《人文及社會科學集刊》
第二十五卷第一期（102/3）, pp. 87-129

資訊不對稱下均衡概念之關聯——以網路交易分析爲例*

張碧暖
國立中央大學產業經濟研究所博士候選人

本文旨在探討當交易期數與賣方型態爲賣方的私有資訊時，存有詐欺誘因的一般型兩期賣方，如何付出誠實交貨的代價以維持信譽，來吸引更多買方上網交易。我們利用 Kreps and Wilson 發展的「信譽效果」概念，以對偶方式呈現我們的兩期模型。然而，我們的模型有別於連鎖店賽局只用直觀準則，就可完全刪除買方用不合理猜測所支撐出的均衡。我們證明此模型，必須進一步採用 D1 準則，甚至到策略穩定性要求，才有唯一的均衡路徑。這一部分的分析，是以往相關文獻上不需討論的，其間可清楚看出，在資訊不對稱下各均衡概念的差異。我們並應用 Gambit 對 Nash 均衡解作數值模擬，來更具體呈現上述各個均衡概念的關聯。我們的研究結果顯示，「信用評價制度」的引進，的確在鼓勵賣方採取誠實行爲上有其貢獻。

關鍵字：資訊不對稱、序列均衡、直觀準則、D1 準則、信譽、網路交易

＊作者非常感謝本文的指導教授，梁孟玉老師與陳忠榮老師的指導，由於他們兩位辛苦地付出，才有本文的產生，還要感謝周建富老師與黃景沂老師提供寶貴的建議；並感謝本刊兩位匿名評審提供許多寶貴意見與建議，使本文得以更臻完善，特此致謝。惟文中若有任何疏漏之處，概由作者負責。
收稿日期：101 年 2 月 24 日；接受刊登日期：101 年 6 月 28 日

壹、前言

談到「信譽效果（reputation effect）」的概念，就必須提到 Kreps and Wilson（1982b: 253-279），他們是最早利用此概念，解決 Selten（1978: 127-159）提出「連鎖店矛盾（chain-store paradox）」現象的學者。後來的學者將信譽效果的概念發揚光大。例如，Diamond（1989: 828-862）將 Kreps and Wilson 提出的「信譽效果」概念，應用在有限期之借貸市場（credit market），並將「信譽」定義為借款人的信用等級，因此，借款人會希望建立「信譽」以取得貸款者信任，故「信譽」代表是有價值之資產。另外，Mailath and Samuelson（2006）書中則對信譽效果在重覆賽局（repeated games）中的作用有很嚴謹的系統性整理。

有些學者利用「信譽效果」概念，以討論現行網路拍賣之「信用評價制度」，其中有關研究「信用評價制度」之理論文章，[1] 主要分成兩種：第一種是 Lyudyno and Sarangi（2004: 209-219）、Chen（2009）與 Cabral and Hortaçsu（2010: 54-78）在現有的信用評價制度下，討論賣方建立信譽的重要；第二種則是 Dellarocas（2003b）提出另一套新的「信用評價制度」，讓賣方誠實宣稱產品品質，以達到平均社會福利（average social welfare）最大。[2]

而且，相關文獻將 Kreps and Wilson 提出的「信譽效果」概念，應用在

1 至於實證文獻包括 Dellarocas（2003a: 1407-1424）與 Bajari and Hortaçsu（2004: 457-486）等學者，他們都以信譽評價分數的高低對拍賣價的影響作深入分析，大部分的文獻得到的結論為：賣方的評價分數愈高，則愈能刺激更多買方競標商品，而且有助於拍賣價的提高。此外，Livingston（2005: 453-465）還進一步分析，當評價分數愈高時，則評價對拍賣價的影響會愈來愈小。然而 Lucking-Reiley et al.（2007: 223-233）則持不同的看法：正評價只是鼓勵買賣雙方信任彼此而已，對拍賣價沒有顯著的影響。Bajari and Hortaçsu（2004: 457-486）則認為，有可能因為研究者省略某些重要變數，而高估評價對拍賣價的影響，所以目前無法將評價與價格的關係具體化。然而，唯一可確定的是，Bajari and Hortaçsu 認為當買方對物品價值不確定時，「賣方信譽」就顯得格外重要。

2 為了避免低效率的賣方假裝成高效率者，於是設計一套機制，使得低效率的賣方仍會誠實宣稱低品質，然而卻衍生另一個扭曲的問題，也就是造成網站業者必須從高效率的賣方移轉部分款項給低效率者。

網路拍賣的分析上時，皆假設買賣雙方對賣方交易期數這個資訊並無不對稱性。亦即，當賣方的交易期數是個確定值時，就採用有限期模型，如 Bolton et al.（2004: 185-202）、Lyudyno and Sarangi（2004: 209-219）與 Chen（2009）；當賣方永遠有再次上網交易的可能時，則採用無窮期模型，如 Sulin et al.（2003: 273-286）、Dellarocas（2005: 209-230）、Cabral and Hortaçsu（2010: 54-78）。但我們認為現實網路世界上，大部分的賣方都知道自己是否只賣一期還是要賣多期，但買方在網路上面對一個賣方時，則無法得知該賣方究竟是只賣一次就不再出現了，還是打算未來再繼續透過網路交易，因此，我們認為有必要討論當買賣雙方對交易期數存有資訊上不對稱的情況。

以上所提到的文獻，皆緊扣 Kreps and Wilson（1982b: 253-279）在這篇「連鎖店（chain store）賽局」所發展的「信譽效果」概念的文章。因此，我們將 Kreps and Wilson 解決「連鎖店矛盾」現象的結論作一簡述：「此賽局一開始假設若現存廠商（incumbent firm）不管是強硬型（tough type）或是軟弱型（weak type)，在面對新進入的競爭廠商都可以採取價格戰（fight）策略或是和平共存（accommodate）策略時，則會存在當新進廠商（entrant）看到現存廠商採價格戰策略時，反而會認為其為軟弱型（weak type）廠商的不合理序列均衡，此時可以透過要求均衡須滿足直觀準則（intuitive criterion）的精煉（refinements）過程，將其排除。」換言之，有了 Kreps and Wilson 以「信譽效果」解決「連鎖店矛盾」的貢獻後，往後的文獻在討論連鎖店賽局時，即可直接假定強硬型（tough type）廠商一定會採取價格戰策略，來簡化模型的設定，又不需要擔心會失去一般性。

當我們分析引進「信用評價制度」對網路交易的影響時，雖然賣家建立誠實交貨信譽，與連鎖店賽局的現存廠商建立強硬型信譽的概念是雷同的，但我們是否可以根據 Kreps and Wilson（1982b: 253-279）的結果，直接簡化假定誠實型（honest type）的賣方一定交貨，以討論此一簡化是否為不失一般性的簡化假設？換言之，我們認為有必要將 Kreps and Wilson 應用「信譽效果」解決「連鎖店矛盾」現象的工作，在我們資訊不對稱的網路交易模型上，重做一遍。

為了能夠更貼近網路真實世界，我們讓誠實型與一般型（ordinary type）

的賣方都有交貨與不交貨的選擇，以符合實務上的情況。然而，當我們將模型複雜化後，在求解上卻無法透過直觀準則，得出唯一的均衡路徑，即使我們的模型沒有納入買賣雙方對交易期數存有資訊上不對稱的情況，也是一樣的，因此，必須透過一連串繁複的精煉過程，才能得到唯一的均衡路徑。主要原因是「連鎖店賽局」不合理的均衡路徑，都是落在新進廠商會選擇「進入」的路徑上，因此當檢驗「進入」這個均衡路徑是否合理時，可用直觀準則來規範新進廠商進入後，哪種類型的現存廠商（incumbent firm）比較可能採用強硬手段，因此得到「進入」這個均衡路徑是用了違反直觀的猜測所支撐的，故可將其刪除。由於我們的網路交易模型存在第一期買方選擇「購買」與「不買」都有可能是不合理的均衡路徑，而直觀準則只能刪除均衡路徑是「購買」之下，卻用了不合理猜測，也就是在購買下看到不交貨反而比較可能是誠實的，所支撐出來的均衡。但對第一期選擇「不買」下的不合理均衡路徑，因爲不買下的交貨或不交貨對賣方都是一樣的，直觀準則無法規範不交貨下對賣方類型合理猜測的範圍，因此無法刪除。[3] 故我們的網路交易模型必須應用到 D1 準則（Cho and Sobel, 1990: 381-413）的條件並連結策略穩定性（strategical stability）的要求，才能篩選出唯一的均衡路徑。

在得到唯一滿足策略穩定性要求的均衡路徑的基礎下，我們的研究結果顯示「信用評價制度」的引進，在鼓勵賣方採取誠實行爲上確有其貢獻，然隨著買方猜測賣方賣一期的可能性愈大時，此制度對增進網路購買有貢獻的面積就愈低，這變化是漸漸並連續性地跑到另一極端狀況，也就是，當賣方賣一期的機率足夠大時，網路平臺引進「信用評價制度」，對增進網路交易也就沒有貢獻了。雖然我們將模型的問題複雜化，且經過嚴謹的分析，得到的結果卻是顯而易見的；但是，如果沒有經由繁複的精煉過程，直接設定誠實型賣方一定交貨，那麼在討論「信用評價制度」引進的效果時，就無法確定簡化的模型是否會失去一般性。換言之，本文的目的不僅是透過「信用評價制度」的介紹以強調均衡精煉的過程；而且提供了一個理論基礎，也就是以後的學者若要討論「信用評價制度」時，可以不失一般性地直接設定誠實

3 請參閱表 2 與表 3 的序列均衡說明。

型賣方一定交貨，如此一來，即能簡化模型的求解過程。

我們透過嚴謹的分析，將本模型中各均衡概念的解題精神與技巧清楚介紹給大家，讓更多人瞭解，並說明本模型的均衡集合具備以下特性：穩定集合（stable set）⊊D1 準則（criterion D1）⊊直觀準則（intuitive criterion）⊊序列均衡（sequential equilibrium）⊊貝氏完全均衡（PBE），此爲本文技術上的貢獻。文獻中關於各個均衡概念的關係整理，可參考 Van Damme（1991: 259-317）。另外，Cho and Sobel（1990: 381-413）也透過 Spence（1973: 355-374）的模型，說明直觀準則與 D1 準則兩均衡概念的差異。由於 Van Damme（1991: 259-317）與 Cho and Sobel（1990: 381-413）的舉例都局限在一次性（one-shot）的傳訊賽局，相較之下，本文則提供一個非一次性的傳訊賽局，佐以回溯法（backward induction）方式求解的例子，將各個不同均衡精煉間的差異，清楚連貫起來。

除此之外，我們透過 1980 年代 McKelvey et al.（2010）發展的賽局分析工具 Gambit[4] 的數值模擬，以說明如何求出本網路交易模型的 Nash 均衡解。雖然 Nash 均衡解有多組，並無法篩選出唯一的均衡路徑，作爲分析的基礎；但本文的目的是冀望透過 Nash 均衡解，更具體呈現上述各個均衡概念的關聯。

本文共分爲四章：除了本章前言外，第貳章爲模型設定，說明買方與賣方交易過程，與「信用評價制度」的設定。第參章爲均衡分析，說明在資訊不對稱下各個均衡概念的差異；並在得到唯一滿足 D1 準則（Cho and Sobel, 1990: 381-413）的條件並連結策略穩定性的要求下，討論有、無「信用評價制度」的引進，對賣方採取誠實行爲上是否有其貢獻。第肆章，爲結論與未來研究方向。附錄則有三個單元，其一，透過 Gambit 軟體工具，以數值模擬求解 Nash 均衡；其二與其三分別爲有、無「信用評價制度」下序列均衡之數學證明。

4 請參閱附錄一，應用 Gambit 軟體作數值模擬分析。

貳、基本模型

一、模型設定

我們所考慮的資訊不對稱的網路交易模型，由一個賣方與兩個買方組成，一開始由自然（nature）決定賣方的型態與交易期數：一是賣方的型態分爲誠實型與一般型；另一是交易期數分爲兩期與一期。這些資訊只有賣方知道，而第一期買方（簡稱買方 1）不知道。因此，這些不確定性將影響買方 1 上網購買的決策：一旦買方 1 決定上網購買，如果只賣一期，那賣方於收到貨款後，再選擇是否要交貨，交易隨即完成，此爲一期的交易；[5] 如果是賣二期，則第一期賣方選擇要不要交貨，下期買方（簡稱買方 2）再根據第一期交易的結果，選擇是否要購買，再輪到賣方要不要交貨的問題。

爲了簡化分析，我們作了以下的假設：

1. 首先，設賣方刊登費與成交手續費爲 0，至於網路交易價格的設定，我們直接以購買價代替競標價，[6] 省略買方競標過程，此購買價的設定，參照 Budis and Takeyama（2001: 325-333）、Lyudyno and Sarangi（2004: 209-219）、Mathews and Katzman（2006: 597-613）等文獻，以直接購買價的方式，討論網路交易。

5 在一期的情況下，本模型與 Kreps and Wilson（1982b: 253-279）的「連鎖店賽局」具對偶性，如本模型的賣方分爲「誠實型」與「一般型」，對應 Kreps and Wilson（1982b: 253-279）現存廠商的「強硬型」與「軟弱型」；本模型的買方可選擇「購買」與「不買」，對應 Kreps and Wilson（1982b: 253-279）的新進廠商選擇「不進入」與「進入」；再者，本模型的賣方可選擇「交貨」策略或「不交貨」策略，對應 Kreps and Wilson（1982b: 253-279）的現存廠商可採取「價格戰」策略或「和平共存」策略。

6 實務上有關購買價的設定，例如：美國的 half.com 半價網站，其創辦人柯特曼認爲「當拍賣物品如果是大量製造的商品，價值固定，買方會認爲不值得浪費時間去參加競標。只有在物品價值不確定時，拍賣網站，才能發揮最大的作用」（Cohen, 2002: 199-200）。目前 half.com 半價網站已被 eBay 網站併購了。又根據資策會 2009 年研究發現，網路競標的購物方式逐漸退燒，取而代之的則是網友自行在 B2C 或 C2C 網站間進行比價，並於比較後，直接在最優惠的網站下單購買（財團法人資訊工業策進會，2010）。例如，臺灣的 Yahoo! 奇摩網站的拍賣。

2. 其次，設買方購買後，只要遇到賣方交貨（D），預期得到的報酬為 b^H，若遇到不交貨（ND），[7] 預期得到的報酬為 b^L，其中 $b^H>0>b^L$。至於賣方交貨的報酬，則依其型態而定，若屬於誠實型，設其偏好交貨，故其交貨得到的報酬 H^H 需大於不交貨的報酬 H^M，即 $H^H>H^M$；若屬於一般型，設其偏好不交貨，故其不交貨得到的報酬 O^H 需大於交貨的報酬 O^M，即 $O^H>O^M$。茲將上述有關買賣雙方在一期交易採取的策略及其所對應的報酬，整理在表 1。
3. 最後，設賣方最多賣兩期，且每期與不同買方交易。[8] 賣方的期望報酬最多為兩期報酬的總合；而買方的報酬為當期交易結果的報酬。

我們將上述一期或兩期模型的設定以擴展式圖（extensive-form）表示，如圖 1 所示。圖中，一開始先由「自然」（nature，在擴展式圖上則以 *Nature* 表示）決定賣方類型，再由買方 1 決定不買（N）或購買（B）。當買方 1 選擇不買時，如果開始時「自然」選擇的賣方類型為一期，則賽局結束。如果為兩期，則進入第二期。當第一期買方 1 選擇的是購買（B）時，接著就由賣方來決定交貨（D）或者不交貨（ND），之後再依開始時「自然」選擇的賣方類型來決定賽局結束或是進入第二期。若進入第二期，則由買方 2 決定是否購買，若買方 2 選擇不買（N），則賽局結束，若買方 2 選擇購買（B），則再由

