

國立交通大學

運輸科技與管理學系

碩士論文

金酒公司台灣地區物流中心區位分析

Location Analysis of Distribution Centers:
A Case study of KINMEN KAOLIANG LIQUOR

研究生：陳穎萱

指導教授：黃寬丞 教授

中華民國九十六年六月

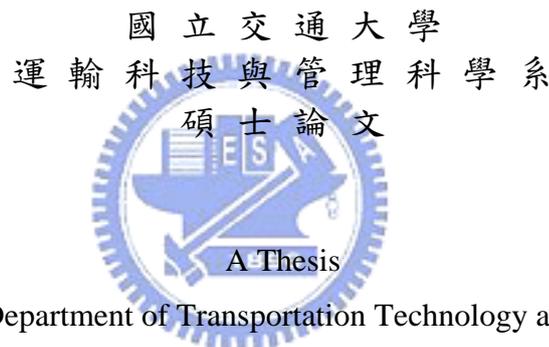
金酒公司台灣地區物流中心區位分析
Location Analysis of Distribution Centers:
A Case study of KINMEN KAOLIANG LIQUOR

研究生：陳穎萱

Student：Ying-Hsuann Chen

指導教授：黃寬丞

Advisor：Kuan-Cheng Huang



Submitted to Department of Transportation Technology and Management

College of Management

National Chiao Tung University

in partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Master

in

Transportation Technology and Management

June 2007

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十六年六月

金酒公司台灣地區物流中心區位分析

學生：陳穎萱

指導教授：黃寬丞

國立交通大學運輸科技與管理學系碩士班

摘 要

金門酒廠原為公營事業不以營利為目的，於民國 87 年邁進公司化體制後，稅賦較過去增加一倍，降低成本追求利潤最大化成為重要目標。金酒公司九成以上酒品銷售於台灣地區，主要銷售方式有兩種，一為以直營的分公司為銷售窗口，另為合約代理商經銷主要酒品。兩者在物流作業上最大差異，為前者由金酒公司自行運送，後者則於外島廠區內交貨後由代理商負責。代理銷售方式簡化營運作業，但產生收益減少、運輸成本不經濟和培養競爭對手等缺點。目前金酒公司正逐年回收代銷數量，並計畫設立台灣地區物流中心(Distribution Center, DC)專責營銷業務，為未來成立台灣地區行銷子公司的前身。

過去國內少有 DC 區位分析的量化研究個案，本研究探討金酒公司設置台灣地區 DC 之重要影響因素，引用區位理論中的設施固定成本模式(Fixed Charge Model)，但經過適當的轉換，將各段運輸成本及設施成本的分項納入模式之中。本研究依照個案特性，蒐集與推估出與設置決策相關的固定成本、和與流量決策相關的變動成本，並以現行盤商為主要需求點。規劃結果顯示，在基隆市、彰化縣和高雄市共設置三個 DC，其面積分別為 5000、3900、1100 平方公尺，每年總成本 110,786,400 元。設置 DC 前後比較，除因接近市場提升服務效率，每年可新增加的利潤空間約為 6.7 億元，每公升運輸成本降低 8% 元。

敏感度分析發現固定成本和需求量的變動，對 DC 的設置數目影響較明顯，陸運進出 DC 成本差價變動的影響則相當小。方案比較發現只設置一個 DC 時，每年多出約 5,000 萬元成本。需求點平均分散於各縣市時，中部設置區位偏向市區。此部分的分析可檢測模式對於參數的敏感度，並作不同方案結果之比較，讓決策者可有更多不同考量下的結果參考。

關鍵詞：物流中心、區位分析、設施固定成本區位模式、離島運輸

Location Analysis of Distribution Centers:
A Case study of Kinmen Kaoliang Liquor Inc.

Student: Ying-Hsuann Chen

Advisors: Dr. Kuan-Cheng Huang

Department of Transportation Technology and Management
National Chiao Tung University

ABSTRACT

Kinmen Kaoliang Liquor Inc. (KKL), once a non-profitable government agency, was corporatized in 1998. Give doubled tax obligation, cost reduction and profit maximization have become its most crucial goals. Over 90% of the liquor of KKL is sold in Taiwan area. There exist two major channels: branch companies and sales agencies. KKL handles the logistics operation for the goods sold by its branch companies. For the other channel, the sales agencies take care of the whole logistics operations from the factory in Kinmen Island. Sales agencies helps to simplify the operations, but at the same time KKL suffers from several drawbacks, such as reduction of profits, inefficiency of transportation operation and cultivating potential competitors. KKL has been retrieving the amounts of sales from the agencies and is planning to establish distribution centers (DCs), in charge of logistics operation and trade transactions in Taiwan area. These oncoming DCs can be the forerunner of the marketing company KKL may invest for the next stage.

There were not many domestic quantitative studies regarding the location analysis of DCs in the past, and this study aims to explore the significant factors concerning KKL's establishment of DCs in Taiwan area. The classical fixed charge model is modified to take into consideration of the inbound and outbound transportation costs associated with the DCs as well as the variable and fixed components of the DC facility costs. This study collects and estimates the values of the related parameters in the model. The results indicate that the total cost will be 110,786,400 NT dollars per year if the three DCs are built up in Keelung City, Changhua City and Kaohsiung City with the floor area of 5,000, 3,900 and 1,100 square meters respectively. After setting up the DCs, KKL can also improve the service level due to the proximity to markets and increase the gross profits of about 6.7 billions NT dollars per year.

Sensitivity analysis suggests that the changes in fixed cost and demand level have more impacts than the unit cost difference between inbound and outbound transportation of the DCs. Besides, according to the comparison between the scenarios, the cost will increase about 50, 000, 000 NT dollars if merely one DC is set up. Besides, the location decision is not very sensitive to the locations of the demands, which may change in the future. The results of the above analysis offer decision makers various facets for considerations.

Keywords: Distribution Center, Location Analysis, Fixed Charge Model, Offshore Island Transportation

誌 謝

首先誠摯的感謝指導教授黃寬丞老師悉心的教導，培育我得以精進運輸領域之專長，助我達成此研究所生涯的期許目標。老師對學問的嚴謹是我輩學習的典範，幾年來不厭其煩的耐心討論並指點正確方向，以開明的教導方式一路支持我完成論文，令我受益匪淺，著實感念在心。

本論文的完成另外亦得感謝金酒公司陳尚智先生、李增鑫先生、許翼帆先生及其他專員等的大力協助。因為你們熱心的忙裡抽空給予幫忙與意見，使得本論文能夠更完整而可靠。

感謝卓訓榮老師、韓復華老師、許巧鶯老師等給予的指教與肯定。感謝俊德、明德學長在研究過程中的指導與幫忙，感謝實驗室的小奮、宇彤、Back、展宗、泰億在這兩年的照顧，感謝同學詩敏、吠吠、君如、Mika、mager 等帶來的歡笑，感謝學弟妹的用心與尊重，也感謝阿縉、瓊羽、阿惠、董冠、阿珊、卜哲等好友的支持與陪伴。

六年在交大裡的日子，實驗室裡共同的生活點滴，學術上的討論、趕作業的革命情感、身心平衡的 lab 運動時間、言不及義的閒扯、.....，感謝眾位學長姐、同學、學弟妹的共同砥礪，因為有你們讓大學與研究所生活變得絢麗多彩。

最後，謹以此文獻給我摯愛的雙親，沒有你們便沒有今日的我！



目 錄

中文摘要	ii
英文摘要	ii
致 謝	iii
目 錄	iv
表 目 錄	vi
圖 目 錄	viii
一、 緒論	1
1.1 研究背景及動機	1
1.2 研究目的	3
1.3 研究範圍	3
1.4 研究流程	4
二、 文獻回顧	5
2.1 物流中心區位選擇個案研究之文獻回顧	5
2.2 設施區位模式回顧	7
2.2.1 設施區位問題經典模式	7
2.2.2 設施區位問題分類	10
三、 金酒公司個案背景	12
3.1 台灣市場經營現況與遠景	13
3.1.1 運輸網路系統介紹	13
3.1.2 物流中心設立後之運輸網路	15
3.2 設置物流中心的考量項目	16
四、 數學模式與參數推估	19
4.1 數學模式符號定義與介紹	19
4.2 變數定義	20
4.3 需求參數推估	24
4.4 成本參數推估	25
五、 模式結果與分析	34
5.1 數值結果與分析	34
5.2 設置物流中心前後比較分析	38
5.3 敏感度分析-固定成本	41
5.4 敏感度分析-需求量	44
5.5 敏感度分析-進出倉運輸成本	47
5.6 方案比較-設施數目限制	48
5.7 方案比較-以人口為基礎之需求分佈	50
六、 結論與建議	56
6.1 結論	56
6.2 建議	56

參考文獻	58
附錄一 LINGO 程式碼	60
附錄二 參數與模式結果數值	61



表目錄

表 1	運輸決策層級分類	4
表 2	區位問題—依目標式與限制條件之分類	11
表 3	區位問題—依問題特性分類	11
表 4	各縣市工業區列表	17
表 5	海運頻次表	18
表 6	第一階段各縣市供給點選取結果表	20
表 7	第二階段供給點選取結果表	21
表 8	供給點選取結果表	21
表 9	金酒公司台灣地區直營分公司表	23
表 10	需求點總整表	24
表 11	需求量分佈表	25
表 12	固定成本細目表	26
表 13	物流中心面積推估表	27
表 14	95 年 3 月各縣市工業區之平均地價表	28
表 15	各縣市每年每公升購地成本表	28
表 16	營運成本細目表	29
表 17	變動成本(g_j)數值表	30
表 18	分區縣市表	31
表 19	三段陸運成本表	31
表 20	第三段-1 運輸距離公里數值表	32
表 21	物流中心設置區位分析結果表	34
表 22	固定成本與變動成本數值表	35
表 23	物流中心海運費用表	36
表 24	物流中心配送表(萬)	37
表 25	固定成本-設置區位比較表	42
表 26	固定成本 100 萬元-中部地區配送成本比較表	42
表 27	固定成本-主要成本比例比較表	43
表 28	固定成本-主要結果比較表	44
表 29	需求量-設置區位比較表	45
表 30	需求量-主要成本比例比較表	45
表 31	需求量-主要結果比較表	46
表 32	進出倉運輸成本-設置區位比較表	47
表 33	進出倉運輸成本-主要成本比例比較表	47
表 34	進出倉運輸成本-主要結果比較表	48
表 35	設施數目限制-設置區位比較表	49
表 36	設施數目限制-主要成本比例比較表	49
表 37	設施數目限制-主要結果比較表	50
表 38	各縣市人口比例及需求假設表	52
表 39	以人口為基礎之需求分佈-設置區位比較表	52
表 40	以人口為基礎之需求分佈-台中市與彰化縣變動成本表	53
表 41	以人口為基礎之需求分佈-物流中心配送分佈表	53
表 42	以人口為基礎之需求分佈-主要成本比例比較表	54

表 43	以人口為基礎之需求分佈-主要結果比較表.....	55
附表 1	第三段-2 陸運距離公里數值表.....	61
附表 2	運輸成本數值表.....	62
附表 3	變動成本(CIJ)數值表.....	63



圖目錄

圖 1	金酒公司 91~94 年營業額	1
圖 2	酒品銷售通路別銷售金額比例	2
圖 3	三階段營運型態	2
圖 4	物流中心之性質與效益	12
圖 5	離島至本島之運輸結構圖	13
圖 6	物流中心設置後之運輸結構圖	16
圖 7	供給點散佈圖	22
圖 8	需求點分佈圖	23
圖 9	需求量(單位：萬公升)分佈折線圖	25
圖 10	設施建構成本之成本結構圖	26
圖 11	台灣本島分區圖	30
圖 12	主要成本關係圖	33
圖 13	物流中心設置區位圖	35
圖 14	運輸成本結構圖	36
圖 15	主要成本結構圖	36
圖 16	物流中心配送圖	38
圖 17	酒品供應鏈成本價格關係圖	39
圖 18	利潤關係圖	39
圖 19	規模經濟量價關係圖	40
圖 20	固定成本 100 萬元-中部地區配送圖	42
圖 21	固定成本-固定成本與變動成本比例比較圖	43
圖 22	固定成本-設施建構成本與運輸成本比例比較圖	43
圖 23	固定成本-平均每公升成本比較圖	44
圖 24	需求量-固定成本與變動成本比例比較圖	46
圖 25	需求量-設施建構成本與運輸成本比例比較圖	46
圖 26	進出倉運輸成本-固定成本與變動成本比例比較圖	48
圖 27	進出倉運輸成本-設施建構成本與運輸成本比例比較圖	48
圖 28	設施數目限制-固定成本與變動成本比例比較圖	49
圖 29	設施數目限制-設施建構成本與運輸成本比例比較圖	49
圖 30	需求點為各縣市之地理位置分佈圖	51
圖 31	台北縣與基隆市人口劃分圖	51
圖 32	以人口基礎為需求分佈-物流中心配送圖	54
圖 33	以人口為基礎之需求分佈-固定成本與變動成本比例比較圖	54
圖 34	以人口為基礎之需求分佈-設施建構成本與運輸成本比例圖	55

一、 緒論

1.1 研究背景及動機

金門酒廠實業股份有限公司（以下簡稱金酒公司）開業於民國 41 年，迄今已逾 50 餘年，始為軍方設立，隨政治環境變遷轉而納入國家公賣體系。秉持著「滿意、和諧、效率」三大經營理念，金酒公司的酒品不僅揚名於台灣市場，更將拓展大陸市場、行銷全球。為因應市場需求，每年生產運送之酒品數量非常巨大，公司更預期在民國 96 年達到一年 3000 萬公升的生產量。

金酒公司早期透過物資供應處銷售酒品，民國 87 年轉制為公司，開始自行從事銷售工作，渡過初期幾年摸索階段，於民國 90 年正式成立營業組負責行銷作業，由早期 3 人小組擴大到現今 48 人。近年來由於改變市場行銷策略，營業額由 91 年 63 億成長至 95 年 103 億，如圖 1 所示，金酒公司每年酒品的銷售量正值快速成長期。

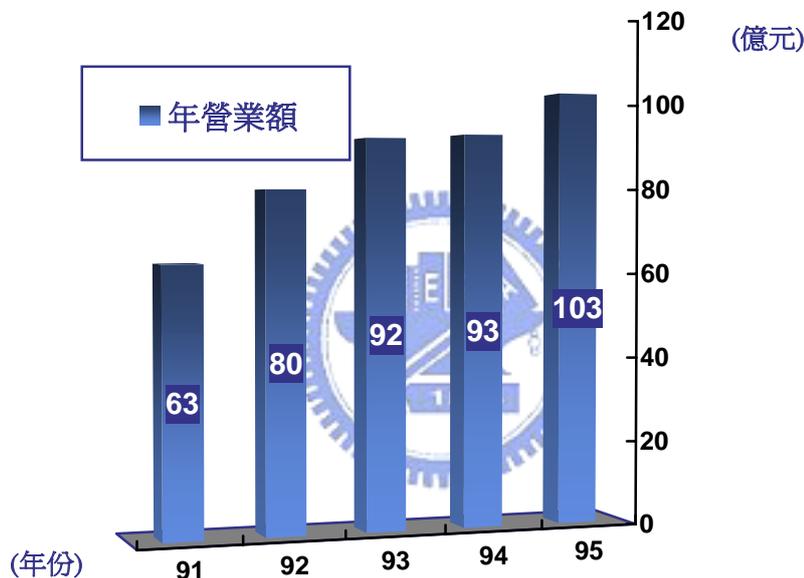


圖1 金酒公司 91~94 年營業額

金門酒廠原為公營事業不以營利為目的，成立為金酒公司前只需負擔直接成本，但隨著邁進公司化體制，除需負擔每公升 185 元菸酒稅、5%營業稅外，還要繳納營利事業所得稅，稅賦較過去增加一倍，即使公司近年來盈餘不斷創新高，但降低成本追求利潤最大化，對於轉型為公司的金門酒廠而言仍為重要目標。

台灣地區目前為金酒公司的主要市場，九成以上的酒品從金門向台灣流動。金酒公司在台灣地區有兩個主要行銷窗口，一為台北、台中、高雄直營的三個分公司，自行向市場銷售酒品，另外則為合約代理商，經銷主要酒品。兩者在物流作業上最大的差異，在於前者由金酒公司自行運送，後者於廠內交貨後由代理商負責處理。

金酒公司酒品運送作業中，代理商處理占了相當比例，雖然簡化營運作業，但產生收益減少、運輸成本不經濟和培養競爭對手等缺點。在自行銷售部分的運輸作業，由於金酒公司處於外島地區，倚賴金門的物料來源無法遷移廠房，因此對於主要市場—台灣地區，勢必面臨由外島地區運輸到本島地區的複雜運輸問題，包含船運和陸運多層的連

結，可知其物流系統規劃所具的影響。

金酒公司營運作業方式從過去到未來將經歷三個階段，分別為代理銷售、代理銷售和自行銷售混合，及完全性的自行銷售，如圖 2。近來金酒公司逐年回收代理銷售的數量，自行銷售和代理銷售的比例已由民國 92 年的 4:6 到民國 94 年的 5:5，未來亦將持續此趨勢，直到完全回收。因應台灣地區自銷比例提高到七八成後，併入大陸市場開發後產生的需求，公司未來的願景為產銷分離，成立獨立的行銷子公司專責營銷業務。

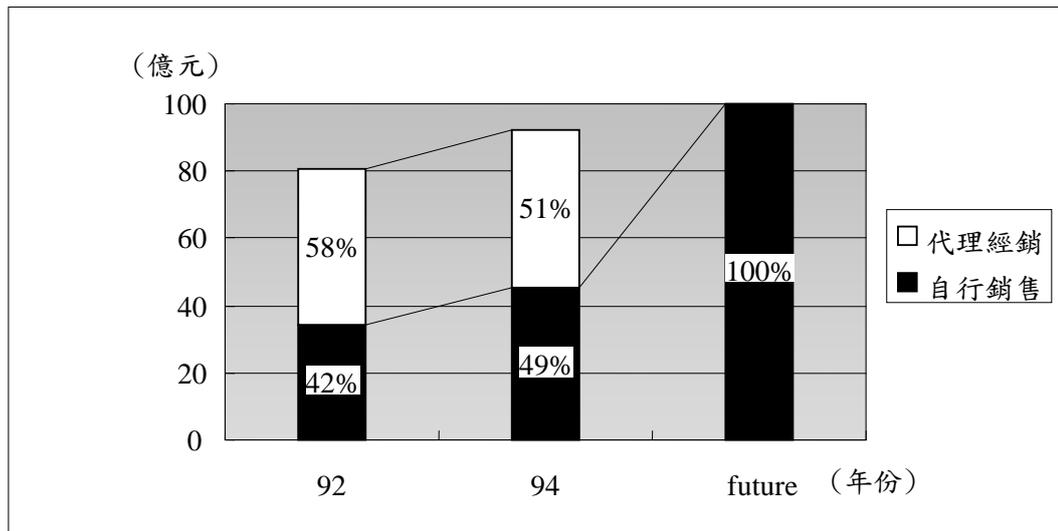


圖2 酒品銷售通路別銷售金額比例

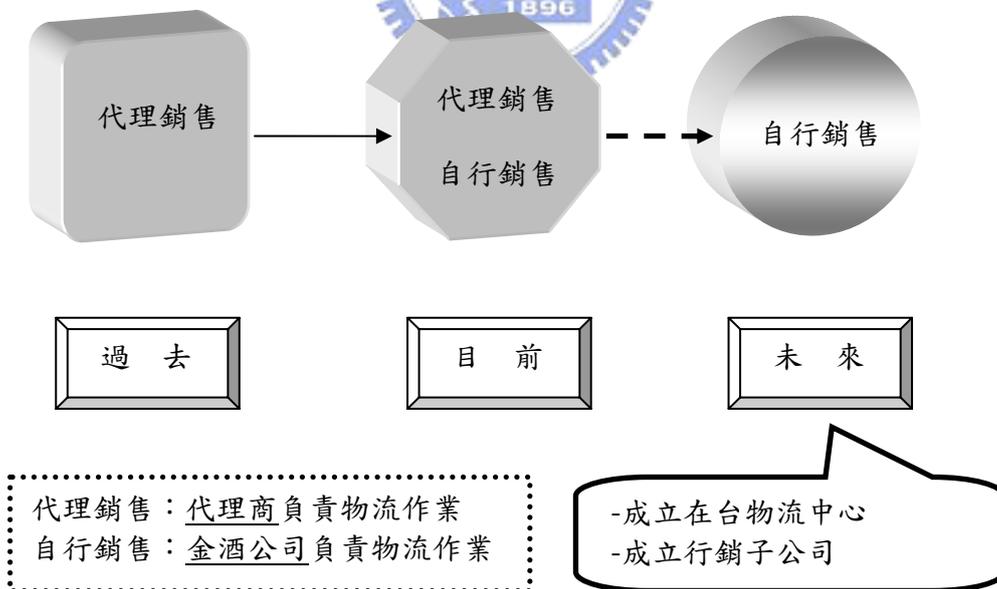


圖3 三階段營運型態

考量鉅額酒品銷售量和自行銷售比例漸增的趨勢，如能改善現有物流作業系統，不僅對於整體營運成本的降低有不小的貢獻，且能增加金酒公司營運上的效率。目前中國大陸已成立行銷子公司，但因台灣地區是既有市場，開發反而不若大陸新市場容易，必需具備全盤性準備，才能可靠執行成立子公司的計畫。就台灣市場而言，初步為設置物流中心，將金門地區廠房生產完的酒品成品，直接運往物流中心儲放，而由此中心完全

負責台灣地區的酒品銷售作業，不但可以回收代理銷售的作業提高利潤，亦可藉規模經濟而扭轉隔海運輸原處的劣勢，有效降低運輸成本。此物流中心和金門廠區產銷分離的關係，是為行銷子公司的前身。

1.2 研究目的

金酒公司的物流中心主要為運送自有產品而設，也就是趙義隆[1]分類中的M.D.C(Distribution Center built by Maker)，身為製造商的金酒公司，可避免以往配銷業務受制於其他業者的情形，直接配送商品，達到掌握通路的控制權以及降低配銷成本的好處。因應上述背景與動機，本研究之研究目的為下：

1. 探討金酒公司設置物流中心之重要影響因素：參考過去國內探討設置物流中心影響因素之文獻，並透過充分瞭解金酒公司文化，與營業作業專員不斷訪談與溝通，篩選實務上設置物流中心需考量之相關項目。
2. 引用數學模式輔助分析物流中心之設置區位及容量：以上述分析之影響因素為基礎，引用區位分析經典模式，分析金酒公司物流中心之合適設置區位，提供未來執行時的參考依據。
3. 比較分析不同方案之結果：根據實務特性發展不同的假設方案，透過與原始方案比較分析，提供額外的參考結果。

由於金酒公司的物流作業處於起始階段，且位於偏遠的外島地區，較缺乏研究資源與專業資訊，至今仍未發展過物流作業系統的相關研究。本研究納入金酒公司設置物流中心區位時的相關考量，運用經典區位分析數學模式輔助評估，找尋最適合設置區位，並發展不同比較方案，以提供金酒公司參考，亦可熟悉區位模式於實際案例之應用過程與結果。

1.3 研究範圍

以下以兩個角度陳述本研究的範圍，說明區位問題的定位，分別為地理範圍和決策層級與時程範圍。

1. 地理範圍：

金酒公司酒品主要銷售區域，包含台灣本島地區、外島地區以及大陸地區。配合金酒公司獨立行銷之策略，本研究以台灣本島地區為主要地理範圍，探討物流中心設置區位的議題。

2. 決策時程與層級範圍：

一般而言，物流系統規劃就不同的決策層次、決策角度，及決策時程，可區分為不同課題，下表1簡單歸類普遍的三大類型。通常長期性的為策略性、較大規模的物流決策，短期性的則為作業面、較小規模的物流決策，而中期的介於兩者之間。現今中期和長期的界線基於委外等因素越來越模糊，可將兩者視為同一類，而本研究係屬此運輸決策層級分類中之中長期規劃。

許多區位的問題會同時納入車隊規模或繞境問題，但金酒公司計畫循序漸進，設立物流中心之初運送業務暫時委外，且其主要客戶為盤商，因此排除短期的車隊或路線考量，單純的探討區位的設置問題。而設置物流中心的考量範疇有很多，包含物流中心的定位、經營型態的規劃等，在此主要重點放在物流中心設置區位選擇。

