第四章 相異賣方與相異買方的網路拍賣市場

本章模型延伸上一章的基本假設，並參考 Julien, Kennes and King（2002）及 Deltas and Jeitschko（2007）等文獻，加入賣方之間拍賣物品的品質不同、賣方為了設立與維護網站競標的方便性而付出的(沉沒或固定)成本和買方到每家賣方的網站參與競標所付出的交易成本等設定。探討在異質賣方與相異買方的網路拍賣市場中，賣方與買方的最適決策。本章結構如下，第一節為模型的基本假設，以及賣方（拍賣商）的利潤函數與買方（參與競標者）的預期報酬函數的設定，第二節為求解賣方與買方之最適決策的賽局均衡解，第三節為數值化分析，第四節為本章結論，並與相關文獻之結果比較。

第一節 基本模型假設

一、基本假設

本章模型除了買方 1 與 2 最高願付價格 v_1 與 v_2 的定義範圍改變，並加入買方到每家賣方的網站參與競標所付出的交易成本，以及賣方為了設立與維護網站競標的方便性而付出沉沒(固定)成本等措施外，其餘的變數與函數設定皆與第三章的設定相同。

賣方：假設賣方 A 與 B 設立與維護網站競標的方便性而付出沉沒（固定）成本分別為 $f_A \geq 1$ 與 $f_B \geq 1$，而產生的方便性指標分別為 $1/f_A \in [0,1]$ 與 $1/f_B \in [0,1]$。賣方 A 與 B 設立與維護網站競標的方便性，並不等於買方 1 與 2 所認定的方便性，因為買方認定的競標方便性除了與拍賣網站的設施與拍賣規定有關之外，也與買方的電腦設備及對於網路拍賣操作的熟悉程度有關。

買方：為了描述買方 1 與 2 對於賣方 A 與 B 所拍賣物品品質的評價（valuation），本章放棄 $v_1 \in [0,1]$ 與 $v_2 \in [0,1]$ 的設定，而以 $v_{1A} \in [0,\overline{v_A}]$ 與 $v_{2A} \in [0,\overline{v_A}]$

及 $v_{1B} \in [0, \overline{v_B}]$ 與 $v_{2B} \in [0, \overline{v_B}]$ 代替，這意謂假如 $\overline{v_A} > \overline{v_B}$，表示買方 1 與 2 對於賣方 A 的物品品質的評價（valuation）的不確性較高，則賣方 A 的物品品質較賣方 B 的物品品質為差。另外，本章沿用第三章的均勻分配（uniform distribution）。假設買方 1 與 2 所認定的方便性分別為 $S_1 \in [0,1]$ 與 $S_2 \in [0,1]$，則買方 1 與 2 的到賣方 A 與 B 的網站參與競標所付出的交易成本(以買方與賣方認定的方便性之差異來表示)分別為 $\left(S_1 - \frac{1}{f_A}\right)^2$、$\left(S_1 - \frac{1}{f_B}\right)^2$、$\left(S_2 - \frac{1}{f_A}\right)^2$ 及 $\left(S_2 - \frac{1}{f_B}\right)^2$。

仿照第三章，建立兩階段賽局（two-stage game），並以賽局理論的倒推法（backward induction）求解：（a）stage 2: 兩位買方 1 與 2 選擇是否參與賣方 A 與賣方 B 的物品競標，也就是可能參與兩個拍賣網站的競標或只參與一個拍賣網站的競標，因為是網站競標（買方彼此無法觀察對手的標價），所以可使用同時行動賽局（static game）或密封式賽局（sealed-bid game）來建立競標模型。最後，在這兩個網站拍賣分別求出 Bayesian Nash equilibrium。（b）stage 1：兩位賣方 A 與 B 各自將兩位買方 1 與 2 在 Bayesian Nash equilibrium 下的預期報酬納入決策，並決定保留價格 P_A 及 P_B，以保證比在對手的拍賣網站獲得較高的報酬（payoff）來吸引兩位買方 1 與 2 來參與競標。就賣方而言，吸引兩位買方參與競標可以獲得較高的標價，假如只吸引一位買方，則只能以保留價格出售。最後，賣方的保留價格競爭會產生 Bertrand-Nash equilibrium。

二、模型設定

假設每位買方與賣方都是理性的，即追求自己利益最大的前提下，此節討論兩位風險中立的買方（競標者）與兩位風險中立的賣方其目標函數的設立。

I. 第一階段（stage1）：賣方 A 與 B 的保留價格（reserve price）決策與競爭階段

假設賣方在承諾其在設定保留價格後，將不再進行變動，然而，賣方在決定保留價格時，他必須考慮提供同質商品的對手競爭策略，該策略會影響潛在買方

的人數。此時為 Bertrand 的保留價格競爭，以下分別設立賣方 A 和賣方 B 的預期利潤函數：

1. 賣方 A 的競標價決策與目標函數：假設買方 1 的 v_1 與買方 2 的 v_2 是相互獨立，且賣方 A 為風險中立（risk neutral）。

$$\underset{p_A}{\text{Maximi}}\ \pi_A$$

$$\begin{aligned}
&= \left[b_{1A}^{BNE}(v_{1A})\cdot F\left(b_{1A}^{BNE}(v_{1A})>b_{2A}^{BNE}(v_{2A})\right)+b_{2A}^{BNE}(v_{2A})\cdot F\left(b_{2A}^{BNE}(v_{2A})>b_{1A}^{BNE}(v_{1A})\right)-f_A\right]\\
&\quad \cdot F\left(u_{1A}^{BNE}>u_{1B}^{BNE}\right)\cdot F\left(u_{2A}^{BNE}>u_{2B}^{BNE}\right)\\
&\quad +\left(P_A-f_A\right)\cdot\left[F\left(u_{1A}^{BNE}>u_{1B}^{BNE}\right)\cdot F\left(u_{2A}^{BNE}<u_{2B}^{BNE}\right)+F\left(u_{1A}^{BNE}<u_{1B}^{BNE}\right)\cdot F\left(u_{2A}^{BNE}>u_{2B}^{BNE}\right)\right]
\end{aligned}$$

—————————————————————————（4.1）

其中：

P_A = 賣方 A 在 stage 1 所決定並滿足 Bertrand-Nash equilibrium 下的保留價格（reserve price）

f_A = 賣方 A 設立與維護網站競標的方便性而付出沉沒(固定)成本，且 $f_A \geq 1$

$F\left(b_{1A}^{BNE}(v_{1A})>b_{2A}^{BNE}(v_{2A})\right)$= 買方 1 與 2 都參與賣方 A 網站競標的情況下，買方 1 得標(獲勝)的聯合機率。

$F\left(b_{2A}^{BNE}(v_{2A})>b_{1A}^{BNE}(v_{1A})\right)$= 買方 1 與 2 都參與賣方 A 網站競標的情況下，買方 2 得標(獲勝)的聯合機率。

$F\left(u_{1A}^{BNE}>u_{1B}^{BNE}\right)$= 買方 1 放棄到賣方 B 網站，而選擇到賣方 A 網站參與競標的機率。

$F\left(u_{1A}^{BNE}<u_{1B}^{BNE}\right)$= 買方 1 放棄到賣方 A 網站，而選擇到賣方 B 網站參與競標的機率。

$F\left(u_{2A}^{BNE}>u_{2B}^{BNE}\right)$= 買方 2 放棄到賣方 B 網站，而選擇到賣方 A 網站參與競標的機率。

$F\left(u_{2A}^{BNE}<u_{2B}^{BNE}\right)$= 買方 2 放棄到賣方 A 網站，而選擇到賣方 B 網站參與競標的機率。

2. 賣方 B 的競標價決策與目標函數：假設買方 1 的 v_1 與買方 2 的 v_2 是相互獨立，且賣方 B 為風險中立（risk neutral）。

$$\underset{p_B}{\text{Maximi}}\ \pi_B$$

$$\begin{aligned}
&= \left[b_{1B}^{BNE}(v_{1B}) \cdot F\left(b_{1B}^{BNE}(v_{1B}) > b_{2B}^{BNE}(v_{2B})\right) + b_{2B}^{BNE}(v_{2B}) \cdot F\left(b_{2B}^{BNE}(v_{2B}) > b_{1B}^{BNE}(v_{1B})\right) - f_B \right] \\
&\quad \cdot F\left(u_{1B}^{BNE} > u_{1A}^{BNE}\right) \cdot F\left(u_{2B}^{BNE} > u_{2A}^{BNE}\right) \\
&\quad + (P_B - f_B) \cdot \left[F\left(u_{1B}^{BNE} > u_{1A}^{BNE}\right) \cdot F\left(u_{2B}^{BNE} < u_{2A}^{BNE}\right) + F\left(u_{1B}^{BNE} < u_{1A}^{BNE}\right) \cdot F\left(u_{2B}^{BNE} > u_{2A}^{BNE}\right) \right]
\end{aligned} \tag{4.2}$$

其中：

P_B = 賣方 B 在 stage 1 所決定並滿足 Bertrand-Nash equilibrium 下的保留價格（reserve price）

f_B = 賣方 B 設立與維護網站競標的方便性而付出沉沒(固定)成本，且 $f_B \geq 1$

$F\left(b_{1B}^{BNE}(v_{1B}) > b_{2B}^{BNE}(v_{2B})\right)$ = 買方 1 與 2 都參與賣方 B 網站競標的情況下，買方 1 得標(獲勝)的聯合機率。

$F\left(b_{2B}^{BNE}(v_{2B}) > b_{1B}^{BNE}(v_{1B})\right)$ = 買方 1 與 2 都參與賣方 B 網站競標的情況下，買方 2 得標(獲勝)的聯合機率。

$F\left(u_{1A}^{BNE} > u_{1B}^{BNE}\right)$ = 買方 1 放棄到賣方 B 網站，而選擇到賣方 A 網站參與競標的機率。

$F\left(u_{1A}^{BNE} < u_{1B}^{BNE}\right)$ = 買方 1 放棄到賣方 A 網站，而選擇到賣方 B 網站參與競標的機率。

$F\left(u_{2A}^{BNE} > u_{2B}^{BNE}\right)$ = 買方 2 放棄到賣方 B 網站，而選擇到賣方 A 網站參與競標的機率。

$F\left(u_{2A}^{BNE} < u_{2B}^{BNE}\right)$ = 買方 2 放棄到賣方 A 網站，而選擇到賣方 B 網站參與競標的機率。

II. 第二階段（stage2）：兩位買方 1 與 2 的競標價（bid）決策與競爭階段

在一級密封價格拍賣中，投標者只有一次投標機會，而且投標前無法獲知其他投標者的標價，因此，投標者只能根據自己的估價和其他投標者的估價分布來決定自己的投標策略，即每位投標者透過猜測其他投標者的投標行為來決定自己的最適投標。接下來，我們分別設立買方 1 與買方 2 的預期報酬函數：

1. 買方 1 的競標價決策與目標函數：假設買方 1 在賣方 A 網站的競價決策與在賣方 B 網站的競價決策是相互獨立的，且買方 1 為風險中立(risk neutral)。

