

# 交通建設計畫之價值回饋與財務自償及 風險分析研究：以租稅增額融資為例<sup>1</sup>

## SELF-LIQUIDATION ABILITY AND RISK ANALYSIS OF VALUE CAPTURE TO TRANSPORT PROJECTS: EXAMINATION OF TAX INCREMENT FINANCING

康熙宗 Chao-Chung Kang<sup>2</sup>

馮正民 Cheng-Min Feng<sup>3</sup>

陳佑昇 Yu-Sheng Chen<sup>4</sup>

(107 年 12 月 4 日收稿，108 年 5 月 8 日第 1 次修改，108 年 8 月 6 日第 2 次修改，  
108 年 9 月 23 日定稿)

### 摘 要

長期以來，自償能力一直是政府評估交通建設計畫財務可行性之基礎，但此自償率多侷限於計劃之營運收入與成本可量化項目，對於計畫所衍生之外部性多視為不可貨幣化，忽略不計。晚近，政府所推動之「跨域加值公共建設財務規劃方案」即是將「租稅增額融資或租稅增額財源 (tax

- 
1. 本論文之部分研究成果承蒙科技部專題計畫補助(計畫編號：MOST 106-2410-H-126-019)，作者感謝審查委員對本文提出精闢見解與建設性意見，供本文修正參考。
  2. 靜宜大學企管系教授(聯絡地址：433 臺中市沙鹿區中棲路 200 號 靜宜大學企管系；電話：04-26328001 分機 13312；E-mail: cckang@pu.edu.tw)。
  3. 國立交通大學運輸暨物流管理系教授(聯絡地址：100 臺北市忠孝西路 1 段 114 號 4 樓；電話：02-23494956；E-mail: cmfeng@cc.nctu.edu.tw)。
  4. 國立交通大學運輸暨物流管理系碩士。

increment financing, TIF)」引入於計畫財務補貼評估架構。TIF 屬於價值回饋機制之一，此機制是將計畫所衍生之外溢效益予以內部化，進而提升計畫之財務自償能力。此租稅增額融資屬於預期性的財政融資工具，但由於預期性租稅具有高度不確定性，倘若租稅增額成長趨勢未如預期，將導致政府財政負擔風險，影響其在財務資源分配與風險分擔能力；然而，此一課題卻為相關研究所忽略。

本研究考量相關法律、財務條件限制下，兼顧地方政府追求稅收增額融資風險最小化及中央政府建設補貼經費最大化，將計畫之外部效益予以內化於財務自償，進而提出多目標財務數學規劃模式。本研究以捷運建設計畫「三峽鶯歌線 (三鶯線)」為例，進行租稅增額融資、自償率、補貼及財務風險衡量。本研究利用蒙地卡羅法模擬租稅增額融資機率分配，模擬顯示其符合逆高斯分配 (Inverse Gaussian) 型態，利用本研究之所提之多目標數學規劃模式及求解法，可同時獲得地方政府之租稅增額融資、中央補貼額度、自償率及其風險承擔等重要意涵，此可提供捷運建設計畫實施租稅增額融資審議措施之參考。

**關鍵詞：** 租稅增額融資；多目標數學規劃；財務自償；交通計畫；風險；補助制度

## ABSTRACT

*In literature of transportation, the government agencies or researchers only focused on operating revenue and cost items when evaluated the cost-benefit or self-liquidation analysis for transport projects. The external effects of an investment project are always ignored by some studies because those of external factors are regarded as un-measured items. Thus, this would result in the distortion of financial evaluation.*

*Recently, the government conducts the tax increment financing (TIF) scheme, one of value capture methods, to incorporate the external effects into the SLR (Self-Liquidation Ratio) analysis for transport projects. However, the TIF is a financing technique with high uncertainty on expected revenue in the future period around the tax incremental financing districts (TID). This would result in huge risk in finance for central and local government agencies if TIF below the estimating expected value.*

*This study presents a multi-objective programming model using mathematical programming technique to internalize the externality factors including house tax, land value Increment tax, and land price tax into the SLR analysis. This study conducts a case study with a Mass Rapid Transit (MRT) project to measure the TIF, risk, SLR, and subsidy levels for the MRT project. The results show that the TIF is an inverse Gaussian probability distribution using the Monte-Carlo simulation. In particular, the TIF, risk, SLR, and subsidy*

*levels can be determined by the proposed model for local and central government agencies simultaneously.*

**Key Words:** *Tax increment financing; Multi-objective programming; Self-liquidation ratio; Transport project; Risk; Subsidy scheme*

## 一、前言

自償率(self-liquidation ratio, SLR)是政府推動公共建設計畫之重要評估指標 (王穆衡等人<sup>[1]</sup>; 康熙宗等人<sup>[2]</sup>)。根據「促進民間參與公共建設法 (簡稱促參法)」明定自償率為計畫之「營運期淨收入與興建期興建成本淨值之比」。此自償率除可顯示公共建設計畫之財務自償能力外, 亦可區別建設計畫財源籌措來源; 若應用於公共建設計畫 BOT 方式 (build, operate, and transfer), 自償率可作為政府與民間之間的出資比率之參考 (康熙宗等人<sup>[2, 3]</sup>), 例如康熙宗等人<sup>[2]</sup> 探討交通建設 BOT 計畫之財務自償率與權利金關聯議題。相對於國內採用自償率指標, 國外文獻多採用成本效益比 (benefit cost ratio, B/C) 或淨現值 (net present value, NPV) 衡量投資計畫之可行性評估; 例如, Walker 與 Smith<sup>[4]</sup> 採用 NPV 論述 BOT 計畫之財務可行性分析, Ye 與 Tiong<sup>[5]</sup> 採用 NPV 探討 BOT 計畫之投資風險評估。

捷運建設計畫具有明顯外部性, 捷運車站尤為明顯, 但該建設具有龐大興建成本且回收期長特性, 營運者多賴以票價收入或附屬事業收入用以償還建設成本; 倘若捷運面臨運量不足, 易產生虧損, 故捷運建設計畫多面臨自償性過低問題; 加以, 地方政府在自有財源不足之下, 其建設經費皆過渡仰賴中央政府補助現象 (王穆衡等人<sup>[1]</sup>)。雖然, 捷運建設具有增加交通可及性 (accessibility), 活絡地方經濟發展, 帶動周圍房價增值等效益 (馮正民等人<sup>[6]</sup>), 然而, 此外溢效益是由少數個人獨享, 缺乏合理挹注於財務計畫機制, 此亦是產生捷運建設自償性過低原因之一。因此, 如何將此外溢效益轉化於計畫之財務自償性是值得思考課題。

租稅增額融資 (tax increment finance, TIF) 屬於價值回饋 (value capture) 方式之一 (賴宗裕<sup>[7]</sup>; 賴宗裕等人<sup>[8]</sup>; 賴宗裕與蘇偉強<sup>[9, 10]</sup>; 蘇偉強與賴宗裕<sup>[11]</sup>; 蘇偉強<sup>[12]</sup>; Finnerty<sup>[13]</sup>), 此價值回饋方法甚多, 例如土地稅、工程受益費、聯合開發、衝擊費及租稅增額融資 (TIF) 等方法。根據 Finnerty<sup>[13]</sup> 提出價值回饋可作為改善 BOT 或 PPP (public-private partnership) 計畫財務工具, 其認為交通建設完成後對某定區或特定點提升不動產經濟效益, 此效益歸屬於私人所有, 透過收取衝擊費或租稅增額融資, 將此私人所享有利益部分比例轉換於公部門, 挹注計畫之財務。另外, 根據賴宗裕等人<sup>[8]</sup> 說明, TIF 意涵是將「未來公共建設投資所增加之稅收部分, 作為償還建設經費之擔保, 藉以融資並專款專用, 進而提高捷運建設財務自償能力」。簡明言之, TIF 作法是將交通建設所衍生之地價稅、增值稅或房屋稅等效益轉化於交通計畫之財務作法, 藉以提昇計畫自償能力 (蘇偉強與賴宗

裕<sup>[11]</sup>；賴宗裕<sup>[7]</sup>；何昇融<sup>[14]</sup>；Weber<sup>[15]</sup>）。

TIF 機制緣起於美國加州，起初作為都市更新之財務自償工具，現今亦被美國其他地方政府應用於都市更新及交通運輸建設（McIntosh 等人<sup>[16]</sup>）。例如，芝加哥將 TIF 運用於住宅、商業與工業發展，芝加哥市並利用收益發行 TIF 債券（Smith<sup>[17]</sup>；Smith 與 Gihring<sup>[18]</sup>；陳宏文<sup>[19]</sup>）。晚近，此 TIF 概念亦被我國運用，根據政府所訂定之「跨域加值公共建設財務規劃方案（以下稱跨域加值方案，行政院<sup>[20]</sup>）」，規範 TIF 租稅增額須做為捷運建設計畫之自償財源，並納入財務自償率之計算，藉以提升計畫財務自償能力。此 TIF 概念上說明，將交通建設計畫所帶來之外溢效益，特別是某一土地範圍內，將所產生之土地增值價值予以納入計畫之財務自償，故地方或中央政府可藉由 TIF 將計畫所產生之外溢效益內部化方法。另依交通部「大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與審查作業要點（以下稱捷運計畫審查要點）」，此要點針對捷運計畫之財務審查有自償率門檻之規定，以及給予相對應之建設經費補貼，地方政府在擬訂計畫時除須滿足審議機制對於自償率門檻值要求外，亦需審慎考量風險性之財務融資所帶來的風險，以及所能獲得之補貼。由此可知，TIF 可作為地方政府之建設經費之財源籌措方式，經由交通建設帶來場站周圍不動產增值，以其租稅增額為建設融資擔保（游千慧與劉厚連<sup>[21]</sup>；蘇偉強與賴宗裕<sup>[11]</sup>）。晚近，國內已有許多文獻探討 TIF 相關議題分析（賴宗裕等人<sup>[8]</sup>，賴宗裕與蘇偉強<sup>[9, 10]</sup>），惟多僅止於闡述捷運建設計畫之審議機制或作業方式，尚缺乏具理論客觀量化模式進一步衡量風險，此為本文動機之一。

根據賴宗裕<sup>[7]</sup>研究顯示，國內推動「跨域加值方案」機制與美國實施之「租稅增額融資」機制仍有差異，主要是國內實施「跨域加值方案」是建立在「軌道建設基金」機制上，以籌措財源為目的，並未實質建立「公債制度」。其認為，國內所推動之「跨域加值方案」目的在於計畫之財務自償能力評估及財源籌措為基礎，並未建立 TIF 之融資制度。然而，無論採用「跨域加值方案」或實施 TIF 機制時，地方政府應注意 TIF 之稅收屬於預期性收益，此預期性收益如同 BOT 計畫之營運或運量，具有不確定性（康熙宗等人<sup>[2, 22]</sup>），產生營運風險或財務風險，例如臺北港 BOT 計畫案即屬之。以 TIF 稅收而言，倘若，地方政府或營運單位面臨 TIF 場站周圍開發未完全，不動產增值未如預期提高，外在經濟環境變動等狀況發生時，上述之不確定性因素將直接或間接影響產生稅收來源，將導致租稅增額的成長趨勢未如預期；當預期之租稅增額與實際稅收產生落差時，將對其他預算產生排擠效應（賴宗裕、蘇偉強<sup>[10]</sup>），恐危急地方政府無法償還當初融資之 TIF 債券（Naccarato<sup>[23]</sup>）等風險，進而產生計畫停工，乃至影響地方政府財政危機；而中央政府亦可能面臨計畫停工後續承受接手風險。因此，中央政府在評估地方政府所擬定之交通建設計畫階段，須審慎評估之租稅增額落差所產生風險性。基此，如何將 TIF 計畫區域內的租稅增額予以內部化，進行風險評估是值得探究議題，此為本文動機之二。

晚近國內外文獻探討 TIF 機制或「跨域加值方案」機制分析，多著重於比較實施 TIF 前後差異性分析（Dye 與 Merriman<sup>[24]</sup>；McIntosh<sup>[16]</sup>）或探討實施 TIF 機制或方式（賴宗裕<sup>[7]</sup>；蘇偉強與賴宗裕<sup>[11]</sup>）課題，此方面課題較不涉及計畫之財務自償或風險課題研究。

賴宗裕等人<sup>[8]</sup>鑑於國內之 TIF 機制過渡強調計畫之非本業收入，忽略捷運運量之重要性，進而提出 TIF、土地開發收入及本業收入之財務分析模型，藉此建立審查門檻與自償率之間的關係，推導捷運建設計畫自償可行區間。基本上，賴宗裕等人<sup>[8]</sup>所提的財務模型不是建立在 SLR 或 NPV 方法上，其模式無法同時獲得 TIF 及中央政府補助之間的連結。由於地方政府推動公共建設計畫與推動 TIF 機制，涉及到地方政府之財務資源分配、財源籌措甚至可能發行公債發行等層面議題（參見公共債務法）。再者，從文獻顯示，傳統上，使用計量分析之地理迴歸分析、特徵函數法尚無法從地方政府財務資源分配角度去衡量財務自償或財務風險（Weber 等人<sup>[25]</sup>；Weber<sup>[26]</sup>；McIntosh 等人<sup>[16]</sup>），此為本文動機之三。因此，本研究目的在於考量法令規範、地方政府財務資源、中央政府補助限額等資源限制下，進而衡量捷運建設租稅增額額度，地方政府承擔之風險，並同時衡量捷運建設納入租稅增額融資後之財務計畫最佳配置，提供地方政府進行捷運建設計畫可行性規劃之參考。

