

創投公司之跨國專案撤資決策分析

林達榮	陳啟斌	施秉均
國立東華大學	國立東華大學	國立東華大學
國際企業學系助理教授	國際企業學系系主任	國際企業研究所研究生
tjlin@mail.ndhu.edu.tw	cbchen@mail.ndhu.edu.tw	m9433009@em94.ndhu.edu.tw

摘要

本文旨在探討創投公司在評估跨國投資專案撤資之決策準則。其模型建構基礎在於創投公司首先針對國外高科技新創公司進行投資，在國外投資專案中所撤出之資金再透過匯率機制轉換後轉投資於國內高科技新創公司。創投公司在此賦予兩種退出策略，其一為當投資專案價值低於清算門檻值時，創投公司將選擇以清算方式退出新創公司之專案投資；其二為當投資專案價值高於轉換門檻值時，創投公司選擇在新創公司 IPO 後，將持股在公開市場上進行轉換。過去相關創投研究中，鮮少針對創投公司之退出行為建構數理模型進行決策準則之評估，本文在符合國內創投業之多數投資模式下，將此等跨國投資之撤資行為概念引進數理模型中，以建立合適之決策準則。本文之撤資模型研究重點在於透過實質選擇權法探討創投公司對跨國投資專案之退出策略，以決定最適退出時點之門檻值。此外，本文亦考量創投公司在不同風險態度下，為求創投公司在國內投資專案中之清算及轉換價值極大化，其國外投資專案在匯率不確定下最適投入成本之決定亦為本文重點之一。

關鍵字詞：創業投資、撤資模式、實質選擇權、初次公開發行、風險態度

Abstract

This study aims to investigate an optimal disinvestment decision-making for the venture capital enterprise with foreign and domestic projects. The proposed model based on venture capital enterprise is invested in the foreign high-tech start-up firm first and this venture capital enterprise refunds with initial public offering or liquidation that disinvestments from foreign project will invest in the domestic high-tech start-up firm thereafter. Venture capital enterprise is entitled to two exit strategies: when the project value of high-tech start-up firm invested is lower than liquidation threshold, the venture capital enterprise exercises the liquidation option; and when the project value of high-tech start-up firm invested is higher than convertible threshold of initial public offering, the venture capital enterprise executes the convertibility rights in public and withdraws wholly venture capital from their project investment. Research of relevant venture capital in the past was less to analyze the behavior of exit strategy by mathematical analysis. This paper introduces the concept of the behavior of transnational investment for the practice purpose of venture capital industrial using mathematics model to construct the decision criterion further. The proposed model applies real options approach to the exit strategies of the foreign and domestic projects, and solves the thresholds in the exit timing of liquidation or convertibility for building the optimal dis-investment evaluation model in venture capital model. Besides, the consideration to different risk attitude and to maximize the values of liquidation and convertibility in the domestic's project, are so as to find out the optimal venture capital investment cost in the foreign project, also is the other main purpose of this paper.

Keywords: Venture capital, disinvestment model, real options, IPO, risk attitude

1. 前言

根據中華民國創投公會之定義，創業投資基金

(Venture Capital Funds)為一群具有技術、財務、市場或產業專業知識和經驗人士操作，並且專門投資

在具有發展潛力以及快速成長公司之基金。而創投公司 (Venture Capital Enterprise)則是在有限資金及時間考量下針對新創公司(Start-up Company)從事高風險性之投資活動，一般並非以長期經營企業為目的。因此，影響創投公司投資新創公司成功與否關鍵因素為退出時機之決定(包含輔導新創公司上市及清算資產退出投資標的)。

在不同退出管道中，IPO (Initial Public Offerings)經常被視為最有價值退出方式之一。因此，IPO 在創投公司投資專案中常扮演著決定性角色。Gompers and Lerner(2001)指出在創投公司運作週期是從籌措創投基金開始，其過程中透過對新創公司投資、監督並增加新創公司企業價值；最後成功退出新創公司並且轉換資金給予基金投資者；接著再重新籌措創投基金於另一投資專案。而退出投資專案為其中一個關鍵議題，是否能夠創投基金之投資者賺取利潤，則需轉換變現於新創公司所持有之股份並使其投資獲取利潤。傳統上，創投公司最有利潤之退出時機為 IPO 時，亦即將新創公司之股票在公開市場上發行。另外，Bascha and Walz (2001)提出，創投公司有多種退出方式，如：1. 清算(liquidation)；2. 贖回(buy-back)；3. 次級交易(secondary purchase)；4. 出售(trade sale)；5. IPO。其中退出方式又以 IPO 最有價值。然而，即便創投公司在選擇退出方式中以 IPO 方式所獲得價值為最高，但實際投資活動中並非每次投資專案皆能成功 IPO。因此，創投公司亦須考量投資專案中失敗之可能性，進一步選擇其他退出方式，例如再贖回或清算等方式。Kaplan and Strömberg (2003)提及在現實世界裡，創投公司和新創公司間之財務契約中，應界定如何配置現金流量權(cash flow rights)、董事會權(board rights)、控制權(voting rights)、清算權(liquidation rights)以及其他控制權利等。然而在實務中，新創公司往往因為資金缺乏需要創投基金挹注，創投公司在面臨投資專案可能失敗情形下，執行贖回權利可能性較低，而執行清算權可能性則較高。因此，本文假設創投公司退出管道有兩種方式；其一，若創投公司在投資專案中可成功 IPO，則以轉換股權方式退出新創公司，產生 IPO 轉換門

