第三章 模型

本論文主要想比較追隨廠商為非價格接受者與價格接受者時，社會福利最大化之最適接續費分別為何且又有何不同。本論文中領導廠商和追隨廠商所生產的係異質性產品且廠商的需求函數為線性的，我們將分別就追隨廠商為非價格接受者與價格接受者時，去探討社會福利最大化之最適接續費。在追隨廠商為非價格接受者時，以一家領導廠商加上一家追隨廠商的雙佔模型，領導廠商受管制而追隨廠商不受管制，而追隨廠商看到了領導廠商的零售價格和接續費，極大化其利潤找到其最適的零售價格；而管制者在看到追隨廠商的反應後，找出社會福利最大之最適接續費以及領導廠商之最適零售價格。而因 Armstrong, Doyle and Vickers 的模型中，追隨廠商為價格接受者，故在追隨廠商為價格接受者時，以 Armstrong, Doyle and Vickers 的模型為基礎，領導廠商只有一家且受管制，而追隨廠商則有很多家且不受管制，故此時追隨廠商無法自己決定價格，而管制者同樣要找出社會福利最大化之最適接續費及領導廠商之最適零售價格。藉由兩種不同的模型，便可比較追隨廠商非價格接受者與價格接受者時，社會福利最大化之最適接續費的不同。

又在 3.1 節中，先以簡單模型，假設廠商沒有固定成本，分別去求導追隨廠商非價格接受者與價格接受者時，社會福利最大化之最適接續費和領導廠商之最適零售價格，並且比較之。但因為電信產業有規模經濟、平均成本遞減的特性，故在 3.2 節中，將領導廠商的成本加入固定成本以符合此特性，且同樣分別求導追隨廠商非價格接受者與價格接受者時，社會福利最大化之最適接續費和領導廠商之最適零售價格，並且比較之。

3.1 簡單模型

3.1.1 模型一：一家領導廠商及一家追隨廠商為非價格接受者的雙佔模型

假設有一現存的領導廠商（廠商 1）且其受管制，與另一追隨且無管制的廠商（廠商 2），而追隨廠商每單位的最終財都要透過領導廠商來接續，且爲單向接續方式。假設廠商 1 與廠商 2 最終財的需求皆爲線性且各別爲：

$$X_1 = a_1 - bP_1 + cP_2$$

$$X_2 = a_2 + cP_1 - bP_2$$

其中 a_1、a_2 爲需求函數的截距項、b 爲領導廠商零售價格的係數、c 爲追隨廠商零售價格的係數，且 b 必須大於 c，即以廠商 1 的需求函數而言，廠商 1 本身產品的價格對廠商 1 的產品需求之影響大於廠商 2 的價格對廠商 1 的需求之影響，即自我效果大於交叉效果。同樣的條件適用於廠商 2。另外，根據 Roy's identity，在沒有所得效果時，消費者剩餘 V 對廠商的零售價格之微分等於該廠商負的需求函數，即

$$\frac{dV}{dP_1} = -X_1^* 、 \quad \frac{dV}{dP_2} = -X_2^*$$

又

$$-\frac{dV/dP_1}{dP_2} = -\frac{dX_1}{dP_2} = c$$

再根據 Young's theorem，

$$-\frac{dX_1}{dP_2} = -\frac{d^2V}{dP_1 dP_2} = -\frac{d^2V}{dP_2 dP_1} = -\frac{dX_2}{dP_1} = c$$

故廠商 1 的需求對廠商 2 零售價格的微分必須等於廠商 2 的需求函數對廠商 1 零售價格的微分。又爲了簡化，令 $a_1 = a_2 = a$ 且 $dX_1/dP_1 = dX_2/dP_2$，此並不會影響最後的結果。

領導廠商的產品包含兩種，一種爲直接提供給消費者的產品 X_1，另一種爲透過廠商 2 接續給消費者的產品 X_2，假設成本函數亦爲線性，故廠商 1 的成

本爲：

$$C_1 = rX_1 + \delta X_2$$

其中 rX_1 爲廠商 1 直接提供給消費者產品所產生之成本， δX_2 則爲廠商 1 透過廠商 2 接續給消費者產品所產生的成本。

又因爲廠商 2 每單位的最終財都要透過廠商 1 來接續，若廠商 1 對廠商 2 收取的接續費爲 t，則廠商 2 除了本身產品的成本外，還要加上每單位產量的接續成本，故廠商 2 的成本爲：

$$C_2 = dX_2 + tX_2 = (d+t)X_2$$

其中 dX_2 代表廠商 2 非接續部份的成本。

而上述的 a、b、c、d、r、δ 皆爲大於 0 的參數。因此領導廠商的利潤函數爲：

$$\pi_1 = P_1\ X_1(P_1, P_2(P_1,t)) + tX_2(P_1, P_2(P_1,t)) - C_1[X_1(P_1, P_2(P_1,t)), X_2(P_1, P_2(P_1,t))]$$

