

海底雲端： 網際網路的基礎設施探問*

唐士哲**

投稿日期：2020 年 1 月 4 日；通過日期：2020 年 6 月 11 日。

* 本文為科技部 107 年度計畫《基礎設施在媒介研究中的重要性》（計畫編號：MOST107-2410-H-194-045）的部分執行成果。作者感謝論文兩位審查者提供富建設性的審查建議，以及計畫研究助理黃仁禧在資料蒐集過程的協助。

** 唐士哲為國立中正大學傳播學系教授，email: shihjet@gmail.com。

本文引用格式：

唐士哲（2020）。〈海底雲端：網際網路的基礎設施探問〉，《新聞學研究》，145: 1-48。

DOI: 10.30386/MCR.202010_(145).0001

《摘要》

社會作為一個有機體的系統思維，起源於交通與傳播基礎設施在空間上的擴張。本文依此思想的物質基礎，探討網際網路作為一個溝通系統的基礎設施意涵。本文首先探討系統概念與近代交通及通訊網絡的關聯性，並依此主張以基礎設施作為探索網際網路系統意涵的視角。取徑人類學者 Geoffrey Bowker 與 Susan Leigh Star 的討論，本文將線纜視為彰顯網路社會意涵的「邊界物」，並探究這項連結的基礎設施在社群以及地理空間整合上的關鍵角色。就社群連結而言，線纜透過劃一的通訊協定，使得網路在研發階段整合了包括戰略、科學與商業企圖的社群，因此體現其作為社會—技術制度的特性。就地理空間的連結而言，海底電纜的鋪設與斷線涉及的多重地緣政治的意涵，包括網路線纜如何遂行全球監視系統，以及線纜越洋連結帶動的高科技走廊或科技園區如何具體化數位資本主義的向外連結、對內產生掠奪與排除的資本積累邏輯。

關鍵詞：系統、海底電纜、基礎設施、媒介、網際網路

緒論

第五代行動通訊（簡稱 5G）已經上路，作為最新一代的蜂巢行動通訊技術，5G 具備高速率、低延遲、低耗能，以及系統容量加大等優勢。如果第四代行動通訊（4G）代表行動通訊服務的雲端化，讓手機從單純的通話載具變成可以處理多種工作的智慧型裝置，5G 則是將智慧通訊導入商業用途。在「智慧物聯」這塊大招牌下，5G 承諾可以提供更高品質的視聽娛樂，以及讓醫院、工廠、汽車、飛行器，乃至整座城市都變得有智慧（行政院新聞傳播處，2020 年 1 月 30 日）。

依照上述行政院提供的解釋，如果以一個交通路網規劃的譬喻來簡化行動通訊技術的進展，可以說 4G 先鋪好了馬路，5G 開始招商展店做生意。在區塊鏈、人工智慧、量子計算以及延展實境等前沿科技到來的當下，5G 加寬路面、提高速限，也讓這些正夯的術語從試驗性的情境成為商業模式收編下的日常生活。

然而不管到了幾 G，網路科技進化的「代間」差異仍舊不脫傳統的電波通訊原理範疇。當前最先進的行動通訊具備的技術要件，與第一封電報發出時並沒有物理意義的差異。利用電磁波作為傳輸，路徑可以透過空氣，也可以藉由線纜，在電傳導的大範疇下，技術與標準不斷的提升、細緻化，對於速度、速率、數量等不斷升級的追求，成了具統攝性的政制。

作為全球的連通技術，網際網路打破過往特定領域裡的行動與實踐，造成空間、媒介形式，乃至人／機之間的界線模糊。從影音流、數據流到智慧物流，資訊傳遞的意義由數位化與匯流（convergence）到當前泛物件的智能化連結，科技樂觀論者看到了新社會與文化形式、市

場、新聞產業，乃至個人意識狀態（Jarvis, 2014／陳信宏譯，2017; Kelly, 2017／嚴麗娟譯，2017; Anderson, 2006; Benkler, 2006; Castells, 2012; Jenkins, 2006）。批判的論點則著眼於產業的壟斷與資料運算主導下的權力控制（Fuchs, 2013／羅世宏、徐福德譯，2017; Fuchs, 2014; Morozov, 2011; Murdock, 2015; Rossiter, 2006），以及高科技產業對於生態環境的影響（Gabrys, 2013; Maxwell & Miller, 2015; Mosco, 2014）。

對於網際網路科技型態的「社會存在」著眼於差異，多少忽略了既有的技術思維、連線的社會性與過往的傳播技術型態並非斷裂，而是「交引纏繞」（entanglement），以技術社會哲學家 Bruno Latour（拉圖，2004／雷祥麟譯，2004）的說法：當我們引進一個新的科技產物，便創造一些新的連結，或修改原有的連結，但絕不是取代舊的產物或其曾有的社會連結。這種交引纏繞對於網際網路而言，部分展現於連線的基礎設施在地表上的可見性。網路速度再怎麼飄快，與電視訊號同樣依靠地形地貌上隆起的電塔、都會裡縱橫交雜的管線、連結城鄉的軌道，以及隱沒在海底的線纜傳遞。Maxwell & Miller（2015）指出，過往的媒介研究著重媒介對社會或者個人心理的影響性，卻往往輕忽了這些媒介技術物也是生物領域裡造成的物體實在（physical reality）。他們關心壽命越來越短的手機製造大量的 e 化垃圾的去向問題。e 化垃圾引發「生態」的倫理考量彰顯技術引進生活後，人與自然間如何繼續和諧共生的探問。他們主張數位媒介開啟新紀元的說法，忽略了過往與當前其實是接續的，這接續有物質基礎的連結，也有認識論（epistemology）上的連結。

本文試圖討論這兩種環環相扣的連結。以下的討論以網際網路為主體，探討這項連線的技術涉及的物質建設與社群整合。「網路無國界」的樂觀想像，常常使人忽略線纜串連行經的通路，是凹凸不平的地表。

地理的隔閡與連通，影響了居住於其上的社群生活風貌。所謂「地緣關係」，向來便是取決於各種交通或溝通媒介所帶來的生活資料交流，不管這種資料的本質是物質的或象徵的。

就像「雲端」這個形容自然現象、同時帶點宗教意味的字眼如今被用來形容一種尖端的資料儲存、演算技術，雲端沒有量體，但科技雲是由地表上無數連線的電腦、線纜、伺服器、機房所組成，透過這些巨大、沉重的物件與建築體撐起了輕盈的雲端運算。

人類因著研發、建造的天賦而生產各種技術物，為了普及，必須協商出統一的技術標準與連通架構。這些標準、架構的套用，促使人們開始將肉眼可見的環境抽象化，定義出「系統」、「結構」或「網絡」（Hughes, 1983）。以下的討論將由一個系統的認識論作為起點，第一部分的討論（第壹節）將追溯社會系統思維與近代交通與傳播基礎設施發展的關聯性。在第二部分（第貳至伍節）的討論裡，本文引介人類學者 Geoffrey C. Bowker 與 Susan Leigh Star 的「基礎設施」（同時也是建設、架構）概念，討論基礎設施既隱蔽又具系統整合的特性，以及如何由特定技術物的邊界（boundary）特性，觀察傳播技術的系統促使社會整合、形塑社群生活的動態過程。在第三部分的討論（第陸、柒節）裡，以網際網路為主體，探討網路技術基礎設施化（infrastructuring）的歷程，並且探究作為網絡連結性（connectivity）的關鍵載體——線纜，所涉及的兩層邊界物（boundary object）意涵：分別是網路技術研發階段促成不同社群的整合；以及成為全球資訊基礎設施後，海底電纜的連結所呈現的地緣政治與經濟矛盾。

壹、傳播系統的物質基礎

網絡社會學者 Manuel Castells (柯斯特, 2001, p. 27) 主張「網際網路構造 (architecture) 的公開性, 正是網路力量的主要來源」。然而公開性的物質基礎, 是打破地域隔離的流動關係。人類試圖駕馭流動, 是一段漫長的歷史。早在人開始役使動物 (例如騎馬) 作為移動的工具時, 就開啟了第一種對於空間的抽象化體認——快馬奔馳的速度使得空間成了出發或抵達的相對距離 (Virilio, 1978, as cited in Mattelart, 1996, p. 4)。而「馬力」更是在內燃機發明後, 成了衡量機器拉力功率的單位。

之後, 輪子的使用加上道路建設的改良, 拉近了村落之間的距離, 貨物與人可以不間斷地流通, 路網成了現代城市興起的物質條件 (McLuhan, 1964)。隨著武器的發明與改良而來的軍事征戰, 則擴大了政治統御的版圖, 「帝國」油然而生。羅馬帝國時代修築的道路、驛站, 既可用來行軍, 也是貿易路徑 (Beniger, 1986 / 俞灝敏、邱辛曄譯, 1998)。在「大眾傳播媒介」這個字眼還沒有出現前, 各個不同歷史時間點裡生產資料的溝通傳達就是某種交通設施代理的結果。

1830 年代電報的發明, 開啟了信號傳輸的時代, 資訊傳遞的量與速度可以遠遠超越貨物與人的運輸, 也昭告傳播與交通從此分道揚鑣 (Carey, 1989; Schivelbusch, 1986)。傳播學者 James Carey 曾主張「電報與鐵路成為具整合性系統的艱辛建構歷程, 提供了進入主導 19 世紀『有機』隱喻思想的敲門磚」 (Carey, 1989, p. 215)。鐵路與電報搭配的交通通訊網絡帶來了新的市場交易 (商品的期貨化取代了過往的套利交易)、新的文類 (通訊社發稿的電報式文體成了紀實報導的典範),

以及新的權力統御架構（海底電纜連接帝國中心與邊陲，使得殖民主義進化為事權統一的帝國主義）。但除了這些貢獻，電報與鐵路的關鍵，還在於這些技術啟迪了人對於社會與社群關係的抽象性思考，質言之，透過交通與傳播的基礎設施串連所擴張的地理意識，人開始思考生活環境作為一個可以透過技術控制的系統。

Carey (1989) 將美國的主流傳播研究區分為強調「傳輸」與「儀式」兩種意涵。前者是主導 20 世紀主流行為研究的思維，意即把傳播設想為線性的來源與接收者；後者則是強調透過象徵、文化儀式匯聚的社群力量。傳輸模式即便在行為科學研究的僵化操作下，只著重探究訊息與個人心理、行為、態度的因果關係，窄化了研究視野，但 Carey 卻提醒，「傳輸」這個詞仍不失為理解傳播實踐作為一個地理或交通的有機隱喻 (metaphor)，亦即遂行控制的目的而跨越距離的信號與訊息傳輸，實質上，它投射了歐洲自從大航海時代以來，向外探索的宗教救贖迷思。

傳輸模式所突顯社會控制的重要性，是 Carey 為何提到有機的隱喻之所在。傳播學者 Armand Mattelart 主張，傳播溝通的系統性思維，起源於思考移動、經濟與社會的地理脈絡，也是國家的領土意識興起的關鍵，他以幾個社會學的關鍵字如「系統」、「功能」、「結構」為例，追溯這些關於環境的抽象思考，如何與當時的基礎設施條件有關 (Mattelart, 1996, pp. 6-12)。例如 August Comte (孔德) 的實證哲學將社會組織比擬為一個「有機體」，透過結構、功能與環境 (milieu) 之間的調和，社會得以運行。實證哲學活脫是法國 17 至 19 世紀交通媒介與渠道擴張下的產物：這段時間法國境內的水、陸交通設施漸次擴充。透過徵用前封建主控制的領地發展公用的交通網絡，「王國」的地理疆界逐漸明確化，王權的統御得以事權一致。河道、水閘、橋樑、道路等

工程技術也刺激了製圖學、測量學以及人口統計等學科的發展，王權治理的「領土」等同統合的政治與經濟領域觀念應運而生。法國大革命以後，製圖學同樣富含政治意涵。國民議會成立後的首要行動，是有系統地製作法國地圖，作為確保政治代表之平等的工具（Harvey, 1990／王志弘譯，1993）。

