

化石燃料產業與再生能源產業的財務比較分析

謝仁和¹ 曹淑琳^{2*}

摘要

聯合國2050年碳中和淨零排放目標的達成相當程度仰賴再生能源產業的發展，期待取代化石燃料生產的能源。然而化石燃料產業公司的市值屢創新高，似乎沒有往下走的跡象，由於資本追求利潤，資金走向代表產業發展方向的興衰，究竟化石燃料產業的企業獲利較具競爭力，抑或是再生能源的企業獲利較高。本文透過選擇全球化石燃料產業與再生能源產業市值排名在前面的企業進行比較，從財務角度探討兩者之間的績效表現差異。本文發現化石燃料公司的市值、ROE、ROA與EPS都比再生能源產業公司來的好；其次，再生能源公司與化石燃料公司資本額與規模對經營績效有顯著關係，意味著兩種產業均存在規模經濟效應，但是產業型態與資本額的交互作用，對於再生能源公司的財務績效沒有顯著的影響，反而對化石燃料公司有顯著影響，顯示化石燃料公司之間的競爭相對較強，在傳統能源市場需求相對穩定且成熟，財務績效相對再生能源公司更好。

關鍵詞：市值，財務績效指標，再生能源產業，化石燃料產業

1. 前言

人類發展的過程相當仰賴能源的協助，在寒冷的地區用以取暖，在工業發展過程中用來驅動機器生產，在交通運輸作為推動力量。衡量全球各個不同國家生活水準的指標當中，人類發展指數因為結合教育、預期壽命以及經濟收入，成為用來衡量各國生活發展水準的指標之一。依據Jelley (2022)研究，國家的人類發展指標與該國的能源使用量成正比，生活水準越高的國家，使用能源的程度越高，人類經濟生活當然也離不開能源的消費。

過去大量依賴化石燃料獲取能源的方式，也帶來了諸多問題，例如燃煤發電產生細小微

粒的煙霧，汙染城市空氣也危害居民的健康；石油開採與運送過程外洩導致土地、海洋與河流的污染；燃燒化石燃料產生二氧化碳形成的溫室效應與氣候變遷，嚴重威脅全人類的生存 (Chen *et al.*, 2022)。聯合國為此制定的相關政策，2050年前要實現全球碳中和的淨零排放目標，將人為排放的溫室氣體減至極低水平，將自然界中的二氧化碳吸收量與人為排放量達到平衡，從而實現全球氣候穩定。

實現淨零目標需要再生能源來幫忙。再生能源包含太陽能、風能、生質能源，在產生能源過程當中不會排放二氧化碳，不僅是清潔能源，還可不斷重複使用。再生能源產業的發展一直被媒體宣傳，期待取代化石燃料生產的

¹文藻外語大學國際事務系 副教授

²文藻外語大學國際企業管理系 副教授

*通訊作者，電話：07-3416031轉6623，電郵：shuling@mail.wzu.edu.tw

收到日期: 2023年06月25日

修正日期: 2024年02月14日

接受日期: 2024年03月29日

能源。然而張淑芬(2023)研究顯示再生能源的發展，並不是一種取代化石燃料的轉型過程，而是再生能源之於整體能源產生的比重變大而已。York and Bell (2019)研究也從資本運作角度論述化石燃料產業已經達到或是將達到頂峰表示懷疑，因為化石產業的市值屢創新高，似乎沒有往下走的跡象(Dow, 2022)。對此，本文認為畢竟資本追求利潤，資金走向確實代表著該產業發展方向的興衰，究竟化石燃料產業的企業獲利較具競爭力，抑或是再生能源的企業獲利較高呢，此議題確實值得進行探討，因此，本文透過選擇全球化石燃料產業與再生能源產業市值排名在前面的企業進行比較，從財務角度探討兩者之間的績效表現差異，思考兩者在資本市場上的競爭對未來全球在達成2050年碳中和目標的影響。

2. 文獻回顧

為了因應全球溫室效應，195個聯合國認可的政治實體在《聯合國氣候變化綱要公約》基礎上，於2015年簽署「巴黎協定」，要全球平均溫度漲幅控制在工業革命前水準以上低於攝氏2度之內。政府間氣候變遷專門委員會(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)在2018年發布特別報告，陸續提出淨零溫室氣體排放的政策規劃。面對嚴峻的氣候變遷問題，越來越多國家在採取更加嚴格的自主減排貢獻目標(Nationally Determined Contributions, NDCs)，從國家發展策略、國內法、國家政策，或是由政府首長進行政治宣示，設定淨零排放目標與途徑(Net Zero)，並每五年更新目標以顯示減碳的企圖心。2021年格拉斯哥氣候公約延續巴黎協定的目標，要求各締約國強化2030年中長期氣候目標，並審視更新自主減排貢獻目標。這些目標與途徑的設

定，深深影響化石燃料產業與再生能源產業的發展。本章將先就淨零目標對化石燃料產業與再生能源產業的結構性改變進行探討，接著探討企業營運指標與財務績效的關係。

2.1 化石燃料產業特質、投資焦點與未來需求

化石燃料產業對人類生活的貢獻相當顯著，不僅提供相關石化產品，且有效取代水力與煤炭發電(Al-Samhan *et al.*, 2022)；但Hanieh (2021)也認為化石燃料開採所帶來的環境破壞與汙染，以及相關政商糾結關係，帶來相當大的爭議。2012年，由Bill McKibben於2012年在滾石雜誌(Rock Magazine)上發表的一篇文章，呼籲機構、投資基金或政府出售化石燃料公司的股份。Schifelling and Hoffman (2013)認為該呼籲已逐漸得到響應，並成為一項社會運動。

支持撤資者的主要論述在於從科學的角度來看，維持化石燃料產業的商業模式與避免氣候變遷導致災難性結果之間，難以維持一致性。這類論述有著道德立場，試圖規範企業、政府與投資者的行為。相對地，亦有論者認為從化石燃料產業撤資的論述是一種象徵性地呼籲，主要的目的是呈現出一種政治聲明，與具體的經濟和環境影響無關(Braungardt *et al.*, 2019)。

然而，從化石燃料生產商撤資是否會給投資者帶來負面財務後果，也是投資者必須考量的問題。Plantinga and Scholtens (2021)研究顯示，排除化石燃料生產公司的投資組合與包括它們的投資組合在風險和回報方面沒有顯著差異。若是如此，投資者大可放心撤資，但實際上，化石燃料產業的公司市值卻是不斷攀高，顯示仍受到投資人的歡迎。

氣候變遷與相關淨零政策帶給化石燃料產業巨大的轉型風險，從政策和社會壓力增加

到法律和市場風險。如果不對其當前的商業模式進行重大改變，該行業的公司預計將迅速失去市場價值。轉型風險有很多，諸如能源礦產儲量高開發成本、低油價、再生能源發電成本下降、電池技術改進為基礎的電動車、消費者「塑膠戰爭」而降低的需求、車輛燃油高效率標準、碳定價和稅務計劃等(Carlin *et al.*, 2023)。對此，Diaz-Rainey *et al.* (2021)的研究指出，巴黎協定的簽署對石油和天然氣產業產生了巨大的負面影響(累積平均異常報酬率-8.4%)，其中勘探和生產(累積平均異常報酬率-12.2%)和鑽井(累積平均異常報酬率-10.5%)受到的影響最為嚴重。

七大國際石油公司在2021年以來，因新冠疫情逐漸穩定與解封，營運業績顯著提升且轉虧為盈，超過2019年水準；然而七大國際石油公司的資本支出仍處於下降階段，在減碳與再生能源產業發展的背景下，資本支出將下降至歷史較低水平，預計未來投資規模也將逐漸壓縮(張寧寧等，2022)。長遠來看，在淨零排放目標下，全球石油價格應該會逐漸下降，到2050年每桶石油價格回落到10美元(Mackenzie, 2021)，天然氣則會受到歡迎。

