

高雄市政府 102 年度研究發展成果報告

高雄市節能減碳措施成效探討 —以捷運補助政策為例

服務機關：捷運工程局

研究者姓名：張哲端

中華民國一〇二年九月三十日

高雄市節能減碳措施成效探討－以捷運補助政策為例

摘要

高雄市政府於 2010 年 3 月 19 日確立，將以 2005 年排碳量為標準，於 2020 年將高雄市打造為減量 30% 的低碳城市與節能社區，市府並成立「高雄市政府節能減碳推動小組」，專責推動本市溫室氣體管制議題，各局處擔任小組內各分組推動單位，定期開會檢討推動方向及效益。高雄市政府捷運局致力於提升大眾運輸使用率，研提培養市民使用公共運輸習慣之政策，於 2012 年申請「高雄市環境保護基金補助學生族群搭乘捷運票價及高雄幸福卡計畫」，基金補助經費新台幣 9,121 萬元，實施期間 2012 年 1 月 1 日至 12 月 31 日，全年產生於捷運端和公車端的旅運量分別為 2,123 萬人次和 424 萬人次，合計公共運輸量達 2,547 萬人次，佔高雄市 2012 年公共運輸量 1 億人次的 25%；減少 CO₂ 排放量約 1.6 萬公噸，減少空氣污染排放總量約 1.7 萬公噸，效益貨幣化達新台幣 2 億 3,385 萬元。如僅計高雄市環保基金補助經費，則效益成本比達 2.6 倍，每萬元可減少空污排放量 1.9 公噸。本文說明補助計畫內容、補助方案及實施方式，分析補助計畫執行成果與效益，包括提升大眾運輸使用量、私人運具移轉量、空氣污染排放減量及空污減量效益貨幣化。

關鍵詞：高雄捷運、票價補助、空污減量、效益分析

目 錄

摘要.....	i
目錄.....	ii
表目錄.....	iv
圖目錄.....	v
1. 緒論.....	1
1.1 背景說明.....	1
1.2 高雄市大眾運輸與私人運具之消長.....	1
1.3 提升高捷運量 減緩全球暖化.....	3
2. 環保基金補助計畫.....	4
2.1 計畫目的.....	4
2.2 計畫內容.....	4
2.3 實施方式.....	5
2.3.1 學生 75 折.....	5
2.3.2 學生月票卡(學生幸福 799).....	6
2.3.3 高雄幸福卡(幸福 999).....	6
2.3.4 企業幸福卡.....	6
2.3.5 公共腳踏車轉乘捷運.....	7
2.3.6 工業區接駁公車.....	8
2.3.7 捷運月票卡搭公車.....	8
2.4 執行情形.....	8
3. 提升高捷運量之績效評估.....	11
3.1 高捷運量提升績效.....	11
3.2 補助政策之運量與營收績效.....	12
4. 空氣污染減量效益評估.....	15

4.1 效益分析方法概述.....	15
4.2 補助方案在捷運端之空污減量效益.....	15
4.2.1 學生 75 折空污減量效益	18
4.2.2 學生幸福 799 月票卡空污減量效益	20
4.2.3 幸福 999 月票卡空污減量效益	21
4.2.4 企業幸福月票卡空污減量效益	22
4.2.5 公共腳踏車轉乘捷運空污減量效益	23
4.3 補助方案在公車端之空污減量效益.....	24
4.3.1 捷運月票卡搭公車空污減量效益	26
4.3.2 林園線工業區接駁公車空污減量效益	28
4.3.3 仁武線工業區接駁公車空污減量效益	29
4.3.4 前鎮線工業區接駁公車空污減量效益	30
4.4 補助政策整體空污減量效益評估.....	31
5.結論	33
6.參考文獻.....	34

表 目 錄

表 1	2012 年高雄市環保基金補助方案.....	5
表 2	2012 年高雄市環保基金補助方案執行情形.....	9
表 3	2012 年環保基金補助計畫捷運端旅次量.....	10
表 4	2012 年環保基金補助計畫公車端旅次量.....	10
表 5	高雄捷運紅橘線歷年營運資料.....	11
表 6	高雄捷運歷年平均日運量及成長率.....	11
表 7	2012 年環保基金補助方案之運量與營收績效.....	12
表 8	運具使用特性(轉移至捷運).....	17
表 9	車輛燃料使用效率.....	17
表 10	空氣污染排放係數.....	17
表 11	空污減量效益貨幣化參數.....	18
表 12	學生 75 折補助方案空氣污染減量效益.....	19
表 13	學生幸福 799 月票卡補助方案空氣污染減量效益.....	20
表 14	幸福 999 月票卡補助方案空氣污染減量效益.....	21
表 15	企業幸福月票卡補助方案空氣污染減量效益.....	22
表 16	公共腳踏車轉乘捷運補助方案空氣污染減量效益.....	23
表 17	運具使用特性(轉移至公車).....	25
表 18	空氣污染排放係數.....	26
表 19	捷運月票卡搭公車補助方案空氣污染減量效益.....	27
表 20	工業區接駁公車-林園線補助方案空氣污染減量效益.....	28
表 21	工業區接駁公車-仁武線補助方案空氣污染減量效益.....	29
表 22	工業區接駁公車-前鎮線補助方案空氣污染減量效益.....	30
表 23	2012 年環保基金補助計畫空污減量效益彙整表.....	31

圖目錄

圖 1	環保基金補助計畫之目的.....	4
圖 2	高雄捷運電聯車.....	5
圖 3	學生幸福 799 月票卡(高雄市政府補助發行)	6
圖 4	幸福 999 月票卡(高雄市政府補助發行).....	6
圖 5	企業幸福月票卡.....	7
圖 6	一卡通普卡(公共腳踏車紀念卡)	7
圖 7	高雄市公共腳踏車租賃系統.....	8
圖 8	高雄市公共汽車.....	8
圖 9	高雄捷運歷年平均日運量成長趨勢.....	12
圖 10	各補助方案之補助金額與運量的比值.....	13
圖 11	第 1~4 項補助方案對高捷運量及營收之績效比較.....	14
圖 12	空污減量成效計算流程概念.....	15
圖 13	空氣污染排放減量效益計算流程(不計大眾運輸空污排放增量).....	16
圖 14	空氣污染排放減量效益計算流程(扣除大眾運輸空污排放增量).....	25
圖 15	補助方案效益成本比.....	32

1. 緒論

1.1 背景說明

全球性氣候變遷使得極端氣候加劇，嚴寒、酷熱與風暴等嚴峻氣候頻繁造成災難損失，財物損失數以億計，人類的生命、生存與發展也受到威脅。2009年8月8日莫拉克颱風，釀成台灣中南部嚴重災情，死亡及失蹤699人，產業損失約新台幣279.4億元（行政院莫拉克颱風災後重建推動委員會，2010）。卡崔娜颶風(Katrina)是百年來美國東南部灣區最強颶風之一，2005年8月26日登陸，肆虐美國東南五州，紐奧良市災情最嚴重，80%市區被水淹沒；至9月13日止死亡656人，整體損失將達3,000億美元（國家災害防救科技中心，2005）。

地球本身就存在溫室效應現象，使生物能在恆溫狀況下生長，但工業革命後，因人類活動大量燃燒化石燃料，產生二氧化碳(CO₂)等廢氣使溫室氣體濃度大幅增加，導致熱能無法逸散至太空，使地球溫度持續升高，造成全球暖化現象，這是導致氣候變遷的主因。運輸系統消耗化石燃料所產生的CO₂，佔全球溫室氣體排放量的25%，僅次於工業部門(陳賓權等，2009)。根據統計資料顯示，台灣運輸部門CO₂排放量(包括電力消費排放)從1990年的19,741千公噸(占總排放的18.03%)，成長至2012年的35,255千公噸(占總排放的14.18%)，其中以公路運輸占運輸部門二氧化碳排放95.53%最多，年平均成長率約為4.03% (經濟部能源局，2013)。

2006年高雄市溫室氣體總排放量高達3,968萬公噸/年，人均排放量高達26.3公噸/年/人，遠超過台灣人均排放量11.7公噸與全球平均4.2公噸；2007年人均排放為26.09公噸/人，部門排放中工業部門之排放貢獻最大，約佔70.37%，其次為住商部門之17.9%，運輸部門排放量約292.85萬公噸，約佔6.6%(吳銘圳等，2010)。

1.2 高雄市大眾運輸與私人運具之消長

1979年高雄市人口約100萬，每天公車運量約26萬人次，當時汽、機車總數不到40萬輛，但不過10年光景，汽、機車數開始急遽上升，私人運具普及化後，公車運量逐年快速下降，1993年每日運量不到10萬人次，

至 2008 年高雄捷運紅橘線開始營運，連帶帶動公車運量，大眾運輸量才又回升，每日約 16.5 萬人次，之後逐年遞增，2012 年每日達 27.8 萬人次。

根據交通部公路總局統計資料，2012 年 12 月底高雄市小客車及機車登記數，分別為 70 萬輛和 228.3 萬輛，合計近 300 萬輛(交通部，2012)。交通部 2012 年「民眾日常使用運具狀況調查」統計資料顯示，高雄市綠運輸(公共及非機動運具)市占率 17%，其中公共運輸市占率 7.2%；而私人機動運具市占率 83%，其中機車市占率 61.3%(全國最高)，自用小客車 20.5%，其他 1.2%(交通部統計處，2013)。高雄市每天將近有上百萬輛機車在街頭奔馳，排碳量非常驚人。以每輛機車每日行駛約 20 公里計算，月排碳量就超過 160 公斤。若少一輛機車上路，就等於每年為地球多種了 20 棵樹(張瑞剛，2012)。

