

不確定財務環境下之 BOT 計畫自償率與財務 資源分配分析

Analysis of Self-liquidation Ratio and Financial Resource Allocation for BOT Projects with Uncertain Finance Environment

康熙宗¹ Chao-Chung Kang 馮正民² Cheng-Min Feng 羅文聖² Wen-Shen Lo
靜宜大學企業管理學系 國立交通大學交通運輸研究所

¹Department of Business Administration, Providence University and ²Institute of
Traffic and Transportation, National Chiao Tung University

(Received April 19, 2006; Final Version December 27, 2006)

摘要：自償率或淨現值法常被用來評估BOT計畫財務效益分析之用。但是，這些指標僅止於說明計畫是否具備投資可行性，無法有效詮釋政府或融資者對計畫財務能力之貢獻，亦無法解釋政府、融資者與民間公司在計畫中之財務分配問題。因而，本文目的在於利用數學規劃概念，分別構建修正自償率與法定自償率數學規劃模式，並以台北港BOT計畫進行實證分析。研究結果顯示，考量計畫財務資源，得修正自償率為1.584093，法定自償率為1.349319，此較政府所評估之自償率1.16為高。若將財務影響因素納入考慮，修正自償率與法定自償率分別降為1.527719與1.302056，但亦較1.16為高，民間尋求融資機構更多的協助，從而降低其投資風險。經本文分析顯示，政府或融資者參與本計畫與否，對於提升計畫自償能力影響甚鉅。同時，本文模式可解釋三者之財務分配情形，改善現行自償率之缺失。

關鍵詞：BOT計畫、自償率、數學規劃、財務資源分配

* 本研究承行政院國家科學委員會補助，編號NSC 94-2415-H-126-002，謹此致謝。本文部分成果發表於第二十屆運輸學會學術論文研討會。

Abstract: The self-liquidation ratio (SLR) or net present value (NPV) has been widely used to evaluate the financial effect of Build, Operation and Transfer (BOT) projects by some studies. However, they are good only for demonstrating the financial potential of an investment project, not able to show financial ability of the BOT projects invested by public or financial institutions or fail to display the financial investment resources allocation in financial project among private, financial institutions, and public sector. The purpose of this study is to formulate the mathematical programming and fuzzy programming models for analyzing the SLR and SLR-extension indexes respectively by using the mathematical programming approach. Meanwhile, The Taipei Port BOT project was conducted as the case study to measure SLR-extension and SLR, respectively and the result shows that the SLR-extension values computed by programming model and fuzzy programming models are higher than that of the SLR for Taipei Port BOT Projects. From which we learn that these models developed herein can demonstrate the increasing financial ability of BOT projects with government joint-venture investment, and these models can also be applied to illustrate the phenomenon of the allocation in financial resources for BOT projects.

Keywords : BOT Project, SLR, Mathematical Programming, Financial Resource Allocation

1. 前言

在財務理論中之益本比 (Benefit Cost Ratio, B/C)、淨現值 (Net Present Value, NPV)、內部報酬率 (Internal Rate of Return, IRR) 及還本期 (Payback Period, PP) 等方法常被用來評估計畫投資財務效益或契約選擇之用 (Asensio and Roca, 2001; Daniel, 2002; Hanspeter, 1973; Lohmann and Baksh, 1994; Ng and Skitmore, 2001; Chen *et al.*, 2002)。然而, 在Farrell (2001)、Finnerty (1996) 的書中則顯示國外BOT計畫採用NPV法來評估計畫之財務可行性。以國內而言, 政府訂定「促進民間參與公共建設法 (簡稱促參法)」與相關細則作為推動BOT計畫之依據。就促參法細則而言, 自償率 (Self Liquidation Ratio, SLR) 是政府推動公共建設民營化重要指標, 意義說明BOT計畫之營運期收入可用來償還興建期成本之比例 (交通部, 民88; 公共工程委員會, 民90)。該指標高低除顯示BOT計畫財務自償能力外, 更重要的是在區別BOT計畫建設資金籌措來源, 顯示政府、民間與融資機構之間的出資比例關係。因此, 自償率已成為BOT計畫的重要評比項目, 其重要性不可言喻。

然就自償率定義來看, 實與益本比定義無異 (陳天賜、徐榮崇, 民84; 馮正民、鍾啓椿, 民86; 黃明聖, 民86; 康熙宗等, 民93A)。晚近, 國內外許多文獻討論到BOT計畫的自償率議題,

如陳天賜、徐榮崇 (民84) 探討自償率之適用條件, 比較自償率與NPV、IRR之間的關係。Chang and Chen (2001) 利用自償率指標, 分析不同財務情境下之高速鐵路BOT計畫財務能力; 黃明聖 (民86) 釐清「完全由政府投資自償率」與「民間參與投資自償率」概念上的差異, 其認為政府所訂定之自償率與民間參與投資之自償率在租稅適用條件有異。另外, 康熙宗等 (民93A) 認為自償率不能解釋投資者及參與者之間的財務關係, 進而構建BOT計畫之政府財務回收率、政府出資率、民間出資率與權利金的財務模式。

就推動BOT計畫而言, 國內之高雄捷運BOT計畫、台灣高鐵BOT計畫在興建期間資金來源, 除民間自有資金外, 尚一直要求融資者增資或政府資金挹注, 以利推動建設。此財務挹注之要求遂引發政府、融資者與投資者在財務資源或出資比率之爭論。按BOT計畫理論而言, 政府與融資機構對計畫之財務挹注, 當有助於提升計畫財務能力。可是, 現行自償率並不納入政府之財務挹注, 以致產生政府、融資者與投資者在計畫中之財務資源分配的爭論。因此, 以自償率或淨現值法評估BOT計畫之財務可行性, 其僅止說明有無財務效益而已, 根本無法有效詮釋參與者、投資者或融資機構之間的財務分配問題, 而此一研究課題卻是相關研究所忽略。

另外, 文獻以淨現值法或自償率來評估BOT計畫之財務效益、最低承買價格保證與保證運量等議題, 皆假設某些財務因子在未來期間不變。但考量BOT計畫具備特許期很長特性, 因而, 此財務分析之假設條件顯與實際財務變動特性不符。而晚近已有許多文獻討論財務規劃、財務投資、財務決策之模糊化問題 (Buckley, 1987; Chorafas, 1996; Chui and Park, 1994; Kahraman *et al.*, 2000; Dompere, 1997; Wang and Liang, 1995)。如Buckley (1987) 以模糊數概念發展Fuzzy NPV、Fuzzy IRR指標分析投資計劃。此觀念後來被Wang and Liang (1995) 及Kahraman *et al.* (2000) 擴展, 發展模糊現值 (Fuzzy Present Value)、模糊利率 (Fuzzy Interest Rate)、模糊B/C (Fuzzy B/C), 並運用於投資計劃評估模糊分析 (Dompere, 1997; Wang and Liang, 1995)。而康熙宗等 (民93B) 亦採用Buckley (1987); Kahraman *et al.* (2000); Wang and Liang (1995) 之概念, 將BOT計畫自償率予以模糊化, 解釋影響BOT計畫財務因子變動之影響問題。

雖然已有文獻提出淨現值法、自償率、模糊淨現值或模糊自償率可用來分析BOT計畫之財務效益問題。唯上述指標隱含投資計畫財務資源沒有限制, 可有效估計未來財務現金流量。但是, Xing and Wu (2000) 以益本比分析大陸電廠BOT計畫成本效益問題, 其利用Bi-level Programming法探討特許公司與政府對於電力訂價課題。此外, 邱裕鈞、沈秋美 (民94) 以數學規劃方法討論自償率與權利收取問題, 說明在計畫財務資源條件下進行權利金規劃與收取。在Xing and Wu (2000) 與邱裕鈞、沈秋美 (民94) 的研究概念中, 隱含BOT計畫之財務資源有限。而就BOT計畫推動而言, 特許公司、融資者或政府實際上會受到相關法規之規範, 進行財務規劃、財務資源分配與資金挹注, 進而有效提升計畫財務能力與執行程度。因此, 考量計畫之財務資源條件與財務不確定環境, 進而修改自償率之缺失, 有效詮釋BOT計畫三者之間的財務資

源分配，此為本文之目的。本文內容結構共分五大部份，除將研究動機、目的、文獻說明於前言；第二部份說明研究問題；第三部份為模式構建；第四部份為實證分析；最後為結論與建議。

2. 研究問題說明與自償率之區分

2.1 研究問題說明

本文茲將研究問題說明如下。

假設某項公共建設計畫政府採用BOT方式辦理，政府與特許公司簽訂所謂BOT計畫特許契約，契約載明政府出資比例，特許公司最低出資比例，融資機構可參與融資範圍。政府出資比例可直接或間接參與該計畫，但政府受到相關金融法規之規範，政府出資有其上限。融資機構考量計畫之可行性、風險程度或可追索程度決定計畫聯貸額度。特許公司雖有其自有資金，但所投入自有資金亦有其上限，並期望藉由金融市場獲取較多資金挹注。由此看來，特許公司、政府與融資機構投入於BOT計畫之財務資源並非沒有限制。但是，政府在訂定自償率指標時，卻隱含民間機構可充分提供興建期之建設成本資金所需。然，綜觀國外BOT計畫失敗案例而言(UNIDO, 1996)，興建期資金來源是否充足是影響BOT計畫成功要素之一。如此一來，無論採用NPV法(Farrell, 2001; Finnerty, 1996)或自償率來評估BOT計畫的財務可行性，皆應考慮政府、特許公司及融資機構之財務資源條件，從而解釋政府或融資者之參與有助於提升BOT計畫之財務能力。

