

科技前瞻與政策形成機制：以農業科技前瞻為例 Technology Foresight and S&T Policy Formation: A Case study of Taiwan Agricultural Technology Foresight 2025

柯承恩¹ 孫智麗² 吳學良³ 黃奕儒⁴ 鄒麓生⁵
Chen-En Ko Julie C. L. Sun Hsueh-Liang Yi-Ju Huang Sanson
Wu C.S.Tsou

摘 要

我國科技決策體系歷經數十年的調適已有一定運作之程序，在民國 87 年【科技基本法】頒佈實施後更有法源上之依據。然而從「科技政策循環」之概念觀之，從目標設定、科技計畫之規劃與重要性排序、資源投入、計畫執行、管考回饋至下一階段政策目標的迴路上，仍有若干問題亟待解決。主要問題在於科技政策缺乏長期目標之導引，小規模之前瞻活動停留於學術研究階段或分散在各部會二級機關中。反觀日本、韓國與英國的國家科技政策之形成機制中早已融入前瞻的意識，定期以廣泛參與的方式形成共同願景，並發展出階段性之目標與行動方案，以作為科研資源配置之依據。其它如德國、中國、丹麥、芬蘭、挪威及泰國也不定期地舉行前瞻活動以支援政策。本研究藉由論述前瞻精神與回顧國外、內前瞻經驗，並以「2025 台灣農業科技前瞻」之個案，提出前瞻活動應有之重要內涵，並嘗試發展出對全國科技會議與科技部未來運作之建議。

關鍵字：科技與創新政策、科技前瞻、科技政策循環

- 1 臺灣大學會計系教授兼科技政策與產業發展研究中心 主任
- 2 台灣經濟研究院研究員兼生物科技產業研究中心 主任
- 3 臺灣大學國際企業學系教授。E-mail: hlwu@ntu.edu.tw (通訊作者)
- 4 台灣經濟研究院副研究員
- 5 國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心資深顧問

Abstract

The S&T policy formulation and implementation in Taiwan have been progressed over the past several decades persistently. The promulgation of S&T Act in 1998 has provided legal basis for the policy making mechanism. However, from the concept of “policy cycle”, including goal setting, program planning, priority development, resource allocation, project implementation and control/feedback, there are some gaps in need of efforts in the pursuit of efficient and effective policy formulation mechanism.

In response to the calls for more comprehensive and systematic mechanism of S&T policy formulation, this study departs from a review of international experiences of technology foresight. With the case of Taiwan agricultural technology foresight 2025, we conclude some key success factors as the ways to make S&T policy more consistent and transparent. The study further develops the standard operating procedures for integrating the foresight activities into S&T policy formulation mechanism.

Keywords: Science and technology policy, technology foresight, policy cycle

壹、前言

我國隨著傳統資本累積時代演進至知識經濟時代，科技推動的思維模式從「技術導向」逐漸轉型為「需求導向」，而市場競爭的邏輯也從「效率」轉型為「創新」。為因應科技發展模式的變化，創新的科技發展不侷限於在既定技術領域範疇內追求技術提升，而以更具有彈性、且建構在跨業整合的基礎尋求新的突破。在強調「知識創造、擴散與應用」的知識經濟時代，更突顯出知識、產業與社會人文的結合。政府的功能也須隨之調整，從過去不斷深化既有技術之模式，轉為積極建構能激發跨領域知識交流與重組之新環境（Henderson and Clark, 1990）。在此種趨勢下，如何以有限的政府資源，有效規劃國家科技發展重點方向及形成推動全國科技發展的目標，成為各國政府極重要的政策議題。而各國政府陸續推動科技決策架構之組織再造方案，以逐漸突破龐大科層架構之行政壁壘。因此，以有機式之開放性網絡組織來支援愈趨複雜且變化快速之科技決策系統已被廣泛討論與陸續採納（Georghiou and Keenan, 2006）。

相形之下，我國科技政策發展系統也面臨極大挑戰，概因科技發展之目標設定、資源配置、配套措施與管考回饋之政策循環中存在若干缺口，使得科技投入至整體國家競爭力的銜接存在諸多可改善的空間（李世光，2007）。而檢視我國科技政策方向，我國科技政策分散於不同機構及不同會議之結論，包括全國科技會議、行政院科技會報、國科會委員會議、科技顧問會議、產業科技策略會議等，更遑論不定期召開之特定國是會議，如全國能源會議等。其中國科會依據科技基本法，每四年召開的全國科技會議，係為我國科技政策中程綱要計畫之重要依據。然而歷屆全國科技會議參與規模雖大，惟議題討論、整體籌備時間與過程仍嫌倉促，較難發揮整合效益；議題面也欠缺長期願景、目標之導引，導致每次會議必須重新思考議題，如此也使議題易淪於對當下重大事件或問題之反應，對過去施政不足之處也欠缺延續性（柯承恩、顏清連、陳永耀、吳學良、陳忠仁，2009）。

要提升我國科技政策循環之效能，一個重要面向為整合願景前瞻與規劃機制，包括針對國家未來發展、尋找未來競爭之利基點的前瞻規劃以及針對現況之問題分析的策略規劃（吳政忠，2007）。目前我國科技政策支援系統呈現「頭輕腳重」的狀況，政策形成之前端由於欠缺長期穩定之預算支援，爰在目標設定與科技計畫之審議上知識產生之強度均遠低於後端執行面。也由於缺乏長程目標之導引，導致各部會所轄之科技計畫分歧及與政策目標之扣合度不足（吳學良、陳忠仁，2009）。

