

第十二場 『奈米仿生物質』(2007 年 5 月 27 日)

主講人：中央研究院—應用科學研究中心 陳培菱 副研究員

小記者：國立高雄應用科技大學 碩機一甲 沈瑞文 訪問整理

「成功的要訣就是一做什麼事都要堅持！」——陳培菱 副研究員

盛夏艷陽高照的午後，偌大的中央研究院內，空氣中飄揚著陣陣學術氣息的馨香，隨即映入眼簾的是，昂然挺拔、前身為物理館，而今為『大猷館』的磅礴建築，在館內的應用科技研究所中，有著一位對於科學研究工作始終孜孜不倦，懷抱著熱情與執著的陳培菱博士。

與陳博士初次會面時，一如照片所見，相當的年輕，年紀未逾四十的他，對於事物總有著不凡且獨到的見解。陳博士在台大就讀化學系時期，就已確立從事科學的不凡志向，更於美國加州大學灣爾分校化學系的深造過程中，進一步奠定了往後研究生涯的基石。年輕的陳博士，學成後隨即歸國貢獻所學，任職於中央研究院應用科學研究中心。除此之外，其本身亦是美國化學學會期刊等多家知名雜誌的評審委員之一，除多次受邀至國內外研究機構與大學演講，更於 2004 年榮獲美國材料年會最佳壁報論文獎，如今在國內的生物醫學檢測技術以及奈米仿生領域上，陳博士更是佔有不可或缺的一席之地，種種的一切不難看出陳博士對於科學研究的用心與努力，不僅令人深深佩服，也值得後進者仿效與學習。

雖有著如此不凡的經歷，陳博士卻謙遜的表示自己其實也是個很平凡的人，論及以往的求學經驗，陳博士說他從小就是土生土長的台北南港人，從南港國小、成德國中，一直到第一學府建國中學，成長學習的過程恰巧落在丁肇中與李遠哲兩位科學大師榮獲諾貝爾獎的年代之間(1976-1986)。陳博士從小便嘗試思考許多問題，但往往得不到滿意的答案，身處於缺乏適當人與書本協助的環境下，陳博士不但沒有因此退卻對科學的熱愛，反而逐漸增生對物理特有的感情。小學時期的陳博士和大多數人相同，也喜歡玩樂，到了國中因為面臨高中聯考壓力，開始懂得努力用功，然而從未徹底思考過人生方向的他，心中始終只懷抱著成為科學家或發明家的夢想，期許自己在往後能對人類有所貢獻。因此對陳博士而言，物理相當地重要，當從巨觀發展到微觀，在不斷地追本溯源之下，答案終究會回到物理的本質，雖然數學能力並不強，但陳博士表示，若使用圖像式的物理思考，往往就可以知道為什麼，進一步更能推測後續的許多現象。因這樣的原因，使得陳博士獨鍾物理與化學，即使在大學及碩博士時期所選的系所為化學，但他始終念念不忘物理之美，嘗試著以物理的角度看待化學，或以化學角度來反觀物理，對於陳博士而言，所謂的物理，不僅僅是書本上所學的現象、理論或是方程式，更是『格物致知，萬事萬物背後所存在的規則與道理』。或許這樣的學習經驗跟一般人並無兩樣，又或許屬於優異，但與常人最為不同之處，大概就是陳博

士打從小學懵懵懂懂開始，直到上了高中，對於成為一名科學家的期許與抱負始終未曾動搖過，並發自內心的透露出對物理的熱愛與渴望。

談及基礎科學與應用科學的差異，陳博士認為，以往基礎科學所論及的問題，不外都是為了滿足人類的求知慾與好奇心所提出，例如『**太陽有多遠？生命的起源？東西跑多快？星球、生物甚至於奈米底下的運動方式？**』等等諸如此類的疑問。隨著環境變遷與時代改變，陳博士深感基礎科學應當要能夠應用於實際面，並與日常生活相互結合在一起。如當初人類因為對宇宙的好奇發展了太空技術，但就當時的經濟面來說，價值並未十分顯著，不過在過程當中所衍生的各類應用，例如為了解決微弱訊號而發展的通訊科技、資訊處理時的電腦技術以及燃料電池的研究，為滿足不同應用面所開發的領域知識，時至今日卻逐步成為人類日常生活中不可或缺的應用科學，手機通訊技術、個人電腦資訊技術等，都是很好的例子。就觀點上來說，陳博士認為科學本身在發展的過程中，同時也衍生出很多很好的方法和儀器，而若能夠轉為一般民生的應用科技，才是最重要且值得關注的事。