雖然聯合國籲請各國減少對化石能源的投資與補貼，且2021年COP26將化石能源減少使用正式寫入格拉斯哥氣候公約，但是對化石能源的補貼仍然持續增長，2021年以二十國集團(G20)為首的51個主要經濟體，對化石能源的補貼增長92% (朱興珊等，2022)。在碳中和目標下，依據既定政策情境(Stated Policies Scenario, STEPS)模式推估，國際能源總署所發布的世界能源展望報告顯示，全球石油的需求大約每年增長0.8%，將於2035年達到頂峰；依據宣示承諾情境(Announced Pledges Scenario, APS)模型推估，石油需求將於2030年達到頂峰然後開始下降(IEA, 2022)。天然氣發電於2030年將占世

界總額的43% (IEA, 2022)。

2.2 再生能源產業的特質、投資焦點與未來供需

要達成巴黎協定所設定的目標，必須仰賴永續低碳能源的發展(李沃牆，2017)，低碳能源包含潔淨能源、再生能源、核能、燃料應用等，其中再生能源是透過風力、生質能、太陽能、地熱、海洋能源等，因為不產生碳排放，成為達到全球溫度控制幅度的最重要產業(楊儒穎，2016)。

全球資金投入於再生能源的金額，於2018年超過對傳統化石燃料的投資額，其中資金集中在太陽能(1,397億美元)、風電(1,341億美元)、水力發電(150億美元) (吳園園，2020)。大量的資本湧入使得再生能源產業的發展越發迅速，不僅規模擴張、技術越發進步，且發電成本逐步降低。全球再生能源發電所占的比重逐步增加，在2018年占比12.9%、2019年占比為13.4%、2020年占比為14.2% (IEA, 2021a)。

再生能源在溫室效應下大受歡迎的主因是其在減少溫室氣體排放方面有著相當大的作用，Yuan *et al.* (2022)的研究也確實顯示再生能源對全球減少碳排的貢獻是確實存在的。國際石油價格的漲跌對再生能源產業投資以及產出也有所影響，石油價格上漲可以促進再生能源的投資及產出，相反地，國際油價下跌則可能使得再生能源的投資與產出受到負面影響(Zhao *et al.*, 2021)。

根據彭博新能源財經(Bloomberg NEF, BNEF)的報告，全球新增所有電力容量，54%是來自再生能源。清潔能源投資在2021年達到5,100億美元，是2016年(2,800億美元)的將近兩倍。Khaleel *et al.* (2022)發現能夠獲得投資人的青睞以及足夠資金，是再生能源產業發展的重要基礎；此外，全球再生能源產業的發展前景

需要產業內公司的財務呈現出健康狀態，才有永續發展的機會。

國際能源總署所發布的世界能源展望報告顯示，依據既定政策情境模式評估，全球再生能源發電占全球發電總量，將從2021年的28%上升到2030年的43%，風力與太陽能發電占增長的90%；如果依據宣示承諾情境模式，再生能源發電在2030年占比將高達50% (IEA, 2022)。而Gielen *et al.* (2019)的研究成果則預估再生能源在全球能源占比將成長為2050年的63%，由再生能源生產的電力供應則將成長為2050年的85%。這過程當然是由龐大的資金所提供，預估將有120兆美元投入在此產業。假設2050年不再使用化石燃料，所有的化石燃料產業必須轉型成為其他能源的生產者；為了取代化石燃料能源的缺口，再生能源的生產需要增加6-8倍(Holeczek *et al.*, 2022)，也就是說，再生能源的生產增加需要呈現出每年7.2%以上的成長，30年則會呈現出6倍的結果，相對地，再生能源產業結構也必須強化，以增加資本投入，擴大生產能力。

只是現實狀況在每一個國家可能會不太一樣，以臺灣為例，Chuang *et al.* (2023)的研究顯示，臺灣目前的政策在於促進太陽能和風能作為可再生能源，天然氣是次要能源。但這些能源不足以滿足臺灣電力需求，燃煤和核能仍然繼續發電。雖然可再生能源到2030年可以協助減少5-6億噸碳排放，但臺灣計劃的可再生能源措施仍不足以取代現有的傳統能源，只能減少或減緩能源使用。在這種情況下，唯有適當的政府政策引導，減少化石燃料、增加再生能源的使用，才有助於目標的達成。

2.3 企業市值與財務績效表現

市值是指一家公司所有股票的市場總價值。它的計算方法是將股票的市場價格乘以其

已發行股票的總數。市值是企業在公開市場的價值，反映出市場對企業未來發展的看法，呈現出不同企業受到投資人青睞的差異程度。

金融業者與研究機構，例如Fidelity (2023)以及C. F. Institute (2023)將上市公司的市值規模區分為大、中、小型三類，大型公司通常是市值在100億美元或以上的公司，他們因為所生產的商品與提供的服務相當卓越，而且提供給投資人穩定且增長的股票利息，備受投資人歡迎。一般而言，這些公司的品牌相當響亮，是投資者心目中穩定的投資對象，風險相對較小。

中型公司是市值在10億美元至100億美元之間的企業。這些公司可能正處於增加市場比重和提高綜合競爭力的過程當中。他們的風險及投資報酬的範圍介於大型股和小型股之間。小型公司市值則在3億至10億美元之間。他們是利基市場或新興行業的年輕公司，具有爆發性成長機會但風險也相當高，由於資源的有限性使他們容易受到經濟衰退或是激烈競爭影響，股價的不確定性相對較高。

衡量企業經營績效的財務指標有許多種，股東權益報酬率(Return of Equity, ROE)與資產報酬率(Return of Asset, ROA)是其中兩種。前者衡量每一股東權益可以帶來的利潤報酬，後者衡量每一單位資產價值可以帶來的利潤報酬。報酬率越高，顯示每一單位的股東權益、每一單位的資產價值所帶來的利潤報酬越高，也代表企業經營的財務績效越好。

相關研究指出市值與企業各項財務績效指標之間呈現一定的關係。Tomczak (2019)針對2008-2017年的中歐以及波羅地海國家再生能源發電廠及傳統能源發電廠的財務狀況進行比較，結果顯示在大多數情況下，使用再生能源與使用化石燃料的公司財務狀況在統計上沒有差異。這對投資人來說，投資報酬高低可能就

成為影響其投資的考量因素。

Filimonova *et al.* (2020)針透過總體經濟指標、個體經濟指標、工業生產指標、以及綠色因素等來探討對俄羅斯石油公司市值規模的變化。在個體經濟指標方面，淨利潤和環境損害政策綠色因素與公司市值有著顯著正相關，賦稅大小則呈現顯著負相關；ROA則沒有顯著相關。

2.4 企業資本額(股本)與財務績效表現

Blumenshine *et al.* (2010)從美國新聞周刊(News Week)選取綠色500強排名中的100家公司進行研究，結果顯示除了環境排名高的公司比排名低的同類公司具有更高的市值之外，企業財務績效指標，諸如息稅折舊和攤銷前利潤(Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization, EBITDA)、資本額、營運資金、留存收益等，也與公司的市值有著顯著正向關係。

陳尚武等(2010)探討未來股價報酬率波動性是否會受到股票市值高低、股價高低、與資本額大小所影響。以臺灣上市公司股票研究結果顯示，股票市值高低的確會影響其未來股價報酬率波動性，惟此影響之主要原因歸源於其資本額大小對波動性的顯著影響，而非來自於股價高低變化之影響。

