

產品創新之研發聯盟*

徐學忍

元智大學國際企業學系

郭文忠

元智大學財務金融學系

本文旨在提供一簡單模型分析產品創新與研發不確定性下之研發聯盟，並探討不同聯盟綜效之聯盟均衡、廠商預期利潤以及新產品問世時間。主要結果顯示當產品市場之競爭效果十分大時廠商可能選擇獨立研發而不組成任何聯盟，而若聯盟廠商間研發領域互補性較高，則產業中廠商形成互補聯盟為均衡的結構；反之當同質廠商研發合作之規模效果大時則全體聯盟為均衡。研發聯盟可縮短產品問世時間，當廠商各研發互補性高時，互補研發聯盟之產品問世時間最早，反之當研究規模效果大時則全體聯盟可提供最早產品問世時間。

關鍵詞：研發聯盟，產品創新，研發不確定，互補聯盟，同質分工聯盟，無集體背離之納許均衡

1. 引論

近年來我國之產業結構日益依賴電子資訊產品之對外貿易，在國際貿易自由化和科技進展迅速下，許多高科技產品更新速度加快。而以中小型企業為主的我國廠商無法避免地必須面對更嚴格之國際競爭與多變之產業環境，新技術和新產品之研發往往成為廠商生存和獲利之關鍵。為了縮短研發時

* 本文之先前版本曾報告於 2001 年科技與管理學術研討會及第六屆經濟發展學術研討會。作者們由衷致謝兩位匿名評審提供諸多之寶貴意見與具體修改建議，也感謝會議參與者提供之建議，文責完全由作者自負。

收稿日期：90 年 7 月 23 日；接受刊登日期：91 年 10 月 23 日

間、降低研發成本和形成技術規模和互補綜效等原因，廠商間之研發聯盟 (research joint venture, RJV) 受到國內外企業和政府青睞而成爲風潮。

由美、日和我國，均可發現諸多研發聯盟之產業實例，早期如 1976 日本爲了趕上 IBM 等美國廠商，由日立、東芝和 NEC 等五大集團成立研發聯盟 (VLSI)，1987 美國亦形成知名之半導體技術聯盟 (Sematech)，兩者均爲較大之研發聯盟組織 (Katz and Ordovery, 1990)。而近年之研發聯盟更加普遍，如去年日本 NEC、松下電器產業和松下通信工業共同研發 3G 手機用半導體晶片，兩集團分別擅長半導體和家電通訊，形成研發聯盟以獲得互補技術和知識之綜效。又如松下電器與任天堂共同研發結合任天堂電視遊樂軟體與 DVD 性能之播放機、美國之數位電視研發聯盟 (Braun, 1995)，以及卡車製造廠商和引擎製造廠商兩者共同研發配備新引擎之卡車 (Silver and Wedin, 2001)。在我國方面，三陽、山葉、台鈴及偉士伯等機車及相關製造廠商於 1998 年底組成電動機車之研發聯盟，又如有機發光二極體 (OLED) 研發聯盟結合 CD-R 和 LED 業者，前者善於處理小分子之結構材料，而後者則在驅動程式和生產技術上與新產品相近，近來形成之生物晶片研發聯盟等，其他例子亦可常見於半導體 (如前瞻半導體聯盟)、生化 (如生物晶片研發聯盟)、筆記型電腦、軟體以及學術跨領域合作研究等。

研發聯盟以研究技術目的而言，可分爲製程技術改良 (process innovation) 和產品創新 (product innovation)，二者俱常見於實際產業環境中 (Katz and Ordovery, 1990)。前者爲對產品之生產技術進行改良，以求降低生產成本和增加競爭力，在如 DRAM 等產業中可以了解，有效地降低成本往往爲廠商是否獲利和生存之關鍵，相關產業理論探討如 d'Aspremont and Jacquemin (1988)，Kamien and Zang (1993)，Kamien et al. (1992)，Poyago-Theotoky (1995) 等。而關於產品創新方面則爲新產品之研發，如前述關於結合遊戲之 DVD、電動機車、通訊用晶片和 OLED 等實例均屬此類，本研究主題爲針對新產品創新之研發聯盟，相關理論方面研究包括 Ordovery and Willig (1985)，Combs (1992, 1993)，Gandal and Scotchmer (1993) 等。

相較於廠商彼此進行研發競爭下，研發聯盟在概念上提供聯盟廠商和整

體社會許多可能正面和負面影響。對於聯盟成員廠商而言，共同研發可分攤研發成本及風險、加速研發成功以及取得研發之經濟規模。以社會福利的角度而言，一方面研發聯盟可解決研發外溢 (spillover) 等外部性問題，同時也可避免研發資源重複和浪費，另一方面較早研發成功也可間接地使消費者享有較低廉商品或者提早取得新商品。然而形成研發聯盟對廠商而言也增加在產品市場之競爭對手，以及政府部門對競爭法之考量 (Grossman and Shapiro, 1986)。

前述為在概念上可能須要考慮之許多影響因素，而理論文獻則往往就個別主題提出較嚴格之分析和論點。就製程技術改良方面，d'Aspremont and Jacquemin (1988) 首先提出考慮外溢效果之雙占市場模型，以簡單線性需求架構比較社會福利，分析結果具備封閉解，重點在於提出研發聯盟之正面價值。Kamien et al. (1992) 同樣在考慮外溢效果下，說明無論商品市場為數量或者價格競爭，形成研發聯盟可提供較低商品價格與較高廠商利潤。而 Kamien and Zang (1993) 則說明兩個研發聯盟往往比一個大聯盟提供較低產品價格，Poyago-Theotoky (1995) 與徐學忍 (1995) 則探討在開放會員制度下形成聯盟之最適成員數問題。以上文獻均著重於在外溢效果下形成製程改良之研發聯盟之正面價值，但均未能討論不確定性問題。

而關於新產品創新方面，Ordober and Willig (1985) 探討同質雙占廠商進行無不確定性之研發時間競賽 (timing game)，決定先研發者可在對手研發前獲得獨家之高利潤，然而研發成本亦隨時間而降低，均衡研發時間為兩個一前一後之非對稱均衡。Combs (1992) 則考慮兩期模型，在首期雙占廠商形成研發聯盟下可提高成功機率，未能討論研發成功時間問題，Combs (1993) 則進一步以斜率為 1 之線性需求模型經由數值模擬探討最適聯盟成員數問題。產品創新文獻與製程創新之差別之一在於，新商品研發過程之外溢效果在實務上較不顯著，上述三篇文章也均為同樣未考慮外溢效果。Gandal and Scotchmer (1993) 則考慮兩家研發能力有差異但卻不可觀察之研發聯盟，該文著重於資訊不完全下道德風險問題。

在本文中吾等將建立一簡單模型，探討當存在研發不確定性下之產品創新研發聯盟。相對於文獻而言，本模型可提供幾項與文獻不同之研發聯盟特

質分述如下：(1)考慮廠商研發之分工效果、技術互補效果以及研發規模效果，Ordoover and Willig (1985) 和 Combs (1992, 1993) 等文獻中多為同質廠商問題，然而如前文中所舉之諸例可了解，新產品創新研發聯盟常發生成員分屬不同產業，成員們具備互補知識 (complementary knowledge) 或專業技術，如前述之手機用半導體晶片、支援遊戲之 DVD、新引擎卡車、OLED、學術界跨研究領域等例，Sakakibara (1997) 在實證研究當中亦發現日本研發聯盟中，取得互補性知識為參與聯盟之重要動機。關於知識互補問題，在前述理論文獻並未能加以探討分析。同時聯盟也存在同質廠商之聯盟，如電動機車，彼此可藉由研發之規模經濟增進研發效率，至於 OLED, Sematech, VLSI 等聯盟成員則涵蓋互補以及同質廠商。本文之模型同時考慮技術互補與同質廠商，除了研究合作之分工效果外，兩者亦分別可獲得跨業之互補綜效以及同業之研發規模效果。(2)探討研發聯盟均衡問題，相較於 Combs (1993)，Poyago-Theotoky (1995) 與徐學忍 (1995) 等以探討同質廠商之最適聯盟數目，本文以 Bernheim et al. (1987) 所提出的無集體背離的納許均衡 (coalition proof Nash equilibrium, CPNE) 觀念分析互補及同質廠商之研發聯盟均衡，此均衡主要為相較於 Nash 均衡單一背離，更完整而嚴謹地再額外考慮可能之成員集體背離情形。(3)在本簡單模型討論研發之不確定性，並可求得封閉解以利結果分析，在前述考慮不確定性之產品創新聯盟方面，只有 Combs (1992) 可獲得分析解，但該文為簡單兩期模型，無法討論產品推出時間和成員互補性問題。(4)比較不同研發聯盟之產品成功推出時間，及早研發成功一方面可使消費者較早享有新商品，也可使廠商在國際研發競賽中取得競爭優勢，以及帶動相關產業之發展，前述文獻均未能分析此問題。

本文為交互授權文獻之平行研究，授權或者交互授權亦為研發合作之另一種形式，兩者同樣可達成避免研發成本重複投入與加速研發，且造成商品市場之競爭對手。基於權利金涉及雙方利潤之分配協商問題，Fershtman and Kamien (1992) 以 Nash-Bargaining 解探討兩家廠商研發量之均衡，該文考慮互補之技術專利，重點在於說明交互授權與研發投入之關連性以及對廠

