國立交通大學

工業工程與管理學系

碩士論文

競爭環境下兩大寡占廠商之
價格與交期訂定之研究
Pricing Decisions and Lead-Time Setting in a Competition Environment

研究生：吳宜穆
指導教授：許錫美 博士

中華民國 九十四年 六月

競爭環境下兩大寡占廠商之價格與交期訂定之研究

Pricing Decisions and Lead-Time Setting in a Competitive Environment

研 究 生：吳宜穆　　Student：Yi-Mu Wu

指導教授：許錫美 博士　　Advisor：Dr. Hsi-Mei Hsu

國立交通大學

工業工程與管理學系

碩士論文

A Thesis

Submitted to Department of Industrial Engineering and Management

College of Management

National Chiao Tung University

In Partial Fulfillment of the Requirements

For the Degree of Master of Science

In

Industrial Engineering

June 2005

Hsin-Chu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十四年六月

競爭環境下兩大寡占廠商之價格與交期訂定之研究

研究生：吳宜穆　　　　　　　　　　　　　　　　　指導教授：許錫美 博士

國立交通大學工業工程與管理學系

中文摘要

近年來在許多產業中，廠商有大者恆大之趨勢，市場為少數領導廠商所掌握。且產品的生命週期日益縮短，為了能在最短的時間能將產品導入市場，獲取高額的利潤，顧客會要求供應廠商（或代工廠）給予較短的交期。然而，代工廠商為了滿足顧客快速達交的需求，其總產出可能會受影響，此種代價將會轉嫁到價格上，價格與交期會影響到顧客下單之意願。代工廠如何以顧客的角度來決定最適之價格與交期，為企業創造較高的利潤，是一值得探討的課題。

本研究主要在兩大廠商及其他的小廠商（小廠商的總和稱之為市場）的競爭環境中，已知顧客對交期及價格的偏好，及市場提供之交期與價格之資訊下，給定滿足顧客交期的服務水準下，最大化廠商利潤為目標，構建數學模型，以決定兩競爭廠商在競爭與合作環境之最佳交期及價格。

關鍵字：寡占市場、交期、定價

Pricing Decisions and Lead-Time Setting

in a Competitive Environment

Student：Yi-Mu Wu Advisor：Dr. Hsi-Mei Hsu

Department of Industrial Engineering and Management

National Chiao Tung University

Abstract

In this research, we consider the competition of a duopoly of two identical make-to-order firms and present a model to determine the lead-time and price with the objective of maximizing revenue and the constraint of delivery rate. In this model, the customers' mean demand rate is assumed as a function of committed lead-times and prices provided by these two firms and market. Further, we study the scenario of cooperation of these two firms that they set common lead-time and price. We show that in cooperation environment they can obtain better profit than in competitive environment. In addition, we investigate the parameter analysis and show that their revenue is decreasing as the degree of competition between them increasing.

Keywords: Oligopoly; Price; Lead-Time

誌謝

本論文得以順利完成，首先感謝恩師 許錫美教授兩年的細心指導，除了在論文內容與寫作給予指引與協助外，並且在人際關係、生活各方面都給予建議與鼓勵，尤其是論文後期對學生的指導與關心，更是感激，在此謹至上最誠摯的謝意。此外，感謝口試老師巫木誠教授、彭德保教授、陳文智教授在論文口試提供諸多寶貴的建議，使論文更為完備。

感謝同門的猴子-瑋婷、好 partner-建閔、貽朝、宜娟的互相鼓勵與陪伴，同研究室的金門-君豪、上逢-尚宏、JoJo-正航、桶子耀-挺耀、Jacky-雅娟、泰盛學長、岳霖、聲宇、昌甫學長，519 的阿基-國基、阿呆-億昌、阿達-運達、庚鑫，謝謝你們陪伴我度過兩年的研究所生活。

最後要感謝我的家人及思穎，謝謝他們對我的支持與關心，讓我能專心於論文上。謹以此論文獻給我的家人以及關心我的師長、朋友們。

宜穆

于 風城交大

2005.06.16

目錄

表目錄

圖目錄

第一章　　緒論

1.1 研究動機與背景

近年來在許多產業中，廠商有大者恆大之趨勢，市場為少數領導廠商所掌握。例如：半導體代工業的台積電與聯電。此外，顧客在選擇供應商時，品質已是基本要件，在滿足品質要件下，價格與交期為顧客選擇供應商之要素。

產品的生命週期日益縮短，尤其以 3C 產品更是顯著。為了能在最短的時間能將產品導入市場，獲取高額的利潤，會要求供應廠商（或代工廠）給予較短的交期。然而，代工廠商為了滿足顧客快速達交的需求，其總產出可能會受影響，此種代價將會轉嫁到價格上，價格與交期會影響到顧客下單之意願。代工廠如何以市場顧客的角度來決定最適之價格與交期，為企業創造較高的利潤，是一值得探討的課題。

G. J. Stigler（1982）提出搜尋成本的概念，其認為價格、交期等資訊的搜尋是需要成本，且在寡占市場的環境裡，顧客搜尋各競爭廠商的交期、產品價格等資訊的成本較低，故顧客在不同交期與價格的偏好組合中，選擇效用最大的廠商進行下單。因此廠商以提升利潤為目標，訂定出最佳的交期與價格來擴大自身的市場佔有率，然而顧客對交期與價格的偏好也會影響其下單的意願，關於這些參數如何影響廠商的利潤，皆為值得研究的問題。

1.2 研究目的

本研究主要在兩大廠商及其他的小廠商（小廠商的總和稱之為市場）的競爭環境中，已知顧客對交期及價格的偏好，及市場提供之交期與價格之資訊下，給定滿足顧客交期的服務水準下，最大化廠商利潤為目標，構建數學模型，以決定兩競爭廠商在競爭與合作環境之最佳交期及價格。

1.3 研究範圍與限制

本研究在下列限制下進行研究：

1. 寡占市場上有兩個主要大廠商與其他小廠商（市場)，兩大廠商的服務率、成本、品質皆相同。
2. 廠商生產環境為 M/M/1 等候模型。
3. 廠商產能固定，不考慮產能擴充。
4. 顧客對交期與價格有相同的偏好，且具有敏感性。
5. 其他小廠商（市場）之交期與價格為固定。

1.4 論文架構

本研究的架構如圖 1.1 所示，首先說明研究動機與目的，其次進行交期與價格訂定之相關文獻回顧，接著在競爭與合作環境中，考量顧客對交期與價格之偏好構建顧客到達率函數，同時廠商受限於產能固定，在最大化廠商利潤目標下訂定其最佳交期與價格，最後以一案例說明之。

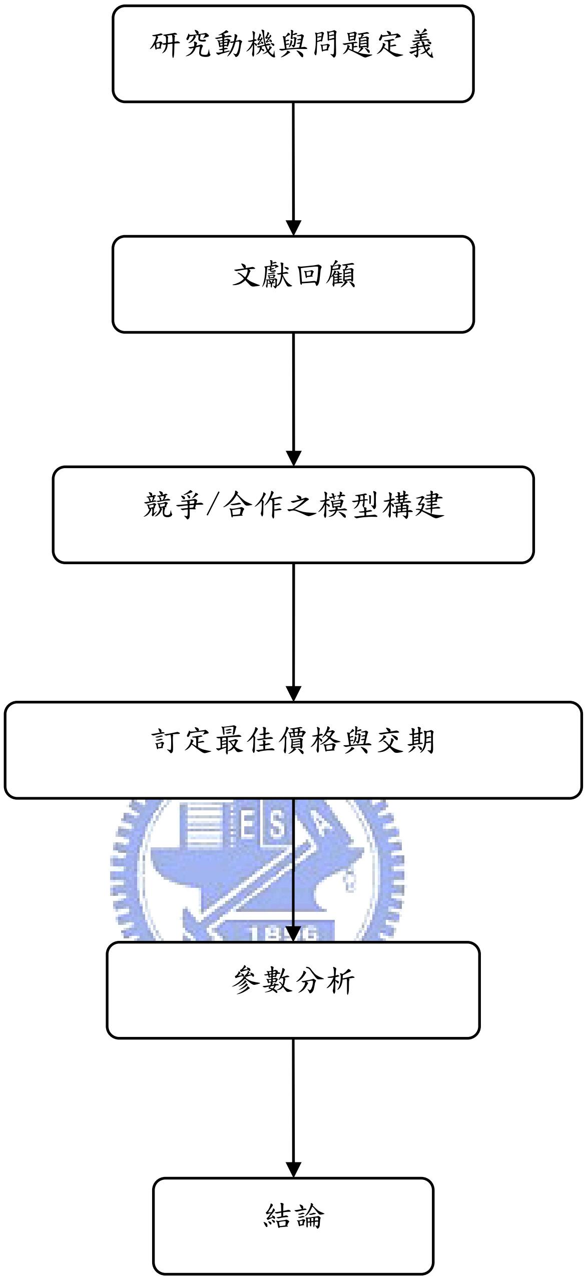

圖 1.1 論文架構

第二章　　文獻回顧

本研究目的在給定廠商服務率、顧客到達率函數與最低服務水準，研究廠商交期及價格對公司利潤的影響，並且在與其他廠商競爭時，決定最適的交期與價格，同時最大化廠商的利潤。從相關的文獻整理中可發現，過去學者在研究交期及價格方面的問題主要可分為：

1. 最佳價格與交期訂定之相關文獻
2. 價格與交期的賽局研究之相關文獻

2.1 最佳價格與交期訂定之相關文獻

Palaka et al.【7】研究公司面對交期時間敏感的顧客時，該如何訂定合適的交期及價格。假設需求為交期及價格的線性函數：$\Lambda(p,l)=a-b_1p-b_2l$，其中 p 為產品售價，l 為交期，a 為常數，b_1 與 b_2 各為需求對價格及交期的單位敏感度。

該文以 M/M/1 等候模型，計算達交機率，並設定達交機率必須大於給定的服務水準 s。目標式為收益減變動成本、在製品成本及延遲交貨的處罰成本。單位時間的需求受限於價格與交期的線性函數，及給定最低的服務水準，以單位時間利潤最大為目標求得產品最佳交期與價格。其模式如下：

$$
\begin{aligned}
&\max_{\lambda,l,p}\ \lambda(p-m)-\frac{F\lambda}{\mu-\lambda}-\frac{k\lambda}{\mu-\lambda}e^{-(\mu-\lambda)l}\\
&\text{subject to}\quad \lambda\le a-b_1p-b_2l\\
&\qquad\qquad\quad\ 0\le\lambda\le\mu\\
&\qquad\qquad\quad\ 1-e^{-(\mu-\lambda)l}\ge s\\
&\qquad\qquad\quad\ p,l\ge 0
\end{aligned}
\tag{2.1}
$$