再者，該研究亦發現股票未來報酬率波動性和資本額大小水準之間呈現相對穩定的反向變化趨勢，因此結論建議：對於風險偏好之投資者而言，其選股應儘可能選擇小型股本之股票投資，而風險規避之投資者則應考量大型股本之股票。至於股價高低水準，從風險的角度而言，因影響並不顯著，實可平常心視之。

李宗耀等(2012)研究顯示，經由實證結果發現，影響營收的投入項主要為研發費用與資

本額；影響稅前淨利的投入項主要為資本額；影響股東權益報酬率的投入項主要為無形資產；影響資產報酬率的投入項主要為固定資產、無形資產及現金。因此若要有效掌握實際收益，提高營收及稅前淨利兩個產出項，則資本額對於此兩個產出項占有較大的重要性。若要掌握投資的效率，提高股東權益報酬率(ROE)及資產報酬率(ROA)兩個產出項，則無形資產對於此兩個產出項占有較大的重要性。

蕭文璋等(2022)研究結果發現，資本額、董監持股比例、電子零組件業與電腦周邊設備業之區別、納入公司治理100指數與否等四項因素具有統計上顯著對經營績效之影響，其中最後一項之二元變數與經營績效存在正向關係，顯示企業社會責任投入越多則經營績效越好。

因此，本研究將先針對再生能源產業與化石燃料產業內主要企業的財務績效指標進行分析，並進一步探討這些財務績效指標與資本額之間的關聯性。

3. 研究方法

3.1 資料來源

本文從Market Cap公司網站蒐集全球石油及天然氣前十大公司2019年第二季至2022年第四季完整揭露的公開資訊進行實證分析。全球再生能源公司名單則是依據Energy Digital公司以及Technology Maganize各自收集的全球十大再生能源公司排行榜，比對刪除重複之後，獲得排名前13大公司，再從Market Cap公司網站蒐集這些再生能源公司2019年第二季至2022年第四季完整揭露的公開資訊進行實證分析。

3.2 研究樣本的選取

3.2.1 應變數

本文旨在研究探討再生能源公司與化石燃料公司財務績效之比較分析。由於這些樣本公司都已上市，故本文比照 Elango *et al.* (2008)、Liebenberg and Sommer (2008)及Raei *et al.* (2016)作法，採用會計基礎的資產報酬率(ROA)、股東權益報酬率(ROE)、每股盈餘(EPS)與公司市值(MAR) (Filimonova, 2020)作為被解釋變數，用來衡量再生能源公司與化石燃料公司經營利潤指標。

3.2.1.1 資產報酬率(ROA)

資產報酬率(ROA)作為應變數，是公司一定期間內扣除稅費後利潤與平均資產總額的比率，也是用來衡量再生能源公司與化石燃料公司資產創造出來的淨利潤指標，反映出再生能源公司與化石燃料公司的盈利能力和投入產出情況，透過資產報酬率的高低來分析再生能源公司與化石燃料公司資產利用率，以再生能源公司與化石燃料公司單位資產的收益水準表示公司財務績效。

$$\text{資產報酬率} = (\text{稅後利潤} / \text{平均資產總額}) \times 100\%$$

3.2.1.2 股東權益報酬率(ROE)

股東權益報酬率(ROE)作為應變數，是公司一定期間內扣除稅費後利潤與平均股東權益總額的比率，也是用來衡量再生能源公司與化石燃料公司資產創造出來的淨利潤指標，反映出再生能源公司與化石燃料公司的盈利能力和投入產出情況，透過股東權益報酬率的高低來分析再生能源公司與化石燃料公司股東權益利用率，以再生能源公司與化石燃料公司單位股東權益的收益水準表示公司財務績效。

$$\text{股東權益報酬率} = (\text{稅後利潤} / \text{平均股東權益總額}) \times 100\%$$

3.2.1.3 每股盈餘(earnings per share, EPS)

每股盈餘是指公司在一個會計年度所賺取的利潤，用來測驗股東每股股份獲利能力大小的指標，每股盈餘越高，代表公司財務績效越好。

$$\text{每股盈餘} = (\text{稅後利潤} / \text{普通股流通在外的加權平均股數}) \times 100\%$$

3.2.1.4 公司市值(market capitalization, MAR)

本文旨在探究再生能源公司與化石燃料公司財務績效之比較分析。公司市值是指公司股票在市場上的總價值。市值可以用來判斷一家公司在資本市場規模的簡單方法。

3.2.2 解釋變數

3.2.2.1 公司資本額(registered capital, CAP)

公司資本額是指公司草創時的營運資金，也就是一家公司創立時所籌集到的一筆錢，可用於未來的營業。根據陳尚武等(2010)、李宗耀等(2012)、蕭文瑋等(2022)研究顯示資本額會跟公司財務績效有關。

3.2.2.2 公司規模(SIZE)

Liebenberg and Sommer (2008)認為公司規模與經營績效有顯著正向關係；Felício and Rodrigues (2015)與Benali and Feki (2017)卻認為兩者之間關係不顯著。為使研究結果更加完整，本文將採用再生能源公司與化石燃料公司之公司規模(SIZE)作為控制變數之一，並加入

平方項探討是否存在規模經濟。

3.2.3 調節變數：產業型態(TYPE)

過去研究均指出不同產業型態與經營績效會有顯著的差異(Chen *et al.*, 2011；Chen and Xu, 2016；黃旭男與吳國華, 2001；林明俊等, 2010；Chen, 2018；Chen, 2020；Chen, 2022), 有鑑於此, 本文以能源公司的產業型態做為調節變數(Moderators), 來探討不同產業型態之能源公司對財務績效是否存在差異。因此, 本文以再生能源公司與化石燃料公司之產業型態(TYPE)作為虛擬變數, 再生能源公司虛擬變數為1, 化石燃料公司為0, 並加入與解釋變數之交互作用項, 以衡量不同產業型態對財務績效之影響。綜合上述變數解釋, 本文的變數說明如表1。

3.3 模型設定

為探討再生能源公司與化石燃料公司財務績效之比較分析, 本文根據上述所選變數構建四個迴歸模型。模型一、模型二、模型三與模型四分別探討再生能源公司與化石燃料公司資本額與規模對財務績效之影響。

模型一：

$$ROA_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 CAP_{it} + \alpha_2 TYPE_{it} + \alpha_3 SIZE_{it} + \alpha_4 SIZE_{it}^2 + \varepsilon_{1,it}$$

模型二：

$$ROE_{it} = \beta_0 + \beta_1 CAP_{it} + \beta_2 TYPE_{it} + \beta_3 SIZE_{it} + \beta_4 SIZE_{it}^2 + \varepsilon_{2,it}$$

模型三：

$$EPS_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 CAP_{it} + \gamma_2 TYPE_{it} + \gamma_3 SIZE_{it} + \gamma_4 SIZE_{it}^2 + \varepsilon_{3,it}$$

表1 本研究參考參數

變數類型	變數名稱	變數說明	文獻來源
應變數	每股盈餘(EPS)	(稅後利潤 / 普通股流通在外的加權平均股數) × 100%	Elango <i>et al.</i> (2008); Liebenberg and Sommer (2008); Raei <i>et al.</i> (2016)
	資產報酬率(ROA)	(稅後利潤 / 平均資產) × 100%	Elango <i>et al.</i> (2008); Liebenberg and Sommer (2008); Raei <i>et al.</i> (2016)
	股東權益報酬率(ROE)	(稅後利潤 / 平均股東權益) × 100%	Elango <i>et al.</i> (2008); Liebenberg and Sommer (2008); Raei <i>et al.</i> (2016)
	公司市值(MAR)	公司股票在市場上的總價值(單位：十億美元)	Filimonova (2020)
	負債資產比(DAR)	負債/平均資產	
解釋變數	公司資本額(CAP)	公司股本(單位：十億美元)	Blumenshine <i>et al.</i> (2010)、陳尚武等(2010)、李宗耀等(2012)、蕭文肆等(2022)
	公司規模(SIZE)	公司總資產取自然對數, 並加入平方項探討是否存在規模經濟	Chen <i>et al.</i> (2020)
調節變數	產業型態(TYPE)	再生能源公司虛擬變數為1, 化石燃料公司為0	Chen <i>et al.</i> (2011); Chen and Xu (2016); 黃旭男、吳國華(2001); 林明俊等(2010); Ashraf <i>et al.</i> (2016); Chen (2018); Chen <i>et al.</i> (2020)

