

從實質研發選擇權觀點探討研發投資價值

A COMTEMPLATION ON THE VALUE OF R&D INVESTMENT BASED UPON REAL R&D OPTIONS

藍宇文

龍華科技大學財務金融系助理教授

黃子晉

龍華科技大學財務金融系助理教授

張力

世新大學企業管理系助理教授

Yu-Wen Lan

*Assistant Professor, Department of Finance and Banking
Lunghwa University of Science and Technology*

Tze-Chin Huang

*Assistant Professor, Department of Finance and Banking
Lunghwa University of Science and Technology*

Li Chang

*Assistant Professor, Department of Business Administration
Shih Hsin University*

摘要

本研究利用實質研發選擇權理論中 Bellalah (1999) 的訊息成本模型為基礎，並嘗試融入會計的費用與資本觀點，以探討研發活動的價值。由於 Bellalah 並未考慮折舊與突發事件對研發價值具有的潛在影響，本研究嘗試推導出修正的模型，包含單純與複合選擇權，再利用產業資料對修正模型的合理性加以實證測試。研究結果除將指數衰退因子與卜瓦松事件納入修正模型中，以提醒管理者手中研發專案的價值可能因上述情境降低外，也實證出修正模型所計算的研發價值，不論在費用或資本基礎上，對企業的重要經營變數如股價等具有解釋能力。

關鍵字：訊息成本、費用、資本、指數衰退、卜瓦松事件

ABSTRACT

This study utilized the real R&D option theory especial the Bellalah (1999) information cost model, along with the expense and capital viewpoint belonging to accounting, as the discussion base for the exploration of R&D value. Since Bellalah did not consider the potential influence on R&D value due to depreciation and sudden event, we tried to modify the existing modles, including the simple and compound option, to fill up this shortcoming and empirically tested the modified models as well. The analyses yield included, first, the factors of exponential decay and Poisson event were incorporated with models to represent the situation of depreciation and sudden event which remind managers that the value of possessed R&D project could be diminished by; secondly, the derived R&D value through the modeified models on whether expense or capital base was empirically verified as having explanatory power on firms' prominent parameters including the stock price.

Keywords: Information Cost, Expense, Capital, Exponential Decay, Poisson Event

壹、緒論

知識經濟時代的來臨，使研究發展活動較以往更受重視。公司對研發的態度其實是複雜而矛盾的；一方面因其所費不貲而損害短期獲益，二方面如不從事將損害長期發展；因此在研發的決策思考上，應不僅止於會計報表中所列示的研發費用金額。本研究將從會計費用化以外觀點去尋找決策的可能因素：其一是非費用化的，如資本化觀點；其二是非傳統會計方法的，如選擇權觀點。

選擇權（options）觀念最早可溯及古希臘羅馬時代的交易紀錄；其型式化契約則出現於十七世紀時荷蘭的鬱金香交易；1900年法國索本（Sorbone）大學的 Bachelier 在其博士論文中開始嘗試推導評價模型；但遲至 Black and Scholes（1973）發表歐式選擇權（European options）評價公式後，才算有了較為實用的數量方法。選擇權理論也在這個基礎上，開始蓬勃的發展。由於選擇權的買方具有權利而無義務，權利

的執行與否相當類似於公司投資決策的模式（汪玉玫，2004），因此學者也開始利用選擇權理論來探討投資計畫的價值。陳威光（2001）認為，投資計畫涉及的資產（underlying asset）多為土地、廠房、礦區等的不動產（real estate）；為與過去連結股票、債券、指數、匯率等的金融選擇權（financial options）區分，因此這類分析通常稱為實質選擇權（real options）。但此看法可能有疑義；例如土地若在交易頻繁熱絡情形下，已某種程度上近似流動性高的金融商品，則似乎以實質選擇權評估是不妥的。Trigeorgis（1993a）則認為，實質選擇權是企業在面臨不確定情形下，投資決策的一種評估模式；至於投資所聯結的資產為何，並沒有明確限制。不論如何，實質選擇權概念源自於金融選擇權，且評價方法多借用自金融選擇權模型，二者具有許多共通性，則應是普遍可接受的說法。

近年來包括電腦科技、生物技術、能源開發等知識密集產業不斷地擴張，新技術的取得與應用成為生存的必要條件，使得企業對研發活動的重視更甚以往。此時原本脫離金融選擇權的實質選擇權，其討論範疇已難符需求，亟待有新的想法加入，實質研發選擇權（real R&D options）應運而生。不同於實質選擇權考慮的是企業對投資計畫有加以延遲、擴張、縮減、放棄等之權利，實質研發選擇權著重於探討環境中的不確定因子，並釐清這些因子對研發活動價值的影響。但產業環境是變動不居的，過去文獻所找出的因子是否能反映當前情況，不無疑問，而這也是實質研發選擇權進一步發展的重要課題。

根據一般公認會計原則（GAAP）與美國財務會計準則公報（SFAS）第二號，研發經費應視為當期費用處理，理由是研發經費與未來收益之間無明確的關聯性；然而此一看法已引致諸多批評。實證發現，研發經費水準確實與企業未來報酬有關，而且研發活動本身被股票投資者視為資本的一種（Green, Stark, & Thomas, 1996）；如果將研發經費資本化，且透過適當方式估計出研發資本的折舊情形，將可提高對企業股價報酬的解釋能力（Lev & Sougiannis, 1996）；將研發經費視為費用，事實上將會引起經理人短視近利的行為，衍生更多的管理問題（Barber, Fairfield, & Haggard, 1991；Bushee, 1998）；如果不將研發資本計入的話，可能會扭曲如權益價值等的會計資訊（Chan, Lankonishok, & Sougiannis, 2001）；凡此種種說明，資本化的討論越來越難忽視，研發費用化可能仍有商榷空間。

綜合以上，本研究將焦點置於新的實質研發選擇權模型發展，並利用新模型估計出研發活動對企業的價值。價值部份則分別用費用觀點與資本觀點加以實證。研究者相信這樣的設計將可辨視出我們所發展之新模型的價值。由於研發究竟是費用或是資本尚有許多爭議，所以我們採取兼容並蓄的分析方法，以期探討時能有較周

延的觀點。

貳、文獻探討

研發活動涉及了大量的資訊交換。Evenson and Kislev (1976) 與 Mowery (1983) 指出，研發經費較高的企業，較有能力攫取外部新的資訊與知識。Lev and Sougiannis (1996) 指出，因應研發活動所編制的專責單位與人員，其功能除了產生屬於企業的新知識外，更重要的是瞭解競爭對手在「做些什麼」，並有能力加以跟隨，以上均說明了研發與資訊的密切關係。Merton (1987) 於探討資本資產定價問題時指出，資訊的獲得需付出代價；當資訊不明朗，投資風險較高，所以要求的報酬也會較高；基此 Merton 發展出訊息成本考量下的資本資產定價模式—CAPMi。Bellalah (1999) 則以 CAPMi 為基礎發展了訊息成本為基礎的實質研發選擇權評價模型，並用以估計研發活動之市場價值。

Bellalah (1999) 模型雖然可反映出研發活動的資訊本質，所計算出的研發活動市場價值也與傳統的 Black and Scholes (1973) 模型不同，但 Bellalah 模型對市場變動等外生性因子所造成的現金流量變動，以及該變動對研發活動價值影響的描述，卻付之闕如。事實上，當研發活動接近成熟且可商業化時，折舊過程已然產生，總有一天原本新的研發成果會被更新的研發成果取代（張傳章、鍾炫城與林秋發，2001）。另一方面，以高科技產業為例，技術協定（protocol）可能因領先大廠彼此的競合而驟然改變，此時原本適用舊有規格的新發明，可能一夕之間被市場放棄。以上所提的研發折舊與驟然失效等問題，直觀上似乎較訊息成本對研發價值的影響更加明顯，因此本研究除設法將這些外生因子納入新模型外，也將就訊息成本、折舊、驟然失效等因子對研發價值的影響程度加以比較。如果折舊、驟然失效的影響大於訊息成本，亦可視為新模型發展必要性的一個旁證。

