

# 研發網絡與新產品上市時間\*

徐學忍\*\*、郭文忠\*\*\*

## 摘要

探討新產品上市時間的文獻，多限定廠商的專長相似，及產品不分模組，因而多認為獨立研發，才是使新產品上市時間最快的網絡。在研發合作與競爭的文獻，雖然有討論多模組的產品，但卻忽略聯盟形成過程所造成的研發延遲，因而普遍認為合作研發優於獨立研發。本文同時納入多模組產品與聯盟有研發延遲兩個要素，探討使新產品預期上市時間最快的網絡，是否仍是所有廠商都獨立研發？在兩個模組的架構下，若不考慮研發延遲，當兩個模組的技術有相當程度的不同時，本文結果為互補混合結構或產業聯盟，為預期上市時間最快的網絡。反之，只要產業聯盟的研發延遲，較互補聯盟超過一些，縱然其在研發階段發揮很高的效率，產業聯盟仍不是上市時間最快的網絡。

關鍵詞：研發延遲、規模效率、平行效率、互補效率、競爭效率

JEL 分類代號：L13, O31, P13

---

\* 本文承蒙兩位匿名審查委員提供寶貴意見，使本文更臻完善。文中若仍有疏漏之處，當由作者負責。

\*\* 私立元智大學管理學院副教授，本文聯繫作者。電話：(03)4638800#2685，Email：[ibhjhsu@saturn.yzu.edu.tw](mailto:ibhjhsu@saturn.yzu.edu.tw)。

\*\*\* 國立台北大學經濟系助理教授。

# 研發網絡與新產品上市時間

徐學忍、郭文忠

## 壹、前言

反射式矽液晶背投影電視（以下簡稱 LCOS），直接的競爭者有數位光學背投電視（以下簡稱 DLP），及穿透式液晶背投電視（以下簡稱 HTPS）。在 2001 年三種顯示器均朝背投影電視發展。那一種顯示器發展最快，就會帶領下游電視系統廠商的行銷研發方向，進而決定何種顯示器會成爲市場主流；所以，在某些產業，產品的上市時間攸關重大。許多產品由數個模組構成，各自需要不同領域的技術，很少廠商能同時具備，形成聯盟是個節省時間的研發方式。例如 LCOS 由晶片、液晶及光學鏡片等三個模組，需要的技術主要爲積體電路、薄膜電晶體與光學等。在 2001 年，台灣聯華電子號召具有液晶顯示器與光學鏡片專長之廠商，共同成立 LCOS 研發聯盟(梁黛娜, 2003)。張峰源 (2003) 認爲我國產業結構以中小企業爲主體，中小企業面臨的困難是規模太小，若能組成聯盟，可加速提升產業競爭力。爲了能在替代性商品間的競爭勝出，政府往往鼓勵廠商能夠形成產業聯盟 (consortium) 來共同研發，但此種研發網絡的上市時間，一定較其它類型的網絡快嗎？此爲本文所關心的問題。

Ordovery and Willing (1985) 研究研發網絡與產業新產品上市時間的關係，假定越晚研發則研發成本越低，但利潤也越晚流入；當節省的研發成本，等於失去的單期利潤時，即爲最佳的上市時間。形成聯盟可以降低研發成本及降低其遞減幅度；當結盟使研發效率顯著提高時，則其上市時間比獨立研發早。Ordovery and Willing (1985) 爲確定性模型，廠商可以決定創意產生的時間，因此即使廠商數增加，也不能縮短產業新產品的上市時

間。Yin and Zuscovitch (1995) 探討研發網絡與新產品上市時間的關係。發現所有廠商都獨立研發的產業預期上市時間，較產業聯盟早，原因為研發競爭的個體越多，競爭效率越高。前述研究所討論的產品均不分模組，隱含廠商的技術專長相似，研發合作所能增加的效率很有限。然而，當產品是由多個模組所構成，且各模組所需的技術不同時，則本文要說明，所有廠商都獨立研發，就不一定是使產業預期上市時間最快的網絡。

為何研發合作可以提高效率，有文獻認為其中一個重要原因，是由於產品由多個模組所構成。Poyogo (1997) 研究研發競爭與合作的選擇，假設產品由兩個模組所組成，各模組的技術不同，廠商間的技術專長也不同，各有適合研發的模組。由於受到技術能力的限制，每一家廠商只能研發一個適合自己技術專長的模組；但若形成聯盟，就可以研發兩個模組。Kabiraj (2007) 同樣研究研發的競爭與合作，也假定產品由兩個模組所構成，但兩廠商的技術專長相同，唯廠商資源有限，一家廠商只能研發一個模組；只有透過研發合作，才能研發兩個模組。雖然 Kabiraj (2007) 與 Poyogo (1997) 均為靜態模型，惟其說明互補效率為合作研發的重要因素。

本文與 Kabiraj (2007) 一樣，假設廠商受到資源限制，但本文假設廠商完成一個模組之後，可繼續研發另一個模組。其次，本文與 Poyogo (1997) 相同，假設廠商在兩個模組之中，較擅長研發其中一個模組。但不同的是，本文假設廠商仍可研發自己較不擅長不擅長的模組，只是其研發效率低於自己擅長的模組 (Fershtman and Kamien, 1992)，且對不擅長不擅長的程度越高，研發效率就越低。

文獻大多認定聯盟構想出現的時間，也是研發開始的時間，卻忽略聯盟的形成過程，其實是頗為耗時。Tallman (2001) 及 Doz and Baburoglu (2001) 研究產業聯盟的形成過程，發現其形成步驟主要有出現合作的啟動者、接著需選擇適當的參加者、然後設計出大家可接受的合作機制等。張榮華 (2004) 研究「台灣數位噴墨印花聯盟」，指出該聯盟成員的專長涵蓋化學、光電、軟硬體整合、紡織機械製造等領域，並發現該聯盟在尋找適當成員的過程就花了三年，而產品也才花了兩年就研發完成。產業中有部份廠商形成聯盟，雖然可提升產業的平均研發效率，但其形成過程所導致的研發延遲，反而可能拉