資料來源：本文整理

模型四：

$$\text{MAR}_{it} = \delta_0 + \delta_1 \text{CAP}_{it} + \delta_2 \text{TYPE}_{it} + \delta_3 \text{SIZE}_{it} + \delta_4 \text{SIZE}_{it}^2 + \varepsilon_{4,it}$$

因此本文以產業型態(TYPE)作為虛擬變數，再生能源公司虛擬變數為1，化石燃料公司為0，並加入與解釋變數之交互作用項，以衡量不同產業型態經營對財務績效之影響(Chen *et al.*, 2011；Chen and Xu, 2016；黃旭男與吳國華，2001；林明俊等，2010；Ashraf *et al.*, 2016；Chen, 2018；Chen *et al.*, 2020)。

由於本文同時探討再生能源公司與化石燃料公司的財務績效在不同產業型態之下是否會產生差異。故分別於上述模型中加入調節變量(產業型態)與各解釋變數之交互作用項進行研究，將模型一至模型四分別延伸為模型五至模型八，其延伸後之模型如下：

模型五：

$$\text{ROA}_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \text{CAP}_{it} + \alpha_2 (\text{CAP} \times \text{TYPE})_{it} + \alpha_3 \text{TYPE}_{it} + \alpha_4 (\text{SIZE} \times \text{TYPE})_{it} + \alpha_5 (\text{SIZE}_{it}^2 \times \text{TYPE}) + \varepsilon_{5,it}$$

模型六：

$$\text{ROE}_{it} = \beta_0 + \beta_1 \text{CAP}_{it} + \beta_2 (\text{CAP} \times \text{TYPE})_{it} + \beta_3 \text{TYPE}_{it} + \beta_4 (\text{SIZE} \times \text{TYPE})_{it} + \beta_5 (\text{SIZE}_{it}^2 \times \text{TYPE}) + \varepsilon_{6,it}$$

模型七：

$$\text{EPS}_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 \text{CAP}_{it} + \gamma_2 (\text{CAP} \times \text{TYPE})_{it} + \gamma_3 \text{TYPE}_{it} + \gamma_4 (\text{SIZE} \times \text{TYPE})_{it} + \gamma_5 (\text{SIZE}_{it}^2 \times \text{TYPE}) + \varepsilon_{7,it}$$

模型八：

$$\text{MAR}_{it} = \delta_0 + \delta_1 \text{CAP}_{it} + \delta_2 (\text{CAP} \times \text{TYPE})_{it} + \delta_3 \text{TYPE}_{it} + \delta_4 (\text{SIZE} \times \text{TYPE})_{it} + \delta_5 (\text{SIZE}_{it}^2 \times \text{TYPE}) + \varepsilon_{8,it}$$

4. 研究結果與分析

4.1 敘述性統計分析

4.1.1 再生能源公司

本文先分別針對再生能源公司各變數進行描述性統計分析，結果如表2所示。

本文針對全球前三大市值的再生能源公司，分別是NextEra Energy, Iberdrola SA, Orsted A/S, Vesta Wind System A/S (VWDRY), Siemens Gamesa Renewable Energy SA, Plug Power, Algonquin Power & Utilities Corp, Brookfield renewable Corp., Daqo New Energy Corp, Canadian Solar, Enphase, SolarEdge Technology 與First Solar之各變數進行描述性統計分析，結果如表2所示。

表2 再生能源公司描述性統計分析

變數	最小值	最大值	平均數	標準差
ROA (%)	-0.0307	4.5474	3.879	0.413351
ROE (%)	-7.8926	11.485	10.041	1.212659
EPS	-16	6.5	2.68	7.276291
CAP	0.11	65.03	12.067	61.6738
MAR	50.11	88.57	68.5275	12.60932
DAR	0.4224	0.5533	0.4898	0.1876
SIZE	4.8622	5.1246	4.9980	0.094234
SIZE ²	23.641	26.1101	24.9816	0.935462

資料來源：本文整理。

由表2可知，就13家樣本再生能源公司平均數而言，平均資產報酬率為3.879%；平均股東權益報酬率為10.041%；平均每股盈餘為2.68，顯示在本文研究期間再生能源公司在ROA、ROE與EPS均有好的報酬，但是EPS的標準差有7.276291，顯示再生能源產業的EPS差距甚大；公司市值之平均數分別為68.5275，標準差是12.60932，顯示再生能源公司的市值差異程度高；公司資本額之平均數分別為12.067，標準差是61.6738，顯示再生能源公司的資本額差異程度頗高；公司規模平均數為4.998，標準差0.094234，顯示各再生能源公司的規模差距不大。

4.1.2 化石燃料公司

本文再針對化石燃料公司各變數進行描述性統計分析，結果如表3所示。

本文再針對全球前十大市值的化石燃料公司，分別是Saudi Aramco, Petro China, Sinopec, Royal Dutch Shell, Gazprom, BP, Total Energies SE, Chevron Corporation, Exxon Mobil, Conoco Phillips之各變數進行描述性統計分析，結果如表3所示。由表3可知，就10家樣本化石燃料公司平均數而言，平均資產報酬率為21.5851%；平均股東權益報酬率為19.9030%；平均每股盈

餘為3.262，顯示在本文期間化石燃料公司在ROA、ROE與EPS均有好的報酬，但是EPS的標準差有6.2126，顯示化石燃料產業的EPS也同再生能源產業差距甚大。公司資本額平均數是113.62，標準差23.41，顯示化石燃料公司資本額差異不大。公司市值之平均數為326.2756，標準差553.822，顯示化石燃料公司市值差異程度高；公司規模平均數為5.5475，標準差0.2831，顯示各化石燃料公司的規模差距也不大。

在本文研究期間，化石燃料公司EPS相對於ROA及ROE的標準差較高，顯示化石燃料產業的EPS存在較大的波動性。可能的因素有：

第一、市場價格波動，化石燃料產業的EPS受到市場價格的直接影響。能源市場往往受到供需波動、地緣政治風險、季節性變動等因素的影響，這些因素可能導致油價或天然氣價格的劇烈波動。這種市場價格的不確定性會反映在化石燃料公司的EPS中，使其表現出較高的波動性。

第二、季節性因素，化石燃料行業可能受到季節性需求變動的影響。例如，能源需求在冬季可能會增加，而夏季可能較低。這種季節性變化可能導致公司在不同季度的EPS有較大差異，從而增加了EPS的波動性。

表3 化石燃料公司描述性統計分析

變數	最小值	最大值	平均數	標準差
ROA (%)	-7.8688	49.74	21.5851	0.1479
ROE (%)	-6.0982	49.7405	19.9030	0.1580
EPS	-6.03	18.3	3.262	6.2126
CAP	103.54	120.68	113.62	23.41
MAR	33.03	2180	326.2756	553.822
DAR	0.5613	0.6549	0.6028	0.4351
SIZE	4.7104	6.4973	5.5475	0.2831
SIZE ²	22.1879	42.2149	31.1503	10.0685

