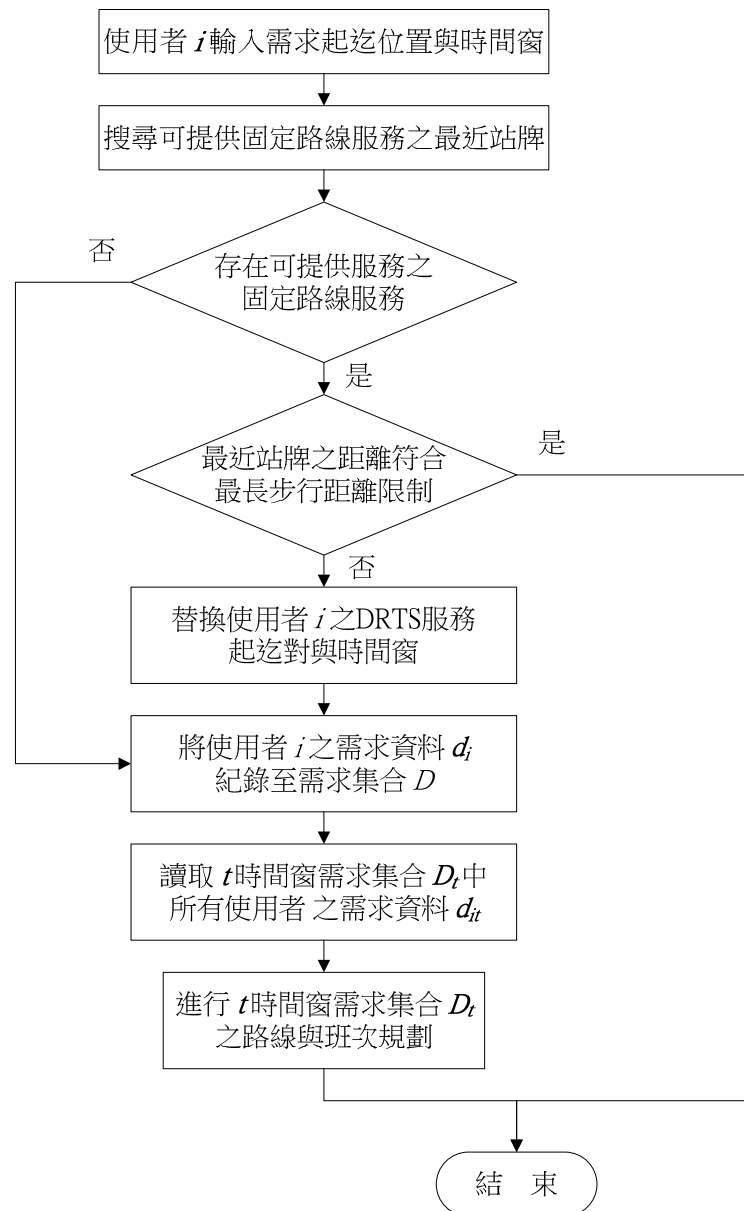


圖 5.2 DRTS 整合服務規劃流程

### 5.2.2 DRTS 整合服務規劃演算法

經由前述整合服務規劃流程之分析，當營運單位之調度員欲分析  $t$  時段之 DRTS 路線與班次規劃時，僅需從  $D_t$  集合中讀取該時段所有使用者經過起迄點與時間窗替換過後之需求資料  $d_{it}$ ，即可轉換成傳統 PDPTW 問題，該問題之數學模式依據 Desrosiers 等人(1986)之研究可示意如式(2)至式(16)所示，相關符號之說明如下：

- $K$  : 車輛總數
- $k$  : 車輛編號(1、2、.....K)
- $A^k$  :  $k$  車的所有可行解節線
- $c^k$  :  $k$  車的單位接送成本
- $L_i^k$  :  $k$  車負責運送需求點  $i$
- $c_{ij}^k$  :  $k$  車從需求點  $i$  行駛到需求點  $j$  的單位成本
- $X_{ij}^k$  :  $k$  車從需求點  $i$  行駛到需求點  $j$
- $X_{ji}^k$  :  $k$  車從需求點  $j$  行駛到需求點  $i$
- $N$  : 起迄點集合

- $N^P$  : 起點集合  
 $N^D$  : 迄點集合  
 $o(k)$  : k 車起點集合  
 $d(k)$  : K 車迄點集合  
 $X_{o(k),j}^k$  : k 車從 k 車起點集合到需求點 j  
 $X_{i,d(k)}^k$  : k 車從需求點 i 到 k 車迄點集合  
 $X_{j,n+i}^k$  : k 車從需求點 j 到需求點 n+i  
 $T_i^k$  : k 車在需求點 i 的時間  
 $T_{n+i}^k$  : k 車在需求點 n+i 的時間  
 $t_{ij}^k$  : k 車從需求點 i 到需求點 j 的行駛時間  
 $t_{i,n+i}^k$  : k 車從需求點 i 到需求點 n+i 的行駛時間  
 $T_j^k$  : k 車在需求點 j 的時間  
 $a_i$  : 最早可到達需求點 i 的時間  
 $b_i$  : 最晚可到達需求點 i 的時間  
 $l_j$  : 需求點 i 的需求數  
 $Q^k$  : K 車容量  
 $L_j^k$  : k 車運輸需求點 j 時的容量  
 $L_{o(k)}^k$  : k 車運輸 k 車起點集合時的容量  
 $L_{n+i}^k$  : k 車運送 n+i 時的容量  
 $l_i$  : 需求點 j 的需求數

