

企業生命週期可否解釋投資與現金 流量的敏感度？

Whether Enterprise Life Cycle can Interpret the Sensitivity of Investment and Cash Flow?

詹家昌* *Chia-Chung Chan*
東海大學財務金融系
Department of Finance,
Tunghai University

許月瑜 *Yueh-Yu Hsu*
靜宜大學會計系
Department of Accounting,
Providence University

*通訊作者：詹家昌

企業生命週期可否解釋投資與現金流量的敏感度？

摘要

雖然過去有許多文獻對於投資與現金流量敏感度的意義有不同的解釋，但投資與現金流量的敏感度亦持續成為文獻探討的主題。本文除了延續過去的研究外，亦強調個別公司條件差異在解釋敏感度的重要性，觀察重點則在是否不同的公司生命週期會造成不同的投資與現金流量敏感度。本文結果除了發現公司之生命週期階段差異有助於提升模型的解釋能力外，亦發現在成長前期階段，融資限制是造成敏感度的主因，此與 Kaplan & Zingales (1997) 的主張一致，高融資限制公司顯著較低的敏感度。至於衰退後期亦有發現類似情況，但此時形成敏感度的主因則是投資的需求，與資金的需求無關，融資限制也不是造成敏感度的主因。整體而言，市場不完美程度僅能解釋成長前期的投資與現金流量敏感度，若未控制公司特徵的差異，除了可能造成如文獻的不同結果外，亦可能無法掌握造成敏感度的主因。

關鍵詞：生命週期、融資限制、投資、現金流量

Abstract

Although there were various interpretations from many articles about the meanings of sensitivity of investment and cash flow, the sensitivity of investment and cash flow still continues to become the main topic in many research articles. The paper not only extends the past studies but also emphasizes the difference among the individual corporations how to explain the importance of the sensitivity. The main point is to observe whether various enterprise life cycles will manage to different sensitivities of investment and cash flow. The conclusion of the article not only finds out the phase variety of life cycle which can promote the explanation capacity of the module, but also can prove that finance constraints from banking system at pre-growth phase is the main point to cause sensitivity. This finding has

the same result as Kaplan & Zingales (1997). However, at regression -post phase, sensitivity situation has been found too. At the phase, the main reason to cause sensitivity is the requirement for investment, not the requirement of the finance support. Moreover, finance constraints also are not the main reason for causing sensitivity. As far as the integration is concerned, sensitivity of the investment and cash flow at pre-growth phase only can be explained from the degree of imperfect market. If the difference of the special features from various companies has not been controlled, the consequence from various articles will be different and the reason of causing sensitivity also can not be handled.

Keywords: Life Cycle, Financial Constraints, Investment, Cash flow

壹、緒論

Modigliani & Miller (1958) 提出資本結構無關理論，主張在完美市場下，企業融資方式與投資決策無關。然而企業基於稅盾價值的考量，外部投資人亦考慮企業財務危機與代理成本後，完美市場之假設難以成立，投資決策可能將受財務因素影響。當企業之內部資金不足以支應新投資計劃，外部投資人又因資訊不對稱而沒有完全給予企業所需資金時，企業將在融資限制下無法從事具價值的投資計畫。許多文獻探討企業在財務限制下之投資決策，Fazzari et al. (1988) 似乎是較早提出且假設內部與外部資金成本間有顯著差異的文獻，該文認為當外部融資具較高成本時，公司會保留內部資金以因應投資所需，產生較高的投資與現金流量敏感度。但Kaplan & Zingales (1997) 產生與Fazzari et al. (1988) 一文不同的結果，主張投資與現金流量並不一定符合單調關係，該文發現融資受限程度愈高者，投資與現金流量之敏感度相對愈低，此與Fazzari et al. (1988) 所得到的差異結果引發學者廣泛討論。

在主張投資與現金流量敏感度非單調關係之研究中，Almeida & Campello (2008) 建立單期之道德危險模型，分析當公司無融資限制時，因理想投資接近實際投資額度，投資對現金流量將呈現幾乎沒有敏感度的現象；當公司面臨

企業生命週期可否解釋投資與現金流量的敏感度？

融資限制時，隨著融資限制之提高將使得敏感度降低，但該文僅考慮負債融資管道且未進行實證研究。Dasgupta & Sengupta (2007) 進行大樣本實證分析，驗證融資限制公司之投資與現金流量敏感度呈現非正向單調線性關係。Cleary et al. (2007) 則發現投資與現金流量呈現U型關係，當內部資金減少時，可能導致投資減少、不變或增加。Moyen (2004) 建立模型說明Fazzari et al. (1988) 及Kaplan & Zingales (1997) 間衝突的原因，發現以低股利支付率代表高融資限制公司時，與Fazzari et al. (1988) 之結果一致；若以融資限制指數為分類準則時，則與Kaplan & Zingales (1997) 相符。

公司投資與成長機會應有密不可分之關係，如果融資限制較低時，因為有充沛之內部資金或外部融資融通投資計畫，所以公司成長機會愈高則投資愈多。Shin & Park (1999) 探討韓國之集團與非集團公司投資與成長機會之關係，結果發現集團公司投資對成長機會具高敏感度，對內部現金流量無敏感度；而非集團公司投資對成長機會無敏感度，對內部現金流量則具高敏感度。Chapman et al. (1996) 以澳洲58家上市公司為樣本，亦發現類似結果，當公司無融資限制時，當期之Tobin's Q及營收成長率可顯著地解釋投資，顯示公司在期初規劃下期投資時，未來成長機會是重要考慮因素。Alti (2003) 以模擬方式產生類似Fazzari et al. (1988) 之樣本資料（共模擬100年），結果發現各組現金流量敏感度為正，且高成長及低股利支付率公司之現金流量敏感度較高。

雖然目前有許多文獻研究與融資限制相關的主題，且被大量應用到公司財務的研究，但Brown & Petersen (2009) 認為尚有一些問題待釐清，如融資限制與投資對現金流量敏感度關係的內涵為何？投資與現金流量的敏感度大小，究竟是代理問題還是資訊不對稱問題？股利高低可否為融資限制的指標？目前似乎仍未獲得一致的結論，主要原因是樣本屬性、融資限制的定義與樣本大小等都會影響研究結果。詹家昌等 (2007) 一文嘗試以成長因素來解釋不同的結果，雖然沒有完全控制文獻所提之變數，但亦主張成長是一個重要因素，該文提出企業屬性（成長與否）、投資外部條件與公司目前的資金寬鬆程度等，都會影響投資與現金流量的敏感度。在控制融資限制方面，根據Hovakimian (2009) 的說法，在過去從事類似研究的文獻中，大部分是以單一條件來從事融資限制的分類，且鮮少對樣本條件的差異性予以控制或討論¹。此舉可能是

¹ 如股利支付率 (Fazzari et al., 1988)，成立年數 (Devereux & Schiantarelli, 1990)，公司負債評比 (Whited, 1992)，股權結構 (Pawlina & Renneboog, 2005)，是否為集團經營 (Shin & Park, 1999)。

導致不同結果的原因。

Berger & Udell (1998) 一文提出“financial growth cycle”的觀點，說明當企業由小規模漸漸擴大後，會影響企業的融資需求與選擇，也會降低不確定與增加資訊的透明度。企業當甫成立且規模較小時，由於資訊不對稱嚴重，較難取得外部的資金，因此雖然有多的成長機會，然因為沒有資金而不容易看出有較高的投資與現金流量敏感度，構成敏感度較低的原因是資金不足，而不是投資機會的問題；相對的，當公司到達企業生命週期的成熟階段時，可能面臨的是較為充沛的自有資金，或較易取得外部資金（如資訊對稱程度較高，有形資產比例較高等）等，但不同的是可能將面臨較低的投資機會，也會導致較低的投資與現金流量的敏感度。雖然過去文獻嘗試將成長因素納入解釋，但是並未將企業的投資機會與獲利能力同時納入考量，而能夠將此兩種因素綜合一起的指標，企業生命週期似乎是一個可以期待的代理變數。

為了能進一步釐清有關融資限制的議題，控制樣本差異條件應有其必要性，而企業生命週期的不同階段似乎是揉合不同企業條件的重要代理變數，此引發本文研究動機，希望以企業生命週期的觀點，來詮釋目前有關融資限制等相關文獻的不同看法。本文期望以企業生命週期的觀點，重新驗證與檢視過去相關文獻的發現，具體的貢獻有兩個層面，首先是確認生命週期在投資與現金流量的敏感度的解釋上是否具有解釋能力。其次，根據過去文獻的實證結果，除了發現有許多顯著為正的投資與現金流量的敏感度外，也有許多文獻發現負向的投資與現金流量敏感度，然而過去文獻在探討投資與現金流量敏感度時，很少討論構成的原因是因為投資不足下，因為現金流量增加而主導的敏感度？還是在現金流量充足下，因為投資增加所導致的敏感度？此尤其在融資限制下，雖然相同現象，但會產生許多不同的解釋，過去文獻較少著墨在這些現象的探討²，其中重要的原因是許多差異係來自個別樣本的差異條件所致，不易控制。而以上現象大部分似乎可由企業的生命週期來描述個別公司的差異，因此本文旨在驗證個別公司生命週期的差異是否可以解釋投資與現金流量的敏感度，也證明在從事類似研究時，公司生命週期是否為一個不可忽略且可以降低觀察偏誤的重要變數。

² Hovakimian (2009) 在所發現的證據中，認為負向的投資與現金流量敏感度可以由公司生命週期來解釋(p.162)。

企業生命週期可否解釋投資與現金流量的敏感度？

貳、相關文獻探討

一、不同生命週期下的特徵與經營策略

生命週期的概念最早由 Haire (1959) 提出，該文認為公司從初創、成長至成熟穩定經營的發展過程中，均會呈現一種類似的成長模式；成長模式可分為數個階段，隨著階段的不同，公司所採行的經營策略與內部結構亦隨之不同。根據 Adizes (1988) 的分類，公司生命週期則可區分為初創期、成長期、成熟期與衰退期。首先，該文認為第一階段的公司處於艱困創業時期，投資的成敗關係企業的存亡，因此面臨的投資風險相對較高。此外，由於公司管理人員職責規劃尚未完善，亦增加公司對環境變化所能應變能力的困難度。當市場對製造產品的需求量增加時，公司將漸漸邁入成長期，規模則隨產量或服務量的增加而擴大，然亦須面臨日益增加的市場競爭。由於賴以維生的技術會愈趨成熟，產品因而進入大規模生產階段，亦使公司位於生命週期的成熟期，在制度完善且大部分採用所有權與經營權分離的制度下，競爭力相對提昇。然若公司投資決策錯誤，員工的工作效率與效益無法維持應有水準，或是拘泥於傳統而缺乏創新的精神，則最終將步入老化、衰退階段。

由過去文獻可知公司獲利能力和投資機會將會因所處的生命週期不同而有所差異，如 Bender & Ward (2002) 認為若位於初創期與成長期時，將致力於研發與創新產品以進入尚未開發的市場，此時具有潛在高成長的機會與價值，然隨者公司逐漸成長，將會降低或喪失成長的機會，一旦邁入衰退期，則將面臨成長停滯的威脅。Smith et al. (1985)、Anthony & Ramesh (1992) 認為初創期的公司要面對的就是營運風險，若能予以克服，則可以創造大量營收機會，促使大幅的成長，此時公司慢慢步入成長期。然大部分公司會繼續橫向擴張與發展，在整體環境的競爭下亦造成獲利能力降低，也使公司成長動力下降，此時公司將由成長期轉變為成熟期，若沒有利用創新開創新的成長機會時，將使企業邁入衰退期。

Selling & Stickney (1989) 認為在草創期和成長期初期，因為營收少且支付產品市場開發所需支出增加，將降低資產報酬率。當成長期間快速成長時，資產報酬率開始轉變為正，然而成長期需要大量資本支出來增加未來營收成長的機會，因此雖然使資產報酬率上升，但幅度相當有限。成熟期時，由於發揮規模經濟效益，將使資產報酬率達到最高的水準；當衰退期時，由於營收減少，

將連帶使報酬率減少。Anthony & Ramesh (1992) 認為成長期的企業因為產品研發成功，若獲取市場的青睞後，將使企業大規模生產以銷售給消費者，然在產品週期的影響下，企業終將因為競爭而邁入成熟期與衰退期。而 Anthony & Ramesh (1992) 與 Bender & Ward (2002) 對生命週期的描述類似，不再贅述。