資料來源：本文整理。

第三、行業變革和政策風險，隨著全球對可持續能源和減碳的關注增加，化石燃料產業面臨著行業變革和政策風險。政府政策的改變、環境監管要求的加強等因素可能對化石燃料公司的業務模式和盈利能力產生重大影響。這些不確定性和風險可能導致EPS表現的較大波動。EPS的標準差高並非意味著企業的財務績效差，有可能反映了行業的特殊性質和風險，以及市場因素對該行業的影響。

再比較再生能源公司與化石燃料公司兩種產業，可以發現，再生能源公司產業之間的公司市值之間的差距相當大，化石燃料公司平均值約為再生能源產業公司的五倍。市值是由股票市場價格以及股票流通數量決定的，化石燃料公司的股票價格或是股票流通數量都有可能決定他的市值規模。俄羅斯於2022年2月入侵烏克蘭，導致全球石油與天然氣價格上漲，化石燃料公司的股票價格也大幅上漲，加上這些公司的股票發行規模龐大，所以市值大幅擴張。以Saudi Aramco為例，該公司是沙烏地阿拉伯國營石油公司，2019年開始上市，2022年俄烏戰爭使該公司市值大漲，打敗蘋果公司成為全球市值最高的公司。

再生能源公司與化石燃料公司在ROA方面的差異也相當大。可能是行業特性，化石燃料公司通常屬於能源行業，擁有龐大的資產基礎，例如石油和天然氣礦場、煉油廠等，這些資產在短期內往往具有較高的價值和回報(IEA, 2023b:16)；相比之下，再生能源公司可能需要較長的時間來建立和發展資產基礎(IEA, 2023b:16)，如太陽能發電場、風力發電場等。

其次，能源需求方面，目前全球主要能源供應仍然依賴化石燃料，2019年IEA (2021b: 6)的統計資料顯示石油占30.9%，煤碳占26.8%，天然氣占23.2%，總共80.9%，這顯示化石燃料公司在市場上具有穩定的需求和客戶基礎，因

此，這些公司可能更容易實現良好的經濟效益和高回報率；再生能源公司則處於不斷發展的階段，其市場份額和需求仍然有限，因此ROA可能相對較低。

第三、成本結構方面，在發電能力相同的條件下，建造再生能源工廠的成本相當於建造化石燃料工廠加上工廠營運期間所需的燃料成本，且任何型態的再生能源發電成本均高於化石燃料發電成本(Timmons, *et al.*, 2014:22)，這可能影響了再生能源公司的ROA。

至於化石燃料公司的ROE比再生能源公司的ROE高且差異也頗大，可能因素有：

第一、資本結構方面，化石燃料公司通常擁有較高的負債比例，即負債占總資本的比例較高，本文實證研究得到的數據是0.6028，這可能是化石燃料公司需要大量的資本投資來開發和運營能源項目，例如油井或礦場；相較之下，再生能源公司可能更多地依賴於股權融資，其負債比例較低，本文實證研究得到的數據是0.4898。由於負債通常是有利於股東的利息，所以高負債比例可能導致化石燃料公司的ROE較高。

第二、盈利能力方面，化石燃料公司在過去可能擁有較高的盈利能力。這可能是由於全球對化石燃料的需求穩定或增長，以及化石燃料的市場價格較高。相比之下，再生能源公司可能仍在發展階段，其盈利能力可能較低。

4.2 迴歸分析

表4為再生能源公司資本額與規模對經營績效之模型參數估計表，Hausman檢定結果顯示4個模型均為固定效果模型。從表4可看出再生能源公司資本額與規模平方項之參數皆顯著為正，本文結果證明再生能源公司資本額與規模對經營績效有顯著關係。

表5為化石燃料公司資本額與規模對經營

表4 再生能源公司資本額與規模模型參數估計表

變數	ROA		ROE		EPS		MAR	
	參數估計值	t-value	參數估計值	t-value	參數估計值	t-value	參數估計值	t-value
	模型一		模型二		模型三		模型四	
CAP	0.102**	2.111	0.419**	2.021	0.303**	2.123	0.119***	2.218
SIZE	-0.01***	-3.223	-0.04***	-3.173	-0.129***	-3.111	-0.03***	-3.313
SIZE ²	0.001***	3.142	0.001***	4.068	0.001**	2.043	0.001**	3.056
R ²	0.799		0.684		0.612		0.743	
Adjusted R ²	0.712		0.621		0.578		0.623	
F-statistic	9.295		9.16		9.23		9.102	
Hausman Test	FE		FE		FE		FE	

資料來源：本文整理。

*significant by level 0.1; **significant by level 0.05; ***significant by level 0.01.

表5 化石燃料公司資本額與規模模型參數估計表

變數	ROA		ROE		EPS		MAR	
	參數估計值	t-value	參數估計值	t-value	參數估計值	t-value	參數估計值	t-value
	模型一		模型二		模型三		模型四	
CAP	0.113**	2.063	0.371**	2.082	0.919**	2.027	0.101**	2.471
SIZE	-0.008***	-2.281	-0.02***	-3.362	-0.102***	-3.055	-0.007***	-3.573
SIZE ²	0.001***	2.065	0.001***	3.026	0.001**	2.102	0.001***	3.112
R ²	0.697		0.614		0.603		0.672	
Adjusted R ²	0.582		0.583		0.537		0.563	
F-statistic	8.521		8.372		9.028		8.387	
Hausman Test	FE		FE		FE		FE	

資料來源：本文整理。

*significant by level 0.1; **significant by level 0.05; ***significant by level 0.01.

績效之模型參數估計表，Hausman檢定結果顯示4個模型均為固定效果模型。從表5可看出化石燃料公司與規資本額模之參數皆顯著為正，本文結果證明化石燃料公司資本額與規模平方項對經營績效有顯著關係，意味著化石燃料公司存在規模經濟效應。

表6和7為再生能源公司和化石燃料公司資本額與規模對財務績效之模型參數估計表，Hausman檢定結果顯示四個模型均為固定效果

模型。從表6和7可看出再生能源公司和化石燃料公司資本額與規模之參數皆顯著為正，研究結果證明再生能源公司和化石燃料公司資本額與規模產品對財務績效有顯著關係，而公司規模平方項之參數為顯著正值，一次項之參數為顯著負值，意味著再生能源和化石燃料產業存在規模經濟效應，符合Cummins and Nini (2002)的研究，亦即實質公司規模愈大，其資產報酬愈高。

表6 再生能源公司資本額與規模調節效果模型參數估計表

變數	ROA		ROE		EPS		MAR	
	參數估計值	t-value	參數估計值	t-value	參數估計值	t-value	參數估計值	t-value
	模型五		模型六		模型七		模型八	
CAP	0.145**	1.758	0.401***	2.213	0.429***	2.301	0.0997**	2.4923
TYPExCAP	0.119	1.584	0.309	1.352	0.213	1.234	0.0026	1.1480
TYPExSIZE	0.001***	3.012	0.001***	4.109	0.001*	1.452	0.0038**	1.9873
$SIZE_{it}^2 \times TYPE$	-0.118***	-4.026	-0.01***	-3.132	-0.007**	-2.021	-0.238***	-2.720
SIZE	-0.043***	-3.003	-0.025***	-6.463	-0.057***	-2.763	-0.0406*	-1.731
$SIZE_{it}^2$	0.001***	3.129	0.001***	3.035	0.002***	3.342	0.001***	3.012
R ²	0.794		0.724		0.612		0.673	
Adjusted R ²	0.685		0.574		0.502		0.536	
F-statistic	9.02		9.32		9.16		10.03	
Hausman Test	FE		FE		FE		FE	

資料來源：本文整理。

*significant by level 0.1; **significant by level 0.05; ***significant by level 0.01.

