DOI: 10.6277/TER.202112_49(4).0004

內生化事先承諾選擇下的進入市場時點賽局

孫嘉宏・許劭愷*

本文研究內生化事先承諾選擇下, 雙占廠商進入市場時點的兩階段賽局。兩家廠商在第一階段同時且分別選擇是否要事先承諾進入市場的時點, 若廠商決定要事先承諾進入市場的時點, 則其必須付出一個承諾成本。在賽局的第二階段, 若廠商選擇要事先承諾, 則在期初承諾一個進入市場的時點; 若廠商選擇不事先承諾, 則隨著時間的經過, 廠商可以在任何一個時點進入市場, 在進入市場之後, 廠商在每個時點決定其產品的數量。在進入市場成本隨時間經過而遞減的假設下, 研究發現當承諾成本相對較大時, 均衡結果爲兩家廠商都選擇不事先承諾進入市場的時點, 雙占廠商均衡時依序進入市場且「利潤均等」; 當承諾成本相對較小時, 均衡結果爲一家廠商選擇事先承諾進入市場的時點而成爲先進廠商, 另一家廠商選擇不事先承諾進入市場的時點而成爲後進廠商, 均衡時存在「承諾優勢」、「先進者優勢」。

關鍵詞: 時點賽局, 事先承諾賽局, 先發制人賽局, 混合事先承諾賽局, 內生化事先承諾賽局

JEL **分類代號**: L13, D21, O30

1 前言

廠商進入市場 (採取新技術) 的時點, 是相當重要的研究議題, 產業經濟、賽局理論的時點賽局 (timing game) 研究廠商進入市場 (採取新技術) 的時點競爭。在時點賽局的相關文獻中, 依據廠商的訊息結構 (information

*作者分別爲東吳大學經濟學系教授與東吳大學經濟學碩士。孫嘉宏爲通訊作者。作者感謝科技部之研究經費補助 (計畫編號: MOST 107-2410-H-031-014)。

經濟論文叢刊 (*Taiwan Economic Review*), 49:4 (2021), 567–605。
國立台灣大學經濟學系出版

臺灣大學學術期刊資料庫

structure), 可分爲假設所有廠商可在期初承諾進入市場時點的事先承諾賽局 (precommitment game); 以及假設所有廠商無法在期初事先承諾進入市場時點的先發制人賽局 (preemption game)。

在現實世界中, 我們經常可以觀察到廠商之間的進入市場時點競爭, 舉例來說, 在智慧型手機市場中, 蘋果公司 (Apple) 在2017年9月初宣布, 將於9月12日舉行新一代的手機 iPhone X 之產品發表會, 並承諾該產品將於同年的11月上市銷售; 三星電子 (Samsung) 在2017年7月中旬宣布, 將於8月23日舉行新一代的手機 Galaxy Note 8 之產品發表會, 並承諾該產品將於同年的9月中旬上市銷售; 另一方面, 我們觀察到富可視公司 (InFocus) 在2017年7月30日發表並同時銷售新手機 M810。在平板電腦市場中, 蘋果公司在2017年5月初宣布, 將於6月5日舉行 iPad pro 之產品發表會; 另一方面, 我們觀察到華碩電腦公司 (Asus) 在2016年12月30日發表並銷售平板電腦 ZenPad 3S; 小米科技公司 (Xiaomi) 在2017年4月6日發表並同時銷售小米平板3。

觀察上述之實際現象我們可以發現, 廠商在實務上應該是可以自行決定其進入市場的時點, 因此在經濟模型中, 研究個別廠商本身的誘因, 並內生化廠商的時點選擇, 實有其學術價值。然而我們也同樣發現, 即便是在同一個產業中, 可能存在部分廠商事先承諾進入市場時點, 而部分廠商不事先承諾進入市場時點之情形。此外, 在現實世界中, 廠商也應該是可以自行決定是否要事先承諾進入市場時點, 換言之, 廠商是否事先承諾進入市場時點的選擇, 應該是可以由經濟模型內生決定的。

本文在「進入市場時點 (timing of market-entry)」的時點賽局架構下, 研究廠商進入市場的時點競爭。我們假設時間是連續的, 雙占廠商分別決定其進入市場的時點, 在進入市場之後, 廠商在每個時點決定其產品的數量。假設廠商進入市場成本隨著時間經過而遞減, 若廠商事先承諾進入市場時點, 則其必須付出一個承諾成本, 若廠商不事先承諾進入市場時點, 則無需負擔此承諾成本, 此承諾成本可視爲廠商承諾進入市場時點, 所舉辦之產品發表會所付出之固定成本。

本文模型建構在一個雙占廠商的兩階段賽局, 賽局的第一階段爲「事先承諾階段」, 兩家廠商同時且分別選擇是否要事先承諾進入市場的時點,

臺灣大學學術期刊資料庫

若 (1) 兩家廠商都選擇要事先承諾進入市場的時點, 則本賽局會退化爲文獻上之「事先承諾賽局」; (2) 兩家廠商都選擇不要事先承諾進入市場的時點, 則本賽局會退化爲文獻上之「先發制人賽局」; (3) 一家廠商選擇要事先承諾進入市場的時點, 而另一家廠商選擇不要事先承諾進入市場的時點, 則本文將此賽局定義爲「混合事先承諾賽局 (mixed precommitment game)」。賽局的第二階段爲「時點競爭階段」, 若廠商選擇要事先承諾, 則在期初必須承諾一個進入市場的時點; 若廠商選擇不事先承諾, 則隨著時間的經過, 廠商可以在任何一個時點進入市場。如前所述, 在現實世界中, 廠商應該是可以自行決定是否要事先承諾進入市場的時點, 本文將以此賽局, 探討廠商內生的事先承諾選擇。

我們想要探討的幾個問題是: 1. 在混合事先承諾賽局之下, 承諾廠商均衡時將是先進者或是後進者? 承諾廠商或是不承諾廠商, 將具有較高的均衡利潤? 2. 不同的訊息結構, 是否會對廠商進入市場時點與利潤造成影響? 3. 在內生化事先承諾賽局之下, 均衡時所有廠商都事先承諾進入市場的時點、所有廠商都不事先承諾進入市場的時點, 或是部分廠商事先承諾, 而部分廠商不事先承諾進入市場的時點?

在「混合事先承諾賽局」的部分, 雙占廠商之間的策略互動, 相似於產業經濟相關文獻 Stackelberg 模型下, 先進廠商與後進廠商之間的策略互動。詳言之, Stackelberg 模型的先進者 (leader), 就是一個典型的事先承諾廠商, 而 Stackelberg 模型的後進者 (follower), 就是一個典型的不事先承諾廠商, 舉例來說, 在雙占廠商數量競爭模型下, 先進廠商可以在對手廠商的數量決策之前, 事先承諾自己的產出水準, 而後進廠商則根據先進廠商的數量選擇, 做出自己的最適反應; 在雙占廠商價格競爭模型下, 先進廠商可以在對手廠商的價格決策之前, 事先承諾自己的價格水準, 而後進廠商則根據先進廠商的價格選擇, 做出自己的最適反應。一般而言, 廠商事先承諾自己的策略選擇, 將可能具有某些優勢與劣勢。Gal-Or (1985) 研究參賽者的反應函數型式是否導致「先進者優勢」或是「後進者優勢」, 研究結果發現, 若後進者的反應函數是正斜率, 亦即參賽者之間的決策爲策略性互補 (strategic complements), 則存在後進者優勢; 若後進者的反應函數是負斜率, 亦即參賽者之間的決策爲策略性替代 (strategic substitutes), 則先

臺灣大學學術期刊資料庫

進者具有優勢。[1]

「時點賽局」是與本文主要相關之研究文獻, Reinganum (1981b) 研究廠商採取新技術的時點, 假設兩家廠商無法觀察到競爭對手採取新技術的時點, 但可在賽局期初承諾其採取新技術的時點, 而此種賽局也稱爲「事先承諾賽局」, 研究發現, 雙占廠商均衡時將依序採取新技術, 且具有先進者優勢 (first-mover advantage)。另一方面, Fudenberg and Tirole (1985) 首先研究「先發制人賽局」, 假設寡占廠商無法在賽局的期初, 事先承諾採取新技術的時點, 但可觀察到競爭對手採取新技術的時點, 研究發現, 因爲後進廠商先發制人的誘因, 先進廠商採取新技術的時點將被迫提前, 寡占廠商的均衡利潤將會相等。關於「時點賽局」的相關文獻, 本文將於第 2 節之文獻回顧, 做進一步的深入探討。

本文的研究結果發現, 在「混合事先承諾賽局」之下, 因承諾廠商無論是均衡時的先進者或後進者, 都必須付出承諾成本, 且在事先承諾賽局之下, 將具有先進者優勢, 因此承諾廠商會選擇一個較早的進入市場時點, 而成爲均衡時的先進者。當承諾成本相對較低時, 承諾廠商的先進者優勢, 凌駕於其所多負擔的承諾成本, 使其均衡利潤高於不承諾廠商的均衡利潤, 而此賽局具有「承諾優勢」、「先進者優勢」; 相反的, 當承諾成本相對較高時, 不承諾廠商因爲保有部分的彈性, 且無需負擔承諾成本, 此賽局將具有「不承諾優勢」、「後進者優勢」, 不事先承諾進入市場時點的廠商之均衡利潤, 高於事先承諾進入市場時點的廠商之均衡利潤。

研究發現在外生的事先承諾選擇之下, 雙占廠商均衡時在「事先承諾賽局」、「混合事先承諾賽局」與「先發制人賽局」之下, 皆會依序的進入市場。先進者在「事先承諾賽局」與「混合事先承諾賽局」之下, 進入市場時點相同, 而先發制人的誘因, 使得先進者在「先發制人賽局」之下的進入市場時點, 早於「事先承諾賽局」與「混合事先承諾賽局」的進入市場時點。另一方面, 後進者在「事先承諾賽局」、「混合事先承諾賽局」與「先發制人賽局」之下, 進入市場時點相同。

[1] 舉例來說, 在水平異質產品 (替代品) 的 Stackelberg 模型下, 若雙占廠商在產品市場做數量競爭, 後進者的反應函數爲負斜率, 則先進者因「先佔先贏」而具有優勢; 相對的, 若雙占廠商在產品市場做價格競爭, 後進者的反應函數爲正斜率, 則後進者因「模仿」或「削價競爭」而具有優勢。

臺灣大學學術期刊資料庫

在「內生化事先承諾賽局」的部分, 本文研究發現, 廠商承諾進入市場時點所付出的承諾成本, 對於此賽局之均衡結果扮演了關鍵性的角色。當承諾成本相對較高時, 承諾廠商事先承諾選擇下所必須付出的承諾成本, 高過於先佔優勢, 兩家廠商都選擇不要事先承諾進入市場的時點, 是此賽局唯一的均衡結果。當承諾成本相對較低時, 若兩家廠商都選擇事先承諾進入市場的時點, 在事先承諾子賽局之下, 將只會有一家廠商是均衡時的先進者, 而另一家廠商爲均衡時的後進者, 在考量承諾成本之下, 其均衡利潤低於混合事先承諾子賽局之下, 不承諾廠商的均衡利潤, 因此, 當承諾成本相對較低時 (即使承諾成本趨近於 0), 此賽局唯一的均衡結果爲, 一家廠商選擇事先承諾進入市場的時點, 而另一家廠商選擇不事先承諾進入市場的時點。

本文除第 1 節爲前言外, 第 2 節爲時點賽局的相關文獻回顧, 第 3 節我們建構了一個雙占廠商進入市場時點的兩階段賽局, 第 4 節討論此賽局第二階段的時點競爭, 第 5 節研究雙占廠商在賽局第一階段的事先承諾選擇, 第 6 節將相關研究延伸至雙占廠商有著不同的賽局期初、生產成本不對稱, 以及生產垂直異質產品下, 廠商的「採取提升品質新技術時點賽局」, 第 7 節爲結論。

2 時點賽局相關文獻

相關文獻上, 探討廠商進入市場或採取新技術的時點, 模型會被建構成一個「時點賽局 (timing game)」, 而依據廠商的訊息結構, 時點賽局可以分爲「事先承諾賽局」以及「先發制人賽局」。在「事先承諾賽局」的部分, Reinganum (1981b) 假設在賽局期初有一項降低成本新技術 (cost-reducing technology) 被釋出, 若廠商採取此項新技術, 則其生產成本將下降、利潤將提升, 假設兩家廠商無法觀察到競爭對手採取新技術的時點, 但可在賽局期初承諾其採取新技術的時點, 而此種賽局也稱爲「事先承諾賽局」, 其均衡解的概念 (equilibrium concept) 爲 Nash 均衡。在此模型設定之下, Reinganum (1981b) 證明, 雙占廠商均衡時將依序採取新技術, 且具有先進者優勢。此種賽局隱含廠商更改其採取新技術時點的成本是相對較大的, 或是有考慮到訊息的延遲, 在相關文獻中又稱爲「開放循環訊息結構 (open-

臺灣大學學術期刊資料庫

loop information structure)」的時點賽局。Reinganum (1981a) 進一步將此賽局延伸至一般化的廠商家數, 研究發現, 若採取降低成本新技術的價值, 隨著採取此項新技術的廠商家數增加而遞減, 則寡占廠商將依序採取新技術, 同樣的, 均衡時也會存在先進者優勢。

在後續的相關研究方面, Stenbacka and Tombak (1994) 考慮廠商可能因爲經驗不足, 而無法成功採取新技術下的事先承諾賽局, 研究結果發現, 廠商均衡時仍然會依序採取新技術, 然而當不確定性愈高時, 兩家廠商採取新技術的時點差異將愈大。[2] Götz (1999) 討論獨占性競爭市場結構下, 生產異質產品廠商的採取新技術時點競爭。Milliou and Petrakis (2011) 探討市場競爭程度, 對廠商採取新技術時點的影響, 研究發現, 較競爭的環境並不總是讓廠商提前採取新技術。