檻值；其二為創投公司面臨到投資專案可能失敗時，可選擇以清算方式退出新創公司，在此有一清算門檻值。同時，創投公司在選擇投資專案乃處於資訊不對稱下，必須透過契約簽訂方式降低彼此風險，並進一步確認雙方權利。而 Kaplan and Strömberg (2001) 研究發現創投公司藉由簽訂契約形式、投資前審查及投資後監督、提供諮詢等，可有效克服主要代理契約問題。創投公司在投資時，簽訂契約最注重面臨風險、報酬和被投資公司和創投基金從事財務投資之所有權劃分。因此，本文中假設創投公司在資金投入後可轉換成新創公司股份，則由契約簽訂時所決定。而此時之創投公司對於契約的簽訂擁有較大影響力。

Neus and Walz(2005) 討論當創投公司因資訊不對稱可能面臨優質與劣質之投資專案，在完全貝氏均衡(perfect Bayesian equilibrium)重複賽局條件下，透過折現因子方式決定兩種投資專案之最適退出時機。其中退出管道亦分為兩種；其一為在 IPO 階段退出投資專案；其二為等待 IPO 後，以投資專案真實價值出售方式退出投資案。然而，文中之退出管道只考量投資專案能成功 IPO 之下，與現實情況並不相符。因此，本文則將投資專案失敗之可能性納入考量，制定一清算退出之門檻值，較符合於實際創業投資之模式。此外，文中以折現因子方式決定創投公司退出投資專案之時機，則忽略等待退出投資專案之潛在價值。因此，本文透過實質選擇權法 (Real Options Approach, ROA)，考量等待退出投資專案時可能產生之潛在價值下，決定較佳之退出時機及門檻值。

在全球企業紛紛走向國際化趨勢下，本文亦將創投公司之投資活動延伸至跨國新創事業之投資領域，並將跨國投資概念引進數理模型進行撤資行為之探討，以建立最適之決策評估準則。

首先，根據中華民國創投公會資料(2006)顯示，台灣目前重點投資產業仍為高科技產業，以歷年創投公司於各產業之總投資案件數比重，以半導體(18.08%)、電子工業(15.64%)、通訊工業(12.73%)、光電(12.23%)、資訊工業(12.10%)等產業為最多；若以歷年總投資金額比重觀察之，則以半導體

(18.49%)、電子工業(14.19%)、資訊工業(14.06%)、通訊工業(12.47%)、光電(12.47%)等產業為最高。而台灣創投產業在 2005 年國外投資金額佔年度總投資金額約為 30.23%，其中以美國矽谷地區之比重約 13.92%為最高，若以國外投資案件佔年度總投資案件則約為 32.16%，其中美國矽谷地區約 12.87%亦為最高。可得知國外投資活動對於台灣創業投資事業亦佔有一席之地，尤其是美國矽谷地區。美國為全球創投事業之發源地，而矽谷地區也透過創投事業之機制成功培養出許多高科技新創公司。

Hellmann and Puri (2002)實證研究中發現，在美國矽谷地區，由創投公司所支持新創公司，在員工認股權計劃引進及專業經理人雇用等都進行得較為快速。此外，若企業創辦者缺乏管理能力，則有礙於公司迅速發展，以目前創投市場多半雇用外部高階經理人以取而代之。創投公司最具影響力時期則為在新創公司早期之發展階段。據此可知，即便美國矽谷地區為全球科技重鎮，其新創公司成功亦有賴於創投公司支援。然而，在創投公司對於高科技新創公司投資期間之相關研究中，Fletcher and Yip (2001) 提及除退出方式選擇外，時機亦為退出策略中之重要因素，所謂時機包含被投資公司達到本身商業計劃之預期基準及創投公司達到預期報酬水準。傳統上，創投公司在決定投資時，就為其投資組合訂定一段目標投資期間。文中提及高科技新創公司而言，投資期間較傳統產業短，尤其是有網路背景新創公司約只有 6 個月而已，而其他高科技新創公司大約是在 18 個月到 3 年之內。由此可知，在以高科技產業為主要投資標的之台灣創投事業，其國外投資活動多數集中於全球技術先驅之美國矽谷下，許多台灣高科技企業會仿效矽谷地區創投之成功模式。因此，在此前題下，本文亦假設創投公司在跨國投資計畫中，以國外之投資專案為優先考量，接著再以國外投資專案所撤出之資金，轉投資於國內相同產業之新創公司為本模型建構之特色。

