

國立臺灣大學工學院土木工程學系

碩士論文

Department of Civil Engineering

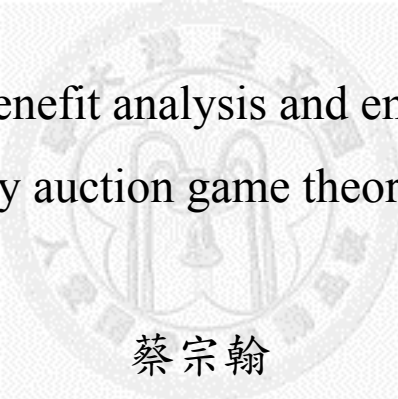
College of Engineering

National Taiwan University

Master Thesis

以拍賣賽局理論分析第二價格競標之效益與實證

Second-price bid benefit analysis and empirical experiment
by auction game theory



蔡宗翰

Tsung-Han Tsai

指導教授：荷世平 博士

Advisor : Shih-Ping Ho, Ph.D.

中華民國 102 年 1 月

January, 2013

國立臺灣大學（碩）博士學位論文
口試委員會審定書

以拍賣賽局理論分析第二價格競標之效益與實證

Second-price bid benefit analysis and empirical experiment
by auction game theory

本論文係蔡宗翰君（R00521710）在國立臺灣大學土木工程學系
碩士班完成之碩士學位論文，於民國 101 年 12 月 27 日承下列考試委
員審查通過及口試及格，特此證明

口試委員：

荷 世 平

(指導教授)

陳 柏 翰

許 耀 文

荷世平

陳柏翰

許耀文

系主任

呂 良 正

呂良正

(簽名)

誌謝

這篇論文可以幫助台灣公共工程減少許多弊案與浪費，希望後續的有緣人可以持續研究並推廣此一制度，透過學術研究的累積，對社會產生正面的貢獻。站在巨人的肩膀上，我感謝所有前人的努力與心血結晶，我會繼續懷抱理想、執著努力的改善世界。

我要感謝荷世平老師願意收我為徒，溫文儒雅的老師對學術的理念和執著令我尊敬，為了指導學生等等沒有好處的事情願意辛苦操勞，春風化雨的教誨學生受益良多。我還要感謝台大商研所的江炯聰教授，持續努力不懈的教學展現了對後輩的責任感，沒有追求好日子仍然持續教育學生，我深受啟發。感謝台大土木所的王明德老師，給我論文許多的建議與指導，並支持我做我想做的研究，開啟了我多層次與跨領域的視野。感謝口試委員台大土木所的陳柏翰老師和台大國企所的許耀文老師，你們的意見與稱讚使我深感榮幸。

我要感謝台大土木的營管組同學們，賴曉群、溫閔元、陳逸菁、王士鳴、干孟申、李育杰、李炯興、李文傑、陳俊廷、陳育群、林麗萍、施柏宇、廖憲曜、吳雅婷，我想一個一個好好感謝你們但可惜誌謝只能寫一頁。我對妳們的感謝超過你們的想像，如果沒有你們我無法完成這個學位。你們教了我很多事、幫了我很多忙、開了我很多心，我們一起共度了許多美好的時光，期待未來與大家聚首時，一同品味這些青春歲月釀的回憶。

我要感謝我最好的朋友顏維佐，好的朋友會互相扶持，最好的朋友會互相激勵，期許我們變厲害之後都不會忘記理想。我要感謝怡婷，你是我的最大動力來源，謝謝你支持我任性的追求我想要的，陪我完成這一切，讓我成為更好的人。

最後我要感謝我的爸媽，我想你們不會看到，但是你們不求回報的愛是我最大的後盾，希望你們可以盡早退休，體驗人生中為了兒子而曾經擱下的所有美好。

蔡宗翰

2012.12.27

中文摘要

論文名稱：以拍賣賽局理論分析第二價格競標之效益與實證

校系（所）組別：臺灣大學土木工程研究所 營建管理組 碩士班

指導教授：荷世平 博士 研究生：蔡宗翰

台灣公共工程大多採取最低價格競標，然而最低價格競標有許多讓人詬病的問題，希望能夠尋找、研究並驗證是否有更好的投標制度，能提升公共工程的品質，也提升廠商的利益、政府的利益，甚至是公共工程使用者，全民的利益。

諾貝爾經濟學獎得主William Vickery在不完全經濟學領域的貢獻良多，提出維氏拍賣（Second price bid auction）是其重要貢獻之一，本研究希望利用維氏拍賣之概念，發展一具有許多優點的公共工程投標機制。「第二價格同質公共工程競標」即為此招標機制之名稱。第二價格同質公共工程競標之規則為所有廠商參與一次密封（sealed）的投標，由投標價格最低的廠商得標，但得標者可得第二低價作為得標者之工程費用。

本研究使用採用賽局理論（Game theory）分析此規則之效益，並採用實驗設計之研究方法驗證理論之效果。在一定的假設下，透過賽局理論的分析，本研究確認第二價格競標可以使所有參與投標之廠商寫下其保留價格、減少廠商與公務員間的聯誼、勾結等競租行為，並可以確保成本最低廠商得標，使社會效率最高達到柏拉圖效率。而透過實驗設計的實證結果顯示，在此規則下廠商不會立刻依照理論出價，但隨著經驗的增加出價行為逐漸接近理論值。此實驗結果支持理論推導之效果，本制度可供後續研究持續改善並改善現實公共工程之部分問題。

【關鍵字】：台灣公共工程、最低價格競標、第二價格同質公共工程競標、賽局理論、保留價格、競租行為、柏拉圖效率。

Abstract

Name of Institute : Construction and Engineering Management Program of

Department of Civil Engineering, National Taiwan University

Graduate Date : January, 2013 Degree Conferred : Master

Name of Student : Tsung-Han, Tsai Advisor : Shih-Ping Ho, Ph.D.

Most of the Taiwan public constructions use the lowest price bid to determine the contractor. However, the lowest price bid have some criticized issues, This research wants to find, research, and verify a better mechanism for public construction tendering in order to improve the quality of public construction, the interests of the manufacturers or the government's interests, even benefit users of public constructions, improve social interests.

Nobel Prize in economics winner William Vickery, who contribute to incomplete economics proposed Vickers auction. (Second price bid auction) This research hopes to use the Vickers auction concept to develop a tendering mechanism for public constructions, "The second price homogeneity public construction tendering". Second price homogeneity public construction tendering rule is: For all bidders who participate, each could hand in a sealed tender bid. The lowest bidder win the tendering, while the winning bidder gets the second-low bid price as construction project costs.

This research use Game theory to analyze the benefits of this rule, and verify the effect of the theory by experimental design research methods. Under certain assumptions, through the analysis of game theory, this study confirmed that the

second price homogeneity public construction tendering can make every participating contractor write down its reserve price, to reduce coordinate, collusion and other rent-seeking behavior between contractors and civil servants. This rule can also ensure the lowest-cost contractor wins the bid. Social welfare will be maximized, and Pareto efficiency will achieve automatically. The empirical results show that through experimental design, every contractor under this rule will not immediately bid according with the theoretical bid, but will gradually close to the theoretical value when bidders gain experience. The experimental results support the theory inference. This rule is available for follow-up research continues to improve and contribute some of the problems solving in the reality world of public constructions.

【Keywords】 : Public Constructions, Lowest Price Tendering, Second Price Homogeneity Public Construction Tendering, Game Theory, Reserved Price, Rent-Seeking Activities, Pareto Efficiency



內容

誌謝.....	II
中文摘要.....	IV
Abstract.....	V
圖目錄.....	XI
表目錄.....	XII
第一章 緒論.....	1
第一節 研究背景與動機.....	1
第二節 研究目的.....	3
第三節 研究架構.....	4
第二章 文獻探討.....	5
第一節 賽局理論.....	5
第二節 維氏拍賣 (Vickery auction)	9
一、英式拍賣 (English auction)	9
二、荷式拍賣 (Dutch auction)	9
三、第一價格密封拍賣 (first price sealed bid auction)	9
四、維氏拍賣 (Vickery auction)	10
第三節 其他本研究相關文獻回顧.....	12
第三章 研究方法.....	14
第一節 賽局理論.....	14
一、賽局的基本要件.....	15
二、優勢策略 (dominant strategy)	16
三、納許均衡 (Nash equilibrium)	17
第二節 社會總福利、競租成本與柏拉圖效率.....	18
一、社會總福利 (social welfare)	18
二、競租成本 (rent-seeking activities cost)	18
三、柏拉圖效率 (Pareto efficiency)	19

第三節 實驗經濟學	21
一、 實驗經濟學導論	21
二、市場實驗與市場設計經典實驗	25
三、結論	30
第四節 實驗設計	34
一、實驗研究的定義	34
二、實驗研究的要素	34
第五節 多元迴歸分析	36
一、多元迴歸分析之基本概念	36
二、多元迴歸分析之決策流程	38
三、多元迴歸模式	42
第四章 賽局模型建立與分析	44
第一節 第二價格競標規則	44
第二節 模型基本假設	45
一、廠商異質	45
二、各廠商產品同質（同質工程）	45
三、各廠商擁有不完全資訊	46
四、廠商出價為一連續性變數，幾乎不可能相同	47
五、忽略備標成本	47
第三節 第二價格競標下同質公共工程投標賽局分析	47
一、變數定義	47
二、賽局建構	49
三、賽局參與者策略分析	53
四、優勢策略	56
五、優勢策略解之數學證明	58
六、實驗命題與可驗證假說	59
第四節 第二價格競標之效益分析	60

一、顯示真實價格（成本加要求獲利）	60
二、降低競租成本	60
三、使社會福利最大，達成柏拉圖效率	61
第五章 實驗設計與驗證	62
第一節 實驗設計	62
一、實驗目的	62
二、實驗流程	64
三、統計模型設計	65
四、模型預期結果	66
五、最初之實驗設計	66
六、前測（pre-test）造成的修改	68
七、最終之實驗設計（附錄）	69
第二節 資料處理	69
第三節 實驗結果	70
一、主要檢定結果	71
二、經驗多寡與學習效果	72
三、排除最後一回合樣本資料之檢定	76
四、實驗結果之探討	78
第六章 結論與建議	80
第一節 研究結果與效益	80
一、第二價格競標之規則與機制	80
二、顯示真實價格（成本加要求獲利）	81
三、降低競租成本	81
四、使社會福利最大，達成柏拉圖效率	81
第二節 研究貢獻	82
第三節 研究限制	85
第四節 未來研究建議	89

參考文獻..... i

附錄：實驗設計之最終形式、實驗原始資料.....iv



圖目錄

圖 3-1 剪刀石頭布賽局之報酬矩陣	15
圖 3-2 石頭布賽局之報酬矩陣	16
圖 3-3 多元迴歸的決策流程	38
圖 4-1 第一步：以 Q_i 為橫軸，建立賽局分析範圍	49
圖 4-2 第二步：加入縱軸廠商利潤 Π_i 準備建構收益函數	50
圖 4-3 第三步：分析兩區段收益函數第一區段	51
圖 4-4 第四步：分析兩區段收益函數第二區段	52
圖 4-5 以成本出價之收益函數圖形	53
圖 4-6 以高於成本出價之收益函數圖形圖	54
圖 4-7 以低於成本出價之收益函數圖形	55
圖 4-8 以成本出價收益函數必大於等於以高於成本出價之收益函數圖形	56
圖 4-9 以成本出價收益函數必大於等於以低於成本出價之收益函數圖形	57
圖 5-1 本研究之實驗流程	64
圖 5-2 實驗樣本年資分布圖	66
圖 5-3 經驗缺乏者的 Dev 分布圖	73
圖 5-4 經驗豐富者的 Dev 分布圖	73



表目錄

表 2-1 近代諾貝爾經濟學獎得獎者與研究領域	6
表 5-1 主要變數平均值與標準差	71
表 5-2 主要檢定之檢定結果	72
表 5-3 少經驗參與者的 Dev 分布圖	74
表 5-4 有經驗參與者的 Dev 分布圖	74
表 5-5 排除最後一回合資料之主要檢定結果	76
表 5-6 原始總檢定與排除最後一回合之總檢定結果比較	76
表 5-7 排除新手樣本並排除最後一回合樣本資料之檢定結果	77
表 5-8 排除最後一回合總檢定與排除最後一回合及新手樣本結果比較	77



第一章 緒論

第一節 研究背景與動機

台灣的公共工程品質不良的事件頻傳，由於公共工程品質不良之問題並不僅僅存在於偶發的個案，而是一個系統性的難題，許多重要的因素都共同影響了台灣公共工程的品質。

影響公共工程品質的眾多因素中，決標規則亦是為人詬病的重要因素。因為台灣加入 WTO 後政府採購法的立法，大部分的公共工程競標機制均採取最低價標，「最低標」之決標方式為美國、法國及中華民國等國採用，亦為我國政府公共工程採購最常採用之決標方式。其基本想法係在採購同質性產品時，利用開放市場的公平價格競爭機制，使業主能以最低之價格取得所需之產品，以保障業主的權益。其決標方式，依據政府採購法第五十二條之規定，係以「訂有底價之採購，以合於招標文件規定，且在底價以內之最低標」或「未訂底價之採購，以合於招標文件規定，標價合理，且在預算數額以內之最低標」為得標廠商。（政府採購法，2002；邱琛智，2002）

現存之「最低標」決標方式有以下之優點：

- 一、已有法源依據（政府採購法第五十二條）。
- 二、適用於成品較為通用且規格較無爭議之採購。
- 三、為單目標評選，規則簡單明確。
- 四、使公務員招決標作業過程中不易有爭議。
- 五、易於節省預算。

然而經由實施多年之經驗及相關學者之研究顯示，「最低標」方式亦有以下之缺點：

- 一、較不適用於異質之工程、財物或勞務採購（政府採購法第五十二條）。
- 二、無法考慮多重標準。具有較多相關施工經驗及施工技藝較高之廠商無法取得較佳之得標優勢。
- 三、政府及廠商間各種資訊攸關廠商得標之決策與獲利，易形成廠商與公務員間勾結，產生貪汙之情事。
- 四、僅憑工程總價單一資訊決標，使得投標者廠商並無於投標前先行深入瞭解圖說及詳細估算工程內容，反而僅以探聽底價及壓低總價來搶標。
- 五、違反低價位與品質之自然對立原則，形成廠商以低劣品質方式降低成本之動機，使執行中易產生爭議。
- 六、造成低價搶標之現象。
- 七、形成業主及廠商間之對立。
- 八、工期設定失真及工期冗長。

由於工程採購特性，無法於採購後立即看到成品，且具有專案生產的特性，廠商之能力對於工程成品之品質具有甚大之影響，因此是否屬於同質性採購目前各界尚有爭議。若僅以完成總價作為唯一的決標機制，在當前不成熟的產業環境下，低價搶標所產生的結果就可能弊大於利，反倒成為市場劣幣驅逐良幣，工程品質不佳的起因。

而由於最低價標眾多的缺點，希望能夠研究是否有較佳的投標機制，可以改善現在公共工程採購遭遇到的問題與最低價標的缺點，並研究如果有較好的機制，適合使用的時機和充分或必要環境條件為何。

第二節 研究目的

一、回顧重要拍賣賽局理論相關文獻，透過了解各種拍賣機制尋求適當之拍賣機制

本研究將回顧過去重要之拍賣賽局理論，分析重要之文獻與其意義，試圖尋找各種拍賣機制之不同優缺點，以利對應公共工程投標之賽局，建立符合公共工程投標之賽局模型。

二、以拍賣賽局理論為基礎，建立一個較佳的投標機制，並分析此機制下業主及廠商的最適策略與利益

利用文獻中確認之最適合拍賣機制，發展一套對應到公共工程採購之投標機制，在確認各種假設符合公共工程採購之特性後，進行賽局分析，確認各參與者的可能策略以及所有可能的均衡，以分析業主及廠商的最適策略與預期利益。

三、分析若採用此投標機制可產生之效益

透過業主及廠商的最適策略推導，除了即期的預期利益之外，可分析長期在此機制下對於業主以及廠商各有甚麼誘因及長期變動之趨勢，藉此可分析除了各自利益之外此機制可以產生之效益。

四、透過實驗設計進行實證分析，驗證理論之效果

透過實驗設計發展一個符合理論假設，可以驗證理論之實驗。透過實驗的進行及資料的回收與建立統計模式對資料進行分析，驗證理論之效果是否符合預期。

第三節 研究架構

一、緒論：說明本研究之背景與動機、研究目的以說明本研究之價值所在。

二、文獻探討：回顧拍賣賽局理論之發展以及本研究相關之研究回顧。

三、研究方法：說明本研究之分析方法與理論。

四、賽局模型建立與分析：建立符合理論假設之公共工程賽局模型，並依照賽局理論分析此模型之欲其結果與效益。

五、實驗設計與驗證：透過實驗設計發展一個符合理論假設且可以驗證理論之實驗。透過實驗的進行及資料的回收與建立統計模式對資料進行分析，驗證理論之效果是否符合預期。

六、結論與建議：針對研究之結果與限制提出結論與建議。

第二章 文獻探討

第一節 賽局理論

拍賣賽局理論為賽局理論的一部份，賽局理論是一個體經濟學的研究方法，透過一定的經濟學假設，推論和演繹個體會如何做選擇。

賽局理論影響了資訊經濟學(Information Economics)、代理理論(agency theory)、交易成本經濟學(Transaction cost Economics)、制度經濟學(Institutional Economics)、契約理論(Contract theory)機制設計經濟學(Mechanism design)等許多經濟學派，在現代經濟學的發展史上，有承先啟後的地位。

參考王明德(2010)，簡短的敘述賽局理論的沿革：

從1944年，Von Neumann與Morgenstern出版「賽局理論和經濟行為」(The Theory of Games and Economic Behavior)後，許許多多的大師逐步提出貢獻，使此領域逐漸發展。

合作賽局於1950年代發展鼎盛，其中 John Nash提出的納許均衡(Nash, 1950&1951)，為後續的分析建立了基礎，Tucker於1950年提出的囚徒困境(prisoners 'dilemma)更成為經典的賽局。

Selten於1965年引入了動態分析，提出了精鍊納許均衡。而Harsanyi等學者於1967年提出不完全信息之概念，更逐漸加深賽局理論的內涵，增廣了賽局理論的解釋範圍。

Kreps & Wilson於1982年提出了動態不完全信息賽局，不完全信息的分析影響了許多後續的學者從事這方面的研究，啟發了許多資訊經濟學的學者。

1994年，諾貝爾經濟學獎頒給賽局理論專家Nash、Selten、Harsanyi等學者，表揚他們在這個領域傑出的貢獻。

事實上後續仍然有許多學者因為從事賽局理論相關的研究獲得諾貝爾經濟學獎，下表是近代諾貝爾經濟學獎得獎人以及其研究之領域，**粗斜體**的部分表示與賽局理論有關。

表2-1 近代諾貝爾經濟學獎得獎者與研究領域

編號	年	諾貝爾經濟學獎得獎者	專長研究領域
1	1980	Lawrence Klien	經濟波動經濟政策分析之經濟模型建置
2	1981	James Tobin	金融市場與就業生產價格分析之研究
3	1982	George Stigler	產業結構與組織及資訊經濟學管制經濟學
4	1983	Gerard Debreau	一般均衡理論的重新建構
5	1984	Richard Stone	國民所得帳體系與改進實證經濟分析基礎的改善
6	1985	Franco Modiglian	儲蓄及金融市場的開創分析與企業金融資本市場計量經濟學
7	1986	James Buchanan	政治決策理論之經濟分析與公共經濟學
8	1987	Robert Solow	經濟成長理論
9	1988	Maurice Allais	市場理論與資源有效利用
10	1989	Trygve Haavelmo	計量經濟學的機率論研究
11	1990	Merton Miller	財務金融學理論的建構
12	1990	William Sharpe	金融資產的架構構成理論CAPM
13	1990	Harry Markowitz	投資組合選擇理論
14	1991	Ronald Coase	交易成本與財產權理論的建置
16	1993	Robert Fogel	經濟史的研究解釋經濟變化與制度變化
17	1993	Douglas North	經濟史的研究解釋經濟變化與制度變化
18	1994	John Harsanyi	非合作賽局理論的均衡分析_不完全資訊行為之分析
19	1994	John Nash	非合作賽局理論的均衡分析_納許均衡理論的建立
20	1994	Reinhard Selton	非合作賽局理論的均衡分析_子賽局納許均衡理論的

			建立
21	1995	Robert Lucas	建立理性預期理論改善總體經濟分析
22	1996	James Mirrlees	資訊經濟學研究_資訊不對稱下的經濟激勵理論
23	1996	William Vickrey	資訊經濟學研究_資訊不對稱下的經濟激勵理論
24	1997	Robert Merton	建置評價衍生性金融商品價值的方法
25	1997	Myron Scholes	建置評價衍生性金融商品價值的方法
26	1998	Amartya Sen	福利經濟學_社會選擇理論與貧窮標準的定義
27	1999	Robert Mundell	不同匯率體系下的貨幣與財政政策之分析
28	2000	James Heckman	個體計量經濟學理論與方法的建立_分析選擇樣本的理論方法
29	2000	Daniel McFadden	個體計量經濟學理論與方法的建立_分析離散選擇的理論方法
31	2001	Andrew Spence	資訊不對稱市場_訊號機制的釋放分析
32	2001	Joseph Stiglitz	資訊不對稱市場_避免逆選擇的分析
33	2002	Daniel Kahneman	將心理學的研究融入經濟分析_不確定下如何判斷與決策
34	2002	Vernon Smith	把實驗室引入實證經濟學_替代性市場機制的研究
35	2003	Robert Engel	建立用異質變異數的時間序列分析方法
36	2003	Clive Granger	具有共同趨勢的縱向資料分析方法
37	2004	Finn Kydland	動態總體經濟學的研究_經濟政策的一致性問題與周期的原因
38	2004	Edward Prescott	動態總體經濟學的研究_經濟政策的一致性問題與周期的原因
39	2005	Robert Aumann	非合作賽局_無名氏理論與衝突合作理論
40	2005	Thomas Schelling	非合作賽局_衝突與合作理論
41	2006	Edmund S. Phelps	在宏觀經濟政策中的跨期權衡分析，加深了我們對宏觀經濟政策的短期和長期影響之間關係的了解
43	2007	Eric S. Maskin	創立與發展機制設計理論
44	2007	Roger Myerson	創立與發展機制設計理論
45	2008	Paul Krugman	新貿易理論和新經濟地理學的貢獻。解釋國際貿易和地理的財富集中的模式
46	2009	Elinor Ostrom	研究著重在傳統模式對共有財（ common property ）的不良管理，她主張藉由設立中央機構或是予以私人化等兩種方式，才能有效管理
47	2009	Oliver Williamson	組織經濟學主張，市場不見得永遠都比組織有效率，組織的存在有效降低了市場資訊不對稱導致的交易成本，他進一步用這個理論來解釋公司的產生及社會主義國家的出現。組織治理:他主張市場以及類似公司這

			種分級組織，是不同的治理架構，兩者解決利益衝突的方法也不同。企業和經濟體系內的治理問題，已成為世界經濟危機的核心議題。例如企業董事會未能管轄過高的酬庸，或避免發放紅利獎勵過度的冒險行徑，便屬於企業治理的問題
48	2010	Peter Diamond (美)	根據古典市場理論，買家不需要付出成本就能找到合適的賣家，但現實情況並非如此，買方為了找到好價錢貨比三家，需要花成本，因此買賣雙方在尋找彼此的過程需要花時間和成本，因而產生摩擦。戴蒙德一九七一年發表重要論文，研究在買方尋找好價錢的同時，賣方也把買方貨比三家的行為考慮進去，決定最適當的價格，建立買家可以找到好價格的搜尋市場理論架構
49	2010	Dale Mortensen (美)	把戴蒙德的理論用於就業市場，分析勞資雙方無法有效找到彼此的阻礙
50	2010	Christopher Pissarides (英)	他們三人的理論可以回答一個問題，為什麼有很多人失業，同時又有很多空缺找不到人？找工作需要時間和資源，在就業市場產生摩擦，這說明了為何失業和空缺同時存在。三位獲獎人對決策者重新思考失業福利及如何協助失業者找工作有重大影響，目前各國政府面臨重新思考失業福利和就業政策的壓力，這也是把諾貝獎頒給三人的最佳時機。得獎詞說：「他們的模型協助我們了解失業、工作機會和薪資如何受到法規和經濟政策影響
51	2011	Thomas Sargent (美)	在宏觀經濟的因果實證研究
52	2011	Christopher A Sims (美)	研發出多種方法，為經濟政策與國內生產毛額、通貨膨脹、就業及投資等總體經濟變數之間的因果關係，找到解答，為現今總體經濟分析的重要工具
53	2012	Alvin Roth	媒合理論之發展與應用
54	2012	Lloyd Shapley	穩定分配理論和市場設計實踐