   (a) 在賣方 A 的網站參與競標時的目標函數：

$$\underset{b_{1A}}{\text{Maximize}} \quad u_{1A}=\left(v_{1A}-b_{1A}-\left(S_1-\frac{1}{f_A}\right)^2\right)F\left(b_{1A}>b_{2A}\left(v_{2A}\right)\right)$$

$$+\left(v_{1A}-P_A-\left(S_1-\frac{1}{f_A}\right)^2\right)F\left(b_{2A}\left(v_{2A}\right)<P_A+\left(S_2-\frac{1}{f_A}\right)^2\right) \qquad (4.3)$$

其中：

u_{1A} = 買方 1 在賣方 A 的網站參與競標後獲得的預期報酬（expected payoff）或預期效用（expected utility）

v_{1A} = 買方 1 的最高願付價格（valuation），它是買方 1 的私人訊息，且 $v_{1A}\in\left[0,\overline{v_A}\right]$ 並服從均勻分配

$b_{1A}=b_{1A}\left(v_{1A}\right)=a_{1A}+c_{1A}v_{1A}$ = 買方 1 在賣方 A 的網站參與競標所決定的競標價(bid)，因為 $v_{1A}\in\left[0,\overline{v_A}\right]$ 並服從均勻分配，所以 $b_{1A}\in\left[a_{1A},a_{1A}+c_{1A}\overline{v_A}\right]$ 並服從均勻分配

$b_{2A}=b_{2A}\left(v_{2A}\right)=a_{2A}+c_{2A}v_{2A}$ = 買方 2 在賣方 A 的網站參與競標所決定的競標價（bid），因為 $v_{2A}\in\left[0,\overline{v_A}\right]$ 並服從均勻分配，所以 $b_{2A}\in\left[a_{2A},a_{2A}+c_{2A}\overline{v_A}\right]$ 並服從均勻分配

S_1 = 買方 1 認定的方便性，且 $S_1\in[0,1]$

S_2 = 買方 2 認定的方便性，且 $S_2\in[0,1]$

$1/f_A$ ＝賣方 A 付出沉沒(固定)成本後產生的方便性，且 $1/f_A \in [0,1]$

$\left(S_1 - \frac{1}{f_A}\right)^2$ ＝買方 1 到賣方 A 的網站參與競標所付出的交易成本

$\left(S_2 - \frac{1}{f_A}\right)^2$ ＝買方 2 到賣方 A 的網站參與競標所付出的交易成本

$F\left(b_{1A} > b_{2A}(v_{2A})\right)$＝買方 1 與 2 都參與賣方 A 網站競標的情況下，買方 1 得標（獲勝）的機率

$F\left(b_{2A}(v_{2A}) < P_A + \left(S_2 - \frac{1}{f_A}\right)^2\right)$＝僅有買方 1 參與而買方 2 退出賣方 A 網站競標的機率

$\left(v_{1A} - b_{1A} - \left(S_1 - \frac{1}{f_A}\right)^2\right) F\left(b_{1A} > b_{2A}(v_{2A})\right)$＝在買方 1 與 2 都參與賣方 A 網站競標的情況下，買方 1 獲得的預期報酬

$\left(v_{1A} - P_A - \left(S_1 - \frac{1}{f_A}\right)^2\right) F\left(b_{2A}(v_{2A}) < P_A + \left(S_2 - \frac{1}{f_A}\right)^2\right)$＝在僅有買方 1 參與而買方 2 退出賣方 A 網站競標的情況下，買方 1 獲得的預期報酬

(b) 在賣方 B 的網站參與競標時的目標函數：

$$\underset{b_{1B}}{\text{Maximize}} \quad u_{1B} = \left(v_{1B} - b_{1B} - \left(S_1 - \frac{1}{f_B}\right)^2\right) F\left(b_{1B} > b_{2B}(v_{2B})\right) + \left(v_{1B} - P_B - \left(S_1 - \frac{1}{f_B}\right)^2\right) F\left(b_{2B}(v_{2B}) < P_B + \left(S_2 - \frac{1}{f_B}\right)^2\right) \tag{4.4}$$

其中：

u_{1B} ＝買方 1 在賣方 B 的網站參與競標後獲得的預期報酬（expected payoff）

或預期效用（expected utility）

$v_{1B}=$買方 1 的最高願付價格（valuation），它是買方 1 的私人訊息，且

$v_{1B}\in\left[0,\overline{v_B}\right]$並服從均勻分配

$b_{1B}=b_{1B}(v_{1B})=a_{1B}+c_{1B}v_{1B}=$買方 1 在賣方 B 的網站參與競標所決定的競標

價（bid），因為 $v_{1B}\in\left[0,\overline{v_B}\right]$並服從均勻分配，所以 $b_{1B}\in\left[a_{1B},a_{1B}+c_{1B}\overline{v_B}\right]$並

服從均勻分配

$b_{2B}=b_{2B}(v_{2B})=a_{2B}+c_{2B}v_{2B}=$買方 2 在賣方 B 的網站參與競標所決定的競標

價（bid），因為 $v_{2B}\in\left[0,\overline{v_B}\right]$並服從均勻分配，所以 $b_{2B}\in\left[a_{2B},a_{2B}+c_{2B}\overline{v_B}\right]$

並服從均勻分配

$1/f_B=$賣方 B 付出沉沒(固定)成本後產生的方便性，且 $1/f_B\in[0,1]$

$\left(S_1-\frac{1}{f_B}\right)^2=$買方 1 到賣方 B 的網站參與競標所付出的交易成本

$\left(S_2-\frac{1}{f_B}\right)^2=$買方 2 到賣方 B 的網站參與競標所付出的交易成本

$F\left(b_{1B}>b_{2B}(v_{2B})\right)=$買方 1 與 2 都參與賣方 B 網站競標的情況下，買方 1 得

標（獲勝）的機率

$F\left(b_{2B}(v_{2B})<P_B+\left(S_2-\frac{1}{f_B}\right)^2\right)=$僅有買方 1 參與而買方 2 退出賣方 B 網站競

標的機率

$\left(v_{1B}-b_{1B}-\left(S_1-\frac{1}{f_B}\right)^2\right)F\left(b_{1B}>b_{2B}(v_{2B})\right)=$在買方 1 與 2 都參與賣方 B 網站競標

的情況下，買方 1 獲得的預期報酬

$\left(v_{1B}-P_B-\left(S_1-\frac{1}{f_B}\right)^2\right)F\left(b_{2B}(v_{2B})<P_B+\left(S_2-\frac{1}{f_B}\right)^2\right)=$在僅有買方 1 參與而買方

2 退出賣方 B 網站競標的情況下，買方 1 獲得的預期報酬

2. 買方 2 的競標價決策與目標函數：假設買方 2 在賣方 A 網站的競價決策與在賣方 B 網站的競價決策是相互獨立的，且買方 2 為風險中立(risk neutral)。

(a) 在賣方 A 的網站參與競標時的目標函數：

$$\underset{b_{2A}}{\text{Maximize}} \quad u_{2A} = \left(v_{2A} - b_{2A} - \left(S_2 - \frac{1}{f_A} \right)^2 \right) F\left(b_{2A} > b_{1A}(v_{1A}) \right) + \left(v_{2A} - P_A - \left(S_2 - \frac{1}{f_A} \right)^2 \right) F\left(b_{1A}(v_{1A}) < P_A + \left(S_1 - \frac{1}{f_A} \right)^2 \right) \tag{4.5}$$

其中：

u_{2A} = 買方 2 在賣方 A 的網站參與競標後獲得的預期報酬（expected payoff）或預期效用（expected utility）

v_{2A} = 買方 2 的最高願付價格（valuation），它是買方 2 的私人訊息，且 $v_{2A} \in \left[0, \overline{v_A}\right]$ 並服從均勻分配

$F\left(b_{2A} > b_{1A}(v_{1A}) \right)$ = 買方 1 與 2 都參與賣方 A 網站競標的情況下，買方 2 得標（獲勝）的機率

$F\left(b_{1A}(v_{1A}) < P_A + \left(S_1 - \frac{1}{f_A} \right)^2 \right)$ = 僅有買方 2 參與而買方 1 退出賣方 A 網站競標的機率

$\left(v_{2A} - b_{2A} - \left(S_2 - \frac{1}{f_A} \right)^2 \right) F\left(b_{2A} > b_{1A}(v_{1A}) \right)$ = 在買方 1 與 2 都參與賣方 A 網站競標的情況下，買方 2 獲得的預期報酬

$\left(v_{2A} - P_A - \left(S_2 - \frac{1}{f_A} \right)^2 \right) F\left(b_{1A}(v_{1A}) < P_A + \left(S_1 - \frac{1}{f_A} \right)^2 \right)$ = 在僅有買方 2 參與而買方

1 退出賣方 A 網站競標的情況下，買方 2 獲得的預期報酬

(b) 在賣方 B 的網站參與競標時的目標函數：

$$\underset{b_{2B}}{\text{Maximize}} \quad u_{2B} = \left(v_{2B} - b_{2B} \text{-} \left(S_2 \text{-} \frac{1}{f_B} \right)^2 \right) F\left(b_{2B} > b_{1B}(v_{1B}) \right)$$

$$+ \left(v_{2B} - P_B \text{-} \left(S_2 \text{-} \frac{1}{f_B} \right)^2 \right) F\left(b_{1B}(v_{1B}) < P_B + \left(S_1 \text{-} \frac{1}{f_B} \right)^2 \right)$$

———————————————————————— （4.6）

其中：

u_{2B} = 買方 2 在賣方 B 的網站參與競標後獲得的預期報酬（expected payoff）或預期效用（expected utility）

v_{2B} = 買方 2 的最高願付價格（valuation），它是買方 2 的私人訊息，且 $v_{2B} \in \left[0, \overline{v_B}\right]$ 並服從均勻分配

$F\left(b_{2B} > b_{1B}(v_{1B})\right)$ = 買方 1 與 2 都參與賣方 B 網站競標的情況下，買方 2 得標（獲勝）的機率

$F\left(b_{1B}(v_{1B}) < P_B + \left(S_1 \text{-} \frac{1}{f_B} \right)^2 \right)$ = 僅有買方 2 參與而買方 1 退出賣方 B 網站競標的機率

$\left(v_{2B} - b_{2B} \text{-} \left(S_2 \text{-} \frac{1}{f_B} \right)^2 \right) F\left(b_{2B} > b_{1B}(v_{1B}) \right)$ = 在買方 1 與 2 都參與賣方 B 網站競標的情況下，買方 2 獲得的預期報酬

$\left(v_{2B} - P_B \text{-} \left(S_2 \text{-} \frac{1}{f_B} \right)^2 \right) F\left(b_{1B}(v_{1B}) < P_B + \left(S_1 \text{-} \frac{1}{f_B} \right)^2 \right)$ = 在僅有買方 2 參與而買方 1 退出賣方 B 網站競標的情況下，買方 2 獲得的預期報酬

第二節　賽局均衡

此小節以賽局理論的倒推法（backward induction），先求解第二階段中，風險中立的買方（競標者）的最適競價決策，得到兩個拍賣網站的 Bayesian Nash equilibrium 下買方的均衡競標價，然後將其分別代入買方 1 與 2 的預期報酬函數內，以求得兩個拍賣網站的 Bayesian Nash equilibrium 下買方的預期報酬函數，再將 Bayesian Nash equilibrium 下買方的均衡競標價及預期報酬函數往前代入 stage 1 的兩個賣方的利潤函數中，求解第一階段中，風險中立的賣方的最適底價（保留價格）決策，並解得該階段 Bertrand-Nash equilibrium 下賣方的均衡保留價格，最後求得整個 two-stage game 均衡下買方的均衡競標價及賣方的均衡保留價格。

