



# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

## 實質選擇權下之創業投資案評價

### A Start-up Assessment Model in Real option

計畫編號：NSC 89-2416-H-032-026

執行期限：89年8月1日至90年7月31日

主持人：林蒼祥 淡江大學財務系系主任

共同主持人：顧廣平 淡江大學財務系助理教授

計畫參與人員：李啟豪 文化大學會研所研究生

吳貞儀 文化大學會研所研究生

#### 一、中文摘要

台灣半導體製造公司在世界高科技業佔有重要地位，高科技公司的投資常伴隨著高風險及高獲利機會，Lin and Lee (2000) 指出傳統淨現值法不能評估高科技業之投資價值，改提出序列性、多階段的實質選擇權模式評估之。在參數估計方面，本研究將投資個案視為非交易性的金融產品，以估計 Lin and Lee 模型中的參數。並藉由推導有財務槓桿與無財務槓桿資本資產定價模式間之關係，及貝他係數在半導體產業與公司間之轉換來求出標的公司之期望報酬；藉由對非交易資產評價機制的修正推導出孳生證券的期望報酬，再進而推導出類似股利率(dividend-like yield)及其他參數，當投資標的公司的預期成長率低於市場的均衡報酬時，投資人會有諸多投資標的的選擇，為了誘使投資人持有該投資案，而有此參數出現，因而降低投資案的價值。本研究選台灣三家 DRAM 製造公司為個案來分析之。

**關鍵詞：**實質選擇權、孳生證券、創投資案  
評價、類似股利率、創業投資評價模型

#### Abstract

The study, developed chiefly around the framework of a Real Option solution model developed by Lin and Lee (2000), aims to further explore a variety of variables

to the forecast model to supplant certain deficiencies arisen from hypothesized variables adopted in the investment case studies, and to instill more value in terms of adopting the entire model framework in actual implementation. With this, forecasting the formula's variables remains a crucial process to how the model's solution mode manifests, showcased through three high-tech start-up case studies of DRAM concluded by the study show that there is positive significance for choosing tangible options model as a dependable tool for evaluation high-tech industry investment for the study regards a start-up investment project as a compound options, which not only covers market demand and uncertainty arisen from management variations, but also helps to evaluate potential investment opportunities and value associated with an investment project. With which, start-up firms could have more to go by in stead of turning to less desirable investment decision-making by underestimating the potential yield of a start-up venture.

**Keywords:** Real option, twin security, a start-up assessment model, dividend-like yield, a start-up assessment model.

#### 二、緣由與目的

Keeley, Punjabi and Turki (1996)指出適當的創投評價模型必須反映創業投資案所具有的高風險、高彈性 (flexibility) 與

多階段(multiple-period)性質，並且創投案著眼點是標的公司未來的成長潛力；其中高風險的產生是由難以對未來預期現金流量作預期，並且難以得出適當的折現率，且每一階段創投公司皆會面臨繼續投資或放棄的抉擇。因此，相對於淨現值法，實質選擇權評估模式有同時考慮標的物的淨現值及不確定性所蘊藏之機會，應屬一較符合創投業現實狀況之評估模式。

本研究將台灣高科技公司設立至上市(櫃)的過程視作高科技創投案的決策過程，使用 Lin and Lee (2000)的選擇權公式解評估模式來評估高科技公司在各投資階段的價值。其模型以投資案此非交易性資產為標的，加入 Trigeorgis(1993)之建議，利用類似股利率來修正標的物為交易資產之選擇權評價機制，建立一個多階段複合式買權的創投評價模型。本研究並為其公式解模型所需之參數提供估計過程，並進一步比較傳統淨現值法與實質選擇權評價模型在實際應用上之差異。最後，因限於資料取得不易，本研究選取茂德、力晶、世界先進等三家高科技公司來作個案研究。