從流動性與現金流量之觀點視之，Pashley & Philippatos (1990) 指出初創期企業係進入尚未開發的市場，故將會有較高的市場佔有率；同時，由於其會將募集之資金立即投入研究發展所需支出，故流動性較低。當企業進入成長期後，此階段之營收與獲利部分皆會優於初創期，此將使得成長期之流動性較高，然而其將面對的是該產業競爭者的陸續出現。而成熟期企業所面臨的是價格激烈競爭，又好的投資機會將減少，使得公司有較多的資金，故此時期之市佔率將降低，而流動性則相對更為增加。最後，由於衰退期企業之產品需求下降，故營收趨勢呈衰退現象、流動性亦下降。而 Dickinson (2011) 則是利用現金流量衡量企業之生命週期，其論點為初創期之企業仍屬摸索階段，即屬了解如何控制公司成本及熟悉其經營環境之階段，故此時期之營運現金流量為負值。同時，由於此時期之營運現金無法充足支應企業成長所需資金，將使企業產生對外融資需求，造成初創期之融資現金流量為正數。而當企業進入成長期後，透過回收初創期之資本投入，此階段之營運現金漸轉為正值，然而由於企業仍持續進行資本之投入，故融資現金流量仍為正數。當位於成熟期階段，公司營運現金流量仍為正值，但其獲利將漸減少。而由於此時期之融資工具將轉換為以債權融資，故融資現金流量將漸為減少，轉為負值。最後之衰退期，由於營收與獲利減少，將使營運現金流量呈現負值。

二、企業生命週期與公司融資決策

過去許多文獻幾乎確認企業在不同生命週期會有不同的決策因應，而這些決策幾乎會由投資與融資決策呈現出來。如當公司在生命週期的初期，傾向具較高的資訊不對稱程度，在面臨較高成長機會時，難免會有偏高的負債融資成本，此時的融資策略將明顯的與其他生命週期不同。Modigliani & Miller (1958) 認為公司的價值來自投資者對公司未來現金流量與資金成本的預期，而這兩個價值驅動因子卻是非單調的分佈在每一個生命週期。因此，也隱含公司的融資將在每一個生命週期呈現不同的結構。

企業生命週期可否解釋投資與現金流量的敏感度？

大部分的文獻支持在企業生命週期的早期階段，內部資金將是企業融資的第一選擇。然而在後續企業的融資的選擇上，文獻確有許多不同的看法。Frank & Goyal (2003) 在區分規模大小以後，發現大公司傾向有較高的負債比例，符合融資順位理論的主張。然對於規模較小且成長較高的公司而言，則並沒有明顯符合融資順位的主張。Fluck (1999) 則主張公司在生命週期初期時，將以發行權益與可轉換公司債為主。Ou & Haynes (2003) 發現小規模的公司中，只有小部分使用外部權益融資，大部分仍以內部資金與外部借款為主。而 Berger & Udell (1998) 則指出由於小規模公司之資訊較不透明，且透過公開方式籌資將產生一筆必要且龐大之開辦支出；又通常小規模公司之控制與經營權並未分離，因此容易導致較高的代理成本。該文認為小規模公司通常會透過證權與債權市場進行融資；相對而言，大規模公司則會透過公開市場進行籌資。Robb (2002) 主張年輕公司比老公司有更高的負債，原因主要是前者在取得銀行的商業貸款上比後者困難。Cassar (2004) 則研究新創公司的融資與資本結構的決定，發現公司規模扮演一個重要角色。

Bender & Ward (2002) 則指出企業於初創期由於營運風險較大，故企業之資金多來自於創立者本身。當進入成長期時，公司營運漸入佳境，同時獲利與流動性皆呈上升趨勢，此階段可吸引投資資金的流入，故企業可透過發行股票等籌資方式進行融資決策。而成熟期企業因獲利穩定，故將會增加銀行借款與發行債券等類型之籌資方式。對於使用債權融資之內涵，則表示當公司對其未來之成長機會握有正向不公開資訊時，其會偏好選用短期的債權融資策略。

在企業生命週期階段與融資決策方面，過去文獻重視的議題，如草創期的公司是否使用內部融資或外部權益融資？成長型公司融資時，是優先選擇保留盈餘或外部資金？觀諸過去文獻，對於草創期融資的公司採用內部資金的結果看法相同，然後續期間的融資方式則較為分歧，此與產業特性與公司決策有關，若以規模來概分，則發現大規模公司呈現較高的負債比率，符合融資順位理論的主張，而小規模公司則無此現象。Fluck et al. (1998) 指出位於生命週期初期階段的公司，從內部取得資金比例較高，從外部取得資金的比例較少，可能原因是初期的在借貸市場聲譽較差，貸款較為困難所致。Ou & Haynes (2003) 有類似的結果，發現只有少數的小規模公司使用外部權益融資，大部分仍使用內部資金與外部借款。Robb (2002) 則發現年輕公司使用較多的負債，但相對的在取得商業銀行貸款方面則較為困難。

參、研究方法

本文主要探討過去文獻在觀察融資限制下，企業生命週期因素是否可以解釋投資對現金流量敏感度；同時亦觀察融資限制的公司，投資對股價是否具顯著的敏感度。本節將分別敘述融資限制與生命週期的定義，同時也說明本文所使用的實證模式。

一、融資限制的定義

Fazzari et al. (1988) 是近來相關研究常被提及的文獻，該文以融資限制程度將樣本分組後，觀察投資對現金流量敏感度是否不同。過去文獻對融資限制有許多不同的定義，如股利支付率 (Fazzari et al., 1988)、資產規模 (Almeida et al., 2004)、公司債 (Whited, 1992; Almeida et al., 2004) 與商業本票評等結果 (Almeida et al., 2004)、成立年數 (Devereux & Schiantarelli, 1990)、所有權集中度 (Hubbard, 1998) 等變數。Kaplan & Zingales (1997) 認為簡單的代理變數 (如資產規模、股利支付率) 無法正確判斷公司是否面臨融資限制³，因此該文將 Fazzari et al. (1988) 的研究中，認為有異常的投資對現金流量敏感度的公司，以 logit 迴歸估計融資限制的指數，同時考慮質與量的變數後，以驗證融資限制與投資對現金流量敏感度的關係，結果發現高投資對現金流量敏感度，並不能被用來當作解釋公司面臨高融資限制之證據。Lamont et al. (2001) 則以多變量方法建立 KZ index，以作為是否存在融資限制的判定標準，對於欲從事大樣本分析的研究有相當大的助益，也廣為其他相關文獻所採用。KZ index 如式(1)所示：

$$KZ_{i,t} = -1.0019CF_{i,t} + 0.2826Q_{i,t} + 3.1392LEV_{i,t} - 39.3678DIV_{i,t} - 1.3148CASH_{i,t} \quad (1)$$

其中 CF 為現金流量占總資產的比率；Q 為 Tobin's Q⁴；LEV 為槓桿程度；

³ Moyen (2004) 一般被認為低股利發放率的公司為融資限制的公司，然而其研究指出低股利公司很有可能為非融資限制公司。

⁴
$$Tobin's\ Q = MB\ Ratio = \frac{price \times shares\ outstanding + total\ assets - BV\ of\ assets}{total\ assets}$$

$$= \frac{(Item25 \times Item199) + Item6 - (Item60 + Item74)}{Item6}$$

企業生命週期可否解釋投資與現金流量的敏感度？

DIV 為股利；CASH 為持有之現金。當 KZ index 愈高，則視該公司所面對之融資限制愈高。另外，本文亦採用 WW index 為融資限制的分類依據，Whited & Wu (2006) 使用結構模式 (structural model) 來建構融資限制指數，此法可以降低過去傳統如 Fazzari et al. (1988) 所可能發生的衡量錯誤問題，如 Tobin's q 的困難衡量問題。目前也被文獻在研究類似問題時所採用。因此，本文除了採用 KZ index 外，亦使用 WW index 來驗證結果，以解決對此問題的疑慮。WW index 之計算公式如式(2)所示：

$$WW_{i,t} = -0.091CF_{i,t} - 0.062DIVPOS_{i,t} + 0.021TLTD_{i,t} - 0.044LNTA_{i,t} + 0.102ISG_{i,t} - 0.035SG_{i,t} \quad (2)$$

其中，CF 為現金流量占總資產的比率；DIVPOS 為公司是否支付股利，若是則為 1，否則為 0；TLTD 為長期負債占總資產之比率；LNTA 為總資產之自然對數值；ISG 為該公司所屬產業之銷售成長；SG 為該公司之銷售成長。WW index 愈高，表示該公司之融資限制愈高。

二、生命週期的衡量方法：

Stickney & Brown (1999) 一書曾提出生命週期對公司的影響，而 Kothari (2001) 則根據此概念開始進行相關的實證研究。然而根據過去相關文獻對生命週期的定義，則發現有很大的差異，如 Anthony & Ramesh (1992) 與 Yehuda & Hribar (2008) 使用股利支付率、銷售成長率、資本支出與公司成立期間來定義公司生命週期；DeAngelo et al. (2006) 則使用保留盈餘對總權益之比率來定義。由於生命週期的不同分類方法，將影響本文對公司投資決策與融資決策的觀察，然研究上，似乎很難對此明確定義。

Smith et al. (1985) 採用因素-集羣法，探討高階管理者於不同生命週期時的特權，該文將生命週期劃分為三大階段。Miller & Friesen (1984) 則先針對各生命週期給予明確定義後，再根據定義劃分樣本為創立期、成長期、成熟期、再生期與衰退期等五大階段；由於採主觀認定，將可能因不同認知而導致有不同結果。Gomez-Mejia (1992) 採用問卷調查的方式，探討公司多角化之結構與程序、獎懲策略與企業績效，進而將企業生命週期歸類為創立期、成長期、成熟期與衰退期四個階段。然此法亦可能囿於問卷回收率過低的問題，導致生命

週期分類上的偏誤。從過去相關文獻中，可以發現大部分研究皆採用 Anthony & Ramesh (1992) 所提出的分位法，以股利發放率、營收成長率、資本支出率及企業已成立年數當作生命週期的分類變數，並將此變數分為高、中、低三等分，再透過不同生命週期所面臨的情況予以分類 (Black, 1998; Liu, 2008)，由於此法以數據當作分類標準可避免爭議，後續學者多予以採用。

近年來，許多文獻逐漸將生命週期因素與公司投資、融資決策結合探討，例如 Rauh (2006)、Brown & Petersen (2009) 與 Brown et al. (2009) 以公司的上市年數為基準，當上市年數超過 10 年者定義為成熟公司，少於 10 年者為年輕公司⁵，探討公司決策行為是否會因為處於不同生命週期而有所差異；DeAngelo et al. (2010) 則以股利發放為準則，沒發放過股利者為年輕公司，累計發放股利前 5 百名者為成熟公司。然而，Dickinson (2011) 的研究發現，公司可能因為創新或進入新市場，讓原本處於衰退期的公司起死回生；此外，不同公司間因為學習能力的不同，導致公司的成立年數與生命週期是非線性關係的，本文避免採用單一指標而造成分類上的偏誤，所以採用綜合指標；過去文獻中，判斷公司生命週期的替代變數有營收成長率、公司成立年數、股利發放率、資本支出率，每個單一指標皆有其背後隱含的意義，例如年輕公司其營收成長率與資本支出率相對於衰退期公司而言比率較高，公司成立年數、股利發放率皆與生命週期的階段成正比，如使用單一指標，則容易因為其中一變數其值偏高或偏低而導致錯誤的判斷，本文為了能夠更精準且同時考慮更多構面，將參考 Anthony & Ramesh (1992) 的分位法，以營收成長率⁶、資本支出率⁷與公司已成立年數為分類變數⁸。公司已成立年數的計算則根據 Brown & Petersen (2009) 及 Brown et al. (2009) 等文獻，將樣本依據公司股價第一次出現於 COMPUSTAT 資料庫為公司年數計算基礎（通常為此公司的上市時間）。首先根據此變數每五年的中位數為區分準則，即 $t-4$ 、 $t-3$ 、 $t-2$ 、 $t-1$ 與 t 期分類變數的中位數，將樣本定義為高、中、低三組，並分別給予 0、1、2 的分數，然後加總此分類變數的分數後決定分屬何類階段。

⁵ 根據 Brown et al. (2009) 實證結果顯示，當分類標準分別為 10 年或 20 年時，結果沒有太大差異。

⁶ 由 COMPUSTAT 資料庫中之 Δ Item 12/ 前期 Item 12 計算而得。

⁷ 由 COMPUSTAT 資料庫中之 $\text{Item 128} / ((\text{Item 199} * \text{Item 25}) + \text{Item 9} + \text{Item 34})$ 計算而得。

