

# 科技地緣政治下的台灣—— 軍民科技、淨零轉型與量子革新的 多元挑戰與新機遇

〔國家安全、永續韌性、量子科技研究主題〕

時 間：113 年 6 月 25 日（二）14:50-16:30

地 點：政大公企中心 10 樓 A1034 教室

主 持 人：連賢明（科技、民主與社會研究中心副主任）

報 告 人（軍民兩用）：賴俊魁（科技、民主與社會研究中心研究員）

與 談 人（軍民兩用）：陳明祺（國防安全研究院執行長）

報 告 人（淨零科技）：劉奇峯（科技、民主與社會研究中心執行長兼研究員）

與 談 人（淨零科技）：陳彥豪（台灣經濟研究院研究一所所長）

報 告 人（量子科技）：范菁文（科技、民主與社會研究中心研究員）

與 談 人（量子科技）：嚴漢偉（中央研究院物理研究所研究技師）

與 談 人（量子科技）：張仁瑀（EntangleTech 執行長）

記 錄：科技、民主與社會研究中心（DSET）

台灣在全球新興科技供應鏈上扮演重要角色，尤其在中美科技戰的影響下，以及各國透過多邊貿易協定進行策略聯盟以強化供應鏈韌性的脈絡中，科技發展如何受地緣政治所影響是本年度論壇的探討重點。科技、民主與社會研究中心以「科技地緣政治下的台灣」為題，深入探討並強調台灣需利用其在跨域科技上的優勢，來應對國際地緣政治風險。例如，在軍民科技上，隨著俄烏戰爭的發展，無人機在戰場上的應用已改變現代戰爭的面貌，從戰略偵察到戰術打擊，無人機的角色愈發重要。台灣應在此趨勢下，如何建立獨立的非紅供應鏈，利用科技戰略來鞏固自身的國防與安全。

同時，面對氣候變遷的挑戰，台灣正朝著 2050 年淨零碳排的目標邁進，這需要不同的淨零科技與新能源技術的協助。培養這樣的「綠實力」，不僅是國家經濟的關鍵，也與國家安全息息相關。例如，電動車的減碳策略依賴於半導體

與感應器製造，但若這些技術來自他國，將增加經濟依賴並引發資訊安全疑慮。基於台灣對地緣政治因素的敏感性，淨零科技需要被視為戰略性科技來思考。

另一方面，可以看到全球對量子科技的投資逐年增加，顯示量子科技正成為國際競逐的重要領域之一。尤其在量子感測、量子通訊和量子運算上的發展潛力，使得各國政府在科技領域內的戰略競爭，特別是涉及關鍵科技的控制和應用面向上具有重要意義。台灣具有獨特的優勢可發展量子科技應對全球變化帶來的機會與挑戰，可積極佐以適當政策工具來確保自身在科技創新和應用上的領先地位。

本文以下就科技地緣政治的角度，探討軍民科技、淨零科技與量子科技在跨域議題上面臨的機會與挑戰。



圖一：「跨時代的多元新興科技：軍民科技、淨零與量子科技的新未來」場次  
(照片來源：DSET)

## 一、科技地緣政治下的台灣：跨領軍民科技的挑戰與機遇

### (一)為何無人機發展對台灣重要？

隨著俄烏戰爭的發展，無人機在戰場上的應用已改變現代戰爭的面貌，從戰略偵察到戰術打擊，無人機的角色愈發重要。台灣應在此趨勢下，利用科技戰略來鞏固自身的國防與安全。無人機在戰場上的應用已改變現代戰爭的面貌。無人機從戰略偵察到戰術打擊，顯示出其在戰爭中不可或缺的角色。台灣在無人機技術上的領先地位，使其能夠在國防和安全方面獲得更大的優勢。通過加強無人機技術的研發和應用，台灣可以提升其國防能力，並在國際地緣政治中保持競爭優勢。

無人機技術不僅在軍事領域具有重要意義，在民用領域同樣展現出巨大的潛力。無人機在災害監測、環境監測、農業管理和物流運輸等領域的應用，為台灣的科技發展和經濟增長提供了新的動力。通過推動無人機技術的多樣化應用，台灣可以實現科技創新和產業升級，增強其在國際市場中的競爭力。

### (二)台灣在跨域科技上有哪些優勢？

台灣在半導體和利基晶片技術上的優勢為其在國際地緣政治中的地位提供了堅實的基礎。台灣的半導體產業，不僅在技術上領先，還在全球供應鏈中占據關鍵地位。這使得台灣能夠在國際談判和科技合作中擁有更多的話語權。尤其是在面對地緣政治風險時，台灣的半導體產業可以通過技術創新和市場擴展來應對挑戰，確保其在全球科技競爭中的領先地位。