在空間競爭模型的相關應用方面, Meza and Tombak (2009) 研究成本不對稱, 如何影響廠商區位的選擇, 與進入市場的順序, 研究發現, 雙占廠商可能同時進入市場, 或是低成本廠商爲先進者, 而高成本廠商爲後進者。Lambertini (2002) 在連續時間的 Hotelling (1929) 模型架構下, 研究廠商內生化的進入市場時點與區位選擇。Ebina, Matsushima, and Shimizu (2015) 內生化 Lambertini (2002) 模型中, 後進者進入市場的時點, 研究結果發現, 先進者將較有誘因座落在市場內部。Li and Zhang (2011) 將 Lambertini (2002) 的時點賽局, 延伸至混合雙占 (mixed duopoly) 模型, 研究結果發現, 當先進者預期後進者將愈晚進入市場時, 兩家廠商進入市場的時點差異將愈小。Sun (2018) 在雙占廠商對稱區位的 Hotelling 模型架構下, 探討廠商的空間差異與時間差異之相互關係, 研究結果發現, 當廠商的空間差異愈大時, 先進廠商將愈晚進入市場, 而後進廠商將愈早進入市場, 換言之, 空間差異與時間差異存在抵換 (tradeoff) 的關係。

另一方面, Fudenberg and Tirole (1985) 首先研究「先發制人賽局」, 假設寡占廠商無法在賽局的期初, 事先承諾採取新技術的時點, 但可觀察到競爭對手採取新技術的時點, 因此廠商的策略爲, 在每一個時點, 在已知此賽局之歷史 (對手廠商是否已採取新技術) 之下, 決定自己是否採取新技

[2]Lippman and Mamer (1993) 與 Götz (2000) 同樣在事先承諾賽局架構下, 引入新技術的不確定性。

臺灣大學學術期刊資料庫

術, 而均衡解的概念爲子賽局完善 Nash 均衡 (subgame perfect Nash equilibrium, SPNE)。此種賽局隱含廠商更改其採取新技術時點的成本是相對較小的, 或是不考慮訊息的延遲, 在相關文獻中又稱爲「封閉循環訊息結構 (closed-loop information structure)」的時點賽局。研究發現, 因爲後進廠商先發制人的誘因, 先進廠商採取新技術的時點將被迫提前, 寡占廠商的均衡利潤將會相等。

在「先發制人賽局」的相關研究方面, Simon and Stinchcombe (1989) 將隨機機制 (randomization devices) 引入先發制人賽局, 以解決連續時間模型下的協調失靈 (coordination failures) 問題。Hendricks (1992) 與 Riordan and Salant (1994) 研究競爭對手廠商創新能力的不確定性, 與不同的產品市場結構, 對廠商採取新技術時點的影響。Riordan (1992) 探討政府的價格與進入市場管制, 對廠商採取新技術時點的影響。Hoppe (2000) 在先發制人賽局架構下, 引入新技術對於廠商獲利的不確定性, 研究結果發現, 若先進者採取新技術會產生知識外溢效果, 則均衡時將可能存在後進者優勢。

Femminis and Gianmaria (2010) 研究存在知識外溢效果下, 雙占廠商採取持續降低成本新技術的時點。Argenziano and Schmidt-Dengler (2012) 研究成本不對稱的寡占廠商進入市場時點; Argenziano and Schmidt-Dengler (2013) 研究發現, 隨著寡占市場中的廠商家數上升, 將使得第一家廠商延後進入市場, 而非提前進入市場; Argenziano and Schmidt-Dengler (2014) 研究一般化廠商家數下的先發制人賽局。Sun (2017) 研究雙占廠商在空間啞鈴市場下的產品區位與時點競爭, 研究結果發現, 廠商產品區位差異極大化, 而時點差異極小化是唯一的均衡結果。

在時點賽局的相關文獻中, 除了研究廠商採取「降低成本技術」的時點之外, Dutta, Lach, and Rustichini (1995) 首先研究「提升品質技術」之下, 廠商採取新技術的時點。假設產品品質隨著時間經過而持續提升, 因此先採取新技術的廠商, 在競爭對手廠商採取新技術之前, 將可獲得獨占利潤, 然而較晚採取新技術的廠商, 則享有高品質的優勢。研究結果發現, 在「先發制人賽局」之下將存在兩種均衡結果, 其一是兩家廠商依序採取新技術, 均衡時利潤均等; 其二是兩家廠商依序採取新技術, 均衡時具有後進者優

臺灣大學學術期刊資料庫

勢。Hoppe and Lehmann-Grube (2001) 在「先發制人賽局」架構下, 探討廠商採取提升品質新技術的成本, 對廠商採取新技術時點的影響。研究發現, 若研發成本較低, 雙占廠商的均衡利潤將會相等; 若研發成本較高, 則將具有後進者優勢, 其中的關鍵在於, 若廠商競爭的重點在於採取新技術的時點, 則將不具有後進者優勢; 若廠商競爭的重點在於投入的研發努力, 則將具有後進者優勢。Hoppe and Lehmann-Grube (2005) 進一步一般化先發制人賽局下廠商的利潤函數, 研究結果發現, 若廠商投入的是降低成本的創新, 則無論研發成本的高低, 均衡時都會存在後進者優勢; 若廠商投入的是提升品質的創新, 則當研發成本較高時, 均衡時將存在後進者優勢。Smirnov and Wait (2015) 在先發制人賽局架構下, 允許先進者的利潤函數爲非單峰、非單調與不連續函數, 以探討一般化的利潤函數之下均衡的存在性, 研究結果發現, 此賽局之均衡結果可能具有先進者優勢、後進者優勢, 或是利潤均等。[3]

如同上述之文獻回顧, 時點賽局的相關文獻中, 若以廠商是否能夠在賽局期初, 事先承諾自己進入市場 (採取新技術) 的時點來做區分, 可分爲「事先承諾賽局」與「先發制人賽局」。另一方面, 就「時點」的定義而言, 時點賽局相關文獻中的「時點」, 可能是廠商「進入市場時點」, 或是廠商「採取新技術時點」。在「進入市場時點」的時點賽局中, 個別廠商進入市場之前的利潤是固定的 (通常標準化爲 0), 因此, 個別廠商的利潤與其先前廠商的進入市場時點無關, 只跟自己進入市場的時點, 以及之後廠商的進入市場時點相關。在「採取新技術時點」的時點賽局中, 個別廠商的利潤, 取決於市場上已採取新技術的廠商家數及其時點, 因此, 個別廠商的利潤, 與所有廠商採取新技術的時點相關。

此外, 廠商採取的新技術可分爲「降低成本的新技術」, 或是「提升品質的新技術」, 廠商若採取降低成本的新技術, 將可降低其生產成本; 廠商若採取提升品質的新技術, 將可提升其產品品質。另一方面, 相關文獻上又可分爲「採取固定新技術時點」與「採取持續進步新技術時點」, 在固定新

[3]Wang and Hu (2017) 研究廠商採取提升品質新技術的時點, 且允許後進廠商爲高品質廠商或低品質廠商, 研究結果發現, 後進者在品質選擇上先發制人的不確定性, 將使得先進廠商提前採取新技術。

臺灣大學學術期刊資料庫

表 1: 時點賽局相關文獻之比較

訊息結構	「時點」定義	相關文獻
事先承諾賽局	固定降低成本新技術時點	Reinganum (1981a,b)、Lippman and Mamer (1993)、Stenbacka and Tombak (1994)、Götz (1999)、Götz (2000)、Milliou and Petrakis (2011)
事先承諾賽局	進入市場時點	Lambertini (2002)、Meza and Tombak (2009)、Li and Zhang (2011)、Ebina, Matsushima, and Shimizu (2015)、Sun (2018)
先發制人賽局	固定降低成本新技術時點	Fudenberg and Tirole (1985)、Hendricks (1992)、Riordan (1992)、Riordan and Salant (1994)、Hoppe (2000)
先發制人賽局	進入市場時點	Argenziano and Schmidt-Dengler (2012, 2013, 2014)、Sun (2017)、Sun (2018)
先發制人賽局	持續提升品質新技術時點	Dutta, Lach, and Rustichini (1995)、Hoppe and Lehmann-Grube (2001)、Hoppe and Lehmann-Grube (2005)、Smirnov and Wait (2015)、Wang and Hu (2017)
先發制人賽局	持續降低成本新技術時點	Hoppe and Lehmann-Grube (2005)、Femminis and Gianmaria (2010)、Smirnov and Wait (2015)

技術時點賽局下, 技術進步的幅度是固定的; 在持續進步新技術時點賽局下, 新技術是隨著時間經過而持續進步的。

我們將上述討論之相關重要文獻, 整理如表 1。

臺灣大學學術期刊資料庫

3 模型

市場上存在兩家廠商, 分別爲廠商 1 與廠商 2, 兩家廠商使用固定規模報酬 (constant-returns-to-scale) 的生產技術生產水平異質產品, 而生產的邊際成本爲 $m_1 = m_2 = m$。假設時間是連續的 ($t \in [0, \infty)$), 在每一個時點, 市場的反需求函數爲 $p_i = 1 - q_i - bq_j, i, j \in \{1, 2\}$ 而 $i \neq j$, 其中 p_i 爲廠商 i 的產品價格, q_i、q_j 分別爲廠商 i 與廠商 j 的產量, 而 $b \in (0, 1)$ 可表示兩家廠商產品的替代性, 當 b 愈大時, 代表兩家廠商產品替代性愈大。

假設任一家廠商決定在時點 t 進入市場, 其必須付出 $c(t) = \bar{c} \cdot e^{-t(\alpha+r)}$ 的折現進入市場成本, 其中 $\bar{c} > 0$ 爲廠商在 $t = 0$ 時進入市場所需付出的成本, $r > 0$ 爲市場利率, $\alpha > 0$ 爲指數型退化參數。[4] 在此假設之下, 當期進入市場成本 $c(t) \cdot e^{rt} = \bar{c} \cdot e^{-\alpha t}$ 滿足 $\partial[c(t) \cdot e^{rt}]/\partial t < 0$ 與 $\partial^2[c(t) \cdot e^{rt}]/\partial t^2 > 0$, 換言之, 當期進入市場成本隨著時間經過, 以一個遞減的速度降低, 此種進入市場成本的設定, 適用於存在規模經濟或是學習效果的情況。

賽局的第一階段是「事先承諾階段」, 兩家廠商在賽局的期初 ($t = 0$) 同時且分別決定是否要事先承諾進入市場的時點。賽局的第二階段爲「時點競爭階段」, 若廠商決定要事先承諾, 則在 $t = 0$ 必須承諾一個進入市場的時點; 若廠商決定不事先承諾, 則隨著時間的經過, 廠商可以在任何一個時點進入市場。當廠商進入市場後, 在每個時點決定其商品的數量。我們以倒推求解法 (backward induction), 求解此賽局之子賽局完善 Nash 均衡 (subgame perfect Nash equilibrium, SPNE)。

首先說明的是, 在此賽局的第一階段, 若 (1) 兩家廠商都選擇在 $t = 0$ 時事先承諾自己進入市場的時點, 則本賽局會退化爲文獻上之「事先承諾賽局」; (2) 兩家廠商都不事先承諾自己進入市場的時點, 則本賽局會退化爲文獻上之「先發制人賽局」; (3) 一家廠商事先承諾自己進入市場的時點, 而另一家廠商不事先承諾自己進入市場的時點, 則本文將此賽局定義爲「混合事先承諾賽局」。

[4] 在此模型設定之下, 進入市場成本可視爲, 廠商爲了進入新市場所作之投資、所付出之專利授權 (技術授權) 費用, 或是購買關鍵性要素之成本。

臺灣大學學術期刊資料庫

我們進一步假設, 若廠商決定要事先承諾進入市場時點, 則其進入市場成本尚需包含一個承諾成本 $K > 0$。詳言之, 若廠商 i 選擇不事先承諾進入市場時點, 則其進入市場成本爲: $\bar{c} \cdot e^{-t_i(\alpha+r)}$; 若廠商 i 選擇事先承諾進入市場時點, 則其進入市場成本爲: $\bar{c} \cdot e^{-t_i(\alpha+r)} + K$。承諾成本參數 K, 可視爲廠商承諾進入市場時點所舉辦之產品發表會所付出的固定成本, 例如場地的出租費用、現場工作人員的薪資費用等。另一方面, 我們也可以用機會成本的概念, 來解釋此承諾成本。若廠商承諾其進入市場時點, 則可能失去一些較好的獲利機會, 而不承諾進入市場時點則可保有彈性。

我們假設 $\bar{c} > \pi_i^M / r$, 其中 $i = 1, 2$, 而 π_i^M 爲只有一家廠商進入市場時的瞬時流量利潤 (instantaneous flow profit), 且假設存在一個 $\bar{t}$ 滿足 $\pi_i^* \cdot \int_{\bar{t}}^{\infty} e^{-rt} dt - \bar{c} \cdot e^{-\bar{t}(\alpha+r)-K} > 0$, 其中 $i = 1, 2$, 而 π_i^* 爲兩家廠商都進入市場時的瞬時流量利潤, 此二條件分別隱含, 無論兩家廠商是否承諾其進入市場的時點, 沒有廠商會在賽局的期初進入市場, 且兩家廠商均會在有限的時間內進入市場。必須說明的是, 除了內生化的事先承諾選擇與承諾成本之假設條件外, 本文的模型設定皆爲時點賽局相關文獻中的一般 (標準) 假設條件。

若兩家廠商進入市場的時點分別爲 t_i 與 t_j, 其中 $i, j \in \{1, 2\}$ 且 $i \neq j$, 且廠商 i 爲承諾廠商, 則其利潤折現和 $\Pi_i(t_i, t_j)$ 爲:

$$\Pi_i\left(t_i, t_j\right) = \begin{cases} L\left(t_i, t_j\right), & \text{若} \quad t_i \leq t_j, \\ F\left(t_i, t_j\right), & \text{若} \quad t_i \geq t_j, \end{cases} \tag{1}$$

