

# 海外可轉債(ECB)評價與風險值之探討

黃介琳

## 一、前言

面對全球化的競爭及隨著國內證券市場國際化程度的加深，我國的企業開始向外建立生產和服務的據點，也開始運用全球的資金與技術，擴張至全球資本市場募集資金，以期降低資金成本，增加企業的競爭優勢。海外可轉換公司債(European Convertible Bond, ECB)就是向國際籌資的管道之一，1998年永豐餘發行國內第一檔 ECB，掀起國內企業至海外金融市場直接募集外幣資金的熱潮。

ECB 本身是一種可轉債(Convertible Bond, CB)，因此可從 CB 的結構來分析，同樣是含有債券與股票雙重特性之混合證券，但其發行情別為外幣，必須考慮匯率的波動，目前台灣多數的 ECB 都含有贖回(call)、賣回(put)、轉換價格重設(reset)或是特別重設(special reset)等多項特性，這些條款也明顯表現出 ECB 的選擇權性質，故評價時，必須考慮債券價值與選擇權，另外加入匯率以評價出 ECB 的價值。本文將以公司債加上選擇權的方式來評價 ECB，其中，選擇權分別以 Black-Scholes 的選擇權定價模型與 Cox, Ross and Rubinstein 二項樹模型(Binomial Tree)方法來評價，並且評估 ECB 風險值(Value at Risk, VaR)。以下於第二部份作 ECB 的介紹，第三部分討論有關 ECB 評價的相關文獻，第四部份介紹 ECB 的評價方法與風險值，並以實例探討。最後給予結論與建議。

## 二、ECB 簡介

ECB 是一種股權與債權混合的商品，債權持有人除了可以按時收到票面利息之外，也有權利將 ECB 在轉換期間內依照轉換價格(Conversion Price)轉換為公司普通股，在此結構之下，可以拆解出 ECB 價值由債券與選擇權組成。此外 ECB 發行名目本幣別為外幣，一般常見的是美元，持有人必須注意匯率波動造成的價格變化，也就是匯率風險。

發行 ECB 與 CB 相同，其契約皆附帶許多條款，較常見的有以下各項：

### 1. 票面利率

由於 ECB 有轉換股票的權利，因此其票面利率，均遠低於普通公司債的水準。

### 2. 擔保情形

發行 ECB 時，發行人是否有指定金融機構，作為日後到期償付保證還款。

### 3. 反稀釋條款(Anti-dilution)

當發行人股權比率發生變動時，應就股權比率變動前的轉換價格，進行相當的調整，因此當發行公司進行無償配股、配息、員工配股及現金增資，或是以低於每股市價再次發行可轉債時，均會按其相對稀釋的比例調降轉換價格。

#### 4.轉換價格之重設權(Reset provision)

轉換價格的重設權主要保障投資人於持有期間內，因標的股票市價持續下滑，以至於無法執行轉換權利時，仍能按約定時點，進行轉換價格的重新設定，促使調整後的轉換價格較能接近目前的市價水準。

#### 5.債券賣回權(Put provision)

當轉換價值遠低於債券面額時，持有人必定不會執行轉換權利，此時投資人可於持有該債券滿一特定期間後，要求發行公司以面額加計利息補償金的價格，收回該債券。

#### 6.債券贖回權(Call provision)

債券贖回權是一種屬於發行人的權利，主要目的在降低發行公司的發行成本。當發行公司股票市價持續上漲至某一程度，或是可轉債流通在外餘額過少時，發行公司得行使該條款，以保障利率強制贖回可轉債。

#### 7.發行面額(Nominal amount)

即為債券上印出的面額。國內發行 CB 的面額，通常為新台幣 100,000 元。

ECB 通常以美金 1,000 元、美金 5,000 元或美金 10,000 元居多。

#### 8.到期殖利率(Yield to put/maturity)

以目前市價買進 CB，並持有至下一賣回日或到期日之報酬率。也就是行使賣回權之內部報酬率。

以上為契約常見的條款，而投資 ECB 出現許多專有名詞，這些名詞通常也可作為投資

指標，以下簡單介紹相關名詞：

#### 9.轉換比率(Conversion ratio)

$$\frac{\text{面額}}{\text{轉換價格}}$$

#### 10.轉換價值(Conversion value)

$$\text{標的股票市價} \times \text{轉換比率}$$

#### 11.平價比率(Parity)

$$\frac{\text{標的股票市價}}{\text{轉換價格}}$$

又或以百元平價(Parity price of bond)的形態出現，其公式如下：

$$\frac{\text{標的股票市價}}{\text{轉換價格}} \times 100$$

通常百元平價介於 80-115(相當於 CB 市價折價 20%內及溢價 15%內)，較具有投資價值，也就是 CB 轉換價格與股票市價在此比例內，CB 市價較具潛在獲利機會。

