

# 前瞻生物經濟發展之國際趨勢與科技政策

撰文/孫智麗

## 生物經濟之重要性

Stan Davis 和 Christopher Meyer 兩位學者於 2000 年就提出了生物經濟 (Bioeconomy) 的未來概念，預測目前的資訊經濟時代將持續到 21 世紀前期，然後人類社會將開始迎接一個全新的時代——生物經濟時代的來臨！當生物技術直接和間接帶動的產業占 GDP 的 50% 時候，就是生物經濟時代的來臨。中央研究院翁啟惠院長在 2007 年總統府月會進行專題報告指出：「30 年後，幾乎所有的公司都會與生技有關，不是以生技為主要業務，就是生技的周邊產品，否則就是利用生物技術來支援或解決問題！」觀察全球永續發展面臨的挑戰，包括人口結構變遷、新興傳染疾病、糧食供應不均、水資源有限、地球氣候極端化、環保意識提高、預防醫學興起等議題，生物科技是解決上述挑戰的重要手段之一！

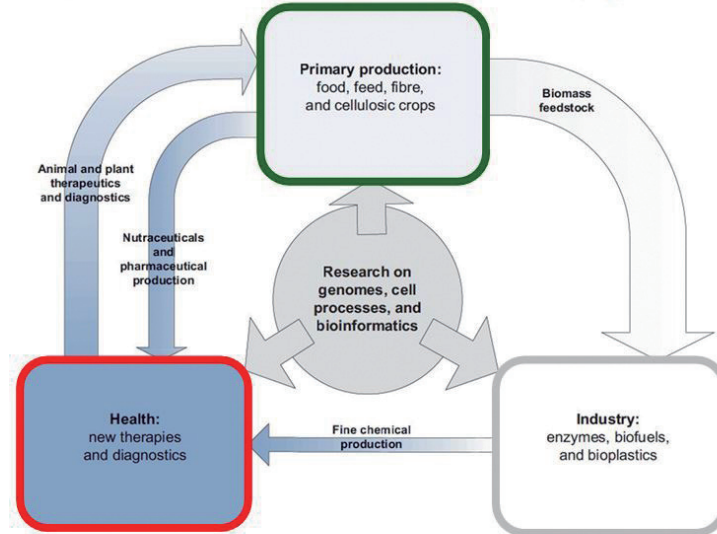
就生技產業發展歷程而言：第一波紅色生技是以醫藥研發產業為主，第二波綠色生技為農業生技產業，第三波白色生技則是整合生物科技與其他高科技產業，應用於化工、材料、能源、環保生技之研發（圖一）。當代生技產業發展趨勢是結合應用電子、電腦、軟體、網路、通訊、材料、自動化等高科技於人類生活品質之改善，從食、衣、住、行，至醫療、健康、農業、工業、能源、環保、生態、永續發展……，都可預見生物科技之運用，這將是影響人類福祉最重要的科技！生物經濟的發展，將為人類

從根本上的人口健康、糧食安全、食品安全、生物安全、環境安全、能源安全，乃至保障國家安全，建構出全面發展考量之概念。發展生物經濟與人民福祉密切相關，可以提高國民生活品質、減輕人們病痛、阻止疾病蔓延、延長人類壽命、增加糧食生產、提高營養價值、珍惜自然資源、改善生態環境、改善工業製程、有利永續發展。

## OECD 生物經濟科技政策

OECD 目前為 30 個民主政體國家政府參與的重要國際論壇，可說是這些國家制定經濟、社會和環保發展政策的「智庫」，在全球科技發展的各個階段，OECD 成員國都發揮了關鍵性作用。OECD 之 International Futures Program (國際未來計畫, IFP) 是直接隸屬於 OECD 秘書長的智囊幕僚部門，其功能在於協調 OECD 各業務處資源，整合重要的新興議題，提供該組織在未來社經、環保及科技發展議題上的早期預警及前瞻性之發展願景，找出主要的發展關鍵，分析長期焦點議題，凝聚國際資源的投入，並提供各國政府規劃發展策略及制訂相關政策作為決策之參考依據。迄今 OECD IFP 所辦理之重大研究計畫成果，也都受到各國政府的重視，其報告的精要在於評估科學、技術、創新及教育政策能如何有效的貢獻於經濟永續發展及創造就業，它提供企業及各國政府部門決策者政策上的建議，以因應新興科技產業發展所帶來的挑戰。

Figure 1.1. Current and expected integration across biotechnology applications



Note: Arrow width represents the relative importance of the integration.