目標式：

$$\text{Minimize } \sum_{k \in K} \sum_{(i,j) \in A^k} c^k (L_i^k) c_{ij}^k X_{ij}^k \quad (2)$$

限制式：

$$\sum_{k \in K} \sum_{j \in N \cup \{d(k)\}} X_{ij}^k = 1, \quad \forall i \in N^P \quad (3)$$

$$\sum_{j \in N^P \cup \{d(k)\}} X_{o(k),j}^k = 1, \quad \forall k \in K \quad (4)$$

$$\sum_{i \in N \cup \{o(k)\}} X_{ij}^k - \sum_{i \in N \cup \{d(k)\}} X_{ji}^k = 0, \quad \forall k \in K, \forall j \in N \quad (5)$$

$$\sum_{i \in N^D \cup \{o(k)\}} X_{i,d(k)}^k = 1, \quad \forall k \in K \quad (6)$$

$$X_{ij}^k (T_i^k + t_{ij}^k - T_j^k) \leq 0, \quad \forall k \in K, \forall (i,j) \in A^k \quad (7)$$

$$a_i \leq T_i^k \leq b_i, \quad \forall k \in K, \forall i \in V^k \quad (8)$$

$$X_{ij}^k (L_i^k + l_j - L_j^k) = 0, \quad \forall k \in K, \forall (i,j) \in A^k \quad (9)$$

$$l_i \leq L_i^k \leq Q^k, \quad \forall k \in K, \forall i \in N^P \quad (10)$$

$$0 \leq L_{n+i}^k \leq Q^k - l_i, \quad \forall k \in K, \forall n+i \in N^D \quad (11)$$

$$L_{o(k)}^k = 0, \quad \forall k \in K \quad (12)$$

$$T_i^k + t_{i,n+i}^k \leq T_{n+i}^k, \quad \forall k \in K, \forall i \in N^P \quad (13)$$

$$\sum_{j \in N} X_{ij}^k - \sum_{j \in N} X_{j,n+i}^k = 0, \quad \forall k \in K, \forall j \in N^P \quad (14)$$

$$X_{ij}^k \geq 0, \quad \forall k \in K, \forall (i, j) \in A^k \quad (15)$$

$$X_{ij}^k \text{ binary}, \quad \forall k \in K, \forall (i, j) \in A^k \quad (16)$$

模式之目標函數如式(2)，其為運輸費用總成本之最小化；在限制式方面，式(3)至(6)和(16)代表每個需求點僅能由一輛車服務之限制、式(7)與(8)為時間窗限制、式(9)至(11)為車容量限制、式(12)為車容量初始狀況限制、式(14)為起迄對限制、式(15)與(16)代表決策變數之 1 或 0 二元限制。

PDPTW 問題以往已有諸多學者發展不同之求解演算法，如遺傳演算法(Pankratz, 2005)、禁忌搜尋法(William & Barnes, 2000)、模擬退火法(李泰琳、張靖, 2010)等，本研究運用近年來在組群分割問題方面有不錯結果之 PSO 演算法，參考 Ayed 等人(2002)與李寧等人(2004)求解任務指派與傳統車輛路徑問題之構想，修改成本研究之整合服務規劃方法，其詳細演算流程說明如下：

1. 粒子群編碼：欲利用 PSO 求解 PDP 問題時，粒子群編碼方式極為重要，因粒子群編碼將使粒子與解產生對應。根據 PDP 定義可知求解關鍵在於如何求得車輛與需求點及運送需求點之對應順序，故本研究將這兩個解，透過粒子編碼方式構造成 2 個 L 維空間位置向量： $X_k$  與  $X_r$ ，使它對應 L 個需求點的車輛任務指派問題，其中  $X_k$  代表車輛編號和  $X_r$  代表需求點在該輛車運送順序。例如有 3 輛車，6 個需求點，若粒子的位置向量為：

需求點編號	1	2	3	4	5	6
$X_k$	1	2	1	3	1	2
$X_r$	3	1	1	1	2	2

則該粒子表示：第 1 輛車依序服務編號 3、5、1 需求點；第 2 輛車依序服務編號 2、6 需求點；第 3 輛車依序服務編號 4 需求點。

2. 初始化粒子群：
  - (1) 針對每個粒子  $X_k$  的每一維隨機取 1 至 K(車輛數)之間的整數；針對  $X_r$  的每一維隨機取 1~L(需求數)之間的實數；
  - (2) 針對每個速度向量  $V_k$  的每一維隨機取-(K-1)至(K-1)之間的整數， $V_r$  的每一維隨機取-(L-1)至(L-1)之間的實數；
3. 計算每個粒子位置的評估值：
  - (1) 由於傳統粒子群演算法無法直接求取具有限制式的問題，將違反時間窗與容量限制式的不可行解，透過懲罰值  $P$  轉化成無限制式問題，以適用粒子群演算法，修正後的目標式作為粒子群的評估函數如下：
$$\sum_{k \in K} \sum_{(i,j) \in A^k} c^k (L_i^k) c_{ij}^k X_{ij}^k + P \sum_{i=1}^l \max(b_i - T_i^k, 0) + P \sum_{i=1}^l \max(T_i^k - a_i, 0) + P \max(Q^k - L_i^k, 0) + P \max(L_i^k - l_i, 0) \quad (17)$$
  - (2) 對  $X_k$  的每一維位置向量進行取整數操作，即可得到分配給需求點的車輛  $k$ ；對  $X_r$  的每一維位置向量從小到大進行排序，從而確定車輛  $k$  的服務各個需求點的順序。
  - (3) 透過上述解碼步驟所得出來的解代入式(17)，並根據粒子評估值更新個體粒子最佳值  $pbest$  與總粒子群最佳值  $gbest$ 。
4. 重複執行以下步驟直到達到最大反覆運算次數：
  - (1) 假設  $X_i=(X_{i1}, X_{i2}, X_{i3}, \dots, X_{iL})$  為粒子群中第  $i$  個粒子在 L 維空間的位置，假設  $V_i=(V_{i1}, V_{i2}, V_{i3}, \dots, V_{iL})$  為粒子群中第  $i$  個粒子在 L 維的速度；所有粒子根據以下公式更新其速度與位置，其中  $rand(\ )$  為(0,1)之間的隨機數：
$$V_{ij} = 0.9V_{ij} + 2rand(\ )(pbest - x_{ij}) + 2rand(\ )(gbest - x_{ij})$$