#### 12.轉換溢酬(Premium)

$$\frac{\text{可轉債價格} - \text{轉換價值}}{\text{parity}}$$

轉換溢酬會出現溢價或折價的情況，可轉債價格高於 parity 時，稱為溢價，反之稱為折價，當折價時，套利機會便可能存在。

由於 ECB 評價複雜，再加上許多限制條款，因此投資時容易出現套利機會，市場上有某些套利方式可利用，最常見的模式為，當標

的股票市價高於 ECB 轉換價格時，投資人將轉換為標的股票，獲得股價增值之資本利得與股利收入，其操作原則為，在國內放空標的股票，同時在國外買進 ECB，扣除轉換喪失之票面利息及套利之相關成本後，便可鎖定目標報酬率。

另一種常見的套利機會，是利用資訊不對稱效果，由於 ECB 在海外次級市場流動性較差，造成 ECB 之市場價變化無法即時跟上國內標的股價的變化，因而產生套利空間。但 ECB 市場規模不大，有其成交數量上的限制，即使出現套利機會，有時也會因急速的收購而使 ECB 價格急速上升，造成套利空間縮小或時效已過而放棄。

投資 ECB 的優點，原則上不外乎其具有股票上漲的衝勁與下跌債券的安全緩衝，兼具一般投資人想擁有的低風險、高報酬的性質，雖多了匯率風險，但投資人亦可善用匯差與兩國利差以獲取理想的報酬。

### 三、文獻探討

早期在選擇權理論尚未應用於可轉債評價之前，是將可轉債的價值分為單純債券價值及轉換權利價值兩部分，認為可轉債的價值為此兩者較大者，在未來某一時點，由純粹債券價值和轉換價值兩者之中較大值加上債券貼水折現而得，但此方法是將未來折現的時點固定，並未考量投資人執行轉換的真實時點，因此評價可能被低估。而後發展出以 CAPM 估計折現率，將到期現金流量折現計算，但此法沒有考慮提前轉換的可能性。

自 Black and Scholes(1973)提出選擇權定價理論之後，衍生性金融商品便開始引入此理論，以提高評價的正確性，同樣的，可轉債評價也開始大量運用選擇權定價理論模型。Ingersoll(1977)認為當時的可轉債評價模式，皆無法處理債券贖回權的評價問題，因此可能導致可轉債的價值被低估，遂利用 Black and Scholes(1973)的選擇權評價模型與 Merton(1974)的或有請求權(Contingent Claim)為基礎，提出考慮贖回條款的可轉債評價模式，並以公司價值當成標的資產，而非使用股價，推導出可贖回可轉債的價值，為不可贖回可轉債的價值，加上公司贖回權價值。Brennan and Schwartz(1977)放寬 Ingersoll 的假設，以邊界條件(Boundary Condition)，將偏微分方程式加以差分化求解。另外 Brennan and Schwartz(1980)以先前理論加上隨機利率的概念，假設利率變動服從均數復歸(Mean Reverting)原則評價 CB，但其實證結果顯示，利率是否為隨機變動，對於 CB 評價的結果差異不大，實務上運用仍然以固定利率的模型為佳。

在評價選擇權時另一種常見的模型，為樹圖形法，以二項樹為例，樹圖形的優點為結果較精確，但是當因子變數超過兩個以上時，樹狀模式會變得複雜，甚至無法解決，鄭鴻柏(1996)採用 Ingersoll 的評價模型，將可轉債視為純粹債券和轉換價值之和，以現金流量法評價純粹債券價值，轉換權的部份採取 Cox, Ross and Rubinstein 的二項機率選擇權模型來評價，其實證結果顯示理論價格有高估的現象。Ammann, Kind and Wide(2003)加入公司信用風險之二項數模式，對法國可轉債進行評價，實證結果顯示，其研究的法國可轉債樣本