其次，因BOT計畫之特許期間甚長，因此計畫之部分收入或成本支出項或可能受利率、物價上漲率、躉售物價上漲率、中長期放款利率等財務因子之影響而有所變動。而傳統計畫財務評估分析對這些影響因子假設為固定，例如假設「物價上漲率%為3.5」、「中長期放款利率為7%」等來計算。但是實際上，未來財務環境應屬不確定，諸如這些財務因子具有「物價上漲率大約在3.5%上下變動」、「躉售物價上漲率大約4%」、「中長期放款利率大約7%左右變動」的特性。這些變異產生計畫財務能力之風險變異來源之一。因此，在討論自償率之修正時亦應一併考量。

2.2 定義說明

雖然自償率在計算與應用有其方便之處，唯按「促進民間參與公共建設法實行細則第三十二條第一項」之定義，自償率為：

「營運評估年期內建設計畫與附屬事業各年現金淨流入現值總額與工程興建年期內所有工程建設經費各年現金流出現值總額之比值」。

按此定義，該指標之分母項目為建設成本，並期望此建設成本來自民間機構。但是，業者通常於特許契約時要求政府在興建期提供協辦或承諾事項之建設；可是，此成本卻不納入自償率中。以致於產生，縱是融資機構增資或政府於興建期提供應辦或承諾事項的建設，均非屬計畫之財務貢獻項目。換言之，現行自償率根本無法提供「政府協助與融資機構參與有助於提升計畫之財務自償能力」佐證。

由於自償率無法釐清政府承諾應辦事項，因此，康熙宗等（民93B）建議將自償率區分法定自償率與修正自償率。此法定自償率即是促參法所規定之自償率，而修正自償率（SLR in general）則定義為：

修正自償率 = 營運評估期內各年現金流入現值總額 / ((公共建設計畫工程興建年期內所有工程建設 + 政府承諾於興建期應辦事項) 之現值總額)

此修正自償率是將政府承諾或應辦事項納入考慮，但是出現一個問題。舉例而言，假設有一個BOT計畫，無業外收入，其營收淨現值項目為120億，民間投資興建成本淨現值100億元，政府承諾與應辦事項投資50億之建設成本（淨現值）。按促參法之自償率定義，計算自償率為 $120/100 = 1.2$ 。若考量政府應辦事項後，原來自償率公式並無法納入計算，唯按上式修正自償率計算，得 $120/(100+50) = 0.8$ 。由於計畫之營運期仍為120億元，因分母項目變大，此自償率不增反減（由1.2降至0.8）。

因康熙宗等（民93B）所擬定之修正自償率與法定自償率，主要差別在於修正自償率之分母項考慮政府應辦事項。但考量融資機構在BOT計畫中所扮演之資金挹注角色，我們再將上式修改為：

$$\text{修正自償率} = \frac{\text{營運評估期內各年現金流入現值總額}}{(\text{民間在興建期內所有建設成本} + \text{政府承諾應辦事項成本} + \text{融資額度})\text{之現值總額}} \quad (1)$$

承上例子，若銀行機構對該BOT計畫予以融資30億元（淨現值），按式(1)計算，得修正自償率為 $120/(100+50+30) = 0.666$ 。此顯示，納入政府與融資機構後，其修正自償率不增反減（由1.2降至0.8再降至0.666）。此說明，當政府予以計畫之財務挹注，反而降低計畫之財務能力，此顯得不合理。而康熙宗等（民93B）之研究即犯了此一缺失。換言之，單從自償率或修正自償率公式根本不能顯示政府或融資機構在BOT計畫對財務參與之必要性。

2.3 研究限制與範圍

由於本文係討論BOT計畫自償率財務議題，因此，假設BOT計畫已具備經濟效益。另外，理想上，探討BOT計畫財務自償課題應兼採政府與民間財務資料進行試算，但由於民間投資者之財務計畫資料無法取得，故以政府所公告之BOT財務計畫書資料進行試算。其次，在計算自

償率或修正自償率時，應將 BOT 計畫之業外收入納入計算。但因不同 BOT 計畫，其業外收入不同，項目或許差異甚大，不易確認，且部分 BOT 計畫可能僅有業內收入無業外收入。同時，以政府角度而言，政府並無法於招標須知內規範計畫之業外項目，乃至於須於特許談判進一步確認業外收入項目。因此，為簡化分析起見，本文於模式構建時，暫不考慮此項收入。然而，若 BOT 計畫具有業外收入，則按自償率定義，將對計畫財務自償能力評估與財務資源分配有影響，此影響程度的議題可為後續討論課題。

3. 模式構建

按本文之法定自償率為：

$$SLR = \frac{\sum_{t=n+1}^N [(R_t - C_t^0)/(1+i)^t]}{\sum_{t=0}^n (C_t/(1+i)^t)} \quad (2)$$

其中， t 為年期， $t = 0, \dots, N$ ；式(2)之興建期為 $t = 0, \dots, n$ ，營運期為 $t = n+1, \dots, N$ ； R_t 為 t 時點之營運收入項，此營運收入包含計畫營運收入、附屬事業收入、資產設備處分收入； C_t^0 為營運期內之第 t 期營運支出項； C_t 為興建期之第 t 期興建支出項，該興建支出項包含營運維修成本及重置成本(不含稅與利息支出)， i 為折現率，各變數值大於等於零。通常此 C_t 係由特許公司所支付，即 C_{pt} 。若政府答應民間特許公司承諾於興建期之第 t 期事項，即可令 C_{gt} 為興建期之第 t 期政府承諾事項。另外，若融資機構參與該計畫之融資，則令 C_{Bt} 為計畫第 t 期融資額度。故式(2)可修改為式(3)，並定義為修正自償率。

$$SLR_{extend} = \frac{\sum_{t=n+1}^N [(R_t - C_t^0)/(1+i)^t]}{\sum_{t=0}^n ((C_{pt} + C_{gt} + C_{Bt})/(1+i)^t)} \quad (3)$$

當且不考慮政府出資、無政府承諾應辦事項及融資機構時，則修正自償率即為法定自償率。

3.1 修正自償率數學規劃模式

若某 BOT 計畫，除特許公司出資外，特許公司要求政府提供必要協助，如直接參與計畫之部分或連外道路興建等，此等事項我們以政府應辦事項定義之。而通常在 BOT 計畫過程中或存

有特許公司與政府之間的爭議事項，若政府承諾此爭議事項為政府應辦理事項，則政府出資之上限將包含政府應辦事項與爭議事項之工程，亦即 $C_{gt}^a + C_{gt}^b = C_{gt}$ 。其中， C_{gt}^b 為政府與特許公司之間的爭議事項於第 t 期之支出； C_{gt}^a 為政府於第 t 期之承諾辦理事項。政府出資下限為政府之應辦事項，出資下限為 $C_{gt}^a \leq C_{gt}$ 。再將每年期折現至興建期期初，則政府之出資條件為

$$\sum_{t=1}^n C_{gt}^a / (1+i)^t \leq \sum_{t=1}^n C_{gt} / (1+i)^t \leq \sum_{t=1}^n C_{gt}^a / (1+i)^t + \sum_{t=1}^n C_{gt}^b / (1+i)^t \quad (4)$$

式(4)說明，若政府無承諾應辦事項，亦無爭議事項，則可視為政府不出資，此時， $\sum_{t=0}^n C_{gt} / (1+i)^t = 0$ 。在特許公司出資方面，特許公司出資用於兩個部分，一為興建期之興建成本，二為營運期之營運成本，此營運期成本為式(3)之分子；興建期興建成本為式(3)之分母。以政府觀點而言，政府期望民間出資上限能包含所有興建期之總工程費支出，但特許公司則期望政府出資能越多越好。因此，民間出資下限可不出資，此時BOT計畫回到政府公辦方式辦。若民間出資，其上限為該計畫之興建總成本，將此民間出資折現至興建期期初，故限制條件為：

$$0 < \sum_{t=1}^n C_{pt} / (1+i)^t \leq \sum_{t=1}^n C_t / (1+i)^t \quad (5)$$

BOT計畫若有融資機構加入，可提升計畫之財務融資可行性，降低投資者投資風險。若特許公司透過融資機構進行融資貸款，此時須考慮融資機構出資條件。一般而言，融資機構以償債比率 (Debt Service Coverage Ratio, DSCR) 作為融資衡量指標，且要求至少須大於1.25 (Finnerty, 1996)。該償債比例定義為

$$DSCR = (\text{當年期息稅前盈餘} + \text{折舊攤提}) / (\text{到期償債本金} + \text{利息}) \geq 1.25 \quad (6)$$

利用式(6)觀念，得每期償債本金(A_t)為：

$$A_t \leq ((R_{bt} + D_t) / 1.25) - I_t \quad (7)$$

其中， R_{bt} 為第 t 期年息稅前盈餘； D_t 為第 t 期折舊攤提； A_t 為每期償債本金； I_t 為每期之利息。若BOT計畫共有 N 年，故融資機構出資最大金額為：

$$\sum_{t=1}^N A_t \leq \left(\sum_{t=1}^N R_{bt} + \sum_{t=1}^N D_t \right) / 1.25 - \sum_{t=1}^N I_t \quad (8)$$

