



科技對國際合作之影響： 以區塊鏈科技應用於暖化治理為例

譚偉恩

中興大學國際政治研究所副教授

摘要

近幾年「自由的國際秩序」(Liberal International Order, LIO)受到許多重大事件衝擊，逐漸面臨崩解或趨於弱化。如何重振國際合作(international cooperation)遂成為學界的一項關懷，本文也是其中之一。然而，相較於既有文獻，本文具有兩項特色。首先，視「科技」為一項獨立於國際制度(international institutions)的變數；第二，藉由探討區塊鏈及其相關科技的本質和特色，釐清國際合作的參與者是否能受惠於區塊鏈科技(blockchain technology, BT)，進而建立出一個「去中心化的治理體系」，讓抑制地球暖化獲得較傳統國際合作為佳的成效。

研究結果顯示，以 BT 為基礎的全球暖化治理可以落實新自由制度主義對於國際合作的承諾，促成與維繫一個較過往成效為佳的治理結果。不過，這樣一個得力於 BT 的暖化治理並不一定能同樣成功體現於其它的國際議題。另一方面，全球暖化治理雖然能夠透過 BT 提升效能，但卻難以逸脫技術菁英的權力宰制。毋寧，國際合作雖能藉由 BT 的應用走出昔日以主權國家為中心的桎梏，並克服若干傳統合作之困境，卻難以逸脫權力及其在行為者間分配問題的影響。

關鍵詞：國際合作、區塊鏈科技、新自由制度主義、去中心化的治理體系



2 科技對國際合作之影響：

以區塊鏈科技應用於暖化治理為例

International and Public Affairs

壹、前言

國際關係的新自由制度主義(Neoliberal Institutionalism)強調國際制度是一種促進和平與經濟繁榮的有效工具。¹然而，隨著某一個(或某幾個)國家的權力越來越大，既有的國際秩序(由一些國際制度所組成)已無法再被單一霸權國家(美國)所維繫。²因此，不是新的國際合作在 21 世紀難以形成，就是已經形成的國際合作經常失能或讓它的參與者面臨不確定感。不過，就算美國這樣的霸權沒有衰退，一個在霸權國維繫下之「自由的國際秩序」(Liberal International Order, LIO)也並非是個好現象，因為有秩序不等於有正義或公平。在單一霸權維繫之下的 LIO(包括那些制度及由此形成之合作)往往存在不少自肥條款，並且在霸權自己違反規範時，難以去履行對霸權違反行為的懲處。因此，新自由制度主義並不擁護霸權穩定論(hegemonic stability theory)，而是設法讓制度在即便建立它的霸權殞落之後，依舊得以繼續運作並展現一定之自主性(autonomy)，讓主權國家間的合作關係長久穩定。³

有別於將「國際制度」視為促進國際合作的關鍵自變數，本文認為區塊鏈科技(blockchain technology, BT)的應用也可以促進和維繫國際合作。⁴區塊鏈是一個封閉式的資料庫系統，它的入口受到

¹ Robert Keohane, *After Hegemony: Cooperation and Discord in the World Political Economy* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 1984); G. John Ikenberry, *After Victory: Institutions, Strategic Restraint, and the Rebuilding of Order after Major Wars* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 2001).

² G. John Ikenberry, "The End of Liberal International Order?" *International Affairs*, Vol. 94, No.

³ (2018): 7-23; John Mearsheimer, *The Great Delusion: Liberal Dreams and International Realities* (New Haven: Yale University Press, 2018).

⁴ BT 是科技浩瀚範疇中的一個面向，而科技對於國際事務(包括國際合作)的探討已有數量頗為豐富的文獻可供參考，有興趣的讀者可見：Charles Weiss, "How Do Science and Technology Affect International Affairs?" *Minerva*, Vol. 53, No. 4 (November 2015): 411-430; Denise Garcia, "Future Arms, Technologies, and International Law: Preventive Security Governance," *European Journal of International Security*, Vol. 1, No. 1 (January 2016): 94-111; Tonio Andrade, *The Gunpowder Age: China, Military Innovation, and the Rise of the West in World History* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 2016); Daniel Drezner, "Technological Change and International Relations," *International Relations*, Vol.



密碼學上加密機制的保護，並且被分配給對等式的點對點(peer-to-peer)網絡中的每一位參與者。這樣的設計原理讓區塊鏈得以提供一個廉潔誠信的交易活動記錄，所有參與其中的行為者可以彼此信任，卻不需要知道對方的確切身分，也不需要一個共同的中心權威(common authority)存在。此外，區塊鏈內的交易活動可以透過所謂的智能契約(smart contract)來保證它的履行。此種類型之契約具有執行上的自主性，也就是毋庸仰賴中心權威或第三方認證，因為區塊鏈的特色之一是「永久保存的紀錄」(persistent scripts)。詳言之，一旦特定的交易條件在客觀上獲得實現，智能契約就會開始執行，很像是「若」什麼情況發生，「則」執行甚麼義務。⁵舉例來說，行為者 A 想給行為者 B 美金 2,400 元，而時間是在兩年內以每個月 10 號撥款 100 美元的方式。一旦 A 在與 B 的智能合約上提及 (code) 這些交易條件和方式，付款就變成像是預先設定好的程式 (pre-coded rules)，會根據條件有無獲得滿足，而判斷是否自動履行。

依據上述的原理，本文認為全球暖化的治理是一個可以應用 BT 的國際合作場域，如果我們建立起這樣一個去中心化又有執行自主性的制度，不僅《巴黎協定》(Paris Agreement)中的規定可以獲得比目前更好的落實，還可進一步修正國際社會的集體偏好，為目前成效不彰的暖化治理帶來較佳結果。換言之，在 BT 的幫助下國際合作的穩定度可以獲得增強，但又不需要一個中央權威的存在，這是一種去中心化的治理機制，不需要仰賴有能力提供公共財的霸權國。國家和 (或) 非國家行為者一旦參與了這個以 BT 為基礎的合作系統，它們在執行承諾或義務時的不確定性會獲得減輕，同時透過更為可靠的資訊來降低交易成本，進而更為有效率地履行義務。BT 因此具有促進合作之功能，並且讓參與者相互獲益 (mutual gains) 的機率增加，而這正是過往單極體系下霸權國主導之 LIO 所較為欠缺的。

33, No. 2 (June 2019): 286-303.