其中 μ 為平均服務速率，λ 為平均需求到達率，p 及 m 分別為單位產品的售價及變動成本，F 為單位時間單位在製品的成本，k 為單位時間單位產品的延遲成本。

作者定義 $s_c=1-\dfrac{b_2}{b_1k}$ 為特定的服務水準，由證明可得到廠商的服務水準＝$\mathrm{Max}\{s,s_c\}$，假若最低服務水準 $s>s_C$，則可鬆綁服務水準的限制式，再由上述模

式求解出最佳的交期與價格，另外，作者分別對固定產能與產能擴充兩種情況，觀察其 WIP、價格、交期敏感度、服務水準等參數改變對於最佳決策的影響，並且研究當參數估計有誤差時，最佳利潤的穩健度。

過去學者在研究最佳交期與價格這個問題通常假設價格與交期為相互獨立，但是在 Hatoum【2】與 Ray【8】的文獻中則認為交期與價格存在相依關係，廠商在決定顧客的訂單價格時，會將交期視為決定價格的因素之一，故廠商的同一產品會因為交期的長短不同而有不同的價格。Hatoum【2】建立每單位的利潤函數來決定多產品時最佳交期與價格，這與 Palaka【7】所研究的單產品模型相似。作者假設每期的訂單數到達率為 Poisson 分配，平均數為 J_i，廠商對產品 i 的交期 L_i、價格為 P_i，則需求可以表示為 J_i、L_i、P_i 的函數且 L_i、P_i 的增加而遞減，其平均數：

$$\lambda_i(P_i, L_i, J_i) = J_i + a_i P_i + b_i L \qquad (2.2)$$

a_i：產品 i 的價格係數

b_i：產品 i 的交期係數

在利潤模型中，作者先以單產品為例，考慮了單位生產變動成本、WIP 成本與延遲成本，而單位時間的期望利潤為：

$$\Pi_1(P, L) = \max \lambda \cdot [P - C - \frac{W}{(\mu - \lambda)} - T \cdot \exp(-(\mu - \lambda)L)]$$
$$\text{subject to} \qquad (2.3)$$
$$P \ge 0, \quad L \ge 0, \quad \lambda \ge 0$$
$$\mu - \lambda \ge 0$$

其中 W 為每單位產品單位時間在製品成本，T 為每單位產品的延遲成本。

經證明得知，當延遲率 $\gamma = \exp(-(\mu - \lambda)L \leqq 60\%$ 時，目標函數為凸函數，即可求出最佳的 λ、P 與 L 值，上述的方法亦可以延伸為多產品的模型。最後作者對模型作參數分析，討論其中七因子，分別為產能、變動成本、存貨成本、延遲成本、價格敏感度、交期敏感度、訂單水準，每因子兩水準的實驗設計，由結果

得知，在製品成本對於公司獲利能力影響最顯著。

Ray【8】亦假設顧客平均需求率（λ）為交期與市場價格的函數，而市場價格（p）與交期（L）為相依關係：

$$\lambda(p,L)=a-b_1p-b_2L \tag{2.4}$$

$$p(L)=d-eL \tag{2.5}$$

a：當價格與交期為 0 時的平均需求

e：價格對交期的敏感程度

b_1 、b_2 ：分別表示平均需求率對於價格及交期的敏感程度

作者建立製造商單位時間的利潤模型，考慮了縮短交期所需要的投資，假設投資函數為服務率（μ）的線性函數，$M(\mu)=A\mu$ ，並且滿足廠商預設的最低服務水準（s^R ）的限制：

$$\begin{aligned}&\text{Max}\quad \pi(\mu,L)=[p(L)-m]\lambda(L)-A\mu\\&\text{Subject to}\quad s=P(W<L)=1-e^{-(\mu-\lambda)L}\geq s^R\\&\qquad\qquad\quad \mu>\lambda\\&\qquad\qquad\quad p>m>0,L,\lambda>0\end{aligned} \tag{2.6}$$

m：單位產品作業成本

s：服務水準（顧客訂單不發生延遲的機率）

由上述的目標函數與限制式，即可求得最佳的交期與價格。此外，作者同時研究價格與交期為獨立的情況，發現最佳交期會被嚴重的高估，而造成公司利潤的減少。

2.2 價格與交期的賽局研究之相關文獻

Kalai et al.【4】主要研究廠商服務競爭力的經濟行為，假設等候系統上有兩個競爭廠商且等候線無限制，潛在顧客的到達率為λ，兩競爭廠商的服務率為μ_1與μ_2 ，且服從 Poisson 分配，競爭廠商的服務速率決定成本，利用等候理論求出廠商在穩態時各競爭廠商服務顧客的比例，故單一廠商單位時間的利潤模式為：

$$\pi_i(\mu_1,\mu_2)=\begin{cases}R\lambda\alpha_i(\mu_1,\mu_2)-c(\mu_i) & \text{if} \quad \mu_1+\mu_2>\lambda \\ R\mu_i-c(\mu_i) & \text{if} \quad \mu_1+\mu_2\le\lambda\end{cases} \tag{2.7}$$

R：廠商服務顧客後所得的報酬報酬

$\alpha_i(\mu_1,\mu_2)$：在穩態時，顧客選擇廠商 i 的比例

將上述模型轉為兩人策略競爭賽局，討論當潛在顧客到達率改變時，兩競爭廠商均衡的服務速度的變化情形。作者以服務者的報酬與市場需求為已知條件，利用兩廠商的競爭賽局與其市場佔有率，求均衡解時的服務速度，但是價格對利潤的影響則在此篇文獻中並無深入的分析。

Chen【1】則提出在市場價格競爭的環境中，顧客對廠商服務延遲有高度敏感性，分別探討了兩個訂單生產的競爭廠商在報酬、服務速率與成本皆相同與相異的情況下，其價格競爭的賽局，利用達到 Nash 均衡的條件，求算個別廠商的價格與產能。假設寡占市場中兩廠商為皆為 M/M/1 的等候模型，服務率為 μ，潛在顧客的到達率 Λ，顧客經服務得到的報酬 R，廠商定價 p，等候成本 h，外在的機會成本 ν，實際顧客到達率 λ，在最佳化顧客的淨報酬，得

$$\max_{p_2>0} \quad \pi_2=p_2\lambda_2 \tag{2.8}$$

$$\text{subject to} \quad R_2-p_2-\frac{h_2}{\mu_2-\lambda_2}\ge\nu \tag{2.9}$$

$$R_1-p_1-\frac{h_1}{\mu_1-\lambda_1}=R_2-p_2-\frac{h_2}{\mu_2-\lambda_2} \tag{2.10}$$

$$\lambda_1+\lambda_2\le\Lambda,\quad 0\le\lambda_2\le\mu_2$$

限制式（2.9）的意義表示廠商所提供給顧客的期望效用至少需大於市場，而限制式（2.10）則表示當競爭均衡時，兩競爭廠商提供給顧客的效用一樣。而在性質相同的兩競爭廠商中，作者給定兩個特定的臨界值 $\underline{\Lambda}$ 與 $\overline{\Lambda}$，表示潛在顧客需求的程度。

$$\underline{\Lambda} = 2\mu + \frac{h}{R-\nu} - \sqrt{\frac{8h\mu}{R-\nu} + \frac{h^2}{(R-\nu)^2}}$$

$$\overline{\Lambda} = 2\left(\mu - \sqrt{\frac{h\mu}{R-\nu}}\right) \qquad (2.11)$$

經由計算的結果，不論潛在顧客到達率為何，均使兩競爭場商有相同的顧客到達率與價格。性質相異的兩競爭廠商，則因為兩廠商提供不同的服務速率、不同的報酬而分別在具有優勢、高度競爭、無均衡點、低度競爭、無競爭等五種市場產生不同的價格。

Li【6】提出一個包含顧客成本、品質與交期的市場競爭模型，假設市場上有兩家廠商，潛在的顧客會根據各家廠商所提供的價格、品質、交貨速度等資訊，計算出效用值來選擇供應商。本篇共分成兩階段，在第一階段作者以等候理論導出各廠商的市場佔有率與需求函數，將品質、服務速度視為已知參數，僅研究價格競爭對產能的影響。在第二部分中，顧客根據兩廠商的價格、品質、期望等候時間分別產生其效用函數，在兩人賽局中，顧客會選擇效用較大的廠商，而廠商也會因為市場佔有率的改變而調整價格、品質與交期，最後兩競爭廠商達到 Nash 均衡，使兩廠商都能在競爭對手使用不同策略的情況下，滿足利潤最大化的目標。

Lederer【5】主要研究市場上存在多家競爭廠商時，延遲成本對於產品價格及公司獲利的影響。假設在時間基礎的競爭環境中，顧客（z）依其所需的服務及延遲時間的敏感程度區分成不同類型，且顧客到達率與廠商服務率為 Poisson 分配，廠商在成本與生產時間考量下，利用等候理論求出各類型顧客期望延遲時間，廠商透過給不同類型顧客的差別定價、服務率與生產排程等不同的策略選擇，以最大化利潤為目標：

$$\pi_i(\vec{P}, \vec{\lambda}_i, f_i) = \sum_{z \in M} [P(z) - c(z) \cdot W_i(z, \vec{\lambda}_i, f_i)] \cdot \lambda_i(z) - C_i(\vec{\lambda}_i) \qquad (2.12)$$

$\vec{P} = (P(z))_{z \in M} \in \Re_+^m$ ：i 廠商的價格向量

$\vec{\lambda}_i = (\lambda_i(z))_{z \in M} \in \Re_-^m$：i 廠商的服務率向量

f_i：廠商 i 選擇的派工法則

$P(z)$：市場對 z 類型顧客的定價

$c(z)$：z 類型顧客的單位時間延遲成本

$W_i(z, \lambda_i, f_i)$：i 廠商內 z 類型顧客的期望延遲時間

$C_i(\vec{\lambda}_i)$：i 廠商的生產變動成本

由上述的期望利潤模型，根據 Kuhn-Tucker 條件可以求得不同類型顧客的定價，並且可以證明各廠商在競爭狀態下最終能達到均衡穩態。此外，作者在兩個競爭廠商的成本、生產速度有差異的條件，討論顧客需求函數與延遲敏感度為同質性時，具有快速反映且低成本的廠商在市場佔有率、產能利用率、獲利率都能勝過其競爭對手，而在顧客需求函數與延遲敏感度為異質性時，廠商對延遲成本高的顧客的索取較高的價格，且對於延遲敏感的顧客提供更快速的服務率以滿足其需求。

Webster【9】針對訂單生產的廠商，在面對市場環境改變時，使用不同的策略以控制管理公司的交期與價格。在生產系統中交期與需求率存在一個回饋機制，例如：系統需求率由均衡狀態逐漸增大時，缺貨與交期隨之升高，導致產品的競爭力下降，需求再度下降。