利用式(8)可計算BOT計畫 N 年之到期償債本金總額，此為融資銀行可融資貸款之最大金額上限。若利息、折舊攤提、當期年息盈餘為已知，則可得每期之「到期償債本金」，即 A_t ，此為銀行機構於該年可融資金額。再將每期折現至興建期期初，則融資機構融資上限為不出融資機構之最大金額，限制條件為：

$$0 \leq \sum_{t=1}^N C_{Bt} / (1+i)^t \leq \sum_{t=1}^N A_t / (1+i)^t \quad (9)$$

其中， C_{Bt} 融資銀行出資額。融資機構可不出資，若融資機構出資，則其上限條件為 $\sum_{t=1}^N A_t / (1+i)^t$ 。由於BOT計畫資金主要來自私有部門，私有部門資金來自於特許公司自有資金與融資機構貸款部分，即 $C_{pt} + C_{Bt}$ 兩部份。為避免特許公司只向融資機構融資而不出錢，政府一般在招標須知或於特許契約內載明融資機構與特許公司之間的出資比例。假設特許公司自籌款部分佔整個民間出資比例為 w ，融資機構之融資額度佔整個民間出資比例為 $1-w$ ，若政府於招標須知內公告或於特許契約內要求特許公司之自有資金不得低於某一比例，則此限制條件

為 $\frac{\sum_{t=1}^n C_{pt} / (1+i)^t}{\sum_{t=1}^n C_{Bt} / (1+i)^t} \geq \frac{w}{(1-w)}$ ，左右移項運算得

$$(1-w) \sum_{t=1}^n C_{pt} / (1+i)^t \geq w \sum_{t=1}^n C_{Bt} / (1+i)^t \quad (10)$$

另外，考量BOT計畫資金來源有來自民間公司、政府出資與融資機構，故將計畫之興建期支出加上政府應辦事項工程款之上限及融資機構之出資的總額即是該計畫之興建總經費，亦即BOT計畫之建設經費來自於政府、民間與融資機構之資金，若將每期折現至興建期之期初，且此三者出資總額為原招標須知所規範之計畫經費，則此限制條件為

$$\sum_{t=1}^n (C_{pt} / (1+i)^t) + \sum_{t=1}^n (C_{Bt} / (1+i)^t) + \sum_{t=1}^n (C_{gt} / (1+i)^t) = \sum_{t=1}^n (C_t / (1+i)^t) \quad (11)$$

由式(3)至式(11)之財務限制說明可知，考量政府、民間特許公司與融資機構之財務資源，衡量BOT計畫之修正自償率時，可將問題模式化如下：

[NLP1]：

$$\text{Max } SLR_{\text{extend}} = \frac{\sum_{t=n+1}^N [(R_t - C_t^0)/(1+i)^t]}{\sum_{t=1}^n (C_{pt}/(1+i)^t) + \sum_{t=1}^n (C_{gt}/(1+i)^t) + \sum_{t=1}^n (C_{Bt}/(1+i)^t)} \quad (12)$$

$$\text{s.t } \sum_{t=1}^n C_{gt}^a/(1+i)^t \leq \sum_{t=1}^n C_{gt}/(1+i)^t \leq \sum_{t=1}^n C_{gt}^a/(1+i)^t + \sum_{t=1}^n C_{gt}^b/(1+i)^t \quad (13)$$

$$0 < \sum_{t=1}^n C_{pt}/(1+i)^t \leq \sum_{t=1}^n C_t/(1+i)^t \quad (14)$$

$$\sum_{t=1}^N A_t \leq (\sum_{t=n+1}^N R_{bt} + \sum_{t=1}^N D_t)/1.25 - \sum_{t=1}^N I_t \quad (15)$$

$$0 \leq \sum_{t=1}^n C_{Bt}/(1+i)^t \leq \sum_{t=1}^n A_t/(1+i)^t \quad (16)$$

$$(1-w) \sum_{t=1}^n C_{pt}/(1+i)^t \geq w \sum_{t=1}^n C_{Bt}/(1+i)^t \quad (17)$$

$$\sum_{t=1}^n (C_{pt}/(1+i)^t) + \sum_{t=1}^n (C_{Bt}/(1+i)^t) + \sum_{t=1}^n C_{gt}/(1+i)^t = \sum_{t=1}^n (C_t/(1+i)^t) \quad (18)$$

$$\sum_{t=1}^n (C_{pt}/(1+i)^t) > 0; \sum_{t=1}^n (C_{Bt}/(1+i)^t) \geq 0; \sum_{t=1}^n (C_{gt}/(1+i)^t) \geq 0; w \geq 0 \quad (19)$$

由於本文以政府觀點來探討BOT計畫自償率課題。一般而言，政府在推動某項BOT計畫時，所考量不僅兼具財務效益可行，亦在追求計畫外在效益目標。而根據本文前述研究範圍與假設條件，係假設BOT計畫已具備經濟效益，故此數學規劃模式以單目標來表示。而限制式則說明，考量政府自身財務出資條件、民間出資條件以及融資機構所能提供之財務資源條件，追求該計畫自償率最大化，亦即政府希望該計畫之財務效益越大越好。因式(3)之修正自償率屬非線性，故此問題屬非線性規劃模式。模式中之決策變數分別為 $\sum_{t=1}^n (C_{pt}/(1+i)^t) > 0$; $\sum_{t=1}^n (C_{Bt}/(1+i)^t) \geq 0$; $\sum_{t=1}^n (C_{gt}/(1+i)^t) \geq 0$; $w \geq 0$ ，決策變數不為負。 w 變數一般會於招標須知內公告，故 w 為給定變數，屬外生變數，不再是決策變數。值得一提的是，模式中考量民間業者、政府與融資者三個角色，此三者皆有其不同折現率的考量。理想上，折現率之設定尚須考量BOT計畫屬於何種事業，再利用相關上市公司資料進行求解與設定 (張大成等，民93)。但本文主要是提出修正自償率之分析架構。因此，為簡化分析起見，模式中之折現率設定暫時不予以區別，後續研究可將此議題納入考量與修正。

3.2 法定自償率數學規劃模式

因法定自償率與修正自償率之差異在於有無 C_{gt} 與 C_{Bt} ，故延續[NLP1]模式，將修正自償率目標式改為式(20)。因假設政府對特許公司無承諾事項與應辦事項，故限制式中可不考慮此部份，即[NLP1]模式之限制式(4)可不納入限制式中。又特許公司向融資機構進行融資，故融資機構之融資上下限條件不變，民間特許公司之出資條件，及民間公司與融資機構之間的出資比例條件如式(21)至(25)。此部份與修正自償率數學規劃模式之限制式(5)至(10)相同。而原來限制式(11)中因無政府出資部份，故修改為限制式(21)，目標式仍為非線性，此修正自償率數學規劃模式如[NLP2]所示。

[NLP2]:

$$\text{Max } SLR = \frac{\sum_{t=n+1}^N [(R_t - C_t^0)/(1+i)^t]}{\sum_{t=1}^n ((C_{pt}/(1+i)^t)} \quad (20)$$

$$\text{s.t. } 0 < \sum_{t=1}^n C_{pt}/(1+i)^t \leq \sum_{t=1}^n C_t/(1+i)^t \quad (21)$$

$$\sum_{t=1}^N A_t \leq (\sum_{t=1}^N A_t + \sum_{t=1}^n D_t)/1.25 - \sum_{t=1}^n I_t \quad (22)$$

$$0 \leq \sum_{t=1}^n C_{Bt}/(1+i)^t \leq \sum_{t=1}^n A_t/(1+i)^t \quad (23)$$

$$(1-w) \sum_{t=1}^n C_{pt}/(1+i)^t \geq w \sum_{t=1}^n C_{Bt}/(1+i)^t \quad (24)$$

$$\sum_{t=1}^n (C_{pt}/(1+i)^t) + \sum_{t=1}^n (C_{Bt}/(1+i)^t) = \sum_{t=1}^n (C_t/(1+i)^t) \quad (25)$$

$$\sum_{t=1}^n (C_{pt}/(1+i)^t) > 0; \sum_{t=1}^n (C_{Bt}/(1+i)^t) \geq 0; w \geq 0 \quad (26)$$

在[NLP2]中之決策變數為 $\sum_{t=1}^n (C_{pt}/(1+i)^t) > 0$; $\sum_{t=1}^n (C_{Bt}/(1+i)^t) \geq 0$ 與 $w \geq 0$ 。同理，若招標須知已公告民間與融資機構之間的出資比例，此 w 可為給定變數，非決策變數。另外，模式中之折現率設定如[NLP1]所述，不再贅述。

3.3 修正自償率與法定自償率之模糊數學規劃模式

在2.1節中，本文討論到BOT計畫之部分收入或成本支出項可能受到利率、物價上漲率、躉售物價上漲率、中長期放款利率等財務因子之影響而有所變動，產生不確定之財務環境。而文獻上已有採用模糊理論概念處理此一課題 (Buckley, 1987; Chorafas, 1996; Chui and Park, 1994; Kahraman *et al.*, 2000; Dompere, 1997; Wang and Liang, 1995)。如Tseng and Tzeng (2002) 所構建之模糊ARIMA預測模式即屬之。而康熙宗等(民93B)將這些財務因子模糊化並納入自償率，解釋自償率變動情形。除外，邱裕鈞、沈秋美(民94)亦利用模糊特性解釋BOT計畫之不確定需求問題。

