

2025

鴻海研究院年鑑

Hon Hai Research Institute
Yearbook

2025 鴻海研究院年鑑
Hon Hai Research Institute Yearbook

2025

Hon Hai Research Institute
Yearbook



2025

鴻海研究院年鑑

Hon Hai Research Institute
Yearbook



CONTENTS 目錄

院長視野	04	從實驗室到產業前瞻 打造科技鴻海的轉型引擎
執行長觀點	06	以「探路者」之姿 構築鴻海未來科技基石
諮詢委員的話	10	李開復 當 AI 理解世界 從技術進化到「成果導向」的組織變革
	12	張懋中 超越摩爾定律 玻璃載板與異質整合交織的半導體新賽局
	14	張慶瑞 NISQ時代 以量子位元驅動實務應用革命
	16	吳宗成 AI 時代的信任與韌性 打造邊緣與供應鏈的零信任防線
	18	廖婉君 在 6G 演進中建構高效、節能的智慧韌性網路
新科技躍進	22	人工智慧研究所 掌握技術主權與永續算力 助攻電動車與智慧製造轉型升級
	26	半導體研究所 深化積體化與新材料優勢 重塑次世代半導體規格
	30	新世代通訊研究所 從珍珠號到 6G 星際聯網 定義次世代通訊技術話語權
	34	離子阱實驗室 從精準控制到高效讀取 邁向規模化商用未來
	38	量子計算研究所 突破量子容錯計算瓶頸 從第一性原理定義商用未來
	42	資通安全研究所 打造全域聯防體系 深耕 AI 安全與後量子運算

跨界智匯	48	香港城市大學 × 人工智慧研究所 跨域推動 AI 穩健推理與學習
	49	陽明交通大學 × 半導體研究所 重塑 AI 時代資料傳輸架構
	50	中央大學 × 新世代通訊研究所 打造臺灣太空自主力
	51	陽明交通大學 × 離子阱實驗室 以非局域超穎介面攻克光學極限
	53	東京大學 × 量子計算研究所 創新架構，跳脫量子資源詛咒
	55	香港城市大學 × 資通安全研究所 打造韌性 AI 安全體系

聚力時刻	58	2025 年鴻海研究院大事紀
------	----	----------------

關於鴻海研究院

鴻海研究院的成立，是鴻海科技集團邁向 F3.0 轉型升級之路的重要發展策略之一。研究院下設五大研究所及一間實驗室，每個研究所以平均 40 位尖端技術研究人才的編制，專注於未來三到七年的前瞻技術研究，強化鴻海技術與產品創新，讓公司從過去的「勞力密集」升級至「腦力密集」，也為鴻海科技集團「3 + 3 + 3」的發展提升核心競爭力。

發行人	劉揚偉	企劃製作	遠見天下文化出版股份有限公司
總編輯	李維斌	採訪撰文	陳育晟
出版者	鴻海研究院	圖片來源	Shutterstock、鴻海研究院
執行	施芊羽、賴晃杉	執行	胡祖豪、羅德禎、羅玳珊、李美貞
地址	臺北市內湖區基湖路 32 號	地址	臺北市中山區松江路 93 巷 1 號
網址	https://hhri.foxconn.com	網址	https://bookzone.cwgv.com.tw
		出版日期	2026 年 9 月 7 日

從實驗室到產業前瞻 打造科技鴻海的轉型引擎

回首過去這幾年，鴻海正處於一個關鍵的歷史轉型節點，從一家世人熟知的製造公司，加速轉型為一家以技術領先的科技公司。而鴻海研究院，正是這場質變的核心發動機。

技術為根，研究院的戰略使命

鴻海研究院承擔的使命，是為集團累積未來三到七年的核心技術能力，範圍涵蓋人工智慧、半導體、新世代通訊、量子科技與資安等領域。研究院不僅支撐集團內部研發，也成為外界合作與諮詢的重要窗口，讓鴻海在全球科技舞台上持續發揮影響力。

2025 年鴻海研究院陸續達成不少成就，在人工智慧領域，我們推出了 FoxBrain，這是一個結合產業知識、製造實務與工程語境的大型語言模型（LLM），也是全球首款繁體中文 AI 大型語言模型，研究院以更高效率、更低成本的模型訓練方式，為臺灣 AI 技術發展樹立新里程碑。

在量子計算方面，我認為這是鴻海極為重要的長期投資。量子通訊與量子感測已展現初步價值，而量子計算具備顛覆現有運算模式的潛力。目前全球量子發展仍處於 NISQ（喧囂中等規模量子）階段，系統受限於雜訊與可擴展性挑戰。研究院正積極以離子阱平台為核心，開發高保真量子操作與可擴展架構，並探索量子與古典運算的混合架構，實現大規模量超融合應用。

半導體依然是科技產業的核心，研究院積極投入異質整合與光電整合技術，同時探索先進封裝載板材料提升晶片整合密度，使半導體從單一材料運算元件升級為整合計算、光電與通訊的系統核心，並在全球半導體價值鏈中爭取更高競爭力。

鴻海研究院院長

刘扬伟



新世代通訊方面，我們布局 6G 非地面網路技術發展，從地面設備到衛星對地面通訊實驗場域，模擬軟體開發，未來持續驗證衛星間通訊（ISL）技術，並與國際夥伴深度合作，為鴻海成為衛星星系服務商的重要夥伴奠定基礎，實現從地面到太空的完整通訊技術鏈。

資訊安全是數位時代信任的根基。在 AI 全面融入產業的時代，我們積極推動 AI for Security 與 Security for AI 研究，不僅降低 AI 潛在風險，更充分發揮其戰略價值。同時，我們布局後量子密碼（PQC）技術，提前為量子科技可能帶來的密碼安全挑戰建立關鍵技術。更重要的是，我們將資安治理視為研究與實踐的一體兩面，從策略設計到集團落地建置，打造下一世代防禦體系。

鴻海的研發層級與執行分工

鴻海在研發的分工上，劃分為三個層級：一、鴻海研究院：負責 POC（Proof of Concept），負責解決科學問題，證明概念可行；二、集團研發中心：將科學研究成果轉化為產品原型；三、事業單位：基於產品原型進行規模化、商業化。

以 FoxBrain 為例，研究院證明了模型功能可行，接下來就是研發中心將其做成產品的模型，最後由事業單位去做 Post-training 與市場推廣。

科技發展從來就不是一蹴可幾，而是長期累積與策略布局的結果。鴻海研究院的角色就是將前瞻研究與產業需求緊密結合，把科學探索逐步轉化為工程能力與實際應用，支撐集團的持續創新與全球競爭力並引領產業進步。我們樂見技術變成產品、產品變成生意，創造新的商機，同時也讓大家分享科技突破帶來的實質利益。

以「探路者」之姿 構築鴻海未來科技基石

研究院自成立以來，始終肩負著支撐集團轉型升級的核心使命。我們不僅是技術研究單位，更是集團 3 + 3 + 3 策略的重要基石。在科技快速演進與產業持續變革的時代，研究院的角色，就是在技術尚未成熟之前開始探索，在市場尚未形成之前先看見方向。換言之，在集團這艘巨艦前行的過程中，研究院始終扮演著在最前線打仗與找路的先行者。

經過幾年的發展，研究院內部已經逐漸形成跨領域融合的研究環境。不同領域的研究在此持續交會與整合，使理論研究與系統實現之間形成更緊密的連結。這種跨所協作的模式，使研究院能在關鍵技術尚處萌芽之際，就開始為未來產業鋪設道路。

研究院同時擁有全球少見的條件。集團龐大的產業體系，為研究提供了極具價值的應用情境與資料基礎，使我們能在真實產業場景中驗證技術。這不僅讓研究院能探索前瞻科學問題，也讓創新技術有機會真正走入產業，形成可持續發展的競爭優勢。

在國際合作方面，研究院也持續與世界頂尖學術機構深化交流，並積極參與全球學術社群。透過這些合作，我們不僅推動科技創新與知識交流，也持續吸引全球優秀人才加入研究院。目前，研究院已有約五分之一的研究人員來自海外，或以遠端方式參與研究。這顯示我們正逐步建立一個真正國際化的研究環境，讓世界各地的研究者能在同一個平台上共同探索未來科技。

在研究文化上，我們與董事長及諮詢委員們持續討論長期技術布局與戰略方向，一旦確定優先領域，研究員便擁有充分的研究自由。我們始終相信，聰明的人不需要被告知如何做事，只需要知道要做什麼。在信任與紀律並存的文化下，研究

鴻海研究院執行長

李維斌

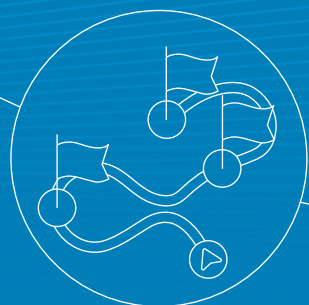


院得以持續產出高品質研究成果，並在國際舞台上嶄露頭角。

展望未來，研究院將繼續以探路者的姿態，在產業轉型之前鋪設道路，在科技尚未成形之前探索方向，在全球人才之間建立連結。透過長期的研究投入與跨領域合作，我們不僅為集團開拓下一個世代的科技航道，也期望為整體產業探索未來科技發展的方向，在快速演進的科技浪潮中，為產業與社會帶來更長遠的價值。

諮詢委員的話

讓構想逐步落地，讓技術跨越邊界，
形塑屬於這一年最有力量的瞬間。



當 AI 理解世界 從技術進化到 「成果導向」的組織變革

李開復

創新工場董事長、零一萬物執行長

早期機器人發展緩慢，是因為它們往往只會死背指令，一旦遇到沒見過的狀況就容易出錯。近年來，隨著「世界模型」取得突破，AI 就像擁有物理常識與直覺，可先預演動作後的結果，充當起了機器人的「大腦」，讓機器人像人類一樣靈活應對現實環境，讓真正的全自動化生產、生活助手成為可能。

在「世界模型」尚未完美到能應對所有未知場景以前，「工廠」堪稱是 AI 進入物理世界最理想的切入點。相較於充滿未知的現實世界，工廠可被設計為「適合機器人運作」的模式，使 AI 毋須應對所有變數，只需要讓它在特定且可控的場景內精通特定零件的生產。

然而，「世界模型」目前雖仍是 AI 核心，但開發底層模型需要龐大的資金與算力支撐，與「大者恆大」的半導體產業類似。我研判，全球最終可能僅剩 6 家左右的大廠有能力參與這場競賽，其餘公司因為缺乏足夠使用者規模與獲益，無法持續投資。

這樣的分工模式，類似個人電腦、行動通訊時代，底層的晶片、作業系統公司雖

然獲利豐厚，但整個產業鏈中，賺取利潤最多、覆蓋面積最廣的，始終是應用層。因此，未來 AI 的頂尖應用絕非單純呼叫應用程式介面的淺層應用，而是需要針對特定場景進行模型微調、技術層適配，將應用與模型深度整合。

與此同時，另一個值得關注的 AI 趨勢是，手機不會是 AI-Frist 硬體的終極型態。目前手機的架構從解鎖、打開 App、點擊操作，會造成約數秒的延遲，不符合人類自然溝通節奏。因此，我認為，下一代 AI 裝置必須具備五大屬性：

- 一、語音驅動：語音是最自然的介面，技術已足夠精確。
- 二、永遠開啟：毋須解鎖或啟動程序。
- 三、永遠傾聽：隨時感知環境，毋須喚醒詞。
- 四、無限記憶：如同外掛大腦一樣，記錄並分析所有使用者看過、聽過的資訊。
- 五、趨於隱形：硬體設備極小化，可能以胸針、眼鏡、項鍊、手環方式存在，代表 AI 不再僅被動執行指令，而是主動分析，更成為能推理生活點滴的隨身助理。



然而，更深層的衝擊，發生在企業運行的邏輯。我認為，2026 年將會是 AI 多代理人在企業中規模化應用的元年。當 AI 同時具備物理直覺與執行力，它在組織中的定位將發生根本位移——AI 不再只是輔助軟體，而更像是一位具備執行力的員工。衡量 AI 價值的指標，不再是 API 調用次數、帳號月租費，而是它能夠為公司創造多少產出。例如，在零一萬物內部，目前 80% 的程式碼由 AI 撰寫，人類撰寫的程式碼僅占 20%，使開發者生產力提升數倍，但其真正價值不在省錢，而在產品上市時間大幅縮短，搶占市場領導地位。

在此趨勢下，企業導入 AI 的模式，將從「單一代理人」（single-agent）正式跨越至「多代理人（multi-agent）協同運作」的新紀元。

過去，企業往往只讓單一 AI 代理人去處理按部就班、重複性強的孤立任務（如：日常庶務、報支）；但未來，決勝點在於企業能否針對核心業務，打造出一支專屬的「矽基團隊」。在多代理人架構下，具備不同專業能力的 AI 將能彼此溝通、推理，並自主拆

解公司最複雜的跨部門業務。

這種從「輔助工具」演進為「虛擬員工」的角色轉位，本質上是利益結構的重組。AI 代理人將取代部分人力，這勢必會觸動中層管理者的既得利益與安全感，他們往往會因擔心「自我取代」而導致步調放緩。唯有最高決策者由上而下地拆解組織藩籬，才能真正發揮 AI 的全方位效能，進而將企業組織從單純的「工具智慧」，提升至「組織智慧」與「產業智慧」的高維度競爭。

在這場轉型浪潮中，鴻海研究院被賦予定義未來的核心使命，不應僅止於技術支援，更要成為下一代「AI 原生硬體」的開創者。除了研發具備五大屬性的微型化裝置，實現軟、硬、AI 的三維整合外，更應將集團龐大的工廠視為「具身智能」（Embodied AI）的最佳試煉場。透過研發理解物理規律的世界模型，開發出如「輪式底盤＋機械臂」這類務實高效的 AI 代理人，使研究院成為將 AI 從數位推向物理世界的先鋒。這不僅是前瞻技術研發，更是確保鴻海在 AI 時代能從代工製造跨越到定義產品標準、掌握產業核心規則的關鍵戰略支點。

超越摩爾定律 玻璃載板與異質整合交織的 半導體新賽局

張懋中

UCLA 電機工程學系講座教授

隨著摩爾定律放緩，異質整合已成為半導體界顯學，把性質迥異的材料媒合在同一個封裝平台，打破單一材料物理限制。其中，最顯著的突破將發生在封裝載板上的材料變革。

目前主流的 CoWoS 封裝，使用矽晶圓做為中介層，但 12 吋晶圓的物理邊界與圓形面積，限制了單一封裝內能整合的晶片總量與布局空間，加上矽中介層受限於光罩曝光範圍極限，無法在單一矽基底上無限擴張。

未來一到兩年內，封裝載板將轉向玻璃，借鏡顯示器面板技術，玻璃載板可擴增到 65 吋、85 吋，甚至更大，可以徹底打破

12 吋晶圓的限制，實現更高密度、更大規模的整合。不過，玻璃載板的關鍵，在於熱膨脹係數的匹配，必須開發出熱膨脹率能與矽晶圓、化合物半導體一致的特種玻璃，才能確保結構穩定性。

在異質整合趨勢下，矽的角色正在轉變，逐漸成為純粹的「機械支撐」角色，而非主導元件性能的唯一材料。尤其是矽無法發光，如果透過異質整合技術，將磷化銦、氮化鎵等能發光的材料嵌入矽基電路，就能讓晶片直接用光取代電，進行高速通訊。

為了實現光電整合，解決未來 AI 運算的能效、速度問題，磷化銦或氮化鎵等能發

光的材料，將與 CMOS 邏輯電路進行晶圓級（wafer-level）整合，預計在兩、三年內成為主流。

然而，目前的封裝技術多將雷射光源置於晶片外部，但雷射對溫度極為敏感，溫度只要變動攝氏 2~3 度就會導致波長飄移，造成通訊失效，必須實現真正的「光電一體化」，將光源與數位電路直接整合才能解決，即在數位電路中嵌入微型溫度計、溫度控制器，針對局部區域精準控溫，而非依賴大環境冷卻。

在 6G 與次太赫茲時代，光電一體化將成為關鍵。未來資料傳輸將揮別會產生嚴重損耗與發熱的傳統銅線，轉向更輕量、高效的傳輸媒介，在晶片內利用矽光子傳輸光訊號，在系統間則透過高分子導波管傳導次太赫茲波。雖然使用的頻段材料不同，但本質都是讓資訊從「電路」走向「光路」，利用光波的高速特性，實現 6G 時代所需的極致頻寬與低延遲。