## 二、文獻回顧

如前言所述，過去文獻探討 BOT 計畫之財務自償或 NPV 分析時，多著墨於計畫之可量化部分，較少考慮計畫外部性因素；因此，計畫之財務風險多歸於運量不確定因素（康熙宗等人<sup>[2]</sup>；黃瓊蓉<sup>[27]</sup>；Ye 與 Tiong<sup>[5]</sup>；Songer 等人<sup>[28]</sup>）。例如，康熙宗等人<sup>[22]</sup>利用數學規劃探討 BOT 計畫之不確定因素對自償率與財務資源分配議題，黃瓊蓉<sup>[27]</sup>採取 Ye 與 Tiong<sup>[5]</sup>研究概念，認為整體營運具有不確定性，其利用 NPV 及蒙地卡羅法，模擬捷運 BOT 計畫之營運風險值。再者，康熙宗等人<sup>[3]</sup>認為影響 BOT 計畫財務自償之財務因素並非固定，其利用模糊概念，探討臺北港 BOT 計畫自償率模糊空間，用模糊空間來表示民間部門採與臺北港 BOT 計畫所需承擔風險區間。

由於交通計畫具有外部衍生效益，例如對環境、產業、土地、區域發展等產生結構性改變，此衍生效果可分正面與負面之外部性（姜渝生等人<sup>[29]</sup>），例如，捷運通車後之沿線或車站對附近房價、地價增值影響（林楨家等人<sup>[30]</sup>；彭建文等人<sup>[31]</sup>；馮正民與許侶馨<sup>[32]</sup>；馮正民等人<sup>[6]</sup>）等；捷運沿線之噪音衝擊影響及減少旅行時間等效益。而文獻探討交通計畫外部性效益之作法大致區分質性分析與量化分析法。前者主要是考量外部效益項目眾多且衡量單位不一，不易進行量化，故質性方法常面臨無法提出具體客觀論述之缺點。晚近，行政院經濟建設委員會<sup>[33]</sup>與交通部運輸研究所<sup>[34]</sup>分別提出交通計畫經濟效益評估手冊作為衡量交通計畫經濟效益之參考，此經濟效益包含減少空氣污染、噪音污染效益評估，亦包含土地增值效益衡量，但上述研究尚無進一步提出如何將外部性轉換於計畫之財務自償評估。

文獻使用量化分析衡量計畫外部性效益，主要是利用特徵價格函數法（hedonic price method）或回歸方法評估計畫通車後對沿線或場站價格之影響。例如，馮正民等人<sup>[6]</sup>、林楨家等人<sup>[30]</sup>、彭建文等人<sup>[31]</sup>利用特徵價格函數法與回歸方法，探討交通建設通車後對沿

線之房價、地價或區域發展是否具有顯著性影響，此研究著重論述影響因素是否具有影響，不對外部性效益進行內部化分析。姜渝生等人<sup>[29]</sup>利用計量方法，將外部之空氣污染排放、噪音影響予以量化成本，視為外部性成本，進而納入成本效益分析之成本項目進行評估，此研究是少數文獻提出外部成本內部化的文獻。

TIF 機制已成為國外作為都市更新之財務自償工具，多數應用於都市更新。以舊金山案例而言，舊金山市政府於 1989 年實施都市更新計畫，提供平價住宅 3 萬多戶，市政府運用租稅增額融資 (TIF) 作為開發基金主要來源。值得注意的是，該市之都市再發展局將 TIF 之一半稅金發行租稅增額債券、抵押歲入債券、旅館稅債券等，彈性使用各種財務工具，供社區再改善之用。另外根據陳宏文<sup>[19]</sup>與 Murtaza 與 Liam<sup>[35]</sup>案例分析，自 1984 迄今，芝加哥市府已經執行 173 項 TID (tax incremental financing districts, TID) 計畫，提供多戶式住宅；在 2014 年，仍有 165 項 TID 計畫仍在執行中，在 2008 年，從 165 項 TID 所產生之 TIF 收入達 \$570 百萬美元，根據芝加哥市府 2014 統計，從 TID 所產生之 TIF 收入達 \$7 billion 美元。後續研究者相繼探討芝加哥實施 TIF 案例，例如，Dye 與 Merriman<sup>[24]</sup>探討芝加哥都會區實施 TIF 效果，比較實施 TIF 前 (1980-1983) 與實施 TIF 後 (1992-1995) 對資產價值 (property value) 之影響，發現採用 TIF 地區之財產增值較沒有採用 TIF 地區有明顯成長，部分土地區財產增值甚至緩慢。Weber 等人<sup>[25]</sup>驗證芝加哥獨戶住宅 1993-1999 年資料，研究顯示，採用 TIF 措施具有外溢效果 (spillover effect)，其中以住商混合 (mixed-use) TID 所產生效益較高，工業區所產生效益較低。由此觀之，採用 TIF 之效益是否具有明顯仍與土地使用性質有差。其他亦有許多研究者採用計量分析法探討比較實施 TIF 案例之效益分析，例如，Noble<sup>[36]</sup>研究顯示，引入 TIF 於都市特定區開發，具有促進都市更新效益；Blocher 與 Morgan<sup>[37]</sup>研究顯示，採用 TIF 機制後具有消除都市衰敗與改善社區經濟效益。Weber 等人<sup>[25]</sup>利用特徵價格函數驗證 TIF 措施對房價及不同土地使用性質 TID (TIF district, TID) 之效益分析，將 TIF 引入於現值 (present value) 公式，再利用特徵價格函數探討土地價值與實施 TID 之間的空間距離關係議題。McIntosh 等人<sup>[16]</sup>採用 Log-Log 價格特函數法，分析交通建設於實施 TIF 後，住宅區及商業區之土地價值變化，研究顯示 TIF 具有正面效益，此 TIF 可吸引民間參與都市交通建設之財務機制，此一論點與 Finnerty<sup>[13]</sup>論點相符合。值得一提，McIntosh 等人<sup>[16]</sup>在分析 TIF 與土地價值議題時，提到土地價值或地價具有不確定特性，此反映 TIF 之預期收益具有風險，影響 TIF 計畫年期內之財務自償，這是後續研究需思考議題。

由上述文獻顯示，TIF 機制之應用具有提升都市再生或活化能力 (McIntosh 等人<sup>[16]</sup>，<sup>38]</sup>；Man 與 Rosentraub<sup>[39]</sup>；Smith<sup>[17]</sup>)；而國內探討 TIF 財務自償、風險研究課題並不多見，例如，賴宗裕<sup>[7]</sup>、蘇偉強與賴宗裕<sup>[11]</sup>、賴宗裕與蘇偉強<sup>[9]</sup>討論捷運建設引用 TIF 制度及其配套措施；此外，賴宗裕與蘇偉強<sup>[10]</sup>論述 TIF 之財源籌措工具隱含不確定所產生之交易成本問題，地方政府為美化財務效益所造成之道德危機課題；但上述文獻並未提出如何將外溢效益予以內部化，亦未見到提出相關財務模式進行分析。

國內外相關文獻提出 TIF 之風險衡量模式並不多見，主要以質性論述 TIF 所可能產生

之風險；例如，Zhao 等人<sup>[40]</sup>、王勤全與陳頌智<sup>[41]</sup>僅論述當 TIF 稅收成長不如預期時，風險將由地方承擔，並可能轉嫁給納稅者之見解，此一論點似乎與賴宗裕、蘇偉強<sup>[10]</sup>見解並無多大差異。不同於 Zhao 等人<sup>[40]</sup>之質性論述，Dzigbede 與 Pathak<sup>[42]</sup>採用 Monte Carlo 模擬方法，模擬 TIF 機率分配，以機率分配來定義 TIF 預期租稅收入不確定之風險衡量。

晚近，政府將 TIF 機制引進於公共建設計畫，提出「跨域加值公共建設財務規劃」機制。「跨域加值方案」實施以來，實與美國執行已久的「租稅增額融資」機制仍有許多落差，主要原因是政府推動之「跨域加值方案」並無實際建立「公債制度」，而是以「軌道建設基金」方式代替之，在「軌道建設基金」運作機制下，此「跨域加值方案」主要功效僅止於交通建設計畫之財務評估與財源籌措分式；換言之，中央政府角色扮演審查地方政府提報建設計畫之財務自償能力與訂定補貼額度；然而，補貼訂定與計畫自償能力有其相關，此一課題卻為相關文獻所忽略。

由上述文獻分析顯示，文獻在研究方法或模式應用方面，可歸納為特徵價格函數 (hedonic price model)、地理加權回歸方法 (geographically weighted regression)、比較平均資產或土地價值 (comparison of average property/ land values)、計量分析聯立方程式 (Dye 與 Merriman<sup>[24]</sup>)。在特徵價格函數方面又可依時間序列資料、橫斷面或縱橫資料，價格函數型態有一般 hedonic price model log-log hedonic price model (McIntosh 等人<sup>[16]</sup>) 或 semi-log hedonic price model 採用上述模式或方法主要在於驗證 TIF 對於 TID 或都市交通計畫之有無影響課題，至於如何將租稅增額效益予以內部化，進而反映於財務自償或財務指標，則尚未有研究者提出。

### 三、研究問題與補助制度說明

#### 3.1 研究問題說明

本研究所探討之租稅增額融資 (TIF) 乃依據行政院民國 101 年 7 月 24 日所核訂「跨域加值公共建設財務規劃方案」<sup>5</sup>，並根據交通部「捷運計畫審查要點」<sup>6</sup>，明定捷運建設計畫評估及審議，財務評估指標之自償率應納入周邊土地開發淨效益及稅收增加收入等金額，達到提高計畫自償性、挹注建設經費，籌措未來營運財源，達到減輕政府財政負擔等目的。

根據「捷運計畫審查要點」，捷運建設首先由地方政府進行可行性評估，包含經濟、技術、財務可行性評估後，再交由中央政府進行審議。在財務審查方面，必須符合審議要

5. 本方案奉行政院 101 年 7 月 24 日院臺經字第 1010138527 號函核定。

6. 本要點業奉行政院 100 年 3 月 28 日院臺交字第 1000013255 號函核定，並經交通部於 4 月 11 日以交路字第 1000002923 號令訂定發布，共計 16 點。

點對於各級地方政府自償率門檻之規範，若達到門檻，則中央政府繼續對財務可行性計畫中，各項財務參數與假設合理性之檢驗，再依自償率決定補助捷運建設計畫經費之比例；反之，若未達門檻，則必須退回地方政府重新修正可行性評估計畫，概念如圖 1 所示。

圖 1 說明捷運建設計畫現金流動關係，假設地方政府推動捷運建設計畫且實施 TIF 機制，根據租稅增額概念，於交通計畫之 TIF 年期內，乘上租稅增額參數，則為 TIF 增額稅收額度，用以籌措建設經費來源，而稅收分年編定，歸地方政府撥入基金帳戶。圖 1 顯示交通計畫之自償性財源規劃是針對未來因捷運建設所產生之各項收益進行預估，並由地方

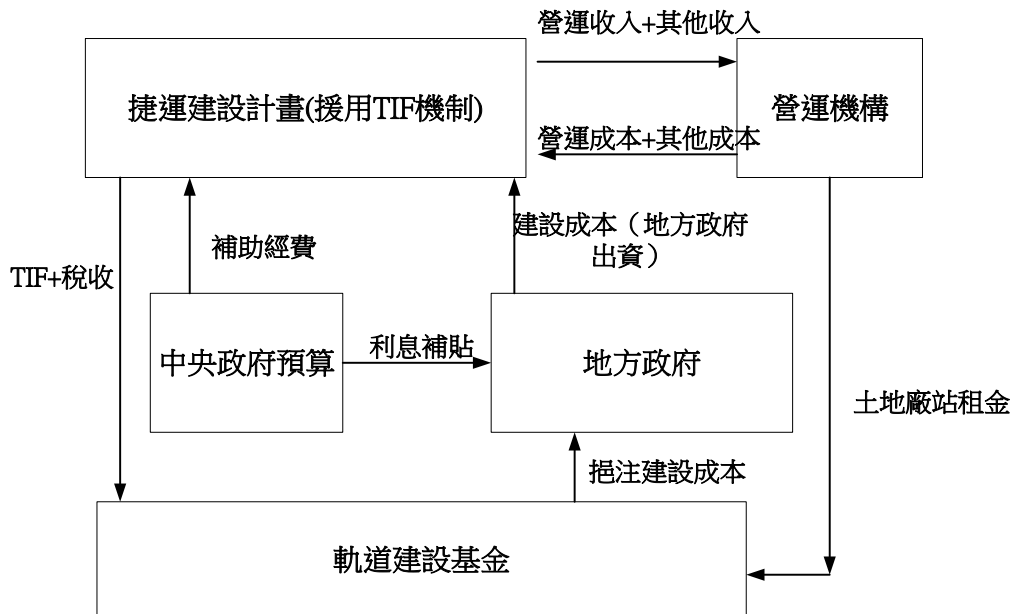


圖 1 交通建設計畫 TIF 機制現金流動關係架構

政府（或其委託之營運公司）收取營業收益，取之租稅增額撥入基金專戶。因此，就地方政府而言，考量捷運建設計畫須通過審議門檻，故地方政府會以較高自償率符合審議門檻，此也造成地方政府需擔憂自償率預估太高，將產生未來實際收益短少之風險；因此，在提高自償率通過門檻值同時，其所擔負自償性財源風險隨之增加。中央政府針對捷運建設之非自償經費部分給予補助；但其所擔憂是，若給予補助後，地方政府在興建過程中產生無法完工以或營運破產時，則中央政府將必須進行接管，故將承受此捷運建設未完工及破產之風險。由此觀之，兩造風險主要來自於對未來 TIF 租稅增額之不確定性所衍生之財務風險，故本文參酌 Dale 與 Chapman<sup>[43]</sup> 風險定義，將租稅增額融資財務風險定義為「由於 TIF 稅收增額之不確定性，造成交通建設計畫實際執行和規劃審議所核定之增額稅收，二者間之落差所產生之損失」。此財務風險乃因 TIF 為預期性之融資工具，並以未來租稅增額融資特區之財產稅增額為擔保，地方主管機關在執行 TIF 計畫時，倘若因未來財產稅