在配合（matching）與穩健（conservatism）等會計原則下，研發一直被當做費用加以處理。但在歷史資料實證等統計觀點上，研發經費與企業獲利發展間的確具有顯著的正相關，因此資本化的主張已越來越難以忽視。美國 SFAS 第八十六號認可軟體業將研發經費認列為資產，可逐年折舊攤銷。英國的標準會計實務公報（SSAP）第十三號認可將研發中的發展費用資本化。以上例子說明了各國會計制度對研發資本化議題，已有不同程度的回應¹。學者 Beaver and Ryan (2000)、Billings and Morton (2001) 研究發現，研發費用化之處理方式，可能造成財務報表資訊的持

續性偏誤 (persistent bias) 與暫時性延遲 (transitory lag) 現象。基此，本研究在計算研發活動選擇權價值時，均採費用化與資本化雙軌進行。如此除可兼顧二種觀點，結果間亦可相互比較，以避免造成分析偏誤。

Black and Scholes (1973) 研究發現，研發經費高低與企業的風險程度呈現正向關係。Ho, Xu, and Yap (2004) 實證也顯示，公司的研發強度與公司系統風險間，具有顯著的正向關係；Chan et al. (2001) 指出，研發代表企業的無形資產；如果無法正確地評估此一無形資產價值，也無法得知企業所面臨系統風險的程度；他們同時發現，研發投資的宣告，對公司股價具有顯著的激勵效果。王克陸、彭雅惠與胡怡萍 (2004) 用企業槓桿程度做為控制變數，發現研發投資與企業股價間，具有正向的關係。Lev and Sougiannis (1996) 實證發現，研發投資與營業收入、股價、股價報酬間具有顯著正向關係。由於多數的文獻均支持研發投資與企業的經營結果變數間具有正向關係，本研究將利用實質研發選擇權所估計出的研發價值，與企業的經營結果，尤其是表彰股東權益的股票價格，進行實證，以瞭解衍生的研發價值對這些變數的解釋能力，並評估本研究修正模型的實用性。

參、研究方法

一、模型的建立

根據 Luehrman (1998) 看法，一個投資專案的價值可表達成 $V = I + F$ ，其中 I 為投資金額， F 為衍生的選擇權價值， V 則為延伸的研發價值。本研究對 I 與 F 的處理方式分為費用化與資本化二種。費用化情形下， I 就是每一季公司財務報表揭露的研發費用， F 則是以季基礎的 I 利用選擇權評價理論推算出的價值，這個部份不會出現在財務報表中。資本化則利用 Chan et al. (2001) 模式，將過去期間研發費用乘以一折舊率，再逐步加總而得到累積的研發有形資產 (I 部份) 與無形資產 (F 部份)。

令 P 為研發產出的價格；產出泛指新產品、新設計、專利權等。在此我們根據 Bellalah (1999) 對研發產出價格 P 的隨機過程的設定，令其隨機過程為 $dP = \alpha P dt + \sigma P dz$ 。 α 為飄移項 (drift term)，代表 P 價格下的期望報酬； σ 為 P 的波動度。Bellalah (1999) 的設定中，隱含 P 服從對數常態分配，與大部分以股票為聯結資產的選擇權，對股價行為的設定相同。對應於研發投資，市場報酬情形一般可表達為 $\mu = \alpha + \delta$ ； μ 為風險下預期報酬，等於 P 價格下期望報酬 α 加上持藏收益 δ ；

δ 的意義如同 Trigeorgis (1993b) 看法，當選擇權聯結的資產是股票，則 δ 代表股利，如果聯結的是商品期貨，當該商品於存放期間中價值增加，則有持藏收益，反之則是持藏成本。股利或持藏收益對選擇權價值而言屬價值減項，因為在選擇權等待執行過程中尚未持有該資產，無法享受到資產所帶來這部份的收益，是保有選擇權的懲罰項目。此外，投資組合在無套利且無風險報酬時， $\mu = r$ ；因此 Trigeorgis 定義 $\alpha = r - \delta$ 。按古典 CAPM 理論，風險下預期報酬可表示為無風險報酬加上風險的價值，此時 μ 則可表為 $\mu = r + \varphi\sigma\rho_{pm}$ ；其中 φ 一般稱為風險價格， ρ_{pm} 代表研發產出價格與市場情勢的相關性，一般化表示仍為 $\mu = \alpha + \delta$ ，因此永續型研發計畫價值表示為： $V(P) = \int_0^{\infty} Pe^{\alpha t} e^{-\mu t} dt = P/(\mu - \alpha) = P/\delta$ 。考慮研發計畫可能折舊的情形；令折舊率為 λ ，則該永續型研發計畫價值將變成：

$V(P) = \int_0^{\infty} \theta e^{-\theta T} P(1 - e^{-\delta T}/\delta) dT = P/(\theta + \delta)$ ；從左式看出，折舊率 θ 出現在分母，成為投資計畫價值的一個折價因子。另外考慮研發可能驟然跌價的情形；因其事發突然，我們可定義為一個卜瓦松事件，發生的機率是 ξ 。由於折舊過程與驟然跌價二者並不互斥，在二者可能同時發生的情形下，永續型研發計畫價值可表示為：

$$\begin{aligned} V(P) &= \int_0^{\infty} \theta e^{-\theta T} P(1 - e^{-(\delta + \xi\phi)T})/(\delta + \xi\phi) dT = \theta P/(\delta + \xi\phi) \left[\int_0^{\infty} e^{-\theta T} dT - \int_0^{\infty} e^{-(\lambda + \delta + \xi\phi)T} dT \right] = P/(\xi\phi + \theta + \delta) \\ &= P/(\xi\phi + \theta + \delta) \end{aligned} \quad (1)$$

左式表達出驟然跌價事件，可被視為投資計畫價值的另一個減損因子；值得注意者，驟然跌價事件由於跳動極大 (spiky)，前述方法算是一種平滑處理，以方便投資計畫價值被估計出來。 ϕ 是每次事件發生的跌價程度，最大值為一。為便於分析，我們先以 $\phi = 1$ 為基礎，再逐步探討 ϕ 值變化對選擇權價值的影響。

接著我們利用 Bellalah (1999) 考量訊息成本的實質研發選擇為基礎，加上折舊與驟然跌價二種情況，推導出修正模型。我們考慮二種情形：第一種是傳統的沒有到期日模型（假設研發是一種永續的企業活動），這也是 Bellalah 模型的基礎；第二種依然是沒有到期日，但考慮「擴展」情形的複合式選擇權模型；在複合選擇權下，研發活動有可能在第一階段告終，也可能值得繼續投資而追加第二階段的預算。從會計觀點來說，研發其實是「研究」與「發展」的縮寫；研究費用類似沉沒成本；如果自研究結果找到商業化價值，則繼續投入發展費用，俾為量產準備。研發的沉沒成本性質與選擇權種類並無關係，複合選擇權也無助於改善研發投入的不可逆 (irreversibility) 情境；但複合選擇權的特性在於每個階段可「待價而沽」，此一特性在階段性專案中尤其明顯，例如：研究室未設置好前，不會購入精密儀器；俟研

究室設置好後，才有可能購入精密儀器，以便調校安置；當然研發亦可能進行一半時，因前景堪虞，而將空蕩的實驗室荒置。該情形非常類似 Geske (1979) 股票複合選擇權之「買權的買權」，是階段性的投資。在此我們使用 Dixit and Pindyck (1994) 技術，先導出偏微分方程 (Partial Differential Equation, PDE)，再用邊界條件中的「價值相符」(value matching)： $F(P) = V(P) - I$ 、「平滑相切」(smooth pasting)： $F'(P) = V'(P)$ 與「吸收邊界」(absorption)： $F(0) = 0$ 等三個條件，即可為 PDE 找到可行解，從而得到選擇權 F 的價值。在極短時間下，同時具有訊息成本、折舊、驟然跌價等考量的研發投資案損益情形可表達為：

$$\begin{aligned} & F_P \alpha P dt + (1/2) F_{PP} \sigma^2 P^2 dt - \xi F dt + \xi F((1-\phi)P) dt - F_P dP \\ & = (r + \lambda_F) F dt - (r + \lambda_P) F_P dt + \delta F_P P dt \end{aligned} \quad (2)$$