其中，因追隨廠商在此非價格接受者，故其價格爲 P_1 和 t 的函數。

而追隨廠商的利潤函數爲：

$$\pi_2 = P_2 X_2(P_1, P_2(P_1,t)) - C_2[X_2(P_1, P_2(P_1,t)]$$

因廠商 2 爲追隨廠商，它觀察到廠商 1 的訂價 P_1 及接續費 t 後，選擇 P_2。由追隨利潤 π_2 最大之一階條件，可求得廠商 2 的最適零售價格以及利潤各爲：

$$P_2^* = \frac{a}{2b} + \frac{d}{2} + \frac{c}{2b}P_1 + \frac{1}{2}t$$

$$\pi_2^* = \left(\frac{a^2}{4b} + \frac{bd^2}{4} - \frac{ad}{2}\right) + \left(\frac{ac}{2b} - \frac{cd}{2}\right)P_1 + \frac{c^2}{4b}P_1^2 + \left(\frac{bd}{2} - \frac{a}{2}\right)t + \frac{b}{4}t^2 - \frac{c}{2}tP_1$$

又消費者剩餘爲間接效用函數 $V(P_1, P_2(P_1,t))$。社會福利函數爲：

$$w = V\ (\ P_1,\ P_2(P_1,t)\ ) + \pi_2^* + \pi_1$$

管制者考慮追隨廠商對其管制政策的反應後，追求社會福利最大的領導廠商價格及接續費。因此使得社會福利最大的 P_1 及 t 之一階條件爲：

$$
\frac{dw}{dP_1}=\frac{dV}{dP_1}+\frac{\partial \pi_2^*}{\partial P_1}+X_1^*+P_1\left(\frac{\partial X_1}{\partial P_1}+\frac{\partial X_1}{\partial P_2}\frac{\partial P_2^*}{\partial P_1}\right)+t\left(\frac{\partial X_2}{\partial P_1}+\frac{\partial X_2}{\partial P_2}\frac{\partial P_2^*}{\partial P_1}\right)
$$

$$
-\frac{\partial C_1}{\partial X_1}\left(\frac{\partial X_1}{\partial P_1}+\frac{\partial X_1}{\partial P_2}\frac{\partial P_2^*}{\partial P_1}\right)-\frac{\partial C_1}{\partial X_2}\left(\frac{\partial X_2}{\partial P_1}+\frac{\partial X_2}{\partial P_2}\frac{\partial P_2^*}{\partial P_1}\right)=0 \qquad (3.1)
$$

$$
\frac{dw}{dt}=\frac{dV}{dt}+\frac{\partial \pi_2^*}{\partial t}+P_1\frac{\partial X_1}{\partial P_2}\frac{\partial P_2^*}{\partial t}+X_2^*+t\frac{\partial X_2}{\partial P_2}\frac{\partial P_2^*}{\partial t}-\frac{\partial C_1}{\partial X_1}\frac{\partial X_1}{\partial P_2}\frac{\partial P_2^*}{\partial t}
$$

$$
-\frac{\partial C_1}{\partial X_2}\frac{\partial X_2}{\partial P_2}\frac{\partial P_2^*}{\partial t}=0 \qquad (3.2)
$$

要注意的是，根據包絡線定理 (Envelope theorem) ，任何參數變動對極值的影響會等於在均衡點時對 Lagrangean 函數的影響，故：

$$
\frac{dV}{dP_1}=-X_1^*
$$

$$
\frac{dV}{dP_2}=-X_2^*
$$

$$
\frac{dV}{dt}=\frac{dV}{dP_2}\frac{dP_2}{dt}
$$

因此 (3.1) 式的

$$
\frac{dV}{dP_1}=-X_1^*
$$

(3.2) 式的

$$
\frac{dV}{dt}=-\frac{1}{2}X_2^*
$$

由 (3.1) (3.2) 式聯立可求得：

$$
P_1^*=\frac{ac-bcd+2rb^2-rc^2-\delta bc}{2(b^2-c^2)} \qquad (3.3)
$$

且

$$P_1^* - r = \frac{ac + rc^2 - bcd - \delta bc}{2(b^2 - c^2)}$$

$$t^* = \delta + \frac{c}{b}\left(P_1^* - r\right) + \left(\delta + d\right) - \left(\frac{a}{b} + \frac{rc}{b}\right)$$

$$= \delta + \sigma\left(P_1^* - r\right) - \frac{1}{b}\left(rc + a - \delta b - bd\right) \tag{3.4}$$

其中

$$\sigma = \frac{\partial X_1 / \partial t}{-\partial X_2 / \partial t} = \frac{c}{b}$$

σ 表示接續費增加時，廠商 2 減少的需求爲 b，而廠商 1 增加的需求爲 c，故 σ 爲接續費增加時，從廠商 2 跑到廠商 1 的需求比率，並將其定義爲轉換比率。 而廠商的需求曲線若低於成本線，則廠商根本不會生產，因此在 $X_2 = 0$ 時，

$$P_2 = \frac{a}{b} + \frac{c}{b}P_1 > d + t$$

由此條件可得：

$$P_1^* - r > 0$$ （見附錄 A）

又前面假設 $b > c$ ，故由 $P_1^* - r > 0$ 以及 $b > c$ 可推導出：

$$ac + rc^2 - bcd - bc\delta > 0$$

即 $\frac{1}{b}\left(rc + a - \delta b - bd\right) > 0$

或

$$\frac{rc}{b} + \frac{a}{b} > \delta + d \tag{3.5}$$

爲了方便起見，令

$$\left(rc + a - \delta b - bd\right) = z > 0$$

因此(3.4)式可以改寫爲：

$$t^* = \delta + \sigma\left(P_1^* - r\right) - \frac{1}{b}z \tag{3.6}$$

故 (3.6) 式的前兩項即直接成本加上機會成本 (ECPR)，且直接成本或是機會成

本愈高，接續費愈高。第三項的負項目則是因產品異質性而產生的，或者可說是領導廠商爲壓倒追隨廠商市場力，所付給之補貼，因 $1/b$ 可改寫成 $P_2/\eta_2 Q_2$ ，即當追隨廠商面對的需求彈性愈大時，第三項愈小，此結果也和 Armstrong (1998) 的研究結果類似。而當追隨廠商的需求彈性愈小時表示異質性愈大，此時第三項愈大而接續費愈小，較小的接續費即是希望追隨廠商的零售價格降低。而由 (3.6) 式可看出最適接續費的大小決定於廠商的直接成本、機會成本及補貼的大小。