其中:

$$L\left(t_i, t_j\right) = \pi_i^M \cdot \int_{t_i}^{t_j} e^{-rt} dt + \pi_i^* \cdot \int_{t_j}^{\infty} e^{-rt} dt - \bar{c} \cdot e^{-t_i(\alpha+r)} - K,$$

$$F\left(t_i, t_j\right) = \pi_i^* \cdot \int_{t_i}^{\infty} e^{-rt} dt - \bar{c} \cdot e^{-t_i(\alpha+r)} - K。 \tag{2}$$

若廠商 i 爲不承諾廠商, 則 $K = 0$, 其利潤折現和爲 $\Pi_i(t_i, t_j, K = 0)$。定義廠商 i 利潤函數 $\Pi_i(t_i, t_j)$、先進廠商利潤函數 $L(t_i, t_j)$ 與後進廠商利潤函數 $F(t_i, t_j)$ 中的第一個自變數爲廠商自己進入市場的時點, 而第二個自變數爲對手廠商進入市場的時點, 當 $t_i \leq t_j$ 時, 廠商 i 爲先進廠商, 其利

臺灣大學學術期刊資料庫

潤的折現和爲 $L(t_i, t_j)$; 當 $t_i \geq t_j$ 時, 廠商 i 爲後進廠商, 其利潤的折現和爲 $F(t_i, t_j)$, 而當 $t_i = t_j$ 時, $L(t_i, t_j) = F(t_i, t_j)$。詳言之, 當 $t_i \leq t_j$ 時, 在對手廠商尚未進入市場前, 廠商 i 可獲得獨占的流量利潤 π_i^M, 而對手廠商的流量利潤爲 0, 在對手廠商進入市場後可獲得 π_i^* 的流量利潤; 當 $t_i \geq t_j$ 時, 在廠商 i 進入市場後可獲得 π_i^* 的流量利潤。

我們首先討論雙占廠商的產品市場數量競爭。在時點 t 時, 若只有一家廠商進入市場, 則該獨占廠商的流量利潤爲 $\pi_i = (p - m) \cdot q_i = (1 - q_i - m) \cdot q_i$, 求解獨占廠商利潤極大化的一階條件, 可得獨占廠商之均衡數量爲 $q_i^M = (1-m)/2$, 而獨占廠商之均衡流量利潤爲: $\pi_i^M = (1-m)^2/4$。

在時點 t 時, 若兩家廠商都進入市場, 則廠商 i 的流量利潤爲 $\pi_i = (p_i - m) \cdot q_i = (1 - q_i - bq_j - m) \cdot q_i$, 聯立求解雙占廠商利潤極大化的一階條件, 可得廠商 i 之均衡數量爲 $q_i^* = (1 - m)/(2 + b)$, 而均衡流量利潤爲 $\pi_i^* = (1 - m)^2/(2 + b)^2 = [q_i^*]^2$, 且 $\pi_1^* = \pi_2^* < \pi_1^M = \pi_2^M$。

4 賽局第二階段: 時點競爭階段

在此時點賽局的第二階段, 若兩家廠商都在賽局的期初, 事先承諾自己進入市場的時點, 我們將求解此「事先承諾子賽局」之 Nash 均衡; 若一家廠商在賽局的期初, 事先承諾自己進入市場的時點, 而另一家廠商不事先承諾自己進入市場的時點, 我們將求解此「混合事先承諾子賽局」之子賽局完善 Nash 均衡; 若兩家廠商都選擇不要事先承諾自己進入市場的時點, 則在此「先發制人子賽局」之下, 廠商在每一個時點, 在已知此賽局的歷史之下, 決定自己是否進入市場, 我們將求解此賽局之子賽局完善 Nash 均衡。

4.1 事先承諾子賽局

我們首先討論兩家廠商都決定要事先承諾進入市場時點之情形。在事先承諾賽局 (precommitment game) 之下, 當 $t_1 < t_2$ 時, 廠商 1 爲先進者, 而廠商 2 爲後進者, 兩家廠商利潤折現和極大化的一階條件 $(\partial L(t_1, t_2)/\partial t_1 =$

臺灣大學學術期刊資料庫

0、$\partial F(t_2, t_1)/t_2 = 0$) 分別爲:

$$(\alpha + r) \cdot \bar{c} \cdot e^{-t_1^c(\alpha+r)} = \pi_1^M \cdot e^{-rt_1^c},$$
$$(\alpha + r) \cdot \bar{c} \cdot e^{-t_2^c(\alpha+r)} = \pi_2^* \cdot e^{-rt_2^c}。 \tag{3}$$

將數學式 (3) 分別代入先進者與後進者利潤折現和的二階導數, 可得: $\partial^2 L(t_1^c, t_2)/\partial t_1^2 = -\alpha(\alpha + r)\bar{c} \cdot e^{-t_1^c(\alpha+r)} < 0$ $\partial^2 F(t_2^c, t_1)/\partial t_2^2 = -\alpha(\alpha + r)\bar{c} \cdot e^{-t_2^c(\alpha+r)} < 0$, 因此, 利潤極大化的二階條件滿足。聯立求解數學式 (3), 可得:

$$t_1^c = \frac{1}{\alpha} \cdot \ln\left(\frac{\bar{c} \cdot (\alpha + r)}{\pi_1^M}\right),$$
$$t_2^c = \frac{1}{\alpha} \cdot \ln\left(\frac{\bar{c} \cdot (\alpha + r)}{\pi_2^*}\right)。 \tag{4}$$

其中, $\pi_1^M = (1 - m)^2/4$ 而 $\pi_2^* = (1 - m)^2/(2 + b)^2$。因爲 $\pi_1^M > \pi_2^*$, 所以 $t_1^c < t_2^c$, 這代表兩家廠商依序進入市場。

定義 $r_i^+(t_j)$ 爲廠商 i 在時點 t_j 之後進入市場的最適反應函數 (亦即 $r_i^+(t_j) \geq t_j$), 而 $r_i^-(t_j)$ 爲廠商 i 在時點 t_j 之前進入市場的最適反應函數 (亦即 $r_i^-(t_j) \leq t_j$)。上述推論隱含, 在一個給定的 t_1 之下, 當廠商2選擇在時點 t_1 之後進入市場 (亦即 $t_2 \geq t_1$), 其最適反應爲 $r_2^+(t_1) = t_2^c$; 同理, 在一個給定的 t_2 之下, 當廠商1選擇在時點 t_2 之前進入市場 (亦即 $t_1 \leq t_2$), 其最適反應爲 $r_1^-(t_2) = t_1^c$。

我們接著討論在一個給定的 t_1 之下, 廠商2選擇逸離至時點 t_1 之前進入市場的可能性 (亦即 $t_2 < t_1$)。[5] 因爲 (1) $\partial F(r_2^+(t_1), t_1)/\partial t_1 = 0$ 且 $\partial L(r_2^-(t_1), t_1)/\partial t_1 > 0$, 所以 $F(r_2^+(t_1), t_1) - L(r_2^-(t_1), t_1)$ 是 t_1 的嚴格遞減函數; (2) 當 $t_1 = 0$ 時, $F(r_2^+(t_1), t_1) - L(r_2^-(t_1), t_1) > 0$, 而當 $t_1 = t_2^c$ 時, $F(r_2^+(t_1), t_1) - L(r_2^-(t_1), t_1) < 0$, 所以存在一個唯一的 $t_1 = d$, 滿足 $F(r_2^+(t_1), t_1) - L(r_2^-(t_1), t_1) = 0$, 而當 $t_1 < d$ 時, $F(r_2^+(t_1), t_1) - L(r_2^-(t_1), t_1) > 0$, 廠商2的最適反應函數爲 $r_2(t_1) = r_2^+(t_1) = t_2^c$; 當 $t_1 > d$ 時, $F(r_2^+(t_1), t_1) - L(r_2^-(t_1), t_1) < 0$, 廠商2的最適反應函數爲

[5] 產業經濟、區域經濟相關文獻上, 稱此種逸離爲「蛙跳 (leapfrogging)、跳馬背」。

臺灣大學學術期刊資料庫

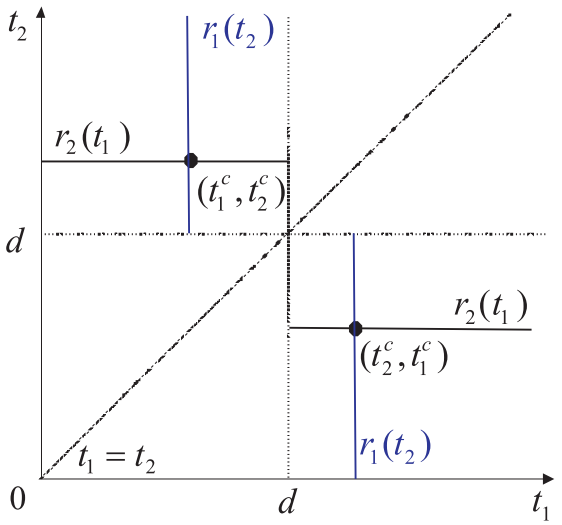


圖 1: 雙占廠商的最適反應函數

$r_2(t_1) = r_2^-(t_1) = t_1^c$。因爲模型本身對稱的特性, 相似的推論可得廠商 1 的最適反應函數, 我們將兩家廠商之最適反應函數表示如下:

$$r_1(t_2) = \begin{cases} t_1^c, & \text{若} \quad t_2 \geq d \\ t_2^c, & \text{若} \quad t_2 \leq d \end{cases}, \; r_2(t_1) = \begin{cases} t_1^c, & \text{若} \quad t_1 \geq d, \\ t_2^c, & \text{若} \quad t_1 \leq d, \end{cases} \tag{5}$$

其中 $d \in (t_1^c, t_2^c)$。[6] 我們將上述推論整理如下列輔理 1:

輔理 1. 個別廠商的最適反應函數 $r_i(t_j)$ 存在唯一一次的跳躍, 當 $t_j \leq d$ 時, $r_i(t_j) = t_2^c$; 當 $t_j \geq d$ 時, $r_i(t_j) = t_1^c$, 其中 $d \in (t_1^c, t_2^c)$。

由廠商的最適反應函數可知, 當對手廠商較早進入市場時, 個別廠商會選擇較晚的進入市場時點, 而成爲均衡時的後進者; 然而當對手廠商較晚進入市場時, 個別廠商會選擇較早的進入市場時點, 而成爲均衡時的先進者。我們將兩家廠商的最適反應函數, 呈現如圖 1。

藉由兩家廠商的最適反應函數, 我們可以解出兩組不對稱的 Nash 均衡, 分別爲圖 1 之 $(t_1 = t_1^c, t_2 = t_2^c)$ 與 $(t_1 = t_2^c, t_2 = t_1^c)$。在這兩組 Nash

[6] 因爲當 $t_1 = t_1^c$ 時, $F(r_2^+(t_1), t_1) - L(r_2^-(t_1), t_1) > 0$, 所以 $d \in (t_1^c, t_2^c)$。

臺灣大學學術期刊資料庫

均衡之下, 均衡的型態是相同的, 兩家廠商均衡時依序的在 t_1^c 與 t_2^c 進入市場。在不失一般性之下, 令 $t_1 < t_2$, 將 t_1^c 與 t_2^c 代入數學式 (1), 可得先進廠商與後進廠商之均衡利潤分別爲 $\Pi_1(t_1^c, t_2^c)$ 與 $\Pi_2(t_2^c, t_1^c)$。所以均衡結果爲一家廠商事先承諾在 t_1^c 時進入市場, 而得到先進廠商的利潤 $\Pi_1(t_1^c, t_2^c)$, 另一家廠商事先承諾在 t_2^c 時進入市場, 而得到後進廠商的利潤 $\Pi_2(t_2^c, t_1^c)$。此外, 由於 $\Pi_1(t_1^c, t_2^c) > \Pi_1(t_2^c, t_2^c) = \Pi_2(t_2^c, t_1^c)$,[7] 故存在先進者優勢。我們將上述推論結果, 整理如下列命題 1。

命題 1. 在「事先承諾賽局」之下, 存在兩組不對稱的 Nash 均衡, 兩家廠商分別事先承諾在 t_1^c 與 t_2^c 時進入市場, 其中 t_1^c 與 t_2^c 如數學式 (4) 所示。兩家廠商均衡時依序的進入市場, 且具有「先進者優勢」。

在此對稱的事先承諾賽局之下, 參賽者的最適反應函數在對角線存在跳躍, 因此將不存在對稱均衡。對稱的兩家廠商, 均衡時選擇不對稱的依序進入市場。其中的關鍵在於, 在此賽局中參賽者在意彼此時點選擇的相對位置, 在給定對手廠商的進入市場時點之下, 若個別廠商選擇比對手廠商早 (晚) 進入市場將成爲先進廠商 (後進廠商), 而個別廠商爲先進廠商與後進廠商的利潤函數型式不同, 這使得先進廠商與後進廠商時點選擇的邊際收益也不相同。詳言之, 在此賽局中參賽者的利潤函數是分段的, 且爲山谷形狀 (canyon-shaped profit function)。當兩家廠商同時進入市場時, 個別廠商的利潤函數存在一個非凹性轉折 (concavity-destroying kink), 這使得個別廠商的反應函數在對角線存在跳躍, 而兩家廠商的反應函數在對角線不會相交, 因此不存在對稱均衡。對稱的兩家廠商, 均衡時選擇不對稱的依序進入市場。[8]