中，超過一半是理論價高於市價，價差平均為 3.24%。進一步研究更發現，可轉債價格處於深度價內時，市價低於理論價，處價外時，市價高於理論價。

關於 ECB 評價模型，Jennergron and Naslund(1990)提出 ECB 的評價模式，考慮 ECB 除了受轉換標的股票之價格影響之外，尚牽涉發行公司所屬國家之貨幣價格，故其評價較一般轉換公司債更為困難。David, Richardson and Tong-Sheng Sun(1993)評價美國企業發行之日經指數認股權證(Nikkei Index warrents)，由於此商品是在美國交易，故價格以美元計價，但執行價格與標的資產則是以日圓計價，所得報酬可依契約訂立的變動匯率，轉換成美元，而此權證透過歐式選擇權的評價基礎，可以求得其模型的封閉解，若是視此權證為美式選擇權，則其評價過程必須運用數值方法，可藉由有限差分法計算，再利用匯率轉換權證價值。

另有許多文獻提出以模擬法評價可轉債，Longstaff and Schwartz(2001)所提出的最小平方蒙地卡羅法(Least-squares Monte Carlo simulation, LSM)，估計繼續持有選擇權的條件期望值，有效評估最適提前履約的決策，此法可以解決多變數與相依路徑等複雜的問題。Lin, Chang and Yu (2003)，擴展 Longstaff and Schwartz(2001)的 LSM 模擬法評價 ECB，其模型同時考慮股價、匯率、兩國利率等等變數，但並未對其選擇權部分深入探討。林忠機等人<sup>1</sup>(2006)評價 ECB，認為 LSM 方法可以有

處理多個狀態變數與複雜的美式選擇權評價問題，並加入隱含波動模擬法(Implied Volatility Simulation, IVS)之技巧，ECB 的價格更貼近市場價值，提升 ECB 評價的可靠性。

#### 四、評價 ECB 與風險值評估

本文將 ECB 拆解成兩部分：公司債與選擇權，其中選擇權分別以歐式與美式選擇權的概念作為評價基礎，採用 Black and Scholes 模型評價歐式選擇權，而美式選擇權則是 Cox, Ross and Rubinstein(1979)二項樹模型來評價。公司債部份採用現金流量折現方法評價。以下介紹選擇權，Black-Scholes 和二項樹評價模型。

##### 1. Black-Scholes 選擇權評價模型：

$$c = Se^{-qT} N(d_1) - Ke^{-rT} N(d_2) \quad (1)$$

$$p = Ke^{-rT} N(-d_2) - Se^{-qT} N(-d_1) \quad (2)$$

$$d_1 = \frac{\ln(S/K) + (r - q + \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}} \quad (3)$$

$$d_2 = \frac{\ln(S/K) + (r - q - \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T} \quad (4)$$

其中，c 為買權價值，p 是賣權價值，S 為標的股價，K 為執行價格，T 為權利期間，r 為瞬時無風險利率，q 是股利率， $\sigma$  是股價波動度， $N(x)$  為標準常態分配的累積機率密度函數(Cumulative Distribution Function, CDF)。

##### 2. 二項樹模型：

Cox, Ross and Rubinstein(1979)發表二項樹模型，是常見的美式選擇權評價方式，可以快速且直覺計算出選擇權的價格。其原理為，假

<sup>1</sup>作者為林忠機，張傳章，俞明德以及黃一仁。

設股價未來只有上漲與下跌的兩種情況，且上漲及下跌的幅度相同，在風險中立(Risk-neutral)下，選擇權的價值可以由未來的期望報酬以無風險利率折現得到。

$$C = e^{-r\Delta t} \cdot \sum_{i=0}^n \left( \frac{n!}{i!(n-i)!} \right) p^i (1-p)^{n-i} \text{Max}(u^i d^{n-i} S - K, 0) \quad (5)$$

$$\text{其中，} u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} \quad (6)$$

$$d = \frac{1}{u} \quad (7)$$

$$p = \frac{e^{r\Delta t} - d}{u - d} \quad (8)$$

$$\Delta t = \frac{T}{n} \quad (9)$$

上(5)至(9)式，C 為買權價格，S 是股價，K 為履約價，r 是無風險利率，u 為上漲幅度，d 是下跌幅度，股價報酬率的瞬間標準差為  $\sigma$ ，p 是股價上漲機率，T 為選擇權期間，n 為分割期數。