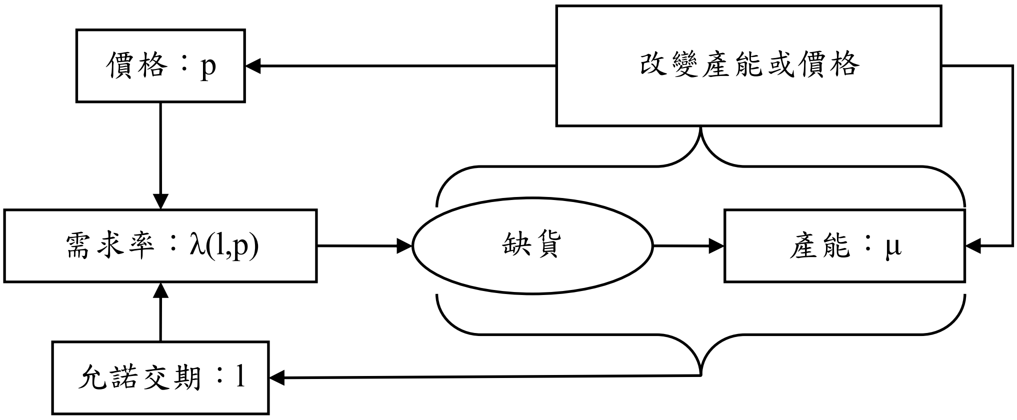

圖 2.1 模型的要素與各要素間回饋

來源資料：Webster【8】

假設在 t 時點到達的的訂單價格與交期分別 $p(t)$ 與 $l(t)$，而顧客需求 $\lambda(p,l)$ 為價格與交期的連續遞減函數，生產變動成本為產能（μ）的函數，表示為 $f(\mu)$，而單位邊際毛利（m）是價格與變動成本的差額，因此需求亦為交期、單位邊際毛利與變動成本的連續遞減函數，作者市場變動的情況分為五種情況加以討論：

表 2.1 各種策略考慮的要素

策略	參數	變數
s	交期、價格	產能、邊際毛利
d1	交期、邊際毛利	產能、價格
d2	產能、價格、邊際毛利	交期
d3	產能	交期、邊際毛利、價格
d4	交期	產能、邊際毛利、價格

來源資料：Webster【8】

經由分析後，維持固定的產能（d2、d3），以交期或價格來吸收市場的變動，這樣能維持最大的產品競爭力與利潤，但以淨利潤最大化的觀點，固定交期、調整產能與價格，則能獲得快速且可靠的交期。

Ho【3】提出雙頭寡占的市場中，兩個競爭廠商如何決定最佳的交期以獲得最大的市場佔有率。假設交期為 t，顧客期望最大的交期為 T，則定義交期的品質為 Q＝Prob(t≦T)，廠商的需求率為λ，利用 M/M/1 的等候模型可求出顧客在系統內的時間機率分配為 $F(s,\lambda)=1-e^{-(\mu-\lambda)s}$，顧客對廠商的服務效用為期望交期與交期品質的函數：$U(T,Q)=\beta_0-\beta_1 T+\beta_2 Q$，故廠商的需求率亦可以表示為 $\lambda=\Lambda\cdot S(U)$，其中 Λ：市場的總需求率、S：廠商的市場佔有率。因此最大化廠商市場佔有率的模型為：

$$\begin{aligned}&\text{Max}\quad \lambda\\&\text{Subject to}\quad \lambda=\phi(\lambda,T)=\Lambda\cdot S\left[U(T,F(T,\lambda))\right]\end{aligned}\tag{2.13}$$

作者討論了產能無限與產能有限兩種情形，發現當產能過剩時，最佳交期為一封閉型態的解，但是在產能不足時，發展了一套演算法加以求解，另外，作者同時證明在雙頭寡占市場的競爭賽局存在有 Nash 均衡，且在產能擴充成本很小時，此賽局會得到囚犯困境（Prisoners' Dilemma）的結果。

陳氏【10】提出在寡占市場裡，兩廠商分別在競爭與合作關係中如何決定最佳的交期及價格以最大化公司利潤。假設製造商的市場佔有率為顧客偏好、製造商與競爭對手的交期及價格間差異的函數，作者先以模擬的方式求出工廠產能限制下，不同交期下可達交批量，在廠商的利潤模型中包含產品的變動成本、損失接單的機會成本與產能閒置成本，在已知市場與競爭對手的交期與價格，以列舉搜尋法求出廠商的最佳交期與價格，由於該研究假設兩競爭廠商規模相當，故兩廠商會形成重複性競爭賽局，最後得到一均衡解，作者同時分析了兩廠商合作與合作破局後再競爭兩種情況， 最終其交期與價格皆發生於均衡點。

2.3 本研究與過去研究不同之處

1. 過去研究除陳氏【10】外，在訂定顧客到達率時，僅考慮為交期與價格之線性函數。本研究的顧客到達率函數，考慮競爭廠商與市場之交期及價格對顧

客到達率之影響。

2. 陳氏的研究中，以模擬的方式找出產出量與生產週期時間關係，並且最大化利潤的模型中以列舉搜尋法求得最佳交期與價格。本研究由分析法求出最適之交期及價格。並且研究各參數變化對廠商利潤的影響。

第三章　　競爭環境下兩大寡占廠商之價格與交期訂定

3.1 問題描述

本研究探討寡占市場環境中，假設有兩大廠商，及其他小廠商（本文將其他小廠商視為市場）。這兩大廠商的產能、技術、品質與成本相同，生產環境為訂單式生產。本研究假設市場提供給顧客的交期及價格為已知且固定，不受這兩大廠商的影響。

假設顧客偏好向提供較短的交期或較低價格的廠商進行下單，因此廠商會訂定較短的交期或較低的價格以爭取較高的顧客到達率。由於廠商受限產能固定，當廠商訂定較短之交期，雖能提升其顧客到達率，但是其顧客期望之等候時間會超過交期，而無法滿足最低的服務水準。為維護一定的服務水準，廠商以價制量，顧客以時間換金錢，除了能平衡顧客到達率以滿足最低之服務水準，且期望能為廠商創造更高的利潤。

本研究假設顧客到達率為顧客對產品之交期及價格偏好的函數。顧客對交期及價格偏好是受以下因素之影響：(1) 廠商的交期及價格與主要競爭廠商的差異，(2) 廠商的交期及價格與市場之間的差異。假設市場的交期及價格固定，兩家廠商在最大化自己公司利潤的目標下，隨時因應對方提供給顧客的交期及價格，改變自己的交期及價格，以取得較佳的競爭優勢吸引顧客訂單。本研究稱上述環境為競爭的環境。若兩家合作聯合訂定相同的交期及價格，以獲取較好的利潤，本研究稱此為合作的環境。

本章分別在競爭與合作的環境下，說明顧客到達率函數，建構廠商的利潤模型，以訂定最佳的交期及價格。最後分析利潤模型中各參數對廠商利潤的影響。問題定義如圖 3.1。

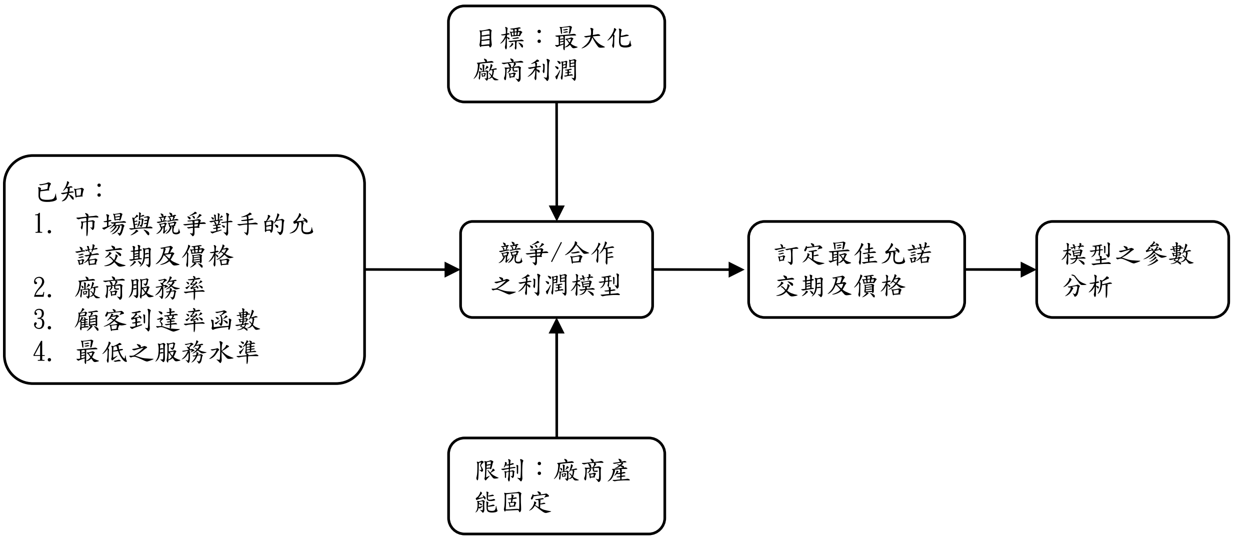

圖 3.1 問題定義

本研究的假設如下：

1. 寡占市場上有兩大廠商與其他小廠商（市場），兩大廠商的產能、技術、品質與成本皆相同。
2. 廠商生產環境為 M/M/1 等候模型。
3. 廠商產能固定，不考慮產能擴充。
4. 顧客對交期與價格有相同的偏好，且具有敏感性。
5. 其他小廠商（市場）之交期與價格為固定。

3.2 競爭環境最佳價格與交期之訂定

本節說明兩大寡占廠商在競爭關係下，如何訂定最佳的價格與交期。本節分成以下三部分說明研究的步驟：

1. 定義競爭環境之顧客到達率函數。
2. 構建競爭環境廠商的利潤模型，訂定最佳價格與交期。
3. 兩競爭廠商重複性賽局。

3.2.1 定義競爭環境之顧客到達率函數

假設在競爭環境中有兩家訂單式生產的 X、Y 廠商與其他小廠商 M，假設 X、Y 廠商與市場的交期分別為 t_X、t_Y、t_M，價格為 p_X、p_Y、p_M，在已知 Y 廠商與市場的交期及價格時，X 廠商的顧客到達率為 $\lambda_X(t_X,p_X \mid t_Y,p_Y,t_M,p_M)$。由於 X 廠商處於競爭環境中，因此當 Y 廠商提供較好的交期及價格時，顧客偏好選擇 Y 廠商，使得 X 廠商的顧客到達率下降，反之則增加 X 廠商的顧客到達率，因此 X 廠商的顧客到達率與 Y 廠商之關係可表示為：

$$\begin{aligned}&\lambda_X(t_X,p_X \mid t_Y,p_Y,t_M,p_M) \propto (t_Y - t_X)\\&\lambda_X(t_X,p_X \mid t_Y,p_Y,t_M,p_M) \propto (p_Y - p_X)\end{aligned} \quad (3.1)$$

