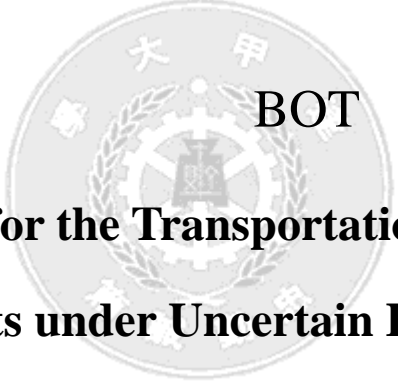


逢 甲 大 學

交通工程與管理學系碩士班

碩士論文



不確定環境下的交通建設 BOT 計畫權利金模式

Royalty Models for the Transportation Infrastructure

BOT Projects under Uncertain Environment

指導教授：邱裕鈞

研 究 生：沈秋美

中 華 民 國 九 十 三 年 六 月

誌謝

隨著論文的完成，研究所的生活也終將劃下句點，回首這兩年的日子，曾為了鑽研論文，已迎接無數次的逢甲朝陽，這些辛苦的付出也因論文的完成而感到值得。

然而，這篇論文能如期的完成，最先要感謝恩師 邱裕鈞博士的悉心指導，讓初步不知論文為何物的我，有了方向且得以前進，每當我陷入研究之窘境時，是老師讓我數次出現曙光，使我不再迷惘其中，如今論文能順利完成，其最大的功勞也來歸於老師的一次又一次不厭其煩的指引及教導；此外，也要感謝系上老師專業知識的傳授，使我在不同領域上有所認知及收獲，受益良多；然而助教們有時像母親般的關心問候，也讓在異鄉求學的我倍感溫馨，在此皆致上由衷的感激及謝意。

於論文撰寫期間，要感謝劉霈老師與李克聰老師對構建模式上給予建議及看法，讓我有機會從另一種角度切入思考問題；在論文口試期間，承蒙口試委員馮正民教授及陳天賜組長對論文細心的審閱，並對論文之缺失提供精闢見解、寶貴的建議及指正，使本論文修正得更臻完善，特此致上謝意。

在這兩年的研究生活，感謝同窗心怡、小潔、世章、延祥、伯鴻、沛儒、亮勳、婉郁、芳誼、凱斌、政霖、蔚明、振嘉、宗泓、俊享、靖峰、國樑、世淵、佳穎的陪伴，一起鑽研學問、參加不同類型的研討會、同遊台灣著名的觀光景點等，讓我的研究所生活增添許多色彩及回憶；此外也要感謝學弟文助，好友麗雅、佩蒔、禎璿、麗娜...等的加油勉勵，使我更有勁的往前邁進，在此一併致謝。

最後，感謝我的家人，在我的求學過程中一直陪伴我、支持我，當我遇到瓶頸時，給予最大的加油與鼓勵；當我發牢騷時，姐姐們皆是超大型的垃圾回收站，讓我盡情的傾訴；在此謹將這份成果獻給我最愛的家人及關心我的人，願一起分享這份喜悅。

沈 秋 美 謹誌于逢甲

中華民國九十三年八月

摘要

近年來，政府積極推動民間參與交通建設，進而減輕政府財政負擔及分散風險。然而，政府給予民間業者之興建、營運等特許權利，並非是無償提供，其民間業者須對此一權利支付一定的代價，但客觀合理權利金的如何訂定與計收，常是政府主辦機關面臨的難題。而傳統權利金計收模型，皆假設未來環境均為可預測之明確數值，所得到結果可能會受到環境之不確定性因素，而可能導致偏誤。BOT 計畫不確定環境的主要來源有二：一為運量預測之不確定性模糊 (information fuzziness)，另一是參與者要求之認知模糊 (intrinsic fuzziness)。因此，利用模糊理論來建構權利金模型，可有效克服不確定性的問題。基此，本文以政府立場為主，兼顧民間業者與融資者的基本財務要求限制，並考量不確定之可能狀況，構建一套模糊 BOT 計畫權利金模式，希冀能客觀地計算不確定環境下之權利金分年計收金額。

本研究依據實際問題所面臨的不同特性，分別建構三種類型的模糊權利金計收模式。第一個模式處理融資者所要求的償債水準是不確定的情況，第二個模式處理民間投資者所要求的內部報酬率是不確定的情況，第三個模式則處理需求預測是不確定的情況。此外，本研究亦建立四種有計算基礎（一段式、兩段式、多段遞增式及多段遞減式）及一種無計算基礎權利金收取方式之權利金模型。本研究設計一簡例以驗證本模式之適用性及探討不同收取方式間之差異；結果顯示，第一、二模式皆以分年收取最適金額式為最佳收取方式，最差皆為多段遞減式。然而，相較於明確型的權利金計收模式，模糊型的權利金計收模式所求的權利金會因某些特許年而增加收取額度。此外，以敏感度分析方法分析各模糊數的中心值及寬容範圍對模式求解之影響；結果顯示，在模糊數的中心值方面，以償債比率水準之影響程度最大，並隨著融資者要求水準愈趨嚴謹，其所算出的權利金額度會明顯的遞減情形，而寬容範圍愈大則可收取之權利金金額會隨之遞增；至於內部報酬率及運量之模糊中心值及寬容範圍則沒有顯著影響。

最後，本研究以中和市一個停車場 BOT 計畫為實例應用。結果顯示分年收取最適金額為最佳收取方式，多段遞增式為次佳收取方式。而考量不確定性狀況後，權利金可額外徵收達 0.03%~45.54%。此外，於敏感度分析法之結果顯示，在模糊數的中心值方面，以融資者所要求償債水準影響程度最大，融資者要求償債水準愈高，權利金收取金額會明顯遞減。在模糊數的寬容範圍方面，隨著寬容範圍的增加，其收取的權利金金額會呈正向遞增趨勢。

關鍵字：BOT 計畫、權利金計收模式、模糊數學規劃

Abstract

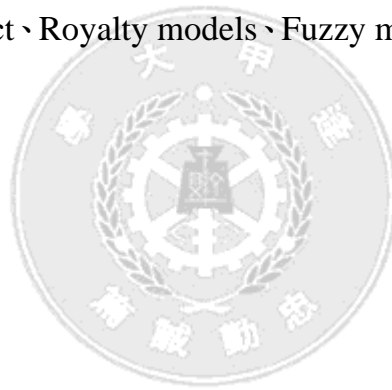
Recently government is progressively encouraging private participation in the construction of transportation infrastructures to alleviate the financial burden and disperse the risks. Corresponding with the concession right granted for the private institution to operate the infrastructure, it is necessary to collect a proper royalty by the government. Therefore, it is essential issue to determine a reasonable model for calculating royalty. The traditional models for determining the royalty are developed by assuming deterministic environments. It is more likely to believe that will not be true in practice. The uncertainties of BOT projects come from two main resources: the imprecise prediction of transportation demand (information fuzziness) and the subjective requirements of related participants (intrinsic fuzziness). To incorporate the aforementioned fuzziness, basing on the government's perspective and also considering the requirements of the private organizations and financier, this study develops fuzzy mathematical programming models for determining optimal annual royalty under uncertain environment.

According to the different situations of uncertainties, three fuzzy royalty models are developed. The first model is designed to deal with the situation which the annual levels of debt service covering ratio (DSCR) required by financiers are uncertain. The second model handles the situation which the level of IRR (internal rate of return) required by private institution is uncertain. The last model is for the situation that forecasting demand is uncertain. Moreover, we also propose four premium base royalty collecting methods (one-part, two-part, multi-part with increasing and multi-part with decreasing) and one non-premium base royalty method. An exemplified example is designed for validating the applicability of the models and analyzing the difference between collecting methods. The results show that the annual optimal model is the best royalty collection method, multi-part with decreasing method is the worst royalty collection in the first model and the second model. By comparing with conventional deterministic royalty model, the annual royalty determined by our fuzzy royalty model will be increased in some concession years. Besides, sensitive analysis is conducted to indicate the influence of varying cortexes and spreads of fuzzy numbers of DSCR, IRR_E and demand. The result shows that DSCR has most remarkable influence on royalty. The collected royalty will significantly decrease as the cortex increases.

In contrast, the collected royalty will increase as the spread become larger. However, there is no significant effect being found in varying the cortexes and spreads of fuzzy numbers of DSCR, IRR_E and demand.

At last, a case study of a parking lot BOT project in Junghe City is conducted. The results show that the annual optimal model is the best royalty collection method; multi-part with increasing is the second best one. By considering the uncertainties, the royalty can increase by 0.03%~45.54%. Besides, the results of sensitive analysis indicate that cortex of fuzzy number of DSCR required by financiers has most remarkable influence on royalty. The collected royalty will significantly decrease as the cortex increases. With regard to the spread of fuzzy number, we notice that the collected royalty will increase as the spread become larger.

Key Words : BOT project · Royalty models · Fuzzy mathematical programming



目錄

誌謝.....	
中文摘要.....	
英文摘要.....	
目錄.....	
圖目錄.....	
表目錄.....	
第一章 緒論.....	1
1.1 研究背景與動機.....	1
1.2 研究目的.....	2
1.3 研究內容與流程.....	2
第二章 文獻評析.....	6
2.1 財務評估準則.....	6
2.2 權利金計收方式.....	10
2.3 模糊數學規劃模式.....	12
2.3.1 模糊數學規劃之基本題型應用.....	12
2.3.2 模糊理論於 BOT 的相關應用.....	18
第三章 模式構建.....	19
3.1 明確型權利金計收模式.....	19
3.2 權利金收取方式.....	22
3.3 模糊型權利金計收模式.....	25
3.3.1 第一類型問題.....	25
3.3.2 第二類型問題.....	28
3.3.3 第三類型問題.....	29
第四章 簡例分析.....	31
4.1 模式一.....	31
4.1.1 資料說明.....	31
4.1.2 情境一.....	33
4.1.3 情境二.....	42
4.1.4 情境三.....	49

4.2 模式二	52
4.2.1 資料說明	52
4.2.2 情境一	52
4.2.3 情境二	59
4.2.4 情境三	63
4.3 模式三	67
4.3.1 資料說明	67
4.3.2 情境一	67
4.3.3 情境二	73
4.3.4 情境三	80
第五章 實例應用	85
5.1 資料說明	85
5.2 情境一	90
5.2.1 模式分析	90
5.2.2 敏感度分析	91
5.2.3 權利金之收取方式	92
5.2.4 小結	96
5.3 情境二	97
5.3.1 模式分析	97
5.3.2 敏感度分析	99
5.3.3 權利金之收取方式	99
5.3.4 小結	103
5.4 情境三	104
5.4.1 模式分析	104
5.4.2 敏感度分析及權利金之收取方式	105
5.4.3 小結	107
第六章 結論與建議	108
6.1 結論	108
6.2 建議	109
參考文獻.....	110

圖目錄

圖 1.1	研究流程圖.....	5
圖 2.1	A_1 、 A_2 和 z_2 示意圖.....	16
圖 3.1	BOT 計畫之權利金計收模式的重要時間點關係圖	19
圖 3.2	b_i 的隸屬函數	25
圖 3.3	A_1 、 A_2 和 z_2 的示意圖	30
圖 4.1	簡例之分析流程圖.....	31
圖 4.2	簡例之權利金計收模式的重要時間點關係圖	32
圖 4.3	營運年期之總收入（模式一）	33
圖 4.4	b_i 的隸屬函數（情境一）	34
圖 4.5	分年收取最適金額式之明確型與模糊型（模式一之情境一） ..	35
圖 4.6	模式一之不同收取方式下權利金比較圖（情境一 A）	41
圖 4.7	模式一之不同收取方式下權利金比較圖（情境一 B）	41
圖 4.8	b_i 的隸屬函數（情境二）	43
圖 4.9	分年收取最適金額式之明確型與模糊型（模式一之情境二） ..	44
圖 4.10	模式一之不同收取方式下權利金比較圖（情境二 A）	48
圖 4.11	模式一之不同收取方式下權利金比較圖（情境二 B）	48
圖 4.12	運量 T 的隸屬函數（情境三）	49
圖 4.13	模式一之不同收取方式下權利金比較圖（情境三）	51
圖 4.14	營運年期之總收入（模式二）	52
圖 4.15	分年收取最適金額式之明確型與模糊型（模式二之情境一） ..	53
圖 4.16	模式二之不同收取方式下權利金比較圖（情境一 A）	58
圖 4.17	模式二之不同收取方式下權利金比較圖（情境一 B）	58
圖 4.18	分年收取最適金額式之明確型與模糊型（模式二之情境二） ..	59
圖 4.19	模式二之不同收取方式下權利金比較圖（情境二 A）	63
圖 4.20	模式二之不同收取方式下權利金比較圖（情境二 B）	63
圖 4.21	模式二之不同收取方式下權利金比較圖（情境三）	66
圖 4.22	分年收取最適金額式之明確型與模糊型（模式三之情境一）	67
圖 4.23	模式三之不同收取方式下權利金比較圖（情境一 A）	73
圖 4.24	模式三之不同收取方式下權利金比較圖（情境一 B）	73
圖 4.25	模式三的分年收取最適金額式之明確型與模糊型（情境二） ..	74
圖 4.26	模式三之不同收取方式下權利金比較圖（情境二 A）	80
圖 4.27	模式三之不同收取方式下權利金比較圖（情境二 B）	80
圖 4.28	模式三之不同收取方式下權利金比較圖（情境三）	83
圖 5.1	中和市中正停二停車場之位址.....	85

圖 5.2	實例之權利金計收模式的重要時間點關係圖	86
圖 5.3	中正停二停車場之營運期每年總收入	90
圖 5.4	分年收取最適金額式之明確型與模糊型（實例之情境二）	91
圖 5.5	實例之不同收取方式下權利金比較一覽表（情境一 A）	97
圖 5.6	實例之不同收取方式下權利金比較一覽表（情境一 B）	97
圖 5.7	b_i 的隸屬函數（情境二）	98
圖 5.8	分年收取最適金額式之明確型與模糊型（實例之情境二）	98
圖 5.9	實例之不同收取方式下權利金比較一覽表（情境二 A）	103
圖 5.10	實例之不同收取方式下權利金比較一覽表（情境二 B）	104
圖 5.11	停車場之營運總收入	104
圖 5.12	實例之不同收取方式下權利金比較一覽表（情境三）	107



表目錄

表 2.1	模糊數學規劃 (FMP) 之相關研究彙整表	17
表 3.1	權利金有計算基礎之關係表	22
表 3.2	一段式的收取方式之關係表	23
表 3.3	兩段式的收取方式之關係表	24
表 3.4	多段遞增式收取方式之關係表	24
表 3.5	多段遞減式收取方式之關係表	25
表 4.1	模式一之要求償債水準敏感度分析表 (情境一)	36
表 4.2	模式一之模糊數寬容範圍敏感度分析表 (情境一)	36
表 4.3	模式一之一段式收取方式下權利金 (情境一 A)	37
表 4.4	模式一之二段式收取方式下權利金 (情境一 A)	38
表 4.5	模式一之多段遞增式收取方式下權利金 (情境一 A)	38
表 4.6	模式一之多段遞減式收取方式下權利金 (情境一 A)	39
表 4.7	模式一之一段式收取方式下權利金 (情境一 B)	39
表 4.8	模式一之二段式收取方式下權利金 (情境一 B)	40
表 4.9	模式一之多段遞增式收取方式下權利金 (情境一 B)	40
表 4.10	模式一之多段遞減式收取方式下權利金 (情境一 B)	40
表 4.11	模式一之淨現值 RHS 敏感度分析表 (情境二)	45
表 4.12	模式一之模糊數寬容範圍敏感度分析表 (情境二)	45
表 4.13	模式一之一段式收取方式下權利金 (情境二 A)	45
表 4.14	模式一之二段式收取方式下權利金 (情境二 A)	46
表 4.15	模式一之多段遞增式收取方式下權利金 (情境二 A)	46
表 4.16	模式一之多段遞減式收取方式下權利金 (情境二 A)	47
表 4.17	模式一之一段式收取方式下權利金 (情境二 B)	47
表 4.18	模式一之二段式收取方式下權利金 (情境二 B)	47
表 4.19	模式一之一段式收取方式下權利金 (情境三)	49
表 4.20	模式一之二段式收取方式下權利金 (情境三)	50
表 4.21	模式一之多段遞增式收取方式下權利金 (情境三)	50
表 4.22	模式一之多段遞減式收取方式下權利金 (情境三)	51
表 4.23	模式二之要求償債水準敏感度分析表 (情境一)	53
表 4.24	模式二之模糊數寬容範圍敏感度分析表 (情境一)	54
表 4.25	模式二之一段式收取方式下權利金 (情境一 A)	54
表 4.26	模式二之二段式收取方式下權利金 (情境一 A)	55
表 4.27	模式二之多段遞增式收取方式下權利金 (情境一 A)	55
表 4.28	模式二之多段遞減式收取方式下權利金 (情境一 A)	56

表 4.29	模式二之一段式收取方式下權利金（情境一 B）	56
表 4.30	模式二之二段式收取方式下權利金（情境一 B）	57
表 4.31	模式二之多段遞增式收取方式下權利金（情境一 B）	57
表 4.32	模式二之多段遞減式收取方式下權利金（情境一 B）	57
表 4.33	模式二之淨現值 RHS 敏感度分析表（情境二）	60
表 4.34	模式二之模糊數寬容範圍敏感度分析表（情境二）	60
表 4.35	模式二之一段式收取方式下權利金（情境二 A）	60
表 4.36	模式二之二段式收取方式下權利金（情境二 A）	61
表 4.37	模式二之多段遞增式收取方式下權利金（情境二 A）	61
表 4.38	模式二之多段遞減式收取方式下權利金（情境二 A）	62
表 4.39	模式二之一段式收取方式下權利金（情境二 B）	62
表 4.40	模式二之二段式收取方式下權利金（情境二 B）	62
表 4.41	模式二之一段式收取方式下權利金（情境三）	64
表 4.42	模式二之二段式收取方式下權利金（情境三）	64
表 4.43	模式二之多段遞增式收取方式下權利金（情境三）	65
表 4.44	模式二之多段遞減式收取方式下權利金（情境三）	65
表 4.45	模式三之要求償債水準敏感度分析表（情境一）	68
表 4.46	模式三之模糊數寬容範圍敏感度分析表（情境一）	68
表 4.47	模式三之一段式收取方式下權利金（情境一 A）	69
表 4.48	模式三之二段式收取方式下權利金（情境一 A）	69
表 4.49	模式三之多段遞增式收取方式下權利金（情境一 A）	70
表 4.50	模式三之多段遞減式收取方式下權利金（情境一 A）	70
表 4.51	模式三之一段式收取方式下權利金（情境一 B）	71
表 4.52	模式三之二段式收取方式下權利金（情境一 B）	71
表 4.53	模式三之多段遞增式收取方式下權利金（情境一 B）	72
表 4.54	模式三之多段遞減式收取方式下權利金（情境一 B）	72
表 4.55	模式三之淨現值的 RHS 敏感度分析表（情境二）	75
表 4.56	模式三之模糊數寬容範圍敏感度分析表（情境二）	75
表 4.57	模式三之一段式收取方式下權利金（情境二 A）	76
表 4.58	模式三之二段式收取方式下權利金（情境二 A）	76
表 4.59	模式三之多段遞增式收取方式下權利金（情境二 A）	77
表 4.60	模式三之多段遞減式收取方式下權利金（情境二 A）	77
表 4.61	模式三之一段式收取方式下權利金（情境二 B）	78
表 4.62	模式三之二段式收取方式下權利金（情境二 B）	78
表 4.63	模式三之多段遞增式收取方式下權利金（情境二 B）	79
表 4.64	模式三之多段遞減式收取方式下權利金（情境二 B）	79

表 4.65	模式三之一段式收取方式下權利金（情境三）	81
表 4.66	模式三之二段式收取方式下權利金（情境三）	81
表 4.67	模式三之多段遞增式收取方式下權利金（情境三）	82
表 4.68	模式三之多段遞減式收取方式下權利金（情境三）	82
表 4.69	各情境之各模式的彙整比較表.....	84
表 5.1	原方案與替選方案之比較表.....	85
表 5.2	營運收入計算項目	89
表 5.3	要求的償債水準之敏感度分析表（情境一）	91
表 5.4	模糊數的寬容範圍之敏感度分析表（情境一）	92
表 5.5	實例之一段式收取方式下權利金（情境一 A）	92
表 5.6	實例之二段式收取方式下權利金（情境一 A）	93
表 5.7	實例之多段遞增式收取方式下權利金（情境一 A）	93
表 5.8	實例之多段遞減式收取方式下權利金（情境一 A）	94
表 5.9	實例之一段式收取方式下權利金（情境一 B）	94
表 5.10	實例之二段式收取方式下權利金（情境一 B）	95
表 5.11	實例之多段遞增式收取方式下權利金（情境一 B）	95
表 5.12	實例之多段遞減式收取方式下權利金（情境一 B）	96
表 5.13	淨現值的 RHS 之敏感度分析表（情境二）	99
表 5.14	模糊數的寬容範圍之敏感度分析表（情境二）	99
表 5.15	實例之一段式收取方式下權利金（情境二 A）	100
表 5.16	實例之二段式收取方式下權利金（情境二 A）	100
表 5.17	實例之多段遞增式收取方式下權利金（情境二 A）	101
表 5.18	實例之多段遞減式收取方式下權利金（情境二 A）	101
表 5.19	實例之一段式收取方式下權利金（情境二 B）	102
表 5.20	實例之二段式收取方式下權利金（情境二 B）	102
表 5.21	實例之多段遞增式收取方式下權利金（情境二 B）	102
表 5.22	實例之一段式收取方式下權利金（情境三）	105
表 5.23	實例之二段式收取方式下權利金（情境三）	105
表 5.24	實例之多段遞增式收取方式下權利金（情境三）	106
表 5.25	實例之多段遞減式收取方式下權利金（情境三）	106

第一章 緒論

1.1 研究背景與動機

近年來，政府為減輕財政負擔、分擔風險，增加公共工程的建設效率，提升民間投資的機會，獎勵民間投資公共建設已成為政府近年來最重要的施政方針之一，於民國八十三年公佈實施「獎勵民間參與交通建設條例」，繼而民國八十九年二月九日正式通過「促進民間參與公共建設法」（簡稱促參法）。透過民間興建投資及營運，等營運期間屆滿時，再將該建設所有權移轉給政府的方式，稱為 BOT（Build-Operate-Transfer），然而政府所提供給民間業者興建、營運之特許權利，並非是無償提供，其民間業者應對此一權利須支付一定的代價。

然而，BOT 計畫之成功與否最重要在於財務條件是否可行，故在研擬 BOT 計畫權利金之計收模型時，須先考量 BOT 計畫之各方參與者的財務要求，才能設定一套合理可行的模式；其中，涉及 BOT 計畫財務特性的自償率及股東報酬率，是 BOT 計畫成敗之主要影響因素，故設定高低的標準將是投資效益與社會資源配置之公平性的主要因素，如：設定太高會使民間機構的投資意願降低，增加負擔，未能符合公平原則，反之，若設定太低會使政府部門的投資效受到侵蝕。故如何以政府的角度，且能同時兼顧民間投資者與融資者之需求，訂定權利金之收取方式及額度，是先要考量的重點，此乃本研究動機之一。

因 BOT 計畫之特許期間通常動輒有數十年之久，對於只假設確定性的狀況下，構建權利金計收模式，似乎不太能表現出實際情形，且在現實生活中，對模式的相關參數之設定與運量之預測常存有相當的不確定性；因此，如何在運量需求不確定的情況下，構建交通建設 BOT 計畫之權利金計收模式，為相當必要之考量，此為本研究動機之二。

另一方面，民間投資者及融資者對 BOT 計畫的財務要求，有可能是一個大略數（如：民間投資者的股東權益報酬率及融資者所要求的償債水準皆非明確數值），因而導致模式進行權利金計算時，無法表現出一個實際的需求狀況，基此，在構建權利金計收模式時有必要考量此一關係，讓模式更能表現出實際需求，此乃本研究動機之三。

在構建模糊數學規劃模型時，本研究嘗試了解相關參與者（政府機關部門、民間投資者及融資者）對 BOT 計畫的基本要求，以作為模糊參數設定的依據，並藉以作為實務上的重要貢獻，此乃本研究的動機之四。

1.2 研究目的

由於過去 BOT 計畫的相關文獻研究中，皆假設在確定 (crisp) 的環境下構建一套權利金計收模式，然而這樣的計收模式並非符合實際環境的要求；有鑑於此，本研究構建的交通建設 BOT 計畫權利金之模式，其主要的研究目的為：

1. 彙析國內外交通建設 BOT 計畫有關權利金訂定、收取方式及權利金額度計算等相關文獻。
2. 彙析國內外有關模糊數學規劃模式的相關題型及其求解方法之相關文獻。
3. 以明確性 (crisp) 權利金計收模式為基礎[馮正民等，民 91]，進一步構建考量運量不確定及投資者與融資者要求彈性下的模糊權利金計收模式 (fuzzy Royalty mathematic programming)。
4. 藉由訪談相關參與者的方式，了解政府相關機關、民間投資者與融資者的認知與要求，以便於作為模糊參數的設定之參考依據。
5. 透過 BOT 計畫的實例應用，驗證本模式之實用性，再透過敏感度分析法，分別觀察模糊數的中心值及寬容範圍對模式求解結果之影響；最後提出權利金收取方式與計算額度的具體建議。

1.3 研究內容與流程

本研究所進行的研究內容為：

1. 確定本研究之研究目的與範圍

有鑑於過去對有關 BOT 計畫權利金計收模式的研究，大都假設在確定的環境下進行，此做法並不能反應出實際的現況，基此，本研究主要目的在針對 BOT 計畫案相關參與者的主觀模糊要求 (intrinsic fuzziness) 及運量不確定 (information fuzziness) 等情況，進一步構建不確定環境下的 BOT 權利金計收模式。

2. 收集國內外相關文獻進行整理、分析，並分以下三部份說明之：

(1) BOT 財務評估：

藉以了解影響 BOT 計畫案例的相關財務評估指標及評估準則的方式有哪些項目、種類，以作為訂定模式之依據。

(2) 國內 BOT 權利金計收方式：

由於權利金的計收方式有很多種，其收取方式也足以影響 BOT 計畫之成敗，故本研究藉由蒐集國內 BOT 相關案例之文獻，藉以了解過去研究對於權利金計收方式與機制。

(3) 模糊數學規劃：

一方面蒐集模糊數學規劃的相關文獻，了解過去學者在求解模糊數學規劃問題時，所用的技巧與方式為何；另一面蒐集有關模糊理論於 BOT 計畫之文獻應用，以作為本研究構建權利金計收模式之依據。

3. 依第 2 項所列的三部份分別構建模式

(1) 財務評估模型：

於構建財務評估模型之前，須了解 BOT 計畫案的相關財務分析指標或準則，使能有效的做出可行性分析。

(2) BOT 權利金計收模型：

本模式的構建是假設於公告招商前，站在政府角度，建立一套分年收取最適權利金金額之最大目標式，同時滿足民間投資者的內部報酬率 (IRR) 及融資者的基本要求 (D) 為限制條件，依自償率的大於一、小於一及政府投資或補貼與否等情形，構建三種適合的模式。

(3) 模糊數學規劃模型：

依模糊數學規劃的特性及適用的題型，分別由實際問題所面臨的不同特性，研擬三類型的模糊權利金計收模式，如：「目標或界限含糊不清」、「參數具多重意義」及「同時處理目標或界限含糊不清和參數具多重意義」等三種情形，希冀能克服 BOT 計畫案之參與者的主觀模糊要求及運量不確定等不確定環境因素影響。

4. 模糊 BOT 權利金計收模式

彙整第 3 項所提的三部分，將權利金計收模型及財務評估的相關指標加以整合，套用於模糊數學規劃模型中，藉以構建模糊 BOT 權利金的計收模式為最終目的。

5. 簡例分析

本研究透由所構建的三種模式（自償率的大於一、小於一及政府投資或補貼），分別探討分析模擬的三種不同情境（參與者的主觀模糊

要求及運量不確定等)之九種結果，藉由分析了解因計收基礎的不同其收取之差別為何，以驗證模式之適用性。

6. 模糊參數設定

透由面訪調查方式，了解 BOT 計畫的相關參與者（主辦機關、民間投資者及融資者）對財務計畫之認知與基本需求，以作為權利金計收模式中各參數模糊數設定之依據。

7. 實例分析

依第 6 項所得到的模糊參數，搭配財務結構較不複雜的“停車場收費額度”，作為資料蒐集的討論對象，進行實例分析，驗證本模式之實用性。

8. 敏感度分析

利用敏感度分析法來了解模糊數之中心值與寬容範圍發生變化時，對模糊權利金計收模式求解結果之影響為何，並藉以提出參數設定準則，以供後續研究或決策之參考。

9. 結論與建議

最後作結論，並對所設計的權利金計收模式提出一些建議，希望提供後續相關研究之參考。

本研究的主要研究流程架構，請參照圖 1.1。

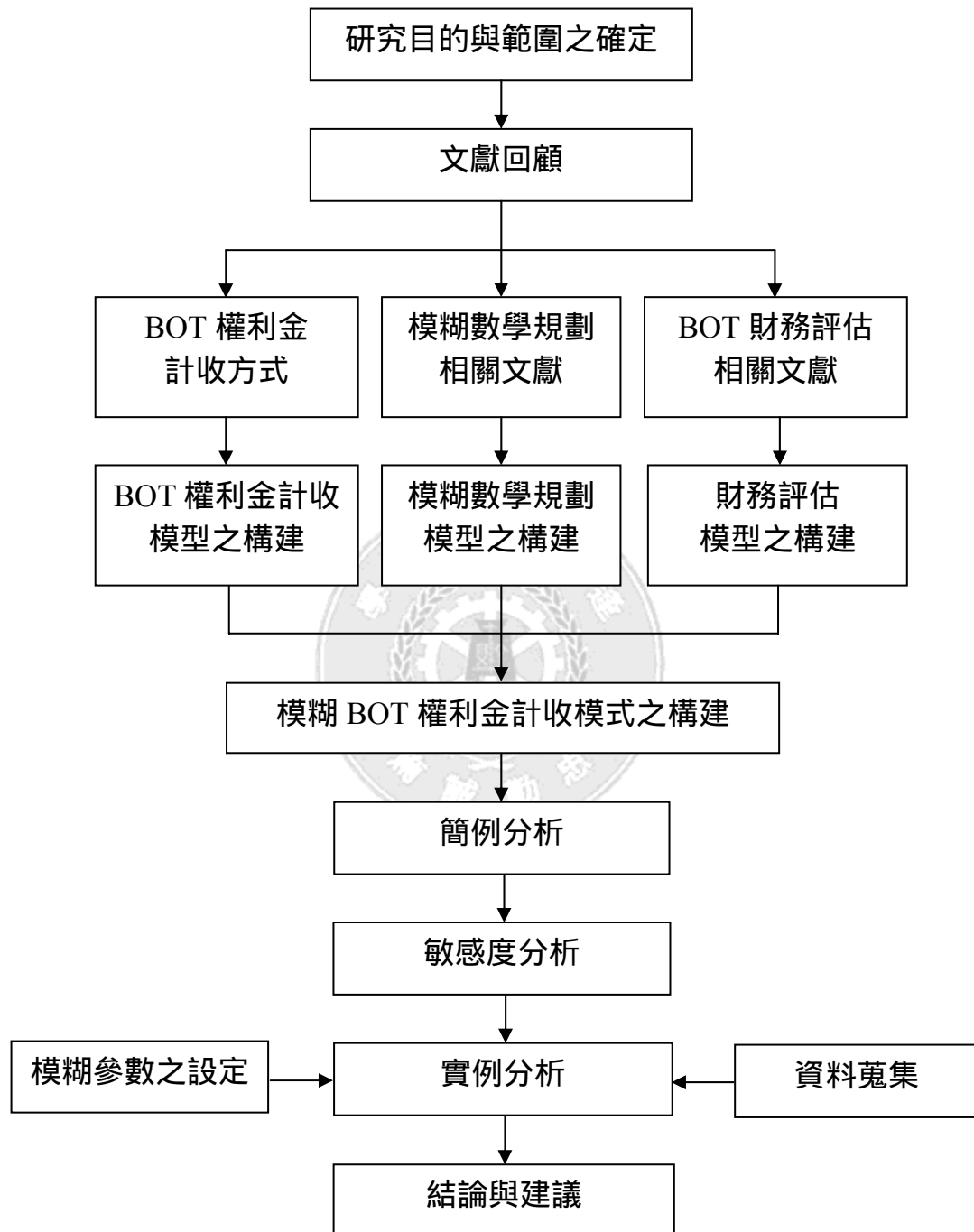


圖 1.1 研究流程圖

第二章 文獻評析

本研究主要目的是在 BOT 計畫案例中，根據相關參與者之主觀模糊要求及運量不確定性下，構建一套交通建設 BOT 計畫案的模糊權利金計收模型；基此，主要的參考文獻方面分財務評估準則、權利金計收及模糊數學規劃模型等三部分加以分別敘述說明及彙整。

2.1 財務評估準則

陳天賜[民 88a]指出兼顧政府、民間投資者與融資者三方立場，須以股東權益或股東股利發放為主體進行現金流量分析，並要釐清附屬事業（土地）開發的認知；其中，政府著重於投資與利息補貼及權利金之回收等有關社會經濟效益方面；民間投資者較著重於投資報酬、回收年期與投資金額；融資者則注重貸放資金之債權確保。

陳天賜[民 88b]提出以民間投資公共基礎建設方面的財務規劃，由於辦理主體不同而區分為：政府單位模擬民間投資交通建設之財務規劃，政府在辦理 BOT 計畫公告之前，由民間投資觀點模擬民間投資之財務規劃。另外是民間機構研提之財務計劃，在甄審期間作為政府評選入圍或者最佳申請人之要素。財務計劃涉及政府、民間投資者及融資者三方權益，其民間投資計畫須成立於三方都能接受的狀況下才可行；在進行現經流量分析時可以採用計劃案、股東權益以及股東股利回收等不同觀點進行分析。

楊澤權等[民 88]提出 BOT 專案計畫財務規劃原則主要包含有資金籌措、成本估計與收入預測。在資金籌措方面，來源可為特許公司股東所提供的權益資金、金融機構提供的專案融資與營運金融商品所獲得的資金；由於 BOT 專案計畫規模較大，需要的資金較多，非少數民間機構所能獨立負擔，故專案融資遂成為資金的主要來源。在成本估計方面，包含興建成本與營運成本的估計，其中興建成本佔大部分。在收入預測方面，包含營運收入與附屬事業收入，當成本與收入有合理的估計時，才能降低金融機關專案計劃的疑慮，以提高對專案融資給特許公司的意願。

陳昭宏[民 89]應用模糊多準則方法評選 BOT 計畫財務評估準則，將財務評估準則分為全程、規劃投資、訂合約、興建、營運、移轉等六個構面加以討論，提出兩階段之評選程序：篩選評估準則及評估準則權重，前者主要是以問卷調查學者專家對 BOT 的意見看法，應用模糊積分法選取有關財務方面之評估準則；後者是應用模糊層級程序法處理決策環境下之不確定性，找出各個構面準則之間的相對權重。

財務的可行性分析對 BOT 計畫之失敗與否影響深鉅，故在研擬 BOT 計畫權利金之計收模式時，須考慮 BOT 計畫參與者的財務基本要求；一般而言，BOT 計畫的三個主要參與者分別為：政府部門、民間投資者及融資者，然而，所要衡量重視的評估指標也各有差異，如：政府部門重視財務評估之計畫自償率，故自償率這項指標對政府部門而言是極為重要的財務指標，此外也重視權利金的總額及政府投資總額。另外，民間投資機構著重於投資效益分析，在投資效益分析的相關指標中，以淨現值（*NPV*）和內部報酬率（*IRR*）較常用來衡量此一計畫的接受與否；最後，融資者所在意的是，此計畫民間業者之融資貸款是否能如期在還款期間內還款，對於融資可行性指標較為重視，尤其是分年償債比率（*DSCR*）。以下分別對這些主要財務指標的定義與公式說明之：

1. 自償率（self-liquidating ratio, *SLR*）

依據促參法施行細則第三十二條第一項的定義，自償率係指「營運評估年期內各年現金淨流入現值總額，除以公共建設計畫工程興建評估年期內所有工程建設經費各年現金流出現值總額之比例」，其意義為計畫之興建成本可由營運期間內之所有淨營運收入回收的部份；反之，興建成本無法由淨營運收入回收的部份為 1 扣除自償率的部份；自償率主要在區分政府與民間投資者的財務權責，並以初步評估此計畫是否適合民間參與，也提供政府與民間投資額度比例的參考值。其公式如下：

$$\text{自償率} = \frac{\text{營運評估期間之淨現金流入現值總和}}{\text{計畫興建期間之工程建設經費現金流出現值總和}} \times 100\%$$

