

新興科技應用，談區塊鏈從效率提升到信任

林祐辰（金控 數位專案經理 / 企管博士候選人）

近年區塊鏈的討論熱度逐漸回歸理性，相關應用也開始脫離市場炒作，進入更務實的產業階段。臺灣自2024年成立現實世界資產代幣化（RWA Tokenization）小組，針對國內債券、外國債券及基金進行概念驗證（PoC），並於2025年9月完成期末實證報告；集保結算所亦配合中央銀行數位貨幣（wCBDC）的款券同步交割（DvP）試驗，後續持續規劃RWA代幣化平台的建置、營運及監理架構。區塊鏈在臺灣金融市場的角色，已從加密資產背後的技術，逐步延伸至資產交易與市場基礎設施的實際應用。

類似變化也出現在製造、物流、零售與循環經濟，企業希望掌握產品來源、零組件履歷、運送狀態、碳排資料及回收流向，既有資訊系統卻多半停留在單一公司，當商品、資金與資料橫跨企業邊界，參與者各自保有一套紀錄，確認核對與追蹤的成本也隨之增加，而區塊鏈早期吸引企業的原因，主要是提升作業效率，隨著實際應用逐漸深入，資料能否被各方採信，相關權利能否獲得確認與執行，以及合作規則能否長期維持，已成為影響成敗的關鍵。

一、企業數位化多年，為何仍在反覆對帳

現代企業普遍擁有企業資源規劃（ERP）、供應鏈管理（SCM）、客戶關係管理（CRM）及各類財務系統，單一公司的資料處理能力並不弱，但作業瓶頸經常出現在公司之間，以一批商品為例，從接單、生產、檢驗、出貨、報關、運送到付款，沿途會產生採購單、出貨文件、檢驗證明、物流紀錄與融資資料，供應商、製造商、物流業者、通路商及金融機構分別保存紀錄，一旦內容出現差異，各方即需透過電子郵件、試算表、電話、人工比對逐一釐清。

金融市場也面臨相同問題，一筆交易成交後，交易平台、銀行、保管機構、結算單位及客戶分別維護帳務與部位資料，後續還要確認款項、資產權利與交割結果，這些程序雖維持交易秩序，卻也形成一筆不易被看見的成本，也就是各方為了確認彼此所看到的是不是同一件事，而持續投入時間、人力與系統資源。

分散式帳本技術（DLT）提供另一種協作方式，獲授權的參與者依共同規則建立、查驗與更新紀錄，各方可以取得一致的交易狀態，減少重複登錄與事後核對；智能合約（Smart Contract）則把付款、交貨、到期、質押等條件寫入程式，條件成立後啟動後續作業，使資料確認與履約程序得以緊密銜接。

這種架構較適用於多個獨立組織共同參與，資料必須頻繁交換，且不宜由單一企業完全控制規則的流程，若一項作業由單一公司管理，權限與責任也很清楚，傳統資料庫通常就已足以勝任；因此，企業評估區塊鏈時，應先釐清現行摩擦究竟來自系統效能不足，或是來自跨組織的資訊落差與重複驗證，兩種問題所需的解方截然不同。

二、資料上鏈後，信任問題才真正浮現

共享帳本能降低單一參與者事後修改紀錄的可能性，卻無法自行證明最初輸入的內容是否正確，舉凡食品產地、零組件來源、商品檢驗結果、碳排資料與資產保管狀態，仍由人員、感測設備、檢驗單位或外部系統提供，一旦來源資料有誤，區塊鏈仍可能忠實保存並傳遞錯誤資訊，而無法自行辨識鏈外世界的真實狀態。

許多區塊鏈專案在概念驗證階段，關注帳本架構、節點數量及智能合約功能，系統進入正式營運後，資料由誰輸入/查閱，規則如何修改，錯誤如何更正，以及爭議發生時誰負責，往往比技術規格更難處理，帳本技術負責維持紀錄一致，企業負責資料品質，平台治理負責權限與規則，法律制度則承接權利、責任與救濟，任何一環的不足，都可能使整套系統失去市場信任。

從供應鏈的實際運作來看，跨組織合作中的資訊缺口，往往反映在幾項具體問題，包括難以確認合作成員的身分與服務內容、無法即時掌握成員行為及相關資訊，以及高價值或敏感性產品缺乏追蹤與追溯能力，區塊鏈可透過數位身分、共享紀錄、智能合約與物聯網（IoT）等機制改善上述問題，表1整理供應鏈常見的資訊缺口以及區塊鏈可提供的改善方向。

