

基礎研究與創新發展

探索未知世界 創造經濟價值

工研院主辦系列「孫運璿講座」，在首場演講中邀請到中央研究院院長翁啟惠蒞臨，主講基礎研究與創新發展的關係。他認為基礎研究在進行之初，並不會考量未來的商業利益，但是累積一定能量之後，就會產生進一步的創新發展。

口述／翁啟惠 整理／陳玉鳳 圖片提供／工研院

對於基礎研究與創新發展的關係，我首先要強調的是，一般在基礎研究領域中並不強調創新發展，創新發展基本上是屬於技術研究及開發機構，例如工研院的工作範圍。然而，創新發展對於一國之經濟有極為重要的影響，且重要的基礎研究一定有其創新價值。接下來我會以生命科學研究為例，說明基礎研究與創新發展之間的連結。

以生物科技領域來看，最近幾十年來的生命科學基礎研究事實上已衍生出不少的創新發展。例如，在1950年代，因為有DNA雙螺旋結構的發現，分子生物學才得以開始，這就是基礎研究的貢獻之一，也就是開啟了一門新學科，能夠將生命科學研究提升到分子的層次。另外，像是由於聚合酵素連鎖反應（Polymerase chain reaction; PCR）的發現，使得科學界開始複製和



沒有基礎就沒有應用，必須透過基礎研究的連結和創新發展的連結，來推動生物科技產業的進一步發展。

定序基因。進入 1980 年代，基因重組技術的發展，更促使生技產業的誕生。

生命科學開創更多可能性

拜上述研究所賜，基因定序成為可能，後續更展開了「人類基因組計畫 (Human Genome Project; HGP)」，這是一項規模宏大、跨國跨學科的科學探索工程，其宗旨在於測定組成人類染色體中所包含的 30 億個鹼基對組成的核苷酸序列，從而繪製人類基因組圖譜，並且辨識其載有的基因及其序列，達到破解人類遺傳信息的最終目的。此計畫堪稱是繼曼哈頓計畫和阿波羅登月計畫之後，人類科學史上的又一個偉大工程。相關研究的進行，未來更讓個人化醫療可能實現。

結合半導體技術的基因晶片設計，讓基因可以在半導體上面合成，我們可以利用更簡便及快速的方式來進行基因及疾病的檢測。許多疾病的生物標記 (biomarker) 的發現，則有賴於質譜儀技術的進展。過去的質譜儀只能分析分子層次，後來則能讓科學家看到蛋白質，也因此促使研究人員得以透過分析蛋白質與特定疾病之間的關係，進而開發出新的檢測技術及進行新藥研發。其中，分子影像的發展是一大關鍵。

2014 年諾貝爾化學獎得主——美國科學家 Eric Betzig、德國科學家 Stefan W. Hell、美國科學家 William E. Moerner，就是因為「超解析率螢光顯微鏡技術 (super-resolved fluorescence microscopy)」而摘下桂冠。他們的研究成果之所以可貴，在於可以超越光學顯微鏡技術的限制。長期以來，傳統光學顯微鏡的解析率最多只能到達可見光波長的一半 (0.2 微米)，然而這項技術利用螢光分子將光學顯微鏡技術帶入奈米 (1 公尺的 10 億分之 1) 領域。

如此一來，科學家可以看到活體細胞中個別分子的路徑，能追蹤巴金森氏症、阿茲海默症與杭丁頓氏舞蹈症的致病蛋白質如何堆積，並觀察受精卵發育成胚胎過程中的特定蛋白質。這項技術的快速發展將廣泛造福人類。

此外，累積過去的研究成果所衍生出的合成生物學，現在已能利用生物技術來製造化學分子；免疫學



翁啟惠小檔案

翁啟惠院士受總統任命為中央研究院第 9 任院長。在接任院長職務之前，曾任中研院基因體研究中心特聘研究員兼主任、美國 Scripps 研究院化學講座教授。翁啟惠出生於臺灣嘉義，為臺灣大學學士、臺灣大學生化科學研究所碩士、美國麻省理工學院化學博士 (師承 Prof. George M. Whitesides)，哈佛大學博士後研究；1983 年起在德州農工 (Texas A&M) 大學化學系擔任助理教授、1986 年升為副教授、1987 年升為教授。1989 年被延攬到加州的 Scripps 研究院擔任化學講座教授。

2003 年，翁啟惠回國擔任中研院基因體研究中心主任，任內積極延攬傑出研究人才，建立研究團隊，進行基因與疾病之關係研究，並藉此發展新技術及新藥，研究成果顯著，也受到國際重視。2006 年他從李遠哲前院長手中接下第 9 任院長之職，並於 2011 年續任第 10 任院長迄今。翁啟惠在 40 年的化學及生技研究生涯中，已累積獲得百件以上的專利、論文發表數量高達 700 篇，更於日前獲得「2014 年沃爾夫化學獎 (Wolf Prize in Chemistry)」，此獎項得主一向是諾貝爾獎的熱門人選，翁啟惠也被視為最有可能成為首位由臺灣學術界出身的諾貝爾獎得主。