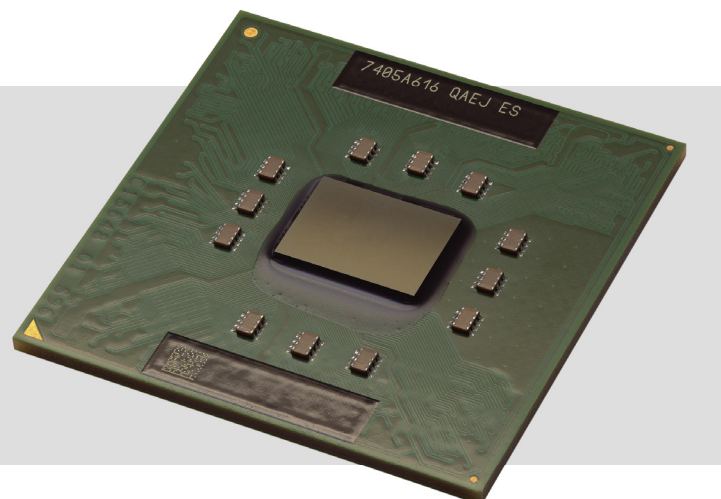
特別是傳統銅線體積過重，無論是機器人、電動車，內部若充滿數十磅的銅線，將嚴重限制其活動力與效能。加上銅的成本受

地緣政治衝擊而日益升高，在次太赫茲通訊中，運用新型導波管取代銅線，實現系統輕量化，將是必走之路。

不過，矽晶圓仍擅長運算，因此，必須整合擅長高頻訊號的化合物半導體，和擅長運算的矽邏輯晶片，才能做出 6G 時代微型化且高性能通訊晶片。而 6G 訊號對干擾、溫度極為敏感，玻璃載板不只能提供更大空間整合這些複雜元件，其優異的電絕緣性、精準溫控能力，也是確保 6G 訊號不斷訊、不偏移的關鍵。

在半導體產業，如果無法維持高良率，就等同無法獲利。因此，技術領先固然十分重要，但能否在複雜的異質整合過程中保持商業化良率，才能成為企業競爭中立於不敗之地的關鍵。

建議鴻海研究院半導體研究所在適材適所（best junction for the function）的材料觀下，在感測與光源元件上，深耕並大膽整合化合物半導體與光學技術，就能憑藉領先系統設計能力建立技術護城河，將高難度挑戰轉化為高獲利的商業利基，在全球半導體價值鏈力爭上游。



異質整合已成為半導體界顯學，最顯著的突破將發生在封裝載板上的材料變革。

NISQ 時代 以量子位元驅動實務應用革命

張慶瑞

臺灣大學物理學系特聘教授

中原大學量子資訊中心主任

台灣量子電腦暨資訊科技協會理事長

量子科技正處在從科學研究跨入工程開發與產業應用的關鍵階段，針對企業界普遍觀望 2027 年可能成為其商業轉折點，必須從硬體成熟度來觀察。

目前量子科技由三大支柱支撐：發展最迅速且已邁入商用階段的是量子通訊；持續進展中並已於特定領域展現價值的則是量子感應器。至於最具全面性影響力、卻也最具

技術挑戰的則是量子電腦。其潛力在於能顛覆傳統產業的運算邏輯，並解鎖自然界的深層奧祕；然而，由於量子位元極度脆弱且難以達成規模化控制，這已成為當代科技最難跨越的門檻之一。

我們正處在 NISQ（喧囂中等規模量子）階段，特徵是量子位元帶有雜訊，且錯誤會累積。相較於物理學家追求「完美」，致力把單個位元的可靠度從 99.99% 提升到 99.9999% 或更高，但研發成本相當高昂，工程界走的是實用路徑，也就是嘗試組合現有不完美元，尋找當前技術就能解決的問題，讓產品進入市場獲得回饋，使產業持續壯大。

在 NISQ 階段，量子電腦無法處理需要 100% 精確的數學或物理問題，研發重點因此轉向容錯率高、比古典電腦更有效率的應用空間。

例如，在生物製藥領域，量子電腦可協助在成千上萬的元素組合中尋找藥物，未必要找到「唯一最佳解」，只要能找到次佳、可用藥方，也具有極高研發價值；至於金融投資方面，量子電腦只要能在極短時間內產



出穩定獲利組合，即使不是最高利潤，也能有商業優勢。

量子電腦和古典電腦若能彼此截長補短，還可發揮更大效益。

當運算問題的規模與複雜度超過一定程度，古典電腦便會因為計算量呈現爆炸性增長而無法處理，但量子電腦具備瞬間處理海量數據的能力，一旦兩者完美結合，就像是在精密的導航藍圖中裝上噴射引擎，讓企業在技術完全成熟前，能搶先解決製藥研發或金融風控等複雜難題。

為了使這種結合古典電腦與量子電腦特長的「量超融合」成為可能，不少技術應運而生，如：在海量組合中尋找最優解的量子演算法——量子退火或量子近似最佳化演算法，透過古典電腦不斷調整參數，引導量子電腦在雜訊干擾下找出正確答案，便是「量超融合」的典型設計。

然而，這種方法處理小規模問題不難，但要達到「企業級」應用，必須具備處理大規模數據的能力。

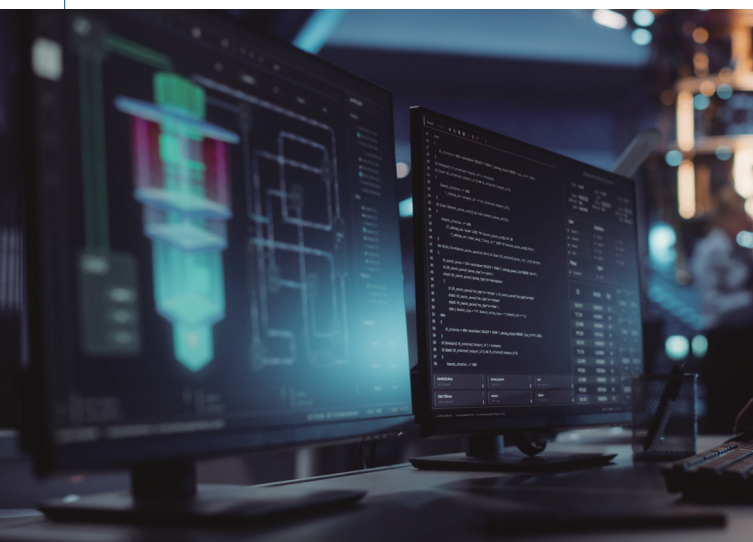
目前，國內學界已有研究運用此演算法，針對過去三十年的金融數據進行投資組

合分析。研究發現，當投資組合超過 20 檔標的時，傳統電腦便難以進行即時風險控管，而量子演算法則能在歷史數據模擬中展現出比市場更高的獲利與更低風險，目前已有金融單位洽談實際投入資金測試，若量子計算能證明其穩定性，未來「自動化量子交易」就有機會成真。

此外，運用電子自旋特性來研發低功耗、高穩定硬體的自旋電子技術，能提供更節能、耐低溫的控制系統，幫助量子硬體與古典電腦高效整合運作，則是實現大規模量超融合的關鍵。

儘管，主流硬體尚未全面引入自旋電子技術，而且商業化成本偏高，但已有不少新創公司開始探索此路徑。

在此趨勢下，鴻海研究院量子計算研究所、離子阱實驗室也跨越地理限制，聘用不少頂尖的全球人才，在國際間具有競爭力。未來，建議與鴻海科技集團事業單位深度座談，使研究方向進一步貼近鴻海的商業戰略，就能把理論研究轉化為鴻海科技集團的競爭力。



在海量組合中尋找最優解的量子演算法，讓結合古典電腦與量子電腦特長的「量超融合」成為可能。

AI 時代的信任與韌性 打造邊緣與供應鏈的零信任防線

吳宗成

臺灣科技大學資訊管理系特聘教授

身處生成式 AI 爆發與量子運算步步進逼的歷史轉折點，深偽技術與自動化攻擊使傳統的邊界防禦捉襟見肘，而量子科技的突破更直接威脅了數位世界的現有信任基礎。身為諮詢委員，我必須強調信任與韌性是企業在雙重巨浪中生存的絕對基石。在此背景下，建構涵蓋邊緣運算、供應鏈與後量子密碼（PQC）的零信任（Zero Trust）防線，已從技術選項全面升級為不可迴避的營運戰略。零信任並非追求系統僵化的絕對安全，而是一套降低風險的高階管理框架，核心在

於賦予企業極度敏銳的異常偵測與風險控管能力。

傳統防禦思維在當前 AI 時代早已面臨失效危機。AI 的運作宛如黑箱，駭客能輕易透過邏輯誘導繞過防火牆，因此，防禦必須從靜態阻擋轉向動態評估。然而，若對系統所有行為進行亦步亦趨的深度監控，勢必拖垮企業的營運效能。管理者需導入以行為分析為基礎的決策輔助，將單純的連線監控提升為風險值的智慧推論，在不干擾營運的前提下精準抓出異常。這正是將繁瑣的技術規範



去中心化的防禦網路，能有效防止風險在龐大供應鏈中無限制擴散，真正落實營運韌性。



有效轉譯為管理語言、消弭跨部門溝通落差的具體體現。

為使零信任架構能輕盈落實，防禦陣線必須前推至第一線，邊緣運算即是關鍵。過去終端設備算力薄弱，僅能被動聽從雲端指令；如今，隨著智慧製造與車聯網設備算力飆升，每個端點都足以蛻變為具備自治能力的超級戰士。當供應鏈每一環節皆具備邊緣端的即時防禦力時，即便單一節點遭駭客滲透，周邊端點也能瞬間偵測並阻斷橫向攻擊。這種去中心化的防禦網路，能有效防止風險在龐大供應鏈中無限制擴散，真正落實營運韌性。

在構築上層應用的同時，我們更不能忽視底層密碼學正邁向顛覆性危機。面對量子電腦現在竊取、未來解密的跨時空威脅，現有的加密演算法恐將瞬間瓦解。提前布局 PQC 不僅是技術研發，更是最高指導級別的企業避險戰略。我們必須將 PQC 無縫融入邊緣設備，這考驗著如何在資源受限下達成效能突破。欣見團隊近期成功提升 PQC 運算效能，這項成果證明了我們底層根基的堅不可摧；唯有密碼學底層穩固，上層的 AI 應用與

零信任架構才有實質的防禦力。

然而，缺乏最高層級資安治理與供應鏈互信的技術，終究是空中樓閣。借鏡管理學大師波特（Michael Porter）的價值鏈理論，我們應將資安視為一條資安價值鏈。企業必須將防禦機制轉化為每一個生產環節的標配，甚至落實流程自動化的治理理念，讓安全從單純的成本支出，華麗轉身為企業獲取國際客戶信任的核心競爭力。決策者必須在基礎防護與高階機敏資料防禦之間，做出具備高度商業思維的精準投資組合。在技術研發的長路上，學術創新與商業落地間常存在著巨大鴻溝。學術追求單點極致，但產業界更需要降低導入成本、解決痛點的實戰方案。我高度肯定鴻海研究院的獨特優勢，團隊不僅深耕 PQC 與 AI 安全，更具備將艱澀學術化為落地解方的強大產業影響力。

我也特別欣賞董事長的戰略格局，將部分研究成果與產業共享以建立生態系，同時緊握精華技術做為集團核心武器。這種開源分享與深耕固本並進的雙軌策略，正是引領我們在 AI 與量子巨浪中，穩居國際領導地位、築起最堅實安全屏障的關鍵。

在 6G 演進中建構 高效、節能的智慧韌性網路

廖婉君

國立臺灣大學電機工程學系講座教授

隨著全球通訊系統由 5G 邁向 6G，網路的核心設計哲學正發生根本性轉變。6G 不再僅是頻寬、速率或延遲的線性提升，而是朝向「智慧化」、「韌性化」與「永續化」的整體升級。在此脈絡下，AI 原生網路（AI-native network）、非地面網路（NTN）、語意通訊（semantic communications）以及通感融合（ISAC）等關鍵技術，正共同塑造下一世代通訊系統的發展方向。

在 5G 時代，人工智慧多半做為外掛式優化工具，主要應用於資源配置或流量預測。然而，6G 的核心在於「AI-native」，即將 AI 內嵌於網路架構，使其成為系統的決策中樞。未來網路將具備持續學習與自我演化能力，能即時感知環境變化、掌握通道狀態與流量模式，並主動進行決策與調整。此一轉變使網路由傳統的反應式控制進化為預測式控制，進而具備自我優化、自我修復與風險預警能力，大幅提升系統韌性與服務可靠性。

在此基礎上，6G 進一步賦予網路「感知能力」。透過共享硬體與頻譜資源，通訊與感測將深度整合為 ISAC 架構，使系統能同時進行資料傳輸與環境感知。例如，在智慧

交通場景中，系統可即時掌握車輛速度與移動方向，動態調整波束與資源配置，以維持高速移動下的連線穩定性；在智慧製造場景中，多個機器人可透過共享感測資訊進行協同運作，提升整體效率與安全性。此種融合使網路從單純的傳輸平台，轉變為具備環境理解能力的智慧系統。

AI 的引入也正在重新定義通訊的本質。隨著生成式 AI、推理式 AI 以及多模態應用的發展，通訊內容逐漸轉向由 AI 代理人主導的資訊交換。在此背景下，語意通訊成為關鍵技術。不同於傳統以位元正確性為目標的通訊模式，語意通訊強調依據任務需求，僅傳輸具關鍵意義的資訊。透過 AI 理解資料內容與上下文，系統可萃取決策所需的核心語意。此種任務導向通訊可大幅降低資料量與頻譜負載，並直接提升能源效率。

除了通訊模式的轉變，網路空間本身亦在持續擴展。6G 的重要發展之一為 NTN，透過整合低軌衛星、無人機平台與地面基地台，形成「天地一體化」的立體網路架構。此一架構不僅突破地面覆蓋限制，也可支援高機動性與廣域連線需求。然而，NTN 所帶

來的高度動態拓撲，使傳統連線管理與切換機制難以應對。在此情境下，AI-native 機制成為核心支撐，系統需即時整合衛星軌道、用戶移動性與頻譜狀態，進行跨層與跨域決策。特別是在低軌衛星與地面終端之間，由於雙方高速移動，連線時間窗口極為有限；透過預測式 AI 模型，系統可提前推估最佳連線時機，並在毫秒等級完成路徑重組與切換，實現近乎無感的跨網連接。

在多種技術推動下，6G 系統的能耗問題亦日益凸顯，因此節能設計成為關鍵議題。整體而言，可分為 AI for Green 與 Green for AI 兩大方向。前者透過 AI 優化網路運作，例如依據流量負載動態關閉閒置資源或調整功率分配，以降低整體能耗；後者則著重於降低 AI 本身的運算成本，包括開發輕量化模型與高效率推論架構。此外，將高耗能的訓練集中於雲端或核心節點，而將低延遲推論部署於邊緣設備，也是提升能效的重要策略。

在節能與運算需求的驅動下，將 AI 資料中心延伸至太空逐漸成為新興方向。所謂「space AI datacenter」，是利用太陽能供電與外太空低溫環境進行自然散熱，降低地面

資料中心的能源負擔，並與 NTN 形成緊密整合。未來可能發展出天地協同運算模式，將部分模型訓練或推論任務部署於太空節點，再透過高效通訊回傳地面系統。然而，此架構亦面臨運算卸載、資料同步及高延遲鏈路協同等挑戰，仍需進一步研究與驗證。

整體而言，6G 的發展並非單一技術突破，而是多項關鍵技術的協同演進。AI-native network 提供智慧決策能力，NTN 拓展通訊空間，語意通訊重塑資料傳輸模式，ISAC 賦予網路環境感知能力，而 space AI datacenter 則重新定義運算架構。這些技術皆指向一個核心目標：建構具備自我學習、自主決策與高能源效率的智慧韌性網路。未來，通訊系統將不再僅是資訊傳遞的基礎設施，而是支撐智慧社會運作的核心平台，在效能、可靠性與永續性之間取得關鍵平衡。

在此趨勢下，鴻海研究院於人工智慧、低軌衛星通訊與電動車等領域已奠定良好基礎，具備跨域整合與系統落地的優勢，預期可在 6G 時代的關鍵技術發展與應用實踐中扮演重要角色，並為推動人類社會邁向高度智慧化與虛實融合的新階段做出實質貢獻。



新科技躍進

懷抱前瞻突破的精神，
推動技術持續躍進，
從實驗室走向真實場域，
累積改變產業與未來的關鍵動能。



人工智慧研究所 掌握技術主權與永續算力 助攻電動車與智慧製造轉型升級

人工智慧（AI）浪潮席捲全球，更是驅動鴻海科技集團「3 + 3 + 3 策略」（電動車、數位健康、機器人；人工智慧、半導體、新世代通訊；智慧製造、智慧電動車、智慧城市）的核心技術。2025 年鴻海研究院人工智慧研究所（簡稱 AI 所）也在三大面向研究有突破性進展，從自主研發、懂臺灣語境的推理大腦 FoxBrain，到能在極端環境下精準預判的電動車感知技術，再到突破節能極限的脈衝神經網路（spiking neural networks, SNN）。這三大技術不僅展現鴻海研究院在國際頂級學術殿堂的競爭力，更顯示鴻海科技集團對前瞻 AI 技術的深耕。