商是否有利。¹ 本文在模型架構與該文有許多類似處，但探討主題則不盡相同，交互授權儘管為研發合作之一種形式，但與研發聯盟在理論與實務應用上仍存在相當差異。

本文分析影響廠商間技術互補性、同質廠商之研發經濟規模以及產品市場競爭性對形成研發聯盟之影響。結果說明當聯盟使得影響個別廠商在產品市場利潤較大，亦即競爭效果相對大時，廠商較不易形成聯盟。反之當競爭效果相對不大時，則廠商形成研發聯盟，而互補聯盟形成於當技術互補性高而研究規模效果低時，反之則形成大聯盟。此外，形成研發聯盟可使新產品提早問世，當研究規模效果大時，大聯盟可較早完成新產品研發，而互補效果大時則互補聯盟較早完成新產品研發。

以下章節內容如下：第 2 節交代基本模型架構，說明新產品研發下之廠商預期利潤。第 3 節探討不同研發聯盟之廠商預期利潤與研發聯盟均衡，包含互補聯盟、同質分工聯盟與大聯盟三種。第 4 節則分析比較不同聯盟之預期新產品推出時間，第 5 節則探討研發聯盟分析意涵，末節為結論。

2. 基本模型架構

為分析技術互補和同質分工廠商之研發聯盟，在模型中考慮三家風險中立廠商研發某項新產品，該產品需要兩個不同領域之子計畫方能完成研發，

1 在某種程度上，研發聯盟相當於價格為零之交互授權 (Grossman and Shapiro, 1986: 323)。但在契約形式和時間面向上兩者仍有所區別，一般而言交互授權須在技術可完全區隔開成爲不同且獨立之專利，且在獲得專利技術後再商談授權事宜。而研發聯盟則在研發之初即須訂定合作契約，約定於一定期間內共用研究人員、設備或其他資源以從事共同研發，如前述例子中 DVD、卡車和學術跨領域合作研究等諸例多未能簡單地區隔爲多項獨立之專利技術，而且研發過程往往需要雙方在過程中深入之知識交換與討論，與交互授權仍有相當差異。Fersman and Kamien (1992) 與本研究同樣討論新產品研發、指數函數之不確定性以及廠商之互補性，而本研究模型則兼顧了聯盟成員之互補性與同質性，也考慮研發聯盟均衡，且求解上具封閉解性質。而該文之重點在於探討交互授權是否對廠商有利 (結果一)，交互授權對於研發投入量之影響 (結果一、三、五、六)，以及廠商間研發投入之相互影響關連 (結果四)。本文與該文可視爲相關之平行研究，作者特別感謝匿名評審對此點提供之寶貴建議。

而計畫研發成功時間呈現不確定性，為簡化數理推導與求得分析解，與 Loury (1979)，Lee and Wilde (1980)，Fershtman and Kamien (1992)，Gandal and Scotchmer (1993) 等同樣假定計畫研發時間呈現指數分配函數。² 令研發成功時間 t 之機率密度函數為

$$f(t) = \lambda_i e^{-\lambda_i t}, \quad i = 1, 2, 3.$$

其中 λ_i 表示研發效率，當廠商從事擅長領域之子計畫時， $\lambda_i = \lambda_1$ ，而較不擅長領域則為 λ_2 ，而 λ_3 則表示兩家同質廠商共同進行同一項子計畫之研發效率。在此一指數機率函數設定下，至任一時間 t 前計畫成功之累計機率為 $F(t) = 1 - e^{-\lambda_i t}$ ，計畫終究會成功，而 $\frac{1}{\lambda_i}$ 為計畫預期成功時間機率，故 λ_i 較大者表示計畫研發效率較高，假定 $\lambda_2 < \lambda_1 < \lambda_3$ 成立，以表示領域擅長與否之研發效率差異以及共同研發呈現同質廠商對於同一子計畫研究合作之規模經濟效果。令每家廠商在計畫研發期間每單位時間須支出 c 單位研發成本，吾等並假定廠商研發資源有限，一次只能從事一項計畫研發，而廠商可以研發聯盟加速產品創新成功時間，並可節省研發支出。吾等假定獨立廠商或研發聯盟內廠商在產品創新成功前對於聯盟外廠商保持業務機密，故任一聯盟或獨立研發廠商僅完成某項子計畫時，其聯盟外競爭對手並不知情，因此在整個研發計畫完成以前未產生新資訊，故廠商在研發競賽開始時點之決策與動態決策一致，不會出現背離子賽局均衡情形。³

廠商可選擇獨立研發，率先完成兩子計畫者將獲得新產品之利潤，令研

2 探討連續且可能無限時間下之不確定性架構時，為簡化起見文獻常採用指數機率分配函數，此設定常見於專利權相關研究。該假設最重要之特性之一為無記憶 (no memory) 性質，因此不須考慮尚未成功前之歷史時間，此外若考慮多家廠商之研發競爭，則任一家廠商研發先成功機率之事前機率可表示為指數函數之參數相對比值，因此在數學操作上可簡化許多，本文承認此假設有其限制，然而也是為求得分析解所不得不作之設定。

3 聯盟內廠商在研發合作契約下彼此並無隱瞞研發夥伴之必要性，研發聯盟契約使成員之研發各司其職，因此了解夥伴是否成功並不影響其研發過程。然而吾等假定聯盟內廠商對聯盟外競爭對手保密，不與透露其子計畫之成功與否。倘若聯盟外對手可發現聯盟內子計畫已成功，則有可能在該發生時點產生策略改變，然而一般情形下，基於競爭考量研發聯盟成員並不會將研發過程資料洩漏給聯盟外廠商。

發落後者無進一步報酬，因此研發競賽在某家廠商或聯盟新產品創新成功下即結束。廠商亦可彼此組成研發聯盟，分為互補聯盟、同質分工聯盟以及三家廠商均加入之大聯盟，組成研發聯盟可藉由子計畫研究之分工，同步進行兩項子計畫以加快新產品研發。將此四種可能聯盟結構表示為集合 $S = \{a, c, h, g\}$ ，其中 a 表廠商獨立 (stand-alone) 研發、 c 表示互補 (complementary) 聯盟、 h 表示同質 (homogenous) 分工聯盟、 g 表示大聯盟 (grand coalition)，元素 $s \in S$ 表示其中可能之聯盟，而均衡聯盟結構須符合 Bernheim et al. (1987) 之 CPNE，此均衡概念主要為在納許均衡上再加上廠商不會發生集體背離之條件。形成互補聯盟之兩家廠商分別各就其擅長領域進行研發 ($\lambda_i = \lambda_1$)，當兩廠商均成功完成其擅長領域之子計畫時，新產品即研發成功。同質分工聯盟則其中一家就不擅長領域進行研發 ($\lambda_i = \lambda_2$)，而大聯盟則有兩家就同一項擅長領域共同研發，形成研發之規模經濟 ($\lambda_i = \lambda_3$)。為了簡化起見，不考慮形成研發聯盟之溝通、協商和申請等交易成本，故形成聯盟仍在初始時間即著手進行研發。⁴

令聯盟廠商研發新產品成功後，每單位時間可獲得利潤 π^s ， $s \in S$ 表示形成聯盟狀態，令 $\pi^a \geq \pi^c = \pi^h \geq \pi^g$ ，表示獨立廠商可享有較高之獨家利潤，聯盟成員增加下固然可增加研發效率，但同時也增加商品市場之競爭對手，減低商品創新成功利潤，因此令大聯盟內成員新商品利潤最低，而互補和分工聯盟次之。此一抽象化設定與 Combs (1992) 等類似，主要用意在於選擇不直接處理商品需求，而將廠商在研發成功後利益以 π^s 代表，一般而言若欲全面性考慮產品需求，往往只能分析簡單 (甚至斜率為 1) 之線性需求 (如 Combs, 1993)，且求解上往往無法獲得封閉解之結果，在分析上常須訴諸於數值模擬方式。

4 實務上形成研發聯盟往往須要溝通協商、組成研究團隊以及申請核准等交易成本，如我國之公平交易法第十四條對於聯合行為之例外許可條文中，允許但須經過審查因提高技術等之共同研發和開發商品，而新修訂版本中規定審查時間為自接受申請日起三個月完成核准或駁回決定，此一新規定已大幅縮短申請核准之時間成本，有助於形成研發聯盟。本文之早先版本在理論架構中曾納入交易成本之討論，考慮形成研發聯盟須再經過一段時間方開始進行計畫研發，如此設定下將使得形成聯盟須承擔交易成本，故須更嚴格條件方得以形成研發聯盟。

本模型在架構上與文獻主要有幾點差異：其一為考慮技術互補和同質研發聯盟，Combs (1992, 1993) 探討同質廠商問題，而 Fershtman and Kamien (1992) 為分析互補廠商之技術授權，與本文在主題上仍有差異。其二為考慮不確定性之連續時間模型，本架構可探討產品創新成功時間，與 Combs (1992) 為兩期之靜態模型不同，而 Combs (1993) 則以抽樣過程描述研發，其模型中可能出現廠商研發未找對計畫，然而在本文之連續時間架構。其三，為得封閉解性質本架構忽略了研發投入量決策以及研發外溢問題 (Fershtman and Kamien (1992) 亦是)，我們承認為研究限制，但納入考量下則往往只能進行數值模擬分析 (如 Combs, 1993; Poyago-Theotoky, 1995)，為聚焦研究主題吾等並不考慮研發量問題。其四為以完整之 CPNE 探討研發聯盟均衡。