再依促參法施行細則第三十二條第二項的定義，將營運評估期間之現金淨流入項目加以說明之：

$$\begin{aligned} \text{營運評估期間之淨現金流入} = & \text{公共建設計畫營運收入} \\ & + \text{附屬事業收入} \\ & + \text{資產設備處分收入} \\ & - \text{不含折舊與利息之交通建設營運成本與費用} \\ & - \text{不含折舊與利息之附屬事業成本與費用} \\ & - \text{資產設備增置與更新之支出} \end{aligned}$$

自償率是未來計畫整體回收佔整體投資比例之指標；若自償率大於一時，表示該計畫具有完全的自償能力，計畫所投入的建設成本可完全由淨營運收入回收；若自償率小於一且大於零時，表示計畫為完全自償，但需

政府投入參與公共建設；若自償率小於零，則該計畫不具自償能力，其營運淨收益為負，然而是否仍執行該計畫則需依其他可行性分析或政策需要而決定。

2. 淨現值 (Net Present Value, NPV)

為計畫案之未來各年現金流入量，按某一折現率，折現至現在的價值和；各年現金流入現值和，再扣除現金流出的現值之差額後，亦即現金流入的淨現值；此淨現值不但估計計畫報酬超過投資部份，也考量資金的時間價值，此指標是最能客觀評估計畫的真實投資效益的財務指標。其計算公式為：

$$NPV = CF_0 + \left\{ \frac{CF_1}{(1+k)} + \frac{CF_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+k)^n} \right\} = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t}$$

其中， CF_t ：第 t 年的淨現金流量（ t 為年期），為現金流入扣除現金流出的部份； k ：折現率； n ：評估年期。

一般而言，若計畫之淨現值為正（大或等於零）時，表示可接受這個可行性計畫；反之，當計畫之淨現值為負時，則為不可行計畫，須拒絕該計畫。

3. 內部報酬率 (Internal rate of return, IRR)

能使計畫案的未來各年現金流入量之現值和等於未來各年現金流出量現值和之折現率，主要在評估整體投資計畫報酬率之指標；當計畫之淨現值等於零的折現率時，相當一可行計畫的最低收益率底限，其計算公式如下：

$$\text{令 } NPV = CF_0 + \left\{ \frac{CF_1}{(1+k^*)} + \frac{CF_2}{(1+k^*)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+k^*)^n} \right\} = 0$$

其中， CF_t ：第 t 年的淨現金流量（ t 為年期），為現金流入扣除現金流出的部份； k^* ： NPV 為零時的折現率，為所謂的 IRR ； n ：評估年期。

若 IRR 大於計畫所要求之必要報酬或資金成本時，表示其計畫之淨現值會大於零，亦接受此計畫；相反的，若 IRR 小於計畫所要求之必要報酬或資金成本時，其計畫之淨現值會小於零，表示拒絕此計畫。

4. 分年償債比率 (debt service coverage ratio, $DSCR$)

衡量計畫案於營運期間各年產生之現金流量，是否能償付當期到期之債務本息之指標；因此，銀行在比率評估方面，會依專案風險程度之不同而有不同的要求，且也須視貸款者信用狀況而定；然而，一般而言，當年之息前稅前盈餘及折舊攤提之和的大於整年度負債之攤還本息和時，表示能

確保各年產生之現金流量可償還到期本息，故償債比率愈高，其該專案的還款能力就愈好。其計算公式如下：

$$DSCR = \frac{\text{當年之息前稅前盈餘} + \text{折舊攤提}}{\text{整年度負債之攤還本金} + \text{利息}}$$

5. 分年利息保障倍數 (Time interest earned, *TIE* ; Interest coverage ratio, *ICR*)

衡量計畫案於營運期間各年息前稅前盈餘是否能償付當期到期之利息能力；若利息保障倍數愈高，表示債權人受保障程度愈高，就愈能提供更多資金給該計畫；當此比率小於一時，表示公司不夠支付利息，可能會有違約的風險，故一般而言，利息保障倍數以大於二以上最佳，其計算公式為：

$$TIE = \frac{\text{稅前息前淨利}}{\text{本期利息支出}}$$

6. 其餘財務評估指標

除了以上所提的財務指標外，在此另加說明其他重要的指標。

(1) 獲利率指數 (profitability index, *PI*)

以未來的現金流入現值除以評估期間內（含營運期）投資支出現值所得到的比例關係，相當於投入一單位的成本所能獲得的現金流入量，此一觀念和報酬率的概念相似，故被用來作為計畫獲利力的指標之一。因此，當獲利率大或等於零時，則會接受該計畫，且獲利率指數愈高，其計畫的獲利能力就愈好；反之，當獲利率小於零時，就拒絕該計畫。其計算公式如下：

$$PI = \frac{\text{現金流入現值}}{\text{投資成本現值}}$$

(2) 回收年限 (payback year, *PB*)

計畫案之淨現金流入量中，回收該計畫之投資總額所需的年數，主要在評估資金投入的回收速度，藉以判斷投資計畫的優劣；若回收年限愈短，愈能表示此計畫的可行性愈高。其公式如下：

令現金淨流入等於零的期數，為計畫之回收年限，即成立的期數如下：

$$\Rightarrow \sum_{t=0}^T CF_t = 0 \text{ 時的期數 } T$$

其中， CF_t ：第 t 年的淨現金流量，為現金流入扣除現金流出部份； T ：投資回收期，為回收年限。

(3)折現後回收年限 (discounted payback year, *DPB*)

先將現金流量折現之後，累積現金流入現值等於零的所需年數；然而，此法的主要目的，在修正回收年限法所忽略資金時間價值的缺點，因此，折現後回收年限法除了考慮時間價值外，也結合了回收年限法的優點，故使用上較為客觀，也讓決策者較會考慮用此法做分析。其公式如下：

令現金淨流入等於零的期數，為計畫之折現的回收年限，亦即成立的期數如下：

$$\Rightarrow \sum_{t=0}^T PV(CF_t) = 0 \text{ 時的期數 } T'$$

其中， $PV(CF_t)$ ：第 t 年的淨現金流量現值； T' ：折現後回收年限

(4)負債權益比(debt-equity ratio, *DER*)

衡量公司使用舉債融資的程度，若負債權益比愈高，其財務風險就愈高，債權人就較沒有保障。其計算公式為：

$$\text{負債權益比} = \frac{\text{負債總額}}{\text{權益資金總額}}$$

2.2 權利金計收方式

李博信[民 82]整合美國日本等國家有關專利權侵權及權利金追索之案例，探討權利金之觀念，並認為權利金是一種租賃契約，是以金錢支付而取得專利發明使用權之一種形式，權利金是專利權之成果；作者將權利金先分為三種，之後再細分其他不同方式的權利金：(1)定額權利金：分一次付款、定額先付及預付款等方式、(2)專利使用費：分從量方式和費率法方式及(3)底限權利金。

郭國任[民 87]提出有關不動產地上權權利金的計算方式，而計算方式有：差額租金還原法、預期報酬分析法及土地開發分析法等三種；然而，政府機關單位對權利金範圍底價的計算以差額租金還原法為主，相對的私部門可接受價格的計算方式則是以可用預期報酬分析法和土地開發分析法兩種方式估算之；本篇最後經由評估所得的結果，表示所提的三種計算方式是可以推出地上權權利金合理的價格。

黃玉霖等[民 89]討論有關政府補貼或民間回饋權利金方面的課題，然而，由於民間參與公共建設估計成本與收入的不易，較容易導致過分樂觀

或悲觀，使得「以少報多」或「以多報少」之情形發生。在 BOT 的運作過程中，需要一套健全的機制評估合理的報酬，然而機制的健全需要金融機構的參與，若民間業者過分樂觀，會使投標廠商得不到金融機構的支持，金融機構沒有事前參與評估，得標商以樂觀估計得標後，在配合貸款的流程上，可能出現瓶頸；故 BOT 的實施，需有三贏的局面，才不會造成社會負擔。

姚乃嘉等[民 90]指出權利金的項目及數量會依每個 BOT 計畫特性的不同而有所差異，其中有些計畫將權利金分開發權利金和經營權利金兩種。在權利金支付額度方面，是以考量最大收益扣除總投資成本及特許公司合理之報酬率後的最大權利金支付額度；其中，最大收益包含收入、附屬事業收入及利息收入等，而總投資成本包含土地開發成本、營建成本及營運成本等；此外，由特許公司和政府共同協商一個最大權利金支付額度的上限。另一方面，權利金之收取方式大約可分兩種：固定金額（對投資者的財務規劃較易估計，但卻有缺乏彈性之缺點）以一定比例提撥營業額（有依營運收入而調整權利金支付之優點，但不利於財務規劃），事實上，兩種的收取方式各有利弊。

公共工程委員會[民 91]認為除了要保障政府應得的收益外，也要同時顧及民間部門參與者追求利潤極大化的目標，然而，合理的權利金設定是財務評估過程中不可或缺之一的重要步驟，也是政府部門相當重視的一項分析。合理的權利金收取額度主要須考量民間預期的投資報酬率，若該計畫不具自償性，則政府無法吸引民間投資者也無法收取合理的權利金，故須在其他方面做考量及變動（是否以出資、融資優惠等式方吸引民間投資）。其權利金設定方式分為下列兩種：

- (1)開發權利金：有「市價法」和「目標搜尋法」兩種的設定方式；前者係以該筆使用土地市價的固定百分比作為開發權利金；後者則是藉由民間部門所要求的合理內部報酬率，以目標搜尋（Goal Seeking）的方式倒推得到開發權利金的上限。其收取的方式分一次收取或分次收取。
- (2)經營權利金：收取的水準是依未來的營運狀況而定，也與每年總營運收入的多寡有關，其計算方式有固定百分比、固定金額、遞增百分比及遞增金額等方式。

Rowse[1997]以天然氣為案例，討論從價收取有限資源方面的權利金，然而，不同的從價收取費用對於社會經濟及財政方面的影響皆不一，且從價收取費用也隱含著複雜的供給與需求的意義。

Bousquet *et al.*[1998]將權利金的收取方式分固定收取、從價收取及從量收取等三種；在十分固定的環境下，以收取固定金額為最有利的收取方式，而從價收取是適用於環境確定的狀況下，若對未來環境不確定時，則以從量收取為最好的收取方式。

Kaufmann *et al.*[2001]主要著重於加盟契約中的兩種型態：加盟時繳交的費用及後續收取的權利金，並探討其收取之必要性及意義。

Windsperger[2001]主要以加盟體系的權利金關係為主要討論的軸心，其加盟業者在加盟前須繳交固定費用 (initial fee)，主要是買 Know-how 及此加盟系統之品牌，至於加盟後每期支付的權利金是用來鼓勵上游業者對於此一系統的創新改進，但有關費用與權利金之收取金額，作者認為只能採用經驗法則訂定。

然而，在權利金的收取方式方面分為：一段式收取方式（指每年權利金之收取額度，依某一計算基礎之固定參數或比例加以計算）、兩段式收取方式（依簽訂投資契約後，先收取一固定額度再逐年收取分年之權利金，額度與一段式收取方式相同）、多段遞增式收取方式（每年收取額度，按某一計算基礎之一比例或參數計算之，該比例或參數每隔一時期即予以增加）、多段遞減收取方式（每年收取額度，按某一計算基礎之一比例或參數計算之，該比例或參數每隔一時期即予以減少）及其他收取方式（政府營運期內每年向民間業者收取固定金額充作權利等方式）。

由上述的相關文獻回顧可得知，有關民間參與公共建設之權利金方面的研究，大多都只是約略性的提出一些論點及收取權利金的計算方式，缺乏具體可供依循的計算模式，且國內各項 BOT 案例之權利金計算與收取方式皆不盡相同，故在此本研究以邱裕鈞等[民 91]所構建的明確性權利金計收模式為基礎，依自償率的不同分別構建出三個權利金的模式，於下一章之模式構建 3.1 節中說明之。

2.3 模糊數學規劃模式

由於模糊數學規劃方法發展至今已有許多學者提出相當多的理論與作法，在此，本研究分兩大部分作整理，第一部分收集有關模糊數學規劃的文獻，並依模糊數學所適用的題型及特性分類說明；第二部份收集有關模糊理論應用於國內 BOT 計畫方面的相關研究。

2.3.1 模糊數學規劃之基本題型應用

1. 有關「目標或界限含糊不清」的相關文獻

Hu and Fang[1998], 主要在探討以凹型隸屬函數 (concave membership functions) 解決非線性模糊不等式的問題; 透過小中取大的運算方式, 再以新變數 α 簡化多目標問題, 得到凸規劃問題 (regular convex programming problem), 以方便進行求解; 再以中心法 (method of centres) 發展一個有效率的演算法結合熵正則化 (entropic regularization), 並配合 BFGS 子程序有效率求出值, 解決最小最大問題 (min-max problem)。

2. 有關「參數具有多種意義」的相關文獻

Buckley[1995]以“聯合解”(Joint solution)來求解“模糊等式”(fuzzy equations)的問題, 並以模糊變數和可能性理論求解“模糊最適問題”之新解的基礎; 假設所有參數為連續模糊數, 透過“可能性分配”及某一水準下的要求 (α 截集), 將模糊變數轉換為實數, 使模糊線性規劃問題轉變為明確的線性問題, 以方便進行求解。

Ramík and Rommelfanger[1996]主要在處理模糊數學規劃的不等式關係, 其所有參數皆假設為模糊參數, 以“彈性分析方法”(Flexible approach)處理模糊數學規劃問題; 其模糊數學規劃是由隸屬函數中的“梯形模糊數”所組成的模式, 並將梯型模糊數使用在非線性的隸屬函數。再以“模糊希望水準”(fuzzy aspiration level)將模糊數學規劃問題轉為明確多目標模式, 及“最大最小運算元”小中取大的方式, 使明確多目標模式轉換為單一目標的模式以方便求出妥協解。

Nakahara[1998]探討限制函數中的參數呈現不明確關係, 利用可能性分配、 α -level 及不同等級的評估準則, 將模糊數轉換成明確數, 以便將原模糊數學規劃問題化簡為較簡易的線性規劃問題處理。在模糊數處理方面, 繼續延用 Nakahara *et al.* (1992) 所提的方法, 對某一任意區間的模糊上下界做轉換處理, 再以 Dubois 所提的方法中, 予以明確化。根據決策方案的評估準則, 來構建各決策方案所要的衡量資訊, 並運用模糊理論進行資訊的整合, 將各決策方案的資訊整合成為可衡量的模糊數, 使各決策方案評估的問題轉換為模糊數排序的問題; 故評估方案的課題, 就是模糊數排序的問題。

Parra *et al.*[1999], 探討當目標式及限制式之參數呈現不明確狀況時, 其多目標線性規劃問題以“可能性分配”(possibility distribution)型式, 經由模糊數之運算後將模式轉換成一般規劃問題進行求解; 並以“柏拉圖最適解”(Pareto Optimal Solution, POS)的概念去構建一模糊多目標規劃問題, 以“擴大原則”(extension principle)與“可能性分配”(possibility distribution)

得到模糊參數， α -截集的可能性分配求出模糊解。

Inuiguchi and Ramík[2000]研究內容分兩部分，第一部分：藉由簡例方式，回顧過去有關模糊線性規劃模型的相關理論和技術等發展過程；第二部分：比較模糊數學規劃與隨機規劃（stochastic programming）在“投資組合的選擇問題”上的差異不同處。在實際環境之參數並非為一確定數值，可能因決策者的主觀意識所致，相對的右邊限制的數值也可能因決策者的希望標準，而增加或減少。故本研究只針對參數有多重意義的模糊數學規劃模式來進行相關討論，其目標式的處理是利用文中所提 *fractile approach*，其模式如下所示：（此目標式透過中心值（ m_{ci} ）與展度（ δ_{ci} ），進行轉換為一個明確的數值； c_1 和 c_2 為未知明確值。）

$$\begin{aligned} & \max u \\ & s.t. \quad Nes(c_1x_1 + c_2x_2 \geq u) \geq \eta \\ & \text{即：} \max \left(\sum_{i=1}^n m_{ci}x_i \right) - \eta \left(\sum_{i=1}^n \delta_{ci}x_i \right), i=1,2,\dots,n \\ & \Rightarrow \max \sum_{i=1}^n c'_i x_i, \text{其中 } c'_i = m_{ci} - \eta \times \delta_{ci} \text{ 為一明確值} \end{aligned}$$

限制式的處理：在兩個限制式中，假設決策者要求的肯定程度不能低於 η ，再依中心值（ m_{ai} 、 m_{bi} ）與展度（ δ_{ai} 、 δ_{bi} ），進行轉換為一明確的數值。（其中， a_i 和 b_i 為未知明確值， $i=1,2$ ； H 、 V 為右邊限制值。）

$$Nes(a_1x_1 + a_2x_2 \geq H) \geq \eta$$

$$Nes(b_1x_1 + b_2x_2 \geq V) \geq \eta \quad H, V \text{ 為明確數值}$$

以第一條限制式為例，轉換如下：

$$\text{即：} \max \left(\sum_{i=1}^n m_{ai}x_i \right) + \eta \left(\sum_{i=1}^n \delta_{ai}x_i \right) \leq H, i=1,2,\dots,n$$

$$\Rightarrow \max \sum_{i=1}^n a'_i x_i, \text{其中 } a'_i = m_{ai} + \eta \times \delta_{ai} \text{ 為一明確值}$$

因此，原模糊線性規劃的模式轉換為一個明確的線性規劃模式，即可求出最佳解。

$$\begin{aligned} & \max \sum_{i=1}^n c'_i x_i \\ & s.t. \quad \sum_{i=1}^n a'_i x_i \leq H \\ & \quad \sum_{i=1}^n b'_i x_i \leq V, x_i \geq 0, i=1,2,\dots,n \end{aligned}$$

Wang and Fang[2001]主要在探討“總生產計劃”，在求解利潤的最大化、員工工作效率水準之改變的最小化等多目標的中程生產計劃問題，由於問題中的參數皆模糊且為不確定性，故以模糊線性規劃方法來求解。模型中假設隸屬函數為線性型，模糊參數為梯型模糊數，求解“特定 ε 水準下”的 LR 型模糊數；以 Ramik (1985) 所提的方法處理模糊限制不等式關係的式子，方便轉換為明確的限制式和明確的最大化目標函數問題，由最小運算元，轉換為一般規劃模型，求解出明確多目標規劃問題中的妥協解，引入新變數 λ ，進一步轉換單一目標數學規劃問題，以便求解最佳滿意解。

Sakawa and Nishizaki[2002]探討“雙層非線性規劃問題”中的模糊參數，考慮到在問題陳述過程中，其參數充滿模糊性，透過 α 截集 (α -level sets) 將模糊參數加以特徵化，且依 Bellman 和 Zadeh 所提的小中取大之法則以選取目標式的隸屬函數，加入輔助變數 λ 轉換為明確問題後，藉由“修正後的 GENOCOP ” (the revised Genetic algorithm for Numerical Optimization of Constrained Problems) 進行求解；在求解的過程中加入一個完全滿意程度比例（指的是兩決策的滿意程度之比例），在衡量所求出的解是否為最滿意的解；在此所提的雙層非線性規劃問題，須要有共同合作關係，才可進行討論。

3. 有關「目標或界限含糊不清和參數具有多種意義」的相關文獻

Rommelfanger[1996]提出當限制式呈現模糊性及不明確性時（稱為軟限制）利用 Zimmermann 所提方法將模糊限制式轉換為一明確的限制式，及明確的最大化目標函數變為多明確目標式的函數，以“小中取大”的方式找出妥協解，再由 FULPAL 2.0 軟體得到最佳解。在模糊限制總計函數方面，利用 min T-norm 運算，使用 Yager's t -norm 擴充加法於 LHS（左手邊限制）的模糊限制和模糊目標式。另外在模糊不等式的求解方面，將不等式關係化簡式子（Slowinski, 1986），再由“正理想解”（PIS）和“負理想解”（NIS）化簡模糊目標式（Lai and Hwang, 1992）。

Buckley and Feuring[2000]藉由“完全模糊線性問題”（FFLP）來處理所有參數和變數皆為模糊數的情形，首先先對單一目標的 $Max \bar{Z}$ 化為明確的多目標問題，即 $[\sup z_2, \sup A_2, \inf A_1]$ （見圖一），以 Fuzzy max 方法，希望 A_2 的面積區域愈大愈好，相對的也希望 A_1 面積能愈小愈好，且位於三角模糊數的中心 z_2 ，符合最大化目標式的要求。面對模糊不等式 ($\bar{M} \leq \bar{N}$) 問題時，以 Hamming 距離，衡量兩模糊數間的距離，探討兩模糊數的非重疊部份，且只能討論距離的遠近與否，若相差距離小，其值較大，另一方法為 Chen 所提的模糊數排序（ranking fuzzy numbers），根據

$\mu_{\max}(x)$, $\mu_{\min}(x)$, 求右左評分值 $\mu_{\max}(x)$, $\mu_{\min}(x)$, 再求總評分 $\mu_T(\bar{M})$, 以判斷 $\bar{M} \leq \bar{N}$ 是否成立。

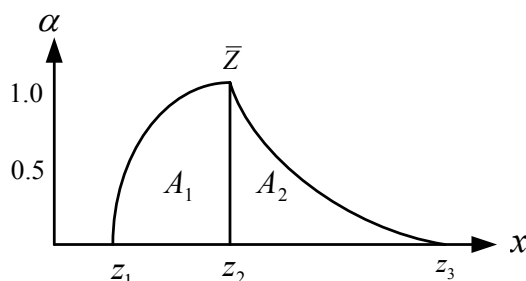


圖 2.1 A_1 、 A_2 和 z_2 示意圖

在此，本研究對所收集的文獻依模糊數學規劃問題不同，分類以下項目：

- (1) 模糊數學規劃問題的類別(區分處理問題是單目標或多目標、線性規劃或非線性規劃等)。
- (2) 處理模糊數學規劃中的哪種問題(目標式或界限是含糊不清、參數具有多種意義，或結合此兩種狀況)。
- (3) 處理模糊數學規劃問題時，其模式是運用哪種類型的模糊數，以進行轉換動作。
- (4) 對模式所用的求解方法或應用軟體為何。
- (5) 該文獻應用領域之情形。

再依上列五個項目分類整理於表 2.1 模糊數學規劃之相關研究彙整表中。

表 2.1 模糊數學規劃 (FMP) 之相關研究彙整表

作者	FMP 的類別				處理哪種問題		模糊數的類型	求解方法或軟體	應用領域
	單目標	多目標	線性	非線性	目標界限含糊不清	參數具有多種意義			
Buckley (1995)	✓		✓			✓	三角	-	無 (理論研究)
Ramík and Rommelfanger (1996)	✓			✓		✓	梯型	FULPAL	無 (理論研究)
Rommelfanger (1996)	✓		✓		✓	✓	梯型	FULPAL 2.0	無 (理論研究)
Hu and Fang (1998)	✓			✓	✓	✓	-	-	無 (理論研究)
Nakahara (1998)	✓		✓				LR 型	-	無 (理論研究)
Parra et al. (1999)		✓	✓			✓	三角	MatLab	無 (理論研究)
Inuiguchi and Ramík (2000)		✓	✓			✓	對稱三角	-	投資組合選擇問題
Buckley and Feuring (2000)	✓		✓		✓	✓	三角	遺傳演算法	無 (理論研究)
Wang and Fang (2001)		✓	✓			✓	梯型	-	中程生產計劃問題
Sakawa and Nishizaki (2002)		✓		✓		✓	LR 型	修正後的 GENOCOP	生產規劃 公司預算決策規劃 運輸規劃等問題

資料來源：本研究整理

2.3.2 模糊理論於 BOT 的相關應用

陳豪鈞[民 88]主要在於利用模糊多目標規劃法建立 BOT 投標廠商評選指標 (Concession Company Selection Index, CCSI)。以模糊數將模糊多目標規劃簡化為一般之多目標規劃來應用一般之程式求解；利用熵值係數法來建構多目標關係式；因評選時主觀意識表達不易與評選因子不同單位之轉換，故以模糊歸屬函數來解決之；並以模糊推論來建立評選因子限制條件式；求解出妥協解後，將該妥協解設為評選基準，建立出投標廠商評審指標，提供 BOT 案評審委員會甄審投標廠商之參考依據。最後以垃圾焚化廠之投標廠商評選指標建構來探討本模式之適用性。

陳毅任[民 88]應用模糊德菲法 (Fuzzy Delphi Method) 篩選出影響交通建設 BOT 計畫特許公司營運之因素；其 BOT 計畫可分為投標評選期、決標議約期、興建施工期、營運維護期及移轉期五階段。由於每一階段所需考慮之影響因素不僅涉及之層面相當廣泛且複雜，故透過問卷調查及模糊德菲法整合專家意見，篩選出生命週期各階段影響交通建設 BOT 計畫特許公司營運之因素；然後利用模糊 AHP 法分析各營運影響因素之相對權重，排出各階段影響因素的重要順序，以確認出影響交通建設 BOT 計畫影響營運之主要因素。

羅建龍[民 88]以政府角度為立場，應用模糊理論構建監督特許公司 BOT 營運績效之評估模式。並依交通建設 BOT 專案營運績效之「服務績效」與「財務績效」兩構面，進一步應用多變量分析理論分別針對各構面建立績效評估因子篩選模式，選出重要且具代表性之評估因子以供構建模式之用。以篩選之績效評估因子為基礎，應用模糊理論進一步建立 BOT 專案績效評估模式，做為政府後續針對特許公司營運狀況進行監控時之參考。

羅文聖[民 91]以模糊理論觀點改善傳統 BOT 計畫自償率單一值之特性，並以政府為觀點，構建模糊自償率數學規劃模式。利用模糊理論將影響自償率之營運收入與工程支出之相關變數予以模糊化，進而修正自償率公式，推導模糊自償率公式，以得到此式之模糊區間值。同時，以蒙地卡羅模擬機率與自償率之間的關係，觀察模糊自償率與機率自償率之差別，作為改善模糊自償率無客觀機率值之比較缺失之依據；最後以『台北港貨櫃儲運中心 BOT 計畫』為例，驗證本研究所發展之模式可用性。

第三章 模式構建

3.1 明確型權利金計收模式

本研究假設此模式只適用於公告招商前，且以政府角度為主，求權利金收取之最大額或補貼投資之最小，且同時兼顧滿足民間投資者的內部報酬率（ IRR ）及融資者所要求的某一償債水準（ D ）之基本要求，藉此構建明確型的權利金計收模式；以下依自償率大於一及小於一等情形，分三模式表示之。[邱裕鈞等，民 91]

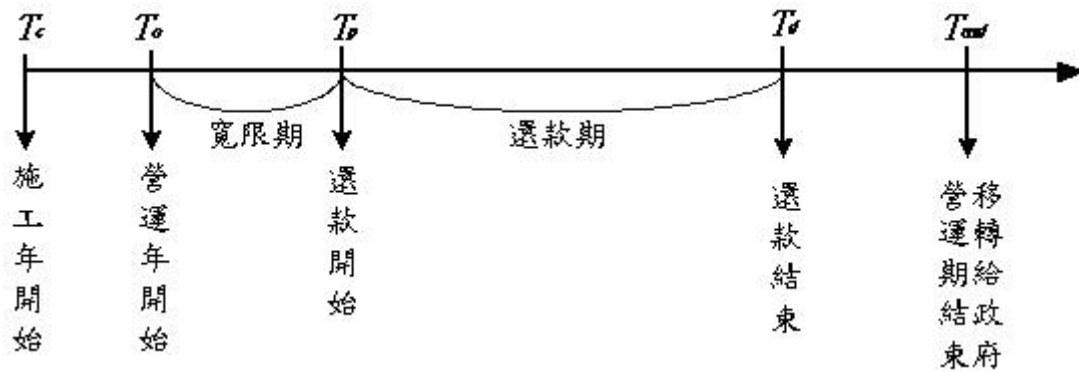


圖 3.1 BOT 計畫之權利金計收模式的重要時間點關係圖

1. 模式一：自償率大於一，政府不投資也不補貼

當 BOT 計畫案的自償率超過 100% 時，表示此計畫案所投入的興建成本完全能由淨營運收入回收，所以政府不投資也不補貼給民間，其模式表示為：

$$\text{Max } Z = \sum_{t=0}^T \frac{x_t}{(1+r)^t} \quad (1)$$

s.t.

$$[LP_1] \quad DSCR_t \geq D, t = T_p, \dots, T_d \quad (2)$$

$$NPV \geq 0 \quad (3)$$

$$x_t \geq 0 \quad (4)$$

其中， x_t ：特許間第 t 年收取之權利金， r ：折現率，

$$DSCR_t = \frac{FB_t + NFB_t - (OC_t + NOC_t + RC_t + x_t)}{PMT} > D, t = T_p, \dots, T_d \quad (5)$$

$DSCR_t$ ：特許期間第 t 年之償債比率，

FB_t ：特許期間第 t 年之票箱收入，

NFB_t ：特許期間第 t 年之非本業收入，

OC_t ：特許期間第 t 年之營業成本，

NOC_t ：特許期間第 t 年之非營業成本，

RC_t ：特許期間第 t 年之資產重置及汰換成本，

T_p 及 T_d 分別為還款期之起末年度，

D ：融資者要求之償債比率水準，

$$PMT = \frac{Db}{\sum_{t=T_p}^{T_d} \frac{1}{(1+I)^t}} \quad (6)$$

PMT ：還款期內每年應還本息和，

Db ：融資金額，

I ：平均融資利率，

$$NPV = \sum_{t=1}^{T_{end}} \frac{CF_t}{(1+WACC)^t} > 0 \quad (7)$$

NPV ：淨現值，

CF_t ：特許期間第 t 年之淨現金流量，

$CF_t = C_t \times E/A$ ， $t=T_c, \dots, T_{o-1}$ ，

C_t ：施工期各期之興建成本，

E/A ：股權比，

$CF_t = FB_t + NFB_t - (IE_t + PMT + OC_t + NOC_t + RC_t + DP + x_t) - tax_t$ ，
 $t=T_o, \dots, T_{end}$

$tax_t = (FB_t + NFB_t - IE_t - PMT - OC_t - NOC_t - RC_t - DP - x_t) \times 0.25$ ，
 $t=T_o+5, \dots, T_{end}$

T_o ：開始營運年度， T_{end} ：特許期終止年度， T_c ：施工開始年度，

IE_t ：寬限期內每年應還利息，

$IE_t = Db \times I$ (8)

DP ：特許期間第 t 年之折舊費用，

tax_t ：特許期間第 t 年之營利事業所得稅，

$WACC$ ：平均加權資金成本，

$$WACC = I \times \left(1 - \frac{E}{A}\right) + IRR_E \times \frac{E}{A} \quad (9)$$

IRR_E ：民間機構要求之股東權益報酬率

2. 模式二：自償率小於一，政府給予營運補貼

由於交通建設並非全部都可以完全自償，或因特許營運期間的初期營運有些困難，但此狀況並不影響整體的計畫自償率，故修改模式一中的式子(4)，刪除對 x_t 要為正的限制，使政府可以對民間投資者可以進行補貼或收取權利金，故其修正後的模式如下所示：

$$[LP2] \quad \begin{aligned} \text{Max } Z &= \sum_{t=0}^T \frac{x_t}{(1+r)^t} \end{aligned} \quad (10)$$

$s.t.$

$$DSCR_t \geq D, t = T_p, \dots, T_d \quad (11)$$

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

3. 模式三：自償率小於一，政府投資建設之一部份

與模式二相同須考量政府補貼，除此之外，還須考慮政府投資建設的一部份的情形，且不在營運期間內補貼民間投資者，如下模式所示。

$$[LP_3] \quad \begin{aligned} \text{Max } Z &= \left[\sum_{t=0}^T \frac{x_t}{(1+r)^t} \right] - SB \end{aligned} \quad (13)$$

$s.t.$

$$DSCR_t \geq D, t = T_p, \dots, T_d \quad (14)$$

$$NPV \geq 0 \quad (15)$$

$$SB \geq 0 \quad (16)$$

$$x_t \geq 0 \quad (17)$$

其中， SB 為政府投資建設之金額，並將式子(6)和式子(8)修改為：

$$PMT = \frac{Db - SB}{\sum_{t=T_p}^{T_m} \frac{I}{(1+I)^t}} \quad (18)$$

$$IE_t = (Db - SB) \times I \quad (19)$$

3.2 權利金收取方式

在過去國內交通建設 BOT 案例及相關文獻中可得知，每期的權利金 x_t 分別可依票箱收入 (FB_t , Farebox)、運量 (RS_t , Ridership)、總收入 (TR_t , Total Revenue) 及稅前利潤 (PF_t , Profit) 等四項計算基礎加以計算，權利金也因各計算基礎的不同而所差異，其算式參照表 3.1。

表 3.1 權利金有計算基礎之關係表

計算基礎 PB_t	權利金係數 ρ	權利金 $x_t = \rho \times PB_t$
票箱收入 FB_t	$-1 \leq \rho \leq 1$	$x_t = \rho \times FB_t$ $\left\{ \begin{array}{l} FB_t = p_t \times RS_t \\ FB_t : \text{第 } t \text{ 年之票箱收入} \\ p_t : \text{第 } t \text{ 年之票價} \\ RS_t : \text{第 } t \text{ 年之運量} \end{array} \right.$
運 量 RS_t	$-1 \leq \frac{\rho}{p_t} \leq 1$	$x_t = \rho \times RS_t$
總 收 入 TR_t	$-1 \leq \rho \leq 1$	$x_t = \rho \times TR_t$ $\left\{ \begin{array}{l} TR_t = FB_t + NFB_t \\ TR_t : \text{第 } t \text{ 年之總收入} \\ NFB_t : \text{第 } t \text{ 年之業外收入} \end{array} \right.$
稅前利潤 PF_t	$-1 \leq \rho \leq 1$	$x_t = \rho \times PF_t$ $\left\{ \begin{array}{l} PF_t = TR_t - TC_t \\ PF_t : \text{第 } t \text{ 年之利潤} \\ TC_t : \text{第 } t \text{ 年之總成本} \end{array} \right.$

此外，權利金的收取方式可分為：

1. 一段式的收取方式：係指每年權利金之收取額度，依某一計算基礎之固定參數或固定比例加以計算。
2. 兩段式的收取方式：於簽訂投資契約後先收取一固定額度之權利金 (FX)，之後再逐年收取分年之權利金，額度與一段式收取方式相同。
3. 多段遞增式收取方式：指每年權利金之收取額度，按某一計算基礎之一比例或者參數計算之，該比例或者參數每隔一段時期即予以增加。
4. 多段遞減式收取方式：指每年權利金之收取額度，按某一計算基礎之一比例或者參數計算之，該比例或者參數每隔一段時期即予以減少。

在計算權利金收入時，本研究假設每年營運收入、每年運量、每年總收入、每年利潤的計算基礎 (PB_t) 均相等，屬於無變動的持平型計算基礎；

當計算基礎為營運收入、總收入、利潤時，權利金係數 ρ 為一比例值（無單位）；若計算基礎為運量時，其 ρ 為固定數值（單位：新台幣）；在此故各收取方式的權利金總收入之相關公式，分別於表 3.2、表 3.3、表 3.4 及表 3.5 所示。