表1 運輸決策層級分類

決策時程	長期	中期	短期
決策角度	策略(strategic)	戰術(tactic)	作業(operational)
案例	區位分析、系統設計		營運決策

1.4 研究流程

本研究之架構共包含六個章節，第二章為文獻回顧，第三章為問題背景，第四章為數學模式與參數推估，第五章為模式結果與分析，最後一章為結論與建議。在研究過程中，透過與金酒公司營業部人員不斷的訪談與溝通，瞭解實際作業經驗，增進研究結果的可靠度。



二、 文獻回顧

本章節將回顧與物流中心區位選擇問題有關的文獻，主要包含兩部分，一為區位選擇案例之回顧，二為區位設施問題模式的回顧。

2.1 物流中心區位選擇個案研究之文獻回顧

區位分析(Location Analysis)案例的應用範圍很廣，過去學術界不同領域中曾使用多種方法做過多項研究，例如：Farahani and Asgari[2]使用多考量決策(MCDM)方法，結合涵蓋的技巧，評估軍事物流中心的設置區位；Ulstein et al[3]使用線性規劃分析 Elker 公司現有廠房的重置方案；Laval et al. [4]發展追求最小化成本之數學規劃式，分析 HP 公司在歐洲、中東和非洲等區域的代工廠之區位重置問題；廖宗慶[5]運用多評準決策方法，評選臺灣櫻花鉤吻鮭完全養殖場的區位設置順序；馬妙亞[6]透過專家訪談方式，進行空軍後勤物流中心設置區位的分析探討；林育德[7]蒐集了有關會議展覽產業的相關文獻與案例分析，評估台南縣發展會議展覽產業的最適區位，並提出相關政策之建議；林宏晉[8]以台中市西區鄰里公園設置為實證研究對象，運用區位理論中 P-中位數法的概念，建構出在不確定性因素下，分析公園設施最佳設置地點的基本模式；Fuente and Lozano[9]使用叢集分析法，評估食物製造商的倉庫之理想設置數目和地點等。

上面所舉的案例中，可看出區位分析(1)廣為應用於不同行業：如軍事單位、民間機構等。(2)使用多種不同的方法：包含叢集分析法、訪談評估等。(3)分析各種目標：如生物養殖場、公共建設等。

台灣地區近年的研究中，同時考量物流中心和區位理論的實例研究非常少，在此挑選其中較具相關度的兩篇文章作描述和比較，分別為賴廷彰[10]針對物流中心區位選擇影響因素所做之研究，和陳昱文[11]所完成之物流業決定物流中心區位因素影響之實證研究。

1. 賴廷彰[10] [題目：物流中心區位選擇影響因素之研究]

此篇研究先分析物流中心的功能，考量物流中心在整體物流體系中活動行為，再利用階層分析法(AHP)設立考量因素的權重。界定出四種物流中心類型做實例應證，包含地區型物流中心、區域型物流中心、全國型物流中心、國際型物流中心，並進一步探討物流業者和專家學者對區位選擇因素看法之差異。

研究結果發現二者在成本、物流網路、通訊設施與人口特性等因素之權重，具有顯著性統計差異，而其他因素無顯著差異。研究結果提供相關決策者更加完整的區位選擇考量因素之資訊。

本研究為一案例型的之研究，在賴廷彰的研究結果中，專家學者和物流業者對於區位選擇因素看法的差異，為值得省思的。目前物流業是一個供過於求之時期，產業之外移，造成貨源空洞化之危機，此研究中提及之許多重要因素，亦考量了外移的假設前提，譬如法令因素包含當地法規、政策等，但是相對在本研究中，金酒設立物流中心的地理範圍為台灣地區，在法規因素上並沒明顯的差異，參考價值需再權衡。

2. 陳昱文[11] [題目：物流業決定物流中心區位因素影響之實證研究-以東源物流等廠商為例]

此研究分成兩階段，第一階段利用前人完成之研究當作架構，探討較重要之各變數如何影響物流中心之區位，透過訪談及深度觀察之方式，對東源物流及大榮貨運等物流公司進行深度訪談。其列舉之區位選擇因素如下六項：接近運輸設施、土地成本、都市

計畫、法規限制、接近市場、勞力供應。

第二階段利用個案研究法，將訪談之結果和蒐集的資料文獻整合，推論出七個合理命題：

- (1) 命題一：物流廠商在選擇物流中心之區位時，在交通上會優先考量接近基礎建設之區位。
- (2) 命題二：土地成本為成立物流中心時，佔經費支出最多且為首要考量之部份。
- (3) 命題三：設立物流中心土地取得之方式，將由傳統之購地方式逐漸轉變為租賃之方式。
- (4) 命題四：有利之政府政策，將增加物流中心區位將來之擴充性。
- (5) 命題五：法令規章之限制將會阻礙物流中心區位之選擇與發展。
- (6) 命題六：消費型態及生產策略之改變，使物流中心之區位選擇轉變為以接近市區為優先考量。
- (7) 命題七：物流中心之區位決定，會影響到物流公司之人員招募。

研究結果發現各構面均會對企業之決策產生影響，以選擇因素而言，土地及交通影響最大，其次是政府政策，再來是法令規章。

此研究期能以成功企業之經驗，提供給進入者參考，以增加其成功機會。以台灣當地著名之物流業者為列舉對象，之於本研究具參考價值。未來在設定金酒公司物流中心設置的優先考量條件時，除了金酒公司提出的意見，此研究所呈現出之物流中心區位因素影響結果，不失為一參考準則。

由以上文獻回顧發現，國內關於物流中心之研究案例，皆為透過許多訪談蒐集實務上的資料和意見，在分析過程中，多採用質化方法，如問卷分析、AHP 等，較少有納入數學模式輔助分析的量化研究。Ulstein et al. [3]指出，越來越多的企業瞭解使用數學規劃模式和演算法輔助供應鏈決策的重要性，而本研究在此區位問題案例中，將以數學模式輔助分析的方式進行研究，結合實務上真實的數值資料，確實掌握相關的定量影響因素，以呈現直接的數值結果，其優點如下：

1. 個案成本數字清楚呈現
2. 調整參數進行敏感度分析測試模式
3. 不同方案明確的結果比較

過去雖然國內之物流中心並無以數學模式為基礎的個案，但國際之個案研究具備本研究之重要特性：區位分析應用於企業決策、使用數學模式為分析方法，且分析目標為物流中心之區位分析個案問題，以下為兩個比較重要且具參考價值之個案研究：

1. Nozick and Turnquist[12] [題目：Inventory, transportation, service quality and the location of distribution centers]

個案研究對象為美國某大汽車業者，為衡量客戶服務與成本費用間的衝突 (trade-off)，重新評估物流中心的設置地。使用設施固定成本模式(Fixed Charge Model)為分析架構，將服務效率、存貨成本和運輸成本納入為模式中的考量項目，最佳化分析的結果依服務率設定的不同而異，當服務率為 87%時共設置 23 個物流中心，為總成本最小；服務率達 100%時需設置 64 個物流中心，而位於效率前緣者的最佳結果，為服務率 94%，設置 29 個物流中心。

2. Ehr Gott and Rau[13] [題目：Bicriteria cost versus service analysis of a distribution network--a case study]

此個案研究以全球最大之化學產品公司 BASF AG 為對象，改善其現有配送系統。採用數學模式分析 14 個物流中心置點方案，追求運輸成本和服務品質兩者權衡下的最

佳化，總成本之組成包含運輸成本、作業成本、運送時間、作業時間等。由於線性模式求解能力受限，一併發展了較複雜的非線性模式，但兩者分析結果相去不遠。而最終除呈現分析後評估結果外，因為運輸成本和服務品質在模式的權衡中沒有特別偏好，又加以評析了此個案中影響兩者的因素。

上述兩篇研究之數學模式運用過程，及結果分析內容結構，皆可為參考。唯本研究系屬於個案型研究，區位問題尤其具有地域性，相較之下，台灣地區的相關研究案例，較具實務分析上的參考價值。下一小節中，將介紹關於設施區位問題的基本數學模式。

2.2 設施區位模式回顧

本小節以回顧設施區位問題為主，因為問題種類非常的多，在此先描述其中幾個基本問題的經典模式，再依照不同分類方式介紹其他變形問題。

2.2.1 設施區位問題經典模式

以下介紹設施區位問題中的集合涵蓋問題、中心問題、中位問題、設施固定成本區位問題等四大類的基本模式[14]。

1. 集合涵蓋問題

集合涵蓋問題(Set Covering Model)是設施問題中最簡單的一類，要求在每個需求點至少被一個設施涵蓋到的條件下，追求設置設施總成本最小的問題，以下介紹數學模式中符號和式子的意義：

參數：

$$a_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{：點 } j \text{ 可以涵蓋到點 } i \text{ 時值為 } 1, \text{ 否則為 } 0 \\ 0 & \end{cases}$$

$$f_j \quad \text{：在 } j \text{ 點設置設施的固定成本}$$

決策變數：

$$X_j = \begin{cases} 1 & \text{：在 } j \text{ 點設置設施時值為 } 1, \text{ 否則為 } 0 \\ 0 & \end{cases}$$

數學模式：

$$\text{MINIMIZE} \quad \sum_j f_j X_j \quad (2.1a)$$

$$\text{SUBJECT TO} \quad \sum_j a_{ij} X_j \geq 1 \quad \forall i \quad (2.1b)$$

$$X_j = 0, 1 \quad \forall j \quad (2.1c)$$

目標函數(2.1a)：最小化設施設置的總成本

限制式 (2.1b)：每個需求點 i 至少需被一個以上的設施 j 涵蓋到

集合涵蓋問題嘗試用最少的設置設施成本，讓全部需求點的需求至少被涵蓋一次，但在實際應用上，常產生設置的設施點數過多的現象，且沒有考慮到不同需求點上的需求可能是相異的。

2. 中心問題

中心問題在需求同樣會被完全服務到的條件下，可以修正集合涵蓋問題的某些缺點，在此以在節點上設置 P 個設施的模式(Vertex P-center Formulation)為此類區位問題的基本代表。其數學符號定義如下：

參數：

d_{ij} ：需求 i 點和設施 j 點之間的距離

h_i ：需求 i 點的需求量

P ：欲設置的設施數目

決策變數：

$X_j = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}$ ：在 j 點設置設施時值為 1，否則為 0

Y_{ij} ：需求 i 點的需求量中，由設施 j 點服務的比例

W ：需求 i 點和鄰近設施的距離中最大者

數學模式：

$$\text{MINIMIZE } W \quad (2.2a)$$

$$\text{SUBJECT TO } \sum_j Y_{ij} = 1 \quad \forall i \quad (2.2b)$$

$$\sum_j X_j = P \quad (2.2c)$$

$$Y_{ij} \leq X_j \quad \forall i, j \quad (2.2d)$$

$$W \geq \sum_j d_{ij} X_{ij} \quad \forall i \quad (2.2e)$$

$$X_j = 0, 1 \quad \forall j \quad (2.2f)$$

$$Y_{ij} \geq 0 \quad \forall i, j \quad (2.2g)$$



目標函數(2.2a)：最小化需求點和鄰近設施間的距離

限制式 (2.2b)：每個需求點 i 的需求量都必須被完全滿足，也就是 j 點服務 i 點的比例總和為 1。

限制式 (2.2c)：總共設置 P 個設施

限制式 (2.2d)： j 點設施不能服務 i 點，除非 j 點有設置設施

限制式 (2.2e)： W 必須大於任何需求 i 點和設施 j 點間的距離

限制式 (2.2f)：決策變數 X_j 為 0、1 變數

限制式 (2.2g)：限制決策變數 Y_{ij} 為非負數

集合涵蓋問題和中心問題主要以需求 i 點和設施 j 點之間的服务範圍或距離為考量，但有時候距離和成本可能存在線性或是非線性的關係，則不適用於此類型的模式。

3. 中位問題

中位問題中所探討的成本和設施，與需求點的運輸距離通常為線性關係，在此以設置 P 個設施的中位問題(P-Median Problem)為此類區位問題的基本介紹，其使用的數學符號定義和數學模式如下所示：

參數：

d_{ij} : 需求 i 點和設施 j 點之間的距離

h_i : 需求 i 點的需求量

P : 欲設置的設施數目

決策變數：

$X_j = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}$: 在 j 點設置設施時值為 1，否則為 0

$Y_{ij} = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}$: 需求 i 點被設施 j 點服務時為 1，否則為 0

數學模式：

$$\text{MINIMIZE} \quad \sum_i \sum_j h_i d_{ij} Y_{ij} \quad (2.3a)$$

$$\text{SUBJECT TO} \quad \sum_j Y_{ij} = 1 \quad \forall i \quad (2.3b)$$

$$\sum_j X_j = P \quad (2.3c)$$

$$Y_{ij} \leq X_j \quad \forall i, j \quad (2.3d)$$

$$X_j = 0, 1 \quad \forall j \quad (2.3e)$$

$$Y_{ij} = 0, 1 \quad \forall i, j \quad (2.3f)$$

目標函數(2.3a)：最小化有服務行為的設施和需求點間之距離

限制式 (2.3b)：每個需求點 i 的需求量都必須被完全滿足，也就是 j 點服務 i 點的比例總和為 1。

限制式 (2.3c)：總共設置 P 個設施

限制式 (2.3d)： j 點設施不能服務 i 點，除非 j 點有設置設施

限制式 (2.3e)：決策變數 X_j 為 0、1 變數

限制式 (2.3f)：決策變數 Y_{ij} 為 0、1 變數

4. 設施固定成本區位問題

這類區位問題中，以無容量限制性設施區位問題(Uncapacitated Fixed Charge Facility Location Problems)最為基本，此模式考量設施固定成本和運輸成本，目標為追求兩者的總成本最小。以下介紹規劃式中使用的數學符號和式子：

參數：

f_j : 在 j 點設置設施的固定成本

h_i : 需求 i 點的需求量

d_{ij} : i 點和 j 點之間的距離

α : 單位需求運送單位距離的成本

決策變數：

$X_j = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}$: 在 j 點設置設施時值為 1，否則為 0

Y_{ij} : 需求 i 點的需求量中，由設施 j 點服務的比例

數學模式：

$$\text{MINIMIZE} \quad \sum_j f_j X_j + \alpha \sum_i \sum_j h_i d_{ij} Y_{ij} \quad (2.4a)$$

$$\text{SUBJECT TO} \quad \sum_j Y_{ij} = 1 \quad \forall i \quad (2.4b)$$

$$Y_{ij} \leq X_j \quad \forall i, j \quad (2.4c)$$

$$X_j = 0, 1 \quad \forall j \quad (2.4d)$$

$$Y_{ij} \geq 0 \quad \forall i, j \quad (2.4e)$$

目標函數(2.4a)：為追求總成本最小化，包含設施設置的固定成本和需求量的總運送成本，後者與運送距離和數量有關。

限制式 (2.4b)：每個需求點 i 的需求量都必須被完全滿足，也就是 j 點服務 i 點的比例總和為 1。

限制式 (2.4c)： j 點設施不能服務 i 點，除非 j 點有設置設施

限制式 (2.4d)：決策變數 X_j 為 0、1 變數

限制式 (2.4e)：限制決策變數 Y_{ij} 為非負數

因為沒有容量限制，基本上所有的需求點 i ，會被有設置設施的鄰近點 j 所服務，因此 Y_{ij} 都會為整數。

上述之內容為四大類型區位問題中最基本的，由這些基本模式發展出複雜度較高的區位模式不計其數，因而無法詳細介紹，其他關於區位模式的介紹，亦可以參考 Mirchandani and Francis[15]的分類與介紹。下一小節以陳春益等[16]的分類方式介紹更多區位模式。

2.2.2 設施區位問題分類

設施區位問題簡單說就是設置一個或多個設施，以服務分佈於空間中的需求點。設施區位問題的種類非常的多，陳春益等[16]依照目標函數與限制式、問題特性分類如表 2、表 3。此兩表的分類方式，將複雜的區位問題界定得有條理，研究者可以很清楚的參考。

表2 區位問題—依目標式與限制條件之分類

類型	目標函數		限制式		問題類型
	固定成本	運輸成本	設施容量限制	設施數量限制	
I	—	Minisum	否	是	中位問題
II	—	Minimax	否	是	中心問題
III	—	Minimin	否	是	厭惡性設施區位問題
IV	Minisum	—	否	否	集合涵蓋問題
			否	是	最大涵蓋問題
V	Minisum	Minisum	是	否	容量限制性設施區位問題
			否	否	無容量限制性設施區位問題
			否	是	數量限制、無容量限制性設施區位問題
VI	Minisum	Minimax	否	是	考量固定成本之中心問題
VII	Minisum	Minimin	否	是	考量固定成本之厭惡性設施區位問題

表3 區位問題—依問題特性分類

問題特性	網路區位問題之分類
輸入值(需求和成本)是否隨時間改變	靜態/動態區位問題
需求是否確定	確定性/機率性區位問題
商品種類多寡	單元/多元商品區位問題
目標多寡	單目標/多目標區位問題
有無容量限制	容量限制性/無容量限制性區位問題
有無層級性	單層/多層區位問題
需求是否具有彈性	彈性需求/無彈性需求之區位問題
設施屬性	非厭惡性設施/厭惡性設施區位問題

區位問題的分類縱然很多，一般而言選取模式的原則，即為瞭解問題實際關切的因素，進而選擇符合使用的模式，而非越複雜的模式越好。金酒案例中，在選擇區位問題時，主要以最小化成本為目的，考量固定成本和變動成本，屬於表3中類型V的問題。下一章中，以類型V中數學模式為基礎，詳細介紹金酒公司在區位選擇決策時的相關背景。

三、 金酒公司個案背景

台灣目前為金酒公司的主要銷售市場，民國 90 年新成立營業部門負責營銷業務，初幾年為熟悉期，很大比例採用代理銷售的方式。這樣的動作確實簡化了營業部門的業務，也讓金酒公司具有售量保障，但卻有下列幾項缺點：

1. 收益降低：物流作業由代理商負責，酒品的批售價格中不包含相關費用，因此經由代理銷售的酒品，銷售價格相較偏低，實為減少金酒公司的收益。
2. 運輸成本不經濟：過去金酒公司自銷比例非常小的時期，常因運輸量少，而缺乏與運輸商議價的籌碼，相對於全數自運的假設情況，負擔了較不經濟的運輸成本。
3. 培養競爭對手：今年合作愉快的代理商，可能在明年流標後，轉而以同樣手法代理其他同質性的酒品，因此，培養一個代理商，就像培養下一個對手。甚而，有鑑於曾有代理商直接買斷他牌酒品商標權的前例，金酒公司引以為戒，注意到保護商標權的重要性。

考量上述優缺點，近年來營運部門漸上軌道，金酒公司逐年回收經銷的數量，目前各佔一半比例，未來因應台灣地區自銷比例提高至七八成，與大陸市場開發後的需求，金酒公司計畫直接成立一獨立行銷子公司，全權負責所有營銷事務。

台灣地區為成熟市場，需求量和銷售通路相對比較穩定，因此在成立正式的行銷子公司前，先成立物流中心，負責當地的物流作業，其性質和效益如圖 4 所示，分述如下：

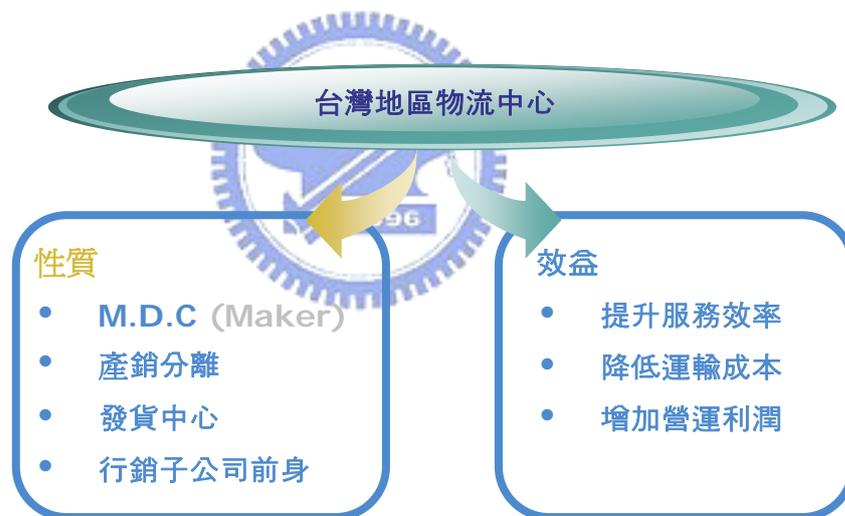


圖4 物流中心之性質與效益

1. 性質：

- M.D.C：為製造商自有的物流配送中心，現階段專責金酒公司自產產品的配送。
- 產銷分離：營運上獨立於母公司，兩者產銷分工。
- 發貨中心：扮演台灣地區的發貨中心，處理市場中所有銷售酒品。
- 行銷子公司前身：扮演探索的角色，讓金酒營運部門團隊，逐漸熟悉進而掌握未來營運方式。

2. 效益：

- 提升服務效率：將不受處於外島時的天候影響與交通限制，進出倉動作掌握性提

高，提升服務效率。

- 有效降低運輸成本：往物流中心補貨具有規律性，可集中數量引發船運商家的供給，具規模經濟效果。
- 增加營運利潤：除降低成本提高的利潤外，攬回原代理銷售的數量，也一併將此部分可得的利潤回收。

因此，針對金酒公司的個案，下面幾小節將詳細介紹設立物流中心的相關背景與考量。金酒公司位於離島具有特殊的運輸特性，3.1 節主要介紹成立台灣地區物流中心前後的運輸方式。接著 3.2 節，佐以金酒公司的營運條件，介紹金酒公司在選擇物流中心區位時所考量的相關因素。

3.1 台灣市場經營現況與遠景

3.1.1 運輸網路系統介紹

一般從外島地區到台灣地區的貨物運輸分成三段運輸路徑，第一段運輸為從產品的出貨倉庫到島上的港埠(以下稱為離島港埠)，第二段運輸為從離島港埠到台灣地區的港埠(以下稱為本島港埠)，最後一段運輸則為從本島港埠到目標倉庫，圖 5 簡示此離島的三段運輸；由此概觀以下將描述從金酒公司到本島地區的離島運輸網路，分成現有的運輸網路結構和金酒公司所使用的運輸方式兩部分。

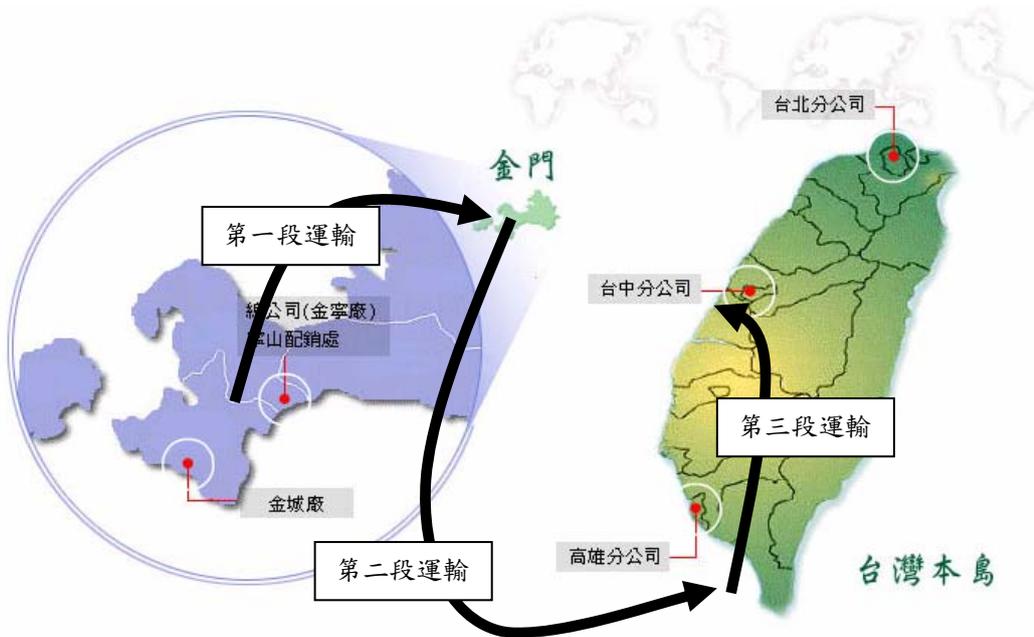


圖5 離島至本島之運輸結構圖

1. 第一段運輸

(1) 運輸網路結構：

- 金門兩大島嶼：金門縣主要由兩個島嶼組成，俗稱大金門與小金門，兩者目前仍以船運連通。大金門的面積為小金門的十倍，主要商城、港埠和縣政單位都位在大金門。

ii. 出口港埠：金門的出口港埠主要有三，包含兩個海港和一個航空站。兩海港為料羅港和水頭港，前者為貨物進出的主要港，後者於近年開放小三通後，以人員進出境為主。航空站為尚義機場，是金門地區空運的唯一進出點。