對物理的熱情向來有過之且未曾稍減的陳博士，論及物理時一派神采飛揚，精神奕奕的神情令人難忘。陳博士認為現今物理所面對的情況與以往不同，自從牛頓發展的古典物理開始，直到近代的量子力學，乃至於當前生物與生命系統的研究，人類所處理的是愈加複雜與難解的問題；傳統西方文化上，科學發展的重要觀念向來是從精簡中再求精簡，進一步探究原子的組成，並因此形成微觀世界的理論。然今非昔比，以前的問題相較之下較為單純，非但簡化變數，更可侷限於一個模型系統內(model system)內，透過單一變數或參數的控制，從而了解產生的變化；但今日科學家所著眼的，卻是不斷複雜化，小從原子的結合、大到分子的組成、細胞生長乃至動物體的形成，過程不僅難解，也愈加難以單獨控制與限制簡單的變數。科學發展之所以演變成為這樣的趨勢，一方面歸因於電腦運算能力與科技的長足躍進，造就此類研究的基礎；在另一方面，則要歸功半導體製程的成熟發展。對台灣的科學界而言，下個世紀，甚至是往後的世紀，人類在醫學治療與壽命延長的課題，乃至日益複雜的生物系統研究上，將會是相當重要的部份，而這不僅僅是醫生的工作，更是科學家、工程師以及許多不同領域工作者的共同目標。在工程的角度上，工程師可藉由發展更優越、便利的檢測儀器，使得人們得以方便地進行自我健康檢視；就材料面上來說，則可藉材料的創新產生貢獻，雖然醫學界在新材料的使用上，會因個體差異性而有所考量，而對新材料或是新方法的選用抱持較為遲疑的態度，但科學對在生物系統、醫療技術與生命檢測方面的應用發展，仍具長遠的發展與研究空間。

憶起本身在研究上一路走來的軌跡，陳博士回憶自己年輕時候也跟時下年輕人一樣喜歡打球或是交女朋友，並且也曾因為對棒球的熱愛以及感情因素失落神

傷，印象最深刻的莫過於進行有機實驗時因心都不在實驗上，而將實驗室燒了兩次！可想而知，最後的成績可說是慘不忍睹，很少有人能在大學時期修實驗課程只拿六十分的，但直到了大三因為進入實驗室，透過實驗與學習感受到嶄新知識帶來的感動，才再度使得陳博士回到幼時單純的夢想，不同以往的是此夢想卻更為切實，而非只是空想，往後的歲月裡，因學校老師與環境的鼓勵，於是立定了出國深造的方向。『人都會找到方向的，當然很多時候都是在挫折之後才會獲得。』談到深處陳博士也不禁莞爾。

因此陳博士認為，現下年輕人所遭遇到的挫折與失敗，都是生命中的必經過程，無論事後的選擇是享受人生或是用心學習，都必須對自己負責，開始用心的早或晚並沒有太大的差異，早期的教育體制或許無法讓人重新來過，而教改之後的好壞也難以定奪，但在全人教育上，陳博士覺得美國與台灣很不一樣，國內外因教育體制的不同，造成國內學生在學習上多屬被動，國外則大多是由衷而發並能自行規劃學習目標，因此無論是從事一般學習或是研究都來自本身的意志，台灣因為子女慣於順應父母的期望，因此即便進入明星高中、一流大學，或是出國深造，但直到拿了文憑，卻總仍茫然若失，不知未來方向，到最後與他人亦無太大差別。陳博士認為自己的路必須由自己作決定，或許台灣缺乏這樣的管道與機會，但這卻是相當重要且關鍵的一環，許多人甚至於在大學或研究所都還無法決定人生的方向，因此陳博士認為，如果能有機會先進入職場，再藉由工作尋找自己所需，了解本身的興趣與方向，這對確立人生的道路來說其實是很不錯的方法。

