

# 以政府觀點發展 BOT 計畫財務模型<sup>1</sup>

## DEVELOPMENT OF THE BOT FINANCIAL MODEL FROM THE GOVERNMENT'S PERSPECTIVE

康熙宗 Chao-Chung Kang<sup>2</sup>

馮正民 Cheng-Min Feng<sup>3</sup>

黃思綺 Szu-Chi Huang<sup>4</sup>

(91 年 8 月 20 日收稿，91 年 11 月 26 日第一次修改，92 年 1 月 20 日  
第二次修改，92 年 12 月 31 日定稿)

### 摘 要

本文從政府觀點建構一個 BOT 計畫之財務解析性模式。該模式可用來解釋政府與特許公司雙方之建設期出資比率、權利金、與政府財務回收率之間的關係，並可改善及修正過去政府訂定之自償率不適用於 BOT 計畫的問題。文中以簡例分析方式，計算 BOT 計畫之民間出資比率，權利金與政府財務回收率之最佳解。由簡例分析顯示，本文所構建之 BOT 計畫財務模型具備操作性與可行性，其不但可反映政府與特許公司雙方之建設期出資比率、權利金與政府財務回收率之間的關係架構，並可修正自償率之缺失。

**關鍵詞：**BOT；財務模型；權利金；自償率

- 
1. 本研究承行政院國家科學委員會補助，編號 NSC90-2416-H-126-011，謹此致謝。
  2. 靜宜大學企管系助理教授（聯絡地址：433 台中縣沙鹿鎮中棲路 200 號靜宜大學企管系；電話：04-26328001 轉 13312；E-mail：cckang@pu.edu.tw）。
  3. 國立交通大學交通運輸研究所教授（聯絡地址：100 台北市忠孝西路一段 114 號 4 樓交通大學交通運輸研究所）。
  4. 國立交通大學交通運輸研究所碩士。

## ABSTRACT

*This paper develops an analytical model to explore the relationship among the PCCR (private construction cost ratio), GCCR (government construction cost ratio), royalty payment, and GFRR (government finance recovery ratio) from the government's perspective. The purpose of this paper is to modify the drawbacks of SLR (self-liquidation ratio) in the present BOT financial model in which the SLR cannot be appropriately used to analyze the government cost and financial recovery in the BOT projects. In this paper, a numerical example is conducted to find the optimal solution for PCCR, GCCR, royalty payment, and GFRR. The results of numerical example show that the BOT financial model could be operational and explain the relationship of PCCR, GCCR, royalty payment, and GFRR in the BOT projects.*

**Key Words:** BOT; Financial model; Royalty; Self-liquidation ratio

## 一、前言

過去政府在推動完全由政府興辦的重大交通建設時均要求辦理財務計畫，在財務計畫中操作自償率分析的作用在釐清建設期間政府所投入的建設成本有多大比率能由該項交通建設營運期間之淨收入償還，從而區別建設資金籌措之來源。若政府資金全由公債籌措，則發行乙類公債以籌措計畫可自償之部分，發行甲類公債籌措計畫非自償部分，並由國庫償還甲類公債，由計畫盈餘償還乙類公債。目前政府推動交通建設 BOT 計畫亦要求辦理自償率分析，然自償率指標應用於 BOT 計畫會產生意義模糊之問題（陳天賜、徐榮崇<sup>[1,2]</sup>），且目前對自償率指標之使用僅限於訂定政府與民間雙方投資比率（Chang 和 Chen<sup>[3]</sup>），權利金議題則幾乎與其脫鉤。

因此，如何對自償率重新思考，運用財務工程手段建構一財務分析模型，讓政府能以政府財務回收率取代自償率作為 BOT 計畫中政府資金籌措方式之規劃指標，同時引入傳統財務理論學理基礎最完備之 NPV 法作為民間資本預算之財務指標，並將政府財務回收率與特許契約相關議題諸如政府與民間出資比率、營運權利金予以整合思考，使政府與民間就 BOT 計畫協商時能有一適用的財務分析模型可供談判基準，是本研究之主要目的。本文內容共分六部分，首先將研究動機與目的說明於前言；第二部分為文獻回顧；第三部分則是研究問題說明與研究範圍；第四部分則是構建 BOT 計畫財務模型，再者為簡例分析，最後為結論與建議。

## 二、文獻回顧

國內外探討 BOT 計畫相關課題不勝枚舉，舉凡 BOT 計畫風險衡量（馮正民、康熙宗

<sup>[4,5]</sup>), 風險分析與管理 (Walker 和 Smith<sup>[6]</sup>; Wang 等人<sup>[7]</sup>), 財務融資規劃 (Finnerty<sup>[8]</sup>)或法律契約關係等課題, 皆有廣泛與深入的探討。近來更深入討論 BOT 放棄價值的評估 (張大成、賴景昌<sup>[9]</sup>; Trigeorgis<sup>[10]</sup>; 陳宥杉<sup>[11]</sup>), 未具完全自償能力之補貼措施 (簡龍鳳<sup>[12]</sup>) 及 BOT 計畫外部性效益內部化 (陳明吉、花敬群、張金鵬<sup>[13]</sup>) 課題。

有關自償率 (self-liquidation ratio) 一詞, 從國外 BOT 計畫投資案例中, 並未發現有所謂自償率指標 (Walker 和 Smith<sup>[6]</sup>; Sidney<sup>[14]</sup>)。然究其衡量指標來看, 基本上, 自償率與益本比無異 (陳天賜、徐榮崇<sup>[1,2]</sup>; 黃明聖<sup>[15]</sup>; 交通部<sup>[16]</sup>; Asensio 和 Roca<sup>[17]</sup>)。而國外有關計畫投資評估是計算 IRR 或 NPV 折現流量 (discounted cash flow) 作為決策分析之用, 如 Finnerty<sup>[8]</sup>建議以 IRR 或 NPV 法評估 BOT 財務計畫。倒是 Chang 和 Chen<sup>[3]</sup>及 Lu 等人<sup>[18]</sup>討論台灣 BOT 高鐵計畫仍沿用自償率指標。但以財務計畫理論<sup>[8]</sup>以及相關計畫案例<sup>[17,19]</sup>而言, 財務評估指標仍以 B/C、IRR 或還本期 (PY) 或 NPV 法居多。嚴格來說, 我國 BOT 計畫之自償率應歸類於益本比法, 即傳統財務指標中的獲利能力指數 (Profitability Index, PI)。

由此看來, 長期以來, 成本效益分析 (Daniel<sup>[19]</sup>; Hanspeter<sup>[20]</sup>)、或 NPV、IRR (Finnerty<sup>[8]</sup>; Farrell<sup>[21]</sup>) 一直為計畫投資評估之重要依據。然由不同角度分析 BOT 計畫效益或政府獨資經營之計畫效益, 則有不同財務現金流量架構, 在此觀點下, 自償率便產生適用性之爭議。如陳天賜、徐榮崇<sup>[1,2]</sup>即說明不同投資計畫方案比較時, 自償率、內部報酬率 (IRR) 與淨現值 (NPV) 會產生指標與方案不一致的現象。而考量民間投資因素, 無論自償率大於 1 或小於 1, 政府投資之自償率不適用於 BOT 模式。因此, 針對政府與民間合辦之 BOT 計畫, 應以民間公司所繳予政府的租金或權利金之現值與政府投入建設成本的比率, 代替自償率, 此即所謂「民營化之政府財務回收率」觀念。以此觀之, 交通部所訂定之自償率應屬政府執行公共建設計畫之自償性比率, 亦即「中央政府建設公債及借款條例」所指之甲乙類公債而言。

黃明聖<sup>[15]</sup>則是把自償率區分為「完全由政府投資自償率」與「民間參與投資自償率」, 其定義「民間參與投資自償率」等於民間投資規模比率。若民間投資該比率, 則可保證民間投資者獲得其設定的稅前股權報酬率, 此與交通部所訂定之自償率涵意截然不同。Chang 和 Chen<sup>[3]</sup>討論台灣高鐵計畫財務分析模型時, 以民間投資的自償率設定民間於興建期投資比率, 訂定民間之投資額其自償率恆為 1, 依此計算建設期民間投資比率。並藉由調整權利金、民間特許公司償債方式等參數進行情境分析, 尋找政府、特許公司、融資者三方均能接受的情境。Chang 和 Chen 模型中討論到權利金訂定問題, 權利金之訂定非由民間投資自償率決定, 但政府投資之自償率則完全未予以分析。

由於 BOT 財務計畫目的在於進行風險分攤 (Finnerty<sup>[8]</sup>), 其中, 權利金即屬風險分攤工具之一, 也是民間公司營收與政府財務支出回收之間的平衡機制。觀乎目前相關 BOT 計畫案例, 權利金訂定與收取係採務實性作法 (交通部<sup>[16]</sup>), 即雙方契約訂定以協商方式來決定權利金收取額度問題, 如國內 BOT 高鐵計畫即屬之。此種作法係將 BOT 計畫權利金收取與自償率之間各自獨立運作, 二者無關。但是權利金之實質選擇權卻提供財務與風