表 3.2 一段式的收取方式之關係圖

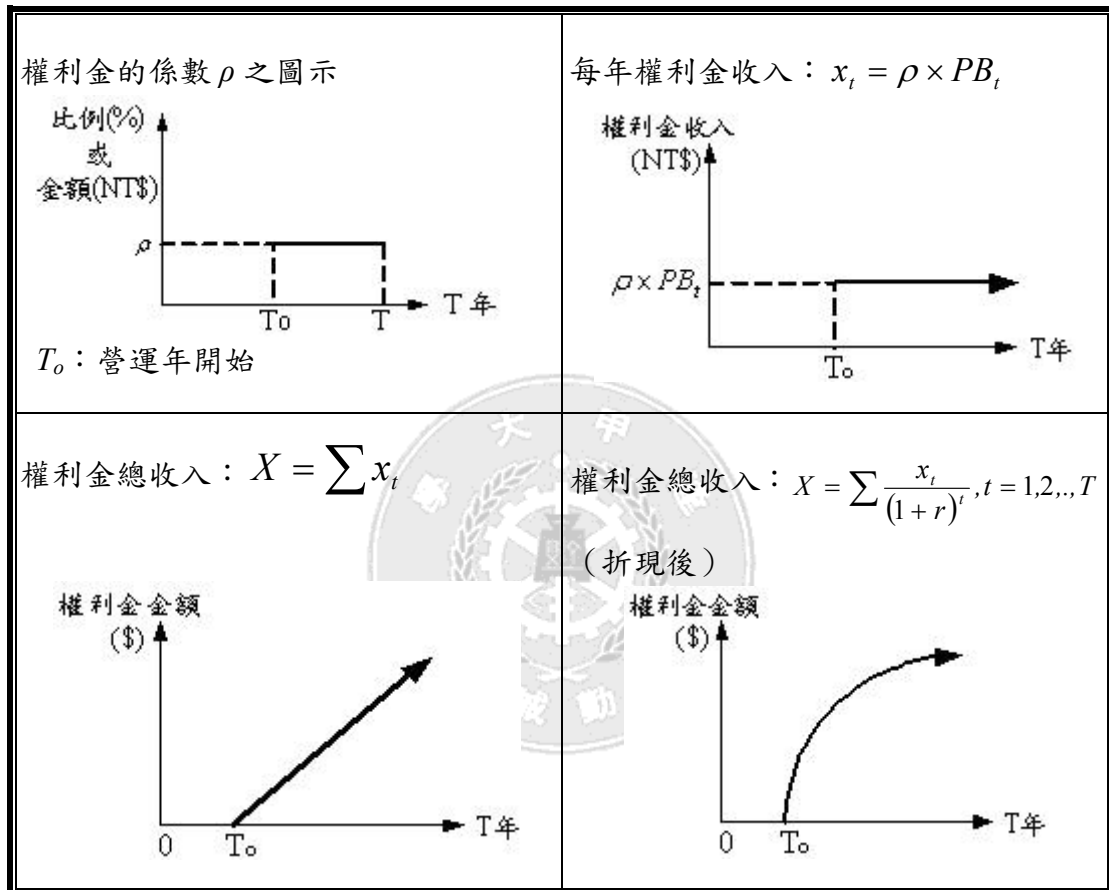


表 3.3 兩段式的收取方式之關係圖

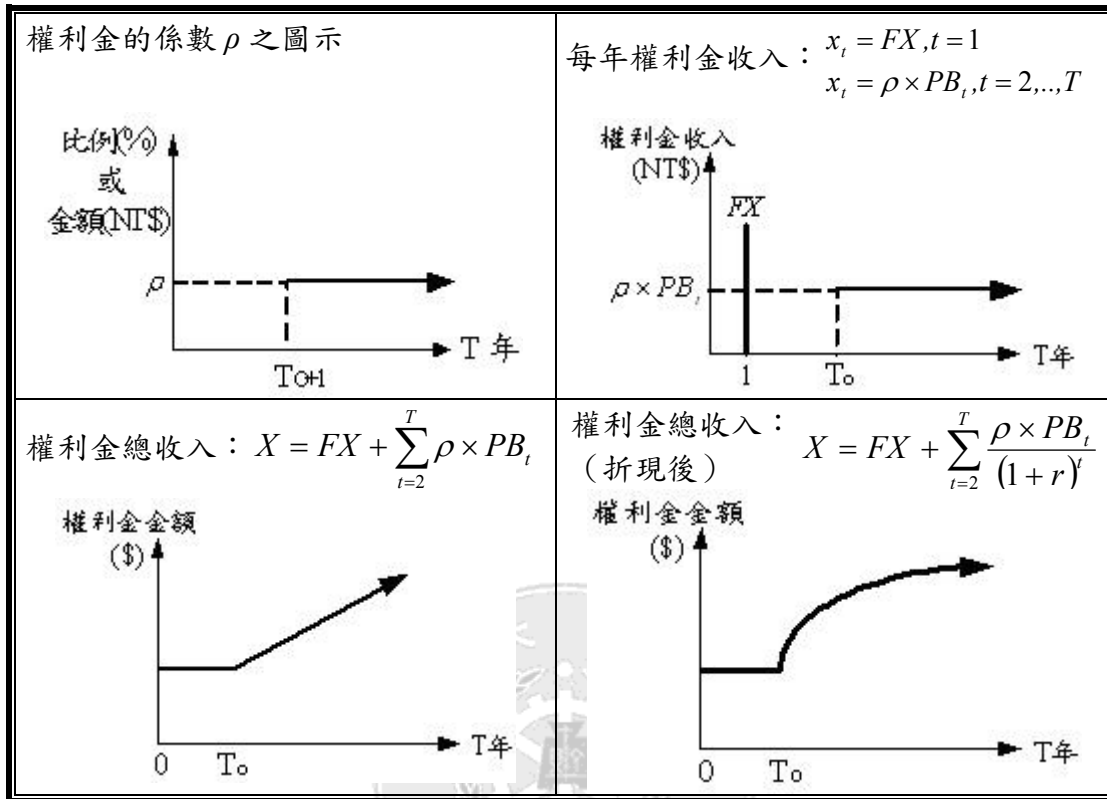


表 3.4 多段遞增式收取方式之關係圖

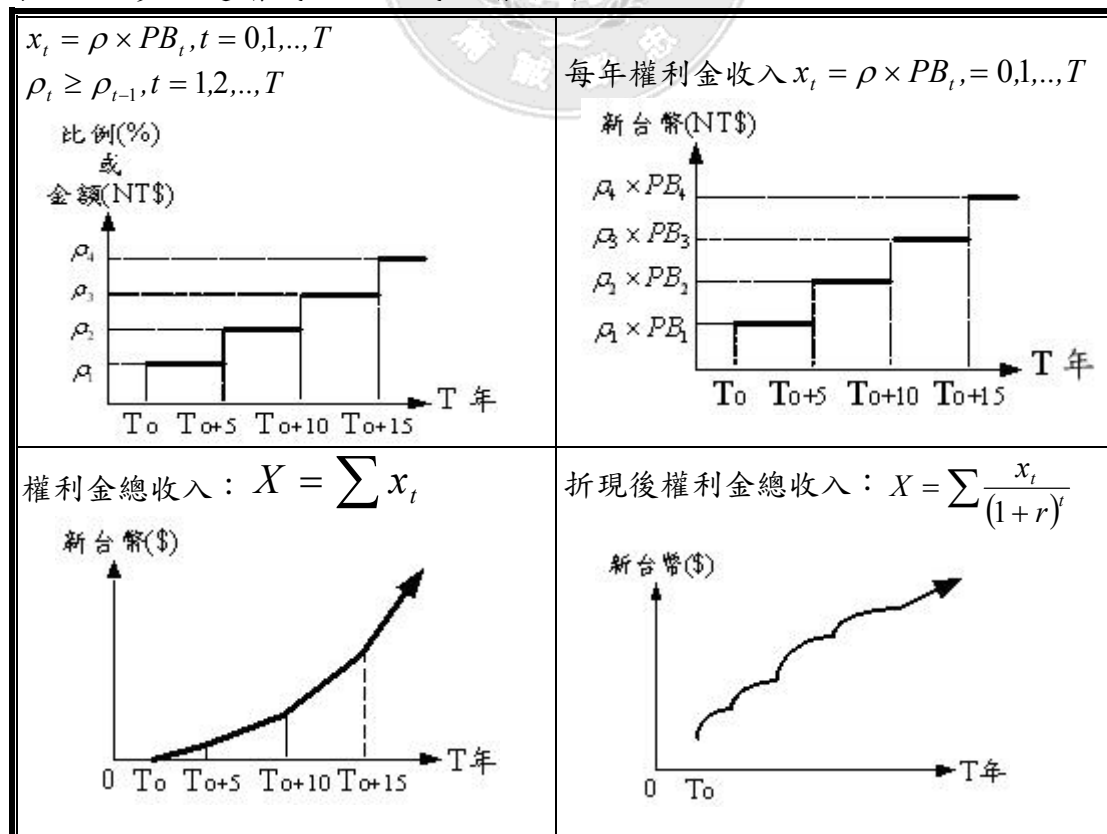
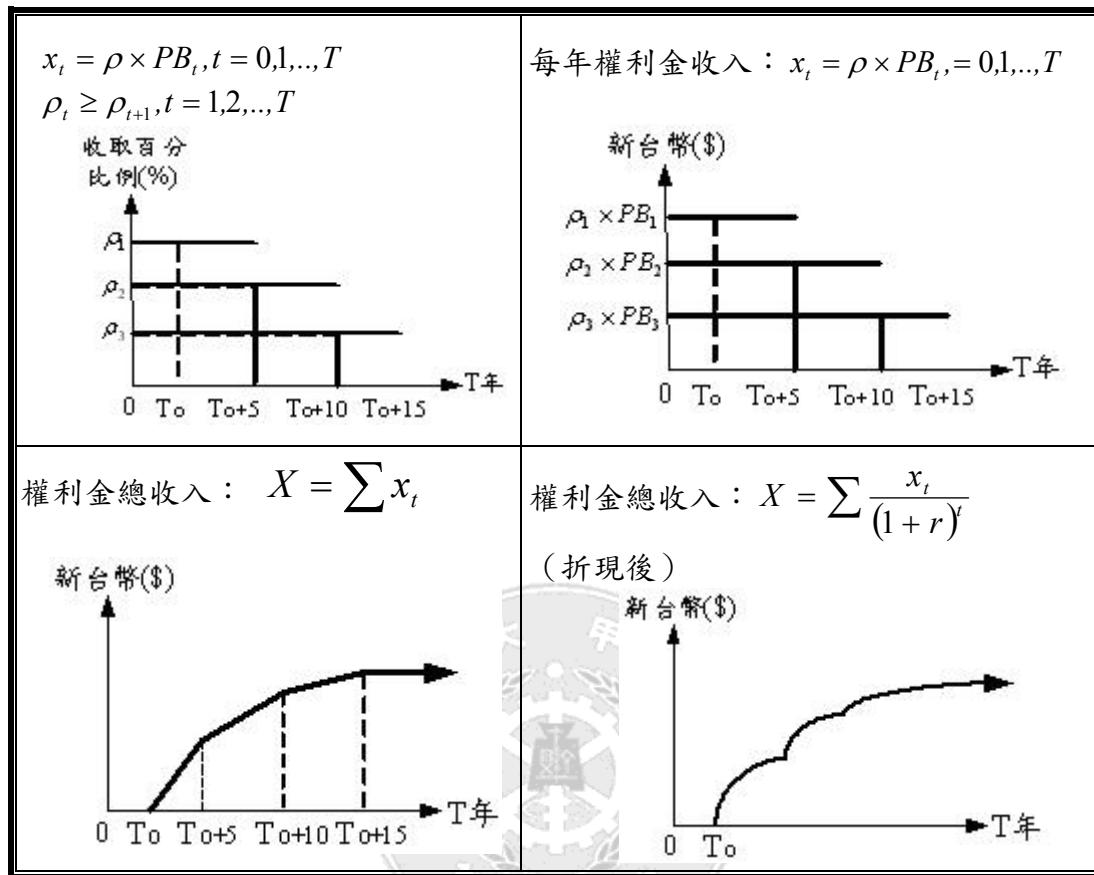


表 3.5 多段遞減式收取方式之關係圖



3.3 模糊型權利金計收模式

模糊數學規劃的相關研究與方法，發展至今已堪稱成熟，依模式適用問題的不同特性，大致分以下三類型說明，第一類型問題：在處理「目標式或邊界限制是含糊不清 (vagueness)」的問題、第二類型問題：在處理「參數具有多重意義 (ambiguity)」的問題及第三類型問題：在處理「同時存在目標式或邊界限制是含糊不清及參數具有多重意義」的問題 (Inuiguchi *et al.*, 1994)，並將所適用的解決方法分別依這三類型問題說明敘述之。

3.3.1 第一類型問題

當決策者對目標式或限制值呈現主觀偏好態度，表現出大致期望、非確定值時稱之，然而，一般面對這樣的數學規劃問題大都會以隸屬函數 (membership function) 的方式加以量化，且代表期望滿足水準，故此類方法又稱為「彈性規劃 (flexible programming)」；其一般式表示如下：

$$\begin{aligned}
 & \text{Max } z(X) \gtrsim b_0 \\
 \text{[FMP}_1\text{]} \quad & s.t. \quad g_i(X) \lesssim b_i, i = 1, 2, \dots, m \\
 & \quad \quad g_i(X) \leq b_i, i = m + 1, \dots, M
 \end{aligned}$$

其中， X 為決策變數向量， $z(X)$ 為目標函數， $g_i(X)$ 為第 i 條限制式， i 從 1 到 m 代表是此 m 條皆為模糊的限制式，而，而第 $m+1$ 條到第 M 條是明確的限制式， \gtrsim 和 \lesssim 分別代表的是「模糊不小於」及「模糊不大於」的關係。

求解的方式是參考 1996 年 Rommelfanger 所提的方法，將模糊不等式的右邊限制值 (RHS, right-hand side) 視為模糊數處理，令 RHS 的 b_i 定義為一個支集 $[0, b_i + d_i]$ 模糊數，其隸屬函數型式為：

$$\mu_i(g_i) = \begin{cases} 1 & \text{if } g_i < b_i \\ \mu'_i(g_i) & \text{if } b_i \leq g_i \leq b_i + d_i \\ 0 & \text{if } b_i + d_i < g_i \end{cases}$$

其中， $\mu'_i(g_i)$ 可以是線性函數、凹型函數或 S 型函數，而 $\mu_i(g_i)$ 為一梯型模糊數，其隸屬度是介於 0~1 之間的數值，如圖 3.2 所示。

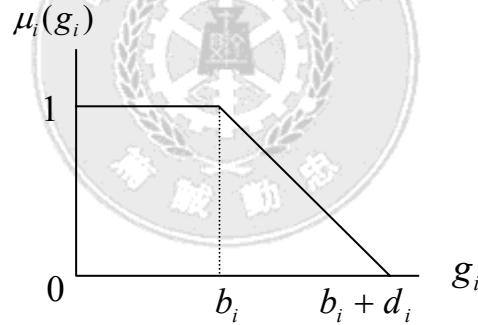


圖 3.2 b_i 的隸屬函數

之後，將此模糊限制式 $g_i(x) \lesssim b_i$ 轉換為一個明確的限制式及明確的最大化目標函數，即：

$$g_i(x) \lesssim b_i \leftrightarrow \begin{cases} g_i(x) \leq b_i + d_i \\ \mu_i(x) \rightarrow \max \end{cases}$$

以便將 [FMP]₁ 轉換成明確多目標模型：

$$\begin{aligned}
 & \text{Max}(z(X), \mu_1(X), \dots, \mu_m(X)) \\
 \text{[MMP}_1\text{]} \quad & s.t. \quad g_i(X) \leq b_i + d_i, i = 1, 2, \dots, m \\
 & \quad \quad g_i(X) \leq b_i, i = m + 1, \dots, M
 \end{aligned}$$

進一步將 $z(X)$ 以隸屬函數型式表現出最大化狀況，即：

$$\mu_z(X) = \begin{cases} 1 & \text{if } z < z_L \\ \mu'_z(X) & \text{if } z_L \leq z \leq z_U \\ 0 & \text{if } z_U < z \end{cases}$$

其中， $\mu'_z(X)$ 可為線性函數、凹型函數或 S 型函數；以線性函數為例， $\mu_z(X)$ 為三角模糊數，隸屬度是介於 0~1 之間的數值；而 z_U 則為下列 $[MP_U]$ 模式的最大值； z_L 為下列 $[MP_L]$ 模式的最大值；此外，因 $[MP_U]$ 的可行解區域恆大於等於 $[MP_L]$ ，故 $z_U \geq z_L$ ；所以， z_U 是 z 值的上限值， z_L 是 z 值的下限值。

$$\begin{aligned} & \text{Max } z_U(X) \\ [MP_U] \quad & s.t. \quad g_i(X) \leq b_i + d_i, i = 1, 2, \dots, m \\ & \quad \quad g_i(X) \leq b_i, i = m + 1, \dots, M \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Max } z_L(X) \\ [MP_L] \quad & s.t. \quad g_i(X) \leq b_i, i = 1, 2, \dots, M \end{aligned}$$

因此， $[MMP_1]$ 可再轉換為 $[MMP_2]$ ：

$$\begin{aligned} & \text{Max}(\mu_z(X), \mu_1(X), \dots, \mu_m(X)) \\ [MMP_2] \quad & s.t. \quad g_i(X) \leq b_i + d_i, i = 1, 2, \dots, m \\ & \quad \quad g_i(X) \leq b_i, i = m + 1, \dots, M \end{aligned}$$

$[MMP_2]$ 可利用多目標規劃的求解方法找出妥協解，即為 $[FMP_1]$ 的答案。此外， $[MMP_2]$ 模式也轉換為下列式子的小中取大問題：

$$\begin{aligned} & \text{Max}(\text{Min}(\mu_z(X), \mu_1(X), \dots, \mu_m(X))) \\ & s.t. \quad g_i(X) \leq b_i + d_i, i = 1, 2, \dots, m \\ & \quad \quad g_i(X) \leq b_i, i = m + 1, \dots, M \end{aligned}$$

最後，將多目標數學規劃問題透過一個新變數 λ 的代換，轉為單目標數學規劃問題，即可利用簡捷法 (simplex method) 來求解此單一目標的最佳 X 值，代入 $z(X)$ 中，可得最佳解。

$$\begin{aligned} & \text{Max } \lambda \\ [MP] \quad & s.t. \quad \lambda \leq \mu_z(X) \\ & \quad \quad \lambda \leq \mu_i(X), i = 1, 2, \dots, m \\ & \quad \quad g_i(X) \leq b_i + d_i, i = 1, 2, \dots, m \\ & \quad \quad g_i(X) \leq b_i, i = m + 1, \dots, M \\ & \quad \quad \lambda \geq 1 \end{aligned}$$

3.3.2 第二類型問題

當參數具有多種可能意義時，通常假設參數為一特定的可能性分配 (possibility distribution) 型式，經過模糊數之設定與運算後，可將模糊數學規劃模式轉換成一般數學規劃問題以便進行求解，而此類方法又稱作「可能性規劃 (possibilistic programming)」；其一般式表示如下：

$$\begin{aligned}
 [\text{FMP}_2] \quad & \text{Max } \tilde{z}(X) = \tilde{C}X \\
 \text{s.t. } & \tilde{g}_i(X) = \tilde{A}_i X \leq b_i, i = 1, 2, \dots, m
 \end{aligned}$$

其中， \tilde{C} 與 \tilde{A}_i 分別是目標函數與限制式中具有多重意義的參數向量，其它變數、符號定義同前。

求解方法參考 Inuiguchi and Ramík (2000) 所提的方式：

- (1) 目標式的處理：以 *fractile approach* 處理目標式中參數是模糊的情形，主要透過中心值 (m_{ci}) 與展度 (δ_{ci})，進行轉換為明確的數值， c_1 和 c_2 為明確值。

$$\begin{aligned}
 & \max u \\
 \text{s.t. } & \text{Nes}(c_1 x_1 + c_2 x_2 \geq u) \geq \eta \\
 \text{即：} & \max \left(\sum_{i=1}^n m_{ci} x_i \right) - \eta \left(\sum_{i=1}^n \delta_{ci} x_i \right), i = 1, 2, \dots, n \\
 \Rightarrow & \max \sum_{i=1}^n c_i' x_i, \text{ 其中 } c_i' = m_{ci} - \eta \times \delta_{ci} \text{ 為一明確值}
 \end{aligned}$$

- (2) 限制式的處理：在兩個限制式中，假設決策者要求的肯定程度不能低於 η ，再依中心值 (m_{ai} 、 m_{bi}) 與展度 (δ_{ai} 、 δ_{bi})，進行轉換為一明確的數值。(其中， a_i 和 b_i 為未知明確值， $i=1, 2$ ； H 、 V 為右邊限制值。)

$$\begin{aligned}
 & \text{Nes}(a_1 x_1 + a_2 x_2 \geq H) \geq \eta \\
 & \text{Nes}(b_1 x_1 + b_2 x_2 \geq V) \geq \eta \quad H, V \text{ 為明確數值}
 \end{aligned}$$

以第一條限制式為例，轉換如下：

$$\begin{aligned}
 \text{即：} & \max \left(\sum_{i=1}^n m_{ai} x_i \right) + \eta \left(\sum_{i=1}^n \delta_{ai} x_i \right) \leq H, i = 1, 2, \dots, n \\
 \Rightarrow & \max \sum_{i=1}^n a_i' x_i, \text{ 其中 } a_i' = m_{ai} + \eta \times \delta_{ai} \text{ 為一明確值}
 \end{aligned}$$

因此，原模糊線性規劃的模式可轉換為下列的明確線性規劃模式，之後，即可求解出最佳解。

$$\begin{aligned} \max \quad & \sum_{i=1}^n c_i' x_i \\ \text{s.t.} \quad & \sum_{i=1}^n a_i' x_i \leq H \\ & \sum_{i=1}^n b_i' x_i \leq V, x_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

3.3.3 第三類型問題

當所有的參數、變數及限制式之右邊值及左邊值都皆為模糊數時，稱為全模糊化（fully fuzzified）問題，是結合 3.3.1 及 3.3.2 的情況，此類情況也是模糊數學規劃模式中最複雜的題型，為完全模糊數學規劃模型（FFMP, Full Fuzzy Mathematical Programming model），然而，此情形以模糊滿意區間（fuzzy satisfactory）的方式處理決策者的偏好，故類方法又稱為「穩健規劃（robust programming）」；其一般式表示如下：

$$\begin{aligned} [\text{FMP}_3] \quad & \text{Max } \tilde{z}(X) = \tilde{C}X \gtrsim b_0 \\ \text{s.t.} \quad & \tilde{g}_i(X) = \tilde{A}_i X \lesssim b_i, i = 1, 2, \dots, m \end{aligned}$$

對單一目標 $\text{Max } \bar{Z}$ 可化明確的多目標問題，即 $[\sup z_2, \sup A_2, \inf A_1]$ （圖 3.3），以 Fuzzy max 方法，希望 A_2 的面積區域愈大愈好，相對的也希望 A_1 面積能愈小愈好，且位於三角模糊數的中心 z_2 ，符合最大化目標式的要求。面對模糊不等式（ $\bar{M} \leq \bar{N}$ ）問題時，以 Hamming 距離，衡量兩模糊數間的距離，探討兩模糊數的非重疊部份，且只能討論距離的遠近與值較大，只能討論距離的遠近與否，若相差距離小，其值較大，較靠近 Fuzzy max，其判別式為 $d(\bar{N}, \max(\bar{M}, \bar{N})) \leq d(\bar{M}, \max(\bar{M}, \bar{N}))$ ，此一方法叫 Kerre's method。另一方法為 Chen 所提的模糊數排序（ranking fuzzy numbers），根據 $\mu_{\max}(x)$, $\mu_{\min}(x)$ ，求右左評分值 $\mu_{\max}(x)$, $\mu_{\min}(x)$ ，再求總評分 $\mu_T(\bar{M})$ 以判斷 $\bar{M} \leq \bar{N}$ 是否成立。

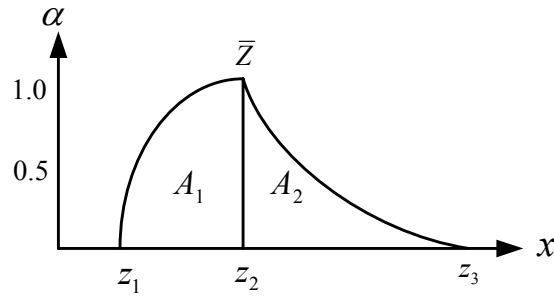


圖 3.3 A_1 、 A_2 和 z_2 的示意圖

本研究主要是以馮正民、邱裕鈞等[民 91]所構建的明確性 BOT 權利金計收模式為基礎，其目標函數在追求權利金收取之最佳化，限制式分別需符合融資者與民間投資者之基本要求，如：一為償債期間融資者所要求之分年償債比率 (D) 需大於某一個值，另一要求民間投資者所在乎的財務指標淨現值 (NPV) 需大於零等限制條件。進而也考量了實際環境所發生的不確定因素，如：民間投資者與融資者要求因主觀偏好認知而呈現模糊（屬於第一類彈性規劃問題）及因特許期間通常動輒有數十年之久，對運量之預測充滿不確定性（此屬於第三類全模糊化的數學規劃問題）等，套入所適合之模糊數學規劃模式中 ($[FMP_1] \sim [FMP_3]$)，並依不同情境分別於下一章節中進行探討及分析。

第四章 簡例分析

依 BOT 計畫參與者要求之認知模糊及運量預測不確定性等主要二項模糊不確定環境來源，分為不同的三個情境進行討論，情境一：探討 BOT 計畫案的相關參與者融資方，所要求之償債比率水準 (D) 為模糊不確定；情境二：探討 BOT 計畫案的另一相關參與者民間投資者，其要求之股東權益報酬率 (IRR_E) 是不確定；情境三：針對 BOT 計畫案之運量為不確定的狀況。

此外，將有計算基礎（本文以總收入為討論對象）之計收方式（一段式、兩段式、多段遞增式及多段遞減式），分別代入所構建的模糊權利金模式中，據以探討有計算基礎及無計算基礎等五種收取方式的差異。最後分別對所模擬的三種情境之模糊數中心值及寬容範圍作敏感度分析，藉以觀察對模式求解結果之影響為何；整個簡例的分析流程可參照下圖所示。

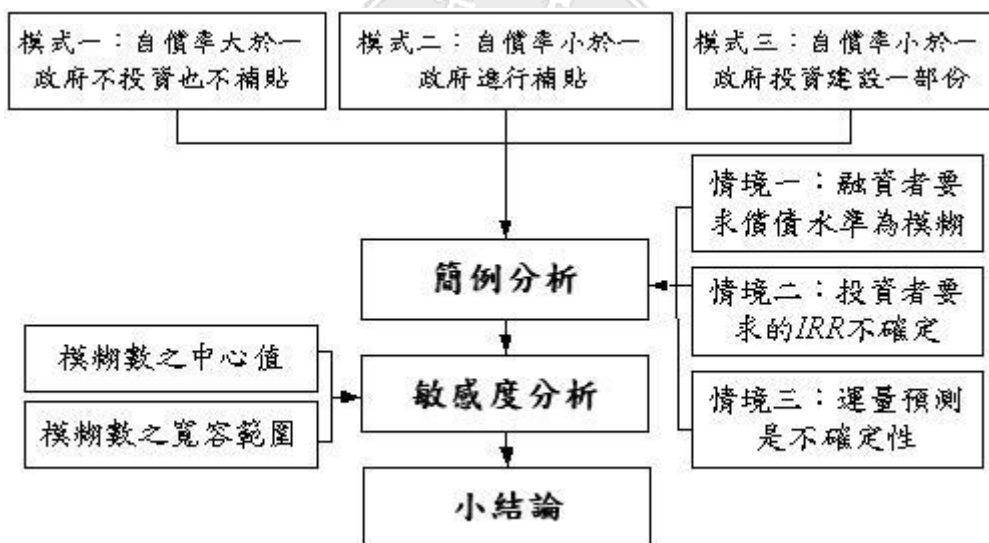


圖 4.1 簡例之分析流程圖

4.1 模式一

前提假設本簡例資料為一個具有健全的融資能力之 BOT 計畫案，其自償率是超過 100% 的情形。

4.1.1 資料說明

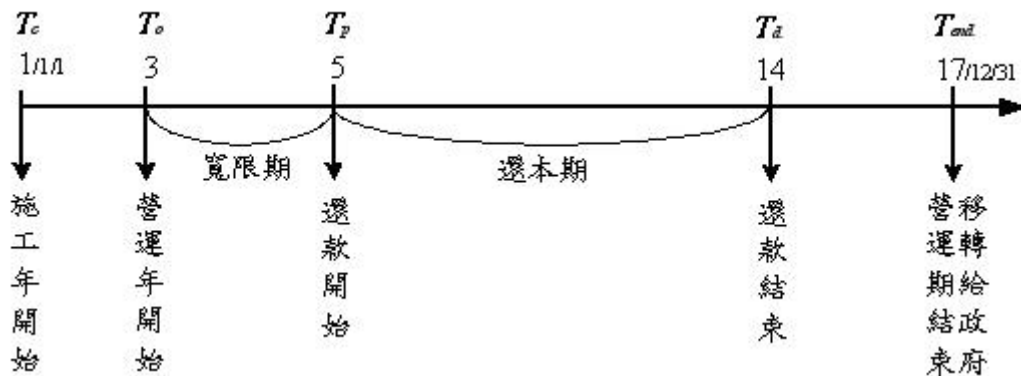


圖 4.2 簡例之權利金計收模式的重要時間點關係圖

1. 融資項目的假設：

- (1) 一個小型 BOT 交通建設興建期為 2 年，特許期間為 15 年。
- (2) 自有資金與融資金額比為 3：7。
- (3) 股東權益報酬率 (IRR_E) 為 12%，融資利率 (I) 為 6%。
- (4) 加權平均資金成本 ($WACC$) 為 $12\% \times 0.3 + 6\% \times 0.7 = 7.8\%$ 。
- (5) 折現率 (r) 為 8%。
- (6) 通貨膨脹率為 3.5%。
- (7) 融資者所要求的償債比率 (D) 應達 1.2 的標準。

2. 成本項目的假設：

- (1) 興建成本 (CC_t) 兩年合計為 5,000 萬元， $t=1,2$ 。
- (2) 融資金額 (Db) 於興建期第 2 年挹入，金額為 2,800 萬元，寬限期為 2 年，還款期為 10 年。
- (3) 寬限期內僅需還利息費用 (IE_t) 每年 210 萬元， $t=3,4$ 。
- (4) 還款期內每年應還本息 (PMT) 為 6,003,556 元， $t=5,6,\dots,14$ 。
- (5) 營運成本 (OC_t) 包含人事費用、水電、土地租金等常態性支出，假設營運開始第一年需要成本 600 萬元， $t=3,4,\dots,17$ 。
- (6) 附屬事業成本 (NOC_t) 第一年成本為 30 萬元， $t=3,4,\dots,17$ 。
- (7) 設備重置成本 (RC_t)，假設每隔四年撤換少部分之設備器材，其需要金額為 1,000,000 元、1,147,523 元、1,316,809 元， $t=6,10,14$ 。
- (8) 營業所得稅 (tax_t) 於營運期前 5 年免繳納，後為每年稅前淨利之 25%，

若年稅前淨利為負，則不收取營所稅， $t=8,9,\dots,17$ 。

- (9) 硬體設施之使用年限超過營運期，假設可耐用 50 年，採用直線折舊法，折舊費用 (DP) 每年為 100 萬元，其特許營運期過後需無償轉移政府， $t=3,4,\dots,17$ 。

3. 收入項目的假設：

- (1) 運價 (p_{it}) 假設為單一票價，設為 50 元；運量假設為遞增型，假設營運第一年為 25 萬單位，每年成長 3%。
- (2) 營運期開始每年營運收入為 $FB_t = \text{運價} \times \text{運量}$ ， $t=3,4,\dots,17$ 。
- (3) 附屬事業收入 (NFB_t) 於營運期開始第一年為 250 萬元，之後每年成長 3%， $t=3,4,\dots,17$ 。

4.1.2 情境一

此簡例一的營運總收入為下圖所示：

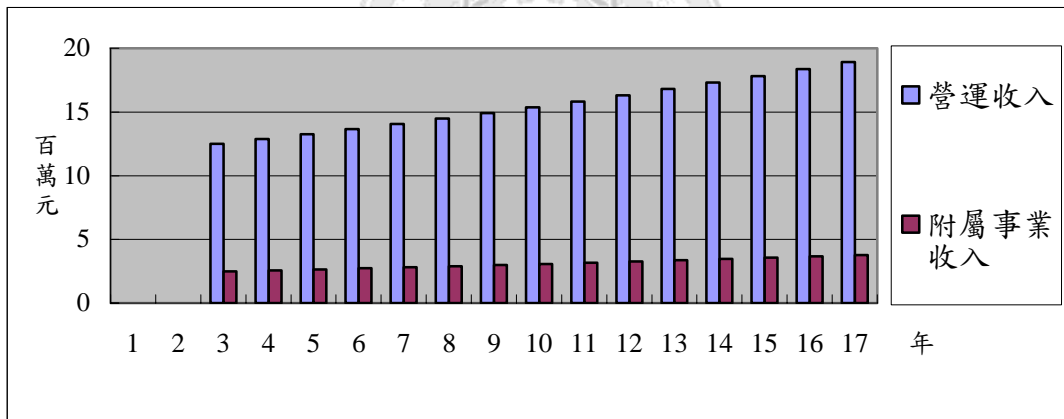


圖 4.3 營運年期之總收入 (模式一)

1. 模式分析

當融資者所要求的償債比率水準 (D) 並非是一個明確固定值 1.2 時基於此一特性，本研究以上一章 3.3.1 節所構建的第一個模糊數學規劃模式[FMP₁]，來處理此「邊界限制是含糊不清」的問題，其模糊數學規劃的模式為：

$$\begin{aligned}
 \text{[FMP}_1\text{]} \quad & \text{Max } z = \sum_{t=3}^{17} \frac{x_t}{(1+r)^t} \quad , t = 3, 4, \dots, 17 \\
 & \text{s.t. } DSCR_t \gtrsim 1.2 \quad , t = 5, 6, \dots, 14 \\
 & \quad \quad NPV \geq 0 \quad , t = 1, 2, \dots, 17 \\
 & \text{and } x_t \geq 0 \quad , t = 1, 2, \dots, 17
 \end{aligned}$$

求解的方式：將模糊不等式 RHS (Right-Hand Side) 以模糊數處理，在此假設模糊數之容許範圍為 0.2，其 RHS 的 b_i 定義為一個支集 $[b_i - 0.2, b_i]$ 之模糊數，隸屬函數型式如下所示：(Rommelfanger, 1996)

$$\mu_i(g_i) = \begin{cases} 0 & \text{if } g_i < 1.0 \\ \mu_i'(g_i), & \text{if } 1.0 \leq g_i \leq 1.2 \\ 1 & \text{if } g_i > 1.2 \end{cases}$$

其中， $\mu_i'(g_i)$ 假設為線性函數且為一梯型模糊數，並將 RHS 轉為梯型模糊數處理，如圖 4.2 所示。

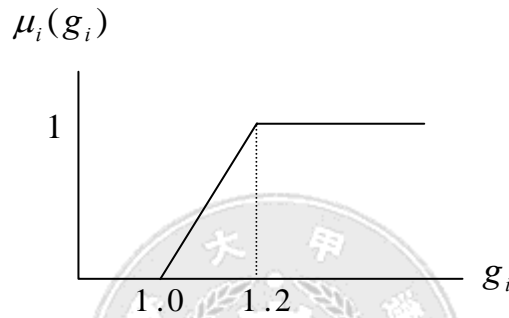


圖 4.4 b_i 的隸屬函數 (情境一)

之後，將此模糊限制式 $DSCR_t \gtrsim 1.2$ 轉換為一個明確的限制式及明確的最大化目標函數，以便將 [FMP_I] 換成明確多目標模型；其中， $z(X)$ 以隸屬函數型式表現出最大化狀況，即：

$$\mu_z(X) = \begin{cases} 1 & \text{if } z < z_L \\ \mu_z'(X) & \text{if } z_L \leq z \leq z_U \\ 0 & \text{if } z_U < z \end{cases}$$

本研究為簡化及方便計算，在此假設 $\mu_z(X)$ 為線性函數且為一個三角模糊數；而 z_U 則為下列 [MP_U] 模式的最大值； z_L 為下列 [MP_L] 模式的最大值。

$$\begin{aligned} & \text{[MP}_U\text{]} \quad \begin{aligned} & \text{Max} \quad \sum_{t=3}^{17} \frac{x_t}{(1+0.08)^t} \quad , t = 3, 4, \dots, 17 \\ & \text{s.t.} \quad DSCR_t \geq 1.2 \quad , t = 5, 6, \dots, 14 \\ & \quad \quad NPV \geq 0 \quad , t = 1, 2, \dots, 17 \\ & \text{and} \quad x_t \geq 0 \end{aligned} \\ & \text{[MP}_L\text{]} \quad \begin{aligned} & \text{Max} \quad \sum_{t=3}^{17} \frac{x_t}{(1+0.08)^t} \quad , t = 3, 4, \dots, 17 \\ & \text{s.t.} \quad DSCR_t \geq 1.0 \quad , t = 5, 6, \dots, 14 \\ & \quad \quad NPV \geq 0 \quad , t = 1, 2, \dots, 17 \\ & \text{and} \quad x_t \geq 0 \end{aligned} \end{aligned}$$