資料來源：OECD(2009), The Bioeconomy to 2030。

## 圖一 OECD生物經濟之範疇

其中 IFP 於 2009 年提出「2030 生物經濟」(The Bioeconomy to 2030) 計畫成果並出版報告，內容包括：分析生物科技的應用範圍與產業發展的關鍵因素，預估 2030 年之前狹義生物技術直接產值可占 OECD 國家 GDP 的 2.7% (占開發中國家的 GDP 比例可能更高，這尚不含生質能源與廣義生技相關產業應用)，前瞻生物科技應用於相關領域的趨勢，評估生物科技對各國社經層面所產生的影響，並模擬未來發展可能發生情境，以進一步提出發展策略與政策意涵，提供各國政府參考規劃。總結主要政策論點如下。

1. 為達成環境保護與永續發展之目的，生物科技研發資源應該增加配置在農業與工業領域之應用。對於開發中國家而言，未來生物科技主要貢獻 (75%) 是在農業與工業領域。
2. 生物科技在醫療保健領域之研究，必須包括對於社會面與制度面之衝擊評估，例如個人隱私權如何在藥物遺傳學與個人醫療資訊之研究獲得保障，以及由於再生醫學與個人化藥物的發展，將延長人類壽命、造成高齡化社會與人口結構變遷

等議題。

3. 為因應全球化趨勢與挑戰，各國政府應以區域聯盟模式致力於：醫藥安全性與有效性法規協調、新興傳染病防治、研究資訊共享、動植物 (包括作物、漁類、森林等) 品種保護等國際合作協議。
4. 針對生物經濟發展，政府應以科技前瞻方法 (運用民主程序以最大共識來決定優先順序) 形成國家重點研究領域或重要研究主題 (所謂的策略型基礎研究)，並針對重要研究主題提供市場誘因、政策補貼、法規配套、人才培訓等基盤建設，以加速研發成果產業化。
5. 由於生物科技研發成果商品化具高度不確定性，政府也必須以科技前瞻方法掌握未來發展之契機與瓶頸、模擬多種情境研提因應策略、建構可多方位發展應用之基盤建設等，對於非國家重點研究領域或重要研究主題 (一般學術基礎研究)，仍需挹注部分研發資源以利轉型發展或保持政策彈性。
6. 跨部會、跨領域之整合發展將是生物經濟之成功關鍵因素。

7. 政府應致力於營造一個知識分享、鼓勵創新、高度競爭之產業發展環境。
8. 對於生物科技的錯誤認知（全然反對或盲目支持）將是生物經濟發展之障礙。不論是產品上市法規或是消費者疑慮，政府應主動建立並不斷維持與廠商、民眾溝通管道。
9. 運用科技前瞻與政策引導，建立長期發展生物經濟之基礎與準備。

## 美國國家生物經濟藍圖

2012年4月美國白宮發布「國家生物經濟藍圖」(National Bioeconomy Blueprint)，宣告未來美國將以生物技術為首的投資、研究與產業經濟活動列為優先支持的對象。「國家生物經濟藍圖」之目的在於提出以下五大生物經濟戰略目標，以協助大眾理解美國生物經濟的全面潛力，並強調能協助邁向戰略目標的研究成果。

### 1. 強化研究發展

支持各項研發投資以建立生物經濟的發展基礎。

### 2. 促進技術移轉

促進生物技術發明的市場應用與商業化，包括加強轉譯和監管科學。

### 3. 減少法規障礙

改革並發展相關規範，以減少法規障礙、增加規範程序的效率與可預測性，並降低成本，同時保護人類與環境健康。

### 4. 發展人力資源

更新培訓計畫，並調整學術機構對學生訓練的獎勵機制，以符合國家與產業發展的勞動需求。

### 5. 增進伙伴關係

支持公私夥伴及競爭前合作關係的發展，使競

爭者可以集中資源、知識，並從成功和失敗中學習專業技術。

## 歐盟生物經濟發展戰略

歐盟視生物經濟為邁向智慧且綠色成長的重要戰略 (Europe 2020 Strategy)。歐盟 2012 年 2 月發布「為可持續增長創新：歐洲生物經濟」(Innovating for Sustainable Growth: a Bioeconomy for Europe)，促使歐盟經濟朝向更具創新性、更低碳、永續同時保護環境和生物多樣性的經濟形態轉變，並表明生物經濟將成為歐洲的優先發展戰略。歐盟生物經濟行動計畫分成三方面：

