

國立交通大學

土木工程學系
碩士論文

基礎建設專案融資之研究-資訊不對稱之影響



研究生：邱奕哲

指導教授：黃玉霖 博士

中華民國一〇一年七月



國立交通大學

土木工程學系
碩士論文

基礎建設專案融資之研究-資訊不對稱之影響

A Game-Theoretical Study on Infrastructure

Project Finance



研究生：邱奕哲

指導教授：黃玉霖 博士

中華民國一〇一年七月

基礎建設專案融資之研究-資訊不對稱之影響

A Game-Theoretical Study on Infrastructure Project Finance

研究生：邱奕哲

Student：Yi-Je Chiou

指導教授：黃玉霖 博士

Advisor：Dr. Yu-Lin Huang



A Thesis
Submitted to Department of Civil Engineering
College of Engineering
National Chiao Tung University
In Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master
in
Civil Engineering
July 2012
Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國一〇一年七月

基礎建設專案融資之研究-資訊不對稱之影響

研究生：邱奕哲

指導教授：黃玉霖 博士

國立交通大學土木工程學系

摘要

公共建設民營化中，融資成功與否是很重要的一個環節。然而，在現行公共建設民營化的 BOT 專案下，在專案融資無追索權(non-recourse)或有限追索權(limited recourse)的特性下，特許公司損失有限，獲利無窮，同時因為銀行與特許公司資訊不對稱，銀行不能直接觀測或控制特許公司的投資風險，此將導致銀行承擔額外不必要的風險與預期報酬的損失，此即為銀行面對的道德風險問題，而此問題會隨著附屬事業加入計畫後變得更嚴重。在道德風險的疑慮下，銀行通常會尋求更多的擔保或是契約條件確保債權，否則不敢貿然投資，而 BOT 計畫將會以失敗收場。

本研究運用賽局理論的分析方法，分析當特許公司向銀行貸款時，銀行可以如何因應，以解決所面臨的道德風險問題。透過模型分析，本研究發現銀行可以利用貸款額度與有限追索權程度來控制此現象，並存在一個最適貸款額度，極大化銀行本身利潤下，也可降低專案風險，提高專案成功機會，形成雙贏之局面。

本研究繼續擴充模型進而討論政府政策對專案雙方之影響，研究結果顯示了各政策如何影響賽局均衡與政策限制，並分析台灣南北高速鐵路案。本研究結論由賽局理論探討各契約條件與政府政策對特許公司與銀行之影響，並確保各政策能更有效率的被使用。

關鍵字：公共建設民營化、專案融資、賽局理論、道德風險、附屬事業

A Game-Theoretical Study on Infrastructure Project

Finance

Student : Yi-Je Chiou

Advisor : Dr. Yu-Lin Huang

Department of Civil Engineering
National Chiao Tung University

Abstract

The success of financing is one of the key of Infrastructure investment projects. However, under non-recourse or limited recourse project financing arrangements, concessionaires may gain unlimited payoff with limited loss. Besides, with the asymmetric information between banks and concessionaire, bank cannot observe or control the risks which concessionaire takes, bank will afford more risks than expect. This is the moral hazard problem, and this problem will become worse when land-grant-related investments are added. With the doubt of moral hazard, banks always seek more arrangements to secure its right or stop loaning to the project, and the project will be terminated.

In this study, game theory is used to analyze this problem. The study finds that bank can lower the amount of loan or raise the limited recourse level to control moral hazard, and there is an optimal credit line which maximizes banks' profits and lowers the risk of the Infrastructure investment project.

Moreover, the study keeps expanding the model to analyze how government policies influence Infrastructure investment projects and shows the result. This study also uses those finding to trace the Taiwan's north-south high-speed rail project. The resulting models would enable a better understanding of many financing arrangements and policies, and insure how the tools could be used in a more effective manner.

Keyword : privatized infrastructure, project finance, game theory, moral hazard, land grants

誌謝

本論文得以順利完成，一路上要感謝許許多人對我的支持與照顧，首先要感謝我的父母，因為有他們在我背後給我無盡的支持，才能讓我無後顧之憂，順利完成學業。接下來要感謝黃玉霖老師在一路上給我求學的自由又能給我適當的指導，讓我論文得以順利完成之餘，也讓我碩士生涯學習之路一路暢通。

在此我還要感謝應數所的吳慶堂老師、李明聰學長、懿婷學姊，感謝你們在我遇到困頓時，能夠陪我面對問題指引我方向，還有感謝實驗室中一起奮鬥的同學們，小古、筱涵、啟申、阿鈞、瑞娜、竹節、文泰、阿中、佳宏……謝謝你們的陪伴與支持，有了大家一同奮戰、互相打氣，總能讓我順利度過難關。另外，還要感謝所上的小畢學姊、陳鑾學姊以及其他位學長姐們，謝謝你們這兩年來的關心與照顧。

此外，我要感謝現在在我身邊的女朋友巧巧，謝謝你給我的關心、體諒與支持。最後，還要感謝的是豐富了我大學與碩士生活的交大所有人事物，有 Open House、證研社、單車環島之旅、畢聯會、土木 99、健身房的各位朋友、當宿舍助教時帶過的學弟們、第一餐廳新竹小吃的老闆、二餐的自助餐經理與阿姨、交大財金所還有音樂所的好朋友們……謝謝你們帶給我數不盡的美好回憶與友誼，謝謝你們。

奕哲

2012. 夏. 於交通大學

目錄

中文摘要	
英文摘要	
誌謝	
圖目錄	
表目錄	

第一章 緒論.....	1
1.1 研究動機與目的	1
1.2 研究方法與流程	2
1.3 研究架構與內容	4
第二章 文獻回顧.....	5
2.1 信息經濟學與道德風險模型	5
2.1.1 信息經濟學概述.....	5
2.1.2 逆向選擇與道德風險.....	6
2.1.3 信息不對稱與信貸配給.....	7
2.2 民間參與公共建設概述.....	9
2.2.1 民間參與公共建設計畫模式.....	9
2.2.2 專案融資.....	10
2.2.3 公共建設附屬事業.....	11
2.2.4 專案融資、附屬事業與逆選擇、道德風險.....	13
2.3 賽局理論.....	15
2.3.1 賽局理論要素與組成.....	15
2.3.2 非合作賽局的賽局分類與均衡.....	16
第三章 BOT 特許公司與銀行雙方賽局.....	19
3.1 模型概述.....	19
3.2 模型假設與建立.....	19
3.2.1 報酬函數模型分析	22
3.2.2 道德風險問題描述.....	24
3.2.3 模型參數分析與賽局均衡	26
3.3 情境分析	30
3.3.1 附屬事業開發計畫的影響.....	30
3.3.2 無追索權或有限追索權程度對貸款額度之影響.....	34
3.3.3 從利率觀察道德風險問題.....	36
第四章 BOT 特許公司、銀行與政府三方賽局.....	38
4.1 模型概述.....	38
4.2 情境分析	39

4.2.1 履約保證金制度.....	39
4.2.2 政府對債權擔保.....	43
4.3.3 最低營收保證與特許公司回饋金.....	44
4.3.4 權利金.....	46
4.3.5 政府出資.....	48
第五章 台灣南北高速鐵路案例解析.....	51
5.1 高鐵計畫內容.....	51
5.1.1 計畫簡介.....	51
5.1.2 附屬事業計畫簡介.....	54
5.1.3 高鐵財務計畫與現況.....	56
5.2 高鐵計畫銀行與政府角色.....	57
5.2.1 政府監督機制.....	57
5.2.2 台灣高鐵強制收買政策.....	58
5.2.3 銀行的角色與反應.....	59
5.2.4 本研究分析與建議.....	61
第六章 結論與後續研究.....	62
6.1 結論.....	62
6.2 後續研究方向.....	63
參考文獻.....	65



圖目錄

圖 1 研究流程.....	3
圖 2 貸款利率與銀行期望收益關係圖	8
圖 3 供需曲線與市場均衡利率關係.....	9
圖 4 附屬事業開發角色關係圖.....	12
圖 5 銀行與投資人報酬曲線圖.....	14
圖 6 賽局流程示意圖.....	19
圖 7 銀行報酬與貸款額度、還款違約機率關係示意圖	22
圖 8 特許公司報酬與貸款額度、違約機率關係示意圖	23
圖 9 最適投資成本增加因子與貸款額度關係示意圖	24
圖 10 y^* 下，特許公司報酬與貸款額度關係示意圖	25
圖 11 y^* 下，銀行報酬與貸款額度關係示意圖	25
圖 12 y^* 情況下利率與有限追索權程度關係示意圖	27
圖 13 特許公司期望報酬與利率與有限追索權程度關係示意圖	28
圖 14 利率與有限追索權程度關係示意圖	29
圖 15 銀行與特許公司報酬曲線圖示意圖	29
圖 16 無附屬事業下，特許公司報酬與投資成本增加因子關係示意圖.....	30
圖 17 無附屬事業情況下，銀行報酬與貸款額度關係圖	31
圖 18 無附屬事業下，雙方期望報酬與貸款額度關係示意圖	32
圖 19 附屬事業收入不挹注下，特許公司報酬與 y 、 x 關係示意圖.....	33
圖 20 附屬事業收入挹注與不挹注之最適投資成本增加因子比較示意圖.....	33
圖 21 附屬事業收入不挹注下，雙方期望報酬與貸款額度關係示意圖.....	34
圖 22 y^* 與有限追索權、貸款額度關係示意圖	35
圖 23 最適貸款額度與追索權程度關係示意圖	36
圖 24 最適利率與銀行報酬關係示意圖	37
圖 25 最適利率與追索權程度與貸款額度關係示意圖	37
圖 26 加入政府之賽局流程示意圖.....	38
圖 27 有無履約保證金制度 y^* 與 y^{**} 關係示意圖	40
圖 28 最適貸款額度與履約保證金之關係示意圖	41
圖 29 無履約保證金制度下，雙方報酬關係示意圖	42
圖 30 履約保證金制度下，雙方報酬關係示意圖	42
圖 31 x^{**} 與政府擔保比例關係示意圖	43

圖 32 此制度下特許公司最適投資成本增加因子與貸款額度關係示意圖.....	45
圖 33 政府財務保證與回饋金制度下，雙方期望報酬與 x 關係示意圖.....	45
圖 34 y^{**} 與權利金額度關係示意圖.....	46
圖 35 最適貸款額度與權利金額度關係示意圖	47
圖 36 無收取權利金下雙方賽局均衡示意圖	47
圖 37 收取權利金下雙方賽局均衡示意圖	48
圖 38 政府出資投資與 y^{**} 關係示意圖	49
圖 39 政府無出資下，雙方報酬關係示意圖	50
圖 40 政府出資下，雙方報酬關係示意圖	50
圖 41 高鐵經營路線圖.....	52
圖 42 政府不出資與雙方報酬關係示意圖	59
圖 43 政府出資投資與雙方報酬關係示意圖	59
圖 44 追索權額度為零，雙方報酬關係圖	60
圖 45 政府擔保下，雙方報酬關係圖.....	60

表目錄

表 1 信息經濟學的基本分類.....	5
表 2 公共建設與附屬事業財務本質差異	13
表 3 賽局的分類與對應的均衡概念.....	16
表 4 參數內容說明-1.....	20
表 5 參數內容說明-2.....	21
表 6 台灣高鐵公司基本資料.....	53
表 7 高鐵營運狀況表.....	54
表 8 各站區開發資料.....	55
表 9 高鐵公司實際與投資計畫書之財務比較表	56
表 10 政府的監督機制.....	57

第一章 緒論

1.1 研究動機與目的

過去十年間，公共建設民營化開始成為一個熱門的詞彙與現象，各式各樣的計劃如雨後春筍冒出，公共建設民營化之意義為原本由政府出資興建、營運之公共建設，改由民間出資、民間營運，待特許期滿以後再轉移給政府。近年來，政府因各項社會福利與經常性支出的增加，公共建設所能分配到的經費被大幅壓縮，但公共建設乃一個國家之命脈，公共建設的興建與營運皆與國家經濟發展與人民生活水準息息相關，基於此理由，公共建設民營化遂成為政府解決財政困境的方法之一，並積極推動民間參與公共建設計畫。

BOT 為民間參與公共建設的一種方式，其意義為「興建-營運-投資」，由於 BOT 專案由於公共資產的特殊性、融資金額極度龐大、專案面臨之風險錯綜複雜，於是必須採用特殊的融資技巧與安排，以專案融資的方式進行融資，然而因為專案融資無追索權(non-recourse)或有限追索權(limited recourse)的特性，特許公司損失有限，獲利無窮，又因為銀行與特許公司資訊不對稱，銀行不能直接觀測或控制特許公司的投資風險，此將導致銀行承擔額外不必要的風險與預期獲利的損失，此即為銀行貸款時所面臨之道德風險問題。

BOT 專案中，很多專案本身自償率是嚴重不足的，例如台灣高鐵案即是一例，面對此情形，政府為了補足自償率以提供民間投資誘因，並以外部效益內部化的觀點，政府依法提供土地讓特許公司進行附屬事業開發計畫。然而對銀行而言，此兩種計劃是完全不同的，銀行只提供給本體事業專案融資，只關心本體事業的投資報酬率與違約風險，所以特許公司若為了提高附屬事業收益而增加本體事業投資風險後，將對銀行預期報酬產生重大的影響，而其中的損失隨著特許公司擴充投資而擴大。以「台北車站特定區交九用地 BOT 開發案」為例，本體事業為轉運站，附屬事業是位於同址的商辦、商場、飯店、住宅，為一個超大型複合式商場暨轉運站，但轉運站興建完成後，車站樓地板面積只佔總樓地板面積百分之九，也引起了市議員質疑是否為了商場而犧牲了本體事業的車站品質，在這樣犧牲本體事業大量投資附屬事業的結果下，銀行的預期獲利將大大受損。

對 BOT 專案而言，政府的角色也極其重要，政府往往會藉著多種方法為 BOT 專案提供各種必要的支援，確保專案順利的進行。實務上，專案地主國政府的承諾對 BOT 專案來說是十分必須，BOT 專案需要政府明確的國家發展政策、可靠的法律架構與行政架構、優惠措施與政策援助，而政府的行動與各式支援，也將會影響 BOT 專案中各方角色的互動行為與結果。

由於專案融資是以投資案本身的財務可行性作為融資信用的主要依據，所以面對風險的準備工作更顯分外重要。由於 BOT 模式與專案融資特性，形成一個訊息不對稱的賽局，銀行面臨道德風險的問題需要有方法解決。本研究即從此點出發，明顯區分道德風險為簽約前的逆選擇風險與簽約後的道德風險後，並針對道德風險做探討並模型化貸款額度決定的過程，賽局中兩位參與人分別是特許公司與銀行，投資人擁有訊息，了解自己的投資風險並能夠在銀行未觀測下擴充投資，而銀行是沒有訊息的一方。本研究期望透過賽局理論的分析方法，為銀行提供建議。

本研究之目的可歸納為以下幾點：

1. 建立 BOT 附屬事業與政府政策對整個 BOT 專案影響的評估模式並分析歸納結果。
2. 建立銀行面對道德風險問題的賽局模型，在銀行與投資人的利益衝突下，分析其互動模式並找出均衡策略。
3. 擴充賽局模型，找出在政府的各式政策，銀行與投資人的互動模式與彼此的均衡策略。
4. 以國內個案進行分析及提出建議。

1.2 研究方法與流程

本研究透過運用賽局理論與信息經濟學理論，分析投資人與銀行互動策略與逆選擇問題。由於在專案融資的特殊情況下，貸款額度、貸款利率、無追索權(non-recourse)或有限追索權(limited recourse)、政府行動還有附屬事業開發收益，上述許多因素都將直接影響到銀行的預期收益與特許公司所採取的風險程度，為了瞭解與分析各因子間的關係與影響，本研究採取研究流程如下：

1. 文獻蒐集與回顧：透過蒐集文獻與回顧，深入了解公共建設民營化之內容與問題，同時深究信息經濟學與賽局理論，以應用於分析銀行與特許公司的互動策略。

2. 問題定義與分析：詳細定義賽局中之各方參與者，期望分析專案融資制度下，因行放款行為造成之道德風險問題。
3. 數學推導與分析：建立雙方報酬函數，分析雙方在賽局中之互動與策略，推導出在各式情況下之賽局均衡，並進一步對各參數作敏感度分析與情境假設。
4. 個案研究：以國內最大之 BOT 案”台灣高速鐵路”為例，透過本模型分析其中之關聯與各參數之影響。
5. 結論與建議：總結本研究之結果，期望供 BOT 專案中各界參考。

本研究流程如下圖所示：

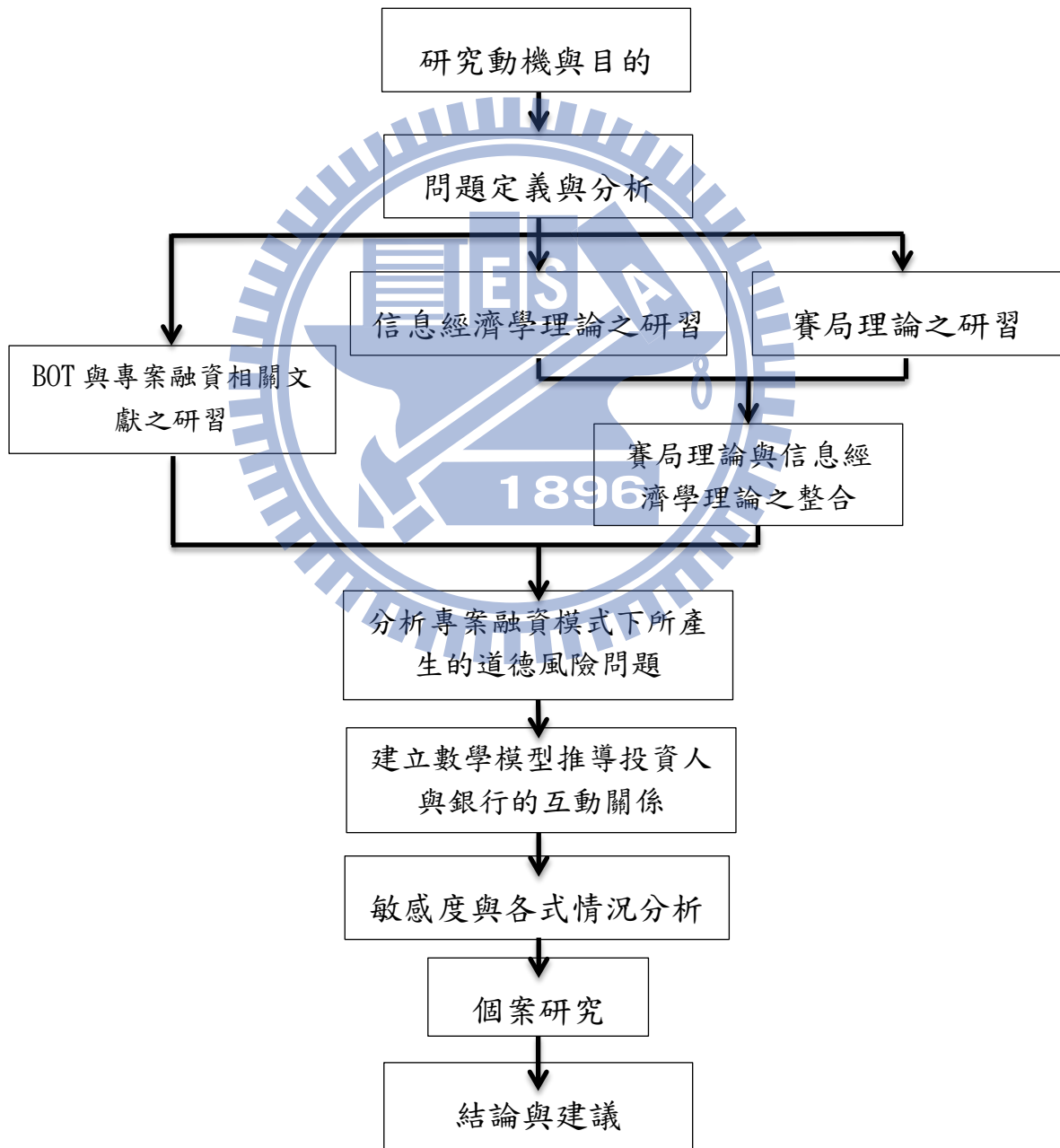


圖 1 研究流程

1.3 研究架構與內容

本研究共分為五章，第一章為緒論，第一節為研究動機與目的，說明本研究動機來源與欲探討之現象，第二節為研究方法與流程，期望藉由嚴謹的學術研究流程，詳細研究此議題，並能發展出兼具創新性與貢獻的學術論文

第二章為文獻探討，第一節說明本研究核心觀念，信息經濟學中的逆選擇模型，第二節深入研究公共建設民營化與專案融資的關係，並探究其衍生問題，第三節帶入賽局理論的簡介，利用賽局理論賽局中參賽者決策與報酬會互動、互相影響之概念，以及完全信息動態賽局中的假設與分析技巧，深入模擬與分析本研究所探討的兩位參賽者，銀行與特許公司，兩者間的互動關係還有彼此的最佳策略，並期望本研究能找到一具有實質意義之均衡結果。

第三章為本研究理論模型的假設與發展，在本章中，首先對銀行與投資人針對 BOT 附屬事業開發議題上的互動與其他因子影響作一詳盡的描述與推演，模擬雙方互動的行為，接下來透過各式情境假設與放寬模型本身限制條件，再次觀察與分析賽局中參賽者之互動，並跟實務上遇到之問題作結合，期望能提供給現實上 BOT 專案中各方角色做為參考之用。

第四章將政府的角色加入了模型之中，並透過情境假設分析，模擬各種政府行動如何影響賽局中雙方甚至是三方的互動，並找出三方的策略均衡空間。

第五章為將本研究應用於實際案例，期望能對之加以分析並提供有意義與參考價值之結論，本研究選用台灣南北高速鐵路計畫為個案分析對象。由於台灣高鐵計畫中，政府提出了國際間少有的強制收買保證才能讓高鐵計畫順利融資，本研究將透過模型分析此一政策對雙方的影響，並提出建議。

第六章，為本研究的結論與建議，依據本研究前面章節之論述，給予經過整理後的結論，並給未來後續研究發展之建議。

第二章 文獻回顧

本章節將針對信息經濟學中的道德風險模型、民間參與公共建設模式與賽局理論三個領域做文獻回顧。首先進行信息經濟學與逆選擇模型探討，了解逆選擇問題的定義、成因、研究與相關模型的建立以及分析技巧，用以發展本研究中銀行與特許公司互動下的模型。第二節對於民間參與公共建設模式的研究進行探討，主要針對民間參與公共建設計畫的模式、專案融資與附屬事業投資相關議題與衍生問題做深入研讀。最後對於賽局理論中賽局的分類與均衡的文獻做回顧探討，以期利用賽局模型裡動態賽局求均衡的概念，找出本研究賽局的均衡結果與銀行的最適反應。