1. 第二階段（stage2）：兩位買方 1 與 2 的競標價（bid）決策與競爭階段

根據賽局理論的倒推法（backward induction），我們首先求解買方的最適競價決策，買方（競標者）同時出價，且彼此無法觀察對手的策略（競標價），由於此為不完全訊息的靜態賽局，所以我們要求解 Bayesian Nash equilibrium。以下分別求解買方 1 與 2 在預期自己報酬最大時的最適競標價：

1. 買方 1 的競標價決策與目標函數：

(a) 極大化在賣方 A 的網站參與競標時的預期報酬：

$$\underset{b_{1A}}{\text{Maximize}} \quad u_{1A}=\left(v_{1A}-b_{1A}-\left(S_1\text{-}\frac{1}{f_A}\right)^2\right)\cdot\frac{1}{c_{2A}\cdot\overline{v_A}}\cdot\left(b_{1A}-P_A-\left(S_2\text{-}\frac{1}{f_A}\right)^2\right)$$
$$+\left(v_{1A}-P_A-\left(S_1\text{-}\frac{1}{f_A}\right)^2\right)\cdot\frac{1}{c_{2A}\cdot\overline{v_A}}\cdot\left(P_A+\left(S_2\text{-}\frac{1}{f_A}\right)^2-a_{2A}\right)$$

－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－（4.7）

首先，我們根據（4.3）式計算買方 1 參與賣方 A 的網站的預期報酬，可得（4.7）式。而買方 1 必然會選擇最適的投標 b_{1A}^{BNE} 以使他的期望收益最大。因此，

令 u_{1A} 最大的 b_{1A}^{BNE} 將滿足：

一階條件 F.O.C：$\frac{\partial u_{1A}}{\partial b_{1A}}=0$

$$\Rightarrow \frac{1}{c_{2A}\cdot \overline{v_A}}\cdot\left(-\left(b_{1A}-P_A-\left(S_2-\frac{1}{f_A}\right)^2\right)+\left(v_{1A}-b_{1A}-\left(S_1-\frac{1}{f_A}\right)^2\right)\right)=0$$

$$\Rightarrow b_{1A}^{BNE}=\frac{1}{2}\left(v_{1A}+P_A-\left(S_1-\frac{1}{f_A}\right)^2+\left(S_2-\frac{1}{f_A}\right)^2\right) \qquad \text{------------}(4.8)$$

二階條件 S.O.C：$\frac{\partial^2 u_{1A}}{\partial b_{1A}^2}=\frac{-2}{c_{2A}\cdot\overline{v_A}}<0$，表示在 $b_{1A}=b_{1A}^{BNE}$ 時，u_{1A} 存在極大值。

根據（4.8）式，我們可以看出買方 1 在賣方 A 的網站參與競標的競標價與自己（買方 1）的最高願付價格、賣方 A 的保留價格及買方 2 到賣方 A 的網站參與競標所付出的交易成本等變數呈現正相關；而與自己（買方 1）到賣方 A 的網站參與競標所付出的交易成本呈現負相關。將（4.8）式與

$b_{1A}=b_{1A}(v_{1A})=a_{1A}+c_{1A}v_{1A}$ 對照，並得到 $a_{1A}=\frac{1}{2}\left(P_A-\left(S_1-\frac{1}{f_A}\right)^2+\left(S_2-\frac{1}{f_A}\right)^2\right)$，

$c_{1A}=\frac{1}{2}$。

(b) 極大化在賣方 B 的網站參與競標時的預期報酬：

$$\underset{b_{1B}}{\text{Maximize}} \quad u_{1B}=\left(v_{1B}-b_{1B}-\left(S_1-\frac{1}{f_B}\right)^2\right)\cdot\frac{1}{c_{2B}\cdot\overline{v_B}}\cdot\left(b_{1B}-P_B-\left(S_2-\frac{1}{f_B}\right)^2\right)$$

$$+\left(v_{1B}-P_B-\left(S_1-\frac{1}{f_B}\right)^2\right)\cdot\frac{1}{c_{2B}\cdot\overline{v_B}}\cdot\left(P_B+\left(S_2-\frac{1}{f_B}\right)^2-a_{2B}\right)$$

$$\text{--------------------------------}(4.9)$$

其次，我們根據（4.4）式計算買方 1 參與賣方 B 的網站的預期報酬，可得（4.9）式。而買方 1 必然會選擇最適的投標 b_{1B}^{BNE} 以使他的期望收益最大。因此，令 u_{1B} 最大的 b_{1B}^{BNE} 將滿足：

一階條件 F.O.C：$\dfrac{\partial u_{1B}}{\partial b_{1B}}=0$

$$\Rightarrow \frac{1}{c_{2B}\cdot \overline{v_B}}\cdot\left(-\left(b_{1B}-P_B-\left(S_2-\frac{1}{f_B}\right)^2\right)+\left(v_{1B}-b_{1B}-\left(S_1-\frac{1}{f_B}\right)^2\right)\right)=0$$

$$\Rightarrow b_{1B}^{BNE}=\frac{1}{2}\left(v_{1B}+P_B-\left(S_1-\frac{1}{f_B}\right)^2+\left(S_2-\frac{1}{f_B}\right)^2\right) \qquad \text{------------} \quad (4.10)$$

二階條件 S.O.C：$\dfrac{\partial^2 u_{1B}}{\partial b_{1B}^2}=\dfrac{-2}{c_{2B}\cdot\overline{v_B}}<0$，表示在$b_{1B}=b_{1B}^{BNE}$時，$u_{1B}$存在極大值。

根據（4.10）式，我們可以看出買方 1 在賣方 B 的網站參與競標的競標價與自己（買方 1）的最高願付價格、賣方 B 的保留價格及買方 2 到賣方 B 的網站參與競標所付出的交易成本等變數呈現正相關；而與自己（買方 1）到賣方 B 的網站參與競標所付出的交易成本呈現負相關。將（4.10）式與

$b_{1B}=b_{1B}(v_{1B})=a_{1B}+c_{1B}v_{1B}$ 對照，並得到 $a_{1B}=\dfrac{1}{2}\left(P_B-\left(S_1-\dfrac{1}{f_B}\right)^2+\left(S_2-\dfrac{1}{f_B}\right)^2\right)$，

$c_{1B}=\dfrac{1}{2}$。

2. 買方 2 的競標價決策與目標函數：

(a) 極大化在賣方 A 的網站參與競標時的預期報酬：

$$\underset{b_{2A}}{\text{Maximize}} \quad u_{2A}=\left(v_{2A}-b_{2A}-\left(S_2-\frac{1}{f_A}\right)^2\right)\cdot\frac{1}{c_{1A}\cdot\overline{v_A}}\cdot\left(b_{2A}-P_A-\left(S_1-\frac{1}{f_A}\right)^2\right)$$
$$+\left(v_{2A}-P_A-\left(S_2-\frac{1}{f_A}\right)^2\right)\cdot\frac{1}{c_{1A}\cdot\overline{v_A}}\cdot\left(P_A+\left(S_1-\frac{1}{f_A}\right)^2-a_{1A}\right)$$

$$\text{--------------------------------} \quad (4.11)$$

再來，我們根據（4.5）式計算買方 2 參與賣方 A 的網站的預期報酬，可得（4.11）式。而買方 2 必然會選擇最適的投標 b_{2A}^{BNE} 以使他的期望收益最大。因此，令 u_{2A} 最大的 b_{2A}^{BNE} 將滿足：

一階條件 F.O.C：$\dfrac{\partial u_{2A}}{\partial b_{2A}}=0$

$$\Rightarrow \frac{1}{c_{1A}\cdot \overline{v_A}}\cdot\left(-\left(b_{2A}-P_A-\left(S_1\text{-}\frac{1}{f_A}\right)^2\right)+\left(v_{2A}-b_{2A}-\left(S_2\text{-}\frac{1}{f_A}\right)^2\right)\right)=0$$

$$\Rightarrow b_{2A}^{BNE}=\frac{1}{2}\left(v_{2A}+P_A+\left(S_1\text{-}\frac{1}{f_A}\right)^2-\left(S_2\text{-}\frac{1}{f_A}\right)^2\right) \qquad \text{------------}(4.12)$$

二階條件 S.O.C：$\dfrac{\partial^2 u_{2A}}{\partial b_{2A}^2}=\dfrac{-2}{c_{1A}\cdot\overline{v_A}}<0$，表示在 $b_{2A}=b_{2A}^{BNE}$ 時，u_{2A} 存在極大值。

根據（4.12）式，我們可以看出買方 2 在賣方 A 的網站參與競標的競標價與自己（買方 2）的最高願付價格、賣方 A 的保留價格及買方 1 到賣方 A 的網站參與競標所付出的交易成本等變數呈現正相關；而與自己（買方 2）到賣方 A 的網站參與競標所付出的交易成本呈現負相關。將（4.12）式與

$b_{2A}=b_{2A}(v_{2A})=a_{2A}+c_{2A}v_{2A}$ 對照，並得到 $a_{2A}=\dfrac{1}{2}\left(P_A+\left(S_1\text{-}\dfrac{1}{f_A}\right)^2-\left(S_2\text{-}\dfrac{1}{f_A}\right)^2\right)$，

$c_{2A}=\dfrac{1}{2}$。

(b) 極大化在賣方 B 的網站參與競標時的預期報酬：

$$\underset{b_{2B}}{\text{Maximize}} \quad u_{2B}=\left(v_{2B}-b_{2B}-\left(S_2\text{-}\frac{1}{f_B}\right)^2\right)\cdot\frac{1}{c_{1B}\cdot\overline{v_B}}\cdot\left(b_{2B}-P_B-\left(S_1\text{-}\frac{1}{f_B}\right)^2\right)$$
$$+\left(v_{2B}-P_B-\left(S_2\text{-}\frac{1}{f_B}\right)^2\right)\cdot\frac{1}{c_{1B}\cdot\overline{v_B}}\cdot\left(P_B+\left(S_1\text{-}\frac{1}{f_B}\right)^2-a_{1B}\right)$$

------------------------------（4.13）

最後，我們根據（4.6）式計算買方 2 參與賣方 B 的網站的預期報酬，可得（4.13）式。而買方 2 必然會選擇最適的投標 b_{2B}^{BNE} 以使他的期望收益最大。因此，令 u_{2B} 最大的 b_{2B}^{BNE} 將滿足：

一階條件 F.O.C：$\dfrac{\partial u_{2B}}{\partial b_{2B}}=0$

$$\Rightarrow \frac{1}{c_{1B}\cdot \overline{v_B}}\cdot\left(-\left(b_{2B}-P_B-\left(S_1\text{-}\frac{1}{f_B}\right)^2\right)+\left(v_{2B}-b_{2B}-\left(S_2\text{-}\frac{1}{f_B}\right)^2\right)\right)=0$$

$$\Rightarrow b_{2B}^{BNE}=\frac{1}{2}\left(v_{2B}+P_B+\left(S_1\text{-}\frac{1}{f_B}\right)^2-\left(S_2\text{-}\frac{1}{f_B}\right)^2\right) \qquad \text{-----------}(4.14)$$