若BOT計畫之營收與成本項受到上述財務因子的影響，故可利用模糊數 (Fuzzy Number) 與模糊四則運算概念進行推導。由於模糊數型態甚多，如一般化梯形模糊數 (Generalized Trapezoidal Fuzzy Numbers)、三角形模糊數 (Triangular Fuzzy Number)、Z形模糊數。而依據Baets and Kerre (1993) 研究顯示，三角形模糊數為一般化梯形模糊數之特例，此三角形模糊數較其他形態模糊數更可反應不確定性因素。故我們假設這些財務變動因子之模糊數為三角模糊函數。利用此概念，我們可以以上下模糊隸屬關係來表達「折現率大約3.5%」之模糊概念 (Buckley, 1987)。以折現率而言，利用三角模糊數概念可將折現率模糊化為 $\tilde{i} = (i_L, i_M, i_U)$ ，其中， i_L, i_M, i_U 分別代表折現率之下限值、中間值與上限值，概念如圖1所示。

同理，其他之利率、物價上漲率、躉售物價上漲率、中長期放款利率等項亦可按模糊理論概念進行模糊化及模糊四則運算 (康熙宗等93B)。因營收、成本項為折現率、利率、物價上漲率、躉售物價上漲率、中長期放款利率等項之函數，故營收與成本受到財務因子影響產生模糊變動特性，即 \tilde{R}_t 、 \tilde{C}_t ，其餘營運成本及其他成本項亦可模糊化。

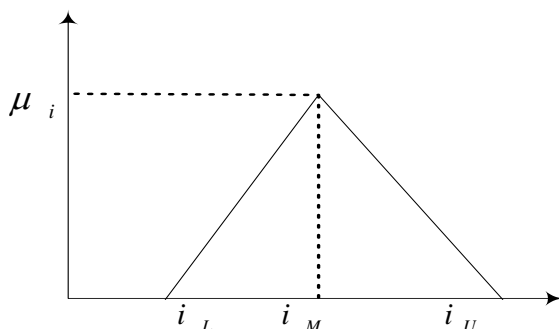


圖1 折現率模糊數

則可將[NLP1]與[NLP2]模式進行模糊化，產生修訂自償率模糊數學規劃模式[FNLP3]與法定自償率模糊數學規劃模式[FNLP4]。在[NLP1]與[NLP2]中，因 w 為BOT計劃公告招標載明政府與民間之出資比例，為固定值。另外，[FNLP1]與[FNLP2]中之變數定義如[NLP1]變數之定義。

[FNLP3]：

$$\tilde{S}\tilde{L}\tilde{R}_{extend} = \frac{\sum_{t=n+1}^N [(\tilde{R}_t - \tilde{C}_t^0)/(1 + \tilde{i})^t]}{\sum_{t=1}^n (\tilde{C}_{pt}/(1 + \tilde{i})^t) + \sum_{t=1}^n (\tilde{C}_{gt}/(1 + \tilde{i})^t) + \sum_{t=1}^n (\tilde{C}_{Bt}/(1 + \tilde{i})^t)} \quad (27)$$

$$\text{s.t. } \sum_{t=1}^n \tilde{C}_{gt}^a/(1 + \tilde{i})^t \leq \sum_{t=1}^n \tilde{C}_{gt}/(1 + \tilde{i})^t \leq \sum_{t=1}^n \tilde{C}_{gt}^a/(1 + \tilde{i})^t + \sum_{t=1}^n \tilde{C}_{gt}^b/(1 + \tilde{i})^t \quad (28)$$

$$\sum_{t=1}^n \tilde{C}_{pt}/(1 + \tilde{i})^t \leq \sum_{t=1}^n \tilde{C}_t/(1 + \tilde{i})^t \quad (29)$$

$$\sum_{t=1}^N \tilde{A}_t \leq ((\sum_{t=n+1}^N \tilde{R}_{bt} + \sum_{t=1}^N \tilde{D}_t)/1.25) - \sum_{t=1}^N \tilde{I}_t \quad (30)$$

$$\sum_{t=1}^n \tilde{C}_{Bt}/(1 + \tilde{i})^t \leq \sum_{t=1}^n \tilde{A}_t/(1 + \tilde{i})^t \quad (31)$$

$$(1 - w) \sum_{t=1}^n \tilde{C}_{pt}/(1 + \tilde{i})^t \geq w \sum_{t=1}^n \tilde{C}_{Bt}/(1 + \tilde{i})^t \quad (32)$$

$$\sum_{t=1}^n (\tilde{C}_{pt}/(1 + \tilde{i})^t) + \sum_{t=1}^n (\tilde{C}_{Bt}/(1 + \tilde{i})^t) + \sum_{t=1}^n (\tilde{C}_{gt}/(1 + \tilde{i})^t) = \sum_{t=1}^n (\tilde{C}_t/(1 + \tilde{i})^t) \quad (33)$$

$$\sum_{t=1}^n (\tilde{C}_{pt}/(1 + \tilde{i})^t) > 0; \sum_{t=1}^n (\tilde{C}_{Bt}/(1 + \tilde{i})^t) \geq 0; \sum_{t=1}^n (\tilde{C}_{gt}/(1 + \tilde{i})^t) \geq 0; w \geq 0 \quad (34)$$

[FNLP4]：

$$\text{Max } \tilde{S}\tilde{L}\tilde{R} = \frac{\sum_{t=n+1}^N [(\tilde{R}_t - \tilde{C}_t^0)/(1 + \tilde{i})^t]}{\sum_{t=1}^n ((\tilde{C}_{pt}/(1 + \tilde{i})^t))} \quad (35)$$

$$\text{s.t. } 0 < \sum_{t=1}^n \tilde{C}_{pt}/(1 + \tilde{i})^t \leq \sum_{t=1}^n \tilde{C}_t/(1 + \tilde{i})^t \quad (36)$$

$$\sum_{t=1}^N \tilde{A}_t \leq ((\sum_{t=1}^N \tilde{A}_t + \sum_{t=1}^N \tilde{D}_t)/1.25) - \sum_{t=1}^N \tilde{I}_t \quad (37)$$

$$0 \leq \sum_{t=1}^n \tilde{C}_{Bt} / (1 + \tilde{i})^t \leq \sum_{t=1}^N \tilde{A}_t / (1 + \tilde{i})^t \quad (38)$$

$$(1 - w) \sum_{t=1}^n \tilde{C}_{pt} / (1 + \tilde{i})^t \geq w \sum_{t=1}^n \tilde{C}_{Bt} / (1 + \tilde{i})^t \quad (39)$$

$$\sum_{t=1}^n (\tilde{C}_{pt} / (1 + \tilde{i})^t) + \sum_{t=1}^n (\tilde{C}_{Bt} / (1 + \tilde{i})^t) = \sum_{t=1}^n (\tilde{C}_t / (1 + \tilde{i})^t) \quad (40)$$

$$\sum_{t=1}^n (\tilde{C}_{pt} / (1 + \tilde{i})^t) > 0; \sum_{t=1}^n (\tilde{C}_{Bt} / (1 + \tilde{i})^t) \geq 0; w \geq 0 \quad (41)$$

4. 實例分析

本文以「台北港貨櫃儲運中心BOT計畫」為例，利用本文所構建之模式，分析台北港BOT計畫之法定自償率與修正自償率課題。為進行模式之驗證，首先將台北港貨櫃儲運中心BOT計畫背景說明如下。

4.1 台北港BOT計畫背景說明

依照「徵求民間機構參與興建暨營運台北港貨櫃儲運中心-建設計畫書」（以下簡稱台北港貨櫃儲運中心 BOT 計畫）(交通部基隆港務局，民 90) 之研究內容，該港位於台北縣八里鄉濱海地區，港區設有貨櫃儲運中心、石化油品區、一般散雜貨區與物流中心區；其中，貨櫃儲運中心因運送貨物性質適合促參法第八條之規定，公告徵求民間機構參與投資興建暨營運，將貨櫃儲運中心之七席貨櫃碼頭交由民間機構投資興建暨營運 (即 BOT 方式)。投資內容摘述如下：

本計畫特許期限為 50 年，假設民國 90 年初簽訂特許契約，特許期間為民國 90 年~139 年，施工期為民國 90 年~99 年，民間興建七座碼頭，其中，西六、西七號碼頭先於民國 93 年底完工，94 年初先行開放營運；西六~西九碼頭及櫃場等營運設施於民國 96 年底全數完工；西十~十二碼頭及櫃場等營運設施工程於民國 99 年底前完成，民國 100 年全部開放營運。運量方面，民國 94~95 年西六、西七號碼頭完工開放營運後，假設年裝卸量為 50 萬 TEU；至民國 97 年 4 席碼頭全部完工營運後，年裝卸量達 100 萬 TEU；民國 100 年 7 席碼頭全部開放營運後，年裝卸量達 175 萬 TEU，此運量維持至民國 139 年特許期限終止(上述裝卸量不含翻艙櫃)。假設營利事業所得稅為 25%，另依促參法第三十六條規定，特許公司於所投資之港埠設施開始營運後，有課稅所得年度起，得免繳納營利事業所得稅年限最長為 5 年，故以民國 94~98 年為免繳營所稅年期估算。另假設政府公債利率為 8%，物價上漲率為 3.5%。由於該計畫項目種類繁多，無法一一列舉，僅就該計畫之重要項目與重要參數設定整理如表 1，有關台北港計畫之詳細基本資料可參見該研究報告書。