同時期在英國，社會演化論的創始者 Herbert Spencer（史賓塞）則立基於一個動態、演化的觀點，將社會系統透過溝通渠道的複雜化類比為動態、演化的生物有機體。交通與傳播媒介則猶如血管，是維護社會系統達成物質與能量消長關係的「傳遞系統」（distribution system）。將交通網絡類比人體機能，部分源於史賓塞早期受雇於倫敦與伯明罕鐵道公司擔任工程師（Mattelart, 1996, p. 75）。而 19 世紀中期以後電報被廣泛採用，透過電報搭配鐵路，貨物與訊息的傳遞可以源源不絕，社會愈發超越孤立的社群，成員之間透過各式媒介的有機連結，正如一個有機的生物系統運作一般（同上引；Spencer, 1967, p. 24）。由獸徑、鄉道進展到運河、鐵道、公路，透過交通功能的分殊化而漸趨成為個別成員複雜但相互依存的功能體系。過程中，商業行為由點至面、頻率由疏轉密，逐漸擴張成型的商品通路猶如生命體滿布的血管，櫛比鱗次的傳輸媒介通路與社會系統的複雜化並駕齊驅。

如果有機系統的思維是受到交通運輸媒介在地表上的擴張啟發，是以空間思考系統，到了 20 世紀，電訊傳播媒介如電話、廣播等「資訊傳輸」，則為系統的思維增加了時間的序列性。任職於貝爾實驗室的 Claude Shannon（夏農）分析一般資訊傳送系統的基本性質，他的「通訊的數學理論」（A Mathematical Theory of Communication）發表於 1948 年。他主張通訊系統的恆定，有賴於在傳輸過程中隨時對於雜訊的控制。他主張，在工程技術上，意義並不是溝通考量的關鍵問題。真

正的關鍵在於選擇，即特定的資訊如何持續地由一整列可能的選項中產生。「系統的設計，必須能夠在每一次訊息的選擇中運作，而不只是在當下特定的訊息選擇，因為在系統的設計初始，特定的選擇仍是未知數。」（Shannon, 1948, p. 379）信號發送初始的未知，則是在後續更多微調的選擇中試圖被控制，一個傳遞無礙的通訊工程，因此是過程中的反覆修正。夏農認為數字提供了解答，透過位元的手段，異質的資訊如聲音、影像、符號等可以精準地被轉譯成可以傳遞的信號模式，由發送端透過特定的頻道（或渠道、線路、頻率）傳輸，並在接收端經還原成為的訊息。但由於任何的信號傳達過程中，雜訊是必然存在、亟待克服的關鍵，完整的系統溝通永遠有變數，但系統控制雜訊的反饋機制使得系統成為一個動態的機制。

正如系統論的思維與近代交通運輸網絡快速擴展地理空間緊密相連，夏農的通訊系統強調透過隨時反饋控制雜訊，也誕生於廣播電塔林立的 20 世紀中期。兩者對於網際網路技術形式的內涵雖無直接影響，卻有硬體設施的關聯性：鐵路或公路的路網連通原本孤立的社群，連線樞紐發展出節點般的都市。路網上的種種號誌、燈號與站牌是維持都市運輸血管暢通的必要設置；電波通訊系統上信號得以發送、傳遞、接收，雜訊得以透過反饋獲得控制，前提是地表上的電塔、高壓線，接收碟、太空軌道上運行的衛星，或者潛藏於海床上的電纜。這些路網、衛星與管線，至今都還是網路光纖線路的骨幹或傳輸路徑。以艾位元（Exabyte）單位計算資訊流量的數位雲端科技似乎雲裡來、霧裡去，但上述技術設施如今依舊是網際網路構築「虛擬地理」最具物理具體性的基礎設施「實境」（Gabrys, 2013; Mitchell, 1996）。

貳、基礎設施與傳播系統

拉圖主張：「研究一個城市但不去觸及其下水道與電力供應系統，你將錯失關鍵的分配正義以及計劃性的權力」（Latour & Hermant, 1998; as cited in Star, 1999, p. 379）。同理，研究社會意涵，但不觸及社會系統如何透過媒介技術的連通，我們也錯失了理解為何訊息的傳輸配置也是操作社會權力的基礎設施。

將傳播媒介的基礎設施視作研究的主題，在近二十年間成為顯學。對於基礎設施的關切，多少反映了西方自冷戰終結以後的政治與經濟變遷、舊的技術系統的凋零，以及網際網路科技出現後，與既有的技術系統例如交通、電訊與廣播設施之間重疊、糾纏的網絡關係（Edwards, 2002; Peters, 2015）。Paul N. Edwards 指出，基礎設施原為一軍用術語，意指固定的設備（fixed facility），例如空軍基地。時至今日，這個術語已經成為一個語意滑溜的字眼，泛指任何重要的、廣泛分享的，且是人為構建的資源。然而基礎設施不單單是硬體，所有基礎設施的本質都是「社會—技術」的（sociotechnical），除了硬體建設，還包括透過社會溝通建立的背景知識、普遍的接受與信賴，以及唾手可及的便利性等。Edwards 主張，思考基礎設施或可採負面表述，即想想有哪一些技術系統是少掉了它社會就會停擺（Edwards, 2002, pp. 186-188）。

我們可以將英文“infrastructure”一字放在中文語境裡，進一步思考 Edwards 所云的「社會—技術」意涵。端看使用的語境，“infrastructure”可以是「基礎建設」、「基礎設施」或「基礎架構」。前兩者讓我們聯想到設備，以當代傳播媒介為例，廣播電塔、地下或海底電纜、衛星發射與接收站、有線電視社區天線、電信網路等都是信號

傳遞的基礎設施，它們具備固態、基質（substrate）特性，但由於稀鬆平常，我們往往視而不見。我們或許將手機沒有死角的收訊視為理所當然，但往往不會關注充塞於生活空間周遭，由電信業者架設的基地台或埋藏地底的光纖線纜。

這些隱蔽且無聊的基礎設施都是巨資建設出來的，但真正使得這些設施得以上路，並成為一個運作良好的傳播系統，則需要繁複但抽象的技術標準、協定或程式，這便牽涉到「基礎架構」。「基礎架構」是「分類的通則」，將龐雜的事物、人或組織透過一套抽象原則使其各安其位。試以收音機廣播為例，廣播訊號有「調幅」與「調頻」的差異，這是依照電磁波的振幅或頻率隨著聲波的振幅強弱而改變所定義的播音技術。作為基礎架構，它區分了音質、訊號距離、電台種類或節目服務的屬性，乃至頻道使用目的公、私或戰略、日常的差異。這個分類標準行遍世界，走到哪裡廣播的技術設置並無二致。即便包含龐雜的廣播技術與市場考量，這套架構都簡化為收音設備上的按鍵與轉鈕。就像結構主義語言學將符號視為語言再現潛在集體意識結構的能指（signifier），基礎架構也是環境表象的深層決定性原則。傳播或溝通媒介技術或者工具，創造出許多規範傳輸過程的分類標準：無線電頻譜、電視掃描線、網路頻寬等都是使得收音機、電視、網際網路的訊息得以傳遞、干擾獲得控制的技術標準。

分類或標準的制定，通常是溝通、協調或爭辯過程下的產物，也因此彰顯了技術的社會性格。今日全世界的報時系統都統一在「時區」計時標準下，但這套標準的推行至今不過百餘年。依照子午線劃分「時區」源於 19 世紀末期，當時是為了解決鐵路運輸列車的時間調度，因此依地球的經緯度、將全球劃分為 24 個時區。然而以全球地理方位的相對性取代過往各地依照太陽運行軌跡各行其是的地方時間，並非一蹴可及，制度的推行曾經造成宗教信仰與經濟開發兩派價值觀的對立

(Carey, 1989)。基礎架構的制定成了社會關係展現的結果 (Bowker & Star, 1999)。

這種兼具檢視硬體設備與抽象架構生成的雙元特性，使得“infrastructure”成為探索龐大但潛藏的系統如何運作的敲門磚。在 *Sorting Things Out* (中文暫譯《分門別類》) 一書中，Bowker & Star (1999, pp. 10-26) 便廣泛檢視了各種專業知識體系運作背後涉及的基礎架構。以「分類如何產生？」作為起點，他們廣泛檢視了包括病理學、生物學、人種學、臨床護理等系統化知識的物質起源。對他們而言，日常生活中各種類目 (categories) 或分類 (classification) 既是象徵也具物質性，既有政治性，也是倫理檢視的主體。各個專業知識體系底下的分類標準隨著時間的演變而有所調整，隨著社會脈絡的變遷，分類標準也與時俱進。

Bowker & Star (1999, p. 5) 將「基礎架構」當作研究的課題，突出影響人際互動過程中隱匿的分類方式如何主導社會實踐。Émile Durkheim (涂爾幹) 主張社會不是一個空泛的概念，「社會事實」正是物質權力展現的結果 (同上引)。分門別類是隱形的社會權力運作的基準，例如 Michel Foucault (傅科, 1979) 在《規訓與懲罰》(*Discipline and Punish*) 中，透過軍隊與醫院等「分配的空間」，說明這些格子狀的空間既透視又隔離，使得人人各處其位，也成為當代權力透過建築裝置規訓柔順身體的基礎架構。分類長此以往、根深蒂固，尋常人無視其存在，更遑論質疑其合理性。

Bowker & Star (1999) 承襲這個權力的物質觀，探究各種制度化的分類鞏固的權力政制，他們透過物件，作為檢視龐大的標準或分類系統如何運作，例如南非的種族隔離政策。南非在施行種族隔離政策的 46 年間 (1948-1994)，以數字刻度區分的膚色深淺施行居住隔離。量

表、梳子，乃至鉛筆等物件，成為辨別白人、亞洲人與黑人的分類標準：以量表判別膚色深淺、量耳蝸、以梳子梳頭的困難程度，或用鉛筆插入頭髮測試筆是否站立來檢視毛髮蓬鬆的程度——這些將生理特徵刻度化以區別種族的標準，如今聽來匪夷所思，卻是南非種族隔離時期社會身分判定的具體事實。在這套種族尺規之下，生理學的分類技術發揮了將社會階層化的法定效力，它可以限制成員的居住權、受教權，乃至拆散家庭。

Bowker 與 Star 分別在不同的著作中，運用 *infrastructure* 這個概念分別檢視了國際疾病分類標準（*International Classification of Disease, ICD*）、護理干預分類（*Nursing Intervention Classifications, NIC*）、網際網路（Bowker, Baker, Millerand & Ribes, 2010）、昆蟲基因序列（Star & Ruhleder, 1996）、博物館標本（Star & Griesemer, 1989）等資訊分類系統。這些分類系統有一些歷經百年的發展且隸屬全球性的組織（例如 ICD 源自 18 世紀的國際死因名單，現為聯合國世界衛生組織主導），有一些則匯聚了跨國、跨領域學者的協同努力（如劃分昆蟲基因序列差異的「昆蟲社群系統」，*Worm Community System, WCS*）。既曰「架構」，勢必牽涉到對於不同現象分類的邏輯以及登錄標準的檢視。標準的制定是特定時空下的產物，具體化背後複雜的社會關係。比方說 ICD 定義的致命重症，隨著醫療技術與預防醫學的進步而有所更迭。另外，ICD 最初設計的疾病登錄表格裡，關於「死因」只有單一表格，然而隨著預防醫學的發展以及生態環境的惡化，致病因素已無法採單一歸因。¹

¹ ICD 原名是「國際死因名單」（*International List of Causes of Death*）公布於 18 世紀末期，最初是統計學者蒐集當時的嬰幼兒死亡情所進行的死因分類。日後由於醫學治療與防疫技術的演進，疾病的分類也開始日趨細緻。除了當時的致命性傳染病如天花、流感、肺結核等已經不再致命，當代生活環境日趨複雜，也導致傳染病致命的因素不再只有單一成因。ICD 的分類標準，在登錄致死原因項目上，也勢必不能有單一的成因。