有助於政策目標設定之前瞻活動已被各國視為科技政策循環前端之重要活動。反視我國多年來雖有若干前瞻活動之進行，但多為停留於學術研究階段或分散在各部會二級機關中之小規模的技術預測，仍欠缺從社會需求面出發至科技需求與政策議題的前瞻活動。基於國內對於政策前瞻之需求，本研究擬先回顧前瞻之基本原理與國外前瞻經驗；其次，再佐以國內刻正進行之農業科技前瞻個案，發展出前瞻活動應有之重要內涵，並提出對全國科技會議與國科會未來改制為科技部後運作上之建議。

貳、文獻回顧

隨著經濟發展迅速、全球競爭的劇烈變遷、科技整合及國際間管制的和緩，全球經濟新面貌逐步重塑。致使創新、科技以及科學研究更臻重要。基於科技創新，Freeman (1987) 率先提出國家創新系統，指出藉由公、私部門機構間彼此互動網絡，可因應現階段知識導向的經濟活動，有效進行知識的擴展。然於組織學習(organizational learning) 和系統性學習(system-wide learning) 的成效皆需藉由彼此間互動關係的培養，及互動過程創造的刺激，方能達到知識的累積、激盪與增長(Powell, Koput and Smith-Doerr, 1996)。故組織、系統間的連結對國家創新系統運作上之良窳致為關鍵。當這些連結越頻繁，國家創新系統在學習和創新方面會越有效率。而科技前瞻正是達到這目標過程中的一項策略性的政策工具，透過前瞻活動的進行，可強化國家創新系統內之成員互動與學習，使得創新活動能更有效率(Martin and Johnston, 1999)；同時，科技前瞻旨在預測未來基礎科學與科技發展之可能性及對社會經濟的影響，並據以建立相對應的科技政策，使研發資源之投入符合社會需求(Grupp and Linstone, 1999)。因此，科技前瞻的範圍非常廣，不只包含科技及其應用，更牽涉到對公共政策及社會利益。有鑑於此，如何藉由科技前瞻探索最具經濟及社會利益的策略性資源，使科學與技術能夠被更有效的利用，以提升國民福祉、強化國家競爭力，為刻不容緩的議題。

一、科技前瞻之基本原理

所謂科技前瞻係指透過系統性的方法，評估未來可能會影響產業競爭、財富創造以及生活品質的科技發展趨勢(Georghiou, 1996)。前瞻雖源自於技術預測(賴志遠等，2006；徐文章，2006)，但更強調以開放性思考的態度出發，藉由兼具科學的嚴謹性與創造性的方式進行預測，期以探索長期的發展機會，與利用未來願景反饋至階段性之目標與命題。在前瞻之程序上，第一階段著重在預測的精確性及結果的擴散；第二階段是提出優先順序，並建立產業界、學者網絡，使之成為主要的評估方式；第三階段，則利

害關係人之參與及評估，以尋求共識與發覺前瞻技術；最後，於第四階段，則朝向科學和創新系統的分配角色，各組織會基於彼此協調的原則下，運用前瞻技術至不同需求。

社會科學中能達預測效果的研究方法眾多，表1簡扼彙整現階段科技前瞻的各種評估方式與其基本原理。一開始目標的設定會影響到最後預期的結果，及相關的評估方法。決定資源分配到前瞻技術的評估者亦會採用不同方式，評估前瞻技術對各個社會群體的影響。由於前瞻技術與操作環境會相互影響，因此，專業的前瞻團隊會儘量考慮到多個面向，前瞻技術的決定最終會取決於問題化（problematisation）以及社會化（socialization）的層次。

表 1 科技前瞻評估之方法與基本原理

前瞻之目的	執行重點	預期結果	評估重點
提供政策建議	強調長期且持續的觀點	政策決定、資源分配 更理性的決策	決定前瞻活動的因素 改變決策程序
形成社群	強調有利益團體互動的 地方是有挑戰的	新產生的網絡與社群 理解共同願景的承諾	網絡的特性 採取行動
增進政策透明度	提供混合論壇（hybrid forum）反映、討論、執行策略	擴大參與 民主再現	更多參與者 更多聚焦且有品質的討論 參與者的好處

資料來源：修正自 Georghiou and Keenan（2006）

前瞻活動並沒有單一最適（one-size-fit-all）的模式，而是要依照決策情境（如長、短期；部會層級或跨部會層級等）調整。同時，評估方式也會受很多因素（評估動機、時間點、參與者）影響。除了情境上的差別，前瞻活動也會遇到以下挑戰：

1. 科技的範疇與界線並無明確的定義與區隔。
2. 由於科技會受科學、產業發展之影響，因此難以獨立分析科技。
3. 科技評估的準則包羅萬象，難以持續和一致。
4. 未來科技發展的情境具高不確定性，故對於專家判斷的依賴性高。

雖然科技前瞻仍具有待改善的空間，然前瞻活動為一種社會集體學習的過程（societal learning process），可催化技術專家、政策執行者、企業家及很多非政府的組織相互合作與互動。不僅可促使不同領域知識系統的知識交流，亦可協助利害關係人訂

立資源投入之優先順序，以促進需求導向（needs-oriented）的規劃，並將若干假設以嚴謹的程序正當化，獲得較少爭議之預測結果。

二、前瞻活動之方法論

前瞻活動是一個反覆進行互動、網絡建立、協商和討論的過程，並藉由此過程，讓參與者對未來願景及策略能不斷的修正調整，並最終收斂得到共識（Harper & Pace, 2004）。因此，透過前瞻活動可創造一個對未來可能情景的開放討論空間，同時並產生因應未來發展的策略手段。對於前瞻的程序，Miles and Keenan（2002）認為應經過五個階段：前瞻先期規劃（Pre-Foresight）、招募（Recruitment）、產出（Generation）、行動（Action）和更新（Renewal），這五個階段經常被使用於一般的前瞻操作上（表2所示）。