長產業的平均上市時間。

本文和徐學忍與郭文忠 (2002) 不同之處，在於本文納入聯盟形成過程所造成的研發延遲，對產業上市時間的影響。其次，本文要將介紹四種研發效率，並分析各種效率的大小，如何受網絡型態及模組間技術差異程度的影響。本文要探討的問題，首先是先不考慮研發延遲，則在兩模組不同的技術差異程度之下，要找出那一個網絡的預期新產品上市時間最快。其次，在考慮研發延遲之下，要探討產業聯盟與互補聯盟的研發延遲差距，是否在超過某一個長度時，產業聯盟就不可能是新產品上市時間最快的網絡。除本節前言之外，本文第貳節為基本模型的介紹。第參節要比較各種網絡型態的預期上市時間。第肆節為結論。本文的數學證明均放在附錄。

## 貳、模型

### 一、基本設定

本文爲了讓產業的研發網絡，既包含合作也存在競爭的特質，但仍能維持模型簡單化，因此假定市場上有三家廠商，均計劃進行一新產品的研發。此商品由兩個模組所構成，各自需要不同的技術。此三家廠商之中，假定有兩家廠商技術專長類似，擅長研發其中一個模組；第三家廠商的技術專長與前兩家不同，其專長適合研發另一模組。假定先完成兩個模組之廠商，可以得到產品之專利。例如主動型有機電激發光顯示器（簡稱 AMOLED），其主要包含薄膜電晶體模組（簡稱 TFT），及化學氣相沉積模組（簡稱 MOCVD）--- 分別爲製造液晶顯示器 (LCD) 廠商，與二極體 (LED) 廠商的專長。至於個別模組之研發成功時間，本文和大部份文獻相同，假設其呈現指數機率分布（余士迪等，2008; Yin and Zuscovitch, 1995; Fershtman and Kamien, 1992）：

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


National Chung Hsing University

參數  $\lambda_i$  代表研發效率， $1/\lambda_i$  代表一個模組的預期研發時間。廠商對搭配自己技術專長的模組，研發效率參數令其為  $\lambda_1$ ；對不太搭配自己技術專長的模組，研發效率參數令其為  $\lambda_2$ ， $\lambda_1 \geq \lambda_2$ 。 $d = \lambda_1/\lambda_2$  代表兩模組技術的差異程度，若  $d$  之值接近下限 1，則代表兩個模組所需的技術專長相似。為突顯兩模組間之技術差異程度，是造成網絡間新產品上市時間不同的主因，所以以下假設廠商的研發支出為常數<sup>1</sup>，因此研發效率參數也是常數。其次，假定廠商面臨資源的限制，因此兩個模組的研發無法同時進行，只能先完成自己擅長的模組，再接著研發自己不擅長的模組<sup>2</sup>。

以下用  $t_c$ 、 $t_s$ 、 $t_g$  分別代表互補聯盟、水平聯盟、產業聯盟的研發延遲。形成聯盟需耗費時間在適當夥伴的尋找、互相了解，研發工作的分工，智慧財產權的分割等等問題，因而造成研發的時間延遲。產業聯盟的成員較多，所以其研發時間延遲也最長，本文假設  $t_g > t_c$ 、 $t_g > t_h$ 。

## 二、研發效率的定義

三家廠商所形成的研發網絡關係，有四種可能結構。第一種是廠商間沒有任何研發合作，各自獨立研發兩個模組，稱為獨立結構 (independent structure，以下簡稱 IS)。第二種為所有欲研發此商品之廠商，形成一個產業聯盟 (consortium，以下簡稱 CS)。第三種為兩家廠商合作研發，另一廠商獨立研發兩個模組，稱為混合結構 (pooling structure)；此結構又可細分為兩種：若形成聯盟的廠商技術專長相同，則稱為水平混合結構

<sup>1</sup> 研發效率的豐富程度，影響廠商的研發支出，而後者影響研發成功的時間，因此研發支出外生與研發內生，對網絡之上市時間的相對順序大致相同，但前者能讓模型大幅簡化。請參考第肆節，研發成本內生化的說明。

<sup>2</sup> 因兩個模組都要成功才有專利，所以模組的研發順序，不會影響產品在某個時點成功的機率密度。

(horizontal pooling structure, 以下簡稱 HPS)。若聯盟成員各自之技術專長不同, 稱為互補混合結構 (complementary pooling structure, 以下簡稱 CPS)。三家廠商所構成的研發網絡, 與只有一家廠商在研發相比, 其預期上市時間的差距, 定義為這個網絡的研發效率, 下一節要將其拆解成前述四種效率的組合, 以了解那一種網絡型態, 較能快速讓新產品的問世, 以及了解其效率的來源。

要了解三家廠商所構成網絡的研發效率, 須先了解產業只存在兩家廠商的情況。因為在後者, 兩家廠商不是合作就是獨立研發; 但在三家的情況, 則可能三家廠商都獨立研發或三家廠商一起研發, 而也有可能兩家合作, 另一家廠商獨立研發, 同時包含競爭與合作。所以由存在兩家廠商的情況開始分析, 有助於了解存在三家廠商的效率內涵。

本節以下將藉由比較產業只有一家廠商, 及產業存在兩家廠商的產業預期上市時間, 經由前者減去後者, 來定義二家廠商之下的研發效率。首先, 當產業只有一家廠商在研發, 由附錄一可得其預期完成時間為 (上標  $a$  代表 alone):

$$E[T]^a = \frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2} \quad (1)$$

由式 (1) 可看出, 此廠商的預期上市時間, 為兩模組預期研發時間的和。

當產業有兩家廠商要進行研發, 根據廠商專長是否相同, 及是否合作, 出現三種可能情形, 分別討論如下:

1. 兩家廠商都獨立研發, 則產業的預期上市時間為:

$$E[T]^i = \frac{1}{2} \frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{2} \frac{1}{\lambda_2} + \frac{1}{2} \frac{1}{\lambda_1 + \lambda_2} \quad (2)$$

將  $E[T]^a$  減去  $E[T]^i$ , 稱為競爭效率, 其值為:

$$E[T]^a - E[T]^i = \frac{1}{2} \frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{2} \frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{2} \frac{1}{\lambda_1 + \lambda_2} \quad (3)$$