廠商之預期利潤將與研發聯盟組成有關，而聯盟內成員與聯盟外廠商其報酬亦不相同，此處吾等先交代一般式，各種聯盟下之預期利潤將分別計算於下一節中。考慮形成研發聯盟 $s \in S$ 下，廠商 k 為聯盟內成員 (以 u 表示) 或聯盟外廠商 (以 n 表示)，其預期利潤可表示為

$$E_k^s = \int_{t_1=0}^{t_1=\infty} \lambda_1 e^{-\lambda_1 t_1} \left\{ \int_{t_2=0}^{t_2=\infty} \lambda_i e^{-\lambda_i t_2} (\Pi_k^s(T) \cdot P_k^s(T)) dt_2 \right\} dt_1 - \int_0^{\infty} C_k^s(T) Q_k^s(T) dT \quad (1)$$

上式中第一項表示聯盟內達成新商品研發成功下，產品研發成功收益減去成本，積分內為在時間 T 完成商品研發，獨立研發時 $T = t_1 + t_2$ ，而若組成研發聯盟，兩項子計畫進行分工而同步進行，故聯盟成員成功時間為 $T = \max\{t_1, t_2\}$ 。積分內 $\Pi_k^s(T)$ 為新產品預期收入減研發開支， $P_k^s(T)$ 則表示競爭對手尚未成功機率。而第二個積分則表示聯盟外廠商先研發出新商品，而使得聯盟內廠商之研發支出成為無法回收之預期成本，其中 $Q_k^s(t)$ 表示對手在此之前率先研發成功之機率， $C_k^s(T)$ 表研發支出。

第一項中 λ_i 表示第二個子計畫之研發效率，單獨研發、互補聯盟、同質分工聯盟與大聯盟分別為 $\lambda_2, \lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ ，而 $\Pi_k^s(T)$ 表示廠商所處聯盟內先研發出來之利潤減去研發成本開支，如在廠商獨立研發時 (即 $s = a$) 此項為

$$\Pi^a(T) = \frac{\pi^a}{r} e^{-rT} - \frac{C}{r} (1 - e^{-rT})$$

其中 r 為利率，此表示研發成功之後利潤之折現值，再減去研發期間內之成本支出 $\frac{C}{r}(1 - e^{-rT})$ ，為從時點 0 開始至 T 研發成功的過程中計畫研發支出的折現值。而其他競爭者尚未完成新商品研發成功之機率為

$$P^a(T) = \left(\frac{\lambda_1}{\lambda_1 - \lambda_2} e^{-\lambda_2 T} - \frac{\lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2} e^{-\lambda_1 T} \right)^2$$

此表現式計算自任一廠商在 T 時間尚未成功的機率：

$$\int_0^T \lambda_1 e^{-\lambda_1 t} e^{-\lambda_2(T-t)} dt + e^{-\lambda_1 T} = \frac{\lambda_1}{\lambda_1 - \lambda_2} e^{-\lambda_2 T} - \frac{\lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2} e^{-\lambda_1 T}$$

其中第一項為第一個子計畫在 t 時點之前成功，且 $t < T$ ，但第二個子計畫在 $T - t$ 時間內沒有成功，第二項則指第一個子計畫在 T 時點之前沒有成功之機率。至於第二項中積分內 $Q_1^a(T)$ 則表示聯盟外任一廠商於時間 T 之前較其他廠商更早完成新產品研發之機率，如三家廠商均獨立研發時，當廠商自己尚未完成研發，而其他兩家對手其中之一先完成新產品研發，經由計算可得

$$Q^a(T) = \left(\frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2} e^{-\lambda_2 T} - \frac{\lambda_2 \lambda_1}{\lambda_1 - \lambda_2} e^{-\lambda_1 T} \right) \left(\frac{\lambda_1}{\lambda_1 - \lambda_2} e^{-\lambda_2 T} - \frac{\lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2} e^{-\lambda_1 T} \right)^2$$

其中 $\frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2} e^{-\lambda_2 T} - \frac{\lambda_2 \lambda_1}{\lambda_1 - \lambda_2} e^{-\lambda_1 T}$ 為單一廠商先後完成兩項子計畫之機率。若對手先完成新產品創新，此時研發支出成爲無法回收之成本，如當三家廠商均獨立研發時，

$$C^a(T) = \frac{C}{r} (1 - e^{-rT})$$

表示爲從時點 0 開始至 T 時間之研發過程中研發支出之折現值。

3. 研發聯盟均衡分析

本節分析廠商參與聯盟之決策問題以及研發聯盟均衡。吾等先依序計算各種四種可能聯盟狀態 $s \in S = \{a, c, h, g\}$ 下，聯盟內成員 ($k = u$) 或獨立廠商 ($k = n$) 之預期利潤 E_k^s ，再以 Bernheim et al. (1987) 所提出 CPNE 探討研發聯盟形成之均衡。相對於在納許均衡中只考慮單一廠商背離情形，CPNE 須更嚴格條件，防止成員發生集體背離情形。由於本模型內考慮產業內共三家廠商，故除了納許均衡之單一廠商不發生背離條件外，CPNE 尚須再額外考慮形成大聯盟下兩種可能之集體背離，一是兩家互補廠商可否集體離開大聯盟而獨立研發或者再組成互補聯盟，二是同質廠商於大聯盟內亦須檢視是否會集體背離而獨立研發或者再組成分工聯盟，3.5 節中將以此概念探討均衡研發聯盟結構。

3.1 廠商均獨立研發

三家廠商均不形成聯盟獨立進行兩項計畫之研發，由(1)式可經由前述諸式求算出預期利潤為：

$$E^a = \frac{\pi^a}{r} \frac{\lambda_1 \lambda_2}{(3\lambda_2 + r)(3\lambda_1 + r)} \frac{3(2\lambda_1 + \lambda_2)(\lambda_1 + 2\lambda_2) + 5r(\lambda_2 + \lambda_2) + r^2}{(\lambda_1 + 2\lambda_2 + r)(2\lambda_1 + \lambda_2 + r)} - c \frac{(6\lambda_1^3 + 6\lambda_2^3 + 33\lambda_1\lambda_2^2 + 33\lambda_1^2\lambda_2 + 11\lambda_2^2r + 29\lambda_1\lambda_2r + 11\lambda_1^2r + 6\lambda_2r^2 + 6\lambda_1r^2 + r^3)}{(3\lambda_1 + r)(3\lambda_2 + r)(\lambda_1 + 2\lambda_2 + r)(2\lambda_1 + \lambda_2 + r)} \quad (2)$$

此式中前項為新商品預期利潤，後項則為預期研發成本支出。前者為 π^a/r 之相乘項，如果忽略利率 r 下此乘項值等於 $1/3$ ，表示廠商獨自研發下先成功的機率，考慮利率下，因未來的利益須加以折現，故此值會低於 $1/3$ 。而後項之研發成本則與競爭者數目多寡有關：假若該產業中沒有其他競爭者，則廠商獨自研發之預期研發時間為 $\frac{1}{(\lambda_1 + r)} + \frac{1}{(\lambda_2 + r)}$ (容後於第 4 節中交代)，但若考慮競爭者，則成本尚須包含競爭對手較自己更早研發成功，此時研發

成本無法回收，在考慮三家廠商下，預期研發成本為略高於 $\frac{1}{3} \left(\frac{1}{(\lambda_1 + r)} + \frac{1}{(\lambda_2 + r)} \right)$ 之數值再乘上每單位時間研發成本 c ，此表示當存在研發競爭對手下，廠商的預期研發時間為單一廠商研發時間再乘上某一比例，而這項比例與廠商家數成反比。

在本模型中廠商之形成研發聯盟決策與以下幾項效果有關。其一是形成聯盟增加商品市場競爭對手，稱之為競爭效果，產品市場愈競爭下廠商愈不樂於分享市場與其他同聯盟成員，因此將降低參與研發聯盟意願。其次，廠商組成研發聯盟可藉由子計畫分工，同步進行兩項子計畫，加速產品研發成功，此稱之為分工效果。其三為形成聯盟可藉由與互補廠商之技術知識相互分享，提高研發效率，此為互補效果。第四項為形成大聯盟時，兩家同質廠商同時投入研發資源於同一子計畫中，形成合作研發之規模效果，上述中之第三者有助於形成互補聯盟而第四者則有利於形成全體大聯盟。以下分別求算各種聯盟之廠商預期利潤以及研發聯盟均衡。

3.2 專長互補研發聯盟

考慮產業中兩家專長或技術互補廠商組成研發策略聯盟，兩廠商分別就其專長領域從事計畫之研發，兩組研究團隊各就不同專長形成互補性聯盟，專注於擅長之子計畫，故兩項子計畫均以較高效率進行。此外，研發聯盟也使兩項計畫得以同時進行，前者效果為互補效果而後者為分工效果，兩者均有助於縮短研發時間。