2.1 信息經濟學與道德風險模型

2.1.1 信息經濟學概述

談論信息經濟學時，首先要提到非對稱信息(asymmetric information)的概念，非對稱信息指的是某些參與人擁有訊息，但另一些參與人不擁有信息，在一賽局中擁有信息的參與人稱為”代理人”(agent)，不擁有私人信息的參與人稱為”委託人”(principal)，據此，信息經濟學的理论與模型皆可在委託人—代理人的框架下進行分析，而兩者的互動即為信息經濟學研究的主要目標。

信息的不對稱性可以由不對稱信息發生的時間與不對稱信息的內容來劃分，區分出四個種類，並能概括訊息經濟學不同模型的基本分類，如表 1 所示

表 1 信息經濟學的基本分類

	隱藏行動(hidden action)	隱藏訊息(hidden information)
事前、 簽約前		3. 逆向選擇模型 4. 信號傳遞模型 5. 訊息甄別模型
事後、 簽約後	1. 隱藏行動的道德風險模型	2. 隱藏訊息的道德風險模型

資料來源：張維迎「賽局理論與信息經濟學」

1. 隱藏行動的道德風險模型(moral hazard with hidden action)：
簽約前信息是對稱的，簽約後，代理人選擇行動，自然選擇狀態，此兩者決定一可觀測之結果；委託人只能觀測到結果，不能直接觀測到代理人的行動本身和自然(Nature)狀態本身。委託人的問題是設計一個激勵契約以誘使代理人從自身利益出發選擇對委託人最有利的行動。
2. 隱藏信息的道德風險模型(moral hazard with hidden information)：
簽約前信息是對稱的，簽約後，自然選擇狀態，代理人觀測到自然選擇之狀態後選擇行動；委託人只能觀測到代理人行動，不能直接觀測到自然狀態本身。委託人的問題是設計一個激勵契約以誘使代理人在給定自然狀態下選擇對委託人最有利的行動。
3. 逆向選擇模型(adverse selection)：
在簽約前代理人知道自己的類型，委託人不知道，雙方簽訂契約。委託人的問題是設計一個或多個良好的契約，雙方共同承擔風險，以抑制代理人選擇對委託人較不利之行動。
4. 信號傳遞模型(signaling model)：
自然選擇代理人的類型，代理人知道自己的類型，委託人不知道，代理人為了顯示自己的類型選擇了某種信號；委託人在觀測到信號後簽約。
5. 信息甄別模型(screening model)：
自然選擇代理人的類型，代理人知道自己的類型，委託人不知道；委託人提供多個契約供代理人選擇，代理人根據自己類型選擇最適合自己之契約。

2.1.2 逆向選擇與道德風險

本研究所用的概念屬於信息經濟學中的逆選擇與道德風險理論。逆選擇的問題源自於信息不對稱發生在委託人與代理人簽約前，導致雙方在簽約時，原本應是由委託人選擇適當的代理人，但事實正好相反，變成由代理人來選擇委託人，於是擁有較優越資訊的代理人在做出對自己最有利的選擇下，損害了委託人的利益。例如以保險市場上的壽險為例，保險公司

為委託人，客戶為代理人，保險公司事前不知道投保人的風險程度，雖然看似保險公司可以自己篩選客戶，但是可想見的情況是，身體較差的客戶進行投保，而身體健康的客戶不會進行投保，這就變成了代理人選擇委託人的逆選擇問題，在這樣逆選擇的情境下，擁有優越信息的代理人由於過高的風險程度，導致委託人的利益受到損害。

道德風險則是在描述簽約後，委託人不能觀測代理人之行動而造成之本身利益損失，同樣以上述之壽險公司來舉例，投保人投保後可能會去從事風險程度較高的活動，導致保險公司利益受損，此為道德風險問題。

Akerlof(1970)的中古車市場模型(lemons model)為逆選擇理論的先驅，他描述了在資訊不對稱情形下，賣車的一方了解車子品質與價格，但買者不知道，所以買者只好以平均價格出價，例如市場上只存在兩種價值的車輛，一種值 6000 一種值 2000，每種出現的機率皆為二分之一，而買者願意出的最高價位為 4000，這樣一來，高品質中古車勢必退出市場，結果市場最後只剩下低品質中古車，在訊息不對稱的情況下，柏拉圖改進(Pareto Improvement)¹無法實現。

Rothschild and Stiglitz(1976)發表了在保險市場發生逆選擇問題的經典文獻。保險市場的逆向選擇來自保險公司事前不知道投保人的風險程度，從而保險水準不能達到對稱信息下的最適水準，非對稱的信息結構對保險公司影響是非常大的，如果有關投保人風險程度的信息是非對稱的，柏拉圖最適(Pareto Optimality)²保險契約不可能達到。

2.1.3 信息不對稱與信貸配給

信貸配給(credit rationing)是信貸市場上長期存在的現象，其是指下列兩種情況：1. 在所有的貸款申請人當中，一部分人的貸款申請被接受，而另一部分人即使願意支付較高利息也得不到貸款，2. 貸款人的貸款申請只能申請到一部分，例如一千萬的貸款申請只能貸到三百萬。根據供需法則描述，資金的需求與供給會透過價格的調配而達到平衡，但信貸配給即顯示市場資金的供給大於需求，傳統上，經濟學家認為此是一種短期的市場失靈現象。

¹柏拉圖改進(Pareto Improvement) 是以義大利經濟學家柏拉圖(Vil-fredoPareto)所命名，其意指在不減少一方的福利時，通過改變現有的資源配置而提高另一方的福利。

²柏拉圖最適(Pareto Optimality) 也稱為柏拉圖效率(Pareto Efficiency)，當一種資源分配狀態不能再有更多柏拉圖改進時，稱為柏拉圖最適，為一種理想的資源分配狀態。

Stiglitz and Weiss(1981) 將不完全信息和合約理論運用到信貸市場中，打破新古典假設，建立逆選擇模型與道德風險模型，提出信貸配給的主要原因是由於市場信息不對稱和代理成本的存在，該文獻認為銀行從利潤最大化出發，在不完全信息條件下通過非價格手段的控制，例如控制利率，以消除逆選擇風險和道德風險，並證明信貸配給是一種市場長期均衡行為。

銀行的期望收益取決於貸款利率和借款人還款機率兩方面，因此銀行不僅關心貸款利率，也關心貸款風險。如果貸款風險獨立於利率水準，銀行的預期報酬將隨著利率的提高而增加，但是由於銀行實際上並不能觀測貸款人的投資風險，於是產生了逆選擇與道德風險問題，無上限的提高利率將迫使低風險的貸款者退出市場(逆選擇)，而得到借款的借款人將被誘使選擇更高風險的投資項目(道德風險)。結果，銀行提高利率後，預期收益並沒有因為利率的上升而上升，反而在通過一臨界點後，風險效應造成的預期損失超過提高利率的預期收入，銀行的期望收益反而下降，所以銀行寧可選擇較低的利率或是拒絕一部分的貸款需求，信貸配給於是產生，如圖 2 所示，橫座標表示銀行貸款利率 r ，縱座標表示銀行期望收益 π ，在追求最大利益的理性假設下，銀行會選擇利率 r^* 進行放款。

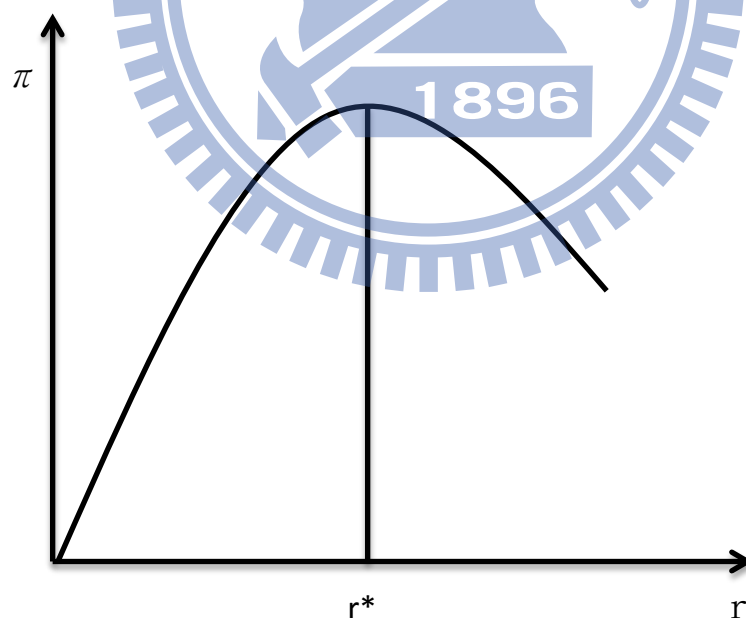


圖 2 貸款利率與銀行期望收益關係圖

若從供需曲線的角度來比較，下圖為供需曲線與均衡利率的關係：

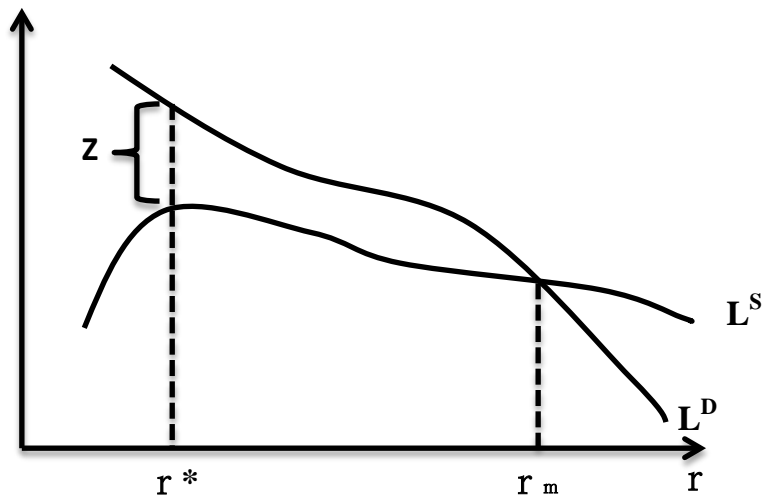


圖 3 供需曲線與市場均衡利率關係

圖中 L^S 與 L^D 分別是供給曲線與需求曲線，橫座標為利率，縱座標為數量， r_m 為供給等於需求時之利率，為瓦爾拉斯均衡(Walrasian equilibrium)， r^* 為實際市場均衡利率，也是銀行預期收益最高時對應的利率。因為 $L^D(r^*) > L^S(r^*)$ ，代表資金供給小於需求，也就是市場上觀察到的信貸配給現象， Z 即代表市場資金之超額需求。

2.2 民間參與公共建設概述

2.2.1 民間參與公共建設計畫模式

政府為促進經濟發展、厚植產業基礎與提升國民生活品質，一直以來皆大力推動公共建設與基礎建設，而此向來也是國家經濟成長的動力之一。由於近年政府財政逐漸陷入惡化，但又需要擴大內需以維持經濟成長動力，這股壓力更突顯民間參與公共建設的重要與必要性。推動民間參與公共建設不但可以減輕政府財政負擔，還可以有效利用民間游資以及透過民營的效率來興建與營運公共建設，倘若執行恰當，民間參與公共建設能為政府、企業、社會都帶來極大的利益。

在台灣，BOT已儼然成為民間參與公共建設計畫的代名詞，也最為人所知，BOT意味著為興建(Build)、營運(Operate)、移轉(Transfer)三個階段，實際上，BOT只是民間參與公共建設的一種方式，其他的方式可分為許多種，除BOT模式之外，尚有BOO(Build-Own-Operate)、BTO(Build-Transfer-Operate)、ROT(Rehabilitate -Operate-Transfer)

等模式。

劉憶如、王文宇、黃玉霖(1999)認為所謂的公共工程民間參與，最大的差別不是在工程誰做，甚至在誰來經營，而是在籌資這項工作由誰來進行。傳統的公共工程由政府出資，發包給民間進行；BOT的公共工程則是由民間籌資出資，也由民間發包工程給民間進行，公共建設完工後，其營運時所能收取的費用也理應由民間出資單位收取，以償還其投資公共建設之成本與報酬。

劉憶如(1997)認為BOT的要件為將企業精神帶入公共建設。所謂企業精神不但應顯現於建設、營運流程中，更應在資金籌措上有別於傳統的公共建設。若BOT之進行仍一成不變的仰賴國內資金，方式上也採傳統的國內銀行聯貸，以及要求種種補貼、減稅、融資特權，則BOT不但不會帶來好處，更可能造成特許公司擁有不當的特許權利，因此，融資的方式與過程成為BOT案中極為重要的一部分。

2.2.2 專案融資

綜上所述，融資的方式與過程為BOT案中極為重要的一部分，甚至直接關係到計劃的成敗。現今，專案融資為BOT計畫最常用的金融工具之一。胡仲英(1999)認為專案融資是融資機構針對專案價值而對專案公司提供資金，融資機構藉著專案現金流量與構成專案擔保配套措施，來尋求貸款償還的擔保，而非著重在專案的實質資產。其在風險分配上不同於一般傳統融資之處為，傳統投資案的融資多為抵押借款，投資失敗貸款銀行可以處分抵押品來保障債權，投資風險完全由投資者自行承擔，而專案融資主要是以計畫未來產生的現金流量作為償還貸款的依據，風險由融資者與投資者共同分擔，如果投資者不能說服銀行給予融資，那麼該投資專案就無法執行，這是辦理專案融資「借不到錢就不做(bankable or terminate)」的特色，而這樣的一個特色，正是專案融資的本質所在，專案融資成立後，由於銀行承擔部分風險，銀行便有誘因去監督特許公司，發揮內控的精神，達到提升工程效率與品質。

專案融資是資金規模龐大、資本密集的一項投資計劃，趙怡安(1999)整合歸納專案融資的定義為：專案融資為達成特定經濟活動的目標，藉由成立以此經濟活動為目的之專案公司(project company)，並以此特定的經濟活動所產生的現金流量及其本身的資產為擔保，向債權人及權益投資

者籌資的一種融資方式。該專案公司具有獨立的法人資格，亦稱之為特殊目的個體(special purpose entity)。

專案融資具有以下共通特色：

1. 成立新的專案公司為融資主體：此一獨立事業並無過去實績、資產等，因此融資之基礎完全在於專案計劃之經濟特性，不受發起人之母公司影響。
2. 以專案的現金流量作為償還貸款與發放股利的來源：因為以現金流量作為擔保，對於融資機構而言，合約的可執行性與需求預測可靠性比專案投資者本身的信用更為重要。
3. 對特許公司股東無追索權或有限追索權：當專案收益不足以償還專案負債之本金及利息時，有限追索權的特性使發起人所面臨的財務風險，僅限於專案本身，可避免發起人因特定專案的失敗，而危及自身企業的經營。同時，此制度也代表銀行必須與特許公司一同承擔投資風險，成為銀行監督特許公司的誘因。
4. 資產負債表之表外融資：傳統以舉債或增資的方式，對專案母公司的資產負債表影響甚大。專案融資下，若母公司的控制權低於50%，則可以一會計項目「權益方式」來入帳，子公司的負債不會反映在母公司的財務報表上，可減少融資活動對母公司財務結構、信用評等的影響。

2.2.3 公共建設附屬事業

由於許多重大交通建設其自償率往往不足，但是對國家來說，其建設是必須的。此時為了獎勵民間公司參與公共建設，政府可依法賦予民間投資者附屬事業經營權，或是鼓勵公共設施用地規劃成多目標使用，透過提升計畫收入，吸引民間參與公共建設。

公共建設可以改變土地的區位條件，如交通建設而言，其外部效果便具體反映在土地增值上與人潮的集中，透過外部效益內部化的觀點，政府透過行政力量賦予該項公共設施興闢之民間業者能多樣化經營相關附屬事業之權利，以期收回部分業者所產生之外部效益，達到提升計畫自償率，增加民間投資誘因，甚至是不花政府一毛錢即能完成公共建設。時至今日，土地開發似乎已成了民間參與公共建設的重要誘因，大型的BOT案諸如高鐵、交九，及許多捷運站區BOT案上，皆有土地聯合開發的計劃。

附屬事業開發公司與特許公司互相獨立，而且附屬事業開發公司在滿足自身報酬率後，多出來的盈餘在現行法令下必須挹注回本體事業特許公司，相關角色關係整理如下圖：

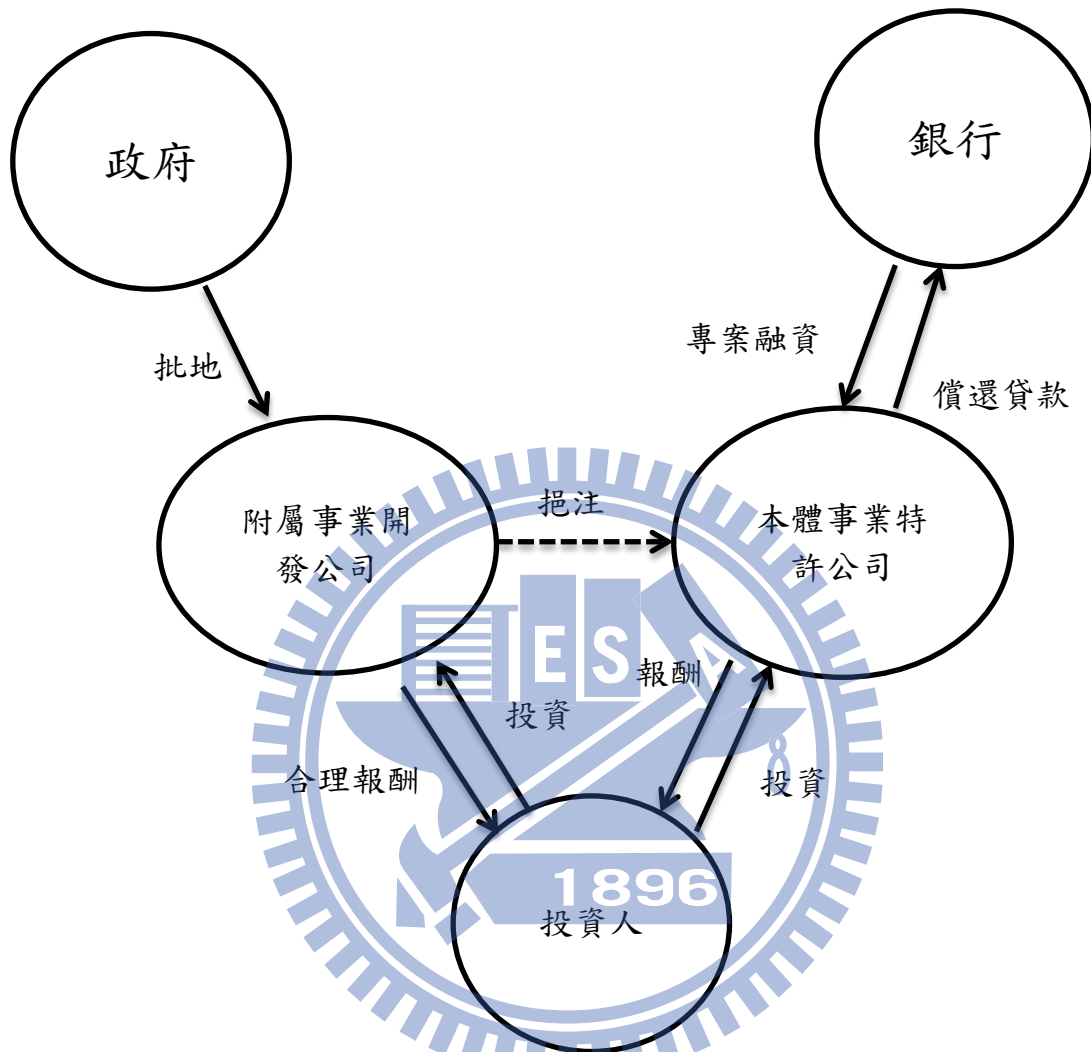


圖 4 附屬事業開發角色關係圖

陳玉玲(2002)認為以附屬事業開發作為提高交通建設本業投資可行性的策略，在實務上對於其風險性應該審慎評估，因為附屬事業收入要在滿足自身投資報酬率後，才能拿多出來的盈餘去補貼公共建設本業，且兩者財務特性不同，見表 2，公共建設本業財務計畫應與附屬事業開發財務計畫兩者分開處理，以判斷各自財務可行性，並區隔之間的財務風險。

表 2 公共建設與附屬事業財務本質差異

項目	公共建設本業	附屬事業(土地)開發計畫
所需專業	工程營建、財務、法律	土地開發、不動產經營
建設方式	整體規劃，一次興建，整體營運	整體規劃、分期分區開發
用地取得	須協調各級政府，所需時間長	先取得土地所有權與使用權再辦理開發
營收 (市場分析)	1. 規劃時較難以準確預估，但有許多推估模式協助預測 2. 完工後收入穩定	1. 規劃時無固定推估模式，通常採市場調查再配合主觀研判 2. 開發後受景氣、土地區位影響甚大，營收有可能很兩極 3. 大規模土地開發，人口及產業引進需要很長時間
融資條件	專案融資	一般融資
報酬率	相對風險低，股東要求報酬率較低	風險高，股東要求報酬率高
回收年期	所需金額龐大，興建期長，回收期也長	視經濟景氣與個案情況而定，通常回收期較短

資料來源：陳天賜「BOT與專案融資」

2.2.4 專案融資、附屬事業與逆選擇、道德風險

由於專案融資有限追索權或無追索權的財務特性下，特許公司損失有限，獲利無窮，如圖 5 所示，特許公司會為了極大化自己的期望報酬而增加投資風險，若公共建設本體事業收入穩定不易變動時，特許公司增加投資風險的傾向不高，但是若加入附屬事業開發計畫，特許公司增加投資風險的傾向將會增加。

而對於土地開發相關的附屬事業，就融資銀行的角度來看，專案計畫中若牽涉太多此類計畫，將提高銀行風險。銀行會擔心特許公司投資人過早回收一開始出資的金額，日後會不用心經營該本業建設，若發生違約情事，銀行本身沒有專業能力接手經營，導致無法回收貸款資金，造成銀行

損失。

黃玉霖(1995)透過數學模型分析，提出批地政策將會增加特許公司進行投機投資的機會(道德風險)，並建議選擇貸款額度而非利率作為制衡特許公司道德風險之控制因子，形成監督機制。

陳玉玲(2002)延續其研究，運用賽局理論建立數學模式描述投資人擴充投資與附屬事業開發收入的關係，發現特許公司在專案融資條件下有過度投資的傾向，此行為受到額外收益分配與特許公司股權組成所影響。並也建議選擇控制貸款額度來達到降低特許公司投資風險的目標。

歷史經驗中，早期加拿大為吸引外資興建鐵路，允許鐵路公司發行債券，並提供擔保，但因為缺乏監督機制與誘因，鐵路之建造及營運成本大增，最後破產。廣州至深圳高速公路 BOT 案也是一個例子，特許公司提早在廣州市中心進行大規模土地開發，之後為了增加土地開發效益，投入大筆資金在交流道至廣州市公園大道上開發，造成本體事業上擴充與不必要之浪費，所以如何建立一個適當的監督機制實為重要的課題。

