



半生產業研發 半生杏壇芬芳 中央研究院第一位材料領域院士



平衡
身、心平衡
感情、學業平衡
健康、事業平衡

杜經寧 K.N. Tu

中央研究院院士
國立交通大學特聘講座教授

學歷：

美國哈佛大學應用物理博士

經歷：

IBM華生研究中心研究員、薄膜部門二級主管、材料科學部門三級主管

英國劍橋大學訪問學者

美國康乃爾大學材料系客座教授

美國加州大學洛杉磯分校材料科學與工程學系教授、系主任

榮譽：

IEEE CPMT Award (2017) (with Prof. P. S. Ho)

John Bardeen Award from EMPMD/TMS (2013)

TMS EMPMD Distinguished Scientist Award (2007)

中央研究院院士 (2002)

美國高級科學家Humboldt研究獎 (1996)

英國丘吉爾學院Overseas Fellow (1990)

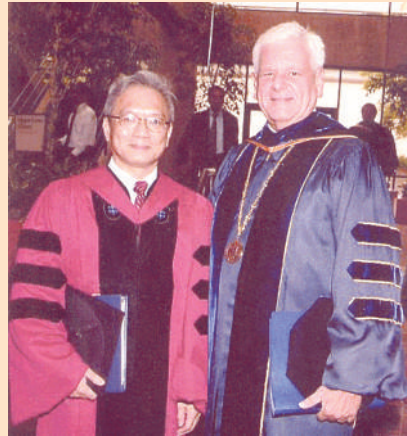
美國冶金協會 (TMS) Fellow、應用實踐獎 (1988)

美國材料研究學會主席 (1981)、Fellow (2010)

美國物理學會Fellow (1981)



MRS Von Hippel 頒獎 (左起：委員會主席 Dr. J. M. Poate、杜經寧、獲獎者 J. W. Mayer 教授；1981)



與加州大學洛杉磯分校 Albert Knesale 校長合影 (2004)



任職於 IBM 時期留影

一頭銀絲白髮，加上爽朗不拘的笑容，杜經寧院士給人充滿活力卻又如沐春風的感受。這位曾在人人嚮往的 IBM 華生研究中心工作長達 25 年，又轉換跑道至加州大學洛杉磯分校 UCLA 執教鞭 23 年的材料界巨擘，有著紮實豐沛的產業經驗，更將此進一步轉化，孕育無數英才。2002 年，杜經寧獲選為中央研究院院士，是首位出自材料界的院士。

轉系 轉而成就材料界大師

很有趣的，杜經寧進入台灣大學時，就讀的是機械工程系，而非材料相關科系。1960 年台大畢業後，他以優異成績拿到美國布朗大學獎學金，準備展開赴美深造的新人生。

當時正值冷戰年代，美國、蘇俄兩大陣營如火如荼的展開太空競賽，互不相讓，帶動了人才需求，機械工程、航太科學是極為熱門的科系，因此，杜經寧計畫到美國攻讀流體力學。誰知人算不如天算，在進入布朗大學就讀的第二年，學校的流體力學、固體力學教授竟因意見不合，5 位教授先後離開，陷入沒有老師授課的窘境。

突如其來的狀況，讓杜經寧陷入「回台灣，還是留下來繼續奮鬥」的掙扎。在因緣際會之下，認識了同為台大畢業、至布朗大學進修的陳鶴壽。

陳鶴壽鼓勵他「材料與民生息息相關，不如也來念材料吧！」；再加上當時一起去美國念書的中研院院士、國際著名材料科學家劉錦川，也是選擇念材料科學與工程，讓杜院士改變心意，轉系攻讀材料，取得布朗大學碩士學位後，再轉赴哈佛大學攻讀應用物理博士學位。

回首過往，杜經寧認為年輕時的轉系，是成就人生的轉機，攻讀材料系是一個正確的抉擇！

IBM 巨人肩膀上的視野

甫拿到哈佛大學博士學位，杜經寧立刻獲得兩個工作機會，卻也陷入兩難的狀況。其中一個是聲名遠播、隸屬美國能源部的阿貢國家實驗室 (Argonne National Laboratory)，另外一個則是當時沒沒無聞，卻有同學大力推薦、前景無窮的 IBM。

當時阿貢國家實驗室主要從事的是原子能研究，然而杜經寧的父親卻認為與發展原子彈有關，便力勸他進入 IBM。這段插曲影響了杜經寧的一生，直到今天，他還是認為自己當初「又做了個正確的選擇！」。

IBM 在開始時，只是個沒沒無聞的小企業。歷經 1970 至 1980 年代的技術突飛猛進，逐漸展現一方之霸的氣勢，全力投入固體力學研究，重金打造當



杜經寧與他的著作



杜經寧著作：
三本材料領域英文教科書

代知名的兩大實驗室，另一為貝爾實驗室，進而成為電腦科技和IC晶片產業龍頭。

材料對IBM的影響有多大？杜經寧解釋，鋼鐵材料需求量大，必須以大量生產來因應。然而小小一片、指甲般大小的晶片，一旦電子訊號轉換成功，就可能上億元產值，兩者價值比例的懸殊不言而喻！晶片內的各個電晶體以銅線互相連接，長度高達10公里，如果無法克服銅線的電阻問題，儀器就等同報銷，而銅線的微結構與電阻特性息息相關，是材料科學的一環。由此可見，對於材料的瞭解與控制是產業高值化的基本功。

25年的IBM生涯，讓杜經寧累積豐富的產業經驗，同時升任主管，帶領70餘名員工，其中有40至50名具有博士學位。一個離鄉背井的台灣人，在美國頂尖企業管理來自全球的專業人士，杜經寧對這段經歷深感驕傲。在這段職涯中，IBM兩度贊助他至英國劍橋大學擔任訪問學者，每次為期1年，期間不但提供全薪，更將家眷、甚至於在美國使用的車輛都一併送至英國，顯示一流企業對於人才培育的重視程度。

讀書 對材料的格物致知

在杜經寧55歲時，加州大學洛杉磯分校（UCLA）邀請他任教，此時他做

出了人生中另一個重大的選擇，也就是離開IBM的光環，重返熟悉的學界。因為，材料研發的基礎在於理論，即使實驗做得再多，還是需要理論在背後支持。追根究柢，就是格物致知的精神。

當時投入電子材料領域研究的學者不多，傳統研究領域還是偏向重金屬，而半導體則是電機系的天下。在這個關頭，杜經寧覺得更需要有實際經驗的人進到學校培育人才，擴散產業知識並帶動材料領域發展。在這一動念之下，春風化雨的日子，一晃眼又過了1/4個世紀。

讀書，是杜經寧生命中最重要的一環，他也以做一名永遠的讀書人為期許，終生秉持著「讀書人心態」，即使忙碌於做研究、帶學生，仍要求自己天天持續不間斷讀書，因為唯有格物，方能致知。嚴謹治學的態度，帶領電子半導體材料領域多次突破，更足以為後繼表率。

回憶求學歷程，在物資缺乏的大學時代，生活非常克難，但不若今日有電視、網路、3C產品的干擾，更能夠一心單純向學。艱困的外部環境，鍛鍊出以自身力量克服困難的精神，一次次的挑戰，也未曾澆熄杜經寧對研究的熱情，以及享受研究的樂趣。

杜經寧有段現今物資相對豐盈的學子們很難想像與體會的經驗；台大早年在大四時可以選修「學士論文」課程，好學的杜經寧即拜師台大前校



全家福

長、中國材料科學學會首任理事長陸志鴻進行研究，鎖定的是當時發展迅速的鋁合金材料。這項研究必須分析鋁矽合金，但純鋁價格不菲，學生實在無法負擔，於是杜經寧與同學便常在下課後到衡陽街一帶撿拾菸盒，再將其中的防潮鋁箔紙洗淨、熔解成純鋁來完成研究。杜經寧談起這段往事猶津津樂道，也正因走過艱辛的路，回味起來倍感懷念。

當時完成的論文，至今仍保存在台大圖書館內。在研究結果的背後，有著時代刻劃的故事，刻苦向學、使命必達的研究精神，足為今日學子借鏡！

材料 啟動世界的力量

對於材料科技的未來發展，杜經寧認為是一片光明，而好的材料更具有無可取代的特性。人類自用火、製作工具，乃至於一波接一波的工業革命，材料都是驅動前進、跨越世代的力量。近日中國大陸宣布重金發展半導體產業，材料更是其中的關鍵，也印證了杜經寧的想法。

材料在未來產業的應用上，更是具有無窮的潛力。例如，將人工智慧 (AI) 與材料結合的「材料基因數位技術平台 (Materials Genome Initiative; MGI)」，即是受惠於電腦運算能力大幅提升的產物。昔日的材料開發往往須耗費大量的人力與原物料，以試誤法調整製程，從錯中學。而MGI將大數

據與材料開發結合，針對新材料的性質，先期挑選可能發展的選項，便能大幅降低新材料的開發時程。目前歐美已開始重金投入，中國大陸也急起直追，我國也將以此為努力方向。

材料的另一個舞台是AI與三維晶片 (3D IC) 的連結。很多企業人士認為AI是未來產業必備技術，卻又無從下手，甚至認為與材料並無關聯，因此擔憂材料科技將在這一波發展潮流中缺席。杜經寧對此有不同看法，他認為AI與材料開發息息相關。舉例來說，透過圖形處理器 (GPU) 搭配CPU執行大量計算，讓機器人進行深度學習與演算，開發一套影像辨識、偵測、解讀的系統，再以此為基礎，即有多元的應用；而材料科技在處理器、辨識感測器等眾多元件的開發製造上即扮演非常重要角色。

可以試著想像：醫院能藉由GPU行動裝置，透過X光等掃描設備，再與大數據結合，馬上就能診斷出病症，之後再交由醫生確認處置。在這當中，如果沒有各類先進材料支援，就難以完成上述的設備與檢測。

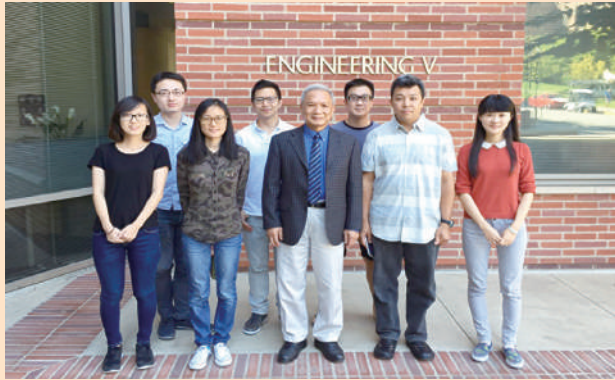
人才 萬變不離其宗

當今的產業研發工作，正有如明代思想家王陽明所論「知易行難」，研究人員即便有更多元的資訊與工具、更深入鑽研，即便理論都能瞭解，但實際研發卻難以開花結果。這樣的窘境，更凸顯人才的重要，能克服並解決問題者，才是推動材料向前的不變關鍵！

杜經寧認為，無論是智慧型手機、三維晶片 (3D IC) 等具競爭性、用人孔急的產業，或是中國大陸極力投入的半導體，對材料科系人才均有非常大的需求。他舉自身為例，2016年杜經寧決定退休那一年，送走了4個博士畢業生，當這些研究生轉入職場後，在業界都非常搶手，其中2位中國大陸的學生被Intel及Apple公司網羅，年薪高達18萬美元，是一般同學的1.5倍。

從這個例證中可以看出，產業界對於材料發展的重視，以及對相關人才價值的肯定。至於在學的學生應該紮好哪些馬步？如何才能脫穎而出呢？杜經寧認為：應從基礎科學下功夫；物理、化學、數學等學科要通徹，基本功紮實穩健後，其它的應用科學就可以很快觸類旁通，若再加上良好的英文能力，更是機會處處，不愁沒發展。

杜經寧在UCLA任教超過20年，接觸學生無數，他認為，與電機、物理、機械等學科相比，材料相關科系的學生有其無可取代的專長。無論科技發展如何迅速、向外擴展的速度如何驚人，最終仍將回歸到基礎層面，也就是材



與學生合影（2015）

料「微結構（Microstructure）」的分析與控制。即使材料種類多樣，但「萬變不離其宗」，其性能表現最後還是取決於能否控制材料微結構，值得有志投入材料研究者深思。

平衡 成就人生不敗基石

人生起起伏伏，並非永遠一帆風順。杜經寧一路走來看似順遂，但仍有兩大挫折，其一是突如其來的心臟問題，在2年的復原歷程中，讓他有所領悟，並興起回到台灣、將知識傳給這塊土地學子的念頭。

第二個挫折則是愛妻因癌症病逝，這讓鶼鶼情深的杜經寧陷入兩年的憂鬱深淵，一生熱愛的研究與教學都因此停擺。直到某日接到一通來自高通公司向他尋求協助的電話，才又重燃他對研究的熱忱，慢慢找回人生前進的一線曙光，因而重新投入研發工作並再創學術高峰。

行過人生風浪，在產業、學術各方面均有卓越貢獻的杜經寧送給學子「平衡」兩字的座右銘。如同材料科學講求的平衡，如無法追求平衡，性質就無法穩定。同樣地，人的身心也是如此，不管科技如何進步，如果身體與心靈無法達到平衡境界，一切都是空談。做人處事不需強求，無非就是取得