上式代表二家廠商在研發，比只有一家廠商更有可能早一些出現創意的點子，因而產業的預期上市時間較短。同理，有三家廠商在研發的情況，競爭效率就會更高。

2. 若兩廠商的技術專長類似，當它們合作研發，稱為水平聯盟 (**horizontal alliance**)。假定其中一家廠商負責自己擅長的模組，另一家則負責自己不擅長的模組，由附錄一可得聯盟的預期上市時間為 (上標  $s$  代表專長相似)：

$$E[T]^s = \frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1 + \lambda_2} \quad (4)$$

由式 (1) 減式 (4)，代表與只有一家廠商相比，水平聯盟的預期上市時間較短的原因，是由於聯盟可讓兩個模組同時進行研發，定義此差距為平行效率 (**parallel efficiency**)：

$$E[T]^a - E[T]^s = \frac{1}{\lambda_1 + \lambda_2} \quad (5)$$

3. 若兩家廠商的技術專長，剛好各擅長其中一個模組，稱為互補聯盟 (**complementary alliance**)，假定各負責自己擅長模組的研發。在式 (4) 中之  $\lambda_2$ ，改為  $\lambda_1$ ，可得其預期上市時間 (上標  $d$  代表 difference)：

$$E[T]^d = \frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_1 + \lambda_1} = \frac{3}{2} \frac{1}{\lambda_1} \quad (6)$$

由式 (4) 減式 (6)，代表互補聯盟之預期上市時間較短的原因，是源自於兩個模組都由專長適合的廠商來研發，定義此差距為互補效率 (**complementary efficiency**)：

$$E[T]^s - E[T]^d = \frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{2\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_1 + \lambda_2} \quad (7)$$



4. 還有一種效率只有在三家廠商的情況才會產生，但為了先列舉所有效率種類，需在此先說明。當三家廠商形成產業聯盟，其中兩家專長相同之廠商，匯集兩家的資源，一起研發他們共同擅長的模組，因而使產業聯盟的研發效率較互補聯盟高，兩者的差距定義稱為規模效率 (scale efficiency)，將在下一節討論。

## 參、上市時間的比較

本節將依序討論前一節所介紹的四種網絡的預期上市時間。

### 一、獨立結構 (IS)

廠商獨立研發沒有研發延遲，由附錄二可得此 IS 之預期上市時間等於：

$$E[T]^I = \frac{1}{3} \left( \frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2} \right) + \frac{4}{9} \left[ \frac{1}{\lambda_1 + 2\lambda_2} + \frac{1}{2\lambda_1 + \lambda_2} \right] \quad (8)$$

當三家廠商從事研發競爭，與只有一家廠商獨立研發相比，IS 較可能在很早的時候，就有廠商產生創意的點子，將式 (1) 減去上式可得：

$$E[T]^a - E[T]^I = \frac{2}{3} \left( \frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2} \right) - \frac{4}{9} \left[ \frac{1}{\lambda_1 + 2\lambda_2} + \frac{1}{2\lambda_1 + \lambda_2} \right] \quad (9)$$

IS 只包含競爭效率；在其它網絡包含一個聯盟，因此最多只有兩方在競爭，但 IS 有三方在競爭，所以其競爭效率為所有網絡中最大。



National Chung Hsing University



## 二、水平混合結構 (HPS)

水平混合結構的包含兩個競爭者：一家獨立研發廠商與一個水平聯盟。以  $t_s$  表示聯盟的研發時間延遲。由附錄三的推導，可得 HPS 的預期上市時間為：

$$E[T]^h \approx \frac{1}{2} \left( \frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2} \right) + \frac{1}{(\lambda_1 + \lambda_2)} \frac{\lambda_1 \lambda_2}{(2\lambda_1 + \lambda_2)(\lambda_1 + 2\lambda_2)} + \left( \frac{1}{2} + \frac{\lambda_1 \lambda_2}{(2\lambda_1 + \lambda_2)(\lambda_1 + 2\lambda_2)} \right) t_s \quad (10)$$

由式 (1) 減式 (10)，HPS 的研發效率可分解為：

$$\begin{aligned} E[T]^a - E[T]^h = & \left[ \frac{1}{2} \left( \frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1 + \lambda_2} \right) - \frac{2\lambda_1 \lambda_2}{(2\lambda_1 + \lambda_2)(\lambda_1 + 2\lambda_2)} \frac{1}{\lambda_1 + \lambda_2} \right] \\ & + \left( \frac{1}{2} + \frac{\lambda_1 \lambda_2}{(2\lambda_1 + \lambda_2)(\lambda_1 + 2\lambda_2)} \right) \cdot \frac{1}{(\lambda_1 + \lambda_2)} \\ & - \left( \frac{1}{2} + \frac{\lambda_1 \lambda_2}{(2\lambda_1 + \lambda_2)(\lambda_1 + 2\lambda_2)} \right) \cdot t_s \end{aligned} \quad (11)$$

上式之第一個中括弧為 HPS 的競爭效率，其中， $2\lambda_1 \lambda_2 / (2\lambda_1 + \lambda_2)(\lambda_1 + 2\lambda_2)$  為聯盟與獨立廠商在先成功機率的差距。由於水平聯盟的先成功機率高於獨立廠商，因此，HPS 的競爭效率，較雙方都是獨立研發廠商的情形低（參考式 (3)）。式 (11) 第二項為聯盟的平行效率，讓 HPS 之預期上市時間縮短的幅度（參考式 (5)）。上式之第三項為聯盟的研發延遲，使 HPS 之預期上市時間拖延的幅度（ $t_s$  之係數為聯盟的先成功機率）。

## 三、互補混合結構 (CPS)

在 CPS 中，產業中有一家獨立研發廠商與一個互補聯盟，由附錄四可得 CPS 的預期上市時間為：

$$E[T]^c = \left(\frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2}\right) \frac{5\lambda_1\lambda_2 + 2\lambda_2^2}{3(\lambda_1 + \lambda_2)(2\lambda_1 + \lambda_2)} + \frac{3}{2} \frac{1}{\lambda_1} \frac{6\lambda_1^2 + 4\lambda_1\lambda_2 + \lambda_2^2}{3(\lambda_1 + \lambda_2)(2\lambda_1 + \lambda_2)} \\ - \frac{1}{2\lambda_1} \frac{10\lambda_1^2 + 10\lambda_1\lambda_2 + 3\lambda_2^2}{3(\lambda_1 + \lambda_2)(2\lambda_1 + \lambda_2)} + \frac{6\lambda_1^2 + 4\lambda_1\lambda_2 + \lambda_2^2}{3(\lambda_1 + \lambda_2)(2\lambda_1 + \lambda_2)} t_c \quad (12)$$