增值幅度未如預期或租稅增額參數假設過度樂觀，皆可能導致「交通計畫執行 TIF 機制與預期間產生落差之損失」；而相關文獻中所提到的因自利動機及資訊未完全公開所造成的道德風險則不在本研究範圍內。

### 3.2 補助制度說明

根據圖 1，國內採用「跨域加值方案」中，中央政府扮演審查者及補助經費角色，在補助經費方面，中央政府可以補助地方政府之利息或補助工程經費。實務上，中央政府之補助須依各級政府自償率與非自償經費中央補助比例表（如表 1 所示）進行補助。其根據計畫核可通過之自償率對照而得經費補助之比例，中央以其預算方式採取補貼地方政府貸款建設之利息或由中央政府投入部分建設經費。此二者關係說明，中央政府擔任審查與補助捷運經費之角色，地方政府負責興建及營運此捷運建設（或委外營運），並收取來自此捷運建設之淨利。地方政府分年收取 TIF 稅額，分年撥入非營利基金帳戶（或軌道建設基金），償還中央補助經費或地方政府預借之債券。

中央政府針對非自償性經費部分的補助比例，須依據「大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與審查作業要點」中之「各級政府自償率與非自償經費中央補助比例表」，針對不同地方政府之財力狀況以及計畫核可通過之自償率，而有分別對應之補助比例。

表 1 各級政府自償率與非自償經費中央補助比例表

| 政府財力級次<br>(第 1 級) |       | 政府財力級次<br>(第 2 級) |       | 政府財力級次<br>(第 3 級) |       | 政府財力級次<br>(第 4 級) |       | 政府財力級次<br>(第 5 級) |       |
|-------------------|-------|-------------------|-------|-------------------|-------|-------------------|-------|-------------------|-------|
| 自償率               | 補助比例  | 自償率               | 補助比例  | 自償率               | 補助比例  | 自償率               | 補助比例  | 自償率               | 補助比例  |
| ≥45%              | 50.0% | ≥35%              | 78.0% | ≥25%              | 84.0% | ≥20%              | 86.0% | ≥15%              | 90.0% |
| 44%               | 48.2% | 34%               | 75.2% | 24%               | 81.0% | 19%               | 82.9% | 14%               | 83.5% |
| 43%               | 46.4% | 33%               | 72.4% | 23%               | 78.0% | 18%               | 79.8% | 13%               | 77.0% |
| 42%               | 44.6% | 32%               | 69.6% | 22%               | 74.9% | 17%               | 76.7% | 12%               | 70.6% |
| 41%               | 42.8% | 31%               | 66.8% | 21%               | 71.9% | 16%               | 73.6% | 11%               | 64.1% |
| 40%               | 41.0% | 30%               | 64.0% | 20%               | 68.9% | 15%               | 70.5% | 10%               | 57.6% |
| 39%               | 39.2% | 29%               | 61.2% | 19%               | 65.9% | 14%               | 67.4% | —                 | —     |
| 38%               | 37.4% | 28%               | 58.4% | 18%               | 62.8% | 13%               | 64.3% |                   |       |
| 37%               | 35.6% | 27%               | 55.6% | 17%               | 59.8% | 12%               | 61.2% |                   |       |
| 36%               | 33.8% | 26%               | 52.8% | 16%               | 56.8% | 11%               | 58.1% |                   |       |
| 35%               | 32.0% | 25%               | 50.0% | 15%               | 53.8% | 10%               | 55.0% |                   |       |

註：政府財力級次係依「中央對直轄市及縣（市）政府補助辦法」第八條辦理。計畫自償率若非整數，則以數學內插法換算出中央補助比例。路線跨越不同轄區時，其自償率依各轄區路線長度比例加權平均計算之。非自償中央補助比例未依本表計算者，地方主管機關應檢附具體之分析報告及理由，納

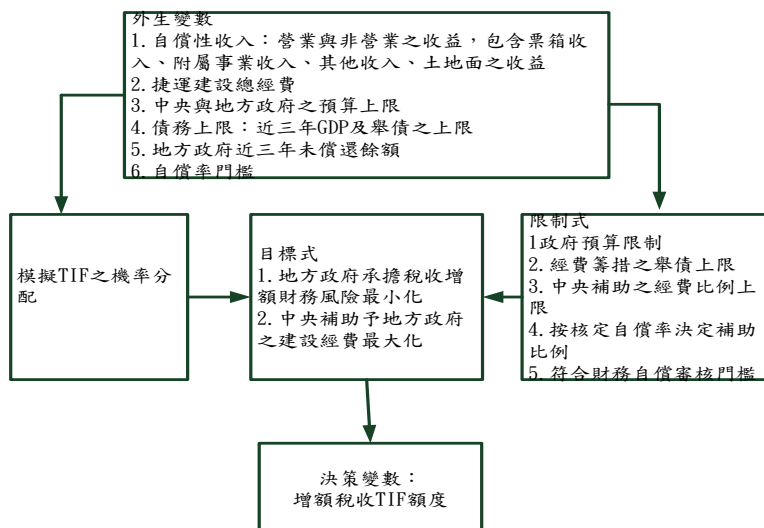
入報告書提報審議（資料來源：跨域加值公共建設財務方案，審查作業要點之附表）。

表 1 顯示，地方政府提送捷運建設計畫，經 TIF 納入計算評估後之自償率，提送中央審查。中央政府針對地方政府所提之捷運建設計畫，依據「捷運計畫審查要點」，針對不同地方政府財力狀況，分別對應之財務自償率門檻審查標準，而自償率門檻標準，如第 1 級（臺北市）為 35%，第 2 級 25%，第 3 級 15%，第 4 級 10%，第 5 級 10%。例如，以臺北市為例，若該市提送建設計畫自償率需符合最低門檻 35%，此時所對補助比例為建設計畫經費之 32%，若自償率超過上限 45%，其補助建設經費上限為 50%。此表 1 之補助比率基準為本文構建模式及實證分析之依據，此部分會亦在模式發展中詳述。

## 四、模式發展與建構

### 4.1 模式發展說明

根據圖 1，捷運建設計畫審查流程涉中央及地方政府之運作，兩造皆有其預算限制與預期目標。以財務觀點而言，捷運建設計畫自償率必須符合自償率門檻規定。中央與地方政府各有其追求財務目標，就地方政府而言，其財務目標在滿足自償率門檻下，追求「租稅增額風險」最小及中央政府補貼最大化，若追求租稅增額風險最小將導致較低自償率；然又根據「捷運計畫審查要點（此要點為獎勵機制）」，中央政府予建設補貼將隨計畫自償率增加而增加；因此，對地方政府而言，其追求租稅增額風險最小化與中央政府補貼最大化，二者具有權衡關係 (trade-off)，但此尚受到外在環境變數影響，例如政府財務預算、法令等限制，此形成模式之相關限制條件，此模式發展概念如圖 2 所示。



## 圖 2 模式發展概念

圖 2 模式發展需考慮各級政府之預算限制及符合相關捷運審議要點對建設經費之補助比例、舉債上限以及自償率規範，茲詳細敘述如下：

### 1. 各級政府預算

對於捷運建設，中央政府主計處每年編列預算於軌道建設基金，故中央政府補助金額不能超過此基金帳戶金額上限；地方政府出資之建設經費則不超過其編列之公共預算經費上限，否則將造成破產之風險。

### 2. 中央政府補助建設經費比例上限

依「中央對直轄市及縣政府補助辦法」第八條，中央對縣（市）政府之計畫型補助款，應依財力級次給予不同補助比率，除臺北市政府列為第 1 級外，其餘直轄市及縣（市）政府應依最近 3 年度決算審定數之自有財源比率之平均值為其財力，並依序平均分為第 2 級至第 5 級，最高補助比率得就總經費中不含自償性經費部分分別補助如表 1 所示，第 1 級（臺北市）50%，各縣（市）政府第 2 級 78%，第 3 級 84%，第 4 級 86%，第 5 級 90%<sup>7</sup>。

### 3. 舉債上限

圖 1 顯示，我國融入 TIF 機制於「跨域加值方案」，主要建立在軌道建設基金機制，此與美國實施 TIF 具有後端融資機制有所差異。但根據「自償性公共建設預算制度實施方案」，捷運建設自償性財源部份得由非營業特種基金自行籌措財源，方式包含基金自有資金、中長期資金借款、金融機構或其他基金借款、發行乙類公債與其他財源方式。就地方政府財源籌措而言，其不得超過「公共債務法第 5 條」規定之舉債額度上限，地方政府負擔之「非自償性經費」得以發行地方政府債券進行融資，此隱含捷運建設自償性經費中之 TIF 稅收增額，可先發行租稅增額融資債券方式進行融資。故非自償性經費、自償性經費、TIF 租稅增額，此 3 項目經費若以債券進行融資，必須符合公共債務法之規定「中央、直轄市、縣（市）及鄉（鎮、市）在其總預算、特別預算及在營業基金、信託基金以外之特種基金預算內，所舉借之 1 年以上公共債務未償餘額預算數，合計不得超過行政院主計總處發布之前 3 年度名目國內生產毛額平均數之 50%」，其分配為：中央為 40.6%，直轄市為

---

7. 財力分級係依行政院主計處 102 年 8 月 8 日主預補字第 1020102033 號函，並自民國 103 年度起適用。第 1 級僅臺北市；第 2 級則含新北市、臺中市、桃園縣及新竹市；第 3 級為臺南市、高雄市、新竹縣、基隆市、嘉義市、金門縣；第 4 級則為宜蘭縣、彰化縣、南投縣、雲林縣、花蓮縣；第 5 級包含苗栗縣、嘉義縣、屏東縣、臺東縣、澎湖縣、連江縣。

7.65%，縣(市)為1.63%，鄉(鎮、市)為0.12%。

綜上所論，本研究之模式發展概念如圖2所示，模式發展過程中考慮外生變數例如捷運建設計畫之自償性收入，土地面之收益，捷運建設總經費，中央與地方政府之預算上限，近3年GDP及舉債之上限，地方政府近3年未償還餘額以及自償率門檻等變數，這些外生變數進而形成模式發展之限制式條件。而本研究之決策變數為租稅增額額度(亦即TIF額度)，由於TIF具有不確定性，故藉由蒙地卡羅方法模擬TIF機率分配型態(Vose<sup>[44]</sup>；Fente等人<sup>[45]</sup>)，再代入目標式。

## 4.2 模式建構

### 4.2.1 研究假設條件

根據模式發展概念說明，茲將研究假設條件說明如下：

在計算自償率時，僅包含票箱、附屬事業與其他收入及稅收面收入（地價稅、房屋稅、土增稅、契稅），而本研究將稅收面收入視為變動變數；而其他項收入與成本則假設為已知變數（constant）。另外，假設捷運建設計畫之總建設經費為期初已知且固定，施工期間並未追加任何預算；實務上，中央政府給予工程費用補助為依完工百分比進行發配，為簡化分析起見，本研究假設中央政府給予補助於期初一次發放。另外，假設施工及營運期間政府及營運公司之財務狀況皆良好，未產生未完工及營運破產狀況。再者，除了 TIF 之稅收會影響計畫之財務自償，土地開發收入或容積率移轉亦可作為價值回饋方法，惟此項收入變數暫不考慮。

在「跨域加值公共建設財務規劃方案」中，其對象涵蓋公共建設計畫，此方案尚包含土地開發與異業加值等機制。但前述章節之圖 1 與表 1 概念係以捷運建設計畫審查機制為對象，其審查機制是以「捷運計畫審查要點」進行審查，並假設捷運系統之建設皆無法完全自償，需要中央政府進行經費補助。

圖 1 概念說明，「捷運計畫審查」架構主要建立在審查補貼機制，根據賴宗裕等人<sup>[8]</sup>研究概念，目前機制僅是反映捷運建設計畫財源籌措，並無實質的融資機制。然而就「公共債務法第 5 條」，實際上並無排除地方政府可以進行公債方式融資籌措財源。另外，本研究假設中央政府不對捷運建設進行融資，非自償性經費部分將以地方公債融資，自償性財源則假設全部發行乙類公債籌措。關於 TIF 之融資，本研究假設將全部採發行租稅增額融資債券方式進行融資。

假設捷運建設計畫之審議作業為「單一型計畫」，亦即計畫之間的相互競爭及排序性不在本研究範圍內。計畫之稅目以「地價稅、土地增值稅、房屋稅及契稅」為主，其他經濟效益，例如可及性增加、旅行時間縮減等不在本研究範圍內。

### 4.2.2 模式構建

根據促參法對自償率(SLR)之定義，此定義如式 (1) 所示：

$$SLR = \frac{(TR + IR - OC) + (DR - DC) + OI}{BC} \quad (1)$$

其中，BC 為建設經費，TR 為收益包含票箱收入、附屬事業收入 IR，OC 為營運成本，DR 為土地開發收入，DC 為土地開發成本，OI 為其他收入。此 SLR 高低，反應預期營收可以支應成本之能力。假設地方政府可以預先以增額稅收融資挹注於捷運建設計畫，故將

此 TIF 變數納入式 (1) 中，故式 (1) 修改為式 (2)。

$$SLR(TIF) = \frac{[(TR + IR - OC) + (DR - DC) + OI] + TIF}{BC} \quad (2)$$

式 (2) 之變數同式 (1) 之定義；式 (2) 說明，租稅增額收入 (TIF) 為式 (2) 之分子項，此 TIF 影響自償率變動，故以  $SLR(TIF)$  表示之。為簡化分析起見，將票箱收入與成本、附屬事業收入、土地開發收入與成本及其他收入以  $\pi$  表示，亦即  $\pi = [(TR + IR - OC) + (DR - DC) + OI]$  且為固定數值，考慮折現因子，式 (2) 修改為式 (3)。

$$SLR(TIF) = \frac{\pi / (1 + \tau)^N + TIF / (1 + \tau)^n}{C_T / (1 + \tau)^t} \quad (3)$$