(2) 金酒公司運輸方式：

i. 金門設置兩個廠區：金酒公司目前在金門地區共設置兩個廠區，負責出產不同的酒品，成品經由同一出口倉庫出貨，而未來設立的物流中心，將取代此出口倉庫的角色。

ii. 無跨島的單純陸運運輸：金酒公司的出口倉庫設置地為大金門，並沒有跨島的地理因素，因此從酒廠到港埠間只有單純一段陸運運輸。由於成立部門時間不長，營運組並無專屬的運輸車，通常直接向生產部門調用車輛，或是透過委外運輸。

iii. 運送往港埠為主：絕大部分的酒品透過海運運輸運送到台灣地區，只有臨時性需求發生時，才使用成本較高的空運，但其發生的比例很低。未來更預計完全透過海運，堆送成品至台灣地區物流中心。

2. 第二段運輸

(1) 運輸網路結構：

i. 金門地區港埠：從金門港埠跨海到台灣地區港埠分成海運和空運，兩者的路線結構以金門地區海空運三個港埠為起點，台灣地區多個港埠為迄點。

ii. 台灣地區港埠：海運路線的迄點為各大港口所在地，包含基隆港、台北(八里)港、台中港和高雄港等，沒有運往東部港口的海運活動。空運路線的迄點為各大機場所在地，包含台北、台中、嘉義、台南、高雄和花蓮等地的航空站。

(2) 金酒公司運輸方式：

i. 主要使用海運：金酒公司的酒品不需要特別的環境條件，常溫下即可保存，因此透過海運大批的運送，為最有經濟效益的運輸方式。海運主要以金門—台北、金門—台中和金門—高雄三條航線為主，未來成立物流中心後，將配合所在地點選擇海運航線。

ii. 空運發生率非常低：空運成本較高，通常在緊急狀況時才使用，運輸量只佔全部的 1%~2%。未來設立物流中心後，臨時性需求的處理屬其業務，而與金門地區的廠房無關，因此空運發生的機率降至更低。

iii. 運輸委外作業：此段運輸皆委託海運運輸公司運送，並無自有運具。目前金酒公司視供需變動會與委運廠商做定期議價，而未來成立物流中心後，將可以巨額的運輸量，壓低海運運輸成本。

3. 第三段運輸

(1) 現有運輸網路結構：

i. 陸運為主：從台灣地區港埠運往目的地通常透過陸運，少有海空聯運的方式。

ii. 起迄點：通常由外島地區到本島地區的第二段運輸中，都會盡量將貨品運往距離目的地近的區域，例如南部的貨品運到南部港埠。

(2) 金酒公司運輸方式：

- i. 運送目的地：此段運輸的目的地可以是倉庫、客戶需求點等。而未來成立物流中心後，運送的起迄點將為港口至物流中心
- ii. 委外運輸作業：主以陸運為主，方式為租借貨車和計件委託運送，一般而言視貨物量大小而定；未來自有的物流中心成立且營運成熟後，計畫將回收委外陸運作業。

上述為金酒公司目前三段運輸的實際狀況。本研究考量的為未來設立台灣地區物流中心的規劃，針對此，3.1.2 小節再分析上述的三段運輸在本研究中的相關內容。

3.1.2 物流中心設立後之運輸網路

目前金酒公司台灣地區酒品物流的三段運輸，在物流中心設立區位的決策考量中，所具有的影響如下：

1. 第一段運輸：

- (1) 運輸路徑單純：金酒公司酒品全由料羅海港出口，所有準備承接第二段運輸的貨物具有相同的運送路線—廠區到港口，因此不需要路線規劃的動作。
- (2) 常數成本：無論將來物流中心區位設置在哪裡，基本上第一段陸運運輸的成本都不會改變，因此在本研究的分析中，將此段視為常數成本，不影響模式分析的權衡過程。

2. 第二段運輸：

- (1) 三條海運航線：海運運送具有經常使用的三條主要航線，金門-基隆、金門-台中及金門-高雄，本研究中以此為既有網路，忽略其他可行駛的海運路線。
- (2) 不考慮空運路線：空運不是金酒公司物流作業的主要選擇，僅是扮演備用的角色，未來成立物流中心後，空運的機會幾乎為零，因此本研究中不考量空運成本。

3. 第三段運輸：

- (1) 港口到物流中心：金酒公司的酒品將從港口直接送往物流中心，再由物流中心規劃發貨。
- (2) 物流中心到需求點：物流中心未來主要發貨對象，一為下游顧客，即分佈於台灣各地的大盤商，另外則為台灣地區台北、台中和高雄的三個直營分公司。
- (3) 陸運運輸：運輸方式為陸運運輸。金酒公司計畫在初期採取招標方式，委託貨運公司運送，營運成熟後，再採取自有車隊的營運方式，階段性的擴張業務。

整體而言，金酒公司物流中心設置區位的考量中，第一段位於離島上的運輸較不具影響，第二段離島到本島的海運運輸需決策選擇，而第三段在本島上的運輸，則切割成港口到物流中心、物流中心到需求點兩小段，圖 6 簡示三大運輸路段。

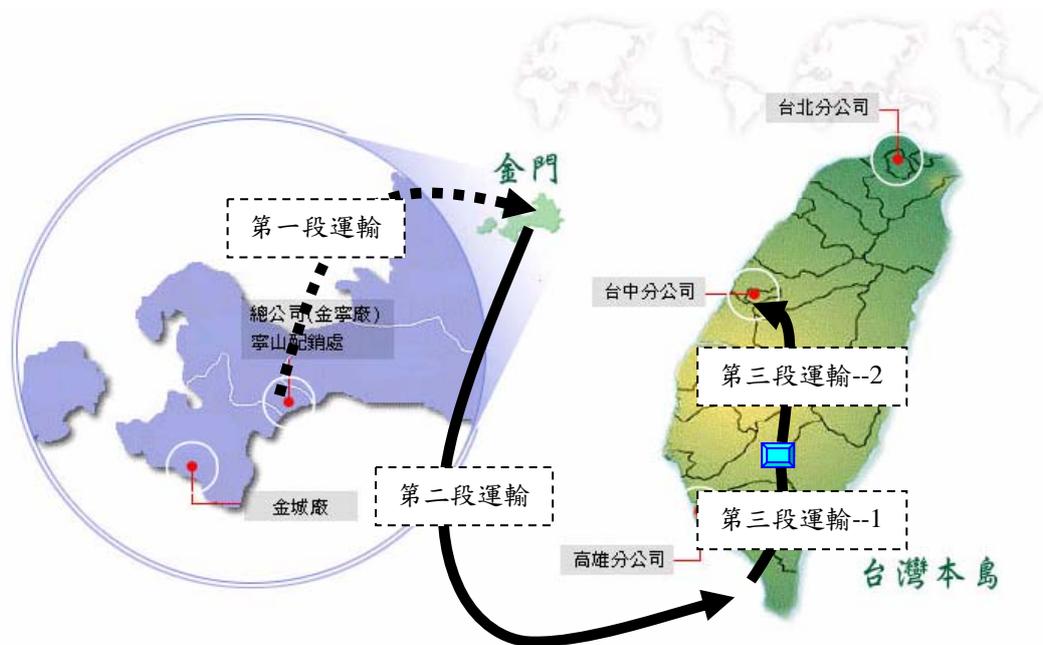


圖6 物流中心設置後之運輸結構圖

3.2 設置物流中心的考量項目

物流中心區位選擇影響因素有很多，賴廷璋[10]將所有因素分為六大類，分別為法令因素、需求因素、成本因素、環境因素、交通因素和內部因素，本小節以此為架構，說明金酒公司個案中的主要影響因素。

1. 法令因素：包含當地法規、政策等，一般而言對於跨國區位設置的情況影響較大，而個案中設置區域候選區範圍皆在台灣地區內，因此此項因素上無明顯差異。
2. 內部因素：主要為公司文化及產品特色等。金酒公司有龐大資金，具直接建置物流中心的能力。其主要商品為高酒精濃度的高粱酒品，處置方式單純，直接使用棧板兩層堆疊的方式於常溫下儲存及運送。
3. 需求因素：物流中心設廠之需求背景，例如接近市場、人口特性、勞力供應等。在此因素中，金酒公司主要考慮盤商呈現之需求特性。台灣地區為發展成熟之市場，在考量需求因素時，主要盤商分佈容易掌握的，且訪談中指出變動性很小。
4. 環境因素：地區整體環境因素，如地區發展性、經濟環境、物流網路、通訊設施及接近都市等。因素的影響在個案中較不明顯，主要為選擇物流中心設置區域：

(1) 環境因素差異小：台灣地區地窄人稠，因此環境因素的差異小，譬如都會區和郊區間的距離不大；通訊設施和技術支援的程度皆有一定水平。整體而言，將物流中心設置在台灣地區任何縣市，不會有太大的環境差異。

(2) 設置物流中心候選區：金酒公司以台灣本島地區的 22 個縣市之工業區為物流中心設置區位候選區，如表 4 所示。

表4 各縣市工業區列表

編號	縣市	設有工業區之鄉鎮
1	台北縣	土城市、五股鄉、林口鄉、泰山鄉、新店市、瑞芳鎮、樹林市
2	宜蘭縣	冬山鄉、蘇澳鎮
3	桃園縣	八德市、大園鄉、中壢市、平鎮市、新屋鄉、楊梅鎮、龍潭鄉、龜山鄉、蘆竹鄉、觀音鄉
4	新竹縣	湖口鄉
5	苗栗縣	三義鄉、竹南鎮、銅鑼鄉、頭份鎮
6	台中縣	大甲鎮、大里市、太平市、梧棲鎮、潭子鄉、霧峰鄉
7	彰化縣	大村鄉、田中鎮、伸港鄉、芳苑鄉、員林鎮、埤頭鄉、鹿港鎮、福興鄉、線西鄉
8	南投縣	竹山鎮、南投市
9	雲林縣	大埤鄉、元長鄉、斗六市、麥寮鄉
10	嘉義縣	太保市、民雄鄉、朴子市、義竹鄉
11	台南縣	七股鄉、山上鄉、仁德鄉、永康市、安定鄉、佳里鎮、官田鄉、新市鄉、新營市、歸仁鄉
12	高雄縣	大社鄉、大寮鄉、仁武鄉、永安鄉、岡山鎮、林園鄉
13	屏東縣	枋寮鄉、屏東市
14	台東縣	台東市
15	花蓮縣	吉安鄉、花蓮市
16	基隆市	七堵區、安樂區
17	新竹市	香山區
18	台中市	西屯區
19	嘉義市	無
20	台南市	安南區、南區
21	台北市	內湖區
22	高雄市	小港區

5. 交通因素：影響交通、配送之各因素，如交通狀況、接近運輸設施等。

金酒公司主要考量的交通因素即為運輸成本，其物流運輸包含海運和陸運。海運有三條主要航線，陸運運輸切分為三小段，如圖 6 所示。海運成本與外包議價有關，陸運成本與運送數量和距離有關。

本研究使用定量分析直接反應成本，而多層運輸成本的特殊結構，影響整體成本最佳化甚多，以下針對運輸成本特性做介紹：

(1) 海運運輸受限大：地理位置的關係，金酒公司物流作業包含海陸運多段的複合運輸結構。其中海運費用是金酒公司較無法掌控的成本，因為未來並無自行購置船隻自運酒品的計畫，因此完全倚賴運輸商。由於航行金門的海運航班不多，如表 5 所示，頻次最多為金門—高雄的兩天一航班，因此過往酒品的海運運送，常受限於海運供給小於需求限制，不僅運送成本高，運送時程也容易無法配合預定時間。

表5 海運頻次表

起點 \ 迄點	台北	台中	高雄
金門(班/天)	2/4	1/4	1/2

(2) 陸運運輸量大：經過台灣海峽到台灣本島後，金酒公司的運輸成本主要為陸運費用，未來物流中心成立後，貨物將先運入置放，規劃後再送出至客戶。不同於海運，陸運運輸較不受限，其特性在於運送數量、運輸路線簡單：因為物流中心的服務對象為盤商性質，每次出貨的數量很大，因此從港口到物流中心，或是從物流中心到需求點，都為大量的運送，少有零擔配送的考量，而不需考慮繞境問題，運送路線簡單。

6. 成本因素：影響物流中心支出之因素，包括了土地成本、建廠成本、工資水準等。金酒公司物流中心成本因素，包含固定成本、建築成本、購地成本、營運成本和運輸成本。

- (1) 固定成本：設置物流中心便會發生的必然成本。主要在管銷作業和資訊系統。
- (2) 購地成本：設置物流中心所需購買的土地成本，與各工業地地價和物流中心所需面積相關。
- (3) 建築成本：建構物流中心所需的建築成本，一般而言建置成本隨建築物結構而異。
- (4) 營運成本：包含設備、其他花費和人事費用等。
- (5) 運輸成本：包含陸運成本與海運成本，第一段運輸為陸運成本、第二段運輸為海運成本、第三段為進出物流中心的陸運成本。

本章根據金酒公司區位問題背景，分析其物流中心設置時，最需考量的因素為需求、成本，和物流中心所在環境。下一章將把這些考量因素，整合於數學模式中，分析與推估相對應的參數。

四、 數學模式與參數推估

本章主要由第二章之參考文獻和第三章之問題背景，界定金酒公司物流中心的區位模式。總整金酒公司決策考量項目，選擇適用之分析模式，為 2.2.1 小節中介紹的設施固定成本區位問題 (Fixed Charge Model)。

在 4.1 小節中，將模式再做一次介紹，重新對照數學符號在此研究中的代表意義，其中較不同的是供需點間的距離(d_{ij})和運送單位距離之單位成本(α)。接著 4.2 和 4.3 小節中，詳細介紹模式中符號在此研究中的推估內容，分成變數和參數兩部分。

本研究中推估的參數資料，為與金酒公司共同討論，經過多次雙方確認，模式分析之結果應極具實務決策之參考價值。但顧及金酒公司商業機密之保護、並在不影響研究課題呈現的前提，本章內容中，部分參數之數值已經過調整。

4.1 數學模式符號定義與介紹

數學模式：

$$\text{MINIMIZE} \quad \sum_j f_j X_j + \sum_i \sum_j h_i C_{ij} Y_{ij} \quad (4.1a)$$

$$\text{SUBJECT TO} \quad \sum_j Y_{ij} = 1 \quad \forall i \quad (4.1b)$$

$$Y_{ij} \leq X_j \quad \forall i, j \quad (4.1c)$$

$$X_j = 0, 1 \quad \forall j \quad (4.1d)$$

$$Y_{ij} \geq 0 \quad \forall i, j \quad (4.1e)$$



決策變數：

$X_j = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}$: 選擇在候選區 j 點設置物流中心時值為 1，否則為 0

Y_{ij} : 需求點 i 的需求量中，由物流中心 j 點服務的比例

參數：

f_j : 在 j 點設置物流中心的固定成本

h_i : 需求 i 點的需求量

C_{ij} : 指定設施點 j 服務需求點 i 的單位變動成本

從物流中心(j)服務一單位物品到達需求點 i 前，會發生的成本包含物流中心(j)入向運輸成本(第一段、第二段、第三段-1)、在物流中心(j)的變動相關處理成本，與物流中心(j)出向運輸成本(第三段-2)，因此可將所有成本直接視為一體，以 C_{ij} 為運輸一公升酒品的單位總變動成本。

在此以 C_{ij} 為運輸一公升酒品的單位變動成本，替代原來 $\alpha * d_{ij}$ 所代表的單位運輸成本，因此數學模式亦會依此假設符號而稍做修正，原來(2.4a)中的 $\alpha \sum_i \sum_j h_i d_{ij} Y_{ij}$ ，將變成 $\sum_i \sum_j h_i C_{ij} Y_{ij}$ 。在使用 LINGO 撰寫程式時，會納入此差異，而將模式稍做變化，詳細可參考附錄一之 LINGO 程式碼。

目標函數(4.1a)：追求總成本最小化，包含物流中心設置的固定成本和與需求量有關的變動成本。

限制式 (4.1b)：每個需求點 i 的需求量都必須被完全滿足，也就是 j 點服務 i 點的比例總和為 1。

限制式 (4.1c)： j 點不能服務 i 點，除非 j 點有設置物流中心。

限制式 (4.1d)：決策變數 X_j 為 0、1 變數

限制式 (4.1e)：限制決策變數 Y_{ij} 為非負數

在使用模式評選金酒公司物流中心設置地點前，先確定使用的變數與參數之內容。以下 4.2 和 4.3 小節分別呈現數學模式中變數與參數的定義和推估內容。

4.2 變數定義

本模式中共有兩個變數，分別與供給和需求有關：

1. 設置地點(供給點)

設置地點候選區(X_j 之 j)為物流中心可能的設置處，以各縣市工業區為選擇基礎，參考一般物流公司常設置的地區選擇出 25 個。此選取結果為代表性地點，將來真正要設立物流中心時，亦可選擇鄰近的其他工業區，與目前分析結果不會相差太遠。當選擇 j 點為設置區域時，則 X_j 數值為 1，否則為 0。

表 4 為內政部地政司[17]公告之第 26 期都市地區地價指數中，將臺閩地區都市地價指數按照使用別區分為一住宅區、商業區與工業區三大類，而金酒公司的物流中心設置地點候選區屬於其中的工業區。台灣本島總共有 22 個縣市，包含 15 個縣和 7 個市，其中嘉義市不具有工業區。因此，除了嘉義市，各縣市中的工業區，都有可能成為金酒公司設置物流中心的地点。

(1) 第一階段供給點選取：

幾乎所有縣市具有多個工業區，且通常有密集分佈現象，因此選取其中一個為代表，使用選取者的地理位置為模式中距離參數的基準點。參考一般物流公司較常設置的位置，在各縣市各選取一個供給點候選區，為第一階段選取結果，如表 6 所示。

表6 第一階段各縣市供給點選取結果表

編號	縣市	採用之候選區	編號	縣市	採用之候選區
1	台北縣	土城市	12	高雄縣	大寮鄉
2	宜蘭縣	冬山鄉	13	屏東縣	屏東市
3	桃園縣	蘆竹鄉	14	台東縣	台東市
4	新竹縣	湖口鄉	15	花蓮縣	吉安鄉
5	苗栗縣	頭份鎮	16	基隆市	七堵區
6	台中縣	大里市	17	新竹市	香山區
7	彰化縣	員林鎮	18	台中市	西屯區
8	南投縣	竹山鎮	19	嘉義市	無
9	雲林縣	斗六市	20	台南市	安南區
10	嘉義縣	民雄鄉	21	台北市	內湖區
11	台南縣	仁德鄉	22	高雄市	小港區

(2) 二階段供給點選取：

擁有工業區鄉鎮數最多的前三者，分別為彰化縣、台南縣和台北縣，都具有七個以上工業區。因此在這三個工業區特別多的縣市，再多選取一個供給點候選區，選出者分別為伸港鄉、新營市和林口鄉，為第二階段選取，如表 7 所示。

表7 第二階段供給點選取結果表

縣市	設有工業區之鄉鎮	採用之候選區
彰化縣	大村鄉、田中鎮、伸港鄉、芳苑鄉、員林鄉、埤頭鄉、鹿港鎮、福興鄉、線西鄉	伸港鄉
台南縣	七股鄉、山上鄉、仁德鄉、永康市、安定鄉、佳里鎮、官田鄉、新市鄉、新營市、歸仁鄉	新營市
台北縣	土城市、五股鄉、林口鄉、泰山鄉、新店市、瑞芳鎮、樹林市	林口鄉

因此，金酒公司的物流中心候選區依照上述選取的結果，總共有 25 個候選區，座落在全省不同的縣市，如表 8 和圖 7 所示。

表8 供給點選取結果表

編號	縣市	採用之候選區	編號	縣市	採用之候選區
1	台北縣	土城市	15	高雄縣	大寮鄉
2		林口鄉	16	屏東縣	屏東市
3	宜蘭縣	冬山鄉	17	台東縣	台東市
4	桃園縣	蘆竹鄉	18	花蓮縣	吉安鄉
5	新竹縣	湖口鄉	19	基隆市	七堵區
6	苗栗縣	頭份鎮	20	新竹市	香山區
7	台中縣	大里市	21	台中市	西屯區
8	彰化縣	員林鎮	22	嘉義市	無
9		伸港鄉	23	台南市	安南區
10	南投縣	竹山鎮	24	台北市	內湖區
11	雲林縣	斗六市	25	高雄市	小港區
12	嘉義縣	民雄鄉			
13	台南縣	仁德鄉			
14		新營市			

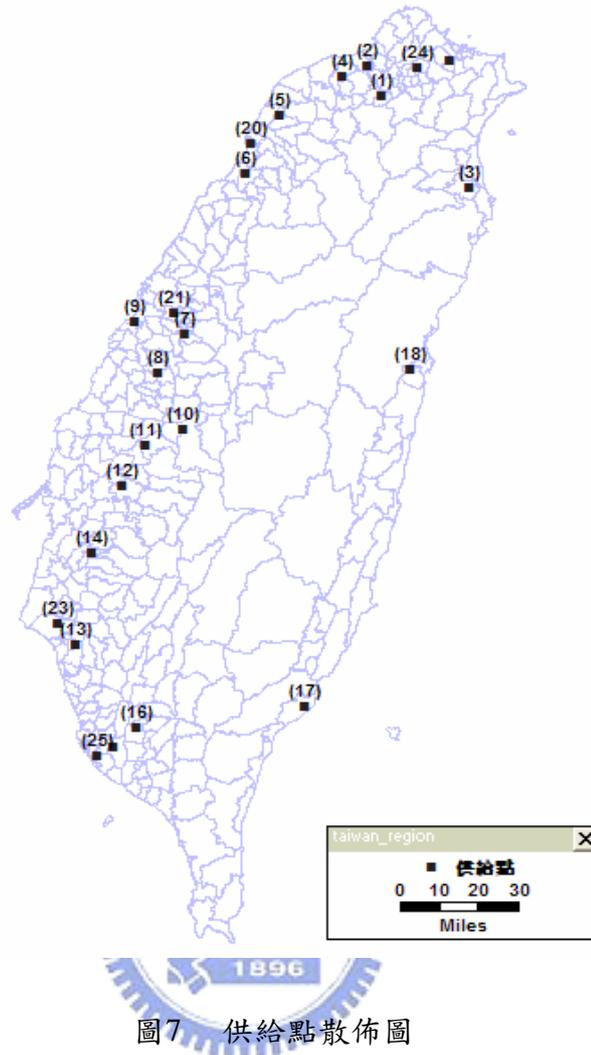


圖7 供給點散佈圖

2. 服務對象(需求點)

未來設立物流中心後，將要服務的需求點(Y_{ij} 之*i*)共有 30 個，包含了金酒公司的直屬分公司和盤商。

(1) 透過資料紀錄，得知主要客戶共 27 個

過去金酒公司的主要客戶為代理商，當成立物流中心後，預計將直接轉為原來透過代理商取貨的大盤商。這些大盤商對於金酒公司而言是容易掌握的，一方面，大盤商過去常常參與金酒公司不定期提出的專案銷售方案，歷史紀錄顯示其變動性不大；另一方面，要成為金酒公司的客戶，必須領有營利事業登記證或營業登記證，其營業項目登載有酒類批發或酒類零售業之商(客)戶，有這一層進入市場的限制，使得金酒公司銷售對象之不確定性更加削減。因此，金酒公司得以得知未來設置物流中心後，所需服務的需求點之所在位置。

(2) 台灣地區直營子公司，共 3 個

金酒公司在台灣地區的三个直營子公司，也會成為將來物流中心需要發貨的對象，因此將此三個子公司一併納入需求點中。三個子公司分別為台北展售處、台中展售處和高雄展售處，座落的地址如表 9 所示。

表9 金酒公司台灣地區直營分公司表

分公司名稱	營業地址
台北(TP)	台北市中正區
台中(TC)	台中市中區
高雄(KH)	高雄市三民區

(3) 總計共有 30 個需求點

總和上述兩點，金酒公司物流中心所需服務的主要對象為 27 個大盤商，以及 3 個直營的分公司，共為 30 個需求點，其分佈位置如圖 9 所示。為了方便資料分析，將此 30 個需求點整合，以縣市由北而南、代號由大而小排序編號，如表 10 所示。