### 三、結論與討論

#### (一) 實質選擇權公式解模型介紹

在 Lin & Lee(2000)中選擇權的價值是來自於公開上市後公司的總市值及時間為函數，因此選擇權的價值其演進過程亦依循幾何式布朗運動。創投公司於投資標的公司的第四期融資(依中華民國財政部及創投公會對創投的投資事業階段分為：種子期(seed)、創建期(start up)、擴展期(expansion)及成熟期(growth up)共五期)，也即是公開上市之前，可視為擁有一簡單選擇權(simple option)；而於第五階段當創投公司買下初次公開上市的總值後，則可擁有整間公司的市場價值，此一簡單選擇權的形式可表示為  $Max(V_{t_5} - I_{t_5}, 0)$ ；當公司的價值超過初次公開上市的總值時，則創投公司會去執行此一選擇權；此時這個選擇權的價值可將之表示為  $C_{t_5, t_4}$ ，其中第一個下標代表選擇權的到期日，第二個下標代表對選擇權做評價的時點。

創投公司會於公開上市的前一階段會依據  $C_{t_5, t_4}$  價值去評斷是否應繼續給予投資標的公司融資，當  $C_{t_5, t_4} - I_{t_4} > 0$  時，代表未來標的公司上市的選擇權價值會高於現在的資金投入，因此創投公司會進行融資案，而當  $C_{t_5, t_4} - I_{t_4} \leq 0$  時，則放棄投資案；以數學式表示為  $Max(C_{t_5, t_4} - I_{t_4}, 0)$ 。

依此類推，於第三期創投公司會依據  $C_{t_4, t_3}$  的價值與融資額度  $I_{t_3}$  相比，決定融資案是否應繼續？此時創投公司所擁有的買權  $C_{t_4, t_3}$  為一複合式選擇權(compound call option)的形式。

$C_2$  複合式選擇權的標的物為簡單選擇權  $C_1$ ，其最終的價值來自公司上市後的市場價值，如此方才形成所謂的複合式選擇權( $C_2$ ，下標 2 代表選擇權的維度； $C_2$  代表二維的複合式選擇權(option on option))，此五階段複合式選擇權的形成，參見圖 2-1。

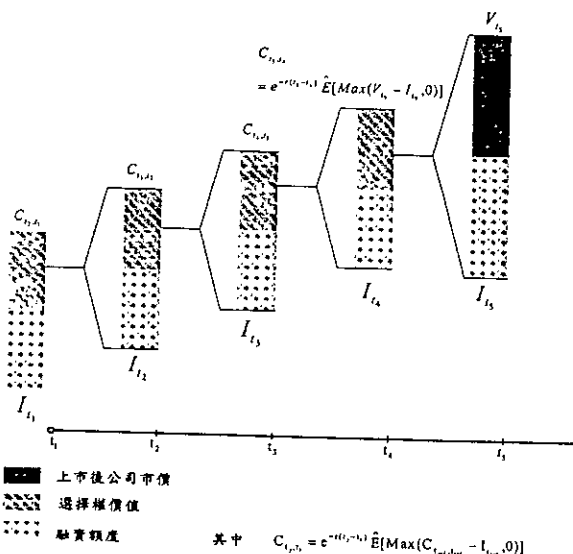


圖 2-1 多階段複合式選擇權示意圖

因此，Lin & Lee(2000)推導出複合式選擇權的公式解(可延伸至 n 期)，其一般式表示如公式 3-1：

$$C_{(n-i)} = Ve^{-\delta(t_n-t_i)} \Phi_{(n-i)}(H; R) - \sum_{j=1}^{n-i} e^{-r\tau_j} I_{t_{j+1}} \Phi_j(K; R)$$

(3-1)