以二期間二項樹模型來說明，如圖一。假設期初股價為 20，股價的上漲與下跌的幅度分別為  $u=1.1$  與  $d=0.9$ ，無風險利率  $r=12\%$ ，期間  $\Delta t=0.25$  年，由 A 點到 B、C、D、E、F 的股價分別是 22、18、24.2、19.8，以及 16.2；假設股票選擇權買權的履約價格為 21，則在 D、E 與 F 三個情況下，買權的價值分別為  $\text{Max}\{24.2-21,0\}=3.2$ 、 $\text{Max}\{19.8-21,0\}=0.0$  以及  $\text{Max}\{16.2-21,0\}=0.0$ ，由上漲與下跌幅度可以計算出二項分配的機率是：

$$p = \frac{e^{0.12 \times 0.25} - 0.9}{1.1 - 0.9} = 0.6523 \quad (10)$$

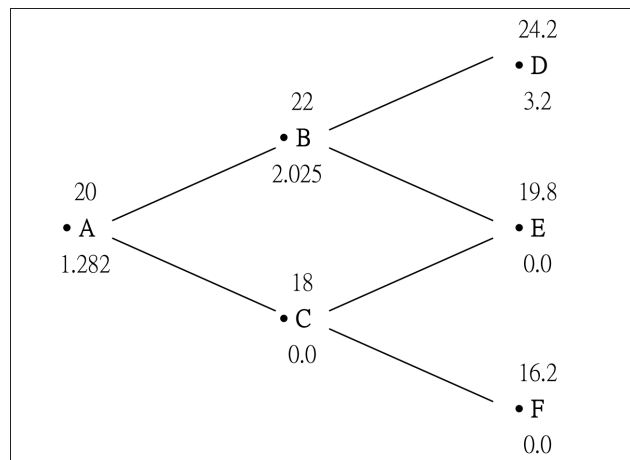
以連續複利概念，推算 B 情況的買權價

值為  $f_B$

$$\begin{aligned} f_B &= e^{-r\Delta t} [pf_D + (1-p)f_E] \\ &= e^{-0.12 \times 0.25} [0.6523 \times 3.2 + (1 - 0.6523) \times 0] = 2.025 \end{aligned} \quad (11)$$

同理，可計算出 C 情況買權價值為 0，最後回推求得 A 的買權價值為 1.282。

圖一：二期間二項樹圖示



資料來源：本研究整理

本文將以二項樹方法評價美式選擇權，衍生期數參考 Jarrow&Rudd(1983)所建議的 150 期，將 ECB 剩餘期間，也就是選擇權的權利期間，切割 150 期，以推算股價的變動。本研究以一實際海外可轉債 - 力晶 ECB7 為例，其契約資料如表一。

以下對力晶 ECB7 評價，計算日為 2010 年 9 月 2 日，名目本金 100,000 美元，當日標的股價為新台幣 4.8 元，轉換價格是新台幣 14.53 元，無風險利率 0.45%，股利率 0%，剩餘期間 0.8247 年，當天台幣兌美元的即期匯率 31.99 元，股價年波動度 0.5622。選擇權部份，本文分別以歐式與美式做評價，結果如表二。

表一：海外可轉債 - 力晶 ECB7 契約資料

債券名稱	力晶科技海外第七次 無擔保可轉換公司債
可轉換(Y)	Y
可重設(Y)	Y
公司買回權(Y)	Y
投資人賣回權(Y)	Y
幣別	USD
發行時匯率	32.41
發行總額(仟元)	160,000
發行面額(元)	1,000
發行年數	5
發行日	2006/6/30
到期日	2011/6/30
最近轉換價格	14.53
發行轉換價格	21.95
轉換匯率	32.73
發行溢價(%)	112
票面利率(%)	0
付息次數	0
轉換標的	5346

資料來源：台灣經濟新報社。

表二：海外可轉債 - 力晶 ECB7 評價結果

單位(美元)	歐式	美式
選擇權價值	0.0058	0
公司債價值	99.8202	99.8202
ECB理論價	99.8259	99.8202

資料來源：台灣經濟新報社，本研究整理。

由表二可以看出，若以美式評價方法，選擇權價值為 0，而歐式評價方法評出的選擇權價值也不高，原因在於，力晶 ECB7 的轉換價格(14.53 元)與標的股價(4.8 元)的差異很大，投資人必定傾向不履約，也就是不作轉換，因此選擇權的價值非常低，並且歐式與美式評價差別不大。

本文以不同方法計算風險值，分別是區域評價模式的簡單移動平均法與 GARCH 法；以及全域評價模式的蒙地卡羅模擬法與歷史模擬法四種。計算單日風險值，再輔以回顧測試，

比較四種方法的配適度。風險值的計算日同樣為 2010 年 9 月 2 日，樣本期間自 2009 年 9 月 2 日至 2010 年 9 月 2 日，持有名日本金為 100,000 美元。ECB 選擇權部分，則採用 Black and Scholes 模型評價，下表為風險值評估結果。