打造會推理的繁中 AI 大型語言模型 FoxBrain

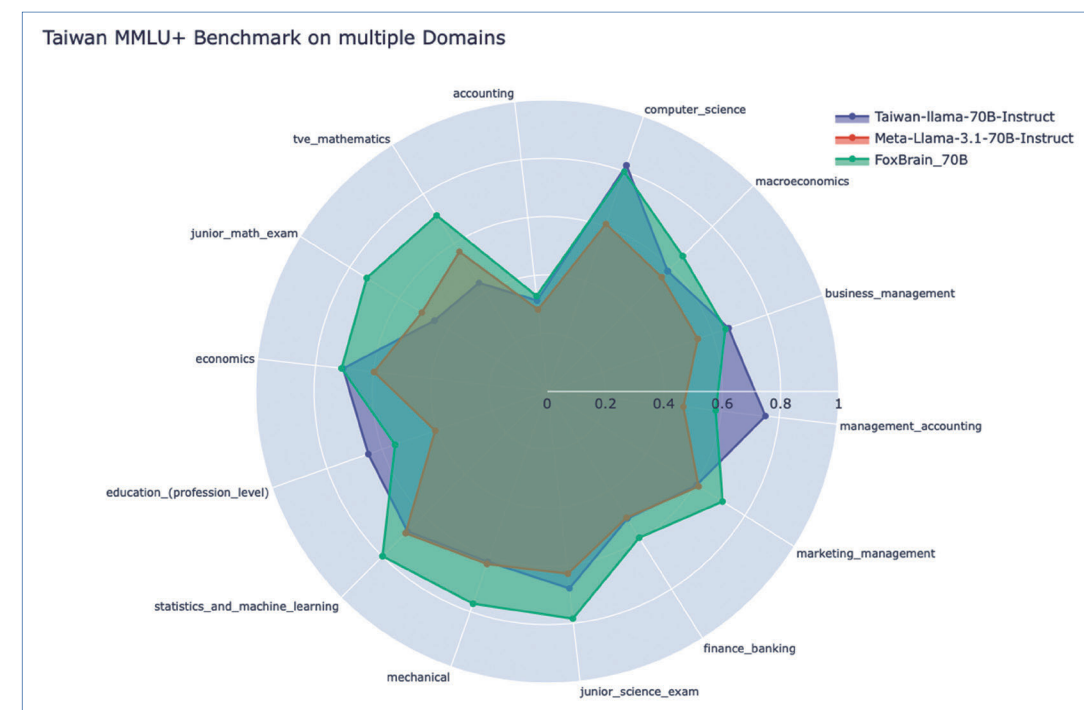
目前全球大型語言模型（LLM）競爭進入白熱化，但鴻海研究院選擇一條具備戰略深度卻艱難的路——自主研發

訓練大型語言模型 FoxBrain。

這項決策背後，有著極為現實的考量——語言與文化主權。若過度依賴國際模型，臺灣將面臨語言文化不對等的困境。目前國際模型的中文語料大多採用簡體中文資料，對臺灣在地知識、特有用語乃至價值觀覆蓋率不夠且常有偏頗；更重要的是資安風險，當企業需要將 AI 深入結合至生產流程時，若使用國外雲端服務，核心資料必須傳輸至海外伺服器，對注重專利與隱私的製造業而言是無法接受的。

FoxBrain 的出現，解決「地端部署」（on-premise）的需求，它能在不聯網的環境下運作，保護核心技術並在訓練過程建立領域內的獨特資料。

另一方面，FoxBrain 與 2025 年之前最大的不同，在於它具備「推理能力」。在自動駕駛領域，傳統演算法多基於「規則」，遇到未定義的突發狀況往往只能僵化急停；但 FoxBrain 像人



2025 年 3 月推出的首款繁體中文 AI 大型語言模型 FoxBrain，在數學與推理領域表現出色。

類大腦一樣，具備「思維鏈」的推理能力。舉例來說，當車輛遇到路邊臨時修路、三角錐引導車輛跨越黃線時，傳統模型可能因違規而卡死，FoxBrain 卻能根據場景進行邏輯判斷，像人類一樣靈活繞行；在預測行人行為時，它不只是追蹤路徑，更能感知行人意圖，預先做出減速等防禦性駕駛舉措。

FoxBrain 當前目標是成為「最懂製造業」的模型，透過蒐集實體機器人在工廠內操作的影像與數據，FoxBrain 正演化為多模態模型（VLM），未來能直接判讀產線瑕疵圖或車輛行駛時的道路影像。

在醫療領域，團隊利用「檢索增強生成」與「知識圖譜」技術，成功抑制 AI 幻覺（hallucination）問題，確保輸出的醫學建議嚴格遵循醫療指引，成為醫生的智慧副駕駛，協助縮短醫病間的資訊落差。

多模態感測突破自駕長尾問題

儘管 AI 技術成為顯學，但自動駕駛技術要在真實世界落地，最大的挑戰在於「長尾問題」（long-tail problems），也就是那些發生機率極低，卻可能致命的極端情境。鴻海研究院在 2025 年透過兩項國際奪冠的技

術，重新定義車輛的感知與預測邊界。

首先是 Waymo Open Motion Prediction Challenge 挑戰賽。AI 所在此挑戰賽奪冠的關鍵，在於「多軌跡預測」能力。人類的駕駛意圖十分複雜，在路口可能直行、左轉或停等，而 AI 所的演算法能同時預測多條路徑，當第一選擇發生突發狀況時，系統能瞬間切換至備選路徑，避免危險。

這項技術的延伸應用是打造高真實度的虛擬環境，透過模擬各種「危險駕駛」的多元行為，自駕模型能在虛擬世界中經歷數萬小時的磨練，比實際路測更安全、更高效，讓 AI 學會應對各種不按牌理出牌的路況。

針對暴雨、濃霧與夜間低光等視線不佳的場景，AI 所也在 CVPR 2025 的 Thermal Image Super-Resolution 熱影像超解析挑戰賽拿下第一名，關鍵在於核心技術「導引式熱成像超解析度」（GTSR），透過 RGB 影像與熱成像的多感測器融合截長補短。其中，熱成像能感知熱能，RGB 則補足細節紋理

（如：樹葉邊緣、紅綠燈輪廓），讓車輛在全黑環境下依然能精準辨識目標。

獲得 AAAI 2025 肯定的 MARE 技術，正是為了解決傳統感知模型難以處理的「長尾物件」問題。AI 所率先將特斯拉的「空間占用網路」概念轉化為具備 3D 還原能力的 MARE 演算法，打破對昂貴光達的依賴，證明僅靠單一鏡頭結合先進的語意場景理解，就能在複雜環境中精準判斷可行駛空間，開創了低成本自駕感知的新典範。

另外，MARE 技術還能即時還原整個 3D 場景，透過引入「記憶庫」概念，即使物件暫時被遮擋，系統仍能憑藉記憶重建場景。這種單鏡頭 SSC（semantic scene completion）技術讓鴻海能以極低硬體成本，實現媲美高階感測器的導航效果，為電動車發展提供強大競爭力。

SNN 賦予邊緣 AI「仿生」續航力

當全球都在憂心 AI 成為「吃電怪獸」時，AI 所正致力於研發能像人



MARE（右）透過單一影像結合語意理解與 3D 重建，推估可行駛空間，解決長尾物件並降低自駕成本。

腦一樣省電的 SNN。SNN 利用脈衝傳遞訊號，比傳統深度學習（CNN/Transformer）更省電、更仿生。

過去 SNN 在縮短模擬時間以達成低耗能時，常面臨性能崩潰，資訊量不足、易受雜訊干擾；如今，AI 所發表在 AI 與機器學習領域頂級期刊 *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* 的研究，對此提出根本解方——動態容量經驗回放。如果把 AI 大腦比喻為學習者，這項機制就像是智慧的「記憶管理員」，能自動篩選、保留高品質的經驗，剔除低質量的雜訊數據。

這項創新打破 AI 領域長期存在的「取舍關係」，也就是硬體要小、要省電，但最後往往學習效果大打折扣。透過這套機制，AI 能在極低的功耗下穩定學習，這對邊緣運算（Edge AI）至關重要，雖然地端算力目前尚無法與雲端巨頭幾萬顆 GPU 的規模相比，但 AI 所正透過演算法的典範轉移，尋找新的突破點。未來工廠裡的巡檢機器人、農業

無人機或是車載晶片，在不依賴雲端算力的情況下，能具備更長時間的自主學習與決策能力。

值得注意的是，現有的 AI 模型在完成訓練後，參數往往趨於固定，要學新東西必須重新訓練。但 AI 所的 SNN 研究目標，是希望達成「持續學習」或「終身學習」。模型在推論的過程中能不斷演化，就像人類讀完書後仍能持續汲取新知。一旦 SNN 能規模化到擁有千億級以上的參數規模，結合專用的類神經網路晶片，下一代 AI 系統將變得既聰明又節能。

這三大技術彼此相互連結：FoxBrain 提供深層推理與決策，多模態感知技術賦予車輛精準的視覺，SNN 技術則確保這一切運算能在低能耗下高效運行。AI 所所長栗永徽強調，這些研究不僅是為了提升鴻海科技集團產品與解決方案的競爭力，更是為了臺灣整體的 AI 實力，不僅保護技術主權、培育本地尖端人才，更能和臺灣各界攜手一同掌握 AI 關鍵話語權。

名詞速讀

光達

一種遙感技術，利用脈衝雷射形式的光，測量光反射所需要的時間，通常應用在自動駕駛汽車、林業、考古等領域。

半導體研究所

深化積體化與新材料優勢 重塑次世代半導體規格

隨著全球 AI 運算需求呈倍數成長，電動車、再生能源電網普及，半導體技術的創新不再僅是效能堆疊，更是系統整合與能源效率的突破。2025 年，鴻海研究院半導體研究所（簡稱半導體所）於高速矽光子、高壓碳化矽、奈米光子積體電路三大領域，取得大幅進展。

矽光子技術建構 AI 時代光速路網

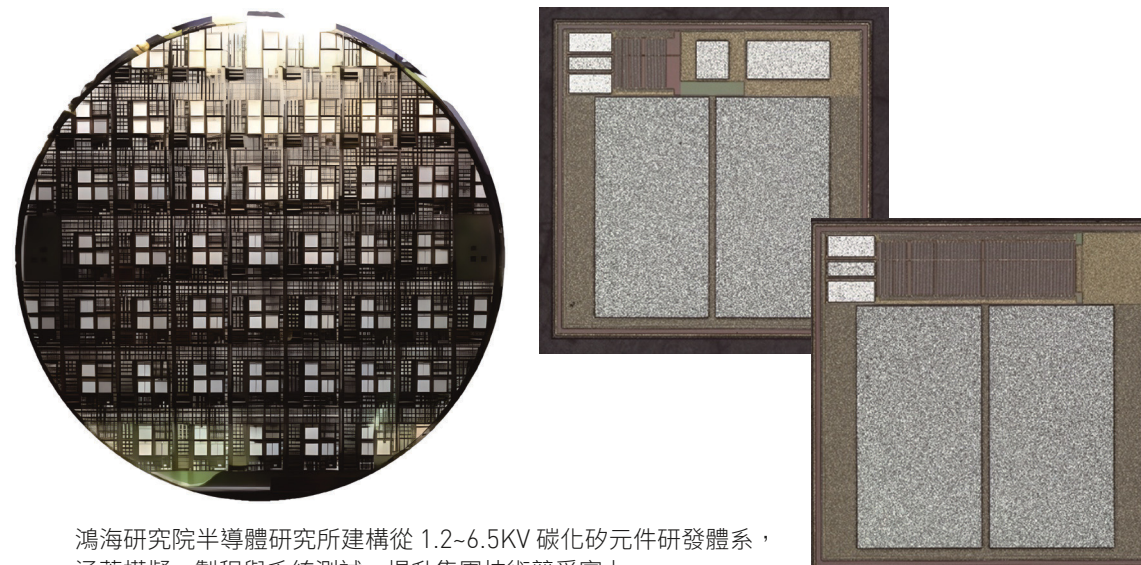
在 AI 伺服器對頻寬需求爆炸性成長的今日，傳統的電訊號傳輸已面臨物理極限。當單通道電傳輸超過 100Gbps 後，訊號損耗與干擾會導致通訊距離大幅縮短，甚至無法精準判讀，而矽光子（silicon photonics）技術正是將電訊號轉化為光訊號進行高效傳輸的關鍵。

對於矽光子晶片，「設計得晶片」、「能量產品片」與「檢測驗證晶片」，是構建矽光子技術的三大主題。在開發節奏上，半導體所加強與模擬軟體廠以及半導體廠合作，使得自研設計

的矽光子晶片得以完成。半導體所已於 2025 年採用「多專案晶圓」模式進行首版驗證，即讓多家設計者共享一片晶圓面積，大幅降低開發成本至整片晶圓成本的 10%。

此外，半導體所在 2025 年建立支援 112GBaud（224Gb/s 四階脈衝振幅調變〔PAM4〕）等級的光電量測平台。在高速傳輸中，單通道達到 200Gbps 以上是極高門檻，涉及電轉光、光傳輸及遠端再光轉電的複雜轉換過程，但該平台能針對 PAM4 格式進行精準驗證，解決訊號失真與補償問題。

此平台的建立，讓研究團隊能即時透過實測數據微調晶片設計演算法，縮短設計和生產間的落差。歷經幾輪迭代，確認虛擬模擬與真實數據一致後，方可確認整設計流程是準確可靠的。半導體所預計於 2025 年年底至 2026 年邁向整片晶圓投片，提供更大幅度的設計嘗試與試產。



鴻海研究院半導體研究所建構從 1.2~6.5KV 碳化矽元件研發體系，涵蓋模擬、製程與系統測試，提升集團技術競爭實力。

除了矽基技術，半導體所更與荷蘭台夫特理工大學展開深度合作，探索磷化銦晶片。由於矽材料在單通道速率接近 200Gbps 時已逼近物理極限，若要追求更乾淨的訊號與更高的頻寬，必須引入新的物理機制或材料。雙方合作開發的磷化銦晶片，單通道傳輸速率最高可達 320Gb/s PAM4。未來，這種高性能的 InP 調製器與雷射將透過先進整合技術結合在矽光晶片上，為下一代數據中心提供超越摩爾定律的解決方案。

碳化矽驅動高壓功率革命

如果說矽光子解決 AI 的通訊速度，碳化矽則是解決 AI 與電動車的能源效率。隨著電動車邁向 800V 高壓平台，以及 AI 數據中心能源消耗的攀升，以碳化矽為首的第三代半導體成為節能的關

鍵。半導體所 2025 年不僅在元件耐壓規格上取得突破，更在「積體化」上跨出一大步。

半導體所開發的 1,700V 溝槽式（trench）碳化矽元件，正是為了應對電動車與大功率工業需求，主要應用於電動車、AI 數據中心與高壓直流輸電。相較於傳統平面式元件，溝槽式設計能顯著降低導通阻抗。在相同面積晶片下，溝槽式元件可承載更大的電流密度，進而降低能耗。

然而，溝槽式結構並非沒有挑戰。在元件底部挖槽會導致底部電場過於集中，容易破壞閘極氧化層，影響可靠度。對此，研究團隊開發出雙重保護技術，一方面在溝槽底部透過離子佈植技術製造緩衝區域，另一方面將承受高壓的底部氧化層加厚，導通電流的側壁則維

持薄層。這項成果在導通阻抗指標上，已遠超國科會所訂定的技術標準，達到國際領先水準。

針對特高壓場景，半導體所也成功開發 6,500V 平面式元件。這項技術主要針對國家級電網與大規模 AI 能源系統。未來，特大型 AI 數據中心可能需要配備專屬變電所，將特高壓電力轉換為中低壓。在此過程中，6,500V 的碳化矽平面式元件足以擔任高效能的轉換與開關功能，降低傳輸損耗。

此外，傳統矽晶片在攝氏 150 度時便會因漏電導致失效，因此需要複雜散熱與保護電路。半導體所和陽明交通大學合作研發的碳化矽單晶整合積體電路，則打破此限制，實現在攝氏 300 度環境下穩定操作的目標。

這項技術的核心優勢在於「化繁為簡」，透過將驅動電路與功率元件直接整合在同一塊碳化矽晶片上，省去傳統封裝打線帶來的阻抗和電感，讓系統反應速度更快、體積更小。

碳化矽晶片毋須複雜的冷卻裝置，在高溫下仍能維持 200kHz 的操作頻

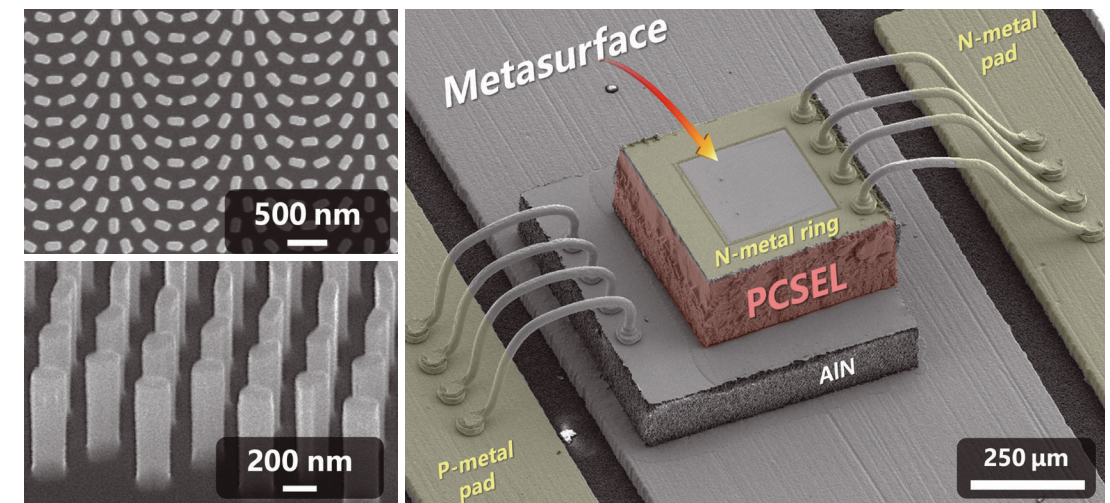
率。這不僅縮減 20%～30% 的晶片面積，更為航太、深井鑽探及次世代工業控制開啟全新大門，此成果也已發表於電力電子領域的頂尖學術會議國際功率半導體與 IC 設計研討會（ISPSD）。

