

綠色融資策略比較－ 以直接與間接利差補貼為例

李堅明*、林書吟**

推動綠色金融改革，建立綠色信用評等機制，提高金融機構資金配置效率，已成為綠色產業發展成功與否的關鍵。政府補貼綠色產業的外部效益已是各國政府推動綠色成長的施政重點課題，然而，補貼方法是否影響政策效果？則是值得進一步分析的課題。爰此，本研究導入綠色產業的低碳風險與碳資產效益，建立金融機構綠色信用評等與綠色貼水的融資決策模型，探討直接與間接補貼之政策效果。研究顯示，補貼方式的差異，的確會影響綠色產業發展效果，且金融機構的綠色信用評等制度設計是關鍵。如果能夠提高金融機構對綠色企業之長期展望與降低呆帳風險認知，則金融機構可能採行超額利差補貼，則政府採行間接補貼方式，將是較佳的綠色融資策略。

關鍵詞：綠色產業、綠色金融、綠色信用、綠色貼水

* 通訊作者：國立臺北大學自然資源與環境管理研究教授，新北市三峽區大學路 151 號。電話：(02) 8674-1111#67335；傳真：(02) 86716313；E-mail: cmlee@mail.ntpu.edu.tw。

** 台灣水資源與農業研究院副研究員。
作者感謝三位匿名審查委員的寶貴意見，使得本文增色不少，然而，若有任何謬誤，由作者負全部責任。

投稿日期：2018 年 10 月 18 日；修改日期：2019 年 5 月 27 日；接受日期：2019 年 6 月 17 日。

農業經濟叢刊(Taiwanese Agricultural Economic Review)，25:1(2019)，27-68。

臺灣農村經濟學會出版

I、前言

綠色產業 (green industry) 具有降低溫室氣體排放的環境外部效益 (註 1)，已成為全球因應氣候變遷 (climate change) 與全球暖化 (global warming) 的最優先策略。聯合國氣候變化綱要公約 (United Nations Framework Convention on Climate Change, 簡稱 UNFCCC, 2015) 預估至 2030 年，為達到「國家自定預期貢獻」(intended nationally determined contributions, 簡稱 INDCs) 的減排承諾，全球約需增加 13.5 兆美元 (平均每年約 9,000 億美元) 於低碳技術與能源效率投資，然而，全球氣候金融規模約 3,910 億美元 (Climate Policy Initiative, 簡稱 CPI, 2015)，將產生龐大資金缺口。歐洲投資銀行 (European Investment Bank, 簡稱 EIB, 2012) 為推動歐洲綠色產業發展，於 2011 年合計貸放 180 億歐元，約是該年總貸放金融 (約 610 億歐元) 的三分之一，是目前全球最主要的綠色融資銀行。由此可知，綠色融資 (green finance) 是促進綠色產業發展，以及國家邁向綠色成長 (green growth) 及綠色經濟 (green economy) 的關鍵策略 (註 2)。然而，在現存金融體系下，綠色產業普遍面臨的問題是資金成本高，以及融資不易取得之困境 (註 3)。因此，如何進行綠色金融改革，建立有效的綠色信用評等與融資機制？將攸關綠色產業發展的成敗，以及國家或全球溫室氣體減量目標的達成。基於此，國際社會已興起一股綠色金融發展風潮，主要作法包括，建立綠色產業融資的標準作業程序 (United Nations Development Programme, 簡稱 UNDP, 2011) (註 4)；建立碳交易 (carbon trading) 市場，提高綠色產業獲利，改變金融機構信用評等 (United Nations Environment Programme, 簡稱 UNEP, 2011)；推動綠色紅利 (green bonus) 或稱綠色貼水 (green premium) 制度，改變金融機構融資條件，反映綠色產業環境外部利益 (external benefit) (李堅明、江振興, 2011) (註 5)；以及要求貸款企業提交環境報告書，瞭解

該貸款是否對環境造成不利衝擊 (Thompson & Cowton, 2004)。

企業環境績效引起之財務風險 (financial risk)，已逐漸受到金融機構的重視。在全球低碳管制風潮下，碳風險 (carbon risk) 將成為影響企業財務績效的關鍵因子 (李堅明、曾盟峰，2012) (註 6)。Hoffmann and Busch (2008) 定義碳風險為企業在特定期間，碳暴露 (carbon exposure) 部位的變化 (註 7)，並指出，企業如果沒有適當的管理碳風險，將衝擊其價值鏈 (value chain)。歐盟執委會 (The European Commission, 2009) 因應新階段的碳交易制度 (emission trading scheme, 簡稱 ETS)，為衡量企業碳風險，其修訂的排放交易指令 (Amending Directive 2003/87/EC) 內文中，則給予碳風險一個明確的衡量公式，亦即碳風險值等於溫室氣體防制成本 (直接排放成本)、電力成本 (間接排放成本) 及排放權購買成本等三項成本之合計，占廠商附加價值比例。此外，許多文獻也指出，企業環境績效與財務績效具正向關係 (如 Annandale, Bailey, Ouano, Evans, & King, 2001; Dasgupta, Laplante, Wang, & Wheeler, 2002; Dowell, Hart, & Yeung, 2000; Heal, 2005; Hoffmann & Busch, 2008; Klassen & McLaughlin, 1996; Nakao, Amano, Matsumara, Genba, & Nakano, 2007; Iwata & Okada, 2011)。國際貨幣基金 (International Monetary Fund, 簡稱 IMF, 2016) 指出，因應全球氣候變遷下，企業與金融機構將面對轉型風險 (transition risk) 與實體風險 (physical risk) (註 8)，G20 (Group of 20) 倡議企業應加強評估氣候相關財務風險揭露 (task force on climate related financial disclosure, 以下簡稱 TCFD)，鑑此，金融機構因應碳風險時代來臨，思考建立一套綠色信用評等與融資機制，已成為金融機構永續經營及國家邁向綠色成長的關鍵 (註 9)。

由前文分析可知，改變綠色產業的信用評等及融資條件，是促進綠色產業發展的重要策略，然而，如何提高金融機構綠色融資誘因？即成為政府金融制度改革的重點課題。一般而言，政府透過金融體系獎勵綠色產業發展，可以區分直接補貼 (政府直接補貼綠色產業的利差)，抑或間接補貼 (透過

金融機構的信用評等與融資機制，將政府利差補貼反映給綠色產業)，由於直接補貼的利差由政府直接決定，然而，透過金融機構信用評等與融資機制，其綠色信用貼水由銀行決定，因此，兩種不同獎勵措施的政策效果可能會產生差異性，何者效果較佳？將攸關政府獎勵政策的選擇。由於文獻對上述問題仍較少討論，爰此，本研究將首開建立金融機構的綠色產業融資決策模型，比較政府不同獎勵方式（直接與間接補貼）及金融機構的不同綠色信用融資決策，對綠色產業發展的影響效果。研究結果，可提供政府與金融機構綠色融資政策擬定之思考。本文內容安排如下：第二節將分析間接補貼模型；第三節分析政府直接補貼模型，第四節則是比較兩種不同補貼方式的政策效果，第五節為本文結論與政策建議。

II、政府補貼金融機構模型－間接補貼利差策略

2.1 綠色廠商最適投資行為決策模型

廠商污染防制問題，最早緣於 Montgomery (1972) 建立廠商利潤最大化理論模型，探討廠商在排放交易制度之最適污染防制投資問題。後續文獻持續引用相同模型架構，探討各種減碳最適問題，包括 Kling and Rubin (1997) 使用最適控制模型，探討廠商跨期最適減碳決策問題；及黃宗煌與李堅明 (2001) 納入廠商完全預期之排放交易價格動態調整方程式之觀念，分析廠商的投資決策。Task Force on Climate-related Financial Disclosures (2017) 指出，企業因應轉型風險，加強碳管理，將可提高財務機會；氣候揭露標準局 (Climate Disclosure Standard Board, 簡稱 CDSB, 2018) 指出氣候變遷引起的實體風險與轉型風險，將影響組織機構 (或企業) 價值鏈與財務風險，同時，也帶來組織機構轉型的商業機會；國際碳排放交易推廣協會 (International Emission Trading Association, 簡稱 IETA, 2018) 指出全球已

有超過 500 家大企業依據 TCFD 揭露與改善氣候風險，並推動內部碳定價管理機制（carbon pricing mechanism，簡稱 CPM）。綜上文獻，本文基於綠色產業的環境績效與綠色競爭力優勢，將呈現較低的碳風險及企業經營風險（註 10），因此，金融機構將提高其信用評等，以及給予較佳的融資條件或綠色貼水。本文仍引用傳統利潤最大化模型，建立代表性綠色廠商考量碳市場效益及低利融資獎勵誘因下，最適融資需求（或投資）決策問題（註 11）：

$$\underset{\{K_d, L\}}{\text{Max}} \pi_g = P(1-\theta)Q(K_d, L) - wL - r(\alpha)K_d + [\bar{e} - e_0(K_d)]P^T Q(K_d, L) \quad (1)$$

其中， π_g 為代表性綠色廠商的利潤函數； PQ 為綠色廠商的總收益； P 為綠色產品價格（註 12），假設固定（假設完全競爭市場）； Q 為綠色產品產量，假設為資本（ K_d ）（或稱資金需求）與勞動力（ L ）的凹函數（concave function），亦即 $\partial Q / \partial L = Q_L > 0$ ， $\partial^2 Q / \partial L^2 = Q_{LL} < 0$ ； $\partial Q / \partial K = Q_K > 0$ ， $\partial^2 Q / \partial K^2 = Q_{KK} < 0$ ；由於減碳將耗用廠商生產資源，成為廠商生產活動的機會成本，因此，本文假設廠商將犧牲部分生產收入， θPQ ，投入減碳活動，其中， θ 為廠商生產收入投入減碳活動的比例，為簡化分析，本文假設 θ 固定（註 13），且 $0 < \theta < 1$ （註 14）； w 為勞動價格（或稱工資）； $r(\alpha)$ 為綠色廠商的貸款利率，其值決定於金融機構給予的綠色信用評等（ α ），因此，就綠色廠商言， $r(\alpha)$ 值為固定外生變數； e_0 為綠色廠商的碳排放係數（emission factor）（註 15），且受到綠色融資（或資本） K_d 的影響，本文假設 K_d 愈高，廠商綠化程度愈深， e_0 愈低，亦即 $\partial e_0 / \partial K_d < 0$ ； P^T 為碳市場價格，假設固定； \bar{e} 為傳統生產方式的碳排放係數（註 16）， $\bar{e} - e_0$ 即是綠色廠商創造的單位減碳量，因此， $(\bar{e} - e_0)P^T$ 即是綠色廠商單位產量創造的碳資產。綜合上述可知，代表性綠色廠商，獲得金融機構融資，一方面降低產品碳足跡（carbon footprint），一方面取得碳效益。爰此，面臨未來更嚴格減碳管制下，綠色廠商將凸顯其競爭優勢，從而提高其發展願景及還款能力。

利用最適化原理，廠商追求總利潤最大的最適資本（或資金需求）與就業量的一階條件如下：

$$\frac{\partial \pi_g}{\partial K_d} = 0 \Rightarrow [P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)] \frac{\partial Q}{\partial K_d} - P^T Q \frac{\partial e_0}{\partial K_d} = r(\alpha) \quad (2)$$

$$\frac{\partial \pi_g}{\partial L} = 0 \Rightarrow [P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)] \frac{\partial Q}{\partial L} = w \quad (3)$$

式(2)為綠色廠商最適資金需求條件，等號左邊為資本所創造的邊際生產收益 (marginal revenue product, 以下簡稱 MRP)，包括資本創造的綠色產品（例如綠色電力）淨收入 ($P(1-\theta)\partial Q/\partial K_d$) 及碳資產價值 ($P^T[(\bar{e} - e_0)\partial Q/\partial K_d - Q\partial e_0/\partial K_d]$) (註17)；等號右邊為邊際要素成本 (marginal factor cost, 以下簡稱 MFC)，亦即綠色廠商的資金借貸成本 ($r(\alpha)$)。式(3)為綠色廠商最適勞動需求條件，等號左邊為勞動所創造的邊際生產收益，包括勞動投入的綠色產品收入 ($P(1-\theta)\partial Q/\partial L$) 及碳資產價值 ($P^T(\bar{e} - e_0)\partial Q/\partial L$)，等號右邊則為邊際勞動成本 (w)。

