

H o n H a i R e s e a r c h I n s t i t u t e

鴻海研究院年鑑 2023

Y e a r B o o k

鴻海研究院年鑑 2023



2023

鴻海研究院年鑑

Hon Hai Research Institute
Year Book

CONTENTS

04 院長序

支持科學研究 為集團及台灣產業發展百年計

06 執行長序

蓄積產業未來成長動能

08 諮詢委員序

09 創新工場董事長／零一萬物CEO 李開復
算力為王 生成式AI的機會演進

10 UCLA 電機工程學系講座教授 張懋中
大膽尋路 科研前瞻視野

11 國立臺灣大學副校長 廖婉君
扮演集團智庫角色 掌握新世代通訊話語權

12 國立臺灣大學物理學系特聘教授 張慶瑞
從己身優勢出發 布局量子科技研究

13 臺灣科技大學資訊管理系特聘教授 吳宗成
3T融合推升資安難度 跨領域能力是解方

14 精彩活動

24 亮點技術

26 人工智慧研究所》

投入人工智慧研究 引領自動駕駛創新突破

30 半導體研究所》

持續深化奈米光學技術 開拓台灣半導體產業新視野

34 新世代通訊研究所》

太空時代新通訊 「珍珠」敲響大門

38 量子計算研究所》

破解量子更正碼難題 迎來量子運算新里程

42 離子阱實驗室》

顛覆傳統運算力 開創量子電腦新局

46 資通安全研究所》

以安全奠基科技發展 塑造韌性數位生態

50 趨勢焦點

52 大模型研發所需要的資源與所創造的價值

56 多模態基礎模型的應用與挑戰

59 半導體製造創新：提升功率與效率

62 未來交通：半導體如何改變電動車

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3~7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」的發展提升核心競爭力。

發行人 劉揚偉
總編輯 李維斌
出版者 鴻海研究院
執行 施芊羽、賴晃杉
地址 台北市內湖區基湖路32號
網址 www.hh-ri.com

企劃製作 商周編輯顧問股份有限公司
執行 董育君、廖珮君、江宜玟
地址 台北市南港區昆陽街16號6樓
網址 www.businessweekly.com.tw/bwc/
出版日期 2024年9月6日
COPYRIGHT © HON HAI PRECISION INDUSTRY CO., LTD. ALL RIGHTS RESERVED.

支持科學研究 為集團及台灣產業發展百年計

鴻海研究院成立至今3年，盤點各項成果，已經遠遠超出我的預期，僅以論文發表來看，無論量與質皆有亮眼表現，多篇論文發表於頂尖學術期刊，且被廣泛引用，影響力無遠弗屆。這些研究成果加持鴻海技術與產品的前瞻競爭力，使鴻海始終能超前布局，站在科技領先位置。

鴻海研究院現階段確立5個主要研究方向，包括人工智慧、半導體、新世代通訊、資通安全及量子計算，這些科技無疑是未來10年內左右產業發展的重磅力量。憑藉研究院的投入力道，鴻海不會錯過，更能跑在前面，與時俱進。我們每5年會全盤檢視研究方向，確保領先布局任何可能的創新科技。

善用科學研究力量 加持集團長遠布局

如何確保研究成果真正成為集團事業發展的活水？這是要經過精心設計的。首先，研究領域定錨未來3到7年的科技趨勢，一方面與研發部門有所區隔，另一方面確保研究院能夠在深入探索創新的同時，不至於投入過於遙遠的領域，以致脫離實際需求。

再者，我們參考Microsoft、Google等國際知名企業內部類似研究單位的經驗，特別著重避免研究與實務之間的脫節，以及平衡學術研究與實際應用。為達到這個目標，我們設立商業發展（Business Development）部門，確保研究方向與事業發展同步，並調節研究過於理論化或過於偏向實作的落差。

研究成果落地 發揮影響力

值得一提的是，做為鴻海集團的一部分，研究院的一大優勢是研究成果能夠快速落地。不同於一般學術單位和研究機構的論文產出，常常只能停留於理論及實驗室階段，鴻海研究院的研究不僅止於理論或發表學術論文，更能在鴻海集團提供的產業場域，一步步落實為商業技術及應用產品。

從人造衛星到量子電腦，其他學術或研究機構的科學家，可能會挫折於研究心血難以影響產業，然而鴻海研究院的科學家，能夠看到自己的研究如何實際應用於產業，我想對

於科學家而言，這種成就有莫大的吸引力。鴻海也非常鼓勵研究院科學家與外界交流，讓外界進一步了解他們的研究努力，如此不僅能提升研究成果的能見度，亦能讓科學家發揮更大的影響力。

研究院的成立，也為鴻海既有的組織文化帶來正面衝擊。研究院之於鴻海的中高階主管猶如一扇窗，讓他們看見前瞻科技推動產業技術及商品應用的可能性，進而以更高的眼界、更大的格局擘劃技術及產品發展藍圖，維持鴻海的競爭領先態勢。

設立工程院 離實際應用更進一步

為了加速銜接研究成果與實際應用，鴻海接下來將成立工程院，致力釐清及定義尖端產品規格、特性及發展工程能力。例如投入太空產業，這是一個空前的全新領域，沒有前例可循，我們該如何定義相關產品及系統該具備哪些特性，才能在太空環境中正常運作？這就是工程院的重要任務之一。

從研究院進展至工程院，代表我們鎖定的五大研究領域已有重大突破，離實際應用化又更進了一步。我們可以預期足以扭轉產業局勢及人類社會面貌的尖端科技，例如量子電腦能早日實現商業化。工程院目前進入籌備階段，設立地點正在評估中，高雄、台中或北部等地皆有可能。

大家一起來 開創新的成功方程式

最後，我想呼籲台灣企業更加關注長遠的科技發展，而非僅僅注重短期的產品製造。我必須直言，短視近利的經營模式，在過去可能是許多企業的成功方程式，然而，隨著經濟成長和GDP提高，這種低毛利模式難以維持員工在更高生活水準下的福祉，甚至可能危及企業的永續發展。因此，我認為在公司內部成立類似鴻海研究院的單位，創造出真正的創新和價值，才是企業進步及產業升級的重要途徑。

期待更多台灣企業更加全面地支持科學研究，並建立從資金投入、人才培養、技術創新到市場應用的完整系統，如此不僅能強化自身競爭力，也能為台灣的產業發展做出實質貢獻，共同創造台灣產業的下一波輝煌。

鴻海研究院院長

刘扬伟



蓄積產業未來成長動能

鴻海科技集團設立「鴻海研究院」，採用「研究」二字，即明示研究院的核心任務在於「科學」探索，與一般所熟悉的「研發」有別。鴻海研究院聚焦於科學研究，之後，將相關理論知識轉交予技術團隊，由其負責將科學發現轉化為實用技術；最後，工程團隊將這些技術應用於解決具體問題，製造出實際產品。

鴻海研究院的成立，為科學家提供學術機構之外的另一個研究舞台，也肩負引領集團及產業創新方向之責，因此，研究院轄下的人工智慧研究所、半導體研究所、新世代通訊研究所、資通安全研究所、量子計算研究所及離子阱實驗室，投入具前瞻性的研究，將視線望向3至7年後的未來。坦白說，如此的先進研究布局，由於投資龐大且短期效益不明顯，因此在台灣企業並不常見。然而技術及產品創新的活水源頭，必然來自紮實的基礎研究，鴻海研究院的成立，顯示鴻海集團對於長期科技創新的承諾與投入。

建構自由探索環境 為科學家提供舞台

鴻海研究院是由現任董事長劉揚偉所主導成立。鴻海向來以「軍紀嚴明」著稱，也造就鴻海在全球科技製造業的霸主地位，然而劉董事長深知唯有打造一個允許自由探索的研究環境，才能孕育出創新研究思維。因此，劉董事長在研究院和研發部門之間創設一個中介角色—商業發展部門（BD），由其負責評估連結來自研究院的創新研究與商業市場的需求。這樣的機制讓研究人員可以專注於科學探索，而不必擔心其所不擅長將產品落地的議題。

運作3年以來，來到這裡的科學家享有充足的研究空間，一項項走在尖端的研究成果，證明研究院是一個值得加入的好舞台。此外，相較於其他政府或學術機構，鴻海研究院的另一大優勢是能夠提供實際場域，例如對於投入智慧製造的研究者而言，鴻海的全球工廠都是科學家的實驗室。再者，鴻海研究院的科學家更有機會看到研究被實際應用於產業，身為資安領域的研究者，我深知這種成就感非常具有吸引力。

廣召全球優秀人才 擴大國際連結

憑藉逐年累積的聲譽及豐富的研究資源，鴻海研究院成功招募海內外優秀研究人才加入。值得一提的，台灣近年持續揚升的國際知名度，以及在全球科技產業的關鍵地位，也成為鴻海能在國際舞台上競爭人才的有利條件。以量子研究為例，由於台灣缺乏量子科技領域的研究人才，研究院向全球優秀人才招手，成功吸引數名國際傑出科學專家加入，不僅大力推進鴻海的量子研究，且透過這些國際人才的海外連結，研究院得以持續擴大國際合作範圍，第一時間掌握全球最先進的量子研究進度。

鴻海研究院並與全球頂尖學術機構合作，包括中央研究院、中央大學、國立台灣大學、國立陽明交通大學、香港城市大學等，這些合作有效加速科技技術創新和知識轉移。

重量級專家 指導科技趨勢

鴻海研究院設有諮詢委員會，邀請科技領域重要權威專家加入，透過每月召開會議，指導鴻海研究院科技趨勢及研究方向。鴻海研究院諮詢委員會目前由創新工場董事長／零一萬物CEO李開復、UCLA 電機工程學系講座教授張懋中、國立臺灣大學副校長廖婉君、國立臺灣大學物理學系特聘教授張慶瑞、臺灣科技大學資訊管理系特聘教授吳宗成等重量級人士組成，陣容實力雄厚。

成立3年以來，鴻海研究院成功為科學家提供了一個既能自由探索科學，又能見證研究成果實際應用於產業的理想平台，在鴻海由勞力密集邁向腦力密集轉型的過程中扮演核心角色。展望未來，鴻海研究院將持續著眼於未來幾年、甚至幾十年後的科技前景，不僅為集團，也為全球科技產業發展貢獻更多力量和智慧。

鴻海研究院執行長

李維斌



AI人工智慧正處在高速發展的階段，我將與鴻海研究院一起將AI作為基礎設施，與自動車、智慧醫療和機器人等場景深度融合，開啟新一波智慧化產業技術的應用創新能力。

——諮詢委員 李開復

台灣步伐要加大，要更能欣賞和鼓勵特立獨行的人，走出不同的路。鴻海研究院不僅是技術交流平台，更有機會具備定義市場、定義未來的能力，最後進一步定義產品，帶動產業轉型升級。

——諮詢委員 張懋中

鴻海研究院應成為集團智庫，支援企業在新技術和策略方向上的決策。我希望能貢獻一己之力，分享全球網通技術及發展趨勢、鏈結國內外產官學研的資源，從學界角度提供專業的意見，以前瞻的技術研發帶動集團轉型升級。

——諮詢委員 廖婉君

全球量子科技近年發展快速，然而國內大型企業卻鮮少在相關科研長期投入，台灣不論是硬體還是軟體，應該需要快速追趕。鴻海研究院積極投入，且規劃重點的都是全球未來發展方向，極具前瞻性。

——諮詢委員 張慶瑞

新興資通科技帶來更美好及更便捷的實務應用，但面臨的資安問題也更具多元及多變。研究人才是先進產業發展的基礎，希冀鴻海研究院持續引領新形態資安研發議題及資安人才培育成果，做為厚植產業資安能量的典範。

——諮詢委員 吳宗成



創新工場董事長／零一萬物CEO 李開復

算力為王 生成式AI的機會演進

別低估生成式AI（Generative AI）！這不僅是AI發展里程碑，還是人類有史以來最重要的科技革命和平台革命。大概1年半前，ChatGPT甫問世，不僅風靡全球，更標誌著AI從1.0邁入生成式AI為代表的2.0時代。AI2.0將重塑全球經濟和生產力，所有的用戶介面都要重寫一遍，這個巨大且嶄新的平台將帶來比移動互聯網時代大十倍的機會。

未來AI技術應用在哪裡落地？我的答案是，它將成為新時代的技術基座，像電力一樣穿透各行各業。它在絕大多數領域，做出比人類更深度、更泛化（Generalized），涵蓋更多理解、推理，進而生成內容。AI不僅是強大的生產力工具，只要投入正確訓練，生成式AI可以是一名智慧的「虛擬人」，和真實人類產生社交互動、解決問題。

試想，AI不斷自我改寫、推進、進化、演變，已經可以開始自我設計新一代AI了。未來3至4年，AI既為工具、夥伴，還能獨立運作、擬定企業策略。生成式AI的激活，轉譯成Bottom-line impact，最快可以發生在白領階級。短期間，鴻海集團內部員工若與AI合作，上百萬名員工的重複性工作被AI激活、重塑，可以產生更高的人力效益，重組生產鏈條。甚至訓練出「製造業大模型」程式，參與產品設計與製造，能創造Time to market的領先優勢。未來AI2.0+製造業最龐大的機會在於AI2.0+機械手臂應用操作，突破生成式AI吸收文字、圖像知識經驗法則，運用更成熟的AI模型，蒐集捕捉人類工作觀察回饋，以生成式AI建立全新的製造業機器人，為產品製造帶來全新革命。

相關研究讓劉揚偉董事長見證生成式AI的巨大機會。擔任諮詢委員以來，倍感欣慰的好消息，即是鴻海願意採納建議，大量啟動「算力採購」，間接帶來超級計算中心、圖形處理器（GPU）建置到位，再加上AI研究所栗永徽所長領銜的科研團隊加持，剛剛描述的一切，未來必定是一片光明璀璨。

目前鴻海研究院的算力規模可觀，據我所知，全台灣難以有第二家企業有這樣的魄力和投入，不可辜負劉揚偉董事長的支持，優先目標應該更有野心，後續貢獻可以很龐大。相信當AI技術落地後，一般企業、民眾見識到可應用技術價值，會更積極主動地擁抱AI2.0技術。



UCLA 電機工程學系講座教授 張懋中

大膽尋路 科研前瞻視野

台灣科技產業求才若渴，尤其有遠見開創未來的尋路人（Path finding），少之又少。目前來說，科研量體與實際需求差距甚大，只有單點，尚無法串聯成直線，更遑論是築成構面。前瞻產學研究方向，半導體是AI之母，沒有好的半導體技術，談不上AI。短期內，建構資訊安全（Security）、幻覺（Delusion）等成熟模型。至於未來學術研究合作方向，還要偏重邏輯計算、連結光電、感測雷達（Sensing）等，並擴大建置感測系統以及系統間資料的高速傳輸等技術，相關突破性研究都要更加努力。

主要推進目標領域，順應到人工智慧、半導體、新世代通訊、資通安全及量子計算研究所，大致完全符合鴻海發展目標。依照個人在通訊（Radio）、雷達感測、顯示（Imagine）、連結（Interconnect）領域專業，可以更具體窺見，短期間半導體會朝向功率半導體（Power semiconductor device）發展，以接軌鴻海集團欲布局電動車、工具機械應用的企圖心，再探尋下一步出路。

尋路1】半導體方向：高電壓運作（High Breakdown Voltage）裝置元件，提高電壓、降低導通電阻，提升元件本身可靠度。

尋路2】通訊方向：發射級的微波（Microwave）、毫米波（Millimeter wave）功率，可乘載更高更遠的通訊距離，銜接低軌衛星、5G、6G對於高功率波段元件需求。

尋路3】光連結方向：矽晶圓光連結（Optical interconnect），促成晶圓間短距離光互連。

上述尋路皆還在探索階段，稱不上產業影響力，實在期待學術研究單位，大膽假設未來，開闢希望的途徑！

事實上，鴻海的產學合作相對開放，除了與陽明交通大學實驗室合作研究，每年投資規模達新台幣2,000至3,000萬元，更冀望有長期計劃，可以長時間、穩定、專注投入科研，讓研究方向更為清晰，替未來尋路。

