

【淡江學術圈】董崇民 推廣產學合作活用幾丁聚醣

書香聊天室

文／曹雅涵、攝影／吳重毅

研究緣起

「很多研究都是機緣啊！你永遠不會想到這對人生會有什麼影響。」化材系教授兼系主任董崇民笑著說與「幾丁聚醣」的不解之緣，是從20年前開始的。他以國科會（今科技部）科技人員進修博士3年獎助，攻讀美國康乃狄克大學高分子博士學位，返臺後，受國立海洋大學教授陳榮輝邀請，加入「幾丁聚醣」的整合性計畫，從此埋首專研鮮少臺灣高分子界學者研究的「幾丁聚醣」。他發現「幾丁聚醣」具有良好的生物相容性、生物可分解性、凝血性、抗菌性等優點，董崇民便把這個天然、環保的高分子，從原本無經濟價值的蝦蟹廢棄物，進而開發出高附加價值，再經由改質的方式衍生出運用廣泛的生醫材料及民生用品。

另外，「生物可分解奈米複合材料」研究更與大同大學生工系教授陳志成合作，利用耐鹽菌生產生物可分解聚酯塑膠的環保方式，以此替代現代人多用的石化裂解塑膠。

研究領域

董崇民的研究主題多是圍繞在「高分子材料」，歷年的科技部計畫則是著重在「幾丁聚醣」的化學修飾及應用，以及「生物可分解奈米複合材料」這兩方面。

「幾丁聚醣」多用於食品、農業、醫藥、生物技術、化妝品等多種特殊用途上，董崇民透過將「幾丁聚醣」進行化學修飾開發生醫材料。「生物可分解奈米複合材料」方面，董崇民以生物可分解塑膠作為基材，添加一些奈米無機物以增強機械強度及耐熱性。

研究歷程

董崇民埋首研究20餘年，從「幾丁聚醣」到「生物可分解奈米複合材料」皆秉持著突破、創新精神。在「幾丁聚醣」的研究主要為三方面：一、快速裂解「幾丁聚醣」以生產寡醣。二、近年，董崇民研究團隊與三軍總醫院合作，以幾丁聚醣和鈣磷酸鹽類製備非對稱性牙周再生膜。三、近紅外線引導藥物釋放。

在「生物可分解塑膠」研究主要分為兩個時期，第一個時期是利用細菌來發酵生產生物可分解塑膠，與傳統的泛用塑膠相比，利用微生物發酵生產塑膠具有許多特點，包括操作程序簡單、合成過程中幾乎沒有環境污染、具有生物可分解性和生物相容性、可以製備出不同結構的聚酯高分子。第二個時期則是製備生物可分解奈米複材及其細菌分解特性，由於一般生物可分解塑膠機械性質及耐熱性較不足，藉加入黏土以增強

這些性質，包括利用熔融混練方式將有機改質黏土添加到聚乳酸中，發現只要添加少量黏土時，黏土可在聚乳酸基質中充分脫層，拉伸時可看到應力白化及頸伸的現象。

研究甘苦談

董崇民的研究多是在機緣之下開啟的，凡事隨遇而安的他仍有困難與挑戰。董崇民說：「研究除了需要好題目及創新想法外，外在方面需要經費、設備、空間及人力。」每個系統都需要人力長期從事深入的研究實驗，尤其是同時進行多個不同的研究系統，包括：生物可分解塑膠、幾丁聚醣的改質與應用、環氧樹脂封裝材及複材、活性自由基聚合嵌段共聚物等，然而目前博士班招生困難，碩士班招生人數有限，實驗室的研究人力明顯不足，部分研究無法繼續而中斷；此外，因為研究人力不足，有些廠商尋求合作的產學計畫便躊躇不前。

董崇民在過程中不斷嘗試、找出克服方法，如與校內外學者合作，不僅克服人力問題，且能共享資源、發表期刊論文，他表示：「剛來淡江時，都是和鄭廖平教授及林達鎔教授一起和研究生共同開會討論，過程受益匪淺。」他鼓勵年輕老師切勿排斥外來合作案，透過研討會的形式可拓展學術界人際關係，「彼此切磋會有意想不到的收穫。」另外，加強與大學部學生的專題合作也是好方法。他指出，共同研究專題不僅提升學生素質、強化學習，更能提升研究能量。

產學合作推廣

董崇民認為產學合作是一條值得推廣的道路，近15年來，他共進行9個產學計畫，一半是開發產品配方，另一半是協助材料的分析檢驗。雖然經常因雙方對研究、合作方式及開發時程的認知有所差距，需老師和業者多方面溝通，但能藉此讓老師了解業界需求、增加研究經費補助，甚至是找到更好的研究題目，開發出產品，都是非常值得期待的一件事情。

研究成果

董崇民20餘年的研究歷程嚐遍甘甜蜜澀，由於他努力的埋首研究，在關於「高分子材料」領域，至今已發表逾85篇期刊文獻。在「幾丁聚醣」、「生物可分解塑膠」皆有數十篇收錄在 Science Citation Index (SCI) 期刊論文，成績亮眼。除此之外，董崇民的研究表現連續13年獲得本校逾50項研究獎勵，更獲得本校傑出研究教師肯定。對於董崇民而言，「好的研究成果是能回到學生身上的，相較於專研於學術研究所獲得的檯面上的學術界名聲，得到檯面下學生們的好口碑更為重要。」曾於2005年獲得國科會指導大專學生參與專題研究計畫榮獲研究創作獎，可見對指導學生研究的重視。

