

化石燃料產業與再生能源產業的財務比較分析

Financial Comparative Analysis of the Fossil Fuel and Renewable Energy Industries

Ren-Her Hsieh

謝仁和

Department of International Affairs, Wenzao
Ursuline University of Languages
文藻外語大學國際事務系

Shuling Tsao

曹淑琳

Department of International Business
Administration, Wenzao Ursuline University of
Languages
文藻外語大學國際企業管理系

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規模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市值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，但是公司型態與市值的交互作用，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。

關鍵字：市值、財務績效指標、再生能源產業、化石燃料產業

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 market cap and scale of both renewable energy and fossil fuel companies, suggesting the presence of economies of scale in both industries. However, the interaction between company type and market cap 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

壹、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。依據相關研究，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[1]，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、海洋與河流的汙染；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。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。[2]

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能源。[3]然而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。[4]一些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。[5]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規模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。

貳、文獻回顧

一、化石燃料產業的特質與投資焦點

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[6]，且有效取代水力與煤炭發電；但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[7]，也帶來相當大的爭議。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。該呼籲逐漸得到響應，並成為一項社會運動。[8]

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。[9]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。[9]

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。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。[10]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。

二、再生能源產業的特質與投資焦點

為了因為全球溫室效應，195 個聯合國認可的政治實體在 2015 年簽署 2015「巴黎協定」，要在全球溫度漲幅控制在 2 度內。[11]此目標的達成相當程度仰賴永續低碳能源的發展，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仰賴風力、太陽光、生質能、太陽能、地熱、海洋能源核能。[12]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。

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(1397 億美元)、風電(1341 億美元)、水力發電(150 億美元)。[13]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佔的比重逐步增加，在 2018 年佔比 12.9%、2019 年佔比為 13.4%、2020 年佔比為 14.2%。[14]

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，研究也確實顯示再生能源對全球減少 CO₂ 的貢獻確實是存在的。[15]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在能能源的投資與產出受到負面影響。[16]

根據彭博新能源財經(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 5100 億美元，是 2016 年(2800 億美元)的將近兩倍。[17] 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有產業內的公司財務呈現出一個健康的狀況，才有永續發展的機會。

三、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，呈現出不同企業之間的受到投資人青睞的差異程度。

金融業者與研究機構將上市公司的市值規模區分為大、中、小型三類[18, 19]，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。[18, 19]

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。[18, 19]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。[18, 19]

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(EOA, Return of Asset)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 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。[20]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. 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，負稅大小則呈現顯著負相關；ROA 則沒有顯著相關。[21] Blumenshine et al. 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(EBITDA)、股東權益、營運資金、留存收益等，也與公司的市值有著顯著正向關係。[22]

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市值之間的關聯性。

參、研究方法

一、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。

二、研究樣本的選取

(一) 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，故可使用資產報酬率(ROA)、股東權益報酬率(ROE)與每股盈餘(EPS)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。

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。

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

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. 每股盈餘(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。

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

(二) 解釋變數:

1. 公司市值(CAP):

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，亦稱為資本市值。市值可以用來判斷一家公司在資本市場規模的簡單方法。

2. 公司規模(SIZE)

Liebenberg & Sommer 認為公司規模與經營績效

有顯著正向關係[23]; Felício & Rodrigues 與 Benali & Feki 卻認為兩者之間關係不顯著[24, 25]。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。

(三) 調節變數：公司型態(TYPE)

本文以再生能源公司與化石燃料公司之公司型態(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，以衡量不同公司型態對財務績效之影響。[26]綜合上述變數解釋，本文的變數說明如表 1。

表 1 本研究參考參數

變數類型	變數名稱	變數說明
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%
	資產報酬率(ROA)	(稅後利潤/平均資產)×100%
	股東權益報酬率(ROE)	(稅後利潤/平均股東權益)×100%
解釋變數	公司市值(CAP)	公司股票在市場上的總價值(單位十億美元)
	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
調節變數	公司型態(TYPE)	再生能源公司虛擬變數為 1，化石燃料公司為 0

資料來源：本文整理

三、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三個迴歸模型。模型一、模型二與模型三分別探討再生能源公司與化石燃料公司市值與規模對財務績效之影響。

模型一：

$$\text{ROA}_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \text{CAP}_{it} + \alpha_2 \text{TYPE}_{it} + \alpha_3 \text{SIZE}_{it} + \alpha_4 \text{SIZE}_{it}^2 + \varepsilon_{1,it}$$