表 2 科技前瞻執行流程階段

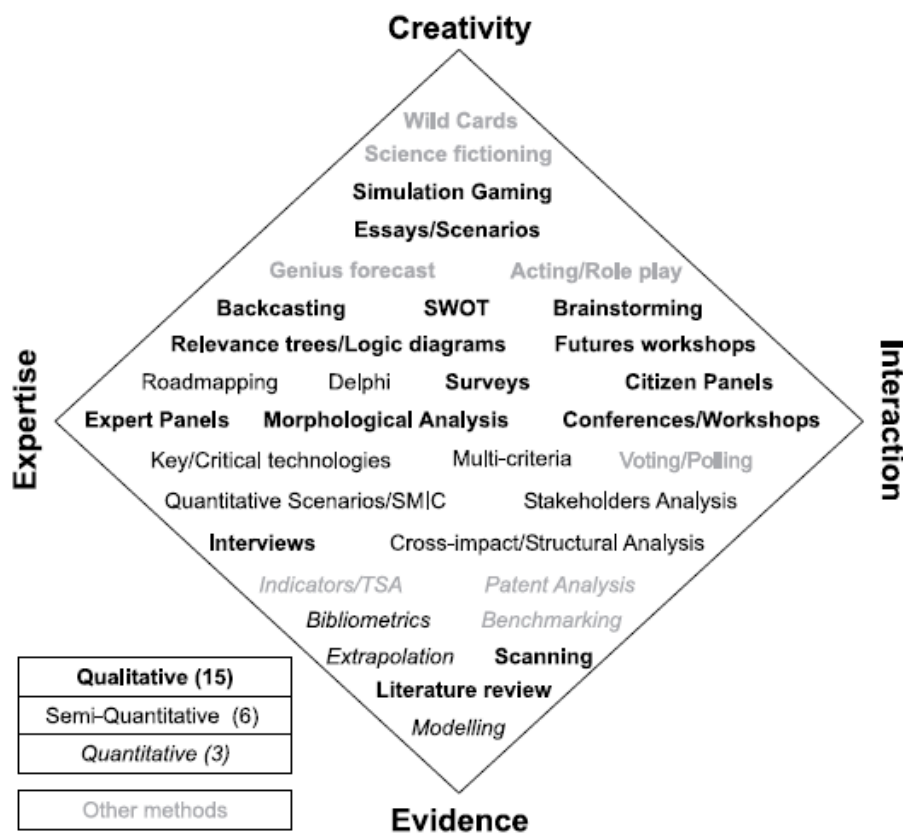
規劃階段	<ul style="list-style-type: none"> ● 界定前瞻活動之理論基礎與未來目標 ● 組成執行前瞻活動之團隊 ● 設計前瞻活動之執行方法
招募階段	<ul style="list-style-type: none"> ● 界定主要資訊來源與關鍵利害關係人，同時將其納入計畫團隊中 ● 關鍵性利害關係人並不限於知識的提供，凡有助於前瞻活動的人士皆可納入招募的對象
產出階段	<ul style="list-style-type: none"> ● 為整個前瞻過程的重心 ● 掌握主要的事件、趨勢和驅動因素，同時了解關鍵利害關係人如何擬定前瞻活動的情景 ● 了解趨勢與驅動因素間的因果影響，同時結合探索步驟中產生的知識 ● 根據未來的可能情境，發展命題（科技與其可能達成之效益）
行動階段	<ul style="list-style-type: none"> ● 運用命題協助科技發展之優先順序與相關之決策 ● 誘發創新和改變，包括態度與生活型態之變革
更新階段	<ul style="list-style-type: none"> ● 評估前瞻過程是否已經達成原定目標 ● 建立所謂前瞻績效指標與作業程序

資料來源：修正自 Georghiou et al. (2008)

根據Georghiou et al. (2008)的整理，執行前瞻的方法多達卅餘種。各種方法對於不同前瞻執行階段的重要性有所不同，例如：倒續推演法在對招募和更新階段應用程度不高，然而在於產出和行動階段則有相當的重要性。針對個別前瞻活動所採行的方法可以

用不同的考慮因素來進行分類，第一個是技術的類型（質化、量化和半量化），質性（qualitative）方法通常偏用於敘述性和推論的內容，量性（quantitative）方法則為趨勢和相似資料的分析。此外，半量性（semi-quantitative）方法則為加入或然性與統計分析的原則（例如：SMIC和Delphi德菲法等），來進行結果的評估。第二個是依據知識來源的類型來對方法作整理Cameron et al.(1996)提出「前瞻三角」(triangular structure)三個主要前瞻的的特性：創造性、專業性、互動性，來區別前瞻知識的來源。

而後，Popper（2008）提出「前瞻鑽石模型」（foresight diamond），強調前瞻活動應於創造性的預測中加入現況探討與系統分析之實證基礎，而將模型的四個角分別定為專業性（expertise）、互動性（interaction）、創造性（creativity）與證據性（evidence）。再將前瞻的方法根據其屬性置於不同之相對位置（如圖1）。



前瞻鑽石模型

資料來源：Popper（2008）

於前瞻鑽石模型中，前瞻鑽石模型的四個角並非代表獨立、互斥的資訊來源。一個完整的前瞻活動方法架構，應該至少包含專家、互動、創造力與證據四種特性的知識來源。例如：德菲法的調查強調專家意見之形成，並藉由擴大調查活動與執行回合次數來凝聚形塑共識；同樣的，他們也開始被利用來探索及前瞻部分特殊的事件何時發生及可能性。資訊科技（Information technology）的工具，已應用於這些研究方法中，尤其是證據基礎與互動基礎類型的研究方法，對於IT技術之依賴更深。雖然資訊科技並非使前瞻技術更有效，但確實對前瞻活動進行系統化資訊解讀有所幫助。