### 1. 加強研究、創新與技術投資

- (1) 加強生物經濟研發與創新的公私部門投資，強化各項公部門發展計畫的連貫性與綜效。支持歐洲創新科技研究院 (EIT) 下的生物經濟群集 (bio-clusters) 與知識創新社群，以強化與私部門的合作。提出在 Horizon 2020 計畫下，食品、永續農林漁牧業的重點發展方向與優先性。
- (2) 強化跨學科與跨部門研究與創新，以解決現今錯綜複雜的各種社會問題。針對各種政策決策，提供生物經濟解決方法其利弊得失的科學建議。
- (3) 有必要促進生物經濟部門創新的吸收和擴散，並創造法規和政策措施的回饋機制。藉由生態工業園區 (EIPs) 與生物經濟群集，擴大支持知識網絡、諮詢與商業支持服務。
- (4) 藉由組織新興生物經濟課程和職業培訓計畫大學論壇，以支持生物經濟部門之增長和進一步整合，進而培育所需要人力資源能力。

### 2. 增進政策互動與利害關係人參與

- (1) 創設生物經濟委員會 (Bioeconomy Panel) 以協助生物經濟發展之推動。強化研究人員、

終端使用者、決策者和社會大眾在生物經濟研究和創新過程中的參與。定期舉辦生物經濟利害關係人會議。

- (2) 建立生物經濟觀察站 (Bioeconomy Observatory)，以利歐盟執委會定期評估生物經濟的進展和影響，並制定前瞻性與模擬工具。進行期中審查與更新生物經濟發展戰略。
- (3) 藉由提供歐盟現有研究與創新活動、技術中心和基礎設施策略地圖，支持各區域與國家生物經濟戰略發展。鼓勵與有關當局進行區域發展相關討論，以最大化現有補助制度之影響力。
- (4) 開展生物經濟研究與創新的國際合作，以共同應對全球性挑戰，例如糧食安全、氣候變遷、和永續生質能供應議題。

### 3. 強化生物經濟市場與競爭力

- (1) 強化永續集約初級生產的知識基礎。強化生質能的供應與需求，尤其強調生質能對永續發展、土壤地力和減緩氣候變遷的潛在價值。發展訂定環境足跡計算方式，例如使用生命週期進行計算。
- (2) 設立整合性與多樣化的生物精煉、示範與試點工廠物流網絡，包括必要的串連使用生質能與廢棄物的物流與供應鏈。在歐盟建立生物基礎產業的研究與創新公私夥伴關係。
- (3) 通過制定標準和標準化永續性評估方式，擴大生物基質產品與食品製造系統之新市場。建立標示制度，促進生物基質產品綠色採購，提供公共採購者產品資訊列表和相關訓練。藉由激勵和相互學習的機制，提高資源利用效率，並促進生物經濟部門長期競爭力。

表一 我國生技相關產業廠商投資動向調查

	醫藥品	醫療器材	食品特化生技	農業生物技術	環保生物技術	生技服務業					
新藥開發/技術	35	遠距醫療/保健	5	機能性/保健食品	50	種畜禽與養殖	6	環保生物製劑	5	臨床試驗	5
藥物傳輸/設計	16	生醫資訊	0	食品添加物	8	動物飼料添加物	26	生物復育技術	3	委託研發(CRO)	9
生物合成之原料藥	7	生物晶片	5	食品調味料	3	寵物食品/藥品	11	生物可分解材料	7	生產代工(CMO)	16
生技(蛋白質)藥品	10	生物感測器	5	發酵食品	14	畜禽水產用藥/疫苗	9	廢棄物資源化	4	實驗動物	5
中草藥	20	生醫材料	16	食品用酵素	9	水產種苗與養殖	6	有毒廢棄物處理	0	實驗室儀器耗材	8
預防性人用疫苗	2	人工組織/器官	5	有機食品/農產品	12	觀賞魚與周邊	7	廢水處理	6	實驗室技術服務	8
治療性人用疫苗	4	檢驗儀器	6	生技保養品/藥妝品	30	農業機械/設備/設施	7	檢測分析技術/系統	4	種源(細胞)儲存	0
基因治療	4	診斷儀器	9	生體高分子	0	植物種苗	14	環保檢驗試劑	1	鑑定服務	4
細胞治療	2	檢驗/診斷試劑	16	生物性界面活性劑	2	生物性農藥	15	生物指標技術	0	合成服務	1
細胞與組織工程	4	治療儀器	7	生物塑膠/聚合物	3	生物性肥料	14	微生物抑制劑	3	定序服務	2
血液製劑	1	護理保健器材	4	工業用酵素	2	菇(菌)類	13	海洋生物技術	1	生物資訊服務	5
生物類似藥	3	復健器具	2	農業用酵素	6	保鮮/儲運技術	4	生物能源	1	智財/技術評價	2
其他	3	其他	8	其他	2	其他	5	其他	0	其他	5