大眾運輸使用率低落，與民眾長期使用汽、機車且習以為常有關，而大眾運輸設施長期供給不足也是成因之一。由於軌道運輸系統具有安全性高、快速、可靠、便利、污染較低、省能源及運量大等營運特性，高雄市在 2001 年採用民間參與方式興建捷運紅橘線，路網全長 42.7 公里，設 38 座車站，紅、橘兩線呈十字相交，路網尚不夠綿密，在高雄市推動各項配套設施，如轉乘設施，公車路線配合調整，闢駛捷運接駁公車，建置公共腳踏車租賃系統，實施票證整合，推出聯運措施和轉乘優惠，以及改善通勤、通學步道等等便民措施，雖已擴大了捷運路網的服務範圍，大幅改善大眾運輸系統的便利性，然而民眾長期依賴汽、機車的通勤習慣，實非一朝一夕所可扭轉。

從人本的角度看，民眾選擇運具因素包括時間、成本、舒適、安全和私密等，與私人運具比較，高雄捷運在上述幾項的服務水準，旅次時間(含捷運和轉乘)，比汽、機車長；個人付出的成本介於汽車和機車之間；舒適和私密性則不及汽車；安全性較汽、機車優越。民眾選擇運具時，如僅考量旅行時間和成本，則捷運顯然無法與機車競爭。

這是很現實的問題，就大眾運輸供給而言，高雄市目前的大眾運輸條件尚難與汽、機車競爭，如果沒有足以吸引汽、機車使用者的誘因，大眾運輸量難以大幅提升，甚至可能逐漸減少，過去高雄市公車的情形即是如

此，而捷運基礎設施成本龐大，營運成本高，入不敷出將導致營運者虧損，財務狀況不良，如果因而影響服務品質，就形成惡性循環。

1.3 提升高捷運量 減緩全球暖化

高雄市政府於 2010 年 3 月 19 日確立，將以 2005 年排碳量為標準，於 2020 年將高雄市打造為減量 30% 的低碳城市與節能社區，市府並成立「高雄市政府節能減碳推動小組」，專責推動本市溫室氣體管制議題，各局處擔任小組內各分組推動單位，定期開會檢討推動方向及效益。

高雄捷運工程局身為市府團隊的一員，近幾年在節能減碳政策方面，重大的工作是提出和推動培養民眾使用大眾運輸習慣之政策，轉移私人運具到大眾運具，自 2010 年起逐年申請高雄市環境保護基金補助民眾搭乘大眾運輸，期能以優惠的票價為誘因，藉由減輕民眾交通成本的負擔，並配合高雄市政府各項促進公共運輸發展策略，以吸引私人運具使用者轉搭大眾運輸，期能提升大眾運輸使用率至 15%，減少私人運具使用率，改善運具使用失衡的情形，落實節能減碳政策，減少溫室氣體排放，改善空氣品質，多年來這項政策已有具體成果。

本報告以高雄捷運局於 2012 年實施的大眾運輸票價補助政策為例，探討節能減碳之成效，高雄捷運局於 2011 年，申請「高雄市環境保護基金補助學生族群搭乘捷運票價及高雄幸福卡計畫」，經高雄市環保基金管理委員會會議審議同意核撥補助經費新台幣 9,121 萬元，實施期間自 2012 年 1 月 1 日起至 12 月 31 日止，補助計畫內容包括學生族群(85 折降至 75 折)、學生月票卡、高雄幸福卡、工業區接駁公車、公共腳踏車轉乘捷運、捷運月票卡(含學生月票卡、高雄幸福卡、企業幸福卡)搭乘公車；此外，高雄捷運公司自辦補助方案，由該公司及大型企業共同補助企業員工團購企業幸福卡。2012 年補助計畫產生於捷運端和公車端的旅運量分別為 2,123 萬人次和 424 萬人次，合計公共運輸量達 2,547 萬人次，占高雄市 2012 年公共運輸量 1 億人次的 25%；減少 CO₂ 排放量 15,994.4 公噸，減少空氣污染物總量 16,926.6 公噸，空污減量效益轉換成貨幣單位(效益貨幣化)達新台幣 2 億 3,385.2 萬元。

2. 環保基金補助計畫

高雄捷運系統紅橘線路網興建營運合約 7.1.7 規定政府協助開發運量，為此，高雄市捷運局根據「空氣污染防治法」及「高雄市環境保護基金收支保管及運用自治條例」，於 2011 年擬定計畫向高雄市環保局申請運用高雄市環保基金補助民眾和學生搭乘大眾運輸，經基金管理委員會審議通過補助 9,121 萬元經費。

2.1 計畫目的

透過公私部門合作，運用高雄市環保基金補助民眾和學生搭乘大眾運輸票價，高捷公司再配合吸收一部分票價，以降低民眾的交通成本，並推出可使用於捷運與公車的月票卡，加強運具轉乘的方便性，讓市民更方便利用綠能運具，期望可藉由優惠的票價吸引通勤族改搭綠色運具，減少汽、機車等私人運具的使用比率，減少空氣污染，達成節能減碳、提升環境品質和愛護地球的政策。

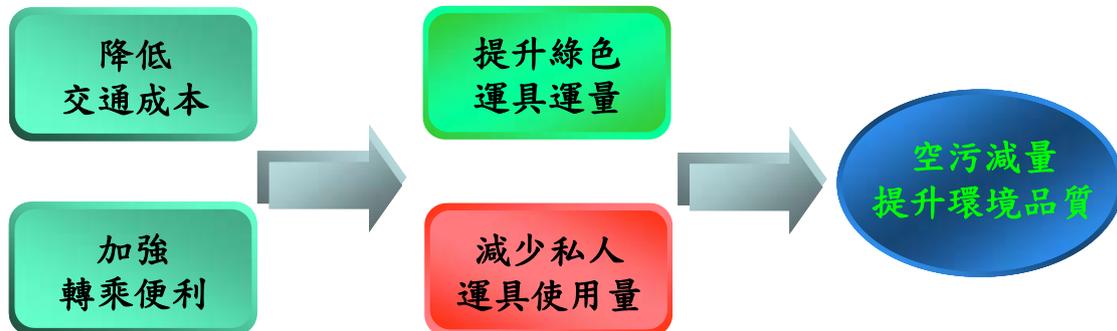


圖 1 環保基金補助計畫之目的

2.2 計畫內容

2102 年高雄市環保基金補助方案包括學生卡 85 折降至 75 折(學生 75 折)、學生月票卡(學生幸福 799)、高雄幸福卡(幸福 999)、公共腳踏車轉乘捷運、工業區接駁公車、捷運月票卡搭乘公車，各項補助方案之對象、內容及補助額度等整理如表 1。基於基金對等補助原則，除捷運月票卡搭公車全數由環保基金補助外，其他項目由環保基金及高雄捷運公司(簡稱高捷公司)共同分擔。

表 1 2012 年高雄市環保基金補助方案

補助方案	民眾/學生		補助額度	
	原負擔	優惠後負擔	環保基金補助	高捷公司補助
學生 75 折	全票的 85%	全票的 75%	全票的 5%	全票的 5%
學生幸福 799	1250 元	799 元	200 元/張	251 元/張
幸福 999	1250 元	999 元	75 元/張	176 元/張
公共腳踏車 轉乘捷運	一卡通租借 前一小時免 費	一卡通租借前一 小時免費；轉乘 捷運再回饋 4 元	2 元/人次	2 元/人次
工業區接駁 公車	同公車	同公車	補助接駁公車業 者營運費用 50%	補助接駁公車業 者營運費用 50%
捷運月票卡 搭公車	同公車	0 元	補助公車業者 10 元/旅次	-

資料來源：高雄市政府捷運局，本研究整理。

2.3 實施方式

2.3.1 學生 75 折

高雄捷運紅橘線通車營運以來，除營運初期為慶祝通車而實施短期的免費或其他優惠票價外，自 2008 年 10 月起，高捷公司常態實施的優惠票價，為一卡通普卡和學生卡搭捷運，都打 85 折。2012 年全年持學生卡(含記名和不記名學生卡)搭捷運，票價降為 75 折，差額由環保基金及高捷公司各補助 5%。例如完成某一趟全票為 20 元的旅程，85 折票價是 17 元，補助後，學生只付 15 元，高捷公司吸收 1 元；環保基金補助 1 元。



圖 2 高雄捷運電聯車

2.3.2 學生月票卡(學生幸福 799)

此為有效期限 30 天的效期卡，原價每張 1,250 元，在學學生持學生身份相關證明文件，到捷運站購買，每張僅 799 元，差額由環保基金補助 200 元/張；高捷公司吸收 251 元/張。持卡可不限次數及里程搭乘高雄捷運、高雄市公車(含高雄客運和義大客運行駛於高雄市之段次計費路線)，使用期限自購買日起算 30 日內有效。持卡人須隨身攜帶學生身份相關證明文件以備查驗。



圖 3 學生幸福 799 月票卡(高雄市政府補助發行)

2.3.3 高雄幸福卡(幸福 999)

此亦為有效期限 30 天的效期卡，原價每張 1,250 元，一般民眾到捷運站購買只付 999 元，差額由環保基金補助 75 元/張；高捷公司吸收 176 元/張。有效期限內可不限次數及里程搭乘高雄捷運、高雄市公車。



圖 4 幸福 999 月票卡(高雄市政府補助發行)

2.3.4 企業幸福卡

高雄捷運公司自辦企業幸福卡補助方案，鼓勵大型企業員工使用綠色

運具，只要每次訂購數量 50 張以上，且公司、企業補助所屬員工每張 250 元並出具證明者，高捷公司再優惠每張 400 元，員工僅需自付 600 元，自購卡日起 30 日內有效，可不限距離遠近及使用次數搭高雄捷運及高雄市公車。



圖 5 企業幸福月票卡

2.3.5 公共腳踏車轉乘捷運

持一卡通儲值卡於租用公共腳踏車後，30 分鐘內轉乘捷運，各卡種均回饋 4 元，即當次轉乘捷運旅次可再享票價 4 元優惠。(第 1 次使用前須先到捷運站登錄持卡人資料)