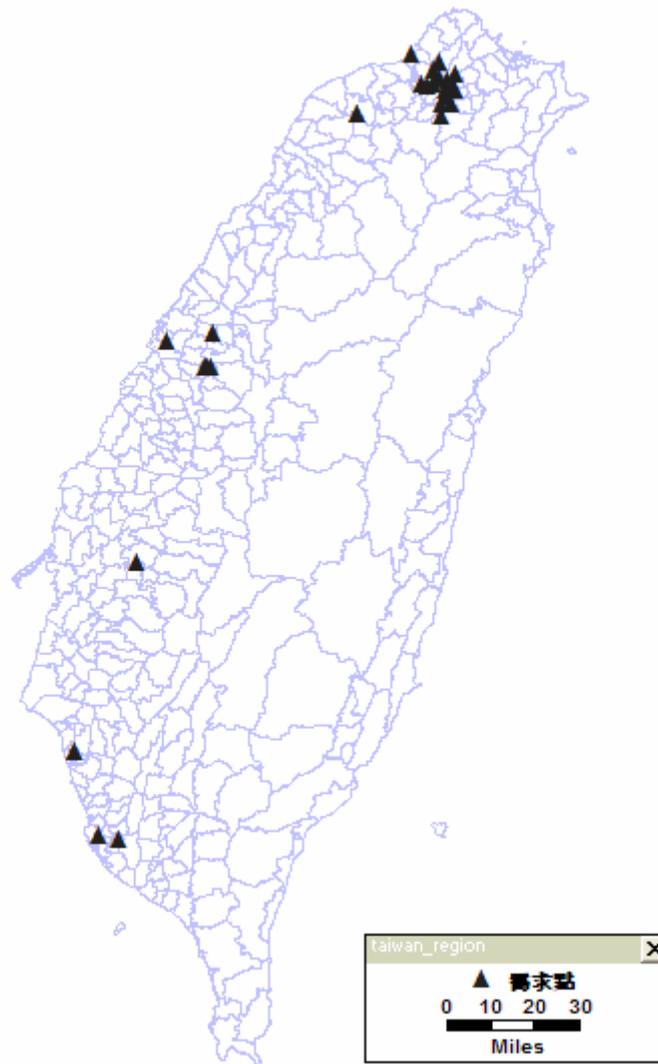


圖8 需求點分佈圖

表10 需求點總整表

編號	縣市	編號	縣市
1	基隆市	16	台北縣
2	台北市	17	台北縣
3	台北市	18	台北縣
4	台北市	19	桃園縣
5	台北市	20	桃園縣
6	台北市	21	台中市
7	台北市	22	台中市
8	台北縣	23	台中市
9	台北縣	24	台中縣
10	台北縣	25	台中縣
11	台北縣	26	嘉義市
12	台北縣	27	高雄縣
13	台北縣	28	高雄縣
14	台北縣	29	高雄縣
15	台北縣	30	高雄市

4.3 需求參數推估

1. 需求量

需求量(h_i)的分配是以預估的總量分配於各需求點，結合金酒公司針對特別需求點的調整，和平均分配的概念，其詳細過程如下所述。

- (1) 金酒公司每年銷售往台灣地區的酒品平均約 2000 萬公升：台灣地區為金酒公司的成熟市場，預估未來物流中心成立後，所需處理的酒品量，約為 2000 萬公升。
- (2) 需求量分配具有差異特性：需求量的分配比例與人口比例具有差異，最明顯的例子為東部不具有需求點，北部盤商之數目與銷售量都相對較高。另外，需求點間的數量也具有差異，盤商中仍有大小之分。考量此兩項差異特性，推估出金酒公司的年需求量分佈資料如表 11 所示，分配圖形如圖 9 所示。

表11 需求量分佈表

客戶編號	需求量 (萬公升)	客戶編號	需求量 (萬公升)
T024	16.2	T023	16.2
T005	200.0	T025	16.2
T012	16.2	T003	190.0
T015	16.2	T018	16.2
T016	16.2	TP	1.0
T022	16.2	T008	109.7
T002	350.0	T001	270.0
T004	16.2	T006	109.7
T009	16.2	T027	109.7
T010	16.2	TC	1.0
T013	16.2	T007	180.0
T014	16.2	T011	73.0
T019	16.2	T017	73.0
T020	16.2	T026	73.0
T021	16.2	KH	1.0

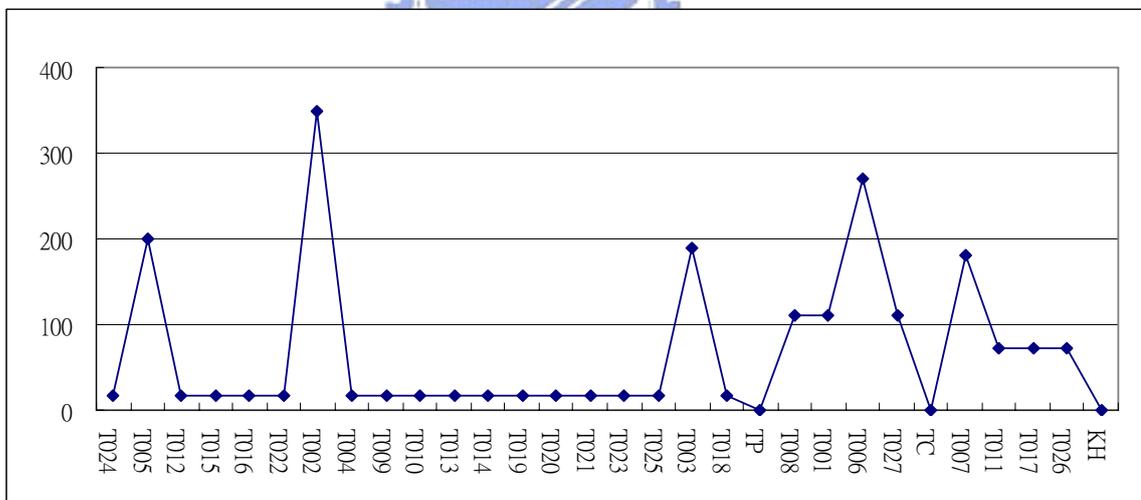


圖9 需求量(單位：萬公升)分佈折線圖

4.4 成本參數推估

總成本(TC)可以兩種組成呈現，第一種將總成本分為固定成本和變動成本，第二種則將總成本分為設施建構成本與運輸成本。不同的角度切入，則固定成本與變動成本即有不同的定義，例如區位問題中常見的，是將設施設置的成本定義為固定成本，而營運使用的成本定義為變動成本，但就本研究而言，則略有不同，數學模式分析的內容除設置區位外，另有設施設置數目及其面積大小，因配合此特性，在本研究中的變動成本包含部分的設施建構成本，以下說明定義固定成本與變動成本的原則：

1. 固定成本(f_j)：與設置決策(X_j)有關的歸為固定成本
2. 變動成本(C_{ij})：與流量決策(Y_{ij})(如運量、處理量)有關的歸為變動成本

瞭解固定成本與變動成本的定義後，以下 4.4.1 和 4.4.2 小節將先以設施建構成本和運輸成本的區分，介紹成本參數的推估內容。最後再以模式的參數特性，將成本分為變動、固定與常數三大類。

4.4.1 設施建構成本

以自有物流中心為原則，設施建構成本中包含了固定成本(f_j)和設施建構變動成本(g_j)，其組成的結構可由圖 10 表示。

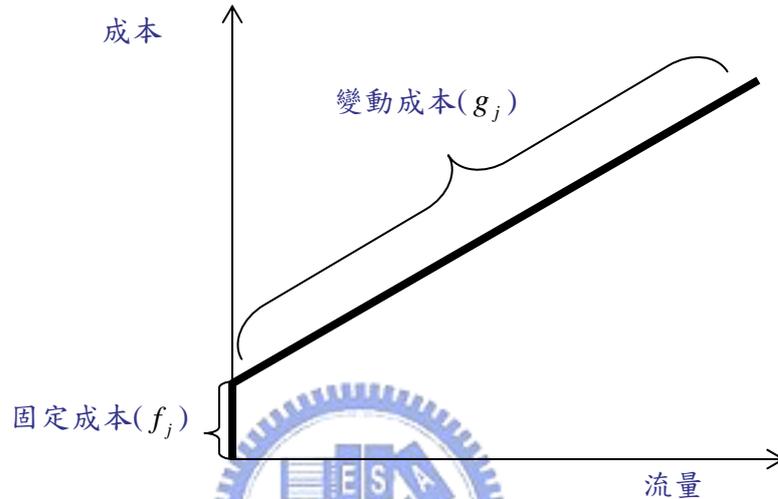


圖 10 設施建構成本之成本結構圖

1. 固定成本(f_j)：估計每年 300 萬元

只要建置物流中心便會發生的必然成本。由目前三個分公司的運作情形推斷，此部分成本主要在管銷作業和資訊系統，如表 4.8 所示，其中包含分公司必須置有的負責人、企業資源規劃相關系統如倉儲管理系統(WMS)、運輸管理系統(TMS)，和廠內廠外通信費用等。經過折舊後，估計每設置一個物流中心一年約 300 萬元。

表 12 固定成本細目表

固定成本細目	
資訊系統	倉儲管理系統(WMS)
	運輸管理系統(TMS)
通信費用	廠內(硬體、無線通訊)
	廠外(網路、通話)
人事薪資	管理階級
其他	辦公設備

此部分的成本基本上是與流量變化無關的，譬如以資訊系統而言，不管流量多少，架設一套的成本費用皆相同；而不管物流中心的流量大小，多一個設置點就必

須配置管理階級的人事。因此，此部分的成本只與設置決策(X_j)有關，歸類為固定成本。

2. 設施建構變動成本

設施建構變動成本(g_j)中，主要包含三大項目的成本：購地成本、營運成本和建築成本。此三項目的成本，直接與流量相關，流量大時，需設置的面積大，則購地成本大，建築成本也較高，而營運上花費的成本亦多，因此，此部分的成本，歸類為變動成本。

(1) 各候選區每年每公升購地成本

物流中心設立的總面積為 10,000 平方公尺，則設立在各縣市的各縣市每年每公升購地成本，即為折舊 40 年後的[每公升所需面積*各縣市工業用地平均地價]。有關推導之過程與假設，說明如下：

➤ 物流中心總面積預計 10,000 平方公尺：估計的相關數值如表 13 所示，為說明清楚，直接以計算結果呈現，內容包含：

(A) 棧板儲放面積為 6,000 平方公尺：年公升數為 2000 萬公升，結合金酒公司在台灣地區銷售酒品的周轉率，以及安全存量的考量，估計物流中心必須處理的棧板數為 10,000 棧板。而棧板面積為 1.2 平方公尺，酒品堆置的方式為兩層堆疊，因此，棧板儲放所需面積為 6,000 平方公尺。

(B) 安全車道面積為 400 平方公尺：安全車道需要的走道空間，需為堆高機可以自由轉動的空間，寬度為 4 公尺。

(C) 建物用面積為 600 平方公尺：建物用面積包含牆壁厚度、預留的周邊面積等。

(D) 公設面積為 3000 平方公尺：公設比例為 0.3

因此，放置 10,000 板酒品的物流中心，其總面積為(A)(B)(C)(D)四項總和，共為 10,000 平方公尺。

表13 物流中心面積推估表

建物面積		倉庫總面積(A)		建物用面積(B)			安全車道面積(C)		
長	寬	面積(m ²)		長	寬	面積(m ²)	長	寬	面積(m ²)
100	100	10,000		100	6	600	100	4	400
棧板數(E)		棧板面積(F)		棧板儲放面積(D)			公設面積		公設比例
		面積(m ²)		[(E)*(F)]/2 兩層堆疊			(A)-(B)-(C)-(D)		
10,000		1.2		6,000			3,000		0.3

➤ 每公升所需面積為 0.0005 平方公尺：總面積為 10,000 平方公尺，由 2,000 萬公升攤用，可得每年每公升所需面積為 0.0005 平方公尺。

➤ 各縣市工業用地候選區平均地價：內政部地政司所公告之臺閩地區都市土地平均區段地價表資料，類別分為住宅區、商業區、工業區等，本研究採用工業區類別，整理得台灣地區各縣市工業區 95 年 5 月每平方公尺的平均地價，如表 14 所示。

表14 95年3月各縣市工業區之平均地價表

編號	縣市	工業區	平均地價	編號	縣市	工業區	平均地價
1	台北縣	土城市	49,553	14		新營市	8,432
2		林口鄉	14,294	15	高雄縣	大寮鄉	11,421
3	宜蘭縣	冬山鄉	4,779	16	屏東縣	屏東市	7,668
4	桃園縣	蘆竹鄉	16,815	17	台東縣	台東市	6,015
5	新竹縣	湖口鄉	10,934	18	花蓮縣	吉安鄉	11,238
6	苗栗縣	頭份鎮	12,338	19	基隆市	七堵區	20,985
7	台中縣	大里市	26,723	20	新竹市	香山區	37,241
8	彰化縣	員林鎮	25,947	21	台中市	西屯區	17,577
9		伸港鄉	16,320	22	嘉義市		18,831
10	南投縣	竹山鎮	13,732	23	台南市	安南區	6,734
11	雲林縣	斗六市	15,376	24	台北市	內湖區	79,199
12	嘉義縣	民雄鄉	6,295	25	高雄市	小港區	19,288
13	台南縣	仁德鄉	20,271				

➤ 各縣市每年每公升購地成本：折舊 20 年後的[每公升所需面積*各縣市工業用地平均地價]，如表 15 所示。

表15 各縣市每年每公升購地成本表

編號	縣市	工業區	地價成本 元/升	編號	縣市	工業區	地價成本 元/升
1	台北縣	土城市	1.18	14		新營市	0.20
2		林口鄉	0.34	15	高雄縣	大寮鄉	0.27
3	宜蘭縣	冬山鄉	0.11	16	屏東縣	屏東市	0.18
4	桃園縣	蘆竹鄉	0.40	17	台東縣	台東市	0.14
5	新竹縣	湖口鄉	0.26	18	花蓮縣	吉安鄉	0.27
6	苗栗縣	頭份鎮	0.29	19	基隆市	七堵區	0.50
7	台中縣	大里市	0.64	20	新竹市	香山區	0.89
8	彰化縣	員林鎮	0.62	21	台中市	西屯區	0.42
9		伸港鄉	0.39	22	嘉義市		0.45
10	南投縣	竹山鎮	0.33	23	台南市	安南區	0.16
11	雲林縣	斗六市	0.37	24	台北市	內湖區	1.89
12	嘉義縣	民雄鄉	0.15	25	高雄市	小港區	0.46
13	台南縣	仁德鄉	0.48				

(2) 每公升營運成本

營運成本主要包含設備、其他花費和人事費用等與營運量相關之成本。設備費用如堆高機、電腦、空調、保全、辦公室設備等。人事費用為營運人員的平均年薪。

除此以外的支出費用例如軟體、耗材等則列於其他項目，個別折舊加總後，每年共 700 萬元，如表 16 所示。因為不管設置地點和數目，所需花費的總營運費用皆為每年 700 萬元，此項目為一常數成本，以每年 2000 萬公升數分攤，則每公升為 0.35 元。但此項目仍為設置物流中心必須發生的成本，因此仍然列入成本項目，也納入數學模式中求解。有關此數值之推導與假設說明如下：

- 設備成本和其他成本折舊後年費用為 100 萬元：在本研究中所有參數數值，皆以一年為單位，因此以下內容中某些總費用需經過折舊攤題，以得到單一年的費用，而金酒公司個案中採用直線攤題法，其攤題的計算公式為〔總費用/(攤題年限+1)〕，其中多加 1 年的原因為留下殘值，此為一般直線折舊法的原則。設備成本和其他成本經過五年的直線攤題折舊後，共為 100 萬元。
- 人事薪資費用每年 600 萬元：營運 2000 萬公升的物流中心，每年所需的人力薪資支出額，估計為 600 萬元。

表16 營運成本細目表

細目	
設備	堆高
	保全
	辦公
其他	
人事	平均年資
營運總費用：700 萬元	

(3) 每公升每年平均建築成本為 0.29 元

物流中心面積共為 10,000 平方公尺，而每平方公尺建構費用為 12,100，因此，總建構費用為 12,100 萬元，再以每年兩千萬公升平攤和折舊，則每年每公升的建築成本為 0.29 元。不管設置地點與數目，所需花費的總建構費用皆相同，因此此項成本亦為常數成本。有關此數值之推導與假設說明如下：

- 物流中心總面積預計 10,000 平方公尺
- 每平方公尺建構費用：12,100 元：一般廠房建築費用以 1.5~4 萬/坪計算，在此以 4 萬/坪為單位建築成本，以一坪等於 3.3058 平方公尺換算後，則每平方公尺建築費用為 12,100 元。
- 總建構費用：建構總面積為 10,000 平方公尺的費用則為 12,100*10,000，共 121,000,000 萬元。

則 121,000,000 元費用由 2,000 萬公升攤用，則平均每公升建構費用為 6.05 元。再以 20 年折舊，可得平均每年每公升建構費用為 0.29 元。

因此，設施建構變動成本(g_j)為上述每公升營運成本、每公升建築成本和每公升購地成本的總額，其值如表 17 所示。

表17 變動成本(g_j)數值表

j (工業區)			g_j 元/升	j (工業區)			g_j 元/升
1	台北縣	土城市	1.82	15	高雄縣	大寮鄉	0.91
2		林口鄉	0.98	16	屏東縣	屏東市	0.82
3	宜蘭縣	冬山鄉	0.75	17	台東縣	台東市	0.78
4	桃園縣	蘆竹鄉	1.04	18	花蓮縣	吉安鄉	0.91
5	新竹縣	湖口鄉	0.90	19	基隆市	七堵區	1.14
6	苗栗縣	頭份鎮	0.93	20	新竹市	香山區	1.52
7	台中縣	大里市	1.27	21	台中市	西屯區	1.06
8	彰化縣	員林鄉	1.26	22	嘉義市		1.09
9		伸港鄉	1.03	23	台南市	安南區	0.80
10	南投縣	竹山鎮	0.97	24	台北市	內湖區	2.52
11	雲林縣	斗六市	1.00	25	高雄市	小港區	1.10
12	嘉義縣	民雄鄉	0.79				
13	台南縣	仁德鄉	1.12				
14		新營市	0.84				

4.4.2 運輸成本

運輸成本項目包含第一段運輸為金門廠區到本島港埠的陸運成本、第二段運輸為離島到本島港埠的海運成本、第三段-1 為本島港埠到物流中心的陸運成本，和第三段-2 的物流中心到需求點的陸運成本。以下區分為海運和陸運，介紹運輸成本項目：

1. 海運成本：

(1) 3 條海運路線：

本研究中，選擇金酒公司過去最常使用的 3 條航線：金門-基隆、金門-台中及金門-高雄，分別服務北部區域、中部區域和南部區域，而東部區域無直達的海運航線。圖 11 為台灣地區分區區域圖，表 18 為分區區域內所含各縣市。

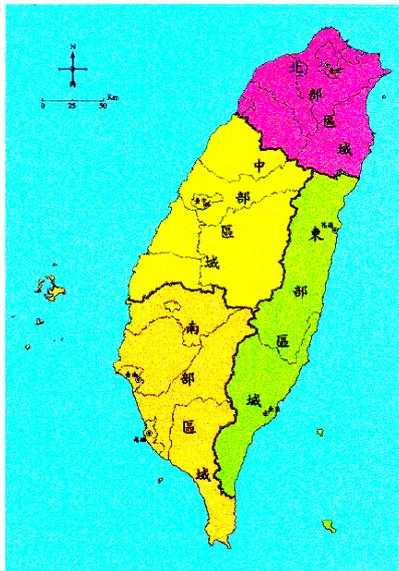


圖 11 台灣本島分區圖

表18 分區縣市表

北部區域	中部區域	南部區域	東部區域
台北縣	苗栗縣	嘉義縣	台東縣
宜蘭縣	台中縣	台南縣	花蓮縣
桃園縣	彰化縣	高雄縣	
新竹縣	南投縣	屏東縣	
基隆市	雲林縣	嘉義市	
新竹市	台中市	台南市	
台北市		高雄市	

(2) 金門港口到本島港口的海運成本：

預估目前代理商的海運費用會較接近未來成立台灣地區物流中心後的數值，因此以代理商的運費作為參數數值，其差異將在結果分析中另行討論。

根據金酒公司的酒品裝載紀錄表，可知每箱平均酒品公升數，因此每公升海運費為[每箱海運費/平均酒品公升數]，可得從金門廠區到本島各區域的港口之每公升海運費相關數值(2.0~2.5 元/升)。

2. 陸運成本：

原則上考量單位運輸費率和運輸總距離。運輸費率以每棧板陸運費用，推算每公升陸運費用。運輸總距離含廠區到港埠、港埠到物流中心、和物流中心到需求點三段之距離，在此使用路徑規劃軟體蒐集真實運送時行駛路徑的距離。

(1) 單位運輸費率：由代理商在金門地區陸運路段的每板平均運費，和每板裝載酒品的平均公升數，以 [運費/公升數]推算每公升陸運費。金酒公司金門廠區到金門海運出海港口的距離為 13 公里，因此[每公升運費/13 公里]可得平均每公升每公里陸運費用為 0.035 元。

上述陸運成本推算結果，為陸運外包的平均價格，但真實運輸作業時，因為前面兩段運輸的數量可自行規劃集中發送，但第三段運輸將貨品運送到需求點時，數量較容易分散，因此，為反應此情況，在此將平均陸運成本上下調整 10%，分別為 0.0315 和 0.0385，區分為數量集中運送時、和數量分散運送時的運輸成本。所以三段運輸的陸運成本為表 19 所示。

表19 三段陸運成本表

陸運路段	起迄點	運費/公里-升
第一段	廠區—離島港埠	0.0315
第三段-1	本島港埠—物流中心	0.0315
第三段-2	物流中心—需求點	0.0385

(2) 運輸總距離

- 第一段運輸(金門廠區-金門港埠)距離公里數：13 公里
- 第三段-1 運輸(台灣各港埠-物流中心)距離公里數：以最短距離劃分後如表 20 所示，其中東部地區因無直達海運線，無使用港口，距離為設為 M。另外嘉義市不設置工業區，因此在此段距離也設為 M。

表20 第三段-1 運輸距離公里數值表

編號	縣市	工業區	基隆港	台中港	高雄港
1	台北縣	土城市	49.0		
2		林口鄉	47.9		
3	宜蘭縣	冬山鄉	74.7		
4	桃園縣	蘆竹鄉	54.2		
5	新竹縣	湖口鄉	93.2		
6	苗栗縣	頭份鎮		72.7	
7	台中縣	大里市		30.7	
8	彰化縣	員林鄉		54.5	
9		伸港鄉		17.3	
10	南投縣	竹山鎮		87.5	
11	雲林縣	斗六市		87.0	
12	嘉義縣	民雄鄉			144.0
13	台南縣	仁德鄉			58.4
14		新營市			100.1
15	高雄縣	大寮鄉			24.7
16	屏東縣	屏東市			35.6
17	台東縣	台東市	-	-	-
18	花蓮縣	吉安鄉	-	-	-
19	基隆市	七堵區	9.0		
20	新竹市	香山區	115.5		
21	台中市	西屯區		23.4	
22	嘉義市				M
23	台南市	安南區			71.5
24	台北市	內湖區	22.4		
25	高雄市	小港區			12.7

➤ 第三段-2 運輸(物流中心-需求點)距離公里數：物流中心候選區到客戶需求點的實際行駛路徑距離，其距離矩陣如附表 1 所示。

因此，每公升酒品從金門地區到台灣地區需求點的運輸成本，為[陸運總成本+海運成本]，其數值如附表 2 之矩陣所示。其中，同樣因為東部港口(花蓮縣、台東縣)無使用直達的海運線、嘉義市無工業區，因此令此三者之成本為 M，M 是個非常大的數(在此設為 10 億)，如此以追求成本最小為目標做決策時，便不會選擇往東部的海運線、和往嘉義設置工業區。