同理，X 廠商的顧客到達率與市場之關係亦可表示為：

$$\begin{aligned}&\lambda_X(t_X,p_X \mid t_Y,p_Y,t_M,p_M) \propto (t_M - t_X)\\&\lambda_X(t_X,p_X \mid t_Y,p_Y,t_M,p_M) \propto (p_M - p_X)\end{aligned} \quad (3.2)$$

本研究假設 X 廠商之顧客到達率為下列函數：

$$\begin{aligned}\lambda_X(t_X,p_X \mid t_Y,p_Y,t_M,p_M) = \lambda_0 &- m_1 \cdot \beta_1 \cdot [\alpha_1 \cdot (t_X - t_M) + \alpha_2 \cdot (t_X - t_Y)]\\&- m_2 \cdot \beta_2 \cdot [\alpha_1 \cdot (p_X - p_M) + \alpha_2 \cdot (p_X - p_Y)]\end{aligned} \quad (3.3)$$

其中 λ_0為X、Y廠商及市場的交期與價格相等時的顧客到達率；α_1與α_2分別表示顧客對X廠商與市場間之差異、X廠商與Y廠商間之差異的偏好，且α_1與α_2和為 1；β_1與β_2分別表示顧客對交期、價格的偏好，且β_1與β_2和為 1；m_1與m_2分別表示交期、價格單位之修正參數。

3.2.2 構建競爭環境廠商的利潤模型，訂定最佳價格與交期

本研究目標為最大化廠商利潤，在固定產能μ_X的條件下，必須滿足最低的服務水準 s，訂定廠商最佳的交期及價格，因此 X 廠商最大化利潤模型如下：

$$\text{Max}\ \pi_X(t_X,p_X \mid t_Y,p_Y,t_M,p_M) = p_X \cdot \lambda_X(t_X,p_X \mid t_Y,p_Y,t_M,p_M) \quad (3.4)$$

$$\text{s.t.}\quad P(W < t_X) = 1 - e^{-(\mu_X - \lambda_X)\cdot t_X} \ge s \quad (3.5)$$

$$\begin{aligned}\lambda_X(t_X,p_X \mid t_Y,p_Y,t_M,p_M) = \lambda_0 &- m_1 \cdot \beta_1 \cdot [\alpha_1 \cdot (t_X - t_M) + \alpha_2 \cdot (t_X - t_Y)]\\&- m_2 \cdot \beta_2 \cdot [\alpha_1 \cdot (p_X - p_M) + \alpha_2 \cdot (p_X - p_Y)]\end{aligned} \quad (3.6)$$

$$\begin{aligned}&t_x > 0\\&p_x > 0\end{aligned} \quad (3.7)$$

本研究中假設廠商之產能固定，故廠商成本並不會隨顧客到達率函數而改變，因此在本研究中將以廠商之期望收益來替代廠商之期望利潤，所以目標式（3.4）表示廠商單位時間的收益，限制式（3.5）表示產品準時達交的機率必須滿足最低的服務水準，限制式（3.6）表示 X 廠商之顧客到達率，限制式（3.7）表示 t_X 之合理範圍。

假設已知 Y 廠商與市場的交期為 t_Y 、 t_M ，價格為 p_Y 、 p_M ，將（3.3）式之 X 廠商的顧客到達率函數 $\lambda_X(t_X, p_X \mid t_Y, p_Y, t_M, p_M)$ 整理如下：

$$\lambda_X(t_X, p_X \mid t_Y, p_Y, t_M, p_M) = a_0 - a_1 \cdot t_X - a_2 \cdot p_X \tag{3.8}$$

其中
$$\begin{aligned} & a_0 = \lambda_0 + \alpha_1 \cdot \beta_1 \cdot m_1 \cdot t_M + \alpha_1 \cdot \beta_2 \cdot m_2 \cdot p_M + \alpha_2 \cdot \beta_1 \cdot m_1 \cdot t_Y + \alpha_2 \cdot \beta_2 \cdot m_2 \cdot p_Y \\ & a_1 = \beta_1 \cdot m_1 \\ & a_2 = \beta_2 \cdot m_2 \\ & a_0, a_1, a_2 > 0 \end{aligned}$$

由於交期、價格與各參數值皆為正數，因此 a_0 、 a_1 、 a_2 恆大於 0。首先將最低之服務水準限制式（3.5），移項後對兩邊同時取自然對數後得下列不等式：

$$(\mu_X - \lambda_X) \cdot t_X \ge \ln(\frac{1}{1-s}) \tag{3.9}$$

應用 Lagrangian 乘數法，將利潤模型改寫為下列數學式：

$$\begin{aligned} & L(t_X, p_X, \gamma) \\ & = p_X \cdot \lambda_X + \gamma \cdot ((\mu_X - \lambda_X) \cdot t_X - \ln(\frac{1}{1-s})) \\ & = p_X \cdot (a_0 - a_1 \cdot t_X - a_2 \cdot p_X) + \gamma \cdot ((\mu_X - (a_0 - a_1 \cdot t_X - a_2 \cdot p_X)) \cdot t_X - \ln(\frac{1}{1-s})) \end{aligned} \tag{3.10}$$

其中 γ 為 Lagrangian 乘數。分別將 Lagrangian 函數（3.10）對 t_X 、 p_X 、 γ 偏微分，其數學式如下：

$$\begin{aligned} & \frac{\partial L}{\partial t_X} = -a_1 \cdot p_X + \mu_X \cdot \gamma - a_0 \cdot \gamma + 2 \cdot a_1 \cdot t_X \cdot \gamma + a_2 \cdot p_X \cdot \gamma \\ & \frac{\partial}{\partial p_X} = a_0 - a_1 \cdot t_X - 2 \cdot a_2 \cdot p_X + a_2 \cdot t_X \cdot \gamma \\ & \frac{\partial L}{\partial \gamma} = \mu_X \cdot t_X - a_0 \cdot t_X + a_1 \cdot t_X^2 + a_2 \cdot t_X \cdot p_X - \ln(\frac{1}{1-s}) \end{aligned} \tag{3.11}$$

當廠商之服務水準恰好滿足所設定之最低服務水準 s 時，此時$\gamma > 0$，反之廠商之服務水準大於所設定之最低服務水準時，則$\gamma = 0$。因此本研究分別就$\gamma > 0$與$\gamma = 0$的兩情境分別討論。

（1）$\gamma > 0$

整理（3.11）式對t_X、p_X、γ偏微分為零，得下列聯立方程式：

$$
\begin{aligned}
p_X &= \frac{\mu_X \cdot \gamma - a_0 \cdot \gamma + 2 \cdot a_1 \cdot t_X \cdot \gamma}{a_1 - a_2 \cdot \gamma} \\
p_X &= \frac{a_0 - a_1 \cdot t_X + a_2 \cdot t_X \cdot \gamma}{2 \cdot a_2} \\
p_X &= \frac{-\mu_X \cdot t_X + a_0 \cdot t_X - a_1 \cdot t_X^2 + \ln(\frac{1}{1-s})}{a_2 \cdot t_X}
\end{aligned}
\tag{3.12}
$$

經計算後即可求得t_X、p_X。

（2）$\gamma = 0$

因為$\gamma = 0$且$\frac{\partial L}{\partial p_X} = 0$，得$p_X = \frac{a_0 - a_1 \cdot t_X}{2a_2}$　（3.13）

此時的廠商之服務水準必須大於最低之服務水準 s，故將（3.13）帶入限制式（3.5），得下列關係式：

$$\frac{a_1}{2} \cdot t_X{}^2 + (\mu_X - \frac{a_0}{2}) \cdot t_X + \ln(1-s) \geq 0 \tag{3.14}$$

求解（3.14）之二次不等式，得：

$$
\begin{aligned}
t_X &\geq \frac{-(\mu_X - \frac{a_0}{2}) + \sqrt{(\mu_X - \frac{a_0}{2})^2 - 4 \cdot (\frac{a_1}{2}) \cdot \ln(1-s)}}{a_1} \quad \text{or} \\
t_X &\leq \frac{-(\mu_X - \frac{a_0}{2}) - \sqrt{(\mu_X - \frac{a_0}{2})^2 - 4 \cdot (\frac{a_1}{2}) \cdot \ln(1-s)}}{a_1}
\end{aligned}
\tag{3.15}
$$

由於交期必為正數，故$t_X \geq \frac{-(\mu_X - \frac{a_0}{2}) + \sqrt{(\mu_X - \frac{a_0}{2})^2 - 4 \cdot (\frac{a_1}{2}) \cdot \ln(1-s)}}{a_1}$　（3.16）

且 $p_X = \dfrac{a_0 - a_1 \cdot t_X}{2a_2} \geq 0$，因為 $a_2 > 0$，故 $t_X \leq \dfrac{a_0}{a_1}$　　（3.17）

綜合（3.16）與（3.17）得 t_X 之合理範圍為 $b_1 \leq t_X \leq \dfrac{a_0}{a_1}$　　（3.18）

另外，將（3.13）帶入目標函數，可得下列數學式：

$$\pi_X(t_X, p_X) = \frac{1}{4a_2}(a_0 - a_1 \cdot t_X)^2 \tag{3.19}$$

因為目標函數（3.16）為 t_X 之凸函數，其中 a_0、a_1、a_2 皆大於 0，該函數在 b_1 與 $\dfrac{a_0}{a_1}$ 區間為一遞減函數，故邊界 b_1 則為該目標函數之極大值。如圖 3.2。

