

# 從國家創新系統與總要素生產力論農業科技國際競爭力指標

撰文/孫智麗·余祁暉·魏于翔

## 國家創新系統之建構

### (一) 國家創新系統的理論基礎

根據 Metcalfe (1995) 的定義，國家創新系統就是一個以國家為單位的創新系統，由一群在新興科技的發展上互相有關的研發主體（機構）所組成，從事有關知識的創造、儲存、應用與移轉。在國家創新系統下，這些研發主體之間以及本身，致力於新興科技的發展與擴散，並且提供了一個政策架構，使政府得以制定相對有效的創新政策，或是運用政策工具來影響一國的創新活動。

研究國家創新系統的方法，是建構在個體（微觀）基礎上，並嘗試掌握個體之間的互動關係，透過產業別、地區別、功能別的分類及群聚分析（clustering analysis），藉以觀察一國整體（宏觀）的創新活動。在此研究架構下，嘗試分析並衡量以下五類與創新有關的活動：(1) 產業內與產業間之廠商互動（合作）情形；(2) 企業、研究機構、大學的各種共同合作研發活動；(3) 其他支援創新的活動：如人才培訓、技術訓練，實驗室與研究儀器設備的調查，市場相關資訊的服務；(4) 技術擴散：包括研發儀器設備的購買與使用，以及技術的授權與採用；(5) 研發科技人員的流動，尤其是著重其在學術研究機

構與產業界之間的移動情形。

國家創新系統是針對一國的創新活動進行全面性、周延性、系統性的研究架構，它的宏觀理論基礎是建立在：1. 新成長理論 (New Growth Theory)：強調知識為驅動經濟成長的主要力量，2. 新制度學派 (New Institutionalism)：強調財產權的重要性與制度如何影響創新機制的運作，3. 演化學派 (Evolutionary)：強調技術進步在經濟體系中所扮演的角色與演化過程；而它的微觀理論基礎則來自於一般的產業組織理論 (Industrial Organization) 有關廠商與廠商之間行為的探討。以下分別討論之：

### 1. 新成長理論

早期的成長理論如 Ramsey 模型，假設新古典生產函數為固定規模報酬 (constant returns to scale)，所以資本投入隨產出的增加呈現邊際報酬遞減 (diminishing marginal products) 的現象；此外又假設技術進步率為一常數值，決定於經濟體系之外（也就是技術進步率在模型的設定為外生給定），因此，一經濟體系在市場完全競爭 (perfect competition) 的情況下，可達成均衡的狀態，而均衡時經濟成長率即決定於此一外生的技術進步率。然而，創新活動所創造的知識具有非敵對性的公共財 (non-rival public goods) 特質，而知識的產生又可以外溢 (spill-

over) 至整個經濟體系，嘉惠所有廠商，也就是創新活動具有外部性 (externality)；此外，投資與生產為具有邊做邊學 (learning by doing) 的特性，所以使資本 (包括人力資本) 投入不再呈現邊際報酬遞減的現象，而使生產函數對於知識 (或資本) 的累積，表現出規模報酬遞增 (increasing returns to scale) 的現象。因此，Romer (1986) 提出內生成長 (endogenous growth) 模型，修正原先新古典生產函數的設定，使均衡時技術的變動可內生決定於經濟體系內所有個體系為之結果，也就是經濟成長的驅動力來自於經濟體系本身 (即所謂的內生成長)。

## 2. 新制度學派

新古典學派模型是建構在一個和諧的經濟體系，透過市場機制來達成資源的配置，而忽略制度對資源的所有權與使用權之影響。由於現實社會中交易成本 (transaction cost，包括訊息成本、代理成本、執行契約成本、投機活動以及由不確定性所產生的成本) 的存在，所以市場的運作並不完全，市場以外的制度因素決定了個人的經濟行為。1993

年諾貝爾經濟學獎得主 North 強調制度在人類經濟發展的重要性，提出建立在財產權、意識形態與政府理論的制度來解釋經濟史的結構與變遷 (North, 1980)。財產權的建立與界定影響了個人與群體的誘因，進而影響其經濟行為與表現。有效率的財產權能夠極小化交易成本，促進競爭，並能創造更多的財富；但是財產權如何界定受到經濟體系的政府與人民對於交換 (exchange) 關係的公正性以及所得分配的公平性等意識形態的影響。而意識形態的產生，與體系內長期知識累積所形成的判斷力以及政府存在的目的有關。至於政府的存在是致力於追求最大多數人的福利 (契約論)，還是維護某一集團或階級的利益 (掠奪 / 剝削論)，將影響人民的意識形態之形成，進而利用財產權的界定來影響財富的創造與分配以達其目的。