由利潤折現和極大化的一階條件 (數學式 (3)) 可知, 先進廠商選擇其進入市場時點 t_1^c 以滿足, 延遲進入市場的邊際利益 (亦即降低的折現成本 $(\alpha + r) \cdot \bar{c} \cdot e^{-t_1^c(\alpha+r)}$), 等於延遲進入市場的邊際成本 (亦即放棄的折現流量利潤 $\pi_1^M \cdot e^{-rt_1^c}$)。同理, 後進廠商選擇其進入市場時點 t_2^c 以滿足, 延遲進入市場的邊際利益 (亦即降低的折現成本 $(\alpha + r) \cdot \bar{c} \cdot e^{-t_2^c(\alpha+r)}$), 等於延

[7]因爲在給定 t_2^c 之下, 廠商 1 的最適反應爲 t_1^c, 所以上述第一個不等號成立; 因爲後進者的均衡利潤與先進者的進入市場時點無關, 所以上述第二個等號成立。

[8]關於「山谷形狀利潤函數」下的對稱賽局, 請參閱 Sun (2019)。

臺灣大學學術期刊資料庫

遲進入市場的邊際成本 (亦即放棄的折現流量利潤 $\pi_2^* \cdot e^{-rt_2^c}$)。由數學式 (4) 可得下列引理 1:[9]

引理 1. 當單位生產成本 m 愈低時, 兩家廠商都將提早進入市場; 當產品替代性 b 愈低時, 後進廠商將提早進入市場。

當單位生產成本 m 下降時 (π_1^M 與 π_2^* 上升), 或是產品替代性 b 下降時 (π_2^* 上升), 廠商延後進入市場的邊際成本上升, 因此廠商將選擇提早進入市場。

4.2 先發制人子賽局

我們接著討論兩家廠商都不事先承諾進入市場時點之情形。在此先發制人賽局之下, 我們依循 Hoppe and Lehmann-Grube (2005) 與 Smirnov and Wait (2015) 等相關文獻引用一個隨機機制 (randomization device), 以排除協調失靈 (coordination failure) 的問題。具體而言, 假設若兩家廠商都選擇在同一個時點進入市場, 則只會有一家廠商可以成功進入市場, 且假設兩家廠商各有 1/2 的機率可以先進入市場, 先進入市場的廠商會成爲先進廠商, 而另一家廠商可以選擇延後其進入市場時點而成爲後進廠商, 但若其最適反應亦爲同時進入市場, 則其也可以選擇同時進入市場, 此時兩家廠商的利潤相等。

在不失一般性之下, 我們首先假設 $t_1 < t_2$, 因爲後進廠商 (廠商 2) 的利潤折現和與先進廠商 (廠商 1) 進入市場的時點無關, 在此先發制人賽局 (preemption game) 之下, 廠商 2 的利潤折現和 $F(t_2^e, t_1, K = 0)$, 其中 $t_2^e = t_2^c$, 爲一固定常數, 且廠商 1 的利潤折現和 $L(t_1, t_2^e, K = 0)$ 爲一單峰準凹函數 (single-peaked quasiconcave function),[10] 且極大值發生在 t_1^*, 滿足 $\partial L(t_1^*, t_2^e, K = 0)/\partial t_1 = 0$。因爲在事先承諾賽局之下具有先進者優勢, 故 $L(t_1, t_2^e, K = 0)$ 與 $F(t_2^e, t_1, K = 0)$ 存在兩交點 $t_1 = t_1^e$ 與 $t_1 = t_2^e$, 且 $t_1^e < t_2^e$, 如圖 2 所示。

[9]因爲 $\partial \pi_2^*/\partial b = -2(1-m)^2/(2+b)^3 < 0$, 所以當產品替代性 b 愈小時, 後進廠商愈早進入市場 (t_2^c 下降)。

[10]因爲 $\partial^2 L(t_1 = t_1^c, t_2, K = 0)/\partial t_1^2 < 0$、$\partial L(t_1 = 0, t_2, K = 0)/\partial t_1 > 0$、$\lim_{t_1 \to t_2} \partial L(t_1, t_2, K = 0)/\partial t_1 < 0$, 且存在某個時點 t_1 使得 $L(t_1, t_2, K = 0) > 0$, 故 $L(t_1, t_2, K = 0)$ 爲 t_1 之單峰準凹函數。

臺灣大學學術期刊資料庫

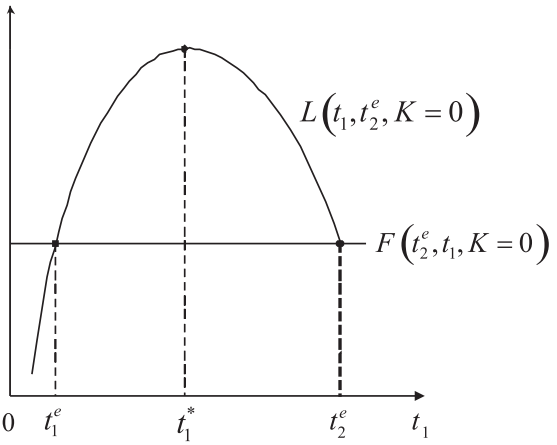


圖 2: 先發制人賽局下的 $L(t_1, t_2^e, K = 0)$ 與 $F(t_2^e, t_1, K = 0)$

當 $t < t_1^e$ 時, $L(t_1, t_2^e, K = 0)$ 是 t_1 的嚴格遞增函數, 且 $L(t_1, t_2^e, K = 0) < F(t_2^e, t_1, K = 0)$, 因此先進廠商愈晚進入市場, 其利潤折現和愈高, 且後進廠商沒有誘因先發制人 (preemption), 所以兩家廠商都選擇不進入市場。當 $t \geq t_1^e$ 且對手廠商尚未進入市場時, 因爲 $L(t_1, t_2^e, K = 0) > F(t_2^e, t_1, K = 0)$, 所以兩家廠商都會搶著先進入市場, 在隨機機制的假設之下, 任一家廠商進入市場之期望利潤折現和爲 $L(t_1, t_2^e, K = 0)/2 + F(t_2^e, t_1, K = 0)/2$, 高於不進入市場之利潤折現和 $F(t_2^e, t_1, K = 0)$, 因此兩家廠商都會選擇進入市場。若 $t \geq t_1^e$, 且對手廠商已經進入市場, 則廠商會等到 $t \geq t_2^e$ 才進入市場。

我們將兩家廠商在此先發制人賽局之下的均衡策略 (s_i^*, 其中 $i = 1, 2$), 表示如下:

$$s_i^* = \begin{cases} N, & \text{若} \quad t < t_1^e, \\ E, & \text{若} \quad t \geq t_1^e \text{ 且對手廠商尚未進入市場}, \\ N, & \text{若} \quad t_1^e \leq t < t_2^e \text{ 且對手廠商已經進入市場}, \\ E, & \text{若} \quad t \geq t_2^e \text{ 且對手廠商已經進入市場}。 \end{cases} \tag{6}$$

其中 $i = 1, 2$, 而 N 代表廠商不進入市場, E 代表廠商進入市場。在隨機機制的假設之下, 均衡結果爲一家廠商在 t_1^e 時先進入市場, 而另一家廠商

臺灣大學學術期刊資料庫

在 t_2^e 時進入市場, 而兩家廠商利潤均等, 皆爲 $F(t_2^e, t_1^e, \beta = 0, K = 0)$。[11]

命題 2. (Argenziano and Schmidt-Dengler, 2013) 在「先發制人賽局」之下, 存在兩組不對稱的子賽局完善 Nash 均衡, 兩家廠商之均衡策略如數學式 (6) 所示, 均衡結果爲一家廠商在 t_1^e 時先進入市場, 而另一家廠商在 t_2^e 時進入市場, 其中 $t_2^e = t_2^c$。兩家廠商均衡利潤均等, 皆爲 $F(t_2^e, t_1^e, K = 0)$。

如同 Fudenberg and Tirole (1985) 所言, 因爲後進廠商先發制人的誘因, 先進廠商進入市場的時點將被迫提前, 此先發制人賽局唯一的均衡結果爲兩家廠商依序的在 t_1^e 與 t_2^e 進入市場, 而兩家廠商均衡利潤均等。

4.3 混合事先承諾子賽局

我們接著討論一家廠商事先承諾進入市場時點, 而另一家廠商不事先承諾進入市場時點之混合事先承諾賽局。在不失一般性之下, 我們假設廠商 1 爲承諾廠商, 而廠商 2 爲不承諾廠商。4.3.1 節假設承諾廠商一旦承諾其進入市場時點, 必須依其承諾之時點進入市場, 亦即廠商一旦承諾就是可信的; 4.3.2 節假設廠商的承諾未必是可信的。[12]

4.3.1 可信承諾

廠商 1 在期初承諾一個進入市場的時點, 且此承諾是可信的, 而廠商 2 隨著時間的經過, 可以在任何一個時點進入市場。承諾廠商均衡 (最適) 的進入市場時點爲 $t_1^{l^*}$ 或 $t_1^{f^*}$:

$$\begin{aligned} t_1^{l^*} &\equiv \arg\max_{t_1 \le d} \Pi_1(t_1, r_2(t_1)) = L\left(t_1, r_2^+(t_1)\right), \\ t_1^{f^*} &\equiv \arg\max_{t_1 \ge d} \Pi_1(t_1, r_2(t_1)) = F\left(t_1, r_2^-(t_1)\right), \end{aligned} \tag{7}$$

[11] 命題 2 爲 Argenziano and Schmidt-Dengler (2013) 的寡占廠商進入市場時點 (先發制人) 賽局之特例。

[12] 作者感謝本文審稿過程中, 評審委員對於本文 4.3.2 節之建議。

臺灣大學學術期刊資料庫

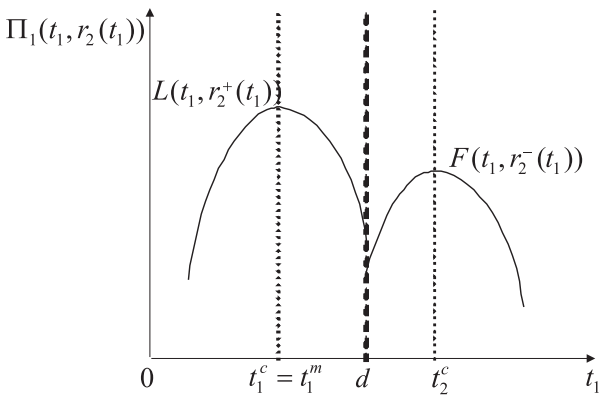


圖 3: 承諾廠商的利潤函數

其中 $t_1^{l^*}$ 代表承諾廠商在均衡時爲先進者 (leader), 而 $t_1^{f^*}$ 代表承諾廠商在均衡時爲後進者 (follower), 在此混合事先承諾賽局 (mixed precommitment game) 之下, 均衡結果 (t_1^m, t_2^m) 爲 $(t_1^{l^*}, r_2^+(t_1^{l^*}))$ 或 $(t_1^{f^*}, r_2^-(t_1^{f^*}))$。由數學式 (5) 兩家廠商之最適反應函數及命題 1, 可得廠商 1 之利潤函數 $\Pi_1(t_1, r_2(t_1))$ 如圖 3所示。

當 $t_1 \leq d$ 時, 廠商 1 選擇 t_1^c 可以極大化 $L(t_1, r_2^+(t_1))$; 當 $t_1 \geq d$ 時, 廠商 1 選擇 t_2^c 可以極大化 $F(t_1, r_2^-(t_1))$。因爲 $L(t_1^c, r_2^+(t_1^c)) > F(t_2^c, r_2^-(t_2^c))$, 所以廠商 1 會事先承諾在 t_1^c 時進入市場而成爲均衡時的先進廠商。

在給定的廠商 1 在 t_1^c 進入市場, 廠商 2 選擇使其利潤極大化之 t_2^m 進入市場, 求解 $F(t_2, t_1^c, K = 0)$ 對應於 t_2 之一階導數, 且令其爲 0, 可得:

$$t_2^m = \frac{1}{\alpha} \cdot \ln\left(\frac{\bar{c} \cdot (\alpha + r)}{\pi_2^*}\right)。 \tag{8}$$

所以兩家廠商之均衡策略 $(s_i^*$, 其中 $i = 1, 2)$ 爲:

$$\left(s_1^* = t_1^c = t_1^m, s_2^* = \begin{cases} N, & \text{若} \quad t < t_2^m \\ E, & \text{若} \quad t \geq t_2^m \end{cases}\right), \tag{9}$$

其中 N 代表廠商 2 不進入市場, E 代表廠商 2 進入市場。兩家廠商之利潤折現和分別爲 $\Pi_1(t_1^m, t_2^m)$ 與 $\Pi_2(t_2^m, t_1^m, K = 0)$, 而當 (1) $K < L(t_1^m, t_2^m, K = 0) - F(t_2^m, t_1^m, K = 0)$ 時, 事先承諾進入市場時點的廠商之均衡

臺灣大學學術期刊資料庫

利潤折現和, 高於不事先承諾進入市場時點的廠商之利潤折現和; 當 (2) $K > L(t_1^m, t_2^m, K = 0) - F(t_2^m, t_1^m, K = 0)$ 時, 不事先承諾進入市場時點的廠商之均衡利潤折現和, 高於事先承諾進入市場時點的廠商之利潤折現和。我們將上述推論結果, 整理如下列命題3:

命題 3. (1) 在「混合事先承諾賽局」之下, 存在唯一一個不對稱均衡, 承諾廠商爲均衡時的先進者在 t_1^m 時進入市場, 其進入市場時點, 等於事先承諾賽局之下先進者的進入市場時點 ($t_1^m = t_1^c$); 而不承諾廠商爲均衡時的後進者在 $t_2^m = t_2^c$ 時進入市場。

(2) 當 (a) $K < L(t_1^m, t_2^m, K = 0) - F(t_2^m, t_1^m, K = 0)$ 時, 具有「承諾優勢」、「先進者優勢」; 當 (b) $K > L(t_1^m, t_2^m, K = 0) - F(t_2^m, t_1^m, K = 0)$ 時, 具有「不承諾優勢」、「後進者優勢」。