二階條件 S.O.C：$\frac{\partial^2 u_{2B}}{\partial b_{2B}^2}=\frac{-2}{c_{1B}\cdot \overline{v_B}}<0$，表示在 $b_{2B}=b_{2B}^{BNE}$ 時，u_{2B} 存在極大值。

根據（4.14）式，我們可以看出買方 2 在賣方 B 的網站參與競標的競標價與自己（買方 2）的最高願付價格、賣方 B 的保留價格及買方 1 到賣方 B 的網站參與競標所付出的交易成本等變數呈現正相關；而與自己（買方 2）到賣方 B 的網站參與競標所付出的交易成本呈現負相關。將（4.14）式與

$b_{2B}=b_{2B}(v_{2B})=a_{2B}+c_{2B}v_{2B}$ 對照，並得到 $a_{2B}=\frac{1}{2}\left(P_B+\left(S_1\text{-}\frac{1}{f_B}\right)^2-\left(S_2\text{-}\frac{1}{f_B}\right)^2\right)$，

$c_{2B}=\frac{1}{2}$。

3. Linear Bayesian Nash Equilibrium：

（4.8）、（4.10）、（4.12）和（4.14）式為 1 與 2 的買方（競標者）各自在 A 與 B 的網站拍賣商（賣方）參與競標的最適競標價，並將其代回（4.7）、（4.9）、（4.11）和（4.13）式，可得到 1 與 2 的買方（競標者）各自在 A 與 B 的網站拍賣商（賣方）參與競標的預期報酬。故買方（競標者）的競標價和預期報酬之 linear Bayesian Nash equilibrium 為：

$$b_{1A}^{BNE}=b_{1A}(v_{1A})=\frac{1}{2}\left(v_{1A}+P_A-\left(S_1\text{-}\frac{1}{f_A}\right)^2+\left(S_2\text{-}\frac{1}{f_A}\right)^2\right)$$

$$b_{1B}^{BNE}=b_{1B}(v_{1B})=\frac{1}{2}\left(v_{1B}+P_B-\left(S_1\text{-}\frac{1}{f_B}\right)^2+\left(S_2\text{-}\frac{1}{f_B}\right)^2\right)$$

$$b_{2A}^{BNE}=b_{2A}(v_{2A})=\frac{1}{2}\left(v_{2A}+P_A+\left(S_1\text{-}\frac{1}{f_A}\right)^2-\left(S_2\text{-}\frac{1}{f_A}\right)^2\right)$$

$$b_{2B}^{BNE} = b_{2B}(v_{2B}) = \frac{1}{2}\left(v_{2B} + P_B + \left(S_1 - \frac{1}{f_B}\right)^2 - \left(S_2 - \frac{1}{f_B}\right)^2\right)$$

$$u_{1A}^{BNE} = \frac{1}{\overline{v}_A}\Bigg(\frac{1}{2}\left(v_{1A}^2 - P_A^2 + 3\left(S_1 - \frac{1}{f_A}\right)^4 + \left(S_2 - \frac{1}{f_A}\right)^4\right)$$

$$-2\left(\left(S_1 - \frac{1}{f_A}\right)^2\left(S_2 - \frac{1}{f_A}\right)^2 + v_{1A}\left(\left(S_1 - \frac{1}{f_A}\right)^2 - \left(S_2 - \frac{1}{f_A}\right)^2\right)\right) + P_A\left(\left(S_1 - \frac{1}{f_A}\right)^2 - 2\left(S_2 - \frac{1}{f_A}\right)^2\right)\Bigg)$$

$$u_{1B}^{BNE} = \frac{1}{\overline{v}_B}\Bigg(\frac{1}{2}\left(v_{1B}^2 - P_B^2 + 3\left(S_1 - \frac{1}{f_B}\right)^4 + \left(S_2 - \frac{1}{f_B}\right)^4\right)$$

$$-2\left(\left(S_1 - \frac{1}{f_B}\right)^2\left(S_2 - \frac{1}{f_B}\right)^2 + v_{1B}\left(\left(S_1 - \frac{1}{f_B}\right)^2 - \left(S_2 - \frac{1}{f_B}\right)^2\right)\right) + P_B\left(\left(S_1 - \frac{1}{f_B}\right)^2 - 2\left(S_2 - \frac{1}{f_B}\right)^2\right)\Bigg)$$

$$u_{2A}^{BNE} = \frac{1}{\overline{v}_A}\Bigg(\frac{1}{2}\left(v_{2A}^2 - P_A^2 + \left(S_1 - \frac{1}{f_A}\right)^4 + 3\left(S_2 - \frac{1}{f_A}\right)^4\right)$$

$$+2\left(-\left(S_1 - \frac{1}{f_A}\right)^2\left(S_2 - \frac{1}{f_A}\right)^2 + v_{2A}\left(\left(S_1 - \frac{1}{f_A}\right)^2 - \left(S_2 - \frac{1}{f_A}\right)^2\right)\right) + P_A\left(-2\left(S_1 - \frac{1}{f_A}\right)^2 + \left(S_2 - \frac{1}{f_A}\right)^2\right)\Bigg)$$

$$u_{2B}^{BNE} = \frac{1}{\overline{v}_B}\Bigg(\frac{1}{2}\left(v_{2B}^2 - P_B^2 + \left(S_1 - \frac{1}{f_B}\right)^4 + 3\left(S_2 - \frac{1}{f_B}\right)^4\right)$$

$$+2\left(-\left(S_1 - \frac{1}{f_B}\right)^2\left(S_2 - \frac{1}{f_B}\right)^2 + v_{2B}\left(\left(S_1 - \frac{1}{f_B}\right)^2 - \left(S_2 - \frac{1}{f_B}\right)^2\right)\right) + P_B\left(-2\left(S_1 - \frac{1}{f_B}\right)^2 + \left(S_2 - \frac{1}{f_B}\right)^2\right)\Bigg)$$

我們可以看出買方 1 或 2 在賣方 A 或 B 的網站參與競標的預期報酬受到自己（買方 1 或 2）的最高願付價格、其參與競標的網站（賣方 A 或 B）之保留價格及自己和其他競標者到賣方的網站參與競標所付出的交易成本等變數影響。

2. 第一階段（stage1）：賣方 A 與 B 的保留價格（reserve price）決策與競爭階段

接下來，我們求解賣方的最適底價決策，兩位賣方 A 與 B 各自將兩位買方 1 與 2 在第二階段 Bayesian Nash equilibrium 下的預期報酬（即 u_1 和 u_2 ）納入決

策，並決定保留價格 P_A 及 P_B 。

1. 賣方 A 的競標價決策與目標函數：假設買方 1 的 v_1 與買方 2 的 v_2 是相互獨立，且賣方 A 為風險中立(risk neutral)。

$$\underset{p_A}{\mathrm{Maximi}}\quad \pi_A$$

$$= 1 \Big/ \left(256\left(\overline{v_A}\right)^3\left(\overline{v_B}\right)^2(E-F)^2\right)$$

$$\Big[\frac{1}{C\text{-}D}\Big(4\overline{v_A}(E-F)(P_A-f_A)\Big(\Big(2\left(\overline{v_A}F(-4E+F)+\overline{v_B}\left(4CD-D^2-2\overline{v_A}(E-F)\right)\right)$$

$$-4\overline{v_B}(C-2D)P_A+3\overline{v_B}C^2P_A^2+4\overline{v_A}(E-2F)P_B-3\overline{v_A}E^2P_B^2\Big)$$

$$\Big(-4\overline{v_A}\cdot\overline{v_B}(C-D)+8\overline{v_B}CD-6\overline{v_B}D^2-8\overline{v_A}EF+6\overline{v_A}F^2$$

$$+4\overline{v_B}(2C-D)P_A+\overline{v_B}C^2P_A^2+4\overline{v_A}(-2E+F)P_B-\overline{v_A}E^2P_B^2\Big)$$

$$+\Big(-8\overline{v_B}CD+6\overline{v_B}D^2-4\overline{v_A}\cdot\overline{v_B}(E-F)+8\overline{v_A}EF-6\overline{v_A}F^2$$

$$+4\overline{v_B}(-2C+D)P_A-\overline{v_B}C^2P_A^2+4\overline{v_A}(2E-F)P_B+\overline{v_A}E^2P_B^2\Big)$$

$$\Big(2\left(\overline{v_B}D(\text{-}4C+D)-\overline{v_A}\left(2\overline{v_B}(C-D)-4EF+F^2\right)\right)$$

$$+4\overline{v_B}(C-2D)P_A-3\overline{v_B}C^2P_A^2-4\overline{v_A}(E-2F)P_B+3\overline{v_A}E^2P_B^2\Big)\Big)\Big)$$

$$+\Big(2\left(\overline{v_B}D(4C\text{-}D)+\overline{v_A}\left(2\overline{v_B}(C-D)-4EF+F^2\right)\right)$$

$$-4\overline{v_B}(C-2D)P_A+3\overline{v_B}C^2P_A^2+4\overline{v_A}(E-2F)P_B-3\overline{v_A}E^2P_B^2\Big)$$

$$\Big(2\left(\overline{v_B}D(\text{-}4C+3D)+\overline{v_A}\left(2\overline{v_B}(C-D)+4EF-3F^2\right)\right)$$

$$+4\overline{v_B}(-2C+D)P_A-\overline{v_B}C^2P_A^2+4\overline{v_A}(2E-F)P_B+\overline{v_A}E^2P_B^2\Big)$$

$$\left(8\left(C^2+D^2-2CD\right)+2\overline{v_A}(P_A-2f_A)+v_{1A}\left(\overline{v_A}-4(C-D)\right)+v_{2A}\left(\overline{v_A}+4(C-D)\right)\right)\Big]$$

---（4.15）

其中： $C=\left(S_1\text{-}\dfrac{1}{f_A}\right)^2$ 　　　　$D=\left(S_2\text{-}\dfrac{1}{f_A}\right)^2$

$$E=\left(S_1-\frac{1}{f_B}\right)^2 \qquad\qquad F=\left(S_2-\frac{1}{f_B}\right)^2$$

我們根據買方 1 與 2 在第二階段 Bayesian Nash equilibrium 下的預期報酬代入（4.1）式計算賣方 A 的預期利潤，可得（4.15）式。而賣方 A 必然會選擇最適的保留價格 P_A^{NE} 以使他的期望利潤最大。因此，令 π_A 最大的 P_A^{NE} 將滿足：

一階條件 F.O.C：$\dfrac{\partial \pi_A}{\partial P_A}=0$ －－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－（4.16）

二階條件 S.O.C：$\dfrac{\partial^2 \pi_A}{\partial P_A^2}<0$，表示在 $P_A=P_A^{NE}$ 時，π_A 存在極大值。