模型二：

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

模型三：

$$\text{EPS}_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 \text{CAP}_{it} + \gamma_2 \text{TYPE}_{it} + \gamma_3 \text{SIZE}_{it} + \gamma_4 \text{SIZE}_{it}^2 + \varepsilon_{3,it}$$

本文同時探討在不同公司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(公司型態)與各解釋變數之交互作用項進行研究，將模型一至模型三分別延伸為模型四、模型五與模型六，其延伸後之模型如下：

模型四：

$$\text{ROA}_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \text{CAP}_{it} + \alpha_2 (\text{CAP} \times \text{TYPE})_{it} + \alpha_3 \text{TYPE}_{it} + \alpha_4 (\text{SIZE} \times \text{TYPE})_{it} + \alpha_5 (\text{SIZE}_{it}^2 \times \text{TYPE})_{it} + \varepsilon_{4,it}$$

模型五：

$$ROE_{it} = \beta_0 + \alpha_1 CAP_{it} + \beta_2 (CAP \times TYPE)_{it} + \beta_3 TYPE_{it} + \beta_4 (SIZE \times TYPE)_{it} + \beta_5 (SIZE_{it}^2 \times TYPE) + \varepsilon_{5,it}$$

模型六：

$$EPS_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 CAP_{it} + \gamma_2 (CAP \times TYPE)_{it} + \gamma_3 TYPE_{it} + \gamma_4 (SIZE \times TYPE)_{it} + \gamma_5 (SIZE_{it}^2 \times TYPE) + \varepsilon_{6,it}$$

肆、研究結果與分析

一、敘述性統計分析

(一)、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。

表 2

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	50.11	88.57	68.5275	12.60932
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。

本文針對全球前十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。

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。

(二)、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。

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	33.03	2180	326.2756	553.822
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。

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也高；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。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 CAP 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。[27]

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；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，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，這使得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，化石燃料公司在過去的發展中可能已經建立了龐大的供應鏈和基礎設施，使其生產和銷售成本相對較低；相對地，再生能源公司可能需要更多的投資來發展和擴大其生產能力，這可能會增加其運營成本進而影響 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，即負債佔總資本的比例較高，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。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。

二、迴歸分析

表 4 為再生能源公司公司市值與規模對經營績效之模型參數估計表，Hausman 檢定結果顯示 3 個模型均為固定效果模型。從表 4 可看出再生能源公司市值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市值與規模對經營績效有顯著關係。

表 5 為化石燃料公司市值與規模對經營績效之模型參數估計表，Hausman 檢定結果顯示 3 個模型均為固定效果模型。從表 5 可看出化石燃料公司市值與規模之參數皆顯著為正，本文結果證明化石燃料公司市值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 4 再生能源公司市值與規模模型參數估計表

變數	ROA		ROE		EPS	
	模型一		模型二		模型三	
	參數估計值	t-value	參數估計值	t-value	參數估計值	t-value
CAP	0.113**	2.123	0.421**	2.321	0.310**	2.310
SIZE	-0.02***	-3.441	-0.05***	-3.209	-0.129***	-3.223
SIZE ²	0.001***	3.441	0.001***	4.176	0.001**	2.109
R ²	0.817		0.637		0.662	
Adjusted R ²	0.734		0.574		0.551	
F-statistic	9.565		10.15		9.87	
Hausman Test	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 化石燃料公司市值與規模模型參數估計表

變數	ROA		ROE		EPS	
	模型一		模型二		模型三	
	參數估計值	t-value	參數估計值	t-value	參數估計值	t-value
CAP	0.124**	2.193	0.323**	2.129	0.403**	2.142
SIZE	-0.009***	-2.321	-0.03***	-3.012	-0.103***	-3.152
SIZE ²	0.0019***	2.173	0.001***	3.123	0.001**	2.234
R ²	0.797		0.627		0.615	
Adjusted R ²	0.641		0.571		0.509	
F-statistic	8.643		9.263		9.221	
Hausman Test	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 6 和 7 為再生能源公司和化石燃料公司市值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市值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市值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 & Nini(2002)的研究，亦即實質公司規模愈大，其資產報酬愈高。

比較有趣的發現是公司型態與市值(TYPE_{it}×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。可能原因有：第一、競爭環境方面，再生能源公司通常處於新興行業

中，市場競爭相對較小，缺乏充分競爭壓力，公司型態對於再生能源公司的財務績效影響較小；相比之下，化石燃料行業具有較高的競爭壓力，公司型態可能對於化石燃料公司的績效有更明顯的影響。第二、市場需求方面，化石燃料公司是傳統能源行業的代表，其市場需求相對穩定且成熟，公司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；而再生能源公司則處於快速發展的階段，市場需求和對公司型態的敏感度相對較低。第三、資源配置方面，化石燃料公司通常擁有龐大的資源基礎和供應鏈，公司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，公司型態對其財務績效的影響較不明顯。