因爲承諾廠商無論是均衡時的先進者或後進者, 都必須付出承諾成本, 且在事先承諾賽局之下, 具有先進者優勢, 因此承諾廠商會選擇一個較早的進入市場時點, 而成爲均衡時的先進者。相對的, 不承諾廠商雖然無此先佔優勢, 然其因爲保有部分的彈性, 且無需負擔承諾成本, 因此當承諾成本相對較高時, 此賽局具有「不承諾優勢」、「後進者優勢」, 不事先承諾進入市場時點的後進廠商之均衡利潤, 高於事先承諾進入市場時點的先進廠商之均衡利潤; 相反的, 當承諾成本相對較低時, 此賽局具有「承諾優勢」、「先進者優勢」, 事先承諾進入市場時點的先進廠商之均衡利潤, 高於不事先承諾進入市場時點的後進廠商之均衡利潤。

4.3.2 不可信承諾

本節將相關研究延伸至廠商的承諾未必可信之情形。在混合事先承諾賽局之下, 承諾廠商在期初承諾一個進入市場的時點, 而不承諾廠商, 隨著時間的經過, 可以在任何一個時點進入市場。在4.3.1節的分析中, 因爲給定廠商1承諾在 $t_1^m = t_1^c$ 進入市場, 且此承諾是可信的, 廠商2不會選擇在 $t_1^m = t_1^c$ 之前一點點進入市場, 因其選擇在 $t_2^m > t_1^m$ 進入市場的利潤, 高於提前到比承諾廠商早一點點進入市場的利潤。

相對的, 若廠商1的承諾未必是可信的, 則廠商2將會選擇逸離至 $t_1^m = t_1^c$ 之前一點點進入市場, 因爲給定廠商2在 $t_1^m = t_1^c$ 之前一點點進入市場,

臺灣大學學術期刊資料庫

廠商 1 將選擇在 $t_2^m > t_1^m = t_1^c$ 進入市場, 此時廠商 2 將獲得較高的利潤。因此, 若廠商的承諾未必是可信的, 則均衡結果爲, 承諾廠商在 t_1^e 時先進入市場, 其中 $L(t_1^e, t_2^e, K = 0) = F(t_2^e, t_1^e, K = 0)$, 亦即不承諾廠商是否先發制人沒有差異, 而廠商 2 在 t_2^e 時進入市場, 其中 $t_2^e = t_2^m$。因爲廠商 1 必須付出承諾成本 K, 這也代表了, 混合事先承諾賽局之下將具有「不承諾優勢」。

比較廠商在事先承諾賽局、先發制人賽局, 與承諾可信之混合事先承諾賽局之下, 均衡的進入市場時點, 可得下列引理 2:

引理 2. $t_1^e < t_1^c = t_1^m$、$t_2^c = t_2^m = t_2^e$。

先進者在「事先承諾賽局」與「混合事先承諾賽局」之下, 進入市場時點相同 ($t_1^c = t_1^m$), 而先發制人的誘因, 使得先進者在「先發制人賽局」之下的進入市場時點 (t_1^e), 早於「事先承諾賽局」與「混合事先承諾賽局」的進入市場時點。後進者在「事先承諾賽局」、「混合事先承諾賽局」與「先發制人賽局」之下, 進入市場時點相同 ($t_2^c = t_2^m = t_2^e$)。

整體而言, 在外生的事先承諾選擇之下, 雙占廠商均衡時在「事先承諾賽局」、「混合事先承諾賽局」與「先發制人賽局」之下, 皆會依序的進入市場。(1) 在「事先承諾賽局」之下, 存在先進者優勢; (2) 在「先發制人賽局」之下, 利潤均等; (3) 在「混合事先承諾賽局」之下, 取決於承諾成本的相對大小, 可能存在先進者優勢 (承諾優勢)、後進者優勢 (不承諾優勢), 或是利潤均等。

5 賽局第一階段: 事先承諾階段

假設在混合事先承諾賽局之下, 承諾廠商的承諾是可信的。回到賽局的第一階段, 因爲在事先承諾子賽局之下, 存在兩組不對稱的 Nash 均衡, 分別爲 $(t_1 = t_1^c, t_2 = t_2^c)$ 與 $(t_1 = t_2^c, t_2 = t_1^c)$, 根據子賽局完善 Nash 均衡的定義: 每個子賽局都是 Nash 均衡, 因此我們分別討論 (i) $(t_1 = t_1^c, t_2 = t_2^c)$ 與 (ii) $(t_1 = t_2^c, t_2 = t_1^c)$ 兩種事先承諾子賽局之下的 Nash 均衡。[13]

[13]在先發制人子賽局之下, 同樣存在兩組不對稱的均衡結果, 分別爲 $(t_1 = t_1^e, t_2 = t_2^e)$ 與 $(t_1 = t_2^e, t_2 = t_1^e)$, 然而因爲均衡利潤均等, 選擇任一組均衡結果, 並不影響本節推論。

臺灣大學學術期刊資料庫

表 2: 賽局第一階段的利潤函數矩陣

1 \ 2	C	NC
C	$\left(\Pi_1\left(t_1^c, t_2^c\right), \Pi_2\left(t_2^c, t_1^c\right)\right)$	$\left(\Pi_1\left(t_1^c, t_2^e\right), \Pi_2\left(t_2^e, t_1^c, K=0\right)\right)$
NC	$\left(\Pi_1\left(t_2^e, t_1^c, K=0\right), \Pi_2\left(t_1^c, t_2^e\right)\right)$	$\left(\Pi_1\left(t_1^e, t_2^e, K=0\right), \Pi_2\left(t_2^e, t_1^e, K=0\right)\right)$

表 3: 賽局第一階段的利潤函數矩陣

1 \ 2	C	NC
C	$\left(\Pi_1\left(t_2^c, t_1^c\right), \Pi_2\left(t_1^c, t_2^c\right)\right)$	$\left(\Pi_1\left(t_1^c, t_2^e\right), \Pi_2\left(t_2^e, t_1^c, K=0\right)\right)$
NC	$\left(\Pi_1\left(t_2^e, t_1^c, K=0\right), \Pi_2\left(t_1^c, t_2^e\right)\right)$	$\left(\Pi_1\left(t_1^e, t_2^e, K=0\right), \Pi_2\left(t_2^e, t_1^e, K=0\right)\right)$

(i) 給定事先承諾子賽局之下的 Nash 均衡爲, 廠商 1 爲先進廠商, 而廠商 2 爲後進廠商 ($t_1 = t_1^c, t_2 = t_2^c$)。我們將兩家廠商在賽局第一階段的利潤函數矩陣, 呈現如表 2。

在給定的廠商 2 事先承諾選擇 (C) 之下, 我們首先比較 $\Pi_1(t_1^c, t_2^c)$ 與 $\Pi_1(t_2^e, t_1^c, K=0)$ 之相對大小。定義 $\Pi_1(t_1^c, t_2^c, K=0) - \Pi_1(t_2^e, t_1^c, K=0) \equiv \bar{K}$, 我們可以得到下列輔理 2:

輔理 2. 給定事先承諾子賽局下的 Nash 均衡爲, 廠商 1 爲先進廠商, 而廠商 2 爲後進廠商。

(1) 當承諾成本參數 K 相對較小 ($K < \bar{K}$) 時: (a) 選擇事先承諾進入市場的時點 (C) 是廠商 1 的優勢策略 (dominant strategy); (b) 給定廠商 1 事先承諾進入市場的時點 (C), 廠商 2 的最適反應爲不要事先承諾進入市場的時點 (NC); 給定廠商 1 不要事先承諾進入市場的時點 (NC), 廠商 2 的最適反應爲事先承諾進入市場的時點 (C)。

(2) 當承諾成本參數 K 相對較大 ($K > \bar{K}$) 時, 選擇不要事先承諾進入市場的時點 (NC) 是兩家廠商的優勢策略。

(ii) 我們接著討論事先承諾子賽局下的 Nash 均衡爲, 廠商 1 爲後進廠商, 而廠商 2 爲先進廠商 ($t_1 = t_2^c, t_2 = t_1^c$) 之情形。回到賽局的第一階段, 我們將兩家廠商的利潤函數矩陣, 呈現如表 3。

因爲模型本身對稱的特性, 相似於輔理 2 的推論, 可得下列輔理 3:

臺灣大學學術期刊資料庫

輔理 3. 給定事先承諾子賽局下的 Nash 均衡爲, 廠商 1 爲後進廠商, 而廠商 2 爲先進廠商。

(1) 當承諾成本參數 K 相對較小 ($K < \bar{K}$) 時: (a) 給定廠商 2 事先承諾進入市場的時點 (C), 廠商 1 的最適反應爲不要事先承諾進入市場的時點 (NC); 給定廠商 2 不要事先承諾進入市場的時點 (NC), 廠商 1 的最適反應爲事先承諾進入市場的時點 (C); (b) 選擇事先承諾進入市場的時點 (C) 是廠商 2 的優勢策略。

(2) 當承諾成本參數 K 相對較大 ($K > \bar{K}$) 時, 選擇不要事先承諾進入市場的時點 (NC) 是兩家廠商的優勢策略。

由上述輔理 2 與輔理 3, 可以得到下列命題 4:[14]

命題 4. (1) 若 $K < \bar{K}$, 則均衡結果爲一家廠商選擇事先承諾進入市場的時點, 而另一家廠商選擇不事先承諾進入市場的時點 (亦即 (C, NC) 與 (NC, C)), 且具有「先進者優勢」。

(2) 若 $K > \bar{K}$, 則兩家廠商都選擇不事先承諾進入市場的時點是唯一的均衡結果 (亦即 (NC, NC)), 且「利潤均等」。

廠商的事先承諾是一種可以影響其他廠商預期的策略選擇, 廠商可以透過事先承諾, 誘使競爭對手選擇其偏好的結果, 因此若廠商選擇事先承諾進入市場的時點, 將使廠商存在策略性的先佔優勢。相對的, 如果廠商不選擇事先承諾進入市場的時點, 將使廠商保有部分的彈性, 且無需負擔承諾成本。因此, 廠商的事先承諾選擇與保有彈性 (不事先承諾選擇) 之間, 存在部分的抵換關係。

當承諾成本相對較高時, 承諾廠商事先承諾選擇下所必須付出的承諾成本, 高過於先佔優勢, 兩家廠商都選擇不要事先承諾進入市場的時點, 是此賽局唯一的均衡結果。當承諾成本相對較低時, 承諾廠商事先承諾選擇下的先佔優勢, 凌駕於不事先承諾選擇下節省的承諾成本。直覺上來說, 我們也許會猜測此賽局的均衡結果爲, 兩家廠商都選擇事先承諾進入市場的時點。然而因爲在事先承諾子賽局之下, 只會有一家廠商是均衡時的先進

[14]當 $K < \bar{K}$ 時, 在均衡結果 (C, NC) 之下, $\Pi_1(t_1^C, t_2^E) = \Pi_1(t_1^C, t_2^C) > \Pi_1(t_2^E, t_1^C, K = 0) = \Pi_2(t_2^E, t_1^C, K = 0)$, 因此具有「先進者優勢」。

臺灣大學學術期刊資料庫

者, 而另一家廠商爲均衡時的後進者, 在考量承諾成本之下, 後進者的均衡利潤低於混合事先承諾子賽局之下, 不承諾廠商的均衡利潤, 因此, 當承諾成本相對較低時, 即使承諾成本趨近於 0 ($K \to 0$), 此賽局唯一之均衡結果爲, 一家廠商選擇事先承諾進入市場的時點, 而另一家廠商選擇不事先承諾進入市場的時點。

值得注意的是, 當承諾成本相對較小時, 均衡時對稱的兩家廠商, 選擇不對稱的分別承諾與不承諾其進入市場時點, 此種對稱模型推得不對稱均衡的概念, 即爲相關文獻上所稱之內生化異質 (endogenous heterogeneity)、對稱破裂 (symmetry-breaking) 之概念, 可用於解釋現實社會中, 相似條件的經濟個體, 卻有著不同的經濟表現之實際現象。在我們的模型中, 當承諾成本相對較小時, 命題 4(1) 之研究發現, 可以解釋現實世界中混合的事先承諾賽局之實際現象。同樣的, 當承諾成本相對較大時, 命題 4(2) 之研究發現, 合理化 (內生化) 現實世界中, 廠商不事先承諾進入市場時點之實際現象。

目前的推論建立在承諾成本參數 $K > 0$ 的假設條件下。最後, 我們將相關研究延伸至 $K = 0$ 之情形, 若給定事先承諾子賽局下的 Nash 均衡爲, 廠商 1 爲先進廠商, 而廠商 2 爲後進廠商, 則選擇事先承諾進入市場時點 (C) 爲廠商 1 之優勢策略, 而在給定廠商 1 選擇事先承諾進入市場時點之下, 對於廠商 2 而言, 選擇事先承諾 (C) 或是不事先承諾 (NC) 進入市場時點, 所得到的利潤折現和是相同的, 因此均衡結果爲 (C, C) 與 (C, NC)。同理, 給定事先承諾子賽局下的 Nash 均衡爲, 廠商 1 爲後進廠商, 而廠商 2 爲先進廠商, 均衡結果爲 (C, C) 與 (NC, C)。

命題 5. 假設不考慮承諾成本 ($K = 0$), 均衡結果爲兩家廠商都選擇事先承諾進入市場的時點 (C, C), 或者一家廠商選擇事先承諾進入市場的時點, 而另一家廠商選擇不事先承諾進入市場的時點 ((C, NC) 與 (NC, C)), 且具有「先進者優勢」。