2.1.1 綠色貼水對綠色廠商的最適決策影響

為探討綠色貼水 (註 18) 的影響效果，首先假設沒有碳交易市場，亦即綠色企業沒有碳資產效益，則綠色企業之要素邊際生產收益曲線，如圖 1(a)與圖 1(d)之 MRP_{K_d} 與 MRP_L 所示 (註 19)。且在金融機構沒有給予廠商綠色貼水的情況下，亦即資本成本曲線如 $r(\alpha = 0)$ 所示 (註 20)，綠色廠商的最適資本與勞動分別為 K_d^* 與 L^* ，如圖 1(a)與圖 1(d)之 a 與 a' 點所示。倘若金融機構給予綠色廠商綠色貼水，表示資金成本曲線下移，如圖 1(a)之 $r(\alpha > 0)$ 所示，則綠色廠商的最適資本與勞動分別增加為 K_d'' 與 L'' ，如圖 1(a)與圖 1(d)之 b 與 b' 點所示 (註 21)。

由上述分析可知，金融機構的綠色貼水誘因，的確有助於整體社會的綠色產業發展與綠色就業創造。

2.1.2 碳效益對綠色廠商的最適決策影響

倘若再加入碳市場，亦即考量綠色產業創造的碳資產效益，則綠色產業之資本與勞動的邊際生產收益曲線將分別右移至 MRP'_{K_d} 與 MRP'_L (註 22)，詳

見圖 1(a) 與圖 1(d)。由圖 1(a) 與圖 1(d) 可知，最適資本與勞動水準將進一步增加至 K'_d 與 L' ，如圖 1(a) 與圖 1(d) 之 c 與 c' 點所示。隱含納入碳資產效益，提高綠色產業邊際生產收益，促進綠色產業投資意願與創造綠色就業。

綜合上文可知，獲得本文的結果一：

結果一：碳效益提高綠色產業經營效益，綠色貼水可以降低資金成本，結合綠色貼水與碳效益，可以大幅提高綠色企業投資誘因與發展。

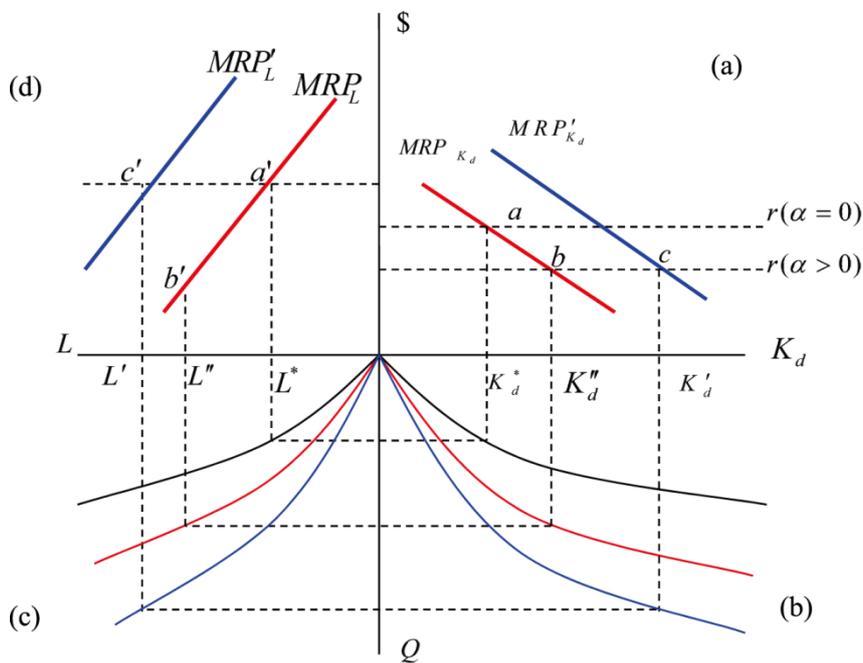


圖 1 綠色貼水與碳效益對綠色產業發展影響

資料來源：本研究整理。

2.1.3 比較靜態分析

為討論上述問題的比較靜態分析 (comparative statics)，分別對式(2)及式(3)全微分，再利用 Cramer's Rule (求解過程詳見附錄一)，得到比較靜態結果，彙整如表 1 所示。由表 1 可知，所有比較靜態結果，均符合經濟意義。例如商品價格(P)、碳價(P^T)提高及綠色貼水(α)與綠色產業投資、就業創造呈正相關；綠色產業愈低碳，亦即 e_0 愈低，可獲得更高綠色貼水，愈有助綠色產業發展。

表 1 政府補貼金融機構下廠商之比較靜態分析

外生變數(X)	dK_d / dX	dL / dX
P	>0	>0
θ	<0	<0
P^T	>0	>0
\bar{e}	>0	>0
e_0	<0	<0
α	>0	>0
w	<0	<0

資料來源：本研究整理。

2.2 金融機構最適綠色融資決策模型

Thompson and Cowton (2004) 認為環境問題日趨嚴重，金融機構應依據貸款企業的環境報告書，作為其融資決策的參考。Lieli and White (2010) 提出金融機構面臨授信違約之期望淨值極大化模型，探討金融機構的最適信用評等與融資條件問題。李堅明與江振興 (2011) 指出，現存的信用風險評等方法下，尚未納入企業環境績效因子，恐將扭曲金融機構的資金配置效率，降低金融體系貸放資金的環境生產力價值，不利整體國家綠色經

濟發展。因此，建議金融機構應建立綠色信用評等機制，提升金融體系貸放資金的環境生產力價值，及整體國家綠色經濟發展。

綜合上述，由於綠色產業發展將有助環境問題改善，因此，本文擬探討金融機構考量綠色產業的發展願景，而調整其融資條件，然而，如果沒有政府的補貼，則金融機構亦沒有誘因推行綠色貼水措施。爰此，本文引入政府的金融誘因機制，例如利差（綠色貼水）補貼等，作為激勵金融機構推動綠色貼水制度的誘因。此外，金融機構同時面臨綠色廠商與非綠色廠商的違約風險。因此，本文將參考 Lieli and White（2010）之模型設定，並納入 Thompson and Cowton（2004）及李堅明與江振興（2011）綠色信用評等機制，建構一個壟斷性競爭市場（monopolistic competition industry）之代表性金融機構之最適綠色融資決策模型（註23）：

$$\begin{aligned}
 \underset{\{\alpha, r_0\}}{\text{Max}} \quad EV &= [1 - P_d^g(\pi_g)]\pi_p + P_d^g(\pi_g)\pi_l \\
 \text{s.t.} \quad K_d(\alpha) &= \arg \pi_g \\
 \pi_p &= [s + r(\alpha) - r_0]K_s + (\hat{r} - r_0)\hat{K} \\
 \pi_l &= [s + r(\alpha) - r_0]K_s + (\hat{r} - r_0)\hat{K} - \beta r_0 K_0(r_0) \\
 K_0 &= K_s + \hat{K} \\
 K_s(\alpha) &= K_d(\alpha)
 \end{aligned} \tag{4}$$

其中， EV 為金融機構的期望淨值（或利潤）（expected profit）； P_d^g 為違約機率（default rate），是綠色廠商利潤（ π_g ）的函數，假設綠色廠商利潤越高，違約機率越低（ $\partial P_d^g / \partial \pi_g < 0$ ）； $1 - P_d^g(\pi_g)$ 為綠色廠商的履約機率（compliance rate）；假設金融機構的存款總額為 K_0 ，綠色廠商的放款金額為 K_s 及非綠色廠商的放款金額為 \hat{K} （註24）； π_p 為綠色廠商履約時，金融機構的獲利水準，主要包括兩部分，分別為綠色廠商放款的淨利（ $[s + r(\alpha) - r_0]K_s$ ），及非綠色廠商放款淨利（ $[\hat{r} - r_0]\hat{K}$ ），其中， s 為政府的單位綠色貼水補貼，假設外生固定，且 $s < r(\alpha)$ （註25）； $r(\alpha)$ 為考量綠色貼水之綠色放款利率（或

綠色廠商的貸款利率)，假設是綠色評等 (α) 的遞減函數，表示該綠色廠商的綠化程度愈高，例如綠色廠商的 e_0 愈低，隱含碳風險愈低，金融機構將給予較高的綠色評等 (α 愈高)，亦即給予較高綠色貼水，抑或放款利率 ($r(\alpha)$) 較低 (註 26)，隱含綠色廠商的資金成本較低 (或較好的融資條件)，亦即 $\partial r / \partial \alpha < 0$ (註 27)； r_0 為金融機構的存款利率，亦是金額機構的資金成本，假設 $r > r_0$ ； \hat{r} 為貸放給非綠色廠商的放款利率，假設固定； \hat{K} 為非綠色廠商的放款金額，假設固定； π_l 為綠色廠商違約倒帳之金融機構利潤，其中， β 為呆帳比率 (bad debts ratio) (註 28)，綠色廠商雖然具低碳風險，及長期發展潛力與財務穩健，然而，綠色廠商仍有違約及呆帳風險，因此，綠色放款提高，並不確保呆帳比率越低，亦即 $\partial \beta / \partial K_s$ 符號不確定，屬於實證問題。依據定義， βK_0 即為金融機構的總呆帳水準，因此，金融機構的總呆帳成本為 $\beta r_0 K_0$ 。為簡化分析，本文假設綠色廠商的資金需求 (K_d)，可以完全由金融機構取得 (K_s)，因此，令 $K_d = K_s$ 。

利用最適化原理，金融機構追求期望利潤最大化的最適綠色信用評等 (α) 與存款利率 (r_0) 之一階條件，經分項整理如下：

$$\frac{\partial EV}{\partial \alpha} = 0 \Rightarrow [(s+r-\hat{r}) + P_d^s r_0 K_0 \frac{\partial \beta}{\partial K_s}] \frac{\partial K_s}{\partial \alpha} = -K_s \frac{\partial r}{\partial \alpha} \quad (5)$$

$$\frac{\partial EV}{\partial r_0} = 0 \Rightarrow K_0 = -[1 - P_d^s \beta] r_0 \frac{\partial K_0}{\partial r_0} + \beta P_d^s K_0 \quad (6)$$

式 (5) 為金融機構最適綠色貼水決策條件，其中，等號左邊之經濟意義為金融機構綠色貼水之淨放款收入， $[(s+r-\hat{r}) + P_d^s r_0 K_0 (\partial \beta / \partial K_s)] (\partial K_s / \partial \alpha)$ ，稱為金融機構的邊際生產收益，其中，非綠色廠商之貸款利率 (\hat{r}) 為金融機構貸放給綠色企業的機會成本，因此，為減項；雖然綠色企業的低碳風險，及低呆帳風險，然而，亦是金融機構貸放給綠色廠商的風險成本，因此，亦為減項 (本文合理假設 $\partial \beta / \partial K_s < 0$)。等號右邊之經濟意義為金融機構對綠色廠商綠色貼水的機會成本 (少收的利息)，亦即金融機構實施綠色貼水的邊際成本。

式(6)等號左邊為金融機構提高存款利率之邊際生產收益（以增加的放款部位 K_0 衡量）；等號右邊為提高存款利率的邊際生產成本，包括存款資金成本（ $r_0 \partial K_0 / \partial r_0$ ）及呆帳風險資金部位成本（ $\beta P_d^g K_0$ ）。

2.2.1 綠色廠商之碳效益對金融機構最適綠色貼水與融資決策影響

碳效益對金融機構最適融資決策影響，如圖 2 所示。圖 2(a) 為金融機構綠色貼水最適決策圖示，圖 2(b) 為金融機構綠色貼水與放款利率關係圖，如果沒有政府綠色補貼則如虛線所示；如果有政府綠色補貼，如實線所示。圖 2(c) 為 45° 轉換線；圖 2(d) 為金融機構期望淨值曲線。金融機構期望淨值曲線說明如下：

為確保金融機構不虧損的情況下（令 $EV=0$ ）（目標函數），可獲得：

$$r+s=\Gamma=\frac{-P_d^g(\pi_g)\pi_l}{[1-P_d^g(\pi_g)]K_s}+\frac{r_0K_0-\hat{r}\hat{K}}{K_s} \quad (7)$$