3.1.2 模型二：一家領導廠商及 N 家價格接受者的追隨廠商之競爭模型

同樣假設有一現存的領導廠商（廠商 1）且其受管制，與 N 家追隨且無管制的廠商（廠商 2），且 N 趨近於無窮大。而追隨廠商每單位的最終財都要透過領導廠商來接續，且爲單向接續方式。假設廠商 1 與廠商 2 最終財的需求皆爲線性且如前所述各別爲：

$$X_1 = a - bP_1 + cP_2$$

$$X_2 = a + cP_1 - bP_2$$

其中 a 爲需求函數的截距項、b 爲領導廠商零售價格的係數、c 爲追隨廠商零售價格的係數，且 b 必須大於 c，即以廠商 1 的需求函數而言，廠商 1 本身產品的價格對廠商 1 的產品需求之影響大於廠商 2 的價格對廠商 1 的需求之影響，即自我效果大於交叉效果。同樣的條件適用於廠商 2。

領導廠商的產品包含兩種，一種爲直接提供給消費者的產品 X_1，另一種爲透過廠商 2 接續後給消費者的產品 X_2，假設成本函數亦爲線性，故領導廠商的成本爲：

$$C_1 = rX_1 + \delta X_2$$

因廠商 2 每單位的最終財都要透過廠商 1 來接續，若廠商 1 對廠商 2 收取的接續費爲 t，則廠商 2 除了本身產品的成本外，還要加上每單位產量的接續成本，故廠商 2 的成本爲：

$$C_2 = dX_2 + tX_2 = (d+t)X_2$$

而上述的 a、b、c、d、r、δ 皆爲大於 0 的參數。但是，在此廠商 2 的最終財價格 P_2 視爲給定的，故根據 $P_2 = MC_2$ 求得廠商 2 的最適產量、零售價格以及利潤各爲：

$$\hat{X}_2^* = a - bd + cP_1 - bt$$

$$\hat{P}_2^* = d + t\,(= MC_2)$$

$$\hat{\pi}_2^* = 0$$

又消費者剩餘爲 $V(P_1, P_2(t))$，社會福利 $w = V(P_1, P_2(t)) + \hat{\pi}_2^* + \pi_1$。因此使得社會福利最大的 P_1 及 t 之一階條件爲：

$$\frac{dw}{dP_1} = \frac{dV}{dP_1} + \frac{\partial \hat{\pi}_2^*}{\partial P_1} + \hat{X}_1^* + P_1 \frac{\partial X_1}{\partial P_1} + t\frac{\partial X_2}{\partial P_1} - \frac{\partial C_1}{\partial X_1}\frac{\partial X_1}{\partial P_1} - \frac{\partial C_1}{\partial X_2}\frac{\partial X_2}{\partial P_1} = 0 \tag{3.7}$$

$$\frac{dw}{dt} = \frac{dV}{dt} + \frac{\partial \hat{\pi}_2^*}{\partial t} + P_1 \frac{\partial X_1}{\partial P_2}\frac{\partial \hat{P}_2^*}{\partial t} + \hat{X}_2^* + t\frac{\partial X_2}{\partial P_2}\frac{\partial \hat{P}_2^*}{\partial t} - \frac{\partial C_1}{\partial X_1}\frac{\partial X_1}{\partial P_2}\frac{\partial \hat{P}_2^*}{\partial t}$$

$$- \frac{\partial C_1}{\partial X_2}\frac{\partial X_2}{\partial P_2}\frac{\partial \hat{P}_2^*}{\partial t} = 0 \tag{3.8}$$

又在此

$$\frac{dV}{dP_1} = -\hat{X}_1^*$$

$$\frac{dV}{dt} = \frac{dV}{dP_2}\frac{dP_2}{dt} = -\hat{X}_2^*$$

故 (3.7) (3.8) 兩式聯立求解可得社會福利最大化下的 $\hat{P}_1^*$、$\hat{t}^*$ 爲：

$$\hat{P}_1^* = r \tag{3.9}$$

$$\hat{t}^* = \delta \tag{3.10}$$

由此可見，當廠商之間彼此競爭時，接續費以及廠商的零售價格之訂價會爲邊際成本訂價。而有了上述的 $\hat{P}_1^*$、 $\hat{t}^*$ 後，即可以比較廠商 2 非價格接受者時的最適 t^* 與廠商 2 爲價格接受者時的最適 $\hat{t}^*$ ，並將結果比較放在下節中討論。

