

國立交通大學  
運輸與物流管理學系

碩士論文

結合納許議價賽局與資料包絡分析法之最佳合併對  
象選擇模式

DEA-Based Nash Bargaining Approach for Merger  
Target Selection

研究生：林紀綱

指導教授：張宗勝 博士

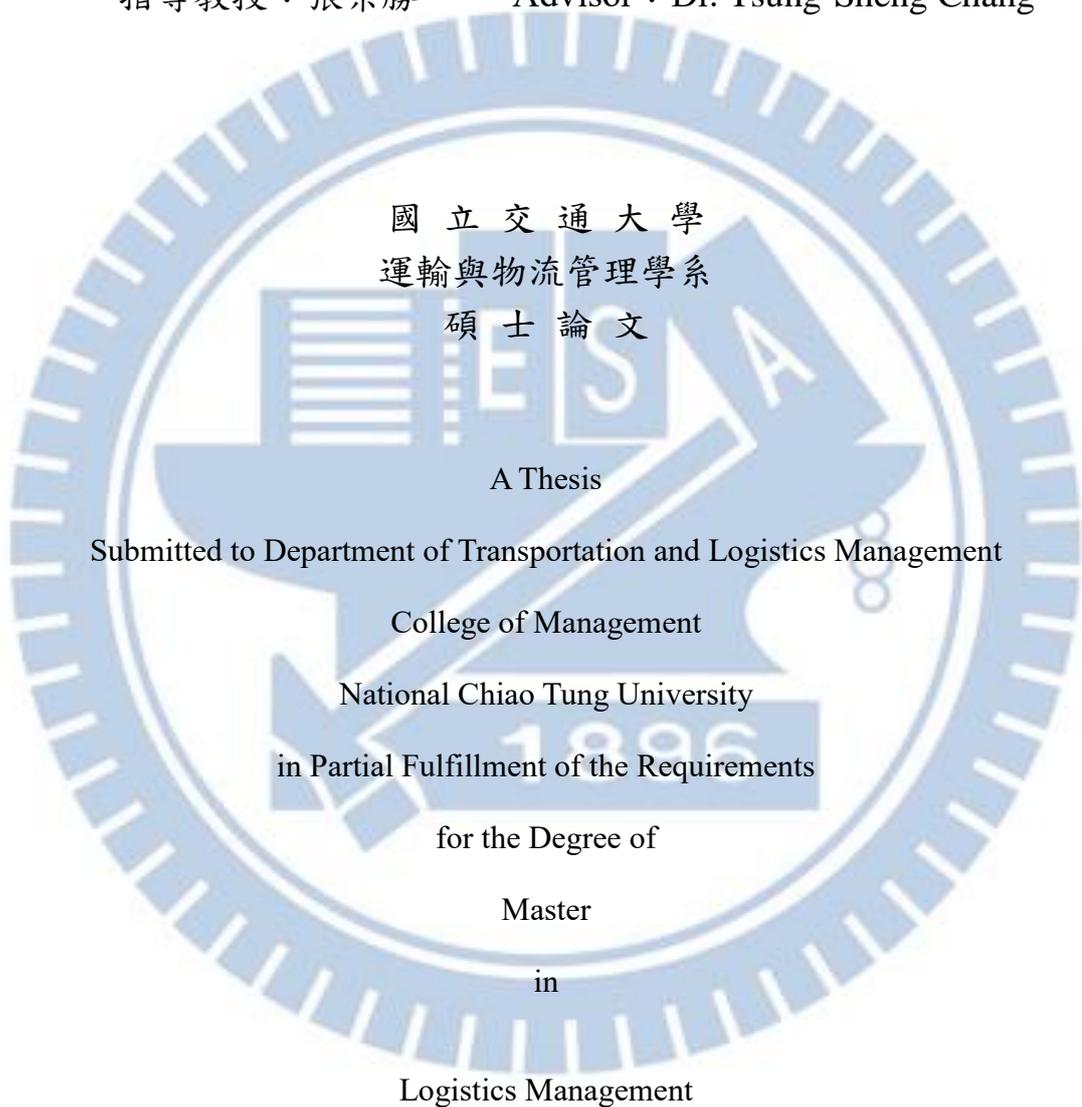
中華民國 一 〇 八 年 六 月

結合納許議價賽局與資料包絡分析法之最佳合併對象選擇模式

DEA-Based Nash Bargaining Approach for Merger Target Selection

研究生：林紀綱      Student：Ji-Gang Lin

指導教授：張宗勝      Advisor：Dr. Tsung-Sheng Chang



June 2019

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國一〇八年六月

# 結合納許議價賽局與資料包絡分析法之最佳合併對象選擇模式

學生：林紀綱

指導教授：張宗勝 博士

國立交通大學運輸與物流管理學系碩士班

## 摘要

企業合併一直以來皆為企業追求成長的重要手段之一，企業體希望藉由合併而能有效率提升與成本降低等等合併效益的產生。然而，眾多研究發現，雖然成功的合併案確實可以為企業體帶來利益，但合併案的失敗率亦不容小覷；因此，合併前的審慎評估與分析顯得格外重要。

在現存文獻中，存在著不少以資料包絡分析法執行合併案事前分析的研究存在；然而，此類文獻中，尚未見有將合併時被認為至關重要的併購價格因素考慮在中的研究。有鑑於此，本論文提出了一組以資料包絡分析法為基礎，結合了納許議價賽局理論的數學規劃模式，除了預估合併案的潛在效益外，更將合併時的價格因素納於分析之中。而模式可分為分析水平合併的水平整合模式，與分析垂直合併的垂直整合模式；出價公司可以藉由此模式預估與各候選合併對象的淨購併價值，並以此為各候選目標做排序，做為合併對象選擇時的參考。而在模式提出後，本論文則是建立兩個範例為水平整合模式進行測試，而其中一份資料為取自台灣證券業 16 間公司的實際資料；而垂直整合模式基於資料取得可能性的緣故則以虛擬之資料做測試。兩模式藉由資料的測試進一步驗證了模式的可行性。

關鍵字：資料包絡分析法、納許議價賽局、水平合併、垂直合併、合併對象選擇

# DEA-Based Nash Bargaining Approach for Merger Target Selection

Student : Ji-Gang Lin

Advisor : Dr. Tsung-Sheng Chang

Department of Transportation and Logistics Management  
National Chiao Tung University

## ABSTRACT

Merger has been a popular tool of pursuing growth for companies for a long time. Company expected the synergy comes from merger like efficiency enhance and cost saving; however, many studies have shown that the failure rate of merger is extremely high. Hence, conducting an effective analysis before merger is crucially important.

There are several studies that propose model using Data Envelopment Analysis (DEA) to do *ex-ante* merger analysis already, but none of them consider in the price factor of a merger, which is believed as a key factor for a successful merger. This thesis proposed two DEA-based models that integrate the Nash Bargaining Game theory into it; one is for horizontal merger, and the other is for vertical merger. Through the model, a decision-making unit that want to conduct a merger, i.e. the bidding company, can calculate the appraised net acquisition value (NAV) for each candidate merger target to establish the ranking list and select the best one to acquire. The proposed approaches are tested by numerical data in the thesis, and one of them is the real data of 16 Security Companies in Taiwan.

Keywords: Data Envelopment Analysis (DEA), Nash Bargaining Game, Horizontal Mergers, Vertical Mergers, Merger Target Selection.

## 誌謝

本篇論文得以完成，首先要感謝我的指導教授 張宗勝老師的教導、感謝擔任我論文口試委員的 陳文智老師與 葉銀華老師的提點、以及我論文計畫書與期中報告的審查委員 丁慶榮老師與 王逸琳老師的建議。在老師們的指導下，讓兩年前對「研究」二字一無所知的我，今日有辦法完成一份碩士等級的學術研究與論文撰寫。沒有老師們的提攜，這絕對是個不可能的任務。

此外，還要感謝我的父母對我的支持、家人的協助，以及所上與實驗室同學們在這一路來的互助。當然，碩士學位的成就，要感謝的人絕對不止於上述；所有寫下我所閱讀的文獻著作的作者們、這兩年來所修習之課程的授課老師，過去曾經給予我鼓舞與激勵的師長、朋友，要感謝的人實在難以數盡，也讓我深深覺得這份論文的完成，我只不過是那個負責把他打出來的人，心中的感激難以言喻。

時光飛逝，碩士生涯將近尾聲，想起甫踏入交大準備朝碩士學位邁進之時，聽了一場交大 OCW 演講，講者彭明輝老師在講台上說到「身為一個指導教授，我如果沒有讓我的學生在兩年內成為一個不一樣的人，我對不起他的青春。」而推著我去聽這場演講的，正是我的指導教授 張宗勝老師。老師說，那個教授的想法我很認同，你去聽一聽。那時聽到彭老師的那句話，我想我應該沒有選錯老師。兩年來，常常被開玩笑的問到會不會後悔當初的選擇；雖然真的不輕鬆，但當真沒有後悔過。在這兩年，我真實的了解了何謂學術研究，真切的體會到前人創造知識的艱辛；過去將教科書內容視為理所當然，現在看到任何課本都不禁肅然起敬。而在老師的鞭策下順利於兩年內完成學位其實是最微不足道的成就；經過這兩年老師的訓練，我在面對困難與挑戰時心態的改變與成長，是我從老師那得到的最有價值的收穫，謝謝老師。另外還感謝老師對我的包容，研究的成果，因為個人能力的不足，實在有點簡單，沒能達到老師的期望，相當慚愧。

最後，期許自己帶著這個學位離開，可以比過去的自己為社會帶來更多的價值、創造更大的福祉，以不枉父母、師長與眾人之恩。

林紀綱 謹誌

國立交通大學運輸與物流管理學系物流管理碩士班  
中華民國一百零八年六月

# 目錄

摘要.....	I
ABSTRACT .....	II
誌謝.....	III
目錄.....	IV
圖目錄.....	VI
表目錄.....	VII
<b>一、緒論.....</b>	<b>1</b>
1.1 研究背景、動機與目的.....	1
1.2 研究範圍.....	3
1.3 研究流程與架構.....	3
<b>二、文獻回顧.....</b>	<b>5</b>
2.1 資料包絡分析法.....	5
2.2 結合資料包絡分析法進行企業合併執行前分析之相關文獻.....	7
2.3 結合作業賽局理論於資料包絡分析法之相關文獻.....	9
2.4 文獻小結.....	10
<b>三、研究方法.....</b>	<b>11</b>
3.1 資料包絡分析法.....	11
3.1.1 CCR 模式.....	11
3.1.2 BCC 模式.....	13
3.1.3 規模報酬判定.....	14
3.2 合併案潛在效益的預估.....	16
3.3 納許議價賽局.....	18
3.4 淨購併價值.....	19
<b>四、水平整合模式建構與說明.....</b>	<b>21</b>
4.1 環境與背景設定.....	21
4.2 數學模型.....	24
4.2.1 模型使用之數學符號定義.....	24
4.2.2 數學模型.....	25
<b>五、垂直整合模式之建構與說明.....</b>	<b>28</b>
5.1 垂直整合模式建構之重要相關文獻回顧.....	28
5.2 模式環境與背景設定.....	32

5.2.1 環境假設.....	32
5.2.2 垂直整合效益的衡量.....	34
5.3 數學模式.....	38
5.3.1 模型使用之符號與參變數定義.....	39
5.3.2 數學模型.....	41
<b>六、求解方法.....</b>	<b>43</b>
<b>七、範例測試.....</b>	<b>47</b>
7.1 水平整合模式測試.....	47
7.1.1 範例一：Zhu et al. (2017) 之資料.....	47
7.1.2 範例二：台灣 16 家證券公司資料.....	52
7.2 垂直整合模式測試.....	62
<b>八、結論與建議.....</b>	<b>66</b>
<b>參考資料.....</b>	<b>70</b>
<b>附錄一.....</b>	<b>75</b>
<b>附錄二.....</b>	<b>77</b>
<b>簡歷.....</b>	<b>78</b>



# 圖目錄

圖 1-1 全球歷年併購案件量與交易價值.....	1
圖 1-2 併購案件數量於各產業之占比.....	2
圖 1-3 研究流程圖.....	4
圖 3-1 一投入一產出 CCR 模式示意圖.....	12
圖 3-2 一投入一產出 BCC 模式示意圖.....	14
圖 3-3 一投入一產出 NIRS 生產前緣.....	15
圖 3-4 一投入一產出 NDRS 生產前緣.....	15
圖 3-5 水平整合效益.....	16
圖 3-6 學習效果與規模效果.....	17
圖 3-7 和諧效果.....	18
圖 4-1 水平整合模式前緣規模假設示意圖 1.....	22
圖 4-2 水平整合模式前緣規模假設示意圖 2.....	22
圖 5-1 單投入單產出供應鏈示意圖.....	28
圖 5-2 供應鏈垂直合併 BOGETOFT AND KATONA (2008)分析示意圖-合併前.....	29
圖 5-3 供應鏈垂直合併 BOGETOFT AND KATONA (2008)分析示意圖-學習效果.....	29
圖 5-4 供應鏈垂直合併 BOGETOFT AND KATONA (2008)分析示意圖-規模效果.....	30
圖 5-5 供應鏈垂直合併 BOGETOFT AND KATONA (2008)分析示意圖-和諧效果.....	30
圖 5-6 供應鏈樣貌假設示意圖.....	32
圖 5-7 垂直整合示例—合併前.....	34
圖 5-8 垂直整合示例—合併後之預期效益.....	35
圖 5-9 垂直整合示例—供過於求之情況.....	36
圖 5-10 垂直整合示例—供不應求之情況.....	37
圖 5-10 垂直整合示例—效率調整.....	38
圖 6-1 化為線性之操作示意圖 1.....	44
圖 6-2 化為線性之操作示意圖 2.....	44
圖 8-1 生產前緣比較示意圖.....	67

# 表目錄

表 2-1 資料包絡分析法績效評估的優點與限制.....	6
表 7-1 水平整合模式範例一資料.....	48
表 7-2 水平整合模式範例一—績效值.....	49
表 7-3 水平整合模式範例一—結果 (單位：千萬元).....	50
表 7-4 2011 年台灣前十大券商成交金額市占率.....	52
表 7-5 水平整合模式範例二資料 (單位：億).....	54
表 7-6 水平整合模式範例二—DEA 績效值.....	55
表 7-7 水平整合模式範例二—議價能力均等之結果 (單位：億元).....	56
表 7-8 議價力調整量占比.....	57
表 7-9 各 DMU 2017 年成交金額市占率與議價力調整量.....	58
表 7-10 水平整合模式範例二—議價力參數設定.....	59
表 7-11 水平整合模式範例二—議價能力調整後之結果與比較 (單位：億元).....	60
表 7-12 垂直整合模式測試資料—已垂直整合決策單位.....	62
表 7-13 垂直整合模式測試資料—上游決策單位.....	63
表 7-14 垂直整合模式測試—議價力參數設定.....	63
表 7-15 垂直整合模式資料測試之結果.....	64
表 A-1 水平整合模式範例二—資金成本計算資料 1.....	75
表 A-2 水平整合模式範例二—資金成本計算資料 2.....	75
表 A-3 水平整合模式範例二—資金成本計算資料 3.....	76
表 A-4 垂直整合模式測試資料原始資料.....	77

# 一、緒論

## 1.1 研究背景、動機與目的

企業合併一直以來皆為企業追求成長的重要手段之一(Bauer & Matzler, 2014)。企業合併，為俗稱的企業併購中，合併(Merger)與收購(Acquisition)兩種財務活動中之前者，簡要言之即為兩家或兩家以上的公司合而為一(謝劍平, 2010)。自 1897 年後，從美國開始，一波又一波的企業合併潮在相關法規的鬆綁、總體經濟情勢的變化以及產業技術的革新等種種因素和合促使下發生(Gaughan, 2010)。企業體希望藉由合併，能有綜效(Synergy)的產生，期待在合併後可以享有增加營收、成本降低的營運綜效(Operating Synergy)與資金成本降低、舉債能力提升等的財務綜效(Financial synergy)，藉此為企業帶來成長，進而為企業主提供更佳的報酬率(Gaughan, 2013)。

時至今日，企業合併的浪潮仍未艾方興，在全球化的發展以及商貿競爭的加劇下，企業合併已然成為全球商業環境中不限地域與產業別的現象。根據併購研究組織 IMMA(Institute for Mergers, Acquisitions and Alliances)的統計，從 2000 年至今，全球已經有超過七十九萬件，總交易價值高達五十七兆美元的併購案件發生。而從圖 1-1 可以發現，在 2017 年單年中，全球企業併購案件數更是創下歷史新高的五萬多件；圖 1-2 則顯示了企業併購的現象遍及了各行各業。由此可知，越來越多的企業藉由企業合併尋求成長的契機，企業合併議題於現今商業社會的重要性更是不言而喻。

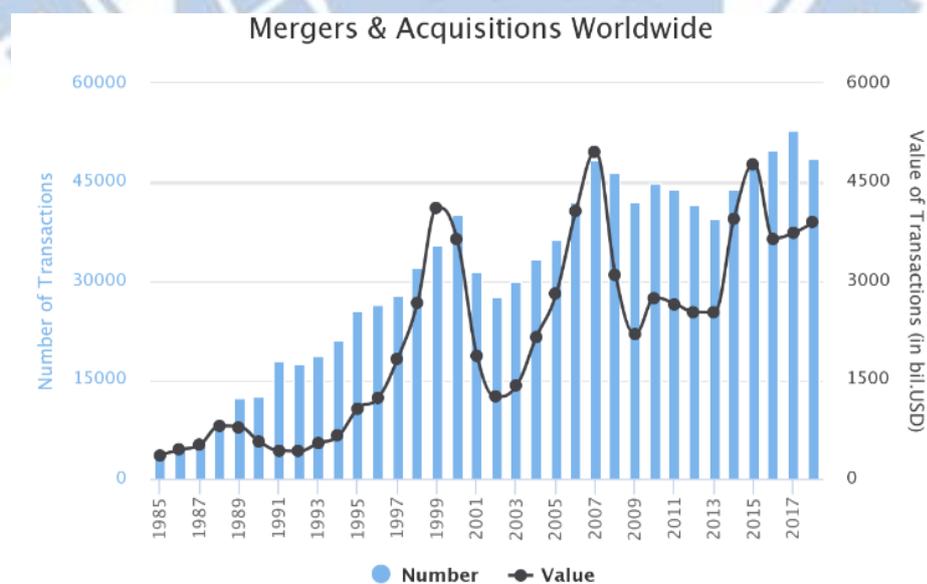


圖 1-1 全球歷年併購案件量與交易價值

資料來源：IMMA analysis; imma-institute.org

M&A by Industries in Numbers (since 1985)

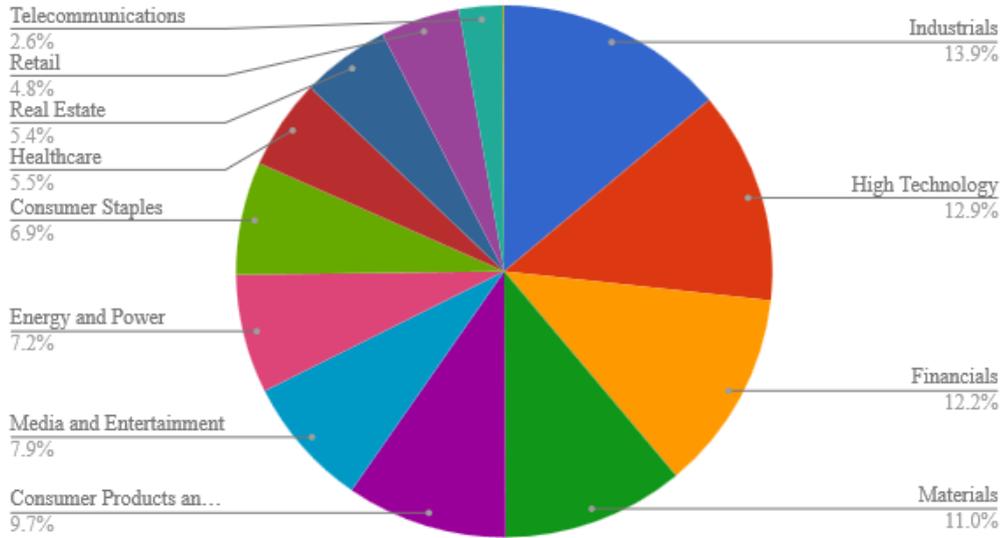


圖 1-2 併購案件數量於各產業之占比

資料來源：IMMA analysis; imma-institute.org

企業合併在現今商業社會中是如此的興盛，但這並不代表合併就與成長畫上等號。成功的合併案可以替企業帶來豐厚的利益為眾所公認，然而合併案的成功率似乎不若理想中的美好。企業合併活動的歷史超過百年，而學術界對於合併案的研究也未曾停歇。歷來各研究對於企業合併成功與否的定義雖然不盡相同，但幾乎一致的顯示企業合併案的成功比例相當不樂觀。Porter (1989)研究中調查了 1950 至 1986 年間由美國知名大型企業所發起的併購案，發現超過半數以失敗坐收；Kitching (1974)藉由在併購案執行數年後對公司高階經理人進行訪談的方式，研究發生在 1965 至 1970 年間在歐洲與美國發生的 407 起併購案，亦得到失敗率近五成的結論。更有不少研究指出合併案的失敗率可以高達近三分之二(Gooding, 1998; Sirower, 1997)。

到了資訊更為發達，且併購活動熱絡程度更勝以往的今日，企業合併的成功率仍舊悲觀，Koi-Akrofi (2016)回顧了多篇近年的文獻，可以看出企業併購的失敗率仍然高居不下。不過 Bruner (2002)指出在合併案中，出價公司(Bidding Company)與目標公司(Target Company)之間，股東所獲得的報酬情況存在著極大的差異。大量的文獻顯示被併的目標公司股東在合併後往往享有相當高的正報酬；反觀在研究出價公司股東合併後報酬率的眾多文獻裡，顯示出價公司的股東的平均報酬為正、負、與持平的研究各占了三分之一，而其中正報酬者所顯示之報酬率亦遠低於目標公司股東之報酬率；也因此，Bruner 建議出價公司經理人於評估合併案與談判時更需格外的謹慎與細心。此外 Weber and Dholakia (2000)則表示，現今合併案傾向為雙方為追求更佳的獲利能力而結合的策略性善意併購(Friendly Takeover)，不像 1980 年代之併購案多為財務考量所驅動之槓桿收購(Leveraged

Buyout)與惡意併購(Hostile Takeover)；因此，雙方結合後所產生的營運綜效已成為今日合併案成敗的關鍵因素。綜合以上兩篇著作的論點與發現，可以知道事前評估時，合併對象的選擇以及合併綜效之分析對於出價方顯得格外重要，而這也是本論文研究動機之所在。希望能夠提出一個數學模式協助欲執行併購的經理人，在事前選擇合併對象與辨識其能為己方帶來之利益時，能夠做出最佳的決策。

資料包絡分析法，本為管理績效評估的方法之一，最早由 Charnes, Cooper, and Rhodes (1978)所提出，該方法透過蒐集各決策單位實際的投入與產出數據，以數學規劃的方式建構出生產函數(production function)，推估效率生產前緣(production frontier)，並將各決策單位與前緣作比較，藉此衡量決策單位間的相對效率，為一種事後分析方法(*ex-post facto*)。然而，亦有學者將資料包絡分析法作為事前評估規劃的工具(*ex-ante*)，如 Bogetoft and Wang (2005)便是利用資料包絡分析法進行企業合併分析，預估合併後整體的可能效益。而本研究即是參考並延伸此類文獻的方法，結合賽局理論中的納許議價模型(Nash Bargaining Game)，將合併時的併購價格因素納入考量，為合併案中的出價公司設計一個最佳合併對象選擇模式。藉此期待能讓欲執行併購案的經理人多一個量化的參考工具，在事前選擇合併對象時能夠有更清晰的視野，作出更佳的決策，而此即為本研究擬達成之研究目的。

## 1.2 研究範圍

現存企業併購事前規劃與評估的文獻眾多，而本研究則是專注於延伸資料包絡分析法用於企業合併分析的分析方法，並旨在建構一個結合納許賽局的數學模式，因此本研究之研究範圍限制如下：

1. 本研究所蒐集之參考文獻，以國內可取得之中、英文文獻為限。
2. 研究之企業合併對象選擇模式的建立，以延伸資料包絡分析法相關模式為主。企業購併程序、公司理財理論、財務指標與公司評價方法皆不為本研究所探討之對象。

## 1.3 研究流程與架構

本研究將透過閱讀資料包絡分析法以及納許議價賽局之相關文獻與教科書，藉此深入熟悉其邏輯與原理，並蒐集應用資料包絡分析法於企業合併評估之文獻與其他相關文

獻，透過文獻回顧了解此領域的研究進展，並以文獻中之模式與方法為基礎，來建構本研究之數學模式，並於模式建構後利用數值測試之。而本研究之流程以下圖 1-3 表示之；而本論文將以八個章節呈現之：第一章為做為本研究題目的介紹之緒論；第二章文獻回顧，用以介紹與本模式建構之相關文獻；第三章為研究方法，將介紹與本研究高度相關之模式；第四章為水平整合模式之建構與說明；第五章為垂直整合模式之建構與說明；第六章為求解方法；第七章則為範例測試；第八章為本研究之結論與建議。



圖 1-3 研究流程圖

## 二、文獻回顧

本章節將針對與本論文研究題目相關之文獻進行回顧，2.1 小節將對資料包絡分析法進行簡要的回顧，2.2 小節則將回顧「結合資料包絡分析法進行企業合併執行前分析」之文獻回顧，2.3 將對「應用合作賽局理論(cooperative game theory)於資料包絡分析法」之相關文獻進行回顧，最後於 2.4 中為本章作總結。

### 2.1 資料包絡分析法

資料包絡分析法，為績效評估(performance evaluation)方法之一。個體經濟學中，將生產單位所投入之「生產要素量」與其所對應到的「最大可能生產量」，此兩者的之間的關係，定義為生產函數(production function)，或稱之為生產前緣(production frontier)(Perloff, 2013)。若一生產單位投入生產要素後，未能達到生產函數所對應到的產出量，則該生產單位將投入轉為產出的行為即為無效率(inefficient)；反之，則為一落在生產前緣之上的有效率(efficient)生產單位。因此，若能建構出生產函數，則可透過實際生產狀況與生產前緣的比較，去衡量一生產單位之效率情況，進而評估其績效。

而生產函數的建構方法可分為有母數(parametric)與無母數(non-parametric)兩大類(Førsund, Lovell, & Schmidt, 1980)，有母數的方法為先預設明確的生產函數形式，而後估計其參數值，如 Cobb-Douglas 函數；而無母數分析法則沒有單一明確的函數來表示生產函數，本研究所使用之資料包絡分析法即為此類。資料包絡分析法最早可追溯自 Farrell (1957)的研究，Farrell 蒐集了美國各州農業生產的實際投入與產出資料，將最具生產效率的樣本組成效率等產量線(isoquant line)，並提出了將各生產單位與此效率等產量線上之單位做比較，以衡量相對效率的方法；為「多項投入與產出項」之生產效率評估方法的先河。而資料包絡分析法的創始者：Charnes, Cooper 與 Rhodes，於 Charnes et al. (1978) 中，對 Farrell (1957)的方法做出改良，提出了透過線性規劃模式，在生產過程為固定規模報酬(Constant Return to Scale, CRS)的假設下，描繪出生產前緣的方法，被稱為 CCR 模式。此一方法因在建構生產函數的過程中，所有資料點皆被包絡(envelope)於生產函數之下，因而被稱之為資料包絡分析法；此外，Charnes et al. (1978) 之初衷乃為衡量非營利組織的決策效率，因此，其對受評單位不再以經濟學中慣用的「廠商」(firm)來稱呼，而是改以「決策單位」(DMU, decision making unit)來稱呼之，往後的研究亦承襲了此一稱呼方式。而在 Charnes et al. (1978)之後，Banker, Charnes, and Cooper (1984) 則進一步解除了 CCR 模式中要求須為固定規模報酬的限制，提出了 BCC 模式。以上二著作被認為是資料包絡分析法領域中最具影響者(Seiford, 1996)，於此二模式提出後，資料包絡分