將上列的 $[MP_U]$ 模式與 $[MP_L]$ 模式，透過套裝軟體 EXCEL 的規劃求解算出的 z_U 和 z_L 值，並代入下列模式中即可得到 $\mu_z(X)$ ：

$$\mu_z(X) = \frac{z(X) - z_L(X)}{z_U(X) - z_L(X)}$$

最後，將多目標數學規劃問題透過一個新變數 λ 的代換，轉為單一目標的線性數學規劃問題，以求解最佳分年最適的權利金額度。

$$\begin{aligned} & \text{Max} \quad \lambda \\ & \text{s.t.} \quad \lambda \leq \mu_z(X) \\ & \quad \lambda \leq \mu_t(X) \quad , t = 3, 4, \dots, 17 \\ & \quad DSCR_t \geq 0.7 \quad , t = 5, 6, \dots, 14 \\ & \quad NPV \geq 0 \quad , t = 1, 2, \dots, 17 \\ & \text{and} \quad \lambda \geq 1, x_t \geq 0 \quad , t = 3, 4, \dots, 17 \end{aligned}$$

[MP]

透過模式可求出明確型與模糊型兩種分年收取最適金額式之額度，由圖 4.5 可以很清楚觀察到，加入不確定性因素之模式，其權利金的收取多過於未考慮的明確型模式所求出的收取額度；此外，第十年及第十四年兩年的權利金收取非呈遞增式的成長，主要是因該兩年正在進行資產設備重置之故，使權利金收取為減少的主要影響；此外，因第十四年為融資還本期結束年，使第十五年开始，其權利金的收取開始增加之趨勢，最後特許期間兩年隨著折舊、所得稅等費用逐年遞增之影響，使權利金收取也呈現遞減之結果。

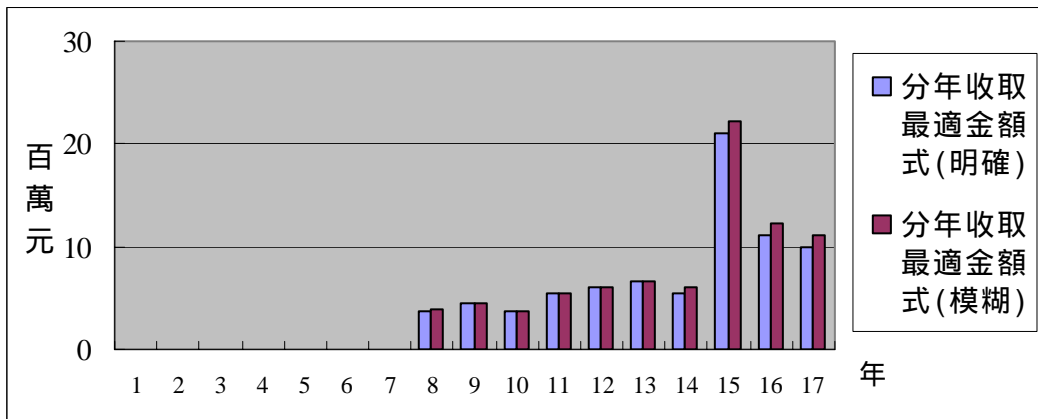


圖 4.5 分年收取最適金額式之明確型與模糊型（模式一之情境一）

2. 敏感度分析

分別依模糊數的中心值(融資者要求的償債水準 1.2)及寬容範圍(0.2)等兩部分討論之。

(A) 「融資者要求的償債水準 1.2」之敏感度分析

分別對模糊數之中心值 1.2 做增減 10% 及 20%，並透過模糊數學規劃模式[FMP1]可依次求出在不同的償債水準下之分年最適權利金額度，如下表 4.1 所示。由表中可以觀察到，隨著償債水準的增加，其權利金的金額是反向的減少，也就是融資者所要求的償債水準愈嚴謹，其政府對權利金的收取金額是有反向的減少趨勢，此外，由表可知融資者所要求的償債水準增減變動對模式影響非很顯著。

表 4.1 模式一之要求償債水準敏感度分析表（情境一）

要求的償債水準 D	權利金 $Z(X)$ (折現後)
0.96 (−20%)	29,883,380 元 (+0.12%)
1.08 (−10%)	29,865,996 元 (+0.06%)
1.20 (基準值)	29,848,611 元
1.32 (+10%)	29,831,226 元 (−0.06%)
1.44 (+20%)	29,813,841 元 (−0.12%)

(B) 「模糊數的寬容範圍 0.2」之敏感度分析

分別對模糊數的寬容範圍 0.2 增加及減少 10% 及 20%，結果透過表中可以發現，隨著寬容範圍的擴大時，其權利金的金額會隨之增加，即所要求之寬容範圍愈大，其權利金的收取金額有正向增加的趨勢，同樣地，模糊數的寬容範圍之敏感度分析對模式影響非很顯著。

表 4.2 模式一之模糊數寬容範圍敏感度分析表（情境一）

模糊數的寬容範圍	權利金 $Z(X)$ (折現後)
0.16 (−20%)	29,845,713 元 (−0.01%)
0.18 (−10%)	29,847,162 元 (−0.005%)
0.20 (基準值)	29,848,611 元
0.22 (+10%)	29,850,059 元 (+0.005%)
0.24 (+20%)	29,851,508 元 (+0.01%)

3. 權利金之收取方式

利用第三章 3.2 節所提的四種收取方式，由 $x_i = \rho \times PB_i$ 代入第三章 3.3 節之模糊型權利金模式[FMP₁]中，透過 x_i 的轉換可求出有計算基礎下的不同收取結果，並以(A)融資者要求的償債水準 1.2 的要求限制下及(B)模糊數的寬容範圍 0.2 的限制，分別計算不同收取方式下之權利金額度。

(A)「融資者要求的償債水準 1.2」之敏感度分析

(1)一段式權利金之收取：

$$X = \sum \frac{x_t}{(1+r)^t}, \quad x_t = \rho \times PB_t$$

其中， X ：折現後權利金總額

r ：折現率，在此假設 8%

x_t ：每期收取的權利金金額

ρ ：權利金係數

PB_t ：計收基礎，在此假設以總收入（營運收入加業外收入）為計收基礎

由表 4.3 所示，可以發現，隨著要求的償債水準增加的幅度愈大其權利金總收入會有大幅度的減少趨勢，其變動對模式之影響是很顯著。

表 4.3 模式一之一段式收取方式下權利金（情境一 A）

要求的償債水準 D		權利金係數 ρ	權利金 $Z(X)$ （折現後）
1.20	(-20%)	0.202	26,423,589 元 (+33.06%)
	(-10%)	0.186	24,354,956 元 (+22.64%)
	(基準值)	0.152	19,858,523 元
	(+10%)	0.108	14,105,951 元 (-28.97%)
	(+20%)	0.064	8,353,378 元 (-57.94%)

(2)二段式權利金之收取：

$$X = FX + \sum \frac{x_t}{(1+r)^t}, \quad x_t = \rho \times PB_t$$

其中， FX ：營運期開始所收取的固定金額

PB_t ：計收基礎，假設以總收入為計收基礎

若期初所收取的固定金額（ FX ）為零時，需加入一項固定金額大於零的限制條件，使求出的固定金額能大於零，以免導致一段式與二段式的收取金額皆相同，無法作區別；由表 4.4 所示，所先收的固定金額多寡會隨著權利金係數 ρ 而影響，隨著要求的償債水準提高，其權利金係數

會隨之減少，相反的固定金額的收取就跟著增加，相較於一段的收取方式其二段式收取對模式的影響不是很有大。

表 4.4 模式一之二段式收取方式下權利金（情境一 A）

要求的償債水準 D		係數 ρ	固定金額 FX	權利金 $Z(X)$ （折現後）
1.20	(-20%)	0.202	0	26,423,589 元 (+3.41%)
	(-10%)	0.186	1,794,397	26,149,354 元 (+2.33%)
	(基準值)	0.152	5,694,748	25,553,270 元
	(+10%)	0.108	10,684,711	24,790,663 元 (-2.98%)
	(+20%)	0.064	15,674,677	24,028,055 元 (-5.97%)

(3)多段遞增式權利金之收取：

$$X = \sum \frac{x_t}{(1+r)^t}, \quad x_t = \rho \times PB_t, \quad t=3,4,\dots,17$$

$$\rho_t > \rho_{t-1}, t = 3,4,\dots,17$$

所謂多段遞增式指的是權利金係數值 ρ_t 會依某一段時期而予以增加稱之，其中，由營運年期決定 ρ_t 的數量（ ρ_t 為決策變數），在此假設五年為一個區段，所以可得到三個不同的 ρ_t 係數值（簡例中的營運年期共 15 年）；並且為了避免所算出的每 ρ_t 值之最佳解皆是相同的情形，故加入 $\rho_t \geq \rho_{t-1} + 0.01$ 的限制條件（ $\rho_3 \geq \rho_2 + 0.01, \rho_2 \geq \rho_1 + 0.01$ ），以作區別。由表 4.5 所示，同樣地，隨著要求的償債水準提高，其權利金的額度會跟著減少，且收取的權利金額度皆優過於一段式及二段式的情形，其主要原因在於簡例中的總收入有逐年遞增的趨勢，也造就營運期間的末期總收入較多，再加上多段遞增式的權利金係數 ρ_3 皆大於 ρ_2 及 ρ_1 ，使權利金的收取較高。

表 4.5 模式一之多段遞增式收取方式下權利金（情境一 A）

要求的償債水準 D		權利金係數			權利金 $Z(X)$ （折現後）
		ρ_1	ρ_2	ρ_3	
1.20	(-20%)	0.047	0.316	0.385	29,071,347 元 (+6.69%)
	(-10%)	0.086	0.277	0.350	28,388,356 元 (+4.18%)
	(基準值)	0.136	0.225	0.303	27,248,965 元
	(+10%)	0.146	0.198	0.279	25,865,898 元 (-5.08%)
	(+20%)	0.164	0.174	0.246	24,663,018 元 (-9.49%)

(4)多段遞減式權利金之收取：

$$X = \sum \frac{x_t}{(1+r)^t}, \quad x_t = \rho \times PB_t, \quad t=3,4,\dots,17$$

$$\rho_{t-1} > \rho_t, \quad t = 3,4,\dots,17$$

多段遞增式與多段遞減式公式很類似，兩者間主要是決策變數 ρ_t 的差異，同樣地，為了避免權利金係數值求出相同的值，再此會加入 $\rho_{t-1} - \rho_t + 0.01$ 的限制條件 ($\rho_2 - \rho_3 + 0.01, \rho_1 - \rho_2 + 0.01$)。此外，所收取的權利金額度皆低於前四種收取方式，主要原因在於特許期間的前期，民間投資者的財務狀況較不佳，使第一期權利金係數 ρ_1 得到較低的數值，進而也影響 ρ_2 、 ρ_3 的決定，而致使多段遞減式是最差收取法。

表 4.6 模式一之多段遞減式收取方式下權利金（情境一 A）

要求的償債水準 D		權利金係數			權利金 $Z(X)$ （折現後）
		ρ_1	ρ_2	ρ_3	
1.20	(-20%)	0.209	0.199	0.189	26,231,024 元 (+39.86%)
	(-10%)	0.189	0.179	0.169	23,616,805 元 (+25.93%)
	(基準值)	0.152	0.142	0.132	18,754,605 元
	(+10%)	0.108	0.098	0.088	13,002,033 元 (-30.67%)
	(+20%)	0.064	0.054	0.044	7,249,461 元 (-61.35%)

(B)「模糊數的寬容範圍 0.2」之敏感度分析

(1)一段式權利金之收取：

計收基礎如前面假設相同，皆以總收入為計收基礎；由表 4.7 可以觀察到，隨著寬容範圍 0.2 的增加，使模式更有彈性，所求得的權利金額度是呈現遞增的情形，且權利金係數值 ρ 也隨寬容範圍擴大而變大。

表 4.7 模式一之一段式收取方式下權利金（情境一 B）

寬容範圍		權利金係數 ρ	權利金 $Z(X)$ （折現後）
0.2	(-20%)	0.144	18,899,761 元 (-4.83%)
	(-10%)	0.148	19,379,141 元 (-2.41%)
	(基準值)	0.152	19,858,523 元
	(+10%)	0.155	20,337,904 元 (+2.41%)
	(+20%)	0.159	20,780,484 元 (+4.64%)

(2)二段式權利金之收取：

同樣地，隨著寬容範圍的增加，所得到的權利金額度正向增加的趨勢，且所收的權利金總收入優過於一段式的情形。

表 4.8 模式一之二段式收取方式下權利金（情境一 B）

寬容範圍		係數 ρ	固定金額 FX	權利金 $Z(X)$ （折現後）
0.2	(-20%)	0.144	6,526,408 元	25,426,169 元 (-0.50%)
	(-10%)	0.148	6,110,577 元	25,489,720 元 (-0.25%)
	(基準值)	0.152	5,694,748 元	25,553,270 元
	(+10%)	0.155	5,278,916 元	25,616,821 元 (+0.25%)
	(+20%)	0.159	4,895,008 元	25,675,493 元 (+0.48%)

(3) 多段遞增式權利金之收取：

隨著寬容範圍的增減幅度，對模式的影響不是很顯著，同樣地，寬容範圍的增加與權利金的收取兩者間呈現正向關係。

表 4.9 模式一之多段遞增式收取方式下權利金（情境一 B）

寬容範圍		權利金係數			權利金 $Z(X)$ （折現後）
		ρ_1	ρ_2	ρ_3	
0.2	(-20%)	0.134	0.223	0.301	26,976,756 元 (-1.00%)
	(-10%)	0.135	0.224	0.302	27,115,956 元 (-0.49%)
	(基準值)	0.136	0.225	0.303	27,248,965 元
	(+10%)	0.137	0.226	0.304	27,377,170 元 (+0.47%)
	(+20%)	0.138	0.227	0.305	27,499,222 元 (+0.92%)

(4) 多段遞減式權利金之收取：

同樣地，寬容範圍的增減與權利金的收取多寡，兩者間呈現正比關係，且多段遞減式是在不同收取機制下的最差收取法。

表 4.10 模式一之多段遞減式收取方式下權利金（情境一 B）

寬容範圍		權利金係數			權利金 $Z(X)$ （折現後）
		ρ_1	ρ_2	ρ_3	
0.2	(-20%)	0.144	0.134	0.124	17,795,843 元 (-5.11%)
	(-10%)	0.148	0.138	0.128	18,275,224 元 (-2.56%)
	(基準值)	0.152	0.142	0.132	18,754,605 元
	(+10%)	0.155	0.145	0.135	19,233,986 元 (+2.56%)
	(+20%)	0.159	0.149	0.139	19,713,367 元 (+5.11%)

4. 小結

透過圖 4.6 及圖 4.7 綜合觀察與分析，可得到以下一些小結論：

- (1) 分年收取最適金額式是最佳的收取方式（收到權利金 29,848,611 元），其最佳的原因主要是能客觀的考量營運期間每年現金流量變動情形，相對於一段式的收取方式，其所算出的權利金金額是較無彈性，主要是因權利金係數 ρ 易受限於某一年的償債水準之影響，而得到較低的數值，進而影響權利金之收取，次佳是多段遞增式（權利金 27,248,965 元）。
- (2) 反觀之，多段遞減式是最差的收取方式（權利金 18,754,605 元），主要是因運量為遞增型，難以對財務狀況負擔重的營運初期有些許的幫助，也因而使第一階段的權利金係數 ρ_1 (0.152) 得到較低的數值，再隨著 ρ_2 、 ρ_3 的遞減趨勢，造成難以收取較高的權利金額度。
- (3) 隨著融資者要求的償債水準愈嚴格其各不同的收取機制下之權利金額度皆有愈來愈小的趨勢，且另一方面隨著模糊數的寬容範圍之擴大，使模式更有彈性，其權利金額度的收取呈現正向關係。

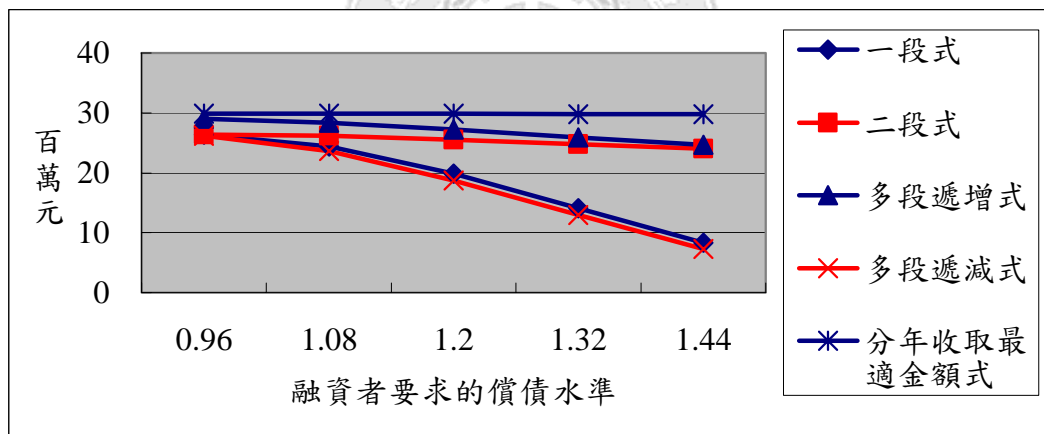


圖 4.6 模式一之不同收取方式下權利金比較圖（情境一 A）

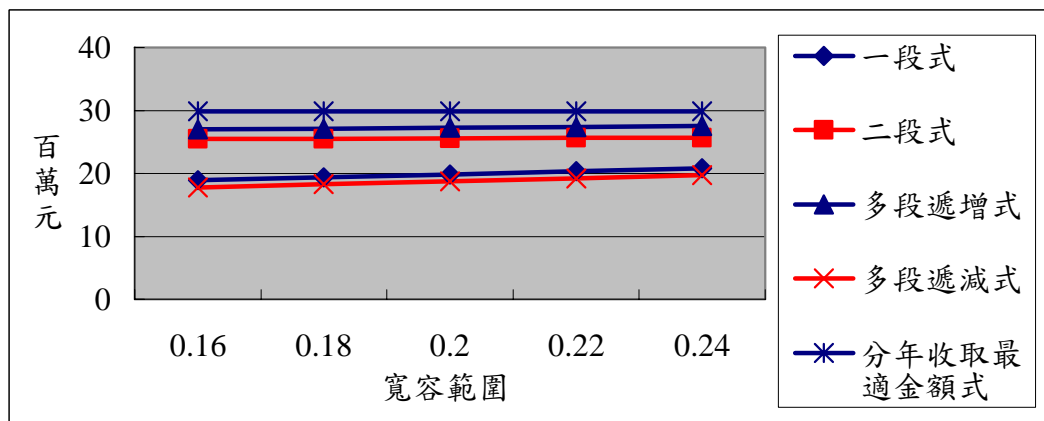


圖 4.7 模式一之不同收取方式下權利金比較圖（情境一 B）

4.1.3 情境二

1. 模式分析

模式假設：民間投資者對內部報酬率的要求期望能達到 12%，但最低不能低於 10%；其餘部份，票價假設為單一票價 50 元，運量為遞增型，營運期的第一年有 25 萬單位；其他各個參數設定、成本項目及收入項目等皆不改變。

因內部報酬率 (IRR_E) 由原本的 12% 的要求，變動減少為 10%，直接地影響到平均加權資金成本 (WACC) 的變動，由 7.8% 減少到 7.2%，使民間投資者大約需多承擔 30 萬元的興建成本 ($=50 \text{ 百萬} \times (7.8\% - 7.2\%)$)，因此，可能會導致民間投資者的不想參與這項計畫，故 NPV = 0 非完全能反應出實際情形，而需要作些改變，需修改限制式中的 NPV = 0 項目，使 NPV 大於一個值，然而，NPV 需設定大於多少，才是最恰當？在此本研究就針對這樣的不確定問題，進行分析求解。

因限制式中 NPV 一個模糊數，基此一右手限制值為模糊的特性，本研究以上一章 3.3.1 節所構建的第一個模糊數學規劃模式[FMP₁]，來處理此「邊界限制是含糊不清」的問題，其模糊數學規劃的模式為：

$$\begin{aligned}
 \text{[FMP}_1\text{]} \quad & \text{Max } z = \sum_{t=3}^{17} \frac{x_t}{(1+r)^t}, t = 3, 4, \dots, 17 \\
 & \text{s.t. } DSCR_t \geq 1.2, t = 5, 6, \dots, 14 \\
 & \quad NPV \gtrsim 0.3, t = 1, 2, \dots, 17 \\
 & \text{and } x_t \geq 0, t = 1, 2, \dots, 17
 \end{aligned}$$

其中，因投資者大約需多承擔 0.3 (百萬元) 的興建成本，所以在此假設 $NPV \gtrsim 0.3$ (百萬元)，並對這模糊數中心值 0.3 之容許範圍設為 0.1，故 RHS 為支集為 [0.1, 0.3] 之模糊數，其隸屬函數型式如下所示：

$$\mu_i(g_i) = \begin{cases} 0 & \text{if } g_i < 0.1 \\ \mu_i'(g_i), & \text{if } 0.1 \leq g_i \leq 0.3 \\ 1 & \text{if } g_i > 0.3 \end{cases}$$

假設 $\mu_i'(g_i)$ 為線性函數且為一梯型模糊數，並將 RHS 轉為梯型模糊數處理，如圖 4.8 所示。

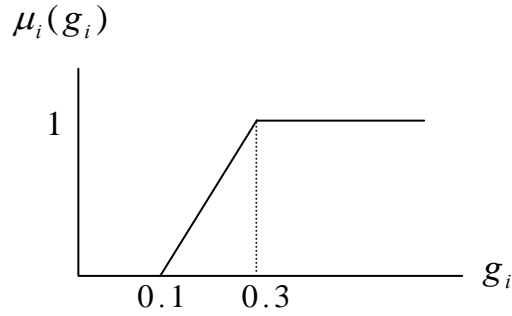


圖 4.8 b_i 的隸屬函數（情境二）

之後，將此模糊限制式 $NPV \gtrsim 0.3$ 轉換為一個明確的限制式及明確的最大化目標函數，以便將[FMP₁]換成明確多目標模型； $z(X)$ 以隸屬函數型式表現出最大化狀況，即：

$$\mu_z(X) = \begin{cases} 1 & \text{if } z < z_L \\ \mu_z'(X) & \text{if } z_L \leq z \leq z_U \\ 0 & \text{if } z_U < z \end{cases}$$

其中，為了簡化及方便計算，在此假設 $\mu_z(X)$ 為線性函數且為一個三角模糊數；而 z_U 則為下列[MP_U]模式的最大值； z_L 為下列[MP_L]模式的最大值。

$$\begin{aligned} \text{[MP}_U\text{]} \quad & \text{Max} \quad \sum_{t=3}^{17} \frac{x_t}{(1+0.08)^t}, t = 3, 4, \dots, 17 \\ & \text{s.t.} \quad DSCR_t \geq 1.2, t = 5, 6, \dots, 14 \\ & \quad \quad NPV \geq 0.1, t = 1, 2, \dots, 17 \\ & \text{and } x_t \geq 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{[MP}_L\text{]} \quad & \text{Max} \quad \sum_{t=3}^{17} \frac{x_t}{(1+0.08)^t}, t = 3, 4, \dots, 17 \\ & \text{s.t.} \quad DSCR_t \geq 1.2, t = 5, 6, \dots, 14 \\ & \quad \quad NPV \geq 0.3, t = 1, 2, \dots, 17 \\ & \text{and } x_t \geq 0 \end{aligned}$$

將上列的[MP_U]模式與[MP_L]模式，分別求出的 z_U 和 z_L 值，代入下列模式中可得到 $\mu_z(X)$ ，即：

$$\mu_z(X) = \frac{z(X) - z_L(X)}{z_U(X) - z_L(X)}$$

最後，將多目標數學規劃問題透過一個新變數 λ 的代換，轉為單目標數學規劃問題。

$$\begin{aligned}
 & \text{Max} \quad \lambda \\
 & \text{s.t.} \quad \lambda \leq \mu_z(X) \\
 & \quad \quad \lambda \leq \mu_t(X) \quad , t = 1, 2, \dots, 17 \\
 \text{[MP]} \quad & \quad \quad DSCR_t \geq 1.2 \quad , t = 5, 6, \dots, 14 \\
 & \quad \quad NPV \geq 0.1 \quad , t = 1, 2, \dots, 17 \\
 & \text{and} \quad 0 \leq \lambda \leq 1, x_t \geq 0 \quad , t = 3, 4, \dots, 17
 \end{aligned}$$

利用簡捷法 (simplex method) 求解此單一目標的最佳每年權利金收入值，代入 $z(X)$ 中，可得最佳權利金折現後的總收入 29,804,514 元。並依 $NPV \geq 0.3$ 及其模糊數的寬容範圍 0.1 分別做敏感度分析。

同樣地，可透過模式求出明確型與模糊型兩種分年收取最適金額式之額度，且因第十年及第十四年兩年進行資產設備重置之故，影響權利金收取；此外，因還本期到第十四年已還本結束，使第十五年开始，其權利金的收取大為增加之趨勢。

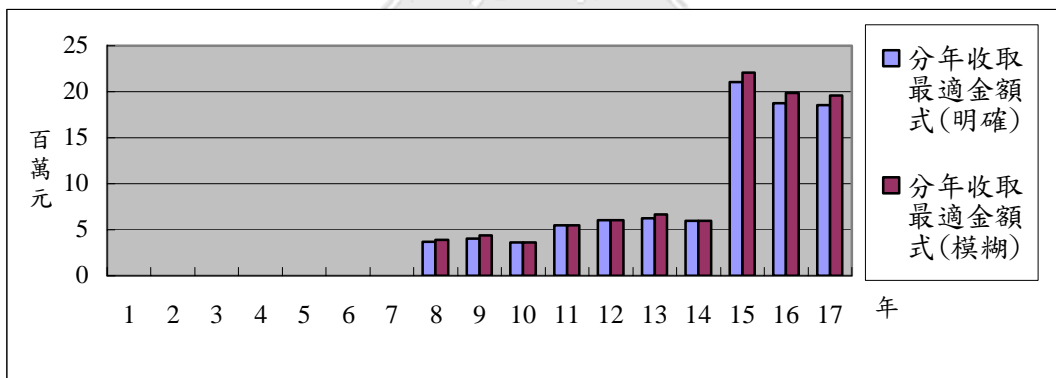


圖 4.9 分年收取最適金額式之明確型與模糊型 (模式一之情境二)

2. 敏感度分析

分兩部分討論：(A)淨現值右邊限制值 RHS 為 0.3 (單位：百萬元)、(B)模糊數的寬容範圍 0.1 (單位：百萬元)。

(A) 「淨現值的右邊限制值 0.3」之敏感度分析

對淨現值之右邊限制值 0.3 做敏感度分析，經由模糊數學規劃模式 [FMP1] 可依次求出最佳權利金額，如下表 4.11 所示，隨著 NPV 的 RHS 增加，其財務要求就愈嚴謹，對權利金的金額收取是反向減少，且由此表也可以觀察到，淨現值的 RHS 變動對模式之影響非很顯著。

(B) 「模糊數的寬容範圍 0.1」之敏感度分析

結果可由表 4.12 中發現，隨著寬容範圍的擴大時，其權利金的金

額會隨之小幅度的增加，也就是所要求的模糊數之展度愈大，其權利金的收取金額就有正向的遞增趨勢。

表 4.11 模式一之淨現值 RHS 敏感度分析表（情境二）

淨現值的 RHS	權利金 $Z(X)$ （折現後）
0.24（-20%）	29,876,072 元（+0.24%）
0.27（-10%）	29,840,293 元（+0.12%）
0.30（基準值）	29,804,514 元
0.33（+10%）	29,768,735 元（-0.12%）
0.36（+20%）	29,732,956 元（-0.24%）

表 4.12 模式一之模糊數寬容範圍敏感度分析表（情境二）

模糊數的寬容範圍	權利金 $Z(X)$ （折現後）
0.80（-20%）	29,792,588 元（-0.04%）
0.09（-10%）	29,798,551 元（-0.02%）
0.10（基準值）	29,804,514 元
0.11（+10%）	29,810,477 元（+0.02%）
0.12（+20%）	29,816,440 元（+0.04%）

3. 權利金之收取方式

(A)「淨現值之右邊限制值 0.3」之敏感度分析

(1)一段式權利金之收取：

由下表所示，可以明顯觀察到，於一段收取方式下之權利金係數及權利金總入皆無改變，即淨現值之右邊限制值變動對模式是極度無影響，主要造成的原因在於要滿足第六年的償債水準要求及該年是還款期的第二年，其財務狀況非最佳，故使權利金係數（ ρ ）已達到下限，進而影響權利金的收取很低之結果。

表 4.13 模式一之一段式收取方式下權利金（情境二 A）

寬容範圍		權利金係數 ρ	權利金 $Z(X)$ （折現後）
0.3	（-20%）	0.115	15,064,713 元
	（-10%）	0.115	15,064,713 元
	（基準值）	0.115	15,064,713 元
	（+10%）	0.115	15,064,713 元
	（+20%）	0.115	15,064,713 元

(2)二段式權利金之收取：

同樣地，如一段式收取方式中所說明的權利金係數已達下限 0.115，且還需符合 NPV 大於 RHS 的限制條件要求，進而造成隨著 RHS 的增加其固定金額之收取會隨之變大之傾向。

表 4.14 模式一之二段式收取方式下權利金（情境二 A）

淨現值的 RHS		係數 ρ	固定金額 FX	權利金 $Z(X)$ （折現後）
0.3	(-20%)	0.115	10,952,667 元	26,017,380 元 (+0.19%)
	(-10%)	0.115	10,934,206 元	25,998,918 元 (+0.12%)
	(基準值)	0.115	10,904,206 元	25,968,918 元
	(+10%)	0.115	10,874,206 元	25,938,918 元 (-0.12%)
	(+20%)	0.115	10,844,206 元	25,908,918 元 (-0.23%)

(3)多段遞增式權利金之收取：

同樣地，如同之前(1)(2)項所述，此模式已讓權利金係數 ρ_1 達到下限，且 RHS 之變動，對模式之權利金收取毫無影響可言。

表 4.15 模式一之多段遞增式收取方式下權利金（情境二 A）

淨現值的 RHS		權利金係數			權利金 $Z(X)$ （折現後）
		ρ_1	ρ_2	ρ_3	
0.3	(-20%)	0.115	0.206	0.286	24,728,209 元
	(-10%)	0.115	0.206	0.286	24,728,209 元
	(基準值)	0.115	0.206	0.286	24,728,209 元
	(+10%)	0.115	0.206	0.286	24,728,209 元
	(+20%)	0.115	0.206	0.286	24,728,209 元

(4)多段遞減式權利金之收取：

因侷限於所求的第一階段權利金係數 (ρ_1) 已達下限值 0.115，造成後面遞減的兩階段 ρ_2 、 ρ_3 所求得之數也更是低劣，進而使權利金之收取額度為最差之情況，同樣地，RHS 之變動，對模式之權利金收取而言，影響不顯著；請參照表 4.16。

表 4.16 模式一之多段遞減式收取方式下權利金（情境二 A）

要求的償債水準 D		權利金係數			權利金 $Z(X)$ （折現後）
		ρ_1	ρ_2	ρ_3	
0.3	(-20%)	0.115	0.105	0.095	13,960,795 元
	(-10%)	0.115	0.105	0.095	13,960,795 元
	(基準值)	0.115	0.105	0.095	13,960,795 元
	(+10%)	0.115	0.105	0.095	13,960,795 元
	(+20%)	0.115	0.105	0.095	13,960,795 元

(B)「模糊數的寬容範圍 0.1」之敏感度分析

(1)一段式權利金之收取：

由下表所示隨著寬容範圍的增減情形，皆不影響模式之求解結果，其理由如(A)所述。

表 4.17 模式一之一段式收取方式下權利金（情境二 B）

寬容範圍		權利金係數 ρ	權利金 $Z(X)$ （折現後）
0.1	(-20%)	0.115	15,064,713 元
	(-10%)	0.115	15,064,713 元
	(基準值)	0.115	15,064,713 元
	(+10%)	0.115	15,064,713 元
	(+20%)	0.115	15,064,713 元

(2)二段式權利金之收取：

隨著寬容範圍的增加，所得到的權利金額度正向小幅度的增加。

表 4.18 模式一之二段式收取方式下權利金（情境二 B）

寬容範圍		係數 ρ	固定金額 FX	權利金 $Z(X)$ （折現後）
0.1	(-20%)	0.115	10,894,206 元	25,958,918 元 (-0.04%)
	(-10%)	0.115	10,899,206 元	25,963,918 元 (-0.02%)
	(基準值)	0.115	10,904,206 元	25,968,918 元
	(+10%)	0.115	10,909,206 元	25,973,918 元 (+0.02%)
	(+20%)	0.115	10,914,206 元	25,978,918 元 (+0.04%)

由於多段遞增式與多段遞減式不因寬容範圍變動而對模式有造成影響（無顯著），收取權利金的額度皆與(A)中(3)、(4)項相同，故在此不加列表說明。

4. 小結

透過情境二可得到下列幾項發現：

- (1)分年收取最適金額式是最佳收取方式（可收到權利金 29,804,514 元），最差的是多段遞減式收取方式（權利金 13,960,795 元）。其多段遞減式為最差的原因在於 ρ_1 已達下限 0.115，造成後面遞減的兩階段 ρ_2 、 ρ_3 所求得的數再代入模式中，其所得出的權利金收取已成為最差收取方式。
- (2)然而，一段式、多段遞增式與多段遞減式不因寬容範圍變動而對模式造成影響，故影響不顯著。
- (3)在此情境中明顯發現無計算基礎之分年收取最適金額式比有計算基礎下的四種收取方式還要來的有變動些，主要是因模式求解時不會因某一年之要求條件太過嚴謹而停止，相反的會依每年之收入與支出作調整，而得到最適宜的權利金額度。

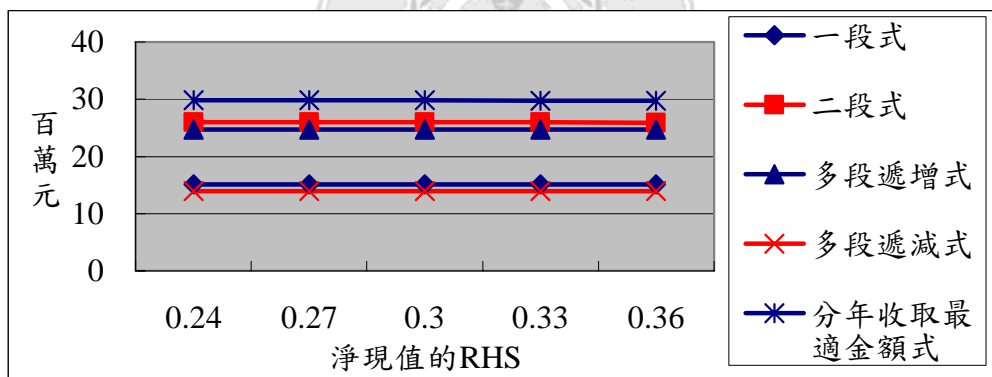


圖 4.10 模式一之不同收取方式下權利金比較圖（情境二 A）

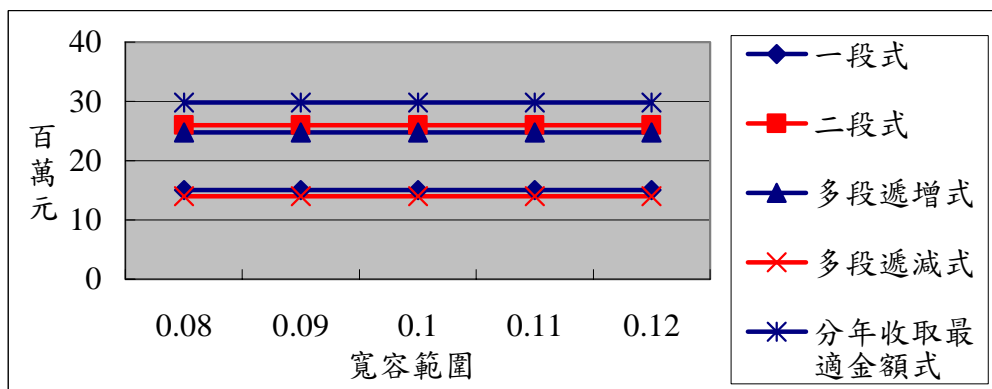


圖 4.11 模式一之不同收取方式下權利金比較圖（情境二 B）

4.1.4 情境三

1. 模式分析

因有鑑於 BOT 計畫之特許期間通常動輒有數十年之久，對於運量 (T) 的預測充滿了十分不確定性，是模糊數學規劃中的第三類的穩健規劃問題 [FMP₃]，且本研究將此運量以三角模糊數來進行分析，並假設模糊數的寬容範圍為 0.01 (單位：百萬)，如圖 4.12。

