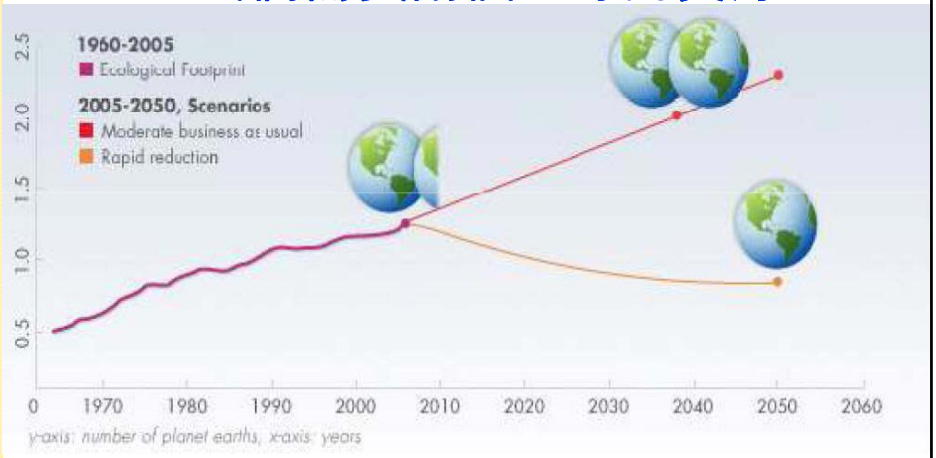
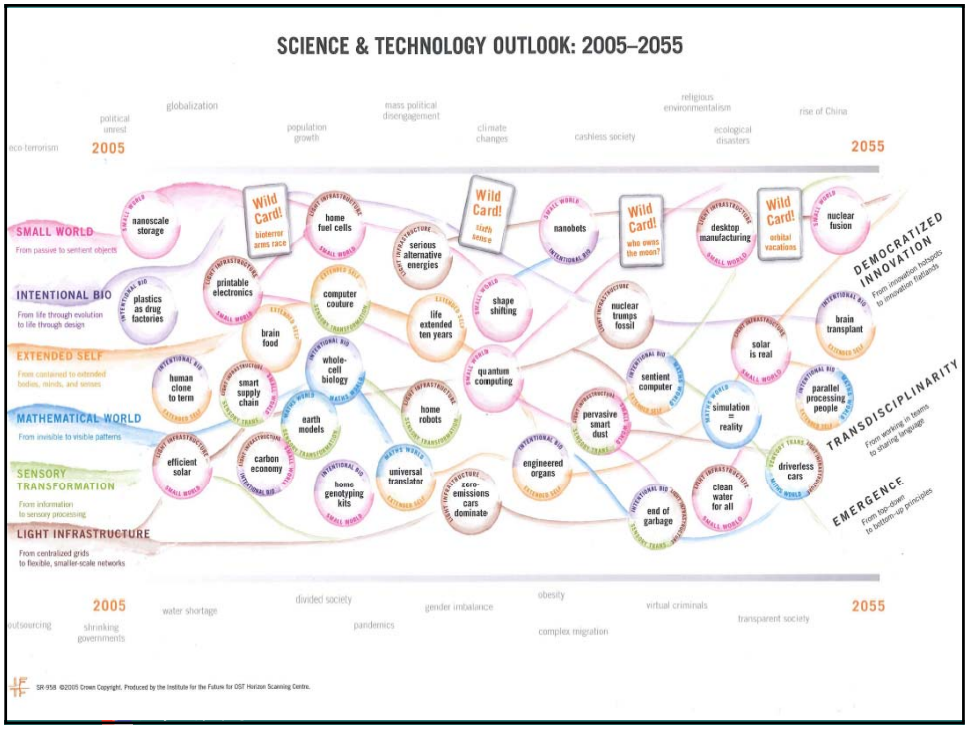
前瞻生物科技發展未來大趨勢

台灣經濟研究院
生物科技產業研究中心
智慧財產評價服務中心
孫智麗主任

2050我們需要兩個地球的資源？



Source: GFN; Julian Cribb, ABIC 2010.