⁸ Liu (2008) 研究指出，股利發放率與資本支出率的值過度集中於零，即觀察值無法明確區分成高、中、低，因而將導致樣本區分的誤差，本研究亦有股利發放率過度集中問題，因此僅採用企業營收成長率、資本支出率與成立年數為分類變數。

企業生命週期可否解釋投資與現金流量的敏感度？

公司的改革、創新活動，將因為進入或退出市場而持續的進行，公司的生命週期變化也因此而有所調整；如果進一步將生命週期細分為五階段的話，將可更明確的捕捉此變化，此外，可以穩定各公司生命週期階段的戲劇性變化，舉例而言，如僅依據 Anthony & Ramesh (1992) 的研究，將生命週期分為三類，則公司很有可能從衰退期(第三階段)跳轉回成長期(第一階段)。Gort & Klepper (1982) 根據歷史產量的變化(是否有新生產者進入該市場)，將生命週期為五個階段，Dickinson (2011) 進一步參考其研究成果，並改善 Anthony & Ramesh (1992) 未考量現金流量的限制(當時公司財務報表並未強制性規定現金流量資訊的揭露)後將生命週期分為五類。因此，本研究採用 Liu (2008) 對生命週期的分類，依據加總後的值分成五等分，分別定義為成長前期、成長後期、成熟期、衰退前期、衰退後期等五期，再進一步探討生命週期因素對融資限制等議題是否具有解釋能力。

三、研究模型

Baker et al. (2003) 認為融資限制除了影響投資對現金流量的敏感度外，亦會影響投資對股價的敏感度，因此本文除了驗證不同生命週期時，融資限制與投資對內部現金流量敏感度之關係外，亦欲觀察是否會影響投資對股價的敏感度。參考 Brown & Petersen (2009) 一文，建立投資動態模型檢視三者之間的相互關係，如式(3)所示：

$$\begin{aligned} (CAP/TA)_{i,t} = & \alpha + \beta_1 (CAP/TA)_{i,t-1} + \beta_2 (Q)_{i,t-1} + \beta_3 (NCF/TA)_{i,t} + \beta_4 (STK/TA)_{i,t} \\ & + \beta_5 (DBT/TA)_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \end{aligned} \quad (3)$$

其中 CAP 為投資資本支出(Capital Expenditures)⁹，TA 為公司期初總成本(Total Assets)，Q 為 Tobin's Q，即市值帳面比(MB Ratio)，NCF 代表淨現金流量(Net Cash Flow)¹⁰，STK 為新發行的股票(Sale of Common & Preferred Stock - Purchase of Common & Preferred Stock)¹¹，DBT 則表示新發行的長期債券(Issuance of Long Term Debt - Long Term Debt Reduction)¹²。

⁹ 為 COMPUSTAT 資料庫中之 Item 128。

¹⁰ 淨現金流量衡量方法為 COMPUSTAT 資料庫中，(Item 18+ Item 14)。

¹¹ 由 COMPUSTAT 資料庫中，(Item 108-Item 115)而得。

¹² Baker et al. (2003) 指出，公司的財務特性，會導致其依賴權益融資；Brown &

四、投資與現金流量敏感度之衡量方法

由於本文部分研究將使用投資與現金流量的年資料，因此採用 Hovakimian & Hovakimian (2005) 所使用可供計算敏感度年觀測值的定義，如(4)式所示：

$$(CFSI)_{i,t} = \sum_{t=1}^n \left(I_{i,t} \times NCF_{i,t} / \sum_{t=1}^n NCF_{i,t} \right) - \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n I_{i,t} \quad (4)$$

其中， n 為每年 i 家公司的觀察樣本數， $NCF_{i,t}$ 為淨現金流量， $I_{i,t}$ 定義為投資資本支出(Capital Expenditures)¹³除以期初淨資產(beginning of period net capital)¹⁴；根據式(4)得到的 $CFSI_{i,t}$ 值，以此為應變數，檢視各變數與現金流量敏感度之間的關係，如式(5)：

$$(CFSI)_{i,t} = \alpha + \beta_1 (CAP/TA)_{i,t-1} + \beta_2 (Q)_{i,t-1} + \beta_3 (NCF/TA)_{i,t} + \beta_4 (STK/TA)_{i,t} + \beta_5 (DBT/TA)_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (5)$$

五、研究樣本

根據現金流量敏感度與財務融資限制之相關文獻，樣本公司大都排除公共事業公司(SIC Codes 4900-4949)與財務類公司(SIC Codes 6000-6999)，本文亦排除此兩類公司。資料主要取自 COMPUSTAT 資料庫，研究期間為 1991-2009 年之年資料，樣本的篩選標準為公司資產至少一百萬美金以上，且公司營收為正數；由於某些變數需取其落後期數，因此每家公司至少含有 3 年以上完整資料；因此，本研究期間，每家公司的觀察年度介於 3-19 年，刪除遺漏資料樣

Petersen (2009) 亦指出，依賴權益發行的公司，R&D 的現金流量敏感度高，而傾向債券發行的公司，則固定資產投資對現金流量的敏感度較高；因此，可藉由此兩個變數加入，可分別探討債券與股權發行，在投資現金流量敏感度研究中扮演的角色。本數據可由 COMPUSTAT 資料庫中，(Item 111-Item 114)而得。

¹³ 由 COMPUSTAT 資料庫中，(Item 128)而得。

¹⁴ 由 COMPUSTAT 資料庫中，(Item 8)而得。

企業生命週期可否解釋投資與現金流量的敏感度？

本後，本研究總觀察值為 17,134 的 unbalanced 資料。

肆、實證結果與分析

一、生命週期分類的有效性

雖然過去許多相關文獻都有對生命週期定義，但生命週期的分類仍是一個須要克服的問題。在研究方法一節中，描述了許多不同的分類方式，而在眾多優缺點中，本文將擷取各法之優點，在參考 Anthony & Ramesh (1992) 所提出的分位法下，綜合營收成長率、資本支出率及公司已成立年數，建立分類標準並將樣本根據生命週期不同階段來分類。

表一列出樣本在不同生命週期下轉換的次數分配，也顯示在已知時點下，樣本在不同階段隔年轉換頻率。雖然本文將分組後的值均分成五等分，但表中次數並沒有平均分配在每一個階段中。根據 Liu (2008) 的觀點，有效的生命週期分類方法，應可以觀察到大部分的公司停留在原來的生命週期，或有效的轉換到下一期。表一結果顯示平均有 65% 的樣本在下一期中，會停留在原有或下一階段，落在其他階段者約為 25%，有 10% 則落在無法決定。若考慮部分公司可能之意外狀況，本文生命週期的分類應屬穩定，可信度相當高。

二、生命週期中各階段之特性分析

根據 Adizes (1988) 一文的主張，企業在不同的生命週期會有不同的策略與財務狀況，在確認分類的效度後，各階段的樣本特性分析也很重要，有助於檢視是否與過去文獻的發現一致。表二首先觀察資產方面，數據顯示隨著生命週期的延續而遞增，符合企業不斷成長的現象。於公司投資方面，實質投資支出幾乎隨生命週期的延續而遞減，呼應本文的研究動機，生命週期中不同階段的特有條件，可能會影響對投資與現金流量敏感度的觀察。在現金部分，發現成長前期最少，且隨生命週期的延續而呈遞增。在現金流量部分，則發現與現金有相同的趨勢，幾乎隨生命週期的開展而遞增，尤其在成長前期最為明顯，

顯示企業尚未呈現明顯的獲利時，必須向外籌措資金。在股票融資方面，成長的前期有顯著最高的權益融資，且幾乎依序遞減至衰退後期，此與股票在成長期時，股票因為成長特性得到較高的評價，使企業有較高的融資誘因有關。在負債融資方面則與股票融資類似，隨著生命週期的延續而遞減。在公司銷貨收入方面，則發現隨公司週期階段的演進而遞增，但銷售成長則呈現相反方向，在成長前期具有最高成長的銷貨收入，隨後則呈現遞減的成長。最後在融資限制程度方面，如原先所預期在成長前期部分，由於有較多的投資機會而面臨較高的融資限制。在衰退後期方面，則發現與成長前期迥異，有明顯較低的現象，然整體而言，似乎融資限制程度隨生命週期階段而呈現單調遞減，衰退後期即呈現最低的融資限制程度。

表（一）公司生命週期的分類與轉換頻率

參考 Anthony & Ramesh (1992) 提出的分位法，以營收成長率、資本支出率與公司已成立年數為分類變數，採用此變數之每五年的中位數，即分類變數 $t-4$ 、 $t-3$ 、 $t-2$ 、 $t-1$ 與 t 期的中位數，將樣本排序後分為高、中、低三組，並分別給予 0、1、2 的分數；然後加總此分數成一綜合指標，最後根據 Liu (2008) 對生命週期的分類方法，以該綜合指標將樣本區分成五等分，分別定義為成長前期(GE)、成長後期(GL)、成熟期(M)、衰退前期(DE)、衰退後期(DL)。此表主要檢視公司生命週期的改變及其異動頻率，粗體字部分為第 $t+1$ 期的生命週期階段與第 t 期相同，且為五個階段的樣本數中比率最高者；無法分類(NA)為第 $t+1$ 後新成立的公司，或是 $t+1$ 之後就不存在的公司。

		第 $t+1$ 期的生命週期階段					
第期 t 生命週期階段	樣本數	GE	GL	M	DE	DL	NA
GE	3,635	66%	22%	4%	1%	0%	7%
GL	3,133	8%	63%	12%	5%	2%	10%
M	3,888	3%	8%	67%	9%	4%	9%
DE	3,191	0%	4%	9%	66%	10%	11%
DL	3,287	0%	1%	4%	21%	65%	9%

本文的研究動機中，敘述本文的目的是想瞭解企業生命週期對投資與現金流量敏感度的解釋能力。首先由表二數據發現隨著生命週期的不同階段，投資水準隨著生命週期的開展而遞減，相反的，現金流量呈現反向而遞增，因此就

企業生命週期可否解釋投資與現金流量的敏感度？

整體樣本而言，投資與現金流量會呈現負向關係，與生命週期的不同階段應該有關，不一定如 Fazzari et al. (1988) 所言，可以由金融市場不完美因素來解釋。然在控制不同階段後，是否融資限制可解釋投資與現金流量敏感度的差異？將是後續觀察的重點。

三、生命週期各階段之投資與現金流量敏感度

為了瞭解融資限制在不同階段，是否對投資與現金流量的敏感度有不同的影響，表三主要參考 Brown & Petersen (2009) 之實證模式(式 3)，觀察生命週期不同階段是否有不同的影響。首先觀察在 KZ index 下的結果，在投資與現金流量的敏感度方面，發現不論生命週期位於何種階段，呈現投資與現金流量間都具有顯著且正向的敏感度，且約略呈現生命週期前半段的投資與現金流量敏感度大於後半段，且在衰退後期即呈現不顯著的情況。在代表股價表現與未來成長的 Tobin's Q 方面，則普遍呈現正向，代表投資與未來成長有密不可分的關係。然在新發行股票方面，除了衰退後期外，大部分顯示投資的資金皆與發行股票有關，與表二的數據類似，成長前期的投資所需資金依賴權益程度大於其他階段。在負債融資方面，則呈現不論在程度或顯著方面，與投資的關係皆大於權益融資，證明負債融資是企業投資的主要資金來源，亦符合融資順位理論的主張。但與權益融資相同，影響程度隨者生命週期的展延而遞減。

然本文想觀察融資限制因素在各階段所扮演的角色，重點是在各不同階段中，融資限制的高低是否會影響投資對現金流量的敏感度。首先從全部樣本資料所得到的結果，發現整體資料並未顯著的顯示融資限制較高的公司有較低的敏感度，但將資料予以分組後，發現成長前期與 Kaplan & Zingales (1997) 的結果類似，高融資限制公司比低融資限制公司具有顯著更低的投資與現金流量敏感度。然此現象僅存在成長前期，在生命週期之成長後期、成熟期與衰退期都無此現象，除了正負符號參雜外，且都未達統計的顯著水準。此對過去文獻而言有兩個意義，首先是融資限制與投資對現金流量間不必然有穩定的關係，與個別公司的特徵有關；其次，金融市場的不完美程度可能無法完全解釋投資與現金流量的敏感度。