表 1 台北港貨櫃儲運中心 BOT 計畫內容摘要

項目	內容摘要
特許年限	50 年
計畫階段	2001 年議約；興建期：2001-2007 年；營運期：2005-2050 年
碼頭數	七座
計畫總成本(含政府事先承諾應辦事項成本)	新台幣 11126.67 百萬元(90 年幣值)
計畫運量	a.預估 2005-2006 年，2 個碼頭完工營運：50 萬 TEU/年 b.2007 年，1 個碼頭完工營運：增加至 80 萬 TEU/年 c.2008 年完成其餘 4 座碼頭：增加至 100 萬 TEU/年 d.2009-2050 年：維持 175 萬 TEU/年
特許營運範圍	a.7 座碼頭及倉儲區專屬經營權；土地地上權 b.經營內容：船舶碇泊、貨櫃裝卸、轉運、運輸、倉儲、貨櫃維修業務
政府公債利率	假設為 8%
免納營利事業所得稅	年限最長為 5 年，以民國 94~98 年為免繳營所稅年期，營利事業所得稅為 25%。
補貼	無政府補貼

資料來源：「徵求民間機構參與興建暨營運台北港貨櫃儲運中心-建設財務報告書」(交通部基隆港務局，民90)

4.2 修正自償率數學規劃模式之實證分析

根據4.1節之BOT計畫背景描述，利用台北港BOT計劃之財務資料進行[NLP1]模式之驗證，茲將問題模式 (Problem Formulation) 如下。

因模式之限制條件分別考量政府、特許公司與融資機構，故模式之限制式分別就此三個機構說明。

(1) 政府出資條件

根據「促進民間參與公共建設法實行細則第三十二條第一項」規定：「政府主辦機關對民間機構補貼利息或投資其建設之一部分時，應於先期計畫書中，擬定自償補貼利息或投資建設之方式及上限，並載明於公告」。另外對於所謂應辦事項係指政府必須以公權力介入之事項，意同於辦理必要公共設施興建工程，使民間於營運期時能完成營運狀態之應該辦理事項。但所謂應辦事項常有爭議不明。以台北港案為例，政府辦理事項與民間興建之地上權爭議部分如下：

A. 西五碼頭兼護岸工程

此部份工程牽涉及政府與民間協商之土地相交部分，若考慮民間出資最低情形下，此部份當作政府應辦事項，亦即為政府出資之下限，政府應辦事項之上限為政府應辦事項加上與地上權有爭議的興建工程費用部分。根據台北港BOT計畫之報告書資料，將此部份之事項整理如表2所示。

表2之政府應辦事項，其工程費係以每年現金流量計算並折現至興建期之期初，將表中之(1)、(2)與(3)合計即得政府應辦事項所應負擔費用，再加上有爭議之興建工程費用，共計2082百萬元，此為政府出資之上限。而政府出資之下限即是政府應辦事項之額度。此限制式為：

$$\sum_{t=1}^n C_{gt}^a / (1+i)^t \leq \sum_{t=1}^n C_{gt} / (1+i)^t \leq \sum_{t=1}^n C_{gt}^a / (1+i)^t + \sum_{t=1}^n C_{gt}^b / (1+i)^t$$

$\Rightarrow 1973 \leq \sum_{t=1}^n C_{gt} / (1+i)^t \leq 2082$ 。令 $C_G = \sum_{t=1}^n C_{gt} / (1+i)^t$ ， C_G 為政府出資額度，此限制式為 $1973 \leq C_G \leq 2082$ 。

(2) 民間出資限制條件

就政府觀點而言，民間出資上限包含所有興建期之總工程費支出，即民國90年至99年總興建支出金額20834百萬元，此為民間出資之上限值，下限為民間不出資，但若民間不出資則該計

表2 政府應辦事項明細表

政府辦理事項	事項內容	工程計算基礎	工程金額(百萬元)
(1)完成外廓防波堤設施	從民國92年6月從北外堤3960里到95年12月底前完成北外堤5270里	每公尺為120萬元，一共為1310公尺	1572百萬元
(2)西堤碼頭與12碼頭銜接段	垂直興建北外堤460公尺段	每公尺為120萬元，一共為460公尺	552百萬元
(3)聯外道路	93年前完成聯外道路之興建	總面積為86963.42平方公尺，一公頃為一千萬元	87百萬元
(4)西五碼頭兼護岸工程(有爭議的興建工程費用)	營運期開始前完成協階段工程	報告書中無清楚計算資料，只有結果	109.17萬元
工程費用總計	1.政府應辦事項(1)+(2)+(3)=2211百萬元 2.政府應辦事項+有爭議的興建工程費用(4)=2320百萬元		
工程費用折現	1.政府應辦事項為1973百萬元 2.政府應辦事項+有爭議的興建工程費用為2082百萬元		

畫不屬於BOT推動方式，故民間出資之限制條件為 $0 < \sum_{t=1}^n C_{pt} / (1+i)^t \leq 20834$ 。令 $C_p = \sum_{t=1}^n C_{gt} / (1+i)^t$ ， C_p 表示民間出資額度，故限制式為 $0 < C_p \leq 20834$ 。

(3) 融資機構出資限制條件

一般而言，BOT 計畫若有融資機構加入可提升該計畫之財務可行性，降低投資者風險。此融資機構一般以償債比率 (Debt Service Coverage Ratio, DSCR) 為融資之衡量指標，且要求每年度之 DSCR 必須大於 1.25 (Finnerty, 1996)。因台北港 BOT 計畫該計畫特許期為 50 年，故有 50 個評估式。依式(8)定義，將此 50 個式子加總折現至期初得融資機構之最大融資金額，此到期償債本金總額就是融資銀行介入之最大金額上限。故而，本文利用該計畫之財務資料中的利息、折舊攤提、當期年息盈餘之數據代入亦算，得每期之「到期償債本金」，共計 50 期，再將每期「到期償債本金」折現到第一年並且加總，即為融資銀行可融資總金額之上限金額為 6994 百萬元，故限制式為 $0 \leq \sum_{t=1}^N C_{Bt} / (1+i)^t \leq 6994$ 。令 $C_B = \sum_{t=1}^{50} C_{Bt} / (1+i)^t$ ， C_B 為融資機構出資總額，故限制式為 $0 \leq C_B \leq 6994$ 。

(4) 民間出資與融資銀行出資比例

政府在BOT計畫招標書中訂定民間與融資機構之間的出資比例主要是在避免民間只向融資銀行借錢，民間本身不出錢的問題。而根據台北港BOT計畫財務規劃書顯示，民間自籌款部分與融資貸款部分之比率為7:3。因此，依照式(10)，此限制式為 $0.7 \sum_{t=1}^n C_{pt} / (1+i)^t \geq 0.3 \sum_{t=1}^n C_{Bt} / (1+i)^t$ 。

由於BOT計畫之總支出為三個機構共同出資之總額，故將計畫之興建期支出+政府應辦事項工程款之上限+融資機構之出資的總額即該計畫之總經費。因政府出資上限為2082百萬元，又該BOT計畫之興建期與營運期之支出為20834百萬元，加上融資機構可融資額度，故計劃之總支出為22916百萬元，依限制式(10)可表示為 $C_p + C_B + C_G = 22916$ 。

按式(3)修正自償率定義，令收入項B為 $\sum_{t=n+1}^N [(R_t - C_t^0) / (1+i)^t]$ ，B=計畫營運收入+附屬事業收入+資產設備處分收入-不含利息、折舊之營運成本與費用-不含利息、折舊之附屬事業成本與費用-資產設備增資與更新支出。由於該BOT計畫無附屬事業項目，所以附屬事業收入、不含利息、折舊之附屬事業成本與費用可不考慮。故此收入項可改為收入B=計畫營運收入+資產設備處分收入-不含利息、折舊之營運成本與費用-資產設備增資與更新支出。令成本項部份(C)為 $\sum_{t=1}^n (C_{pt} / (1+i)^t) + \sum_{t=1}^n (C_{gt} / (1+i)^t) + \sum_{t=1}^n ((C_{Bt} / (1+i)^t)$ ，此成本項包含興建期興建成本、興建期融資成本、政府應辦工程事項成本。故C=興建期興建成本+興建期融資成本+政府應辦工程事項成本。

根據台北港BOT計畫之財務資料，該財務資料計算與計畫有關之計畫營運收入與成本等項目。與營運收入有關項目為折現加總至期初，成本項目則折現至興建期期初，相關收入與費用結果如表3所示。

利用前述所構建之法定自償率數學規劃與修正自償率數學規劃模式，再進一步利用表3資料來進行實例分析。為配合表3資料，本文將模式做以下轉換。

由於民間出資與融資機構出資部份用於營運期之營運成本、費用、資產設備更新支出及興建期之興建支出和興建期融資成本。因此，民間出資與融資機構出資之總額可寫成：

$$C_P + C_B = (\text{不含利息、折舊之營運成本與費用} + \text{資產設備增資與更新支出} \\ + \text{興建期興建支出} + \text{興建期融資成本}) \quad (42)$$

將式(42)移項運算得式(43)。

$$(\text{不含利息、折舊之營運成本與費用} + \text{資產設備增資與更新支出}) = \\ (\text{興建期興建支出} + \text{興建期融資成本}) - (C_P + C_B) \quad (43)$$

將式(43)代入目標式之分子項，整理為式(44)。

$$B = (\text{計畫營運收入} + \text{資產設備處分收入} + \text{興建期興建支出} + \text{興建期融資成本}) \\ - (C_P + C_B) \quad (44)$$

考量政府出資可能於興建期出資與營運期出資，故令 $C_G = C_G^b + C_G^o$ ，其中， $C_G^b = \sum_{t=1}^n C_{gt}^b / (1+i)^t$ 為政府於興建期出資金額； $C_G^o = \sum_{t=n+1}^{50} C_{gt}^o / (1+i)^t$ 為政府於營運期出資金額。因 C_G^b 與 C_G^o 分別表示政府於興建期與營運期之出資，故計劃之收入項(B)與成本項(C)可分別改寫為：