www.biotaiwan.org.tw

全球永續發展面臨的挑戰

- 糧食供應不均
- 能源價格上漲
- 地球氣候暖化
- 環保意識提高
- 人口結構變遷
- 預防醫學興起
- 新興傳染疾病

生物科技是解決上述挑戰之重要手段之一

生物經濟(Bio-Economy) -1

- 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、環保領域之產品技術開發。
- 生物經濟(Bio-Economy) 的發展，將為人類從根本上人口健康、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、改善生態環境、有利永續發展。

生物經濟(Bio-Economy) -2

- 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。
- 生命科學和生物技術(BT)，對人類社會、甚至對人類進化產生的作用，可能要遠遠超過資訊技術(IT)。
- 美國 “時代” (Time)週刊預言：「2020年全球將進入生物經濟時代，不久的將來，生物經濟將10倍於資訊經濟。」

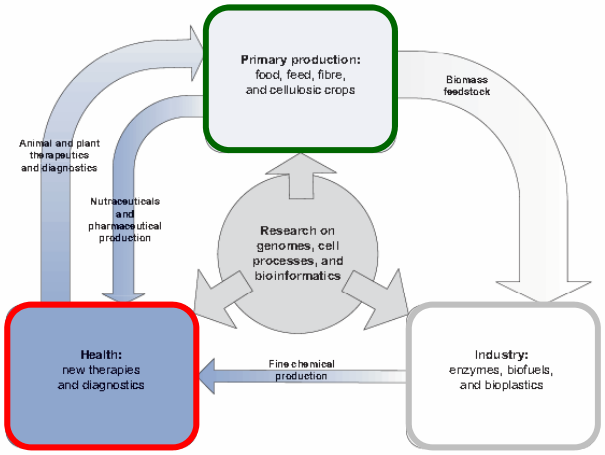
生物經濟(Bio-Economy) -3

- 中央研究院**翁啟惠**院長在2007年總統府月會進行「生技製藥產業在台灣的發展」專題報告表示，**三十年後，幾乎所有的公司都會與生技有關，不是以生技為主要業務，就是生技的週邊產品，否則就是利用生物技術來支援或解決問題！**

30年後所有公司都與生技有關

OECD (2009)
THE BIOECONOMY TO 2030

Figure 1.1. **Current and expected integration across biotechnology applications**



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

OECD生物科技發展之驅動因素與對產業的影響1

驅動因素	2030年發展情境	對產業的影響			
		總體經濟	醫療保健	農業	工業
人口成長與所得提升	全球人口將增加到83億，其中有97%的人口成長來自於開發中國家；相較於2005年，全球GDP將增加1倍，但貧富不均問題仍然存在，OECD國家每人所得約為全球平均之3~6倍	更多資金將投入生物經濟的研發與投資，生技研發中心將逐漸在開發中國家出現；同時開發中國家所得提升將改變其消費習慣，增加糧食、醫療保健及旅遊等方面的支出	人口與所得水準的提升將帶動醫療保健需求的成長	人口的增加將帶動對肉類與魚類的需求，並使糧食價格上漲；對糧食需求的增加將使民眾對生物技術應用於農業生產的接受度提高	人口的增加對環境方面產生更大的挑戰，同時也促使工業生技的發展

OECD生物科技發展之驅動因素與對產業的影響2

驅動因素	2030年發展情境	對產業的影響			
		總體經濟	醫療保健	農業	工業
人口結構與人力資源	全球勞動力將增加25%；OECD國家因人口老化使勞動人口比例降低；教育水準提升，勞動人口將由農業移轉到製造業與服務業	人口老化與勞動人口比例降低將使稅收減少，並造成社會福利計畫資金不足；高等教育人力的增加支持研發活動之進行	老年人口增加帶動醫療保健之需求退化性疾病之盛行率將增加，同時生物技術將可能應用於尋找治療方案	開發中國家農業生產將逐漸機械化並增加能源的需求	因開發中國家農業生產的機械化與能源需求增加，工業生技將應用於減少農業能源消耗的浪費