上式第一項為獨立研發廠商的預期研發時間 (參考式 (1))，乘以其先成功機率，第二項為聯盟的預期研發時間 (參考式 (6))，乘以其先成功機率。由於競爭的關係，網絡成功時間之機率分配，較競爭雙方的任何一方更向左集中，上式之第三項為預期上市時間因而縮短的幅度。第四項為互補聯盟的研發延遲，拖延產業上市時間的幅度， $t_c$  的係數為此發生的可能性。將式 (1) 減去式 (12)，可得：

$$E[T]^a - E[T]^c = \left(\frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{2\lambda_1}\right) \frac{6\lambda_1^2 + 4\lambda_1\lambda_2 + \lambda_2^2}{3(\lambda_1 + \lambda_2)(2\lambda_1 + \lambda_2)} + \left(\frac{1}{2} \left(\frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1 + \lambda_2}\right) - \frac{1}{2\lambda_2} \frac{6\lambda_1^2 - \lambda_1\lambda_2 - \lambda_2^2}{3(\lambda_1 + \lambda_2)(2\lambda_1 + \lambda_2)}\right) - \frac{6\lambda_1^2 + 4\lambda_1\lambda_2 + \lambda_2^2}{3(\lambda_1 + \lambda_2)(2\lambda_1 + \lambda_2)} t_c \quad (13)$$

由式 (5) 及式 (7) 之和可知，上式第一項<sup>3</sup>為互補聯盟所具有的平行效率與互補效率，使網絡上市時間縮短的程度。上式第二項為網絡的競爭效率，乃由式 (12) 的第三項，利用式 (3) 整理而來；第二項包含兩小項，其中第一小項為式 (3) 所定義的競爭效率 (兩方都為獨立廠商之情況)，第二小項中， $(6\lambda_1^2 - \lambda_1\lambda_2 - \lambda_2^2) / 3(\lambda_1 + \lambda_2)(2\lambda_1 + \lambda_2)$  為聯盟與獨立廠商間，先成功機率的差；當兩模組的技術差異越大 ( $\lambda_1/\lambda_2$  越大)，獨立研發廠商越

<sup>3</sup> 將式 (1) 改寫為： $\frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2} = \left(\frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2}\right) \frac{5\lambda_1\lambda_2 + 2\lambda_2^2}{3(\lambda_1 + \lambda_2)(2\lambda_1 + \lambda_2)} + \left(\frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2}\right) \frac{6\lambda_1^2 + 4\lambda_1\lambda_2 + \lambda_2^2}{3(\lambda_1 + \lambda_2)(2\lambda_1 + \lambda_2)}$ ，然後減去式 (12)，即可得。

不可能比聯盟先成功，整體網絡成功時間之機率分布，就與聯盟的分布越接近，競爭效率就越低。

#### 四、產業聯盟 (CS)

當三家廠商合作研發，產業的上市時間，就是聯盟研發成功的時間。三家成員中，假定由技術相同之兩家廠商組成一個團隊 (team)，研發他們共同擅長的模組，令此團隊的效率參數為  $\lambda_3$ ；此兩廠商結合他們所有的資源，分享彼此的經驗，因此  $\lambda_3$  之值應高於  $\lambda_1$ 。另一成員則研發適合其專長的另一模組，所以其效率參數仍為  $\lambda_1$ 。聯盟的研發時間延遲為  $t_g$ ，由附錄五可得 CS 之預期上市時間為：

$$E[T]^g = t_g + \frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_3} - \frac{1}{\lambda_1 + \lambda_3} \quad (14)$$

由式 (1) 減去式 (14)，CS 的研發效率可以分割為：

$$E[T]^a - E[T]^g = \left[ \frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{2\lambda_1} \right] + \left[ \frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_3} + \frac{1}{\lambda_1 + \lambda_3} - \frac{1}{\lambda_1 + \lambda_1} \right] - t_g \quad (15)$$

上式第一項為平行效率與互補效率之和 (式 (5) 及式 (7) 之和)；在 CS 中，不但兩個模組的研發可以同時進行，而且也都是由專長相符的廠商來負責。上式第二項為規模效率，專長相似之兩家廠商合作一個模組，等於研發資源的規模加倍，研發效率參數由  $\lambda_1$  提高為  $\lambda_3$ ，使上市時間因而縮短。第三項為 CS 的研發延遲。



National Chung Hsing University

## 五、預期上市時間的比較

### (一)水平混合結構(HPS)與獨立結構(IS)

由式 (9) 減式 (11)，可得 HPS 與 IS 的預期上市時間差為：

$$E[T]^h - E[T]^i = \frac{2\lambda_1^4 - \lambda_1^3\lambda_2 + 4\lambda_1^2\lambda_2^2 - \lambda_1\lambda_2^3 + 2\lambda_2^4}{6\lambda_1\lambda_2(\lambda_1 + \lambda_2)(2\lambda_1 + \lambda_2)(\lambda_1 + 2\lambda_2)} + \left( \frac{1}{2} + \frac{\lambda_1\lambda_2}{(2\lambda_1 + \lambda_2)(\lambda_1 + 2\lambda_2)} \right) t_s \quad (16)$$

上式第一項為兩者效率的差距，其值為正，表示 IS 的競爭效率不但高於 HPS，且其差距大於 HPS 的平行效率，而且因 HPS 包含一個水平聯盟，其研發延遲會拖延 HPS 的平均產品上市時間。由以上討論，可得以下命題：

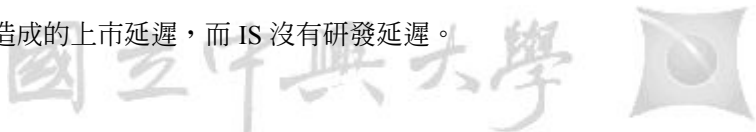
命題 1：不論兩模組的技術差異程度高低，獨立結構之預期上市時間，均較水平混合結構快。