### (三)台灣在國際科技地緣政治中的關鍵定位與戰略

台灣在國際地緣政治中的重要性不僅體現在其科技實力上，更體現在其地理位置和政治影響力上。台灣位於亞太地區的核心位置，是連接東亞和東南亞的重要樞紐。這使得台灣在國際地緣政治中具有重要的戰略價值。通過推動科技創新和國際合作，台灣可以在國際科技地緣政治中發揮更關鍵的角色，增強其國際地位和影響力。

科技創新是台灣在國際地緣政治中保持競爭優勢的關鍵。通過推動半導體、無人機和低軌衛星等領域的技術創新，台灣可以增強其科技實力，提升其國際競爭力。同時，科技創新也是確保國家安全的重要手段。通過加強科技研發和應用，台灣可以提升其國防能力，應對來自外部的各種風險和挑戰。

#### (四) 台灣無人機產業的去紅供應鏈策略

我們軍民科技研究群重點介紹了無人機和低軌衛星技術在國際地緣政治中的應用。報告指出，無人機不僅在災害監測、環境監測中發揮重要作用，更在戰略偵察和軍事打擊中顯示出其不可替代的價值。台灣在形塑非紅供應鏈中的重要性，特別是在無人機技術和利基晶片方面的領先地位。

我們認為台灣無人機產業的去紅供應鏈實踐包括以下三個關鍵策略：

1. 去除中國因素的紅色供應鏈：透過與國際無人機聯盟合作，台灣可以減少對中國供應鏈的依賴，並提升在國際市場中的競爭力。
2. 重整無人機試飛紅區：建立專門的無人機試飛區域，以提高技術測試的效率，並促進相關技術的研發與應用。
3. 降低飛手人才培育與短缺赤字：加強無人機操作人才的培訓，提升技術人員的質量和數量，以應對快速增長的市場需求。

三關鍵策略更需整合台灣的無人機企業才能向前推進，如經緯航太無人機和中光電智能機器人公司，通過與國外廠商的合作，展示了在國際市場中的適應能力和競爭力。這些企業成功地整合了軟硬體技術，並在國際市場上占據了穩固的地位，成為台灣科技戰略的重要支柱。

隨著科技的迅速發展和國際地緣政治的變化，台灣面臨著前所未有的挑戰和機遇。未來，台灣需要繼續推動科技創新，提升其國際競爭力，並加強與國際社會的合作。通過充分利用其在半導體、無人機和低軌衛星等領域的技術優勢，台灣可以在國際地緣政治中保持領先地位，確保國家安全和科技自主性。

而在科技地緣政治的背景下，台灣需要充分利用其科技優勢，應對國際地緣政治風險，推動科技創新和國際合作。通過加強半導體、無人機和低軌衛星等領域的技術研發和應用，台灣可以在國際地緣政治中發揮更大的作用，增強其國際地位和影響力。科技創新和國家安全是台灣在國際地緣政治中保持競爭優勢的關鍵，未來台灣需要繼續推動科技發展，確保其在國際舞台上的領先地位。

## 二、從地緣政治視角看台灣的淨零科技與新能源發展

### (一) 綠色科技戰：電動車、太陽能、與關鍵礦物布局

首先，電動車作為國家戰略性科技產業之一，中國在 2001 年由國家科技部啟動電動車研究，即是為了規避傳統汽油汽車生產國家的市場與專利研發障

礙，試圖在這新興產業成為領先國家。除了電動車以外，中國在鋰電池、太陽能板製造、與關鍵礦物的開採與提煉布局，也使其成為無論是在地緣政治或是全球新能源發展版圖上，都具有重要影響力。

2023 年，根據 Carbon Brief 的分析，中國的電動車生產快速增長，其中大約全世界三分之一的產量都來自於中國 (Myllyvirta & Qi, 2024)；雖然中國生產的絕大多數電動車都在其國內銷售，但出口量也在迅速增加中，例如比亞迪 2023 年初大約出口了其生產量的 20% (ZeroHedge, 2024)。隨著出口增長，中國電動車企業在國際上則面對進口國越來越大的抵制壓力。2023 年 10 月，歐盟執委會更發起調查中國對其電動車公司的援助是否已構成不利於市場公平競爭的條件。相關的討論已不限於電動車，也涵蓋例如太陽能面板等其他綠能科技供應鏈過度集中於中國的問題。