OECD生物科技發展之驅動因素與對產業的影響3

驅動因素	2030年發展情境	對產業的影響			
		總體經濟	醫療保健	農業	工業
能源與氣候變遷	能源需求增加將使化石燃料消耗增加，同時也使溫室氣體排放持續增加；全球溫度將增加約攝氏1度，並使海平面上升	更多的研發活動，將投入於低溫室氣體排放能源的開發與減緩氣候變遷	溫度提升將使部分疾病擴散到不同地區，並帶動生物技術的應用，包括疾病檢測診斷、疫苗開發等	穀類作物產出的減少與部分地區出現乾旱和鹽害現象，將帶動高產與抗逆境植物品種的開發	能源價格的提升與更嚴格的環境管制將帶動工業生技的應用，包括減少能源使用與溫室氣體排放

OECD生物科技發展之驅動因素與對產業的影響4

驅動因素	2030年發展情境	對產業的影響			
		總體經濟	醫療保健	農業	工業
糧食價格與水資源	因生質能源與肉品需求的增加將使糧食價格持續提高；更多的人口將面臨水資源缺乏的壓力，有67%的人口缺少污水系統	高糧食價格抵銷部分經濟成長的效益；更多的研發活動投入於農業與環境整治	飲用水與衛生設施的缺乏將增加部分疾病的發生	糧食與水需求的增加提高各界對農業的關注；更多的生物技術將應用於植物新品種的開發	工業生技將應用於減少水資源消費與空氣污染的整治；原料價格與水資源缺乏將影響到生質能源與生物精煉的可行性

OECD生物科技發展之驅動因素與對產業的影響5

驅動因素	2030年發展情境	對產業的影響			
		總體經濟	醫療保健	農業	工業
醫療保健成本	新技術的開發將使全球醫療保健支出持續增加	對醫療保健成本的疑慮使限制醫療照護相關的研發活動發展，同時使生技研發活動轉向工業與農業方面的應用	降低醫療保健成本的壓力抑制醫藥生技研發活動，同時使昂貴的新醫療系統開發更為困難	為抑制醫療保健成本增加，將增加可預防疾病發生的健康食品需求，同時研發以植物為原料之藥品，以降低藥物生產成本	工業生技將應用於潔淨水資源，並試圖減少疾病的發生

OECD生物科技發展之驅動因素與對產業的影響6

驅動因素	2030年發展情境	對產業的影響			
		總體經濟	醫療保健	農業	工業
具競爭性與關鍵技術開發	IT與奈米技術刺激生物技術的發展，同時生物技術與非生物技術間的競爭將更加激烈	IT計算能力的增加有利於生物資訊學的發展；不同研發活動間的資金競爭情況增加	奈米技術的發展解決部分醫療生技的問題，如藥物傳輸與實驗性治療等	精準農業、設施栽培與水資源保護技術開發	奈米技術帶動環境整治技術的發展；生質能源面臨其他再生能源的競爭

Source: OECD(2009), The Bioeconomy to 2030: designing a policy agenda

紅色生技
以醫藥研發產業為主

Global biotechnology at a Glance in 2009

單位：十億美元；人數；家數

		總計	美國	歐洲	加拿大	澳洲
公開發行公司	營業收入	**79.1**	56.6	16.616	2.163	3.721
	研發經費	**22.6**	17.2	4.629	0.354	0.417
	淨利（淨損）	**3.7**	3.7	(0.475)	(0.07)	0.545
	員工總數	**176,210**	109,100	49,120	6,930	11,060
所有公司	上市公司	**622**	313	171	64	74
	公司總數		1,699	1,790	324	

Source: Ernest & Young, Beyond borders-Global biotechnology report 2010.

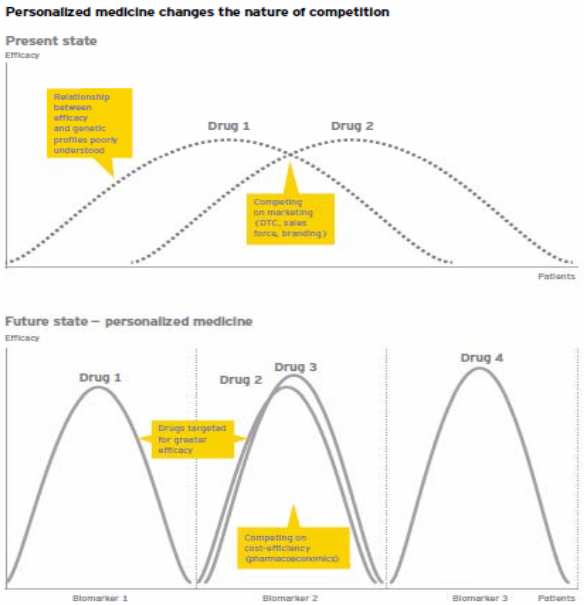
Growth in global biotechnology* 2008-2009