表7 化石燃料公司資本額與規模調節效果模型參數估計表

變數	ROA		ROE		EPS		MAR	
	參數估計值	t-value	參數估計值	t-value	參數估計值	t-value	參數估計值	t-value
	模型五		模型六		模型七		模型八	
CAP	0.167**	1.812	0.734***	2.241	0.401***	2.112	0.0005***	2.853
TYPExCAP	0.045*	1.527	0.111***	4.498	0.012**	2.058	0.023*	2.461
TYPExSIZE	0.002***	2.301	0.001***	3.762	0.002***	1.342	0.001***	3.583
$SIZE_{it}^2 \times TYPE$	-0.107***	-3.002	-0.02***	-3.034	-0.008**	-2.142	-0.007**	-2.198
SIZE	-0.046***	-2.489	-0.037***	-6.253	-0.069***	-2.623	-0.042***	-2.582
$SIZE_{it}^2$	0.001***	3.712	0.002***	2.986	0.002***	3.086	0.001***	3.762
R ²	0.799		0.712		0.781		0.693	
Adjusted R ²	0.673		0.653		0.625		0.618	
F-statistic	9.01		9.43		9.14		9.26	
Hausman Test	FE		FE		FE		FE	

資料來源：本文研究整理。

*significant by level 0.1; **significant by level 0.05; ***significant by level 0.01.

比較有趣的發現是產業型態與資本額 (TYPExCAP) 的交互作用，對於再生能源公司的財務績效沒有顯著的影響，反而對化石燃料公司有顯著影響。可能原因有：第一、競爭環

境方面。市場競爭環境影響企業的績效表現 (Grosfeld and Tressel, 2002; 陳冠志, 2022)，化石燃料產業競爭壓力大，石油是一個產品價格越來越高且利潤豐厚的產業，石油生產國政府

的課稅促使各大石油公司在全球各地展開商業競爭活動(Radetzki and Wårell, 2020)，液化天然氣交易範圍不斷擴大且從區域競爭轉向全球競爭(Chen *et al.*, 2016)，產業型態可能對於化石燃料公司的績效有更明顯的影響；再生能源公司通常處於新興行業中，市場增長速度快，市場競爭相對較小(Kornacker *et al.*, 2011:630)，缺乏充分競爭壓力，產業型態對於再生能源公司的財務績效影響較小。

第二、市場需求方面。市場需求對企業的財務績效表現影響深遠(Zhou *et al.*, 2009)，國際能源總署的報告顯示，2022年全球燃煤發電需求增長1.5%，燃氣發電需求則持平沒有成長(IEA, 2023a:21)，但化石燃料占全球能源結構仍占80%，甚且各類產業對石油的價格需求彈性仍相當低(Inkpen and Moffett, 2011:364)，顯見化石燃料的市場需求相對穩定且成熟，產業型態的差異可能會對化石燃料公司的市場地位和競爭力產生重要影響，進而影響其財務績效；而國際能源總署報告顯示再生能源供電在2022年增長率為5.7%，預估2023-2025年之間，再生能源供電年化增長率為9% (IEA, 2023a: 21)，可見再生能源公司則處於快速發展的階段，然再生能源占全球能源結構比重仍不算高，而且透過政府補助、減碳目標、配額等措施，提供一個穩定的市場，讓再生能源產業型態的敏感度可能相對降低。

第三、資源配置方面。資源配置是企業策略的基礎(Maritan and Lee, 2017)，資源配置對企業營運的財務績效也產生影響(Zhang and Liu, 2012)。化石燃料公司通常擁有龐大的資源基礎，且產業鏈包含化石燃料生產以及相關裝備製造等兩個面向的產業活動(楊晶，2021:15)，產業型態可能對資源配置和運營策略產生重要影響；相比之下，再生能源公司可能在資源配置方面較為有限，產業鏈相對簡單，因不需要

燃料生產供應，只有一個裝備製造的生產活動(楊晶，2021:15)，產業型態對其財務績效的影響較不明顯。

4.3 穩健性測試

為進一步探討本文估計之結果是否具穩健性，本文將參數估計之結果與最小平方方法評估之結果相較，發現最小平方方法以公司資本額(CAP)為解釋變數的四個模型，皆不顯著。

而以公司規模(SIZE)為解釋變數的四個模型中，同樣均不具顯著性，顯示最小平方方法估計模型存在之偏誤影響了參數估計結果。

此外，本文在相關變數中發現有部分公司的數值為極端樣本，因此，本文亦考慮極端樣本可能為研究結果帶來之影響，發現其與原始結果差異不大。

5. 結論與建議

5.1 研究結論

本文研究的主要發現如下。首先，在本文的研究期間，探討再生能源公司與化石燃料公司財務績效之比較分析，研究結果發現，化石燃料公司市值高出再生能源公司市值將近五倍。從財務績效角度來看，化石燃料公司的ROA與ROE都比再生能源公司高出2-6倍，儘管EPS方面，化石燃料公司比再生能源公司僅高出0.5倍左右，對投資者而言，投資在化石燃料公司的獲益是顯而易見的。另一方面，地緣政治的外部因素也有所影響，主要是2022年俄羅斯入侵烏克蘭，導致石油與天然氣價格大漲，化石燃料公司的股票價格也跟著上漲，加上這些公司的股票發行量相當大，所以市值也隨著變得更龐大。

其次，在迴歸分析方面，本文結果證明再

生能源公司與化石燃料公司資本額與規模對經營績效有顯著關係，意味著兩種產業均存在規模經濟效應。顯示再生能源產業與化石燃料產業內主要企業的財務績效指標與資本額、產業規模之間確實存在顯著的關聯性。此外，產業型態與市值(TYPE \times CAP)的交互作用，對於再生能源公司的財務績效沒有顯著的影響，反而對化石燃料公司有顯著影響，顯示化石燃料公司之間的競爭相對較強，公司績效相對較高，且化石燃料公司在傳統能源市場需求相對穩定且成熟，財務績效相對再生能源公司更好。

此外，我們也可以從企業營運、政府政策，以及投資者三個角度獲得管理實務意涵。從企業營運方面，巴黎協定和全球淨零排放目標對化石燃料產業帶來了重大的轉型風險，這種風險包括新油氣儲量高開發成本、低油價、再生能源成本下降、電動車技術改進等。這些挑戰需要化石燃料公司加強企業治理實踐，重新評估其業務模式，考慮投資更多的再生能源項目，並減少對化石燃料的依賴，如此面對氣候變遷和全球淨零排放目標，不僅有助於企業減少環境風險，還有助於提高長期競爭力。

從政府政策角度而言，在全球減碳目標下，儘管化石燃料仍然占據主導地位，但再生能源的發展趨勢明顯且將扮演更重要的角色。政府可以提供相應的政策支持、稅收優惠和資金投入，以促進再生能源產業的增長，同時減少對化石燃料的依賴，政府在能源政策方面的作用至關重要。從文獻探討我們可以看到越來越多國家積極響應巴黎協定與後續的各項公約，制定自主減排貢獻目標，但我們仍然看到有一些國家繼續對化石能源提供補貼，這與全球氣候目標是不一致的。

至於從投資者的角度來看，撤資運動呼籲投資者退出化石燃料產業，但文獻顯示，撤資是否會對投資者帶來負面財務後果仍存在爭

議，本研究結果也顯示，在研究期間，化石燃料公司在市值、ROA和ROE方面表現更強大。然而，投資者仍需要仔細考慮其投資組合，了解化石燃料公司的市值和風險，也應評估再生能源產業的增長潛力和長期回報。儘管再生能源在氣候變遷和環保方面有較高的道德地位，投資者應考慮其投資目標和風險承受力，並根據自己的投資策略做出選擇。