儘管目前還在尋找方向期，但站在鴻海研究院的立場，深信研究重點在於「造橋」，長時間浸潤在特定技術，穩定投入、鎖定關鍵目標突破，才有辦法走得長遠。

隨著鴻海研究院年鑑發表邁入第3個年頭，有感科研前景變化劇烈，誠摯獻上肺腑之言：放膽找出路吧！再更勇敢一點。



國立臺灣大學副校長 廖婉君

扮演集團智庫角色 掌握新世代通訊話語權

2024年是鴻海科技集團成立50週年，在此之前，鴻海曾宣示以「3+3」作為公司下一階段的成長動能，三大產業分別為電動車、數位健康、機器人，三大核心技術則是人工智慧（AI）、半導體及新世代通訊，其中跟我的研究領域關聯性最高的是新世代通訊。

行動網路技術的發展每10年為一個世代（Generation），在4G以前，台灣在技術上都扮演追隨者的角色，而布建上則晚了全世界5年；但從2020年5G開始，台灣積極跟上國際腳步，政府鼓勵企業投入，發展5G專網及加值應用服務。目前全球已經開始進入6G爭奪戰，愈早進入，就能搶下話語權。

通訊技術演進大約每隔10年，而服務的演進則要20年，因此5G做不到的（如覆蓋範圍），就由6G（如低軌衛星）來做。5G有個很重要的應用叫物聯網（IoT），服務對象從「人」移轉到「物」，萬物要聯網，就需要更大的頻寬、更低延遲、及更多連結，6G可視為5G的加強版，服務對象更由連結「人與物」擴展到連結「AI」。6G另一大特色是「通訊+」，通訊不是唯一的重點，而是要把周邊的技術，包括AI、感測、資安、全球覆蓋等都整合進來，讓通訊做得更好。

低軌衛星是鴻海很重要的發展方向，2023年11月透過產學合作，成功發射了一顆低軌衛星「珍珠號」，將執行1年的寬頻通訊實驗；雖然目前鴻海和臺大在資通訊方面的合作比較少，未來還是有機會攜手。

鴻海研究院應該要當整個集團的智庫，因為公司愈來愈大，一定要有智庫，舉例來說，「3+3」是產業方向也是企業的策略方向，但是不是整個集團都準備好了？或是有哪些缺口需要補強？新技術是自行研發還是跨域合作？目前國際上有哪些新技術或發展趨勢？有哪些新的機會？這些都是研究院可以著力的面向，尤其目前各所所長都是國內頂尖大學的教授，具備深厚研發能量。身為諮詢委員，我希望能貢獻一己之力，分享全球網通技術及發展趨勢、鏈結國內外產官學研的資源，從學界角度提供專業的意見，以前瞻的技術研發帶動集團轉型升級。



國立臺灣大學物理學系特聘教授 張慶瑞

從己身優勢出發 布局量子科技研究

1981年，麻省理工學院與 IBM 舉辦一場物理計算會議，始開啟量子計算元年；2021年，為慶祝量子計算研究40週年，IBM舉辦線上量子挑戰賽，標誌量子電腦從理論邁入實作；2024年，聯合國大會正式宣布2025年為「國際量子科技年」(IQST)，以紀念量子力學發展100年，並預示量子科技的發展，將驅動全世界的科技及社會變革，一如牛頓力學帶來令世界天翻地覆的工業革命。

量子科技浪潮襲來，然而相較量子霸權國家的投資動輒以數十億美元計且擁有豐沛人才，我們必須認清台灣無法與之比拚，因此切勿盲目追趕全球趨勢，而是應該精確評估己身資源及現有科技優勢，找到屬於台灣自己的定位及特色，發展出獨特的跨領域應用，如此不僅能夠強化現有產業，也能在全球量子科技競賽中占有一席之地。從此角度出發，鴻海做了不錯的示範，結合既有的AI、半導體和通訊優勢跨入量子研究領域。

約莫5年前，劉揚偉董事長在某場合聽過我的量子研究演講後，開始與我接觸討論量子科技的布局方向，因此3年前成立鴻海研究院，他便邀請我出任諮詢委員會委員，協助釐清量子計算研究所和離子阱實驗室的研究方向及發展策略。鴻海投入量子科技研究始於軟體層面，成本相對較低，也有利學習累積和實驗，在過去3年取得不錯的進展和成果。然而，隨著時間推進，鴻海逐步向硬體領域邁進，這關乎更大的投資規模、資源分配及人才招募，也意味鴻海需進一步考慮：如何將相關量子研究成果轉化為商業應用，我認為這將是鴻海量子科技研究的下一階段重大挑戰。

再次強調，台灣在全球量子科技競賽的位置，取決於如何有效利用現有的科技基礎，並在此基礎上進行創新和發展，而鴻海研究院在量子科技領域的進展，也提供了一個觀察台灣如何因應全球量子科技趨勢的窗口。最後，我想針對量子科技人才培育提出看法，政府致力打造量子國家隊，並在過去2年成立17個研究群，目標在5年內培育約50名博士，然而這些博士畢業後能否在台灣擁有職業舞台？這是充滿疑問的。唯有更多企業投入打造類似鴻海研究院的環境，我們才能留下優秀的量子科研究人才為台灣所用。



臺灣科技大學資訊管理系特聘教授 吳宗成

3T融合推升資安難度 跨領域能力是解方

隨著資通訊科技不斷進步，資安需求愈趨複雜，從基礎的IT（資訊技術），到CT（通信技術），再到OT（操作技術），這所謂「3T」技術的融合，塑造了現今的數位世界，也帶來新的資安挑戰。

在過去，我們可能認為IT是最容易控制的，因為具有明確的程序和數據。然而，現實情況是，IT的開放性和連接性，使其成為潛在的安全風險點，再加上CT的普遍性和OT的專業性，若是要有效保護結合這些技術的虛實整合系統，需要高度專業和跨領域的資安知識及技術。

傳統資安人才的培育始於電資領域，然而現今資安需求遠遠超出傳統IT應用範疇，也就是人才必須同時懂得CT與OT，這樣的人才可說是稀缺資源。沒有人才，遑論打造全面的資安防護網，又如何因應未來可能出現的各種資安威脅？因此，隨著「3T」時代到來，我們必須進一步強化教育培訓機制且需要政策支持來培育更多人才，同時，我非常冀望透過鴻海研究院此一平台，為台灣資安領域培養優秀的跨領域資安專業人才。

培育資安人才的速度必須加快，因為新興科技，包括量子運算、人工智慧（AI），以及無人機的快速發展，將衍生新的資安議題。例如，量子運算的運作原理與傳統數位運算截然不同，因此潛在的資安威脅也不同，專業人才不僅需要掌握量子運算的基本知識，還需了解如何在量子環境下實施資安措施。

再者，AI普及也帶來資安新挑戰。AI系統的訓練過程及數據來源的正確性，直接影響其輸出的可靠性和安全性；AI應用需嚴密監控，以防止潛在的資安漏洞，例如數據汙染或是演算法偏差等，這又要求資安人才需要了解AI技術，更需具備能夠評估和降低相關資安風險的能力。

鴻海研究院積極投入這些新興領域的研究，除了著眼技術本身的商業潛力，更注重解決這些領域的資安問題。我非常期待，也相信鴻海研究院的投入，將能推動整個產業資安的進步。

Exciting
Activities

精彩活動

2023年度重要事件列表

鴻海科技日Hon Hai Tech Day (HHTD23)

NExT Forum

國內外參訪

學術交流

其它重要活動



Annual Events

JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN
1/4 鴻海研究院2歲生日暨策略規劃會議	2/14 澳洲新南威爾斯首席科學工程辦公室(OSCE) 來訪	3/3 NExT Forum多模態基礎模型論壇 3/17 加拿大國家研究院(NRC) 來訪	4/26 荷蘭科學研究組織(NWO) 來訪	5/2 台灣雲端計算學會來訪 5/5 半導體所×陽明交大電機所校園演講 5/15 ● MIT Media Lab Prof. Kent Larson來訪 ● 京都大學基礎物理學研究所Tomoyuki Morimae來訪 5/29 比利時訪問團交流	6月~8月 MIT、UIUC、Purdue實習生計畫 6/18 2023 Argoverse Motion Forecasting Challenge Winner 6/23 Workshop on Entanglement Assisted Communication Networks

年度活動

JUL

AUG

SEP

OCT

NOV

DEC

7/1

檢視與香港城市
大學合作成果

7/13

鴻海研究院諮詢委
員交流

7/27

對全集團年中成果
發表

9/6

NExT Forum功率
暨光電半導體論壇

9/8

- AI on Wheels
hackathon
- 日本SHARP來訪

9/16

量子台灣論壇

9/25

澳洲跨黨派國會議
員團來訪

9/26

加拿大Mitacs來訪

11/12

珍珠號衛星發射

11/13

參訪日本SHARP

12/13

經濟部產業技術司
×技術需求媒合會

8/8

Qiskit Hackathon
Taiwan 2023

8/18

HITCON CMT
2023台灣駭客年會

10/15

離子阱實驗室啟用

10/18

HHTD23

10/18 鴻海科技日 Hon Hai Tech Day (HHTD23)

除了與外界分享鴻海在半導體以及電動車領域的發展方向與最新進展，也展示了鴻海研究院 2023 年最新的研究成果。



AI所跨時代智慧互動座艙。



合作網路牆。



通訊所講座。



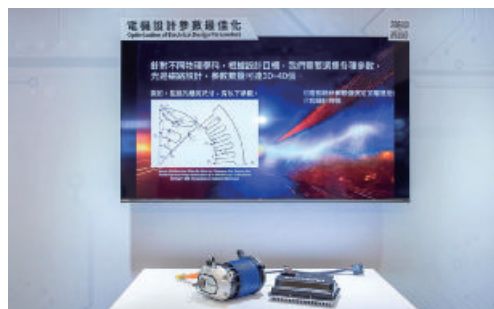
半導體所—六吋碳化矽晶圓。



資安所—EV π Platform。



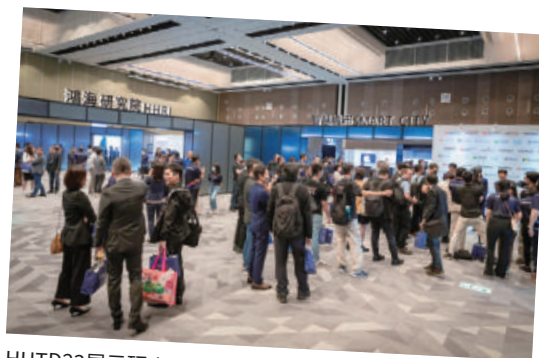
半導體所—可靠度驗證平台。



AI所—電機設計參數最佳化。



離子阱實驗室—多區層狀離子阱核心。



HHTD23展示研究院年度研發成果及合作網路。



活動結束後全員合照。

NExT Forum

透過公開技術論壇「NExT Forum」，鴻海研究院邀請國內外重要企業專家及學者，共同分享半導體、人工智慧、新世代通訊、資通訊安全，以及量子運算等全球最新趨勢，是台灣產業界的創舉。

03/03 多模態基礎模型論壇 》

實體+線上直播：3位貴賓致詞+8場短講+1場與談；分享多模態基礎模型對台灣AI產業帶來的挑戰與機會，並提出整合台灣AI量能的務實模型建構方法，與目前話題正熱的ChatGPT、Midjourney相關。



09/06 功率暨光電半導體論壇 》

實體論壇：邀請13位國內外功率及光電領域的業界先進與專家學者，以EV Makes a Better Life - Communication, Sensing, Power為主題，深入探討化合物和車用半導體技術趨勢與應用。



國內外參訪

參訪活動涵蓋全球頂尖的科研機構與企業，包括澳洲、加拿大、荷蘭、台灣及日本等地的知名單位，旨在增進國際間的學術交流與合作，了解各國在科學研究、工程技術及創新領域的最新進展，並探索共同發展的機會。



02/14 澳洲新南威爾斯首席科學工程辦公室 (OSCE) 來訪。



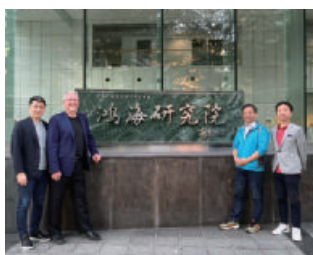
03/17 加拿大國家研究院 (NRC) 來訪。



04/26 荷蘭科學研究組織 (NWO) 來訪。



05/02 台灣雲端計算學會來訪。



05/15 MIT Media Lab Prof. Kent Larson來訪。



05/15 京都大學基礎物理學研究所 Tomoyuki Morimae來訪。



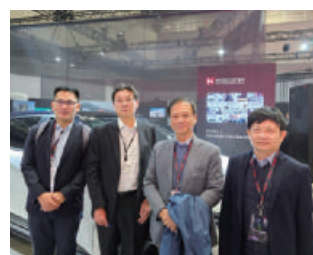
09/08 日本SHARP來訪。



09/25 澳洲跨黨派國會議員團來訪。



09/26 加拿大Mitacs來訪。



11/13 參訪日本SHARP。

學術交流

今年我們舉辦並參加了多場重要的學術交流活動，涵蓋國內外多個領域，希望促進跨學科合作、推動科研創新，並為學術界與業界提供交流的平台，也為未來的科研合作奠定了堅實的基礎。



05/05 半導體所×陽明交大電機所校園演講。



05/29 比利時訪問團交流。



6月~8月 MIT、UIUC、Purdue實習生計畫。



06/23 Workshop on Entanglement Assisted Communication Networks。



07/01 檢視與香港城市大學合作成果。



07/13 鴻海研究院諮詢委員交流。



09/08 AI on Wheels hackathon。



09/16 量子台灣論壇。

其它重要活動

包含了年度內的其它重要活動，這些活動共同描繪了我們在科技創新和業界發展方面的重要歷程。



01/04 鴻海研究院2歲生日暨策略規劃會議。



07/27 對全集團年中成果發表。



08/18 HITCON CMT 2023台灣駭客年會。



11/12 珍珠號衛星發射，於美國加州范登堡太空基地搭乘 SpaceX Transporter-9 火箭進入低地球軌道。



06/18 2023 Argoverse Motion Forecasting Challenge Winner (自駕AI模型「QCNet」自駕車軌跡預測領先全球)。



08/08 Qiskit Hackathon Taiwan 2023 (鴻海研究院贊助提供2023台灣Qiskit黑客松企業特別獎)。



10/15 離子阱實驗室啟用。



12/13 經濟部產業技術司×技術需求媒合會 (經濟部、鴻海與電電公會合作舉辦)。

Highlight Technology 亮點技術

人工智慧研究所 》投入人工智慧研究 引領自動駕駛創新突破

半導體研究所 》持續深化奈米光學技術 開拓台灣半導體產業新視野

新世代通訊研究所 》太空時代新通訊 「珍珠」敲響大門

量子計算研究所 》破解量子更正碼難題 迎來量子運算新里程

離子阱實驗室 》顛覆傳統運算力 開創量子電腦新局

資通安全研究所 》以安全奠基科技發展 塑造韌性數位生態



人工智慧研究所》

投入人工智慧研究 引領自動駕駛創新突破

我們正見證智慧車輛技術的革命性進展。人工智慧研究所開發的AI模型QCNet，在全球自駕車軌跡預測挑戰中獲得傲人成績，大力推動自動駕駛車輛的進步，亦透過持續提升自然語言處理、環境感知等技術的傑出表現，打造更先進的智慧座艙，提供即時駕駛輔助及個人化舒適空間。

撰文／陳玉鳳 圖片提供／Shutterstock、鴻海研究院

無論是在自駕或智慧座艙領域，鴻海研究院人工智慧研究所近年皆繳出亮眼成績，例如2023年首度推出與香港城市大學合作的新世代自駕AI模型QCNet。QCNet在全球規模最大，且最具挑戰性的兩大自駕車軌跡預測挑戰排行榜Argoverse 1與Argoverse 2，取得排名第一的佳績，準確度優於業界，未來應用於鴻海集團電動車自動駕駛系統，將能大幅提升自駕決策的即時性與安全性。

發表自駕軌跡預測模型QCNet 大幅降低誤差率

自動駕駛進展大致分為3個階段，依序為車輛感知（Perception）、軌跡預測（Trajectory Prediction）、運動規劃（Motion planning）。車輛感知是指透過

