

ESG 評等與財務績效對企業股價的關聯性研究

Research on the Association Analysis between ESG Ratings and Financial Performance on Corporate Stock Prices

張譯文 (Yi-Wen Zhang)

朝陽科技大學財務金融系研究生

周宗南 (Tsung-Nan Chou)

朝陽科技大學財務金融系助理教授

洪振義 (Cheng-Yih Hong)

朝陽科技大學財務金融系副教授

摘要

近年來，ESG (環境、社會及公司治理)的議題備受關注，而 ESG 評等被視為衡量企業可持續發展程度的重要指標，財務績效則是評估企業經營效率和財務健康的傳統關鍵因素，股價則反映投資者對企業未來盈利潛力、風險以及整體經營狀況的評估，所以本研究旨在探討 ESG 評等、財務績效和企業股價之間的關聯性，以及對股價的影響程度。

研究採用相關係數、關聯規則，分析 2010-2020 年間 25 家美國上市公司(涵蓋汽車、銀行、科技、零售及快速消費品)的 ESG 評等、財務績效和股價之間是否存在關聯模式，最後使用貝氏網路來測試 ESG 評等和財務績效對股價的影響程度，並確認影響的關鍵因素。

研究結果發現，Pearson 相關係數顯示 ESG 評等與企業股價呈現高度負相關，財務績效方面則是大部分是負相關，其餘皆為正相關，但 Sourav Chatterjee 相關係數卻表明 ESG 評等與財務績效和企業股價存在高度的正相關，而 2 種相關係數的差異可能源於變數存在非線性的關係，關聯規則分析指出，ESG 評等和部分財務績效對企業股價具有一定影響力，貝氏網路圖則直接展現了 ESG 評等、財務績效與企業股價之間存在因果關聯。雖然不同方法給出的結果有所差異，但整體而言，本研究結果支持 ESG 評等和財務績效與企業股價存在關聯性，並會對股價產生一定影響。

關鍵字：ESG 評等；相關係數；關聯規則；貝氏網路

一、緒論

(一) 研究背景

近年來，ESG 評等備受企業管理和投資界的高度重視，被視為評估企業可持續發展表現的重要指標。企業對環境保護、社會責任以及良好公司治理的實踐，逐漸成為衡量企業經營和價值創造的關鍵因素，而財務績效是評估企業營運效率和財務健康的

傳統關鍵指標，被投資人和企業所重視。良好的財務績效有助於提高企業的資金運作效率和獲利能力，進而影響企業的發展前景和市場估值。

隨著全球氣候變遷和 ESG 理念的不斷推廣，許多國家政府也開始制定相關政策，鼓勵企業實踐 ESG 理念、進行碳排放核算和碳權交易等多種永續的實施，在這樣的大環境下，ESG 評等從最初的大型企業逐步擴展到中小企業。這凸顯了 ESG 評等已成為全球企業發展的重要趨勢，因此，本研究旨在透過相關係數、關聯規則和貝氏網路，系統性地探討 ESG 評等與企業財務績效對股價的關聯度影響。研究結果將有助於投資人、企業管理者和政策制定者更準確地評估 ESG 表現和財務績效對企業價值的影響，做出明智的決策。

現在全球暖化和極端氣候事件的頻繁發生已成為常態，其影響正不斷擴大至各個領域。企業作為經濟活動的主要參與者，其在環境保護方面的表現和實踐愈加受到重視。良好的環境績效不僅有助於降低企業運營成本和環境風險，更可提升企業在利益相關者心目中的正面形象，從而提高競爭力，企業在社會責任方面的表現也日益受到關注。企業在維護員工權益、保障產品質量和消費者權益等方面的作為，都將影響其在社會中的聲譽和可信度。優秀的社會責任實踐不僅有利於企業與利益相關者建立良好關係，還可以吸引優秀人才，提高員工的歸屬感和生產力，而良好的公司治理也是 ESG 評等中不可或缺的一環，透明的決策過程、有效的風險管控、合理的激勵機制和獎懲制度等，都有助於企業實現長期可持續發展，優秀的公司治理能夠降低代理成本，增強投資者信心，從而提高企業的市場估值和融資能力。

ESG 評等涵蓋的環境、社會和公司治理，都與企業的長期發展密切相關，良好的 ESG 表現不僅有利於提升企業的社會責任形象，還可能為企業帶來經濟效益，從而影響企業的財務績效和股價表現，因此透過相關係數、關聯規則和貝氏網路的方式，系統性地分析 ESG 評等與財務績效對企業股價的影響，將有助於投資人、企業管理者和政策制定者準確把握 ESG 實踐對企業價值創造的影響，做出明智的投資決策和公司治理決策，對於投資人來說，這有助於更好地評估潛在投資標的的風險收益比，對於企業管理者來說，這有助於制定切實可行的 ESG 戰略，提升企業的長期價值；對於政策制定者來說，這有助於制定有利於企業可持續發展的政策環境，推動整個社會的綠色轉型，而在全球可持續發展趨勢的大背景下，探討 ESG 評等與企業財務績效對股價的影響，具有重要的理論價值和現實意義。研究結果不僅有助於豐富相關理論，還可為企業實踐 ESG 理念和實現可持續發展提供有力支持。

(二)研究動機

隨著 ESG 投資和企業永續概念的崛起，研究者和投資者對 ESG 評等與財務績效的關聯性以及對企業價值的影響越來越有感覺，所以了解這些因素之間的關係對於投資決策和企業價值創造至關重要。

儘管 ESG 評等和財務績效被普遍認為與企業的長期發展前景密切相關，但目前對於它們與股價之間的具體關聯程度以及影響路徑的理解仍有待深入探討。因此，有必要通過相關係數、關聯規則和貝氏網路，系統性地剖析 ESG 評等、財務績效與企業股

價三者之間的關聯和是否互相影響，並深入解析影響路徑及作用機制，以獲得更為全面和準確的研究發現，而本研究的核心動機正是希望能夠找出 ESG 評等、財務績效與股價之間的聯繫，為投資者提供更有價值的投資分析參考，同時為企業制定長期可持續發展戰略提供理論支撐，促進企業實現經濟、環境和社會綜合價值的最大化。

對於投資者而言，瞭解 ESG 評等和財務績效對股價的影響，可以幫助他們更好地評估投資標的的潛在風險和收益，作出更明智的投資決策。如果研究發現良好的 ESG 表現和財務狀況確實能夠提升股價，那麼投資者就可以將這些因素納入投資組合選股的考量因素，尋找具有良好 ESG 評等和財務基本面的公司進行投資，以期獲得長期穩健的回報，如果研究發現 ESG 評等和財務績效與股價之間並不存在關聯，那麼投資者在做出投資決策時，就需要結合其他因素進行綜合考慮。無論研究結果如何，對於投資者來說，都能夠獲得更實質性的投資分析依據，降低投資風險。