與學生合影（2010）

身心平衡；如果無法平衡，即使做大官、發大財，也不一定快樂。這是看似簡單，卻意境深遠的人生哲學。

杜經寧常提醒學生們，感情、學業要取得平衡，做學問千萬不能死讀書，也要「平衡」私人生活。他打趣說，理工科系很多男學生不會追女朋友，「實在很糟糕」，校園生活是發展感情的最好時機，一旦畢業進入職場，忙碌的生活更沒有機會成家立業，人生因此難免會失衡。這份苦口婆心的勉勵影響了許多學生，在他的個人網站上貼滿了學生的結婚照、全家福照，這是他在學術成就之外的另一個驕傲。

杜經寧自2015年起參與台積電的3年研發計畫，同時忙於寫書、指導學生。即便如此分身乏術，他仍維持每天讀書的習慣，汲汲於新知，因為前進是唯一不後退的方式，也是跟上時代脈動的唯一途徑。

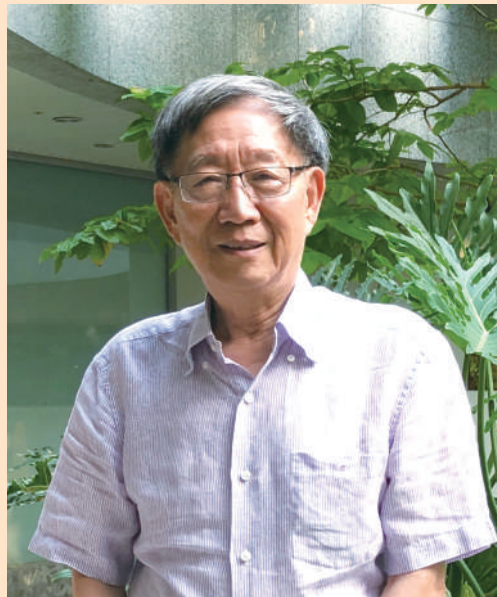
累積5百餘篇的論文發表，一生都以「讀書人」自勉，杜經寧將研究與教學視為終身職志。如此精進的人生，成就諸多先進材料的突破，並將這份珍貴的知識擴散於台灣土地之上。以文載道，希望新芽萌發，傳承芬芳！



Academic
學術界



專攻先進應用 發掘合金設計無限可能 劉錦川領航材料研發與革新



無論是做學問或過生活，
最好能先伸出手幫助別人，
這樣別人才可能在
你需要時盡力幫助你

劉錦川 C.T. Liu

中央研究院院士
國立臺灣大學材料系特聘講座教授
香港城市大學傑出教授

學歷：

美國布朗大學材料科學與工程學博士

經歷：

美國橡樹嶺國家實驗室資深研究院士

美國國家工程院院士

中國國家工程學院外籍院士

中央研究院院士

榮譽：

冶金材料期刊金質獎章

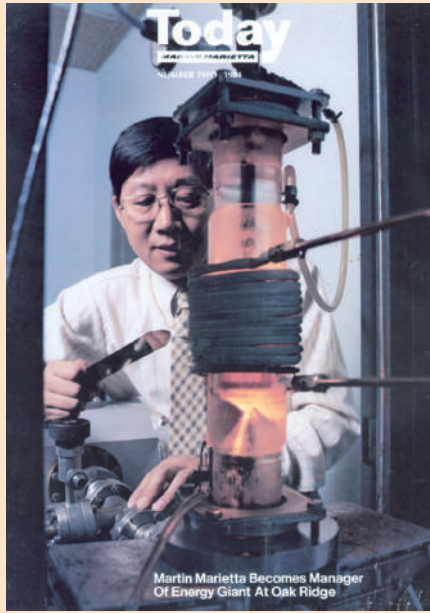
美國能源部勞倫斯獎—美國總統獎

布朗大學工學院傑出校友和金質獎章

國際貴金屬學會首屆亨利—阿爾博特獎

美國金屬學會院士會員

工業雜誌IR100發明競賽獎（4度獲獎）



年度科學家
Martin Marietta Energy Systems, Inc. (1984)



獲頒布朗大學工學院金質獎章 (1998)



獲頒NASA Group Achievement Award (1999)

2018年6月，美國總統川普宣佈將創建第六軍種「太空軍」，以延續並擴大美國在太空領域的領先地位及優勢。回顧過去數十年來所累積建立的太空霸業，背後不乏華裔科學家的卓越貢獻，而中央研究院院士劉錦川博士即是其中重要成員之一。

劉錦川，1967年從美國布朗大學材料系取得博士學位後，隨即進入橡樹嶺國家實驗室（Oak Ridge National Laboratory）工作。當時，適逢美國進行深空探測計畫，積極送太空船上天，他以關鍵材料的改良及創新，成功克服高溫能源材料安全等重大課題，協助美國太空計畫順利展開。多年的努力，讓劉錦川於1988年獲頒美國能源部勞倫斯紀念獎（E. O. Lawrence Memorial Award），此為美國總統獎，並由當時的美國能源部部長手中接下至高的榮譽與肯定。

細想在這些頂尖研究背後抱持的態度，劉錦川表示：「做研究沒有捷徑，就是仔細分析問題，找出解決方案，快速動手驗證。有些人做實驗要考慮很久，但我認為有解決方案就要馬上去做；實際去驗證，就能很快得到答案。很多事都來自簡單的道理，真正去面對它，就會發現並不如想像中的複雜。」

突破材料瓶頸 成功航向太空

1970年代的美國正熱衷於發展衛星和太空船，當時所使用的發電機是以

同位素發電，溫度可高達 $1,500^{\circ}\text{C}$ ，原本合金設計常用的鐵基、鎳基、鋳基等材料的熔點約在 $1,400^{\circ}\text{C}$ 左右，顯然無法滿足需求，亟需開發新的高溫材料。而且，除了耐高溫之外，抗氧化也是必要條件。

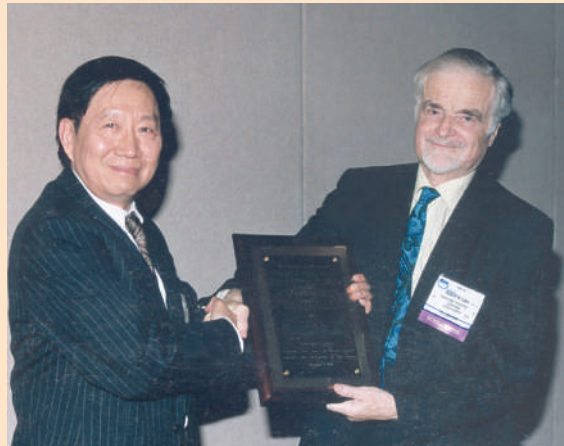
部分研究人員擬改以抗高溫、抗氧化的貴金屬作為替代材料，但貴金屬的熔點雖然可以高達 $1,900^{\circ}\text{C}$ 、甚至 $2,500^{\circ}\text{C}$ ，但同位素具有放射性，同時需要考慮若發射失敗墜毀所可能造成的嚴重災害。在安全第一的前提之下，最後美國能源部拍板定案，決定採用鈹金屬做為高溫材料。

以鈹金屬為基底所研發的新合金，不僅能抗氧化，熔點更高達 $2,450^{\circ}\text{C}$ ，但採用鈹基合金的最大挑戰就是晶界較為脆弱，在高溫、高速碰撞時容易斷裂，而導致機體結構崩解。劉錦川花了1年多的時間找出鈹金屬的脆性原因，並透過合金設計的方式解決晶界脆化的問題，在鈹基裡加入0.02%的鈗來強化晶界，成功解決高溫碰撞時的斷裂問題。

劉錦川說：「我們把全世界可用的鈹材料都找來分析，發現微量鈗是關鍵元素，它可以有強化晶界的效果，所以透過加入純化的鈗來解決了問題。」

發揮研究創意 化舊為新大躍進

橡樹嶺國家實驗室提供研究人員非常大的自主空間以進行研究，但劉錦



Robert Cahn's Symposium (1999)



榮獲Acta Metallurgica金獎 (2001)



主編Journal of Materials Research (1990, 左) ; 編輯Journal of Intermetallics (1992, 右)

川更能從前人中斷的舊研究裡找到新契機。一般材料通常是在低溫時強度比較強，高溫時就會變弱，但他從過去的研究裡發現，鋁基化合物的強度卻是愈高溫愈強，而且在某個特定溫度下特別強，唯一的缺點是這種材料很脆。

劉錦川希望重新進行這項研究，為了爭取經費，甚至以新瓶裝舊酒的方式重新命題，改稱為金屬間化合物（Intermetallics），並因此順利獲得每年200萬美元的經費進行金屬間化合物基礎研究。值得一提的是，這筆經費持續撥款，直到他退休離職為止，總共提撥了約30年，顯見其研究所受到的肯定。

他進一步說明，二次大戰末期，歐美各國就以噴射引擎為主題，競相投入高溫材料的研究，但到了1980年代初期，鎳基高溫材料的研發顯然已經走到盡頭；比重過高、熔點過低是主要缺點。相較之下，金屬間化合物的比重較低，而且擁有良好的高溫強度，使得金屬間化合物一時成為熱門課題，而劉錦川當時一篇論文「Boron effects on the ductilization of Ni Aluminide」在短時間之內就被引用了800次之多。

劉錦川認為，做研究要從根做起、從理論找起，才能解決根本問題。他也以自身經驗建議年輕的研究學者，大家都在尋找新題目或更有吸引力的新材料，其實反過頭來，從既有的材料裡尋找問題所在或新現象、新理論，並加以解決，也是一條可行之道。最重要的是提出好的研究題目，將有利於爭

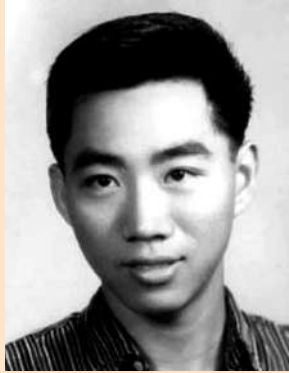
取經費或同儕協助。

推動結構材料的新革命

劉錦川曾在公開演講中指出，人類文明的進步是由許多因素所構成，而材料的突破無疑是其中最關鍵的要素。以他鑽研的結構材料為例，第一次的革命性進展是在18世紀工業革命時期，主要在於鋼鐵生產的改進；第二次則是塑料的問世，透過熱壓成型可做成便宜又好用的各種器具，大幅改善了人類的生活。至於第三次革命仍是未知數，曙光之一有可能在於金屬玻璃（Metallic Glass），也就是所謂的非晶質合金可能帶來的重大革新。

1960年代就被發現的金屬玻璃雖是新材料，但其實是個老題目。因為有許多棘手的瓶頸問題待解，例如價格過高及尺寸過小，而遲遲無法付諸實用化。1980年代末期，日本學者發現可以透過成分控制製作出大塊非晶質合金，而在同一時期，劉錦川的研究主題也轉往金屬玻璃。

他認為，金屬玻璃有兩個發展方向：一個是鐵基非晶質軟磁合金，例如：取代矽鋼，解決其難以壓延、加工的缺點；另一個則是善加運用非晶質合金硬度高且耐磨的特性。鋇基非晶質合金雖然很容易就能做出非晶結構，但鋇的成本太貴，所以如何用便宜材料取代鋇基，做出性能良好的非晶質合



年輕時期的劉錦川（1960）

金，將是研究的重點。

鐵基非晶質軟磁合金是很好的軟磁材料，若用來製作變壓器，電流能量損失可以減少6%，而且沒有噪音。根據研究數據顯示，如果全中國的變壓器或馬達都改採用這種新材料，節省的電力將可達1.5座三峽大壩的發電量。因此，中國正大力推動鐵基非晶質軟磁合金的研發，並訂定了以5年為期的汰換計畫。

此外，鋼鐵是用處最廣、最重要的金屬材料，高強度、高塑性、低成本為其必要條件。劉錦川與研究夥伴近年來在奈米鋼鐵方面的研究也有大幅進展，舉其瑣瑣大者，如在材料界知名雜誌「Acta Materialia」及Nature系列的「Scientific Reports」發表了數篇文章；奈米鋼鐵的相關專利也已被公司高價收購等等，成果相當可觀。

劉錦川認為，材料的開創是社會現代化的物質基礎和先導，新材料的開發與應用，更是一個國家工業水平和國防實力的展現。目前看來，亞洲已是新興材料的研究重鎮，除了非晶質合金，近年在高熵合金上的發展也很快速。

舊式合金的原理很簡單，就是在一種主元素中加入合金元素，但高熵合金則是把多種元素一起加入作為主元素來開發新型合金。如此一來，疊差能



全家福

量會降低很多，在低溫或極冷環境下的性質特別好，不像一般材料會脆化；在高溫環境亦可用於取代現有的超合金，同時也能加入金屬間化合物來做強化，產生新型的合金，劉錦川極為看好此項新材料的未來發展。

教學相長 投身新興材料

回顧求學生涯，1960年代的台灣，尚未出現材料相關科系，劉錦川高中畢業後選擇進入台灣大學機械系就讀，跟隨材料界泰斗陸志鴻教授，以「三七黃銅的空間格子」作為大學畢業論文研究主題。初試啼聲，不僅啟發他對材料的興趣，更以這篇論文成果申請到美國布朗大學的全額獎學金，得以赴美深造，順利取得布朗大學材料科學與工程學系的碩、博士學位。