本研究從控制貸款額度的觀點出發，希望藉由提高特許公司自有股權資金，以避免特許公司不怕倒閉，恣意增加投資風險，形成一自我監督機制，並希望找到一個最佳貸款額度。

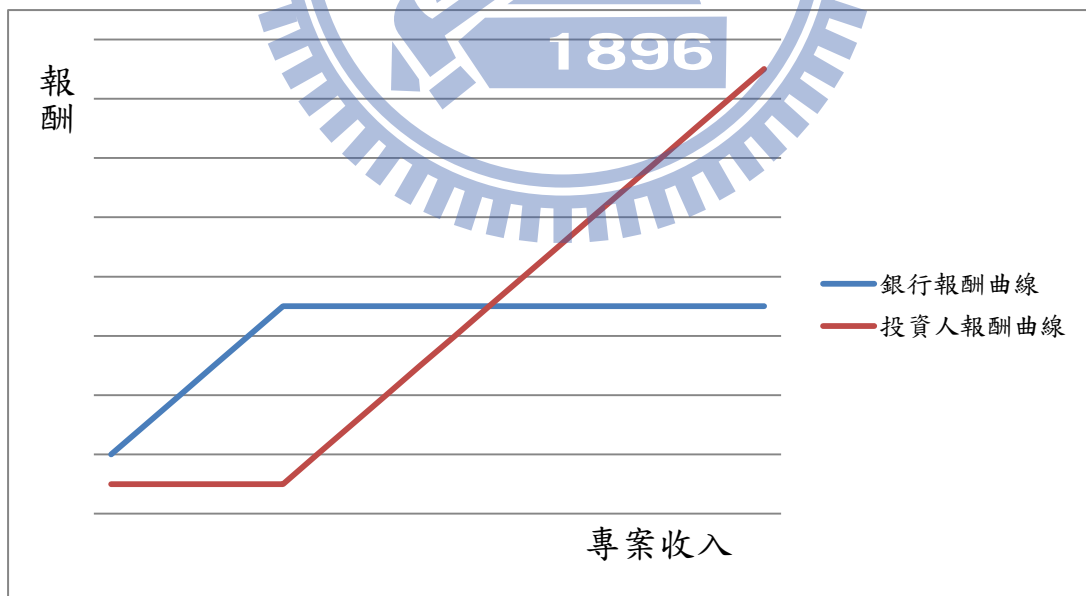


圖 5 銀行與投資人報酬曲線圖

2.3 賽局理論

賽局理論，英文為Game Theory，是研究決策主體的行為發生直接相互作用時候的決策以及這種決策的均衡問題，具體來說，相較於傳統經濟學認為理性人³追求極大化自己效用時，只需考慮到面臨的限制條件還有自己的效用函數，其報酬與其他人的選擇無關，而且參與人間不存在信息不對稱的問題；但在賽局理論中，個人效用函數不僅依賴於自己的選擇與限制，同時也依賴於他人的選擇，所以個人的最適選擇是其他人選擇的函數，此外，賽局理論的分析模式也能處理信息不對稱的問題，以致於近代越來越多經濟學家運用賽局理論來分析經濟問題，賽局理論逐漸成為主流經濟學的一部分。

2.3.1 賽局理論要素與組成

綜觀以上概述，賽局理論具有以下幾點特色(謝淑貞，1995)：1. 兩個或兩個以上的個體(參與者)2. 每個參與者的報酬結構決定於其本人及其他所有參與者決策，即報酬之間具有相互依賴性。3. 每個參與者均有其偏好，且偏好可區分孰高孰低，是可以排列的。4. 行為者在做決定時，會在可能的策略選項中，選擇其主觀認為有可能幫他達成目標的決定。

賽局理論可以劃分為合作賽局(cooperative game)與非合作賽局(non-cooperative game)，一般經濟學家談到賽局理論，通常是指非合作賽局，這是賽局理論在經濟學中被大量利用的領域，而且本研究所要探討的BOT計畫下專案融資的問題也正屬於此類。賽局理論的基本概念包括：參與人、行動、信息、策略、支付函數、結果與均衡。

1. 參與人，參與人指的是賽局中的決策主體，符合理性人假設。
2. 行動，行動是參與人的決策變量；策略是參與人選擇行動的規則。
3. 信息指的是該參與人在賽局中的知識還有可觀測到之資訊。
4. 支付函數為參與人從賽局中獲得的效用水準。
5. 結果是指賽局分析者需要的要素之集合。
6. 均衡即是所有參與人的最適策略或行動的組合。

³ 經濟學假定人是理性的，意即每個人在給定的限制條件下，會極大化自己的效用。

賽局分析最主要的目的是預測賽局的均衡與結果，以下將簡介非合作賽局的主要內容與其均衡。

2.3.2 非合作賽局的賽局分類與均衡

賽局的劃分可從兩個角度進行。第一個角度可劃分為完全信息賽局與不完全信息賽局。完全信息指的是每一個參與人對所有其他參與人的特徵、策略空間及支付函數有準確的知識；否則就是不完全信息。第二個角度為從參與人行動先後的順序來劃分，可分為靜態賽局與動態賽局。靜態賽局是指同時選擇行動，或雖非同時行動，但後行動者無法觀測到先行動者的行動。動態賽局指的是參與人的行動有先後順序，而且後行動者可以觀測到先行動者所選擇的行動。將兩個角度結合起來，得到四個不同類型的賽局，及對應的四個均衡概念，繪製於下表：

表 3 賽局的分類與對應的均衡概念

	靜態(static)	動態(dynamic)
完全信息	那許均衡 (Nash Equilibrium) Nash(1950, 1951)	子賽局精煉那許均衡 (Subgame Perfect Nash Equilibrium) Selten(1965)
不完全信息	貝斯那許均衡 (Bayesian Nash Equilibrium) Harsanyi(1967~1968)	精煉貝斯那許均衡 (Perfect Bayesian Nash Equilibrium) Selten(1975); Kreps、 Wilson(1982); Fudenberg、 Tirole(1991)

資料來源：張維迎「賽局理論與信息經濟學」

1. 完全信息靜態賽局：那許均衡

完全信息靜態賽局是一種最簡單的賽局，Nash(1950, 1951)在他當年的著作中於非常一般的意義上定義了非合作賽局與其均衡解，並證明了均衡解的存在，稱為那許均衡(Nash Equilibrium)。納許均衡為一組互為最適反應的策略組合，滿足每個參與人的效用最大，達到均衡後，任一參賽者均無誘因單方面偏離此均衡。

然而，有些賽局並不存在上述定義之那許均衡，例如當每一個參與人都想猜透對方策略，而每一個參與人又都不能讓對方猜透自己的策略時，賽局中沒有一個策略組合構成那許均衡，此時只存在混合策略那許均衡，參與人在給定的信息條件下，以某種機率分布隨機的選擇不同的行動，此稱為混合策略。Nash(1950)證明，任何有限賽局都存在至少一個那許均衡。

2. 完全信息動態賽局：子賽局精煉那許均衡

Selten(1965)透過對動態賽局的分析，完善了那許均衡之概念，定義了子賽局精煉那許均衡。在動態賽局中，一個人行動在先，另一個人觀測到結果並行動在後時，後者自然會根據前者的選擇來調整自己的選擇，而前者自然也會理性的預期到這一點，所以一定會考慮自己的選擇對對手造成的影響，決策者要隨機應變，要在每一個信息集上做出最適的行為規則，透過這樣的概念可以將那許均衡中包含的”不可置信威脅”策略剔除出去，從而給出動態賽局結果一個合理的預測。

3. 不完全信息靜態賽局：貝斯那許均衡

在靜態不完全信息賽局中，參與人同時行動，沒有機會觀察到別人的選擇，也不了解對方的類型，給定別人的策略選擇，每個參與人的最適策略依賴於自己的類型。貝斯是一位機率統計學家，貝斯納許均衡就是在給定自己的類型和別人類型的機率分布下每個參與人的最大化自己的期望效用，簡而言之，沒有參與者有誘因選擇其他策略，賽局因此達到均衡。

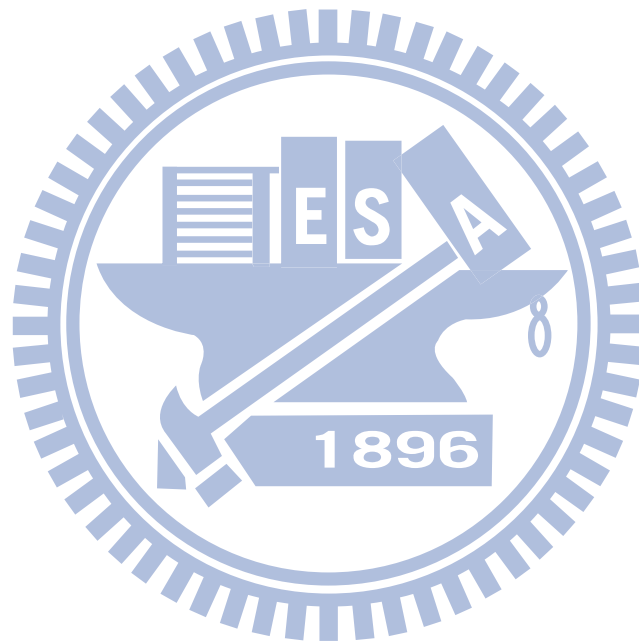
Harsanyi(1967)提出”哈尚義轉換”，藉由引入一虛擬參與人”自然”用來選擇參與人的類型，被選擇的參與人知道自己的類型但其他人不知道，只知道該參與人類型的機率分布，此時，不完全信息賽局被轉換成完全但不完美信息賽局，接下來就可用標準的方法討論與分析。

4. 不完全信息動態賽局：精煉貝斯那許均衡

不完全信息動態賽局的分析技巧透過結合哈尚義轉換還有貝氏定理的運用，後行動者可以透過觀察先行動者的行動以獲得相關的信息，並以此修正對其類型的機率分布，然後選擇自己的最適行動。

對應於不完全信息動態賽局的均衡概念是精煉貝斯那許均衡，

如上所述，精鍊貝斯那許均衡的要點在於當事人要根據所觀察到其他參與者的行為，運用貝氏定理來修正對他人類型分布的主觀機率，並以此選擇自己的行動以最大化自己的期望效用，此均衡要求 1. 在每一個訊息集上，決策者必須有一個在決策結上的機率分布；2. 給定機率分布與其他參與人的策略，參與人的行動必須是最適的；3. 每一個人根據貝氏定理與均衡策略修正其主觀機率。



第三章 BOT 特許公司與銀行雙方賽局

3.1 模型概述

本賽局中有三位參賽者：貸款銀行、特許公司。

1. 放款銀行：在給定的契約條件下，決定貸款額度 D 。
2. 特許公司：在給定的契約條件下，以及觀測到銀行的貸款額度 D ，選擇不接受貸款或接受貸款，接受貸款後，在後續計畫執行過程中，特許公司有可能選擇投資金額較大的設計方案，透過調整投資成本增加因子 y 來調整計畫總金額 I 執行計畫。

本模型為一動態賽局，賽局流程為由銀行先決定貸款額度 D 後，特許公司藉由觀測到的銀行貸款額度，選擇不接受貸款或選擇接受貸款，但是在接受貸款後，在後續計畫執行的過程中，特許公司有可能選擇金額較大的設計方案，調整到最適的計畫總金額 I 來最大化自己的收益，賽局結果為雙方各自得到報酬。賽局流程展開如圖 6 所示：



本研究假設為市場中只有一家銀行與一家特許公司；其次，在模型中，因為銀行無法觀測到特許公司後續執行計畫時，有可能選擇投資金額較大的設計方案，此為雙方訊息不對稱之所在，但雙方報酬函數為共同知識，意即銀行雖不知道特許公司所選擇之計畫總金額，但是知道特許公司的報酬函數，並可由此報酬函數倒推特許公司所可能採取的行動；第三，本模型只探討本體事業與附屬事業收入跟特許公司選擇之總投資金額成正比之情況，亦即不考慮其他因子對本體事業與附屬營運收入的影響；第四，專案總投入資本為 I ，報酬模型中之成本只考慮雙方資金成本，不考慮營運成本與其他成本，雙方報酬若超過原本資金成本即視為滿足自償率，為一可行專案，雙方報酬函數如下：

$$\begin{aligned} \text{銀行報酬函數：} \pi_b &= (\hat{r}D)(1 - Pd) + l(D)(Pd) - D \\ &= (\hat{r}D)(1 - Pd) + D(1 - lPd) \dots \dots \dots (1) \end{aligned}$$

$$\text{特許公司報酬函數：} \pi_c = (R_1 + R_2 - \hat{r}D)(1 - Pd) - l(D)(Pd) - (Kc) \dots (2)$$

$$\text{s. t. } I = K_1 + K_2$$

表 4 參數內容說明-1

符號	內容
b	下標 b 表示銀行(bank)方面的參數
c	下標 c 表示特許公司(concessionaire)方面的參數
g	下標 g 表示政府(government)方面的參數
π	報酬函數， π_B 為銀行報酬函數 π_C 為特許公司報酬函數
\hat{r}	為 1+固定利率，大於 1，若利率為 5%， $\hat{r}=1.05$
Pd	Probability of default，意指還款違約機率，Pd 越大代表還款違約機率越大， $0 \leq Pd \leq 1$ ，假設 $\frac{\partial Pd}{\partial I} > 0$
1-Pd	還款不違約機率
I	本體事業計畫總投入資本， $I = K_1 + K_2 = Kc + D$
D	銀行貸款款額度，由銀行決定
Kc	特許公司投資額度
K_1	本體事業計畫中有關本體事業的資金支出，由特許公司決定，而決定 K_1 、 K_2 的同時也等於決定了 I
K_2	本體事業計畫中有關附屬事業的資金支出
R	營運收入， R_1 為本業收入， R_2 為附屬事業收入
R_1	本體事業收入，假設 $\frac{\partial R_1}{\partial I} > 0$
R_2	附屬事業收入，假設 $\frac{\partial R_2}{\partial I} > 0$
l	有限追索權之比例(本比例以貸款 D 為基準)， $0 \leq l \leq 1$
*	上標的星號表示最適反應或最佳結果，例如 D^* 為最適放款額度

首先先將 π_B 對 I 做偏微分(其中隱函數偏微分例如 Pd 對 I 偏微分以 $(Pd)_I$ 表示)

$$\frac{\partial \pi_b}{\partial I} = (l - \hat{r})(D)(Pd)_I < 0$$

由於 $(l - \hat{r})$ 恆負， (D) 恆正， $(Pd)_I$ 根據假設 $\frac{\partial Pd}{\partial I} > 0$ ，得到 $\frac{\partial \pi_B}{\partial I}$ 為負，意即若銀行決定貸款 ($D > 0$)，在銀行不能控制特許公司可能選擇總投資金額較大的計畫下，若特許公司選擇總投資金額較高之方案，還款違約機率將會提高讓銀行遭受損失，此為銀行面對的道德風險。

接下來，將對式子中的參數做合理假設，由於特許公司會選擇對自己最有利的投資方案，調整總投資金額來追求自己最大報酬，本文假設總投資金額 I 與還款違約機率 Pd ，營運收入 R_1 、 R_2 皆成正比，接下來本論文在此將其關係進一步假設為線性關係，特許公司透過調整投資成本增加因子 y 來調整總投資金額，達到追求最大報酬的目的， $I = (1 + y)I_0$ ， I 為調整過後的投資金額， I_0 為初始投資金額，而 Pd 、 R_1 、 R_2 與 y 的關係分別為 $Pd = (1 + a * y)Pd_0$ 、 $R_1 = (1 + b * y)R_{10}$ 、 $R_2 = (1 + c * y)R_{20}$ 。於是原式改寫如下：

銀行報酬函數：

$$\pi_b = (\hat{r}D)(1 - (1 + a * y)Pd) + l(D)((1 + a * y)Pd) - D \dots \dots \dots (3)$$

特許公司報酬函數：

$$\pi_c = ((1 + b * y)R_1 + (1 + c * y)R_2 - \hat{r}D)(1 - (1 + a * y)Pd) - l(D)((1 + a * y)Pd) - (Kc) \dots \dots \dots (4)$$

$$s. t. I = K_1 + K_2$$

$$D = x * I_0$$

表 5 參數內容說明-2

符號	內容
x	代表銀行決定貸款本體事業計畫中 x 比例的資金，由銀行決定， $D = x * I_0$
y	為投資成本增加因子，代表特許公司選擇對自己最有利的投資計畫時，總投資金額的調整比例，由特許公司決定， $I = (1 + y)I_0$
a	為一控制參數，控制 Pd 與 y 之線性關係
b	為一控制參數，控制 R_1 與 y 之線性關係
c	為一控制參數，控制 R_2 與 y 之線性關係

3.2.1 報酬函數模型分析

$$\text{銀行報酬函數：}\pi_b = (\hat{r}D)(1 - Pd) + l * (D)(Pd) - D \dots \dots \dots (1)$$

上式(1)代表銀行在選擇了貸款額度D之後，所得到的期望報酬，若案子成功(還款不違約機率(1 - Pd))，銀行獲得本金加上利息($\hat{r}D$)，若案子失敗(還款違約機率(Pd))，則銀行在專案融資合約下只能追討有限追索權之部分，銀行收入為有限追索權比例l乘上貸款(D)，而貸款額度D是銀行投入之成本，所以銀行之期望報酬為(專案成功時本利和)*(還款不違約機率)+(專案失敗時之收入)*(還款違約機率)-(投入成本)，即可寫成如式(1)。

將銀行報酬函數繪製在三維座標，x軸為特許公司選擇最是總投資金額下產生的還款違約機率Pd，y軸為貸款額度D，z軸為銀行報酬，得到下圖：

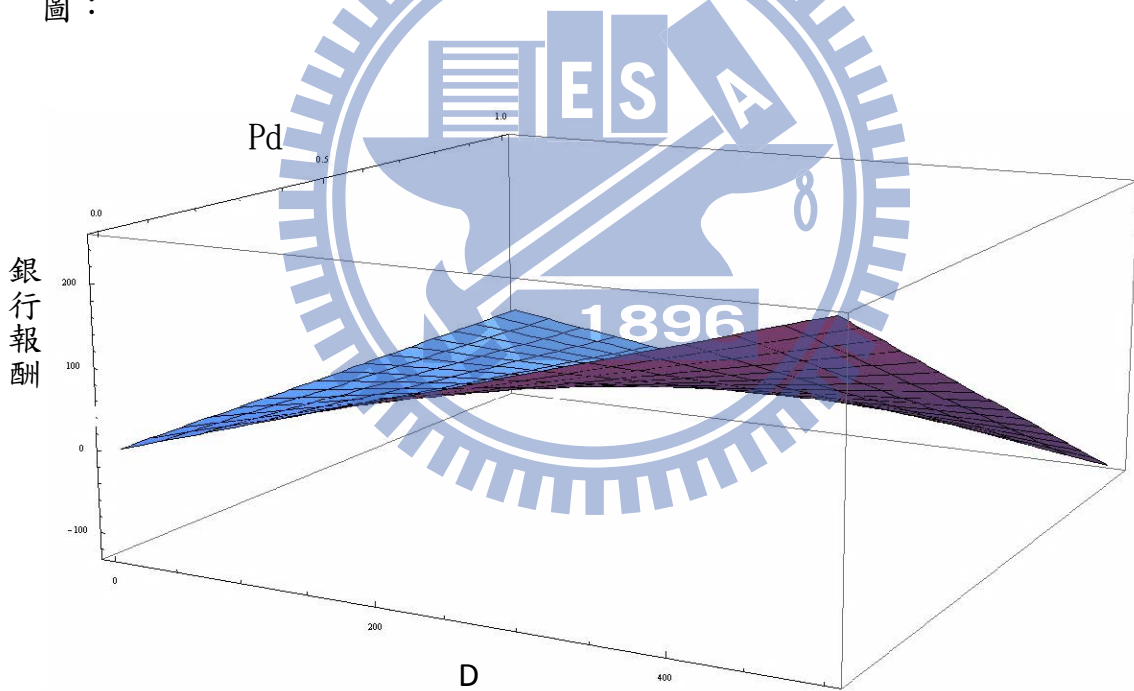


圖 7 銀行報酬與貸款額度、還款違約機率關係示意圖

由圖 7 可知，銀行的報酬會隨著貸款額度的增加而上升，但是若投資總金額上升太大，銀行報酬反而會隨著貸款額度上升而下降，甚至有可能有報酬為負的情況出現，這張圖也說明了銀行放款時，還款違約機率如何影響銀行報酬，所以銀行才會如此重視控制或是抑制特許公司過度投資增加的風險。

特許公司報酬函數：

$$\pi_c = (R_1 + R_2 - \hat{r}D)(1 - Pd) - l(D)(Pd) - (Kc) \dots \dots \dots (2)$$

特許公司報酬函數式(2)描述的是公司的期望報酬，特許公司在專案成功時收入為 $R_1 + R_2$ ，其中 R_1 為本體事業收入， R_2 為附屬事業營運收入，特許公司選擇的投資項目總投資金額會影響附屬事業收益，而且兩者呈正相關，所以在特許公司選擇還款違約機率(Pd)，總投資金額為 I_0 ，特許公司收入為 $R_1 + R_2$ ，但是特許公司在觀測到銀行貸款額度 D 後，會選擇一個最適的計畫執行方式最大化自己的利益，透過調整投資成本增加因子 y ，總投資金額 $I = (1 + y)I_0$ 時， $R_1 = (1 + b * y)R_{1_0}$ 、 $R_2 = (1 + c * y)R_{2_0}$ 。專案成功時，特許公司必須還給銀行借款之本利和，所以收入減掉本利和($\hat{r}D$)，而專案失敗時，特許公司必須付出有限追索權比例 l 乘上貸款額度(D)，最後減掉成本 K_1 、 K_2 ，所以特許公司之期望報酬為(專案成功時利潤-借款本利和)*(還款不違約機率)-(專案失敗時須賠償金額)*(還款違約機率)-(投入成本)。