由命題 4 與命題 5 可知, 兩家廠商都選擇事先承諾進入市場的時點, 唯有不考慮承諾成本 ($K = 0$) 之情形。綜合言之, 在此內生化事先承諾選擇下的進入市場時點賽局, 廠商承諾進入市場時點所需付出的承諾成本, 對於此賽局之均衡結果扮演了關鍵性的角色。

臺灣大學學術期刊資料庫

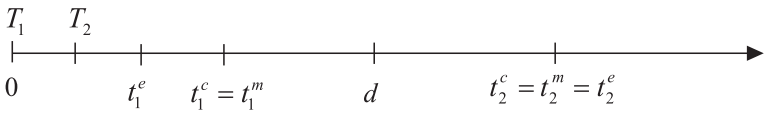


圖 4: $0 < T_2 < t_1^e$

最後, 由前述 4.3.2 節的推論可知, 若廠商的承諾未必是可信的, 則混合事先承諾子賽局之下將具有「不承諾優勢」, 且承諾廠商的利潤, 小於先發制人子賽局下先進廠商的利潤。這代表了, 若廠商的承諾未必是可信的, 則混合事先承諾子賽局, 將不再是內生化事先承諾賽局之均衡結果, 而兩家廠商都選擇不事先承諾進入市場的時點, 是此賽局唯一之均衡結果。

6 延伸討論

先前的討論在雙占廠商有著相同的賽局期初、相同的生產成本, 以及生產水平異質產品下, 研究廠商「進入市場時點」的時點賽局。本節將相關研究延伸至雙占廠商有著不同的賽局期初、生產成本不對稱, 以及生產垂直異質產品下, 廠商的「採取提升品質新技術時點賽局」。[15]

6.1 不同的賽局期初

在現實世界中, 某些廠商可能存在技術上的優勢, 可以較早進入市場, 換言之, 寡占廠商可能有著不同的賽局期初。假設廠商 1 的期初爲 $T_1 = 0$, 廠商 2 的期初爲 T_2 而 $0 < T_2 < t_1^c$, 亦即廠商 1 爲具有期初優勢之廠商。

情形 1. $0 < T_2 < t_1^e$

當 $T_2 < t_1^e$ 時, 我們首先將第四節中「事先承諾賽局」、「先發制人賽局」、「混合事先承諾賽局」的均衡結果, 以及雙占廠商的期初呈現於圖 4。

相似於第 4 節、第 5 節的推論, 可得下列命題。

命題 6. 當 $0 < T_2 < t_1^e$ 時, (1) 在「事先承諾賽局」之下, 存在唯一一組不對稱的 Nash 均衡, 廠商 1 承諾在 t_1^c 時進入市場, 而廠商 2 承諾在 t_2^c 時進入市場, 其中 t_1^c 與 t_2^c 如數學式 (4) 所示, 且具有先進者優勢。

[15]作者感謝本文審稿過程中, 評審委員對於此延伸討論之建議。

臺灣大學學術期刊資料庫

(2) 在「先發制人賽局」之下, 存在兩組子賽局完善 Nash 均衡, 均衡結果爲一家廠商在 t_1^e 時進入市場, 而另一家廠商在 $t_2^e > t_1^e$ 時進入市場, 兩家廠商均衡利潤均等。

(3) 在「混合事先承諾賽局」之下, 存在唯一一組不對稱均衡, 承諾廠商爲均衡時的先進者在 $t_1^m = t_1^c$ 時進入市場; 而不承諾廠商爲均衡時的後進者在 $t_2^m > t_1^m$ 時進入市場。

(4) 在「內生化事先承諾賽局」之下, 若 $K > \bar{K}$, 則兩家廠商都選擇不事先承諾進入市場的時點是唯一的均衡結果 (亦即 (NC, NC)), 且「利潤均等」; 若 $K < \bar{K}$, 則均衡結果爲廠商 1 選擇事先承諾進入市場的時點, 而廠商 2 選擇不事先承諾進入市場的時點 (亦即 (C, NC)), 且具有「先進者優勢」。

在「事先承諾賽局」之下, 當廠商 1 有較早的期初時, 等於是廠商 1 可以先承諾其進入市場時點, 因此廠商 1 一定爲均衡時的先進者, 且具有先進者優勢。在「先發制人賽局」之下, 兩家廠商有著不同的期初, 並不影響均衡結果, 廠商 1 可能爲均衡時的先進者或後進者。在「混合事先承諾賽局」之下, 兩家廠商有著不同的期初, 並不影響均衡結果。

在「內生化事先承諾賽局」之下, 研究結果發現, 當承諾成本相對較低時, 廠商 1 一定具有先進者優勢, 其中的經濟直覺在於, 給定廠商 2 選擇事先承諾進入市場的時點 (C), 廠商 1 的最適反應爲選擇事先承諾進入市場的時點 (C), 因爲此時廠商 1 一定爲均衡時的先進者, 且具有先進者優勢。另一方面, 這也隱含了廠商 1 選擇不事先承諾進入市場的時點, 而廠商 2 選擇事先承諾進入市場的時點 (亦即 (NC, C)) 不會是此賽局的均衡結果。

情形 2. $t_1^e \leq T_2 < t_1^c$

當 $t_1^e \leq T_2 < t_1^c$ 時, 我們將第四節中「事先承諾賽局」、「先發制人賽局」、「混合事先承諾賽局」的均衡結果, 以及雙占廠商的期初呈現於圖 5。

相似於第 4 節、第 5 節的推論, 可得下列命題。

命題 7. 當 $t_1^e \leq T_2 < t_1^c$ 時, (1) 在「事先承諾賽局」之下, 均衡結果與情形 1 相同。

臺灣大學學術期刊資料庫

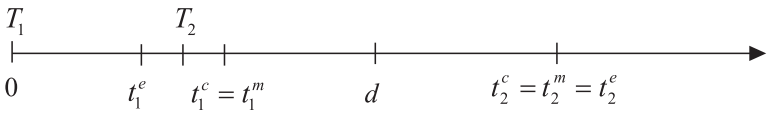


圖 5: $t_1^e \leq T_2 < t_1^c$

(2) 在「先發制人賽局」之下, 存在唯一一組子賽局完善 Nash 均衡, 均衡結果爲廠商 1 在 $t_1 = T_2$ 時先進入市場, 而廠商 2 在 t_2^e 時進入市場, 廠商 1 爲均衡時的先進者, 且具有先進者優勢。

(3) 在「混合事先承諾賽局」之下, 若廠商 1 爲承諾廠商, 則廠商 1 爲先進者; 若廠商 2 爲承諾廠商, 則廠商 1 亦爲均衡時的先進者, 且選擇在 $t_1 = T_2$ 時進入市場。

(4) 在「內生化事先承諾賽局」之下, 若 $K > \bar{K}$, 則兩家廠商都選擇不事先承諾進入市場的時點是唯一的均衡結果 (亦即 (NC, NC)), 且「利潤均等」; 若 $K < \bar{K}$, 則均衡結果爲廠商 1 選擇事先承諾進入市場的時點, 而廠商 2 選擇不事先承諾進入市場的時點 (亦即 (C, NC)), 且具有「先進者優勢」。

在「先發制人賽局」之下, 因爲廠商 1 可在 T_2 之前一點點搶先進入市場, 此時因爲還沒到廠商 2 的期初, 廠商 2 無法先發制人進入市場, 廠商 1 均衡時將具有先進者優勢。在「混合事先承諾賽局」之下, 若廠商 2 爲承諾廠商, 則因爲 $L(t_1 = T_2, t_2 = t_2^m, K = 0) > F(t_1 = t_2^m, t_2 = t_1^m, K = 0)$, 廠商 1 有誘因先發制人選擇在 $t_1 = T_2$ 時進入市場, 所以若廠商 2 爲承諾廠商, 則廠商 1 亦爲均衡時的先進者。

綜合言之, 在外生的事先承諾選擇之下, 雙占廠商均衡時在「事先承諾賽局」、「先發制人賽局」與「混合事先承諾賽局」之下, 皆會依序的進入市場。(1) 在「事先承諾賽局」之下, 廠商 1 爲先進廠商, 且具有先進者優勢; (2) 在「先發制人賽局」之下, 廠商 1 爲先進廠商或後進廠商且利潤均等; 或是廠商 1 一定爲先進廠商且具有先進者優勢; (3) 在「混合事先承諾賽局」之下, 廠商 1 爲先進廠商或後進廠商。在內生化事先承諾選擇下的進入市場時點賽局, 研究發現, 當承諾成本相對較小時, 均衡結果爲廠商 1 選擇事先承諾進入市場的時點, 而廠商 2 選擇不事先承諾進入市場的時點, 且具

臺灣大學學術期刊資料庫

有先進者優勢。

6.2 生產成本不對稱

假設兩家廠商的單位生產成本分別爲 $m_1 = m$ 與 $m_2 > m_1$, 其中廠商 1爲具有生產成本優勢之效率廠商。我們首先討論雙占廠商的產品市場數量競爭。在時點 t 時, 若只有一家廠商進入市場, 則該獨占廠商的流量利潤爲 $\pi_i = (p_i - m_i) \cdot q_i = (1 - q_i - m_i) \cdot q_i$, 求解獨占廠商利潤極大化的一階條件, 可得獨占廠商之均衡數量爲 $q_i^M = (1 - m_i)/2$, 而獨占廠商之均衡流量利潤爲: $\pi_i^M = (1 - m_i)^2/4$。

在時點 t 時, 若兩家廠商都進入市場, 則廠商 i 的流量利潤爲 $\pi_i = (p_i - m_i) \cdot q_i = (1 - q_i - bq_j - m_i) \cdot q_i$, 聯立求解雙占廠商利潤極大化的一階條件, 可得廠商 i 的均衡數量爲 $q_i^* = (2 - b - 2m_i + bm_j)/(4 - b^2)$, 而均衡流量利潤爲 $\pi_i^* = [q_i^*]^2$, 且 $\pi_1^M > \pi_1^*$、$\pi_2^M > \pi_2^*$、$\pi_1^* > \pi_2^*$、$\pi_1^M > \pi_2^M$。

當 $t_1 < t_2$ 時, 聯立求解兩家廠商利潤折現和極大化的一階條件 ($\partial L(t_1, t_2)/\partial t_1 = 0$、$\partial F(t_2, t_1)/\partial t_2 = 0$), 可得:

$$t_1 = t_1^c = \frac{1}{\alpha} \cdot \ln\left(\frac{\bar{c} \cdot (\alpha + r)}{\pi_1^M}\right), \quad t_2 = \hat{t}_2^c = \frac{1}{\alpha} \cdot \ln\left(\frac{\bar{c} \cdot (\alpha + r)}{\pi_2^*}\right)。 \quad (10)$$

當 $t_1 > t_2$ 時, 聯立求解兩家廠商利潤折現和極大化的一階條件 ($\partial F(t_1, t_2)/\partial t_1 = 0$、$\partial L(t_2, t_1)/\partial t_2 = 0$), 可得:

$$t_1 = t_2^c = \frac{1}{\alpha} \cdot \ln\left(\frac{\bar{c} \cdot (\alpha + r)}{\pi_1^*}\right), \quad t_2 = \hat{t}_1^c = \frac{1}{\alpha} \cdot \ln\left(\frac{\bar{c} \cdot (\alpha + r)}{\pi_2^M}\right)。 \quad (11)$$

其中 $t_1^c < \hat{t}_1^c$、$t_2^c < \hat{t}_2^c$。令兩家廠商最適反應函數的跳躍點分別爲 $d_1 \in (t_1^c, t_2^c)$ 與 $d_2 \in (\hat{t}_1^c, \hat{t}_2^c)$, 其中 d_1 與 m_2 無關。我們可以證明, d_2 爲 m_2 的嚴格遞增函數, 且當 $m_2 = m_1$ 時, $d_2 = d_1$; 當 $m_2 > m_1$ 時, $d_2 > d_1$。[16]

當 m_2 相對較小時, $\hat{t}_1^c < d_1$; 當 m_2 相對較大時, $\hat{t}_1^c > d_1$。本節只討論邊際成本差異相對較大, 亦即 $\hat{t}_1^c > d_1$ 的情形, 我們將「事先承諾賽局」、「先發制人賽局」、「混合事先承諾賽局」的均衡結果, 呈現於圖 6。

[16] 由隱函數定理可知: $d(d_2)/dm_2 = -(\partial g/\partial m_2)/(\partial g/\partial d_2) > 0$, 其中 $g \equiv F(r_2^+(d_2), d_2, m_2) - L(r_2^-(d_2), d_2, m_2)$、$\partial g/\partial m_2 = (\partial F/\partial m_2) - (\partial L/\partial m_2) > 0$、$\partial g/\partial d_2 = (\partial F/\partial d_2) - (\partial L/\partial d_2) = -(\partial L/\partial d_2) < 0$。

臺灣大學學術期刊資料庫

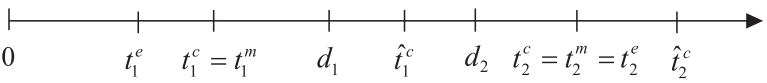


圖 6: $\hat{t}_1^c > d_1$

相似於第 4 節、第 5 節的推論, 可得下列命題。

命題 8. 當邊際成本差異相對較大時 ($\hat{t}_1^c > d_1$), (1) 在「事先承諾賽局」之下, 廠商 1 承諾在 t_1^c 時進入市場, 而廠商 2 承諾在 $\hat{t}_2^c$ 時進入市場, 廠商 1 爲先進者, 且具有先進者優勢。

(2) 在「先發制人賽局」之下, 廠商 1 爲先進者, 且具有先進者優勢。

(3) 在「混合事先承諾賽局」之下, 廠商 1 爲先進者或後進者, 或是廠商 1 一定爲先進者。

(4) 在「內生化事先承諾賽局」之下, 當承諾成本相對小時, 均衡結果爲廠商 1 選擇事先承諾進入市場的時點, 而廠商 2 選擇不事先承諾進入市場的時點 (亦即 (C, NC)), 廠商 1 爲先進者, 且具有先進者優勢。