在國家創新系統的架構下，政府所補助的學術研究，其所衍生的發明，應屬於全體國民 (國有財

產)，還是屬於學術機構，將影響教授、科學家從事發明的誘因與研發成果商品化的成效，同時也影響全體人民分享學術知識的利益。因此，有關學術智慧財產權的界定以及相關執行措施的制定，如何在不妨礙知識的流通下增進創新的誘因，是國家創新系統的重點。

## 3. 演化學派

演化學派非常強調技術在經濟體系中所扮演的角色，並且認為創新是推動經濟成長的主要驅動力。而創新活動的本質，尤其是新興科技的出現或新產品的上市，往往具有 Schumpeter 所謂「創造性毀滅」(creative destruction) 的特質，使舊有的科技或產品變成不合時宜。相對於新古典學派模型所強調的最適化 (optimum，如利潤極大化) 與均衡的概念，Nelson (1982, 1987) 認為廠商的創新活動，儘管具有目的性 (purposive)，但受限於組織調整的惰性 (inertia)，未必是最適化的結果；並且，市場機制的運作往往來不及反應所有外在環境的變化，所以採行不同技術水準的廠商可以並存於同一生產活動，即使生產成本 (或利潤) 不同，這表示經濟體系長期處於失衡的狀態。Nelson 又認為經濟體系的創新機制也不同于 Darwin 的演化論“物競天擇——優勝敗，適者生存”，個別的創新活動的成功，雖具有高度的不確定性 (uncertainty)，事前無法完全預測，但總體而言也是有跡可循 (path dependent) 且循序漸進 (continuous)，並非全然是偶然所發生的現象，不像生物體的基因突變主要是隨機 (random) 的結果；而廠商面對外在環境的變化，不合適者也毋須坐以待斃，可以藉由學習與組織調整，改變自己的生產技術與策略，以因應市場的競爭壓力，不像生物體的表現完全由先天的基因所決定；此外，市場機制的運作結果也不只有適者生存，而是各種技術水準並存，只是隨著時間的考驗，落伍的技術與不合時代潮流的組織將逐漸被淘汰掉。因此，演化學派認為技術進步是一種動態隨機的調整過程 (dynamic stochastic process，例如 Markov process)。

#### 4. 產業組織

一個經濟體系在創新過程中所發生的交易成本，將決定廠商研發活動的內部化 (internalization, 如自行投資) 或外部化 (externalization, 如外包)、或採行介於兩者之間之共同研發聯盟 (alliances, 即合作)。而現在個別國家的創新系統架構下，有越多的廠商從事共同研發活動。廠商之所以較以往願意與其他廠商、研究機構合作，主要是因為現代科學與技術的進展一日千里，廠商必須與外界互動交流，以快速獲取其所需的知識，或是藉由合作活動以有效降低研究經費、縮短開發時程、分擔創新風險、並共享研發資源。

#### (二) 國家創新系統的政策涵義

在分析國家創新系統的政策涵義上，可採兩種觀點，一是主流經濟學家所採用的新古典學派，另一則是結構演化學派。兩者由於模型的假設不同，導致政府在一國的創新活動中所採行的政策工具有所不同。

新古典學派 (Arrow-Debreu 模型) 假設一個經濟體系下所有的個體都在自利心的驅動下，極大化其所設定的目標函數 (利潤或福利)，而如果市場處於完全競爭狀態，將可確保單一均衡解 (unique equilibrium) 的存在。因此，若一經濟體系的均衡解與社會理想的狀況 (柏拉圖最適境界 Pareto Optimum) 有所差距，表示這經濟體系發生「市場失靈 (market failure)」的現象，政府即必需介入市場，運用各種具有價格誘因 (incentive) 的政策工具，使資源的配置與運作達到社會理想的狀態。而在這樣的模型下，生產函數的設定是非常簡化，看不到技術在生產過程中所扮演的角色以及技術變動的成因與過程，而只看得到技術變動的結果。此外，傳統的新古典學派模型亦鮮少探討經濟體系的制度與結構，更遑論此對個體行為的影響。

所以在新古典學派的假設下，由於創新活動具有非敵對性的公共財特性 (外部性)，使得廠商從事創新活動的意願不高，致使研發的投資低於社會理

想的水準，因而產生市場失靈的現象。因此，政府必須增加研發經費以鼓勵創新活動，或是以稅租減免、研發補貼的方式提高廠商從事研發的誘因。

相對於新古典學派認為競爭可以確保均衡的達成，結構演化學派則認為競爭只是廠商為增進利潤所採行的手段，是一種過程，而經濟體系常處於失衡的狀態，所以沒有所謂的社會理想狀況可做為政策比較的基準。因此，結構演化學派並沒有所謂的福利極大化政策，而只建議如何增進一國創新系統之效率。