說明：台灣經濟研究院生物科技產業研究中心於2015年5至7月間大規模調查我國生技相關產業廠商，截至9月30日為止共有200家有效回卷，以上數字為回卷廠商勾選未來三年（2015-2017年）要投資或經營之項目（複選）統計。

(4) 藉由科學方法，將產品特性之資訊告知消費者（如營養價值、生產方式和環境可持續性），並促進健康和永續的生活方式。

### 我國生物經濟發展現況與建議

我國發展生物經濟的現況，根據台灣經濟研究院生物科技產業研究中心調查，我國廠商於未來三年投資項目統計，主要集中在新藥開發、中草藥、醫療器材類、機能性或保健食品、保養品、動物飼料添加物、農業生技類等領域（表一）；我國生技相關產業廠商在研發階段所面臨的困難主要為人才招募、資金取得，而在商品化階段所面臨的困難主要為建立行銷管道、進入國際市場、法規要求等（表二）。這是因為我國在醫藥、農業領域沒有跨國性大廠管理或國際行銷經驗，生物科技產業化發展先天基礎較先進國家薄弱。

我國生物科技研發成果在特定領域有所表現，不過整體而言，以科學文獻發表與專利申請數量還不算特別突出，但與歐亞先進國家差距並不太大。目前雖有一些傑出科學家的研究貢獻與成功的技轉案例，但是生技新藥公司大部分產品尚未上市、創造營收！

我國政黨不分藍綠都支持生物科技發展（有優於其他新興產業政策的「生技新藥發展條例」、生技廠商可以較低門檻上市櫃籌集資金等），生技新藥產業在 2013 年曾創造出僅次於美國活絡交易的資本市場。我國政府提供很多產業發展政策措施（鼓勵產學合作或是研發成果產業化等研發輔導辦法），只是研發資源投入分散各部會，跨部會協調能力與機制明顯不足，尤其缺乏宏觀戰略思維及創造市場

表二 我國生技相關產業廠商在研發、商品化階段所面臨的困難

所面臨的困難	研發階段		商品化階段	
取得資金	81	40.5%	39	19.5%
取得技術/市場資訊	71	35.5%	41	20.5%
招募人才	90	45.0%	44	22.0%
進入國際市場	32	16.0%	102	51.0%
建立行銷管道	21	10.5%	109	54.5%
公眾態度/產品接受度	14	7.0%	65	32.5%
法規要求	69	34.5%	84	42.0%
專利權屬於其他單位/技術授權金高	44	22.0%	23	11.5%
取得原物料/關鍵零組件	48	24.0%	23	11.5%

說明：台灣經濟研究院生物科技產業研究中心於2015年5至7月間大規模調查我國生技相關產業廠商，截至9月30日為止共有200家有效回卷，以上數字為回卷廠商勾選在研發、商品化階段所面臨的困難（複選）統計。

之法規策略（例如最近才通過採購國產生技新藥將列入醫學中心評鑑指標）。

相對於資訊經濟，生物經濟對資源依賴性特別強，在科技政策要求研發聚焦之前，應就我國特有的生物資源與資訊，還包括自然資源、研發資源、廠商資源、市場資源、人才資源、醫療資源、甚至法規政策進行盤點調查，充分掌握資源與資訊才能制定有效的策略規劃。此外，提高政府、廠商、民眾對「生物經濟」重要性的認識與支持，運用科技前瞻方法，以凝聚共識與整合資源聚焦發展。期待建構我國成為生物科技創新體系，以因應生物經濟時代之來臨。

AgBIO

孫智麗 台灣經濟研究院 生物科技產業研究中心 主任

### 參考文獻

1. EC(2012), *Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe*, European Commission, Brussels.
2. OECD(2009), *The Bioeconomy to 2030: designing a policy agenda*, Organization for Economic Co-operation and Development, Paris.
3. USA(2012), *National Bioeconomy Blueprint*, White House, Washington.
4. 孫智麗(2006), “因應生物經濟時代來臨之科技發展戰略”，台灣經濟研究月刊，第29卷第3期，民國95年3月。
5. 孫智麗(2010), “前瞻生物經濟Bio-Economy 2030政策意涵”，台灣經濟研究月刊，第33卷第3期，民國99年3月。