$$x_{ij} = x_{ij} + V_{ij}$$
  - (2) 用評估函數評估所有粒子；

- (3) 若某個粒子目前解優於其個體歷史最佳值時，則將目前粒子評估值作為該粒子的歷史最佳值，同時記錄該粒子位置；
- (4) 若某個粒子的目前評估值優於總粒子群體歷史最佳解，則將當前粒子評估值作為總粒子群體最佳值，同時記錄該粒子位置。

## 六、案例分析

為比較整合 DRTS 服務構想與傳統 DRTS 服務對降低空間縫隙之影響，本研究採用情境分析方式，探討不同情境採用 DRTS 整合服務、傳統 DRTS 及目前固定路線式公路汽車客運(後續簡稱固定路線服務)等三種服務策略之績效指標。雖然不同服務策略將對使用者、營運業者及政府等層面產生影響，但由於政府補貼金額之估算需考量路線之整體運量，無法單就需求情境進行比較，而營運業者之營運成本需考量不同使用車型之影響，故案例分析時採用之評估指標將僅涵蓋使用者層面之六項指標：

1. 使用者搭乘距離(單位為公里)：該指標可衡量服務路線之彎繞程度。由於兩種 DRTS 服務策略所規劃之路線規劃方式，先行上車之使用者可能有額外之搭乘距離，故該指標從使用者觀點而言，應是越小越好。
2. 使用者支付費用(單位為元)：該指標係搭乘距離指標之延伸，計算方式為使用者之搭乘距離乘以單位里程費率。其中 DRTS 之收費，本研究認為民眾居住之處沒有大眾運輸服務，乃因政府與業者認為提供固定路線與固定班次之大眾運輸服務不符合經濟效益，不應因此要求產生大眾運輸服務縫隙之使用者負擔更高之費用，因此本研究建議以公路汽車客運每公里 2.695 元之基本票價進行使用者合理搭乘費用之推估。至於使用者支付費用與業者營運成本之差額，本研究認為應由政府進行補貼。惟在綜合比較分析上，為反應使用者支付費用之差異，仍以每公里 10 元做為 DRTS 之基本費率估算基準。
3. 使用者總旅行時間(單位為分鐘)：該時間為使用者平均搭乘時間、平均等車時間與平均進出站步行時間之加總，該指標從使用者觀點而言，應是越小越好。
4. 使用者旅行時間成本(單位為元)：該指標為使用者總旅行時間之延伸，主要係為整合業者營運成本估算總社會成本之用，該指標為使用者總旅行時間乘上使用者之時間價值，本研究將時間價值假設為每分鐘 10 元，該指標從使用者觀點而言，應是越小越好。
5. 業者營運成本(單位為元)：該指標係假設在固定路線大眾運輸服務暨定前提下，估算進行 DRTS 服務所需之營運成本，其中傳統 DRTS 之營運成本為營運里程乘上單位里程營運成本，由於 DRTS 之服務較接近計程車，因此本研究以計程車每車公里 24.65 元之單位營運成本做為估算基準；而整合型 DRTS 之營運成本估算亦採用相同計算標準，但因整合型 DRTS 係將使用者運送至固定路線站牌搭乘大眾運輸，因此在營運成本估算時將此一固定路線服務支票箱收入視為營運成本之減項。
6. 總社會成本(單位為元)：該指標為綜合考量使用者業者層面之指標，將做為本研究不同公共運輸服務策略評估之比較基準，其中使用者成本為使用者支付費用與旅行時間成本之總和。

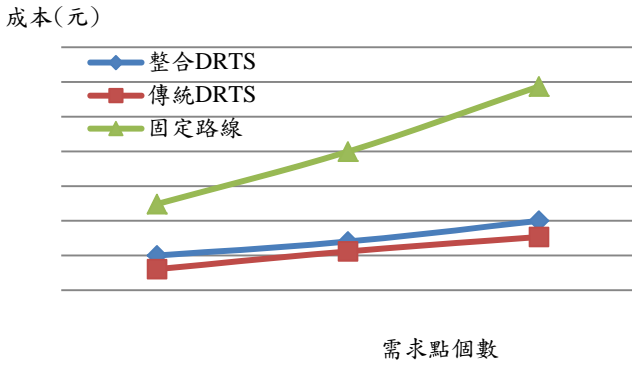
### 6.1 新竹縣竹北市

竹北市分析之情境乃假設從目前產生縫隙之門牌中，每小時隨機產生 4、8、12 個需求點，其目的地為竹北市之新竹高鐵站，茲就三種服務策略有關成本項之評估結果彙整如表 6.1 與圖 6.1 所示，由圖表之資料可發現在使用者方面，由於傳統 DRTS 可直接將使用者送到目的地，故其時間成本較整合 DRTS 服務為低；而固定路線公車由於時段性空間縫隙關係，出發點距離場站較遠，故進出站時間遠高於其他兩種服務型態，導致其不論需求點各數多寡，使用者旅行時間成本均為最高。在使用者支付費用方面，由於傳統 DRTS 之費用較高，且使用者搭乘距離亦較長，故費用高於其他兩種服務型態。而業者使用成本方面，由於整合 DRTS 係將使用者送到最近場站，故在需求點為 4 個及 8 個時成本均