然而，結構演化學派的模型強調技術的重要性，認為技術變動決定於一經濟體系下所有個體運作的結果 (內生性, endogeneity)，並且認為技術的進展與當時技術的發展水準密切相關 (互補性, complementarities)。此外，結構演化學派非常強調制度面的因素，如現行的科技政策與法規，及其政策結構，以及科技發展環境等。基於此，結構演化學派在創新政策上著重創新如何產生，以及如何擴散至國家系統，然後針對系統內運作的缺失提出對策；政策施行後，利用創新監視系統來衡量其成效，再依據此結果來改進政策。因此，結構演化學派認為政府在科技政策上所扮演的角色為矯正國家創新系統內的「系統失靈 (systemic failure)」，而這樣的系統失靈，可能源自於系統內組成分子 (科技人員、廠商、研究機構、大學) 之間的利益衝突，也可能源自於制度的僵固性、訊息的不對稱、知識溝通上的障礙、科技研發人員的流動性不足等因素所造成，如此將阻礙整個創新系統的運作及科技知識的流通，而導致創新效率的不彰。簡言之，創新政策的重點在於消除系統失靈，而且必須隨著政策實行的成效，以及外在市場環境的變化與科技水準的進展，動態調整其政策之內涵。

#### 總要素生產力與競爭力之衡量

目前最具權威性的國家競爭力研究報告，係以瑞士洛桑國際管理學院 (Institute for Management Development, IMD) 每年定期發布的世界競爭力年報

(World Competitiveness Yearbook)，以及世界經濟論壇 (World Economic Forum, WEF) 所發布的全球競爭力報告 (Global Competitiveness Yearbook) 為主。許多國家在制定政策及企業進行產業投資時，多數都以 IMD 與 WEF 所發布之競爭力報告做為決策參考。

(一) 國家競爭力定義

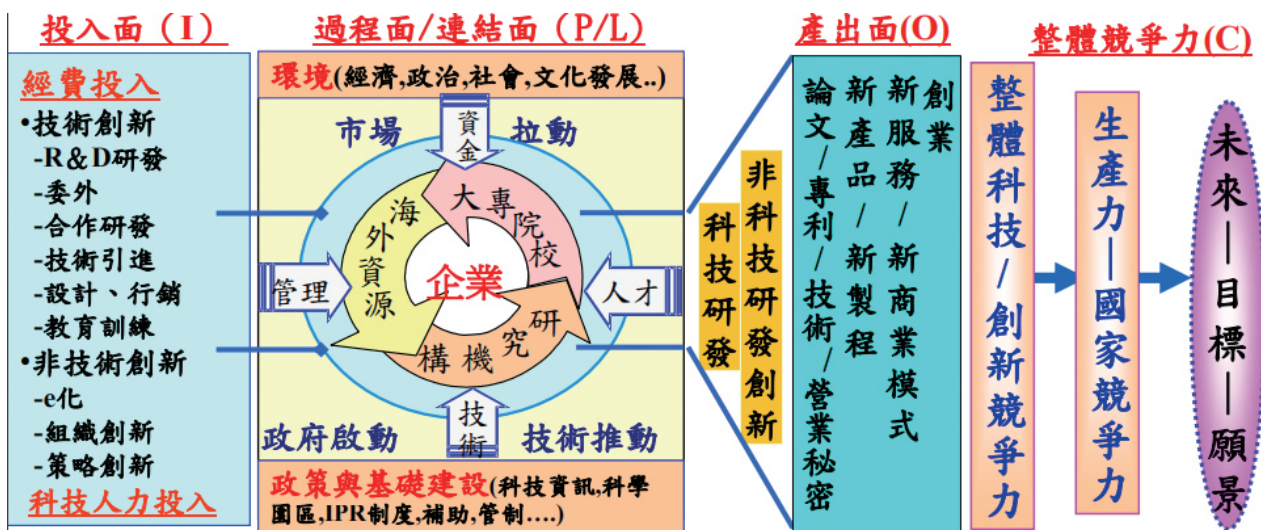
國家競爭力是經由多面相關係的結合而展現出的一種綜合性的國家實力，IMD(1996) 對國家競爭力之定義為「一國利用自身資源積極創造附加價值，進而提升國民財富的能力」。WEF(1996) 對國家競爭力的定義為「一國可持續維持高經濟成長率，以達到永續經濟成長及高國民平均所得之能力」。兩者雖均採「多層級與多面向」的綜合評比模式，但因兩者對國家競爭力的定義有所不同，因而使用不同的評估方法與指標體系。

