

盱衡德國、英國、中國、  
 南韓、日本五個國家，  
 對於前瞻活動  
 與農業科技前瞻議題，  
 因為國情文化背景的不同，  
 衍生出對科技前瞻  
 方向的差異性。  
 然而觀察日本自1971年起，  
 即透過日本科學  
 與技術政策研究所，  
 開始每五年進行一次  
 技術前瞻調查，  
 這是世界上最早開始、  
 也是持續最久的  
 全國性技術前瞻調查，  
 迄今日本NISTEP  
 已進行九次前瞻調查。  
 由於日本科技  
 政策體制相當完整，  
 且農業國情與台灣相似，  
 因此日本的前瞻議題方向，  
 或可作為我國  
 未來規劃德菲問卷之參考。

# 國際農業前瞻科技 發展動向分析

李宜映

## 有利及早進行研發策略調整等效益

科技前瞻已成為許多國家政策擬定重要參考依據之一。各國的前瞻活動後效益也會有所不同，除能協助訂定國家科技發展策略外，尚有刺激創新政策之制訂、加強創新環境，以及提供企業建立研發策略，有利及早進行研發策略調整等效益（表1）所示。本研究將挑選德國、英國、中國、南韓以及日本等五國，簡略介紹該國進行前瞻活動之歷程，並進一步提供相關的農業科技前瞻活動現況。

英國在專案領域選擇是需要經過諮詢決策過程，其建議的主題目錄將被公布在前瞻計畫的網站上徵求相關建議，並交由相關領域的部會首長負責執行。由於參與熱烈，許多政府高層相當重視，所以被認為是成功的經驗。

## 德國科技前瞻活動

九〇年代德國雖然科技實力居於全球前幾名，但在技術快速轉變及全球化競爭壓力下，德國聯邦科技部(Bundes Ministerium für Forschung and Technologie, BMFT)在緊縮的科技預算下，為科技

表1 各國運作前瞻計畫之目的

日本第八回科技前瞻	德國FUTUR前瞻計畫	英國第三回科技前瞻	南韓第三回科技前瞻	中國農業技術前瞻
1.科技資源分配之優先順序 2.與科技政策結合 3.追求為科技發展的世界領先者 4.科技發展結合社會需求	1.找尋未來的創新領域 2.科技發展在國際上的地位 3.解決社會所存在的問題 4.將社會需求與技術創新連結	1.探討政策與交通部門在科技上的應用 2.找尋新興發展的科技 3.以科技發展強化產業競爭力 4.取得國民對社經問題與目標形成的共識	1.找尋既有科技在國際上的發展利基 2.尋求具全球成長潛力與提升國內生活水平的科技 3.推動科技政策由上而下的改革 4.期望以科技促進經濟發展	1.科技發展與國際接軌 2.傳統農業結構改造 3.解決傳統農業基本問題 4.探討技術如何支援產業化應用 5.探討技術發展途徑與策略

資料來源：各國科技前瞻報告，本研究整理。

創新與研發體系整合謀求解決之道。1991年科技部決定雙管齊下，進行「Technology at the Beginning of the 21st Century」的前瞻計畫；同時也在1991~1993年與日本合作進行Delphi 93前瞻調查，預測時程為十年。Delphi' 93目的在了解德菲前瞻的應用性及接受度，因此完全利用日本第五回德菲問卷內容與架構，進行兩回合調查後，再將結果與日本作比較。有了這次合作關係後，1994~1995年兩國再度合作進行一項Mini Delphi，這是德國的第三次前瞻調查，調查過程為日、德兩國共同擬定議題並同步進行調查。

1996~1998年德國進行Delphi Survey 98最主要目的，在於建立各界對於未來科技發展趨勢之溝通機制，期望讓各領域參與專家認知未來科技趨勢發展，過程中共計1,900名參與問卷回覆，但無一般大眾參與。BMBF有感於German Delphi Survey 98過程並未挑選出新興科技領域，大多前瞻結果為技術導向，且前瞻結果並未對政府科研補助政策產生影響，因此BMBF在新的前瞻活動FUTUR規劃中，將以情境分析

為主軸，且開始有一般民眾參與，以使得前瞻結果更趨於社會需求。相較於前幾次的前瞻研究計畫，Futur以社會需求為導向、促進經濟發展為目的，透過網路方式讓資訊傳達及溝通更為透明化（表2）。