險規避之平台作用，這個觀念說明，BOT 公司可利用選擇權買賣方式進行財務風險之避險動作。而現階段國內 BOT 計畫有關權利金收取與自償率分開來談，此實務作法與財務工程觀念有出入。在此狀況下，國內 BOT 計畫實務運作上面臨欠缺訂定權利金收取之機制問題。Windsperger<sup>[22]</sup>以所有權觀點分析加盟體系權利金問題，但 Windsperger 並無就加盟費與權利金提出明確計收方式。吳善楹<sup>[23]</sup>利用線性規劃法構建 BOT 計畫權利金收取模式之問題，其中，權利金計收方式可以營運收入、運量、總收入及利潤為基礎，收取方式可分一段式、兩段式、多段遞增收取、多段遞減收取、分年收取固定金額、一次收取固定金額及分年收取最適金額等方式。

從上述文獻發現，國內文獻除了陳天賜、徐崇榮、黃明聖等作者對 BOT 計畫之自償率有不同見解，其餘研究皆不討論自償率適用性問題。而吳善楹雖提出 BOT 計畫權利金收取模式，惟該權利金與自償率仍是脫節，至於自償率與權利金收取及相關課題之討論的文獻，則顯得少見。

### 三、研究問題說明與範圍界定

在構建模式之前，本研究先說明本文之研究問題，其次說明研究範圍。

#### 3.1 研究問題說明

基本上，有關自償率之定義已於 Musgrave<sup>[24]</sup>書中有所提及。Musgrave 將自償性定義為「計畫案的營收可以支持建設期的投資成本，如同公營企業可貸款投資，具生產性之投資計畫亦兼有營收與擴大稅基效果（參見陳天賜、徐崇榮<sup>[2]</sup>）。而交通部所頒訂「政府對民間機構參與交通建設補貼利息或投資部分建設辦法」之第二條，將自償率定義為「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」；定義如式(1)。

$$SLR = \frac{\sum_{t=n+1}^N [(R_t - J_t)/(1+i)^t]}{C_{Gov}} \quad (1)$$

其中，時間  $t$ ， $t = 0 \sim n$  為式(1)中之興建期， $t = n+1 \sim N$  為營運期； $R_t$  為  $t$  時點的計畫名目總營收，計畫總營收含公共建設計畫營運收入、附屬事業收入、資產設備處分率； $J_t$  為  $t$  時點的名目營運成本、維修成本及重置成本（不含稅與利息支出）； $i$  為折現率； $C_{Gov}$  為建設期建設成本（含增額土地取得成本、工程費用、建設期間利息成本、設計作業成本）折算至建設期起始年度現值總額，各變數值大於等於零（工程會<sup>[25]</sup>）。此概念可以由圖 1 表示之。

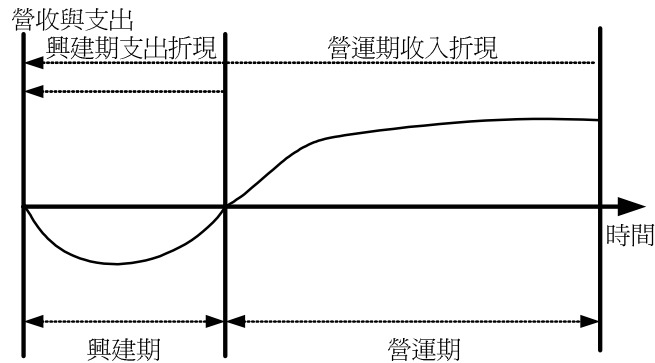


圖 1 自償率概念

由 Musgrave<sup>[24]</sup> 與式(1)可知，自償率與益本比無異。因此，當  $SLR \geq 1$  時，表 BOT 計畫之營運期收入除可支付興建與營運期成本外，尚有盈餘，故 BOT 計畫在財務上有完全自償能力；反之，當  $SLR < 0$  時，表 BOT 計畫不具財務自償能力。若  $0 \leq SLR \leq 1$  時，表示 BOT 計畫營運期之總收入可支應營運成本，但無法完全支應興建成本，故只有部分財務自償能力。換言之，該 BOT 計畫財務效益低，故民營化可行性不高。但是，政府可藉由提升式(1)之分子或降低分母值，擴大  $SLR$  值，增加民營化的可行性，此即所謂獎勵誘因配套機制。

而自償率是否可作為 BOT 計畫分析之用，可由政府獨資興建與營運以及 BOT 計畫之財務流量概念來說明。

### 3.1.1 政府獨資計畫之現金流量概念

就某項公共建設而言，政府若採取獨資興建營運，此項建設計畫之興建資金來源有一般國庫及甲、乙類公債，興建完工後開始營運，政府可向使用者收取使用費（或稱通行費），該使用費收入即是政府營運收入，此營運收入除用來支付營運成本、維修成本、折舊等項外，亦用來償還甲類、乙類公債，產生所謂計畫自償性問題。由此推知，式(1)之自償率應是以政府財務現金流量觀點來分析，觀念如圖 2 所示。

### 3.1.2 BOT 計畫現金流量觀念

圖 2 觀念說明，完全由政府投資興建與營運之公共建設計畫，其自償率意味著政府的投資額可由計畫本身營收償還的比率。若政府基於減輕財政壓力理由，將原先由政府獨資興建與營運之公共建設方式改以 BOT 方式辦理，則圖 2 之現金流量結構將改變為圖 3 概念。

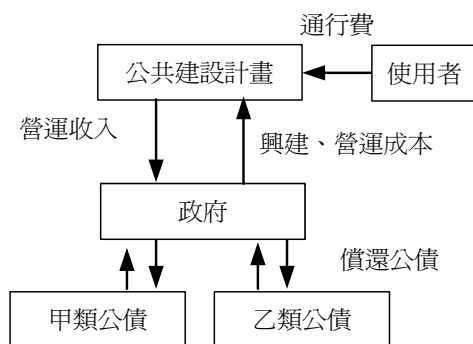


圖 2 政府獨資興建與營運

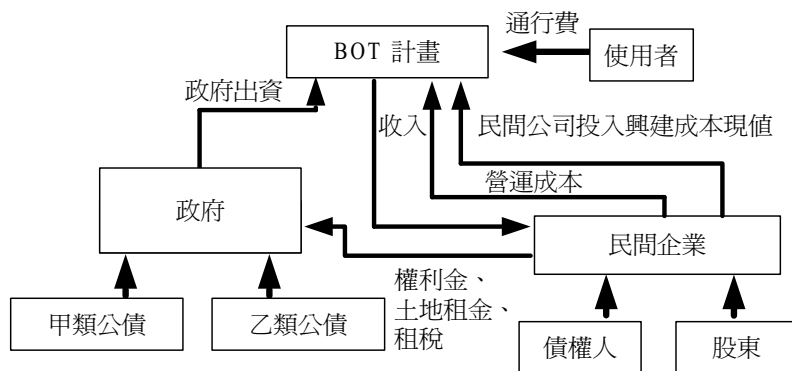


圖 3 BOT 計畫現金流量關係架構

由於在 BOT 計畫過程中，加入民間資金部分，因此，公共建設之投入成本係由政府與民間特許公司各負擔一部分；政府出資部分來源有甲、乙類公債，政府出資方式可以採金錢或非金錢方式，金錢方式由政府編列預算，直接或間接參與 BOT 計畫建設工作，或者採非直接方式投資，如政府編列預算協助民間取得土地用地。民間出資部分則是民間權益資金與債權資金，民間出資資金用於興建成本與未來營運支出。政府在 BOT 計畫之興建期或營運期須向民間收取營運權利金和租金，償還乙類公債支出。由於民間是 BOT 計畫營運者，因此，營運期之營運收入與其他附屬事業收入由民間取得，民間再利用營運收入支付繳交政府權利金。

如此，由圖 3 之現金流量結構可知，BOT 計畫與政府獨資興建與營運之現金流量結構產生變化，BOT 計畫之成本支出具有民間與政府共同出資概念，政府向民間收取之權利金或其他收入用以支付政府出資部分的比率是屬於政府財務回收比率；民間藉由營運收入支付民間出資部分與營運成本，方為民間投資報酬。因此，由圖 2 與圖 3 之資金流量結構知，目前政府所訂定自償率原意若為政府獨資計畫之獲利能力指數 (PI)，該指標考量稅前息前之現金流只能表達圖 2 中政府獨資計畫之項目，且指標中建設成本不應加計資本化

利息，使用目的則為據以區分建設主管機關之財務回收責任以償還公債。若將其更改為 BOT 計畫中之民間獲利能力指標用，則指標中項目之內涵必然與作為政府獲利能力指標時不同，如此該指標意義與作用將模糊不清。而自償率指標之構成項目一經定義就無法再同時作為政府獨資計畫之獲利能力指標或者 BOT 計畫中政府與民間雙方之獲利能力指標。因此明確定義自償率指標使之回歸於政府獨資計畫之獲利能力指數，另定義一財務指標來表達 BOT 計畫中之政府獲利能力指數實有必要。建設期出資比率與營運權利金之設計機制也應同時與政府所使用的財務評估指標及民間企業傳統使用的財務評估指標做緊密結合，於財務談判議題之決策上才有連貫性。

在圖 3 中之土地租金與稅金部分是政府依法必須向特許公司收取，部分有專款專用之約束。而 BOT 計畫之權利金收取與否在文獻上也有一番爭論，但是，Barzel<sup>[26]</sup>之所有權經濟概念則顯示，所有權是公眾資源之一種，在此權利下所取得之資源必須負擔相對準租 (qusai-rent)。同時，所有權可作為選擇契約形態之工具（參見該書之第三章）。依此概念，BOT 計畫權利金是特許公司向政府取得公眾資源之所有權所必須相對負擔之準租。另由工程會研究角度來看，基於特許權利觀念，保障政府應收利益、兼顧特許公司追求利潤目標。政府應向 BOT 特許公司收取權利金，此合理權利金設計是財務評估不可或缺要項，該權利金設定方式可包含開發權利金與經營權利金兩項。

