

台灣量子電腦發展的國安級建言

~從 Quantum Taiwan 2025
看見的契機與警訊

文／黃光彩

由國科會主導的「2025 臺灣量子科技國際研討會」(Quantum Taiwan 2025)於 11 月中旬在台北圓滿落幕。這場盛會成功匯聚了 IBM、NVIDIA 等國際量子巨頭，不僅展示了台灣在量子元件和國際連結上的潛力，更堅定地將發展量子科技視為下一波科技革命的國安戰略。

然而，在會議聚焦的兩大主軸——規模化 (Scalability) 與連結性 (Connectivity) 背後，卻隱藏著台灣在量子電腦發展上亟待解決的三大結構性弱點。要真正從「零組件大國」晉升為「系統整合強者」，台灣必須採取更具前瞻性與針對性的改革。

|| 會議彰顯的優勢：硬體基礎與國際窗口

台灣憑藉其世界級的半導體與資通訊 (ICT) 產業基礎，在量子科技的硬體元件開發上具有先天優勢。本次會議中，部份國際大廠的積極參與，顯示台灣在全球量子產業鏈中，扮演著不可或缺的零組件供應者和國際合作夥伴角色。推動這樣的產業鏈連結，是台灣發展量子科技最寶貴的起跑點。

|| 警訊：三大核心弱點與結構性不足

儘管基礎穩固，但對照國際巨頭的發展進程，台灣在量子電腦 (QC) 的系統性發展上，仍存在嚴重的不足：

1. 技術弱點：規模化與系統整合的工程挑戰

會議主題強調的「規模化」，正是台灣最欠缺的實戰經驗：

- 缺乏大規模系統工程經驗：台灣的科研成果多集中在單一量

子位元 (Qubit) 或實驗室階段。缺乏將數百甚至數千個量子位元 穩定集成、高效控制與錯誤校正 (Error Correction) 的複雜系統工程經驗，這是從實驗室走向實用化最關鍵的瓶頸。

● **控制與低溫技術整合待加強**：量子電腦的開發不僅是物理學，更需要橫跨控制電子學、極低溫技術等高度複雜的跨領域整合，台灣在這些系統級整合能力上，仍遠遠落後於國際領先者。

2. 應用弱點：軟體、演算法與生態系的缺口

硬體是基礎，但軟體與應用才是創造商業價值的核​​心。台灣在這方面的佈局明顯落後：

● **量子軟體人才極度稀缺**：我們的資訊人才多集中於傳統IT 與 AI 領域。精通量子演算法、量子化學模擬、量子金融建模的高階軟體人才儲備不足，無法有效利用硬體運算能力。

● **商業化動能不足**：台灣的量子發展仍以「國家隊」和學術研究為主導。缺乏風險資本的投入和商業化導向的量子新創公司，限制了學術成果轉化為實際產業解決方案的速​​度和規模。

3. 資金與人才：國家戰略資源的投入強度

相較於歐美各國動輒數十億美元的長期國家級量子投資，台灣在總體資金規模和投入強度上仍顯不足。此外，要培養具備「從物理到程式碼」全鏈條知識的複合型量子人才，現有的教育體系在速度與規模上都難以支撐未來的需求。

|| 國安級建言：從「零組件」到「韌性系統」的轉型

量子電腦發展已是全球國安戰略的核心。台灣必須將量子科技視為如同半導體一樣的國安級基礎建設，並進行以下三項改革：

1. 國安級人才戰略：聚焦軟體與應用

● **加速跨領域人才培育**：立即在大學端設置跨學院

的「量子工程學程」，重點培養具備物理、電機、資工整合能力的人才。

● **人才回流與吸引**：大幅提高對量子軟體科學家、演算法專家的待遇和研究資源，吸引國際和本土人才進入應用領域。

2. 鼓勵創新：建構應用生態系

● **設立量子創新基金**：專注投資具備商業應用潛力（如量子 AI、量子金融）的軟體與服務型新創公司，鼓勵產學研界將技術成果推向市場。

● **推動異質運算合作**：鼓勵產業與國際大廠合作，在台灣建立量子雲端存取中心，讓台灣工程師得以在實際系統上進行規模化的應用開發與測試。

3. 戰略韌性：量子安全與備援機制

● **重視後量子密碼學 (PQC)**：量子電腦能破解現有加密體系，台灣必須將 PQC 的導入視為國家級數位韌性計畫的一環，要求關鍵基礎設施和政府資訊系統加速研究與部署，預防未來可能出現的量子攻擊。

Quantum Taiwan 2025 為台灣擘劃了進入量子時代的宏偉藍圖。然而，光有熱情與元件優勢不足以應對全球競爭。台灣缺乏電腦系統架構的人才，根本無法在量子電腦的硬體領域與國際競爭，國家隊是一個錯誤的科技執行方法，台灣跟隨歐美以物理背景的教授來領導量子電腦的發展也不適當，台灣必須正視系統整合和軟體應用的核心不足，以更果斷、更具規模的國家戰略投入，才能真正將量子電腦的「願景」轉化為增強國力與數位韌性的「實力」。



作者黃光彩博士，現為亞洲大學講座教授兼量子 AI 中心主任、台大無人載具中心顧問、臺灣量子安全協會理事長，曾是台師大校長、IBM 全球副總、企業董事。專長為 AI、知識管理、供應鏈金融、企業轉型等。專注於量子計算、後量子資安、高速運算的散熱系統從晶片到資料中心。