畢業後，紐約的IBM、Bell Labs，以及位於美國中西部田納西州的橡樹嶺國家實驗室等知名單位都提供他工作機會。劉錦川透露秘辛說，當年他在工作地點及工作內容之間曾猶豫不決，朋友半開玩笑的說他生肖屬虎，如果去紐約這樣一片平原的地方就會成了「虎落平陽被犬欺」，而更重要的是，橡樹嶺國家實驗室的工作可以延續他在合金設計方面的研究，於是決定捨棄紐約，應聘橡樹嶺，就此展開長達40年專攻尖端材料的研究生涯。隨著研究的精進與傑出的表現，劉錦川一路從資深研究員晉升為金屬材料部主任和



Bulk Metallic Glasses Conference, Taiwan (2002)

研究院資深院士，直到2008年退休。劉錦川投入材料研究貢獻卓著，獲頒多項國際獎章肯定，包括：冶金材料期刊金質獎章、美國能源部的勞倫斯獎—美國總統獎、布朗大學工學院傑出校友和金質獎章、國際貴金屬學會首屆亨利—阿爾博特獎等殊榮，並先後當選為美國國家工程院院士、中國國家工程學院外籍院士以及中央研究院院士。

退休後的他回歸亞洲，目前為香港城市大學擔任大學傑出教授，同時也擔任台灣大學材料系的特聘講座教授。比較各地的研究環境，劉錦川觀察到，美國顯然較有能力進行長期的資金挹注，台灣由於資源不足，只能提供短期支援，也因而較難有重大的突破。中國的作法則在轉變之中，例如投入大量資金進行材料基因工程計畫，利用大數據、透過高通量的作法來進行模擬，以縮短研發時程，用快速方法來預測合金結構及特性表現。



劉錦川獨特之處在於他對年輕學者或研究者的啟發，往往能帶動他們跟著一起埋頭做研究，再加上他的點子多，對事物有獨到的觀察角度，透過他的指點常會有重要的新發現。

問及他的人生座右銘，劉錦川這樣說：「無論是做學問或過生活，我的做人原則就是先伸出一雙手，能幫助別人就盡力幫助。因為你幫助別人，別人才有可能幫助你。」劉錦川也以此勉勵年輕朋友，希望大家藉由助人助己，展開更美好的人生。



從理論物理轉進材料之路 陳力俊耕耘材料 桃李芬芳



好奇心 多面向
確立方向持續深耕
核心課程紮穩根基

陳力俊 Lih J. Chen

中央研究院院士
國立清華大學特聘研究講座教授

學歷：

美國柏克萊加州大學物理學博士

經歷：

國立清華大學校長

行政院國家科學委員會副主委

國立清華大學工學院院長；材料科學工程學系教授、系主任

榮譽：

俄羅斯國際工程學院院士

美國材料研究學會會士

美國電化學學會電子與光子學門獎

世界科學院院士

中央研究院院士

中國材料科學學會陸志鴻獎章、會士

美國礦冶與材料學會William Hume-Rothery獎

美國真空學會會士



接任清華大學校長



代表清華大學接受國家品質獎

提起電子顯微鏡，就不能不提到清華大學前校長陳力俊，「他可是台灣電子顯微鏡分析領域的先驅，尤其專精於金屬矽化物生長以及金屬薄膜與矽晶間的界面研究，只要是材料系修習過電子顯微鏡相關課程的學生，八成以上都拜讀過老師的著作，那本書儼然是電子顯微鏡界的經典。即便距離該書1990年首刷出版至今已超過28年，被選課學生列為必讀的情況仍然沒有改變。」師承自陳力俊，現任交大材料科學與工程學系副主任的吳文偉如此形容陳力俊在材料學界的學術地位。

不小心走對了路 結緣材料40餘載

和材料系結緣近半輩子，光在清華大學材料科學工程學系執教鞭就逾40年，談起這段情緣，曾出任多年清大校長的陳力俊自己都感到不可思議。

自小就在清華大學附近玩到大的陳力俊，家就住在清大後巷，清大材料系館是他每天上學必經之處，「只是沒想到以前每天必經的材料系後來竟成了我的職場，而且一待就是40多年。」對於和清大材料系結緣，學的是物理、教的是材料科學的陳力俊打趣說，「很多人挑選工作是誤打誤撞，但我不同，我是不小心走對了路。」

標準「清華人」的陳力俊從小就是資優生，高中就讀新竹中學，並以第



參與中國材料科學會活動與工作

(左起：陳力俊、許樹恩、劉兆玄、李國鼎、林垂宙、吳秉天、劉國雄、金重勳)

一名的成績畢業。在那個台大物理系分數比台大醫科還高的年代，陳力俊獲保送進入台大物理系，也順利在1968年畢業後轉赴美國留學，並於1974年獲得加州大學柏克萊分校物理學博士學位，隨後到加州大學洛杉磯分校 (UCLA) 擔任博士後研究的工作。

求學過程想唸的一直是和材料科學較無直接關係的理論物理學，但他到美國後猛然發現，唸理論物理容易限縮在學術象牙塔中，現實的就業市場並不樂觀。陳力俊說，當時全美大學一年只會聘用兩位理論物理教授，僧多粥少，眼見前途無「亮」，物理系學長姐紛紛轉業。

機會與抉擇都在一念之間，當時碰巧有材料系教授到物理系招募研究生，陳力俊心想何不試試談一下，就因這一念讓他和材料搭上線，也從此一頭栽進材料科學領域。當時雖然學籍仍在物理系，取得的學位也是物理系博士，但在講究學術自由的美國校園中，陳力俊仍可憑著自由意志，將四分之三的時間花在材料實驗上，僅留四分之一的時間用於鑽研理論物理。

只是初進材料實驗室的陳力俊卻面臨新的挑戰與困難，因為早期在台灣的實驗課程，受限於儀器的精準度不佳，往往費時且成效不彰，早在出國留學之前陳力俊對做實驗的興趣就已被消耗殆盡。一旦在美國再次開始從事實驗研究，才發現自己的實驗經驗近乎於零，一切須從頭學起。



小學時代與母親及兄姐合影（右一：陳力俊）



初抵UC Berkeley就讀研究所



於清華材料系任教

陳力俊表示，雖然當時同學們的態度友善，但囿於人生地不熟，不好意思常麻煩人家，主要只能靠自己摸索。剛開始進行實驗時不太順利，往往展開之後才發現無法盡如人意，只得一再重來，約花了半年至一年的時間，才慢慢進入狀況、漸入佳境。

步步謹慎 魔鬼藏在細節中

回想在美國做實驗的經歷，陳力俊用了「確實很辛苦」幾個字來形容，因為在實驗前，除了必須花很多時間準備試片之外，排隊等電子顯微鏡的學生也為數不少，往往得等到晚上才輪得到自己使用，經常實驗做完都已經深夜。且即便已精疲力盡，仍須再花1、2個小時，將電子顯微鏡關機、清洗，且清洗步驟一步也馬虎不得，因為只要做錯一步，一切就都得要重來。

到了博士後研究階段，工作難度更加提高，不光只是實驗，還必須學會組裝儀器。由於當時學校沒有適當儀器可用，還得拿到其他機構進行測試；陳力俊笑說，在某次實驗中，發現真空一直降不下來，幾經測試，仍找不出原因，連原公司的技術人員也不得其解，唯一可做的就是不停地測試。沒想到突然有一天，真空就降下來了，這才發現原來問題就只是出在新的真空系統，清洗時氣體吸附在腔體裡，導致真空下不來，一旦吸附的氣體全數抽掉之後，問題就解決了。現在回想當初實驗時遇到的困境，陳力俊反倒滿懷

感激；「還好有這些失敗經驗，日後回台，就算碰到問題，也比較知道要如何解決。」

材料一點通 研發之路更寬廣

雖然做實驗苦多於樂，但陳力俊至今仍記得到美國加州大學柏克萊分校攻讀博士時首度接觸到材料科學的那段日子，當時的指導教授是應用電子顯微鏡研究材料的頂尖學者，在他的指導下，陳力俊首度看到『矽』放大數十萬倍後的圖像，至今仍對那矽的美麗奧秘留有深刻印象。

陳力俊笑說，當初那台尖端電子顯微鏡足足有3層樓高，有天他獨自一人進行實驗，突然聽到頭上「打雷」巨響，聲音不僅大到令人耳朵發痛，儀器甚至還出現火光，陳力俊當場被嚇了一大跳，之後才發現原來這是所有實驗人都會碰到的景象，成因則是因為當年儀器製作技術不夠好，顯微鏡用久了累積電荷以致產生放電現象。

聲稱自己是不小心走對路的陳力俊談到就讀物理系和材料系的差別時，很有哲理的表示，唸物理系看世間萬物都很理想，認為什麼都要很完美，但實際投入應用時會發現，日常使用的材料都有缺陷、純度不足，卻是很正常的情況。陳力俊強調，材料科學是一門相當適合於解決問題的實用科學，不



當選中研院院士記者會



獲頒美國材料研究學會會士

過不可諱言，修習材料科學，紮實的物理基礎十分重要。例如固態物理就有許多與材料學相契合的理論，因此過往學習物理學的努力並沒有白費，只是材料科學的應用面較寬廣，轉換跑道也比較容易，而這也是陳力俊研究方向可以一路從鋼鐵材料，進展到半導體，甚至到現今奈米材料的背後因素，也正好應證了「一點通，萬點通」的道理。

用心治校 締造5個「百」紀錄

畢業後的陳力俊原本有意留在美國發展，但因家庭因素與機緣巧合，1977年回到清華大學材料科學工程學系任教，就此一路升任清大材料所所長、清大工學院院長、台灣聯合大學系統副校長、行政院國科會副主委，且於2006年獲選為中央研究院院士，2010年進而接任清大校長。一路走來，在學界奠定了卓越的學術成就與聲望，同時還締造了無數個亮眼紀錄。

陳力俊回憶說，剛回國執教時很不習慣，一堂課開講就是兩個小時，再加上粉筆灰滿天飛，剛開始幾個月常感到身體不適，為此還將黑板換成白板，且試了許多潤喉偏方也效果不彰，當時心想「這行飯真不好吃」，沒想到時間久了，喉嚨不舒服的毛病也不藥而癒了。原來習慣真的可以成自然，「現在即使一口氣說3個小時話也沒問題。」

除了率先將黑板換成白板，陳力俊也在1989年引進全台第一部可以直接觀測到原子的電子顯微鏡。他笑說，以前哪看得到原子，現在不僅看得到，還看得到它在移動，「從事科學研究，永遠別說什麼事不可能。」

除了針對教具改善，讓清大的教學環境更好之外，陳力俊也在校長任內締造了多項「百」的紀錄。第一個百，是成立「百人會」，取法美國華人百人會做法，以一人捐100萬為目標，成功地幫清大募集到體育館改建基金；第二個百是複製百人會的成功經驗，在清大材料系成立「雙百會」，幫材料系儲備永續基金；第三個百，是自己的實驗室先後已培育出105位博士；而第四個百，則是在任內，首開先例將學生成績評量由百分制改成等級制，以ABC等級取代100分評定標準，讓學生不再分分計較。至於第五個百，陳力俊說是一個巧合，「清大100週年剛好在我校長任內」。

看好AI大時代 立穩根基跨步向前

在不少教授將學生視為「工蟻」使用，以致師生關係緊張的今日，陳力俊在學生畢業後仍能維持良好互動。談到教學風格，陳力俊慨言，每位博士生都是我的貴人，由於博士生至少須和教授相處4年，有些甚至長達10年，試想人生哪有那麼多10年可以相處？至於相處之道很簡單，就是不藏私。



清華校友體育館落成啟用與百人會會員合影

經由實驗培養出無比耐性的陳力俊擁有不怒而威的特質。吳文偉笑說，老師極少動怒，而且善於鼓舞人心，因此，學生都會想展現出最好的一面。加上老師對論文發表的高品質要求與嚴謹度，對許多學生來說，獲得老師的一句「很好，可以準備寫論文了」無異是得到了人生最大的肯定，那種喜悅甚至比論文被接受，還令人感到開心。

除了不藏私之外，為教學奉獻心力，總是為學生著想的陳力俊也引導學生掌握未來發展方向、給予適當建議。原本從事金屬材料研究的陳力俊，因看好積體電路材料的前景，開發出銅製程與半導體製造接軌，其後又發現奈米材料當紅，每個科系都需要這類人才，於是又轉進奈米材料。至於次世代的科技趨勢何在？陳力俊則看好人工智慧 (AI) 的崛起，人工智慧將會是重塑科技產業版圖的關鍵。



清華材料系雙百會成立慶祝會

陳力俊強調，不論在任何時代，材料都會是關鍵核心角色，科技文明要進步，材料研究也要持續前進，就好比半導體科技每往一個新製程世代推進，其中的瓶頸多得仰賴材料面的突破和改善。展望未來，材料產業要與時俱進，就必須結合AI，兩者如何相輔相成，是材料界當前最大的挑戰。

落實在材料科學的教育上，陳力俊也不藏私地傳授材料系學生學習之道。他強調，鑽研材料科學首先要有好奇心，其次是要兼顧多元性；學習面向勿過於狹隘。再來則是動作要敏捷，不能慢下腳步；一旦確認方向，就要持續深耕。最後，也是最重要的一點：奠定紮實的核心課程基礎，因為唯有根基穩固，小樹才有茁壯成大樹的一天。



Academic
學術界



同行致遠
ACT Together, We Go Far



跨領域創新 學以致用
做人家沒做過的事

張懋中 M.C. Frank Chang

中央研究院院士
國立交通大學校長

學歷：

國立交通大學電子工程博士

經歷：

美國洛杉磯加州大學 (UCLA) 電機工程學系主任 (2010~2015)

美國洛杉磯加州大學 (UCLA) 講座與卓越教授 (2008~迄今)

