

國立清華大學玉山學者北森武彥： 勇於夢想尚未存在的技術 從東京到臺灣打造 微流體的創新落地實踐

■ 採訪撰稿／許嘉寶、高曼芸

教育部自107年度開始推動「教育部補助大專校院延攬國際頂尖人才計畫」（簡稱玉山學者計畫），以補助各大專校院延攬國際頂尖人才，提升我國高等教育之競爭力及國際影響力。本期評鑑雙月刊邀請國立清華大學（簡稱清華）玉山學者北森武彥榮譽講座教授，分享其如何與清華合作，打造國際化的產學合作研發團隊，推動微流體技術的落地應用與桌上型化學工廠系統的建置及量產。



▲北森武彥教授。（清華提供）

北森武彥教授於1980年獲得東京大學純粹與應用科學系的學士學位，於1989年獲得工學博士學位。他曾在日立製作所（簡稱日立）擔任核能工程師，於1989年就職於東京大學，並將研究領域轉為分析化學，成為開創微流體研究領域的學者之一。在擔任東京大學工學院院長後被任命為副校長，負責整個大學的國際化。自2020年起，北森教授由臺灣教育部任命為玉山學者，並由清華動力機械學系新聘、奈米工程與微系統研究所合聘；自2023年起亦兼任神奈川縣立產業技術綜合研究所（KISTEC）所長。

北森教授是微流體技術的先驅者之一，他目前的研究興趣包括微流體和奈米流體、以及微流體系統的大規模平行化工程。北森教授發表期刊論文300餘篇，著書章節50餘篇，曾獲瑞士化學學會Simon-Widmer獎和兩次IBM學術獎等多項榮譽，並榮膺瑞典皇家科學院（Royal Swedish Academy of Sciences）國際院士、隆德大學（Lund University）名譽博士。

問：請簡單介紹您的學術歷程，您來臺灣擔任玉山學者的契機是？

答：我的學術歷程很不尋常，物理學背景出身，後來卻成為化學領域的教授，還曾在日立擔任核能工程師將近十年。核能工程本質上以物理學為根基，而我後來透過雷射光譜分析化學作為橋梁轉型投入的微流體技術研究，更是橫跨應用化學與機械工程的跨學科領域。

2018年，清華的曾繁根教授邀請我參與他在高雄主持的一場大型國際研討會（國際化學與生命科學微型系統會議）。在會議上，他向我提到玉山學者計畫，並邀請我到清華擔任玉山學者。當時，我原本計畫在2、3年內，也就是我65歲時退休，但我認為這是一個難得的機會，讓我可以再在研發生涯的最後階段挑戰自我。

北森教授眼中的臺灣競爭力： 從創新生態系到臺日互補優勢

臺灣在全球創新排名中表現亮眼——根據瑞士洛桑國際管理發展學院（International Institute for Management Development, IMD）公布的「2025年IMD世界競爭力年報」，臺灣排名第6，在亞洲國家中名列前茅；在世界經濟論壇（World Economic Forum）「2019年全球競爭力報告」的創新能力項目中，更高居全球第4、亞洲第1，與美國、瑞典和瑞士等國家並駕齊驅——這是吸引我來臺一試的首要契機。我希望能在臺灣實踐我擔任東京大學工學院院長及副校長時體悟出的「封閉－開放式創新（Close-Open Innovation）」模式，將我在東京大學期間所研發的技術真正落地實現。因此，我在2020年來到臺灣，並致力於推動微流體技術的實際應用。

在研發領域，資源非常重要，而資源不外乎兩種：資金與人才。臺灣之所以能在創新上屢創佳

績，我認為關鍵在於擁有極為豐沛的創新生態系（innovation ecosystem），其中最核心的驅動力，便是人才的高度流動性。

臺灣人在企業與企業之間、學界與產業之間的流動十分自由，鮮少有人將一生的職涯綁定於單一機構或企業。正因如此，當人們發現新的可能性與發展契機，便能毫無包袱地跨域移動、勇於嘗試。這樣的思維方式造就了臺灣人靈活變通的心態與多元豐富的視野，而這種靈活性、多元性及人才流動性，是推動臺灣創新最重要且最強大的引擎。資金固然不可或缺，但光有資金無法促成行動，真正讓創新得以實現的，還得是人。