λ 為 Bellalah 模型中的訊息成本，又區分為衍生性市場中的價格訊息成本 λ_F ，與現貨市場中的價格訊息成本 λ_P 。對應的 PDE 如下：

$$(1/2) F_{PP} \sigma^2 P^2 + (r - \delta + \lambda_P) F_P P - (r + \xi + \lambda_F) F + \xi F((1-\phi)P) = 0 \quad (3)$$

令此處所得的選擇權價值為 F_1 。

複合選擇權的情形較為複雜，第二階段是否繼續投入端視益第一階段是否成功與未來預期收益情形，因此研發的產出價格 P^* （亦可視為研發所產生的報酬）成為決策閾值。當 $P < P^*$ 時，選擇權價值為：

$$\begin{aligned} F &= P dt + (1 - \theta dt)(1 - (r + \lambda_F) dt) \left[F + F_P(\alpha + \lambda_P) P dt + (1/2) F_{PP} \sigma^2 P^2 dt - \xi F dt + \xi F((1-\phi)P) dt \right] \\ &+ \theta dt (1 - (r + \lambda_F) dt) \left[F' + F'_P(\alpha + \lambda_P) dt + (1/2) F'_{PP} \sigma^2 P^2 dt - \xi F' dt + \xi F'((1-\phi)P) dt \right] \end{aligned} \quad (4)$$

當 $P > P^*$ 時，選擇權價值為：

$$\begin{aligned} F &= P dt + (1 - \theta dt) e^{-(r + \lambda_F) dt} E[F(P + dP)] + \theta dt e^{-(r + \lambda_F) dt} E[F(P + dP) - I] \\ &= P dt + (1 - \theta dt)(1 - (r + \lambda_F) dt) \left[F + F_P(\alpha + \lambda_P) P dt + (1/2) F_{PP} \sigma^2 P^2 dt - \xi F dt + \xi F((1-\phi)P) dt \right] \\ &+ \theta dt (1 - (r + \lambda_F) dt) \left[F + F_P(\alpha + \lambda_P) dt + (1/2) F_{PP} \sigma^2 P^2 dt - \xi F dt + \xi F((1-\phi)P) dt \right] - 1 \end{aligned} \quad (5)$$

值得注意的，這裏將生二條 PDE：

$$(1/2) F_{PP} \sigma^2 P^2 + (r - \delta + \lambda_P) F_P P - (\theta + r + \lambda_F + \xi) F + \theta F + P = 0 \quad (6)$$

$$(1/2)F_{pp}\sigma^2 P^2 + (r - \delta + \lambda_p)F_p P - (r + \lambda_f + \xi)F - \theta I + P = 0 \quad (7)$$

在解這二條 PDE 時，前面列舉的三個邊界條件仍然適用，惟當 $P = P^*$ 時，二式值應該相同，因此可看成是第四個邊界條件，稱之「鄰接」(tangentiality)條件。令此處所得選擇權價值為 F_2 ； F_2 將可透四個邊界條件形成的聯立方程式求出。

以上得到的選擇權價值 F 是以研發經費 I 為基礎計算出來的；易言之，是費用化觀點下的研發選擇權價值。如要將 F 資本化，必須考慮「累積」與「折舊」二項特徵的速率。Lev and Sougiannis (1996) 已發展出特定迴歸方法，估計出代表前述速率之係數；Chan et al. (2001) 在其基礎上，簡化表達研發資產每年以 20% 的速率折舊，因此任一特定年度的研發資產規模可表示為：

$$RDC_t = I_t + 0.8 * I_{t-1} + 0.6 * I_{t-2} + 0.4 * I_{t-3} + 0.2 * I_{t-4} \quad (8)$$

根據相同邏輯，在計算衍生的研發價值 V 時，我們參考 Luehrman (1998) 主張，令投資專案價值為 $V = I + F$ ，其中 I 為投資金額， F 為衍生的選擇權價值。雖然 F 並不是真實的現金流量，但計算基礎是來自同期的研發金額 I ，因此我們用與 I 同期的貨幣金額表達其價值。衍生的研發價值資本化方法為：

$$RDC_{derivative,t} = V_t + 0.8 * V_{t-1} + 0.6 * V_{t-2} + 0.4 * V_{t-3} + 0.2 * V_{t-4} \quad (9)$$

Chan et al. 方法除可減低本研究數學處理的複雜程度，亦不失 Lev and Sougiannis 研發資本化方法的原始精神。此模式也與 Hirschey and Weygandt (1985) 認為研發會產生五年期的延遲效應不謀而合。至於用(9)式來估計衍生性研發資本，係本研究的嘗試，其對實際現象有多少解釋能力，尚待稍後的實證分析。

二、模型之實證

在過去的實質(研發)選擇權探討上，多數將討論焦點置於模型的建立。本研究除了保留此一方式外，另加入實證部份，以期表達所建立數理模型的實用價值。所選用的實證樣本為台灣高科技產業中網路通訊(Local Area Network, LAN)業的上市公司，計有友訊、國碁、智邦三家公司。樣本期間自 1994 年 12 月 31 日起至 2006 年 3 月 31 日(第 1 季)止，以「季」為頻率採樣。其中國碁於 2004 年 4 月 1 日正式被鴻海集團購併成為消滅公司，但其資料仍保存於分析中，以避免因生存偏誤(survivorship bias)而產生問題。台灣的網路通訊業在網路卡、集線器、路由器、與無線網路卡的產品全球市佔率分別為 76.5%、53%、90.9%與 84%(2006 年底情形)，

大量的研發投入與 OEM 的低利潤銷售型態，使得研發投資價值的估計更形重要，這也是本研究選擇其做為實證樣本的理由。上述樣本之財務與股價資料等分別收集自台灣經濟新報（Taiwan Economic Journal，TEJ）、證券暨期貨市場發展基金會（Securities and Futures Institute，SFI）與台灣證券交易所（Taiwan Stock Exchange Corporation，TSEC）三個資料庫。

肆、實證結果與分析

由於我們嘗建立新的模型，因此新模型的正確性與合理性即成首要的問題；對此本研究將利用數值分析，觀察各重要參數變化對選擇權價值的影響；其中既有參數之影響將與過去文獻情形對照，應可對此處的問題作出判斷。

首先利用 LAN 產業中樣本公司 2005 年的季平均研發經費 182,027 千元為基礎，並設定每次跳動值為 5,000 千元並上下開展，以虛擬當研發經費產生變化時，各參數變動的情形：包括 Bellalah (1999) 所提的訊息成本 (λ ，含 λ_f 與 λ_p)、折舊 (θ)、與代表驟然跌價的卜瓦松事件 (ξ) 對研發選擇權價值的影響；結果彙整於表 1²。從表一看出，當訊息成本 λ 增加，選擇權價值下跌，與 Bellalah 情形一致；此外訊息成本 λ 、折舊 θ 與驟然跌價事件 ξ 對選擇權價值的影響程度，則因選擇權種類不同而有差異。以 F1 而言，折舊 θ 對價值造成的下降並不明顯，說明 F1 對折舊情境具惰性；訊息成本 λ 與驟然跌價事件 ξ 則對價值影響明顯，且影響程度相當。以 F2 而言，三種情境對價值皆有明顯影響，但以訊息成本 λ 影響程度最低，大致僅及折舊 θ 的二分之一、卜瓦松事件 ξ 的三分之一弱，說明複合選擇權對折舊 θ 與驟然跌價事件 ξ 非常敏感。在過去 Bellalah (1999) 的探討中，並未考慮到 θ 與 ξ 因子，也未考慮到複合選擇權。

利用圖形亦可加深對前述情形的瞭解：圖 1 與圖 2 顯示的是 F1 與 F2 的價值平面。圖 1 與圖 2 的右半部為僅考慮 Bellalah (1999) 模型中既有變數「訊息成本」之情形；由傾斜方向看出訊息成本愈高，研發選擇權的價值愈低。我們挑選代表價值驟跌的卜瓦松事件來作比較。圖 1 與圖 2 的左半部即為考慮「訊息成本」、「卜瓦松事件」的複合情形。當卜瓦松事件機率升高時，研發選擇權價值急速下降，從圖形上看代表卜瓦松的斜率較代表訊息成本的斜率為陡，尤以 F2 最為明顯；當卜瓦松事件機率高到某種程度時，選擇權價值將等於零。