⁵ 也就是能夠自動執行契約內容，並產生履約效果的電腦程式。詳見：林玟君，「區塊鏈智能合約的契約法問題」，*國立中正大學法學集刊*，第 63 期 (2019 年 9 月)，頁 235-277。



4 科技對國際合作之影響：

以區塊鏈科技應用於暖化治理為例

International and Public Affairs

應予說明的是，國家去實踐以 BT 為基礎的合作是因為如此為之有助於它們相互獲益得到滿足，這點和新自由制度主義設定的國際合作前提很相近。不過，區塊鏈為基礎的合作更大程度取決於每一個行為者的自願參與，因此根本性的困難在於要如何讓有「權力」的「行為者」願意參加此種運用 BT 的國際合作，⁶畢竟有權力的行為者在加入區塊鏈的合作系統後，所面臨的契約義務是非常明確且難以規避的（因為智能契約會自動履行），這點和傳統的國際合作明顯有別。從現實主義的角度來看，有能力的行為者會做出兩種反應；一個是不參加 BT 為基礎的國際合作，一個是雖然加入但只做出十分有限的承諾，以免日後自己的義務過重。在此情況下，有權力的行為者缺席或是有限度的參與合作，必然會弱化國際合作的效能。不過，以 BT 為基礎的國際合作有一個特點，就是國家的參與並非促成合作有效的必要條件，在某些情況下因為非國家行為者可能比主權國家更有能力和方法去落實合作的目標。職是之故，少了有權力的大國參與雖然可惜，但未必一定是壞事。況且，以 BT 為基礎的國際合作可以讓任何類型的利害當事方提出可靠的承諾，這會進一步產生對未來行為的高度預期可能性，以致於有誘因讓更多具有權力的行為者去「投資」這樣的承諾（因為日後兌現的機會讓行為者相信是高的）。

本文因此認為，BT 擁有潛力實現去中心化的治理，而這樣的治理模式有助於實現新自由制度主義對於國際合作之承諾。然而，以 BT 為基礎的合作還是有其侷限；詳言之，這種借助新穎科技的

⁶ 此處指涉的「權力」係與特定議題領域(issue areas)有關的問題解決能力(problem-solving abilities)或是影響力(influence)，因此不一定包括經濟或軍事的成分。也正因為如此，參與區塊鏈的行為者不一定總是主權國家，非國家行為者(non-state actors)只要具有本文此處所指之「權力」，就適格成為區塊鏈中的一個節點。根據這樣的觀點，將 BT 應用於國際關係極可能衝擊原本以國家為中心的諸多思維，但「權力」作為一項重要變數的事實並沒有受到挑戰。類似觀點可參考：Claudia Hofmann, *Learning in Modern International Society: On the Cognitive Problem Solving Abilities of Political Actors* (Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 2008); Wei-en Tan, "State-Centric Realism Eclipsed: TNCs as the Rising Powerful Actors in the Age of Trade Liberalization," *Journal of Politics and Law*, Vol. 8, No. 4 (November 2015): 223-232.



國際合作模式只是重新分配了「誰」是合作關係中最重要或最關鍵行為者的機率，讓一些原本絕對弱勢的非國家行為者有可能在某些合作的議題領域裡發揮較大之影響力，但無法根本性的排除主權國家參與國際合作，也無法迴避非國家行為者彼此間仍依然還是存在權力競爭與權力分配之問題，而有權力的分配就必有權力的爭奪及不同行為者實際地位之尊卑。

貳、 區塊鏈科技下的合作

區塊鏈的本質是一個資料結構，有文獻以分散式帳本技術來形容之。⁷資料或由資料組成的資訊被儲存於區塊中，然後不同區塊彼此相互連結，時序上較後進入連結體系裡的區塊又必定與先前的區塊相連。⁸區塊鏈會結合演算法的密碼學來保護記錄交易過程的分散式帳本（不斷增加內容的電子記錄清單）。帳本的資料是分散在不特定多數人的電腦網路中，這些網個中的參與者可以直接與已發生且存儲的交易資料進行互動，無需中間人（或是第三方）來驗證和管理。所以 BT 等於是提供彼此具有網絡關係的參與者們一個防範資料篡改和交易過程透明化的平台，同時透過上述的加密技術確保資訊的安全。因此，區塊鏈的本質是一個資料結構，但在交易記錄的保存和真實性上呈現過人的優勢。詳言之，「鏈」中的每個區塊都會對任何新進入體系中的交易進行認證，確保它的品質，而一旦通過認證，進入體系的交易本身便無法再更動自己的資料內容，同時這筆進入體系的交易記錄也會隨之分享到「鏈」中的其它區塊。正是因為這樣的特色，所有在區塊鏈中的資料都是相互連結的，所有的交易記錄對「鏈」中的所有參與者都是

⁷ World Bank, "Blockchain & Distributed Ledger Technology (DLT)," *Brief* (April 12, 2018), via at: <https://www.worldbank.org/en/topic/financialsector/brief/blockchain-dlt> (last visited: 2022/06/01).

⁸ M. Pilkington, "Blockchain Technology: Principles and Applications," in F. Xavier Olleros and Majlinda Zhegu, eds., *Research Handbook on Digital Transformations* (London: Edward Elgar, 2016): 225-253.



6 科技對國際合作之影響：

以區塊鏈科技應用於暖化治理為例

International and Public Affairs

公開的，但所有參與者的個人真實身分又都是高度隱匿性的。⁹

BT 最具代表性的應用就是比特幣(Bitcoin)，它是第一個使用「不需公權力許可的區塊鏈」，真實身分不詳的創始人中本聰(Satoshi Nakamoto)為了取代傳統由中央銀行發行和掌握管理權的國家法定貨幣，以區塊鏈的原理設計出一個去中心化的虛擬交易單位。¹⁰比特幣的區塊鏈設計引起世人很大的關注，因為此種交易機制(也是一種合作制度)完全以「去中心化」的方式在參與者之間實現直接且即時的資訊轉移，但卻不需要參與者相互認識對方(因此彼此合作前沒有互動，也沒有共享的知識)，也毋庸透過任何中心權威的公權力部門來管理交易秩序。¹¹當然，這種近乎完全開放式的合作機制一定存在某些參與者想要混水摸魚或進行欺詐之風險，例如在參與者非常多的「鏈」中，有人會一物二賣，收取兩份報償，然後在真實身分不明的情況下就消聲匿跡。有趣的是，此種交易風險並不存在於比特幣，因為比特幣的每一筆交易都被要求必須通過「工作認證」，那是一種會耗費大量電腦運算能量的複雜加密技術。¹²

對於 BT 有了基本瞭解後，本文擬進一步探討一個值得特別關注的區塊鏈特色，即智能契約(若應用於國際關係時，或可稱為智能協定或條約)；此種關於合作內容的權利義務關係文本

⁹ BT 的核心價值是確保交易記錄之正確和不得被竄改，而不是關切提供交易資訊的行為者究竟是誰。然而，參與者真實身分的隱匿性是一種「選擇」，如果不介意表露自己的身分，BT 並不會強力阻止一位參與者自願性的提供自己真實身分的資訊。

¹⁰ Satoshi Nakamoto, "Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System," <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf> (last visited: 2022/06/12).

¹¹ 王毅丞，**實戰區塊鏈技術：加密貨幣與密碼學**(台北：基峰資訊，2018年)。

¹² 比特幣採用的是一種「Hashcash 演算法」，用之進行工作認證，讓區塊鏈中的每個區塊參與交易驗證，以提高正確性和降低虛假交易的風險。由於每筆交易與每個區塊中使用多次 Hash 函數，任何時間序列上的前一個區塊的 Hash 值都會加入時間序列較後面的新區塊中，這使得每個區塊彼此間環環相扣，達到相互可追蹤與比對，故而難以竄改。詳見：Don Tapscott and Alex Tapscott, *Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin Is Changing Money, Business, and the World* (New York: Penguin Random House, 2016); Adam Back, "Hashcash - A Denial of Service Counter-Measure," via at: <http://www.hashcash.org/hashcash.pdf> (last visited: 2022/06/20).