析法的研究持續蓬勃發展，不管是實務應用或是新模式的提出至今仍絡繹未絕。而下表 2-1 為節錄了徐基生 (2004)所整理之資料包絡分析法績效評估的優點與限制。

表 2-1 資料包絡分析法績效評估的優點與限制

優點	限制
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 可以同時處理多重投入與產出項，且可接受不同計量單位的投入與產出項。</li> <li>2. DEA 模式之效率值為一個單一的綜合相對效率指標，可以瞭解單位資源使用狀況，進而建議管理者決策時之參考。</li> <li>3. 投入產出加權值由線性規劃產生，不用事先設定投入與產出的權數，因此不受人為主觀因素之影響，對各 DMU 公平且公正客觀。</li> <li>4. 可同時處理定性(qualitative)與定量因素(quantitative)。</li> <li>5. 不需事先設定投入與產出函數關係。</li> <li>6. 可以因應受評估單位中的不可控制因素而做調整。</li> <li>7. 可處理模式中之類別變數(categorical variables)存在問題。</li> <li>8. 必要時可容許主觀判斷。</li> <li>9. 可提供相對無效率的決策單位產出不足或是投入過多的數量資訊。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 由於是非隨機方式，所有投入/產出的資料都必須明確且可衡量，若資料錯誤將導致效率值出現偏誤。</li> <li>2. 對資料極具敏感，亦受到錯誤極端值的影響。</li> <li>3. DEA 模式所得到的結果為相對效率，非絕對效率。</li> <li>4. 受評估對象之間必須具高度同質性，效率前緣才有意義，否則衡量的效果不佳。</li> <li>5. DMU 之個數至少為投入與產出項個數和之兩倍，否則 DEA 鑑別度將不彰。</li> <li>6. DEA 每計算一個 DMU 之效率值，須個別建立一個線性規劃模式。因此，當 DMU 與投入產出項個數較多時，運算求解將較費時且複雜。但使用 DEA 求解軟體可以解決此類問題。</li> <li>7. 投入與產出項數值為負值時，無法處理。</li> <li>8. 樣本不足時，易將無效率單位當成有效率單位。</li> </ol>

資料來源：徐基生 (2004)

資料包絡分析法，除了如其原始本意用於生產績效評估外，亦發展出不少其他應用，如 Banker and Thrall (1992)以其能描繪出生產前緣的特性，提出了判定生產單位所處規模報酬狀態(return to scale, RTS)的方法；高強，黃旭男，and Sueyoshi (2003)則將 Sueyoshi (2001)之 DEA-DA 模式應用於企業體的破產預測等等。其中與本研究最直接相關的應用即為將資料包絡分析法作為企業合併事前分析工具，此部分之相關文獻將於下一小節做回顧。而本節所提及的 CCR 與 BCC 兩模式則將於第三章研究方法中做介紹。(本節中部分內容參考至高強 et al. (2003))

## 2.2 結合資料包絡分析法進行企業合併執行前分析之相關文獻

資料包絡分析法本為執行績效評估之工具，因此過往相關研究大部分皆以事後的分析(*ex-post facto*)為主。不過亦有學者將其應用至事前的規劃評估(*ex-ante*)，將資料包絡分析法應用至企業合併事前分析即為此類。

在較早期的文獻中，Kao and Yang (1992)與 Lo, Chien, and Lin (2001)分別使用資料包絡分析法對「台灣林區重劃方案」與「台灣電力公司電力配送區整併」進行研究；兩者皆主要使用資料包絡分析法「評估績效」的功能作分析；除了評估合併前各決策單位的績效值外，還將合併方案中欲合併之決策單位的投入產出資料作簡單相加，藉此模擬出新決策單位，進而評估合併後各決策單位的績效值、各方案之整體平均績效與標準差；透過觀察以上種種結果，對相關主管機關提出合併方案的選擇建議。此兩篇著作文中並未新模式的提出，可視為資料包絡分析法的實務應用類型的文獻。

而之後的 Wang and Wang (2005), Wang and Wu (2008)與 Shi, Wang, Chen, and Lan (2017)同為使用資料包絡分析法「評估績效」的功能為決策單位合併提供建議的文獻。不同的是，Wang and Wang (2005)與 Wang and Wu (2008)不再認為合併後的新決策單位投入產出資料為雙方原資料的簡單相加，前者提出了可透過參考專家建議等方式先假設合併後投產資料的變化情況，再使用資料包絡分析法進行分析；後者則是提出了先使用灰預測模式(Grey Forecasting Model, GM)預測合併後的投產資料，而後使用資料包絡分析法的合併分析模式。Shi et al. (2017) 則是提出了一個可以考慮各決策單位對於合併案之偏好的交叉效率評估模式(*cross-efficiency evaluation with contrasting attitudes*)，並且更重視了資料包絡分析法中「規模報酬判定」的功能。

除上述研究外，Wu, An, and Liang (2011)則是提出了單純使用資料包絡分析法「規模報酬判定」功能，並結合貪心演算法(*greedy algorithm*)的企業併購對象選擇模式。其核心概念為藉由觀察其他決策單位的規模報酬狀態與規模效率(*scale efficiency*)來選擇併購對象，並持續執行新併購案直至自身達到最適規模報酬狀態為止。

以上數篇文獻的分析方法皆不離資料包絡分析法中「評估績效」與「規模報酬判定」兩大傳統功能。在本研究所回顧的文獻中，有另一類文獻則是借助資料包絡分析法能「推估生產前緣」的功能，以此建立新的數學規劃模式執行合併分析；而本文所欲建構之數學模式亦屬此類。此類文獻最早為 Bogetoft and Wang (2005)運用資料包絡分析法建立了生產經濟模式(*economic production model*)，用以以估算決策單位合併後的潛在效益(*potential gains*)；於後亦有數篇實證應用的研究發表(Andersen & Bogetoft, 2007; Bogetoft

& Gammeltvedt, 2006; Bogetoft & Katona, 2008; Kristensen, Bogetoft, & Pedersen, 2010)。Wanke, Maredza, and Gupta (2017)則進一步將 Bogetoft and Wang (2005)的模式延伸至網絡資料包絡分析法(network DEA)，用以衡量具「同樣內部網絡結構之同質決策單位」的合併潛在效益，並以南非銀行業資料作實測。

同樣此類型的文獻，Lozano and Villa (2010)則是為下轄眾多「次級決策單位」的「組織間合併」(如便利商店、銀行業等)建構了衡量潛在效益的模式，並在各投入與產出項單位價格已知的情況下計算合併後的成本降低量或利潤增加量，而該模式還可進一步協助作合併後各次級單位裁撤與否的決策。Wu, Zhu, Cook, and Zhu (2016)則引入了「情境相依資料包絡分析法」(Context-Dependent DEA)多層次生產前緣的概念，建立評估模式估計水平整合收益，並以此作為合作對象選擇的依據；此外該研究還引入合作賽局中的夏普利值(Shapley value)，在雙方合作型態並非直接合併時(如聯盟等)，建立合作利益分配機制。Zhu, Wu, Chu, Amirteimoori, and Sun (2017)以 Bogetoft and Wang (2005)的分析概念，於模式中加入「0-1 整數變數」建構了混和整數規劃模式(mix integer programming)，透過求解 0-1 變數，令模式為出價公司選擇最佳合併對象。而本研究即旨在延伸以上運用「推估生產前緣」的功能執行分析之文獻。

綜觀以上文獻，可以發現模式主要目的皆在於估計合併後效益，卻未將合併時的價金移轉問題考量在內；然而「合併綜效的難以預估」與「對目標公司支付過高的併購價格」同為合併案眾多失敗可能原因中的重因素(Gaughan, 2013; 林霖, 2016)，本模式希望透過結合納許議價賽局將「價格因素」納入模式之中，進一步提高資料包絡分析法合併案事前分析模式的實務參考價值。

資料包絡分析法因其要求受評估單位間須具高度同質性，因此現存文獻中多為分析與探討水平整合(horizontal integration)的情況；垂直整合(vertical integration)之相關文獻則相當稀少，本節所回顧之文獻亦皆屬水平整合分析。垂直整合部分，在本研究所能蒐集到的文獻中，僅 Bogetoft and Katona (2008)有所探討，將待至第六章「垂直整合模式建構與說明」中作進一步的回顧。而下節則將回顧「結合合作賽局理論於資料包絡分析法」的相關文獻。

## 2.3 結合作賽局理論於資料包絡分析法之相關文獻

相較於非合作賽局理論(non-cooperative game theory)，合作賽局理論未見有較明確的定義，聯盟賽局(coalition games)、效用可移轉賽局(transferable utility game, TU game)、配對問題(matching)與議價問題(bargaining problem)等等皆屬合作賽局的子類。Watson (2008)稱合作賽局理論為不著重「模式化參賽者(player)間互交涉過程(negotiation procedure)之分析」，而直接將「整體交涉過程」視為參賽者們的「聯合行動」(joint action)；而用以分析與探討此「聯合行動」與其「結果」之理論即為合作賽局理論。Lozano, Hinojosa, Mármol, and Borrero (2016)則指出，合作賽局理論假設了允許參賽者出現追求社會最適(social optimal)的行為，不若非合作賽局理論中參賽者均以自利為目標；也允許參賽者間簽訂具約束力的決議(binding agreement)，故諸如公平(fairness)與公正(equity)的概念亦存在於合作賽局理論的分析之內；合作賽局也因上述特質被廣泛的應用於契約理論(contract theory)之中。

在資料包絡分析法的文獻中，不乏結合作賽局理論的研究，Lozano et al. (2016)對於此類文獻做出了詳盡的整理與回顧。而此類文獻中與本研究較相關的即為引入合作賽局理論進行利益分配之文獻、與結合納許議價賽局於資料包絡分析法模式中之文獻；故以下將對此兩類型文獻做簡要的回顧。牽涉利益分配的相關文獻中，Nakabayashi and Tone (2006)將資料包絡分析法中「自選對自己最有利之權重(weights)」的概念分別結合利益分配機制中的夏普利值(Shapley value)、核仁解(Nucleolus)建立了可作為一個團隊在獲得獎金時，團隊成員間獎金分配機制的分配模式 DEA-game，為一共識建立問題(consensus-building problem)；而後亦有不少研究對此一模式做延伸的探討與模式的改良(Jahanshahloo, Lotfi, & Sohraiee, 2006; Nakabayashi, Sahoo, & Tone, 2009; Watson, 2008)。Lozano (2012)與 Lozano (2013)同為探討下轄眾多同質「子決策單位」之同類組織間合作(如銀行、連鎖商店等)的著作，前者引用夏普利值、核仁解與 $\tau$ 值( $\tau$ -Value)分配組織間相互分享自身「子決策單位們」的「投入產出資料」資訊所產生的利益；而此利益則來自雙方藉由分享各自生產前緣資訊，使各自子單位有機會獲得更佳的標竿，以利績效的提升；後者則以資料包絡分析法替組織在欲與其他組織「合資」成立新子單位(joint venture)時，建立合作對象選擇模式；並以夏普利值建構彼此間分配合作利益的機制。而前節回顧中提及之 Wu et al. (2016)則是以夏普利值分配決策單位間建立水平整合聯盟所得之利益，亦屬此類。An, Wen, Ding, and Li (2019)則是將夏普利值與網絡資料分絡分析法(network DEA)作結合，替俱三階段結構之決策單位建立了計算與分配彼此間「建立資源共享聯盟」所得之利益的模式。

至於將資料包絡分析法與納許議價賽局作結合的文獻，Wu, Liang, Yang, and Yan (2009)將納許議價賽局與常用來作受評單位排序(ranking)的交叉效率(cross-efficiency)模式作結合建立新模式，用以解決求解交叉效率時結果不具唯一性的缺點；Wang and Li (2014)則對此模式作進一步的改良。此類模式尚有 Wu, Du, Liang, and Zhou (2013)與 Omrani, Beiragh, and Kaleibari (2015)，皆是以各決策單位為參賽者，績效分數為其報酬 (payoff)，結合納許議價賽局處理交叉效率模式結果非唯一的問題。Du, Liang, Chen, Cook, and Zhu (2011)、Zhou, Sun, Yang, Liu, and Ma (2013)與 Naini, Moini, and Rezaee (2013)則是處理網絡資料包絡分析法子階段績效值與整體績效值彼此間關係的問題，透過納許議價賽局建立模式，將整體績效值解構至子階段績效值；此類模式之議價賽局則以「子階段」為賽局參賽者，其「績效值」為報酬。

綜觀以上文獻，於中未見將合作賽局應用至資料包絡分析法「合併分析」之文獻；納許價賽局文獻中，亦僅見將納許議價模式用於績效值的處理，未見作為實質利益分配機制的文獻。因此本研究結合納許議價賽局與合併分析為資料包絡分析法文獻中所未曾有，可望為此類型文獻作出延伸。

## 2.4 文獻小結

根據前兩小節之文獻整理，可見本研究題目在此領域中具有一定的創新度，預期貢獻為延伸現有資料包絡分析法合併案事前分析方法，將價格因素納入考量，使其更具實務參考價值；並且豐富資料包絡分析法與合作賽局之文獻，將納許議價賽局作為實質利益分配機制用於合併案事前分析之中。而本章所回顧的文獻中 Bogetoft and Wang (2005)為本研究水平合併效益計算方法的主要參考文獻，將於下一章節「研究方法」中作進一步的回顧；而納許議價賽局亦將於該章中作概略性的介紹。

## 三、研究方法

此章節將先介紹本研究建模主要所參考之模式與重要概念，而本研究之模式即是參考與結合這些模式與概念建構模式，3.1 節將簡介資料包絡分析法 CCR 模式與 BCC 模式，3.2 節介紹 Bogetoft and Wang (2005)所提出之合併潛在效益估算方法，3.3 節則介紹納許議價模式，最後 3.4 節則簡單介紹本研究建模所需用之合併案「淨購併價值」(net acquisition value, NAV)的概念；而於本章最後說明參考與結合以上概念之模式建構方法。

### 3.1 資料包絡分析法

資料包絡分析法最早為 Charnes et al. (1978)所提出，透過線性規劃建構生產前緣，用以衡量相同技術環境下各生產單位的相對技術效率。透過模式計算後，若生產單位績效值為 1，即視之為有效率之單位；若小於 1，則為無效率。而效率值的計算又可分做投入導向(input-oriented)與產出導向(output-oriented)兩類，投入導向的計算概念為比較「相同產出水準」下，受評單位與生產前緣投入項的使用情形；而產出導向則為在「相同投入水準」下，比較受評單位與生產前緣產出項的使用情形。不過因為效率值計算並非本研究的重點，而生產前緣的建構亦不因導向不同而有差異，故以下介紹皆以「投入導向」模式為主以方便說明。

此外 Charnes et al. (1978)所提出數學規劃模式又可分為以「效率 = 各產出的加權組合/各投入的加權組合」的概念所推導出的分數線性規劃(linear fractional programming)模式，與將其轉為線性規劃後的原問題(primal problem)；以及為求提升求解效率，亦獲為取得更多模型解釋意義，而將原問題做轉換的對偶問題(dual problem)。而前者因其決策變數為各投入量與產出量所對應到的權重乘數，又被稱作乘數模式(DEA multiplier model)；後者則因其可直接從數學模式中解釋生產前緣包絡資料點的概念，又被稱做包絡模型(DEA envelopment model)。而因為本研究模式建構的關鍵在於生產前緣的建構，因此介紹重點亦放在資料包絡分析法的包絡模式。

以下 3.1.1 小節介紹 CCR 模式，3.1.2 小節介紹 BCC 模式，3.1.3 小節則簡單介紹資料包絡分析法的規模報酬判定方法。

#### 3.1.1 CCR 模式

假設決策單位  $j(j=1, \dots, n)$  使用第  $i(i=1, \dots, m)$  項投入量為  $x_{ij}$ ，生產第  $r(r=1, \dots, s)$  項產出量為  $y_{rj}$ ，則計算受評單位  $o(o=1, \dots, n)$  於固定規模報酬假設下效率值  $\theta_o^*$  的包絡模式

即為：

$$\theta_o^* = \text{Min } \theta \quad (3-1)$$

s.t.

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta x_{io} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (3-2)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq y_{ro} \quad r = 1, 2, \dots, s \quad (3-3)$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (3-4)$$

模式中， $\theta$ 、 $\lambda_j (j=1, \dots, n)$  為決策變數，分別用以計算受評單位  $o$  之效率值  $\theta_o^*$ ，與建構該生產技術環境下的生產可能集合 (production possibility set, PPS)。模式從文字上做解釋的意思即為，在受評單位維持所有產出項產量  $y_{ro} (r=1, \dots, s)$  不變的情況下，在生產可能集合中，最多可以將其各投入項投入量等比例縮小至  $\theta$  倍。亦即在生產前緣上的決策單位只需使用其  $\theta$  倍的投入量便可達到與它一樣的產出水準。因此透過最小化決策變數  $\theta$  便可計算出該受評單位的效率值  $\theta_o^*$ 。而以一投入一產出的情況為例，則可以透過下圖 3-1 所表示之：

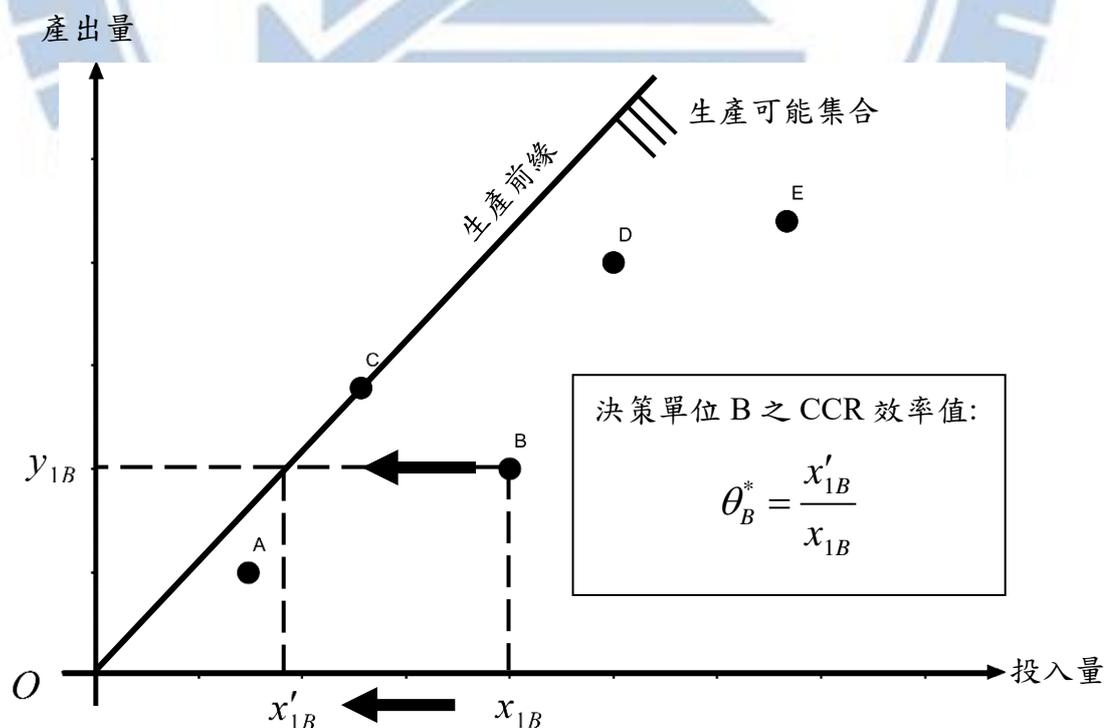


圖 3-1 一投入一產出 CCR 模式示意圖

資料來源：本研究整理

圖 3-1 案例中共有五個決策單位，在 CCR 模式的固定規模報酬假設下，只有決策單位 C 有最佳的投入產出轉換比，因此僅單位 C 被視為有效率，落在生產前緣上；而以決策單位 B 為例，在評估單位 B 之生產效率時，其原以投入量  $x_{1B}$  生產  $y_{1B}$  單位的產出；然而，於生產前緣上的決策單位，只需要投入量  $x'_{1B}$  便可擁有同樣的產出水準，因此單位 B 被視為無效率，而計算其績效值  $\theta_B^*$  的概念即為：若決策單位 B 提升效率至生產前緣上，其投入量所能縮小的比例即為即績效值，亦即  $x'_{1B} = \theta_B^* \cdot x_{1B}$ 。

### 3.1.2 BCC 模式

Banker et al. (1984)進一步解除了 CCR 模式中要求須為固定規模報酬的限制，提出了 BCC 模式，於評估績效時考量進決策單位因規模大小的差異而導致生產效率的不同；而其模式所建構的生產前緣即為變動規模報酬(variable return to scale, VRS)前緣，模式如下。

假設決策單位  $j(j=1, \dots, n)$  使用第  $i(i=1, \dots, m)$  項投入量為  $x_{ij}$ ，生產第  $r(r=1, \dots, s)$  項產出量為  $y_{rj}$ ，則計算受評單位  $o(o=1, \dots, n)$  在變動規模報酬假設下效率值  $\theta_o^{*VRS}$  的包絡模式即為：

$$\theta_o^{*VRS} = \text{Min } \theta \quad (3-5)$$

s.t.

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta x_{io} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (3-6)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq y_{ro} \quad r = 1, 2, \dots, s \quad (3-7)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \quad (3-8)$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (3-9)$$

與 CCR 模式包絡模型一樣，模式中， $\theta$ 、 $\lambda_j(j=1, \dots, n)$  為決策變數，分別用以計算受評單位  $o$  之效率值  $\theta_o^{*VRS}$ ，與建構生產可能組合。而 BCC 模式與 CCR 模式於包絡模型中唯一不同之處即為多了(3-8)的凸性限制式，藉此將建構的生產前緣轉為變動規模報酬

假設。將前圖 3-1 五個資料點的案例改繪成 BCC 的 VRS 生產前緣則如下圖 3-2 所示：

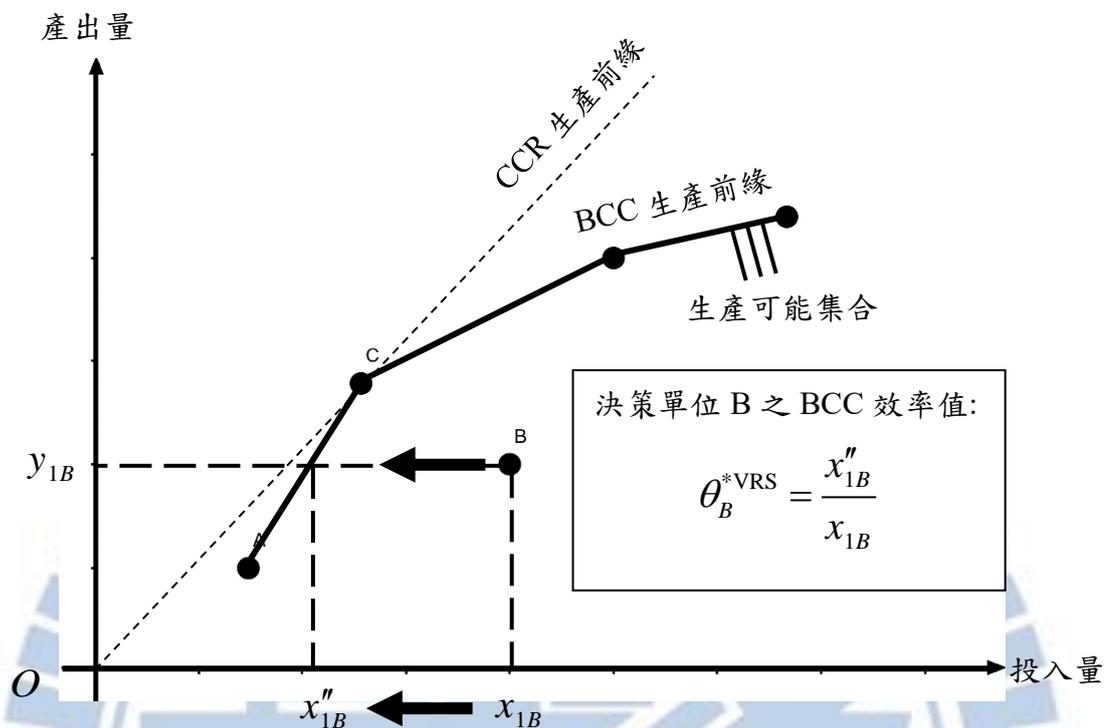


圖 3-2 一投入一產出 BCC 模式示意圖

資料來源：本研究整理

### 3.1.3 規模報酬判定

在 BCC 模式提出後，使得透過資料包絡分析法判斷決策單位所處報酬狀態成為可能。透過將 BCC 模式中的(3-8)凸性限制式改為

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j \leq 1 \quad (3-10)$$

或

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j \geq 1 \quad (3-11)$$

則可將資料包絡分析法的規模報酬假設更改為「無規模報酬遞增」(non-increasing RTS, NIRS)模式((3-10)式)「無規模報酬遞減」(non-decreasing RTS, NDRS)模式((3-11)式)；在一投入一產出情況下，同樣以圖 3-1 案例中五個決策單位資料點所建構的生產前緣分別如下圖 3-3、3-4 所示。