國家競爭力的構成因素很多，包括個體面的產品、企業及產業的競爭力，也包括總體面的經濟、政治、教育等層面的影響力；另外，涵蓋在個體與

總體兩層面中的管理能力、科技實力、基礎建設、資本及技術人才均為組成國家競爭力的重要因素。國家競爭力的表現方式包括對內及對外兩方面，對內方面，必需善用自然資源、土地和人口等既有稟賦，同時更要增進創造附加價值的程序效率。一個有效率的程序可以幫助國家快速發展，並進而創造稟賦優勢。

(二) 國家創新系統與競爭力形成體系

知識經濟時代強調研發與創新，愈多的研發活動投入被認為會產出愈多的創新活動。除了投入研發資金與培養研發人才，讓企業有充裕的人力資本與良好的創新環境外，創新系統主要成員的良好互動關係（連結），也是促進知識擴散、知識創造（科技變革與創新產出面），除了科技／創新系統，架構中還涵蓋總體經濟與其他政策因素（如制度與法規、教育與訓練、通訊基礎建設等），也與產業市場（要素市場、產品市場）與產業間與產學研間的創新聚形成息息相關，進而提升生產力與創造附加價值的重點（圖一）。



資料來源：台灣經濟研究院。

圖一 國家創新系統與競爭力形成體系

### （三）產業競爭力衡量方法

企業競爭力是一個相對的概念，常用於衡量企業價值。Latruffe (2010) 將競爭力定義為「面對競爭並獲得成功的能力，或「銷售滿足需求要求的產品（價格、品質、數量）的能力，同時確保利潤使公司得以永續發展」。

企業競爭力取決於其經營環境，透過技術（如生產製程）、當地資源（如土地和人力資本）、基礎設施（如運輸和通訊）和政策支持（如認證標章或採購）可以提高產品價格，降低投入成本，提高生產效率及獲利能力。

政府利用補貼或輔導措施之產業政策，提高產出價格、或降低投入成本、或更實施宏觀政策方案來扶植特定產業。但依公共經濟學理論，這些扶植特定產業政策雖然有利於某一特定產業，但卻可能給經濟體帶來更大的總體成本，從而導致資源設置及生產力的下降。

Krugman (1996, 2001) 認為以出口競爭力做為指標是錯誤的，一個國家若以貿易順差來衡量競爭力，往往有利於保護主義政策，而掀起貿易或貨幣戰爭；因此，真正的競爭力是由生產力來衡量。此理論解釋並支持投資以提高對研發與生產力之間關係。

Latruffe (2010) 檢視各種類型的競爭力指標，討論衡量方法並探究其如何影響競爭力。這些指標從兩個角度衡量競爭力，包括策略管理 (strategic management) 及貿易相關競爭力衡量 (measurement of trade-related competitiveness)，結論是競爭力是「一個廣泛且多面向的概念，對如何定義它或如何精確地衡量它沒有普遍的共識」。許多研究同時評估數個競爭力指標，建議提出評量架構（分成幾個類別）後，將它們依權重合併為一個單一競爭力衡量標準，以獲得完整的觀點。

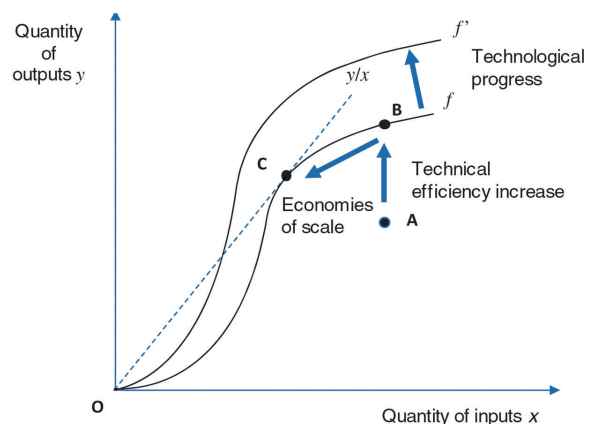
### （四）總要素生產力(TFP)

所謂生產力，若指要素生產力，例如勞動生產力，其定義為總產量除以總勞動投入量。目前文獻

上討論生產力相關議題，大多數探討的對象為總要素生產力 (Total Factor Productivity, 簡稱 TFP)，定義為總產量除以經加總後的全部要素投入量。一個經濟體的生產力如果逐年成長，代表它的生產函數逐漸上升，在相同要素投入組合下，能夠生產出多產品。技術進步即總要素生產力的成長率與經濟成長率之間的差異，在於前者已經扣除要素投入量增加的因素，故比較能夠真實反映一國技術進步的情況。