第二節 維氏拍賣 (Vickery auction)

Lawrence Friedman (1956) 提出一個求解第一價格密封拍賣的最佳競價策略模型，首度使用賽局理論分析拍賣問題。William Vickery (1961、1962) 提出私人獨立價格的模型，提出以下四種拍賣規則：

一、英式拍賣 (English auction)

英式拍賣即是現實中的EBAY拍賣，參加者可以在一定時間內多次出價，最後時間終了時，由出價最高的人得標。由於價格只會越喊越高，因此英式拍賣又被稱為向上拍賣 (upward auction)。許許多多的拍賣會都使用英式拍賣這一個拍賣規則，為一相當受歡迎的拍賣方式。

二、荷式拍賣 (Dutch auction)

荷式拍賣在現實中比較少見，參加者在拍賣過程中，全部可以同時看到一個共同的價格計，隨著時間的經過價格會持續的下降，每個參加者面前都有一個按鈕，當有一個參加者按下按鈕表示他願意以現在價格計上的價格購買，先按先贏，得標者需付按下按鈕時價格計上的價格。

由於價格只會越來越低，因此荷式拍賣又被稱為向下拍賣 (downward auction)。由於若採用荷式拍賣作為拍賣規則，被拍賣品的價格將被訂定上限，因此不受到賣家的歡迎。

三、第一價格密封拍賣 (first price sealed bid auction)

第一價格密封拍賣亦是相當受歡迎的拍賣規則，其規則是每個參加者僅能出價一次，且這個出價是密封的，不公開，直到開標時才會拆封所有參加者的信封，比

較所有參加者密封的出價，由出價最高者得標。現實社會中有些鑽石的拍賣或是無法使所有人齊聚一堂的拍賣會採取此規則。

台灣公共工程採購採用的最低價標即為本規則之轉換，由於拍賣賣家希望商品賣出價格越高越好，然而政府希望花費在一個公共工程的預算在合理的前提下越少越好，因此最低價標即是價格方向相反之第一價格密封拍賣。

四、維氏拍賣（Vickery auction）

William Vickery於1961年提出的維氏拍賣規則一般化的規則為：僅進行一回合之投標，若要競標 n 個相同物，則由出價最高的 n 人獲得，但這些得標者僅需付第 $n+1$ 高的出價作為得標價格。此一規則在僅競標一個商品時，幾乎就是第一價格密封拍賣，僅僅有得標者需付價格的不同，在第一價格密封拍賣規則下，得標者需付他的出價，也就是最高投標價格做為購買商品之費用；然而在維氏拍賣規則下，得標者僅需付第二高投標價格作為購買商品之費用。

然而William Vickery在論文中明確指出荷式拍賣與第一價格密封拍賣是同一架構的，都讓參加者面臨投機的選擇。在荷式拍賣中就算價格計的價格已經降低到參與者的保留價格，參與者仍可能貪心的進行等待，如果幸運等待之後用更低的價格買到商品，參與者的消費者剩餘就更高。在第一價格密封拍賣中，參與者也未必會以保留價格出價，因為如果用出價低於保留價格仍然得標，參與者的消費者剩餘也將比使用保留價格投標後得標的狀況多。

William Vickery並在論文中推導出在一定的假設下，第一價格封拍與第二價格封拍對賣家的期望收入相同，但第一價格封拍因為投機的誘因，會使買家出價變異數較大，賣家的期望價格變異數也就較大。

參考張立中（2009）對拍賣及競標之研究，Myerson、Riley和Samuelson（1981）證明了期望收入等價這個結論的一般性，假定存在數量很多的風險中立買家，每個人都有其獨立私人估計價值，其價值服從一共同、嚴格遞增的分配時，擁有最高信號的玩家總是贏家以及最低估計價值的玩家期望報酬總是零的拍賣機制將會產生相同的賣家期望報酬。

Milgrom、Weber（1982）提出了更大架構的分析論文，包含四大拍賣、共有資訊、私人訊息、保留價格、進入費用、及風險態度都有考慮進去。

Lopomo（1998）將競標者的價值分配設為常態分配，競標者的估計價值可能是獨立的，也可能是相關的。其結論是如果競標者是風險中立，則英式拍賣是期望收益最大的。

Charles Noussair等學者（2004）提出心理經濟學的實驗證明第二價格競標揭露消費者保留價格的能力。

在很長的一段時間，拍賣理論被視為非主流經濟學，是不被經濟學家所認同的。因為拍賣的文章幾乎都以數學來做運算，充滿了艱深的統計學與機率論模型，令人難以親近。與此同時，主流的經濟學家推崇用經濟直覺來進行推論與證明。但在70年代末期有了突破性的發展，賽局專家發現到拍賣是一個資訊不對稱的環境，是很好的不完全資訊經濟學實例。

拍賣賽局理論雖然是很好的規則分析工具，卻未必被廣泛的應用。主因是雖然拍賣賽局理論可以推論理性參與者之決策，但賣家希望參與者不理性！失去理智出高於參與者保留價格最好！在這樣的情形下拍賣的賣家總是希望透過各種其他

的機制，使參與者失去理智亂出價，例如拍賣官的令人心神不寧的槌子聲與持續呼喊的聲音，緊張的環境與氛圍等等。

然而公共工程由於經費來源的特性，非常適合使用拍賣理論進行機制設計。因為政府的預算來自於稅金取自於人民，本應善加使用不得浪費，但政府也不應壓迫廠商使廠商失去理智投標產生虧損！

第三節 其他本研究相關文獻回顧

關於全部調查設計的方向，Babbie, E. (2001) 提供了一個徹底且詳細的主題。

其中回顧了這類型研究設計取樣的邏輯以及設計的例子，還討論了一個測驗工具和它的規模的概念化，然後提供了關於管理調查表和處理結果的想法。此外，本書包括一個關於數據分析的討論、解釋和理解表格，以及撰寫一篇調查報告的要點。這本書訊息豐富，詳細描述了以學術為方向、以中等或者高級程度的學生為使用對象的調查研究。

Keppel, G. (1991) 提供實驗設計詳細、徹底的步驟，包括從設計原則到實驗數據的統計分析。大致上來說，這本書是對想要理解設計和統計分析的學生提出中級到高級的統計實驗。

有關於專家和新手的學習，Frensch & Sternberg (1989) 提出了非常經典的論述：

Frensch & Sternberg 指出，專家在執行策略時使用兩個重要的歷程。一個是基模化，涉及發展豐富和高度組織的基模。另一個是自動化，涉及讓一系列步驟變成一個整體的例行程序，只需要一點或不需要意識控制。透過這兩個歷程，專家可以將問題解決的負擔，從容量有限的工作記憶轉移到容量無限的長期記憶，因此讓問題解決變得更有效和正確。

但是專家的自動化實際上可能阻礙問題的解決。這會發生在當專家處理結構上與他們遇到不一樣的問題時 (Frensch & Sternberg, 1989)。當問題的結構與問題不同時，剛開始新手可能表現得比專家好，但是最後專家的表現可以趕上並超越新手。這個不同可能是由於專家擁有較多的背景知識、發展良好的基模,以及他們已增強的自我監控技能。



第三章 研究方法

本文使用了賽局理論以及經濟學中的競租行為及柏拉圖效率等分析方法與概念，並採用了實驗設計與多變量複迴歸分析實驗結果。

第一節 賽局理論

賽局理論是近代個體經濟學重要的研究方法，個體經濟學主要研究個體如何在用途的有限資源下做出理性的選擇，所謂理性指個體僅考量如何使個體本身利益或效益極大化，亦被翻譯為自私。

賽局理論是研究決策主體之間的行為，發生直接相互作用時候會如何決策以及這種決策的均衡問題。1944年由學者出版的賽局理論和經濟行為一書是賽局理論的起始，本研究參考楊雲明（2003）、張維迎（2000）及謝淑貞（1995）之研究，發展以下理論框架和概念。

賽局理論的基本概念包含參與者、行動、信息、策略、支付函數、結果、均衡。其中，參與者、行動、結果統稱為遊戲規則，賽局分析的目的是使用邏輯及數學推論出賽局之均衡，進而預測參與者的理性選擇。

因為在現實生活中，參與市場機能的人數往往是非常有限的，並不像經濟學所描述的完全競爭市場，因此人們之間的行為必然會相互影響。每一個人在決策時，必定會考慮其他參與者的反應。若將現實生活中的人們行為因素納入經濟模型的考量中，會使經濟學更具有解釋及預測能力。因此，近年來經濟學越來越轉向研究人與人之間行為的相互影響、競爭與合作、及人們之間的利益衝突與一致性的研究，賽局理論儼然成為當前經濟學的主流分析工具。

一、賽局的基本要件

賽局理論是探討參與者 (players) 在賽局 (game) 中所採取的策略 (strategy) 以及所能獲得的報酬 (payoffs)。由此定義，可以看出無論遊戲型態為何，其組成要件有三：

1. 參與者：參與者為在賽局中互相影響結果的人，可以是兩個以上直到有限多個
2. 策略：策略為參與者個別可以做的選擇組成的集合。
3. 報酬：報酬為個別參與者在不同的情況下會獲得的結果。

舉一個簡單的例子來說：假設有A、B兩個參與者，進行一個剪刀、石頭、布的遊戲；只玩一回合，贏的人可以得到1元，輸的人需要賠1元，和局則雙方均不需要賠錢。這個遊戲可以用以下的報酬矩陣 (payoffs matrix) 表示：

(payoff of A , payoff of B)		B		
		剪刀	石頭	布
A	剪刀	(0,0)	(-1,1)	(1,-1)
	石頭	(1,-1)	(0,0)	(-1,1)
	布	(-1,1)	(1,-1)	(0,0)

圖3-1 剪刀石頭布賽局之報酬矩陣

我們可以看到參與者A、B即為在賽局中互相影響結果的人（勝負和對手的選擇有關），策略為參與者擁有的選擇組成的集合（若為多回合比賽每回合的選擇集合即為策略），報酬則為參與者在不同結果下的獲利，可能為正或負或零，在本例子中即為1或-1或0。

二、優勢策略 (dominant strategy)

有時賽局中存在一特別情況，由於報酬必然較佳，無論對手採取何種策略，自己都一定會採取的最適策略，成為優勢策略。

以數學表達之，即對一有*i*個策略可以選擇的參與者，存在一策略*d*，使其報酬在所有情況下均大於等於其他任何策略：

$$\forall n, \exists \text{ strategy } d, \text{Payoff}(d) \geq \text{Payoff}(n), n = 1, 2, 3, \dots, i$$

此時strategy *d* 為優勢策略。

舉一個簡單的例子說明之，若A、B兩個參與者，進行一個剪刀、石頭、布的遊戲；只玩一回合，贏的人可以得到1元，輸的人需要賠1元，和局則雙方均不需要賠錢。然而A和B兩人說好彼此都絕對不會出剪刀！這個遊戲可以用以下的報酬矩陣 (payoffs matrix) 表示：

(payoff of A , payoff of B)		B	
		石頭	布
A	石頭	(0,0)	(-1,1)
	布	(1,-1)	(0,0)

圖3-2 石頭布賽局之報酬矩陣

我們可以看到在以上這個情況下，A選擇出布的結果必然比出石頭好。（若B出石頭，A出石頭得0，A出布得1；若B出布，A出石頭得-1，A出布得0），此時我們稱出布為A之優勢策略，即在此情形下A選擇出布一定比出石頭好。

另外此時B也存在優勢策略為出布，所以我們可以預期A和B都會出布，賽局的最終結果為平手，雙方報酬為(0,0)，此為雙方優勢策略之結果，稱為優勢策略均衡。

三、納許均衡 (Nash equilibrium)

1. 納許均衡的定義

在前一頁提到的不能出剪刀的剪刀石頭布例子，在AB雙方都選擇出布的情況下，雙方都沒有誘因去變更決策，所以這個決策是安定的。而這種均衡便稱為納許均衡。納許均衡的定義如下：

給定對手的選擇下，每一個人的選擇都是最適選擇，稱為納許均衡。

若更具體的以A、B兩人的賽局為例做說明：

(a^*, b^*) 為納許均衡的條件為：

- (1) 當B的策略為 b^* 時，A的最適策略為 a^* ；且
- (2) 當A的策略為 a^* 時，B的最適策略為 b^* 。

2. 優勢策略均衡與納許均衡的關係

優勢策略均衡未必存在，納許均衡也未必存在，優勢策略均衡若存在必為唯一優勢策略均衡；納許均衡若存在未必為唯一納許均衡解。因為納許均衡可以不存在，或是存在唯一，或是多重存在。優勢策略均衡及納許均衡的關係如下：

- (1) 優勢策略均衡一定是納許均衡：優勢策略均衡不一定存在，若優勢策略均衡存在必為納許均衡。

(2) 納許均衡不一定是優勢策略均衡：若納許均衡存在優勢策略均衡可能存在或不

不存在。

第二節 社會總福利、競租成本與柏拉圖效率

一、社會總福利 (social welfare)

社會總福利之概念為消費者剩餘 (consumer surplus) 加上生產者剩餘 (producer surplus) 扣去無謂損失 (deadweight loss) 後之總和。

消費者剩餘指消費者保留價格 (願付價格) 扣去購買成本後之剩餘總和，例如小明願意花 10 元買一瓶汽水，同時小華願意花 12 元買一瓶汽水，汽水店販賣汽水的價格是一瓶 8 元，消費者剩餘即為 $(10-8) + (12-8) = 6$ 元

生產者剩餘指生產者銷售所得扣除生產成本後之剩餘總和，例如承上的例子，生產汽水的廠商用一瓶 8 元的價格賣出了兩瓶汽水，然而生產這兩瓶汽水的成本分別是 5 元和 4 元，廠商的生產者剩餘即為 $(8-5) + (8-4) = 5$ 元

無謂損失指市場有時因為政府介入實施課稅或是數量管制、或是外部性等等原因造成市場失敗 (market failure) 所產生的損失。

根據福利經濟學的內容，社會福利最大時一定會達成柏拉圖效率。

二、競租成本 (rent-seeking activities cost)

經濟學在考慮市場的效率時，對於獨佔市場的缺點及弊端有許多探討，其中競租成本是其中一個獨佔市場常見的弊端。

競租行為指廠商透過遊說、賄賂等方式影響政府官員或民意代表，以便獲得競爭上的優勢，這種行為對社會資源可以說是一種浪費，其所產生的成本即為競租活動成本。（亦有人翻譯為鑽營活動成本）

簡而言之競租行為指廠商花費成本在無關生產的地方，造成對生產效率沒有正面效果的額外成本。以營建業的例子來說，舉凡和政府單位公務員私下聯誼以求取標案相關資訊或是較優惠的待遇、或是廠商間為了彼此的資訊互相聯誼、溝通等等的活動都是競租行為。競租活動會產生無謂損失，降低整體社會的效率。

三、柏拉圖效率（Pareto efficiency）

經濟學在考慮市場的效率時，常常使用柏拉圖效率來做為市場效率與否的判斷準則，所謂柏拉圖效率在不損害任何人的前提下，無法使任一人更好。此一定義表示分配的公平與否並不在討論之列，也就是如果有兩個蘋果兩個人分，一人一個蘋果或是由其中一人獨得兩顆蘋果均達成柏拉圖效率，但若有一根香蕉一個蘋果給一個蘋果效用為 2，香蕉效用為 4 的消費者甲，以及一個香蕉效用為 1，蘋果效用為 3 的乙兩人分配，則總效用在甲得香蕉乙得蘋果時達到 7 為最大，而任意人獨得兩個水果也將符合柏拉圖效率，僅甲得蘋果乙得香蕉時，可藉由互換水果分別提升兩人的效用，達成柏拉圖最適，此一改善稱為柏拉圖改善，指在不損害任何人的前提下，使至少一人更好。

事實上柏拉圖效率又被稱為經濟效率，一般包含下列三種效率：

1. 消費效率（consumption efficiency）：消費效率是在探討如何將商品分給消費者的問題。然而在營建業的公共工程個案中，消費者均為同一個業主---政府，

因此較不需考慮。

2. 生產效率 (production efficiency)：生產效率是在探討如何將生產要素分配給產業的效率問題，例如有一間營造公司有足夠的工人卻缺乏營建用機器而另外一家公司有閒置的營建用機器，生產效率就可以透過缺機器公司向多機器公司租用機器等方式提升。
3. 配置效率 (allocation efficiency)：配置效率又稱為產品組合效率 (product-mix efficiency)，指在同時考慮生產面和消費面時商品的要素與分配效率問題。此一效率在本研究最為重要：

由於最低價競標之結果，有時生產成本最低的廠商會因為貪求較高的利潤而沒有得標，反而生產成本較高的廠商要求較低的利潤得標，此時將發生配置不效率。

例如某公共工程對 A 廠商而言，建造成本為 100 萬元，對 B 廠商而言，建造成本為 110 萬元，然而 A 廠商較為貪心，希望獲得 20% 之獲利，因此以 120 萬元投標，同時 B 廠商較不貪心，希望獲得 5% 之獲利，因此以 115 萬投標。此一狀況之結果將導致 B 廠商得標。站在社會總福利的角度，若政府願付價格為 200 萬，B 廠商以 115 萬得標，付出 110 萬的成本建造此公共工程，社會總福利將為 $(200-115)+(115-110)=90$ ；反觀若由廠商 A 得標，社會總福利將為 $(200-120)+(120-100)=100$ 。此一狀況下社會福利較大！

承上的例子我們可以發現，在公共工程採購中，社會福利之計算必為（政府願付價格-廠商得標標價）+（廠商得標標價-廠商成本），若要達成社會福利最大，由於政府願付價格為一固定常數，廠商得標標價將會互相抵銷，僅需讓建造成本最低之廠商得標，則社會福利最大之目標將會達成。

現行的最低價格競標中，廠商面對出價越高獲利越高以及出價越低得標機率越高

兩個相反力量的拉扯，在資訊不充足的情況下沒有最適策略，僅能透過許多爭取資訊的競租行為幫助決策，往往增加了競租成本，仍無法保證達到社會福利最大。

第三節 實驗經濟學

本節參考王道一(2009)之著作，對實驗經濟學之概念提出解釋，並描述數個經典實驗，並分別描述實驗經濟學之優缺點。

一、實驗經濟學導論

(一) 何謂實驗經濟學？

芝加哥學派學者富利曼(Milton Friedman)教授在面對別人批評「經濟學的假設不正確」的時候，他的回應是：只要人類行為表現出來「彷彿(as if)」那些假設是正確的即可。也就是說，經濟理論的好壞，是根據預測能力來決定的。

由此觀之，經濟學的目的絕不只是解釋過去、放馬後砲而已，還要能夠對未來做某種程度的預測。雖然，一般都認為經濟學家的預測還不太準確，但是，至少經濟理論應該是以預測現象為目標。

至於經濟學檢驗理論的方式，一般我們看到的都是科學方法定義中所討論的第一種方式，也就是「觀察自然發生的現象」。所謂的「經濟實證」，不論是勞動經濟中的公共政策分析，產業經濟對特定產業分析，還是總體經濟對於經濟成長模型的實證分析，在在都是透過各種統計資料來「觀察自然發生的現象」。這跟天文物理很像，因為通常天文物理的理論預測都無法在實驗室裡面觀察到，只能透過望遠鏡觀察遙遠的星系來驗證理論。

可是，科學方法裡面還有另一種檢驗理論的方式，就是「利用實驗在控制條件下產生自然發生的現象」。如果我們可以在控制的環境下，去產生自然發生的經濟現象，那就是經濟學的實驗。這種實驗對檢驗理論很有用，因為在實驗中我們可以考慮「在其他條件不變下，改變某個變數對結果的影響」，進而檢驗因果關係是否成立。所以，「實驗經濟學」就是用科學方法的「實驗方法」來做經濟學的研究。因此，嚴格說起來實驗經濟學並不是一個特定的研究領域，而是像經濟理論、經濟實證一樣，是一種研究經濟學的方法。

經濟學的實驗並沒有想像中罕見，因為每一個新政策的推行，都是一個「政策實驗(policy experiment)」。只要所推行的政策是「人工控制」，而不是自然發生的，就算是一種「控制條件」，所產生的效果就是一個實驗。舉例來說，許多南美洲國家，以及國共內戰時期的國民政府、辛巴威面對的惡性通貨膨脹，都算是在做貨幣政策方面的政策實驗。

另外，除了政策方面的「現地實驗」之外，一般實驗經濟學講的實驗，指的是在實驗室裡進行的「控制實驗(controlled experiment)」，也稱為「實驗室實驗(lab experiment)」。在(電腦)實驗室裡進行的實驗，通常是邀請學生來做受試者(subjects)，在電腦上給他們一些不同的經濟情境，要求他們做出經濟決策。和一般的問卷調查不同的是，這些決策通常都有真實的後果，不論是直接影響受試者參加實驗所領取的金錢報酬，或是受試者會根據他的決定得到不同的物品作報酬。¹⁰舉例來說，最常見的是實驗中會依據不同的決定贏得數目不等的「實驗貨幣(Experimental Currency Unit, ECU)」，而這些實驗貨幣最後會透過一個固定的匯率換算為新台幣，連同參加實驗的「定額車馬費(show-up fee)」一起當場付現。

透過這種看似遊戲般的實驗收集的資料，會被當成是認真的實驗產生的數據。因為經濟理論認為人們會對誘因作出反應(People response to incentives)，而且這個

誘因可以是金錢、物質、甚至是精神上的誘因。因此，當一個決策情境有真實的誘因存在時，即使看起來像是玩票，經濟理論應該都可以對人們所做的決定作出可受檢驗的預測。所以，只要受試者的決定都有「真實的後果」，這些「實驗室實驗」裡，受試者所做的決定都可以拿來檢驗經濟理論的預測是否正確。

由於實驗經濟學的實驗大多數是實驗室實驗，有時候我們也就乾脆把實驗室實驗稱為「實驗」，其他特別的才叫「現地實驗」、「政策實驗」等等。

舉例來說，有的實驗要求受試者必須在電腦上選擇不同的圖形。為了確保這個決定有真實的後果，實驗者就在實驗的最後隨機地選取一個回合，把受試者在該回合所選取的圖形印成T恤送給受試者當紀念品。另外，許多「消費者選擇商品」的實驗，實驗者都會當場準備真實的商品讓受試者必須真的買下來帶回家。這些都是為了確保受試者的決定都有真實的後果。

反過來說，如果我們認為經濟理論不能預測人們在實驗室裡的行為，其實是告訴我們，經濟理論並不是那麼放諸四海皆準，至少在實驗室裡面，不論是誘因不夠大，或是基於其他理由，經濟理論並不適用。但是，即使如此，能發現理論模型的適用範圍，還是相當有用，因為可以讓我們知道理論預測何時會準、何時不準。

（二）實驗經濟學的兩大傳統

瑞典銀行紀念諾貝爾經濟科學獎在2002年頒發給開創實驗經濟學的兩位學者，臥龍·史密斯(Vernon Smith)和丹尼·卡尼曼(Daniel Kahneman)。其中史密斯是經濟學家，但是卡尼曼其實是心理學家。這兩位學者代表的是實驗經濟學的兩個不同的「傳統」。這兩大傳統的來源雖然不同，但是後來互相影響，也一起攜手成長。