表3 台北港貨櫃中心自償率會計項目實際金額計算表

計畫營運收入	34212百萬元
資產設備處分收入	1279百萬元
營運成本與費用	18346百萬元
資產設備增資與更新支出	45844百萬元
興建期興建支出、興建期融資成本	20834百萬元

$$B = (\text{計畫營運收入} + \text{資產設備處分收入} + \text{興建期興建支出} + \text{興建期融資成本}) - (C_p + C_B) + C_G^O \quad (45)$$

$$C = (\text{興建期興建支出} + \text{興建期融資成本} + \text{政府應辦工程事項}) - C_G^b \quad (46)$$

其中， B 為目標式中分子項；

C 為目標式中分母項；

C_G^b ：政府於興建期出資金額；

C_G^O ：政府於營運期出資金額；

C_p ：為民間出資變數；

C_B ：融資銀行出資總額。

將表3之變數資料代入式(44)與(46)，目標式改寫為：

$$SLR_{extend} = (53837 - C_p - C_B + C_G^O) / (22916 - C_G^b)$$

此 SLR_{extend} 仍為非線性式，故此數學規劃模式可為[NLP1A]：

[NLP1A]：

$$\text{Max } SLR_{extend} = (53837 - C_p - C_B + C_G^O) / (22916 - C_G^b)$$

$$\text{s.t. } 1973 \leq C_G^b + C_G^O \leq 2082 ;$$

$$0 < C_p \leq 20834 ;$$

$$0 \leq C_B \leq 6994 ;$$

$$0.7 C_p - 0.3 C_B \geq 0 ;$$

$$C_G^b + C_G^O + C_p + C_B = 22916 ;$$

$$C_G^b, C_G^O, C_B \geq 0 ; C_p > 0.$$

另外，法定自償率與修正自償率差異僅在於有無政府應辦事項，故將[NLP1A]模式中之政府支出事項變數刪除，即為法定自償率數學規劃模式[NLP2A]：

[NLP2A]：

$$\text{Max } SLR = (53837 - C_p - C_B) / (22916)$$

$$\text{s.t. } 0 < C_p \leq 20834 ;$$

$$0 \leq C_B \leq 6994 ;$$

$$0.7 C_p - 0.3 \times C_B \geq 0 ;$$

$$\begin{aligned} C_p + C_B &= 22916; \\ C_p > 0, C_B &\geq 0. \end{aligned}$$

此[NLP1A]與[NLP2A]皆為非線性模式，利用Lingo軟體進行求解，結果如表4所示。

根據表4可知，修正自償率數學規劃模式所求之 C_G^0 解為0，表示政府於該計畫之營運期間不出資。而 $C_G^b=2082$ ，此出資部分包含政府應辦事項與有爭議興建工程部分之費用。政府於興建期中承擔部份工程風險，願意將其出資上限全部付出。另外，根據融資限制條件顯示，雖然融資機構之融資上限為6994百萬元，但模式所求， $C_B=0$ 。亦即特許公司在現有財務資源下，無須向融資機構進行財務融資。而實際上，在台北港BOT計畫中亦沒有融資機構參與，但是特許公司將承擔較大財務風險。而值得注意的是，雖然財務計畫顯示民間出資上限為興建期之總支出金額，計20834百萬元。因此，在計畫中，此三者之財務資源最佳分配為民間出資20834百萬元，政府於興建期提供必要協助事項計2082百萬元，且政府於營運期無須額外財務挹注，融資者無須參與本計畫。在此三者之財務資源分配下，此修正自償率為1.584093，較原來自償率1.16來得高。

若不考量政府之參與，則模式中無需將變數 C_G^0 與 C_G^b 納入求解，因此，模式之解得法定自償率為1.343919，較原來自償率1.16亦高。此時，計畫之財務最佳分配為民間出資15922百萬元，融資機構出資6994百萬元。由於政府不參與該計畫，特許公司需將部分財務風險轉移給融資機構。換言之，融資者的財務挹注亦有助於提升計畫之自償能力。

由結果來看，若無政府提供必要之興建承諾或協辦事項，該計畫之自償率僅為1.343919。從而特許公司轉而進行財務融資。但如果有政府的參與協助，則更可提高財務自償能力，此修正自償率為1.584093。如此顯示，本文模式可以解釋，政府對於計畫之必要性協助或融資者的參與有助於提升財務自償；但是現行自償率卻無法詮釋此一行為。

表4 修正自償率數學規劃模式與法定自償率數學規劃求解

說明項目	數值	說明項目	數值
修正自償率(SLR_{extend})	1.584093	法定自償率(SLR)	1.349319
民間出資(C_p)	20834	民間出資(C_p)	15922
融資機構出資(C_B)	0.00	融資機構出資(C_B)	6994
政府於營運期的出資(C_G^0)	0.00	政府於營運期的出資(C_G^0)	-
政府於興建期的出資(C_G^b)	2082.00	政府於興建期的出資(C_G^b)	-

4.3 模糊自償率數學規劃模式

在 [NLP1A]與[NLP2A]問題中，模式之相關變數並無考量影響因子之不確定性問題。而根據台北港BOT計畫之財務計畫研究顯示，政府應辦事項、與民間有爭議之工程費用都與「折現率」、「躉售物價上漲率」有關，而此公共建設之折現率係以「中長期放款利率」來計算，故政府應辦事項會受到「躉售物價上漲率」與「中長期放款利率」之影響。而根據康熙宗等 (民93B) 利用模糊三角隸屬函數 (Bates and Kerre, 1993)、時間序列模式與模糊時間序列模式 (Tseng and Tzeng, 2002)，對「利率」、「短期借款利率」、「物價波動指數」、「中長期放款利率」與「折現率」進行模糊區間預測。且為避免不同單位產生模糊數值差異，將模糊值予以標準化，結果如表5。

由於政府在支出部分，包含政府應辦事項與民間有爭議費用部份，此兩項需四年內完成，因此，我們僅列出前四年之模糊數值。而根據台北港BOT計畫財務資料顯示，其第一年至第四年之工程費用分別為589、822、865、44百萬元，共計2320百萬元。本研究以「物價波動指數」來代替「躉售物價上漲率」，將工程費乘以表5之模糊值，第一年上限值為 $589 \times 1.285 = 757$ ，下限值為 $589 \times 0.423 = 249$ ；同理計算第二年之上限值為1062，下限值為362，第三年上限值為1150，下限值為350，第四年上限值為61，下限值為19百萬元。再將上述數值除以「中長期放款利率」之模糊數值，如第一年折現後之上限值為 $757 / 0.876 = 864.2$ ，下限值為 $249 / 1.153 = 216$ ，同理，按此計算得第二年之上限值為1091，下限值為283，第三年上限值為1019，下限值為248，第四年之上限值為54，下限值為12百萬元。此政府出資部份經「折現率」與「物價波動指數」模糊化後，上限值為3028，中間值為2082，下限值為759百萬元。其中，與民間有爭議費用為109百萬元，此費用發生於第一年，亦受「物價波動指數」之影響，故與民間有爭議費用的上限值為 $109 \times 1.285 = 140.1$ ，下限值為 $109 \times 0.423 = 46.1$ 。因此，政府出資上限為 (759, 2082, 3028)，將政府

表5 影響自償率指標因素模糊化數值

名稱	利率		短期借款利率		物價波動指數		中長期放款利率		折現率	
	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限
1年	1.175	0.822	1.047	0.874	1.285	0.423	1.153	0.876	1.153	0.876
2年	1.172	0.826	1.053	0.894	1.292	0.440	1.160	0.884	1.160	0.884
3年	1.172	0.923	1.049	0.930	1.329	0.404	1.161	0.931	1.161	0.931
4年	1.181	0.995	1.028	0.980	1.402	0.427	1.160	0.853	1.160	0.853
5年	1.245	0.995	1.037	0.923	1.345	0.421	1.160	0.864	1.160	0.864

資料來源：康熙宗等 (民93B)

出資上限值減去與民間有爭議費用部份，即 $(759, 2082, 3028) - (46.1, 109, 140.1) = (712.9, 1973, 2888.9)$ ，該值為政府出資下限值。故政府出資限制條件之上限區間值為 $(759, 2082, 3028)$ ，下限區間值為 $(712.9, 1973, 2888.9)$ ，中間值為1973與2082。

因民間出資限制條件介於0與20834之間，又按台北港BOT計畫書，特許公司分十年出資，分別為142、1120、1380、3522、900、2133、2262、3318、2941及3116百萬元。此出資用於興建期之支出，該費用可分興建期建設成本與興建期融資成本。其中，融資成本受「短期借款利率」波動的影響，故將「短期借款利率」之模糊值乘上興建期融資成本再加上興建期建設成本，得民間出資上限為21007、中間值為20834、下限值為20311，即 $(20311, 20834, 21007)$ 。此外，按台北港BOT計畫之財務資料顯示，融資機構出資之第一年稅前盈餘為0，折舊攤提為0，利息費用為0，直至第五年有數值出現，且稅前盈餘為490，折舊為200，利息為0。由於稅前盈餘受折舊與利息影響，但折舊為對設備之攤提，利息則受利率之影響，因此，此部份可將利息模糊化，即利率模糊數值，得第五年利息之上限值為1.245，下限值為0.995，故第五年融資機構出資為552，其餘年期之計算方式依此類推。因台北港BOT計劃之特許年期共50年，故將每年融資機構之融資模糊數予以加總，得此模糊數上限值為7121，中間值為6994，下限值為6865。因此，得融資機構出資之模糊限制條件為 $(6865, 6994, 7121)$ 。