表1、供應鏈常見問題與區塊鏈可提供的改善機會

項目	供應鏈常見問題	區塊鏈可提供的改善機會
1	難以掌握供應鏈成員的身分及其所提供的服務	將成員的數位身分與基本資料儲存於區塊鏈，以提升辨識與查驗能力
2	難以掌握並規範供應鏈成員的行為	透過智能合約規範成員行為，並依預先設定的條件執行相關作業
3	難以及時取得供應鏈成員所掌握的相關資訊	將成員產生的資料儲存於區塊鏈，提升資訊共享與查驗效率
4	高價值或敏感性產品缺乏追蹤與追溯能力	結合區塊鏈與物聯網（IoT），即時追蹤產品流向與狀態

資料來源：整理自Jeanneret Medina et al. (2024)，Table 4。

上述改善機會，主要是透過提高資訊可見度與產品追溯能力，降低跨組織合作中的不確定性，不過，企業在取得更多資訊與控制能力後，也可能改變原有的合作關係。對核心企業而言，透過區塊鏈掌握供應商的履約、品質與生產資訊，雖有助於減少資訊不對稱，但供應商若認為監控範圍持續擴大，或擔心資料被用於議價及其他用途，合作意願反而可能下降，部分供應鏈實務案例顯示，控制能力增加可能提升一方的信心，卻也可能同時削弱另一方對合作關係的信任。

因此，企業在設計資料共享機制時，應先界定資料用途與責任邊界，只有與交易執行、風險管理、法令遵循或產品追溯直接相關的資訊，才有必要納入共享範圍；同時，也應依參與者角色設定查閱權限，避免資料被挪作議價或其他未經同意的用途；供應鏈追溯（Supply Chain Traceability）的範圍亦應依實際需求決定，若所有資料一律上鏈，建置

成本、權限管理、個人資料與商業機密風險都會快速上升，而供應鏈追溯的設計可進一步從「廣度」與「深度」加以思考，如圖1所示，前者關係到追蹤涵蓋多少供應鏈階段，後者則決定每個階段需要記錄到何種細緻程度，故企業真正需要的，是足以支援決策與責任判斷的資訊透明度，而其揭露範圍仍須配合交易目的與合作關係審慎設計。