沒有任何一種單一的研究方法可適用於所有技術前瞻的情境需求，也沒有一種最適的技術前瞻方法組合。技術前瞻中研究方法的選擇與運用，與計畫目標具有高度的關連性。很多研究方法的組合皆生產豐富的資源可提供予利害關係人，以及滿足複雜目標的多樣化。從前瞻鑽石模型中可以發現，不同知識來源的研究方法必須予以整合，並使前瞻活動更具完整性與影響力。總歸而言，前瞻研究方法必須配合目標設定，同時研究方法的選擇會受到資源影響，例如預算、專家可行性、政策支持度、時間、技術基盤等。而具有執行力且了解計畫目標的人力資源在前瞻活動中更是不可或缺的，前瞻專家是可以透過專業訓練課程來養成，熟悉前瞻各種方法論之特性與操作內涵，以針對前瞻計畫目標規劃活動內涵、研究方法及操作程序並執行，進而達成前瞻目標。

三、前瞻活動與科技政策形成機制

從1990年代以來，前瞻活動成為諸多國家勾勒未來發展藍圖的政策工具，根據歐盟2006年European Foresight Monitoring Network（EFMN）之統計，從2004~07年全球有超過60個國家進行達1,600次以上的前瞻活動。雖然並非所有的前瞻活動均為政府所主導，但前瞻活動之多樣性與在全球科技政策發展中所扮演的角色已經無庸置疑。

表3彙整各國前瞻經驗之比較。從表中可以發現，大多數國家執行前瞻活動之目的都與科技政策制訂有所連結，其中包括日本、英國、南韓及德國等更是直接影響到科技政策之形成，在政策之關連性方面較強；而包括中國、泰國、及北歐之丹麥、芬蘭、挪威等國雖未直接影響科技決策，但也在政策訂定過程中提供重要的資訊。此外，在政策關連性較強的國家中，不管是採用定期或非定期方式，科技前瞻更是已經成為常態性的活動，特別是鄰近的日本與南韓等國，更是全球執行前瞻活動的重要指標國家；而各國執行前瞻活動的目的，包括作為資源配置優先順序的重要參考，且在提供未來具體的願

景與社會需求下，讓科技的發展能更貼近國家與社會之需要。

參、國內前瞻經驗與個案分析

一、國內前瞻經驗

近年來國內決策單位為了能強化內部資源管理並有效提升國內技術創新研發能量，其中包括行政院科技顧問組、國科會、經濟部、農委會皆有進行科技與產業前瞻規劃機制的研究（表4所示）。雖然國內曾從事前瞻相關的研究多年，唯實際操作前瞻調查則僅工業技術研究院、台灣經濟研究院等少數團隊對特定之領域從事前瞻研究，供產業發展之參考。回顧國內前瞻的推動，自2003年國科會委託國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心進行的「自動化科技之前瞻預測」計畫，針對自動化領域進行小規模科技前瞻調查，目的在訂定我國自動化重點選擇及發展方向。而科技顧問組也於2005年啟動「我國科技前瞻機制設計建置先期研究」計畫，工業技術研究院產業經濟與趨勢研究中心、台灣經濟研究院以及科技政策研究與資訊中心等智庫共同研議運作機制與方法。

表 3 各國前瞻經驗之比較

國別	推動機構	推動原由	參與層次	執行頻率	主要產出	應用層級	擴散效益 (政策關聯性)
日本 (第八次)	科技政策委員會 (CSTP)	結合社經需求，評估科技發展方向	產學研及一般民眾	常態性定期執行 (4-5年)	急速發展領域報告、情境模擬、社經需求分析	首相、各部會	作為科技基本計畫之重要參考(強)
英國 (第三回合)	政府科學辦公室 (GOS)	評估與預測未來政策相關之變動與可能之風險	政府、研究機構、產業界	滾動式常態性執行 (同時有2-3個計畫進行)	國家科學檢討報告、行動方案、情境模擬	英國內閣辦公室	直接影響政策形成(強)
南韓	科技部、國家科技委員會 (NSTC)	提供前瞻科技的願景與方向、瞭解產業競爭力與全球市場需求	產官學研	常態性定期執行(5年)	情境模擬、社經需求分析	總統、各部會	作為科技基本計畫規劃(強)

德國 FUTUR	教育研究部 (BMBF)	決定資源投入優先順序、擴大決策參與、考量社經需求	政府、研究機構、產業界	非定期性執行	建構「領導願景」(Lead Vision)	教育研究部	改變科技政策決策機制(強)
中國	科技部	尋找未來發展之關鍵科技	研究機構、學界	非定期性執行	前瞻技術報告	科技部	提供國家科技發展計畫參考、引導未來研發方向(中)
丹麥	科技創新部、能源署	作為決策支援工具、對未來研發與社會發展形成共識	政府、研究機構	非定期性執行	各領域前瞻研究報告	國家技術創新委員會	部分結果直接影響政府決策(中)
芬蘭 FinnSight2015	芬蘭科學院、技術創新局 (Tekes)	改善資源配置運用效率、建構永續發展願景	政府、研究機構、產業界	非定期性執行	選定之領域前瞻研究報告 (10 個領域)	芬蘭科學院、技術創新局 (Tekes)	為芬蘭科技決策提供選擇的依據(中)
挪威	挪威研究委員會 (RCN)	決定研發投入優先順序、辨識未來發展藍圖	研究機構、學界	非定期性執行	各領域前瞻報告	挪威研究委員會	提供未來研究資源投入之建議(中)
泰國	科技部	提高社會對科技的瞭解、將科技與社經發展連結	各領域專家	非定期性執行	13 個領域前瞻報告	國家經濟社會發展局	成為 10 年國家科技策略計畫之參考(中)
瑞典	國家產業技術發展局、瑞典政府辦公室	針對瑞典創新前景之廣泛性討論	產官學研	非定期性執行	前瞻計畫報告	N/A	促成廣泛性的討論(弱)
法國 FutuRIS	國家科技研究協會、研究部、產業部	檢討法國國家創新系統	政府、研究機構、學界	非定期性執行	前瞻計畫報告	法國政府	提供法國政府擬定研究創新法案之建議(弱)