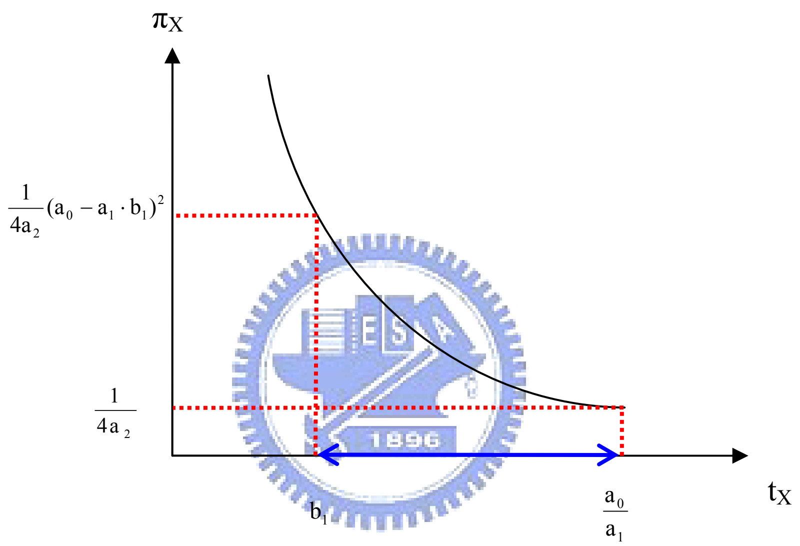

圖 3.2 t_X 合理範圍之示意圖

比較 $\gamma > 0$ 與 $\gamma = 0$ 所求得之收益，收益大者即為廠商的最佳交期與價格策略。

本研究假設 X、Y 為兩大寡占廠商，因此將 Y 廠商的利潤模型表示為：

$$\begin{aligned}
&\text{Max } \pi_Y(t_Y, p_Y \mid t_X, p_X, t_M, p_M) = p_Y \cdot \lambda_Y(t_Y, p_Y \mid t_X, p_X, t_M, p_M) \\
&\text{s.t. } P(W < t_Y) = 1 - e^{-(\mu_Y - \lambda_Y)\cdot t_Y} \geq s \\
&\qquad \lambda_Y(t_Y, p_Y \mid t_X, p_X, t_M, p_M) = \lambda_0 - m_1 \cdot \beta_1 \cdot [\alpha_1 \cdot (t_Y - t_M) + \alpha_2 \cdot (t_Y - t_X)] \\
&\qquad\qquad - m_2 \cdot \beta_2 \cdot [\alpha_1 \cdot (p_Y - p_M) + \alpha_2 \cdot (p_Y - p_X)] \\
&\qquad t_Y > 0 \\
&\qquad p_Y > 0
\end{aligned} \tag{3.20}$$

透過與 X 廠商相同的求解方法，亦可訂定 Y 廠商之最佳交期及價格。

3.2.3 兩競爭廠商重複性競爭賽局

根據 3.2.2 之求解過程可得廠商最佳的交期及價格，當 X、Y 廠商在已知市場與競爭對手的交期及價格後，會隨之調整其策略以保持競爭力，而形成重複性的競爭賽局，其過程如下：

1. 假設競爭賽局前，Y 廠商與市場的交期及價格策略相同：$t_{Y1} = t_M$、$p_{Y1} = p_M$，求出 X 廠商最佳交期、價格為 $t_{X1}*$、$p_{X1}*$。
2. 將步驟 1.之 $t_{X1}*$、$p_{X1}*$、t_M、p_M 為已知條件，求出 Y 廠商最佳交期、價格為 $t_{Y2}*$、$p_{Y2}*$。
3. 重複步驟 1.與步驟 2.之動作，直到 $t_{Xn}* = t_{Yn}*$、$p_{Xn}* = p_{Yn}*$，此時達到競爭均衡的狀態。
4. 圖 3.3 表示兩廠商在不同交期及價格下，重複性賽局之競爭策略。

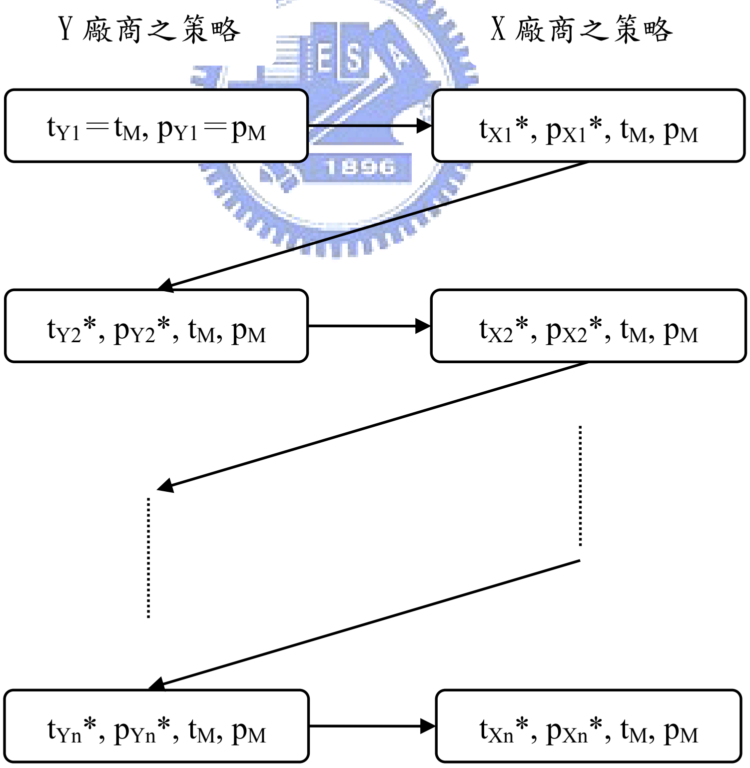

圖 3.3 兩廠商重複性賽局之競爭策略

3.3 合作環境最佳價格與交期之訂定

在本節研究兩大寡占廠商在合作環境下，如何訂定最佳的價格與交期，因此將分成兩部分說明研究的步驟：

1. 定義合作環境之顧客到達率函數。
2. 構建合作環境廠商的利潤模型，訂定最佳價格與交期。

3.3.1 定義合作環境之顧客到達率函數

當兩廠商由競爭關係轉為合作關係時，會提供相同的交期與價格給顧客，因此，可將兩家廠商視為同一家廠商，以 Z 表示，假設市場的交期及價格仍為 t_M 、 p_M ，Z 廠商的交期及價格為 t_Z 、 p_Z ，在已知市場的交期及價格時，Z 廠商之顧客到達率為 $\lambda_Z(t_Z,p_Z\,|\,t_M,p_M)$。而廠商顧客到達率與市場之關係可將表示為：

$$\begin{aligned}&\lambda_Z(t_Z,p_Z\,|\,t_M,p_M)\propto(t_M-t_Z)\\&\lambda_Z(t_Z,p_Z\,|\,t_M,p_M)\propto(p_M-p_Z)\end{aligned}\qquad(3.21)$$

因此將 Z 廠商之顧客到達率表示為下列函數：

$$\lambda_Z(t_Z,p_Z\,|\,t_M,p_M)=\lambda_0-\alpha_1\cdot\beta_1\cdot m_1\cdot(t_Z-t_M)-\alpha_1\cdot\beta_2\cdot m_2\cdot(p_Z-p_M)\qquad(3.22)$$

其中 λ_0為Z廠商及市場的交期與價格相等時的顧客到達率；α_1 表示顧客對Z廠商與市場間之差異的偏好；β_1 、β_2 分別表示顧客對交期、價格的偏好，且 β_1 與 β_2 和為 1；m_1 與 m_2 分別表示交期、價格單位之修正參數。

3.3.2 構建合作環境廠商的利潤模型，訂定最佳價格與交期

假設已知市場的交期為 t_M ，價格為 p_M ，將（3.22）式之 Z 廠商的顧客到達率函數 $\lambda_Z(t_Z,p_Z\,|\,t_M,p_M)$ 整理如下：

$$\lambda_Z(t_Z,p_Z\,|\,t_M,p_M)=a_0-a_1\cdot t_Z-a_2\cdot p_Z\qquad(3.23)$$

其中
$$\begin{aligned}&a_0=\lambda_0+\alpha_1\cdot\beta_1\cdot m_1\cdot t_M+\alpha_1\cdot\beta_2\cdot m_2\cdot p_M\\&a_1=\alpha_1\cdot\beta_1\cdot m_1\\&a_2=\alpha_1\cdot\beta_2\cdot m_2\\&a_0,a_1,a_2>0\end{aligned}$$

兩廠商在合作關係中，視為同一家廠商，且根據前面 3.2.2 小節，競爭與合作關係所考慮的因素與限制類似，因此合作環境廠商的利潤模型可表示為：

$$\text{Max } \pi_Z(t_Z,p_Z \mid t_M,p_M) = p_Z \cdot \lambda_Z(t_Z,p_Z \mid t_M,p_M) \tag{3.24}$$

$$\text{s.t. } P(W < t_Z) = 1 - e^{-(\mu_Z-\lambda_Z)\cdot t_Z} \geq s \tag{3.25}$$

$$\begin{aligned}&\lambda_Z(t_Z,p_Z \mid t_M,p_M)\\ &= \lambda_0 - m_1 \cdot \beta_1 \cdot \alpha_1 \cdot (t_Z - t_M) - m_2 \cdot \beta_2 \cdot \alpha_1 \cdot (p_Z - p_M)\end{aligned} \tag{3.26}$$

$$\begin{aligned}&t_Z > 0\\ &p_Z > 0\end{aligned} \tag{3.27}$$

目標函數（3.24）表示廠商單位時間的收益，限制式（3.25）表示產品準時達交的機率必須滿足最低的服務水準限制式，(3.26) 表示 Z 廠商之顧客到達率，限制式（3.27）表示 t_Z 之合理範圍。在已知市場交期與價格之策略，依據 3.2.2 之求解步驟，即可得 X、Y 廠商在合作時，最大利潤的最佳交期與價格。

第四章　　案例說明

本章將以案例說明第三章的研究方法，探討已知市場的交期及價格，分別在競爭及合作環境中訂定廠商最佳的交期及價格，並且對模型之作參數分析，以瞭解模型之參數設定對於廠商利潤之影響。

假設市場的交期 t_M 為 5、價格 p_M 為 10。假設當兩廠商及市場的交期、價格相等時，X 廠商的顧客到達率 λ_0 為 3，服務率 μ_X 為 5，最低的服務水準 s 為 95%；α_1、α_2 為 0.2 及 0.8；β_1、β_2 為 0.5 及 0.5；m_1、m_2 為 1 及 0.5。

4.1 競爭環境最佳價格與交期之訂定

4.1.1 構建競爭環境廠商的利潤模型，訂定最佳價格與交期

已知上述條件後，假設市場與 Y 廠商的交期及價格相同：$t_{Y1}=t_M=5$、$p_{Y1}=p_M=10$，此時 X 廠商的顧客到達率函數為（4.1）式，圖形為圖 4.1。

$$\begin{aligned}&\lambda_X(t_X,p_X \mid t_M=t_Y=5,p_M=p_Y=10)\\&=3-1\cdot 0.5\cdot[0.5\cdot(t_X-5)+0.5\cdot(t_X-5)]\\&\quad-0.5\cdot 0.5\cdot[0.5\cdot(p_X-10)+0.5\cdot(p_X-10)]\\&=8-0.5\cdot t_X-0.25\cdot p_X\end{aligned} \tag{4.1}$$