總要素生產力 (TFP) 的成長也可用來衡量農業競爭力。採用 TFP 的好處包含 (1) TFP 具有明確的定義；(2) 有標準的衡量方法；(3) 可進行不同時間及地點間的比較研究；(4) 透過經濟分析，可做為政策評估 / 效益研究之基礎。然而，在科技計畫執行和對生產力的影響往往存在很長的時間滯延效果，因此以 TFP 評估政策措施（包括 R&D 投資）與生產力之間仍有待克服之處。在農業部分，TFP 的增長可分為三個部分 (Coelli *et al.*, 2005) (圖二)：

- 技術進步 (Technological change)：技術進步提升農業的生產表現 (圖二從生產函數  $f$  到  $f'$  的技術演進)。
- 效率提升 (Technical efficiency change)：代表農業生產效率提升 (圖二中 A 點到生產函數  $f$  的效率增加)。



資料來源：OECD。

圖二 生產力成長架構

- 規模效率(Scale efficiency change): 規模效率的變化可以透過規模彈性(scale elasticity)來衡量, 計算相關技術的生產投入和產出成長率之間的比值(圖二從同一生產函數f上B點到C點)。

### 農業科技之國際競爭力衡量指標建議

在客觀、可取得、國際比較的原則下, 為衡量我國農業科技之國際競爭力, 本文就國際重要機構所提出的指標進行盤點, 依投入、連結、產出等面向挑選農業相關指標, 與我國現行指標進行比較分

析, 並從總要素生產力 (TFP) 的成長要素構面 (技術進步、效率提升、規模效率) 進行彙整, 以其所對應國際指標作為計算基礎, 提出農業科技之國際競爭力指標如附表所示。

為掌握我國農業科技之國際競爭力, 建議選定共同指標針對各國農業科技現況進行國際評比與動態觀測, 做為我國農業科技政策規劃與效益評估之決策重要參考。

AgBIO

孫智麗	台灣經濟研究院	生物科技產業研究中心	主任
余祁暉	台灣經濟研究院	生物科技產業研究中心	總監
魏于翔	台灣經濟研究院	生物科技產業研究中心	專案經理

### 參考文獻

1. 余祁暉、魏于翔(2018), 107年度新農業科技策略關鍵績效指標建立與科研發展缺口分析, 行政院農業委員會委辦計畫, 民國107年12月。
2. 孫智麗(2000), 「國家創新系統—知識經濟體系下創新政策的新思維」, APEC Review第六期, 民國89年12月。
3. 台灣經濟研究院(2005), 台灣創新系統之現況、問題與改革方向, 民國104年4月。

附表 農業科技之國際競爭力衡量指標與對應指標名稱及來源

整體構面	指標分類	編號	衡量指標	單位	對應指標名稱	單位	指標來源
1 投入面	1.1 研發投資	1.1.1 R&D投入	1.1.1.1 農業研究費用	美元	ASTI-Expenditures-Agriculture research spending	I\$(international dollar)	FAO
					Gross domestic expenditure on R&D by sector of performance and field of R&D (FORD)-Agricultural and veterinary sciences	PPP Dollars - Current price	OECD
			1.1.1.2 企業部門農業研發支出	美元	Gross domestic expenditure on R&D by sector of performance and field of R&D (FORD)-Agricultural and veterinary sciences-Business enterprise	PPP Dollars - Current price	OECD
			1.1.1.3 政府部門農業研發支出	美元	Government Expenditure-R&D Agriculture, forestry, fishing (General Government)	Value US\$	FAO
					Gross domestic expenditure on R&D by sector of performance and field of R&D (FORD)-Agricultural and veterinary sciences-Government	PPP Dollars - Current price	OECD
		1.1.1.4 高等教育部門農業研發支出	美元	Gross domestic expenditure on R&D by sector of performance and field of R&D (FORD)-Agricultural and veterinary sciences-Higher education	PPP Dollars - Current price	OECD	
		1.1.1.5 私人非營利部門農業研發支出	美元	Gross domestic expenditure on R&D by sector of performance and field of R&D (FORD)-Agricultural and veterinary sciences-private non-profit	PPP Dollars - Current price	OECD	

(待續)