### 3.2 研究範圍

由圖 3 可知，政府與特許公司會就特許契約議題如權利金、出資比率、財務報酬率等進行談判，此談判係屬特許契約談判架構；特許契約談判可以三方談判（政府、特許公司與融資機構），亦可以雙方談判，即特許公司與政府雙方進行談判，不涉及融資機構。三方或雙方談判並無定論，按台北港案例，台北港 BOT 計畫特許契約屬雙方談判。但本文所討論之權利金則是在進行權利金收取額度與方式，權利金談判問題則不在研究範圍內。

由於本研究所討論係權利金收取問題，此則涉及政府與民間特許公司對權利金認定立場問題，而本文所處理問題係以政府角度分析權利金收取問題。另外，本研究討論議題係假設 BOT 計畫已經進入議約階段，至於 BOT 計畫所帶來之內部或外部經濟效益者屬於計畫規劃與評估階段，不在本文所討論範圍內。

## 四、建構 BOT 計畫財務模型

本研究設定營運權利金為政府用以防止特許公司獲取超過合理報酬之手段，不宜增加特許公司之營運風險及財務風險，也不宜為特許公司製造稅盾效果，故設計其之於特許公司之支付優先性低於待償債務本利之後，股利之前；且不可抵稅。

從文獻來看，在特許契約中對權利金收取方法採實務性協商作法，BOT 計畫權利金收取計算方式則有許多方法，有以總營收或營運量為計算基準，權利金可隨營收或運量遞

增、遞減或固定方式計算，亦有採固定金額方式，或以固定權利金及變動權利金混合實施，至於採取哪一種方式較為適宜，並無定論。一般而言，權利金收取以固定式最簡便，以運量或總營收之遞增或遞減方式最能反映特許經營效益。

本文以固定金額，總營收及運量為基礎，討論權利金計算方式。茲將此三種方式說明如下：

- A. 固定金額方式 (模式一)：此方式係名目分年營運權利金依一定金額作為權利金之計算方式，並假設此金額年成長率為  $\beta$ ， $\beta > 0$  代表分年營運權利金呈直線正成長， $\beta < 0$  代表分年營運權利金呈直線負成長， $\beta = 0$  代表分年營運權利金為固定值，亦即未來特許期限內每年收取一定權利金額。
- B. 以總營收計算權利金 (模式二)：此方式係名目分年營運權利金依計畫年度總營收之一定比率收取，設此比率年成長率為  $\alpha$ 。當  $\alpha > 0$  代表比率呈直線正成長， $\alpha < 0$  代表比率呈直線負成長且為直線遞減， $\alpha = 0$  代表比率為固定值。
- C. 以運量計算權利金 (模式三)：此方式係名目分年營運權利金依計畫年營運量之一定乘數收取，設此乘數年成長率為  $\phi$ 。 $\phi > 0$  時，表乘數呈直線正成長； $\phi < 0$  時，表乘數呈直線負成長為直線遞減；當  $\phi = 0$  時，表乘數為固定值。

除了上述方式外，實務上，政府在推動 BOT 計畫可視計畫特性與民間特許之財務計畫，採行不同或更複雜之權利金收取方式，惟本文先就上述 A、B 及 C 方式進行推導，其餘較為複雜方式可為後續研究課題。

#### 4.1 固定式權利金收取方式

如模式一之說明，在推導權利金收取計算方式時，本文延續圖 3 概念，假設 BOT 計畫特許期分為興建期 ( $t = 0 \sim n$ ) 與營運期 ( $t = n + 1 \sim N$ )，政府無投資聯合開發或附屬事業，政府在營運期內自某一年度起每年收取營運權利金，且政府無對特許公司金錢補貼。特許期間結束後民間將該建設計畫之產權無償轉移給政府，其殘值不計，政府資金完全以政府債信籌措，權利金不可抵稅，政府規劃成本不計；此方式之 BOT 計畫按 WACC 法評價之現金流結構如圖 4 所示，相關變數定義如後。

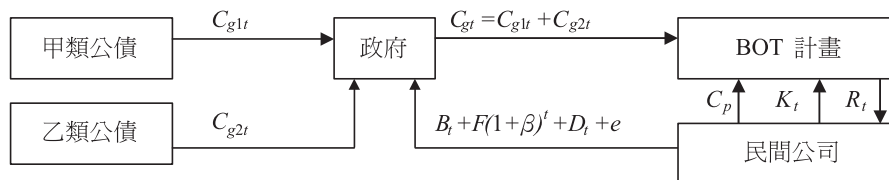


圖 4 BOT 計畫現金流量—分年營運權利金為一定金額，按年成長率  $\beta$  成長



圖 4 之 BOT 計畫現金流量概念說明，政府參與 BOT 計畫之資金來源來自於甲、乙類公債，此與民間資金部分共同組合用於 BOT 計畫之建設期，民間另一部分資金則用於營運期之營運成本與相關成本支出，同時收取營運收入，並支付  $B_t + F(1 + \beta)^t + D_t + e$  之土地租金、權利金、租稅與開發金予以政府，政府藉由所收取之土地租金、權利金、租稅與開發金，償還其所借貸甲乙類公債。由此一資金流量架構可知，權利金與政府出資、民間出資、政府財務回收有關。在構建權利金模式前，茲將相關變數符號定義如下：

$C_{gt}$ ： $t$  時點的政府投入興建成本；

$C_{g1t}$ ： $t$  時點由甲類公債支付的政府投入興建成本；

$C_{g2t}$ ： $t$  時點由乙類公債支付的政府投入興建成本；

$C_{pt}$ ： $t$  時點民間特許公司投入的興建成本；

$C$ ：BOT 計畫之建設期間興建成本（含增額土地取得成本、工程費用，不含資本化利息）折算至建設期起始年度現值總額；

$C_g$ ：政府投入興建成本折算至建設期起始年度現值總額；

$C_{g1}$ ：由甲類公債支付的政府投入興建成本折算至建設期起始年度現值總額；

$C_{g2}$ ：由乙類公債支付的政府投入興建成本折算至建設期起始年度現值總額；

$C_p$ ：民間特許公司投入的興建成本折算至建設期起始年度現值總額；

$K_t$ ：為  $t$  時點的名目營運成本（含維修成本、重置成本、人事成本、淨營運資金變動、其他成本，不含土地租金、權利金、利息支出）；

$B_t$ ：每期土地租金（名目）；

$T_c$ ：專案邊際稅率；

$D_t$ ： $t$  時點特許公司未舉債情況下所負擔的租稅；

$e$ ：開發權利金折算至建設期起始年度現值；

$L$ ：建設成本事先由政府承諾負擔部分折算至建設期起始年度現值總額， $L$  包含於  $C_g$ ；

$h$ ：營運權利金收取起始年度， $h$  為營運期內某時點， $n+1 \leq h \leq N$ ；

$F$ ：營運權利金徵收起始年度之名目金額；

$\beta$ ：分年營運權利金年成長率， $\beta > 0$  代表分年營運權利金呈直線正成長， $\beta < 0$  代表分年營運權利金呈直線負成長， $\beta = 0$  代表分年營運權利金為固定值。為確保權利金不為負， $\beta > -1$ 。

上述變數中，除  $\beta$  以外，其餘變數皆  $\geq 0$ 。

本模式設計營運權利金徵收起始年度為營運期中某一時點，此彈性時點之決定可作為談判議題。若營運初期特許公司的財務風險較高，政府可考慮延後收取營運權利金的時點而非在營運期第一年即開始收取，如此一來可降低營運期初期特許公司的財務風險。

由圖 3 知，BOT 計畫建設成本由政府與民間共同出資，因此，在建設成本分攤比率概念下，可定義政府出資比 (GCCR, government construction cost ratio) 與民間出資比

(PCCR, private construction cost ratio)，如式(2)與式(3)。

$$\text{政府出資比： } GCCR = \frac{C_g}{C} = \frac{C_g}{C_g + C_p} \quad (2)$$

$$\text{民間出資比： } PCCR = \frac{C_p}{C} = \frac{C_p}{C_g + C_p} \quad (3)$$

將式(2)與式(3)運算得  $C_g = GCCR \times C$ ， $C_p = PCCR \times C$ ；因  $C_g + C_p = C$ ，兩邊各除以  $C$ ，得  $GCCR + PCCR = 1$ 。又因政府須負擔所承諾之部分建設成本，故  $C_g \geq L$ ，得知  $\frac{L}{C} \leq GCCR \leq 1$ ，由於  $GCCR + PCCR = 1$ ，故  $PCCR$  上下限為：

$$0 \leq PCCR \leq 1 - \frac{L}{C} \quad (4)$$

式(4)為政府負擔土地取得成本下，所推得  $PCCR$  之上下限，民間出資比上限會反映政府徵收土地成本。由於在一般財務理論中，NPV 係學理上最完備的評估指標（參見 Finnerty<sup>[8]</sup>）。假設民間以 WACC 加權平均資金成本方法評價 BOT 計畫，該價值為計畫總營收（含業內收入與業外收入）減去各項支出及期初投入成本之淨現值，定義為變數  $NPV_{p1}$ 。利用圖 4 與式(2)、(3)概念，得  $NPV_{p1}$  值為：

$$NPV_{p1} = NI - e - F \cdot factor_{p1} - PCCR \cdot C \quad (5)$$

$$\text{其中， } NI = \sum_{t=0}^N \frac{R_t - K_t - B_t - D_t}{(1+r)^t} ; factor_{p1} = \sum_{t=h}^N \frac{(1+\beta)^{t-h}}{(1+r)^t} ; r \text{ 為特許公司之 BOT 專案}$$