German Delphi 98共調查12項科技領域，農業與營養為其一領域。相關議題內容涵蓋土地、水等自然資源的使用，相關於土地森林及漁業經濟、自然資源之持續利用及環境自然保護、遠距離探測系統及資訊技術，以及食品的加工與消費等相關技術發展。整體農業與食品領域議題中約有三分之一比例為生物及基因技術之使用，包括基改作物及動物的改良（抗旱、抗鹽、抗病、防凍、抗過敏及多產）、動物疾病預防及醫療之藥物研究、飼料之改良、分子牧場及分子感測器等。其餘相關技術包含食品加工及包裝技術的改善、生態標準的重新建立、工業原料之取代（如纖維植物取代賽璐纖維、深海有機物之利用及探測）、生質能技術、病蟲害防護系統、精準農業、新的灌溉技術及機器人技術等，亦在德國前瞻報告中提

表2 德國科技前瞻歷程

名稱	年代	目的	方法
Technology at the Beginning of the 21st Century(T21)	1992	1.了解經濟成長趨勢 2.學習日本經驗，了解更多的方法學 3.提升德國研究學者對前瞻的認識	各國前瞻研究之分析、 關聯樹
German Delphi'93	1992~1993	1.測試Delphi方法學 2.測試德國是否可直接參考日本經驗 3.了解挑選專家領域機制 4.增加專家對中長程未來之需求認知	Delphi
Mini-Delphi	1995	學習方法學	Delphi
German Delphi Survey'98	1996~1998	1.增加各界對於未來科技發展趨勢之溝通機會 2.讓各領域之參與專家認知未來趨勢	Delphi
Futur	2001~2005	1.以永續發展為目標 2.資料傳遞及溝通更加透明化 3.增加國際競爭力	專家問卷、焦點團體、 研習會，情境分析

資料來源：德國前瞻報告與STPI前瞻研究之研究報告。

及。另外，除科學技術的發展外，前瞻報告中亦表示民眾對基改作物的接受度，以及農業從業人口的精簡化，都為未來農業及營養領域將予以努力的議題。而在FUTUR研究中，BMBF以FUTUR為基礎提出Lead Visions，與農業相關概念為「需求導向之創新產品」及「健康營養」，BMBF並以Lead Visions作為科研補助計畫研提之參考依據。對重視社會需求性的德國而言，農產品必須能貼切民眾需求，提供更好的營養為原則。

### 英國科技前瞻活動

在對日本進行科技前瞻分析後，英國認為有必要展開類似的研究，因此英國1993年發表之白皮書開始進行第一次國家級科技前瞻，強調科學、工程與技術之重要性，並嘗試將創造財富與提升生活素質作聯結。計畫目的是如何將英國研究優勢轉換為產業競爭力，以及增加產

業內不同領域之連繫互動。英國前瞻計畫之層級橫跨各部門，由行政首長領導各部會協調合作，由科技首長主持各專案計畫並邀請產官學共同參與。

除了1993~1995年間所進行的Delphi 95調查部分，更透過60場地區性講習、研討會、面訪與互動等動員約上萬人，廣泛蒐集各領域之意見，主要是從社會需求端以及技術供應端切入的議題，例如未來10~20年可能產生的社經、市場、環境之變化與趨勢，或是解決社會需求所需支援之工程、科技和相關基礎建設。英國最新一期的前瞻計畫（2002年起）選擇的新議題有資訊安全、犯罪預防、電磁光譜的技術開發、腦部科學與藥物、智慧建設系統、傳染性疾病的發覺和鑑定、氣候控制、食品安全、國人肥胖問題等。

英國在專案領域選擇是需要經過諮詢決策過程，主要是由Horizon Scanning Centre會進行策

表3 韓國三次的科技前瞻活動

	第一次前瞻	第二次前瞻	第三次前瞻
報告題目	Future Technology of Korea	Future Technology of Korea	Prospect of future society & Future Technology of Korea-Challenges and opportunities
調查領域	15 (1,174議題)	15 (1,155議題)	8 (761議題)
調查年代	1995~2015	2000~2025	2005~2030
德菲調查比例	4,905	4,500	32,411
調查特色	德菲法	德菲法	社會需求分析；德菲法；情境分析法

資料來源：KISTEP報告。

略評估，其結果將提供專案領域的選擇名單，之後召集相關領域資深學者進行腦力激盪，以確定可能的主題。建議的主題目錄將被公布在前瞻計畫的網站上徵求相關建議，若通過各方意見，此建議之主題符合上述原則和目的將成為專案計畫，並交由相關領域的部會首長負責執行。英國的前瞻由於參與熱烈，許多政府高層相當重視，所以被認為是成功的經驗。