表 6 再生能源公司市值與規模調節效果模型參數估計表

變數	ROA		ROE		EPS	
	模型四		模型五		模型六	
	參數估計值	t-value	參數估計值	t-value	參數估計值	t-value
CAP	0.165**	1.863	0.431***	2.311	0.431***	2.311
TYPE _{it} ×CAP	0.220	1.451	0.319	1.442	0.217	1.362
TYPE _{it} ×SIZE	0.002***	3.109	0.001***	4.113	0.002*	1.566
SIZE _{it} ² ×TYPE	-0.119***	-4.109	-0.02***	-3.149	-0.008**	-2.039
SIZE	-0.045***	-3.009	-0.036***	-6.551	-0.061***	-2.860
SIZE _{it} ²	0.001***	3.239	0.001***	3.055	0.002***	3.534
R ²	0.806		0.735		0.662	
Adjusted R ²	0.709		0.609		0.514	
F-statistic	9.14		10.32		9.62	
Hausman Test	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 化石燃料公司市值與規模調節效果模型參數估計表

變數	ROA		ROE		EPS	
	模型四		模型五		模型六	
	參數估計值	t-value	參數估計值	t-value	參數估計值	t-value
CAP	0.167**	1.847	0.746***	2.536	0.413***	2.301
TYPE _{it} ×CAP	0.034*	1.627	0.132***	4.538	0.013**	2.134
TYPE _{it} ×SIZE	0.003***	3.102	0.002***	4.142	0.003*	1.534
SIZE _{it} ² ×TYPE	-0.119***	-4.101	-0.03***	-3.145	-0.009**	-2.034
SIZE	-0.054***	-3.021	-0.045***	-6.551	-0.071***	-2.817
SIZE _{it} ²	0.001***	3.219	0.001***	3.032	0.003***	3.532
R ²	0.808		0.732		0.654	
Adjusted R ²	0.714		0.678		0.543	
F-statistic	9.14		10.24		9.34	

Hausman Test	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

伍、結論與建議

一、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。一方面可以從財務績效角度來探討，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 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市值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市值、產業規模之間確實存在顯著的關聯性。此外，公司型態與市值(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，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。

既然化石燃料公司在金融市場上受到資金的歡迎以及追捧，2050 年碳中和的目標似乎岌岌可危。但也有研究顯示近期俄烏戰爭對不同地區的再生能源產業的競爭力有所差異，例如歐洲地區的再生能源產業的股票投資回報在俄烏戰爭一段時機後是越來越好[28]，主要是因為歐洲政府的積極支持。此外，亦有研究建議，除了政府補貼之外，開發商若能建立企業購電協議(PPA)，簽訂長達 15-20 年的購買電力合約，對再生能源公司的營運將有所助益。[29] 換言之，透過政府支持以及商業營運模式的建立，還是可以喚回市場對再生能源公司的投資信心。

二、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[30]，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市值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

- [1] N. Jelley, *再生能源：尋找未來新動能*, 台北市：日出出版社, 2022.
- [2] L. Chen, G. Msigwa, M. Yang, A. I. Osman, S. Fawzy, D. W. Rooney, and P.-S. Yap, "Strategies to achieve a carbon neutral society: a review," *Environmental Chemistry Letters*, vol. 20, no. 4, pp. 2277-2310, 2022.
- [3] 張淑芬, "能源革命救地球 再生能源取代化石燃料," 4 月 24 日, 2023; <https://news.pts.org.tw/article/633288>.
- [4] R. York, and S. E. Bell, "Energy transitions or additions?: Why a transition from fossil fuels requires more than the growth of renewable energy," *Energy Research & Social Science*, vol. 51, pp. 40-43, 2019.
- [5] M. Dow, *Carbon Capitalism, the Social Forces of Annihilation, and the Future of Energy*, 2022.
- [6] M. Al-Samhan, J. Al-Fadhli, A. M. Al-Otaibi, F. Al-Attar, R. Bouresli, and M. S. Rana, "Prospects of refinery switching from conventional to integrated: An opportunity for sustainable investment in the petrochemical industry," *Fuel*, vol. 310, pp. 122161, 2022.
- [7] A. Hanieh, "Petrochemical empire. The geo-politics of fossil-fuelled production," 2021.
- [8] T. Schifelling, and A. J. Hoffman, "How Bill McKibben's radical idea of fossil-fuel divestment transformed the climate debate," *The Conversation*, 2013.
- [9] S. Braungardt, J. van den Bergh, and T. Dunlop, "Fossil fuel divestment and climate change: Reviewing contested arguments," *Energy Research & Social Science*, vol. 50, pp. 191-200, 2019.
- [10] A. Plantinga, and B. Scholtens, "The financial impact of fossil fuel divestment," *Climate Policy*, vol. 21, no. 1, pp. 107-119, 2021.
- [11] 李沃牆, "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*, no. 382, pp. 25-29, 2017.
- [12] 楊儒穎, "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*, vol. 39, no. 6, pp. 49-56, 2016.
- [13] 吳園園, and 三. 北. 100033, "全球可再生能源市場概況與泛亞市場布局淺析," *中外交流*, no. 2020 年 11, pp. 148-149, 2020.
- [14] I. E. Agency, *Renewable 2021: Analysis and forcase to 2026*, 2021.
- [15] X. Yuan, C.-W. Su, M. Umar, X. Shao, and O.-R. Lobon̄, "The race to zero emissions: Can renewable energy be the path to carbon neutrality?," *Journal of Environmental Management*, vol. 308, pp. 114648, 2022.