最後，我們將文獻回顧的結果與化石燃料產業與再生能源產業在資本市場上的競爭以及未來全球碳中和目標的影響進行綜合討論。根據文獻回顧，全球對於氣候變遷的關切越來越高，並且許多國家已經制定了淨零排放的目標。這些目標將對化石燃料產業產生轉型風險，包括新油氣儲量開發成本的上升、低油價、再生能源的競爭優勢、電動車技術的發展、碳定價和稅收計劃等。這些風險可能對化石燃料公司的市值和財務績效產生負面影響。另一方面，再生能源產業在全球範圍內得到了積極的發展，並吸引了大量的投資。再生能源產業的市值不斷增加，並且根據預測，再生能源在未來將占據更大的市場份額，特別是太陽能 and 風能等領域。再生能源被視為達成全球溫度控制目標的關鍵，因為它們不產生碳排放。然而，根據文獻中的研究，儘管再生能源的市值不斷增加，但化石燃料公司的市值仍然高出許多。化石燃料公司在財務績效方面表現出色，具有高ROA和ROE，並且在投資者眼中仍然受到歡迎。這可能是因為化石燃料公司有穩定的投資報酬，特別是高國際油價可以帶來額外的利潤。總之，化石燃料產業和再生能源產業之間的競爭在資本市場上存在，但目前化石燃料公司仍然具有市值和財務績效的優勢。然而，隨著全球對氣候變遷問題的關切不斷增加，再生能源產業有望在未來獲得更多的投資和市場份額。投資者和企業應密切關注這一變

化，並考慮調整其投資組合和業務策略，以應對潛在的風險和機遇。

5.2 研究限制與建議

本文借用相關專業網站選取化石燃料產業前十大公司，以及再生能源產業前13大公司，進一步蒐集相關資訊進行研究。然而，由於化石燃料公司必然會因應2050年碳中和目標行動所帶來的影響，除了投資設備在減少碳排放之外，他們也積極投資於再生能源產業(Pickl, 2019)。因此，對於這些化石燃料公司有必要進一步釐清其公司性質，才能更真實反映出這兩類產業的財務績效差異。

在迴歸分析方面，本文的研究結果證明再生能源公司與化石燃料公司資本額與規模對經營績效有顯著關係，但囿於研究主題的限制，本文的研究內容與討論的面向應有所差異，或許會導致解釋上的不同，因此建議再根據再生能源與化石燃料產業類型之特性，再修改各個影響變數。

雖然各影響變數是根據相關文獻而成，但在討論各影響變數時有一定的限制，可能存在其他影響變數，建議後續研究者將其他可能的影響變數一併納入研究，例如股利殖利率、公司存在的經營年數或是所在的地區或是國家等，再綜合判斷再生能源產業與化石燃料產業的財務績效指標與比較。所以，未來的研究者也可針對本文的實證進行更深入的討論，或可進一步討論其他影響變數作為干擾變項，以進一步釐清各影響變數間的關係，使研究更臻完善。

參考文獻

朱興珊、沈學思與李天一，2022。全球應對氣候變化的現狀、挑戰及油氣行業對策，國

際石油經濟，30(10): 10-21。

吳園園，2020。全球可再生能源市場概況與泛亞市場布局淺析，中外交流，11: 148-149。

李沃牆，2017。美國退出《巴黎氣候協定》對全球再生能源產業影響，會計研究月刊，382: 25-29。

李宗耀、胡晉豪與龔爾亮，2012。應用灰關聯法探討全球主要TFT-LCD大廠營運財務指標關鍵成功因素，企業管理學報，92: 81-106。

林明俊、陳青浩與陳冠志，2010。產險業財務績效與市占率之分析，保險經營與制度，9(1): 51-68。

張淑芬，2023。能源革命救地球 再生能源取代化石燃料，<https://news.pts.org.tw/article/633288>。

張寧寧、王建君、王青、劉明明、曹慶超、李謙、王燕琨與何媛媛，2022。新形勢下全球主要石油公司業務發展動向與策略，中國石油勘探，27(6): 32-40。

陳尚武、吳定益與張希筠，2015。未來股價報酬率波動性影響因子分析—ANOVA檢定之應用，東亞論壇，489: P1-10。

陳冠志，2022。台灣產險業績與市場競爭力之動態追蹤資料分析，中山管理評論，30(3): 555-592。

黃旭男與吳國華，2001。台灣地區壽險業經營績效之衡量，管理與系統，8(4): 401-420。

楊晶，2021。實現碳達峰碳中和亟待重塑能源產業鏈供應鏈，中國能源，(9): 14-19。

楊儒穎，2016。低碳能源轉型與再生能源發展之策略及挑戰，臺灣經濟研究月刊，39(6): 49-56。

蕭文瑋、潘怡君、蕭文姪與謝易峻，2022。管

- 理資訊計算, 11(1): 45-54。
- Al-Samhan, M., J. Al-Fadhli, A. M. Al-Otaibi, F. Al-Attar, R. Bouresli and M. S. Rana, 2022. Prospects of refinery switching from conventional to integrated: An opportunity for sustainable investment in the petrochemical industry, *Fuel*, 310: 122-161.
- Ashraf, D., M. Ramady and K. Albinali, 2016. Financial fragility of banks, ownership structure and income diversification: Empirical evidence from the GCC region, *Research in International Business and Finance*, 38: 56-68.
- Benali, N. and R. Feki, 2017. The impact of natural disasters on insurers' profitability: Evidence from Property/Casualty Insurance company in United States, *Research in International Business and Finance*, 42: 1394-1400.
- Blumenshine, N. T. and P. V. Wunnava, 2010. The value of green: the effect of environmental rankings on market cap, *Technology and Investment*, 1(4): 239-242.
- Braungardt, S., J. Van den Bergh and T. Dunlop, 2019. Fossil fuel divestment and climate change: Reviewing contested arguments, *Energy Research & Social Science*, 50: 191-200.
- C. F. Institute., 2023. Market Capitalization: A company's total market value of equity, <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/valuation/what-is-market-capitalization/>.
- Carlin, D., M. Arshad and K. Baker, 2023. Climate Risks in the Oil and Gas Sector, UN Environment Programme Finance Initiative.
- Chen, C. H., M. Lin and G. C. Chen, 2011. Does Financial and Business Performance Affect Market Share? - A Case of Non-Life Insurance Industry in Taiwan, *Journal of Statistics and Management Systems*, 14(2): 453-465.
- Chen, G. C. and H. Xu, 2016. "A Study of the Financial/Business Performance and Market Share of Non-Life Insurance Industry in Taiwan, *The Standard International Journals*, 4(8): 98-105.
- Chen, G. C., 2018. A Study on the Operating Performance of Non-Life Insurance Industry in Taiwan, *Journal of Insurance*, 13: 39-70.
- Chen, G. C., 2022, Dynamic Panel Data Analysis of Performance and Market Competitiveness of Taiwanese Non-Life Insurance Industry, *Sun Yat-sen Management Review*, 30(3): 552-592.
- Chen, G. C., J. I. Chang and Q. Li, 2020. "An Analysis of the Nonlinear Relationship between Diversification and Financial Performance of Chinese Non-Life Insurance Industry, *Sun Yat-sen Management Review*, 28(3): 507-545.
- Chen, Z., H. An, X. Gao, H. Li and X. Hao, 2016. Competition pattern of the global liquefied natural gas (LNG) trade by network analysis. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 33, 769-776.
- Chen, L., G. Msigwa., M. Yang, A. I. Osman , S. Fawzy, D. W. Rooney and P. S. Yap, 2022. Strategies to achieve a carbon neutral society: a review, *Environmental Chemistry Letters*, 20(4): 2277-2310.
- Chuang, Y. H., Y. C. Tsao and W. Y. Chen, 2023. Fossil fuel and renewable energy allocation policy toward carbon neutrality under