董崇民將研究來的部分數據及圖譜應用在課程教學上面，例如在「高分子材料」或「高分子化學」等相關課程。與業界互動除進行產學合作外，也對業界人士進行演講

，近年包含2014年開辦特用高分子材料技術研習班、2015年辦理生物可分解高分子專業論壇等，另外他也協助審查產學計畫，包括科技部產學計畫、經濟部（地方型）SBIR計畫、業界科專計畫等。

未來展望

未來董崇民仍然是以「生物可分解塑膠」以及「幾丁聚醣」材料為主，目前「生物可分解塑膠」仍有價格較一般泛用塑膠高、耐熱性質以及韌性較低等缺點，因此如何改善這些缺點仍是首要目標，希望能開發出具有附加價值高的生物可分解塑膠材料。

另一方面，董崇民評估「幾丁聚醣」天然高分子還是有一些特性待克服，期望之後得到性質更好的材料，並開發出不同層面的應用。未來，將著重在利用「幾丁聚醣」作為環境敏感性藥物釋放控制載體。

致力於生質高分子材料研究 董崇民

自從臺灣大學材料研究所高分子組取得碩士學位，到明志工專任教，也藉該校的工讀訪問，走遍當時的台塑、台化及南亞各工廠。教學5年後，申請到國科會的科技人員3年進修攻讀博士學位，因此至美國康乃狄克大學材料所就讀(University of Connecticut)，繼續研究高分子材料，論文主題為環氧樹脂的增韌研究。4年後

(1996)取得博士學位返國，並思索是否延續博士論文研究或重新尋找新研究方向，這時透過臺灣大學邱文英教授介紹，海洋大學食科系陳榮輝教授邀請我加入他的幾丁聚醣的整合性計畫，從此一腳踏進幾丁聚醣研究領域。那時高分子界甚少有人研究幾丁聚醣，大部分是食品科學及生命科學領域的學者，因此我後來10多年來的國科會計畫都是在生物處，甚至擔任過生物處食品與農化學門的複審委員，我的研究領域仍屬於工程處的纖維與高分子學門，審查的計畫也皆為高分子材料相關計畫。2002年2月

，時任主任的鄭廖平教授邀請我加入本校化材系，當年10月，化材系與化學系共同主辦兩天議程的「幾丁質幾丁聚醣生物科技應用研討會」，由於議程精彩、全程免費吸引多達3百多人參加。另外發起成立「台灣幾丁質幾丁聚醣學會」，在2009年舉辦第八屆亞太幾丁質幾丁聚醣國際研討會(8th APCCS)以及第十一屆國際幾丁質研討會(11th ICCS)。

在明志任教最後一年時(2001)，輔仁大學生命科學系向永續會提了一個「生物可分解聚酯材料PHA生產、應用與分解技術開發」整合型計畫，邀請我參加擔任計畫總主持人，此為國內第一個從事有關微生物發酵生產生物可分解聚羥基烷酯類(PHA)的整合計畫。在本校任職後，更進一步邀臺大、大同、宜蘭等大學教授以及化材系上老師共同參與，結果第二年通過8個子計畫，3年期滿後，由於受永續會重視，又核准第二期3年計畫(2004-2007)，由於此整合計畫已累積豐富成果，因此於2006年3月24日於本校舉辦一場「生物可分解聚羥基烷酯高分子研討會」，超過2百人參加。2007年11月

15日更是在國科會科技記者會中發表「綠色材料-生物可分解PHA聚酯材料的開發」研究成果，獲得不少報章雜誌報導。另外本系詹子欣同學也因進行生物可分解塑膠的研究獲得「大專學生參與專題研究計畫研究創作獎」。由於我同時從事生醫高分子及生物可分解塑膠研究，因此擔任過工程處高分子學門中有關綠色與生醫高分子領域的複審委員。

返國後的兩個重要研究領域皆是偶然受邀參與整合型計畫開始的，雖與我博士論文研究無關，但我抱持著把握當下，全力以赴的心情努力。迄今有些許研究成績，有賴長輩與朋友關照，更重要的是歷年研究生與專題生的協助。

研究聚焦

近期期刊論文

1. 2015, Preparation and characterization of biodegradable polymer blends from poly(3-hydroxybutyrate)/poly(vinyl acetate)-modified corn starch, *Polymer Engineering & Science* 55(6), 1321 - 1329.
2. 2015, Morphology and mechanical properties of dual-curable epoxyacrylate hybrid composites *Journal of Applied Polymer Science* 132(15), 41820.
3. 2014, Structure characterizations and protein resistance of chitosan membranes selectively crosslinked by poly(ethylene glycol) dimethacrylate, *Cellulose* 21(3), pp.1431-1444.
4. 2014, Delivery of berberine using chitosan/fucoidan-aurine conjugate nanoparticles for treatment of defective intestinal epithelial tight junction barrier, *Marine Drugs* 12 (11), pp. 5677-5697.
5. 2014, Fabrication of asymmetric membranes from polyhydroxybutyrate and biphasic calcium phosphate/chitosan for guided bone regeneration, *Journal of Polymer Research* 21(5), 421.

更多學術研究內容，請見本校教師歷程系統，以「董崇民」查詢。（網址：教師歷程系統<http://teacher.tku.edu.tw/>）

科學小百科：

「幾丁聚醣」是由「幾丁質」經過去乙醯化而得到的一個天然多醣類高分子，又稱為甲殼素，而幾丁質則是廣泛存在於無脊椎動物中，譬如蝦、螃蟹的外殼，昆蟲的硬殼及各種真菌、藻類的細胞壁中。

「生物可分解奈米複合材料」，主要是以生物可分解塑膠作為基材，添加一些奈米無機物以增強機械強度及耐熱性，必須在產品使用期間，提供足夠的性能；而在廢棄後，會被微生物分解、消化，最後產生二氧化碳和水。