### 南韓科技前瞻活動

受到日本經濟快速起飛的刺激，南韓也想仿效日本的科技發展模式，因此興起進行國家前瞻的意願。1991年南韓修定了「科技發展法」，明定每五年要進行一次國家前瞻計畫。1993~1994年南韓展開第一次的國家前瞻，由MOST主導，由科技政策研究所(Science and Technology Policy Institute, STEPI)負責執行調查。1997~1998南韓展開第二次前瞻，改由科學技術評估所(Korea Institute of Science & Technology Evaluation and Planning, KISTEP)來執行調查。第二次前瞻落幕後，國家科技委員會根據前瞻調查結果，在1999年提出未來長

期科學發展計畫，將其重點發展領域放在資訊、材料、生命科學、能源、環境等領域，希望藉此將南韓科技地位提升至世界七強。

南韓在2003年7月展開第三次的前瞻（表3），仍由KISTEP負責執行，目的在於跟未來世界性社會需求接軌，並強化支援社會需求的相關技術實力，因此南韓在2005年之此回合前瞻結束後，另外撰寫一份「Future Korea」情境分析報告。這份以社會經濟需求出發的前瞻報告，很清楚的建立起技術供應與社會需求的關聯性，是首次透過200家以上媒體廣為傳播的一份國家科技發展報告。第三回前瞻由於操作經驗成熟、目標明確，加上政府及研究團體對於前瞻的認識加深，因此調查成果得以落實於施政策略。

此外，針對韓國創新系統中的弱點——業界與學界合作關係薄弱，在2006年提出一項名為「Action Master Plan」的行動方案，明列21項優先發展技術，南韓政府並於2006年以該21項優先發展技術設立整合型計畫，藉此補助相關技術。這些技術皆列於「Next Generation Engines of Economic Growth」計畫中，且大多

技術皆需在2010年實現。其中農業領域相關技術主要以生物技術為基礎的新材料及藥物、生物多樣性及自然資源保存技術、生物安全及國防技術、清潔及再生能源、氣候及天氣預測、認知科學和人型機器人技術、新藥物之發現、診斷和個人化的醫學、全球性觀察和全國資源運用、災害預測與管理技術、衛星遙測技術、超級高效率的運輸與管理等。

整體而言，中國前瞻議題擬定以科學技術發展為重心，在社會需求層面著重較少；運銷體系及休閒農業等概念亦較少提及；另因中國僅實施第一次的農業相關前瞻研究，因此中國尚未看到政策與前瞻報告有連結的現象。

### 中國科技前瞻活動

中國自從推動改革開放以來，雖一直享有高度的經濟成長，但其經濟成長所倚賴的國內國外投資，對於經濟成長的貢獻正逐年下降。除此之外，中國的經濟成長是以大量能源與資源的消耗作為代價，同時也造成嚴重的環境污染。中國因而認知到，如果不能尋找到新的增長源泉，經濟成長的模式未能有所改變，中國全面建設小康社會的目標將受到影響。

中國由國家科委會於1992~1995年統籌推動國家關鍵技術前瞻活動，實際的技術前瞻執行工作是由「科技部發展計畫司」資助，並委託「中國科學技術促進發展研究中心」組織相關單位完成。彙集約500餘名來自研究機構、大學、企業與政府管理部門的技術專家，以及經濟社會專家的建議。專家對各領域研究中的重

大問題，以及問卷調查提供諮詢意見，每次的技術前瞻約1,500人以上的專家參與，相關研究成果則在「九五」的科技發展規劃中獲得落實，並帶動部門和地方開展相關關鍵技術工作。此外在1997~1999年期間，中國也擇定農業、資訊和先進製造三個重點領域的技術發展預測研究，其後出版中國技術前瞻報告。

中國運用之前瞻研究方法包含Delphi問卷調查、文獻分析、國際比較法及專家座談會等。中國進行該研究分為三階段，第一階段先以問卷調查及專家座談會，了解社會發展趨勢及需求分析，並對於農業相關技術發展趨勢進行分析。第二階段則以Delphi問卷，分析了解所需技術之重要度、中國之研發基礎及研發程度，以及建議採取措施等。第三階段即以問卷結果，挑選未來15年國家經濟及社會發展所需之關鍵技術。