根據中國正在進行的計畫，中國在全球多晶矽、矽錠和晶圓的生產占比將很快達到近 95%，其中，中國的新疆省更占全球 40% 的多晶矽製造量能。在這樣的趨勢下，全球每七塊太陽能板中將有一塊是由單一工廠生產，可見中國工廠在全球太陽能板供應鏈中的影響力，也將為全球太陽能板供應鏈提高其地緣風險。相應地，歐盟亦祭出反傾銷調查與懲罰性關稅等手段來抑止，但若中國企業便因此將產量移轉到其他東南亞國家，以確保能持續出口，整體而言全球碳排將因其產地分散增加 0.3 至 1.8% (Yuan et al., 2023)。事實上，中國太陽能企業也已經透過對新廠的異地投資或是併購，將其下游生產鏈延展至海外。相較於中國的策略，台灣、日本與南韓在太陽能板的研發與製造則朝向高階太陽能模組發展，同時更訴求政府對第三地模組傾銷有相應的配套措施，以確保市場的公平競爭 (蔡穎杰, 2024)。

在清潔能源部門進行外商直接投資，也是各國減排政策趨勢之一，尤其是對新興科技的製造過程中所需金屬礦產的開採與精煉，即所謂的「關鍵礦物」開採，包含銅 (Copper)、鋰 (Lithium)、鎳 (Nickel)、鈷 (Cobalt)、石墨 (Graphite)、鋁 (Aluminum)，和統稱「稀土」等等幾種稀有元素。對台灣來說，如何在「多元化」與「永續韌性」原則下，透過法規、政策與外交手段，在關鍵礦物供應鏈上建立互惠夥伴關係，以降低來源短缺或是過度集中在特定國家的風險，所需要考量的便不僅是經濟成本，更需具備地緣風險的眼界 (蘇上雅、賴俊魁, 2024)。

### 三、量子科技：國際趨勢與人才培育以及台灣視野

在今日的國際局勢中，科技已成為國家實力展現的重要指標。科技地緣政治不僅涉及國家之間的經濟競爭，還關乎國際安全和影響力的較量。台灣作為科技發展重鎮的國家，理解並制定因應當今局勢的科技政策至為重要。在全球科技競爭的舞台上，量子科技產業雖然尚處於前沿階段，但其潛力已經在量子感測、量子通訊與量子運算等領域可見端倪。隨著各國紛紛加注對量子科技的投資(2024 上半年的全球資金約 550 億美元 (Duranton, 2024))，量子革命似乎是拭目以待勢不可當，成為各國競逐的重要領域，與人工智慧和綠能同被視為世界關注的下一個技術突破的關鍵科技議題之一。

#### (一) 國際趨勢與政策方向：從國際看台灣

量子科技的國際發展趨勢是一場國家與國家之間的競賽。目前已有三十多個國家紛紛制定了國家層級的量子推進計畫(National Quantum Initiative)或策略性工具，並且編列預算，積極經由政策工具來推動學界與業界的合作，藉此推動技術與產業的加速發展。這些政策包括對學術研究的補助以及對企業的支持，主要可總結為三個核心面向：人才培育、拓展市場與產業發展、以及安全議題。

各國普遍加碼對量子研究與開發的支持力道，主要涵蓋面向包括基礎研究與應用研究這兩大方面。再則，各國政策關注的重中之重是培育量子科技人才，故紛紛推出教育和技能提升等計畫。第三，開始布署準備未來的量子科技應用之需求，特別是在可能的應用領域培養或增加使用者數量。此外，確保量子價值鏈的韌性也是國家關注的焦點，包括保護關鍵元件和技術的供應等。以上這些策略或戰略的重要基礎自然是國家安全面向的考量，故也是關注重點之一。當然國際合作也是被視為策略或戰略的重要一環，因其不僅涉及上述所有命題，還包括符合國家利益的標準化倡議。

台灣在這波量子科技競賽中，雖然起步較晚，但也是有所作為。台灣量子國家隊自 2021 年籌組跨領域團隊，目前在量子通訊與量子電腦領域皆取得一定成果。整體而言台灣現階段的量子科技發展是有立基可穩健成長具有台灣特色與優勢的科技。

#### (二) 量子人才培育的機會與挑戰

在量子科技發展中，政策與經費的到位以及基礎設施的建設至關重要；不過要使相關研究能夠充分發揮作用的話，關鍵還是在於「人才」。當下全世界都

面臨的頭號挑戰即是量子科技人才缺口的問題。故各國紛紛推出因應措施。以美國為例的因應措施，包括 2018 年啟動的 National Quantum Initiative (NQI) 國家層級的量子推進計畫，以及由國家科學基金會和白宮科學與技術政策辦公室舉辦的「針對未來量子資訊科學學習者關鍵概念」(Key Concepts for Future Quantum Information Science Learners) 研討會。該研討會邀請專家們共同協作，並於會後發布針對 K-12 的量子教育框架 (QIS K-12 framework)。