表 (二) 生命週期分類下之各階段重要變數敘述統計量

參考 Anthony & Ramesh (1992) 提出的分位法，以營收成長率、資本支出率與公司已成立年數為分類變數，採用此變數之每五年的中位數，即分類變數 $t-4$ 、 $t-3$ 、 $t-2$ 、 $t-1$ 與 t 期的中位數，將樣本排序後分為高、中、低三組，並分別給予 0、1、2 的分數；然後加總此分數成一綜合指標，最後根據 Liu (2008) 對生命週期的分類方法，以該綜合指標將樣本區分成五等分，分別定義為成長前期(GE)、成長後期(GL)、成熟期(M)、衰退前期(DE)、衰退後期(DL)。此表主要檢視公司不同生命週期的基本敘述統計量。 $(TA)_{i,t}$ 為公司總資本(取自然對數)； $(Sales)_{i,t}$ 為淨銷售收入(單位：百萬)； $(SG)_{i,t}$ 為銷貨成長率； $(CAP/TA)_{i,t}$ 為投資資本支出(PP&E)； $(CASH)_{i,t}$ 為持有現金(單位：百萬)； $(NCF/TA)_{i,t}$ 為現金流量； $(Q)_{i,t-1}$ 為 Tobin's Q； $(STK/TA)_{i,t}$ 為新發行的股票； $(DBT/TA)_{i,t}$ 為新發行的長期債券；KZ 為 Lamont et al. (2001) 根據 Kaplan & Zingales (1997) 研究結果所定義出之 KZ index；WW 為 Whited & Wu (2006) 提出之融資限制衡量指標 WW index。

	All		GE		GL		M		DE		DL		(GE-DL)	
	Mean	Med.	Mean	Med.	Mean	Med.	Mean	Med.	Mean	Med.	Mean	Med.	Mean	t-stat
$(TA)_{i,t}$	6.081	5.812	5.645	5.394	5.982	5.741	6.090	5.841	6.276	6.080	6.558	6.381	-0.913	-22.027***
$(Sales)_{i,t}$	3527.849	337.416	1577.478	192.986	3448.578	301.408	3571.675	369.629	433.000	450.185	5333.454	658.128	-3755.976	-13.450***
$(SG)_{i,t}$	0.201	0.083	0.364	0.166	0.283	0.111	0.127	0.078	0.111	0.058	0.073	0.030	0.291	6.945***
$(CAP/TA)_{i,t-1}$	0.069	0.046	0.103	0.069	0.075	0.052	0.062	0.043	0.054	0.039	0.042	0.031	0.060	25.837***
$(CASH)_{i,t}$	424.215	42.372	209.907	35.091	389.755	39.543	441.445	39.822	527.294	45.586	621.732	61.413	-411.826	-11.909***
$(NCF/TA)_{i,t}$	0.062	0.087	0.049	0.086	0.059	0.089	0.062	0.091	0.063	0.097	0.070	0.104	-0.021	-5.394***
$(Q)_{i,t-1}$	2.900	1.787	3.884	2.063	3.057	1.837	2.687	1.729	2.383	1.665	2.188	1.662	1.696	16.223***
$(STK/TA)_{i,t}$	0.028	0.001	0.066	0.003	0.040	0.001	0.017	0.001	0.009	0.000	-0.003	0.000	0.070	14.669***
$(DBT/TA)_{i,t}$	0.026	0.000	0.038	0.000	0.029	0.000	0.022	0.000	0.027	0.000	0.008	-0.001	0.030	8.968***
$(KZ)_{i,t}$	-0.190	0.520	0.050	0.825	-0.205	0.772	-0.083	0.454	-0.066	0.413	-0.742	-0.083	0.791	4.316***
$(WW)_{i,t}$	0.011	-0.159	0.185	0.135	0.123	-0.149	0.081	-0.155	0.053	-0.162	-0.108	-0.203	0.023	2.495**

企業生命週期可否解釋投資與現金流量的敏感度？

表 (三) 以融資限制探討投資與現金流量敏感度

研究樣本主要取自 Compustat 資料庫，研究期間為 1991 年至 2009 年，刪除研究期間資料不齊全之公司，且樣本公司資產至少有一千萬美金以上，並刪除 1% 的 outlier。KZ 為 Lamont et al. (2001) 對 KZ index 的定義，WW 為 Whited & Wu (2006) 提出之融資限制衡量指標 WW index。參考 Anthony & Ramesh (1992) 提出的分位法，以營收成長率、資本支出率與公司已成立年數為分類變數，採用此變數之每五年的中位數，即分類變數 $t-4$ 、 $t-3$ 、 $t-2$ 、 $t-1$ 與 t 期的中位數，將樣本排序後分為高、中、低三組，並分別給予 0、1、2 的分數；然後加總此分數成一綜合指標，最後根據 Liu (2008) 對生命週期的分類方法，以該綜合指標將樣本區分成五等分，分別定義為成長前期(GE)、成熟期(M)、衰退後期(DL)、(CAP/TA)_{t,t-1} 為投資資本支出(PP&E)；(O)_{t,t-1} 為 Tobin's Q；(NCF/TA)_{t,t} 為現金流量；(STK/TA)_{t,t} 為新發行的股票；(DBT/TA)_{t,t} 為新發行的長期債券。表中首先探討公司的投資現金流量對資本投資(PP&E)的影響；此外，加入融資限制因素，探討公司現金流量對資本投資的影響是否受到融資限制影響；最後加入 Q 以探討公司在融資限制下，公司的投資現金流量敏感度及投資股價敏感度，如何同時對資本投資(PP&E)產生影響。

Panel A: Cash Flow—KZ index												
	All	GE	GL	M	DE	DL		GL	M	DE	DL	
α	0.024*** (19.27)	0.025*** (20.62)	0.045*** (18.05)	0.044*** (17.94)	0.033*** (17.80)	0.033*** (17.70)	0.022*** (12.88)	0.022*** (12.96)	0.022*** (13.10)	0.027*** (17.31)	0.027*** (18.09)	0.024*** (18.47)
(CAP/TA) _{t,t-1}	0.355*** (36.11)	0.356*** (35.90)	0.233*** (20.37)	0.233*** (20.19)	0.291*** (23.50)	0.292*** (23.84)	0.439*** (17.40)	0.440*** (17.50)	0.442*** (15.05)	0.237*** (15.04)	0.245*** (15.56)	0.465*** (14.96)
(O) _{t,t-1}	0.001*** (2.88)	0.001*** (2.95)	0.002** (2.44)	0.002** (2.55)	0.001** (1.99)	0.001** (2.02)	0.001 (1.47)	0.001 (1.44)	0.000 (0.94)	0.002*** (3.37)	0.002*** (3.15)	0.001** (1.99)
(NCF/TA) _{t,t}	0.067*** (6.52)	0.059*** (7.19)	0.042*** (3.31)	0.053*** (4.72)	0.058*** (5.02)	0.074*** (6.90)	0.045*** (3.07)	0.045*** (3.99)	0.040*** (2.93)	0.031** (2.13)	0.030** (2.15)	0.030 (1.08)
(STK/TA) _{t,t}	0.031*** (5.54)	0.031*** (5.66)	0.053*** (4.68)	0.050*** (4.48)	0.051*** (4.47)	0.034*** (3.43)	0.037*** (4.47)	0.037*** (4.49)	0.036*** (4.39)	0.024*** (4.54)	0.022*** (4.02)	0.004 (0.68)
(DBT/TA) _{t,t}	0.044*** (6.56)	0.044*** (6.41)	0.096*** (7.08)	0.096*** (7.16)	0.093*** (6.98)	0.051*** (5.31)	0.052*** (5.34)	0.049*** (5.19)	0.048*** (4.24)	0.036*** (4.70)	0.037*** (4.86)	0.031*** (5.65)
$KZ_{t,t} \times (NCF/TA)_{t,t}$	-0.000 (-0.65)	-0.000 (-0.71)	-0.012* (-1.65)	-0.012* (-1.89)	-0.001 (-0.60)	-0.001 (-0.92)	-0.000 (-0.25)	-0.000 (-0.49)	-0.000 (-0.68)	-0.000 (-0.67)	-0.000 (-1.01)	-0.001 (-1.04)
$KZ_{t,t} \times (O)_{t,t-1}$	0.000 (0.55)	0.000 (0.55)	0.009*** (2.33)	0.009*** (2.33)	0.009*** (2.33)	0.0050* (1.69)	-0.000 (-0.60)	-0.000 (-0.60)	-0.000 (-0.60)	-0.000 (-1.01)	-0.000 (-1.01)	-0.000 (-1.41)
Obs.	17,154	17,154	3,635	3,635	3,133	3,133	3,888	3,888	3,191	3,191	3,287	3,287
FIF	1.04	1.04	1.07	1.06	1.08	1.04	1.12	1.06	1.10	1.08	1.11	1.04
Adj. R ²	0.154	0.163	0.167	0.158	0.161	0.151	0.159	0.153	0.162	0.154	0.157	0.152

Panel B: Cash Flow—WW index

	All	GE	GL	M	DE	DL							
α	0.024*** (19.27)	0.025*** (20.93)	0.045*** (18.05)	0.044*** (18.30)	0.033*** (17.80)	0.033*** (17.84)	0.022*** (12.96)	0.023*** (13.05)	0.027*** (17.73)	0.027*** (17.73)	0.024*** (19.28)	0.024*** (19.27)	0.024*** (19.67)
$(CAP/TA)_{i,t-1}$	0.355*** (36.11)	0.355*** (36.21)	0.233*** (20.37)	0.237*** (20.61)	0.291*** (23.50)	0.291*** (23.49)	0.291*** (23.47)	0.439*** (17.44)	0.440*** (17.58)	0.237*** (15.05)	0.239*** (15.18)	0.239*** (15.04)	0.395*** (14.94)
$(Q)_{i,t-1}$	0.001*** (2.88)	0.001*** (2.85)	0.002** (2.07)	0.001** (2.04)	0.001** (1.99)	0.001** (2.01)	0.001** (2.18)	0.001** (1.47)	0.001** (1.43)	0.002*** (3.36)	0.002*** (3.53)	0.002*** (3.36)	0.001** (2.00)
$(NCF/TA)_{i,t}$	0.067*** (6.52)	0.056*** (7.30)	0.042*** (3.31)	0.067*** (6.37)	0.074*** (6.90)	0.073*** (6.89)	0.072*** (6.76)	0.045*** (5.07)	0.045*** (5.05)	0.032** (2.39)	0.031** (2.44)	0.031** (2.20)	0.030 (1.53)
$(STK/TA)_{i,t}$	0.031*** (5.54)	0.031*** (5.61)	0.053*** (4.68)	0.047*** (4.20)	0.034*** (3.43)	0.034*** (3.44)	0.034*** (3.43)	0.037*** (4.47)	0.036*** (4.46)	0.024*** (4.54)	0.023*** (4.50)	0.023*** (4.54)	0.004 (0.68)
$(DBT/TA)_{i,t}$	0.044*** (6.56)	0.044*** (6.52)	0.096*** (7.08)	0.093*** (6.83)	0.051*** (5.31)	0.051*** (5.32)	0.050*** (5.25)	0.050*** (4.22)	0.050*** (4.24)	0.036*** (4.70)	0.036*** (4.71)	0.036*** (4.65)	0.031*** (5.64)
$WW \times (NCF/TA)_{i,t}$	0.001 (0.27)	0.001 (0.24)	-0.019*** (-3.79)	-0.019*** (-3.81)	0.003 (0.57)	0.003 (0.57)	0.001 (0.18)	-0.006 (-1.58)	-0.006 (-1.80)	-0.001 (-1.23)	-0.000 (-0.43)	-0.000 (0.81)	-0.001 (-1.35)
$WW \times (Q)_{i,t-1}$	-0.000*** (-2.05)	-0.000*** (-2.05)	0.001** (2.17)	0.001** (2.17)	-0.000 (-1.52)	-0.000 (-1.52)	-0.000 (-1.52)	-0.000 (-0.30)	-0.000 (-0.30)	-0.001 (-3.05)	-0.001 (-3.05)	-0.000 (-1.17)	-0.000 (-1.17)
Obs.	17,134	17,134	3,635	3,635	3,133	3,133	3,888	3,888	3,191	3,191	3,287	3,287	3,287
VIF	1.04	1.07	1.52	1.15	1.21	1.04	1.08	1.40	1.05	1.08	1.07	1.04	1.06
Adj R ²	0.156	0.163	0.168	0.125	0.130	0.133	0.090	0.101	0.112	0.156	0.159	0.163	0.160