表 1 參數值與選擇權價值的變化情形

I (NT\$000)	F ₁				F ₂			
	P*	base ^a	P*	base ^b	P*	base ^b	P*	base ^b
172,027	32,255	43,007			30,965	19,114		
177,027	33,193	44,257			31,865	19,670		
182,027	34,130	45,507			32,765	20,225		
187,027	35,068	46,757			33,665	20,781		
192,027	36,005	48,007			34,565	21,336		
	P*	θ = 0.03	P*	θ = 0.07	P*	θ = 0.03	P*	θ = 0.07
172,027	27,954	43,007	36,556	43,007	27,200	28,783	34,708	9,329
177,027	28,767	44,257	37,618	44,257	27,991	29,620	35,717	9,601
182,027	29,579	45,507	38,681	45,507	28,782	30,456	36,726	9,872
187,027	30,392	46,757	39,743	46,757	29,572	31,293	37,735	10,143
192,027	31,204	48,007	40,806	48,007	30,363	32,130	38,744	10,414
	P*	ξ = 0.03	P*	ξ = 0.07	P*	ξ = 0.03	P*	ξ = 0.07
172,027	28,697	48,717	35,854	38,881	27,200	40,399	34,708	4,743
177,027	29,531	50,133	36,896	40,012	27,991	41,574	35,717	4,880
182,027	30,365	51,549	37,939	41,142	28,782	42,748	36,726	5,018
187,027	31,199	52,965	38,981	42,272	29,572	43,922	37,735	5,156
192,027	32,033	54,381	40,023	43,402	30,363	45,096	38,744	5,294
	P*	λ _F = 0.02			P*	λ _F = 0.02		
172,027	31,636	38,881			30,625	14,113		
177,027	32,556	40,011			31,515	14,523		
182,027	33,475	41,141			32,405	14,933		
187,027	34,395	42,271			33,295	15,343		
192,027	35,314	43,401			34,186	15,754		
	P*	θ = 0.02	ξ = 0.03	λ _F = 0.02	P*	θ = 0.02	ξ = 0.03	λ _F = 0.02
172,027	32,255	43,007			30,625	29,179		
177,027	33,193	44,257			31,515	30,027		
182,027	34,130	45,507			32,405	30,875		
187,027	35,068	46,757			33,295	31,723		
192,027	36,005	48,007			34,186	32,571		

註：^{a, b} 'base' 中的參數值為 $\sigma = 10\%$; $r = 5\%$; $\delta = 5\%$; $\theta = 5\%$; $\xi = 5\%$; $\lambda_p = 0$; $\lambda_F = 0$

$\theta = 0.02$, $\xi = 0.03$, $\lambda_F = 0.02$

接著再考慮卜瓦松事件中跌價程度 ϕ 不同時對選擇權價值的影響。 ϕ 值最大為 1 (100%)，最小為 0。直觀而言，當 $\phi = 1$ 時，卜瓦松事件將造成既有的研發成果完全損失，例如國際大廠間聯合制定新的通訊規格 (protocol) 後，小廠的技術恐遭到夾殺而退出市場；因此 $\phi = 1$ 時，卜瓦松事件的影響最深，衍生的研發價值也應該最低。當 $\phi \neq 1$ ，例如為 0.2 時，表示雖然遇到突發事件，但累積的技術仍有八成可用，像是因應新通訊協定時，可利用「轉碼」工程以挽救大部分的技術內容等，因此衍生的研發價值較高。惟當 $\phi \neq 1$ 時，F1 與 F2 沒有封閉型式解，因此必需用數值分析 (numerical analysis) 來求解。以下我們沿用表一的基本設定如 $\xi = 0.05$ 為基礎，來描繪 F1 與 F2 面對不同 ϕ 值的變化情形。

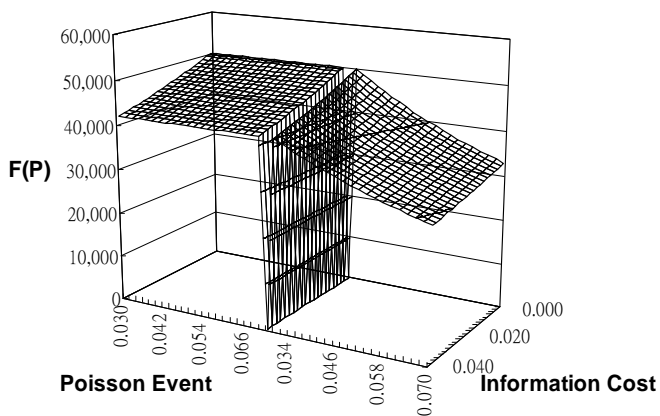


圖 1 F_1 的價值平面

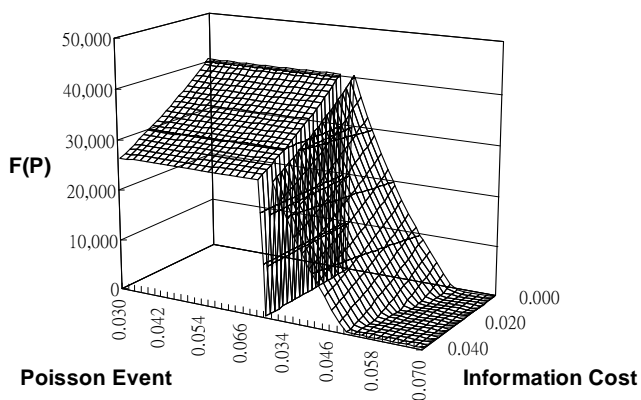


圖 2 F_2 的價值平面

從圖 3 與圖 4 可看出， F_1 與 F_2 均會因聯結資產價格波動度的升高而增加價值，也一致呈現 ϕ 與選擇權價值具負向關係，與直觀的推論相同。另外從圖形中看出，面對不同水準的 ϕ 值， F_2 軌跡的間距較 F_1 為大，說明複合式選擇權價值對於 ϕ 的變化較敏感。

如果將 ϕ 的變化考慮於表一，其他條件不變下以 F_1 而言，當 $\xi = 0.07$ 且 $\phi = 22\%$ （較精確數字是 22.16%）時，即發生突發事件後原有技術再利用率為 78%， F_1 價值將如 $\xi = 0.05$ ， $\phi = 1$ 時一樣；以 F_2 而言，當 $\xi = 0.07$ 且 $\phi = 59\%$ （59.76%）時，即原有

技術再利用率約 40%時，F2 價值將如 $\xi = 0.05$ ， $\phi = 1$ 時一樣。由於 F2 對 ϕ 較敏感，因此跌價程度只要減弱一些，選擇權價值就有明顯回升，所以再利用率不必如 F1 提高到 78%以上（僅需 40%左右），就可回復到原設定水準。由此可知，卜瓦松事件 ξ 的嚴重與否，需視 ϕ （損害）的程度決定；此外當損害程度 ϕ 高時，卜瓦松事件對研發價值的影響較訊息成本大，因此模型的修正具合理性。

過去文獻顯示，研發投資與企業的經營變數如風險程度、營業收入、股價與股價報酬等具有顯著的正向關係。Ho et al. (2004) 利用蒙地卡羅模擬 (Monte Carlo simulation) 歸納出研發投資增加，將使得企業風險係數 β 值增加；Lo and Lan (2009) 亦以 β 係數為被解釋變數，實質選擇權所計算出的研發價值與資本等為解釋變數分析，結果顯示衍生的研發價值與資本，與企業的 β 係數的變動具顯著的正向關係。不過這樣的分析方式，可能因 β 係數本身已為統計推論係數，因此以其作為依變數之統計檢力有限，且結果不易說明；因此我們採用王克陸等 (2004) 與 Lev and Sougiannis (1996) 的觀點，以股價作為依變數，以探討傳統或衍生研發價值與公司市場評價間的關係³。