3.1.3 兩模型結果之比較與比較靜態分析

首先， a、b、c、d、r、δ 皆爲大於 0 的參數。且本文假設 $b>c$，因此，我們可以比較追隨廠商爲非價格接受者時的最適 P_1^* 與追隨廠商爲價格接受者時的最適 $\hat{P}_1^*$ 之大小；也可以探討 t^* 與 $\hat{t}^*$ 之大小。另外，還可以看直接成本 δ 或是替代率 σ ，對接續費 t^* 與 $\hat{t}^*$ 之影響。

(1) 模型一與模型二結果之比較 — 領導廠商最適價格之比較：

由模型一得到最適的領導廠商價格爲：

$$P_1^* = \frac{ac - bcd + 2rb^2 - rc^2 - \delta bc}{2(b^2 - c^2)}$$

而模型二的最適價格爲：

$$\hat{P}_1^* = r$$

又由 3.1 節已知 $P_1^* > r$，故 $P_1^* > \hat{P}_1^*$。即在政府管制領導廠商的零售價格以及接續費之情況下，廠商 1 的零售價格在廠商 2 爲非價格接受者時會大於廠商 2 爲價格接受者時；或者也可說，雙佔時的領導廠商價格會大於競爭時的價格，也就是愈競爭時，管制者傾向將領導廠商的零售價格訂定較小。

(2) 模型一與模型二結果之比較 — 最適接續費之比較：

由模型一、二得到的最適接續費分別爲 t^*、 $\hat{t}^*$，且：

$$t^* - \hat{t}^* = \sigma(P_1^* - r) - \frac{1}{b}z$$

又 $P_1^* > r$ 、 $z/b > 0$，因此 $t^* - \hat{t}^*$ 的第一項爲正的，第二項也爲正的，故 t^* 與 $\hat{t}^*$ 的大小不一定，要視領導廠商的機會成本以及第二項的補貼有多大而定。當

廠商的產品異質性愈大時，第二項的補貼項愈大，此時 $t^* - \hat{t}^*$ 愈小；當轉換比率愈大時，$t^* - \hat{t}^*$ 則愈大。

另外，由模型一、二的 P_2^* 與 $\hat{P}_2^*$ 可發現，當接續費 t 每增加 1 元時，P_2^* 增加 0.5 元，而 $\hat{P}_2^*$ 增加 1 元，由此可知，在雙佔模型中，追隨廠商面對的需求彈性較小，接續費對其零售價格的影響會較小。故如本文第一章所述，雖然政府認爲其降低了接續費後，追隨廠商的零售價格應下降，但若追隨廠商面對的需求彈性較小時，接續費的調整對其零售價格的影響較小。又，因爲

$$\frac{dV}{dt} = \frac{dV}{dP_2}\frac{dP_2}{dt}$$

故也可由此知，追隨廠商爲非價格接受者或爲價格接受者時，接續費成本的增加對於追隨廠商零售價格的影響不同，進而對消費者剩餘的影響也不同。

在模型一中，

$$\frac{dV}{dt} = -\frac{1}{2}X_2^*$$

即接續費每增加 1 元，消費者剩餘就減少 $X_2^*/2$ 元。

在模型二中，

$$\frac{dV}{dt} = -X_2^*$$

即接續費每增加 1 元，消費者剩餘就減少 X_2^* 元，有此差異即是因爲追隨廠商是否爲價格接受者所造成。

(3) 模型一與模型二之比較靜態分析 — 直接成本對最適接續費之影響：

在模型一中，直接成本對最適接續費的影響爲：

$$\frac{\partial t^*}{\partial \delta} = 2 + \frac{c^2}{2(c^2 - b^2)}$$

又 $b > c$ ，故

$$0 < \frac{\partial t^*}{\partial \delta} < 2$$

也就是當直接成本增加 1 元，接續費會增加小於 2 元。而在模型二中，直接成

本對最適接續費的影響爲：

$$\frac{\partial \hat{t}^*}{\partial \delta} = 1$$

即直接成本每增加 1 元，接續費就會增加 1 元。

(4) 模型一與模型二之比較靜態分析 — 轉換比率對最適接續費之影響：

$$\frac{\partial t^*}{\partial \sigma} = P_1^* - 2r$$

雖然不能確定轉換比率對接續費的影響是正向或負向，但可知道轉換比率對最適接續費的影響由領導廠商的訂價以及其邊際成本所決定。

(5) 當 $d = 0$ 、 $r = \delta$ 時，雙佔下兩廠商最適零售價格之比較：

當追隨廠商不需要其他的生產成本，只有每單位接續的費用，即追隨廠商每單位產出只需支付接續費而無其他成本，故 $d = 0$ 。又當領導廠商直接提供給消費者的每單位成本和透過接續給追隨廠商的每單位成本相同時，即 $r = \delta$ 。此時社會福利最大化下之追隨廠商的最適零售價格爲：

$$P_2^* = \frac{a}{2b} + \frac{c}{2b}P_1^* + \frac{1}{2}t^* = \frac{a}{2b} + \frac{c}{2b}P_1^* + \frac{1}{2}\left[r + (P_1^* - r)\frac{3c^2 - 2b^2}{bc}\right]$$

領導廠商最適零售價格爲：

$$P_1^* = \frac{ac + 2rb^2 - rc^2 - rbc}{2(b^2 - c^2)}$$

故

$$P_2^* - P_1^* = \left[\frac{2c^2 - b^2 - bc}{bc}\right]P_1^* + \left[\frac{a}{rb} + \frac{bc - 3c^2 + 2b^2}{bc}\right]\frac{r}{2}$$