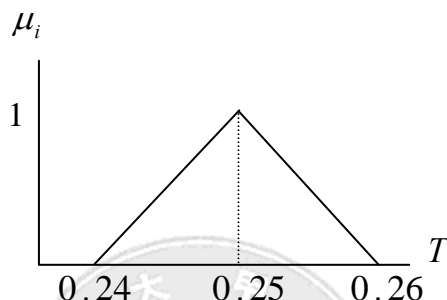


圖 4.12 運量 T 的隸屬函數 (情境三)

除此之外，因分年收取最適金額式非屬第三類的模糊數學規劃問題，故不討論此一計收方式，僅對有計算基礎的四種收取方式進行分析求解。且依寬容範圍之增加及減少 10%、20%，藉以觀察此變化對模式求解結果之影響為何。

2. 敏感度分析及權利金之收取方式

(1) 一段式權利金之收取：

隨著寬容範圍的擴大，其權利金之額度會跟增加，但其變動的幅度卻不是很顯著，故對模式之影響不大。

表 4.19 模式一之一段式收取方式下權利金 (情境三)

寬容範圍		權利金係數 ρ	權利金 $Z(X)$ (折現後)
0.01	(-20%)	0.116	15,272,427 元 (-0.76%)
	(-10%)	0.116	15,327,651 元 (-0.40%)
	(基準值)	0.116	15,389,396 元
	(+10%)	0.117	15,457,672 元 (+0.44%)
	(+20%)	0.117	15,532,486 元 (+0.93%)

(2) 二段式權利金之收取：

因權利金之係數侷限於特許期間之第六年，使 ρ 已達下限值 0.116~0.117

間些許小變動，另一方面此模式為了滿足 NPV 大於零的要求，而固定金額之收取呈現大額小幅度之改變；同樣地，隨著寬容範圍的放寬，其權利金額度是正向的影響變化。

表 4.20 模式一之二段式收取方式下權利金（情境三）

寬容範圍		係數 ρ	固定金額 FX	權利金 $Z(X)$ （折現後）
0.01	(-20%)	0.116	9,583,066	25,125,478 元 (-0.46%)
	(-10%)	0.116	9,853,066	25,180,699 元 (-0.24%)
	(基準值)	0.116	9,853,051	25,242,447 元
	(+10%)	0.117	9,853,066	25,310,719 元 (+0.27%)
	(+20%)	0.117	9,853,051	25,385,537 元 (+0.57%)

(3)多段遞增式權利金之收取：

如前所述，隨著寬容範圍的擴大，其權利金額度之收取較具彈性，呈現正向影響。

表 4.21 模式一之多段遞增式收取方式下權利金（情境三）

寬容範圍		權利金係數			權利金 $Z(X)$ （折現後）
		ρ_1	ρ_2	ρ_3	
0.01	(-20%)	0.116	0.207	0.287	24,949,676 元 (-0.5%)
	(-10%)	0.116	0.207	0.287	25,008,557 元 (-0.26%)
	(基準值)	0.116	0.207	0.288	25,074,391 元
	(+10%)	0.117	0.207	0.288	25,147,187 元 (+0.29%)
	(+20%)	0.117	0.208	0.288	25,226,955 元 (+0.61%)

(4)多段遞減式權利金之收取：

為各權利金收取額度中為最差之情況。主要受限於所求 ρ_1 已下限 0.116 左右，造成後面遞減的兩階段 ρ_2 、 ρ_3 所求得的數也更是低劣，使權利金之收取為最差的計收方式；請參照表 4.22 所示。

表 4.22 模式一之多段遞減式收取方式下權利金（情境三）

寬容範圍		權利金係數			權利金 $Z(X)$ （折現後）
		ρ_1	ρ_2	ρ_3	
0.01	(-20%)	0.116	0.106	0.096	14,168,509 元 (-0.82%)
	(-10%)	0.116	0.106	0.096	14,223,733 元 (-0.43%)
	(基準值)	0.116	0.106	0.096	14,285,479 元
	(+10%)	0.117	0.107	0.097	14,353,754 元 (+0.48%)
	(+20%)	0.117	0.107	0.097	14,428,568 元 (+1.00%)

3. 小結

由圖 4.13 中的不同收取方式下結果可發現：

- (1)不管是在哪個程度的運量下，二段式之收取方面是最佳的收取方式（可收到權利金 25,242,447 元），而多段遞增式是次佳的收取方式（權利金 25,074,391 元），而多段式是最差的收取方式（權利金 14,285,479 元）。
- (2)同樣地，隨著運量的愈大，各收取方式下的權利金金額有些微增加趨勢，故運量的高低，皆會影響權利金的收取多寡。

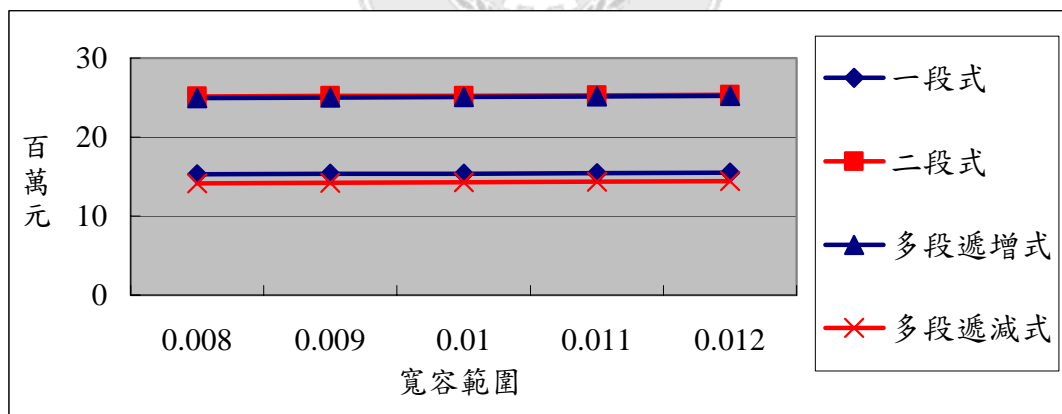


圖 4.13 模式一之不同收取方式下權利金比較圖（情境三）

4.2 模式二

4.2.1 資料說明

假設模式二非具有完全的融資能力，變更簡例一總收入之條件，使每年運量減少為 22 萬單位，附屬事業收入減少為 22 萬元，其兩者每年有 3 %之正成長率，其營運期每年的總收入狀況，參照圖 4.14；並以上一章的 3.1 節所構建的模式二進行求解。

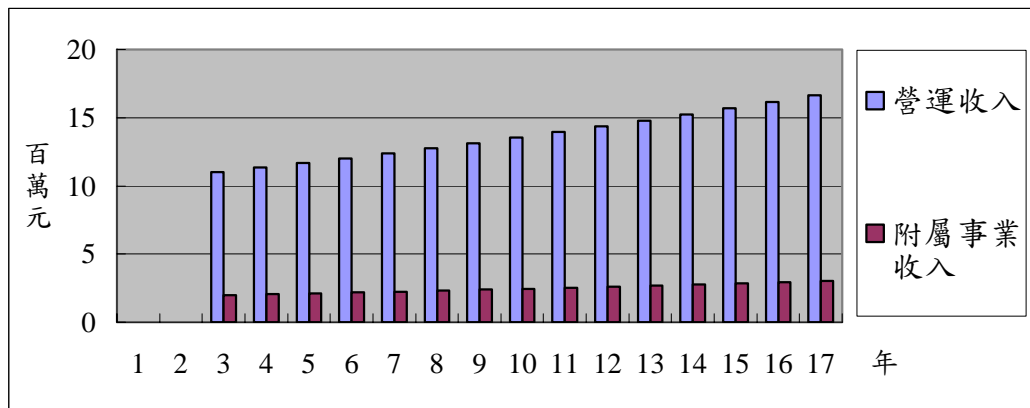


圖 4.14 營運年期之總收入（模式二）

4.2.2 情境一

1. 模式分析

當融資者所要求的償債比率水準 (D) 並非是一個明確固定值 1.2 時，並假設模糊數之容許範圍為 0.2，其 RHS 的 b_i 定義為一個支集 $[b_i - 0.2, b_i]$ 之模糊數：

$$\begin{aligned}
 \text{Max } z &= \sum_{t=3}^{17} \frac{x_t}{(1+r)^t}, \quad t = 3, 4, \dots, 17 \\
 \text{[FMP]} \quad s.t. \quad DSCR_t &\gtrsim 1.2, \quad t = 5, 6, \dots, 14 \\
 NPV &\geq 0, \quad t = 1, 2, \dots, 17
 \end{aligned}$$

模式二之非具有完全融資能力的假設，有別於模式一之具有健全融資能力的假設，主要差別在於此模式二刪除對特許期間對每年收取權利金額度 (x_t) 須大於零之限制；由圖 4.15 分年收取最適權利金之明確型與模糊型的比較差異圖可了解，營運初期民間投資者的財務狀況不是很佳，政府此時提供營運補貼，直到特許期間的第八年才開始收取權利金；此外，如前所述，因第十年及第十四年兩年進行資產設備重置之故，影響權利金收

取，且因還本期到第十四年還本結束，權利金的收取有增加之情形。

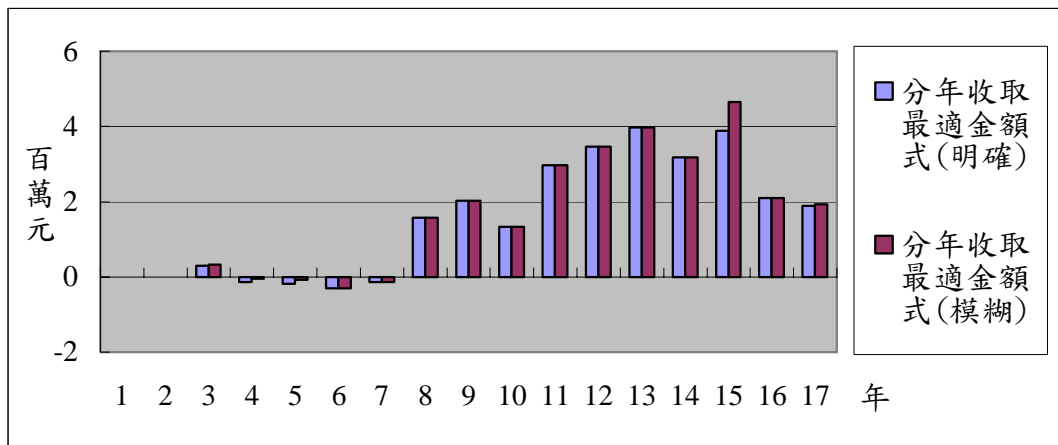


圖 4.15 分年收取最適金額式之明確型與模糊型（模式二之情境一）

2. 敏感度分析

分別依模糊數的中心值(融資者要求的償債水準 1.2)及寬容範圍(0.2)等兩部分討論。

(A) 「融資者要求的償債水準 1.2」之敏感度分析

同樣地，如同前項模式一之情境一之相同分析結果，會隨著償債水準的增加，其權利金的金額是反向的減少，也就是融資者所要求的償債水準愈嚴格，其政府對權利金的收取金額是有反向的減少的趨勢，此外，由表 4.23 可知，融資者所要求的償債水準增減變動對模式影響非很顯著。

表 4.23 模式二之要求償債水準敏感度分析表（情境一）

要求的償債水準 D	權利金 $Z(X)$ (折現後)
0.96 (−20%)	10,183,807 元 (+0.24%)
1.08 (−10%)	10,173,576 元 (+0.14%)
1.20 (基準值)	10,159,343 元
1.32 (+10%)	10,156,990 元 (−0.02%)
1.44 (+20%)	10,139,605 元 (−0.19%)

(B) 「模糊數的寬容範圍 0.2」之敏感度分析

分別對模糊數的寬容範圍 0.2 增加及減少 10%及 20%，結果透過表中可以發現，隨著寬容範圍的擴大時，其權利金的金額會隨之增加，即所要求之寬容範圍愈大，其權利金的收取金額呈現正向增加之趨

勢，且模糊數的寬容範圍變動對模式影響非很顯著。

表 4.24 模式二之模糊數寬容範圍敏感度分析表（情境一）

模糊數的寬容範圍	權利金 $Z(X)$ （折現後）
0.16（-20%）	10,156,797 元（-0.03%）
0.18（-10%）	10,158,072 元（-0.01%）
0.20（基準值）	10,159,343 元
0.22（+10%）	10,160,612 元（+0.01%）
0.24（+20%）	10,161,731 元（+0.02%）

3. 權利金之收取方式

同樣地，利用第三章 3.2 節所提的四種收取方式，由 $x_t = \rho \times PB_t$ 代入第三章 3.3 節之模糊型權利金模式[FMP₁]中，透由 x_t 的轉換可求出有計算基礎下的不同收取結果，並以(A)融資者要求的償債水準 1.2 的要求限制下及(B)模糊數的寬容範圍 0.2 的限制，分別計算不同收取方式下之權利金額度；計收基礎如前面假設相同（以總收入為計收基礎）。

(A)「融資者要求的償債水準 1.2」之敏感度分析

(1)一段式權利金之收取：

由表 4.25 所示，可以發現，當融資者所要求的償債水準為 1.44 時，此時政府就須給予營運上的補貼 9,097,366 元，若融資者所要求的償債水準為 0.96 時，此時政府就可收取到權利金 8,972,846 元；此外，也可由表發現，其要求償債水準 D 之變動對模式影響是很顯著。

表 4.25 模式二之一段式收取方式下權利金（情境一 A）

要求的償債水準 D		權利金係數 ρ	權利金 $Z(X)$ （折現後）
1.20	（-20%）	0.079	8,972,846 元（+272.66%）
	（-10%）	0.061	6,904,212 元（+186.75%）
	（基準值）	0.021	2,407,779 元
	（+10%）	-0.029	-3,344,793 元（-238.92%）
	（+20%）	-0.080	-9,097,366 元（-477.83%）

(2)二段式權利金之收取：

如前所述，隨著要求的償債水準愈高，其權利金係數會隨之減少，固定

金額的收取相反的隨著增加，此時政府要給予補貼；此外，相較於一段的收取方式其二段式收取，其要求的償債水準變動對模式之影響不是很大。

表 4.26 模式二之二段式收取方式下權利金（情境一 A）

要求的償債水準 D		係數 ρ	固定金額 FX	權利金 $Z(X)$ （折現後）
1.20	(-20%)	0.079	0 元	8,972,846 元 (+10.74%)
	(-10%)	0.061	1,794,698 元	8,698,610 元 (+7.36%)
	(基準值)	0.021	5,694,747 元	8,102,526 元
	(+10%)	-0.029	10,684,692 元	7,339,922 元 (-9.41%)
	(+20%)	-0.080	15,674,677 元	6,577,311 元 (-18.82%)

(3)多段遞增式權利金之收取：

同樣假設以五年為一個區段，可得到三個不同且呈現遞增的 ρ_i 係數值，且為了避免所算出的每 ρ_i 值之最佳解皆是相同的情形，加入 $\rho_i - \rho_{i-1} + 0.01$ 的限制條件 ($\rho_3 - \rho_2 + 0.01, \rho_2 - \rho_1 + 0.01$)，以作區別。由表 4.27 所示，隨著要求的償債水準提高，其政府對民間投資者進行營運上的補貼。

表 4.27 模式二之多段遞增式收取方式下權利金（情境一 A）

要求的償債水準 D		權利金係數			權利金 $Z(X)$ （折現後）
		ρ_1	ρ_2	ρ_3	
1.20	(-20%)	0.072	0.082	0.092	8,972,233 元 (+166.67%)
	(-10%)	0.058	0.068	0.078	7,503,618 元 (+123.02%)
	(基準值)	0.021	0.031	0.041	3,364,507 元
	(+10%)	-0.029	-0.019	-0.009	-2,388,065 元 (-170.98%)
	(+20%)	-0.080	-0.070	-0.060	-8,140,637 元 (-341.96%)

(4)多段遞減式權利金之收取：

因所收取的權利金額度皆低於前項所提的四種收取方式，故多段遞減式是最差收取法；於敏感度分析方面，融資者要求償債水準之變動，對模式影響很顯著，且當要求的償債水準愈高，政府就須對投資者進行補貼。

表 4.28 模式二之多段遞減式收取方式下權利金（情境一 A）

要求的償債水準 D		權利金係數			權利金 $Z(X)$ （折現後）
		ρ_1	ρ_2	ρ_3	
1.20	(-20%)	0.086	0.076	0.066	8,815,685 元 (+507.54%)
	(-10%)	0.064	0.054	0.044	6,267,057 元 (+331.90%)
	(基準值)	0.021	0.011	0.001	1,451,050 元
	(+10%)	-0.029	-0.039	-0.049	-4,301,486 元 (-396.44%)
	(+20%)	-0.080	-0.090	-0.100	-10,054,082 元 (-792.8%)

(B)「模糊數的寬容範圍 0.2」之敏感度分析

(1)一段式權利金之收取：

由表 4.29 可以觀察到，隨著寬容範圍 0.2 的增加，會使模式更有彈性，其所得到的權利金額度是遞增的趨勢情形，相對地，權利金係數值也隨寬容範圍的增加而變大。

表 4.29 模式二之一段式收取方式下權利金（情境一 B）

寬容範圍		權利金係數 ρ	權利金 $Z(X)$ （折現後）
0.2	(-20%)	0.013	1,449,016 元 (-39.82%)
	(-10%)	0.017	1,928,398 元 (-19.91%)
	(基準值)	0.021	2,407,779 元
	(+10%)	0.025	2,887,160 元 (+19.91%)
	(+20%)	0.029	3,329,740 元 (+38.29%)

(2)二段式權利金之收取：

同樣地，隨著寬容範圍的增加，所得到的權利金額度正向增加的趨勢，且所收的權利金總收入優過於一段式的情形，如表 4.30 所示。

(3)多段遞增式權利金之收取：

隨著寬容範圍的增減幅度，對模式的影響不是很顯著，同樣地，寬容範圍的增加與權利金的收取兩者間呈現正向關係，如表 4.31 所示。

(4)多段遞減式權利金之收取：

同樣地，寬容範圍的增減與權利金的收取多寡，兩者間呈現正比關係，

且隨著寬容範圍的增減變動，對模式有顯著影響，此外，多段遞減式是在不同收取機制下的最差收取法，如表 4.32 所示。

表 4.30 模式二之二段式收取方式下權利金（情境一 B）

寬容範圍		係數 ρ	固定金額 FX	權利金 $Z(X)$ （折現後）
0.2	(-20%)	0.013	6,526,408 元	7,975,425 元 (-1.57%)
	(-10%)	0.017	6,110,578 元	8,039,976 元 (-0.78%)
	(基準值)	0.021	5,694,747 元	8,102,526 元
	(+10%)	0.025	5,278,917 元	8,166,077 元 (+0.78%)
	(+20%)	0.029	4,895,009 元	8,224,749 元 (+1.51%)

表 4.31 模式二之多段遞增式收取方式下權利金（情境一 B）

寬容範圍		權利金係數			權利金 $Z(X)$ （折現後）
		ρ_1	ρ_2	ρ_3	
0.2	(-20%)	0.013	0.023	0.033	2,405,745 元 (-28.50%)
	(-10%)	0.017	0.027	0.037	2,885,126 元 (-14.25%)
	(基準值)	0.021	0.031	0.041	3,364,507 元
	(+10%)	0.025	0.035	0.045	3,835,162 元 (+13.99%)
	(+20%)	0.027	0.037	0.047	4,063,657 元 (+20.78%)

表 4.32 模式二之多段遞減式收取方式下權利金（情境一 B）

寬容範圍		權利金係數			權利金 $Z(X)$ （折現後）
		ρ_1	ρ_2	ρ_3	
0.2	(-20%)	0.013	0.003	-0.007	492,288 元 (-66.07%)
	(-10%)	0.017	0.007	-0.003	971,669 元 (-33.04%)
	(基準值)	0.021	0.011	0.001	1,451,050 元
	(+10%)	0.025	0.015	0.005	1,930,431 元 (+33.04%)
	(+20%)	0.030	0.020	0.010	2,409,812 元 (+66.07%)

4. 小結

透過圖 4.16 及圖 4.17 綜合觀察與分析，可得到以下一些小結論：

- (1) 分年收取最適金額式仍舊是最佳的收取方式(可收到權利金 10,159,343 元)，二段式是次佳的收取方式(權利金 8,102,526 元)，而多段遞減式是最差的收取方式(權利金 1,451,050 元)，最差的原因在於運量為遞增型，再加上營運初期民間投資者的財務負擔較重，使 ρ_1 得到較低的數值，再隨著 ρ_2 、 ρ_3 的遞減趨勢，造成難以收取較高的權利金額度之情形。
- (2) 隨著融資者要求的償債水準愈嚴格其各不同的收取機制下之權利金額度皆有愈來愈小的趨勢，其變動幅度以多段遞增式、一段式及多段遞減式更為明顯，且另一方面隨著模糊數的寬容範圍之擴大，使模式更有彈性，其權利金額度的收取呈現正向關係。
- (3) 因模式二刪除 x_i 大於零之限制，故會有政府進行補貼營運之情形。

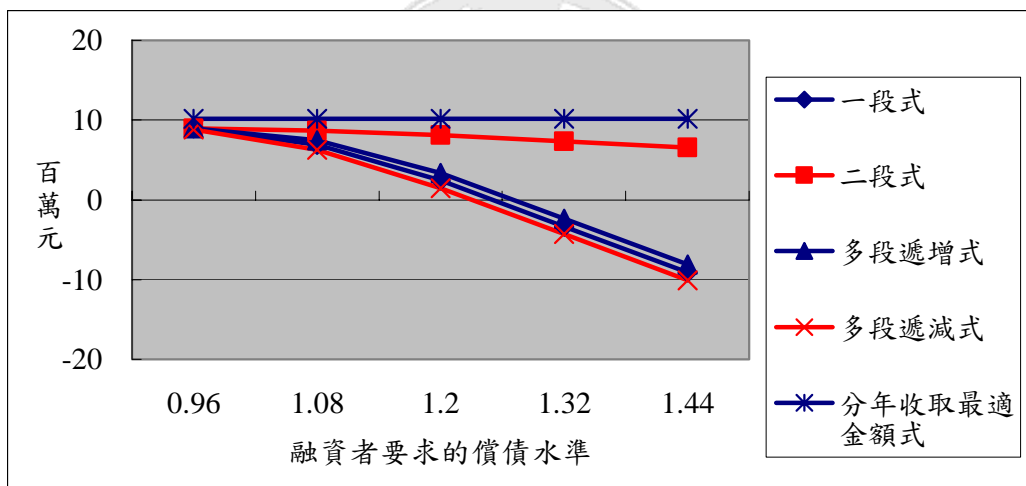


圖 4.16 模式二之不同收取方式下權利金比較圖 (情境一 A)

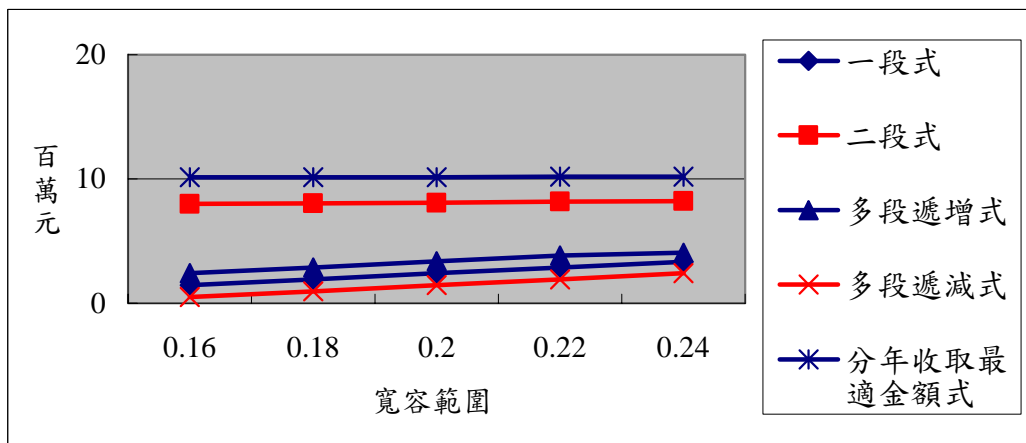


圖 4.17 模式二之不同收取方式下權利金比較圖 (情境一 B)

4.2.3 情境二

1. 模式分析

依然假設民間投資者對內部報酬率的要求期望能達到 12%，但最低不能低於 10%；且並不要求特許期間的每期權利金額度（ x_t ）皆需大於零之限制。

$$\begin{aligned}
 \text{Max } z &= \sum_{t=3}^{17} \frac{x_t}{(1+r)^t}, t=3,4,\dots,17 \\
 \text{[FMP}_1\text{]} \quad s.t. \quad DSCR_t &\geq 1.2, t=5,6,\dots,14 \\
 NPV &\gtrsim 0.3, t=1,2,\dots,17
 \end{aligned}$$

其中，因投資者大約需多承擔 0.3（百萬元）的興建成本，所以在此假設 $NPV \gtrsim 0.3$ （百萬元），並對這模糊數中心值 0.3 之容許範圍設為 0.1，故 RHS 為支集為 [0.1, 0.3] 之梯型模糊數。

因特許期間的第六年為還本期的開始年，政府進行營運補貼之減少民間投資者的債務負擔，此外，第十年及第十四年兩年進行資產設備重置之故，影響權利金收取。各年的變化狀況可參照圖 4.18。

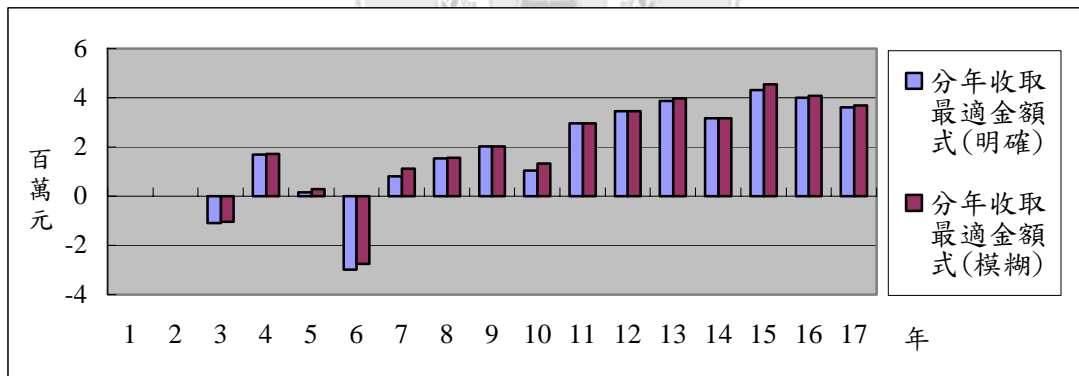


圖 4.18 分年收取最適金額式之明確型與模糊型（模式二之情境二）

2. 敏感度分析

分兩部分討論：(A)淨現值右邊限制值 RHS 為 0.3（單位：百萬元）、(B)模糊數的寬容範圍 0.1（單位：百萬元）。

(A)「淨現值的右邊限制值 0.3」之敏感度分析

對淨現值之右邊限制值 0.3 做敏感度分析，如下表 4.33 所示，隨著 NPV 的 RHS 增加，對財務要求就愈嚴謹，對權利金的金額收取是呈現反向減少，且由此表也可以觀察到，淨現值的 RHS 變動對模式之影響並非很顯著，故敏感度很小。

表 4.33 模式二之淨現值 RHS 敏感度分析表（情境二）

淨現值的 RHS	權利金 $Z(X)$ （折現後）
0.24（-20%）	10,751,304 元（+0.67%）
0.27（-10%）	10,715,526 元（+0.34%）
0.30（基準值）	10,679,747 元
0.33（+10%）	10,536,632 元（-1.34%）
0.36（+20%）	10,608,189 元（-0.67%）

(B) 「模糊數的寬容範圍 0.1」之敏感度分析

同樣地，隨著寬容範圍的擴大時，其權利金的金額會隨之小幅度的增加，也就是所要求的模糊數之展度愈大，其權利金的收取金額就有正向的遞增趨勢。

表 4.34 模式二之模糊數寬容範圍敏感度分析表（情境二）

模糊數的寬容範圍	權利金 $Z(X)$ （折現後）
0.80（-20%）	10,571,025 元（-1.03%）
0.09（-10%）	10,667,821 元（-0.01%）
0.10（基準值）	10,679,747 元
0.11（+10%）	10,691,673 元（+0.11%）
0.12（+20%）	10,703,599 元（+0.22%）

3. 權利金之收取方式

(A) 「淨現值之右邊限制值 0.3」之敏感度分析

(1) 一段式權利金之收取：

由下表 4.35 所示，一段收取方式下之權利金係數及權利金總入皆無改變，主因在於為了滿足第六年的償債水準要求及該年是還款期的第二年，使權利金係數（ ρ ）達到下限，政府進行營運補貼 2,386,031 元。

表 4.35 模式二之一段式收取方式下權利金（情境二 A）

寬容範圍		權利金係數 ρ	權利金 $Z(X)$ （折現後）
0.3	（-20%）	-0.021	-2,386,031 元
	（-10%）	-0.021	-2,386,031 元
	（基準值）	-0.021	-2,386,031 元
	（+10%）	-0.021	-2,386,031 元
	（+20%）	-0.021	-2,386,031 元

(2)二段式權利金之收取：

同樣地，如一段式收取方式中所說明的權利金係數已達下限 0.115，且還需符合 NPV 大於 RHS 的限制條件要求，進而造成隨著 RHS 的增加其固定金額之收取會隨之變大之傾向；參照表 4.36。

表 4.36 模式二之二段式收取方式下權利金（情境二 A）

淨現值的 RHS		係數 ρ	固定金額 FX	權利金 $Z(X)$ （折現後）
0.3	(-20%)	-0.021	10,964,206 元	8,578,174 元 (+0.7%)
	(-10%)	-0.021	10,934,206 元	8,548,174 元 (+0.35)
	(基準值)	-0.021	10,904,206 元	8,518,174 元
	(+10%)	-0.021	10,874,206 元	8,488,174 元 (-0.35%)
	(+20%)	-0.021	10,844,206 元	8,458,174 元 (-0.7%)

(3)多段遞增式權利金之收取：

同樣地，如同所述，第一期的權利金係數已達到下限，造成 RHS 之變動，對模式之權利金收取毫無影響可言。

表 4.37 模式二之多段遞增式收取方式下權利金（情境二 A）

淨現值的 RHS		權利金係數			權利金 $Z(X)$ （折現後）
		ρ_1	ρ_2	ρ_3	
0.3	(-20%)	-0.021	0.084	0.176	7,277,465 元
	(-10%)	-0.021	0.084	0.176	7,277,465 元
	(基準值)	-0.021	0.084	0.176	7,277,465 元
	(+10%)	-0.021	0.084	0.176	7,277,465 元
	(+20%)	-0.021	0.084	0.176	7,277,465 元

(4)多段遞減式權利金之收取：

因侷限於所求的第一階段權利金係數 (ρ_1) 之低，造成後面遞減的兩階段 ρ_2 、 ρ_3 所求得的數也更是低劣，使權利金之收取額度為最差之情況，且此時政府也進行營運補貼。

表 4.38 模式二之多段遞減式收取方式下權利金（情境二 A）

淨現值的 RHS		權利金係數			權利金 $Z(X)$ （折現後）
		ρ_1	ρ_2	ρ_3	
0.3	(-20%)	-0.021	-0.031	-0.041	-3,342,760 元
	(-10%)	-0.021	-0.031	-0.041	-3,342,760 元
	(基準值)	-0.021	-0.031	-0.041	-3,342,760 元
	(+10%)	-0.021	-0.031	-0.041	-3,342,760 元
	(+20%)	-0.021	-0.031	-0.041	-3,342,760 元

(B)「模糊數的寬容範圍 0.1」之敏感度分析

(1)一段式權利金之收取：

如(A)所述，隨著寬容範圍的增減情形，皆不影響模式之求解結果。

表 4.39 模式二之一段式收取方式下權利金（情境二 B）

寬容範圍		權利金係數 ρ	權利金 $Z(X)$ （折現後）
0.1	(-20%)	-0.021	-2,386,031 元
	(-10%)	-0.021	-2,386,031 元
	(基準值)	-0.021	-2,386,031 元
	(+10%)	-0.021	-2,386,031 元
	(+20%)	-0.021	-2,386,031 元

(2)二段式權利金之收取：

隨著寬容範圍的增加，所得到的權利金額度正向小幅度的增加。

表 4.40 模式二之二段式收取方式下權利金（情境二 B）

寬容範圍		係數 ρ	固定金額 FX	權利金 $Z(X)$ （折現後）
0.1	(-20%)	-0.021	10,894,206 元	8,508,174 元（-0.12%）
	(-10%)	-0.021	10,899,206 元	8,513,174 元（-0.06%）
	(基準值)	-0.021	10,904,206 元	8,518,174 元
	(+10%)	-0.021	10,909,206 元	8,523,174 元（+0.06%）
	(+20%)	-0.021	10,914,206 元	8,528,174 元（+0.12%）

因多段遞增式和多段遞減式與(A)中(3)、(4)項相同，故在此不加以列表說明，也表示寬容範圍的增減變動情形對這兩種計收方式下的模式求解無影響關係。

4. 小結

透過情境二可得到下列幾項發現：

- (1)分年收取最適金額式是最佳的收取方式(可收到權利金 10,679,747 元)，次佳的是二段式的收取方式(權利金 8,518,174 元)，最差的是多段遞減式收取方式(補貼 3,342,760 元)。
- (2)有別於模式一之情境二結果(圖 4.10)，政府並非只收取權利金，會依民間投資者的財務狀況給予營運上的補貼，減少投資者的債務負荷。

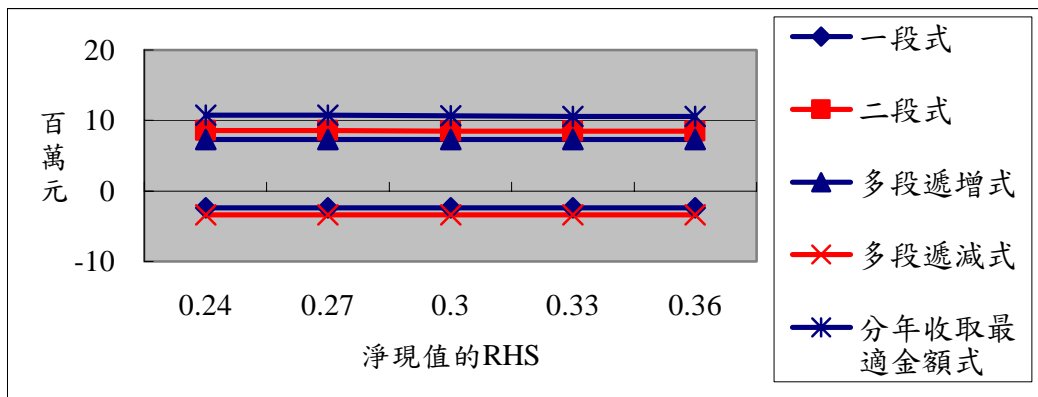


圖 4.19 模式二之不同收取方式下權利金比較圖 (情境二 A)

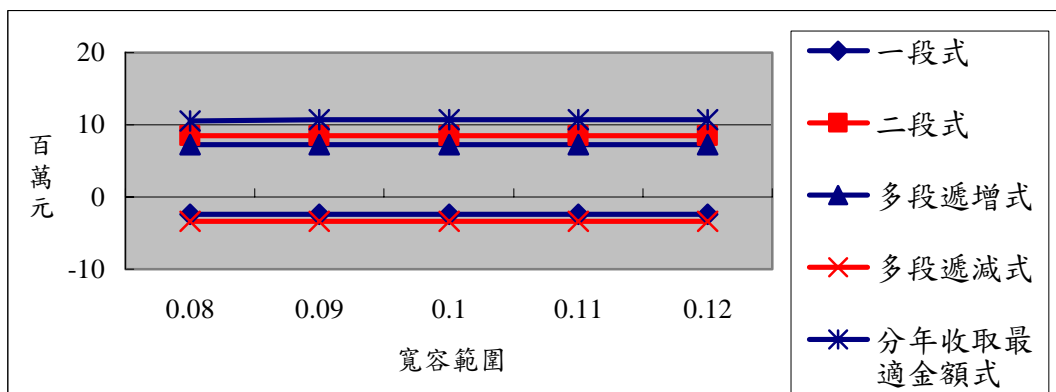


圖 4.20 模式二之不同收取方式下權利金比較圖 (情境二 B)