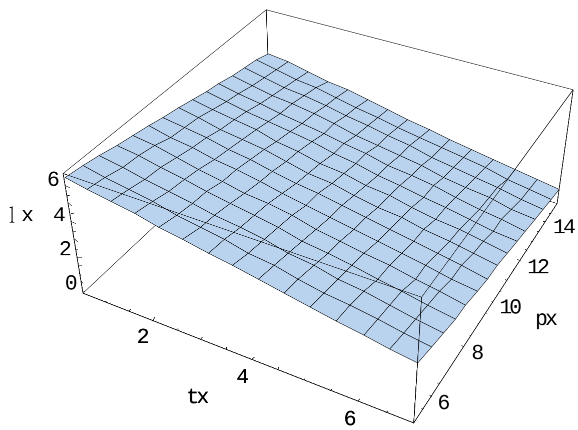

圖 4.1 X 廠商的顧客到達率函數（$t_{Y1}=t_M=5$、$p_{Y1}=p_M=10$）

則 X 廠商的利潤模型之目標函數為（4.2）式，圖形為圖 4.2。

$$\begin{aligned}
\text{Max}\quad & \pi_X(t_X, p_X \mid t_M = t_Y = 5, p_M = p_Y = 10) \\
& = p_X \cdot \lambda_X(t_X, p_X \mid t_M = t_Y = 5, p_M = p_Y = 10) \\
& = p_X \cdot (8 - 0.5 \cdot t_X - 0.5 \cdot p_X) \\
& = 8 \cdot p_X - 0.5 \cdot t_X \cdot p_X - 0.25 \cdot {p_X}^2
\end{aligned} \tag{4.2}$$

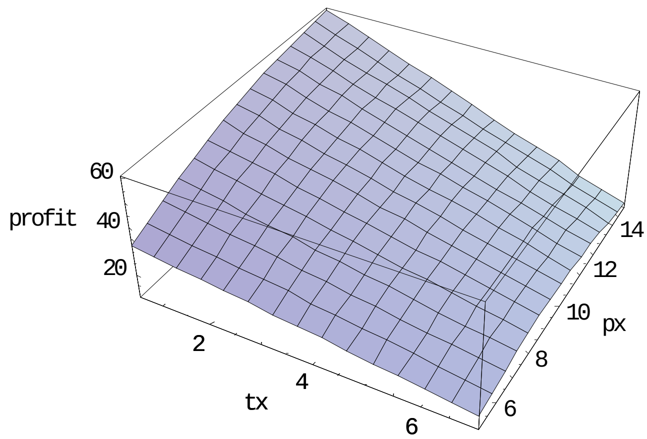

圖 4.2 X 廠商的利潤模型之目標函數（$t_{Y1}=t_M=5$、$p_{Y1}=p_M=10$）

則 X 廠商的利潤模型之限制式為：

$$\begin{aligned}
& P(W < t_X) = 1 - e^{-(\mu_X - \lambda_X) \cdot t_X} \geq s \\
& \Rightarrow e^{-(5-(8-0.5 \cdot t_X - 0.25 \cdot p_X)) \cdot t_X} \leq 1 - 0.95 \\
& \Rightarrow (3 - 0.5 \cdot t_X - 0.25 \cdot p_X) \cdot t_X \leq \ln(0.05)
\end{aligned} \tag{4.3}$$

根據3.2.2小節的求解方法，可訂定出X廠商最佳的交期及價格分別為1.9979及 14.0021，且利潤為 49.015。

4.1.2 兩競爭廠商重複性競爭賽局

本研究中兩廠商為競爭關係，由於 X 廠商改變交期與價格之策略後，可獲得 49.015 之利潤，此時競爭對手 Y 廠商會處於競爭劣勢，因此 Y 廠商會調整交期與價格來提升競爭條件以增加利潤。

故將 4.1.1 所得之 $t_{X1}=1.9979$、$p_{X1}=14.0021$、$t_M=5$、$p_M=5$ 為已知條件，

代入 Y 廠商之利潤模型，得 Y 廠商最佳的交期為 1.8121、價格為 13.3871，利潤為 44.804。重複上述步驟後，最終可得兩廠商皆有最佳的交期為 1.6597、價格為 12.7801，利潤為 40.833，達到競爭均衡的狀態。將兩廠商重複性賽局的競爭策略整理如圖 4.3。

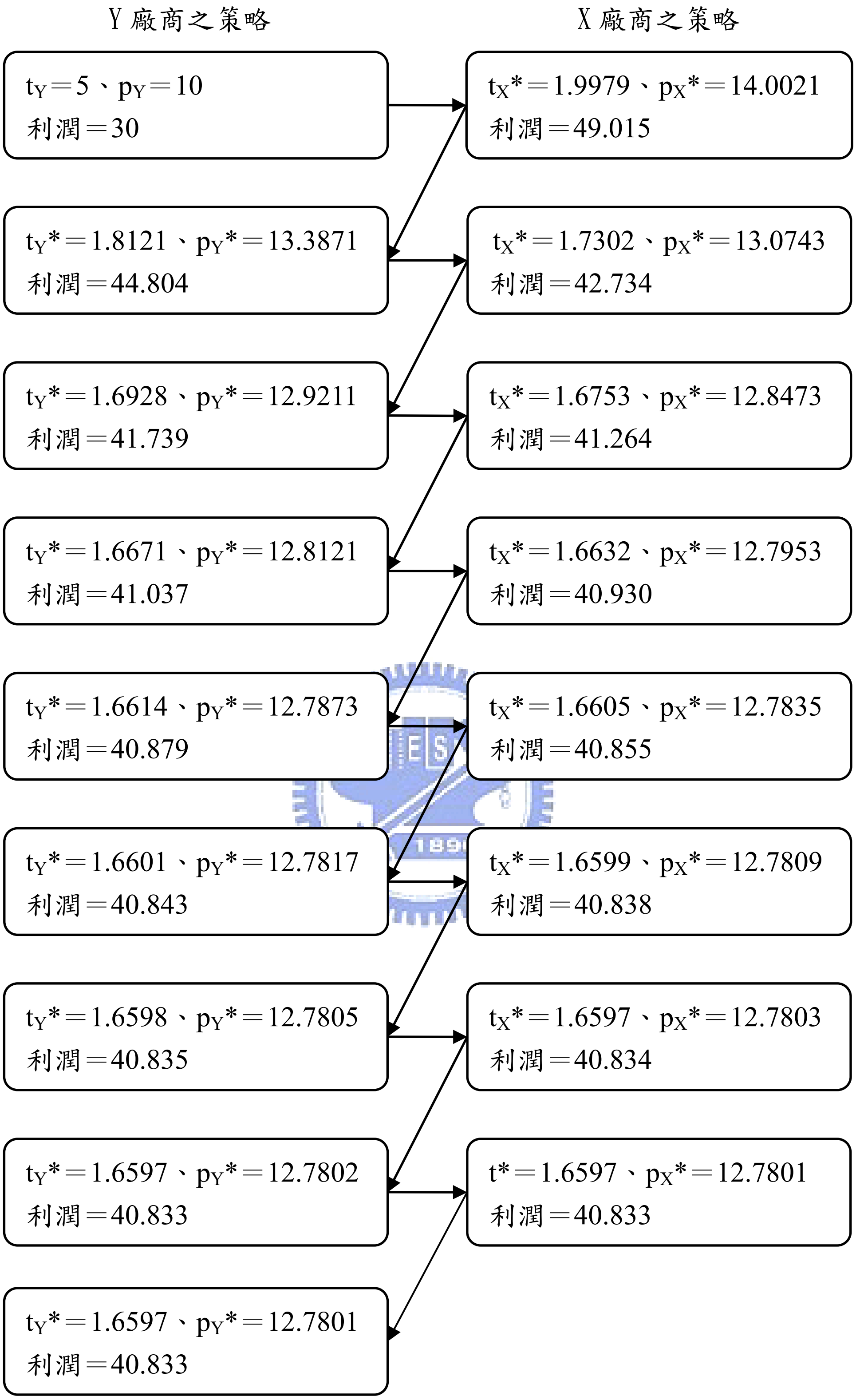

圖 4.3 兩廠商重複性賽局之競爭策略

4.2 合作環境最佳價格與交期之訂定

4.2.1 構建合作環境廠商的利潤模型，訂定最佳價格與交期

當兩廠商由競爭關係轉為合作關係時，會提供相同的交期與價格給顧客，因此，可將兩家廠商視為同一家廠商 Z，此時 Z 廠商的顧客到達率函數為（4.4）式，圖形為圖 4.4。

$$\begin{aligned}&\lambda_Z(t_Z,p_Z \mid t_M=5,p_M=10)\\&=3-0.2\cdot 0.5\cdot 1\cdot(t_Z-5)-0.2\cdot 0.5\cdot 0.5\cdot(p_Z-10)]\\&=4-0.1\cdot t_Z-0.05\cdot p_Z\end{aligned} \tag{4.4}$$

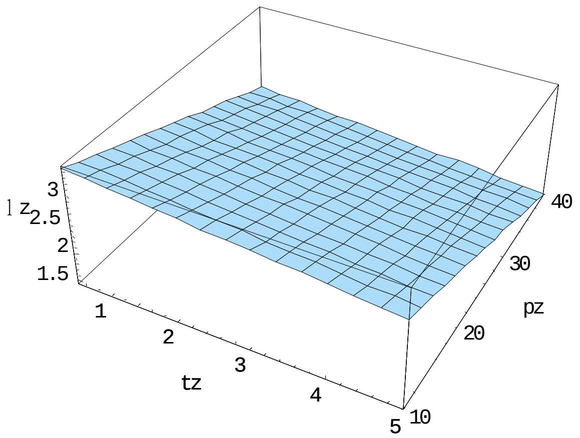

圖 4.4 Z 廠商的顧客到達率函數（t_M =5、p_M =10）

Z 廠商的利潤模型之目標函數為（4.5）式，圖形為圖 4.5。

$$\begin{aligned}\text{Max}\quad &\pi_Z(t_Z,p_Z \mid t_M=5,p_M=10)\\&=p_z\cdot\lambda_Z(t_Z,p_Z \mid t_M=5,p_M=10)\\&=p_z\cdot(4-0.1\cdot t_Z-0.1\cdot p_Z)\\&=4\cdot p_Z-0.1\cdot t_Z\cdot p_Z-0.05\cdot {p_Z}^2\end{aligned} \tag{4.5}$$