其中：

$$H = (h_{i1}, h_{i2}, \Lambda h_{i(n-i)})^T$$

$$K = H \cdot \sigma_v \sqrt{\Psi}$$

$$\Psi = ((t_{i+1} - t_i), (t_{i+2} - t_i), \Lambda (t_n - t_i))^T$$

R 為相關係數矩陣  $\left\{ \sqrt{\frac{\Psi_i}{\Psi_j}} \right\}$ ,  $i < j$ ;

$$h_{ij} = \frac{\ln\left(\frac{V}{V_{CR}}\right) + (r - \delta + \frac{1}{2}\sigma_v^2)(t_{i+1} - t_i)}{\sigma_v \sqrt{t_{i+1} - t_i}}$$

$$h_{i(n-i)} = \frac{\ln\left(\frac{V}{I_{t_n}}\right) + (r - \delta + \frac{1}{2}\sigma_v^2)(t_n - t_i)}{\sigma_v \sqrt{t_n - t_i}}$$

$$V^{CR} = (V_{i+1}^{CR}, V_{i+2}^{CR}, \Lambda V_{n-1}^{CR})^T$$

$$\exists V^{CR} \ni C_{n-i-1}^{CR} - I_{t_{i+1}} = 0$$

$$\delta \equiv \alpha_s - \alpha_v$$

$$\alpha_s = r + \lambda_m \rho_{vm} \sigma_v$$

$$\Phi_n(H, R) = \Pr[\cap (X_j \leq h_j)]$$

$$= \frac{1}{(2\pi)^{n/2} |R|^{1/2}} \int_{-\infty}^{h_1} \Lambda \int_{-\infty}^{h_2} \exp\left[-\frac{1}{2} X^T R^{-1} X\right] dX_1 \Lambda dX_n$$

$$i = t_i \quad (\text{例如: } 4 = t_4, j = 1, 2, \Lambda (n - i - 1))$$

## (二) 參數介紹

本研究採用 Lin and Lee (2000) 模型來將實質選擇權公式解模型應用在高科技產業之創投案的評估上，而此模型其所需估計的變數相當多，因此本研究將依性質分為二大類別參數，一為基本資料型參數：此類的參數資料需藉由創投公司或標的公司本身提供，例如每期的投資金額 ( $I_m$ )、負債對權益比 ( $D/S$ ) 及稅率 ( $T$ )；另一為估計型參數：此類型的參數需藉由第三章所述之方法估計得之，例如公司價值波動性 ( $\sigma_v$ )、風險市價 ( $\lambda_m$ )、公司的期望報酬 ( $\alpha_v$ )、公司價值與市場報酬相關係數 ( $\rho_{vm}$ )、無風險利率 ( $r_f$ )、標的公司價值 ( $V$ )、類似股利率 ( $\delta$ )。

## (三) 參數估計

(3-4-3)

以下本研究將 Lin and Lee (2000) 模型中之參數分為四節來探討。

### 1. 估計標的公司之價值 ( $V$ )

由於創業者在評估企業計值時尚需評估標的公司的產品與技術之可行性來決定此投資案之價值。此外，創業者亦需評斷該公司其產品的市場及行銷能力、產業之特性等，因此，本研究並不直接對標的公司未來價值作一直接衡量，而改採行敏感性分析，試圖找出此創投案所需之臨界值，即嘗試找出傳統評價模式淨現值法與實質選擇權評估模式二者所需要的公司價值各需多少，其投資案才值得執行，而其差距即為公司實質選擇權公式解多於淨現值法考慮之處，而在此範圍內，本研究亦說明為何許多創業者對於淨現值法為負的投資案其仍執行的原因。

### 2. 估計標的公司的期望報酬 ( $\alpha_v$ )

周賓鳳、劉怡芬 (1999) 在研究台灣股票市場報酬率與可能解釋因素間之關係時，以 1982 年 7 月至 1998 年 6 月之月資料進行實證分析，CAPM 為台灣股票定價之最佳模型，期望報酬與市場貝他值之間確實存在線性關係，且發現  $\beta$  值為解釋橫斷面期望報酬的唯一因子。並且其研究時間與資料應用方式 (月資料) 亦提供本研究在採用 CAPM 模式發現時為一相當有力之佐證。