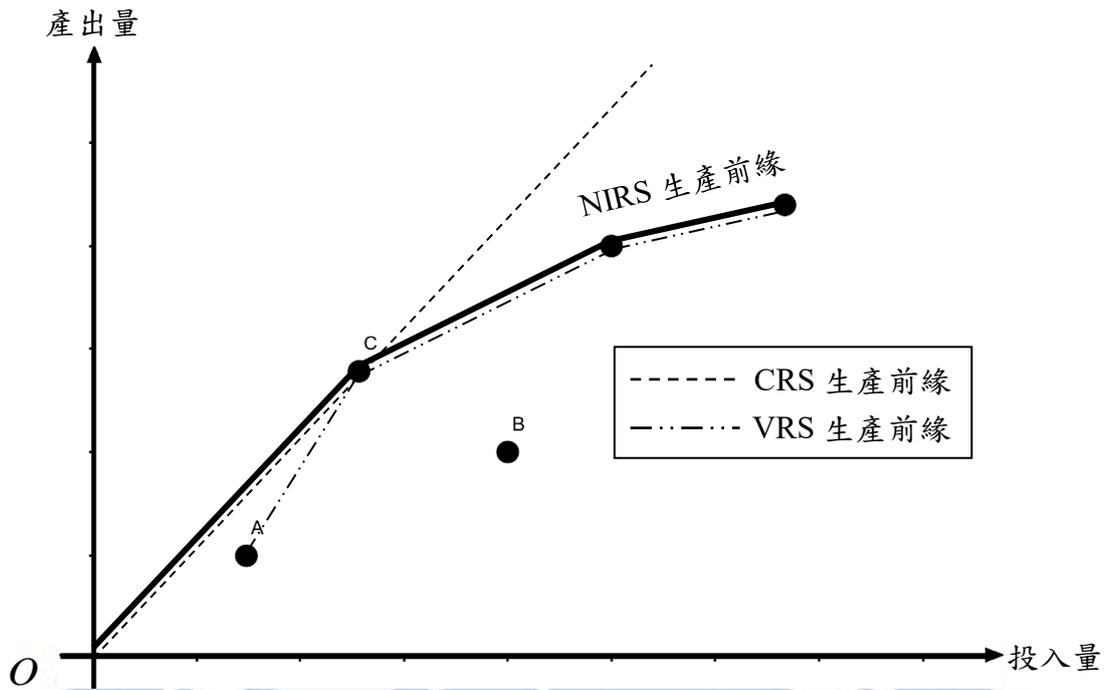


圖 3-3 一投入一產出 NIRS 生產前緣

資料來源：本研究整理

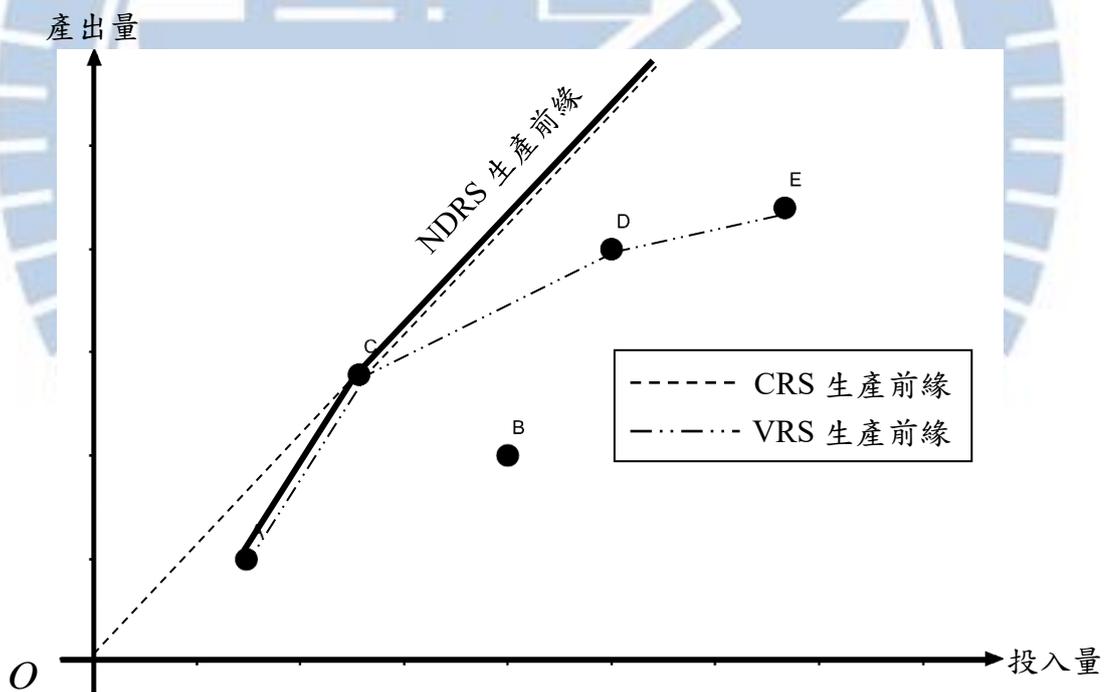


圖 3-4 一投入一產出 NDRS 生產前緣

資料來源：本研究整理

透過比較在不同規模報酬假設下所衡量出來的效率值，可判定各決策單位所處之規模報酬狀態。若  $\theta_o^{*CRS}$ 、 $\theta_o^{*VRS}$ 、 $\theta_o^{*NIRS}$  與  $\theta_o^{*NDRS}$  分別為受評單位  $o$  在 CRS、VRS、NIRS 與 NDRS 假設下所評估出來的效率值，Cook and Zhu (2013) 將受評單位的規模報酬狀態判

斷規則整理如下：

1.  $\theta_o^{*VRS} = \theta_o^{*CRS}$  若且唯若決策單位  $o$  處於固定規模報酬(CRS)狀態。否則以下 2.至 5.原則判斷之。
2.  $\theta_o^{*VRS} = \theta_o^{*NDRS}$  若且唯若決策單位  $o$  處於規模報酬遞增(IRS)狀態；
3.  $\theta_o^{*VRS} \neq \theta_o^{*NDRS}$  若且唯若決策單位  $o$  處於規模報酬遞減(DRS)狀態；
4.  $\theta_o^{*VRS} = \theta_o^{*NIRS}$  若且唯若決策單位  $o$  處於規模報酬遞增(DRS)狀態；
5.  $\theta_o^{*VRS} \neq \theta_o^{*NIRS}$  若且唯若決策單位  $o$  處於規模報酬遞增(IRS)狀態。

不同規模報酬假設的模式除了用以判斷決策單位所處規模報酬狀態外，隨著所評估之產業的生產技術不同，評估者亦可隨著產業特性選用適當的規模報酬假設之前緣作為分析基礎，以貼近實際情況。

### 3.2 合併案潛在效益的預估

Bogetoft and Wang (2005)提出了以資料包絡分析法估算水平整合合併案執行後「潛在效益」(potential gains)的理論。Bogetoft and Wang (2005)主張，在合併案執行後，新決策單位將有潛力移動至生產前緣上，如圖 3-5 所示，A、B 為欲合併的兩決策單位，T 為以決策單位 A 至 G 共 7 個已存在的投產資料點建構而成的現有生產技術之生產可能集，資料點 A+B 為 A 與 B 各投產資料的簡單相加，而 PI 區域即為合併後的潛在進步空間。產出量

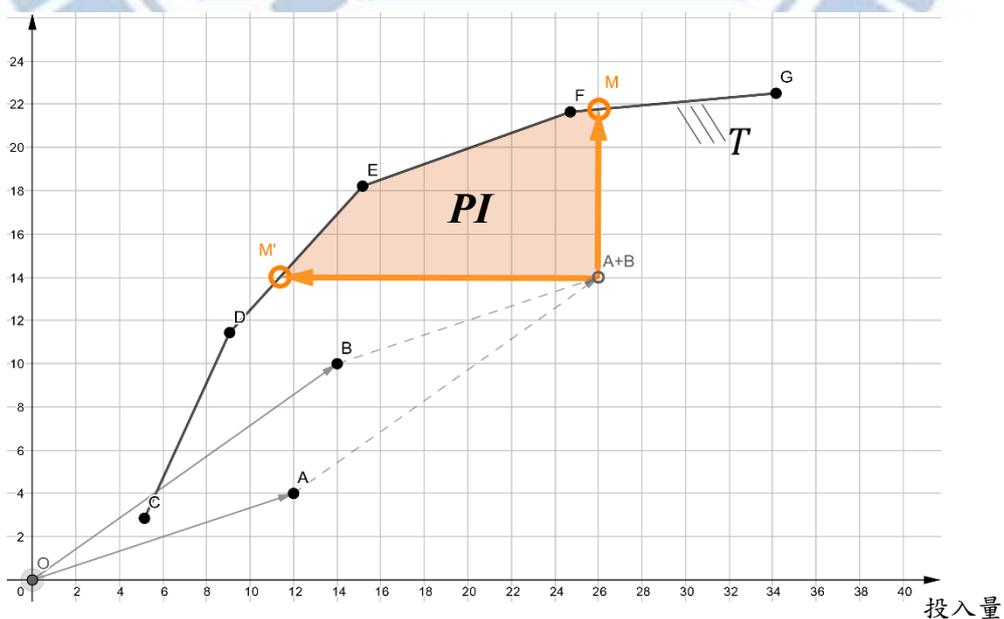


圖 3-5 水平整合效益

資料來源：本研究整理

Bogetoft and Wang (2005)更進一步將此效果解構為學習效果(learning effect)、規模效果(size effect)與和諧效果(harmony effect)和合所致。以下對此三效果做簡單的介紹：

### 1. 學習效果

決策單位在合併後，藉由雙方間的技術分享，相互學習，得以解決原本雙方無效率的問題。此部分進步的原因稱之為學習效果；如圖 3-6 所示，決策單位 A 與 B，若不藉由合併而自力消除生產無效率時，分別有可能移至點 A\*與點 B\*；因此合併後，由點 A+B 進步至點 A\*+B\*，此段進步可視為由學習效果而來。

### 2. 規模效果

決策單位在合併後，由於規模的改變，基於規模報酬狀態不同的緣故而有額外的效益產生，亦即有規模經濟(economy of scale)的存在，此部分進步的原因則稱為規模效果；的如圖 3-6 中由點 A\*+B\*進步至生產前緣上的 M 點即是。

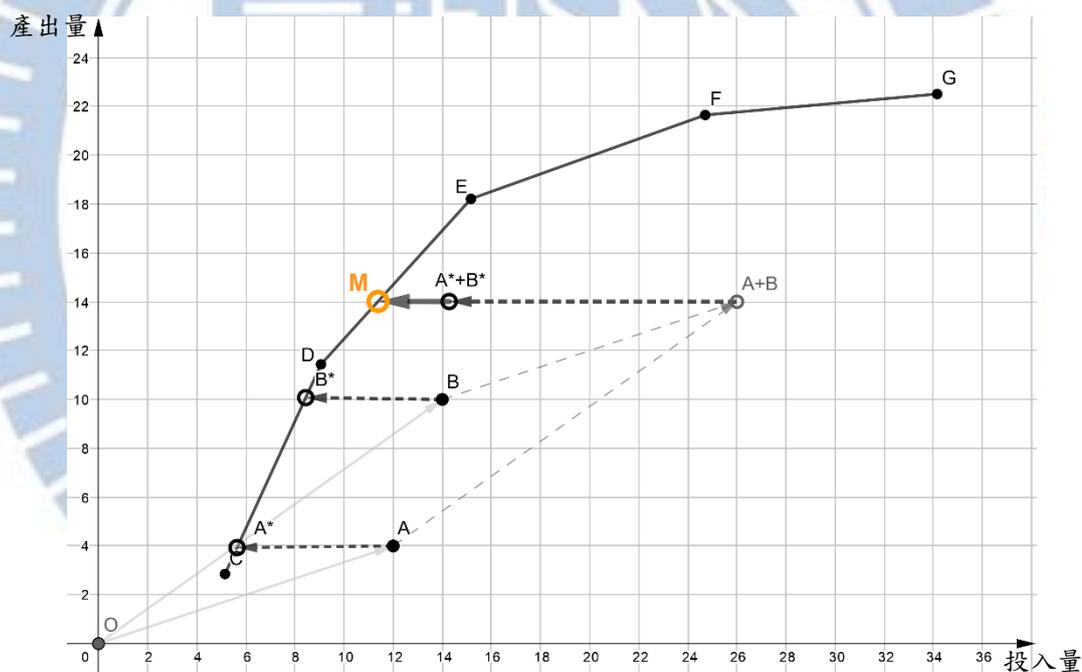


圖 3-6 學習效果與規模效果

資料來源：本研究整理

### 3. 和諧效果

在上述兩種效果外，於多投入項的情況下，合併後因為生產資源的重新配置亦有可能帶來「每單位產出所需平均投入量下降」的效果。因為此效果源自於生產要素間有更佳的協作，被稱之為和諧效果。Bogetoft 在其著作 Bogetoft (2012) 中藉由兩投入一產出生產前緣等產量剖面解釋此一效果；如圖 3-7 所示，圖中 L(y) 為產量為 y 時，有效率決策單位的效率等產量曲線，A、B 為兩個有同樣產出量，

使用不同投入要素配置的決策單位；由於兩單位原本使用兩種投入項的密集程度不同，兩決策單位在兩種投入間的替代率因而有所不同。透過合併，兩決策單位將生產資源於雙方間做重新配置，則有平均投入量降低的可能，如圖中由點  $(A+B)/2$  與  $L(y)$  的差距，即為此效果帶來的進步空間。

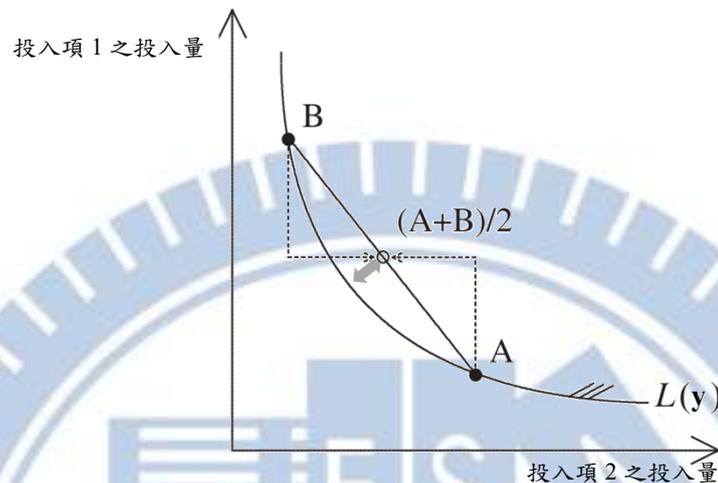


圖 3-7 和諧效果

資料來源：Bogetoft (2012)

Bogetoft and Wang (2005) 假設決策單位在合併後藉由以上三種效果而有進步至生產前緣之上的可能，因而利用資料包絡分析法以數學規劃建構生產可能集合與生產前緣特，透過數學模式將此潛在效益量化計算。而本研究之水平整合模式即是延伸此一方法，並結合納許議價賽局理論建構數學規劃模式，用以為欲執行併購的決策單位，也就是「出價公司」，分析與選擇最佳之合併對象。

### 3.3 納許議價賽局

Nash (1950) 證明了在談判雙方皆認同談判結果須滿足「帕雷托效率性」(Pareto efficiency, PAR)、對稱性(symmetry, SYM)、不變性(invariance to equivalent payoff representation, INV)與不相干事件之獨立性(independence of irrelevant alternatives, IIA)的四個公設(axiom)下，此談判必有一個雙方皆會接受的唯一的議價解，並且可用數學模式求解之。Nash (1950)所提出的模式隱含了雙方議價力(bargaining power)對等的假設，而Harsanyi and Selten (1972) 所提出之廣義納許議價模型則可進一步考量雙方議價力不同的情況。以下將簡介本研究所使用的兩人談判廣義納許議價模式。

若參數  $\pi$  為兩人合作時可得之收穫總額；參數  $b_i$  為參賽者  $i$  ( $i=1,2$ ) 在不合作的情況下各自可得之收穫，或稱之為談判破裂點(disagreement point)；參數  $\alpha$  與  $\beta$  分別為參賽者 1 與參賽者 2 的議價力( $0 \leq \alpha, \beta \leq 1; \alpha + \beta = 1$ )；變數  $u_i$  為參賽者  $i$  ( $i=1,2$ ) 在談判下所得之收穫分配。這樣的談判透過以公設為出發點的推導，可證明必有唯一的議價解，而此解可由以下之最佳化模型求得：

$$\text{Max}_{u_1, u_2} (u_1 - b_1)^\alpha \cdot (u_2 - b_2)^\beta \quad (3-12)$$

s.t.

$$u_i \geq b_i \quad i=1,2 \quad (3-13)$$

$$u_1 + u_2 \leq \pi \quad (3-14)$$

$$u_i \geq 0 \quad i=1,2 \quad (3-15)$$

而本研究即是將上述模式與資料包絡分析法結合，建構數學模式；藉此將價格因素納入合併分析之中。(本節中部分內容參考自 Osborne (2004)、Dixit, Skeath, and Reiley (2009)、張玉山 and 吳浚郁 (1993))

### 3.4 淨購併價值

本研究模式建構乃意在為出價公司選擇合併對象時，提供參考建議；因此與合併對象合併的淨購併價值(net acquisition value, NAV)為本研究分析中的關鍵元素，以下參考 Gaughan (2013)對於淨購併價值的介紹做說明：

本節中所使用之符號定義如下：

- $V_M$  : 兩公司合併後的價值。
- $v_B$  : 出價公司(Bidding Company)的原價值。
- $v_T$  : 目標公司(Target Company)的原價值。
- $P$  : 出價公司支付予目標公司的溢價(premium)。
- $E$  : 因併購流程所產生的各項費用和。
- $\tau$  : 併購時出價公司付與目標公司之價金總額，意即  $\tau = (v_T + P)$ 。

而一個合併案對出價公司的淨購併價值則可以以下公式表示：

$$\text{NAV} = [V_M - (v_B + v_T)] - P - E \quad (3-16)$$

(3-16)式裡中括弧內計算的即為因合併綜效效果(synergistic effect)所帶來的增值，當

此增值大於出價公司所付出的溢價與費用時，也就是當淨購併價值為正時，該合併案才有執行的價值。而本研究即是透過資料包絡分析法結合議價賽局為出價公司分別估算與各候選公司合併的淨購併價值，並藉此作為選擇的依據。此外，為建模的需要，於此令  $\tau$  為出價公司付與目標公司之價金總額，則可將(3-16)式作以下改寫：

$$NAV = V_M - (v_T + P) - E - v_B \quad (3-17)$$

$$NAV = V_M - \tau - E - v_B \quad (3-18)$$

(3-18)式即為本研究建模所用之淨購併價值計算式。

本研究參考與結合以上概念與模式，使用資料包絡分析法估算合併效益，並用納許議價賽局推估併購價格；透過將納許議價賽局與資料包絡分析法做結合，分別建構了建構了於水平整合環境與垂直整合環境下兩個最佳合併對想選擇模式。而兩模式主要流程皆為先透過所建構的數學模式替「出價公司」計算與各可能合併對象合併後之「預估合併後之公司價值」與「預估併購價格」；而後計算購併各可能合併對象之「淨購併價值」。最後再將各候選對象依「淨購併價值」大小最排序建立清單，作為出價公司於選擇合併對象時之參考依據。以下第四章與第五章分別說明水平整合模式與垂直整合模式的環境與背景設定、數學符號與數學模式之建構。

## 四、水平整合模式建構與說明

此章節將介紹本研究為出價公司於水平合併時所建立之數學規劃分析模式，透過數學模式計算與各可能合併對象之淨購併價值，再進一步以淨購併價值作排序，作為合併對象選擇的參考依據，4.1 節先介紹模式的環境與背景設定，於中將說明模式的相關限制與假設，4.2 節為所提出的數學模式與說明。

### 4.1 環境與背景設定

本研究立足於現存之資料包絡分析法合併案事前分析模式，進一步結合納許議價賽局，旨在將合併時的價格因素納入分析時的考量；也因此，本模式亦承襲了資料包絡分析法的相關限制，如所蒐集之資料中「決策單位個數須至少為投入項目與產出項目個數和的兩倍，前緣方具備鑑別力」與「決策單位間須具高度同質性」等等；而在合併分析上，亦繼承了 Bogetoft and Wang (2005) 於效益估算時，主張合併後決策單位將有潛力移至生產前緣上的假設。此外，本研究還訂定以下背景設定與假設，作為本研究建模的基礎：

#### 1. 生產前緣規模報酬假設

Bogetoft and Otto (2011) 在探討以資料包絡分析法衡量合併效益時，提及使用此一方法時，在分析決策單位合併後規模較大時，可能會有偏誤(bias)的產生。原因來自於資料包絡分析法所建構的前緣相對保守，僅以可觀測到的資料作確定性的估計，前緣的描繪不具任何隨機性；然而在產業中，規模較大的決策單位數量通常較為稀少，因此以資料包絡分析法所建構的前緣在生產規模偏大的區域較有可能出現較大的誤差；而在評估合併效益時，兩決策單位合併後的規模又往往容易落在此區。因此，若是使用變動規模報酬(VRS)的前緣假設，容易對合併效益作出過於悲觀的預估；如圖 4- 1(A)所示，當決策單位 A 與 C 合併，其原始資料的簡單相加已然落在生產前緣之外，亦即為不可能達到的生產狀態。而除了規模偏大時有偏誤的疑慮外，兩決策單位合併後縱使無合併綜效的產生，也應至少能維持合併前各自的生產狀態，因合併前兩者乃為可完全獨立運作的個體，故圖 4- 1(A)中，透過 VRS 前緣判斷 A 與 C 合併後生產力將有所減損，合併效益為負值，如此的結論便不盡然合理。而改採如圖 4- 1(B)中的

NDRS 前緣則可避免以上疑慮。

然而，若是在執行評估前，評估者對於所處產業之規模報酬狀態已有充分的了解；或所觀察的資料中，大規模決策單位的個數相當充足；亦或希望分析結果更為保守，則可視情況對此一假設作出相對應的調整。

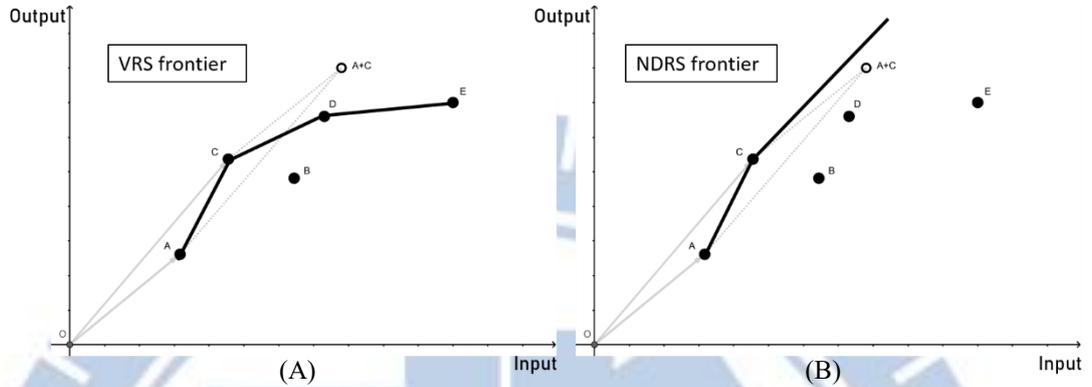


圖 4-1 水平整合模式前緣規模假設示意圖 1

資料來源：本研究整理

另外必須要注意的是，以資料包絡分析法建構生產前緣執行合併效益預估，雖然在分析「未達生產前緣」之決策單位與「處於規模報酬遞增階段」之決策單位合併時，能衡量其如 Bogetoft and Wang (2005) 中述及的三大效果所致之合併綜效；但在合併雙方皆非上述兩類決策單位時，基於資料包絡分析法所建構之生產集合為凸性(Convexity)的緣故，如此的衡量方法，不管前緣規模報酬之假設為何，皆會認定這樣的合併不具任何合併綜效，如圖 4-2 中所示之 C 與 F 合併。

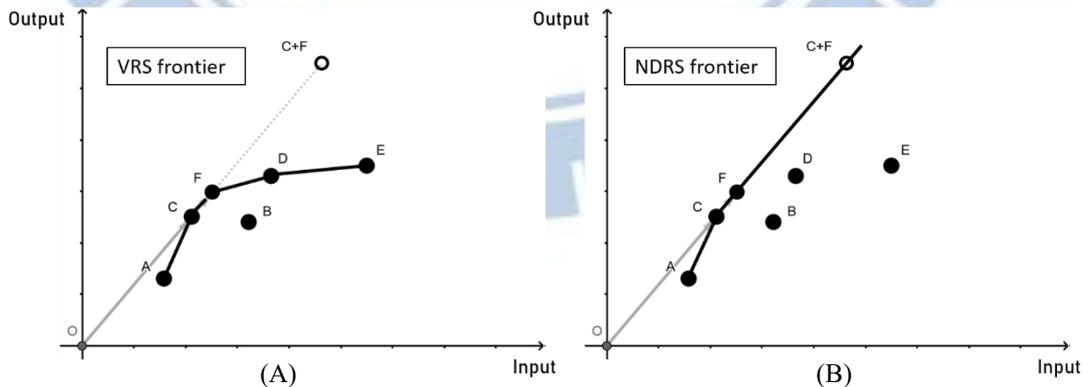


圖 4-2 水平整合模式前緣規模假設示意圖 2

資料來源：本研究整理

然而，此類決策單位的合併往往被視為是產業中兩強的合併，對於這樣的

合併斷定其不具合併綜效可能與現實之情況有所落差，此則是採用此類方法衡量合併效益先天上的限制，是在選用本模式與執行分析時須特別留意之處。

## 2. 各投入項與產出項的單位價格已知且為單一市場價格

本研究由於在計算公司價值時須使用各個投入與產出項的價格資訊，雖然實際上各公司所面對的價格不盡相同，但由於資訊取得的困難，因此將此一情況作簡化；本研究如同多數資料包絡分析法配置效率(allocative efficiency)與利潤效率(profit efficiency)模式對於價格資訊的假設(Färe, Grosskopf, & Lovell, 1985; Ferrier & Lovell, 1990; Seiford & Zhu, 2002)，將價格資訊假設為已知並且為固定的單一市場價格。

## 3. 公司價值計算的假設

於企業併購相關研究領域中，目標公司價值的衡量乃為一重要的課題，衡量的方法與所使用的資料相當多樣，常使用的方法有現金流量折現法、賬面價值調整法與市場比較法(謝劍平, 2010)。然而，本研究為配合資料包絡分析法數學模式的建構，無法直接採用上述方法計算公司價值，而是改參考現金流量折現法的概念，以資料包絡分析法所使用之各產出項產量、各投入項投入量與相對應的市場價格，計算資料當期的利潤；將當期的利潤以預設之成長率推估未來的各期利潤，而後以適當的折現率求算現值和，將其視作公司之價值。假設公司  $j$  使用第  $i$  ( $i=1, \dots, m$ ) 項投入量為  $x_{ij}$ ，單位價格為  $c_i$ ；生產第  $r$  ( $r=1, \dots, s$ ) 項產出量為  $y_{rj}$ ，單位價格為  $p_r$ ；而在折現率為  $d$ ，各期成長率皆為  $g$  的情況下，將未來各期折現後，則公司  $j$  的價值  $v_j$  求算公式如下：

$$v_j = \sum_{k=1}^{\infty} \left[ \frac{\left( \sum_{r=1}^s p_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m c_i x_{ij} \right) (1+g)^k}{(1+d)^k} \right] \quad (4-1)$$

因公司合併後的成長率以及折現率的估算並非本研究的重點，因此本研究作出了未來各期成長率皆相同，且折現率亦相同的假設，透過如此的假設，可令一折現係數  $q = (1+g)/(1+d)$ ，則可將(4-1)式以無窮等比級數公式化簡為(4-2)式

方便數學模式計算：

$$v_j = \left[ \left( \sum_{r=1}^s p_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m c_i x_{ij} \right) q \right] \left( \frac{1}{1-q} \right) \quad (4-2)$$

上述(4-2)式即為本研究假設之公司價值計算方式。

以上即為本研究水平整合模式建模所採用的假設，模式之目標為替出價公司計算與目標公司的淨購併價值，細節於下一節「數學模式」中說明。

## 4.2 數學模型

本節於 4.2.1 先介紹數學模型使用之符號與參變數定義，4.2.2 則為數學模型以及相關說明。

### 4.2.1 模型使用之數學符號定義

#### 集合、名詞定義與說明

- $J$  : 該產業中所有可觀察到之決策單位(DMU)，若有  $n$  個，則  $J = \{1, 2, \dots, n\}$ ；而以下說明中則以  $DMU_j$  代表編號為  $j$  的決策單位、 $DMU_B$  代表出價公司、 $DMU_T$  代表目標公司， $\{DMU_B\} \in \{DMU_j, \forall j \in J\}$ ， $\{DMU_T\} \in \{DMU_j, \forall j \in J\}$ ；
- $I$  : 該產業 DMU 所使用之投入項目，若有  $m$  個，則  $I = \{1, 2, \dots, m\}$ ；
- $R$  : 該產業 DMU 所生產之產出項目，若有  $s$  個，則  $R = \{1, 2, \dots, s\}$ ；
- $I_v$  :  $I$  的子集合( $I_v \subset I$ )，合併後投入量有降低的可能之投入項(discretionary)，若有  $m'$  個，則  $I_v = \{1, 2, \dots, m'\}$ ；
- $I_f$  :  $I$  的子集合( $I_f \subset I$ )，合併後數量不允許被改變的之投入項(non-discretionary)， $I_f = \{m'+1, m'+2, \dots, m\}$ 。