就像 Bowker & Star (1999) 透過種族隔離政策解釋，膚色的標準可以影響身分的判定，進而造成社群居住地的重分配，*infrastructure* 作為「架構」，進一步影響「設施」或「建設」等實體物件的設置。這些設施導向的社會結果有可能透過區別，貫徹社會控制，也有可能因為改變了生活作息，打造新的公共生活的想像。例如每一個「通電」的社會都是公用基礎設施的成果，完整的電力系統需要整合發電設施、傳輸電網、變電設施、配電設施，也包含如電壓、插座規格等技術標準的制定。電力基礎設施的運作是規範制定下的結果，也成為開創普及的公共生活的基礎 (Hughes, 1983)。例如電燈改變作息時間，夜晚舉行的球賽轉播成了「國民娛樂」。其他又如污水處理系統改善衛生條件，增進「國民」的健康。當代的生活空間裡充滿了各種公用事業管線、網路帶來的服務，同時也是社群意識沉默的建構者。

基礎設施作為整體社會的公用事業體系，除了受到相關法律的保障或規約（國營化或受規範的民營化），設施普及化後經年累月的運作，成為社會生活的肌理，也因此遇到新的技術帶來效能改變的可能時，舊的系統只能局部翻新，畢竟打掉重做的經濟與社會成本太大。基礎設施因此彰顯系統的「惰性」（*inertia*）。惰性使得新的科技在社會普及過程中，都必須遷就舊的基礎設施，在既有的設施基礎上擴張或調整 (Bowker & Star, 1999, pp. 13-14)。自來水管線、電網、污水處理系統等皆是新、舊交疊的產物。

由於受限於組件的增長，基礎設施的形成不是一蹴可及。龐大、層層交疊，且複雜的組件、管線、機房設施潛伏在廣袤的地理範圍，基礎設施連通城、鄉或跨越國度，所及之地往往造成不同的體認。研究基礎設施因此也是研究「基礎設施化」的歷程，正如 Star 強調：「某人的基礎設施是另一人的課題，甚至難題」（Bowker & Star, 1999, p. 380）。

基礎設施由設計、建置到使用，往往矛盾叢生，因此需要社會溝通。例如網際網路的便利，必須以倍增的耗能為前提。而電廠設址在哪裡，卻不是狀似民主的電可以定奪，而是有利害關係的人。基礎設施的生成，向來便是社會權力運作的課題。因此，基礎設施也是一個檢視社會關係性的構念，透過基礎設施的組件，探索這些組件的生成與使用涉及的社會、組織過程。換句話說，靜態的基礎設施有動態的實踐（Bowker et al., 2010, p. 99; Winner, 1980）。

參、基礎設施作為研究方案

為了將基礎設施化暗為明，Bowker & Star（1999）提出「基礎設施的倒置」（infrastructural inversion）的研究方案，同時關照特定設施涉及的技术工作與標準，以及政治的運作與知識的生產。正如他們指出，將基礎設施倒置是：「釐清那些通常看不到的、千絲萬縷的頭緒，並突顯其在不同領域裡作為肇因的關鍵性，在過往，這些肇因只歸屬特定英雄般的行動者、社會運動，或文化規範。」（同上引，頁 34）。「倒置」正類如拉圖的「解構」（decomposition）之說，亦即將隱匿的施為者透過解構將其角色明確化（Latour, 2010, p. 474）。

比方說，基礎設施的使用平時公開透明，一如高鐵班次離站時間永遠準時，不會因個別乘客的身分而改變，然而鐵道規格究竟採日規或歐規，卻是閉了門的決定。由於昂貴、龐大，基礎建設的決策過程擺脫不了政治的左右。對於許多國家而言，完善的基礎設施是政府慷納稅人之慨的巨型公共計畫。在極權政治體系裡，建設的決定通常被少數權力團體所專斷。然而即便對號稱施行民主政治的社會而言，基礎設施的政策制定過程也免不了黑箱操作的命運。例如在新自由主義全球化的浪潮

裡，跨海隧道、高鐵或者大規模的物理力學實驗室的興築通常都是跨國資本投資的標的，且其籌劃、建設過程與使用效益評估往往避人耳目，或在一些公關技倆下，被重重的數據包裝為尖端或前瞻建設。政治學者 John Keane (2016) 便指出，在當代民主政治的權力體系中，一些大型的跨國基礎設施猶如身體的腫瘤，因為它們往往刻意避過民主治理過程中的公民監督範圍。而這些「超大型計畫」一旦出現問題，往往造成社會或生態全面性的浩劫，然而主其事者，早已隨著政權的更替而無從究責。

Star & Ruhleder (1996, p. 113) 為基礎設施歸納出以下八個特性：

- (1) 鑲嵌性：基礎設施隱沒或內化於其他結構、社會配置或技術裡。
- (2) 透明性：基礎設施的使用簡易明瞭，設施不須經過再研發或重組便可以支應不同的任務，且無形中扶助任務之所需。
- (3) 可及範圍或領域：不論就時間或空間——基礎設施超越單一事件或單一地點。
- (4) 透過學習而成為成員：即便其技術與組織過程已被視為想當然爾，陌生或外行人使用基礎設施仍需一段學習的過程。
- (5) 與實作的慣例連結：基礎架構既受到實作社群 (communities of practice) 作為所形塑，也為這些社群作為帶來重塑的契機。
- (6) 標準的具體化：架構的標準須因應範圍與衝突而調整，基礎設施仍需按部就班地與其他基礎設施或工具接合。
- (7) 在既有裝配基礎上建立：許多基礎設施並非無中生有，而是在舊有的通路基礎上架構。例如網路光纖電纜的架設往往沿著舊有鐵路或電路路線搭設。新系統設計必須與舊的體制相容。
- (8) 臨故障時現形：運作良好的基礎設施往往肉眼無視，只有在網路斷線、停電或道路崩塌等危機產生時，才能意識到基礎設施的原貌。

即便有備案的支援機制，這些機制的存在更襯托出基礎設施的存在。

綜合以上的討論，作為一個分析的構念，Star & Ruhleder (1996) 強調基礎設施的「現身」展現在人的實踐過程，當這個實踐過程透過特定的物件或設施、與特定的制度串連在一起時，便是探索基礎設施的切入點。基礎設施容許其他的人或者物件在其上「運作」或「操縱」，質言之，基礎設施展現在人、技術與機構所串連起來的關係當中。將運作順暢的基礎設施作為一個研究的課題，因此也涉及方法論的整體主義：基礎架構是分類的標準，有其歷時性的形塑過程，基礎設施或建設也動用到種種心智與物質，以及社群關係的整合，其設計或配置涉及人的思維、工具的使用、組織的協調等過程 (Bowker & Star, 1999, pp. 33-34)。

肆、以小窺大的邊界物

為了更清楚呈現固態的基礎設施如何成為整合動態社群關係的物質基礎，Star (Star & Griesemer, 1989) 以「邊界物」一詞，來解釋特定的技術物或技術配置如何成為社會關係的中介者，甚至整合社群關係。

作為分析的概念，「邊界物」意謂特定物件如何在異質、多樣性且各自為政的科學世界裡，創造連通、整合，並提供不同世界裡的成員資訊。邊界物具備高度的可塑性，能夠包容地域的差異，且能夠整合不同的研究團體在運用這些物件時，加諸於上的異質性詮釋。Star & Griesemer (1989) 舉自然歷史博物館裡的鳥類標本為例，說明標本如何不只是生物學知識分類的技術物，也是促成不同社群關係成員產生互動的整合者。鳥類標本操作了兩種與生物學知識生產有關的實作社群：業

餘的觀鳥愛好者透過標本觀察野外生態環境的變遷；專業的生物學家則是把標本當作判別物種間差異的指標。兩種不同知識的實作社群，前者著重索引，後者則著重分類，但透過共享同一個物件，得以產生交流。換句話說，標本作為邊界物，中介了不同知識體系或操作方式。除了博物館標本，地圖、人類學的田野筆記等都具備邊際物的特性（同上引，1989; Bowker & Star, 1999）。

如果陳列在博物館裡的標本是促使不同實作社群互動、整合的邊界物，博物館便是處理、定義與展示各種分類知識的基礎設施。邊界物的概念特別有助於觀察特定技術物如何自處於異質但互有交集的社會世界中，並且彰顯知識由統合差異到制度化的歷程。由於基礎設施的源頭是特定技術物的研發，而當代的技術物研發皆是複雜的科學理論或技術工程交融的結晶，因此也牽涉到異質性頗高的科學與技術實作社群間的互動。如何異中求同，便涉及不同領域成員間的互譯與合作，包括克服專業或業餘的語言溝通障礙，以及對於技術的社會使用產生一致的認定。因此，邊界物作為具代表性的物件，有時強大到可以為不同的領域創造共同的認同。「這些物件或抽象或具體。它們對不同的社會世界而言展現不同意義，但它們的結構一致、足堪為多個社會所辨識，形同翻譯的工具」（Star & Griesemer, 1989, p. 393）。

邊界物的概念用於觀察科學社群的整合過程，突顯了基礎設施促使跨群體間溝通的重要性。除了科學世界的範疇，邊界物也有利於思考傳播或交通媒介設施如何整合異質的社群，創造認同關係。早於這個字眼出現甚久，加拿大傳播史學者 Harold A. Innis（尹尼斯）即是以邊界物思考交通與傳播基礎設施如何促使社會整合的先行者。他的「大宗物資命題」（*staple thesis*）透過加拿大物產的出口，考察大宗物資經濟與應運而生的交通運輸建設如何促進社群整合，形塑加拿大國族、地域的主

體性。鱈魚、河狸毛皮、木材、紙漿是加拿大由殖民地到獨立建國，不同時期裡形塑族群或國族意識的邊界物。為了更有效地榨取這些自然物資，加拿大陸續開鑿了水道、運河、鐵路、水利發電等設施。它們日後對於領土擴張、區域劃分，以及分治的族裔認同下的社群生活，皆產生不可磨滅的影響。

尹尼斯透過大宗物資經濟體制描繪加拿大社群生活的特性，體現了邊界物整合不同生活世界裡成員的動態過程。鱈魚、河狸、木材雖然不是人造的技術物，但轉化這些生物為「交易品」，卻是發生在壟斷的殖民資本主義制度下，且促使一連串交通與通訊基礎設施的興築。透過這些設施，不同的文明背景、種族、族裔或國度的人產生連結關係，卻也帶來生活狀態的變遷。大宗物資的濫補、濫砍竭澤而漁，但存留下的基礎建設成為社會系統整合的骨幹意涵卻是永久的。尹尼斯的大宗物資考察，是他的技術的傳播史頗為重要的地基（唐士哲，2018）。「帝國」作為某種傳播技術偏倚（bias）下的政治體制表現，突顯尹尼斯「邊界物」思維裡的權力意涵：19 世紀以降的交通與傳播基礎設施，使得空間擴張的意識凌駕對於傳統與傳承的重視。

伍、邊界物與基礎設施的社群動態意涵

以邊界物的思維思考傳播基礎設施的動態社群意涵，突顯了兩個分析層次上的意義：

其一是特定傳播技術克服地理空間障礙的同時，也必須克服社群間連通的障礙。特定技術物從研發到普及化使用，前提是在原先沒有關聯的社群間創造某種溝通關係並設法維繫。透過博物館這個組織，標本提供給專業或業餘的野生知識愛好者常態化的溝通管道，這對於當代生物

學知識典範的形成，扮演關鍵的地基角色。而如果回顧一地的代表性物產，便可發現經濟的誘因使得物產的輸出或引進，串連了地理空間裡不同的社區或城鄉。邊界物便於觀察特定傳播技術打破地理空間隔閡的同時，如何透過制度的創設鞏固連結關係。