也已進入分子層次，讓研究人員得以了解免疫系統在面對外來物質，例如癌細胞的侵入時，相關化學分子的反應機制為何，這是屬於分子免疫學及分子疫苗領域的研究，這方面的進展將進一步找出治療癌症等免疫疾病的有效方法。其他生命科學及生物科技的重要進展，還包括幹細胞的發現，促使再生醫學的誕生，而基因修補機制的發現，將使得人類對於某些遺傳疾病不再束手無策。

合成醣晶片 促進新藥研究

「孫運璿講座」成立源起

孫運璿先生在擔任行政院長時期，致力推動臺灣半導體產業，堪稱「臺灣半導體產業之父」，甚至是「臺灣高科技產業之父」，在催生臺灣高科技產業的過程中，工研院也因此成立。為感念孫運璿先生的高瞻遠矚及對臺灣產業的深遠影響，工研院特舉辦「孫運璿講座」，期透過一場場發人省思的演講，延續孫運璿當年的前瞻思維及創新做法，為臺灣產業再創輝煌。

在這些生命科學的發展歷程中，我所累積 40 年的研究，主要是在生物有機化學及醣分子科學有一些貢獻。例如以酵素技術大量合成複雜多醣物（多醣及醣胜肽），也發明了「程式化一鍋式反應」，這是第一個自動化合成多醣體的化學方法，也是目前唯一可大量而快速合成寡醣的方法，這使得過去不可能或是非常困難的寡糖化學合成成為可能。

另外，在以醣化學為主的藥物研發上也有重要發現，包括合成醣晶片、對抗病毒及細菌之藥物研究，以及具治療效果的乳癌疫苗等。值得強調的是，過去學界研究癌症疫苗，多從蛋白質下手，我的團隊則是選擇更

複雜的醣分子進行研究，進而發展出醣晶片，對於感染症、新藥研究有很大的助益。

累積基礎研究能量 創新發展水到渠成

透過這些基礎研究的例子，我們可以了解研究人員在進行研究時並不會考慮經濟層面，如果基礎研究有特定的經濟目標，則一切就會不一樣，因為研究會侷限在經濟層面，就失掉從基礎角度突破已知範圍的意義，也就會錯過未知的世界。從以上的例子可以得知，基礎研究累積一定的能量後，自然就會出現進一步的創新發展。

接下來再以基因定序為例，我們可以看出基礎研究如何發展為具經濟效益的技術。美國耗費 32 億美元於基因定序的研究計畫，在進行十餘年後，檢視此研究的經濟效益，發現因為基因定序技術而衍生出許多新創企業，且每年創造出 31 萬個工作機會，基礎研究對於經濟層面的貢獻不言可喻。

基礎研究該如何和創新發展連結，首先從定義上來看，創新意謂價值的產生，其範圍不僅是技術開發，也含括商業模式（business model）、設計思維、組織架構的新發展等，創新的前提是這些改變會帶來價值，我認為，沒有價值的產生，就不是創新。因此，現今許



中央研究院院長翁啟惠出席孫運璿講座，分享基礎研究與創新發展的觀點。（左起為工研院院長徐爵民、工研院董事長蔡清彥、中研院院長翁啟惠、工研院產業學院執行長羅達賢。）



工研院主辦「孫運璿講座」邀請中央研究院院長翁啟惠蒞臨演講，他認為創新所做的改變，必須帶來價值。

多人在談的不是創新，只是創意，例如，未產生價值的專利，就並非是真正的創新。

沒有基礎就沒有應用，這是眾所周知的事，我們目前需思考的是要透過基礎研究的連結和創新發展的連結，來推動臺灣生物科技產業的進一步發展。

自 1980 年代以來，臺灣已經成功地發展半導體產業、資通訊技術產業。然而，為了面對新的挑戰與改善經濟，臺灣已選出有必要積極投資的新興產業，生物科技便是其一。

我國的生物科技產業發展重點包括醫材、製藥、保健食品及農業生技等。臺灣的強項則在於農業生技、臨床醫學、華人特有疾病研究。臺灣發展生技產業的優勢，包括我國的法規接近美國食品藥物管理局 (FDA)，因此容易與國際接軌。值得一提的是，「生技新藥發展

條例」在 2007 年通過後，帶動新藥及高階醫材快速發展；「科技基本法」則進一步強化了基礎研究與產業的連結。

推動臺灣生技產業 站上世界舞臺

發展至今，臺灣的生物科技產業已有新臺幣 3,000 億元產值，有超過 20 項研發新藥正進行臨床三期試驗。然而，我國發展生技產業仍有許多地方待克服，其中包括研發鏈未串聯、臨床前及初期臨床試驗較弱，以及缺乏關鍵技術、量產規模、品牌建立及國際市場布局的能力等。因此，我認為臺灣應強化「人才」、「選題」、「智財」、「法規」、「環境」及「資金」布局，才能進一步推動臺灣的生技產業發展，進而在 10 年內將達 3 兆美元的全球生技市場上占有一席之地。■