已知 $b > c$ ，故第一項 P_1^* 的係數爲負的且介於 -2 與 0 之間，而第二項 $r/2$ 的係數爲正的且介於 a/rb 與 3 之間；又已知 $P_1^* > r$ ，即 $P_1^* > r/2$ 。因此，雖然無法得知在 $d = 0$ 、 $r = \delta$ 時，領導廠商與追隨廠商的最適零售價格之大小，但若知道 P_1^* 與 $r/2$ 的差距，則可以知道 $P_2^* - P_1^*$ 的範圍。上述兩模型之間的比較整理如下頁表一。

領導廠商最適零售價格的比較	$P_1^* > \hat{P}_1^*$
最適接續費的比較	視領導廠商的機會成本以及補貼有多大而定。
接續費對追隨廠商零售價格的影響	t 增加 1 元，P_2^* 增加 0.5 元； t 增加 1 元，$\hat{P}_2^*$ 增加 1 元。
接續費對消費者剩餘的影響	t 增加 1 元，消費者剩餘減少 $X_2^*/2$ 元； t 增加 1 元，消費者剩餘減少 X_2^* 元。
直接成本對最適接續費的影響	直接成本增加 1 元，t^* 增加小於 2 元； 直接成本增加 1 元，$\hat{t}^*$ 增加 1 元。
轉換比率對最適接續費的影響	由領導廠商的零售價格及邊際成本所決定。

（表一：模型一、二的比較與比較靜態分析）

3.2 加入固定成本之模型

因爲電信產業有規模經濟、平均成本遞減的特色，因此，在接下來的分析中，我們嘗試將領導（獨占）廠商的成本函數加上固定成本以符合此特性。也因電信產業具有平均成本遞減的特性，若將其價格訂在等於邊際成本時，會使領導廠商有損失，故在此節中，將本文的模型中加上領導廠商的利潤限制式。

3.2.1 模型三：一家領導廠商及一家追隨廠商為非價格接受者的雙佔模型

假設有一現存的領導廠商（廠商 1）且其受管制，與另一追隨且無管制的廠商（廠商 2），而追隨廠商每單位的最終財都要透過領導廠商來接續，且爲單向接續方式。假設廠商 1 與廠商 2 最終財的需求皆爲線性且如同前文所設定的各爲：

$$X_1 = a - bP_1 + cP_2$$

$$X_2 = a + cP_1 - bP_2$$

並且同樣有 $b > c$ 此條件。

而領導廠商的產品包含兩種，一種爲直接提供給消費者的產品 X_1，另一種爲透過廠商 2 接續給消費者的產品 X_2，假設廠商的 X_1 與 X_2 產品之邊際成本均爲固定值，則廠商 1 的成本函數爲：

$$C_1 = F + rX_1 + \delta X_2$$

其中 F 爲固定成本，此成本使得領導廠商有規模經濟的現象。rX_1 爲廠商 1 直接提供給消費者產品所產生之成本，δX_2 則爲廠商 1 透過廠商 2 接續給消費者產品所產生的成本。

又因爲廠商 2 每單位的最終財都要透過廠商 1 來接續，若廠商 1 對廠商 2 收取的接續費爲 t，則廠商 2 除了本身產品的成本外，還要加上每單位產量的接續成本，故廠商 2 的成本爲：

$$C_2 = dX_2 + tX_2 = (d + t)X_2$$

TSING HUA UNIVERSITY

其中 dX_2 代表廠商 2 非接續部份的成本。

而上述的 a、b、c、d、r、δ 皆爲大於 0 的參數。因此領導廠商的利潤函數爲：

$$\pi_1 = P_1 X_1(P_1, P_2(P_1,t)) + tX_2(P_1, P_2(P_1,t)) - C_1[X_1(P_1, P_2(P_1,t)), X_2(P_1, P_2(P_1,t))]$$

而追隨廠商的利潤函數爲：

$$\pi_2 = P_2 X_2(P_1, P_2(P_1,t)) - C_2[X_2(P_1, P_2(P_1,t)]$$

同樣如 3.1 節所述，追隨廠商追求其利潤最大，得到最適的零售價格及利潤如下：

$$P_2^* = \frac{a}{2b} + \frac{d}{2} + \frac{c}{2b}P_1 + \frac{1}{2}t$$

$$\pi_2^* = \left(\frac{a^2}{4b} + \frac{bd^2}{4} - \frac{ad}{2}\right) + \left(\frac{ac}{2b} - \frac{cd}{2}\right)P_1 + \frac{c^2}{4b}P_1^2 + \left(\frac{bd}{2} - \frac{a}{2}\right)t + \frac{b}{4}t^2 - \frac{c}{2}tP_1$$

又消費者剩餘爲間接效用函數 $V(P_1, P_2(P_1,t))$。因此，管制者考慮追隨廠商對其管制政策的反應後，追求社會福利 $w = V(P_1, P_2(P_1,t)) + \pi_2^* + \pi_1$ 極大化下的領導廠商價格及接續費，並限制 $\pi_1 \geq 0$。所以，社會極大化的問題變成

$$L = V(P_1, P_2(P_1,t)) + \pi_2^* + (1+\lambda)\pi_1 \qquad \text{且 } 0 \leq \lambda \leq 1$$