奈米光子重塑 3D 感測技術

在掌握速度與電力後，半導體所將目光投向「感知」。在智慧終端與機器人領域，3D 感測技術是設備理解空間的核心，然而現有系統體積龐大且能耗高，難以進一步微型化，但半導體所在 2025 年達成世界首創的單石整合超穎介面與光子晶體面射型雷射（PCSEL）。

目前市場主流感測光源是垂直共振腔面射型雷射（VCSEL），但 VCSEL 存在發散角大和長波長開發困難等瓶頸，半導體所於是選擇技術門檻更高的 PCSEL，利用光子晶體的奈米孔洞結構產生諧振，其發散角極小，幾乎是完全準直光，且光譜極窄，不需要額外準直透鏡，從源頭就解決體積問題。

傳統光學系統需要由雷射廠、透鏡



世界首創的「單石整合」超穎介面與光子晶體面射型雷射，可應用於「單目立體視覺」及「自由空間光傳輸」場域。

廠、鍍膜廠共同協作，堆疊多層光學元件才能產生特定光束（如：Face ID 的結構光點陣）；透過半導體所的深入研究，所有功能縮限在單一晶片內，使整體模組體積縮小 2,480 倍，能耗也僅需要傳統方案的 70%，而且全部在半導體廠內完成，省去透鏡採購與複雜的對準封裝工藝。

這項技術為「單目立體視覺」提供強大動力。目前手機感測器（如：前鏡頭瀏海）仍是毫米等級，未來若採用此整合元件（尺寸僅約 300 微米，三根頭髮寬度），感測器可完全隱藏於螢幕黑邊內。此項成果已榮登國際重要期刊《ACS 光子學》（ACS Photonics）與《奈米通訊》（Nano Letters），並榮獲全球最具影響力的顯示器產業展

覽之一 Touch Taiwan I-Zone 創新智慧顯示專區金獎。此外，展望未來波長選擇上，半導體所亦開發出具備「人眼安全」特性的 1,350 奈米、1,550 奈米長波長元件。長波長雷射易被水分吸收，不會穿透眼球傷害視網膜，讓感測距離更遠、功率更強。

回顧 2025 年半導體所的三大研發進展，即便領域不同，但核心邏輯高度一致——透過高度積體化與材料創新，解決傳統系統體積大、能耗高、傳輸慢的痛點。展望未來，隨著矽光子平台進入整片晶圓投片階段，以及碳化矽晶片與 PCSEL 技術的進一步優化，半導體所將持續成為關鍵推手，引領 AI 與電動車時代的全面進步。

名詞速讀

單目立體視覺

利用單一鏡頭影像，透過 AI 演算法推估物體距離與空間結構，重建三維場景的電腦視覺技術。

新世代通訊研究所

從珍珠號到 6G 星際聯網

定義次世代通訊技術話語權

2025 年，全球通訊產業正處於從 5G 邁向 6G、地面網路跨入非地面網路的關鍵轉折點。鴻海研究院新世代通訊研究所（簡稱通訊所）從第一代珍珠號衛星圓滿退役，到第二代衛星間鏈路的升級，再到 6G 關鍵演算法獲得國際認可，不僅是技術的累積，更是臺灣在全球通訊標準制定中，奪回技術話語權的核心底氣。

建立臺灣企業的「太空履歷」

「珍珠號計畫」自 2021 年 10 月立項以來，目標即放在建立臺灣企業的「太空履歷」。唯有真實讓衛星在軌運行，才能獲得國際航太供應鏈的信任。

第一代珍珠號衛星為 6U XL 立方衛星，本體僅約一個背包的大小，重量約為 8.8 公斤。自 2023 年 11 月 11 日搭乘 SpaceX 火箭升空以來，經歷早期軌道操作、太陽能板展開到多項在軌任務，其中 PEARL-1H、PEARL-1C 均

在軌運行約兩年兩個月，PEARL-1H 更是繞行地球 12,151 圈，地面站成功發射並執行 4,701 個指令。

這兩顆衛星成功完成衛星姿態控制、各次系統健康監控，以及太空電離層參數蒐集，對理解設備在極端太空環境下的老化與變化至關重要。

受地心引力、大氣阻力以及太陽極大期劇烈活動影響，PEARL-1C 於 2025 年 12 月 9 日再入大氣層，PEARL-1H 則於 2026 年 1 月 12 日在南太平洋上空完成使命，為鴻海研究院累積從發射前整測、在軌操縱到軌道衰落的全程寶貴經驗。

隨著第一代珍珠號的成功，通訊所在 2025 年全力投入第二代珍珠號計畫。相較於第一代的「對地通訊」，第二代衛星的核心命題是「衛星間通訊」，並從第一代的 1T1R（一發一收）提升至 Ka 頻段 2T2R，使衛星不再只是孤島，而能與同軌道或異軌道的

珍珠號 PEARL-1H / 1C 發展與任務大事紀

時間	重要任務
第一階段：計畫立項與系統開發	
2021 年 10 月	計畫正式立項，開始進入系統設計審查階段。
2021 年 10 月～2023 年 6 月	2023 年 6 月：完成初步設計審查、關鍵設計審查及各次系統模組開發。
2023 年 4 月	發射服務簽約，確定後續發射時程與服務供應商。
2023 年 5 月	向國家通訊傳播委員會等單位提交、申請通訊許可。
2023 年 6 月	衛星組裝測試。完成衛星單體到飛行體的整合測試。
第二階段：測試、整合與火箭發射	
2023 年 7 月	於國家太空中心進行熱真空環境與振動測試，模擬太空嚴酷環境。
2023 年 9 月	完成衛星與部署裝置的機械整合。
2023 年 11 月 11 日	關鍵發射日（UTC 時間）
2023 年 11 月 13 日	地面通訊成功，確認地面站可穩定收發指令。
2023 年 11 月 28 日	獲得 NORAD ID。北美防空司令部編號 58265，正式列入太空追蹤名冊。
第三階段：任務執行與圓滿結項	
2023 年 12 月	早期軌道操作、進行止滾控制與健康狀態監控。
2024 年 3 月 14 日	展開太陽能板。啟動電力全效運轉模式。
2024 年 3 月 15 日	第一次拍照任務。完成對地或自拍成像驗證。
2024 年～2025 年	執行在軌任務、進行電離層參數蒐集與高頻通訊試驗。
2026 年 1 月 12 日	軌道衰落，衛星受大氣阻力影響重返大氣層，圓滿完成任務。

衛星直接對接，成為建立未來巨型星系的基礎。

此外，第二代珍珠號也搭載鈣鈦礦太陽能電池與精簡型電離層探測儀。目前 PEARL-1A 與 PEARL-1B 衛星已進入功能整合測試階段，預計於 2026 年第二季發射入軌。

第二代珍珠號同時新增 S 頻段控制系統，借重 S 頻段頻寬較寬且更為穩定的特色，提升控制指令的可靠度；

定義星系設計頂層邏輯

除了衛星本體，通訊所也在 2025 年研發出兩款模擬軟體工具「OrbitCraft」與「BeamCraft」，分別對應衛星網路的頂層架構與底層布局。

低軌衛星繞行速度高達每秒 7.5 公里，單顆衛星經過臺灣上空的時間僅 6～8 分鐘。如何實現不間斷的全時覆蓋？關鍵在精密的「星系軌道設計」。OrbitCraft 能模擬不同軌道參數對覆蓋率的影響。對於臺灣這類低緯度地區，透過設計特定軌道面傾角的星系結構，能優化衛星接觸頻次；此外，OrbitCraft 還能計算如「OneWeb」或「Starlink」等星系在臺灣上空的「可見衛星數」，為臺灣在戰時或災害時的通訊韌性提供科學評估基礎。

由於衛星與地面的距離隨運動不斷變化（天頂距離最短，地平線升降時距離最長），通訊波束必須動態調整，BeamCraft 能依據軌道高度與波束寬度調整覆蓋範圍，特別適用於未來 6G 通訊網路所需要的高增益相位陣列天線。

在 6G 研發方面，通訊所已累積產出 45 項豐碩研究成果（含 5 篇頂刊論文與 34 篇會議論文），更精準布局三大發展方向。

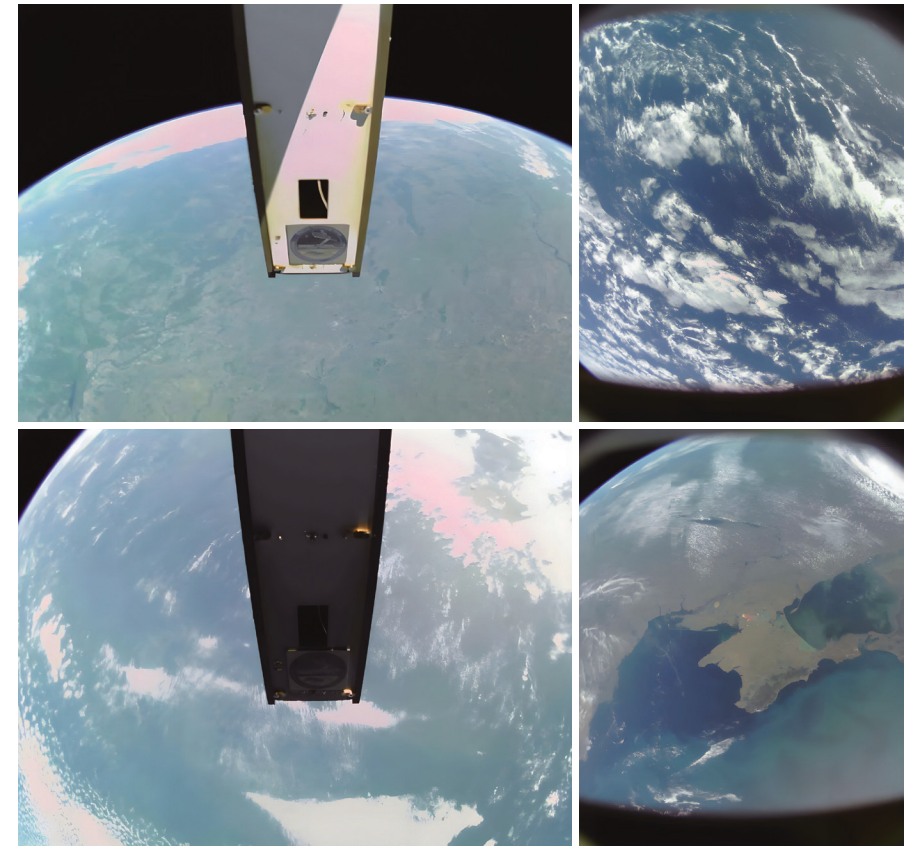
三路並進，布局 6G 與低軌衛星

首先，整合感測與通訊（ISAC）是 6G 最受矚目的功能。通訊所開發基於 OTFS（正交時頻空間調變）的車聯網感測架構，利用既有通訊訊號偵測物體，毋須額外硬體，路側單元就能感測車輛動態；此外，通訊所提出的 A2RMMP 演算法，相較既有估測器可縮短約 30%～40% 的運算時間。

其次，通訊所積極實踐「AI 賦能通訊」的理念，將尖端人工智慧演算法導入衛星系統與 6G 通訊開發，導入聯邦學習架構，讓各個衛星節點在不交換原始數據的情況下共同訓練模型，確保數據隱私與安全性、大幅節省衛星間昂貴的通訊頻寬，進而精準優化星系間的能量效率，提升整體網路運行壽命。

第三，針對低軌衛星因高速運行產

第二代珍珠號衛星的核心命題是「衛星間通訊」，能與同軌道或異軌道的衛星直接對接，成為建立未來巨型星系的基礎。圖為珍珠號在軌拍攝相片。



生的物理層挑戰，團隊運用深層強化學習技術，研發出具備自我學習能力的同步與編解碼機制，在多用戶同時通訊的複雜環境下，仍能穩定應對頻率偏移與訊號同步問題。

衛星通訊最大的敵人是「都卜勒位移」，因為當衛星運動極快，高頻訊號會產生劇烈飄移，而通訊所團隊研發的高效能都卜勒補償演算法，穩定了下行鏈路訊號，一併提升定位精準度。

傳統的全球衛星導航系統（GNSS）距離地表約兩萬公里，訊號微弱且易受干擾；通訊所結合離地五百公里的低軌衛星資訊，透過「聯合卡爾曼

濾波器」，將定位精準度提升 25%，在自動駕駛與無人機監控中具有極高應用價值。

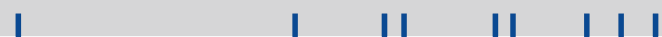
通訊所所長吳仁銘強調，國際標準通常是多方「妥協」後的共識解，而非理論上的最優解，「技術開發必須走在標準化前面。」鴻海研究院透過「珍珠號計畫」與 6G 演算法的先行研發，證明臺灣不僅有硬體製造實力，更有定義系統架構與通訊邏輯的能力。

未來，隨著第二代衛星的升級與更多 6G 關鍵技術的落地，鴻海研究院通訊所將繼續在萬物聯網的星圖中，標定屬於臺灣的關鍵座標。

名詞速讀

衛星接觸頻次

星、地通聯，取決於衛星軌道高度與類型。低軌衛星因繞行速度快，單點單日可通聯數次，每次持續幾分鐘至十幾分鐘。



離子阱實驗室

從精準控制到高效讀取 邁向規模化商用未來

在全球量子運算競賽升溫之下，鴻海研究院離子阱實驗室自 2021 年成立以來，便致力於打造高品質的量子位元控制環境，並以實現穩定離子陣列為核心研究主軸。截至 2025 年為止，實驗室已在硬體架設、離子冷卻、單次讀取保真度，以及初步量子操控等方面，取得顯著突破。這不僅代表實驗室完成了關鍵技術驗證，更顯示鴻海科技集團在量子運算的軟、硬體整合上，已具備自主開發能力。

作為實現量子運算的硬體平台，離

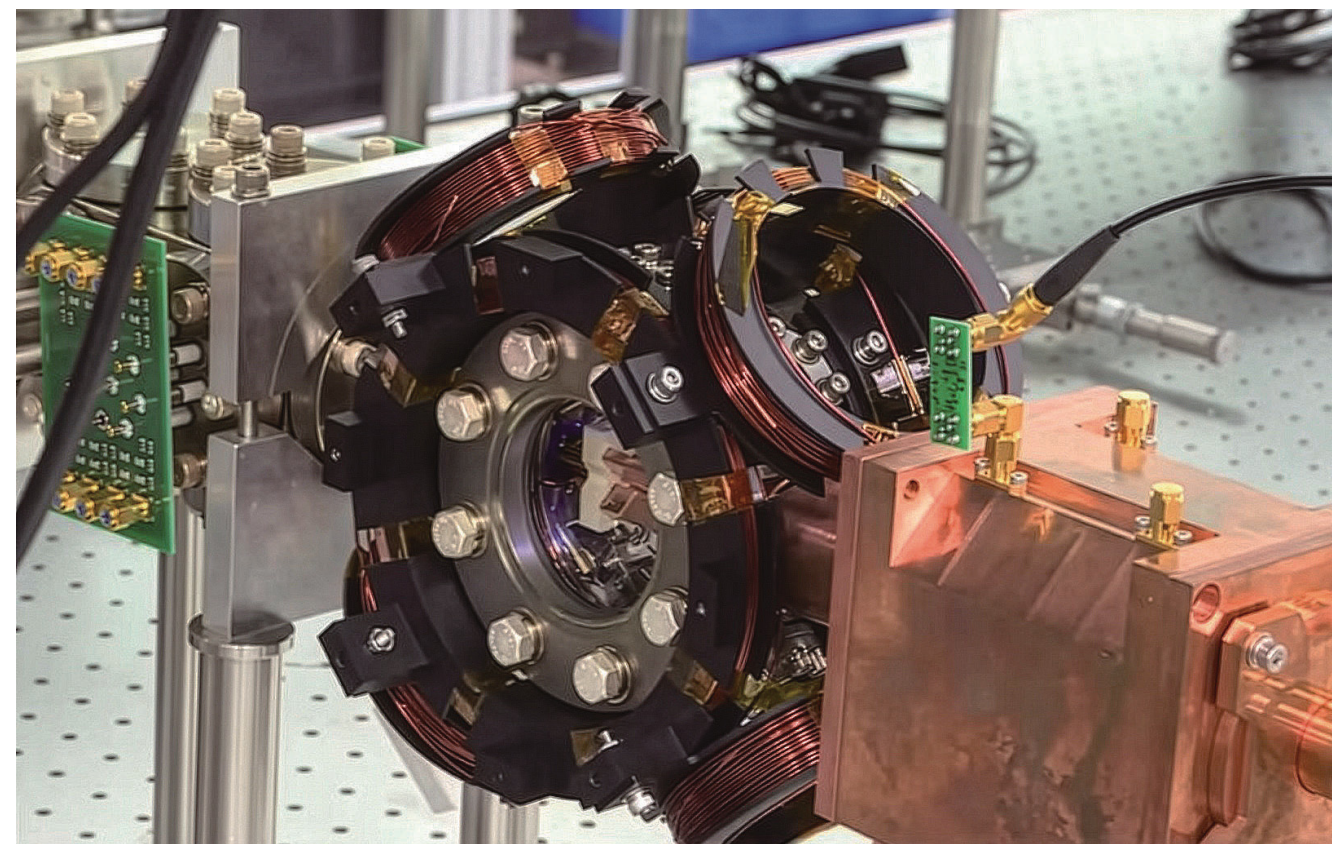
子阱系統使用天然原子作為量子位元，具備完全相同的物理特性，因此不需要像人造位元（超導、半導體）必須高度依賴精密的製程技術來提升良率，避免了元件間微小誤差的校正成本，展現位元品質上得天獨厚的技術優勢。