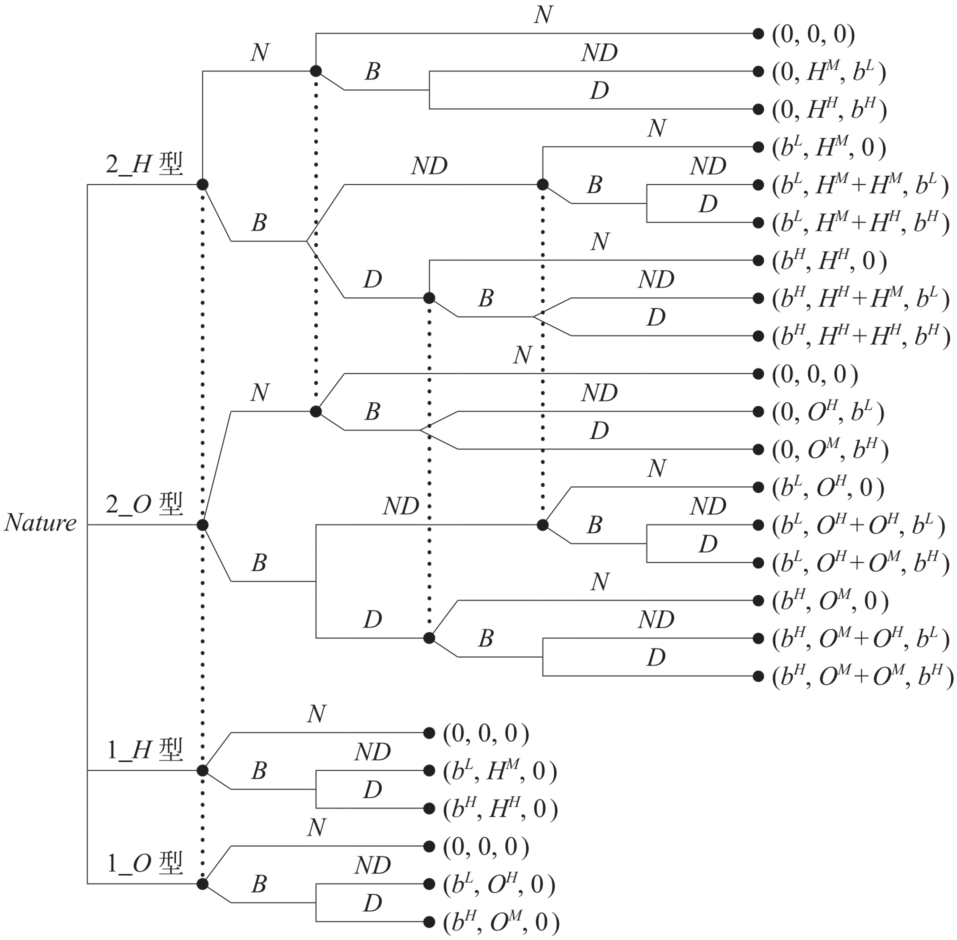
表 1：不同型態的賣方與買方一期交易的策略及報酬

交易者策略與報酬	誠實型賣方		一般型賣方	
	交貨（D）	不交貨（ND）	交貨（D）	不交貨（ND）
購買（B）	(b^H,H^H)	(b^L,H^M)	(b^H,O^M)	(b^L,O^H)
不買（N）	$(0,0)$	$(0,0)$	$(0,0)$	$(0,0)$

7 本文此處定義的「不交貨」，泛指賣方不誠實交貨的情況，例如，賣方商品有瑕疵、退貨遭拒、商品規格不符、廣告不實、帳號問題，以及網路詐欺等，都包括在內。因此，只要是賣方的交貨選擇會讓買方處於不利的情況，都可歸類為「不交貨」。

8 如果以網路拍賣的觀點來看，根據 Resnick and Zeckhauser（2002: 127-157）的研究結果，說明網路拍賣上買賣雙方重複交易的比例很低。

圖 1：選擇一期或兩期網路交易之擴展式圖



賣方決定是否交貨，賽局結束。此外，我們在圖中每個結點（node）的後面，以（u_1, u_S, u_2）代表每位交易者在賽局結束於某個決策點所得到的報酬，其中，u_1 為買方1的期望報酬，u_S 為賣方的期望報酬，u_2 為買方2的期望報酬。

二、相關符號的定義

根據上述的說明，配合圖 1，我們將本模型所牽涉到的名詞與定義，作以下幾點的說明：

1. 賣方有四種類型 t_θ，$t\in\{1,2\}$，$\theta\in\Theta=\{H,O\}$。其中，t 代表交易期數，H 型代表誠實型，O 型代表一般型。π 為 $\theta=H$ 的機率，$0<\pi<1$；

而 p 爲 $t=2$ 的機率，$0<p<1$。也就是，誠實型賣方賣兩期（即 2_H 型）與賣一期（即 1_H 型）的機率，分別爲 $p\pi$、$(1-p)\pi$；而一般型賣方賣兩期（即 2_O 型）與賣一期（即 1_O 型）的機率，分別爲 $p(1-\pi)$、$(1-p)(1-\pi)$。

2. $x^{t\theta}$，代表賣方爲 t_θ 型的結點。X_{ni} 代表買方 n 的第 i 個訊息集合，因此，買方 1 只有一個訊息集合 $X_{11}=\{x^{1H},x^{1O},x^{2H},x^{2O}\}$，買方 2 則有三個訊息集合，$X_{2i}=\{x^{2\theta}: \theta\in\Theta\}$，$i\in\{1,2,3\}$。我們以 Y_{ni} 代表賣方在第 n 期的第 i 個訊息集合，因賣方爲完全資訊，所以每個訊息集合只有一個點，且賣方在第一期有四個訊息集合，第二期有六個訊息集合。
3. $a(\bullet)$ 代表從訊息集合對應到行動集合的函數，故 $a(X_{ni})=\{N,B\}$ 代表的是買方 n 在第 i 個訊息集合下可供選擇之所有行動的集合，$a(Y_{ni})=\{ND,D\}$ 代表的是賣方在第 n 期的第 i 個訊息集合下可供選擇之所有行動的集合。
4. （$\bullet|\bullet$）爲猜測體系，是從每個訊息集合下的每個結點對應到 $[0,1]$ 的猜測函數。我們假設 $\mu(x^{2H}|X_{11})=\mu_{11}$，$\mu(x^{2O}|X_{11})=\mu_{12}$，$\mu(x^{1H}|X_{11})=\mu_{13}$，$\mu(x^{1O}|X_{11})=\mu_{14}=1-\mu_{11}-\mu_{12}-\mu_{13}$，而 $\mu(x^{2H}|X_{2i})=\mu_{2i}$，$\mu(x^{2O}|X_{2i})=1-\mu_{2i}$，$i\in\{1,2,3\}$。
5. 讓 b_n 代表買方 n 的行爲策略，d 代表賣方的行爲策略。因此 $b_n(B|X_{ni})=b_{ni}$ 爲買方 n 在 X_{ni} 訊息集合下，購買（B）的機率；而不買（N）的機率則爲 $b_n(N|X_{ni})=1-b_{ni}$，$0\le b_{ni}\le 1$。$d(D|Y_{ni})=d_{ni}$ 代表賣方在 Y_{ni} 訊息集合下，交貨（D）的機率；而不交貨（ND）的機率則爲 $d(ND|Y_{ni})=1-d_{ni}$，$0\le d_{ni}\le 1$。
6. (b_1,d,b_2,μ) 爲一組評價（assessment）：包含參賽者們所選定的一組行爲策略 (b_1,d,b_2) 與一套猜測體系 μ。當給定一組評價 (b_1,d,b_2,μ) 後，我們可以計算每一個參賽者在自己的每一個訊息集合下所使用該行爲策略的期望效用：

⑴買方 1：$E\{u_1(b_1,d,b_2,\mu)|X_{11}\}=\sum_{i=1}^{4}\mu_{1i}b_{11}((1-d_{1i})b^L+d_{1i}b^H)$。

⑵賣方：

a. 1_H 型：$E\{u_s(b_1,d,b_2,\mu)|Y_{13}\}=(1-d_{13})H^M+d_{13}H^H$；

b. 1_O 型：$E\{u_s(b_1,d,b_2,\mu)\,|\,Y_{14}\}=(1-d_{14})O^H+d_{14}O^M$；

c. 2_H 型有四個訊息集合，因此，

$$E\{u_s(b_1,d,b_2,\mu)\,|\,Y_{11}\}=(1-d_{11})(H^M+b_{22}((1-d_{22})H^M+d_{22}H^H))+d_{11}(H^H+b_{23}((1-d_{23})H^M+d_{23}H^H)),$$

$$E\{u_s(b_1,d,b_2,\mu)\,|\,Y_{21}\}=(1-d_{21})H^M+d_{21}H^H,$$

$$E\{u_s(b_1,d,b_2,\mu)\,|\,Y_{22}\}=H^M+(1-d_{22})H^M+d_{22}H^H,$$

$$E\{u_s(b_1,d,b_2,\mu)\,|\,Y_{23}\}=H^H+(1-d_{23})H^M+d_{23}H^H;$$

d. 2_O 型有四個訊息集合，因此，

$$E\{u_s(b_1,d,b_2,\mu)\,|\,Y_{12}\}=(1-d_{12})(O^H+b_{22}((1-d_{25})O^H+d_{25}O^M))+d_{12}(O^M+b_{23}((1-d_{26})O^H+d_{26}O^M)),$$

$$E\{u_s(b_1,d,b_2,\mu)\,|\,Y_{24}\}=(1-d_{24})O^H+d_{24}O^M,$$

$$E\{u_s(b_1,d,b_2,\mu)\,|\,Y_{25}\}=O^H+(1-d_{25})O^H+d_{25}O^M,$$

$$E\{u_s(b_1,d,b_2,\mu)\,|\,Y_{26}\}=O^M+(1-d_{26})O^H+d_{26}O^M。$$

(3)買方 2：有三個訊息集合，因此，$i\in\{1,2,3\}$，

$$E\{u_2(b_1,d,b_2,\mu)\,|\,X_{2i}\}=\mu_{2i}b_{2i}((1-d_{2i})b^L+d_{2i}b^H)+(1-\mu_{2i})b_{2i}((1-d_{2(i+3)})b^L+d_{2(i+3)}b^H)。$$

三、信用評價制度

假設買方 2 是透過網路交易的「信用評價制度」，得知第一期交易的資訊。爲了簡化分析，此處的「信用評價制度」，純粹扮演傳遞賣方第一期交易情況給買方 2 知道。亦即，我們仿照 Lyudyno and Sarangi（2004: 209-219）與 Cabral and Hortaçsu（2010: 54-78）的作法，將交易的評價簡化爲兩種結果：若買方收到貨，則評價爲成功交易，稱之爲「正評價」；若買方收不到貨，則評價爲不成功交易，稱之爲「負評價」。[9]

四、資訊不對稱下的均衡概念

在這節中，我們將介紹資訊不對稱下會應用到的均衡概念。傳統上，在

9 此處不考慮買方給賣方評價有策略性的考量。

討論資訊不對稱時，最常用的均衡概念[10] 爲 Kreps and Wilson（1982a: 863-894）的序列均衡（sequential equilibrium）。而在討論序列均衡之前，我們先討論在定義上與序列均衡概念類似的貝氏完全均衡（PBE）；其次爲 Cho and Kreps（1987: 179-221）的直觀準則；最後，則爲 Cho and Sobel（1990: 381-413）的 D1 準則與穩定集合（stable set）。

㈠ 貝氏完全均衡（perfect Bayesian equilibrium, PBE）的定義

若一組評價 (b_1, d, b_2, μ) 爲貝氏完全均衡，須滿足以下條件：

1. 序列理性（sequential rationality）：

⑴假如 $b_1(\alpha|X_{11})>0$，則對任意 $\alpha'\in a(X_{11})$，

$E\{u_1(\alpha, d, b_2, \mu)|X_{11}\}\geq E\{u_1(\alpha', d, b_2, \mu)|X_{11}\}$；

⑵假如 $b_2(\alpha|X_{2i})>0$，則對任意 $\alpha'\in a(X_{2i}),\ i\in\{1,2,3\}$，

$E\{u_2(b_1, d, \alpha, \mu)|X_{2i}\}\geq E\{u_1(b_1, d, \alpha', \mu)|X_{2i}\}$；

⑶假如 $d(\alpha|Y_{1i})>0$，則對任意 $\alpha'\in a(Y_{1i})$，$i\in\{1,2,3,4\}$，

$E\{u_s(b_1,(\alpha, d_{-1i}), b_2, \mu)|Y_{1i}\}\geq E\{u_s(b_1,(\alpha', d_{-1i}), b_2, \mu)|Y_{1i}\}$；

⑷假如 $d(\alpha|Y_{2i})>0$，則對任意 $\alpha'\in a(Y_{2i}),\ i\in\{1,2,3,4,5,6\}$，

$E\{u_s(b_1,(\alpha, d_{-2i}), b_2, \mu)|Y_{2i}\}\geq E\{u_s(b_1,(\alpha', d_{-2i}), b_2, \mu)|Y_{2i}\}$；其中 (α, d_{-ni}) 代表賣方在 Y_{ni} 這個訊息集合下使用純策略 α；在其它訊息集合下，則使用均衡行爲策略 d。

2. 貝氏定理（Bayes' rule）：

若在 (b_1, d, b_2) 策略下，X_{2i} 的機率大於 0，[11] μ_{2i} 須滿足貝氏定理，即

$\mu_{11}=p\pi$，$\mu_{12}=p(1-\pi)$，$\mu_{13}=p(1-p)\pi$，$\mu_{14}=p(1-p)(1-\pi)$，

$$\mu_{21}=\frac{p\cdot\pi(1-b_{11})}{p\cdot\pi(1-b_{11})+p\cdot(1-\pi)(1-b_{11})}\ ,$$

10 一般賽局分析預測的方法爲 Nash 均衡，而且 Nash 均衡是所有均衡概念中最基本的要求。然而，本模型的 Nash 均衡有上千個。因此，我們將在附錄一中以 Gambit 軟體求解本模型的 Nash 均衡。

11 若在 (b_1, d, b_2) 策略下 X_{2i} 的機率等於 0，則 μ_{2i} 將無法透過貝氏定理求出。因此，買方 2 在此訊息集合上，猜測誠實型賣方的機率，也就是 μ_{2i}，可爲 0 和 1 之間的任意數。

$$\mu_{22}=\frac{p\cdot\pi\cdot b_{11}(1-d_{11})}{p\cdot\pi\cdot b_{11}(1-d_{11})+p\cdot(1-\pi)\cdot b_{11}(1-d_{12})}\text{，}$$

$$\mu_{23}=\frac{p\cdot\pi\cdot b_{11}\cdot d_{11}}{p\cdot\pi\cdot b_{11}\cdot d_{11}+p\cdot(1-\pi)\cdot b_{11}\cdot d_{12}}\text{。}$$

㈡序列均衡（sequential equilibrium）的定義

我們根據 Kreps and Wilson（1982a: 863-894）定義的序列均衡修改成適用本模型的定義。即，若一組評價 (b_1,d,b_2,μ) 爲序列均衡，須滿足以下條件：