洛克威爾科學中心高速電子實驗室研究員、經理、副主任 (1983~1997)

TRW, Redondo Beach, CA 高級研究員 (1982~1983)

榮譽：

中華民國教育部第二十一屆國家講座主持人—工程及應用科學類科 (2017)

英國工程與科技學會 (IET) J. J. Thomson Medal for Achievement in Electronics (2017)

美國國家發明家學院院士 (2015)

中央研究院院士 (2012)

美國南加州中華科工會終身成就獎 (2009)

美國國家工程學院院士 (2008)

潘文淵文教基金會研究獎 (2008)

國際電機電子工程學會 (IEEE) David Sarnoff 獎 (2006)



學識豐富、幽默風趣是交通大學校長張懋中給人的第一印象，言談中無不透露出自己的專業素養與人生態度。這位橫跨物理、材料與電子三大領域，具備多元專業的台灣國產博士，不僅在美國工業界擔任要職18年，學術成就更碩果累累，在加州大學洛杉磯分校（UCLA）任教18年，歷經教授、系主任，春風化雨桃李天下。在國際間享有崇高學術聲望的張懋中，成就斐然卻不忘故里，於2015年8月毅然返台接任交通大學校長一職，以其卓越、豐富的經歷挹注於下一代人才的培養，帶領莘莘學子勇敢、自由地開創未來！

相信自己 本土博士名揚國際

從台灣大學物理系學士、清華大學材料所碩士到交通大學電子所博士，歷經兩次研究領域轉換以及三校各具特色的校風洗禮，張懋中是正宗「Made in Taiwan」的國產博士。完成學業後，原本計畫留在交大任教的張懋中聽從美國GM研究所回來的陳茂傑教授建議：「到國外做博士後研究吧，去開闊眼界與思維！」，張懋中因此遠赴美國拓展人生，申請到加州大學洛杉磯分校（UCLA）進行研究，專攻太陽能電池研發。

張懋中一到UCLA，教授馬上要求他以英文撰寫研究計畫，向外界爭取經費。但剛抵美國的他根本尚未融入英文環境，語言還不夠純熟怎麼辦？「就趕鴨子上架啊！」張懋中表示，身處異鄉求生存並不是件容易的事，但

往往置之死地而後生，只要願意改變自己，讓自己的潛能徹底發揮，就能遇見更好的自己。

但好不容易爭取來的計畫，卻在隔年（1980）被迫中止。因為翌年美國總統大選結果出爐，由原本民主黨的卡特，換成共和黨的雷根上任，由於政經局勢的改變，從支持太陽能等替代能源的開發轉換成支持傳統石油燃料，也因此讓張懋中的研究計畫遭受池魚之殃。

遠渡重洋來到美國的張懋中，並不想因此放棄在美發展的機會，於是萌生「到工業界去走走」的念頭，沒想到一待就是18年。張懋中投入的是當代所有手機都會用到的砷化鎵技術研發，這是材料跨領域應用的好例子。在美國洛克威爾科學中心高速電子實驗室裡，張懋中與研究團隊完成異質雙極性高速電晶體與其積體電路的研發，成功量產後成為手機必備的發射器元件，這項技術至今仍被普遍使用，應用數量已超過100億台，不僅對無線通訊產業界及學術界具有跨時代的貢獻，也為現代社會生活帶來重大影響。當時公司頒給他3,000美元的獎勵金，張懋中開玩笑地說：「如果當初專利由自己申請，每隻手機只要抽0.01分，今天可就發大財了」。

跨界學習 建構不一樣的競爭力

1997年，正當張懋中在砷化鎵等研究領域取得重要成果之際，他卻毅然決定離開舒適圈，接受加州大學洛杉磯分校（UCLA）的邀請，轉換跑道回到校園作育英才。當時，張懋中以「Made in Taiwan」的國產博士之姿，創下美國一流學府聘請台灣博士生擔任教授的首例，為台灣博士在海外名校的發展寫下傳奇。在UCLA任教18年，張懋中前後指導了55位博士生，教育成就斐然。他經常鼓勵學生，千萬不要小看自己，只要把握機會發揮所長，就能讓國際認同你的能力。在生涯的十字路口，張懋中多次跨出熟悉的領域，奇蹟般的經歷也印證了他確立目標、勇往直前的性格。

張懋中同時強調跨領域學習的重要，指出「跨領域學習，讓我結交許多來自不同領域的朋友」，並體悟到與不同領域的朋友交流，須透過彼此共通的語言，這同時也是合作致勝的關鍵。而這共通的語言非僅是英文，例如遇到物理人就以「物理語言」交流；與材料人溝通則轉換成「材料科學話語」；與電子人就以「電子語言」互動。他認為，在面對各種層出不窮的研究難題時，若有跨領域的學習經驗，就可以啟發跨界思考的面向，更能與不同背景的人進行跨界溝通。

跨領域學習也讓張懋中擁有別人沒有的「工具」，以其在UCLA從事晶片設計的經驗為例，晶片材料加壓後可以改變介電常數，只要介電常數一改變，之後不管要做無線電或雷達，都可以變頻。如果是一個「只學過電子而沒學過材料科學」的研究人員，僅能遵循傳統方式進行，不僅耗時費工，執行上也會困難重重。因此，累積不同領域的學習經驗，將可為個人創造差異化的優勢。

此外，身為研究團隊的領導人物，要能掌握隊友長處，並適時讓他發揮，以收人盡其才的效果。張懋中學其正在研發的系統晶片為例，雖然研究團隊成員來自不同背景，但先前的學經歷，讓張懋中清楚了解隊友的所長與極限，在團隊合作中賦予擅長的任務，讓團隊達到事半功倍的效果。

鼓勵學生跨領域學習 養成畢業即戰力

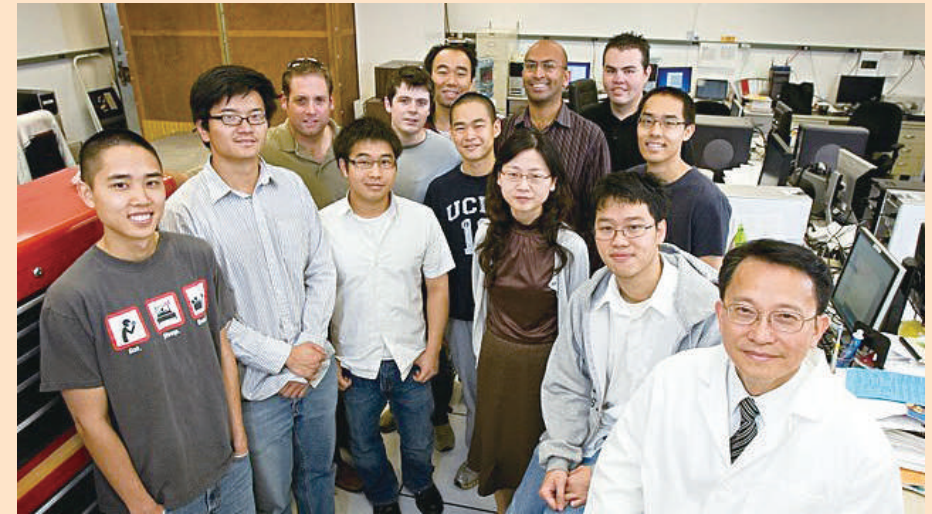
這樣的理念，張懋中也實際應用在治校上。面對變化快速的多元時代，單一專長已不足以應付職涯所需，跨系、跨院甚至跨校的「跨域學程」和「雙專長學制」，逐漸成為各大專院校的主流，多元學習已成為高等教育顯學。張懋中認為，高教人才的養成和帶兵做戰的邏輯相近，「出奇制勝」才是致勝關鍵，人才養成的束縛需要鬆綁，應朝向彈性、創新、多元化的教育體系發展。

在張懋中的帶領之下，交大目前正積極推動跨域學習的「三一學程」，打破傳統單一學院、學系的藩籬，鼓勵學生踏入跨域學習的開闊世界。跨域修課除了有助於強化未來的工作能力外，依興趣選修亦能啟發學生的多元潛能；跨域「π型人才」的養成，將進一步創造學生、學校和就業三贏。

除積極推動跨域學習之外，張懋中也認為學習沒有終點，「大學畢業只是一個階段的結束」，學校應教導學生「How to Learn」，讓學生懂得使用工具。養成跨界思考、跨域整合的創新能力與自學習慣，才能因應產業變化快速的未來，「這都是希望能突破學生在單一科系所面對的學習限制」。

材料科學 與未來接軌

對於材料科學的未來發展，張懋中抱持極其樂觀的態度。他認為材料前身是冶金學，是從巨觀角度進行解析，而隨著顯微技術日益精進，對於材料微結構的掌握也從肉眼可見的毫微米等級，一路縮小到微米、奈米尺度。「材料的新特性，會讓許多產業出現顛覆性的改變」，在各領域都有非常廣闊的應用前景。



以銅線的特性為例，張懋中提到：銅線延展性很好，但當線徑小到一個極限後，延展效果卻會大打折扣，變得很脆；反觀陶瓷材料，原本很脆的特性，但在尺寸做到很小後，延展性反而更佳，「這就是材料神奇之處」。上帝創造萬物必有其用途，目前科學家對材料科學的了解仍有許多未知的領域，還有許多有待探索發展的空間。張懋中認為材料前景無限，對於學生選讀「材料」科系讚譽有加。

帶領學生做研究時，張懋中對學生的要求是「做人家沒做過的事」。他在UCLA任教時，即將「創新 (Innovation)」與「領導力 (Leadership)」列為評比學生的標準，而非著重於發表過多少篇學術論文。他認為，研究如果不能替人類文明帶來正面的影響，一切都是徒然；如果沒有創造出實際應用價值，那麼所發表的論文多年後來看，也不過就是一堆白紙黑字。

擁有豐富海外產學經驗的張懋中，給學生的座右銘是「不要死讀書，要懂得學以致用」，他認為材料科學是一門實際的學問，不是在教室裡天馬行空想像就能融會貫通。他鼓勵學生在校時一定要充分利用機會多學習、多磨練，要將課堂學到的技能應用在實務上，可以利用暑假到業界實習，與產業接軌，對於課堂所學將會大有助益。



大學之道 同行致遠迎向偉大

社會、世界都處在巨變之中，每一所大學都必須發展出特色，身為國內頂尖大學校長，張懋中力推「偉大大學 (Great University)」概念。他認為大學教育最重要的目的在於激發學生潛能，讓學生勇於嘗試並激發出改變的力量，同時提供挑戰的環境，使學生成為未來世界的先驅與領導者。

要邁向偉大大學的願景，張懋中更提出「ACT (行動力)」的治學主張；「A」即Active Education and Active Placement，也就是主動式教育。教學不是教授一個人的獨腳戲，被動式學習的教育機制已經不符潮流，應著重於學生共同參與、師生互動琢磨的教育模式。

「C」是Cross-Disciplinary Research (跨領域研究)，過去是單一領域研究，但現今則著重於科系與人才的跨界合作，以提升團隊的研究能量。例如材料結合電子的跨領域團隊，研發之路才能看得更遠、走得更穩。



「T」是Trustees for Institution and Endowment (大學信託法人化)，精進並提升高等教育是培育台灣因應未來劇烈變動世界所需人才的唯一途徑。張懋中指出，大學信託法人化是世界趨勢，將大學交付公益信託，可以讓高教經營更靈活，而有利於高教創新多樣、多元呈現。

張懋中引用他喜愛的一句非洲古諺語「If you want to go fast, go alone. If you want to go far, go together (如果想要走得快，就自己獨行；如果想要走得遠，就大家一起走)」，勉勵學子們「同行致遠 (ACT Together, We Go Far)」，相互扶持與成長。而「知新致遠、崇實篤行」的交大校訓，亦正是張懋中堅信的為學、處世信念。



橫跨理工文史 彭宗平 博覽群籍 談笑風生話材料



生活要簡單，
頭腦才會複雜；
反之，生活太複雜，
頭腦就變得簡單。

彭宗平 Tsong P. Perng

國立清華大學講座教授

學歷：

美國伊利諾大學（香檳校區）材料科學工程博士

經歷：

英國劍橋大學訪問學者

國立清華大學教務長、材料科學工程系系主任

元智大學校長

中國材料科學學會理事長

榮譽：

美國伊利諾大學香檳校區傑出系友獎

中國材料科學學會傑出服務獎、陸志鴻獎章、會士

國科會傑出研究獎

國立清華大學傑出教學獎

侯金堆傑出榮譽獎（材料科學類）

教育部第53屆學術獎

澳洲能源學會（AIE）會士（Fellow）

英國材料與礦冶學會（IMMM）會士（Fellow）



中國材料科學學會年會頒獎 (2010)



獲頒伊利諾大學傑出系友，與博士指導教授及師母合影 (2012)



台大化學系大四，系圖查閱期刊資料



畢業典禮與女友合影 (1976)

他曾是大學校長，也曾擔任過電台節目主持人，他是現任清華大學材料科學工程系講座教授彭宗平。一位國際知名的氫能與奈米材料學者，既在理工領域學有專精，也在文藝史哲涉獵極深，這樣一位具跨學科思維、宏觀視野的材料人，背後一定有著令人著迷的人生故事。