單位：十億美元；人數；家數

	2009年	2008年	成長率
營業收入	79.1	86.8	-9%
研發經費	22.6	28.7	-21%
淨利（淨損）	3.7	(1.8)	-314%
員工總數	176,210	186,820	-6%
上市公司數	622	700	-11%

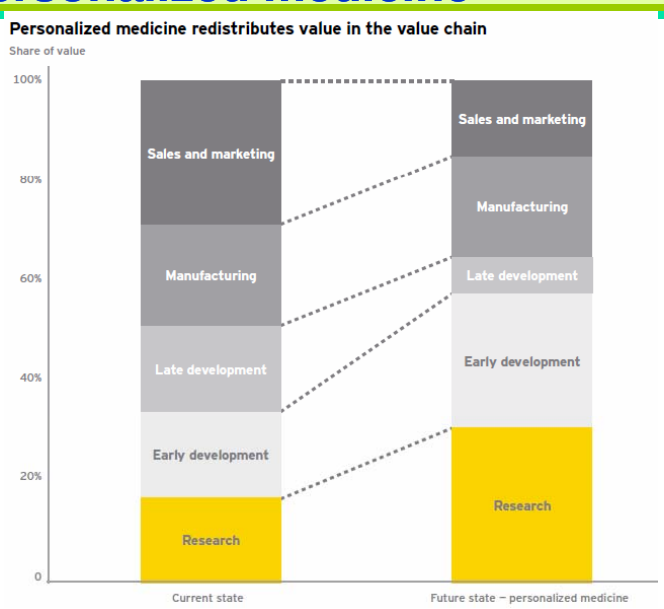
Source: Ernest & Young, Beyond borders-Global biotechnology report 2010.
****Note:*** Growth in the established biotechnology centers

Personalized medicine



Source: Ernest & Young, Beyond borders-Global biotechnology report 2008.

Personalized medicine



Source: Ernest & Young, Beyond borders-Global biotechnology report 2008.

OECD預測生物科技運用於醫療保健領域之發展-1

領域	定義	目前現況	2015年預測	2030年預測
治療品技藥或術 (Therapeutics)	生技藥品(Biopharmaceuticals)、小分子藥品和實驗性療法(Experimental therapies)	1.生技藥品較小分子藥品有治療優勢，平均每年約有七個藥品上市。 2.生物技術已被大量使用於小分子藥品的研發階段。 3.僅少數實驗性療法已上市使用。	1.每年約有15個生技藥品上市，但占整體上市比例仍不高，多數著重開發生技學名藥，而使治療價值降低。 2.實驗性療法將取而代之提供醫療上的優勢。	1.藉由生物技術所開發出來的藥品或疫苗每年持續上市。 2.藉由再生醫學的突破，已可治療糖尿病和修復受損組織。

OECD預測生物科技運用於醫療保健領域之發展-2

領域	定義	目前現況	2015年預測	2030年預測
檢測與診斷 (Diagnostics)	藉由生物技術的投入，透過體內(*in vivo*)或體外(*in vitro*)檢測，可以診斷疾病或發現疾病相關風險因子。	已有許多體內或體外檢測技術，可檢測基因、突變基因和基因表現。分子遺傳學檢驗試劑為產業中快速成長的領域，目前已有1,600個疾病的基因檢驗被開發。	體內檢驗技術數量逐漸增加基因檢測將從單一突變基因的鑑定，轉變為造成疾病風險因子的多基因分析。	常見疾病或慢性病危險因子之基因檢驗已廣泛使用，且成本低。