#### 參數定義與說明

- $x_{ij}$  :  $DMU_j$  所使用第  $i$  項投入項之數量， $i \in I, j \in J$ ；

- $y_{rj}$  : DMU<sub>j</sub> 生產第  $r$  項產出項之數量,  $r \in R, j \in J$  ;  
 $x_{iB}$  : DMU<sub>B</sub> 所使用第  $i$  項投入項之數量,  $i \in I$  ;  
 $y_{rB}$  : DMU<sub>B</sub> 生產第  $r$  項產出項之數量,  $r \in R$  ;  
 $x_{iT}$  : DMU<sub>T</sub> 所使用第  $i$  項投入項之數量,  $i \in I$  ;  
 $y_{rT}$  : DMU<sub>T</sub> 生產第  $r$  項產出項之數量,  $r \in R$  ;  
 $c_i$  : 第  $i$  項投入項之單位價格,  $i \in I$  ;  
 $p_r$  : 第  $r$  項產出項之單位價格,  $r \in R$  ;  
 $q$  : 折現係數, 若各期成長率皆為  $g$ , 折現率為  $d$ , 則  $q = (1+g)/(1+d)$  ;  
 $v_B$  : DMU<sub>B</sub> 原公司價值,  $v_B = \left[ \left( \sum_{r \in R} p_r y_{rB} - \sum_{i \in I} c_i x_{iB} \right) \cdot q \right] \cdot \left( \frac{1}{1-q} \right)$  ;  
 $v_T$  : DMU<sub>T</sub> 原公司價值,  $v_T = \left[ \left( \sum_{r \in R} p_r y_{rT} - \sum_{i \in I} c_i x_{iT} \right) \cdot q \right] \cdot \left( \frac{1}{1-q} \right)$  ;  
 $E$  : 因併購流程所產生的各項費用和 ;  
 $\alpha$  : DMU<sub>B</sub> 對 DMU<sub>T</sub> 的議價力,  $0 \leq \alpha \leq 1$  ;  
 $\beta$  : DMU<sub>T</sub> 對 DMU<sub>B</sub> 的議價力,  $0 \leq \beta \leq 1, \beta = 1 - \alpha$  。

#### 變數定義與說明

- $\tilde{v}$  : 合併後新公司的估計潛在價值,  $\tilde{v} \in \mathbb{R}$  ;  
 $\tau$  : DMU<sub>B</sub> 支付與 DMU<sub>T</sub> 的購併價金,  $\tau \in \mathbb{R}$  ;  
 $\tilde{x}_i$  : 合併後新公司第  $i$  項投入項之預估使用數量,  $i \in I$ ,  $\tilde{x}_i \in \mathbb{R}$  ;  
 $\tilde{y}_r$  : 合併後新公司第  $r$  項產出項之預估生產數量,  $r \in R$ ,  $\tilde{y}_r \in \mathbb{R}$  ;  
 $\lambda_j$  : 模型中用以建構 PPS 的權重變數,  $j \in J$ ,  $\lambda_j \in \mathbb{R}$  ;

### 4.2.2 數學模型

本小節將使用前小節所定義之參變數集合建構本研究之垂直整合數學模型, 以下將先完整呈現數學模型, 而後逐式說明之。

## 1. 數學模型

$$\text{Max}_{\tilde{v}, \tau, \tilde{x}_i, \tilde{y}_r, \lambda_j} (\tilde{v} - \tau - E - v_B)^\alpha \cdot (\tau - v_T)^\beta \quad (4-3)$$

s.t.

$$\tilde{v} = \left[ \left( \sum_{r \in R} p_r \tilde{y}_r - \sum_{i \in I} c_i \tilde{x}_i \right) \cdot q \right] \cdot \left( \frac{1}{1-q} \right) \quad (4-4)$$

$$\sum_{j \in J} \lambda_j x_{ij} \leq \tilde{x}_i, \quad \forall i \in I \quad (4-5)$$

$$\sum_{j \in J} \lambda_j y_{rj} \geq \tilde{y}_r, \quad \forall r \in R \quad (4-6)$$

$$\sum_{j \in J} \lambda_j \geq 1 \quad (4-7)$$

$$\tilde{x}_i \leq x_{iB} + x_{iT}, \quad \forall i \in I_v \quad (4-8)$$

$$\tilde{x}_i = x_{iB} + x_{iT}, \quad \forall i \in I_f \quad (4-9)$$

$$\tilde{y}_r \geq y_{rB} + y_{rT}, \quad \forall r \in R \quad (4-10)$$

$$\tilde{v} - \tau - E - v_B \geq 0 \quad (4-11)$$

$$\tau - v_T \geq 0 \quad (4-12)$$

$$\tilde{v}, \tau, \tilde{x}_i, \tilde{y}_r, \lambda_j \geq 0 \quad \forall i \in I, \forall r \in R, \forall j \in J \quad (4-13)$$

## 2. 逐式說明

目標式(4-3)乃參照兩人廣義納許議價模式之目標式建構，以下列出 3.3 節中所介紹的納許議價模式目標式(3-12)與(4-3)式方便比較：

$$\text{Max}_{u_1, u_2} (u_1 - b_1)^\alpha \cdot (u_2 - b_2)^\beta \quad (3-12)$$

$$\text{Max}_{\tilde{v}, \tau, \tilde{x}_i, \tilde{y}_r, \lambda_j} (\tilde{v} - \tau - E - v_B)^\alpha \cdot (\tau - v_T)^\beta \quad (4-3)$$

本研究之數學模型中，出價公司對應到 3.3 節模式中的 1 號參賽者，目標公司對應到 2 號參賽者；雙方之公司原始價值( $v_B, v_T$ )即為納許議價賽局中雙方「不合作」時所可獲得之收穫( $b_1, b_2$ )；而收穫分配變數 $u_1$ ，也就是出價公司的收穫分配，即對應到為合併後「新公司的潛在價值」扣去「支付與目標公司的價金」與「合併過程所產生之相關費用」( $\tilde{v} - \tau - E$ )；至於目標公司的收穫分配即為其所獲得的價金( $\tau$ )；

最後  $\alpha$ 、 $\beta$  即為雙方的相對議價力參數。此外，(4-3)中前括弧內的值正是 3.4 節所述之淨購併價值(NAV)。

限制式的部分，(4-4)式用以計算合併後新公司的潛在價值，使用合併後公司的預估生產資料以 4.1 節內所述之公司價值計算方式作計算。

(4-5)式至(4-7)用以建構生產可能集合(PPS)，並確保所估計之新公司投產組合落於 PPS 之中，即  $(\tilde{x}_{i,i \in I}, \tilde{y}_{r,r \in R}) \in \text{PPS}$ 。其中(4-7)式為按本模式無規模報酬遞減的假設，使前緣為 NDRS 前緣；而此式亦可依所分析公司所處之產業的特性作調整，改變模式的規模報酬假設。

(4-8)式限定了合併後新公司之可調整投入項的投入必須小於等於合併前兩公司投入量的簡單相加；(4-9)式則是限定了不可調整之投入項投入量於合併前後總量需相同；(4-10)則限定了合併後的產出情況至少需等於未合併時兩公司產出量的簡單相加。

最後(4-11)、(4-12)式限定了雙方所分配到的收穫不得劣於雙方不合併時各自的價值，透過此兩式確保了有執行合併的價值與納許議價模式的正確性；對出價公司來說，也就是 NAV 不得為負。此外，因有此兩式的存在，雖然在 NDRS 假設下任兩公司的合併皆不會落在前緣之外，但若是在合併效益為零時( $\tilde{v} = v_B + v_T$ )，因為仍會有合併費用(E)的存在，模型將會無解，也代表不建議此合併案的執行。

(4-13)式為各變數的非負限制式。

透過上述模型目標式與限制式的配合，求解後將可得到合併後新公司的各投入產出項預估量、新公司的潛在價值與「為納許議價解」的併購價金金額；由以上資訊得以為出價公司計算與目標公司的淨購併價值。透過對各候選目標公司分別執行此一模型，解出與各候選目標公司的淨購併價值，並加以排序，藉此協助出價公司選擇合併目標。

以上即為本研究所提出的水平整合最佳合併對象選擇模式，接下來第五章將先介紹垂直整合模式的建構，而後於第六章時一併對兩模式數值測試對模式作驗證。最後將於第七章討論模式的限制與不足處和對未來研究相關建議。

## 五、垂直整合模式之建構與說明

於本研究所能蒐集得的資料包絡分析法合併案事前分析文獻中，僅於荷蘭政府單位出版的研究報告 Bogetoft and Katona (2008) “Efficiency Gains from Mergers in the Healthcare Sector” 中有所提及。該份報告中探討了水平合併與垂直合併的效益分析方法，其中水平合併部分即為 Bogetoft and Wang (2005)所提出的分析方式；而在垂直整合的部分，該文獻主要仍是以水平整合的分析概念為基礎，進一步將其延伸至垂直合併之分析；不過垂直合併部分僅止於理論上的探討，基於能適用於其模式的資料取得困難的緣故，並未作數值資料的測試。

本研究於垂直整合模式建模時雖然沒有直接採用 Bogetoft and Katona (2008)垂直合併分析模式的假設與概念，不過因其乃所見文獻中的唯一一篇垂直合併分析模式，本論文於本章第一節中仍將先介紹該模式的核心概念，再進一步介紹本研究效益分析的想法與模式建構。以下 5.1 節先回顧與本章模式建構相關的重要文獻，5.2 節介紹模式的環境背景設定以及本研究所使用的效益衡量分法，最後於 5.3 節中介紹所建構的數學模型。

### 5.1 垂直整合模式建構之重要相關文獻回顧

本節中將先介紹 Bogetoft and Katona (2008)於垂直合併部分的分析方法，而後簡單回顧企業併購教科書與文獻中對於垂直合併分析效益的介紹。

Bogetoft and Katona (2008)在分析垂直合併之效益時，如同其水平整合分析的假設一假設在垂直整合時，雙方也可因合併的發生而各自移動至生產技術效率前緣之上。而如此的進步同樣可歸因於垂直效果、規模效果、與和諧效果此三大效果而得。

以下以單投入單產出的例子解釋其核心概念：假設有一供應鏈，由上游廠商( $F^1$ )與下游廠商( $F^2$ )所組成。 $F^1$ 使用投入項  $X$ ，數量為  $x$ ；生產中間產物  $Z$ ，數量為  $z$ 。 $F^2$ 使用  $Z$  為投入，數量為  $z$ ；生產最終產出項  $Y$ ，數量為  $y$ 。而兩者打算執行合併，如圖 5-1 所示：

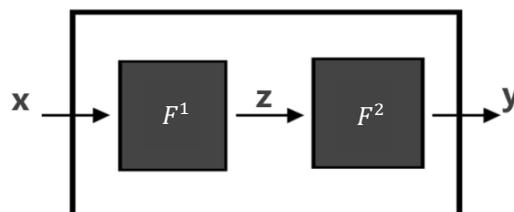


圖 5-1 單投入單產出供應鏈示意圖

資料來源：Bogetoft and Katona (2008)、本研究整理

而兩者原在生產函數圖上之狀況如圖 5-2 所示，兩者皆不在效率前緣上，為相對無效率之廠商。

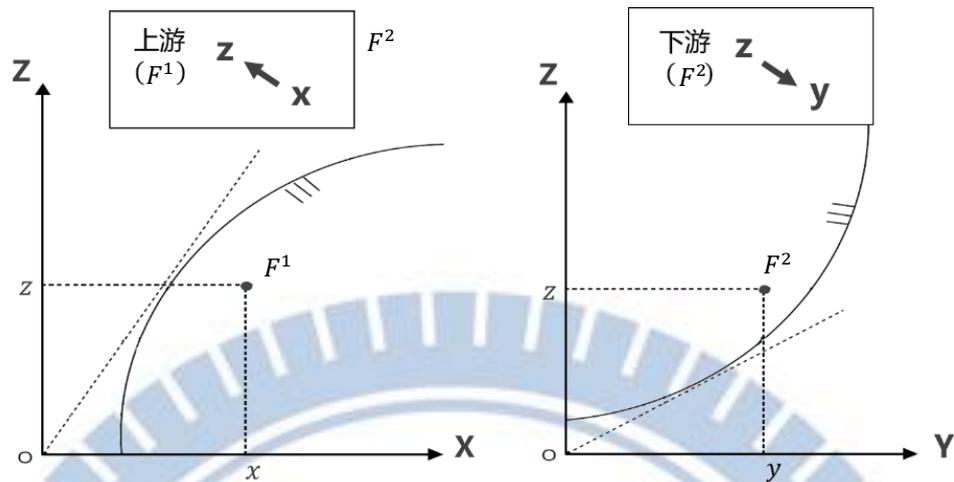


圖 5-2 供應鏈垂直合併 Bogetoft and Katona (2008)分析示意圖-合併前  
資料來源： Bogetoft and Katona (2008) 、本研究整理

兩者在合併後，因有分享管理經驗、互相學習等學習效果，而有可能移至效率前緣上。而在移至前緣後，如圖 5-3 所示，上游若維持原產出水準，所需之投入項 X 可從原本的  $x$  單位降至 " $E_1^*x$ " 單位；下游同理，若維持原產出水準，所需之投入項 Z 可從原本的  $x$  單位降至 " $E_2^*z$ " 單位，而 Bogetoft and Katona (2008) 又稱這樣的進步為垂直合併的技術效率效果(Technical Efficiency Effect)。

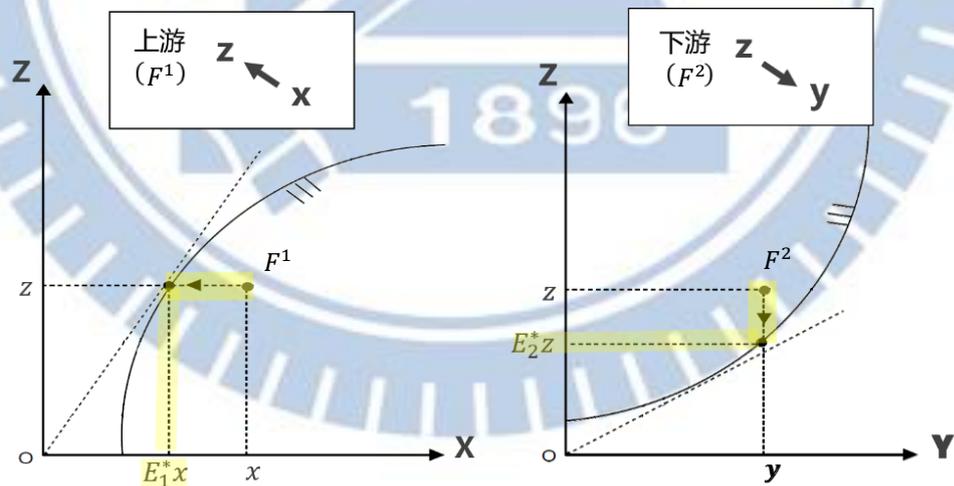


圖 5-3 供應鏈垂直合併 Bogetoft and Katona (2008)分析示意圖-學習效果  
資料來源： Bogetoft and Katona (2008) 、本研究整理

此外，若是合併後下游廠商選擇維持原產出項 Y 之產出水準  $y$  不變，而非擴張產出，則如前所分析，所需之投入項 Z 之數量僅為  $E_2^*z$ ；因此，其所合併的上游廠商將不再需要生產產出項 Z 至原本的  $z$  單位，只需生產至下游所需的  $E_2^*z$  單位即可；因此上游廠

商的投入數量可如圖 5-4 所示，再從 $E_1^*x$ 降低至" $E^{**}x$ "，Bogetoft and Katona (2008)稱之為垂直合併的規模效果。

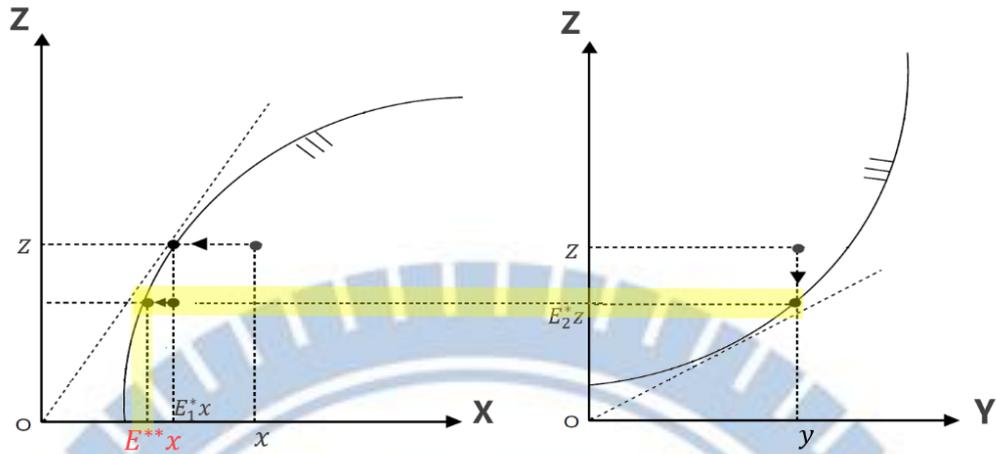


圖 5-4 供應鏈垂直合併 Bogetoft and Katona (2008)分析示意圖-規模效果

資料來源： Bogetoft and Katona (2008) 、本研究整理

最後，若是供應鏈中有多項中間產物時，則還有機會有和諧效果的產生，以下以一個單一最初投入，兩中間產物項，單一最終投入項的例子解釋此效果；假設在已完成上述兩效果的調整之後，前述各項目數量分別為「 $E^{**}x$ 」，「 $E_2^*(z_1, z_2)$ 」，「 $y$ 」。如圖 5-5 所示，於此處設 $L^2(y)$ 為下游產量為 $y$ 時的效率等產量線， $P^1(E^{**}x)$ 與 $P^1(E^{***}x)$ 分別為上游投入量為 $E^{**}x$ 與 $E^{***}x$ 的效率生產可能曲線( $E^{***}x < E^{**}x$ )；點 $Z'$ 為 $(z_1, z_2)$ 。

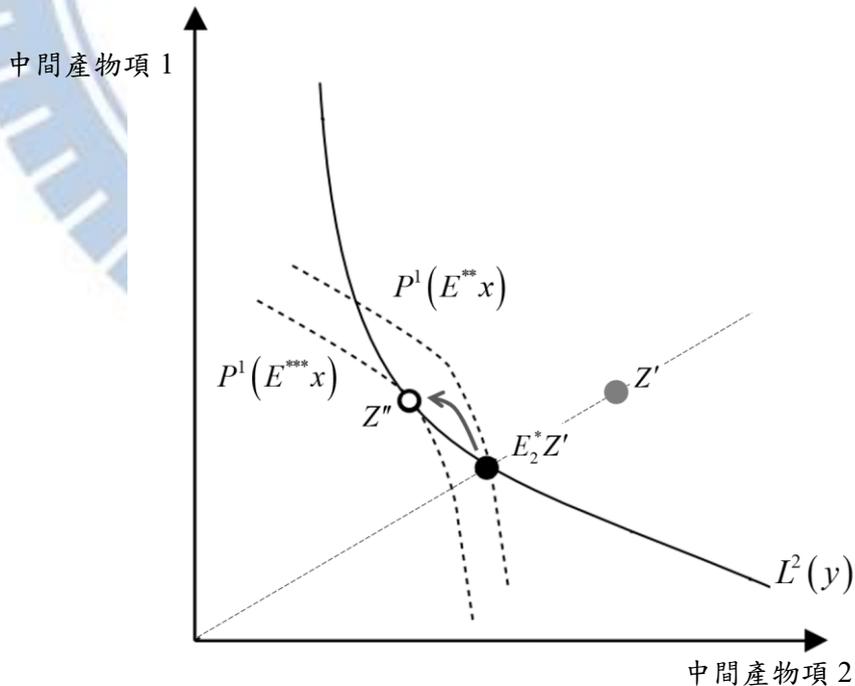


圖 5-5 供應鏈垂直合併 Bogetoft and Katona (2008)分析示意圖-和諧效果

資料來源： Bogetoft and Katona (2008) 、本研究整理

由圖 5-5 中可看出，在經過學習效果與規模效果後點 $E_2^*Z'$ 為現況，而如果下游廠商透過於調整中間產物的投入配置組合，於等產量線移動至 $Z''$ 點，則上游的投入有機會再進一步下降至 $E^{***x}$ ，如此的下陷則被視為因合併後資源重配置而得的和諧效果。

Bogetoft and Katona (2008)對於垂直合併的潛在效益的評估，即是以上述之分析概念，藉由資料包絡分析法建構各生產前緣，估算合併後決策單位們若是進步至生產前緣上，所可獲得的利益，視之為垂直合併的潛在效益。

而本研究因兩個主要原因而未採用上述方法，其一乃是因為上述方法在計算效益時，假設了雙方合併後，上游公司將只為下游公司服務，若有多餘產能則會將多餘產能關閉；而本研究則是希望建構一個假設在合併後產能不做改變，上游產能若是供給下游之需求後仍有餘裕，則可將超額生產的中間產物於市場上出售之模式。

其二，從探討企業合併目的與合併綜效的相關文獻與教科書中得知，垂直整合的效果會因所在之產業不同而有所差異；通常會與兩者間「技術上的關聯程度」不同而有所不同；此類效果來自於彼此間的「技術支援與設備提供」等。此外還有來自於合併後「交易成本的降低」、「穩定關鍵原料的供應來源」以及使供應鏈上的彼此有「更佳的協作決策」等因素皆為合併效益的可能來源(Gaughan, 2013; Motis, 2007; 謝劍平, 2010)。此外 Gaughan (2010)表示，垂直合併交易也許某些時候可以帶來相當有價值的利益，但有時卻會產生難以預期的反效果。由以上文獻所提及的觀點，可以推論垂直合併的效益來源比起水平整合更為模糊與不確定。因此本研究希望改借助資料包絡分析法不去探究生產過程，只看最初投入與最終產出之狀況來做分析的特性，採用類似 Cooper, Seiford, and Tone (2007)中以資料包絡分析法「判定一個產業中是否有範疇經濟(economies of scope)存在」的概念；透過參考產業中「已經垂直整合」之決策單位的投產狀況，來推估未垂直整合之決策單位於執行垂直整合後可能帶來的潛在效益。而也因此唯有從該產業現存以整合決策單位來看，垂直整合確實有利可圖時，模式才會建議執行合併。

最後，現實世界中供應鏈上彼此間的關係往往相當複雜，上下游公司間也不太容易是純粹的明確對接關係；且由以上論述可知垂直合併較水平合併於分析上來得更有困難度；本模式為求能夠分析與建構數學模式，因而將背景環境做了一些假設使其簡化，此部分將於下一節中說明之。

## 5.2 模式環境與背景設定

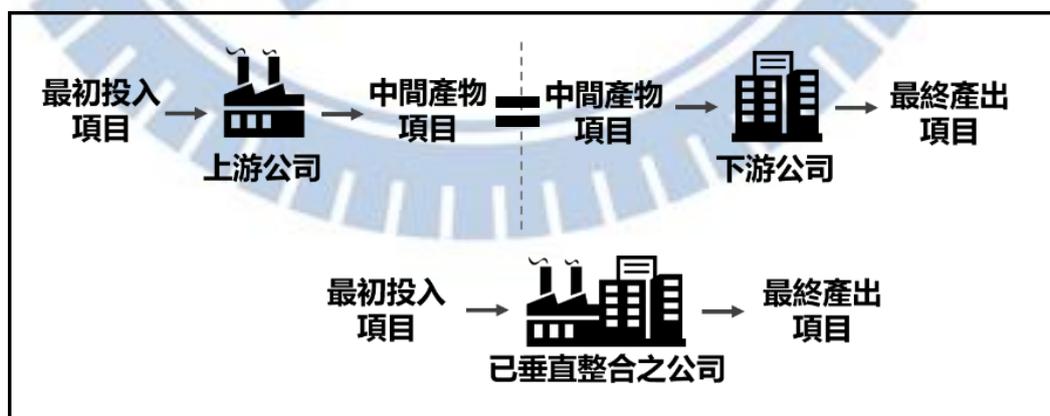
本節 5.2.1 小節將先說明為建立本模式所設立的相關環境與假設，5.2.2 小節則將說明本模式對於垂直合併效益衡量的想法與做法。

### 5.2.1 環境假設

本研究如同水平整合模式，因立足於資料包絡分析法進與納許議價賽局，因此模式基本上亦承襲了兩者之相關限制與假設，而為求能建立垂直整合合併效益分析方法與最佳合併對象選擇模式，訂定了以下背景設定與假設，作為本研究建模的基礎：

#### 1. 供應鏈樣貌的假設

現實世界中供應鏈上下游間關係可能錯綜複雜，且從原物料端至最終產品端亦可能歷經多階段且不同生產單位的生產；然而，為求能建立數學模式以利分析，本研究將本模式中的供應鏈簡化為單純的上游對下游的關係，而生產過程亦如前節介紹 Bogetoft and Katona (2008) 垂直合併分析之核心概念時，假設上游所生產之產品即為下游所投入之投入項的狀況；因此對未垂直整合的 DMU 而言，上游 DMU 使用「最初投入項」生產「中間產物項」，下游 DMU 則是使用「中間產物項」生產「最終產出項」；而產業中已垂直整合的 DMU，對於分析者而言，我們假定只能觀察到其「最初投入項」與「最終產出項」之資料，因此視已垂直整合的 DMU 為直接使用最初投入項生產最終產出項(見圖



5-6)。

圖 5-6 供應鏈樣貌假設示意圖

資料來源：本研究整理

## 2. 合併前後產能不變的假設

本研究假設了在上下游進行垂直合併後，將依然維持合併前的生產狀況，產能不因之而調整；而現實世界中，公司進行擴廠等產能提升決策，往往從決策擬定至執行完畢將耗費許多時間，因此往往產能的改變不會在短期內發生，故本模式做出此一假設並不至於與現實情況有所背離。

## 3. 垂直模式中的規模報酬假設

垂直整合的分析為透過參考已然垂直整併之決策單位群的生產狀況，來推估未合併之決策單位是否有合併效益，也因此，在參考時，將規模大小的因素納入考量會較為精確，故在建構已然垂直整併之決策單位群的 PPS 與生產前緣時將採用變動規模報酬(VRS)的假設。

此外，模式中為推估上游產商生產超額中間產物所需之最初投入量時，將需建構上游決策單位群的 PPS 與生產前緣，基於這部分的推估所針對的決策單位其規模並沒有實質上改變，因此本研究認為此部分的建構採用固定規模報酬假設(CRS)即可。

## 4. 合併後效率值的假設

本研究認為，垂直整合因為是兩個使用不同生產技術的決策單位的結合，合併後的學習效果應不若水平整合時來的強烈，因此假設合併後的新決策單位將迅速移動至生產前緣上可能會過於樂觀。基於上述原因，本研究將模式中加入了「合併後預估效率值」的參數；可以透過徵詢專家，或是以欲合併的兩決策單位合併前的效率值取平均等方法，預設此一參數，並以此在模式中對合併效益做出調整。