車輛的各個感測器感知其他車輛、行人、道路標線等等；第二階段進展至軌跡預測，舉例來說，自駕車在感知前後左右其他車輛的存在後，必須能夠預測這些車輛在接下來數秒內的行為及可能路徑；第三階段則是根據軌跡預測結果規劃因應行為及路徑，以確保彼此行車安全。

QCNet模型的提出，為第二階段提供了更理想的解決方案。鴻海研究院人工智慧研究所所長栗永徽說明：「QCNet能夠非常準確地預測自駕車周遭所有會動的物件，包括車輛、行人或腳踏車等等在接下來6至8秒的軌跡，預測結果與實際車輛行駛的軌跡高度吻合，大幅降低了錯誤率。」這是自駕車軌跡預測的重要突破。

QCNet模型在2023年電腦視覺與圖形識別會議（CVPR）發表後引起各方矚目。

QCNet的突破之處，在於能夠理解真實駕駛場景的全局資訊，活用和ChatGPT相同技術基礎的Transformer，將其修改為適用於自動駕駛任務，使其學習車輛歷史軌跡，以及車輛之間的交互行為、道路環境等多樣性與不確定性，由豐富的場景反饋資料持續自我優化。

在自動駕駛系統的行為預測中，對周圍資訊進行有效編碼非常重要。QCNet為交通場景中的車道、斑馬線、車輛、行人等在內的每個場景元素分別建立局部座標系，在場景元素所對應的局部座標系下學習表徵，藉由相對時空、位置的編碼，捕捉不同場景元素之間的相對關係，可避免大量重複的計算，進而將模型的即時計算效率提升85%以上。

強敵環伺下

長期霸榜Argoverse 排行榜冠軍

QCNet在自駕車軌跡預測挑戰排行榜（Argoverse）的長期霸榜，說明了QCNet至今的「無敵」表現。Argoverse是用於訓練及測試自動駕駛中感知及軌跡預測模型的公開數據集。這些數據涵蓋自動駕駛汽車的3D追蹤、軌跡預測、地圖與其他感知任務，為汽車軌跡預測提供成千上萬個場景。全球眾多投入軌跡預測的團隊，力求降低在這些場景的預測錯誤，爭取排行榜名列前茅的位置，彼此競爭相當激烈。

「這是一個開放的擂台，所有人都可以挑戰，排行榜的名次是時時變動的，第一名位置通常坐不久，因為所有資訊都是公開的，所以只要有足夠的GPU和Data，



透過QCNet模型在軌跡預測上的精確表現，結合資料擴增技術的應用，鴻海有效提升了自駕系統的安全性與即時性。



研究所將透過資料擴增方式快速擴充資料庫，提升模型的訓練效果及降低執行難度與成本。

其他團隊可以持續精進模型表現，總是在短時間之後有團隊挑戰成功。」栗永徽說明這排行榜的殘酷，而根據過往歷史來看，冠軍能維持2週就算非常厲害，「我們的QCNet從2023年6月到2024年7月已穩居第一名超過1年之久，這在AI界可說是非常罕見的。」

特殊演算法奏效 減輕算力負擔

QCNet穩坐冠軍寶座，來自於第一代QCNet及第二代QCNet的接力傑出表現。軌跡預測技術與時俱進，不僅考量車輛自身的過去數據和周邊車輛的當前位置，還要預測這些周邊車輛未來的動作將如何影響自身的駕駛決策。例如，若偵測到左側車輛在未來3秒內可能會切入前方，則自身車輛可能需要減速或調整行駛路線來避免潛在碰撞。可以想見，如此的進步來自於更加複雜及精確的整體系統決策，需要更強大的算力支持，也就是得採用更多的GPU。

基於Query-Centric (QC) 演算法，

QCNet模型可在使用較少GPU資源的情況下進行有效訓練，模型的規模相對較小。栗永徽強調車載硬體的空間和處理能力是有限的，「一台車不可能放進幾百張GPU卡，所以將AI模型縮小，同時又維持精確度，這是全球自動駕駛領域共同追求的目標。」鴻海研究院推出的第二代模型QCNet做到了，大大推進全球自動駕駛技術的進展，其發表的相關論文在不到1年內已被引用約70次之多，足見此研究的影響力。

強化自然語言處理 智慧座艙更能溝通

不僅在自動駕駛取得突破性成果，人工智慧研究所在智慧座艙領域也迭有亮眼成績，例如自然語言處理（NLP）方面的研究，讓駕駛者及乘客能夠更自然地與車輛「交談」，打造更沉浸、更直覺的座艙體驗。研究論文已於2023年底舉行的Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP) 上發表，同樣引來高度矚目。在此篇論文中，AI所與中央

研究院團隊共同開發一個多模態車用模型 LocaVQG，讓AI智慧車可以根據周圍的場景、物件、地標等多樣資訊，與乘客進行有趣的對話。想像一下，你正在開一趟長途旅行，車子能根據周圍的場景以及地理位置，生成一些有趣的問題來開啟對話，使整個旅程瞬間從無聊變成生動有趣。研究團隊不但成功訓練出LocaVQG，也使用創新的Model Distillation 的方法大幅縮小模型參數量，甚至可以安裝在智慧手機上。這項研究為未來更智能、更安全的駕駛體驗開闢了一條新路，可能會在不久的未來改變我們的人車互動（Human-Vehicle Interaction）方式。

採用資料擴增法 快速生成高品質數據

鴻海研究院人工智慧研究所持續致力運用AI賦能車輛，而關於車輛智慧化發展，

大量及高品質的數據是關鍵所在，然而，栗永徽直言在數據收集方面，鴻海的確不若特斯拉等電動車先行者擁有優勢，「畢竟愈早開始收集，累積的數據資料量愈龐大。」不過，這個問題有解，研究所將透過資料擴增（Data Augmentation）方式快速擴充資料庫，「透過生成式AI技術，我們能夠從有限的數據中生成大量的訓練數據，不僅能提升模型的訓練效果，還能有效減輕在現實世界中收集大規模高品質數據的難度和成本。」

除了數量之外，資料擴增的重要挑戰，還在於如何確保擴增後的數據仍能保持高品質，也就是如同真實數據一般自然，如此才有實用價值，這是人工智慧研究所接下來的重要任務之一。透過不斷挑戰及突破技術門檻，並且結合鴻海集團的研發實力及製造資源，更先進的自動駕駛和智慧座艙應用，指日可待。



鴻海研究院人工智慧研究所持續致力運用AI賦能車輛。

半導體研究所》

持續深化奈米光學技術 開拓台灣半導體產業新視野

矽是常見的半導體材料，但鴻海更進一步研究碳化矽，其「寬能隙」特性能承受高電壓、耐高溫、節能高效，成為電動車和智慧電網的關鍵。經過3年努力，鴻海成功研發6吋碳化矽晶圓，並自製高電壓碳化矽元件，良率超過90%。此外，鴻海與學界合作，開發出微型深度感測與臉部識別系統，實現比螞蟻還小的晶片進行精確深度感測。

撰文／許世穎 圖片提供／Shutterstock、鴻海研究院

半導體幾乎成為台灣在國際間的代名詞，在全球對於半導體需求不斷高漲的趨勢下，鴻海除了加入半導體供應鏈的行列以外，還成立了鴻海研究院半導體研究所，投入前沿的半導體技術發展。

一般常見的半導體晶片原料是「矽」元素，從開採出來的矽砂，到成為最後的晶片還有許多步驟。大致上可以分為幾個階段：首先，要將矽砂裝在一起，並提煉成一根圓柱，稱為「矽晶棒」；將這根圓柱切片後，得到一片片的「晶圓」；晶圓再經過切割等處理後，最終才成為電器中所使用的「晶片」。

除了「矽」以外，還有其他可以作為半導體的材料。而鴻海研究院近年投入研究的「碳化矽」就是最熱門的發展主題之

一。「碳化矽」最重要的特性是「寬能隙」，意思就是在相同面積下能承受更高的電壓。這種特性使得碳化矽製作出來的半導體體積更小，還能承受更高的溫度，甚至耗損的能量也更少，能量轉換效率更好！這些優勢讓碳化矽成為未來電動車、智慧電網等領域的關鍵角色。在全世界節能減碳、淨零排放的共識下，「碳化矽」成為了重要的發展目標！

成功研發6吋碳化矽晶圓 打造碳化矽盾、成就護國群山

鴻海研究院的半導體研究所結合集團內的鴻揚半導體，以及學界的陽明交通大學等，投入了6吋碳化矽晶圓的製程開發。目前國際間其實已經有了8吋的碳化矽晶圓



鴻海研究院近年投入研究能承受更高電壓的半導體材料「碳化矽」。

鴻海成功研發6吋碳化矽晶圓。

技術，在把晶圓切割成晶片的時候，靠近邊緣的部分是不能夠使用的，因此晶圓尺寸愈大，浪費的比例就愈少。不過8吋碳化矽晶圓的核心技術尚未普及，相關的設備成本相當高，進而生產效率也不盡理想。因此，鴻海選擇6吋碳化矽晶圓進行研發，希望能以最快的速度掌握關鍵核心技術，進而達到實質的效益。

自2021年半導體所成立至今，經過3年的努力，在郭浩中所長的帶領下，以蕭逸楷博士及洪嘉隆博士等人組成核心團隊，已經成功開發出6吋碳化矽晶圓，並具有量產的能力，良率超過90%，目前也已與許多大廠有所聯繫。

除了生產晶圓以外，半導體所還更進一步將這些碳化矽晶圓製作成自主設計的「離散式碳化矽元件」。這些元件可以承受1,200V、1,700V，甚至3,300V的高電壓，可靠度達車規等級，功能更是媲美國際大廠的同規格元件！目前鴻海已掌握許多碳

化矽的關鍵技術，如元件設計、模擬、製程、量測，以及可靠度驗證等，這些都是未來大規模生產時不可或缺的部分。期間半導體所已發表超過百篇論文，並申請數十項的專利。還曾獲《Nature Review》邀稿，並在功率元件領域最重要的國際會議「ISPSD」等發表論文。

鴻海自劉揚偉董事長上任以來，宣示「3+3」的科技轉型布局：三大未來產業「電動車、數位健康、機器人」領域，以及三大核心技術「人工智慧、半導體、新世代通訊」。「碳化矽」是串接核心技術「半導體」與未來產業「電動車」之間的橋樑，鴻海研究院經過數年的努力，已經取得了一定的成果。

接下來，半導體所將持續優化核心技術，除了協助克服鴻海生產時遇到的技術障礙以外，也將挑戰持續提升晶片能承受的電壓，並發展更多元、更廣泛的碳化矽元件。同時，旗下子公司鴻揚半導體與能

創半導體則分別投入晶圓代工及模組等。這些布局將使得台灣在國際間半導體供應鏈中的角色更多元、更強韌，讓台灣從擁有護國神山茁壯為護國群山！

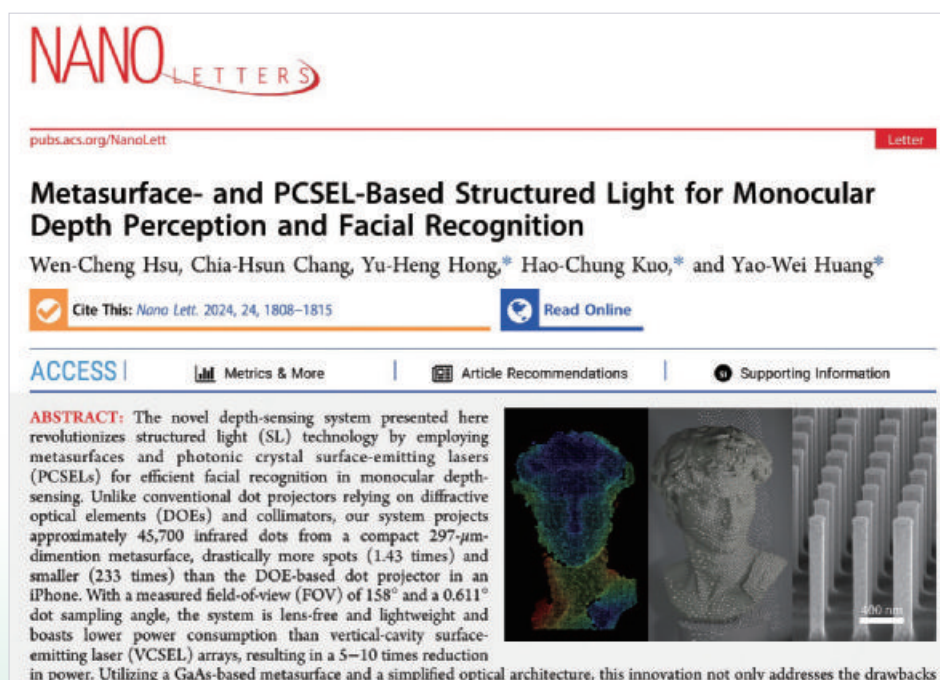
微型新穎深度感測與臉部識別系統

除了碳化矽以外，鴻海研究院的半導體所與陽明交通大學組成的團隊開發出的「新穎深度感測與臉部識別系統」也備受世界矚目。先是發表於國際頂級期刊《Nano Letters》，被選為封面故事及該月的焦點議題。後續除了在國內獲得廣泛的報導以外，還被美國化學學會（ACS）選定為2月的焦點研究，進行亮點新聞採訪。甚至在2024 Touch Taiwan系列展的I-Zone全國創新智慧顯示專區，獲得「工研創新獎 Innovation Award」。

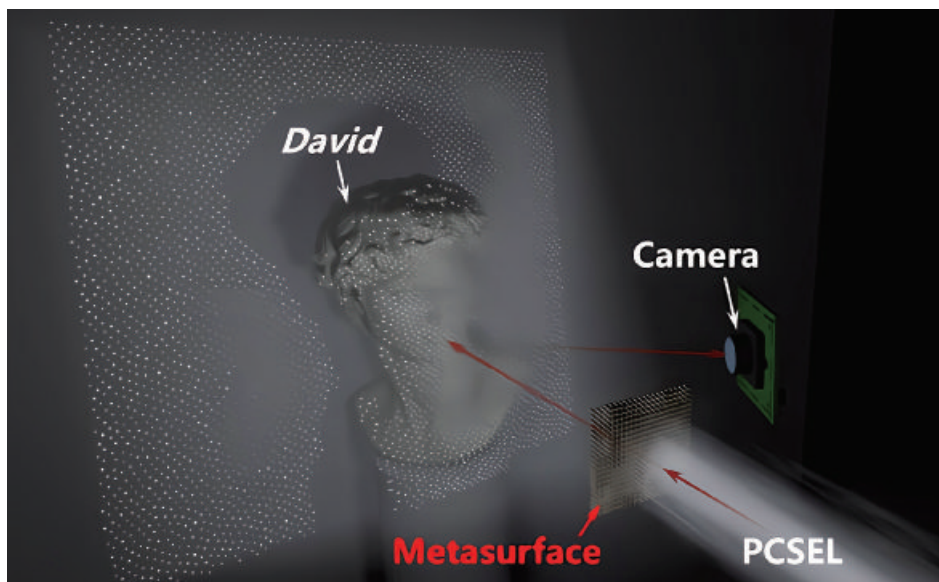
「新穎深度感測與臉部識別系統」就是：用比螞蟻還小的晶片，進行「深度感測」，進而辨識人臉系統。

「深度感測（Depth Perception）」的概念可以從一個問題出發：電腦要如何得知鏡頭拍到的東西有多遠呢？概念上可以用「投球問路」來理解：想像自己在一間房間裡，隨意朝一個方向丟球，這顆球打到牆壁後彈了回來。由於牆壁的距離、牆壁的面向、甚至是牆壁表面的材質，都有可能影響球飛回來的軌跡或方向，因此藉由球飛回來的狀態，就可以回推牆壁的距離等。「深度感測」就是這樣的概念，只不過丟的不是一顆球，而是許多光點。讀取這些光點的變化來獲得空間的深度資訊，進而重建鏡頭前物件的樣貌。