- [16] Y. Zhao, Y. Zhang, and W. Wei, "Quantifying international oil price shocks on renewable energy development in China," *Applied Economics*, vol. 53, no. 3, pp. 329-344, 2021.
- [17] M. M. Khaleel, S. A. Abulifa, I. M. Abdaldeam, A. A. Abulifa, M. Amer, and T. M. Ghandoori, "A current assessment of the renewable energy industry," *African Journal of Advanced Pure and Applied Sciences (AJAPAS)*, pp. 122-127, 2022.
- [18] Fidelity. "Understanding market capitalization," April 20, 2023; <https://www.fidelity.com/learning-center/trading-investing/fundamental-analysis/understanding-market-capitalization>.
- [19] C. F. Institute. "Market Capitalization: A company's total market value of equity," April 20, 2023; <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/valuation/wh-at-is-market-capitalization/>.
- [20] S. K. Tomczak, "Comparison of the financial standing of companies generating electricity from renewable sources and fossil fuels: A new hybrid approach," *Energies*, vol. 12, no. 20, pp. 3856, 2019.
- [21] I. Filimonova, A. Komarova, and M. Mishenin, "Impact of the global green factor on the capitalization of oil companies in Russia," *Oeconomia Copernicana*, vol. 11, no. 2, pp. 309-324, 2020.
- [22] N. T. Blumenshine, and P. V. Wunnava, "The value of green: the effect of environmental rankings on market cap," *Technology and Investment*, vol. 1, no. 4, pp. 239, 2010.
- [23] A. P. Liebenberg, and D. W. Sommer, "Effects of corporate diversification: Evidence from the property-liability insurance industry," *Journal of Risk and Insurance*, vol. 75, no. 4, pp. 893-919, 2008.
- [24] J. A. Felicio, and R. Rodrigues, "Organizational factors and customers' motivation effect on insurance companies' performance," *Journal of Business Research*, vol. 68, no. 7, pp. 1622-1629, 2015.
- [25] N. Benali, and R. Feki, "The impact of natural disasters on insurers' profitability: Evidence from Property/Casualty Insurance company in United States," *Research in International Business and Finance*, vol. 42, pp. 1394-1400, 2017.
- [26] D. Ashraf, M. Ramady, and K. Albinali, "Financial fragility of banks, ownership structure and income diversification: Empirical evidence from the GCC region," *Research in International Business and Finance*, vol. 38, pp. 56-68, 2016.
- [27] 陳穎芃. "沙國石油公司 Aramco 上季獲利創新高," April 20, 2023; <https://tw.stock.yahoo.com/news/%E6%B2%99%E5%9C%8B%E7%9F%B3%E6%B2%B9%E5%85%AC%E5%8F%B8aramco%E4%B8%8A%E5%AD%A3%E7%8D%B2%E5%88%A9%E5%89%B5%E6%96%B0%E9%AB%98-022404465.html>.
- [28] S. Liao, "The Russia-Ukraine outbreak and the value of renewable energy," *Economics Letters*, vol. 225, pp. 111045, 2023.
- [29] B. Christophers, "Taking Renewables to Market: Prospects for the After-Subsidy Energy Transition: The 2021 Antipode RGS-IBG Lecture," *Antipode*, vol. 54, no. 5, pp. 1519-1544, 2022.
- [30] M. J. Pickl, "The renewable energy strategies of oil majors-From oil to energy?," *Energy Strategy Reviews*, vol. 26, pp. 100370, 2019.