1. 序列理性：與貝氏完全均衡第 1 點條件相同。
2. 一致性（consistency）：

   存在一數列 $\{b_1^\varepsilon,d^\varepsilon,b_2^\varepsilon,\mu^\varepsilon\}_{\varepsilon\to 0}$，滿足 $\lim_{\varepsilon\to 0}(b_1^\varepsilon,d^\varepsilon,b_2^\varepsilon,\mu^\varepsilon)=(b_1,d,b_2,\mu)$ 的要求，其中 $(b_1^\varepsilon,d^\varepsilon,b_2^\varepsilon)$ 爲完全混合策略組合（completely mixed strategy），μ^ε 則是用 $(b_1^\varepsilon,d^\varepsilon,b_2^\varepsilon)$ 策略透過貝氏定理計算得到。因爲在 $(b_1^\varepsilon,d^\varepsilon,b_2^\varepsilon)$ 策略下，X_{2i} 的機率皆大於 0，故一定可透過貝氏定理來求 μ^ε。也就是說 μ 需滿足 $\mu_{11}=p\pi$，$\mu_{12}=p(1-\pi)$，$\mu_{13}=(1-p)\pi$，$\mu_{14}=(1-p)(1-\pi)$，

$$\mu_{21}=\lim_{b_{11}^\varepsilon\to b_{11}}\frac{p\pi(1-b_{11}^\varepsilon)}{p\cdot\pi(1-b_{11}^\varepsilon)+p\cdot(1-\pi)(1-b_{11}^\varepsilon)}=\pi\text{，}$$

$$\mu_{22}=\lim_{b_{11}^\varepsilon\to b_{11}}\frac{p\cdot\pi\cdot b_{11}^\varepsilon(1-d_{11})}{p\cdot\pi\cdot b_{11}^\varepsilon(1-d_{11})+p\cdot(1-\pi)\cdot b_{11}^\varepsilon(1-d_{12})}=\frac{\pi\cdot(1-d_{11})}{\pi\cdot(1-d_{11})+(1-\pi)\cdot(1-d_{12})}\text{，}$$

$$\mu_{23}=\lim_{b_{11}^\varepsilon\to b_{11}}\frac{p\cdot\pi\cdot b_{11}^\varepsilon\cdot d_{11}}{p\cdot\pi\cdot b_{11}^\varepsilon\cdot d_{11}+p\cdot(1-\pi)\cdot b_{11}^\varepsilon\cdot d_{12}}=\frac{\pi\cdot d_{11}}{\pi\cdot d_{11}+(1-\pi)\cdot d_{12}}\text{。}$$

因此，在我們這個模型下，序列均衡與貝氏完全均衡的差別爲當 X_{2i} 的機率等於 0 時，貝氏完全均衡的 μ_{2i} 是任意機率皆可，但序列均衡會要求 $\mu_{21}=\pi$，$\mu_{22}=\pi(1-d_{11})/(\pi(1-d_{11})+(1-\pi)(1-d_{12}))$，$\mu_{23}=\pi d_{11}/(\pi d_{11}+(1-\pi)d_{12})$。在一致性要求下，當 2_$H$ 型與 2_O 型賣方都選交貨 $d_{11}=d_{12}=1$（或都選不交貨 $d_{11}=d_{12}=0$），因爲 μ_{22}（或 μ_{23}）的分母仍爲零，此時序列均衡仍無法對 μ_{22}（或 μ_{23}）產生限制。因此，接下來討論的直觀準則與 D1 準則，便是針對這情況下對 μ_{22}（或 μ_{23}）提出一些要求。

㈢ 直觀準則（intuitive criterion）的定義

Cho and Kreps（1987: 179-221）直觀準則是定義在一期的傳訊賽局上，我們將其精神套用在我們的模型上，因此，我們將 2_θ 型賣方在第一期的交貨選擇對應到傳訊者（sender）的訊息（message）選擇，而買方 2 的購買選擇對應到收訊者（receiver）的回應（response），並令賣方在第二期作最適選擇。在此模型下，若一個序列均衡 (b_1,d,b_2,μ)，對任意 $i\in\{2,3\}$，X_{2i} 在此均衡下的發生機率皆大於 0，則直觀準則並無任何限制，因此當考慮一個序列均衡是否滿足直觀準則時，我們假設存在一個 $i\in\{2,3\}$，在此序列均衡 (b_1,d,b_2,μ) 下，造成 X_{2i} 發生機率爲 0，並令 a_i 爲相對應的非均衡路徑下的訊息選擇，因此，a_2 = 不交貨，a_3 = 交貨。

接下來，我們定義有關符號。令 $u_s^*(\theta)$ 是 2_θ 型賣方的均衡報酬。令 $BR(v,X_{2i})$ 爲買方 2 在 X_{2i} 中以 v 爲猜測下，所有最適純策略所成的集合。因此，$BR(v,X_{2i})=\arg\max\limits_{b'_{2i}\in\{0,1\}}\{vb'_{2i}b^H+(1-v)b'_{2i}b^L\}$，其中 $BR(\{H\},X_{2i})=BR(1,X_{2i})$、$BR(\{O\},X_{2i})=BR(0,X_{2i})$、$BR(\Theta,X_{2i})=BR(\phi,X_{2i})=\bigcup\limits_{v\in[0,1]}BR(v,X_{2i})$。令 $U_S(a_i,b'_{2i},\theta)$ 代表 2_θ 型賣方，在第一期選擇 a_i 下，預期買方 2 會選擇 b'_{2i} 的最適期望報酬。

令 $\mathrm{J}(a_i)=\{\theta\in\Theta:|\max_{b'_{2i}\in BR(\Theta,x_{2i})}Us(a_i,b'_{2i},\theta)<u_s^*(\theta)\}$。若 $\theta\in\mathrm{J}(a_i)$，表示 2_θ 型賣方，不管假設買方 2 以甚麼樣的猜測去選最適策略回應時，選擇 a_i 下所得到的報酬會比在均衡下的報酬還低，故絕無動機選擇 a_i。此時，若將 (b_1,d,b_2,μ) 中買方 2 看到 a_i 的猜測改成不可能來自 2_θ 型賣方，也就是將 $\mu(x^{2\theta}|X_{2i})$ 改設成 0 後，若存在一個 $\theta'\in\Theta$，使得 2_θ' 型賣方會悖離均衡，改選 a_i，也就是 $u_s^*(\theta')<\min_{b'_{2i}\in BR(\Theta/\mathrm{J}(a_i),x_{2i})}Us(a_i,b'_{2i},O)$，那 (b_1,d,b_2,μ) 就不通過直觀準則。

㈣ D1 準則（criterion D1）的定義

這節我們將說明 Cho and Sobel（1990: 381-413）定義的 D1 準則。如同前一節中，我們假設有一個 $i\in\{2,3\}$，在序列均衡 (b_1,d,b_2,μ) 下，造成 X_{2i} 發生機率爲 0，而 a_i 則爲對應 X_{2i} 的傳訊選擇。

在固定 2_θ 型賣方之均衡報酬 $u_s^*(\theta)$ 下，設 $p(\theta|a_i)$ 爲買方 2 讓 2_θ 賣方採取非均衡策略 a_i 的報酬優於 $u_s^*(\theta)$ 的最佳反應之混合策略 b' 所成的集合；

設 $p^0(\theta|a_i)$ 為買方 2 讓 2_θ 型賣方採取均衡策略與非均衡策略 a_i 都無差異的最佳反應之混合策略 b' 所成的集合。

若存在一個 $\theta'\in\Theta$，假如每一個使得 2_θ 型賣方願意悖離到 a_i 的買方 2 反應，同時也會使得 2_θ' 型賣方悖離到 a_i，也就是滿足 $p(\theta|a_i)\cup p^0(\theta|a_i)\subset p(\theta'|a_i)$，這表示 2_$\theta'$ 型比 2_θ 型更容易悖離到 a_i，故 D1 準則要求買方在 a_i 下的均衡猜測，應刪除來自 2_θ 型賣方的可能性。也就是說此序列均衡若通過 D1 準則，買方若看到 a_i，就應該會相信不可能來自 2_θ 型，故在 a_i 下的均衡猜測，需滿足 $\mu(x^{2\theta}|X_{2i})=0$。

㈤ 穩定集合（stable set）的定義

穩定集合（stable set）的概念是 Kohlberg and Mertens（1986: 1003–1037）提出，由於詮釋上不是很明確，因此，本文採用 Cho and Sobel（1990: 381–413）定義下 Kohlberg and Mertens（1986: 1003–1037）的策略穩定性（strategically stable）要求，作為穩定集合的定義，說明如下：

固定有限 l 個參賽者所表示的一般式（normal form）賽局 G。令 σ_i^* 為賽局 G 中參賽者 i 採取的完全混合策略，而 $\delta>0$，我們先定義 $G(\sigma^*,\delta)$ 為賽局 G 的 (σ^*,δ) 干擾（perturbation）所成的集合：若 $G'\in G(\sigma^*,\delta)$，則賽局 G' 與賽局 G 具有相同策略空間，並且對每個 $i=1,2,...,l$，皆存在一 $\delta_i\in(0,\delta)$，使得在賽局 G' 中採取的策略向量 $(\sigma_1,...,\sigma_l)$ 之報酬與在賽局 G 中每個參賽者 i 皆採取混合策略 $(1-\delta_i)\sigma_l+\delta_i\sigma_i^*$ 之報酬相同。

當賽局 G 中的 Nash 均衡所構成的某一個閉集合（closed set）N 為穩定集合，則 N 為具有下列特性的最小集合：對任一 $\varepsilon>0$，存在某一 $\delta>0$，使得對於賽局 G 中的任一 (σ^*,δ) 干擾，其偏離 N 的距離都比 ε 小。如果在穩定集合 N 中的每一策略組合都有相同的均衡路徑，那麼，稱這個均衡路徑為穩定結果（stable outcome）。

參、均衡分析

一、在信用評價制度下，各個均衡概念的分析

本章的目的，除了說明以上各個均衡概念的定義，應用到這個模型時的差異外，也提出一套求解的技術流程，以不同程度的均衡要求，來精煉（refine）出唯一的均衡路徑，提昇模型的分析力。

首先，我們將提出一組評價 $(b_1,d,b_2,\mu)_1$，滿足貝氏完全均衡但卻不是序列均衡爲例子，來說明序列均衡比貝氏完全均衡嚴格要求猜測的一致性（consistent belief），這是在貝氏完全均衡中看不到的，但在我們的模型中，卻是眞正用來限制 μ_{22}、μ_{23} 的觀念。以此例子說明，在這個網路交易模型中，我們不用貝氏完全均衡，而是應用序列均衡的概念來求解。

接著，我們在附錄二中詳細證明了這個模型在不同的參數區間，最多只有兩個序列均衡路徑，我們以均衡 1 與均衡 2 區別，茲將附錄二求解的序列均衡路徑，整理在表 2。

從附錄二的證明結果，我們得到誠實型賣方出現的機率 $\pi\in(0,\bar{b})$，均衡 1 爲唯一的一個序列均衡，因此在這區間，不需要再討論序列均衡的選擇問題。但當 $\pi\in(\bar{b},1)$，則有兩組序列均衡。比較這兩組均衡，均衡 1 是以買方 2 認爲在第一期時，「交貨」比「不交貨」的賣方，更可能是誠實型，這符合一般的直觀。但均衡 2 則是以買方 2 認爲在第一期時，「不交貨」比「交貨」的賣方，反而更可能是誠實型。因此在均衡 2 中 2_H 型賣方在第一期反而選擇不交貨（$d_{11}=0$），來換取第二期的交易。爲了排除均衡 2 這個較不合理的均衡，獲得唯一解，我們將應用到比序列均衡更嚴格的均衡概念。

傳統上，討論「信譽效果」的連鎖店賽局，也有很多個序列均衡路徑，應用直觀準則後，就可以得到唯一的均衡路徑。但在我們的模型下，應用直觀準則，在某些參數下，並無法將均衡 2 刪除，必須再應用 D1 準則的條件，並連結策略穩定性的概念，才能將均衡 2 完全排除。最後應用穩定集合的存在定理，得到均衡 1 是滿足策略穩定性的唯一合理均衡。

我們先將此模型序列均衡所滿足的均衡概念，整理在表 3。由表 3，不僅

表 2：在信用評價制度下之所有序列均衡路徑

均衡路徑 ＼ π 的範圍 ＼ 均衡數			均衡 1					均衡 2			
			$\pi\in(0,\hat{b}^2)$	$\pi=\hat{b}^2$	$\pi\in(\hat{b}^2,\bar{b})$	$\pi=\bar{b}$	$\pi\in(\bar{b},1)$	$\pi=\bar{b}$	$\pi\in(\bar{b},\frac{\bar{b}}{1-p})$	$\pi=\frac{\bar{b}}{1-p}$	$\pi\in(\frac{\bar{b}}{1-p},1)$
第一期	買方 1 購買機率 b_{11}		0	[0, 1]	1	1	1	0	0	[0, 1]	1
	2_H 型交貨機率 d_{11}		1			1	1	0	0		
	2_O 型交貨機率 d_{12}		$(1-\bar{b})\pi/(1-\pi)\bar{b}$								
	1_H 型交貨機率 d_{13}		1					1	1		
	1_O 型交貨機率 d_{14}		0			0	0	0	0		
第二期	買方 2 猜測	μ_{21}	π			π	π	π	π		
		μ_{22}	0			$[0,\bar{b}]$	$[0,\bar{b}]$	$\bar{b}$			
		μ_{23}	$\bar{b}$			$\bar{b}$	π	$[0,\bar{b}]$	$[0,\bar{b}]$		
	買方 2 的購買機率	b_{21}	0			[0, 1]	1	[0, 1]	1		
		b_{22}	0			b_{22},b_{23} 滿足 $b_{23}\geq b_{22}+(O^H-O^M)/O^H$	$[0,O^M/O^H]$	b_{22},b_{23} 滿足 $b_{22}\geq b_{23}+\frac{H^H-H^M}{H^H}$			
		b_{23}	$(O^H-O^M)/O^H$				1		$[0,H^M/H^H]$		
	2_H 型交貨機率 d_{21},d_{22},d_{23}		1					1			
	2_O 型交貨機率 d_{24},d_{25},d_{26}		0					0			

說明：$\bar{b}=-b^L/(b^H-b^L)$，$\hat{b}^2=\bar{b}^2/(p+(1-p)\bar{b})$。

表 3：在信用評價制度下，滿足不同均衡概念之均衡路徑彙總表

均衡數 / π 的範圍 / 均衡概念	均衡 1	均衡 2			
	$\pi\in(0,1)$	$\pi\in(\bar{b},1)$			
		$\pi=\bar{b}$	$\pi\in(\bar{b},\bar{b}/(1-\mathrm{p}))$	$\pi=\bar{b}/(1-\mathrm{p})$	$\pi\in(\bar{b}/(1-\mathrm{p}),1)$
序列均衡	∨	∨	∨	∨	∨
直觀準則	∨	∨	∨	Δ_{I}	
D1 準則	∨	Δ_{D}			
穩定集合	∨				

說明：1. 以「∨」表示這個均衡路徑滿足此均衡概念；$\bar{b}=-b^L/(b^H-b^L)$。

2. 當 $b_{21}\in(0,H^M/H^H)$ 時，不滿足 D1 準則；若 $b_{21}\in(H^M/H^H,1)$，則滿足 D1 準則，故以 Δ_D 表示。