故社會最大的一階條件爲：

$$\frac{dL}{dP_1} = \frac{dV}{dP_1} + \frac{\partial \pi_2^*}{\partial P_1} + (1+\lambda)\left[X_1^* + P_1\left(\frac{\partial X_1}{\partial P_1} + \frac{\partial X_1}{\partial P_2}\frac{\partial P_2^*}{\partial P_1}\right) + t\left(\frac{\partial X_2}{\partial P_1} + \frac{\partial X_2}{\partial P_2}\frac{\partial P_2^*}{\partial P_1}\right)\right]$$

$$-(1+\lambda)\left[\frac{\partial C_1}{\partial X_1}\left(\frac{\partial X_1}{\partial P_1} + \frac{\partial X_1}{\partial P_2}\frac{\partial P_2^*}{\partial P_1}\right) + \frac{\partial C_1}{\partial X_2}\left(\frac{\partial X_2}{\partial P_1} + \frac{\partial X_2}{\partial P_2}\frac{\partial P_2^*}{\partial P_1}\right)\right] = 0 \qquad (3.11)$$

$$\frac{dL}{dt} = \frac{dV}{dt} + \frac{\partial \pi_2^*}{\partial t} + (1+\lambda)\left[P_1\frac{\partial X_1}{\partial P_2}\frac{\partial P_2^*}{\partial t} + X_2^* + t\frac{\partial X_2}{\partial P_2}\frac{\partial P_2^*}{\partial t}\right]$$

$$-(1+\lambda)\left[\frac{\partial C_1}{\partial X_1}\frac{\partial X_1}{\partial P_2}\frac{\partial P_2^*}{\partial t}+\frac{\partial C_1}{\partial X_2}\frac{\partial X_2}{\partial P_2}\frac{\partial P_2^*}{\partial t}\right]=0 \tag{3.12}$$

同樣根據包絡線定理 (Envelope theorem)，

$$\frac{dV}{dP_1}=-X_1^*$$

$$\frac{dV}{dP_2}=-X_2^*$$

$$\frac{dV}{dt}=\frac{dV}{dP_2}\frac{dP_2}{dt}$$

因此由 (3.11) 得：

$$P_1^*=\frac{2\lambda ab+(1+\lambda)ac+(\lambda-1)bcd+2\lambda bct+2(1+\lambda)rb^2-(1+\lambda)rc^2-(1+\lambda)\delta bc}{2(1+\lambda)(b^2-c^2)+2\lambda b^2}$$

由 (3.12) 得：

$$t^*=\delta+\frac{c}{b}(P_1^*-r)+\frac{2\lambda-1}{4\lambda+1}\left[\frac{rc}{b}+\frac{a}{b}-(\delta+d)\right] \tag{3.13}$$

其中 $\frac{c}{b}=\frac{\partial X_1/\partial t}{-\partial X_2/\partial t}=\sigma$，$\sigma$ 即前面定義的 X_1 對 X_2 之轉換比率，故前兩項即直接成本加上機會成本 (ECPR)，第三項則爲 Ramsey term。而我們也可將 (3.14) 式表示成：

$$t^*=\delta+\sigma(P_1^*-r)+\frac{2\lambda-1}{4\lambda+1}\frac{z}{b} \tag{3.14}$$

前兩項即 ECPR，第三項爲領導廠商爲壓倒追隨廠商之補貼，而雖然在此節中加入固定成本，但只要固定成本不至於大到抵銷廠商的利潤，則 z 仍會大於

零，即 $z/b>0$，但因爲λ介於 0 到 1 之間，所以

$$-1\le\frac{2\lambda-1}{4\lambda+1}\le 1$$

故第三項的正負值不一定。因此，最適接續費的大小決定於廠商的直接成本、機會成本以及補貼的大小。

當 $\lambda=0$ 時，$\pi_1>0$，此時：

$$P_1^*=r+\frac{rc^2+ac-bcd-bc\delta}{2(b^2-c^2)} \tag{3.15}$$

$$t^*=\delta+\sigma(P_1^*-r)-\frac{1}{b}Z \tag{3.16}$$

$\lambda=0$ 即沒有限制條件，此時得到的 (3.15) 與 (3.16) 式和本文在 3.1 節中的 (3.3) 與 (3.6) 式相同，即固定成本不會影響一階條件，因此也不會影響最後的均衡解之結果。

3.2.2 模型四：一家領導廠商及 N 家價格接受者的追隨廠商之競爭模型

在本文的模型二中加入固定成本以及領導廠商的利潤限制式，便可以和模型三做比較。同樣假設有一現存的領導廠商（廠商 1）且其受管制，與 N 家追隨且無管制的廠商（廠商 2），且 N 趨近於無窮大。而追隨廠商每單位的最終財都要透過領導廠商來接續，且為單向接續方式。假設廠商 1 與廠商 2 最終財的需求皆爲線性且如同前文所設定的各爲：

$$X_1=a-bP_1+cP_2$$

$$X_2=a+cP_1-bP_2$$

而領導廠商和追隨廠商的成本函數也如同前文所假設的如下：

$$C_1=F+rX_1+\delta X_2$$

$$C_2=dX_2+tX_2=(d+t)X_2$$

上述的 a、b、c、d、r、δ 皆爲大於 0 的參數且 $b > c$。但是，在此廠商 2 的最終財價格 P_2 視爲給定的，故根據 $P_2 = MC_2$ 求得廠商 2 的最適產量、零售價格及利潤分別爲：