其中， $N$  為捷運建設營運年限， $N = \{1, 2, \dots, N\}$ ， $t$  為興建期； $n$  為 TIF 計畫實施年期  $n$ ， $n = \{1, 2, \dots, n\}$ ， $n \in N$ ， $C_T$  為捷運建設總成本， $\tau$  為時間折現因子。因此，本文可利用式 (3)，將 TIF 於納入自償率中。但是，式 (3) 並不能反映 TIF 的不確定性、風險以及地方政府所面臨之財務資源分配限制條件，故本研究再沿用式 (3) 概念，發展 TIF、風險、SLR 與中央補助的模式。

由於 TIF 屬於預期性，具有不確定性，故將租稅增額風險定義為計畫實際執行和規劃審議所核定額度之間的落差，以風險期望值概念定義之，如式 (4) 所示。

$$Risk(TIF) = E(x \leq TIF) = \int_0^{TIF} x f(x) dx \quad (4)$$

其中， $Risk(TIF)$  為地方政府承擔之租稅增額財政風險， $x$  為增額稅收， $f(x)$  為增額稅收機率分配，此為連續型機率函數，故風險期望值為  $\int_0^{TIF} x f(x) dx$ ；式 (4) 表示小於決策變數 TIF 之風險期望值。

在中央補助建設經費比例部分，根據「捷運計畫審查要點」，捷運建設成本中非自償部分乘上一定比例為中央補助經費，故式 (5) 定義中央補助經費因 TIF 稅收為自償性來源之一，其風險由地方政府所擔負。

$$S_c = (1 - SLR) \times C_T \times \alpha \quad (5)$$

其中， $S_c$  為中央政府補助予地方政府之捷運建設工程經費， $\alpha$  為中央政府補助捷運建設總成本比例，此與  $SLR$  呈線性關係，故  $\alpha$  與  $SLR$  為函數關係， $(1 - SLR)$  為捷運建設的非自償比例。

根據式 (1) 至 (5) 及圖 2 模式發展概念，本文可構建多目標規劃式，模式如下：

$$\text{Min } Risk(TIF) = E(x \leq TIF) = \int_0^{TIF} x f(x) dx \quad (4)$$

$$\text{Max } S_c = (1 - SLR) \times C_T \times \alpha \quad (5)$$

Subject to

$$SLR(TIF) = \frac{\pi / (1 + \tau)^N + TIF / (1 + \tau)^n}{C_T / (1 + \tau)^t} \quad (6)$$

$$S_c \leq B_c - P_c \quad (7)$$

$$C_T - S_c \leq B_l + (GDP_{average3} \times \phi - Debat_{average3})$$

$$\begin{cases} \phi = 7.65\%, \text{ if } city = 1 \\ \phi = 1.63\%, \text{ if } city \neq 1 \end{cases} \quad (8)$$

$$\alpha_i = f(SLR) \quad (9)$$

$$\begin{aligned} i=1, \text{ Grade1} : & \begin{cases} \alpha_1 = 50, \text{ if } SLR \geq \delta_1 \\ \alpha_1 = 1.8(SLR - \theta_1) + 32, \text{ if } \theta_1 \leq SLR \leq \delta_1 \\ \alpha_1 = 0, \text{ if } SLR \leq \theta_1 \end{cases} \\ i=2, \text{ Grade2} : & \begin{cases} \alpha_2 = 78, \text{ if } SLR \geq \delta_2 \\ \alpha_2 = 2.8(SLR - \theta_2) + 50, \text{ if } \theta_2 \leq SLR \leq \delta_2 \\ \alpha_2 = 0, \text{ if } SLR \leq \theta_2 \end{cases} \\ i=3, \text{ Grade3} : & \begin{cases} \alpha_3 = 84, \text{ if } SLR \geq \delta_3 \\ \alpha_3 = 3(SLR - \theta_3) + 53.8, \text{ if } \theta_3 \leq SLR \leq \delta_3 \\ \alpha_3 = 0, \text{ if } SLR \leq \theta_3 \end{cases} \\ i=4, \text{ Grade4} : & \begin{cases} \alpha_4 = 86, \text{ if } SLR \geq \delta_4 \\ \alpha_4 = 3.1(SLR - \theta_4) + 55, \text{ if } \theta_4 \leq SLR \leq \delta_4 \\ \alpha_4 = 0, \text{ if } SLR \leq \theta_4 \end{cases} \\ i=5, \text{ Grade5} : & \begin{cases} \alpha_5 = 90, \text{ if } SLR \geq \delta_5 \\ \alpha_5 = 4.5(SLR - \theta_5) + 57.6, \text{ if } \theta_5 \leq SLR \leq \delta_5 \\ \alpha_5 = 0, \text{ if } SLR \leq \theta_5 \end{cases} \end{aligned} \quad (10)$$

$$\theta_i \leq SLR \leq 1 \quad (11)$$

$$TIF \geq 0 \quad (12)$$

其中,  $B_c$  為中央政府之預算上限,  $P_c$  為年度中央政府支應其他捷運建設之經費,  $B_l$  為地

方政府之預算上限， $Debat_{average3}$  為地方政府近 3 年未償債餘額， $GDP_{average3}$  為我國近 3 年之平均 GDP， $\phi$  為公共債務法規範之舉債上限比例， $\delta_i$  為法定補助最高自償率之比例， $i$  為地方政府財力分級， $i = \{1, 2, 3, 4, 5\}$ ， $\theta_i$  為自償率門檻值。

式 (4) 說明地方政府追求 TIF 風險最小化，式 (5) 說明地方政府追求中央政府補助建設經費最大化；目標式 (4) 與式 (5) 受限於相關財務資源限制，限制式 (6) 表示自償率為決策變數 TIF 之函數，式 (7) 及 (8) 分別為中央政府及地方政府預算限制式，式 (7) 為中央政府補助建設經費 ( $S_c$ ) 不超過中央政府可用經費，即主計處每年予軌道建設基金之預算  $B_c$  扣除已承諾支應其他捷運建設之經費  $P_c$ ；式 (8) 之  $(C_T - S_c)$  為捷運建設總經費減去中央補助經費，此代表地方政府所應負責之建設經費，為地方政府出資部分加上自償性財源，此值不能超過地方政府預算  $B_l$  與可舉債餘額 ( $GDP_{average3} \times \phi - Debat_{average3}$ )。

因為地方政府出資非自償性經費，假設可用地方政府公債進行融資、自償性財源以乙類公債融資，而 TIF 增額稅收則以發行稅收增額融資債券籌措經費，並根據「公共債務法第 5 條」，其對舉債上限之規範為我國近 3 年平均  $GDP_{average3}$  乘上  $\phi$ ，此為舉債上限。若捷運建設興建單位為直轄市 (假設  $city = 1$ )，則為 GDP 之 7.65%<sup>8</sup>，一般縣市 (令  $city \neq 1$ ) 則為 GDP 之 1.63%，亦即  $\begin{cases} \phi=7.65\%, & \text{if } city=1 \\ \phi=1.63\%, & \text{if } city \neq 1 \end{cases}$ 。

在限制式 (9) 及 (10) 中，根據「中央對直轄市及縣政府補助辦法」，中央政府補助建設經費比例  $\alpha_i$  不能超過補助辦法規定之上限  $\delta_i$ ，中央政府亦根據自有財源比率做不同之分級，即以各縣(市)最近 3 年度之基準財政收入額占基準財政需要額之比率之平均值，根據不同級別而有相應之規範，此  $\delta_i$  之對應如下所示。

$$\delta_i = \begin{cases} 50\%, & i = 1 (\text{Taipei city}) \\ 78\%, & i = 2 \\ 84\%, & i = 3 \\ 86\%, & i = 4 \\ 90\%, & i = 5 \end{cases}$$

式 (11) 說明自償率之上下限空間，其上限為 1；因捷運為非完全自償建設計畫，故自償率須小於 1，中央政府依此進行補助；倘若自償率大於 1，代表此建設可完全自償。由於  $(1-SLR)$  將小於零，故目標式  $S_c = (1-SLR) \times C_T \times \alpha$  將為負值，不具任何意義；式 (12) 之 TIF 為決策變數，此 TIF 不為負，當 TIF 為 0，表示地方政府不實施 TIF 機制。

另外，限制式 (10) 係根據「捷運計畫審查要點」中，各級政府自償率與非自償經費中

8. 根據地方公債法第 5 條之規定，此處直轄市舉債上限為我國近 3 年平均 GDP 之 7.65%，而我國目前共有 6 個直轄市，在實務上，其須按各直轄市前 3 年度自籌財源占其歲入比率之平均數為權數，計算舉債上限之分配比率，而本研究在此為簡化問題，假設以單一直接市進行探討。

央補助比例表 (同表 1)，針對不同財力之地方政府與不同核可自償率，而有對照經費補助比例。表 1 可發現補助比例與自償率呈現線性之關係，故中央補助比與為自償率函數 ( $\alpha_i=f$  (SLR))，再以各級財力關係劃分，如下線性關係：

$$\begin{aligned}
 i=1, \text{ Grade1} : & \begin{cases} \alpha_1 = 50, \text{ if } SLR \geq \theta_1 + 10 \\ \alpha_1 = 1.8(SLR - \theta_1) + 32, \text{ if } \theta_1 \leq SLR \leq \theta_1 + 10 \\ \alpha_1 = 0, \text{ if } SLR \leq \theta_1 \end{cases} \\
 i=2, \text{ Grade2} : & \begin{cases} \alpha_2 = 78, \text{ if } SLR \geq \theta_2 + 10 \\ \alpha_2 = 2.8(SLR - \theta_2) + 50, \text{ if } \theta_2 \leq SLR \leq \theta_2 + 10 \\ \alpha_2 = 0, \text{ if } SLR \leq \theta_2 \end{cases} \\
 i=3, \text{ Grade3} : & \begin{cases} \alpha_3 = 84, \text{ if } SLR \geq \theta_3 + 10 \\ \alpha_3 = 3(SLR - \theta_3) + 53.8, \text{ if } \theta_3 \leq SLR \leq \theta_3 + 10 \\ \alpha_3 = 0, \text{ if } SLR \leq \theta_3 \end{cases} \\
 i=4, \text{ Grade4} : & \begin{cases} \alpha_4 = 86, \text{ if } SLR \geq \theta_4 + 10 \\ \alpha_4 = 3.1(SLR - \theta_4) + 55, \text{ if } \theta_4 \leq SLR \leq \theta_4 + 10 \\ \alpha_4 = 0, \text{ if } SLR \leq \theta_4 \end{cases} \\
 i=5, \text{ Grade5} : & \begin{cases} \alpha_5 = 90, \text{ if } SLR \geq \theta_5 \\ \alpha_5 = 4.5(SLR - \theta_5) + 57.6, \text{ if } \theta_5 \leq SLR \leq \theta_5 + 10 \\ \alpha_5 = 0, \text{ if } SLR \leq \theta_5 \end{cases} \quad (13)
 \end{aligned}$$

故可利用式 (13) 取代式 (10)。

此外，根據「捷運計畫審查要點」，若自償率小於門檻，此捷運建設財務可行性規劃將退回地方政府重新規劃，則本研究所探討之增額稅收及風險擔負將不具任何意義。此外，自償率門檻 $\theta_i$ 亦針對我國各縣市財政狀況分級，而有不同門檻值規範，如式 (14) 所示：

$$\theta_i = \begin{cases} 35\%, i = 1 (\text{Taipei city}) \\ 25\%, i = 2 \\ 15\%, i = 3 \\ 10\%, i = 4 \\ 10\%, i = 5 \end{cases} \quad (14)$$

## 五、案例分析

本研究以新北市之「臺北都會區大眾捷運系統三鶯線暨周邊土地開發綜合規劃（以下稱三鶯線計畫）」為例，衡量稅收增額及地方政府所擔負之增額稅收風險，藉以驗證本模式之可應用性。根據「三鶯線計畫」內容，捷運三鶯線依循「捷運計畫審查要點」進行審查，將租稅增額融資機制納入於財務規劃，以提升捷運建設自償能力。

## 5.1 租稅增額（TIF）模擬

### 5.1.1 模擬參數假設

本研究爰用「三鶯線計畫」之報告書，以「三鶯線」之編號 LB01 至 LB12 車站為例，蒐集其地價稅、房屋稅、土地增值稅、契稅等 4 項資料，進行 TIF 之計算，相關稅收項目參數設定如表 2 所示。

表 2 租稅增額模擬風險值之基本參數假設

| 援用稅收     | 地價稅、房屋稅、土地增值稅、契稅                                                                                  |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 基年       | 民國 103 年                                                                                          |
| 租稅增額年期   | 30 年                                                                                              |
| 租稅增額融資範圍 | 三鶯線車站周圍半徑 500 公尺                                                                                  |
| 租稅增額參數   | 70%                                                                                               |
| 基年稅收     | 依照各站民國 92 年至 101 年之各項稅收，以線性迴歸推估 103 年稅收                                                           |
| 各地區各項稅率  | 基年前 3 年實施地區平均稅率（含基年）= 基年前 3 年各年實施地區地價稅額（房屋稅 / 土地增值稅/契稅）÷ 基年前 3 年各年實施地區申報地價（房屋評定現值 / 土地增值總數額 / 契價） |