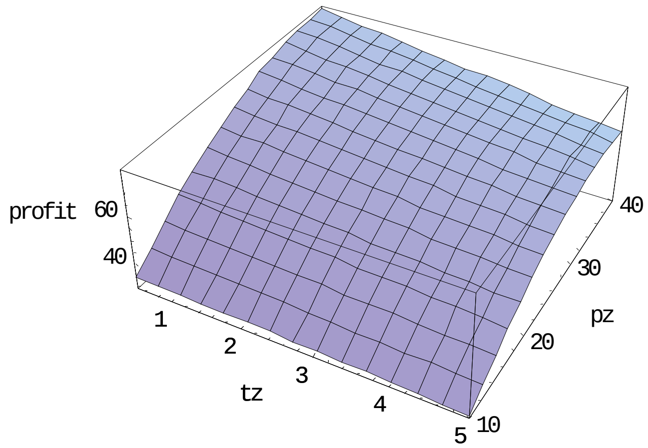

圖 4.5 Z 廠商的利潤模型之目標函數（$t_M = 5$、$p_M = 10$）

Z 廠商的利潤模型之限制式為：

$$
\begin{aligned}
& P(W < t_Z) = 1 - e^{-(\mu_Z - \lambda_Z)\cdot t_Z} \geq s \\
& \Rightarrow e^{-(5-(4-0.1\cdot t_Z - 0.05\cdot p_Z))\cdot t_Z} \leq 1 - 0.95 \\
& \Rightarrow (-1 - 0.1\cdot t_Z - 0.05\cdot p_Z)\cdot t_Z \leq \ln(0.05)
\end{aligned}
\qquad (4.6)
$$

根據 3.2.2 小節的求解方法，可訂定出廠商最佳的交期及價格分別為 0.9825 及 39.0175，且利潤為 76.118，比較兩廠商在競爭與合作的環境中之均衡利潤，可以發現當兩廠商採取合作關係，訂定相同之交期與價格可以創造更高的利潤。

4.2.2 合作終止後重新競爭賽局

假設兩廠商若有一方終止合作關係，則兩廠商將重新回歸競爭關係，根據 4.1.2 小節，將兩廠商重複性競爭賽局之交期及價格策略整理如圖 4.6。兩廠商若有一方違背合作關係後，另行訂定更具競爭力之交期與價格的策略，雖能在初期能獲得較高的利潤，但是競爭對手亦會採取相對應之策略，隨著兩廠商不斷競爭，最終仍會達競爭均衡，且兩廠商的最佳交期及價格皆與 4.1.2 小節所得的結果相同。故只要廠商進入競爭環境中，不論起始設定的交期與價格策略為何，皆會因競爭對手之策略調整最終兩競爭廠商可得相同利潤。

Y 廠商之策略	X 廠商之策略
$t_Y = 0.9825$、$p_Y = 39.0175$ 利潤＝76.118	$t_X^* = 6.2954$、$p_X^* = 18.0968$ 利潤＝81.876
$t_Y = 3.6019$、$p_Y = 16.6135$ 利潤＝69.501	$t_X^* = 2.4472$、$p_X^* = 15.1038$ 利潤＝57.031
$t_Y = 1.9977$、$p_Y = 14.0017$ 利潤＝49.012	$t_X^* = 1.8120$、$p_X^* = 13.3869$ 利潤＝44.802
$t_Y^* = 1.7302$、$p_Y^* = 13.0742$ 利潤＝42.733	$t_X^* = 1.6928$、$p_X^* = 12.9211$ 利潤＝41.738
$t_Y^* = 1.6753$、$p_Y^* = 12.8473$ 利潤＝41.263	$t_X^* = 1.6671$、$p_X^* = 12.8121$ 利潤＝41.037
$t_Y^* = 1.6632$、$p_Y^* = 12.7953$ 利潤＝40.930	$t_X^* = 1.6614$、$p_X^* = 12.7873$ 利潤＝40.879
$t_Y^* = 1.6605$、$p_Y^* = 12.7835$ 利潤＝40.855	$t_X^* = 1.6601$、$p_X^* = 12.7817$ 利潤＝40.843
$t_Y^* = 1.6599$、$p_Y^* = 12.7809$ 利潤＝40.838	$t_X^* = 1.6598$、$p_X^* = 12.7805$ 利潤＝40.835
$t_Y^* = 1.6597$、$p_Y^* = 12.7802$ 利潤＝40.834	$t_X^* = 1.6597$、$p_X^* = 12.7801$ 利潤＝40.833
$t_Y^* = 1.6597$、$p_Y^* = 12.7801$ 利潤＝40.833	

圖 4.6 兩廠商終止合作後重新競爭賽局之策略

4.3 模型參數分析

本章案例說明中，假設已知顧客對X廠商與市場間之差異、X廠商與Y廠商間之差異的偏好α_1、α_2；顧客對交期、價格的偏好β_1、β_2；X、Y廠商及市場的交期與價格相等時之顧客需求率λ_0，因此將這些參數進行敏感度分析，以瞭解模型之參數設定對於廠商利潤之影響。

4.3.1 α_1、α_2之參數分析

以市場之交期$t_M=5$、價格$p_M=10$為例，改變α_1、α_2之比例，並且固定其他參數，得兩廠商競爭均衡時之最佳交期、價格及利潤，如表 4.1 與圖 4.7。

表 4.1 參數α_1、α_2對利潤之影響（$\beta_1=0.5$、$\beta_2=0.5$、$\lambda_0=3$）

α_1		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
α_2		0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1
競爭環境	$t_X=t_Y$	1.5849	1.6597	1.7243	1.7801	1.8288	1.8713	1.9088	1.9419	1.9715
	$p_X=p_Y$	12.4391	12.7801	13.0504	13.2685	13.4475	13.5965	13.7222	13.8294	13.9218
	$\pi_X=\pi_Y$	38.683	40.833	42.578	44.013	45.209	46.216	47.075	47.813	48.454
合作環境	$t_X=t_Y$	0.9153	0.9825	1.0588	1.1458	1.2453	1.3593	1.4899	1.6390	1.8081
	$p_X=p_Y$	69.0847	39.0175	28.9412	23.8542	20.7547	18.6407	17.0816	15.8610	14.8586
	$\pi_X=\pi_Y$	119.317	76.118	62.820	56.902	53.845	52.121	51.061	50.314	49.675
終止合作後之初始解	t_X	19.5256	6.2778	3.3975	2.5475	2.2168	2.0676	2.0002	1.9765	1.9789
	p_X	19.3863	18.0912	16.4730	15.2962	14.5945	14.2043	14.0090	13.9374	13.9448
	π_X	93.957	81.823	67.840	58.494	53.250	50.441	49.063	49.324	48.614
		不破壞合作	破壞合作	破壞合作	破壞合作	不破壞合作	不破壞合作	不破壞合作	不破壞合作	不破壞合作
終止合作後之最終解		與競爭環境之均衡解相同								

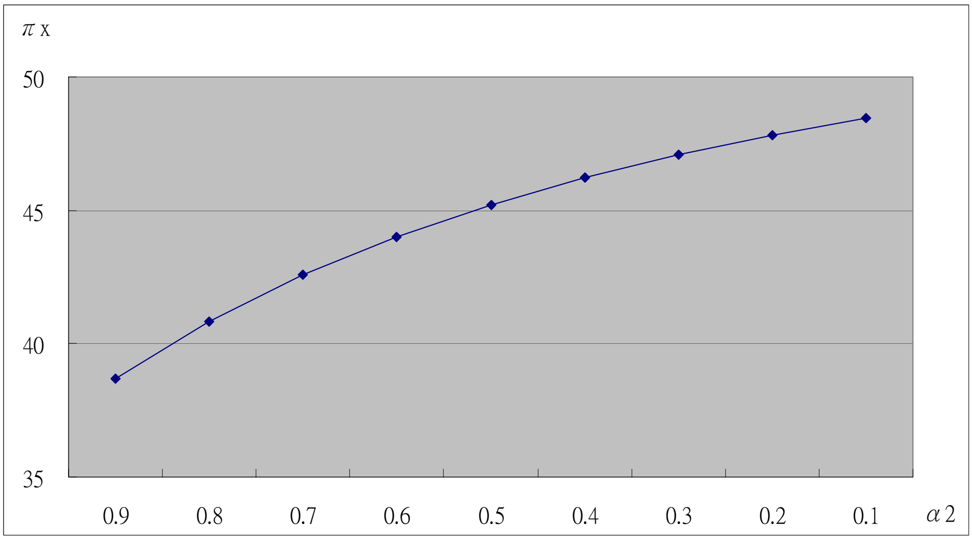

圖 4.7 競爭環境中不同α_2值對利潤之影響

（$\beta_1=0.5$、$\beta_2=0.5$、$\lambda_0=3$）

由圖 4.7 可知，α_2值表示 Y 廠商對 X 廠商之顧客到達率的影響力，因此α_2減少後，X 廠商可以訂定更高的交期與價格且不影響其顧客到達率，因此其利潤會隨α_2值減少而上升。另外，α_2減少後，兩大廠商調整較少次數之競爭策略即能達到競爭均衡。

在合作環境中，當α_1值極小時則表示市場對兩大廠商影響力極低，此時兩大廠商形成獨佔的現象，因此可獲得較大利潤。相反的，當α_1值極大時則市場對兩大廠商之顧客到達率有極大之影響，因此形成另一種寡占競爭的狀態，以$\alpha_1=0.9$為例，合作時廠商之利潤為 49.675，而在競爭環境中，廠商之利潤為 48.454，兩者之利潤相當接近。

經由改變參數後，吾人亦觀察到兩廠商競合關係中另一種現象，以$\alpha_1=0.5$、$\alpha_2=0.5$為例，兩廠商在合作環境時其利潤各為 53.845，但若有任一方終止合作後僅能獲利 53.25，因此廠商無法在終止合作後訂定出更具競爭力之策略。

4.3.2 β_1、β_2之參數分析

以市場之交期 $t_M=5$、價格 $p_M=10$ 為例，改變β_1、β_2之比例，並且固定其他參數，得兩廠商競爭均衡時之最佳交期、價格及利潤，如表 4.2 與圖 4.8。

表 4.2 參數β_1、β_2對利潤之影響（$\alpha_1=0.2$、$\alpha_2=0.8$、$\lambda_0=3$）

β_1		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
β_2		0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1
競爭環境	$t_X=t_Y$	1.7663	1.7371	1.7097	1.6840	1.6597	1.6367	1.6149	1.5941	1.5744
	$p_X=p_Y$	7.3420	8.1886	9.2796	10.7369	12.7801	15.8483	20.9662	31.2078	61.9436
	$\pi_X=\pi_Y$	24.257	26.821	30.139	34.584	40.833	50.234	65.937	97.393	191.850
合作環境	$t_X=t_Y$	0.9953	0.9920	0.9888	0.9856	0.9825	0.9794	0.9763	0.9733	0.9703
	$p_X=p_Y$	22.1116	24.7520	28.1477	32.6763	39.0175	48.5309	64.3886	96.1067	191.267
	$\pi_X=\pi_Y$	44.003	49.013	55.460	64.064	76.118	94.210	124.377	184.730	365.831
終止合作後之初始解	t_X	4.6153	3.2535	9.2267	3.2882	6.2778	5.5306	4.9699	4.5392	4.1967
	p_X	13.8124	16.3169	13.3581	19.4711	18.0912	22.2917	29.3148	43.4004	85.7233
	π_X	60.096	66.560	62.453	79.616	81.823	99.384	128.904	188.359	367.424
		破壞合作	破壞合作	破壞合作	破壞合作	破壞合作	破壞合作	破壞合作	破壞合作	破壞合作
終止合作後之最終解		與競爭環境之均衡解相同								