最有名的應用實例之一就是iPhone的



「新穎深度感測與臉部識別系統」被選為《Nano Letters》封面故事及該月的焦點議題。



利用超穎介面與光子晶體面射型雷射所實現的單目立體視覺系統架設圖。

Face ID人臉辨識功能：使用上萬個紅外線光點，來得知鏡頭前的深度資訊，搭配後續的資料分析，便能辨識出人臉。此次團隊所發表的技術，光點數目更多，鏡頭視野也更寬廣，讓空間中的資訊更完整！除此之外，iPhone使用的光學模組尺寸約1公分，而團隊將其又縮小了數千倍，只有3根頭髮的寬度！

得以將尺寸縮小的核心技術稱為「超穎介面」，指的是藉由在薄膜表面上建立微小的結構，來控制通過薄膜的光線，包含改變光的方向、讓光線更集中……等。這些效果其實並不特別，我們所戴的眼鏡就是在改變光的方向。但「超穎介面」厲害的地方在於，竟然能將這些過去相對大體積才能做出來的功能放到一片比螞蟻還要小的薄膜上！

除縮小光學系統的體積外，這項技術也能簡化其製程。以手機為例：要完成手

機上的一個鏡頭，須先製作數片鏡片，再來要製作光學的感測晶片，最後還需要將所有東西封裝在一起。在未來，則有機會將鏡片薄膜直接做在晶片上，一次到位。

蘋果在2023年發表的混合實境頭戴式電子裝置「Apple Vision Pro」展示了「空間運算 (Spatial computing)」能力所能帶來的應用，藉由迅速讀取環境周遭的資訊，去做出相對應的互動。如何「快速、無痛獲取空間中的深度資訊」就成了其中的關鍵。而團隊這次發表的「新穎深度感測與臉部識別系統」無疑地在這方面進行了劃時代的突破。

本項研究的團隊成員包含鴻海研究院半導體所的所長暨國立陽明交通大學講座教授郭浩中、半導體所博士洪瑜亨、陽明交通大學助理教授黃耀緯，以及黃教授的研究團隊。在未來，團隊將持續探索這項技術，拓展應用上的可能。

新世代通訊研究所 》

太空時代新通訊 「珍珠」敲響大門

現代生活離不開網路，但地面網路對飛機、船隻及偏遠地區使用者服務相當有限。6G通訊將引入非地面網路（NTNs），利用低軌道衛星提供無所不在的網路連接。2017年SpaceX以可回收火箭技術降低發射成本，使低軌道衛星通訊重獲新生。鴻海研究院的「珍珠號」計畫成功驗證衛星通訊的可行性，展示了其太空工程實力。

撰文／許世穎 圖片提供／鴻海研究院

現今的都市生活中已離不開網路，目前網路連接主要靠的是地面基地台，因此雖然在都市地區網路相當普及，但地面網路對飛機、船隻及偏遠地區使用者服務相當有限。隨著5G通訊的普及，下一個世代的通訊（6G）發展樣貌也逐漸成形，其中一項重要的革新，就是將「非地面網路（Non-Terrestrial Networks, NTNs）」全面匯入。讓使用者即便在天空中、海洋上等無法建造地面基地台的地方也能夠無痛使用網路通訊。要達到這一點，最關鍵的技術就是將基地台放到太空中，讓衛星能在離地球不遠的軌道上收發網路訊號，這就是「低軌道衛星通訊」！

低軌道衛星通訊並不是一個新的概念，早在1998年，摩托羅拉（Motorola）

就曾經有過低軌道衛星通訊服務，然而最後卻以失敗告結，其中一項原因就是過高的火箭發射成本；低軌道衛星通訊需要將大量的衛星發射升空，不幸的是，火箭不但價格十分高昂，還跟免洗筷一樣僅能一次性使用，「用完就丟」的火箭帶給運營商極大的資金壓力，最終只能可惜地宣告失敗。

這一切在2017年美國SpaceX成功試驗可回收火箭後有了改變。可回收火箭的出現大幅度降低了昂貴的衛星發射費用，人類得以大規模發射衛星，讓過去走下舞台的低軌道衛星通訊死灰復燃，重新站上太空產業發展的浪尖，計畫發射上萬顆衛星的「星鏈（Starlink）」就是最具代表性的例子。

通訊網路還能如何進化？ 衛星通訊有解！

由於看見了低軌道通訊衛星的潛力，在鴻海研究院新世代通訊研究所（以下簡稱通訊所）所長吳仁銘的提案下，鴻海研究院正式開始了相關的研究。「一開始我們看到了未來的6G通訊，也就是非地面網路的趨勢」。吳仁銘表示：「鴻海作為一間ICT（資訊與通訊科技）公司，我們要為未來的發展趨勢去做準備」。

衛星計畫「珍珠號」就是在這樣的背景下誕生。「珍珠」是以英文命名的縮寫「Propagation Experiment using kurz-Above-band Radio in Low earth orbit（PEARL）」。這個計畫最核心的目標是要進行衛星通訊的「概念驗證（Proof of Concept，簡稱POC）」，也就是測試其

可行性，作為未來進一步發展的依據。除此之外，還包含了蒐集太空環境中的資料，以及建立衛星開發系統工程的流程。為了達成這些目標，鴻海研究院與長期耕耘於太空科技領域的中央大學，以及創未來科技等有太空相關經驗的廠商分工合作。

珍珠號一共包含了2顆衛星（PEARL-1H與PEARL-1C，H與C分別代表鴻海與中央大學的名字開頭），這2顆衛星的尺寸都與2包A4紙疊起來差不多大（10公分x22.6公分x36.6公分），重量約10公斤重。其中PEARL-1H除了常見的衛星本體次系統外，還搭載了鴻海子公司「新燁（Rayprus）」所製作的光學鏡頭，以及創未來科技製作的相位陣列天線等酬載。而PEARL-1C則有中央大學的太空環境探測儀。



作為台灣首顆寬頻通訊衛星，珍珠號任務的首要目標是驗證衛星通訊的可行性。

衛星通訊的挑戰

作為台灣首顆寬頻通訊衛星，珍珠號任務的首要目標是驗證衛星通訊的可行性。衛星利用18到20GHz的K頻段向地面站傳輸資料，而地面站則以28至30GHz的Ka頻段向珍珠號發送指令。這樣子的技術在地面上還算容易，但換成衛星通訊則多了許多技術需要克服。

首先，光是控制天線瞄準衛星方位就不容易。衛星會在海拔525公里的高空，以每秒7.6公里的速度航行，也就是說，在每次平均8分鐘的通聯時間內衛星就移動了3,600公里！另外，衛星運作時，發射出來的訊號頻率無時無刻都在改變，這稱為「時變都卜勒效應（Time-Varying Doppler Effect）」就好像在用無線電對話的時候，講話那個人一直在亂調頻道！最後，訊號到



珍珠號衛星回傳自拍照

底要多強才能建立通訊呢？想像2個相隔遙遠的人要聊天，喊得不夠大聲是聽不見的！衛星通訊也是一樣，訊號必須要達到一定的程度才有辦法建立通訊，這個最低的要求稱為「鏈路預算（Link budget）」。

上述這些都是衛星通訊必須克服的課題，這次的任務結果將給出一個實際的測試結果，替未來商業化做出決定性的評估。

珍珠號立方衛星

特色

通訊酬載：大型相位陣列天線、K/Ka全雙工、多模寬頻可重構、空中上傳軟體更新
相機酬載：鴻海Rayprus車用鏡頭、衛星自拍、地球觀測

場域

低軌衛星通訊實驗

效益

衛星系統設計、整合、測試、操控技術、6G新形態通訊概念驗證、取得飛行履歷

鴻海正式獲得「太空飛行履歷」！

另外，要製作出符合「太空規格」的电子系統非常困難，太空環境與地球差異相當大，不但非常寒冷，也幾乎沒有空氣，甚至還時時刻刻有來自宇宙的輻射穿過。在前往太空的過程當中，也會遇到強烈的震動、衝擊、高溫等挑戰。

為了確保衛星能夠順利在這樣的環境中運作，衛星必須要送至國家太空中心（TASA）經過一連串的測試。完成以後，還需要送至德國柏林的發射廠商「Exolaunch」再次進行整合測試。這些測試非常嚴謹，畢竟一旦衛星發射升空後，就很難有機會派人過去維修那些無法以軟體



珍珠號衛星計畫在2021年10月正式啟動，在2023年11月12日成功地在太空中運作。

修復的問題。因此，團隊必須盡速解決測試時發現的一連串問題，在發射日期早早決定好、不能更改的情況下，到了最後幾個月，團隊成員們日以繼夜地趕工，「每週都會有新的技術面的問題或突發的狀況發生，有時氣氛很緊繃，每天在壓力中有序進行，我們為發現問題而感到高興，害怕的是一切順利沒有找到所有問題。非常感謝我們團隊有相當高的凝聚力及共識，一起堅持，一起成功完成任務。」吳仁銘表示。

珍珠號計畫在2021年10月正式啟動，經歷了2年的努力，在2023年11月12日凌晨搭乘SpaceX的獵鷹9號升空，成功地在太空中運作。在早期軌道操作的第三個階段中，衛星成功地回傳了若干過暗或過亮的照片，在經歷了數次曝光參數調整的重新拍攝後，才獲得令人滿意的太空照片。在這2年的過程中，鴻海也建立出了自己的「衛星開發系統工程管制方法」，將衛星製造、

測試的流程標準化，為的就是在未來衛星有大規模需求時能參與其中，「我們看的是全球衛星通訊的市場！」吳仁銘表示。

這次任務的成功，也證明鴻海有能力製作出符合太空規格的設備，獲得了「太空飛行履歷（Flight Heritage）」證明，正式擁有了進入太空工程製造鏈的門票。

鴻海研究院的通訊所不只參與珍珠號衛星本體的研發，同時也建造地面的衛星控制中心，以更全面的角度開發衛星通訊的技術。這2年間，鴻海研究院新世代通訊研究所參與發表了4篇期刊論文、20篇國際會議論文。其中一篇還曾獲得2023年電機電子工程師學會（IEEE）的最佳論文獎第二名（Best Paper Runner-up）。

接下來鴻海將會持續分析珍珠號傳送下來的資料，完善自己對太空技術的認知。憑藉著自身的飛行履歷，當衛星大規模生產的需求到來時，鴻海不會缺席！

量子計算研究所 》

破解量子更正碼難題 迎來量子運算新里程

擁有強大運算能力的量子電腦被視為下一世代最具影響的科技，為醫療、通訊、金融、人工智慧等無數領域帶來重大變革。然而，要真正實現量子電腦還有一段路，許多研究仍處於理論階段，除了解決硬體上的物理困境外，在量子演算法與量子軟體發展上，仍面對許多挑戰尚待解決。

撰文／葉于甄 圖片提供／Shutterstock、鴻海研究院

量子電腦（Quantum Computer）基本概念在1980年代逐步形成，到了1994年Shor演算法出現有了重大突破後，在科學界掀起一陣炫風，各國開始積極研發不同平台系統的量子電腦；直至今時，都已有百顆量子位元等級的量子電腦問世。

身為量子計算研究所所長謝明修指出，目前量子計算仍有兩大困境，其一是目前的量子電腦所擁有的量子位元數仍舊太少，無法實現大規模量子計算；其二，則在於應用，儘管在量子理論中已有突破，但仍須將這些理論轉化為能解決現實生活中實際的問題，例如透過量子計算更快設計出更好的藥物或是材料等實際應用，「量子電腦距離實際落地還有一段路要走。」

量子電腦是透過量子演算法來進行量

子位元（Qubits）操作，但量子狀態非常容易受到環境影響，且量子位元在運算過程中容易因雜訊而發生錯誤；當量子電腦擁有愈多量子位元時，錯誤率將呈指數般累積。為了偵測錯誤，就需要透過有用的最佳量子演算法進行量子糾錯（Quantum error correction），以降低量子位元的錯誤發生率。

謝明修表示，量子糾錯必須在硬體上進行操作，牽涉量子電腦最終是否能被實作出來的重要技術。因此，自成立鴻海研究院量子計算研究所起，團隊便積極開發量子糾錯技術，除此之外，還有發展2種不同類型的量子演算法，容錯量子算法（Fault-Tolerant Quantum Algorithms）及嘈雜中尺度量子算法（Noisy Intermediate-Scale Quantum Algorithms, NISQ

Algorithms)，在短短的2年間累積不少傲人成績。

解開二十多年來量子更正碼難題

量子糾錯需透過編碼（Encoding）、解碼（Decoding）來完成，謝明修提到，在解碼器上有2個重要的參數，分別是碼距及解碼率問題。如何透過最少的量子位元讀取數據，且快速得知量子態發生錯誤，是重要的核心問題，也是二十多年來科學家們未解之謎。謝明修表示，雖然這個問題在2021年解決了部分問題，但卻並未提出下一步的解碼與應對。

基於這個研究工作之上，2023年鴻海量子計算研究所與美國加州理工大學，

及以色列魏茲曼科學研究所共同提出最新研究成果，給出一個最優量子低密度奇偶檢查碼（Quantum Low Density Parity Check, qLDPC code）的構造方式，同時提供高效率的線性解碼器，讓解碼時間與量子位元數的N次方程線性關係，大幅度的改善qLDPC code的解碼器效率，解決二十多年來量子更正碼的難題。

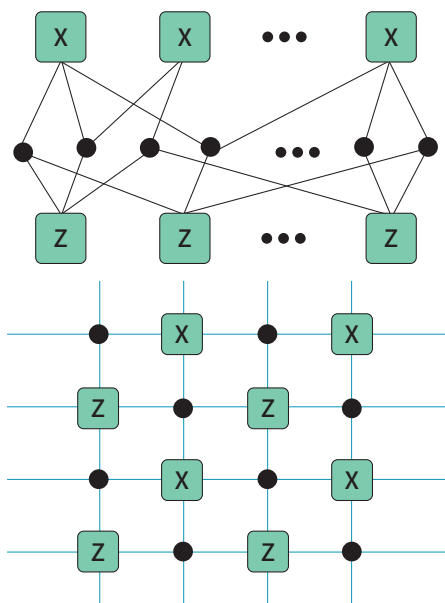
當量子計算碰上機器學習

量子計算所除了解決量子計算硬體的核心問題外，在現在中等嘈雜量子電腦（NISQ）的時代，若沒有透過錯誤更正碼的協助，是否也能透過量子電腦執行一些有用的演算法呢？謝明修提到，當前



量子電腦是透過量子演算法來進行量子位元（Qubits）操作。

有效的量子奇偶校驗碼



特色

量子計算在進行邏輯閘操作時會因錯誤而導致失敗。為了克服這個問題，需要使用校驗碼來修正邏輯閘操作引起的錯誤。然而，在此之前缺乏量子奇偶校驗碼可有效的進行解碼，因此我們提出了一種效能卓越的量子奇偶校驗碼，並且備有高效的線性解碼器。

場域

量子容錯計算、量子通訊

效益

實現容錯量子計算與量子通訊

另一個主流方式便是透過機器學習的混合計算模式，藉由梯度下降法（Gradient Descent）優化目標函數並找到最小值後，再次反饋到帶有參數的量子電路中再次進行優化，這種方式被稱作量子神經網路（Quantum Neural Network, QNN）。

與傳統神經網路不同的是，QNN會隨著量子位元和電路深度加深時，成本函數（Cost Function）會變得趨於平緩、導致梯度消失，出現「貧瘠高原現象」，無法找出最優解。2022年量子計算也與雪梨大學合作，提出新的量子機器學習方法，來改善貧瘠高原問題，避免梯度消失。此外，2024年也發布量子機器學習與傳統機器學習間差異的研究，透過這些研究更好地理解與利用量子機器學習的獨特優勢。

找出量子電腦的關鍵應用

「如果量子電腦能解決非常有限的問題，那麼他的應用價值相對不高。」謝明修提到，若量子電腦能如同GPT的成功一樣，讓GPT展現出作為聊天機器人以外的能力，人們有無限想像的應用場景，不僅加速技術升級，也帶動相關半導體產業價值。

謝明修表示，對於量子計算研究所而言，除了開發新的演算法、找出更多不同的運算方式以外，也必須了解到量子計算的優勢及局限性。由於量子電腦並非無所不能，無法解決所有問題，所以當我們了解它的極限在哪裡，才能給予量子電腦有效地問題描述、進行解題，以凸顯量子計算優勢。