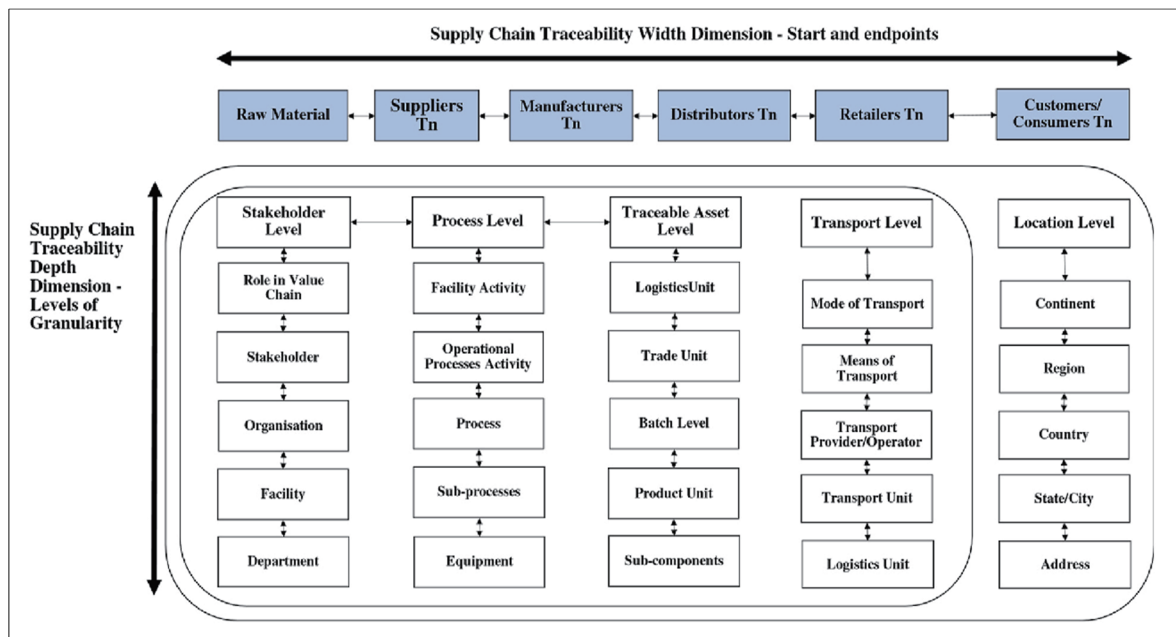


圖1、供應鏈追溯範圍之廣度與深度架構

資料來源：Ahmed & MacCarthy (2023)，Figure 5。

三、可信紀錄如何轉化為產品與服務

區塊鏈應用早期著重於減少文件交換及人工查核，當資料逐步累積並形成可信紀錄後，企業便有機會據此發展新的產品與服務，食品與農產品即為一項容易理解的案例，產地、加工、檢驗及物流資訊若能被完整追溯，企業可加快問題商品的確認與回收，也能向消費者提供更具體的來源證明。

一項以5,326名越南消費者為對象的研究顯示，區塊鏈追溯有助於提高消費者對食品供應鏈的信任，並進一步影響購買行為；消費者對技術與資料來源的理解程度愈高，效果也愈明顯；企業若只在後台建置系統，卻沒有向顧客說明資訊如何產生、由誰查驗，以及能提供其哪些保障，技術投資便很難轉化為品牌價值。

循環經濟則把應用延伸到更長的产品生命週期，商品售出後，可能經歷維修、轉售、回收、拆解、再利用及再製造，製造商、消費者、維修商、物流業者與回收機構各自掌握部分資料，一旦資訊中斷，責任便難以釐清，合法回收與資源再利用也會受到影響；近年受到重視的數位產品護照（DPP），便是以標準化方式記錄產品來源、材質、耐用性、維修及拆解資訊，讓商品在不同階段延續其數位履歷，區塊鏈可協助保護紀錄完整性及追蹤資料變更，企業則可將這些資訊運用於保固、維修、二手交易、回收獎勵與永續管理。

圖2進一步呈現DPP與區塊鏈的整合方式，正向供應鏈 (Forward Supply Chain) 中的設計、材料、零組件、製造及經銷資料，經驗證後寫入區塊鏈，產品進入維修、回收與拆解階段後，逆向供應鏈 (Reverse Supply Chain) 資料也會持續回傳與更新，使產品資訊得以貫穿整個生命週期。