4.4.3 成本項目分類

以圖 12 來說明，以下以縱向分析、橫向分析兩個部分做介紹：

1. 縱向分析：

(1) 總成本可以兩種組成呈現，第一種將總成本分為固定成本和變動成本，第二種則將總成本分為設施建構成本與運輸成本。

(2) 變動成本(C_{ij})中，涵蓋了部份設施建構成本與運輸成本。

2. 橫向分析：

(1) 固定成本(f_j)與變動成本(C_{ij})：固定成本為與設施設置決策相關的成本，不會隨著其他因素如設施面積大小而變動。變動成本為隨著流量決策產生變動的成本，例如建置面積、營運成本等。

(2) 設施建構成本與運輸成本：設施建構成本包含固定成本 f_j (行政管理等費用)與設施建構變動成本。運輸成本為金酒公司物流運送所發生的海陸、陸運等成本。

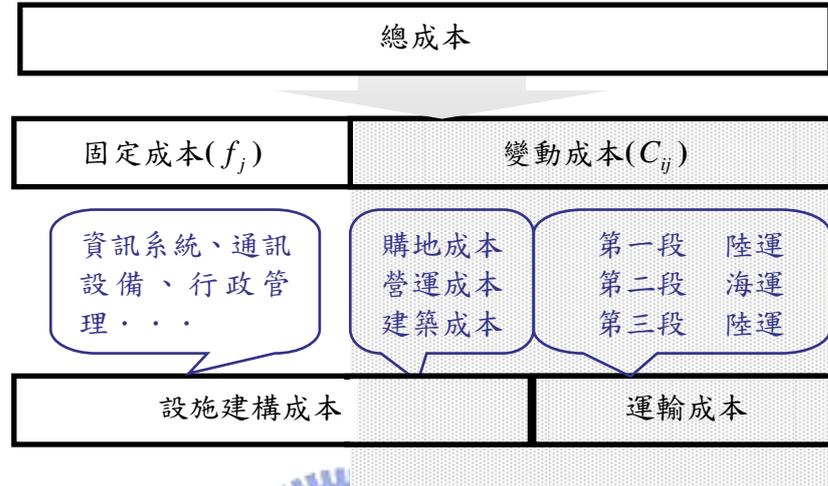


圖12 主要成本關係圖

4.4.1 和 4.4.2 小節中所介紹之本項目，可依模式參數區分成固定成本(f_j)、變動成本(C_{ij})兩大類，為分析時直接使用的數值。

1. 固定成本(f_j)：固定成本(300 萬元/年)
2. 變動成本(C_{ij})：購地成本、營運成本、建築成本、第一段運輸成本、第二段運輸成本、第三段-1 運輸成本、第三段-2 運輸成本，其數值如附表 3 所示。其中有三項為常數項成本：第一段運輸成本(819 萬元/年)、營運成本(700 萬元/年)、建築成本(576 萬元/年)，每年共 2,095 萬元。

有關上述參數之估計，因為資料取得之困難，某些參數的資料不會非常的仔細準確，而採以具代表性的概估值。在數值結果分析的部分，將針對這些因素再次分析檢討。

上述之參數資料，結合 4.1 小節中介紹的數學模式，使用 LINGO 數學軟體撰寫，除模式分析的基本數值外，另外發展額外的計算式，配合本研究之個案特性，將基本結果延伸，呈現出更具備決策輔助的數值結果，配合 GIS 軟體的輔助，於下一章中呈現與分析。預計包含：

1. 總成本
2. 固定成本、變動成本
3. 設置區位、設置個數、需求量配送分佈
4. 設施建構成本、運輸成本
5. 各物流中心之設置面積總變動成本、總負責公升數
6. 第一段陸運總成本、第二段陸運總成本、第三段陸運總成本、海運成本

五、 模式結果與分析

本章 5.1 小節，將先分析模式最佳化結果。5.2 小節中，比較設置物流中心前後的差異，主要項目為利潤空間和運輸成本。接著 5.3、5.4 和 5.5 小節，將從三個角度分析參數影響模式結果的敏感度，分別是固定成本、需求量和路運成本進出倉差價。5.5 小節為限制設施數目的方案比較，5.6 小節為重新假設需求點不為現行盤商，大致為各縣市政府所在地，並以人口分配需求量的方案比較。參數數值或是限制式的調動，都具有不同的意義，亦可視為各種方案，結果可提供決策者做為參考比較。

5.1 數值結果與分析

應用第四章中的數學模式與參數資料，使用 LINGO 軟體架構數學規劃式，得金酒公司台灣地區物流中心的區位分析結果如下所摘：

1. 總成本 (110,786,400 元)

本研究中數學模式追求最小的總成本，此總成本為設置物流中心的年成本，包含了物流中心建構成本與運輸成本。數值結果顯示，金酒公司營運在台灣地區的物流中心，每年要花費的成本估計為 110,786,400 元。

2. 物流中心設置個數、地點以及面積：

區位設置結果由北而南排序顯示如表 5.1 所示，金酒公司在台灣地區應設置 3 個物流中心，其地點分別為基隆市(編號 19)、彰化縣(編號 9)和高雄市(編號 25)，設置面積分別為 5,000 平方公尺、3,900 平方公尺和 1,100 平方公尺，其地理位置如圖 13 所示。

此 3 個物流中心的設置地點分別屬於台灣分區中的北部區域、中部區域和南部區域，貨物會分別由基隆、台中和高雄三條海運路線被運送。

因為面積與酒品公升數變化有關，其大小對應出負責處理的酒品公升數。以設置在基隆市的面積最大，因此往此堆送的酒品數量較多，處理的公升數為 1,000 萬公升，占總額一半。而以每年流動 10,000 棧板而言，約有 5,000 棧板將運往北部、3,900 棧板運往中部，而 1,100 棧板運往南部。

表21 物流中心設置區位分析結果表

編號	地點	面積(m ²)	公升數(萬)
19	基隆市七堵區	5,000	1,000
9	彰化縣伸港鄉	3,900	780
25	高雄市小港區	1,100	220
Total		10,000	2,000



圖13 物流中心設置區位圖

3. 固定成本 (9,000,000 元)

以固定成本和變動成本的角度分析成本結構，數值列於表 22。固定成本會與設置物流中心的數目相關，為多設置一個會多發生的成本，當設置一個物流中心所發生的固定成本為 300 萬元，則設置 3 個物流中心，總共的固定成本為 900 萬元。

4. 變動成本 (101,786,400 元)

變動成本共為 101,786,400 元，佔了總成本的 91.9%，變動成本中的常數項成本包含：第一段陸運運輸成本、設施建構成本和營運成本，扣除這些常數項成本後，變動成本佔總成本的比例為 90%，為此模式分析過程中真正的權衡值。本研究中構成成本的大部分參數，其特性皆歸屬於與公升數有關的變動項目，因此此項變動成本的數值，會與總成本相當接近。

表 22 中顯示了各物流中心的變動成本，包含基隆市、彰化縣和高雄市，以基隆市最多，每年為 5,076 萬元。

表22 固定成本與變動成本數值表

編號	地點	固定成本(萬元)	變動成本(萬元)
19	基隆市七堵區	300	5,076
9	彰化縣伸港鄉	300	3,919
25	高雄市小港區	300	1,183
Total		900	10,179

5. 運輸成本 (84,395,530 元)

以運輸成本和設施建構成本的角度分析成本結果。運輸成本為海運成本和三段陸運成本的總和，每年總共為 84,395,530 元，平均每公升總運輸成本為 4.2 元。

總運輸成本中，各物流中心海運費列於表 23，可知海運成本總共 45,660,000 元。與陸運費用的比例約為 6：5，其結構關係如圖 14 所示。換言之，一公升的酒品從金門廠區到客戶手上，平均運輸成本為每公升 4.2 元，其中海運成本 2.3 元，陸運 1.9 元。

表23 物流中心海運費用表

編號	公升數(萬)	每公升海運費	海運費(萬)	總和
9	780	2.10	1,638	45,660,000
19	1,000	2.40	2,400	
25	220	2.40	528	

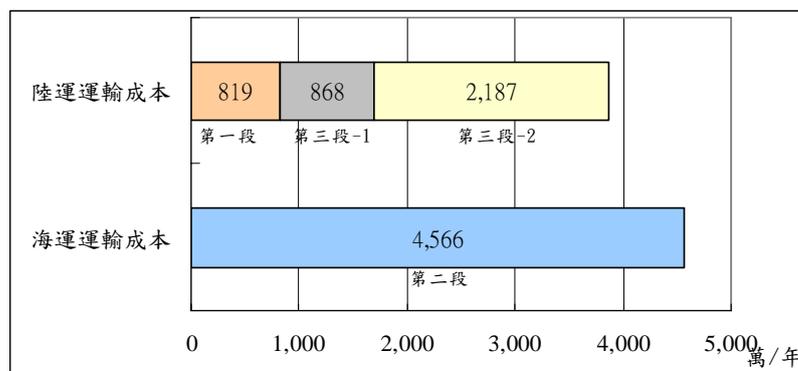


圖14 運輸成本結構圖

6. 設施建構成本 (26,390,900 元)

共為 26,390,900 元，包含 9,000,000 元的固定成本，和 17,390,900 元的設施建構變動成本。後項變動成本中包含了營運成本、建築成本和購地成本。圖 15 為各項成本的關係圖，包含總成本、固定成本與變動成本，及設施建構成本與運輸成本。

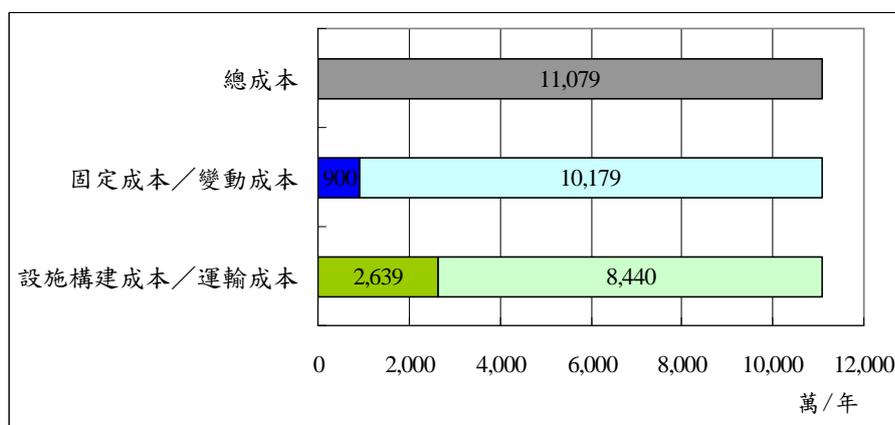


圖15 主要成本結構圖

7. 物流中心服務需求點與需求量分配

各物流中心所服務的客戶群、處理之總需求量如表 24 所示。以基隆市的物流中心

為例，其負責配送的需求點為 1~20，每年配送 16 萬公升的酒品至需求點 1，以此類推，而總共的年配送數量為 984 萬公升。

物流中心服務之需求點與需求量分佈，圖 16 為 GIS 所繪之供需配送圖，圖中顯示物流中心的設置地區和客戶需求點的位置，和兩者間的配送路徑。左圖是全台灣的配送分佈圖，右邊三圖為區域的放大配送圖，右上為基隆市物流中心的配送圖，右中為彰化縣物流中心的配送圖，右下則為高雄市物流中心的配送圖。基隆市物流中心服務所有北部區域的需求點、彰化縣物流中心服務所有中部區域的需求點。南部區域中的需求點 26，會由彰化縣的物流中心服務，此外，全都由高雄市物流中心服務。

表24 物流中心配送表(萬)

供給點 需求點	(19)基隆市	(9)彰化縣	(25)高雄市
	運輸量	運輸量	運輸量
1	16	-	-
2	200	-	-
3	16	-	-
4	16	-	-
5	16	-	-
6	16	-	-
7	350	-	-
8	16	-	-
9	16	-	-
10	16	-	-
11	16	-	-
12	16	-	-
13	16	-	-
14	16	-	-
15	16	-	-
16	16	-	-
17	16	-	-
18	190	-	-
19	16	-	-
20	1	-	-
21	-	110	-
22	-	110	-
23	-	270	-
24	-	110	-
25	-	1	-
26	-	180	-
27	-	-	73
28	-	-	73
29	-	-	73
30	-	-	1
Total	984	780	220

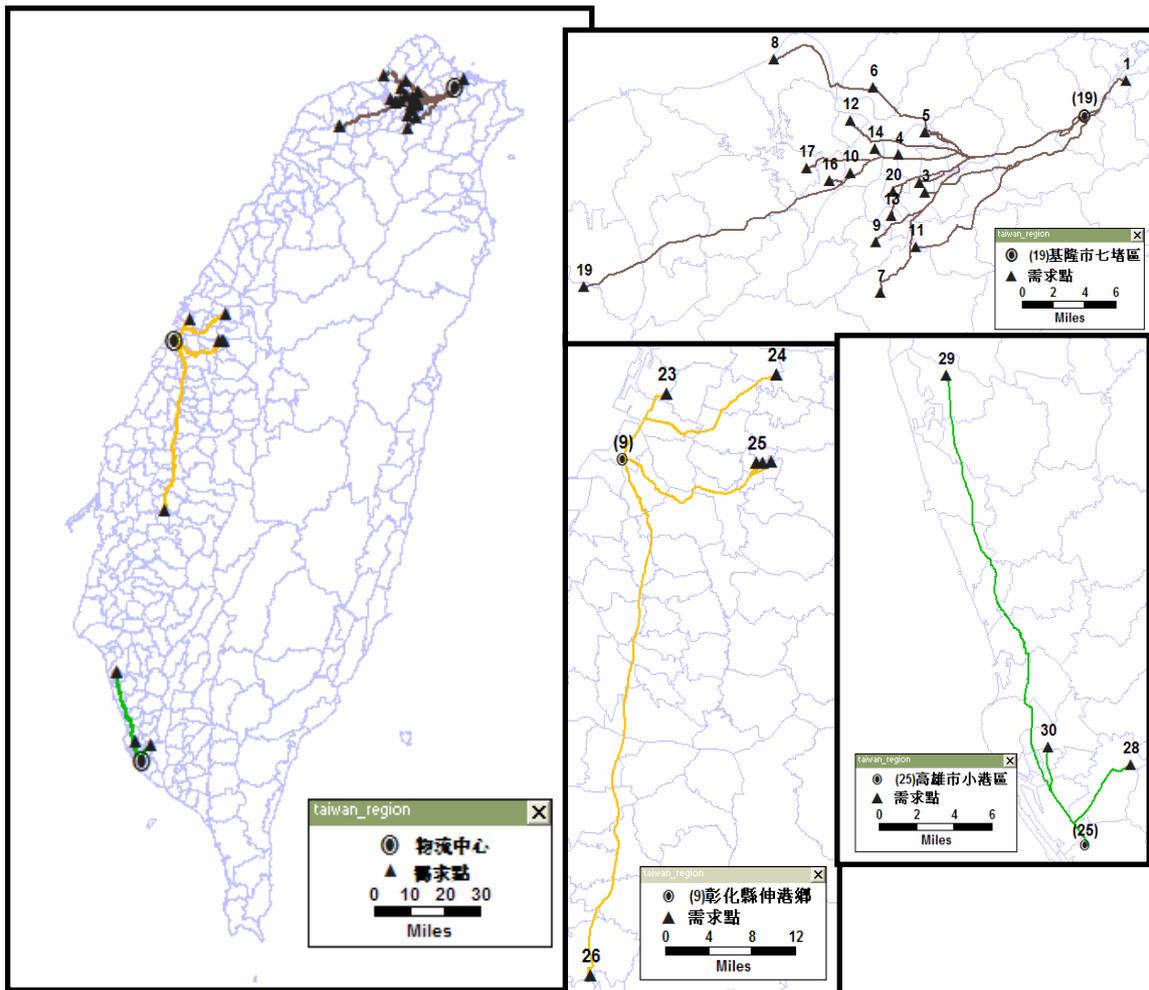


圖16 物流中心配送圖

8. 初置成本 (444,834,786 元)

初置成本為第一年完全不經過折舊的總成本，等同於金酒公司在投資初期一次投入的總額，這是因為金酒公司的財務結構特別，有充足的資金而可不採用借貸的方式，因此此項資訊的顯示，有助於直接瞭解設置在台灣物流中心初期需投入總金額的大約值。

一般設施固定成本區位模式，考量的運輸成本不含多層的結構，但本個案研究中，因為考量了三段運輸的成本，因此設置位置出現偏向海港的趨向，而不是處於需求量分佈的重心點。

模式最佳化結果發現固定成本相對於變動成本相當低，比值約為 1:9，但是設置的設施數目為 3 個，這樣不算多的設施數，反應出固定成本比值雖小，仍明顯表現出了權衡力。

下一小節，將以模式分析結果，和目前金酒公司的營運狀況相互比較，分析物流中心設立前後的效益差異。

5.2 設置物流中心前後比較分析

1. 利潤空間增加：

圖 17 為目前金酒公司透過代理商直至大盤商，整條供應鏈之間的成本結構。(A)為金酒公司的生產成本，(B)為目前代理銷售策略中，行銷和物流作業完全外包給得標公

司的批售價格，(C)則為酒品到盤商手上時的批售價格，(D)以右則為其它更下游的客戶的批售價格。

因此，(A)和(B)之間，即為金酒公司目前透過代理商銷售策略的直接利潤，而未來成立台灣地區物流中心後，因為產銷分離的策略，這個台灣地區物流中心會直接取代目前代理商的位置，也就是圖中的(B)，意即雖然是直屬於金酒公司，但所得到的批售價格仍然相同，因為和母公司間的營運為相互獨立的。

(B)和(C)之間價差，目前可視為代理商營運的收益，當金酒成立台灣地區物流中心開始自行銷售後，(B)和(C)將直接成為金酒公司的收回營收，而金酒公司可以創造的新利潤空間，即包含於此段中。此區段可分割成幾個主要內容，包含了相關稅務成本、運輸成本、管銷成本，以及淨利。

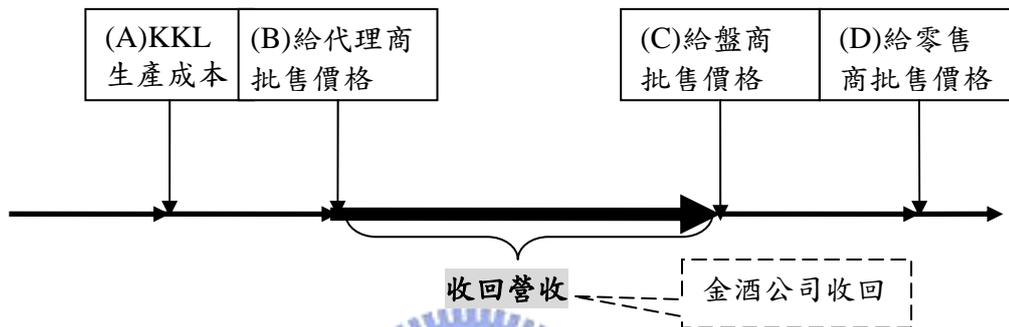


圖17 酒品供應鏈成本價格關係圖

目前(B)點和(C)點的線段為金酒公司新增的收回營收空間。此營收值再扣除所有成本，包含每公升成本和每公升營業稅率，則剩餘的為新的利潤空間，如圖 18 所示，舉一簡例說明，假設每公升收回營收為 50 元，則扣除假設的每公升成本 10 元和每公升營業稅 15 元，則每公升尚有利潤空間 25 元。雖此不是真正淨利數值，還包含銷售過程中的管理、行銷等費用成本，但以 2,000 萬公升處理數額而言，可帶來的淨利仍不小。

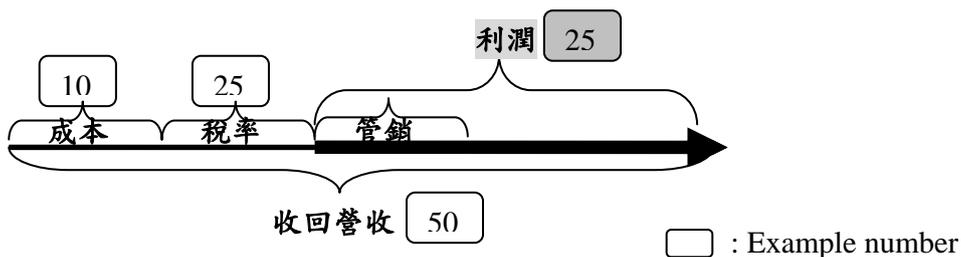


圖18 利潤關係圖

模式結果呈現總成本為 110,786,400 元，以總處理的公升數為 2000 萬公升平均，則每公升之成本為 5.5 元。因此，以公升營收扣除每公升成本和每公升營業稅，可得知每公升酒品尚有 33.6 元的利潤空間。以每年 2000 萬公升全部自行銷售為計，則設置此物流中心，帶給金酒公司共有 672,546,933 元的新利潤空間。

以上述每公升收益和每公升成本(含稅)的數值，所計算出的本益比為 49.6%，意味每單位酒品如果收益為 100 元，則可以獲利 50.4 元。以下以兩方面分析此現象：

(1) 在本研究中所扣除的成本，是屬於最基本的成本，包含運輸成本、營運成本等；而如前所述，(B)和(C)線段上，另外還會包含不小的其它成本，主要為稅務和管銷費用。一般而言稅務包含 5%的營業稅，而管銷費用中，佔最重的則是行銷成本包含推廣費用、交際活動費用等，以目前代理商採用電視廣告行銷的方式，便可推知此部分的成本佔額不小。因此，上述計算出來的新利潤空間，並不代表完整的利潤，勢必還涵蓋其它成本。

(2) (B)和(C)線段位於供應鏈的上游端，屬於第一線的下游，因此利潤空間較大為符合常理。

結合上述兩點分析，可推斷這麼大的利潤空間，再扣除其它成本後，具有不小的潛在淨利。

2. 運輸成本改善：

台灣地區銷售作業以自行銷售與代理銷售並進的時期，因為金酒公司所處理的酒品數量非常小，一直以來在運費的議價上不具有以量計價的優勢，和代理商比起來，運費成本吃重許多，最早期自行銷售比例極低的時候，海運費的甚至具有兩倍的差價。

實施台灣地區物流中心後，回收代理商所處理的酒品數量，全額可達 2,000 萬公升，這樣集中數量具有明顯的經濟效益：

(1) 金酒公司具有與委外運輸業者議價的籌碼

比較目前金酒公司從金門地區的倉庫經過三段運輸到對方倉庫，可知物流中心設立後，每公升酒品前後的改善幅度為 8%。

上述的改善幅度為保守估計值，因為參數中的海陸運費用，採用的為代理商的運輸費率，而將來銷售作業完全回收之後，所處理的量比此議價費率時更大，因此，相對於目前本研究中所採用的運費數值，還有更降低的空間。

一般而言，規模經濟所帶來的效益，呈現的價格與數量關係，為一條斜率漸緩的曲線，如圖 19 所示，當數量增加為 A 段時，會產生 B 段的價格效益，而數量增加為 A' 段時，產生的價格效益為 C 段；A 段長度和 A' 段相等，但是他們的效益 B 段卻大於 C 段。這意味著當數量增加到一定額以後，增加同樣幅度的數量，能帶來的效益將不若在低額增加時的那麼大。

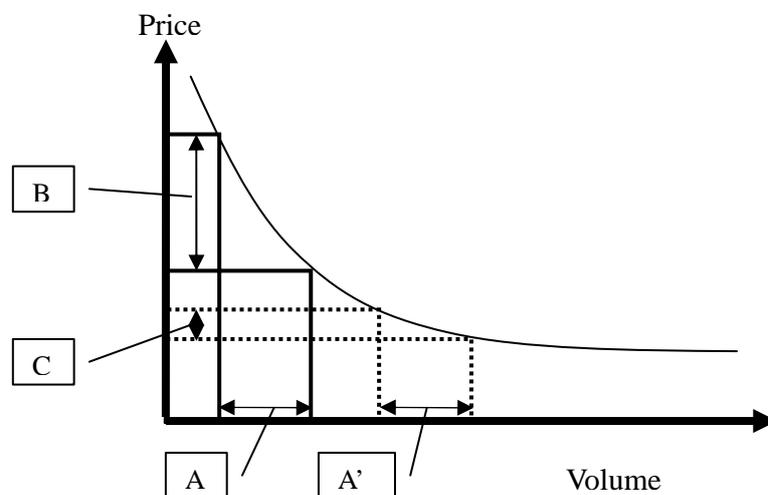


圖 19 規模經濟量價關係圖

因為代理商運輸的數量已具一定額，金酒公司未來完全自行銷售之後，雖然回收了一倍的數量，但是海運費率可能已在如圖中的 A' 段，也就是說降價的幅度已經不多。即使如此，降價的動作對金酒公司而言，還是具有絕對的價值。