圖 6 一卡通普卡(公共腳踏車紀念卡)



圖 7 高雄市公共腳踏車租賃系統

2.3.6 工業區接駁公車

2012 年闢駛 3 條工業區接駁公車，「捷運 R16 左營站-仁武工業區」(仁武線)；「捷運 R6 凱旋站-前鎮加工區」(前鎮線)及「捷運 R3 小港站-臨海工業區-林園」(林園線)，自 4 月起實施，營運費用由環保基金及高捷公司各負擔一半。

2.3.7 捷運月票卡搭公車

持各式捷運月票卡於效期內不限次數及里程搭乘公車，由環保基金補助公車業者每人每次 10 元。幸福卡由高捷公司發售，原規劃僅限於搭捷運，但為了使這張卡可用於搭公車，提供便利的轉乘，特別運用環保基金予以補助。



圖 8 高雄市公共汽車

2.4 執行情形

高雄市環保基金管理委員會核定補助總經費 9,121 萬元，主要分為補助搭乘捷運及補助搭乘公車兩部份，其中補助搭乘捷運部分包括學生卡 75

折、學生幸福 799 和幸福 999 月票卡，以及公共腳踏車轉乘捷運等 4 項補助方案，另有 2 項額外的補助措施也由這項計畫的經費來支出，為元旦升旗贈紀念卡(內含 50 點捷運點數)予參加民眾，以及清明節免費掃墓接駁公車，合計支出 119 萬元；補助公車部分則包括闢駛工業區接駁公車及捷運月票卡搭公車等 2 項。企業幸福卡補助方案係由高捷公司和企業共同分擔。

執行期間由於民眾搭乘踴躍，環保基金補助搭乘大眾運輸實際支出 9,158 萬元，加上前述 2 項額外補助措施之支出，合計這項補助計畫環保基金支出總經費應為 9,277 萬元，經費不足約 156 萬元，依環保基金管理委員會決議由高捷公司吸收，因此，高捷公司全年實際負擔補助金額為 8,080 萬元，企業補助員工團購企業幸福卡金額為 756 萬元。享受優惠的旅次量，在捷運端(含公共腳踏車轉乘捷運)和公車端分別為 2,123 萬人次和 424 萬人次，補助計畫創造了公共運輸量達 2,547 萬人次。

表 2 2012 年高雄市環保基金補助方案執行情形

項次	補助方案	運量 (人次/年)	補助金額(萬元/年)			
			環保基金	高捷公司	企業	合計
1	學生 75 折	10,490,872	1,682	1,682	-	3,363
2	學生幸福 799	5,991,114	2,771	3,477	-	6,248
3	幸福 999	3,418,463	571	1,339	-	1,909
4	企業幸福卡	1,255,201	-	1,210	756	1,967
5	公共腳踏車轉乘捷運	76,402	15.3	15.3	-	30.6
6	工業區接駁公車	319,544	200.7	200.7	-	401.4
7	捷運月票卡搭公車	3,919,173	3,919	-	-	3,919
	總計	25,470,769	9,158	7,924	756	17,838

資料來源：高雄市政府捷運局、高雄捷運公司，本研究整理。

2012 年各月份，各項補助方案在捷運端和公車端產生的旅次量分別整理如表 3 與表 4。

表 3 2012 年環保基金補助計畫捷運端旅次量 單位：人次

月份	學生 75 折	學生 799 月票卡	幸福 999 月票卡	企業 幸福卡	公共腳踏車 轉乘捷運	合計
1	927,861	91,803	89,145	132,233	2,294	1,243,336
2	941,900	317,569	215,835	79,251	3,527	1,558,082
3	810,837	512,812	273,994	92,804	5,049	1,695,496
4	830,060	521,154	264,378	105,147	5,693	1,726,432
5	833,426	559,116	315,317	98,100	5,846	1,811,805
6	852,456	437,194	285,574	85,154	5,002	1,665,380
7	1,003,222	414,479	312,940	98,444	6,775	1,835,860
8	950,766	402,964	308,816	96,991	5,779	1,765,316
9	837,981	601,340	323,009	105,242	7,500	1,875,072
10	885,320	717,570	354,567	117,438	9,572	2,084,467
11	857,221	710,374	342,833	121,231	9,261	2,040,920
12	759,822	704,739	332,055	123,166	10,104	1,929,886
合計	10,490,872	5,991,114	3,418,46	1,255,201	76,402	21,232,052

資料來源：高雄市捷運局及高雄捷運公司，本研究整理。

表 4 2012 年環保基金補助計畫公車端旅次量 單位：人次

月份	仁武線	前鎮線	林園線	捷運月票卡搭公車	合計
1	-	-	-	46,972	46,972
2	-	-	-	186,259	186,259
3	-	-	-	326,237	326,237
4	1,008	4,820	26,847	324,752	357,427
5	2,127	5,386	29,334	381,646	418,493
6	2,498	4,269	23,384	305,097	335,248
7	2,669	7,274	26,767	243,315	280,025
8	2,620	7,232	23,465	272,161	305,478
9	3,259	7,232	25,352	417,210	453,053
10	4,366	8,391	25,133	486,546	524,436
11	4,710	8,220	26,045	466,401	505,376
12	4,052	7,699	25,387	462,577	499,714
合計	27,308	60,521	231,714	3,919,173	4,238,717

資料來源：高雄市捷運局及高雄捷運公司，本研究整理。

3. 提升高捷運量之績效評估

運用高雄市環境保護基金補助民眾及學生搭乘大眾運具，目的之一是希望以優惠的票價，吸引民眾搭乘，提升大眾運輸之占有率，本章說明 2012 年補助計畫對於提升高捷運量和營收的貢獻。

3.1 高捷運量提升績效

根據高雄市捷運局及交通局公布的運量統計資料，分析歷年高雄捷運運量，2012 年補助計畫實施期間平均日運量約 15.5 萬人次，較 2011 年 13.6 萬人次，成長 13.5%，更比歷年平均成長率的 7.5% 高出約 6%。

表 5 高雄捷運紅橘線歷年營運資料

年	營運日數	車次數 (次)	延車公里 (車公里)	載客人數 (人次)	延人公里 (人公里)	營運收入 (元)
2008	269	93,280	2,261,159	29,474,904	221,475,871	739,523,073
2009	365	198,871	4,188,017	43,338,648	297,230,281	1,085,421,094
2010	365	195,622	4,143,819	46,010,213	314,701,050	1,117,588,026
2011	365	213,358	4,493,502	49,636,631	346,197,682	1,247,778,887
2012	366	219,458	4,520,276	56,480,381	400,730,112	1,346,802,823

資料來源：高雄市政府捷運局、交通局，本研究整理。

表 6 高雄捷運歷年平均日運量及成長率

年度	平均日運量(人次)	成長率(%)
2008	109,572	-
2009	118,736	8.4
2010	126,055	6.2
2011	135,991	7.9
2012	154,318	13.5

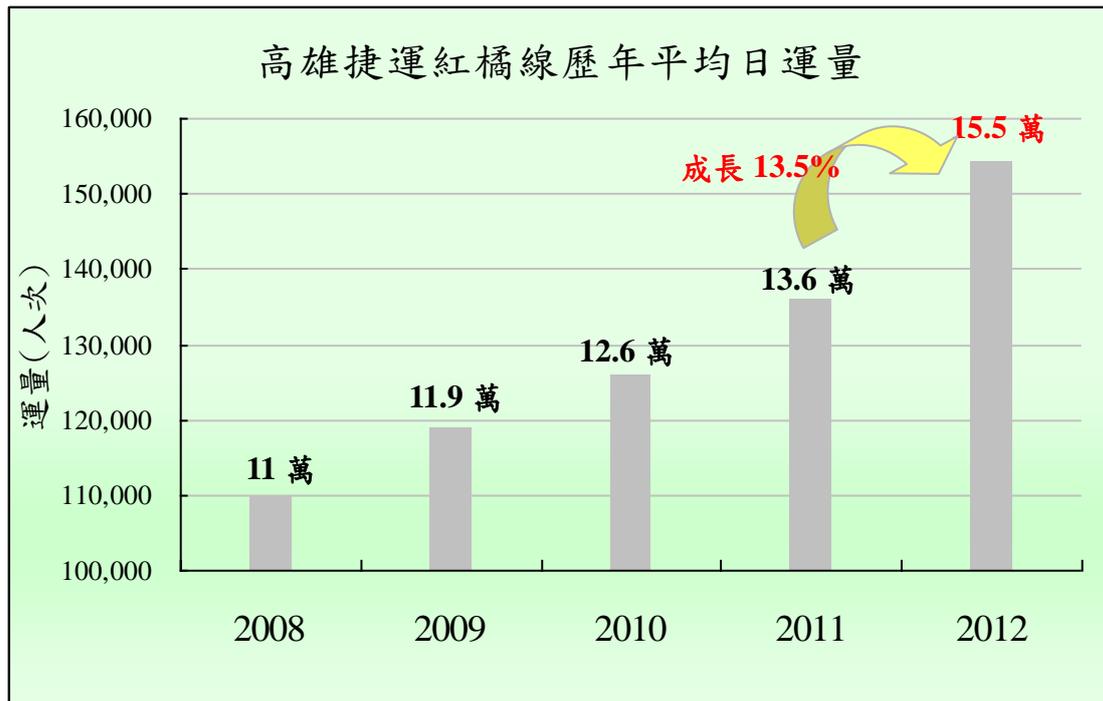


圖 9 高雄捷運歷年平均日運量成長趨勢

3.2 補助政策之運量與營收績效

2012 年高雄捷運總運量 5,648 萬人次，高捷公司全年營運收入 13 億 4,680 萬元；高雄市公、民營公車合計運量 4,529 萬人次。各補助方案產生旅次量、佔捷運或公車運量百分比、補助方案之營運收入、佔高捷公司年度總營收百分比、補助金額，以及補助金額對運量之比值等分析如表 7。第 1~5 項補助方案之運量合計，其在捷運端所產生運量佔捷運總運量的 37.6%，而營運收入則佔高捷公司總營運收入的 35%。