經風險調整稅後資金成本 (risk-adjusted discount rate)，且假設  $r > i$ 。

在有徵稅的情況下，BOT 專案稅後加權平均資金成本定義為：

$$r = r_B \times (1 - T_c) \times \left( \frac{B}{S + B} \right) + r_S \times \left( \frac{S}{S + B} \right) \quad (6)$$

上式中  $r_B$ ：BOT 專案長期負債資金成本； $r_S$ ：BOT 專案權益資金成本。 $B$ ：BOT 專案債權市值； $S$ ：BOT 專案權益市值。

一般研究多採用特許公司之加權平均資金成本作為特許公司計算 BOT 計畫淨現值時所使用的折現率。惟在特許公司尚有其他計畫進行時，特許公司整體加權平均資金成本僅能反映在特許公司所有計畫平均風險下所應要求的風險性報酬率；因此 BOT 計畫是否採用特許公司加權平均資金成本作為其計畫折現率，應視該計畫之風險是否為特許公司所承受之平均風險水準而定。本研究為求一般化，乃採用 BOT 專案經風險調整之稅後資金成本作為計算 BOT 計畫特許公司淨現值之折現率。

由於本研究採用 WACC 法評價 BOT 計畫，式(5)淨現值公式分子之淨現金流量不考慮利息費用，故可知分子之租稅  $D_t$  不需考慮利息費用的稅盾效果。

民間特許公司在評估投資財務計畫時係以  $NPV_{p1} \geq 0$  作為決策準則，但政府為追求自身的獲利最大化，會設定  $NPV_{p1} = 0$ ，利用出資比率及營運權利金之設計使計畫之利潤由民間公司轉移給政府，並使特許公司恰獲取其事先設定的風險調整報酬率，此概念即是黃明聖<sup>[15]</sup>訂定 BOT 計畫中民間投資規模比率的概念，也是 Chang 和 Chen<sup>[3]</sup>模型中 Check Index 設為 1.0 的初衷。因此，令式(5)  $NPV_{p1} = 0$ ，即  $NI - e - F^* \times factor_{p1} - PCCR \times C = 0$ ，此式移項運算，得政府可獲得最大的營運權利金現值總和為：

$$F^* \times factor_{p1} = NI - e - PCCR \times C$$

$$\text{得 } F^* = (NI - e - PCCR \times C) / factor_{p1} \quad (7)$$

由式(7)可看出  $F^*$  與  $PCCR$  成反比，推知  $F^*$  與  $GCCR$  成正比。亦即民間於興建期所投入成本愈多，在固定報酬率的考量下，所願意負擔的權利金就愈低。相對地，政府興建成本愈高，在政府財務考量下，政府所希望收取權利金愈高。由於分年營運權利金不為負，故式(7)之分子  $\geq 0$ ，即：

$$NI - e - PCCR \times C \geq 0 \quad (8)$$

將式(8)移項運算得  $PCCR$  之上限條件為：

$$PCCR \leq \frac{1}{C}(NI - e) \quad (9)$$

式(4)與(9)同時成立時，得民間出資比率區間為：

$$0 \leq PCCR \leq \min \left[ 1 - \frac{L}{C}, \frac{1}{C}(NI - e) \right] \quad (10)$$

式(10)顯示，受到政府事先承諾負擔部分建設成本、營運權利金不為負數兩個條件影響，民間出資比率區間受到限制。影響因素有政府事先承諾負擔之建設成本、興建成本、特許公司營運期收支、開發權利金等因素。另由式(10)知，為避免  $PCCR$  上下界互相矛盾使得  $PCCR$  無解，式(9)中之  $(NI - e) \geq 0$  需成立。若  $(NI - e) = 0$ ，則式(10)推得民間出資比  $PCCR = 0$ ，且由式(8)得知營運權利金  $F = 0$ ，如此該 BOT 計畫變成 OT 模式（政府興建，委由民間公司營運）。若  $(NI - e) < 0$  意即特許公司於營運期有虧損，非但無法以計畫營收負擔營運權利金，也無投入興建成本之利潤誘因。在這種情形下，該 BOT 計畫無法適用於權利金計收模型，政府反而應考慮補貼。

另由圖 4 現金流量知，BOT 計畫涉及政府支出與政府向 BOT 公司收取權利金，此權利金收取占政府出資之比即陳天賜 (1995) 所提「民營化之政府財務回收率」概念。在政府支出與政府財務回收概念下，產生 BOT 計畫政府財務回收率意義，此與交通部訂定之

自償率涵義有差異。

本文定義政府財務回收率  $GFRR$  (government finance recovery ratio) 為政府支出可由計畫本身回收的比率，實質上  $GFRR$  即為 BOT 計畫中政府應用獲利率指數評估自身財務所使用的指標。以圖 4 概念而言，得知  $GFRR$  為

$$GFRR = \frac{1}{C_g} [e + rental + F \times factor_{g1}] \quad (11)$$

其中， $rental = \sum_{t=0}^N \frac{B_t + D_t}{(1+i)^t}$ ； $factor_{g1} = \sum_{t=h}^N \frac{(1+\beta)^{t-h}}{(1+i)^t}$ ； $i$  為政府公債利率。

式(11)說明政府藉由向特許公司收取營運權利金、開發權利金與土地租金來支應政府出資成本。政府財務回收率與收取權利金現值總和成正比關係。換言之，當政府所訂財務回收率越高，需向民間特許公司收取更多開發權利金、地租、營運權利金。比較式(11)與式(1)，兩者差異在於式(1)係以政府獨資興建營運角度來分析政府財務自償能力，而式(11)是以 BOT 計畫政府與民間合資角度分析。式(11)顯示，政府財務回收率與政府出資率及權利金收取額度有關，政府財務回收率隨著權利金收取遞增而增加，隨著政府出資率增加而遞減。但式(1)則是單純效益與成本比，無法顯示政府出資與權利金及政府財務回收之間的關係；此說明，交通部所訂定之自償率 ( $SLR$ ) 並無法顯示民間參與公共建設政府的財務報償，因此，傳統自償率指標並不適用於 BOT 計畫。又政府財務回收必有部分或全部

用以償還乙類公債，故  $GFRR \geq \frac{C_{g2}}{C_g}$  顯應成立。

要尋找政府財務回收率則可利用式(2)、(3)、(7)、(11)及  $GCCR + PCCR = 1$ ，計算得  $GFRR^*$  與  $PCCR$  之關係式為：

$$GFRR^* = \frac{1}{C \times (1 - PCCR)} \left[ e + rental + \left( \frac{factor_{g1}}{factor_{p1}} \right) (NI - e - PCCR \times C) \right] \quad (12)$$

式(12)之  $PCCR \neq 1$ ，若  $PCCR = 1$ ，則  $GFRR^*$  不可計算。換言之，當 BOT 計畫由民間完全出資興建營運時，政府出資為零，則不必計算其財務回收率。更進一步探究，政府雖未出資卻仍有現金流入，其意義為計畫有盈餘，故政府有課稅且政府利用營運權利金機制將民間超出合理報酬之利潤都收歸國有。

由式(12)可知，若  $PCCR$  決定， $GFRR^*$  即被動地決定。考量法規或政府對  $GFRR$  設有一個最低標準，因此，本定義  $GFRR_0$  為政府財務回收率下限，利用此  $GFRR_0$  來反映  $GFRR^*$  之限制條件，政府可預先決定  $GFRR_0$  值，使  $GFRR$  之解能落於此下限之上。實務上政府不會事先要求該  $GFRR_0$  必須大於 1。因政府所收取之開發權利金、營運權利金、租金、租稅等均不為負值，故政府財務回收率必大於等於零，因此設定  $GFRR_0 \in [0, 1]$  且

$GFRR^* \geq GFRR_0$ 。利用式(12)與  $GFRR_0 \in [0,1]$  關係式，得式(13)與式(14)。

$$\frac{1}{C \times (1 - PCCR)} \left[ e + rental + \left( \frac{factor_{g1}}{factor_{p1}} \right) (NI - e - PCCR \times C) \right] \geq GFRR_0 \quad (13)$$

$$PCCR \leq \frac{\left[ e + rental + \left( \frac{factor_{g1}}{factor_{p1}} \right) (NI - e) - GFRR_0 \times C \right]}{\left[ C \times \left( \frac{factor_{g1}}{factor_{p1}} - GFRR_0 \right) \right]} = X_1 \quad (14)$$

式(14)為在政府財務回收率有下限下所得到之  $PCCR$  上界。再利用式(10)與式(14)，運算得  $PCCR$  區間為：

$$0 \leq PCCR \leq \min \left[ 1 - \frac{L}{C}, \frac{1}{C} (NI - e), X_1 \right] \quad (15)$$