### (二)互補混合結構(CPS)與獨立結構(IS)

由式 (9) 減式 (13)，可得 CPS 與 IS 的預期上市時間的差距為：

$$E[T]^c - E[T]^i = \frac{8\lambda_1^4 + 18\lambda_1^3\lambda_2 + 10\lambda_1^2\lambda_2^2 + 5\lambda_1\lambda_2^3 + 2\lambda_2^4}{6\lambda_1\lambda_2(\lambda_1 + \lambda_2)(2\lambda_1 + \lambda_2)(\lambda_1 + 2\lambda_2)} - \left( \frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{2\lambda_1} \right) \frac{6\lambda_1^2 + 4\lambda_1\lambda_2 + \lambda_2^2}{3(\lambda_1 + \lambda_2)(2\lambda_1 + \lambda_2)} + t_c \cdot \frac{6\lambda_1^2 + 4\lambda_1\lambda_2 + \lambda_2^2}{3(\lambda_1 + \lambda_2)(2\lambda_1 + \lambda_2)} \quad (17)$$

上式第一項為 IS 之競爭效率超出 CPS 的幅度。第二項為 CPS 所具有之平行效率與互補效率，使 CPS 上市時間縮短的幅度，此部分 IS 沒有；但因聯盟也有研發延遲，第三項為其對 CPS 所造成的上市延遲，而 IS 沒有研發延遲。



將式 (17) 適當處理，可將其轉為  $d (= \lambda_1/\lambda_2)$  的函數：

$$E[T]^c - E[T]^I = \frac{1}{\lambda_1} \left[ \frac{8d^4 + 18d^3 + 10d^2 + 5d + 2}{6(d+1)(2d+1)(d+2)} - \left(d - \frac{1}{2}\right) \frac{6d^2 + 4d + 1}{3(d+1)(2d+1)} \right. \\ \left. + \frac{t_c}{\lambda_1} \cdot \frac{6d^2 + 4d + 1}{3(d+1)(2d+1)} \right] \quad (18)$$

在給定  $t_c/\lambda_1$  之值下，由式 (18) 之值等於 0，可得臨界值  $d_1$ ，當兩模組的差異程度等於  $d_1$ ，兩網絡的預期上市時間相等。當  $d < d_1$ ，式 (18) 之值大於 0，IS 的預期上市時間會較早。反之，若  $d > d_1$ ，則式 (18) 之值為負，代表 IS 的預期上市時間較 CPS 慢。當聯盟研發延遲越久 ( $t_c/\lambda_1$  越大)， $d_1$  就越大。若聯盟沒有研發延遲，則當  $d < 1.33$ ，IS 的預期上市時間仍較快，代表兩模組差異不大，以致 CPS 的平行效率與互補效率不夠大，因而不足以彌補其在競爭效率與 IS 的差距<sup>4</sup>。由以上討論，可得以下命題：

命題 2：給定  $t_c/\lambda_1$  之值，當  $d < d_1$ ，則 IS 之預期上市時間較快；反之，若  $d > d_1$ ，則 CPS 之預期上市時間較快。臨界值  $d_1$  隨  $t_c/\lambda_1$  之增加而提高。

### (三) 產業聯盟(CS)與互補混合結構(CPS)

由式 (15) 減去式 (13)，經過整理，並令兩者的研發延遲差距為  $t_d$  ( $t_d = t_g - t_c$ )，則可得：

<sup>4</sup> 若讓本文中之廠商，在獨立研發時，讓其兩模組可以同時進行，則  $d_1$  變為 2.3，這代表在沒有資源限制下，聯盟的平行效率消失，需在模組技術差異更大的情況，CPS 的預期上市時間才會較 IS 短。

$$E[T]^c - E[T]^g = \frac{1}{\lambda_1} \frac{3\lambda_1^2 - \lambda_1\lambda_2 - \lambda_2^2}{3(\lambda_1 + \lambda_2)(2\lambda_1 + \lambda_2)} + \frac{1}{\lambda_1 + \lambda_3} - \frac{1}{\lambda_3} - \frac{5\lambda_1\lambda_2 + 2\lambda_2^2}{3(\lambda_1 + \lambda_2)(2\lambda_1 + \lambda_2)} t_c - t_d \quad (19)$$

透過一些運算，可將上式轉為  $d$  的函數：

$$E[T]^c - E[T]^g = \frac{1}{\lambda_1} \left[ \frac{3d^2 - d - 1}{3(d+1)(2d+1)} + \left( \frac{1}{1+k} - \frac{1}{k} \right) - \frac{5d+2}{3(d+1)(2d+1)} \frac{t_c}{\lambda_1} - \frac{t_d}{\lambda_1} \right] \quad (20)$$

上式之  $k$  ( $=\lambda_3/\lambda_1$ ) 的最小值為 1，其值越大，代表規模效率越高。CS 在平行效率與互補效率高於 CPS，也具有 CPS 所沒有的規模效率，但 CS 缺乏競爭效率。在給定  $t_c/\lambda_1$ 、 $t_d/\lambda_1$ 、 $k$  之值下，令使兩者預期上市時間相等之臨界值為  $d_2$ ，則當  $d < d_2$ ，CPS 的預期上市時間較短。例如，在  $t_g = t_c = 0$  之下，若假設  $\lambda_3 = 2\lambda_1$ ，則可算出  $d_2 = 1.7$ ，所以，當  $d > 1.7$ ，CS 的預期上市時間較快<sup>5</sup>。

因 CS 的研發延遲，即為整個網絡的上市延遲，但互補聯盟的研發延遲，只有部分成為 CPS 的上市延遲；因此，即使 CPS 所包含的聯盟，其研發延遲與產業聯盟相同 ( $t_g = t_c$ ， $t_d = 0$ )，當兩者的研發延遲等額提高，臨界點之值會跟著提高。若  $t_g > t_c$ ，且  $t_d$  過大，則由式 (20) 可知，臨界點  $d_2$  不存在；由式 (20) 可大概看出，即使  $t_d = 0$ ，當  $t_c$  約為  $1/2\lambda_1$  時，CS 的預期上市時間勢必比 CPS 晚。

**命題 3：**當產業聯盟的研發延遲，不超過互補聯盟過多，則存在臨界值  $d_2$ ，使得  $d > d_2$  時，產業聯盟的預期上市時間較快。若產業聯盟的研發延遲超過廠商在擅長模組，預期研發時間的二分之一，則其預期上市時一定較 CPS 晚。