Cumming and MacIntosh (2003) 進一步將退出策略區隔為完全退出(full exit)及部份退出(partial exit)等方式。完全退出在 IPO 一年內將創投公司所

持有之股份全數售出；部份退出則是在同樣期間內只售出部份股份。文中提出影響創投公司採用完全退出或部份退出方式因素，分別是風險和報酬，當面臨高風險及高報酬下，創投公司將會採用部份退出之方式。據此可知，風險乃為創投公司在選擇退出管道時之重要考量要素。因此，本文亦將此概念引入模型進行探討，當創投公司處於不同風險態度下，其國外投資專案投入成本之決定，分別會對於國內投資專案之清算及轉換退出門檻值造成何種影響亦為本文研究重點之所在。

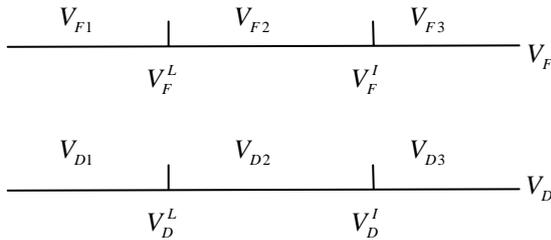
綜合前述，本文模型建構存在兩大特點：其一為將跨國投(撤)資行為概念引入模型中加以探討並決定出國內、外投資專案最適撤資(含清算與轉換)門檻值，此分析結果可做為創投事業走向國際化之參考；其二乃投入成本之觀點，探討創投公司在不同風險態度下，為追求最終之國內投資專案清算與轉換門檻值極大化，其國外投資專案最適投入成本之決定。此分析結果亦可為創投公司在資金投入時考量之依據。

本文第二節針對上述概念進行模型建構，其中包含各狀態下之現金流量及整體專案價值評估；第三節則為決策門檻值之導求，以及不同風險態度下之最適投入成本評估；最後提供本文之結論。

2. 模型建構

本文運用實質選擇權法，針對創投公司投資新創公司之投資專案時建構數理模型以評估其最適退出策略。假設創投公司先後分別對國外及國內兩間新創公司進行投資。首先針對國外新創公司進行投資，而此投資專案可分為三個狀態：狀態一為創投公司選擇以清算方式退出此一投資專案，將其損失降至最低；狀態二為創投公司選擇維持現狀，等待將來決定以清算方式退出此一投資專案或 IPO 後以轉換股權方式退出此一投資專案；狀態三為創投公司選擇在 IPO 後以轉換股權之方式退出此投資專案以獲得利潤。其次，創投公司投資在國外新創公司後所撤出資金，不論是選擇以清算方式或是選擇 IPO 後以轉換股權方式所得資金，在透過匯率轉換機制後，皆轉投資於國內之新創公司。國內投資專

案亦可分為前述三個狀態，進入之時點則處於狀態二，等待將來決定以清算方式或在 IPO 後以轉換股權方式退出投資專案。創投公司在評估退出策略時，若選擇清算方式則需有清算成本 S_0 ；若選擇 IPO 後以轉換股權之方式則需有轉換成本 C_0 。此外，創投公司追求其清算價值及 IPO 後之轉換價值極大化為目的。本文亦藉由創投公司投入成本角度探討，在不同風險態度下，其與退出時點之專案價值間關聯性，並求出最適之投入成本。其模型如下圖所示：



圖一：國內、外投資專案之企業價值與門檻

V_{F1} 與 V_{D1} 分別表示創投公司選擇以清算方式退出國外及國內投資專案所產生之企業價值， V_{F2} 與 V_{D2} 則表示創投公司維持現狀，等待將來選擇以清算方式或是選擇在 IPO 後以轉換股權方式退出國外及國內投資專案之企業價值， V_{F3} 與 V_{D3} 則是創投公司選擇在 IPO 後以轉換股權方式退出國外及國內投資專案之企業價值。 V_F^L 與 V_D^L 則分別為創投公司決定以清算方式退出國外及國內投資專案之門檻值， V_F^I 與 V_D^I 則分別為創投公司決定在 IPO 之後以轉換股權方式退出國外及國內投資專案之門檻值。其中，當創投公司在國外投資專案中若達到門檻值 V_F^L 或 V_F^I 則會將撤出之資金轉投資於國內新創公司之投資專案，以尋求另一個在 IPO 之後以轉換股權之方式獲取利潤之投資專案。

2.1 企業價值之現金流量

創投公司先後針對國外及國內新創公司投資專案當中，在各別三個狀態內分別會產生不同之企業價值，而投資專案所產生價值亦是創投公司決定撤資與否的重要依據，其中包含營運活動所產生之價值即現金流量(cash flows)。