將特許公司報酬函數繪製在三維座標，x軸為特許公司選擇之還款違約機率 Pd ，y軸為貸款額度 D ，z軸為特許公司報酬，得到下圖：

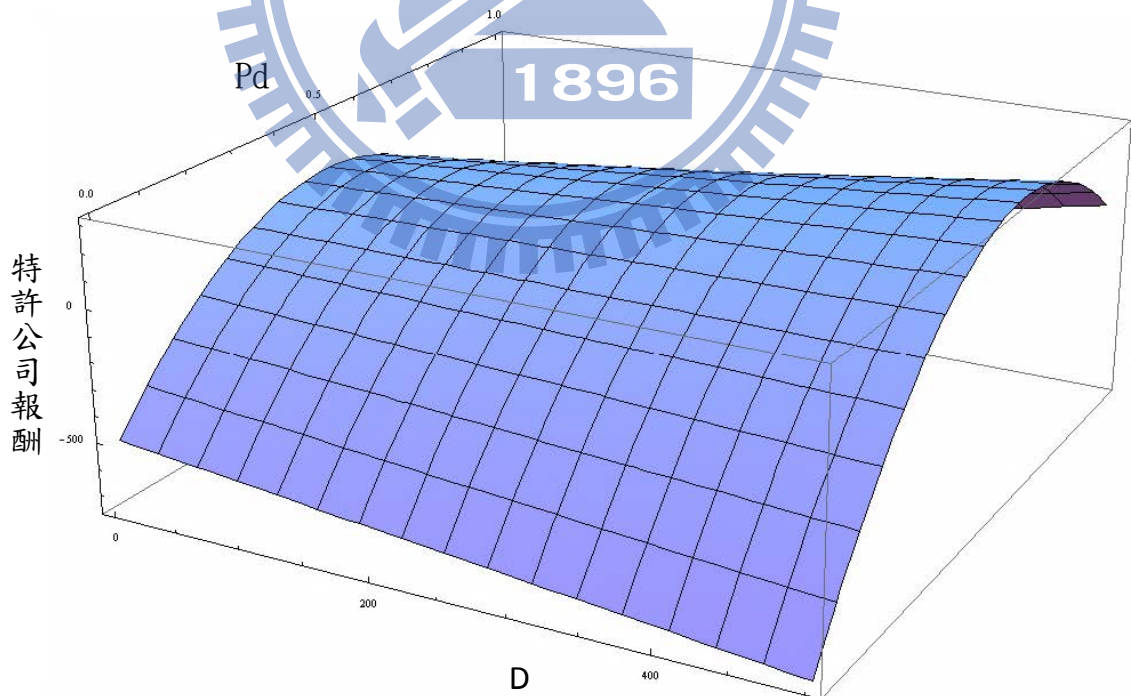


圖 8 特許公司報酬與貸款額度、違約機率關係示意圖

圖 8 說明了，特許公司的報酬在放款額度固定下，報酬與風險成一個

二次曲線，特許公司選擇了一個最適的計畫總投資金額後，可以達到報酬的最大值，根據賽局理論中理性人的假設，特許公司會毫不猶豫地選擇該值做為銀行貸款額度 D 的回應，而本研究接下來的分析皆從此展開。

2.2.2 道德風險問題描述

根據之前模型的分析，我們發現不管在任何貸款額度下，特許公司都有一個最適總投資金額，透過調整投資成本增加因子 y 來調整總投資金額，進而極大化自己報酬，令式(4)對投資金額調整參數 y 偏微分，偏微分後讓此式等於 0 得到式(5)，用以求取最適風險程度 y^* 的函數。

$$\frac{\partial \pi_c}{\partial y} = -I_0 - aI_0lPdx + (bR_1 + cR_2)(1 - Pd(1 + ay)) - aPd(-I_0\hat{r}x + R_1(1 + by) + R_2(1 + cy)) \dots \dots (5)$$

由式(5)可得最適投資金額調整因子 y^*

$$y^* = \frac{-I_0 + bR_1 - aPdR_1 - bPdR_1 + cR_2 - aPdR_2 - cPdR_2 + aI_0Pd\hat{r}x - aI_0lPd\hat{r}x}{2aPd(bR_1 + cR_2)} \dots \dots (5)$$

接下來將用 y^* 對貸款額度 x 作圖：

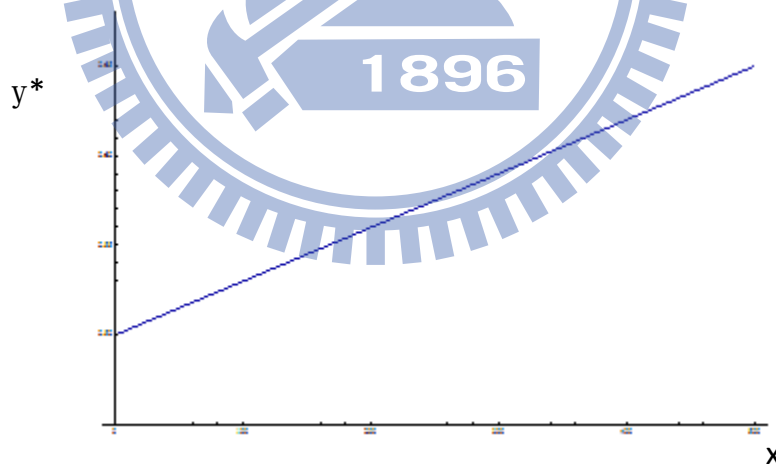


圖 9 最適投資成本增加因子與貸款額度關係示意圖

由圖 9 可知， y^* 與 x 成正相關，換言之，得到的放款額度越多，在特許公司追求自己最大利益的理性假設下，特許公司會選擇較高投資金額的方案執行計畫以作為回應。

若用 y^* 代入 π_b 與 π_c 後對貸款額度作圖，可得雙方各自報酬圖形如下：

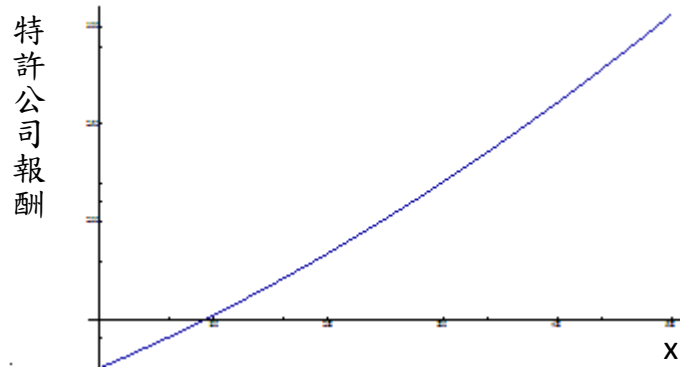


圖 10 y^* 下，特許公司報酬與貸款額度關係示意圖

由圖中可知，在特許公司選擇最適風險程度下，特許公司的報酬隨著貸款額度的上升而上升，所以對特許公司來說，貸款額度越高越好。

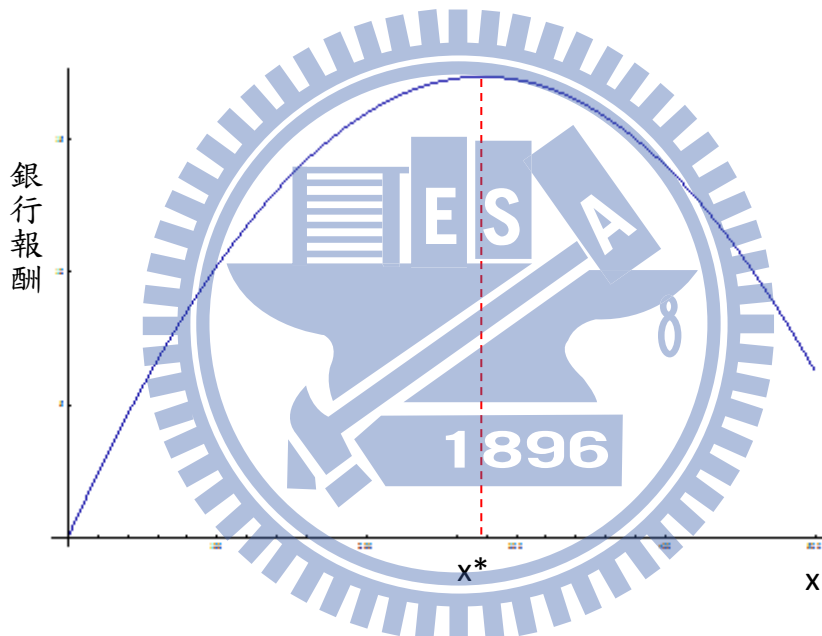


圖 11 y^* 下，銀行報酬與貸款額度關係示意圖

上圖中就清楚的表示了道德風險的發生，若銀行選擇了 x^* 以下的放款額度，銀行的利潤會隨著放款額度的增加而增加，但是超過一臨界值 x^* ，由於特許公司會選擇有利於自己但不利於銀行的投資計劃總金額，邊際效應小於邊際成本，銀行報酬隨著放款額度的上升而下降，此即為道德風險所產生的問題，而銀行在預期特許公司所選擇的計畫總金額後，可以選擇一個對自己最有利的放款額度 x^* 。

計算 x^* 時，先用 y^* 代入 π_b ，再用 π_b 對貸款額度 x 做偏微分，並讓此式等於 0，在此，為了簡化函數，因為本體事業營運較不受投資金額影響，所以令參數 $b=0$ 。求取銀行在預期特許公司會選擇對自己最有利的投資風

險下，銀行最適的貸款額度 x^* 。

$x^* =$

$$\frac{-I_0l + I_0\hat{r} - aPdR_1 + aPd\hat{r}R_1 - 2cR_2 + cR_2 - aPdR_2 + cPdR_2 + c\hat{r}R_2 + aPd\hat{r}R_2 - cPd\hat{r}R_2}{2aI_0Pd(l - \hat{r})^2}$$

.....(6)

在銀行解出之最適貸款額度 x^* 後，銀行利潤最大若 $x^* > 0$ ，代表銀行在此專案中不會蒙受道德風險，銀行預期收入與最適貸款額度 x^* 恆成正比，此時銀行的最適策略為全額貸款。若 $0 < x^* < 1$ ，即代表道德風險發生，在銀行會蒙受道德風險的情況下，如圖 11 中所示， x^* 正是本研究賽局下的均衡點，雙方報酬為 $(\pi_B(x^*, y^*), \pi_C(x^*, y^*))$ ，接下來，本研究都於銀行會蒙受道德風險的情況下做討論。

3.2.3 模型參數分析與賽局均衡

3.2.2 中本研究解出特許公司選擇最適風險函數 y^* 與 x^* ，現在進一步分析兩者的性質，並討論此賽局中均衡的存在。

最適風險程度

$$y^* = \frac{-I_0 + bR_1 - aPdR_1 - bPdR_1 + cR_2 - aPdR_2 - cPdR_2 + (1-l)aI_0Pd\hat{r}x}{2aPd(bR_1 + cR_2)}$$

由於 $(1-l)$ 、 \hat{r} 、 D 、 R_1 、 R_2 、 a 、 b 、 c 皆為正值，若 R_1 夠小， y^* 恆大於零，此結果顯示，在投資的本體事業與附屬事業收入會受到總投資金額影響的假設下，無論銀行貸款額度多少，特許公司一定會選擇部分較具風險的投資進行，透過對各因子的偏微分，我們知道最適投資風險 y^* 與利率 \hat{r} 、貸款額度 D 、控制參數 b 、 c 呈正相關，利率與貸款額度越大，由於特許公司需要較多的錢償還貸款，其選擇之總計畫金額即越高以提高預期收益，若從道德風險的角度切入，貸款額度因素也是道德風險的成因，貸款額度越高代表特許公司操作財務槓桿越高，投資的都是別人的錢，而且在專案融資有限追索權的條件下，特許公司極大化自己利益選擇的結果，即是提高投資計畫總金額用以追求獲利，而若控制參數 b 、 c 越高，代表特許公司每增加一單位投資金額，風險溢酬越高，所以更是形成了誘因讓特許公司進行高風險投資； y^* 與追索權程度 l 、預期收益 R_1 、 R_2 、控制參數 a 呈負相關，若投資失敗需負擔較多責任，或是預期收益不高時，或是增加投資金額會增加太多風險

特許公司也不會徒增自己風險而選擇降低自己投資風險。

最適貸款額度

$x^* =$

$$\frac{-I_0l + I_0\hat{r} - aPdR_1 + aPd\hat{r}R_1 - 2cR_2 + c\hat{r}R_2 - a\hat{r}PdR_2 + c\hat{r}PdR_2 + c\hat{r}R_2 + aPd\hat{r}R_2 - cPd\hat{r}R_2}{2aI_0Pd(l - \hat{r})^2}$$

，此為銀行最適反應，其與許多因子相互影響下之結果，透過 x^* 對各因子偏微分，我們可以得知最適貸款額度 x^* 與利率 \hat{r} 、合約中有限追索權比例 l 還有控制係數 a 成正比，若前兩者越高，代表銀行債權越確保，銀行將越願意提供貸款，而 a 越高將會遏阻特許公司私下提高投資風險；而對於預期投資收入 R_1 、 R_2 與控制係數 c ，若有限追索權比例與利率大於某些程度時， x^* 與上述參數成正相關，因為銀行債權較確保，銀行也較願意承擔特許公司投資計畫風險，但若有限追索權比例過小，銀行較不願意承擔多於風險， x^* 將會下降。

在上述討論中，利率與有限追索權比例的關係可以由 x^* 大於零來求得。

$$x^* = \frac{-I_0l + I_0\hat{r} - aPdR_1 + aPd\hat{r}R_1 - 2cR_2 + c\hat{r}R_2 - a\hat{r}PdR_2 + c\hat{r}PdR_2 + c\hat{r}R_2 + aPd\hat{r}R_2 - cPd\hat{r}R_2}{2aI_0Pd(l - \hat{r})^2} > 0$$

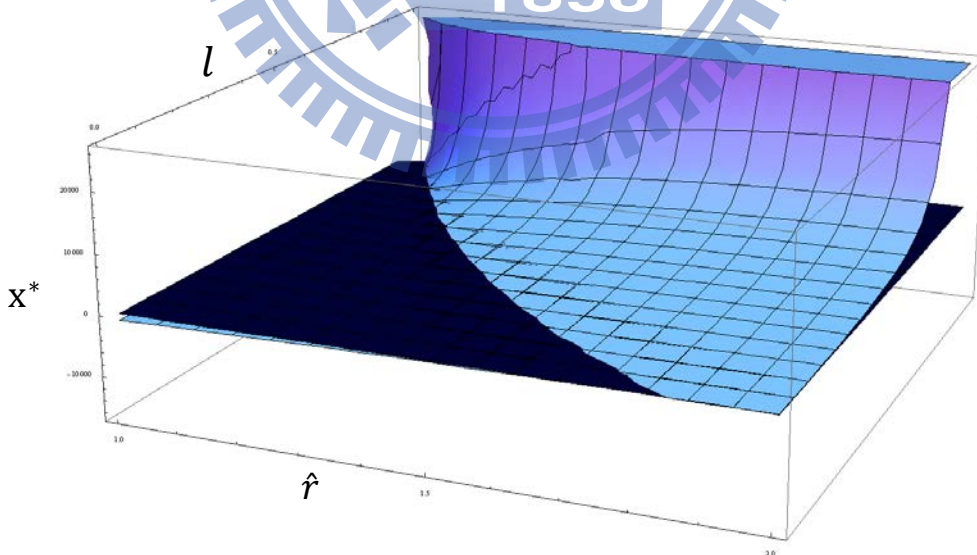


圖 12 y^* 情況下利率與有限追索權程度關係示意圖

圖 12 中，淺色地方代表可行解之區域，也就是值大於零的部分。因為

貸款額度必須大於零此模型才符合現實意義。圖 12 充分表達了利率與有限追索權的關係，在期望利潤固定下，利率與有限追索權關係成反比，若利率要求高的話，有限追索權要求比例可以降低，若有限追索權要求比例高的話，利率可以降低，不影響期望報酬，而雙方之關係只要滿足上式，此專案即有獲利空間，可視為一個可行專案。

上圖討論的是利率與追索權程度關係的下限，要滿足專案成立還需要令特許公司期望報酬也大於零才可行，於是接下來本研究將探討特許公司期望報酬與利率與有限追索權程度之關係，令 $\pi_c > 0$ 繪出下圖：

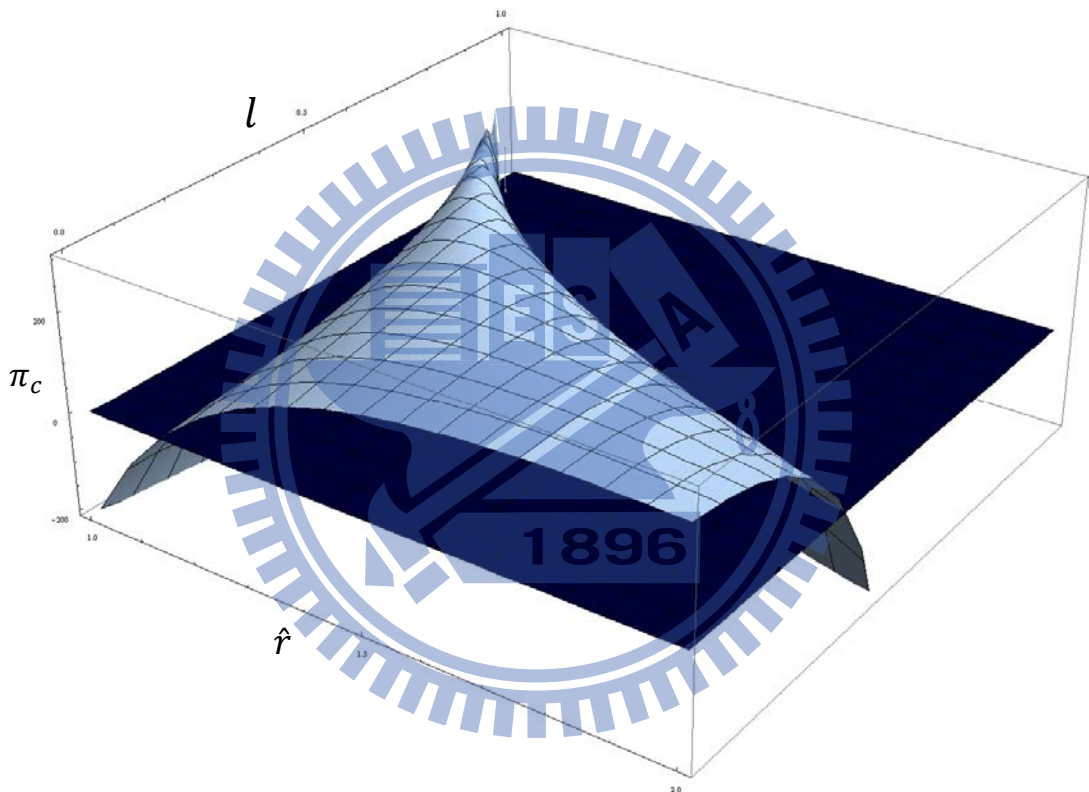


圖 13 特許公司期望報酬與利率與有限追索權程度關係示意圖

圖 13 中顯示了對特許公司來說，利率與追索權程度可行的策略組合，雖然對銀行來說，利率與追索權程度都越高越好，越能確保債權及獲利，但是對於特許公司來說，若利率與追索權程度皆高，龐大的利息壓力與過於低的投資風險將會侵蝕本身獲利空間。

從以上的討論，本研究取特許公司報酬條件為上限，貸款額度條件為下限，將利率與追索權程度繪於二維座標上，圖 14 中兩條曲線與模型邊界條件所圍成的區域內任一利率與追索權程度的策略組合，均能滿足雙方報酬為正的條件，成為能夠達到均衡的有效策略組合，而這樣的組合越向

上線靠近對銀行越有利，越向下線靠近對特許公司越有利，在此所謂的有利是指其期望報酬越高。

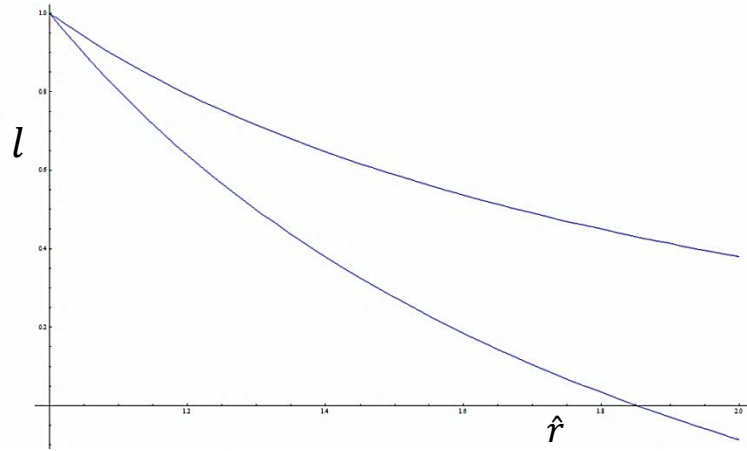


圖 14 利率與有限追索權程度關係示意圖

在本研究模型初始假設中，銀行握有所有談判權力，擁所有剩餘價值，銀行可以在極大化自己利潤下選擇最適放款額度 x^* ，為此賽局之唯一均衡，但如果放寬這條限制，銀行與特許公司在貸款額度上尚有談判的空間，只要雙方利潤皆大於零，賽局均衡即可出現，如下圖所示：

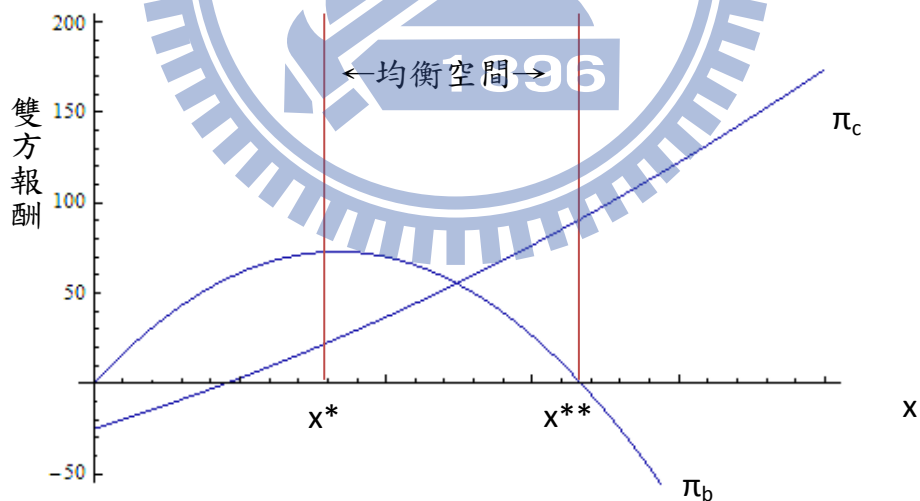


圖 15 銀行與特許公司報酬曲線圖示意圖

圖中兩條曲線分別為銀行與特許公司雙方報酬曲線， x^* 為銀行利潤極大化之貸款額度， x^{**} 為銀行利潤等於 0 之貸款額度，賽局均衡的貸款額度正存在於 x^* 與 x^{**} ，若銀行選擇貸款額度小於 x^* ，在相同利潤的考量下， x^* 與 x^{**} 中必定會存在一點 x^{***} 利潤相同但特許公司報酬更高，所以銀行

不會考慮小於 x^* 的貸款額度，而超過 x^{**} 的貸款額度由於銀行沒有利潤甚至會虧本，所以銀行不會選擇此一貸款額度，因此得證賽局均衡貸款額度存在於 x^* 與 x^{**} 之間。

2.3 情境分析

接下來本節將對於 BOT 專案可能會面臨之選擇問題作各式的情境假設與分析，期望透過本節的分析，讓 BOT 投資人與銀行面臨相同的問題時，能有一個更具理論背景的決策依據。