當邊際成本差異相對較大時, 在「事先承諾賽局」之下, 因爲 $t_2 = \hat{t}_1^c > d_1$, 所以不存在廠商 2 是先進廠商的均衡結果。在「混合事先承諾賽局」之下, 若廠商 1 爲承諾廠商, 則其爲先進廠商; 若廠商 2 爲承諾廠商, 則其爲先進廠商或後進廠商。在「先發制人賽局」之下, 存在唯一一組子賽局完善 Nash 均衡, 均衡結果爲廠商 1 在 t_1^e 時先進入市場, 而廠商 2 在 t_2^e 時進入市場, 其中 $t_2^e = t_2^m$, 而 t_1^e 爲 $L(t_1, t_2^e, K = 0)$ 與 $F(t_2^e, t_1, K = 0)$ 的第一個交點, 且具有先進者優勢。

在「內生化事先承諾賽局」之下, 當承諾成本相對較小時, 給定廠商 2 選擇 NC, 廠商 1 的最適反應爲選擇 C; 給定廠商 1 選擇 C, 廠商 2 的最適反應爲選擇 NC, 因此 (C, NC) 是此賽局之均衡結果。另一方面, 給定廠商 2 選擇 C, 若 (1) 混合事先承諾賽局的均衡結果爲 $(t_1^m = t_2^e, t_2^m = d_1)$, 則廠商 1 的最適反應爲選擇 C, 而給定廠商 1 選擇 C, 廠商 2 的最適反應爲選擇 NC, 因此, (C, C) 不是此賽局之均衡結果; 若 (2) 混合事先承諾賽局的均衡結果爲 $(t_1^m = t_1^c, t_2^m = \hat{t}_2^c)$, 則廠商 1 的最適反應爲選擇 NC, 而給定廠商 1 選擇 NC, 廠商 2 的最適反應爲選擇 NC, 因此, (NC, C) 不是此賽局之均衡結果, 而 (C, NC) 是此賽局唯一之均衡結果。

臺灣大學學術期刊資料庫

綜合言之, 在外生的事先承諾選擇之下, 雙占廠商均衡時在「事先承諾賽局」、「先發制人賽局」與「混合事先承諾賽局」之下, 皆會依序的進入市場。(1) 在「事先承諾賽局」之下, 廠商 1 存在先進者優勢; (2) 在「先發制人賽局」之下, 廠商 1 存在先進者優勢; (3) 在「混合事先承諾賽局」之下, 取決於承諾成本的相對大小, 可能存在先進者優勢 (承諾優勢)、後進者優勢 (不承諾優勢), 或是利潤均等。在內生化事先承諾選擇下的進入市場時點賽局, 研究發現, 當承諾成本相對較小時, 均衡結果爲廠商 1 選擇事先承諾進入市場的時點, 而廠商 2 選擇不事先承諾進入市場的時點, 且具有先進者優勢。

6.3 廠商「採取提升品質新技術時點」

假設市場上存在兩家廠商, 分別爲廠商 1 與廠商 2, 兩家廠商決定採取提升品質新技術的時點 $t_i \in [0, \infty)$, 其中 $i = 1, 2$。若廠商 i 在時點 t_i 採取新技術, 則其產品品質爲 t_i, 這代表提升品質的技術隨著時間持續進步, 亦即廠商愈晚採取新技術, 其產品品質愈高。當廠商 i 採取新技術推出新產品後, 其決定自己在每個時點的產品價格 p_i。

假設廠商 i 在每個時點的採取新技術成本流量爲 $s(t) = t$, 其中 $s(0) = 0$、$s(t) > 0, \forall t > 0$、$s'(t) > 0, \forall t > 0$, 亦即廠商 i 總共必須付出 $c(t_i) = \int_0^{t_i} s(t) \cdot e^{-rt} dt$ 的折現採取新技術成本。[17] 在此設定之下, $c(0) = 0$、$c'(0) = 0$、$c'(t_i) = s(t_i) \cdot e^{-rt_i} > 0, \forall t_i > 0$ 且 $c'(t_i) + c''(t_i) = e^{-rt_i}[s(t_i) - rs(t_i) + s'(t_i)] > 0, \forall t_i > 0$, 這代表了廠商採取新技術成本隨著時間經過而持續上升。若廠商決定要事先承諾在時點 t_i 採取新技術, 則其採取新技術成本尚需包含一個承諾成本 $K > 0$。

假設消費者在每個時點會重複購買, 且消費者的購買是沒有彈性的, 而消費者對品質的評價 (偏好) 爲連續的均勻分布 $\theta \in [0, 1]$, 若消費者 θ 向廠商 i 購買一單位商品, 其中 $i = 1, 2$, 則可獲得效用 $u = \theta t_i - p_i$; 若其不購買商品, 則效用爲 0。

我們將推論結果, 整理如下:

[17] 採取新技術成本流量 $s(t) = t$ 之假設, 對應於廠商採取新技術成本較高之情形 (參閱 Hoppe and Lehmann-Grube (2005))。

臺灣大學學術期刊資料庫

命題 9. 當承諾成本 K 較低時, (1) 在「事先承諾賽局」之下, 兩家廠商分別事先承諾在 $t_1^c = 0.0568$ 與 $t_2^c = 0.2123$ 時採取新技術, 且具有後進者優勢 $\Pi_2(t_2^c, t_1^c) > \Pi_1(t_1^c, t_2^c)$。

(2) 在「混合事先承諾賽局」之下, 假設廠商 2 爲承諾廠商, 承諾廠商在均衡時爲後進者 ($t_2^m > t_1^m$), 且具有「承諾優勢」、「後進者優勢」$\Pi_2(t_2^m, t_1^m) > \Pi_1(t_1^m, t_2^m, K = 0)$。

(3) 在「先發制人賽局」之下, 兩家廠商依序在 $t_1^e = 0.0594$、$t_2^e = 0.2132$ 採取新技術, 且具有後進者優勢 $\Pi_2(t_2^e, t_1^e, K = 0) > \Pi_1(t_1^e, t_2^e, K = 0)$。

(4) 在「內生化事先承諾賽局」之下, 選擇承諾 (C) 爲任一家廠商的優勢策略, 兩家廠商都選擇事先承諾採取新技術的時點是唯一的均衡結果 (亦即 (C, C)), 兩家廠商均衡時依序採取新技術, 且具有後進者優勢。

証明. 見附錄。 □

研究結果發現, 當承諾成本 K 較低時, 在外生的事先承諾選擇之下, 雙占廠商均衡時在「事先承諾賽局」、「先發制人賽局」與「混合事先承諾賽局」之下, 皆會依序的採取新技術, 且具有後進者優勢。內生化事先承諾賽局之均衡結果爲, 兩家廠商都選擇事先承諾採取新技術的時點, 均衡時兩家廠商依序採取新技術, 且具有後進者優勢。

7 結論

「時點」是一個重要的經濟決策, 舉凡像是進入市場的時點、採取新技術的時點、行銷新產品的時點等, 都是廠商在市場上所必須做的時點決策, 而時點的決定通常必須面對競爭的壓力, 在許多情況之下, 錯誤的時點決策, 將使得決策者產生極大的損失。在時點賽局的相關文獻中, 通常事先假設所有廠商可在期初承諾其進入市場時點; 或是事先假設所有廠商無法在期初, 事先承諾進入市場的時點, 只有當其他廠商進入市場後, 個別廠商才能夠觀察的到。然而, 在現實世界中, 我們經常可以發現, 即便是在同一個產業之中, 可能並非所有廠商都承諾進入市場時點, 或是所有廠商都不承諾進入市場時點。另一方面, 在現實世界中, 廠商也應該是可以自行決定是否

臺灣大學學術期刊資料庫

要事先承諾進入市場的時點, 換言之, 廠商是否事先承諾的選擇, 應該是可以由經濟模型內生決定的。

本文在「進入市場時點」的時點賽局架構下, 研究廠商進入市場的時點競爭。我們探討 (1) 所有廠商可以在賽局期初承諾進入市場時點的「事先承諾賽局」; (2) 所有廠商無法在賽局期初承諾進入市場時點的「先發制人賽局」; (3) 部分廠商在賽局期初承諾進入市場時點, 而部分廠商不在賽局期初承諾進入市場時點的「混合事先承諾賽局」。我們比較廠商在事先承諾賽局、先發制人賽局, 與混合事先承諾賽局之下, 均衡的進入市場時點與利潤, 以探討不同的訊息結構對廠商均衡時點與利潤的影響。最後, 我們在原本的時點賽局之前, 加入一個延伸賽局 (事先承諾階段), 且允許廠商自行決定在時點賽局之下, 是否要事先承諾自己進入市場的時點, 求解此 (4)「內生化事先承諾賽局」之子賽局完善 Nash 均衡, 則廠商是否事先承諾進入市場的時點, 將由模型內生決定。

研究發現, 在外生的事先承諾選擇之下, 雙占廠商均衡時在「事先承諾賽局」、「先發制人賽局」與「混合事先承諾賽局」之下, 皆會依序的進入市場。(1) 在「事先承諾賽局」之下, 存在先進者優勢; (2) 在「先發制人賽局」之下, 利潤均等; (3) 在「混合事先承諾賽局」之下, 取決於承諾成本的相對大小, 可能存在先進者優勢 (承諾優勢)、後進者優勢 (不承諾優勢), 或是利潤均等。

在內生化事先承諾選擇下的進入市場時點賽局, 研究發現, 當承諾成本相對較大時, 均衡結果爲兩家廠商都選擇不事先承諾進入市場的時點; 當承諾成本相對較小時, 均衡結果爲一家廠商選擇事先承諾進入市場的時點, 而另一家廠商選擇不事先承諾進入市場的時點。

本文所討論的「混合事先承諾賽局」將可解釋現實世界中混合事先承諾賽局下, 寡占廠商進入市場時點的策略決策。本文之研究結果, 亦可供未來實證研究, 檢驗不同的訊息結構與承諾成本, 對廠商進入市場時點與利潤, 以及事先承諾選擇的影響。本文只討論市場上存在兩家廠商之情形, 未來的研究可以延伸至寡占廠商之進入市場時點賽局。

臺灣大學學術期刊資料庫

附錄

我們首先求解雙占廠商的產品市場價格競爭。若兩家廠商依序採取新技術, 在不失一般性之下, 我們假設廠商 1 爲先進廠商, 而廠商 2 爲後進廠商, 亦即 $t_1 \leq t_2$。在時點 t 時, 當只有廠商 1 採取新技術時, 無差異消費者 θ_0 購買產品 1 與不購買產品的效用是一樣的: $\theta_0 t_1 - p_1 = 0$, 因此獨占廠商之需求爲 $1 - \theta_0 = 1 - p_1/t_1$, 而利潤爲 $\pi_1 = p_1(1 - p_1/t_1)$, 求解獨占廠商利潤極大化的一階條件, 可得獨占廠商之均衡價格爲 $p_1^M = t_1/2$, 而獨占廠商之均衡流量利潤爲: $\pi_1^M(t_1) = t_1/4$。

當兩家廠商都採取新技術時, 無差異消費者 θ_1 購買產品 1 與購買產品 2 的效用是一樣的: $\theta_1 t_1 - p_1 = \theta_1 t_2 - p_2$, 而無差異消費者 θ_2 購買產品 1 與不購買產品的效用是一樣的: $\theta_2 t_1 - p_1 = 0$, 因此廠商 1 與廠商 2 之需求分別爲 $\theta_1 - \theta_2 = (p_2 - p_1)/(t_2 - t_1) - p_1/t_1$、$1 - \theta_1 = 1 - (p_2 - p_1)/(t_2 - t_1)$, 聯立求解雙占廠商利潤極大化的一階條件, 可得廠商 1 與廠商 2 之均衡價格分別爲: $p_1^* = t_1(t_2 - t_1)/(4t_2 - t_1)$、$p_2^* = 2t_2(t_2 - t_1)/(4t_2 - t_1)$, 而廠商 1 與廠商 2 之均衡流量利潤分別爲:

$$\pi_1^*(t_1, t_2) = t_1 t_2 \frac{t_2 - t_1}{(4t_2 - t_1)^2},$$
$$\pi_2^*(t_2, t_1) = 4t_2^2 \frac{t_2 - t_1}{(4t_2 - t_1)^2}。 \tag{A1}$$

令符號 "+" 與 "-" 分別代表在某點的單邊偏導數 (one-sided partial derivatives), 令 L_1 與 F_1 分別代表函數 L 與 F 對應於第一個自變數的偏導數, 而 L_2 與 F_2 分別代表函數 L 與 F 對應於第二個自變數的偏導數。計算先進廠商利潤折現和 $L(t_1, t_2)$ 極大化的一階條件, 可得:

$$L_1\left(t_1^*, t_2\right) = \frac{\partial L\left(t_1^*, t_2\right)}{\partial t_1} = -e^{-t_1^*}\pi_1^M + \left(e^{-t_1^*} - e^{-t_2}\right)\frac{\partial \pi_1^M}{\partial t_1}$$
$$+ e^{-t_2}\frac{\partial \pi_1^*}{\partial t_1} - c'\left(t_1^*\right) = 0。 \tag{A2}$$

計算後進廠商利潤折現和 $F(t_2, t_1)$ 極大化的一階條件, 可得:

$$F_1\left(t_2^*, t_1\right) = \frac{\partial F\left(t_2^*, t_1\right)}{\partial t_2} = -e^{-t_2^*}\pi_2^* + e^{-t_2^*}\frac{\partial \pi_2^*}{\partial t_2} - c'\left(t_2^*\right) = 0。 \tag{A3}$$