(2) 巨額需求引發供給，化被動為主動

在前面的章節中提及金酒公司因為地處外島，要透過海運將貨物運送往台灣地區，常受到船班的限制。因為金門本島的人口數少，九十五年十月的統計數約七萬多人，因此，由台灣地區運送往金門本島的物料不多，許多船班更常有航程空船的情況，往金門地區的航線分佈稀疏。

成立物流中心全面自行銷售以後，可以集中運輸的數量，以巨額的需求量引發船運公司的供給，一起與海運業者計畫航班，並可發展配套措施，結合以海運回程運送其他物料。例如：金酒公司將酒品運往台灣地區，而需要從台灣來的其他物料，裝酒的空瓶，則可由往金門的航程運送。這樣的規劃，可增加效率，創造金酒公司與海運業者的雙贏局面。金酒公司便不再處於配合的被動角色，而可更有彈性的在營運作業上發揮。

5.3 敏感度分析-固定成本

固定成本為本研究分析模式中，選取區域時相對於變動成本的主要權衡項目。一般而言，置點數目越多則相對的總變動成本越小；當置點數目少時，變動成本則相對提高。而固定成本的高低直接影響設施設置數目，因此，在此調動其數值，測試此成本項目對於模式結果的影響性。

本案例中的固定成本包含很大部份的 ERP 設備費用，因此，其變動亦有另一個意涵，即為物流中心營運設備等級的定位。目前金酒公司設定的物流中心型態主要是採用半自動式的，也就是以人力配合資訊系統共同進行的營運方式。其他還有兩種型態為完全人工處理的傳統式物流中心、和完全自動化(使用 RFID)的全自動式物流中心，而這三種分類的物流中心所配置的設備成本，可達上千萬的差價。雖然目前金酒公司考量的是以一直使用的半自動式型態為本案例中物流中心的功能定位，但調動物流中心設置固定成本的分析結果，有助於比較不同設備等級的假設情況。

Nozick and Turnquist[18]研究發現，增設物流中心所導致的安全存量，可讓存貨成本達設置設施固定成本的數倍，因此，調高固定成本的數值，也可以反應出考慮存貨成本後的假設結果。

原來的固定成本為 300 萬元，在此上下調動為 100 萬、500 萬和 1,000 萬元，模式分析後的主要數值結果如表 25 所示：

當固定成本減為 100 萬元時，中部地區拆分成東西兩個物流中心，設施設置的數目變成 4 個，意味著多設置一個物流中心所花費的 100 萬元固定成本，小於只設置一個處理酒品的變動總成本。

原模式結果為在彰化縣設置一個物流中心，服務中部地區所有的需求點，拆分之後，有 4 個需求點變成新設置之台中市物流中心負責配送，如圖 20 所示。表 25 中比較服務需求點的成本，由彰化縣繼續服務的話，單變動成本的費用為 13,836,296，與多設置台中市物流中心花費的固定成本和變動成本總值相較，多了約 150 萬元。因此最佳化的結果為選擇多設置一個物流中心。

表25 固定成本-設置區位比較表

固定成本(萬)	(19)基隆市 七堵區	(21)台中市 西屯區	(9)彰化縣 伸港鄉	(25)高雄市 小港區	設置總面積
100	5,000	1,650	2,250	1,100	10,000
300	5,000	-	3,900	1,100	10,000
500	5,000	-	3,900	1,100	10,000
1,000	5,000	-	5,000	-	10,000

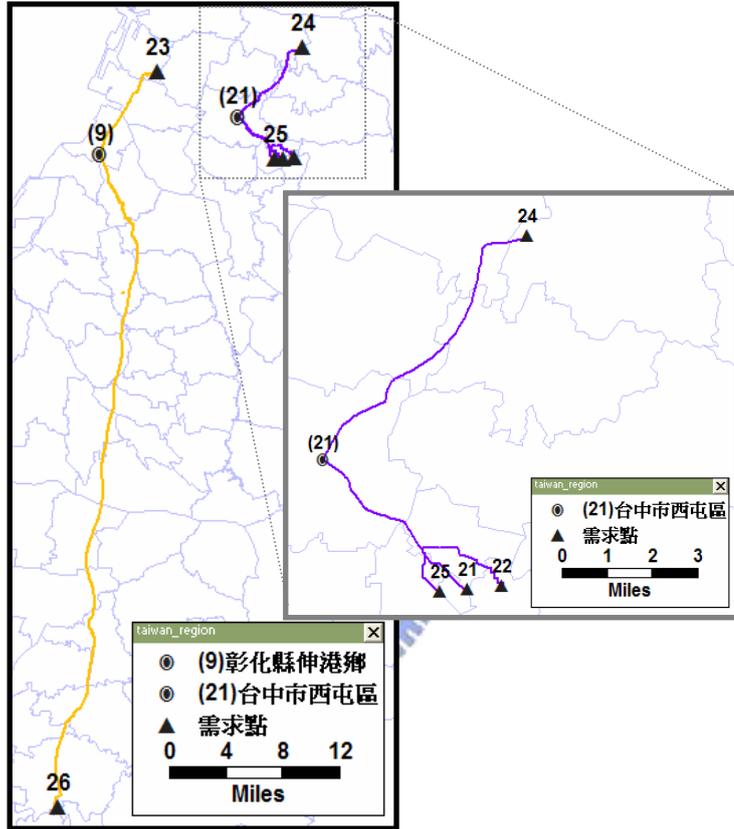


圖20 固定成本 100 萬元-中部地區配送圖

表26 固定成本 100 萬元-中部地區配送成本比較表

	服務需求點	固定成本	變動成本	總值
彰化縣	21、22	-	13,836,296	13,836,296
台中市	24、25	1,000,000	11,262,233	12,262,233

當固定成本提高到 500 萬後，設施的設置數目為 3 個，與原模式的結果完全相同。當固定成本提高到 1,000 萬元時，只會在北部和中部設置設施，而南部地區的需求量，由中部地區的物流中心服務。可看出此時模式在固定成本和變動成本的權衡下，設施設置受固定成本數值變動影響的結果。

表 27 中為不含常數項成本的數值比例，可看出在模式分析過程中，真正影響結果的權衡比重。固定成本和設施建構成本的比例隨著固定成本數值增加而變大，當固定成本為 1,000 萬元時，與變動成本的比例約為 2：8，設置設施的數目已經降為兩個，與原

來固定成本為 300 萬時的比重(1：9)具有差異。可看出在此最佳化分析中，固定成本的變動差異，影響模式權衡的效果。

在垂直方向的數值中，比例數值在 100 萬和 300 萬的結果間跳動幅度較大，隨著成本越多，各項比例的變化差異越小，因此可推斷，固定成本的影響程度在數值低時對模式權衡所造成的差異度較大。各項成本比例的比較圖，如圖 21 和圖 22 所示。

表27 固定成本-主要成本比例比較表

固定成本(萬)	固定成本	變動成本	設施建構成本	運輸成本
100	5%	95%	11%	89%
300	10%	90%	15%	85%
500	16%	84%	21%	80%
1,000	19%	81%	23%	77%

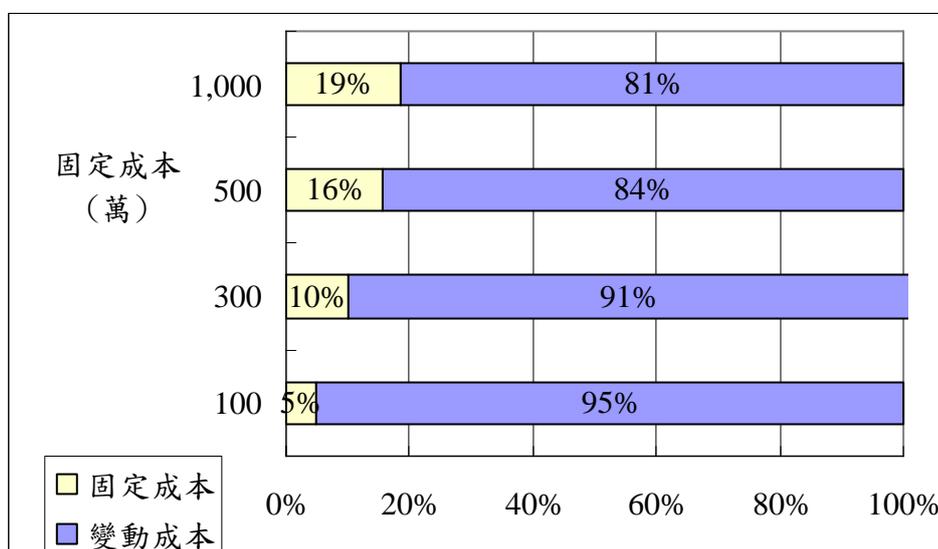


圖21 固定成本-固定成本與變動成本比例比較圖

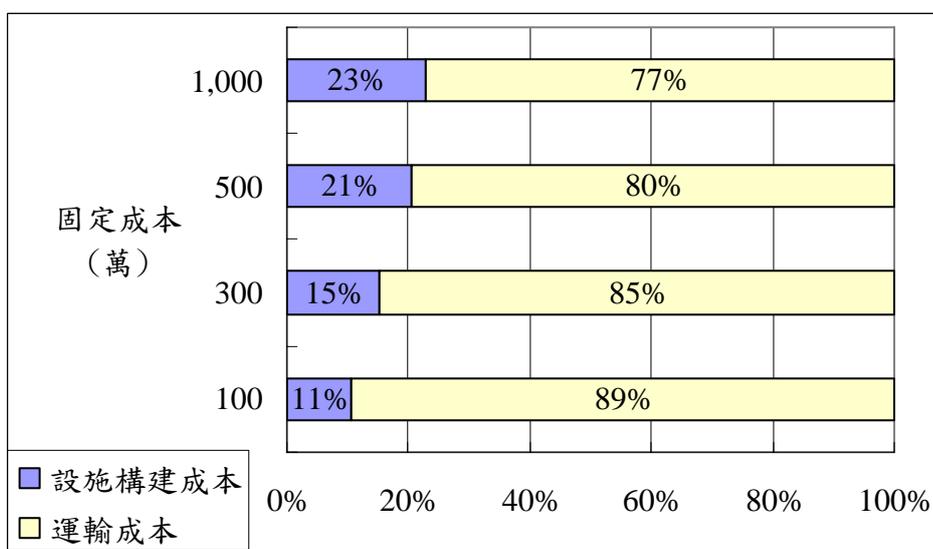


圖22 固定成本-設施建構成本與運輸成本比例比較圖

表 28 中為幾項重要比較指標，包含總成本、平均每公升成本、運輸成本改善幅度和本益比。固定成本 100 萬和 300 萬的總成本差值為 800 萬元，因為設施設置結果都一樣，所以只有固定成本上的差異。但當固定成本數值高到 500 萬和 1,000 萬元時，區位設置結果重置後，就不單純只是固定成本上的差異了，譬如最直接的，會產生供需指派重新分配的不同成本結果。由表中可看出每公升平均成本隨固定成本增加而變大，但是變大的幅度會趨緩，如圖 23 所示，這結果同樣也反應出固定成本對最佳化結果的影響程度會越來越小。

運輸成本改善幅度中，可看出當固定成本越高時，改善的幅度會越來越小，當設置設施結果不同於原來模式時，主要因為重置後設施數目減少，導致運輸成本提高，當固定成本為 1,000 萬元時，與目前金酒公司的運輸成本相較，改善幅度為 2.66%，運輸成本相當接近目前成本，這個臨界點是值得注意的。

表28 固定成本-主要結果比較表

固定成本(萬)	總成本	平均每公升成本	運輸成本改善幅度	本益比
100	103,212,400	5.16	11.1%	49.0%
300	110,786,400	5.54	9.0%	49.6%
500	116,786,400	5.84	8.2%	50.0%
1,000	127,819,600	6.39	1.6%	50.8%

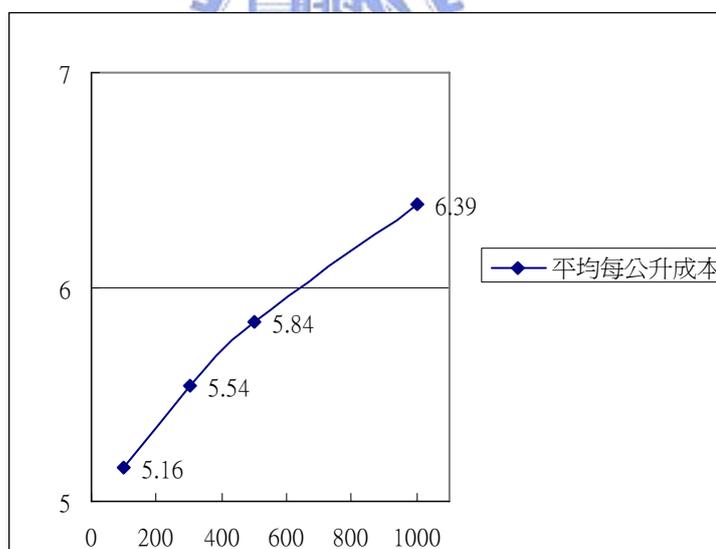


圖23 固定成本-平均每公升成本比較圖

5.4 敏感度分析-需求量

本個案的在問題背景中提到，金酒公司在台灣地區的年需求量預估為 2,000 萬公升，因為這是一個預估的數值，而需求量隨著市場變化很容易產生變動，在此測試模式對於需求量變動的敏感度，比較不同需求量下產生的最佳化結果。

台灣地區是金酒公司自成立以來的主要市場，對於金酒公司而言是個成熟的區塊，然而，金酒公司近幾年來改變行銷方式後，在短短五年間營業額成長了近七成(由 60 億到 100 億)，因此，在這裡需求量假設的範圍，考量將需求量視為近飽和未飽和的情形，

由原來的 2,000 萬公升，提高為 2,250 萬公升至 4,000 萬公升，最低到最高的成長率分別為兩成到一倍。

和 5.3 小節中針對固定成本敏感度分析內容相同，以下同樣取幾個關鍵的結果和原來的模式結果做比較。

表 29 中顯示，使用本研究中的分析模式，需求量變動和面積呈現線性的關係，因此，需求量從 2,000 萬公升到 4,000 萬公升，設置面積也由 10,000 平方公尺到 20,000 萬平方公尺，此結果為概估值。設置的設施數目和地點，在需求量大於 3,000 萬公升後，中部地區會拆成兩個物流中心，總共設置 4 個，因為需求量的增加，選擇在鄰近需求點的地方多設置設施，讓總成本更低。

表29 需求量-設置區位比較表

需求量	(19)基隆市 七堵區	(21)台中市 西屯區	(9)彰化縣 伸港鄉	(25)高雄市 小港區	設置總面積
2,000	5,000	-	3,900	1,100	10,000
2,250	5,625	-	4,388	1,238	11,250
2,500	6,250	-	2,813	1,375	12,500
3,000	7,500	2,475	3,375	1,650	15,000
4,000	10,000	3,300	4,500	2,200	20,000

表 30 為各項成本的比例，圖形如 24 和圖 25 所示。此比例不包含常數項的成本。由表中可看出，各項成本比例的變動不大，模式以固定的權衡規則分析最佳化結果，無論設施設置數目多寡，大約 1：9 的比例，是在此個案研究中最容易達到成本最小化目標的。

表30 需求量-主要成本比例比較表

需求量	固定成本	變動成本	設施建構成本	運輸成本
2,000	10.0%	90.0%	15.2%	84.8%
2,250	9.0%	91.0%	14.2%	85.8%
2,500	10.9%	89.1%	16.3%	83.7%
3,000	9.3%	90.7%	14.7%	85.3%
4,000	7.1%	92.9%	12.7%	87.3%

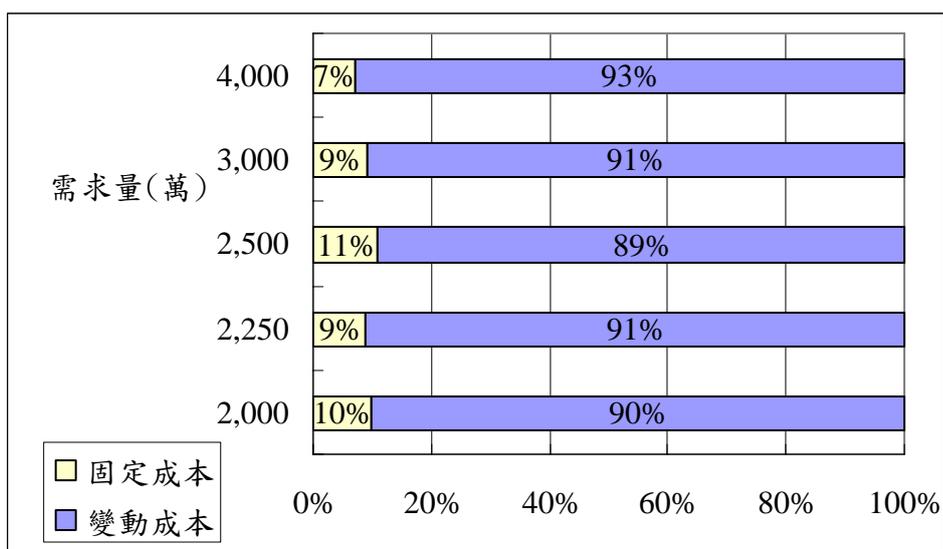


圖24 需求量-固定成本與變動成本比例比較圖

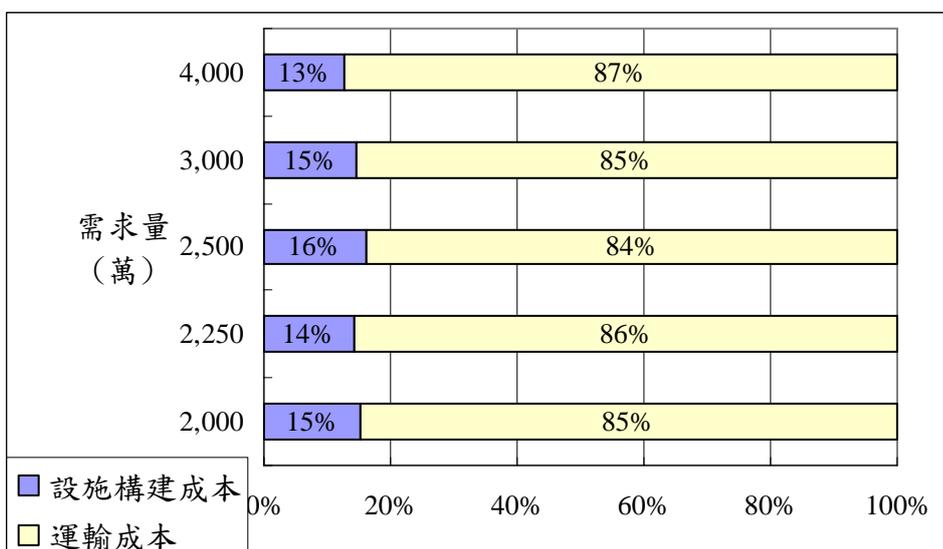


圖25 需求量-設施建構成本與運輸成本比例比較圖

表 31 為需求量的敏感度分析結果，表中總成本逐漸上升顯示處理公升數越多，所需花費成本越大，上升幅度與公升數呈等比例。平均每公升成本為逐漸下降的，這是由於固定成本不變，而分攤的公升數變大；而本益比的下降亦為同樣的道理。運輸成本在需求量大於 2,500 萬公升後，改善幅度更大，反應出規模經濟的現象。

表31 需求量-主要結果比較表

需求量	總成本	平均每公升成本	運輸成本改善幅度	本益比
2,000	110,786,400	5.54	8.2%	49.6%
2,250	123,509,700	5.49	8.2%	49.5%
2,500	136,015,500	5.44	11.1%	49.4%
3,000	160,818,600	5.36	11.1%	49.3%
4,000	210,424,700	5.26	11.1%	49.1%

測試需求量影響模式的結果，發現需求量增大會導致物流中心設置數目的增加，而平均每公升成本和運輸成本降低，則為規模經濟的效果顯現。

5.5 敏感度分析-進出倉運輸成本

目前模式中考量規模經濟的情況，將陸運成本區分成不同的費率。酒品從金酒公司在金門地區的廠房運送到台灣地區的物流中心，因為補貨時間較容易掌握，且數量大，可發揮規模經濟的效果。反之，從物流中心出貨的酒品數量卻會需求發生的時間點不同，而無法單純的將數量集中一起配送。因此，前者的陸運費率會比後者來得低，反應這個現象，在本研究中前後段陸運運費的差異，為平均陸運費用的上下 10%。

金酒公司目前預計在設立台灣地區物流中心後，初期先以招標的方式外包運輸商，處理酒品物流中的陸運運輸作業，幾年期間物流中心運作熟悉穩定之後，再規劃執行自有車隊，攬回陸運運輸作業。過去金酒公司沒有大範圍和大數量的運輸經驗，而陸運成本又為相當重要的項目，在此使用的平均陸運費率本為案例中運輸量可達到的外包價格，雖然預估自運後仍有降低陸運成本的空間，但因為數量很大，規模經濟所帶來的邊際效益值已經很小，因此此陸運平均成本為一保守穩定的數值，在此，考量進倉和出倉前後段成本不同差異，對結果所產生的影響，反而是較值得探討的。

表 32 為進出倉兩段陸運成本不同價差範圍的分析結果，分別為無價差(0%)、價差為 10%和 20%等三種情況。由表中可見，當成本價差從 0 到上下 20%時，對於設施的設置結構並不會產生影響，設置的區位、面積結果皆相同。

表32 進出倉運輸成本-設置區位比較表

陸運成本 差異比例	(19)基隆市 七堵區	(9)彰化縣 伸港鄉	(25)高雄市 小港區	總面積
0%	5,000	3,900	1,100	10,000
10%	5,000	3,900	1,100	10,000
20%	5,000	3,900	1,100	10,000

表 33 裡移除常數項後模式分析的權衡中，雖然差異的比例不大，但以上億的成本值放大後，仍會具有數十萬元不等的影響。變動成本比例增加，主要是因為價差增大導致陸運總成本上升的緣故，這意味著數量集中運送對於成本節省的影響度更大，為金酒公司未來規劃短期營運配送時可注意的現象。其比例關係圖分別如圖 26 和圖 27 所示。

表33 進出倉運輸成本-主要成本比例比較表

陸運成本 差異比例	固定成本	變動成本	設施建構成本	運輸成本
0%	10.1%	89.9%	15.3%	84.7%
10%	10.0%	90.0%	15.2%	84.8%
20%	9.9%	90.1%	15.0%	85.0%

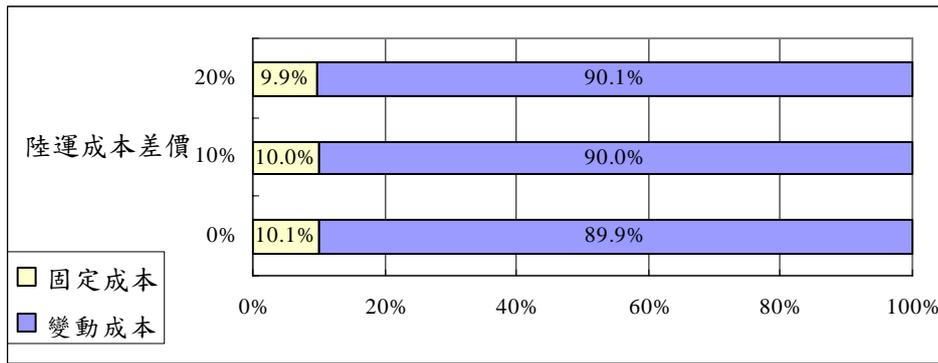


圖26 進出倉運輸成本-固定成本與變動成本比例比較圖

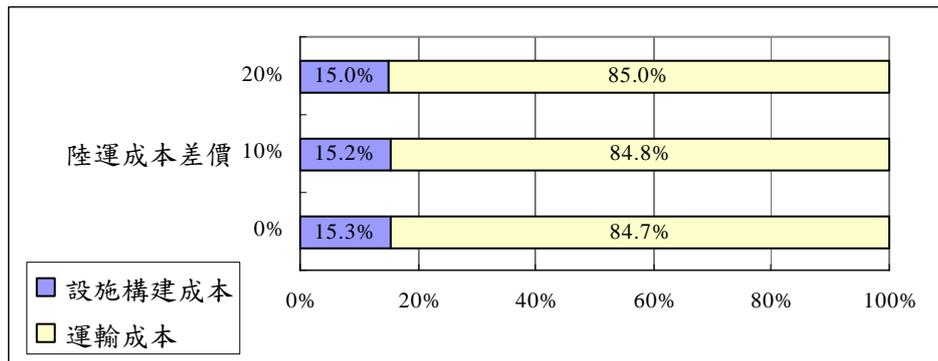


圖27 進出倉運輸成本-設施建構成本與運輸成本比例比較圖

陸運費差價會影響總成本，差價越大陸運運輸成本總值越大，所以總成本越大。如表 34 中所示，當進出倉兩段陸運的運輸成本差值調整為 20% 時，總成本上升約 20 萬元。