2. 賣方 B 的競標價決策與目標函數：假設買方 1 的 v_1 與買方 2 的 v_2 是相互獨立，且賣方 B 為風險中立(risk neutral)。

$$\underset{p_B}{\text{Maximi}} \quad \pi_B$$

$$= 1\Big/\Big(256\big(\overline{v_A}\big)^2\big(\overline{v_B}\big)^3(C-D)^2\Big)$$

$$\Big[\frac{1}{E-F}\Big(4\overline{v_B}(C-D)(P_B-f_B)\Big(\Big(2\big(\overline{v_A}F(-4E+F)+\overline{v_B}\big(4CD-D^2-2\overline{v_A}(E-F)\big)\big)$$

$$-4\overline{v_B}(C-2D)P_A+3\overline{v_B}C^2P_A^2+4\overline{v_A}(E-2F)P_B-3\overline{v_A}E^2P_B^2\Big)$$

$$\Big(-4\overline{v_A}\cdot\overline{v_B}(C-D)+8\overline{v_B}CD-6\overline{v_B}D^2-8\overline{v_A}EF+6\overline{v_A}F^2$$

$$+4\overline{v_B}(2C-D)P_A+\overline{v_B}C^2P_A^2+4\overline{v_A}(-2E+F)P_B-\overline{v_A}E^2P_B^2\Big)$$

$$+\Big(-8\overline{v_B}CD+6\overline{v_B}D^2-4\overline{v_A}\cdot\overline{v_B}(E-F)+8\overline{v_A}EF-6\overline{v_A}F^2$$

$$+4\overline{v_B}(-2C+D)P_A-\overline{v_B}C^2P_A^2+4\overline{v_A}(2E-F)P_B+\overline{v_A}E^2P_B^2\Big)$$

$$\Big(2\big(\overline{v_B}D(-4C+D)-\overline{v_A}\big(2\overline{v_B}(C-D)-4EF+F^2\big)\big)$$

$$+4\overline{v_B}(C-2D)P_A-3\overline{v_B}C^2P_A^2-4\overline{v_A}(E-2F)P_B+3\overline{v_A}E^2P_B^2\Big)\Big)\Big)$$

$$+\Big(2\big(\overline{v_A}F(-4E+3F)+\overline{v_B}\big(2\overline{v_A}(E-F)+4CD-3D^2\big)\big)$$

$$+4\overline{v_B}(2C-D)P_A+\overline{v_B}C^2P_A^2-4\overline{v_A}(2E-F)P_B-\overline{v_A}E^2P_B^2\Big)$$

$$\Big(2\big(\overline{v_A}F(4E-F)+\overline{v_B}\big(2\overline{v_A}(E-F)+4CD-3D^2\big)\big)$$

$$+4\overline{v_B}(C-2D)P_A-3\overline{v_B}C^2P_A^2-4\overline{v_A}(E-2F)P_B+3\overline{v_A}E^2P_B^2\Big)$$

$$\Big(8\big(E^2+F^2-2EF\big)+2\overline{v_B}(P_B-2f_B)+v_{1B}\big(\overline{v_B}-4(E-F)\big)+v_{2B}\big(\overline{v_B}+4(E-F)\big)\Big)\Big]$$

--（4.17）

其中：$C=\left(S_1\text{-}\frac{1}{f_A}\right)^2$　　　$D=\left(S_2\text{-}\frac{1}{f_A}\right)^2$

$E=\left(S_1\text{-}\frac{1}{f_B}\right)^2$　　　$F=\left(S_2\text{-}\frac{1}{f_B}\right)^2$

我們根據買方 1 與 2 在第二階段 Bayesian Nash equilibrium 下的預期報酬代入（4.2）式計算賣方 B 的預期利潤，可得（4.17）式。而賣方 B 必然會選擇最適的保留價格 P_B^{NE} 以使他的期望利潤最大。因此，令 π_B 最大的 P_B^{NE} 將滿足：

一階條件 F.O.C：$\frac{\partial\pi_B}{\partial P_B}=0$ ------------------------------（4.18）

二階條件 S.O.C：$\frac{\partial^2\pi_B}{\partial P_B^2}<0$，表示在 $P_B=P_B^{NE}$ 時，π_B 存在極大值。

3. Bertrand Nash equilibrium（數值解）：

由於（4.16）和（4.18）式過於複雜，為了方便分析，所以我們使用數值模擬的方式聯立求解。假設數值如下：

$\overline{v_A}=\overline{v_B}=v_{1A}=v_{1B}=v_{2A}=v_{2B}=f_A=f_B=1$，$S_1=0.1$，$S_2=0.8$

我們這裡假設只有買方對於在拍賣網站使用的（認定）方便性不同，其餘參數皆相同。因為賣方設立與維護網站競標的方便性而付出沉沒(固定)成本相同（$f_A=f_B=1$），所以 $S_1=0.1$ 和 $S_2=0.8$ 意謂賣方 A 和 B 必須付出較多改善網站的成本以達到買方 1 使用方便之要求；但是賣方 A 和 B 僅付出較少改善網站的

成本以達到買方 2 使用方便之要求。並代入（4.16）和（4.18）式，可得到（4.19）和（4.20）式：

一階條件 F.O.C：$\dfrac{\partial \pi_A}{\partial P_A} = 0$

$$\Rightarrow 0.11065 P_A\left(2.0085 - 4.2634 P_A + 1.29842 P_A^2 + 0.255247 P_A^3\right)$$
$$+ P_B\left(-2.23742 - 0.0378818 P_B + 0.41601 P_B^2 + 0.0510495 P_B^3\right)$$
$$+ P_A P_B\left(4.40779 - 1.24803 P_A - 0.466398 P_B - 0.306297 P_A P_B\right) = 0$$

---（4.19）

一階條件 F.O.C：$\dfrac{\partial \pi_B}{\partial P_B} = 0$

$$\Rightarrow 0.11065 P_A\left(-2.23742 - 0.0378818 P_A + 0.41601 P_A^2 + 0.0510495 P_A^3\right)$$
$$P_B\left(2.0085 - 4.2634 P_B + 1.29842 P_B^2 + 0.255247 P_B^3\right)$$
$$+ P_A P_B\left(4.40779 - 0.466398 P_A - 1.24803 P_B - 0.306297 P_A P_B\right) = 0$$

---（4.20）

我們使用數學軟體 Mathematica 聯立求解（4.19）和（4.20）式，解得賣方的保留價格之 Nash equilibrium 為：

$$P_A^{NE} = P_B^{NE} = 0.73416$$

其中：S.O.C：$\dfrac{\partial^2 \pi_A}{\partial P_A^2} = -0.351143 < 0$，表示在 $P_A = P_A^{NE}$ 時，π_A 存在極大值。

S.O.C：$\dfrac{\partial^2 \pi_B}{\partial P_B^2} = -0.351143 < 0$，表示在 $P_B = P_B^{NE}$ 時，π_B 存在極大值。

而（4.19）式和（4.20）式聯立求解可得到六個實數解，但只有滿足二階條件（S.O.C）小於零且 $0 < P_A^{NE}, P_B^{NE} < 1$ 時，才是賣方的最適保留價格。（請參見圖 4-1）

經過一階條件的微分過程並代入數值後的結果，解得 $0 < P_A^{NE} = P_B^{NE} < 1$（符合假設），代入第二階段買方（競標者）的競標價之 linear Bayesian Nash equilibrium，並求得整個 two-stage game 均衡下買方的均衡競標價及預期報酬與

賣方的最適保留價格及利潤函數。均衡結果如下：

賣方的最適保留價格：$P_A^{NE} = P_B^{NE} = 0.734164$

賣方的利潤函數：　　$\pi_A^{NE} = \pi_B^{NE} = 0.13030$

買方 1 的均衡競標價：$b_{1A}^{BNE} = b_{1B}^{BNE} = 0.482082$

買方 2 的均衡競標價：$b_{2A}^{BNE} = b_{2B}^{BNE} = 1.252082$

買方 1 的預期報酬：　$u_{1A}^{BNE} = u_{1B}^{BNE} = 0.14659$

買方 2 的預期報酬：　$u_{2A}^{BNE} = u_{2B}^{BNE} = 0.87617$

由均衡結果可知，賣方 A 和 B 的最適保留價格和利潤會相同；因為賣方設立與維護網站競標的方便性而付出沉沒(固定)成本相同，所以買方 1 在賣方 A 和 B 網站競標的均衡競標價和預期報酬會相同，而買方 2 在賣方 A 和 B 網站競標的均衡競標價和預期報酬會相同。然而，因為買方 1 對於在拍賣網站使用的（認定）方便性小於買方 2 對於在拍賣網站使用的（認定）方便性，所以買方 1 在賣方 A 和 B 網站競標的均衡競標價和預期報酬小於買方 2 在賣方 A 和 B 網站競標的均衡競標價和預期報酬。有趣結果是，也許是因為買方 2 對於在拍賣網站使用的（認定）方便性夠大，以致於其均衡競標價超過其最高願付價格，符合直覺上的意義。當買方 2 的競標價高於買方 1 的競標價時，買方 2 會得標且支付保留價格；因此，當買方 2 的競標價愈高，其逼退買方 1 參與競標的機率亦愈大，以致於買方 2 均衡競標價可能會超過其最高願付價格，且預期報酬仍大於零。

第三節　數值化分析

本節以固定某些參數做數值模擬分析的方式，探討當賣方設立與維護網站競標的方便性而付出沉沒(固定)成本（f_A、f_B）、買方對於在拍賣網站使用認定的方便性（S_1、S_2）、買方的最高願付價格之不確定性（$\overline{v_A}$、$\overline{v_B}$）等參數變動

時，會如何影響買方在拍賣網站競標的競標價及賣方在拍賣網站設立的保留價格。

情況一：拍賣網站的設立與維護網站成本之變動

1. 假設拍賣網站 B 的設立與維護網站成本（f_B）維持在初始值（即 $f_B = 1$）的情況下，針對拍賣網站 A 的設立與維護網站成本 f_A 由初始值（即 $f_A = 1$）開始逐漸增加。

首先我們討論在其他參數固定下，拍賣網站 A 的設立與維護網站成本 f_A 的變動對買方在拍賣網站競標的競標價及賣方在拍賣網站設立的保留價格有何影響。假定 $\overline{v_A} = \overline{v_B} = v_{1A} = v_{1B} = v_{2A} = v_{2B} = f_B = 1$，$S_1 = 0.1$，$S_2 = 0.8$，代入（4.16）和（4.18）式並使用數學軟體 Mathematica 聯立求解，可得到賣方的保留價格之 Nash equilibrium 為：$P_A^{NE} = P_A(f_A)$和 $P_B^{NE} = P_B(f_A)$，皆為只存在變數 f_A 的函數。並代入第二階段均衡得到買方（競標者）的競標價之 linear Bayesian Nash equilibrium 為：$b_{1A}^{BNE} = b_{1A}(f_A)$、$b_{1B}^{BNE} = b_{1B}(f_A)$、$b_{2A}^{BNE} = b_{2A}(f_A)$和 $b_{2B}^{BNE} = b_{2B}(f_A)$，亦皆為只存在變數 f_A 的函數。因此，以下藉由使用數學軟體 Mathematica 繪圖探討拍賣網站 A 的設立與維護網站成本 f_A 對賣方的保留價格和買方的競標價之關係。