## 5. 公司價值計算之假設

如同水平整合模式之假設，垂直模式亦以同樣方法計算公司之價值。

## 6. 各投入項、中間產物項與產出項的單位價格已知且為單一市場價格

如同水平整合模式，為求能以數學模式做分析做出此一假設，而除了單一是市場價格外，本研究亦假設了若上下游垂直整合後，於生產時若有生產超額的中間產物，或是所需之中間產物不足，皆可以中間產物的市場價格在現貨市場中出售或購入。

以上即為本研究垂直整合模式建模所採用的假設，模式之目標為替出價公司計算與目標公司合併後的預估淨購併價值，而為求模型建構與分析概念解釋上的方便，本研究在將建模背景設定為「出價公司」為「下游」之公司，目標為併購於上游供應商的「向前整合」(forward integration)環境。下一小節將說明本模式衡量垂直整合效益的想法與假設，而後於下一節中呈現本模式的數學模型。

## 5.2.2 垂直整合效益的衡量

本模式透過參考已垂直整合之決策單位的生產狀況，來估算執行垂直合併後所能帶來的效益；以下以一個一最初投入項、一中間產物項、一最終產出項，合併前決策單位皆有效率，合併後決策單位亦預估為有效率的小例子來說明衡量方法。假設在「上游」的「目標公司」使用生產技術 $T^{Upstream}$ 以最初投入項 $x_T = 1.2$ ，生產中間產物項 $z_T = 2$ ；「下游」的「出價公司」則是使用 $T^{Downstream}$ 以中間產物 $z_B = 2$ ，生產最終產品 $y_B = 2$ 。此外，產業中已存在一些已垂直整合之決策單位，令其為集合 $J$ ，使用生產技術 $T^{Vertical}$ ，各以最初投入項 $x_{j,j \in J}$ 生產最終產出項 $y_{j,j \in J}$ 。如圖 5-7 所示：

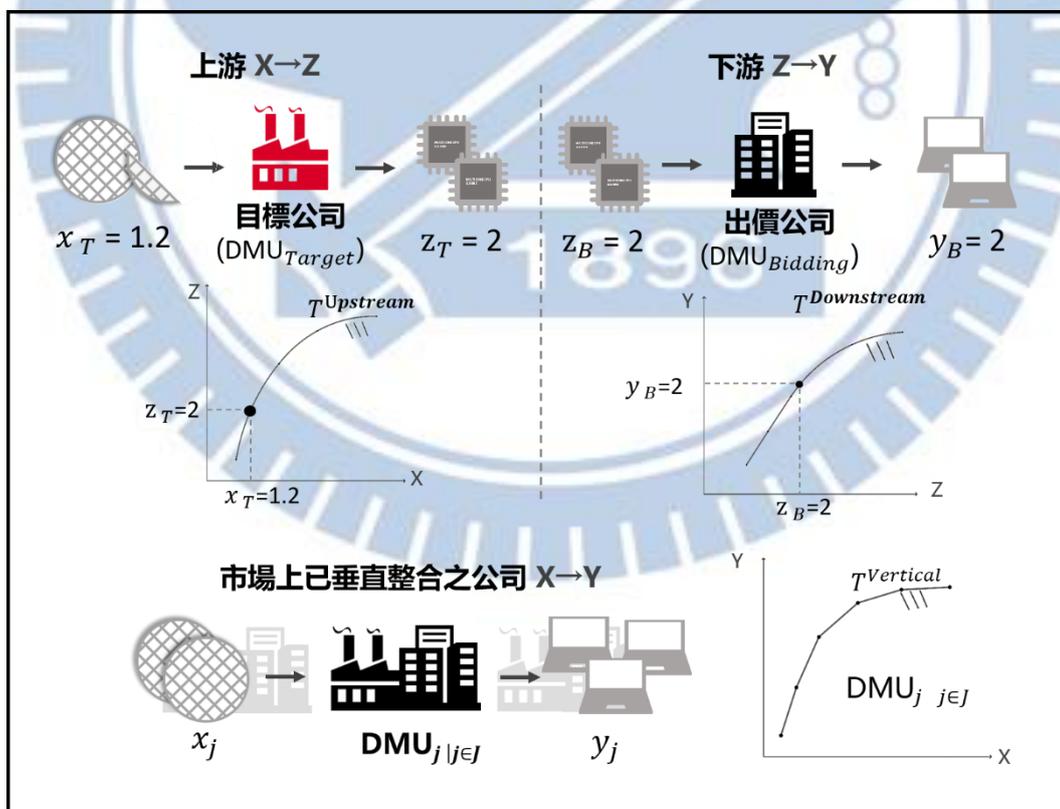


圖 5-7 垂直整合示例—合併前

資料來源：本研究整理

在合併前，由出價公司與目標公司所共組之供應鏈，可視為以 1.2 單位的最初投入生產 2 單位的最終產出。而倘若藉由  $T^{Vertical}$  估算，已垂直整合之生產單位只需 1 單位的最初投入，便可生產 2 單位的最終產出；則預估合併後的新決策單位所使用的最初投入項數量  $\tilde{x}^1 = 1$ ；而此時與未合併時的使用量之差距，即為 0.2 單位的最初投入；而此差距便可視為因交易成本降低、技術協作等等垂直合併效益而得，如圖 5-8 所示：

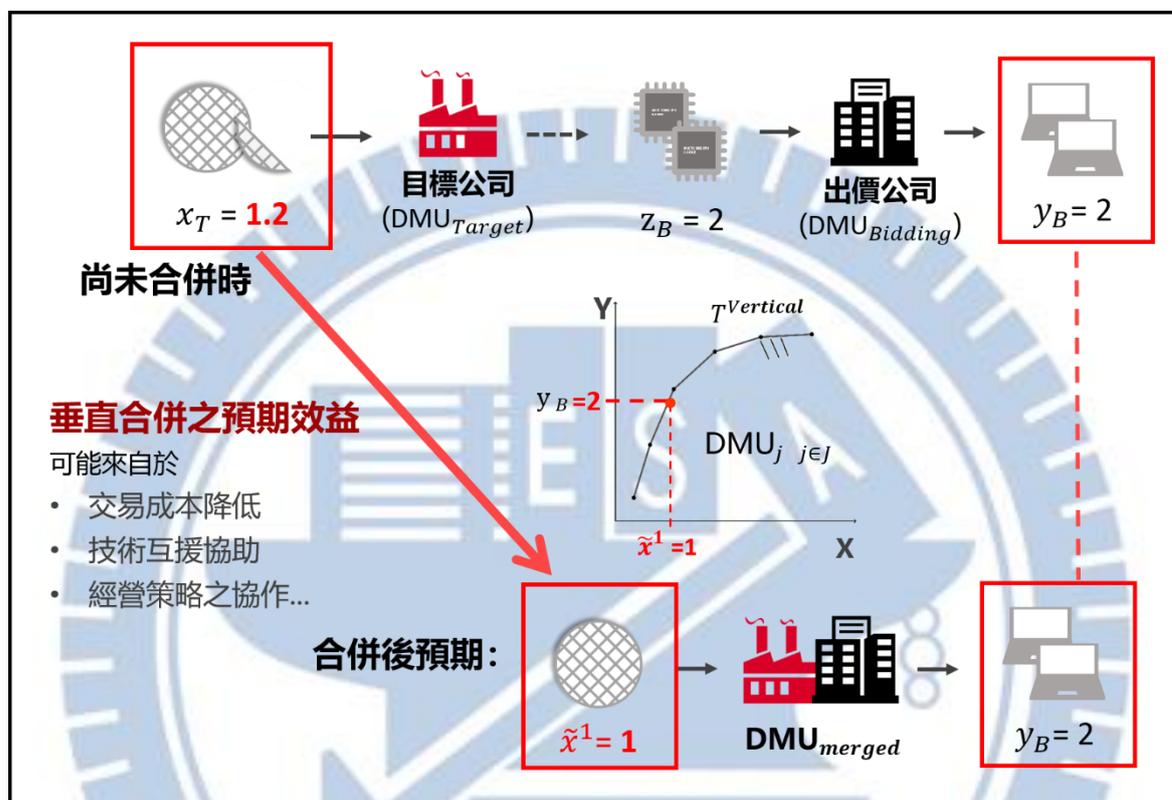


圖 5-8 垂直整合示例—合併後之預期效益

資料來源：本研究整理

以上為目標公司中間產物的供給與出價公司的需求相等之情況，沒有超額中間產物或中間產物不足的狀況，而倘若目標公司中間產物的產量與出價公司的需求量不一致時，則以以下方法分析之：

1. 供過於求狀況 ( $z_T > z_B$ )

假設上游目標公司使用生產技術  $T^{Upstream}$  以最初投入項  $x_T = 2$ ，生產中間產物項  $z_T = 5$ ；其餘情況同前例。則在此時，將會有  $z_B - z_T = 3$  的超額中間產物的生產。而此部分的產出，本研究假設其將不俱有垂直效益的發生，因此模式在預估新決策單位使用的投入量，此部分將以上游公司原本的生產技術  $T^{Upstream}$  估算投入量，令其為  $\tilde{x}^2$ ，而合併後新公司的最初投入項使用量即為用以生產最終產

物項的 $\tilde{x}^1$ 加上用以生產超額中間產物的 $\tilde{x}^2$ ；此部分情況如圖 5-9 所示。而之所以此部分生產本研究不認為具有垂直效益的純在，乃因此部分產物並未進入整合後的下游生產流程，因此假設此部分將不具有如交易成本降低等效益的發生。

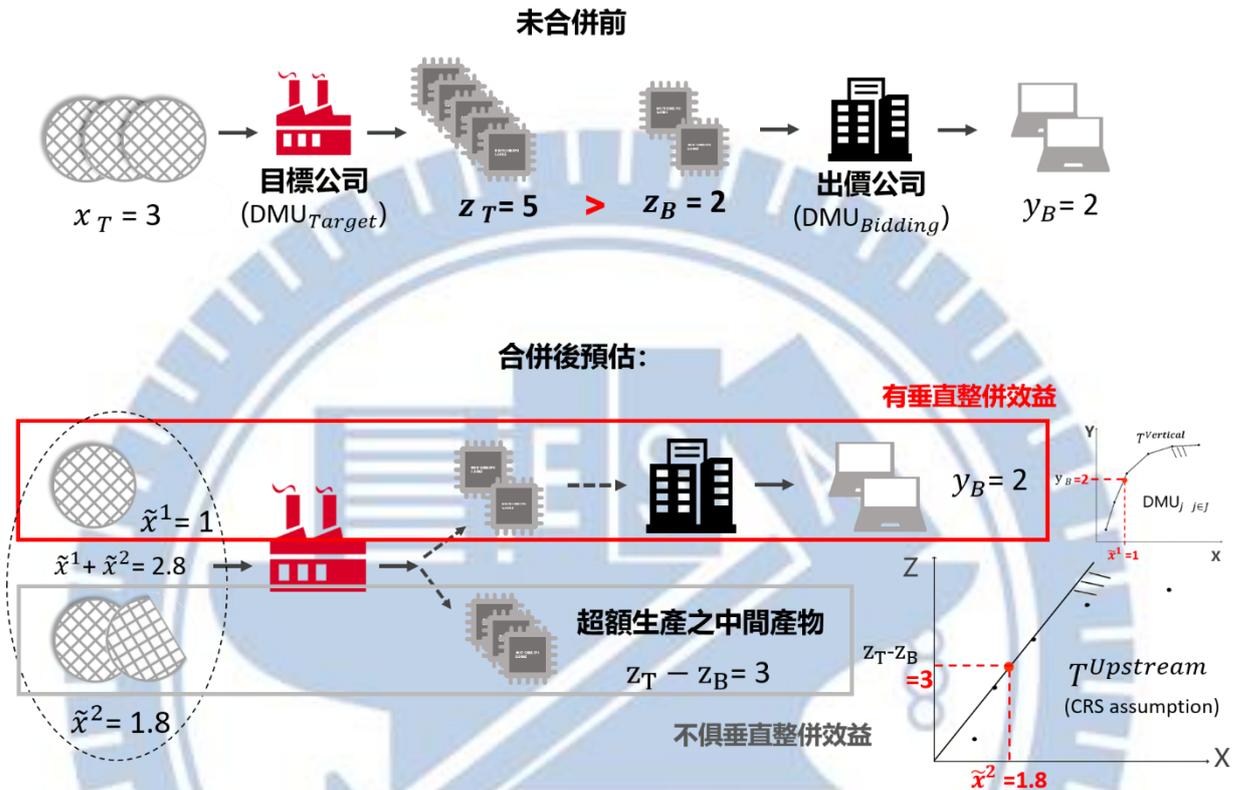


圖 5-9 垂直整合示例—供過於求之情況

資料來源：本研究整理

## 2. 供不應求狀況( $z_T < z_B$ )

而當目標公司產能小於出價公司之需求時，出價公司則須於市場上購入不足的中間產物，同時也代表著合併後新公司的最終產物並非全部由目標公司所投入的最初投入項目製造而得；而此時若是用出價公司原最終產物生產量以 $T^{Vertical}$ 去推估合併後新公司的最初投入項使用量，將不精確。因此，此部分則須將推估出來的數量做調整，本研究提出的調整方法為，視目標公司的中間產物供給量占出價公司需求量的比例，予以調整。在單一投入、中間產物、產出項的示例中，如圖 5-10 所示，假設目標公司(上游)仍為最初投入項 $x_T = 2$ ，生產中間產物項 $z_T = 5$ ；不過出價公司(下游)則是使用中間產物 $z_B = 20$ ，生產最終產品 $y_B = 20$ 。

則在此時 $z_B - z_T = -15$ ，合併後新公司仍須於市場上購入 15 單位的中間產物以補足生產所需；意即於生產過程所使用的中間產物只有 $z_T/z_B = 15/20$ 為目標公司所供應；因此 $T^{Vertical}$ 所估算出來的最初投入項使用量也需乘上 $15/20$ 方為精確。

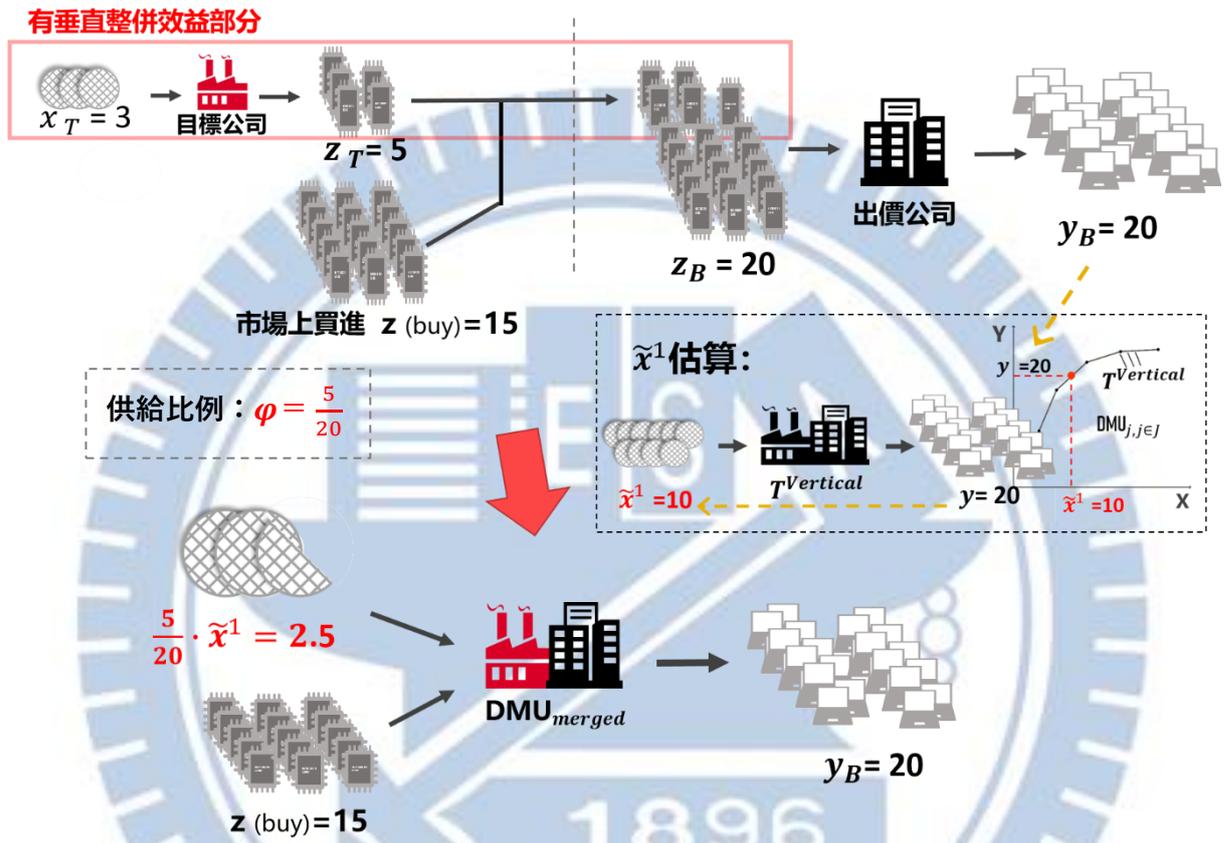


圖 5-10 垂直整合示例—供不應求之情況

資料來源：本研究整理

在考慮進「供過於求」與「供不應求」的狀況後，則此單一最初投入、中間產物、最終產出項的例子，若令一參數 $\varphi = \min(z_T/z_B, 1)$ ，為目標公司中間產物供給量占出價公司需求量的比例，且最初投入、中間產物、最終產出項的市場價格分別為 $c, w, p$ ，則合併後新公司的利潤可以以下(5-1)式表示之：

$$\text{Profit} = p \cdot y_B + w \cdot (z_T - z_B) - c \cdot (\varphi \cdot \tilde{x}^1 + \tilde{x}^2) \quad (5-1)$$

而合併後公司價值即是以此利潤為基礎做計算。此外，當將模式推廣至有多個中間投入項目時，本研究則是採用平均數的概念計算參數 $\varphi$ ，詳細將於下節中說明。

以上示例為假設為合併後新公司會為有效率的決策單位；然而，本研究認為，在垂直整合時，因雙方示截然不同的生產過程，兩個原本無效率的決策單位透過互相學習而於合併後移動至生產前緣的機會應該不大；所以在估算時 $\tilde{x}^1$ 應做出相對應的調整。此外，在估計 $\tilde{x}^2$ 時，本模式是用上游決策單位群所構建的生產前緣來估算，所以當目標公司原本並非前緣上的單位時，也需做出調整。舉例來說，假設目標公司原資料包絡分析法 CCR 模式績效值 $\bar{\theta}_T=70\%$ ，則預估 $\tilde{x}^2$ 時則須從效率前緣調整至 70%之前緣，如下圖 5-11 所示。

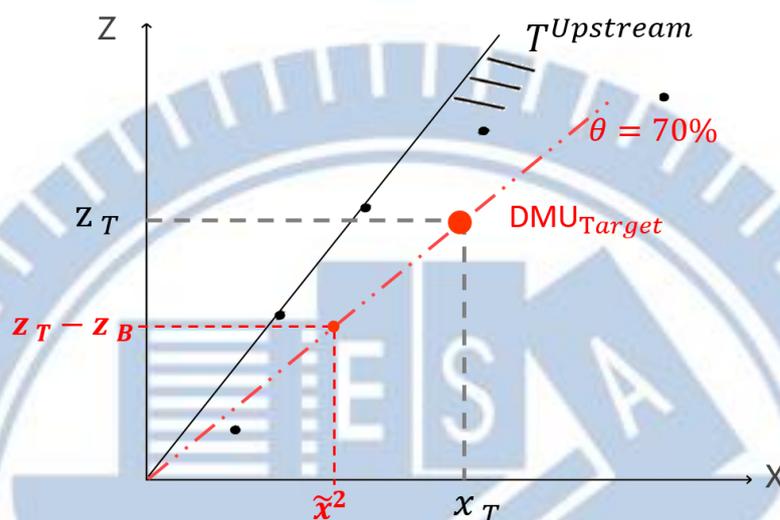


圖 5-11 垂直整合示例—效率調整  
資料來源：本研究整理

而前述 $\tilde{x}^1$ 的預估亦是以相同的概念作調整，差別在於由於合併後的效率狀況須先藉由徵詢專家意見，或是透過將合併前兩決策單位的效率值做平均來預估，而後再調整之。

以上即為本模式建構的各種假設與背景設定，下節中將將以上想法化為數學模式呈現之。

### 5.3 數學模式

本節於 5.3.1 先介紹數學模型使用之符號與參變數定義，5.3.2 則為數學模型以及相關說明。

### 5.3.1 模型使用之符號與參變數定義

#### 集合、名詞定義與說明

- $J$  : 所有可觀察到之已上下游整合的決策單位，若有  $n$  個，則  $J = \{1, 2, \dots, n\}$ ；  
而以下說明中則以  $DMU_j$  代表編號為  $j$  的決策單位、 $DMU_B$  代表出價公司、 $DMU_T$  代表目標公司；
- $U$  : 所有可觀察到之上游決策單位，亦為目標公司之所在，若有  $u$  個，則  
 $U = \{1, 2, \dots, u\}$ ；  $\{DMU_T\} \in \{DMU_{j, \forall j \in U}\}$ ；
- $D$  : 下游決策單位之集合，為出價公司所在之產業，因模式分析只須建立上游  
DMU 群之生產前緣資訊，故觀測下游之同儕資料並非必要，因此此集合內  
僅含  $DMU_B$  本身，即  $D = \{B\}$ ；
- $I$  : 上游 ( $DMU_{j, \forall j \in U}$ ) 與已上下游整合之 DMU ( $DMU_{j, j \in J}$ ) 所使用之「最初投入項  
目」，若有  $m$  個，則  $I = \{1, 2, \dots, m\}$ ；
- $K$  : 上游 ( $DMU_{j, j \in U}$ ) 所生產與下游 ( $DMU_{j, j \in D}$ ) 所使用之「中間產物項目」，若有  
 $h$  個，則  $K = \{1, 2, \dots, h\}$ ；
- $R$  : 下游 ( $DMU_{j, j \in D}$ ) 與已上下游整合之 DMU ( $DMU_{j, j \in J}$ ) 所使用之「最終產出項  
目」，若有  $s$  個，則  $R = \{1, 2, \dots, s\}$ ；

#### 參數定義與說明

- $x_{ij}$  :  $DMU_{j, j \in U \cup J}$  所使用第  $i$  項「最初投入項」之數量， $i \in I, j \in U \cup J$ ；
- $z_{kj}$  :  $DMU_{j, j \in U \cup D}$  所使用第  $k$  項「中間產物」之數量， $k \in K, j \in U \cup D$ ；
- $y_{rj}$  :  $DMU_{j, j \in D \cup J}$  所生產第  $r$  項「最終產出項」之數量， $r \in R, j \in D \cup J$ ；
- $z_{kB}$  :  $DMU_B$  所使用第  $k$  項「中間產物項目」之數量， $k \in K$ ；
- $y_{rB}$  :  $DMU_B$  生產第  $r$  項「最終產出項」之數量， $r \in R$ ；
- $x_{iT}$  :  $DMU_T$  所使用第  $i$  項「最初投入項」之數量， $i \in I$ ；
- $z_{kT}$  :  $DMU_T$  所生產第  $k$  項「中間產物項目」之數量， $k \in K$ ；
- $\varphi$  :  $DMU_T$  所生產的「中間產物」占  $DMU_B$  所使用的「中間產物」之平均比例；

- 說明：若此供應鏈中只有一項「中間產物項目」時( $K = \{1\}$ )，則

$$\begin{cases} z_{1T} \geq z_{1B}, \varphi = 1 \text{ (上游 DMU}_T \text{ 之供給量可滿足下游 DMU}_B \text{ 之需求)}, \\ z_{1T} < z_{1B}, \varphi = \frac{z_{1T}}{z_{1B}} \text{ (上游 DMU}_T \text{ 之供給量不足下游 DMU}_B \text{ 之需求)}. \end{cases}$$

，而在有  $h$  項「中間產物」時，則以平均數的概念計算之，意即

$$\varphi = \frac{\sum_{k=1}^h \min(z_{kT}/z_{kB}, 1)}{h} \quad (5-2)$$

- $c_i$  : 第  $i$  項「最初投入項」之單位價格， $i \in I$ ；
- $w_k$  : 第  $k$  項「中間產物項目」之單位價格， $k \in K$ ；
- $p_r$  : 第  $r$  項「最終產出項」之單位價格， $r \in R$ ；
- $t$  : 計算公司價值時欲考量未來多少期的期數；
- $q$  : 折現係數，若各期成長率皆為  $g$ ，折現率為  $d$ ，則  $q = (1+g)/(1+d)$ ；
- $v_B$  : 於下游之 DMU<sub>B</sub> 原價值， $v_B = \left[ \left( \sum_{r \in R} p_r y_{rB} - \sum_{k \in K} w_k z_{kB} \right) \cdot q \right] \cdot \left( \frac{1-q^t}{1-q} \right)$ ；
- $v_T$  : 於上游之 DMU<sub>T</sub> 原價值， $v_T = \left[ \left( \sum_{k \in K} w_k z_{kT} - \sum_{i \in I} c_i x_{iT} \right) \cdot q \right] \cdot \left( \frac{1-q^t}{1-q} \right)$ ；
- $E$  : 因併購流程所產生的各項費用和；
- $\alpha$  : DMU<sub>B</sub> 對 DMU<sub>T</sub> 的議價力， $0 \leq \alpha \leq 1$ ；
- $\beta$  : DMU<sub>T</sub> 對 DMU<sub>B</sub> 的議價力， $0 \leq \beta \leq 1, \beta = 1 - \alpha$ 。
- $\bar{\theta}_T$  : DMU<sub>T</sub> 原本之效率值。
- $\bar{\theta}_M$  : 合併後新公司預估可達到之效率值。

#### 變數定義與說明

- $\tilde{v}$  : 合併後新公司的估計潛在價值， $\tilde{v} \in \mathbb{R}$ ；
- $\tau$  : DMU<sub>B</sub> 付與 DMU<sub>T</sub> 的併購價金；
- $\tilde{x}_i^1$  : 合併後新公司用以生產「最終產出」所使用之第  $i$  項「最初投入項」之預估使用量數量， $i \in I$ ；

- $\tilde{x}_i^2$  : 合併後新公司用以生產「超額中間產物」所使用之第*i*項「最初投入項」之預估使用量數量， $i \in I$ ；
- $\lambda_j$  : 模型中用以建構已上下游整合DMU群 $\{DMU_{j, \forall j \in J}\}$ 之PPS的權重變數， $j \in J$ ；
- $\eta_j$  : 模型中用以建構上游DMU群 $\{DMU_{j, \forall j \in U}\}$ 之PPS的權重變數， $j \in U$ ；

### 5.3.2 數學模型

本小節將使用前小節所定義之參變數集合建構本研究之垂直整合數學模型，以下將先完整呈現數學模型，而後逐式說明之。

#### 1. 數學模型

$$\text{Max}_{\tilde{v}, \tau, \tilde{x}_i^1, \tilde{x}_i^2, \lambda_j, \eta_j} (\tilde{v} - \tau - E - v_B)^\alpha \cdot (\tau - v_T)^\beta \quad (5-3)$$

s.t.