資料來源：臺北都會區大眾捷運系統三鶯線暨周邊土地開發綜合規劃報告書<sup>[46]</sup>。

### 5.1.2 TIF 各援用稅收機率分配之假設

根據「三鶯線計畫」內容中之各項稅收核定成長率，茲將各項稅收之機率分配假設說明如下。

#### 1. 地價稅

有關地價稅部分，依公告地價徵收，每 3 年調整 1 次，根據「三鶯線計畫」之報告，地價稅雖有受到計畫於興建期之施工噪音干擾，但考量計畫核定後，對房地產呈現利多消息，採已核定捷運歷年平均漲幅之抽樣平均數前 50%，亦即 7.2% 進行計算；營運初期以捷運歷年平均漲幅 4.4% 計算，營運後期則考量因捷運帶來房地產漲幅將趨於平緩，採營運初期之 7 成，亦即 3.1% 進行計算。本研究援用此數據進行模擬，另外，考量到地價漲幅資料僅能得知各期之平均成長率，故公告地價稅成長率假設為三角分佈(0, 0, 20)，如下所示。

$$\text{公告地價成長率} \begin{cases} \text{興建期: } \text{Triangular}(0, 7.2\%, 14.4\%) \\ \text{前期: } \text{Triangular}(0, 4.4\%, 8.8\%) \\ \text{後期: } \text{Triangular}(0, 3.1\%, 6.2\%) \end{cases} \quad (15)$$

## 2. 房屋稅

房屋稅為依房屋現值評定，對房屋所有人在持有期間所課徵的財產稅，該稅之計算方式為房屋稅 = 房屋核定單價 × 面積 × 1 - 折舊率 × 折舊經歷年數 × 街路等級調整率 × 適用稅率。按「房屋稅條例」第十一條規定，房屋現值標準將由各縣市不動產評價委員會依據房屋建造材料、耐用年數及折舊標準、街級路段調整率等因素評定。根據「三鶯線計畫」規劃報告書，在 30 年的 TIF 實施期間中，受捷運增值影響之地段率僅調整 2 次，調整平均成長率僅為 1%，加上房屋稅更受建材折舊等因素影響，推估受捷運影響變動不大，故依綜合規劃書核定之房屋稅增額 8.86 億為定值計算。

## 3. 土地增值稅

土地增值稅為土地移轉時，按公告土地現值徵收，受總體經濟及不動產交易熱絡狀況影響，惟捷運建設的興建，將有助於場站附近不動產之成長，而本研究援用「三鶯線計畫」報告書對於公告土地現值成長率之假設，亦即 0.85%；此外，新北市已通車捷運車站平均成長率為 2.13%，而土地增值稅若小於基年稅收，則無 TIF 增額稅收，故最小之成長率為 0%，依上述說明，將公告土地現值成長率假設為三角分佈，如下所示：

$$\text{公告土地現值成長率 } \theta : \text{Triangular}(0, 0.85\%, 2.13\%) \quad (16)$$

根據財政部賦稅署訂定之土地增值稅公式係以實施期間之平均成長率估算，故對於每年成長率  $\theta$  採複利終值方式計算，亦即土地增值稅平均成長率為  $\frac{1}{2}(1 + \theta)^{30}$ 。

## 4. 契稅

契稅為房屋訂立買賣契約時，依申報契價徵收，而「三鶯線計畫」規劃報告書中對於房屋評定現值之假設，亦即土城、三峽、鶯歌區為 1.67%，三峽麥仔園 (LB05 站) 為 1.63%，由於開發較晚，納入稅收增額融資計畫的實施年數僅 16 年；若契稅小於基年稅收，則無 TIF 增額稅收，故最小之成長率為 0%。根據上述，將契稅成長率亦假設為三角分佈，成長率假設為  $\text{Triangular}(0, \theta, 2\theta)$ ，如下所示：

$$\text{房屋評定現值成長率} \begin{cases} \text{土城、三峽、鶯歌區} - \text{Triangular}(0, 1.67\%, 3.34\%) \\ \text{三峽麥仔園(LB05 站)} - \text{Triangular}(0, 1.63\%, 3.26\%) \end{cases} \quad (17)$$

### 5.1.3 TIF 總稅收機率密度函數

根據前述各項稅收成長率得各項稅收之資料，再根據 Vose<sup>[44]</sup> 及 Fente 等人<sup>[45]</sup> 之建議，本文採用蒙地卡羅法，模擬上述各項稅收機率分配型態。本研究根據前述各項 TIF 援用稅收假設，予以折現後，再利用 Risk Solver Platform<sup>9</sup> 軟體對各稅收成長率進行模擬各稅收成長率分配函數。因假設 TIF 為前述之總和，故予以加總，得 TIF 總稅收，再利用 Risk Solver Platform 軟體模擬得捷運「三鶯線」之 TIF 機率密度型態。

在資料模擬分配方面，本研究參酌 Vose<sup>[44]</sup> 研究步驟，步驟 1 模擬 TIF 總稅收之機率密度型態，步驟 2 利用 Kolmogorov-Smirnov 檢定法（以下稱 K-S test）進行適合度檢定。若符合步驟 2 之適合度檢定，則其模擬分配與模擬次數即可確定。根據模擬 10,000 次後，顯示資料分配型態具有逆高斯分配（Inverse Gaussian）特性（Chhikara 與 Folks<sup>[47]</sup>；Vose<sup>[44]</sup>），結果為 Inverse Gaussian ( $\mu, \lambda$ ) = IG (48.8, 9650)，單位為億，其中， $\mu$ ， $\lambda$  分別為機率密度函數之平均數和形狀參數，此機率密度函數如圖 3 所示，圖 3 之橫軸代表 TIF 總稅收增額值，縱軸為機率。

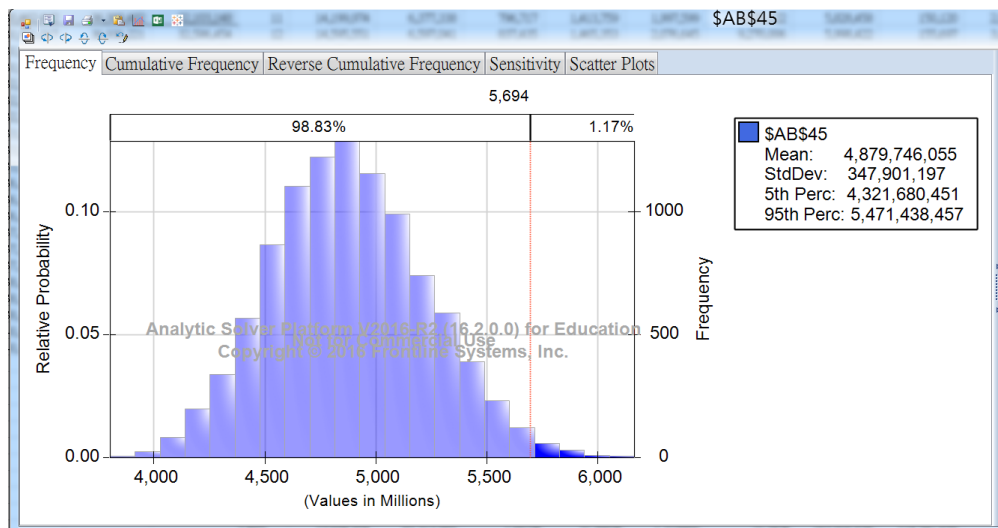


圖 3 TIF 總稅收增額模擬機率密度函數

模擬結果顯示「三鶯線計畫」之 TIF 總增額平均數為 48.8 億，標準差為 3.48 億，偏態係數為 0.17，此數值大於零，可知此機率分配為右偏分配（skewed to the right），若以第 5 百分位數及第 95 百分位數代表風險區間，其介於 43.22 億與 54.71 億之間。

根據 Chhikara 與 Folks<sup>[47]</sup>，逆高斯分配機率密度函數定義為：

9. Risk Solver Platform 是由 Frontline Systems, Inc. 公司所開發與 Microsoft Excel 結合之軟體，作為風險分析、模擬及最佳化之運算工具。

$$f(x;\mu,\lambda) = \left(\frac{\lambda}{2\pi x^3}\right)^{1/2} \exp \frac{-\lambda(x-\mu)^2}{2\mu^2 x} \quad (18)$$

其中， $x$  為隨機變數，介於  $0 \leq x \leq \infty$ ， $\mu$ ：平均數， $\lambda$ ：形狀母數。逆高斯分布有多項類似於高斯分布特性；當形狀母數  $\lambda$  趨近於無窮大時，逆高斯分布逐漸趨近於常態分布 (normal distribution)。有別於常態分配隨機變數範圍為  $-\infty \leq x \leq \infty$ ，逆高斯分配隨機變數界於  $0 \leq x \leq \infty$ 。由式 (18) 定義顯示，逆高斯分配受到  $\lambda$  值而有不同型態。因此，本研究進一步採用 K-S test，檢定其分配型適合度 (goodness-of-fit test)，並假設虛無假說  $H_0$  與對立假說  $H_a$  如下：

$$\begin{cases} H_0 : \text{TIF 總稅收增額機率函數為 IG (48.8, 9650)} \\ H_a : \text{TIF 總稅收增額機率函數不為 IG (48.8, 9650)} \end{cases} \quad (19)$$

在 95% 顯著水準及雙尾檢定下，得 K-S 檢定臨界值為 0.0136，計算如下：

$$\text{Kolmogorov Test} = 0.0086 < K S_{0.05} \frac{1.36}{\sqrt{10000}} = 0.0136 \quad (20)$$

根據 K-S 檢定統計量為 0.0086，小於 0.0136 之臨界值，差異不顯著，故接受虛無假設，亦即在 95% 信賴水準下，TIF 總稅收增額機率分配函數具有逆高斯分配 IG (48.8, 9650) 特性分配，其參數  $\mu$  為 48.8， $\lambda$  為 9650，表示 TIF 總稅收增額最小不為負，亦即捷運建設興建後，若各項援用之稅收小於或等於基年之稅收額度時，此時 TIF 等於零。

## 5.2 模式求解

### 5.2.1 案例變數說明

茲將案例分析之相關資料與模式基本假設參數如表 4 所示。

表 4 案例分析使用參數變數定義與說明

| 符號     | 參數定義說明         | 數值                                                    | 資料來源     |
|--------|----------------|-------------------------------------------------------|----------|
| $I$    | 地方政府財力分級 $i$   | 2-新北市                                                 | 跨域加值規劃報告 |
| $n$    | TIF 計畫實施年期 $n$ | 30 年                                                  | 三鶯線規劃報告書 |
| $N$    | 捷運建設營運年限 $N$   | 30 年                                                  | 三鶯線規劃報告書 |
| 外生變數   |                |                                                       |          |
| $f(x)$ | TIF 稅收增額機率密度函數 | $x \sim \text{IG} (48.8 \text{ 億元}, 9650 \text{ 億元})$ |          |

|       |                           |       |          |
|-------|---------------------------|-------|----------|
| $\Pi$ | 捷運三鶯線營業及非營業面之自償性收益 (基年幣值) | 95 億  | 三鶯線規劃報告書 |
| $C_T$ | 捷運三鶯線建設總經費 (基年幣值)         | 440 億 | 三鶯線規劃報告書 |

表 4 案例分析使用參數變數定義與說明 (續)

| 符號                | 參數定義說明                           | 數值                | 資料來源       |
|-------------------|----------------------------------|-------------------|------------|
| $B_c$             | 中央政府主計處予軌道建設之預算                  | 600 億             | 行政院主計處     |
| $P_c$             | 本年度中央政府支應其他捷運建設之經費               | 100 億             | 行政院主計處     |
| $B_l$             | 新北市政府軌道基金可用預算                    | 250 億             | 新北市政府軌道基金  |
| $Debt_{average3}$ | 新北市政府近 3 年未償債餘額，依以 1 年以上債務未償餘額估算 | 1000 億            | 新北市財政局     |
| $GDP_{average3}$  | 我國近三年之平均 GDP                     | 4500*33=148500 億  | 行政院主計總處    |
| $\delta_i$        | 法定補助最高自償率之比例                     | 新北市屬於第二級，故參數為 78% | 大眾運輸捷運審議要點 |
| $\phi$            | 公共債務法規範之舉債上限比例                   | 4.65%             | 公共債務法      |
| $\theta_i$        | 自償率門檻值                           | 25%               | 大眾運輸捷運審議要點 |
| $\tau$            | 折現率或折現因子                         | 3.0%              |            |

資料來源：1.三鶯線規劃報告書係指新北市政府三鶯線綜合規劃報告書；2.「跨域加值規劃報告」係指跨域加值公共建設財務規劃方案報告書；3.「近 3 年之平均 GDP」係依 101、102 及 103 年之 GDP 加權平均計算 (行政院主計處統計網頁資料庫)；4.新北市政府財政局網頁資料庫。

### 5.2.2 多目標規劃模式求解

本研究參酌 Ye 與 Tiong<sup>[5]</sup> 研究，將模擬得到之 TIF 機率分配代入目標式中，同時將表 4 之相關參數資料代模式進行求解。因本文所提出之模式屬多目標規劃模式，在求解部分，本研究採「整體準則法」(global criteria method) 進行求解 (馮正民與邱裕鈞<sup>[48]</sup>)，先針對各別目標求取最佳解，並將個別目標最佳解的比例予以加總，轉換為單目標規劃問題，找尋接近各別目標正理想解 (positive ideal solution) 最近之多目標最佳妥協解 (best-compromise solution)，進行此一步驟時，本研究假設決策者地方政府未提供偏好資訊，求解步驟如下：

步驟 1：各別單目標求解

本研究利用 MATHEMATICA 8.0 軟體進行求解，就目標最小化而言，利用目標式 (4) 及限制式 (6)-(14)，可得  $f_1(TIF)$  為地方政府所承擔之 TIF 稅收增額風險，此為滿足稅收增額風險最小化，得  $TIF_1^*$  最佳解為 15 億，此時風險期望值為  $3.88 \times 10^{-69}$ ，該值十分微小，趨近於零，此時自償率為 25%，恰好符合「捷運計畫審議要點」對自償率財務門檻規範。同樣地，利用目標式 (5) 及限制式 (6)-(14)，得目標式  $f_2(TIF_2^*)$  為 223.08，此  $f_2$  為地方政府期望獲得中央政府補貼最大化，亦即地方政府可獲得 223.08 億補助，此時自償率為 35%，恰為「中央對直轄市及縣市政府補助辦法」中的規範補貼上限，此結果如表 5 所示。