我們參考 Giot (2003) 多組不同水準之隱含波動度 (implied volatility) 對股價的預測，並利棋盤式資料方法 (panel data method) 進行分析。這裏的棋盤式資料是指樣本觀察期間中，不同單位 (cross-section unit) 的時間序列 (time series data) 資料；時間序列間的筆數可以不同。以本研究樣本而言，友訊的上市時間為 1994 年 10 月 17 日，智邦為 1995 年 11 月 15 日，國電為 1998 年 12 月 23 日並於 2004 年 4 月 1 日下市；各家公司的「到」、「離」場時間不同，序列統計資料筆數自然不盡相同。以費用為基礎的普通最小平方模式 (Ordinary Least Square, OLS) 迴歸分析式如下：

$$\ln P_{it} = \beta_0 + \beta_{1t} \Delta I_{it} + \beta_{1t-1} \Delta I_{it-1} + \dots + \beta_{1t-1} \Delta I_{it-1} + \varepsilon_{it} \quad (10)$$

$$\ln P_{it} = \beta_0 + \beta_{1t} \Delta V_{ijt} + \beta_{1t-1} \Delta V_{ijt-1} + \dots + \beta_{1t-1} \Delta V_{ijt-1} + \varepsilon_{it} \quad (11)$$

以資本與 OLS 為基礎的迴歸分析式如下：

$$\ln P_{it} = \beta_0 + \beta_{1t} \Delta RDC_{it} + \beta_{1t-1} \Delta RDC_{it-1} + \varepsilon_{it} \quad (12)$$

$$\ln P_{it} = \beta_0 + \beta_{1t} \Delta RDC_{ijt} + \beta_{1t-1} \Delta RDC_{ijt-1} + \varepsilon_{it} \quad (13)$$

$$i = 1, 2, 3 ; j = 1, 2$$

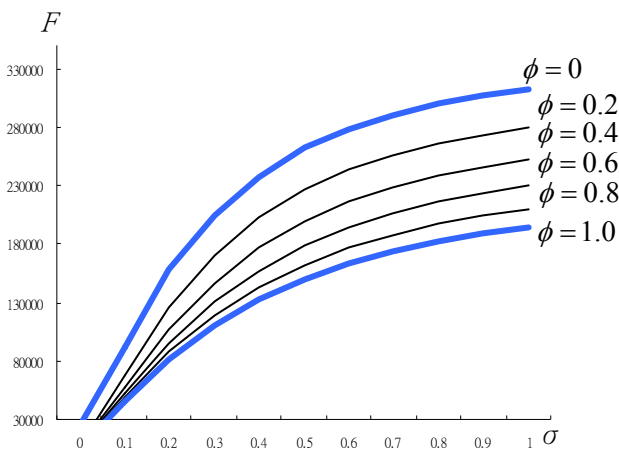


圖 3 不同 ϕ 值下的 F_1 變化

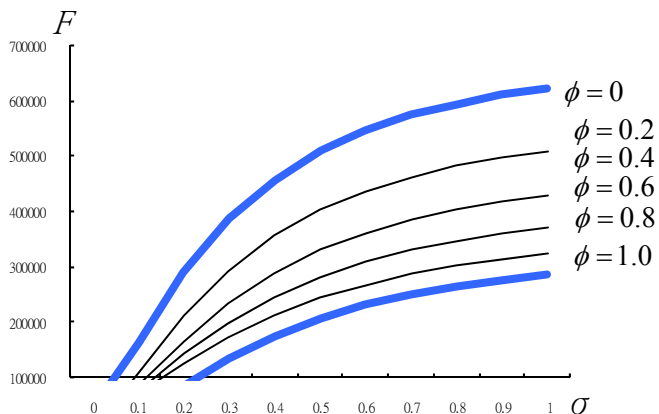


圖 4 不同 ϕ 值下的 F_2 變化

i 代表不同的公司，在樣本中共有友訊、智邦與國電等三家。 j 代表選擇權種類，共有二種。 ΔI_{it-k} 代表某家公司前第 k 季與 $k-1$ 季財報所公布研發費用的差量。 ΔI_{it} 回溯期以 Lev and Sougiannis (1996) 對美國的調查為例，與研發密切產業約為五年，也就是五年前的研發投入與今天的市場表現仍有關係。但本研究資料則顯示， β_{it-11} 之前的係數不顯著，且考量網通業技術變遷相對快速，因此我們酌採三年期間共 12 季為分析基礎；如自當季起算，回溯時最多將減去 11。資本部份由於每個資本的形成

回溯期長達五年，共二十季；資料顯示，自 β_{it-2} 後的係數不顯著，因此採用目前與過去一年的資本增量來進行分析。在依變數部分，由於股價於文獻中多假設符合對數常態分，故本研究採用取對數後的股價 $\ln P_{it}$ ，以呼應迴歸所用資料應服從常態分配的假設⁴。

為簡化起見，表 2 僅列出 OLS 模式下（將各觀察單位的常數項視為相同一個的）統計情形，由上表看出，過去三年各季的研發價值增加部份，與目前股價呈正向關係，且多非常顯著。解釋能力方面，不論費用化或資本化的衍生性研發價值，均優於自傳統會計報表得來的研發價值，顯示實質研發選擇權對於企業的經營變數，尤其是表彰股東權益的股價，具有解釋能力。也可看成市場對於管理者手中握有研發專案的衍生價值，具有一定的認知效率。至於研發價值究竟是屬於費用或資本，即使僅以傳統方法計算出的研發價值如 I_{it} 與 RDC_{it} 視之，亦難以定論。僅能說二者對於企業價值的表現，都有解釋能力。此外從固定效果模式（fixed effects，視各觀察單位有特定的截距項），與隨機效果模式（random effects，視各觀察單位截距項為隨機變數）分析結果，亦可得到完全相同的結論。

考量(10)至(13)式中，自變數為過去各期研發價值的增量，而這種增量可能因前後期的研發經費或資本存量水準有關，致使分析時產生共線性（multi-collinearity）問題，因此再採用多項式落後項分佈（Polynomial Distributed Lags, PDLs）模式中的 Almon Lag 方法（Almon, 1965）驗證。回溯期間則採取同前的基礎。迴歸模式如下：

$$\ln P_{it} = \alpha_0 + \sum_{k=0}^{11} \alpha_{1t-k} \Delta I_{it-k} + \varepsilon_{it} \quad (11)$$

這個模型乍看下與(10)沒什麼不同，實際上迴歸參數 α_1 與各季研發投資差額 ΔI 需作如下的設定：

$$\alpha_{1t-k} = h_0 + h_1 K + h_2 K^2 + h_3 K^3 \quad (12)$$

$$\sum_{k=0}^{11} \alpha_{1t-k} (\Delta I)_{it-k} = \sum_{k=0}^{11} (h_0 + h_1 K + h_2 K^2 + h_3 K^3) (\Delta I)_{it-k} \quad (13)$$

$$(\Delta I)_{it-k} = h_0 W_{0t} + h_1 W_{1t} + h_2 W_{2t} + h_3 W_{3t} \quad (14)$$

而 $W_{0t} = \sum_{k=0} (\Delta I)_{it-k}$ ； $W_{1t} = \sum_{k=0} K (\Delta I)_{it-k}$ ； $W_{2t} = \sum_{k=0} K^2 (\Delta I)_{it-k}$ ； $W_{3t} = \sum_{k=0} K^3 (\Delta I)_{it-k}$ 。此處我們已依照樣本資料的統計特性預設 α_1 為 K 的三階函數，因為自 h_4 開始係數不顯