企業生命週期可否解釋投資與現金流量的敏感度？

表 (四) 敏感度高低之重要變數比較

研究樣本主要取自 Compustat 資料庫，研究期間為 1991 年至 2009 年，刪除研究期間資料不齊全之公司，且樣本公司資產至少有一千萬美金以上，並刪除 1% 的 outlier。KZ 為 Lamont et al. (2001) 對 KZ index 的定義，WW 為 Whited & Wu (2006) 提出之融資限制衡量指標 WW index。參考 Anthony & Ramesh (1992) 提出的分位法，以營收成長率、資本支出率與公司已成立年數為分類變數，採用此變數之每五年的中位數，即分類變數 $t-4$ 、 $t-3$ 、 $t-2$ 、 $t-1$ 與 t 期的中位數，將樣本排序後分為高、中、低三組，並分別給予 0、1、2 的分數；然後加總此分數成一綜合指標，最後根據 Liu (2008) 對生命週期的分類方法，以該綜合指標將樣本區分成五等分，分別定義為成長前期(GE)、成長後期(GL)、成熟期(M)、衰退後期(DL)、為投資資本支出(P&E)；(Q) 為 Tobin's Q；(NCF/TA)_t 為現金流量；(STK/TA)_t 為新發行的股票；(DBT/TA)_t 為新發行的長期債券。此外，延續 Hovakimian & Hovakimian (2005) 對現金流量敏感度(CFSI)的定義，並以此為應變數，檢視各變數與現金流量敏感度之間的關係。

Panel A: KZ index										
	All	GE	GL	M	DE	DL				
α	3.991*** (9.97)	9.106*** (8.40)	6.494*** (5.91)	4.184*** (5.04)	1.591* (1.82)	1.112 (1.25)	2.338** (2.56)	3.100*** (3.33)		
(CAP/TA) _{t,t-1}	-1.343** (-2.48)	-3.843*** (-6.40)	-2.945 (-1.43)	-3.523 (-1.10)	3.281 (1.59)	3.593 (1.46)	4.374*** (3.29)	4.474*** (2.83)		
(NCF/TA) _{t,t}	1.264*** (12.55)	4.965*** (3.02)	2.903*** (8.04)	2.489*** (8.04)	2.150*** (18.58)	2.457*** (8.68)	2.522*** (4.50)	2.696*** (4.29)		
(Q) _{t,t-1}	-0.437*** (-6.49)	-0.912** (-2.48)	-0.390** (-2.43)	-0.315** (-2.13)	-0.363*** (-3.47)	-0.353*** (-3.37)	-0.291** (-2.18)	-0.287** (-2.17)		
(STK/TA) _t	-2.116 (-1.53)	-8.561* (-1.74)	-8.735*** (-2.85)	-5.183 (-1.61)	0.928 (0.37)	0.361 (0.14)	4.778 (1.51)	5.162 (1.63)		
(DBT/TA) _{t,t}	-2.734 (-1.47)	2.796 (0.54)	-3.810 (-0.77)	-3.024 (-0.85)	-2.757 (-0.66)	-2.617 (-0.66)	-4.883 (-1.40)	-1.561 (-0.44)		
KZ _{t,t}	-0.033 (-1.02)	-0.110* (-1.71)	-0.059 (-0.77)	-0.096 (-1.59)	0.017 (0.23)	0.109 (1.36)	0.041 (0.46)	0.046 (0.51)		
KZ _{t,t} × KZ _{t,t}	-0.000 (-0.18)	-0.0065*** (-4.16)	-0.001 (-0.62)	-0.000 (-0.27)	0.006 (1.07)	0.006 (1.07)	0.003 (0.47)	0.003 (0.47)		
Obs.	17,134	3,635	3,133	3,888	3,191	3,287				
VIF	1.06	1.11	1.13	1.15	1.09	1.13	1.12	1.11		
Adj. R ²	0.115	0.173	0.162	0.166	0.155	0.156	0.169	0.172		

Panel B: WW index

	All	GE	GL	M	DE	DL
α	4.046*** (10.11)	9.556*** (8.63)	6.793*** (6.14)	4.212*** (5.08)	0.316 (0.36)	2.338*** (2.56)
$(CAP/TA)_{i,t-1}$	-8.521** (-2.54)	-8.390*** (-6.39)	-7.655 (-1.51)	-6.433 (-1.09)	3.288 (1.61)	6.352*** (3.28)
$(NCF/TA)_{i,t}$	3.614*** (10.23)	5.798*** (3.33)	4.334*** (7.88)	4.033*** (8.33)	4.002*** (11.63)	3.582*** (4.52)
$(Q)_{i,t-1}$	-0.435*** (-6.49)	-0.968*** (-2.69)	-0.395** (-2.47)	-0.303** (-2.06)	-0.313*** (-3.01)	-0.255** (-2.04)
$(STK/TA)_{i,t}$	-1.945 (-1.41)	-9.046* (-1.83)	-8.371*** (-2.78)	-4.825 (-1.51)	1.045 (0.42)	5.004 (1.58)
$(DBT/TA)_{i,t}$	-2.976 (-1.63)	2.790 (0.54)	-4.257 (-0.87)	-4.044 (-1.16)	-1.662 (-0.43)	-5.971* (-1.75)
$WW_{i,t}$	-1.323* (-1.96)	-3.557* (-1.74)	-1.503 (-1.33)	-1.004 (-1.45)	-1.489 (-0.56)	-0.975 (-1.26)
$WW_{i,t} \times WW_{i,t}$	0.820 (0.20)	-5.173*** (-2.74)	1.434 (1.48)	-0.197 (-0.51)	-1.129 (-1.49)	0.434 (1.13)
Obs.	17,134	3,635	3,133	3,888	3,191	3,287
F/F	1.04	1.20	1.04	1.05	1.07	1.17
Adj. R ²	0.182	0.179	0.178	0.181	0.182	0.180

企業生命週期可否解釋投資與現金流量的敏感度？

在投資與股價的敏感度方面，雖然投資與股價表現有顯著相關，但融資限制是否扮演如 Baker et al. (2003) 所言，融資限制程度較高的公司具較高的投資與股價敏感度？從整體資料言之，並未呈現融資限制的公司有較高的投資股價敏感度，甚至融資限制公司有更低的投資與股價敏感度。但從生命週期的每一個階段加以檢視，則發現除了在成長前期與後期之投資與股價呈顯著正向關係外，其餘並未有類似結果。這些數據充分顯示於成長期階段，在缺乏現金流量下，會產生如 Baker et al. (2003) 的主張，公司由於融資限制且內部資金不足，在公司強烈的成長需求下，將導致顯著正向的投資與股價關係，此時融資限制公司變成了依賴權益融資的公司 (equity-dependent firms)。而在其他階段中，因沒有投資之迫切需要，或沒有融資限制的現象，因此股價與投資並沒有發現顯著之統計關係。綜合表三數據顯示生命週期階段的差異除了影響投資對現金流量的敏感度外，也會影響投資與股價的關係。而以 WW index 為融資限制程度的代理變數方面，結果類似，不再贅述。

四、投資與現金流量敏感度之重要因子分析

本文的研究重點是想驗證企業個別因素（即生命週期不同階段），是否有助於解釋投資與現金流量的敏感度。在前文中，曾就不同階段的重要變數作檢定，也呼應生命週期因素的重要性。然為了確認這個結果的穩健性，反向探討敏感度的高低是否與企業生命週期的不同階段有關是有必要的，即分析敏感度高低不同的公司，其公司特徵是否如本文所預期，將有助於提升本文結果的效度。

首先觀察表四以 KZ index 來衡量敏感度方面，在以整體為樣本的觀察下，資本支出對敏感度呈現顯著為負，而現金流量與敏感度則是正向的顯著關係，至於 Q 值與敏感度的負向關係，可以解釋為對投資所需的資金而言，權益資金與公司內部現金流量間有某種程度的替代關係，因此當投資資金均來自權益時，將會降低投資與現金流量的敏感度。至於其他變數，甚至包括所設定的融資限制變數，都並未出現達到具統計顯著性的結果。若將樣本依生命週期加以分類，則發現在成長前期方面，投資依然是決定敏感度的重要因素，且負向與顯著程度顯著大於全本樣本的結果，顯示本階段的敏感度造成原因，不是因為投資增加所造成，反而呈現的是投資不足的現象，因為現金流量增加而導

致增加敏感度，此可透過現金流量與敏感度達到統計的顯著性來佐證，此時現金流量對敏感度的影響甚於投資因素。此亦與生命週期的特徵吻合，因此階段公司雖然因為有許多投資機會，然因為缺乏資金而無法採行，若有現金流量，則將有助於呈現較高的敏感度。對於 Tobin's Q 的解釋部分，在前文發現與 Baker et al. (2003) 相同的結果，但與敏感度間是負向的關係，顯示股價表現有助於此階段公司的資金挹注，當股價表現好時，由於權益資金與內部現金流量的替代性，將削減投資與現金流量間的敏感度。在融資限制指數方面，對敏感度呈現顯著的負向解釋能力，顯示此時公司缺乏融資的資金來源，將使公司在投資時只能仰賴自有資金或權益資金，然此階段缺乏現金流量下，將展現較低的敏感度。為了確認是否與 Kaplan & Zingales (1997) 的說法相同，觀察融資限制對敏感度是否具非線性的關係，在加入融資限制指數的平方項後，發現符號亦呈現顯著負向關係，與 Kaplan & Zingales (1997) 的主張一致。

在衰退後期方面，由於與成長前期的條件迥異，因此得到部分不同結果。首先在資本支出方面，不但呈現正向的顯著水準，對敏感度的解釋力顯然高於生命週期的其他階段，顯然此階段決定敏感度的重要的驅動因素是公司是否具成長機會。在現金流量方面，發現與其他階段相同，現金流量仍然有助於提升投資與現金流量的敏感度，符合融資順位理論的主張。至於股價表現方面，呈現顯著負向，可解釋為權益資金與自有資金間具替代性，因此當股價表現公司未來所開創的新局時，也將使公司順勢取得所需資金，也降低了投資與現金流量的敏感度。但此階段的股價表現不若成長初期，因此股價表現對敏感度的影響也明顯低於成長初期。至於融資限制因素方面，結果顯示不是解釋敏感度的主因，也確認此期間的敏感度完全是投資需求所驅動。在以 WW index 為融資限制代理變數方面，與 KZ index 的結果相當類似，甚至更強化後者的結果，請參見表四之 Pnel B。

五、現金存量、現金流量因素對研究成果的影響

雖然過去許多文獻探討投資對現金流量的敏感度，但亦有文獻將焦點放在投資對期初可用之現金存量(cash stock, 如現金與有價證券等)的敏感度，如 Kashyap et al. (1994) 一文。Kaplan & Zingales (1997) 在探討投資與現金流量敏感度時，亦驗證現金存量因素所帶來的影響，結果不論是單獨考慮或同時考

企業生命週期可否解釋投資與現金流量的敏感度？

慮都並沒有明顯的改變實證結果，也就是企業並不會區分每一塊錢的來源，也沒有顯著的偏好現金流入的期間。

除了現金存量外，近來有些文獻強調現金的重要性，如 Almeida et al. (2004) 陳述當企業具外部融資困難時，會節省現金流量當現金使用。Faulkender & Wang (2006) 也獲得類似結果，現金對有融資限制公司的價值，遠高於沒有融資限制的公司，此與許多文獻的看法相同，因此，本文將樣本依據融資限制高低排序後分組探討，融資限制高於中位數者為高融資限制樣本，反之則為低融資限制樣本。Denis & Sibilkov (2009) 則解決了兩個有關現金的重要議題，即為什麼現金持有對融資限制公司比較重要？如果現金對受限公司很重要，但為何部分融資限制公司持有現金相當少？針對這些問題，該文發現對於融資限制的公司而言，更多現金的持有與具更多的投資與避險需求有關，意旨現金持有的目的是要讓公司投資於可增加價值的方案上，因此，對於現金持有對受限公司而言是正面解讀的。

由於過去研究投資與現金流量的文獻中，幾乎排除對現金持有與現金存量的考慮，然對於本文的結果是否會有所改變，是一值得深入研究的課題。考慮現金存量與現金後之結果見表五。首先觀察在 KZ index 定義下之現金流量方面，仍然看到在成長前期之投資與現金流量敏感度最低（因為其他階段之係數皆呈現正值），與前文相同，顯示此階段之投資深受融資限制的影響，後續階段的敏感度也都顯著的高於成長前期。然若將樣本區分為融資限制較高與較低兩組，可以發現截然不同的結果，即相對而言，融資限制公司在成長前期有較低傾向的敏感度。