本文假設國外及本國投資專案企業價值分別

為 V_F 及 V_D ，在單位時間價值變動成長過程服從幾何布朗運動(geometric Brownian motion, GBM)，亦即 V_i 依循：

$$dV_i = \mu_i V_i dt + \sigma_i V_i dW_i(t) \quad (1)$$

其中 $i = F$ 代表國外新創公司， $i = D$ 代表國內新創公司。 $dW_i(t)$ 為平均數為零、變異數為 dt 之標準溫拿過程(standard Wiener process)單位時間變動量， μ_i 為 V_i 之單位時間瞬間平均成長率， σ_i 為 V_i 之單位時間瞬間成長率的標準差。在此 $dW_F \cdot dW_D = \rho dt$ ，相關係數為 ρ 。

2.1.1 國外新創公司之現金流量

創投公司針對國外投資專案必須付出投入成本 I_F 以獲取國外新創公司之股權，再轉換成所持有之國外新創公司企業價值 V_F ，而創投公司則佔其企業價值之 α 比例，亦即：

$$\frac{I_F}{V_F^0} = \alpha \quad (2)$$

其中， $0 < \alpha < 1$ 。

π_{F_n} 代表創投公司在國外新創公司之投資專案中，在狀態 n ($n=1,2,3$) 情況下所產生之現金流量。其表示如下：

$$\pi_{F1} = \alpha \cdot (\delta_F \cdot V_F) \quad (3)$$

其中， $0 < \delta_F < 1$

式(3)說明創投公司對於國外新創公司之投資專案處於狀態一情況下選擇以清算方式退出國外投資專案時所產生之現金流量。而清算狀態下之企業價值低於創投公司在進入投資專案階段之企業價值。

$$\pi_{F2} = \alpha \cdot V_F \quad (4)$$

式(4)說明創投公司在國外新創公司之投資專案於狀態二的情況下所產生之現金流量，亦即創投公司選擇維持現狀，等待將來選擇清算或選擇在 IPO 之後進行股權移轉之狀態下之現金流量。而此狀態下所產生之現金流量是由國外新創公司透過營運活動所產生。

$$\pi_{F3} = \alpha \cdot (\kappa_F \cdot V_F) \quad (5)$$

其中， $\kappa_F > 1$

式(5)說明創投公司在國外投資專案處於狀態

三情況下所產生之現金流量，乃是創投公司選擇在 IPO 之後以股權轉換方式退出國外投資專案之狀態下所產生之現金流量。新創公司要進行 IPO 時之企業價值則是高於創投公司在進入此投資專案階段之企業價值。

2.1.2 國內新創公司之現金流量

上述部份為創投公司投資國外新創公司所產生之現金流量。而本文假設創投公司在國外投資專案中所撤出之資金，不論是選擇以清算方式或是在 IPO 後以轉換股權方式所獲得之資金皆轉投資於國內新創公司。因此創投公司對於國內新創公司之投入成本 I_D 則是來自於國外投資專案所撤出之資金在透過匯率機制轉換後所獲得。其隨機匯率變動過程 R 之軌跡表示如下：

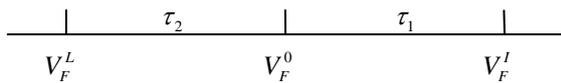
$$dR = \eta(m - R)dt + \sigma dz \quad (6)$$

亦即此匯率隨機過程具有平均回覆(mean reverting)之性質。其中， η 為平均回覆的調整速度、 m 為匯率之長期平均水準、 R 為短期之匯率水準、 σ 為匯率之標準差、 dz 為標準溫拿過程。

創投公司對於國內新創公司進入時點之投入成本 I_D 是藉由上述兩項撤資方式所得到之企業價值取平均數後，再透過匯率之轉換後取期望值。其表示如下：

$$\begin{aligned} E[I_D(R(t))] &= \frac{\alpha \cdot (\delta \cdot V_F^{L*} + \kappa \cdot V_F^{I*})}{2} \cdot E[R(t)] \\ &= \frac{\alpha \cdot (\delta \cdot V_F^{L*} + \kappa \cdot V_F^{I*})}{2} \cdot [e^{-\eta t} \cdot R_0 + m \cdot (1 - e^{-\eta t})] \quad (7) \end{aligned}$$

其中 $\delta \cdot V_F^{L*}$ 為創投公司於國外投資專案中進行清算時點之企業價值、 $\kappa \cdot V_F^{I*}$ 則為 IPO 後股權轉換時點之企業價值。