式(15)為在政府事先承諾負擔部分建設成本、營運權利金不為負及政府財務回收率有下限條件下之限制範圍。此  $PCCR$  上限條件最小範圍為式(4)、(9)與(14)三個上限條件中取最小者。但為確保  $PCCR$  不會產生無解情形，式(15)之  $X_3$  需  $\geq 0$ ，故該式分子

$$\left[ e + rental + \left( \frac{factor_{g1}}{factor_{p1}} \right) (NI - e) - GFRR_0 \times C \right] \text{ 需 } \geq 0 \text{。左右移項運算得：}$$

$$GFRR_0 \leq \frac{1}{C} \times \left[ e + rental + \left( \frac{factor_{g1}}{factor_{p1}} \right) (NI - e) \right] = X_2 \quad (16)$$

式(16)顯示，為確保  $PCCR$  有可行解，政府財務回收率下限受特許公司之營運收支、土地租金、租稅、開發權利金、建設成本等因素限制。利用式(16)與  $GFRR_0 \in [0,1]$  關係式，得式(17)。

$$0 \leq GFRR_0 \leq \min[1, X_2] \quad (17)$$

式(17)代表政府預先設定政府財務回收率下限時兼顧實務做法及民間出資比率之區間，故而有  $GFRR_0$  之限制範圍。至於  $GFRR_0$  究應如何設定，應與  $\frac{C_{g2}}{C_g}$  比率之決策有關。

倘若欲設定  $GFRR_0$  大於 1，則  $GFRR_0$  及  $PCCR$  之區間將會不同。

由式(15)知，若政府追求最大民間出資率，其  $PCCR$  最佳解  $PCCR^*$  為：

$$PCCR^* = \min \left[ 1 - \frac{L}{C}, \frac{1}{C} (NI - e), X_1 \right] \quad (18)$$

因  $GCCR^* + PCCR^* = 1$ ，當得式(18)之民間最大出資率  $PCCR^*$  時，政府最大出資率可由  $GCCR^* = 1 - PCCR^*$  求得，再將民間出資比率  $PCCR^*$  代入式(12)與(7)中，分別得在民間出資比率最大下的政府財務回收率  $GFRR^*$  與徵收起始年度名目分年營運權利金之值  $F^*$ ，如式(19)與(20)。

$$GFRR^* = \frac{1}{C \times (1 - PCCR^*)} \left[ e + rental + \left( \frac{factor_{g1}}{factor_{p1}} \right) (NI - e - PCCR^* \times C) \right] \quad (19)$$

$$F^* = (NI - e - PCCR^* \times C) / factor_{p1} \quad (20)$$

由模式一之推導可知，政府推動 BOT 計畫時，在設定合理政府財務回收率下限後，即可得民間出資率之上限，而政府財務回收率與名目分年營運權利金之解是民間出資比率的函數。若政府將  $PCCR$  設定於  $PCCR^*$  之下，名目分年營運權利金之最佳解會大於式(20)所求得之解。

## 4.2 以總營收之一定比率收取營運權利金

考慮政府對民間特許公司依營運期內自某一年度起按總營收之一定比率收取營運權利金。因此，原圖 4 之民間公司流到政府之流量項目改為  $B_t + \theta \times (1 + \alpha)^t \times R_t + D_t + e$ ，項目包含土地租金、營運權利金、租稅與開發權利金。其中，營運權利金係以總營收之某一比率計算，以  $\theta \times (1 + \alpha)^t \times R_t$  來表示，此現金流如圖 5 概念所示。

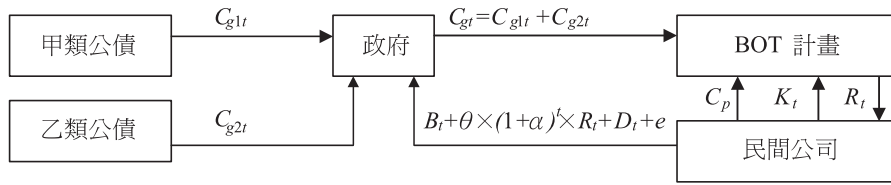


圖 5 BOT 計畫現金流量—分年營運權利金隨營收一定比率徵收

圖 5 之現金流量，除分年營運權利金計收方式與圖 4 不同外，其變數與假設條件、限制條件皆與 4.1 節相同。另外將變數  $\theta$  與  $\alpha$  定義如下：

- $\theta$ ：徵收營運權利金起始年度的分年營運權利金占總營收百分比；
- $\alpha$ ：分年營運權利金占營收百分比之年成長率， $\alpha > 0$  代表比率呈直線正成長；其中， $\alpha < 0$  代表比率呈直線負成長， $\alpha = 0$  代表比率為固定值；為確保營運權利金不為負，故假設  $\alpha > -1$  與  $\theta \geq 0$ 。

依 4.1 節分析，仍假設 BOT 特許公司採 NPV 法則為投資評估基礎，計畫淨現值定義為  $NPV_{p2}$ ：

$$NPV_{p2} = NI - e - \theta \cdot factor_{p2} - PCCR \cdot C \quad (21)$$

$$\text{其中, } factor_{p2} = \sum_{t=h}^N \frac{(1+\alpha)^{t-h} \times R_t}{(1+r)^t}$$

令  $NPV_{p2} = 0$ ，該式左右運算，得最大的營運權利金現值總和為：

$$\theta \times factor_{p2} = NI - e - PCCR \cdot C$$

其次，我們根據式(11)概念，求政府財務回收率為：

$$GFRR = \frac{1}{C_g} [e + rental + \theta \times factor_{p2}] \quad (22)$$

運用與模式一相同計算過程，得到：

$$0 \leq PCCR \leq \min \left[ 1 - \frac{L}{C}, \frac{1}{C} (NI - e), Y_1 \right] \quad (23)$$

$$\text{其中, } Y_1 = \frac{e + rental + ratio_2 \times (NI - e) - GFRR_0 \times C}{C \times (ratio_2 - GFRR_0)} ; \quad ratio_2 = \left( \frac{\sum_{t=h}^N \frac{R_t \times (1+\alpha)^{t-h}}{(1+i)^t}}{\sum_{t=h}^N \frac{R_t \times (1+\alpha)^{t-h}}{(1+r)^t}} \right)$$

$$0 \leq GFRR_0 \leq \min[1, Y_2] \quad (24)$$

其中， $Y_2 = (e + rental + ratio_2 \cdot (NI - e)) / C$ ；

$$GFRR^* = \frac{1}{C \times (1 - PCCR)} [e + rental + ratio_2 \times (NI - e - PCCR \times C)] \quad (25)$$

$$\theta^* = \frac{NI - e - PCCR \times C}{factor_{p2}} \quad (26)$$

得  $PCCR$  的最大解為  $PCCR^*$ ：

$$PCCR^* = \min \left[ 1 - \frac{L}{C}, \frac{1}{C} (NI - e), Y_1 \right] \quad (27)$$

比較式(27)  $F^*$  與式(26)  $\theta^*$  之差異在於分母之  $factor_{p1}$  與  $factor_{p2}$ 。

### 4.3 以營運量收取權利金

前述 4.1 與 4.2 節係討論權利金以總營收為計算基礎，但某些 BOT 計畫亦可能以營運量為權利金收取之計算基礎，以下則討論以營運量為權利金計算基礎之情形。此種情形我們假設為名目分年營運權利金依計畫年營運量之一定乘數收取，此乘數年成長率為  $\phi$ ，現金流量架構概念如圖 6。圖 6 與圖 5 及圖 4 之差異在於將現金流量項目改為隨營運量收取，如  $B_t + (1 + \phi)^t \times g \times Q_t + D_t + e$ ，其變數與假設條件、限制條件皆與模式 4.1 節相同。

BOT 計畫現金流如圖 6，政府在營運期內自某一年度起每年按特許公司營運量之一定乘數收取營運權利金，除分年營運權利金計收方式外，本模式其餘假設、變數、限制條件皆與模式一相同。並定義變數  $g$ 、 $\phi$  與  $Q_t$  如下：

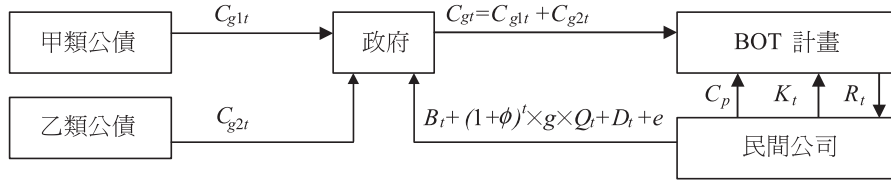


圖 6 BOT 計畫現金流量—分年營運權利金按營運量之一定乘數  $g$  徵收

$g$ ：徵收營運權利金起始年度的營運量所對應的乘數， $g \geq 0$ ；

$\phi$ ：乘數之年成長率， $\phi > 0$  代表乘數呈直線正成長， $\phi < 0$  代表乘數呈直線負成長為直線遞減， $\phi = 0$  代表乘數為固定值；同理，為確保權利金不為負，故假設  $\phi > -1$ 。

$Q_t$ ：第  $t$  年之營運量。

由 4.1 節之推導觀念，利用 NPV 法評估特許公司投資效益，故將式(5)計畫淨現值修改為：

$$NPV_{p3} = NI - e - g \times factor_{p3} - PCCR \times C \quad (28)$$

$$\text{其中，} factor_{p3} = \sum_{t=h}^N \frac{(1 + \phi)^{t-h} \times Q_t}{(1 + r)^t}$$