對於企業管理者來說，透徹理解 ESG 評等和財務績效對股價的影響路徑，有助於制定切合實際的企業發展戰略。如果研究結果表明良好的 ESG 表現能夠提升股價，那麼企業就有動力加大 ESG 理念的實踐力度，積極承擔更多的環境和社會責任，同時保持良好的財務狀況，以期在資本市場獲得更高的估值，相反如果研究發現 ESG 評等和財務績效對股價的影響並不明顯，那麼企業在制定發展策略時，或許需要更多考慮其他因素，如產品創新、市場開拓等，而不應過於傾向於 ESG 實踐。無論如何，研究結果都能為企業提供重要的決策參考，幫助企業管理者作出明智抉擇，接著本研究的發現亦可為政策制定者提供有力的理論支持。如果證實 ESG 評等和企業財務績效對股價存在明顯影響，那麼政府就有理由建構相關政策，鼓勵和引導企業加大 ESG 投入，承擔更多社會責任，同時保持良好的經營狀況，從而推動整個社會的可持續發展，如果研究發現這種影響關係不明顯，政府在制定相關政策時，或許需要更多考慮其他因素，避免對企業施加過多的不當壓力。因此，本研究的結果無疑能為制定符合實際的政策提供有力依據，探究 ESG 評等、財務績效與股價之間的關聯關係，不僅能夠豐富相關理論研究，更能為投資者、企業和政策制定者提供重要的決策參考，推動資本市場和實體經濟的協調發展，促進企業實現經濟、環境和社會綜合價值的最大化，對於實現可持續發展的社會具有重要的意義。

(三) 研究目的：

本研究旨在利用美國大型上市公司的 ESG 評等和相關財務績效數據作為研究樣本，透過統計分析探討 ESG 評等、傳統財務績效與股價之間的關聯性及影響程度，具體目標包括：

- (1) 關聯性評估:運用 Pearson 相關係數、Sourav Chatterjee 相關係數和關聯規則中的 apriori 演算法，評估 ESG 評等、財務績效對股價的關聯強度，並量化它們對股價的影響程度。
- (2) 重要因素識別:透過建構貝式網路模型，直接呈現 ESG 評等、各項財務績效與股價之間的網路結構關係，識別出對股價產生關鍵影響的核心因素。

(3) 影響機制分析:結合上述分析結果，深入解析 ESG 評等和財務績效對股價的影響路徑及機制，探討二者之間的交互作用情形。

總結:本研究旨在全面剖析 ESG 評等、財務績效與股價之間的關聯影響機制，研究結果將為投資人、企業經營者和政策制定者提供重要參考依據，有助於提升投資決策品質、促進企業永續經營並制定相應政策措施。

二、文獻回顧

(一) ESG 相關文獻

ESG 的起源可以追溯到對企業社會責任(CSR)的關注。在 2004 年的聯合國全球契約計劃中首次提出了 ESG 這個名詞和概念，強調將環境、社會責任和公司治理納入投資決策和企業經營的評量基準。這份報告對 ESG 投資的推廣起到了重要作用，使得投資者開始關注除了財務績效外的其他因素，在 2005 年初聯合國秘書長安南邀請了一些機構投資者加入製定負責任投資原則的進程。來自 12 個國家機構的 20 人投資者小組得到了來自投資業、政府間組織和民間社會的 70 人專家小組的支持。這些投資者共同制定了六項原則，1. 在投資分析和決策過程中，將考慮所有與環境、社會和公司治理相關的問題。2. 將積極參與企業治理，並將環境、社會和公司治理問題納入所有權政策和實踐中。3. 積極尋求投資對象公司在環境、社會和公司治理方面的披露，以便更好地評估風險和機會。4. 致力於推動整個投資行業普遍接受和實施這些原則，從而提高整體投資環境的質量。5. 與其他投資者合作，共同努力，以確保這些原則的有效實施，從而實現更好的投資結果。6. 定期彙報在實施這些原則方面的行動和進展情況，以保持透明度並激勵其他投資者效仿。這些原則旨在將環境、社會和公司治理(ESG)議題納入投資分析和決策過程中。

自 2006 年 4 月在紐約證券交易所正式推出以來，ESG 議題的六項原則成為了全球投資者考慮的指導框架。這些原則隨著時間的推移逐漸獲得越來越多投資者的認可與支持，已成為全球投資界的主流趨勢。目前，已有超過 5,300 家全球公司簽署了這份合約，PRI 所涵蓋的規模約為 121.3 兆美元，顯示了全球對於 ESG 議題的重視程度，隨著 ESG 理念在投資領域的不斷發展，各國政府和監管機構也開始重視對 ESG 評等和數據供應商的監管，以確保其質量和誠信。歐盟計劃透過修法賦予歐洲證監會監管 ESG 評等機構的權能，並提出了加強其透明度的草案；日本金融廳發布自願性行為準則，要求 ESG 評等機構確保品質、獨立性等；新加坡於 2023 年實施 ESG 評等供應商行為準則；香港和英國也在制定類似的自願準則或監管框架，為可持續投資決策提供更加可靠的依據，總體而言 ESG 起源於對企業社會責任的關注，而聯合國的負責任投資原則(PRI)則是一項全球性倡議，旨在促進投資者將環境、社會和公司治理因素納入投資決策和執行中。這些舉措是全球金融界對可持續發展作出的積極回應，以實現經濟、社會和環境的三重利益。隨著越來越多的國家和機構加入到 ESG 監管和實踐的行列中，可以預見未來 ESG 將會在全球金融市場中扮演越來越重要的角色，為可持續發展目標的實現貢獻更多力量。

(二) ESG 評等與財務績效對股價影響相關文獻

ESG 評等基於環境、社會和公司治理這三方面來評估企業的永續發展表現，每間評分機構可能採用不同的標準和方法，而現在國際最常見的 ESG 評等機構包括 MSCI、S&P Global 和 Sustainalytics 等，這些評分機構的標準和方法各有不同，尚未形成統一的標準體系，通常評分機構會給企業一個綜合評分，反映企業在環境、社會和公司治理這三方面的整體表現。所以了解企業是否真正實施 ESG 可以幫助投資者識別企業的風險和機遇，也有助於企業提升可持續性和價值，而財務績效則是評估企業經營效率和財務健康的傳統關鍵因素。

最近 ESG 評等與企業財務績效和股價之間的關聯性日益受到關注，有一些研究指出 ESG 評等的變化會對股價產生實質影響，(Clark et.al.,2015)的研究顯示，在 1986 年至 2011 年間，高 ESG 評等的公司通常擁有更高的投資回報率、更高的賬面價值、更強的盈利能力和更低的資本成本，(Fatemi et.al.,2017)的研究也證實了 ESG 評級較高的公司獲得了更高的投資回報，不同國家的研究也得出了類似結論，(Deng et.al.,2013)的研究在中國樣本中發現，ESG 與財務績效存在正相關關係，(Eccles et.al.,2014)指出，高可持續性企業通常具有較高的股票長期超額回報率，可能是因為良好的 ESG 評等提升了公司聲譽、降低了融資成本並吸引了長期投資者。

一些綜合性研究則倡導 ESG 評等能夠為企業創造價值，如(Friede et.al.,2015)的大型 meta 分析整合了 2200 多項初級研究，發現 ESG 評等提供了明確的商業案例支持，且超過 2100 項實證研究也強調了 ESG 評等與財務績效存在正向關係，尤其在北美、新興市場和非股權資產等領域，(Whelan et.al.,2021)也在 1000 多篇研究論文中發現，企業良好的 ESG 管理通常伴隨著權益報酬率、總資產報酬率和股價的提升，某些 ESG 策略似乎能產生超額回報，對長期投資者特別有吸引力，支持了 ESG 評等能夠為企業創造長期價值的論點。