OECD預測生物科技運用於醫療保健領域之發展-3

領域	定義	目前現況	2015年預測	2030年預測
藥物遺傳學 (Pharmacogenetics)	利用檢測診斷、生物資訊學和生物標誌等，研究基因與藥物間交互作用，以區別對治療有／無反應的族群，建立適當的治療劑量，並減少藥物不良反應(ADRs)發生	目前美國已有4種藥物需要進行藥物遺傳學檢測，而至少還有20幾種藥物也需進行基因檢測。隨著已知的生物標誌快速增加讓許多藥品在藥品標示中，列入藥物遺傳學資訊。	治療擁有特定基因特徵族群的藥物核准上市數量逐漸增加，主要為改善治療效果和減少不良反應。藥物遺傳學技術也會用於挽救某些在臨床試驗失敗的藥物，以辨認真正有治療反應的病患族群。	1.臨床試驗或處方用藥前大量使用藥物遺傳學，以確認最適合使用的病患族群。 2.藥物遺傳學資訊、用藥資訊和長期健康評估結果等連結，將全面提升治療方式的安全性與有效性。

OECD預測生物科技運用於醫療保健領域之發展-4

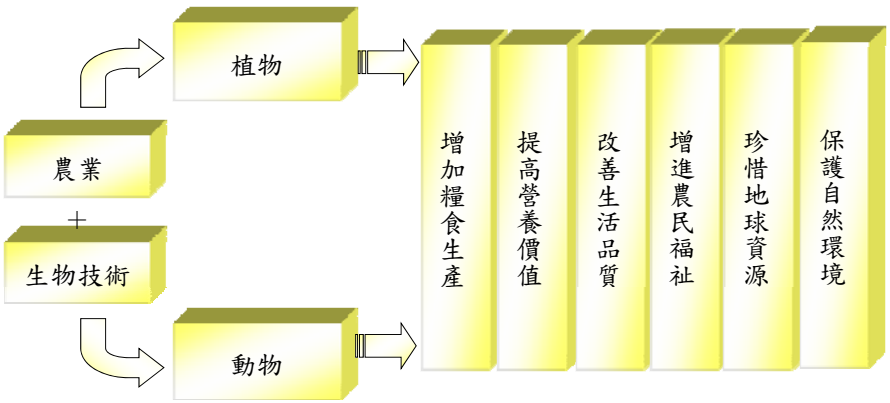
領域	定義	目前現況	2015年預測	2030年預測
醫療器材 (Medical devices)	用於輔助健康，但不參與體內代謝，如手術設備、體外檢測試劑、醫學影像裝置、組織工程等。	許多應用潛力仍處於研究階段，如生物感測器(biosensor)和組織工程為基礎的裝置。	少數以組織工程為基礎的醫療器材（如生產胰島素之人工組織）可於2015年上市。	整合生物技術與奈米科技，大幅提升藥物傳遞系統效率。

OECD預測生物科技運用於醫療保健領域之發展-5

領域	定義	目前現況	2015年預測	2030年預測
保健食品 (Functional foods and nutraceuticals)	機能性食品指以傳統食用型態為主的產品；膳食補充品則是非傳統食用型態之膠囊、錠劑類產品。	多數市面上保健食品並無利用生物技術。生物技術多用於篩選動植物品種，或發酵工程。營養基因體學(Nutrigenomics)將探討基因、飲食與疾病之間關連性。	OECD國家中，加強營養成分的基改作物將被製成保健食品；而富含維生素A、葉酸等營養素的基改作物，也可望上市以滿足開發中國家需求。	運用基因改造微生物或海洋資源開發新型保健食品。

綠色生技
農業生技產業

應用農業生技之目的及效益



未來十年農業生物科技的機會和挑戰

- 改進人類營養的基因改造農作物(例如富含ω3脂肪酸的大豆)
- 改善動物飼料的農作物(針對那些在一般飼料原料上經常短少的氨基酸，設法增加必需氨基酸的含量，以提供更好的營養平衡，增加了營養密度，或提高某些營養成份的利用效率，例如磷酸鹽，以便有益於環境)
- 耐旱和耐鹽分的農作物
- 抗蟲和抗疾病的農作物（例如抗鐮刀霉菌小麥、抗枯萎病栗子、抗李子痘的核果、抗各種各樣昆蟲的農作物）
- 在同一農作物包含多項的轉殖基因性狀（疊置基因）
- 經過基因改造的農作物用以生產藥品，例如疫苗和抗體
- 經過基因改造的農作物以供特殊工業用途（例如增加澱粉含量、生產有用的酵素，或被改造成能源豐富的油，用以生產生質能源）
- 轉殖基因動物以供生產食物、藥品、或工業用途（例如基因轉殖鮭魚以便早熟、基因轉殖山羊以生產含有人的血清因子的羊奶、和唾液中含有植酸酶的豬以改善營養的吸收利用，而且減少豬糞中磷的含量）。