3. 若 $b_{11}=0$ 時，不滿足直觀準則；若 $b_{11}>0$，則滿足直觀準則，故以 Δ_{I} 表示。

可清楚看出各個均衡數其實是不相等的，即穩定集合⊊D1 準則⊊直觀準則⊊序列均衡；且經由均衡概念的篩選，精煉出只有均衡 1 滿足穩定性要求。

接下來，我們將以例子詳細說明貝氏完全均衡、序列均衡、直觀準則、D1 準則與策略穩定性要求，這些均衡概念差異之處。

㈠ 滿足貝氏完全均衡，但不滿足序列均衡的要求

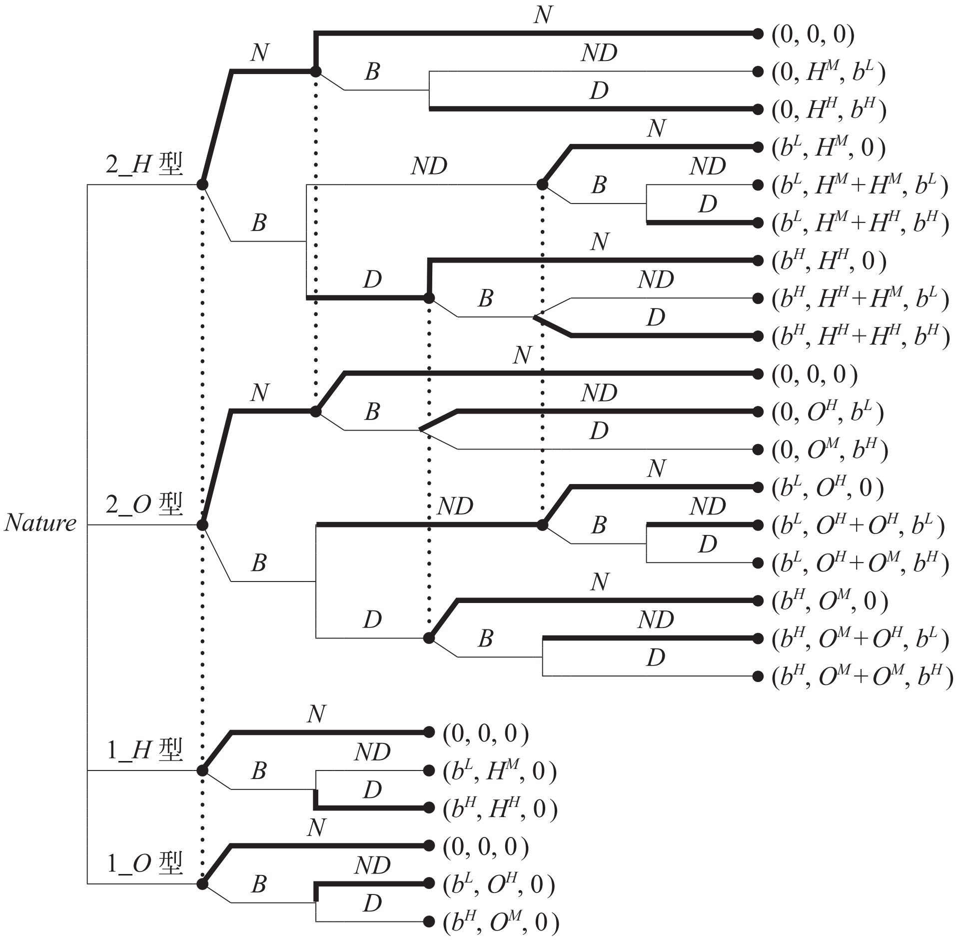
貝氏完全均衡與序列均衡不同的地方，在於序列均衡比貝氏完全均衡嚴格要求「猜測一致性（consistent belief）」。在一個具有不完全訊息的多階段賽局中，如果任何一個參賽者至多擁有兩種獨立的類型，或者至多有兩階段，那麼貝氏完全均衡的均衡數等於序列均衡（Fudenberg and Tirole, 1991: 324）。由於本模型假設賣方有四種類型，並有四階段，因此，在本節中我們將舉一個例子，滿足貝氏完全均衡，但卻不通過「猜測一致性」。從這個例子，一方面可看到「猜測一致性」在均衡求解上扮演的角色；另一方面可看到此模型的貝氏完全均衡數會超過序列均衡，即序列均衡⊊貝氏完全均衡。

附錄二中，我們證明在 $p\in(0,1)$ 與 $\pi\in(\hat{b}^2,\bar{b})$ 下，只有一個序列均衡，其中，買方 1 會選擇「購買」，即 $b_{11}=1$；而買方 2 是否購買，則與賣方第一期是否「交貨」有關。這裡我們考慮另一組貝氏完全均衡，買方 1「不買」，

買方 2 也「不買」，如圖 2 所示。這一組的策略與猜測 $(b_1, d, b_2, \mu)_1$ 如下：

在 $p\in(0,1)$ 與 $\pi\in(\hat{b}^2,\bar{b})$ 下，$\mu_{11}=p\pi$，$\mu_{12}=p(1-\pi)$，$\mu_{13}=(1-p)\pi$，$\mu_{14}=(1-p)(1-\pi)$，$b_{11}=0$，$d_{11}=d_{13}=1$，$d_{12}=d_{14}=0$，$\mu_{21}=\mu_{22}=\mu_{23}=\pi$，$b_{21}=b_{22}=b_{23}=0$，$d_{21}=d_{22}=d_{23}=1$，$d_{24}=d_{25}=d_{26}=0$。

圖 2：滿足貝氏完全均衡，但不滿足序列均衡的要求



我們接著要證明上述這組評價 (b_1, d, b_2, μ) 滿足貝氏完全均衡的要求。首先，賣方在最後一期的策略，誠實型賣方「交貨」，即 $d_{13}=d_{21}=d_{22}=d_{23}=1$，一般型賣方「不交貨」，即 $d_{14}=d_{24}=d_{25}=d_{26}=0$ 都是最適選擇。

接下來，我們檢查買方 2 的猜測 $\mu_{2i}=\pi$ 與策略 $b_{2i}=0$，是否滿足貝氏定理

和序列理性：因爲 $b_{11}=0$，買方 1 選擇「不買」，X_{21} 爲均衡路徑，應用貝氏定理可計算出 $\mu_{21}=\pi$；而 X_{22} 與 X_{23} 的訊息集合均衡不會到達，故無法應用貝氏定理計算 μ_{22}、μ_{23}，換言之，買方 2 的猜測可以任意設定，故 $\mu_{22}=\mu_{23}=\pi$ 也滿足要求。因爲 $\pi<\bar{b}$，即使 2_H 型賣方「交貨」的機率爲 1，買方 2 的最適選擇也是「不買」，即 $b_{2i}=0$，因爲其採取「購買」所獲得的報酬爲 $\pi b^H+(1-\pi)b^L=(b^H-b^L)(\pi-\bar{b})$，[12] 低於選擇「不買」的報酬 0。

再來，我們檢查 2_H 型與 2_O 型賣方在第一期的策略 $d_{11}=1$、$d_{12}=0$ 是否滿足序列理性：因均衡時買方 2 永遠選「不買」，因此，只需看第一期的賣方報酬來決定賣方最適選擇，又因爲 $H^H>H^M$、$O^H>O^M$，所以 $d_{11}=1$、$d_{12}=0$ 爲賣方最適選擇。

最後，我們檢查買方 1 的策略 $b_{11}=0$ 是否滿足序列理性。當買方 1 選擇「購買」時，預期獲得的報酬爲：

$$(1-p)[\pi\cdot b^H+(1-\pi)b^L]+p[\pi\cdot b^H+(1-\pi)b^L]=(b^H-b^L)(\pi-\bar{b})。$$

由於上述買方 1 選擇「購買」預期獲得的報酬爲負的，故買方 1 的最適選擇也是「不買」。

因此，上述這一組 $(b_1,d,b_2,\mu)_1$ 策略滿足貝氏完全均衡的要求。換句話說，當市場上出現誠實型賣方的機率 $(\pi<\bar{b})$ 夠小時，因爲買方們都選擇「不買」，自然就不會給想要賣兩期的人有誘因交貨的機會。

然而，上述那一組 $(b_1,d,b_2,\mu)_1$ 的貝氏完全均衡卻不是序列均衡。茲說明如下：

根據序列均衡一致性（consistency）的要求，

$$\mu_{22}=\frac{\pi\cdot(1-d_{11})}{\pi\cdot(1-d_{11})+(1-\pi)\cdot(1-d_{12})}，\mu_{23}=\frac{\pi\cdot d_{11}}{\pi\cdot d_{11}+(1-\pi)\cdot d_{12}}。$$

若 $d_{11}=1$、$d_{12}=0$，一致性會要求 $\mu_{22}=0$、$\mu_{23}=1$。也就是說，若誠實型在第一期一定「交貨」，一般型一定「不交貨」，則在 X_{22} 的訊息集合下，買方 2 看

12 令 $\bar{b}=-b^L/(b^H-b^L)$，代入正文中，可得 $(b^H-b^L)(\pi-\bar{b})$。

到上一期賣方「不交貨」，一致性要求猜測賣方是 2_O 型，因此他會選擇「不買」，即 $b_{22}=0$；而在 X_{23} 的訊息集合下，買方 2 看到上一期賣方「交貨」，一致性要求猜測賣方是 2_H 型，因此他會選擇「購買」，即 $b_{23}=1$。換言之，若 $d_{11}=1$、$d_{12}=0$，序列均衡會要求買方 2 的猜測必須是 $\mu_{22}=0$、$\mu_{23}=1$，因此，買方 2 的最適選擇會變成 $b_{22}=0$、$b_{23}=1$。這與貝氏完全均衡可任意設定 $\mu_{22}=\mu_{23}=\pi$ 的猜測，讓買方 2 不管賣方交不交貨，都可選擇「不買」，讓 2_O 型賣方在第一期無誘因交貨，有很大的不同。

(二) 滿足序列均衡，但不滿足直觀準則

在 $\pi\in(\bar{b}/(1-p),1)$ 下，表 2 的序列均衡 2 中，第一期「購買」且 2_θ 型賣方一定「不交貨」；而非均衡路徑爲「交貨」。即，其路徑與猜測爲 $b_{11}=1$，$d_{11}=d_{12}=d_{14}=0$，$d_{13}=1$；$\mu_{21}=\pi$，$\mu_{22}=\pi$，$\mu_{23}=[0,\bar{b}]$，$b_{21}=1$，$b_{22}=1$，$b_{23}\in[0,H^M/H^H]$，$d_{21}=d_{22}=d_{23}=1$，$d_{24}=d_{25}=d_{26}=0$。

現在，我們檢查上述這一組序列均衡，是否滿足直觀準則的要求。首先，在這一組序列均衡下，計算 2_θ 型賣方預期獲得的均衡報酬，分別爲 $u_s^*(H)=H^M+H^H$、$u_s^*(O)=2O^H$，另一是，在買方最適反應下，2_θ 型賣方預期可獲得的最大報酬，分別爲 $\max_{b'_{2i}\in BR(\Theta,X_{2i})}U_S(交貨,b'_{2i},H)=H^H+H^H$、$\max_{b'_{2i}\in BR(\Theta,X_{2i})}U_S(交貨,b'_{2i},O)=O^M+O^H$。比較均衡報酬與最大報酬之後，只有 2_$O$ 型賣方滿足下述的條件，即

$$\mathrm{J}(交貨)=\{\theta\in\Theta:|\max_{b'_{2i}\in BR(\Theta,X_{2i})}U_S(交貨,b'_{2i},\theta)<u_s^*(\theta)\}=\{O\}$$

這意謂著，給定上述的條件，在所有類型空間中排除 2_O 型賣方後，僅剩下 2_H 型的賣方，即 $\Theta\backslash\mathrm{J}(交貨)=\{H\}$，故買方最適反應爲 $BR(\Theta\backslash\mathrm{J}(交貨),X_{2i})=\{購買\}$。因此，給定買方最適反應下，2_$H$ 型賣方預期獲得的最小報酬爲 $\min_{b'_{2i}\in BR(\Theta\backslash\mathrm{J}(交貨),X_{2i})}U_S(交貨,b'_{2i},H)=H^H+H^H$，故 $u_s^*(H)<\min_{b'_{2i}\in BR(\Theta\backslash\mathrm{J}(交貨),X_{2i})}U_S(交貨,b'_{2i},H)$。

由此可知，上述這一組 $\pi\in(\bar{b}/(1-p),1)$ 的序列均衡，並不滿足直觀準則的要求。

㈢ 滿足直觀準則，但不滿足 D1 準則

在 $\pi\in(\bar{b},\bar{b}/(1-p))$ 下，[13] 表 2 的序列均衡 2 中，第一期「不買」且第二期看到「不交貨」才「購買」，其路徑與猜測爲，$b_{11}=0$，$d_{11}=d_{12}=d_{14}=0$，$d_{13}=1$；$\mu_{21}=\pi$，$\mu_{22}=\pi$，$\mu_{23}\in[0,\bar{b}]$，$b_{21}=1$，$b_{22}=1$，$b_{23}\in[0,H^M/H^H]$，$d_{21}=d_{22}=d_{23}=1$，$d_{24}=d_{25}=d_{26}=0$。

我們先說明上述的這一組路徑，在直觀準則的定義下爲一個均衡。根據直觀準則的定義，計算出 2_θ 型賣方預期獲得的均衡報酬，分別爲 $u_s^*(H)=H^H$、$u_s^*(O)=O^H$，以及 2_θ 型賣方悖離均衡策略所獲得的最大報酬，分別爲 $\max_{b'_{2i}\in BR(\Theta,X_{2i})}U_S(\text{交貨},b'_{2i},H)=H^H+H^H$、$\max_{b'_{2i}\in BR(\Theta,X_{2i})}U_S(\text{交貨},b'_{2i},O)=O^M+O^H$。觀察這些預期報酬中，可知這兩種類型的賣方採取均衡策略所獲得的均衡報酬，都比悖離均衡策略所獲得的最大報酬低。這意謂著，兩種類型的賣方都有動機想要悖離原先的均衡。這樣的結果，使得我們無法透過傳統直觀準則的定義，將 2_H 型賣方一定「不交貨」之不合理序列均衡路徑予以排除。因此，買方 2 對 2_θ 型賣方的猜測也就沒有限制。換言之，上述這一組序列均衡的猜測滿足直觀準則的要求。

接下來，我們說明滿足直觀準則的這一組序列均衡，在 D1 準則的定義下，並不是一個均衡。已知第一期 2_θ 型賣方一定「不交貨」爲均衡路徑，而「交貨」爲非均衡路徑。根據 D1 準則的定義，計算出 2_θ 型賣方預期獲得的均衡報酬，分別爲 $u_s^*(H)=H^H$、$u_s^*(O)=O^H$。倘若買方看到賣方送出「交貨」的非均衡路徑訊息時，其讓 2_H 型賣方願意悖離到「交貨」之最適反應爲 $P(\mathrm{H}|\text{交貨})=\{b_{23}:b_{23}\in(0,1)\}$，而讓 2_$O$ 型賣方願意悖離或無差異到「交貨」之買方最適反應爲 $P(\mathrm{O}|\text{交貨})\cup P^0(\mathrm{O}|\text{交貨})=\{b_{23}:b_{23}\in[(O^H-O^M)/O^H,1]\}$。由這些式子可得 $P(\mathrm{O}|\text{交貨})\cup P^0(\mathrm{O}|\text{交貨})\subset P(\mathrm{H}|\text{交貨})$ 的條件，這表示買方 2 看到賣方「交貨」的猜測爲 $\mu_{23}=1$。由於這一組序列均衡之猜測要求爲 $\mu_{23}=\bar{b}$，

13 其中的均衡路徑：「買方 2 看到上期不交貨才買」，並非接在買方 1 不買的主要路徑上，而是從 Y_{11} 與 Y_{12} 的訊息集合開始的路徑，我們以「次要的均衡路徑」稱之，這麼一來，此路徑才能用 D1 準則將其刪除；另外 $\pi=\bar{b}/(1-p)$，與在 $\pi\in(\bar{b},\bar{b}/(1-p))$ 下的論述相同，都是滿足直觀準則，但不滿足 D1 準則，故省略說明。