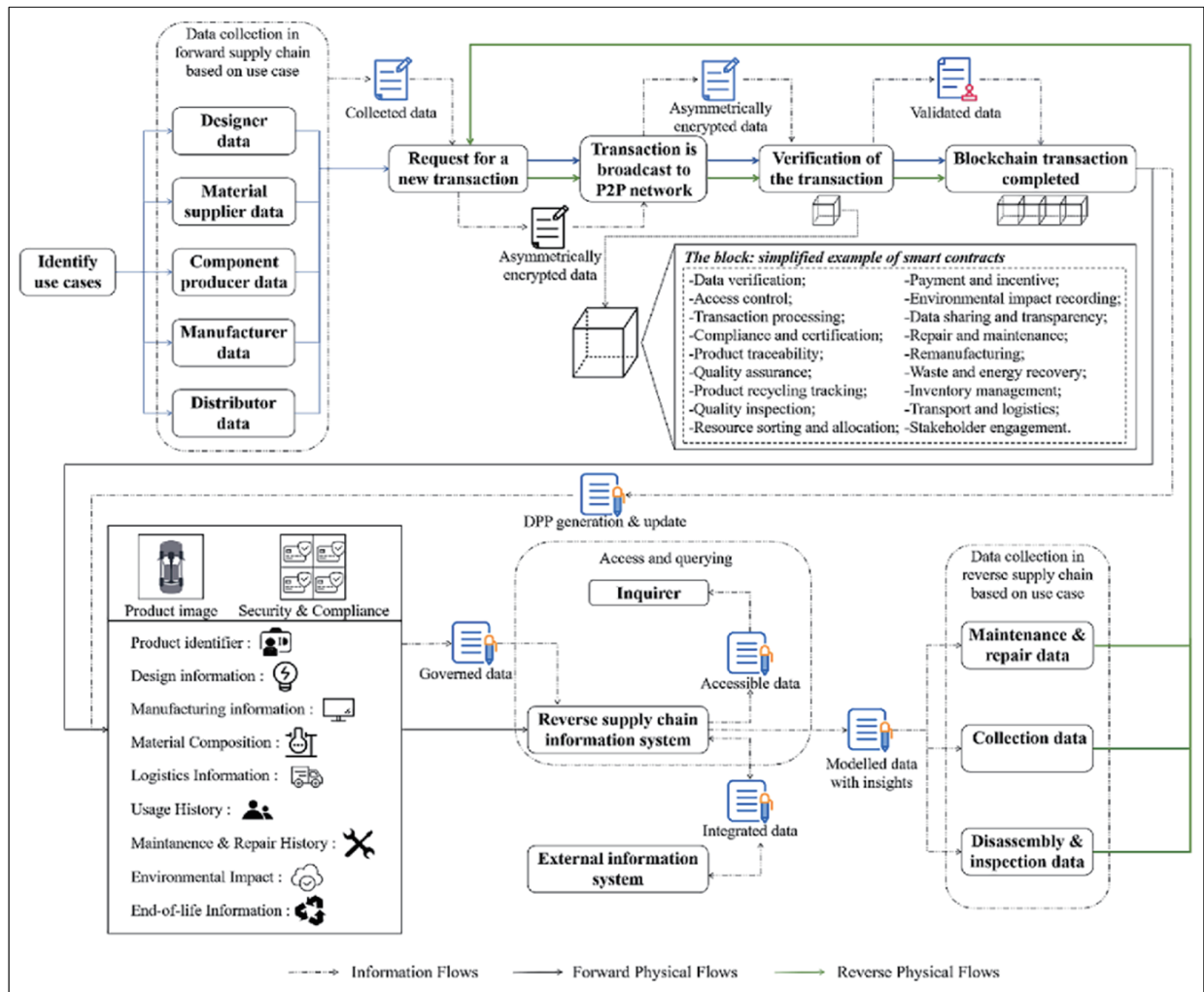


圖2、DPP與區塊鏈整合之資訊共享架構
資料來源：Xia et al. (2025)，Figure 2。

從這項架構可以看出，區塊鏈的作用不只在保存單次交易紀錄，也在於串接不同階段與不同參與者的資料，讓後續維修、回收與再利用建立在可查驗的產品履歷上，當產品資料能被長期驗證，企業的服務範圍便可能從銷售商品，延伸到整個產品生命週期，可信資料因而具備兩種價值，對內可改善流程與風險管理，對外則能支援品牌承諾、顧客溝通與新型服務，企業能否將可信資料轉化為顧客願意採用的服務、品牌價值或新的交易機會，將決定區塊鏈投資最終能走多遠。

四、資產代幣化，把信任延伸到權利與交易

前一節談到，當產品資訊能被持續記錄查驗與更新後，可信資料便不再只是支援追溯與管理，也可能進一步成為交易、融資與權利主張的基礎，相同邏輯延伸到金融市場，便可理解近年為何資產代幣化 (Asset Tokenization) 受到高度關注，也就是將資產權利、移轉條件、收益分配、質押及交割程序，納入可程式化的數位架構之中。

對金融市場而言，代幣化的意義並不只是把原有資產轉換成另一種數位形式，而是重新整理資產從發行、持有、交易到交割的作業方式，原先分散於券商、銀行、保管機構與結算單位之間的流程，有機會在共同架構中重新銜接，減少重複確認與資訊落差；不過，技術上能完成代幣移轉，只代表系統具備基本可行性，持有人實際擁有哪些權利，資產由誰保管，交易如何清算，以及發行人或平台發生問題時如何處理，才是市場是否願意長期採用的關鍵。臺灣RWA試驗選擇從國內債券、外國債券、基金切入，正反映出這種務實的發展方向，市場關注的已不只是資產能否上鏈，而是代幣、資產、金流與法律權利能否彼此對應，並在既有金融制度下穩定運作。

代幣化亦會改變成本與風險分布，人工處理、文件交換與部分中介程序可能減少，智能合約檢查、數位資產保管 (Digital Asset Custody)、鏈外資料查證、系統介接與法令遵循工作則會增加，企業若只計算交易或交割時間縮短多少，很容易高估效益，較完整的評估應涵蓋資產發行、持有、移轉、權利行使、異常處理與最終償付的完整生命週期，國際市場的初步經驗，也反映出代幣化效益並非全面一致，如圖3所示，代幣化債券的發行規模與發行檔數逐步增加，部分產品的買賣價差低於傳統債券，但發行成本尚未呈現明顯差異，顯示代幣化較可能先改善交易與流動性環節，而發行端的整體成本則仍受法律、保管、系統及市場規模等因素影響。