由圖（4-2）可知，當 f_A 逐漸增加時，P_A 和 P_B 會先上升再下降；平均而言，賣方 A 的保留價格大於賣方 B 的保留價格，這符合直覺上的意義。因為當 f_A 增加時，賣方 A 的成本也隨之增加，為了不使之虧損，賣方 A 會將保留價格提高；而賣方 B 也提高保留價格誤導買方以為其亦改善網站品質，且賣方 B 的保留價格會低於賣方 A 的保留價格，是因為賣方 B 想以較低的保留價格吸引較多的買家參與競標。然而，當賣方保留價格太高時，會使參與競標的買方減少，進而讓賣方利潤下降，使得賣方不得不降低保留價格。

根據圖（4-3）結果顯示，當 f_A 逐漸增加時，買方的競標價亦會先上升再下降，且 b_{1A} 和 b_{2A} 與 P_A 的圖形相似，表示買方 1 和 2 在拍賣網站 A 之競標價與賣

方的保留價格呈現正相關；b_{1B}和b_{2B}與P_B的圖形相似，表示買方 1 和 2 在拍賣網站 B 之競標價與賣方的保留價格呈現正相關。對於網站使用的方便性買方 1 低於買方 2，因此，當賣方 A 付出少許改善網站的成本還不能達到買方 1 對於網站使用的方便性之要求時，使得買方 1 在拍賣網站 A 之競標價低於買方 2；然而，當賣方 A 付出改善網站的成本夠多而能達到買方 1 對於網站使用的方便性之要求時，以致於買方 1 在拍賣網站之競標價漸而超過買方 2。此外，買方 1 在拍賣網站 B 之競標價低於買方 2，是因為對於網站使用的方便性買方 1 低於買方 2，而與拍賣網站 A 的設立與維護網站成本 f_A之影響較不顯著。

2. 假設拍賣網站 A 的設立與維護網站成本（f_A）維持在初始值（即 $f_A=1$）的情況下，針對拍賣網站 B 的設立與維護網站成本 f_B由初始值（即 $f_B=1$）開始逐漸增加。

接著我們討論在其他參數固定下，拍賣網站 B 的設立與維護網站成本 f_B的變動對買方在拍賣網站競標的競標價及賣方在拍賣網站設立的保留價格有何影響。假定$\overline{v_A}=\overline{v_B}=v_{1A}=v_{1B}=v_{2A}=v_{2B}=f_A=1$，$S_1=0.1$，$S_2=0.8$，代入（4.16）和（4.18）式並使用數學軟體 Mathematica 聯立求解，可得到賣方的保留價格之 Nash equilibrium 為：$P_A^{NE}=P_A(f_B)$和$P_B^{NE}=P_B(f_B)$，皆為只存在變數 f_B的函數。並代入第二階段均衡得到買方（競標者）的競標價之 linear Bayesian Nash equilibrium 為：$b_{1A}^{BNE}=b_{1A}(f_B)$、$b_{1B}^{BNE}=b_{1B}(f_B)$、$b_{2A}^{BNE}=b_{2A}(f_B)$和$b_{2B}^{BNE}=b_{2B}(f_B)$，亦皆為只存在變數 f_B的函數。因此，以下藉由使用數學軟體 Mathematica 繪圖探討拍賣網站 B 的設立與維護網站成本 f_B對賣方的保留價格和買方的競標價之影響。

由圖（4-4）可知，當 f_B逐漸增加時，P_A和P_B會先上升再下降；平均而言，賣方 B 的保留價格大於賣方 A 的保留價格，這符合直覺上的意義。與上述拍賣網站 A 的設立與維護網站成本 f_A逐漸增加之情況相同，其解釋只要將賣方 A 與賣方 B 位置對調即可。根據圖（4-5）結果顯示，當 f_B逐漸增加時，買方的競標

價亦會先上升再下降，且b_{1B}和b_{2B}與P_B的圖形相似，表示買方1和2在拍賣網站B之競標價與賣方的保留價格呈現正相關；b_{1A}和b_{2A}與P_A的圖形相似，表示買方1和2在拍賣網站A之競標價與賣方的保留價格呈現正相關。當f_B增加時，買方1和2在拍賣網站B的競標價會隨之上升，但因賣方B的保留價格的提高及網站改善的邊際效用遞減，使買方1和買方2在拍賣網站B的競標價下降；我們推論賣方B付出改善網站的成本未超過買方1對於網站使用的方便性增加的幅度，所以買方2在拍賣網站B的競標價高於買方1在拍賣網站B的競標價。此外，買方1在拍賣網站A之競標價低於買方2，是因為對於網站使用的方便性買方1低於買方2，而與拍賣網站B的設立與維護網站成本f_B之影響較不顯著。

情況二：買方對於在拍賣網站使用的方便性

1. 假設拍賣網站對於買方2的使用方便性S_2維持在初始值（即$S_2=0.8$）的情況下，針對拍賣網站對於買方1的使用方便性S_1由初始值（即$S_1=0.1$）開始逐漸增加（表示買方1到賣方A和B的網站參與競標所付出的交易成本$\left(S_1\text{-}\dfrac{1}{f_A}\right)^2$和$\left(S_1\text{-}\dfrac{1}{f_B}\right)^2$減少）。

首先我們討論在其他參數固定下，拍賣網站對於買方1的使用方便性S_1的變動對買方在拍賣網站競標的競標價及賣方在拍賣網站設立的保留價格有何影響。假定$\overline{v_A}=\overline{v_B}=v_{1A}=v_{1B}=v_{2A}=v_{2B}=f_A=f_B=1$，$S_2=0.8$，代入(4.16)和(4.18)式並使用數學軟體 Mathematica 聯立求解，可得到賣方的保留價格之 Nash equilibrium 為：$P_A^{NE}=P_A(S_1)$和$P_B^{NE}=P_B(S_1)$，皆為只存在變數S_1的函數。並代入第二階段均衡得到買方（競標者）的競標價之 linear Bayesian Nash equilibrium 為：$b_{1A}^{BNE}=b_{1A}(S_1)$、$b_{1B}^{BNE}=b_{1B}(S_1)$、$b_{2A}^{BNE}=b_{2A}(S_1)$和$b_{2B}^{BNE}=b_{2B}(S_1)$，亦皆為只存在變數S_1的函數。因此，以下藉由使用數學軟體 Mathematica 繪圖探討拍賣網站對於買方1的使用方便性S_1對賣方的保留價格和買方的競標價之影響。

由圖（4-6）可知，當買方 1 對於在拍賣網站使用的方便性逐漸增加時，賣方 A 和 B 的保留價格亦會隨之上升，這符合直覺的；因為當買方覺得賣方品質提升時，賣方會趁機提高價格以賺取利益。而圖（4-7）結果顯示，當 S_1 增加時，b_{1A} 和 b_{2A} 與 P_A 的圖形相似，表示買方 1 和 2 在拍賣網站 A 之競標價與賣方的保留價格呈現正相關；b_{1B} 和 b_{2B} 與 P_B 的圖形相似，表示買方 1 和 2 在拍賣網站 B 之競標價與賣方的保留價格呈現正相關。即使買方 1 對於在拍賣網站使用的方便性增加（$S_1 < 0.8$），但因為對於網站使用的方便性買方 1 低於買方 2，所以買方 2 在賣方 A 和 B 的競標價仍會高於買方 1。然而，當買方 1 和 2 對於網站使用的方便性愈接近時，則表示買方認為在拍賣網站競標物品是無差異的，使賣方發生競爭（類似同質），為了吸引較多的買方參與競標而降低保留價格，以致於競標價亦隨之下降。

2. 假設拍賣網站對於買方 1 的使用方便性 S_1 維持在初始值（即 $S_1 = 0.1$）的情況下，針對拍賣網站對於買方 2 的使用方便性 S_2 由初始值（即 $S_2 = 0.8$）開始逐漸增加（表示買方 2 到賣方 A 和 B 的網站參與競標所付出的交易成本 $\left(S_2 - \frac{1}{f_A}\right)^2$ 和 $\left(S_2 - \frac{1}{f_B}\right)^2$ 減少）。

接著我們討論在其他參數固定下，拍賣網站對於買方 2 的使用方便性 S_2 的變動對買方在拍賣網站競標的競標價及賣方在拍賣網站設立的保留價格有何影響。假定 $\overline{v_A} = \overline{v_B} = v_{1A} = v_{1B} = v_{2A} = v_{2B} = f_A = f_B = 1$，$S_1 = 0.1$，代入（4.16）和（4.18）式並使用數學軟體 Mathematica 聯立求解，可得到賣方的保留價格之 Nash equilibrium 為：$P_A^{NE} = P_A(S_2)$ 和 $P_B^{NE} = P_B(S_2)$，皆為只存在變數 S_2 的函數。並代入第二階段均衡得到買方（競標者）的競標價之 linear Bayesian Nash equilibrium 為：$b_{1A}^{BNE} = b_{1A}(S_2)$、$b_{1B}^{BNE} = b_{1B}(S_2)$、$b_{2A}^{BNE} = b_{2A}(S_2)$ 和 $b_{2B}^{BNE} = b_{2B}(S_2)$，亦皆為只存在變數 S_2 的函數。因此，以下藉由使用數學軟體 Mathematica 繪圖探討拍賣網站對於買方 2 的使用方便性 S_2 對賣方的保留價格和買方的競標價之影響。

由圖（4-9）和圖（4-10）可知，當買方 2 對於在拍賣網站使用的方便性逐漸增加時，賣方 A 和 B 的保留價格與其呈現負相關，而買方 1 和 2 在賣方 A 和 B 的競標價亦呈反向變動。那是因為買方 1 與 2 對於在拍賣網站使用的方便性的差距擴大，因此賣方 A 和 B 只能吸引買方 2 參與競標，使其利潤下降；也因為買方 2 對於網站使用的方便性高於買方 1，所以買方 2 在賣方 A 和 B 的競標價顯著高於買方 1。

情況三：買方的最高願付價格之不確定性

1. 假設兩位買方對於拍賣網站 B 之拍賣品的願付價格之不確定性維持在初始值（即 $\overline{v_B}=1$）的情況下，針對兩位買方對於有關拍賣網站 A 之拍賣品的願付價格之不確定性 $\overline{v_A}$ 由初始值（即 $\overline{v_A}=1$）開始逐漸增加。

首先我們討論在其他參數固定下，兩位買方對於拍賣網站 A 之拍賣品的願付價格之不確定性 $\overline{v_A}$ 的變動對買方在拍賣網站競標的競標價及賣方在拍賣網站設立的保留價格有何影響。假定 $\overline{v_B}=v_{1A}=v_{1B}=v_{2A}=v_{2B}=f_A=f_B=1$，$S_1=0.1$，$S_2=0.8$，代入（4.16）和（4.18）式並使用數學軟體 Mathematica 聯立求解，可得到賣方的保留價格之 Nash equilibrium 為：$P_A^{NE}=P_A\left(\overline{v_A}\right)$和 $P_B^{NE}=P_B\left(\overline{v_A}\right)$，皆為只存在變數 $\overline{v_A}$ 的函數。並代入第二階段均衡得到買方（競標者）的競標價之 linear Bayesian Nash equilibrium 為：$b_{1A}^{BNE}=b_{1A}\left(\overline{v_A}\right)$、$b_{1B}^{BNE}=b_{1B}\left(\overline{v_A}\right)$、$b_{2A}^{BNE}=b_{2A}\left(\overline{v_A}\right)$和 $b_{2B}^{BNE}=b_{2B}\left(\overline{v_A}\right)$，亦皆為只存在變數 $\overline{v_A}$ 的函數。因此，以下藉由使用數學軟體 Mathematica 繪圖探討兩位買方對於拍賣網站 A 之拍賣品的願付價格之不確定性 $\overline{v_A}$ 對賣方的保留價格和買方的競標價之影響。