在實際應用上，量子計算所也有所斬

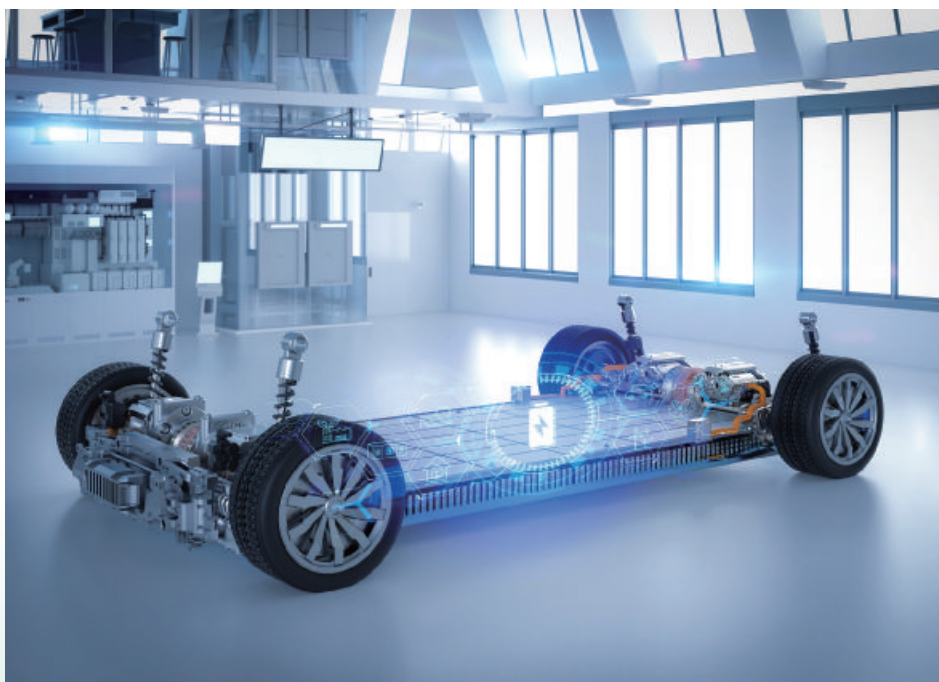
獲。與業界、學界及新創公司合作，在藥物領域開發上利用量子機器學習識別出潛在藥物結構。謝明修坦言，量子計算作為一項更先進的計算方式，加速過去藥物開發需耗費10、20年時間，有助於降低藥物開發成本。在鴻海集團3+3的發展策略下，量子研究所也對於材料、藥物與電池方面的應用特別關注。以電池製造來說，利用量子計算可模擬、設計出新材料製造出更高效的電池；精進目前電池技術，研發充電速度更快、蓄電能力更高的電池，提高電動車、機器人的效能；另外，也能因為技術提升、材料創新而使得電池生產成本降低。

為集團預備好未來技術

量子領域中不論硬體設施或軟體技術，早已是各國政府、企業兵家必爭之

地。鴻海集團作為全球資金雄厚、資源充沛的製造業巨頭，謝明修認為，即便量子計算是接棒電動車、數位健康、機器人這三大新興產業的下個重要領域，因此量子研究所的目標是放在更長遠的未來。

當前最重要的是為集團完成概念驗證系統（Proof of Concept, POC）並確保這項系統能良好地運行後，將技術轉移到其他事業體，與鴻海先進製程技術結合，「身為集團研究員使命是為集團其他事業體準備好技術，當一旦有接近類似GPT突破的時刻，就能進行技術移轉，加速商用運轉的可能。」鴻海集團也希望能拋磚引玉，提升集團實力及市場競爭力外，也展示量子計算是極具有前瞻性的科技技術，激起如廣達、台積電等大型公司投入量子計算研究中，共同推動量子領域發展。



利用量子計算可模擬、設計出新材料製造出更高效的電池。

離子阱實驗室》

顛覆傳統運算力 開創量子電腦新局

隨著科技快速發展，特別是在大數據與人工智慧等領域，古典電腦的運算模式和硬體架構可能已無法完全滿足未來需求。當我們將電晶體元件尺寸縮小至原子尺度時，便會遇到物理極限，有沒有其他技術可以突破算力上的瓶頸？量子電腦能不能成為後摩爾時代的最佳解決方案？

撰文／葉于甄 圖片提供／Shutterstock、鴻海研究院

放眼全球，不論在學術界或產業界，量子電腦（Quantum Computer）被認為是下一世代科技發展的關鍵技術。目前各種量子計算平台百家爭鳴，有著自己優勢和挑戰，而目前最常討論也被寄與厚望的幾個物理平台，分別為超導體（Superconductor）、離子阱（Ion Trap）、光子系統（Photonics）與半導體量子位元（Semiconductor Qubit）。

身為台灣精密製造領頭羊，鴻海集團看準量子科技未來潛力不可限量，在量子科技領域積極布局，投入大量資源，設立量子計算研究所，更在2023年成立台灣首座量子電腦開發中心——離子阱量子計算實驗室（Trapped Ion Quantum Computing Laboratory）。

鴻海研究院離子阱實驗室主任林俊達

指出，實現量子運算真正的關鍵並非只有製造出更多量子位元（Qubits），更是在於量子位元的保真度與位元之間的連結性。位元連結度愈高，才愈能有效地支援複雜的量子演算法，發揮量子計算的優勢。

讓任意量子位元間自由對話 實現量子計算的強大能力

選擇使用離子阱技術有許多潛在優勢，包含離子位元的一致性、邏輯保真度高、同調與儲存時間長、可以容易地移動或操控實現位元之間的高度連結性，使得近年來離子阱技術為主的量子運算效能超車超導體技術平台。在這樣的背景下，離子阱實驗室在2022年推出台灣業界第一個離子阱核心——第一代單區刀鋒型離子阱。此離子阱核心由實驗室自行研發並委

託鴻海科技集團C事業群製造，作為鴻海集團邁入量子科技領域的起手式。

但由於初代的離子阱核心是基於3D電極結構，要將這些微型電極組件對齊十分困難，往往需要至數微米等級的準確度。因此，為簡化電極的「對齊」問題，團隊將技術再升級，在2023年推出第二代多區層狀離子阱，透過各層中的2D分區電極製作，以及製造階段的對準孔位設計，最後再將各層堆疊而成，大幅降低製程的難度並提升可靠性。

林俊達說明，離子阱技術是透過交流電與直流電的電場來束縛離子。在第一代的設計中，單區的電極設計只允許離子被束縛在單一區域，因此操控較為受限。而在第二代離子阱核心，能藉由改變不同區域的電壓，讓控制離子排列與移動更加精準，實現「離子穿梭技術」（Ion

Shuttling）。這種高自由度能使量子位元更為靈活，更具擴展能力。「儘管目前仍處於非常前期的開發階段，但我們已經逐漸掌握多區控制的能力。」林俊達表示，當這些技術發展成熟，才能在未來實現更複雜、強大的量子電腦硬體。

深化量子核心技術 帶動相關產業進步

離子阱技術目前主要是使用於質譜儀（Mass Spectrometry）中用來決定分子質量的技術。現在，將離子阱技術用於製作量子電腦時，須同步發展在系統周邊的「賦能科技」（Enabling Technologies），舉凡精準的射頻（Radiofrequency）控制系統、可靠的雷射穩頻等，這些不盡然與離子阱技術本身有直接關聯，但對於實現整個離子阱量子電腦至關重要，更希望能帶動一整個



實現量子技術真正的關鍵並非只是製造出更多量子位元（Qubits），而是在於量子位元間的連結性。

量子科技生態系。

離子阱實驗室將夢想做得更大，未來期望能將離子阱系統製作在晶片上，透過矽光子技術 (Silicon Photonics)，直接讓雷射光在光波導中傳送，並直接送達選定的離子量子位元，甚至能整合光偵測元件用來測量位元狀態，除了可大幅縮減系統尺寸，有利於模組化，更是擴展至大型量子計算平台的重要一步。目前離子阱實驗室已和國立陽明交通大學合作，共同開發將離子阱晶片化的關鍵技術。林俊達說，「我們最終希望能將這些技術整合在一起，實現更高效可靠的量子計算系統。」

鴻海科技集團以製造起家，在精密製造上十分強大。離子阱實驗室除了向外尋求學界、產業界的合作外，集團內C事業群更是重要夥伴，共同協作製造離子阱實驗相關的精密元件。由於離子阱實驗需要許多客製化的元件設備，對於這些零

組件的品質與精細度亦十分講究，而這正是C事業群的強項，幫助實驗室完成第一代及第二代的離子阱開發，以及實驗設備如真空腔體等部件的製作。林俊達表示，「我們正積極盤點與尋找與集團內部合作的機會與可能。」例如在第三代晶片型離子阱將會使用到半導體製程，如微影技術 (Photolithography)、金屬沉積 (Metal Deposition) 等工藝，這需要集團其他優秀事業群的協助與技術的整合。

導入AI技術 加速量子電腦開發

除了上述提及的賦能科技，AI技術也能協助量子電腦發展進程。林俊達舉例，隨著量子位元數量增加，環境的雜訊 (Noise) 愈容易對量子狀態產生影響，將使得運算結果變得不可信。若將這些雜訊和控制系統的參數轉化成AI可訓練使用的資料，就有機會透過AI技術識別雜訊變化規律，並藉由主動降噪方式，減少環境雜訊對量子狀態的影響。

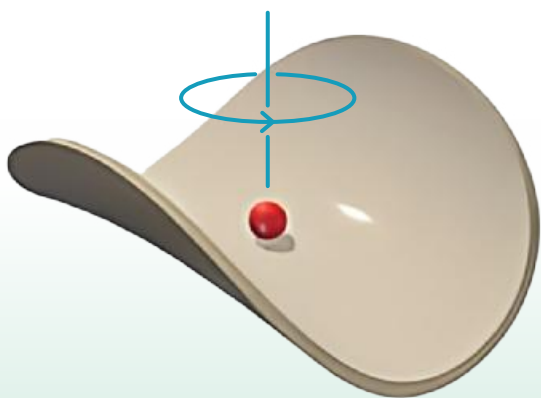
然而，對於什麼時間點導入AI技術，林俊達坦言，離子阱實驗室目前處早期階段，仍專注在基礎設施的建立與技術完善，但已在持續關注並研擬適當時機將AI導入量子計算領域，藉由AI技術進行系統、結構設計或控制系統的優化及消除雜訊的發生等，提升量子計算的性能與穩定性。

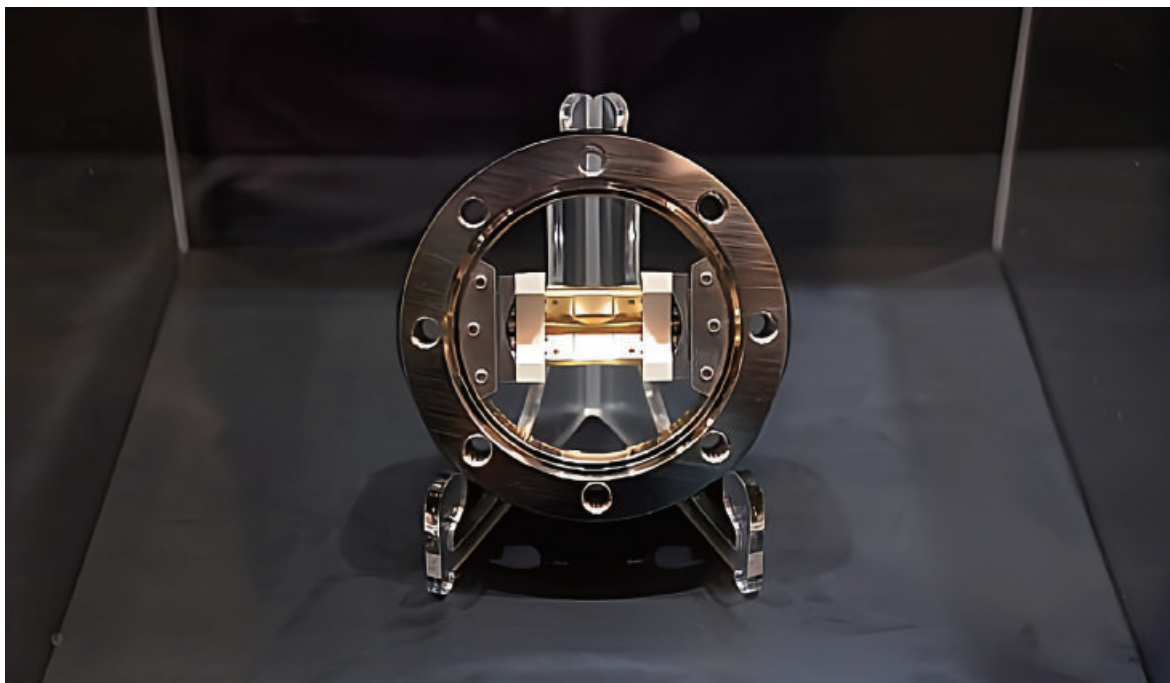
改變世界的計算技術 籌劃未來科技藍圖

人類渴望透過量子電腦要解決什麼問題？在發展量子電腦過程裡，林俊達直言，

離子阱工作原理

透過不停變化的電場來捕捉離子，就如同馬鞍面經由不停地旋轉留住小球。





鴻海研究院離子阱實驗室開發的第一代離子阱核心。

雖然硬體是一個挑戰，但最關鍵的仍在演算法，必須有某個傳統算法無法處理的重大問題，並存在針對該問題的有效的量子演算法，才能讓量子電腦價值展現。

放眼世界趨勢，目前已有解決特定問題的量子電腦出現，如量子退火 (Quantum Annealing)、高斯玻色取樣 (Gaussian Boson Sampling) 等技術。也有透過古典方式進行硬體加速，模擬量子效果來解決最佳化問題，如數位退火 (Digital Annealing) 技術。全球在量子科技發展上也動作頻頻，更以國家為主導。林俊達認為，如IBM、Google等大型公司，雖然早已先行台灣多年並投入大量資源開發，取得領先者地位；台灣起步的雖晚，但擁有超強代工能力，且鴻海優勢在於具規模化的製造能力與整合能

力，未來若能朝向代工路線也是值得關注方向之一。

對於離子阱實驗室來說，首要任務是理解與掌握這些關鍵技術，目前已設下短程目標，期望在未來5年內，打造出一台5~10個量子位元的通用型量子電腦原型機，能讓產學研界的使用者依據不同情境進行調整與應用，其特色將是各量子位元間能穩定地進行交互作用及運算。

林俊達也提到，完成原型機後的下一步，希望能朝向推出20個、100個甚至1,000個量子位元的離子阱量子電腦，並建構出明確的量子技術發展路線圖，規劃詳細模組化的系統架構與網路設計，以實現科技創新，逐步發展出屬於鴻海集團的量子技術模式及技術優勢。

資通安全研究所 》

以安全奠基科技發展 塑造韌性數位生態

隨著新科技發展，全球數位環境面臨複雜的資安威脅。資安所負責集團資安治理與前瞻研究，專注於資安框架、後量子密碼學、AI安全、跨域IT／OT安全等方向。以Security by design為核心，致力將安全的DNA注入日常維運與智慧製造等關鍵領域，為產業數位轉型提供安全技術支持，推動智慧、安全及互聯的未來。

撰文／陳玉鳳

在這個萬物皆聯網的時代，只要有一個角落、一個環節的安全不夠到位，就可能成為攻擊漏洞，因此任何創新技術、產品及應用的推進，皆須從一開始就融入「安全設計（Security by design）」的概念。鴻海研究院資通安全研究所的成立，即是著眼透過與時俱進的資通安全科技研究，賦能鴻海產品具備資安能力，以可信的服務與產品提升競爭力，同時協助集團於F3.0轉型升級過程中，有效降低新興網路攻擊的衝擊，保護集團資產，並推動資安治理，打造令人信賴的數位科技環境，建立安全企業的形象。

在此前提下，資安所致力於研究各項前瞻資安理論及科技，近期研究大致可分為三大範疇：資訊安全治理（Information

Security Governance）、後量子密碼（Post-quantum cryptography, PQC），以及運營技術安全（Operational Technology Security, OT）。鴻海研究院執行長兼資安所所長李維斌強調：「這些皆是資安領域未來3到7年的重要發展方向。」