中國在面臨全球暖化、人口老化及糧食危機等情況下，於農業相關前瞻研究中針對以下11項國內技術發展需求進行分析：(1)農業生物資源與利用技術；(2)農業動植物育種；(3)農業有害生物預防與控制技術；(4)數字農業（Digital Agriculture，附注）和農業資訊化技術；(5)現代節水農業技術；(6)現代農業藥物生產技術；(7)農林產品精細加工與物流技術；(8)工程農業技術與智能化裝備；(9)農產品安全生產與質量控制技術；(10)農業資源高效利用技術；(11)農業氣候變化與非生物災害預防及控制技術。

前瞻結果顯示，未來中國將著重研發動植物品種分子設計、資訊化農業技術、現代食品生物工程技術、農業環境污染控制與修復技術、農產品植物安全分子認證檢測技術、種原資源

研發與保存、畜禽水產健康養殖與疫病防控技術、農產品加工與儲運、農業優質高產高效安全技術、能源作物生產與綠色燃料製成技術、環境友好型肥料、農業創造／生態農業及多功能農業設施……相關科學技術等，共計114項重點議題。整體而言，中國前瞻議題擬定以科學技術發展為重心，在社會需求層面著重較少。運銷體系及休閒農業等概念亦較少提及。另因中國僅實施第一次的農業相關前瞻研究，因此中國尚未看到政策與前瞻報告有連結的現象。

中國後續所推動的前瞻研究，是基於上述的技術預測之研究結果與經驗。在技術前瞻方面，從目標、需求、國情或環境出發，建立具有中國特色的前瞻原則。另外中國借鑒他國的推動經驗、方法和結論，在前期準備階段，以組團訪問的方式考察德、英等國技術預測調查的組織方式和調查結果分析處理經驗，並派研究人員前往日本進行系統學習，也請國外專家和同行對中國技術預測的調查方法、調查指標、分析方法等進行評價與提出建議；在備選技術清單產生過程中，學習日本等國在制訂研究架構、協調專家系統、組織調查工作等方面的經驗；而預測後期則是透過國際研討會的方式，進行技術前瞻結果和經驗的交流。

### 日本科技前瞻活動

歷經二次大戰後的日本，在經濟成長的背後發現了其技術引進的方式已不敷國內社會經濟需要，為維持國家競爭力持續在世界占有領先地位，並了解把握未來發展趨勢，加強自主創新，有助於科技政策發展，因而開始進行技術預測。

1969年，日本政府組織訪問團赴美國RAND公司參訪，學習運用德非法進行技術預測後，當時即建議田中首相設立技術預測的組織進行研究。從1971年起，日本即透過日本科學與技術政策研究所(National Institute of Science and Technology Policy, NISTEP)開始每五年進行一次技術前瞻調查，這是世界上最早開始、也是持續最久（1971~迄今）的全國性技術前瞻調查，迄今日本NISTEP已進行九次前瞻調查。檢視日本一至四回前瞻之實現率發現，某些領域如環境、土木等領域之實現率高達80~90%，所有領域平均實現率也有60~70%，表示前瞻研究對於未來之預測性有其可信度。日本在前瞻操作過程、方法修正等經驗，很適合作為國家科技前瞻執行成效評估的典範，第一到六次前瞻的出發點多從技術供應角度出發，並採用Delphi方法完成，但在第八次前瞻計畫中，同時由技術供應端與社會需求端兩大面向切入，更符合前瞻的精神。在方法上，加入客觀且可代表學術研發能量的文獻計量法、較偏向社會需求應用的社會經濟需求分析法，以及較主觀但兼顧科技與社會衝擊的情境分析法，並請專家以個人觀點撰寫未來情境，以使得前瞻調查更具全面性。

日本農業科技前瞻相關議題擬定是考量到技術創新趨勢，整體農業科技前瞻可包含五大主題：(1)闡明生物多樣性和生態彼此之間的互動；(2)以生物技術解決環境及永續發展問題；(3)生產技術的改良；(4)發展符合安全、長壽及健康的食物生產系統；(5)闡明基因體及蛋白質體學、訊息傳遞機制，以及創新生產系統。