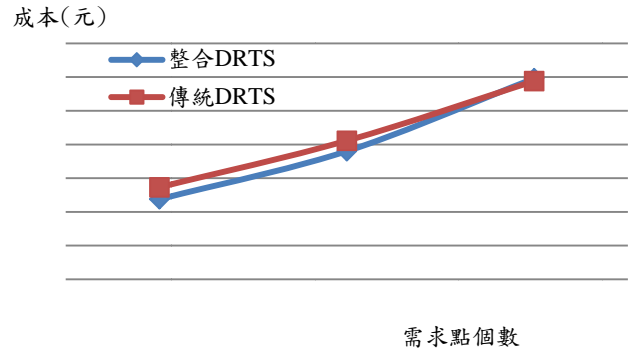
較傳統 DRTS 為小，但在 12 個需求點時，由於整合型 DRTS 尚須符合固定路線之營運班次，故須利用 4 部車進行服務，較傳統 DRTS 多一部車，導致營運盈本略高於傳統 DRTS。由於從使用者與業者個別角度進行分析時，三種服務型態各有營運上之優勢，因此本研究採用總社會成本進行三種服務策略之比較，則可發現整合 DRTS 之總社會成本為三者最低者，當與固定路線公車相較時，可改善 1.28% 至 6.54%；而若與傳統 DRTS 相較時，可改善 2.15% 至 11.41%，顯示整合 DRTS 具有整合之優勢，且可改善目前存在於竹北市之時段性縫隙現況。

表 6.1 三種服務策略之評估結果彙整表

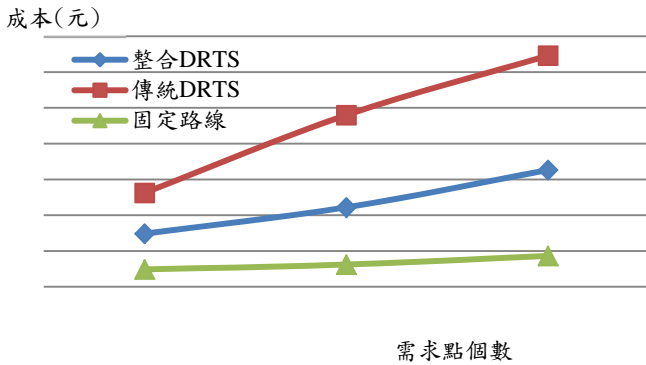
服務策略指標		需求點	4	8	12
使用者旅行 時間成本(元)	整合 DRTS		400	560	800
	傳統 DRTS		242	448	613
	固定路線		992	1597	2348
使用者支付 費用(元)	整合 DRTS		149	222	326
	傳統 DRTS		262	480	646
	固定路線		49	62	86
業者營運成本 (元)	整合 DRTS		475	760	1192
	傳統 DRTS		548	825	1180
	固定路線		0	0	0
總社會成本 (元)	整合 DRTS		1028	1550	2330
	傳統 DRTS		1052	1753	2439
	固定路線		1041	1659	2435
改善率(固定路線為基準)			-1.28%	-6.54%	-4.28%
改善率(傳統 DRTS 為基準)			-2.33%	-11.56%	-4.46%