表 7 2012 年環保基金補助方案之運量與營收績效

項次	補助方案	補助方案產生運量(萬人次)	佔捷運運量百分比(%)	補助方案營運收入(萬元)	佔高捷總營收百分比(%)	補助金額(萬元)	補助金額/運量(元/人次)
1	學生 75 折	1,049	18.57	22,536	16.73	3,363	3.2
2	學生幸福 799	599	10.61	13,839	10.28	6,248	10.4
3	幸福 999	342	6.05	8,170	6.07	1,909	5.6
4	企業幸福卡	126	2.22	2,572	1.91	1,967	15.7
5	公共腳踏車轉乘捷運	8	0.14	-	-	30.6	4.0

項次	補助方案	補助方案產生運量(萬人次)	佔捷運運量百分比(%)	補助方案營運收入(萬元)	佔高捷總營收百分比(%)	補助金額(萬元)	補助金額/運量(元/人次)
6	工業區接駁公車	32	0.71*	-	-	401	12.6
7	捷運月票卡搭公車	392	8.65*	-	-	3,919	10.0

*：第6及7項係為該補助方案所產生運量佔公車總運量之百分比。

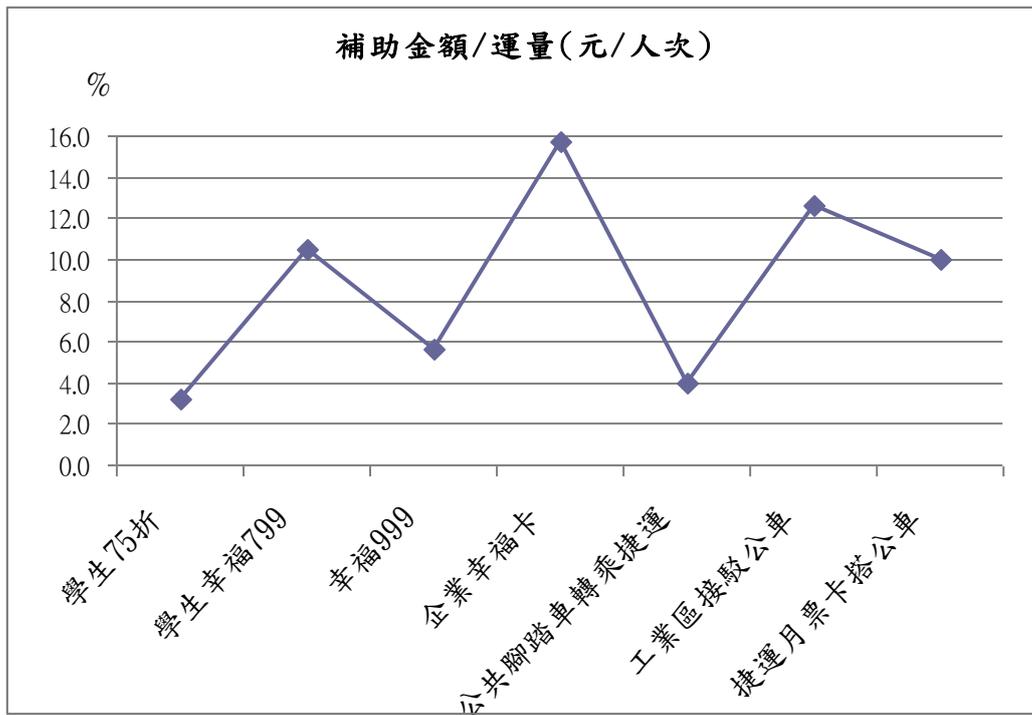


圖 10 各補助方案之補助金額與運量的比值

2012 年各項補助方案其投入之補助金額與產出之運量的比值趨勢如圖 10 所示，數值越少代表該補助方案之績效越高，相較之下，學生 75 折和公共腳踏車轉乘捷運等 2 項方案績效最好，而幸福 999 次優；企業幸福卡由於補助額度很高(每張卡補助 650 元)，但搭乘量較少；由於工業區接駁公車運量未如預期，相對績效表現較差。

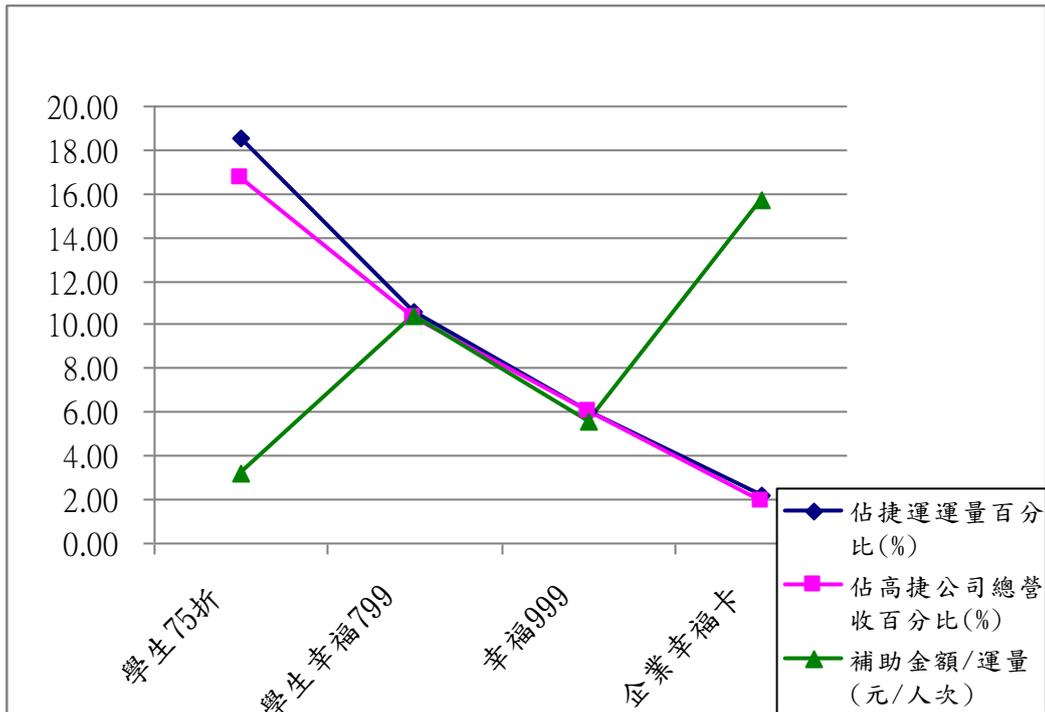


圖 11 第 1~4 項補助方案對高捷運量及營收之績效比較

圖 11 之目的在於比較第 1~4 項補助方案之績效，就補助方案所產出之運量與捷運總運量比值、營收與總營運收入比值、補助金額與產出運量比值等 3 個比項來看，從最好到最差排序為：學生 75 折、學生幸福 799、幸福 999 及企業幸福卡。

4. 空氣污染減量效益評估

4.1 效益分析方法概述

空污減量效益分析應考量實務應用之便利性、參數公信力、行駛速度之能耗和排放，以及反應國內機車運具使用特性，故係以實施環保基金補助政策而產生的公共運輸旅次量為基礎，根據國內私人運具使用特性，計算私人運具行駛里程移轉量，再利用運具空氣污染排放係數，計算出空氣污染排放減少量，運用空污減量效益貨幣化參數，將減排量轉換成貨幣單位(效益貨幣化)。計算效益時須視情況考量扣除因實施政策而增加的大眾運具行駛里程空污排放量。就 2012 年環保基金補助計畫各項補助方案來看，空污減量效益計算方式可概分為兩類，一是不計大眾運輸空污排放增量；二是計算效益時須將大眾運輸空污排放增量予以扣除，減量成效計算流程如圖 12。

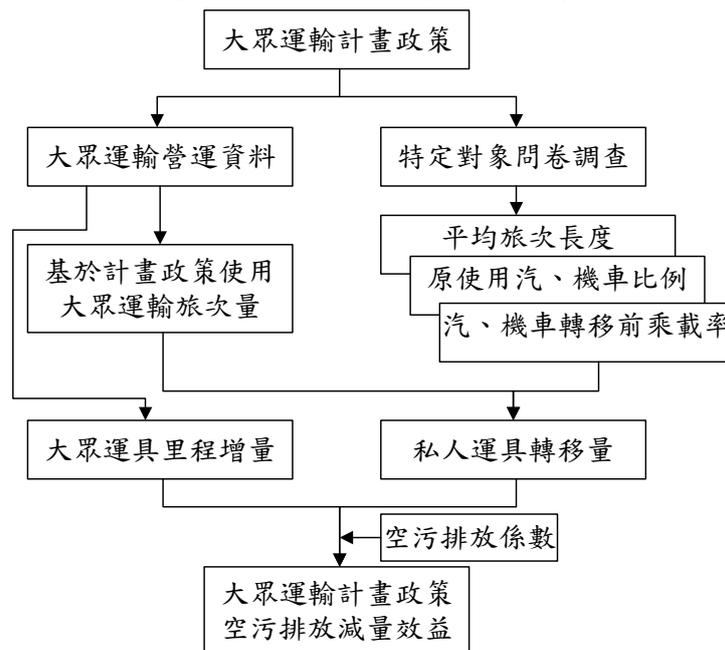


圖 12 空污減量成效計算流程概念

4.2 補助方案在捷運端之空污減量效益

2012 年捷運延車公里數與 2011 年比較，僅微幅成長 0.6%，故分析學生 75 折、學生幸福 799、幸福 999 和企業幸福卡於捷運端之空污減量效益時，可忽略捷運之空污排放增量；而公共腳踏車也不需考慮空污增量。在不考慮大眾運輸空污排放增量情形下，詳細的空氣污染排放減量效益計算流程及相關參數，說明如下。