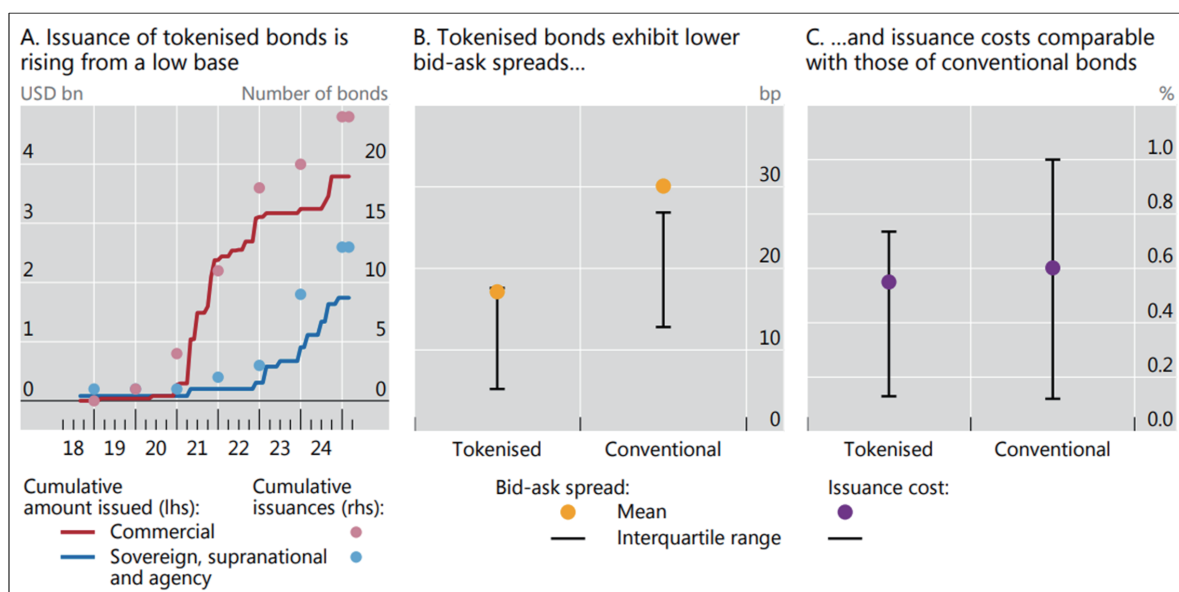


圖3、代幣化債券之發行規模、流動性與發行成本
資料來源：BIS (2025)，Graph 7。

因此，企業評估代幣化時，不宜只看市場規模或交易速度，而應分別檢視發行、交易、交割、保管及法令遵循等環節，確認效益究竟出現在哪些流程，以及是否同時產生新的成本與風險；其中，交割速度雖然直接影響市場效率，卻不能單獨作為判斷依據，採取逐筆原子交割（Atomic Settlement）或許有助於降低部分交割風險，但也可能提高資金與擔保品需求，相較之下，淨額結算（Net Settlement）與適度的交割週期，在特定市場仍有節省流動性及集中管理風險的功能，市場應依交易性質、流動性條件與風險承受能力選擇合適架構，而非一味追求即時完成。

國際清算銀行近年提出統一帳本（Unified Ledger）構想，其主要概念是將代幣化中央銀行準備金、商業銀行貨幣及金融資產置於共同的可程式化架構，整合訊息傳遞、資料核對與資產移轉；值得注意的是，統一帳本未必採用DLT，重點仍在於貨幣、資產與交易流程如何整合，企業規劃新型金融基礎設施時，應先確認業務與治理需求，再選擇合適技術。

五、平台可以建置，合作規則才是競爭力

區塊鏈系統可以委託廠商開發，跨組織合作卻無法單靠採購取得，單一企業可以決定自己的資料格式、作業流程與權限，跨企業平台則要處理成本分攤、利益配置、資料標準、商業機密與責任歸屬，各方也可能擔心平台由競爭者主導，進而影響加入意願。