資料來源:USDA「**生物科技和21世紀農業諮詢委員會**」成立於2003年，其目的在於檢討生物科技就長期來看可能會如何改變農業和美國農業部的工作。20位委員會成員包括農民、技術人員、學術代表、食物製造業、航運業、消費者、和環保組織代表。

OECD預測2015生物科技運用於農業發展-植物

領域	目前現況	2015年發展預測
植物新品種 (New crop and tree varieties)	從1996年開始，基改作物已經在全球24個國家種植，主要為大豆、棉花、玉米及油菜。有超過75%的品種包含耐除草劑或抗蟲的性狀，此外非基改生物技術也廣泛應用在各類作物上。	到2015年預估全球有將近一半的作物生產會運用到生物技術。除了四個主要基改作物之外，增產、抗逆境及品質改善等性狀也會出現在其他作物上，例如稻米、小麥、馬鈴薯、蕃茄.....等；分子標誌輔助技術MAS會被廣泛應用，並開發其他商業化之非基改作物；一些新的基改樹種也開始商業化生產。
植物病理診斷 (Plant diagnostics)	目前在已開發國家有上百種處於實驗室階段的植物診斷技術，大多用於植物疾病預防；24小時即時診斷技術目前僅能應用在單一病原體診斷。	運用基因晶片之低成本、即時且多病原體同時診斷技術已經可以在田間使用，而此技術並可應用於大量之植物病原體，且可應用於重要之商業化作物中。

OECD預測2015生物科技運用於農業發展-動物

領域	目前現況	2015年發展預測
動物育種及繁殖 (Animal breeding and propagation)	目前畜禽及水產動物已廣泛使用MAS技術，提升動物繁殖之速度與準確性；複製(cloning)雖然也可運用於繁殖，但成本甚高，因此目前僅應用在高價值的種畜禽及寵物上；產業界已成功利用GM動物生產所需的化合物。	MAS仍為應用於動物繁殖的主要生物技術，並將持續廣泛使用。GM與複製技術因民眾的接受度與成本問題仍會受到限制，但可應用在新化合物的生產，以及高價值動物的繁殖上。
動物診斷治療 (Animal diagnostics and therapeutics)	目前有數十種以生物技術為基礎的動物診斷技術已經開始應用，其中包括寵物及重要經濟動物的疾病診斷。目前在動物方面，僅有少數生物藥品與生技疫苗已經核准使用。	目前一些發展中的動物診斷技術到2015年將開始商業化使用；家畜的診斷將朝向晶片化發展，並可直接由非專業人員在田間實地使用；因應重要家畜傳染病之疫苗也開始進行開發；一些可加速成長與提高肉品品質之生物藥品也開始商業化使用。