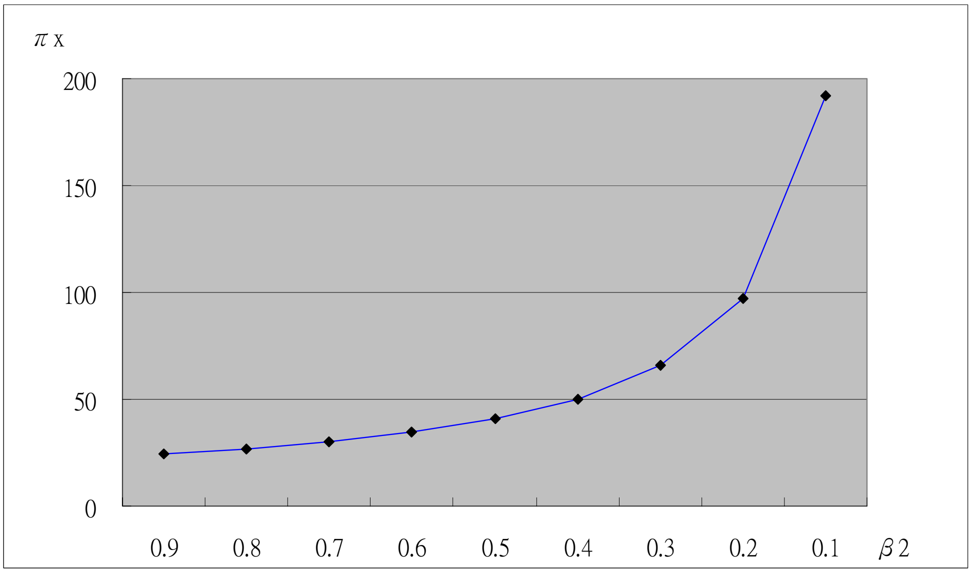

圖 4.8 競爭環境中不同β_2值對利潤之影響

（$\alpha_1 = 0.2$ 、$\alpha_2 = 0.8$ 、$\lambda_0 = 3$）

β_2值大表示顧客對價格愈重視，因此廠商會採取低價策略以爭取較高的顧客到達率，因而造成其利潤縮減。但是當β_2值極小時，廠商即使訂定出不合理之價格，仍不影響其顧客到達率，故廠商之利潤會呈現大幅上揚的趨勢。因此在設定β_1 、β_2時，兩者之差距不宜過大，避免造成利潤模型扭曲。

此外，由表 4.2 得知，無論β_1 、β_2為何，廠商在終止合作後的初始解皆能較合作時產生更高的利潤，但其最終仍會回到競爭均衡之狀態。

4.3.3 λ_0之參數分析

以市場之交期t_M ＝5、價格p_M ＝10 為例，改變λ_0值，並且固定其他參數，得兩廠商競爭均衡時之最佳交期、價格及利潤，如表 4.3 與圖 4.9。

表 4.3 參數λ_0對利潤之影響（$\alpha_1=0.2$、$\alpha_2=0.8$、$\beta_1=0.5$、$\beta_2=0.5$）

λ_0		2.7	3	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	4.8
競爭環境	$t_X=t_Y$	1.4692	1.6597	1.9019	2.2168	2.6363	3.2075	3.9961	5.0785
	$p_X=p_Y$	11.8436	12.7801	13.6994	14.5944	15.4546	16.2641	17.0013	17.6405
	$\pi_X=\pi_Y$	35.068	40.833	46.918	53.249	59.711	66.131	72.261	77.797
合作環境	$t_X=t_Y$	0.9371	0.9825	1.0324	1.0876	1.1489	1.2173	1.2942	1.3811
	$p_X=p_Y$	36.0629	39.0175	41.9676	44.9124	47.8511	50.7827	53.7058	56.6189
	$\pi_X=\pi_Y$	65.027	76.118	88.064	100.856	114.486	128.944	144.216	160.285
終止合作後之初始解	t_X	4.9807	6.2778	7.7576	9.3207	10.9535	10.9535	14.3526	16.0969
	p_X	17.5941	18.0912	18.4553	18.7144	18.9060	18.9060	19.1651	19.2556
	π_X	77.388	81.823	85.150	87.557	89.359	89.359	91.825	92.694
		破壞合作	破壞合作	不破壞合作	不破壞合作	不破壞合作	不破壞合作	不破壞合作	不破壞合作
終止合作後之最終解		與競爭環境之均衡解相同							

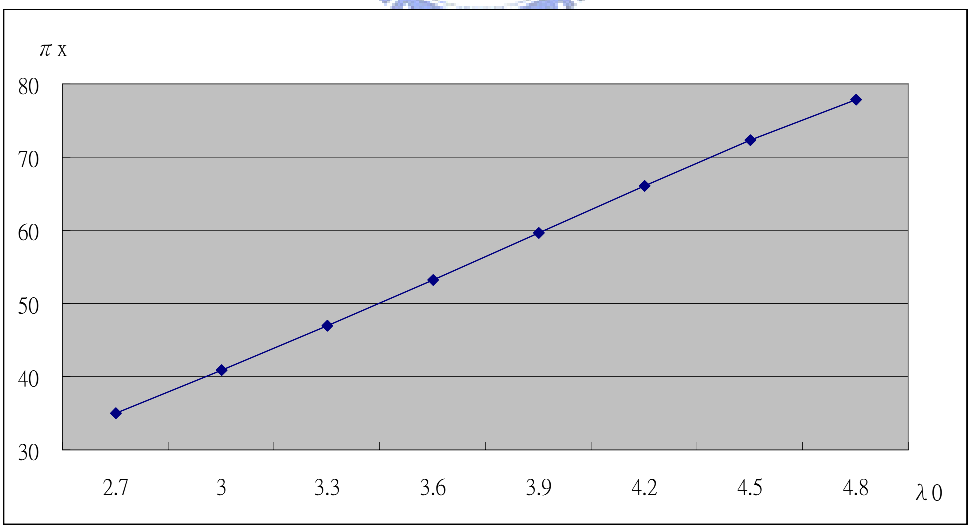

圖 4.9 競爭環境中不同λ_0值對利潤之影響

（$\alpha_1=0.2$、$\alpha_2=0.8$、$\beta_1=0.5$、$\beta_2=0.5$）

由於目標函數為$\pi_X=p_X\cdot\lambda_X$，故在圖 4.9 中，λ_0之數值與利潤大略成直線

關係。且隨著λ_0之增加，廠商訂定長交期、高價格之策略，仍能維持高水準之顧客到達率，故其利潤能不斷上升。

4.4 小結

經由上述案例之說明，可以發現兩廠商在合作環境時，共同訂定價格與交期之策略，可獲得較於競爭環境時更高的利潤，若任一方廠商在終止合作關係後訂定出更具優勢之價格與交期策略，進而追求短期的高利潤，其競爭對手被迫採取相對應之策略，兩廠商轉變為競爭關係，再度進行重複性之競爭賽局，而最終兩廠商訂定相同之交期、價格策略，且達均衡狀態，此時兩廠之利潤與競爭環境時相同。

然而在後續之參數分析上，吾人發現兩大廠商在顧客對於競爭廠商與市場間之偏好、初始之顧客到達率等因素的影響下，終止合作的廠商並不能保證可以訂定出更佳之策略。故廠商發現終止合作關係是無利可圖，此時兩廠商皆停留在合作環境中，以確保利潤之最大化。

而參數設定上β_1、β_2對於廠商之利潤影響最大，其次則為λ_0，而α_1、α_2則最低，因此必須給定β_1、β_2與λ_0適當之數值，以維持利潤模型之穩健度。

第五章　　結論

5.1 結論

本論文在探討競爭環境中，兩大寡占廠商在考量最低之服務水準下，訂定最佳之交期與價格，以最大化廠商利潤，最後以一案例說明之，並且分析模型各參數對利潤之影響。

以下為本研究之結論：

1. 本研究分別對競爭與合作環境中，根據顧客對於競爭廠商與市場、交期與價格之偏好不同給定參數值，並在已知競爭對手與市場之交期及價格的訂定策略後，最大化廠商利潤目標下，經由本研究所提之分析模式訂定廠商之最佳交期與價格。
2. 本研究中，兩大寡占廠商在競爭環境中，經過多次賽局競爭，最終兩廠商達到競爭均衡，此時兩廠商的利潤相等。但在合作環境中，兩廠商訂定相同之交期與價格，可較競爭時獲得更高的利潤。
3. 在已知市場之交期與價格時，透過本研究之競爭模型，無論兩競爭廠商初始設定之策略為何，經過多次賽局競爭，最終皆能達到相同的利潤均衡。
4. 本研究中分析各參數對於模型利潤之影響，因此可藉由改變各種參數之設定值，以更符合實際現況。

5.2 未來研究方向

在未來研究發展方面，可從下列幾點進行研究：

1. 考慮交期與價格對顧客到達率函數之影響為非線性。
2. 考慮市場上有對交期敏感與價格敏感之兩群顧客。

參考文獻

【1】 Chen, H. and Y. W. Wan, "Price competition of make-to-order firms." IIE Transactions (2003) 35. 817-832

【2】 Hatoum, K. W. and Y. L. Chang, "Trade-off between quoted lead time and price." Production planning and control, 1997,Vol.8, No.2, 158-172

【3】 Ho, T. H. and Y. S. Zheng, "Setting customer expectation in service delivery: an integrated marketing-operations perspective." Management Science Vol. 50, No. 4, April 2004, pp.479-488

【4】 Kalai, E., M. I. Kamien, M. Rubinovitch, "Optimal service speeds in a competitive environment." Management Science Vol.38 No.8 August 1992

【5】 Lederer, P. J. and L. Li, "Pricing, production, scheduling, and delivery-time competitive." Operations Research Vol.45, No,3, May-June 1997

【6】 Li, L. and Y. S. Lee, "Pricing and delivery-time performance in a competitive environment." Management Science Vol.40, No.5, May 1994

【7】 Palaka, K., S. Erlebacher, D. H. Kropp, "Lead-time setting, capacity utilization, and pricing decisions under lead-time dependent demand." IIE Transactions (1998) 30, 151-163

【8】 Ray, S. and E. M. Jewkes, "Customer lead time management when both demand and price are lead time sensitive." European Journal of Operational Research 153 (2004) 769-781

【9】 Webster, S., "Dynamic pricing and lead time policies for make to order system." Decision Sciences; Fall 2002; 33; 4

【10】 陳子文，「寡占市場競爭環境下最適交期及價格之訂定」，國立交通大學工業工程與管理研究所碩士論文, 2004