$$\tilde{v} = \left[ \left( \sum_{r \in R} p_r y_{rB} + \sum_{k \in K} w_k (z_{kT} - z_{kB}) - \sum_{i \in I} c_i (\phi \tilde{x}_i^1 + \tilde{x}_i^2) \right) \cdot q \right] \cdot \left( \frac{1}{1-q} \right) \quad (5-4)$$

$$\sum_{j \in J} \lambda_j x_{ij} \leq \tilde{x}_i^1 \cdot \bar{\theta}_M, \quad \forall i \in I \quad (5-5)$$

$$\sum_{j \in J} \lambda_j y_{rj} \geq y_{rB}, \quad \forall r \in R \quad (5-6)$$

$$\sum_{j \in J} \lambda_j = 1 \quad (5-7)$$

$$\sum_{j \in J} \eta_j x_{ij} \leq \tilde{x}_i^2 \cdot \bar{\theta}_T, \quad \forall i \in I \quad (5-8)$$

$$\sum_{j \in J} \eta_j z_{kj} \geq (z_{kT} - z_{kB}), \quad \forall k \in K \quad (5-9)$$

$$\tilde{v} - \tau - E - v_B \geq 0 \quad (5-10)$$

$$\tau - v_T \geq 0 \quad (5-11)$$

$$\tilde{v}, \tau, \tilde{x}_i^1, \tilde{x}_i^2, \lambda_j, \eta_j \geq 0 \quad \forall i \in I, \forall j \in J \quad (5-12)$$

## 2. 逐式說明

目標式(5-3)與水平整合模式中的目標式(4-3)相同，乃參照兩人廣義納許議價模式之目標式所建構。

限制式(5-4)用以計算合併後新公司的潛在價值，其中利潤計算部分即是以5.3.1節內所說明的概念將其推廣至多個中間產物項時的情況。此時因各個不同的中間產物項供須情況可能有所不同，因此比例參數 $\phi$ 如參數說明中所述以平均的概念做計算。

限制式(5-5)至(5-7)為建構產業中已然垂直整合完畢之DMU群的生產可能集合(令其為 $PPS^1$ )，用以估計之俱垂直整合效益的投入數量，亦即確保 $(\tilde{x}_{i,i \in I}^1, y_{rB,r \in R}) \in PPS^1$ 。此外，(5-5)式中 $\bar{\theta}_M$ 為合併後預估效率值，使 $\tilde{x}_{i,i \in I}^1$ 的預估依其做出調整；(5-7)式則為依前節所述之規模報酬假設使用VRS前緣的凸性限制式；此假設亦可隨所處之產業的特性作做出改變。

限制式(5-8)至(5-9)為建構上游DMU群的生產可能集合(令其為 $PPS^2$ )與確保 $(\tilde{x}_{i,i \in I}^2, (z_{kT} - z_{kB})_{k \in K}) \in PPS^2$ ；目的在於有超額中間產物項時，用以估計生產超額中間產物項所需之 $\tilde{x}_{i,i \in I}^2$ ，為不俱垂直整合效益的投入項目數量。

最後(5-10)、(5-11)式與水平整合模式相同，限定了雙方所分配到的收穫不得劣於雙方不合併時各自的價值，透過此兩式確保了有執行合併的價值。

(5-12)式為各變數的非負限制式。

透過上述模型目標式與限制式的配合，求解新公司的潛在價值與「為納許議價解」的併購價金金額；如同水平整合模式，由以上資訊為出價公司計算與目標公司的淨購併價值。透過對各候選目標公司分別執行此一模型，解出與各候選目標公司的淨購併價值，並加以排序，藉此協助出價公司選擇合併目標。

以上模式建構乃以目標公司為上游決策單位，出價公司為下游決策單位做建構的向前整合(forward integration)；倘若欲做向後整合(backward integration)的分析，則為以目標公司的最終產出量作為合併後新公司的產出量做同樣的分析，再再數學模型中即是將限制式(5-4)至(5-9)中代表出價公司與目標公司的下標B與T做對換，並且於計算原公司價值參數 $v_B$ 與 $v_T$ 時做出相對應的調整即可。

以上即為本研究所提出的水平整合最佳合併對象選擇模式，接下來於第六章中對模式做出數值測試。

## 六、求解方法

本研究所提出的兩個數學規劃模型，因其目標式皆為非線性的緣故，為一非線性的問題，不易求解。以下將透過將目標式對數化，並以近似的函數替換對數函數的方式，將模式轉為線性問題，而後再撰寫程式操作 GUROBI 套裝軟體求解；以下為將問題轉為線性的過程說明。

本研究中，兩模式之目標式((4-3)式、(5-3)式)皆為下列的形式，為一非線性函數：

$$\text{Max } (\tilde{v} - \tau - E - v_B)^\alpha \cdot (\tau - v_T)^\beta \quad (6-1)$$

而將目標是取對數後，並不會對變數的解有所影響，因此可將目標是改寫為以下(6-2)式，並進一步化為(6-3)式：

$$\text{Max } \ln (\tilde{v} - \tau - E - v_B)^\alpha (\tau - v_T)^\beta \quad (6-2)$$

$$\text{Max } \alpha \cdot \ln (\tilde{v} - \tau - E - v_B) + \beta \cdot \ln (\tau - v_T) \quad (6-3)$$

於此處，為求模式的簡潔與方便解釋，令連續變數  $\omega_1 = (\tilde{v} - \tau - E - v_B)$ ， $\omega_2 = (\tau - v_T)$ ，則可將(6-3)式改寫為(6-4)式：

$$\text{Max } \alpha \cdot \ln \omega_1 + \beta \cdot \ln \omega_2 \quad (6-4)$$

轉換為(6-4)式後，仍然為非線性的型態，但卻得以將對數函數以近似之線性函數做替換，也就是將目標函數中的  $\ln \omega_1$  以近似的函數  $(\omega_1 - 1)$  取代，同理  $(\omega_2 - 1)$  取代  $\ln \omega_2$ ，將(6-4)式化為線性(6-5)式：

$$\text{Max } \alpha \cdot (\omega_1 - 1) + \beta \cdot (\omega_2 - 1) \quad (6-5)$$

上述過程如圖 6-1 所示，圖 6-1 為以  $(\omega_1, \omega_2, \zeta)$  三軸組成的三維空間，令  $\alpha = 0.3, \beta = 0.7$  時，由繪圖軟體 GeoGebra 3D calculator 所繪製，其中之曲面即為  $\zeta = 0.3 \cdot \ln \omega_1 + 0.7 \cdot \ln \omega_2$ ；而將 (6-4) 化為 (6-5) 即是由斜平面  $[\zeta = 0.3 \cdot (\omega_1 - 1) + 0.7 \cdot (\omega_2 - 1)]$  取代曲面  $[\zeta = 0.3 \cdot \ln \omega_1 + 0.7 \cdot \ln \omega_2]$ ；

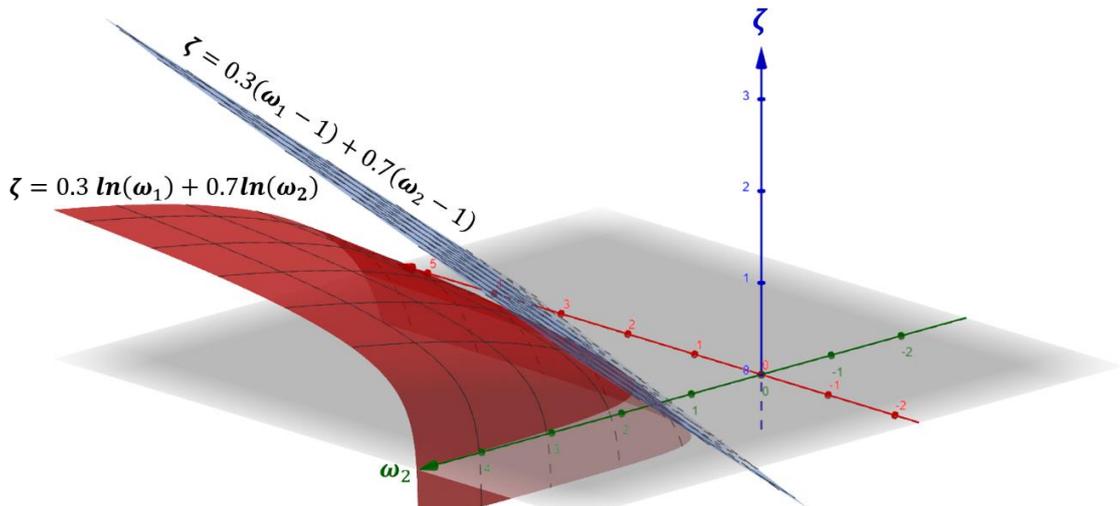


圖 6-1 化為線性之操作示意圖 1

然而，將目標式以近似的方式，將原本非線性的曲面以線性的平面做替換，將使模式所得之結果產生偏差。而因廣義納許議價模式之分配結果將滿足  $\frac{u_1 - b_1}{\alpha} = \frac{u_2 - b_2}{\beta}$  的條件(同 3.3 節中之符號： $u_i$  與  $b_i$  分別為參賽者  $i$  之利益分配變數與談判破裂點， $\alpha$  與  $\beta$  為雙方之議價力)(Dixit et al., 2009)，於此處即為  $\frac{\omega_1}{\alpha} = \frac{\omega_2}{\beta}$ ；因此，在以近似之斜平面做替換後，再將數學模式加入限制式(6-6)，以確保能達到原本廣義納許議價賽局的結果。

$$\beta\omega_1 = \alpha\omega_2 \quad (6-6)$$

而接續圖 6-1 的圖例，上述操作則可以圖 6-2 呈現之。

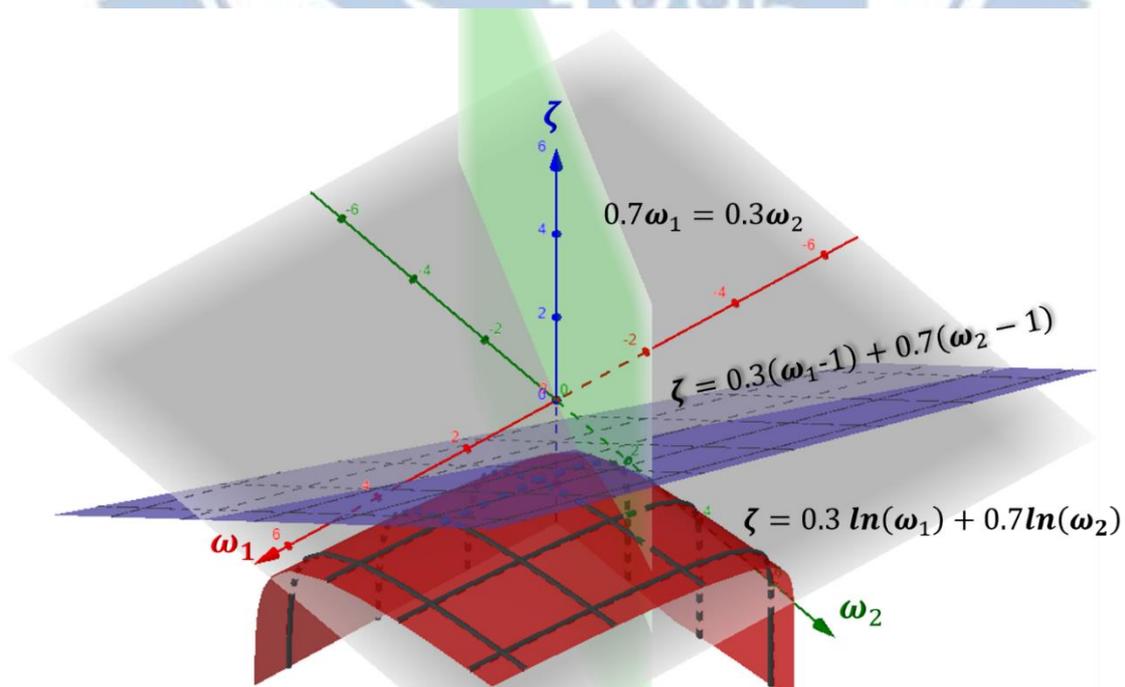


圖 6-2 化為線性之操作示意圖 2

透過以上之方法的處理，可將第四章中之水平整合模式與第五章中之垂直整合模式改寫如下：

### 水平整合模型－線性化

$$\text{Max}_{\tilde{v}, \tau, \tilde{x}_i, \tilde{y}_r, \lambda_j, \omega_1, \omega_2} \quad \alpha \cdot (\omega_1 - 1) + \beta \cdot (\omega_2 - 1) \quad (6-7)$$

s.t.

$$\omega_1 = \tilde{v} - \tau - E - v_B \quad (6-8)$$

$$\omega_2 = \tau - v_T \quad (6-9)$$

$$\beta \omega_1 = \alpha \omega_2 \quad (6-10)$$

$$\tilde{v} = \left[ \left( \sum_{r \in R} p_r \tilde{y}_r - \sum_{i \in I} c_i \tilde{x}_i \right) \cdot q \right] \cdot \left( \frac{1}{1-q} \right) \quad (6-11)$$

$$\sum_{j \in J} \lambda_j x_{ij} \leq \tilde{x}_i, \quad \forall i \in I \quad (6-12)$$

$$\sum_{j \in J} \lambda_j y_{rj} \geq \tilde{y}_r, \quad \forall r \in R \quad (6-13)$$

$$\sum_{j \in J} \lambda_j \geq 1 \quad (6-14)$$

$$\tilde{x}_i \leq x_{iB} + x_{iT}, \quad \forall i \in I_v \quad (6-15)$$

$$\tilde{x}_i = x_{iB} + x_{iT}, \quad \forall i \in I_f \quad (6-16)$$

$$\tilde{y}_r \geq y_{rB} + y_{rT}, \quad \forall r \in R \quad (6-17)$$

$$\tilde{v} - \tau - E - v_B \geq 0 \quad (6-18)$$

$$\tau - v_T \geq 0 \quad (6-19)$$

$$\tilde{v}, \tau, \tilde{x}_i, \tilde{y}_r, \lambda_j, \omega_1, \omega_2 \geq 0 \quad \forall i \in I, \forall r \in R, \forall j \in J \quad (6-20)$$

### 垂直整合模型－線性化

$$\text{Max}_{\tilde{v}, \tau, \tilde{x}_i^1, \tilde{x}_i^2, \lambda_j, \eta_j, \omega_1, \omega_2} \quad \alpha \cdot (\omega_1 - 1) + \beta \cdot (\omega_2 - 1) \quad (6-21)$$

s.t.

$$\omega_1 = \tilde{v} - \tau - E - v_B \quad (6-22)$$

$$\omega_2 = \tau - v_T \quad (6-23)$$

$$\beta\omega_1 = \alpha\omega_2 \quad (6-24)$$

$$\tilde{v} = \left[ \left( \sum_{r \in R} p_r y_{rB} + \sum_{k \in K} w_k (z_{kT} - z_{kB}) - \sum_{i \in I} c_i (\phi \tilde{x}_i^1 + \tilde{x}_i^2) \right) \cdot q \right] \cdot \left( \frac{1}{1-q} \right) \quad (6-25)$$

$$\sum_{j \in J} \lambda_j x_{ij} \leq \tilde{x}_i^1 \cdot \bar{\theta}_M, \quad \forall i \in I \quad (6-26)$$

$$\sum_{j \in J} \lambda_j y_{rj} \geq y_{rB}, \quad \forall r \in R \quad (6-27)$$

$$\sum_{j \in J} \lambda_j = 1 \quad (6-28)$$

$$\sum_{j \in J} \eta_j x_{ij} \leq \tilde{x}_i^2 \cdot \bar{\theta}_T, \quad \forall i \in I \quad (6-29)$$

$$\sum_{j \in J} \eta_j z_{kj} \geq (z_{kT} - z_{kB}), \quad \forall k \in K \quad (6-30)$$

$$\tilde{v} - \tau - E - v_B \geq 0 \quad (6-31)$$

$$\tau - v_T \geq 0 \quad (6-32)$$

$$\tilde{v}, \tau, \tilde{x}_i^1, \tilde{x}_i^2, \lambda_j, \eta_j, \omega_1, \omega_2 \geq 0 \quad \forall i \in I, \forall j \in J \quad (6-33)$$

將兩模式轉為如上所述之問題後，即成為了一般的線性規劃問題，便可使用線性規劃求解軟體直接求解之。下一章節即為以範例資料對模式做測試，而本論文之模式求解乃採用程式語言 C++ 於 Visual Studio 2017 編譯環境中使用求解套件 GUROBI 求解；此外，資料測試中的 CCR 與 BCC 績效值計算皆是使用學者 Scheel 所開發的資料包絡分析法績效評估套裝軟體 EMS (Scheel, 2000) 求解之。

## 七、範例測試

資料包絡分析法需要蒐集產業中各決策單位的實際資料方能分析，如此廣度的資料取得實非易事，因此資料包絡分析法在資料取得上向來是一個難解的課題。本研究之水平整合模式，除了使用過去其他文獻已使用的資料作測試以利比較之外，還透過台灣經濟新報資料庫(TEJ Database)取得了台灣證券業的實際資料做測試；而垂直整合模式部分，則是與 Bogetoft and Katona (2008)同樣面臨資料取得可能性的問題，因此改採以過往文獻中公開的類似資料為基礎，虛擬成可用之資料做測試。

此外，在各範例參數設定的部分，併購相關費用在實務上可能因併購的型態、規模等等因素而有所不同，然而併購費用的估算並非本研究之重點，因此於範例測試中統一將其設為併購價格的千分之一(0.1%)，亦即 $E = 0.001\tau$ ，來執行測試。以下 7.1 節為水平整合模式之範例測試，7.2 節垂直整合模式之範例測試。

### 7.1 水平整合模式測試

本研究使用了兩組資料為水平整合模式做測試，第一份資料為 Lo et al. (2001)所蒐集，為台灣電力公司 22 個電力配送區的投入產出資料，Lo et al. (2001)以此資料使用資料包絡分析法執行電力配送區整併案的研究。而後 Wu et al. (2011)與 Zhu et al. (2017)兩篇以資料包絡分析法建立合併對象選擇模式的著作亦是以此份資料為模式做實測；其中 Zhu et al. (2017)為測試所需，另外為此資料的各投入產出項虛設了相對應的市場價格。而本研究水平模式第一個範例即是取此份資料配上 Zhu et al. (2017)所虛擬的價格測試模式，並將雙方議價能力設為相同以利與 Zhu et al. (2017)的結果做比較。

第二個範例資料則是取自台灣經濟新報資料庫的實際資料，從台灣 16 間證券公司的財報資料獲取各公司的投入產出資料為模式進行實證測試，以下 7.1.1 小節與 7.1.2 小節分別為兩個範例的測試與分析。

#### 7.1.1 範例一：Zhu et al. (2017) 之資料

範例一之資料取自 Zhu et al. (2017)，共 22 個決策單位，決策單位各使用同質的五個投入項以生產二個產出項；投入產出資料與各項目之單位價格如表 7-1 所示。

表 7-1 水平整合模式範例一資料

DMU	投入項 1	投入項 2	投入項 3	投入項 4	投入項 5	產出項 1	產出項 2
1	30993	1084	9068	4777	1285960	300169	2268
2	55791	2433	22979	8524	4380319	584884	7987
3	48712	2219	20335	13295	3668196	680003	15666
4	31807	1340	14193	8203	1431969	316002	7889
5	75147	3147	25908	21569	5864270	1063917	10609
6	51372	1905	14937	17994	1959879	659072	6059
7	41273	1438	9618	16464	1576976	409362	2665
8	50915	2082	17168	16050	3313708	703789	8086
9	58153	2276	19323	13285	3603381	734310	10072
10	44331	1511	10124	17920	1583251	464729	2954
11	17376	527	3510	4758	308496	96949	592
12	22218	725	5984	6061	479660	139633	1498
13	26980	878	6616	5837	745277	206291	2662
14	17004	397	2652	1626	104181	36218	220
15	45894	1996	18901	6682	3686447	725917	5734
16	33197	1292	12458	5967	2409244	393068	3625
17	41985	1813	17074	7693	4554469	608018	7742
18	32925	1204	10383	11214	1207182	302673	2282
19	44150	1634	12733	10605	2120539	518447	10405
20	37609	1365	9401	17000	1429529	417632	2455
21	24680	784	5680	7423	658903	197725	2422
22	26577	1031	9495	10180	797733	240866	4316
單位價格	8	14	12	18	4	32	46

資料來源：Zhu et al. (2017)

而以下表 7-2 為各 DMU 的 CCR、BCC 績效值與所處規模報酬。

表 7-2 水平整合模式範例一—績效值

DMU	CCR	BCC	RTS
1	1.000	1.000	CRS
2	0.906	0.921	IRS
3	1.000	1.000	CRS
4	1.000	1.000	CRS
5	1.000	1.000	CRS
6	1.000	1.000	CRS
7	0.931	0.957	IRS
8	1.000	1.000	CRS
9	0.952	0.997	DRS
10	1.000	1.000	CRS
11	0.928	1.000	IRS
12	0.883	0.933	IRS
13	0.920	0.963	IRS
14	1.000	1.000	CRS
15	1.000	1.000	CRS
<b>16</b>	<b>0.850</b>	<b>0.955</b>	<b>IRS</b>
17	0.997	1.000	IRS
18	0.745	0.878	IRS
19	0.100	1.000	CRS
20	0.983	1.000	IRS
21	0.944	1.000	IRS
22	1.000	1.000	CRS

資料來源：Zhu et al. (2017)

Wu et al. (2011)與 Zhu et al. (2017) 中，皆因 DMU 16 不管是在 CCR 或 BCC 績效值皆為無效率，卻又不至於太差，而假定其欲透過合併來追求進步與成長，因此選定其為分析對象，意即以 DMU16 為出價公司，而其餘 DMU 皆為候選的目標公司執行分析。而本研究亦跟隨以上文獻選定 DMU16 為分析對象，並設雙方議價能力均等( $\alpha = \beta = 0.5$ )，以利將結果與未考量議價力的 Zhu et al. (2017)做比較。

而在參數設定的部分，如同前述設為併購價格的千分之一( $E = 0.001\tau$ )，並設合併後新公司皆將以每年 2% 的成長率成長，而折現率為每年 8%，則模式求解結果四捨五入至萬元如表 7-3 所示。

表 7-3 水平整合模式範例一一結果 (單位：千萬元)

DMU	DMU 原折現價值( $v_T$ )	雙方原價值加總 ( $v_B + v_T$ )	合併後預期價值 ( $\tilde{v}$ )	合併後價值增量 ( $\tilde{v} - (v_B + v_T)$ )	併購價格 ( $\tau$ )	淨購併價值 NAV	排序
1	6.984	11.348	17.610	6.262	10.109	3.126	
2	1.110	5.474	26.640	21.166	11.687	10.577	1
3	11.737	16.101	23.620	7.519	15.488	3.752	
4	7.065	11.430	20.480	9.051	11.585	4.519	
5	16.544	20.909	38.552	17.643	25.353	8.809	2
6	21.401	25.765	31.399	5.633	24.205	2.805	
7	10.459	14.823	28.143	13.320	17.110	6.651	4
8	14.802	19.166	30.011	10.845	20.214	5.412	
9	14.585	18.950	28.780	9.830	19.491	4.905	
10	13.352	17.717	29.577	11.860	19.273	5.920	
11	2.756	7.121	15.584	8.463	6.984	4.228	
12	3.825	8.189	17.326	9.137	8.389	4.565	
13	5.661	10.026	17.594	7.568	9.440	3.779	
14	0.934	5.299	12.195	6.896	4.380	3.446	
15	13.609	17.973	23.607	5.633	16.417	2.808	
16	4.365	-	-	-	-	-	-
17	1.513	5.878	22.913	17.035	10.026	8.512	3
18	7.404	11.768	23.409	11.641	13.217	5.814	
19	13.374	17.738	23.418	5.679	16.206	2.832	
20	11.934	16.299	28.306	12.007	17.929	5.995	5
21	5.768	10.132	18.818	8.686	10.106	4.338	
22	7.125	11.489	21.670	10.180	12.209	5.084	

Zhu et al. (2017)的最佳合併對象選擇模式，與本模式同為延伸 Bogetoft and Wang (2005)的合併效益預估概念建模；Zhu et al. (2017)在模式加入了 0-1 整數變數，使模式可直接求解最佳合併對象，並且依效率面考量(efficiency perspective)、成本面考量(cost perspective)、營收面考量(revenue perspective)、與綜合評估考量 comprehensive perspective)分別建立相對應的數學模型；其中綜合評估考量與本模式最為類似，皆是以合併後利潤為合併後效益的主要考量基礎。而在其綜合評估考量模式於合併對象個數為 1 時，模式選擇之最佳合併對象為 DMU 5；而本模式所求解的結果，若是以「合併後預期價值( $\tilde{v}$ )」來看，則有一樣的結果，確實與 DMU 5 合併後將會有最大的合併後公司價值；然而若是將價格因素納入考量，以淨購併價值的觀點來看，本模式與 Zhu et al. (2017)則有不同的結果，此時 DMU 1 方為最理想的合併對象，DMU 5 則成為了次佳的合併對象。

透過與 Zhu et al. (2017)的比較，不僅驗證了本模式的正確性，亦顯在出本模式與現有模式的差異性。而在下小節中，將使用實際資料，並代入雙方不對等的議價能力為本模式做實證上的測試。

## 7.1.2 範例二：台灣 16 家證券公司資料

台灣自 1960 年代台灣證券交易所開業及 1980 年代政府開放新設證券公司後，台灣資本市場蓬勃發展。隨著證券交易與資本市場的活絡，國內證券公司曾一度超過 300 家。在高度競爭的環境與主管機關的推動下，許多券商陸陸續續為尋求更加績效而採取合併的手段，朝大型化與業務綜合化發展；而台灣國內證券業的家數在持續不斷的整併下至 2011 年已減至 67 家，且前十大券商市占率已超過百分之五十(見表 7-4)。而近年來，雖然國內證券業合併的現象趨緩，但大型券商仍積極尋求機會整併中小型券商，小型券商亦不放棄透過合併提升市占，因此自 2011 年至今仍有超過六件以上的合併案發生。(本段落部分內容參考自黃雅琪 (2017)、林長慶 (2018))

表 7-4 2011 年台灣前十大券商成交金額市占率

券商	市占率(%)
1. 元大	10.516
2. 凱基	7.764
<b>3. 富邦</b>	5.936
4. 永豐金	4.724
5. 元富	4.056
6. 寶來	3.846
7. 瑞士	3.768
8. 統一	3.763
9. 群益	3.343
10. 兆豐	3.261
合計	50.976

資料來源：台灣證券交易所

而選擇台灣證券業作為本模式的實測範例，除了因為台灣證券業合併案的熱絡程度外，最主要的原因乃是台灣證券業在數十年來的發展下，彼此間業務已然高度相似，且各券商之業務與營運已趨穩定與成熟；整體產業而言，爆發性的成長也已經不易出現。而如此的產業特性使得本模式成為相當合適的分析工具，除了彼此間的高度同質性符合資料包絡分析法的基本要求外，產業中透過合併已難有爆發性的成長亦符合本模式不具「凹向上」型態生產前緣的凸性生產可能集合之假設。此外，資料的部分，證券業之財務報表對於營收的來源有較清楚的揭露，也使得投入產出狀況的獲取較為容易。基於以上原因，使得將本模式應用於台灣證券業之合併分析相當的合適，因此選其為本研究的模式測試範例。

然而，基於資料取得可能性的緣故，本研究僅得以取得公開財務報表的上市、上櫃、興櫃公司與金控子公司之資料執行分析。資料取自台灣經濟新報資料庫(TEJ Database)共 16 家證券公司之 2017 年的財報資料。而基於資料包絡分析法的經驗法則(rule of thumb)，所蒐集的決策單位個數須至少為投入項與產出項項目和的兩倍以上，模式方具鑑別度(Golany & Roll, 1989)；因此在本資料中，產出部分僅劃分為證券業的主要業務收入「經濟手續費收入」與「其餘收入」兩項；而投入部分，則是分為合併後有調降可能的(discretionary)「用人支出」與「其餘支出」兩項，與合併後無法調降的(non-discretionary)「股東權益總和」；共兩投入項三產出項。