由表三可知，在 99% 信賴水準下，簡單移動平均、GARCH 法與蒙地卡羅三種方法的單位風險值，分別為 0.67%、0.65 以及 0.65%，而歷史模擬法估計的風險值為 1.07%，相較於其他三種方法高出許多，顯示以歷史模擬法可能會高估 ECB 的風險，其原因可能是 ECB 本身流動性不高，當採用過去的歷史價格資料作為樣本估計風險值時，因交易量不足，影響價格波動，造成風險值估計偏誤較明顯。接著利用回顧測試，檢視風險評估模型對於 ECB 資產的配適度，以下分別為四種方法的回顧測試雙序列圖。

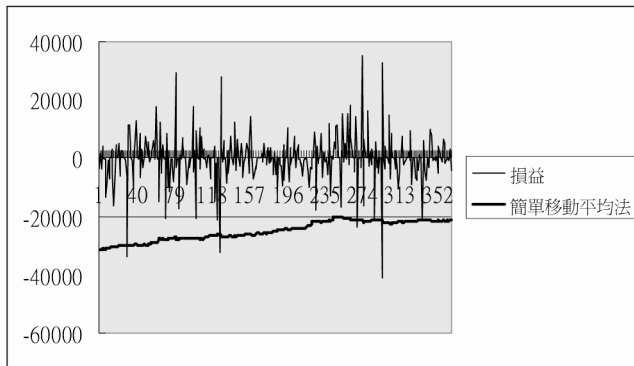
由圖二至圖五，在回顧期間一年內，可發現損益有波動叢聚(Volatility clustering)的現象，四種方法估計出的風險值穿透情形：簡單移動平均法有 4 次，GARCH 法則有 5 次，蒙地卡羅法 5 次，以及歷史模擬法有 1 次，皆在巴賽爾懲罰區的合理範圍(1.6%)內。較不同的是圖三 GARCH 方法所估計出的 VaR 走勢，明顯比其他三種方法貼近投資部位的損益變動，表示能夠反映出損益波動，並且也可以捕捉到波動叢聚的現象，顯示 GARCH 方法應該有較佳的風險值配適能力；而整體看來，歷史模擬法的 VaR 走勢，在相同的回顧期間是落在數值較大的區域，顯示可能會有高估風險值的情形。

表三：海外可轉債 - 力晶 ECB7 風險值評估結果

部 位	海外可轉債-力晶 ECB7	計 算 日	20100902
持有日期	1 日	信賴水準	99.00%
設定樣本期間	20090902-20100902	單 位	新台幣元
有效樣本	253 日		
估計方法	變異數共變異數法-簡單移動平均法		
總風險值	21,339.56	總單位風險值	0.67%
估計方法	變異數共變異數法-GARCH 法		
總風險值	20,475.44	總單位風險值	0.65%
估計方法	蒙地卡羅法		
總風險值	20,836.35	總單位風險值	0.65%
估計方法	歷史模擬法		
總風險值	34,094.33	總單位風險值	1.07%