因緣際會投入材料科學世界

彭宗平，土生土長的新竹人，1972年從新竹中學畢業後考進台灣大學化學系就讀。原本學化學的彭宗平又是在怎樣的機緣下和材料結上不解之緣呢？

彭宗平深刻記得：民國66年6月6日，他正在宜蘭礁溪當兵。當天聯勤兵工廠表揚了多位績優的軍官，並請受獎者上台發表專題演講。其中一位上尉發表了「鋼鐵的熱處理」這樣一個相當冷門的講題，內容又涉及許多專有名詞，但彭宗平卻聽得津津有味，並對這個陌生領域深感好奇。當晚便迫不及待買了兩本與材料相關的書籍回營區捧讀，並一讀即深深著迷，開啟了他與材料科學的第一次接觸。

另外一個重要的觸媒則是，彭宗平有位大學同學當時正在國外深造，原本進了化學研究所，但唸了半年後卻突然改念材料，此舉讓他大為驚訝。詢問其轉系原因時，同學告訴他「材料科學很有趣，而且讀了都不會忘記」。

就在同學鼓勵的推波助瀾下，彭宗平出國進修時，選擇轉攻材料，並先後在美國德州大學（奧斯汀校區）、伊利諾大學（香檳校區）取得材料科學工程碩士與博士學位。

1985年學成歸國後，開始任教於清大材料系，並歷任材料科學中心處長、材料科學工程系主任、教務長，並曾出任中國材料科學學會理事長、出版委員會主任委員、防蝕學會「防蝕工程」主編等職，30年來與材料界密不可分。

恩師開啟一生對文學的喜好

彭宗平文采洋溢，素為人知，而其對文學的喜好係受到初中國文老師李素德的啟蒙。李老師不只影響了他對文學的愛好，其殷切教誨更影響了他一生的處世哲學。彭宗平回憶往事，如數家珍；有一次和同學一起打棒球，一群年輕氣盛的男學生，上課鈴響滿身大汗回教室，但大熱天怎麼也靜不下心來，全班鬧哄哄。「老師，天氣這麼熱，怎麼靜得下來？」，學生耐不住酷暑，紛紛抱怨。但李老師氣定神閒，回學生一句「心靜自然涼」。彭宗平說，這句話讓他茅塞頓開，恩師的用意是希望孩子們把心靜下來，只要維持在自然、平和狀態，內心自然涼快。即使當時他才10來歲，但對老師教他的人生道理卻印象深刻，並始終銘記在心。另外，彭宗平考上大學時，李老師送給他朱光潛的《談美》、《談文學》等美學、文學相關經典著作也開啟了



與高齡95歲的初中恩師李素德老師合影（2004）



於外公謝景雲先生詩集發表會上致詞

他對藝術人文的探索與熱愛。

彭宗平與李素德師生之間情誼深厚，從初中畢業開始直到李老師高齡105歲過世為止，彼此經常魚雁往返，珍貴的往來書信，彭宗平至今仍珍藏著。恩師過世後，彭宗平為她出版回憶錄，記錄其生平點滴，為一代良師做了最佳註記，也為這段師生情緣留下一段佳話。

汲取古人智慧 豐富自我涵養

人生風風雨雨，挫折在所難免，但彭宗平總能泰然處之，雲淡風輕。他笑稱這是來自閱讀的力量，遇到不如意時，總是能從浩瀚書海中尋求慰藉與心靈平靜。拾取古人的智慧、經驗，並引以為鑑，年輕時透過書籍豐富的文化底蘊而深化自我涵養，也讓彭宗平一生受用無窮。

彭宗平認為自己很幸運，童年時期，在哥哥的帶領下，循序漸進養成一生的閱讀習慣；青少年時期，又遇良師引導，灌注文學養分。大學時雖然讀的是化學系，但彭宗平自認「不務正業」，熱衷研讀哲學與歷史等相關書籍，沉迷在尼采、存在主義的哲思世界。大二時，即使魯迅、巴金、冰心等人的著作被列為禁書，但他依舊找到機會領略了這些大家的精髓。此外，中學時期就經常閱讀羅蘭女士的《羅蘭小語》、梭羅的《湖濱散記》、基督教



於元智大學與高行健伉儷合植桂冠樹



與詩人鄭愁予成為師兄弟

靈修書籍《荒漠甘泉》，以及曾國藩在外帶兵打仗，寫給家人的《曾國藩家書》等，都是影響彭宗平甚鉅的書籍。他從《曾國藩家書》中學習應對進退的人生哲理，到現在偶爾還會翻閱，是砥礪一生的案頭好書。

前立委胡秋原也是影響彭宗平的重要人物之一。胡秋原創辦的《中華雜誌》，是他年少時不可或缺的精神食糧。大學時代每當《中華雜誌》一出刊，彭宗平總是迫不及待到書局等候上架，一拿到書，非得站著看完，才心滿意足地離開。

對於心靈偶像的崇拜，也讓彭宗平興起當面拜訪的念頭。有一天他心血來潮打電話給胡秋原，希望有機會拜會，原以為這位常與文人雅士打筆仗的老立委會一口回絕毛頭小子的請求，沒想到對方卻大方同意，敞開家門歡迎他。回憶這段與「偶像」見面的歷程，彭宗平回味無窮的說，當時中央民意代表的待遇福利，比照部長政務官，但一到胡秋原家，卻訝異發現其居家非常簡單，而且待人謙和，與他面談如沐春風，受惠良多。

胡秋原力勸彭宗平多讀經典著作，包括《資治通鑑》、《史記》等古典名著，以鑑往知來，遇到人生轉折或困境之際，將有助於做出正確抉擇。彭宗平也身體力行，不僅認真研讀，就讀理工科系的他還到其他學院研修相關課程，年輕時就已體會大學通才教育的真髓並付諸實踐。



擔任吳大猷基金會執行長，參加科學活動成果展示



清大教務長卸任（2004）

多元學習 走向國際舞台

談到材料科學的未來發展，彭宗平表示，受惠於近年新興科技的蓬勃發展，讓材料科學備受重視；企業的核心價值在於產品，材料產出面看似隱形，卻是科技發展的背後功臣。任何一項新興科技從萌芽到發展，都離不開材料的貢獻在其中。而未來科技將超乎想像，例如許多國家都希望要在2030年之前，全面改用電動車，淘汰汽柴油車。彭宗平認為，加油站未來將會被充電站取代，而人工智慧（AI）的前景將不可限量。AI的興起將導致許多職業消失；如醫院不再需要某些科別的醫生，而改由人工智慧分析數據，做出更精確的診斷；銀行不需設立太多分行，而改用人工智慧來服務。

工業4.0、人工智慧、物聯網、大數據分析等，都將為產業帶來翻天覆地的大改變，而材料科學將是促動科技發展的幕後推手。在這些劃時代的巨變下，材料科學家更應找出明確的方向與定位，以因應未來產業的發展與變革。材料領域廣泛，一定要跨領域、跨學科學習，才能掌握未來的趨勢脈動。

除了專業能力的培養之外，彭宗平也建議學生，要多涉獵歷史、音樂、人文藝術等領域，生活才能多采多姿。他認為唸大學好比進入一所超市，提供的選項眾多，有效善用學校資源，均衡且廣泛地學習，將有助於拓展自己的視野。

彭宗平也舉美國哈佛大學前校長德瑞克·伯克（Derek Bok）曾提出的，



與元智大學講座教授合影

大學教育要培育大學生表達（寫作與口語溝通）、思辨、道德推理、公民素養、多元化生活、國際化、多元興趣、就業等8大能力，能力的培養從溝通開始，最後要能增進青年學生的就業能力，以此勉勵學生在校時不僅要學習知識，更要培養未來面對職場與人生的智慧。

培養創意 前景無可限量

曾擔任元智大學校長的彭宗平，投入大學教育超過30年，提到給大學教育的建言，他認為迎接新科技時代，單一專長將不足以應付未來職場所需，建議材料相關科系減少專業必修科目，多增加社會科學、歷史、文化、藝術、音樂等跨領域課程，讓學生能更彈性、廣泛地學習。

少子化趨勢為台灣教育體系帶來衝擊，台灣將陷入學生人數大幅銳減的窘境。彭宗平預估，10年後台灣的學生人數將減少一半，未來教育的樣貌一定有所不同，應該透過多元面向去激發學生的思考、分析、創意等能力。尤其創意，彭宗平認為，這是台灣學生足以和外國學生抗衡的競爭力，聰明的人不一定具備創意，但創意可以後天培養，透過練習、養成一些思維特點，也可以成為創意十足的人。創造力是推動時代巨輪轉動的原動力，也是人類文明進步的推手，一個有創意的人才，未來前景將不可限量。

展望未來，彭宗平建議不管是年輕學子或產業界都要把眼光放遠，格局放大，舞臺不侷限在台灣本土，持續朝立足台灣、放眼世界的目標邁進。



Academic
學術界



態度決定高度 勇於挑戰 熱愛創新 中興大學校長薛富盛



自強不息 厚德載物

薛富盛 F.S. Shieu

國立中興大學校長

學歷：

美國康乃爾大學材料科學與工程學系博士

經歷：

國立中興大學工學院院長、材料科學與工程學系系主任、所長

行政院國科會工程處材料工程學門召集人

國立中興大學研究發展處研發長

行政院國科會「中央政府科技發展」智庫委員

奈米國家型科技計畫人才培育總計畫主持人

台灣鍍膜科技協會理事長

財團法人大學入學考試中心基金會董事長

榮譽：

英國國際工程與科技學會 (IET) 會士 (Fellow)

英國材料與礦冶學會 (IMMM) 會士 (Fellow)

澳洲能源學會 (AIE) 會士 (Fellow)

美國康乃爾大學傑出校友



接受中國材料科學學會代表專訪
(左起：張守一、薛富盛、宋振銘；2018)



主辦中國材料科學學會年會及學術研討會 (1995)



獲頒美國康乃爾大學傑出校友；與工學院院長Prof. Lance Collins、材料系主任Prof. Emmanuel P. Giannelis、指導教授Prof. Steve Sass合影 (2012)



美國康乃爾大學博士畢業 (1990)

身為中台灣高等教育龍頭的中興大學，不僅是國內創校歷史最悠久的頂尖學府之一，更是台中知名的綠色大學，校園中，盎然綠意與中興湖相互輝映，令人彷彿置身在都會桃花源裡，而這正是中興大學薛富盛校長希望帶給每位造訪者的第一印象：美麗與開闊！自2015年8月接任中興大學第15任校長以來，薛富盛就積極投入資源，為校園軟硬體設施改頭換面、一新氣象。在眾多改革措施中，最獲學生好評的莫過於老舊宿舍與學生餐廳改造。

屋齡長達40年的學生宿舍設備老舊，為提升學生住宿品質，薛富盛在上任後即大手筆展開改造，以「一年一棟」的速度逐步完成宿舍的翻新與升級。在設計師的巧思下，以洋溢清新風格的木質系統櫃與榻榻米地板取代舊有設施，歷史悠久的陳年老宿舍搖身一變為典雅的日式和風房，讓入住的學生紛紛豎起大拇指，大讚住起來就如五星級飯店般舒適宜人。此外，媒體讚譽為台中最狂校園餐廳的興大學生活動中心，亦在薛富盛上任後歷經困難，解決30餘年來沉疴問題取得使用執照，由原本2家餐廳變身為興大美食街，吸引近40家廠商進駐。

從老舊宿舍、學生餐廳做起，薛富盛上任來已陸續完成校內30餘項軟、硬體設施。這是薛富盛用心良苦之處；他希望每位到中興大學來「讀冊」的異鄉遊子們都能在此感受到「家」的溫暖、校方的用心，並藉此促進同儕間情感的交流、提升學習效率。

此外，薛富盛對於國際化教育也極其重視，自2004年擔任興大研發長開

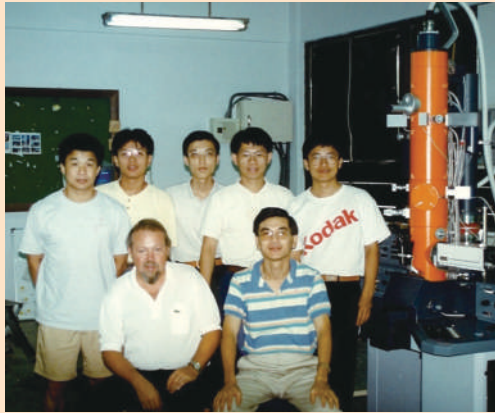
始，就積極投入跨國交流。出任工學院院長期間，更致力推動工程教育國際認證，除帶領興大工程與材料領域首度進入ESI學術資料庫全球前200大排名外，還促成傑出校友成立「UCLA萬年獎學金」，資助興大學子前往美國名校攻讀碩、博士學位；透過校友的奉獻支持，讓學弟妹追求卓越、夢想成真！薛富盛積極對外尋求資源，如：科技部價創計畫，興大案件通過全國最多，獲1.9億補助；教育部高教深耕計畫獲3.5億補助，全國第六…等，2017年累計整體產學合作計畫增加5.3億，成長39.05%。2018年校務基金期末統計累積近30億元，更是創下歷史新高。

懷抱探索好奇心 跨入材料新領域

「大學生涯無疑是一個人最精華、也是影響最深遠的求學時光，若能善加運用、好好把握，將成為往後人生發展的關鍵。」從小在離島澎湖土生土長的薛富盛，自馬公高中畢業後即隻身來到台灣，進入清華大學就讀。回憶起那段求學日子，他肯定地說：在清華的4年為自己人生打下重要基礎。

身為國際知名材料學者，研究專長為奈米、薄膜領域的薛富盛在學術上的傑出表現有目共睹。曾獲英國國際工程與科技學會會士、英國材料與礦冶學會會士、澳洲能源學會會士等眾多榮譽。至於如何開啟進入材料領域的因緣？對此，他笑著說，這其實與當年清大學長的一句話有關！