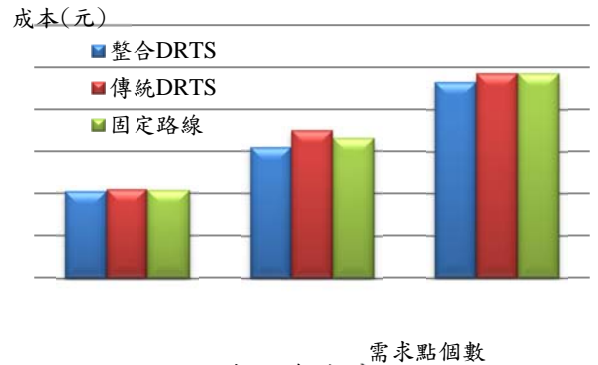
(a) 使用者旅行時間成本



(c) 業者營運成本



(b) 使用者支付費用



(d) 總社會成本

圖 6.1 三種服務策略不同成本類別評估結果示意圖

## 6.2 新竹縣尖石鄉

尖石鄉分析之情境乃假設從目前產生縫隙之門牌中，每小時隨機產生 4、8、12 個需求點，其目的地為竹東火車站，茲就三種服務策略有關成本項之評估結果彙整如表 6.2 與圖 6.2 所示，由圖表之資料可發現在使用者方面，由於傳統 DRTS 可直接將使用者送到目的地，故其時間成本較整合 DRTS 服務為低；而固定路線公車由於時段性空間縫隙關係，出發點距離場站較遠，故進出站時間遠高於其他兩種服務型態，導致其不論需求點個數多寡，使用者旅行時間成本均為最高，在尖石鄉此類公車路線不密集之地區，因為出發地距離最近場站十分遠，因此其成本更明顯高出兩種 DRTS 服務型態。在使用者支付費用方面，由於傳統 DRTS 之費用較高，且使用者搭乘距離亦較長，故費用高於其他兩種服務型態。而業者使用成本方面，由於整合 DRTS 係將使用者送到最近場站，故不論需求點多寡成本均較傳統 DRTS 為小。由於從使用者與業者個別角度進行分析時，三種服務型態各有營運上之優勢，因此本研究採用總社會成本進行三種服務策略之比較，則可發現整合 DRTS 之總社會成本在 4 個需求點時為三者最低者，但在需求點為 8 點與 12 點時，則略高於傳統 DRTS 0.36% 至 1.90%；而若與固定路線公車相較時，可改善 83.37% 至 89.62%，顯示整合 DRTS 具有整合之優勢，且可以較低之營運成本改善目前存在於尖石鄉嚴重之時段性縫隙現況。



表 6.2 三種服務策略之評估結果彙整表

服務策略指標		需求點	4	8	12
使用者旅行 時間成本(元)	整合 DRTS		1420	1979	2004
	傳統 DRTS		1277	1538	1347
	固定路線		32901	73675	97743
使用者支付 費用(元)	整合 DRTS		1528	1733	1623
	傳統 DRTS		1556	1882	1644
	固定路線		32	109	131
業者營運成本 (元)	整合 DRTS		2526	5056	6524
	傳統 DRTS		2844	5192	7135
	固定路線		0	0	0
總社會成本 (元)	整合 DRTS		5478	8776	10163
	傳統 DRTS		5677	8612	10126
	固定路線		32934	73784	97874
改善率(固定路線為基準)			-83.37%	-88.11%	-89.62%
改善率(傳統 DRTS 為基準)			-3.51%	1.90%	0.36%

成本(元)

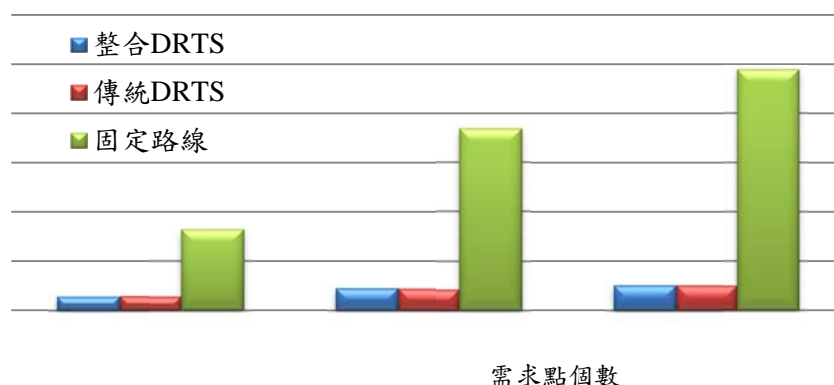


圖 6.2 三種服務策略總社會成本評估結果示意圖

## 七、結果與討論

本研究為探討台灣地區整合固定路線之大眾運輸系統與 DRTS 之必要性，充分利用家戶門牌資料、汽車客運路線之站牌及班次資料，建立時段性之空間縫隙指標，經運用地理資訊系統分析新竹縣人口密度最高之竹北市與人口密度最低之尖石鄉後，發現不論是竹北市或尖石鄉均存在固定路線公車無法完全服務之時段性空間縫隙，顯示不論人口密度之高低，均可能產生不同程度之空間縫隙，亦即存在導入 DRTS 服務之必要性。為避免導入 DRTS 服務後，與既有之公車或計程車產生競爭，本研究提出當使用者之需求產生在既有固定路線公車服務區域時，應由固定路線公車提供服務；若無法完全由固定路線公車服務時，則必須整合 DRTS 服務構建無縫之大眾運輸服務環境之服務構想。由於 DRTS 整合服務需視固定路線服務之班次與行駛路線，機動調整使用者起迄點，其所衍伸之路線規劃與排班問題遠較傳統 DRTS 複雜，本研究嘗試以粒子演算法為基礎發展一套整合 DRTS 之車輛排班與路線規劃演算法。經以新竹縣竹北市與尖石鄉進行測試，發現整合型 DRTS 確實能夠在較低之營運成本下，提供較固定路線公車更佳之服務，有效降低空間縫隙，達到無縫運輸之政策目標。然在研究過程中亦發

現提供整合 DRTS 服務時，車輛停放之場站位置分佈亦會對結果產生影響，另目前台灣地區公路客運資料之完整性仍存在及大改善空間，對於未來發展 DRTS 可能產生影響。而就學術角度而言，未來如何能更迅速整合固定路線公車資料，進行即時之整合 DRTS 路線規劃與派遣作業分析，仍有待後續進行更深入之探討。