同理，運用模式一之運算過程可得最大的營運權利金現值總和為：

$$g^* \times factor_{p3} = NI - e - PCCR \times C \quad (29)$$

政府財務回收率  $GFRR^*$ ，分年營運權利金於徵收起始年度營運量乘數  $g^*$  的解，分別為式(30)與(31)。



$$GFRR^* = \frac{1}{C \times (1 - PCCR)} [e + rental + ratio_3 \times (NI - e - PCCR \times C)] \quad (30)$$

$$g^* = \frac{NI - e - PCCR \times C}{factor_{p3}} \quad (31)$$

政府財務回收率下限  $GFRR_0$  之區間為：

$$0 \leq GFRR_0 \leq \min \left[ 1, \frac{1}{C} [e + rental + ratio_3 \times (NI - e)] \right] \quad (32)$$

$$\text{其中, } ratio_3 = \left( \frac{\sum_{t=h}^N \frac{(1+\phi)^{t-h} \times Q_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=h}^N \frac{(1+\phi)^{t-h} \times Q_t}{(1+r)^t}} \right)$$

最大民間出資比率為：

$$PCCR^* = \min \left[ 1 - \frac{L}{C}, \frac{1}{C} (NI - e), Z_1 \right] \quad (33)$$

$$\text{其中, } Z_1 = \frac{e + rental + ratio_3 (NI - e) - GFRR_0 \times C}{C(ratio_3 - GFRR_0)}$$

由式(31)顯示， $g^*$  與  $Q_t$ 、 $\phi$  成反比。

經由 4.1、4.2 與 4.3 節之模式構建，本文將結果整理如表 1。

從三種權利金收取計算基礎上，可明顯了解固定金額、總營收比率與按營運量比率之差異在於  $(1+\beta)^{t-h}$ 、 $R_t \times (1+\alpha)^{t-h}$  與  $Q_t \times (1+\phi)^{t-h}$  變數，其餘之開發權利金、地租與租稅等項皆不變。從而可知，不同權利金計算方式之政府財務回收率  $GFRR^*$ ，差異亦在於  $(1+\beta)^{t-h}$ 、 $R_t \times (1+\alpha)^{t-h}$  與  $Q_t \times (1+\phi)^{t-h}$  變數。

上述模式之選擇可視 BOT 計畫性質而定，模式之  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\phi$  值可考慮特許公司之債權風險等特殊因素加以決定；模式一、二及模式三可搭配實施，產生較複雜之營運權利金收取方式，此營運權利金收取模式可分 9 種方式，至於選擇何種權利金模式，此為 BOT 合約談判議題之一。

表 1 BOT 計畫財務模型決策變數最佳解

模 式	變 數	公 式
模式一： 名目分年營運權利金為 固定金額	政府財務回收率下限的區間 $GFRR_0^*$	$0 \leq GFRR_0 \leq \min[1, X_2]$
	民間出資比率 $PCCR^*$	$\min \left[ 1 - \frac{L}{C}, \frac{1}{C} (NI - e), X_1 \right]$
	政府財務回收率 $GFRR^*$	$\frac{1}{C \times (1 - PCCR)} \left[ e + rental + \left( \frac{factor_{g1}}{factor_{p1}} \right) (NI - e - PCCR \times C) \right]$
	分年營運權利金 (名目) $F^* \times (1 + \beta)^{t-h}$	$(1 + \beta)^{t-h} \times [(NI - e - PCCR \times C) / factor_{p1}]$
模式二： 名目分年營運權利金隨 總營收一定 比率徵收	政府財務回收率下限的區間 $GFRR_0^*$	$0 \leq GFRR_0 \leq \min[1, Y_2]$
	民間出資比率 $PCCR^*$	$\min \left[ 1 - \frac{L}{C}, \frac{1}{C} (NI - e), Y_1 \right]$
	政府財務回收率 $GFRR^*$	$\frac{1}{C \times (1 - PCCR)} [e + rental + ratio_2 (NI - e - PCCR \times C)]$
	分年營運權利金 (名目) $(1 + \alpha)^{t-h} \times \theta^* \times R_t$	$(1 + \alpha)^{t-h} \times R_t \left( \frac{NI - e - PCCR \times C}{factor_{p2}} \right)$
模式三： 名目分年營運權利金按 年營運量乘 數徵收	政府財務回收率下限的可行 區間 $GFRR_0^*$	$0 \leq GFRR_0 \leq \min \left[ 1, \frac{1}{C} [e + rental + ratio_3 \times (NI - e)] \right]$
	民間出資比率 $PCCR^*$	$\min \left[ 1 - \frac{L}{C}, \frac{1}{C} (NI - e), Z_1 \right]$
	政府財務回收率 $GFRR^*$	$\frac{1}{C(1 - PCCR)} [e + rental + ratio_3 (NI - e - PCCR \times C)]$
	分年營運權利金 (名目) $(1 + \phi)^{t-h} \times g^* \times Q_t$	$(1 + \phi)^{t-h} \times Q_t \times \left( \frac{NI - e - PCCR \times C}{factor_{p3}} \right)$

資料來源：本研究整理。

## 五、簡例分析

本文以簡例方式說明模式之可用性。案例係選自於「北投 105K06 停車場—獎勵民間投資興建可行性及先期規劃」報告書（中華民國立體停車場協會，1999）。此計畫背景說明如下：

台北市政府為紓解北投溫泉觀光區之停車問題，釋出政府公有地，獎勵民間參與投資興建停車場，藉以改善停車問題及有效引進民間資金與經營效率。其中北投 105K06 停車場計畫即屬停車場 BOT 計畫之一。此計畫之基地座落於北投商業區，面積總數為 818 平方公尺，原為平面停車場，然為紓緩當地停車需求，擬開發為立體停車場，並採 BOT 方式辦理開發。依「北投 105K06 停車場—獎勵民間投資興建可行性及先期規劃」報告書所述，該立體停車場被規劃為升降機式立體停車塔，建築面積 405.74 平方公尺，設計建蔽率為 49.6%，建築物高度為 35.53 公尺，可容納停車數量為 240 輛，計畫開發時間為民國 89 年，興建期 10 個月。計畫財務分析基本假設如下：

假設折現率 10%，物價上漲率 3.5%，地價水準 51,100 元／平方公尺，土地租金為公告地價 3%，停車場使用率以 50% 計。又依規劃資料說明，市有土地如作停車場使用，依「台北市市有土地出租租金計收標準」規定，土地租金之年租金為公告地價之 6%，但合於「台北市獎勵投資興建公共設施辦法」之規定者租金再予減半為 3%。營利事業所得稅部分，營所稅為 25%，另「獎勵民間參與交通建設條例」第二十八條規定：「本條例所獎勵之民間機構得自該交通建設開始營運後有課稅所得之年度起，最長以五年為限，免納營利事業所得稅。」其他租稅方面的獎勵措施：第三十條「本條例所獎勵之民間機構，進口供其興建交通建設使用之營建機器、設備、施工用特殊運輸工具…免徵進口關稅。」第三十一條「本條例所獎勵之民間機構在興建或營運期間，供其直接使用之不動產應課徵之地價稅、房屋稅及取得時應課徵之契稅，得予適當減免。」；營運收入部分，停車場收費方式採計時收費，民國 90 年停車費為 30 元／小時／車，停車費以 6.6% 年成長率成長，停車率以 50% 計算，故第一年之年營運量為  $240 \times 50\% \times 24 \times 365 = 1,051,200$  車×小時／年會使用該停車場，同時 BOT 特許公司無經營該停車場附屬事業。

為簡化計算起見，將原計畫興建期 10 個月，調整為共 1 年；並假設特許營運期為 15 年（民國 90 年至民國 104 年），建設成本 151,967 千元，政府事先承諾負擔之成本（土地取得）41,800 千元，長期公債利率 8%，開發權利金 0 元，從營運期第一年開始徵收營運權利金。賦稅部分，由於資料取得不易，採用簡化方式處理，暫只以現金流量資料計算營所稅。最後假設於計畫執行期間存在一具代表性之特許公司加權平均資金成本，其值為 10%。茲將財務試算參數設定彙整如表 2 所示。

表 2 簡例分析之參數設定

參 數	參數設定值	參 數	參數設定值
折現率 ( $r$ )	$r = 10\%$	地價水準 (元/平方公尺)	51,100 元
政府公債利率	8%	土地租金	公告地價 6%
物價上漲率	3.5%	停車場使用率	50%
年營運量	1,051,200 輛	停車費為 (元/小時/車)	30 元
營運權利金收取年度 ( $h$ )	$h = 1$	停車費年成長率	6.6%
政府事先承諾負擔之成本 (土地取得) 折算至建設期起始年度現值總額 ( $L$ )	41,800 千元	建設成本 (含工程費用、土地取得成本, $C$ )	151,967 千元
特許年限 ( $N$ )	15 年	專案邊際稅率 ( $T_c$ )	$T_c = 25\%$

註：民國 89 年幣值。

資料來源：本研究整理。

利用表 2 之參數設定值代入表 2 中之模式一，並假設模式一之營運權利金成長率  $\beta = 0$ ，亦即分年營運權利金為固定值。另外，假設政府追求民間出資比率最大。如此，將表 2 中所給定變數值代入模式中即可得  $GFRR_0^*$ 、 $PCCR^*$ 、 $GFRR^*$  及分年營運權利金值，結果如表 3 之模式一所示。相關計算過程參見附錄之附表 1。