以下同樣由一般式(1)式求解聯盟內成員及聯盟外獨立研發廠商之預期利潤。先計算聯盟內成員之預期利潤 E_u^c ，於(1)式中第一項積分內 $\Pi_u^c(T)$ 為互補聯盟廠商內先研發出來之利潤減去研發成本開支：

$$\Pi_u^c(T) = \frac{\pi^c}{r} e^{-rT} - \frac{c}{r} (1 - e^{-rT})$$

而聯盟研發成功時間為 $T = \max\{t_1, t_2\}$ 。而聯盟外（單一）廠商在該時間尚未完成研發之機率為

$$P_u^c(T) = \frac{\lambda_1}{\lambda_1 - \lambda_2} e^{-\lambda_2 T} - \frac{\lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2} e^{-\lambda_1 T}$$

至於 $Q_u^c(T)$ 為聯盟外廠商於時間 T 之前較聯盟內先研發出之機率為

$$Q_u^c(T) = \left(\frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2} e^{-\lambda_2 T} - \frac{\lambda_2 \lambda_1}{\lambda_1 - \lambda_2} e^{-\lambda_1 T} \right) \times [e^{-\lambda_1 T} + (1 - e^{-\lambda_1 T}) e^{-\lambda_1 T}]$$

而無法回收之研發成本為

$$C_u^c(T) = \frac{C}{r} (1 - e^{-rt_1})$$

表示為從時點 0 開始至 t_1 時間之研發過程（此時 $T = \max\{t_1, t_2\}$ ，須聯盟內廠商均將負責計畫研發成功方可完成新產品創新）。將上述諸式代入(1)式可經過計算得

$$E_u^c = \frac{\pi^c}{r} \frac{2\lambda_1^2 (3\lambda_1 + \lambda_2 + r)}{(\lambda_1 + \lambda_2 + r)(2\lambda_1 + r)(3\lambda_1 + r)} - c \frac{(4\lambda_1^2 + 3\lambda_1 \lambda_2 + \lambda_2^2) + r(2\lambda_1 + \lambda_2)}{2(\lambda_1 + \lambda_2)(\lambda_1 + \lambda_2 + r)(2\lambda_1 + r)} \quad (3)$$

由上式可看出決定預期利潤因素在於先成功機率、成功後單位時間利潤 π^c 及預期研發時間。先成功機率為 $\frac{2\lambda_1^2 (3\lambda_1 + \lambda_2 + r)}{(\lambda_1 + \lambda_2 + r)(2\lambda_1 + r)(3\lambda_1 + r)}$ ，若忽略利率的影響，則可簡化為 $\frac{3\lambda_1 + \lambda_2}{3\lambda_1 + 3\lambda_2}$ ，在 λ_1/λ_2 接近 1 時，聯盟先成功機率接近 2/3，當 λ_1/λ_2 愈大時，聯盟先成功機率會隨之遞增而逐漸接近 1，表示單獨研發廠商兩種子計畫研發效率差距愈大時，聯盟比聯盟外廠商成功機率亦愈大。

在沒有其他競爭者下互補聯盟預期研發時間為 $3/2\lambda_1$ （容後見第 4 節），而一家廠商單獨研發之預期研發時間為 $\frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2}$ 。兩者差距可拆成兩部份：一個是各發揮所長使兩計畫均已最有效率的速率進行，預期研發時間縮短 $\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2}$ ，稱此為互補效果， λ_1/λ_2 之值越大互補效果越大；另一個是兩子計畫同步進行之分工效果，可比依序進行縮短預期研發時間 $1/2\lambda_1$ ，此兩者均使互補聯盟先成功的機率大為提高。

先成功之單位時間利潤若是獨自研發則可享有單獨利潤 π^a ，若是共同研發則因聯盟廠商參與產品競爭，利潤 π^c 一般而言小於單獨成功利潤。此一競

爭性隨結盟情形而有所差異，如有些聯盟往往只將產品發展到某個程度，然後各自再帶回繼續研發使產品具有差異性，例如共同發展一個晶片，廠商則各自使用在不同產品上。⁵而倘若聯盟廠商分屬不同產業或垂直鍊上不同階段，則聯盟廠商在產品市場之競爭性亦較小。吾等將聯盟與獨自成功的產品利潤表為 π^c/π^a ，其介於 0 與 1 之間，可將此一外生數值視為競爭效果。當然此值也可能與研發效率差異有關， λ_1/λ_2 越大隱含聯盟廠商間研發領域越不同，製造能力亦不同，因此兩廠商的產品之市場與功能性差異性就愈大。再附帶說明於(3)式中之研發成本低於前子節獨立研發下情形，此乃由於形成聯盟廠商只需負責一個子計畫的研發成本，且互補聯盟研發效率亦較高。

綜合前述討論可以發現當兩個研發子計畫研發效率 λ_1/λ_2 比值越大，形成互補聯盟先成功機率就越大，可抵消競爭之負面效果，研發成本相對於未形成聯盟也就越低。比較(2)，(3)式經化簡可得形成互補聯盟優於獨立研發之充要條件 $\frac{\lambda_1}{\lambda_2} > \frac{2}{3 - \frac{\pi^a}{\pi^c}} - \varepsilon$ ，其中 ε 為可表示外生變數之常數，在此條件下互補聯盟廠商利潤優於廠商均獨立研發情形。

當互補聯盟存在時，聯盟外廠商之預期利潤亦可同理可表示如(1)式：

$$E_n^c = \int_{t=0}^{t=\infty} \left(\frac{\lambda_1}{\lambda_1 - \lambda_2} \lambda_2 e^{-\lambda_2 t} - \frac{\lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2} \lambda_1 e^{-\lambda_1 t} \right) (1 - (1 - e^{-\lambda_1 t})^2) \left(\frac{\pi^a}{r} e^{-rt} - \frac{c}{r} (1 - e^{-rt}) \right) dt - 2 \int_0^{\infty} \left(\frac{\lambda_1}{\lambda_1 - \lambda_2} e^{-\lambda_2 t} - \frac{\lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2} e^{-\lambda_1 t} \right) \lambda_1 e^{-\lambda_1 t} (1 - e^{-\lambda_1 t}) \frac{c}{r} (1 - e^{-rt}) dt \quad (4)$$

再經由計算化簡可得

5 如 Silver and Wedin (2001) 詳明研發策略聯盟之實際案例，兩合作廠商一個在歐洲市場另一家在美州市場，互相都沒打算進入對方市場，因此單獨成功的商品市場利潤可聯盟成功時個別廠商之商品市場利潤相當。

$$E_n^c = \frac{\pi^a}{r} \frac{\lambda_1 \lambda_2 (10\lambda_1^2 + 4\lambda_1 \lambda_2 + (7\lambda_1 + \lambda_2)r + r^2)}{(2\lambda_1 + r)(3\lambda_1 + r)(\lambda_1 + \lambda_2 + r)(2\lambda_1 + \lambda_2 + r)} - c \frac{(18\lambda_1^3 + 16\lambda_1^2 \lambda_2 + 4\lambda_1 \lambda_2^2 + 7\lambda_2^3) + r(21\lambda_1^2 + 12\lambda_1 \lambda_2 + \lambda_2^2 + 8r\lambda_1 + 2r\lambda_2 + r^2)}{(2\lambda_1 + r)(3\lambda_1 + r)(\lambda_1 + \lambda_2 + r)(2\lambda_1 + \lambda_2 + r)} \quad (5)$$

由 π^a/r 之係數可看出先成功機率隨效率比值 λ_1/λ_2 的增加而下降，例如當 $(\lambda_1/\lambda_2)=3$ 時獨立廠商較聯盟先成功機率約 0.2，當效率比值 λ_1/λ_2 在 1.4 以上則聯盟外廠商預期其預期利益（即(5)式前項）低於三家廠商均獨立研發時。易言之，聯盟成立相當不利於聯盟外廠商，且兩子計畫效率差異愈大下愈不利。再比較(2)與(5)式中之 π^a/r 及 c 相乘的係數可得知互補聯盟外廠商其預期利潤低於廠商均獨立研發情形。

【命題一】當研發互補廠商其研發效率差異大（亦即互補效果大），而產品競爭效果相對小時，廠商參加互補研發聯盟優於不形成聯盟，而聯盟外廠商之預期利潤則更低，亦即

$$E_u^c > E^a > E_n^c$$

發生此情形之充分條件為

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} > \frac{2}{3 - \frac{\pi^a}{\pi^c}} - \varepsilon \quad (6)$$

其中 ε 為外生變數組成知常數。反之若競爭效果大而互補效果小時則不形成聯盟優於互補聯盟。

在上述之充分條件中，當研發效率差異 ($\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$) 大時，廠商形成互補聯盟之可獲得較高之異業結盟綜效，但聯盟亦增加新商品市場之競爭對手，故若競爭效果相對小（即 $\frac{\pi^a}{\pi^c}$ 數值小）時，則形成互補聯盟優於廠商均單獨研發，而互補聯盟外廠商則因形成聯盟而更趨於劣勢。

3.3 同質分工研發聯盟

兩廠商研發領域相似同樣擅長於某項子計畫，形成聯盟後即分工同步進

行兩項計畫，由其中一家負責較不擅長之子計畫，結盟的好處是匯集研發人力使兩個子計畫同時進行，缺點是結盟造成潛在競爭對手。此一聯盟形式較前節少了技術互補效果，故顯然可知同質分工聯盟劣於互補聯盟。