最後，我認為臺日合作能形成很好的互補關係。臺灣擅長創新與知識的增值（valorization），善於將技術轉化為實際的商業成果；日本則在基礎科學研究上深厚紮實，孕育出眾多理工及生物醫學領域的諾貝爾獎得主，卻相對不擅長將研究成果推向創新應用。40年前，日本的半導體研發曾獨步全球，但如今台積電不但在半導體的技術獨步，且在商業發展方面取得成功，並赴日擴展布局，正是臺日互補關係的典型案例。

透過「封閉－開放式創新」 凝聚共同目標、共享研發成果

問：請您簡單說明「封閉－開放式創新」模式的發展緣起，以及這套模式能為科學技術發展帶來哪些助益？

答：「封閉－開放式創新」的概念來自全球工學院院長論壇（Deans' Forum）。該論壇的創立緣起於2010年，當時我擔任東京大學工學院院長，與IBM華生研究中心（Thomas J. Watson Research Center）的時任科技副總裁陳自強博士就工程學科所能承擔的複雜社會課題以及扮演的關鍵角色展開深度對話，進而萌生了建立跨國頂

尖學府聯盟的構想。論壇自2011年於東京舉辦首屆以來，陸續在紐約、柏克萊、劍橋、蘇黎世、斯德哥爾摩和巴黎等地輪流舉行。

在這個全球頂尖工學院匯聚的論壇上，我們針對工學院共同面臨的教育、研究及管理議題進行深入討論，其中「產學合作與創新」是最核心的關鍵課題。經過5、6年的研議探討，我們發展出一種全新的「封閉－開放式創新」產學合作模式。

產學合作的模式可分為五個層次。第一種是需求與技術種子媒合（Needs-Seeds Matching），由企業研究人員提出需求，大學教授提供技術種子，雙方進行點對點的配對合作，是最基本也最普遍的產學合作形式。第二種是解決方案導向型，由大學層級的解決中心對應企業部門的需求，將大學的技術能量回饋社會。第三種是聯盟協作型（consortium），由政府主導建立聯盟平台，匯聚多所大學與多家企業，共同分享技術與知識，常見於應對社會性問題的政府主導計畫。第四種是開放式創新（open innovation），以技術共享為核心，各方參與者在平台上交流技術與知識，但各自目標不同、方向分散，缺乏明確的共同目標，因此雖有助於技術擴散，卻難以直接銜接產業實際落地應用。而第五種，也就是我們提出的「封閉－開放式創新」，則是一種研發共同體的模式。其核心在於：由企業在大學校園內或校外設立專屬研發中心，或由大學建立校園研發中心並邀請企業人員進駐，使來自各大學與企業的研究人員及研發團隊在同一場域中緊密協作。這套模式的重大特色在於目標極為具體明確，例如半導體生產線的開發、桌上型化學工廠系統的建置等，所有參與者共享同一個目標，形成高度聚焦的封閉性合作社群，僅對具有共同利益的關係人

開放，而非對外全面公開。一旦合作成功，所有參與方皆能共享成果與利益，真正實現產學共榮。

促成臺日產學研合作 打造國際化人才團隊

問：您如何與清華的團隊合作？又如何帶領團隊與企業協作或進行跨國研發？

答：來到清華擔任玉山學者後，我引薦來自東京大學的森川響二郎教授擔任專任助理教授，並促成微機電系統領域的知名學者藤田博之教授以玉山榮譽講座教授的身份加入清華。同時，我也協助清華與東京大學簽訂校級合作備忘錄，並將我在東京大學開發的玻璃奈米製程設備捐贈給清華。

在奠定硬體基礎後，日本知名化工企業Daicel Corporation（簡稱Daicel）積極投入，與清華共同成立「Daicel－清華產學聯合研究中心」，攜手開發「桌上型化學工廠之大型微流體系統」。Daicel在5年內投入高達4億5千萬日幣的研究經費，並設立清華博士生獎學金，每年擇優選拔3名學生，每人獲得新臺幣50萬元獎學金，且無任何附帶義務。後來，日本新川電機（SHINKAWA）、KISTEC也加入合作陣營，進一步擴大了產學聯盟的規模與能量。