## 八、參考文獻

- 王湮筑(2000)。市區公車之即有路線調整與新闢路線規劃程序之研究。未出版之碩士論文，國立交通大學交通運輸研究所，台北市。
- 朱宏祥(1994)。台北市棋盤式公車路網與現況公車路網之效益評估比較。未出版之碩士論文，國立交通大學交通運輸研究所，台北市。
- 李泰琳、張靖(2010)。調適型導引螞蟻演算法求解時窗收卸貨問題之研究。運輸計劃季刊, 39(1), 99-132。
- 李寧、鄒彤、孫德寶(2004)。帶時間窗車輛路徑問題的粒子群算法。系統工程理論與實踐, 24(4), 130-135。
- 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。未出版之碩士論文，成功大學交通管理科學研究所，台南市。
- 林佳鴻(2005)。智慧型撥召公車預約派遣模式之研究。未出版之碩士論文，中華大學科技管理研究所，新竹市。
- 邱奕明(1998)。公車路線調整準則與評估方法之研究。未出版之碩士論文，國立台灣大學土木工程學研究所，台北市。
- 陳雯琳(2010)。運用地理資訊系統分析高鐵新竹站聯外大眾運輸系統時間可及性及路線調整規劃之研究。行政院國家科學委員會大專學生參與專題研究計畫研究成果報告(報告編號:98-2815-C-216-012-E)，未出版。
- 孫以濬(2008)。捷運施工時公車路線及轉乘執行計劃(第五階段計畫報告書)。台北市：台北市政府交通局。
- 陳怡安(2009)。鄉村地區高齡者需求回應運輸服務系統之規劃研究-以台南縣西港鄉為例。未出版之碩士論文，私立中華大學運輸與物流管理學系碩士班，新竹市。
- 賀力行、蘇昭銘、李陳國(2000)。新竹市低污染公車營運研究計畫。新竹市：新竹市環境保護局。
- 黃俐嘉(1996)。公車路網績效評估模式之研究。未出版之碩士論文，國立台灣大學土木工程學研究所，台北市。
- 黃漢瑄(2006)。撥召服務最佳化指派作業之研究。未出版之碩士論文，私立淡江大學運輸管理學系所碩士，台北縣。
- 黃頡(2000)。市區公車高潛力需求路線之研究。未出版之碩士論文，國立交通大學交通運輸研究所，台北市。
- 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, 19(3), 301-332。

- 蘇昭銘、何文基、張志鴻、陳雯琳、熊宇凡、吳筱璇(2009)。運用地理資訊系統分析高鐵新竹站聯外大眾運輸系統無縫化服務指標之研究。2009 台灣地理資訊學會年會暨學術研討會，台中：逢甲大學。
- Alshalalfah, B., and Shalaby, A. S. (2008). *Sensitivity of flex-route transit service to design and schedule-building characteristics*. Transportation Research Board 87th Annual Meeting, Washington, DC, U.S.
- Ayed, S., Imtiaz, S., and Sabah A-M. (2002). Particle swarm optimization for task assignment problem. *Microprocessors and Microsystems*, 26, 363-371.
- Chua, T. A. (1984). The planning of urban bus routes and frequencies: a survey. *Transportation*, 12, 147-172.
- Currie, G. (2004). Gap analysis of public transport needs: measuring spatial distribution of public transport needs and identifying gaps in the quality of public transport provision. *Transportation Research Record*, 1895, 137-146.
- Desrosiers, J., Dumas, Y. and Soumis, F. (1986). A dynamic programming solution of the large-scale single-vehicle dial-a-ride problem with time windows. *American Journal of Mathematical and Management Sciences*, 6, 301-325.
- Li, X. and Quadrioglio, L.(2010). Feeder transit services: choosing between fixed and demand responsive policy. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 18(5), 770-780.
- Pankratz, G. (2005). A grouping genetic algorithm for the pickup and delivery problem with time windows. *OR Spectrum*, 27(1), 21-41.
- Weiner, R. (2008). *Integration of paratransit and fixed-route transit services* (Transit Cooperative Research Program Synthesis 76). Washington, DC: Transportation Research Board.
- Widmann, J. H. and Miller, M. A. (2006). *Improving Mobility Through Enhanced Transit Services: Case Studies for Transit-Taxis* (UCB-ITS-PWP-2006-11). California: institute of transportation studies university of california, berkeley.
- William, P. and Barnes, J. (2000). Solving the pickup and delivery problem with time windows using reactive tabu search. *Transportation Research Part B*, 34, 107-121.

## 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（已投稿審查中）  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）

### 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) 國內各級單位並未有目前固定路線式之大眾運輸系統服務現況分析，本研究所研擬之時段性縫隙指標，將可做為評估無縫運輸環境之參考，同時證明不論人口密度多寡，均存在不同程度之空間縫隙，皆有導入 DRTS 服務之必要。
- (2) 國內現階段之 DRTS 服務大都以新運輸工具觀念進行分析，將對既有之運輸市場產生衝擊，本研究從整合固定路線服務之角度提出 DRTS 整合服務構想，將可創造出使用者、固定路線業者及 DRTS 業者三贏之局面。
- (3) 本研究所發展之整合 DRTS 演算法將可做為未來進行實際系統開發之基礎。

# 國科會補助專題研究計畫項下出席國際學術會議心得報告

日期：99年6月11日

計畫編號	NSC 98-2221-E-216-025		
計畫名稱	整合固定路線與需求反應服務之大眾運輸路網與排班規劃研究		
出國人員姓名	蘇昭銘	服務機構及職稱	中華大學運輸科技與物流管理學系 副教授
會議時間	99年6月2日至 99年6月4日	會議地點	中國香港
會議名稱	(中文)第12屆長者及殘疾人士交通及運輸服務國際大會 (英文)12th International Conference on Mobility and Transport for Elderly and Disabled Persons (TRANSED 2010) Hong Kong, China 2 - 4 June 2010		
發表論文題目	(中文)發展針對視障者在多元運輸環境中的運輸資訊輔助系統 (英文) Development of Transit Information Assistant System for the visual Impaired in a Multimodal Transit Environment.		