將持有現金持有加入考慮後，發現幾個有趣的地方。在全部資料部分，加入持有現金因素後，並沒有顯著改變投資與現金流量的關係，但在成長期前期，發現有非常顯著的以持有現金換取有價值投資的現象，呼應 Denis & Sibilkov (2009) 一文的發現，由於成長前期對投資的需求，因此將可以看到非常顯著的現金與現金流量的抵換關係。當將資料按照融資限制程度分成兩組時，與過去的結果類似，融資限制公司在成長前期時，現金與現金流量抵換關係比其他階段明顯。但對於低融資限制公司而言，雖然投資與現金流量的敏感度較高，但投資與現金的關係已經不顯著，顯示對於此類公司現金與現金流量間並不具有抵換關係，且各階段也沒有顯著的差異。

表 (五) 現金存量，持有現金與現金流量

研究期間為 1991 年至 2009 年，KZ 為 Lamont et al. (2001) 對 KZ index 的定義，WW 為 Whited & Wu (2006) 提出之融資限制衡量指標 WW index。 $(CAP/TA)_{i,t-1}$ 為投資資本支出(PP&E)； $(Q)_{i,t-1}$ 為 Tobin's Q； $(NCF/TA)_{i,t}$ 為現金流量； $(STK/TA)_{i,t}$ 為新發行的股票； $(DBT/TA)_{i,t}$ 為新發行的長期債券。參考 Anthony & Ramesh (1992) 提出的分位法，以營收成長率、資本支出率與公司已成立年數為分類變數，採用此變數之每五年的中位數，即分類變數 $t-4$ 、 $t-3$ 、 $t-2$ 、 $t-1$ 與 t 期的中位數，將樣本排序後分為高、中、低三組，並分別給予 0、1、2 的分數；然後加總此分數成一綜合指標，最後根據 Liu (2008) 對生命週期的分類方法，以該綜合指標將樣本區分成五等分，分別定義為成長前期(GE)、成長後期(GL)、成熟期(M)、衰退前期(DE)、衰退後期(DL)；FC_H 為高融資限制樣本，FC_L 為低融資限制樣本；控制其他影響投資的現金變數，其中 CH (Cash Holding) 為現金持有；CS (Cash Stock) 為前期持有現金，觀察不同生命週期的融資限制對投資現金流量敏感度的結果是否仍具一致性。

	Panel A: KZ index								
	CF			CF vs CH			CF vs CS		
	All	FC H	FC L	All	FC H	FC L	All	FC H	FC L
α	0.024***	0.031***	0.023***	0.025***	0.031***	0.023***	0.025***	0.031***	0.023***
	(24.50)	(18.97)	(17.46)	(24.09)	(18.10)	(17.61)	(24.76)	(18.94)	(17.34)
$(CAP/TA)_{i,t-1}$	0.384***	0.300***	0.350***	0.383***	0.301***	0.348***	0.385***	0.300***	0.350***
	(40.98)	(32.30)	(18.95)	(40.85)	(32.41)	(18.80)	(41.04)	(32.25)	(18.88)
$(Q)_{i,t-1}$	0.001**	0.001	0.001**	0.001**	0.001*	0.001**	0.001**	0.002*	0.001**
	(2.53)	(1.60)	(2.37)	(2.53)	(1.67)	(2.36)	(2.53)	(1.85)	(2.33)
$(STK/TA)_{i,t}$	0.030***	0.046***	0.020***	0.030***	0.047***	0.020***	0.030***	0.044***	0.020***
	(4.76)	(3.10)	(4.46)	(4.79)	(3.11)	(4.53)	(4.81)	(2.98)	(4.45)
$(DBT/TA)_{i,t}$	0.048***	0.057***	0.020**	0.048***	0.058***	0.020**	0.048***	0.057***	0.020**
	(6.54)	(8.04)	(2.20)	(6.55)	(8.09)	(2.27)	(6.53)	(8.02)	(2.25)
$(NCF/TA)_{i,t}$	0.093***	0.050***	0.068***	0.092***	0.034***	0.067***	0.078***	0.047***	0.067***
	(7.03)	(4.20)	(5.56)	(6.96)	(4.30)	(5.37)	(5.56)	(4.37)	(5.44)
$(NCF/TA)_{i,t} \times GL$	0.030**	0.058***	0.001	0.030**	0.059***	0.006	0.018	0.058***	0.003
	(2.25)	(2.64)	(0.09)	(2.20)	(2.68)	(0.26)	(1.32)	(2.63)	(0.21)
$(NCF/TA)_{i,t} \times M$	0.047***	0.045*	-0.019	0.047***	0.047**	-0.019	0.034**	0.048**	0.019
	(3.32)	(1.93)	(-1.51)	(3.26)	(1.99)	(-1.43)	(2.18)	(2.04)	(1.41)
$(NCF/TA)_{i,t} \times DE$	0.056***	0.045**	-0.022	0.056***	0.049**	-0.021	0.043***	0.050**	0.021
	(3.75)	(2.01)	(-1.61)	(3.72)	(2.15)	(-1.49)	(2.87)	(2.23)	(1.53)
$(NCF/TA)_{i,t} \times DL$	0.046**	0.054**	-0.020	0.045**	0.057**	-0.017	0.031*	0.058**	0.017
	(2.51)	(2.10)	(-1.43)	(2.44)	(2.23)	(-1.14)	(1.62)	(2.27)	(1.20)
$(CH/TA)_{i,t}$				-0.035**	-0.022*	-0.042			
				(-1.99)	(-1.79)	(-0.82)			
$(CH/TA)_{i,t} \times GL$				0.000	0.000	-0.000			
				(0.02)	(0.76)	(-0.97)			
$(CH/TA)_{i,t} \times M$				0.000	0.000	-0.000			
				(0.07)	(0.67)	(-0.75)			
$(CH/TA)_{i,t} \times DE$				0.000	0.000	-0.000			
				(0.15)	(0.75)	(-0.84)			
$(CH/TA)_{i,t} \times DL$				-0.000	0.000	-0.000			
				(-0.20)	(0.82)	(-1.19)			
$(CS/TA)_{i,t}$							0.025*	0.037*	0.000
							(1.78)	(1.88)	(1.26)
$(CS/TA)_{i,t} \times GL$							0.000	0.000	-0.000
							(-0.29)	(1.09)	(-1.32)
$(CS/TA)_{i,t} \times M$							0.000	0.000	-0.000
							(-0.28)	(1.07)	(-1.24)
$(CS/TA)_{i,t} \times DE$							0.000	0.000	-0.000
							(-0.21)	(1.08)	(-1.29)
$(CS/TA)_{i,t} \times DL$							0.000	0.000	-0.000
							(-0.47)	(1.09)	(-1.54)
Obs.		17,134			8,539			8,595	
VIF	1.60	1.62	1.57	4.31	5.75	4.50	4.15	6.82	3.95
Adj R ²	0.195	0.193	0.191	0.201	0.203	0.203	0.206	0.206	0.205

企業生命週期可否解釋投資與現金流量的敏感度？

	Panel B: WW index								
	NCF			NCF vs CH			NCF vs CS		
	All	FC H	FC L	All	FC H	FC L	All	FC H	FC L
α	0.025*** (24.79)	0.023*** (14.59)	0.027*** (19.83)	0.025*** (24.33)	0.024*** (14.72)	0.028*** (20.13)	0.025*** (24.76)	0.023*** (14.48)	0.027*** (19.80)
$(CAP/TA)_{i,t-1}$	0.385*** (40.96)	0.349*** (55.72)	0.306*** (33.07)	0.384*** (40.85)	0.348*** (55.40)	0.303*** (32.58)	0.385*** (41.04)	0.350*** (55.83)	0.305*** (32.85)
$(Q)_{i,t-1}$	0.001** (2.53)	0.001*** (3.02)	0.001** (2.51)	0.001** (2.55)	0.001*** (2.97)	0.001*** (2.62)	0.001** (2.53)	0.001*** (2.98)	0.001*** (2.60)
$(STK/TA)_{i,t}$	0.030*** (4.82)	0.027*** (3.88)	0.026*** (3.63)	0.031*** (4.86)	0.027*** (3.91)	0.027*** (3.78)	0.030*** (4.81)	0.027*** (3.89)	0.026*** (3.61)
$(DBT/TA)_{i,t}$	0.048*** (6.54)	0.048*** (6.35)	0.048*** (6.86)	0.048*** (6.56)	0.047*** (6.32)	0.049*** (6.99)	0.048*** (6.53)	0.047*** (6.29)	0.048*** (6.79)
$(NCF/TA)_{i,t}$	0.069*** (5.68)	0.043*** (6.39)	0.072*** (3.18)	0.078*** (5.57)	0.037*** (6.41)	0.074*** (3.32)	0.078*** (5.56)	0.037*** (6.44)	0.043*** (3.22)
$(NCF/TA)_{i,t} \times GL$	0.019 (1.40)	0.033* (1.89)	-0.007 (-0.45)	0.018 (1.32)	0.034* (1.89)	-0.011 (-0.71)	0.018 (1.32)	0.035* (1.95)	-0.008 (-0.50)
$(NCF/TA)_{i,t} \times M$	0.034** (2.26)	0.074*** (3.61)	-0.005 (-0.32)	0.033** (2.17)	0.008*** (3.69)	-0.008 (-0.50)	0.034** (2.18)	0.079*** (3.72)	-0.006 (-0.37)
$(NCF/TA)_{i,t} \times DE$	0.043*** (2.93)	0.077*** (3.53)	-0.019 (-1.26)	0.043*** (2.88)	0.082*** (3.68)	-0.022 (-1.41)	0.043*** (2.87)	0.081*** (3.66)	-0.020 (-1.29)
$(NCF/TA)_{i,t} \times DL$	0.032* (1.74)	0.083*** (3.63)	0.002 (0.09)	0.031* (1.65)	0.086*** (3.63)	-0.001 (-0.02)	0.031 (1.62)	0.088*** (3.77)	0.002 (0.11)
$(CH/TA)_{i,t}$				-0.000 (-0.37)	-0.0002** (-2.56)	-0.000 (-1.18)			
$(CH/TA)_{i,t} \times GL$				-0.000 (-0.15)	0.000 (1.23)	0.000 (0.80)			
$(CH/TA)_{i,t} \times M$				-0.000 (-0.12)	0.000 (1.11)	0.000 (0.62)			
$(CH/TA)_{i,t} \times DE$				-0.000 (-0.05)	0.000 (1.21)	0.000 (0.64)			
$(CH/TA)_{i,t} \times DL$				-0.000 (-0.38)	0.000 (1.60)	0.000 (1.21)			
$(CS/TA)_{i,t}$							0.000* (1.63)	0.010* (1.97)	0.000 (1.31)
$(CS/TA)_{i,t} \times GL$							-0.000 (-0.29)	0.000 (0.63)	0.000 (1.40)
$(CS/TA)_{i,t} \times M$							-0.000 (-0.28)	0.000 (1.14)	0.000 (1.36)
$(CS/TA)_{i,t} \times DE$							-0.000 (-0.21)	0.000 (1.17)	0.000 (1.40)
$(CS/TA)_{i,t} \times DL$							-0.000 (-0.47)	0.000 (0.95)	0.000 (0.99)
Obs.		17,134			8,539			8,595	
VIF	1.60	1.64	1.45	4.31	6.57	3.66	4.15	6.12	3.30
Adj R ²	0.197	0.198	0.196	0.211	0.214	0.215	0.217	0.216	0.213

最後討論現金存量加入後的影響，以整體資料而言，原現金流量的結果並未有顯著的改變，然發現在成長前期的投資與現金存量關係顯著為正，此與 Kaplan & Zingales (1997) 的解釋類似，即有保留到下期供投資使用的傾向，當將樣本按照融資限制程度分類後，顯示僅有在高融資限制公司方出現此結果，即對於融資受限公司而言，有將資金保留至下期供投資使用的壓力。但比

較意外的是當邁入成長後期時，此保留作用顯著大幅的降低，且不論融資是否限制，都存在此現象。

整體而言，表五發現成長前期有非常顯著的投資與持有現金敏感度，此時現金似乎可以部分取代現金流量的重要性，由於投資需求的驅使，成長前期時，投資與持有現金有非常明顯的負向敏感度。最後，將現金流量與現金存量同時考慮後，則發現較無法取代現金流量的解釋能力，表示兩者間不是取代的關係，相對的在融資限制且位居成長前期時，現金存量是扮演著錦上添花的角色。另外有關以 WW index 定義融資限制方面，則發現結果與 KZ index 的定義非常類似，不再贅述。