其二是透過邊界物與其相關設施的配置，也可以觀察社會權力關係如何運作。將動物做成標本，並定義物種數量是否已達「瀕危」程度，人類就掌握生態環境知識的定義權力，可以決定棲地的開發或保存，或利害關係人的納入與排除。將動物的毛皮交易作為地方經濟的命脈，通訊與交通路網的建設與後勤配置也就決定了當地就業市場的屬性，以及影響交易的組織型態。事涉權力的利益分配，時常是基礎設施或標準制定下的產物。

基礎設施與邊界物的思維，正可用來觀察網際網路作為一傳播系統的特性。一如前文所述，這項科技得以運作，是由地表上無數連線的電腦顯示器、線纜、伺服器、機房串連而成，而「連線」最核心的物質基礎正是線纜。透過線纜、網路串連了個別電腦，並藉以形成一個具備龐大資訊處理能力的資料空間（data space）。因此，線纜可被視為這項通訊技術的邊界物。

這個邊界物具備連通的功能，至少釋放出兩層的意義，第一是線纜可以被視為連通社群的技術，這反映在網路的研發階段，線纜連線整合的實作社群，包括科學家、電腦工程師、大學研究機構、創業型資本家，以及公部門決策者等。這些原屬於不同領域的實作社群，皆打造網路成為一新型態傳播系統的成員。這段研發階段的跨專業社群互動特性，或可解釋網路技術發展早期，樂觀者對於網路的社會潛能投射的美好想像。

其次則是線纜作為地理空間的串連技術所顯現的地緣權力關係意

涵。1990 年代中期以後，網路脫離研發階段，其骨幹的民營化，促使各種網路事業體的出現，而網路的系統性也快速超越國界，將全球整合為一個聲息相通的單位——就像「全球資訊網」（World Wide Web）這個字眼所示。雖然「網路無國界」，基礎設施確有地域之分。越洋線纜登陸之處，成為處理巨量資料的節點，除了帶來商機，海底電纜也複製了既存的地緣政治矛盾與社會權力衝突。

以下將分別透過網際網路的研發簡史以及海底電纜的地緣政治意涵之討論，探討網路作為傳播系統的基礎設施意涵。網路的研發過程涉及的人、事、物眾多，本文礙於篇幅無法完整呈現，但以下的討論著重在技術研發與普及過程涉及的人、組織與跨社群互動，希望在「連結性」的基礎上，分別探討這項連結技術的「社群連結性」與「地理空間連結性」。在進入以下兩個小節的討論之前，本文先簡要總結上文關於基礎設施的討論，並整理為以下兩個關鍵的分析視野：

一是構成傳播的系統認知，乃是以基礎設施作為物質基礎，交通與通訊的基礎設施帶來跨地域連通性，成為當代社群整合的重要關鍵。一如邊界物彰顯特定的傳播技術，為不同領域裡的團體或個人創造共同的認同，基礎設施的硬體建設或分類架構是社會權力沉默但關鍵的中介者。

另一個關鍵的分析視野，是傳播系統無法偏廢的地理空間意涵。如果說人類對於抽象的結構、系統有所認知，這些認知的物質基礎源於解決生活空間擴張過程中、克服地理因素的限制而漸次發展的傳播或溝通技術。這些技術傳遞訊息的過程即便視地理空間為無物，其基礎設施的設置仍舊受到地理因素的限制。

以上述這兩個關鍵視野詮釋網路連線的社會意義，以下擬結合 Bowker 與 Star 關於基礎設施的討論，探討網際網路作為溝通系統的意

涵。將網際網路作為基礎設施的倒置，我將突顯兩個與上述分析視野關聯的「連結性」意涵：第陸節主要彰顯網際網路的社群連結性，突顯網際網路作為一傳播系統，由研發階段走向普及化前的社群整合進程。這一小節彰顯網路系統成型涉及的組織與社會化歷程，包括協作的程式編寫而動員的不同組織、機構或科學社群，因應連通性需要而整合的新、舊公共基礎設施，以及通訊協定（protocol）標準化後，系統的可移植、複製特性。這一部分的討論重點，將是網際網路由促進不同實作社群交流的邊界物走向基礎設施化的歷程。

第柒節則是透過網路基礎設施在實體地理空間上的延伸，探討網路媒介的地緣政治意涵。以海底電纜為例，突顯這個使得「連線」得以成立的基礎設施如何作為體察實存的地緣政治衝突與經濟發展矛盾關係的關鍵技術設置。

陸、網際網路作為系統的社會歷程

以最簡單的技术過程來定義網際網路，網際網路是連線的電腦所架構成的巨型「資料空間」（Bowker et al., 2010）。空間的大小，端視可連線的電腦數量的多寡，以及電腦間的通路是否開通。因此網際網路作為一傳播與溝通的系統，呈現流質、動態的特性。

這個特性使得網路與大眾媒介，如報紙、收音機或電視有本質上的差別。猶如「廣播」這個字眼借喻了農夫田裡撒種（Peters, 2006），傳統「大眾」媒介系統的特性是集中化的資訊來源，透過單一的樞紐往外擴散，且傳播系統的疆界往往與政治統御或語言使用重疊。網際網路的差別，則是系統的分散性（Galloway, 2004）——構成這個系統的是連線但分散的電腦。在沒有太刻意的人為網路管制下，理想的網路世界是

每一部電腦皆是自主的智慧個體，個體間平起平坐，沒有中心與邊陲之別，每一個智慧個體生產資料，同時提供路徑，成為傳遞的代理者。

這層技術定義眾所皆知，但仍值得一提之處在於普及化連結並非一蹴可及，促成電腦之間可以連線、資料或訊息可以傳遞有兩個前提：其一是分散的電腦必須透過線纜連結；其二是必須統攝在劃一的通訊協定下（同上引）。前者將每一部電腦設想為線路系統串連下的節點，後者則涉及通訊程式的編寫與單一標準的採用與推廣；線纜是網路建構跨社群連通的物質條件，通訊協定則是連結的電腦可以發展成為一個社會一技術「制度」的關鍵。如果把通訊協定比喻為連線電腦可以溝通、交換資料的標準基礎架構，線纜則是具體化這個架構的關鍵設施，具備邊界物的特性，因為它容許不同的研發或制度化社群透過線纜的串連產生交流；且日後隨著網路設施普及化、跨國化，線纜還成為跨越傳播地理差異限制的整合物。

我們可由網際網路的技術研發歷程探討這個通訊技術的社會整合歷程，而電腦的出現顯然是關鍵的起始點。

1946 年，由美國陸軍資助、賓州大學研發出第一台電子式計算機，名為「電子數值積分計算機」（簡稱 ENIAC）。² 這台由真空管、電晶體、繼電器與電容器組合而成的「巨腦」重達三十噸，可以執行複雜的數據運算，並具有儲存數據的功能。也在第一台電腦出現的同時，以數字作為手段解決資料傳輸差異的見解被提出。美國的軍事科技研發

² 電腦的雛型其實誕生更早。Charles Babbage 於 1822 年研發出第一台機械運轉的數學差分機（difference engine），作為可以處理複雜數值、去除人們疏失的演算機器。時值英國工業革命期間，差分機的研發獲得英國政府的巨資贊助，目的是希望以統計數學將複雜的現象簡化為數字，並建立預測的模式。雖然研發並不算成功，但這個會算術的機械腦企圖解決工業革命發生後，因為生產量能大幅提昇後湧現的分配危機（Beniger, 1986／俞灝敏、邱辛暉譯，1998）。

專家 Vannevar Bush (1945) 提出 “Memex” (memory extender) 一詞，他預見未來透過位元壓縮，人類可以將活字版印刷發明以來所有的書籍、雜誌、信件、廣告、傳單等數十億計的紀錄都裝載進一輛小貨車上載著走，巨量資訊的處理、傳遞、儲存擬仿人腦，透過串連的資料庫型態產生聯想 (association)，猶如人類「記憶的延伸器」。

可以說在 ENIAC 出現以後，Bush 的 Memex 想像就開始在不同的專業領域空間裡意圖實現，即便早期的電腦仍舊是一個個獨立運算的工作站。1950 年代由 IBM, Univac, Control Data 等廠商發展第一代大型主機 (mainframe computer) 開始發展商業用途。原初的商用電腦僅有簡單的輸出／輸入處理能力，其中央處理器 (central processing unit, 即 CPU) 採「分時」(time sharing) 的設計，亦即猶如提供電力的發電廠一般，提供客戶分時共享，個別電腦之間並沒有連線 (Plantin, Lagoze, Edwards, & Sandvig, 2018)。所謂電腦的「溝通」功能，僅限於以電傳打字，設備透過企業專屬的通訊協定，可以連結到特定電腦主機 (Lee, 2014)。

為了打破大型主機的集中化指令與控制，蘭德公司 (RAND Corporation) 工程師 Paul Baran 於 1964 年提出的「封包交換技術」(packet-switching technology)，將待傳遞的資料打散成一個個封包，靈活透過可及的串連路徑 (路由器) 分散訊息內容的傳遞，打散的封包到達目的地時再被重組還原 (同上引)。1969 年，「美國國防部高等研究計畫署」(簡稱 ARPA) 運用 Baran 的設計設置了「高等研究計畫署網路」(簡稱 ARPANET)，成為電腦連線系統的雛形。ARPANET 意圖降低核戰發生時地面通訊設施停擺的風險，考量一旦大規模的戰爭爆發，地面上一些網絡節點遭受破壞時，資訊仍然能夠以封包型態，透過可及的電腦連線路徑殊途同歸。ARPANET 成為取代傳統電話使用的

電路轉接線（circuit switched lines）的通訊方式（Edwards, 2002; Galloway, 2004）。

Bowker 與 Star 概念化的「邊界物」，強調其具備連通與整合多樣且異質的知識或實作社群的特性，在 ARPANET 成立的初期正可見到網路技術的包容性。在這個因應軍事國防策略發展而生的通訊架構上，開展了網路通訊技術研發的跨專業社群連通與整合。

ARPA 意圖徵用學術社群的自由研發與創造力，作為發展資訊技術的智囊，電腦連線的節點也由軍方主導的實驗計畫擴展至少數的學術機構。ARPANET 開放部分遞郵功能，供學術單位進行研發，位居不同研究機構的電腦科學家便開始構畫一個網路通訊的架構。任職 ARPA 的 Robert Kahn 與任教於史丹佛大學的 Vint Cerf 開發出「TCP / IP」，作為提供不同區域連結的電腦得以快速互通的通訊協定：TCP（Transmission Control Protocol，傳輸控制協定）宛如不同電腦可以相互承認作為通訊系統成員的一套範式之招呼語言；IP（Internet Protocol）則是提供辨識主機的位址，「TCP / IP」的組合為日後網路通信建立一個溝通的標準架構（Castells, 2001; Galloway, 2004）。Cerf 本人也在 1970 年代末期，被美國政府網羅為 ARPANET 的主管。

與 ARPANET 的出現同時，電話公司 AT&T 的貝爾實驗室開發出 UNIX 操作系統。這個系統採用 C 語言編寫程式碼，優點是開放的來源碼，使用者可以在原系統的基礎上進行調整甚至擴充。AT&T 無心於軟體市場的經營，因此沒有推廣 UNIX，但這套系統無意間嘉惠了一些大學的研究同好，在其既有的程式基礎上進行改良。一些駭客（hackers）組織了 Usenet News 群組，並開發出「柏克萊軟體套件」（Berkley Software Distribution），且併入 UNIX 套件（Castells, 2001; Galloway, 2004, 2006）。