為將產學合作落實為具體的研發成果，2021年我在臺灣成立了新創公司IMT Taiwan。這是我繼2001年在東京大學創立衍生企業之後，再度以大學衍生公司（university spin-off）的形式推動技術商業化。Daicel位於臺灣的新創公司大賽璐微光學股份有限公司（Daicel Micro Optics Co., Ltd.）也是這個研發生態系的重要一員，所有臺日關鍵合作夥伴匯聚於清華大學育成中心，共同構成高度整合的封閉－開放式創新場域。



◀世界第一座桌上型化學工廠於IMT Taiwan成立後僅10個月內（2021年）完成建置。（清華提供）

這項計畫的目標是在5年內將桌上型化學工廠推向真正的工業量產。這在日本通常需要10年以上，可謂不可能的任務。然而，臺灣優秀的工程師團隊發揮他們的創新能量，僅僅10個月便完成試驗系統的組裝與建置，令人刮目相看，也印證了我當初決定來臺設立聯合研發中心的判斷是正確的。

2026年5月，IMT Taiwan終於成功簽訂銷售合約，完成出口、安裝，並通過功能性高分子生產用真實微流體桌上型化學工廠在日本Daicel化工廠的試運轉驗收，這是第一個五年計畫的最終目標，也標誌著我們與Daicel合作第一階段的圓滿完成。在此基礎上，我們將邁入第二階段，把應用版圖拓展至半導體材料、美妝、食品、農業、製藥等多元產業領域。我會持續整合臺灣的力量與資源，因為這段歷程已充分證明了「封閉－開放式創新」概念的可行性。

在團隊架構上，產學聯合研究中心由我擔任整體主任，陳致真教授擔任共同主任，下設諮詢核心與執行核心兩大運作體系，藤田博之教授等多位跨領域學者共同督導，形成跨國、跨領域的指導陣容。5年來共有逾80名學生參與計畫，涵蓋

微流體機構、感測器、模擬器，以及精密元件溫度控制等基礎技術領域。我們每週開會，整合各研究群組的進度，促進大學與IMT Taiwan之間的知識流通與即時協作。許多原本毫無微流體經驗的年輕工程師，在我們的指導下從基礎學起，如今已能獨立執行專案、開發產品。

我們的團隊非常國際化，計畫成員除了臺灣的學生和工程師外，還包括來自瑞典隆德大學的博士後研究員、東京大學的博士生與助理教授，以及曾任職台積電、後來加入並攻讀清華博士的工程師。計畫結束後，多位優秀學生更分別前往瑞典、芬蘭、美國及日本攻讀博士，讓團隊的觸角延伸至世界各個角落。

改變產業、走入生活 共創微流體技術的跨世代想像

問：請簡短說明您的研究計畫「桌上型化學工廠之大型微流體系統」可能對人們的日常生活帶來哪些影響？

答：這項研究的貢獻可從產業與社會兩個層面來談。就產業面而言，桌上型化學工廠是一種全新型態的化學生產系統，能大幅減少二氧化碳排

放與化學廢棄物，同時實現節能與空間的高效利用，更能顯著提升化學產品的生產品質。因此，Daicel董事長小河義美認為這項技術是決定先進國家化學工業能否永續發展的關鍵技術之一。它的應用範疇也不僅限於化學工業，舉凡製藥、美妝、食品等所有涉及化學製程的產業，都能導入這套系統。我們希望未來能將應用版圖持續擴展，惠及更多產業領域。在產業與學術實驗室中，研發流程同樣能透過微型化而獲益，在時間、能源、空間及廢棄物減量等方面取得相同的優勢，並藉由大規模並行化技術，大幅縮短從實驗室到量產的放大週期。展望不遠的未來，AI分子設計與數值化工廠設計將日趨成熟並成為主流，而我們的微流體技術也將能從實體實驗和生產端，與這股虛擬化的技術浪潮緊密接軌、相互呼應。簡而言之，這將是一條連結實驗室與工廠的高速公路。

從社會層面來看，我想借用一個類比來說明：1946年，世界上第一台通用電子電腦問世時，沒有人能預見半個多世紀後，電腦會演變成現代人生活不可或缺的筆記型電腦，乃至於人手一支的智慧型手機。微流體系統的發展或許也將循著相似的軌跡。在遙遠的未來，這套系統可能高度整合、微型化，進而走入每個人的日常生活。

那會是什麼樣的世界？也許是在家中合成食物、在家中診斷疾病、在家中客製化生產專屬藥物；也許是從分子設計、藥物開發到合成治療，所有環節都能整合於一套個人化的化學系統之中。這是我最大的夢想。或許有生之年我無法親眼見證那一天的到來，但我深信，年輕的世代終將開拓出這條道路。正因如此，我衷心鼓勵年輕人勇於去夢想、去挑戰那些尚未存在的技術。