本節將會分成三部分，分別為 1. 附屬事業開發計畫之影響、2. 無追索權或有限追索權程度之影響、3. 從利率觀察道德風險問題，此三部分來分析之。

3.3.1 附屬事業開發計畫的影響

以上之討論皆是建立在 BOT 專案有連帶附屬事業開發的情況，接下來本項將討論若 BOT 專案無附屬開發事業，則投資人與銀行互動的情況的改變。假設專案不包含附屬事業，專案報酬收入只來自於本體事業，且本體事業預期收入穩定，較不受總投資金額影響，同時，因為沒有附屬事業，所以 $K_2 = 0$ ，則模型中特許公司報酬改寫如下式：

$$\begin{aligned}\pi_c &= [R_1 - \hat{r} * D](1 - Pd) - l * (D)(Pd) - (Kc) \\ &= (R_1 - \hat{r}D)(1 - (1 + a * y)Pd) - l(D)((1 + a * y)Pd) - (Kc)\end{aligned}$$

此時特許公司報酬函數會變成投資成本增加因子 y 的一次方程式，亦即此函數極值發生在邊界，如圖 16 所示：

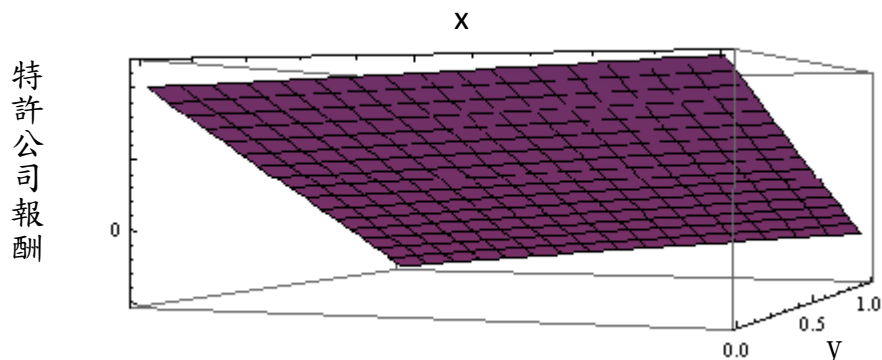


圖 16 無附屬事業下，特許公司報酬與投資成本增加因子關係示意圖

在無附屬事業的狀況下，對於特許公司來說，特許公司的最適反應就是讓投資成本增加因子越小越好，而對於面對貸款的態度，會希望貸款越多越好，越高的貸款而度代表越高的財務操作槓桿，特許公司預期獲利將會上升。

若從銀行觀點來看，將特許公司最適反應 $y^*=0$ 代入銀行報酬函數，得到銀行報酬函數圖形如下：

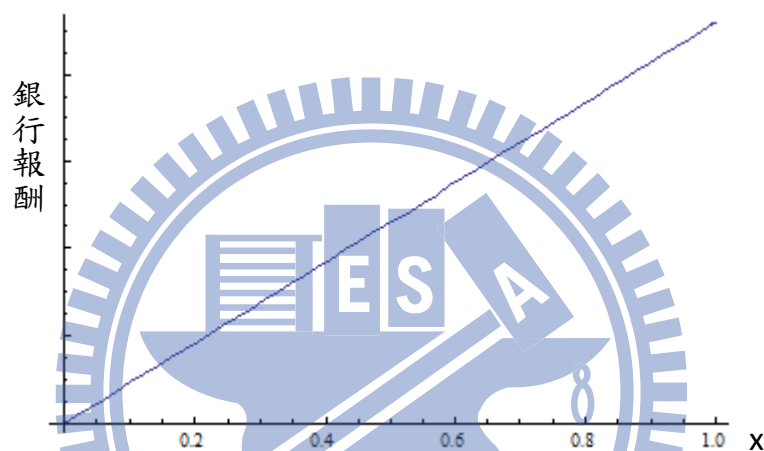


圖 17 無附屬事業情況下，銀行報酬與貸款額度關係圖

對銀行而言，放款額度越高越好，但此時還有一個條件要加入，若投資報酬過低以致於專案期望報酬尚不能滿足特許公司自償率情況下，會變成銀行有融資意願，但是特許公司沒有執行意願，專案不成立，此賽局也不成立，所以接下來將把雙方報酬曲線一同展示，如圖 18 所示，圖 18 滿足專案達到特許公司自償率時之情況，由於需要滿足雙方報酬皆為正之條件，本研究得到若控制係數 b 夠小，令 x' 為特許公司報酬等於零之點，雙方策略均衡發生在 $x' < x < 1$ ，在此情況下，不會有道德風險效應發生。

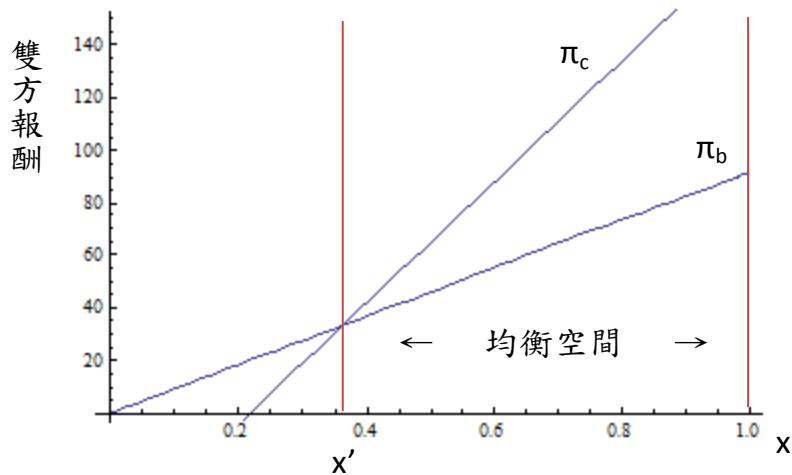


圖 18 無附屬事業下，雙方期望報酬與貸款額度關係示意圖

根據前述的討論，本研究發現，若專案中沒有附屬事業開發計畫，這中間不會產生道德風險問題，也就是銀行期望報酬會與貸款額度成正比，所以對銀行而言，若非專案自償率不足，不宜加入附屬事業，而加入了附屬事業計畫後，但倘若控制得宜，特許公司與銀行皆有利潤空間，將可有雙贏之局面。

接下來本研究將要討論是否有必要規定將附屬事業收益挹注於本體事業上，在挹注與不挹注的情況下對雙方之影響。現行法令下⁴附屬事業收入必須挹注於本體事業上，所以模型一開始即假設附屬事業收益有挹注的情況，現在，本研究將透過修改模型模擬附屬事業收益沒有挹注的情況並比較之，修改後特許公司報酬函數如下：

$$\begin{aligned}\pi_c &= [R_1 - \hat{r}D](1 - Pd) - l * (D)(Pd) - (Kc) + R_2 \\ &= (R_1 - \hat{r}D)(1 - (1 + a * y)Pd) \\ &\quad - l(D)((1 + a * y)Pd) - (Kc) + (1 + c * y)R_2\end{aligned}$$

上式之修改是將會受投資風險影響的附屬事業收入 R_2 獨立加在特許公司報酬函數上，不論專案違約與否，特許公司皆可得到附屬事業收入，而本體事業收入不受投資項目風險影響，此時如同沒有附屬事業收入模型，特許公司報酬函數會變成投資成本增加因子的一次方程式，亦即此函數極

⁴ 關於此項規定，獎參條例第十五條與促參法第二十七條皆有規定，以下節錄促參法第二十七條「…民間機構以依第十五條或第十九條規定取得之土地辦理開發，並於該土地上經營第一項規定之事業者，其所得為該公共建設之附屬事業收入，應計入該公共建設整體財務收入中」

值發生在邊界，如圖 19 所示：

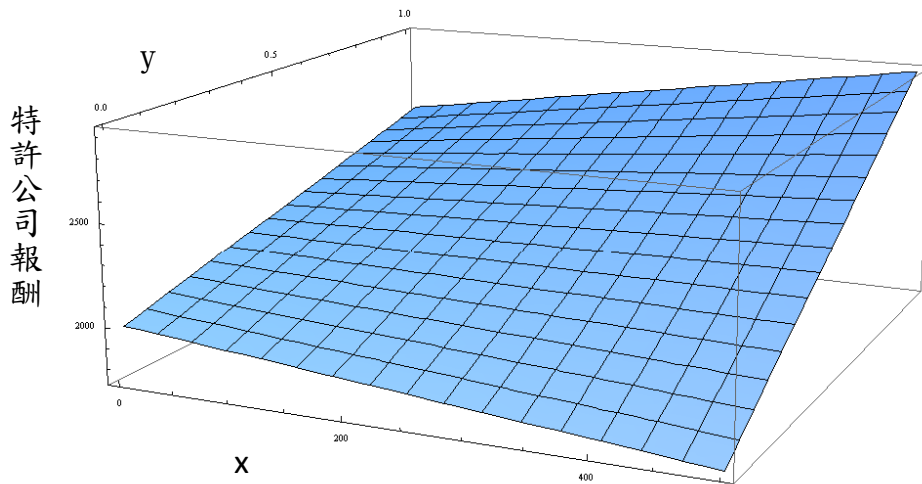


圖 19 附屬事業收入不挹注下，特許公司報酬與 y 、 x 關係示意圖

由圖中明顯可知，若附屬事業收入不挹注在本體事業中的話，無論貸款額度多少，特許公司皆會選擇最大投資成本增加因子 y 來進行投資，這個結論其實很直觀，特許公司用借來的錢進行投資增加附屬事業的期望收益，但是不用負擔本體事業的違約風險，所以特許公司會選擇最大投資成本增加因子進行投資，以盡可能提到自己期望報酬。此時若將特許公司在附屬事業收入不挹注情況下選擇之最適投資成本增加因子 y^* 與附屬事業收入挹注於本體事業收入上選擇之最適投資成本增加因子 y^* 比較，如下圖：

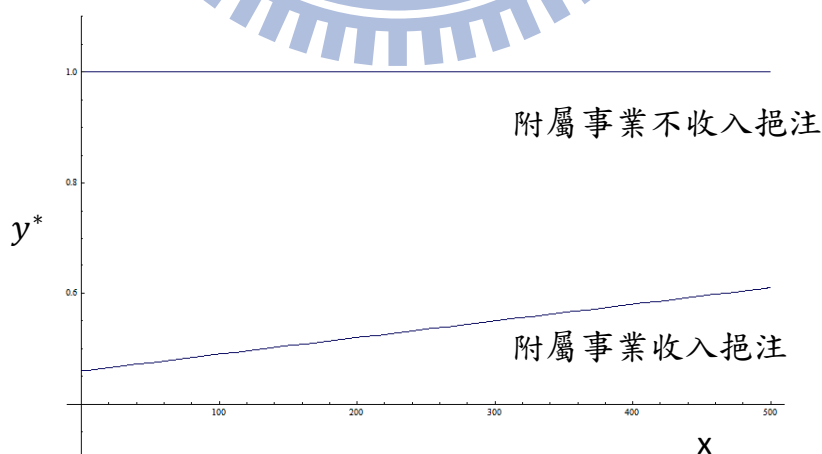


圖 20 附屬事業收入挹注與不挹注之最適投資成本增加因子比較示意圖

若附屬事業報酬沒有挹注的話，特許公司會選擇最高投資成本增加因

子進行投資，此舉將大幅降低銀行期望報酬至低於零，如圖 21 所示，此時銀行將無融資意願，沒有均衡結果，專案融資將會失敗，但若附屬事業報酬必須挹注本體事業收入上時，特許公司透過提高投資風險提升附屬事業期望報酬同時，必須承擔本業違約風險，在此情況下特許公司會自發性的控制風險。本段最後，本研究認為現行法令明文規定附屬事業計畫收入必須挹注在本體事業收入中是非常正確且明智的規範。

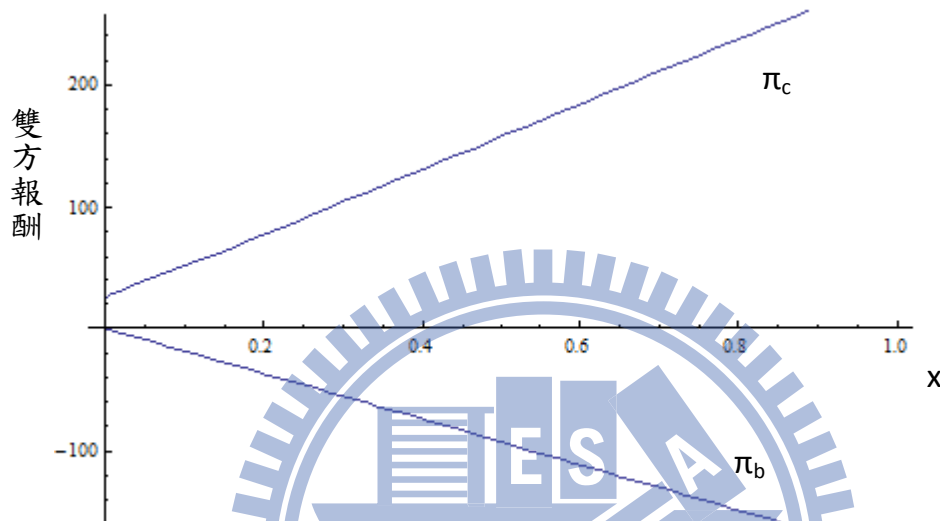


圖 21 附屬事業收入不挹注下，雙方期望報酬與貸款額度關係示意圖

2.3.2 無追索權或有限追索權程度對貸款額度之影響

有限追索權是專案融資中很重要的一項特色，當專案公司無法如期履行債務時，此權力允許債權人對專案發起人進行追索求償，以確保債權人之債權。在本研究模型中，有限追索權參數以 l 表示，用來表示有限追索權佔貸款本利和的程度，理論上，有限追索權可以從不具追索權 ($l = 0$) 到部分追索權 ($0 < l < 1$) 到完全追索權 ($l = 1$)，但若是到完全追索權的話，那就與一般融資差異不大。

有限追索權更是體現 BOT 專案中銀行與特許公司共同分擔風險的概念，以達到特許公司自我監督與銀行主動監督特許公司的誘因，若無追索權的話，貸款所有的風險將由銀行承擔，特許公司將因為道德風險效應選擇過高風險；若有限追索權過高，雖然特許公司會自發性降低風險，但是銀行卻會失去監督特許公司投資的意願。

實務上在 BOT 計畫中，大部分 BOT 融資是屬於無追索權貸款，但一開

始計畫在風險較高的興建期時，特許公司往往無法取得銀行無追索權資金的貸款，銀行多需有擔保合約確保債權，才願意接受融資，而在風險較低的營運期時，由於道德風險以及其他興建時期風險考量已不在或是降低，特許公司才會較有機會得到無追索權的資金。

根據上述討論，廣義來說，本項探討有限追索權程度影響特許公司風險選擇與貸款額度之方法與模型，也可擴大解釋為擔保品價值影響投資風險與貸款額度的模型。下面將對有限追索權程度 l 與最適投資成本增加因子 y^* 與最適貸款額度 x^* 作圖，並討論其中之關係：

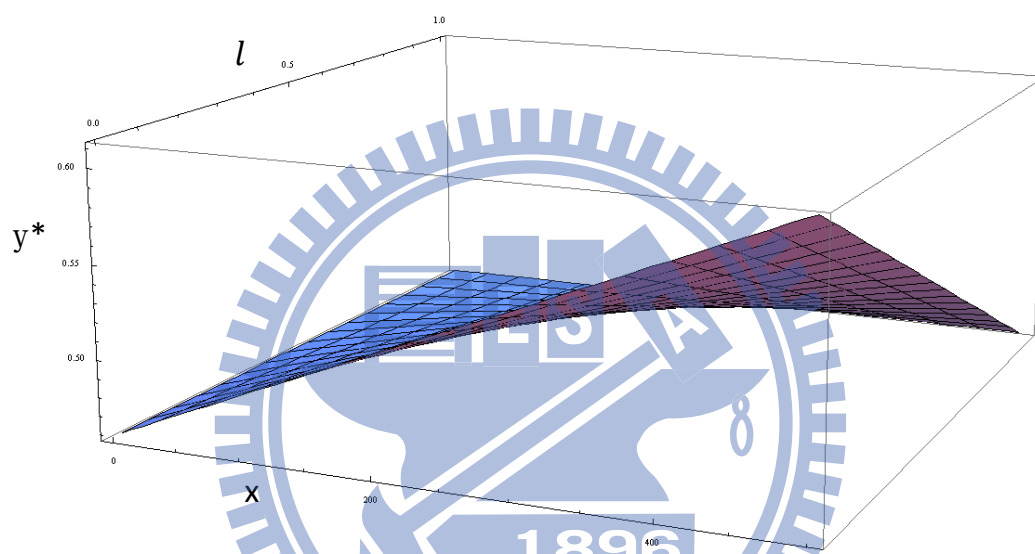


圖 22 y^* 與有限追索權、貸款額度關係示意圖

在圖 22 中，貸款額度越高，特許公司所選擇的風險將會越高，但是透過增加追索權程度，特許公司因為承擔的風險程度變高，所以會自己選擇較低的成本增加因子 y 來作為回應，而在圖 23 中可以發現，越高的追索權額度，因為債權的確保，銀行會傾向給予越高的放款額度，此結果可以與本章第三節中討論利率與追索權程度相互呼應。

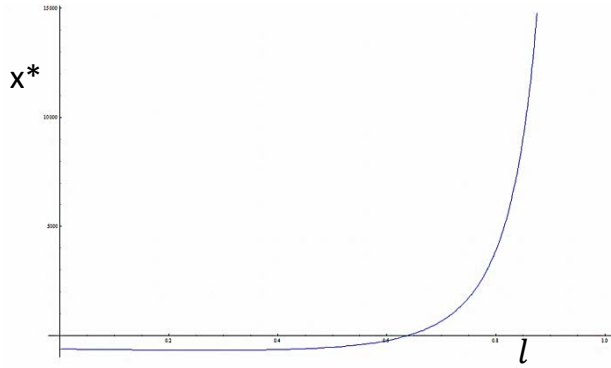


圖 23 最適貸款額度與追索權程度關係示意圖

2.3.3 從利率觀察道德風險問題

Stiglitz and Weiss(1981)提出信貸配給是因為銀行與貸款人訊息不對稱下而產生，其中銀行是以貸款額度與利率來識別貸款人風險，本研究之前研究方向皆是透過利用最適貸款額度來達到控制專案風險之目的，接下來本項將嘗試透過利率因子，觀察利率因子是否也能在本模型中達到控制貸款人風險之效果。

欲從利率因子觀察逆選擇問題，首先觀察最適風險程度 y^* ，

$$y^* = \frac{-I_0 + bR_1 - aPdR_1 - bPdR_1 + cR_2 - aPdR_2 - cPdR_2 + (1-l)aI_0Pd\hat{r}x}{2aPd(bR_1 + cR_2)}$$

，由之前的討論

可知， y^* 與利率因子 \hat{r} 成正比，亦即，若銀行提高利率因子，特許公司最適反應將會是增加自己的資金調整因子提高風險程度來因應，然而，此舉將會對銀行獲利不利。

接下來本研究將 y^* 代入銀行報酬函數 π_b 中，再對利率因子 \hat{r} 進行偏微分並令其式等於零，求取最適利率因子 \hat{r}^* ，如下：

$$\rightarrow \hat{r}^* = \frac{I_0 + aPdR_1 + cR_2 + aPdR_2 - cPdR_2 + 2aI_0lPdx}{2aI_0Pd}$$

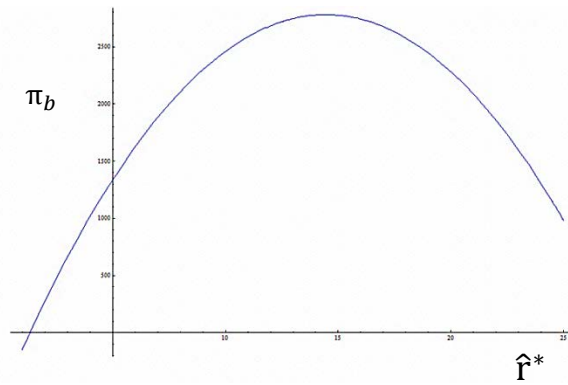


圖 24 最適利率與銀行報酬關係示意圖

由式中與圖中可以發現，的確有一 \hat{r}^* 成為銀行報酬的轉折點，這也顯示了在本研究模型中，利率因子的確也會造成道德風險。接下來將進一步描述 \hat{r}^* 的性質。

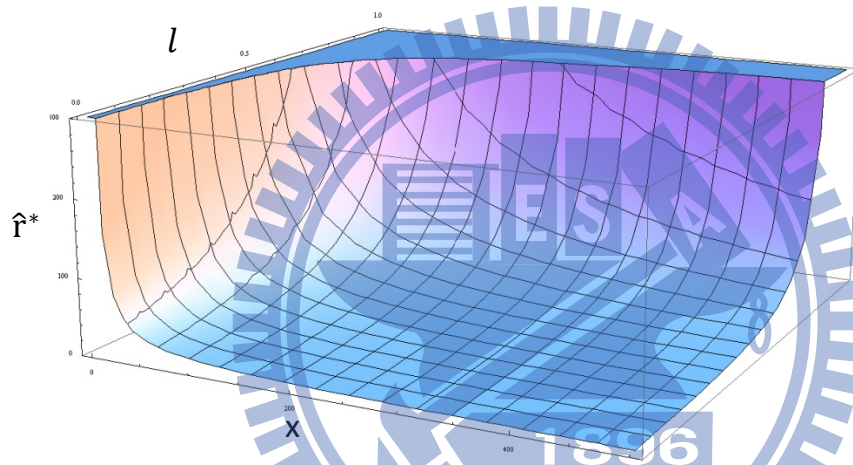


圖 25 最適利率與追索權程度與貸款額度關係示意圖

如圖 25 所示， \hat{r}^* 與追索權程度成正比，因為追索權越高，代表銀行債權確保，對銀行來說，提高利率可以確實的增加自己的報酬；而 \hat{r}^* 卻與貸款額度成反比，意即貸款額度越高，最適利率反而越低，因為貸款金額越高，投資人在道德風險效應下，選擇的風險項目會提高，若再提高利率，其帶來的負面效應將侵蝕獲利，但是若追索權程度提高確保債權，銀行提高利率將可獲得更高的預期報酬。

上述討論證明了本研究模型會因為利率因子發生道德風險效應，此結果與前人研究結果一致。另外，此結果也可以與本章第二節第三項討論利率與有限追索權程度關係互相呼應。

第四章 BOT 特許公司、銀行與政府三方賽局

大型 BOT 案件中，通常都牽涉的層面非常廣，政府的角色與態度非常重要，從一開始決定採用 BOT 專案時，政府相關部門就必須動起來，包括初期合約規劃、法律與行政層面支援、專案場地、後勤、政策支援、相關特許設計(例如台灣政府推動高鐵計畫時保證特許期限內不會再有類似計畫)。本研究將在本章節討論模型中若加入了政府角色後，模擬雙方甚至三方的互動情況，並以情境假設並分析政府各項特許設計對賽局均衡造成之影響。