圖二：國外投資專案之期望到達時間與門檻值

假設創投公司於國外投資專案中，目前正處於 V_F^0 時點，而 V_F^I 為創投公司選擇在 IPO 後轉換股權

門檻值、 V_F^L 則為創投公司選擇清算門檻值。 τ_1 為 V_F^0 到達 V_F^I 期望時間、 τ_2 為 V_F^L 到達 V_F^0 期望時間。其中：

$$V_F^I = V_F^0 \cdot e^{\mu_F \tau_1} \quad (8)$$

$$V_F^0 = V_F^L \cdot e^{\mu_F \tau_2} \quad (9)$$

式(7)及(8)經轉換計算後得：

$$\tau_1 = \left(\frac{1}{\mu_F} \right) \ln \left(\frac{V_F^I}{V_F^0} \right) \quad (10)$$

$$\tau_2 = \left(\frac{1}{\mu_F} \right) \ln \left(\frac{V_F^0}{V_F^L} \right) \quad (11)$$

創投公司在國外投資專案中，退出時點可能在門檻值 V_F^I 或在門檻值 V_F^L ，因此在國內新創公司投資專案中，進入時點之企業價值則是透過取其期望值方式加以決定。其相關定義式表示如下：

$$E[V_D(t)] \equiv V_D^0 \cdot e^{\frac{\mu_D}{2}(\tau_1 + \tau_2)} \quad (12)$$

由式(7)及式(12)可得知國內投資專案進入時點之期望投入成本及期望企業價值後，再求得創投公司在國內投資專案所佔其企業價值之比例。

$$\frac{E[I_D(R(t))]}{E[V_D(t)]} \equiv \beta \quad (13)$$

其中， $0 < \beta < 1$

π_{Dn} 代表創投公司在國內新創公司之投資專案中，在選擇狀態 n ($n=1,2,3$) 情況下之現金流量。而其三個狀態下現金流量結構與前述國外投資專案相同，表示如下：

$$\pi_{D1} = \beta \cdot (\delta_D \cdot V_D) \quad (14)$$

其中， $0 < \delta_D < 1$

式(14)說明創投公司國內投資專案於狀態一所產生之現金流量，而清算狀態下之企業價值低於創投公司在進入投資專案階段之企業價值。

$$\pi_{D2} = \beta \cdot V_D \quad (15)$$

式(15)說明創投公司在國內新創公司之投資專案於狀態二的情況下所產生之現金流量。而此狀態下所產生之現金流量是由國外新創公司透過營運活動所產生。

$$\pi_{D3} = \beta \cdot (\kappa_D \cdot V_D) \quad (16)$$

其中， $\kappa_D > 1$

式(16)說明創投公司在國內投資專案於狀態三情況下所產生之現金流量。新創公司要進行 IPO 時

企業價值則是高於創投公司在進入此投資專案階段之企業價值。

2.2 投資專案價值

創投公司在海內外投資專案中三個狀態下之企業價值，其中創投公司選擇以清算方式退出投資專案以及選擇在 IPO 後以轉案股權方式退出投資專案等兩種狀態下，其企業價值只存在現金流量之部份。而當創投公司處於狀態二下，亦即創投公司以維持現狀方式，等待將來選擇以清算方式退出此一投資專案或是等待將來選擇在 IPO 之後以轉換股權之方式退出此投資專案下，其企業價值是由兩項價值所組成，第一項是藉由海內外新創公司之營運活動所產生之現金流量，而第二項是創投公司之海內外投資專案皆擁有二項潛在價值，即資本利得 (capital gains): 其一為等待在 IPO 後以轉換股權方式退出投資專案之潛在價值；其二為等待以清算方式退出專案之潛在價值。

創投公司選擇進入狀態一及狀態三之各兩個退出海內外投資專案之門檻值，其中 V_F^I 與 V_D^I 分別為創投公司選擇在 IPO 後以轉換股權方式退出國外及國內投資專案之門檻值，而 V_F^L 與 V_D^L 則分別為創投公司選擇以清算方式退出國外及國內投資專案之門檻值。而企業價值 V_i 服從幾何布朗運動，因此，以國外投資專案為例，創投公司選擇等待 IPO 後以轉換股權方式退出之價值為 $A_{1F}V_F^{\beta_{1F}}$ ，而等待以清算方式退出之價值為 $A_{2F}V_F^{\beta_{2F}}$ 。前述相關等待價值推導參照 Dixit and Pindyck(1994)一書，此處不再贅述。

2.2.1 國外投資專案價值

創投公司於國外投資專案中等待價值函數為 $K(V_F) = A_{1F}V_F^{\beta_{1F}} + A_{2F}V_F^{\beta_{2F}}$ ，運用伊藤補助定理(Ito's Lemma, 1951)可得：

$$dK(V_F) = K_V(V_F) \cdot (dV_F) + \frac{1}{2} K_{VV}(V_F) \cdot (dV_F)^2 = \left(\mu_F V_F K_V(V_F) + \frac{1}{2} \sigma_F^2 V_F^2 K_{VV}(V_F) \right) dt + \sigma_F V_F K_V(V_F) dW_F \quad (17)$$