<sup>5</sup> 當廠商獨立研發，若其兩模組可以同時進行，CPS 與產業聯盟之間的臨界值  $d_2$ ，也由 1.7 提高為 2.8。當 CPS 中之獨立廠商也有平行效率時，CPS 的預期上市時間縮短，需兩模組技術差異更大的情況，產業聯盟的預期上市時間才會較 CPS 短。

## 六、討論

在先不考慮聯盟的研發延遲之下，當兩模組之技術差異小，廠商合作研發所帶來的效率較少，而越多方從事研發競爭，就越可能很早即有創意的點子發生，所以在此情況下，IS的預期上市時間最快。其次，若技術差異升至中等程度，CPS來自互補聯盟所貢獻的互補效率顯著增強，使CPS成為預期上市時間最短的網絡。最後，當兩模組的技術差異更大，CPS的競爭效率變得很小，以致被CS更強的互補效率及獨有的規模效率所凌駕；在此情況下，產業聯盟的預期上市時間最短。

文獻多探討廠商的專長類似，及產品不分模組的情況，因此，網絡的效率只包含競爭效率，而沒有平行及互補效率，自然得到產業聯盟的預期上市時間一定比獨立結構晚的結果。但當產品由兩個模組所組成，且其技術差異大於某個程度之下，則產業聯盟的預期上市時間比其它網絡快。若與過去研究相同，假設聯盟沒有研發延遲，則本文的結果，可使文獻更完整。

但在顧及現實情況之下，若產業聯盟的研發延遲過久，則即使兩模組的技術差異很大，其預期上市時間仍較互補混合結構長。其次，由前一節的分析可知，只要兩模組技術差異在某個程度以上，獨立結構之預期上市時間，普遍較短的原因，不是因為其效率較高，而是因為聯盟的研發延遲過久所造成。

Sakakibara (1993) 指出，1976年日本政府所發起的超大型積體電路研發聯盟，成員為六家日本電子廠商。剛開始這些廠商拒絕日本政府的提議，後來因為日本政府的補助及堅持，廠商才願意形成聯盟。如果沒有日本政府的協助，這個聯盟無法自己形成。Tripsas et al. (1995) 認為政府為了協助聯盟形成，雖然其傳統角色為金錢的補助，其實政府在加速產業聯盟的形成，有若干的優勢；其研究指出，政府具有公正的形象，較易得到成員的信任；其次，政府由過去協助各產業形成聯盟的過程中，累積許多經驗，較能預測形成聯盟可能遭遇的困難，以及過去解決的方案。他們將政府的功能分為：制度建立機能 (institutional mechanism) 及管理機能 (administrative mechanisms) 等二類；藉這些機能，

政府可縮短聯盟協商的時間，也促成產業聯盟的形成，於是由本文的分析可知，在多模組的情況，的確有可能大幅縮短新商品的預期上市時間。

## 肆、結論

過去文獻在探討研發網絡的上市時間時，均大多限定在廠商的專長類似，及產品只包含一個模組的情形，因此多認為廠商都保持獨立研發，才是使新產品的預期上市時間為最快的網絡。在探討研發的合作與競爭的文獻，雖然有討論多模組的產品，但卻忽略聯盟形成過程所造成的研發延遲，所以多認為合作優於競爭。然而，聯盟的成立，須歷經漫長的形成過程，其研發工作不像獨立研發可以隨便啟動，本文沿續文獻的脈絡，但同時納入前述兩個因素，探討預期上市時間最快的網絡，是否仍是所有廠商都獨立研發。

若不考慮聯盟的研發延遲，本文發現，只有在兩模組技術差異很小的情況下，廠商都獨立研發，才是預期上市時間最短的網絡。當模組技術差異較大時，則以產業聯盟的預期上市時間最短。惟若將聯盟的研發延遲納入考量，則產業聯盟的研發延遲，若超過互補聯盟某個程度，則即使產業聯盟可產生很高的研發效率，其預期上市時間仍較互補混合結構久。

若在本文加入商品市場的需求函數，以及研發效率參數與研發支出的關係<sup>6</sup>後，藉由模擬的輔助，可求取在不同的技術差異程度之下，每家廠商的最適單位時間研發支出、預期利潤、產業總利潤及均衡的網絡。由於本文是在環境變動快速的情況下探討本文的問題，因此與 Yin and Zuscovitch (1995) 相同，假設折現率 ( $r$ ) 大於研發效率 ( $r > \lambda_i$ )。

<sup>6</sup> 廠商對屬於自己技術擅長的模組，其研發效率參數函數為  $\lambda_1 = \alpha \cdot \sqrt[m]{x}$ ，對不屬於自己技術專長的模組，假設參數為  $\lambda_2 = \alpha \cdot s \cdot \sqrt[m]{y}$ ， $0 < s < 1$ ， $x$ 、 $y$  為模組的單位時間研發支出； $s$  越小，代表此模組的技術離廠商的專長越遠。 $\alpha$ 、 $m$  均代表研發投入的產出效率， $m$  越大或  $\alpha$  越小，則研發產出效率越低。



在前述設定下，本文發現技術差異性小時 ( $d$  接近 1)，獨立結構的研發支出最高，所以其產業的預期上市時間也最快。其次，當兩模組的技術差異在中間程度，則在互補混合結構中，聯盟廠商的研發支出最大，雖然其中之獨立廠商之研發支出較小，但互補混合結構的預期上市時間，仍較其他網絡快。最後，當模組間的技術差異程度明顯 ( $d$  在某個數值以上)，則產業聯盟的研發最積極，產品的預期上市時間也最快；所以將研發成本內生化，雖然可以額外增添一些結果，但不會改變本文命題，惟複雜度會大幅提高，且篇幅也會相當冗長；反之，在本文研發外生的架構下，不但可獲得理論的結果，推導過程也簡潔很多，也較能追尋其經濟邏輯的脈絡。

(收件日期為民國 98 年 10 月 16 日，接受日期為民國 99 年 10 月 17 日)