六、生命週期因素模型的解釋能力

在過去的相關文獻中，對於投資與現金流量敏感度的觀察，較少做個別公司因素的控制，從前文的實證結果中，可發現公司位於不同生命週期階段時產生了顯著差異，為了驗證生命週期的加入是否有助於提升對投資與現金流量敏感度的觀察，本文參考 Fairfield & Yohn (2001) 的作法，檢定生命週期模型在是否具有提升解釋能力。在未加上生命週期解釋變數時，稱之為基本模型，如式(6)所示：

$$(CFSI)_{i,t} = \alpha + \beta_1 (CAP/TA)_{i,t-1} + \beta_2 (Q)_{i,t-1} + \beta_3 (NCF/TA)_{i,t} + \beta_4 (STK/TA)_{i,t} + \beta_5 (DBT/TA)_{i,t} + \beta_6 (FC)_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (6)$$

其中 $(CFSI)_{i,t}$ 表示投資對現金流量的敏感度， $(CAP/TA)_{i,t-1}$ 為投資資本支出 (PP&E)； $(Q)_{i,t-1}$ 代表 Tobin's Q； $(NCF/TA)_{i,t}$ 為淨現金流量； $(STK/TA)_{i,t}$ 則指公司新發行的股票； $(DBT/TA)_{i,t}$ 為新發行的長期債券； LC_k 代表生命週期指標變數； D_k 為生命週期的虛擬變數； $FC_{i,t}$ 分別為 KZ index 與 WW index 融資限制指標。再加上生命週期相關變數後，則稱之為生命週期模型，如(7)式所示：

企業生命週期可否解釋投資與現金流量的敏感度？

$$\begin{aligned}
 (CFSI)_{i,t} = & \alpha + \beta_1(CAP/TA)_{i,t} + \beta_2(Q)_{i,t-1} + \beta_3(NCF/TA)_{i,t} + \beta_4(STK/TA)_{i,t} + \beta_5(DBT/TA)_{i,t} \\
 & + \beta_6(FC)_{i,t} + \sum_{k=1}^4 D_k LC + \sum_{k=1}^4 \delta_{1k} [(CAP/TA)_{i,t} \times LC_k] + \sum_{k=1}^4 \delta_{2k} [(Q)_{i,t-1} \times LC_k] \\
 & + \sum_{k=1}^4 \delta_{3k} [(NCF/TA)_{i,t} \times LC_k] + \sum_{k=1}^4 \delta_{4k} [(STK/TA)_{i,t} \times LC_k] + \sum_{k=1}^4 \delta_{5k} [(DBT/TA)_{i,t} \times LC_k] \\
 & + \sum_{k=1}^4 \delta_{6k} [(FC)_{i,t} \times LC_k] + \varepsilon_{i,t}
 \end{aligned}
 \tag{7}$$

在生命週期模型中，將成長前期設定為無指標變數(指標變數分別代表不同生命週期)，以便將各期之解釋變數與成長前期做比較。雖然成長前期省略指標變數，但是在表六中成長前期相關欄位中，呈現的數據是指標變數對敏感度在混合下的結果（即模型 $\beta_1 \sim \beta_6$ 等係數），如此，本文就可以將各生命週期的係數與成長前期來比較；此外，本文採用 Chow test 檢驗全部樣本與依生命週期分組後的樣本，其係數是否相同，若係數不同，則代表生命週期模型有結構性之改變，因此生命週期模型以指標變數區分生命週期不同之方法是比較適合的，而檢驗結果皆非常顯著(Panel A, F=23.45 與 Panel B, F=25.80)，因此，生命週期模型將允許截距項與各解釋變數間之係數，隨著生命週期的不同而改變，實證結果請見表六。首先以現金流量的結果觀之，基本模型下的變數呈現相當顯著的結果，調整後的 R-square 為 25.35%，對 restricted model（排除生命週期變數）的 F 統計量亦達統計的顯著水準。然在生命週期模型中，本文對每一個解釋變數，都予以生命週期的指標變數控制，由實證結果可知在五個生命週期的不同階段中，與前文結果類似，幾乎顯示成長前期有較低的投資與現金流量的敏感度。而在投資方面所呈現的結果亦確認了本文對此敏感度的解釋，因為數據顯示成長前期的投資變數對敏感度有最低且顯著的解釋能力，而在衰退後期中，則得到與前期完全相反的結果，投資對敏感度呈現顯著且正向的影響。重要的是在融資限制指數方面，僅發現在成長前期融資限制程度對敏感度有較低的現象。為了確認生命週期模型對投資與現金流量敏感度的解釋能力，本文再次以 WW index 來代理融資限制程度，所得結果與 KZ index 所得到的結果類似，且解釋能力也提升不少，亦驗證了企業生命週期在解釋投資與現金流量敏感度的重要性，亦對於 Fazzari et al. (1988) 與 Kaplan & Zingales (1997) 的不同論述提供了一個可能解釋的方向。

表 (六) 生命週期模型之解釋能力

研究期間為 1991 年至 2009 年，KZ 為 Lamont et al. (2001) 對 KZ index 的定義，WW 為 Whited & Wu (2006) 提出的融資限制衡量指標 WW index。\$(CAP/TA)_{i,t}\$ 為投資資本支出(PP&E)；\$(Q)_{i,t-1}\$ 為 Tobin's Q；\$(NCF/TA)_{i,t}\$ 為現金流量；\$(STK/TA)_{i,t}\$ 為新發行的股票；\$(DBT/TA)_{i,t}\$ 為新發行的長期債券；\$LC_k\$ 代表生命週期；\$D_k\$ 為生命週期的虛擬變數；FC 分別為 KZ index 與 WW index。參考 Anthony & Ramesh (1992) 提出的分位法，以營收成長率、資本支出率與公司已成立年數為分類變數，採用此變數之每五年的中位數，即分類變數 \$t-4, t-3, t-2, t-1\$ 與 \$t\$ 期的中位數，將樣本排序後分為高、中、低三組，並分別給予 0、1、2 的分數；然後加總此分數成一綜合指標，最後根據 Liu (2008) 對生命週期的分類方法，以該綜合指標將樣本區分成五等分，分別定義為成長前期(GE)、成長後期(GL)、成熟期(M)、衰退前期(DE)、衰退後期(DL)，並探討生命週期模型(Life cycle Model)對投資現金流量敏感度的解釋能力。

$$\text{Base Model: } (CFSI)_{i,t} = \alpha + \beta_1(CAP/TA)_{i,t-1} + \beta_2(Q)_{i,t-1} + \beta_3(NCF/TA)_{i,t} + \beta_4(STK/TA)_{i,t} + \beta_5(DBT/TA)_{i,t} + \beta_6(FC)_{i,t} + \beta_7(CAP/TA)_{i,t} \times LC_k + \varepsilon_{i,t}$$

Life

Cycle

Model:

$$(CFSI)_{i,t} = \alpha + \beta_1(CAP/TA)_{i,t} + \beta_2(Q)_{i,t-1} + \beta_3(NCF/TA)_{i,t} + \beta_4(STK/TA)_{i,t} + \beta_5(DBT/TA)_{i,t} + \beta_6(FC)_{i,t} + \sum_{k=1}^4 D_k LC_k + \sum_{k=1}^4 \delta_{1k} [(CAP/TA)_{i,t} \times LC_k] + \sum_{k=1}^4 \delta_{2k} [(Q)_{i,t-1} \times LC_k] + \sum_{k=1}^4 \delta_{3k} [(NCF/TA)_{i,t} \times LC_k] + \sum_{k=1}^4 \delta_{4k} [(STK/TA)_{i,t} \times LC_k] + \sum_{k=1}^4 \delta_{5k} [(DBT/TA)_{i,t} \times LC_k] + \sum_{k=1}^4 \delta_{6k} [(FC)_{i,t} \times LC_k] + \varepsilon_{i,t}$$

Panel A: KZ index									
	α	$(CAP/TA)_{i,t}$	$(Q)_{i,t-1}$	$(NCF/TA)_{i,t}$	$(STK/TA)_{i,t}$	$(DBT/TA)_{i,t}$	$(KZ)_{i,t}$	VIF	Adj R ²
Base Model	3.991*** (9.97)	-8.343** (-2.48)	-0.437*** (-6.49)	15.264*** (12.55)	-2.116 (-1.53)	-2.734 (-1.47)	-0.033** (-2.02)	1.10	17.47%
Life cycle Model									
GE	1.591** (1.99)	-2.281*** (-3.23)	-0.363*** (-3.79)	6.150*** (4.31)	0.928 (0.40)	-2.617 (-0.72)	-1.710*** (-3.25)	2.40	25.35%
GL	4.902*** (3.94)	-0.664 (-0.51)	-0.027 (-0.16)	3.248*** (3.19)	-9.664*** (-2.75)	-1.193 (-0.21)	-0.076 (-0.80)		
M	2.592** (2.10)	-1.242 (-0.11)	0.048 (0.25)	3.661*** (4.19)	-6.112 (-1.42)	-0.407 (-0.08)	-0.113 (-1.17)		
DE	0.747 (0.56)	2.655* (1.74)	-0.127 (-0.46)	4.628*** (5.99)	3.850 (0.88)	-2.266 (-0.41)	-0.127 (-1.25)		
DL	7.515*** (5.38)	4.562*** (5.12)	-0.549 (-1.37)	3.185*** (7.12)	-9.489* (-1.66)	5.414 (0.82)	0.024 (0.20)		

企業生命週期可否解釋投資與現金流量的敏感度？

Panel B: WW index

	α	$(CAP/TA)_{i,t}$	$(Q)_{i,t-1}$	$(NCF/TA)_{i,t}$	$(STK/TA)_{i,t}$	$(DBT/TA)_{i,t}$	$(WW)_{i,t}$	VIF	Adj R ²
Base Model	4.046*** (10.11)	-8.521** (-2.54)	-0.435*** (-6.49)	4.614*** (10.23)	-1.945 (-1.41)	-2.976 (-1.63)	-1.323*** (-2.96)	1.08	18.16%
Life cycle Model									
GE	0.316 (0.39)	-4.640*** (-3.24)	-0.313*** (-3.28)	8.002*** (12.66)	1.045 (0.46)	-1.662 (-0.47)	-1.489*** (-3.23)	3.88	26.87%
GL	6.477*** (5.15)	-0.368 (-0.59)	-0.082 (-0.49)	6.668*** (4.07)	-9.416*** (-2.72)	-2.595 (-0.47)	-1.086 (-0.49)		
M	3.897*** (3.14)	-1.146 (-0.11)	0.010 (0.05)	4.969*** (2.77)	-5.869 (-1.38)	-2.382 (-0.45)	-1.485 (-0.66)		
DE	2.022 (1.51)	3.288* (1.75)	-0.143 (-0.51)	4.204*** (3.78)	-3.960 (0.91)	-1.309 (-0.81)	1.517 (0.63)		
DL	9.240*** (6.49)	7.102*** (5.12)	-0.655 (-0.68)	3.420*** (4.75)	-10.090* (-1.77)	4.452 (0.69)	2.046 (0.85)		

伍、結 論

過去有許多關於投資與現金流量敏感度的文獻，甚至部分文獻獲得不同的結果與持不同的解釋，誠如 Kaplan & Zingales (1997) 所言，其實投資與現金流量敏感度並不具重要的理論基礎，但的確引起不少公司財務領域的重視。尤其當融資限制與投資對現金流量敏感度結合研究時，似乎有更多疑點尚待釐清。而本文主張要瞭解兩者的關連，至少要將個別公司的條件的差異予以控制，而生命週期是可以集合多重公司條件差異的重要單一變數，本文考慮企業生命週期階段差異之因素後，發現除了可以顯著增加模式的解釋能力外，不同階段的確會影響投資對現金流量的敏感度，尤其是成長前期，由於投資需求較高與缺乏現金流量的情況下，與成熟期投資較低但現金流量較高的情況有顯著差異，將影響投資與現金流量敏感度的結果與解釋，此強調個別公司條件差異而導致不同原因與結果是本文主要貢獻之處。

過去生命週期因素常應用在與策略相關的研究上，但有愈來愈多的文獻驗證了生命週期與企業融資的相關性，也間接說明觀察投資與現金流量敏感度的研究時，控制公司生命週期的重要性。本文除了以迴歸模型證明外，亦做了反覆的驗證，並改以現金流量敏感度當作解釋變數，分別觀察投資與現金流量敏感度是否與生命週期的特徵有關，結果相當呼應本文的主張，在不同的敏感度歸類下，許多生命週期的重要特徵變數產生顯著差異。此外，為了提升本文結論的穩健程度，許多重要變數也做了不同的定義，如財務融資限制，分別探討在 KZ index 與 WW index 的分組情況下，結果是否具一致性。為了避免現金、現金存量與現金流量的交互影響而使本文結果產生偏誤，本文亦分別將以合併觀察，雖然發現一些額增可供解釋的結果外，但幾乎沒有改變生命週期的不同階段所帶來的影響。尤其在生命週期中之成長前期階段，由於投資水準與現金流量的多寡與其他階段有顯著差異，本文發現在投資與現金流量的敏感度上，與其他階段有非常不同的結果，對於 Fazzari et al. (1988) 與 Kaplan & Zingales (1997) 的不同論述提供了一個可能解釋的方向。