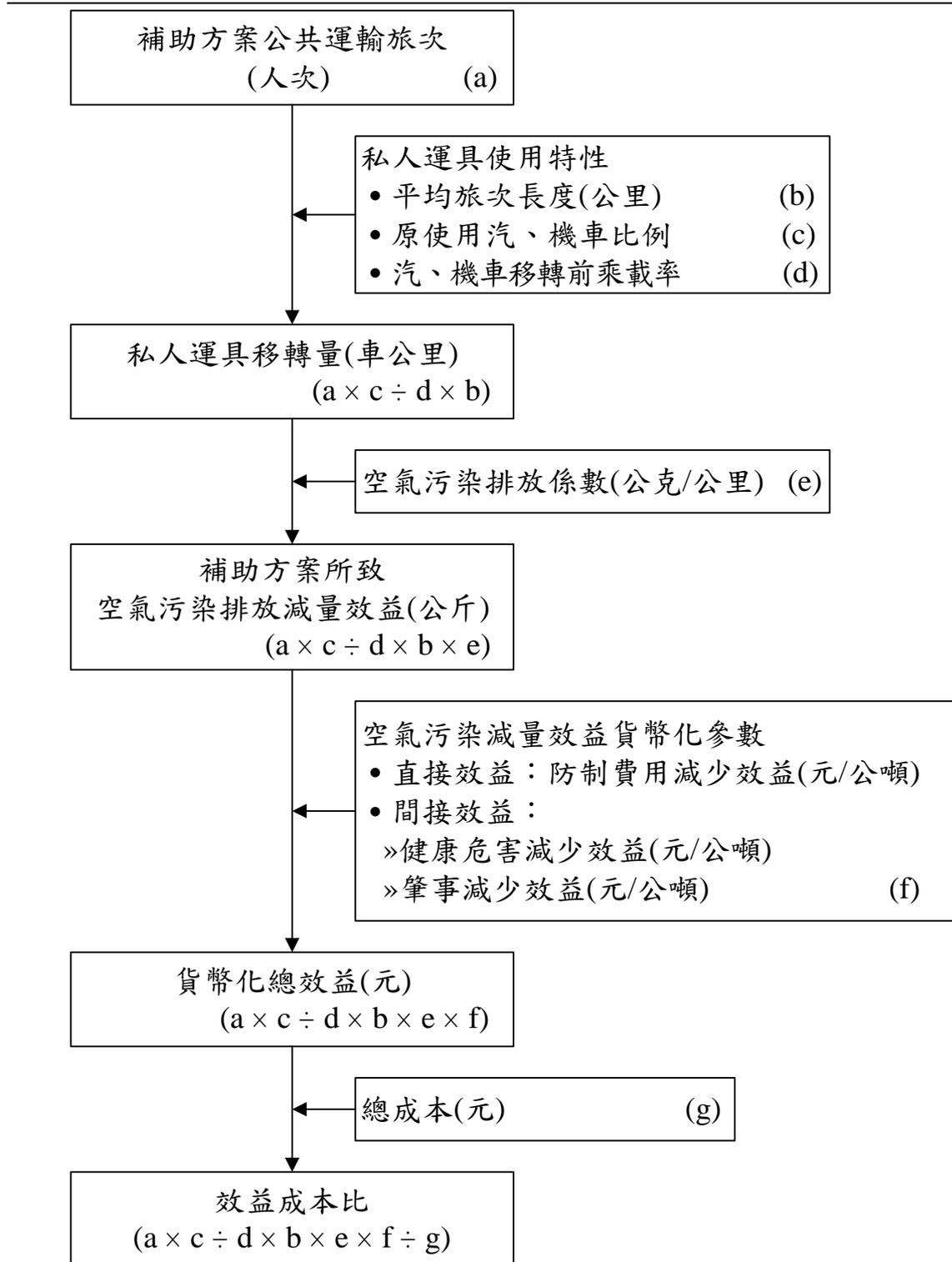


圖 13 空氣污染排放減量效益計算流程(不計大眾運輸空污排放增量)

1.私人運具使用特性

運具使用特性及車輛燃料使用效率等資料係引用高雄市環保局「2011年度高雄市總量管制暨移動源削減量抵換計畫」的調查結果(高雄市環保局, 2012), 彙整如表 8、9。

表 8 運具使用特性(轉移至捷運)

車種	自用小客車	機車
移轉前運具使用比例(%)	10.1	18.5
移轉前乘載率(人/車)	1.05	1.06
平均旅次長度(公里/人)	17.86	15.00

表 9 車輛燃料使用效率

車種	自用小客車	機車	公車/客運車
燃料效率(公里/公升)	11.11	23.81	2.64

2. 空氣污染排放係數

依據最新「空氣污染物排放清冊資料更新管理及排放量空間分佈查詢建置 (TEDS 7.1 版資料庫)」及「移動源 CO₂ 排放量計算—溫室氣體盤查議定計畫」，並配合高雄都會區整體路段平均車速選定排放係數，本報告所採用之參數值如表 10。

表 10 空氣污染排放係數

空氣污染排放係數 (公克/車公里)	自用小客車	二行程機車	四行程機車	公車/客運車
車速(公里/小時)	30	20	20	20
PM ₁₀	0.0847	0.1884	0.0472	0.6166
PM _{2.5}	0.0617	0.1529	0.0346	0.524
SO _x	0.0019	0.0008	0.0008	0.0063
NO _x	0.48290047	0.12152	0.25108	12.03
CO	5.819068992	5.33874	3.85012	6.87
THC	1.142493645	2.78342	1.36596	1.27
NMHC	1.027444535	2.535833272	1.256583872	1.27
GHG 排放係數 (kgGHG/L)	自用小客車	二行程機車	四行程機車	公車/客運車
CO ₂	2.26	2.26	2.26	2.73
CH ₄	0.000816	0.000816	0.000816	0.000144
N ₂ O	0.000261	0.000261	0.000261	0.000144

資料來源：TEDS 7.1、溫室氣體盤查議定計畫、移動源 CO₂ 排放量計算—溫室氣體盤查議定計畫

3. 空氣污染減量效益貨幣化參數

空污減量效益項目包括由於空氣污染減量所衍生之防制費用減少效益與健康危害減少效益，以及一般車輛行車里程減少所衍生之肇事減少效益。貨幣化參數如表 11。

表 11 空污減量效益貨幣化參數

污染物種類	直接效益	間接效益	
	防制費用減少效益	健康危害減少效益	肇事減少效益
計算單位	元/公噸	元/公噸	元/百萬公里
粒狀污染物 (TSP)	41,079	3,307,740	機車 2,147,988 元 汽車 232,705 元 公車 64,897 元
硫氧化物(SO _x)	-	1,652,070	
氮氧化物(NO _x)	29,315	409,380	
一氧化碳(CO)	34,826	1,800	
非甲烷碳氫化合物(NMHC)	32,646	-	
溫室氣體(CO ₂)	450	-	

資料來源：「移動污染源管制策略研擬、排放總量推估與縣市執行成效考評」(環保署，2009)、加州 Cal-B/C 評估手冊(1999)、交通部行車成本調查分析與交通建設計畫經濟效益評估之推廣應用計畫(2011)

4.2.1 學生 75 折空污減量效益

學生 75 折全年總旅次量為 10,490,872 人次，依圖 13 計算流程，計算空污減量效益整理如表 12 所示，其中私人運具移轉總量約 4,548.7 萬公里。在排放減量成效方面，總空污減量約 6,927.5 公噸，其中 CO 減量約 224.4 公噸；CO₂ 減量效果約 6,545.3 公噸。空污減量所致防制費用減少之直接效益約 1,330 萬元，間接效益(健康危害減少與肇事減少效益)約 8,323.9 萬元，貨幣化效益合計為 9,653.9 萬元，環保基金和高捷公司合計投入 3,363.1 萬元，效益成本比值約為 2.87，成本有效性約 2.1 噸/萬元。

表 12 學生 75 折補助方案空氣污染減量效益

2012 年補助方案(學生 75 折)空氣污染減量效益計算				
學生 75 折旅次(人次/年)		10,490,872		
運具 使用 特性	車種	自用小客車	機車	
	移轉前運具使用比例(%)	10.1	18.5	
	移轉前乘載率(人/車)	1.05	1.06	
	平均旅次長度(公里/人)	17.86	15.0	
私人運具移轉量(車公里)		18,022,918.4	27,464,311.1	
車輛種類		自用小客車	二行程機車	四行程機車
車輛比例		100%	33.7%	66.3%
空污 排放 減量 小計 (公斤)	PM ₁₀	1,526.5	1,743.7	859.5
	PM _{2.5}	1,112.0	1,415.2	630.0
	SO _x	34.2	7.4	14.6
	NO _x	8,703.3	1,124.7	4,571.9
	CO	104,876.6	49,412.6	70,106.2
	THC	20,591.1	25,761.9	24,872.5
	NMHC	18,517.5	23,470.3	22,880.9
	CO ₂ (GHG)	3,825,112.5	916,694.2	1,803,466.6
空污 排放 減量 合計 (公斤)	PM ₁₀	4,129.7		
	PM _{2.5}	3,157.2		
	SO _x	56.2		
	NO _x	14,399.9		
	CO	224,395.4		
	THC	71,225.5		
	NMHC	64,868.8		
	CO ₂ (GHG)	6,545,273.3		
空污 減量 總效 益與 貨幣 化	總空污減量(公噸)	6,927.5		
	直接效益(萬元)	1,330.0		
	間接效益(萬元)	8,323.9		
	總效益(萬元)	9,653.9		
	總投入成本(萬元)	3,363.1		
	效益成本比	2.87		
	成本有效性(噸/萬元)	2.1		