由圖（4-11）可知，當買方 1 和 2 對於拍賣網站 A 之拍賣品的願付價格之不確定性增加時，表示買方在拍賣網站 A 的可競標空間大於拍賣網站 B 的可競標

空間，使得買方 1 和 2 在拍賣網站 A 的競標價會顯著高於在拍賣網站 B 的競標價，這符合直覺上的意義。又因為買方 2 對於網站使用的方便性高於買方 1，使得買方 2 在拍賣網站 A 的競標價高於買方 1 在拍賣網站 A 的競標價，及買方 2 在拍賣網站 B 的競標價高於買方 1 在拍賣網站 B 的競標價。

圖（4-12）結果顯示，當買方 1 和 2 對於拍賣網站 A 之拍賣品的願付價格之不確定性增加時，賣方 A 的保留價格會大於賣方 B 的保留價格；原因是 $\overline{v_A}$ 增加會使買方競標空間變大，使買方 1 和 2 更有意願在拍賣網站 A 支付更高的競標價來競標物品，拍賣網站 A 有誘因提高保留價格以賺取更多的利潤，而由於價格競爭屬於策略性互補，使得賣方 B 亦會提高保留價格但上升幅度較小。

2. 假設兩位買方對於拍賣網站 A 之拍賣品的願付價格之不確定性維持在初始值（即 $\overline{v_A}=1$）的情況下，針對兩位買方對於有關拍賣網站 B 之拍賣品的願付價格之不確定性 $\overline{v_B}$ 由初始值（即 $\overline{v_B}=1$）開始逐漸增加。

最後我們討論在其他參數固定下，兩位買方對於拍賣網站 B 之拍賣品的願付價格之不確定性 $\overline{v_B}$ 的變動對買方在拍賣網站競標的競標價及賣方在拍賣網站設立的保留價格有何影響。假定 $\overline{v_A}=v_{1A}=v_{1B}=v_{2A}=v_{2B}=f_A=f_B=1$，$S_1=0.1$，$S_2=0.8$，代入（4.16）和（4.18）式並使用數學軟體 Mathematica 聯立求解，可得到賣方的保留價格之 Nash equilibrium 為：$P_A^{NE}=P_A\left(\overline{v_B}\right)$和 $P_B^{NE}=P_B\left(\overline{v_B}\right)$，皆為只存在變數 $\overline{v_B}$ 的函數。並代入第二階段均衡得到買方（競標者）的競標價之 linear Bayesian Nash equilibrium 為：$b_{1A}^{BNE}=b_{1A}\left(\overline{v_B}\right)$、$b_{1B}^{BNE}=b_{1B}\left(\overline{v_B}\right)$、$b_{2A}^{BNE}=b_{2A}\left(\overline{v_B}\right)$和 $b_{2B}^{BNE}=b_{2B}\left(\overline{v_B}\right)$，亦皆為只存在變數 $\overline{v_B}$ 的函數。因此，以下藉由使用數學軟體 Mathematica 繪圖探討兩位買方對於有關拍賣網站 B 之拍賣品的願付價格之不確定性 $\overline{v_B}$ 對賣方的保留價格和買方的競標價之影響。

由圖（4-12）和圖（4-13）可知，當買方1和2對於拍賣網站B之拍賣品的願付價格之不確定性增加時，賣方B的保留價格會大於賣方A的保留價格且買方1和2在拍賣網站B的競標價會顯著高於在拍賣網站A的競標價，這符合直覺上的意義。與上述當買方1和2對於拍賣網站A之拍賣品的願付價格之不確定性$\overline{v_A}$增加之情況相同，其解釋只要將賣方A與賣方B位置對調即可。

第四節　小結

本小節為討論第二節的二階段賽局均衡以及第三節數值化分析之結果，並得到以下結論：

命題1：兩家賣方（拍賣商）競爭下的保留價格會相同且不會下殺至零。

（1）$P_A^{NE} = P_B^{NE}$，即賣方（拍賣商）A與B的最適保留價格相同。

（2）$\pi_A^{NE} = \pi_B^{NE}$，即賣方（拍賣商）A與B的利潤函數相同。

由 Bertrand Nash equilibrium 可知，在相異賣方與相異買方的情況下，兩家賣方（拍賣商）的保留價格（即底價）會相同，且$0 < P_A^{NE} = P_B^{NE} < 1$，此與第三章之結果相同，表示在兩家賣方（拍賣商）競爭下的保留價格不會下殺至零；此與傳統的 Bertrand Nash equilibrium 的結果不同。

命題2：兩位買方的競標價不會相同。

（1）$b_{1A}^{BNE} = b_{1B}^{BNE}$，即買方1在賣方A與B的均衡競標價相同。

（2）$b_{2A}^{BNE} = b_{2B}^{BNE}$，即買方2在賣方A與B的均衡競標價相同。

（3）$u_{1A}^{BNE} = u_{1B}^{BNE}$，即買方1在賣方A與B的預期報酬相同。

（4）$u_{2A}^{BNE} = u_{2B}^{BNE}$，即買方2在賣方A與B的預期報酬相同。

因為賣方設立與維護網站競標的方便性而付出沉沒(固定)成本相同，所以買方1在賣方A和B網站競標的均衡競標價和預期報酬會相同，而買方2在賣方A和B網站競標的均衡競標價和預期報酬會相同。然而，因為買方1對於在拍

賣網站使用的（認定）方便性小於買方 2 對於在拍賣網站使用的（認定）方便性，所以買方 1 在賣方 A 和 B 網站競標的均衡競標價和預期報酬小於買方 2 在賣方 A 和 B 網站競標的均衡競標價和預期報酬。有趣結果是，也許是因為買方 2 對於在拍賣網站使用的（認定）方便性夠大，以致於其均衡競標價超過其最高願付價格，符合直覺上的意義。當買方 2 的競標價高於買方 1 的競標價時，買方 2 會得標且支付保留價格；因此，當買方 2 的競標價愈高，其逼退買方 1 參與競標的機率亦愈大，以致於買方 2 均衡競標價可能會超過其最高願付價格，且預期報酬仍大於零。

命題 3：在兩位賣方拍賣競爭情況下，有設立保留價格的期望利潤會大於無設立保留價格的期望利潤。

與第三章相同，根據 Julien, Kennes and King (2002)的假設，若拍賣無設立保留價格時，等同於將保留價格設置為零。並根據第二節的給定數值求解，即 $\overline{v_A}=\overline{v_B}=v_{1A}=v_{1B}=v_{2A}=v_{2B}=f_A=f_B=1$，$S_1=0.1$，$S_2=0.8$，$p_A=p_B=0$ 代入第二節的買方最適投標的 Linear Bayesian Nash Equilibrium：（4.8）、（4.10）、（4.12）和（4.14）式與賣方的利潤函數（4.15）和（4.17）式。因此，可得到在二家賣方皆不設立保留價格的情況下：

賣方的利潤函數：　$\pi_A^0=\pi_B^0=\text{-}0.3285<\pi_A^{NE}=\pi_B^{NE}=0.1303($

買方 1 的均衡競標價：$b_{1A}^0=b_{1B}^0=0.115<b_{1A}^{BNE}=b_{1B}^{BNE}=0.482082$

買方 2 的均衡競標價：$b_{2A}^0=b_{2B}^0=0.885<b_{2A}^{BNE}=b_{2B}^{BNE}=1.252082$

由上述結果可知，賣方設立保留價格下的預期利潤會大於沒有設立保留價格下的預期利潤，因此賣方有誘因設置保留價格，此結果與第三章相同。

命題 4：當賣方設立與維護網站競標的方便性而付出沉沒(固定)成本增加時，賣方的保留價格和買方的競標價皆呈現先上升再下降的趨勢。

當賣方設立與維護網站競標的方便性而付出沉沒(固定)成本增加時，賣方的成本也隨之增加，為了不使之虧損，賣方會將保留價格提高（由於價格競爭屬於

策略性互補，對手亦會提高保留價格）；然而，當賣方保留價格太高時，會使參與競標的買方減少，進而讓賣方利潤下降，使得賣方不得不降低保留價格。由命題 2 可知，賣方的保留價格與買方的競標價呈現正相關，當賣方設立與維護網站競標的方便性而付出沉沒(固定)成本增加時，買方在拍賣網站的競標價會隨之上升，但因賣方的保留價格的提高及網站改善的邊際效用遞減，使買方在拍賣網站的競標價下降。

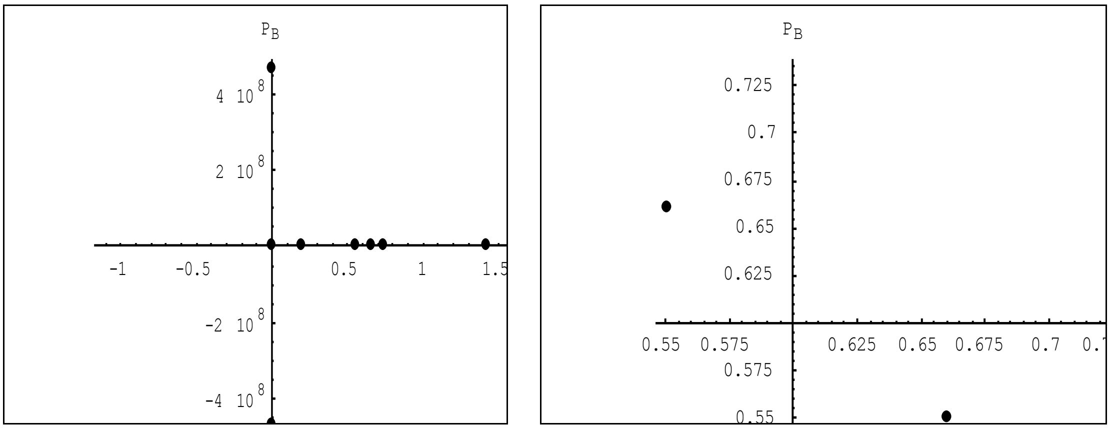
命題 5：當買方對於在拍賣網站使用的（認定）方便性之差異愈大時，則買方的競標價之差距愈大且賣方的保留價格愈低。

當買方對於在拍賣網站使用的方便性之差異愈大時,則買方的競標價之差距亦愈大，符合直覺上的意義。即當買方對於在拍賣網站使用的方便性愈高時，則其在該拍賣網站的競標價愈高，反之亦然。而賣方為了使更多買方參與競標，則有誘因降低保留價格；因此，當買方對於在拍賣網站使用的方便性之差異愈大時，則賣方的保留價格愈低。