(documents)具有促進合作及自動履行之功能。¹³文獻指出，智能契約可以讓多種不同類型的合作條款自動履行且自我約束，或兩者兼而有之。¹⁴一個較多文獻均提到的例子是「多重簽名託管機制」，即在一個被加密的「鏈」體系中， N 代表所有能解開進入交易活動的「公鑰」數目，而 M 代表實際上要取得其中多少「公鑰」的核可，才能獲得准許交易。以一個比較生活化的例子來說，就是公司的董事會有 8 個人($N=8$)，如果無法取得過半數(5 人)的支持($M=5$)，公司的任何交易活動都不會被執行；這裡 5 位董事的簽名便是上述「多重簽名託管機制」。¹⁵

本文認為，「多重簽名託管機制」在國際關係領域也同樣有適用的空間，概念上相當於去設立針對特定國際事件得為或禁止的「託管者」。在可能觸及不特定第三方權益之多邊或雙邊合作關係中，如果也設計類似的機制，那麼一項合作能不能啟動就必須事前先爭取到特定數目以上的「託管者」同意，由「託管者」來檢視和判定合作的具體內容。由於區塊鏈的特色之一是參與者彼此並不知道對方確切的真實身分，而每個參與者在制度設計上都可以是「託管者」，而且合作能不能獲得啟動的認可是以實際上「託管者」同意的數目為依據，而不是「託管者」本身是誰為依據，因此公平性與不記名性皆獲得了保障。除了「多重簽名託管機制」的應用外，智能契約的另一個優勢是降低重覆賽局中的交易成本，例如在一般性的國際貨品貿易活動中，一旦出口方將賣買契約中的貨物送達進口方指定之地點時，這筆跨國性的交易活動其實可以運用智能契約的模式向出口方進行自動付款。

智能契約真正棘手的挑戰是，除非區塊鏈上隨時都有交易時所需要的資訊，否則交易當事方必須仰賴於「鏈」外的其它訊息來

¹³ Bronwyn Howell and Petrus Potgieter, "Uncertainty and Dispute Resolution for Blockchain and Smart Contract Institutions," *Journal of Institutional Economics*, Vol. 17, No. 4 (August 2021): 545-559.

¹⁴ *Ibid.*

¹⁵ Jaideep Ghosh, "The Blockchain: Opportunities for Research in Information Systems and Information Technology," *Journal of Global Information Technology Management*, Vol. 22, No. 4 (2019): 235-242.



8 科技對國際合作之影響：

以區塊鏈科技應用於暖化治理為例

International and Public Affairs

源，而「託管者」也無法正確的判定一項合作究竟適不適合啟動。在這樣的限制下，預言機(oracle)出現了，這是一種為智能契約提供補強的技術，把關鍵的外部資訊帶進「鏈」中使得合作順利獲得執行。¹⁶文獻指出，區塊鏈為了確保資訊的品質(真實性與正確性)而必然是一個封閉系統，「鏈」的參與者只能獲取鏈『內』的資訊。¹⁷在此情況下，智能契約自然也就無法獲取鏈『外』的數據，可是如果鏈外的資訊會影響到合作內容時，BT 要怎麼克服系統封閉性的問題？

基於智能契約其實就是明確化執行條件的程式碼，當特定情境(scenarios)的條件客觀上獲得成就時，自動履行的功能就開始運作，所以如果可以預見智能契約獲得執行的情境條件有可能仰賴區塊鏈『外』部的訊息時，可以事先安置一台預言機，透過它將鏈外的數據引入到鏈內。簡言之，功能較優的區塊鏈不可能是完全封閉式的，而是必須建立一個預言機來作為自己和鏈外世界的橋樑。預言機目前具體應用最普遍的是在金融領域的去中心化，各式各樣與加密貨幣的幣價相關的應用前仆後繼被研發，而這些虛擬金融商品的即時價格資訊便是存在於區塊鏈外部的市場環境當中，必須仰賴預言機來將資訊引入區塊鏈，如此智能契約才能更有效率的運作。

然而，在區塊鏈的世界裡，由於預言機技術的發展，預測市場(prediction markets)開始受到期待。¹⁸所謂的預測市場其實和傳統的期貨交易十分類似，也就是以進行預測為目的而產生的一種投機性市場，將可能會發生的「未來事件」當作一種商品來交易，呈現在期貨市場中。投資客根據自己的判斷決定買不買一項特定事件的發生機率；看好者就買進，不看好者就賣出，最終這個特定事件

¹⁶ Jack Peterson, Joseph Krug, Micah Zoltu, Austin K. Williams, and Stephanie Alexander, "Augur: a Decentralized Oracle and Prediction Market Platform," via at: <https://www.allcryptowhitepapers.com/wp-content/uploads/2018/05/Augur-white-paper.pdf> (last visited: 2022/06/01).

¹⁷ *Ibid.*

¹⁸ Joshua Dubin, "Blockchain Prediction Markets: Where They Came From, Why They Matter & How to Regulate Those Involved," *Washington University Law Review*, Vol. 97, No. 2 (2019): 575-606.



的市場價格就是它可能會發生之機率。此種關於「未來事件」的技術性操作不僅是射倖遊戲的具體化，也逐漸被廣泛應用在電影票房的預估、運動賽事的簽賭，甚至是民主國家選舉的預測。毋寧，在一個去中心化的區塊鏈平台上，任何參與者皆可以對任何事件發起一個訴諸於未來變化結果的交易，只要這個區塊鏈本身的智能契約功能夠強，同時又有預言機技術讓鏈內與鏈外資訊流通不受阻礙。一旦參與者發起這樣的未來事件交易後，有意與之合作的其它參與者就可以透過智能契約來設定條件和自動履行的時機與方式，當客觀情境被驗證或核可執行的時候，交易內容就會自動執行。應附帶說明的是，對於未來事件發生機率高低之判斷，基本上係由區塊鏈中的參與者（或取得特定資格的用戶）來決定，這些參與者或用戶在提供自己判斷的資訊時，會獲得一定的報償。所以，BT 的本身有很強的認證性，不僅鼓勵它的參與者去核實內部與外部的資訊，也透過去中心化的制度特色降低了貪污、造假、違約等傳統合作之缺失。

參、 建立在區塊鏈基礎上的國際合作

本文的核心主張是，BT 因為具有前述第貳部分的特色，以致能夠促成一個去中心化的國際合作，或是讓傳統的國際合作得到更好之維繫。不過，這裡指涉的國際合作在實質內容上可能更趨近於全球治理，特別是在參與者的資格上並不限於主權國家或是政府間性質的國際組織。¹⁹文獻上已有論者用運算治理(algorithmic

¹⁹ 文獻上雖然不乏關於全球治理的研究，同時定義上也試圖與政府間的國際合作加以區別，但兩者之間究竟是全然有別的兩個概念，還是有部分交集，長期以來並沒有被國關學界加以釐清。本文認為，除行為者限定在主權國家或由國家所組成的國際組織外，國際合作之目的可以為善，亦可以為惡，其重點在於利益之取得。相較之下，全球治理雖然在參與者的資格上不限於主權國家或國際組織，但其目的是為了達到善治(good governance)，也就是限於有益國際社會之事項。類似觀點可見：Klaus Dingwerth and Philipp Pattberg, "Global Governance as a Perspective on World Politics," *Global Governance*, Vol. 12, No. 2 (Juen 2006): 185-203.