在眾多量子運算平台（如：超導位元、光子、原子等）中，真正使離子阱系統脫穎而出的，還是其卓越的同調時間與低出錯率。量子位元的同調性，是衡量量子資訊在不受環境干擾下可保存時間的關鍵指標；相較於超導量子位元

指多個離子被冷卻至低溫極限後，因離子間的庫倫互斥力與離子阱外部電場達到平衡所形成的穩定物理結構，使離子能以一定間距穩定存在，作為量子運算單元的基礎。

名詞速讀

線性庫倫晶體



離子阱系統作為實現量子運算的硬體平台，展現位元品質上得天獨厚的技術優勢。

通常僅有毫秒等級的同調時間，離子量子位元可長達數秒，甚至在特定條件下可達到小時尺度。這種長效的穩定性，對於執行結構複雜、計算深度較高的量子演算法至關重要。

鐿 171 離子與線性保羅阱

離子阱實驗室 2025 年主要研究成果之一，便是建立以線性保羅離子阱（Linear Paul Trap）搭配鐿 171（Yb171）離子的技術路徑。

鐿原子在週期表中位於下方的鐿系元素，屬稀土金屬，外層環繞著兩顆電子。團隊將鐿金屬塊材汽化形成原子氣體，透過光致游離技術，將外層的一顆電子游離，使其成為帶正電的離子，再藉由離子阱電極提供的交流電場將離子束縛於阱內。此時離子的外層僅剩一顆電子，其能階結構相對簡單，大幅降低雷射控制的複雜度與系統成本，並有效提升控制精準度。

選擇鐿 171 離子的主要原因，是其

對外部磁場干擾的敏感度較低。這種技術層級與原子鐘等高精度實驗相仿，能確保量子位元在運算過程中，不會因為微小的環境變化而產生資訊錯誤。

都卜勒冷卻與線性庫倫晶體

要讓離子成為合格的量子位元，必須先將其「定格」在空間中。因此，離子阱實驗室利用都卜勒雷射冷卻技術，將離子冷卻至幾乎絕對零度。在極低溫的環境下，離子間的庫倫互斥力與離子阱提供的外部電場達到平衡，形成穩定的線性庫倫晶體結構。

在光學顯微影像中，這些被捕獲的離子陣列看起來就像一串「珍珠項鍊」，彼此保持數微米的距離排成一行。此系統目前已展現極高的穩定性，離子阱實驗室估計，離子在阱中的存續時間可達數天甚至更久，為長時間的量子實驗提供穩固的平台。

99.67%的高保真度讀取

讀取，是量子運算最後也最重要的環節。如果不能準確讀出運算結果，前面的操控再精準也無濟於事。實驗數據顯示，離子阱實驗室單次讀取保真度已達 99.67%，顯示實驗室在量子位元的狀態準備與測量（SPAM）上，誤差已被壓制到極低水準。

在螢光探測直方圖中，離子阱實驗室觀察到代表暗態（State 0）與亮態（State 1）的光子數分布呈現清晰的分離。起初，受限於系統背景雜訊，區分亮暗態的最佳閾值落在 8 次計數左右；然而，近期實驗室透過優化光學系統，有效抑制雜訊，將最佳閾值成功降至 3 ～ 4 次計數之間。

這項改進源於幾點技術突破。首先是提升訊雜比，也就是透過使用高數值孔徑的透鏡系統，增加捕捉離子螢光的能力；其次是減少散射光，即改善遮擋

與光學設計，避免雷射照射到離子阱硬體產生的雜光進入探測器；另外，採用了光電倍增管進行高靈敏度訊號採集，也是技術突破之一。

精確的同調操控與拉比振盪

除了讀取，如何「命令」離子進行運算同樣關鍵。離子阱實驗室已成功觀測到清晰且衰減率極低的「拉比振盪」（Rabi Oscillations）。拉比振盪是量子位元在 0 與 1 之間隨驅動脈衝時間而演化的過程，當這種振盪呈現穩定且低衰減的正弦波模式時，代表團隊對量子態具備高度確定的演化控制能力。

拉比振盪的成功，是實現精準單量子位元操作（如：X gate、H gate）的關鍵基礎，證實實驗系統具備長同調時間，並為未來實現更高複雜度的單量子位元邏輯閘提供更寬裕的容錯空間。

朝擴展性與晶片化布局未來

面對量子位元數量增加的需求，離子阱實驗室已提前布局多代硬體系統。第一代離子阱為單區刀鋒型設計，主要用於基礎捕獲；正在開發的第二代系統則導入多區結構，並採用碳化矽晶圓與精密電路設計。這種介於傳統大型 3D 和全平面晶片化間的 2.5D 結構，允許離子在不同區域中穿梭，將需要進行糾纏的離子移動至特定運算區執行邏輯閘；當某顆離子不參與運算時，可以將其搬

移至遠處，減少對其他位元的干擾。

放眼未來，第三代的目標是真正的「晶片型離子阱」。傳統系統依賴龐大的光學桌來引導雷射，限制商用化可能，而離子阱實驗室正結合矽光子技術，希望將波導整合至矽基板上，讓光直接在晶片內部傳遞，再由下而上精準聚焦於懸浮的離子上。

目前，離子阱實驗室已與陽明交通大學成功開發整合於晶片上的控制光源。該技術是在氮化矽波導上，實現具備相位與振幅控制能力的非局域可見光超穎介面，未來可望取代外部體積龐大的光路系統，實現量子位元的高精度定址操控，並為離子阱量子電腦的大規模擴展與模組化商用奠定核心技術基礎。

對離子阱實驗室而言，2025 年堪稱打底關鍵年，目前已設定明確的發展路徑圖；至於 2026 年，重點將是部署拉曼雷射系統，以實現關鍵的雙位元邏輯閘與離子糾纏實驗，目標是在 2027 年推出 5 顆到 10 顆量子位元的可程式化量子電腦原型。

「2024 年我們把離子抓住，但抓到的不代表有操控能力；2025 年我們所有的努力，都是為了建立精準的狀態控制能力，確保每一顆離子都能成為高品質的量子位元，」離子阱實驗室主任林俊達表示，透過持續優化光路、抑制環境雜訊並導入半導體製程，離子阱實驗室正穩健朝著量子科技的商用化大步前進。

名詞速讀

最佳閾值

是區分量子位元「亮態」與「暗態」的判讀基準。利用光子計數的統計分布，找出能將讀取誤差最小化的切分點；當偵測到的光子計數高於此閾值，即判定為亮態。透過精確設定此光子數閾值，實驗室能將讀取誤差降至最低，進而達成高達 99.67% 的單次讀取保真度。



量子計算研究所

突破量子容錯計算瓶頸 從第一性原理定義商用未來

在科技演進的長河中，量子計算被視為繼人工智慧後，最能顛覆人類社會的下一波浪潮。然而，儘管量子演算法展現驚人的加速潛力，現實中量子電腦的發展卻面臨雜訊與錯誤的挑戰。目前的實驗室中的量子位元仍屬脆弱，哪怕是環境中微小的干擾，都會導致計算崩潰。要實現真正具備商業價值的「通用量子計算」，唯一的途徑是「容錯計算」（fault-tolerant computing）。

過去，學界面臨的沉重瓶頸是，為了糾正量子運算中的錯誤，必須引進大量的冗餘資源，甚至為了糾錯所消耗的資源，往往比運算本身還要多。如果糾錯過程的資源消耗隨精確度要求呈指數級增長，即便量子電腦問世，也可能因為效率極低而失去優勢。

鴻海研究院量子計算研究所（簡稱量子所）在 2025 年的系列研究成果，正是針對此痛點而生，不僅在理論上證明高效糾錯的可行性，更為未來大規模

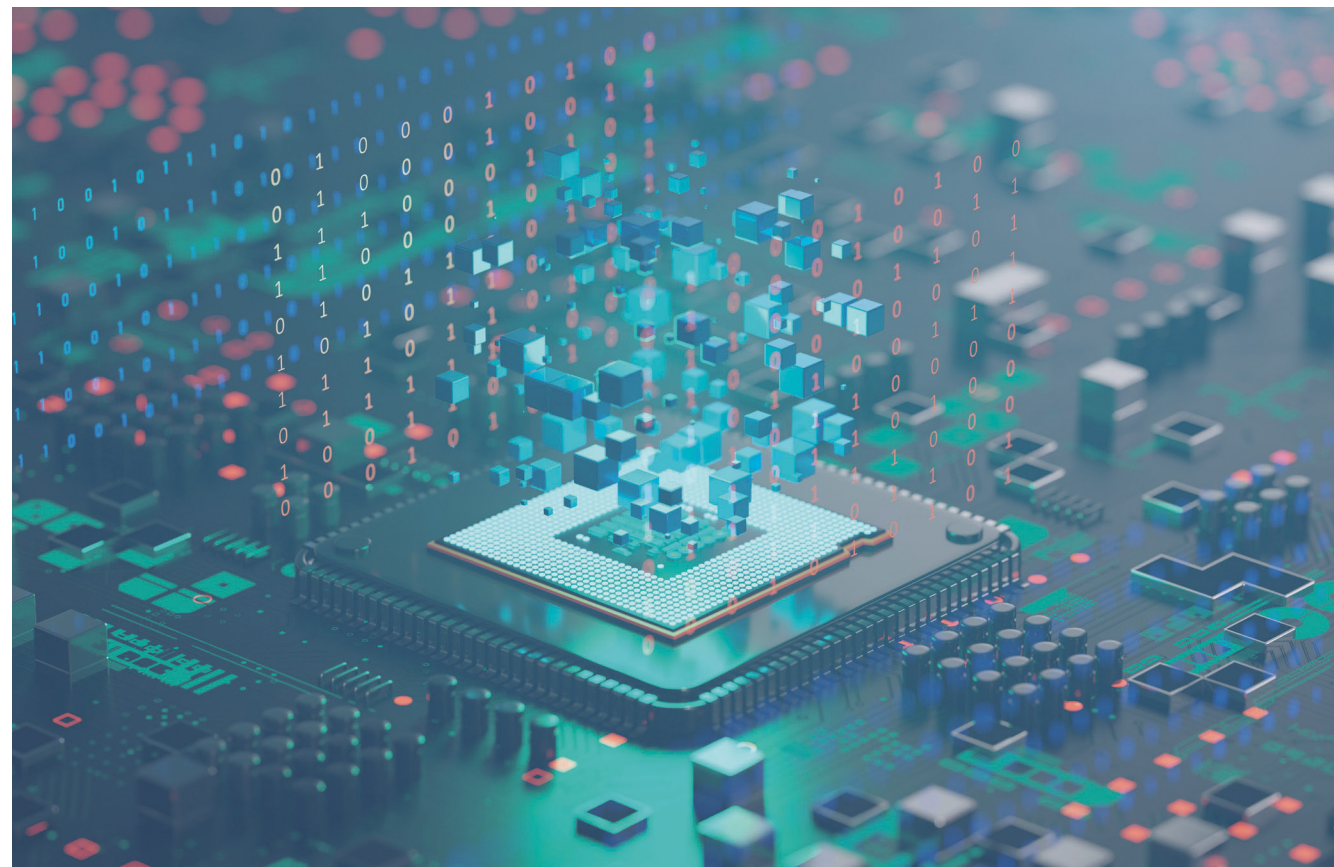
量子硬體的落地鋪平道路。

魔術態提純終結資源爆炸噩夢

量子所 2025 年的研究成果之一，便是解決量子資訊理論中懸而未決的基礎難題——魔術態提純（magic state distillation, MSD）的效率上限。

在傳統計算中，加法或基本邏輯閘操作相對容易，但像矩陣乘法這類較複雜的運算，所需資源往往會隨位元數以平方甚至立方的速度成長。量子計算其實也面臨類似問題。在容錯量子計算中，常見的解法是將複雜運算拆解為「簡單操作」與「魔術態」的組合。魔術態可以理解為一種預先製備好的高階資源，能協助實現量子電路中特別昂貴的操作，例如 T 閘與 CCZ 閘。這類操作在容錯架構下成本極高，若沒有透過魔術態蒸餾與優化來支援，錯誤更正所需的硬體規模將大到難以承受。

然而，魔術態在準備過程中也會



透過高效的量子糾錯編碼，即使在雜訊率低於某一臨界值時，量子計算仍能實現高效能操作。

帶有錯誤，必須透過提純程序，使多個帶有噪聲的魔術態成為一個極高精確度的魔術態。過去的提純技術存在致命缺陷，即隨著目標錯誤率 ϵ 的降低，所需資源開銷會以 $\log(1/\epsilon)$ 的 γ 次方增長。過往最先進的技術，其 γ 值約為 0.678，意思是如果要追求極致精確度，糾錯所需步驟將會呈爆炸式增加。

量子所團隊與其合作者成功開發出一種全新的魔術態提純協議，將 γ 值徹底降為 0。當指數項為 0 時，代表資

源消耗在理論上趨近於常數。換句話說，無論要求多高的輸出精度，提純過程中每產生一個純淨魔術態所需的輸入資源，都不會無限膨脹。由於任何數的 0 次方皆為 1，這項證明代表提純深度能始終維持在可控範圍，徹底打破長久以來限制量子計算擴展性的技術枷鎖。

這項突破背後的關鍵是採用「代數幾何碼」原理。量子所團隊利用其強大的代數結構，構造出能在高維空間支持橫向邏輯門的操作，再將其映射回標準

的二維量子位元架構，確保在大規模容錯量子計算中，最耗能的部分仍將維持高效。這項研究在國際學術界引發巨大迴響，IBM、Google 等全球頂尖團隊紛紛引用。

深耕特定電路，守住量子優勢

除了在基礎架構上的資源優化，量子所也著力探討，「淺層量子電路」在帶有噪聲的情況下，是否依然具備超越傳統電腦的能力。

但量子所的研究證明，透過高效的量子糾錯編碼，即使在雜訊率低於某一臨界值時，仍能實現高效能操作；更重要的是，這項研究彰顯特定量子電路在面對傳統「偏閾值電路」時具有「無條件優越性」，代表量子計算雖然增加步驟，卻不會抹除量子計算與生俱來的優勢。