量子科技本身是相當跨學科的領域，因應這特性的需求，這 K-12 量子教育框架提供了如何將高中物理、化學、電腦科學和數學等學科融入量子教育的指導方針。該框架同時也提供國中階段的綜合性量子知識：結合了機率、原子結構、光的性質及運算思維等重要概念。再則，以歐盟為例：歐盟推出的歐洲量子技術能力框架，對於量子技術與不同職業所需具備的量子知識和技能進行全面考察與分級，如同對語言的檢定分級一般分成 A1、A2、B1、B2、C1、C2 級數。以此來回應產業界的需求，推動大學端能夠設計與提供為期數週的「迷你課程」，協助既有的 STEM 人才快速且順利吸收最前沿的量子知識與實作的經驗，以促成 re-skilling/up-skilling。在各國如火如荼地提出各教育年級的量子科技藍圖或路徑 (roadmap) 與量子能力／培力框架時，回頭看台灣尚未建置一個相對完整且具未來性的量子人才培育的教育生態系。面對此迫切命題，台灣應積極召集各界協力共思並提出適合台灣脈絡與產業體質的「量子人才」培育框架與路徑，一步步地將台灣的量子人才教育生態系建立起來，強化本國競爭力。

科技、民主與社會研究中心在 2024 年會所帶來的討論，不僅讓我們看到了量子科技在全球競爭中的重要性，也揭示了台灣在這場競賽中的潛力與挑戰 (Myllyvirta & Qi, 2024)。台灣需要在教育、政策與產業發展上採取積極的策略，才能在量子科技領域占據一席之地。透過謹慎且具有前瞻性的規劃，台灣有潛力在全球量子科技的競爭中扮演關鍵角色，為未來科技的發展做出獨特的貢獻。

### (三) 面對跨域的挑戰，更需要橫跨國界、領域與世代的串聯與合作

隨著地緣政治帶來的機會與挑戰，台灣的科技未來將如何在全球舞台上發揮影響力已成為了一個關鍵議題。此次研討會的關鍵專文不僅提供了深入洞察，也為政策制定者和產業指明了大方向。隨著科技的快速發展，台灣必須繼續推動創新，並在全球科技政策中發揮積極作用。特別是在軍民科技、淨零科技與量子科技方面，台灣擁有獨特的優勢，可以通過與國際夥伴的合作，進一步鞏固自身在全球科技競爭中的地位。面對來自中國的競爭壓力，台灣應採取

積極的科技創新策略，可以有效減少對單一市場的依賴，並提高自身的科技自主性和安全性，確保自身在關鍵科技領域保持領先地位。

## 參考文獻

- 范菁文等(2024)。《科技、民主與社會研究中心——量子科技研究主題政策建議報告書》，台北市：科技、民主與社會研究中心。
- 蔡穎杰(2024)。〈太陽能光電供應鏈的地緣政治現況——以中國因素為中心探討〉，台北市：科技、民主與社會研究中心，<https://dset.tw/research/00022/>。
- 賴俊魁等(2024)。《科技、民主與社會研究中心——軍民科技研究主題政策建議報告書》，台北市：科技、民主與社會研究中心，頁 3-87。
- 蘇上雅、賴俊魁(2024)。〈全球淨零，煉金術復興？關鍵礦物供應鏈的全球規範新局〉，台北市：科技、民主與社會研究中心，<https://dset.tw/research/00021/>。
- Durant, S. (26 June 2024). Quantum computing takes off with \$55 billion in global investments. *Forbes*. <https://www.forbes.com/sites/sylvainduranton/2024/06/26/quantum-now/>
- Myllyvirta, L., & Qi, Q. (25 January 2024). Analysis: Clean energy was top driver of China's economic growth in 2023. *Carbon Brief*. <https://www.carbonbrief.org/analysis-clean-energy-was-top-driver-of-chinas-economic-growth-in-2023/>
- Yuan, R., Rodrigues, João F.D., Wang, J., & Behrens, P. (2023). The short-term impact of US-China trade war on global GHG emissions from the perspective of supply chain reallocation. *Environmental Impact Assessment Review*, 98: 106980.
- ZeroHedge. (11 March 2024). China's EV exports soar despite domestic sales slowdown. *Oil Price.com*. <https://oilprice.com/Energy/General/Chinas-EV-Exports-Soar-Despite-Domestic-Sales-Slowdown.html>