10 科技對國際合作之影響：

以區塊鏈科技應用於暖化治理為例

International and Public Affairs

governance)來形容這種新的合作型態，²⁰它的起源與 Facebook、Google，還有 Amazon 等跨國性的科技公司使用大數據來分析和預測海量消費者的行為及市場變化密切相關。「運算治理」在至少兩個方面影響了國際關係；首先，隨著像 Facebook 這樣的科技公司越來越大量且全面性的控制不特定地球多數人的資訊管道、社會聯繫和經濟活動，「運算治理」的能力讓 Facebook 這樣的非國家行為者具有等同或甚至凌駕主權國家的治理權力。²¹其次，主權國家自己在治理工作上變得越來越依賴「運算科技」，以致政府必須和擁有類此技術的企業或行為者合作，或賦予它們一定的權力，「國家—科技企業」的關係因此出現轉變。²²

儘管將 BT 應用於國際合作會不免帶有一些「運算治理」的成分，但本文聚焦的面向是那些在分散式計算機網路中同時進行的數個運算及其獲得之結果。以下將說明運用區塊鏈的國際合作為何能夠改善既存暖化治理的一些缺失，以致能夠裨益溫室氣體（特別是二氧化碳）減量的落實。

首先，因應全球暖化將無可避免地面對多項複雜或困難的合作問題（從大氣治理、產業轉型、災害防治，到社區韌性等等），這使得 BT 的應用非常適合成為暖化治理的一環，甚至可以合理預期它將變成主流的治理模式。²³具體來說，在減緩(mitigation)議題上，最重要的問題是如何防止有國家變成搭便車者(free rider)，也就是在各國努力減少自己的溫室氣體排量時，有少數一兩個國家沒有認真減排或甚至還增加排放量。而在調適(adaptation)議題上，

²⁰ Swati Srivastava, "Algorithmic Governance and the International Politics of Big Tech," *Perspectives on Politics*, DOI: <https://doi.org/10.1017/S1537592721003145>

²¹ 這種情況下，「主權退散」的現象將變得更明顯。詳見：Susan Strange, *The Retreat of State* (Cambridge: Cambridge University Press, 1996).

²² Zeynep Engin and Philip Treleaven, "Algorithmic Government: Automating Public Services and Supporting Civil Servants in using Data Science Technologies," *The Computer Journal*, Vol. 62, No. 3 (March 2019): 448-460.

²³ Adele Parmentola, Antonella Petrillo, Ilaria Tutore, and Fabio De Felice, "Is Blockchain Able to Enhance Environmental Sustainability? A Systematic Review and Research Agenda from The Perspective of Sustainable Development Goals (SDGs)," *Business Strategy and the Environment*, Vol. 31, No. 1 (January 2022): 194-217.



最主要的問題是責任與風險的分配，即如何在各主權國家間分攤適應全球暖化的各種成本。實際上，減緩與調適這兩個議題並不是彼此相互獨立的；相反地，它們密切相關，以致於讓暖化治理的相關談判變得複雜，也增加了成功治理的困難度。舉例來說，國際社會對於「減緩」的努力不足，導致在「調適」上需要更積極地投入，但偏偏南方國家在這一塊的能力又明顯不足。

其次，暖化治理還涉及到許多國家國內層次的利益分配，這使得國內政治足以妨礙國際共同因應暖化的可能性。事實上，某些國家的內部既得利益團體（例如：石化產業）會對政府施加強大的遊說壓力，阻撓母國政府在國際場合上提出標準太高或具有企圖心的減排承諾。非政府組織 **InfluenceMap** 曾做過調查，證實許多已開發工業化國家的企業對環境立法的影響。值得注意的是，企業會組成產業協會或商業組織（例如：歐洲化學工業協會、澳大利亞商業理事會、日本工商聯合會等），對近年來有關暖化治理的各國立法表達強烈反對之立場。²⁴儘管如此，暖化問題的日益嚴重讓一些有能力或意願改變現狀的非國家行為者漸漸浮現檯面，它們不但行動積極而且從各個面向敦促主權國家正視暖化的問題。舉例來說，很多國家的城市非常積極地轉型成為「綠色城市」，同時遊說本國政府去碳化(decarbonization)。²⁵這些城市中有一些已建立起跨國性的網絡，像是 C40 城市氣候領導聯盟(C40 Cities Climate Leadership Group)，並且將抗暖行動予以制度化。此外，地方環境倡議國際理事會(International Council for Local Environmental Initiatives, ICLEI)和城市轉型聯盟(Coalition for Urban Transitions)最近還發表了一項可信度極高的研究報告，說明鼓勵城市進行碳中和將有助於緩解當前的暖化危機。²⁶

²⁴ InfluenceMap, "Corporate Lobbying: How Companies Really Impact Progress on Climate," via at: <https://influencemap.org/climate-lobbying> (last visited: 2022/06/20).

²⁵ Michele Betsill and Harriet Bulkeley, "Cities and the Multilevel Governance of Global Climate Change," *Global Governance*, Vol. 12, No. 2 (April/June 2006): 141-159.

²⁶ Coalition for Urban Transitions, *Seizing The Urban Opportunity*, via at: <https://urbantransitions.global/wp->



12 科技對國際合作之影響：

以區塊鏈科技應用於暖化治理為例

International and Public Affairs

從上述的發展情況來看，若能進一步將 BT 引入國際間的暖化治理，對於減少溫室氣體的排放將能帶來更多正向裨益，²⁷茲舉一例說明之。非營利組織電子鏈(ElectricChain)自 2014 年開始發行太陽幣(SolarCoin)，²⁸是全球第一個也是目前最有規模和制度化的太陽能發電獎勵計畫，任何個人或組織只要提供 100 萬瓦的太陽能發電量，就可兌換到 1 個太陽幣。原理上，太陽幣與比特幣都是透過「挖礦」(mining)方式獲得的一種工作證明，但實務上大多數的太陽幣只能用每一小時累積到的太陽能電力量來進行換算，藉此鼓勵提供太陽能的生產者和使用太陽能的消費者。太陽幣因此成為一種支持綠色能源的證明，然後經由加密貨幣的 BT 讓其成為可以交易的虛擬貨幣，被不同行為者用來進行跨國買賣，或換成任何國家的法定貨幣。ElectricChain 當初發行時，預計用 40 年的時間發行 975 億的太陽幣，即相當於 97.5 兆度之太陽能發電量。²⁹以目前的成效來看，截至 2022 年 6 月初，全球已約有 6,483 萬枚太陽幣在市場上流通，總價值約 2 萬 8,000 美元。雖然發行至今只有少數國家的電力公司接受用戶以太陽幣來支付電款，但因為太陽幣已獲得國際再生能源總署(International Renewable Energy Agency)及歐洲太陽能產業協會(European Photovoltaic Industry Association)等組織的認可，未來市場價值的成長空間相當看好。³⁰

content/uploads/2021/03/Seizing_the_Urban_Opportunity_WEB-1.pdf (last visited: 2022/06/22).

²⁷ 因為市場上已經有透過區塊鏈來完成點對點的能源交易，而且效果不差。

²⁸ 官方網址與相關資訊請見：<https://solarcoin.org/> (last visited: 2022/06/12).

²⁹ Merlinda Andoni, et al., "Blockchain Technology in the Energy Sector: a Systematic Review of Challenges and Opportunities," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 100 (February 2019): 143-174; Florent Andrillon, "SolarCoin: Incentivising Solar PV Energy Production through Blockchain Innovation," PVTECH (June 14th, 2017), via at: <https://www.pv-tech.org/solarcoin-incentivising-solar-pv-energy-production-through-blockchain-innov/> (last visited: 2022/06/02).