AI 輔助，跨越百位元模擬障礙

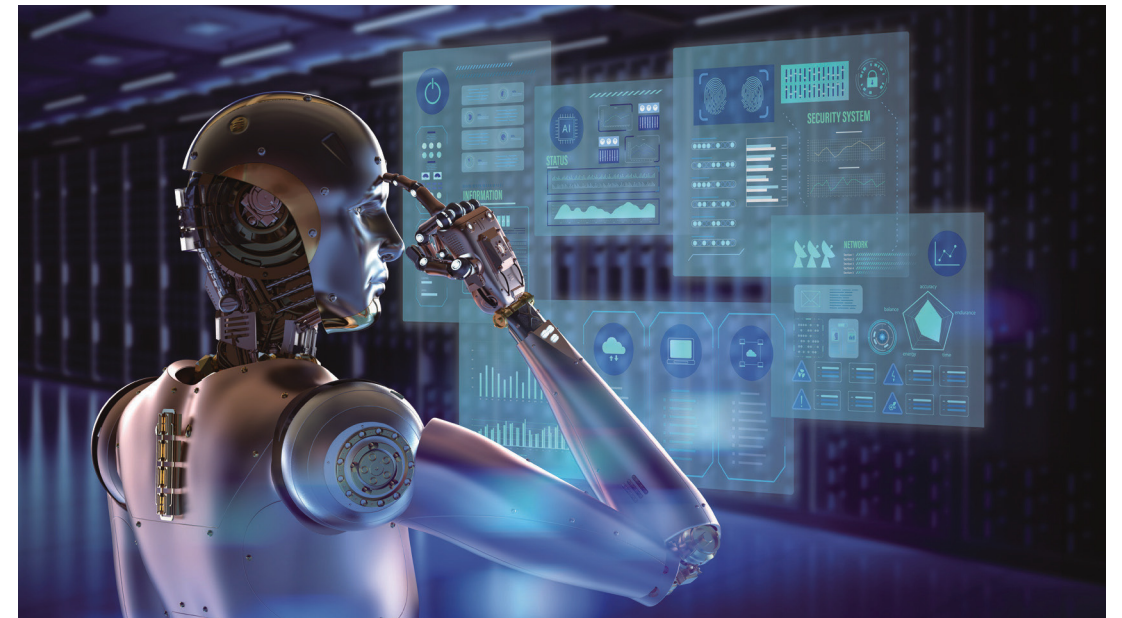
驗證，是量子計算發展的另一個巨

大挑戰。當量子位元增加，狀態空間會呈指數增長，10 個位元需要 1,024 個狀態。然而，100 個位元所需要的狀態數量，已經超過目前人類所有超級電腦記憶體的容納極限，在這種情況下該如何知道這台量子電腦計算結果是否正確？

量子所開發一套 AI 輔助電路驗證技術，其核心不是硬碰硬模擬所有量子態，而是利用機器學習機制學習量子電路的特性，研究人員透過少量的量子電腦運算樣本，訓練 AI 模型去模擬電路的線性特性。一旦 AI 學會這些電路的構造邏輯，未來面對新的輸入，模型就能直接在傳統電腦上預測其在量子電腦上的輸出結果。

雖然這種方法有其局限性，目前主要針對電路部分特性進行驗證，但它提供了一種極為高效的代理模型，不僅幫助研究人員更容易理解量子電路的行為，也為硬體發展過程中缺乏驗證工具的困局，提供一定程度上的解決方案。

這種透過理論創新來突破硬體限制



AI 輔助電路驗證技術訓練 AI 學會量子電路的構造邏輯，未來就能直接在傳統電腦上預測其在量子電腦上的輸出結果。

的思維，正是量子所研發目標的核心之一，而之所以如此，則和「第一性原理」（First Principles）有關。

在量子領域，第一性原理就是必須先在理論上證明量子電腦造得出來，並且符合成本效益。如果理論顯示糾錯資源會不堪使用，投入再多資金研發硬體恐怕都難以成功。目前量子硬體發展仍處於初期，即使有將近一千個實體量子位元，真正能用來進行計算的邏輯位元往往只有個位數，與商業應用所需規模存在巨大鴻溝。

量子所當前的研究重心，可說是在為未來的硬體開發鋪路。一旦證明資源消耗可維持在常數開銷，就會讓硬體

製造者更篤定，量子電腦的成功是數學上可實現的必然。這系列成果發表才短短一年，引用次數便迅速累積超過 40 次，且多數來自該領域最領先的研究團隊，足見其對產業未來方向的影響力。

2025 年是量子所豐收的一年，從常數開銷提純協議的突破，到 AI 輔助驗證的實踐，每一步都踏在最關鍵的瓶頸點上。量子所所長謝明修總結：「我們的工作最核心的意義，在於深入理解容錯運算，並向世界證明，量子糾錯不會抹除量子優勢。我們已經在理論上為高效的量子計算掃清障礙，讓這條路能繼續走下去。」隨著理論基礎逐漸完備，量子計算技術也往前邁進一大步。

名詞速讀

常數開銷

指系統在運行、最佳化或容錯過程中所需的額外資源，如：時間、空間、魔術態，其消耗量被限制在固定範圍內，與問題規模、輸入數據量或目標精度無關。

資通安全研究所

打造全域聯防體系 深耕 AI 安全與後量子運算

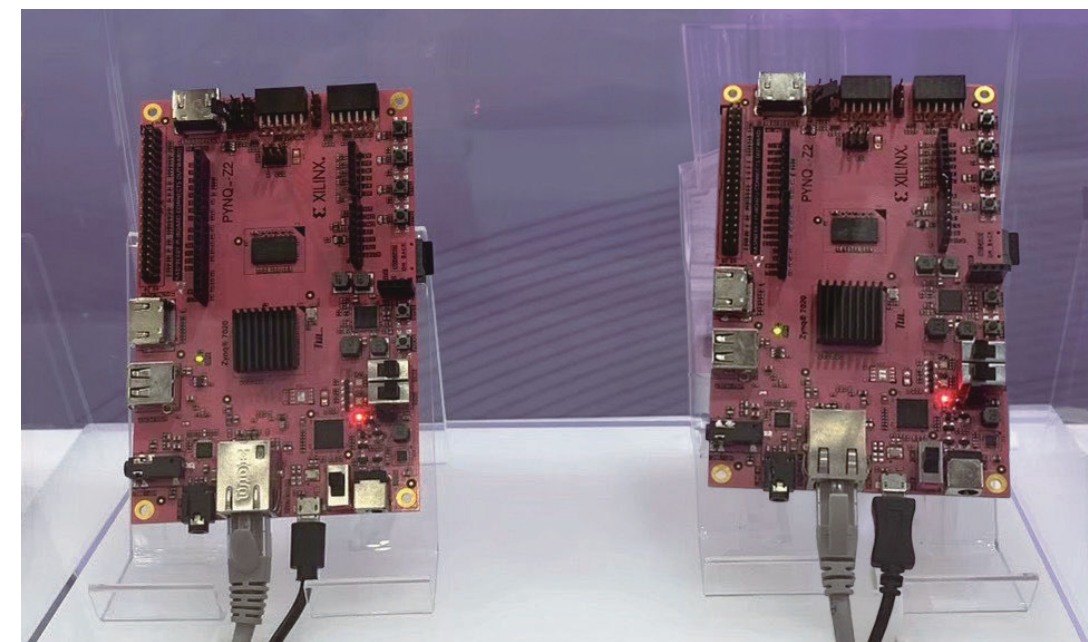
2025 年的資安戰場上，單純人力防禦已力有未逮。鴻海研究院資通安全研究所（簡稱資安所）從導入記憶體內運算（computing-in-memory, CIM）突破後量子密碼（post-quantum cryptography, PQC）的效能瓶頸，到揭露自駕模擬器中連官方都未察覺的碰撞偵測漏洞，致力解決 AI 被惡意利用或 AI 決策失效的各種風險。

守護關鍵場域 AI 安全

隨著生成式 AI 與自駕車 AI 系統從

實驗室走向關鍵應用場域，當 AI 開始協助人類編寫程式、規劃車輛路徑，甚至進行決策時，潛在脆弱性也隨之放大。資安所系統性地揭露 AI 在真實情境下的安全風險，並發展出具備量化指標的防禦方法。

首先，資安所透過紅、藍隊演習建立防護循環。傳統紅隊測試多依賴人工，成本高且覆蓋率不足，而資安所開發基於內在激勵與自動探索的紅隊設計，能在不取得模型內部參數的黑箱狀態下，自動找出漏洞。研究顯示，其產



PQC 金鑰封裝與 CIM 技術的軟硬體實作。

出的紅隊對抗資料集，在主題層級的多樣性上提升 41%；至於針對跨模態的越獄攻擊，資安所開發藍隊後綴防禦模組，能自動生成防護文字，將攻擊成功率大幅降低 50%~73%。這些成果已部分應用於集團內部的 FoxBrain 平台，做為前端外掛防護機制。

在智慧製造領域，工程師已廣泛使用 AI 輔助編寫程式碼，但若 AI 產生的程式碼隱含漏洞或後門，恐導致工業設備失效與重大商業損失。面對此風險，傳統的修補方式通常需要耗費高昂成本重新訓練模型，還可能造成模型原有能力衰減。有鑑於此，資安所研發出毋須訓練的模型修補技術，透過精準調整模

型內部的安全性參數，在不影響原有功能的前提下將安全性提升 10%。此外，為從源頭防範駭客在訓練資料中暗藏惡意觸發指令，團隊更同步開發了一套全新演算法，藉由分析文字段落裡的不自然感與突兀程度來精準抓出異常，成功將防禦準確度大幅提升至 87%，為 AI 輔助開發提供了更全面的資安保障。

除了智慧製造，資安所在安全性關乎人命的自駕車領域也投入甚深，特別針對感知與規劃層級進行了全方位的深入研究。首先，在系統的脆弱性方面，研究團隊揭露了線上高精度地圖建構模型對實體世界的安全隱憂；實驗顯示，僅需透過特定的光影或實體貼片攻擊，

名詞速讀

F1 分數

F1 分數（F1 Score）是衡量 AI 模型分類表現的綜合指標，也就是精準率（precision，不誤判）與召回率（recall，不漏抓）兩者缺一不可的綜合評分。

就能使地圖準確度下降 9.9%，並導致高達 44% 的路線規劃失效。為了提升系統的強健性，針對光達、雷達與攝影機等多感測器融合系統，資安所提出了一套根因分析方法，當多個感知模組同時失效時，該技術能以超過 95% 的 F1 分數精準定位故障來源，協助工程師快速除錯。

不僅如此，團隊更進一步對業界廣泛使用的自駕模擬器 CARLA 進行深度剖析，研發出長方體建模偵測法，成功挖掘出比以往多 20 倍的漏報碰撞場景。這項突破性研究最終獲得 CARLA 官方確認並核發 CVE 漏洞編號（CVE-2024-33903），為提升國際自駕模擬技術的安全性做出了重大貢獻。

PQC + CIM，突破存取能耗瓶頸

除了 AI 以外，量子計算技術進展同樣日新月異。隨著量子計算發展，傳統公鑰密碼系統面臨被破解的風險，PQC 成為守護資訊安全的關鍵。資

安所鎖定美國國家標準暨技術研究院（National Institute of Standards and Technology, NIST）頒布的最新標準 FIPS-203 ML-KEM 做為研發核心，然而，ML-KEM 運算中大量的高次多項式乘法成為了效能瓶頸之一。

為突破限制，研究團隊針對核心單元數論轉換（number theoretic transform, NTT）演算法，進行硬體導向的深度優化。透過重構數學運算邏輯，團隊成功降低運算複雜度，為後續的硬體整合奠定高效算力基礎。

在傳統的馮·諾伊曼（John von Neumann）架構下，處理器與記憶體間的頻繁資料搬移會造成傳輸延遲與高能耗，即所謂的記憶體牆。為此，資安所與工業技術研究院展開深度合作，引入具顛覆性的 CIM 架構。

CIM 的核心在於將計算單元直接嵌入記憶體陣列，實現原地運算以根除搬運成本。雖然這個架構並非首創，但資安所將其應用於加速 PQC 系統，完

成從科學研究向工程實作跨出的關鍵一步。實驗證明，在相同晶片面積下，結合 NTT 優化與 CIM 架構的方案，運算效能比傳統軟體實作提升 14.22 倍。

這項技術已成功從理論邁向實作落地，在鴻海科技集團旗下 IC 設計公司鴻軒科技開發板上完成 ML-KEM 演算法的概念驗證，證明該技術能直接賦能智慧車載環境，並透過 FPGA 的驗證，確保在追求高效能的同時，密碼運算正確性完全符合美國國家標準暨技術研究院所頒布的 FIPS-203 國際規範。前述兩項研發成果皆在 2025 年鴻海科技日正式亮相，獲得業界專家高度肯定。

全域資安治理，落實聯防體系

針對鴻海集團跨領域、多據點的全球化格局，資安所致力將資安防禦轉化為企業治理動能，使資訊安全成為驅動企業永續發展的關鍵要素。

要落實資安治理，首重目標是須建立高層的當責意識。藉由近年資安治理委員會的運作，各次集團董事長與總經理實際參與資安核心決策，不僅強化策略執行的力道，更有效貫徹由上而下的協作與執行，並降低標準不一所產生的溝通痛點與風險。

今年，資安所正式將國際級網路安全防禦矩陣（cyber defense matrix, CDM）導入集團實務，並接軌 NIST CSF（cybersecurity framework）網

路安全框架，建構全域可視化的防禦地圖。透過結構化的梳理，管理層得以直觀的掌握防護盲區與資源配置現況，並將技術語言轉譯為高層決策語言，有效對接工程與管理團隊，實現零落差溝通。此機制不僅強化了資安預算的盤點與分析，更促成統購策略，以優化整體投資效益，並在提升防禦韌性的同時，降低採購成本。

針對資安事件處理，除了持續優化過去所制定的文件流程與實務演練外，與 IT 單位聯手開發「資安事件處理看板」，落實 Code as SOP 理念，將繁瑣的標準作業流程轉化為程式碼驅動的自動化工作流，期望在實務上大幅優化執行效率，並有效防止關鍵步驟遺漏與確保應變過程具備一致性基準。

綜觀 2025 年的發展軌跡，資安所展現了從底層架構到高層策略的全面布局，在 PQC、AI 安全與資安治理三大核心領域皆締造關鍵突破，不僅將 PQC 運算效能大幅提升，更全面防範智慧製造與自駕系統的 AI 安全威脅，更建構了完善的跨區域資安治理框架。鴻海研究院執行長暨資安所所長李維斌表示，未來的戰略發展也將持續緊扣這三大面向，加速 PQC 各種標準的技術研究、強化 AI 安全的自動化防禦動能，以及確保全球資安治理的標準與節奏一致，致力在 AI 與量子的雙重浪潮下，為集團築起最堅實的安全屏障。

名詞速讀

FPGA

可程式化邏輯閘陣列（field-programmable gate array, FPGA），是一種在製造完成後，仍能由使用者透過程式碼反覆修改其內部硬體電路結構的半導體元件。

跨界智匯

串聯學界夥伴，展現跨域協作如何從理論走向應用的實力。

鴻海研究院與頂尖大學深度合作，

將 AI、半導體、通訊與量子技術導入真實場域，

在反覆驗證與磨合中，催生可落地、可擴展的關鍵技術，

形塑臺灣面向未來的創新生態。



香港城市大學 × 人工智慧研究所

跨域推動 AI 穩健推理與學習

當 AI 走出實驗室，進入自動駕駛的街頭或複雜的柔性製造工廠，所面對的不再是標準化的數據集，而是充滿雜訊、極端天氣與不可預測行為的真實世界。為攻克此一難關，香港城市大學與鴻海研究院 AI 所展開深度合作，試圖研發出具備「不確定性推理」與「低能耗持續學習」能力的下一代代理人（Agent）。

賦予 AI「防禦性駕駛」邏輯

本次合作的核心技術突破之一，在於「不確定性推理」。傳統 AI 在遇到惡劣天氣或感測器雜訊時，往往會給出看似確定卻錯誤的預測，導致安全事故，而雙方合作的目標，即是讓 AI 具備類似人類駕駛的防禦邏輯。

為此，團隊在感知層透過顯式引入各個感測器（如：光達、相機）自身的不確定性並動態分配權重，讓系統在極端天氣或感測器失效時能自動判斷哪個「專家」更可信；至於在決策層，則系統不再勉強給出精確位置，而是輸出帶有方差的機率分布，當雜訊上升則 AI 會主動放大預測方差，如同人類在能見度差時會本能放慢車速、拉開車距。透過前述機制，代理人得以在訊息混亂時主動收緊安全邊界，實現更接近人類的決策邏輯。不過，AI 要真正邁向自主化，還必須做到「持續學習」。

傳統模型在學習新技能（如：適應新路況）時，往往會產生「災難性遺忘」，丟失舊知識（如：基本交通規則）。針對此痛點，團隊研發基於「網路位置重要性」的生長策略，在神經網路中高重要性但尚未連接的

位置新增連結，將新知識儲存於此，避免覆蓋舊知識。

同時，為了降低 AI 巨大的能耗，研究導入「新一代架構」的脈衝神經網路，僅在接收到訊號時才進行計算，其餘時間處於靜默狀態，從根本上消除無效運算。這也意謂著，未來的邊緣裝置將具備「節能的大腦」，只在必要時醒來思考，在極低功耗下進行即時決策。

此外，團隊還研發 ModeSeq 技術，將軌跡預測從單純的機率選擇提升為按序推理多種可能行為，使 AI 具備循序漸進的思考能力，能看懂行人的手勢、聽懂喇叭聲，把冷冰冰的數據轉化為充滿社交意義的場景預判。

奠定通用代理人根基

目前鴻海科技集團正全力布局電動車與機器人領域。香港城市大學汪建平教授指出，ModeSeq 系統能以較低功耗在車端實現高頻率推理，真正把強 AI 從實驗室推向產線與量產車；此外，同樣的方法論也將使工廠機器人受惠，使其由被動執行工具轉變為安全可靠託付的智能協作者。