4.1 模型概述

本賽局中有三位參賽者：放款銀行、特許公司、政府。

1. 放款銀行：在給定的契約條件下，決定放款額度 D 。
2. 特許公司：在給定的契約條件下，以及觀測到銀行的貸款額度 D ，選擇不接受貸款或接受貸款，接受貸款後，在後續計畫執行過程中，特許公司有可能選擇投資金額較大的設計方案，透過調整投資成本增加因子 y 來調整計畫總金額 I 執行計畫。
3. 政府：政府為擴充模型後的角色，政府可以決定增加契約中的有限追索權程度，以達到銀行的獲利水準，讓銀行可以在期望利潤增加的情況下，提高放款額度，讓專案因此可行。

本章模型與第三章不同之處在於加入政府角色，任何有關政府的參數皆會以下標的 g 來作區隔， g 代表 government。而若賽局中加入政府的角色，參與者行動順序即變成由政府決定特許設計，再由銀行決定放款額度 D ，接下來由特許公司選擇接受或不接受貸款，若特許公司接受貸款，特許公司在後續計畫執行中，可能選擇一個最自己最有利之計畫方案，然後雙方計算報酬，兩賽局流程展開如下圖所示：

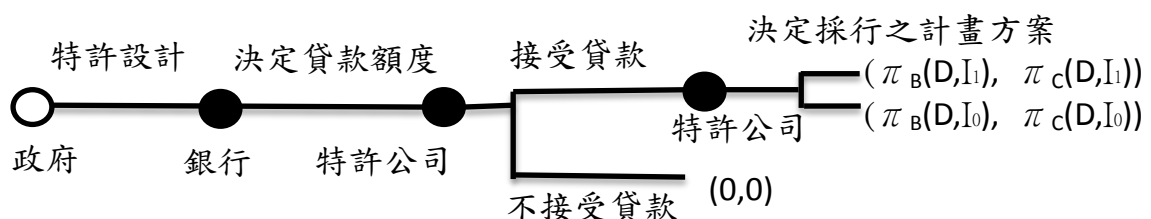


圖 26 加入政府之賽局流程示意圖

所謂特許設計(concession design)方法有很多種，本研究以下考慮 1. 履約保證金制度 2. 政府對債權擔保 3. 最低營收保證與回饋金 4. 權利金 5. 政府出資取得股權等五種情況，並討論政府如何影響賽局。

4.2 情境分析

4.2.1 履約保證金制度

履約保證金為雙方訂約時交付之保證金，由得標人交給招標人，以擔保合約順利履行。若合約順利履行，招標人必須將其返還與得標人，反之，此履約保證金將被沒收以作為對招標人之補償，此為招標人為了確保得標人順利履行合約的一種機制。於是模型修改如下，在特許公司報酬中，若專案違約，要被政府沒收履約保證金 G ：

銀行報酬函數： $\pi_b = (\hat{r}D)(1 - Pd) + l(D)(Pd) - D$

特許公司報酬函數： $\pi_c = (R_1 + R_2 - \hat{r}D)(1 - Pd) - [l(D) + G](Pd) - (Kc)$

s. t. $I = K_1 + K_2 + D$

G : 履約保證金額度

修改了特許公司報酬參數後，直接由式中觀察，其實就可以得到很直覺的結論，由於特許公司違約時所要承擔的損失比原式高，所以特許公司的預期報酬會降低，而特許公司為了避免高投資風險所帶來的損失，將會自發性地降低風險。

接下來透過將該式對風險因子偏微分，並令其等於零，找到履約保證金制度下的最佳投資風險程度：

$$\text{令 } \frac{\partial \pi_c}{\partial y} = -I_0 - aPd(G + I_0lx) + (bR_1 + cR_2)(1 - Pd(1 + ay)) -$$

$$aPd(-I_0\hat{r}x + R_1(1 + by) + R_2(1 + cy)) = 0$$

解開上式，本研究得到在履約保證金制度下，特許公司最適投資成本增加因子 y^{**} 如下：

$$y^{**} = \frac{-I_0 - aGpd + bR_1 - aPdR_1 - bPdR_1 + cR_2 - aPdR_2 - cPdR_2 + (\hat{r} - l)aI_0lPdx}{2aPd(bR_1 + cR_2)}$$

較於沒有履約保證金制度下，最適投資成本增加因子 $y^* = \frac{-I_0 + bR_1 - aPdR_1 - bPdR_1 + cR_2 - aPdR_2 - cPdR_2 + (\hat{r} - l)aI_0lPdx}{2aPd(bR_1 + cR_2)}$ ，由式子清楚可知， y^{**} 在分子項多了一個 $-aGpd$ 的參數，這代表履約保證金的額度會與特許公司所選擇的最適投資成本增加因子 y^{**} 成反比，若履約保證金額度越高，特許公司越會自發性地降低投資風險，也與直觀預期相同，如下圖 26 所示。

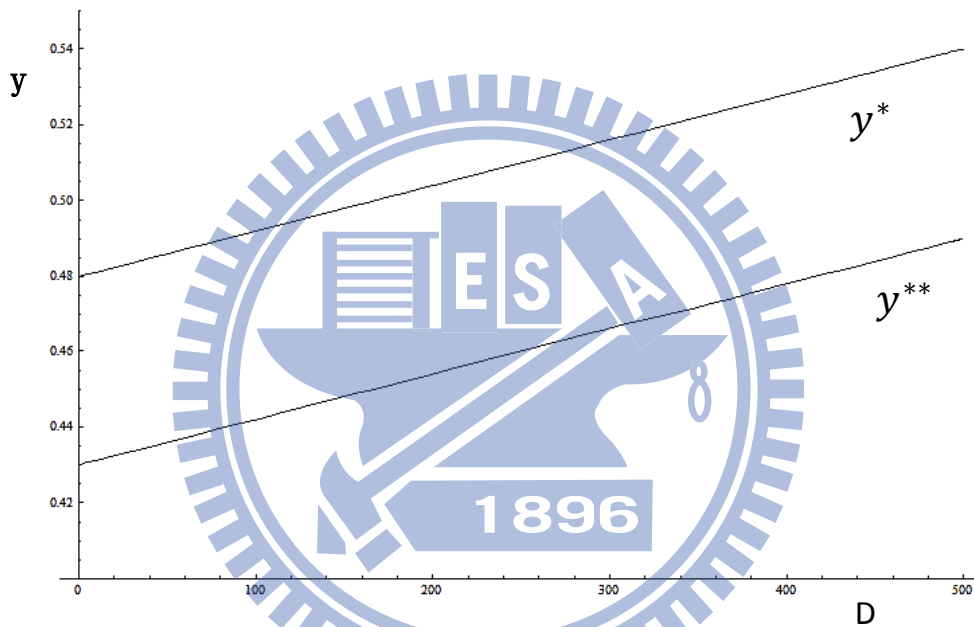


圖 27 有無履約保證金制度 y^* 與 y^{**} 關係示意圖

而履約保證金制度下，最適貸款額度 x^{**} 也可用相同方法求出，首先先用 y^{**} 代入 π_b ，再用 π_b 對貸款額度 x 做偏微分，並讓此式等於 0，求取銀行最適的貸款額度 x^{**} ：

$$x^{**} = \frac{(-I_0l - aGlPd + I_0r + aGPdr - aPdR_1 + aPdrR_1 - 2cR_2 + cLR_2 - aLPdR_2 + cLPdR_2 + crR_2 + aPdrR_2 - cPdrR_2)/2aI_0Pd(l-r)^2}{}$$

在上個章節討論銀行會受到道德風險的情況下，將 x^{**} 對 G 做偏微分，

$$\frac{\partial x^{**}}{\partial G} = \frac{(\hat{r} - l)aPd}{2aI_0Pd(l-r)^2}$$

，此式恆正，以下用示意圖表示：

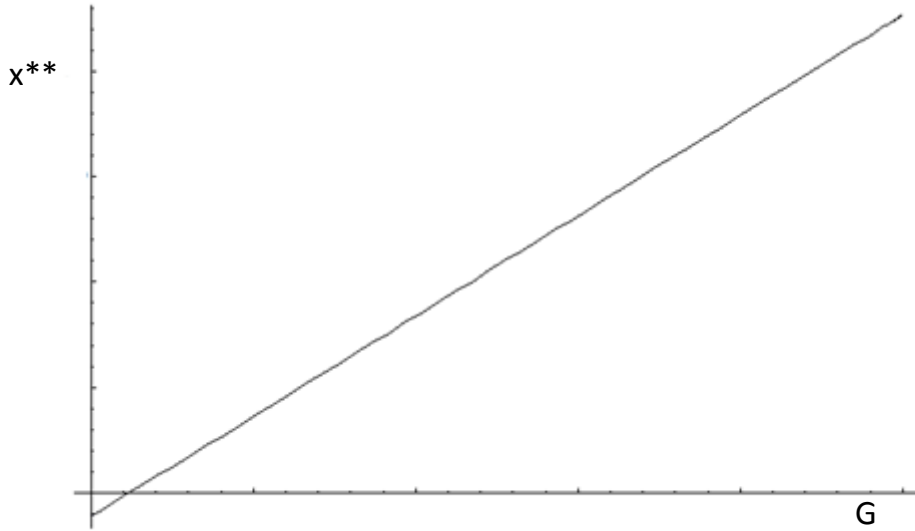


圖 28 最適貸款額度與履約保證金之關係示意圖

由圖中可知，透過履約保證金制度的建立，銀行最適放款額度將會上升，協助提升特許公司的融資能力，而這樣的功能，正式特許公司最需要的，另外還需要討論的是，在令 x^{**} 等於零下，解出履約保證金額度後發現，某些狀況下若履約保證金額度太低，不能夠有效降低特許公司道德風險時，會因為銀行不願意融資，進而導致專案失敗，此點也可以反面思考，若銀行不願意融資，政府進行特許設計下，可以透過履約保證金額度讓融資順利進行，但是此時的履約保證金額度有下限，太低還是會導致專案融資失敗；而若履約保證金太高，會導致特許公司期望報酬太低不願意投資也會導致投資失敗，以下本研究將解出履約保證金下限限制：

令 $x^{**} = 0$

$$\begin{aligned} \text{解出下限 } G = & \left(-\frac{1}{2a(-1+l)^2 Pd\hat{r}} + \frac{1}{2a(-1+l)^2 Pd\hat{r}} - \frac{R_1}{2l_0(-1+l)^2 \hat{r}} \right. \\ & + \frac{lR_1}{2l_0(-1+l)^2 \hat{r}} + \frac{cR_2}{a l_0(-1+l)^2 Pd\hat{r}^2} - \frac{R_2}{2l_0(-1+l)^2 \hat{r}} + \frac{cR_2}{2a l_0(-1+l)^2 \hat{r}} \\ & \left. + \frac{lR_2}{2l_0(-1+l)^2 \hat{r}} - \frac{clR_2}{2a l_0(-1+l)^2 \hat{r}} - \frac{cR_2}{2a l_0(-1+l)^2 Pd\hat{r}} - \frac{clR_2}{2a l_0(-1+l)^2 Pd\hat{r}} \right) \\ & / \left(\frac{1}{2l_0(-1+l)^2 \hat{r}} - \frac{1}{2l_0(-1+l)^2 \hat{r}} \right) \end{aligned}$$

接下來本研究將得到的最適投資成本增加因子函數代入雙方報酬函數，並討論透過政府建立履約保證金制度下，雙方均衡策略的改變：

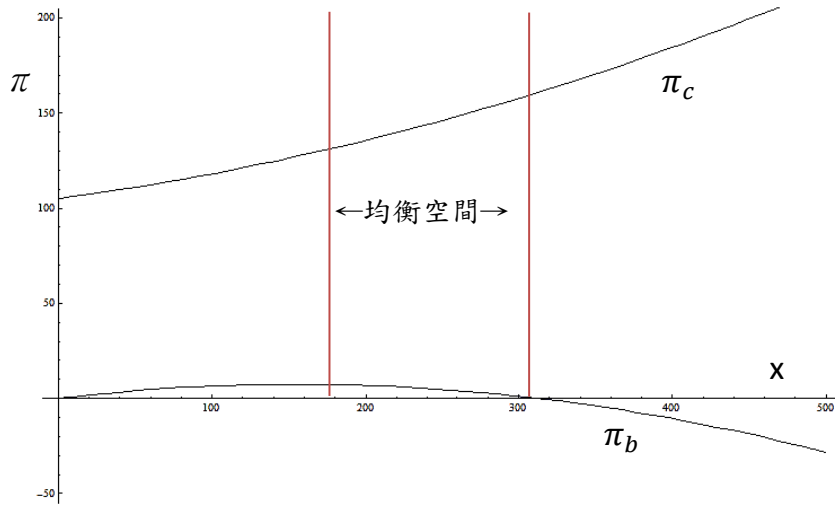


圖 29 無履約保證金制度下，雙方報酬關係示意圖

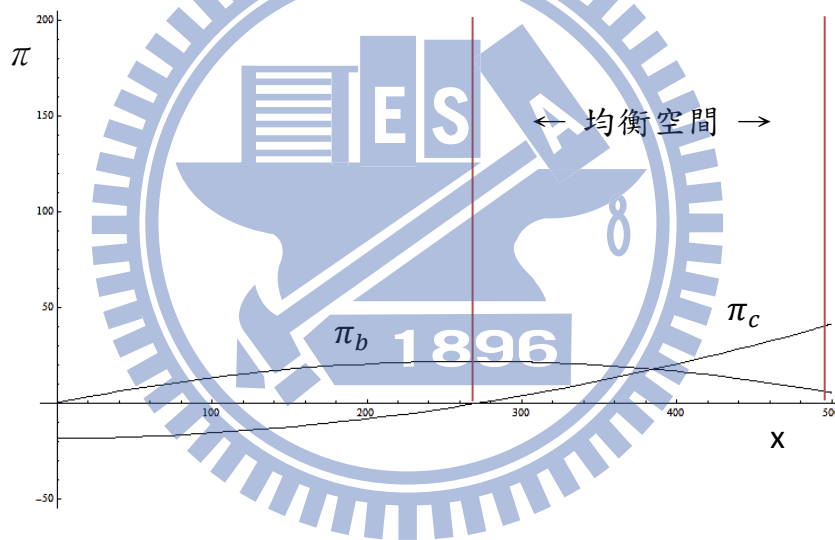


圖 30 履約保證金制度下，雙方報酬關係示意圖

圖 29 與圖 30 為在相同參數環境與相同比例尺下所作之雙方報酬關係圖，由圖中可知兩個很重要的結果，一個是均衡空間往右偏移，代表銀行願意貸款的金額變高，另一項則是銀行預期報酬明顯提升。基於以上分析，本研究認為履約保證金制度為一項非常良好的制度，在實務上，BOT 契約中也都會包含此項制度。

4.2.2 政府對債權擔保

政府擔保為另一種政府支援 BOT 專案的特許設計方式，政府藉由提供擔保性貸款，或是契約規定，希望增加特許公司專案融資能力，本研究將雙方報酬模型修改，藉由加入政府擔保額度 l_g 模型擴充如下：

$$\text{銀行報酬函數：}\pi_b = (\hat{r}D)(1 - Pd) + l_g(D)(Pd) - D$$

$$\text{特許公司報酬函數：}\pi_c = (R_1 + R_2 - \hat{r}D)(1 - Pd) - (Kc)$$

$$\text{s. t. } I = K_1 + K_2$$

式中 l_g 表示銀行得到政府對債權擔保比例，接下來，依同樣方法解出最適風險程度 y^{**} 與最適貸款額度 x^{**} 。

$$y^{**} = \frac{-I_0 + bR_1 - aPdR_1 - bPdR_1 + cR_2 - aPdR_2 - cPdR_2 + aI_0Pd\hat{r}x}{2aPd(bR_1 + cR_2)}$$

由式中可知，政府擔保程度 l_g ，並不會影響特許公司所選擇的最適投資成本增加因子。

接下來，本研究將依之前方法解出最適貸款額度 x^{**} ：

$$x^{**} = I_0l_g - I_0\hat{r} + algPdR_1 - aPd\hat{r}R_1 + 2cR_2 - clgR_2 + algPdR_2 - clgPdR_2 - c\hat{r}R_2 - aPd\hat{r}R_2 + cPd\hat{r}R_2/2aI_0Pd(lg - \hat{r})\hat{r}$$

$$\frac{\partial x^{**}}{\partial lg} = \frac{I_0 + aPdR_1 - cR_2 + aPdR_2 - cPdR_2}{2aI_0Pd(lg - r)r} - (I_0lg - I_0r + algPdR_1 - aPdrR_1 + 2cR_2 - clgR_2 + algPdR_2 - clgPdR_2 - crR_2 - aPdrR_2 + cPdrR_2/2aI_0Pd(lg - r)^2r)$$

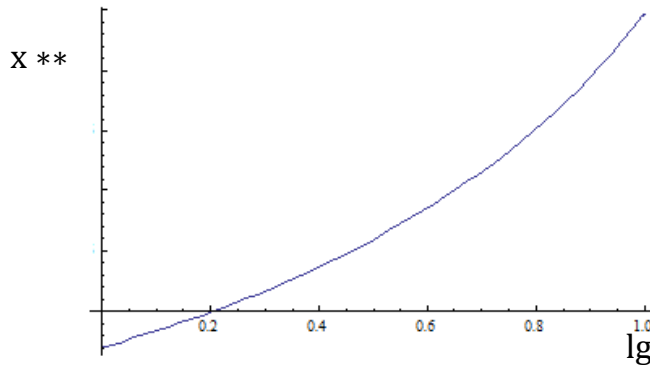


圖 31 x^{**} 與政府擔保比例關係示意圖

由式中與圖中可知，在發生道德風險的情況下，銀行最適貸款額度與政府擔保債權比例呈正相關，意即，政府願意擔保越高比例的債權，銀行的貸款意願與額度皆越高。但是此一結果不代表特許公司不會選擇過高的投資成本增加因子，事實上，此一結果是特許公司承擔有限追索權等於零的特殊情況，透過之前章節的分析發現，特許公司選擇的投資成本增加因子與承擔之有限追索權比例成反比，所以在這情況下，其實特許公司會盡可能地選擇較高的投資成本增加因子，所以此舉增加了銀行評估時願意提供的貸款額度，而且因為 y^{**} 與貸款額度成正比，所以提高了銀行的貸款金額更是提高了專案面臨的道德風險程度，所以道德風險的疑慮並不會消失，反而上升，而且風險改由政府承擔。

4.3.3 最低營收保證與特許公司回饋金

本項討論的是智利政府在合約的設計上獨創之最低營收保證與特許公司回饋金機制，此機制大意是若在招標前，政府先對專案進行評估，計算出最低預期收益，營運後，如受外部因素影響，特許公司收益低於預期最低收益，智利政府將通過國家財政給予相應差額補償，反之，若計畫營收超過某一定值時(假設此值是 L_H ，由政府決定)，政府會要求特許公司撥款回饋金回饋政府，這樣一來，特許公司營運收入如同獲得了保證，形成一個財務保護網，收入不受其他因素影響，為一固定可預期的參數，於是本研究修改模型如下：

$$\pi_c = (Rc)(1 - Pd) - l * (D)(Pd) - (Kc)$$

$$Rc = \begin{cases} L_H, & (R1 - \hat{r}D) > L_H \\ R1 - \hat{r}D, & Kc < (R1 - \hat{r}D) < L_H \\ Kc, & (R1 - \hat{r}D) < Kc \end{cases}$$

在賽局理論理性人假設下，特許公司會透過提高投資成本增加因子來達到令自己的期望報酬率最高的目標，在之前的分析中，特許公司所選擇的最適投資成本增加因子會依據銀行所提供的貸款而改變，但是在最低營收保證與特許公司回饋金的制度下，特許公司不會完全隨著銀行的貸款額度而提高投資成本增加因子，因為如果期望報酬超過政府界定的 L_H 時，超額報酬將必須繳還給政府，特許公司不能享受利潤的同時，卻要承擔提高投資成本增加因子造成還款違約機率的上升，所以此時特許公司提高投資成本增加因子到預期報酬為 L_H 後，儘管銀行貸款金額上升，特許公司最適策略為不提高投資成本增加因子，特許公司最適投資策略發生在 $R1 - \hat{r}D = L_H$ 時，

而若 $(R_1 - \hat{r}D) < Kc$ 時，由於特許公司收入不足的部分會有政府最低營收保證，所以特許公司此時最式投資策略為不增加投資成本增加因子，如下式與圖 32 所示：

$$y^{**} = \begin{cases} \left(\frac{L_H + \hat{r}D}{R_1} - 1\right)/b, & (R_1 - \hat{r}D) > L_H \\ \frac{-I_0 + bR_1 - (a+b)PdR_1 + (\hat{r}-l)aI_0Pdx}{2aPdbR_1}, & Kc < (R_1 - \hat{r}D) < L_H \\ 0, & (R_1 - \hat{r}D) < Kc \end{cases}$$

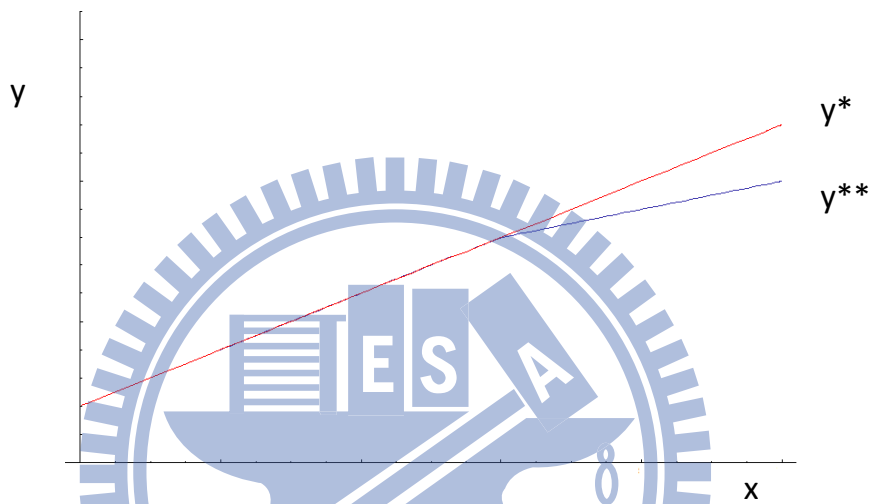


圖 32 此制度下特許公司最適投資成本增加因子與貸款額度關係示意圖

由圖 32 可知，特許公司在貸款額度持續上升時，所對應選擇的最適投資成本增加因子將會降低，而此值與 L_H 成正比，若政府把 L_H 訂得越低，特許公司將不會盲目追求風險，採取的行動為選擇較低的最適投資成本增加因子。