## 參考文獻

### (1)中文部分

1. 余士迪、張呈徽與紀志毅，2008，「利用混合機率分配探討隆會信用部發生擠兌的危險率」，農業經濟半年刊，83：1-20。
2. 徐學忍與郭文忠，2002，「產品創新之研發聯盟」，人文及社會科學集刊，14：175-209。
3. 張榮華，2004，「異業研發聯盟之形成與運作特性運作分析—以數位噴墨印花聯盟為例」，元智大學管理研究所碩士論文。
4. 張峰源，2003，「由我國產業結構，論推動研發聯盟之必要」，技術尖兵，103：2-6。
5. 梁黛娜，2003，「論技術品牌之於創新策略選擇之影響—以台灣前投式投影機為例」，元智大學管理研究所碩士論文。

## (2)英文部分

1. Doz, Y. L. and O. Baburoglu, 2001, "From Competition to Collaboration: the Emergence and Evolution of R&D Cooperatives," in Faulkner, D. and M. D. Rond ed., *Cooperative Strategy: Economic, Business, and Organizational Issues*, 173-192, Oxford University Press, Oxford.
2. Fershtman, C. and M. Kamien, 1992, "Cross Licensing of Complementary Technologies," *International Journal of Industrial Organization*, 10:329-348.
3. Kabiraj, T., 2007, "On the Incentive for Cooperative Research," *Research in Economic*, 61:17-23.
4. Ordovery, J. A. and R. D. Willing, 1985, "Antitrust for High-technology Industries: Assessing Research Joint Venture and Mergers," *Journal of Law and Economics*, 28:311-333.
5. Poyogo-Theotoky, J., 1997, "Research Joint Ventures and Product Innovation: Some Welfare Aspects," *Economics of Innovation and New Technology*, 5:51-73.
6. Sakakibara, K., 1993, "R&D Cooperation among Competitors: a Case Study of the VLSI Semiconductor Research Project in Japan," *Journal of Engineering and Technology Management*, 10:394-407.
7. Tallman, S., 2001, "Resources and Transaction Costs," in Faulkner D. and M. D. Rond ed., *Cooperative Strategy: Economic, Business, and Organizational Issues*, 96-118, Oxford University Press, Oxford.
8. Tripsas, M., S. Schrader, and M. Sobrero, 1995, "Discouraging Opportunistic Behavior in Collaborative R&D: a New Role for Government," *Research Policy*, 24:367-389.
9. Yin, X. and E. Zuscovitch, 1995, "Research Joint Venture and R&D Competition under Uncertain Innovation," *Economies et Sociétés*, 29:139-161.



National Chung Hsing University

## 附錄一

若只有一家廠商在研發，則此廠商須依序研發兩個模組。若整個產品要在  $t$  時點成功，當模組 1 用了  $t_1$  的時間，則表示模組 2 用了  $t-t_1$  的時間，因此整個產品在  $t$  時點成功的機率密度 (density) 函數為：

$$\int_{t_1=0}^{t_1=t} \lambda_1 e^{-\lambda_1 t_1} \lambda_2 e^{-\lambda_2 (t-t_1)} dt_1 = \frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2} e^{-\lambda_2 t} - \frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2} e^{-\lambda_1 t}$$

由機率密度函數，可求得若只有一家廠商在研發新產品，則產業的新產品預期上市時間為：

$$E[T]^a = \int_{t_1=0}^{t_1=\infty} t \left( \frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2} e^{-\lambda_2 t} - \frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2} e^{-\lambda_1 t} \right) dt = \frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2}$$

上式即為正文中之式 (1)。

如果只有兩家專長相似廠商，形成水平聯盟進行研發，且各負責一個模組的研發；若產品要在時點  $t$  成功，則表示一個模組在時點  $t$  成功，另一模組則時點  $t$  之前就已經完成；所以要在時點  $t$  成功的機率密度為  $\lambda_1 e^{-\lambda_1 t} (1 - e^{-\lambda_2 t}) + \lambda_2 e^{-\lambda_2 t} (1 - e^{-\lambda_1 t})$ ，由此可得水平聯盟的預期研發時間為：

$$E[T]^s = \int_{t=0}^{t=\infty} [t \lambda_1 e^{-\lambda_1 t} (1 - e^{-\lambda_2 t}) + t \lambda_2 e^{-\lambda_2 t} (1 - e^{-\lambda_1 t})] dt = \frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1 + \lambda_2}$$

上式即為正文中之式 (4)。



National Chung Hsing University

## 附錄二

獨立研發沒有研發延遲，從  $t=0$  即開始研發，則在某  $t$  時點，三家廠商中，其中剛好有一家廠商，在  $t$  時點成功的機率密度函數為：

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

接著由  $\int_{t=0}^{t=\infty} t f(t) dt$ ，可算出獨立結構的預期上市時間 ( $E[T]^t$ )，即為正文中的式 (8)。

## 附錄三

HPS 中的水平聯盟有  $t_s$  的研發延遲，因此在  $t_s$  之前，只有獨立廠商在進行研發。所以，在小於  $t_s$  的任一時點  $t$ ，HPS 的成功時間之機率密度函數，即為獨立廠商之機率密度函數：

$$f_1(t) = \frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2} e^{-\lambda_2 t} - \frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2} e^{-\lambda_1 t}$$

在  $t > t_s$  的任一時點  $t$ ，聯盟的研發進行  $t - t_s$  的時間，則獨立廠商的研發就已經進行  $t$  的長度。所以，在 HPS 中，聯盟在  $t$  時點成功的機率為  $(1 - e^{-\lambda_1(t-t_s)})(1 - e^{-\lambda_2(t-t_s)})$ ，因此，整個網絡在時點  $t$  之前，已經有一方研發成功的機率為：



National Chung Hsing University

$$1 - (e^{-\lambda_1(t-t_s)} + e^{-\lambda_2(t-t_s)} - e^{-(\lambda_1+\lambda_2)(t-t_s)}) \left( \frac{\lambda_1}{\lambda_1 - \lambda_2} e^{-\lambda_2 t} - \frac{\lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2} e^{-\lambda_1 t} \right)$$