假設此選擇權滿足風險中立條件，亦即：

$$E[dK(V_F)] = rK(V_F)dt$$

整理可得：

$$\mu_F V_F K_V(V_F) + \frac{1}{2} \sigma_F^2 V_F^2 K_{VV}(V_F) - rK(V_F) = 0 \quad (18)$$

及參數

$$\beta_{1F} = \frac{\left(\frac{1}{2} \sigma_F^2 - \mu_F \right) + \sqrt{\left(\mu_F - \frac{1}{2} \sigma_F^2 \right)^2 + 2\sigma_F^2 r}}{\sigma_F^2} > 0$$

及

$$\beta_{2F} = \frac{\left(\frac{1}{2} \sigma_F^2 - \mu_F \right) - \sqrt{\left(\mu_F - \frac{1}{2} \sigma_F^2 \right)^2 + 2\sigma_F^2 r}}{\sigma_F^2} < 0$$

創投公司於國外投資專案中，選擇等待之專案價值為：

$$V_{F2} = \alpha \cdot V_F + A_{1F}V_F^{\beta_{1F}} + A_{2F}V_F^{\beta_{2F}} - I_F \quad (19)$$

2.2.2 國內投資專案價值

創投公司於國內投資專案中等待之價值函數為 $L(V_D) = A_{1D}V_D^{\beta_{1D}} + A_{2D}V_D^{\beta_{2D}}$ ，運用伊藤補助定理可得：

$$dL(V_D) = L_V(V_D) \cdot (dV_D) + \frac{1}{2} L_{VV}(V_D) \cdot (dV_D)^2 = \left(\mu_D V_D L_V(V_D) + \frac{1}{2} \sigma_D^2 V_D^2 L_{VV}(V_D) \right) dt + \sigma_D V_D L_V(V_D) dW_D \quad (20)$$

假設此選擇權滿足亦風險中立條件，亦即：

$$E[dL(V_D)] = rL(V_D)dt$$

整理可得：

$$\mu_D V_D L_V(V_D) + \frac{1}{2} \sigma_D^2 V_D^2 L_{VV}(V_D) - rL(V_D) = 0 \quad (21)$$

及參數

$$\beta_{1D} = \frac{\left(\frac{1}{2} \sigma_D^2 - \mu_D \right) + \sqrt{\left(\mu_D - \frac{1}{2} \sigma_D^2 \right)^2 + 2\sigma_D^2 r}}{\sigma_D^2} > 0$$

及

$$\beta_{2D} = \frac{\left(\frac{1}{2} \sigma_D^2 - \mu_D \right) - \sqrt{\left(\mu_D - \frac{1}{2} \sigma_D^2 \right)^2 + 2\sigma_D^2 r}}{\sigma_D^2} < 0$$

創投公司於國內投資專案中，選擇等待之專案價值為：

$$V_{D2} = \beta \cdot V_D + A_{1D} V_D^{\beta_{1D}} + A_{2D} V_D^{\beta_{2D}} - E[I_D(R(t))] \quad (22)$$

3. 決策門檻值

前節建立三個狀態下之投資專案價值，其中，創投公司決定是否以清算方式退出海內外投資專案之門檻值 V_F^L 與 V_D^L 和創投公司是否在 IPO 後以轉換股權方式退出海內外投資專案之門檻值 V_F^I 與 V_D^I ，以及相關價值函數之參數 A_{1F} 、 A_{2F} 、 A_{1D} 、 A_{2D} 等皆為未知待解之門檻值或參數。

依據 Dixit and Pindyck (1994) 之等價值條件 (value matching condition) 及平滑條件 (smooth pasting condition) 求出門檻值 V_F^L 、 V_D^L 、 V_F^I 、 V_D^I 與參數 A_{1F} 、 A_{2F} 、 A_{1D} 、 A_{2D} 。

創投公司在評估退出策略時，若選擇清算方式則需有清算成本 S_i ；若選擇在 IPO 後以轉換股權之方式則需有轉換成本 C_i ，其中， $i=F$ 表示國外新創公司， $i=D$ 表示國內新創公司。其表示方式如下：

$$S_i = H_{i1} \cdot V_i^{L2} + J_{i1} \cdot V_i^L + W_{i1} \quad (23)$$

$$C_i = H_{i2} \cdot V_i^{I2} + J_{i2} \cdot V_i^I + W_{i2} \quad (24)$$

首先，以國外投資專案而言，創投公司處於等待下，是否決定以清算方式退出投資專案之門檻值 V_F^L 必須滿足等價條件關係式，亦即創投公司在選擇清算之專案價值等於創投公司選擇等待之專案價值，整理可得下式：

$$\alpha \cdot (\delta_F \cdot V_F^L) = \alpha \cdot V_F^L + A_{1F} V_F^{L\beta_{1F}} + A_{2F} V_F^{L\beta_{2F}} - I_F - S_F \quad (25)$$