初期駭客的零星之舉，到了 1980 年代匯聚成一場開放網路的運動。1984 年，麻省理工學院的研究員 Richard Stallman 在模仿 UNIX 系統基礎上，自行開發作業系統 GNU，可適用於不同電腦上；Stallman 並創立「自由軟體基金會」（Free Software Foundation），倡導開放原始碼。1991 年芬蘭赫爾辛基大學學生 Linus Torvalds 利用 GNU 系統的工具箱，開發 Linux 作業系統；Linux 同樣公開程式碼，讓許多駭客在既有的系統基礎上自由取用、回饋，軟體隨時更新，Linux 成為一個功能多元且強大的作業系統。它是駭客程式工程師 Eric Raymond（1999）口中人聲鼎沸的「市集」典範，對比傳統電腦工程軟、硬體開發僅由少數工程師把持的「大教堂」模式（Moody, 2001／杜默譯，2011）。

而促使網路由自由軟體研發的小規模科學社群網絡往全球基礎設施邁進的關鍵，則是「全球資訊網」的出現。1993 年英國科學家 Tim Berners-Lee 於歐洲核子研究組織（CERN）任職期間，為全球資訊網開發出三項關鍵的軟體技術——統一資源標識別碼（URI）：作為標誌某一網路資源的字串；超文件標示語言（HTML）：用以建立網頁的標準標記語言；超文字傳輸協定（HTTP）：作為提供一種發布和接收 HTML 頁面的方法。繼 TCP / IP 之後，這三項通訊技術奠定全球資訊網具備跨地域、普遍化連結的通訊協定特質，也形同為網際網路提供層級明確的通行證（Galloway, 2004）。

然而這個以科技研發為動因形成的實作社群串連，仍舊仰仗商業化的誘因才能進一步走出學術的象牙塔。1984 年美國國會授權國家科學中心（National Science Foundation, NSF）設立一個由五個大學研究組織組成的超級電腦網絡，這個稱為 NSFnet 的跨校網絡，日後成為網路技術走向私有化的骨幹。NSF 強制要求這五個擁有超級計算機的研究機構將網路連結開放給資源較少機構或學校，以利這些學校的研發人員加入

這個網絡（Plantin et al., 2018, p. 300）。透過這個網絡發展出學術機構與駭客間協作的程式改寫社群，例如伊利諾大學的「國家超級計算機運用中心」（National Center for Supercomputing Applications）成員開發出「馬賽克」（MOSAIC）網頁瀏覽器，日後造就了「網景」（Netscape）成為第一代跨平台的商業化網路瀏覽器（Moody, 2001／杜默譯，2011），網景的作業系統意圖為所有使用者提供平台劃一的使用經驗，因此迅速普及為親民的瀏覽器。網景並於 1998 年宣布開放原始碼，容許使用者進行程式的重編寫，藉以對決微軟來勢洶洶的 IE 瀏覽器（Internet Explorer）挑戰。

柯斯特主張，網際網路誕生於大科學（big science）、軍事研究與自由主義文化三者突兀的交界上（Castells, 2001, p. 17）。線纜作為「邊界物」，體現在開放的研發過程中整合了這些不同的機構、專業團體、個人，提供他們在運用這個物件時，加諸於上的異質性詮釋。這些詮釋至少使得原初的網際網路再現了以下三種意涵：

- (1) 控制戰略的避險考量：「封包交換技術」的設計在軍事戰略上，解構了傳統電信或廣播設施的主幹、分枝系統。作為「分散的權力」架構，網路猶如 Deleuze & Guattari（1987, pp.7, 9）描繪的「塊莖」（rhizome），缺乏深層的結構，也沒有中心／外圍的區分，既是異質又相互連結，從網絡裡的一端可以到達任何一端，且任一端受損，塊莖的養分仍可由另一端輸送，或長出新的莖幹（Galloway, 2004）。這個去主幹化的思維，成為冷戰時核彈攻擊陰影下另類的軍事控制戰略，但更深遠的意義是顛覆了傳統工業化社會科層的、集中化的控制邏輯。
- (2) 軟體研發的自由主義：1970 年代透過 ARPANET 與 Usnet 群組所形成的駭客文化，強調程式可自由改寫，軟體研發的成果公開取用，

過程中擴大了不同地域或專業裡各路人馬的參與。猶如「市集」般的研發氛圍創造了一個迥異於傳統高科技研發的科層化控制之民主空間，就像「全球資訊網」的創造者 Berners-Lee 強調 WWW 的特性：「這套通訊協定建構的通訊網絡沒有主控的電腦、缺乏單一的網絡，甚至也沒有一個單一的組織經營。」（Berners-Lee, 1999, p. 36）

- (3) 禮物經濟的商業模式：前網路時代，電腦作為商用的運算機，主要因應企業內部的效能需求，電腦的軟、硬體皆是產權意識壟斷下昂貴的投資。即便 1980 年代個人電腦開始普及，所謂「電腦連線」也僅止於發展因應企業內部連結需要的區域網絡（local area networks，簡稱 LAN）。然而透過網路串連的開放來源碼運動帶來的啟發，是使得軟體程式可以自由流通且無償化，打破過往高科技廠「版權所有，使用者付費」的專斷意識。在網景瀏覽器推出後，透過免費的程式安裝、可以於不同的作業系統運作，以及發布原始碼等作法，開啟了網路的禮物經濟模式，即贈送軟體先取得市場占有率，再以其他方式從擴大安裝層面中產生利潤。

上述有關網際網路的研發歷程，彰顯這項通訊技術的整合、包容異質社群特性。然而網際網路的連通性由少數的專業參與者到後來成為全球日常生活的基礎設施，則是政府政策推動的產物：

1990 年代初期，冷戰的終結使得美國調整原有的國家戰略安全思維，大量曾經投入軍事科技研發的經費轉而支持高科技領域。同時，一個結合電腦、電信、有線電視等產業，以及科學家、工程師、電腦駭客、政治人物的策略聯盟，寄望透過新型態的網路科技，帶動美國產業經濟的轉型（Chapman & Rotenberg, 1993）。柯林頓總統主政期間，美國政府提出了「國家資訊基礎建設」芻議（National Information

Infrastructure，簡稱 NII）。NII 的願景是由政府透過政策鼓勵民間業者挹注投資，矢志將全國的電信基礎線路光纖化，建構一個可以橫跨軟、硬體互控的（interoperable）的通訊架構藍圖。由時任副總統的 Al Gore（高爾）領軍，NII 藍圖喊出「光纖到府」（fiber to the home），透過將所有的傳播系統、電腦、資料庫、消費性家電用品連結成一個網路，使得全美的所有公、私機構、家戶、辦公室串連成一條通行無阻的資訊高速公路。

NII 政策是網際網路邁向基礎設施化的轉捩點，線纜的連結從此不再只有個別學術機構或實驗室裡的電腦，而是遍及所有的公、私營管線或線路串連的設施。普及化網路設施的手段不是透過公部門出資或補助，而是鼓勵私部門的投資（Information Infrastructure Task Force, 1993）。為了解決電信線路光纖化的龐大經費，美國政府著手修法，於 1996 年推出「電信法」（Telecommunications Act of 1996），鬆綁企業跨業經營的門檻。作為自 1936 年制定「傳播法」以來最大規模的傳播通訊管制結構性調整，新法案將傳統大眾傳播與通訊事業的產業壟斷、跨業經營的限制大幅降低或廢除，也將管線事業如鐵路、公路、自來水、電話線、線纜的產業別抹除。網路線纜的鋪設得以搭上既有民生基礎設施的線路，打造新型態的資訊基礎設施。

NII 的「光纖到府」迅速在不同國度產生政策複製的效應。除了促使各國調整政策，朝向電信與傳播事業的去管制與民營化，寬頻技術成了亞洲工業生產導向國家產業升級的指標：日本的「資訊新政」、新加坡的「IT2000」計畫，以及臺灣的「數位台灣」計畫，皆以建立各自的 NII，並與國際接軌為目標。除了廣泛鋪設光纖網絡，網際網路更試圖融入既有的公共設施與傳統的產業型態，並且在連線的基礎上，重新定義這些服務的意涵。1990 年代初期的衛星電視，曾經在亞洲各國引起

程度不一的「傳播主權」焦慮，透過衛星視訊與地面的接收碟，傳播鉅子 Rupert Murdoch（梅鐸）的衛星電視（Star TV）內容由國境外不請自來，但也因此招致排斥（Chan, 1994）。然而，在不斷追求頻寬加大的產業政策裡，電信設施的擴充與經濟成長成了「黃金聯盟」，內容是進口或自製，反而淪為次要考量（戴皖文，2006; Wang, 2003）。

NII 開放、連結系統結構發展至今，已經成為「全球資訊基礎建設」（Global Information Infrastructure，簡稱 GII）。「串連的電腦」至今已普及全球 45 億透過各種載具連線的「網民」。³ 就在全球連通的過程中，這個傳播系統由研發階段可以開放使用者進行程式改寫，且意圖成為公開近用的基礎設施，發展至提供滿足不同社交、商業利潤動因的「平台」。智慧型手機風行以後，網路更離開早期“open web”強調的公平、公開且標準化等精神。透過少數網路事業如臉書、谷歌、Youtube、Instagram 提供的「應用程式介面」（API）作為資料交換的串接門戶，網路成了一個個供免費下載，但猶如築牆花園的「應用軟體」（APPs, Plantin et al., 2018）。

GII 作為系統的意義，象徵網際網路由專業社群的整合，進一步擴展至全球地理空間裡生活型態的整合。對使用者而言，網路已然成為人際溝通的基礎設施，然而連線的物質基礎是貫穿不同海域的海底電纜，電纜的串連與中斷，活脫折射出當代地緣政治與資訊經濟輻輳的複雜意涵，以下的章節將聚焦在這個連結全球地理空間最具備物質意涵的載體。

³ 數字參考 2020 年 1 月的統計資料，詳見
<https://www.statista.com/statistics/617136/digital-population-worldwide/>

柒、海底電纜—GII 的地緣政治意涵

在 Bowker & Star (1999) 關於基礎設施的特性討論中，基礎設施是隱蔽的，使用者通常無視其存在。只有當面臨故障的危機時，其作為媒介的後勤關鍵才浮出檯面。2006 年的恆春大地震引發的海底泥石流，曾經破壞八條經過臺灣東部附近海床的海底電纜，造成臺灣、日本、韓國、香港、中國大陸、菲律賓等地的網路連續數日受到影響。當時估計造成的商業損失達到數十億美元（魏國彥，2018 年 8 月 13 日），電纜作為全球資本流動的「商道」意涵不言可喻。⁴

即便「雲端」這個字眼常常讓人誤以為中介全球網路傳輸的是天空，但網路連線設施的布建最主要的路徑其實是地表上的陸地與深海。尤其洲際間的網路連線，倚靠的是平日匍匐於海床、直徑如花園水管的光纖線路。

目前全球總計有 380 條海底電纜，總長度達 120 萬公里，國際間的資訊流通超過 95% 都倚靠這些電纜。攤開由線纜連通呈現的全球地圖，洲際網路連線路徑與分布的疏密程度與 19 世紀電報通訊時代並無二致，但隨著光電科技的進展，電纜的材質已經由光纖取代銅線。一條海底電纜由數條網紮成束的光纖線組成，光纖線路透過光脈衝在包覆的玻璃管線中折射傳遞，速度、頻寬，以及不易受到電磁波的溢散（spillover）導致干擾等，皆是光傳導的優勢。每一條光纖線雖然細如髮絲，但可以承載的資訊量及傳遞的速度極為驚人，每秒可傳輸 160TB

⁴ 每一條海底電纜外圍被重重的絕緣體、導電銅管等金屬、橡膠材質的保護層包覆。這些包覆可以保護脆弱光纖線不易受到破壞。即便如此，細如水管的海底電纜其實極為脆弱，船隻下錨、漁網糾纏、鯊魚嚙咬、地震造成的海底泥石流，以及人為刻意破壞皆能造成斷線。