因此，本研究利用 Sharpe (1964) 所導出的市場模式 (market model) 估計出半導體類股之貝他值 ( $b_{i,L}$ )。其模式如公式 3-2：

$$R_{i,t} = a_i + b_{i,L} R_{m,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (3-2)$$

在式中  $R_{i,t}$  為半導體類股報酬，本研究將相關之半導體上市櫃公司依公司市值 (規模) 大小，組成一半導體的投資組合，而前述產業之報酬即是以個股市值為權數之加權平均報酬； $R_{m,t}$  為第  $t$  個月市場投資組合報酬； $b_{i,L}$  為迴歸係數，本研究將採用前 60 個月之月報酬，採用最小平方方法估計之。 $\varepsilon_{i,j}$  為殘差項。

此外，哈馬達教授指出，在公司使用

財務槓桿後，其負債對權益比會大於零，故公司的貝他係數會較未使用財務槓桿時高，其可由公式 3-3 表示：

$$\begin{aligned} b_L &= b_u \times (1-T) \times (D/S) \\ &= b_u [1 + (1-T) \times (D/S)] \end{aligned} \quad (3-3)$$

在由市場模式計算出半導體產業之  $b_{L,L}$  後，再依半導體產業之負債對權益比及所得稅稅率代入公式  $b_{L,L} = b_u [1 + (1-T)(D/S)]$ ，即可估出無財務槓桿半導體產業之  $b_u$ ；再將標的公司之負債對權益比及所得稅稅率及  $b_u$  再代入標的公司的哈馬達公式  $b_L = b_u [1 + (1-T)(D/S)]$ ，即可求出標的公司的  $b_L$ ，即考量財務槓桿之標的公司之貝他係數。

在求得  $b_L$  之後，再將其入 3-4 式，即得到該標的公司近 60 個月之報酬估計值，然後取其平均即得到標的公司之期望報酬 ( $\alpha_v$ ) 估計值，見 3-5 式。

$$\hat{R}_{v,t} = \hat{a}_t + b_L R_{m,t} \quad (3-4)$$

其中  $\hat{R}_{v,t}$  為標的公司之時間序列報酬； $R_{m,t}$  為大盤第  $t$  個月的報酬。

$$\alpha_v = \frac{\sum \hat{R}_{v,t}}{T} \quad (3-5)$$

其中， $\hat{R}_{v,t}$  為第公司第  $t$  期之報酬估計值。

一般公司在成立之初，其資金募集所面臨的風險是財務及事業風險，而本研究利用市場模式所求出的大盤與半導體產之迴歸係數，來求出產業無舉債之貝他係數，再依該公司之負債對權益比計算出標的公司有舉債之貝他係數，因此，利用哈馬達公式的轉換過程是可行而且合理的。

### 3. 估計學生證券的期望報酬 ( $\alpha_s$ )

傳統金融選擇權價值之推導是以交易資產為標的，但實質選擇權其標的資產確為非交易性資產，因此本研究欲藉由有交易之標的證券來複製選擇權之現金流量，進而求出選擇權價值，進而修正非交易資

產之評價機制。

而在一完美市場假設下，可以假設存在一學生交易證券  $S$ ，其與標的資產具有相同的金融風險 (亦即其二者相關係數為 1)，皆面對相同之市場環境變化， $S$  並支應固定股利率  $\delta$ 。由於在真實世界裡，相對於標的公司的學生證券並不存在，因此本研究利用學生證券與標的資產具有相同系統風險的特性，從市場大盤中找出與標的物具相同性質之一籃子股票來作投資組合以模擬學生交易證券。