表 5 各別目標式最佳解結果表

| Min Risk= $f_1(TIF_1^*)$                                                      | Max Subsidy= $f_2(TIF_2^*)$                          |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| $TIF_1^*=15$ 億元， $f_1(TIF_1^*)=Risk=3.88 \times 10^{-69}$<br>→極度趨近於 0，SLR=25% | $TIF_2^*=59$ 億元， $f_2(TIF_2^*)=223.08$ 億元<br>SLR=35% |

#### 步驟 2：多目標求解 - 整體準則法

根據整體準則求解法步驟，正規化過程如式 (21) 所示，其意義是希望多目標的妥協解距離最佳解距離越小越好。

$$\text{Min F} = w_1 \left( \frac{f_1(TIF) - f_1(TIF_1^*)}{f_{\max}(TIF_1) - f_{\min}(TIF_1)} \right)^\alpha + w_2 \left( \frac{f_2(TIF_2^*) - f_2(TIF)}{f_{\max}(TIF_2) - f_{\min}(TIF_2)} \right)^\alpha \quad (21)$$

其中， $TIF_1^*$  與  $TIF_2^*$  為個別目標最佳解， $w_1$  代表對 TIF 稅收增額風險目標之加權比例， $w_2$  代表對中央政府補貼目標之加權比例且  $w_1 + w_2 = 1$ ； $f_1(TIF_1^*)$  與  $f_2(TIF_2^*)$  分別為目標函數  $f_1$  及  $f_2$  之正理想解； $\alpha$ ：權重，若  $\alpha$  愈大，則距離差愈大，表示目標式影響力愈大。式 (21) 之分子項為各目標與最佳解間之距離，由於目標函數  $f_1$  追求最小化問題，故以  $f_1(TIF) - f_1(TIF_1^*)$  代表其與各別目標最佳解間之距離，目標函數  $f_2$  追求最大化，以  $f_2(TIF_2^*) - f_2(TIF)$  代表其與各別目標最佳解間之距離。式 (21) 之分母項為各別目標式最大值與最小值之距離，代表全域 (range)，目的在消除單位，解決各目標間衡量標準不一致狀況。本研究假設  $w_1 = w_2 = 0.5$ ，將表 5 結果代入式 (20) 中，再利用 MATHEMATICA 8.0 軟體進行求解，得妥協解如表 6 所示。

表 6 顯示，當權重  $\alpha = 1$  時，得妥協解  $TIF = 42.764$  億元，此時，計畫之自償率為 31.31%，地方政府需承擔小於  $TIF = 42.764$  億元之風險，此風險期望值為 1.37 億元。根據「捷運計畫審議要點」，此時，地方政府可獲得 204.52 億元之建設經費補助。若權重  $\alpha = 2$ ，得妥協解  $TIF = 44.744$  億元，此時計畫之自償率為 31.76%，地方政府需承擔  $TIF$  小於 44.744 億之風險，此風險期望值 5.008 億元，同時，地方政府可獲得 206.96 億元之建設經費補助。

表 6 多目標規劃妥協解結果表

| $\alpha$ | 目標式變數數值 |        |       |        | 正規化 (離各目標理想解距離) |       |       |
|----------|---------|--------|-------|--------|-----------------|-------|-------|
|          | SLR (%) | TIF(億) | 風險(億) | 補貼(億)  | 風險(億)           | 補貼(億) | 總計    |
| 1        | 31.31%  | 42.764 | 1.37  | 204.52 | 0.028           | 0.320 | 0.348 |
| 2        | 31.76%  | 44.744 | 5.008 | 206.96 | 0.103           | 0.278 | 0.088 |

根據「捷運計畫審議要點」，地方政府擬興建捷運建設計畫之自償率需大於 25% 才可獲得中央政府補助；而表 6 之  $\alpha = 1$  或 2 情形下，均符合自償率大於 25% 之門檻。但進一步分析，若自償率大於 35%，隨著自償率增加，將不再增加建設經費補貼，故反應決策變數 TIF 之可行決策空間落在 15 億至 59 億之間，自償率介於 25% ~ 35%。若以點 A 代表自償率 25% 水準，點 B 代表自償率 35% 水準，可繪出目標函數之空間圖，如圖 4 所示。圖 4 縱軸代表 TIF 風險期望值，由於租稅增額風險目標式為最小化，故將其轉為負數，橫軸代表中央政府補貼經費，連結圖中之 A 點及 B 點形成非劣解集合 (non-inferior solution)，即效率前緣 (efficient frontier)。

圖 4 顯示，捷運「三鶯線計畫」之自償率落在 25 ~ 35% 之間，隨著自償率增加，補貼預算將從 165 億增至 223.08 億之間，呈等比例增加。但對於 TIF 風險期望值而言，若自償率小於 31%，地方政府擔負風險相對微小，若自償率在 31% ~ 35% 之間，風險將隨自償率而增加，從 1 億上升至 50 億左右且有顯著增加現象。換言之，地方政府若採取提高 TIF 策略，進而提升計畫自償率，以獲取計畫通過審查及建設經費之補助。縱使，因 TIF 遞增，使得計畫自償率超過 35%，其獲得中央建設經費補助仍僅止於補助上限，亦即 223.08 億元，但此時，相對地，地方政府將承當最大 TIF 風險值約 59 億元。再者，根據表 6 顯示，對於權重  $\alpha = 1$  或  $\alpha = 2$  而言，其最佳妥協解分別位於自償率 31.31% 及 31.76%，反應於圖 4 之效率前緣之轉折點附近。就地方政府而言，考量 TIF 風險與補助經費誘因機制後，「三鶯線計畫」自償率落於 32% 左右為最佳之妥協解。此實證分析顯示以下意涵：

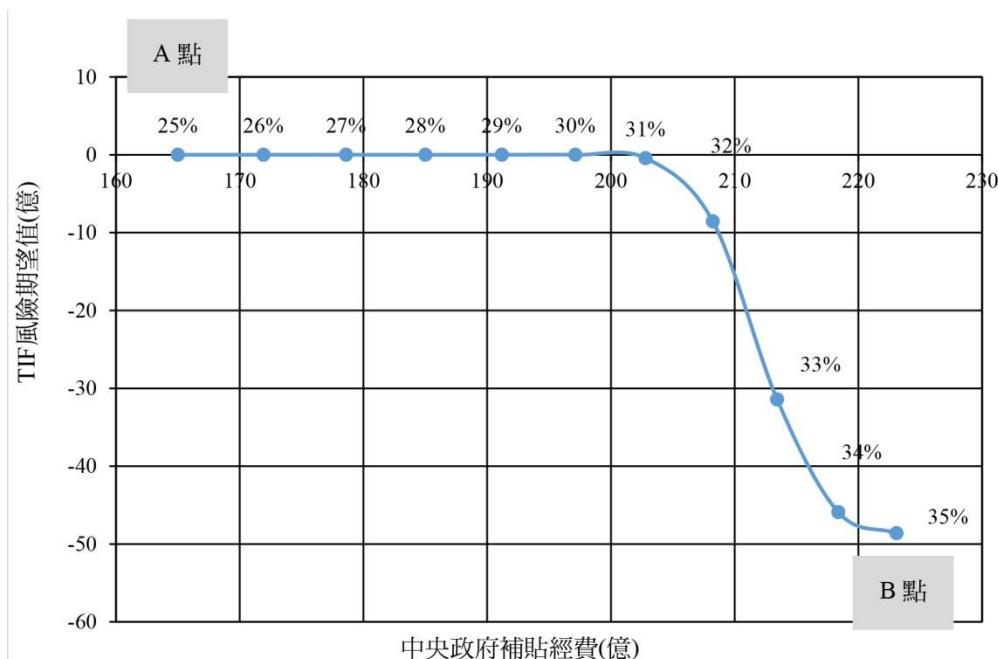


圖 4 多目標規劃目標函數空間圖

1. 就地方政府提送計畫而言，地方政府若以自償率及獲得中央最多補貼前提下，似乎以自償率 35% 與獲得補助 223.08 億元為最佳評估依據，但此忽略地方政府要承擔 TIF 短缺之風險，達 59 億元。若兼顧計畫之自償率、補貼與風險因素下，計畫之自償率為 31.31%，計畫之 TIF 約 42.764 億元，此時可獲得中央補助 204.52 億元挹注於建設經費，而地方所需承擔風險僅為 1.37 億元，此對地方政府而言，此風險承擔壓力遠較自償率 35% 為低。此意謂著長期以來，地方政府提送公共建設計畫多基於追求計畫可獲得通過審議及期望獲得中央補助最大化下，若基於此條件下，其結果反而對地方政府產生不利。因此，實證分析顯示，地方政府應該揚棄過去僅追求自償率最大化，藉以獲得中央最多補助心態，勿忽略本身對於 TIF 短缺所應承擔財務風險因素。
2. 再者，由實證分析顯示，地方政府所提送之計畫可以獲得中央補助建設經費與 TIF 額度，此可供地方政府進行建設計畫之財源籌措來源之一。此 TIF 額度 42.764 億元可以撥入圖 1 概念中之「軌道建設基金」專款專用。就本文假設條件所述，基於「公共債務法」並不排除地方政府可以進行融資作業，而本研究假設將全部採發行稅收增額融資債券方式進行融資，故地方政府似可基於「公共債務法」發行 TIF 債券，再從「軌道建設基金」分年期償還，此可呼應美國 TIF 融資機制之作法。
3. 如本文前言所述，部分研究或文獻對於國內目前推動「跨域加值方案」機制之見解，認為其功能僅止於建設計畫之財務評估與財源籌措分式，並無實際建立「公債制度」。就本研究財務模式而言，其意涵說明，地方政府為推動交通建設計畫，除需考慮其自有財

務資源條件，進行合理分配調度；地方政府亦可藉由實施 TIF 機制，將外部性效益納入財務資源之一部份，進而反映於計畫自償能力。而地方政府除分年財務預算編列外，亦可基於「公共債務法」發行 TIF 債券方式進行融資，此見解與文獻賴宗裕等人<sup>[8]</sup>有所不同。再者，地方政府欲獲得中央補助建設經費，其需將中央政府之預算限制條件納入評估；其次，地方政府提撥 TIF 時，應考量預收之 TIF 具有不確定性，此風險介於 1.37 億元至 5.008 億元之間。

### 5.3 敏感度分析

由於稅收成長率變化會影響到機率分配函數，從而影響到模式目標式，亦反映到自償率變化。再者，式 (21) 之權重  $W_1$  與  $W_2$  變化亦會影響自償率、TIF、風險及補貼之求解，亦反應於自償率、TIF、補貼等區間變化，此相關議題分析如下。

#### 5.3.1 稅收增額成長率敏感度分析

本節針對稅收成長率的變動對最佳妥協解進行敏感度分析，由於未能得知決策者之偏好資訊，故仍假設  $W_1=W_2$  進行分析。根據前節模擬，TIF 為具有 Inverse Gaussian (IG) 機率分配，亦即 IG ( $\mu = 48.8$ ,  $\lambda = 9650$ )。為進行敏感度分析，假設其成長率變動幅度範圍為 -50% 至 +50%，分別以此變動幅度值代入地價稅、土地增值稅與契稅之成長率，進行租稅增額之敏感度分析。表 7 顯示，若稅收成長率增加 50%，則 TIF 預期能收取額度將增加至 62.83 億，此時計畫之自償率為 33%；反之，若稅收成長率減少 50%，則 TIF 預期能收取額度將減少至 36.77 億，此時計畫自償率為 29.24%，此計畫自償率仍可達到 25% 之審查通過門檻水準。

根據表 7 模擬結果，本文將自償率與稅收成長率變動幅度之間關係繪圖如圖 5 所示。圖 5 之縱軸為自償率，橫軸為稅收成長率變動幅度。圖 5 顯示，稅收成長率與自償率最佳妥協解之間呈現線性正向關係，隨著稅收成長率降低，自償率最佳妥協解亦隨之降低，若稅收成長率提高，自償率最佳妥協解隨之增加。稅收成長率變動在 0% ~ 50% 之間狀況下，TIF 最佳妥協解從 42.764 億增加至 50.2 億元，自償率將從 31.31% 增加至 33.0%，此可獲得 204.52 億至 221.435 億之中央政府建設補貼經費，而地方政府所擔負之風險介於 0.533 億至 1.575 億之間。若稅收成長率變動在 10% 狀況下，地方政府將擔負最大風險，若在稅收成長率變動 50% 狀況下，地方政府將擔負最小風險。若考量稅收成長率變動 0% 至 -50% 之間狀況下，地方政府需擔負 TIF 最佳妥協解從 42.764 億降低至 33.656 億，此時自償率最佳妥協解從 31.31% 減少至 29.24%，建設補貼經費亦將從 204.52 億減少至 192.635 億，地方政府所擔負之 TIF 風險亦將從 1.37 億減少至 0.031 億。從敏感度分析顯示，地方政府調整 TIF 稅收，此足以影響計畫自償能力、建設補貼經費與風險承擔額度。

表 7 TIF 增額稅收變動幅度及模擬機率密度函數

| 稅收成長率變動幅度 | 機率密度函數          | 自償率    | 稅收成長率變動幅度 | 機率密度函數           | 自償率    |
|-----------|-----------------|--------|-----------|------------------|--------|
| +50%      | IG (62.83,6782) | 33.00% | -50%      | IG (36.77,21832) | 29.24% |
| +40%      | IG (59.84,7174) | 32.80% | -40%      | IG (39.03,17392) | 29.61% |
| +30%      | IG (56.95,7665) | 32.53% | -30%      | IG (41.36,14292) | 30.00% |
| +20%      | IG (54.15,8369) | 32.19% | -20%      | IG (43.76,12192) | 30.42% |
| +10%      | IG (51.43,8890) | 31.76% | -10%      | IG (46.24,10707) | 31.85% |