除了探討 ESG 評等與財務績效的關係外，也有部分研究直接關注了 ESG 評等變化對股價的影響，一些研究指出 ESG 評等的變化會對股票收益率產生實質影響，如(Glück et.al.,2021)關注 MSCI ESG 評等對美國上市公司的影響，發現評級下調時常導致公司股票出現負向異常收益，而這種影響可能受到 ESG 評等者偏好的驅動，(Shanaev and Ghimire,2022)的研究也發現，ESG 評等的下調會對股票表現產生不利影響，且這種影響在 ESG 領先企業中更為明顯，反映了機構投資者可能採用 ESG 評等作為投資篩選標準，而這些發現反映出資本市場確實對 ESG 評等產生了反應，ESG 評等機構的評分或許能夠影響信息傳遞和市場效率，所以 ESG 評等的升級僅對股價產生相對較小的正向影響，暗示市場可能存在對好消息反應遲鈍的情況，除了關注 ESG 評等的變化和影響外，還探討了 ESG 評等與股價之間的關聯，然而也有部分研究質疑 ESG 評等與財務績效和股價之間的正向關聯，如(Galema et.al.,2008)的研究發現，在控制其他因素後，ESG 評等對股價的影響微不足道

在財務績效對股價方面(Lijuan et.al.,2018)以 3 種不同的相關係數研究了 2011 年至 2015 年間 60 家中國上市公司的 25 個財務因素，發現中國傳媒產業與公共電力和鋼鐵

產業的財務績效與股價具有正相關，(Omran and Ragab,2004)研究在埃及上市公司中，財務績效與股票回報率之間線性和非線性關係的研究，發現儘管存在非線性關聯，但線性模型也能很好解釋兩者的聯繫，(Zarah ,2017) 研究 2011-2016 印尼 LQ45 指數，使用多元線性迴歸方法對資料進行分析，結果顯示市場估值變數對股價有明顯影響，發現總資產報酬率與股價呈現明顯的正相關，(Christina and Robiyanto,2018)研究 2013-2015 年期間在印尼證券交易所上市的製造業企業的財務績效，採用 t 檢定進行假設檢定的發現，每股盈餘與總資產報酬率對股票價格有明顯影響，這些研究都表示股價與財務績效有關，但也有不同的看法(Robert Odek et.al.)研究美國 Enron Corporation，研究結果表示公司財務表現並不是衡量股價的準確指標，因為謠言和分析師預測和盈餘管理會影響公司價值和財務績效，進而轉化為誤導的股價。

綜合以上文獻回顧可得出了一些重要的結論，首先部分研究都指出，ESG 評等好的企業往往表現出更好的財務績效。其次，ESG 評等與企業的股價表現之間存在著密切的關聯，高 ESG 評等的企業往往在股價和市場表現方面呈現出積極的趨勢。雖然有研究提出質疑，認為 ESG 評等對股價的影響並不明顯，而這種分歧可能來自於研究對象的差異、研究時間範圍的不同、評估指標的差異，以及使用的 ESG 評等不同等多重原因，所以在這份研究中，將進一步探討 ESG 評等與企業財務績效以及股價之間的關聯性。

(三)研究方法相關文獻

(1) 相關係數文獻

本研究採用了兩種相關係數分析方法，分別為傳統的 Pearson 相關係數和 Sourav Chatterjee 新提出的一種相關係數。這兩種相關係數的主要區別在於它們所衡量的相關性概念不同，相關性可以被視為測量兩個變數之間關係的一種方式。舉例來說:我們正在測量 X 和 Y 之間的當前相關性，如果存在線性關係，可以認為它是相互共享的，這意味著 X 和 Y 之間的相關性總是等於 Y 和 X 之間的相關性。然而在(Sourav Chatterjee,2020)提出的這種新方法中，我們不再測量 X 和 Y 之間的線性關係，而是旨在測量 Y 作為 X 的函數的程度，即衡量 Y 如何受 X 影響，理解這種與傳統相關技術重要的區別，將有助於更好地理解新方法的公式，因為一般來說， $\xi(X, Y)$ 不再必然等於 $\xi(Y, X)$ ，假設我們仍然想測量 Y 作為 X 的函數的程度，首先我們必須按 X 對數據進行排序。然後我們可以創建變數 r_1, r_2, \dots, r_n ，其中 r_i 等於 Y(i)的排名，確定了這些排名後，就可以進行計算。

在蒲公英利用單細胞適應性免疫受體複製圖譜來探索淋巴細胞發育起源的研究中，(Suo et.al.,2024) 使用了 Sourav Chatterjee 的新相關係數，並取得了良好的效果。他們的研究發現，相較於 Pearson 係數，Sourav Chatterjee 的新相關係數能夠提供更好的效果。這是因為在測試中，Sourav Chatterjee 的新相關係數能夠更靈活地捕捉到變數之間的非單調和非線性關係，而 Pearson 係數僅能找出線性關係。另外，

(King ,2024) 在研究中也使用了 Sourav Chatterjee 的新相關係數，探討了加密貨幣交

易中的區塊鏈指標和指標。他的研究顯示，與比特幣價格相關係數較高的大多數區塊鏈指標在演算法交易中表現良好。這些研究提供了證據支持，認為 Sourav Chatterjee 的新相關係數相對於原有的相關係數具有更好的效果。

(2) 關聯規則相關文獻

關聯規則是 (Agrawal et.al.,1994) 提出的，是數據探勘中一種常用的無監督學習技術，通過分析大量數據，發現變量之間存在的關聯或模式，最初應用於市場購物籃資料，用以分析大量商品集合之間的關聯程度，現在則是常應用於推薦系統、銷售等領域。其主要目的是在商業交易中發現不同商品之間可能存在的關係，以提供企業制定有效營銷策略的依據，在關聯規則中，通常會使用 2 個指標來衡量規則的重要性和可信度。

①支持度 (Support)：衡量規則中 X 出現的頻率或比例，支持度高表示該規則在數據集中出現的機會較大，以交易來說，公式如(1):

$$Support(X) = \frac{\text{出現 } X \text{ 的次數}}{\text{總交易筆數}} \quad (1)$$

②信賴度 (Confidence)：衡量在 X 出現的情況下，Y 也出現的概率，信賴度高表示當 X 發生時，Y 也可能會發生，在信賴度的計算使用了支持度，這是因為支持度可以用來衡量項目集的普遍性，公式如(2):

$$Confidence(X \rightarrow Y) = \frac{Support(X \cup Y)}{Support(X)} \quad (2)$$

在關聯規則中，Apriori 演算法的核心思想是利用先前的頻繁項集結果來篩選候選項目集，以此降低計算成本，同時確保所發現的項目集滿足最小支持度的條件。這種方法使得 Apriori 演算法特別適用於大型資料集中的頻繁項目集發現，因為它有效地減少了搜索空間，進而提高了效率(Bodon,2003)。(林雅嫻等人，2020)的研究指出利用 Apriori 演算法，可以在擁有數據庫資料的情況下，從中找出符合使用者訂定的最低的支持度和信賴度的關聯規則，使專家能夠從多個角度發現有用的關聯規則，其中關聯規則的生成受到信賴度和支持度的最低設定的影響，在目前有許多成功的應用 (陳玟均等人，2019)也將 Apriori 演算法應用在探討失智症患者對照護者造成的壓力影響，並找出會有哪些因素容易造成照護者產生壓力，而所研究出的結果可以對照護者提供更好的醫療服務，(應國卿等人，2019)將 Apriori 演算法應用精密鍛造產業的產品與機