至於各項目單位價格部分，因為是財務報表資料，除了「股東權益總和」之外的項目，單位價格皆為新台幣壹元；而「股東權益總和」則是以資金成本做為其單位價格，而此處資金成本則引用 Sharpe、Lintner 與 Mossin 等人依 Markowitz (1952) 提出之投資組合理論所建立的「資本資產定價模式(Capital Asset Pricing Model, CAPM)」(Bodie, Kane, & Marcus, 2014)計算證券業之股東期望酬率，並以此做為股東之資金成本；計算公式如下。

$$E(r_i) = r_f + (\beta)_i \cdot [E(r_m) - r_f] \quad (7-1)$$

其中， $E(r_i)$  為證券資產  $i$  的期望報酬率、 $r_f$  為「無風險收益率」、 $(\beta)_i$  為證券資產  $i$  之市場風險係數、 $E(r_m)$  為市場投資組合(大盤)的期望報酬率；在本範例中， $r_f$  以近五年(2013 年至 2017 年)之「台灣銀行業一年期存款牌告利率」平均數代入； $E(r_m)$  則為同樣五個年度之台灣加權指數年度報酬率平均數；而證券業之市場風險係數則是以有上市櫃交易之各證券公司股票計算期間為一年度之市場風險係數，並以年底市值大小為基準做加權平均，代表該年度之證券業市場風險係數，並同樣取五年平均為本範例所使用的證券業市場風險係數。以上資料皆同樣取自台灣經濟新報資料庫(見附錄一)，經過計算得到之證券業股東期望報酬率四捨五入自小數點後第二位為 6.03%，本範例即以此作為「股東權益總和」之單位價格；此外，本範例亦設此股東期望報酬率作為模式所使用之折現率。

本範例之投入產出資料與各項目之單位價格如表 7-5 所示。

表 7-5 水平整合模式範例二資料 (單位：億)

DMU	股東權益總額	用人支出	其餘支出	經紀手續費收入	其餘收入
1. 日盛證	225.9790	20.5591	18.0808	26.8435	23.0209
2. 華南永昌	122.0240	14.8025	14.6322	20.4545	15.0175
<b>3. 富邦證</b>	<b>339.0838</b>	<b>36.1715</b>	<b>36.9212</b>	<b>41.1008</b>	<b>56.2653</b>
4. 元大證	1048.0186	129.1790	153.8320	136.0950	233.5158
5. 永豐金證	258.0002	39.1662	52.3483	44.7614	55.3310
6. 統一證	254.3496	24.5268	27.2520	23.3317	53.8695
7. 元富證	215.0539	21.2241	20.1575	23.1259	27.6615
8. 致合證	30.9751	1.2119	0.9928	1.7123	1.9825
9. 群益證	334.7800	29.0113	41.2076	39.3285	60.6415
10. 凱基證	614.6087	81.1488	82.7256	84.6038	150.7464
11. 宏遠證	44.2000	5.9429	4.0019	4.2706	6.2497
12. 康和證	75.5565	13.6858	12.8189	13.3567	17.9395
13. 大展證	38.8979	0.7843	0.7442	0.4359	3.6218
14. 大慶證	46.7767	3.1321	2.0790	4.1399	2.6543
15. 福邦證	35.5171	2.4907	1.0282	0.4402	8.8813
16. 德信	13.9478	1.6622	0.9192	1.3039	1.3208
單位價格	0.0603	1	1	1	1

資料來源：本研究擷取與整理自台灣經濟新報資料庫

而表 7-6 為各 DMU 的 CCR、BCC 績效值與資料包絡分析法所判定之所處規模報酬狀態。

表 7-6 水平整合模式範例二—DEA 績效值

DMU	CCR	BCC	RTS
1. 日盛證	0.993	1.000	DRS
2. 華南永昌	1.000	1.000	CRS
<b>3. 富邦證</b>	<b>0.952</b>	<b>0.962</b>	<b>DRS</b>
4. 元大證	0.965	1.000	DRS
5. 永豐金證	1.000	1.000	CRS
6. 統一證	0.963	1.000	DRS
7. 元富證	0.887	0.897	DRS
8. 致合證	1.000	1.000	CRS
9. 群益證	1.000	1.000	CRS
10. 凱基證	1.000	1.000	CRS
11. 宏遠證	0.836	0.859	DRS
12. 康和證	1.000	1.000	CRS
13. 大展證	1.000	1.000	CRS
14. 大慶證	1.000	1.000	CRS
15. 福邦證	1.000	1.000	CRS
16. 德信	0.910	1.000	IRS

資料來源：本研究整理

本研究於本範例選定 DMU 3「富邦證券」作為析對象，「富邦證券」除了具備同前述測試範例 1 選定分析對象分析時之理由：在 CCR 與 BCC 績效值皆未達有效率且相對來說規模較大，有足夠的能力與誘因尋求合併以求成長外，於現實面上，富邦證券之市占率雖然長年位居第三，但與前兩大證券公司之市占率仍有一段差距；此外富邦證券之母公司為國內之大型金控公司「富邦金控」，擁有集團資源的奧援；因此，富邦證券在現實面中同樣具備執行併購案之能力與誘因。而以下首先先執行議價能力對等時的分析，而後再進一步分析雙方議價能力不對等的狀況。

以下為設雙方議價能力均等( $\alpha = \beta = 0.5$ )，合併後新公司皆將以每年 2%的成長率成長，而折現率為每年 6.03%，並假設出價公司以外的其他決策單位皆可為合併的候選對象模式求解結果四捨五入至千萬元，結果如表 7-7 所示。

而需要注意的是，本資料除了 DMU 16 於該年度為原本便為虧損狀態，其餘亦有不少 DMU 因考量股東權益之機會成本後，而呈現虧損。而依本研究所假設之公司價值計算法計算，價值將會為負值；而為避免此不合理的情況發生，當公司價值負值時以零取代之。

表 7-7 水平整合模式範例二—議價能力均等之結果 (單位：億元)

DMU	DMU 原折現價值( $v_T$ )	雙方原價值加總 ( $v_B + v_T$ )	合併後預期價值 ( $\tilde{v}$ )	合併後價值增量 ( $\tilde{v} - (v_B + v_T)$ )	併購價格 ( $\tau$ )	淨購併價值 NAV	排序
1. 日盛證	0.0	96.9	299.3	202.5	101.2	101.2	
2. 華南永昌	0.0	96.9	268.0	171.1	85.5	85.5	
3. 富邦證	96.9	-	-	-	-	-	-
<b>4. 元大證</b>	<b>592.4</b>	<b>689.2</b>	<b>1821.3</b>	<b>1132.1</b>	<b>1157.8</b>	<b>565.5</b>	<b>1</b>
<b>5. 永豐金證</b>	<b>0.0</b>	<b>96.9</b>	<b>563.0</b>	<b>466.1</b>	<b>233.0</b>	<b>233.0</b>	<b>2</b>
<b>6. 統一證</b>	<b>255.3</b>	<b>352.1</b>	<b>732.0</b>	<b>379.9</b>	<b>445.0</b>	<b>189.7</b>	<b>4</b>
<b>7. 元富證</b>	<b>0.0</b>	<b>96.9</b>	<b>499.6</b>	<b>402.8</b>	<b>201.3</b>	<b>201.3</b>	<b>3</b>
8. 致合證	0.0	96.9	306.8	210.0	104.9	104.9	
9. 群益證	242.1	338.9	543.5	204.5	344.2	102.1	
10. 凱基證	871.0	967.9	1172.4	204.5	972.8	101.8	
11. 宏遠證	0.0	96.9	401.8	305.0	152.4	152.4	
<b>12. 康和證</b>	<b>6.0</b>	<b>102.8</b>	<b>445.5</b>	<b>342.7</b>	<b>177.2</b>	<b>171.2</b>	<b>5</b>
13. 大展證	4.6	101.5	344.0	242.5	125.9	121.2	
14. 大慶證	0.0	96.9	296.9	200.0	100.0	100.0	
15. 福邦證	92.7	189.5	394.0	204.5	194.8	102.2	
16. 德信	0.0	96.9	322.8	226.0	112.9	112.9	

資料來源：本研究整理

由表 7-7 的結果可以看出，在議價力均等情況下( $\alpha = \beta = 0.5$ )，DMU 4「元大證」為併購之首選，而如此的結果亦可直覺地從資料上解讀：DMU 4 除了規模為產業中最大，併購後可以為出價公司帶進豐厚的利潤外，DMU 4 在併購前並非 CRS 有效率的決策單位，因此以 Bogetoft and Wang (2005)的合併效益來源之假設，併購後雙方皆因互相學習的還會有學習還會有效益的產生。不過，於現實中，併購規模大且績效佳的決策單位，雙方議價能力設為均等可能不甚合理。因此，將雙方議價能力視情況做出調整並考量進模式之中有其必要性；然而，雙方議價力的評定並非易事，本模式建議於實務應用上，設定議價力參數時須徵詢專家意見與審慎評估做出合理的設定；而於此處，本範例則是以訂定準則的方式，為本範例中出價公司與候選目標公司間的議價力做調整，並比較議價力調整後與前述雙方議價力皆設為 0.5 時之結果。

本研究認為於此範例，併購對象之「市場占有率」、「經營績效」、與攸關併購可能性之「是否為他人之子公司」此三大因素將影響候選目標出售的意願，因此以此三項目建立議價力參數設定之準則。而再設定時，以雙方議價力均等( $\alpha = \beta = 0.5$ )為調整起點，而基於納許議價模式對議價力參數的定義，雙方議價力加總需為一( $\alpha + \beta = 1$ )，故若以雙方皆為 0.5 為起點，對於其中一方而言，議價力最大可調整量不得超過 0.5；而因本研究認為在此範例中，「市場占有率」與「是否為他人子公司」將強烈的影響候選目標公司的出售意願，因此此兩因素分別分配各 0.2 的調整量，而「經營績效」基於此 16 個 DMU 之 DEA 績效值差距皆不大，且合併後因相互學習之效果對雙方經營績效提升有直接的幫助，應為股東所樂見；故此項目只分配予 0.1 的調整量。調整量占比如下表 7-8 所示。

表 7-8 議價力調整量占比

總計可調整量	各項目調整量之分配		
	市場占有率	經營績效	是否為他人子公司
0.5	0.2	0.1	0.2

資料來源：本研究整理

而各因素之調整規則則如下說明：

### 1. 市場占有率

市場占有率越高，可合理的假設股東越不願意將公司出售，因此本研究於此範例將市占率列為決定議價力參數的準則之一，並配予 0.2 的調整量。表 7-9 列出了本範例 16 個 DMU 於 2017 年度之成交金額市占率，其中第一與第二名除了皆大於出價公司「富邦證」的市占率外，其名次間差距也明顯的大過其他決策單位名次間的差距，因此，設定出價公司在對上此二決策單位時，其議價力( $\alpha$ )將減少 0.2。至於前兩名後的 14 個決策單位，則依市占排名分為七個

等級依次對議價力做出調整；也就是全體決策單位將被分為八的等分，依序將出價公司之議價力調整量設為-0.2、-0.15、-0.1、-0.05、0、+0.05、+0.1、+0.15，如下表 7-9 所示。

表 7-9 各 DMU 2017 年成交金額市占率與議價力調整量

DMU	市占率(%)	排名	議價力調整量( $\alpha$ )
4. 元大證	11.790	1	-0.20
10. 凱基證	8.118	2	-0.20
<b>3. 富邦證</b>	5.922	3	-
5. 永豐金證	4.876	4	-0.15
9. 群益證	4.140	5	-0.10
7. 元富證	3.554	6	-0.10
1. 日盛證	3.271	7	-0.05
6. 統一證	2.915	8	-0.05
2. 華南永昌	2.858	9	0
12. 康和證	1.019	10	0
11. 宏遠證	0.754	11	+0.05
14. 大慶證	0.526	12	+0.05
8. 致合證	0.226	13	+0.10
16. 德信	0.173	14	+0.10
13. 大展證	0.073	15	+0.15
15. 福邦證	0.058	16	+0.15

資料來源：台灣證券交易所、本研究整理

## 2. 經營績效

經營績效相對較佳之決策單位合理假設其擁有較大的議價力，因此此處假設若是目標公司之 CCR 與 BCC 績效值皆優於出價公司，則目標公司之議價力( $\alpha$ )提升 0.1，反之則減少 0.1。

## 3. 是否為他人之子公司

本範例中有不少證券公司為金控公司或集團之子公司，若目標公司已為他人之子公司，則購併的可能性則大為降低，出價公司與目標公司之議價力則產生 0.2 的消長，若非他人之子公司則議價力不予變動。

本範例之議價力參數設定及是綜合考量以上所列之三項目予調整規則做設定，透過將上述三個規則的調整量加總，得到雙方的議價力參數 $\alpha$ 與 $\beta$ ，如表 7-10 所示，而其中有部分決策單位在調整量加總後會出現出價公司之議價力( $\alpha$ )為 0 的狀況，因線性化後

的模式若將議價力參數設為 0，將影響模式求解的正確性；且議價力為 0 也有失解釋上的合理，因此為使模式得以求得正確之解與確保分析上的合理性，則以  $\alpha = 0.01$  取代  $\alpha = 0$  的情況。

表 7-10 水平整合模式範例二—議價力參數設定

DMU 3 對上 DMU	出價公司之議價力( $\alpha$ )調整量			$(\alpha, \beta)$
	市場占有率	經營績效	為他人之子公司	
1. 日盛證	-0.05	-0.10	-0.20	(0.25, 0.75)
2. 華南永昌	0	-0.10	-0.20	(0.20, 0.80)
3. 富邦證	-	-	-	-
4. 元大證	-0.20	-0.10	-0.20	(0.01, 0.99)
5. 永豐金證	-0.15	-0.10	-0.20	(0.05, 0.95)
6. 統一證	-0.05	-0.10	0	(0.35, 0.65)
7. 元富證	-0.10	+0.10	-0.20	(0.30, 0.70)
8. 致合證	+0.10	-0.10	0	(0.50, 0.50)
9. 群益證	-0.10	-0.10	-0.20	(0.10, 0.90)
10. 凱基證	-0.20	-0.10	-0.20	(0.01, 0.99)
11. 宏遠證	+0.05	+0.10	0	(0.65, 0.35)
12. 康和證	0	-0.10	0	(0.40, 0.60)
13. 大展證	+0.15	-0.10	0	(0.55, 0.45)
14. 大慶證	+0.05	-0.10	0	(0.45, 0.55)
15. 福邦證	+0.15	-0.10	0	(0.55, 0.45)
16. 德信	+0.10	-0.10	0	(0.50, 0.50)

資料來源：本研究整理

而將表 7-10 中議價力參數( $\alpha, \beta$ )帶入模式中求解，而求解因只改變議價力參數，故結果在「DMU 原折現價值」、「雙方原價值加總」、「合併後預期價值」與「合併後價值增量」皆與議價能力均等時相同，只有「併購價格」與「淨購併價值」會因議價力改變有所不同。故次頁中表 7-11 中只顯示代入前述議價力參數後的「併購價格」與「淨購併價值」與依「淨購併價值」之前五名排序，並與議價力均等時( $\alpha = \beta = 0.5$ )之結果做比較。

表 7-11 水平整合模式範例二—議價能力調整後之結果與比較 (單位：億元)

DMU	代入表 7-9 中之議價力時( $\alpha \neq \beta$ )			議價力均等時( $\alpha = \beta = 0.5$ )		
	併購價格( $\tau$ )	淨購併價值	排序	併購價格( $\tau$ )	淨購併價值	排序
1. 日盛證	151.7	50.6		101.2	101.2	
2. 華南永昌	136.8	34.2		85.5	85.5	
3. 富邦證	-		-	-	-	-
4. 元大證	1711.4	11.3		1157.8	565.5	1
5. 永豐金證	442.4	23.3		233.0	233.0	2
<b>6. 統一證</b>	<b>501.8</b>	<b>132.8</b>	<b>4</b>	445.0	189.7	4
<b>7. 元富證</b>	<b>281.8</b>	<b>120.8</b>	<b>5</b>	201.3	201.3	3
8. 致合證	104.9	104.9		104.9	104.9	
9. 群益證	425.8	20.4		344.2	102.1	
10. 凱基證	1072.5	2.0		972.8	101.8	
<b>11. 宏遠證</b>	<b>106.7</b>	<b>198.2</b>	<b>1</b>	152.4	152.4	
<b>12. 康和證</b>	<b>211.4</b>	<b>137.0</b>	<b>2</b>	177.2	171.2	5
<b>13. 大展證</b>	<b>113.7</b>	<b>133.3</b>	<b>3</b>	125.9	121.2	
14. 大慶證	110.0	90.0		100.0	100.0	
15. 福邦證	184.6	112.4		194.8	102.2	
16. 德信	112.9	112.9		112.9	112.9	

資料來源：本研究整理

由上表 7-11 中的結果可以看出議價力對於模式結果與最佳合併對象排序的影響，而經由前述的議價力設定方法，公司價值規模最大的 DMU 4 不再是首選，而多數金控或集團所持有之證券公司也因議價力能力較高，將需付出較高的併購價金，而被模式評斷為非優先考量之合併的對象。

而在金控持有的公司之中，DMU 7 因其營運績效較差，因此在議價力設定時有所調整，求解後其仍被評為前五名的優先考量對象；而此一結果就本範例所做出的議價力設定準則的假設是合理的，因其本身市占率排名為中段，且營運績效不佳，故在如此的議價力設定下，考量合併後的效益後對其母公司出價併購仍是有利可圖的。不過如此的結果未必與現實中的情況符合，倘若該候選目標公司之母公司基於集團利益而有絕不出售的理由，則將其列入考慮清單則不適合；而此部分則須仰賴分析者的背景知識做出判斷，除了更改議價力參數的設定外，也可將此類型的決策單位直接摒除於排序之中避免此一情況的發生。

此外，在對議價力依本範例提出之準則做合理的設定後，模式綜合考量了併購效益

與合併價格，將規模中型或中小型且有併購可能的宏遠證、康和證等等決策單位列為合併的優先考量對象；有別於在議價力設為均等時，模式以規模大之決策單位為優先選擇的結果。

不過，前述議價力參數的設定乃是為測試模式所做出的假設，從以上結果與分析中不難發現，議價力的設定將對結果產生決定性的影響；而從廣義納許議價賽局的特性來看，納許議價利益分配之結果乃為將合作後的淨利益增價量，依雙方議價能力做比例分配(於本模式即是將 $[\tilde{v} - E - (v_B + v_T)]$ 依雙方議價力比「 $\alpha : \beta$ 」進行分配)(Dixit et al., 2009)，由此也可見議價能力參數對模式而言敏感度甚高；因此，若要將模式應用於實務，議價力參數之設定應審慎的依市場情況與徵詢專家意見而做設定，方能確保模式結果的參考性。

最後，從以上範例可以看出本模式於實證應用與套用於證券產業上的可行性，本範例測試基於資料取得可能性的原因只取得了上市、上櫃、興櫃公司之資料；然而，此類決策單位於整體產業中皆是皆是偏中大型的決策單位，從前表 7-6 中也可發現唯有規模最小的德信證券因規模偏小被判定處於規模報酬遞增階段，也因此，若是資料取得性許可下，若是能納入台灣所有證券業者之資料，除了因分析決策單位增加可以隨之增加產出項項目之數量進一步提升模式的精確度外，對於規模小型之券商也可望透過本模式衡量小規模券商相互合併之富有規模報酬效果之合併綜效，因此本研究認為此模式相當適合台灣證券業者做為擬訂整併策略時的提供參考建議的分析工具。

## 7.2 垂直整合模式測試

垂直整合模式所需之資料，於取得上有其困難性；為了為模式做實測，本研究根據 Limaiei (2013) 所公開之資料虛擬了一份符合本模式所需的資料做測試。Limaiei (2013) 使用兩階段網絡資料包絡分析法分析伊朗林木業共 14 公司之績效。該文獻所採用的最初投入項為「固定成本」與「變動成本」；中間產物項為「林場端之營收」；最終產物為「市場端之營收」與「公司總利潤」。而因為本研究所採用之模式原本便存在於利潤計算之概念，因此在資料使用時便不採納其最終產物中的「公司總利潤」。而本研究資料虛擬的方式乃為先以最初投入「固定成本」與「變動成本」資料與最終產出「市場端之營收」資料評估 14 個決策單位的 CCR 績效值並排序；因希望資料實測時，所測試之產業垂直整合是具有效益的，因此檢績效排名的前六名作為「已垂直整合之決策單位」，使用最初投入項直接生產最終產出項；而其餘的八個決策單位則取其「最初投入項」與「中間產物項」資料組成上游決策單位群。而測試的研究對象則是以前述作為上游的八個資決策單位，其原資料中的「中間產物項」與「最終投入項」資料之平均值作為出價公司之資料。藉由以上操作，此虛擬資料的產業即為一個二最初投入項、一中間產物項與一最終產出項的供應鏈。本測試資料的完整原始資料與績效值排序置於附錄二中，此處只呈現經上述分類之後的「已垂直整合之決策單位」的資料與「上游決策單位」之資料，如表 7-12、7-13 所示。

表 7-12 垂直整合模式測試資料—已垂直整合決策單位  
(單位：萬 伊朗里亞爾)

DMU	投入項 1	投入項 2	最終產物項
1	900550	1080860	5254005
2	68928	148500	397754
3	1140572	1290850	5757068
4	52774	75204	264340
5	65080	110638	306282
6	52312	48468	178872
單位價格	1	1	1

資料來源：Limaiei (2013)、本研究整理

而分析對象為以 191,555 單位中間產物項，生產 233,080 單位之出價公司，其於原八個決策單位資料中的 BCC 績效值為 0.839。另外本研究於此範例設定合併後預估績效值( $\bar{\theta}_M$ )為雙方 BCC 績效值的平均數，如表 7-13 所示。

表 7-13 垂直整合模式測試資料—上游決策單位

(單位：萬 伊郎里亞爾)

DMU	投入項 1	投入項 2	中間產物項	CCR 績效值( $\bar{\theta}_T$ )	BCC 績效值	預估合併績效( $\bar{\theta}_M$ )
1	63310	56450	125500	1.000	1.000	0.920
2	36742	39114	75490	0.879	1.000	0.920
3	64202	76302	146908	0.894	0.899	0.869
4	45274	46330	102492	1.000	1.000	0.920
5	58964	64448	138836	0.986	0.990	0.914
6	42618	50866	106108	0.969	1.000	0.920
7	249907	378347	785685	1.000	1.000	0.920
8	31002	41204	51418	0.590	1.000	0.920
單位價格	1	1	1	-	-	-

資料來源：Limaei (2013)、本研究整理

下頁中表 7-15 為設定交易手續費同為併購價格之千分之一、成長率 2%、折現率為 8%，且若價值為負時以零取代之；並且設定合併後預估績效值( $\bar{\theta}_M$ )為雙方 BCC 績效值的平均數時的模式求解結果；而表 7-15 中「併購價格」、「淨購併價值」與「最佳合併對象排序」則分別顯示議價力均等時，與議價力虛設如表 7-14 所示時的結果。生產狀況欄位則分別顯示合併前的投入項使用量與合併後各投入量的預估，以及出價公司與目標公司在中間產物的供需狀況。

表 7-14 垂直整合模式測試—議價力參數設定

出價公司對上 DMU_ :	( $\alpha, \beta$ )
1	(0.4, 0.6)
2	(0.7, 0.3)
3	(0.4, 0.6)
4	(0.4, 0.6)
5	(0.6, 0.4)
6	(0.4, 0.6)
7	(0.4, 0.6)
8	(0.8, 0.2)

資料來源：本研究整理

表 7-15 垂直整合模式資料測試之結果  
(單位：億 伊朗里亞爾)

DMU	DMU 原價值	雙方 原價值加總 ( $v_B + v_T$ )	合併後 預期價值 ( $\tilde{v}$ )	價值增量 ( $\tilde{v} -$ ( $v_B + v_T$ ))	生產狀況								議價力均等時			代入假定之議價力		
					$x_{1T}$	合併後		$x_{2T}$	合併後		$z_{1T}$ $- z_{1B}$	$\phi$	併購價格 ( $\tau$ )	NAV	排序	併購價格 ( $\tau$ )	NAV	排序
						$\tilde{x}_1^{1*}$	$\tilde{x}_1^{2*}$		$\tilde{x}_2^{1*}$	$\tilde{x}_2^{2*}$								
1	9.76	80.35	141.05	60.70	6.3	3.7	0	5.6	4.7	0	-6.6	66%	40.09	30.33	2	46.15	24.26	4
2	0.00	70.59	112.97	42.38	3.7	2.3	0	3.9	2.8	0	-11.6	39%	21.18	21.18	4	12.71	29.66	2
3	10.89	81.48	143.25	61.77	6.4	4.6	0	7.6	5.8	0	-4.5	77%	41.75	30.87	1	47.92	24.69	3
4	18.51	89.10	128.13	39.03	4.5	3.1	0	4.6	3.8	0	-8.9	54%	38.01	19.50		41.90	15.60	
5	26.22	96.81	147.50	50.69	5.9	4.2	0	6.4	5.2	0	-5.3	72%	51.54	25.32	3	46.48	30.38	1
6	21.46	92.05	130.16	38.11	4.3	3.2	0	5.1	3.9	0	-8.5	55%	40.50	19.04		44.30	15.23	
7	267.63	338.23	380.52	42.29	25.0	5.7	18.9	37.8	7.1	28.6	59.4	100%	288.64	21.00	5	292.83	16.80	
8	0.00	70.59	99.46	28.87	3.1	1.5	0	4.1	1.9	0	-14	27%	14.43	14.43		5.77	23.09	5

資料來源：本研究整理

從上述結果中可以發現，參考已垂直整合模式之投入產出狀況，透過模式的計算，所有 DMU 在兩項投入項的使用量在合併後皆有大幅減少的潛力；而如此的結果也符合了在虛構資料時將原資料中績效佳的 DMU 設為已垂直整合決策單位的設定。此外，DMU 7 為規模較大的決策單位，求解結果也顯示模式確實地將合併後投入項目使用量區分為具合併效益與不具合併效益的兩類。而透過淨購併價值的計算並加以排序，本模式求解出優先考量之合併對象的建議清單。

透過以上資料測試，雖然是採用虛構的資料做模擬測試，但仍得以驗證本研究垂直模式數學模式的可用性。只可惜因為實際資料取得的困難度，未能使用實證資料做測試；而資料取得議題一直以來亦是資料包絡分析法相關研究所遭遇的難題，此亦是本研究不管是在水平整合模式或是垂直整合模式分析時所會遭遇的困難與限制，此部分將在下一章節結論與建議提及。



## 八、結論與建議

本研究結合了納許議價賽局與資料包絡分析法，分別建構了水平合併與垂直合併的最佳合併對象選擇模式。現存文獻中以資料包絡分析法執行合併前分析的研究，未見有將併購價格因素考量在內的模式存在。本研究在水平整合部分，延續了文獻中 Bogetoft and Wang (2005)與 Zhu et al. (2017)等著作中合併效益分析的想法，並結合納許議價模式導入併購價格因素，建構了新的數學規劃模型；透過模型為出價公司計算與各候選目標公司的淨購併價值，作為選擇合併對象時的參考。而水平整合模式藉由範例測試中範例一的實測，可以得知本模式與現有模式之差異，透過將價格因素的導入使得模式的結果更具實用價值；在範例二中則是以真實的資料作實測，更驗證了模式在實務應用上的可行性。