³⁰ 如同最近狗狗幣(Dogecoin)價值的飆升，即便是一開始不被看好的加密貨幣，也可能因為某些人士或企業的支持，而在市場上成為具有交換價值的資產。參考："Dogecoin Value Soars after Elon Musk Says It Will Be Accepted for Tesla Goods," *The Guardian* (June 14, 2022), via at: <https://www.theguardian.com/technology/2022/jan/14/dogecoin-value-soars-after-elon-musk-says-it-will-be-accepted-for-tesla-goods> (last visited:



由上述說明可知，國際層次的暖化治理儘管受限於主權國家間合作的諸多問題而長期成效不彰，但減排溫室氣體實際上是一個在個人層次就能著手執行的事情。因此，如果我們可以透過 BT 去形成一個跨國性的合作平台，並且讓國家與非國家行為者皆能參與其中，同時在制度設計上引入改變個人消費行為或調整企業生產活動的誘因，然後運用智能契約在這個去中心化的合作系統裡落實義務被執行的可靠度，一個又一個的綠色消費和綠色生產行為是可以被合理預見的。在下文第肆部分的論點分析中，會聚焦介紹三項 BT 優化國際合作的面向，並扼要闡釋它們在區塊鏈這樣的合作系統裡如何營造出一個成效更佳的暖化治理。

肆、 區塊鏈技術下暖化治理的美麗與哀愁

BT 可以從三個面向來促進或維繫國際合作。首先，藉由分散式帳本的原理來提升合作關係中資訊的可靠性與正確性；資訊的問題一旦被解決，合作成功的可能性便會增加。國際制度的功能其實也是如此，但以 BT 為基礎的國際合作能夠更為有效地提升資訊品質，特別是對不實資訊的防堵。第二，BT 可以將補償支付(side-payments)融入合作的制度中，提供一個既安全又有效率的方式讓有意願和能力的人提供更多的合作誘因，藉此解決義務分配的問題。³¹第三，透過某些執行條件的設定，BT 可以運用智能契約的原理來強化合作中國家承諾的可信度。

然而，將 BT 運用於國際合作，特別本文在第參部分提到的暖化治理時，有可能會陷入菁英宰制之困境。此項困境的發生恐怕不

2022/06/22).

³¹ 補償支付在交易中有「暗盤」屬性，因此被不少文獻質疑有逾越制度的道德風險。然而，BT 相較於傳統的合作模式，大幅提高了資訊的真實性與透明度，反而讓補償支付得以檯面化。毋寧，只要合作的結果是利大於弊，透過對受損的參與者提出適當補償，並將補償的資訊公開，區塊鏈中的合作可以更為順暢的推展。詳見：Debi Mishra, Rasleen Kukreja, and Arun Mishra, "Blockchain as A Governance Mechanism for Tackling Dark Side Effects in Interorganizational Relationships," *International Journal of Organizational Analysis*, Vol. 30 No. 2 (2022): 340-364.



14 科技對國際合作之影響：

以區塊鏈科技應用於暖化治理為例

International and Public Affairs

易獲得解決，因為它的根源來自於不同行為者間必然存在的「權力」差異，而導致此種差異的因素太多，殆無可能一一消除。慮及於此，暖化治理雖然可望透過 BT 突破過去傳統合作的諸多侷限（尤其是來自於主權國家），但仍無法全然逸脫現實主義的桎梏。

一、區塊鏈下的美麗

（一）資訊的提供

慮及 BT 分享及提供資訊的方式，以及在防止資料被篡改上的優勢，以 BT 為基礎的國際合作將擁有較佳的能力去克服資訊不對稱或不透明之問題。這樣的應用對於有需要使用驗證、發送或儲存資料的行為者（無論是否為主權國家）而言是一大福音，特別是 BT 用去中心化的方式提供更為安全的資訊。³²當然，鏈外資訊的取得效率會比鏈內來得低，同時取得成本變得比較高，因為此種資訊類型需要仰賴預言機。以暖化治理的情況來看，鏈外資訊的取得和認證將是未來實際應用 BT 於國際合作最大之挑戰。文獻指出，衛星即時影像系統可以扮演預言機的角色，提供雨林保育的即時情況，供區塊鏈的參與者去檢視載明於契約中的義務是否被違反，以及被誰違反，進而究責。³³

³² 事實上這樣的資訊是經過加密與認證的，但同時供應的成本卻下降了。Bob Wigley and Nicolas Cary, *The Future is Decentralised: Blockchains, Distributed Ledgers, and the Future of Sustainable Development*, via at: <https://www.undp.org/publications/future-decentralised> (last visited: 2022/06/23).

³³ Aditya Chaturvedi, "How Satellite Imagery is Crucial for Monitoring Climate Change," *Geospatial World* (January 30th, 2020), via at: <https://www.geospatialworld.net/blogs/satellites-for-monitoring-climate-change/> (last visited: 2022/06/23).



(二) 權利義務的分配

如同某些論者所言，權利義務的分配是妨礙國際合作之一大主因。³⁴然而，國際制度鮮少有辦法真正做到公允地分配權利義務，或是防止有國家在合作過程中不當轉嫁自己的義務給其它合作參與者。事實上，主權國家是利用議題連結的實際情況來調和彼此間的權利益義務分配，也就是一種失之東隅，但收之桑榆的情形。舉例來說，A 國在 X 議題上與 B 國合作，但吃了一點虧，就設法從與 B 國在 Y 合作議題上討回一些好處。³⁵在這個例子中，A 或許最終是損失與利得相互平衡，所以 A 與 B 沒有人是輸家，但 X 與 Y 兩個合作議題都受到了違反，而且維繫此兩種合作的國際制度沒有阻止或矯正這樣的情況。這是國際合作一直以來的流弊，但始終未能杜絕。

然而，如同本文提及的，以 BT 為基礎的國際合作，尤其是運用到智能契約的合作類型，可以避免或緩解上述發生於 A 與 B 之間的分配問題。詳言之，每個合作參與者（無論是否為主權國家）都可將自己真正願意且能夠承擔的義務範圍編寫於智能契約中，以換取另一個（或一些）需要這項義務獲得履行的國家所提供之報償。區塊鏈作為一種類此承諾的資訊提供暨聯繫平台，宛若一種「市場製造者」(market maker)，跟股票市場上的交易計算機有著極為相似之功能，不僅讓供需雙方以更有效率的方式找到彼此，還透過自身大數據的運算能力優勢為合作參與者找到帕累托最適均衡(Pareto-optimal equilibrium)的權利義務分配。³⁶

³⁴ Barbara Koremenos, Charles Lipson, and Duncan Snidal, "The Rational Design of International Institutions," *International Organization*, Vol. 55, No. 4 (Autumn 2001): 775-776.

³⁵ Keohane, *op. cit.*

³⁶ Paolo Zappalà, Marianna Belotti, Maria Potop-Butucaru, and Stefano Secci, "Game Theoretical Framework for Analyzing Blockchains Robustness," presented in 35th International Symposium on Distributed Computing (October 2021), Freiburg, Germany.