此意義說明，由於 TIF 稅收來自於地價稅、房屋稅等項目，此屬於地方稅收權責，地方政府可以增減稅收，調整 TIF 額度，進而增減計畫自償率。然而，地方政府或經選舉更替，採取不同行政措施，例如調降稅收或停止調高稅收，此即產生 TIF 稅收之不確定與風險。從敏感度分析顯示，假若地方政府選舉更替下，若採取調降房屋稅、地價稅、土地增值稅等稅率措施，此會降低 TIF 收取額度，從而降低計畫自償率，伴隨著地方政府所擔負之 TIF 風險亦隨之降低，但獲得建設補貼經費亦相對下降。因預收 TIF 低，地方政府需在其財務資源條件下，用其他財務預算支應建設經費，否則，建設計畫可能產生工程延誤、完工風險，而此風險會轉移至中央政府。反之，若地方政府上調上述稅率，則上述指標呈現遞增，地方政府承擔 TIF 預期收取之風險。

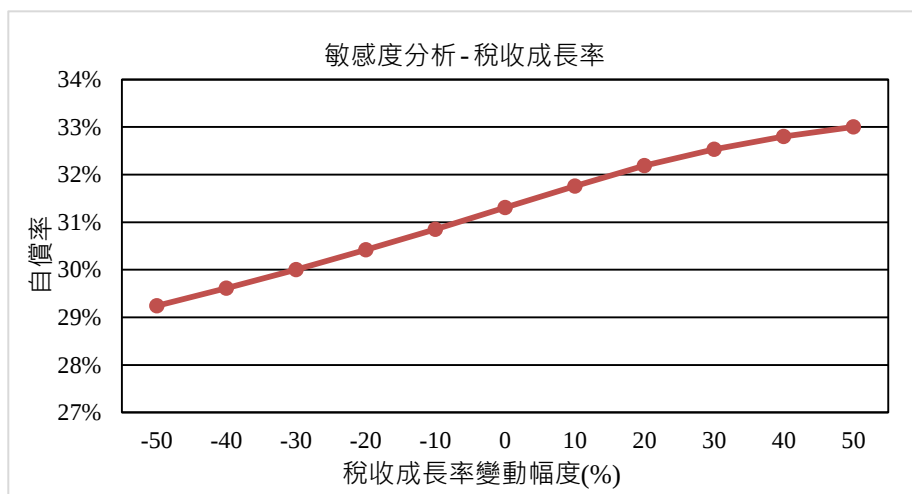


圖 5 TIF 稅收成長率敏感度分析與自償率變化趨勢

### 5.3.2 加權比例敏感度分析

在模式求解過程中，本研究假設決策者對特定目標之偏好變動對模式無影響，但實務上，決策者對特定目標之偏好變動並非固定。為進行此一敏感度分析課題，假設  $(W_1, W_2)$

變動範圍從 (0.9, 0.1) 至 (0.1, 0.9)，但其仍須滿足加權比例加總為 1 之條件，結果如圖 6 所示。

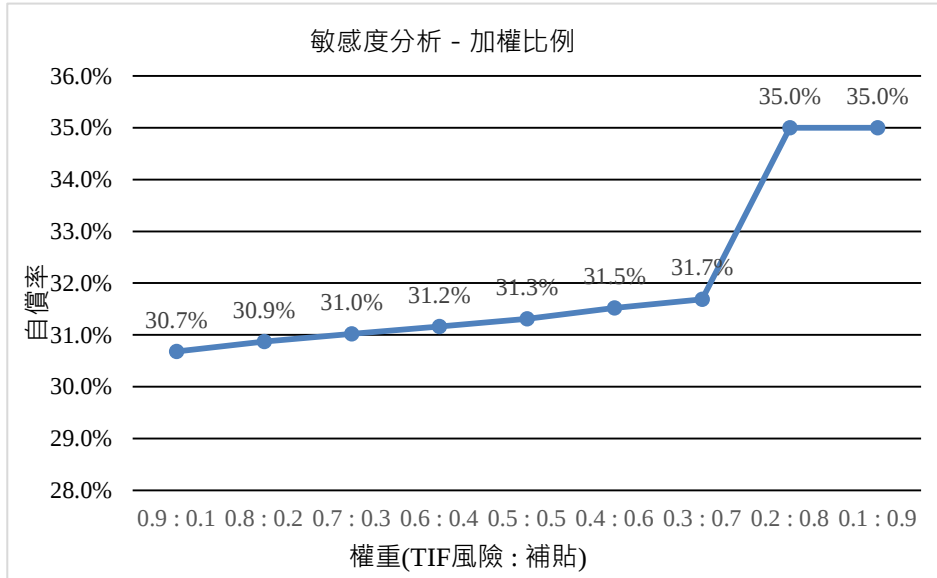


圖 6 加權比例敏感度分析圖

圖 6 之縱軸為自償率，橫軸為權重比例。圖 6 顯示，若決策者較偏好 TIF 稅收風險最小化，即加權比例  $(W_1, W_2)$  變動範圍介於 (0.9, 0.1) 至 (0.5, 0.5) 之間，隨著權重  $W_1$  比例降低，自償率將微幅增加；若加權比例  $(W_1, W_2) = (0.9, 0.1)$ ，TIF 最佳妥協解將為 39.992 億，自償率為 30.7%；若  $(W_1, W_2) = (0.5, 0.5)$ ，此 TIF 最佳妥協解將為 42.764 億，自償率為 31.31%；換言之，決策者偏好 TIF 稅收風險最小化，其較佳之自償率區間介於 30.7% 至 31.31%。倘若決策者偏好中央政府補貼經費最大化目標，加權比例  $(W_1, W_2)$  變動範圍介於 (0.5, 0.5) 至 (0.1, 0.9) 之間，隨著權重  $W_2$  增加，自償率亦將提高。進一步說明，當權重介於 (0.5, 0.5) 至 (0.3, 0.7) 之間，隨著  $W_2$  增加，自償率將微幅增加；但若  $(W_1, W_2)$  變動為 (0.2, 0.8) 及 (0.1, 0.9)，則 TIF 增額稅收最佳妥協解都將為 59 億，自償率將大幅增加為 35%，可獲得 223.08 億之中央政府補貼，此為中央政府對「三鶯線計畫」建設之補貼上限。

圖 6 結果反應地方政府 (決策者) 偏好影響計畫自償率高低，若地方政府或經地方議會通過，採取偏好追求風險，除通過計畫審議外，亦在追求補助經費最大化，但此補助經費仍不會超過自償率上限 35%。

#### 5.4 檢討分析與貢獻

本研究進一步比較「臺北都會區大眾捷運系統三鶯線暨周邊土地開發綜合規劃報告書核定本 (以下稱：三鶯線核定本)」與本研究模式成果之差異性，結果彙整如表 8 所示。

表 8 本研究成果與三鶯線財務評估情境分析表

單位：百萬元 (當年幣值)

| 效益指標            | 三鶯可行性報告 | 僅計算本業收入<br>(包含票箱及<br>附屬事業收入) | 本業收入、場站<br>開發、TOD、<br>TIF 效益 | 本研究財務模式 |
|-----------------|---------|------------------------------|------------------------------|---------|
| 自償率             | 36.04%  | 4.18%                        | 39.38%                       | 31.31%  |
| 場站開發效益          | 865.33  | NA                           | 12163.9                      | NA      |
| 周邊土開效益<br>(TOD) | 3736    | NA                           | 3197.08                      | NA      |
| 租稅增額效益<br>(TIF) | 2922.31 | NA                           | 6032.77                      | 4276.4  |
| TIF 效益風險        | NA      | NA                           | NA                           | 137     |

註：表中資料摘整自臺北都會區大眾捷運系統三鶯線暨周邊土地開發綜合規劃報告書 (核訂本)<sup>[46]</sup>。

表 8 顯示，根據「三鶯線可行性報告」，考慮場站開發效益、周邊土開效益 (TOD) 及 TIF 效益下，其計畫自償率為 36.04%。依照「三鶯線核定本」計算，若僅考慮票箱收入，不考慮周邊土開效益 (TOD) 及 TIF 效益下，得計畫自償率僅 4.18%，此顯示，地方政府或營運單位欲以未來營運期之票箱收入與附屬事業收入不足以支付其興建成本，若以自償率 25% 通過門檻而言，此「三鶯線」不符合財務效益，中央政府不予以補助，或逕由中央接手進行興建與營運。倘若將場站開發效益、周邊土開效益 (TOD) 及 TIF 效益一起納入，則可以明顯提高自償率自 4.18% 至 39.38%，此可符合自償率 25% 之審議門檻，進而獲得建設經費之補助；換言之，地方政府可以先將計畫之周邊土地發展外溢效果引入，大幅提升財務自償能力。再觀察本研究財務模式所估計結果，本研究僅考慮 TIF 效益，估計 TIF 收入約 4276.4 百萬元，其自償率為 31.31%，即可符合通過審議門檻，但此自償率及 TIF 預期收取稅額較「三鶯線核定本」為小。然而值得注意的是，本研究財務模式可以顯示地方政府所承擔之風險為 137 百萬元，亦即，當實際收取 TIF 稅收額度不足 4,276.4 百萬元，地方政府需承擔此不足之風險約 137 百萬元。然而「三鶯線核定本」與「三鶯線可行性報告」則無法揭露此重要風險訊息。再者，「三鶯線核定本」與「三鶯線可行性報告」亦無法提供可獲得中央補助建設經費之訊息。

值得注意的是，「三鶯線可行性報告」與「三鶯線核定本」並不考慮地方政府財政資源進行 TIF、TOD、場站開發利益及自償率之評估；亦不考慮中央政府之軌道預算資源條件。亦即，此兩個規畫報告係參照本文所提傳統自償率之式 (1) 或式 (3) 進行計算；但本

研究財務模式則是兼顧地方政府財政資源限制與中央政府軌道預算資源限制條件下進行分析。經由比較分析顯示，本研究所提之財務模式，除能提供自償率、TIF 租稅收取之訊息意涵外，更能提供中央補助建費額度及風險承擔之重要資訊；此與「三鶯線可行性報告」與「三鶯線核定本」所提供之資訊意涵有所差異。

如文獻賴宗裕<sup>[7]</sup>及 Finnerty<sup>[13]</sup>所述，稅收增額方式屬於價值回饋方法之一，將土地開發價值之外溢效益予以內化機制。但觀乎國內文獻，多數文獻僅止於質性論述實施 TIF 之相關課題，較少採用量化模式，提出客觀量化分析，衡量地方或中央政府其所應負擔 TIF 水準、風險、補貼與自償率之間關係議題，從而作為地方或中央政府審議參考依據，此一研究缺口猶待補充。基此背景下，本研究根據「跨域加值公共建設財務規劃方案」、「大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與審議作業要點」，「中央對直轄市及縣政府補助辦法」以及「公共債務法」等法令規範下，以地方政府觀點，在捷運建設可行性規劃審議機制下，融入 TIF 措施，探討地方政府所應承擔之 TIF 稅收增額風險，中央政府所擔負之建設經費補貼及計畫之自償率課題。故本研究貢獻如下：

根據實證分析顯示，本文之多目標數學規劃模式具備可應用性，此模式可將捷運建設計畫之外部性效益，例如地價稅、土地增值稅、契稅及房屋稅予以內化於財務自償率，本研究所提出之財務分析模式與分析課題，可改善過去多數文獻採用質性方法，僅論述 TIF 實施機制的限制。本文研究概念有別於姜渝生等人<sup>[29]</sup>採用特徵價格函數法，論述運輸計畫經濟效益分析。另外，本研究之模式可同時獲得地方政府所承擔稅收增額及其風險，亦可得知中央政府之建設補貼額度，建設計畫之財務自償等意涵，但賴宗裕等人<sup>[8]</sup>之研究及蘇偉強<sup>[12]</sup>之財務模式則無法提供上述財務意涵。

根據 Finnerty<sup>[13]</sup>指出，TIF 屬於價值回饋 (value capture) 方法之一，此 TIF 亦可以作為 BOT 計畫財務自償來源。經本文實證顯示，本研究模式可以改善康熙宗等人<sup>[2, 3]</sup>之 BOT 計畫財務自償模式忽略外部效益之限制。

TIF 訂定額度或實施範圍會受到政治因素影響，增添諸多不確定性。而本研究所提出之 TIF 風險衡量概念，可反應此不確定性因素，而本研究之敏感度分析，亦可詮釋此 TIF 不確定性特性。故就本研究之模式或研究架構概念而言，其可作為地方政府實施 TIF 計畫、TID 或審議之參考。

## 5.5 政策意涵

本研究雖有上述貢獻外，根據上述驗證成果，說明以下數點政策或財務意涵，茲說明如下：

從文獻探討顯示，TIF 多應用於都市更新機制，而從本文驗證分析及「5.4 檢討分析與貢獻」顯示，國內引入 TIF 機制於推動交通運輸計畫，亦即「跨域加值公共建設財務規劃方案」中之軌道建設部分，此機制能達到將外部性利益內化於計畫自償能力目標效益。對地方政府而言，此機制可以提供交通建設經費之財源籌措來源方式。就中央政府而言，除

以自償率門檻評估之外，亦可以增加衡量 TIF 風險資訊。

根據「跨域加值公共建設財務規劃方案」之 TIF 作業流程顯示，規劃 TIF 範圍、年期、預估增額稅收額度等議題需透過地方政府及議會通過後陳報中央審議。地方政府藉由提升計畫自償率，以獲取中央政府之最大補助經費為目標。換言之，地方政府引入 TIF 或 TOD 效益於自償率，多數採用促參法自償率公式計算，此說明，地方政府不考慮其財政資源限制條件以及後續 TIF 融資可能性，亦不考慮 TIF 預期收取之不確定性因素。換言之，在中央政府所擬定現行 TIF 機制下，地方政府達到計畫財源籌措之目的，不是財政分配/財源規劃目的。而實務上，地方政府在推動公共建設計畫需考量其自身財政資源條件及法規限制，進行財政資源調配。故本研究提之財務模式，此兼顧中央與地方之財務資源限制條件下，研擬公共建設計畫財務分析架構，此較自償率公式以及式 (3) 更能詮釋目前地方政府之財務資源規劃與分配，而非僅止於財源籌措。