上式對  $t$  微分，可求得在任一時點  $t$ ， $t > t_s$ ，HPS 中剛好有一方成功的機率密度函數，令其為  $f_2$ 。由  $f_1$  與  $f_2$  可求得 HPS 之預期上市時間如下：

$$E[T]^h = \int_{t=0}^{t=t_s} f_1(t) dt + \int_{t=t_s}^{t=\infty} f_2(t) dt = \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{\lambda_1 \lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1 - \lambda_2} \left[ \frac{\lambda_1}{2\lambda_2} e^{-\lambda_2 t_s} - \frac{\lambda_2}{2\lambda_1} e^{-\lambda_1 t_s} \right] \\ + \frac{\lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2} \frac{\lambda_1}{\lambda_1 + \lambda_2} \left[ \frac{1}{\lambda_1 + 2\lambda_2} e^{-\lambda_2 t_s} - \frac{1}{2\lambda_1 + \lambda_2} e^{-\lambda_1 t_s} \right]$$

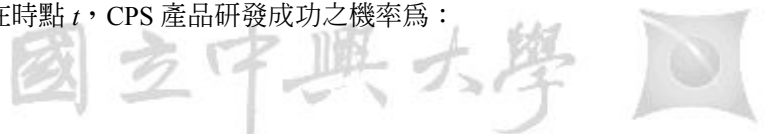
讓  $e^{-\lambda_1 t_s}$ 、 $e^{-\lambda_2 t_s}$  對  $t_s = 0$  作一次展開，可得： $e^{-\lambda_1 t_s} \approx 1 - \lambda_1 t_s$  及  $e^{-\lambda_2 t_s} \approx 1 - \lambda_2 t_s$ ，代入  $E[T]^h$  可得式 (10)。

## 附錄四

CPS 中的互補聯盟，因有  $t_c$  長度的研發延遲，因此當  $t$  小於  $t_c$ ，只有獨立廠商在進行研發。因此，在小於  $t_c$  的任一時點  $t$ ，CPS 成功之機率密度函數為：

$$f_1(t) = \frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2} e^{-\lambda_2 t} - \frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2} e^{-\lambda_1 t}$$

另一方面，當  $t$  大於  $t_c$ ，則獨立廠商花在研發的時間長度即為  $t$ ，但對聯盟而言，真正花在研發的時間只有  $t - t_c$ ，因此聯盟在時點  $t$  成功的機率為  $(1 - e^{-\lambda_1(t-t_c)})(1 - e^{-\lambda_2(t-t_c)})$ ；所以，在時點  $t$ ，CPS 產品研發成功之機率為：



National Chung Hsing University

$$1 - \left( \frac{\lambda_1}{\lambda_1 - \lambda_2} e^{-\lambda_2 t} - \frac{\lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2} e^{-\lambda_1 t} \right) (2e^{-\lambda_1(t-t_c)} - e^{-2\lambda_1(t-t_c)})$$

上式對  $t$  微分，可得到 CPS 中，在時點  $t (t > t_c)$  成功的機率密度函數，令其為  $f_2$ 。由  $f_1$  與  $f_2$  可求得 CPS 產品上市的預期時間如下：

$$\begin{aligned} E[T]^c &= \int_{t=0}^{t=t_c} t f_1(t) dt + \int_{t=t_c}^{t=\infty} t f_2(t) dt \\ &= \left( \frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2} \right) + \frac{\lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2} \frac{1}{3\lambda_1} e^{-\lambda_1 t_c} - \frac{\lambda_1}{\lambda_1 - \lambda_2} \frac{2\lambda_1^2}{\lambda_2(\lambda_1 + \lambda_2)(2\lambda_1 + \lambda_2)} e^{-\lambda_2 t_c} \end{aligned}$$

讓  $e^{-\lambda_1 t_c}$ 、 $e^{-\lambda_2 t_c}$  對  $t_c = 0$  作泰勒一次展開可得： $e^{-\lambda_1 t_c} \approx 1 - \lambda_1 t_c$  及  $e^{-\lambda_2 t_c} \approx 1 - \lambda_2 t_c$ ，代入  $E[T]^c$  可得正文之式 (12)。

## 附錄五

產業聯盟中，假定技術相同之兩家廠商，共同合作研發他們擅長的模組，另一成員的專長剛好適合研發另一模組。因為產業聯盟的研發延遲為  $t_g$ ，所以在  $t > t_g$  的任一時點  $t$ ，聯盟實際上只用  $t - t_g$  的時間於研發。所以，在時點  $t$ ，聯盟的成功機率密度函數為：

$$f(t) = \lambda_1 e^{-\lambda_1(t-t_g)} (1 - e^{-\lambda_2(t-t_g)}) + \lambda_2 e^{-\lambda_2(t-t_g)} (1 - e^{-\lambda_1(t-t_g)}),$$

由  $\int_{t=t_g}^{t=\infty} t f(t) dt$ ，可算出預期成功時間，即為正文之式 (14)。



National Chung Hsing University

# Network Relationship and Time-to-market of New Product Development\*

Hsueh-Jen Hsu\*\* and Wen-Chung Guo\*\*\*

## Abstract

Past literatures comparing time-to-market of various networks, commonly assume all firms in an industry have similar expertise and a product contains only one module. And those assumptions leading to the conclusion that all firms developing a new product independently have shortest time-to-market among all types of network. Past studies also assumed an alliance can be formed promptly and its new product developing work can be started right away. Usually many products comprise several heterogeneous modules, and the formation of alliance takes times so there have formation-delay in starting new product development. After taking into account those two factors, this paper wants to study whether all firms develop independently is still the network with shortest time-to-market among all types of network? This paper finds that without considering formation-delay of an alliance, when the technological difference of those two modules is large, on average, consortium is the network bringing product to market with fastest speed among all types of network. However, when the formation-delay of consortium is over some length, then all firms developing independently or

---

\* We are grateful to two anonymous referees for their insightful suggestions, leading to substantial improvements for this paper.

\*\* Associate Professor, College of Management, Yuan Ze University, Corresponding Author.  
Tel: (03) 4638800 ext. 2685, Email: [ibhjhsu@saturn.yzu.edu.tw](mailto:ibhjhsu@saturn.yzu.edu.tw).

\*\*\* Assistant Professor, Department of Economics, National Taipei University.

a network containing complementary alliance have shortest time-to-market.

**Keywords:** Formation-delay, Scale Efficiency, Parallel Efficiency, Complementary Efficiency, Competitive Efficiency

**JEL Classification:** L13, O31, P13



National Chung Hsing University