(三) 承諾的可信度

由於智能契約可以被精細地操作到將具體遵約的行為者數目設定為契約生效(或執行)之一項條件,使得任何確切希望暖化治理能夠落實更佳溫室氣體減排效果的國家,可以避免面臨被其它國家利用之風險。易言之,那些誠信遵約去認真減排的國家不會再像傻子一樣被搭便車的國家利用,至少這樣的風險或是遵約之損失會在區塊鏈的合作關係中獲得智能契約的保障。³⁷

舉例來說,北方國家被要求提供一定金額的綠色基金,但這個基金實際之給付要等到至少 30 個南方國家都履行自己的國家自主碳排貢獻(nationally determined contributions, NDCs)時,才會在智能契約中被核定為應該履行。如果契約進一步設下南方國家應完成執行減排的時程,若是超過此一時間限制,就算達到自己的 NDCs,也無法自契約中獲得定額的基金。在此種智能契約的內容下,國際社會可以合理預期南方國家會比過往更為積極執行減排。另一種可能的模式是,智能契約中設計當南方國家每超量減排多少高於自己 NDCs 的溫室氣體時,北方國家就會額外提供一定數額的綠色基金,以此作為一種獎勵機制。除此之外,履行減排義務的「未來執行情況」也可以被設計為一項交易商品,由參與合作的行為者自主提供分析此一未來事件的資訊,供國際社會評比特定國家「可能」的實際表現。當這樣的實際表現會影響跨國企業或外資對一國的投資意願或該國在國際社會的聲譽時,政府就會提高減排溫室氣體的意願,畢竟這與其國家利益的增減密切相關。

二、區塊鏈下的哀愁

儘管區塊鏈此一新穎的科技具有本文提及之若干優點,以致我們可以合理預期借助它的相關技術將有助於國際合作的形成與維繫。然而,這些支撐區塊鏈良好運作的機制是彼此相互關聯的。

³⁷ Antonio Miguel Rosado da Cruz, et. a., "Blockchain-based Traceability of Carbon Footprint: A Solidity Smart Contract for Ethereum," in Proceedings of the 22nd International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS 2020), Vol. 2, via at: <https://www.scitepress.org/Papers/2020/94126/94126.pdf>



詳言之，智能契約的有效運作多半必須仰賴預言機提供鏈外資訊，例如：掌握雨林保育的最新狀況，或碳權交易的市場即時變化。預言機所提供之外部新資訊在區塊鏈中一旦獲得驗證，將有助於智能契約判定是否應予自動履行，從而消除國際關係中無政府狀態帶來之許多不確定性和降低不同行為者間的交易成本，實現國際合作一項非常重要的功能，就是讓每個參與者的絕對獲益(*absolute gains*)增加。然而，姑且不論智能契約或預言機的個別成本(例如：研發成本或取得成本)，也暫不考慮要讓這兩個機制成功及順利運轉的技術門檻有多高，同時擁有這兩樣區塊鏈技術的難度，以及讓它們可以彼此相嵌，而不是互相磨損，就是一件困難的任務。

不僅如此，建立在 BT 基礎上的國際合作所促進的是一種近乎「自動化」的新自由制度主義，也就是將國際關係帶向一種行為者相互裨益彼此利益提升，同時又強化集體目標(例如減少溫室氣體排量)落實機率的境界。在這樣的「境界」裡，所有行為者，包括那些最有權力的，都很難去違反自己曾經承諾過的義務，特別是那些已被寫進智能契約中的內容。³⁸然而，區塊鏈本身就是一種合作形式，它的參與者就是那些對於合作有需求的人，而所謂對「合作有需求的人」其實就是弱者(能力不足者)，即那些無法僅憑一己之力就實現自我慾望的行為者。這也就是說，權力或能力相對比較強的行為者未必需要進入到區塊鏈這個資料結構系統裡，而且權力或能力越強的行為者這種需求越小，它們若不是自己能夠獨立實現自己的慾望，就是還有其它方法可以達成自己的目標，而且成本比選擇參與區塊鏈要來得低。一言以蔽之，當權力較大的行為者成為區塊鏈中的一分子時，它的確很難違反自己的義務，這點是區塊鏈式的合作優於傳統國際合作的地方，但如果有權力的行為者選擇不加入或欠缺參與區塊鏈的意願時，目前的 BT 恐怕就束手無策了。

³⁸ 此一情況其實與新自由制度主義者的主張十分相近，即行為者透過國際制度進行自我約束，並在由制度維繫的秩序下獲得經濟繁榮、和平穩定的相互關係，以及每個人生存條件的改善。



18 科技對國際合作之影響：

以區塊鏈科技應用於暖化治理為例

International and Public Affairs

毋寧，基於 BT 的國際合作在一定程度上會受到權力不對稱的影響。由於科技也還是被相嵌在一個特定的人類社會環境中，因此區塊鏈也必然要以反映既有國際關係權力結構及其分配的方式來運轉。即便本文同意執行暖化治理這樣的國際合作可以受惠於 BT，但這不等於以 BT 為基礎的國際合作實現了新自由制度主義的理想，因為在抑制溫室氣體排量這個場域裡所既已存在之權力分配相當不對稱，³⁹儘管區塊鏈式的合作已經讓非國家行為者在鏈內取得發揮自己影響力的管道或是獲得較為平等之地位，但 BT 不太可能克服或超越國際體系中溫室氣體排量大國帶來的實質性限制。簡言之，如果排放大國不參加暖化治理的區塊鏈合作機制（無論是消極不參加或積極抵制），這樣的合作依舊治理成效有限。⁴⁰

顯然，如果以 BT 為基礎的國際合作在義務履行上因為智能契約而變得欠缺彈性，有權力的大國會欠缺參與意願，而沒有大國加入之區塊鏈，整體效能會受到一定程度的限制。⁴¹但諷刺的是，如果我們在執行程式之撰寫上讓智能契約的履行條件變得較有彈性，那便無異於是《巴黎協定》中 NDCs 條款的翻版，將那些其實最應該被嚴格約束其排量的國家豁免於應該最被認真執行的範疇。此外，建立區塊鏈平台的相關技術性知識集中在少數精通此專業領域的行為者手中，這些行為者可以利用這樣的知識掌握區塊鏈的制度設計主導權，就好比一直以來強權國家在創建與設計國

³⁹ 在北京當局轄下的中國，溫室氣體排量已經超過美國和全球所有已開發國家的總和，佔全球總排放量約 27%；而排量第二的美國約佔全球總排放量 11%。兩國相加接近 40% 的全球排量，絕對性的主導國際社會抗暖的成敗。毋寧，溫室氣體的「排放大國」(great emitters)無論是否參與暖化治理，都對這樣的合作具有絕對性的影響力。參考：Wayne Tan, "The Decline of Multilateral Cooperation: On the Rising of Fragmentation Mode for Governing Global Warming," *Journal of International Politics*, Vol. 2, No. 1 (2020): 1-15.

⁴⁰ 國關學界目前可能還較少討論權力平衡(balance of power)與區塊鏈之間的相互影響，但在資訊工程領域，已有近似觀點的研究。詳見：Primavera De Filippi, "The Invisible Politics of Bitcoin: Governance Crisis of a Decentralised Infrastructure," *Internet Policy Review*, Vol. 5, No. 3 (September 2016): 1-28.

⁴¹ Jeremy Sklaroff, "Smart Contracts and the Cost of Inflexibility," *University of Pennsylvania Journal of International Law*, Vol. 166 (2017): 263-303.