根據計算結果，政府財務回收率  $GFRR_0^*$  之下限為 0，上限值為 1 與 2.150，在  $GFRR_0^*$  上限中取最小值應為 1。考量政府或法規對財務回收率有其下限之規定或設限，因此，本研究假設  $GFRR_0^* = 0.75$ ，將  $GFRR_0^* = 0.75$  代入表 2 模式一之  $PCCR^*$  公式，得民間出資比  $PCCR^* = \min [0.725, 1.496, 3.730]$ ，取最小值 0.725，即  $PCCR^* = 0.725$ ，此表示在 BOT 計畫中，民間出資 72.5%，政府出資 27.5%。因得到  $PCCR^*$  與  $GCCR^*$  值，再將此  $PCCR^*$  與  $GCCR^*$  值與表 2 變數代入  $GFRR^*$  公式中，得政府財務回收率  $GFRR^* = 4.851$ ，分年營運權利金 15,402.17 (千元)，此表示政府可針對此 BOT 計畫向 BOT 公司每年收取固定權利金 15,402.17 (千元)。而值得注意的是，在本案例經過試算後之  $GFRR^* = 4.851$ ，此說明政府在此 BOT 計畫中，只要出資 BOT 計畫興建成本之 27.5%，即可獲得 4.851 倍之財務回收，如此來看，在此 BOT 計畫中，政府亦屬高獲利投資者。如果政府欲採遞增固定式權利金收取，只要設  $\beta > 0$  值，代入表 2 之公式即可得遞增固定式權利金，此方面計算不再贅述。

模式二之營運權利金係以營收一定比率來計算，設  $\alpha = 0$  表示分年營運權利金占營收百分比之年成長率為固定值。假設政府追求民間出資比率最大，同理，我們利用表 2 之參數設定值代入表 2 之模式二，分別得  $GFRR_0^*$ 、 $PCCR^*$ 、 $GFRR^*$  及分年營運權利金值，其解為  $GFRR_0^* \leq \min [1, 2.186]$ ； $PCCR^* = \min [0.725, 1.496, 3.596]$ ， $GFRR^* = 4.918$  及徵收起始年度名目分年營運權利金占營收比率  $\theta^* = 0.336$ ，結果如表 3 之模式二。對照圖 5 概念，現金流量項目為  $B_t + \theta \times (1 + \alpha)^t \times R_t + D_t + e$ ，將此  $\theta^* = 0.336$ 、 $\alpha = 0$  及分年之土地租金、營收與開發權利金等代入，得第一年之分年權利金為 10,601.77 千元。換言之，政府可於營運第一年向 BOT 公司按營收之 0.336 比率收取營運權利金 10,601.77 千元，其餘營

運期之營運權利金計算如附表 2 所示，依附表 2 試算結果，政府於營運期向 BOT 公司分年收取營運權利金介於 10,601.77 ~ 25,957.47 千元。在此分年權利金收取下，民間出資比 0.75，政府出資比 0.25，政府財務回收率可達 4.918。

如圖 6 概念，模式三係按年營運量乘數徵收分年營運權利金。令  $\phi = 0$ ，假設政府追求民間出資比率最大。同理，我們利用表 2 之參數代入表 1 中之模式三公式，得  $GFRR_0^*$ 、 $PCCR^*$ 、 $GFRR^*$  及營運權利金乘數  $g^*$ ，分別為  $0 \leq GFRR_0 \leq \min [1, 2.150]$ 、 $PCCR^* = \min [0.725, 1.496, 3.596] = 0.725$ 、 $GFRR^* = 4.851$  及  $g^* = 0.01465$ ，結果詳如表 3。其次，按圖 6 概念，再將此  $g^* = 0.01465$  與  $\phi = 0$  代入  $B_t + (1 + \phi)^t \times g \times Q_t + D_t + e$  中，得第一年營運權利金為 15,400.08 千元，因本文令  $\phi = 0$ ，表示無論營運量增減如何，皆以營運量之 0.01465 比率徵收權利金，故未來營運期內之權利金皆為 15,400.08 千元，試算過程如附表 3 所示。若要權利金乘數遞增，則可令  $\phi > 0$  值代入附表 3 計算；反之，若要權利金乘數遞減，則可令  $-1 < \phi < 0$  之間的值代入附表 3 中計算，即可得隨營運量乘數遞減之分年權利金。

表 3 簡例方式試算結果

模 式	變 數	公 式 解
模式一 名目分年營運權利金為固定金額	政府財務回收率下限 $GFRR_0^*$	$0 \leq GFRR_0 \leq \min [1, 2.150]$ 設定 $GFRR_0^* = 0.75$
	民間出資比率 $PCCR^*$	$\min [0.725, 1.496, 3.730] = 0.725$
	政府財務回收率 $GFRR^*$	4.851
	徵收起始年度名目分年營運權利金 $F^*$	15,402.17 (單位：千元)
模式二 名目分年營運權利金隨總營收一定比率徵收	政府財務回收率下限 $GFRR_0^*$	$0 \leq GFRR_0 \leq \min [1, 2.186]$ 設定 $GFRR_0^* = 0.75$
	民間出資比率 $PCCR^*$	$\min [0.725, 1.496, 3.596] = 0.725$
	政府財務回收率 $GFRR^*$	4.918
	徵收起始年度名目分年營運權利金占營收比率 $\theta^*$	0.336
模式三 名目分年營運權利金按年營運量乘數徵收	政府財務回收率下限 $GFRR_0^*$	$0 \leq GFRR_0 \leq \min [1, 2.150]$ 設定 $GFRR_0^* = 0.75$
	民間出資比率 $PCCR^*$	$\min [0.725, 1.496, 3.730] = 0.725$
	政府財務回收率 $GFRR^*$	4.851
	徵收起始年度名目分年營運權利金乘數 $g^*$	0.01465

資料來源：本研究整理。

比較附表 1 至附表 3，上述三種方式中以營運量之 0.01465 比率收取權利金方式較低，以總營收之 0.336 比率收取權利金金額較高，但此方式於營運前 5 期，權利金遠較其他 2 種方式較低，固定式之權利金則介於上述二者之間。若以民間角度而言，可能選擇以營運量比率方式繳交權利金對其較有利，以總營收比率方式對其較不利；反之，對政府而言，以總營收比率方式收取權利金對其較有利，以營運量比率方式收取權利金對其較不利，此結果亦反映於政府財務回收率值，模式二之  $GFRR^* = 4.918$  大於模式一與模式三之  $GFRR^*$  值，模式一與模式三之  $GFRR^*$  非常接近。至於採取何種權利金方式，則可於特許契約談判中討論決定。

由表 1 知，模式一～模式三之  $GFRR_0^*$  與  $PCCR^*$  雖有差異，但由於本文令  $\beta = 0$ 、 $\alpha = 0$  及  $\phi = 0$  時，亦即本文討論固定式，總營收固定比率及營運量固定比率方式來試算權利金，因此產生模式一至模式三之  $GFRR_0^*$  與  $PCCR^*$  變化不大情形。而從模式一至模式三試算顯示，當  $GFRR_0^*$  有預設值之下， $PCCR^*$  之求解會受到很大影響。就本案例而言，假設政府要求政府財務回收率之下限為 75%，得民間出資比 0.725，政府出資比 0.275，在此種情形下，以模式二之  $GFRR^*$  較高，此顯示，政府在參與此 BOT 計畫中可獲得高獲利之投資。

## 六、結論與建議

政府訂定自償率公式的初衷在於釐清政府獨資興建營運之公共建設資金來源及公債由計畫償還的比率，惟本研究詳細闡述政府獨資計畫與 BOT 計畫之資金流量結構不同，故自償率公式並不適用於 BOT 計畫。雖然過去少數研究曾探討自償率適用性問題，惟並未有深入分析與修正。本研究利用財務觀念，建構 BOT 計畫財務模式，解釋政府與特許公司雙方之建設期出資比率，營運權利金，與政府財務回收率之間的財務數學關係，並推導三種基本的營運權利金計收公式，供政府參考使用。文中以北投 105K06 停車場案例進行簡例分析，計算出該計畫之民間出資比率、營運權利金、與政府財務回收率之解，觀察各變數間相關影響並提供決策參考之用。本研究之主要目的在建立政府就 BOT 財務議題做決策之連續決策過程，並非提供唯一絕對之公式解，故政府仍可視個案對限制式作修改而得到不同之公式解。

經簡例分析顯示，本文所構建之權利金收取、政府財務回收率、民間出資率與政府出資率之財務數學式可充分反映彼此之間的關係架構；此顯示本文所發展之財務數學式具備可操作性，同時可改善自償率與權利金脫鉤之缺失。本模型求解出之 BOT 計畫政府財務回收率、民間出資比率、名目分年營運權利金之解，雖使特許公司恰好得到其預期的風險調整報酬率，計畫淨現值等於零；惟若民間特許公司發揮良善經營能力使實際營運結果較財測為佳，則實際報酬率必將大於期望之報酬率，故本模型實質上仍具有激勵民間經營績效之作用。

本文雖獲得財務數學推導之突破，惟對於風險性計畫之淨現值求算方法僅為諸多方法

之一種，建議後續研究者可採用其他方法為風險性計畫定價。另外，本研究假設民間特許公司之經風險調整資金成本為已知變數，尚未詳細討論經風險調整資金成本之求算；再者，BOT 計畫之財務計畫如何與風險相關課題作結合，也值得深入思考。模式中之政府財務回收率下限解究應如何設定；同時，PCCR 之決定與融資機構有關，亦與權利金收取有關，在確保 BOT 計畫可行條件下，如何將 PCCR 與融資條件放入討論，這些議題值得後續深入研究。除此之外，本研究所提出之財務模型隱含公共建設能於營運期產生利潤的假設，倘若此公共建設於營運期產生虧損且涉及補貼課題，則不適用於本模型，後續研究可考慮從補貼角度，思考無利潤計畫之民間出資比率、政府財務回收率、補貼金額與補貼相關課題。