附表 農業科技之國際競爭力衡量指標與對應指標名稱及來源

整體構面	指標分類	編號	衡量指標	單位	對應指標名稱	單位	指標來源
R&D成長	1.1.2	1.1.2.1	農業研究費用成長率	%	ASTI-Expenditures-Agriculture research spending	I\$(international dollar)	FAO
		1.1.2.2	農業總研發支出成長率	%	Gross domestic expenditure on R&D by sector of performance and field of R&D (FORD)-Agricultural and veterinary sciences	PPP Dollars - Current price	OECD
		1.1.2.3	企業部門農業研發支出成長率	%	Gross domestic expenditure on R&D by sector of performance and field of R&D (FORD)-Agricultural and veterinary sciences-Business enterprise	PPP Dollars - Current price	OECD
		1.1.2.4	政府部門農業研發支出成長率	%	Gross domestic expenditure on R&D by sector of performance and field of R&D (FORD)-Agricultural and veterinary sciences-Government	PPP Dollars - Current price	OECD
						Government Expenditure-R&D Agriculture, forestry, fishing (General Government)	Value US\$
		1.1.2.5	高等教育部門農業研發支出成長率	%	Gross domestic expenditure on R&D by sector of performance and field of R&D (FORD)-Agricultural and veterinary sciences-Higher education	PPP Dollars - Current price	OECD
	1.1.2.6	私人非營利部門農業總研發支出成長率	%	Gross domestic expenditure on R&D by sector of performance and field of R&D (FORD)-Agricultural and veterinary sciences-private non-profit	PPP Dollars - Current price	OECD	
	R&D強度	1.1.3.1	農業研發支出占農業GDP比重	%	Gross domestic expenditure on R&D by sector of performance and field of R&D (FORD)-Agricultural and veterinary sciences	PPP Dollars - Current price	OECD
					ASTI-Expenditures-Agriculture research spending	I\$(international dollar)	FAO
					Government budget allocations for R&D-Agriculture	PPP Dollars - Current prices	OECD
					GDP (PPP)(Gross domestic product valued at purchasing power parity in billions of international dollars   2016	(PPP\$ billions)	WEF
					Agriculture, forestry, and fishing, value added (% of GDP)	%	world bank
Agri. Production as % of GDP					%	農委會	
1.1.3.2	農業研發支出占總研發費用比重	%	Gross domestic expenditure on R&D by sector of performance and field of R&D (FORD)-Agricultural and veterinary sciences	PPP Dollars - Current price	OECD		
				ASTI-Expenditures-Agriculture research spending	I\$(international dollar)	FAO	
				Government budget allocations for R&D-Total	PPP Dollars - Current prices	OECD	
				Government budget allocations for R&D-Agriculture	PPP Dollars - Current prices	OECD	

(待續)

附表 農業科技之國際競爭力衡量指標與對應指標名稱及來源

整體構面	指標分類	編號	衡量指標	單位	對應指標名稱	單位	指標來源
	R&D經費來源與配置結構	1.1.4.1	企業部門農業研發占農業GDP比重	%	Gross domestic expenditure on R&D by sector of performance and field of R&D (FORD)-Agricultural and veterinary sciences	PPP Dollars - Current price	OECD
					GDP (PPP)(Gross domestic product valued at purchasing power parity in billions of international dollars   2016 Agriculture, forestry, and fishing, value added (% of GDP)	(PPP\$ billions)	WEF
					Agri. Production as % of GDP	%	world bank 農委會
		1.1.4.2	政府部門農業研發占農業GDP比重	%	Gross domestic expenditure on R&D by sector of performance and field of R&D (FORD)-Agricultural and veterinary sciences	PPP Dollars - Current price	OECD
					GDP (PPP)(Gross domestic product valued at purchasing power parity in billions of international dollars   2016 Agriculture, forestry, and fishing, value added (% of GDP)	(PPP\$ billions)	WEF
					Agri. Production as % of GDP	%	world bank 農委會
		1.1.4.3	高等教育部門農業研發占農業GDP比重	%	Gross domestic expenditure on R&D by sector of performance and field of R&D (FORD)-Agricultural and veterinary sciences	PPP Dollars - Current price	OECD
					GDP (PPP)(Gross domestic product valued at purchasing power parity in billions of international dollars   2016 Agriculture, forestry, and fishing, value added (% of GDP)	(PPP\$ billions)	WEF
					Agri. Production as % of GDP	%	world bank 農委會
		1.1.4.4	私人非營利部門農業研發占農業GDP比重	%	Gross domestic expenditure on R&D by sector of performance and field of R&D (FORD)-Agricultural and veterinary sciences	PPP Dollars - Current price	OECD
					GDP (PPP)(Gross domestic product valued at purchasing power parity in billions of international dollars   2016 Agriculture, forestry, and fishing, value added (% of GDP)	(PPP\$ billions)	WEF
					Agri. Production as % of GDP	%	world bank 農委會
		1.1.4.5	企業部門占農業研發支出比重	%	Gross domestic expenditure on R&D by sector of performance and field of R&D (FORD)-Agricultural and veterinary sciences	PPP Dollars - Current price	OECD
					Gross domestic expenditure on R&D by sector of performance and field of R&D (FORD)-Agricultural and veterinary sciences-Business enterprise	PPP Dollars - Current price	OECD

(待續)