表34 進出倉運輸成本-主要結果比較表

陸運成本差異比例	總成本	平均每公升成本	運輸成本改善幅度	本益比
0%	110,672,700	5.53	8.3%	49.6%
10%	110,786,400	5.54	8.2%	49.6%
20%	110,900,100	5.55	8.1%	49.6%

調整不同陸運路段的成本差價幅度，雖然會造成某些成本的變動，但基本上變動的幅度非常的小，意味著相較於其他參數測試，運輸成本的差價對於模式結果的影響不大。

5.6 方案比較-設施數目限制

在最初討論本個案問題背景的時候，金酒公司曾直覺性的提出選擇一個地點設置物流中心，因此，以下以限制設施數目為 1 的模式，分析最佳化結果，再與本研究中原來模式的結果做比較。

以限制設施數目為 1 的模式分析後，會發現最佳化設置地點是彰化縣，而其設置面積等同於需求的面積 10,000 平方公尺。設置設施的結構，明顯的和原來模式結果有很大的差異，如表 35 所示。

表35 設施數目限制-設置區位比較表

設施數目	(19)基隆市 七堵區	(9)彰化縣 伸港鄉	(25)高雄市 小港區	總面積
不限制	5,000	3,900	1,100	10,000
1	-	10,000	-	10,000

當設施數目限制為一個時，變動成本和運輸成本的佔比叫原來結果大很多，如表 36 所示，這是因為設置設施的地點限制為一個，則需求量配送的選擇方式被限制住，譬如最明顯的，服務需求點的運輸距離變長，導致運輸成本上升。比例的相關圖形如圖 28 和圖 29 所示。

表36 設施數目限制-主要成本比例比較表

設施數目	固定成本	變動成本	設施建構成本	運輸成本
不限制	10.0%	90.0%	15.2%	84.8%
1	2.1%	97.9%	4.8%	95.2%



圖28 設施數目限制-固定成本與變動成本比例比較圖

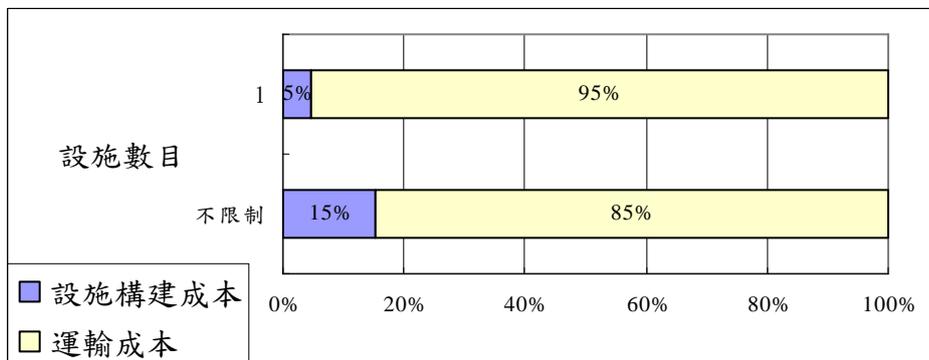


圖29 設施數目限制-設施建構成本與運輸成本比例比較圖

表 37 中顯示，限制設施數目為 1 後，總成本增加了將近 5,500 萬元，配送的成本效率明顯降低，且運輸成本比設置物流中心前更高，但因為固定成本的費用很低，因此仍可達到 53.7% 的本益比。

表37 設施數目限制-主要結果比較表

設施數目	總成本	平均每公升成本	運輸成本改善幅度	本益比
不限制	110,786,400	5.54	8.2%	49.6%
1	165,737,100	8.29	-58.8%	53.7%

針對只設置一個物流中心的假設前提，分析限制設施數目時的模式結果，發現最佳化的結果為在中部地區設置這個設施。只設置一個設施的好處為管理單純，且仍有不小的利潤空間存在，但是相較於分散設置設施，每年在營運上，卻需多花費約 5,500 萬元的成本。

5.7 方案比較-以人口為基礎之需求分佈

一般固定設施成本區位分析問題中，需求點位置和數量的分配對設置區位結果具有很大的影響，兩者間的距離即為決定總變動成本的關鍵。本個案中，金酒公司的需求點為 27 個盤商，雖然個案中的變動成本一併考慮了設施建構變動成本和三段(進出倉)運輸成本，但其位置及需求量同樣影響結果甚多。金酒以過去歷史資料和牌照制度推估盤商的穩定性非常高，但一般而言客戶並非永久不會變動的，且本個案中，因為需求點數量少，其年需求量至少有 16 萬公升，每個點的影響度皆很大。

因此，可預見的，本個案中，只要需求點一變動，則區位設置的結果便可能隨之變化。未來需求點的變動趨勢無法預估，但酒品的需求量分配與人口比例具一定比例關係，因此，假設需求點變動的方案中，以本島各縣市市政中心為需求點，並以其人口比例分配每年 2,000 萬公升的需求量，分配過程分成兩階段：

1. 第一階段-需求點分佈：因台北市與台北縣有較高的人口比例，分別代表不同需求點，除此之外，其它縣市都會區皆視為同一點，例如表中的新竹縣市、台中縣市等。需求點的位置定位為各縣市政府，合併者則取市政府。最後總計共為 17 個假設需求點，需求分佈的圖形如圖 30。

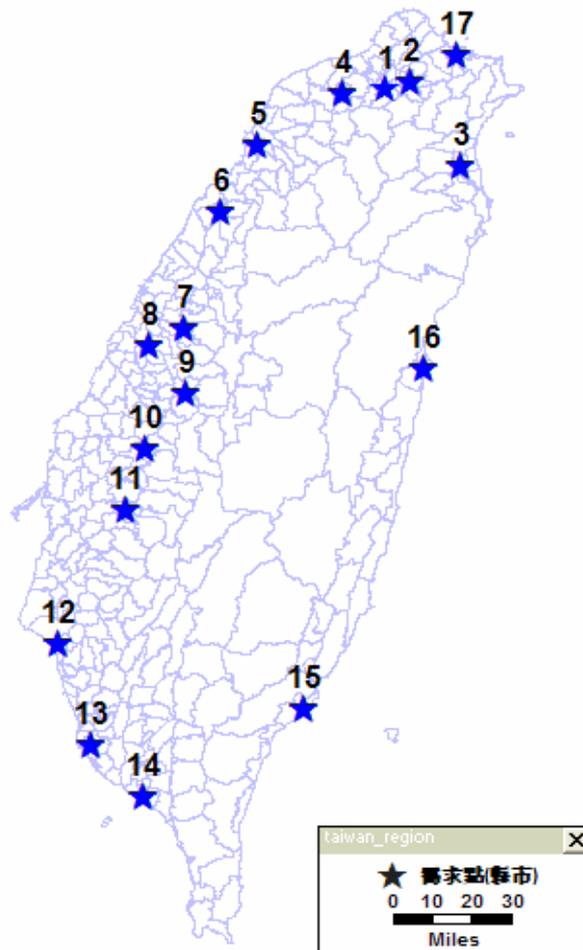


圖30 需求點為各縣市之地理位置分佈圖

2. 第二階段-需求量分佈：因為台北縣的人口多，且面積大，考量分析結果的合理性，將台北縣東北部的人口需求量，劃歸於基隆市，包含石門、金山、萬里、汐止、平溪、雙溪和貢寮，如圖 31 所示，以減少分析結果的偏差。需求量的假設結果如表 5.18 所示，以計算出的人口比例，分配 2,000 萬公升的需求量。



圖31 台北縣與基隆市人口劃分圖

表38 各縣市人口比例及需求假設表

編號	縣市	人口	占比	需求量(萬公升)
1	台北縣	350	15.4%	308
2	台北市	263	11.6%	232
3	宜蘭縣	46	2.0%	41
4	桃園縣	191	8.4%	168
5	新竹縣市	88	3.9%	78
6	苗栗縣	56	2.5%	49
7	台中縣市	259	11.4%	228
8	彰化縣	131	5.8%	116
9	南投縣	54	2.4%	47
10	雲林縣	73	3.2%	64
11	嘉義縣市	83	3.6%	73
12	台南縣市	187	8.2%	165
13	高雄縣市	276	12.2%	243
14	屏東縣	89	3.9%	79
15	台東縣	24	1.0%	21
16	花蓮縣	35	1.5%	30
17	基隆市	65	2.9%	58
總計		2,267	15.4%	2,000

以上述假設的需求特性分析個案問題後，物流中心設置結果如表 39 所示，共設置 3 個，分別在基隆市七堵區、台中市西屯區和高雄市小港區，與原模式結果比較，設置地點同樣為北中南三區，只是由台中市替換掉彰化縣，這是因為需求點分散後，台中市的位置具有較低的運輸成本，雖然地價較高，但需求量較原模式降低，因此總變動成本仍比彰化縣來得低。

表39 以人口為基礎之需求分佈-設置區位比較表

需求點	(19)基隆市 七堵區	(21)台中市 西屯區	(9)彰化縣 伸港鄉	(25)高雄市 小港區	總面積
盤商	5,000	-	3,900	1,100	10,000
人口分佈	4,185	3,277	-	2,538	10,000

表 40 深入比較台中市與彰化縣的變動成本，由差值欄可看出，在設施建構變動成本項目，台中市高出 31 萬元，在運輸成本項目低 224 萬元，總和後台中市的成本低 193 萬元。

表40 以人口為基礎之需求分佈-台中市與彰化縣變動成本表

單位：(萬元)	(21)台中市 西屯區	(9)彰化縣 伸港鄉	差值 [(21)-(9)]
設施建構變動成本	1,705	1,674	31
運輸成本	16,365	16,589	-224
總變動成本	18,070	18,263	-193

各物流中心的面積與需求量的分配公升數相關，服務需求點的配置，列於表 41，其配送分佈如圖 32 所示。以基隆市為例，其服務需求點為基隆市、台北縣、台北市、桃園縣、宜蘭縣、花蓮縣共 6 個。

表41 以人口為基礎之需求分佈-物流中心配送分佈表

單位： (萬公升)	(19)基隆市 七堵區	(21)台中市 西屯區	(25)高雄市 小港區
台北縣	308	-	-
台北市	232	-	-
宜蘭縣	41	-	-
桃園縣	168	-	-
新竹縣市	-	78	-
苗栗縣	-	49	-
台中縣市	-	228	-
彰化縣	-	116	-
南投縣	-	47	-
雲林縣	-	64	-
嘉義縣市	-	73	-
台南縣市	-	-	165
高雄縣市	-	-	243
屏東縣	-	-	79
台東縣	-	-	21
花蓮縣	30	-	-
基隆市	58	-	-

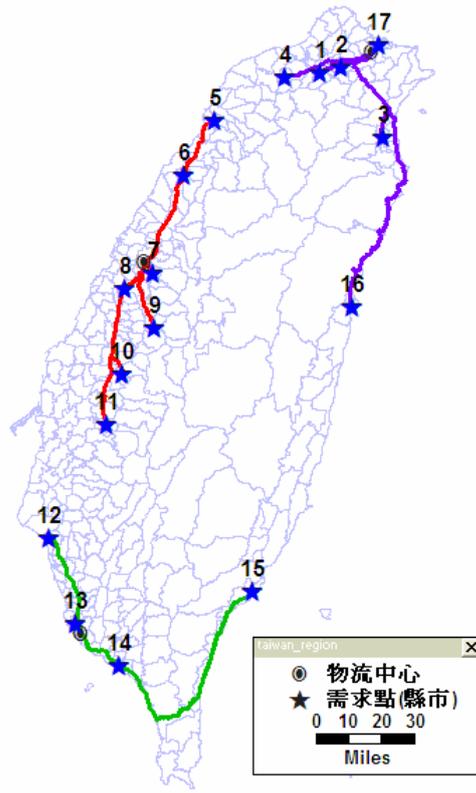


圖32 以人口基礎為需求分佈-物流中心配送圖

表 42 為不含常數項目的主要成本比例，因為設置數目相同，總固定成本相同，但相對的比例以人口為基礎之需求分佈時較低，這意味變動成本較大。而由設施建構成本和運輸成本的相對比例，可看出運輸成本在此假設需求分佈時較大。整體而言，雖然需求點分散，但模式權衡的最佳化比例差異不大。主要成本比例的圖形結構，可參考圖 33 和圖 34。

表42 以人口為基礎之需求分佈-主要成本比例比較表

需求點	固定成本	變動成本	設施建構成本	運輸成本
盤商	10.0%	90.0%	15.2%	84.8%
人口分佈	9.1%	90.9%	13.8%	86.2%

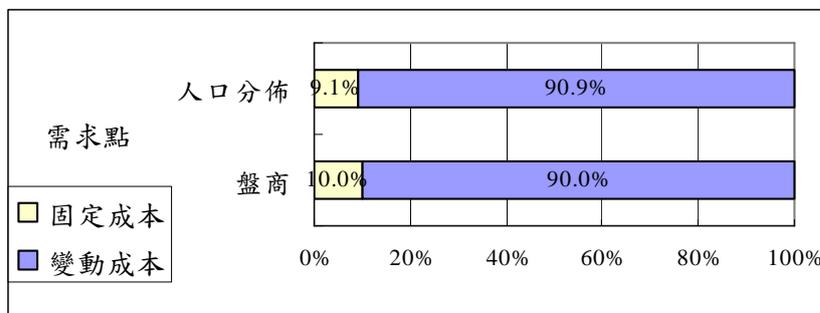


圖33 以人口為基礎之需求分佈-固定成本與變動成本比例比較圖

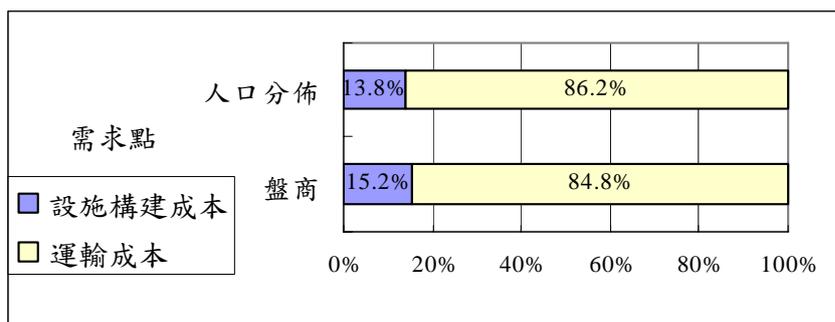


圖34 以人口為基礎之需求分佈-設施建構成本與運輸成本比例圖

表 43 中顯示，需求分佈為人口比例的假設下，總成本增加了約 1,000 萬元，配送的運輸成本比設置物流中心前後都高，原因為第三段-1 段的運輸量分散，較沒有規模經濟的優勢。但是在此假設情況下，因為固定成本的費用很低，仍可達到 50.3% 的本益比。

表43 以人口為基礎之需求分佈-主要結果比較表

需求點	總成本	平均每公升成本	運輸成本改善幅度	本益比
盤商	110,786,400	5.54	8.2%	49.6%
人口分佈	120,175,900	6.01	-1.9%	50.3%

假設需求點為各縣市，並以人口比例分配需求量的分析結果，與原來模式結果相較，因為受數量分散的影響，導致總變動成本提高。設置的區位在中部地區稍有變動，但是設置數目和分區分佈完全相同。如果以原模式設置物流中心的位置和面積結果，服務此假設下的需求分佈，則總成本為 137,464,000 元，與最佳化結果相差 1,728 萬元。

六、 結論與建議

6.1 結論

金門酒廠於民國 87 年轉制成金酒公司，追求利潤最大化成為重要目標，衡量台灣地區市場使用自行銷售和代理銷售混合策略的優缺點後，有意將銷售作業全部回收，改進物流系統降低成本、增加收益和穩固營運。因應銷售作業全數攬回後的大額數量，計畫設立台灣地區物流中心，作為接近需求市場的發貨中心，未來進而投資行銷子公司，專責此市場的營銷事務。

過去國內少有物流中心區位分析的量化研究個案，本研究使用了區位分析模式中的設施固定成本模式，分析金酒公司在台灣地區設置物流中心的最佳化結果。根據個案背景，模式中考量了設置物流中心的固定成本和與公升數有關的變動成本，此變動成本包含設施建構變動成本和運輸成本，而不同於一般設施固定成本區位分析模式中只考量運輸成本為變動成本的情況。結果顯示在北中南三個分區總共設置 3 個物流中心，分別在基隆市、彰化縣和高雄市，此設置區位結果受三層運輸成本考量的影響而不直接處於需求量分佈的重心點。3 物流中心總面積為 10,000 平方公尺，而每年總成本為 110,786,400 元。

設置物流中心前後比較，金酒公司攬回銷售作業後的總營收，扣除總成本和營業稅後，每年可新增加的利潤空間約為 6.7 億元。另外，集結營業數量所帶來的規模經濟效果，也讓金酒公司運輸成本有 8% 的降幅。設置物流中心後接近市場，減少跨海運輸上的受限，亦有助提升在台灣地區的服務效率。

本研究另外假設許多不同情境，包含固定成本、需求量、陸運進出物流中心成本差價，及限制設施數目和以人口比例假設需求量分佈。其中固定成本與需求量的變動，對物流中心的設置數目影響較明顯，陸運進出倉成本差價對於模式結果產生的影響相當小。只設置一個物流中心，每年會多出約 5,500 萬元的成本，而當需求點分散為各縣市時，中部的設置區位與原模式結果不同。此部分的分析可檢測模式對於參數的敏感度，並作不同方案結果之比較，讓決策者可有更多不同考量下的結果參考。

6.2 建議

本研究受限於歷史資料與時間的不足，有幾項參數估算可更精進：

(一) 規模經濟：

考量的參數項目中，有幾項成本具規模經濟，最明顯的如運輸成本和建築成本。然而，因歷史資料的不足，只採用簡略方法反應此現象，而無法校估出成本與數量關係之精確曲線，如能將此特性更明顯的納入，則分析結果將更精彩且切合實際。

(二) 存貨成本：

區位分析模式一般考量存貨成本、運輸成本、建構和營運成本[18]，本模式中詳細考慮了後面三者，但存貨成本卻相當簡化，只在預估面積時提及。雖然固定成本的敏感度分析中，將成本數值設定很高，可反應出這項目納入後的結果，但仍為粗略的作法。因此，仔細考量存貨成本，為可更精進的工作項目。

在參考本研究中的模式分析結果時，其中有幾項是具有變動彈性的，可依視實際情況考量而稍做調整，而與原來結果仍然相去不遠，特別提醒說明如下：

(一) 區位地點彈性選擇

模式中選擇的物流中心預設地點為台灣省各縣市的某一個工業區，此為代表性的，如實際情況下因某些因素，例如：無法取得土地，而無法採用結果中的工業區，則可彈性的選擇鄰近的工業區。

(二) 保守估計值

本研究中的參數值，多採用保守估計的原則，基本上高估相關成本、低估利潤空間，對於本研究中分析的成本與利潤關係，尚有彈性變動的空間。

台灣地區物流中心的設置，除了可視為未來同市場行銷子公司的前身，更可能將此經驗延伸至開發其他新市場時，尤其是目前極力開發中的中國大陸市場：

(一) 應用營運處理的經驗

大陸地區不同於台灣地區，受限於政治法規的不同，無法輕易招標代理。台灣地區物流中心營運後，可提升員工經驗，為培育人才因應國際化發展的有效管道。

(二) 區位設置課題

相較於台灣地區，中國大陸更加的地廣人稠，市場具有相當大的拓展空間。金酒公司如何在此新市場中整合供應鏈，提高營運的效率，同樣的為相當重要的課題，而此台灣地區物流中心的區位設置經驗，可為一實用的參考。



參考文獻

1. 趙義隆，「物流中心的策略訂位」，流通業專業交流研討會論文集，民國 90 年。
2. Farahani, R. Z., Asgari, N., “Combination of MCDM and covering techniques in a hierarchical model for facility locationA case study”, European Journal of Operational Research, Vol. 176, pp. 1839-1858, 2007.
3. Ulstein, N. L., Christiansen, M., Gronhaug, R., “Elkem Uses Optimization in Redesigning Its Supply Chain”, Interfaces, Vol. 36, pp. 314–325, 2006.
4. Laval, C., Feyhl, M., Kakouros, S., “Hewlett-Packard Combined OR and ExpertKnowledge to Design Its Supply Chains”, Interfaces, Vol. 35, pp. 238–247, 2005.
5. 廖宗慶，「運用多評準決策方法於養殖場設置區位順位評選之研究—以臺灣櫻花鉤吻鮭完全養殖場為例」，逢甲大學，碩士論文，民國 94 年。
6. 馬妙亞，「空軍後勤補給物流中心區位評選架構之研究---以航材為例」，國防大學，碩士論文，民國 93 年。
7. 林育德，「會議展覽產業區位選擇之研究—以台南縣為例」，立德管理學院，碩士論文，民國 93 年。
8. 林宏晉，「不確定因素考量下之都市鄰里公園區位選擇研究」，朝陽科技大學，碩士論文，民國 92 年。
9. De la Fuente, D., Lozano, J., “Determining warehouse number and location in Spain by cluster analysis”, International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, Vol.28, pp. 68, 1998.
10. 賴廷彰，「物流中心區位選擇影響因素之研究」，國立台北大學，碩士論文，民國 90 年。
11. 陳昱文，「物流業決定物流中心區位因素影響之實證研究-以東源物流等廠商為例」，中國文化大學，碩士論文，民國 90 年。

12. Nozick, L. K. and Turnquist, M. A., "Integrating inventory impacts into a fixed-charge model for locating distribution centers", Transportation Research: Part E , Vol. 34, pp. 173-186, 1998.
13. Ehrgott, M., Rau, A., "Bicriteria cost versus service analysis of a distribution network--a case study", Journal of Multicriteria Decision Analysis, Vol. 8, pp. 256-267, 1999.
14. Daskin, M. S., Network and Discrete Location: Models, Algorithms, and Applications, Wiley-Interscience, the United States of American, 1995.
15. Mirchandani, P. B. and Francis, R. L., Discrete Location Theory, Wiley-Interscience, the United States of American, 1990.
16. 陳春益、林志鴻、張蕙蘭，「網路區位問題應用在車隊管理之探討」，中華民國第四屆運輸網路研討會論文集，民國 89 年。
17. 內政部地政司，都市地區地價指數(第 26 期)，台北，民國 95 年。
18. Nozick, L. K., Turnquist, M. A., "Inventory, transportation, service quality and the location of distribution centers", European Journal of Operational Research, Vol. 129, pp. 362-371, 2001.