史密斯是第一位有系統進行經濟學實驗的學者，從六十年代就開始在普渡大學(Purdue University)做了許多「市場實驗(market experiments)」，研究亞當斯密所謂「看不見的手」(市場機能)究竟如何運作，也成功地說服大家經濟學不只能被動觀察自然發生的經濟現象，也能夠主動透過實驗來檢驗經濟理論。

他搬到亞利桑那大學(University of Arizona)之後，開始開發軟體、在電腦上進行實驗，也發展實驗經濟學的基本方法論，奠立經濟學實驗的理論基礎。有趣的是，由於他認為實驗經濟學才是真正的(實驗)科學，因此當他創立實驗經濟學學會的時候，他把它取名叫「經濟科學學會(Economic Science Association)」，特別用單數來表示實驗經濟學是唯一的經濟科學。每年實驗經濟學學會的北美地區年會也固定在亞利桑那州的土桑市(Tucson)舉行。

卡尼曼則與另一位心理學家阿摩司·特維斯基(Amos Tversky)一起研究「行為經濟學」，把心理學對於人們如何決策、如何犯錯的想法寫成數理模型，引入原本的經濟理論，使之更貼近人類的行為。舉例來說，他們兩人曾在經濟學最頂尖的期刊Econometrica 發表「展望理論：分析風險下的決策(Prospect Theory: an Analysis of Decision Under Risk)」，據信是該期刊有史以來被引用次數第二高的文章。該文修正期望效用理論，引入心理學上「損失趨避(loss aversion)」與「杞人憂天的程度(non-linear probability weighting)」的概念，寫出新的數理模型，來解釋人們的風險決策不符合期望效用理論之處。

為了要檢驗這些新的理論模型，是否比原有的經濟模型更能預測人們的經濟行為，實驗經濟學也開始進行大量個別決策(individual decision making)與賽局的實驗來比較不同理論預測人類經濟行為的能力。再加上卡尼曼與特維斯基所引入的觀念，許多都來自心理學實驗，因此心理學的實驗結果和實驗方法都對實驗經濟學有許多啟發。

這兩個傳統出發點不同，一個是從研究市場制度出發，由上而下研究不同的制度與交易規則如何影響一個市場的效率性，以及市場收集個別資訊、引領買賣雙方達到均衡的能力。另一個傳統則是從個體決策出發，由下而上研究如何引入心理學觀念來建構有限理性(boundedly rational)的數理模型，看看能不能比原本標準的模型更準確地預測人類的經濟行為。但是制度的成敗，必然跟參與在其中的人對制度(誘因)的反應有關，而了解人們的有限理性，則是設計更好、更可行制度的基礎。因此，這兩個傳統相輔相成，互相影響，就好像個體理論中有賽局論和全面均衡理論相輔相成一樣。

一直到現在，實驗經濟學的兩大研究主題「市場設計(market design)」和「行為賽局論(behavioral game theory)」就分別承繼這兩大傳統而來。「市場設計」所問的問題是：給定我們已經知道大量市場實驗的結果，面對不同的產業，我們能否設計一個新的交易制度來達到我們的目的(譬如說增進效率)?而「行為賽局論」則跳脫了一般賽局論純數學的框架，嘗試預測真人在不同遊戲規則下如何做決定，可能會犯哪些錯誤等等。接下來的兩節中，我們要透過幾個著名的實驗來介紹這兩大主題。

二、市場實驗與市場設計經典實驗

(一) 發現看不見的手(Seeing the Invisible Hand)

史密斯的得獎之作，研究的是雙邊喊價市場(double oral auction)的實驗。其實在史密斯之前，愛德華·張伯倫(Edward Chamberlin)就已經在哈佛大學經濟學研究所的課堂上進行市場交易的實驗。張伯倫的市場實驗一般被稱為交易坑市場(pit market)，指的是金融市場交易的地方(通常是一個交易員聚集在一起的角落)。他發給每位學生一張卡片，指定他成為買家或賣家，卡片上面的數字決定他的(買

方)願付價格或(賣方)成本。然後，張伯倫讓所有的買家賣家在教室內自由談判，達成協議的人就來跟他申報交易，他則把交易價格公佈在黑板上。由於所有買方的卡片代表需求曲線，所有賣方的卡片代表供給曲線，這個實驗的交易價格和數量，就可以拿來檢驗部份均衡理論是否正確。實驗結果顯示，不同的買賣雙方交易價格差很多，市場交易的數量也多半比均衡理論所預測的均衡數量來得多。因此，張伯倫認為簡單的供給需求理論根本不能解釋人們真實的交易行為，因為市場上沒有人知道供給曲線、需求曲線究竟長什麼樣子。這個結果雖然在1948年就發表在經濟學頂尖的期刊Journal of Political Economy，但是卻沒有人重視。

史密斯當學生的時候雖然沒有修過張伯倫的課程，卻參與過張伯倫的實驗，因此他後來開始做研究時決定嘗試類似的研究。他認為張伯倫作實驗的想法是對的，但如果要否定均衡理論預測市場交易結果的能力，顯然應該用一些「比較好」的交易制度，而非故意選擇一個比較差的交易方式，例如要大家自己去談判。於是他就選擇用當時已經運用在股市的雙邊喊價規則，讓買賣雙方公開喊價，一邊喊「x元買進」，另一邊則喊「y元賣出」，願意接受的人則喊「接受」，由實驗者充當交易員撮合交易。

實驗的結果讓史密斯大吃一驚：在雙邊喊價市場中，交易價格(和數量)很快就調整到供需理論所預測的均衡價格(和數量)，顯示部分均衡理論有強大的解釋力，只是先前張伯倫沒有使用最好的交易規則。這個實驗最特別的是，雖然買賣雙方沒有人事先知道供給需求為何，但是市場卻能透過雙邊喊價制度、透過集中市場的交易員這隻「看得見的手」，把買賣雙方的資訊收集起來，使最後的交易價格和數量達到供需理論所預測的均衡價格、數量，彷彿大家事先就知道所有資訊一樣。這正是海耶克(Friedrich A. Hayek)認為市場經濟比計畫經濟在資訊的運用上更有效率之處。後續的研究，包括嘗試不同的交易規則，不同的市場型態、交易標的等等，甚至可以研究股市泡沫的產生與破滅。

(二) 市場實驗的應用：市場設計

從大量的市場實驗中，實驗經濟學累積了許多寶貴的經驗，可以在人們要設計一個新的市場，或新的交易規則時提供參考。因此，有學者用市場收集資訊的能力設計出「預測市場」，透過買賣不同事件的期貨(亦即某事件發生就會得到1元)，來預測即將發生的事情，像是選舉結果、運動賽事的結果、電影票房、央行貨幣政策等等。愛荷華州立大學的愛荷華電子市場(Iowa Electronic Market) 就是最著名的政治期貨市場，連台灣兩千年總統大選的三位候選人都有期貨喔！

既然實驗可以幫助我們設計一般市場，它也可以幫助我們設計或改良一些比較特別的市場，像是配對市場(matching market)。舉例來說，哈佛大學經濟系的阿文·駱(Alvin E. Roth)教授就曾經重新設計美國醫學生統一分發畢業實習醫院的配對市場(National Residence Matching Program)，其中一個有意思的改良在於處理夫妻或男女朋友共同分發的問題。一般來說，夫妻或男女朋友通常會希望雙方可以在同一個醫院或同一個地區實習，以免分隔兩地之苦。而醫院也希望自己員工的眷屬就近工作，免得一方因為思念另一方而降低工作效率或提高離職率，而使醫院的成本增加。

但原本的統一分發制度要求兩人分別填志願、一起繳交，然後註明哪一個人要先分發。分發系統會先分發這個人，等到確定第一個人分發到哪裡之後，再分發他/她的另一半。問題是，這樣的分發方式要求兩人必須決定「以誰為主」分發，另一方只能犧牲配合，不見得有效率。因此，新的制度就決定允許讓夫妻雙方(或男女朋友)共同填一張志願表，以兩個人為單位填寫志願，系統再一次分發二個人。

類似這樣的市場設計，不見得要限制在有金錢交易的市場喔！舉例來說，雖然器

官買賣是違法的，美國卻設計了一個活體器官捐贈的「腎臟交換機制(kidney exchange)」來增加捐贈配對成功的機會。一般而言，病患的家屬通常會願意捐贈器官給病患，但是血型等生理上的配對不見得跟病患相符。像丈夫捐器官給妻子，在醫學上排斥的風險比陌生人捐贈要大（因為妻子在懷孕的過程中會接觸到與丈夫相關的組織，因而在免疫的排斥上會造成影響）。在這種情況下，如果有兩對夫妻，妻子都是病患，丈夫都願意捐贈器官，但是都有排斥的問題，那其實可以考慮允許他們「交換」，就是讓丈夫們互相捐給對方的妻子，這樣就兩全其美了。類似的多方連環交換也是可行的，只要有自願捐贈者到器官交換市場登記，將其器官捐獻給需要的人，然後再由該病患的親人捐出自己的器官給下一個需要的人，如此循環不已。這樣的「交換機制」在沒有金錢交易的情況下，依然能夠透過撮合自願性的「交換(swap)」或者是「連環交換(chain)」來增加整體的效率。

（三）選美結果預測實驗(*p*-Beauty Contest Game or Guessing Game)

凱因斯(John M. Keynes)在他的名著「通論」中認為，股票市場就像是預測選美大賽的結果：「這不是要挑每個人各自認為最漂亮的[臉蛋]，更不是要挑大家公認最漂亮的。我們已經想到第三層去，努力預測一般人心目中認為大家公認最漂亮的會是誰。而且，我相信有些人還可以想到第四層、第五層或更高。(p.156)」這段話反映出股票市場「消息面」上自我實現的預言：當所有人都認為某支股票會漲的時候，它便會上漲。因此，大家都在努力預測何時「所有人都認為某支股票會漲」，用以預測股價上漲。於是，更聰明的人就應該要預測到底什麼時候「所有人都認為所有人都認為某支股票會漲」，用以預測何時大家會做出上漲預測，以搶得投資先機。這種多層次的思考(level-k thinking)，就是行為賽局論探討的重要主題之一。

選美結果預測(*p*-beauty contest, aka guessing game)就是上述多層次思考的例子。

考慮以下的實驗：班上每位同學都從0 到100 選一個數字，然後算出所有人數字的總平均，最接近總平均乘上三分之二的人獲勝，贏得獎金。請問你會怎麼選？傳統賽局的均衡告訴我們，如果不斷地推理、刪除不可能獲勝的策略，最後的奈許均衡解應為大家都選0。

但是所有的實驗結果，沒有一群受試者在一開始就都選0 的。尤有甚者，加州大學聖地牙哥分校(UCSD)的柯萊弗 (Vincent P. Crawford)教授到世界各地的經濟系演講相關研究時，他也當場問在場的經濟學家他們會選多少，只有芝加哥大學經濟系的教授們異口同聲地說0，因為那些教授都知道大家都跟自己一樣聰明，會解出均衡策略是0。然而在其他所有的學校，即使自己解出均衡是0，很多人還是不會選0，因為認為也許有人不知道0 是均衡解。

在正式的實驗室實驗中，第一回合很多人都會選介於21 到40 之間的數字。為什麼一開始的時候不是所有的人都猜0 呢？這可能是因為人群中有些人比較天真(或是沒有想太多)，第一回合不會馬上選0。因此，即使你知道均衡解是0，你也不會選0。而且，理論上並不需要真的有人那麼天真，只要「有人認為有人比較天真」，就會造成這個結果。

然而，如果第二回合、第三回合繼續重複做同樣的實驗，平均的三分之二會漸漸變小。到第十回合的時候，大概所有人都會選0 了。這表示經過一番學習之後，大家原本對別人的認知不一致的情形漸漸消失，玩到最後大家都會猜0，因為均衡就是所有人對所有人的認知都一致、有共識(common knowledge)的狀況。

行為賽局理論正在發展的各種學習理論，可以試著解釋這種被不同引力步步牽引的情形。然而，對於初始條件的產生，由於涉及共識的形成，除了前述的多層次思考之外，還可能有許多不同的解釋。舉例來說，對中國人而言，8 是「一路發」

的幸運數字，所以如果有許多人選擇8，最後可能就一步步走向大家都一路發「好」均衡。因為都選12的話，大家都可以拿到很高的報酬112。

對西方文化來說，7是幸運的數字，但是太多人選擇7，卻是不幸的開始，會一步步帶領大家走向「壞」均衡——大家都選3，大家就只能拿到較低的報酬83。由此可知，一開始的初始條件很重要，而學習的過程也很重要。

三、結論

上述市場實驗以及賽局實驗可以看出，理論與實驗之間的關係十分有趣：實驗的結果有些時會驗證理論；但，有些時候實驗會得到令人驚訝的結論，與一般理論的預測不一致，也挑戰了我們熟悉的經濟學。

不過，這並不代表經濟理論很差勁、不實用，反而表示經濟學家應該要寫出更好的理論，來解釋實驗中觀察到的現象。因此，實驗經濟學的目的是透過發現一致的實驗結果，來激發新的理論改進經濟學。關於實驗的結果，有一些理論經濟學家認為難以採信，認為這些只是「玩票」。

以下一一討論可能的反對理由：

(一) 那些沒有按照均衡來做的人是搞不清楚狀況，或是誘因不夠、沒有認真想。

這個問題的確可能存在，因此實驗經濟學家也特別針對這個問題來預防。一般在做實驗之前，實驗者都會公開朗誦實驗說明，確定所有人都聽到實驗的內容。

(二) 另外，在實驗開始之前，有的實驗者則會設計一些簡單的測驗，確定受試者了解這個實驗如何進行，才開始正式進行實驗。實驗開始後，也會有「練習」的回合，讓受試者熟悉操作介面。最後，有些實驗者乾脆只採計實驗最後的

幾回合，以便觀察「已經學習過」的受試者是否會按照均衡來做。因此，受試者應該不會完全搞不清楚狀況。

關於誘因的問題，有人試過把報酬金額「乘上兩倍或四倍」或者是「從無到有」，結果發現從「完全不付錢到「付一點點錢」是可能有一些差別：在完全沒有任何報酬的情況下，的確會有人亂選，但是只要有一點報酬，亂填的情況就會少很多，因為有真實的成本。而乘上兩倍或四倍的效果，會越來越小。

因此，我們確實可以用花大錢來看看是否真的「重賞之下，必有勇夫」，觀察受試者是否會按照均衡的預測來選擇，但是，從現有的實驗結果來看，花大錢得到的結果，大概也不會跟付一點錢差太多。所以，要說受試者是因為金錢誘因不足才沒有按照理論預測去做，這不是一個很好的解釋。

(三)實驗設計都很糟，因此不足採信。

的確有許多實驗，不管是因為經驗不足，或者是沒有預先規劃，因此實驗設計不夠好，或者是沒有正確控制所有其他的變因，導致於實驗結果沒有明確的結論。可是，同時也有許多經過仔細設計的實驗，在嚴格的控制條件之下，所得結果就很乾淨。因此，要說「所有的實驗都很糟糕」，這樣子一竿子翻整船人不太公平。況且，透過比較不良實驗設計與設計良好的實驗，我們可以對照出實驗設計的良窳，究竟對結果的影響有多大。

(四)受試者眼中的實驗和實驗者心目中所想的實驗內容不同。

這點很難反駁，因為實驗者的確沒有辦法完全觀察到受試者心裡在想什麼。因此，受試者眼中的實驗，可能真的和實驗者心目中的實驗完全不同，就像羅貝多·貝尼尼(Roberto Benigni) 1997 年自導自演的電影「美麗人生(Life

is Beautiful)」，飾演父親的導演告訴劇中的兒子他們在納粹集中營裡的生活是一個「遊戲」，使得兒子完全不覺得集中營的生活很痛苦。因此，如果我們要做的是一個研究欺騙的實驗，但是受試者卻不覺得實驗中的決定是一種欺騙，那我們就不一定能夠達到我們的研究目的。

然而，實驗經濟學還是有些辦法來偵測這種問題。首先，透過公開朗誦實驗說明等方式，正是為了讓所有人都了解實驗內容。其次，實驗者在實驗結束後，通常會以問卷的方式來收集一些基本資料，問卷上通常也會詢問受試者如何做決定。因此，雖然開放式問卷的答案通常千奇百怪，但是透過受試者自己的說法，我們也可以稍微了解他們心中對實驗的看法。最後，比較不同研究的實驗結果，或甚至是同一研究中個別受試者的不同實驗結果，我們也可以看出哪些受試者想的和大家不一樣。如果在不同實驗當中，許多受試者所做的決定都一致，但不按照均衡的預測來做，真要解釋成大家都「不約而同地想成另一個實驗」，就很難說得過去了。

(五)非理性行為就是亂選，完全無法用經濟模型分析

有些人認為經濟學「必須」假設人是完全理性，因為即便不是，完全理性也是一個很好的基準，能夠得到近似的結果；而且，我們如果假設人不是完全理性的，那我們就沒有辦法討論，因為非理性的行為都是「亂選」的，無法用經濟學的模型來分析。然而，目前實驗經濟學已經發展出許多新的理論模型來描述「非理性行為」，像是解釋初始反應的多層次思考模型、解釋人們如何朝均衡方向移動的學習模型等等。因此，「必須假設完全理性才能分析」的前提已經不存在了。

舉例來說，加州理工學院的麥卡維利(Richard McKelvey)和帕菲力(Thomas Palfrey)兩位教授在McKelvey and Palfrey (1993, 1995)提出「手滑反應均衡

(Quantal Response Equilibrium, QRE)」。此一均衡是奈許均衡的延伸，但是它並不像奈許均衡、每個人都在做最適反應(best response)，而是在做「手滑反應(better response)」：做決定的時候可能會犯錯(手滑)，但是越嚴重的錯誤(報酬愈低)，犯錯的機率越小。在手滑反應均衡下，每個人都考慮彼此可能會犯錯的情況，互相做出(可能會犯錯的)手滑反應。這樣的想法其實跟奈許均衡類似，只是更真實，考慮人可能會犯錯的事實。如果奈許是統計學家的話，他也許會發現手滑反應均衡，而非奈許均衡。³⁸這其實就是一個從完全理性過渡到一點點不理性的理論模型，可以用來解釋不同實驗的許多結果。當然，根據不同的有限理性，模型會預測不同的結果，也許還有更好的模型是我們目前還沒想到的。因此，我們的最終的理想是：尋找一個完整的新理論來解釋最多的結果。

開莫勒教授曾經在不知情的情況下，在普林斯頓演講時，當著奈許的面說「奈許如果是統計學家，就可能會發現手滑反應均衡」，奈許當場並沒有發言反對。事後旁人才告訴開莫勒說奈許本人在現場，因此，至少奈許本人並沒有否認這種說法。

總而言之，實驗經濟學幫助我們檢驗標準經濟理論(例如數學賽局論、全面均衡理論等等)的預測，從成千上百個實驗的結果當中，歸納出一致的結果，再尋找新的理論來解釋這些結果。

第四節 實驗設計

參考張宇樑、吳宿椒(2007)本研究使用量化取向之實驗設計對理論進行驗證。量化取向研究方法包括蒐集、分析、詮釋和敘述研究結果的過程。在調查與實驗研究中，分別採取其特定的方法已進行研究：如確立樣本和母群體、詳細指名調查之策略、蒐集和分析資料、呈現研究結果、詮釋研究結果，以及描述符合調查或實驗研究程序的報告。

一、實驗研究的定義

實驗的定義為研究者從母體中選取樣本進行研究與資料分析，再以研究結果推論母體。實驗的基本目的在於控制所有其他可能對結果造成影響的因素，以檢驗實驗處理對結果的影響。其中一種控制方法是研究者隨機的分配個體到各組，對某一組進行實驗處理，另一組則否，如此實驗者就可以清楚的知道影響結果的是實驗處理，而不是組內個體的特質。

二、實驗研究的要素

實驗方法可以依照標準格式加以詳細描述：參與者、工具、實施程序以及測量方法。一般來說，這四個主題就相當足夠說明實驗研究的設計。當然若實驗設計者用其他的方式描述其實驗也是可以的。其中較需解釋的說明如下：

1. 參與者（正式的名稱為受試者或受測者）

不論是採取隨機取樣或是非隨機取樣，都要對其過程進行描述。參與者可能是隨機取樣或是隨機樣本而來，或可能是方便取樣而來，由於取樣方式攸關樣本代表母體之程度，因此盡可能需使用隨機抽樣，但往往許多實驗者受限於各種因素僅能使用方便取樣，此時需描述方便取樣之樣本母體代表性如何。

2. 變項

實驗者需清楚地確認自變變數。其中需要分析之變數尤其重要。由於研究者要對樣本其中一組或多組進行實驗操弄或處理。其他的自變變數可能單純只

是受到測量的變數，卻未受到任何的操弄。

實驗者亦需要清楚地確認應變變數。應變變數是回應或可以說是判斷變項，並假設會受到自變變數的影響。

3. 實驗程序

實驗者要確認特定的實驗程序。這段論述需要指出全部的實驗類型，說明設計的原因，確認後續研究者可以了解其程序。



第五節 多元迴歸分析

多元迴歸 (Multiple Regression) 分析又稱為複迴歸分析，屬於單應變變數的相依分析方法，目的在了解以及建立一個計量尺度之應變變數與一組計量尺度之自變變數之間的關係。本研究參考 Paul Green (1978)、黃俊英 (2007) 和林震岩 (2007) 之著作，對多元迴歸分析進行解釋。

一、多元迴歸分析之基本概念

多元迴歸可用下列一般形式來說明：

$$Y (\text{計量}) = X_1 (\text{計量}) + X_2 + \dots + X_m$$

利用多元迴歸分析，我們可以回答以下的四個問題：

1. 能否找出一個線性組合，用以簡潔的說明一組自變變數 (X_1) 與一個應變變數 (Y) 之間的關係？
2. 如果可以，此種關係的強度有多強，亦即利用自變變數的線性組合來預測應變變數的能力如何？
3. 整體關係是否具有統計上的顯著性？
4. 在解釋應變變數的變異方面，那些自變變數最為重要；特別是原始模式中的變數數量是否能夠予以減少仍具有足夠的預測能力？

多元迴歸模式的一般型態為：

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_m X_m + \varepsilon$$

α, β_j ：迴歸母數 ($j=1, 2, \dots, m$)

X_j ：自變變數

ε ：誤差值 (residual, 或稱殘值)

上面這個模式是理論上的模式，在實際運算時，因為 α 與 β_j 的真正數值無法得知，故使用估計係數將上式修改為：

$$\hat{Y} = \alpha_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_mX_m$$

其中， α_0 以及 b_j 是從樣本資料估計而得，稱為估計迴歸係數。因此模式具有直線特性，易於計算係數的數值以及評估模式的良窳，因此即使真實的關係並不是直線的，在應用上也常假設是直線關係，然後使用直線回歸模式加以分析，然後估計其偏差的大小。