表 2 棋盤式資料 OLS 模式迴歸分析結果

<i>Panel A</i> ：以研發費用為基礎			
依變數：股價取對數($\ln P_{it}$)		自變數： Δ 研發價值	
常數/落後項係數	ΔI	ΔV_1	ΔV_2
β_0	0.226 (0.008)***	0.300 (0.001)***	0.308 (0.000)***
β_{1t}	0.227 (0.003)***	0.158 (0.059)*	0.161 (0.058)*
β_{1t-1}	0.302 (0.000)***	0.162 (0.030)**	0.162 (0.030)**
β_{1t-2}	0.338 (0.000)***	0.204 (0.011)**	0.200 (0.013)
β_{1t-3}	0.453 (0.000)***	0.292 (0.000)**	0.287 (0.000)***
β_{1t-4}	0.315 (0.003)***	0.179 (0.008)***	0.171 (0.012)**
β_{1t-5}	0.282 (0.010)**	0.181 (0.000)***	0.178 (0.001)***
β_{1t-6}	0.107 (0.375)	0.079 (0.355)	0.075 (0.391)
β_{1t-7}	0.090 (0.493)	0.131 (0.049)**	0.133 (0.052)*
β_{1t-8}	0.243 (0.042)**	0.203 (0.000)***	0.205 (0.001)***
β_{1t-9}	0.202 (0.085)*	0.175 (0.010)***	0.178 (0.011)**
β_{1t-10}	0.419 (0.001)***	0.346 (0.000)***	0.342 (0.000)***
β_{1t-11}	0.251 (0.059)*	0.163 (0.019)**	0.160 (0.022)**
$AdjR^2$	0.155	0.296	0.291
F 值	1.997 (0.043)**	3.064 (0.003)***	3.014 (0.003)***
<i>Panel B</i> ：以研發資本為基礎			
依變數：股價取對數($\ln P_{it}$)		自變數： Δ 研發資本	
常數/落後項係數	ΔRDC	ΔRDC_1	ΔRDC_2
β_0	0.071 (0.489)	0.079 (0.071)*	0.078 (0.469)
β_{1t}	0.217 (0.033)**	0.274 (0.022)**	0.270 (0.025)**
β_{1t-1}	0.192 (0.031)**	0.170 (0.093)*	0.164 (0.111)
$AdjR^2$	0.160	0.221	0.211
F 值	5.080 (0.011)**	6.962 (0.003)***	6.625 (0.003)***

註：括號內為p值，***表示 <0.01 ，**表示 <0.05 ，*表示 <0.1 ；為消除殘差之潛在異質性(heteroskedasticity)與自我相關(autocorrelation)，迴歸分析採Newey-West(1987)方法加以調整。

表 3 多項式 Almon lag 模式迴歸分析結果

Panel A：以研發費用為基礎			
依變數：股價取對數($\ln P_{it}$)		自變數： Δ 研發價值	
常數/落後項係數	ΔI	ΔV_1	ΔV_2
α_0	0.085 (0.279)	0.173 (0.058)*	0.173 (0.058)*
$\sum_{k=0}^{11} \alpha_{1r-k}$	2.459 (0.000)***	2.061 (0.000)***	2.037 (0.000)***
$AdjR^2$	0.143	0.179	0.176
F 值	5.410 (0.000)***	5.347 (0.000)***	5.265 (0.000)***
Panel B：以研發資本為基礎			
依變數：股價取對數($\ln P_{it}$)		自變數： Δ 研發資本	
常數/落後項係數	ΔRDC	ΔRDC_1	ΔRDC_2
α_0	0.066 (0.511)	0.045 (0.683)	0.045 (0.687)
$\sum_{k=0}^1 \alpha_{1r-k}$	0.562 (0.000)***	0.479 (0.002)***	0.466 (0.002)***
$AdjR^2$	0.221	0.201	0.191
F 值	5.077 (0.005)***	4.363 (0.010)***	4.146 (0.012)**

註：括號內為p值，***表示 <0.01 ，**表示 <0.05 ，*表示 <0.1 ；為消除殘差之潛在異質性(heteroskedasticity)與自我相關 (autocorrelation)，迴歸分析採Newey-West (1987) 方法加以調整。

著。其餘迴歸模式依相同方法建立如下：

$$\ln P_{it} = \alpha_0 + \sum_{k=0}^{11} \alpha_{1r-k} \Delta V_{it-k} + \varepsilon_{it} \quad (15)$$

$$\ln P_{it} = \alpha_0 + \sum_{k=0}^1 \alpha_{1r-k} \Delta RDC_{it-k} + \varepsilon_{it} \quad (16)$$

$$\ln P_{it} = \alpha_0 + \sum_{k=0}^1 \alpha_{1r-k} \Delta RDC_{ijt-k} + \varepsilon_{it} \quad (17)$$

$$i = 1, 2, 3 ; j = 1, 2$$

從表 3 中費用基礎視之，衍生與傳統的研發價值對股價均呈正向關係。衍生的研發價值在此仍優於傳統研發價值對股價的解釋，與前面結論相同。資本化後的情形則與表 2 不同，傳統 RDC 之 $AdjR^2$ 較高，但三者差距不大。自表面證據(prima facie)而言，表 3 顯示了資本化研發價值優於費用化情形。但是二者的差距並不明顯；因

此本研究「兼容並蓄」地採取二種分析方式，是比較保守與週延的作法。

接著我們將選擇權價值自衍生的研發價值獨立出來，以試圖分辨出市場是否認知管理者手中所握有的實質選擇權價值，並反映在股票價格中。分析結果仍為肯定的，說明市場對此一隱含價值，具有某種程度的認知效率。請注意表 4 與表 5 對股價解釋能力 ($AdjR^2$) 低於表 2 與表 3 Panel A 的結果，隱含會計數字 (I) 或衍生的選擇權價值 (含 F1 與 F2) 皆僅能部分解釋企業市場價格，唯有用衍生的研發價值 (V)，才能獲致較高的解釋能力。

伍、結論

本研究嘗試以實質研發選擇權之觀點詮釋研發活動所隱含的延伸價值，從實證結果看起來這種延伸價值的確存在；此一結果符合 Perlitz, Peske, and Schrank (1999) 認為研發是一種現在投資、未來收穫的行為，因此本質上是一種選擇權的買權；也符合 Ho et al. (2004) 認為研發活動中，有相當部份的價值來自於隱含其中的選擇權。惟上述文獻並未實際計算出該隱含價值，本研究則利用實質研發選擇權理論，具體地衡量出這些隱含價值。

Bellalah (1999) 所建構的模型，可以計算出研發活動因蒐集訊息產生成本後的市場價值，卻無法計算出因機率事件造成之變動的現金流量價值。本研究在 Bellalah 模型的基礎上，另外考慮折舊與造成驟然跌價的卜瓦松事件，以求更貼近真實情形。以卜瓦松事件而言，最明顯的例子莫過於最近開打的藍光與高解析二種 DVD 規格戰；原本新力藍光與東芝高解析各有支持者，但在華納兄弟影業宣布選擇藍光發行影片與沃爾瑪表示未來僅賣藍光 DVD 後，高解析的租售價格明顯下跌；原本高解析陣營成員如微軟的立場則逐漸鬆動；在庫存壓力下，東芝不得已將播放器價格調降 50%。這種市場在極短時間崩解的情形，造成了東芝 9.86 億美元的巨額損失。至於新技術因折舊而落伍，敵不過更新穎技術的例子更是不勝枚舉，不再贅述。本研究以修正之研發選擇權模型對台灣網通業樣本的實證中，說明了加入折舊與卜瓦松事件的考量具有價值，實證結果也說明了模型的正確性與實用性。

對於研發應費用化或資本化的課題上，由於二者對公司重要經營變數均具備解釋能力，難以武斷地認定孰優孰劣。在傳統會計觀點中，由於無法確認研發投資與

表 4 棋盤式資料 OLS 模式迴歸分析結果（選擇權部分）

依變數：股價取對數(lnP)	自變數： Δ 選擇權價值	
常數 / 落後項係數	ΔF_1	ΔF_2
β_0	0.300 (0.001)***	0.306 (0.001)***
β_{1t}	0.161 (0.078)*	0.162 (0.079)*
β_{1t-1}	0.154 (0.036)**	0.155 (0.034)**
β_{1t-2}	0.145 (0.128)	0.139 (0.139)
β_{1t-3}	0.215 (0.009)***	0.214 (0.009)***
β_{1t-4}	0.133 (0.074)*	0.129 (0.088)*
β_{1t-5}	0.127 (0.033)**	0.125 (0.038)**
β_{1t-6}	0.066 (0.415)	0.063 (0.449)
β_{1t-7}	0.152 (0.015)**	0.153 (0.017)**
β_{1t-8}	0.154 (0.025)**	0.154 (0.028)***
β_{1t-9}	0.151 (0.028)**	0.151 (0.032)**
β_{1t-10}	0.237 (0.001)***	0.238 (0.001)***
β_{1t-11}	0.124 (0.124)	0.124 (0.132)
AdjR ²	0.178	0.179
F 值	2.066 (0.039)**	2.069 (0.038)**