表示此序列均衡設定的猜測，並無法滿足 D1 準則的要求。故可應用 D1 準則，將這一組序列均衡排除。

綜合以上的說明，當我們知道以 $d_{11}=d_{12}=0$ 爲均衡路徑所支撐的序列均衡不合理時，並無法如傳統 Kreps and Wilson（1982b: 253-279）的作法，只需應用直觀準則，即可將連鎖店賽局中不合理的均衡排除，以得到唯一穩定的均衡路徑；必須進一步再應用 Cho and Sobel（1990: 381-413）提出的 D1 準則的條件，才能將這一組不合理的均衡排除。

直觀來說，因爲它依賴著買方以不合理的猜測當作恐嚇，當看到「交貨」這個非均衡路徑時，反而要猜測可能是來自一般型的賣方，造成誠實型賣方反而在第一期會偏好「不交貨」。因此，應用 D1 準則，可以將這個以不合理的猜測當作恐嚇所支撐起的均衡策略排除。

㈣ 滿足策略穩定性要求的均衡

序列均衡 2 是以第一期不交貨 $d_{11}=d_{12}=0$ 爲均衡路徑，並以看到「交貨」這個非均衡路徑時，以不合理的猜測當作恐嚇所支撐起的。在 $\pi\in(\bar{b},1)$ 下，我們用 D1 準則即可刪除之。不過，在 $\pi=\bar{b}$ 下，D1 準則仍無法將之刪除。然而，$d_{11}=d_{12}=0$ 這個均衡路徑只在 $\pi=\bar{b}$ 時才有，而以 $d_{11}=1$ 的均衡路徑則存在於 $\pi\in(0,1)$，因此當我們連結策略穩定性要求，即可將均衡 2 完全刪除。原因是，$\pi=\bar{b}$ 這個情況是 nongeneric（非一般賽局），只要將賽局參數顫動一下，在附近的干擾賽局的均衡路徑就變成 $d_{11}=1$，因此干擾賽局的均衡路徑與原均衡路徑 $d_{11}=d_{12}=0$ 的距離很遠。因此，$\pi=\bar{b}$ 下的均衡 2 並不滿足策略穩定性的要求。

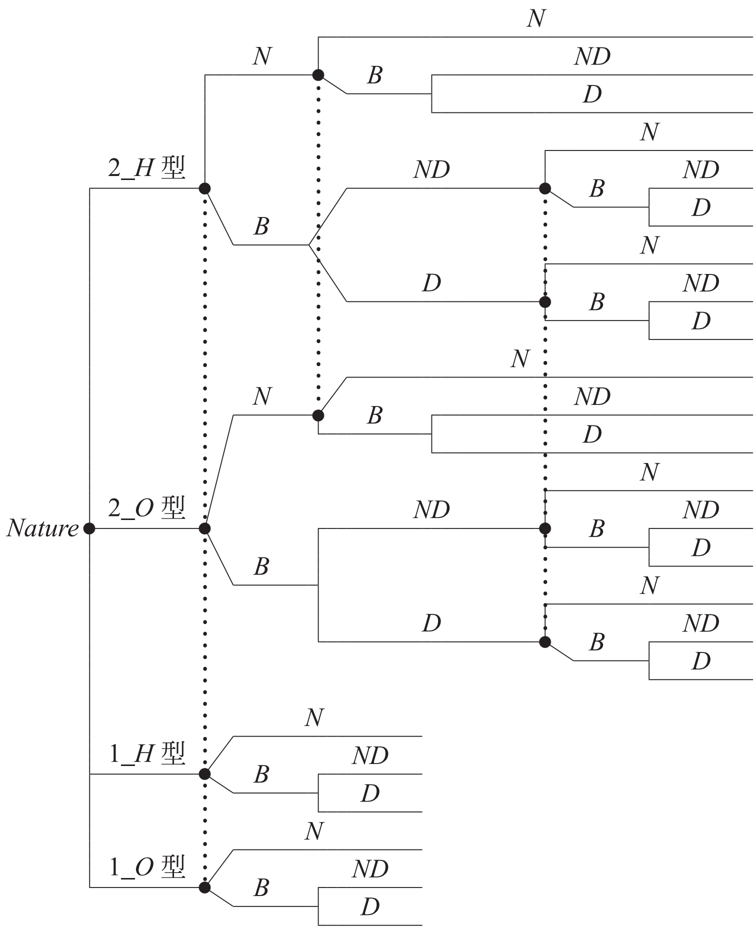
Kohlberg and Mertens（1986: 1003-1037）在其發表的論文中，已證明序列均衡中至少存在一組，其均衡路徑會滿足策略穩定性的要求。因此，應用上述文獻的結論，將 $d_{11}=d_{12}=0$ 不合理的均衡路徑排除後，最後得到不同的誠實型賣方機率（π）都只會存在一組序列均衡，也就是均衡 1。因此，這個均衡路徑一定會滿足策略穩定性的要求。

二、在沒有實施信用評價制度下之序列均衡

由於沒有實施「信用評價制度」，下一期買方無法觀察上一期交易結果，因此，有、沒有實施「信用評價制度」，其兩者最大的差異，在於買方 2 是否知道上一期的交易記錄。故，其訊息集合設定會因是否實施「信用評價制度」而有不同。由圖 1 的擴展式圖，我們將原來買方 2 有三個訊息集合，改爲兩個訊息集合，即爲圖 3 所示。

然而，有、沒有實施「信用評價制度」，其圖形結構非常類似。例如，在圖 3，賣方有四種類型、買方 1 只有一個訊息集合、賣方在第一期有四個

圖 3：在沒有信用評價制度下網路交易之擴展式圖



訊息集合、第二期則有六個訊息集合等等。因此，本節只針對與在「信用評價制度」下不同的參數重新定義，如以下幾點的說明：

1. $x^{t\theta}$，代表賣方爲 t_θ 型的結點。X_{ni} 代表買方 n 的第 i 個訊息集合，$i\in\{1,2\}$，因爲買方 2 有兩個訊息集合，爲 $X_{21}=\{x^{2\theta},\theta\in\Theta\}$，$X_{22}=\{x^{2\theta D}, x^{2\theta N},\theta\in\Theta\}$，其中 $x^{2\theta D}$、$x^{2\theta N}$，分別代表賣方爲 t_θ 型且交貨（D）、t_θ 型且不交貨（ND）的結點。
2. $(\bullet|\bullet)$ 爲猜測體系，是從每個訊息集合下的每個結點對應到 $[0,1]$ 的猜測函數。我們假設，$\mu(x^{2H}|X_{11})=\mu_{11}$，$\mu(x^{2O}|X_{11})=\mu_{12}$，$\mu(x^{1H}|X_{11})=\mu_{13}$，$\mu(x^{1O}|X_{11})=\mu_{14}=1-\mu_{11}-\mu_{12}-\mu_{13}$；而 $\mu(x^{2H}|X_{21})=\mu_{21}$，$\mu(x^{2O}|X_{21})=\mu_{24}=1-\mu_{21}$，$\mu(x^{2HN}|X_{22})=\mu_{22}$，$\mu(x^{2HD}|X_{22})=\mu_{23}$，$\mu(x^{2ON}|X_{22})=\mu_{25}$，$\mu(x^{2OD}|X_{22})=\mu_{26}=1-\mu_{22}-\mu_{23}-\mu_{25}$。
3. 設 $b_n(B|X_{ni})=b_{ni}$ 爲買方 n 在 X_{ni} 訊息集合下，購買（B）的機率；而不買（N）的機率則爲 $b_n(N|X_{ni})=1-b_{ni}$，$0\leq b_{ni}\leq 1$。
4. $(b_1,d,b_2,\mu)^{NR}$ 爲沒有實施「信用評價制度」下之一組評價：包含參賽者們所選定的一組行爲策略 $(b_1,d,b_2)^{NR}$ 與一套猜測體系 μ。當給定一組評價 $(b_1,d,b_2,\mu)^{NR}$ 後，我們可以計算每一個參賽者在自己的每一個訊息集合下所使用該行爲策略的期望效用：

   ⑴買方 1：$E\{u_1(b_1,d,b_2,\mu)^{NR}|X_{11}\}=\sum_{i=1}^{4}\mu_{1i}b_{11}((1-d_{1i})b^L+d_{1i}b^H)$。

   ⑵賣方：

   a. 1_H 型：$E\{u_s(b_1,d,b_2,\mu)^{NR}|Y_{13}\}=(1-d_{13})H^M+d_{13}H^H$；

   b. 1_O 型：$E\{u_s(b_1,d,b_2,\mu)^{NR}|Y_{14}\}=(1-d_{14})O^H+d_{14}O^M$；

   c. 2_H 型有四個訊息集合，因此

   $$E\{u_s(b_1,d,b_2,\mu)^{NR}|Y_{11}\}=(1-d_{11})(H^M+b_{22}((1-d_{22})H^M+d_{22}H^H))$$
   $$+d_{11}(H^H+b_{22}((1-d_{23})H^M+d_{23}H^H))，$$
   $$E\{u_s(b_1,d,b_2,\mu)^{NR}|Y_{21}\}=(1-d_{21})H^M+d_{21}H^H，$$
   $$E\{u_s(b_1,d,b_2,\mu)^{NR}|Y_{22}\}=H^M+(1-d_{22})H^M+d_{22}H^H，$$
   $$E\{u_s(b_1,d,b_2,\mu)^{NR}|Y_{23}\}=H^H+(1-d_{23})H^M+d_{23}H^H；$$

   d. 2_O 型有四個訊息集合，因此

   $$E\{u_s(b_1,d,b_2,\mu)^{NR}|Y_{12}\}=(1-d_{12})(O^H+b_{22}((1-d_{25})O^H+d_{25}O^M))$$

$$+d_{12}(O^M+b_{22}((1-d_{26})O^H+d_{26}O^M))，$$

$$E\{u_s(b_1,d,b_2,\mu)^{NR}\,|\,Y_{24}\}=(1-d_{24})O^H+d_{24}O^M，$$

$$E\{u_s(b_1,d,b_2,\mu)^{NR}\,|\,Y_{25}\}=O^H+(1-d_{25})O^H+d_{25}O^M，$$

$$E\{u_s(b_1,d,b_2,\mu)^{NR}\,|\,Y_{26}\}=O^M+(1-d_{26})O^H+d_{26}O^M。$$

⑶買方 2：有二個訊息集合，因此

$$E\{u_2(b_1,d,b_2,\mu)^{NR}\,|\,X_{21}\}=\mu_{21}b_{21}((1-d_{21})b^L+d_{21}b^H)$$
$$+(1-\mu_{21})b_{21}((1-d_{24})b^L+d_{24}b^H)，$$

$$E\{u_2(b_1,d,b_2,\mu)^{NR}\,|\,X_{22}\}=\mu_{2i}b_{22}((1-d_{2i})b^L+d_{2i}b^H),\ i\in\{2,3,5,6\}。$$

接下來，我們應用序列均衡的概念，在附錄三詳細證明在沒有「信用評價制度」下之序列均衡。茲將附錄三的證明結果，整理在表 4。由於表 4 只有一個均衡路徑，因此，不需要再討論序列均衡的選擇問題。

表 4：在沒有信用評價制度下之所有序列均衡路徑

<table>
<tr><th colspan="3">均衡路徑 \ π 的範圍</th><th>$\pi\in(0,\bar{b})$</th><th>$\pi=\bar{b}$</th><th>$\pi\in(\bar{b},1)$</th></tr>
<tr><td rowspan="5">第一期</td><td colspan="2">買方 1 購買機率 b_{11}</td><td>0</td><td>[0,1]</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="2">2_H 型交貨機率 d_{11}</td><td colspan="3">1</td></tr>
<tr><td colspan="2">2_O 型交貨機率 d_{12}</td><td colspan="3">0</td></tr>
<tr><td colspan="2">1_H 型交貨機率 d_{13}</td><td colspan="3">1</td></tr>
<tr><td colspan="2">1_O 型交貨機率 d_{14}</td><td colspan="3">0</td></tr>
<tr><td rowspan="8">第二期</td><td rowspan="4">買方 2 猜測</td><td>μ_{21}</td><td>π</td><td>$\bar{b}$</td><td>π</td></tr>
<tr><td>μ_{22}</td><td colspan="3">0</td></tr>
<tr><td>μ_{23}</td><td>π</td><td>$\bar{b}$</td><td>π</td></tr>
<tr><td>μ_{25}</td><td>$1-\pi$</td><td>$1-\bar{b}$</td><td>$1-\pi$</td></tr>
<tr><td rowspan="2">買方 2 的購買機率</td><td>b_{21}</td><td>0</td><td>[0,1]</td><td>1</td></tr>
<tr><td>b_{22}</td><td>0</td><td>[0,1]</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="2">2_H 型交貨機率 d_{21},d_{22},d_{23}</td><td colspan="3">1</td></tr>
<tr><td colspan="2">2_O 型交貨機率 d_{24},d_{25},d_{26}</td><td colspan="3">0</td></tr>
</table>

說明：有關買方 2 的猜測 $\mu_{24}=1-\mu_{21}$ 與 $\mu_{26}=1-\mu_{22}-\mu_{23}-\mu_{25}$，故省略之；$\bar{b}=-b^L/(b^H-b^L)$。

三、均衡的經濟意涵

根據第一節的結果，我們得到在「信用評價制度」與 $p\in(0,1)$ 下，表 2 中的均衡 1 是唯一通過策略穩定性要求的序列均衡。即

定理 1：在「信用評價制度」與 $p\in(0,1)$ 下，表 2 中的均衡 1 是唯一通過策略穩定性要求的序列均衡。其中：

⑴買方 1 選擇購買的充分條件為 $\pi>\bar{b}^2/[p+(1-p)\bar{b}]$，必要條件為 $\pi\geq\bar{b}^2/[p+(1-p)\bar{b}]$。

⑵1_H 型、2_H 型賣方一定都交貨，1_O 型賣方一定不交貨。2_O 型賣方在第二期一定不交貨，但在第一期則可能會：當 $\pi\geq\bar{b}$，2_O 型賣方第一期一定交貨；當 $\pi<\bar{b}$ 時，則以 $(1-\bar{b})\pi/(1-\pi)\bar{b}$ 交貨機率混合交貨。

⑶買方 2 購買與否，依第一期的交易情況而定。若第一期無交易發生，則買方 2 選擇購買的充分條件為 $\pi>\bar{b}$，必要條件為 $\pi\geq\bar{b}$。若第一期有交易，則依賣方第一期交貨情況而定。倘若看到賣方第一期不交貨，買方 2 的購買機率須小於 O^M/O^H，且當 $\pi<\bar{b}$ 時，一定不買。倘若看到賣方第一期交貨，當 $\pi<\bar{b}$，買方 2 會以 $(O^H-O^M)/O^H$ 的機率購買，而當 $\pi>\bar{b}$ 時，買方 2 一定購買。在 $\pi=\bar{b}$ 時，不交貨下的購買機率 b_{22} 與交貨下的購買機率 b_{23}，須滿足 $b_{23}\geq b_{22}+(O^H-O^M)/O^H$。

從定理 1 歸納的結果，我們發現能讓買方 1 選擇購買的邊界條件為 $\hat{b}^2=\bar{b}^2/(p+(1-p)\bar{b})$，這個邊界條件是指，在「信用評價制度」下，能讓買方 1 選擇上網購買，市場上出現誠實型賣方比例的最低門檻。由於賣方可能賣一期或兩期，這意味著，若買方 1 猜測賣方賣兩期的可能性很大，即 $p\approx1$，那麼第一期買方上網的最低門檻就比較接近 $\bar{b}^2$；[14] 反之，若買方 1 猜測賣方賣一期的可能性很大，即 $p\approx0$，那麼第一期買方上網的最低門檻就比較接近 $\bar{b}$。

14 將 $p=1$ 代回 $\bar{b}^2/[p+(1-p)\bar{b}]$，可得 $\bar{b}^2$；反之，將 $p=0$ 代回 $\bar{b}^2/[p+(1-p)\bar{b}]$，可得 $\bar{b}$。