表 4 國內前瞻經驗回顧

	科技顧問組	國科會	經濟部	農委會
計畫名稱 (年代)	我國科技前瞻機制設計建置先期研究 (2005)	我國學術里程與科技前瞻計畫(2007)	1. 2015年產業發展及科技整合先期研究 2. 我國產業科技前瞻研究計畫(2009)	1. 農業科技前瞻規劃 2. 農業科技前瞻體系之建立計畫(2009)
執行單位	台灣經濟研究院、產業經濟與趨勢研究中心、科技政策研究與資訊中心	中央研究院	產業經濟與趨勢研究中心	1. 科技政策研究與資訊中心 2. 台灣經濟研究院
計畫目的	2020 我國社經發展	2025 科技發展	1. 2015 我國產業 2. 2020 我國產業	2025 台灣農業科技前瞻
執行方法	集體學習 (Collaborative learning)	專家腦力激盪、模型建立與資料搜集	專家訪談、情境分析	社經需求調查 專家意見德菲調查 國際前瞻議題分析 未來情境分析 書目計量學
計畫特色	產生機制流程設計	前瞻領域之選擇、機制流程設計	產生未來產業情境	整合分析工具、與中綱連結、大規模德菲兩回合調查

資料來源：修正自鄒籬生、孫智麗、李宜映(2009)。

近年來政府各部會陸續開始進行各種前瞻運作計畫。如經濟部委託工業技術研究院產業經濟與趨勢研究中心於2008年和2009年分別進行「2015年產業發展及科技整合先期研究」與「我國產業科技前瞻研究計畫」，目的是對國內重要產業提供未來情境與前瞻性技術。而農委會也委託科技政策研究與資訊中心於2007年進行前瞻先導計畫「推動農業科技前瞻規劃之研究」以籌劃農業科技前瞻執行架構與運作機制。其後於2008年委託台灣經濟研究院執行「農業科技前瞻體系之建立」之計畫，主要參考各國科技前瞻經驗，透過整合性分析工具和系統性背景資訊，建立農業科技發展共識與促進農業轉型。國科會於2007年委託中研院王佑曾院士所領導進行「我國學術里程與科技前瞻計畫」，

旨於探討科技在台灣未來經濟發展所扮演的角色，企圖發展出能將科學發現轉換成新產業的程序。另於2009年啟動「我國長期及前瞻科技政策之研究規劃與建議」之計畫，除為國科會強化其科技決策支援系統之重要環節外，也預期建立政策前瞻之作業程序，並將前瞻活動與政策議題進行實質連結。

上述前瞻活動對國家未來發展前瞻研究的人才養成與經驗累積極具意義，然而過去前瞻焦點多半著重於對特定科技領域或產業之預測，運作過程相當依賴少數技術專家的意見，因此據以獲得之結論並未能夠獲得社會大眾之理解與相關利害關係團體之支持。未來前瞻活動應納入廣泛利益相關者，發展創新體制及考量整體社經方面的需求。以下將以國內首次結合社經需求導向和科技趨勢分析的研究方法、透過跨領域專家的腦力激盪、進行大規模的專家意見德菲調查、動員將近千人參與之「2025台灣農業科技前瞻」做為個案分析。

二、個案分析—農業科技前瞻計畫

在WTO自由化與知識經濟衝擊下，農業在產業經營模式、科技發展思維和決策運行機制上皆須面臨轉型。農業的功能將以提升國民福祉『生產、生活、生態』為主，新的農業將不再以從事初級產業生產為主，而是轉變為以農業為資源，運用跨領域科技與經營知識，使得未來農業將不再為單一產業，並能藉由整合型之創新模式來協助提高農業生產效率、滿足社經及產業需求。科技發展思維也將由技術導向(technology push)轉型為需求導向(demand pull)然後進行策略性整合規劃(strategical planning)，農委會體認到農業科技的發展須有長期規劃及共識。

然而農業如何進行轉型規劃卻無明確的策略目標與方向。對我國農業而言，科技前瞻尚屬新的嘗試，亟需透過國外成功的經驗設計完整的前瞻活動，並結合社會經濟需求、未來情境分析、國際前瞻議題研究、科技發展趨勢分析等方法，建立農業科技發展之議題與機制。我國農業正值轉型發展關鍵時期，運用科技前瞻方法規劃農業發展目標與方向，引導具農業經濟效益之關鍵策略與技術開發，並形塑對農業、農民、農村更具體的發展願景。此外，在過去的決策運行機制上多採由下而上(bottom-up)的組合型態，未來期望轉型為以意見調查與趨勢分析為基礎、由上而下(top-down)的整合性前瞻規劃。

據此，農委會委託台灣經濟研究院生物科技產業研究中心於2008年起執行「農業科技前瞻體系之建立」計畫，成立「農業科技前瞻研究小組」專責執行，籌組「規劃委

員會」及「命題委員會」，由199項科技議題篩選出74項2025年之重要科技議題，並從產業發展影響力、生活品質影響力、環境保護影響力、政府參與必要性與國家發展重要度等五個指標面向進行兩回合德菲專家意見調查，預計2011年完成我國農業科技前瞻規劃建議報告（圖2）。