從管理到治理： 資安革命的全新視角與防線升級

資安所的治理研究團隊，除了研究最新的資安框架與標準，目前也扮演集團資安治理委員會秘書處之角色，其中，李維斌同時也兼任集團資安長，帶領集團將過去資安組織層級提升到資安治理。藉由秘書處協助集團制定資安治理策略及統一的遵循指引，並定期向董事會及資安治理委

員會彙報資安治理議題、方向及成效。

但要徹底改變集團面對資安威脅的姿態，不能單靠下達命令強迫改變，而是需要找出一個能團結全公司上下的焦點，並以此為起點，在完善的過程中逐步改變每個人的資安意識，鴻海作為有著悠久歷史的大型企業，資安習慣不可能像按開關一般說變就變的一蹴可幾。

因集團過於龐大且多元，客戶關注的焦點也會影響整體的機制運作，所以資安所採以終為始的策略「由果反推因」，以當前最緊迫，最能引起全公司上下重視的勒索軟體事件應變為核心，制定勒索軟體應變標準綱領（Ransomware SOG）、優化資安事件分級原則、建立關鍵性資安指標、健全漏洞查處流程等，藉由統一性與流程化的做法，抓緊關鍵細節，以強化事件處理及應變能力。這不僅涉及技術層面，還包括員工的日常操作習慣，只要專注做好這件事，將產生足夠的影響力，並引發連鎖反應，最終影響到整個公司的資安文化。因此，這是改變資安文化一個事半功倍的切入點。

為此，李維斌說明，資安治理涉及將最新的安全架構和觀念融入公司營運中，必須在資安治理的高度下，才能有效將變革逐步滲透到公司的每個角落，並團結所有的專業，才能在面對資安挑戰時建立更強大、更有韌性的組織。因此，資安所跳脫常被誤解為IT主導的資安管理思維，導入資安治理為框架的全方位協作模式，並整合各部門的專業知識，明確界定所有利害關係人的角色和責任，將資安考量納入核

心業務決策流程。

除了優化內部基本功，外部威脅情資亦是企業資安重要的一環。所以資安所與TWCERT合作，組織鴻海資安情資分享聯盟，藉由建立跨部門溝通機制，將資安績效與組織目標緊密結合，並把資安轉變為一種共同的組織責任，以強化情資分享機制，建立全面性的資安防禦布局，達到「知己知彼，百戰不殆」，完善資安治理並達到數位韌性。

PQC研究： 納入NIST標準化評估

由於量子電腦能高效解決傳統加密算法所依賴的質因數分解和離散對數等複雜的數學問題，使得RSA等傳統的加密方法面臨破解風險。可能導致數據洩露、通信不安全和基礎設施攻擊等重大影響。即使量子電腦尚未實現，現有系統仍面臨風險，因攻擊者可預測量子攻擊手段並積累數據，準備在量子電腦實現後迅速破解。所以，提前採取PQC技術來保護數據安全至關重要。因此，PQC是資安所的一個重點研究領域，以引領量子遷移的計畫，並維護集團內部或是產品的保密需求。

因應量子計算帶來的衝擊，包括美國政府在內的許多機構已開始討論如何進行PQC遷移，也就是將容易受到量子電腦衝擊的密碼系統，遷移到PQC的系統。簡而言之，PQC的目標就是要開發能抵抗量子計算機攻擊的加密算法，資安所的研究團隊致力於此方面研究，並已提交相關技術論文報告且獲得國際肯定。例如，資安

所與加拿大BTQ Technologies Corp.合作啟動的PQC標準化研究，於2023年6月1日向NIST提交研究報告，以響應其「後量子密碼學標準化 (Call for Additional Digital Signature Schemes for the Post-Quantum Cryptography Standardization Process)」的需求。相關研究報告於當年7月獲得刊登，顯示團隊提出的PQC方法已被NIST納入標準化評估過程。這標誌著資安所在該領域取得的進展，為未來標準奠定基礎。

「這項成果，代表資安所在PQC領域的超前部署，也顯示我們在此一技術領域已有一定掌握。」李維斌指出，資安所將持續與集團事業群合作，推進PQC技術的優化及全方位應用於集團的資通系統運作及產品中。

跨越邊界的防護： IT與OT融合下的新型態安全挑戰

傳統上，OT安全常聽到的是工業控制系統 (Industrial Control System, ICS) 和監控和資料收集系統 (Supervisory Control and Data Acquisition, SCADA)。但隨著技術發展，OT現在包括了更廣泛的物理設備和流程控制系統。在這些領域中，資訊技術 (IT) 和運營技術 (OT) 正在迅速融合，創造新的安全挑戰。這些領域對反應時間和操作安全都非常敏感，而IT與OT的融合也使得系統攻擊面隨之擴大，增加防禦的難度。這些都是OT安全面臨的核心挑戰。

OT安全的範圍在現代技術環境中已大

大擴展，因為集團推動的EV（電動車）、智慧製造和智慧城市三大平台都涉及了大量數位技術的整合和協同運作，而OT安全將保證運作流暢及安全無虞，因此將這些領域都視為OT安全的重要範疇。

李維斌舉例，對於以製造見長的鴻海而言，透過數位孿生 (Digital Twin) 技術創建實體工廠的虛擬副本，允許工作人員在建造實體工廠之前，可以預先在數位空間中模擬並優化工廠的運作。如此不僅大幅降低成本，提高建設效率，如果智慧製造平台也能在設計階段便將安全因素融入工廠設計中 (Security by Design)，就能夠預先識別潛在的安全風險，並在虛擬環境中測試和優化安全措施。這種方法不僅能夠提高整體安全性，還能夠顯著減少後期調整和持續精進的成本。

資安所將與三大平台積極合作，共創一個安全、高效、可靠的生態系統。這不僅將大大提升鴻海的競爭力，還將為整個行業樹立新的安全典範。「我們相信，只有將安全深度融入每個技術創新的過程中，才能在這個日益複雜的數位世界中實現真正可持續的韌性能力。」李維斌說。

電動車AI化與安全新挑戰： 一場複雜的博弈

在電動車的快速發展，使其成為一個高度複雜的軟體與硬體整合系統，並連接至龐大的數位生態系。這使得電動車面臨著前所未有的安全挑戰。隨著車輛壽命延長和軟體更新頻繁，確保車輛在整個生命週期中的安全性，以及建立有效的安全

更新機制，將是未來電動車產業的核心課題。電動車是鴻海3+3新事業的重點，安全議題更是重中之重，不能妥協也不能想著亡羊補牢，須事先做好安全的風險管理。

為了讓傳統研究資安的專業人員深入了解電動車的複雜軟硬體系統，資安所攜手美國麻省理工學院（MIT）Media Lab，共同打造「EV π 實證平台」。這是一個基於MIH開放平台的開源驗證平台，專為研究電動車與自駕車的資安問題而設計。

EV π 不僅是一個硬體平台，更是一個可以高度整合的軟硬體系統。它實現資安、AI及新世代通訊等多領域技術的無縫結合，並採用模組化設計，方便研究人員靈活配置和擴展。平台的軟體與自駕系統皆為開源，使用者可自由移植功能元件和演算法，這使得EV π 成為了全球首個開放且功能完備的電動車資安研究平台。

EV π 的獨特之處在於它不僅能模擬真實的電動車環境，還能夠深入探究AI在電動車中的安全問題。電動車AI化是一把雙刃劍，既帶來了巨大的發展機遇，也把攻擊者與防禦者鎖在一個快速發展的貓捉老鼠遊戲。相較於傳統的軟體系統，AI模型的行為更難以預測和解釋。黑箱模型的特性使得使用者很難準確地了解AI模型在做出決策時的內在邏輯，這為攻擊者提供了更多的可乘之機。此外，AI模型的訓練數據也可能被汙染，導致模型產生偏見或漏洞，進而影響行車安全。

AI的引入增加電動車系統的複雜性，成為攻防兩端的工具，若自動駕駛車輛的AI系統被惡意攻擊，可能導致嚴重的安全事

故，人命關天，因此在當前AI快速發展下，如何保障AI系統的安全，成為資安所的研究重要方向，涵蓋數據的安全性、系統的強韌性（Robustness），以及防止AI系統被攻擊或誤判的技術等。目前研究人員正在EV π 上進行AI攻擊和防禦實驗，例如：

(1) 感知系統的欺騙攻擊：探索如何透過欺騙感知系統的輸入來誤導AI做出錯誤判斷。

(2) AI控制系統的劫持：研究如何透過攻擊AI控制系統來控制車輛的行駛。

(3) 加強AI模型的安全性：採用更安全的AI模型，加強對訓練數據的清洗和保護，定期對模型進行安全評估。

EV π 的開放性為全球的資安研究人員提供寶貴的工具，開發出更安全、更可靠的電動車AI系統，從而推動整個電動車產業的發展。此外，EV π 也為學術界和產業界搭建一個交流合作的平台，促進跨領域的技術創新。

資安所希望透過EV π 平台，打造一個全球性的電動車資安研究社區。這個社區將為研究人員提供一個共享資源、交流經驗、共同進步的平台。透過社群的力量，相信EV π 平台將不斷演進，為電動車的安保駕護航。

EV設計中，安全規範和創新設計是相輔相成的。「唯有做好技術的安全防護、提高AI系統的透明度、以及解決相關的倫理和法規問題，我們才能夠安心享受AI帶來的便利和效益。」李維斌說，只有在確保安全的前提下，才能實現創新，提升用戶體驗，這是一個需要長期探索和不斷優化的過程。

Trend
Focus

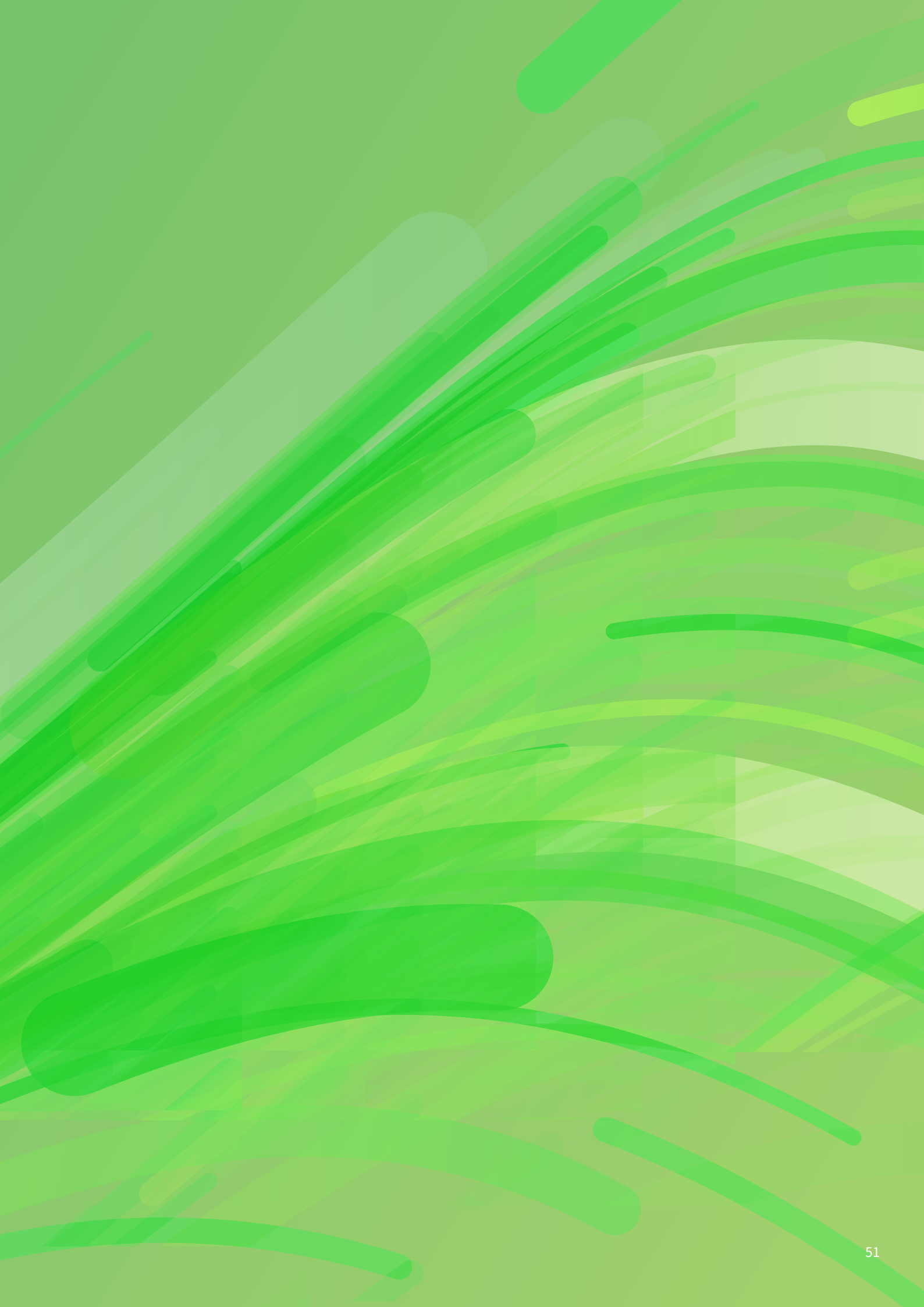
趨勢焦點

大模型研發所需要的資源與所創造的價值

多模態基礎模型的應用與挑戰

半導體製造創新：提升功率與效率

未來交通：半導體如何改變電動車





大模型研發所需要的資源 與所創造的價值

鴻海研究院2023 AI NExT Forum特別以「大模型研發所需要的資源與所創造的價值」為主題進行交流座談，由鴻海研究院人工智慧研究所栗永徽所長主持，與談貴賓則有台灣微軟首席技術長花凱龍、華碩電腦暨台智雲技術長陳忠誠協理以及中央研究院資訊科學研究所古倫維研究員，討論未來多模態AI技術在語音、自然語言處理和電腦視覺的應用及其潛力。

撰文／楊迺仁 圖片提供／Shutterstock

人工智慧這幾年在技術上的重大突破，例如用於文字生成的ChatGPT與用於影像生成的Midjourney等大型生成式模型，雖然對企業及組織帶來便利，但由於大型生成式模型通常需要使用數萬億個Token和數千億個參數進行訓練，導致巨大的運算資源和能源消耗。

栗永徽請與會來賓發揮想像力，針對基礎模型在各種模態裡面包括語音、自然語言處理以及電腦視覺的應用，構想現今這些AI技術，在未來可能會有什麼樣的發展跟應用？哪些產業或領域將受益於多模態數據融合的技術？

花凱龍指出，多模態技術將提高行政

事務方面的效率。例如，新加坡政府正在規劃導入ChatGPT技術來改進政府服務，歐洲一些公司也在考慮透過Copilot機制改進工作報告的撰寫，希望這些技術能讓日常工作更順暢、更有內容。很多傳統技術都有提升的可能性。例如，如果導入ChatGPT技術來做輿情分析，跟過去相比會有一些不同的收斂成果。新員工入職時，傳統上需請教主管或資深員工，或在公司的知識庫中搜尋資料，這過程耗時且不一定能找到正確資料，透過ChatGPT技術，新員工能更有效率地找到所需知識。

陳忠誠指出，現在的AI技術應用非常多元，尤其是自然語言能力的突破，將對各個產業帶來巨大進步。因為人與人之間的溝通主要依賴語言，AI就像是一個24小時無所不知的顧問，隨時在身邊提供幫助。比如，可以詢問程式如何編寫，或獲取專業知識如醫學知識，甚至讓AI先生成行銷企劃書草案，然後再進行修改。他認為，AI現在的影響是非常全面的，因為模型的先驗知識可以產生很大的創造力。

古倫維認為，多模態語言模型將融合視覺、語言和語音，影響到的就是跟內容有關的所有產業，特別是在媒體和廣告業，這些技術將加速內容創作和迭代速度，帶來顯著變化。

現有的技術與資源能否滿足大型模型需求

栗永徽指出，隨著語言模型愈來愈大，資料量和計算資源需求也在增加，如果算力的需求一直往上，現有的技術跟硬

體資源能否滿足需求？還是我們需要開發更高效更節能的硬體和技術？

陳忠誠表示，語言模型有兩個趨勢，一是模型愈來愈大化，希望其愈來愈聰明；二是計算資源要更強、更節能。例如，若每個Google搜尋都需經過大語言模型處理，將需要大量的GPU資源。訓練大型模型可能需要數萬張A100 GPU，接下來會有更多個垂直領域，包括法律、醫學、教育等預期會有百花齊放的應用，最後不管是在訓練或者是在推論未來預期需要更大的算力和更優化的超級電腦平行運算架構。