另外，根據第二節的結果，我們得到在沒有「信用評價制度」下的序列均衡。即

定理 2：在沒有「信用評價制度」下，表 4 中的均衡是唯一的序列均衡。其中：

(1)買方 1 選擇購買的充分條件爲 $\pi>\bar{b}$，必要條件爲 $\pi\geq\bar{b}$。

(2)不論在哪一期，只要 1_*H* 型、2_*H* 型賣方都一定交貨，1_*O* 型、2_*O* 賣方都一定不交貨。

(3)不論第一期有、無交易發生，買方 2 選擇購買的充分條件爲 $\pi>\bar{b}$，必要條件爲 $\pi\geq\bar{b}$。

由定理 2 歸納的結果，我們發現在沒有「信用評價制度」下，能讓買方 1 選擇購買的邊界條件爲 $\bar{b}\equiv-b^L/(b^H-b^L)\in(0,1)$，這個參數代表的意義是，能讓買方 1 選擇上網購買，市場上出現誠實型賣方比例的最低門檻，如圖 4-1 所示。

然而在「信用評價制度」下，若我們將這些不同的 p 所對應不同的最低門檻 $\bar{b}^2/(p+(1-p)\bar{b})\equiv\hat{b}^2$，[15] 表現在 (π,p) 的座標軸上，如圖 4-2 所示。由圖 4-2 的邊界條件，可知隨著買方 1 猜測賣方賣兩期的可能性愈大，其最低門檻的變化是連續地漸漸遞減到另一極端狀況，也就是 $\partial\pi/\partial p<0$，如圖 4-2 粗

圖 4-1：無信用評價制度下，其所對應的最低購買門檻

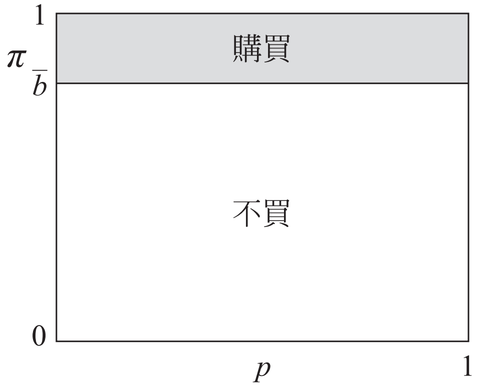
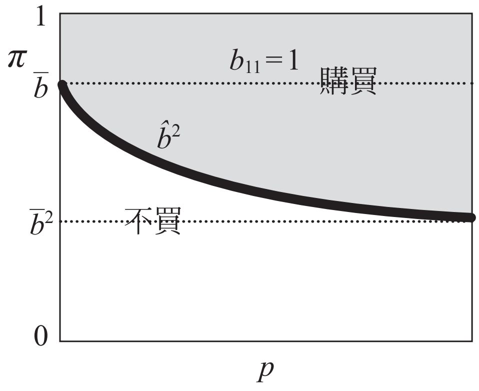


圖 4-2：在信用評價制度下，其所對應的最低購買門檻



15 令 $\pi=\bar{b}^2/[p+(1-p)\bar{b}]$，則 $\partial\pi/\partial p<0$ 與 $\partial^2\pi/\partial p^2>0$。

線所示。又由圖 4-2 可知，當買方 1 對賣方型態與交易期數同時存有不確定時，「信用評價制度」的引進，對網上購買量有貢獻的面積爲 $\bar{b}^2/[p+(1-p)\bar{b}]$ 與 $\bar{b}$ 之間。在這區間，網路平臺引進「信用評價制度」，才能增加第一期的網上購買量。不過，隨著 $p\to 1$ 漸進到 $p\to 0$ 時，第一期賣方最低門檻的變化從 $\bar{b}^2$ 上升到 $\bar{b}$，表示在 $p\to 0$ 下，有貢獻的面積會收斂到空集合。

除了「信用評價制度」的引進，可以增加第一期的網上購買量之外，也會改變 2_O 型賣方第一期的最適選擇，由原本的一定不交貨，變成可能會交貨，且當 $\pi\geq\bar{b}$ 時，2_O 型賣方還一定會交貨。因此，若不只考慮買方的網上購買量，而是將賣方是否交貨也考慮進去，那「信用評價制度」的引進，對成功交易的貢獻範圍就會從 $\bar{b}^2/(p+(1-p)\bar{b})$ 與 $\bar{b}$ 之間，增加到 $\bar{b}^2/(p+(1-p)\bar{b})$ 與 1 之間。因此，就算 $p\to 0$，有貢獻的面積會收斂 $[\bar{b},1]$，而不是空集合。

雖然「信用評價制度」對成功交易的貢獻面積比網上購買量的貢獻面積大，但卻只有 2_O 型賣方會改變交貨行爲，因此，實質貢獻還需乘上賣方是 2_O 型的機率 $p\pi$。

根據以上的說明，我們瞭解到「信用評價制度」的引進，對交易成功具有貢獻。

肆、結論與未來研究方向

基於傳訊賽局求解過程的複雜度，本文討論能捕捉到買賣雙方上網交易存在資訊不對稱下的最簡化的模型。在此模型中，本研究加入買方不確定賣方交易幾期之事實，以彌補這部分文獻的不足。因此，我們的研究得到：

第一，當我們嘗試讓誠實型賣方有交貨與不交貨的選擇，以及買方不確定賣方交易幾期之事實納入模型分析時，並無法如傳統「連鎖店賽局」解「信譽均衡」一般，只需應用直觀準則，即可得到唯一穩定的均衡路徑；而是必須再應用 D1 準則的條件並連結策略穩定性的要求，以篩選出唯一穩定的均衡路徑。其間，可以看到本模型的均衡集合具備以下特性：穩定集合 $\subsetneq$ D1 準則 $\subsetneq$ 直觀準則 $\subsetneq$ 序列均衡 $\subsetneq$ 貝氏完全均衡。第二，透過繁複的推導過程，在得到唯一滿足策略穩定性要求的均衡路徑的基礎下，我們的研究結果顯示，

若買方認爲賣方出現誠實型的比例不大時，原本在無信用評價制度下，兩期都不會有買方購買，因爲「信用評價制度」的引進，不僅提高了兩期買方購買的意願，而且改變了存有詐欺誘因的賣方不交貨的動機；因此，以後的學者若要討論「信用評價制度」時，可以直接設定誠實型賣方一定交貨，以簡化模型的求解過程。

然而，值得一提的是，我們並未在本模型的架構下，加入期數這個資訊在不同揭露的時間點對網路交易市場的影響。所謂「期數資訊揭露的時間點」，可分爲三種：一是完全揭露，買方賣方在第一期就知道期數的資訊；另一是部分揭露，[16] 賣方在第一期就知道，而買方到第二期才知道；其三是完全不揭露，買方賣方都是等到第二期才知道期數的資訊。由於加入「期數資訊揭露的時間點」後，對市場上各期的購買量、各期的交貨量，以及兩期市場預期總購買量與總交貨量等影響，其比較過程更爲繁瑣；然則，這是一個重要的課題，我們將另外撰文探討。

而且，我們假設買方知道賣方最多賣兩期，此上限造成我們模型產生的結果，較接近傳統文獻假設賣方有誠實型與一般型兩種可能之有限期的結果。如果我們將簡化的兩期模型推衍至三期或有限 N 期，而且買方無法知道賣方交易期數的上限，不知這樣的模型所產生的結果，是否必須再應用 D1 準則的條件並連結策略穩定性的要求，以篩選出唯一穩定的均衡路徑；是否結果也類似傳統文獻只考慮賣方類型具不確定之有限 N 期呢？由於沒有最後一期，故模型的推導過程會更爲複雜。然而，這的確是個重要的課題，也是未來很值得研究的方向。

參考資料

A. 中文部分

財團法人資訊工業策進會

2010 〈2009 年台灣網友線上購物行爲分析，直購成爲網購趨勢，網拍耐心逐漸流失〉。

16 此一資訊揭露，即是本文第參章中的模型架構。

2010 年 5 月 30 日，取自 http://mic.iii.org.tw/intelligence/pressroom/pop_pressfull.asp?sno=174&type1=2 (Institute for Information Industry, 2010, "An Analysis of Online Trading Behavior of Internet Users in Taiwan in 2009: 'Buying It Now' Becomes the Trend of Online Trading, While the Online Auction Is Gradually Lossing Its Attruction," Retrieved May 30, 2010, from http://mic.iii.org.tw/intelligence/pressroom/pop_pressfull.asp?sno=174&type1=2)

B. 外文部分

Bajari, P. and A. Hortaçsu

2004 "Economic Insights from Interest Auctions," *Journal of Economics Literature* 47(3): 457-486.

Bolton, G. E., E. Katok, and A. Ockenfels

2004 "Trust among Internet Traders: A Behavioral Economics Approach," *Analyse und Kritik* 26: 185-202.

Budis, E. B. and L. N. Takeyama

2001 "Buy Prices in Online Auctions: Irrationality on the Internet?" *Economics Letters* 72(3): 325-333.

Cabral, L. and A. Hortaçsu

2010 "The Dynamics of Seller Reputation: Evidence from eBay," *The Journal of Industrial Economics* 58(1): 54-78.

Chen, L.

2009 "What Do We Pay for Asymmetric Information? The Evolution of Mechanisms in Online Markets," Retrieved February 5, 2012, from http://mpra.ub.uni-muenchen.de/22506/

Cho, I. K. and D. M. Kreps

1987 "Signaling Games and Stable Equilibria," *Quarterly Journal of Economics* 102(2): 179-221.

Cho, I. K. and J. Sobel

1990 "Strategic Stability and Uniqueness in Signaling Games," *Journal of Economic Theory* 50(2): 381-413.

Cohen, Adam

2002 *The Perfect Store: Inside eBay*. Boston: Little Brown & Company.

Dellarocas, C.

2003a "The Digitization of World-of-mouth: Promise and Challenges of Online Feedback Mechanisms," *Management Science* 49(10): 1407-1424.

2003b "Efficiency through Feedback-contingent Fees and Rewards in Auction Marketplaces with Adverse Selection and Moral Hazard," pp. 11-18 in *EC '03: Proceedings of the 4th ACM Conference on Electronic Commerce, San Diego, California, USA, June 9-12, 2003*. New York, N.Y.: Association for Computing Machinery.

2005 "Reputation Mechanism Design in Online Trading Environments with Pure Moral Hazard," *Information Systems Research* 16(2): 209-230.

Diamond, D. W.

1989 "Reputation Acquisition in Debt Markets," *Journal of Political Economy* 97(4): 828–862.

Fudenberg, D. and J. Tirole

1991 *Game Theory.* Cambridge: MIT Press.

Kohlberg, E. and J. L. Mertens

1986 "On the Strategic Stability of Equilibria," *Econometrica* 54(5): 1003–1037.

Kreps, D. M. and R. Wilson

1982a "Sequential Equilibrium," *Econometrica* 50(4): 863–894.

1982b "Reputation and Imperfect Information," *Journal of Economic Theory* 27(2): 253–279.

Livingston, J.

2005 "How Valuable Is a Good Reputation? A Sample Selection Model of Internet Auctions," *Review of Economics and Statistics* 87(3): 453–465.

Lucking-Reiley, D., D. Bryan, N. Prasad, and D. Reeves

2007 "Pennies from eBay: The Determinants of Price in Online Auctions," *The Journal of Industrial Economics* 55(2): 223–233.

Lyudyno, G. and S. Sarangi

2004 "e-Honesty: When Does It Pay?" *Netnomics* 6(3): 209–219.

Mailath, G. J. and L. Samuelson

2006 *Repeated Games and Reputations: Long-run Relationships.* New York: Oxford University Press.

Mathews, T. and B. Katzman

2006 "The Role of Varying Risk Attitudes in an Auction with a Buyout Option," *Economic Theory* 27(3): 597–613.

McKelvey, Richard D., Andrew M. McLennan, and Theodore L. Turocy

2010 "Gambit: Software Tools for Game Theory, Version 0.2010.09.01," Retrieved May 30, 2011, from http://www.gambit-project.org

Resnick, P. and R. Zeckhauser

2002 "Trust among Strangers in Internet Transactions: Empirical Analysis of eBay's Reputation System," pp. 127–157 in Michael R. Baye (ed.), *The Economics of the Internet and E-commerce* (*Advances in Applied Microeconomics*, Volume 11). Amsterdam: Elsevier Science.

Selten, R.

1978 "The Chain Store Paradox," *Theory and Decision* 9(2): 127–159.

Spence, M.

1973 "Job Market Signaling," *Quarterly Journal of Economics* 87(3): 355–374.

Sulin, B., A. B. Whinston, and H. Zhang

2003 "Building Trust in Online Auction Markets through an Economic Incentive Mechanism," *Decision Support Systems* 35(3): 273–286.

Van Damme, E.

1991 *Stability and Perfection of Nash Equilibria.* 2nd Edition. Berlin: Springer-Verla.

附錄一、如何運用 Gambit 軟體求解 Nash 均衡

本網路交易的模型，有關交易者可用的策略，包括期數有一期或兩期的選擇、買方 n 有「購買」與「不買」的選擇、t_θ 型賣方第一期有「交貨」或「不交貨」的選擇、2_θ 型賣方第二期有「交貨」或「不交貨」的選擇，$n,t\in\{1,2\}$、$\theta\in\{H,O\}$，其中買賣雙方就有 $2\cdot 2\cdot 2^2\cdot 2^3\cdot 2^6=8{,}192$ 個策略的組合。如果要從這些策略組合一一找出所有的 Nash 均衡，工程將是很浩大且繁雜的。面對這樣複雜的賽局必須透過電腦運算方式解決，幸運的是，我們可以透過 McKelvey et al.（2010）發展的 Gambit 賽局分析工具，以數值模擬的方式找出 Nash 均衡，以補足正文均衡概念中獨缺基本要求的 Nash 均衡，茲說明如下：

首先，我們在 Gambit 軟體中設定本擴展式賽局的架構。接下來，我們爲了求得表 2 中 $\pi\in(\bar{b},1)$ 的 Nash 均衡，因此，以下的數值須滿足 $\pi\in(\bar{b},1)$、$b^H>0>b^L$ 與 $H^H>H^M$、$O^H>O^M$ 的要求。設兩期機率 $p=0.2$、誠實型的比例 $\pi=0.95$；買賣雙方交易的報酬：買方收到貨 $b^H=1$、沒收到貨 $b^L=-3$；誠實型賣方交貨 $H^H=3$、不交貨 $H^M=2$；一般型賣方交貨 $O^M=4$、不交貨 $O^H=5$ 等，以此作爲數值模擬的分析方向。再來，我們在 Gambit 軟體上，選擇求解「所有可能的純策略 Nash 均衡」後，最後，程式輸出的結果，共有 1,664 個純策略 Nash 均衡。

在這麼多個純策略 Nash 均衡中，我們粗略將這些具有相同的均衡路徑，卻有著不同的非均衡路徑，歸在同一組別上，故有五組不同的均衡路徑：一組爲兩期買方都「不買」；一組爲買方 1「不買」，而買方 2「購買」；一組爲買方 1「購買」，而買方 2 看到 2_θ 型賣方「不交貨」，選擇「不買」；另一組爲買方 1「購買」，而買方 2 看到 2_θ 型賣方「不交貨」，選擇「購買」；最後一組爲買方 1「購買」，而買方 2 看到 2_θ 型賣方「交貨」才選擇「購買」；如附表 1 所示。