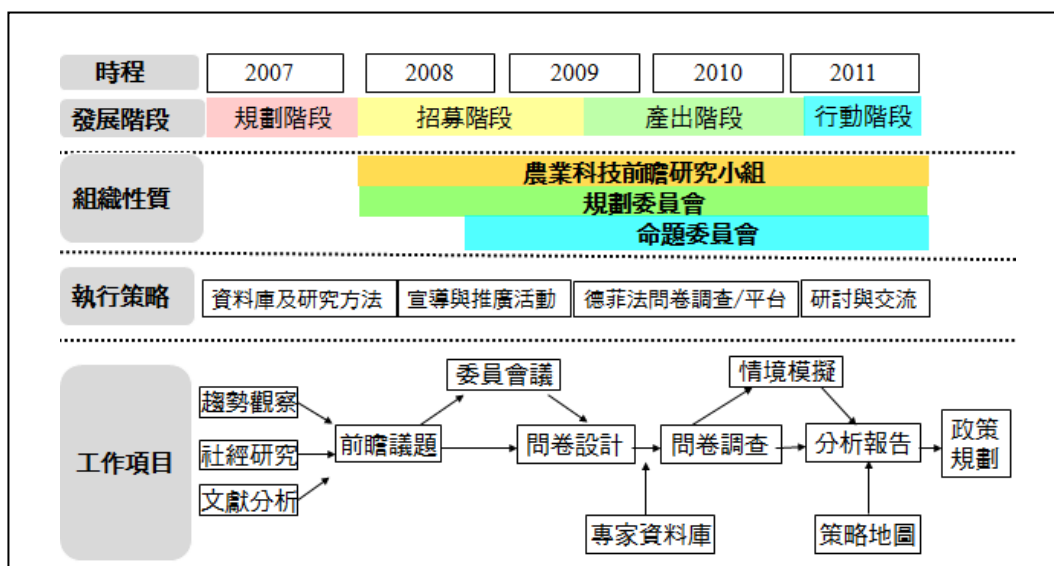


圖2 「2025 台灣農業科技前瞻」計畫之時程與架構

這四年計畫工作包括建構農業科技規劃策略中共識形成的機制、進行國內需求與德菲法專家意見調查、分析我國農業科技之國際競爭力、預測2025我國應具備之重要農業科技、辦理農業情境創意競賽與推廣活動、研提農業科技研究議題優先順序及策略地圖(roadmapping)等。以下就該計畫其中主要工作項目進行說明，以掌握2025台灣農業科技前瞻之發展議題。

(一) 社經需求調查(needs survey)

由於科技政策以往多半為技術導向，而非需求導向，往往未能即時有效因應社會課題。在農業科技前瞻工作之目的之一為探索、界定具有優先發展必要性的領域，提供研發資源投入的參考。正因為策略性資源之投入對社會長遠的發展產生舉足輕重的影響，有必要從民眾期望的生活型態出發，才能確保前瞻所得到之議題呼應國民需求與未

來福祉的所在。台灣經濟研究院在2009年3月至5月期間，曾進行兩階段需求問卷調查，一方面希望瞭解農業在社會經濟需求面向的狀況，同時建立農業前瞻德菲法命題的依據及原則。

社經需求的調查在於能夠由側面檢視需求，並且嘗試建立與技術之間的橋樑。需求項目依據馬斯洛需求層級（Maslow's hierarchy of needs）為基礎，整合國民幸福指數（Gross National Happiness；GNH）與日本之社會需求調查之問項，分類於健康、生活品質、生態環保、教育、社群活力、文化、心理等七大需求層面，充分呈現農業具有的多功能特質。若進一步從農業從事者未能滿足的需求項目來看，農業之形象觀感、工作尊嚴、工作環境、生活品質保障等問題就更清楚地浮現，能反映出當前我國農業勞動力嚴重老化、農地無以為繼、新進人才不足等缺口。由此可見，藉由需求項目的延伸，可得知我國農業之理想境界，將基於滿足農事者在心理、生態環境、健康、生活品質等層面上的需求，確保農業得以永續經營的基礎條件，也應滿足民眾在心理、教育、生態環境、文化、社群活力、健康、生活品質層面上的需求。換言之，若科技計畫能依循需求導向概念，透過前瞻調查機制確認發展重點方位，便可望扮演推動創新所需的觸媒，提升科研資源運用之最大效益（李秉璋，2009）。

（二）2025年情境設定(scenarios)

情境分析旨在建構具代表性的數種可能未來狀況，及導引可能的路徑，以求在動態的環境中能歸納出強大的趨勢潮流，與造成狀況變異的因子，並從這些情報中萃取因應行動之對策，協助決策者作出適當的選擇。情境分析之關鍵不在於情境數量的多寡，而是在這些情境能不能專注在敘述關鍵議題，將不同情境之差異化清楚地表達出來。通常4、5個情境就已足夠，愈多情境反倒將主題模糊化。綜觀各國的科技前瞻活動中，除了德菲問卷調查以外，就屬情境分析為多數國家輔助調查前後的整合工具。

有別於其他國家在德菲調查結束後再根據篩選技術議題進行情境擬定，農業科技前瞻計畫之運作機制中係進行兩次情境分析，一次為德菲調查結束後，一次為科技前瞻問卷設計中。除了協助專家進行設計命題之邏輯思考用，亦作為協助願景形塑的重要規劃工具。換言之，情境分析係由專家依據國內、外農業整體趨勢背景進行腦力激盪，透過結構性工具撰寫我國農業於2025年的情境，並進一步進行問卷設計，所產生的情境亦可對我國的農業、農村與農民形塑未來的願景（鄒箴生、孫智麗、李宜映，2009）。

(三) 農業科技前瞻命題產生(foresight)