$$\hat{X}_2^* = a - bd + cP_1 - bt$$

$$\hat{P}_2^* = d + t\,(= MC_2)$$

$$\hat{\pi}_2^* = 0$$

又消費者剩餘爲 $V(P_1, P_2(t))$，社會福利 $w = V(P_1, P_2(t)) + \hat{\pi}_2^* + \pi_1$。且限制 $\pi_1 \geq 0$。因此 $L = V(P_1, P_2(t)) + \hat{\pi}_2^* + (1+\lambda)\pi_1$，故社會福利最大的一階條件爲：

$$\frac{dL}{dP_1} = \frac{dV}{dP_1} + \frac{d\hat{\pi}_2^*}{dP_1} + (1+\lambda)\left[\hat{X}_1^* + P_1\frac{\partial X_1}{\partial P_1} + t\frac{\partial X_2}{\partial P_1}\right]$$

$$-(1+\lambda)\left[\frac{\partial C_1}{\partial X_1}\frac{\partial X_1}{\partial P_1} + \frac{\partial C_1}{\partial X_2}\frac{\partial X_2}{\partial P_1}\right] = 0 \tag{3.17}$$

$$\frac{dL}{dt} = \frac{dV}{dt} + \frac{d\hat{\pi}_2^*}{dt} + (1+\lambda)\left[P_1\frac{\partial X_1}{\partial P_2}\frac{\partial \hat{P}_2^*}{\partial t} + t\frac{\partial X_2}{\partial P_2}\frac{\partial \hat{P}_2^*}{\partial t} + \hat{X}_2^*\right]$$

$$-(1+\lambda)\left[\frac{\partial C_1}{\partial X_1}\frac{\partial X_1}{\partial P_2}\frac{\partial \hat{P}_2^*}{\partial t} + \frac{\partial C_1}{\partial X_2}\frac{\partial X_2}{\partial P_2}\frac{\partial \hat{P}_2^*}{\partial t}\right] = 0 \tag{3.18}$$

(3.17) (3.18) 解聯立可得：

$$\hat{P}_1^* = \frac{\lambda}{2\lambda+1}\left[\frac{ab}{c(b-c)} - \frac{a}{c}\right] + \frac{\lambda+1}{2\lambda+1}r \tag{3.19}$$

又

$$\hat{P}_1^* - r = \frac{\lambda}{2\lambda+1}\frac{a+rc-rb}{b-c}$$

$$\hat{t}^* = \frac{\lambda}{2\lambda+1}\left[\frac{a}{b-c}+d\right]+\frac{\lambda+1}{2\lambda+1}\delta$$

$$= \delta + \sigma(\hat{P}_1^* - r) + \frac{\lambda}{2\lambda+1}\frac{Z}{b} \tag{3.20}$$

(3.20) 式的前兩項即爲 ECPR，最後一項則爲正的 Ramsey 項，此結果和 Armstrong, Doyle and Vickers (1996) 的一般模型之結果相似，也就是當有限制領導廠商的利潤時，最適接續費會等於 ECPR 加上一正的 Ramsey 項。且第三項的 $1/b$ 可改寫成 $P_2/\eta_2 Q_2$，故由此可發現，當市場愈競爭時，廠商 2 面對的需求彈性愈大，第三項愈小，此時管制者傾向將接續費訂得愈小。

而當 $\lambda = 0$ 時，$\hat{P}_1^* = r$、$\hat{t}^* = \delta$，同理，因固定成本不會影響一階條件，故 $\lambda = 0$ 時，均衡解如同模型二的 (3.9)、(3.10) 式。另外，此結果意味著當領導廠商的接續費或是零售價格訂在邊際成本時，領導廠商的利潤不會有損失，故此結果是社會最適，也是第一好 (first-best) 的接續費訂價政策。然而事實上，電信產業的領導廠商有規模經濟、平均成本遞減的特性，若是將廠商的價格訂在其邊際成本，其必會有損失（可由 $\hat{\pi}_1^* = -F < 0$ 驗證）。因此廠商利潤的限制式必需存在，也就是領導廠商的訂價必會大於其邊際成本。

3.2.3 兩模型的結果之比較與比較靜態分析

當 a、b、c、d、r、δ 皆爲大於 0 的參數且 $b > c$，接著我們來比較廠商有固定成本時，追隨廠商爲非價格接受者時的最適零售價格 P_1^* 與追隨廠商爲價格接受者時的最適零售價格 $\hat{P}_1^*$ 之大小；同時也可以比較最適接續費 t^* 與 $\hat{t}^*$ 之大小。另外，探討直接成本 δ 及替代率 σ，對接續費 t^* 與 $\hat{t}^*$ 之影響。

(1) 模型三與模型四結果之比較 — 領導廠商最適價格之比較：

比較 (3.15) 的 P_1^* 與 (3.19) 的 $\hat{P}_1^*$ 發現，當 $r(b-c) > a$ 時，$P_1^* > \hat{P}_1^*$；