根據前述之計算可分別得政府出資模糊限制條件，上限區間為 $(759, 2082, 3028)$ ，下限區間值為 $(712.9, 1973, 2888.9)$ ，中間值為2082與1973。民間出資之模糊限制條件，上限區間值為 $(20311, 20834, 21007)$ ，下限區間值為 $(0, 0, 0)$ ；融資機構之模糊限制條件之上限區間值為 $(6865, 6994, 7121)$ ，下限條件則可不融資，故為 $(0, 0, 0)$ 。此三個機構之加總即是計劃總經費之模糊限制條件為 $(21070, 22916, 24036)$ 。

經由上述各限制式條件之說明，原[NLP1A]之修正自償率數學規劃模式可修改為修正自償率模糊數學規劃模式[FNLP1A]。同理，法定自償率模糊數學規劃模式可依 [NLP2A]修改為[FNLP2A]。[FNLP1A]之決策變數 $\tilde{C}_G^b, \tilde{C}_G^O, \tilde{C}_p, \tilde{C}_B$ 不為負。同理，在[FNLP2A]中之決策變數 \tilde{C}_p, \tilde{C}_B 不為負。

[FNLP1A]：

$$\text{Max } \tilde{S}\tilde{L}\tilde{R}_{\text{extend}} = (53837 - \tilde{C}_p - \tilde{C}_B + \tilde{C}_G^b) / (22916 - \tilde{C}_G^O)$$

$$\text{s.t } (713, 1973, 2888) \leq \tilde{C}_G^b + \tilde{C}_G^O \leq (759, 2082, 3092) ;$$

$$(0, 0, 0) \leq \tilde{C}_p \leq (20311, 20834, 21007) ;$$

$$(0, 0, 0) \leq \tilde{C}_B \leq (6865, 6994, 7121) ;$$

$$0.7\tilde{C}_p - 0.3 \times \tilde{C}_B \geq 0 ;$$

$$\tilde{C}_G^b + \tilde{C}_G^O + \tilde{C}_p + \tilde{C}_B = (21070, 22916, 24036) ;$$

$$\tilde{C}_G^b, \tilde{C}_G^O, \tilde{C}_B \geq 0 ; \tilde{C}_p > 0$$

[FNLP2A] :

$$\begin{aligned} \text{Max } \tilde{S}\tilde{L}\tilde{R} &= (53837 - \tilde{C}_p - \tilde{C}_B) / (22916) \\ \text{s.t } (0,0,0) &\leq \tilde{C}_p \leq (20311, 20834, 21007); \\ (0,0,0) &\leq \tilde{C}_B \leq (6865, 6994, 7121); \\ 0.7\tilde{C}_p - 0.3\times\tilde{C}_B &\geq 0; \\ \tilde{C}_p + \tilde{C}_B &= (21070, 22916, 24036); \\ \tilde{C}_B &\geq 0; \tilde{C}_p > 0 \end{aligned}$$

其次，我們進一步求[FNLP1A]與[FNLP2A]之自償率模糊區間，藉以瞭解在財務資源不確定下自償率之區間。模式[FNLP1A]與[FNLP2A]之模糊數中間值即是[NLP1A]與[NLP2A]的解，如表4之值。至於自償率區間，我們分別針對模式中之下限與上限值進行求解，如表6。

表6結果顯示，修正自償率模式之模糊區間為 (1.513111, 1.584093, 1.659251)，法定自償率模糊區間為 (1.300445, 1.349319, 1.429874)。按法定自償率模糊而言，雖然政府不參與興建與投資，亦無其他承諾事項，但考量其財務因子之變動，則台北港BOT計畫之自償率應介於1.300445與1.429874之間。若政府參與本案之投資興建或有其他承諾事項，且考量相關財務因子之變動，此修正自償率之模糊下上限為1.513111及1.659261。此說明，特許公司考量有無政府承諾協助事項，在衡量財務變動與財務資源下，自償率變動範圍介於1.513111及1.659261之間，此變動範圍區間即是特許公司所應注意之財務風險變化。

表6 修正自償率與法定自償率模糊數學規劃之模糊區間值

修正自償率			法定自償率		
項目	下限數值	上限數值	項目	下限數值	上限數值
目標式 SLR_{extend}	1.513111	1.659251	目標式 SLR	1.300445	1.429874
民間出資(C_p)	20311	20944	民間出資(C_p)	14205	16915
融資機構出資(C_B)	0.00	0.00	融資機構出資(C_B)	6865	17172
政府於營運期的出資(C_G^o)	0.00	0.00	政府於營運期的出資(C_G^o)	-	-
政府於興建期的出資(C_G^b)	759.00	3092	政府於興建期的出資(C_G^b)	-	-

一般而言，模糊數學規劃之求解會隨問題目標式、限制式或參數是否具有模糊數而有不同的解法，求解會隨問題複雜度，而有不同的啟發式求解，此類相關概念於馮正民、邱裕鈞 (民93) 一書中有深入探討，本文不再贅述。依文獻顯示，求解模糊數學規劃方法甚多，但基本上，是要將模糊目標式或模糊限制式轉換為明確值，然後再進行求解。本文利用最小運算法 (Min-operation) 進行求解。以[FNLP2A]而言，令 Z_ℓ 與 Z_u 分別表示目標式之下限與上限數值， $Z_\ell = 1.300445$ 與 $Z_u = 1.429874$ ，代入式(47)得目標式之隸屬函數為

$$u_z(x) = \begin{cases} 0 & , Z \leq 1.300445 \\ \frac{Z - 1.300445}{1.429874 - 1.300445} & , 1.300445 \leq Z \leq 1.429874 \\ 1 & , Z \geq 1.429874 \end{cases} \quad (47)$$

其中， z 為目標式之值， $u_z(x)$ 為目標式之隸屬函數。另外，將限制式代入式(48)中，分別求每一個限制式之隸屬函數：

$$u_i((Bx)_i) = \begin{cases} 1 & , (Bx)_i \leq b'_i \\ 1 - \frac{(Bx)_i - b'_i}{d_i} & , b'_i \leq (Bx)_i \leq b'_i + d_i \\ 0 & , (Bx)_i \geq b'_i + d_i \end{cases} \quad (48)$$

其中， $u_i((Bx)_i)$ 為限制式 i ， $i = 1, 2, \dots, m$ 之隸屬函數， b'_i 限制式右邊資源， d_i 為幅度。再將式(47)與(48)寫成式(49)：

$$\begin{aligned} & \text{Max } \lambda \\ & \text{s.t. } \left(\frac{Z - Z_\ell}{Z_u - Z_\ell} \right) \geq \lambda \\ & 1 - \left(\frac{(Bx)_i - b'_i}{d_i} \right) \geq \lambda, \quad i = 1, 2, \dots, m \\ & x \geq 0 \end{aligned} \quad (49)$$

決策變數 x 不為負。根據式(47)至(49)概念，本文將[FNLP2A]改寫成：

$$\begin{aligned}
 & \text{Max } \lambda \\
 & \text{s.t. } \lambda \leq 11.35385 - (1/0.14614) * \left(\frac{53837 - C_p - C_B}{22916} \right) \\
 & \lambda \leq 30.182471 - \left(\frac{1}{696} \right) * C_p \\
 & \lambda \leq 27.816406 - \left(\frac{1}{256} \right) * C_B \\
 & 0.7 * C_p - 0.3 * C_B \geq 0 \\
 & \lambda \leq 8.1038435 - \left(\frac{1}{2296} \right) * (C_B + C_p) \\
 & \lambda, C_B \geq 0; C_p > 0
 \end{aligned} \tag{50}$$

利用Lingo軟體進行求解，結果如表7。以法定自償率而言，經過轉換後，可得自償率之明確值為1.302056，該值介於表6之模糊上下區間。模式之最佳解為民間出資20100.77百萬元，融資機構出資73.33312百萬元，融資機構融資不多。在實務上，台北港BOT計畫之特許公司亦無向融資機構進行融資，故此解符合目前現況。但因法定自償率不將政府出資部分納入考慮，所以該部分變數沒有數值。同理，按法定自償率模糊數學規劃轉換求解結果如表7。表7顯示，轉換後之修正自償率數學規劃模式為1.527719，此財務最佳解為民間出資15757.846百萬元，融資機構出資6985.906百萬元，政府於興建期出資1860.773百萬元，營運期無須出資。由於政府加入該計畫且於興建期投資，融資者亦有財務挹注，故大幅提升計畫之財務能力，但同時，特許公司透過融資機構與政府協助方式降低其財務風險。

4.4 比較分析

本文進一步與其他相關研究進行比較。按促參法所訂定之自償率，台北港自償率為1.16，此自償率並不考慮政府的承諾或協助事項。而康熙宗等（民93B）之研究則是將影響收入項與成本

表7 轉換後之修正自償率與法定自償率數學規劃求解結果

修正自償率		法定自償率	
項目	數值	項目	數值
目標式 SLR_{extend}	1.527719	目標式 SLR	1.302056
民間出資(C_p)	15757.846	民間出資(C_p)	20100.77
融資機構出資(C_B)	6985.906	融資機構出資(C_B)	73.33312
政府於營運期的出資(C_G^o)	0.00	政府於營運期的出資(C_G^o)	-
政府於興建期的出資(C_G^b)	1860.773	政府於興建期的出資(C_G^b)	-