其中， Γ 為金融機構期望放款利率的門檻值（如圖 2(d) 所示），將對應一個期望違約機率（ \tilde{P}_d^g ），當 $P_d^g > \tilde{P}_d^g$ 時，隱含放款利率低於 Γ ，因此，金融機構將拒絕綠色廠商的貸款申請；反之，當 $P_d^g < \tilde{P}_d^g$ 時，隱含放款利率高於 Γ ，因此，金融機構將貸款給綠色廠商。由此可知，金融機構期望淨值曲線與放款利率呈正向關係。

假設沒有碳收益，以及政府沒有給予金融機構綠色補貼（ $s=0$ ），則金融機構之邊際生產收益曲線，如圖 2(a) 之 MRP 所示，可知，金融機構的最適綠色信用評等（或貼水）、最適利率、及最適期望利潤，分別為 α^* 、 r^* 與 EV^* ，如圖 2(a) 與 2(d) 之 a 與 a' 點所示。

倘若存在碳效益，則綠色廠商的利潤增加，抑或碳風險降低，提高履約機率，抑或降低不履約風險，因此，金融機構的邊際要素成本下降，右移至 MFC' 。此外，綠色廠商創造碳資產效益，使期望利潤線變陡，如圖 2 之

EV' 所示，隱含金融機構應該提高綠色貼水，抑或降低放款利率，提高金融機構期望淨值，如圖 2(a) 與 2(d) 之 b 與 b' 點所示，最適信用評等（或貼水）提高至 α' ，而對應的放款利率調降至 r' 。

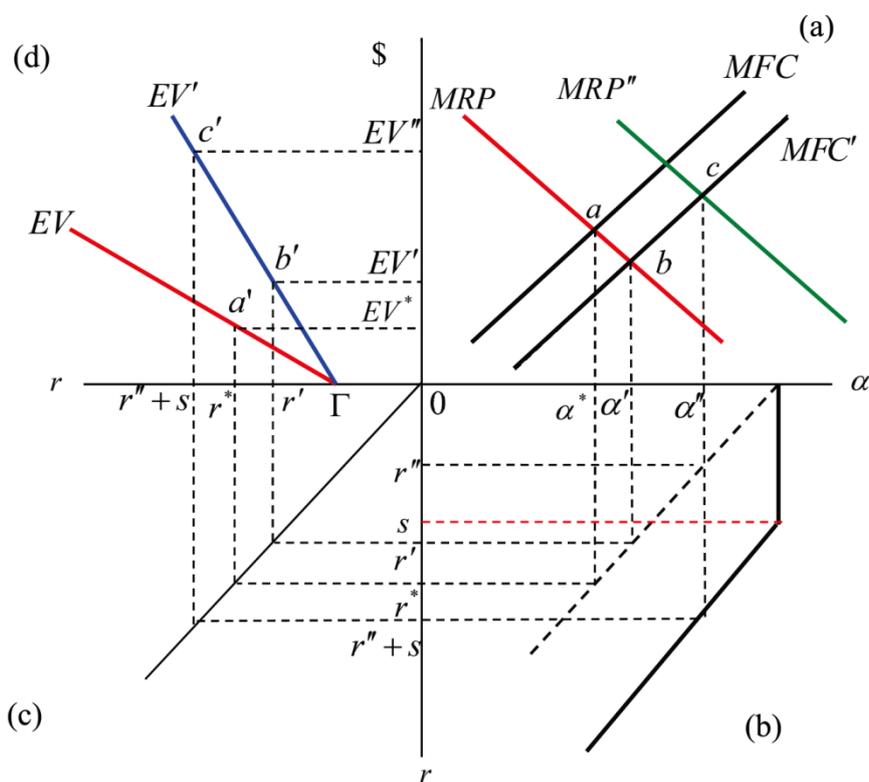


圖 2 低碳風險與政府綠色補貼對金融機構融資決策影響

資料來源：本研究整理。

2.2.2 政府綠色補貼對金融機構的最適融資決策影響

倘若政府給予金融機構綠色貼水之補貼 ($s > 0$)，則金融機構的邊際生產收益曲線右移，如圖 2(a) 之 MRP' 曲線所示。受到政府綠色貼水補貼影響，金融機構將會調高綠色信用評等（或貼水），如圖 2(a) 之 α'' ，同時，可

以調降綠色廠商放款利率，如圖 2(b)之 r'' （完全反映政府綠色貼水補貼），然而，金融機構本身之實收利息提高（包括政府補貼與綠色企業放款利息），隱含金融機構的期望淨值將再增加至 EV'' ，如圖 2(d)之 c' 點所示。

綜合上文可知，獲得本文的結果二：

結果二：綠色廠商的低碳風險，及政府的綠色貼水，提高金融機構的綠色信用評等，調降綠色廠商放款利率，不但促進綠色產業發展，同時，提高金融機構淨值。

2.2.3 比較靜態分析

上述問題的比較靜態分析，將分別討論綠色補貼、非綠色貸款利率、及放款給非綠色產業的資金供給等三項外生變數，對金融機構最適決策的影響。分別對式 (5) 及式 (6) 全微分，再利用 Cramer's Rule（求解過程詳見附錄二），得到比較靜態之結果，彙整如下表 2。由表 2 可知，所有比較靜態符號，均符合經濟意義，說明如下：

2.2.3.1 綠色補貼

當政府增加金融機構的綠色補貼，提高金融機構綠色融資能量，故將提高綠色貼水；然而，綠色補貼增加後，對金融機構存款利率調整方向不確定，決定於 $\partial\beta/\partial K_s$ 之符號，故變化不確定。然而，長期言，如果綠色廠商具競爭優勢，具有良好發展性，以及財務健全性（相較於非綠色廠商），降低呆帳風險，亦即 $\partial\beta/\partial K_s < 0$ ，則金融機構將隨著政府利差補貼提高，調高綠色貼水及調降綠色貸款利率，故可以調降存款利率。

2.2.3.2 非綠色放款利率

當金融機構之非綠色放款利率降低時，可吸引較多非綠色廠商前來借貸款項，對綠色資金供給而言產生了排擠效果，而金融機構為了吸引綠色廠商

前來借貸，將調高綠色貼水，使綠色貸款利率降低；而非綠色放款利率降低時，金融機構為減低存款的利息支出，將降低存款利率。

2.2.3.3 放款給非綠色產業的資金

由於資金的排擠作用，當放款給非綠色產業的資金增加時，代表可貸放給綠色產業的資金相對減少，金融機構為了吸引綠色廠商借貸資金，將調高綠色貼水，使綠色貸款利率降低。假設放款給非綠色產業的資金變動與存款利率變動成正相關，當貸放給非綠色產業的資金增加後，將吸引更多廠商前來借貸，需調升其存款利率，取得更多存款做為資金供給。

表 2 政府補貼金融機構之比較靜態分析

外生變數(X)	$d\alpha/dX$	dr_0/dX
s	> 0	不確定
\hat{r}	< 0	> 0
\hat{K}	> 0	不確定

資料來源：本研究整理。

III、政府補貼綠色廠商模型—直接補貼利差策略

倘若政府直接補貼綠色廠商的資金成本，則式(1)之代表性綠色廠商最適投資決策模型修正如下所示：

$$\underset{\{K_d, L\}}{\text{Max}} \pi_g = P(1-\theta)Q(K_d, L) - wL - (\bar{r} - s)K_d + [\bar{e} - e_0(K_d)]P^T Q(K_d, L) \quad (8)$$

其中， \bar{r} 是金融機構的放款利率，因此， $\bar{r} - s$ 即是綠色廠商的真正貸款利率；為簡化分析，假設政府補貼給綠色企業的補貼率與金融機構綠色貼水之利差補貼率相同，因此，同樣以 s 表示；其餘假設與前一節相同，故不再贅

述。利用最適化原理，廠商追求總利潤最大化的最適資本（或資金需求）與就業的一階條件如下：

$$\frac{\partial \pi_s}{\partial K_d} = 0 \Rightarrow [P(1-\theta) + P^T[(\bar{e} - e_0)]] \frac{\partial Q}{\partial K_d} - P^T Q \frac{\partial e_0}{\partial K_d} = \bar{r} - s \quad (9)$$

$$\frac{\partial \pi_s}{\partial L} = 0 \Rightarrow [P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)] \frac{\partial Q}{\partial L} = w \quad (10)$$

式(9)為綠色廠商最適資金需求方程式，等號左邊為資本所創造的邊際生產收益，包括綠色產品收入（ $P(1-\theta)\partial Q/\partial K_d$ ）及碳資產收入（ $P^T[(\bar{e} - e_0)\partial Q/\partial K_d - Q\partial e_0/\partial K_d]$ ），等號右邊為淨邊際要素成本（貸款利率扣除政府補貼（ $\bar{r} - s$ ））。式(10)為綠色廠商最適勞動力需求條件，等號左邊為勞動創造的邊際生產收益，包括綠色產品收入（ $P(1-\theta)\partial Q/\partial L$ ）及碳資產價值（ $P^T(\bar{e} - e_0)\alpha Q/\partial L$ ），等號右邊為勞動成本（ w ）。

3.1 綠色補貼對綠色廠商的最適決策影響

假設沒有碳交易市場，亦即綠色產業沒有碳資產效益，則綠色產業之資本與勞動的邊際生產收益曲線，如圖3(a)與圖3(d)之 MRP'_{K_d} 與 MRP'_L 所示。且在金融機構沒有給予綠色廠商綠色貼水的情況下，亦即資本成本曲線如 $r(s=0)$ 所示，綠色廠商最適資本與勞動就業分別為 K_d^* 與 L^* ，如圖3(a)與圖3(d)之 a 與 a' 點所示。倘若政府給予綠色廠商綠色補貼，表示資金成本曲線下移，如圖3(a)之 $r-s$ 曲線所示，則綠色廠商的最適資本與勞動分別增加為 K_d'' 與 L'' ，如圖3(a)與圖3(d)之 b 與 b' 點所示。

綜合上述分析可知，綠色補貼的確可以促進綠色產業發展與綠色就業創造。

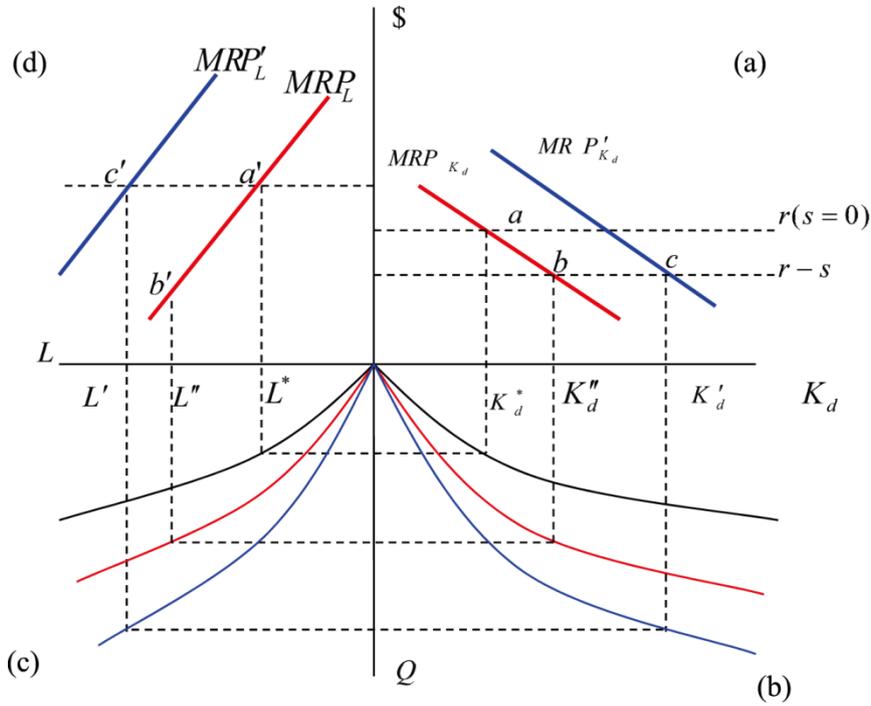


圖 3 綠色補貼與碳效益對綠色產業發展影響

資料來源：本研究整理。

3.2 碳交易市場對綠色廠商的最適決策影響

倘若再加入碳市場，亦即考量綠色產業創造的碳資產效益，則綠色產業之資本與勞動的邊際生產收益曲線將分別右移至 MRP'_{K_d} 與 MRP'_L (註 29)，詳見圖 3(a)與圖 3(d)。綠色廠商之最適資本與勞動水準將進一步增加至 K'_d 與 L' ，如圖 3(a)與圖 3(d)之 c 與 c' 點所示，隱含納入碳資產效益，可以有效激勵綠色產業發展。