多元迴歸模式有四項基本的假設，我們建立的多元迴歸必須符合這四個假設，才可稱為一個有效的、合適的模型。

這四個假設是：

1. 應變變數與自變變數的直線關係
2. 誤差項的變異數相等
3. 誤差項的獨立性
4. 誤差項分配的常態性

若欲檢視以上四個多元迴歸模式的假設，可以透過觀察誤差值散佈圖的形狀判定之。

二、多元迴歸分析之決策流程

多元迴歸的決策流程，如圖 4-X 所示，包括研究問題、選擇變數、估計迴歸模式、檢查迴歸假定、檢定統計顯著性、評估解釋能力和驗證迴歸結果等步驟。

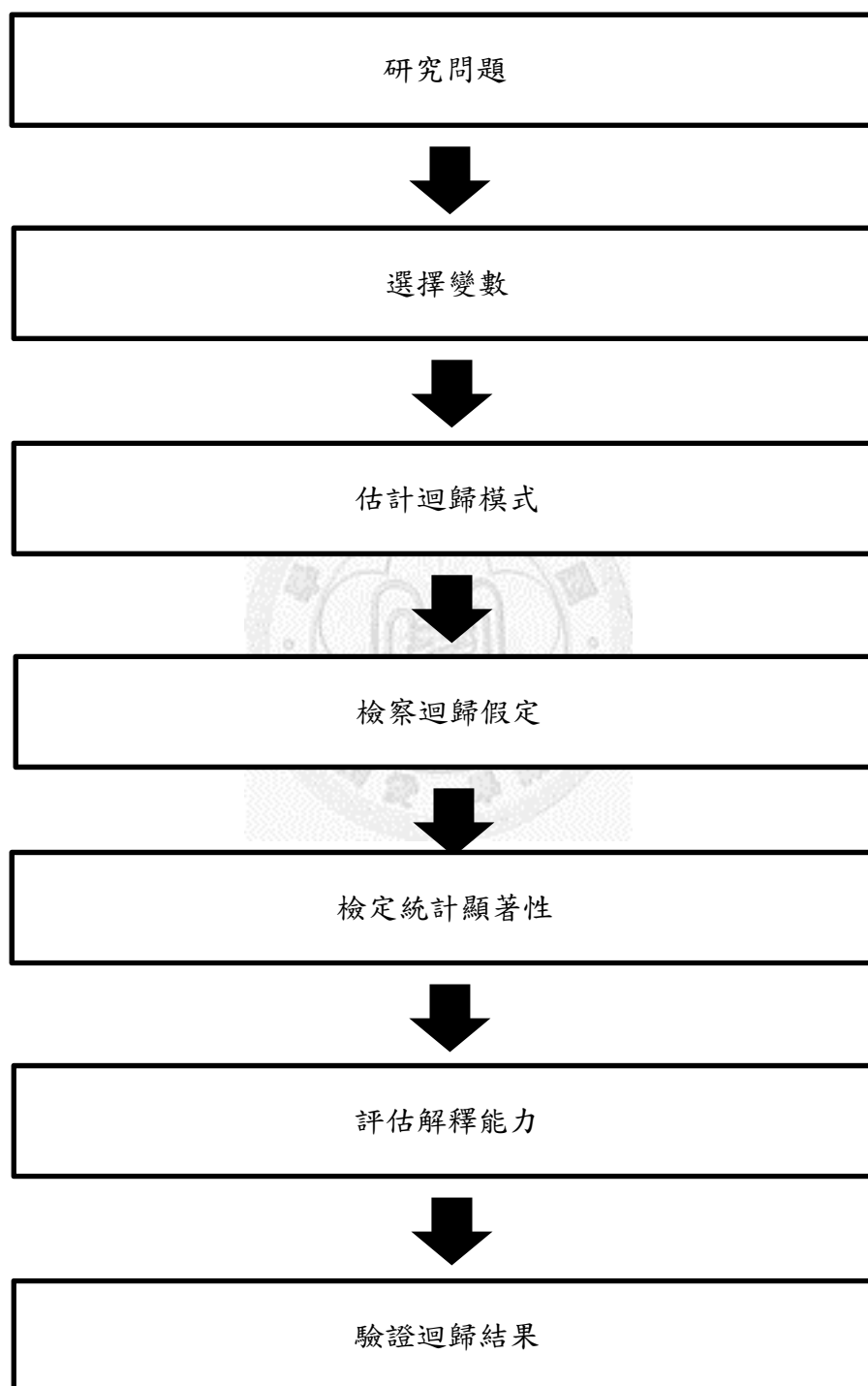


圖 3-3 多元迴歸的決策流程

1. 研究問題

多元迴歸是使用甚廣的一種多變量統計分析技術，可利用多元迴歸來研究的問題可以分為兩大類：即預測和解釋。這兩類的研究問題並不互相排斥，研究人員可以應用多元迴歸統計分析技術來單獨分析預測或解釋研究問題，也可以同時處理這兩類的研究問題。在應用多元迴歸時，首先要決定研究的目的的是要處理或分析哪一類的研究問題。

2. 選擇變數

多元迴歸的目的是要建立一個應變變數和一組自變變數之間的關係。研究人員首先要決定哪一個變數是應變變數，那些變數是自變變數。應變變數的選擇通常會由研究問題來決定；自變變數的選擇雖然也視研究問題而定，但如果理論上的依據較佳，應盡量避免將一些不相關或不合適的自變變數納入迴歸模式中。

將不相關的變數選做預測變數或是將相關的變數排除在模型採用的變數之外，即是所謂的陳述誤差（specification error），這是自變變數選擇上的一種典型問題，應盡量避免。

將不相關的變數選為自變變數雖然不會使其他預測變數的結果發生偏差，但仍會有一些影響：首先，這樣會降低迴歸模型的精簡性，精簡性在結果的解釋上可能是很重要的；其次，多餘的變數可能掩蓋或取代其他更有用的變數的效果；第三，多餘的變數可能會使自變變數的統計顯著性檢定較不精確，並降低迴歸分析在統計上和實務上的重要性。

將相關的變數排除在預測變數之外也會使結果發生嚴重偏差，對結果的解釋有不利的影響。如果被排除的變數和納入的變數沒有相關，則其影響只是降

低整體預測的正確性；但如被排除和納入的變數有相關存在，則被納入之變數的效果就會發生偏差，相關越大，偏差也就越大，此時被納入之自變變數的估計效果不僅代表他們的實際效果，也代表被納入變數和被排除變數兩者共同的效果。這將導致模型解釋以及統計與管理重要性評估上的嚴重問題。

3. 估計迴歸模式

在決定研究問題和選定應變與自變變數後，就要估計迴歸模式。除了在某些驗證性的研究中研究人員可以事先明確指定要包含哪些自變變數之外，通常研究人員是先選出一組變數做為可能的自變變數，然後再選擇性的增加或刪減某些變數，直到令研究人員滿意為止，以期能以最少的預測變數獲得最大的預測或解釋能力。

4. 檢查迴歸假定

在求得估計的迴歸模式後，接著要檢查模式中各自變變數與應變變數以及整個迴歸關係是否符合多元迴歸的假設條件。如發現有嚴重不符的情形，應採取必要的改正行動並重新估計迴歸模式。有關多元迴歸的四項基本假設已經介紹過不再重複。

5. 檢定統計顯著性

一般建立迴歸模式都是根據樣本資料來建立迴歸模式，而非使用普查資料，因此應對迴歸模式中的迴歸係數進行統計顯著性檢定，以了解有多大的機率利用樣本資料估計而得的迴歸係數不等於零。檢定迴歸模式統計顯著性的方法主要有t檢定和F檢定。

樣本數的大小會影響統計顯著性的檢定效果。對一個小樣本（通常指少於20個觀察值）而言，只宜有一個自變變數，而且只有很強的關係才會被檢定出

來。而一個非常大的樣本（1,000個或以上的觀察值）則會使顯著性檢定變得過度敏感，幾乎任何關係都會呈顯統計上的顯著性，因此在樣本數很大時，除了符合統計顯著性的要求之外，也必須符合實務顯著性的準則。

6. 評估解釋能力

在檢定統計顯著性後，接著要解釋迴歸變量。首先要評估估計迴歸係數解釋準則變數的能力。如果在估計迴歸方程式之前，已經先把所有預測變數標準化，則所獲得的迴歸係數稱為beta係數，beta係數的大小可以說明各自變變數解釋應變變數變異的能力。將各自變變數標準化可以消除不同自變變數的衡量單位不同造成的問題，因此，beta係數越大，該自變變數對應變變數的影響力就越大。

另外，也要評估各項目變變數之間是否有多元共線性（multicollinearity）的問題。多元共線性是表示自變變數之間有相關關係存在。研究人員應評估多元共線性的程度，並確定他對迴歸結果的可能影響，如有必要應該取補救或修正的措施。共線性的程度可以用容忍值（tolerance）來表示，容忍值是1減去某一變數的變異數倍其他自變變數解釋的比例。容忍值介於0與1之間，其值越大，表示共線性越小；其值越小，表示共線性越嚴重。共線性的程度也可以用變異數膨脹因素（variance inflation factor, VIF）來評估。VIF為容忍值的倒數，VIF越大表示共線性越大。

7. 驗證迴歸結果

在確認最佳的迴歸模型後，最後的一個步驟是驗證迴歸的結果。為使獲得的模式更能代表母體，最好的方法是從同一個母體再抽出一組新的樣本，然後有兩種方式來驗證原始模型的效度：一是使用原始模型預測新樣本中的數值，並計算預測的契合度；另一個是用新樣本的資料來估計另一個迴歸模式，然

後比較原始模式和新的模式在特定的特性(如包含的重要變數;變數的正負、大小、和相對重要性的排序、預測正確性等)上的差異情形。

許多時候研究人員受限於成本、時間壓力或其他因素，無法收集新的資料。在這樣的狀況下，研究人員可以將樣本分為估計用的子樣本和驗證用的子樣本兩部分，然後先利用估計用的子樣本來求得迴歸模式，再利用驗證用的子樣本來檢定或驗證迴歸模式。

三、多元迴歸模式

以三變數迴歸模式為例解釋多元迴歸模式：

三變數迴歸模式

簡單直線迴歸模式可以很容易的推廣與延伸到多變數迴歸模式。例如可以增加一個自變變數而成為如下的三變數直線迴歸模式：

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \varepsilon$$

其估計迴歸函數為：

$$\hat{Y} = a + b_1 X_1 + b_2 X_2$$

可以透過求解以下的常態方程式，求得 α , β_1 和 β_2 的最小平方估計值：

$$\sum Y_i = na + b_1 \sum X_{i1} + b_2 \sum X_{i2}$$

$$\sum X_{i1} Y_i = a \sum X_{i1} + b_1 \sum X_{i1}^2 + b_2 \sum X_{i1} X_{i2}$$

$$\sum X_{i2} Y_i = a \sum X_{i2} + b_1 \sum X_{i1} X_{i2} + b_2 \sum X_{i2}^2$$

α , β_1 和 β_2 的最小平方估計 值 a , b_1 和 b_2 如下：

[其中 $d_1=X_1-\bar{X}_1$, $d_2=X_2-\bar{X}_2$]

$$b_1 = \frac{\Sigma(d_1Y) * \Sigma d_2^2 - \Sigma(d_2Y) * \Sigma(d_1d_2)}{\Sigma d_1^2 * \Sigma d_2^2 - [\Sigma(d_1d_2)]^2}$$

$$b_2 = \frac{\Sigma(d_2Y) * \Sigma d_1^2 - \Sigma(d_1Y) * \Sigma(d_1d_2)}{\Sigma d_1^2 * \Sigma d_2^2 - [\Sigma(d_1d_2)]^2}$$

$$a = \bar{Y} - b_1\bar{X}_1 - b_2\bar{X}_2$$



第四章 賽局模型建立與分析

本章將建立一個從賽局拍賣理論轉換而來的公共工程競標賽局模型，此模型即為第二價格競標規則下的同質公共工程投標賽局模型。建立此模型後將分析第二價格競標規則下的同質公共工程投標賽局中，參與者應採取甚麼策略，進而分析賽局之均衡為何，進而分析第二價格競標之競標規則有哪些效益。

第一節 第二價格競標規則

參考維氏拍賣之規則，經過買賣雙方對等之轉換，我們可以得到第二價格競標之規則如下：

所有公共工程第二價格競標的參加者均可以繳交一個密封的出價，所有出價保存至開標日方得公開，開標時比較全部參加者的出價，由出價最低者得標，政府需付第二低價者的出價作為工程款。需特別注意的是政府的底價將被視為一個參加者的出價，若有兩個以上的廠商出價低於政府底價，則出價最低廠商將得標，獲得出價第二低的廠商之出價為工程款；若僅有一個廠商出價低於政府底價，則此廠商將得標，可得到政府底價；若沒有任一廠商出價低於政府底價則流標。

在此規則中，所有規則中僅有得標者所能得到費用部分與最低價標不同，其餘與最低價格競標均相同，故若有敘述不完全之部分，與最低價格競標相同。

第二價格競標之競標規則中，得標者仍是投標價格最低的廠商，但業主將付出第二低標之投標價格為營造費用，例如一個公共工程採取第二價格競標，最低投標價為甲廠商的一百萬新台幣，第二低價為乙廠商的一百一十萬新台幣，則得標者為甲廠商，但可以得到一百一十萬新台幣的營造費用。

第二節 模型基本假設

公共工程投標相對於拍賣，除了價格方向相反之外，仍有許多不同。首先拍賣理論建立在所有參與者競標同一個物品之情形，但在公共工程競標中，雖然所有廠商亦是競標同一個標案，但每一廠商之工程結果並非完全相同，因此若希望使用價格為決定廠商優劣之唯一條件，需符合同質工程假設。同質工程假設需減少變更設計之發生，幸好由於建築資訊模型BIM等技術的進步，可能於開工前就幾乎完成所有的溝通，可望大幅減少變更設計之情事。另外由於價格金額龐大，出價相同可能性非常低，若發生可能有勾結之問題，故不討論之。並假設出價為一連續變數。條列模型基本假設如下：

一、廠商異質

假設參與公共工程第二價格競標之所有廠商不同質，即廠商之成本結構與能耐可能存在差異。

需注意的是廠商異質假設包含了廠商同質假設，也就是不論參與投標廠商是否存在差異都在本模型之考量範圍內。廠商異質假設為一適用性較佳的假設，包含了各種廠商成本結構與能耐的組合。

二、各廠商產品同質（同質工程）

雖然廠商存在成本與能耐的差異，但假設參與公共工程第二價格競標之所有廠商均能建造符合工程要求的工程產品，雖然品質未必相同，但公共工程的立場應是在符合要求下最節省之工程，不應有過度設計，也不應為了過高的品質付出更高的成本。

更詳盡地說，本研究所謂同質工程假設，並不是指所有得標廠商均會建造一模一

樣的公共工程，而是指在所有廠商均能建造符合公共工程品質要求之工程，廠商僅需達到公共工程之品質要求，不需過度設計，也不需為了超過標準的品質付出更高的成本。

在這樣的假設下等同於限制了廠商得標後不得變更設計與追加預算(若發生符合民法規定情勢變更原則之情況才可以追加預算)，在建築資訊模型 (building information model, BIM) 技術的發展下，在設計階段可以提供具象化之影像及充分資訊讓業主以及廠商進行開工之前的各種確認，在資訊更加透明且提早溝通的情形下，可以大幅減少變更設計的可能；另外政府也可以透過先行完成細部設計之方式降低變更設計的可能。

在此一假設下所有要求特殊的價值而採用最有利標的公共工程(例如要求表現台灣精神的台灣塔)將不適用於本模型，本模型僅適用於以價格決標的公共工程，即採最低價格競標的公共工程。

三、各廠商擁有不完全資訊

若廠商擁有完全資訊表示廠商了解所有競爭者會如何出價，並不符合現實，故假設廠商擁有不完全資訊，並不完全了解所有競爭者會如何出價。此一假設亦是適用性較佳之假設。

在最低價競標中，往往廠商會為了獲取資訊提升決策的效果，進行各種競租行為或是勾結，已取得完全資訊，本模型並沒有排除這種可能，僅是假設開始時廠商擁有不完全資訊，並沒有假設廠商不會進行競租行為或勾結來取得資訊。

由於每個廠商的成本函數不同，生產成本也是機密，對於同一工程的估計成本也就不同，但廠商彼此無法預測彼此的出價。

四、廠商出價為一連續性變數，幾乎不可能相同

雖然真實世界中投標價格有最小單位(可能是元或千元)，但由於工程金額龐大，故廠商出價的最小單位相對非常小，可將廠商出價視為一連續性變數。

另外由於廠商出價為一連續性變數且範圍龐大，發生廠商出價完全相同之情形機率非常小，且此狀況往往隱含勾結之可能，需進一步調查甚至重新招標，故本模型不討論廠商出價完全相同之情形。



五、忽略備標成本

雖然真實世界中存在備標成本，但由於同質工程的備標成本相對低，佔工程總成本比例相當小，故忽略備標成本。也就是本賽局將沒有參加費。

第三節 第二價格競標下同質公共工程投標賽局分析

這一節將進行第二價格競標下同質公共工程投標賽局之分析，在定義變數之後，將先進行嚴謹的逐步賽局推導，再附上數學證明，最後分析第二價格競標之效益。

一、變數定義

1. P_i : 廠商保留價格(即為經濟成本=會計成本+要求獲利), $0 \leq P_i < \infty$, $P_i \in R$
對個別廠商*i*的保留價格應該包含會計成本和要求獲利兩個部分，若低於廠商*i*之保留價格，廠商*i*承接工程將面臨虧損。

在此模型中 P_i 為外生變數，因為保留價格為內部資訊，廠商已知保留價格。

2. B_i ：廠商出價 i ， $0 \leq B_i < \infty$ ， $B_i \in \mathbb{R}$

廠商出價 B_i 代表特定廠商 i 之出價，並不假設廠商之出價與成本存在數學關係，即並不假設 P_i 為 B_i 之函數，也並不假設 B_i 為 P_i 之函數。

3. Q_i ：對廠商 i 而言，其他廠商最低出價， $0 \leq Q_i < \infty$ ， $Q_i \in \mathbb{R}$

針對廠商 i 而言，其他廠商中出價最低的價格為 Q_i ，可能低於廠商 i 之出價 B_i 或是高於廠商 i 的出價 B_i ，若 B_i 低於 Q_i ，則廠商 i 得標，得到的 Q_i 費用，若 Q_i 低於 B_i ，則廠商 i 不會得標。

4. Π_i ：廠商利潤， $-\infty < \Pi_i < \infty$ ， $\Pi_i \in \mathbb{R}$

廠商利潤 Π_i 代表廠商參與投標之利潤，若廠商 i 得標，即為所得工程款扣除保留價格後的差額，代表廠商除了要求獲利（被包含於保留價格中）之外的獲利。

二、賽局建構

接著我們將透過四個步驟逐步建構此賽局模型，再透過三個狀況分析賽局均衡。

1. 以 Q_i 為橫軸，建立賽局分析範圍：

事實上對任何一個第二價格競標規則下公共工程競標賽局的參與者而言，唯一的競爭者，即為除了本身以外最低出價 Q_i ，只要出價 B_i 低於 Q_i ，參與者將得標，若出價 B_i 高於 Q_i 則參與者不會得標，我們考慮 Q_i 的全範圍($0 \leq Q_i < \infty$ ， $Q_i \in \mathbb{R}$) 作為分析的範圍。

要注意的是這個轉換並沒有任何的簡化，所以仍然包含了整個賽局的全部情形與應注意的因素。

賽局分析step1

對任何一個公共工程投標的參與者而言，其實唯一的競爭者，即為除了本身以外最低出價 Q_i ，若出價低於 Q_i 參與者將得標，若出價高於 Q_i 則參與者不會得標。

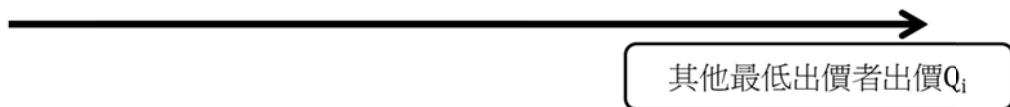


圖4-1 第一步：以 Q_i 為橫軸，建立賽局分析範圍

2.加入縱軸廠商利潤 Π_i 準備建構收益函數：

加入縱軸廠商利潤 Π_i ，準備建構所有範圍內的收益函數（payoff function）。所謂收益函數為，在第三章已有說明之收益（payoff）的集合，表示在各種狀況下賽局的參與者的收益。

賽局分析step2

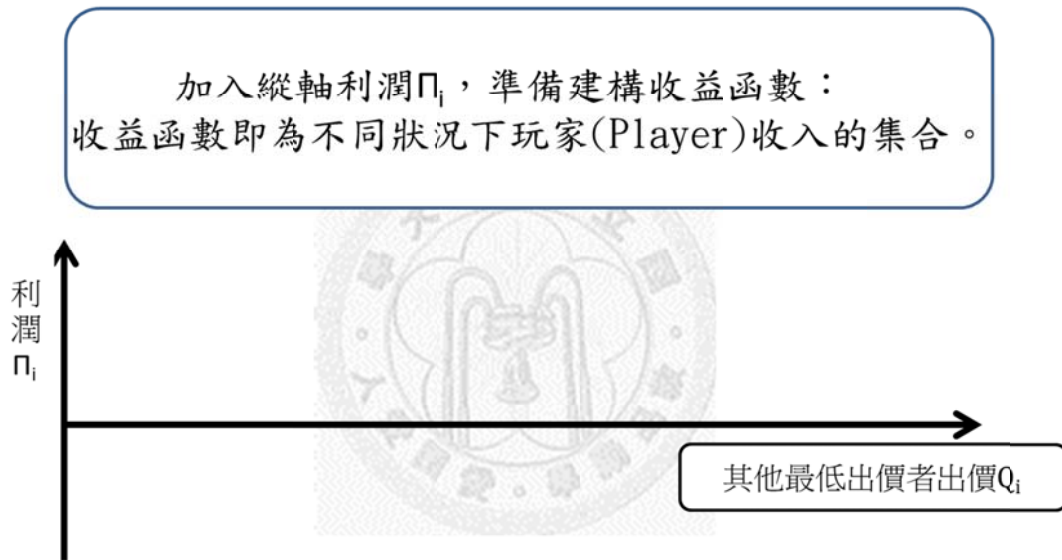
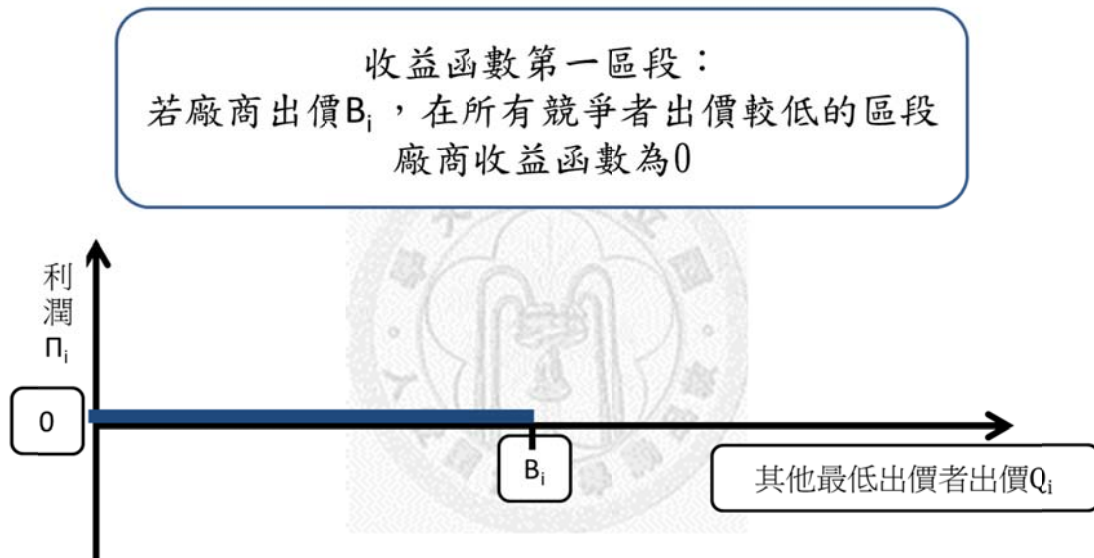


圖4-2 第二步：加入縱軸廠商利潤 Π_i 準備建構收益函數

3.分析兩區段收益函數第一區段：

廠商收益函數必由兩區段組成，對任一個 B_i ，在 Q_i 由0到趨近無限大的區間內，必存在一段區間 Q_i 小於 B_i ，此時廠商 i 不會得標，收益為0。

賽局分析step3



14

圖4-3 第三步：分析兩區段收益函數第一區段

4.分析兩區段收益函數第二區段：

廠商收益函數必由兩區段組成，對任一個 B_i ，在 Q_i 由0到趨近無限大的區間內，必存在第二段區間 Q_i 大於 B_i ，此時廠商 i 會得標，收益為 $Q_i - P_i$ ， Q_i 越大廠商收益越大，此區段唯一斜率為1的斜直線。