另外，我們將每一組的均衡路徑，其所對應的純策略 Nash 均衡的個數，也整理在附表 1 上。例如，第 5 組的純策略 Nash 均衡個數就有 48 個了。正

附表 1：$p=0.2$ 與 $\pi=0.95$ 的均衡路徑與純策略 Nash 均衡個數

期數	參賽者的純策略	第 1 組	第 2 組	第 3 組	第 4 組	第 5 組
第一期	買方 1	不買	不買	購買	購買	購買
	2_*H* 型賣方	—	—	交貨	不交貨	交貨
	2_*O* 型賣方	—	—	不交貨	不交貨	交貨
	1_*H* 型賣方	—	—	交貨	交貨	交貨
	1_*O* 型賣方	—	—	不交貨	不交貨	不交貨
第二期	買方 2	不買	購買	不買	購買	購買
	2_*H* 型賣方	—	交貨	—	交貨	交貨
	2_*O* 型賣方	—	不交貨	—	不交貨	不交貨
Nash 均衡個數	純策略 Nash 均衡	1,024	512	32	48	48
	滿足序列均衡	0	0	0	1	1
	通過直觀準則、D1 且爲穩定集合的序列均衡	0	0	0	0	1

說明：若買方不買，就沒有後續交貨的問題，故以「—」表示；表格中的數字代表滿足某個均衡概念的純策略 Nash 均衡個數。

因爲有這麼多個純策略 Nash 均衡數，由於無法透過這麼多組 Nash 均衡的結果，提供唯一對均衡的預測；再加上在訊息不完全下，依照 Nash 均衡的概念可能得到不合理的結果。因此，我們透過精煉的過程以排除不合理的 Nash 均衡，也就是考慮到每一個決策點都必須滿足序列理性的要求。接下來，我們要從這些純策略 Nash 均衡數中，找出滿足序列均衡、直觀準則與 D1 準則的 Nash 均衡。

根據我們給定的數值 $\pi=0.95$，這個值其實是滿足正文中表 2 在 $\pi\in(\bar{b},1)$ 的均衡 1，與在 $\pi\in(\bar{b}/(1-p),1)$ 下的均衡 2。因此，直接套用正文中均衡分析的結果，亦即滿足在 $\pi\in(\bar{b},1)$ 下的序列均衡路徑有兩組：一組爲「第一期購買且第二期看到交貨才買」，另一組爲「第一期購買且第二期看到不交貨才買」。也就是，當我們以這兩個序列均衡路徑作爲篩選的基準，則這

1,664 個 Nash 均衡數，事實上只剩下 2 個，分別爲第 4 組的 1 個，以及第 5 組的 1 個。最後，再透過直觀準則的定義，可將另一組「第一期購買且第二期看到不交貨才買」的序列均衡排除，剩下第 5 組的 1 個 Nash 均衡數了，此一組如正文中所說明的，爲通過 D1 準則且爲穩定集合的序列均衡。

綜合上述的說明，根據我們在 $\pi \in (\bar{b}, 1)$ 下數值模擬的結果，得到了在資訊不對稱下，以純策略 Nash 均衡個數作爲連結四種均衡概念的集合，其特性具有，D1 準則且爲穩定集合 $\subsetneq$ 直觀準則 $\subsetneq$ 序列均衡 $\subsetneq$ Nash 均衡。

附錄二、在信用評價制度下之序列均衡求解過程

本文中已說明若一組評價 (b_1, d, b_2, μ) 爲序列均衡，則須滿足以下條件：

$$\mu_{21}=\pi \text{，} \mu_{22}=\frac{\pi\cdot(1-d_{11})}{\pi\cdot(1-d_{11})+(1-\pi)\cdot(1-d_{12})} \text{，} \mu_{23}=\frac{\pi\cdot d_{11}}{\pi\cdot d_{11}+(1-\pi)\cdot d_{12}} \text{。} \qquad \text{(A1)}$$

在第二期時，依照序列理性的條件，2_H 型賣方最適選擇爲「D」；而 2_O 型的賣方最適選擇爲「ND」。利用此結果，往前回溯到第二期的買方，在 X_{2i}，$i\in\{1,2,3\}$ 的訊息集合下，買方 2 選擇「B」所獲得的預期報酬是 $\mu_{2i}\cdot b^H+(1-\mu_{2i})\cdot b^L$，而選擇「$N$」所獲得的預期報酬是 0。如果 $\mu_{2i}>-b^L/(b^H-b^L)\equiv\bar{b}$，由於 $b^H>0>b^L$，因此，$0<-b^L/(b^H-b^L)<1$，則買方 2 在 X_{2i}，$i\in\{1,2,3\}$ 訊息集合下的決策爲：

$$b_{2i}=\begin{cases} 1\text{，} & \text{若 } \mu_{2i}>(-b^L)/(b^H-b^L)\equiv\bar{b}\text{；} \\ b_{2i}\in[0,1]\text{，} & \text{若 } \mu_{2i}>=\bar{b}\text{；} \\ 0\text{，} & \text{若 } \mu_{2i}<=\bar{b}\text{。} \end{cases} \qquad \text{(A2)}$$

而 2_θ 型賣方在第一期的決策爲：

2_H 型與 2_O 型賣方選擇「ND」策略，預期兩期的報酬分別爲 $H^M+b_{22}\cdot H^H$ 和 $O^H+b_{22}\cdot O^H$，

2_H 型與 2_O 型賣方選擇「D」策略，預期兩期的報酬分別爲 $H^H+b_{23}\cdot H^H$ 和 $O^M+b_{23}\cdot O^H$，

因此，求出 2_θ 型賣方第一期的最適反應函數（best response function），2_H 型賣方即爲：

$$d_{11}=\begin{cases} 1\text{，} & \text{若 } b_{22}-b_{23}<(H^H-H^M)/H^H\text{；} \\ d_{11}\in[0,1]\text{，} & \text{若 } b_{22}-b_{23}=(H^H-H^M)/H^H\text{；} \\ 0\text{，} & \text{若 } b_{22}-b_{23}>(H^H-H^M)/H^H\text{。} \end{cases}$$

2_O 型賣方即爲：

$$d_{12}=\begin{cases} 1\text{，} & \text{若 } b_{22}-b_{23}<(O^M-O^H)/O^H\text{；} \\ d_{12}\in[0,1]\text{，} & \text{若 } b_{22}-b_{23}=(O^M-O^H)/O^H\text{；} \\ 0\text{，} & \text{若 } b_{22}-b_{23}>(O^M-O^H)/O^H\text{。} \end{cases}$$

值得一提的是 $-1<(O^M-O^H)/O^H<0<(H^H-H^M)/H^H<1$，故序列均衡要求 $(d_{11}, d_{12}, b_{22}, b_{23})$ 爲上述四組最適反應函數的交集。因此，可分成五種情況討論：

情況 1：假如 $b_{22}-b_{23}>(H^H-H^M)/H^H$，則 $d_{11}=d_{12}=0$，代入式(A1)，可得 $\mu_{22}=\pi$，$\mu_{23}\in[0,1]$。

情況 1-1：如果 $\pi>\bar{b}$，則由式(A2)，知 $b_{22}=1$，因此，$b_{23}<1-(H^H-H^M)/H^H=H^M/H^H$。所以，$b_{23}\in[0,H^M/H^H]$，因此，由式(A2)可知 $\mu_{23}\leq\bar{b}$。

情況 1-2：如果 $\pi=\bar{b}$，則由式(A2)，知 $b_{22}\in[0,1]$。因此，滿足 $b_{22}-b_{23}>(H^H-H^M)/H^H$ 之所有 b_{22} 與 b_{23}，都是均衡解。然而由 $b_{22}-b_{23}$ 的關係，可知 b_{23} 不可爲 1，但可爲 0。因此，由式(A2)知 $\mu_{23}\leq\bar{b}$。

情況 1-3：如果 $\pi<\bar{b}$，則由式(A2)，知 $b_{22}=0$，故 $b_{22}-b_{23}\leq0$ 與 $b_{22}-b_{23}>(H^H-H^M)/H^H$ 不合，故在此情況下無解。

情況 2：假如 $b_{22}-b_{23}=(H^H-H^M)/H^H$，則 $d_{11}\in[0,1]$，$d_{12}=0$。

情況 2-1：如果 $d_{11}>0$，代入式(A1)，可得 $\mu_{23}=1$。因此，由式(A2)知 $b_{23}=1$。故 $b_{22}-b_{23}\leq0$，與 $b_{22}-b_{23}=(H^H-H^M)/H^H$ 不合，故在此情況下無解。

情況 2-2：如果 $d_{11}=0$，接下來的討論與情況 1 相同，即

情況 2-2-1：如果 $\pi>\bar{b}$，則 $b_{22}=1$。因此，$b_{23}=H^M/H^H$；且由式(A2)知 $\mu_{22}>\bar{b}$，$\mu_{23}=\bar{b}$。

情況 2-2-2：如果 $\pi=\bar{b}$，因爲 $d_{11}=0$、$d_{12}=0$，代入式(A1)，可得 $\mu_{22}=\pi$，故 $b_{22}\in[0,1]$。因此，滿足 $b_{22}-b_{23}=(H^H-H^M)/H^H$ 之所有 b_{22} 與 b_{23}，都是均衡解；然而由 $b_{22}-b_{23}$ 的關係，可知 b_{23} 不可爲 1，但可爲 0。因此，由式(A2)可知，$\mu_{23}\leq\bar{b}$。

情況 2-2-3：如果 $\pi<\bar{b}$，則 $b_{22}=0$。然而 $b_{22}-b_{23}\leq0$ 與 $b_{22}-b_{23}=(H^H-H^M)/H^H$ 不合，故在此情況下無解。

情況 3：假如 $b_{22}-b_{23}\in((O^M-O^H)/O^H,(H^H-H^M)/H^H)$，則 $d_{11}=1$，$d_{12}=0$。因此，由式(A1)，求得 $\mu_{22}=0$，$\mu_{23}=1$，且由式(A2)知 $b_{22}=0$，$b_{23}=1$，然而 b_{22}

$-b_{23}=-1$ 與 $b_{22}-b_{23}\in((O^M-O^H)/O^H,(H^H-H^M)/H^H)$ 不合，故在此情況下無解。

情況 4：假如 $b_{22}-b_{23}=(O^M-O^H)/O^H$，則 $d_{11}=1$，$d_{12}\in[0,1]$。

情況 4-1：如果 $\pi>\bar{b}$ 且 $d_{12}=1$，則由式(A1)得到 $\mu_{22}\in[0,1]$，$\mu_{23}=\pi$，且由式(A2)知 $b_{23}=1$。因此，$b_{22}=O^M/O^H$。所以，由式(A2)可知 $\mu_{22}=\bar{b}$。

情況 4-2-1：如果 $\pi\geq\bar{b}$ 且 $d_{12}<1$，則由式(A1)得到 $\mu_{22}=0$，$\mu_{23}=\pi/(\pi+(1-\pi)d_{12})$。故由式(A2)知 $b_{22}=0$，$b_{23}=1$，然而 $b_{22}-b_{23}=-1$ 與 $b_{22}-b_{23}=(O^M-O^H)/O^H$ 不合，故在此情況下無解。

情況 4-2-2：如果 $\pi=\bar{b}$ 且 $d_{12}=1$，則式(A1)得到 $\mu_{22}\in[0,1]$，$\mu_{23}=\pi$。故由式(A2)知 $b_{22}\in[0,1]$ 與 $b_{23}\in[0,1]$。因此，滿足 $b_{22}-b_{23}=(O^M-O^H)/O^H$ 之所有 b_{22} 與 b_{23}，都是均衡解；然而由 $b_{22}-b_{23}$ 關係，知 b_{22} 不可爲 1，但可爲 0。故由式(A2)可知 $\mu_{22}\leq\bar{b}$。

情況 4-3-1：如果 $\pi<\bar{b}$ 且 $d_{12}<1$，則由式(A1)得到 $\mu_{22}=0$。因此，由式(A2)知 $b_{22}=0$ 且 $b_{23}=(O^H-O^M)/O^H$。另由式(A2)知 $\mu_{23}=\bar{b}$。在 $\mu_{23}=\bar{b}$ 下，由式(A1)，解得 $d_{12}=((1-\bar{b})\cdot\pi)/(1-\pi)\cdot\bar{b})$。

情況 4-3-2：如果 $\pi<\bar{b}$ 且 $d_{12}=1$，則由式(A1)知 $\mu_{22}\in[0,1]$，$\mu_{23}=\pi$。且由式(A2)知 $b_{22}\in[0,1]$ 與 $b_{23}=0$。因此，$b_{22}-b_{23}\geq0$，與 $b_{22}-b_{23}=(O^M-O^H)/O^H$ 不合，故在此情況下無解。

情況 5：假如 $b_{22}-b_{23}<(O^M-O^H)/O^H$，則 $d_{11}=d_{12}=1$，由式(A1)知 $\mu_{22}\in[0,1]$，$\mu_{23}=\pi$。

情況 5-1：如果 $\pi>\bar{b}$，則由式(A2)知 $b_{23}=1$，只要 $b_{22}<O^M/O^H$ 都是均衡解；故由式(A2)知 $\mu_{22}\leq\bar{b}$，$\mu_{23}=\pi$。

情況 5-2：如果 $\pi=\bar{b}$，則由式(A2)知 $b_{23}\in[0,1]$。因此，滿足 $b_{22}-b_{23}<(O^M-O^H)/O^H$ 之所有的 b_{22} 與 b_{23}，都是均衡解；然而由 $b_{22}-b_{23}$ 關係，知 b_{22} 不可爲 1，但可爲 0。因此由式(A2)，可知 $\mu_{22}\leq\bar{b}$。

情況 5-3：如果 $\pi<\bar{b}$，則由式(A2)知 $b_{23}=0$。由此知 $b_{22}-b_{23}\geq0$ 與 $b_{22}-b_{23}<(O^M-O^H)/O^H$ 不合，故在此情況下無解。

茲將上述結果整理如下：

1. $\pi<\bar{b}$：$d_{11}=1$，$d_{12}=(1-\bar{b})\cdot\pi/(1-\pi)\cdot\bar{b}$；$b_{22}=0$，$b_{23}=(O^H-O^M)/O^H$。

2. $\pi=\bar{b}$：

⑴ $d_{11}=d_{12}=1$；滿足 $b_{22}-b_{23}\le(O^{M}-O^{H})/O^{H}$ 之所有的 d_{22} 與 d_{23}，都是均衡解。

⑵ $d_{11}=d_{12}=0$；滿足 $b_{22}-b_{23}\ge(H^{H}-H^{M})/H^{H}$ 之所有的 d_{22} 與 d_{23}，都是均衡解。

3. $\pi>\bar{b}$：

⑴ $d_{11}=d_{12}=1$；$b_{22}\in[0,O^{M}/O^{H}], b_{23}=1$；

⑵ $d_{11}=d_{12}=0$；$b_{22}=1, b_{23}\in[0,H^{M}/H^{H}]$。

現回到第一期買方 1 在 X_{11} 訊息集合下，由於 1_H 型會採取「D」，而 1_O 型賣方會採取「ND」，即 $d_{13}=1$、$d_{14}=0$，因此，選擇「B」預期獲得的報酬為：

$$\begin{aligned}&p\pi[d_{11}\cdot b^{H}+(1-d_{11})\cdot b^{L}]+p(1-\pi)\cdot[d_{12}\cdot b^{H}+(1-d_{12})\cdot b^{L}]\\&\quad+(1-p)\pi\cdot[d_{13}\cdot b^{H}+(1-d_{13})\cdot b^{L}]+(1-p)(1-\pi)\cdot[d_{14}\cdot b^{H}+(1-d_{14})\cdot b^{L}]\\&\quad=(b^{H}-b^{L})\{p(\pi\cdot d_{11}+(1-\pi)d_{12})+(1-p)\pi-\bar{b}\}\text{。}\end{aligned}\tag{A3}$$