4.2.2 學生幸福 799 月票卡空污減量效益

表 13 學生幸福 799 月票卡補助方案空氣污染減量效益

2012 年補助方案(學生幸福 799 月票卡)空氣污染減量效益計算				
學生 799 月票卡旅次(人次/年)		5,991,114		
運具使用特性	車種	自用小客車	機車	
	移轉前運具使用比例(%)	10.1	18.5	
	移轉前乘載率(人/車)	1.05	1.06	
	平均旅次長度(公里/人)	17.86	15.0	
私人運具移轉量(車公里)		10,292,505.6	15,684,284.3	
車輛種類		自用小客車	二行程機車	四行程機車
車輛比例		100%	33.7%	66.3%
空污排放減量小計(公斤)	PM ₁₀	871.8	995.8	490.8
	PM _{2.5}	635.0	808.2	359.8
	SO _x	19.6	4.2	8.3
	NO _x	4,970.3	642.3	2,610.9
	CO	59,892.8	28,218.5	40,036.2
	THC	11,759.1	14,712.1	14,204.2
	NMHC	10,575.0	13,403.4	13,066.8
	CO ₂ (GHG)	2,184,440.4	523,504.6	1,029,921.5
空污排放減量合計(公斤)	PM ₁₀	2,358.4		
	PM _{2.5}	1,803.0		
	SO _x	32.1		
	NO _x	8,223.5		
	CO	128,147.4		
	THC	40,675.4		
	NMHC	37,045.2		
	CO ₂ (GHG)	3,737,866.5		
空污減量總效益與貨幣化	總空污減量(公噸)	3,956.2		
	直接效益(萬元)	759.5		
	間接效益(萬元)	4,753.6		
	總效益(萬元)	5,513.13		
	總投入成本(萬元)	6,247.6		
	效益成本比	0.88		
	成本有效性(噸/萬元)	0.6		

4.2.3 幸福 999 月票卡空污減量效益

表 14 幸福 999 月票卡補助方案空氣污染減量效益

2012 年補助方案(幸福 999 月票卡)空氣污染減量效益計算				
幸福 999 月票卡旅次(人次/年)		3,418,463		
運具使用特性	車種	自用小客車	機車	
	移轉前運具使用比例(%)	10.1	18.5	
	移轉前乘載率(人/車)	1.05	1.06	
	平均旅次長度(公里/人)	17.86	15.0	
私人運具移轉量(車公里)		5,872,789.2	8,949,278.1	
車輛種類		自用小客車	二行程機車	四行程機車
車輛比例		100%	33.7%	66.3%
空污排放減量小計(公斤)	PM ₁₀	497.4	568.2	280.1
	PM _{2.5}	362.4	461.1	205.3
	SO _x	11.2	2.4	4.7
	NO _x	2,836.0	366.5	1,489.8
	CO	34,174.2	16,101.1	22,844.2
	THC	6,709.6	8,394.5	8,104.7
	NMHC	6,034.0	7,647.8	7,455.8
	CO ₂ (GHG)	1,246,417.4	298,705.9	587,661.7
空污排放減量合計(公斤)	PM ₁₀	1,345.7		
	PM _{2.5}	1,028.8		
	SO _x	18.3		
	NO _x	4,692.2		
	CO	73,119.5		
	THC	23,208.9		
	NMHC	21,137.6		
	CO ₂ (GHG)	2,132,785.0		
空污減量總效益與貨幣化	總空污減量(公噸)	2,257.3		
	直接效益(萬元)	433.4		
	間接效益(萬元)	2,712.3		
	總效益(萬元)	3,145.73		
	總投入成本(萬元)	1,909.4		
	效益成本比	1.65		
	成本有效性(噸/萬元)	1.2		

4.2.4 企業幸福月票卡空污減量效益

表 15 企業幸福月票卡補助方案空氣污染減量效益

2012 年補助方案(企業幸福月票卡)空氣污染減量效益計算				
企業幸福月票卡旅次(人次/年)		1,255,201		
運具使用特性	車種	自用小客車	機車	
	移轉前運具使用比例(%)	10.1	18.5	
	移轉前乘載率(人/車)	1.05	1.06	
	平均旅次長度(公里/人)	17.86	15.0	
私人運具移轉量(車公里)		2,156,387.5	3,286,021.5	
車輛種類		自用小客車	二行程機車	四行程機車
車輛比例		100%	33.7%	66.3%
空污排放減量小計(公斤)	PM ₁₀	182.6	208.6	102.8
	PM _{2.5}	133.0	169.3	75.4
	SO _x	4.1	0.9	1.7
	NO _x	1,041.3	134.6	547.0
	CO	12,548.2	5,912.1	8,388.0
	THC	2,463.7	3,082.3	2,975.9
	NMHC	2,215.6	2,808.2	2,737.6
	CO ₂ (GHG)	457,663.1	109,679.7	215,779.3
空污排放減量合計(公斤)	PM ₁₀	494.1		
	PM _{2.5}	377.7		
	SO _x	6.7		
	NO _x	1,722.9		
	CO	26,848.2		
	THC	8,521.9		
	NMHC	7,761.4		
	CO ₂ (GHG)	783,122.1		
空污減量總效益與貨幣化	總空污減量(公噸)	828.9		
	直接效益(萬元)	159.1		
	間接效益(萬元)	995.9		
	總效益(萬元)	1,155.06		
	總投入成本(萬元)	1,966.8		
	效益成本比	0.59		
	成本有效性(噸/萬元)	0.4		

4.2.5 公共腳踏車轉乘捷運空污減量效益

表 16 公共腳踏車轉乘捷運補助方案空氣污染減量效益

2012 年補助方案(公共腳踏車轉乘捷運)空氣污染減量效益計算				
公共腳踏車轉乘捷運旅次(人次/年)		76,402		
運具使用特性	車種	自用小客車	機車	
	移轉前運具使用比例(%)	10.1	18.5	
	移轉前乘載率(人/車)	1.05	1.06	
	平均旅次長度(公里/人)	17.86	15.0	
私人運具移轉量(車公里)		111,588.5	265,870.7	
車輛種類		自用小客車	二行程機車	四行程機車
車輛比例		100%	33.7%	66.3%
空污排放減量小計(公斤)	PM ₁₀	9.5	16.9	8.3
	PM _{2.5}	6.9	13.7	6.1
	SO _x	0.2	0.1	0.1
	NO _x	53.9	10.9	44.3
	CO	649.3	478.3	678.7
	THC	127.5	249.4	240.8
	NMHC	114.7	227.2	221.5
	CO ₂ (GHG)	23,683.1	8,874.1	17,458.6
空污排放減量合計(公斤)	PM ₁₀	34.7		
	PM _{2.5}	26.7		
	SO _x	0.4		
	NO _x	109.0		
	CO	1,806.4		
	THC	617.7		
	NMHC	563.4		
	CO ₂ (GHG)	50,015.8		
空污減量總效益與貨幣化	總空污減量(公噸)	53.2		
	直接效益(萬元)	10.7		
	間接效益(萬元)	76.0		
	總效益(萬元)	86.73		
	總投入成本(萬元)	30.6		
	效益成本比	2.84		
	成本有效性(噸/萬元)	1.7		

4.3 補助方案在公車端之空污減量效益

補助方案在公車端之空污減量分為兩部分，一是各式捷運月票卡搭公車部分，另一是補助闢駛工業區接駁公車。由於公車並未因環保基金補助幸福卡搭公車而增開班次，且幸福卡於公車端產生的旅次僅約全年公車運量的 8.7%，故計算空污減量效益時不計入公車所增加的空污排放量，空污減量效益計算方式如 4.2 節所述。

工業區接駁公車補助方案採新闢路線或於原路線以加密班次方式辦理，用以配合園區員工上、下班時間，提供便捷的捷運接駁服務，在計算空污減量時，須扣除因補助方案增加公車行駛里程的空污排放增量。詳細的空氣污染排放減量效益計算流程及相關參數，說明如下。