談到自己在美國所受到的教育，陳博士記憶裡的指導教授 Peter 博士當時年近六十，年邁的他早已成名許久，是美國國家科學研究院的院士，雖然身為希臘人的老師處世態度嚴謹，但偶爾也會開開玩笑。談到研究的部份，陳博士回憶：『當初作研究的想法很簡單，只是探討若以同步輻射所能完成的事，是否能用更小，更簡單的方法達成？而這是老師自 1968 年來，懷抱了二十幾年的夢想，最後事實證明我們的確可以做到類似的成果，即使所需花費的時間較長。但無論如何我們可說是世界上首次以快速雷射，看見 X 光的產生以及表面上晶格的變化，這在物理上或許沒有太大意義，但就技術與影響上來說卻相當深遠。早期連同步輻射都還做不出來的結果，我們卻辦到了。』

陳博士臉上雀躍的神情溢於言表，隨後深深感嘆道：『若非老師的堅持，我想任何人都走不下去，1992 接手進行的前後六年，始終沒有太大進展，一直到 1995 年後才因為儀器的實現而出現契機，之中的挫折更是不在少數，當時就連自己都認為這是不可能完成的事，不過因為老師的堅持，終究達成優異的成果，我在老師身上，發現其成功的要訣就是——無論作什麼事都要堅持！』指導教授對夢想懷抱的堅定不僅深深撼動陳博士的心，也牽動著陳博士往後研究路上的每一步。

人生當中的挫折從未稍作停歇，即使到現在，陳博士仍然不斷經歷，肇因時代潮流的轉型，陳博士逐漸從事偏向化學物理的研究，更在進入中研院後開始著手奈米科學、仿生材料、自組裝材料、以及生命科學等完全不同的領域，嘗試進行細胞培養、基因改造等工作，期間由於完全沒有生物層面的背景知識，亦曾遭遇極大的困難，必須不斷的研讀書本、自我進修及不斷地詢問。之所以如此就在於生命細胞與以往所普遍認知的材料很不一樣，材料的原子組成皆是相同的，無論是原子或分子，只要彼此相同，都會是一樣的結構，但細胞卻不是這麼一回事，不僅個體的差異性極大，也難以用基礎的科學角度來看待，傳統材料能預期的性質，對細胞而言卻會得到迥異的結果，因此在統計上也會導致很大的問題，不過即便辛苦，陳博士卻依然堅持，一直到近期，研究產生了不錯的成果，並得到正面的回應，對陳博士而言，這無非是最好的肯定。雖然陳博士自認與指導教授的個性不同，傾向於在短時間內評估研究的可行性，但反觀生物細胞的艱難領域，他卻足足堅持了近兩年的光陰，並於最後得到成果，不難感受到陳博士那份淬煉後的毅力與張力。

談論時下年輕人處理壓力的問題，陳博士認為不論美國或台灣，都是成熟的社會，成熟社會下的年輕人抗壓性普遍都偏低，這是自然的現象，並不一定是壞事；以往軍事化與填鴨式的教育方法或許造就了『耐操好用』的高抗壓性，但現今的將人視為單獨個體教育方式，讓人保護下成長，雖然抗壓性偏低，但也因為如此，造就了想法與思考上的開放與創新；在制式教育底下，人人的答案都相同，今時今日，人人卻有著自己不同的答案，社會也因而併發多元化的見解。對陳博士來說，他認為避免打擊年輕人的信心是很重要的，為什麼呢？因為很多的天才可能會因為一句話的抹殺，因而放棄自我的信心或才華，這是相當可惜的一件事，我們應當要多作正面的鼓勵使其充滿自信，即便最後會因自以為是而不具高抗壓性，但有朝一日在社會的洗禮以及人生必然的挫折經驗中，必定會調整、面對與適應。陳博士提及若言台灣年輕人抗壓性低，大半原因皆為父母的保護過了頭，他認為一旦到了大學，經濟與處事上就應該由子女自己做主，如此在外才能學會低頭。抗壓性之所以會低，主因仍是因為父母無止盡的支援，有朝一日若把後面那道牆抽離，當凡事都得靠自己爭取時，漸漸就能夠接受任何事情，並學會低聲下氣、學會保守、學會成熟，目前的台灣正處於轉型的過程，父母仍會替子女準備一切，但只要父母親學會放手，讓子女自行獨立，那麼年輕人必定會變得成熟且有擔當，而這也是人生必經的一個過程。