命題 6：當買方對於不同賣方商品的最高願付價格之差距愈大時，則買方的競標價對於不同賣方產品之差距愈大且賣方的保留價格之差距亦愈大。

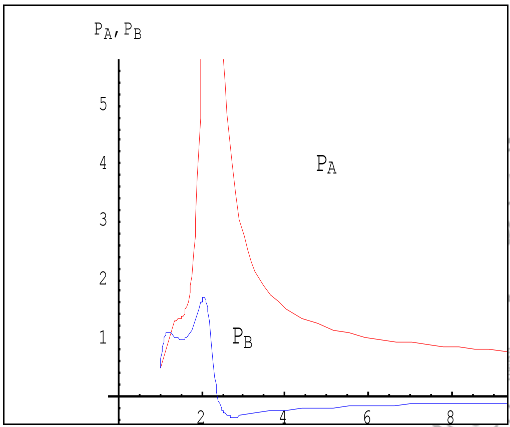
當買方對於某一產品的最高願付價格之不確定性增加時,則買方對於該產品的競標空間相較於其他產品大，表買方對於拍賣網站之拍賣品的評價提高，使其更有意願以更高的代價參與競標；反之亦然。因此，當買方對於不同賣方產品的最高願付價格之差距愈大時,則買方對於不同拍賣商品的競標價之差距亦愈大。此時網拍賣方有誘因提高保留價格以賺取更多的利潤,而由於價格競爭屬於策略性互補，使得對手亦會提高保留價格。由命題 2 可知，賣方的保留價格與買方的競標價呈現正相關，所以賣方的保留價格之差距亦愈大。

由命題 4 至命題 6 可知，環境上的小變動（如交易成本、最高願付價格等）可能導致市場上的大變化（如最適保留價格、市場參與等），此與 Deltas and Jeitschko（2007）之文獻結果相似。

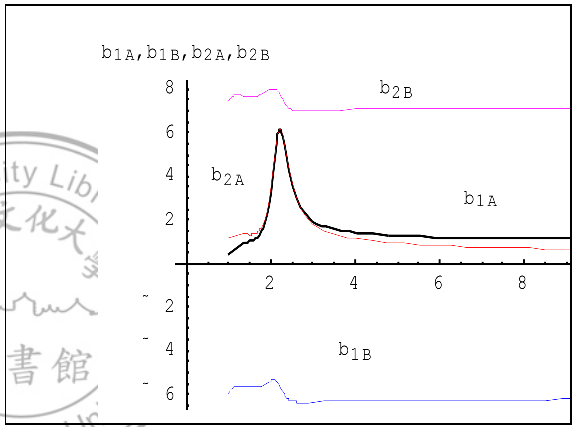


（a）實數解　　（b）0＜實數解＜1

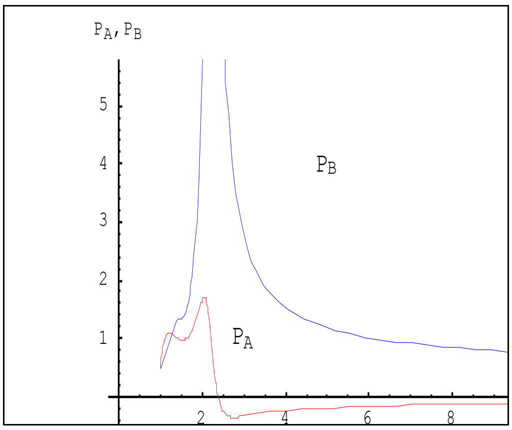
圖（4-1）賣方的保留價格之 Nash equilibrium



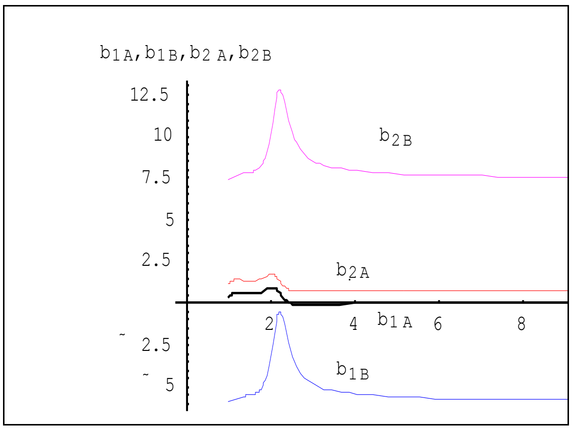
圖（4-2） f_A 的變動對賣方的保留價格之影響



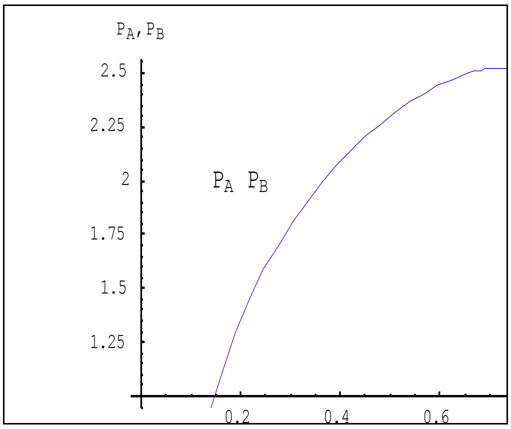
圖（4-3） f_A 的變動對買方的競標價格之影響



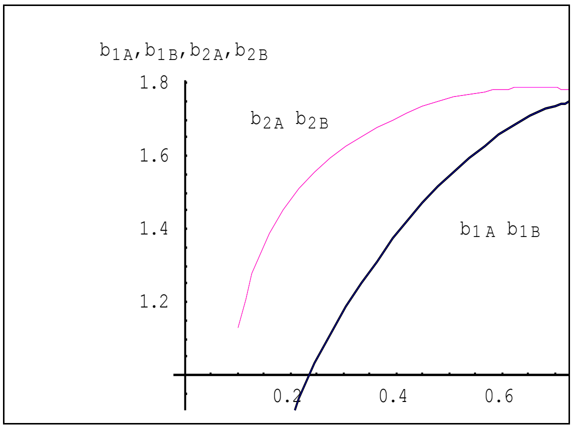
圖（4-4） f_B 的變動對賣方的保留價格之影響



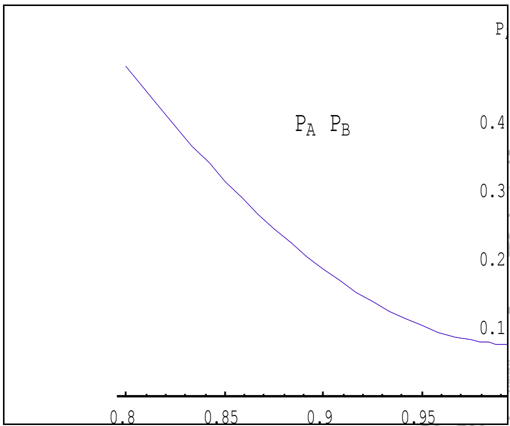
圖（4-5） f_B 的變動對買方的競標價格之影響



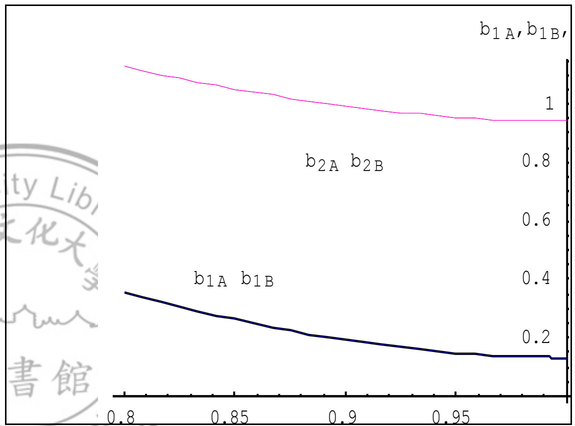
圖（4-6）S_1的變動對賣方的保留價格之影響



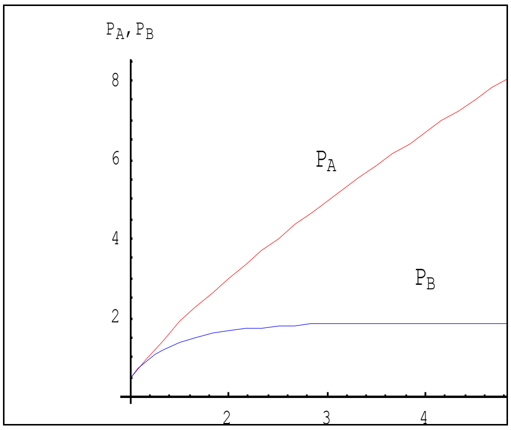
圖（4-7）S_1的變動對買方的競標價格之影響



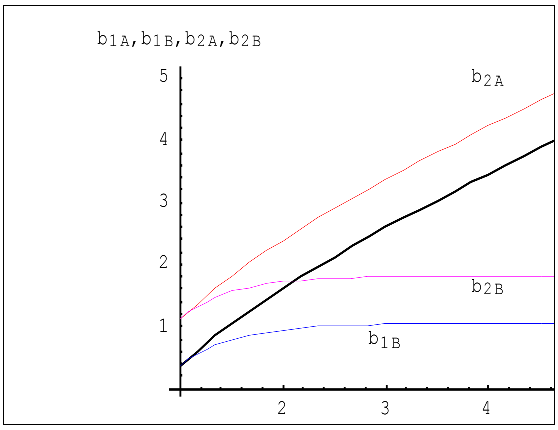
圖（4-8）S_2的變動對賣方的保留價格之影響



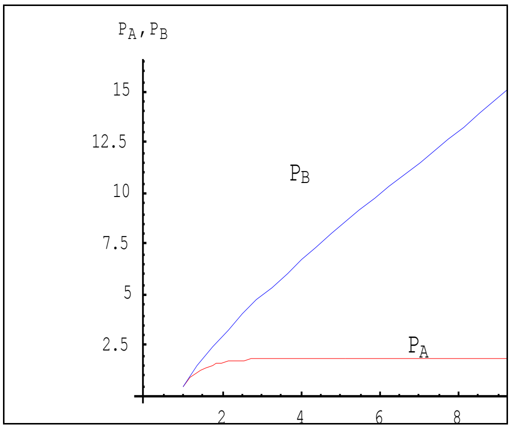
圖（4-9）S_2的變動對買方的競標價格之影響



圖（4-10）$\overline{v_A}$的變動對賣方的保留價格之影響

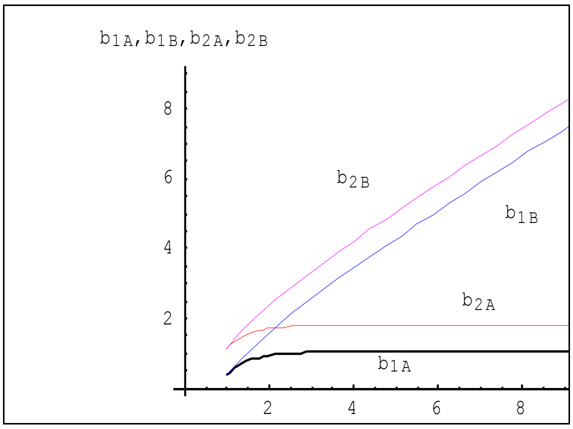


圖（4-11）$\overline{v_A}$的變動對買方的競標價格之影響



圖（4-12）$\overline{v_B}$ 的變動對賣方的

保留價格之影響



圖（4-13）$\overline{v_B}$ 的變動對買方的

競標價格之影響