的數據，這速度是普通家庭上網的 1600 萬倍（Griffiths, July 26, 2019）。

前網路時代，海底電纜的鋪設與營運多由跨國電信業者與各國電信服務機構合資，近年來高科技公司如微軟、臉書、亞馬遜、谷歌、華為紛紛鋪設自己的海底光纖電纜，以滿足巨量資料傳輸的需求。2018 年至 2020 年間，這些業者已鋪設或預計完工的國際電纜總長度已達 26 萬公里，他們透過海底電纜控制或出借的頻寬，超過全世界既有頻寬的一半（Mauldin, May 30, 2018; Satariano, March 10, 2019），這些業者已成為控制全球資訊流的實質權力代理者。

海底電纜連結所構成的地理關係，使得一望無際的海洋成為網絡化的全球社會意識裡，政治與經濟關係傾軋的權力場。依照地緣政治的觀點，地理的隔閡或開放對於政治生活與文明型態具有決定性的影響。除了地貌、水文、氣候條件等自然因素，運輸與通訊技術的進展造就了不同型態的跨疆界基礎設施，也是理解政治統御與經濟權力不可或缺的因素。⁵ 19 世紀的殖民主義發展，海底電纜便是維繫帝國的統治核心與邊陲殖民地統御關係的宰制技術（Laguette, 2016）。固然當前電子通訊使得世界距離不斷縮小，但地理因素的重要性並沒有因為技術的進展而降低，反倒因線纜連線帶動區域間更緊密的連結，而衝突四起。誠如《地理的復仇》作者 Robert D. Kaplan（卡普蘭，2012／林添貴譯，2017，頁 453）的主張：「網路與其他新媒體使得地理更顯得珍貴，更有爭議也更具幽閉恐懼症」。

網路的基礎設施作為拼湊地緣關係的隱匿地景，始終說明了其與政治及經濟間切不斷的臍帶關係。作為全球連線的基礎設施，海底電纜呈

⁵ 傳統地緣政治的討論有所謂「陸權」與「海權」論。相關論者的觀點整理，見卡普蘭《地理的復仇》（Kaplan, 2012／林添貴譯，2017）。

現「連結又隔離」的矛盾，這種矛盾關係至少反映在兩個層面上，分別是系統的連通與監視的矛盾，以及跨疆域連結與地方意識的矛盾，前者彰顯政治，後者突出經濟。以下分論之：

一、系統的連通與監視的矛盾

就連結的通訊系統所展現的價值而言，海底電纜既是全球市場的物質基礎，也反映出不同時期的政治強權打造全球監視體系的欲望。自 19 世紀以來，海底電纜即是國際間霸權政治與經濟傾軋的表徵。Karl Marx（馬克思）主張資本駕馭全球的能力可以跨越空間的障礙，必須透過傳播與交通的手段「以時間消滅空間」，意即必須將花在由某地到另一地移動的時間降到最低（Berland, 1999, p. 293），然而在電報使得資本擴張的範圍擴張至全球後，海底電纜斷線的風險始終與連線並存。比方說，19 世紀歐洲列強的殖民主義爭奪的不只是殖民地，也包括海底電纜的線路控制。當時擁有最多殖民地的大英帝國，也同時稱霸電報網絡，並且意圖建立一個全球的監控系統。歐洲列強為了降低倚靠英國的電纜，紛紛各自鋪設海底電纜。1914 年歐戰爆發，英國向德國宣戰後，第一個軍事舉動便是切斷德國的海底電纜。當時，英國派出割纜船「警示號」（Alert），切斷了五條德國連通歐陸與北美的海底電纜，意圖癱瘓德國的對外通訊，此舉迫使德國使用無線電波通訊，也讓英國更容易攔截情報。（Correa, December 15, 2017）。

電纜監聽的風險，同樣發生在 20 世紀的冷戰期間。美國同樣透過海底電纜，打造另一個全球監控系統。美國國家安全局（National Security Agency, NSA）自 1940 年代以來，即透過「五眼聯盟」（Five Eyes Alliance），與英國、加拿大、澳洲與紐西蘭的情報組織形成一個

國際情報網。而為了遂行這個全球監控系統，NSA 甚至徵用高科技業為其作俵。NSA 的監聽可以潛入電信業者設置的中繼站，或在光纖電纜上直接加裝分光鏡，複製通信內容（Greenwald, 2014／林添貴譯，2014）。⁶ 近年來，跨國網路業者的線路同樣受到監聽。前中情局的雇員 Edward Snowden（史諾登）於 2013 年揭露 NSA 自 2007 年開始，便以反恐名義對民間進行大規模網路、電話的監控計畫。代號「稜鏡」（PRISM）的計畫監控範圍擴及全球的通信設施，包含網路伺服器、海底電纜、美國國內外的個人電話與個人電腦。美國大型科技公司如微軟、雅虎、谷歌、臉書、Youtube、美國線上與蘋果等都參與該計畫，提供伺服器給 NSA 直接進行資料蒐集（同上引）。

「稜鏡計畫」的揭露，說明網路的民主與監控是一個銅板的兩面，如果這種監控彰顯的問題政治突顯了國家機器與公民社會兩個對立面，海底電纜的監控政治更涉及地緣關係上國家間的衝突。

近年來，回應在國際戰略、國際關係、經貿事務，以及文化軟實力的「中國崛起」現象，西方國家多所掣肘，美國的世界霸權地位尤其受到威脅。中國走向世界的野心，展現在習近平上台以後的「一帶一路」倡議。透過基礎設施如鐵路、油管、港口等建設，一帶一路意圖呈現一個和平崛起的中國。「一帶一路」沿線的國家，皆可見中國透過投資或貸款協助興建的網路基礎設施，包括與東協國家合作的信息港、在阿拉伯半島進行的網上線路計畫，以及在非洲西岸、地中海沿岸的北非、中亞與南歐等地鋪設的電纜（劉泰、王文耀、王堯，2019 年 1 月 17

⁶ NSA 監聽全球網路，歷史可考：NSA 曾於 1985 年啟動的 Fairview 計畫，與電信業者 AT&T 合作，在全美各地重要的通訊節點，如中樞網路機房、海底電纜交會點等設置監聽機構，AT&T 被發現在全美有八個重要的網路流量交會點設置了監控建築，給予 NSA 存取權限，透過這些節點輕易提取為加密的訊息（林厚勳 Henry，2018 年 6 月 26 日）。

日)。在高科技產業走向世界市場的布局中，海底電纜的架設是國際擴張活動的基礎設施。高科技大廠華為企業體下的「華為海洋」目前是世界第四大海底電纜業者，根據其網站資訊，⁷ 華為承接了 98 項的海底電纜鋪設與升級工程，線路總長度接近六萬公里。

近期美、中貿易戰時打時停，川普（Trump）政府對於中國崛起的防堵，以經濟制裁包裹更為微妙的科技國防對峙。美國政府禁止電信營運商向對國安構成威脅的中國企業購買設備或服務即為一例，華為技術與中興通訊頓時成了祭旗。在對高科技業的制裁行動中，海底電纜因為引發國安機密外洩的憂慮，也成了管制的對象。由於美國政府擔心串連至中國的網路搭載的資料，可能遭到北京政府利用其內建在裝置裡的安全後門截取、進行間諜活動，因此極力打壓，不僅華為屢屢被點名為美國的國安威脅，美國甚至打算禁止谷歌與臉書經營的海底電纜連通至中國，一條 8000 哩、連結洛杉磯與香港的海底電纜有可能因此被廢棄（O'Keefe, FitzGerald & Page, August 28, 2019）。澳洲於 2017 年也曾出面阻止華為鋪設連接澳洲與所羅門群島的電纜，之後澳洲並自行承攬這個線纜的鋪設（Griffiths, July 26, 2019; Packham, August 28, 2019）。

這些在網際網路連線版圖上正在上演的控制權攻防戲碼，不脫是傳統地緣政治衝突型態的延伸。由於線路連結帶來的巨量資訊，既是商業機會也是情報，如果海底電纜的路線有其製圖學上的霸權政治含意，則過往的版圖是「美國中心」的跨國高科技企業與電信集團的禁臠，中國的「一帶一路」倡議作為國際擴張的策略，顯然異軍突起，威脅美國線纜市場的霸權地位。美國對於中國高科技業擴張的國安焦慮與種種指控，對照其過往的種種監控作為，正彰顯中國以其人之道反制其人的荒謬。

⁷ 參考 HUAWEI MARINE 網頁，取自 <http://www.huaweimarine.com/en/>

二、跨疆域連結與地方意識的矛盾

如果把海底電纜置放於一個國際資本擴張邏輯的脈絡觀之，則線纜的控制攻防彰顯一個更普遍性的圈地、尋租意涵，即資本的勢力意圖透過海底電纜的串連打開貿易通路，並形成某種分殊且分工的市場控制關係，包括控制原物料的產地、貿易通路的港口後勤設施，以及開拓商品的消費市場。

這種圈地效應堪稱「另類」，因為它不是傳統資本主義透過土地的掠奪或原物料、勞工的控制達成，而是透過基礎設施串連的通路、航道，或線路網所構成的「綜效」(synergy)達成。海底電纜猶如學者 Haskel & Westlake (2018) 所言，是「無形的資產」(intangible assets)，投入其興築著眼的是這種建設可以造成的「溢散」效應，即透過廣泛連結、快速流通以及拉近與不同地點的關係距離，可以在某一地誘發一系列相關的產業叢集。但這個叢集極可能以鄰為壑，是以抽離其所屬的地理空間為代價 (Graham & Marvin, 2001, p.15; Sassen, 2005)。

且以「科技走廊」這個饒富空間指涉意涵的字眼為例，近期有許多國家為了高科技產業的發展，紛紛取經「矽谷經驗」，意圖複製北加州由矽谷至好萊塢串連成的 IT 產業叢集。例如位於維吉尼亞州的杜勒斯科技走廊 (Dulles Technology Corridor) 負擔了全美七成的網路流量，它被稱為美國「東岸的矽谷」、「資料中心巷弄」，其據點鄰近首府華盛頓特區，走廊上匯聚了全美最密集的網路企業、電信集團、國防工業以及研究中心。這個地區還擁有高於全美平均高等教育程度比率兩倍的住民以及最廉價的電，⁸ 連接美東與南歐，由臉書與微軟共資鋪設的

⁸ 參考維基百科：Dulles Technology Corridor。取自
https://en.wikipedia.org/wiki/Dulles_Technology_Corridor

「馬瑞亞電纜」(MAREA)就在附近著陸。科技走廊在頻寬日增、流量加快的網路世界裡，成了體現距離消失表象的最具體例證，因為與其為鄰且交往密切的，有可能是隔了整個海洋，在彼端陸地的其他「矽」字頭科技走廊，它們可能是東倫敦的「矽環」(Silicon Roundabout)、以色列的「矽溪」(Silicon Wadi)，或者科技城(technopolis)、科技園區(technology park)，如肯亞的孔薩(Konza)、印度的班嘉羅爾(Bangalore)，以及臺灣西部平原上沿著高鐵路線上發展出來的數個科技園區。

海底電纜在串連起全球高科技重鎮的同時，這些重鎮設址所在與地方常因為資源的排擠而產生衝突。前文提及 Star 指出關於基礎設施的「課題／難題」對比(Bowker & Star, 1999)，正是突顯基礎設施連通不同地域後，地方生活因為受到不同程度的影響而造成的認知差異。特別對於一些過往有被殖民經驗的國家而言，發展新興的科技城市或特區，往往成了政府政策下的產物，因為可以藉此爭取全球網路科技業的軟硬體生產、商業服務或者資料處理等外包的業務，然而這也複製了殖民時期的土地掠奪(例如強爭民地、轉農地為重劃區)與生態資源的重新分配與破壞(如發電需要的水資源，以及工業化後產生的污染)等現象。⁹ 一些國家「待價而沽」的高科技特區的規劃，則欲藉由成為國際間高科技資本或政經勢力關愛的對象而提昇國家在世界體系裡的地位。地理學者 David Harvey (哈維，2004)將這種因應新自由主義資本秩序