藉由市場模式之參數推導，本研究可以得到下列的推導過程：

$$\begin{aligned} E(R_v) &= r_f + \beta_v [E(r_m) - r_f] \\ &= r_f + \frac{\sigma_{v,m}}{\sigma_m^2} \times [E(r_m) - r_f] \\ &= r_f + \frac{E(r_m) - r_f}{\sigma_m} \times \rho_{vm} \times \sigma(r_v) \\ &= r_f + \lambda_m \times \rho_{vm} \times \sigma(r_v) \end{aligned}$$

因此，學生交易證券的期望報酬  $\alpha_s$  可由公式 3-6 表示：

$$\alpha_s = r_f + \lambda_m \times \rho_{vm} \times \sigma_v \quad (3-6)$$

### 4. 估計類似股利率 ( $\delta$ )

相同的資產放在不同的市場下，其要求之報酬率亦不會相同，通常在交易越頻繁的環境下其報酬會越高。而相同系統風險之標的證券與學生證券其二者分別處於有交易市場與無交易市場的不同環境，因此，二者在報酬上的差額即為類似股利率 ( $\delta \equiv \alpha_s - \alpha$ )。

McDonald and Siegel (1985) 亦表示若投資標的物在市場並無交易，則其成長率  $\alpha$ ，會低於由學生證券而來的市場要求預期均衡報酬  $\alpha_s$ ；由於非交易證券項中出現  $\delta$  項，使得其與有交易的資產定價有所區別。

### (三) 個案研討

#### (1) 茂德創投案

由於本研究所需獲得的創投案資料是屬於各公司的內部資料，因此在獲得上十

分不易，因此本研究將只藉由茂德、力晶、世界先進創投案來做個案分析：

### 1. 茂德創投案所需之參數彙總

茂德科技股份有限公司(以下簡稱茂德)設立於西元 1996 年 12 月 12 日，在西元 1997 年 6 月 2 日公開發行，茂德之主要產品為動態隨機存取記憶體(DRAM)，本研究是為協助創業投資公司於西元 1996 年 12 月 31 日判斷是否投入第一筆資金支持茂德科技股份有限公司之設立，研究期間自 1992 年 1 月至 1996 年 12 月，共計 60 個月。

本研究半導體採樣的公司有茂矽、華邦、台積電、聯電、旺宏、太欣、民生、順德、光罩、致茂、日月光、矽品、華泰，這些公司皆是在 1996/12 已存在的公司，本公司利用這些公司之投資組合作為我們求算學生證券的樣本公司。而相同的，茂德的期望報酬亦是由大盤利用市場模式所推估出來的，因此，此大盤的投資組合符合學生證券的定義(與標的證券茂德具有相同的金融風險)。

表 3-1 茂德創投案所需之參數彙總表

參數	參數值
標的公司價值( $V$ )	215-550
第一期投資額( $I_{t1}$ )	110
第三期投資額( $I_{t3}$ )	55
第四期投資額( $I_{t4}$ )	30
第五期投資額( $I_{t5}$ )	1
無風險利率( $r_f$ )	5.365724917%
公司價值波動性( $\sigma_v$ )	58.38298405%
標的公司的期望報酬( $\alpha_v$ )	60.09515566%
風險市價( $\lambda_m$ )	1.516861998
公司價值與市場報酬相關係數( $\rho_{vm}$ )	0.777905286
第三期的時點( $t_3$ )	0.5
第四期的時點( $t_4$ )	1.5
整個投資案的時點( $t_5$ )	3.5

### 2. 淨現值法與實質選擇權公式解模型之比較

將以上參數帶入 Lin and Lee (2000) 的實質選擇權公式解中，得到茂德創投的複合式選擇價值為表 3-2，發現當估計茂德總市值為 219 億以上時，其選擇權價值為 110.28 億，大於第一期應投資的金額(110 億)，對茂德的管理團隊而言是項值得投資的創投案。但相反的，若以傳統的淨現值法來估計則為一不可行的方案。