栗永徽補充，這也正是台灣的機會，台灣的硬體製造能力強，可以設計讓AI加速的晶片或新的硬體架構，讓AI訓練速度更快，資源消耗更少。此外，未來基礎模型可能會成為生活中的基礎架構，如同電力一樣，我們只要插上插頭，就可以有各種各樣的電器用品為我們所用，然後可以改變我們的生活，AI基礎模型可能在智能社會中扮演重要角色。

古倫維認為，懶惰是科學進步的原動力，所以人們未來應該會非常的依賴AI服務。即便目前OpenAI僅開放試用帳號，已有各種不同的使用方式。人們會更傾向於問ChatGPT，而非使用Google，因為ChatGPT提供的答案更直接，不需要翻閱大量資訊。然而，他提醒大家，現階段的AI技術並不完美，人們需要了解其局限和潛在危險，但在一定範圍內，AI可以有很多用途，並成為生活的一部分。

花凱龍表示，從ChatGPT的使用狀態來看，AI技術的趨勢無法阻擋、不可逆轉。

然而，短期內這些服務還不夠成熟，生成的內容無法完全正確。因此，目前只能在有限的領域發揮其應用，並需要專業人才進行後續創造和修改。

陳忠誠相信，AI服務會成為人們生活的一部分，透過語言跟文字溝通，然後產生生產力，是人類文明進步一個很大的原因，就是因為模型有文字理解的能力，有文字回答能力，才可以創造出很多的想像。未來的發展將像生態圈一樣進步，例如，台積電的製程將朝更小、更節能、更快發展，未來除了NVIDIA，還會有其他晶片業者投入。不管是什麼樣的AI應用，都有機會在市場中占據一席之地，這取決於業者如何把握機會，利用自身已具備的優勢切入相關應用。

台灣是否有必要開發自己的大型模型

栗永微再提問，台灣是否有必要開發自己的LLM或者是大型的基礎模型？如果我

們自己不做的話，會不會有一些我們現在還看不到，但是未來可能會發生的一些隱藏的風險？

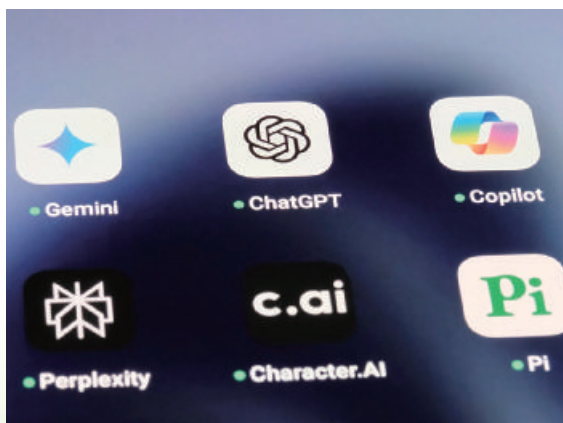
花凱龍指出，微軟、Google、Meta等公司在AI領域的投資不斷增加，競爭相當激烈，在這種環境下，中小企業資本額小，難以進行大型研發，應利用成功的模型進行應用創新。在研究領域，如何持續培養關鍵技術人才是重要議題，政府需考慮語言、國防等多方面需求，合理配置資源。

古倫維認為，開發模型後要有持續改進和運行的資源，以保持技術領先。台灣若擁有自己的大型語言模型，不僅能培養這個領域的技術人才，也有機會提升國力，但這是一項進展快速的服務型技術應用，需要持續運行的資源，否則效果有限。

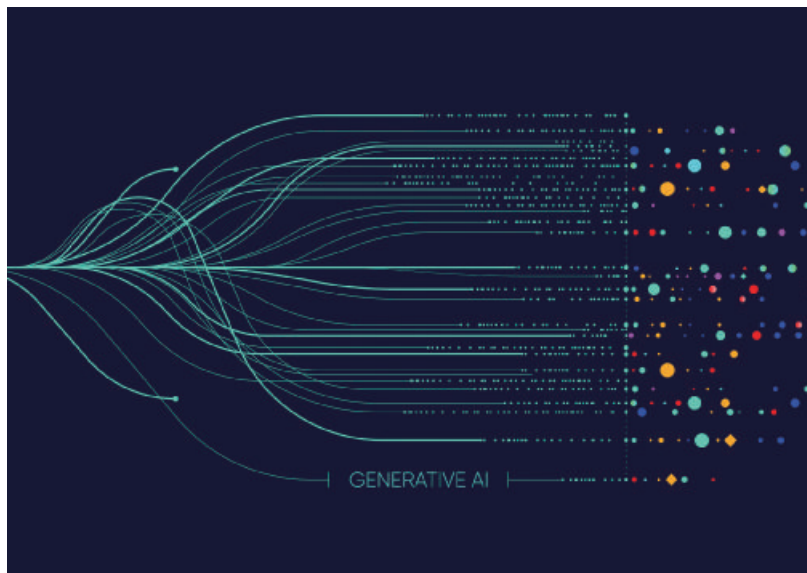
陳忠誠認為，台灣應開發自己的基礎模型，以實現自己想像的未來AI，避免掌握在少數公司手中。語言模型與地域和地緣政治相關，每個語言的資料來源不一樣，反應也會不一樣，回答的方式也會不一樣。在東南亞市場包括印尼文、泰文、越南文，其實有很多的商機，台灣若能開發相關技術，將抓住市場機會。未來會有多種垂直應用場景，如果都掌握在少數的雲端大廠，這些大廠不見得會有時間及能力去幫各式各樣的問題客製化。台灣不管是從最底層的IC硬體系統工程、AI的模型資料，到各式各樣的垂直領域都有很好的人才，所以AI產業界未來可以參與的空間非常大。

台灣產官學界必須通力合作

若台灣要做自己的大規模基礎模型，



從ChatGPT的使用狀態來看，AI技術的趨勢無法阻擋、不可逆轉。



訓練AI模型需要跨領域的合作，學界在模型培養上提供幫助，產業界則負責應用實踐。

資源應該要如何整合？產官學界分別可以扮演什麼樣的角色，需要投入什麼樣的資源才是足夠的？陳忠誠認為，做大型語言模型有3個要素：計算能力、資料及AI人才。國家如果可以投資建設下一代的AI基礎建設，配合產業界的人才投入，以及學界很多非常優秀的學者，高品質資料和下一代AI基礎建設是關鍵，學界在模型訓練提供幫助，產業界則負責應用實踐。

打造國家級大型語言模型需要各式各樣的政策，模型的發展不是突然的成長，而是需要經歷一段披荊斬棘的過程，學界在這階段可以提供會是非常大的幫助，產業界的能力就會比較局限。這是一個很大也應該做的工程，但絕對不是單一單位可以獨立完成，所以非常期待產官學界可以一起合作。

古倫維表示，現在面臨的問題，就是相關人才比較短缺。如果說要做自己的大

型基礎模型，可能整個產業鏈要先有大公司去帶動，然後就是往正向循環發展，才會有比較多的機會培養出人才，並且留在台灣來做AI相關的技術發展。

花凱龍指出，政府有沒有針對未來的應用情境做好評估，是非常重要的前提，因為每一次要訓練的成本其實並不低，必須思考清楚使用情境，合理規劃投入的資源，確保持續維護和發展。政府的規劃清晰，業者更能理解政府意圖，創造應用場景的價值，未來的貢獻清楚了，要怎麼投資才會清楚，整個面向就會更完整。

栗永徽總結，若台灣要開發大型語言基礎模型，應先確定目標，由資源最多的政府帶頭，結合產業界力量，尋求好的應用，讓整件事情可以變成一個可持續的狀態。學界可協助技術深化，未來可能有更大的模型能融合不同技術，讓AI朝向更高智慧發展，迎接新AI時代。



多模態基礎模型的 應用與挑戰

當全球科技強權競相探索AI人工智慧（Artificial Intelligence）極限，已經正式進入「深層學習」階段，衍生大規模視覺基礎模型、巨大語言模型發展，在巨大模型裡，實現更深化的AI泛化（Generalization）通用學習。

撰文／賴郁薇 圖片提供／Shutterstock

歷經兩階段式「預訓練模型」，電腦科技預備迎來第三階段變革，此刻，鴻海集團處於F3.0轉型升級的關鍵之際，相關AI人工智慧、半導體、新世代通訊、資通安全、量子計算潛力，全建構在巨大模型基礎上。

加拿大魁北克人工智慧研究中心CERC（Mila - Quebec AI Institute）人工智慧

領域博士Irina Rish開啟未來通用人工智慧（Artificial General Intelligence）的想像：總有一天，系統突破對抗性攻擊（Adversarial attacks）具備高度的泛化能力（Generalization ability）和強健性（Robustness），人工智慧就能夠比照人類大腦，導入多種任務系統。

而這前提是，擁有巨大數據模型基礎，透過大量演算解決應用落地的盲點。

多模態基礎模型擴張 邁向「資源共享」趨勢

Irina強調利用模擬數據，提升模型性能。試參考GPT-3運用大量文本數據訓練模型，大型語言模型成熟度又再升級，另外，同樣由OpenAI創建的CLIP、DALL-E模型，從自然語言學文本的參數描述，進一步理解生成圖像，多模態任務成果展現在跨領域的泛化應用，表現大幅提升。

根據上述OpenAI大型語言模型 (LLM) 的擴充和優化，Irina觀察到，模型的擴展行為具備非線性和非單調特性。現在有學術研究專門針對大規模語言模型，導入海量運算訓練，引導模型性能遵循著Chinchilla擴展法則演進；目前開發的互動式AI系統，已能接受圖像、文本輸入，並導出回應。Irina提示，多模態模型的不同擴展行為，對於預測AI未來發展，有一定的重要意義。而下一個階段性的里程碑，期待發生大規模計算資源共享，特別是以開放原始碼 (Open Source) 為工具加速AI模型的分享和應用，以接軌開發更多通用的多模態AI系統。

語音、語言、視覺整合 大型模型時代命題

臺大資訊工程學系暨研究所鄭文皇教授帶入跳躍性思考，認為巨大語言模型 (LLM)、巨大視覺模型 (LVM) 皆不夠精準詮釋這波變革浪潮，應該引述鴻海研究院人工智慧研究所栗永徽所長觀點，將技

術名詞定義為「基礎模型」 (Foundation Model) 革新，才能夠真正涵蓋所有框架。

要想真正實現通用人工智能 (Artificial General Intelligence)，視覺 (Vision) 語言 (Language) 多模態是必然發展。至少站在被ChatGPT掀起的趨勢浪尖，看見大型語言模型、語音模型正在大量應用。

主軸1》語音基石模型

現階段語音基石模型發展到能夠理解人類語音，經過自監督式學習 (Self-supervised Learning)，可以在不依賴大量標註資料的情況下，執行語音學習相關任務。有了這項語音模型基礎，臺大電機工程學系李宏毅副教授大膽推論，就算在全球七千多種語言背景，也有機會解決各語言系統背後，大量標註資料的判讀工作。

主軸2》大型語言模型

而關於大型語言模型，除了鎖定人工智慧與知識圖譜、不實資訊免疫工作，更深化視覺語言融合技術，發揮看圖說故事、機器人視覺認知、吸眼球視覺問題生成能力，衍生互動式監督學習推特資料、謊言偵測、細微情感分析等進階應用。

技術面期待從大型語言模型，開展出視覺與語言多模態融合，提供多模態資料互補完整資訊，參與大型協作過程。重要的視覺語言模型 (Vision- Language Foundation models) 工作項目將涵蓋圖像問答 (Visual question answering)、圖像描述 (Image captioning)、圖像檢索技術 (Image- text retrieval)、影片描述定位 (Video grounding)、視覺常識推理 (Visual commonsense reasoning) 等

等，可應用在自駕車光達攝影機、醫學超音波、核磁共振等訊號觀察。

中央研究院資訊科學研究所古倫維研究員判斷，優化語言模型的推理，個性化，是下個階段重要議題。

主軸3》大規模視覺基礎模型

鄭文皇教授從目前智慧製造、自駕車情境，產生通用物件偵測（Object detection）、AOI自動光學檢測模型種種需求，可見未來會有更多模態應用任務。

以技術面探討策略，簡單來說就是2個階段：收集大量多模態資料，包括文字、語音、影像、影片甚至3D立體資訊，訓練出一個多模態基礎模型，再由基礎模型（Foundation model）依據下游任務進行微調訓練（Finetuning）。最後進入市場，運用提示工程（Prompt Engineering）特化模型解決各種問題。

隨著多模態基礎愈來愈完整，清華大學電機資訊學院賴尚宏副院長試圖展示，大量模型進入「電腦視覺深度多模態學習」，透過文字和圖像共同預訓練的視覺語言模型，可以精準理解圖像和文本，作為「零樣本學習」（Zero Shot Learning）的基礎，利用既有數據資料，建構未知場景概念。

這類多模態基礎模型研究，特別廣泛應用在對話AI系統中。國立陽明交通大學電機學院終身講座教授簡仁宗以更長遠藍圖預設，一旦語音對話系統成熟，將來可能進入客服、娛樂、健康領域用途；屆時，實務上直接接觸自然語言，基礎模型會面臨更直接的挑戰。

巨大模型的應用樣貌 整合協作

簡仁宗教授表示，大規模預訓練模型的對話AI系統，倚賴自動語音識別、自然語言理解、對話管理器，以及自然語言生成、文本、語音多元組件，參與精密的多模態機器學習，需要在既有基礎模型，重建編程、重塑功能化的系統架構。

華碩電腦（ASUS）算是早期參與的先鋒，集團旗下「台灣智慧雲端」（TWSC）技術長陳忠誠協理，分享「台灣杉二號」超級電腦成功微調的大型語言模型BLOOM經驗談，其參數量達到1,760億個，可使用840張GPU進行訓練，與Chat GPT實力相當。

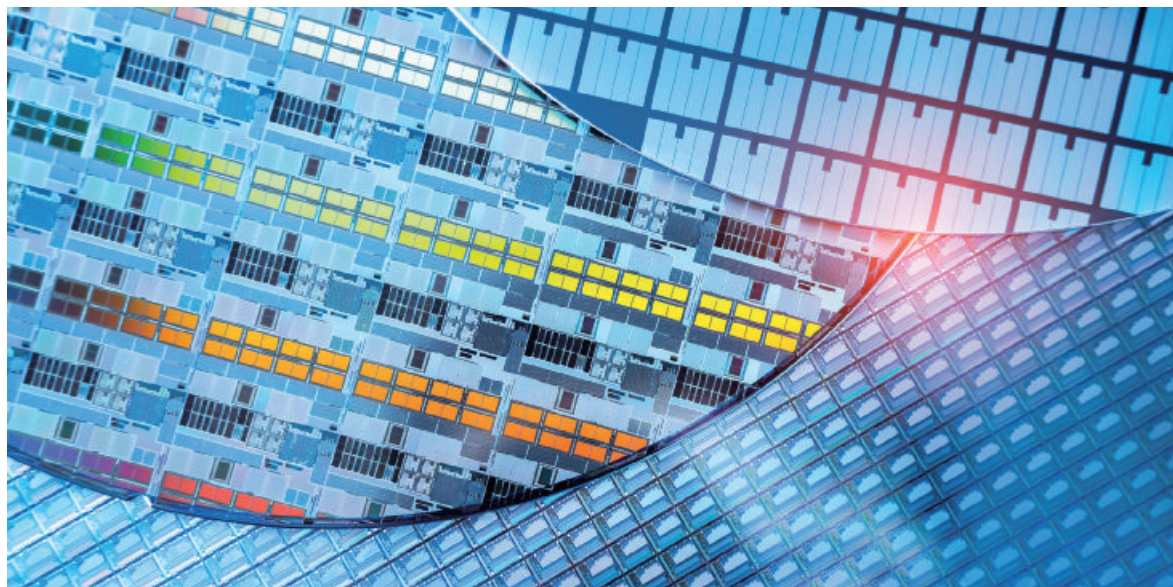
下一個世代的AI潮流，即是AI 2.0大語言模型及多模態AI，運用大模型來解決語言、影像、視訊問題，需要超級電腦和大量平行運算，結合一路走來的大語言模型技術以文生文，以文生圖，甚至以文生成影片。