IBM與馬士基（Maersk）曾共同推動全球航運區塊鏈平台TradeLens，希望串連船公司、港口、貨主、海關與物流業者，改善文件交換及貨運追蹤。平台雖已具備技術可行性，卻未能取得足以支撐商業化營運的全球產業協作規模，兩家公司最終於2022年宣布停止TradeLens服務。這項經驗顯示，技術功能成立，不代表生態系會自然形成；除了技術可行性之外，參與者是否具有足夠的加入誘因，以及利益配置、資料控制與共同治理安排能否獲得廣泛接受，同樣會影響平台能否形成足以支撐長期營運的規模。

TradeLens的經驗也提供企業一項重要提醒：區塊鏈專案應先確認跨組織流程中是否真的存在對帳、重複驗證或責任不清等問題；接著，必須讓參與者看見加入平台的具體利益，例如加快付款、取得融資、降低查核成本或改善顧客服務體驗；當平台開始擴大後，資料標準、權限配置、異常處理與責任歸屬才有可能成為長期運作的基礎；若技術可行，參與者卻缺乏合作誘因，治理制度也未同步建立，區塊鏈最終仍可能停留在成本較高的資訊系統，難以真正轉化為企業的長期競爭力。

六、結語：從技術導入走向信任經營

區塊鏈走過市場熱潮與大量概念驗證後，產業已進入更重視效益與治理的階段，企業開始關心哪些流程值得共享，哪些資料需要查證，哪些權利適合程式化，以及平台失效時如何維持交易與服務，這些問題表面上分屬資訊、營運、法律與風險管理，核心都指向跨組織及跨企業信任如何被建立、使用及維護。

共享帳本降低各方確認同一筆事實的成本，智能合約縮短資料與履約之間的距離，可信紀錄則可能延伸為產品履歷、金融交易與新型服務，技術可以提供共同作業的基礎，但長期價值仍取決於合作夥伴是否接受規則、權利與責任是否清楚，以及異常發生時能否獲得妥善處理。

未來具有競爭力的企業，往往能整合合作夥伴、訂定資料標準、合理配置權限與利益，並將可信紀錄轉化為顧客價值與交易機會，這種跨組織協作能力難以快速複製，也將成為企業連結供應鏈、金融服務與產業生態系的重要基礎，當效率改善能夠持續累積為市場信任，區塊鏈才真正完成從新興科技走向企業競爭力的轉變。 

參考文獻

Ahmed, W. A. H., & MacCarthy, B. L. (2023). Blockchain-enabled supply chain traceability: How wide? How deep? *International Journal of Production Economics*, 263, 108963.
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2023.108963>

A.P. Moller - Maersk. (2022, November 29). A.P. Moller - Maersk and IBM to discontinue TradeLens, a blockchain-enabled global trade platform.
<https://www.maersk.com/news/articles/2022/11/29/maersk-and-ibm-to-discontinue-tradelens>

Bank for International Settlements. (2025). The next-generation monetary and financial system. In *BIS annual economic report 2025* (Chapter III).
<https://www.bis.org/publ/arpdf/ar2025e3.htm>

Catalini, C., & Gans, J. S. (2020). Some simple economics of the blockchain. *Communications of the ACM*, 63(7), 80–90.
<https://doi.org/10.1145/3359552>

Duong, C. D., Dao, T. T., Vu, T. N., Ngo, T. V. N., & Nguyen, M. H. (2024). Blockchain-enabled food traceability system and consumers' organic food consumption: A moderated mediation model of blockchain knowledge and trust in the organic food chain. *Sustainable Futures*, 8, 100316.
<https://doi.org/10.1016/j.sftr.2024.100316>

Jeanneret Medina, M., Baudet, C., & Lebraty, J.-F. (2024). Blockchain and agency theory in supply chain management: A question of trust. *International Journal of Information Management*, 75, 102747.
<https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2023.102747>

Xia, H., Li, J., Li, Q. J., Milisavljevic-Syed, J., & Salonitis, K. (2025). Integrating blockchain with digital product passports for managing reverse supply chain. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 202, 104336.
<https://doi.org/10.1016/j.tre.2025.104336>

金融監督管理委員會。(2024年6月13日)。金管會協力集保公司及6家金融機構成立「現實世界資產代幣化小組」。
https://www.fsc.gov.tw/ch/home.jsp?dataserno=202406130003&dtable=News&id=96&mcustomize=news_view.jsp&parentpath=0%2C2

臺灣集中保管結算所。(2026年1月28日)。集保結算所114年多元創新帶動躍升成長，總保管市值達130.9兆元創歷史新高。
<https://www.tdcc.com.tw/portal/zh/news/content/4028c0b49b3616c3019c03803d26016b>