註：括號內為p值，***表示 <0.01 ，**表示 <0.05 ，*表示 <0.1 ；為消除殘差之潛在異質性(heteroskedasticity)與自我相關(autocorrelation)，迴歸分析採Newey-West(1987)方法加以調整。

表 5 多項式 Almon lag 模式迴歸分析結果（選擇權部分）

依變數：股價取對數(lnP)	自變數： Δ 選擇權價值	
常數 / 落後項係數	ΔF_1	ΔF_2
α_0	0.277 (0.008)***	0.281 (0.007)***
$\sum_{k=0}^{11} \alpha_{1t-k}$	1.510 (0.001)***	1.501 (0.000)***
AdjR ²	0.150	0.149
F 值	4.303 (0.009)***	4.280 (0.009)***

註：括號內為p值，***表示 <0.01 ，**表示 <0.05 ，*表示 <0.1 ；為消除殘差之潛在異質性(heteroskedasticity)與自我相關(autocorrelation)，迴歸分析採Newey-West(1987)方法加以調整。

企業營運績效的因果關係，因此在大部份的會計制度中全數認列為費用處理。但在學術的統計實證觀點中，卻找到二者相關的證據；此外研發費用化也可能引起財務與管理的問題；陸芳（2007）認為，當研發全部費用化時，將減低利潤，進而使企業價值受到低估，造成股價偏低；Bushee（1998）也認為，將研發當成費用，可能使經理人為了提高目前利潤，產生「短視近利」的行為。在可見的未來，二個觀點的爭議將會持續。因此本研究嘗試採用平行分析的方式，雖過程較為煩瑣，但可有較平衡完整的報導。以本研究結果而言，費用化與資本化表現大致相當，不論是費用基礎計算出的傳統與衍生研發價值，或資本基礎計算出的傳統與衍生研發價值，對企業營運結果，都具有解釋的能力。

研究限制部分，由於我們採與 Bellalah（1999）相同的假設，即研發計畫是永續的；參考 Dixit and Pindyck（1994）之說法，研發投資的選擇權就如同企業「花錢」的權利一般，在企業的存續期間內沒有到期日。但根據 Perlitz et al.（1999）的看法，實質選擇權可能沒有到期日，但該選擇權所依附的資產卻可能提前到期，如投資的工廠或礦場會提前關閉等；因此我們建議，未來可利用 Geske（1979）有到期時間的複合式選擇權為基礎，發展具訊息成本、折舊與驟然跌價等情境的修正模型，以擬合研發所遇到的情形。後續研究部分，除已建議的模型發展方向外，市場對於企業因研發專案所持有的選擇權價值，是否能充份反映至該企業的評價，且反映的效率性是否因市場、業種等有別，相信此研究結果將可具有管理、財務等的意涵。

Graham and Harvey（2001）提到在其抽樣調查中，僅有 27% 的美國經理人使用選擇權理論作決策支援，原因是經理人對該理論的實用性與正確性感到焦慮。此外過去實質選擇權的討論，多集中在模型的推導，很少加以實證。本研究針對這二個問題，採用了模型與實證並重的作法，以期提高管理者對該理論的信賴程度。選擇權理論由於可將彈性（flexibility）與不確定性（uncertainty）帶來的價值與影響計算出來，這點尚非傳統會計方法所能企及；未來如能多累積一些實證經驗，相信除了是 e 化時代強而有力的決策支援工具，亦可與現有管理方法相互融合，至少我們從這裏的實證結果去看是如此的。

註釋

1. 研發經費全部費用化的地區有：台灣、中國等；將研發經費區分為研究與發展費用，並可將發展費用有條件資本化的地區有：英國、加拿大、馬來西亞等；研發經費全

部資本化的地區有：義大利、日本、巴西、瑞士、瑞典等。

2. 所選用的參數值，以儘量接近實際或文獻中水準為原則。如 2005 年樣本公司的股票平均季報酬波動度為 10.4%，我們用近似水準 $\sigma = 10\%$ 來假設產業研發報酬的波動度。研發經費則是當年季平均 182,027 千元為基礎。訊息成本 λ_p 與 λ_f 參考 Bellalah (1999) 的水準。折舊 θ 與卜瓦松事件 ξ 則與 Chan et al. (2001)、Hirschey and Weygandt (1985) 五年期間換算成「季」的機率。
3. 雖然如此，我們還是利用 Ho et al. (2004) 及 Lo and Lan (2009) 以 β 係數為依變數，傳統的或衍生的研發費用與資本為自變數進行觀察。為增進觀察結果的強健性 (robustness)，我們分別利用傳統的資本資產訂價模式與 Fama and French (1993) 的三因子模式 (Three Factor Model, TFM) 估計個別公司各不同時段的 β 值。在二種模式中，我們以二年期政府公債利率作為無風險利率，台灣股價加權指數 TAIEX 報酬作為市場報酬以進行估計。迴歸觀察的結果有二：一是傳統的或衍生的研發費用與資本與 β 係數全部為顯著的正向關係。二是觀察期間較短時，實質選擇權所衍生的研發費用與資本對 β 係數之解釋能力，並未優於傳統方法。但隨觀察期增加，實質選擇權對 β 係數解釋能力的「邊際貢獻」較佳，會隨時間增加而優於傳統方法。由於研發費用與資本對股價有正向關係，對 β 係數也有正向關係，從「三角交叉」(triangulation) 觀點視之，較高的研發費用與資本會帶來較高系統風險，市場對於股價報酬的要求也會提高，符合一般財務理論情形。
4. 為了避免迴歸時使用不穩定數列而造成假性 (spurious) 迴歸情形，本研究將迴歸式等號左右二邊的變數數列，全經單根檢定 (unit root test) 之 Augmented Dicky-Fuller (ADF) 方法檢測之 (Dickey & Fuller, 1979)；其中 LnP 的 MacKinnon 統計量為 -4.098，小於 1% 顯著水準對應值 -3.502，明顯拒絕 H_0 ：數列為不穩定情形。其餘數列含研發費用變量 ΔI 、衍生研發價值 $\Delta V1$ 及 $\Delta V2$ 、衍生研發資本 ΔRDC 與 $\Delta RDC1$ ，與選擇權價值 $\Delta F1I$ 與 $\Delta F2$ ，P 值全數小於 1%；RDC2 檢測結果亦達 5% 顯著水準。此說明本研究迴歸全部採用穩定數列，應無假性結果之虞。

參考文獻

一、中文部分

1. 王克陸、彭雅惠與胡怡萍(2004)，研發活動股東財富效果與負債比率關係之研究，玄奘管理學報，2(1)，1-24。

2. 汪玉玫(2004), DCF 與 ROA 在投資決策功能應用上之比較研究, 管理會計, 68, 65-91。
3. 陸芳(2007), 研發費用怎樣入帳, 商界電子雜誌, Retrieved April 8, 2009, 取自：
<http://magazine.shangjie.com/>。
4. 陳威光(2001), 選擇權理論、實務與應用(初版), 台北：智勝文化。
5. 張傳章、鍾炫城與林秋發(2001), 同時考慮 R&D 與市場需求不確定下之高科技產業投資方案評估分析, 管理學報, 18(4), 589-616。

二、英文部分

1. Almon, S. (1965). The distributed lag between capital appropriations and expenditures. Econometrica, 33(1), 178-196.
2. Barber, W., Fairfield, P., & Haggard, J. (1991). The effect of concern about reported Income on discretionary spending: The case of research and development. The Accounting Review, 66(4), 818-829.
3. Beaver, W. H., & Ryan, S. (2000). Biases and lags in book value and their effects on the ability of the book-to-market ratio to predicted book return on equity. Journal of Accounting Research, 38(1), 127-148.
4. Bellalah, M. (1999). Valuation of futures and commodity options with information costs. The Journal of Futures and Markets, 19(6), 645-664.
5. Billings, B. K., & Morton, R. M. (2001). Book-to-market components, future security returns, and errors in expected earnings. Journal of Accounting Research, 39(2), 197-219.
6. Black, F., & Scholes, M. (1973). The pricing of options and corporate liabilities. Journal of Political Econometrics, 81(3), 637-654.
7. Bushee, B. J. (1998). The influence on institutional investors on myopic R&D investment behavior. The Accounting Review, 73(3), 305-333.
8. Chan, L. K. C., Lankonishok, J., & Sougiannis, T. (2001). The stock market valuation of research and development expenditures. The Journal of Finance, 56(6), 2431-2457.
9. Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. Journal of the American Statistical Association, 74, 427-431.