台適配性研究，研究出更好的組合匹配方法，提升生產效率，所以能透過關聯規則擅長挖掘關聯性來尋找 ESG 評等、財務績效與股價之間三者的關聯結構和規律性。

(3) 貝氏網路相關文獻

貝氏網路是由(Judea Pearl,1988)提出的一種基於概率論的多變量預測模型，利用有向無環圖(DAG)表示變量之間的因果依賴關係，並使用貝氏定理描述變量之間的條件概率關係。貝氏網路具有良好的可解釋性，因為它透過圖形結構清晰地展示了變量之間的因果關係。這種知識表示方式結合了貝氏機率理論和圖形模型，由節點、連結和條件機率表三部分組成，用於描述變量之間的依賴關係和不確定性。節點代表領域相關的變數，連結表示變數之間的因果或依賴關係，條件機率表描述了節點在其他相關變數取值下的條件概率分佈。貝氏網路可分為質和量兩部分，質指的是由變數和交互關係組成的有向圖，而量則是變數的聯合機率分佈，這種靈活的知識表徵方式廣泛應用於機器學習、醫學診斷、風險管理等領域(Charniak,1991)所以透過貝氏網路擅長構建因果關係網路，能夠揭示 ESG 評等、財務績效與股價之間的關聯傳導機制和影響路徑，從而對關聯的成因和內在邏輯有更深刻的理解。

在圖形模式上，貝氏網路是一個有向的非循環圖(Directed Acyclic Graphs, DAG)，在這有向圖中，每個節點代表一個隨機變數，每條連結線指出兩個變數之間的交互關係(Pearl,1988;Jensen,1996)也指出貝氏網路是由一連串節點與節點間的箭頭所構成的有向無環圖，每個節點代表領域中的一個變數，有向邊則表示兩節點間的相關強度，而貝氏網路優點如下(Holmes & Jain,2008)

- ① 清晰的因果關係表示：貝氏網路使用有向非循環圖 (DAG) 來表示變數之間的因果依賴關係，這樣的結構使得模型更容易理解和解釋。
- ② 有效的不確定性處理：貝氏網路能夠有效處理不確定性，透過概率推理技術來處理缺失的數據或不完整的信息，從而提高了模型的穩健性和可靠性。
- ③ 結合主觀和客觀知識：貝氏網路可以融合主觀專家知識和客觀數據，允許利用先驗知識來指導模型的訓練和推理，從而提高了模型的預測性能。
- ④ 模型的靈活性和擴展性：貝氏網路具有良好的靈活性，能夠容易地擴展和修改模型結構，適應不同的應用場景和需求。

(4) Apriori 演算法與貝氏結合相關文獻

(Gianni et.al.,2016)提出了基於信任模型的通用計算架構，利用 Apriori 演算法進行關聯規則挖掘，並與貝氏相結合，實現了更接近人類決策特性的信任評估。該研究成功提取了描述實體行為模式的特徵向量，並引入推薦系統解決了首次互動時的信任評估問題，開創性地將關聯規則挖掘應用於信任領域，為其在變數分析中的潛在應用提供了啟示。(Kulkarni et.al.,2012)的研究結合了貝氏分類和 Apriori 關聯規則挖掘，通過運用同義詞和頻繁模式挖掘，實現了對文本語義的深入理解。(Shenzhi, 2010)的研究透過在 Apriori 和貝氏方法的基礎上提出了新型 D-HOTM 算法，利用高階轉換獲得了

優於傳統算法的性能表現。(Yurong,2023)採用 Apriori 算法與改進的貝氏算法相結合，構建了高效的模型框架，這些研究都表示關聯規則和貝氏網路具有一定的互補性，將兩者相結合能夠發揮各自的優勢，為 ESG 評等、財務績效與股價之間關聯關係的深入探討提供更加全面和系統的分析框架。

三、研究方法

(一)資料來源與樣本選取

本研究樣本來自 Yahoo Finance 抓取美國 25 間的上市公司並分成汽車、銀行、科技、快速消費品、零售業，這 5 類 2010-2020 年的資料，根據上述資料選取後，刪除空白與有缺失不完整樣本，剩餘完整樣本只有 16 間美國上市公司在表 1 呈現，期間為 2014 年至 2018 年，然後透過分析這些企業的 ESG 評等、財務績效與股價之間的關聯及影響途徑，並採用 2 種相關係數、關聯規則和貝氏網路 這 4 種方法分析。而關聯規則用於識別這三類變數間的關聯規則及其影響強度，貝氏網路則用於建模它們之間的概率依賴關係，進而分析三者之間是否有影響，所有的方法皆使用 r 語言進行，實證部分都是以科技產業來講解。

表 1

產業	公司股票代號
汽車	F、GM
銀行	AXP、BAC、JPM
科技	APPL、AMZN、MSFT、NVDA
零售	BBY、COST、TGT、WMT
快速消費品	KO、PEP、PG

(二)變數設定

本研究將股價 (price_BUY) 定義為依變數 (Y)，而 ESG (ESG 評等)和多個財務績效則定義為自變數 (X)。ESG 評等是根據企業在環境責任、社會責任、公司治理等方面的表現進行綜合評分而得，而財務績效則涵蓋了多個指標，包括 PE_ratio (本益比)、EPS_ratio (每股盈餘)、PS_ratio (股價營收比)、PB_ratio (股價淨值比)、Net Profit Margin_ratio (淨利潤率)、current_ratio (流動比率)、roa_ratio (總資產報酬率)、roe_ratio (權益報酬率)，本研究旨在分析這些因素對股價的影響程度和方向，以探討企業的長期投資價值和競爭力，研究將採用相關係數、關聯規則和貝氏網路，來分析這些自變數對依變數的影響。

(三) 相關係數

為評估企業 ESG 評等表現、財務績效等變數與股價之間的相關性，本研究採用了兩種不同的相關係數進行量化分析，首先計算 Pearson 相關係數矩陣，包含股價與 ESG 評等、本益比、每股盈餘、股價營收比、股價淨值比、淨利潤率等變數的相關係數值，使用 R 的 `corplot` 套件輸出並繪製相關係數矩陣，包括數值矩陣和熱度圖等形式，直觀展示變數間的線性相關強度，而這邊使用的公式如(3)，這邊的 y 代表股價， x 則是代表財務績效與 ESG 評等。

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (3)$$

接著使用 Sourav Chatterjee 提出的新相關係數進行分析，使用 XICOR 套件中的 `xicor` 函數，分別計算股價與 ESG 評等、財務績效等變數之間的新相關係數值，並輸出結果，為更加清晰地展示各變數間的相關程度，本研究使用 `ggplot2` 套件繪製相關性熱度圖，並以數值呈現如表 4。而這邊使用的公式如(4)，其中 n 代表類別數量， r_i 代表第 i 個類別在 Y (股價) 的比例， $|r_{i+1} - r_i|$ 計算相鄰類別在 Y 的比例差的絕對值， X 代表財務績效與 ESG 評等自變數，這個公式的目的是計算自變數 X 與因變數 Y (股價) 之間的新相關係數值 $\xi_n(X, Y)$ ，其中關鍵在於比例差的絕對值總和項 $\sum |r_{i+1} - r_i|$ ，它描述了 Y 的分布有多均勻，當 Y 完全集中在一個類別時，此項為 0， $\xi_n(X, Y)=1$ ，表示 X 與 Y 完全相關，當 Y 均勻分布在所有類別時，此項最大， $\xi_n(X, Y)$ 最小，表示 X 與 Y 獨立，因此，通過計算 $\xi_n(X, Y)$ ，可以量化財務績效 X 與股價 Y 之間的新相關程度，這種 Sourav Chatterjee 提出的相關係數可能比傳統的相關係數更能捕捉 X 與 Y 之間的非線性、非單調等複雜關係模式，從而更準確地分析變數間的關聯性。

$$\xi_n(X, Y) := 1 - \frac{3 \sum_{i=1}^{n-1} |r_{i+1} - r_i|}{n^2 - 1} \quad (4)$$