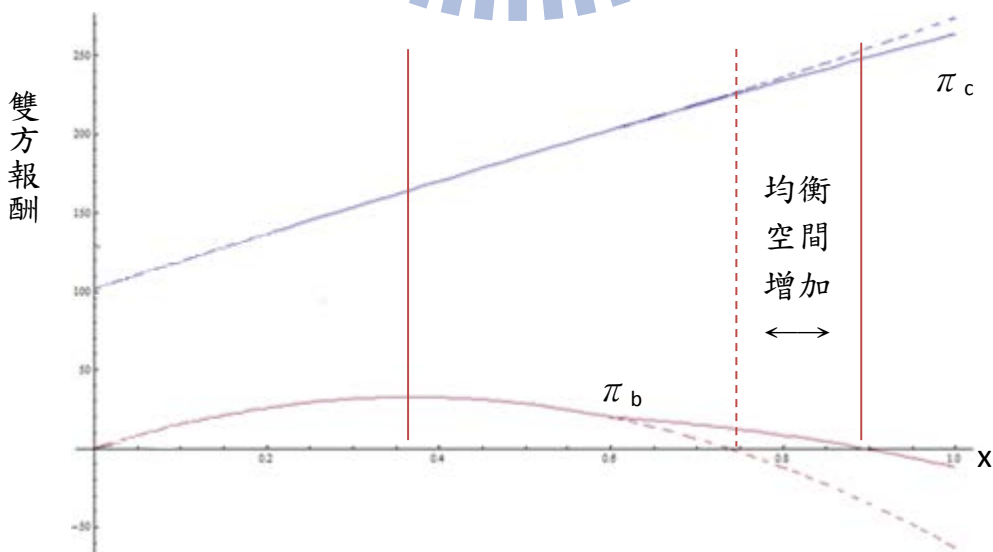


圖 33 政府財務保證與回饋金制度下，雙方期望報酬與 x 關係示意圖

由圖 33 中觀察與前述的結果中可知，此特許設計可以有效降低特許公司選擇過高的投資成本增加因子，造成道德風險，此程度可以透過政府選擇適當的 L_H 來控制，然後透過此制度，均衡空間也會擴大，銀行會願意提供更高額貸款，來完成專案的融資。由此可知，本研究認為，此政府特許設計為一項很好且可抑止特許公司道德風險的制度。

4.3.4 權利金

由於部分 BOT 專案本身及滿足自償率，或是加入了附屬事業計畫後，報酬率大幅提高形成超額報酬，此時政府會要求特許公司將此超額報酬回饋政府，此舉即是繳納權利金。本模型假設權利金為定額，參數為 w ，修改模型如下：

$$\pi_c = [R_1 + R_2 - w - \hat{r}D](1 - Pd) - l(D)(Pd) - (Kc)$$

模型修改完成後，依據前述方法找出特許公司在政府收取權利金情況下的最適投資成本增加因子 y^{**} 與銀行最適貸款額度 x^{**} ：

$$y^{**} = \frac{-I_0 + bR_1 - aPdR_1 - bPdR_1 + cR_2 - aPdR_2 - cPdR_2 + aPdw + (\hat{r} - l)aI_0Pdx}{2aPd(bR_1 + cR_2)}$$

將其對 w 偏微分後， $\frac{\partial y^{**}}{\partial w} = \frac{1}{2(bR_1 + cR_2)}$ ，此式恆正，代表權利金越高，特許公司的投資成本增加因子將會越大，示意圖如下：

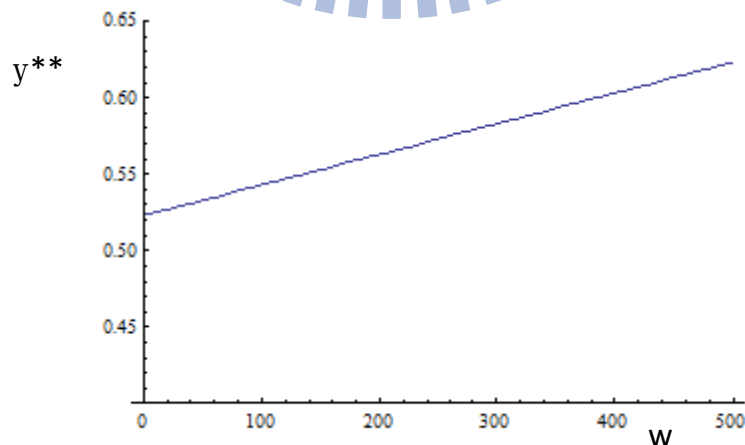


圖 34 y^{**} 與權利金額度關係示意圖

由上圖可知， y^{**} 與權利金額度成正比，因為特許公司若預期會有權利金支出，會選擇投資較高投資成本增加因子，增加自己報酬來回應。

$$x^{**} = \frac{(-I_0l + I_0\hat{r} - alPdR1 + aPd\hat{r}R1 - 2cR2 + clR2 - alPdR2 + clPdR2 + c\hat{r}R2 + aPd\hat{r}R2 - cPd\hat{r}R2 + alPdw - aPd\hat{r}w)}{2aI_0Pd(l - \hat{r})^2}$$

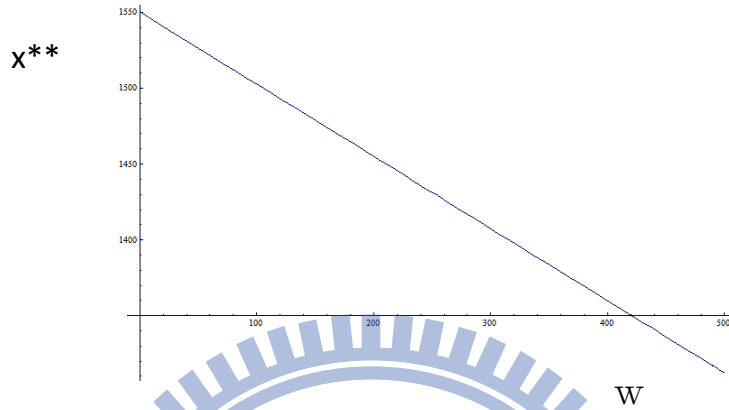


圖 35 最適貸款額度與權利金額度關係示意圖

$$\frac{\partial x^{**}}{\partial w} = \frac{(l - \hat{r})alPd}{2I_0aPd(l - \hat{r})^2}$$

由於 $(l - \hat{r}) < 0$ ，所以此式恆負，同時也由

圖 35 可知，最適投資成本增加因子與權利金額度成反比，因為提高權利金額度造成特許公司投資風險上升，銀行只好以降低貸款額度以控制投資風險來回應。下面兩張圖將討論政府收取權利金政策如何影響賽局均衡。

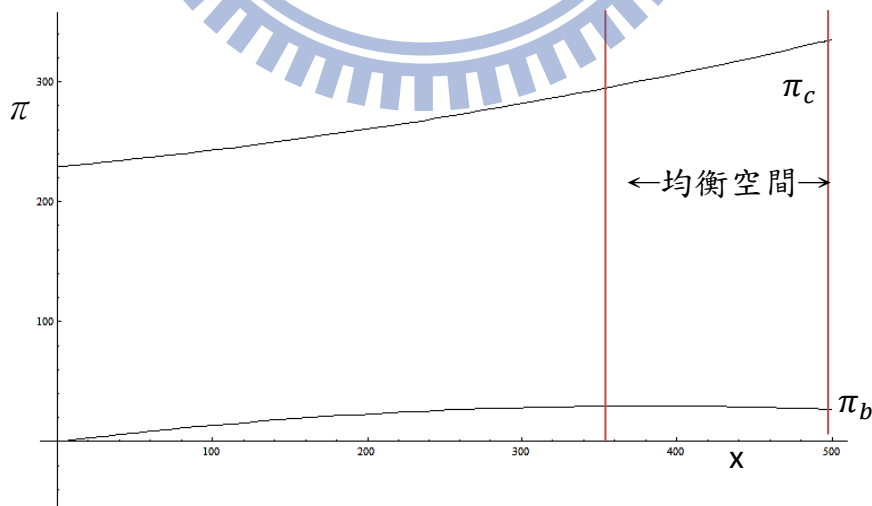


圖 36 無收取權利金下雙方賽局均衡示意圖

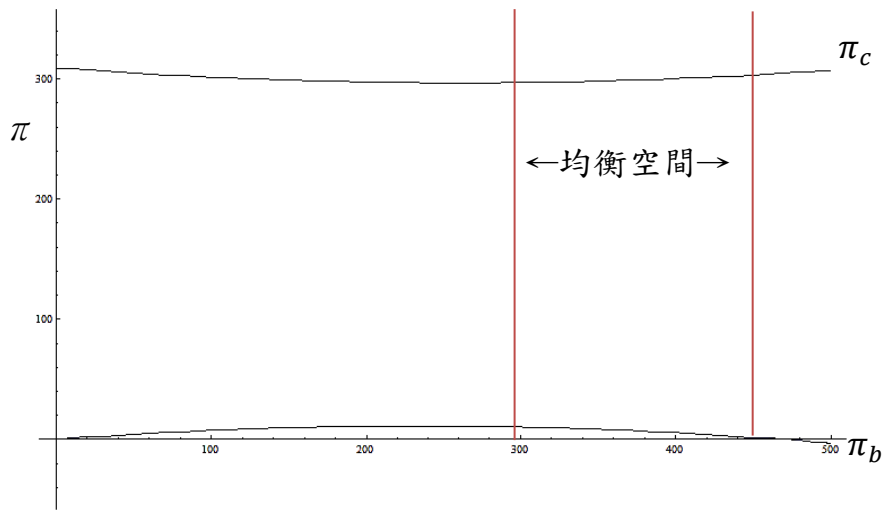


圖 37 收取權利金下雙方賽局均衡示意圖

上面兩圖也是由同樣參數環境下、同樣比例尺化所繪出來的圖形，圖中可以發現，若政府收取權利金，將造成特許公司所能得到之貸款額度下降，而且銀行預期利潤越來越低，而特許公司預期利潤不論是在何種貸款額度下皆變得較一致，且銀行獲利最高時特許公司獲利最低，所以本研究認為，如果在特許公司預期有超額報酬且特許公司金融條件許可的情況下，收取權利金是一項可行的政策。

4.3.5 政府出資

所謂「出資」是指政府直接出資取得特許公司股權，在自償率嚴重不足的 BOT 專案進行時，有案例是由政府出資讓該專案順利進行。接下來本研究將透過修改雙方報酬模型以探討政府出資對於 BOT 中特許公司與銀行報酬與行動的影響，假設 K_g 為政府出資金額，取得股權 $E_g\%$ ，特許公司出資 K_c ，持有股權 $E_c\%$ ：

$$\pi_b = (\hat{r}D)(1 - Pd) + l(D)(Pd) - D$$

$$\pi_c = (R_1 + R_2 - \hat{r}D)(E_c)(1 - Pd) - l(D)(Pd) - (K_c)$$

$$I = K_c + K_g + D = K_1 + K_2$$

$$E_g = K_g / K_c + K_g$$

$$E_c = K_c / K_c + K_g$$

模型的總投資金額 I 等於銀行貸款 D 加公司自有資金 Kc 加政府出資 Kg，對銀行與特許公司來說，本身需要出資的金額變少，意即承擔之風險也變小，特許公司更有誘因去追求利潤。

從特許公司選擇最適投資成本增加因子來分析：

$$y^{**} = \frac{1}{2(3abPdR1 + 3acPdR2)} (2bR1 - 2aPdR1 - 2bPdR1 + 2cR2 - 2aPdR2 - 2cPdR2 + 2aI_0Pd\hat{r}x + \sqrt{(4(3abPdR1 + 3acPdR2)(I_0Kg - R1 + PdR1 - R2 + PdR2 + aI_0KglPdx + I_0\hat{r}x - I_0Pd\hat{r}x) + (-2bR1 + 2aPdR1 + 2bPdR1 - 2cR2 + 2aPdR2 + 2cPdR2 - 2aI_0Pd\hat{r}x)^2}))$$

由式中偏微分可知，政府出資 Kg 與最適投資成本增加因子 y** 成正比。若政府出資 Kg 上升，特許公司將選擇較高的最適投資成本增加因子。

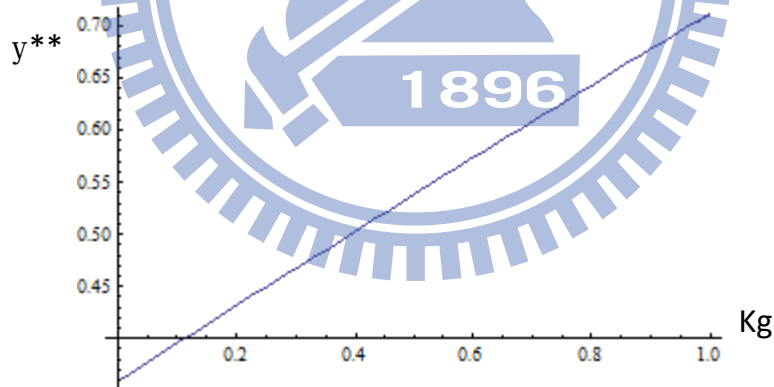


圖 38 政府出資投資與 y** 關係示意圖

由圖 38 可知，政府若直接出資投資可以減輕特許公司籌資壓力，但是特許公司選擇之最適投資成本增加因子上升，將會增加道德風險。

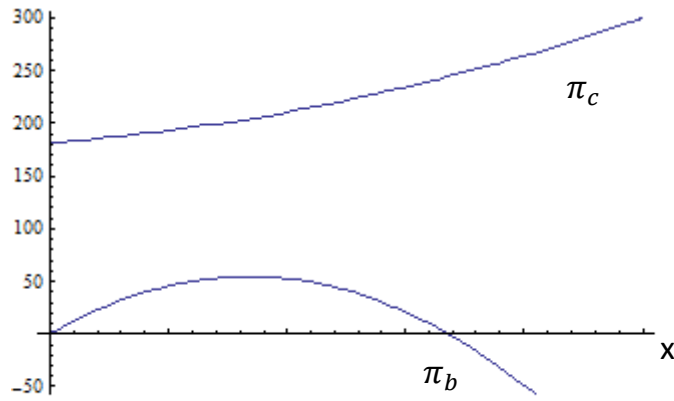


圖 39 政府無出資下，雙方報酬關係示意圖

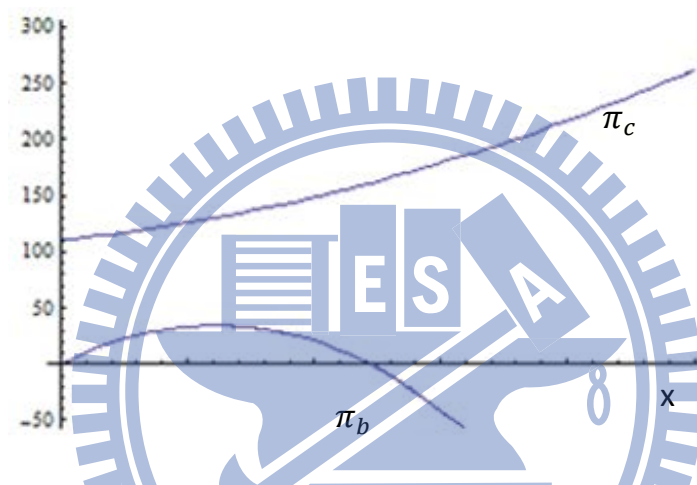


圖 40 政府出資下，雙方報酬關係示意圖

直接由圖中觀察，可以發現均衡更向左移，雖然特許公司籌資能夠因為此特許設計而成功，但是銀行與政府面對的是更高程度的道德風險。

第五章 台灣南北高速鐵路案例解析

本章參考由交通部高鐵局、高鐵公司網站、高鐵局財務顧問 Morgan Grenfell 之研究報告與監察院九十八年度台灣高鐵 BOT 策略與執行成效之檢討專案調查研究報告所提供之資料，彙整而來，並透過本研究成果給予適當建議。

5.1 高鐵計畫內容

5.1.1 計畫簡介

台灣南北高速鐵路建設計畫為我國政府推動公共工程民營化的重大國家基礎建設之一，總投資金額超過新台幣 5,000 億元，路線行經台灣西部 11 個縣市。整個工程施作主要包含土建工程、車站工程、軌道工程、基地工程及核心系統工程等項目。高鐵系統使用專用路權，全線無平交道，並以時速 350 公里營運，期望能達到創造台灣西部走廊一日生活圈與構建高效率大眾運輸路網之目標。

台灣高鐵聯盟於民國 86 年 10 月獲得與高鐵局優先議約權後，在 87 年 5 月正式成立台灣高鐵公司，並於 89 年 3 月開始興建，至 96 年一月開始營運，以下條列台灣高鐵基本資料

1. 經營路線：

台灣高鐵全長 345 公里，沿途經過 14 縣市、77 鄉鎮區，包含 251 公里橋梁工程、47 公里隧道工程及 31 公里路工工程。

2. 車站與基地：

高速鐵路沿途設置台北、桃園、新竹、苗栗、台中、彰化、雲林、嘉義、台南、左營等 10 個車站，以及南港、板橋等 2 個營運輔助站。並於新北市汐止、台中烏日、高雄左營設置 3 處基地；在高雄燕巢設置總機廠；新竹六家、嘉義太保設置工電務基地。

3. 高鐵興建營運特許權：

興建營運台北（汐止）至高雄（左營）間高速鐵路及其附屬設施；特許期間自簽約日起算，包括特許興建期及特許營運期合計 35 年。

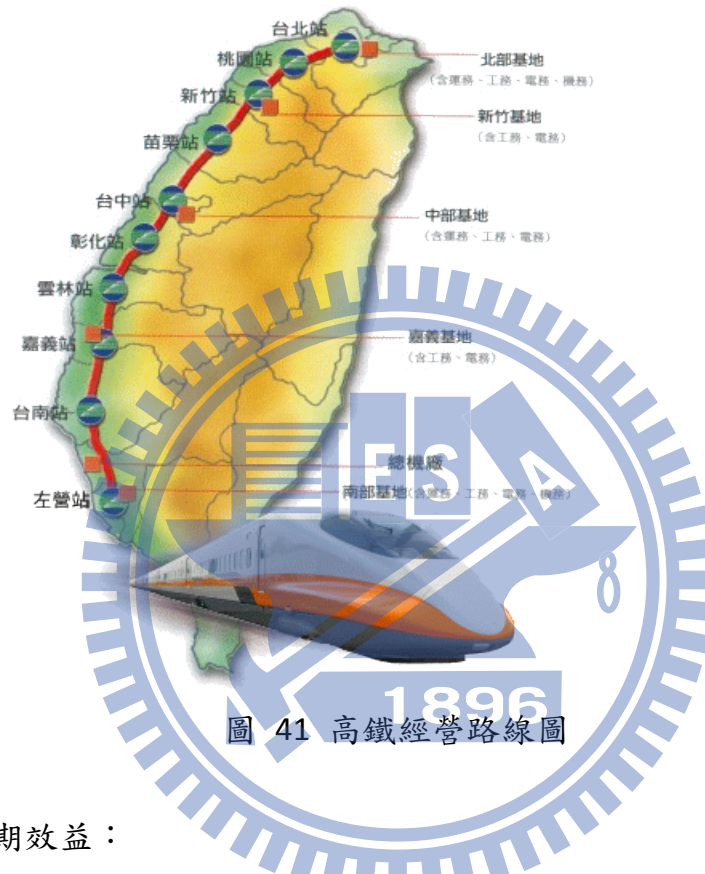
4. 站區開發使用權：

辦理桃園、新竹、台中、嘉義、台南等五座車站站區用地之開發及

經營其附屬事業；其中車站用地之開發經營期間與高鐵興建營運特許權期間相同，事業發展用地之開發經營期間為自土地交付日起算50年。

5. 高鐵營運附屬事業經營權：

依相關法令在高鐵路線、車站及維修基地用地範圍內，經營高鐵營運附屬事業；其經營期間與高鐵興建營運特許權期間相同。



6. 預期效益：

高鐵事業預計為台灣帶來大量經濟效益，除了本身是台灣最大的公共建設投資案，也帶動台灣各級產業投資，此外，站區開發更預期會有更多無發量化的外部效益，而且南北交通只需90~120分鐘，加速各種人才、資訊、服務的交流，縮短城鄉差距、促進地區發展並落實政府節能減碳與發展大眾運輸的政策。

7. 公司基本資料與營運狀況：

公司成立年：87年5月

興建期：89年3月~95年12月

營運期：96年1月迄今

公司資本額：新台幣1,053億元

台灣高鐵於九十五年十二月廿五日順利取得交通部核發板

橋—左營路段之營運許可，並於九十六年一月五日起開始營運，台北—板橋路段也隨即通過交通部履勘，並於九十六年三月二日加入營運。至此，台灣高鐵已邁入全線營運階段。

表 6 台灣高鐵公司基本資料

股票代號	2633
公司名稱	台灣高速鐵路股份有限公司
公司英文全名	Taiwan High Speed Rail Corporation
公司英文簡稱	THSRC
公司中文地址	11568 臺北市南港區經貿二路 66 號 13 樓
公司英文地址	13F., No. 66, Jingmao 2nd Rd., Nangang District, Taipei City 11568, Taiwan (R. O. C.)
公司電話	02-8789-2000
傳真機號碼	02-8789-3000
主要經營業務	高速鐵路之經營
營利事業統一編號	16446274
公司成立日期	1998/5/11
董事長	歐晉德
執行長	歐晉德
發言人	賈先德
發言人職稱	副總經理
發言人 email	Spokesman_MBOX@thsrc.com.tw
實收資本額	105,322,243,070 元
興櫃日期	2003/9/5
公開發行日期	2001/4/30
普通股	6,513,232,647 股
特別股	4,018,991,660 股
股務代理機構	富邦綜合證券股務代理部
股務代理機構電話	02-2361-1300
過戶地址	台北市中正區許昌街 17 號 2 樓
簽證會計師事務所	勤業眾信聯合會計師事務所
簽證會計師	何瑞軒 / 江美艷

資料來源：台灣高鐵網站

表 7 高鐵營運狀況表

	2007	2008	2009	2010	2011
班次(車次)	24,440	45,900	45,286	46,960	48,533
準點率	99.46%	99.19%	99.25%	99.22%	99.86%
旅次數(萬人次)	1,555.6	3,058.1	3,234.9	3,694	4,163
營收(新台幣億元)	135	230.5	233.2	276.4	322.4
平均乘載率 ⁵	44.91%	43.51%	46.31%	48.97%	51.63%
總延人公里 ⁶ (億公里)	35.2	65.7	68.63	74.91	81.5

資料來源：台灣高鐵年報

5.1.2 附屬事業計畫簡介

高鐵附屬事業在本研究中分為站區開發與其他附屬事業，以下將從此兩項目分別介紹：

1. 站區開發

站區開發用地緊鄰高鐵車站，附屬事業用地部分可開發面積合計約 30 公頃，可建築之總樓地板面積達 1,200,380 平方公尺，未來可引進開發的項目包括：旅館設施、會議及工商展覽中心、餐飲業、休閒娛樂業、百貨零售業、金融服務業、一般服務業、通訊服務業、運輸服務業、旅遊服務業、辦公室等，配合廣場和交通設施用地等公共空間整體規劃形塑優質的生活環境。

⁵乘載率= 總延人公里/總座位公里

⁶總延人公里=∑(每班列車旅客人數*每一旅客之運程)，總座位公里=∑(每班列車之座位數*該班次列車行駛里程)