- climate change. *Energy & Environment*, 0958305X231185911.
- Cummins, J. D. and G. P. Nini. 2002. Optimal capital utilization by financial firms: Evidence from the property-liability insurance industry, *Journal of Financial Services Research*, 21: 15-53.
- Diaz-Rainey, I., S. A. Gehricke, H. Roberts and R. Zhang, 2021. Trump vs. Paris: The impact of climate policy on US listed oil and gas firm returns and volatility. *International Review of Financial Analysis*, 76, p.101746.
- Dow, M., 2022. Carbon Capitalism, the Social Forces of Annihilation, and the Future of Energy.
- Elango, B., Y. L. Ma and N. Pope, 2008. An Investigation into The Diversification Performance in The U.S. Property-liability Insurance Industry, *Journal of Risk and Insurance*, 75(3): 567-591.
- Felício, J.A., and R. Rodrigues, 2015. Organizational factors and customers' motivation effect on insurance companies' performance, *Journal of Business Research*, 68(7): 1622-1629.
- Fidelity, 2023. Understanding market capitalization, <https://www.fidelity.com/learning-center/trading-investing/fundamental-analysis/understanding-market-capitalization>.
- Filimonova, I., A. Komarova and M. Mishenin, 2020. Impact of the global green factor on the capitalization of oil companies in Russia, *Oeconomia Copernicana*, 11(2): 309-324.
- Gielen, D., F. Boshell, D. Saygin, M. D. Bazilian, N. Wagner and R. Gorini, 2019. The role of renewable energy in the global energy transformation. *Energy strategy reviews*, 24, 38-50.
- Grosfeld, I. and T. Tressel, 2002. Competition and ownership structure: substitutes or complements? Evidence from the Warsaw Stock Exchange. *Economics of Transition*, 10(3), 525-551.
- Hanieh, A., 2021. Petrochemical empire. The geopolitics of fossil-fuelled production. *New Left Review*, (130): 25-51.
- Holechek, J. L., H. M. Geli, M. N. Sawalhah and R. Valdez, 2022. A global assessment: can renewable energy replace fossil fuels by 2050? *Sustainability*, 14(8): 4792.
- IEA, 2021a. Analysis and forecast to 2026. International Energy Agency.
- IEA, 2021b. Key World Energy Statistics 2021. International Energy Agency.
- IEA, 2022. World Energy Outlook 2022. International Energy Agency.
- IEA, 2023a. Electricity Market Report 2023. International Energy Agency.
- IEA, 2023b. World Energy Investment 2023. International Energy Agency.
- Inkpen, A. C. and M. H. Moffett, 2011. The global oil & gas industry: management, strategy & finance. Oklahoma: PennWell Corporation.
- Jelley, N., 2022. 再生能源：尋找未來新動能，台北市：日出出版社。
- Khaleel, M. M., S. A. Abulifa, I. M. Abdaldeam, A. A. Abulifa, M Amer and T. M. Ghandoori, 2022. A current assessment of the renewable energy industry, *African Journal of Advanced Pure and Applied Sciences (AJAPAS)*: 122-127.

- Kornacker, J., P. Schentler, H. J. Williams and J. Motwani, 2011. Critical success factors for budgeting systems in the German context: An empirical analysis. *International Journal of Business Excellence*, 4(6), 621-644.
- Liebenberg, A. P. and D.W. Sommer, 2008. Effects of corporate diversification: Evidence from the property-liability insurance industry, *Journal of Risk and Insurance*, 75(4): 893-919.
- Mackenzie, W., 2021. Action to achieve Paris climate goals will upend oil and gas prices. <https://www.woodmac.com/press-releases/action-to-achieve-paris-climate-goals-will-upend-oil-and-gas-prices/>.
- Maritan, C. A. and G. K. Lee, 2017. Resource allocation and strategy. *Journal of Management*, 43(8), 2411-2420.
- Pickl, M. J., 2019. The renewable energy strategies of oil majors—From oil to energy?, *Energy Strategy Reviews*, 26: 100-370.
- Plantinga, A and B. Scholtens, 2021. The financial impact of fossil fuel divestment, *Climate Policy*, 21(1):107-119.
- Radetzki, M. and L. Wårell, 2020. “Chapter 4: Fossil Fuels”, *A handbook of primary commodities in the global economy* (pp.72-90). Cambridge University Press.
- Raei, R., B. Farhangzadeh, M. Safizadeh, and F. Raei, 2016. Study of the Relationship between Credit Diversification Strategy and Banks’ Credit Risk and Return: Evidence from Tehran Stock Exchange (TSE), *Procedia Economics and Finance*, 36: 62-69.
- Schiffeling, T. and A. J. Hoffman, 2013. How Bill McKibben’s radical idea of fossil-fuel divestment transformed the climate debate, *The Conversation*.
- Timmons, D., J. M. Harris and B. Roach, 2014. The economics of renewable energy. *Global Development And Environment Institute*, Tufts University, 52, 1-52.
- Tomczak, S. K., 2019. Comparison of the financial standing of companies generating electricity from renewable sources and fossil fuels: A new hybrid approach, *Energies*, 12(20): 38-56.
- York, R. and S. E. Bell, 2019. Energy transitions or additions?: Why a transition from fossil fuels requires more than the growth of renewable energy, *Energy Research & Social Science*, 51: 40-43.
- Yuan, X., C. W. Su, M. Umar, X. Shao and O.-R. LobonT., 2022. The race to zero emissions: Can renewable energy be the path to carbon neutrality? *Journal of Environmental Management*, 308: 114-648.
- Zhang, L. and Y. B. Liu, 2012. The influence of dynamic environment and resource allocation on enterprises financial performance. In 2012 International Conference on Management Science & Engineering 19th Annual Conference Proceedings (pp. 1314-1320). IEEE.
- Zhao, Y., Y. Zhang and W. Wei, 2021. Quantifying international oil price shocks on renewable energy development in China, *Applied Economics*. 53(3): 329-344.
- Zhou, K. Z., J. R. Brown and C. S. Dev, 2009. Market orientation, competitive advantage, and performance: A demand-based perspective. *Journal of business research*, 62(11), 1063-1070.

Financial Comparative Analysis of the Fossil Fuel and Renewable Energy Industries

Ren-Her Hsieh¹ Shuling Tsao^{2*}

ABSTRACT

The achievement of the United Nations' 2050 carbon neutrality and net-zero emissions goal relies to a considerable extent on the development of the renewable energy industry, with the expectation of replacing energy production from fossil fuels. However, fossil fuel industry companies continue to reach new record-high market cap. Due to capital-driven profit-seeking motives, the flow of funds represents the direction of industry development, raising the question of whether fossil fuel companies are more profitable or if renewable energy companies generate higher profits. This article compares the market cap of leading global fossil fuel and renewable energy companies and explores the performance differences between the two from a financial perspective. The findings of this study indicate that fossil fuel companies outperform renewable energy companies in terms of market cap, ROE, ROA, and EPS. Additionally, there is a significant relationship between the registered capital and scale of both renewable energy and fossil fuel companies, suggesting the presence of economies of scale in both industries. However, the interaction between industry type and registered capital does not have a significant impact on the financial performance of renewable energy companies, while it does have a significant influence on fossil fuel companies. This indicates a relatively stronger competition among fossil fuel companies in a relatively stable and mature traditional energy market, resulting in better financial performance compared to renewable energy companies.

Keywords: market cap, financial performance indicator, renewable energy industry, fossil fuel industry.

¹ Associate professor, Department of International Affairs, Wenzao Ursuline University of Languages.

² Associate professor, Department of International Business Administration, Wenzao Ursuline University of Languages.

*Corresponding Author, Phone: +886-7-3426031 # 6623, E-mail: shuling@mail.wzu.edu.tw

Received Date: June 25, 2023

Revised Date: February 14, 2024

Accepted Date: March 29, 2024