本文發現可以補充過去許多文獻的結果，尤其在討論有關投資與現金流量的文獻上，過去文獻較少做個別公司條件差異的控制，本文希望以企業生命週期因素來整合許多個別公司的不同特徵，可以更釐清相關議題。雖然生命週期的分類精確程度會影響本文的觀察，但本文結果也部分釐清過去文獻的不同觀點。如 Fazzari et al. (1988) 與 Kaplan & Zingales (1997) 在投資對現金流量的

企業生命週期可否解釋投資與現金流量的敏感度？

敏感度中得到不同結果，而本文以投資水準與現金流量多寡的角度觀之，則發現成長前期與 Kaplan & Zingales (1997) 的結果類似。再則 Baker et al. (2003) 發現融資限制公司的投資與股價具顯著的敏感度，而本文則發現此結果出現在成長前期之融資限制公司，原因除了有迫切的投資需求以外，股價反應成長較易有高估的表現，因此亦出現較高之投資與股價敏感度。希望本文的發現可以整合一些不同結果，對於控制不同生命週期特徵差異的重要性也可獲得認同。

參考文獻

- 詹家昌、莊文議、游志成，2007，「市場不完美對投資與現金流量敏感度影響之研究」，管理評論，26 卷 3 期：1~26。
- Adizes, I., 1988, **Corporate Lifecycles: How and Why Corporations Grow and Die and What to Do About It**, 1st, Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Almeida, H. and Campello, M., 2008, “Financial Constraints and Investment-Cash Flow Sensitivities: New Research Directions.” Working paper, Social Science Research Network.
- Almeida, H., Campello, M., and Weisbach, M. S., 2004, “The Cash Flow Sensitivity of Cash,” **Journal of Finance**, Vol. 59, No. 4, 1777-1804.
- Alti, A., 2003, “How Sensitive Is Investment to Cash Flow When Financing Is Frictionless?” **Journal of Finance**, Vol. 58, No. 2, 707-722.
- Anthony, J. H. and Ramesh, K., 1992, “Association between Accounting Performance Measures and Stock Prices,” **Journal of Accounting and Economics**, Vol. 15, No. 2-3, 203-227.
- Baker, M., Stein, J. C., and Wurgler, J., 2003, “When Does the Market Matter? Stock Prices and the Investment of Equity-dependent Firms,” **Quarterly Journal of Economics**, Vol. 118, No. 3, 969-1005.
- Bender, R. and Ward, K., 2002, **Corporate Financial Strategy**, 4th, Burlington, MA: Butterworth Heinemann.
- Berger, A. and Udell, G., 1998 “The Economics of Small Business Finance: The Roles of Private Equity and Debt Markets in the Financial Growth Cycle,” **Journal of Banking and Finance**, Vol. 22, No. 6-8, 613-673.
- Black, E. L., 1998, “Life-cycle Impacts on the Increment Value Relevance of Earnings and Cash Flow Measure,” **Journal of Financial Statement Analysts**, Vol. 4, No. 1, 40-57.

- Brown, J. R. and Petersen, B. C., 2009, "Why Has the Investment-cash-flow Sensitivity Declined so Sharply? Rising R&D and Equity Market Developments," **Journal of Banking and Finance**, Vol. 33, No. 5, 971-984.
- Brown, J. R., Fazzari, S. M., and Petersen, B. C., 2009, "Financing Innovation and Growth: Cash Flow, External Equity and the 1990s R&D Boom," **Journal of Finance**, Vol. 64, No. 1, 151-184.
- Cassar, G., 2004, "The Financing of Business Start-ups," **Journal of Business Venturing**, Vol. 19, No. 2, 261-283.
- Chapman, D. R., Junor, C. W., and Stegman, T. R., 1996, "Cash Flow Constraints and Firms' Investment Behavior," **Applied Economics**, Vol. 28, No. 8, 1037-1044.
- Cleary, W. S., Povel, P., and Raith, M., 2007, "The U-shaped Investment Curve: Theory and Evidence," **Journal of Financial and Quantitative Analysis**, Vol. 42, No. 1, 1-39.
- Dasgupta, S. and Sengupta, K., 2007, "Corporate Liquidity, Investment and Financial Constraints: Implications from a Multi-period Model," **Journal of Financial Intermediation**, Vol. 16, No. 2, 151-174.
- DeAngelo, H., DeAngelo, L., and Stulz, R. M., 2006, "Dividend Policy and the Earned/Contributed Capital Mix: A Test of the Life-cycle Theory," **Journal of Financial Economics**, Vol. 81, No. 2, 227-254.
- DeAngelo, H., DeAngelo, L., and Stulz, R. M., 2010, "Seasoned equity offerings, market timing, and the corporate lifecycle," **Journal of Financial Economics**, Vol. 95, No. 3, 275-295.
- Denis, D. J. and Sibilkov, V., 2009, "Financial Constraints, Investment, and the Value of Cash Holdings," **Review of Financial Studies**, Vol. 23, No. 1, 247-269.
- Devereux, M. and Schiantarelli, F., 1990, "Financial Factors, and Cash Flow: Evidence from U.K. Panel Data." Working paper, National Bureau of Economic Research.
- Dickinson, V., 2011, "Cash Flow Patterns as a Proxy for Firm Life Cycle," **The Accounting Review**, Vol. 86, No. 6, 1969-1994.
- Fairfield, P. and Yohn, T., 2001, "Using asset turnover and profit margin to forecast changes in profitability," **Review of Accounting Studies**, Vol. 6, No. 4, 371-385.
- Faulkender, M. and Wang, R., 2006, "Corporate Financial Policy and the Value of Cash," **Journal of Finance**, Vol. 61, No. 4, 1957-1990.
- Fazzari, S., Hubbard, R. G., and Petersen, B. C., 1988, "Financing Constraints and Corporate Investment," **Brookings Papers on Economic Activity**, Vol. 1988, No. 1, 141-206.
- Fluck, Z., 1999, "The Dynamics of the Management Shareholder," **Review of Financial Studies**, Vol. 12, No. 2, 379-404.
- Fluck, Z., Holtz-Eakin, D., and Rosen, H., 1998, "Where Does the Money Come From? The Financing of Small Entrepreneurial Enterprises." Working paper, Syracuse University.

企業生命週期可否解釋投資與現金流量的敏感度？

- Frank, M. and Goyal, V., 2003, "Testing the Pecking Order Theory of Capital Structure," **Journal of Finance Economics**, Vol. 67, No. 2, 217-248.
- Gomez-Mejia, L. R., 1992, "Structure and Process of Diversification, Compensation Strategy, and Firm Performance," **Strategic Management Journal**, Vol. 13, No. 5, 381-397.
- Gort, M. and Klepper, S., 1982, "Time Paths in the Diffusion of Product Innovations," **The Economic Journal**, Vol. 92, No. 367, 630-653.
- Haire, M., 1959, "Biological models and empirical histories in the growth of organizations" in Haire, M. (ed.), **Model Organization Theory**, First Edition, New York: John Wiley, 272-306.
- Hovakimian, A. G. and Hovakimian, G., 2005, "Cash Flow Sensitivity of Investment." Working paper, Fordham University.
- Hovakimian, G., 2009, "Determinants of Investment Cash Flow Sensitivity," **Financial Management**, Vol. 38, No. 1, 161-183.
- Hubbard, R. G., 1998, "Capital Market Imperfections and Investment," **Journal of Economic Literature**, Vol. 36, No. 1, 193-227.
- Kaplan, S. N. and Zingales, L., 1997, "Do Investment-Cash Flow Sensitivities Provide Useful Measures of Financing Constraints?" **Quarterly Journal of Economic**, Vol. 112, No. 1, 169-215.
- Kashyap, A., Lamont, O., and Stein, J., 1994, "Credit Conditions and the Cyclical Behavior of Inventories," **Quarterly Journal of Economics**, Vol. 109, No. 3, 565-592.
- Kothari, S. P., 2001, "Capital Markets Research in Accounting," **Journal of Accounting and Economics**, Vol. 31, No. 1-3, 105-231.
- Lamont, O., Polk, C., and Saa-Requejo, J., 2001, "Financial Constraints and Stock Returns," **Review of Financial Studies**, Vol. 14, No. 2, 529-554.
- Liu, M., 2008, "Accruals and Managerial Operating Decisions over the Firm Life Cycle." Working paper, Pennsylvania State University.
- Miller, D. and Friesen, P. H., 1984, "A Mathematical Model of the Adaptive Behavior of Organizations," **Journal of Management Studies**, Vol. 23, No. 1, 1-25.
- Modigliani, F. and Miller, M., 1958, "The Cost of Capital, Corporation Finance and the Theory of Investment," **American Economic Review**, Vol. 48, No. 3, 261-297.
- Moyen, N., 2004, "Investment-Cash Flow Sensitivities : Constrained versus Unconstrained Firms," **The Journal of Finance**, Vol. 59, No. 5, 2061-2092.
- Ou, C. and Haynes, G., 2003, "Uses of Equity Capital by Small Firms-Findings from the National Survey of Small Business Finances." Working paper, Office of Economic Research and Montana State University.
- Pashley, M. M. and Philippatos, G. C., 1990, "Voluntary Divestitures and Corporate Life Cycle: Some Empirical Evidence," **Applied Economics**, Vol. 22, No. 9, 1181-1196.
- Pawlina, G. and Renneboog, L., 2005, "Is Investment-Cash Flow Sensitivity Caused by

- Agency Costs or Asymmetric Information? Evidence from the UK,” **European Financial Management**, Vol. 11, No. 4, 483-513.
- Rauh, J. D., 2006, “Investment and financing constraints: Evidence from the funding of corporate pension plans,” **Journal of Finance**, Vol. 61, No. 1, 33-72.
- Robb, A. M., 2002, “Small Business Financing: Differences between Young and Old Firms,” **Journal of Entrepreneurial Finance and Business Ventures**, Vol. 7, No. 2, 45-65.
- Selling, T. I. and Stickney, C. P., 1989, “The Effects of Business Environment and Strategy on a Firm’s Rate of Return on Assets,” **Financial Analysts Journal**, Vol. 45, No. 1, 43-52.
- Shin, H. H. and Park, Y. S., 1999, “Financing Constraints and Internal Capital Markets: Evidence from Korean 'chaebols',” **Journal of Corporate Finance**, Vol. 5, No. 2, 169-191.
- Smith, K. G., Mitchell, T. R., and Summer, C. E., 1985, “Top Level Management Priorities in Different Stages of the Organizational Life Cycle,” **Academy of Management Journal**, Vol. 28, No. 4, 799-820.
- Stickney, C. and Brown, P., 1999, **Financial Reporting and Statement Analysis: A Strategic Perspective**, 1st, New York: Harcourt Brace College Publishers.
- Whited, T. M. and Wu, G., 2006, “Financial Constraints Risk,” **Review of Financial Studies**, Vol. 19, No. 2, 531-559.
- Whited, T. M., 1992, “Debt, Liquidity Constraints, and Corporate Investment: Evidence from Panel Data,” **The Journal of Finance**, Vol. 47, No. 4, 1425-1460.
- Yehuda, N. and Hribar, P., 2008, “Reconciling Growth and Persistence as Explanations for Accrual Mispricing.” Working paper, Cornell University.

企業生命週期可否解釋投資與現金流量的敏感度？

作者簡介

詹家昌

中山大學企業管理博士，目前為東海大學財務金融系教授。研究領域包括公司財務、企業評價與公司治理。學術論文曾經發表於證券發展季刊、管理評論、亞太管理評論、交大管理學報與管理與系統等。國外方面，則曾發表於 Applied Financial Economics, Applied Economics Letters, Emerging Markets Finance and Trade, International Research Journal of Financial Economics 等期刊。

E-mail: ccchan@thu.edu.tw

許月瑜

雲林科技大學管理博士，目前為靜宜大學會計系助理教授。研究領域包括公司財務、財務會計等。學術論文曾發表於中山管理評論、亞太管理評論、台灣金融財務季刊等期刊。

E-mail: yyhsu@pu.edu.tw