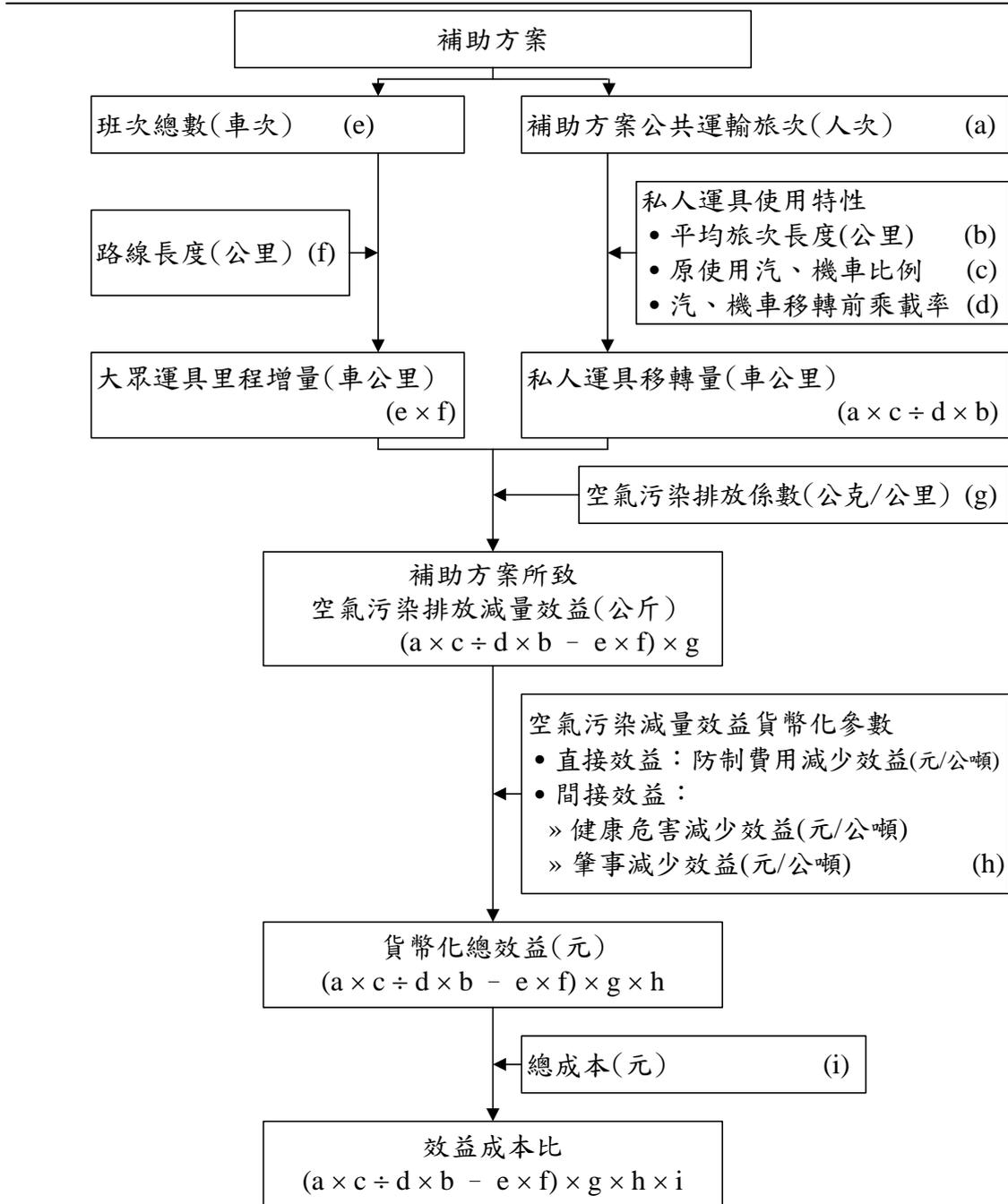


圖 14 空氣污染排放減量效益計算流程(扣除大眾運輸空污排放增量)

1.私人運具使用特性

運具使用特性資料係引用高雄市環保局「2011 年度高雄市總量管制暨移動源削減量抵換計畫」的調查結果，彙整如表 17。

表 17 運具使用特性(轉移至公車)

車種	自用小客車	機車
移轉前運具使用比例(%)	43.8	10.9
移轉前乘載率(人/車)	1.21	1.00
平均旅次長度(公里/人)	13.48	10.14

2. 空氣污染排放係數

依據最新「空氣污染物排放清冊資料更新管理及排放量空間分佈查詢建置 (TEDS 7.1 版資料庫)」及「移動源 CO₂ 排放量計算—溫室氣體盤查議定計畫」，並配合高雄都會區整體路段平均車速選定排放係數，本報告採用參數值如下。

表 18 空氣污染排放係數

空氣污染排放係數(公克/車公里)	自用小客車	二行程機車	四行程機車	公車/客運車
車速(公里/小時)	30	20	20	40
PM ₁₀	0.0847	0.1884	0.0472	0.6166
PM _{2.5}	0.0617	0.1529	0.0346	0.524
SO _x	0.0019	0.0008	0.0008	0.0055
NO _x	0.48290047	0.12152	0.25108	9.21
CO	5.819068992	5.33874	3.85012	3.51
THC	1.142493645	2.78342	1.36596	0.79
NMHC	1.027444535	2.535833272	1.256583872	0.79
GHG 排放係數 (kgGHG/L)	自用小客車	二行程機車	四行程機車	公車/客運車
CO ₂	2.26	2.26	2.26	2.73
CH ₄	0.000816	0.000816	0.000816	0.000144
N ₂ O	0.000261	0.000261	0.000261	0.000144

資料來源：TEDS 7.1、溫室氣體盤查議定計畫、移動源 CO₂ 排放量計算—溫室氣體盤查議定計畫

3. 空氣污染減量效益貨幣化參數

同表 11。

4.3.1 捷運月票卡搭公車空污減量效益

依圖 13 的流程計算空污減量效益，結果如表 19。

表 19 捷運月票卡搭公車補助方案空氣污染減量效益

2012 年補助方案(捷運月票卡搭公車)空氣污染減量效益計算				
捷運月票卡搭公車旅次(人次/年)		3,919,173		
運具 使用 特性	車種	自用小客車	機車	
	移轉前運具使用比例(%)	10.1	18.5	
	移轉前乘載率(人/車)	1.05	1.06	
	平均旅次長度(公里/人)	17.86	15.0	
私人運具移轉量(車公里)		6,732,989.9	10,260,099.1	
車輛種類		自用小客車	二行程機車	四行程機車
車輛比例		100%	33.7%	66.3%
空污 排放 減量 小計 (公斤)	PM ₁₀	570.3	651.4	321.1
	PM _{2.5}	415.4	528.7	235.4
	SO _x	12.8	2.8	5.4
	NO _x	3,251.4	420.2	1,708.0
	CO	39,179.7	18,459.5	26,190.2
	THC	7,692.4	9,624.1	9,291.9
	NMHC	6,917.8	8,768.0	8,547.8
	CO ₂ (GHG)	1,428,983.0	342,458.0	673,737.9
空污 排放 減量 合計 (公斤)	PM ₁₀	1,542.8		
	PM _{2.5}	1,179.5		
	SO _x	21.0		
	NO _x	5,379.5		
	CO	83,829.5		
	THC	26,608.4		
	NMHC	24,233.6		
	CO ₂ (GHG)	2,445,178.9		
空污 減量 總效 益與 貨幣 化	總空污減量(公噸)	2,588.0		
	直接效益(萬元)	496.9		
	間接效益(萬元)	3,109.6		
	總效益(萬元)	3,606.49		
	總投入成本(萬元)	3,919.2		
	效益成本比	0.92		
	成本有效性(噸/萬元)	0.7		

4.3.2 林園線工業區接駁公車空污減量效益

依圖 14 的流程計算空污減量效益，結果如表 20。

表 20 工業區接駁公車-林園線補助方案空氣污染減量效益

2012 年補助方案(工業區接駁公車-林園線)空氣污染減量效益計算					
林園線接駁公車旅次(人次/年)		231,714			
運具 使用 特性	車種	自用小客車	機車	公車	
	移轉前運具使用比例(%)	43.8	10.9	-	
	移轉前乘載率(人/車)	1.21	1.0	-	
	平均旅次長度(公里/人)	13.5	10.1	里程增量	
私人運具移轉量(車公里)		1,129,246.1	257,116.3		29,100.0
車輛種類		自用小客車	二行程機車	四行程機車	公車
車輛比例		100%	33.7%	66.3%	100%
空污 排放 減量 小計 (公斤)	PM10	95.6	16.3	8.0	17.9
	PM2.5	69.7	13.2	5.9	15.2
	SOx	2.1	0.1	0.1	0.2
	NOx	545.3	10.5	42.8	268.0
	CO	6,571.2	462.6	656.3	102.1
	THC	1,290.2	241.2	232.9	23.0
	NMHC	1,160.2	219.7	214.2	23.0
	CO ₂ (GHG)	239,666.7	8,581.9	16,883.8	30,552.1
空污 排放 減量 合計 (公斤)	PM10	102.1			
	PM2.5	73.6			
	SOx	2.2			
	NOx	330.6			
	CO	7,587.9			
	THC	1,741.2			
	NMHC	1,571.2			
	CO ₂ (GHG)	234,580.3			
空污 減量 總效 益與 貨幣 化	總空污減量(公噸)	246.0			
	直接效益(萬元)	43.1			
	間接效益(萬元)	130.3			
	總效益(萬元)	173.4			
	總投入成本(萬元)	83.8			
	效益成本比	2.07			
	成本有效性(噸/萬元)	2.9			

4.3.3 仁武線工業區接駁公車空污減量效益

表 21 工業區接駁公車-仁武線補助方案空氣污染減量效益

2012 年補助方案(工業區接駁公車-仁武線)空氣污染減量效益計算					
仁武線接駁公車旅次(人次/年)		27,308			
運具 使用 特性	車種	自用小客車	機車	公車	
	移轉前運具使用比例(%)	43.8	10.9	-	
	移轉前乘載率(人/車)	1.21	1.0	-	
	平均旅次長度(公里/人)	13.5	10.1	里程增量	
私人運具移轉量(車公里)		133,086.5	30,302.3		13,625.0
車輛種類		自用小客車	二行程機車	四行程機車	公車
車輛比例		100%	33.7%	66.3%	100%
空污 排放 減量 小計 (公斤)	PM10	11.3	1.9	0.9	8.4
	PM2.5	8.2	1.6	0.7	7.1
	SOx	0.3	0.0	0.0	0.1
	NOx	64.3	1.2	5.0	125.5
	CO	774.4	54.5	77.4	47.8
	THC	152.1	28.4	27.4	10.8
	NMHC	136.7	25.9	25.2	10.8
	CO ₂ (GHG)	28,245.7	1,011.4	1,989.8	14,304.9
空污 排放 減量 合計 (公斤)	PM10	5.7			
	PM2.5	3.3			
	SOx	0.2			
	NOx	-54.9			
	CO	858.5			
	THC	197.2			
	NMHC	177.1			
	CO ₂ (GHG)	16,942.1			
空污 減量 總效 益與 貨幣 化	總空污減量(公噸)	18.1			
	直接效益(萬元)	4.2			
	間接效益(萬元)	9.4			
	總效益(萬元)	13.5			
	總投入成本(萬元)	117.7			
	效益成本比	0.11			
	成本有效性(噸/萬元)	0.2			