以下同樣由一般式(1)式求解聯盟內廠商之預期利潤，代入以下諸式：

$$\Pi_u^h(T) = \frac{\pi^h}{r} e^{-rT} - \frac{c}{r} (1 - e^{-rT})$$

聯盟研發成功時間為 $T = \max\{t_1, t_2\}$ 。 $P_u^h(T)$ 與形成互補聯盟相同，至於 $Q_u^h(T)$ 為

$$Q_u^h(T) = \left(\frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2} e^{-\lambda_2 T} - \frac{\lambda_2 \lambda_1}{\lambda_1 - \lambda_2} e^{-\lambda_1 T} \right) \times [e^{-\lambda_1 T} + (1 - e^{-\lambda_1 T}) e^{-\lambda_2 T}]$$

而無法回收之研發成本為 $C_u^h(T) = \frac{c}{r} (1 - e^{-rt_i})$ ，表示為從時點 0 開始至 t_i 時間之研發過程（此時 $T = \max\{t_1, t_2\}$ ，須聯盟內廠商均將負責計畫研發成功方可完成新產品研發）。將上述諸式代入(1)式可經過計算得

$$E_u^h = \frac{\pi^h}{r} \frac{\lambda_1 \lambda_2 (2(\lambda_1 + \lambda_2)(2\lambda_1^2 + 7\lambda_1 \lambda_2 + 2\lambda_2^2) + r \cdot A)}{(2\lambda_1 + r)(2\lambda_2 + r)(\lambda_1 + \lambda_2 + r)(2\lambda_1 + \lambda_2 + r)(\lambda_1 + 2\lambda_2 + r)} - c \frac{\lambda_1 + 2\lambda_2 + r}{(2\lambda_2 + r)(\lambda_1 + \lambda_2 + 2)} \quad (7)$$

上式中， $A = 12\lambda_1^2 + 26\lambda_1 \lambda_2 + \lambda_2^2 + 9(\lambda_1 + \lambda_2)r + 2r^2$ ， $r \cdot A$ 相對很小，可以忽略之。負責另一子計畫之聯盟廠商因擅長其所負責之子計畫，其研發成本為 $c \frac{2\lambda_1 + \lambda_2 + r}{(2\lambda_1 + r)(\lambda_1 + \lambda_2 + r)}$ ，在此假定研發成本平均分攤。比較相同研發領域兩廠商結盟(7)式與獨自研發期望值(2)式，共同研發先成功之機率略大於二分之一，亦比獨自研發之三分之一為高，比結盟廠商研發能力互補時為低。兩家廠商共同研發雖然先成功機率較大，但是成功後之利益較獨自成功小很多，因廠商的研發領域類似等於擁有相同的技能，一家能做的另一家也很容易跟著做，因此要避免激烈競爭很困難，所以這個情況之競爭效果會比互補聯盟強， $\pi^a \gg 2\pi^c$ ，分工效果容易被競爭效果所凌駕。將先成功機率與成功後商品市場單位時間利潤一起考慮之後，在 $\pi^a \leq 3\pi^h/2$ 之下，不形成聯盟之預期商

品利潤低於分工聯盟廠商。

當市場上存在一同質分工聯盟時，聯盟外廠商之預期利潤同理可計算得

$$E_n^h = \frac{\pi^a}{r} \frac{\lambda_1 \lambda_2 (4\lambda_1^2 + 6\lambda_1 \lambda_2 + 4\lambda_2^2 + 4(\lambda_1 + \lambda_2)r + r^2)}{(2\lambda_1 + r)(2\lambda_2 + r)(\lambda_1 + 2\lambda_2 + r)(2\lambda_1 + \lambda_2 + r)} - C \frac{(4\lambda_1^4 + 18\lambda_1^3 \lambda_2 + 32\lambda_1^2 \lambda_2^2 + 18\lambda_1 \lambda_2^3 + 4\lambda_2^4) + r \cdot B}{(2\lambda_1 + r)(2\lambda_2 + r)(\lambda_1 + \lambda_2 + r)(2\lambda_1 + \lambda_2 + r)(\lambda_1 + 2\lambda_2 + r)} \quad (8)$$

$$B = 12\lambda_1^3 + 41\lambda_1^2 \lambda_2 + 41\lambda_1 \lambda_2^2 + 12\lambda_2^3 + r(13\lambda_1^2 + 28\lambda_1 \lambda_2 + 13\lambda_2^2) + 6(\lambda_1 + \lambda_2)r^2 + r^3$$

形成聯盟同步進行兩項子計畫，在研發成本平均分擔之下，經過比較後可知分工聯盟廠商之研發成本低於(2)式沒有聯盟形成時廠商之研發成本，但高於(4)式互補聯盟廠商之研發成本。綜合預期商品市場及利潤研發成本下，若 $\pi^a \leq 3\pi^h/2$ 成立下，同質分工聯盟成員將優於廠商均獨立研發時。但若產品市場之競爭效果高於某個程度以上，則分工聯盟成員之預期利潤低於廠商均獨立研發時。再配合命題一之條件吾等可得以下結果：

【命題二】 同質分工聯盟之預期利潤低於互補聯盟。而當商品市場之競爭效果小時，亦即在充分條件

$$\pi^a \leq 3\pi^h/2 \quad (9)$$

成立下，分工研發聯盟廠商之預期利潤優於廠商均獨立研發。反之若競爭效果大時而使得(6)式不成立，則分工聯盟之預期利潤低於獨立研發。

由第 4 節中可知存在分工聯盟時，聯盟外廠商先成功機率由略小於 0.5，且隨著 λ_1/λ_2 知增加而逐漸接近 0.5，表示兩子計畫研發效率差異很大時，分工聯盟讓兩子進化同時進行的優點相對顯得不重要。Combs (1992) 討論產業內只有兩家廠商之研發聯盟，結盟目的為避免重複研發，研發成功機率低時獨立研發較佳，反之則形成聯盟較佳。若以本文的結構與 Combs 對照，在本文 λ_1 與 λ_2 ，大表示預期研發時間縮短，可視為研發的成功機率提高，但是形成專長相同的分工聯盟時，則聯盟先成功機率仍然在 0.5 附近，形成聯盟還是可能較優。本文與 Combs 產生差異的原因有兩點，其一是本文更完整地考慮廠商專長互補或同質特性，此外，在本文之連續時間研發模型中，與其之兩

期模型不同。

3.4 全部廠商結盟

若三家廠商形成一個大聯盟 (grand coalition)，其中兩家研發專長領域相似，於是這兩家廠商結合其研發人力從事他們共同擅長的領域，形成研究規模加速研發。同樣代入(1)式中，此時由於並無聯盟外競爭對手，故 $P^g(T)=1$ ， $Q^g(T)=0$ 而

$$\Pi^g(T) = \frac{\pi^g}{r} e^{-rT} - \frac{c}{r} (1 - e^{-rT})$$

聯盟研發成功時間同樣為 $T = \max\{t_1, t_2\}$ ，經計算可得

$$E_i^g = \frac{\pi^g}{r} \frac{\lambda_1 \lambda_3 (\lambda_1 + \lambda_3 + 2r)}{(\lambda_1 + r)(\lambda_3 + r)(\lambda_1 + \lambda_3 + r)} - c \frac{1}{\lambda_i + r} \quad (10)$$

其中 $i=3$ 表示兩家研發領域相似廠商之預期值，而 $i=1$ 則為研發領域與其他兩家不同之廠商預期利潤。 π^g 為聯盟成功後此廠商在商品市場單位時間的利潤。如果利率相對於 λ_1 、 λ_2 之值很小，則 $\frac{\pi^g}{r}$ 之乘項接近 1，表示聯盟成功機率，考慮利率後，上式之值略小於 1。

聯盟成功時三家廠商同時擁有專利，與互補聯盟只有兩家廠商相比，競爭較激烈，因此單位利潤較互補聯盟為低， $\pi^c > \pi^g$ 。比較(3)、(5)、(10)三式可發現，除非 λ_3 大於 λ_1 很多，否則因互補聯盟因聯盟外有一家獨立廠商與其從事研發競爭，互補聯盟的預期研發成本會略小於大聯盟。如果 λ_1/λ_2 接近最小值 1，則形成聯盟先成功機率提高 3/2 倍，當 λ_1/λ_2 越大，則由互補聯盟變成大聯盟對先成功機率提高越少。因技術領域相似之廠商在商品市場競爭會相當激烈，本文在此假定充分條件 $\pi^c > 3\pi^g/2$ 成立，所以互補聯盟之預期利潤一定高於大聯盟。另外形成大聯盟的交易成本會高於互補聯盟，因此不欲形成互補聯盟就不會想形成大聯盟。比較(5)、(10)兩式可發現，除非 λ_3 大於 λ_1 很多，否則因互補聯盟因聯盟外有一家獨立廠商與其從事研發競爭，互補聯盟的預期研發成本會略小於大聯盟。因此比較預期利潤可只比較其預期商品市

場利潤，經比較整理後得兩家研發領域互補廠商之預期利潤高於大聯盟之條件為 $\frac{\pi^c}{\pi^g} > \frac{3\alpha+3}{3\alpha+1} = \beta$ ，其中 $\alpha = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$ 表示技術互補性。而且形成大聯盟的交易成本會高於互補聯盟，因此不欲形成互補聯盟就不會想形成大聯盟。若此條件不成立，則互補聯盟較大聯盟之預期利潤為低，由附錄可知如果加上 $\pi^a < (\delta - \varepsilon_1)\pi^g$ 成立， $\frac{3(\alpha+1)(2\alpha+1)}{5\alpha+2} = \delta$ ，則互補聯盟與聯盟外廠商會聯合形成大聯盟，綜合前述的討論可整理成以下命題：