## 報告內容：

### 一、參加會議經過

TRANSED 會議為針對弱勢用路族群之交通運輸研究之最大型國際會議，本人與兩位博士班兼任研究助理搭乘 6/2 日早上 9:00 飛機直達中國香港，並搭乘機場接駁巴士至會場報到。此次會議共 17 國代表參加，涵蓋歐美日等先進國家。會議專題報告場次為 11 場，分組報告共 38 場次，收錄論文 185 篇，其會議內容包含無障礙巴士系統、無障礙旅遊業、智能交通系統、長者及傷殘者移動能力及無障礙交通等等，場次眾多，內容豐富。並有設有論文海報 64 幅，使參與者可清楚明瞭各國針對弱勢及長者之交通服務提供現況及未來發展方向。而在展覽廳另設有參展攤位，共計 32 個單位參與展出，內容包含醫療設備、汽車設備、政府機關、旅遊業者等等，橫跨多個領域的展出內容，使與會者能得到多種不同領域針對無障礙交通之努力成果。

本次論文發表場次安排於 6/4 日早上 11:03~11:21 之 R5.7 Travel Information for All，由博士班學生何文基同學發表在多元運輸環境中的運輸資訊輔助系統，並由本人進行來賓提問問題之回答。同場次中發現包括日本、法國、美國等國家均與本次發表論文有高度相關性，得知各國發展同類系統之方向均相同，主要差異在於使用之經費相較其他國家少，而發展進度亦較其他國家早且快。而由與會者之報告中，獲取該國實際發展現況及研究經驗，做為後續研究之參考。

## 二、與會心得

本人首次參加 TRANSEDE 會議，除發現現階段之研究成果符合國際潮流，且研究成果亦尚具水準，會中尚與法國 ESIEE 大學之 Baudoin 教授交換視障者在室內之定位技術使用經驗，對於後續之研究方向有相當程度之助益。另外亦與與會之台灣代表－內政部社會司劉淑貞小姐、自由空間教育基金會唐峰正董事長、寶貝欣公司沈秀珠總經理交換台灣有關身心障礙者之相關課題，除更進一步了解現況問題外，亦讓奇了解本校在此領域之研究成果。

此外，香港之大眾運輸系統及其它運輸設備之規劃與設計，如機場規劃、轉乘機場接駁巴士或機場快線之路線規劃、購票機設計、捷運路網規劃、即時資訊內容、行人通道設計、無障礙空間等等，與前次在 20 年前前往時有截然不同之感受，亦拍攝並記錄相關資料，將可做為未來教學與研究之用途。

## 三、考察參觀活動(無是項活動者省略)

無

## 四、建議

無

## 五、攜回資料名稱及內容

1. 大會手冊及論文摘要集。
2. 大會論文集 USB 碟。

## 六、其他

無

# 國科會補助專題研究計畫項下出席國際學術會議心得報告

日期：99年6月11日

計畫編號	NSC 98-2221-E-216-025		
計畫名稱	整合固定路線與需求反應服務之大眾運輸路網與排班規劃研究		
出國人員姓名	張志鴻	服務機構及職稱	中華大學科技管理學系博士班
會議時間	99年6月2日至 99年6月4日	會議地點	中國香港
會議名稱	(中文)第12屆長者及殘疾人士交通及運輸服務國際大會 (英文)12th International Conference on Mobility and Transport for Elderly and Disabled Persons (TRANSED 2010) Hong Kong, China 2 - 4 June 2010		
發表論文題目	(中文)發展針對視障者在多元運輸環境中的運輸資訊輔助系統 (英文) Development of Transit Information Assistant System for the visual Impaired in a Multimodal Transit Environment.		

## 報告內容：

### 一、參加會議經過

為參加本次會議，學生搭乘6/2 9:00直達中國香港，並搭乘機場接駁巴士至會場報到。此次共17國代表參加，主要專題報告場次為11場，分組報告共38場次，收錄論文185篇，其會議內容包含無障礙巴士系統、無障礙旅遊業、智能交通系統、長者及傷殘者可持續及移動能力及無障礙交通等等，場次眾多，內容豐富。並有設有海報64幅，使參與者可清楚明瞭各國針對弱勢及長者之交通服務提供現況及未來發展方向。而在展覽廳另設有參展攤位，共計32個單位參與展出，內容包含醫療設備、汽車設備、政府機關、旅遊業者等等，橫跨多個領域的展出內容，使與會者能得到多種不同領域針對無障礙交通之努力成果。

學生論文報告場次被安排於6/4日11:03~11:21之R5.7 Travel Information for All，於報告場次中由同行同學發表在多元運輸環境中的運輸資訊輔助系統，並在會中聽取其餘三位報告人之研究開發成果，透過報告時間，充分表達本論文內容及吸收各國實際發展之經驗，由會議中得知各國發展同類系統之方向均相同，主要差異在於使用之經費相較其他國家少，而發展進度亦較其他國家早且快。而由與會者之報告中，獲取該國實際發展現況及研究經驗，做為後續研究之參考。

### 二、與會心得

本次研討會之主題為無障礙交通及旅遊，無障礙是指任何人在不需要特別安排下可輕易、獨立

地到達、進入及使用大數、大眾運輸工具、戶外地點及其他設施。無障礙也是一個讓所有使用者，不單單是殘障人士、長者等，感到容易使用、方便及安全之交通環境。透過會議內容，學生也瞭解到無障礙是所有人應關注的課題。所有人皆可由改善的設施環境得到助益，如使用嬰兒車的父母、行動不便的長者及拖著沉重行李的旅客。隨著社會需要日益多樣化及人口老化，我們的居住環境須邁向無障礙、方便生活及普及化設計，方能促進社會共融、獨立生活、社會持續發展及成本效益。而我國在無障礙環境與其他國家相較之下，亦有很大的進步空間。