薛富盛說，初入清大時，就讀的是化學系，剛好當時清大成立了國內第



1995年中興大學材料所購置全國第一部能量過濾型穿透式電子顯微鏡（EFTEM）



中興大學與愛荷華州立大學簽署獸醫雙聯學位（2018）

一個材料系，向來對探索新領域與知識抱有高度興趣的他，在學長鼓勵下決定嘗試看看，於是便轉到材料系，就此結下了自己與材料科學的不解之緣。

雖然是轉系生，但從小主動學習、求知慾強的薛富盛並沒有適應不良的問題，成績始終名列前茅，更以第一名的優異成績畢業。特別的是，儘管成績亮眼，但薛富盛並不像班上其他同學般懷抱著出國留學夢想，反而一踏出校門就進入了職場，成為班上少數畢業即踏入社會的新鮮人。

「那時的留學風氣很盛行，很多同學大三起就每個禮拜搭車到台北補習，準備出國留學。不過，當時的我卻壓根兒沒想過要到海外深造。」薛富盛說，因為他深知，家裡負擔不起龐大的留學費用，加上從未把出國唸書當作人生目標，因此畢業、服完兵役後就前往位在高雄小港的中鋼公司報到，在冶金技術處擔任工程師。

工作穩定、又能發揮所長，薛富盛笑著說，原以為自己會就這樣安安穩穩地當一輩子的工程師，但人生的際遇就是那麼妙不可言！大學4年從未懷抱留學夢想的他，反而在任職中鋼時期逐漸在心中醞釀出國計畫。

熱愛挑戰與創新 海外深造成為人生轉捩點

或許是與生俱來喜歡挑戰、求新求變的天性使然，薛富盛在中鋼冶金技術處負責品管工作一年多之後，對工作內容得心應手，憶起大學時代常聽



率領團隊前往巴西聖保羅市開辦奈米教育種子教師研習營（2011）

老師分享海外留學生涯甘苦，乃興起出國接受挑戰的念頭，希望藉此為人生帶來改變。

一旦立定目標就勇往直前，薛富盛邊工作邊準備留學計畫，不僅順利取得海外深造入場券，更獲得長春藤名校康乃爾大學的全額獎學金，讓他可以無後顧之憂地專心進修。

薛富盛在康乃爾大學材料學系拿到博士學位後，先進入美國陶氏化學公司（Dow Chemical）擔任資深研究工程師；1993年，適逢中興大學創立材料工程研究所，薛富盛乃決定回國貢獻所長，就此展開他熱愛的學術研究生涯。

「現在回過頭來看，在康乃爾念書那幾年可說是我人生的轉捩點，不僅開拓了視野和眼界，更提升了邏輯思考與外語能力。」提起留學生涯，至今仍倍感珍貴。薛富盛表示，美國自由開放的學風深刻影響了他往後的研究生涯；當時每位研究生都很珍惜得來不易的學習機會，經常利用課餘時間分享、討論研究成果，透過彼此的思想激盪，為學術研究激發出更多創意與觀點。

不只學生求學態度嚴謹自律，康乃爾大學教授指導研究生的態度更是處處用心、毫不馬虎。薛富盛談到，剛開始用英文撰寫學術文章時，用字遣辭與邏輯架構總是不如歐美學生來得到位，但儘管如此，他的指導教授卻從未不耐煩，反而常以更多的耐心來教導他如何修正論文方向、甚至英文語法，往往一篇文章就要來回修改2、30次，不斷反覆討論，務求盡善盡美。恩師



參與科技部及教育部海外攬才團（2018）

嚴謹的治學態度與視徒如子般關愛學生的包容氣度，都讓薛富盛印象深刻，銘感五內迄今難忘。也深深影響了他日後的教學風格，在他指導學生的過程中，每當學生論文遇到瓶頸時，他總會想起當年教授是如何協助自己釐清研究思路與寫作架構，轉而不遺餘力地傳承下去。

另外，留學期間養成的獨立思考與邏輯能力，也是直到今日仍然受用。正因為在美國求學期間受到的深刻影響，在他投身教育界後，薛富盛總是鼓勵學生，只要有機會一定要走出台灣去看看世界，讓自己的視野更海闊天空。

推動材料領域創新 基礎科學是根本關鍵

薛富盛說，人才培育是大學責無旁貸的使命。過去的高等教育是菁英教育，而現今的高等教育則已成為普及化教育，看似每個人的「學歷」都提高了，但「學力」卻不見得隨之提升，反而因為大學窄門變寬了，現在大學生的主動性和積極性已不像過去那麼強烈。然而，面對全球化趨勢的挑戰，大學生必須更懂得如何強化自身實力，才能與時代接軌。他以自己為例，從小就培養積極主動的自學能力，很多知識與專業都是靠自學而來，自主學習亦是學生進入大學後的重要功課。

談到當今的材料教育發展，薛富盛認為，目前材料領域似乎比較偏重「應用面」，但「基礎面」的扎根也不容忽略。推動材料領域的創新，其關鍵仍在於堅實的基礎，就像現今倍受矚目的大數據科技浪潮，其源頭仍須仰

賴數學運算的道理般；材料領域的創新發展追本溯源，其核心內涵仍脫離不了物理、化學、數學等基礎科學，因此基本功一定要紮穩。他以康乃爾大學為例，該校十分鼓勵材料系學生去修讀物理系或化學系的課程，因為基礎科學是專業知識的根本，先把底子打好後才能打通自身的「任督二脈」。

在打好基礎的同時，也須掌握未來發展的趨勢，比如當下的AI、工業4.0、大數據、綠能等潮流。「接任校長後，我一直在思考如何幫助年輕人具備與時俱進的專業與能力。」一分耕耘、一分收穫，薛富盛建議年輕學生應善用4年時光，把握每一個學習機會，尤其材料領域屬於跨領域科學，不只要吸收多方知識，更要懂得融會貫通。

成功無一定標準 終身學習是王道

對於即將步入職場的畢業生，薛富盛表示，畢業並不是學習的終點，而是另一個開始。尤其面對科技日新月異的現代社會，更要抱持終身學習的心態，面對各種議題時要仔細思考，而非隨波逐流、人云亦云。以他自身而言，就喜歡走一條「人煙稀少」的路，但一路走來也有許多成長和收穫。

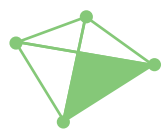
「態度決定未來的高度」，薛富盛表示，畢業生剛投入業界時，不要太短視近利，執著於工作的起薪，而是要看重其後的發展與專業上的成長。他強調「成功沒有一定的標準」，在不同環境、不同位子都可以學到東西。年輕人要自我期許擁有「大格局、高視野」，將眼光放遠、學無止境。

另外，薛富盛也鼓勵學生，除了專業知識的紮實之外，也要培養人文素養，提升生命的厚度。中興大學雖然沒有設立藝術科系，但他接任校長後積極推廣藝文教育，希望學生在追求專業知識的同時，也能接受藝術薰陶，培養人文氣息。

自強不息 厚德載物

「無論時代怎麼改變，有些根本的東西是不會變的，例如品性人格。」薛富盛談到，如果他今天是一家企業老闆，他對員工品格與素養的重視將更甚於專業能力，他期許每位學生在會做事之前，要先懂得做人的道理。

銘記求學時清華大學的校訓「自強不息、厚德載物」，至今仍是薛富盛依循的人生座右銘。在自己努力不懈、奮發向上的同時，也要具備能包容萬物、海納百川的寬廣心胸，結交跨領域、文化、價值觀不同的朋友，包容互諒，而這也正是薛富盛想送給時下年輕朋友的中肯建言。



Research and
Development
研發界

以基本功和結構打底 深化人才與平台的結合 劉仲明點出台灣未來 就在跨領域創新



跨領域合作創新
知行合一

劉仲明 Jonq-Min Liu

工業技術研究院特聘專家
創新工業技術移轉股份有限公司董事長

學歷：

美國哥倫比亞大學化學博士

經歷：

工研院副院長、院長（2010~2018）

資策會執行長（2016~2017）

工研院材化所所長（2006~2010）

工研院材料所副所長、所長（1989~2005）

中國化學會理事長（2013~2014）

中華民國高分子學會理事長（2006~2010）

中國材料科學學會理事長（2003~2007）

輔仁大學化學研究所副教授（1980~1984）

榮譽：

侯金堆傑出榮譽獎（2016）

中華民國高分子學會終身成就獎（2013）

中國材料科學學會陸志鴻獎章、會士（2009）

國立清華大學傑出校友（2007）

中國材料科學學會材料科技貢獻獎（2003）

行政院79年傑出科學與技術人才獎



工研院院長佈達（左起：前院長徐爵民、經濟部次長卓士昭、劉仲明；2015）



榮獲侯金堆傑出榮譽獎（2016）



全家福（2018）

從3C電子、光電材料到醫療照護，台灣在許多領域都是世界級的領先者，打造創新平台推動跨領域整合，將是台灣未來機會之所在。

甫於2018年初卸任工研院院長一職的劉仲明在任內積極推動開放式創新系統平台（Open Innovation System Platform），正是著眼於大勢之所趨。劉仲明認為：「材料勢必成為台灣創新發展的原動力之一，而最好的機會還是在於跨領域創新，這也是台灣可以勝出的地方。因此，人才與平台的深度結合非常重要。」

從零做起 挑戰極限

劉仲明細數來時路，從中說明創新、經驗與合作的重要。2、30年前，電子用高分子材料研究在國內還是嶄新的領域，由於沒有前人的腳步可追尋，想要做到產業化並發揮其真正的價值，就必須讓技術更完整、成熟度更高。劉仲明舉他帶領團隊從事乾膜光阻劑研發為例，很幸運地，在摸著石頭過河的狀況下，順利做出捲對捲塗層材料，而且可直接應用在印刷電路板製程，技術移轉給長興材料、大東樹脂等公司；業界在承接技術之後，雖然花了很大的心力才讓整個生產製程流暢化，但之後慢慢發展成主力產品，直至現在該產品每年仍為長興創造百億業績。

有機光導體（OPC）技術的開發是另一個更具挑戰性的故事。由於OPC

沒有技術演進的過程可參考，只能土法煉鋼，建立自己的方法論，才能掌握穩定的品質。劉仲明帶領同仁從製程、設備、材料到配方，進行了完整的研發，但當考慮是否要進一步付諸小型試量產時，卻面臨極大的掙扎。因為，團隊深知OPC要從實驗室技術走向試量產，還有一道極深的鴻溝需要跨越，在做與不做之間，研究團隊曾經有過多次的討論與推敲。但為了讓技術能更快速落實於產業界，最後決定接受挑戰，勇往直前，做了！回頭來看，其過程雖然相當辛苦，但收穫良多。劉仲明說：「這個案例對我們而言是珍貴的學習，讓研究團隊對於從技術研發到產業化的歷程有了深刻體會。即使困難重重，仍可透過不斷學習與修正，逐步收斂，確保並提升技術品質。」

在OPC付諸試量產之前，研究團隊對於所謂「良率」的概念其實相當模糊、所知有限，但良率卻是產業供應鏈中的獲利核心。透過這段實際操練，同仁們除了因為攜手面對問題、尋求解決方案而建立起深厚的革命情感之外，也從中練就了一身真功夫，確實掌握了如何提升良率的眉角。之後轉赴業界表現傑出的國碩前總經理蔡禮全、現任工研院產服中心主任劉佳明等都是當時的計畫成員，並從中學到本領的代表人物。這項技術的成功，除了當年材料所同仁的努力之外，工研院內臥虎藏龍，來自各領域不同背景專家的貢獻亦功不可沒。每當遇到困難時總能快速找到協助，工研院開放的人才交流與應用平台，適時充分發揮了功效。

從播種到開花的LED產業

劉仲明被業界喻為「台灣光電材料產業第一人」，30年前即開始帶領工研院團隊進行材料及製程研發，一手催生了台灣本土的LED產業。時任計畫主持人的劉仲明，帶領同仁做過很多嘗試；研究過五花八門的磊晶技術，更深入涉獵前段的長晶技術，當時即做出如紅光LED、紅光雷射、通訊雷射等多項亮眼成果，之後又陸續提出高亮度LED計畫，繼續深入LED相關研究。劉仲明說，工研院在投入LED的研發過程中，即開始思考台灣LED產業若順利成型，應該採取哪種製造技術會較合適等問題。當時與陳澤澎（前國聯光電協理）、李秉傑（現任晶電董事長）等人皆有共識，應該會朝有機金屬化學氣相沉積法（MOCVD）發展，於是在艱辛的情況下仍毅然決定編列預算，陸續添購了2台昂貴的MOCVD設備。一路走來，LED市場蔚然成形，MOCVD也成為相關企業的最佳選擇，過往的努力成為支持產業加速邁進的重要推力。之後，陳澤澎、李秉傑等都離開工研院自行創業，為台灣光電產業打下一片天。