當 $r(b-c)<a$ 時， P_1^* 與 $\hat{P}_1^*$ 的大小則不一定（見附錄 B）。而 $r(b-c)<a$ 也表示

$$\frac{a}{b}+\frac{rc}{b}>r$$

若假設領導廠商直接提供給消費者的每單位成本和透過接續給追隨廠商的每單位成本相同時，即假設 $r=\delta$ 時，則由 (3.5) 式知

$$\frac{a}{b}+\frac{rc}{b}>\delta+d>\delta=r$$

故當 $r=\delta$ 時， $r(b-c)$ 會小於 a ，因此 P_1^* 與 $\hat{P}_1^*$ 的大小不一定。而在市場只有一個產品價格時，根據本文在上述的說明，當廠商的需求曲線低於成本線時，廠商根本不會生產，即市場需求等於零時，

$$P=\frac{a}{b-c}>r$$

故在只有一個產品價格時，係數之間的關係為 $r(b-c)<a$ 。由上述兩個例子，可看出 $r(b-c)$ 與 a 的關係似乎比較傾向為 $r(b-c)<a$ ，即 P_1^* 與 $\hat{P}_1^*$ 的大小不一定。

又若比較 (3.15) 的 P_1^* 與 $\lambda=0$ 時的 $\hat{P}_1^*$。因為 $\hat{P}_1^*=r$ ，且已知 $P_1^*>r$ ，故 $P_1^*>\hat{P}_1^*$ 。

(2) 模型三與模型四結果之比較 — 最適接續費之比較：

比較 (3.16) 的 t^* 與 (3.20) 的 $\hat{t}^*$ 得到：

$$t^*-\hat{t}^*=\sigma(P_1^*-\hat{P}_1^*)-\frac{3\lambda+1}{2\lambda+1}\frac{z}{b}$$

因第二項為正的，故若 $P_1^*>\hat{P}_1^*$ ，則 t^* 與 $\hat{t}^*$ 的大小，要視廠商 1 的最適價格在廠商 2 為非價格接受者時與價格接受者時的差距以及補貼的大小而定；若 $P_1^*<\hat{P}_1^*$ ，則 $t^*<\hat{t}^*$ 。

(3) 模型三與模型四之比較靜態分析 — 直接成本對最適接續費之影響：

由於

$$\frac{\partial t^*}{\partial \delta}=\frac{2\lambda+2}{4\lambda+1}$$

因此直接成本 δ 對最適接續費 t^* 之影響爲正向，且因 λ 介於 0 到 1 之間，故當直接成本每增加 1 元，模型三的最適接續費會增加 2/5 至 4 元。又當模型三的 λ 等於零時，直接成本 δ 對最適接續費 t^* 之影響和對模型一的 t^* 之影響相同，因在 3.1.3 小節已經討論過，故在此不再敘述。而

$$\frac{\partial \hat{t}^*}{\partial \delta}=\frac{\lambda+1}{2\lambda+1}>0$$

且介於 1/3 到 2 之間，故當直接成本每增加 1 元，模型四的最適接續費會增加 1/3 至 2 元。另外，

$$\frac{\partial t^*}{\partial \delta}-\frac{\partial \hat{t}^*}{\partial \delta}=\frac{\lambda+1}{(4\lambda+1)(2\lambda+1)}>0$$

由此可知，直接成本對最適接續費的影響，在雙佔模型比在競爭模型較大。

(4) 模型三與模型四之比較靜態分析 — 轉換比率對最適接續費之影響：

因

$$\frac{\partial t^*}{\partial \sigma}=P_1^*-\frac{2\lambda+2}{4\lambda+1}r$$

由此可知，當轉換比率每變化一單位，模型三的最適接續費會變化 $P_1^*-\frac{2\lambda+2}{4\lambda+1}r$ 單位。又當模型三的 $\lambda=0$ 時，轉換比率 σ 對最適接續費 t^* 之影響和對模型一的 t^* 之影響相同，此在 3.1.3 小節已討論過，因此也不再贅述。而

$$\frac{\partial \hat{t}^*}{\partial \sigma}=\hat{P}_1^*-\frac{\lambda+1}{2\lambda+1}r$$

故當轉換比率每變化 1 單位，模型四的最適接續費會變化 $\hat{P}_1^*-\frac{\lambda+1}{2\lambda+1}r$ 單位。因此，雖然無法得知轉換比率對接續費是正向或負向影響，但可知轉換比率對接續費的影響，是由領導廠商的最適零售價格以及其邊際成本之大小來決定。上述的兩模型之比較整理如下頁表二所示。

領導廠商最適零售價格的比較	當 $r(b-c)>a$ 時， $P_1^*>\hat{P}_1^*$ ； 當 $r(b-c)<a$ 時， P_1^* 與 $\hat{P}_1^*$ 的大小則不一定。
最適接續費的比較	若 $P_1^*>\hat{P}_1^*$，則 t^* 與 $\hat{t}^*$ 的大小，要視 P_1^* 與 $\hat{P}_1^*$ 的差距以及補貼的大小而定；若 $P_1^*<\hat{P}_1^*$，則 $t^*<\hat{t}^*$。
直接成本對最適接續費的影響	直接成本增加 1 元，t^* 增加 2/5 至 4 元；直接成本增加 1 元，$\hat{t}^*$ 增加 1/3 至 2 元。且直接成本對最適接續費的影響在模型三較大。
轉換比率對最適接續費的影響	由領導廠商的零售價格及邊際成本所決定。

（表二：模型三、四的比較與比較靜態分析）