該計畫「命題委員會」為產生德菲法命題之核心組織，主要任務為協助：(1) 對各該子領域提出未來2025科技發展下之情境與技術項目建議清單；(2) 綜合該領域各命題委員提出之技術項目建議清單，協助研擬德菲問卷；(3) 決定建議之問卷調查對象與範圍；(4) 分析問卷調查統計結果，並據以提出發展策略。

為強化農業科技前瞻執行活動與政策規劃之關係，命題係依農委會中綱計畫之分類，包括農業技術、農業政策與科技管理、防檢疫、E化、環境資源、森林與自然資源保育、畜牧、漁業、食品、生物技術等十大領域。各領域均邀請3~4位命題委員參與討論。由於前瞻調查在我國尚屬首見，命題會議因委員具備不同背景，彼此被非熟識，又要求在短暫數小時會議中，建構出完整周全之問卷題目，故實有必要在事前提供充分之背景資訊，以及完善命題架構與原則。

前瞻調查之方法，乃針對各種議題或關鍵技術設計德菲問卷來調查產官學研界專家們對各議題之意見。問卷議題設計與議題產生之方式是否適宜，亦為前瞻研究重要的關鍵。前瞻議題之產生係依賴命題委員的專業知識，由命題委員參考「農業科技前瞻研究小組」蒐集之背景資訊（我國農業科技相關政策與中綱計畫、社經需求調查結果、規劃委員會之決議、國際農業前瞻性課題等），用腦力激盪方式達成共識。命題原則包括命題的範圍、命題問卷的架構、背景資訊提供、命題的層次、命題描述、命題問項設計與未來問卷調查專家性質），透過命題委員集體思考、集體學習系統分析，整合而成2025年我國農業科技前瞻命題（孫智麗、李宜映、黃奕儒、李秉璋，2011）。

(四) 德菲法(Delphi)專家意見調查

該計畫為國內首次以德菲法從事大規模的專家意見調查，德菲調查的基本精神在於藉由多回合（兩回合以上）的專家問卷調查，收斂專家意見後凝聚共識，作為未來前瞻結論之主要依據，同時也希望能夠作為未來農業科技研發資源分配之參考。德菲法的程序係前後將有至少兩次問卷之過程，每次資料處理後再寄還給參與問卷的專家，同一程序進行至少兩次，以獲得較為一致性結論。德菲法和傳統會議不同之處有二：1.在德菲法程序中，團體成員不知道有哪些其他成員參加，亦不知其他人之意見，因此較能自由地抒發自己的觀點。2.主持人萃取問卷中各種反映意見，再傳達給群體每一位成員，藉

此促成個體與其他成員間的互動，以期最終能達到共識。

德菲法調查專家對象包括農委會行政主管、農業試驗單位專家（助研級以上研究人員）、各大學農學院專家（助理教授以上教授）、「規劃委員會」推薦專家、其他（農漁會）與跨領域專業人才、屏東農業生技園區廠商等產業專家。該計畫建置約三千位專家學者資料庫，先進行德菲意願調查確認程序，有675位專家回覆同意參與德菲調查活動。於2010年4至7月底進行第一回合調查，經測試判斷為有效問卷者共為546位，占整體受試專家的80%。第二回合德菲調查於同年9至11月底進行，針對第一回有效回卷之專家進行調查，計有413份有效回卷，回卷率約為76%（孫智麗、李宜映、黃奕儒、李秉璋，2011）。有關德菲問卷調查之整體流程如圖3所示。

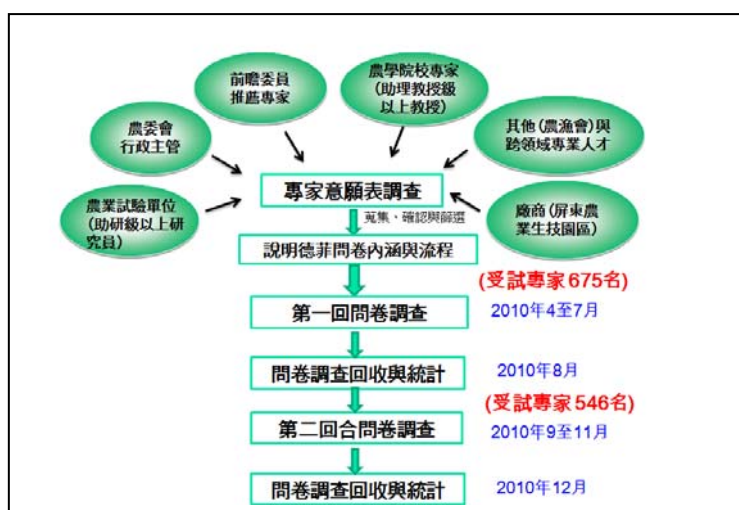


圖3 「2025 台灣農業科技前瞻」之德菲法調查流程

(五) 農業科技發展之策略規劃

綜合願景與命題之規劃，由規劃委員與命題委員之分工，可以形成未來農業科技發展之策略規劃藍圖。規劃委員任務在於由情境模擬產生不同願景，並依據各項願景設定短、中、長期目標；命題委員任務則依據規劃委員設定之目標，提出欲達到目標所必須發展之技術命題（策略）。藉由此策略地圖之呈現，可以充分掌握不同時間下應採取之策略及其可達成之目標，使農業科技前瞻成果之實際應用，不致因期程太長而影響其可行性（鄒箴生、孫智麗、李宜映，2009）。

肆、資料分析

一、前瞻活動各階段之重要內涵

根據國際上科技前瞻的經驗(European Commission, 2006)與國內刻正進行之農業科技前瞻個案，本研究將前瞻活動執行分成四個階段，包括：評估、規劃、執行及回饋，並針對每一階段之具體執行內涵與工作項目進行歸納（如圖4）。