回顧這段過去，劉仲明認為：「紮好根基，努力做好該做的事，一旦機會來了就能乘風而上，創造歷史」。LED因為之後獲得諾貝爾物理獎的中村修二博士開發出高亮度藍光LED而讓光的三原色齊備，峰迴路轉改寫了整個LED產業的發展。不只LED，雷射也都有了完整的紅綠藍三原色，最初投入研發時被視為只能主攻應用有限利基市場的產品，最後竟發展成指標性的龐大產業，除了努力之外，劉仲明不諱言還有極高的機遇成分在其中。「新興的奈米科技目前也有類似的發展軌跡，雖然枱面下各自努力研發競逐，但最後會由誰勝出，或從哪裡開花結果仍在未定之天。不過，唯一可以確定的是，不能只採取守株待兔的對策，而要積極開展新局，創新並勇於嘗試。」劉仲明這樣看待新技術的投入與成功。甚至，對於目前正火紅的人工智慧、區塊鏈、大數據等新科技，劉仲明也認為需要有良好的組織、架構及人才，把基礎的事都做到極致了，當有新科技來臨時才能融合得宜，搶得先機。反之，如果本身基礎不夠紮實，而貿然引進新科技可能會導致更快速的失敗。

從化學到材料的跨界體悟

劉仲明從中學時期就對化學元素組合兼具規律與變化的特質，深感興趣。大學聯考分發到清華核工系，但大一唸完之後決定轉讀化學系，希望能更深入地探索這個千變萬化的領域。大學畢業後赴美進入哥倫比亞大學繼續進修，在順利取得博士學位後，即束裝返國，希望能學以致用，為台灣貢獻所學、創造更高價值。返台應徵工作時，因為夫人已接獲清大聘書，而當時清大規定夫妻不能同在學校服務，因此有4年的時間任教於輔仁大學。之後



工研新創群英會開幕儀式（左起：會長高繼祖、董事長蔡清彥、劉仲明；2015）



工研院運動會（2015）

工研院材料所擬規劃成立以電子用高分子材料為主的特殊高分子實驗室，從事當時憑學校資源和設備無法進行的光阻劑開發。而光阻劑是利用化學的方法引發光和物質反應，正是劉仲明感興趣的專長所在，於是劉仲明轉而投效工研院，由化學一頭鑽入材料研發，開始為國內材料發展與產業化應用打拼，展開在工研院30餘載的精彩生涯。多年心血研發的光阻劑之後技轉永光化學公司，協助以紡織染料起家的永光化學，成功轉戰「電子化學品領域」，成為國產IC光阻劑的主力供應商。

研發三力：分析、合成及毅力

從工研院材料所所長到工研院院長，數十年來都在研究單位掌舵領航的劉仲明，參與過各種各樣的研發計畫，他心目中的優秀研發人員需要具備哪些特質和能力呢？劉仲明指出，以他多年的觀察，最後能有所成就的事物，過程裡至少會經過3次以上的轉折，方能產出可觀的成果。因此，他認為從事研發者至少必須具備分析、合成及堅持到底的毅力等3種能力。

關於分析能力，台灣的學校教育相當著重於此項能力的培養與訓練，藉由不斷的練習讓大腦建立邏輯的思考模式，這項能力較易透過測驗方式評估。

另一項合成（Synthesis）能力，講究的是起承轉合、條理分明的組織能



工研院創新園區第一期揭牌啟用 (2017)

力，典型的例子就是作文或演講。這項能力不只在個人意見的清楚表達，在團隊中，合成能力的展現與合作精神尤其重要。此項能力在美國的教育體系中比較受到重視，而且成為其競爭力的來源。他以有一回到美國拜訪親友所見的經驗為例：當時，親戚家正聚集了來自各地、彼此並不熟識的10來個孩子，大概花了1小時左右，這些孩子就發展出以整個客廳為場地的遊戲，而且每個孩子都參與其中、樂在其中。劉仲明認為，這樣的結果並非偶然，而是由教育潛移默化形成的。

第三項能力則是毅力，係指碰到困難時願意做某種堅持的能力。尤其在工業技術領域，若是涉及新技術，從開始摸索到技術成熟，進而結合需求端做出有價值的東西，往往需要耗費極長的時間，過程中要面對的困難和挑戰難以估計，往往「十年才能磨一劍」，過程中如果沒有堅持很難成功，而毅力就是能否堅持到底的重要因素。

善用台灣優勢 發展創新未來

放眼當今，台灣正面臨很多挑戰，但也擁有不可忽略的優勢，在許多特定領域都有不錯表現，例如電子材料、積體電路的高品質製造；此外，台灣在健康、照護與醫療等方面的水準也是世界聞名。劉仲明認為，科技和醫療是台灣必須聚焦的兩大重要領域。



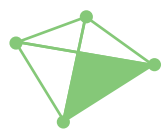
工研院榮退歡送會 (與材化所同仁合影; 2018)

除此之外，台灣的產業環境健全，若能透過技術平台，以跨領域方式進行整合創新，將可望成為台灣的成功方程式。在創新的領域裡會應用到許多科技的整合，大量的連結與跨領域合作是關鍵，工研院的角色則是提供一個開放性的創新平台，讓技術相互連結，打好基本功，以結構性的改變，創造持續性的成長。

劉仲明強調，技術平台本身的價值有限，真正的價值來自與特定領域裡的問題深度結合，從而產出解決方案或創新。唯有開放創新平台的整合結構、紮實的基本功，才能落實科技應用及商業化，引領產業開創新機會。

對他而言，最重要的準則是「知行合一」，唯有真正去實踐，才能真正瞭解問題之所在，而跨領域的開放創新平台也是相同的道理。有愈多的研發創新，平台特色會愈清楚，也愈能吸引國際級一流業者來合作，進而創造出更高價值，帶動更多創新機會。甚至，推動不同平台的相互整合，也將能催生更大規模的創新動能，達成最終多元的實質應用。

材料著重於微結構和特性之間的關係，由這樣的概念衍伸出來，劉仲明希望年輕朋友們能更關心問題的核心結構，台灣未來就是要靠跨領域的合作創新，透過架構上建立好的平台，再結合人才、領域知識、技術能力等，創造台灣的優勢。他也期許年輕朋友深入思考如何在這些方向上找到著力點。



Research and
Development
研發界



與光同行的研發歷程 林本堅突破摩爾定律的尺寸限制



無論是事業、家庭、生命
都要用心經營

林本堅 Burn Lin

中央研究院院士
國立清華大學特聘研究講座教授

學歷：
美國俄亥俄州立大學電機博士

經歷：
台積電奈米製像技術發展處資深處長、研發副總經理
美商領創公司總經理
IBM部門經理

榮譽：
美國國家工程院院士
中央研究院院士
IEEE Jun-ishi Nishizawa Metal
SPIE Frits Zernike Award
工業技術研究院第二屆院士
十大傑出工程師獎
台積電創新及客戶夥伴獎



榮獲十大傑出工程師獎



榮獲台積電創新及客戶夥伴獎



與祖母、父母、弟弟合影（左一：林本堅）



越南光中堂

摩爾定律（Moore's Law）是半導體產業奉為圭臬的指標，以平均每18到24個月為週期，晶片上元件的面積將縮小50%，效能則會提升。但近年來，半導體產業對於摩爾定律即將邁向極限的擔憂逐漸升高。曾經擔任台積電研發副總經理的中央研究院院士林本堅，十多年來帶領團隊以多項製程創新取得技術突破與競爭優勢，他提出經濟面的摩爾定律（Moore's Law of Economy）來破解半導體產業對尺寸面摩爾定律（Moore's Law of Scaling）的盲點，以及持續追求積體電路縮小化的迷思。

林本堅表示：「業界普遍認為晶片每2年縮小一個世代，就是摩爾定律，若由這個角度來看，最後必然會走進死胡同。但摩爾定律真正吸引人的是週期性的晶片成本下降與其效能提升，所以它的真義不僅於元件尺寸微縮，而是經濟效益加增。」即使無法再以縮小尺寸來達成目的，還是有其他方法能降低成本並提升效能，例如：好的晶片設計、新的材料導入。

林本堅在台積電最著名的研發成果，正是透過材料的改變來突破線路尺寸的極限。「浸潤式光學微影技術（Immersion Lithography）」以水取代空氣，做為曝光鏡頭與晶圓之間的介質，大幅縮短光的波長，提高成像解析度，不僅徹底翻轉當時業界主流的研發方向，也為台積電的奈米製程奠定領先優勢。

跨領域專長 突破研發挑戰

母親贈送的相機，啟發了林本堅對攝影的興趣，從此與「光」結下不解之緣。就讀於台大電機系時，在電力和電訊兩項主流發展方向裡，他選擇了後者；畢業後前往美國俄亥俄州立大學攻讀博士學位，投入當時新興的雷射研究，並以雷射全像術（Holography）完成博士論文。

取得博士學位後，林本堅的第一志願是到柯達（Kodak）研究全像技術，但率先提供工作機會的反而是IBM Research，對方看中他在光波上的研究成果，以及自學而來的程式能力。也正因為如此，林本堅在IBM Research的第一個任務就是結合這兩項專長，將設計鏡頭的工作由原本仰賴機械計算轉為電腦化運算。

第二項任務則是橫跨IBM在東西岸的研究中心共同進行磁碟的研發，新一代產品希望以光磁作用取代電流產生的磁場做為寫入的技術，而且為了降低成本，必須揚棄鏡頭，改由細至微米以下的小縫來成像。林本堅的研發成果後來被廣泛用於IBM半導體相關的部門，他也因而進入主流科技領域裡。

相較於現今的5奈米，當時半導體元件的線路寬度是5微米，等於是5,000奈米。林本堅參與2微米的研發，並成功將尺寸微縮到1微米及0.5微米。其中



林家四代合影（2006）

一個技巧是把光的波長縮短。他表示：「從事研究就是要突破極限，當時大家使用的都是波長436 nm的光源，我們想縮減為250 nm，因此面臨許多材料的問題。」

其中一個問題是光罩的材料，短波長無法有效穿透玻璃，所以必須改變光罩的材料；至於顯影的材料，原本都以膠卷為主，包含硬片及軟片，上面塗佈的材料必須仰賴如柯達等的大公司預作專門處理。林本堅在此遇見全新的顯影材料—「光阻」，無須假他人之手，即可在公司內部自行塗上，解析度優於有微粒的膠卷，還能使用電子顯微鏡來觀察微結構，包括立體成像、光波分佈等，技術開發上也變得更為方便。436 nm的光阻不能用在250 nm的曝光，所以光阻的材料也須進一步研發。

以現有基礎展現技術真本事

林本堅50歲那一年，正好碰到IBM提出優退方案；退休年齡從原本的55歲提早為50歲，當時兒女都已大學畢業，同在IBM工作的妻子也有穩定收入的情況下，讓他萌生了創業的念頭。他說：「如果不在這時候冒險，可能就要一輩子待在IBM。」

在IBM時期，他協助公司取得許多專利，創業後仍然保有強大的研發動能，但卻面臨不同的挑戰。林本堅坦言，小公司即使擁有最好的專利，用處卻仍有限，當大公司決定使用相關專利時，小公司很難與之抗衡。原因之一是專利內容是否完備強大到足以進行法律程序的攻防；另一個原因則是每年

都須支付高昂費用聘請律師協助申請及維護專利。

雪上加霜的是，當時某家對手被大公司購併後，合組大型研發團隊並強化相關技術，但成本卻降至原有的10%，可說是擁有絕對的競爭優勢。當創業從夢想成為現實壓力，林本堅也不得不重新審視未來方向。雖然創業的門看似已被關上，但另一扇窗卻適時地打開了一台積電跨海邀請他回台灣任職。

林本堅在台積電最為著名的成就就是研發出「浸潤式光學微影技術」，而在此之前，他已持續地從基礎面鞏固台積電的技術優勢。舉例來說，當時微影技術所使用的光源正從波長248 nm轉為193 nm，研發人員也興沖沖地想把193 nm的機器用於0.13微米製程上；除了自認資金雄厚可以購買最好的機器之外，還附帶一種領先全球使用最新機器的榮耀感。但林本堅說：「在我來看，這反而是一種失敗，等於是用牛刀來殺雞。使用248 nm的機器來運行0.13微米製程，才能顯出我們的真本事，且可節省許多投資；同樣的事也發生在7奈米，當時業界集中火力研究超紫外光（EUV）顯影技術，我們則以浸潤式微影技術來展現我們更強大的研發能力。」

翻轉思維與材料的突圍之旅

在浸潤式微影技術出現之前，正好是從90奈米進展至65奈米的階段，業界雖然認為可以再往下做到55奈米，但也認知到這恐怕將是極限。當時業界主流的想法就是縮短光的波長，前一代從248 nm縮至193 nm，再來則是從193 nm縮至157 nm；單從表面數字來看，前者能達到約28%的改善成效，後者只有23%，而且157 nm的瓶頸並不容易跨越，產業界投注鉅資卻仍找不到解答。

問題之一是鏡頭的材料，適合157 nm光波使用的材料幾乎只有二氟化鈣，其它沒有什麼材料可以有足夠的透光度。但是，半導體製程所需的鏡頭很昂貴，表面的光滑度和精確度必須做到極度完美，連材料的純度都要控制得十全十美。最要緊的是，用在157 nm鏡頭的材料必需是完美的單結晶。供應商必須進行許多嘗試性的開發，每次測試長晶的過程都要3個月，而且必須保持長晶環境條件不變，3個月後看到結果，再修正長晶條件進行改善，得知結果又是3個月以後的事了。即使有廠商為此建了數百個長晶爐，但這種作法仍然緩不濟急。

第二個問題是光罩的防塵護膜材料，要能讓波長157 nm的光穿透，且張力和強度都須兼具的薄膜，根本做不出來。另外，光阻材料也有問題，因為光阻對波長157 nm的光吸收率很高，以致無法做出有可用高度的成像。唯一與材料無關的問題則是空氣，由於氧氣會吸收157 nm的光，所以光經過的地方全部要使用氮氣。要在機器裡均勻注滿恆溫的氮氣，還要偵測漏氣、雜