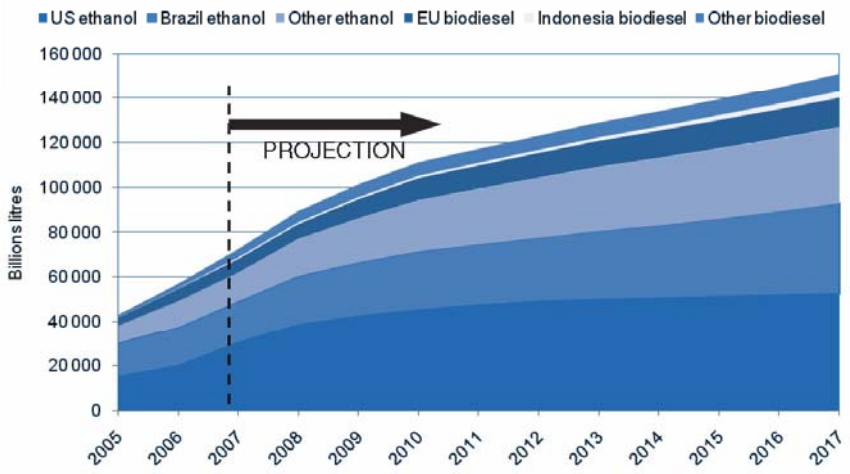
OECD預測2030農業生技發展

- MAS(Marker Assisted Selection)廣泛應用於植物種苗、畜禽及水產養殖
- 主要作物或樹種使用GM改善澱粉、油脂或纖維素含量，提高工業用途或生質能源轉換率
- 運用分子農(牧)場(Bio-pharming)生產醫藥品及高價值化合物
- 糧食作物與飼料使用GM或MAS提高產量、抗蟲、抗逆境成為主流
- 更多的遺傳性狀或疾病檢測應用於畜禽及水產養殖
- 高價值經濟動物的複製(cloning)
- 開發中國家利用GM改善糧食的營養成分或添加維他命

白色生技

整合生物科技與其他高科技產業，應用於化工、能源、環保領域之產品技術開發

World ethanol and biodiesel production: projections to 2017



Source: based on OECD-FAO, 2008.

OECD預測2015生物科技運用於工業與環保領域1

www.biotaiwan.org.tw

領域	定義	目前現況	2015年發展預測
生質能源 (Bio-fuels)	用生物質製造的能源稱為生質能源，部分運用生物製程。現代生物技術已用於開發具有利於能源生產特性的新植物品種，或是改變製程以提高轉化效率、使用新的生物質原料。	其發展受到高能源價格及政府支持刺激。目前生質酒精與生質柴油產量僅占運輸燃料的小部分，且大多是使用發酵及轉酯化技術生產。研發已朝向纖維素轉化及微生物製造等技術拓展，將有益於提高經濟效益，並降低環境及糧食安全疑慮。	新植物品種可提高產量，但針對特定製程的植物品種仍有待開發。整體生質能源產量將提高，主要仰賴於製程放大方面的技術進展，部分貢獻來自纖維素生質能源，以及微生物製造能源之進展。

OECD預測2015生物科技運用於工業與環保領域2

www.biotaiwan.org.tw

領域	定義	目前現況	2015年發展預測
生物精煉 (Bio-refineries)	生物精煉是整合多項轉換製程，以生物質為原料製造能源、化學品等。相較於石油精煉，生物質來源為多元化。	全球已有幾百個生質能源精煉廠營運，且多數使用玉米或甘蔗作為原料。而利用草、樹或農業與城市廢棄物製造纖維素酒精、化學品方面，處於先導與示範工廠階段。	技術發展及試驗興盛將促成重要進展。新的副產物利用方法有助於生物精煉模式拓展。已可使用各種生物質作為原料，或者至少原料來源種類將增加。
資源開採 (Resource extraction)	利用微生物提高資源開採效率，增加礦產萃取率或改變油井條件提高開採量。	雖然已有利用生物技術提高資源開發效率的案例，但相關的研發及商業活動較少。	礦產及原油需求提高將有利於此技術發展。但因為開採現場屬於開放空間，微生物使用將受到較嚴格的限制。

OECD預測2015生物科技運用於工業與環保領域3

領域	定義	目前現況	2015年發展預測
工業酵素 (Industrial enzymes)	酵素為生物體內催化生化反應的蛋白質。已被用於化學工業及食品與飼料、清潔劑紡織、造紙等工業。	現代生物技術製造之酵素已添加至食品、飼料、清潔劑等產品。酵素還被用於節省紡織製程能源消耗、提升紙張品質等。目前已將基因改造、分子標誌輔助等生物技術用於改造、篩選酵素。	工業酵素應用已成熟，且預期未來仍持續成長。更多有效的酵素及製程將可降低生產成本，並減少能源消耗、降低有害副產物，減少環境污染。
環境保護 (Environmental services)	利用生物感測監測環境狀況或利用微生物植物去除環境中的汙染物，進行生物復育	由於生物感應器不具價格競爭力，且生物復育需開發特殊功能的微生物或植物，因此生技應用於環境領域進展緩慢。	生物感測提供長期監測需求（例如水資源）最佳的解決方案。研發將仰賴醫藥、農業、生物安全領域產出的跨領域應用。