附表 農業科技之國際競爭力衡量指標與對應指標名稱及來源

整體構面	指標分類	編號	衡量指標	單位	對應指標名稱	單位	指標來源		
		1.1.4.6	政府部門占農業研發支出比重	%	Gross domestic expenditure on R&D by sector of performance and field of R&D (FORD)-Agricultural and veterinary sciences	PPP Dollars - Current price	OECD		
					Gross domestic expenditure on R&D by sector of performance and field of R&D (FORD)-Agricultural and veterinary sciences-Government	PPP Dollars - Current price	OECD		
		1.1.4.7	高等教育部門占農業研發支出比重	%	Gross domestic expenditure on R&D by sector of performance and field of R&D (FORD)-Agricultural and veterinary sciences	PPP Dollars - Current price	OECD		
					Gross domestic expenditure on R&D by sector of performance and field of R&D (FORD)-Agricultural and veterinary sciences-Higher education	PPP Dollars - Current price	OECD		
		1.1.4.8	私人非營利部門占農業研發支出比重	%	Gross domestic expenditure on R&D by sector of performance and field of R&D (FORD)-Agricultural and veterinary sciences	PPP Dollars - Current price	OECD		
					Gross domestic expenditure on R&D by sector of performance and field of R&D (FORD)-Agricultural and veterinary sciences-private non-profit	PPP Dollars - Current price	OECD		
		1.1.5	農業人均研發費用			美元	Total expenditure on R&D per capita (\$)	US\$ per capita	IMD
							Gross domestic expenditure on R&D by sector of performance and field of R&D (FORD)-Agricultural and veterinary sciences	PPP Dollars - Current price	OECD
							ASTI-Researchers-Agricultural researchers (FTE)	Number	FAO
			1.1.6	可耕地面積		公頃	Land Use	hectares	FAO
		1.2研發人力資源	1.2.1 R&D研究人員	1.2.1.1	農業研究人員	人年	ASTI-Researchers-Agricultural researchers (FTE)	Number	FAO
							R&D personel on R&D by sector of performance and field of R&D (FORD)-Agricultural and veterinary sciences	Full time equivalent	OECD
1.2.1.2	企業農業部門研發人員數			人年	R&D personel on R&D by sector of performance and field of R&D (FORD)-Agricultural and veterinary sciences-Business enterprise	Full time equivalent	OECD		
1.2.1.3	政府農業部門研發人員數			人年	R&D personel on R&D by sector of performance and field of R&D (FORD)-Agricultural and veterinary sciences-Government	Full time equivalent	OECD		
1.2.1.4	高等教育農業部門研發人員數			人年	R&D personel on R&D by sector of performance and field of R&D (FORD)-Agricultural and veterinary sciences-Business enterprise	Full time equivalent	OECD		
1.2.1.5	私人非營利部門農業研發人員數			人年	R&D personel on R&D by sector of performance and field of R&D (FORD)-Agricultural and veterinary sciences-private non-profit	Full time equivalent	OECD		

(待續)

附表 農業科技之國際競爭力衡量指標與對應指標名稱及來源

整體構面	指標分類	編號	衡量指標	單位	對應指標名稱	單位	指標來源			
	1.2.2 農業勞動人口之R&D	1.2.2.1	企業部門農業研發人員占農業勞動人口比重	%	R&D personnel on R&D by sector of performance and field of R&D (FORD)-Agricultural and veterinary sciences-Business enterprise	Full time equivalent	OECD			
					Employment in agriculture	1000 persons	FAO			
	1.2.2.2	政府部門農業研發人員數占農業勞動人口比重	%	R&D personnel on R&D by sector of performance and field of R&D (FORD)-Agricultural and veterinary sciences-Government	Full time equivalent	OECD				
				Employment in agriculture	1000 persons	FAO				
	1.2.3 R&D人員來源與配置結構	1.2.3.1	企業部門占農業研究人員比重	%	ASTI-Researchers-Agricultural researchers (FTE)	Number	FAO			
					R&D personnel on R&D by sector of performance and field of R&D (FORD)-Agricultural and veterinary sciences	Full time equivalent	OECD			
					R&D personnel on R&D by sector of performance and field of R&D (FORD)-Agricultural and veterinary sciences-Business enterprise	Full time equivalent	OECD			
					1.2.3.2	政府部門占農業研究人員比重	%	ASTI-Researchers-Agricultural researchers (FTE)	Number	FAO
					R&D personnel on R&D by sector of performance and field of R&D (FORD)-Agricultural and veterinary sciences			Full time equivalent	OECD	
					R&D personnel on R&D by sector of performance and field of R&D (FORD)-Agricultural and veterinary sciences-Government			Full time equivalent	OECD	
		1.2.3.3	高等教育部門占農業研究人員比重	%	ASTI-Researchers-Agricultural researchers (FTE)	Number	FAO			
					R&D personnel on R&D by sector of performance and field of R&D (FORD)-Agricultural and veterinary sciences	Full time equivalent	OECD			
					R&D personnel on R&D by sector of performance and field of R&D (FORD)-Agricultural and veterinary sciences-Higher education	Full time equivalent	OECD			
					1.2.3.4	私人非營利部門占農業研究人員比重	%	ASTI-Researchers-Agricultural researchers (FTE)	Number	FAO
								R&D personnel on R&D by sector of performance and field of R&D (FORD)-Agricultural and veterinary sciences	Full time equivalent	OECD
								R&D personnel on R&D by sector of performance and field of R&D (FORD)-Agricultural and veterinary sciences-private non-profit	Full time equivalent	OECD