另一方面，從出發、參加會議至結束返國的過程中，學習香港之大眾運輸系統及其它運輸設備之規劃與設計，如機場規劃、轉乘機場接駁巴士或機場快線之路線規劃、購票機設計、捷運路網規劃、即時資訊內容、行人通道設計、無障礙空間等等，此為在會場之外所學習到之難得經驗。

### 三、考察參觀活動(無是項活動者省略)

無

### 四、建議

無

### 五、攜回資料名稱及內容

1. 大會手冊及論文摘要集。
2. 大會論文集 USB 碟。

### 六、其他

無



# 國科會補助專題研究計畫項下出席國際學術會議心得報告

日期：99年6月11日

計畫編號	NSC 98-2221-E-216-025		
計畫名稱	整合固定路線與需求反應服務之大眾運輸路網與排班規劃研究		
出國人員姓名	何文基	服務機構及職稱	中華大學科技管理學系博士班
會議時間	99年6月2日至 99年6月4日	會議地點	中國香港
會議名稱	(中文)第12屆長者及殘疾人士交通及運輸服務國際大會 (英文)12th International Conference on Mobility and Transport for Elderly and Disabled Persons (TRANSED 2010) Hong Kong, China 2 - 4 June 2010		
發表論文題目	(中文)發展針對視障者在多元運輸環境中的運輸資訊輔助系統 (英文) Development of Transit Information Assistant System for the visual Impaired in a Multimodal Transit Environment.		

## 報告內容：

### 一、參加會議經過

為參加本次會議，學生搭乘6/2 9:00直達中國香港，並搭乘機場接駁巴士至會場報到。此次共17國代表參加，主要專題報告場次為11場，分組報告共38場次，收錄論文185篇，其會議內容包含無障礙巴士系統、無障礙旅遊業、智能交通系統、長者及傷殘者可持續及移動能力及無障礙交通等等，場次眾多，內容豐富。並有設有海報64幅，使參與者可清楚明瞭各國針對弱勢及長者之交通服務提供現況及未來發展方向。而在展覽廳另設有參展攤位，共計32個單位參與展出，內容包含醫療設備、汽車設備、政府機關、旅遊業者等等，橫跨多個領域的展出內容，使與會者能得到多種不同領域針對無障礙交通之努力成果。

學生論文報告場次被安排於6/4日11:03~11:21之R5.7 Travel Information for All，於報告場次中發表在多元運輸環境中的運輸資訊輔助系統，並在會中聽取其餘三位報告人之研究開發成果，透過報告時間，充分表達本論文內容及吸收各國實際發展之經驗。

### 二、與會心得

此次發表之論文內容講述如何發展一套大眾運輸資訊支援系統，以便帶領視障人士縱橫多種公共交通環境，研究方法主要透過問卷調查得知功能需求性，進一步發展針對視障者交通資訊障礙處理的系統功能，結果經過實際測試，證實系統確實可以輔助視障者搭乘公車。會場相關主題的研究

不少，發現類似的系統都是由國家支援開發，相較於本團隊研究經費少，研究成果卻並不輸給其他國家，我想主要原因乃在於政府規定未來所有公車將全面裝載車輛監控裝置，並且積極推動公車動態即時資訊系統，而行前旅次規劃系統發展成熟，所有發展運輸資訊輔助系統的各項條件幾乎萬事俱備。總之由與會者之報告中，獲取該國實際發展現況及研究經驗，做為後續研究之參考另一方面，並且從出發、參加會議至結束返國的過程中，學習香港之大眾運輸系統及其它運輸設備之規劃與設計，如機場規劃、轉乘機場接駁巴士或機場快線之路線規劃、購票機設計、捷運路網規劃、即時資訊內容、行人通道設計、無障礙空間等等，此為在會場之外所學習到之難得經驗。

### 三、考察參觀活動(無是項活動者省略)

無

### 四、建議

無

### 五、攜回資料名稱及內容

1. 大會手冊及論文摘要集。
2. 大會論文集 USB 碟。

### 六、其他

無

無衍生研發成果推廣資料

98 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：蘇昭銘		計畫編號：98-2221-E-216-025-					
計畫名稱：整合固定路線與需求反應服務之大眾運輸路網與排班規劃研究							
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	1	100%	篇	已於八月底投稿一篇 TSSCI 文章，現正審查中。
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	1	1	100%		
		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	1	0	100%	人次	
		博士生	2	0	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	1	0	100%		
		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	1	0	100%	人次	
		博士生	2	0	100%		
博士後研究員		0	0	100%			
專任助理		0	0	100%			

<p style="text-align: center;">其他成果</p> <p>(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。)</p>	<p style="text-align: center;">無</p>
---	--------------------------------------

	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）

已於八月底投稿 TSSCI 文章一篇，現正審查中。

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) 國內各級單位並未有目前固定路線式之大眾運輸系統服務現況分析，本研究所研擬之時段性縫隙指標，將可做為評估無縫運輸環境之參考，同時證明不論人口密度多寡，均存在不同程度之空間縫隙，皆有導入 DRTS 服務之必要。

(2) 國內現階段之 DRTS 服務大都以新運輸工具觀念進行分析，將對既有之運輸市場產生衝擊，本研究從整合固定路線服務之角度提出 DRTS 整合服務構想，將可創造出使用者、固定路線業者及 DRTS 業者三贏之局面。

(3) 本研究所發展之整合 DRTS 演算法將可做為未來進行實際系統開發之基礎。