滿足平滑條件關係式亦即針對式(23)對 V_F^L 進行一階導函數求取，其結果列式如下：

$$0 = \alpha \cdot (1 - \delta_F) + \beta_{1F} A_{1F} V_F^{L\beta_{1F}-1} + \beta_{2F} A_{2F} V_F^{L\beta_{2F}-1} - S_F' \quad (26)$$

創投公司選擇在 IPO 後轉換股權之門檻值 V_F^I 亦滿足等價條件關係式，亦即創投公司選擇在 IPO 後轉換股權之專案價值等於創投公司選擇等待之專案價值，整理可得下式：

$$\alpha \cdot (\kappa_F \cdot V_F^I) = \alpha \cdot V_F^I + A_{1F} V_F^{I\beta_{1F}} + A_{2F} V_F^{I\beta_{2F}} - I_F - C_F \quad (27)$$

滿足平滑條件關係式亦即針對式(21)對 V_F^I 進行一階導函數求取，其結果列式如下：

$$0 = \alpha \cdot (1 - \kappa_F) + \beta_{1F} A_{1F} V_F^{I\beta_{1F}-1} + \beta_{2F} A_{2F} V_F^{I\beta_{2F}-1} - C_F' \quad (28)$$

另外，以國內投資專案而言，創投公司處於等待情形下，是否決定以清算方式退出投資專案之門檻值 V_D^S 必須滿足等價條件關係式，整理可得下式：

$$\beta \cdot (\delta_D \cdot V_D^L) = \beta \cdot V_D^L + A_{1D} V_D^{L\beta_{1D}} + A_{2D} V_D^{L\beta_{2D}} - E[I_D(R(t))] - S_D \quad (29)$$

滿足平滑條件關係式亦即針對式(23)對 V_D^L 進行一階導函數求取，其結果列式如下：

$$0 = \beta \cdot (1 - \delta_D) + \beta_{1D} A_{1D} V_D^{L\beta_{1D}-1} + \beta_{2D} A_{2D} V_D^{L\beta_{2D}-1} - S_D' \quad (30)$$

創投公司選擇在 IPO 後轉換股權之門檻值 V_D^I 亦滿足價條件關係式，整理可得下式：

$$\beta \cdot (\kappa_D \cdot V_D^I) = \beta \cdot V_D^I + A_{1D} V_D^{I\beta_{1D}} + A_{2D} V_D^{I\beta_{2D}} - E[I_D(R(t))] - C_D \quad (31)$$

滿足平滑條件關係式亦即針對式(25)對 V_D^I 進行一階導函數求取，其結果列式如下：

$$0 = \beta \cdot (1 - \kappa_D) + \beta_{1D} A_{1D} V_D^{I\beta_{1D}-1} + \beta_{2D} A_{2D} V_D^{I\beta_{2D}-1} - C_D' \quad (32)$$

經由式(25)、(26)、(27)、(28)等組成之非線性聯立方程式可找出國外投資專案之清算及轉換門檻值及相關參數值，式(29)、(30)、(31)、(32)等則可找出國內投資專案之門檻值及相關參數值。

3.1 最適投入成本

創投公司於國外投資專案中必須支付投入成本 I_F ，以獲取國外新創公司之股權。而創投公司在考量退出策略時，追求投資專案之清算價值及轉換價值及極大化，因此本節主要在探討創投公司最初於國外投資專案之投入成本 I_F 與最終國內投資專案決策門檻值 V_D^L 及 V_D^I 之間關聯性，並分析不同風險趨避程度下之最適之投入成本。

當創投公司對投資專案之態度較為保守或悲觀

時，其所反映出決策區間將會較小，即清算門檻值與轉換門檻值之間距達到最小。因此，當創投公司為一風險趨避者 (risk avoider) 時，將會追求清算門檻值 V_D^L 極大化及 V_D^L 與 V_D^I 之間距離極小化。其目標函數為 $\max V_D^L$ ；限制條件為 I_F 先決定出國外投資專案之門檻值 V_F^L 與 V_F^I ，再決定出國內投資專案之門檻值 V_D^L 與 V_D^I 。其中 $V_D^L < V_D^I$ 。

若創投公司為一風險追逐者 (risk lover) 時，將會尋求轉換門檻值 V_D^I 極大化以及 V_D^L 與 V_D^I 之間距離極大化。其目標函數為 $\max V_D^I$ ；限制條件同為 I_F 先決定出國外投資專案之門檻值 V_F^L 與 V_F^I ，再決定出國內投資專案之門檻值 V_D^L 與 V_D^I 。其中 $V_D^L < V_D^I$ 。