⁹ 關於發展高科技產業造成土地的掠奪，苗栗的大埔開發案殷鑑不遠。新竹科學園區由於用地已達飽合，因此主管機關科技部便規劃園區第四期擴建竹南基地。苗栗縣政府為執行竹南基地與周邊地區特定區「都市計劃，以區段徵收方式，進行徵收並拆除。由於一些農戶未答應農地被政府強制徵收，而發生後續一連串公民團體抗爭與全國性的聲援，要求修改土地徵收條例。見維基條目「大埔事件」(取自 <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%A4%A7%E5%9F%94%E4%BA%8B%E4%BB%B6>)

而導致國家重分配利益結構的現象稱為「掠奪式的積累」（accumulation by dispossession）；後殖民學者 Kalyan Sanyal（薩耶爾，2007）則著眼於南亞的發展經驗，將前殖民的第三世界國家因為發展高科技產業而在內部社會造成的排除現象稱作「後殖民資本主義」（Samaddar, 2015）。

一如哈維（Harvey, 1989／王志弘譯，1993）主張，資本主義作為一種革命性的生產方式，總是不停地尋找新的組織形式、技術、生活方式，以及新的生產與剝削型態。其中，透過交通與傳播工具帶來空間關係與空間再現的激烈重組，具有格外有利的效果。如果帝國主義可以被定義為一個區域的經濟生產資料與資本積累仰賴另一個遙遠的區域作為後勤奧援——一種基於「積累」與「被掠奪」的對應關係，這個經濟的特性並沒有隨著 20 世紀中期以來的解殖、民族國家獨立運動而終結，只是隨著資本化的誘因而來的網路基礎設施架設，更可能超越過往的交通或電訊設施，將毫無歷史連結淵源，且距離遙遠的地點串連在一起。透過少數得以運籌帷幄全球資本的都會核心，網路加上傳統公用的交通、管線設施，不斷在各地透過連結產生便於資本、技術與勞動流通的走廊、園區與都會，這也是在思考網際網路作為一種覆蓋全球的雲端「增力」技術無從迴避的地理課題。

結論、雲端基礎設施的深海

本文聚焦網際網路的基礎設施，探討傳播媒介系統的社群與地理意涵。將整體社會思考為一個有機體的系統，起源於近代運輸與傳播技術的發展，使得國家的「疆界」得以對應路網、河道、橋樑間串起相互依存的生活空間。日後，全球通訊系統發展的主力則是海底電纜的連結。

本文透過這種系統觀的物質認知，探討網際網路的基礎設施如何成就其作為一個溝通的系統。參照人類學者 Bowker & Star (1999) 的基礎設施研究方案，本文檢視了網路涉及的兩種連結性意涵，分別是科技研發過程中，網路作為「邊界物」如何連結不同的科學與科技實作社群，並形塑整合的通訊協定，這個社會空間成為日後網際網路邁向全球基礎設施化的培養皿；以及海底電纜洲際連線所牽涉的地理空間，這個地理空間充斥隨著洲際連線所帶來的多重政治與經濟矛盾。

Bowker 與 Star 關於基礎設施的探問，意圖揭開技術物表象的深層系統性。

掀開網路無國界的表象，本文突顯跟傳播技術設置有關的地理因素，或地緣關係如何對於網路的社會意義產生影響。Bowker & Star (1999) 強調將「基礎設施的倒置」，同時關照特定設施涉及的技術工作與標準，以及政治的運作與知識的生產。基礎設施或基礎架構彌補了過往傳播研究裡相對被忽略的科技或技術的物質意涵討論，且「倒置」的研究方案兼具挖掘技術的社會流通涉及的「極小」與「極大」面向：小至特定技術物件如何操作龐大的分類系統，大至彰顯龐大的技術系統涉及的社會整合意涵或地理擴張的政治性。

作為理論的反思，本文將網際網路基礎設施倒置，在網際網路看似無遠弗屆的表象上，挖掘線纜連結的物質性意涵，這個企圖突顯了與兩個理論位置的串接與延伸：

在社群連結性的討論上，本文探討網際網路作為一個傳播系統，如何在研發過程匯聚了不同領域的專業實作社群。在近年來儼然成為顯學的「科學、技術與社會」(STS, science, technology and society) 研究理路裡，特定的科學或技術能夠自成一家，往往起於透過行動者串連、部屬所萌發的社群關係或社群意識 (Latour, 1999; Mackenzie & Wajcman,

1985)。基礎設施的探究同樣關切技術研發與普及化涉及的社會或政治面，但進一步關注跨社群間的互動如何形塑特定技術設施或系統的意涵。除了是一項科技，網際網路也是串連全社會的溝通系統。在每一種新的通訊程式或產業模式風行的浪頭，總少不了紀錄產業或技術開拓者心路歷程的傳奇式論述。這些突顯發明家、拓荒者、科技先知或機構成就的個別論述，串連起來便成為爬梳網路技術如何發展成全社會溝通系統的「節點」。上文的討論著重由這些論述所描繪通訊協定標準發展的過程，檢視網際網路的制度化涉及的社會——技術之歷程。

另外一層的串接與延伸，則是將線纜連線的地理意涵，設定為一政治經濟學檢視的主題。傳播政治經濟學著重媒體組織的擴張、資本市場的壟斷或管制與放任涉及的權力政治等批判主題。當前對於數位資本主義的批判，有學者主張應關注資訊經濟型態的「原始積累」（*primitive accumulation*）效應，亦即強調資本主義的社會擴張的特性，體現在將前資本主義社會存在的事物、關係或生產型態都「資本化」（*Ekman, 2016*），因此，必須關注新的資訊科技如何造成社會既有事物或實踐都落入了資本交易的禁巒。諸如「數據監控」（*dataveillance, van Dijck, 2014*）、「監控資本主義」（*surveillance capitalism, Zuboff, 2015*）等字眼的出現，都警示了網路使用者的數位足跡如何被轉化為數據資料，成為新型態資本化的標的。而數位經濟下的無償勞動、零工經濟等問題也引發批判關注（*Caraway, 2011; Fuchs, 2014*）。除了數據與勞動，這種積累效應也應包括 *Harvey (2004)* 所關注，資本的動因如何創造新的、剝削的地理空間。媒介基礎設施作為傳播政經批判的另類主體，有助於突顯網絡社會的權力邏輯如何具體化地展現在媒介技術的社會監視，與設施開發造成的空間與資源掠奪。不論就地緣政治的合作或對抗影響的電纜越洋連結或中斷，或者是海底電纜打造無國界的高科技城市、走廊

或園區，網際網路作為當前資本主義的資本積累型態最重要的後勤媒介，都在在顯示這個看似去中心化的傳播系統遠非技術形式承諾的中立或民主。在網際網路打造全球暢行的資料空間之同時，基礎設施在地理空間的設置，以其帶動的高「產值」效應，以及在社會造成的利益重分配乃至剝削，應是關鍵的檢視課題。

文化史學者 Lewis Mumford (1964) 主張，人類的技術研發與使用，總是交雜著技術賦予的自主解放與施加的集權控制。回顧歷史，西方近代的實驗科學與機器研發帶動工業化的發展，也啟迪了民智，推翻王權專制，但看似民主的科學技術，並非民主社會對抗專斷政治力量最健全的保證，因為新的集權技術 (authoritarian technics) 權力的核心正是系統本身 (同上引)。一個技術至上的系統凌駕所有個人、泯滅人格差異，且威脅著抹除所有傳統的民主技術所留下來的吉光片羽。這個「民主—集權」社會契約唯一的但書，是系統不提供每一個參與其中的人沒有需求的選項。換句話說，「選擇了系統，除此就沒有更多選擇」 (同上引, p. 7)。從 4G 到 5G，流量標準的提昇並沒有容許我們有滯留在 3G 的選項。基礎設施的思維提示了傳播研究裡關於媒介制度形成涉及的複雜技術、制度與社會歷程。而這些歷程也提醒著我們，當前網路的系統控制為何不只決定了上網的世界，也影響了我們的生活世界。

參考書目

- 王志弘譯 (1993)。〈時空之間——關於地理學想像的省思〉，夏鑄九、王志弘編譯，《空間的文化形式與社會理論讀本》，頁 47-79。臺北：明文。(原書 Harvey, D. [1990]. Between space and time: Reflections on the geographical imagination. *Annals of the Association of American Geographers*, 80[3]: 418-434.)
- 行政院新聞傳播處 (2020 年 1 月 30 日)。〈台灣 5G 行動計畫〉【政策與計

- 畫】。臺北：行政院新聞傳播處。取自 <https://www.ey.gov.tw/Page/5A8A0CB5B41DA11E/087b4ed8-8c79-49f2-90c3-6fb22d740488>
- 杜默譯（2001）。《Linux 傳奇：讓比爾蓋茲坐立難安的天才》。臺北：時報出版。（原書 Moody, G. [2001]. *Rebel code: Linux and the open source revolution*. New York, NY: Basic Books）
- 林厚勳 Henry（2018 年 6 月 26 日）。〈美國電信龍頭 AT&T 遭爆與 NSA 合作，全美各地設點監聽紀錄全球網路〉，《科技報橘》。取自 <https://buzzorange.com/techorange/2018/06/26/att-corporate-with-nsa-to-monitor-world-internet-connection/>
- 林添貴譯（2017）。《地理的復仇》。臺北：麥田。（原書 Kaplan, R. D. [2012]. *The revenge of geography: What the map tells us about coming conflicts and the battle against fate*. New York, NY: Random House Trade Paperbacks.）
- 林添貴譯（2014）。《政府正在監控你—史諾登揭密》。臺北：時報。（原書 Greenwald, G. [2014]. *No place to hide*. New York: Metropolitan Books）
- 俞灝敏、邱辛擘譯（1998）。《控制革命：資訊社會的技術和經濟起源》（上、下）。臺北：桂冠。（原書 Beniger, J. R. [1986]. *The control revolution: Technological and economic origins of information society*. Cambridge, MS: Harvard University Press.）
- 唐士哲（2018）。〈邊陲、壟斷與依附：尹尼斯的政治經濟關懷〉，《傳播文化與政治》，7: 35-68。
- 陳信宏譯（2017）。《媒體失效的年代》。臺北：遠見天下文化。（原書 Jarvis, J. [2014]. *Geeks bearing gifts: Imagining new futures for news*. New York, NY: CUNY Journalism Press.）
- 雷祥麟譯（2004）。〈直線進步或交引纏繞？人類文明長程演化的兩個模型〉，吳嘉苓、傅大為、雷祥麟編。《科技渴望社會》，頁 79-102。臺北：群學。（原書 Latour, B. [2004]. *Progress or entanglement? Two models for the long term evolution of human civilization*. In H. Tien, and C. Lo, [Eds.], *Challenges of civilization in the 21st century*, [pp. 311-334]. Taipei, TW: Institute for National Policy Research.）
- 劉泰、王文耀、王堯（2019 年 1 月 17 日）。〈「一帶一路」背景下我國國際海纜建設的機遇與挑戰〉，《每日頭條》。取自 <https://kknews.cc/finance/vo56yy1.html>
- 戴皖文（2006）。〈數位自主：台灣數位內容產業政策檢視〉，《資訊社會學研究》，10: 235-264。
- 魏國彥（2018 年 8 月 13 日）。〈【魏國彥專欄】直擊！網路斷線的天然殺手—海底泥石流〉，《天下雜誌》。取自 <https://www.cw.com.tw/article/article.action?id=5091589>