其中 P_i 為一已知固定常數，作為收益函數中的減項。

下圖的虛線部份表示不考慮成本下面對所有 Q_i ，廠商獲得的工程款，為一由0出發的斜直線，斜率為1。

圖中實線部分為收益函數第二區段，表示在 Q_i 大於 B_i 時，廠商可以獲得 Q_i ，但須支出 P_i ，故為一向下平移 P_i 之平行線。

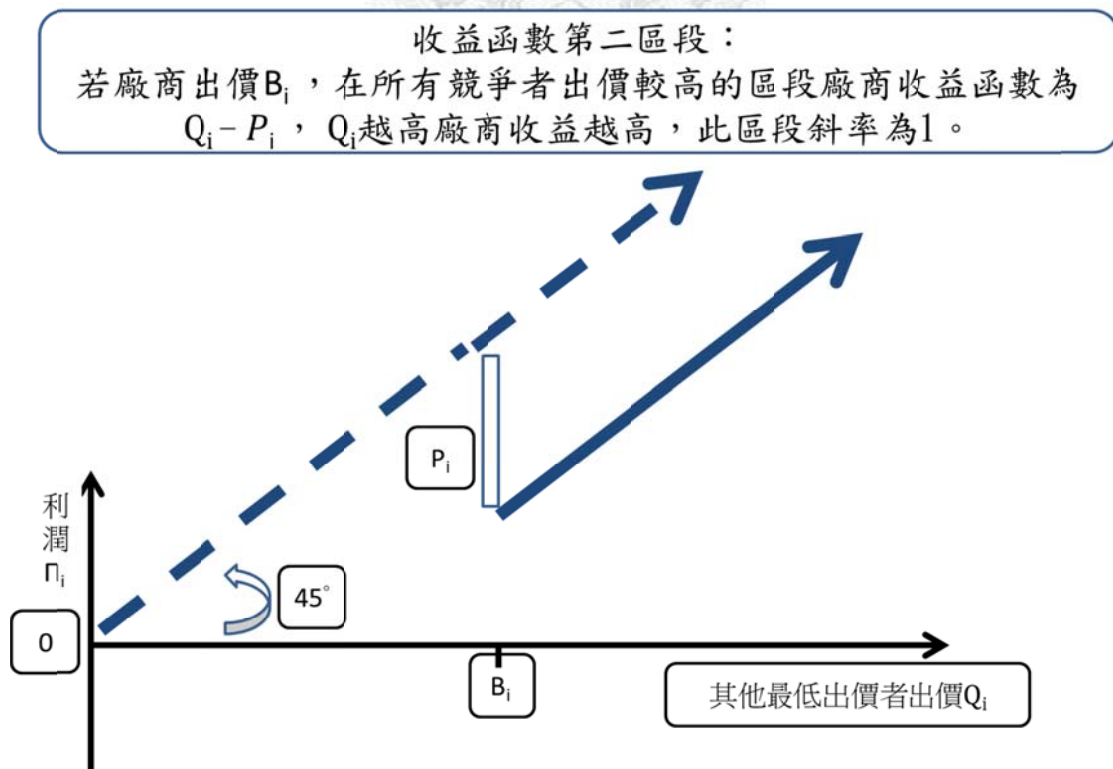


圖4-4 第四步：分析兩區段收益函數第二區段

三、賽局參與者策略分析

接著我們將參與者的出價策略分為三種，以成本出價、以高於成本出價、以低於成本出價，分別分析三種出價策略的收益函數：

1. 以成本出價

Situation 1 : when $B_i = P_i$

$$\text{在這個情況下之}\Pi_i = \begin{cases} (Q_i - P_i) & \text{when } Q_i > B_i \\ 0 & \text{when } Q_i < B_i \end{cases}$$

可以得到收益函數圖形如下：

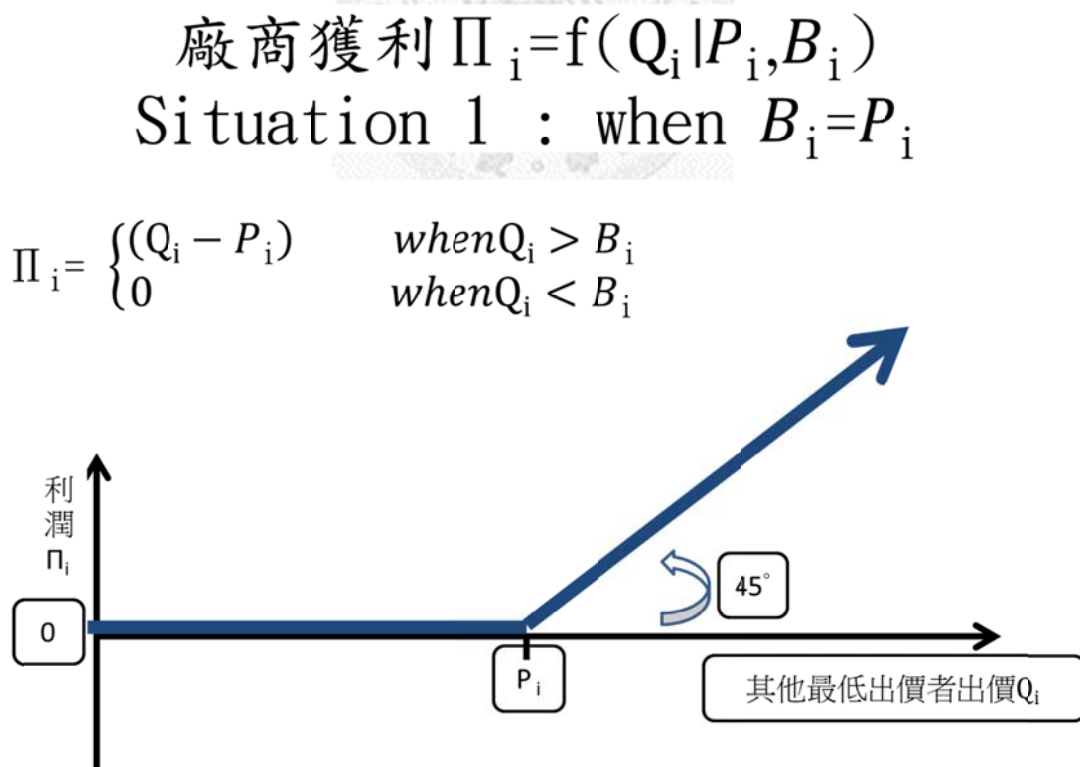


圖4-5 以成本出價之收益函數圖形

2.以高於成本出價

Situation2: when $B_i > P_i$

$$\text{同理可得}\Pi_i = \begin{cases} (Q_i - P_i) & \text{when } Q_i > B_i \\ 0 & \text{when } Q_i < B_i \end{cases}$$

可以得到收益函數圖形如下：

其中，收益函數第二區段斜直線部分的收益函數由 $Q_i > B_i$ 始存在，若向左延伸，可以連接 $(P_i, 0)$ 。

廠商獲利 $\Pi_i = f(Q_i | P_i, B_i)$
 Situation 2 : when $B_i > P_i$

$$\Pi_i = \begin{cases} (Q_i - P_i) & \text{when } Q_i > B_i \\ 0 & \text{when } Q_i < B_i \end{cases}$$

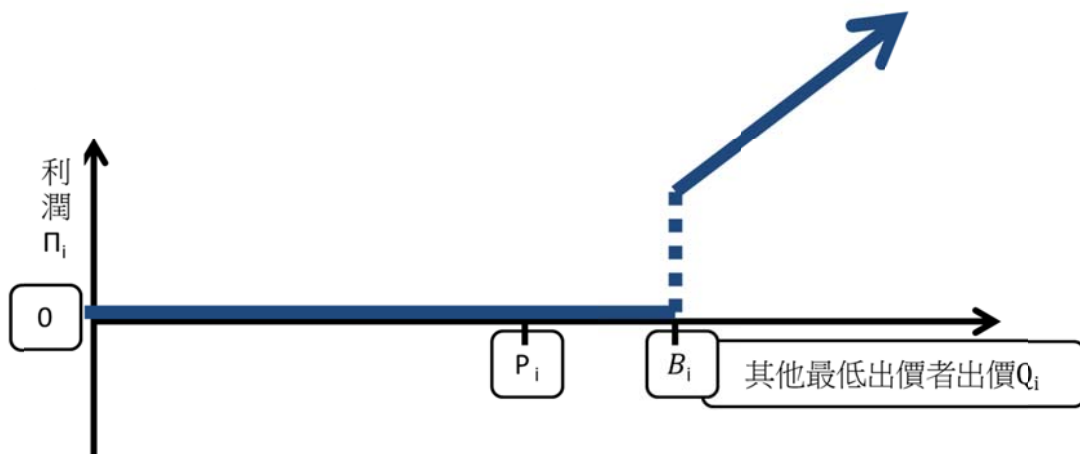


圖4-6 以高於成本出價之收益函數圖形

3.以低於成本出價

Situation 3 : when $B_i < P_i$

$$\text{同理可得}\Pi_i = \begin{cases} (Q_i - P_i) & \text{when } Q_i > B_i \\ 0 & \text{when } Q_i < B_i \end{cases}$$

可以得到收益函數圖形如下：

其中，收益函數第二區段開始於 $Q_i > B_i$ ，然而此時由於 $P_i > Q_i$ ，故收益函數為負值。收益函數直到 $Q_i > P_i$ 方才開始為正值。

廠商獲利 $\Pi_i = f(Q_i | P_i, B_i)$
 Situation 3 : when $B_i < P_i$

$$\Pi_i = \begin{cases} (Q_i - P_i) & \text{when } Q_i > B_i \\ 0 & \text{when } Q_i < B_i \end{cases}$$

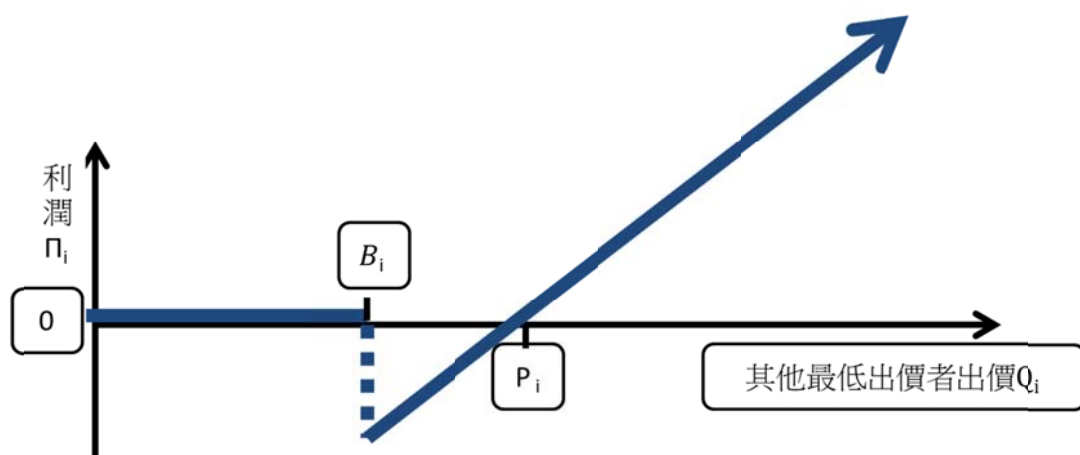


圖4-7 以低於成本出價之收益函數圖形

四、優勢策略

由以上的分析我們可以輕易地得出兩個結論：

1. 以成本出價永遠優於（dominant）以高於成本出價。
2. 以成本出價永遠優於以低於成本出價。

分別解釋如下：

1. 以成本出價永遠優於（dominant）以高於成本出價：

我們可以由以下的圖形輕易地確認這個結論，對任意廠商 i ，在所有 Q_i 狀況下，以成本出價之收益永遠大於或等於以高於成本出價之收益。我們可以說，相較於以成本出價，出價比成本高僅僅是放棄了可獲利的機會，再無其他效果。

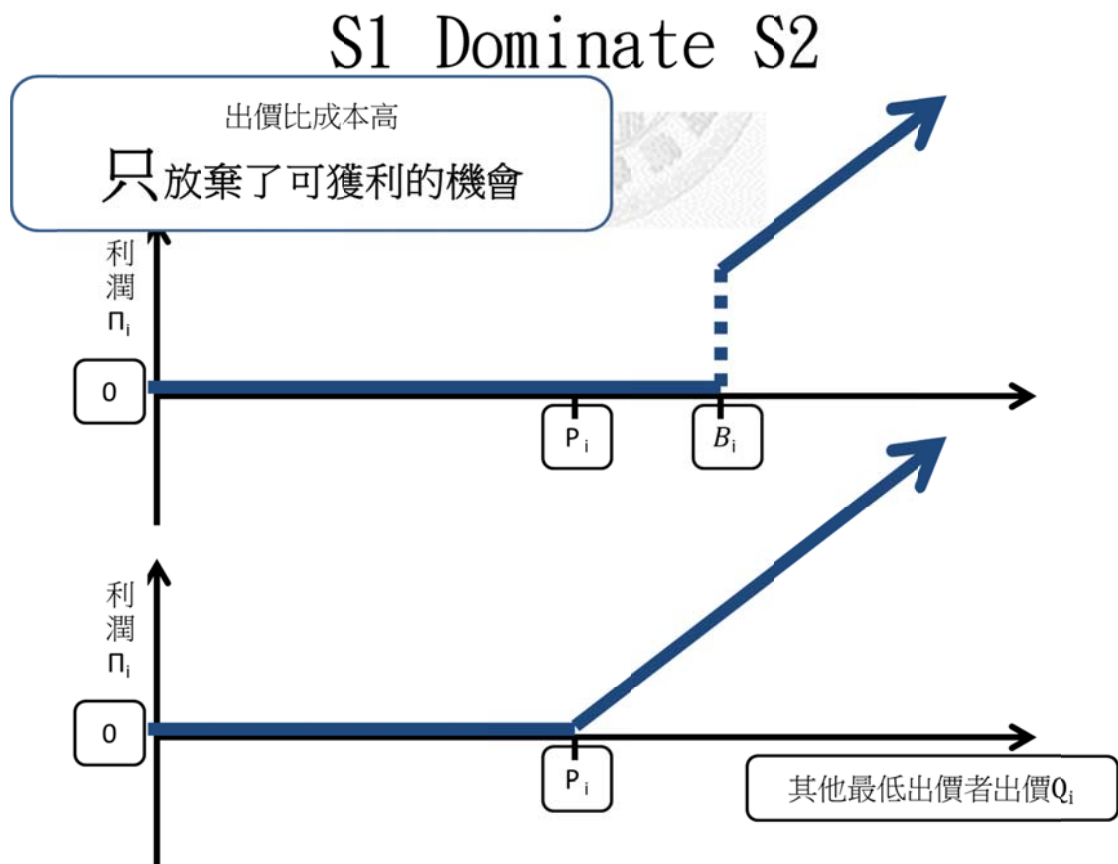


圖4-8 以成本出價收益函數必大於等於以高於成本出價之收益函數圖形

2. 以成本出價永遠優於以低於成本出價：

承上，我們也可以由以下的圖形輕易地確認這個結論，對任意廠商*i*，在所有 Q_i 狀況下，以成本出價之收益永遠大於或等於以低於成本出價之收益。我們可以說，相較於以成本出價，出價比成本低僅僅爭取到了虧損的機會，再無其他效果。

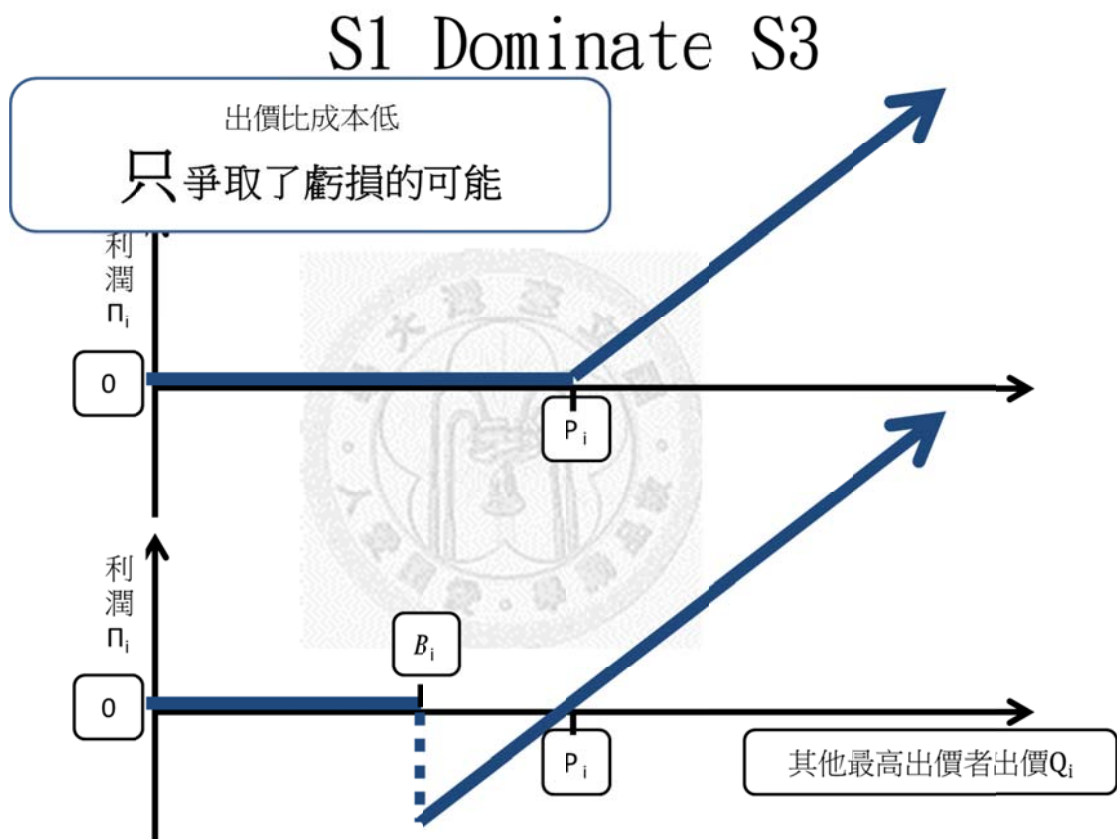


圖4-9 以成本出價收益函數必大於等於以低於成本出價之收益函數圖形

承上的分析，由於任何廠商之出價必為小於成本或等於成本或大於成本，因此任何廠商之出價均存在優勢策略，賽局存在穩定之優勢策略均衡解。

在此賽局中，對任意廠商*i*，以廠商成本 P_i 為廠商出價 B_i 不論在任何情況下均對廠商*i*最有利。對所有廠商皆如此。

五、優勢策略解之數學證明

先前的分析為嚴謹的推論，亦可使用數學語言證明之。

欲證明在此規則下，對任意廠商 i ， $\Pi_i(B_1) \geq \Pi_i(B_2)$ 且 $\Pi_i(B_1) \geq \Pi_i(B_3)$ 。

其中 $B_1 = P_i$ ， $B_2 > P_i$ ， $B_3 < P_i$ ， $0 \leq P_i < \infty$ ， $P_i \in \mathbb{R}$ ， $i=1,2,3,\dots,n$ ， $0 \leq B_i < \infty$ ， $B_i \in \mathbb{R}$ ，

$Q_i = \min(B_k)$ ， $k=1,2,3,\dots,n$ ， $k \neq i$ ， $0 \leq Q_i < \infty$ ， $Q_i \in \mathbb{R}$ ， $-\infty < \Pi_i < \infty$ ， $\Pi_i \in \mathbb{R}$

1. $\Pi_i(B_1) \geq \Pi_i(B_2)$

$$\Pi_i = \begin{cases} (Q_i - P_i) & \text{when } Q_i > B_i \\ 0 & \text{when } Q_i < B_i \end{cases}$$

$$\forall \Pi_i, \Pi_i(B_1) = \Pi_i(B_2) \quad \text{when } Q_i \leq P_i$$

$$\exists \Pi_i(B_1) > \Pi_i(B_2) \quad \text{when } P_i < Q_i \leq B_i$$

$$\forall \Pi_i, \Pi_i(B_1) = \Pi_i(B_2) \quad \text{when } B_i < Q_i$$

$$\rightarrow \Pi_i(B_1) \geq \Pi_i(B_2)$$

2. $\Pi_i(B_1) \geq \Pi_i(B_3)$

$$\Pi_i = \begin{cases} (Q_i - P_i) & \text{when } Q_i > B_i \\ 0 & \text{when } Q_i < B_i \end{cases}$$

$$\forall \Pi_i, \Pi_i(B_1) = \Pi_i(B_3) \quad \text{when } Q_i \leq B_i$$

$$\exists \Pi_i(B_1) > \Pi_i(B_3) \quad \text{when } B_i < Q_i \leq P_i$$

$$\forall \Pi_i, \Pi_i(B_1) = \Pi_i(B_3) \quad \text{when } P_i < Q_i$$

$$\rightarrow \Pi_i(B_1) \geq \Pi_i(B_3)$$

Base on 1 and 2 \rightarrow Proposition proofed

六、實驗命題與可驗證假說

由以上的優勢策略解可以發展實驗命題與可驗證假說，基於本研究第三章實驗經濟學中曾提到之有限理性(boundedly rational)與手滑反應均衡(Quantal Response Equilibrium, QRE)，故提出以下實驗命題：

隨著參與第二價格同質公共工程模擬投標實驗次數的增加，參與者出價行為將逐漸接近以成本價作為出價價格的理論推論。

由此實驗命題轉換之可驗證假說如下：

對參與第二價格同質公共工程模擬投標之整體參與者而言，參與第二價格同質公共工程模擬投標實驗次數對出價和成本的偏差率有顯著的負向影響。

在此提出之實驗命題與可驗證假說將於第五章驗證之。

第四節 第二價格競標之效益分析

本節將延續先前的分析，提出第二價格競標應用於同質公共工程採購之效益。

一、顯示真實價格（成本加要求獲利）

若使用第二價格競標作為同質公共工程競標之規則，所有參與投標廠商都將再追求個人效益最大的理性決策下，使用正確的會計成本加上要求獲利作為投標的投標價格。

這個價格可以反映廠商的真實競爭力，真實保留成本可以提供行政院工程委員會等主管機關一個更真實的資料做產業資料的後續使用。

二、降低競租成本

在最低價標的情況下，廠商沒有最適的優勢策略可確認出價，由於提高價格可以增加獲利，同時卻會降低得標機率，因此擁有較多資訊的廠商將有較佳的決策水準，導致較佳的獲利。因此廠商往往為了擁有較多資訊，會透過廠商之間的聯誼活動，或是和招標機關公務員往來等等合法以及非法的方式取得資訊，導致廠商需要花費許多和生產無關的競租成本，造成無謂的浪費。而且廠商之間的聯誼也導致圍標等非法行為更容易發生。

若使用第二價格競標作為同質公共工程的招標規則，由於存在一個廠商最適的優勢出價策略，而這個最適的優勢出價策略不需要任何競爭者的資訊，因此廠商不需要透過競租活動來取得資訊，可以將心力以及資源投注在增加公司的競爭力上，減少社會成本的浪費，提升產業的競爭力。

三、使社會福利最大，達成柏拉圖效率

在拍賣賽局中，拍賣物所有者所得的金額即為結標金額，故若由保留價格最高之參與者標得被拍賣品，生產者及消費者之剩餘總和將最大，將達成社會總福利最大，也達成柏拉圖效率之境界。

相對而言，在工程競標賽局中，業主所需支付的金額即為結標金額，故若由保留價格最低之得標廠商標得工程，生產者及消費者之剩餘總和將最大，亦將達成社會福利最大，達成柏拉圖效率之境界。

然而在最低價格競標的規則下，在增加業主或是增加廠商獲利的投標價格方向上有所衝突；廠商若想增加獲利，需以較高的價格投標，然而若想增加業主的獲利，則是希望降低結標金額，兩者的價格方向是衝突的。