際制度時利用它們的知識來謀取較多的私利。⁴²因此，我們不能排除一種風險，就是當使用 BT 來促進或維繫國際合作以因應棘手的全球暖化或其它跨國性危機的需求不斷增加時，擁有區塊鏈相關專業知識或資源的行為者會變得越來越強勢，以致形成一種新的權力不對稱關係或優勢者對劣勢者的宰制，甚至以犧牲弱者利益為代價去交換區塊鏈運作的順暢或效能。

伍、 結論

科技始終來自人性，而人性永遠不能盡信。正是因為如此，建立在防偽與驗證此一核心基礎上的區塊鏈及其相關技術為不同行為者間的合作帶來顛覆性的革命。本文借花獻佛，嘗試討論一種將 BT 應用於國際合作的可行性，並粗淺地分析此種可行性能夠帶來的好處，特別是它如何克服一些過往妨礙或阻撓國際合作的重大問題，例如欺詐、不遵約、權利義務的分配與執行等。從對理論的可能貢獻來說，BT 具有一項很大的潛力，就是它有可能改變行為者（無論國家或非國家）在合作過程中的行為偏好。而在某些議題領域（例如暖化治理），具有資訊、資源或技術的非國家行為者可以透過區塊鏈來改變主權國家不願意積極減排溫室氣體的行為。此外，因為區塊鏈是一個去中心化的治理體系，所以霸權國的重要性在這樣的合作關係裡被削弱了，合作的中立性與公平性將獲得一定程度的提升，這有助於新自由制度主義者去實踐自己長期以來對於國際秩序的承諾。⁴³儘管本文在分析過程中發現區塊鏈形式的合作還是有一些缺點，以致未對以 BT 為基礎的國際合作或暖化治理採取樂觀論，但與傳統或既存的國際合作模式相比，基於區塊鏈的合作在治理成效上應該是可以帶給人類社會更好的結果。

⁴² Tana Johnson and Johannes Urpelainen, "International Bureaucrats and the Formation of Intergovernmental Organizations: Institutional Design Discretion Sweetens the Pot," *International Organization*, Vol. 68, No. 1 (January 2014): 177-209.

⁴³ Robert Keohane and Lisa Martin, "The Promise of Institutionalist Theory," *International Security*, Vol. 20, No. 1 (Summer 1995): 39-51.



20 科技對國際合作之影響：

以區塊鏈科技應用於暖化治理為例

International and Public Affairs

應予留意的是，從「科技」作為一個自變項以及將它投入到國際合作的實際應用後，會對新自由制度主義帶來弱化還是強化的面向來思考時，本文的研究指出了一個發人深省的觀點。詳言之，以 BT 為基礎的國際合作終究還是難以逸脫「權力」這個元素；無論從制度的設計、制度的運作，還是制度的參與來看，權力皆與科技緊緊地交纏。毋寧，區塊鏈與國際關係結合的真正挑戰不在於這個「鏈」處於一個虛擬的網絡世界，反而是這個「鏈」的發生及其結果依舊沒有走出現實主義的核心範疇：權力（或能力）。當擁有區塊鏈相關技術的行為者有意願建立或參與一些運用此新穎科技的國際合作時，我們無法保證它們不會將區塊鏈的合作設計成最有利於它們自己的態樣。⁴⁴這意謂著，新自由制度主義有關國際合作的論點如果不考慮行為者間權力分配的問題，它所堅持的制度承諾(*the promise of institutions*)將是令人質疑的。

本文目前在具體個案的探討上只考慮了暖化治理，因此日後拓展到其它跨國問題或危機的討論是必要的，也能增加我們對於區塊鏈實際效能的掌握。不過，以下三個因為研究區塊鏈與國際合作關聯性所衍生出之問題，也同樣值得國關研究者投入心力去探索和釐清：(1)以 BT 為基礎的國際合作對哪一種行為者最有利？如果答案是擁有 BT 相關資源的行為者，那區塊鏈的合作是否會逐漸呈現階級制？(2)應用 BT 形成的國際合作對於既已存在的許多國際制度（從條約到組織）會不會產生一種競爭性的替代關係？(3)無政府狀態，這個所有目前國際關係理論都要嚴陣以待處理和回應的核心前提(*assumption*)或客觀事實(*fact*)，會因為區塊鏈式的合作普及化而漸漸影響力下降嗎？具體一點說，在區塊鏈的虛擬網絡世界裡，安全困境、囚犯困境、南北問題、階級對立等問題，會獲得紓解還是更加嚴峻？

囿於篇幅限制和筆者能力未逮，本文未能對上述這些問題加

⁴⁴ 類似的疑慮已在文獻中被提及，只是並非針對區塊鏈的研究。請參考：
Michael Manulak, "Leading by Design: Informal Influence and International Secretariats," *Review of International Organizations*, Vol. 12, No. 4 (December 2017): 497-522.



以討論，冀盼好奇於科技與國際關係或全球政經流動之互動關係的同好，能陸續投注心力於此議題之研究。

參考文獻

中文

王毅丞。實戰區塊鏈技術:加密貨幣與密碼學 (台北: 碁峰資訊, 2018 年)。

林玟君。「區塊鏈智能合約的契約法問題」, 國立中正大學法學集刊, 第 63 期 (2019 年 9 月), 頁 235-277。

英文

Andoni, Merlinda, et al. "Blockchain Technology in the Energy Sector: a Systematic Review of Challenges and Opportunities," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 100 (February 2019): 143-174.

Andrade, Tonio. *The Gunpowder Age: China, Military Innovation, and the Rise of the West in World History* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 2016)

Andrillon, Florent. "SolarCoin: Incentivising Solar PV Energy Production through Blockchain Innovation," PVTECH (June 14th, 2017), via at: <https://www.pv-tech.org/solarcoin-incentivising-solar-pv-energy-production-through-blockchain-innov/>

Back, Adam. "Hashcash - A Denial of Service Counter-Measure," via at: <http://www.hashcash.org/hashcash.pdf>

Betsill, Michele, and Harriet Bulkeley, "Cities and the Multilevel Governance of Global Climate Change," *Global Governance*, Vol. 12, No. 2 (April/June 2006): 141-159.



22 科技對國際合作之影響：
以區塊鏈科技應用於暖化治理為例
International and Public Affairs

Chaturvedi, Aditya, “How Satellite Imagery is Crucial for Monitoring Climate Change,” *Geospatial World* (January 30th, 2020), via at: <https://www.geospatialworld.net/blogs/satellites-for-monitoring-climate-change/>

Coalition for Urban Transitions, Seizing The Urban Opportunity, via at: https://urbantransitions.global/wp-content/uploads/2021/03/Seizing_the_Urban_Opportunity_WEB-1.pdf

da Cruz, Antonio Miguel Rosado, et. a., “Blockchain-based Traceability of Carbon Footprint: A Solidity Smart Contract for Ethereum,” in Proceedings of the 22nd International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS 2020), Vol. 2, via at: <https://www.scitepress.org/Papers/2020/94126/94126.pdf>

De Filippi, Primavera, “The Invisible Politics of Bitcoin: Governance Crisis of a Decentralised Infrastructure,” *Internet Policy Review*, Vol. 5, No. 3 (September 2016): 1-28.

Dingwerth, Klaus, and Philipp Pattberg, “Global Governance as a Perspective on World Politics,” *Global Governance*, Vol. 12, No. 2 (Juen 2006): 185-203.

“Dogecoin Value Soars after Elon Musk Says It Will Be Accepted for Tesla Goods,” *The Guardian* (June 14, 2022), via at: <https://www.theguardian.com/technology/2022/jan/14/dogecoin-value-soars-after-elon-musk-says-it-will-be-accepted-for-tesla-goods>

Drezner, Daniel. “Technological Change and International Relations,” *International Relations*, Vol. 33, No. 2 (June 2019): 286-303.