## 參考文獻

1. 陳天賜、徐榮崇，「交通建設之財務自償率探究」，**中華民國運輸學會第九屆學術研討會論文集**，民國八十三年，頁 515-522。
2. 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 46 卷，第 1 期，民國八十四年，頁 1-14。
3. 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.
4. 馮正民、康熙宗，「BOT 計畫談判群體之風險衡量」，**運輸計劃季刊**，第二十九卷，第四期，民國八十九年，頁 709-738。
5. 馮正民、康熙宗，「在談判者效用互動下之風險衡量—以 BOT 計畫之用地徵收事件為例」，**運輸計劃季刊**，第三十卷，第三期，民國九十年，頁 481-512。
6. Walker, C. and Smith, A. J., *Privatized Infrastructure: The Build Operate Transfer Approach*, Thomas Telford Publication, London, 1995.
7. Wang, S. Q., Tiong, R. L. K., Ting, S. K., and Ashley, D., "Risk Management Framework for BOT Power Projects in China", *The Journal of Project Finance*, 1999, pp. 56-67.
8. Finnerty, J. D., *Project Financing: Asset-Based Financial Engineering*, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1996.
9. 張大成、賴景昌，「BOT 放棄價值的評估—以台灣高速鐵路為例」，**管理學報**，第十七卷，第三期，民國八十九年，頁 441-460。
10. Trigeorgis, L., *Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation*, MIT Press, New York, 1996.
11. 陳宥杉，「以實質選擇權評價模式評估台灣高鐵公司 BOT 案之等待價值」，國立政治大學企業管理研究所未出版碩士論文，民國八十八年。
12. 簡龍鳳，「政府對民間參與交通建設投資／補貼之研究—考慮建設未具完全自償能力之情況」，**台灣土地金融季刊**，第三十七卷，第三期，民國八十九年，頁 191-215。

13. 陳明吉、花敬群、張金鶚，「獎勵民間參與公共建設的新誘因—土地開發外部利益分配」，**公營事業評論**，第二卷，第三期，民國九十年，頁 45-67。
14. Sidney, M. L., *Build, Operate, Transfer: Paving the Way for Tomorrow's Infrastructure*, John Wiley & Sons, Inc., 1996.
15. 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，民國八十八年，頁 113-133。
16. 交通部，**交通部辦理民間參與交通建設計畫作業手冊**，民國八十八年。
17. Asensio, J. and Roca, O., 'Evaluation of Transportation Infrastructure Projects Beyond Cost-Benefit Analysis, An Application to Barcelona's 4<sup>th</sup> Ring Road', *International Journal of Transport Economics*, Vol. XXVIII, No. 3, October 2001, pp. 387-402.
18. Lu, Y. C., Wu, Soushan, Chen, D. H., and Lin, Y. Y., 'BOT Projects in Taiwan: Financial Modeling Risk, Term Structure of Net Cash Flows, and Project at Risk Analysis', *The Journal of Project Finance*, 2000, pp. 53-63.
19. Daniel, J. I., 'Benefit-Cost Analysis of Airport Infrastructure: The Case of Taxiways', *Journal of Air Transportation Management*, Vol. 8, 2002, pp. 149-164.
20. Hanspeter, G., *Cost-Benefit Analysis and Public Investment in Transport: A Survey*, Butterworths, London, 1973.
21. Farrell, M., 'Financial Engineering in Project Management', *Project Management Journal*, Vol. 33, No. 1, 2001, pp. 27-36.
22. Windsperger, J., 'The Fee Structure in Franchising: A Property Rights View', *Economic Letters*, Vol. 73, 2001, pp. 219-226.
23. 吳善楹，「交通建設 BOT 計畫權利金計收模式之構建」，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國九十一年。
24. Musgrave, R. A., *The Theory of Public Financing — A Study in Public Economy*, John Wiley & Sons, Inc., 1959.
25. 公共工程委員會，**民間參與公共建設財務評估模式規劃**，公共工程委員會，民國九十一年一月。
26. Barzel, Y., *Economic Analysis of Property Rights*, Cambridge University Press, 1997.



## 附 錄

附表 1 模式一簡例試算表 ( $\beta = 0$  情形)

單位：千元

投資年	B 土地租金	K (含管理、維護、重置費)	D 租稅	R 營收	營運淨現金流	營運淨現金流現值	名目分年權利金
0	1254		—	—	-1254	-1254	—
1	1292	5168		31536	25076	22796.36	15402.17
2	1330	5323		33619	26966	22285.95	15402.17
3	1370	5483		35839	28986	21777.61	15402.17
4	1411	12179		38207	24617	16813.74	15402.17
5	1454	5817	8364.75	40730	25094.25	15581.55	15402.17
6	1497	5991	8983	43420	26949	15212.01	15402.17
7	1542	6171	9643.75	46288	28931.25	14846.31	15402.17
8	1589	6356	10350.25	49346	31050.75	14485.4	15402.17
9	1636	20652	7579.25	52605	22737.75	9643.026	15402.17
10	1685	6743	11913	56080	35739	13778.93	15402.17
11	1736	6946	12775.5	59784	38326.5	13433.2	15402.17
12	1788	7154	13697.5	63732	41092.5	13093.34	15402.17
13	1842	7369	14682.75	67942	44048.25	12759.21	15402.17
14	1897	20154	12594.5	72429	37783.5	9949.576	15402.17
15	1954	7817	16860.5	77213	50581.5	12108.81	15402.17
	$GFRR_0$	PCCR	GFRR	F 徵收起始年度名目分年營運權利金			
	1	0.724940283					
	2.15014802	1.495792065					
		3.73027638					
最佳解	0.75	0.7249	4.850542		15402.17		

附表 2 模式二簡例試算表 ( $\alpha = 0$  情形)

單位：千元

投資年	B 土地租金	K (含管理、維護、重置費)	D 租稅	R 營收	營運淨現金流	營運淨現金流現值	名目分年權利金
0	1254		—	—	-1254	-1254	
1	1292	5168	—	31536	25076	22796.36	10601.77
2	1330	5323	—	33619	26966	22285.95	11302.04
3	1370	5483	—	35839	28986	21777.61	12048.36
4	1411	12179	—	38207	24617	16813.74	12844.43
5	1454	5817	8364.75	40730	25094.25	15581.55	13692.61
6	1497	5991	8983	43420	26949	15212.01	14596.94
7	1542	6171	9643.75	46288	28931.25	14846.31	15561.1
8	1589	6356	10350.25	49346	31050.75	14485.4	16589.14
9	1636	20652	7579.25	52605	22737.75	9643.026	17684.75
10	1685	6743	11913	56080	35739	13778.93	18852.97
11	1736	6946	12775.5	59784	38326.5	13433.2	20098.19
12	1788	7154	13697.5	63732	41092.5	13093.34	21425.42
13	1842	7369	14682.75	67942	44048.25	12759.21	22840.74
14	1897	20154	12594.5	72429	37783.5	9949.576	24349.18
15	1954	7817	16860.5	77213	50581.5	12108.81	25957.47
	$GFRR_0$	$PCCR$	$GFRR$	$\theta$ 徵收起始年度名目分年營運權利金占營收比率			
	1	0.72494					
	2.1860817	1.495792					
		3.595866					
最佳解	0.75	0.7249	4.91786		0.336177		

附表 3 模式三簡例試算表 ( $\phi = 0$  情形)

單位：千元

投資年( $T$ )	土地租金( $B$ )	$K$ (含管理、維護、重置費)	租稅( $D$ )	營收( $R$ )	營運量( $Q$ )	營運淨現金流	營運淨現金流現值	名目分年權利金
0	1254					-1254	-1254	
1	1292	5168		31536	1051200	25076	22796.36	15400.08
2	1330	5323		33619	1051200	26966	22285.95	15400.08
3	1370	5483		35839	1051200	28986	21777.61	15400.08
4	1411	12179		38207	1051200	24617	16813.74	15400.08
5	1454	5817	8364.75	40730	1051200	25094.25	15581.55	15400.08
6	1497	5991	8983	43420	1051200	26949	15212.01	15400.08
7	1542	6171	9643.75	46288	1051200	28931.25	14846.31	15400.08
8	1589	6356	10350.25	49346	1051200	31050.75	14485.4	15400.08
9	1636	20652	7579.25	52605	1051200	22737.75	9643.026	15400.08
10	1685	6743	11913	56080	1051200	35739	13778.93	15400.08
11	1736	6946	12775.5	59784	1051200	38326.5	13433.2	15400.08
12	1788	7154	13697.5	63732	1051200	41092.5	13093.34	15400.08
13	1842	7369	14682.75	67942	1051200	44048.25	12759.21	15400.08
14	1897	20154	12594.5	72429	1051200	37783.5	9949.576	15400.08
15	1954	7817	16860.5	77213	1051200	50581.5	12108.81	15400.08
g 徵收起始年度名目分年營運權利金乘數								
	$GFRR_0$	$PCCR$	$GFRR$					
	1	0.72494						
	2.150148	1.495792						
		3.730276						
最佳解	0.75	0.72	4.850542		0.014652			