因為這個價格方向衝突的存在，廠商若貪心想要獲取較高的利潤，將會以較高的金額投標，造成得標的廠商未必是保留價格最低廠商之情形。也就是在最低價格競標的規則下，柏拉圖效率未必達成，常常由並非保留價格最低的廠商承攬業主之工程，造成社會的損失。若相對保留價格較低的廠商其競爭力較佳的原因可以反映在品質方面，最低價格競標的結果往往就使品質較差的廠商得標。

然而，第二價格競標的機制將使所有廠商寫下保留價格，以保留價格投標，故得標者必然是保留價格最低的廠商，社會總福利最大化及柏拉圖效率將自動達成。

第五章 實驗設計與驗證

欲了解若實際採取此制度，公共工程投標者的行為是否符合理論，或逐漸接近理論，故透過實驗設計實證於第四章第三節之六提出之命題與可驗證假說。本章之內容首先將說明實驗設計之內容，接著對資料之處理提出說明，最後解釋並探討實驗之結果。

第一節 實驗設計

一、實驗目的

本實驗之目的係欲了解若實際採取此制度，公共工程投標者的行為是否符合理論，或逐漸接近理論，故希望透過找尋合適樣本，進行實驗設計後進行實證。

承第四章第三節之六，本實驗之命題為：

隨著參與第二價格同質公共工程模擬投標實驗次數的增加，參與者出價行為將逐漸接近以成本價作為出價價格的理論推論。

由此實驗命題轉換之可驗證假說如下：

對參與第二價格同質公共工程模擬投標之整體參與者而言，參與第二價格同質公共工程模擬投標實驗次數對出價和成本的偏差率有顯著的負向影響。

因此本章將設計一符合規則之模擬投標實驗，模擬在符合理論假設下，採取第二價格競標為規則之公共工程競標真實投標情形，在不同的條件下（廠商成本、競爭對手成本、參與者數量、政府底價）連續進行八回合的投標實驗。欲驗證對參

與第二價格同質公共工程模擬投標之整體參與者而言，參與第二價格同質公共工程模擬投標實驗次數對出價和成本的偏差率是否有顯著的負向影響。



二、實驗流程

實驗流程如下：

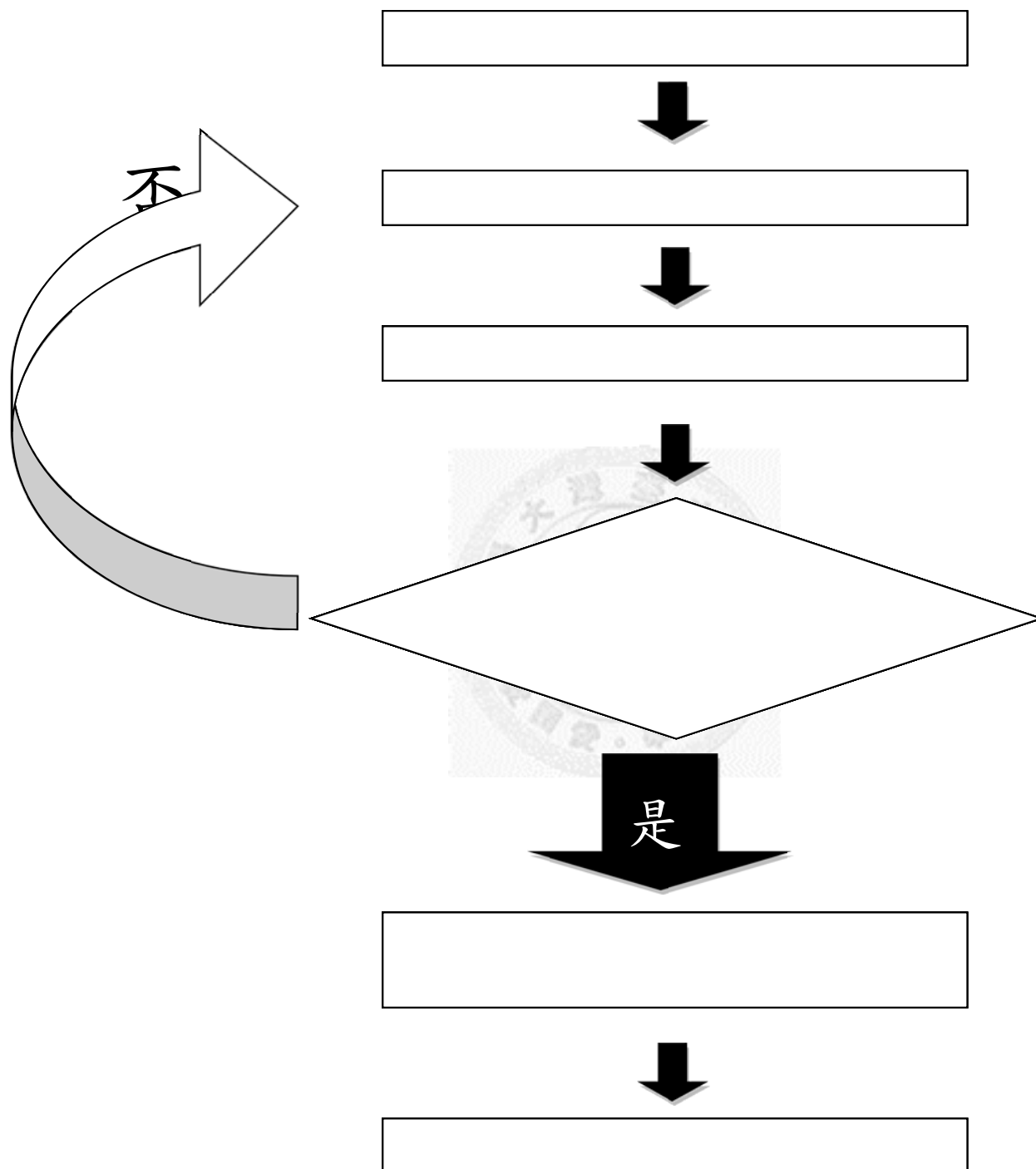


圖5-1 本研究之實驗流程

三、統計模型設計

欲驗證對參與第二價格同質公共工程模擬投標之整體參與者而言，參與第二價格同質公共工程模擬投標實驗次數對出價和成本的偏差率是否有顯著的負向影響，然而除了對第二價格競標規則下投標之經驗以外，相信仍有許多其他因素均會影響投標者的出價。包括成本、競爭強度、參與者的年資等。

由於本模型主要希望確認所有參與者出價是否持續接近理論值，是否有收斂的學習行為，因此將控制成本、競爭強度、參與者的年資等變數。

建立統計模型如下：

理論偏離值 (Y) = $\alpha + \beta_1 * \text{成本} (X_1) + \beta_2 * \text{第二價格競標下的經驗} (X_2) + \beta_3 * \text{競爭強度} (X_3) + \beta_4 * \text{參與者的年資} (X_4) + \varepsilon$

α, β_j ：迴歸母數 (j=1,2,.....,m)

X_j ：自變變數

ε ：誤差值 (residual，或稱殘值)

上面這個模式是理論上的模式，在實際運算時，因為 α 與 β_j 的真正數值無法得知，故使用估計係數將上式修改為：

理論偏離變數(\hat{Y}) = $\alpha_0 + b_1 * \text{成本變數}(X_1) + b_2 * \text{第二價格競標下的經驗變數}(X_2) + b_3 * \text{競爭強度變數}(X_3) + b_4 * \text{參與者的年資變數}(X_4)$

其中， α_0 以及 b_j 是從樣本資料估計而得，稱為估計迴歸係數。

四、模型預期結果

此統計模型之預期結果如下：

模型預期結果為第二價格競標下的經驗變數與理論偏離變數有顯著的負相關，即欲驗證 $b_2 < 0$ ，若理論發揮預期效果則 $b_2 < 0$ 應顯著。表示隨著第二價格競標下的經驗增加，理論偏離變數有下降的趨勢，即實驗結果支持理論。

五、最初之實驗設計

最初之實驗設計，目標模擬已完成細部設計、不可變更設計，亦不可追加預算之同質公共工程，開放參與者以第二價格同質公共工程競標之規則投標。

樣本選擇具有產業參與者代表性，主要採取台大土木所營建管理組在職專班之資深產業人士 34 人，平均年資約 17.4 年，另外也選取台大土木所營建管理組碩士一般生 30 人，平均年資約 0.8 年。

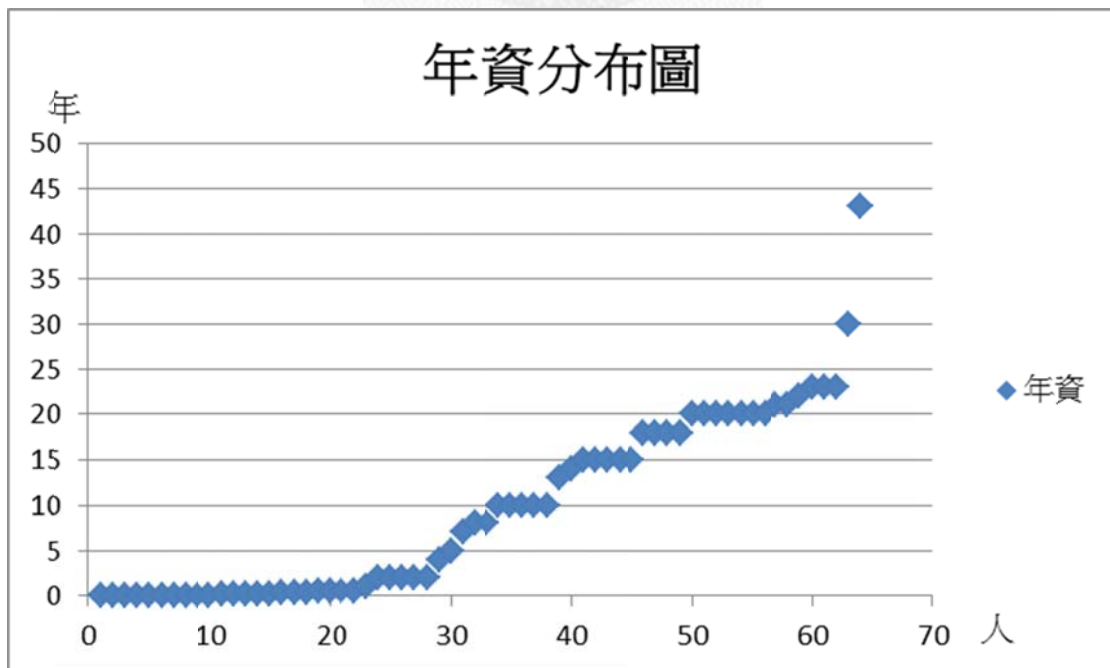


圖5-2 實驗樣本年資分布圖

為求受測者認真參與提供獎金作為誘因。每次實驗進行約分為 2 人一組的小組三組，5~7 人一組的大組兩組，；三組小組中八回合總損益最高的受測者可以得到獎金新台幣 500 元整；兩組大組中八回合總損益最高的受測者可以得到獎金新台幣 1,500 元整，獎金之分配乃考量希望使每個受測者擁有接近之期望值，平均來說，每個受測者期望獲得的獎金約為新台幣 83.33 元。

每個受測者將被安排參加一回合的展示投標，八回合的模擬投標，每回合每個受測者擁有之私人成本資訊會改變，投標時可以得知所有先前回合之所有參與者出價與政府底價，但不會知道當回合之政府底價，政府底價也會隨著回合改變。

每個受測者每回合的私人成本資訊是由常態分配 $N(30,000,000, 3,000,000)$ 隨機產生的，經過些微的調整使受測者間條件不會太不公平。

政府每回合的底價是由常態分配 $N(33,000,000, 3,000,000)$ 隨機產生的。

在最初的實驗設計中，針對每個受測者可以取得的資料有參與者姓名、參與者在土木領域的工作年資、受測者是屬於大組還是小組、以及受測者每一回合的出價。受測者在測試全程可以使用計算機計算或是紙筆紀錄，但測試者被要求不能溝通。

由於個資法之法令規範，於實驗開始前即請求所有受測者之同意與授權。

六、前測 (pre-test) 造成的修改

完成初步設計後於2012/09/28進行了第一次前測，收集五名受測者的意見後，針對成本之定義與描述做了修正：

在初步設計的實驗中，經濟成本是以兩部分呈現，使用之文字為”估計總成本以及要求獲利（考量資金成本、風險、資源機會成本）”。然而初試受測人員均表示不理解如此表達代表經濟成本，也普遍認為經濟成本並非營建產業中常使用之名詞與觀念。”估計總支出”是初試受測人員均能理解並且有共識的表達方式。

因此，研究人員採用”估計總支出(已考量所有因素)”作為經濟成本項目之表達。

2012/10/05的第二次前測受測人員均表示相當理解實驗之訊息，因此確認了最終之實驗設計內容（詳情可參閱本論文附件）。

如此修改經濟成本之表達可能造成每個受測人員心中對估計總支出的瞭解不相同，而對經濟成本有不同的估算，例如某受測者可能認為”估計總支出（已考量所有因素）”代表經濟成本，因此對此受測者而言，若其”估計總支出（已考量所有因素）”為3000萬，而受測者以3000萬出價，此時此受測者之行為符合理論預期；但對另一認為”估計總支出（已考量所有因素）”不代表經濟成本僅代表會計成本，需加上一定百分比做為要求獲利，對此受測者而言，若其若其”估計總支出（已考量所有因素）”為3000萬，而受測者考量要求獲利為3%，則此受測者以3090萬出價時即可認定此受測者之行為符合理論預期。

所幸，由於單一受測者心中對於”估計總支出（已考量所有因素）”之認定是不會

在實驗過程中有所改變的，因此，雖然對不同的受測者，符合理論的出價可能是不同的成本比例（以上述例子來說是100%或103%），然而本模型衡量之現象為受測者出價是否有逐漸接近理論值，因此不致於對後續的分析有顯著的影響。

七、最終之實驗設計（附錄）

本研究之最終實驗設計為本論文之附件，以某一位受測者尚未填寫前之型態為例，值得特別說明的是，受測者在測驗進行中可以隨時舉手發問，研究人員將隨時提供規則內的解釋。

另外，第一回合為展示之回合，受測者已經被填寫了出價。安排展示之回合僅是為了確認受測者完全了解第二價格競標之規則。

在受測的過程中，已經完成之回合中同組受測者的出價以及政府底價為公開資訊，所有受測者均可以毫無障礙的取得已完成回合中的這些資訊。

第二節 資料處理

為了進行後續的統計分析，進行變數之定義並解釋資料之處理：

理論偏離變數(\hat{Y})= α_0 + b_1 *成本變數(X_1)+ b_2 *第二價格競標下的經驗變數(X_2)
+ b_3 *競爭強度變數(X_3)+ b_4 *參與者的年資變數(X_4)

在上面的原始模型中，理論偏離變數取名為Dev，代表deviation，資料處理為將理論與受測樣本出價差異取絕對值，定義為偏差值，將偏差值除以理論值，得到偏差率即為Dev。

成本變數取名為Cost，即為經由模擬產生之參與者每回合給定成本。

第二價格競標下的經驗變數取名為Round，代表受測的回合數。需注意展示回合並不算在樣本資料內，因此Round=1,2,3...8。

競爭強度變數使用大小組資料來代表，取名為Big，為一Dummy variable，Big=1代表大組，Big=0代表小組，此變數代表競爭強度的差異，Big=1時競爭強度強。

參與者的年資變數取名為Exp，代表Experience，單位為年。

有以上的處理我們可以得到多元迴歸統計模型為：

$$Dev = a_0 + b_1Cost + b_2Round + b_3Big + b_4Exp$$

第三節 實驗結果

這一節我們除了確認主要檢定的結果，也試圖利用實驗獲得的資料進行另外的分析，我們嘗試分析缺乏實務經驗者與具備豐富實務經驗者之學習效果之比較，我們也嘗試分析扣除最後一回合資料之模型分析。

一、主要檢定結果

本實驗之Dev變數整體以及逐回合平均及標準差如下表：

表5-1 主要變數平均值與標準差

	Mean	Standard deviation
Dev	0.052764178	0.059606867
Round1 Dev	0.072273885	0.077323249
Round2 Dev	0.049561186	0.054899672
Round3 Dev	0.052675130	0.058458561
Round4 Dev	0.050620012	0.050840412
Round5 Dev	0.053643340	0.056634994
Round6 Dev	0.044024672	0.045661697
Round7 Dev	0.044499645	0.049093114
Round8 Dev	0.052384287	0.076254006

本實驗的主要模型為 $Dev = a_0 + b_1Cost + b_2Round + b_3Big + b_4Eep$ ，根據實驗取得的樣本資料(原始樣本資料置於附錄)，我們可以使用 SPSS 統計軟體進行分析，以下是主要檢定的結果：

本模型顯著 (.000)，解讀迴歸變數之前，需確認沒有共線性問題，本迴歸模型共線性檢定量 VIF 均低於危險值 10，顯示沒有共線性問題。

表5-2 主要檢定之檢定結果

係數^a

模式	未標準化係數		標準化係數	t	顯著性	共線性統計量	
	B之估計值	標準誤	Beta 分配			允差	VIF
1 (常數)	.137	.028		4.906	.000		
COST	-2.294E-05	.000	-.115	-2.615	.009	.967	1.034
EXP	9.476E-04	.000	.155	3.505	.000	.955	1.048
BIG	-1.676E-02	.006	-.127	-2.860	.004	.955	1.047
ROUND	-2.883E-03	.001	-.111	-2.525	.012	.968	1.033

a. 依變數: DEV

比較預期實驗結果與實際實驗結果，我們可以發現：

模型預期結果為第二價格競標下的經驗變數 (Round) 與理論偏離變數 (Dev) 有顯著的負相關，即欲驗證 $b_2 < 0$ ，若理論發揮預期效果則 $b_2 < 0$ 應顯著。表示隨著第二價格競標下的經驗增加，理論偏離變數有下降的趨勢，即實驗結果支持理論。

實際實驗結果中，回合 (Round) 係數顯著為負，表示隨著經驗的增加參加者出價有逐漸接近理論值。年資 (Exp) 係數顯著為正，表示年資較大者出價離理論值較遠。大小組 (Big) 係數顯著為負，表示大組出價較為接近理論值。

實驗設計欲驗證複迴歸隨著經驗的增加 (Round 變數增大)，與理論差異 Dev 是否有下降的趨勢。在 95% 的信心水準下，拒絕虛無假設 $H_0: b_2 > 0$ ，即實驗設計之結果支持理論，隨經驗增加參與者出價收斂。

二、經驗多寡與學習效果

根據第二章第三節提到 Frensch & Sternberg 的研究，專家在新規則的表現一開始會不如新手，但會逐漸進步並超越新手，為了解此一現象是否存在本研究中，另外進行少經驗者 (Rookie) 與多經驗者 (Experienced) 學習效果之比較，採取將年

資五年以下的30人經驗缺乏者一組，年資五年以上的經驗豐富者34人一組分別進行迴歸分析，欲透過迴歸的回合（Round）係數比較，了解經驗缺乏者和經驗豐富者出價接近理論值的速度是否有所差異。

我們可以先觀察經驗缺乏者和經驗豐富者的Dev變數分布圖：

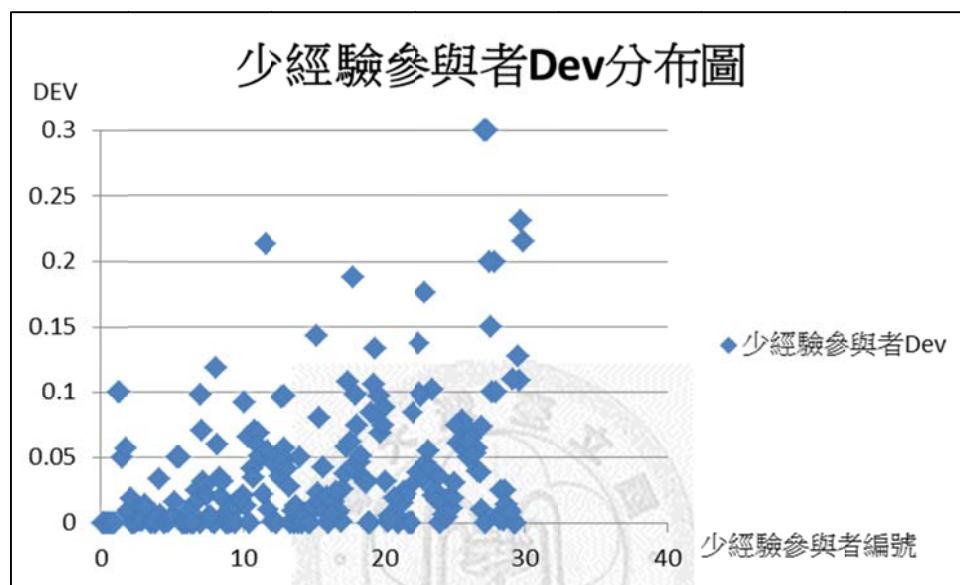


圖5-3 少經驗參與者的Dev分布圖

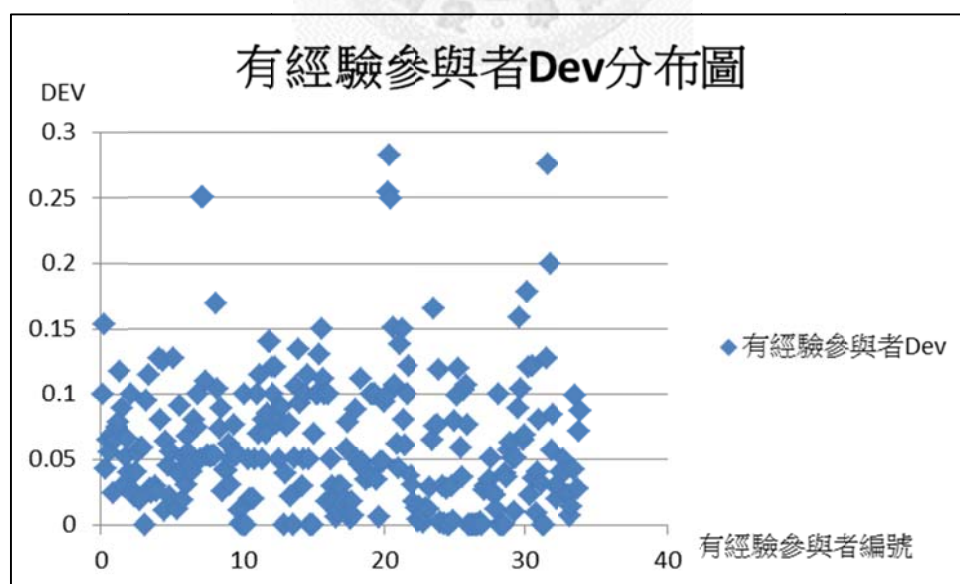


圖5-4 有經驗參與者的Dev分布圖

少經驗參與者的出價資料中存在兩筆顯著的極端值(Outlier)，本分布圖乃是刪去兩筆極端值後的分布圖。乍看之下相較於多經驗參與者，少經驗參與者出價較為集中，然而透過統計模型的分析我們可以得到較為可靠的結果：