(四) 關聯規則說明

關聯規則部分使用 R 語言進行資料處理在用 Apriori 演算法進行分析，先從整理好的檔案中讀取包含企業 ESG 評等、產業別和股價等變數的數據集，如表 2 整理後的資料，然後用 `discretizeDF` 函數將連續型的數值資料轉換為離散型進行離散化處理，將它們分為"低"，"中"，"高"三個等級，以利於後續關聯規則的挖掘，如表 3，而 Apriori 演算法的具體步驟如下 (Agrawal et.al.,1994)：

① 初始化：設定最小支持度的值和最小信賴度的值，以及數據集中的項目集合。

- ② 生成候選項集：生成所有可能的頻繁 1 項集（單個項目），在通過組合頻繁 $k-1$ 項集來生成候選 k 項集，其中 $k > 1$ 。
- ③ 計算支持度：對每個候選項集，掃描數據集並計算其支持，而支持度是指項集在數據集中出現的頻率或比例。
- ④ 刪除低支持度項集：基於最小支持度的值，刪除支持度低於的值的項集。
- ⑤ 生成關聯規則：對於保留的頻繁項集，根據「先驗性原則」生成可能的關聯規則，並計算這些規則的信賴度和其他指標。
- ⑥ 篩選規則：根據最小信賴度的值篩選出滿足要求的關聯規則。

表 2 整理後的資料

產業	日期	股價	ESG 評等	本益比	...
科技	2015/8/7	26.64245	64.00	13.30	...
科技	2015/8/26	25.29788	64.00	13.30	...
科技	2015/10/23	27.46349	63.00	11.02	...
科技	2016/6/17	22.33511	62.33	10.47	...
科技	2016/7/15	23.14342	62.33	10.47	...
...

資料來源：本研究整理

表 3 離散化後的資料

產業	股價	ESG 評等	本益比	...
科技	低	中	低	...
科技	低	中	低	...
科技	低	低	低	...
科技	低	中	低	...
科技

資料來源：本研究整理

接著檢視轉換後的結果，選取經過離散化處理後的資料集，選擇所需欄位後將 sector 欄位轉換為因子（factor）類型的資料，以便後續進行關聯規則分析時使用，接著使用 apriori 函數進行關聯規則挖掘，經過多次的嘗試與調整，最後的參數設定如下：最短規則長度為 3、最小支持度為 0.1、最小信賴度為 0.1。另外，指定將股價相關變數作為規則的右手邊(Right-hand side)，以發現可能影響股價的前因組合，最後為了深入分析，選取了前 10 條支持度最高的規則，對這些常見且有影響力的規則進行重點檢視

分析。而這邊使用的公式如(5)、(6)、(7)，這邊的 y 代表股價，x 則是代表 ESG 評等與財務績效。

$$\text{ESG 評級和財務績效 (X)} \Rightarrow \text{股價(Y)} \quad (5)$$

$$\text{Support (X} \rightarrow \text{Y)} = \text{P(X} \cap \text{Y)} \quad (6)$$

$$\text{Confidence(X} \rightarrow \text{Y)} = \text{P(Y|X)} = \text{P(X} \cap \text{Y)} / \text{P(X)} \quad (7)$$

(五)貝氏網路說明

本研究採用貝氏網路(Bayesian Network)進行建模分析，在變數選取與資料預處理方面從原始資料集中選取 ESG 評等、本益比、每股盈餘、股價營收比、股價淨值比、淨利潤率 等作為自變量，股價作為因變量，構建分析所用的數據子集。對類別變數進行因子化處理，對數值變數進行數值型轉換，以滿足貝氏網路建模的數據要求，使用 Hill-Climbing 演算法對預處理後的數據進行貝氏網路結構學習，以 BIC 分數(Bayesian Information Criterion)作為網路的評分準則，尋找最優貝氏網路拓撲結構，通過逐步添加、刪除或反轉邊來優化網路結構，最終得到最大化 BIC 分數的最優結構，在學習到的最優網路結構基礎上，使用參數估計算法 bn.fit 擬合網路參數，獲得參數完全確定的貝氏網路模型。該模型描述了變數之間的條件獨立關係和聯合概率分佈，最後基於估計好的貝氏網路模型，使用 rbn 函數生成合成數據，模擬該模型的隨機樣本行為。最後，設計了 plot.network 函數將學習到的貝氏網路結構以交互式網絡圖形式可視化呈現，直觀展示變數之間的依賴關係拓撲結構。這邊的貝氏網路模型可以用下列公式表示：

設有 n 個變數 $X = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ ，貝氏網路定義變數之間的聯合概率分佈為：

$$P(X_1, X_2, \dots, X_n) = \prod_{i=1}^n P(X_i | \text{Pa}(X_i))$$

其中 $\text{Pa}(X_i)$ 表示 X_i 的父節點(在有向無環圖中直接指向 X_i 的節點)

y = 股價為因變量

X = {ESG 評等，本益比，每股盈餘，股價營收比，股價淨值比，淨利潤率，流動比率，總資產報酬率，權益報酬率} 為自變量集合

那麼貝氏網路模型的聯合概率分佈可表示為：

$P(y, \text{ESG 評等}, \text{本益比}, \text{每股盈餘}, \text{股價營收比}, \text{股價淨值比}, \text{淨利潤率}, \text{總資產報酬率}, \text{權益報酬率}) = P(y | \text{Pa}(y)) * P(\text{ESG 評等} | \text{Pa}(\text{ESG 評等})) * P(\text{本益比} | \text{Pa}(\text{本益比})) * P(\text{每股盈餘} | \text{Pa}(\text{每股盈餘})) * P(\text{股價營收比} | \text{Pa}(\text{股價營收比})) * P(\text{股價淨值比} | \text{Pa}(\text{股價淨值比})) * P(\text{淨利潤率} | \text{Pa}(\text{淨利潤率}))$ ，其中 $\text{Pa}(x)$ 代表 x 節點的父節點集合。