OECD預測2015生物科技運用於工業與環保領域4

領域	定義	目前現況	2015年發展預測
化學品製造 (Production of chemicals)	利用生物製造能源酵素、溶劑、氨基酸、有機酸、維生素、抗生素、聚合物等化學品。生物製造通常被用來取代化學合成方法。	目前化學品中用生物製造的產品僅占2%，但生物技術具有使反應條件趨於溫和、降低能源需求、減少廢棄物產生、降低環境影響等優點。研發目標為提高效率，以提升競爭力。	生物製造產品占化學品市場10%以上，成長最快的領域為特用化學品與聚合物。成長動力來自生物催化、發酵技術、代謝工程之創新進展。許多生物製程使用具特定功能或可於特定環境作用的酵素。
生物材料製造 (Production of biomaterials)	將生物製造化學品用於製造生物材料例如生物聚合物製成生物塑膠。生物塑膠又分為生物可分解與不可分解，生物不可分解生物塑膠可再回收利用	雖然生物材料占市場比重仍低，但已有一些大型生物聚合物工廠營運。目前生物材料以生物可分解為主，但研發將加重生物不可分解生物塑膠之開發。	生物塑膠雖然僅占整體市場的小部分，但仍是重要發展項目。許多生物不可分解塑膠已經使用生物技術製造。

OECD預測2030工業生技發展

- 開發更多改良的酵素以因應持續成長之化學應用需求。
- 改良的微生物可使多步驟反應精簡成單一步驟處理，或一微生物可製造多種化學產物。其中，有些用於改良微生物的基因來自生物探勘。
- 即時監測之生物感測已應用於環境汙染控制與生物量測。
- 已利用甘蔗與纖維素原料製造高密度的生質能源。
- 生物塑膠等生物材料市場占有率擴大，尤其是於利基市場方面。

我國生技相關產業廠商投資動向

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	20	生物晶片	7	機能性/保健食品	70	動物(畜禽)養殖	7	環保生物製劑	7	臨床試驗	5
藥物傳輸/設計	9	核酸探針	2	食品添加物	12	動物用營養添加物	23	生物復育技術	1	委託研發(CRO)	21
生物合成之原料藥	5	生物感測器	3	食品調味料	5	動物基因轉殖/複製	1	生物可分解材料	3	生產代工(CMO)	21
生技(蛋白質)藥品	13	生醫材料	15	發酵食品	17	畜禽水產用藥/疫苗	13	廢棄物資源化	6	實驗動物	4
中草藥	31	人工組織	3	食品用酵素	12	水產種苗與養殖	8	有毒廢棄物處理	0	實驗室儀器耗材	7
預防性人用疫苗	2	人造器官	1	工業用酵素	3	植物種苗	8	廢水處理	1	實驗室技術服務	9
治療性人用疫苗	3	檢驗儀器	11	色素及香料	4	植物組織培養	10	檢測分析技術/系統	2	種源(細胞)儲存	1
基因治療	1	診斷儀器	2	生技保養/藥妝品	36	植物基因轉殖	2	環保檢驗試劑	3	鑑定服務	5
細胞治療	2	檢驗/診斷試劑	12	生體高分子	1	生物性農藥	9	生物指標技術	0	合成服務	1
細胞與組織工程	0	治療儀器	3	生物性界面活性劑	1	生物性肥料	12	微生物抑制劑	3	定序服務	2
血液製劑	1	護理保健器材	2	生物塑膠/聚合物	3	菇（菌）類	8	海洋生物技術	2	生物資訊服務	5
生物學名藥	6	復健器具	2	農業用酵素	4	分子農（牧）場	1	生物能源	4	智財/技術鑑價	2
其他醫藥品	4	其他醫療器材	4	其他特化與食品	4	其他農業生技	2	其他環保生技	0	其他生技服務	5

說明：以上數字為回卷廠商勾選未來三年(99—101年)要投資或經營之項目。

資料來源：台灣經濟研究院生物科技產業研究中心2010年5月至9月調查。

www.biotaiwan.org.tw

- 中華無形資產暨企業評價協會團體會員
- 經濟部工業局智慧財產服務聯盟成員
- 經濟部工業局生技產業服務聯盟平台成員
- 經濟部工業局技術服務機構服務能量登錄證書

IP3 智慧財產評價服務項目

證號： 098-IP-3-04144198-0149

台灣經濟研究院
生物科技產業研究中心
智慧財產評價服務中心
http://www.biotaiwan.org.tw
TEL: (02)2586-5000
FAX: (02)2597-9641