表5-3 經驗缺乏者學習效果檢定結果

模式	係數 ^a							
	未標準化係數		標準化係數		t	顯著性	共線性統計量	
	B之估計值	標準誤	Beta分配				允差	VIF
1	(常數)	.125	.042		2.933	.004		
	LE_COST	-1.902E-05	.000	-.090	-1.414	.159	.982	1.018
	LE_EXP	1.684E-03	.003	.031	.486	.628	.992	1.008
	LE_BIG	-3.063E-02	.009	-.226	-3.562	.000	.993	1.007
	LE_ROUND	-1.599E-03	.002	-.055	-.865	.388	.983	1.018

a. 依變數：LE_DEV

表5-4 經驗豐富者學習效果檢定結果

模式	係數 ^a							
	未標準化係數		標準化係數		t	顯著性	共線性統計量	
	B之估計值	標準誤	Beta分配				允差	VIF
1	(常數)	.166	.037		4.505	.000		
	ME_COST	-2.894E-05	.000	-.159	-2.596	.010	.949	1.054
	ME_EXP	-7.178E-06	.000	-.001	-.016	.987	1.000	1.000
	ME_BIG	1.096E-05	.008	.000	.001	.999	1.000	1.000
	ME_ROUND	-4.121E-03	.001	-.184	-2.996	.003	.949	1.054

a. 依變數：ME_DEV

由上面的兩個表格我們可以了解：經驗缺乏者的出價行為和經驗豐富者的出價行為受到不同變數之影響程度有相當大的差異，除了年資對出價偏離率的影響相同外，其他變數對出價偏離率的影響均不相同。逐項分析如下：

(一)、學習效果(回合變數對出價偏離率的影響)

經驗缺乏者之學習效果並不顯著 (p-value=0.388)，然而經驗豐富者學習效果卻是顯著存在！(p-value=0.03) 這某種程度上解釋了經驗豐富者出價較為分散之原因可能是因為經驗豐富者有學習效果，隨著經驗增加出價逐漸接近理論值而經驗缺乏者之改變不顯著。

(二)、成本對出價偏離率的影響

對經驗缺乏者而言，成本對出價偏離率的影響並不顯著 ($p\text{-value}=0.159$)，然而對經驗豐富者而言，成本對出價偏離率的影響顯著為負 ($p\text{-value}=0.010$)，表示成本越高時經驗豐富者出價越接近成本。

(三)、年資對出價偏離率的影響

對缺乏經驗者和經驗豐富者而言，年資變數對出價偏離率的影響均不顯著。 ($p\text{-value}=0.628$) 以及 ($p\text{-value}=0.987$)。

(四)、競爭強度(大小組) 對出價偏離率的影響

對缺乏經驗者而言，競爭強度對出價偏離率的影響顯著為負 ($p\text{-value}=0.987$)，表示對缺乏經驗者而言，競爭強度越強出價偏離率越低。然而對經驗豐富者而言，競爭強度對出價偏離率的影響極為不顯著 ($p\text{-value}=0.999$)，表示競爭強度對出價偏離率沒有影響。

由以上的比較我們可以得知第二章第三節Frensch & Sternberg的描述之現象可能存在於本實驗中，也就是面對新的規則，專家受限於舊的基模，一開始新手的表現可能比專家好，但專家擁有的背景知識與自我監控的能力會使專家的表現逐漸進步，最終可能比新手更好。而實驗的結果也驗證專家之學習效果顯著，而新手之學習效果不顯著。

此時新手是否具有樣本代表性就成為一個需要討論的問題，由於實務之投標決策者往往具有足夠的經驗以及背景知識，因此若新手不具有背景知識，可考量新手樣本代表性不佳而排除新手樣本。

三、排除最後一回合樣本資料之檢定

由於擔心面臨最後一回合時受試者的不理性行為，我們可以嘗試消除最後一回合之資料後進行模型總檢定，甚至可以排除新手樣本進行排除最後一回合及新手樣本資料之檢定。

排除最後一回合資料之模型總檢定結果如下：

表5-5 排除最後一回合資料之總檢定結果

模式	係數 ^a						
	未標準化係數		標準化係數	t	顯著性	共線性統計量	
	B之估計值	標準誤	Beta 分配			允差	VIF
1 (常數)	.131	.029		4.562	.000		
AD_COST	-2.104E-05	.000	-.108	-2.325	.021	.984	1.016
AD_EXP	9.736E-04	.000	.167	3.527	.000	.955	1.047
AD_BIG	-1.242E-02	.006	-.098	-2.075	.039	.955	1.047
AD_ROUND	-3.880E-03	.001	-.136	-2.928	.004	.985	1.016

a. 依變數: AD_DEV

表5-6 原始總檢定與排除最後一回合之總檢定結果比較

	原始總檢定		排除最後一回合之總檢定	
	B之估計值	顯著性	B之估計值	顯著性
Cost	-2.294E-05	.009	-2.104E-05	.021
Exp	9.9476E-04	.000	9.736E-04	.000
Big	-1.676E-02	.004	-1.242E-02	.039
Round	-2.883E-03	.012	-3.880E-03	.004

根據表5-6，我們可以發現調整後的模型學習效果增強了約34.7%，競爭強度的效果下降了約25.9%，年資的效果增強了約2.74%，成本的效果下降了約8.28%

由於理性的受測者應該表現出學習效果，因此我們可以推論最後一回合確實有部分受測者表現出不理性行為，因為當我們排除最後一回合之資料，學習效果強度是大幅增加的。

另外承第二節的討論，若排除最後一回合之樣本資料並排除新手樣本，我們可以進行排除新手樣本並排除最後一回合樣本資料之檢定，檢定結果如下表：

表5-7 排除新手樣本並排除最後一回合樣本資料之檢定結果

模式		未標準化係數		標準化係數	t	顯著性	共線性統計量	
		B之估計值	標準誤	Beta 分配			允差	VIF
1	(常數)	.174	.041		4.258	.000		
	ME_COST	-3.131E-05	.000	-.165	-2.533	.012	.967	1.034
	ME_EXP	-1.507E-04	.000	-.020	-.307	.759	.997	1.003
	ME_BIG	3.185E-03	.009	.023	.359	.720	.999	1.001
	ME_ROUND	-4.503E-03	.002	-.170	-2.626	.009	.971	1.030

a. 依變數: ME_DEV

表5-8 排除最後一回合之總檢定與排除最後一回合及新手樣本結果比較

	排除最後一回合之總檢定		排除最後一回合及新手樣本	
	B之估計值	顯著性	B之估計值	顯著性
Cost	-2.104E-05	.021	-3.131E-05	.012
Exp	9.736E-04	.000	-1.507E-04	.759
Big	-1.242E-02	.039	3.185E-02	.720
Round	-3.880E-03	.004	-4.503E-03	.009

根據表5-8，相較於使用全部的樣本排除最後一回合之資料，若以有經驗者作為實驗樣本，並排除最後一回合，檢定之結論學習效果增強了約45.8%，競爭強度以及年資的效果均不再顯著，成本的效果也增強了約48.8%

四、實驗結果之探討

考量第二章第三節Frensch & Sternberg的描述之現象在本實驗確實發生，新手與專家之行為確有明顯不同，而實務上參與投標並有投標決策權者均有許多背景知識，因此相較於使用全部的樣本，專家之樣本應較有代表性。

使用專家樣本所做的分析中，我們得知參與者的出價偏離率(Dev)並不如預期受到成本(Cost)、年資(Exp)、競爭強度(Big)以及參與此規則投標經驗(Round)影響，僅成本及參與此規則投標經驗和出價偏離率顯著相關。以下就實驗結果對各個變數之檢定意義進行探討：

(一)、學習效果(Round)

學習效果為本研究最重要之效果檢定，然而不論是否排除新手樣本，也不論是否排除最後一回合樣本，學習效果均為顯著，表示賽局理論之推論得到實證的支持，參與第二價格同質公共工程競標之參與者會出價會逐漸接近理論值，即以成本出價。

(二)、成本

在專家樣本中，成本與出價偏離率有顯著之負相關，也就是成本越高時專高出價行為越接近理論值，這個效果在消除最後一回合樣本後更為顯著，此現象可能是因為專家受到過去經驗影響，認為若自己成本相對較高，欲得標應犧牲獲利，盡量以成本出價；反之若認為自己成本較低，可以出高於成本較多之價格爭取較多的獲利。

(三)、年資

在專家樣本中，年資和出價偏離率沒有顯著的相關，這樣的結論表示在有一定的背景知識下，年資不會影響出價的偏離率，我們可以說在此規則下，有一定的背景的參與者出價決策和年資無顯著相關。

(四)、競爭強度(Big)

競爭強度的分析結果非常值得探討，由於最低價競標中參與者的出價行為受到參加競標人數的影響甚鉅，但第二價格同質公共工程競標之規則在賽局理論的分析下，認為不論參與人數之多寡，參與者出價決策不需有所差異。也就是競爭強度不會影響第二價格同質公共工程競標參與者之出價決策。此為一違反直覺之結論，然而實證的結果支持理論之推論。

在專家的樣本中，競爭強度變數(大小組)和出價偏離率沒有顯著相關，不論是否排除最後一回合之樣本資料檢定結果均是如此。也就是不論是否排除最後一回合之樣本資料，專家樣本之實證結果顯示競爭強度和出價決策行為沒有顯著相關，支持賽局理論之推論。

第六章 結論與建議

第一節 研究結果與效益

本研究提出了一種新的同質公共工程競標機制：第二價格競標，有若干效果以及效益，以下分別說明之：

一、第二價格競標之規則與機制

所有公共工程第二價格競標的參加者均可以繳交一個密封的出價，所有出價保存至開標日方得公開，開標時比較全部參加者的出價，由出價最低者得標，政府需付第二低價者的出價作為工程款。需特別注意的是政府的底價將被視為一個參加者的出價，若有兩個以上的廠商出價低於政府底價，則出價最低廠商將得標，獲得出價第二低的廠商之出價為工程款；若僅有一個廠商出價低於政府底價，則此廠商將得標，可得到政府底價；若沒有任一廠商出價低於政府底價則流標。

在此規則中，所有規則中僅有得標者所能得到費用部分與最低價標不同，其餘與最低價格競標均相同，故若有敘述不完全之部分，與最低價格競標相同。

第二價格競標之競標規則中，得標者仍是投標價格最低的廠商，但業主將付出第二低標之投標價格為營造費用，例如一個公共工程採取第二價格競標，最低投標價為甲廠商的一百萬新台幣，第二低價為乙廠商的一百一十萬新台幣，則得標者為甲廠商，但可以得到一百一十萬新台幣的營造費用。

二、顯示真實價格（成本加要求獲利）

若使用第二價格競標作為同質公共工程競標之規則，所有參與投標廠商都將在再追求個人效益最大的理性決策下，使用正確的會計成本加上要求獲利作為投標的投標價格。

這個價格可以反映廠商的真實競爭力，真實保留成本可以提供行政院工程委員會等主管機關一個更真實的資料做產業資料的後續使用。

三、降低競租成本

在最低價標的情況下，廠商沒有最適的優勢策略可確認出價，由於提高價格可以增加獲利，同時卻會降低得標機率，因此擁有較多資訊的廠商將有較佳的決策水準，導致較佳的獲利。因此廠商往往為了擁有較多資訊，會透過廠商之間的聯誼活動，或是和招標機關公務員往來等等合法以及非法的方式取得資訊，導致廠商需要花費許多和生產無關的競租成本，造成無謂的浪費。而且廠商之間的聯誼也導致圍標等非法行為更容易發生。

若使用第二價格競標作為同質公共工程的招標規則，由於存在一個廠商最適的優勢出價策略，而這個最適的優勢出價策略不需要任何競爭者的資訊，因此廠商不需要透過競租活動來取得資訊，可以將心力以及資源投注在增加公司的競爭力上，減少社會成本的浪費，提升產業的競爭力。

四、使社會福利最大，達成柏拉圖效率

在拍賣賽局中，拍賣物所有者所得的金額即為結標金額，故若由保留價格最高之

參與者標得被拍賣品，生產者及消費者之剩餘總和將最大，將達成社會總福利最大，也達成柏拉圖效率之境界。

相對而言，在工程競標賽局中，業主所需支付的金額即為結標金額，故若由保留價格最低之得標廠商標得工程，生產者及消費者之剩餘總和將最大，亦將達成社會福利最大，達成柏拉圖效率之境界。

然而在最低價格競標的規則下，在增加業主或是增加廠商獲利的投標價格方向上有所衝突；廠商若想增加獲利，需以較高的價格投標，然而若想增加業主的獲利，則是希望降低結標金額，兩者的價格方向是衝突的。

因為這個價格方向衝突的存在，廠商若貪心想要獲取較高的利潤，將會以較高的金額投標，造成得標的廠商未必是保留價格最低廠商之情形。也就是在最低價格競標的規則下，柏拉圖效率未必達成，常常由並非保留價格最低的廠商承攬業主之工程，造成社會的損失。若相對保留價格較低的廠商其競爭力較佳的原因可以反映在品質方面，最低價格競標的結果往往就使品質較差的廠商得標。

然而，第二價格競標的機制將使所有廠商寫下保留價格，以保留價格投標，故得標者必然是保留價格最低的廠商，社會總福利最大化及柏拉圖效率將自動達成。

第二節 研究貢獻

一、學術貢獻

本研究透過文獻的回顧與整合，提出了一個新的同質公共工程投標規則，並透過賽局理論推導出此規則下所有廠商均存在優勢策略，市場將可以產生均衡，也透

過數學證明此一命題，在此均衡下公共工程的競標結果將滿足社會福利最大化與柏拉圖效益。

此外本研究確認了此規則適用的五個條件：1.異質廠商2.同質工程3.廠商擁有不完全資訊4.出價為一連續性變數5.忽略備標成本，使後續的研究可以了解此規則之適用範圍與假設。不至於錯用理論於不適當的公共工程投標賽局。

演繹法的優點之一乃是由於結論是在一定之假設下，以邏輯進行推導而來，因此面對時空環境的改變，若想確認理論之效果，僅需重新確認假設是否合於改變後的時空環境，若假設仍然符合時空環境，則理論之結論仍然有足夠的可靠度。

除了演繹法的賽局理論，本研究也使用了歸納法的實驗設計與分析，透過實驗設計與分析再一次驗證了理論的效果。雖然因為技術性的因素無法產生完全符合理論的實驗結果，但實驗之結果顯著，足以證明此規則之效果，可提供制度制定者可信度較高且可靠度較高的資訊，並且降低理解的難度。

二、實務貢獻

本研究提出一在一定條件下可行之同質公共工程投標規則。

在第一章曾經提到最低價標的優缺點，現存之「最低標」決標方式有以下之優點：

- 一、已有法源依據（政府採購法第五十二條）。
- 二、適用於成品較為通用且規格較無爭議之採購。
- 三、為單目標評選，規則簡單明確。
- 四、使公務員招決標作業過程中不易有爭議。
- 五、易於節省預算。

「最低標」方式亦有以下之缺點：

- 一、較不適用於異質之工程、財物或勞務採購（政府採購法第五十二條）
- 二、無法考慮多重標準。具有較多相關施工經驗及施工技藝較高之廠商無法取得較佳之得標優勢。
- 三、政府及廠商間各種資訊攸關廠商得標之決策與獲利，易形成廠商與公務員間勾結，產生貪汙之情事。
- 四、僅憑工程總價單一資訊決標，使得投標者廠商並無於投標前先行深入瞭解圖說及詳細估算工程內容，反而僅以探聽底價及壓低總價來搶標。
- 五、違反低價位與品質之自然對立原則，形成廠商以低劣品質方式降低成本之動機，使執行中易產生爭議。
- 六、造成低價搶標之現象。
- 七、形成業主及廠商間之對立。
- 八、工期設定失真及工期冗長。

若查看五個優點，其中二、適用於成品較為通用且規格較無爭議之採購；三、為單目標評選，規則簡單明確；四、使公務員招決標作業過程中不易有爭議；五、易於節省預算；此四個優點第二價格競標均保有，僅法源依據這一項，如何入法尚待後人的研究與努力，但是政府採購法之訂定乃是由於我國加入了世界貿易組織（World Trade Organization），此規則符合世界貿易組織之公開招標、鼓勵廠商公平競爭之精神，如何入法尚待後人的努力。

除了原有的五個優點以外，本規則亦有額外的三個優點：一、可以使廠商顯示真實價格、二、減少競租成本、三、自動達成社會福利最大化及柏拉圖效率。

針對「最低標」方式之缺點亦可以改進其中兩項：二、無法考慮多重標準，具有

較多相關施工經驗及施工技藝較高之廠商無法取得較佳之得標優勢；三、政府及廠商間各種資訊攸關廠商得標之決策與獲利，易形成廠商與公務員間勾結，產生貪汙之情事。

在本規則下若相關施工經驗以及施工技藝較高可以反映在真實成本的降低，則有以上資源之廠商可以在競爭中取得優勢。另外廠商不需其他廠商以及政府底價的資訊即可做出最有利決策，可以降低競租成本，可望減少廠商與公務員間勾結，產生貪汙之情事。

第三節 研究限制

研究限制分為賽局相關限制以及實驗相關限制兩部分，以下分別描述之：

一、賽局相關限制

本研究建構之第二價格競標同質公共工程投標賽局，有若干假設，其中異質廠商、廠商擁有不完全資訊、出價為一連續性變數均為一般化之假設不會形成研究限制，但同質工程假設與忽略備標成本兩個假設形成研究中賽局相關的限制。

1. 同質工程

本研究所謂同質工程假設，並不是指所有得標廠商均會建造一模一樣的公共工程，而是指在所有廠商均能建造符合公共工程品質要求之工程，廠商僅需達到公共工程之品質要求，不需過度設計，也不需為了超過標準的品質付出更高的成本。

這表示本模型假設政府之工程驗收可以依照目標達成任務，因為若政府之工

程驗收容易蓄意或非蓄意的放水使廠商可用較低品質過關，第二價格競標將會失去其作用，事實上，幾乎所有的競標規則都會失去作用。

在同質工程假設下，廠商得標後不得變更設計與追加預算（若發生符合民法規定情勢變更原則之情況才可以追加預算），在建築資訊模型（building information model, BIM）技術的發展下，在設計階段可以提供具象化之影像及充分資訊讓業主以及廠商進行開工之前的各種確認，在資訊更加透明且提早溝通的情形下，可以大幅減少變更設計的可能；另外政府也可以透過先行完成細部設計之方式降低變更設計的可能。

BIM技術在歐美已經蔚為風潮，雖然目前仍然沒有被台灣大多數營建業者採用，相信有一天將成為理所當然的產業進入門檻。在此之前變更設計之問題仍確實影響廠商之投標行為，而第二價格競標無法改善此一問題。

在同質工程假設下所有要求特殊的價值而採用最有利標的公共工程（例如要求表現台灣精神的台灣塔）將不適用於本模型，本模型僅適用於以價格決標的公共工程，即採最低價格競標的公共工程。

2. 忽略備標成本

本模型中忽略備標成本，主要原因是雖然真實世界中存在備標成本，但由於同質工程的備標成本相對低，佔工程總成本比例相當小，故忽略備標成本。

但這個假設並不是普遍成立，有些特定的同質公共工程可能因為業主要求廠商進行地質探勘或不曾有過類似工程案例無前例經驗可循等等各種因素導致備標成本不應被忽略，在這樣的情形下，由於本賽局需要參加費，本研究之推論可能受到影響。

二、實驗相關限制

實驗相關的研究限制主要有樣本選擇、前測確認的成本概念修正，以及多數模型相關係數未達強相關之水準。

1. 樣本選擇

本研究之實驗中，由於對土木業競標經驗豐富及不豐富者進行隨機抽樣極為困難，故使用方便抽樣之方式，以國立台灣大學土木工程學系研究所在職專班、博士生一般生、碩士一般生做為樣本。

此樣本選擇雖然並非隨機抽樣，但也有一定之代表性，尤其此規則適用之對象並無年資之限制，因此樣本之選擇雖可以更為隨機但應可接受。

2. 前測確認的成本概念修正

依照前測受測者的意見，本研究針對成本之定義與描述做了修正，研究人員採用”估計總支出（已考量所有因素）”作為經濟成本項目之表達。

如此修改經濟成本之表達可能造成每個受測人員心中對估計總支出的瞭解不相同，而對經濟成本有不同的估算，例如某受測者可能認為”估計總支出（已考量所有因素）”代表經濟成本，因此對此受測者而言，若其”估計總支出（已考量所有因素）”為3000萬，而受測者以3000萬出價，此時此受測者之行為符合理論預期；但對另一認為”估計總支出（已考量所有因素）”不代表經濟成本僅代表會計成本，需加上一定百分比做為要求獲利，對此受測者而言，若其若其”估計總支出（已考量所有因素）”為3000萬，而受測者考量要求獲利為3%，則此受測者以3090萬出價時即可認定此受測者之行為符合理論預期。

所幸，由於單一受測者心中對於”估計總支出（已考量所有因素）”之認定是不會在實驗過程中有所改變的，因此，雖然對不同的受測者，符合理論的出價可能是不同的成本比例（以上述例子來說是100%或103%），然而本模型衡量之現象為受測者出價是否有逐漸接近理論值，因此不致於對後續的分析有顯著的影響。

3. 多數模型解釋度未達強相關水準

在迴歸分析中，為追求自變變數對應變變數有較佳的預測能力，往往希望模型的相關係數（R）及判定係數（R square）越高越好，若相關係數達到0.7以上或-0.7以下，表示模型達到強相關水準，可以鑑往知來，使用新的自變變數資料時對應變變數有較佳的預測能力。

然而本研究中多數的多元迴歸模型判定係數的值並未達強相關水準，主要原因應是除了成本、年資、競爭強度、經驗等因素外尚有未被模型涵蓋之因素影響參與者之出價決策。

然而本實驗之資料分析目的是在確認經驗等因素對出價偏差率是否有顯著關係，雖然無法建立一相關係數高的模型，但各變數估計係數具有統計顯著性即可確認經驗等因素對出價偏差率是否有顯著關係，判定係數不高不影響本研究之推論。

第四節 未來研究建議

未來研究建議分為三個方向：法律面、實務面、理論面。分述如下。

一、法律面

台灣是一個民主法治的國家。任何制度要在台灣推行必須經過制度化的立法。即使本研究提出之第二價格同質公共工程競標有許多優點，要如何更進一步以法律條文之形式成為實際的規則仍需要許多後續的努力。

誠如本研究提到，第二價格同質公共工程競標規則符合世界貿易組織之公開招標、鼓勵廠商公平競爭之精神，但是否應爭取加入政府採購法，亦或是取代現有之最低價標？如果要加入其法律條文應為何？應有哪些條件與但書？是否應為規則此對行政機關之權利義務做調整？又其適當之入法程序為何？以上的種種法律相關問題，有待後續的研究做出貢獻。

二、實務面

第二價格同質公共工程競標之規則若要使用於實際的公共工程競標，是否還有其他應注意未注意的考量？這個問題有待後續的研究持續更正和改善本研究提出之第二價格同質公共工程競標規則。

另外，若法規條件完成，欲使用此規則時應如何推廣與實行實為重要之問題，要透過何種方式減少同質公共工程競標之參與廠商走冤枉路、在黑暗中或是持續犯錯，在制度上做出不理智決策而吃虧？另外若要推行此制度應以時間為分界點某時間開始全面實施，還是逐步在不同的公共工程推行？如果逐步推行又該孰先孰後，應有哪些考量的條件呢？這些實務面執行問題都需要後續的研究做出建議。

三、理論面

William Vickery於1996年獲頒諾貝爾經濟學獎。2013年的諾貝爾經濟學獎頒發給了對制度設計理論有傑出貢獻的兩位學者Alvin Roth以及Lloyd Shapley。在浩瀚的經濟學領域由於許多學者持續的提供貢獻而持續成長與發展，還有哪些制度及規則可以使用於工程領域或是其他領域呢？這些制度或規則應該在那些假設下，如何使用於其他的領域呢？本研究為一跨領域尋求機制之案例，期待後人有更多類似的研究，除了增加理論的應用層面，更可以確實透過應用理論於實際世界，改善人類社會各種問題！



參考文獻

一、 中文部分

1. 王明德，《賽局理論在工程領域之應用》，台大土木所課程講義，2010年
2. 王道一，《實驗經濟學方法論》，台大經濟系課堂講義，2009年
3. 林震岩，《多變量分析SPSS的操作與應用》，智勝文化，2007年
4. 邱琛智，「公共工程採購應用合格最低標之研究」，中央大學土木工程學系碩士論文，2002年
5. 張立中，「估計價值的不同以及存在出價成本下的ebay拍賣」，中山大學經濟碩士論文，2009年
6. 張宇樑、吳宿椒譯，《研究設計：質化、量化及混合方法取向》，學富文化，2007年（原作：John W. Creswell（2004），*Research Design: Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches, Sage Publications, Inc*）
7. 張維迎，《賽局理論與信息經濟學》，茂昌出版社，2000年
8. 黃俊英，《多變量分析》，中國經企研究所，2007年
9. 蔡宗翰，「顧客族群消長之分析與應用」，台灣大學國際企業學系碩士論文，2012年
10. 楊雲明，《個體經濟學》，智勝文化，2003年
11. 謝淑貞，《賽局理論》，雙葉書廊，1995年

二、英文部分

1. Babbie, E, "Survey research methods," *Wadsworth*, 2001.
2. Charles Noussair (2004) "Revealing consumers' willingness-to-pay: A comparison of the BDM mechanism and the Vickrey auction" *Journal of Economic Psychology* 25 (2004) 725-741
3. Friedman, L. (1956) , "Psychoanalysis and the foundation of ethics." *The Journal of Philosophy*, 53. 15-20.
4. Frensch, Peter A.; Sternberg, Robert J," Expertise and intelligent thinking: When is it worse to know better?", *Lawrence Erlbaum Associates, Inc*, 1989
5. Fudenberg, Drew and Jean Tirole, "Game Theory," *MIT press*, 1995.
6. Keppel, G,"Design and analysis: A researcher handbook," *Sage*,1991.
7. Lopomo, G. (1998) . "The English auction is optional among simple sequential auction." *Journal of Economic Theory*, 82 (1) , 144-166.
8. Milgrom, P. and Weber, R. (1982) , "A theory of auction and competitive bidding." *Econometrica*, 50, 1089-1122.