項目之「折現率」、「躉售物價上漲率」、「中長期放款利率」、「躉售物價上漲率」與「中長期放款利率」等項放寬固定條件，產生三角模糊數，再代入式(2)之自償率公式，產生所謂模糊自償率。依其研究顯示，所得到之模糊自償率與模糊修正自償率結果分別為 (0.411, 1.160, 1.509) 與 (0.352, 0.746, 1.175)。而值得注意的是，縱以將融資者與政府角度納入，其模糊修正自償率0.746小於法定自償率1.16。此說明，透過政府及融資者的參與協助，出現計畫之財務自償能力不增反降現象。顯現促參法所定義之自償率與康熙宗等 (民93B) 指標並不能合理詮釋政府參與BOT計畫可以提升計畫之財務自償能力。此外，由於影響因子的不確定性產生自償率變動，變動幅度反應特許公司所應注意之財務風險。而經由本文之數學規劃模式顯示，考量計畫之財務資源，本文所得到之模糊自償率變動範圍較康熙宗等 (民93B) 研究為小。

在考慮計畫之財務資源，得法定自償率為1.349319，此時，計畫之財務資源分配為政府不出資，民間出資15922百萬元，融資機構出資6449百萬元。另外，修正法定自償率為1.584093，此時計畫財務資源分配為政府於興建期出資2082百萬元，民間出20834百萬元，此修正自償率較法定自償率為高。但是，如將財務影響模糊特性一併考慮，得模糊法定自償率1.302056，較法定自償率1.349319稍低，亦較修正自償率1.584093低。另外，模糊修正自償率1.527719亦較修正自償率1.584093稍低。此時，計畫財務資源分配出現變化，民間出資為15757.846百萬元較20834百萬元低，融資者出資6985.906百萬元，政府則降低其出資額度。換言之，在衡量計畫財務變動因素下，民間機構透過融資機構的財務挹注，降低其財務風險。

由比較分析可知，政府、融資者有無參與計畫或提供必要性之協助，對計畫財務自償能力影響甚鉅。但是，促參法所訂定之自償率並無法解釋此一現象。另外，計畫之財務影響因素變動特性亦會對自償能力有影響。

5. 結論與建議

傳統財務理論中之NPV或自償率常被用來評估BOT計畫之財務能力，藉以說明計畫是否具備財務效益。而在BOT計畫理論顯示，政府或融資者的參與，可以有效提升計畫之財務能力。但是，經由本文研究顯示，現行自償率僅能適用於評估計畫財務效益，無法有效詮釋政府或融資者對計畫財務能力之貢獻，亦無法解釋政府、融資者與民間公司在BOT計畫中之財務分配問題。為修改此一問題，本文利用數學規劃概念分別構建為修正自償率與法定自償率之數學規劃模式，並以台北港BOT計畫進行實證分析。研究結果顯示，考量計畫之財務資源，得修正自償率為1.584093，法定自償率為1.349319，此均較政府所評估之自償率1.160為高。政府於該BOT計畫之營運期間無須出資，但政府於興建期願意出資，共同承擔計畫之部份風險。由於融資金額不大，特許公司可不向融資機構進行融資。而實際上，台北港BOT計畫中亦沒有融資機構

參與，但此時特許公司承擔較大之財務風險。其次，若再將財務影響因素納入考慮，得修正自償率與法定自償率分別降至1.527719與1.302056，亦較原先估計自償率1.16為高。若考量財務影響因素變動特性，則民間會尋求融資機構更多的協助，從而降低其投資風險。由本文分析結果顯示，政府參與BOT計畫與否對於提升計畫自償能力影響甚鉅，而本文所提出之分析架構模式可解釋三者之財務分配，可改善現行自償率之缺失。

本文雖獲不同角度之自償率值，唯所構建之自償率數學規劃模式，著重於數學規劃之問題模式 (Problem Formulation) 構建，此模式受不同BOT計畫特性、背景與目的而有差異，例如BOT計畫有無業外收入影響整體財務自償能力甚鉅，從而影響政府、民間與融資者對計畫之財務資源分配。後續研究如能掌握計畫之未來業外收入之資金流向，可就此議題深入探討。

後續研究亦可利用本文之分析架構，應用於其他BOT計畫進行自償率分析。另外，理想上，自償率應涵蓋計畫之外部性效果，藉以真實反應計畫之實質收入效果，但本研究限於無法取得台北港BOT計畫之附屬事業與其他外部效益，故無法進行外部效益量化與外部效益內部化之預測，後續研究可將此問題納入考慮。再者，後續研究亦可放寬本文模式對於折現率之設定；其次，利用不同模糊數學規劃模式之求解方法或以演算法來求解模式之最適解與求解的精確度，亦可為後續研究課題。

參考文獻

- 公共工程委員會，民間參與公共建設財務評估模式規劃，民國90年。
- 交通部，交通部辦理民間參與交通建設計畫作業手冊，民國88年。
- 交通部基隆港務局，徵求民間機構參與興建暨營運台北港貨櫃儲運中心-建設財務報告書，民國90年。
- 邱裕鈞、沈秋美，「不確定環境下的交通建設BOT計畫權利金模式」，運輸學刊，第十七卷第二期，民國94年，123-146頁。
- 陳天賜、徐榮崇，「我國交通建設之財務自償率探究」，台灣銀行季刊，第四十六卷第一期，民國84年，1-14頁。
- 黃明聖，「交通建設BOT之財務融資與財務調整」，社經法制論叢，第二十三期，民國86年，113-133頁。
- 康照宗、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，第三十三卷第一期，民國93A年，1-28頁。
- 康照宗、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，第三十三卷第四期，民國93B年，頁731-756。

- 張大成、周麗娟、劉宛怡，「BOT專案收購保證與貸款保證之探討」，經濟論文叢刊，第三十二卷第四期，民國93年，447-481頁。
- 馮正民、鍾啓椿，「交通建設BOT案政府對民間造成之風險分析」，運輸計畫季刊，第二十九卷第一期，民國86年，79-108頁。
- 馮正民、邱裕鈞，研究分析方法，台北：建都文化事業股份有限公司出版，民國93年。
- Asensio, J. and Roca, O., "Evaluation of Transportation Infrastructure Projects Beyond Cost-Benefit Analysis: An Application to Barcelona's 4th Ring Road," *International Journal of Transport Economics*, Vol. 28, No. 3, 2001, pp. 387- 402.
- Baets, B. D. and Kerre, E. E., "The Generalized Modus Ponens and the Triangular Fuzzy Data Model," *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 59, Issue 3, 1993, pp. 305-317.
- Buckley, J. U., "The Fuzzy Mathematics of Finance," *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 21, Issue 3, 1987, pp. 257-273.
- Chang, L. M. and Chen, P. H., "BOT Financial Model: Taiwan High Speed Rail Case," *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 127, No. 3, 2001, pp. 214-222.
- Chen, A., Subprasom, K., and Chootinan, P., "Assessing Financial Feasibility of a Built-Operate-Transfer Project under Uncertain Demand," *Transportation Research Record*, Vol. 1711, No. 01-2386, 2002, pp. 124-131.
- Chorafas, D. N., *Financial Statistics, Probabilistic Models and Fuzzy Engineering*, Euromoney Publications PLC., 1996.
- Chui, C. and Park, C. S., "Fuzzy Cash Flow Analysis Using Present Worth Criterion," *The Engineering Economist*, Vol. 39, No. 2, 1994, pp. 113-138.
- Daniel, J. I., "Benefit-Cost Analysis of Airport Infrastructure: the Case of Taxiways," *Journal of Air Transportation Management*, Vol. 8, Issue 3, 2002, pp. 149-164.
- Dompere, K. K., "Cost-Benefit Analysis, Benefit Account and Fuzzy Decisions," *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 92, Issue 3, 1997, pp. 275-287.
- Farrell, M., "Financial Engineering in Project Management," *Project Management Journal*, Vol. 33, No. 1, 2001, pp. 27-36.
- Finnerty, J. D., *Project Financing: Asset-Based financial Engineering*, Toronto: John Wiley & Sons, Inc., 1996.
- Hanspeter, G., *Cost-Benefit Analysis and Public Investment in Transport: A Survey*, London: Butterworths, 1973.

- Kahraman, C. Tolga, E., and Ulukan, Z., "Justification of Manufacturing Technologies Using Fuzzy Benefit/Cost Ratio Analysis," *International Journal of Production Economics*, Vol. 66, Issue 1, 2000, pp. 45-52.
- Lohmann, J. R. and Baksh, S. N., "The IRR, NPV and Payback Period and Their Relative Performance in Common Capital Budgeting Decision Procedures for Dealing with Risk," *The Engineering Economist*, Vol. 39, No. 1, 1994, pp. 17-48.
- Ng, S. T. and Skitmore, R. M., "Contractor Selection Criteria: A Cost-Benefit Analysis," *IEEE Transaction on Engineering Management*, Vol. 48, No. 1, 2001, pp. 96-106.
- Tseng, F. M. and Tzeng, G. H., "A Fuzzy Seasonal ARIMA Model for Forecasting," *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 126, Issue 3, 2002, pp. 367-376.
- Wang, M. J. and Liang, G. S., "Benefit/Cost Analysis Using Fuzzy Concept," *The Engineering Economist*, Vol. 40, No. 4, 1995, pp. 359-376.
- United Nations Industrial Development Organization, *Guidelines for Infrastructure Development through Build-Operate-Transfer (BOT) Projects*, UNIDO Publication, Vienna, 1996.
- Xing, W. and Wu, F. F. "Cost-Benefit Analysis of BOT Power Plants," In *Proceedings of the IEEE PES Winter Meeting*, Singapore, 2000, pp. 850-854.