臺灣大學學術期刊資料庫

由上述數學式 (A2)、(A3), 可知:

$$L_1\left(v^-, v\right) = \frac{\partial L\left(v^-, v\right)}{\partial t_1} = -e^{-v}\frac{v}{4} - c'(v) + e^{-v}\frac{\partial \pi_1^*\left(v^-, v\right)}{\partial t_1} < 0,$$
$$F_1\left(v^+, v\right) = \frac{\partial F\left(v^+, v\right)}{\partial t_2} = -c'(v) + e^{-v}\frac{\partial \pi_2^*\left(v^+, v\right)}{\partial t_2}$$
$$= e^{-v}\frac{1 - s(v)}{9} > 0, \tag{A4}$$

其中 $v \in (0, \infty)$, 而 $\partial \pi_1^*(v^-, v)/\partial t_1 = -1/9$、$\partial \pi_2^*(v^+, v)/\partial t_2 = 1/9$, 因此 $L_1(v^-, v) < F_1(v^+, v)$、$F_1(0^+, 0) > 0$。

由上述數學式 (A2)、(A3), 可知:

$$L_1\left(0, t_j\right) = \frac{\partial L\left(0, t_2\right)}{\partial t_1} = \frac{4 - 3e^{-t_2}}{16} > 0,$$
$$\lim_{t_i \to \infty} F_1\left(t_i, t_j\right) = \lim_{t_2 \to \infty} \frac{\partial F\left(t_2, t_1\right)}{\partial t_2} = \lim_{t_2 \to \infty} -c'\left(t_2\right) < 0。 \tag{A5}$$

求解 $L(t_1, t_2)$ 與 $F(t_2, t_1)$ 分別對應於 t_2 與 t_1 的一階導數, 可得:

$$L_2\left(t_i, t_j\right) = \frac{\partial L\left(t_1, t_2\right)}{\partial t_2} = e^{-t_2}\left(\pi_1^M - \pi_1^*\right) + e^{-t_2}\frac{\partial \pi_1^*}{\partial t_2} > 0,$$
$$F_2\left(t_i, t_j\right) = \frac{\partial F\left(t_2, t_1\right)}{\partial t_1} = e^{-t_2}\frac{\partial \pi_2^*}{\partial t_1} < 0。 \tag{A6}$$

求解 $L(t_1, t_2)$ 與 $F(t_2, t_1)$ 對應於 t_1 與 t_2 的交叉偏導數 (cross partial derivatives), 可得:

$$L_{12}\left(t_i, t_j\right) = \frac{\partial^2 L\left(t_1, t_2\right)}{\partial t_1 \partial t_2} = e^{-t_2}\left[\frac{\partial \pi_1^M}{\partial t_1} - \frac{\partial \pi_1^*}{\partial t_1}\right] + e^{-t_2}\frac{\partial^2 \pi_1^*}{\partial t_1 \partial t_2} > 0,$$
$$F_{12}\left(t_i, t_j\right) = \frac{\partial^2 F\left(t_2, t_1\right)}{\partial t_1 \partial t_2} = -e^{-t_2}\frac{\partial \pi_2^*}{\partial t_1} + e^{-t_2}\frac{\partial^2 \pi_2^*}{\partial t_1 \partial t_2} > 0, \tag{A7}$$

其中 $\partial \pi_1^M/\partial t_1 - \partial \pi_1^*/\partial t_1 = (-20t_1t_2^2 + 12t_1^2t_2 - t_1^3 + 48t_2^3)/[4(4t_2 - t_1)^3] > 0$、$\partial^2 \pi_1^*/\partial t_1 \partial t_2 = 2t_1t_2(7t_1 + 8t_2)/(4t_2 - t_1)^4 > 0$、$\partial \pi_2^*/\partial t_1 = -4t_2^2(t_1 + 2t_2)/(4t_2 - t_1)^3 < 0$、$\partial^2 \pi_2^*/\partial t_1 \partial t_2 = 8t_1t_2(t_1 + 5t_2)/(4t_2 - t_1)^4 > 0$。我們將上述推論結果整理如下:

臺灣大學學術期刊資料庫

輔理 4. (a) $L_1(v^-, v) < 0$、$L_1(v^-, v) < F_1(v^+, v), \forall v \in (0, \infty)$; (b) $L_1(0, t_j) > 0$、$\lim_{t_i \to \infty} F_1(t_i, t_j) < 0$; (c) $L_2(t_i, t_j) > 0$、$F_2(t_i, t_j) < 0$; (d) $L_{12}(t_i, t_j) > 0$、$F_{12}(t_i, t_j) > 0$。

因爲 $L_1(v^-, v) \geq F_1(v^+, v)$ 是 $\Pi_i(\cdot, v)$ 之極大值發生在 v 的必要條件, 因此, 在「事先承諾賽局」與「混合事先承諾賽局」之下, 不存在內部的、對稱均衡, 亦即 $(t_i = v, t_j = v)$ 其中 $v \in (0, \infty)$。因爲 $L_1(0, t_j) > 0$、$F_1(0^+, 0) > 0$, 所以此時點賽局排除極端的、對稱 Nash 均衡, 亦即 $(t_i = 0, t_j = 0)$。個別廠商的利潤函數在對角線, 存在一個非凹性轉折, 這使得個別廠商的反應函數在對角線存在跳躍。

此外, 我們可以證明, 對於個別廠商 i 而言, 當對手廠商較早採取新技術時 $(t_j \in [0, d])$, 個別廠商會選擇較晚採取新技術, 而成爲均衡時的後進者, 隨著先進廠商愈晚採取新技術, 個別廠商也會愈晚採取新技術; 然而當對手廠商較晚採取新技術時 $(t_j \in [d, \infty))$, 個別廠商會選擇較早採取新技術, 而成爲均衡時的先進者, 隨著後進廠商愈晚採取新技術, 個別廠商也會愈晚採取新技術。

輔理 5. 個別廠商 i 的最適反應函數 $r_i(t_j)$ 存在唯一一次的跳躍, 當 $t_j \in [0, d]$ 時, $r_i(t_j) = r_i^+(t_j)$; 當 $t_j \in [d, \infty)$ 時, $r_i(t_j) = r_i^-(t_j)$, 其中 $r_i^+(t_j)$ 與 $r_i^-(t_j)$ 爲連續函數, 且 $r_i^{-'}(t_j) > 0$、$r_i^{+'}(t_j) > 0$。

我們將兩家廠商的最適反應函數, 呈現如圖 7。相似於第 4 節、第 5 節的推論, 可得命題 9。[18] ■

參考文獻

Argenziano, Rossella and Philipp Schmidt-Dengler (2012), "Inefficient Entry Order in Preemption Games," *Journal of Mathematical Economics*, 48(6), 445–460.

——— (2013), "Competition, Timing of Entry and Welfare in a Preemption Game," *Economics Letters*, 120(3), 509–512.

——— (2014), "Clustering in N-player Preemption Games," *Journal of the European Economic Association*, 12(2), 368–396.

[18]本文省略部分命題 9 之推論過程。

臺灣大學學術期刊資料庫

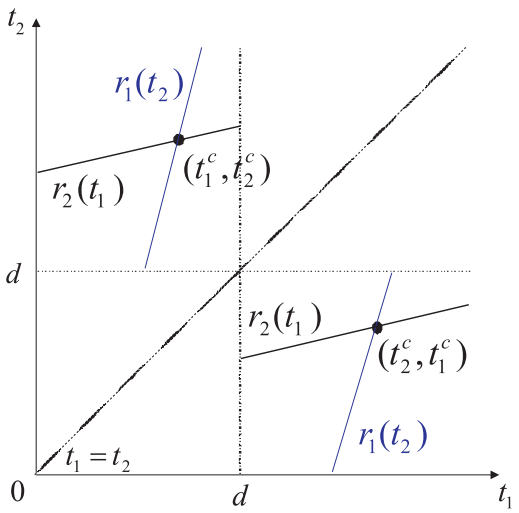


圖 7: 雙占廠商的最適反應函數

Dutta, Prajit K., Saul Lach, and Aldo Rustichini (1995), "Better Late than Early: Vertical Differentiation in the Adoption of a New Technology," *Journal of Economics and Management Strategy*, 4(4), 563–589.

Ebina, Takeshi, Noriaki Matsushima, and Daisuke Shimizu (2015), "Product Differentiation and Entry Timing in a Continuous Time Spatial Competition Model," *European Journal of Operational Research*, 247(3), 904–913.

Femminis, Gianluca and Martini Gianmaria (2010), "First-Mover Advantage in a Dynamic Duopoly with Spillover," *B. E. Journal of Theoretical Economics*, 10(1), 1935–1704.

Fudenberg, Drew and Jean Tirole (1985), "Preemption and Rent Equalization in the Adoption of a New Technology," *Review of Economic Studies*, 52(3), 383–401.

Gal-Or, Esther (1985), "First Mover and Second Mover Advantages," *International Economic Review*, 26(3), 649–653.

Götz, Georg (1999), "Monopolistic Competition and the Diffusion of New Technology," *RAND Journal of Economics*, 30(4), 679–693.

——— (2000), "Strategic Timing of Adoption of New Technologies under Uncertainty: A note," *International Journal of Industrial Organization*, 18(2), 369–379.

臺灣大學學術期刊資料庫

Hendricks, Kenneth (1992), "Reputation in the Adoption of a New Technology," *International Journal of Industrial Organization*, 10(4), 663–677.

Hoppe, Heidrun C. (2000), "Second-Mover Advantages in the Strategic Adoption of New Technology under Uncertainty," *International Journal of Industrial Organization*, 18(2), 315–338.

Hoppe, Heidrun C. and Ulrich Lehmann-Grube (2001), "Second-Mover Advantages in Dynamic Quality Competition," *Journal of Economics and Management Strategy*, 10(3), 419–433.

——— (2005), "Innovation Timing Games: A General Framework with Applications," *Journal of Economic Theory*, 121(1), 30–50.

Hotelling, Harold (1929), "Stability in Competition," *Economic Journal*, 39(153), 41–57.

Lambertini, Luca (2002), "Equilibrium Locations in a Spatial Model with Sequential Entry in Real Time," *Regional Science and Urban Economics*, 32(1), 47–58.

Li, Changying and Jianhu Zhang (2011), "Equilibrium Locations in a Mixed Duopoly with Sequential Entry in Real Time," *Economic Modelling*, 28(3), 1211–1218.

Lippman, Steven A. and John W. Mamer (1993), "Preemptive Innovation," *Journal of Economic Theory*, 61(1), 104–119.

Meza, Sergio and Mihkel Tombak (2009), "Endogenous Location Leadership," *International Journal of Industrial Organization*, 27(6), 687–707.

Milliou, Chrysovalantou and Emmanuel Petrakis (2011), "Timing of Technology Adoption and Product Market Competition," *International Journal of Industrial Organization*, 29(5), 513–523.

Reinganum, Jennifer F. (1981a), "Market Structure and the Diffusion of New Technology," *Bell Journal of Economics*, 12(2), 618–624.

——— (1981b), "On the Diffusion of New Technology: A Game-Theoretic Approach," *Review of Economic Studies*, 48(3), 395–406.

Riordan, Michael H. (1992), "Regulation and Preemptive Technology Adoption," *Rand Journal of Economics*, 23(3), 334–349.

Riordan, Michael H. and David J. Salant (1994), "Preemptive Adoptions of an Emerging Technology," *Journal of Industrial Economics*, 42(3), 247–261.

Simon, Leo K. and Maxwell B. Stinchcombe (1989), "Extensive Form Games in Continuous Time: Pure Strategies," *Econometrica*, 57(5), 1171–1214.

臺灣大學學術期刊資料庫

Smirnov, Vladimir and Andrew Wait (2015), "Innovation in a Generalized Timing Game," *International Journal of Industrial Organization*, 42, 23–33.

Stenbacka, Rune and Mihkel M. Tombak (1994), "Strategic Timing of Adoption of New Technologies under Uncertainty," *International Journal of Industrial Organization*, 12(3), 387–411.

Sun, Chia-Hung (2017), "Timing of Entry and Product Location in a Linear Barbell Model: Application to Flexible Manufacturing Systems," *International Review of Economics and Finance*, 52, 29–38.

——— (2018), "Timing of Entry and Location/Product Differentiation," *International Journal of Economic Theory*, 14(2), 179–200.

——— (2019), "Simultaneous and Sequential Choice in a Symmetric Two-Player Game with Canyon-Shaped Payoffs," *Japanese Economic Review*, **URL**: https://doi.org/10.1111/jere.12224.

Wang, Rong-Kuan and Die Hu (2017), "Time-Cost Substitutability, Earlycutting Threat, and Innovation Timing," *Economics Letters*, 156, 88–91.

投稿日期: 2019年1月16日, 接受日期: 2020年2月6日

臺灣大學學術期刊資料庫

A Timing Game of Market-Entry with Endogenous Precommitment Choices

Chia-Hung Sun

Department of Economics, Soochow University

Sau-Kai Hsu

Department of Economics, Soochow University

This paper investigates a timing game of market-entry with endogenous precommitment choices. In the first stage, two firms simultaneously and individually decide whether or not to precommit to their respective timing of market-entry at the beginning of the game. If a firm has decided not to precommit to its timing of market-entry, then it can flexibly alter its timing of market-entry in the second stage. After a firm's entry, it chooses its quantity supplied throughout each instance. The results show that both firms decide not to precommit to their timing of market-entry and sequentially enter the market in equilibrium when a firm's commitment cost is relatively high. When a firm's commitment cost is relatively low, only one firm decides to precommit to its timing of market-entry and behaves as a leader. The other firm decides not to precommit to its timing of market-entry and behaves as a follower. There are "commitment advantage" and "first-mover advantage" in equilibrium.

Keywords: timing game, precommitment game, preemption game, mixed precommitment game, endogenous precommitment game

JEL classification: L13, D21, O30

臺灣大學學術期刊資料庫

臺灣大學學術期刊資料庫