9. Myerson, R. B. (1981), "Optimal auction design." *Mathematics of Operation Research*, 6, 58-73.
10. Paul Green (1978), *Analyzing Mutivariate Data*
11. Rasmusen, Eric, "Games and Information– An Introduction to Game Theory," *Basil Blackwell*, 1989.
12. Riley, J. G. and Saumelson, W. F. (1981). "Optimal auctions." *American Economic Review*, 71, 381-392.
13. Wilson, R. (1977), "A bidding model of perfect competition." *Review of Economic Studies*, 4, 511-518.
14. Vickery, W. (1960), "Utility, Strategy, and Social decision rules." *Quarterly Journal of Economics*, 74, 507-555.
15. Vickery, W. (1961), "Counter speculation, Auctions, and Competitive Sealed Tenders." *Journal of France*, 16, 8-37.

附錄：實驗設計之最終形式、實驗原始資料



參加者編號：

參加實驗同意書

親愛的受試者您好，本實驗將進行約 25 分鐘，且不會對受試者造成任何侵害，如果您同意參與本實驗，提供僅供學術使用的資訊，請簽名同意，謝謝您。



研究計畫主持人：荷世平教授

實驗負責人：研究生蔡宗翰

受試者： (請簽名)

實驗日期： 年 月 日

實驗資訊與注意事項

本實驗主要是想了解在特定規則（後續會解釋並示範）下受試者的工程投標決策，請聽從實驗人員的指示，不要任意翻頁，不要觀察其他受試者也不要和其他受試者交談，盡可能保持安靜，如有任何問題，請舉手詢問實驗人員。

請確認您有拿到 9 張卡片以及空白紙筆一份，並請回答您在土木領域的實務經歷（工作時間）約_____年。



實驗流程及規則說明

1. 本實驗中每位受試者將參與 9 次模擬投標，其中第 1 次為示範範本。
2. 每回合之標案皆為一般公共工程，政府已完成細部設計。
3. 分組不會改變，但投標者在每回合擁有不同的個案成本資訊、底價也會不同。
4. 每次投標後會進行開標，將公開所有參與者的出價。開標結束後即進行下一回合的模擬投標。

實驗中全程皆可以使用紙筆做紀錄和試算。

模擬投標規則

1. 每人每回合僅可以投標卡投標 1 次。
2. 出價最低者得標，得標者可得到第二低價的出價為價金。
3. 政府設有底價限制，若底價為最低出價將會流標，僅一人出價低於底價則得標者可得底價（如例 1）。

例 1	出價	排名	價金	例 2	出價	排名	價金
甲	100	1	120	甲	150	2	
乙	150			乙	100	1	150
丙	200			丙	200		
底價	120	2		底價	180		

*若例 1 中甲的出價為 130 將會流標

注意：所有標案皆沒有備標成本、不可追加預算、不可變更設計。

第一回合開始

第一回合為示範，請將唯一一張已填好出價的投標卡交給實驗人員，聆聽實驗人員的講解。在得到實驗人員的指令前請不要翻頁。



本回合您的出價是 30,570,000 元

公布投標結果後請寫下本回合您的損益是 _____ 元

第 5 頁

第二回合開始

請確認這是第 6 頁。

第二回合有 3 分鐘的思考時間，請在 3 分鐘內將右上角寫著 2 的投標卡片填上投標金額交給實驗人員。在得到實驗人員的指令前請不要翻頁。

您的私人資訊如下：依貴公司的內部估算，此標案之估算總支出為 30,160,000。(已考量所有因素)



本回合您的出價是_____元

公布投標結果後請寫下本回合您的損益是_____元

第 6 頁

第三回合開始

請確認這是第 7 頁。

第三回合有 3 分鐘的思考時間，請在 3 分鐘內將右上角寫著 3 的投標卡片填上投標金額交給實驗人員。在得到實驗人員的指令前請不要翻頁。

您的私人資訊如下：依貴公司的內部估算，此標案之估算總支出為 32,640,000（已考量所有因素）



本回合您的出價是_____元

公布投標結果後請寫下本回合您的損益是_____元

第 7 頁

第四回合開始

請確認這是第 8 頁。

第四回合有 2 分鐘的思考時間，請在 2 分鐘內將右上角寫著 4 的投標卡片填上投標金額交給實驗人員。在得到實驗人員的指令前請不要翻頁。

您的私人資訊如下：依貴公司的內部估算，此標案之估算總支出為 31,360,000（已考量所有因素）



本回合您的出價是_____元

公布投標結果後請寫下本回合您的損益是_____元

第 8 頁

第五回合開始

請確認這是第 9 頁。

第五回合有 2 分鐘的思考時間，請在 2 分鐘內將右上角寫著 5 的投標卡片填上投標金額交給實驗人員。在得到實驗人員的指令前請不要翻頁。

您的私人資訊如下：依貴公司的內部估算，此標案之估算總支出為 30,920,000（已考量所有因素）



本回合您的出價是_____元

公布投標結果後請寫下本回合您的損益是_____元

第 9 頁

第六回合開始

請確認這是第 10 頁。

第六回合有 2 分鐘的思考時間，請在 2 分鐘內將右上角寫著 6 的投標卡片填上投標金額交給實驗人員。在得到實驗人員的指令前請不要翻頁。

您的私人資訊如下：依貴公司的內部估算，此標案之估算總支出為 35,840,000（已考量所有因素）



本回合您的出價是_____元

公布投標結果後請寫下本回合您的損益是_____元

第 10 頁

第七回合開始

請確認這是第 11 頁。

第七回合有 2 分鐘的思考時間，請在 2 分鐘內將右上角寫著 7 的投標卡片填上投標金額交給實驗人員。在得到實驗人員的指令前請不要翻頁。

您的私人資訊如下：依貴公司的內部估算，此標案之估算總支出為 **28,940,000**（已考量所有因素）



本回合您的出價是_____元

公布投標結果後請寫下本回合您的損益是_____元

第 11 頁

第八回合開始

請確認這是第 12 頁。

第八回合有 2 分鐘的思考時間，請在 2 分鐘內將右上角寫著 8 的投標卡片填上投標金額交給實驗人員。在得到實驗人員的指令前請不要翻頁。

您的私人資訊如下：依貴公司的內部估算，此標案之估算總支出為 25,630,000（已考量所有因素）



本回合您的出價是_____元

公布投標結果後請寫下本回合您的損益是_____元

第 12 頁

第九回合開始

請確認這是第 13 頁。

第九回合有 2 分鐘的思考時間，請在 2 分鐘內將右上角寫著 9 的投標卡片填上投標金額交給實驗人員。在得到實驗人員的指令前請不要翻頁。

您的私人資訊如下：依貴公司的內部估算，此標案之估算總支出為 27,810,000（已考量所有因素）



本回合您的出價是_____元

公布投標結果後請寫下本回合您的損益是_____元

第 13 頁

實驗原始資料
格式

	Round							
GA-B	1	2	3	4	5	6	7	8
C	給定總成本							
	出價(實驗資料)							
D	出價/給定總成本 (實驗資料)							

A=組編號

B=組人數上限

C=組員編號

D=年資(實驗資料)

原始資料

G1-7	1	2	3	4	5	6	7	8
1	3016	3264	3136	3092	3584	2894	2563	2781
	2716	3764	3000	3292	3384	3094	2500	2600
20	0.90053	1.15319	0.95663	1.06468	0.94420	1.06911	0.97542	0.93492
2	2957	2899	3259	2579	2965	3134	3351	3145
	2957	2899	3259	2579	2965	3134	3351	3145
0	1	1	1	1	1	1	1	1
3	3104	3287	2788	2652	3180	2799	2878	2771
	4045	2958	2509	2519	3000	2640	2900	2800
2	1.30322	0.90000	0.90000	0.95000	0.94340	0.94321	1.00764	1.01047
4	2803	2763	2830	2644	3136	2805	2966	3453
	2750	2763	2828	2640	3130	2800	2956	3445
2	0.9811	1.0000	0.9993	0.9985	0.9981	0.9982	0.9966	0.9977
5	3402	2784	2920	2697	3198	3060	3679	2448
	3450	2750	2950	2700	3200	3065	3680	2450
0	1.01411	0.98779	1.01027	1.0011	1.0006	1.00163	1.00027	1.00082
G2-7	1	2	3	4	5	6	7	8
1	3242	3111	3023	3149	2662	2920	2856	3406
	3000	2868	2668	2868	2580	2768	2668	3268
43	0.92535	0.92189	0.88257	0.91077	0.96920	0.94795	0.93417	0.95948
2	3246	2764	3058	3282	2951	2845	2922	2857
	3571	2690	2990	3149	2790	2790	2749	2690
18	1.10000	0.97323	0.97776	0.95948	0.94544	0.98067	0.94079	0.94155
3	2927	3205	3446	3291	2822	3663	2988	2659
	2927	2900	3050	3200	2752	3563	2900	2590
14	1.00000	0.90484	0.88508	0.97235	0.97519	0.97270	0.97055	0.97405

4	3436	3261	2287	3165	2726	3038	2937	2647
	3000	3000	2000	3200	2900	2900	3000	2500
10	0.8731	0.9200	0.8745	1.0111	1.0638	0.9546	1.0215	0.9445
5	3192	2932	3201	3026	3280	3019	2807	2765
	3392	2890	3150	3000	3100	2750	2750	2650
10	1.06266	0.98568	0.98407	0.9914	0.9451	0.9109	0.97969	0.95841
G3-2	1	2	3	4	5	6	7	8
1	2884	2714	3708	2865	3007	3249	2141	2646
	3099	2840	3899	2965	3107	3349	2141	2646
5	1.07455	1.04643	1.05151	1.03490	1.03326	1.03078	1.00000	1.00000
2	3135	3427	2834	3439	2763	2749	3395	3166
	3449	3427	2834	3439	2655	2849	3200	2966
18	1.10000	0.99997	0.99996	0.99997	0.96091	1.03638	0.94256	0.93683
G1-7	1	2	3	4	5	6	7	8
1	3016	3264	3136	3092	3584	2894	2563	2781
	3116	3284	3146	3093	3589	2899	2568	2789
0.5	1.03316	1.00613	1.00319	1.00032	1.00140	1.00173	1.00195	1.00288
2	2957	2899	3259	2579	2965	3134	3351	3145
	2972	2944	3422	2708	3113	3134	3351	3145
0	1.00507	1.01551	1.05000	1.05000	1.05000	1.00000	1.00000	1.00000
3	3104	3287	2788	2652	3180	2799	2878	2771
	3104	3257	2788	2652	3180	2731	2830	2500
0.5	1.00000	0.99087	1.00000	1.00000	1.00000	0.97571	0.98332	0.90220
4	2803	2763	2830	2644	3136	2805	2966	3453
	3000	2850	2910	2700	3150	2820	2970	3454
0	1.0703	1.0315	1.0283	1.0212	1.0045	1.0053	1.0013	1.0003
5	3402	2784	2920	2697	3198	3060	3679	2448
	3000	2950	3020	2750	3300	3080	3679	2448
0.2	0.88183	1.05963	1.03425	1.0197	1.0319	1.00654	1	1
6	2483	3025	2789	3201	3085	2542	2747	3267
	2508	3030	2750	3200	3035	2508	2700	3200
0	1.01007	1.00165	0.98602	0.9997	0.9838	0.98662	0.98289	0.97949
G2-7	1	2	3	4	5	6	7	8
1	3242	3111	3023	3149	2662	2920	2856	3406

	3542	3151	3223	3150	2771	3020	2654	3610
0.333	1.09254	1.01286	1.06616	1.00032	1.04095	1.03425	0.92927	1.05989
2	3342	2835	3148	3082	2300	2645	2722	2557
	3571	2690	2990	3149	2790	2790	2749	2690
0	1.06840	0.94885	0.94981	1.02174	1.21304	1.05482	1.00992	1.05201
3	2927	3205	3446	3291	2822	3663	2988	2659
	2930	3350	3440	3291	2722	3500	2700	2400
4	1.00102	1.04524	0.99826	1.00000	0.96456	0.95550	0.90361	0.90259
4	3436	3261	2287	3165	2726	3038	2937	2647
	3600	3397	2350	3165	2700	3038	2900	2647
0.2	1.0477	1.0417	1.0275	1.0000	0.9905	1.0000	0.9874	1.0000
5	3192	2932	3201	3026	3280	3019	2807	2765
	2975	2771	3073	2878	3018	2792.58	2526.3	2627
7	0.93214	0.945	0.96	0.951	0.92	0.925	0.9	0.95
6	3338	2959	3077	2821	3318	2852	3222	2632
	3505	2960	3100	2800	3300	2850	3220	2600
0.5	1.05	1.00034	1.00747	0.9926	0.9946	0.9993	0.99938	0.98784
7	2986	2885	2931	2400	3549	2097	2974	2856
	4125	3298	2998	2593	3498	2187	3000	2798
0.16666	1.38145	1.14315	1.02286	1.0806	0.9856	1.0427	1.00874	0.97969
G3-2	1	2	3	4	5	6	7	8
1	2884	2714	3708	2865	3007	3249	2141	2646
	3128	3000	4200	3100	3300	3472	2300	2878
0.2	1.08467	1.10534	1.13266	1.08202	1.09744	1.06873	1.07426	1.08779
2	3135	3427	2834	3439	2763	2749	3395	3166
	3235	3430	2850	3450	2783	2800	3400	3166
1	1.03190	1.00088	1.00565	1.00320	1.00724	1.01855	1.00147	1.00000
G4-2	1	2	3	4	5	6	7	8
1	3089	3527	3125	2666	2868	2678	2741	2737
	3100	3580	3200	2720	2930	2678	2741	2737
0	1.00356	1.01503	1.02400	1.02026	1.02162	1.00000	1.00000	1.00000
2	3275	2581	2889	3359	2775	2918	2379	3036
	3000	2500	3000	2900	2500	3200	2300	2500
0.083333	0.91603	0.96862	1.03842	0.86335	0.90090	1.09664	0.96679	0.82345

G5-2	1	2	3	4	5	6	7	8
1	3254	2843	3170	2540	3381	3317	3394	2317
	3400	3000	3300	2800	3450	3400	3450	2400
0.16666	1.04487	1.05522	1.04101	1.10236	1.02041	1.02502	1.01650	1.03582
2	2950	3146	2932	2913	3425	3134	3348	2522
	2950	3100	2950	2900	3395	3075	3310	2475
0	1.00000	0.98538	1.00614	0.99554	0.99124	0.98117	0.98865	0.98136
G6-2	1	2	3	4	5	6	7	8
1	2911	2673	3204	3294	2504	2790	3316	2638
	3000	2873	3400	3500	2700	3000	3500	2800
0.3333	1.03057	1.07482	1.06117	1.06254	1.07827	1.07527	1.05549	1.06141
2	2657	3004	3138	3086	2979	2560	3275	3259
	2790	3200	3300	3250	3150	2660	3400	3500
0.3	1.05000	1.06525	1.05163	1.05314	1.05740	1.03906	1.03817	1.07395
G1-7	1	2	3	4	5	6	7	8
1	3016	3264	3136	3092	3584	2894	2563	2781
	3770	4080	3480	3255	3773	3046	2698	2927
15	1.25000	1.25000	1.10969	1.05262	1.05262	1.05252	1.05259	1.05261
2	2957	2899	3259	2579	2965	3134	3351	3145
	3457	3199	3500	2350	2890	3000	3211	2950
18	1.16909	1.10348	1.07395	0.91121	0.97470	0.95724	0.95822	0.93800
3	3104	3287	2788	2652	3180	2799	2878	2771
	3200	3451	3000	2800	3349	2769	2875	2769
20	1.03086	1.04998	1.07604	1.05581	1.05314	0.98928	0.99896	0.99928
4	2803	2763	2830	2644	3136	2805	2966	3453
	3083	2763	2972	2591	3073	2749	2818	3108
23	1.1000	1.0000	1.0500	0.9800	0.9800	0.9800	0.9500	0.9000
5	3402	2784	2920	2697	3198	3060	3679	2448
	3164	3104	3066	2913	3422	3320	3164	2105
15	0.92998	1.11498	1.05	1.08	1.07	1.085	0.85999	0.85997
6	2483	3025	2789	3201	3085	2542	2747	3267
	2781	3328	3124	3450	3239	2745	2994	3267
8	1.12	1.1	1.12	1.0778	1.05	1.08	1.08984	1

G2-7	1	2	3	4	5	6	7	8
1	3242	3111	3023	3149	2662	2920	2856	3406
	3240	3100	3000	3100	2600	2900	2830	3400
0.5	0.99938	0.99646	0.99239	0.98444	0.97671	0.99315	0.99090	0.99824
2	3342	2835	3148	3082	2300	2645	2722	2557
	3473	2620	2905	3150	2300	2780	3011	2900
21	1.03920	0.92416	0.92281	1.02206	1.00000	1.05104	1.10617	1.13414
3	2927	3205	3446	3291	2822	3663	2988	2659
	3200	3109	3274	2962	2500	3479	2988	2659
13	1.09327	0.97000	0.95000	0.90000	0.88590	0.94973	1.00000	1.00004
4	3436	3261	2287	3165	2726	3038	2937	2647
	3195	2935	2058	2754	2317	2698	2643	2600
20	0.9300	0.9000	0.9000	0.8700	0.8500	0.8880	0.9000	0.9822
5	3192	2932	3201	3026	3280	3019	2807	2765
	3511	3079	3297	3080	3300	3049.19	2725.24	2684
20	1.1	1.05	1.03	1.0178	1.0061	1.01	0.97087	0.97071
6	3338	2959	3077	2821	3318	2852	3222	2632
	3390	2900	2900	2600	3300	2800	3200	2400
20	1.01558	0.98006	0.94248	0.9217	0.9946	0.98177	0.99317	0.91185
G6-2	1	2	3	4	5	6	7	8
1	2911	2673	3204	3294	2504	2790	3316	2638
	3060	2700	3040	3000	2900	2500	3100	2820
10	1.05119	1.01010	0.94881	0.91075	1.15815	0.89606	0.93486	1.06899
2	2657	3004	3138	3086	2979	2560	3275	3259
	3454	3004	2197	2469	2532	2304	3930	2933
0	1.30000	1.00000	0.70000	0.80000	0.85000	0.90000	1.20000	0.90000
G7-2	1	2	3	4	5	6	7	8
1	3419	2890	2733	3006	3382	2958	2954	2976
	3400	2900	2800	3000	3300	3000	2984	3000
2	0.99444	1.00346	1.02452	0.99800	0.97575	1.01420	1.01016	1.00806
2	2444	2839	3226	3163	2850	2923	3411	2963
	2880	3180	3300	2780	2950	2950	3550	3200
22	1.17840	1.12011	1.02294	0.87891	1.03509	1.00924	1.04075	1.07999

底	3328	3200	3341	2568	3262	3441	3143	3621
G1-5	1	2	3	4	5	6	7	8
1	3016	3264	3136	3092	3584	2894	2563	2781
	3166	3414	3486	3242	3734	2994	2663	2881
20	1.04973	1.04596	1.11161	1.04851	1.04185	1.03455	1.03902	1.03596
2	2957	2899	3259	2579	2965	3134	3351	3145
	2661	2609	2933	2669	2984	2984	3191	2850
20	0.90000	0.90000	0.89997	1.03470	1.00641	0.95214	0.95225	0.90620
3	3104	3287	2788	2652	3180	2799	2878	2771
	2800	2450	2000	1990	2700	2500	2700	2650
18	0.90206	0.74536	0.71736	0.75038	0.84906	0.89318	0.93815	0.95633
4	2803	2763	2830	2644	3136	2805	2966	3453
	2416	2349	2603	2483	2822	2465	2856	3560
21	0.8619	0.8500	0.9198	0.9391	0.8999	0.8788	0.9629	1.0310
5	3402	2784	2920	2697	3198	3060	3679	2448
	3489	2889	3089	2989	3000	3189	2989	2689
2	1.02554	1.03768	1.05784	1.1082	0.9381	1.04212	0.81242	1.0984
G2-6	1	2	3	4	5	6	7	8
1	3242	3111	3023	3149	2662	2920	2856	3406
	3300	3150	3010	3140	2700	2900	2850	3380
10	1.01789	1.01254	0.99570	0.99714	1.01427	0.99315	0.99790	0.99237
2	3342	2835	3148	3082	2300	2645	2722	2557
	3300	2800	3059	3282	2680	2845	2930	2860
10	0.98743	0.98765	0.97173	1.06489	1.16522	1.07561	1.07641	1.11850
3	2927	3205	3446	3291	2822	3663	2988	2659
	2920	3300	3450	3200	2820	3663	2900	2650
8	0.99761	1.02964	1.00116	0.97235	0.99929	1.00000	0.97055	0.99662
4	3436	3261	2287	3165	2726	3038	2937	2647
	3710	3585	2560	3350	2826	3350	3250	2850
23	1.0797	1.0994	1.1194	1.0585	1.0367	1.1027	1.1066	1.0767
5	3192	2932	3201	3026	3280	3019	2807	2765
	3193	2933	3201	3026	3280	3019	2800	2765
30	1.00031	1.00034	1.00003	1	1	1	0.99751	1
6	3338	2959	3077	2821	3318	2852	3222	2632

	3250	2870	2990	2725	3150	2780	3150	2600
15	0.97364	0.96992	0.97173	0.966	0.9494	0.97475	0.97765	0.98784
G3-2	1	2	3	4	5	6	7	8
1	2884	2714	3708	2865	3007	3249	2141	2646
	3200	2714	3708	2500	2680	2500	1680	1200
2	1.10957	1.00000	1.00000	0.87260	0.89125	0.76947	0.78468	0.45351
2	3135	3427	2834	3439	2763	2749	3395	3166
	3035	3427	2834	3000	2000	2200	3200	2900
15	0.96810	1.00000	1.00000	0.87235	0.72385	0.80029	0.94256	0.91598
G4-2	1	2	3	4	5	6	7	8
1	3089	3527	3125	2666	2868	2678	2741	2737
	3182	3598	3218	2773	2983	2812	2851	2800
15	1.03000	1.02000	1.02976	1.04000	1.04000	1.05000	1.04000	1.02302
2	3275	2581	2889	3359	2775	2918	2379	3036
	3200	2600	2850	3500	2500	3000	2550	3300
23	0.97710	1.00736	0.98650	1.04198	0.90090	1.02810	1.07188	1.08696