附錄一 LINGO 程式碼

MODEL:

!define data;

DATA:

num_i=25;

num_j=30;

ENDDATA

!define sets;

SETS:

warehouse/1..num_i/:F,K,y,FC,SQ,TotalL;

demand/1..num_j/:D;

trans_path(warehouse,demand):C,x,VC,g,ts,t2,t3;

ENDSETS

!import data from excel file;

DATA:

F,K,D,C,g,t2,t3,ts=@OLE('D:\document\金門酒廠\論文\區位分析\模式構建\金酒公司台灣地區物流中心設置區位分析.XLS','Fi','Ki','Dj','Cij','gij','tj2','tj3','tjs');

ENDDATA

!The Objective function-->fixed cost + transportation cost;

MIN=TotalFixC+TotalVarC;

TotalFixC=@SUM(warehouse(i):FC(i));

TotalVarC=@SUM(trans_path(i,j):VC(i,j));

TotalSQ=@SUM(warehouse(i):SQ(i));

TotalVol=@SUM(warehouse(i):TotalL(i));

f_g=TotalFixC+@SUM(trans_path(i,j):g(i,j)*x(i,j));

t=TotalFixC+TotalVarC-f_g;

t1cost=t-tscost-t2cost-t3cost;

tscost=@SUM(trans_path(i,j):ts(i,j)*x(i,j));

t2cost=@SUM(trans_path(i,j):t2(i,j)*x(i,j));

t3cost=@SUM(trans_path(i,j):t3(i,j)*x(i,j));

@FOR(warehouse(i):TotalL(i)=(@SUM(trans_path(i,j):x(i,j))));

@FOR(warehouse(i):SQ(i)=(@SUM(trans_path(i,j):x(i,j))*0.0005);

@FOR(warehouse(i):FC(i)=F(i)*y(i));

@FOR(trans_path(i,j):VC(i,j)=C(i,j)*x(i,j));

!ST_1--> total transported volumes to j equals it's demand(Dj);

@FOR(demand(j):@SUM(trans_path(i,j):x(i,j))=D(j));

!ST_2--> total transported volumes from plant yi less than its capacity;

@FOR(warehouse(i):@SUM(trans_path(i,j):x(i,j))<=y(i)*k(i));

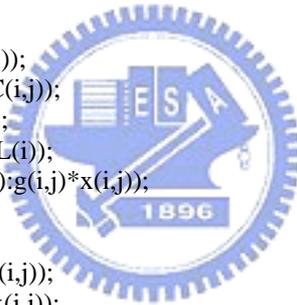
!ST_3-->yi is binary;

@FOR(warehouse(i):@BIN(y(i)));

!ST_4-->1 transported volumes cannot be negative;

@FOR(trans_path(i,j):x(i,j)>=0);

END



附錄二 參數與模式結果數值

附表1 第三段-2 陸運距離公里數值表

			1	2	3	4	5	6	28	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	21	20	22	29	23	24	25	26	27	30	
			T024	T005	T012	T015	T016	T022	T002	T004	T009	T010	T013	T014	T019	T020	T021	T023	T025	T003	T018	TP	T008	T001	T006	T027	TC	T007	T011	T017	T026	KH	
1	台北縣	土城市	50.5	18.3	15.3	15.8	20.3	21.7	17.3	25.2	7.8	10.6	18.6	20.5	9.4	16.1	9.3	9.3	11.5	32.7	32.7	12.3	144.4	146.0	141.1	131.1	146.3	224.6	298.9	333	298.9	332.1	
2		林口鄉	48.8	25.9	26.1	20.7	24.2	25.0	25.2	9.5	18.2	10.8	31.5	20.5	22.4	17.5	9.5	9.5	7.2	25.5	25.5	17.1	145.3	149.6	142.0	131.9	147.1	225.5	299.8	333.9	299.8	332.9	
3	宜蘭縣	冬山鄉	75.0	65.9	65.8	71.7	70.3	79.2	72.6	93.5	70.7	74.0	68.2	78.4	69.0	76.0	81.2	81.2	83.7	111.4	111.4	68.2	222.8	224.4	219.5	209.5	224.6	303	377.3	411.4	377.3	410.4	
4	桃園縣	蘆竹鄉	55.7	32.9	33.1	27.7	31.1	31.9	43.4	21.0	33.5	23.3	38.4	27.5	33.8	24.4	21.7	21.7	20.0	15.8	15.8	28.5	135.5	137.1	132.3	122.2	137.3	215.7	290	324.1	290	323.1	
5	新竹縣	湖口鄉	93.9	71.1	71.3	65.6	69.3	70.1	74.4	59.2	69.4	61.5	75.9	65.7	72.0	62.6	59.9	59.9	58.2	27.5	27.5	66.7	105.0	106.6	101.8	91.7	106.8	185.2	259.5	293.6	259.5	292.6	
6	苗栗縣	頭份鎮	116.9	94.1	94.3	88.9	92.3	93.1	85.2	82.2	79.9	85.4	86.4	88.7	81.8	85.6	82.9	82.9	81.2	50.4	50.4	89.8	74.1	75.7	70.0	60.7	76.0	154.3	228.6	262.7	228.6	261.8	
7	台中縣	大里市	192.4	169.5	169.8	164.4	167.8	168.6	160.7	157.7	155.4	160.9	161.9	164.2	157.3	161.1	158.4	158.4	156.7	125.9	125.9	165.2	5.9	6.4	37.0	20.9	5.6	92.5	172.1	207.5	172.1	205.3	
8	彰化縣	員林鎮	211.4	188.6	188.8	183.4	186.8	187.6	179.7	176.7	174.4	179.9	180.9	183.2	176.3	180.1	177.4	177.4	175.7	145.0	145.0	184.3	28.6	29.4	43.4	39.9	30.7	60	134.3	168.5	134.3	167.5	
9		伸港鄉	203.7	177.3	177.6	174.0	177.3	178.2	169.8	167.1	164.5	170.4	169.9	173.4	165.6	170.5	169.5	169.5	166.0	135.2	135.2	170.3	33.2	35.4	12.2	39.1	29.5	76.2	150.6	184.8	150.6	183.7	
10	南投縣	竹山鎮	258.3	221.2	230.6	216.1	219.5	220.3	224.9	209.4	219.6	225.1	226.1	215.9	221.4	212.8	224.5	224.5	208.4	177.6	177.6	224.9	53.3	54.4	75.8	72.6	52.7	47.6	127.2	378.6	127.2	159.9	
11	雲林縣	斗六市	252.5	229.6	229.8	224.5	227.9	228.7	220.8	217.8	215.5	221.0	222.0	224.3	217.3	221.2	218.5	218.5	216.8	186.0	186.0	225.2	69.7	70.6	75.4	81	69.0	35.2	104.3	138.4	104.3	137.4	
12	嘉義縣	民雄鄉	264.1	241.2	241.4	236.0	239.5	237.6	232.3	229.4	227.0	232.5	233.6	235.8	228.9	232.7	230.1	230.1	228.4	197.6	197.6	236.8	87.2	86.1	87.0	92.6	83.4	6.8	96	130.1	96	129	
13	台南縣	仁德鄉	332.8	310.0	310.2	304.8	308.2	309.0	301.1	298.1	295.8	301.1	302.4	304.6	297.7	301.5	298.9	298.9	297.1	266.4	266.4	305.9	156.0	154.9	155.7	161.3	152.5	72.2	26.2	60.3	26.2	59.6	
14		新營市	296.3	273.4	273.7	268.3	271.7	272.5	264.6	261.6	259.3	264.8	265.8	268.1	261.2	265.0	262.3	262.3	260.6	229.8	229.8	269.0	119.5	118.4	119.2	124.8	115.5	35.7	52.4	86.5	52.4	85.4	
15	高雄縣	大寮鄉	380.0	357.1	357.3	351.9	355.4	356.2	348.2	345.3	343.0	348.5	349.5	351.7	344.8	348.7	346.0	346.0	344.3	313.5	313.5	352.7	203.2	202.0	202.9	208.5	199.3	119.3	43.5	3.2	43.5	10.8	
16	屏東縣	屏東市	384.6	361.7	361.9	356.5	360.0	360.8	352.8	349.9	347.6	353.1	354.1	356.3	349.4	353.3	350.6	350.6	348.9	318.1	318.1	357.3	203.7	204.6	226.0	213.1	203.0	115.5	63.6	13.9	63.6	21.5	
17	台東縣	台東市	545.7	522.8	523.0	517.6	521.1	521.9	513.9	511.0	508.6	514.1	515.2	517.4	510.5	514.3	511.7	511.7	510.0	479.2	479.2	518.4	364.8	365.7	287.1	374.2	364.0	276.6	209.5	172	209.5	176.9	
18	花蓮縣	吉安鄉	302.8	293.7	293.5	299.5	298.1	306.9	300.3	321.2	298.5	301.8	296.0	306.1	296.8	303.7	308.9	308.9	311.5	361.3	361.3	295.9	223.6	224.4	247.0	238.3	222.9	278	357.7	393.1	357.7	390.8	
19	基隆市	七堵區	10.1	20.4	27.0	25.7	20.5	29.3	32.1	43.6	30.2	29.7	27.7	28.5	31.1	26.1	32.0	32.0	33.8	61.5	61.5	28.1	181.2	182.9	179.0	167.9	183.1	261.4	335.7	369.9	335.7	368.9	
20	新竹市	香山區	117.1	83.4	83.7	78.3	81.7	82.5	83.7	71.6	78.4	83.9	84.9	78.1	80.3	75.0	72.3	72.3	70.6	39.8	39.8	83.8	94.3	96.0	84.7	81	96.1	171.3	245.6	279.7	245.6	278.6	
21	台中市	西屯區	183.4	164.2	164.4	159.0	162.5	163.2	155.3	152.4	150.0	155.5	156.6	158.8	151.9	155.7	153.1	153.1	151.3	120.6	120.6	159.8	9.2	10.8	16.0	15.6	8.1	87.5	161.8	196	161.8	194.9	
22	嘉義市		M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
23	台南市	安南區	332.9	310.0	310.2	304.8	308.3	309.1	301.1	298.2	295.9	301.4	302.4	304.6	297.7	301.6	298.9	298.9	297.2	266.4	266.4	305.6	156.1	154.9	155.8	161.4	152.2	72.2	18.6	57.2	18.6	56.1	
24	台北市	內湖區	23.5	5.9	7.5	8.4	5.3	15.3	17.8	28.5	13.8	15.8	12.5	14.5	12.6	12.1	17.8	17.8	18.8	46.4	46.4	11.7	166.1	167.8	162.9	152.8	168.0	246.3	320.7	354.8	320.7	353.7	
25	高雄市	小港區	381.3	358.4	358.6	353.2	356.7	357.5	349.5	246.6	344.2	349.7	350.8	353.0	246.1	349.9	347.3	347.3	345.6	314.8	314.8	354.0	204.4	203.3	204.2	209.8	200.6	120.6	44.8	11.7	44.8	9.3	

附表2 運輸成本數值表

			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
			T024	T005	T012	T015	T016	T022	T002	T004	T009	T010	T013	T014	T019	T020	T021	T023	T025	T003	T018	TP	T008	T001	T006	T027	TC	T007	T011	T017	T026	KH	
1	台北縣	土城市	6.3	5.1	4.9	5.0	5.1	5.2	4.8	5.0	5.3	4.7	4.8	5.1	4.7	5.0	4.7	4.7	4.8	5.6	5.6	10.0	9.9	9.8	10.0	9.4	13.0	15.9	17.2	15.9	17.1		
2		林口鄉	6.2	5.3	5.3	5.1	5.2	5.3	5.0	5.3	4.7	5.0	4.7	5.5	5.1	5.2	5.0	4.7	4.7	4.6	5.3	5.3	10.1	9.9	9.8	10.0	9.4	13.0	15.9	17.2	15.9	17.1	
3	宜蘭縣	冬山鄉	8.1	7.7	7.7	7.9	7.9	8.2	7.8	8.0	8.8	7.9	8.0	7.8	8.2	7.8	8.1	8.3	8.3	8.4	9.5	9.5	13.8	13.7	13.6	13.8	13.2	16.8	19.7	21.0	19.7	21.0	
4	桃園縣	蘆竹鄉	6.7	5.8	5.8	5.6	5.7	5.8	5.6	6.2	5.3	5.8	5.4	6.0	5.6	5.8	5.5	5.4	5.4	5.3	5.1	5.1	9.8	9.7	9.6	9.8	9.2	12.8	15.7	17.0	15.7	17.0	
5	新竹縣	湖口鄉	9.4	8.5	8.5	8.3	8.4	8.4	8.3	8.6	8.0	8.4	8.1	8.7	8.3	8.5	8.2	8.1	8.1	8.0	6.8	6.8	9.9	9.8	9.7	9.9	9.3	12.9	15.7	17.1	15.7	17.0	
6	苗栗縣	頭份鎮	9.3	8.4	8.4	8.2	8.4	8.4	8.3	8.1	8.0	7.9	8.1	8.1	8.2	7.9	8.1	8.0	8.0	7.9	6.7	6.7	7.7	7.7	7.5	7.7	7.1	10.7	13.6	14.9	13.6	14.9	
7	台中縣	大里市	10.9	10.0	10.0	9.8	9.9	10.0	9.8	9.7	9.5	9.5	9.7	9.7	9.8	9.5	9.7	9.6	9.6	9.5	8.3	8.3	3.7	3.7	4.9	3.7	4.3	7.0	10.1	11.5	10.1	11.4	
8	彰化縣	員林鎮	12.4	11.5	11.5	11.3	11.4	11.4	11.3	11.1	11.0	10.9	11.2	11.2	11.3	11.0	11.2	11.1	11.1	11.0	9.8	9.8	5.4	5.3	5.9	5.4	5.8	6.5	9.4	10.7	9.4	10.7	
9		伸港鄉	16.8	9.9	9.9	9.8	9.9	9.9	9.6	9.6	9.5	9.4	9.6	9.6	9.7	9.4	9.6	9.6	9.6	9.4	8.3	8.3	4.4	4.3	3.5	4.2	3.7	4.6	8.9	3.7	8.9	10.1	
10	南投縣	竹山鎮	15.2	13.8	14.1	13.6	13.7	13.7	13.9	13.9	13.3	13.7	13.9	14.0	13.6	13.8	13.5	13.9	13.9	13.3	12.1	12.1	7.4	7.3	8.2	7.3	8.1	7.1	10.2	19.8	10.2	11.4	
11	雲林縣	斗六市	15.0	14.1	14.1	13.9	14.0	14.1	13.9	13.8	13.6	13.5	13.8	13.8	13.9	13.6	13.8	13.7	13.7	13.6	12.4	12.4	8.0	7.9	8.2	7.9	8.4	6.6	9.3	10.6	9.3	10.5	
12	嘉義縣	民雄鄉	17.5	16.6	16.6	16.4	16.6	16.5	16.5	16.3	16.2	16.1	16.3	16.3	16.4	16.2	16.3	16.2	16.2	16.1	15.0	15.0	10.7	10.7	10.7	10.6	10.9	7.6	11.0	12.4	11.0	12.3	
13	台南縣	仁德鄉	17.5	16.6	16.6	16.4	16.5	16.5	16.4	16.2	16.1	16.0	16.2	16.3	16.4	16.1	16.3	16.2	16.2	16.1	14.9	14.9	10.6	10.7	10.6	10.5	10.9	7.4	5.7	7.0	5.7	6.9	
14		新營市	17.4	16.5	16.5	16.3	16.4	16.5	16.3	16.1	16.0	15.9	16.2	16.2	16.3	16.0	16.2	16.1	16.1	16.0	14.8	14.8	10.5	10.6	10.6	10.4	10.8	7.3	8.0	9.3	8.0	9.3	
15	高雄縣	大寮鄉	18.2	17.3	17.3	17.1	17.3	17.3	17.2	17.0	16.9	16.8	17.0	17.0	17.1	16.9	17.0	16.9	16.9	16.8	15.7	15.7	11.4	11.4	11.4	11.3	11.6	8.2	5.3	3.7	5.3	4.0	
16	屏東縣	屏東市	18.7	17.9	17.9	17.7	17.8	17.8	17.7	17.5	17.4	17.3	17.5	17.6	17.6	17.4	17.5	17.4	17.4	17.4	16.2	16.2	11.8	11.8	12.6	11.7	12.1	8.4	6.4	4.5	6.4	4.8	
17	台東縣	台東市	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
18	花蓮縣	吉安鄉	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
19	基隆市	七堵區	3.5	3.9	4.1	4.1	3.9	4.2	4.2	4.3	4.8	4.3	4.2	4.2	4.2	4.3	4.1	4.3	4.3	4.4	5.5	5.5	10.1	10.1	10.0	10.1	9.6	13.2	16.0	17.3	16.0	17.3	
20	新竹市	香山區	11.0	9.7	9.7	9.5	9.6	9.6	9.7	9.7	9.2	9.5	9.7	9.7	9.5	9.5	9.3	9.2	9.2	9.2	8.0	8.0	10.1	10.1	9.7	10.1	9.6	13.0	15.9	17.2	15.9	17.2	
21	台中市	西屯區	10.3	9.6	9.6	9.4	9.5	9.5	9.4	9.2	9.1	9.0	9.2	9.3	9.4	9.1	9.2	9.1	9.1	9.1	7.9	7.9	3.7	3.6	3.9	3.6	3.8	6.6	9.5	10.8	9.5	10.8	
22	嘉義市		M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
23	台南市	安南區	17.9	17.0	17.0	16.8	16.9	17.0	16.8	16.7	16.5	16.5	16.7	16.7	16.8	16.5	16.7	16.6	16.6	16.5	15.3	15.3	11.0	11.1	11.1	10.9	11.3	7.8	5.8	7.3	5.8	7.2	
24	台北市	內湖區	4.4	3.8	3.8	3.8	3.7	4.1	4.0	4.2	4.6	4.1	4.1	4.0	4.1	4.0	4.0	4.2	4.2	4.2	5.3	5.3	10.0	9.9	9.8	10.0	9.4	13.0	15.9	17.2	15.9	17.1	
25	高雄市	小港區	17.9	17.0	17.0	16.8	16.9	17.0	16.8	16.7	12.7	16.5	16.7	16.7	16.8	12.7	16.7	16.6	16.6	16.5	15.3	15.3	11.0	11.1	11.1	10.9	11.3	7.9	4.9	3.7	4.9	3.6	

附表3 變動成本(Cij)數值表

			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
			T024	T005	T012	T015	T016	T022	T002	T004	T009	T010	T013	T014	T019	T020	T021	T023	T025	T003	T018	TP	T008	T001	T006	T027	TC	T007	T011	T017	T026	KH
1	台北縣	土城市	6.5	5.3	5.1	5.2	5.3	5.4	5.0	5.2	5.5	4.9	5.0	5.3	5.3	4.9	5.2	4.9	4.9	5.0	5.8	5.8	10.2	10.1	10.0	10.2	9.6	13.2	16.1	17.4	16.1	17.3
2		林口鄉	6.0	5.1	5.1	4.9	5.0	5.0	4.7	5.1	4.4	4.8	4.5	5.3	4.9	4.9	4.8	4.4	4.4	4.4	5.1	5.1	9.8	9.7	9.5	9.7	9.2	12.8	15.6	16.9	15.6	16.9
3	宜蘭縣	冬山鄉	7.7	7.3	7.3	7.6	7.5	7.9	7.4	7.6	8.4	7.5	7.7	7.4	7.8	7.5	7.7	7.9	7.9	8.0	9.1	9.1	13.5	13.4	13.3	13.5	12.9	16.5	19.3	20.7	19.3	20.6
4	桃園縣	蘆竹鄉	6.5	5.6	5.6	5.4	5.5	5.6	5.4	6.0	5.1	5.6	5.2	5.8	5.4	5.6	5.3	5.2	5.2	5.1	4.9	4.9	9.6	9.5	9.4	9.6	9.0	12.6	15.5	16.8	15.5	16.8
5	新竹縣	湖口鄉	9.1	8.2	8.2	8.0	8.1	8.2	8.0	8.3	7.8	8.1	7.8	8.4	8.0	8.2	7.9	7.8	7.8	7.7	6.5	6.5	9.6	9.5	9.4	9.6	9.0	12.6	15.5	16.8	15.5	16.7
6	苗栗縣	頭份鎮	9.0	8.2	8.2	8.0	8.1	8.1	8.0	7.8	7.7	7.6	7.8	7.9	8.0	7.7	7.8	7.7	7.7	7.7	6.5	6.5	7.5	7.4	7.2	7.5	6.9	10.5	13.3	14.7	13.3	14.6
7	台中縣	大里市	10.8	9.9	9.9	9.7	9.9	9.9	9.8	9.6	9.5	9.4	9.6	9.6	9.7	9.4	9.6	9.5	9.5	9.4	8.2	8.2	3.6	3.6	4.8	3.6	4.2	7.0	10.0	11.4	10.0	11.3
8	彰化縣	員林鄉	12.3	11.4	11.4	11.2	11.3	11.4	11.2	11.1	10.9	10.8	11.1	11.1	11.2	10.9	11.1	11.0	11.0	10.9	9.7	9.7	5.3	5.2	5.8	5.3	5.7	6.4	9.3	10.6	9.3	10.6
9		伸港鄉	10.8	9.8	9.8	9.6	9.8	9.8	9.5	9.5	9.4	9.3	9.5	9.5	9.6	9.3	9.5	9.5	9.5	9.3	8.1	8.1	4.3	4.2	3.4	4.1	3.7	4.4	8.7	3.7	8.7	10.0
10	南投縣	竹山鎮	15.0	13.5	13.9	13.3	13.5	13.5	13.7	13.7	13.1	13.5	13.7	13.7	13.3	13.5	13.2	13.7	13.7	13.0	11.9	11.9	7.1	7.1	7.9	7.1	7.8	6.9	9.9	19.6	9.9	11.2
11	雲林縣	斗六市	14.7	13.9	13.9	13.7	13.8	13.8	13.7	13.5	13.4	13.3	13.5	13.6	13.7	13.4	13.5	13.4	13.4	13.4	12.2	12.2	7.7	7.7	7.9	7.7	8.1	6.4	9.0	10.4	9.0	10.3
12	嘉義縣	民雄鄉	17.2	16.3	16.3	16.1	16.2	16.2	16.1	16.0	15.8	15.8	16.0	16.0	16.1	15.8	16.0	15.9	15.9	15.8	14.6	14.6	10.3	10.4	10.4	10.2	10.6	7.3	10.7	12.0	10.7	12.0
13	台南縣	仁德鄉	17.3	16.4	16.4	16.2	16.4	16.4	16.3	16.1	16.0	15.9	16.1	16.1	16.2	15.9	16.1	16.0	16.0	15.9	14.7	14.7	10.5	10.5	10.5	10.4	10.7	7.3	5.5	6.8	5.5	6.8
14		新營市	17.1	16.2	16.2	16.0	16.1	16.1	16.0	15.8	15.7	15.6	15.9	15.9	16.0	15.7	15.9	15.8	15.8	15.7	14.5	14.5	10.2	10.3	10.2	10.1	10.5	7.0	7.7	9.0	7.7	8.9
15	高雄縣	大寮鄉	17.9	17.1	17.1	16.9	17.0	17.0	16.9	16.7	16.6	16.5	16.7	16.8	16.9	16.6	16.7	16.6	16.6	16.6	15.4	15.4	11.1	11.1	11.1	11.0	11.3	7.9	5.0	3.4	5.0	3.7
16	屏東縣	屏東市	18.4	17.5	17.5	17.3	17.5	17.5	17.4	17.2	17.1	17.0	17.2	17.2	17.3	17.1	17.2	17.1	17.1	17.0	15.9	15.9	11.5	11.5	12.3	11.4	11.8	8.1	6.1	4.2	6.1	4.4
17	台東縣	台東市	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
18	花蓮縣	吉安鄉	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
19	基隆市	七堵區	3.3	3.7	4.0	3.9	3.7	4.1	4.0	4.2	4.6	4.1	4.1	4.0	4.0	4.1	3.9	4.2	4.2	4.2	5.3	5.3	10.0	9.9	9.8	10.0	9.4	13.0	15.9	17.2	15.9	17.1
20	新竹市	香山區	11.0	9.7	9.7	9.5	9.6	9.7	9.7	9.7	9.2	9.5	9.7	9.8	9.5	9.6	9.4	9.3	9.3	9.2	8.0	8.0	10.2	10.1	9.8	10.2	9.6	13.1	15.9	17.3	15.9	17.2
21	台中市	西屯區	10.1	9.4	9.4	9.2	9.3	9.3	9.2	9.0	8.9	8.8	9.0	9.1	9.2	8.9	9.0	8.9	8.9	8.9	7.7	7.7	3.5	3.4	3.7	3.4	3.7	6.4	9.3	10.6	9.3	10.6
22	嘉義市	-	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
23	台南市	安南區	17.6	16.7	16.7	16.5	16.6	16.6	16.5	16.3	16.2	16.1	16.3	16.4	16.5	16.2	16.3	16.2	16.2	16.2	15.0	15.0	10.7	10.7	10.7	10.6	10.9	7.5	5.5	6.9	5.5	6.9
24	台北市	內湖區	5.0	4.3	4.4	4.4	4.3	4.7	4.5	4.8	5.2	4.6	4.7	4.6	4.6	4.6	4.5	4.8	4.8	4.8	5.9	5.9	10.5	10.5	10.4	10.5	10.0	13.6	16.4	17.7	16.4	17.7
25	高雄市	小港區	17.7	16.8	16.8	16.6	16.8	16.8	16.7	16.5	12.5	16.3	16.5	16.5	16.6	12.5	16.5	16.4	16.4	16.3	15.2	15.2	10.9	10.9	10.9	10.8	11.1	7.7	4.8	3.5	4.8	3.4