展望未來，雙方正計劃將成果延伸至工業操作應用，讓機器人在複雜的倉儲或園區中，能自行理解任務、識別風險並與人協同。

汪教授總結：「如果通用智能是一座大樓，我們現在做的，就是打好關鍵地基。」透過持續學習與穩健推理，香港城市大學與 AI 所的合作，雙方正為能長期運作、持續演化的 AI 系統開創無限可能。

陽明交通大學 × 半導體研究所

重塑 AI 時代資料傳輸架構

在 AI 算力需求幾近指數級增長的今天，半導體產業正面臨巨大物理瓶頸——當運算核心（GPU/XPU）的速度快如超跑，連接它們的資料傳輸路徑卻仍像狹窄的單行道。

為了打破這道「頻寬牆」，矽光子與共同封裝光學技術，成為全球科技巨擘寄予厚望的領域，而陽明交大光電工程學系特聘教授鄒志偉與鴻海研究院半導體所合作，成功建立支援單通道最高 112GBaud（224Gb/s PAM4）等級的光電量測平台，在異質整合與人才培育上，為臺灣供應鏈從「追隨者」轉變為「領跑者」打下基礎。

「AI 伺服器的運算能力正以指數速度增長，如果傳輸速度跟不上，晶片效能就無法發揮，」鄒志偉表示，112GBaud 或 224Gb/s 代表單一光通道每秒可傳輸 2,240 億位元資料，相當於一秒鐘就能傳完約 6 片單層 DVD 容量，而目前主流的 1.6T 光模組，正是由 8 個 200Gb/s 級別通道組成。

然而，要達到這種極速傳輸，臺灣面臨兩大挑戰：首先，過去臺灣往往依賴國外驗證資源，如果能建立自主量測平台，才能自主進行下一代元件開發與驗證；其次，在極高頻率下，訊號衰減與雜訊干擾堪稱開發者噩夢。

矽光子量測是門檻極高的整合工程，鄒志偉坦言，要建置 112GBaud 級別的平台，需要高頻探針、高速訊號產生器、示波器，以及高機械穩定度的光學平台；在此過程中，半導體所扮演關鍵的「產業級技術推動者」角色，提供國際等級的高速量測設備，並結合先

進的數位訊號處理技術與升級後的設備，成功克服通道頻率響應不平坦與系統雜訊等問題，確保量測數據可信度。

異質整合與虛擬晶圓廠的戰略布局

此外，半導體所和陽明交大更與荷蘭恩荷芬理工大學合作開發磷化銦晶片，速率推升至 320Gb/s。由於矽材料無法有效發光，引入磷化銦這種直接能隙材料進行異質整合，被視為解決 AI 資料中心高效率光源與低功耗需求的關鍵路徑；此外，陽明交大更透過串接國際晶圓代工廠，打造「虛擬晶圓廠」環境，成為創新樞紐。

「我們累積二十年在世界各地投片的經驗，能理解不同代工廠的設計誤差，」鄒志偉表示，這使他們能擔任橋梁，將鴻海的產業需求轉化為晶圓廠能生產的語言，並透過量測反饋來修正設計模型。

更深遠的影響在於人才。參與這項計畫的學生能直接接觸業界標準與最前瞻的設計平台。鄒志偉強調，臺灣半導體的成功來自於一整個世代熟悉製程、元件與系統的工程師，而透過此次與鴻海研究院合作，這群學生在進入產業前，就已具備解決真實工程問題的能力，這才是臺灣確保全球領先地位的長期價值。

翻開科技史，目前正經歷第三波 AI 技術革命——AI，光通訊的角色從連接城市的長距離纜線，轉為深入資料中心內部，甚至直接連接晶片，而此次陽明交大和半導體所的產學合作，正是臺灣在此轉折點上的致勝關鍵。

中央大學×新世代通訊研究所

打造臺灣太空自主力

這是一段關於學術理想與產業雄心交織的故事。中央大學太空科學與工程學系（簡稱太空系）的實驗室裡，紅綠閃爍的儀器燈號映照著年輕學子的臉龐；幾十公里外的鴻海工程師與研究員們正思索著如何讓臺灣的通訊實力，從地表躍升至五百公里外的星際。

央大太空系教授趙吉光回憶，鴻海研究院很早就與校方聯絡，雙方經過長達兩年的深度溝通與磨合，除了讓通訊所得以深入理解太空任務的複雜性，也讓學界確認企業投入太空領域的決心。

在政府推動低軌通訊衛星的浪潮下，趙吉光提出「珍珠號」計畫。過去，衛星動輒數百公斤、耗資數億，開發週期動輒五年至十年，但他向通訊所建議，與其冒著巨大的財政與時間風險去挑戰大型衛星，不如採用造價便宜、執行週期短的「立方衛星」模式，雖然執行任務有其風險，但它容許實驗與快速迭代。

「珍珠號」就是立方衛星架構。第一代珍珠號任務執行時，通訊酬載測試結果未臻完美，但卻讓團隊獲得龐大的在軌數據，精確記錄衛星在受光面與背光面的溫差、太陽能板開啟前後的熱力學變化。這些寶貴的實戰經驗，隨後被轉化為具體的技術資產，回饋給第二代任務。

相較於第一代的摸索，「第二代珍珠號」最重要的目標是增加衛星與衛星之間的通訊，」趙吉光表示，在高速運行的軌道上，兩顆立方衛星要對準彼此進行寬頻數據交

換，其難度遠高於衛星對地面站的通訊。

為了應對更複雜的酬載整合與軌道環境，央大團隊在第二代的系統工程設計上，導入更嚴謹的測試標準與模擬流程。過去由單一學生負責的次系統，現在改為由兩個以上學生共同參與、交叉驗證，並藉由提升飛行軟體的穩定度，降低人為盲點；同時，第二代衛星的軌道高度也進行調整，將大幅延長任務壽命。

建立低軌衛星供應鏈

「通訊所投入太空領域的決心『少見且穩健』，」趙吉光觀察：「他們透過與學界深度整合，建立完整設計、製造、驗證脈絡。」

他進一步指出，從立方衛星開始磨練的路徑，讓企業能以最務實的成本盤點國內外供應鏈需求，而當企業清楚一顆螺絲、一個通訊酬載在太空環境下的真實表現，才能真正建立起臺灣自主的低軌衛星供應鏈。

更重要的影響，在於人才培育。「珍珠號計畫」中，央大學子必須在嚴格的發射時程壓力下，與鴻海工程師及研究員溝通、處理危機，這種「產業速度」與「學術嚴謹度」的碰撞，讓學生學會如何及時完成任務需求。

整體來說，央大與鴻海的合作，對於臺灣建立自主的低軌衛星供應鏈具有重要示範意義。這場由學術底蘊與產業實力交織而成的星際夢想，正透過一顆顆小小的立方衛星，在漆黑太空中，為臺灣點亮通往未來的路。

陽明交通大學×離子阱實驗室

以非局域超穎介面攻克光學極限

走進一間傳統的量子運算實驗室，映入眼簾的通常是占滿一整張光學桌的精密透鏡、反射鏡與雷射光源，猶如一片鋼鐵與玻璃組成的叢林。

然而，這幅場景正迎來變革。在陽明交大光電工程系副教授張祐嘉團隊與鴻海研究院離子阱實驗室的合作下，龐大的光學系統正被縮小到一片指甲大小的氮化矽晶片上。這不僅是光學元件的微縮，更是臺灣從電子積體電路跨足量子光子晶片的重要里程碑。

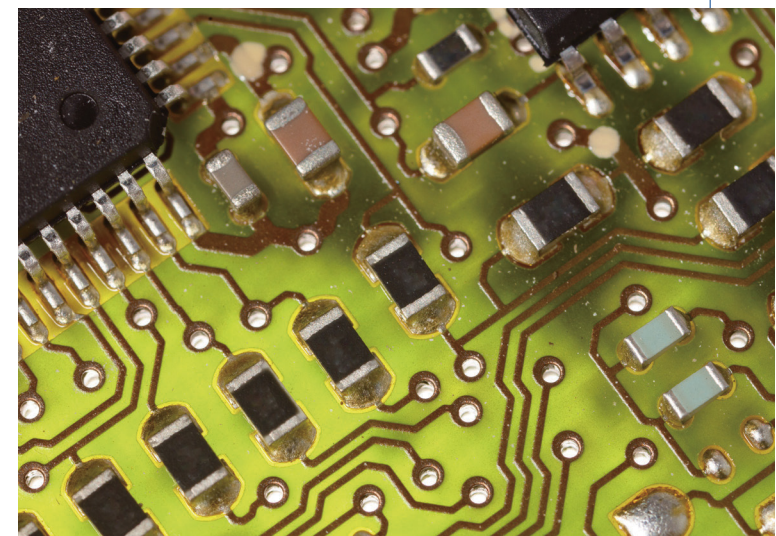
從理論探討轉向殺手級應用

這場跨界合作，源於學術界前瞻技術與產業應用場域的精準對接。陽明交大在超穎介面與奈米科學領域長期執牛耳，鴻海研究院則專注於建構可規模化的離子阱量子計算架構。

離子阱量子電腦需要極其精準的光束來操控離子位元，且往往需要同時控制多個位元。傳統光學桌雖然靈活，但面對大規模、一千顆甚至一萬顆量子位元的未來需求，卻顯得力不從心。離子阱實驗室提供的「系統級整合」視角，讓陽明交大的研發從元件端跨入系統端，解決硬體落地的難題。

非局域設計的創新突破

本次合作核心成果，是研發出整合在氮化矽波導上的「非局域可見光超穎介面」。張祐嘉解釋，在光學工程上，要在532nm綠光波段下維持高品質光束，是巨大挑戰；



將龐大的光學系統縮小到指甲大小的晶片上，會是臺灣從電子積體電路跨足量子光子晶片的重要里程碑。

傳統超穎介面為了控制光相位，需要製作極小、具備高深寬比的結構，然而當光的波長變短時，這類微細結構的製程難度會呈指數級成長。

為了克服這一點，張祐嘉團隊導入「非局域設計」，毋須將光極度局限在單一微小結構內，而是讓光分散在多個原子之間。這種設計對半導體製程更加友善，降低製造難度，同時仍能維持高度精準的局部控制能力，產生高品質光束。

此外，在材料選擇上，雙方摒棄矽光子常用的矽，轉而採用氮化矽。這是因為矽會吸收可見光，而氮化矽從可見光到紅外光波段皆具備優異透光率與耐受性，且與現有半導體製程高度相容，是目前國際發展離子阱

電腦的首選材料。

定義量子晶片的未來格局

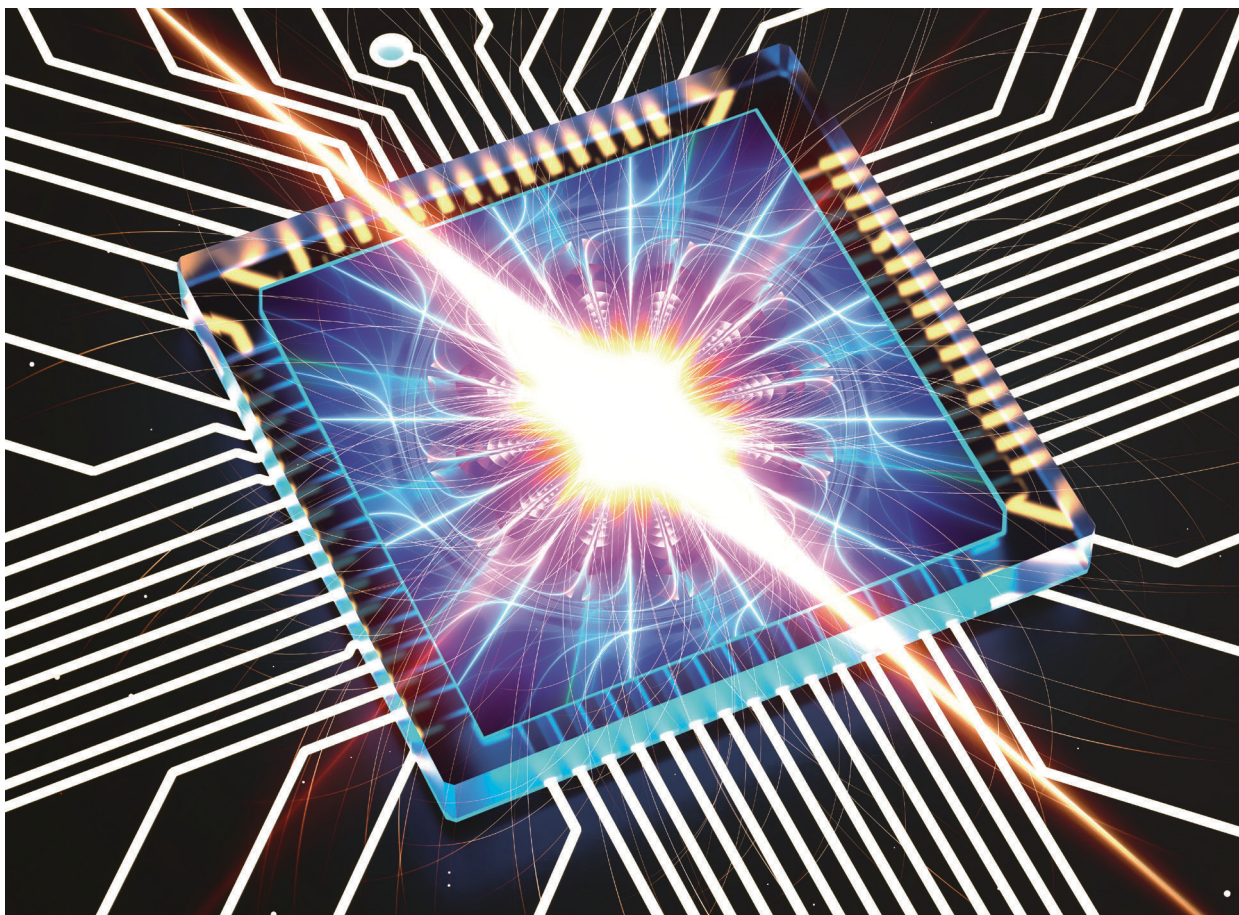
在這項合作中，鴻海研究院更扮演至關重要的規格定義者與橋梁角色。

在合作初期，雙方經歷跨領域的磨合。陽明交大擅長的是「波導損耗」、「相位控制」等光學指標；而離子阱實驗室關注的是「量子位元保真度」等量子計算指標，並將這些複雜的量子指標對接到光學元件規格上，讓陽明交大研發人員理解，一個光束對不準，對量子系統會帶來何種相對應影響。

目前的研發成果已成功在 532nm 綠光下

實現，展現極佳的通用性。由於超穎介面的設計原理具備跨波段擴展的潛力，未來團隊預計將整合紅光、藍光，甚至攻克損耗較高的紫外光波段，將多種雷射光整合在同一晶片平台上。

離子阱實驗室與陽明交大的這項合作成果，也向全球產業界發出訊號——臺灣憑藉著強大的半導體產業鏈優勢，已具備跨足高附加價值量子光子晶片的實力。從晶片設計、製造到精密封裝，這套完整的產業鏈將使臺灣在未來的量子競賽中，不僅擁有代工能力，更掌握量子系統的核心輸送技術。



由於超穎介面的設計原理具備跨波段擴展的潛力，未來，陽明交大與離子阱實驗室團隊預計將整合紅光、藍光，甚至攻克損耗較高的紫外光波段，將多種雷射光整合在同一晶片平台上。

東京大學×量子計算研究所

創新架構，跳脫量子資源詛咒

在量子運算的競賽中，科學家們正面臨嚴峻挑戰。儘管量子電腦理論上具備超越古典電腦的運算能力，但要真正實現「容錯量子運算」，所需硬體資源與糾錯成本，往往隨著精確度的提升而呈爆炸性成長。

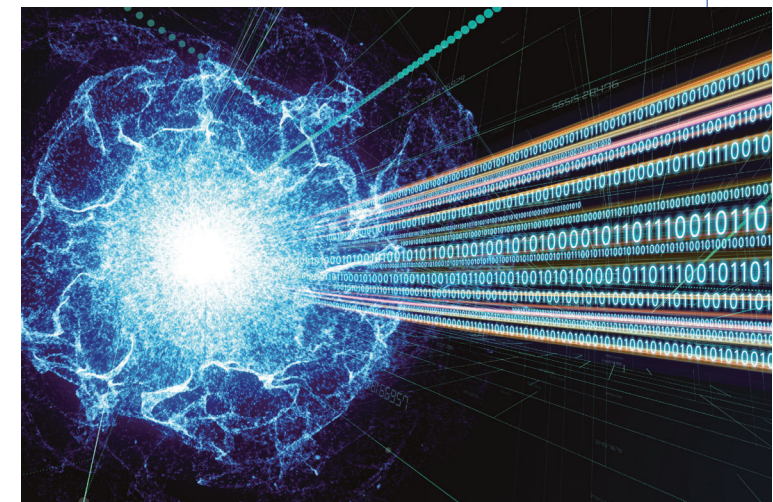
然而，近期一項由東京大學與鴻海研究院合作的研究，卻成功打破此一看似不可逾越的物理限制。這項研究成果不僅登上了頂尖國際期刊《自然物理》（*Nature Physics*），更在量子資訊理論年度盛會「QIP 2025」榮獲「最佳學生論文獎」。