3.3 比較靜態分析

上述問題的比較靜態分析，討論資金需求及勞動力兩項外生變數對廠商最適決策的影響。分別對式 (9) 及式 (10) 全微分，再利用 Cramer's Rule (求解過程詳見附錄三)，得到比較靜態之結果，彙整如表 3 所示。由表 3 可知，所有比較靜態符號，均符合經濟意義，且與表 1 的比較靜態結果相同。隱含政府無論採行直接或間接補貼方式，均有助於綠色產業投資與發展。

表 3 政府補貼廠商之比較靜態分析

外生變數(X)	dK_d/dX	dL/dX
P	>0	>0
θ	<0	<0
P^T	>0	>0
\bar{e}	>0	>0
e_0	<0	<0
r	<0	<0
s	>0	>0
w	<0	<0

資料來源：本研究整理。

IV、政府政策效果比較

透過前文定性分析可知，政府無論採行直接或間接補貼方式，對綠色產業發展及金融機綠色融資決策，具有同樣的影響效果。然而，何者效果較佳？更攸關政府政策選擇，因此，本節擬進一步比較兩種不同補貼方式的政策效果。

4.1 綠色產業發展政策效果比較

為比較政府直接與間接補貼綠色產業外部效益之綠色貼水制度的政策效果，可以直接比較式(2)與式(9)。觀察式(2)與式(9)可知，如果其他條件不變（商品價格、碳價、排放係數及資本生產力或技術），則影響兩種不同補貼政策效果差異的關鍵因子在於 $r(\alpha)$ 與 $\bar{r} - s$ 兩項。金融機構在直接或間接補貼制度下，假設均得到政府相同的單位資金補貼金額 (s^*)，然，且其願意接受 (willing to accept) 的放款利率分別為 \bar{r} 與 \hat{r} ，則直接補貼制度下，綠色廠商的真正貸款利率為 \tilde{r} ，亦即 $\tilde{r} = \bar{r} - s^*$ ；間接補貼制度下，綠色廠商的真正貸款利率為 $r(\alpha)$ ，亦即 $r(\alpha) = \hat{r} - s^*$ 。由於未知金融機構綠色貼水 ($r(\alpha)$) 制度設計內涵，因而無從比較 \bar{r} 與 \hat{r} 大小，以及判斷綠色廠商真正貸款利率之差異，亦即 \tilde{r} 與 $r(\alpha)$ 之大小。由此可知，金融機構對 $r(\alpha)$ 的設計內涵，將是比較直接與間接補貼政策效果的關鍵因子。

由前文表 2 之比較靜態結果可知， α 是 s 的正向函數，隱含 $r(\alpha)$ 亦是政府補貼率 (s) 的函數，如 $r(\alpha(s))$ 所示。再由前文 $\partial r / \partial \alpha < 0$ 之關係，可知， $r(\alpha)$ 與 s 呈負向關係。爰此，本文為分析方便，令 $r(\alpha) = \bar{r} - \alpha(s)$ (註 30)，其中， $\alpha(s)$ 稱為綠色貼水，再令綠色貼水制度設計為 $\alpha(s^*) = \alpha_0 s^*$ ， α_0 為綠色貼水因子，反映金融機構如何將政府的利差補貼，反映至綠色廠商的貸款利率水準，且 $\alpha_0 > 0$ 。再將上式代入間接補貼制度之綠色廠商的真正貸款利率方程式 (亦即 $r(\alpha) = \hat{r} - s^*$)，重新整理可以獲得下式：

$$\hat{r} - \bar{r} = s^* - \alpha_0 s^* \quad (11)$$

觀察式(11)可知，直接與間接補貼之金融機構放款利率 (\bar{r} 與 \hat{r})，抑或綠色廠商的真正貸款利率 (\tilde{r} 與 $r(\alpha)$)，無法判斷，決定於 α_0 值，以下區分三種情境討論之：

情境一： $\alpha_0 = 1$

$\alpha_0 = 1$ 表示金融機構的風險貼水值等於政府的補貼額，亦即 $\alpha(s) = s^*$ ，表示金融機構將政府補貼的利差 (s^*)，完全反映給綠色廠商的綠色貼水，抑或完全反映至放款利率的調降。上述隱含 $\hat{r} = \bar{r}$ ，抑或 $r(\alpha) = \hat{r} - s^* = \tilde{r}$ ，如圖 4(a) 之 a 點所示。在此情況下，直接與間接補貼均可獲得相同的最適資本與勞動量分別為 K_d^* 與 L^* ，如圖 4(a) 與圖 4(d) 之 a 與 a' 點所示，隱含兩種政策效果一樣。

情境二： $\alpha_0 < 1$

$\alpha_0 < 1$ 表示金融機構的風險貼水值小於政府的補貼額，亦即 $\alpha'(s^*) < s^*$ ，表示金融機構將政府補貼的利差 (s^*)，部分反映給綠色廠商的綠色貼水，抑或部分反映至放款利率的調降。上述隱含 $\hat{r} > \bar{r}$ ，抑或 $r'(\alpha') > \bar{r} - s^* = \tilde{r}$ 。在此情況下，間接補貼之最適資本與勞動就業分別為 K'_d 與 L' ，如圖 4(a) 與圖 4(d) 之 b 與 b' 點所示，易言之，將小於直接補貼之最適資本與勞動量分別為 K_d^* 與 L^* ，隱含直接補貼的政策效果較顯著。

情境三： $\alpha_0 > 1$

$\alpha_0 > 1$ 表示金融機構的風險貼水值大於政府的補貼額，亦即 $\alpha''(s^*) > s^*$ ，表示金融機構將政府補貼的利差 (s^*)，超額反映給綠色廠商的綠色貼水，抑或超額反映至放款利率的調降。上述隱含 $\hat{r} < \bar{r}$ ，抑或 $r''(\alpha'') < \bar{r} - s^* = \tilde{r}$ 。在此情況下，則間接補貼之最適資本與勞動分別為 K''_d 與 L'' ，如圖 4(a) 與圖 4(d) 之 c 與 c' 點所示，易言之，將大於直接補貼之最適資本與勞動量分別為 K_d^* 與 L^* ，隱含間接補貼的政策效果較顯著。

上述分析之經濟意義說明如后：雖然政府的單位綠色貼水補貼金額相

同，然而，受到金融機構綠色信用貼水制度設計的差異影響，將無法決定直接補貼或間接補貼政策，何者較有助於綠色產業發展。實務上，情境一是最常見的情況，亦即政府公告對綠色企業的利差補貼獎勵誘因政策，則金融機構依法將此利差補貼，完全移轉給綠色企業，因此，直接補貼與間接補貼的政策效果將無差異。情境二則是政府對金融機構的利差補貼不完全執行（或監督）的情況，亦即金融機構可能存在不足反映政府利差補貼的誘因，因此，為降低執行成本，選擇直接補貼政策，較有助綠色產業發展。情境三指出，如果金融機構體認綠色企業是未來經濟體系的主流產業，具有較高的發展願景與低風險，亦即償還能力高（或呆帳風險低），則願意超額反映政府的利差補貼，則間接補貼將是政府的最佳補貼政策。獲得本文的結果三：

結果三：政府無法確認金融機構是否自發性採行超額反映利差補貼情況下，採用直接補貼方式，將較可確保綠色產業發展。

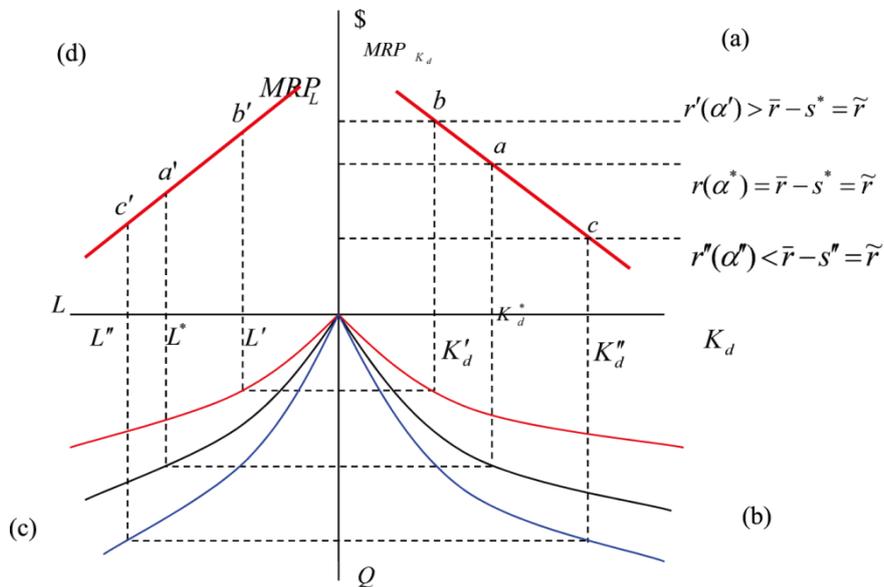


圖 4 廠商受綠色貸款利率與綠色補貼影響之比較

資料來源：本研究整理。

4.2 呆帳風險與金融機構淨值

前文情境三是綠色金融發展的核心課題，亦即如何激勵金融機構給予綠色企業較好的融資條件（或放款利率），增加對綠色企業的放款部位，從而，達到國家發展綠色產業之目標。然而，金融機構是一個高度競爭產業，是否有誘因超額反映政府利差補貼額？即成為關鍵。由前文式(5)可知，利差（ $s+r(\alpha)-\hat{r}$ ）與呆帳風險（ $P_d^s r_0 K_0 (\partial\beta/\partial K_s)$ ）是影響金融機構淨值的兩項關鍵。因此，金融機構超額反映政府利差補貼額，在呆帳風險不變下，將降低金融機構淨值，金融機構沒有誘因超額反映政府的利差補貼。然而，基於綠色企業之低碳風險及高碳資產效益的特性與願景，及政府赤道原則（the equator principles，簡稱 EPs）推動（註 31），如果能夠改變金融機構的放款資金部位，增加綠色產業放款，及降低金融機構呆帳風險，且對淨值增加的效果大於利差降低對淨值的損失，則金融機構的期望淨值仍會淨增加。反之，如果金融機構沒有體察非綠色產業，未來可能面臨更嚴格的環境管制措施，而仍然維持既存放款模式，則未來可能面臨高呆帳風險，衝擊其期望淨值。爰此，金融機構為增加綠色產業放款部分，可有效管控呆帳風險，將有誘因超額反映政府利差補貼。從而，達成綠色產業發展及金融機構獲利的「雙贏策略」（win-win strategy）。詳細證明如下：

依據前文，本文令 $r(\alpha) = \bar{r} - \alpha(s)$ 及 $\alpha(s) = \alpha_0 s$ ，可知 $\partial r / \partial \alpha = -1$ ，代入式(5)，可獲得：

$$[(\bar{r} + (1 - \alpha_0)s - \hat{r}) + P_d^s r_0 K_0 \frac{\partial\beta}{\partial K_s}] \frac{\partial K_s}{\partial \alpha} = K_s \quad (12)$$

式(12)是金融機構追求期望利潤最大化的最適綠色貼水(α)方程式，如圖 5(a)，其中，令 $MRP = [(\bar{r} + (1 - \alpha_0)s - \hat{r}) + P_d^s r_0 K_0 (\partial\beta/\partial K_s)](\partial K_s / \partial \alpha)$ ， $MFC = K_s$ ；圖 5(b)僅是金融機構放款(K_s)與綠色貼水之正向關係圖