【命題三】若大聯盟相對於互補聯盟之產品競爭高（即 $\frac{\pi^c}{\pi^g}$ 大）、同質廠商研發之研究合作之規模效果小（即 λ_3 小）、技術互補性大，滿足下列充分條件下，

$$\frac{\pi^c}{\pi^g} > \frac{2}{3\frac{\lambda_1}{\lambda_2} + 1} + 1 \quad (11)$$

則形成互補聯盟比形成大聯盟預期利潤高。反之則大聯盟則較優。

由命題一知道廠商會想要形成互補聯盟要每個廠商獨立研發時兩子計畫的研發效率差異大才會發生，但這個時候再由互補聯盟變成大聯盟時先成功機率提高很少，由前面的分析知道形成大聯盟會使兩家互補聯盟廠商預期利潤都下降。由現實聯盟形成例子中自發性大聯盟例子少，往往均由政府協助或帶頭組成才得以形成。

3.5 研發聯盟之無集體背離之納許均衡

以下以 CPNE 探討研發聯盟均衡，此均衡為 Bernheim and Whinston (1987) 所提出的觀念，針對賽局參與者再兩個人以上時，在參與者間可充分溝通之下，所謂整體的均衡策略為沒有任何一個子群體 (subcoalition) 存在可自我實現的背離 (self-enforcing)。而所謂可自我實現的背離是此子群體不回在產生新的背離。聯盟形成的均衡可依一廠商兩子計畫的研發效率差異程度來討論：

(1) $\frac{\pi^a}{\pi^c} < \frac{3\alpha+1}{\alpha+1} + \xi$ ：由命題一知此條件下，產業中的兩廠商形成研發專長互補之研發聯盟，使此兩廠商預期利潤提高，因此不形成聯盟不是均衡。

由命題二可知，互補聯盟廠商預期利潤高於分工聯盟，所以分工聯盟不是均衡。若 $\frac{\pi^c}{\pi^g} > \frac{3\alpha+3}{3\alpha+1}$ ，則由命題三可得知，互補聯盟為均衡之充分條件。反之，由命題三可知，若 $\frac{\pi^c}{\pi^g} > \frac{3\alpha+3}{3\alpha+1}$ 且 $\pi^a < (\delta - \varepsilon_1)\pi^g$ 則三家廠商會想要形成大聯盟，互補聯盟就不是均衡，大聯盟才是均衡。如果原來狀態是大聯盟，則在 $\pi^a < (\delta - \varepsilon_1)\pi^g$ 條件下，聯盟內專長與其他兩家研發領域不同之廠商及聯盟內有兩家研發領域相似之廠商，都不願離開聯盟成為獨立廠商。但是單獨一家廠商不敢離開大聯盟並不表示兩家廠商不敢聯合離開大聯盟，由附錄知，在 $\frac{\pi^c}{\pi^g} > \frac{3\alpha+3}{3\alpha+1}$ 條件下，大聯盟兩家研發領域互補之廠商不會想要聯合離開大聯盟去形成互補聯盟。在這種情形下大聯盟均衡為 CPNE。 λ_1/λ_2 越大則大聯盟是均衡的參數範圍就越小。

(2) $\frac{\pi^a}{\pi^c} > \frac{3\alpha+1}{\alpha+1} + \xi$ ：由命題一知道形成互補聯盟則廠商會想要脫離變成獨立廠商，所以互補聯盟不是均衡。不願形成互補聯盟當然也不會形成分工聯盟，所以同質分工聯盟也不是均衡。同樣的若這兩個條件任一個成立，原來狀態是，由附錄(16)式知道聯盟內專長與其他兩家不同之廠商如果離開聯盟成為獨立廠商，其預期利潤提高，因此大聯盟不是均衡，由(2)知道此時互補聯盟也不是均衡，只有不形成聯盟才是唯一均衡。

由命題二知分工聯盟之預期利潤一定低於互補聯盟之預期利潤，因此分工聯盟不可能為市場均衡。再經過附錄關於 CPNE 之討論，吾等可得如下之研發聯盟均衡：

【命題四】研發聯盟之 CPNE 如下：(1)當產品市場之競爭效果大時，即滿足充分條件 $\frac{\pi^a}{\pi^c} > \frac{3\alpha+1}{\alpha+1} + \xi$ 時，全部廠商獨立研發不形成聯盟為均衡聯盟結構。(2)若而競爭效果相對小，且互補性中等時，亦即當 $\frac{\pi^a}{\pi^c} < \frac{3\alpha+1}{\alpha+1} + \xi$ ， $\frac{\pi^c}{\pi^g} < \frac{3\alpha+3}{3\alpha+1}$ 和 $\pi^a < (\delta - \varepsilon_1)\pi^c$ 三項條件同時成立之下，則大聯盟為市場均衡聯盟結構。(3)若競爭效果相對小，且互補性中高時，亦即 $\frac{\pi^c}{\pi^g} < \frac{3\alpha+3}{3\alpha+1}$ 與 $\pi^a < (\delta - \varepsilon_1)\pi^c$ 兩條件沒有同時成立，則互補聯盟是市場均衡聯盟結構。

4. 新產品問世時間之比較

本節中比較各種聯盟下之新產品研發成功時間。吾等認為提早研發成功

對於社會而言有幾項正面價值，其一是對於廠商而言可提早進入市場，獲得較高之產品利潤，特別是如我國之企業身處國際強大競爭下亦為企業獲利和競爭力之關鍵。其二，提早完成新產品研發有助於相關產業及後續產品之發展。而對於消費者而言較早使用新產品也有助於提高消費者福祉。儘管及早使新產品問世確實對廠商和社會均具有相當之意義，然而吾等承認問世時間之早晚並不完全等同於社會福利，在本模型中並未直接考慮商品市場之需求，無法分析對消費剩餘之影響，正如前文所述，引入需求往往也須採用十分簡單之模型並採用數值模擬方式探討，研發成本之差異也須加以考慮，但基於模型之複雜度，以下僅就不同聯盟之產品問世時間提供具封閉解之分析性質。

以下分別求算產業中四種聯盟結構之新產品問世之預期時間：

(1)獨立研發：透過在 t 時點三家廠商都未成功的機率算出廠商都不結盟時任一家先成功的機率密度函數為：

$$f^a(t) = 3 \left(\frac{\lambda_1}{\lambda_1 - \lambda_2} e^{-\lambda_2 t} - \frac{\lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2} e^{-\lambda_1 t} \right)^2 \left(\frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2} e^{-\lambda_2 t} - \frac{\lambda_2 \lambda_1}{\lambda_1 - \lambda_2} e^{-\lambda_1 t} \right) \quad (12)$$

由上式可算得產品問世預期時間為：

$$E^a(t) = \frac{1}{3} \left(\frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2} \right) + \frac{4(\lambda_1 + \lambda_2)}{3(\lambda_1 + 2\lambda_2)(2\lambda_1 + \lambda_2)} \quad (13)$$

倘若市場只有單一廠商，其預期研發時間為 $1/\lambda_1 + 1/\lambda_2$ ，該時間高於三家廠商競爭下產業的預期研發時間，顯示研發競爭可加速產品問世。

(2)互補研發聯盟：兩家廠商形成互補聯盟下，由先求聯盟及獨立廠商在 t 時點均尚位成功的機率，再藉此求算在 t 時點聯盟或獨立廠商先成功的的機率密度函數為：

$$f^c(t) = \frac{2\lambda_1(\lambda_1 + \lambda_2)}{(\lambda_1 - \lambda_2)} e^{-(\lambda_1 + \lambda_2)t} - \frac{4\lambda_2\lambda_1}{(\lambda_1 - \lambda_2)} e^{-2\lambda_1 t} - \frac{\lambda_1(2\lambda_1 + \lambda_2)}{(\lambda_1 - \lambda_2)} e^{-(2\lambda_1 + \lambda_2)t} + \frac{3\lambda_1\lambda_2}{(\lambda_1 - \lambda_2)} e^{-3\lambda_1 t} \quad (14)$$

由上式可算得產品問世的預期時間為：

$$E^c(t) = \frac{4}{3} \frac{1}{\lambda_1} + \frac{\lambda_1^2 - 4\lambda_1\lambda_2 - 2\lambda_2^2}{3\lambda_1(\lambda_1 + \lambda_2)(2\lambda_1 + \lambda_2)} \quad (15)$$

上式顯示新產品問世的預期時間較聯盟內廠商之預期時間為短，此乃因為聯盟外廠商可能率先研發成功。附帶說明上式在 $\lambda_1/\lambda_2 \rightarrow \infty$ 時趨於 $3/2\lambda_1$ ，也就是兩子計畫效率差異很大時，獨立廠商先成功機會將十分小，因此產品問世的預期時間就是聯盟研發成功的預期時間。比較(13)及(15)式，兩者之產品問世時間在相當弱之條件下 ($\lambda_1/\lambda_2 > 1.1$)，互補聯盟可較不形成聯盟提供更早之產品問世。