由於日本為最早進行全面性科技領域前瞻的

表4 日本社經需求與農業科技前瞻議題之對照表（範例）

需求列表	日本農業科技前瞻議題
身體能克服疾病與外傷的影響	開發可以解決因生活習慣不良所引起的疾病，以及適合個人體質的機能性食品
能充實照護工作的協助	根據水果品質和熟度自動採收・自動選別的工作機器人
能確實預知災害並且做出預報，或是減輕災害	利用遙測技術可以定期提供農產品收穫預測、森林生物量、即時海洋環境情報、所有氣候帶與地形帶之農林水產資源的實用情報系統
生活環境更加便利	可以測知生鮮食品新鮮度的家庭用鮮度檢查器
保護地球環境	地區性農林業資源及有機廢棄物作為生質能源，以實現低成本、零排放農林業與農村
能為解決國家與國際性的問題有所貢獻	強化耐鹽性，耐乾性，耐寒性的有用植物在沙漠生產作物與綠化的技術

資料來源：日本NISTEP第八次科技前瞻報告，本研究整理。

國家，目前已完成八次全面科技領域之前瞻，並納入決策機制，前瞻手法上也增添社會經濟需求之調查，顯示科技前瞻議題將不再是單純朝向技術導向，而是以需求為導向的技術開發（表4）。由於日本科技政策體制相當完整，且農業國情與文化相似於台灣，因此日本的前瞻議題方向，可作為我國未來規劃德菲問卷之參考。

#### 層面需求不同衍生對科技前瞻方向的差異

綜合上述五個國家對前瞻活動與農業科技前瞻議題方向來看，可以看出不同國家因背景文化不同，對社會經濟層面的需求不同，而衍生對科技前瞻方向差異。中國、英國、德國、南韓與日本五個國家，依台灣98年度綱要計畫領域別進行分類結果（表5），領域類別分別為農業技術、農業政策研究及科技管理、防疫檢疫、E化、森林及自然資源保育、牧業、環境及資源、漁業、食品與生物技術等十項。結果顯

示除了英國，各國相當重視生物技術在農業的應用，此外食品與環境資源亦是各國相當活躍的農業前瞻課題。因此推測GMO終將成為農產品的主流，且農業對環境與健康的融合，使得農業的功能將更為多樣化。■

致謝：感謝國家實驗研究院科技政策研究中心的前瞻相關資料提供。

（作者為台灣經濟研究院副研究員）

#### ■ 注釋

數字農業為以資訊為背景所產生的新型農業模式，也就是農業生產的數字化、網絡化、及信息化。具體而言，數字農業為利用資訊技術所建立的數據採集數字傳輸網絡、數據分析處理、數控農業機械的農業生產管理體系。數字農業需相關技術支持，包含：CIS技術、RS技術、元數據管理技術、遙感圖像的快速處理技術、計算機寬帶網絡計數和虛擬現實技術。

表5 各國農業前瞻議題分析——依領域別

領域別／國家	日本（7~8回）	南韓	德國	英國	中國大陸
農業技術	17	10	21	5	37
農業政策研究及科技管理	4	0	3	24	4
防疫檢疫	2	6	3	2	4
E化	8	0	0	6	10
環境及資源	9	3	8	73	20
森林及自然資源保育	14	13	9	7	12
牧業	15	8	3	6	0
漁業	14	12	3	0	0
食品	15	6	28	52	0
生物技術	26	29	20	9	27
總計	124	87	98	184	114

資料來源：各國科技前瞻報告，本研究整理。

■ 參考文獻

1. 第7回技術予測調査，日本科學技術政策研究所(NISTEP)，2001 <http://www.nistep.go.jp/index-j.html>。
2. 科學技術の中長期發展に係る俯瞰的予測調査——デルファイ調査，日本科學技術政策研究所(NISTEP)，<http://www.nistep.go.jp/index-j.html>，2005。
3. Technology Foresight in a Rapidly Globalizing Economy, [www.unido.org/userfiles/kaufmanC/MartinPaper.pdf](http://www.unido.org/userfiles/kaufmanC/MartinPaper.pdf)
4. 德國科技前瞻計畫報告——"Delphi' 98"，行政院國科會科技資料中心，2001。
5. The Korean Industry Vision 2020 and Megatrends, Vol. 11 No.1, By oung Jun Song & Dongs oon Lim, 2006.
6. Ministry of Finance and Economy, Government Announces Long term futureStrategy-Vision

- 2030 Korea: A Hopeful Nation in Harmony, By Kim Chul-joo & Kim Won-jong & Cho Kyu-hong, 2006.
7. 中國技術前瞻報告2005~2006，中國科學技術文獻出版社，2006。