表 3-2 茂德公司價值之敏感性分析

標的公司價值( $V$ )	219	450	550
NPV	-105.44	-31.356	0.71689
選擇權價值	110.28	360.18	463.285

本研究延續 Lurhrman (1998) 的選擇權空間(option space)為分析架構，以 NPV = 0 為橫軸、選擇權價值 = 0 為縱軸，將創投資案分為四塊區域，再依表 3-2 將茂德創投案置於本研究所的選擇權空間來評估，如圖 3-1 所示。

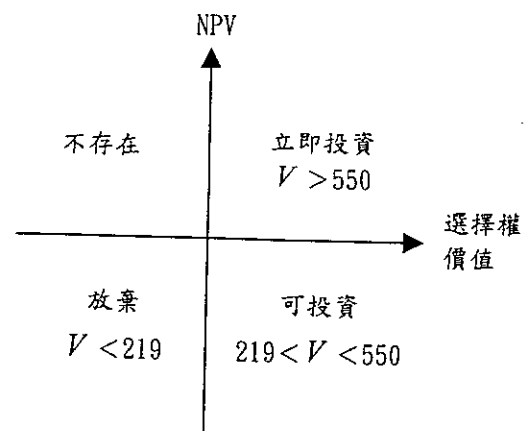


圖 3-1 茂德創投案之評估方法分析圖

由此可知，本研究可將標的公司的公司價值作以下的區分：

(A) NPV 小於零及選擇價值小於  $I_{t1}$  放棄：

當標的公司的價值落在此區塊時，代表此創投案在現階段不論用淨現值法或實質選擇權評估模式作評估皆是不宜執行的，管理當局應放棄或延後執行。

當茂德的公司價值僅有 219 億或更少時( $V < 219$ )，本研究建議創投業者先暫緩或放棄執行此創投案，等之後市場趨勢較明顯或公司未來價值有增加之可能性時再

執行此一創投案。

(B) NPV 大於零及選擇價值大於  $I_{11}$  一立即投資：

當標的公司的價值落在此區塊時，代表此創投案在現階段即可立即執行，並且會有相當好的報酬。

當茂德的公司價值高於 550 億時 ( $V > 550$ )，淨現值為正且選擇權價值亦高於創業者第一期欲投入之金額 110 億，因此，兩評估方法的結論相同，可見此創投案在此時是一相當有價值之投資案。

(C) NPV 小於零但選擇權價值大於  $I_{11}$  一可投資：

當標的公司的價值落在此區塊時，代表此創投案若創業者使用傳統的淨現值法作評估，其淨現值為負，創業者將會放棄此創投案。或許延緩投資時間可以解決部分資訊不足的問題，但現實的競爭情勢又不允許，因為有可能會因延遲了投資的時機而給予競爭對手先佔優勢的機會，若等到對手的學習曲線已經降低後才投資，對手的成本與先進的優勢將形成巨大的阻礙，再難望其項背。高科技產業由於其所面臨的風險相當大，同時其又為此世紀最熱門的產業，企業常會處在摸索階段但又不得不投資的狀態，此時，時效性與正確性似乎具有抵換 (trade-off) 的關係。但此時若使用實質選擇權公式解的評估模型，將可發現此創投案是具有執行價值的。

由此可見，實質選擇權評估模式為同時考慮的物的淨現值及不確定性所蘊藏機會的二維思考模式，若標的公司價值落在此區塊內，則可充分表現出傳統淨現值法忽略將管理彈性、策略彈性及投資案的不可逆性、投資決策的可延遲性那入考量，因此，淨現值法其淨現值大於零時則採行的一維思考確有其值得商榷處。

在茂德創投案中，本研究發現若以傳統 NPV 法評價，公司價值需高達 550 億，其淨現值才會大於零，此投資案才值得執行；但藉由實質選擇權的評估，本研究發現只要茂德公司價值高於 219 億，此創投案即具有執行價值，而此區間 ( $219 < V < 550$ )，即代表著傳統淨現值法值得商榷的證明。