(3)同質分工聯盟：市場上兩家廠商形成同質分工聯盟，同理可算得：

$$f^h(t) = \frac{2\lambda_1\lambda_2}{(\lambda_1 - \lambda_2)} e^{-2\lambda_2 t} - \frac{2\lambda_2\lambda_1}{(\lambda_1 - \lambda_2)} e^{-2\lambda_1 t} + (\lambda_1 + \lambda_2) e^{-(\lambda_1 + \lambda_2)t} - \frac{\lambda_1(\lambda_1 + 2\lambda_2)}{(\lambda_1 - \lambda_2)} e^{-(\lambda_1 + 2\lambda_2)t} + \frac{\lambda_2(2\lambda_1 + \lambda_2)}{(\lambda_1 - \lambda_2)} e^{-(2\lambda_1 + \lambda_2)t} \quad (16)$$

由上式可算出分工聯盟之產品問世預期時間為：

$$E^g(t) = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2} \right) + \frac{\lambda_1\lambda_2}{(\lambda_1 + \lambda_2)(2\lambda_1 + \lambda_2)(\lambda_1 + 2\lambda_2)} \quad (17)$$

上式與(13)式相比可知不形成聯盟比較可得到其產品問世時間較沒有形成聯盟的情況晚。分工聯盟的好處在短時間匯集研發資源，缺點是市場研發競爭程度低於未形成聯盟的情況，正負力量互抵之後，研發競爭的力量大於資源匯集的力量，有分工聯盟存在時產品問世時間較晚。

(4)大研發聯盟：沒有其他競爭者下新產品問世的時間即為聯盟研發成功時間：

$$E^g(t) = \frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_3} - \frac{1}{\lambda_1 + \lambda_3} \quad (18)$$

$$E^c(t) - E^g(t) \propto \frac{\lambda_3}{\lambda_1} \left(1 - \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \right) \left(1 + \frac{\lambda_3}{\lambda_1} \right) - 3 \left(1 + \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \right) \quad (19)$$

上式中 α 表示成正比例之意，此式為互補聯盟與大聯盟商品問世的預期時間差，如果此式之值為正表示大聯盟問世時間較早。此式之值視 λ_1/λ_2 與 λ_3/λ_1 之大小而定，配合前述聯盟均衡結構吾等可進行以下分析：

1. λ_1/λ_2 小並使不形成聯盟為均衡。此時若 λ_3/λ_1 不高於 1 太多，則互補聯盟產品問世時間較大聯盟更早。此因互補聯盟有一聯盟外廠商與其從事研發競爭，而若大聯盟內之同質廠商研發資源匯集效果 (λ_3/λ_1) 不大時，大聯盟之研發成功時間反而較晚。然而大聯盟雖預期成功時間較晚，但因其成功後產品市場競爭較互補聯盟激烈，其社會福利仍然可能較高，此情況下政府更該扮演積極鼓勵聯盟形成。

2. λ_1/λ_2 大並使互補聯盟結構是均衡。兩子計畫的研發效率差異越大，則大聯盟之 λ_3/λ_1 就越小，因為當 λ_2/λ_1 數值較小時，產業新產品的問世時間越接近互補聯盟內成員本身之研發成功時間，在此情形下，大聯盟若能互補聯盟更有效率些，則預期成功時間會較互補聯盟為短。只要 λ_3/λ_1 之值大過某一關鍵值，則大聯盟之預期成功時間會優於互補聯盟。而當 $\lambda_2/\lambda_1 \rightarrow 0$ ，則大聯盟研發成功時間一定較互補聯盟結構為早。

由上述可知均衡聯盟結構未必可提供最早之產品問世時間，整理前述的討論可得命題五：

【命題五】 給定兩子計畫之研發效率差異下，若同質廠商之研發規模效果 λ_3/λ_1 低，則互補聯盟之產品問世時間最早；若規模效果 λ_3/λ_1 高於某個水準，則大聯盟之問世時間較早。

本文架構與 Combs (1993) 相較之下多考慮了時間之面向，吾等認為許多高科技產品具生命週期特性，及早成功方能獲得較大之利益與競爭力。經濟部為了加速重要關鍵零組件以及需求龐大之新產品的發展，於是希望廠商能形成聯盟以集思廣益。為了增加就業及公平起見往往鼓勵較多之廠商加入聯盟，前筆記型電腦聯盟以及近來之資訊家電聯盟。但如本文之分析，聯盟廠商數若超過某一數目之後則研發效率增加將較為有限，而形成互補成份少而同質分工成份多，無助於提早完成研發，反而增加了商品市場競爭，廠商基於本身利益的考量下，往往參與聯盟意願不高。

5. 研發聯盟分析之意涵

在 1980 年代以前，歐美等國對於策略聯盟往往採取較為保守和管制之方式，以避免廠商間藉由聯盟擴大市場占有率，並從事反競爭行爲。早期之競爭法 (Antitrust) 較傾向在競爭下可提高生產及研發效率，儘管認同研發確實對維持公司及產業競爭力甚爲重要，但認爲競爭爲促使研發之最佳方式 (Ewing, 1981)。然而自 80 年代起，在國際化及科技進步兩項趨勢下，廠商往往面對全球性之市場與競爭，而技術之進步成爲廠商競爭力之重要因素。而研發聯盟不同於製造或行銷爲目的之其他策略聯盟，其更具有解決外部性問題之社會正面意義 (Grossman and Shapiro, 1986)，一方面可增強國家之產業競爭力 (如日本 70 年代之 VLSI 聯盟)，同時研發聯盟可擴大研發結果之應用性和其他附加價值 (Kamien and Zang, 1993: 24)，研究亦曾指出競爭法之限制可能影響美國高科技廠商之國家競爭力 (Ordoover and Willig, 1985: 312)。

爲了處理研發聯盟與競爭法之合作與競爭之取捨，美國及歐洲等先進國家近年來紛紛就研發聯盟另訂辦法處理。如美國國會於 1984 年制定國家研發合作法 (National Cooperative Research Act (NCRA) of 1984) 以及於 1993 年通過國家研發及生產合作法 (The National Cooperative Research and Production Act of 1993)，允許廠商因降低研發成本、提高技術、面對外來競爭以及提高國家競爭力等因素之研發 (甚至生產) 聯盟 (Vonortas, 1997)，Braun (1995) 說明數位電視受到 NCRA 之影響而有助於其研發新產品。而歐盟則於制定並陸續修訂共同研發協議豁免規則 (The Joint Research and Development Agreements Block Exemption Regulation) 以鼓勵研發聯盟 (Audia, et al., 2001)，並明定協議事業之生產或改良商品在相關市場之總占有率不超過 25% 以避免有違市場競爭之虞。而日本則陸續由政府主導並補貼成立大研發聯盟 (Sakakibara, 1997)，我國過去亦由工研院等單位主導與廠商進行合作研發。

我國之公平交易法中亦訂定例外條款，第十四條說明聯合行爲之禁止、

例外許可，規定在爲了提高技術、改良品質、降低成本或增進效率，而共同研究開發商品或市場而有益於整體經濟與公共利益下，得向中央主管機關申請。2002年2月6日頒佈之新修訂版本中並規定核駁期限，負責機關須於三個月內須作成核准或駁回之決定，而許可期限不得逾三年，若有正當理由則於期限屆滿前三個月內得申請延展，每次展延不得逾三年，新規定中明定審核時間期限有助於加速研發申請之審查。

綜合本文前述之理論結果與先進國家法令趨勢，此處提供兩點分析意涵。一是對於出口導向之高科技產業，由於其反競爭效果之影響較小，廠商間形成研發聯盟較可能出現正面之社會價值。在歐美基於國際市場日漸競爭訂定例外法令規定，就市場占有率和國際競爭等狀況給予之明確規範，似乎有助於降低研發聯盟形成及審核之交易成本。其次爲研發聯盟之形式方面，當產業內研發互補性或者同質分工特性較顯著，而國際廠商激烈競爭，以及研發對廠商相形重要等情形下，倘若反競爭效果相對不大下，政府可斟酌情形協助、鼓勵、甚至補助以組成有效率之互補或者大研發聯盟。如規劃中之家電、筆記型電腦、TFT-LCD、生物晶片聯盟方面。家電業在加入WTO後面臨美、日韓等大廠之強大競爭與產品世代更新壓力下，東元、聲寶、歌林、三洋等國內家電業者於2001年起逐步尋求策略聯盟，政府爲同質分工性質，可在不違背市場競爭性之前提下可鼓勵形成大聯盟進行共同研發已強化其競爭力。而TFT-LCD則更應如此，目前業者雖組成TTLA協會，但僅爲鬆散之產業協會組織，尙稱不上研發聯盟，在國內廠商技術仍落後日本和韓國廠商下，可考慮積極鼓勵形成研發聯盟以尋求研發聯盟加快研發速度，以趕上甚至超越競爭對手，DRAM產業也有類似情形。至於生物晶片方面，涉及較高之研發成本投入、回收期長以及高風險，單獨廠商較難有效降低研發成本與風險，政府更可考慮積極補助其形成研發聯盟。