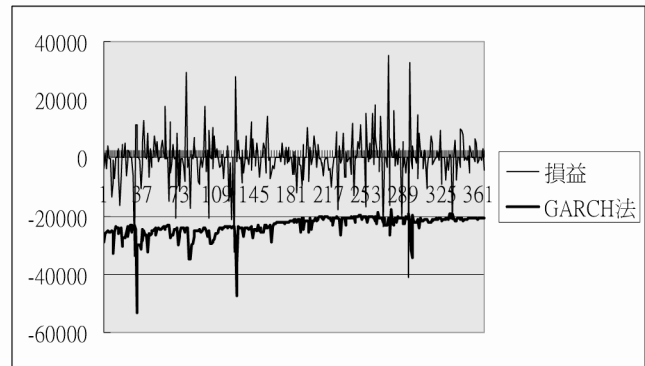
資料來源：台灣經濟新報社，本研究整理。

圖二：簡單移動平均法回顧測試雙序列圖



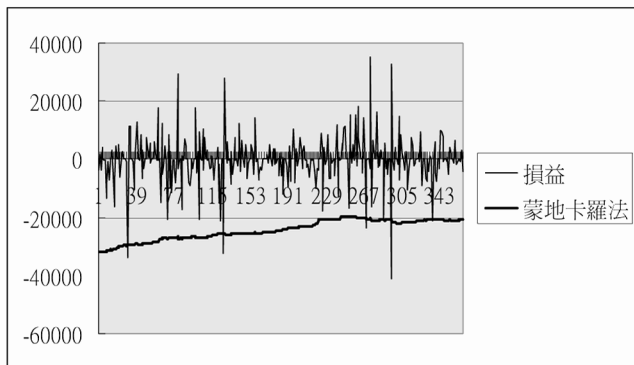
資料來源：台灣經濟新報社，本研究整理。

圖三：GARCH 法回顧測試雙序列圖



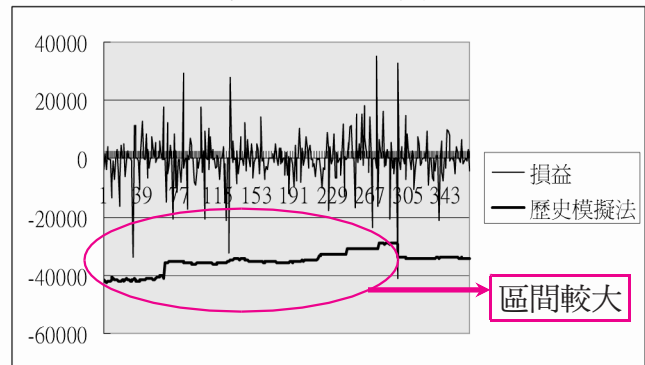
資料來源：台灣經濟新報社，本研究整理。

圖四：蒙地卡羅法回顧測試雙序列圖



資料來源：台灣經濟新報社，本研究整理。

圖五：歷史模擬法回顧測試雙序列圖



資料來源：台灣經濟新報社，本研究整理。

### 四、結論與建議

本文對海外可轉換公司債評價並分析風險值，以力晶科技海外第七次無擔保可轉換公司債為例，將其價值視為由債券與轉換選擇權組成，其中債券為公司債的價值，而選擇權的部份分別以歐式和美式概念去做計算，評價結果發現，兩種選擇權的價值差異不大，其原因可能是力晶股價與轉換價格相差過大，影響了ECB持有人進行股票轉換，因此選擇權理論價格相當低，而歐式與美式兩種評價模型在這個條件下，其價格並無明顯差異。接著以四種不同方法：簡單移動平均法、GARCH法、蒙地卡羅法與歷史模擬法估計風險值，結果發現，歷史模擬法估計出的風險值較其他三個方法來得高，透過回顧測試，發現GARCH法的配適度最好，而歷史模擬法相較於其他三者可能有高估風險值的現象。

理論上可轉債的價值，除了上述兩項之外，應綜合考慮多項，例如：持有人執行賣回權的價值、發行公司執行買回權的價值、轉換價格重設之價值…等等隱含選擇權，建議應考慮加入多項選擇權，如此可更精確評價ECB。另外，也可加入信用風險的概念，考量公司債的信用評等，以提高評價模型的可靠性。

### 參考文獻

1. 林忠機、張傳章、俞明德、黃一仁(2006.8)，「具有隱含選擇權之海外可轉換公司債評價分析」，財務金融學刊 -- 財務工程專刊，第14卷，第3期，頁35-68。
2. 鄭鴻柏，「可轉換公司債的二項機率評價模型」，國立中興大學統計研究所碩士論文，民國86年六月。
3. 陳庭綱，「海外可轉換公司債之評價與分析」，銘傳大學金融研究所碩士論文，民國90年六月。
4. Black, F and M. Scholes, 1973, "The Pricing of Options and Corporate Liabilities," *Journal of Political Economy* 18, 637-659.
5. Brennan, M. J., and E. S. Schwartz, 1977, "Convertible Bond: Valuation and Optimal Strategies for Call and Conversion," *Journal of Finance* 32, 1699-1715.
6. Brennan, M. J., and E. S. Schwartz, 1980, "Analyzing Convertible Bonds," *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 15, 907-929.
7. Cox, J. and S. Ross and M. Rubinstein, 1979, "Option Pricing: A Simplified Approach." *Journal of Finance Economics* 7(3), 229-263.
8. Hull, John, 2006, *Options, Futures and Other Derivatives*, 6<sup>th</sup> edition, Prentice Hall, New Jersey.
9. Lin, C.-G, C.-C Chang, and M.-T Yu, 2003, "The Valuation of A Euro-Convertible Bond," 2003 IEEE International Conference on Computational Intelligence for Financial Engineering, Proceedings, 115-122.
10. Longstaff, F. A., and E. S. Schwartz, 2001, "Value American Options by Simulation: A Simple Least-Squares Approach," *Review of Financial Studies* 4, 113-147.