(D) NPV 大於零但選擇價值小於  $I_{11}$  一不存在：

由茂德創投案的敏感性分析中可發現，此狀況並不存在於選擇權模式中。選擇權價值會隨著標的公司所估計的總市值而改變，當總市值越大則選擇權的價值亦越高；相同的，當茂德的估計總市值越大則其淨現值也就越大，選擇權與淨現值兩者呈現同方向變動的趨勢，因此此區域並不存在。如圖 3-2 所示。

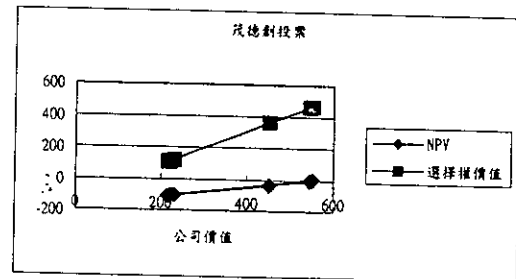


圖 3-2 茂德創投案之評估方法比較

## (2) 其他個案

力晶設立日期為 83 年 12 月，本研究以 83 年 12 月為基準，往前五年 (60 個月) 推估其各項計算型參數；世界先進積體電路股份有限公司籌備處相同的世界先進則預計成立於民國 83 年 12 月，因此本研究以 83 年 12 月為基期，往前五年 (60 個月) 推估其各項計算型參數，此外，配合力晶、世界先進所提供的資料型參數來求取其創投案的實質選擇權價值。

此兩家公司之實證結果與茂德創投案相同，因此本研究認為只用淨現值法來評估一創投案是否執行在技術上太過武斷，因此，本研究認為在評估任一創投案是否值得執行時，可採取實質選擇權評估模式，以免作出錯誤的判斷。

## 四、計劃成果自評

本研究在研究過程中引用 Lin and Lee (2000) 的選擇權公式解評估模式的架構，並為其公式解所需之參數提供估計過程，以彌補其投資案例參數值皆是假設值之不足，以使整個模型架構更具有實際應用之價值。

在對非交易評價機制的修正方面，本研究利用學生證券 (twin security) 與標的資

產具有相同系統風險的特性，以標的資產所處的證券市場為投資組合來模擬學生證券，並進而利用資本資產定價模式來推估其他公式解參數。

本研究從茂德、力晶與世界先進的創投案實證分析中發現，傳統淨現值法與實質選擇權評估模式所要求之最低公司價值是有一段差距的，而此差距即為淨現值法與實質選擇權評估模式差異的地方。本研究認為只用淨現值法來評估一創投案是否執行在技術上太過武斷，因此，本研究建議在評估創投案是否值得執行時，應再參考實質選擇權評估模式，以免作出錯誤的判斷。

## 五、參考文獻

- [1] 周賓鳳，劉怡芬(2000)，台灣股市橫斷面報酬解釋因子：特徵、單因子、或多因子？證券市場發展季刊，45(12)，1-32。
- [2] Keeley, R., Punjabi, S. and Turki, L. (1996). Valuation of early-stage ventures: option valuation models vs. traditional approach. *Entrepreneurial and small business finance*, 5(2), 115-138.
- [3] Lurhrman, T. A. (1998, July-Aug). Investment opportunities as real option : getting started on the number. *Harvard Business Review*, 76(4), 51-67.
- [4] McDonald, R., & Siegel, D. (1985, June). Investment and the valuation of firms when there is an option to shut down. *International Economic Review*. 26(6), 331-349.
- [5] Sharpe, W. F. (1964). Capital asset prices: a theory of market equilibrium under conditions of risk. *Journal of Finance* 19(1), 425-442.
- [6] Lin, T. W., & Lee, C. F. (2000). Sequential venture capital investment as real options. Paper present at. 8<sup>th</sup> conference on pacific basin finance, economics and accounting, Thailand.