根據買方 1 獲得的預期報酬，將上述求得之 2_θ 型賣方最適回應的結果，代入式(A3)，得到以下三種結果：

1. 若 $d_{11}=d_{12}=0$，則式(A3)可簡化為 $(b^{H}-b^{L})((1-p)\pi-\bar{b})$，

⑴當 $\pi\in(\bar{b}/(1-p),1)$，則式(A3)大於 0，故 $b_{11}=1$；且由式(A1)知 $\mu_{21}=\pi>\bar{b}$。因此，由式(A2)知 $b_{21}=1$。

⑵當 $\pi=\bar{b}/(1-p)$，則式(A3)為 0，故 $b_{11}\in[0,1]$；且由式(A1)知 $\mu_{21}=\pi>\bar{b}$。因此由式(A2)知 $b_{21}=1$。

⑶當 $\pi\in(\bar{b},\bar{b}/(1-p))$，則式(A3)小於 0，故 $b_{11}=0$；且由式(A1)知 $\mu_{21}=\pi\ge\bar{b}$。因此，由式(A2)知，當 $\mu_{21}>\bar{b}$，則 $b_{21}=1$；當 $\mu_{21}=\bar{b}$，則 $b_{21}\in[0,1]$。

2. 若 $d_{11}=d_{12}=1$，則式(A3)可簡化為 $(b^{H}-b^{L})(p(1-\pi)+\pi-\bar{b})$。當 $\pi\ge\bar{b}$ 時，則式(A3)大於 0，故 $b_{11}=1$；同理，由式(A1)知 $\mu_{21}=\pi\ge\bar{b}$。故由式(A2)知，$\mu_{21}>\bar{b}$，則 $b_{21}=1$；$\mu_{21}=\bar{b}$，則 $b_{21}\in[0,1]$。

3. 若 $d_{11}=1$，$d_{12}=((1-\bar{b})\cdot\pi)/((1-\pi)\cdot\bar{b})$，如果買方 1 選擇「$B$」預期獲得報酬大於等於 0，表示式(A3)$\ge0$，即

$$(b^H-b^L)\left\{p\pi+p(1-\pi)\cdot\frac{(1-\bar{b})\cdot\pi}{(1-\pi)\cdot\bar{b}}+(1-p)\pi-\bar{b}\right\}\geq 0,$$

$$(b^H-b^L)\left\{\frac{p\pi\bar{b}+p\cdot(1-\bar{b})\cdot\pi+(1-p)\pi\bar{b}-\bar{b}^2}{\bar{b}}\right\}\geq 0,$$

$$(b^H-b^L)\left\{\frac{p\pi+(1-p)\pi\bar{b}-\bar{b}^2}{\bar{b}}\right\}\geq 0,$$

故 $\pi\geq\dfrac{\bar{b}^2}{p+(1-p)\cdot\bar{b}}$。

那麼，若 $\pi>\bar{b}^2/(p+(1-p)\cdot\bar{b})$，則 $b_{11}=1$；若 $\pi=\bar{b}^2/(p+(1-p)\cdot\bar{b})$，則 $b_{11}\in[0,1]$。透過式(A1)知 $\mu_{21}=\pi$。故在 $\pi<\bar{b}$ 下，由式(A2)知 $b_{21}=0$。

因此，綜合上面所有的計算，這個賽局所有的序列均衡為：

1. $\pi\in(0,\bar{b})$：$d_{11}=d_{13}=1$，$d_{12}=(1-\bar{b})\cdot\pi/((1-\pi)\cdot\bar{b})$，$d_{14}=0$；$\mu_{21}=\pi$，$\mu_{22}=0$，$\mu_{23}=\bar{b}$，$b_{21}=0$，$b_{22}=0$，$b_{23}=(O^H-O^M)/O^H$，$d_{21}=d_{22}=d_{23}=1$，$d_{24}=d_{25}=d_{26}=0$；
   (1) $\pi\in(0,\bar{b}^2/(p+(1-p)\bar{b}))$，$b_{11}=0$；
   (2) $\pi=\bar{b}^2/(p+(1-p)\bar{b})$，$b_{11}\in[0,1]$；
   (3) $\pi\in(\bar{b}^2/(p+(1-p)\bar{b}),\bar{b})$，$b_{11}=1$。
2. $\pi=\bar{b}$：$\mu_{21}=\pi$，$b_{21}\in[0,1]$，$d_{21}=d_{22}=d_{23}=1$，$d_{24}=d_{25}=d_{26}=0$；
   (1) $b_{11}=1$，$d_{11}=d_{12}=d_{13}=1$，$d_{14}=0$，$\mu_{22}\in[0,\bar{b}]$，$\mu_{23}=\bar{b}$，b_{22}、b_{23} 滿足 $b_{22}-b_{23}\leq(O^M-O^H)/O^H$；
   (2) $b_{11}=0$，$d_{11}=d_{12}=d_{14}=0$，$d_{13}=1$，$\mu_{22}=\bar{b}$，$\mu_{23}\in[0,\bar{b}]$，b_{22}、b_{23} 滿足 $b_{22}-b_{23}\geq(H^H-H^M)/H^H$。
3. $\pi\in(\bar{b},1)$：$d_{21}=d_{22}=d_{23}=1$，$d_{24}=d_{25}=d_{26}=0$；
   (1) $b_{11}=1$，$d_{11}=d_{12}=d_{13}=1$，$d_{14}=0$，$\mu_{21}=\pi$，$\mu_{22}=[0,\bar{b}]$，$\mu_{23}=\pi$，$b_{21}=1$，$b_{22}\in[0,O^M/O^H]$，$b_{23}=1$；
   (2) $d_{11}=d_{12}=d_{14}=0$，$d_{13}=1$，$\mu_{21}=\pi$，$\mu_{22}=\pi$，$\mu_{23}=[0,\bar{b}]$，$b_{21}=1$，$b_{22}=1$，$b_{23}\in[0,H^M/H^H]$；
   (2.1) $\pi\in(\bar{b},\bar{b}/(1-p))$，$b_{11}=0$，
   (2.2) $\pi=\bar{b}/(1-p)$，$b_{11}\in[0,1]$，
   (2.3) $\pi\in(\bar{b}/(1-p),1)$，$b_{11}=1$。

附錄三、在沒有「信用評價制度」下之序列均衡求解過程

若一組評價 $(b_1, d, b_2, \mu)^{NR}$ 爲序列均衡，則須滿足以下條件：

$$\mu_{11}=p\pi\text{，}\mu_{12}=p(1-\pi)\text{，}\mu_{13}=(1-p)\pi\text{，}\mu_{14}=(1-p)(1-\pi)\text{，} \tag{B1}$$

$$\mu_{21}=\frac{p\pi(1-b_{11})}{p\pi(1-b_{11})+p(1-\pi)(1-b_{11})}=\pi\text{，} \tag{B2}$$

$$\mu_{22}=\frac{p\pi b_{11}(1-d_{11})}{p\pi b_{11}[(1-d_{11})+d_{11}]+p(1-\pi)b_{11}[(1-d_{12})+d_{12}]}=\pi(1-d_{11})\text{，} \tag{B3}$$

$$\mu_{23}=\frac{p\pi b_{11}d_{11}}{p\pi b_{11}[(1-d_{11})+d_{11}]+p(1-\pi)b_{11}[(1-d_{12})+d_{12}]}=\pi d_{11}\text{，} \tag{B4}$$

$$\mu_{25}=\frac{p(1-\pi)b_{11}(1-d_{12})}{p\pi b_{11}[(1-d_{11})+d_{11}]+p(1-\pi)b_{11}[(1-d_{12})+d_{12}]}=(1-\pi)(1-d_{12})\text{，} \tag{B5}$$

$$\mu_{26}=\frac{p(1-\pi)b_{11}d_{12}}{p\pi b_{11}[(1-d_{11})+d_{11}]+p(1-\pi)b_{11}[(1-d_{12})+d_{12}]}=(1-\pi)d_{12}\text{。} \tag{B6}$$

在第二期時，依照序列理性的條件，2_H 型賣方最適選擇爲「D」；而 2_O 型的賣方最適選擇爲「ND」。利用此結果，往前回溯到第二期的買方，其決策爲：

1. 在 X_{21} 的訊息集合下，買方 2 選擇「B」所獲得的預期報酬是 $\mu_{21}\cdot b^H+(1-\mu_{21})\cdot b^L$，而選擇「$N$」所獲得的預期報酬是 0。如果 $\mu_{21}>-b^L/(b^H-b^L)\equiv\bar{b}$，由於 $b^H>0>b^L$，因此，$0<-b^L/(b^H-b^L)<1$，則買方 2 在 X_{21} 訊息集合下的決策爲：

$$b_{21}=\begin{cases}1\text{，} & \text{若 } \mu_{21}>(-b^L)/(b^H-b^L)\equiv\bar{b}\text{；}\\ b_{21}\in[0,1]\text{，} & \text{若 } \mu_{21}=\bar{b}\text{；}\\ 0\text{，} & \text{若 } \mu_{21}<\bar{b}\text{。}\end{cases} \tag{B7}$$

2. 在 X_{22} 的訊息集合下，買方 2 選擇「B」所獲得的預期報酬是 $\mu_{22}\cdot b^H+\mu_{25}\cdot b^L+\mu_{23}\cdot b^H+\mu_{26}\cdot b^L$，而選擇「$N$」所獲得的預期報酬是 0。如果 $\mu_{22}+\mu_{23}>-b^L/(b^H-b^L)\equiv\bar{b}$，則買方 2 在 X_{22} 訊息集合下的決策爲：

$$b_{22}=\begin{cases}1, & \text{若 } \mu_{22}+\mu_{23}>(-b^L)/(b^H-b^L)\equiv\bar{b}; \\ b_{21}\in[0,1], & \text{若 } \mu_{22}+\mu_{23}=\bar{b}; \\ 0, & \text{若 } \mu_{22}+\mu_{23}<\bar{b}。\end{cases} \tag{B8}$$

而 2_θ 型賣方在第一期的決策爲：

2_H 型與 2_O 型賣方選擇「ND」策略，預期兩期的報酬分別爲 $H^M+b_{22}\cdot H^H$ 和 $O^H+b_{22}\cdot O^H$；2_H 型與 2_O 型賣方選擇「D」策略，預期兩期的報酬分別爲 $H^H+b_{22}\cdot H^H$ 和 $O^M+b_{22}\cdot O^H$。因此，求出 2_θ 型賣方第一期的最適反應函數，2_H 型賣方爲 $d_{11}=1$，2_O 型賣方爲 $d_{12}=0$。

故序列均衡要求 (d_{11},d_{12},b_{22}) 爲上述四組最適反應函數的交集。由於 $d_{11}=1$、$d_{12}=0$，將之代入式(B3)～(B6)，可得 $\mu_{22}=\mu_{26}=0$，$\mu_{23}=\pi$，$\mu_{25}=1-\pi$。因此，將μ_{22}與μ_{23}代回式(B8)，由式(B8)可知，若$\pi>\bar{b}$，則$b_{22}=1$；反之，則相反。

現回到第一期買方 1 在 X_{11} 訊息集合下，由於 1_H 型會採取「D」，而 1_O 型賣方會採取「ND」，即 $d_{13}=1$、$d_{14}=0$，因此，選擇「B」預期獲得的報酬爲：

$$\begin{aligned}&p\pi[d_{11}\cdot b^H+(1-d_{11})\cdot b^L]+p(1-\pi)\cdot[d_{12}\cdot b^H+(1-d_{12})\cdot b^L]\\&\quad+(1-p)\pi\cdot[d_{13}\cdot b^H+(1-d_{13})\cdot b^L]+(1-p)(1-\pi)\cdot[d_{14}\cdot b^H+(1-d_{14})\cdot b^L]\\&=(b^H-b^L)\{p(\pi\cdot d_{11}+(1-\pi)d_{12})+(1-p)\pi-\bar{b}\}。\end{aligned} \tag{B9}$$

根據買方 1 獲得的預期報酬，將上述求得之 2_θ 型賣方最適回應的結果，代入式(B9)，可得 $(b^H-b^L)(\pi-\bar{b})$。

1. 當 $\pi>\bar{b}$ 時，則 $(b^H-b^L)(\pi-\bar{b})$ 大於 0，故 $b_{11}=1$。因此，在 $\mu_{21}=\pi>\bar{b}$ 下，由式(B2)知 $b_{21}=1$。
2. 當 $\pi=\bar{b}$ 時，則 $(b^H-b^L)(\pi-\bar{b})$ 等於 0，故 $b_{11}\in[0,1]$。因此，在 $\pi=\bar{b}$ 下，由式(B2)知 $b_{21}\in[0,1]$。
3. 當 $\pi<\bar{b}$ 時，則 $(b^H-b^L)(\pi-\bar{b})$ 小於 0，故 $b_{11}=0$。因此，在 $\pi<\bar{b}$ 下，由式(B2)知 $b_{21}=0$。

綜合上面所有的計算，這個賽局所有的序列均衡爲：

1. $\pi\in(0,\bar{b})$：$b_{11}=0$，$d_{11}=d_{13}=1$，$d_{12}=d_{14}=0$；$\mu_{21}=\pi$，$\mu_{22}=\mu_{26}=0$，$\mu_{23}=\pi$，$\mu_{25}=1-\pi$，$b_{21}=0$，$b_{22}=0$，$d_{21}=d_{22}=d_{23}=1$，$d_{24}=d_{25}=d_{26}=0$；
2. $\pi=\bar{b}$：$b_{11}\in[0,1]$，$d_{11}=d_{13}=1$，$d_{12}=d_{14}=0$；$\mu_{21}=\pi$，$\mu_{22}=\mu_{26}=0$，$\mu_{23}=\pi$，

$\mu_{25}=1-\pi$，$b_{21}\in[0,1]$，$b_{22}\in[0,1]$，$d_{21}=d_{22}=d_{23}=1$，$d_{24}=d_{25}=d_{26}=0$；

3. $\pi\in(\bar{b},1)$：$b_{11}=1$，$d_{11}=d_{13}=1$，$d_{12}=d_{14}=0$；$\mu_{21}=\pi$，$\mu_{22}=\mu_{26}=0$，$\mu_{23}=\pi$，$\mu_{25}=1-\pi$，$b_{21}=1$，$b_{22}=1$，$d_{21}=d_{22}=d_{23}=1$，$d_{24}=d_{25}=d_{26}=0$。

Connecting Equilibrium Concepts in Asymmetric Information—The Market for Online Transactions

Pi-nuan Chang
Ph.D. Candidate
Graduate Institute of Industrial Economics, National Central University

ABSTRACT

This paper builds a two-period signaling game to study whether or not the 'ordinary' long-run seller has sufficient incentive to gain credibility for his second sale by delivering the good in the first period. We assume that short-run (one-shot) buyer is uncertain about the seller's type, and whether or not the seller will be in the market in the second period is also seller's private information. This model can be viewed as a dual model of Kreps and Wilson. Contrary to the uniqueness of the results in Kreps and Wilson, we have multiple equilibrium paths passing the intuitive criterion. Hence, in order to obtain a unique equilibrium path, we must apply the criterion D1 and need strategic stability. Therefore, we can tell the discrepancy under each type of equilibrium concepts under asymmetric information. We also apply Gambit software to get a numerical simulation of all pure strategy Nash equilibria of this model. In the unique strategically stable equilibrium, when the probability of an 'ordinary' short-run seller is sufficiently low, the outcome is that the 'ordinary' long-run seller has sufficient incentive to gain credibility for his second sale by delivering the good in the first period. Hence, concern for reputation can encourage sellers to adopt honest delivery behavior, thereby benefiting the market for online transactions.

Key Words: asymmetric information, sequential equilibrium, intuitive criterion, criterion D1, reputation, online transactions