- 羅世宏、徐福德譯 (2017)。《社群媒體批判理論》。臺北：五南。(原書 Fuchs, C. [2013]. *Social media: A critical introduction*. London, UK: Sage.)
- 嚴麗娟譯 (2017)。《必然：掌握形塑未來 30 年的 12 科技大趨勢》。臺北：貓頭鷹。(原書 Kelly, K. [2017]. *The inevitable: Understanding the 12 technological forces that will shape the future*. New York, NY: Viking Press)
- Anderson, C. (2006). *The long tail: Why the future of business is selling less of more*. New York, NY: Hyperion.
- Benkler, Y. (2006). *The wealth of networks: How social production transforms markets and freedom*. New Haven, CT: Yale University Press.
- Berners-Lee, T. (1999). *Weaving the Web: The original design and ultimate destiny of the World Wide Web*. New York, NY: Harper Collins.
- Berland, J. (1999). Space as the margins: Critical theory and colonial space after Innis. In C. R. Acland, & W. J. Buxton, (Eds.), *Harold Innis in the new century: Reflections and refractions* (pp. 281-308). Montreal & Kingston, CA: McGill-Queen's University Press.
- Bowker, G. C., Baker, K., Millerand, F., & Ribes, D. (2010). Toward information infrastructure studies: Ways of knowing in a networked environment. In Hunsinger, J., Klasttrup, L., & Allen, M. (Eds.), *International handbook of internet research* (pp. 97-117). New York, NY: Springer.
- Bowker, G. C., & Star, S. L. (1999). *Sorting things out: Classification and its consequences*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Bush, V. (1945). As we may think. *The Atlantic Monthly*, 176(1), 101-108.
- Caraway, B. (2011). Audience labor in the new media environment: A Marxian revisiting of the audience commodity. *Media Culture & Society*, 33(5), 693-708.
- Carey, J. (1989). *Communication as culture: Essays on media and society*. New York, NY: Routledge.
- Castells, M. (2001). *The Internet galaxy: Reflections on the Internet, business, and society*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Castells, M. (2012). *Networks of outrage and hope: Social movements in the Internet age*. Cambridge, UK: Polity.
- Chan, J. (1994). National responses and accessibility to STAR TV in Asia. *Journal of Communication*, 44(3), 112-131.
- Chapman, G., & Rotenberg, M. (1993). The national information infrastructure: A public interest opportunity. *The CPSR Newsletter*, (11)2. Retrieved from <http://cpsr.org/prevsite/publications/newsletters/old/1990s/Summer1993.txt>
- Correa, G. (2017, December 15). How Britain pioneered cable-cutting in World War One. *BBC News*. Retrieved from <https://www.bbc.com/news/world-europe-42367551>
- Deleuze, G., & Guattari, F. (1987). *A thousand plateaus: Capitalism and schizophrenia*. Minneapolis, MN: University of Minnesota Press.

- Edwards, P. N. (2002). Infrastructure and modernity: Scales of force, time, and social organization in the history of sociotechnical systems. In T. J. Misa, P. Brey, & A. Feenberg, (Eds.), *Modernity and technology* (pp. 185-225). Cambridge, MA: The MIT Press.
- Ekman, M. (2016). The relevance of Marx's theory of primitive accumulation for media and communication research. In C. Fuchs, & V. Mosco, (Eds.), *Marx in the age of digital capitalism* (pp. 105-132). Leiden, NL: Brill.
- Foucault, M. (1979). *Discipline and punish: The birth of the prison*. New York, NY: Vintage Books.
- Fuchs, C. (2014). *Digital labour and Karl Marx*. New York, NY: Routledge.
- Gabrys, J. (2013). *Digital rubbish: A natural history of electronics*. Ann Arbor, MI: The University of Michigan Press.
- Galloway, A. (2006). Protocols vs. institutionalization. In W. H. Chun, & T. Keenan, (Eds.), *New media, old media: A history and theory reader* (pp. 187-198). New York, NY: Routledge.
- Galloway, A. (2004). *Protocol: How control exists after decentralization*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Graham, S., & Marvin, S. (2001). *Splintering urbanism: Networked infrastructures, technological mobilities and the urban condition*. London, UK: Routledge.
- Griffiths, J. (2019, July 26). The global internet is powered by vast undersea cables. But they're vulnerable. *CNN*. Retrieved from <https://edition.cnn.com/2019/07/25/asia/internet-undersea-cables-intl-hnk/index.html>
- Haskel, J., & Westlake, S. (2018). *Capitalism without capital: The rise of intangible economy*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Harvey, D. (2004). The 'new' imperialism: Accumulation by dispossession. In L. Panitch, & C. Leys, (Eds.), *The new imperial challenge: Socialist register* (pp. 63-87). London, UK: Merlin Press.
- Hughes, T. P. (1983). *Networks of power: Electrification in Western society, 1880-1930*. Baltimore, MD: The Johns Hopkins University Press.
- Information Infrastructure Task Force (1993). The national information infrastructure: Agenda for action. *Internal archive*. Retrieved from https://archive.org/stream/04Kahle000911/04Kahle000911_djvu.txt
- Innis, H. A. (1930). *The fur trade in Canada*. Toronto, CA: University of Toronto Press.
- Jenkins, H. (2006). *Convergence culture: Where old and new media collide*. New York, NY: New York University Press.
- Keane, J. (2016 年 6 月). Silence, power, catastrophe: New reasons democracy and media matter. 2016 中華傳播學會年會專題演講。嘉義民雄：國立中正大學。
- Latour, B. (1999). *Pandora's hope*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Latour, B., & Hermant, E. (1998). *Paris: Invisible city* (L. Carey-Libbrecht, Trans.) [DX Reader version]. Retrieved from <http://web.mit.edu/uricchio/Public/television/>

- documentary/Latour_ParisInvisibleCity.pdf
- Laguerre, M. S. (2016). *The multisite nation*. New York, NY: Palgrave Macmillan.
- Lee, G. (2014). *Cloud networking: Understanding cloud-based data center networks*. Amsterdam, NL: Morgan Kaufmann.
- MacKenzie, D., & Wajcman, J. (Eds.). (1985). *The social shaping of technology: How the refrigerator got its hum*. Philadelphia, PA: Open University Press.
- Mattelat, A. (1996). *The invention of communication*. Minneapolis, MN: University of Minnesota Press.
- Mauldin, A. (2018, May 30). Content, capacity, and the great, growing demand for international bandwidth. *TeleGeography BLOG*. Retrieved from <https://blog.telegeography.com/t-growing-demand-for-international-bandwidth-content-providers-capacity>
- Maxwell, R., & Miller, T. (2015). Greening media studies. In R. Maxwell, J. Raundalen, & N. L. Vestberg (Eds.), *Media and the ecological crisis* (pp. 88-98). New York, NY: Routledge.
- McLuhan, M. (1964). *Understanding media: The extension of man*. New York, NY: Signal.
- Mitchell, W. J. (1996). *City of bits: Space, place, and the infobahn*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Morozov, E. (2011). *The net delusion: The dark side of Internet freedom*. New York, NY: Public Affairs.
- Mosco, V. (2014). *To the cloud: Big data in a turbulent world*. Boulder, CO: Paradigm Publishers.
- Mumford, L. (1964). Authoritarian and democratic technics. *Technology and Culture*, 5(1), 1-8.
- Murdock, G. (2015). Media materialities: For a moral economy of machines. *Journal of Communication*, 68(2), 358-368.
- O'Keefe, K., FitzGerald, D., & Page, J. (2019, Aug 28). National security concerns threaten undersea data link backed by Google, Facebook. *The Wall Street Journal*. Retrieved from <https://www.wsj.com/articles/trans-pacific-tensions-threaten-u-s-data-link-to-china-11566991801>
- Packham, C. (2019, Aug 28). Ousting Huawei, Australia finishes laying undersea internet cable for Pacific allies. *Reuters*. Retrieved from <https://www.reuters.com/article/us-australia-pacific-cable/ousting-huawei-australia-finishes-laying-undersea-internet-cable-for-pacific-allies-idUSKCN1VI08H>
- Peters, J. D. (2015). *The marvelous clouds: Toward a philosophy of elemental media*. Chicago, IL: The University of Chicago Press.
- Peters, J. D. (2006). Dissemination. In G. Shepherd, J. St. John, & T. Striphos, (Eds.), *Communication as...: Perspectives on theory* (pp. 211-222). Thousand Oaks, CA: Sage Publication.

- Plantin, J., Lagoze, C., Edwards, P. N., & Sandvig, C. (2018). Infrastructure studies meet platform studies in the age of Google and Facebook. *New media and Society*, 20(1), 293-310.
- Raymond, E. (1999). *The cathedral and the bazaar*. New York, NY: O'Reilly Media.
- Rositter, N. (2006). *Organized networks: Media theory, creative labour, new institutions*. Rotterdam, NL: NAI Publishers.
- Samaddar, R. (2015). Zones, corridors, and postcolonial capitalism. *Postcolonial Studies*, 18(2), 208-221.
- Sanyal, K. (2007). *Rethinking capitalist development: Primitive accumulation, governmentality, and post-colonial capitalism*. New Delhi, IN: Routledge.
- Sassen, S. (2005). The global city: Introducing a concept. *Brown Journal of World Affairs*, 11(2), 27-43.
- Satariano, A. (2019, March 10). How the Internet travels across oceans. *The New York Times*. Retrieved from <https://www.nytimes.com/interactive/2019/03/10/technology/internet-cables-oceans.html>
- Schivelbusch, W. (1986). *Railway journey: The industrialization of time and space in the 19th Century*. Berkley, CA: The University of California Press.
- Shannon, C. (1948). A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, 27, 379-423.
- Spencer, H. (1967). *The evolution of society: Selections from Herbert Spencer's principles of sociology* (Robert Caneiro, Ed.). Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Star, S. L. (1999). The ethnography of infrastructure. *American Behavioral Scientist*, 43(3), 377-391.
- Star, S. L., & Griesemer, J. R. (1989). Institutional ecology, 'translations' and boundary objects: Amateurs and professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907-39. *Social Studies of Science*, 19(3), 387-420.
- Star, S. L., & Ruhleder, K. (1996). Steps toward an ecology of infrastructure: Design and access for large information spaces. *Information Systems Research*, 7(1), 111-134.
- van Dijck, J. (2014). Datafication, dataism and dataveillance: Big Data between scientific paradigm and ideology. *Surveillance & Society*, 12(2), 197-208.
- Wang, G. (2003). Foreign investment policies, sovereignty, and growth. *Telecommunications Policy*, 27, 267-282.
- Winner, L. (1980). Do artifacts have politics? *Daedalus*, 109(1), 121-136.
- Zuboff, S. (2015). Big other: Surveillance capitalism and the prospects of an information civilization. *Journal of Information Technology*, 30(1), 75-89.

Clouds Deep in the Sea: The Infrastructural Inquiry of the Internet

Shih-che Tang *

ABSTRACT

Society as an organic system has taken root in the spatial expansion of transportation and communication media. In the light of this materialistic epistemology, the article presents the infrastructural dimensions of the Internet as a communication system, unfolding a discussion with the affinity of the system as a concept with the development of modern transportation and communication networks. From canals, to railways, to radio masts and submarine cable lines, the physical layout of modern transportation and communication infrastructure has, at different times, inspired various thoughts of society as an organic system. The article proposes to use infrastructure as a conceptual entry point to explore the Internet as a communication system. By way of Geoffrey Bowker and Leigh Star's characterization of infrastructure, the article singles out cable as a crucial boundary object with social and geo-political implications: Socially, the Internet as a technology of connectivity has been a work of collaboration since its incubation stage. Via wired computers under a unified communication protocol, this network technology at the seminal stage underwent a process of social integration, linking diverse communities of practice with heterogeneous interests in national defense, science, and business. Therefore, the Internet fully manifested itself as a socio-technical

* Shih-che Tang is professor of the Department of Communication, National Chung Cheng University.

system. The boundary character of the Internet is also apparent in the transoceanic connection of the submarine cable. Geo-politically, this cable has been, and still is, the acting agent of surveillance systems on a global scale. The risk of disconnection reflects the ongoing conflict and struggle among international political power blocs. In addition, high-tech corridors and zones benefitting from the transoceanic cable linkage substantiate the logic of accumulation through the dispossession characteristic of digital capitalism.

Keywords: infrastructure, Internet, media, submarine cable, system