10. Dixit, A. K., & Pindyck, R. S. (1994). Investment under uncertainty. Princeton: Princeton University Press.
11. Evenson, R., & Kislev, Y. (1976). A stochastic model of applied research. Journal of Political Economy, 84(2), 265-281.
12. Fama, E. F., & French, K. R. (1993). Common risk factors in the returns on stocks and bonds. Journal of Financial Economics, 33(1), 3-55.
13. Geske, R. (1979). The valuation of compound options. Journal of Financial Economics, 7(1), 63-81.
14. Giot, P. (2003). The information content of implied volatility indexes for forecasting volatility and market risk. Journal of Futures Markets, 23(5), 441-454.
15. Graham, J., & Harvey, C. (2001). The theory and practice of corporate finance: Evidence from the field. Journal of Financial Economics, 60(2/3), 187-243.
16. Green, J. P., Stark, A. W., & Thomas, H. M. (1996). UK evidence of market valuation of research and development expenditures. Journal of Business and Accounting, 23(2), 191-216.
17. Hirschey, M., & Weygandt, J. (1985). Amortization policy for advertising and research and development expenditures. Journal of Accounting Research, 23(1), 326-335.
18. Ho, Y. K., Xu, Z. Y., & Yap, C. M. (2004). R&D investment and systematic risk. Accounting and Finance, 44(3), 393-418.
19. Hull, J. C. (2000). Options, futures and other derivative securities (4th ed.). Englewood Cliffs: Prentice Hall.
20. Lev, B., & Sougiannis, T. (1996). The capitalization, amortization, and value relevance of R&D. Journal of Accounting, 21(1), 107-138.
21. Lo, K. H., & Lan, Y. W. (2009). An approach to the R&D value based upon real option method. Quality and Quantity. (In press)
22. Luehrman, T. A. (1998). Strategy as a portfolio of real options. Harvard Business Review, 76(5), 89-99.
23. Merton, R. C. (1987). A simple model of capital market equilibrium with incomplete

information. The Journal of Finance, 42(3), 483-510.

24. Mowery, D. (1983). The relationship between intrafirm and contractual form of industrial research in American manufacturing, 1900-1940. Explorations in Economic History, 20(3), 351-374.
25. Perlitz, M., Peske, T., & Schrank, R. (1999). Real options valuation: The new frontier in R&D project evaluation. R&D Management, 29(3), 255-269.
26. Trigeorgis, L. (1993a). The nature of option interactions and the valuation of investments with multiple real options. Journal of Financial and Quantitative Analysis, 28(1), 1-20.
27. Trigeorgis, L. (1993b). Real options and interactions with financial flexibility. Financial Management, 22(3), 202-225.

2009 年 04 月 10 日收稿

2009 年 04 月 15 日初審

2009 年 09 月 17 日複審

2009 年 10 月 15 日接受

附錄

F1 與 F2 在每次事件發生的跌價程度 $\phi=1$ 情況下可獲得解析型式的解。F1 推導如下；令 $F=A_1P^{\beta_1}$ ，則對 P 微分時可得 $F'=\beta_1A_1P^{\beta_1-1}$ ， $F''=\beta_1(\beta_1-1)A_1P^{\beta_1-2}$ ；根據第(1)式，其基本二次式（fundamental quadratic）可表達為：

$$\frac{1}{2}\beta_1(\beta_1-1)\sigma^2A_1P^{\beta_1}+(r-\delta+\lambda_p)\beta_1A_1P^{\beta_1}-(r-\xi+\lambda_f)A_1P^{\beta_1}=0$$
，其中 β_1 的解為：

$$\beta_1^*=\frac{1}{2}-(r-\delta+\lambda_p)/\sigma^2+\sqrt{\left(\frac{(r-\delta+\lambda_p)/\sigma^2-\frac{1}{2}}{2}\right)^2+2(r-\xi+\lambda_f)/\sigma^2}$$
，透過價值相符、

「平滑相切」與「吸收邊界」三個限制式，將可求得 $P^*=\frac{\beta_1^*I(\theta+\delta+\xi\phi)}{\beta_1^*-1}$ ，

$$A_1^*=\frac{(P^*-I(\theta+\delta+\xi\phi))/(\theta+\delta+\xi\phi)}{(\beta_1^*I(\theta+\delta+\xi\phi)/(\beta_1^*-1))^{\beta_1^*}}$$
；其中 A_1^* 尚可再化簡為：

$$A_1^*=I^{(1-\beta_1^*)}(\theta+\delta+\xi\phi)^{-\beta_1^*}(\beta_1^*-1)^{\beta_1^*-1}\beta_1^{*\beta_1^*}$$
，F1 至此得解。

F2 推導如下；根據第(2)、(3)式與其對應的基本二次式；我們需先解出 β_1 、 β_2 與 β_1' ；其中 β_2 為如前的基本二次式之負號根部份，故其解形式不再贅述。 β_1 的解為：

$$\beta_1^*=\frac{1}{2}-(r-\delta+\lambda_p)/\sigma^2+\sqrt{\left(\frac{(r-\delta+\lambda_p)/\sigma^2-\frac{1}{2}}{2}\right)^2+2(\theta+r+\xi+\lambda_f)/\sigma^2}$$
。參考 Hull (2000)

擴展微分方程式（Partial Differential Equation, PDE）方法，選擇權的價值可表達為：

$$F=A_1P^{\beta_1}=B_1P^{\beta_1'}+P/(\theta+\delta+\xi\phi)+A_1P^{\beta_1}-I$$
，對 P 微分後可形成下式：

$$F'=\beta_1A_1P^{\beta_1-1}=\beta_1'B_1P^{\beta_1'-1}+1/(\theta+\delta+\xi\phi)+\beta_1A_1P^{\beta_1-1}$$
；除了前面的三條限制式，再加入「鄰

接」條件，將可推導出 $P^*=\frac{\beta_1^*I(\theta+\delta+\xi\phi)}{\beta_1^*-1}$ ， $B_1^*=(I-\frac{P^*}{\theta+\delta+\xi\phi})P^{-\beta_1^*}$ ，

$$B_2^*=\frac{\beta_1^*B_1^*P^{\beta_1^*}+(P^*\beta_1^*/\theta+\delta+\xi\phi)+(\theta\beta_1^*/r)-(P^*(\beta_1^*-1)/\delta+\xi\phi)}{P^{*\beta_2^*}(\beta_1^*-\beta_2^*)}$$
，

$$A_1^* = \frac{\beta_2^* B_2^* P^{*\beta_2^*} + (P^* / \delta + \xi \phi)}{\beta_1^* P^{*\beta_1^*}}, \text{ F2 至此得解。}$$

現設投資專案年報酬波動率 $\sigma = 0.20$ ，無風險年利率 $r = 0.10$ ，訊息成本設為 $\lambda_p = \lambda_f = 0.02$ ，持藏收益 $\delta = 0.08$ ，指數衰退率 $\theta = 0.05$ ，卜瓦松事件機率 $\xi = 0.05$ ，研發費用 $I = 100,000$ ，透過以上公式將可得到 $\beta_1 = 2.458$ ， $\beta_2 = -3.458$ ， $\beta_1' = 2.854$ ；及屬於 F1 的 $P^* = 30,345$ ，屬於 F2 的 $P^* = 27,708$ 。選擇權價值 F1 與 F2 則分別為 68,585 與 72,934。