($\partial K_s / \partial \alpha > 0$)；圖 5(c)為金融機構放款(K_s)與呆帳風險(β)之負向關係圖($\partial \beta / \partial K_s < 0$)；圖 5(d)則是金融機構期望淨值(EV)與呆帳風險之負向關係圖($\partial EV / \partial \beta < 0$)。假設呆帳風險(β^*)不變下，圖 5(a)之 a 點，決定的最適綠色貼水為 α^* 。為方便後文的比較分析，假設 α^* 為金融機構完全反映政府利差補貼的最適貼水，亦即 $\alpha^*(\alpha_0 = 1)$ ，則金融機構的期望淨值為 $EV^*(\alpha_0 = 1)$ ，如圖 5(d)之 a' 點所示。倘若金融機構採行超額補貼措施($\alpha_0 > 1$)，且假設呆帳風險下降(註 32)，由 β^* 下降至 β' ，如果，呆帳風險下降之期望淨值的正向效果，大於利差下降之期望淨值的負向效果，則 $MRP(\alpha_0 = 1, \beta^*)$ 曲線右移至 $MRP'(\alpha_0 > 1, \beta')$ 曲線。金融機構最適綠色貼水增加為 $\alpha'(\alpha_0 > 1)$ ，如圖 5(a)之 b 點所示，擴大綠色產業融資放款，由 K_s^* 增加至 K_s' ，詳見圖 5(b)，金融機構的期望淨值將增加為 $EV'(\alpha_0 > 1)$ ，如圖 5(d)之 b' 點所示。

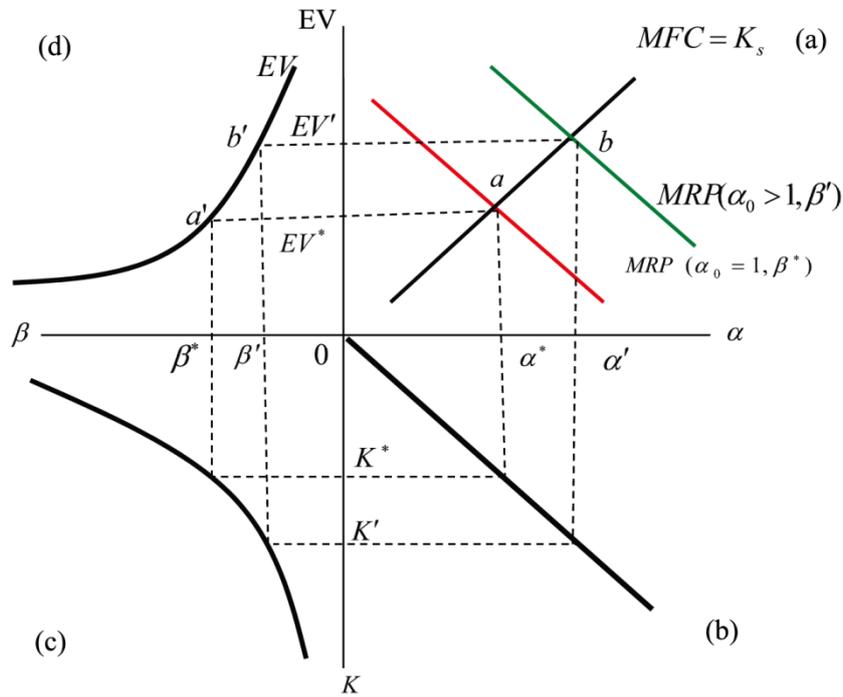


圖 5 金融機構綠色信用評等與淨值關係示意圖

資料來源：本研究整理。

獲得本文的結果四：

結果四：金融機構如果能夠體認增加綠色產業放款部位，有助於降展望未來，雖然仍無法確定綠色產業融資的呆帳率低，然而，綠色產業受到政府獎勵及較佳國際競爭力，因此，可望具較佳獲利潛力，因此，本文假設呆帳率降低，且不擬討論呆帳率高的情況。低呆帳風險及金融機構期望淨值，如果金融機構採行超額反映政府利差補貼，且呆帳風險下降之期望淨值的正向效果，大於利差下降之期望淨值的負向效果，則政府採行間接補貼政策，不但可以促進綠色金融改革，同時，也可以達到綠色產業發展之目的。

V、結論

因應全球暖化，綠色產業已成為最具展望的新興產業，然而，在現行信用評等及融資模式下，綠色產業融資資金取得不易，限制綠色產業發展，因而，全球興起綠色金融發展與改革聲浪，包括綠色氣候基金、綠色投資銀行、碳金融與氣候金融等。期望透過綠色金融發展與改革，同時達到金融機構資金配置效率，及促進綠色產業發展，創造金融機構貸放資金的環境效益（或環境生產力）之目的。然而，改變金融機構現行之信用評等方式與融資決策機制，談何容易？因此，制度推動之初，必須仰賴政府適當的誘因機制，有效引導金融機構推動綠色金融。爰此，本研究導入綠色產業的低碳風險與碳資產效益，建立金融機構綠色信用評等與綠色貼水的融資決策模型，探討直接與間接補貼之政策效果。研究顯示，結合政府的利差補貼與金融機構綠色貼水，的確是綠色產業發展的重要驅動力。然而，補貼方式的差異，亦會影響綠色產業發展效果，關鍵在於金融機構的綠色信用評等之制度設計，如果能夠加強金融機構綠色企業之長期獲利願景，及綠色金融機構之商

譽認知，例如推動赤道原則等，則金融機構亦會將綠色產業的環境效益部分內部化，則採行間接補貼方式，將是較佳的政策選擇。

為確保金融機構得到適當的風險溢酬 (risk premium)，除了政府利差補貼機制之外，亦應搭配金融機構的誘因相容機制 (incentive compatible mechanism)，例如建立「不同時期」放款機制，亦即金融機構在企業貸款初期僅要求較低的利率，避免因資金短缺或高利率負擔，阻礙綠色企業經營與成長。然而，銀行因初期承擔信用風險，可在綠色企業未來獲利穩定後分享盈餘，或是將借款額度轉成企業之股權，補償金融機構承擔的信用風險 (credit risk)，提升金融機構綠色融資意願，促進綠色產業發展。

本研究為靜態模型，無法處理財務研究近年來相當重視之資本投資具有沉沒成本的長期決策問題，這是本文的限制。因此，建立動態模型，探討綠色廠商的長期投資決策問題，故可視為本文的擴展與延伸。本研究結論是在相關假設下獲得的推論結果，尚缺乏實證驗證，這是本研究在應用上的限制及後續研究課題。此外，本研究為兩部門模型，僅探討綠色廠商與金融機構之最適決策問題，易言之，本文之政府利差補貼額仍以外生方式處理，尚未納入政府從整體社會福利角度，探討最適補貼率訂定問題。因此，納入政府部門，成為三部門整合模型，內生化政府利差補貼率，亦是未來可以進一步深入研究的方向與課題。基於降低金融機構融資的資訊不對稱 (information asymmetric) 問題，代表性金融機構模型應納入貸款風險分擔 (risk-sharing) 和補償機制 (compensation mechanism) 行為方程式，提升模型更貼近真實金融機構的行為決策，亦是本研究後續模型擴充方向。

附註

1. 本研究所謂綠色產業包括綠色能源（如再生能源）及節能製造與服務業等，具有提高能、資源效率，以及低碳與環境友善等特性的產業。
2. The Pew Charitable Trust (2011) 預估至 2020 年則達到 6,000 億美元需求。
3. 以能源服務公司 (energy service company, 以下簡稱 ESCO) 為例，由於 ESCO 大多為中小企業，且金融機構不易認定其還款財源，如果沒有考量 ESCO 綠色產業特性，納入綠色信用評等，將提高 ESCO 的信用風險，因此，會要求足夠擔保品或提高融資利率。另，參考李堅明與江振興 (2011) 的案例研究顯示，透過適當綠色信用評等機制，的確可降低風險評等，提高融資機會。
4. 四大步驟包括：(1) 界定減緩與調適技術項目的優先順序；(2) 評估影響技術擴散因素；(3) 決定適當的政策搭配；(4) 選擇適當融資，提高政策效果。
5. 英國政府為促進英國綠色產業發展，於 2011 年宣佈將成立「國家綠色投資銀行」(National Green Investment Bank, 簡稱 GIB)。
6. 依據 Organisation for Economic Co-operation and Development (簡稱 OECD) (2010) 的分類，包括實體風險、管制風險 (regulation risk)、經營風險 (operational risk)、競爭力風險 (competitive risk)、商譽風險 (reputation risk)、法律風險 (litigation risk) 及供給鏈風險 (supply chain risk) 等七大風險型態。
7. Hoffmann and Busch (2008) 定義四項碳績效指標，包括：(1) 碳密集度 (carbon intensity)：反映企業活動之碳使用量；(2) 碳依賴度 (carbon dependency)：反映在一定期間內，企業碳使用量 (或績效) 的變化情況；(3) 碳曝險：反映企業整體碳使用成本轉換為貨幣價值的部位；(4) 碳風險：反映企業在特定期間，碳暴險部位的變化。
8. 全球為邁向低碳經濟轉型，將誘發政策、法律、技術和市場等變化，以滿足氣候變化有關的減緩與調適要求。上述轉型，可能為組織機構帶來不同程度的財務和聲譽風險，稱為轉型風險。氣候變遷導致急性 (acute) 或慢性 (chronic) 氣候模式轉變，可能影響組織機構的財務績效，例如極端氣候對組織機構場所、運營、供應鏈、運輸需求和員工安全等影響，抑或對組織機構的水資源供應、來源和品質，及食品安全等的影響，稱為實體風險 (International Monetary Fund, 2016)。
9. 根據中央銀行 (2012) 公告之金融機構統計資料，我國現行 39 家金融機構中，僅有台灣中小企業銀行設置「購置再生能源設備優惠貸款」，貸款利率最低為 1.985%；及

第一銀行設置之「綠能貸款」與「節能相關貸款」。由此可知，我國綠色金融發展仍在起步階段。

10. 由於綠色產業碳排放低，因此，減碳成本低，碳風險低。
11. 廠商資本投資具不可恢復性 (irreversibility)，抑或具沉沒成本 (sunk cost) 特性，因此，廠商必須考量面臨經營風險 (例如政府價格上限管制，或倒閉與金融機構取消抵押品贖回等風險)，評估延緩投資的選擇價值，做為投資決策之依據。(Dixit, 1991; Vercammen, 2000)。晚近，金融財務研究相當重視此投資特性，然而，本文不擬探討延緩投資之選擇價值 (option value) 決策問題。因此，仍以傳統經濟模型的決策問題為主。
12. 例如再生能源 (例如風力或太陽能) 發電之售價。
13. 由於本文重點並非探討綠色企業排放係數變化問題，因此，簡化假設 θ 固定
14. $\theta = 0$ 或 $\theta = 1$ 均不合理， $\theta = 0$ 表示減碳活動不需要付出代價； $\theta = 1$ 則表示廠商將所有生產收入投入減量活動。
15. 所謂排放係數係指生產一單位產品會排放的二氧化碳數量。
16. 或稱排放基線 (baseline)，例如以化石燃料為投入的生產方式。
17. 顯示綠色廠商的融資，可以創造雙元價值，包括生產價值及減碳價值。
18. 綠色貼水係指金融機構透過綠色信用評等，調降融資利率。
19. 由於缺乏碳效益，因此，資本與勞動之邊際生產收益分別為

$$MRP_{K_d} = P(1-\theta)\partial Q/\partial K_d ; MRP_L = P(1-\theta)\partial Q/\partial L 。$$
20. 本文假設放款利率僅與綠色貼水有關，而與放款資金規模無關，故利率曲線呈水平線。
21. 由於勞動與資本量改變，因此，總產量曲線 (圖 1(b)與圖 1(c)) 整條曲線往上移動。
22. 令 $MRP'_{K_d} = [P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)\partial Q/\partial K_d] - P^T Q \partial e_0/\partial K_d ;$

$$MRP'_L = [P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)]\partial Q/\partial L 。$$
23. 由於銀行提供的服務與品質略有差異性，因此，具有決定存、放款利率的能力，可知，金融產業較符合壟斷性競爭產業特性。
24. 目前情況下， \hat{K} 遠大於 K_s ，然而，未來隨著綠色產業發展成為主流產業，則前述結果可能逆轉。
25. 隱含政府僅部分補貼金融機構之綠色放款的利息貼水。
26. 綠色貼水係指無綠色信用評等 ($\alpha = 0$) 之利率 ($r(\alpha = 0)$) 與綠色信用評估之利率 ($r(\alpha > 0)$) 的利差。
27. 易言之，如果 $\alpha = 0$ ，即表示該廠商為傳統高碳排放廠商，無法獲得綠色紅利。
28. 呆帳又稱為「壞帳」，指無法收回的應收帳款等。衡量貸款回收機率的指標有以下三