問：您在玉山學者計畫中有遇到任何挑戰嗎？如何克服這些挑戰？計畫對於清華現在及未來的影響為何？

答：我認為玉山學者計畫是一套很好的機制，能夠將世界各地的頂尖人才引進臺灣。我個人的經驗相當幸運，雖然我不懂中文，但陳致真教授以及助理Key、Sunny和Anna等許多人在行政事務與生活方面鼎力相助，讓我得以無後顧之憂地專注於研究。與此同時，Daicel的產學合作計畫也恰好在同一時間落腳臺灣，加上奈米工程與微系統研究所、動力機械工程學系及清華校方的傾力協助，讓組織、人才及經費三個關鍵要素水到渠成，而這些要素，正是玉山學者得以發揮實質影響力的重要基礎。我由衷地感謝所有給予支持與協助的夥伴。

強化資源配套與策略整合 走進實驗室與產業現場

然而，我也想分享一些個人的觀察與建議。目前每年獲邀的國際玉山學者名額相當有限。這些學者在各自原屬機構已累積豐碩的研究成果，但來臺之後能否進一步有所作為，關鍵往往取決於研發資源的充備與否。就我的案例而言，計畫的目標是推動技術的產業化落地，而清華與Daicel適時提供了必要的研發條件，我才得以順利推進。因此，我建議在延攬玉山學者的同時，應從一開始就為其規劃相應的研發資源，而非僅止於邀請學者來臺授課。來臺教學固然重要，但若臺灣期待玉山學者能帶來更具體的產出與貢獻，充足的研發支持是不可或缺的條件。

此外，我也建議將計畫與各校的發展策略更緊密地結合。舉例而言，若一所大學希望發展太空與航太技術，便可在延攬玉山學者時，明確設定以此為共同目標，並將具體的研究方向與所



▲北森教授與IMT Taiwan團隊合影。(清華提供)

需資源整合為完整的配套方案。如此一來，玉山學者計畫方能真正與大學及政府的策略目標相輔相成，為臺灣高等教育注入更深遠的發展動能。

問：您對臺灣追求卓越的年輕學生、教師和大學有何建議？

答：我想再次對年輕學生說，要有野心，勇於立志，不要只是追隨流行的方向。要敢於挑戰，讓不可能成為可能，讓未知成為已知。

之所以這樣說，是因為我觀察到臺灣學生非常認真、踏實，對於學習很有熱忱。但以清華這樣的研究型大學而言，我認為研究所教育的核心不只是知識的傳授，更應是研究能力的扎實訓練。然而相較於東京大學及日本其他頂尖學府，臺灣頂尖大學的課堂時數偏多，真正投入研究與實驗的時間相對不足。東京大學的學生待在實驗室的時間，幾乎是臺灣學生的兩倍。我期許臺灣的研究生能多走進實驗室，與指導教授及同儕深度討論、親自動手做實驗，在研究中逐漸養成紮實的學術能力。這種「挑戰沒有標準答案之問題」的訓練，對於未來投身產業或其他領域，同樣不可

或缺。

對於教師，我也有一點建議。許多教師雖有海外學術經歷，對於國際學術環境有一定的認識，但視野往往仍局限於學術圈內。若有機會接觸產業、了解業界的實際需求與運作方式，相信將能為教學與研究帶來更寬廣的視角、更豐富的養分。

最後，我想補充一點。眼前的臺灣，讓我想起當年在東京大學擔任工學院院長及副校長時所面臨的相似困境——少子女化與人才外流。我衷心呼籲，請珍惜並留住臺灣優秀的年輕人才，透過更精實、更有效率的博士課程培育他們。這些年輕人非常優秀，很快便能成為支撐臺灣學術、產業及社會發展的中堅力量。在當今全球化的時代，出國歷練的機會隨時都在，不必急於一時；但紮根臺灣、深耕培育，才是當下最重要的事。另一方面，臺灣在國際化與鼓勵新創方面日益開放成熟，也會讓臺灣的大學在延攬海外優秀人才時更具優勢。無論身處哪個科技領域，包括AI在內，人才始終是最核心、最不可取代的根本資源。📍