表 8 各站區開發資料

	事業發展用地面積 (公頃)				事業使用最大樓地板面積		建蔽率 (附屬 事業)
	交通 設施	附屬事 業	站區廣 場	小計	平方公尺	坪	
桃園 站	0.17	8.55	2.00	10.72	342,000	103,455	60%
新竹 站	0.3	3.13	1.60	5.03	115,500	34,939	60%
台中 站	6.14	11.30	-	17.44	542,400	164,076	70%
嘉義 站	0	3.14	2.30	5.44	87,920	26,596	70%
台南 站	1.04	4.02	2.80	7.86	112,560	34,049	70%
合計	7.67	30.14	8.70	46.51	1,200,380	363,115	-

資料來源：台灣高鐵網站

車站特定區開發用地非高鐵本業，並未列入高鐵興建與營運合約之內，因此，政府不會提供融資協助，而站區開發的資金也未計入高鐵公司與銀行團所簽訂的聯貸合約中，依規定，高鐵公司必須自行籌措財源。

2. 其他附屬事業

1. 車站與車廂內零售與餐飲服務
2. 廣告業務
3. 觀光旅遊業
4. 租車及停車場

5.1.3 高鐵財務計畫與現況

台灣高鐵是台灣第一個採取 BOT 模式的公共工程，由民間興建、營運 35 年後轉移給政府。根據台灣高鐵財務計畫的競標條件，其資金來源主要是來自兩方面，一是股權籌資 1038 億元，一是債權融資 3038 億元，前者由其五大原始股東及機電系統供應商等成員出資 51%，機構投資人 29% 至 34%，而公眾募股則佔 15% 至 20%；後者則由國內銀行聯合貸款 3083 億元，然而，實際情況卻與原先計畫大有出入，實際情況將於下表逐條比較之：

表 9 高鐵公司實際與投資計畫書之財務比較表

項目	投資計畫書	實際情況
總工程經費	4,316 億元	5,277 億元
工程經費-政府負擔	1,057 億元	1,057 億元
工程經費-民間負擔	3,259 億元	4,220 億元
融資計畫	債務融資：2,789 億元 1. 商業銀行貸款 2,086 億元 2. 出口信貸機構 703 億元	債務融資：3,988 億元 1. 第一聯貸：3,233 億 元 2. 第二聯貸：655 億元 3. 海外可轉換公司債 100 億元
融資利率	7.2%~10%	2.6332~8.2242%
自籌資金比例	25.46%	23.42%
民間辦理興建成本 (含財務成本)	4,076 億元	4,497 億元
日運量	17.5~30.5 萬人	8~9 萬人
第一年營運收入	550.67 億元	99.16 億元
第二年營運收入	649.81 億元	115.98 億元
站區開發利益	633 億元	

資料來源：監察院「台灣高鐵 BOT 策略與執行成效檢討專案調查報告」

高鐵計畫在融資過程並不順利，除了原始五大股東也未能出資預定金額外，聯貸銀行也對如此大規模的融資計畫卻步，後來在政府協助與簽訂

台灣高鐵 BOT 案三方契約以及引進經建會中長期資金、勞退、勞保、公務員退撫基金共 2400 億元與簽訂了所謂強制收買條款後，銀行才願意融資，專案順利進行。

高鐵截至 100 年度營運表現中，公司持續處於虧損的狀態達 677.45 億元，但是在第 100 年度，盈餘首度由負轉正，當年稅後淨利高達 57.8 億。

5.2 高鐵計畫銀行與政府角色

一般 BOT 專案的提出是由銀行與特許公司一起提出，銀行會因為要確保自己債權，擔起評估計畫與監督特許公司的重任。但是以國內辦理 BOT 案招標的程序，銀行團是在特許公司與政府簽訂興建合約後才介入，無法起到在特許公司備標時就要有的監督效果，而融資意願書也不具法律效力，在這樣的情況下，高鐵融資過程備受阻礙也是可預期的。

在高鐵計畫中，政府有不能讓高鐵倒的壓力，所以使用了很多政策與契約承諾讓高鐵融資計畫能順利進行，接下來本研究將深入討論這一部分，並與前章之研究結果相互映證。

5.2.1 政府監督機制

既然在高鐵案中失去的銀行這一監督角色，政府更應擔起監督角色的責任，目前政府的監督機制如下表：

表 10 政府的監督機制

項目	高鐵局（政府）	台灣高鐵公司
工程監督	全線完成後履勘合格	依設計及施工進度提送執行管理月報及後續之品質保證報告
財務監督	依合約規定監督之	發起人持股比率、公司財務比率、轉投資受主管機關監督，資料報表應定期提送主管機關

強制接管	若因不可抗力與除外情勢、撤銷許可或違約等因素致高鐵公司無法興建營運高速鐵路，則由甲方依據合約收買全部營運資產，並確立責任歸屬與損害賠償	—
專業監督	聘請獨立查核、檢驗及認證之專業機構執行查核	提供相關資料予專業機構

資料來源：高鐵公司，經陳玉玲整理

由上表發現，政府雖設有監督機制，但是沒有足以控制特許公司逆選擇風險的項目與方法，最多只能保障施工與合約規範相同。

5.2.2 台灣高鐵強制收買政策

在高鐵計畫中政府原本希望民間業者與銀行團雙方在融資安排下，若台灣高鐵公司因故無法繼續經營，則由銀行團承接高鐵計畫。但銀行團認為本身並無能力去興建與營運，如此一來，高鐵建設必須停頓下來，而留下來的資產對銀行價值也不大，因此銀行團認為所冒的風險太大，已超過銀行可承擔能力，銀行團不願意提供足額的融資。

緣由於此，民國 88 年 8 月，由政府出面協助簽訂三方契約以利融資得以順利進行。三方契約最重要之政府兩個決策為 1. 同意台灣高鐵聯盟可以透過經建會「中長期資金運用辦法」來取得資金，共 2,400 億元。2. 提出「強制收買」政策，並保證強制收買價金扣除必要費用、損害賠償金以及利息後不低於授信額度。

強制收買等同於政府保證，銀行授信承擔極低風險，故原先參貸意願不高之國內銀行紛紛轉向積極參貸，促成了第一次聯貸 3,233 億元的融資計畫。

5.2.3 銀行的角色與反應

對銀行而言，遇到上述的情況可以用本研究的圖形說明之：

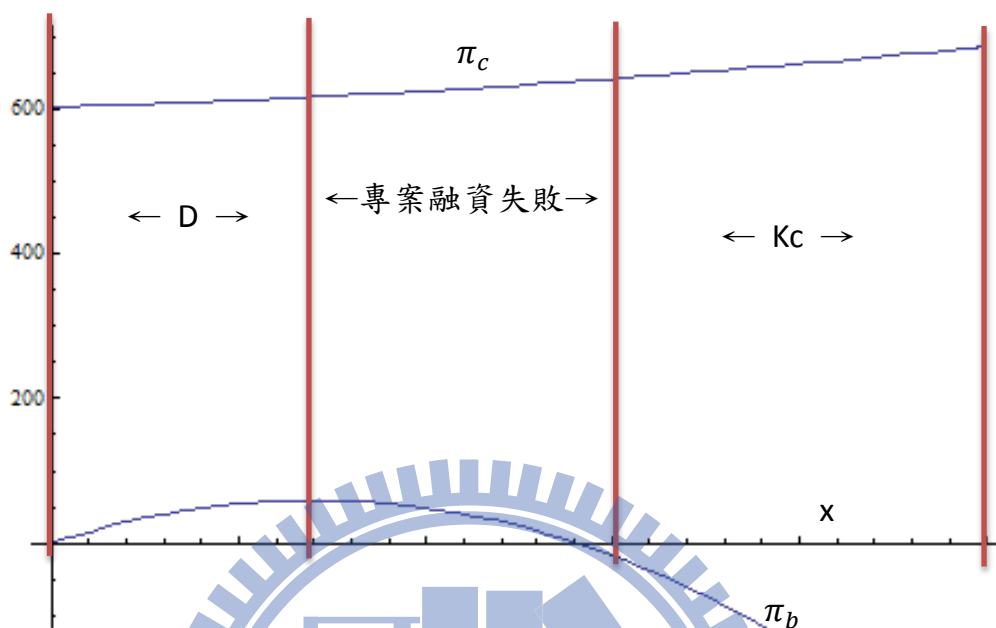


圖 42 政府不出資與雙方報酬關係示意圖

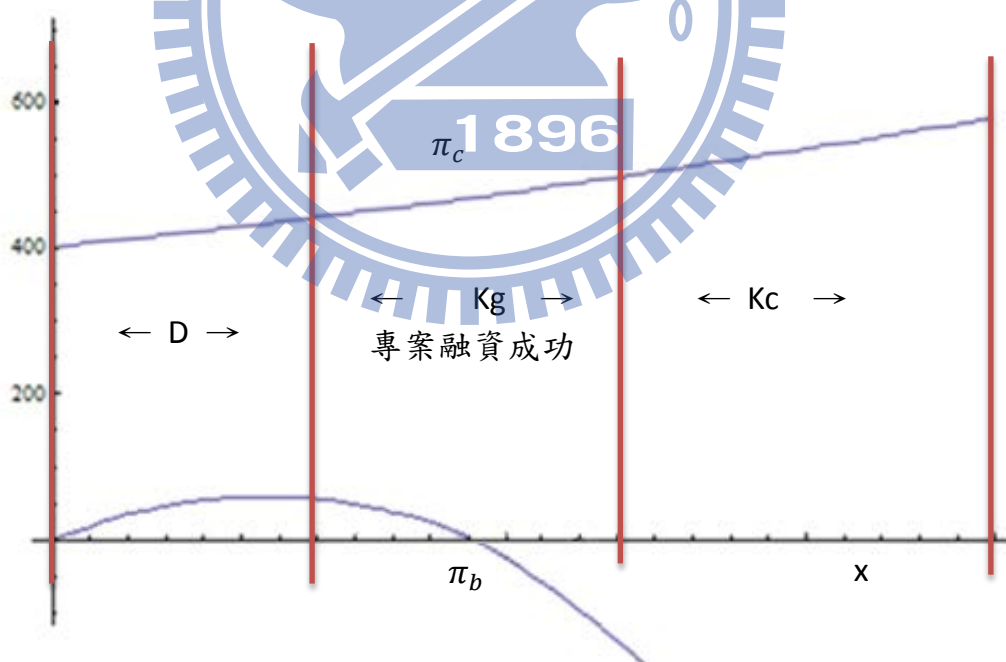


圖 43 政府出資投資與雙方報酬關係示意圖

由上圖可知，特許公司本身融資能力與自有資金均不夠，若原先政府沒協助出資，如圖 42，因為預期風險過大與成本壓力過大，銀行報酬期望

值將會是負數，銀行不願意融資，專案融資失敗。但三方契約中引進政府中長期資金使銀行原本預計授信額度變成一可行的選項，如圖 43。

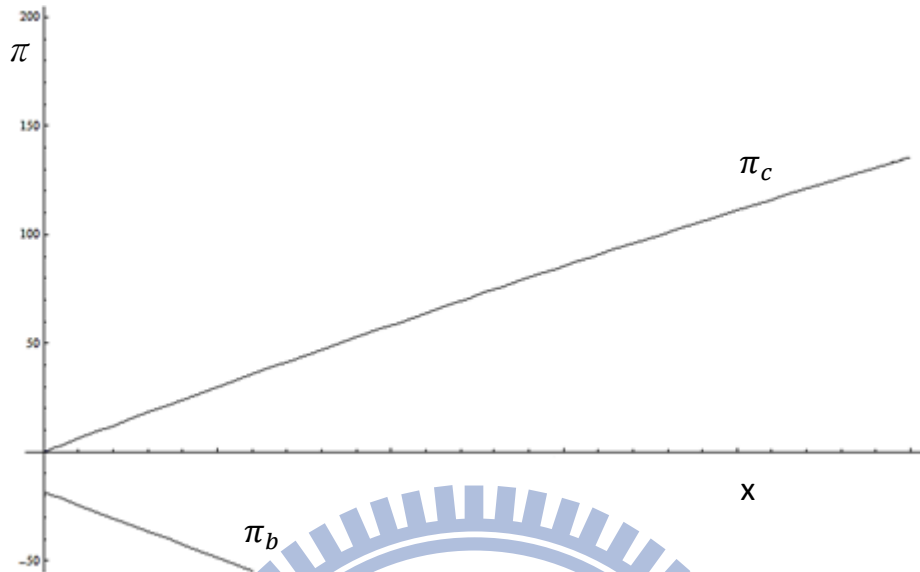


圖 44 追索權額度為零，雙方報酬關係圖

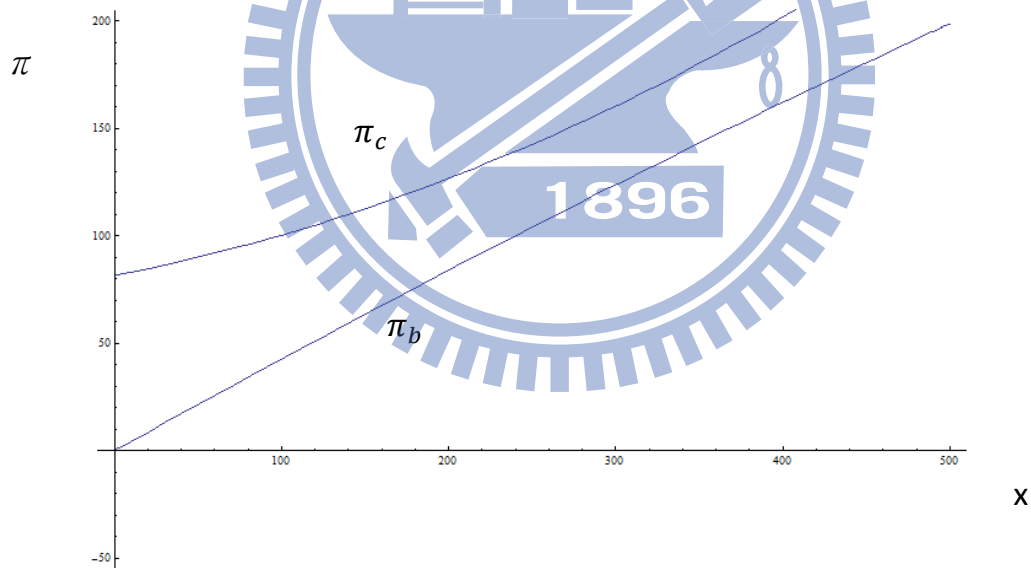


圖 45 政府擔保下，雙方報酬關係圖

由上兩張圖可以知道強制收買政策的差異，強制收買政策相當於本研究第四章第二項政府擔保的情境模型， $l_g = 1$ 的情況，銀行債權獲得確保，甚至可以說永遠不會賠錢，風險消失，均衡空間出現，專案得以順利進行，但是此時，因為特許公司投資成本增加因子與貸款額度呈正相關，若貸款額度上升，特許公司選擇的投資成本增加因子也大大上升，由於風險是落

在強制收買的政府身上，所以政府更要發揮監督力量，避免特許公司選擇過高的投資成本增加因子，導致融資成功但是專案卻失敗。

5.2.4 本研究分析與建議

本研究中所指之風險原本設定為由特許公司所選擇之投資項目風險，但是也可以擴大解釋為會影響報酬而且銀行無法直接控制之風險，例如景氣因素、或是投資人信譽問題等等，若銀行與特許公司認知的風險差異越大，就需要越高程度的補助措施，銀行才會願意放款，專案才能順利進行。

總和以上敘述，本研究認為政府可以負擔部分債權即可，同時用其他方式協助，例如說最低運量保證，或是類似智利 BOT 專案中財務保護網的契約設計可以更有效控制專案風險，避免風險失控，這樣才能達成雙贏的局面。



第六章結論與後續研究

6.1 結論

本研究以財務觀點，運用賽局理論的分析方法建立特許公司、銀行與政府的期望報酬模型，並分析模型參數與參數之間的交互關係，並透過情境假設，模擬各式情況下賽局中參與人的互動情形與反應，並找出賽局均衡結果，最後分析高鐵案例提出討論與建立。整理的結論如下：

1. 在 BOT 專案特性與專案融資條件下，本研究模型指出，在有附屬事業開發計畫，而且開發計畫獲利將會挹注於本體事業上的情形下，銀行將面臨道德風險問題，但銀行可以找到一個最適貸款額度，此能有效控制特許公司免於選擇過高的投資成本增加因子，確保銀行的獲利。
2. 若 BOT 專案無附屬事業開發計畫，且收益穩定不受投資項目風險程度影響時，銀行與特許公司互動不會有道德風險之問題，此時銀行期望報酬與貸款額度成正比。
3. 若附屬事業收入不挹注在本體事業收入上，特許公司將永遠選擇最高風險項目投資，銀行將沒有獲利可言，此賽局中，銀行最適策略為不投資。
4. 從利率角度觀察，利率確實也能夠成為控制道德風險問題的因子，但是提高利率將會促使特許公司提高投資資金因子，所以建議特許公司還是從貸款額度角度切入，解決道德風險問題。
5. 利率與有限追索權程度成反比，若合約中有限追索權程度高，則利率應調降，若有限追索權程度低，則利率有上升空間，同時過高與同時過低的利率與有限追索權程度都會造成有一方獲利小於零，賽局因此不成立，導致專案融資失敗。

6. 政府進入賽局後，賽局中的參與者會對政府政策作出回應，如果政府推動履約保證金制度，模型顯示，有助於提升特許公司的融資能力並確保銀行債權，唯須注意履約保證金額度有其上限，若超過也將導致賽局不成立，專案以融資失敗坐收。
7. 透過政府擔保，能夠大幅提升特許公司的融資能力，但是負面效果為提升特許公司的投資風險，所以不能無限制的全額擔保，建議可以採部分擔保。
8. 補助或特許公司回饋金由於收益獲得保證，此政策可以有效降低特許公司投資風險，但因為投資誘因降低，須更嚴格監督廠商完工品質，為另一種情況的道德風險。
9. 政府在預期特許公司有超額報酬且金融條件許可的情況下，收取權利金是一項可行的政策。
10. 本研究認為政府在高鐵一案中提出之強制收買政策很不妥當，若可以，政府只負擔部分債權即可，同時用其他方式協助，這樣不但不會讓風險失控、銀行團願意投資外，也不破壞原先的監督機制。

6.2 後續研究方向

1. 本研究模型中將總投資金額與違約機率 P_d 、本體事業營運收入 R_1 、附屬事業營運收入 R_2 之關係均假設為線性，並用 a 、 b 、 c 三個參數控制之，未來研究可以尋求針對各式專案找出更適合的函數形式，另外也可以思考使用通式表達並處理問題。
2. 本研究模型中只討論特許公司選擇之投資風險與契約條件之影響，但實際上，特許公司面對之風險錯綜複雜，有市場風險、匯率風險、法律風險、開發風險、興建風險…等，將這些因子客觀的考慮進模型中，並進一步分析賽局參與者如何因應，可以是未來發展的方向之一。
3. 本研究模型中，關於成本部分只考慮雙方之資金成本，實務上，特許公

司與銀行都還會有各式各樣的成本產生，而且成本也與投資風險息息相關，例如特許公司未來的營運成本、事前準備成本，銀行的監督成本，這些預期的成本產生也會大大的影響到賽局中參與者的互動行為，建議未來研究可以考慮進去其他成本因素並加以分析。

4. 本研究只有討論到 BOT 專案一開始雙方協商貸款額度的問題，並用此額度控制道德風險，建議未來研究可以將本研究模型修改成多期模型來評估與分析簽約後的道德風險問題。修改成多期模型後，還可以分析很多隨時間改變的因子與重新舉債的過程，突破本研究的單期模型與不足之處。
5. 本研究初始假設此為一個獨佔市場，若同時有兩家以上的特許公司在競標或是兩家以上的銀行在爭取合作，情況將會變的完全不一樣，建議未來模型可以朝此方向研究以更貼近真實市場情況並能分析之。
6. 本研究賽局設定順序不完全符合真實市場運作方式，實際上一個合約的結果往往是雙方或三方經過不斷談判與議價的過程得到的答案，本研究建議未來可以加入議價模型(bargaining model)的概念求得更能貼近真實三方交涉情況的結果。

參考文獻

1. Huang, Y.L. 1995, "Project and Policy Analysis of Build-Operate-Transfer Infrastructure Development", Ph. D. Dissertation, Department of Civil Engineering, University of California at Berkeley, 1995.
2. Ines Macho-Stadler and J. David Perez-Castrillo, 1997, "An Introduction to the Economics of Information", Oxford University Press.
3. Kreps, David M., 1990, "Game Theory and Economic Modeling", Oxford University Press.
4. "Guideline for Infrastructure Development through Build-Operate-Transfer(BOT) Projects", United nations Industrial Development Organization, 1996
5. Akerlof, G., 1970, "The Market for Lemons: Quality Uncertainty and the Market Mechanism", Quarterly Journal of Economics 84:488-500.
6. Rothschild, M. and Stiglitz, J. 1976, "Equilibrium in Competitive Insurance Markets: An Essay on the Economics of Imperfect Information", Quarterly Journal of Economics 90:629-49.
7. Stiglitz, J. and Weiss, A. 1981, "Credit Rationing in Markets with Imperfect Information" The American Economic Review 71:393-410.
8. Thomas Hellmann and Stiglitz, J., 2000, "Credit and Equity Rationing in Market with Adverse Selection", European Economic Review 44: 281-304
9. Jack Guttentag and Richard Herring, 1984, "Credit Rationing and Financial Disorder" The Journal of Finance, 1359-82
10. Wette, H., 1983, "Collateral in Credit Rationing in Markets with Imperfect Information: Note", American Economic Review 73(3)(June):442-445
11. 張維迎, 「賽局理論與信息經濟學」, 茂昌圖書有限公司, 2000
12. 謝淑貞, 「賽局理論」, 三民書局有限公司, 1995
13. 劉憶如, 王文宇, 黃玉霖, 「BOT 三贏策略」, 商鼎財經出版社, 2000
14. 胡仲英, 「BOT 理論與實務」, 財團法人孫運璿學術基金會, 1999

15. 黃玉霖主編，「公共建設民營化」，中華民國營建管理協會出版，1998
16. 商鼎顧問股份有限公司，「國內推動民間參與重大交通建設專案融資實務之研究」，交通部高速鐵路工程局，2005
17. 李明聰，「民間參與公共建設特許契約談判行為之研究」，國立交通大學土木工程研究所碩士論文，2000
18. 劉人豪，「BOT 特許公司股權結構之研究」，國立交通大學土木工程研究所碩士論文，2000
19. 陳玉玲，「BOT 附屬事業(批地)對本體事業投資行為之影響」，國立交通大學土木工程研究所碩士論文，2002
20. 李哲名，「民間參與公共建設特許談判談判權力之研究」，國立交通大學土木工程研究所碩士論文，2004
21. 趙怡安，「專案融資運用於電廠興建之研究」，國立中山大學財務管理學系研究所碩士論文，1999。