而在垂直整合部分，在現存資料包絡分析法執行相關分析的文獻中數量相當稀少，僅 Bogetoft and Katona (2008)對於垂直效益的預估有所提及。而本研究在此部分則是對以資料包絡分析法預估垂直合併效益提出了一個新的想法，透過資料包絡分析法觀察投入與產出資料去分析生產技術的特性，藉由蒐集產業中已垂直整合的決策單位之投產資料，來估測垂直整合的效果。而在估算垂直合併效果之後，進一步如同水平整合模式一般，結合納許議價賽局建構數學模型，為出價公司計算與各候選目標的淨購併價值。而在垂直整合模式，因資料取得的困難度，則以過往文獻中公開的類似資料虛擬了一個例題為模式做測試。透過範例的測試驗證了模式的正確性與可用性。

而本研究從文獻回顧，模式建立，至範例資料實測階段，於研究過程中不斷的對於此模式做出反思，發現與了解到此模式仍有不足之處與限制。以下將水平整合模式與垂直整合模式所遭遇的問題整理如下：

### 1. 資料相關問題

資料取得、選擇與精確度向來為資料包絡分析法所遭遇的難題，資料包絡分析法必須取得同產業且彼此間同質性高的多個決策單位資料。一來實際生產資料往往被決策單位視為商業機密，如此廣泛的資料蒐集需求實屬不易；雖然透過公開之財報資料可以增加資料取得的可能，但財報資料的投入項與產出項資料已化為會計資料，在執行合併分析時，因無法明確地顯現生產要素組合的配置而使模式「衡量資源重配置之效益」的功能大打折扣。

二來現實世界中同產業之決策單位亦未必具高度同質性，雖然在資料包絡分析法績效評估的文獻中已有處理此一問題的相關模式與方法；但如是方法乃針對績效評估的處理，在生產可能集合的建構上仍需仰賴高度同質性的決策單位群方能建構準確的生產前緣。而本模式的分析乃建立於生產前緣的建構，因

此對於決策單位群仍須要求高度的同質性，使得模式在產業中的適用範圍有所減損。

## 2. 所計算之公司價值代表性問題

現實世界中，公司價值的衡量本為一個專門領域的學問，而本模式為建立數學模型，使用資料包絡分析法所蒐集的投入產出資料計算利潤並推算公司價值，若是所蒐集的資料不夠全面與精確，則會有與公司實際價值出現偏差的可能。此外，若是於使用資料時採用實際投入項與產出項資料，而非財報資料，則所計算之價值亦僅能代表所選定的投入項轉為產出項之生產線之價值，此亦是分析者須留意之處。

## 3. 納許議價解之價格與現實中併購成本的差異

納許議價解之價格為理論上議價雙方皆會接受的結果，然而實際企業在併購流程中，取得公司的手段並非單純如市場上買賣商品一般單純。而在水平模式資料實測中也可發現，透過模式求解所得之購併價格，是有可能發生小於資料中的股東權益總額的狀況，此一情況也呼應了此處所點出之模式限制。雖然此部分已屬本研究研究範圍之外，然而可想而知的是納許議價解之價格必然與現實中的價格有所差異，而納許議價解之價格僅為建立數學模式分析而採用之可接受的方案。

## 4. 水平整合模式生產前緣規模報酬假設之限制

如同水平整合模式假設中所述，因使用資料包絡分析法為生產函數建構的工具，因此所描繪的生產函數必為凹向下之分段線性的型態；然而，生產前緣在規模報酬遞增階段是極有可能出現凹向上的狀況，如圖 7-1(A)與(B)之差異。

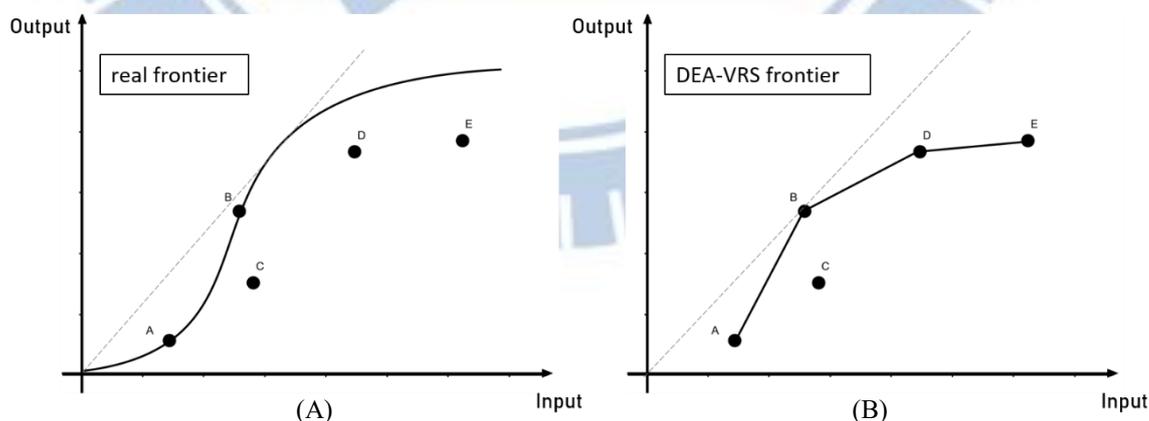


圖 8-1 生產前緣比較示意圖

而使用 DEA 生產前緣之限制使得在真實生產前緣仍處於「凹向上」階段的兩個有效率生產單位之合併，其合併綜效無法被衡量，且會被模式衡量為不

具合併綜效，此是本模式之限制；也因本模式有此一限制的存在，模式使用者於使用時應多加留意，除了在選擇此模式時須事先判斷所分析之產業所處規模報酬狀態是否合適外，本模式所求得之結果也不應為其業合併選擇的唯一參考依據，仍需多方考量各項因素而做判斷。

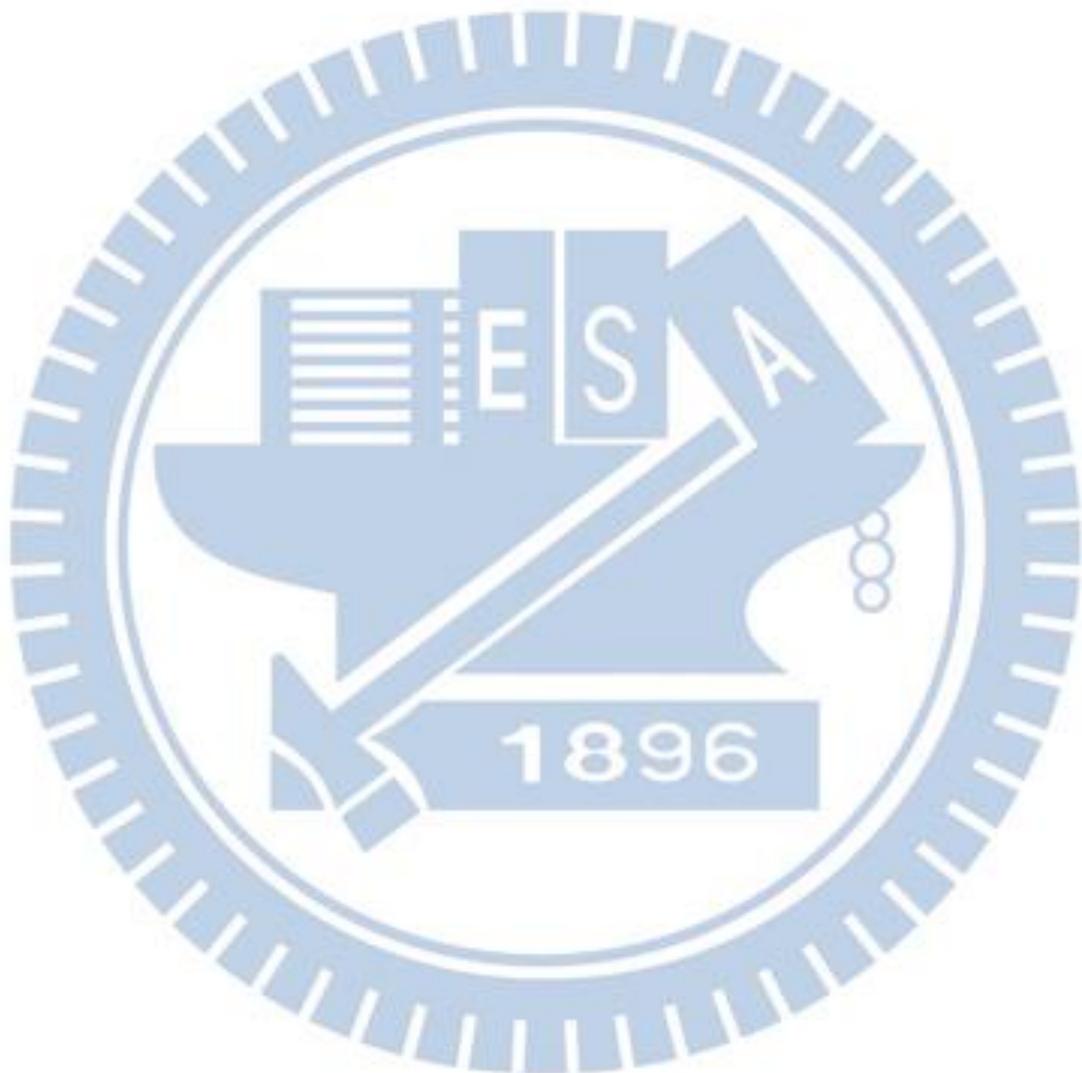
雖然本研究所提出之模式有以上所述不足與限制的存在，但並不代表模式不具任何參考性。數學模式的建構本難以同於現實中之情況，而透過立足於合理的假設，所建構的模式仍能夠實務上所使用。本研究基於上述幾點的限制，將所提出的模式定位為企業在欲執行併購案時的早期規劃輔助工具；在早期規劃時，藉由本模式可以得到合併目標對象的選擇建議，縮小候選清單的範圍，並在得到此建議後進一步執行更精確的研究與分析；而達到本研究希望提升併購案成功率的研究目的。

而對於後續之研究，本研究則提出以下幾點建議。

1. 本研究所提出的模式，所蒐集之資料與分析，皆不帶隨機性，假設一切皆為確定性。然而，不管是過去的表現，也就是所蒐集的資料與所建構的前緣，仍有隨機因素含於其中的可能，如在水平整合模式範例二中，只取一期之資料作分析，即是未考量市場等其他因素對決策單位表現之影響，因此後續研究在可以考慮使用多期之平均資料的可能性以增加模式結果的說服力。此外，合併後的表現，是否也可能有不確定性的存在，使否能將機率分配的概念帶入模式之中。本研究認為，此部分是後續研究可以思索的方向。
2. 本研究所提出的垂直整合模式，對於供應鏈的假設相當單純。而是否可以將此假設放寬，例如允許下游生產單位在使用上游生產的中間產物外，還可以使用其他投入要素。若是此一假設得以放寬，本研究認為將可大大拉近與實務情況的距離，提升模式之適用性，因此亦為後續研究可以琢磨之處。
3. 在應用方面，本研究所建構的模式為一對一的合併分析，而在併購案亦有可能出現一對多的情況；因此，若是於應用上有此需要，也可思索如何將模式改良，如同 Zhu et al. (2017) 的模式，得以處理多個決策單位合併之分析，甚至加入 0-1 變數，建立得以直接回傳最佳之合併對象的數學模式。
4. Wu et al. (2016) 的資料包絡分析法最佳合作對象選擇模式使用「情境相依資料包絡分析法」建立多層次生產前緣，此亦是本研究之後續研究可以思考結合的方向。

最後，本研究認為除了增廣資料包絡分析法於企業合併分析的文獻外，對於學術的貢獻主要有二：其一為將納許議價賽局模式引入資料包絡分析法中，並做為實質利益分

配機制之作用，此為資料包絡分析法文獻中之所未見。其二為新的垂直合併效益預估方法的提出，此方法亦未見於過去文獻之中，而此一方法雖然未臻完美，但希望此概念的提出可以帶來拋磚引玉之效，能有後續的發展，使此方法更佳的完備與具參考性。



## 參考資料

### 外文參考文獻

- An, Q., Wen, Y., Ding, T., & Li, Y. (2019). Resource sharing and payoff allocation in a three-stage system: Integrating network DEA with the Shapley value method. *Omega*, 85, 16-25.
- Andersen, J. L., & Bogetoft, P. (2007). Gains from quota trade: theoretical models and an application to the Danish fishery. *European Review of Agricultural Economics*, 34(1), 105-127.
- Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 30(9), 1078-1092.
- Banker, R. D., & Thrall, R. M. (1992). Estimation of returns to scale using data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 62(1), 74-84.
- Bauer, F., & Matzler, K. (2014). Antecedents of M&A success: The role of strategic complementarity, cultural fit, and degree and speed of integration. *Strategic management journal*, 35(2), 269-291.
- Bodie, Z., Kane, A., & Marcus, A. J. (2014). The Capital Asset Pricing Model. In *Investments* (10 ed., pp. 291-323): McGraw-Hill Education.
- Bogetoft, P. (2012). Performance Restructuring. In *Performance Benchmarking* (pp. 163-193): Springer.
- Bogetoft, P., & Gammeltvedt, T. (2006). *Mergers in norwegian electricity distribution: a cost saving exercise*. Working paper, NVE, Norway.
- Bogetoft, P., & Katona, K. (2008). *Efficiency gains from mergers in the healthcare sector*. NZA: The Dutch Healthcare Authority
- Bogetoft, P., & Otto, L. (2011). Merger analysis. In *Benchmarking with DEA, SFA, and R* (pp. 263-297): Springer.
- Bogetoft, P., & Wang, D. X. (2005). Estimating the potential gains from mergers. *Journal of productivity analysis*, 23(2), 145-171
- Bruner, R. F. (2002). Does M&A pay? A survey of evidence for the decision-maker. *Journal of applied finance*, 12(1), 48-68.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444.
- Cook, W. D., & Zhu, J. (2013). *Data Envelopment Analysis: Balanced Benchmarking*: CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Tone, K. (2007). *DATA ENVELOPMENT ANALYSIS A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*

- Second Edition*. US: Springer.
- Dixit, A. K., Skeath, S., & Reiley, D. (2009). Bargaining. In *Games of Strategy* (pp. 692-723): W. W. Norton & Company.
- Du, J., Liang, L., Chen, Y., Cook, W. D., & Zhu, J. (2011). A bargaining game model for measuring performance of two-stage network structures. *European Journal of Operational Research*, 210(2), 390-397.
- Färe, R., Grosskopf, S., & Lovell, C. K. (1985). *The Measurement of Efficiency of Production* (Vol. 6): Springer Science & Business Media.
- Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society Series A-General*, 120(3), 253-290.
- Ferrier, G. D., & Lovell, C. K. (1990). Measuring cost efficiency in banking: Econometric and linear programming evidence. *Journal of econometrics*, 46(1-2), 229-245.
- Førsund, F. R., Lovell, C. K., & Schmidt, P. (1980). A survey of frontier production functions and of their relationship to efficiency measurement. *Journal of econometrics*, 13(1), 5-25.
- Gaughan, P. A. (2010). *Mergers, acquisitions, and corporate restructurings*: John Wiley & Sons.
- Gaughan, P. A. (2013). *Maximizing corporate value through mergers and acquisitions: A strategic growth guide*: John Wiley & Sons.
- Golany, B., & Roll, Y. (1989). An application procedure for DEA. *Omega*, 17(3), 237-250.
- Gooding, R. Z. (1998). When bad things happen to good mergers. *Financial Executive*, 14(5), 24-28.
- Harsanyi, J. C., & Selten, R. J. M. S. (1972). A generalized Nash solution for two-person bargaining games with incomplete information. 18(5-part-2), 80-106.
- Jahanshahloo, G. R., Lotfi, F. H., & Sohraiee, S. (2006). Egoist's dilemma with interval data. *Applied Mathematics and Computation*, 183(1), 94-105.
- Kao, C., & Yang, Y. C. (1992). Reorganization of forest districts via efficiency measurement. *European Journal of Operational Research*, 58(3), 356-362.
- Kitching, J. (1974). Winning and losing with European acquisitions. *Harvard Business Review*, 52(2), 124-136.
- Koi-Akrofi, G. Y. (2016). Mergers and acquisitions failure rates and perspectives on why they fail. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 17(1), 150.
- Kristensen, T., Bogetoft, P., & Pedersen, K. M. (2010). Potential gains from hospital mergers in Denmark. *Health care management science*, 13(4), 334-345.
- Limaei, S. M. (2013). Efficiency of Iranian forest industry based on DEA models. *Journal of forestry research*, 24(4), 759-765.
- Lo, F. Y., Chien, C. F., & Lin, J. T. (2001). A DEA study to evaluate the relative efficiency and investigate the district reorganization of the Taiwan Power Company. *IEEE Transactions on Power Systems*, 16(1), 170-178.

- Lozano, S. (2012). Information sharing in DEA: A cooperative game theory approach. *European Journal of Operational Research*, 222(3), 558-565.
- Lozano, S. (2013). Using DEA to find the best partner for a horizontal cooperation. *Computers & Industrial Engineering*, 66(2), 286-292.
- Lozano, S., Hinojosa, M. A., Mármol, A. M., & Borrero, D. V. (2016). DEA and cooperative game theory. In *Handbook of Operations Analytics Using Data Envelopment Analysis* (pp. 215-239): Springer.
- Lozano, S., & Villa, G. (2010). DEA-based pre-merger planning tool. *Journal of the Operational Research Society*, 61(10), 1485-1497.
- Markowitz, H. (1952). Portfolio selection. *The journal of finance*, 7(1), 77-91.
- Motis, J. (2007). Mergers and Acquisitions Motives. *Toulouse School of Economics EHESS University of Crete*. Retrieved from economics.
- Naini, S. G. J., Moini, A., & Rezaee, M. J. (2013). Nash bargaining game model for two parallel stages process evaluation with shared inputs. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 67(1-4), 475-484.
- Nakabayashi, K., Sahoo, B. K., & Tone, K. (2009). Fair allocation based on two criteria: A DEA game view of “Add them up and divide by two”. *Journal of the Operations Research Society of Japan*, 52(2), 131-146.
- Nakabayashi, K., & Tone, K. (2006). Egoist's dilemma: a DEA game. *Omega*, 34(2), 135-148.
- Nash, J. F. (1950). The bargaining problem. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 155-162.
- Omrani, H., Beiragh, R. G., & Kaleibari, S. S. (2015). Performance assessment of Iranian electricity distribution companies by an integrated cooperative game data envelopment analysis principal component analysis approach. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 64, 617-625.
- Osborne, M. J. (2004). *An introduction to game theory* (Vol. 3): Oxford university press New York.
- Perloff, J. M. (2013). *Microeconomics with Calculus*: Pearson.
- Porter, M. E. (1989). From competitive advantage to corporate strategy. In *Readings in strategic management* (pp. 234-255): Springer.
- Scheel, H. (2000). *EMS: efficiency measurement system user's manual*. University of Dortmund, Germany. Retrieved from <http://www.scheel-online.de/ems/>
- Seiford, L. M. (1996). Data envelopment analysis: the evolution of the state of the art (1978–1995). *Journal of productivity analysis*, 7(2-3), 99-137.
- Seiford, L. M., & Zhu, J. (2002). Value judgment versus allocative efficiency: a case of Tennessee county jails. *J Manag Sci Reg Dev*, 4(July), 89-98.
- Shi, H. L., Wang, Y. M., Chen, S. Q., & Lan, Y. X. (2017). An approach to two-sided M&A fits based on a cross-efficiency evaluation with contrasting attitudes. *Journal of the Operational Research Society*, 68(1), 41-52.

- Sirower, M. L. (1997). *The synergy trap: How companies lose the acquisition game*: Simon and Schuster.
- Sueyoshi, T. (2001). Extended DEA-discriminant analysis. *European Journal of Operational Research*, 131(2), 324-351.
- Wang, C.-N., & Wang, C.-H. (2005). *A DEA application model for merger & acquisition in high-tech businesses*. Paper presented at the Engineering Management Conference, 2005. Proceedings. 2005 IEEE International.
- Wang, C.-N., & Wu, T.-C. (2008). *A Decision Making Approach on Strategic Alliance of Photovoltaic Industry Based on DEA and GM*. Paper presented at the Innovative Computing Information and Control, 2008. ICICIC'08. 3rd International Conference.
- Wang, M., & Li, Y. (2014). Supplier evaluation based on Nash bargaining game model. *Expert Systems with Applications*, 41(9), 4181-4185.
- Wanke, P., Marenda, A., & Gupta, R. (2017). Merger and acquisitions in South African banking: A network DEA model. *Research in International Business Finance*, 41, 362-376.
- Watson, J. (2008). *Strategy: An Introduction to Game Theory*: W.W. Norton.
- Weber, J. A., & Dholakia, U. M. (2000). Including marketing synergy in acquisition analysis: A step-wise approach. *Industrial Marketing Management*, 29(2), 157-177.
- Wu, H., Du, S., Liang, L., & Zhou, Y. (2013). A DEA-based approach for fair reduction and reallocation of emission permits. *Mathematical and Computer Modelling*, 58(5-6), 1095-1101.
- Wu, J., An, Q., & Liang, L. (2011). Mergers and acquisitions based on DEA approach. *International Journal of Applied Management Science*, 3(3), 227-240.
- Wu, J., Liang, L., Yang, F., & Yan, H. (2009). Bargaining game model in the evaluation of decision making units. *Expert Systems with Applications*, 36(3), 4357-4362.
- Wu, J., Zhu, Q. Y., Cook, W. D., & Zhu, J. (2016). Best cooperative partner selection and input resource reallocation using DEA. *Journal of the Operational Research Society*, 67(9), 1221-1237.
- Zhou, Z., Sun, L., Yang, W., Liu, W., & Ma, C. (2013). A bargaining game model for efficiency decomposition in the centralized model of two-stage systems. *Computers & Industrial Engineering*, 64(1), 103-108.
- Zhu, Q. Y., Wu, J., Chu, J. F., Amirteimoori, A., & Sun, J. S. (2017). Dea-Based Models for Best Partner Selection for Merger. *Rairo-Operations Research*, 51(4), 1345-1357.

#### 中文參考文獻

- 張玉山與吳浚郁 (1993)。利益分配機制的特性與作法。 *中山管理評論*, 1(1), 115-152。
- 徐基生 (2004)。大型研究機構績效評估模型之建構(博士論文)。國立交通大學。取自

- 國立交通大學博碩士論文系統。
- 林長慶 (2018)。證券業概論。取自 <http://www.tfsr.org.tw/Uploads/files/20180327> 證券業概論-期交所林長慶副總經理.pdf。
- 林霖 (2016)。決定併購價格的關鍵思考。哈佛商業評論全球繁體中文版, 2016 年 6 月號。取自 [https://www.hbrtaiwan.com/article\\_content\\_AR0003498.html](https://www.hbrtaiwan.com/article_content_AR0003498.html)。
- 謝劍平 (2010)。併購業務。現代投資銀行(第四版, 頁 163-191)。台北市, 智勝文化。
- 高強、黃旭男、Sueyoshi, T. (2003)。管理績效評估:資料包絡分析法。台北市, 華泰文化。
- 黃雅琪 (2017)。電子商務對證券業財富管理之影響(碩士論文)。國立中山大學。取自臺灣博碩士論文知識加值系統。



# 附錄一

範例二中用以作為折現率與資金成本的股東期望報酬率即是由以下資料代入CAPM 模型中求得，資料皆取自台灣經濟新報資料庫：

表 A-1 水平整合模式範例二—資金成本計算資料 1

券商	2013		2014		2015	
	貝塔值	市值占比	貝塔值	市值占比	貝塔值	市值占比
統一證	0.5521	27.43%	0.8538	27.22%	1.1157	25.35%
元富證	0.7736	18.92%	0.7112	19.03%	0.7395	21.12%
群益證	1.0735	30.67%	0.7394	30.59%	0.7919	32.98%
宏遠證	0.7114	4.98%	0.9363	4.81%	1.1621	3.92%
康和證	1.0115	6.78%	0.8121	6.91%	0.8061	7.03%
大展證	0.8278	5.50%	0.8721	5.80%	0.9783	4.93%
大慶證	1.3087	5.71%	0.9964	5.65%	1.1782	4.67%
合計	-	100.00%	-	100.00%	-	100.00%
加權平均 貝塔值	0.851		0.802		0.906	

資料來源：台灣經濟新報資料庫、本研究整理

水平整合模式範例二—資金成本計

表 A-2 水平整合模式範例二—資金成本計算資料 2

券商	2016		2017	
	貝塔值	市值占比	貝塔值	市值占比
統一證	0.9801	23.66%	1.034	25.68%
元富證	0.5424	21.90%	0.7473	17.91%
群益證	0.6782	33.01%	0.7987	32.38%
宏遠證	0.6395	3.76%	0.7044	3.81%
康和證	0.4486	6.32%	0.5657	7.24%
大展證	0.6592	4.58%	0.6051	4.77%
大慶證	0.9324	3.87%	1.0109	4.14%
福邦證	0.4027	2.87%	0.8491	4.07%
合計	-	100.00%	-	100.00%
加權平均 貝塔值	0.705		0.831	

資料來源：台灣經濟新報資料庫、本研究整理

表 A-3 水平整合模式範例二－資金成本計算資料 3

年度	加權指數 報酬率 (%)	一年期存 款利率 (%)	證券業 貝塔值 估算
2013	11.8	1.36	0.851
2014	8.1	1.36	0.802
2015	-10.4	1.21	0.906
2016	11	1.04	0.705
2017	15	1.04	0.831
平均數	7.1	1.2	0.819

資料來源：台灣經濟新報資料庫、本研究整理



## 附錄二

表 A-1 為垂直整合模式從 Limaei (2013) 取最初投入項「固定成本」與「變動成本」，中間產物項「林場端之營收」，與最終產物為「市場端之營收」，並以最初投入項生產最終產出項之 CCR 效率值排序後的資料：

表 A- 4 垂直整合模式測試資料原始資料  
(單位：萬 伊朗里亞爾)

DMU	最初投入項 1	最初投入項 2	中間產物項	最終產出項	以最初投入 生產最終產出 之 CCR 效率值
	固定成本	變動成本	林場端之營收	市場端之營收	
Neka Chob	900550	1080860	3931500	5254005	1.000
Kelardasht	68928	148500	201170	397754	0.989
Shafarod	1140572	1290850	4231704	5757068	0.918
Shenrod	52774	75204	194182	264340	0.859
Mashlak	65080	110638	174108	306282	0.807
Malekrod	52312	48468	113454	178872	0.759
Haraz	63310	56450	125500	182900	0.667
Losara	36742	39114	75490	116090	0.611
Lail	64202	76302	146908	220364	0.594
Narmash	45274	46330	102492	127606	0.567
Lenga	58964	64448	138836	176254	0.563
Benshki	42618	50866	106108	138384	0.560
Lachor	249907	378347	785685	807137	0.554
Golband	31002	41204	51418	95908	0.530

資料來源：Limaei (2013)、本研究整理

# 簡歷



中文姓名：林紀綱

英文姓名：LIN, JI-GANG

出生日期：民國 82 年 5 月 25 日

聯絡電話：0981091077

E-mail : ru4gun@gmail.com

簡歷：

民國 106 年 9 月 國立交通大學 運輸與物流管理學系 碩士班 入學

民國 105 年 7 月 台南市消防局 第七大隊 中正分隊 替代役 退役

民國 104 年 6 月 國立成功大學 經濟學系 學士班 畢業

民國 100 年 6 月 國立台南第一高級中學 畢業