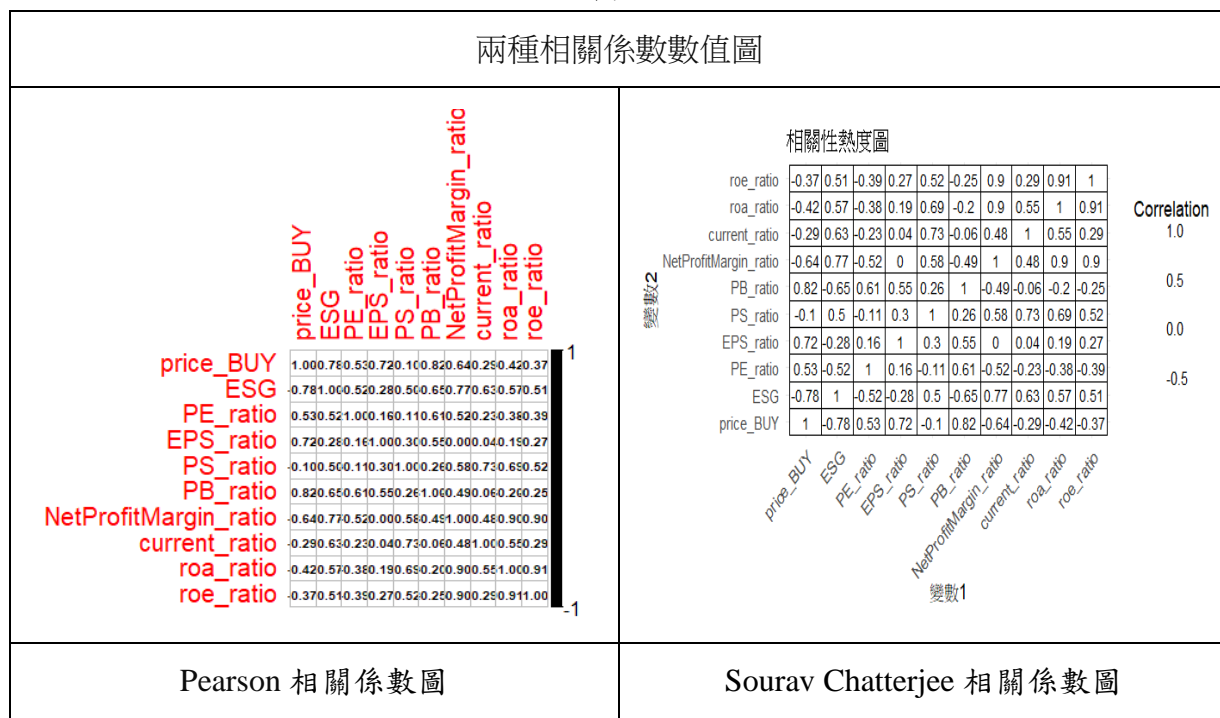
這個模型描述了所有變數之間的條件獨立關係，並用有向無環圖的結構來精簡地表達聯合概率的分解形式。通過學習得到最優網路結構和參數估計，就可以計算任意事件的條件概率查詢。

四、實證分析

(一) 相關係數分析

從表 4 跟表 5 的相關係數來分析 ESG 評等、財務績效以及股價之間的關係，在 Pearson 相關係數分析結果顯示，ESG 評等與股價存在著(-0.7754)的高度負相關關係。這意味著，ESG 評等得分較高的公司，其股價傾向較低。這一結果與我們預期 ESG 評等表現良好能提升公司價值、支撐股價上漲的理論存在矛盾，但部分傳統財務績效與股價呈現了正向相關，其中股價淨值比的相關係數最高為(0.823)，表明股價傾向隨著股價淨值比的上升而上漲，每股盈餘(0.5328)、每股盈餘(0.7171)等反映獲利能力的指標也與股價呈現正相關趨勢，但也有部分指標如股價營收比(-0.0972)、淨利潤率(-0.6397)等與股價存在負相關關係，然而 Sourav Chatterjee 相關係數給出了截然不同的結論，ESG 評等與股價之間存在著極為高度的正相關關係(0.9188)，這與我們的理論預期相一致。所有財務績效，包括淨利潤率(-0.6397 vs 0.9296)、流動比率(-0.2881 vs 0.8732)等，也都與股價呈現出高度正相關(相關係數介於 0.8732 到 0.9313 之間)。

表 4



資料來源：本研究整理

表 5

兩種相關係數		
股價和變數相關性	Pearson 相關係數	Sourav Chatterjee 相關係數
ESG 評等	-0.775419019124145	0.91884945448832
本益比	0.532803243380085	0.927119130191745
每股盈餘	0.717062064745133	0.896962751125404
股價營收比	-0.0971650853907395	0.924157086922497
股價淨值比	0.823041215842927	0.931331002542192
淨利潤率	-0.639738944006572	0.929572122368781
流動比率	-0.288086976336958	0.873177347747442
總資產報酬率	-0.417255388650746	0.929727438167385
權益報酬率	-0.368904210592248	0.923246565864625

資料來源：本研究整理

上述 Pearson 和 Sourav Chatterjee 相關係數結果的明顯差異，很可能是由於 ESG 評等、部分財務績效與股價之間的關係不是嚴格線性的，而是存在著某種單調的非線性趨勢，由於 Sourav Chatterjee 相關係數採用了函數計算的方法，能夠更有效捕捉變量間任意形式的關聯，因此其結果(如 0.9188 的 ESG 評等與股價正相關係數)比 Pearson 相關係數更能反映出 ESG 評等對股價的真實正面影響，所以研究結果支持了 ESG 評等和財務業績對提升股價產生積極作用的理論。儘管部分傳統財務績效與股價之間的關聯可能存在非線性特徵，但整體而言良好的 ESG 評等表現和盈利能力等因素有利於提振股價水平。

(二) 關聯規則分析

表 6 最佳的前 10 條的規則

規則	支持度	信賴度	覆蓋率	提升度	個數
{sector=科技, 股價淨值比=高}	0.32724	0.95519	0.34259	2.8655	1343
{sector=科技, 股價淨值比=低}	0.26949	0.83220	0.32383	2.4966	1106

{sector=科技, 股價淨值比=中}	{股價=中}	0.26364	0.79035	0.33357	2.3710	1082
{ESG=低, 淨利潤率=低}	{股價=高}	0.25000	1.00000	0.25000	3.0000	1026
{ESG=低, 流動比率=低}	{股價=高}	0.25000	0.86291	0.28971	2.5887	1026
{ESG=低, 股價淨值比=高}	{股價=高}	0.25000	1.00000	0.25000	3.0000	1026
{sector=科技, ESG=低}	{股價=高}	0.25000	0.76738	0.32577	2.3021	1026
{淨利潤率=低, 流動比率=低}	{股價=高}	0.25000	1.00000	0.25000	3.0000	1026
{股價淨值比=高, 淨利潤率=低}	{股價=高}	0.25000	1.00000	0.25000	3.0000	1026
{sector=科技, 淨利潤率=低}	{股價=高}	0.25000	0.75441	0.33138	2.2632	1026