在教育學生方面，陳博士始終扮演著舵手的角色，一旦學生掌握住大方向與做事方法，便信任學生令其放手實現，如此一來不但會激發出不同面向的觀點並一步一步的成長，也不會扼殺學生的創意，站在指導與幫助的立場，陳博士讓學生邁向本身喜愛的道路，在學生教育上他始終認為，唯有自身真正想做的事，學生才會認真去做，若是自己提出的要求，多半都是一廂情願的想法，至今陳博士

所進行的研究方向，不少都是學生發展創造出來的。另一方面在台灣因擁有不錯的研究環境與條件，也使得陳博士至今能心無旁騖投入不同的領域，嘗試創新，並進行高品質的研究，

在與仿生學的相遇上，主要是因材料創新的偶然機會，因為材料上的突破，使得應用上能夠與仿生學作結合，因此給了陳博士許多的新想法，漸而思考多元且有趣的生物現象，如蓮花效應、壁虎吸附等。陳博士認為，若人類能深究存於生物行為背後的原理，那麼就能進一步開創出超越自然界的應用，當今仿生學的領域十分寬廣，但最好的例子還是千百年來鳥類飛翔對於人類的啟發，人類在科學上所能實現的成果至今已超越鳥類的飛行能力，因流體力學的發展，人類甚至能夠走出地球，進入太空，這背後物理的影響理所當然是相當的重要，因此只要在物理許可的範圍內，人類就能夠加以擴大，進一步建立超乎意料之外的應用，這就是物理的可貴與好處。在仿生學極致的典範中，雖然人類最後所完成的不是飛鳥，但能力卻遠比自然界還要優越，自然界原本達不到的境界，人類卻可以實現，而這才是仿生學的最大意義。

關於本次奈米仿生物質的演講內容，陳博士透露，主要一部份將探討生物吸附黏著的現象，在一些生物如壁虎、蜘蛛與螞蟻的身上，都可發現這樣的能力，尤其是壁虎，追溯其背後的主要原因，就在於壁虎腳上擁有人類肉眼所無法看見的細毛及微結構；除此之外對於大小尺度不同的動物，隨著體積重量的改變，細毛的密度也會隨之提高而呈現線性關係，早前科學家研究壁虎吸附時所運用的能力，發覺其主要來自微弱的凡得瓦爾作用力，這是一種自然界於極短距離接觸時的弱作用力，而近來於壁虎腳上的細毛，科學家再度證明於其具有超高的疏水特性，就如同蓮花效應般不沾水，可常保表面潔淨，這使得凡得瓦爾力不會因細毛表面受到污染而無法發揮作用。壁虎除了具有上述的特性之外，行進所產生的黏著力量也與作用時的方向性有著密切關係，因為上述的這些特性，人類才得以設計出如同壁虎之類的機器，不僅在想黏的時候可以發揮作用，要離開的時候也可以跑得很快，這就好像一種效果很好的乾性膠帶，當力量與表面垂直可以承受負載重量，而在某個角度下，卻又能拉離開來，所以壁虎在仿生學的應用上可說是一個相當好的例子。利用鐵弗龍此類具有疏水特性的材料上，透過奈米尺寸的孔洞所製作出類似壁虎的人造細毛，確實能具備類似壁虎黏著的功效，小小一平方公分大小的膠布，便具有撐起一到兩百克重物的能力。另一個仿生學上的重點就是蓮花效應，在模仿蓮花效應的人造奈米結構上除了能夠具備超疏水的性質外，更能於通電後轉為超親水性，結合生物晶片的應用，將會有很好的發展，其他還有相當多關於仿生的題材，諸如水母、多層次結構、骨頭與自組裝等，其中自組裝陳博士認為相當的重要，人類至今不斷探討自然界由小而大、無中生有的現象，但若在奈米的尺度下，人類要將極微小的原子或分子相互結合是件相當困難的事，不過大自然卻日復一日毫無間斷，自然而然的發生，例如細胞的組成、空

氣的合成、光合作用的產生，這都是相當有趣的課題。最後陳博士提到，在奈米的世界裡，細胞大小般進行檢測的微型機器人是否只是夢想？真有可能實現嗎？諸如這類新穎且有趣的知識，於演講當天陳博士都將毫無保留的與社會大眾共同分享。



《中央研究院應用科學研究中心陳培菱副研究員(右)與採訪小記者的共同合影》