要理解這項研究的意義，必須先理解量子糾錯中的「魔術態蒸餾」。在容錯架構下，雖然「克里福德閘」（Clifford gates）相對容易實現，但要達成通用的量子運算，必須引入「非克里福德閘」，過程需要高品質的「魔術態」做為資源。

過往的技術瓶頸在於，為了獲得更高純度的魔術態，科學家必須反覆進行多次蒸餾過程。東京大學情報理工學系研究科副教授山崎隼汰指出，傳統量子編碼方案無法同時兼顧編碼率、編碼距離與對稱性，導致隨著精確度要求提高，所需的物理位元與資源投入會迅速膨脹，成為實現通用量子電腦的主要障礙。

代數幾何碼發威，恆定開銷技術飛躍

東大與鴻海研究院此次合作的最重要突破，是提出「恆定開銷」（constant-overhead）協議——無論目標精確度要求多



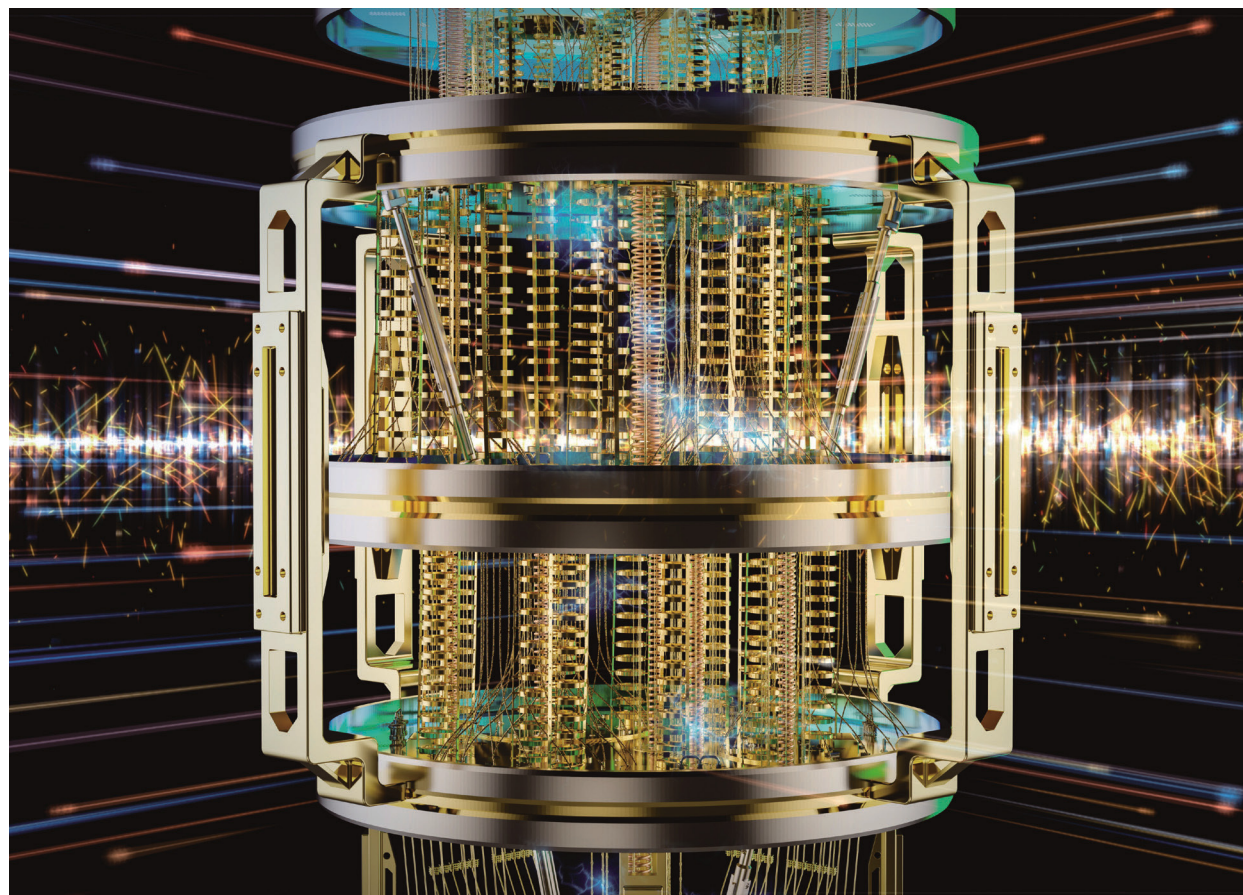
若能消除傳統量子編碼方案反覆蒸餾帶來的巨大資源損耗，或許就能打開通用量子運算的大門。

高，輸入的魔術態比例均保持固定。這項研究利用數學的「代數幾何碼」，設計出只需要單輪蒸餾即可達到任意精確度的方案，從根本上消除反覆蒸餾帶來的巨大資源損耗。

做為世界頂尖學府，東京大學擁有眾多國際合作機會，但山崎隼汰選擇與鴻海研究院深度結盟，原因在於，鴻海研究院獨特的運作模式為學術探索提供絕佳土壤。

山崎隼汰指出，鴻海研究院給予研究者充分的自由度與彈性，並提供行政支持，更展現對領域長期發展的承諾，例如：透過資助博士後與博士生參與協作，支持全球頂尖學術團隊的長期成長。這種「社群建築工程」的思維，讓鴻海研究院在純理論研究者心中建立極佳的聲譽與能見度。

這項研究成果對全球量子社群所傳遞出的



透過「恆定開銷」協議，未來量子硬體的设计者將能以更精簡的架構，達成更高品質的運算。

強烈訊號是，理論上的突破，在實現容錯量子電腦的進程中，其重要性並不亞於硬體技術的進步。

從產業角度看，這項技術也為「可擴展性」提供新解法。山崎隼汰比喻，魔術態蒸餾工廠就像大型濾水廠，是系統運作的核心，但極占空間。然而，透過「恆定開銷」協議，未來量子硬體的设计者將能以更精簡的架構，達成更高品質的運算。

產學共創引領量子商用化

目前的成果仍處於「概念驗證」階段，且在硬體落實上仍面臨常數因子過大等挑戰，但它已開闢一條全新的道路。山崎隼汰強調，

這正是產學合作的價值所在，學術界負責釐清物理極限與理論基礎，產業界則能帶著對擴展性與實務挑戰的洞察，協助將這些理論轉化為實際的技術指標。

《自然物理》的發表與 QIP 的獲獎，證明臺灣與日本在量子理論研究上已達到世界一流水準。這種跨國界、跨領域的產學共創模式，不僅提升雙方在國際量子社群的發言權，更為量子科技的實用化進程注入強心針。

隨著 5G、6G 等古典通訊已逼近理論極限，量子技術正處於發展黎明。透過東京大學的學術深度與鴻海研究院的產業遠見，這項「恆定開銷」的突破，或許就是那把打開通用量子運算大門的關鍵鑰匙。

香港城市大學×資通安全研究所 打造韌性 AI 安全體系

AI 與電動車（EV）技術進展一日千里，資安威脅已從虛擬世界蔓延至物理現實。面對日益複雜的攻擊手段，學術界的理論深度與產業界的實戰場域必須緊密結合。

鴻海研究院資安所與香港城市大學計算學院電腦科學系的深度合作，正是受此背景推動。做為全球頂尖技術研發機構，鴻海研究院提供如 FoxBrain 等內部開發的大語言模型做為實踐平台，使學術研究得以直接進入真實的產業應用中。

針對當前火熱的生成式 AI 安全，則雙方團隊提出「紅藍隊攻防」架構。紅隊負責「找威脅」，並透過香港城市大學團隊提出的「內在激勵紅隊設計」，利用強化學習手法，賦予系統自我評價能力，專注挖掘尚未被發掘的攻擊空間，進而擴大攻擊面的覆蓋率；在防禦端（藍隊），雙方開發「跨模態藍隊後綴防禦模組」，首創將強化學習應用於防禦模型的訓練，在不修改原模型的前提下，達成「即插即用」效果。雙方研究團隊更將檢測延遲優化至極低水平，確保在 FoxBrain 實際運作時，能有效抵禦越獄攻擊，並達成特定攻擊手段安全性提升 28% 的關鍵指標。

深化安全韌性

研究團隊還揭示了實體世界中的新型威脅，譬如，在「線上高精度地圖建構模型」中點，攻擊者僅需要透過手電筒或微小貼片產生擾動，就能引發深度學習網路的放大效應，導致模型誤判紅綠燈或停止標誌。這項

研究意謂著，未來智慧電動車的感測器融合設計，不能僅依賴視覺模型，還必須正視物理世界的攻擊向量。

在測試標準方面，雙方發現，現有自駕模擬器在碰撞偵測上存在重大缺陷。透過開發針對模擬器本身的除錯技術，團隊找出許多漏報碰撞的「邊角案例」，並回饋給供應商，使虛擬測試能更精準反映真實物理環境。

除了技術成果，雙方亦建立「高主題多樣性紅隊資料集」等關鍵數位資產。對學界而言，這提供公平競爭的框架；對產業界，則能利用這些資料集對內部模型（如：FoxBrain）進行安全對齊，使其在面對惡意指令時更具韌性。

展望未來，資安戰場將朝向「AI 對抗 AI」發展，雙方已開始布局後量子密碼學，為多機器人協作系統開發具備長期防禦機制，為未來智慧工廠奠定安全基礎。

此外，針對下一階段的代理人安全，香港城市大學電腦科學系博士後研究員鄭翔指出，未來攻擊者的門檻會因 AI 工具大幅降低，雙方合作乃延伸至代理人隱私保護，防止企業核心系統提示詞或商業記憶遭非法竊取。

香港城市大學電腦科學系教授王聰強調，學術研究若不與產業場域互動，往往會流於理論而難以落地。資安所提供真實應用情境、性能指標與嚴苛的測試要求，使學、研團隊能在創新之際，兼顧成本控制和風險評估。這場合作，不僅催生了安全技術，更進一步演化出負責任、可演進的 AI 安全體系。

聚力時刻

每一項里程碑，都是集體智慧與專業能量的凝聚。

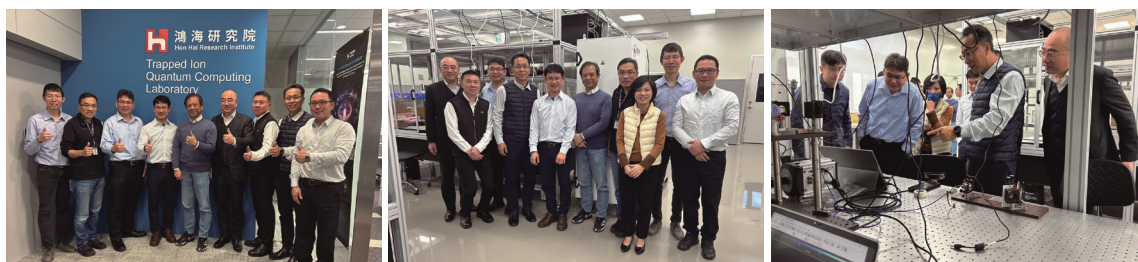
突破，從不是單點的靈光乍現，而是無數次專注的疊加。



2025年鴻海研究院大事紀

01.07

董事長辦公室培訓長官參訪離子阱實驗室。



02.12

「資安女婕思」訪問團造訪鴻海研究院。



03.07

鴻海研究院與陽明交大產創合作成果發表會。

03.10

鴻海研究院宣布，推出第一版具推理能力之繁體中文版 AI 大型語言模型「Fox Brain」。

03.11

美國伊利諾大學香檳分校（UIUC）參訪鴻海研究院。



半導體研究所攜手陽明交大、臺大及日本情報通信研究機構（NICT），突破非同步離散式相信位移量子金鑰分配（DPS-QKD）技術，提升了量子光通訊系統的穩定性與安全性，成果發表於國際期刊 *APL Photonics*。

03.22

鴻海研究院參展輝達 GTC 2025。



03.27

鴻海研究院第一季全院大會。

04.07

半導體研究所與臺大攜手日本 NICT，成功開發出埋入式二維中空金字塔光子晶體層結構的面射型雷射（PhCSEL），突破星間光通訊技術。成果於 2025 年 3 月發表在國際頂級期刊《光子研究》（*Photonics Research*）。

04.10

法國原子能暨替代能源總署（CEA）轄下「電子暨資訊技術研究室」（CEA-Leti）參訪鴻海研究院。



04.17

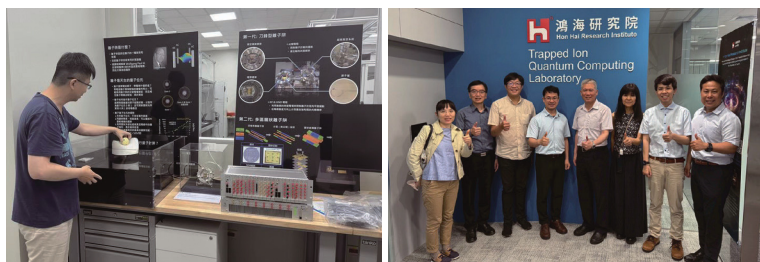
鴻海研究院、臺灣 XR 智能產業發展協會、國際資訊顯示協會（SID）中華民國總會聯合主辦「Beyond Reality AR_AI 探索論壇」。



半導體研究所與陽明交大、美國德州大學奧斯汀分校合作，投入第四代半導體前瞻研究，並在衛星通訊及高功率元件領域取得顯著突破，深獲產、學二界肯定，成果已發表在國際頂級期刊 *Applied Surface Science Advances* 和 *ACS Applied Electronic Materials*。

04.22

工研院產科國際所參訪離子阱實驗室。



04.29

量子計算研究所前瞻研究成果證明淺層量子電路的能力超越既有理解，獲全球頂尖期刊《自然通訊》(*Nature Communications*) 接收發表，將為臺灣在量子計算領域取得關鍵影響力。

05.28

香港城市大學參訪鴻海研究院。



06.26

鴻海研究院第二季全院大會。

07.10

人工智慧研究所與香港城市大學合作，發布多模態軌跡預測模型 ModeSeq 技術，成果獲 IEEE「電腦視覺與圖形辨識會議」(CVPR) 收錄。此外，研究團隊推出之改良版模型「Parallel ModeSeq」，亦在 2025 年「CVPR WAD workshop」國際知名自動駕駛競賽「Waymo Open Dataset (WOD) Challenge - Interaction Prediction」挑戰賽，一舉奪冠。

07.22

國防安全研究院參訪鴻海研究院。



07.28

馬來西亞國家密碼技術與管理中心 (PTPKM)、工研院、資策會、後量子資安產業聯盟 (PQC-CIA) 參訪鴻海研究院。



▼ 07.30

鴻海研究院 Team Building。



▼ 07.31

鴻海研究院期中成果分享。

▼ 08.05

丹麥物理學者莫爾默（Klaus Mølmer）參訪鴻海研究院。



▼ 08.21

夏普訪問團參訪鴻海研究院。



▼ 08.26

鴻海研究院國際實習生成果發表會。

▼ 08.27

FIT&FII 參訪離子阱實驗室。



▼ 09.09

鴻海研究院攜手 SEMI，舉辦「功率暨光電半導體論壇」（NExT Forum）。

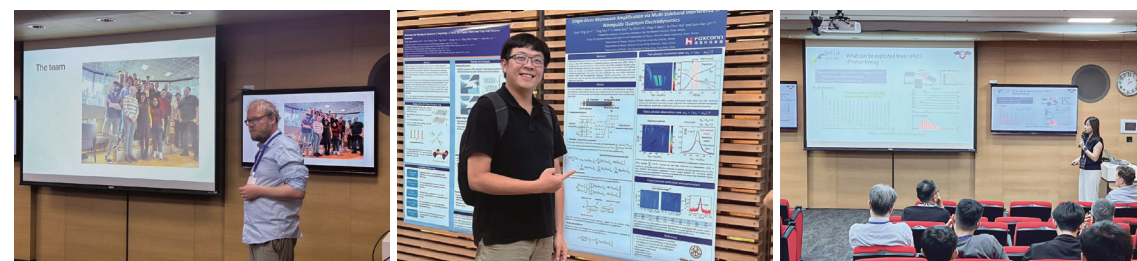


▼ 09.25

- 鴻海研究院第三季全院大會。
- 宜蘭大學參訪鴻海研究院。

▼ 10.13

臺荷光量子資訊處理研討會於鴻海研究院順利舉行。



▼ 10.16

桃竹苗政府資訊部門參訪鴻海研究院。

11.21

鴻海科技日盛大展開。



12.04

鴻海研究院第四季全院大會。

12.09

鴻海研究院參展 IEEE 全球通訊大會（IEEE GLOBECOM 2025）。



12.18

鴻海研究院宣布，支持澳洲量子軟體網站（AQSN）舉辦的「Micro & MesoGrant」計畫，投入逾新台幣 300 萬元研究資助金，支持全澳洲的早期與中期研究人員，後續與鴻海研究院一起推動量子軟體與演算法相關研究。