資料來源：本研究整理

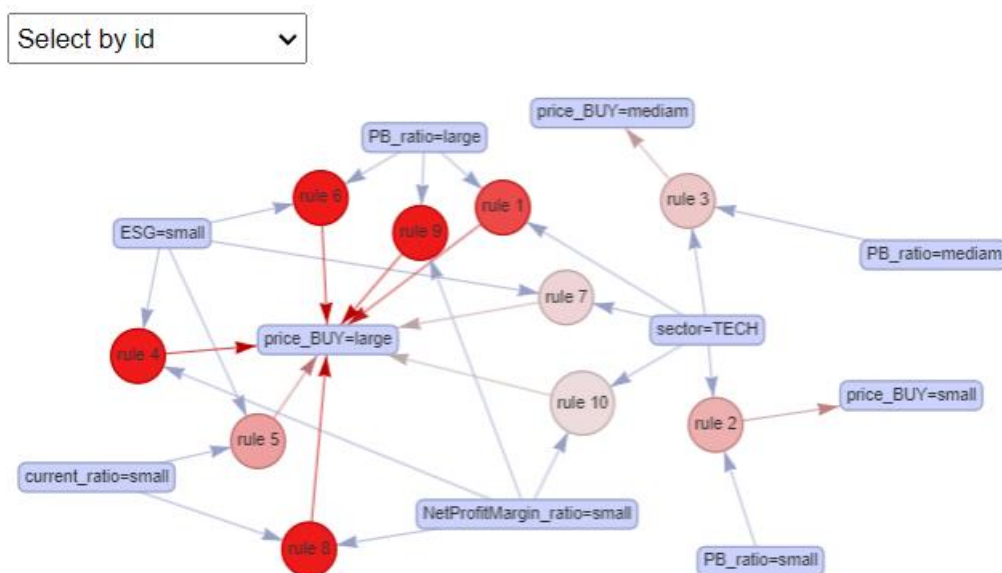


圖 1

圖 1 使用節點和連線的方式來表示不同因素之間的關聯規則，在這張關聯規則圖中，藍色節點代表構成關聯規則的各個項目屬性或條件，包括公司的股價、股價淨值

比、ESG 和所屬行業、淨利潤率等的低、中、高三個層面，紅色節點則代表從數據中實際挖掘出的關聯規則本身，其深淺反映了該規則的信賴度，藍色節點與紅色節點之間的連線關係表示，該藍色項目屬性參與構成了對應的紅色關聯規則，通過分析藍紅節點及其連線模式，我們可以發現隱含在數據中的具有解釋性的關聯。

根據圖 1 跟表 6 來解釋關聯規則分析的結果，首先第 7 條規則顯示在科技行業中，ESG 評等較低時會有較高股價，表示出 ESG 評等與股價負相關的趨勢，第 1、2、3 條規則一致展現出股價淨值比與股價呈現正相關，以第 6 條規則做為驗證，即 ESG 評等低且股價淨值比高，會有較高股價，表示股價淨值比確實與股價呈現正相關關係，而 ESG 評等與股價則呈現負相關，以上面的結果驗證第 8、9、10 條規則可以發現 淨利潤率和 流動比率低時，股價會呈現較高，所以這 2 個變數與股價呈現負相關，最後上述的結果支持了第 4 條和第 5 條規則，在 ESG 評等低且淨利潤率或流動比率低時，股價會呈現較高，所以綜合所有規則來看，可以得出在科技行業中， 股價淨值比與股價呈現正相關、ESG 評等、淨利潤率和流動比率則與股價負相關的結論，不過上述規則的支持度都落在 25%-33%的範圍內，說明這些關聯模式的適用範圍有限，不過信賴度在 75.4%-100%，覆蓋率則介於 25%-34%，提升度在 2.26-3 倍，表示在適用的情況下這些關聯是具有一定的可信度。

(三) 貝氏網路分析

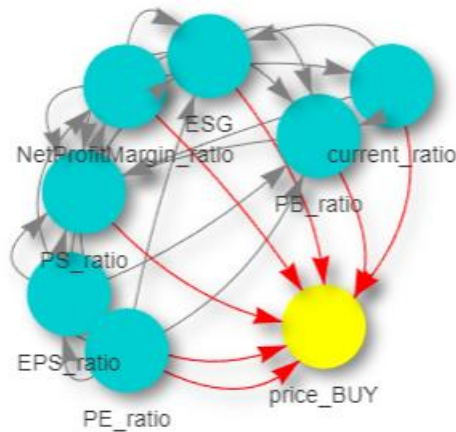


圖 2

圖 2 的貝氏網路圖中的黃色節點代表股價，藍綠色節點代表變數，箭頭的指向代表變數之間的影响， ESG 評等與財務績效的紅色粗線的箭頭指向股價，代表 ESG 評等與財務績效變數會對股價造成影响，而其他變數之間的灰線指向則代表著變數各有影响，以貝氏網路圖的因果關係來解釋，股價對 ESG 評級、本益比、每股盈餘、股價

營收比、股價淨值比、淨利潤率、流動比率的影響，可以理解為相互關聯的影響，股價的高或低不僅反映了市場對公司整體價值和未來發展的預期，也影響著公司的財務和營運指標，以股價高為例，首先股價高可能提高公司的 ESG 評級，這是因為股價高意味著市場對公司的長期價值和持續發展的信心，從而增加了公司在開展 ESG 相關實踐和改善方面的動力和能力，其次股價高可能對每股盈餘產生影響，因為股價也會跟隨每股盈餘成長率而上漲，當股價上升時，代表每股盈餘成長率高，這也可能影響本益比，因為越高的每股盈餘成長率，市場也會更願意給予該公司更高的本益比估值，同時股價高可能對其他財務績效產生連鎖反應，例如：當股價高時，公司的市值相對較高，可能導致股價營收比、股價淨值比的增加，這反映了市場對公司的未來收入和資產價值的更高估值，最後股價的上升通常反映了市場對公司未來業績和前景的樂觀預期，這種市場預期的改變可能影響公司的淨利潤率和流動比率，例如：如果市場的預期反映在實際業績中，公司的淨利潤率可能會增加，此外公司可能更容易獲得資金，這會增加公司的流動資產，進而改善流動比率。綜上所述，股價對 ESG 評等和財務績效的影響並不是獨立的，而是一系列相互關聯的因果關係，反映了市場對公司的整體評價和未來發展的預期。

五、研究結論與建議

根據 2014 年至 2018 年 16 間美國上市公司的 ESG 評等與財務績效跟股價，以 Pearson 相關係數、Sourav Chatterjee 相關係數、關聯規則分析以及貝氏網路圖 4 種不同的技術分析，取得了一些重要發現，Pearson 相關係數分析顯示，ESG 評等與股價存在高度負相關關係，在財務績效方面，部分傳統指標與股價呈現出負相關，只有本益比、每股盈餘、股價淨值比為正相關，而 Sourav Chatterjee 相關係數卻發現 ESG 評等與股價之間存在高度的正相關，在財務績效方面也是一樣，這兩種的相關係數分析結果的分歧，可能源於 ESG 評等與股價、部分財務績效與股價之間存在著某種單調的非線性趨勢關係，使得採用非線性相關係數更為合理，所以在相關係數部分採用 Sourav Chatterjee 相關係數，在關聯規則方面透過篩選出最佳的 10 條規則表示 ESG 評等與股價呈現負相關，而財務績效對股價則是有正負相關都有，最後貝式網路圖直接呈現了 ESG 評等、各項財務績效與股價之間的因果關聯，股價節點與 ESG 評等節點，以及財務績效節點，均存在直接的連線關係，表示 ESG 評等和這些財務績效，對股價產生直接的正面或負面影響，綜合各個項目分析的結果表示 ESG 評等和財務績效對股價存在密切關聯，在 Pearson 相關係數、Sourav Chatterjee 相關係數都表示 ESG 評等和財務績效對股價存在正或負相關，在關聯規則方面則是表示 ESG 評等和財務績效對股價有一定程度的影響，最後貝式網路圖呈現了 ESG 評等、各項財務績效與股價存在部分因果關係，儘管不同的技術分析方法給出不同的結果，但研究的結果一致顯示 ESG 評等和財務績效與股價有一定的關聯且 ESG 評等和財務績效確實會對股價造成影響。