4.3.4 前鎮線工業區接駁公車空污減量效益

表 22 工業區接駁公車-前鎮線補助方案空氣污染減量效益

2012 年補助方案(工業區接駁公車-前鎮線)空氣污染減量效益計算					
前鎮線接駁公車旅次(人次/年)		60,521			
運具 使用 特性	車種	自用小客車	機車	公車	
	移轉前運具使用比例(%)	43.8	10.9	-	
	移轉前乘載率(人/車)	1.21	1.0	-	
	平均旅次長度(公里/人)	13.5	10.1	里程增量	
私人運具移轉量(車公里)		294,947.8	67,156.2		19,590.0
車輛種類		自用小客車	二行程機車	四行程機車	公車
車輛比例		100%	33.7%	66.3%	100%
空污 排放 減量 小計 (公斤)	PM10	25.0	4.3	2.1	12.1
	PM2.5	18.2	3.5	1.5	10.3
	SOx	0.6	0.0	0.0	0.1
	NOx	142.4	2.8	11.2	180.4
	CO	1,716.3	120.8	171.4	68.8
	THC	337.0	63.0	60.8	15.5
	NMHC	303.0	57.4	55.9	15.5
	CO ₂ (GHG)	62,598.5	2,241.5	4,409.9	20,567.6
空污 排放 減量 合計 (公斤)	PM10	19.3			
	PM2.5	12.9			
	SOx	0.5			
	NOx	-24.1			
	CO	1,939.8			
	THC	445.3			
	NMHC	400.9			
	CO ₂ (GHG)	48,682.4			
空污 減量 總效 益與 貨幣 化	總空污減量(公噸)	51.5			
	直接效益(萬元)	10.2			
	間接效益(萬元)	27.0			
	總效益(萬元)	37.2			
	總投入成本(萬元)	199.8			
	效益成本比	0.2			
	成本有效性(噸/萬元)	0.3			

4.4 補助政策整體空污減量效益評估

表 23 2012 年環保基金補助計畫空污減量效益彙整表

補助方案 效益	學生 75 折	學生 幸福 799	幸福 999	企業 幸福 卡	公共腳 踏車轉 乘捷運	仁武 線接 駁車	前鎮 線接 駁車	林園 線接 駁車	捷運月 票卡搭 公車	合計
私人運具 移轉量 (萬公里)	4,548.7	2,597.7	1,482.2	544.2	37.7	16.3	36.2	138.6	1,699.3	11,101.1
CO ₂ 減量 (公噸)	6,545.3	3,737.9	2,132.8	783.1	50.0	16.9	48.7	234.6	2,445.2	15,994.4
總空污減 量(公噸)	6,927.5	3,956.2	2,257.3	828.9	53.2	18.1	51.5	246.0	2,588.0	16,926.6
直接效益 (萬元)	1,330.0	759.5	433.4	159.1	10.7	4.2	10.2	43.1	496.9	3,247.0
間接效益 (萬元)	8,323.9	4,753.6	2,712.3	995.9	76.0	9.4	27.0	130.3	3,109.6	20,138.1
總效益 (萬元)	9,653.9	5,513.1	3,145.7	1,155.1	86.7	13.5	37.2	173.4	3,606.5	23,385.2
總投入成 本(萬元)	3,363.1	6,247.6	1,909.4	1,966.8	30.6	117.7	199.8	83.8	3,919.2	17,837.9
效益成本 比	2.87	0.88	1.65	0.59	2.84	0.11	0.19	2.07	0.92	1.31
成本有效 性 (噸/萬元)	2.1	0.6	1.2	0.4	1.7	0.2	0.3	2.9	0.7	0.9

由表 23 可知，在減少 CO₂ 及總空污排放量方面，學生 75 折、學生幸福 799、幸福 999 及捷運月票卡搭公車減排量最高，均在 2,000 萬公噸以上；空污減量貨幣化總效益亦以此 4 項最多，均在 3,000 萬元以上；由各補助方案之總效益除以總投入成本所得的益本比來看，則以學生 75 折、幸福 999、公共腳踏車轉乘捷運、林園線接駁公車較佳，在 1.65~2.87 倍之間；觀察每萬元可減少空污排放量，以林園線接駁公車最高為 2.9，其次學生 75 折為 2.1，公共腳踏車轉乘捷運為 1.7，幸福 999 為 1.2。比較補助方案之各項效益表現，以學生 75 折最好，投入成本不是最高，但在私人運具移轉量、CO₂

減量、總空污減量、總效益及益本比等項均最佳。

效益成本比值可做為評估各項補助方案績效之依據，從表 23 及圖 15，學生 75 折、幸福 999、公共腳踏車轉乘捷運、工業區接駁公車-林園線等 4 項，其益本比均在 1 倍以上；而補助計畫整體的效益成本比值也高於 1，達 1.31 倍之多。

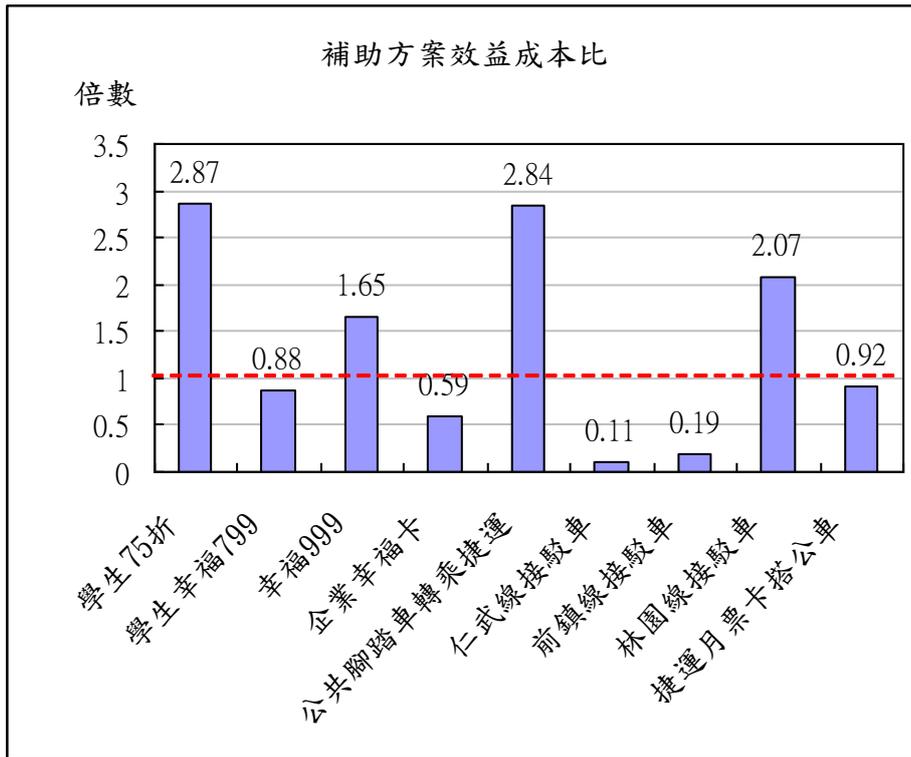


圖 15 補助方案效益成本比

5. 結論

2012 年實施環保基金補助民眾搭乘大眾運輸政策，使高雄捷運平均日運量達 15.5 萬人次，較 2011 年 13.6 萬人次，成長 13.5%，也比歷年平均成長率 7.5% 高出約 6%。2012 年高捷公司的營運收入比 2011 年增加 9,902.4 萬元，成長了 7.94%。補助政策整體效益，私人運具移轉量達 1 億 1,101 萬車公里，CO₂ 減量 1 萬 5,994 公噸，總空污減量 1 萬 6,927 公噸，貨幣化總效益 2 億 3,385 萬元，環保基金、高捷公司及企業合計總投入成本 1 億 7,838 萬元，成本效益比值是 1.31 倍，每萬元可減少空污排放量 0.9 公噸。若以高雄市環保基金投入的補助經費 9,121 萬元來看，則成本效益比值達 2.6 倍，每萬元可減少空污排放量 1.9 公噸。

比較各個補助方案的績效，在空污減量和益本比方面，以學生 75 折、幸福 999、公共腳踏車轉乘捷運及工業區接駁公車-林園線這四項表現較佳；在提升捷運運量和增加營運收入方面，以投入補助金額(含環保基金、高捷公司、企業)的多寡及相關產出的運量和營收來檢視，則以學生 75 折表現最好，其次是幸福 999。

補助計畫實施期間捷運、公共腳踏車及公車之運量皆有成長，捷運運量成長更為顯著，有助於提升大眾運具使用率，顯見優惠票價確可吸引民眾搭乘公共運具，在減少私人運具使用量方面也有明顯的成效，進而減少移動污染源的空氣污染排放，改善空氣品質，減少環境污染等外部成本，使高雄朝向永續綠色運輸發展。私人運具合理性管理或抑制私人運具使用的策略與作法如能配合推動，將更加有助於早日達成 15% 大眾運輸使用率之目標。



6. 參考文獻

1. 行政院莫拉克颱風災後重建推動委員會，「莫拉克風災滿周年重建成果彙編」，台北，2010年，頁1-1。
2. 國家災害防救科技中心，「美國卡崔娜颶風(Katrina)災害事件初步分析報告」，台北，2005年，頁2。
3. 陳賓權、黃新薰、黃運貴，「綠色運輸系統發展政策之探討」，台北：交通部運輸研究所，2009年，頁1。
4. 經濟部能源局，「我國燃料燃燒二氧化碳排放統計」，台北，2013年7月，頁14-17。
5. 吳銘圳、李穆生，「高雄市碳權管理模式之研究」，城市學學刊，第一卷，第二期，2010年9月，頁75-101。
6. 交通部，「機動車輛登記數統計」，2012年12月
<http://www.motc.gov.tw/ch/home.jsp?id=63&parentpath=0,6>
7. 交通部統計處，2012年「民眾日常使用運具狀況調查」摘要分析，2013年4月，頁8及21。
8. 張瑞剛，「抗暖化，我也可以：氣候變遷與永續發展」，台北：秀威資訊科技公司，2012年。
9. 高雄市環保局、元科科技股份有限公司，「2011年度高雄市總量管制暨移動源削減量抵換計畫」報告，2012年。