種：1.應收帳款週轉率 (account receivable turnover)：衡量特定期間，收回除銷帳款之能力，數值越高代表收款政策越佳；2.備抵呆帳率 (allowance for bad debts ratio)：用以衡量應收帳款無法回收的比例，數值越大代表對於應收帳款收回的可能性感到擔憂，將連帶影響應收帳款週轉率；3.呆帳比率。本研究討論金融機構無法回收之貸款金額占放款總額之比率，故選擇呆帳比率做為衡量貸款回收之比率。

$$29. \text{ 令 } MRP'_{K_d} = [P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)\partial Q / \partial K_d] - P^T Q \partial e_0 / \partial K_d ;$$

$$MRP'_L = [P(1-\theta) + (\bar{e} - e_0)P^T] \partial Q / \partial L .$$

30. 此方程式文本文巧妙設計，特別是截距項設定為 r ，主要目的是可以方便比較直接與間接補助政策效果。
31. 金融監督管理委員會（簡稱金管會）已於 2014 年 4 月 23 日正式發函各金融行庫，說明參考採行赤道原則之精神，已增訂「中華民國銀行公會會員授信準則」第 20 條第 2 項規定，增加一項內容：辦理專案融資審核時，宜審酌借款戶是否善盡環境保護、企業誠信經營及社會責任。
32. 展望未來，雖然仍無法確定綠色產業融資的呆帳率低，然而，綠色產業受到政府鼓勵及較佳國際競爭力，因此，可望具較佳獲利潛力，因此，本文假設呆帳率降低，且不擬討論呆帳率高的情況。

參考文獻

- 中央銀行 (2012)。金融機構重要業務統計表。
- 李堅明、江振興 (2011)。綠色信用風險評等機制與融資決策模式。臺灣財務金融季刊, 12, 43-69。
- 李堅明、曾盟峰 (2012)。臺灣能源密集產業碳風險與碳洩漏影響評估。臺灣經濟學會 2012 聯合年會, 桃園市。
- 黃宗煌、李堅明 (2001)。排放交易、廠商最適投資決策及經濟成長。農業經濟半年刊, 70, 1-35。
- Annandale, D., Bailey, J., Ouano, E., Evans, W., & King, P. (2001). The potential role of strategic environmental assessment in the activities of multilateral development banks. *Environmental Impact Assessment Review*, 21, 407-429.
- Climate Disclosure Standard Board (2018). *TCFD implementation guide*. UK: CDSB.
- Climate Policy Initiative (2015). *Global landscape of climate finance 2015*.
- Dasgupta, S., Laplante, B., Wang, H., & Wheeler, D. (2002). Confronting the environmental Kuznets curve. *Journal of Economic Perspectives*, 16(1), 147-168.
- Dixit, A. (1991). Irreversible investment with price ceilings. *Journal of Political Economy*, 99(3), 620-638.
- Dowell, G., Hart, S., & Yeung, B. (2000). Do corporate global environmental standards create or destroy market value? *Management Science*, 46(8), 1059-1074.
- European Investment Bank (2012). *The European bank activity report 2011*. Luxembourg.
- Heal, G. (2005). Corporate social responsibility: An economic and financial framework. *Geneva Papers on Risk and Insurance Issues and Practice*, 30(3), 387-409.
- Hoffmann, V., & Busch, T. (2008). Corporate carbon performance indicators-carbon intensity, dependency, exposure, and risk. *Journal of Industrial Ecology*, 18, 505-520.
- International Emission Trading Association (2018). *Greenhouse gas market report*. No.2, May 2018.
- International Monetary Fund (2016). *After Paris: Fiscal, macroeconomic, financial*

- implications of climate change*, January 2016.
- Iwata, H., & Okada, K. (2011). How does environmental performance affect financial performance? Evidence from Japanese manufacturing firms. *Journal of Ecological Economics*, 70, 1691-1700.
- Klassen, R. D., & McLaughlin, C. P. (1996). The impact of environmental management on firm performance. *Management Science*, 42(8), 1199-1214.
- Kling, C., & Rubin, J. (1997). Bankable permits for the control of environmental pollution. *Journal Public Economics*, 64, 101-115.
- Lieli, R., & White, A. (2010). The construction of empirical credit scoring rules based on maximization principles. *Journal of Econometrics*, 157(1), 110-119.
- Montgomery, W. (1972). Markets in licenses and efficient pollution control program. *Journal Economics Theory*, 5, 395-418.
- Nakao, Y., Amano, A., Matsumara, K., Genba, K., & Nakano, M. (2007). Relationship between environmental performance and financial performance: An empirical analysis of Japanese corporations. *Business Strategy and Environment*, 16(2), 106-118.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (2010). *Transition to a low-carbon economy – Public goals and corporate practices*. OECD Publishing.
- Task Force on Climate-related Financial Disclosures (2017). *Recommendations of the task force on climate related financial disclosure*.
- The European Commission (2009). *Amending directive 2003/87/EC so as to improve and extend the greenhouse gas emission allowance trading scheme of the community*, Official Journal of the European Union.
- The Pew Charitable Trust (2011). Return to investment. *Trust Magazine*, Spring 2011.
- Thompson, P., & Cowton, C. J. (2004). Bringing the environment into bank lending: Implications for environmental reporting. *The British Accounting Review*, 36, 197-218.
- United Nations Development Programme (2011). *Policy and financial instruments for low-emission climate-resilient development*, New York, NY.
- United Nations Environment Programme (2011). *Towards a green economy: Pathways to*

sustainable development and poverty eradication, UNEP/GRID-Arendal, Nairobi, Kenya.

United Nations Framework Conven on Climate Change (2015). *Synthesis report on the aggregate effect of the intended nationally determined contributions*.

Vercammen, J. (2000). Irreversible investment under uncertainty and the threat of bankruptcy. *Economics Letters*, 66, 319-325.

附錄一、政府補貼金融機構下， 廠商之比較靜態分析

重寫式(2)、(3)如下：

$$[P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)] \frac{\partial Q}{\partial K_d} - P^T Q \frac{\partial e_0}{\partial K_d} = r(\alpha) \quad (\text{A-1})$$

$$[P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)] \frac{\partial Q}{\partial L} = w \quad (\text{A-2})$$

全微分上述二式，為簡化分析，本文假設 $\partial^2 e_0 / \partial K_d^2 = 0$ ，可獲得下列二式：

$$\begin{aligned} & [P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)] \left(\frac{\partial^2 Q}{\partial K_d^2} \right) dK_d + [P + P^T(\bar{e} - e_0)] \left(\frac{\partial^2 Q}{\partial K_d \partial L} \right) dL \\ &= - \frac{\partial Q}{\partial K_d} ((1-\theta)dP - Pd\theta) - (\bar{e} - e_0) \frac{\partial Q}{\partial K_d} dP^T - P^T \frac{\partial Q}{\partial K_d} d\bar{e} \\ & \quad + P^T \frac{\partial Q}{\partial K_d} de_0 + \frac{\partial r}{\partial \alpha} d\alpha \end{aligned} \quad (\text{A-3})$$

$$\begin{aligned} & [P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)] \left(\frac{\partial^2 Q}{\partial K_d \partial L} \right) dK_d + [P + P^T(\bar{e} - e_0)] \left(\frac{\partial^2 Q}{\partial L^2} \right) dL \\ &= - \frac{\partial Q}{\partial L} ((1-\theta)dP - Pd\theta) - (\bar{e} - e_0) \frac{\partial Q}{\partial L} dP^T - P^T \frac{\partial Q}{\partial L} d\bar{e} + P^T \frac{\partial Q}{\partial L} de_0 + dw \end{aligned} \quad (\text{A-4})$$

式(A-3)、(A-4)可改寫為下列矩陣形式：

$$\begin{aligned}
& \begin{bmatrix} [P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)] \left(\frac{\partial^2 Q}{\partial K_d^2} \right) & [P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)] \left(\frac{\partial^2 Q}{\partial K_d \partial L} \right) \\ [P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)] \left(\frac{\partial^2 Q}{\partial K_d \partial L} \right) & [P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)] \left(\frac{\partial^2 Q}{\partial L^2} \right) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} dK_d \\ dL \end{bmatrix} \\
& = \begin{bmatrix} -\frac{\partial Q}{\partial K_d} ((1-\theta)dP - Pd\theta) - (\bar{e} - e_0) \frac{\partial Q}{\partial K_d} dP^T - P^T \frac{\partial Q}{\partial K_d} d\bar{e} + P^T \frac{\partial Q}{\partial K_d} de_0 + \frac{\partial r}{\partial \alpha} d\alpha \\ -\frac{\partial Q}{\partial L} ((1-\theta)dP - Pd\theta) - (\bar{e} - e_0) \frac{\partial Q}{\partial L} dP^T - P^T \frac{\partial Q}{\partial L} d\bar{e} + P^T \frac{\partial Q}{\partial L} de_0 + dw \end{bmatrix}
\end{aligned}$$

其中，為滿足廠商追求利潤極大化之條件，則

$$\begin{aligned}
\Delta & = \begin{vmatrix} [P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)] \frac{\partial^2 Q}{\partial K_d^2} & [P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)] \frac{\partial^2 Q}{\partial K_d \partial L} \\ [P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)] \frac{\partial^2 Q}{\partial K_d \partial L} & [P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)] \frac{\partial^2 Q}{\partial L^2} \end{vmatrix} \\
& = [P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)]^2 \left[\left(\frac{\partial^2 Q}{\partial K_d^2} \right) \left(\frac{\partial^2 Q}{\partial L^2} \right) - \left(\frac{\partial^2 Q}{\partial K_d \partial L} \right)^2 \right] > 0
\end{aligned}$$

並假設 K_d 及 L 互補，則 $\frac{\partial^2 Q}{\partial K_d \partial L} > 0$ 。

再利用 Cramer's Rule，可獲得比較靜態結果如下：

1. 綠色產品價格 P 改變之影響，令 $d\theta = dP^T = d\bar{e} = de_0 = d\alpha = dw = 0$ ，則：

$$\frac{dK_d}{dP} = -\frac{1-\theta}{\Delta} [P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)] \left(\frac{\partial Q}{\partial K_d} \frac{\partial^2 Q}{\partial L^2} - \frac{\partial Q}{\partial L} \frac{\partial^2 Q}{\partial K_d \partial L} \right) > 0 \quad (\text{A-5})$$

$$\frac{dL}{dP} = -\frac{1-\theta}{\Delta} [P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)] \left(\frac{\partial Q}{\partial L} \frac{\partial^2 Q}{\partial K_d^2} - \frac{\partial Q}{\partial K_d} \frac{\partial^2 Q}{\partial K_d \partial L} \right) > 0 \quad (\text{A-6})$$

上兩式之經濟意義指出，當綠色產品價格提高時，資金需求將增加，勞動力需求也增加。

2. 單位產量投入減碳活動的比例 θ 改變之影響，令 $dP = dP^T = d\bar{e} =$

$de_0 = d\alpha = dw = 0$ ，則：

$$\frac{dK_d}{d\theta} = \frac{P}{\Delta} [P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)] \left(\frac{\partial Q}{\partial K_d} \frac{\partial^2 Q}{\partial L^2} - \frac{\partial Q}{\partial L} \frac{\partial^2 Q}{\partial K_d \partial L} \right) < 0 \quad (\text{A-7})$$

$$\frac{dL}{d\theta} = \frac{P}{\Delta} [P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)] \left(\frac{\partial Q}{\partial L} \frac{\partial^2 Q}{\partial K_d^2} - \frac{\partial Q}{\partial K_d} \frac{\partial^2 Q}{\partial K_d \partial L} \right) < 0 \quad (\text{A-8})$$