4.2.4 情境三

1. 模式分析

因分年收取最適金額式非屬第三類的模糊數學規劃問題，故只對有計

算基礎的四種收取方式進行分析求解；此外，也如 4.1.4 節模式一之情境三假設寬容範圍為 0.01（單位：百萬），進行分析探討。

2. 敏感度分析及權利金之收取方式

(1) 一段式權利金之收取：

隨著寬容範圍的擴大，模式就較具彈性使權利金之額度會跟增加，使政府給予補貼的額度減少許多；請參照表 4.41 所示。

(2) 二段式權利金之收取：

同樣地，如前所述，隨著寬容範圍的放寬，其權利金額度有較多的收取情形；請參照表 4.42 所示。

(3) 多段遞增式權利金之收取：

如前所述，隨著寬容範圍的擴大，權利金額度之收取是成正向影響，且因營運初年的財務狀況較不佳， ρ_l 皆為負值之情形；請參照表 4.43 所示。

表 4.41 模式二之一段式收取方式下權利金（情境三）

寬容範圍		權利金係數 ρ	權利金 $Z(X)$ （折現後）
0.01	(-20%)	-0.020	-2,175,572 元 (-5.76%)
	(-10%)	-0.020	-2,119,601 元 (-3.04%)
	(基準值)	-0.020	-2,057,013 元
	(+10%)	-0.020	-1,987,795 元 (+3.36%)
	(+20%)	-0.019	-1,911,935 元 (+7.05%)

表 4.42 模式二之二段式收取方式下權利金（情境三）

寬容範圍		係數 ρ	固定金額 FX	權利金 $Z(X)$ （折現後）
0.01	(-20%)	-0.020	9,853,051 元	7,677,479 元 (-1.52%)
	(-10%)	-0.020	9,853,051 元	7,733,450 元 (-0.80%)
	(基準值)	-0.020	9,853,051 元	7,796,038 元
	(+10%)	-0.020	9,853,051 元	7,865,256 元 (+0.89%)
	(+20%)	-0.019	9,853,051 元	7,941,116 元 (+1.86%)

表 4.43 模式二之多段遞增式收取方式下權利金（情境三）

寬容範圍		權利金係數			權利金 $Z(X)$ （折現後）
		ρ_1	ρ_2	ρ_3	
0.01	(-20%)	-0.020	0.085	0.177	7,506,240 元 (-1.69%)
	(-10%)	-0.020	0.085	0.178	7,567,081 元 (-0.89%)
	(基準值)	-0.020	0.085	0.178	7,635,116 元
	(+10%)	-0.020	0.085	0.178	7,710,357 元 (+0.99%)
	(+20%)	-0.019	0.086	0.179	7,792,818 元 (+2.07%)

(4)多段遞減式權利金之收取：

如前所述，隨著寬容範圍的擴大，政府補貼的額度較為減少；請參照表 4.44 所示。

表 4.44 模式二之多段遞減式收取方式下權利金（情境三）

寬容範圍		權利金係數			權利金 $Z(X)$ （折現後）
		ρ_1	ρ_2	ρ_3	
0.01	(-20%)	-0.020	-0.030	-0.040	-3,132,300 元 (-3.93%)
	(-10%)	-0.020	-0.030	-0.040	-3,076,330 元 (-2.08%)
	(基準值)	-0.020	-0.030	-0.040	-3,013,741 元
	(+10%)	-0.020	-0.030	-0.040	-2,944,523 元 (+2.30%)
	(+20%)	-0.019	-0.029	-0.039	-2,868,630 元 (+4.81%)

3. 小結

由表 4.24 中的不同收取方式下結果可發現：

- (1)不管是在哪個程度的運量下，二段式收取是最佳的收取方式（可收到權利金 7,796,038 元），而多段遞增式是次佳的收取方式（權利金 7,635,116 元），而多段遞減式是最差的收取方式（補貼 3,013,741 元）。
- (2)在一段式及多段遞減式的收取方式下，政府須給多營運上的補貼；反之，於二段式及多段遞增式的收取方式下，政府可收取到權利金。

(3)同樣地，隨著運量的愈大，各收取方式下的權利金金額皆有增多之趨勢，故運量的高低，皆會影響權利金的收取多寡。

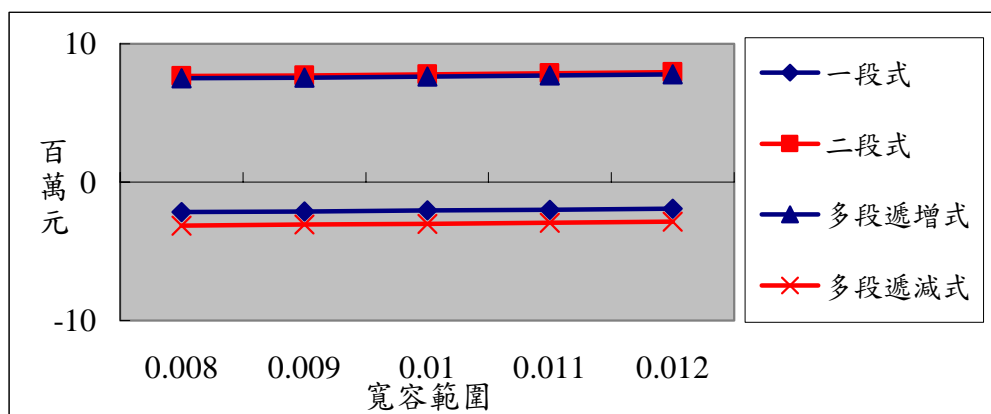


圖 4.21 模式二之不同收取方式下權利金比較圖（情境三）



4.3 模式三

4.3.1 資料說明

假設模式三非具有完全的融資能力（自償率小於一），政府需投入建設一部份之情形進行研究探討。收入部分繼續延用模式二運量為 22 單位、附屬事業收入減少為 22 萬元，兩者每年有 3% 之正成長率之假設，請參照圖 4.14。

4.3.2 情境一

1. 模式分析

因政府參與一部分建設，故模式多了一筆建設成本（SB），除此之外，仍然要求特許期間每年的權利金額度（ x_t ）須大於零之限制，寬容範圍仍由之前的 0.2 假設，其模糊數學規劃模式為：

$$\begin{aligned}
 & \text{[FMP}_1\text{]} \quad \text{Max } z = \sum_{t=3}^{17} \frac{x_t}{(1+r)^t} - SB, t = 3, 4, \dots, 17 \\
 & \quad \text{s.t. } DSCR_t \gtrsim 1.2, t = 5, 6, \dots, 14 \\
 & \quad \quad NPV \geq 0, t = 1, 2, \dots, 17 \\
 & \quad \quad SB \geq 0 \\
 & \quad \text{and } x_t \geq 0, t = 3, 4, \dots, 17
 \end{aligned}$$

於情境一中，因收入項目並非很差，故政府沒有參與一部分的建設，其建設成本（SB）為零，此外，由圖 4.22 之明確型與模糊型的比較差異圖可發現，透過模糊理論所得的分年收取最適權利金額度較多於明確型的權利金，主要是因模糊型模式較具彈性。

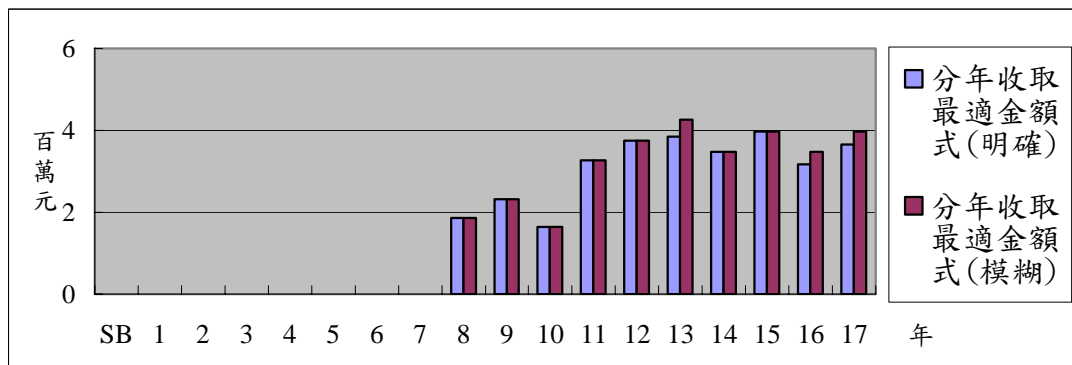


圖 4.22 分年收取最適金額式之明確型與模糊型（模式三之情境一）

2. 敏感度分析

分別依模糊數的中心值（1.2）及寬容範圍（0.2）等兩部分討論。

(A) 「融資者要求的償債水準 1.2」之敏感度分析

隨著要求的償債水準愈趨嚴謹，政府須投入一部分建設成本，且權利金的收取也跟著減少；因收入項目不是很差，故政府參與一部分的建設成本（SB）為零。

表 4.45 模式三之要求償債水準敏感度分析表（情境一）

要求的償債水準 D	政府投資 SB	權利金 $Z(X)$ (折現後)	權利金 (補貼) $Z(X) - SB$
0.96 (−20%)	0	10,079,851 元	10,079,851 元 (+0.24%)
1.08 (−10%)	0	10,069,860 元	10,069,860 元 (+0.14%)
1.20 (基準值)	0	10,055,775 元	10,055,775 元
1.32 (+10%)	6,868	10,035,783 元	10,028,915 元 (−0.27%)
1.44 (+20%)	20,680	10,026,769 元	10,006,089 元 (−0.49%)

(B) 「模糊數的寬容範圍 0.2」之敏感度分析

隨著寬容範圍的擴大，其權利金的金額會隨之增加，對權利金的收取有正向增加的趨勢，但寬容範圍的變化對模式而言顯著不大。

表 4.46 模式三之模糊數寬容範圍敏感度分析表（情境一）

寬容範圍	政府投資 SB	權利金 $Z(X)$ (折現後)	權利金 (補貼) $Z(X) - SB$
0.16 (−20%)	0	10,053,232 元	10,053,232 元 (+0.025%)
0.18 (−10%)	0	10,054,505 元	10,054,505 元 (+0.013%)
0.20 (基準值)	0	10,055,775 元	10,055,775 元
0.22 (+10%)	0	10,057,008 元	10,057,008 元 (−0.012%)
0.24 (+20%)	0	10,058,106 元	10,058,106 元 (−0.023%)

3. 權利金之收取方式

(A)「融資者要求的償債水準 1.2」之敏感度分析

(1)一段式權利金之收取：

由表 4.47 所示，隨著要求的償債水準增加的幅度愈大，其權利金總收入會有大幅度的減少，且政府除了要投資建設一部份外，也需進行補貼 4,367,141 元。而一段式收取方式的償債水準變動對模式影響很顯著。

表 4.47 模式三之一段式收取方式下權利金（情境一 A）

要求的償債水準 D		係數 ρ	政府投資 SB	權利金 $Z(X)$ (折現後)	權利金 (補貼) $Z(X) - SB$
1.20	(-20%)	0.078	0	8,880,819 元	8,880,819 元 (+143.63%)
	(-10%)	0.069	628,741	7,797,401 元	7,168,660 元 (+96.66%)
	(基準值)	0.049	1,922,640	5,567,814 元	3,645,174 元
	(+10%)	0.026	3,462,262	2,914,807 元	-547,454 元 (-115.02%)
	(+20%)	0.004	4,864,931	497,790 元	-4,367,141 元 (-219.81%)

(2)二段式權利金之收取：

融資者要求的償債水準提高，其權利金係數會隨之減少，相反的固定金額的收取就跟著增加，而政府投資建設成本也會跟著增加；相較於一段的收取方式其二段式收取對模式的影響不是很有大。

表 4.48 模式三之二段式收取方式下權利金（情境一 A）

要求的償債水準 D		係數 ρ	固定金額 FX	政府投資 SB	權利金 $Z(X)$ (折現後)	權利金 (補貼) $Z(X) - SB$
1.20	(-20%)	0.0078	0	0	8,880,819 元	8,880,819 元 (+17.42%)
	(-10%)	0.061	1,746,551	0	8,613,897 元	8,613,897 元 (+13.89%)
	(基準值)	0	7,619,549	56,169	7,619,549 元	7,563,380 元
	(+10%)	0	7,218,735	324,322	7,218,735 元	6,894,412 元 (-8.84%)
	(+20%)	0	15,594,851	9,074,387	6,497,485 元	-2,576,902 元 (-134.07%)

(3)多段遞增式權利金之收取：

同樣地，隨著要求的償債水準提高，其權利金的額度會跟著減少，政府投資建設成本也會跟著增加。

表 4.49 模式三之多段遞增式收取方式下權利金（情境一 A）

要求的償債 水準 D		權利金係數			政府投資 SB	權利金 $Z(X)$ (折現後)	權利金 (補貼) $Z(X) - SB$
		ρ_1	ρ_2	ρ_3			
1.20	(-20%)	0.071	0.081	0.091	0	8,790,207 元	8,790,207 元 (+97.98%)
	(-10%)	0.064	0.074	0.084	477,130	8,168,039 元	7,690,909 元 (+73.22%)
	(基準值)	0.045	0.055	0.065	1,670,960	6,110,885 元	4,439,924 元
	(+10%)	0.022	0.032	0.042	3,222,297	3,437,691 元	215,394 元 (-95.15%)
	(+20%)	0	0.010	0.020	4,635,639	1,002,284 元	-3,633,356 元 (-181.83%)

(4)多段遞減式權利金之收取：

如前所述，隨著融資者要求的償債水準增加，政府需投入較多的建設成本，且政府也進行營運補貼 5,100,927 元。相較前面四種計收方式，多段遞減式是最差的收取法。

表 4.50 模式三之多段遞減式收取方式下權利金（情境一 A）

要求的償債 水準 D		權利金係數			政府投資 SB	權利金 $Z(X)$ (折現後)	權利金 (補貼) $Z(X) - SB$
		ρ_1	ρ_2	ρ_3			
1.20	(-20%)	0.086	0.076	0.066	11,974	8,750,797 元	8,738,823 元 (+206.58%)
	(-10%)	0.074	0.064	0.054	792,358	7,406,076 元	6,613,718 元 (+132.03%)
	(基準值)	0.053	0.043	0.033	2,174,319	5,024,744 元	2,850,425 元
	(+10%)	0.030	0.020	0.010	3,702,226	2,391,923 元	-1,310,303 元 (-145.97%)
	(+20%)	0.020	0.010	0	4,329,015	1,311,868 元	-5,100,927 元 (-278.95%)

(B)「模糊數的寬容範圍 0.2」之敏感度分析

(1)一段式權利金之收取：

同樣地，隨著寬容範圍的擴大，權利金額度會跟著增加，相對的政府要投資建設成本也跟著減少；請參照表 4.51 所示。

表 4.51 模式三之一段式收取方式下權利金（情境一 B）

寬容範圍		係數 ρ	政府投資 SB	權利金 $Z(X)$ (折現後)	權利金 (補貼) $Z(X) - SB$
0.2	(-20%)	0.045	2,207,413	5,077,104 元	2,869,691 元 (-21.27%)
	(-10%)	0.047	2,065,026	5,322,459 元	3,257,433 元 (-10.64%)
	(基準值)	0.049	1,922,640	5,567,814 元	3,645,174 元
	(+10%)	0.051	1,780,252	5,813,169 元	4,032,916 元 (+10.64%)
	(+20%)	0.053	1,655,745	6,037,714 元	4,371,969 元 (+19.94%)

(2)二段式權利金之收取：

已知所收的固定金額多寡會受到權利金係數 ρ 之影響，故隨著寬容範圍的擴大，權利金係數會隨之增加，固定金額的收取跟著減少，政府要投資建設成本也跟著減少，而最終權利金額度會跟著增加。

表 4.52 模式三之二段式收取方式下權利金（情境一 B）

寬容範圍		係數 ρ	固定金額 FX	政府投資 SB	權利金 $Z(X)$ (折現後)	權利金 (補貼) $Z(X) - SB$
0.2	(-20%)	0	7,422,100	188,266	7,422,100 元	7,233,834 元 (-4.36%)
	(-10%)	0	7,523,411	120,487	7,523,411 元	7,402,925 元 (-2.12%)
	(基準值)	0	7,619,549	56,169	7,619,549 元	7,563,380 元
	(+10%)	0	7,676,982	0	7,707,559 元	7,707,559 元 (+1.91%)
	(+20%)	0.003	7,416,188	0	7,747,416 元	7,747,416 元 (+2.43%)

(3)多段遞增式權利金之收取：

同樣地，如前所述，隨著寬容範圍的擴大，權利金額度會跟著增加，政府要投資建設成本也跟著減少；請參照表 4.53 所示。

表 4.53 模式三之多段遞增式收取方式下權利金（情境一 B）

寬容範圍		權利金係數			政府投資 SB	權利金 $Z(X)$ (折現後)	權利金(補貼) $Z(X)-SB$
		ρ_1	ρ_2	ρ_3			
0.2	(-20%)	0.041	0.051	0.061	1,955,734	5,620,175 元	3,664,441 元 (-17.47%)
	(-10%)	0.043	0.053	0.063	1,813,347	5,865,530 元	4,052,182 元 (-8.73%)
	(基準值)	0.045	0.055	0.065	1,670,960	6,110,885 元	4,439,934 元
	(+10%)	0.047	0.057	0.067	1,538,051	6,339,907 元	4,801,856 元 (+8.15%)
	(+20%)	0.048	0.058	0.068	1,470,792	6,455,805 元	4,985,012 元 (+12.28%)

(4)多段遞減式權利金之收取：

同樣地，如前所述，隨著寬容範圍的變化與權利金額度會呈正向關係，與政府投資建設成本呈現反向關係，也是最差的收取方式。

表 4.54 模式三之多段遞減式收取方式下權利金（情境一 B）

寬容範圍		權利金係數			政府投資 SB	權利金 $Z(X)$ (折現後)	權利金(補貼) $Z(X)-SB$
		ρ_1	ρ_2	ρ_3			
0.2	(-20%)	0.048	0.038	0.028	2,459,093	4,534,034 元	2,074,941 元 (-27.21%)
	(-10%)	0.051	0.041	0.031	2,316,706	4,779,389 元	2,462,683 元 (-13.60%)
	(基準值)	0.053	0.043	0.033	2,174,319	5,024,744 元	2,850,425 元
	(+10%)	0.055	0.045	0.035	2,031,932	5,270,098 元	3,238,167 元 (+13.60%)
	(+20%)	0.057	0.047	0.037	1,889,545	5,515,453 元	3,625,908 元 (+27.21%)

4. 小結

- (1) 分年收取最適金額式仍是最佳的收取方式（可收到權利金 10,055,775 元），二段是次佳的收取方式（權利金 7,563,380 元），多段遞減式是最差的收取方式（權利金 2,850,425 元）。
- (2) 隨著融資者要求的償債水準愈嚴格其各不同的收取機制下之權利金額度皆有愈來愈小的趨勢，尤其多段遞增式、一段式及多段遞減式等三種收取方式皆須政府進行補貼。
- (3) 隨著融資者要求的償債水準提高，權利金之收取也隨之減少，以二段式、多段遞增式、一段式及多段遞減式最為明顯；此外，隨著寬容範圍的擴大，對權利金之收取有些微增加之傾向。

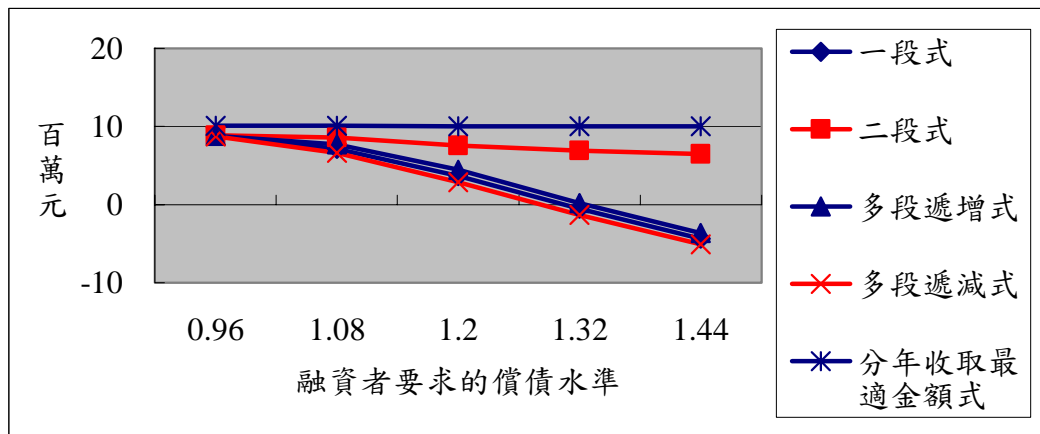


圖 4.23 模式三之不同收取方式下權利金比較圖（情境一 A）

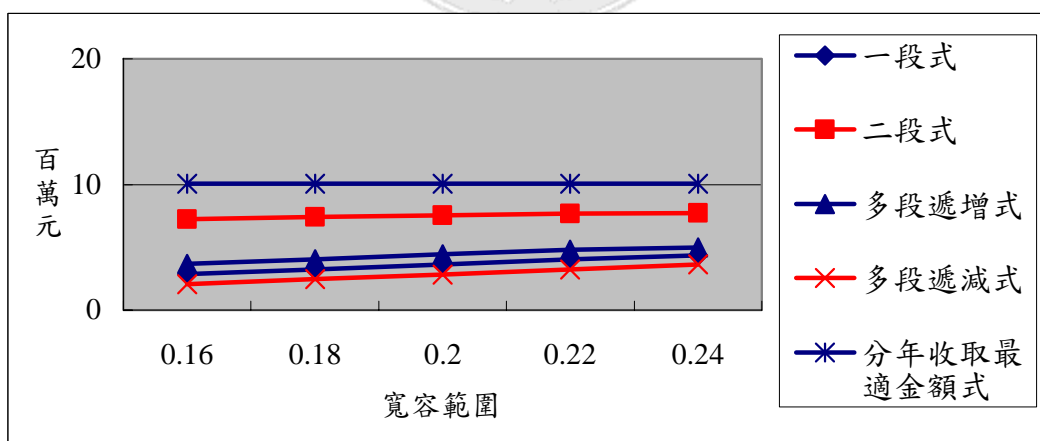


圖 4.24 模式三之不同收取方式下權利金比較圖（情境一 B）

4.3.3 情境二

1. 模式分析

依然假設民間投資者對內部報酬率的要求期望能達到 12%，但最低不

能低於 10%，此時投資者大約需多承擔 0.3（百萬元）的興建成本，所以在此依然假設 $NPV \lesseqgtr 0.3$ （百萬元），並對這模糊數中心值 0.3 之容許範圍設為 0.1，支集為 $[0.1, 0.3]$ 之梯型模糊數，並加入政府須投資建設一部份之情形進行探討。

$$\begin{aligned}
 & \text{[FMP}_1\text{]} \quad \text{Max } z = \sum_{t=3}^{17} \frac{x_t}{(1+r)^t} - SB \quad , t = 3, 4, \dots, 17 \\
 & \quad \text{s.t. } DSCR_t \geq 1.2 \quad , t = 5, 6, \dots, 14 \\
 & \quad \quad \quad NPV \lesseqgtr 0.3 \quad , t = 1, 2, \dots, 17 \\
 & \quad \quad \quad SB \geq 0 \\
 & \quad \text{and } x_t \geq 0 \quad , t = 3, 4, \dots, 17
 \end{aligned}$$

由圖 4.25 中可觀察到，此情境二之結果有別於情境一（圖 4.22），政府有投入 1,451,717 元的建設成本；此外，於特許期間的第八年開始收取權利金，而第十年及第十四年兩年進行資產設備重置之故，權利金收取些微減少。

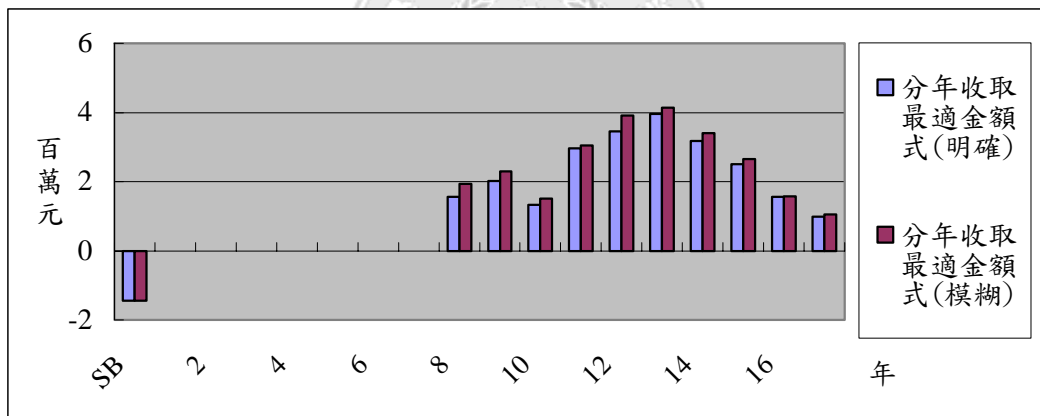


圖 4.25 模式三的分年收取最適金額式之明確型與模糊型（情境二）

2. 敏感度分析

分兩部分討論：(A)淨現值右邊限制值 RHS 為 0.3（單位：百萬元）、(B)模糊數的寬容範圍 0.1（單位：百萬元）。

(A)「淨現值的右邊限制值 0.3」之敏感度分析

隨著淨現值的右邊限制值的增加，權利金的額度是相反的減少，政府所投入之建設成本也近乎無變化；此外，淨現值的右邊限制值增減變動對模式影響非很顯著，參照表 4.55。

表 4.55 模式三之淨現值的 RHS 敏感度分析表（情境二）

淨現值的 RHS	政府投資 SB	權利金 $Z(X)$ (折現後)	權利金 (補貼) $Z(X) - SB$
0.24 (−20%)	1,451,717	7,909,884 元	6,458,167 元 (+1.13%)
0.27 (−10%)	1,451,717	7,837,838 元	6,422,121 元 (+0.56%)
0.30 (基準值)	1,451,717	7,837,792 元	6,386,075 元
0.33 (+10%)	1,451,717	7,801,747 元	6,350,029 元 (−0.56%)
0.36 (+20%)	1,451,717	7,765,701 元	6,313,983 元 (−1.13%)

(B) 「模糊數的寬容範圍 0.1」之敏感度分析

隨著寬容範圍的擴大時，其權利金的金額會隨之增加，兩者間呈現正比關係，同樣地，模糊數的寬容範圍之敏感度分析對模式影響不顯著，參照表 4.56。

表 4.56 模式三之模糊數寬容範圍敏感度分析表（情境二）

寬容範圍	政府投資 SB	權利金 $Z(X)$ (折現後)	權利金 (補貼) $Z(X) - SB$
0.80 (−20%)	1,451,717	7,825,777 元	6,374,060 元 (−0.19%)
0.09 (−10%)	1,451,717	7,831,785 元	6,380,067 元 (−0.09%)
0.10 (基準值)	1,451,717	7,837,792 元	6,386,075 元
0.11 (+10%)	1,451,717	7,843,800 元	6,392,083 元 (+0.09%)
0.12 (+20%)	1,451,717	7,849,808 元	6,398,090 元 (+0.19%)

3. 權利金之收取方式

(A) 「淨現值的右邊限制值 0.3」之敏感度分析

(1)一段式權利金之收取：

因投資者對內部報酬率由期望能達到 12%，但最低不能低於 10%之假設，所得到的淨現值右邊限制值 0.3，隨著增加 10%及 20%之變動，政府給予建設一部分成本也跟著減少，也透由這樣變化政府除了加入建設

外也需補貼 123,085 元，以讓計劃繼續進行，參照表 4.57。

表 4.57 模式三之一段式收取方式下權利金（情境二 A）

淨現值的 RHS		係數 ρ	政府投資 SB	權利金 $Z(X)$ (折現後)	權利金 (補貼) $Z(X) - SB$
0.3	(-20%)	0.03	3,555,321	3,457,467 元	-97,855 元 (-11.42%)
	(-10%)	0.03	3,545,521	3,441,359 元	-104,162 元 (-5.71%)
	(基準值)	0.03	3,535,720	3,425,251 元	-110,470 元
	(+10%)	0.03	3,525,920	3,409,142 元	-116,777 元 (+5.71%)
	(+20%)	0.03	3,516,119	3,393,034 元	-123,085 元 (+11.42%)

(2)二段式權利金之收取：

如前一段式所述，跟隨著淨現值 RHS 的增加，政府所收取的固定金額隨之減少，其最後所收取的權利金也跟著減少，淨現值的 RHS 之變化對模式影響不顯著，參照表 4.58。

表 4.58 模式三之二段式收取方式下權利金（情境二 A）

淨現值的 RHS		係數 ρ	固定金額 FX	政府投資 SB	權利金 $Z(X)$ (折現後)	權利金 (補貼) $Z(X) - SB$
0.3	(-20%)	0	6,439,246	1,451,717	4,987,528 元	3,535,811 元 (+1.73%)
	(-10%)	0	6,409,246	1,451,717	4,957,528 元	3,505,811 元 (+0.86%)
	(基準值)	0	6,379,246	1,451,717	4,927,528 元	3,475,811 元
	(+10%)	0	6,349,374	1,451,717	4,897,612 元	3,445,964 元 (-0.86%)
	(+20%)	0	6,319,246	1,451,717	4,867,528 元	3,415,811 元 (-1.73%)

(3)多段遞增式權利金之收取：

同樣地，如前所述，淨現值 RHS 的變化與政府投資成本及所收取的權利金額度皆成反向關係，對各期所決定的權利金係數影響不大，對模式也

近乎無顯著影響。

表 4.59 模式三之多段遞增式收取方式下權利金（情境二 A）

淨現值的 RHS		權利金係數			政府投資 SB	權利金 Z(X) (折現後)	權利金 (補貼) Z(X) - SB
		ρ_1	ρ_2	ρ_3			
0.3	(-20%)	0.027	0.037	0.047	3,297,131	3,989,836 元	692,705 元 (+1.85%)
	(-10%)	0.027	0.037	0.047	3,287,330	3,973,728 元	686,397 元 (+0.93%)
	(基準值)	0.026	0.036	0.046	3,277,530	3,957,619 元	680,090 元
	(+10%)	0.026	0.036	0.046	3,267,730	3,941,512 元	673,782 元 (-0.93%)
	(+20%)	0.026	0.036	0.046	3,257,929	3,925,403 元	667,474 元 (-1.86%)

(4)多段遞減式權利金之收取：

如前所述，淨現值 RHS 的增減變化與政府投資成本成反向關係，同樣地，對模式也近乎無顯著影響。且多段遞減式是這五種收取機制下最差的收取法，參照表 4.60。

表 4.60 模式三之多段遞減式收取方式下權利金（情境二 A）

淨現值的 RHS		權利金係數			政府投資 SB	權利金 Z(X) (折現後)	權利金 (補貼) Z(X) - SB
		ρ_1	ρ_2	ρ_3			
0.3	(-20%)	0.034	0.024	0.014	3,813,512	2,925,098 元	-888,414 元 (-1.4%)
	(-10%)	0.034	0.024	0.014	3,803,711	2,908,990 元	-894,721 元 (-0.7%)
	(基準值)	0.034	0.024	0.014	3,793,911	2,892,882 元	-901,029 元
	(+10%)	0.034	0.024	0.014	3,784,110	2,876,774 元	-907,336 元 (+0.7%)
	(+20%)	0.034	0.024	0.014	3,774,310	2,860,666 元	-913,644 元 (+1.4%)

(B)「模糊數的寬容範圍 0.1」之敏感度分析

(1)一段式權利金之收取：

隨著寬容範圍的擴大，其一段式下政府所要進行的營運補貼也跟著減少，同樣地，其寬容範圍的增減變化對模式影響不大。

表 4.61 模式三之一段式收取方式下權利金（情境二 B）

寬容範圍		係數 ρ	政府投資 SB	權利金 $Z(X)$ (折現後)	權利金 (補貼) $Z(X) - SB$
0.1	(-20%)	0.03	3,532,453	3,419,881 元	-112,572 元 (+1.90%)
	(-10%)	0.03	3,534,087	3,422,566 元	-111,521 元 (+0.95%)
	(基準值)	0.03	3,535,720	3,425,251 元	-110,470 元
	(+10%)	0.03	3,537,354	3,429,935 元	-100,419 元 (-0.95%)
	(+20%)	0.03	3,538,987	3,430,620 元	-108,367 元 (-1.90%)

(2)二段式權利金之收取：

此二段式的收取方式，其政府需投資的成本部份不因寬容範圍的變化而有所變動，皆投入建設成本 1,415,717 元的固定值；且寬容範圍的變化對模式是影響不大，參照表 4.62。

表 4.62 模式三之二段式收取方式下權利金（情境二 B）

寬容範圍		係數 ρ	固定金額 FX	政府投資 SB	權利金 $Z(X)$ (折現後)	權利金 (補貼) $Z(X) - SB$
0.1	(-20%)	0	6,369,246	1,415,717	4,917,528 元	3,465,811 元 (-0.29%)
	(-10%)	0	6,374,246	1,415,717	4,922,528 元	3,470,811 元 (-0.14%)
	(基準值)	0	6,379,246	1,415,717	4,927,528 元	3,475,811 元
	(+10%)	0	6,384,246	1,415,717	4,932,528 元	3,480,811 元 (+0.14%)
	(+20%)	0	6,389,245	1,415,717	4,937,528 元	3,485,810 元 (+0.29%)

(3)多段遞增式權利金之收取：

寬客範圍的增減與政府投資的成本成正比關係，與權利金額度的收取成正比關係。

表 4.63 模式三之多段遞增式收取方式下權利金（情境二 B）

寬容範圍		權利金係數			政府投資 SB	權利金 $Z(X)$ (折現後)	權利金 (補貼) $Z(X)-SB$
		ρ_1	ρ_2	ρ_3			
0.1	(-20%)	0.026	0.036	0.046	3,274,263	3,952,250 元	677,987 元 (-0.31%)
	(-10%)	0.026	0.036	0.046	3,275,897	3,954,935 元	679,038 元 (-0.15%)
	(基準值)	0.026	0.036	0.046	3,277,530	3,957,619 元	680,090 元
	(+10%)	0.026	0.036	0.046	3,279,163	3,960,304 元	681,141 元 (+0.15%)
	(+20%)	0.027	0.037	0.047	3,280,797	3,962,989 元	682,192 元 (+0.31%)

(4)多段遞減式權利金之收取：

同樣地，如前所述，寬客範圍的變化與政府投資的成本及權利金額度的收取，且此一變化對模式而言，影響不顯著，參照表 4.64。

表 4.64 模式三之多段遞減式收取方式下權利金（情境二 B）

寬容範圍		權利金係數			政府投資 SB	權利金 $Z(X)$ (折現後)	權利金 (補貼) $Z(X)-SB$
		ρ_1	ρ_2	ρ_3			
0.1	(-20%)	0.034	0.024	0.014	3,790,644	2,887,513 元	-903,131 元 (+0.23%)
	(-10%)	0.034	0.024	0.014	3,792,277	2,890,197 元	-902,080 元 (+0.12%)
	(基準值)	0.034	0.024	0.014	3,793,911	2,892,882 元	-901,029 元
	(+10%)	0.034	0.024	0.014	3,795,544	2,895,566 元	-894,978 元 (-0.12%)
	(+20%)	0.034	0.024	0.014	3,797,178	2,898,251 元	-898,927 元 (-0.23%)

4. 小結

透過情境二可得到下列幾項發現：

- (1) 分年收取最適金額式是最佳的收取方式（收取到權利金 6,386,075 元），最差的是多段遞減式收取方式（補貼 901,029 元），次佳是二段式收取方式（權利金 3,475,811 元）。
- (2) 隨著淨現值的右邊限制值愈來愈小，其權利金金額有愈來愈大的趨勢；相對的，寬容範圍的愈擴大，其權利金額度就愈多，兩者間呈正向關係。
- (3) 在此情境中明顯發現無計算基礎之分年收取最適金額式比有計算基礎下的四種收取方式還要來的有變動些，其進行模式求解時不會因某一年之要求條件太過嚴謹而停止，相反的會依每年之收入與支出作調整，而得到最適宜的權利金額度。