論壇多角化視野

勾勒AI 2.0未來藍圖

見證「台灣智慧雲端」（TWSC）開發的「台灣杉二號」可以成功微調BLOOM大型語言模型，可以肯定的是，「多模態基礎模型」正在一步步成形，想見AI未來發展前景。Irina期待公部門大規模投入演算資源，建立開源AI的基礎模型，落地學術研究、社會公眾等應用領域。

Irina一再鼓勵開放原始碼共享，面對未來全新的AI新時代，實際上不只有技術屏障，更大的挑戰在於，人類社會與科技倫理的認知，亟需跨域合作解決資安疑慮。



半導體製造創新： 提升功率與效率

依據《經濟學人（The Economist）》的報導：對內，台灣半導體產業貢獻了15%的GDP，教育部甚至在高中推動半導體課程；對外，產出了全球60%的晶片，甚至產出了90%的先進晶片（Advanced chip），讓「半導體」儼然成為台灣在國際間的代名詞。近年來，「第三代半導體」更是成為國際間發展的重要目標。要了解「第三代半導體」，得從「半導體」開始了解。

撰文／許世穎 圖片提供／Shutterstock

金屬這種會導電的材料，稱為「導體（Conductor）」，而橡膠這種不會導電的材料，則稱為「絕緣體」。然而，有這麼一種材料，熱的時候導電效果好，冷的時候則導電效果差。這種材料不算導體也不算絕緣體，導電效果又介於這兩者之間，並會受到外界溫度的影響，因此被

稱為「半導體（Semiconductor）」。

這些半導體材料若摻雜一些不同的原料，並且經過適當的組合以後，就可以製造出「電子元件」，能藉由外界給的電來控制它們的導電效果。可以用電燈開關來想像這些元件，電燈開關是利用手來控制電燈有沒有通電，而電晶體則利用另外給

的電來控制，如此一來就能做到「用電控制電」的效果。

若再更進一步把一堆電子元件放在一塊小小的板子上，並且由特殊的方法刻上設計好的電路，就成為了我們所說的「積體電路（Integrated Circuit, IC）」，又被稱為「晶片（Chip）」。每片晶片有著自己的功能，電器裡面往往有著數量不等的晶片，就連一台遙控器玩具車，裡面也有著控制馬達的晶片，以及負責無線通訊的晶片。在這個離不開電器的時代，半導體晶片已成為生活中不可或缺的一部分。

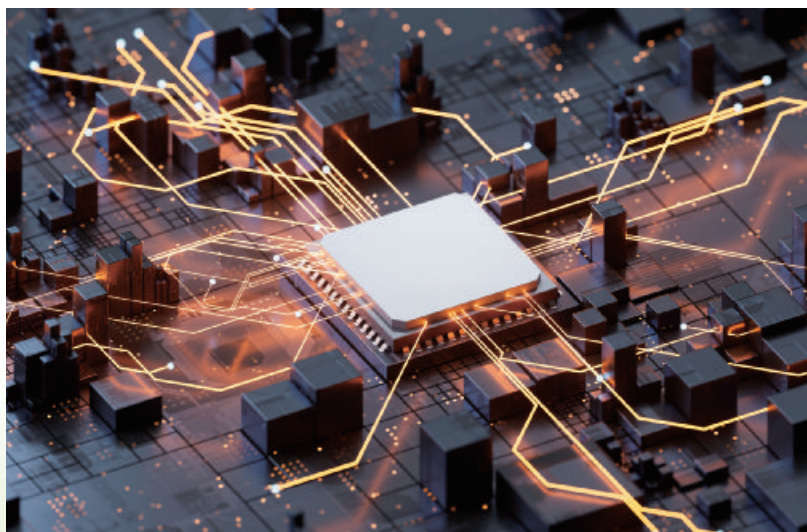
半導體的材料發展

早期的半導體晶片都是以單一元素為材料。最早成熟的半導體晶片的原料是「矽（Si）」元素，直到現在，「矽」做出來的半導體晶片仍占多數，後來人們發現，多元素組合成的「化合物」也能作為半導體，又稱為「化合物半導體」。化合

物半導體的出現具有劃時代的意義，就像是球賽單打和雙打一樣，單打就看單一球員的實力，而雙打則多了更多的變化，人們開始將更多元素組合起來，測試各種化合物作為半導體材料的可能性與特性。

最早大規模生產的半導體材料是「矽」、「鍺（Ge）」等這些單一元素，因此又被稱為「第一代半導體」；後來出現的「砷化鎵（GaAs）」、「磷化銦（InP）」等則被稱為「第二代半導體」；由於這些材料各自有適合使用的領域，因此也有些時候偏好以「第一類」、「第二類」半導體來稱呼。

後來，「第三代（類）半導體」出現了，代表性的材料為「碳化矽（SiC）」與「氮化鎵（GaN）」。第三代半導體是當今國際半導體研究的熱門材料，其主要應用在能源相關的領域。根據市場分析研究機構「集邦科技（TrendForce）」的預估，第三代半導體在能源方面的市場規模，將從2021年



把一堆電晶體及其他電子元件等放在一塊小小的晶圓上，並藉由特殊的方法將設計好的電路刻在板子上，就成了我們所說的「積體電路」。

的9.8億美元增長到2025年的47.1億美元，年增長率 (CAGR) 達到 48%！

第三代半導體：新時代、新能源

為什麼第三代半導體能獲得如此的青睞？其原因就出在這些材料的特性上。

「碳化矽」與「氮化鎵」做出來的半導體擁有比較寬的「能隙 (Band Gap)」，因此又被稱為「寬能隙半導體 (Wide-bandgap semiconductor, WBGS)」。

「寬能隙」有什麼好處？要知道，當我們對半導體通以較高的電壓時，是有可能把半導體燒壞的，而「寬能隙」的特色，則讓這些半導體得以耐受更高的電壓。在能耐受高電壓的基礎之上，寬能隙半導體還具有耐高溫、低耗能的效果，而這正好完美符合現在的全球共識。

由於氣候變遷等議題逐漸受到重視，「節能減碳」、「淨零碳排」等已成為全球共識，如何更加妥善地運用能源成為重要的課題，而電動車更是在這樣的環境下蓬勃發展。電動車是利用電能來控制車輛，由於涉及電的控制，半導體自然是重要的關鍵。無論是涉及電能的（更加省電、充電更快等），還是希望電動車擁有更多功能（輔助駕駛、自動駕駛、串接物聯網、人工智慧等），這些都需要各式各樣的半導體晶片才有可能做到，而能承受高電壓，耗能又低的第三代半導體就成為了關鍵。

經濟研究院在2023年的專論中指出，相較於第一代半導體完善供應鏈，台灣在第三代半導體目前以製造端較強，而積體

電路設計、半導體封裝及測試等環節較弱，為了持續掌握台灣在國際半導體產業的話語權，需要更多的產、官、學的投入。

SEMICON Taiwan 2023的技術節錄

2023年在台灣所舉辦的「SEMICON Taiwan 國際半導體展」中，數位講者就發表了關於第三代半導體技術的討論，紛紛提到了第三代半導體在電動車的重要性，以及其單位所進行的研究，包括3D感測、車輛開發等。

除了電動車以外，來自Beneq公司的Patrick Rabinzohn博士介紹到利用「原子層沉積 Atomic Layer Deposition, ALD)」技術來製作碳化矽電晶體（精確來說，為SiC MOSFET）的技術，「原子層沉積」的意思是：在製作品片時，一次一層原子墊上去，有點像麵包和千層派的差別，藉由這樣一層一層的精密控制，就能夠提升此種碳化矽電晶體的性能與壽命。

來自牛津儀器 (Oxford Instruments) 的Ian Wright則介紹了「電漿拋光 (Plasma Polishing)」技術，又稱為「等離子拋光」，這是一種藉由電漿來將表面變得光滑的技術，過去經常用於金屬表面，而講者則講述將其用在拋光碳化矽表面的技術，以「穩定、環保、有效益」來強調這種技術對於碳化矽半導體製程中的重要潛力。

目前對於第三代半導體的量產，全球都還在摸索階段。藉由SEMICON Taiwan 國際半導體展的交流，使台灣在第三代半導體上的發展能夠持續與國際鏈結。



未來交通： 半導體如何改變電動車

在全球節能減碳、淨零排碳趨勢下，電動車（Electric Vehicle, EV）的發展成為主流。依照市場調查公司「Fortune Business Insights」2024年所發表的報告《電動車市場》，2023年電動車的市場規模已經突破了5,000億美元，而接下來成長率平均將以13.8%持續成長。

撰文／許世穎 圖片提供／Shutterstock

電動車以電力來控制車輛，有電力控制的地方就需要半導體。因此，電動車用的半導體也跟著水漲船高。依據市場研究公司「Research and Markets」2022年所出版的《全球電動車用半導體的成長機會》報告，2021年的電動車用半導體的全球市場規模在近5年以平均每年約30%的幅度成長，比電動車還要高！

這個成長幅度一方面奠基於電動車的發展趨勢。但另一方面也歸功於「電動車用半導體」本身的發展與重要性。要討論半導體與電動車的關聯，可以從2個層面下去著手：「功能」與「電能」！

愈聰明的車，愈多的半導體！

半導體其中一項深入電動車的發展的

地方在於「輔助駕駛」，與之相對應的系統被稱為「先進駕駛輔助系統（Advanced driver-assistance system, ADAS）」。可以大致分為幾個步驟：先是感測外部的環境，接著要處理數據，最後要進行控制車輛。這一連串的步驟，都少不了半導體的參與。

單就「前面有障礙物，就自動緊急煞車」這個幾乎是最基本的功能來看：為了判斷前方有障礙物，至少要有個雷達感測晶片；為了處理數據，則需要個小型的處理器，可以想像成一台小型電腦；最後，還需要一個煞車控制單元來啟動煞車。所有的環節，都有半導體的存在。

更何況，要達到相當程度的「輔助駕駛」，甚至是「自動駕駛」，可遠遠不止有這個功能。感測器不能只有射頻晶片，還會需要光學元件、超音波元件。當需要分析的數據愈來愈多、愈來愈複雜，裡面的小電腦也必須隨之升級。要控制的部分也不會只有煞車，至少還包含了引擎、傳動系統、懸吊系統等數十個部分。

還沒結束！這些都還只是「輔助駕駛」的部分功能而已，如果想要更加多元的功能，（如：車主靠近自動開車門），甚至是串接物聯網（如：快到家時自動開開啟家中冷氣）、增加智慧型功能（如：預測乘客心情自動選音樂）等，那麼其中需要的半導體晶片、元件等也會更多、更複雜！少了這些半導體晶片，那麼電動車就只不過是換個動力來源而已。

總之，用一句話來總結：愈聰明的車，愈多的半導體！

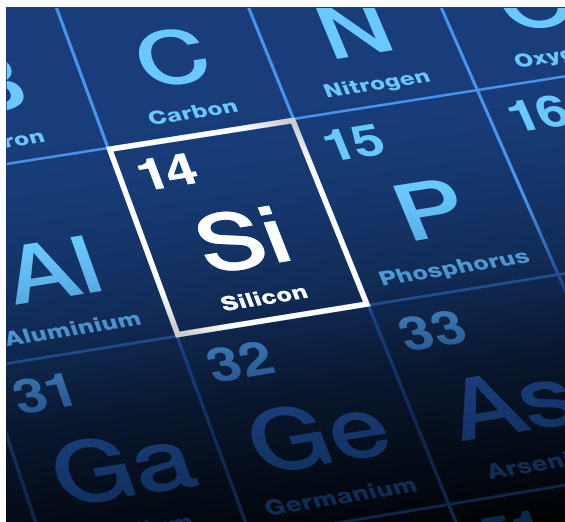
愈省電的車，愈好的半導體！

電動車是以電力為動力來源，儲存動力的方式不是石油，而是電池。電池一直是電動車相當關鍵的部分，如同我們的手機一樣，續航力是相當重要的指標。不過，手機用到一半如果真的沒電了，還可以拿條線隨意找個插座充電，電動車要是開到一半沒電就只能用推的啦！因此，除了增加電池本身的儲電量以外，另外一個可以努力的方向，就是用更妥善的方法來管理電池。

電動車內管理電池的系統稱為「電池管理系統（Battery Management System, BMS）」。除了要記錄好電池本身的各種資訊（充電量、使用量、溫度、循環次數等）以外，還需要控制電池的溫度，讓電池在更安全的環境下運行。甚至得在緊急狀況發生時做好斷電、應變的準備。這些都是半導體所能夠應用的地方。

除了妥善管理電池以外，充電的速度也很重要。汽車如果沒油了，去加油站一趟加個油，可以在數分鐘內完成。但是電池不一定有辦法用幾分鐘就充好電，光是一隻小小的手機有時候都要充個數十分鐘。即便現在電池可以儲存的電已經有一定水準，但要快速的充電仍舊是相當困難的事情。

有些機動性高的電動機車（如：Gogoro）選擇另闢蹊徑，設立電池交換站，讓使用者直接拿沒電的電池交換充好電的電池。這個做法與以前的手機可以自己更換電池相仿，然而，隨著手機功能愈來愈複雜，也為了安全性，現在的手機大



電動車目前研究發展的主流為「氮化鎵」與「碳化矽」2種材料，能承受更高的電壓，更高的溫度，耗損的能量更少。

多以直接充電為原則，只有在電池壽命耗盡時才更換電池。

電動汽車的功能更複雜，所需要的電池更多，而且還非常重，非常危險，不太容易像電動機車一樣直接換電池！在不以交換電池為主要手段的基礎上，如何快速充電也成為了電動車的發展重點，而涉及到電力控制的技術，自然又是半導體的主場。

「氮化鎵」與「碳化矽」： 電動車用半導體的未來

使用筆電時，插在插座上的轉接頭會發燙。使用手機時，手機有時候也會發燙。這些「發燙」往往意味著「電能」沒有被妥善的運用，而是轉換成了熱能逸散掉。電能轉換的效率愈好，意味著浪費掉的電愈少。電動車主要的動力來源就是電能，因此對電動車而言，電能轉換效率格外重要。轉換效率愈好，代表一台電動車愈省

電。換成油車概念的話，就是愈省油。

而提升電能轉換效率的關鍵，就是半導體的「材料」！

一般製作半導體晶片的材料為「矽（Si）」元素，用其做出來的半導體也被稱為「第一代（類）半導體」。「矽」並不是唯一能作為半導體的材料，但卻是目前技術最純熟、發展最廣泛的材料。不過，雖然「矽」晶片目前尚足以應付大多的需求，但如果想要擁有更突破性的發展，則可能要更換原料，設法跨越一些物理性質上的限制。

以電動車而言，目前研究發展的主流為「氮化鎵」與「碳化矽」2種材料，這2種材料所製作出來的半導體稱為「寬能隙半導體（Wide-bandgap semiconductor, WBGS）」，又被稱為「第三代（類）半導體」。「寬能隙」的半導體能承受更高的電壓，更高的溫度，耗損的能量更少，能量轉換效率更好！因此，前文所提及的眾多發展目標，都與「氮化鎵」與「碳化矽」半導體的技術有關！當然，這些寬能隙半導體不是只能用在電能轉換而已。移植到電動車裡面，也有助於電動車更加省電。

無論從「電能」還是「功能」來看，半導體對電動車的未來發展都息息相關，許多關鍵技術都與第三代半導體有關。鴻海研究院半導體研究所致力於次世代化合物半導體研究，主要研究方向涵蓋第三代半導體、功率元件和前瞻奈米光學技術，所舉辦的「SEMICON Taiwan 2023」國際半導體展中，許多國際廠商皆聚焦在電動車的發展，由此可見其潛力。

Hon Hai Research Institute
2023 YearBook

The bottom half of the page features a dynamic and colorful abstract graphic. It consists of numerous horizontal lines and brush strokes in various colors, including shades of blue, green, orange, red, and pink. These elements are layered and overlap, creating a sense of movement and depth. The colors are vibrant and contrast well with the light blue background.