上兩式之經濟意義指出，當單位產量投入減碳活動的比例提高時，資金需求將減少，勞動力需求也將減少。

3. 碳市場價格 P^T 改變之影響，令 $dP = d\theta = d\bar{e} = de_0 = d\alpha = dw = 0$ ，則：

$$\frac{dK_d}{dP^T} = -\frac{1}{\Delta} (\bar{e} - e_0) [P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)] \left(\frac{\partial Q}{\partial K_d} \frac{\partial^2 Q}{\partial L^2} - \frac{\partial Q}{\partial L} \frac{\partial^2 Q}{\partial K_d \partial L} \right) > 0 \quad (\text{A-9})$$

$$\frac{dL}{dP^T} = -\frac{1}{\Delta} (\bar{e} - e_0) [P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)] \left(\frac{\partial Q}{\partial L} \frac{\partial^2 Q}{\partial K_d^2} - \frac{\partial Q}{\partial K_d} \frac{\partial^2 Q}{\partial K_d \partial L} \right) > 0 \quad (\text{A-10})$$

上兩式之經濟意義指出，當碳市場價格提高時，資金需求將增加，勞動力需求也增加。

4. 傳統生產方式的碳排放係數 \bar{e} 改變之影響，令 $dP = d\theta = dP^T = de_0 = d\alpha = dw = 0$ ，則：

$$\frac{dK_d}{d\bar{e}} = -\frac{1}{\Delta} P^T [P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)] \left(\frac{\partial Q}{\partial K_d} \frac{\partial^2 Q}{\partial L^2} - \frac{\partial Q}{\partial L} \frac{\partial^2 Q}{\partial K_d \partial L} \right) > 0 \quad (\text{A-11})$$

$$\frac{dL}{d\bar{e}} = -\frac{1}{\Delta} P^T [P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)] \left(\frac{\partial Q}{\partial L} \frac{\partial^2 Q}{\partial K_d^2} - \frac{\partial Q}{\partial K_d} \frac{\partial^2 Q}{\partial K_d \partial L} \right) > 0 \quad (\text{A-12})$$

上兩式之經濟意義指出，當傳統生產方式的碳排放係數提高時，資金需求將增加，勞動力需求也增加。

5. 綠色廠商的碳排放係數 e_0 改變之影響，令 $dP = d\theta = dP^T = d\bar{e} = d\alpha = dw = 0$ ，則：

$$\frac{dK_d}{de_0} = \frac{1}{\Delta} P^T [P(1-\theta) + P^T (\bar{e} - e_0)] \left(\frac{\partial Q}{\partial K_d} \frac{\partial^2 Q}{\partial L^2} - \frac{\partial Q}{\partial L} \frac{\partial^2 Q}{\partial K_d \partial L} \right) < 0 \quad (\text{A-13})$$

$$\frac{dL}{d\bar{e}} = \frac{1}{\Delta} P^T [P(1-\theta) + P^T (\bar{e} - e_0)] \left(\frac{\partial Q}{\partial L} \frac{\partial^2 Q}{\partial K_d^2} - \frac{\partial Q}{\partial K_d} \frac{\partial^2 Q}{\partial K_d \partial L} \right) < 0 \quad (\text{A-14})$$

上兩式之經濟意義指出，當綠色廠商的碳排放係數提高時，資金需求將減少，勞動力需求也減少。

6. 綠色信用評等（紅利） α 改變之影響，令 $dP = d\theta = dP^T = d\bar{e} = de_0 = dw = 0$ ，

則：

$$\frac{dK_d}{d\alpha} = \frac{1}{\Delta} [P(1-\theta) + P^T (\bar{e} - e_0)] \left(\frac{\partial r}{\partial \alpha} \frac{\partial^2 Q}{\partial L^2} \right) > 0 \quad (\text{A-15})$$

$$\frac{dL}{d\alpha} = -\frac{1}{\Delta} [P(1-\theta) + P^T (\bar{e} - e_0)] \left(\frac{\partial r}{\partial \alpha} \frac{\partial^2 Q}{\partial K_d \partial L} \right) > 0 \quad (\text{A-16})$$

上兩式之經濟意義指出，當綠色信用評等（或綠色紅利）提高，資金需求將增加，勞動力需求也增加。

7. 工資 w 改變之影響，令 $dP = d\theta = dP^T = d\bar{e} = de_0 = d\alpha = 0$ ，則：

$$\frac{dK_d}{dw} = -\frac{1}{\Delta} [P(1-\theta) + P^T (\bar{e} - e_0)] \left(\frac{\partial^2 Q}{\partial K_d \partial L} \right) < 0 \quad (\text{A-17})$$

$$\frac{dL}{dw} = \frac{1}{\Delta} [P(1-\theta) + P^T (\bar{e} - e_0)] \left(\frac{\partial^2 Q}{\partial K_d^2} \right) < 0 \quad (\text{A-18})$$

上兩式之經濟意義指出，當工資上漲，廠商對資金的需求將減少，勞動力需求亦減少。

附錄二、政府補貼金融機構之比較靜態分析

重寫式(5)、(6)如下：

$$[s + r - \hat{r}] \frac{\partial K_s}{\partial \alpha} = -K_s \frac{\partial r}{\partial \alpha} - P_d^g r_0 K_0 \frac{\partial \beta}{\partial K_s} \quad (\text{A-19})$$

$$K_0 = -[1 - P_d^g \beta] r_0 \frac{\partial K_0}{\partial r_0} + \beta P_d^g K_0 \quad (\text{A-20})$$

全微分上述二式，可獲得下列二式：

$$\begin{aligned} & (2 \frac{\partial r}{\partial \alpha} \frac{\partial K_s}{\partial \alpha} + P_d^g \frac{\partial \beta}{\partial \alpha} \frac{\partial K_s}{\partial \alpha} r_0) d\alpha + P_d^g K_0 \frac{\partial \beta}{\partial K_s} dr_0 \\ & = -\frac{\partial K_s}{\partial \alpha} ds + \frac{\partial K_s}{\partial \alpha} d\hat{r} - P_d^g \frac{\partial \beta}{\partial \alpha} r_0 d\hat{K} \end{aligned} \quad (\text{A-21})$$

$$\begin{aligned} & [(-1 + P_d^g \beta) \frac{\partial K_s}{\partial \alpha} + P_d^g \frac{\partial \beta}{\partial \alpha} (K_0 + r_0 \frac{\partial K_0}{\partial r_0})] d\alpha + (-1 + P_d^g \beta) \frac{\partial K_0}{\partial r_0} dr_0 \\ & = (1 - P_d^g \beta) d\hat{K} \end{aligned} \quad (\text{A-22})$$

式(A-21)、(A-22)可改寫為下列矩陣形式：

$$\begin{aligned} & \begin{bmatrix} 2 \frac{\partial r}{\partial \alpha} \frac{\partial K_s}{\partial \alpha} + P_d^g \frac{\partial \beta}{\partial \alpha} \frac{\partial K_s}{\partial \alpha} r_0 & P_d^g K_0 \frac{\partial \beta}{\partial K_s} \\ (-1 + P_d^g \beta) \frac{\partial K_s}{\partial \alpha} + P_d^g \frac{\partial \beta}{\partial \alpha} (K_0 + r_0 \frac{\partial K_0}{\partial r_0}) & (-1 + P_d^g \beta) \frac{\partial K_0}{\partial r_0} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} d\alpha \\ dr_0 \end{bmatrix} \\ & = \begin{bmatrix} -\frac{\partial K_s}{\partial \alpha} ds + \frac{\partial K_s}{\partial \alpha} d\hat{r} - P_d^g \frac{\partial \beta}{\partial \alpha} r_0 d\hat{K} \\ (1 - P_d^g \beta) d\hat{K} \end{bmatrix} \end{aligned}$$

其中，為滿足金融機構追求利潤極大化之條件，則

$$\Delta = \begin{vmatrix} 2\frac{\partial r}{\partial \alpha}\frac{\partial K_s}{\partial \alpha} + P_d^g \frac{\partial \beta}{\partial K_s} \frac{\partial K_s}{\partial \alpha} r_0 & P_d^g K_0 \frac{\partial \beta}{\partial K_s} \\ (-1 + P_d^g \beta) \frac{\partial K_s}{\partial \alpha} + P_d^g \frac{\partial \beta}{\partial \alpha} (K_0 + r_0 \frac{\partial K_0}{\partial r_0}) & (-1 + P_d^g \beta) \frac{\partial K_0}{\partial r_0} \end{vmatrix}$$

$$= \frac{\partial K_s}{\partial \alpha} (2\frac{\partial r}{\partial \alpha} + P_d^g \frac{\partial \beta}{\partial K_s} r_0) (-1 + P_d^g \beta) \frac{\partial K_0}{\partial r_0} - P_d^g K_0 \frac{\partial \beta}{\partial \alpha} [(-1 + P_d^g \beta) + P_d^g \frac{\partial \beta}{\partial \alpha} (K_0 + r_0 \frac{\partial K_0}{\partial r_0})] > 0$$

再利用 Cramer's Rule，可獲得比較靜態結果如下：

1. 綠色補貼 s 改變之影響，令 $d\hat{r} = d\hat{K} = 0$ ，則：

$$\frac{d\alpha}{ds} = \frac{1}{\Delta} \left[\frac{\partial K_s}{\partial \alpha} (1 - P_d^g \beta) \frac{\partial K_0}{\partial r_0} \right] > 0 \quad (\text{A-23})$$

$$\frac{dr_0}{ds} = -\frac{1}{\Delta} \left(\frac{\partial K_s}{\partial \alpha} \right) \left[(1 - P_d^g \beta) \frac{\partial K_s}{\partial \alpha} - P_d^g \frac{\partial \beta}{\partial K_s} \frac{\partial K_s}{\partial \alpha} (K_0 + r_0 \frac{\partial K_0}{\partial r_0}) \right] \begin{matrix} \leq 0 \\ > 0 \end{matrix} \quad (\text{A-24})$$

上兩式之經濟意義指出，當政府給予金融機構的綠色補貼增加時，金融機構提供的綠色紅利將增加，但金融機構存款利率的變化不確定，決定於 $\partial\beta/\partial K_s$ 之符號。長期言，如果綠色廠商具競爭優勢，具有良好發展性，以及財務健全性（相較於非綠色廠商），則可假設 $\partial\beta/\partial K_s < 0$ ，可獲得式(A-22)符號為負，亦即隨著政府利差補貼提高，金融機構可以調降存款利率。

2. 非綠色貸款利率 \hat{r} 改變之影響，令 $ds = d\hat{K} = 0$ ，則：

$$\frac{d\alpha}{d\hat{r}} = \frac{1}{\Delta} \frac{\partial K_s}{\partial \alpha} (-1 + P_d^g \beta) \frac{\partial K_0}{\partial r_0} < 0 \quad (\text{A-25})$$

$$\frac{dr_0}{d\hat{r}} = -\frac{1}{\Delta} \frac{\partial K_s}{\partial \alpha} \left[(-1 + P_d^g \beta) \frac{\partial K_s}{\partial \alpha} + P_d^g \frac{\partial \beta}{\partial \alpha} (K_0 + r_0 \frac{\partial K_0}{\partial r_0}) \right] > 0 \quad (\text{A-26})$$

上兩式之經濟意義指出，當金融機構之一般放款利率降低，綠色紅利將增加，存款利率亦隨之調降。

3. 放款給非綠色產業的資金供給 \hat{K} 改變之影響，令 $ds = d\hat{r} = 0$ ，則：

$$\frac{d\alpha}{d\hat{K}} = \frac{1}{\Delta} P_d^s \frac{\partial \beta}{\partial \alpha} [1 - P_d^s \beta] (r_0 \frac{\partial K_0}{\partial r_0} - K_0) > 0 \quad (\text{A-27})$$

$$\frac{dr_0}{d\hat{K}} = \frac{1}{\Delta} \frac{\partial K_s}{\partial \alpha} [(2 \frac{\partial r}{\partial \alpha})(1 - P_d^s \beta) + P_d^s r_0 \frac{\partial \beta}{\partial \alpha} P_d^s \frac{\partial \beta}{\partial \alpha} (K_0 + r_0 \frac{\partial K_0}{\partial r_0})] \quad (\text{A-28})$$

上兩式之經濟意義指出，當金融機構放款給非綠色產業的資金增加，綠色紅利會增加；假設 A-26 式中 $(2 \frac{\partial r}{\partial \alpha})(1 - P_d^s \beta) + P_d^s r_0 \frac{\partial \beta}{\partial \alpha} P_d^s \frac{\partial \beta}{\partial \alpha} (K_0 + r_0 \frac{\partial K_0}{\partial r_0}) > 0$ ，則當放款給非綠色產業的資金增加時，存款利率隨之調升。