工研院院士授證（2013）



美國國家工程院院院士授證（2008）

氣，雖然並非不可行，但實際執行極為麻煩，而且耽誤許多時間。

原有的製程是以空氣做為鏡頭和晶圓之間的介質，但林本堅在一篇實驗報告裡看到水對193 nm光波的折射率是1.46，比起空氣的折射率1大了46%，也就是改善幅度可達46%。相較於費盡心思設法將光波長從193 nm縮小到157 nm只能改善約23%的效果，僅僅將介質改為水，就會有更好表現，而且光罩防塵薄膜、所有鏡片、光阻等，都能使用193 nm的現成架構，還能跳脫許多問題。

但身為第一個提出構想的人，總是會受到很多質疑。阻力之一是業界在157 nm機器的研發上已經花費了約10億美元，很難全盤拋棄；另一個壓力則是說服廠商改進設備。經過林本堅長時間的溝通，有一家廠商態度率先軟化，宣佈要發展浸潤式設備，它的競爭對手也因此立刻發表跟進宣言，意味著業界對浸潤式微影技術的觀望心態已經轉變。

技術面的最大難題就是掌控水，包括潔淨度、溫度、密度、氣泡等，都會影響成像，而且還要能在原本乾燥的機器環境裡運作，並須研究光在水裡的極化行為，找出最優化的製程參數。

設備的調整當然也不輕鬆，以光阻為例，為了防止水的滲入，必須再加一層隔絕膜，但可行的方案比光阻本身的費用更高昂。林本堅的團隊成功研



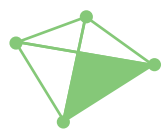
發出無需隔絕膜的光阻，台積電也因而掌握了長達數年的競爭優勢，不但成本更低，成像品質也更好。

善用創造力與好奇心 開拓更美好未來

回顧一路走來專注於研發工作的歷程，林本堅建議年輕人必須具備創造力和好奇心，這兩者其實互為表裡，可以相輔相成。尤其在手機、電腦等先進工具普及、太平盛世的現代環境，思想也更為自由，林本堅期許年輕人能夠發展出更好的未來。

同樣的，企業主管也要有接受新創意的胸襟，尤其許多剛萌芽的創意其實都很粗糙而不成熟。創新不能光靠一個人埋頭苦做，而是需要多人共同合作，相互激盪學習，才能發揮更大的研發成效。林本堅在台積電任職時，時常提醒同仁要彼此「互尊、互信、互助」，有了互相尊重，才有互相信任，才能一起做研發，彼此幫助，將下一個世代的技術發展得更好。

對林本堅而言，最重要的座右銘與他的信仰有關；在IBM工作時，看到聖經裡的一段話：「信主的人留心做正經事業是應該的，是主所喜悅的。」也正因為如此，林本堅自己執筆出書，書名就叫「把心放上去」，他強調：「無論是事業、家庭、生命，都要用心經營。」



Research and
Development
研發界

開創台灣產業新契機 彭裕民從應用與基礎理論 尋找突破創新



帶著好玩和熱情的心
一起探索
材料無限可能的未來

彭裕民 Alex Peng

工業技術研究院副院長兼材化所所長
中國材料科學學會理事長

學歷：

英國曼徹斯特大學材料博士
台北工專化學工程科

經歷：

工研院企劃與研發處處長
工研院材料與化工研究所副所長

榮譽：

美國全球百大科技獎 (R&D 100 Awards ; 2009、2017)
台灣化學科技產業菁英產業貢獻獎 (2017)
東元科技文教基金會東元獎 (2015)
中國材料科學學會會士 (2015)
中華民國科技管理學會第十六屆院士 (2015)
中國材料科學學會材料科技傑出貢獻獎 (2012)
中華民國科技管理學會第十一屆「科技管理獎」(2009)
經濟部優良計畫主持人獎、優良計畫成果獎、優良技術成就獎



榮升工研院副院長佈達典禮（左起：董事長李世光、彭裕民、院長劉文雄；2018）

創新材料、循環經濟，加上當前以「融合」為重的科技發展主流趨勢，甫於2018年8月晉升為工研院副院長（兼任工研院材料與化工研究所所長）彭裕民從中看到材料產業未來成長的新機會。不過，材料產業和其他產業不同，從鑽研出特殊性質到付諸產業化，是一段漫長而不確定的歷程，需要有十年磨一劍的專注與耐心。根據統計，一項新材料的研發平均需要18年。除了時間之外，投入新材料的開發，等同於走入未知的新領域，彭裕民表示：「對於新事物的研究及追求，到頭來都是在挑戰理論的極限。因此，在材料研發與創新的過程中，需要以紮實的理論做為基石。」

實務與理論的雙向驗證

彭裕民，一個在苗栗山城長大的孩子，國中畢業後順利考上台北工專。當年懵懂的年紀對科系內容其實並不清楚，只因為第一次踏進校門時，化工科的攤位上展示著自製肥皂，正好符合他偏好有趣、實用、看得到又摸得著的務實天性，因而選讀了化工科。畢業後，因為來自舅舅的啟蒙，讓他看到了更寬廣的世界，也讓他體會到回歸理論基礎的重要，因而走出與山城童年截然不同的人生。

彭裕民的舅舅葉明仁先生專長於電鍍、塗裝等材料表面處理，當時除自力建置實驗室並出版表面處理相關雜誌之外，更擔任多家知名企業的技术



東元獎頒獎典禮（左起：前院長劉仲明、彭裕民）



接受李遠哲先生親自授予獎座（左起：愛子彭傑、李遠哲先生、彭裕民）

顧問，其中還包括幾家國外的廠商。

工業用的表面處理塗料來源通常有兩種：一是購買現成配方再加以調配；二是研究開發獨家配方，而彭裕民的舅舅則是屬於後者，他希望能據此協助國內廠商建立自己的產業。當時，有關表面處理技術的進程，歐洲廠商已推展到汽車業，日本廠商也已在電子產品上運用自如，而台灣則仍停留在電鍍民生用品的階段，技術差距之大有如雲泥之別。

彭裕民從台北工專畢業後，先進入舅舅的公司磨練。在協助進行分析工作的過程中，讓他找到許多樂趣，但是，一次銜命隻身前往現場執行配方調整的經驗卻給他相當大的衝擊。表面處理在電鍍後無法以目視判斷配方品質的好壞，一有問題必須要在最短的時間內找出最佳解決方案。但工廠並沒有實驗室級的設備，也沒有好的分析工具，在此拮据環境下，只能靠理論的解析與掌握來解決問題。彭裕民說：「在時間和技術的雙重壓力之下，關鍵是要想清楚背後的道理。這些經驗讓我更加確定要再深入了解這個領域，紮穩理論根基」。

從Know Why回歸初心

在一心想追根究柢、徹底了解表面處理這門學問的決心下，彭裕民決定



材化所研發之高安全性鋰電池STOBA®技術(左)，化學SEI改質長續航力電動車鋰電池(右)分別榮獲2009年及2017年全球百大科技獎。(照片提供：工研院)

負笈英國，繼續修讀碩、博士學位。彭裕民形容出國進修為背水一戰，旅費和學費是他父親騎腳踏車載著他連跑苗栗3家銀行，提光一生積蓄才湊足的。帶著個人夢想與全家希望的他在曼徹斯特大學開放的學風中翻轉了思考及學習的方式。

「鍍」的過程雖然是化工技術，但品質的好壞卻往往取決於材料，必須要先了解材料的本質才能做出好的鍍膜來。學校教授還要求要從不同角度看材料，進而建立自己的知識體系。簡言之，就是不只要「Know How」，還要「Know Why」，同時要知道別人怎麼想，才能適時地修正並鞏固自己的想法。此外，當時學校也非常重視研究材料的防蝕技術，須放大格局去掌握各種環境條件造成的腐蝕效應，實務觀察及推理的重要性，往往更勝於埋頭做實驗。

好工具是從事研究的必備要件；彭裕民回憶，出國前，他用來確認表面處理狀況的唯一工具是一隻10倍率的放大鏡，而到了英國之後，首度接觸到解析程度達奈米等級的電子顯微鏡，學校並有專家教導如何操作設備，讓他大開眼界，並深刻體會到「工欲善其事，必先利其器」的真諦。

這項在曼徹斯特大學養成的「Know Why」精神在他往後的職涯歷程中亦發揮了極大影響力。曾於2009年獲頒全球百大科技獎的STOBA高安全鋰電池材料技術即是彭裕民帶領團隊在「Know Why」的堅持下，經過2年多努力獲致的成果。這項世界獨創，結合化工與材料製程、可抑制鋰電池內短路的

STOBA技術成就，不僅讓電池安全性大幅提高，協助國內業界開創新局，更獲國際大廠三井化學的青睞，寫下專利授權日本的成功典範。此項技術另於2010年榮獲行政院頒發傑出科技貢獻獎之殊榮。2017年，進而以STOBA技術為基礎，再研發出一體成型、具多重機能的特殊組合結構體ChemSEI-Linker（化學SEI改質長續航力鋰電池），進一步延長電池壽命和安全性，此技術也獲頒2017年全球百大科技研發獎。

回首來時路，彭裕民坦言，研發過程中也曾遭遇到非常多的挑戰和挫折；電化學的變化多端，極難掌握其性質，有幾度同仁幾乎都要放棄，其實要放棄真的很容易，但是，他與同仁選擇回歸基礎、掌握前因後果，以樂觀態度和十足耐心堅持到底，終於突破瓶頸，享受美好的果實。

以技術創新為台灣產業找優勢

當初從英國學成返台時，彭裕民從多項工作機會中選擇到工研院材料所任職，主要係著眼於工研院可以不受限於單一產業，能夠有更多廣泛接觸各領域的機會。來自民間企業的委託研發，以及院內外的跨領域合作，在在提供他不同的挑戰磨練與成長養分，逐步落實了他的職涯擘劃。

舉例來說，來自國內紡織業領導廠商儒鴻企業的委託案：希望研發節水90%的染整技術，彭裕民即推動材化所擁有深入學理知識的專家群，成功讓數種染料達到這項要求。此外，因應客戶對產品的要求日趨複雜，為了確保染整一次就能成功，材化所進而與資通所合作，提出人工智慧(AI)解決方案，用以判斷染料組合及耐用度，改變了以往逐一實驗在時間及經費上的耗用。儒鴻企業帶來的另一項高難度挑戰是兼具排汗及散熱效果的布料開發。材化所從結構與成分兩個面向著手；從結構面設計出汗水及熱可以排出的通道，而成分面則進行材料改良，一舉滿足客戶需求，也協助我國紡織業再創高峰。材料研發必須走向高功能，材化所以奈米銀線取代銀粒和銀片，提供和織品相同觸感及更佳導電效果的「iSmartweaR智慧感知衣」，即為追求創新研究下的全世界第一款可量產、可水洗智慧衣，而此項成果並於2016年榮獲百大科技獎的肯定。

跨領域整合打造絕對優勢

環保的潮流、安全的需求，在在驅使著台灣產業必須轉型，而與產業始終站在同一陣線的材化所也不斷精益求精，持續擴大研究領域。2014年高雄氣爆事件發生之後，地下管線的安全偵測課題浮上檯面。由於地下管線的腐蝕受損程度極難掌控，會因環境改變而導致不可預測的風險，無法只靠實驗



材化所研發的BioNET®生物網膜水處理技術(左)；100%植物料源高阻氣性生質聚酯材料(右)為循環經濟貢獻心力。(照片提供：工研院)



予以因應，因此，材化所即與資通所、量測中心，以及清華大學等單位共同合作，透過人工智慧運算測量結果，進行即時的智慧監控腐蝕狀態，並預測管線壽命，提供做為決策依據。

無論是原料或材料，當今的主流思維係以循環經濟為本，關注到是否可回收再利用，或可分解而不損害環境。有鑒於此，材化所近年來積極致力於生質材料、水科技等的研究，正協助國內產業朝落實循環經濟的目標一步步邁進。材化所也透過與海外企業合作，讓研發領域更多元，且進一步開拓通往世界的重要渠道。彭裕民希望：「以材料做為創新源頭，聯合工研院不同領域的專家，共同打造創新基礎，讓競爭對手難以超越。」彭裕民正一步一腳印，帶領所內同仁在跨領域整合下打造競爭優勢，拉開與競爭者的差距，並以創新技術為利器，為台灣產業尋找新商機。

從基礎出發 擴大想像力與格局

未來10、20年的環境必將面臨巨大轉變，也將帶來無窮機會和挑戰。彭裕民昂揚的說：「如果我再年輕20、30歲，會很興奮來面對。我們看到高寬頻人工智慧的崛起，帶動智慧生產與無人載具及材料巨大的變革；另外一方面，全球對環保、節能材料的需求，對高生活品質與無毒環境材料的需求；對酷生活消費用品、穿戴式用品的需求，都帶給材料創新

最大的機會。在這幾個大趨勢下，我們以新材料循環經濟的思維、運用材料數位科技平台（Materials Genome Initiative; MGI）加AI的數位化科技，我相信未來的10、20年一定更精彩。」

彭裕民建議，年輕學子一定要打下穩健基礎，才能從解決問題中找到創新突破點。僅靠自身能力進行試誤的時代已經過去了，現在已進入高度整合及人工智慧的時代，唯有回歸及重視基礎，才能突破創新。即使挑戰過程很辛苦，但是帶著探索的心，隨著想像力成長，就能愈玩路愈寬廣，邁向更大的格局。