本研究結果支持了 ESG 評等和財務績效，對企業股價存在關聯與影響的理論，因此公司應當在營運決策時，應重視 ESG 與財務策略的規劃，持續改善營運績效，提升

獲利能力及 ESG 評等表現，促進股價的正向發展，對投資人而言，除傳統的財務分析外，同時應重視 ESG 評等資訊，在未來投資組合的管理應當融入對 ESG 評等的考量。因為 ESG 評等與財務績效對股價影響的複雜性，所以後續的研究或可嘗試運用更多元的模型與方法，或是不同變數以及不同規模企業之間的差異，深入探討 ESG 評等、財務績效與股價之間的高階關聯，為企業經營與投資決策提供更周延的見解，最後本研究清楚呈現 ESG 評等與財務績效對股價表現具有影響，企業與投資人都應予以高度重視，共同邁向永續經營與價值投資的理想境界。

參考文獻

中文參考文獻

- 林雅嫻、王文甫、呂郁蕙、張凱茗、陳富滿、葉瓊鈺、林哲瑋、康宜靜、張倩蜜、王鈞如、吳信宏。(2020). "女性阿茲海默症病人之照護目標組合的研究：以中部某醫學中心為例". 品質學報，27(1)，1-25。
- 陳玟均、王文甫、呂郁蕙、張凱茗、陳富滿、葉瓊鈺、林哲瑋、康宜靜、張倩蜜、王鈞如、吳信宏 (2019)。利用 Apriori 演算法探討失智症患者於照護者壓力之影響：以中部醫學中心為例。品質學報，26(6)，395-418。
- 應國卿、鄭辰仰、李淑芬、陳亭華(2019) 應用高效益購物籃分析法於產品與機台適配性研究－以精密鍛造產業為例《創新與經營管理學刊》 8(2)， 45-60

英文參考文獻

- Agrawal Rakesh, Imieliński Tomasz, & Swami Arun. (1993). "Mining association rules between sets of items in large databases." *ACM SIGMOD 22(2)*, 207–216.
- Anagha Kulkarni, Almer S. Tigelaar, Djoerd Hiemstra, Jamie Callan. (2012). "Shard Ranking and Cutoff Estimation for Topically Partitioned Collections." *ACM International Conference Proceeding Series*. 555-564
- Charniak E. (1991). "Bayesian Networks without Tears." *AI Magazine*, 12(4), 50.
- Chenqu Suo, Krzysztof Polanski, Emma Dann, Rik G. H. Lindeboom, Roser Vilarrasa Blasi, Roser Vento Tormo, Muzlifah Haniffa, Kerstin B. Meyer, Lisa M. Dratva, Zewen Kelvin Tuong, Menna R. Clatworthy, & Sarah A. Teichmann. (2024). "Dandelion uses the single-cell adaptive immune receptor repertoire to explore lymphocyte developmental origins." *Nat Bio Technol*, 42, .
- Clark G. L., Feiner A. & Viehs M. (2015). From the stockholder to the stakeholder: How sustainability can drive financial outperformance.
- D'Angelo Gianni, Palmieri Francesco & Rampone Salvatore. (2019). "Detecting unfair recommendations in trust-based pervasive environments." *Information Sciences*, 486, 31-51.
- Deng X., Kang J. K. & Low B. S. (2013). Corporate social responsibility and stakeholder value maximization: Evidence from mergers. *Journal of Financial Economics*, 110(1), 87-109.
- Eccles R. G., Ioannou I. & Serafeim G. (2014). The impact of corporate sustainability on organizational processes and performance. *Management Science*, 60(11), 2835-2857.

- F. Bodon (2003). "A fast apriori implementation." in European Conference on Principles of Data Mining and Knowledge Discovery (Springer),111–122.
- Fatemi A.,Glaum M. & Kaiser S. (2017). ESG performance and firm value: The moderating role of disclosure. *Global Finance Journal*, 34, 104-120.
- Friede G.,Busch T.& Bassen A. (2015). ESG and financial performance: Aggregated evidence from more than 2000 empirical studies. *Journal of Sustainable Finance & Investment*, 5(4), 210-233.
- F.V. Jensen (1996). "An Introduction to Bayesian Networks." Springer Verlag.
- Galema R., Plantinga A. & Scholtens B. (2008). The stocks at stake: Return and risk in socially responsible investment. *Journal of Banking & Finance*, 32(12), 2646-2654.
- Gu Yurong. (2023). "Exploring the application of teaching evaluation models incorporating association rules and weighted naive Bayesian algorithms." *Intelligent Systems with Applications*,20.
- Holmes D.E. & L.C. Jain (2008). "Introduction to Bayesian Networks." In: D.E. Holmes & L.C. Jain (eds) *Innovations in Bayesian Networks. Studies in Computational Intelligence*,156.
- Juan C. King,Roberto Dale,& José M. Amigó (2024). "Blockchain metrics and indicators in cryptocurrency trading." *Chaos,Solitons & Fractals*,178,114305,6-14.
- Lee M.T. & Suh I. (2022). "Understanding the effects of Environment,Social,and Governance conduct on financial performance: arguments for a process and integrated modelling approach." *Sustainable Technology and Entrepreneurship*,1(1),Article 100004,7-9.
- Ma L.,Ausloos M.,Schinckus C. and Chong H. (2018) *Fundamental Analysis in China: An Empirical Study of the Relationship between Financial Ratios and Stock Prices. Theoretical Economics Letters*, 8,3411-3437.
- Maximilian Glück,Benjamin Hübel & Hendrik Scholz (2021). "ESG Rating Events and Stock Market Reactions." 31-34
- Odek Robert & Okoth Elmad & Kimanzi Kalundu. (2023). Is Share Price a Measure of Financial Performance: Evidence from Enron Corporation. 7. 70-87.
- Olivia Christina and Robiyanto Robiyanto(2018)THE EFFECT OF FINANCIAL PERFORMANCE AND FIRM SIZE ON STOCK PRICES OF MANUFACTURING COMPANY IN 2013-2016 ,2018 EMINAR NASIONAL MULTI DISIPLIN ILMU DAN CALL FOR PAPERS 559-565
- Omran M. and Ragab A. (2004) "Linear Versus Non- linear Relationships Between Financial Ratios and Stock Returns: Empirical Evidence from Egyptian Firms", *Review of Accounting and Finance*, 3 (2),84-102
- Puspitaningtyas Zarah. (2017). Is Financial Performance Reflected in Stock Prices? Conference: 2nd International Conference on Accounting, Management, and Economics 2017,Advances in Economics, Business and Management Research, volume 40,17-28

- Pearl Judea. (1988). "Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems: Networks of Plausible Inference." 77-141.
- Qiu Y.,Shaukat A. and Tharyan R. (2016) Environmental and Social Disclosures: Link with Corporate Financial Performance. *The British Accounting Review*,48,102-11
- Savva Shanaev & Binam Ghimire. (2022). "When ESG meets AAA: The effect of ESG rating changes on stock returns." *Finance Research Letters*,46(PA),3-5.
- Shenzhi Li,Christopher D Janneck.,Aditya P Belapurkar.,Murat Ganiz,Xiaoning Yang,Mark Dilsizian,Tianhao Wu,John M. Bright. ,William M. Pottenger. (2007). "Mining Higher-Order Association Rules from Distributed Named Entity Databases." 236 - 243.
- Sourav Chatterjee. (2022). "A New Coefficient of Correlation." *Journal of the American Statistical Association*,116(536),2009-2022.
- Tensie Whelan, Ulrich Atz, Tracy Van Holt and Casey Clark, CFA. (2021). "ESG AND FINANCIAL PERFORMANCE: Uncovering the Relationship by Aggregating Evidence from 1000 Plus Studies Published between 2015 -2020."