Dubin, Joshua. “Blockchain Prediction Markets: Where They Came From, Why They Matter & How to Regulate Those Involved,” *Washington University Law Review*, Vol. 97, No. 2 (2019): 575-606.

Engin, Zeynep, and Philip Treleaven, “Algorithmic Government:



- Automating Public Services and Supporting Civil Servants in using Data Science Technologies,” *The Computer Journal*, Vol. 62, No. 3 (March 2019): 448-460.
- Garcia, Denise. “Future Arms, Technologies, and International Law: Preventive Security Governance,” *European Journal of International Security*, Vol. 1, No. 1 (January 2016): 94-111.
- Ghosh, Jaideep. “The Blockchain: Opportunities for Research in Information Systems and Information Technology,” *Journal of Global Information Technology Management*, Vol. 22, No. 4 (2019): 235-242.
- Hofmann, Claudia. *Learning in Modern International Society: On the Cognitive Problem Solving Abilities of Political Actors* (Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 2008).
- Howell, Bronwyn, and Petrus Potgieter. “Uncertainty and Dispute Resolution for Blockchain and Smart Contract Institutions,” *Journal of Institutional Economics*, Vol. 17, No. 4 (August 2021): 545-559.
- Ikenberry, G. John. *After Victory: Institutions, Strategic Restraint, and the Rebuilding of Order after Major Wars* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 2001).
- Ikenberry, G. John. “The End of Liberal International Order?” *International Affairs*, Vol. 94, No. 1 (2018): 7-23.
- InfluenceMap, “Corporate Lobbying: How Companies Really Impact Progress on Climate,” via at: <https://influencemap.org/climate-lobbying>
- Johnson, Tana and Johannes Urpelainen, “International Bureaucrats and the Formation of Intergovernmental Organizations: Institutional Design Discretion Sweetens the Pot,” *International Organization*, Vol. 68, No. 1 (January 2014): 177-209.
- Keohane, Robert. *After Hegemony: Cooperation and Discord in the World Political Economy* (Princeton, NJ: Princeton University



24 科技對國際合作之影響：

以區塊鏈科技應用於暖化治理為例

International and Public Affairs

Press, 1984).

Keohane, Robert, and Lisa Martin, “The Promise of Institutional Theory,” *International Security*, Vol. 20, No. 1 (Summer 1995): 39-51.

Koremenos, Barbara, Charles Lipson, and Duncan Snidal, “The Rational Design of International Institutions,” *International Organization*, Vol. 55, No. 4 (Autumn 2001): 775-776.

Manulak, Michael, “Leading by Design: Informal Influence and International Secretariats,” *Review of International Organizations*, Vol. 12, No. 4 (December 2017): 497-522.

Mearsheimer, John. *The Great Delusion: Liberal Dreams and International Realities* (New Haven: Yale University Press, 2018).

Mishra, Debi, Rasleen Kukreja, and Arun Mishra, “Blockchain as A Governance Mechanism for Tackling Dark Side Effects in Interorganizational Relationships,” *International Journal of Organizational Analysis*, Vol. 30 No. 2 (2022): 340-364.

Nakamoto, Satoshi. “Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System,” <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>

Parmentola, Adele, Antonella Petrillo, Ilaria Tutore, and Fabio De Felice, “Is Blockchain Able to Enhance Environmental Sustainability? A Systematic Review and Research Agenda from The Perspective of Sustainable Development Goals (SDGs),” *Business Strategy and the Environment*, Vol. 31, No. 1 (January 2022): 194-217.

Peterson, Jack, Joseph Krug, Micah Zoltu, Austin K. Williams, and Stephanie Alexander. “Augur: a Decentralized Oracle and Prediction Market Platform,” via at: <https://www.allcryptowhitepapers.com/wp-content/uploads/2018/05/Augur-white-paper.pdf>.

Pilkington, M. “Blockchain Technology: Principles and Applications,” in F. Xavier Olleros and Majlinda Zhegu, eds., *Research*



- Handbook on Digital Transformations* (London: Edward Elgar, 2016): 225-253.
- Sklaroff, Jeremy, “Smart Contracts and the Cost of Inflexibility,” *University of Pennsylvania Journal of International Law*, Vol. 166 (2017): 263-303.
- Srivastava, Swati. “Algorithmic Governance and the International Politics of Big Tech,” *Perspectives on Politics*, DOI: <https://doi.org/10.1017/S1537592721003145>
- Strange, Susan. *The Retreat of State* (Cambridge: Cambridge University Press, 1996).
- Tapscott, Don, and Alex Tapscott, *Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin Is Changing Money, Business, and the World* (New York: Penguin Random House, 2016).
- Tan, Wei-en. “State-Centric Realism Eclipsed: TNCs as the Rising Powerful Actors in the Age of Trade Liberalization,” *Journal of Politics and Law*, Vol. 8, No. 4 (November 2015): 223-232.
- Tan, Wayne, “The Decline of Multilateral Cooperation: On the Rising of Fragmentation Mode for Governing Global Warming,” *Journal of International Politics*, Vol. 2, No. 1 (2020): 1-15.
- Weiss, Charles. “How Do Science and Technology Affect International Affairs?” *Minerva*, Vol. 53, No. 4 (November 2015): 411-430
- Wigley, Bob, and Nicolas Cary, *The Future is Decentralised: Blockchains, Distributed Ledgers, and the Future of Sustainable Development*, via at: <https://www.undp.org/publications/future-decentralised>
- World Bank, “Blockchain & Distributed Ledger Technology (DLT),” *Brief* (April 12, 2018), via at: <https://www.worldbank.org/en/topic/financialsector/brief/blockchain-dlt>
- Zappalà, Paolo, Marianna Belotti, Maria Potop-Butucaru, and Stefano Secci, “Game Theoretical Framework for Analyzing Blockchains



26 科技對國際合作之影響：
以區塊鏈科技應用於暖化治理為例
International and Public Affairs

Robustness,” presented in 35th International Symposium on
Distributed Computing (October 2021), Freiburg, Germany.



The Influence of Technology on International Cooperation: A Case Study of Using Blockchain Technology in Warming Governance

Wei-En TAN

Associate Professor,

Graduate Institute of International Politics, National Chung Hsing University

Abstract

In recent years, the liberal international order (LIO) has been impacted by a bunch of critical focusing events and is gradually facing disintegration or weakening. How to revive international cooperation has therefore become a central concern in the field of IR and this paper is one among them. Compared with the existing literature, this paper has two features. First, it identifies ‘technology’ as a variable distinct from international institutions. Second, by exploring the nature and characteristics of blockchain and its related technologies, it clarifies whether participants in international cooperation can benefit from blockchain technology (BT).

The findings show that the warming governance based on BT is able to fulfil the neoliberalist promise to international cooperation and enable an outcome that is more effective than ever. Nevertheless, such a warming governance, empowered by BT, may not necessarily be equally successful in other international issues. On the other hand, although global warming governance can take the edge off BT, it is difficult to escape the domination of tech elites. In other words, the



28 科技對國際合作之影響：

以區塊鏈科技應用於暖化治理為例

International and Public Affairs

application of BT into international cooperation can get out of the shackles of state-centric structure and overcome some difficulties that traditional international cooperation usually has, but it is still hard to escape out of the shadow of power and the problem of power distribution.

Keywords: International Cooperation, Blockchain Technology, Neoliberal Institutionalism, Decentralized Governance System