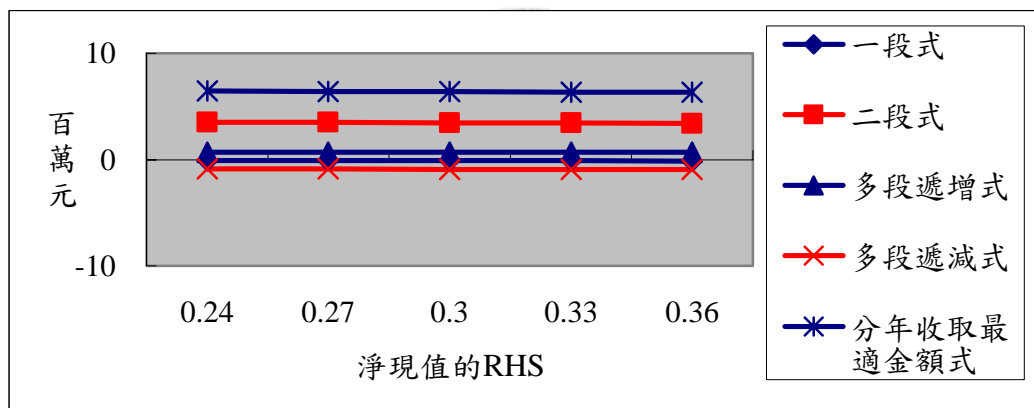


圖 4.26 模式三之不同收取方式下權利金比較圖（情境二 A）

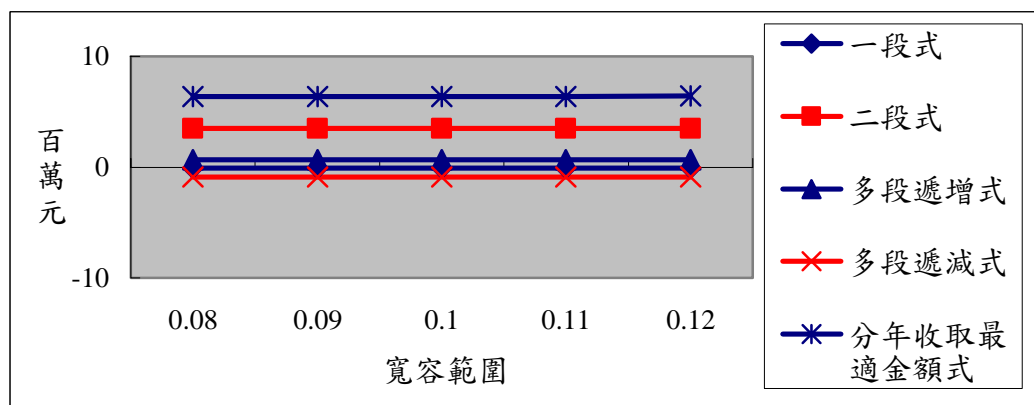


圖 4.27 模式三之不同收取方式下權利金比較圖（情境二 B）

4.3.4 情境三

1. 模式分析

假設運量的預測充滿了十分不確定性，以三角模糊數且令寬容範圍為 0.01（單位：百萬）。同樣地，不討論分年收取最適金額式的計收方式，僅對有計算基礎的四種收取方式進行分析求解。。

2. 敏感度分析及權利金之收取方式

(1)一段式權利金之收取：

隨著運量增加的幅度愈大，其政府投資部分的成本就跟著增加，故此時政府進行補貼的額度也隨著減少，而運量的改變對模式之影響不顯著。

表 4.65 模式三之一段式收取方式下權利金（情境三）

寬容範圍		係數 ρ	政府投資 SB	權利金 $Z(X)$ (折現後)	權利金 (補貼) $Z(X) - SB$
0.01	(-20%)	0.026	3,354,246	3,100,934 元	-253,312 元 (+9.07%)
	(-10%)	0.026	3,350,871	3,106,751 元	-244,120 元 (+5.11%)
	(基準值)	0.026	3,346,510	3,114,266 元	-232,244 元
	(+10%)	0.026	3,341,162	3,123,480 元	-217,682 元 (+6.27%)
	(+20%)	0.026	3,348,278	3,134,395 元	-200,433 元 (+13.70%)

(2)二段式權利金之收取：

隨著運量增加，政府所先收取的固定金額也隨之增加，權利金之收取之提高，然而，此二段式的收取方式下政府無需投資部份成本，同樣地，運量的變化對模式而言，影響不顯著。

表 4.66 模式三之二段式收取方式下權利金（情境三）

寬容範圍		係數 ρ	固定金額 FX	政府投資 SB	權利金 $Z(X)$ (折現後)	權利金 (補貼) $Z(X) - SB$
0.01	(-20%)	-0.022	9,797,161	0	7,383,536 元	7,383,536 元 (-0.05%)
	(-10%)	-0.022	9,786,651	0	7,385,142 元	7,385,142 元 (-0.03%)
	(基準值)	-0.023	9,773,225	0	7,387,194 元	7,387,194 元
	(+10%)	-0.023	9,756,884	0	7,389,691 元	7,389,691 元 (+0.03%)
	(+20%)	-0.023	9,737,628	0	7,392,634 元	7,392,634 元 (+0.07%)

(3)多段遞增式權利金之收取：

運量增減變化情形與政府投資成本呈現正向關係，且與權利金之收取成正向關係，而第一期權利金係數 (ρ_1) 之決定，受限於營運初期財務狀況不佳，所以已達下限值零之情形；同樣地，運量的改變對模式而言，影響不顯著。

表 4.67 模式三之多段遞增式收取方式下權利金（情境三）

寬容範圍		權利金係數			政府投資 SB	權利金 $Z(X)$ (折現後)	權利金 (補貼) $Z(X) - SB$
		ρ_1	ρ_2	ρ_3			
0.01	(-20%)	0	0.095	0.186	936,138	8,650,534 元	7,714,615 元 (-0.46%)
	(-10%)	0	0.095	0.186	946,414	8,677,183 元	7,730,769 元 (-0.25%)
	(基準值)	0	0.094	0.186	956,177	8,706,258 元	7,750,082 元
	(+10%)	0	0.094	0.186	965,423	8,737,985 元	7,772,562 元 (+0.29%)
	(+20%)	0	0.094	0.186	974,151	8,772,369 元	7,798,218 元 (+0.62%)

(4)多段遞減式權利金之收取：

如前項多段遞增式之所述，運量變化與政府投資呈正向關係，且此多段遞減式下的收取方式，政府需進行營運上的補貼，有別於多段遞增式此種計收方式，同樣地，運量之變化對模式影響不顯著。

表 4.68 模式三之多段遞減式收取方式下權利金（情境三）

寬容範圍		權利金係數			政府投資 SB	權利金 $Z(X)$ (折現後)	權利金 (補貼) $Z(X) - SB$
		ρ_1	ρ_2	ρ_3			
0.01	(-20%)	0.03	0.02	0.01	3,630,781	2,598,426 元	-1,032,355 元 (+2.84%)
	(-10%)	0.03	0.02	0.01	3,632,742	2,613,122 元	-1,019,620 元 (+1.57%)
	(基準值)	0.03	0.02	0.01	3,634,201	2,630,384 元	-1,003,817 元
	(+10%)	0.03	0.02	0.01	3,635,155	2,650,216 元	-984,939 元 (-1.88%)
	(+20%)	0.03	0.02	0.01	3,635,601	2,672,625 元	-962,976 元 (-4.07%)

3. 小結

由圖 4.28 中的不同收取方式下結果可發現：

- (1)不管是在哪個程度的運量下，多段遞增式是最佳的收取方式（可收到 7,750,082 元），最差是多段遞減式（補貼 1,003,817 元）。
- (2)同樣地，隨著運量的愈大，各收取方式下的權利金金額皆有些微上升之趨勢，故運量的高低，皆會影響權利金的收取多寡。
- (3)此情境三運量的變化與模式顯著與否方面，是不顯著。

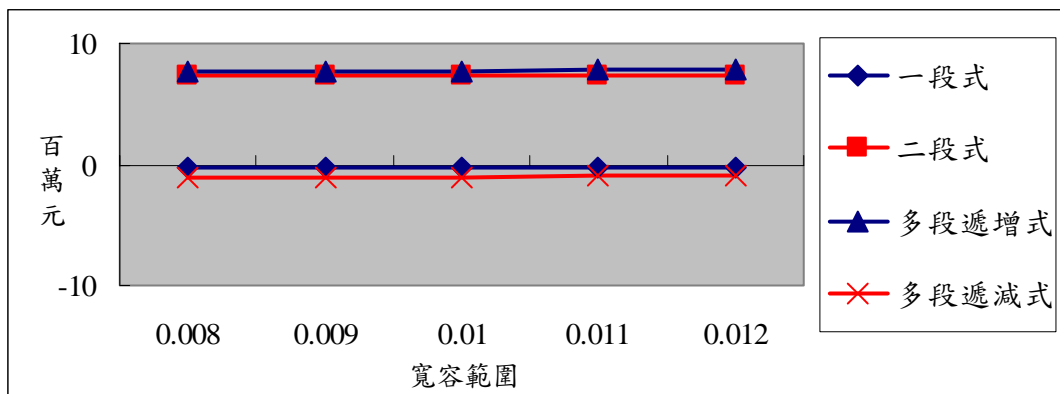


圖 4.28 模式三之不同收取方式下權利金比較圖（情境三）

最後本研究將所構建的三個模式及其各模式之三個情境，所得到之結果做一整合性的分析，可得到以下幾項結果；如表 4.69 所示：

- 1.於情境一中，不管是在哪一個模式下皆以分年收取最適金額式為最佳的收取方式，反之最差的收取方式皆為多段遞減式，主要原因是在於民間投資者的營運初期財務狀況負擔重，導致第一階段的權利金係數（ ρ_1 ）已達下限值，進而影響 ρ_2 、 ρ_3 為更低數值所致。
- 2.此外，除了分年收取最適金額式之外，其餘的有計算基礎計收方式（一段式、二段式、多段遞增式及多段遞減式）皆會隨著融資者要求的償債水準之變動而對模式之影響有顯著。
- 3.於情境二中，也是以分年收取最適金額式為最佳的收取方式，最差的收取方式仍舊是多段遞減式，理由如上所述；另外，不管是在哪種計算基礎下皆不會因投資者的內部報酬率之變動而對模式有顯著影響，是有別於情境一之結果的。
- 4.於情境三中，以多段遞減式為最差的收取方式，理由也是如上所述，來自於營運初期的財務狀況不佳所致；然而，在這四種計算基礎下的收取

方式，皆不會因運量之增減變動情形而對模式之影響很大。

表 4.69 各情境之各模式的彙整比較表

：代表影響顯著		模式一	模式二	模式三
情境一	一段式			
	二段式		次佳	次佳
	多段遞增式	次佳		
	多段遞減式	最差	最差	最差
	分年收取最適金額式	最佳	最佳	最佳
情境二	一段式			
	二段式	次佳	次佳	次佳
	多段遞增式			
	多段遞減式	最差	最差	最差
	分年收取最適金額式	最佳	最佳	最佳
情境三	一段式			
	二段式	最佳	最佳	次佳
	多段遞增式	次佳	次佳	最佳
	多段遞減式	最差	最差	最差

第五章 實例應用

5.1 資料說明

本研究以「台北縣中和市公所中正停二停車場」為實例分析的對象；由於興建 160 席的停車位計畫案，其施工年初期所投入之興建成本無法由營運期間各年的淨現金流入量回收之，造成淨現值（NPV）小於零之情形，此一現象違反了本研究所構建模式之財務要求（ $NPV > 0$ ），故另研擬替選方案，其替選方案除了將原興建 160 席的停車位縮改為 120 席外，再以增加投資為誘因，將剩餘土地部份加以作利用，增添加油站相關設備，及回饋周遭居民興建民眾活動中心；而中正停二停車場之位址及原方案與替選方案間之差異關係，請參照圖 5.1 及表 5.1 所示。



圖 5.1 中和市中正停二停車場之位址

表 5.1 原方案與替選方案之比較表

原方案	修正方案

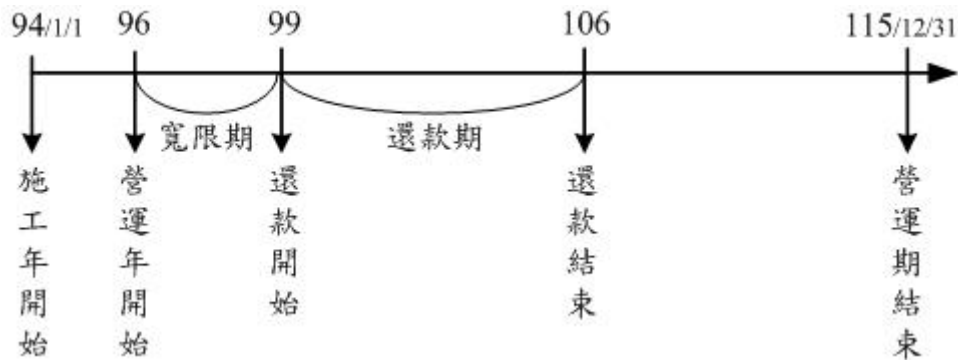


圖 5.2 實例之權利金計收模式的重要時間點關係圖

1. 基本參數項目的假設：

- (1) 「停二」停車場的機械式停車塔，興建期由民國 94 年開始施工，興建期有 2 年，到民國 96 年開始營運，營運期有 20 年，故 BOT 計畫之特許期計 22 年。
- (2) 參考「促進民間參與公共建設優惠貸款要點」之規定，每一申貸計畫不得超過該計畫所需資金 70%，故自有資金為 30%，負債比例為 70%，其自有資金與融資金額比為 3：7。
- (3) 股東權益報酬率 (IRR_E) 為 12%。
- (4) 融資利率 (I) 為 6.0%；前三年付息不還本，後七年本利攤還。
- (5) 加權平均資金成本 ($WACC$) 為 $12\% \times 0.3 + 6.0\% \times 0.7 = 7.8\%$ 。
- (6) 本計畫之折現率 (r) 為 8%。
- (7) 價格基年與幣值調整：以計畫起始年 92 年為基年幣值。
- (8) 物價上漲率為 2%；參考行政院「新世紀國家建設計畫」對於民國 90 至 93 年四年計畫暨民國 100 年展望之內容訂定之。
- (9) 營利事業所得稅稅率為 25%；若由縣政府主辦，依「民間機構參與重大公共建設免納營利事業所得稅辦法」，可享有五年免徵之優惠；若由市公所主辦則無此項優惠。

2. 成本項目的假設：

- (1) 工程興建成本 (CC_t) 包含 9,000 萬元，其立體停車場之停車位數有 120 席，平均每車位造價為 55 萬元，加油站工程經費 400 萬元；預計民國 94 年完成 50%，民國 95 年完成 50%，二年完工開始營運， $t=96,97$ 。
- (2) 營運管理費用 (OC_t) 包含人事費用、維修費用、管銷費用及雜費等：
 - (a) 停車場及加油站之人事費用為營運首年 724 萬元，每年成長率 5%，

- $t=96, \dots, 115$ 。
- (b)停車場每車位維修成本為營運首年 0.6 萬元/月， $t=96, \dots, 115$ 。
- (c)管銷費用及雜費預估為營運收入之 10%， $t=96, \dots, 115$ 。
- (3)加油站維修成本 (NOC_t) 為營運首年造價的 2%，每年成長率 2%， $t=96, \dots, 115$ 。
- (4)融資金額 (Db) 於營運期開始挹入，金額為 6,300 萬元，寬限期有 3 年， $t=96, 97, 98$ ，還款期有 7 年， $t=99, \dots, 105$ 。
- (5)寬限期內僅需還利息費用 (IE_t)，每年 378 萬元， $t=96, \dots, 98$ 。
- (6)還款期內每年應還本利息 (PMT) 為 1,510 萬元， $t=99, \dots, 105$ 。
- (7)土地租金依「促進民間參與公共建設公有土地出租及設定地上權租金優惠辦法」，土地租金稅率於興建期為公告地價 1%，於營運期則為公告地價 3%，其停車場基地範圍土地面積共 1,398 平方公尺， $t=96, \dots, 115$ 。
- (8)依建築結構 20 年，採直線法攤提折舊費用 (DP)，殘值為零， $t=96, \dots, 115$ 。
- (9)重置成本 (RC_t) 依電氣、停管設備及加油機的耐用年限每 10 年，進行資產設備的重置，重置成本首年為 90 萬元， $t=105, 115$ 。
- (10)營利事業所得稅 (tax_t) 為稅前淨利的 25%，並依「民間機構參與重大公共建設免納營利事業所得稅辦法」，於營運期前可享有五年免徵之優惠。若稅前淨利為負，則不收取營利事業所得稅， $t=105, \dots, 115$ 。

3.收入項目的假設：

(1)停車場營運收入的相關參數說明如下：

- (a)計時費率：營運前三年採現行費率 20 元/時，第四年起得調漲為 30 元/時，每十年調漲 10 元/時；夜間停車費率五折優待。
- (b)月租費率與種類：參考「中和市公有停車場收費管理自治條例」，月租分為全日票、優惠月票、半日票等三種。全日月租以 200 小時/月計算；停車場附近居民全日月租 8 折優惠；半日月租則以全日月租 5 折計。
- (c)月票發售比例：營運首年參考目前平面停車場之發售月票比例，且參考「中和市公有停車場收費管理自治條例」月票發售比例上限訂為車位數之 80%。
- (d)月租車輛使用率：假設日間 20%，夜間 90%，月租車輛不在場時，亦可提供作為計時車位使用。

(e)計時車位首年平均使用率:營運首年參考目前平面停車場營運之使用率, 假設日間 40%, 每年成長 3%, 夜間 20%, 每年成長 2%, 費率調漲時回復原首年使用率。

(2) 停車場營運收入計算公式:

年營運收入=月租車位年收入+計時車位年收入

(a)月租車位年收入=全日月租年收入+優惠月租年收入+半日月租年收入

(b)計時車位年收入=計時日間收入+計時夜間收入

= (月租車位數×日間不在場率+計時車位數)×計時車位日間使用率×計時車位日間費率(元/時)×計時車位日間營運時數(小時/日)×營運日數(日數/月×月數/年)

+ (月租車位數×夜間不在場率+計時車位數)×計時車位夜間使用率×計時車位夜間費率(元/時)×計時車位夜間營運時數(小時/日)×營運日數(日數/月×月數/年)

(3) 加油站營運收入的相關參數說明如下:

(a)預估營運首年每日發油量約 22 公秉(1 公秉=1000 公升), 且假設年增率 5%; 依中油加油站營運資料 2.583 元/公升, 並假設物價指數 2%。

(b)加油站銷貨毛利為營運首年為 18,856 萬元, 每年成長 7.1%(油量成長率×物價指數), $t=96, \dots, 115$ 。

(4) 其中, 有關各種月租型式或計時制之停車費費率、月租車位比例、日間使用率及夜間使用率差異, 如下表 5.2 所示。

表 5.2 營運收入計算項目

停車費費率	類型	96—98 年	99—108 年	109—115 年
	日間計時(元/時)	20	30	40
	夜間計時(元/時)	10	15	20
	全日月租	4,000	6,000	8,000
	優惠全日月租	3,200	4,800	6,400
	夜間半日月租	2,000	3,000	4,000
月租車位比例	類型	96—98 年	99—108 年	109—115 年
	全日月租	40%	10%	10%
	優惠全日月租	40%	30%	30%
	夜間半日月租	0%	40%	40%
日間使用率	全日月租車輛	優惠全日月租車輛	半日月租車輛	計時
	20%	20%	0%	月租型於日夜間不在場時，亦可提供作為計時車位，首年使用率為 40%；每年成長 2%，逢費率調漲年則重新降至 40%。
夜間使用率	全日月租車輛	優惠全日月租車輛	半日月租車輛	計時
	90%	90%	90%	月租型於日夜間不在場時，亦可提供作為計時車位，首年使用率為 20%；每年成長 2%，逢費率調漲年則重新降至 20%

資料來源：鼎漢國際工程顧問公司

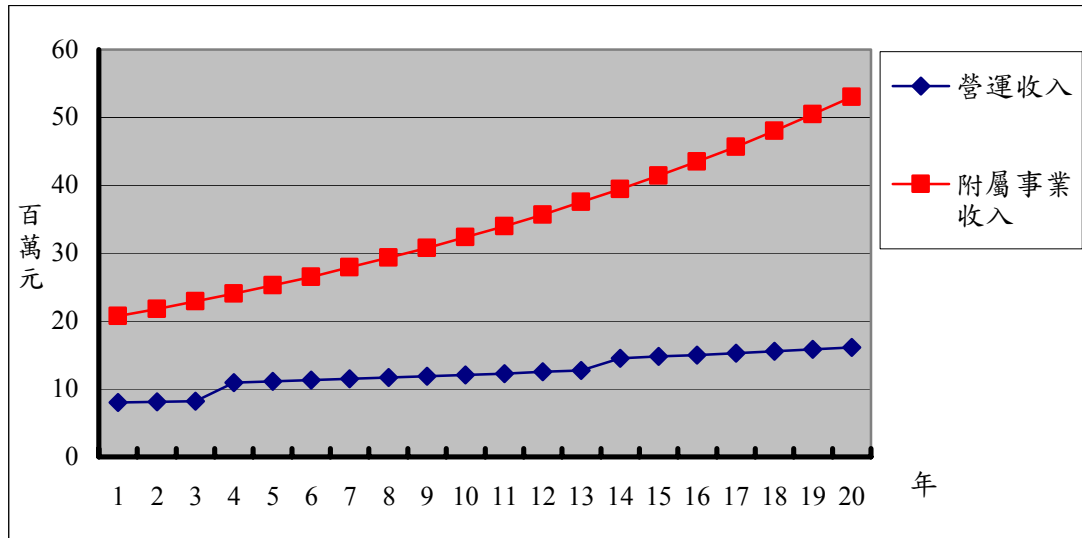


圖 5.3 中正停二停車場之營運期每年總收入

5.2 情境一

透過計算可得到此一中正停二停車場是具有融資能力，自償率大於一之情形，故以本研究所構建的第一模式（[LP₁]，政府不投資也不補貼），進行以下三種情境之討論。

5.2.1 模式分析

當融資者所要求的償債比率水準（ D ）並非是一個明確固定值 1.2 時，運用本研究於 3.3 節所構建的第一個模糊數學規劃模式[FMP₁]，來處理此「邊界限制是含糊不清」的問題，模式如下所示：

$$\begin{aligned}
 \text{[FMP}_1\text{]} \quad & \text{MAX } z = \sum_{t=3}^{22} \frac{x_t}{(1 + 0.08)^t}, \quad t = 3, 4, \dots, 22 \\
 & \text{s.t. } DSCR_t \gtrsim 1.2, \quad t = 6, \dots, 12 \\
 & \quad NPV \geq 0, \quad t = 1, 2, \dots, 22 \\
 & \text{and } x_t \geq 0, \quad t = 1, 2, \dots, 22
 \end{aligned}$$

在此假設，模糊不等式 RHS 的寬容範圍為 0.2，且定義 RHS 的 b_i 為一個支集 $[b_i - 0.2, b_i]$ 之梯型模糊數；透過 Rommelfanger (1996) 的求解方法將此第一類型的模糊數學規劃問題，經由最後一個變數引入 λ ，即化解為單一目標的線性數學規劃問題，即可得到一個分年收取最佳的權利金額度。

由圖 5.4 可發現，於特許期間的第八年開始收取權利金，直到十三年

因還本利息結束，故權利金之收取大為增加許多，此外，由第十三年開始權利金額度呈現遞減之趨勢，主要在於總收入為遞增型，導致一些費用（如：人事費用、維修費用、所得稅等）也呈現逐年遞增之情形，促使從特許期間第十三年開始的權利金也隨之遞減。

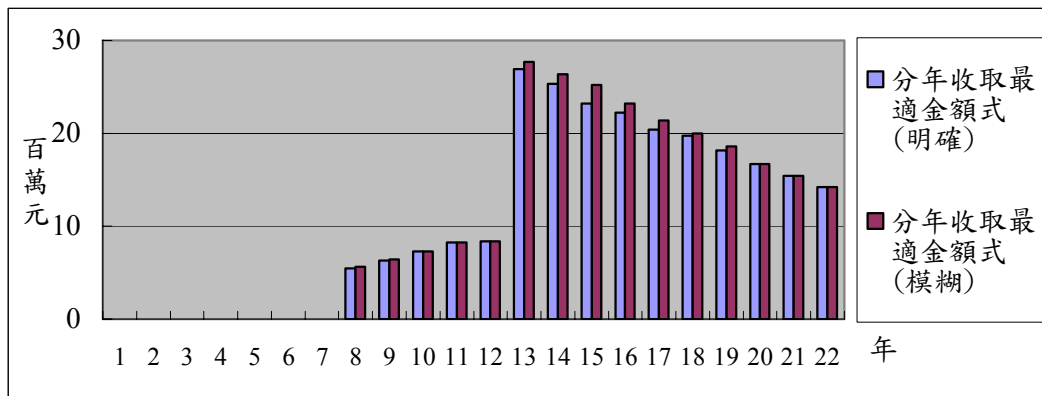


圖 5.4 分年收取最適金額式之明確型與模糊型（實例之情境二）

5.2.2 敏感度分析

分別依模糊數的中心值（融資者要求的償債水準 1.2）及寬容範圍（0.2）等兩部分討論。

(A) 「融資者要求的償債水準 1.2」之敏感度分析

下表 5.3 中可以觀察到，隨著融資者所要求的償債水準愈嚴格，其權利金的收取金額是有相對的減少的趨勢，且償債水準的敏感度分析對權利金之收取其影響不顯著。

表 5.3 實例之要求償債水準敏感度分析表（情境一）

要求的償債水準 D	權利金 $Z(X)$ (折現後)
0.96 (−20%)	73,676,778 元 (+0.07%)
1.08 (−10%)	73,652,184 元 (+0.03%)
1.20 (基準值)	73,627,590 元
1.32 (+10%)	73,602,997 元 (−0.03%)
1.44 (+20%)	73,578,404 元 (−0.07%)

(B) 「模糊數的寬容範圍 0.2」之敏感度分析

分別對模糊數的寬容範圍 0.2 增加及減少 10%、20%，透過表 5.4 中可以發現，隨著寬容範圍的擴大，對決定權利金的額度會是遞增之變動，主要是因隨著寬容範圍變大，對模式的求解有正向的關係；同樣地，模糊數的寬容範圍之敏感度分析對模式之影響非很顯著。

表 5.4 實例之模糊數寬容範圍敏感度分析表（情境一）

模糊數的寬容範圍	權利金 $Z(X)$ （折現後）
0.16（-20%）	73,623,491 元（-0.006%）
0.18（-10%）	73,625,541 元（-0.003%）
0.20（基準值）	73,627,590 元
0.22（+10%）	73,629,640 元（+0.003%）
0.24（+20%）	73,631,689 元（+0.006%）

5.2.3 權利金之收取方式

有計算基礎的計收方式，本研究以總收入（停車場收入加上加油站的收入）為討論對象。

(A)「融資者要求的償債水準 1.2」之敏感度分析

(1)一段式權利金之收取：

可以從表中結果發現，隨著要求的償債水準增加的幅度愈大其權利金總收入會有大幅度的減少趨勢，其變動對模式之影響是很顯著。

表 5.5 實例之一段式收取方式下權利金（情境一 A）

要求的償債水準 D		權利金係數 ρ	權利金 $Z(X)$ （折現後）
1.20	（-20%）	0.190	66,904,158 元（+26.52%）
	（-10%）	0.182	64,188,834 元（+21.38%）
	（基準值）	0.150	52,881,707 元
	（+10%）	0.099	35,017,004 元（-33.78%）
	（+20%）	0.047	16,732,185 元（-68.36%）

(2)二段式權利金之收取：

固定金額的收取與權利金之係數兩者間呈反向關係，而所求出的 ρ 值低，相對於固定金額之收取有收較多的情形；另一方面，相較於一段的收取方式，融資者要求的償債水準之變化對模式影響不是很有大；同樣地，隨融資者所要求的償債水準愈嚴格，對權利金的收取金額是反向的減少。

表 5.6 實例之二段式收取方式下權利金（情境一 A）

要求的償債水準 D		係數 ρ	固定金額 FX	權利金總收入（折現後）
1.20	(-20%)	0.190	539 元	67,093,577 元 (+3.54%)
	(-10%)	0.180	3,069,568 元	66,522,400 元 (+2.66%)
	(基準值)	0.148	12,444,006 元	64,797,922 元
	(+10%)	0.098	27,514,351 元	62,017,644 元 (-4.29%)
	(+20%)	0.046	42,951,203 元	59,169,752 元 (-8.69%)

(3)多段遞增式權利金之收取：

第一階段的權利金係數 (ρ_1) 為零，主要受限於營運年初期的財務負擔較重的原故；收取的權利金額度優過於一段式及二段式的計收方式，主要原因在於實例中的總收入是逐年遞增的趨勢，同樣地，隨著要求的償債水準提高，其權利金的額度會跟著減少之變化。

表 5.7 實例之多段遞增式收取方式下權利金（情境一 A）

償債水準 D		權利金係數				權利金 $Z(X)$ （折現後）
		ρ_1	ρ_2	ρ_3	ρ_4	
1.20	(-20%)	0	0.271	0.315	0.325	73,286,385 元 (+0.15%)
	(-10%)	0	0.192	0.365	0.375	73,184,575 元 (+0.01%)
	(基準值)	0	0.184	0.370	0.380	73,174,352 元
	(+10%)	0	0.136	0.401	0.411	73,113,010 元 (-0.08%)
	(+20%)	0	0.088	0.431	0.441	73,051,668 元 (-0.17%)

(4)多段遞減式權利金之收取：

因財務狀況負擔重的營運初期，造成第一階段權利金係數值 (ρ_1) 小，隨之而來的遞減關係 ρ_2 、 ρ_3 及 ρ_4 也跟著更低，使所收取權利金額度皆低於前項所提四種收取方式，故多段遞減式是最差收取法。

表 5.8 實例之多段遞減式收取方式下權利金（情境一 A）

償債水準 D		權利金係數				權利金 $Z(X)$ （折現後）
		ρ_1	ρ_2	ρ_3	ρ_4	
1.20	(-20%)	0.202	0.192	0.182	0.172	66,514,435 元 (+36.59%)
	(-10%)	0.188	0.178	0.168	0.158	61,693,265 元 (+26.69%)
	(基準值)	0.151	0.141	0.131	0.121	48,697,909 元
	(+10%)	0.100	0.090	0.080	0.070	30,413,909 元 (-37.55%)
	(+20%)	0.047	0.037	0.027	0.017	12,128,385 元 (-75.09%)

(B)「模糊數的寬容範圍 0.2」之敏感度分析

(1)一段式權利金之收取：

隨著寬容範圍 0.2 的增加，會使模式更有彈性，其所得到的權利金額度是遞增的趨勢情形，相對地，權利金係數值也隨寬容範圍的增加而變大之傾向。

表 5.9 實例之一段式收取方式下權利金（情境一 B）

寬容範圍		權利金係數 ρ	權利金 $Z(X)$ （折現後）
0.2	(-20%)	0.142	50,254,213 元 (-4.97%)
	(-10%)	0.147	51,777,942 元 (-2.09%)
	(基準值)	0.150	52,881,707 元
	(+10%)	0.152	53,566,963 元 (+1.30%)
	(+20%)	0.154	54,188,336 元 (+2.47%)

(2)二段式權利金之收取：

隨著寬容範圍的擴大，所得到的權利金額度是呈現正向增加之趨勢，所收的權利金總收入優過於一段式的情形。另外由表 5.10 之敏感度分析結果可觀察到，寬容範圍之變化對模式之影響不很顯著。

表 5.10 實例之二段式收取方式下權利金（情境一 B）

寬容範圍		係數 ρ	固定金額 FX	權利金 $Z(X)$ （折現後）
0.2	(-20%)	0.141	14,650,309 元	64,390,888 元 (-0.63%)
	(-10%)	0.145	13,363,905 元	64,628,213 元 (-0.26%)
	(基準值)	0.148	12,444,006 元	64,797,922 元
	(+10%)	0.150	11,886,100 元	64,900,848 元 (+0.16%)
	(+20%)	0.152	11,380,180 元	64,994,183 元 (+0.30%)

(3)多段遞增式權利金之收取：

因營運初期財務狀況不佳，導致第一期的權利金係數 (ρ_1) 皆達下限值零，且隨著寬容範圍的增減幅度，對模式的影響不是很顯著，同樣地，寬容範圍的增加與權利金的收取兩者間呈現正向關係。

表 5.11 實例之多段遞增式收取方式下權利金（情境一 B）

寬容範圍		權利金係數				權利金 $Z(X)$ （折現後）
		ρ_1	ρ_2	ρ_3	ρ_4	
0.2	(-20%)	0	0.176	0.375	0.385	73,164,145 元 (-0.01%)
	(-10%)	0	0.180	0.373	0.383	73,169,256 元 (-0.01%)
	(基準值)	0	0.184	0.370	0.380	73,174,352 元
	(+10%)	0	0.188	0.368	0.378	73,179,463 元 (+0.01%)
	(+20%)	0	0.192	0.365	0.375	73,184,576 元 (+0.01%)

(4)多段遞減式權利金之收取：

多段遞減式是在不同收取機制下的最差收取法，同樣地，寬容範圍的增減與權利金的收取多寡，兩者間為同向變動關係，且對模式之影響而言，是不顯著，請參照表 5.12。

表 5.12 實例之多段遞減式收取方式下權利金（情境一 B）

寬容範圍		權利金係數				權利金 $Z(X)$ （折現後）
		ρ_1	ρ_2	ρ_3	ρ_4	
0.2	(-20%)	0.142	0.132	0.122	0.112	45,650,375 元 (-6.26%)
	(-10%)	0.147	0.137	0.127	0.117	47,174,104 元 (-3.13%)
	(基準值)	0.151	0.141	0.131	0.121	48,697,909 元
	(+10%)	0.155	0.145	0.135	0.125	50,103,772 元 (+2.89%)
	(+20%)	0.157	0.147	0.137	0.127	50,822,011 元 (+4.36%)

5.2.4 小結

透過圖 5.5 及圖 5.6 之模糊數中心值的償債水準及模糊數寬容範圍之結果所示，可綜合觀察得到下列幾點：

1. 分年收取最適金額式是最佳收取方式（可收到權利金 73,627,590 元），多段遞增式是次佳的收取方式（權利金 73,174,352 元），然而分年收取最適金額式為最佳之原因，在於能客觀的考量營運期間每年現金流量變動情形，相對於一段式的收取方式，其所算出的權利金金額是較無彈性，因容易只侷限於一個決策變數 ρ 值之影響。
2. 相反的，多段遞減式是最差的收取方式（權利金 48,697,909 元），主要是因運量為遞增型，難以對財務狀況負擔重的營運初期有些許的幫助，再者因多段遞減式的各期權利金係數呈遞減趨勢，造成最後所得的權利金額度為最差之情形。
3. 隨著融資者要求的償債水準愈嚴格其各不同的收取機制下之權利金額度皆有愈來愈小的趨勢，且另一方面隨著模糊數的寬容範圍之擴大，使模式更有彈性，其權利金額度的收取呈現正向關係。