6. 結論

當代科技之快速進步下研發聯盟已成爲廠商尋求技術突破之重要選擇，本文即就技術互補與研發分工角度探討研發聯盟均衡以及新產品問世時間。

新產品之研發常需要不同的研發與知識之結合，但廠商往往只著重於某些擅長領域，透過形成研發聯盟可促進互補專業知識與技術之交流，同時也可透過研究分工節省資源並加快研發速度，然而形成聯盟在研發成功後也增加產品市場之競爭敵手。本文將諸此重要研發聯盟影響因素納入一簡單之連續時間模型中，並以無集體背離之納許均衡理論探討均衡研發聯盟結構。考慮廠商獨立研發不形成聯盟、互補聯盟、同質分工聯盟以及包含互補與同質廠商之大聯盟，分別探廠商在各種聯盟結構下之預期利潤與新產品問世時間。

本文結果說明當研發互補性高時且產品競爭性低時，廠商形成互補聯盟為均衡結構，倘若互補性差異低而產品競爭性高時，不形成研發聯盟為均衡。均衡聯盟結構並不必然使新產品研發成功時間最快，互補聯盟之問世時間高於不形成聯盟，而若大聯盟之同質廠商研發資訊匯集效果較高，則大聯盟之新產品問世時間更早。

本文架構限制之一在於未能直接處理聯盟造成之反競爭效果，然而對於國際市場為主之我國高科技出口產業而言，競爭效果相對於內需產業為小。在此情形下，組成研發聯盟比較可能有利於整體社會，特別是規模性大、技術互補性高和研發成本高之產業。

附 錄

大聯盟內任一廠商單獨離開聯盟二讓其他兩家廠商繼續形成聯盟，此為檢查大聯盟是否為納許均衡的方式。因為大聯盟任一成員的預期研發成本小於互補聯盟存在下聯盟外廠商單獨研發之預期研發成本，可藉由比較預期商品市場利潤即可得大聯盟為納許均衡的充分條件：首先比較(10)式與(5)式可知當 $r \rightarrow 0$ ，大聯盟三家廠商中研發領域相同之其中一家廠商不想離開聯盟之充分條件為：

$$\frac{\pi^a}{\pi^g} < \frac{3(\alpha+1)(2\alpha+1)}{5\alpha+2} = \delta, \quad \alpha = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \quad (\text{A1})$$

接著因為大聯盟任一成員的預期研發成本小於同質分工聯盟存在下聯盟外廠商單獨研發之預期研發成本，比較(10)式與(8)式可知當 $r \rightarrow 0$ ，大聯盟三家廠商中研發領域與其他兩家不相同之廠商不想離開聯盟之充分條件為：

$$\frac{\pi^a}{\pi^g} < \frac{2(2\alpha^2+5\alpha+2)}{2\alpha^2+3\alpha+2} = \eta \quad (\text{A2})$$

當 α 越大，上式右邊之值由微大於 2 而漸趨於 2。如果考慮研發成本則可以說 $\pi^a < (\delta - \varepsilon_1)\pi^g_s$ 及 $\pi^a < (\eta - \varepsilon_2)\pi^g_c$ 都成立是大聯盟為納許均衡的充要條件， ε_1 與 ε_2 為微小的正數。

上述兩個條件都成立下，大聯盟是納許均衡，但是仍有可能一家廠商不敢單獨離開聯盟，但兩家廠商就可能。互補聯盟與大聯盟廠商在研發成本支出相近，因此比較預期利潤可只比較其預期商品市場利潤，比較(10)式與(3)式，當 $r \rightarrow 0$ ，兩家研發領域互補廠商不願離開大聯盟之充分條件為：

$$\frac{\pi^c}{\pi^g} < \frac{3\alpha+3}{3\alpha+1} = \beta \quad (\text{A3})$$

上式如果成立則大聯盟內研發兩家領域互補之廠商均不願聯合離開大聯盟去成立較小之互補聯盟。另外因分工聯盟較互補聯盟之預期利潤低，因此

大聯盟內研發領域相似之兩廠商也不會想要聯合離開聯盟。所以上式如果成立則大聯盟為 CPNE。可能發生 (A1) 式與 (A2) 式成立，但 (A3) 卻不成立，也就是滿足納許均衡條件卻不滿足 CPNE 的條件。當 α 越大則 β 就越接近 1，由 (A3) 式可看出大聯盟為均衡的可能性就越小， α 大過某一個程度則 (A3) 式不會成立。

若條件 $\pi^a < (\delta - \varepsilon_1)\pi^g$ 或 $\frac{\pi^c}{\pi^g} < \frac{3\alpha+3}{3\alpha+1} = \beta$ 不成立，且在本文中不形成聯盟非均衡條件 ($\frac{\pi^a}{\pi^c} < \frac{3\alpha+1}{\alpha+1}$)，則兩家研發領域廠商形成互補聯盟為均衡結構。

參考資料

徐學忍

1996 「研發策略聯盟的內生均衡結構」，國立台灣大學經濟研究所博士論文。

Audia, B.M., P. Tamussino and D.W. Hull

2001 "Recent Developments in European Competition Law: Vertical and Horizontal Agreements," *ACCA Docket* 19(7):52-72.

Bernheim, B.D., B. Peleg, and M.D. Whinston

1987 "Coalition-Proof Nash Equilibria: Concept," *Journal of Economic Theory* 42(1):1-12.

Braun, M.J.

1995 "Research Joint Ventures and the Development of Digital HDTV," *Journal of Broadcasting & Electronic Media* 39(3):390-407.

Brodley, J.F.

1990 "Antitrust Law and Innovation Cooperation," *Journal of Economic Perspectives* 4(3):97-112.

Combs, K.L.

1992 "Cost Sharing vs. Multiple Research Project in Cooperative R&D," *Economics Letters* 39(3):353-357.

1993 "The Role of Information Sharing in Cooperative Research and Development," *International Journal of Industrial Organization* 11(4):535-551.

d'Aspement, C. and A. Jacquemin

1988 "Cooperative and Noncooperative R&D in Duopoly with Spillovers," *American Economic Review* 78(5): 1133-1137.

Ewing Jr. K.P.

1981 "Joint Research, Antitrust, and Innovation," *Research Management* 24(2):25-

- 29.
- Fershtman, C. and M.I. Kamien
1992 "Cross Licensing of Complementary Technologies," *International Journal of Industrial Organization* 10(3):328-348.
- Gandal, N. and S. Scotchmer
1993 "Coordinating Research Through Research Joint Venture," *Journal of Public Economics* 51(2):173-193.
- Grossman, G.M. and C. Shapiro
1986 "Research Joint Ventures: An Antitrust Analysis," *Journal of Law, Economics and Organization* 2(2):315-337.
- Kamien, M.I., E. Muller and I. Zang
1992 "Research Joint Venture and R&D Cartel," *American Economic Review* 82(5):1293-1305.
- Kamien, M.I. and I. Zang
1993 "Competitive Research Joint Venture," *Journal of Economics & Management Strategy* 2(1):23-40.
- Katz, M.L. and J.A. Ordover
1990 "R&D Cooperation and Competition," *Brookings Papers on Economic Activity* Special Issue:137-191.
- Lee, T. and L.L. Wilde
1980 "Market Structure and Innovation: A Reformulation," *Quarterly Journal of Economics* 94(2):429-436.
- Loury, G.C.
1979 "Market Structure and Innovation," *Quarterly Journal of Economics* 93(3):395-410.
- Ordover, J.A. and R.D. Willing
1985 "Antitrust for High-Technology Industries: Assessing Research Joint Venture and Mergers," *Journal of Law & Economics* 28(2):311-333.
- Poyogo-Theotoky, J.
1995 "Equilibrium and Optimal Size of a Research Joint Venture in an Oligopoly with Spillover," *Journal of Industrial Economics* 43(2):209-226.
- Sakakibara, M.
1997 "Evaluating Government-Sponsored R&D Consortia in Japan: Who Benefits and How?" *Research Policy* 26(4):447-473.
- Silver, L. and T. Wedin
2001 "Collective Innovation—The Case of Scania-Cummins," in Hakansson, H. and J. Johanson (eds.), *Business Network Learning*. Oxford: Elsevier Science Publications.
- Vonortas, N.S.
1997 "Research Joint Ventures in the US," *Research Policy* 26(5):577-595.
- Yi, S.S.
1999 "Entry, Licensing and Research Joint Venture," *International Journal of*

Industrial Organization 17(1):1-24.

Yi, S.S. and H. Shin

2000 "Endogenous Formation of Research Coalitions with Spillovers," *International Journal of Industrial Organization* 18(2):222-256.

Research Joint Venture for Product Innovation

Hsueh-jen Hsu

Department of International Business,
Yuan Ze University

Wen-chung Guo

Department of Finance,
Yuan Ze University

ABSTRACT

This paper develops a simple model to study research joint ventures (RJV) for product innovation with uncertainty. Equilibrium RJV structure, members' expected profits and expected time for successful product innovation are analyzed in our framework. The results demonstrate that the equilibrium RJV structure is non-coalition if the competition effect in the product market is relatively large. Complementary coalition is obtained if there exists better synergy of complementary RJV. Grant coalition is shown to be the equilibrium when the scale effect of homogenous RJV is relatively large. Our study also suggests that complementary coalition provides earlier product innovation than others if the synergy is relatively large. Otherwise grant coalition provides earlier innovation.

Key Words: Research Joint Ventures, Product Innovation,
Innovation Uncertainty, Complementary Coalition,
Homogeneous Coalition, Coalition-Proof Nash
Equilibrium