( 待續 )

附表 農業科技之國際競爭力衡量指標與對應指標名稱及來源

整體構面	指標分類	編號	衡量指標	單位	對應指標名稱	單位	指標來源	
2 連結面	2.1 公私部門對技術發展的支持度			分數	Public-private partnerships	Public and private sector ventures are supporting technological development	IMD	
				分數	University-industry collaboration in R&D	score	WEF	
				件	農業專利引用件數	件	USPTO、WIPO、JPO、EPO、SIPO	
				件	農業專利引用論文數	件	USPTO、WIPO、JPO、EPO、SIPO	
3 產出面	3.1 期刊	3.1 農業科學領域論文發表數	件	AGRICULTURAL SCIENCES領域－論文發表數			Thomson Reuters	
		3.2 農業科學領域論文佔全球百分比	%	AGRICULTURAL SCIENCES領域－論文佔全球百分比			Thomson Reuters	
		3.3 農業科學領域相對影響力	分數	AGRICULTURAL SCIENCES領域－相對影響力			Thomson Reuters	
	3.2 專利	3.2.1 農業專利件數	件	農業專利件數	件			USPTO、WIPO、JPO、EPO、SIPO
		3.2.2 農業研究人員每人農業專利數		件/人	Number of patents in force (Patents in Force per 100,000 inhabitants, by applicant' s origin.	number		IMD
					Patent applications per capita (Total patent applications (Direct and PCT national phase entries) per 100' 000 inhabitants, by applicant' s origin. Counts are based on the patent filing date.)	number		IMD
					PCT patents applications/million pop. (Total number of patent families filed in at least two of the major 5 (IP5) offices in the World)	件數/百萬人		WEF
					ASTI-Researchers-Agricultural researchers (FTE)	Number		FAO
				R&D personel on R&D by sector of performance and field of R&D (FORD)-Agricultural and veterinary sciences	Full time equivalent		OECD	
		3.2.3 現行衝擊指數 (Current Impact Index· CII)			USPTO、WIPO、JPO、EPO、SIPO			
3.2.4 專利強度			USPTO、WIPO、JPO、EPO、SIPO					

(待續)

附表 農業科技之國際競爭力衡量指標與對應指標名稱及來源

整體構面	指標分類	編號	衡量指標	單位	對應指標名稱	單位	指標來源
3.3 品種 權	3.3.1 品種權數		件	UPOV			
			件/人	ASTI-Researchers-Agricultural researchers (FTE)	Number	FAO	
	3.3.2 農業研究人員每人品種權數				R&D personel on R&D by sector of performance and field of R&D (FORD)-Agricultural and veterinary sciences	Full time equivalent	OECD
					UPOV		
	3.4 資訊 國力	3.4.1 最新技術的可用性		分數	Availability of latest technologies	score	WEF
		3.4.2 企業級技術吸收		分數	Firm-level technology absorption	score	WEF
3.4.3 外國直接投資和技術轉讓			分數	FDI and technology transfer	score	WEF	
3.4.4 互聯網用戶			%	Internet users % pop. 3	%	WEF	
3.4.5 有線寬頻訂閱數			件/百人	Fixed-broadband Internet subscriptions /100 pop. 4		WEF	
3.4.6 互聯網頻寬			kb/s/人	Internet bandwidth kb/s/user 6		WEF	
3.4.7 移動寬頻訂閱數			件/百人	Mobile-broadband subscriptions /100 pop. 2		WEF	
4 整體競爭力	4.1 農業人均所得		元	GDP (PPP)(Gross domestic product valued at purchasing power parity in billions of international dollars   2016	(PPP\$ billions)	WEF	
				Agriculture, forestry, and fishing, value added (% of GDP)	%	world bank	
				Agri. Production as % of GDP	%	農委會	
			Employment in agriculture	1000 persons	FAO		
	4.2 多因素生產力		%	EUKLEMS			