4. 結論

本文主要針對創投公司之撤資模式進行數理模型建構及最適退出門檻值之決定。此模型建構基礎為創投公司以投資高科技新創公司為背景前題下，首先針對國外新創公司進行投資活動，再將國外投資專案中所撤出資金，透過匯率轉換機制後，投資於國內新創公司。其中運用實質選擇權法進行創投公司於海內外投資專案退出決策評估模式，同時在企業價值 V_t 服從於幾何布朗運動下，建構出退出決策之數理模型，分別求取出海內外投資專案之清算門檻值、轉換門檻值及相關等待價值。

與傳統 NPV 法最大之不同，在於實質選擇權法可考量投資專案中潛在價值部份，此模型中存在於考量等待價值所求取之門檻值將與 NPV 法求取門檻值產生差異性，此差異性將反映管理彈性價值。本模型於各狀態之企業價值如下：若創投公司目前處於清算狀態下，其所產生企業價值則是選擇以清算方式退出投資專案所產生現金流量；當創投公司處於新創公司 IPO 階段，其企業價值則是因轉換股權方式退出投資專案而產生現金流量；當創投公司進入投資專案下，其企業價值則是由兩部份所組成，其一是因新創公司之營運活動所產生之現金流量，其二則是創投公司等待將來以清算方式及轉換股權方式退出投資專案所產生潛在價值。結論顯示，當專案價值高於轉換門檻值，表示此投資專案成功，創投公司得以選擇在 IPO 後於公開市場上轉換所持

有股權退出投資專案。若專案價值低於清算門檻值，表示此一投資專案失敗，創投公司必須認賠並且以清算方式退出投資專案，以將其損失降至最低。相較於 Neus and Walz (2005) 所提出之撤資模型，除在方法使用不同外，其並未將投資專案失敗可能性納入考量，於模型中設定 IPO 階段或等待 IPO 後較佳之時機執行退出決策，其與實際情況有所差異。此外，本文亦考量創投公司在不同風險態度下，其投入成本之決定會對於兩退出門檻值所造成的影響。其中區隔條件為，當創投公司為一風險趨避者時，其清算門檻值將達到最大，同時兩者退出門檻值之間的距離達到最小。當創投公司為一風險愛好者時，其轉換門檻值將達到最大，此時兩退出門檻值之距離達到最大。

本文模型建構特色在於過去鮮少研究是針對跨國投資專案之退出決策進行數理模型評估，本文則根據中華民國創業投資商業同業公會資料 (2006) 所示，考量台灣創投事業以高科技產業為主要投資重心，同時在國外投資專案中以美國矽谷為主要投資地區之前題下，依據台灣高科技公司均依循矽谷新創公司創投機制成功模式建立數理評估模型。是故，建構先投資國外專案，再對國內相同產業新創公司進行投資活動之跨國撤資模型。此一跨國投資概念除符合台灣目前之創投事業積極朝向國際化趨勢發展外，亦可提供後續相關研究之參考依據。

參考文獻

- [1] 中華民國創業投資商業同業公會，2006，“TCVA 台灣創業投資年鑑”，台北，71-105 頁。
- [2] A. Bascha and U. Walz, “Convertible Securities and Optimal Exit Decisions in Venture Capital Finance,” *Journal of Corporate Finance*, Vol. 7, pp. 285-306, 2001.
- [3] D.J. Cumming and J.G. Macintosh, “A Cross-country Comparison of Full and Partial Venture Capital Exits,” *Journal of Banking & Finance*, Vol. 27, pp. 511-548, 2003.
- [4] A. Dixit and R.S. Pindyck, *Investment under Uncertainty*, Princeton: Princeton University Press,

- 1994.
- [5]T. Fletcher and J. Yip, "Exit Strategies for Venture Capital in Asia," *International Financial Law Review*; pp. 38, 2001.
- [6]P. Gompers and J. Lerner, "The Venture Capital Revolution," *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 15, No. 2, pp. 145-168, 2001.
- [7]T. Hellmann and M. Puri, "Venture Capital and the Professionalization of Start-up Firms: Empirical Evidence," *Journal of Finance*, Vol. 57, No. 1, pp. 169-197, 2002.
- [8]K. Ito, "On Stochastic Differential Equation," *Memories American Mathematical Society*, Vol. 4, pp. 1-51, 1951.
- [9]S.N., Kaplan and P. Strömberg, "Venture Capitalists as Principals: Contracting, Screening, and Monitoring," *The American Economic Review*, Vol. 91, No. 2, pp. 426-430, 2001.
- [10]S.N., Kaplan and P. Strömberg, "Financial Contracting Theory Meets the Real World: An Empirical Analysis of Venture Capital Contracts," *The Review of Economic Studies*, Vol. 70, pp. 281-315, 2003.
- [11]W. Neus and U. Walz, "Exit timing of Venture Capitalists in the Course of an Initial Public Offering," *Journal of Financial Intermediation*, Vol. 14, pp. 253-277, 2005.

誌謝:承蒙國科會專題計畫 NSC95-2416-H-259-015-財務援助，僅此致謝。