附錄三、政府補貼廠商之比較靜態分析

重寫式(9)、(10)如下：

$$[P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)] \frac{\partial Q}{\partial K_d} - P^T Q \frac{\partial e_0}{\partial K_d} = \bar{r} - s \quad (\text{A-29})$$

$$[P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)] \frac{\partial Q}{\partial L} = w \quad (\text{A-30})$$

全微分上述二式，本文假設 $\partial^2 e_0 / \partial K_d^2 = 0$ ，可獲得下列二式：

$$\begin{aligned} & [P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)] \left(\frac{\partial^2 Q}{\partial K_d^2} \right) dK_d + [P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)] \left(\frac{\partial^2 Q}{\partial K_d \partial L} \right) dL \\ & = - \frac{\partial Q}{\partial K_d} [(1-\theta)dP - Pd\theta] - (\bar{e} - e_0) \frac{\partial Q}{\partial K_d} dP^T - P^T \frac{\partial Q}{\partial K_d} d\bar{e} \\ & \quad + P^T \frac{\partial Q}{\partial K_d} de_0 + dr - ds \end{aligned} \quad (\text{A-31})$$

$$\begin{aligned} & [P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)] \left(\frac{\partial^2 Q}{\partial K_d \partial L} \right) dK_d + [P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)] \left(\frac{\partial^2 Q}{\partial L^2} \right) dL \\ & = - \frac{\partial Q}{\partial L} [(1-\theta)dP - Pd\theta] - (\bar{e} - e_0) \frac{\partial Q}{\partial L} dP^T - P^T \frac{\partial Q}{\partial L} d\bar{e} + P^T \frac{\partial Q}{\partial L} de_0 + dw \end{aligned} \quad (\text{A-32})$$

式(A-21)、(A-22)可改寫為下列矩陣形式：

$$\begin{aligned} & \begin{bmatrix} [P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)] \left(\frac{\partial^2 Q}{\partial K_d^2} \right) & [P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)] \left(\frac{\partial^2 Q}{\partial K_d \partial L} \right) \\ [P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)] \left(\frac{\partial^2 Q}{\partial K_d \partial L} \right) & [P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)] \left(\frac{\partial^2 Q}{\partial L^2} \right) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} dK_d \\ dL \end{bmatrix} \\ & = \begin{bmatrix} - \frac{\partial Q}{\partial K_d} [(1-\theta)dP - Pd\theta] - (\bar{e} - e_0) \frac{\partial Q}{\partial K_d} dP^T - P^T \frac{\partial Q}{\partial K_d} d\bar{e} + P^T \frac{\partial Q}{\partial K_d} de_0 + dr - ds \\ - \frac{\partial Q}{\partial L} [(1-\theta)dP - Pd\theta] - (\bar{e} - e_0) \frac{\partial Q}{\partial L} dP^T - P^T \frac{\partial Q}{\partial L} d\bar{e} + P^T \frac{\partial Q}{\partial L} de_0 + dw \end{bmatrix} \end{aligned}$$

其中，為滿足廠商追求利潤極大化之條件，則

$$\Delta = \begin{vmatrix} [P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)] \frac{\partial^2 Q}{\partial K_d^2} & [P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)] \frac{\partial^2 Q}{\partial K_d \partial L} \\ [P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)] \frac{\partial^2 Q}{\partial K_d \partial L} & [P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)] \frac{\partial^2 Q}{\partial L^2} \end{vmatrix}$$

$$= [P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)]^2 \left[\left(\frac{\partial^2 Q}{\partial K_d^2} \right) \left(\frac{\partial^2 Q}{\partial L^2} \right) - \left(\frac{\partial^2 Q}{\partial K_d \partial L} \right)^2 \right] > 0$$

並假設 K_d 及 L 互補，則 $\frac{\partial^2 Q}{\partial K_d \partial L} > 0$ 。

再利用 Cramer's Rule，可獲得比較靜態結果如下：

1. 綠色產品價格 P 改變之影響，令 $d\theta = dP^T = d\bar{e} = de_0 = dr = ds = dw = 0$ ，則：

$$\frac{dK_d}{dP} = -\frac{1-\theta}{\Delta} [P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)] \left(\frac{\partial Q}{\partial K_d} \frac{\partial^2 Q}{\partial L^2} - \frac{\partial Q}{\partial L} \frac{\partial^2 Q}{\partial K_d \partial L} \right) > 0 \quad (\text{A-33})$$

$$\frac{dL}{dP} = -\frac{1-\theta}{\Delta} [P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)] \left(\frac{\partial Q}{\partial L} \frac{\partial^2 Q}{\partial K_d^2} - \frac{\partial Q}{\partial K_d} \frac{\partial^2 Q}{\partial K_d \partial L} \right) > 0 \quad (\text{A-34})$$

上兩式之經濟意義指出，當綠色產品價格提高時，資金需求將增加，勞動力需求亦增加。

2. 單位產量投入減碳活動的比例 θ 改變之影響， $dP = dP^T = d\bar{e} = de_0 = dr = ds = dw = 0$ ，則：

$$\frac{dK_d}{d\theta} = \frac{P}{\Delta} [P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)] \left(\frac{\partial Q}{\partial K_d} \frac{\partial^2 Q}{\partial L^2} - \frac{\partial Q}{\partial L} \frac{\partial^2 Q}{\partial K_d \partial L} \right) < 0 \quad (\text{A-35})$$

$$\frac{dL}{d\theta} = \frac{P}{\Delta} [P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)] \left(\frac{\partial Q}{\partial L} \frac{\partial^2 Q}{\partial K_d^2} - \frac{\partial Q}{\partial K_d} \frac{\partial^2 Q}{\partial K_d \partial L} \right) < 0 \quad (\text{A-36})$$

上兩式之經濟意義指出，當減碳活動比例提高時，資金需求將減少，勞動力需求亦減少。

3. 碳市場價格 P^T 改變之影響，令 $dP = d\theta = d\bar{e} = de_0 = dr = ds = dw = 0$ ，則：

$$\frac{dK_d}{dP^T} = -\frac{1}{\Delta}(\bar{e} - e_0)[P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)]\left(\frac{\partial Q}{\partial K_d} \frac{\partial^2 Q}{\partial L^2} - \frac{\partial Q}{\partial L} \frac{\partial^2 Q}{\partial K_d \partial L}\right) > 0 \quad (\text{A-37})$$

$$\frac{dL}{dP^T} = -\frac{1}{\Delta}(\bar{e} - e_0)[P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)]\left(\frac{\partial Q}{\partial L} \frac{\partial^2 Q}{\partial K_d^2} - \frac{\partial Q}{\partial K_d} \frac{\partial^2 Q}{\partial K_d \partial L}\right) > 0 \quad (\text{A-38})$$

上兩式之經濟意義指出，當碳市場價格提高時，資金需求將增加，勞動力需求亦增加。

4. 傳統生產方式的碳排放係數 \bar{e} 改變之影響，令 $dP = d\theta = dP^T = de_0 = dr = ds = dw = 0$ ，則：

$$\frac{dK_d}{d\bar{e}} = -\frac{1}{\Delta}P^T[P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)]\left(\frac{\partial Q}{\partial K_d} \frac{\partial^2 Q}{\partial L^2} - \frac{\partial Q}{\partial L} \frac{\partial^2 Q}{\partial K_d \partial L}\right) > 0 \quad (\text{A-39})$$

$$\frac{dL}{d\bar{e}} = -\frac{1}{\Delta}P^T[P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)]\left(\frac{\partial Q}{\partial L} \frac{\partial^2 Q}{\partial K_d^2} - \frac{\partial Q}{\partial K_d} \frac{\partial^2 Q}{\partial K_d \partial L}\right) > 0 \quad (\text{A-40})$$

上兩式之經濟意義指出，當傳統生產方式的碳排放係數提高時，資金需求將增加，勞動力需求亦增加。

5. 綠色廠商的碳排放係數 e_0 改變之影響，令 $dP = d\theta = dP^T = d\bar{e} = dr = ds = dw = 0$ ，則：

$$\frac{dK_d}{de_0} = \frac{1}{\Delta}P^T[P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)]\left(\frac{\partial Q}{\partial K_d} \frac{\partial^2 Q}{\partial L^2} - \frac{\partial Q}{\partial L} \frac{\partial^2 Q}{\partial K_d \partial L}\right) < 0 \quad (\text{A-41})$$

$$\frac{dL}{de_0} = \frac{1}{\Delta}P^T[P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)]\left(\frac{\partial Q}{\partial L} \frac{\partial^2 Q}{\partial K_d^2} - \frac{\partial Q}{\partial K_d} \frac{\partial^2 Q}{\partial K_d \partial L}\right) < 0 \quad (\text{A-42})$$

上兩式之經濟意義指出，當綠色廠商的碳排放係數提高時，資金需求將減少，勞動力需求亦減少。

6. 貸款利率 r 改變之影響，令 $dP = d\theta = dP^T = d\bar{e} = de_0 = ds = dw = 0$ ，則：

$$\frac{dK_d}{dr} = \frac{1}{\Delta} [P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)] \left(\frac{\partial^2 Q}{\partial L^2} \right) < 0 \quad (\text{A-43})$$

$$\frac{dL}{dr} = -\frac{1}{\Delta} [P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)] \left(\frac{\partial^2 Q}{\partial K_d \partial L} \right) < 0 \quad (\text{A-44})$$

上兩式之經濟意義指出，貸款利率提高，資金需求將減少，勞動力需求亦減少。

7. 綠色補貼 s 改變之影響，令 $dP = d\theta = dP^T = d\bar{e} = de_0 = dr = dw = 0$ ，則：

$$\frac{dK_d}{ds} = -\frac{1}{\Delta} [P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)] \left(\frac{\partial^2 Q}{\partial L^2} \right) > 0 \quad (\text{A-45})$$

$$\frac{dL}{ds} = \frac{1}{\Delta} [P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)] \left(\frac{\partial^2 Q}{\partial K_d \partial L} \right) > 0 \quad (\text{A-46})$$

上兩式之經濟意義指出，綠色補貼率提高使資金需求增加，勞動力需求亦增加。

8. 工資 w 改變之影響，令 $dP = d\theta = dP^T = d\bar{e} = de_0 = dr = ds = 0$ ，則：

$$\frac{dK_d}{dw} = -\frac{1}{\Delta} [P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)] \left(\frac{\partial^2 Q}{\partial K_d \partial L} \right) < 0 \quad (\text{A-47})$$

$$\frac{dL}{dw} = \frac{1}{\Delta} [P(1-\theta) + P^T(\bar{e} - e_0)] \left(\frac{\partial^2 Q}{\partial K_d^2} \right) < 0 \quad (\text{A-48})$$

上兩式之經濟意義指出，當工資上漲，廠商的資金需求將減少，勞動力需求亦減少。

Comparison of Green Financing Strategies — The Case of Direct and Indirect Interest Rate Subsidy

Chien-Ming Lee^{*}, Shu-Yin Lin^{**}

Launching green finance reform and green credit assessment are the key policies internationally. Those policies relate with the success of the green industry development. Subsidizing the external benefit of green industry is one of the popular measures around the world. However, whether the various subsidy methods will affect the policy performance? This is concerned by the policy makers. To compare the policy performance of two different subsidy methods (direct and indirect subsidy), this research introduces the benefit of carbon risk and carbon asset on green industry, and to build up a green financing theoretical model. The result indicates that the indirect subsidy method, i.e., subsidy to the financial institute, provides more incentive for encouraging green finance reform as well as deploying the green industries.

Keywords: Green Finance, Green Credit, Green Industry, Green Premium

* Corresponding author: Professor, Institute of Natural Resource and Environmental Management, National Taipei University, Taipei 104, Taiwan. Tel: (02)8674-1111#67335; Fax: (02)86716313; E-mail: cmlee@mail.ntpu.edu.tw.

** Associate Researcher of Taiwan Research Institute on Water Resource and Agriculture. The authors gratefully thank three assiduous reviewers who help us to improve the clarity of this manuscript significantly.

Received 18 October 2018; Received in revised form 27 May 2019; Accepted 17 June 2019.