就中央審議機制角度而言，中央政府僅止於審查計畫自償率有無達到審議門檻目的而已，其不考慮地方政府所研擬之 TIF 的風險性，亦不考慮其軌道預算資源條件。在此審議機制下，屬於財政不佳之地方政府恐無法推動交通建設計畫，抑或採取高預估之 TIF 效益，藉以獲取計畫審議通過及較高建設經費補助，從而面臨未來 TIF 風險或轉嫁給中央政府共同承擔。

本研究探討對象屬於單一計畫，並不考慮其他競爭型計畫，同時，尚未考慮到 TOD 因素或場站開發效益在內，故本研所得之結果屬於「個案型」計畫的財務資訊與意涵，並非屬於「通案型」計畫財務意涵。在本文假設單一計畫條件下，驗證分析顯示，地方政府應該揚棄過去追求獲得最大補貼為目標之心態，應兼顧計畫自償能力、補貼與風險承擔條件，來提送交通建設計畫進行審議。而中央政府可藉由審議機制，進一步將計畫之 TIF 所衍生不確定性或風險，並納入未來審議準則。

## 六、結論與建議

由於過去文獻對交通建設計畫所衍生之外部性多僅止於質性論述，較少以量化方法將外部性予以內化，使得交通建設計畫之自償率分析僅限於財務範圍內之可量化項目，無法真實反應計畫自償性。再者，過去文獻少有研究者提出如何將公共建設計畫所衍生之外溢效果予以內部化議題，亦少有文獻考量地方政府財政資源限制條件下，探討自償率、TIF、TIF 風險、建設經費補助之間的關連性課題。為弭補此一研究缺口，本研究利用數學規劃模式概念，構建多目標數學規劃模式，並以捷運「三鶯線計畫」為實證對象，驗證此多目標數學規劃之可應用性。

根據實證分析顯示，經由蒙地卡羅模擬法及 Kolmogorov-Smirnov 檢定，顯示「三鶯線計畫」之 TIF 稅收增額服從 Inverse Gaussian 分配。而本文所提多目標數學規劃結果顯示，此建設計畫之自償率約 31.31% 左右時，TIF 租稅增額風險之損失期望值約為 1.37 億，可獲

得 202.805 億之建設補助；若自償率在 31%~35% 間，隨著自償率增加，風險損失期望從 1 億攀升至 50 億左右。若考慮稅收成長率變動幅度為 -50% 情形下，其自償率將降至 29.24%，此亦可符合最低自償率 25% 之門檻。若考量地方政府決策偏好為追求中央補助經費最大化情形，此計畫自償率將達 35%，其 TIF 約 59 億元，承擔 TIF 風險隨之遞增約近 49 億元左右。此意謂，地方政府若僅著眼於追求高自償率計畫，期望獲得更多中央補助建設經費，則需承擔更高 TIF 風險損失。故對地方政府而言，應揚棄一味追求中央補助經費最大化之偏好態度。對中央政府而言，中央在審議地方政府所提送之公共建設計畫，除考慮自償率指標外，亦應將地方政府所承擔 TIF 風險予以納入衡量，以反應地方政府在其財政資源下，推動建設計畫之能力與風險承擔能力。

本研究雖獲致上述研究成果，但由於捷運建設計畫之 TIF 屬於預估性質，具有不確定性因素，此因素可能導致實際稅收與預期間之有落差，故後續研究可探討當建設計畫之 TIF 產生財務缺口時，可建構風險分擔與談判模式，探討中央與地方政府雙方之風險分擔議題。此外，中央政府在進行建設計畫審議時，亦會擔憂若捷運建設產生未完工或有破產時，須進行接管，此未完工及破產風險議題可為後續研究課題。此外，本研究僅考慮單一型計畫，建構捷運建設之財務自償與風險衡量議題，後續研究亦可就「預算有排序」或具「計畫之間的競爭關係」的匯總型計畫進行探討。就捷運建設計畫而言，計畫外部性可以內部化之財務來源有租稅增額稅收與土地開發收入來源，此土地開發利益收入包含增額容積或周邊土地開發利益收入。而實務上，土地開發收入項目佔整體外部性效益財務比重屬於較高一環，此項與租稅增額相比，其不確定性較高，財務風險性亦較 TIF 為高，此項不確定或風險因素可於未來研究課題納入研究。

## 參考文獻

1. 王穆衡、張贊育、張世龍、陳一平，交通建設財務評估之研析，交通部運輸研究所，臺北市，民國 101 年。
2. 康熙宗、馮正民、黃思綺，「以政府觀點發展 BOT 計畫財務模型」，運輸計劃季刊，第 33 卷，第 1 期，民國 93 年，頁 1-28。
3. 康熙宗、馮正民、羅文聖，「以模糊理論觀念分析 BOT 計畫自償率」，運輸計劃季刊，第 33 卷，第 4 期，民國 93 年，頁 731-756。
4. Walker, C. and Smith, A. J., *Privatized Infrastructure: The Build Operate Transfer Approach*, Thomas Telford publication, London, 1996.
5. Ye, S. and Tiong, R. L. K., "NPV-at-Risk Method in Infrastructure Project Investment Evaluation", *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 126, No. 3, 2000, pp. 227-233.
6. 馮正民、曾平毅、王冠斐，「捷運系統對車站地區房價之影響」，都市與計劃，第 21 卷，第 1 期，民國 83 年，頁 25-45。
7. 賴宗裕，「大眾運輸導向的城市開發財務機制之探討—增值回饋方法之運用」，國科會專題計畫成果報告(精簡版)，民國 100 年。
8. 賴宗裕、蘇偉強、簡龍鳳，「稅收增額融資(TIF)納入捷運建設計畫審查制度之財務分析」，運輸計劃季刊，第 41 卷，第 1 期，民國 101 年，頁 33-54。
9. 賴宗裕、蘇偉強，「捷運建設財源籌措引用 TIF 制度之探討」，捷運技術，第 46 期，民國 101 年，頁 185-194。
10. 賴宗裕、蘇偉強，「跨域加值公共建設財務規劃方案問題之探討」，公共行政學報，第 45 期，民國 102 年，頁 41-74。
11. 蘇偉強、賴宗裕，「稅收增額融資(TIF)於國內外運用之差異及新出路 - 大眾捷運建設之財源籌措」，土地問題研究季刊，第 10 卷，第 2 期，民國 100 年，頁 78-88。
12. 蘇偉強，「稅金增額融資(TIF)財務機制之研究 - 以桃園機場捷運建設為例」，政治大學地政學系碩士論文，民國 99 年。
13. Finnerty, J. D., *Project Financing: Asset-Based Financial Engineering*, John Willey & Sons, Inc., Toronto, Canada, 1996.
14. 何昇融，「租稅增額融資(TIF)之探討」，台灣經濟論衡，第 9 卷，第 11 期，民國 102 年，頁 39-60。
15. Weber, R., "Tax Incremental Financing in Theory and Practice", *Financing Economic Development in the 21st Century*, in White, S. B., Bingham, R. D., and Hill, E. W. eds., M. E. Sharpe, New York, 2003, pp. 53-69.
16. McIntosh, J. Trubka, R., and Newman, P., "Tax Increment Financing Framework for Integrated Transit and Urban Renewal Projects in Car-Dependent Cities", *Urban Policy and Research*, Vol. 33, No. 1, 2015, pp. 37-60.
17. Smith, B. C., "The Impact of Tax Increment Finance Districts on Localized Real Estate: Evidence from Chicago's Multifamily Markets", *Journal of Housing Economics*, Vol. 15, No. 1, 2006, pp. 21-37.

18. Smith, J. J. and Gihring, T. A., "Financing Transit Systems through Value Capture: An Annotated Bibliography", *American Journal of Economics and Sociology*, Vol. 65, No. 3, 2006, pp. 751-786.
19. 陳宏文, 「如何使增額稅收融資(TIF)在都市更新中發揮應有效益 - 從芝加哥市的經驗來看」, 土地問題研究季刊, 第 9 卷, 第 4 期, 民國 99 年, 頁 2-21。
20. 行政院, 跨域加值公共建設財務規劃方案(核定本), 民國 102 年。
21. 游千慧、劉厚連, 「美國稅金融資增額(TIF)制度應用於解決我國公共設施財源籌措問題之探討」, 土地問題研究季刊, 第 3 卷, 第 2 期, 民國 93 年, 頁 52 -64。
22. 康熙宗、馮正民、羅文聖, 「不確定財務環境下之 BOT 計畫自償率與財務資源分配分析」, 管理與系統, 第 14 卷, 第 3 期, 民國 96 年, 頁 359-386。
23. Naccarato, R., "Tax Increment Financing: Opportunities and Concerns", *Tennessee Advisory Commission on Intergovernmental Relations*, No. 14, 2007, pp. 1-11.
24. Dye, R. F. and Merriman, D. F., "The Effects of Tax Increment Financing on Economic Development", *Journal of Urban Economics*, Vol. 47, No. 2, 2000, pp. 306-328.
25. Weber, R., Bhatta, S. D., and Merriman, D., "Spillovers from Tax Increment Financing Districts: Implications for Housing Price Appreciation", *Regional Science and Urban Economics*, Vol. 37, 2007, pp. 259-281.
26. Weber, R., "Selling City Futures: The Financialization of Urban Redevelopment Policy", *Economic Geography*, Vol. 86, No. 3, 2010, pp. 251-274.
27. 黃瓊蓉, 「高雄捷運營運期風險值之探討」, 中山大學財務管理研究所碩士論文, 民國 92 年。
28. Songer, A. D., James, D., and Pecsok, R. S., "Risk Analysis for Revenue Dependent Infrastructure Projects", *Construction Management and Economics*, Vol. 15, 1997, pp. 377-382.
29. 姜渝生、王小娥、張欣聰, 「都市運輸計畫經濟效益分析之初探」, 運輸計劃季刊, 第 33 卷, 第 2 期, 民國 93 年, 頁 249-276。
30. 林楨家、馮正民、胡怡鶯, 「臺北捷運藍線營運前後沿線發展變化之分析」, 運輸計劃季刊, 第 33 卷, 第 2 期, 民國 93 年, 頁 361-390。
31. 彭建文、楊宗憲、楊詩韻, 「捷運系統對不同區位房價影響分析-以營運階段為例」, 運輸計劃季刊, 第 38 卷, 第 3 期, 民國 98 年, 頁 275-296。
32. 馮正民、許侶馨, 「屬性價格函數在捷運北淡沿線地價分析之應用」, 都市與計劃, 第 16 卷, 民國 78 年, 頁 113-130。
33. 行政院經濟建設委員會, 公共建設計畫經濟效益評估及財務計畫作業手冊(上冊), 民國 97 年。
34. 交通部運輸研究所, 交通建設計畫經濟效益評估手冊, 民國 102 年。
35. Murtaza, H. and Liam, D., "Can Tax Increment Financing Support Transportation Infrastructure Investment", *IMFG Papers on Municipal Finance and Governance*, No. 25, 2016, pp. 1-34.
36. Noble, J. R., *Tax Increment Financing*, Program Evaluation Division Office of the Legislative Auditor, State of Minnesota, 1996.
37. Blocher, J. and Morgan, J. Q., "Questions about Tax Increment Financing in North Carolina", *Community and Economic Development Bulletin*, UNC School of Government,

- No. 5, 2008, pp.1-15.
38. McIntosh, J., Trubka, R., and Newman, P., “Can Value Capture Work in Car Dependent Cities? Willingness to Pay for Transit Access in Perth”, *Western Australian Transportation Research- Part A*, Vol. 67, 2014, pp. 320-339.
  39. Man, J. Y. and Rosentraub, M. S., “Tax Increment Financing: Municipal Adoption and Effects on Property Value Growth”, *Public Finance Review*, Vol. 26, No. 6, 1998, pp. 523-547.
  40. Zhao, Z., Michael, I., Lari, A. and Levinson, D., “Value Capture for Transportation Finance”, *Procedia-Social and Behavior Sciences*, Vol. 48, 2012, pp. 435-448.
  41. 王勤銓、陳頌智，「提升軌道建設財政能力之創新工具—TOD 與 TIF 初探」，*中華技術*，第 94 卷，民國 101 年，頁 198-205。
  42. Dzigbede, K. and Pathak, R. “Tax Increment Finance and Economic Development”, working paper, State University of New York at Binghamton, 2019.
  43. Dale, F. C. and Chapman, C. B., *Risk Analysis for Large Projects: Models, Methods and Cases*, John Wiley & Sons Ltd, Chichester, UK, 1993.
  44. Vose, D., *Quantitative Risk Analysis: A Guide to Monte Carlo Simulation Modelling*, John Wiley & Sons Ltd, Chichester, UK, 1996.
  45. Fente, J., Schexnayder, C., and Knutson, K., “Defining a Probability Distribution Function for Construction Simulation”, *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 126, No. 3, 2000, pp. 234-41.
  46. 交通部，臺北都會區大眾捷運系統三鶯線暨周邊土地開發綜合規劃報告書(核訂本)，民國 106 年。
  47. Chhikara, R. S. and Folks, J. L., *The Inverse Gaussian Distribution: Theory, Methodology, and Applications*, Marcel Dekker, Inc, New York, 1988.
  48. 馮正民、邱裕鈞，研究分析方法，建都文化，新竹市，民國 93 年。