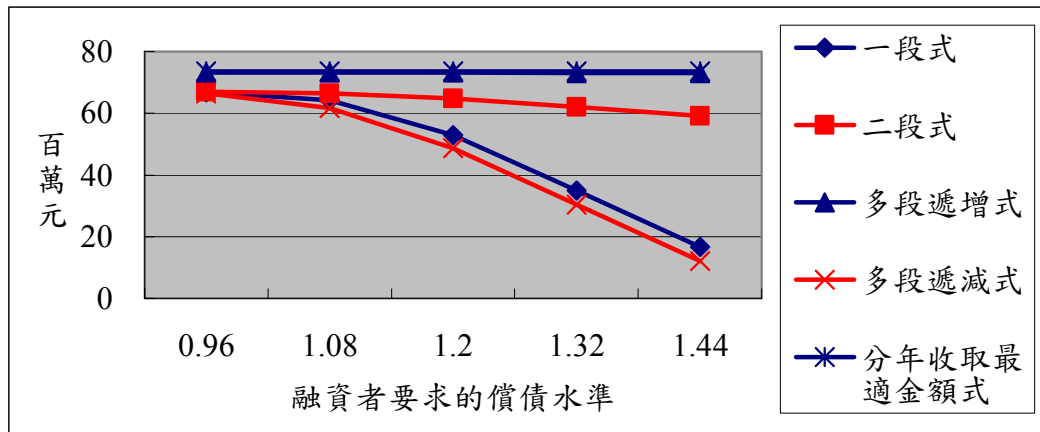


圖 5.5 實例之不同收取方式下權利金比較一覽表（情境一 A）

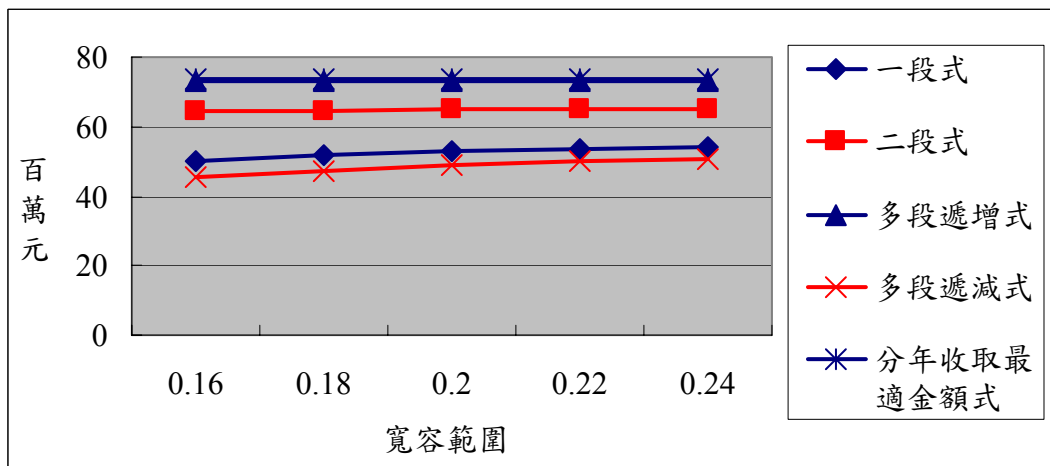


圖 5.6 實例之不同收取方式下權利金比較一覽表（情境一 B）

5.3 情境二

5.3.1 模式分析

模式假設：內部報酬率由原本的 12% 的要求，減少為 10%；直接也影響到平均加權資金成本（WACC）的變動，由 7.8% 減少到 7.2%，此一變動也使民間投資者大約需多承擔 0.54 百萬元的興建成本（ $=90 \text{ 百萬} \times (7.8\% - 7.2\%)$ ），故需修改限制式中的 NPV = 0 項目，使 NPV 大於一個值（我們稱為 $\text{NPV} > \text{RHS}$ ），才能會合理的符合實際之財務要求；此外，大於一個值的結果對權利金之收取的額度會有多少影響？此乃本研究所要進行分析的項目。

基此右手限制值為模糊的特性，本研究繼續以上一章 3.3.1 節所構建的第一個模糊數學規劃模式[FMP₁]，來處理此「邊界限制是含糊不清」的

問題，其模糊數學規劃的模式如下所示：

$$\begin{aligned}
 & \text{[FMP}_1\text{]} \quad \text{Max } z = \sum_{t=3}^{22} \frac{x_t}{(1+r)^t}, \quad t = 3, 4, \dots, 22 \\
 & \quad \text{s.t. } DSCR_t \geq 1.2, \quad t = 6, 7, \dots, 12 \\
 & \quad \quad NPV \gtrsim 0.54, \quad t = 1, 2, \dots, 22 \\
 & \quad \text{and } x_t \geq 0, \quad t = 1, 2, \dots, 22
 \end{aligned}$$

在此，假設 RHS 為寬容範圍 0.1，其支集為[0.44, 0.54]之梯型模糊數。

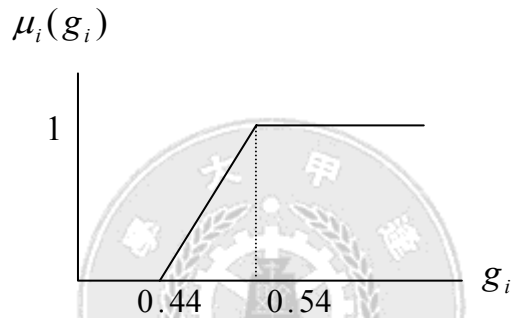


圖 5.7 b_i 的隸屬函數（情境二）

同樣地，如情境一所述，於特許期間的第八年開始收取權利金，第十三年開始其權利金之收取大為增加許多，之後所收取的權利金額度是呈現遞減情形，主要因總收入為遞增型，導致一些費用（如：人事費用、維修費用、所得稅等）呈現逐年遞增之情形；而從圖 5.8 之明確型與模糊型之比較差異圖可發現，透由模糊型的模式所得到的權利金額度較優於明確型的。

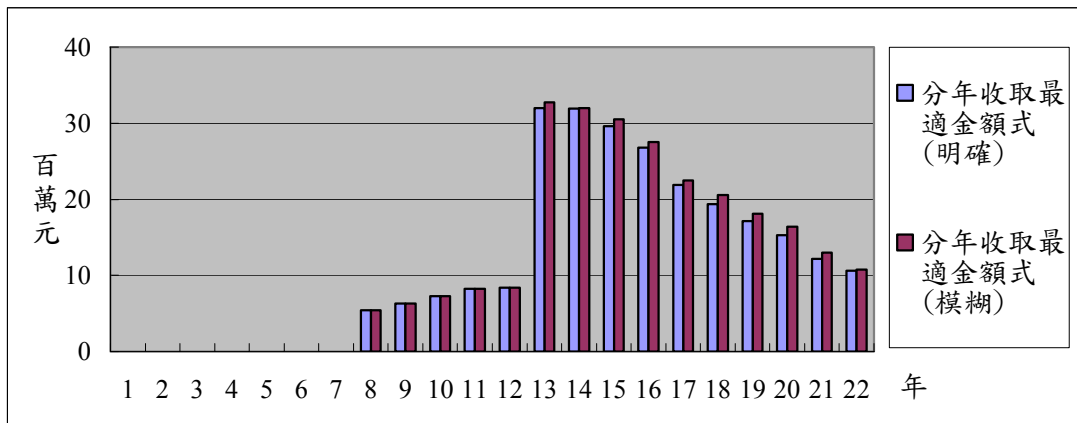


圖 5.8 分年收取最適金額式之明確型與模糊型（實例之情境二）

5.3.2 敏感度分析

分兩部分討論：(A)淨現值右邊限制值 RHS (right-hand side) 是 0.54 (單位：百萬元) 及(B)模糊數的寬容範圍 0.1。

(A)「淨現值的右邊限制值 0.54」之敏感度分析

對淨現值之右邊限制值 (right-hand side) 0.54 做敏感度分析，結果如下表 5.13 所示；隨著 NPV 的 RHS 的增加，其權利金所收取的額度是呈現反向的減少，所受之影響並非很大幅的變動，所以敏感度很小。

表 5.13 淨現值的 RHS 之敏感度分析表 (情境二)

淨現值的 RHS	權利金 $Z(X)$ (折現後)
0.432 (−20%)	75,667,785 元 (+0.17%)
0.486 (−10%)	75,602,903 元 (+0.09%)
0.540 (基準值)	75,538,021 元
0.594 (+10%)	75,473,139 元 (−0.09%)
0.648 (+20%)	75,408,256 元 (−0.17%)

(B)「模糊數的寬容範圍 0.1」之敏感度分析

分別對寬容範圍 0.1 增加及減少 10%、20%，結果可由表 5.14 中發現，隨著寬容範圍的擴大時，其權利金的金額會隨之減少，也就是所要求的模糊數之展度愈大，其權利金的收取金額就有遞減的趨勢，然而寬容範圍的變化對模式而言，影響不顯著。

表 5.14 模糊數的寬容範圍之敏感度分析表 (情境二)

模糊數的寬容範圍	權利金 $Z(X)$ (折現後)
0.08 (−20%)	75,526,006 元 (−0.02%)
0.09 (−10%)	75,532,013 元 (−0.01%)
0.10 (基準值)	75,538,021 元
0.11 (+10%)	75,544,029 元 (+0.01%)
0.12 (+20%)	75,550,037 元 (+0.02%)

5.3.3 權利金之收取方式

(A)「淨現值之右邊限制值 0.54」之敏感度分析

(1)一段式權利金之收取：

因於還款期間的第一年財務狀況非最佳且為了要滿足該年的償債水準要求，導致一段收取方式下之權利金係數及權利金總入皆相同，求解結果使權利金係數 (ρ) 達到下限值 0.108，進而影響權利金的收取最低之結果，即淨現值之右邊限制值變動對模式是極度無影響；如表 5.15 所示。

表 5.15 實例之一段式收取方式下權利金（情境二 A）

淨現值的 RHS		權利金係數 ρ	權利金 $Z(X)$ (折現後)
0.54	(-20%)	0.108	38,064,537 元
	(-10%)	0.108	38,064,537 元
	(基準值)	0.108	38,064,537 元
	(+10%)	0.108	38,064,537 元
	(+20%)	0.108	38,064,537 元

(2)二段式權利金之收取：

同樣地，權利金係數已達下限 0.108，但 NPV 需符合大於 RHS 的限制條件要求，進而造成 RHS 的增加對固定金額之收取會隨之變大之傾向；此參數變動對模式之影響不顯著。

表 5.16 實例之二段式收取方式下權利金（情境二 A）

淨現值的 RHS		係數 ρ	固定金額 FX	權利金 $Z(X)$ (折現後)
0.54	(-20%)	0.108	28,441,140 元	66,505,677 元 (+0.16%)
	(-10%)	0.108	28,387,140 元	66,451,677 元 (+0.08%)
	(基準值)	0.108	28,333,140 元	66,397,677 元
	(+10%)	0.108	28,279,140 元	66,343,677 元 (-0.08%)
	(+20%)	0.108	28,225,140 元	66,289,677 元 (-0.16%)

(3)多段遞增式權利金之收取：

在此假設權利金係數以 5 年為一個階段，故可得到四個權利金係數值；因受限於營運期初期的財務狀況不佳之情形，造成 ρ_1 已達下限值零，然而，同樣地，隨著淨現值 RHS 之變動對模式而言，影響不顯著。

表 5.17 實例之多段遞增式收取方式下權利金（情境二 A）

淨現值的 RHS		權利金係數				權利金 $Z(X)$ （折現後）
		ρ_1	ρ_2	ρ_3	ρ_4	
0.54	(-20%)	0	0.144	0.402	0.412	74,140,495 元 (+0.16%)
	(-10%)	0	0.144	0.402	0.412	74,077,182 元 (+0.08%)
	(基準值)	0	0.144	0.402	0.412	74,013,857 元
	(+10%)	0	0.144	0.401	0.411	73,950,520 元 (-0.08%)
	(+20%)	0	0.144	0.401	0.411	73,887,207 元 (-0.16%)

(4) 多段遞減式權利金之收取：

同樣地，如前所述，受限於還款期的第一年之影響，使 ρ_1 侷限於 0.108，造成後面遞減的兩階段 ρ_2 、 ρ_3 所求得的數也更是低劣，進而使權利金的總收入為最差之局情形；且由表 5.18 可知，此淨現值的 RHS 之變動對模式是毫無影響。

表 5.18 實例之多段遞減式收取方式下權利金（情境二 A）

淨現值的 RHS		權利金係數				權利金 $Z(X)$ （折現後）
		ρ_1	ρ_2	ρ_3	ρ_4	
0.54	(-20%)	0.108	0.098	0.088	0.078	33,460,547 元
	(-10%)	0.108	0.098	0.088	0.078	33,460,547 元
	(基準值)	0.108	0.098	0.088	0.078	33,460,547 元
	(+10%)	0.108	0.098	0.088	0.078	33,460,547 元
	(+20%)	0.108	0.098	0.088	0.078	33,460,547 元

(B) 「模糊數的寬容範圍 0.1」之敏感度分析

(1) 一段式權利金之收取：

由下表所示，隨著寬容範圍的增減情形，皆不影響模式之求解結果，其理由如(A)所述；如表 5.19 所示。

(2) 二段式權利金之收取：

因受限於 ρ 值之影響，使權利金總收入並非是最佳；隨著寬容範圍的增加，所得到的權利金額度也只是小幅度的正向增加，對模式影響不大；如表 5.20 所示。

表 5.19 實例之一段式收取方式下權利金（情境二 B）

淨現值的 RHS		權利金係數 ρ	權利金 $Z(X)$ （折現後）
0.10	(-20%)	0.108	38,064,537 元
	(-10%)	0.108	38,064,537 元
	(基準值)	0.108	38,064,537 元
	(+10%)	0.108	38,064,537 元
	(+20%)	0.108	38,064,537 元

表 5.20 實例之二段式收取方式下權利金（情境二 B）

寬容範圍		係數 ρ	固定金額 FX	權利金 $Z(X)$ （折現後）
0.10	(-20%)	0.108	28,323,140 元	66,387,677 元 (-0.02%)
	(-10%)	0.108	28,328,284 元	66,392,669 元 (-0.01%)
	(基準值)	0.108	28,333,140 元	66,397,667 元
	(+10%)	0.108	28,338,284 元	66,402,669 元 (+0.01%)
	(+20%)	0.108	28,343,140 元	66,407,677 元 (+0.02%)

(3) 多段遞增式權利金之收取：

理由如前所述，因受限於還款期間前幾期的財務並非是最好的，因而導致使第一階段權利金係數 ρ_1 為 0 之情形。

表 5.21 實例之多段遞增式收取方式下權利金（情境二 B）

寬容範圍		權利金係數				權利金 $Z(X)$ （折現後）
		ρ_1	ρ_2	ρ_3	ρ_4	
0.1	(-20%)	0	0.144	0.402	0.412	74,002,118 元 (+0.02%)
	(-10%)	0	0.144	0.402	0.412	74,007,994 元 (+0.01%)
	(基準值)	0	0.144	0.402	0.412	74,013,857 元
	(+10%)	0	0.144	0.402	0.412	74,019,720 元 (-0.01%)
	(+20%)	0	0.144	0.402	0.412	74,025,584 元 (-0.02%)

(4)多段遞減式權利金之收取：

因與(A)的多段遞減式收取方式結果相同，故在此不加以列表說明；主要還是受還款期的第一年之影響所致。

5.3.4 小結

由表 4.22 中的不同收取方式下結果可發現：

1. 分年收取最適金額式是最佳的收取方式，最差的是多段遞減式收取方式。多段遞減式為最差的原因是 ρ_1 已達下限 0.108，再透過總收入為逐年遞增之情況，使處於遞減的兩階段 ρ_2 、 ρ_3 更是小於 0.108，所得到的權利金額度是最差的狀況。
2. 同樣地，隨著淨現值要求的右邊限制值愈來愈大，其各收取方式下的權利金金額皆有愈來愈小的趨勢；相對的，寬容範圍的愈擴大，對模式之就相較於有彈性些，其最後所收取的權利金額度就多，兩者間呈正向關係。
3. 經過敏感度分析結果顯示，不管是模糊數的中心值或模糊數的寬容範圍之變化對求解結果均無太大的影響。

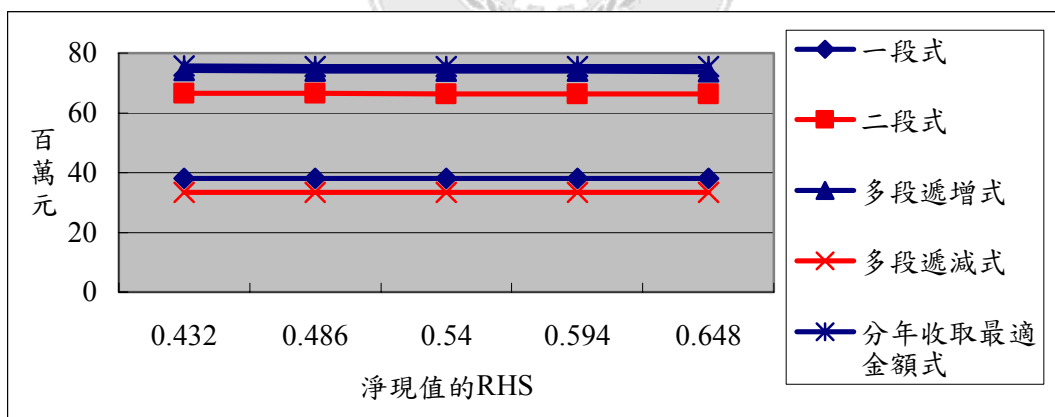


圖 5.9 實例之不同收取方式下權利金比較一覽表（情境二 A）

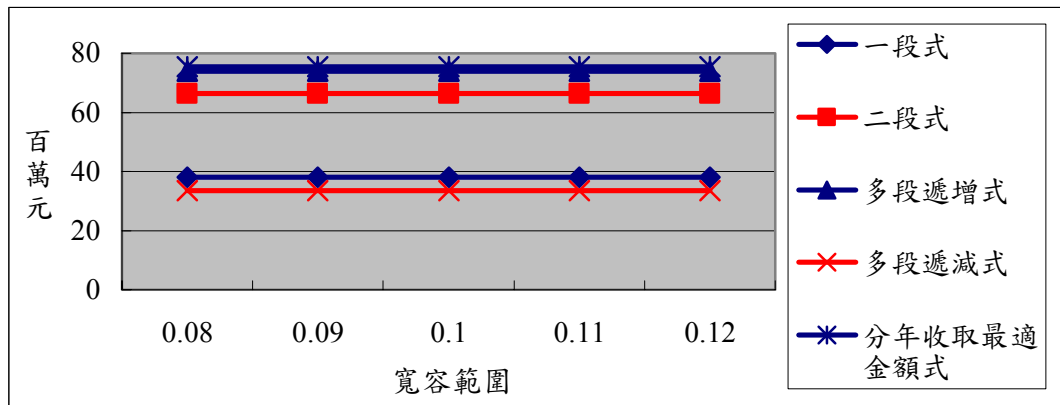


圖 5.10 實例之不同收取方式下權利金比較一覽表 (情境二 B)

5.4 情境三

5.4.1 模式分析

在停車場的營運收入有計時車位收入與月租車位收入兩種，其中，因月租車位制包含了全日月租、優惠全日月租及半日月租三種，收入來源的項目太多，故本研究就以停車場總收入中占主要的收入來源的「計時」收費方式為分析對象，並以計時車位制的日間使用率做模糊分析，假設計時收費制的日間使用率不只固定於 40% 的使用情形，並對它做模糊化處理，且假設模糊數的寬容範圍為 0.2(20%)，是一個支集 $[0.2, 0.4, 0.6]$ 的三角模糊數。

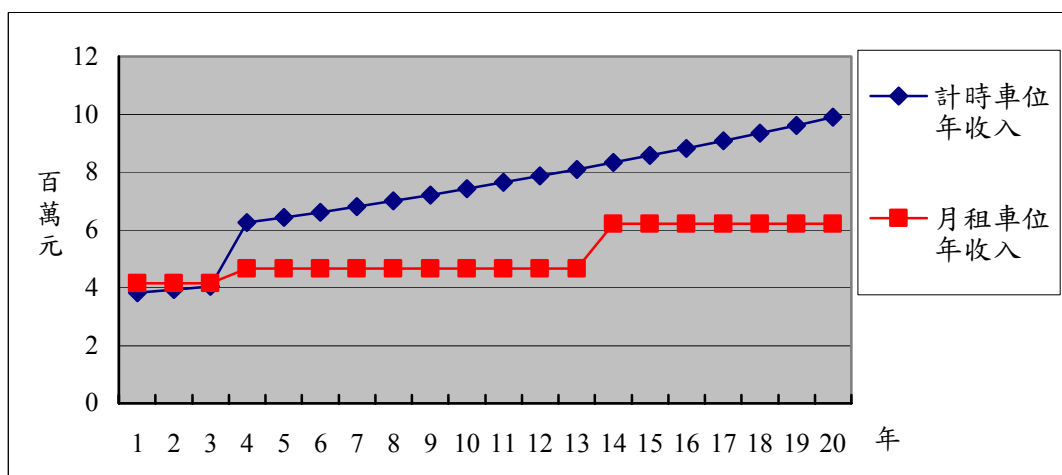


圖 5.11 停車場之營運總收入

此外，分年收取最適金額式非第三類的模糊數學規劃問題，故不討論此一計收方式，僅對有計算基礎（計算基礎以總收入為分析對象）的四種收取

方式進行求解討論。依寬容範圍 0.2 (20%) 進行敏感度分析，觀察參數變化對模式求解結果之影響。

5.4.2 敏感度分析及權利金之收取方式

(1)一段式權利金之收取：

權利金之係數侷限於特許期間之第六年，使 ρ 已達 0.115，故其權利金之額度非最佳之情形；另外，隨著寬容範圍的擴大，其權利金之額度會跟小幅度增加，此變動對模式之影響是不大。

表 5.22 實例之一段式收取方式下權利金（情境三）

淨現值的 RHS		權利金係數 ρ	權利金 $Z(X)$ (折現後)
0.2	(-20%)	0.112	41,025,995 元 (-3.93%)
	(-10%)	0.114	41,817,086 元 (-2.08%)
	(基準值)	0.115	42,703,453 元
	(+10%)	0.116	43,685,843 元 (+2.30%)
	(+20%)	0.118	44,765,087 元 (+4.83%)

(2)二段式權利金之收取：

同樣地，隨著寬容範圍的放寬，其權利金額度是正向的影響變化。

表 5.23 實例之二段式收取方式下權利金（情境三）

寬容範圍		係數 ρ	固定金額 FX	權利金 $Z(X)$ (折現後)
0.20	(-20%)	0.112	24,345,355 元	65,371,330 元 (-2.37%)
	(-10%)	0.114	24,301,910 元	66,118,995 元 (-1.25%)
	(基準值)	0.115	24,253,254 元	66,956,706 元
	(+10%)	0.116	24,199,327 元	68,885,170 元 (+1.39%)
	(+20%)	0.118	26,832,896 元	68,922,291 元 (+2.94%)

(3)多段遞增式權利金之收取：

如前所述，因受限於還款期間前幾期的財務並非是最好的，因而導致使第一階段權利金係數 ρ_1 為 0 之情形，由於總收入是呈現逐年遞增之情形，導致營運年於中到末期為財務狀況較佳的狀況，而使得到的 $\rho_2 \sim \rho_4$ 滿接近上限值 1 之趨勢，同樣地，隨著寬容範圍的擴大，其權利金額度之收取是呈現正向影響。

表 5.24 實例之多段遞增式收取方式下權利金（情境三）

寬容範圍		權利金係數				權利金 $Z(X)$ （折現後）
		ρ_1	ρ_2	ρ_3	ρ_4	
0.2	(-20%)	0	0.148	0.308	0.526	76,236,762 元 (-2.15%)
	(-10%)	0	0.118	0.282	0.604	77,027,976 元 (-1.13%)
	(基準值)	0	0.123	0.290	0.594	77,910,937 元
	(+10%)	0	0.128	0.299	0.583	78,884,714 元 (+1.25%)
	(+20%)	0	0.134	0.308	0.573	79,950,057 元 (+2.62%)

(4)多段遞減式權利金之收取：

主要受限於營運期初期的財務狀況並非很好，導致所求的 ρ_1 侷限於 0.115，造成後面遞減的兩階段 $\rho_2 \sim \rho_4$ 所求得的數更是低，造成權利金之收取為最差的計收方式。

表 5.25 實例之多段遞減式收取方式下權利金（情境三）

寬容範圍		權利金係數				權利金 $Z(X)$ （折現後）
		ρ_1	ρ_2	ρ_3	ρ_4	
0.2	(-20%)	0.112	0.102	0.092	0.082	36,422,157 元 (-4.40%)
	(-10%)	0.114	0.104	0.094	0.084	37,213,247 元 (-2.33%)
	(基準值)	0.115	0.105	0.095	0.085	38,099,615 元
	(+10%)	0.116	0.106	0.096	0.090	39,284,019 元 (+3.11%)
	(+20%)	0.118	0.108	0.100	0.095	40,703,280 元 (+6.83%)

5.4.3 小結

由圖 5.12 的不同收取方式之結果可發現：

1. 不管是在哪個程度的運量下，多段遞增式是最佳的收取方式（可收取權利金 77,910,937），相反的，多段遞減式是最差的收取方式（權利金 38,099,615 元），因受限於還款期的初期財務狀況非最佳所致。
2. 同樣地，隨著運量的愈大，各收取方式下的權利金金額皆有愈來愈小的趨勢，故運量的高低，皆會影響權利金的收取多寡。
3. 由敏感度分析之結果得知，運量變動對模式之影響不大。

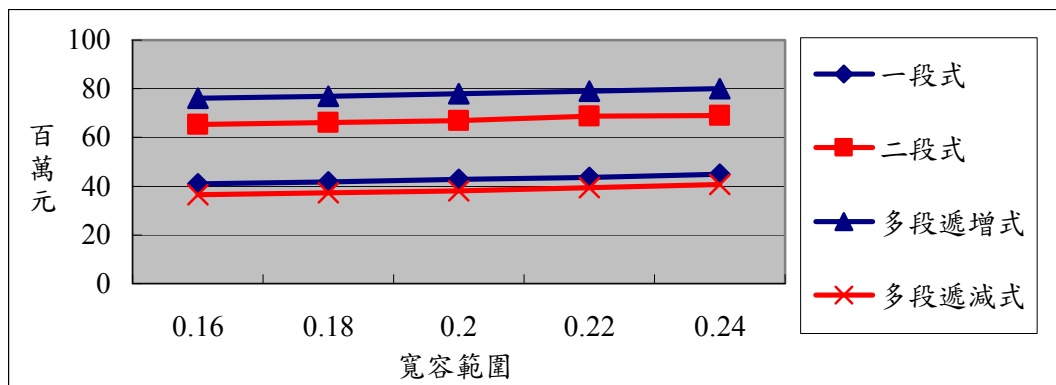


圖 5.12 實例之不同收取方式下權利金比較一覽表（情境三）

第六章 結論與建議

6.1 結論

本研究嘗試以政府角度，且兼顧民間投資者與融資者的基本要求，構建一套 BOT 計畫權利金模式，同時也考量決策者的主觀意識及多變化的環境，並加入模糊理論為基礎，以便使政府機構於收取權利金時能更客觀的訂定權利金額度之依據；綜合上述各章節之分析結果，本研究所達成的研究成果及結論歸納如下：

1. 基於過去研究鮮少將不確定環境等因素同時融合於 BOT 計畫權利金收取之訂定及機制中，基此，本研究利用模糊理論之觀念構建一套以政府角度，另同時能兼顧民間投資者與融資者的基本要求之模糊權利金模式，希冀能提供政府機關於未來在公告或議約時，權利金底價訂定之參考依據。
2. 於簡例、實例部分，均分別針對三種不同情境，將有計算基礎下之計收方式（一段式、兩段式、多段遞增式及多段遞減式），套用於本研究所構建的無計算基礎下之分年最適權利金模式中，藉以觀察這五種結果之變化關係對收取權利金之結果為何；除此之外，再依模糊數的中心值及模糊數的寬容範圍進行敏感度分析，以了解隨著參數設定之不同對模式之影響是否顯著。
3. 於簡例之情境一中（融資者要求的償債水準是模糊的），不管是在哪一個模式下皆以分年收取最適金額式為最佳的收取方式，最差的收取方式皆為多段遞減式，主要在於投資者的營運初期財務負擔重，導致第一階段的權利金係數（ ρ_1 ）已達下限值，進而影響 ρ_2 、 ρ_3 為更低數值所致。於敏感度分析部分，其分析結果顯示，隨著融資者所要求的償債水準愈嚴謹，民間投資者因需保留較多的金額滿足此條件，而使得權利金額度相對減少許多，此一變動對模式之影響很顯著。
4. 於情境二中（民間投資者的內部報酬率是模糊的），皆以分年收取最適金額式為最佳的收取方式，最差的收取方式仍舊是多段遞減式，理由如上所述；且在敏感度分析方面，隨著淨現值要求的右邊限制值愈大，其各收取方式下的權利金金額皆有愈來愈小或趨近於零之變化情形；然而，不管是在哪種計算基礎下皆不會因投資者的內部報酬率之變動而對模式有顯著影響，是有別於情境一之結果的。

5. 於情境三中（運量之預測是不確定性），以多段遞減式為最差的收取方式，理由如前所述，來自於營運初期的財務狀況不佳所致；在敏感度分析方面，隨著運量的增加，對權利金之收取是呈現正向的遞增關係；在這四種計算基礎下的收取方式，皆不會因運量之增減變動情形而對模式之影響很顯著。
6. 此外，不管在哪種情境下所設定的寬容範圍，隨著寬容範圍的擴大，對模式可更有效的進行權利金額度之收取，故其寬容範圍與權利金收取間呈現正向的影響關係。然而，隨著寬容範圍之變動，對模式之影響非很顯著。
7. 於實例應用方面，本研究以中和市南區之中正「停二」停車場為研究對象，結果顯示：分年收取最適金額為最佳收取方式，多段遞增式為次佳收取方式。而考量不確定性狀況後，權利金可額外徵收達 0.03%～45.54%。於情境一、二結果顯示，皆以分年收取最適金額式為最佳的收取方式（可收到權利金為 73,627,590 元、75,538,021 元），而次佳皆為多段遞增式（權利金為 73,174,352 元、74,013,857 元），其多段遞減式為最差的收取方式（只收到 48,697,909 元、33,460,547 元的權利金）；於情境三之結果，以多段遞增式最佳收取方式（可收取 77,910,937 元權利金），最差仍為多段遞減式（可收取 38,099,615 元權利金）。

6.2 建議

對本課題之後續研究方向，可建議未來研究學者朝以下幾個方向繼續發展研究：

1. 可考量變更多段遞增式或多段遞減式之權利金係數設定，因營運期間之初期的財務負擔較重，若能縮短以 5 年為一個區段之設定，是否因而影響權利金額度收取？其結果為何，值得深入研討。
2. 於本研究情境二部分，僅考慮民間投資者的股東權益報酬率是由 12% 下降到 10% 之模糊變動情形，並未將股東權益報酬視為一個模糊數處理，若後續研究能依此為主題進行深入發展，勢必可以提供更有幫助的資訊。
3. 因本研究僅對總收入的計算基礎做研究，故後續研究可嘗試依其他計算基礎（如：營運收入、運量或稅前利潤等）於各種情境假設下繼續延伸比較分析，並觀察何種計算基礎下的收取方式是最佳的結果。
4. 本研究僅依融資者要求償債水準、民間投資者的內部報酬率及運量皆是

模糊等情形分別分析討論，後續研究可嘗試同時發生之情形。

5. 可以以專家問卷方式，更客觀了解相關參與者的基本財務要求，以作為模糊參數設定之依據。
6. 可考量更複雜的財務評估方式（如：實質選擇權），應用本研究所構建的模糊權利金模式中，以評估更大型的交通建設 BOT 計畫。



參考文獻

1. 中文部分

- [1] 公共工程委員會，民國 91 年 1 月，「民間參與公共建設財務評估模式規劃」，公共工程委員會。
- [2] 李博信，民國 83 年 10 月，「專利全權利金之考量與決定之方式(上)」，工業財產與標準。
- [3] 李博信，民國 83 年 11 月，「專利全權利金之考量與決定之方式(下)」，工業財產與標準。
- [4] 阮亨中、吳柏林，民國 89 年 10 月，「模糊數學與統計應用」，俊傑書局股份有限公司。
- [5] 姚乃嘉、李俊憲、劉惠芸，民國 90 年 2 月，「BOT 特許合約究系列(3)—則務篇」，現代營建，第 254 期，頁 47-58。
- [6] 郭國任，民國 87 年 7 月，「地上權權利金評估之研究-1」，現代地政雜誌，第十八卷七期，頁 19-23。
- [7] 郭國任，民國 87 年 8 月，「地上權權利金評估之研究-2」，現代地政雜誌，第十八卷八期，頁 14-17。
- [8] 陳天賜、廖慶隆，民國 88 年 1 月，「民間參與公共建設方式之研析」，中華道路，第三十八卷第一期，頁 21-32。
- [9] 陳天賜，民國 88 年 9 月，「BOT 與專案融資」，公教資訊，第三卷第三期，頁 14-28。
- [10] 陳毅任，民國 88 年，「應用模糊理論確認交通建設 BOT 計畫特許公司營運影響因素之研究」，國立台灣科技大學營建工程系碩士班碩士論文，台北市。
- [11] 陳豪鈞，民國 88 年，「以模糊多目標規劃探討 BOT 計劃之投標評選」，國立台灣科技大學營建工程系碩士班碩士論文，台北市。
- [12] 馮正民、邱裕鈞、吳善楹，民國 91 年，「交通建設 BOT 計畫權利金計收模式之建構」，中華民國運輸學會第十七屆學術論文研討會，第 255-264 頁。
- [13] 馮正民、邱裕鈞，民國 93 年，「研究分析方法」，建都文化事業股份有限公司。

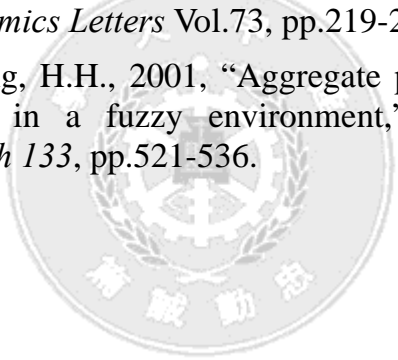
- [14]黃玉霖、劉憶如、王文字，民國 89 年 1 月，「BOT 三贏策略」，商鼎財顧。
- [15]楊澤權、王欣群，民國 88 年 9 月，「台灣高速鐵路 BOT 專案計劃的財務規劃與風險管理策略之研究」，台灣土地金融季刊，第三十六卷第三期。
- [16]羅文聖，民國 91 年，「以模糊理論分析 BOT 計畫自償率之研究」，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文，台北市。
- [17]羅建龍，民國 88 年，「BOT 營運績效評估模式研究與建立」，國立台灣科技大學營建工程系碩士班碩士論文，台北市。

2. 英文部分

- [1] Bousquet, A., Cremer, H., Ivaldi, M. and Wolkowica, M., 1998, "Risk Sharing in Licensing," *International Journal of Industrial Organization*, Vol.16, pp.535-554.
- [2] Buckley, J.J., 1995, "Joint solution to fuzzy programming problems," *Fuzzy Sets and Systems* Vol.72, pp.215-220.
- [3] Buckley, J.J. and Feuring, T., 2000, "Evolutionary algorithm solution to fuzzy problems: Fuzzy linear programming," *Fuzzy Sets and Systems* Vol.109, pp.35-53.
- [4] Hu, C.F. and Fang, S.C., 1998, "Solving fuzzy inequalities with concave membership functions," *Fuzzy Sets and Systems* 99, pp.233-240.
- [5] Inuiguchi, M. and Ramík, J., 2000, "Possibilistic linear programming: a brief review of fuzzy mathematical programming and a comparison with stochastic programming in portfolio selection problem," *Fuzzy Sets and Systems* Vol.111, pp.3-28.
- [6] Kaufmann, P.J. and Dant, R.P., 2001, "The Pricing of Franchise Rights," *Journal of Retailing*, Vol.77, pp.537-545.
- [7] Nakahara, Y., 1998, "User oriented ranking criteria and its application to fuzzy mathematical programming problems," *Fuzzy Sets and Systems* Vol.94, pp.275-286.
- [8] Parra, M.A., Terol, A.B. and Rodríguez Uría, M.V., 1999, "Solving the multiobjective possibilistic linear programming problem," *European*

Journal of Operational Research 117, pp.175-182.

- [9] Ramík, J. and Rommelfanger, H., 1996 “Fuzzy mathematical programming based on some new inequality relations,” *Fuzzy Sets and Systems* Vol.81, pp.77-87.
- [10] Rommelfanger, H., 1996, “fuzzy linear programming and applications,” *European Journal of Operational Research* 92, pp.512-527.
- [11] Rowse, J., 1997, “On ad valorem taxation of nonrenewable resource production,” *Resource and Energy Economics* Vol.19, pp.221-239.
- [12] Sakawa, M. and Nishizaki, Ichiro., 2002, “Interactive fuzzy programming for two-level nonconvex programming problems with fuzzy parameters through genetic algorithms,” *Fuzzy Sets and Systems* Vol.127, pp.185-197.
- [13] Windsperger, J., 2001, “The Fee Structure in Franchising: a Property Rights View,” *Economics Letters* Vol.73, pp.219-226.
- [14] Wang, R.C. and Fang, H.H., 2001, “Aggregate production planning with multiple objectives in a fuzzy environment,” *European Journal of Operational Research* 133, pp.521-536.



作者簡歷



姓名：沈秋美

籍貫：台灣省宜蘭縣

生日：民國 65 年 12 月 3 日

電話：03-9553428

地址：宜蘭縣羅東鎮興東南路 196 號 2 樓

E-mail：*m9103531@webmail.fcu.edu.tw*

學歷：2004 年 6 月 逢甲大學交通工程與管理學系碩士班畢業

2002 年 6 月 逢甲大學交通工程與管理學系畢業

1996 年 6 月 私立中國海專航運管理科畢業

1994 年 6 月 省立羅東高商會計事務科畢業