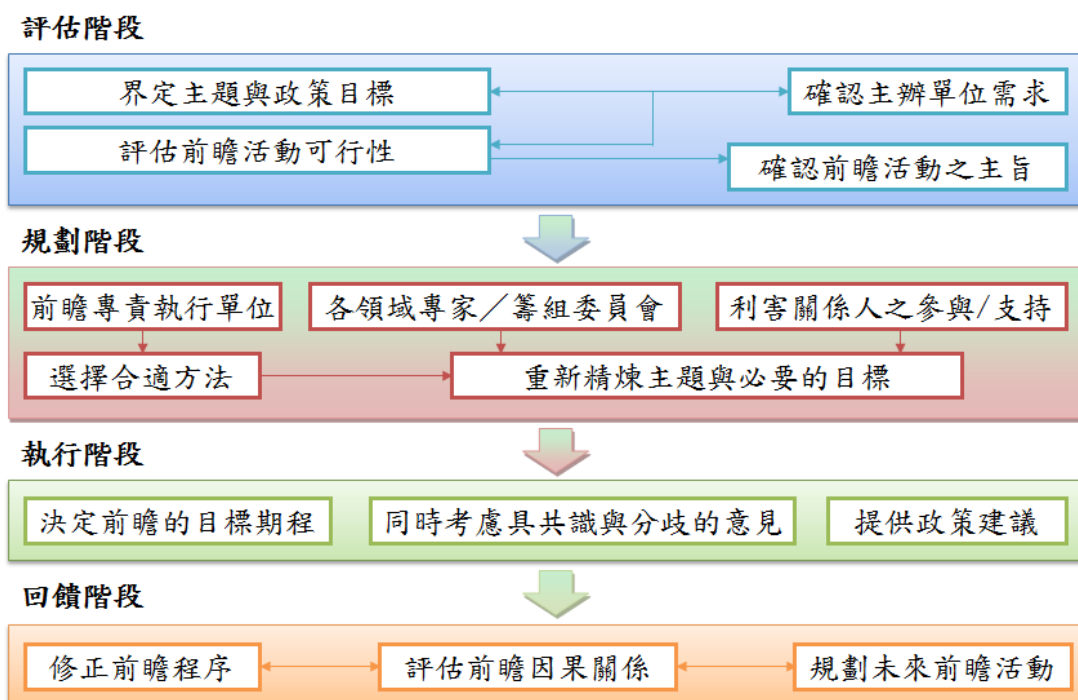


圖 4 前瞻活動各階段之重要內涵

（一）評估階段

評估階段的目的是在於確定前瞻活動的必要性與可行性。由於前瞻活動需要耗費人力、時間與金錢，因此若無法確定前瞻活動之成果會產生具體效益，則不應進行前瞻。前瞻活動必要性的評估主要是從二個面向同時進行，一為界定前瞻活動的主題與詳細說明所欲達成的目標；一為確認主辦單位需求。前瞻活動的源起必然是在特定的需求或問題下產生，因此在評估前瞻活動之必要性時，必須確定前瞻活動能滿足此特定需求或解決相關問題，同時，此一過程也必須要由主辦單位共同評估。

當前瞻活動經過評估後被認為具備政策意涵時，則必須開始評估前瞻活動的可行性。可行性所必須思考的面向包括：財務上或技術上是否可行？前瞻活動的結果是否能確實影響到政策？當完成可行性評估後，則進入下一階段。

（二）規劃階段

規劃階段主要的工作在於確認二個重要問題：（1）哪些人應參與前瞻活動，及其在前瞻活動中扮演的角色；（2）要使用哪些方法執行前瞻活動。同時，當獲得更多的資訊下，評估階段所擬定的前瞻主題與目標也可以進行適當的修正。因此在規劃階段有四個重點：納入合適的利害關係人、爭取政治上的支持、前瞻活動執行之組織與任務分工及選擇適當的前瞻方法。

在確定前瞻的主題後，必須將所涉及的利害關係人納入，如此可確保前瞻結果獲得認可外，同時也可增加前瞻活動之正當性與合法性；此外，也使前瞻活動之結果獲得更多的支持，特別是這些利害關係人都可能是未來實際執行者之下，其結果更具意義。

前瞻活動必須獲得足夠的政治上的支持，並將政策制訂者列為重要的利害關係人。將決策者納入前瞻活動有利於激勵其他利害關係人參與，同時也可以確保有足夠的資源投入前瞻活動中。而政府是否支持的標準即在於是否有政府部會出資贊助前瞻活動。除了一開始的支援前瞻活動外，政治上的支持也應該延續到整個前瞻活動中，以確保前瞻活動的產出或建議能確實被執行或落實。

前瞻的規劃與執行涉及不同的技巧。一個前瞻活動必須妥適的分配資源，使其可

借用到各領域的專家。再者，不同領域的結果需經過整合，避免太過鬆散。前瞻專家必須設計不同的論壇、會議將所有利害關係人加以整合。此外也需要有良好的溝通技巧，將前瞻的成果告知目標對象。前瞻活動若要能對政策產生影響，則前瞻方法的規劃必須將此納入考量。前瞻方法的選擇必須與前瞻目標相配合，而不同的目標則會影響到採用的方法。前瞻方法的選取雖然是屬於前瞻專家的工作，但在決定的過程中，應該與決策者溝通，並讓決策者獲得充分的訊息。

前瞻方法與執程序必須公開透明，並能讓參與的利害關係人充分的瞭解。程序上的透明是良好社會科學的特點，也是後續前瞻活動評估的要項，過去德國在進行前瞻時就曾面臨程序透明性不足的質疑。

（三）執行階段

前瞻活動的執行乃依據上一階段選定的方法與程序進行。不同前瞻方法的組合得以產生大量的資訊，可提供予不同的利害關係人，及滿足多樣化的目標。而整個前瞻執行方法的規劃必須考量：（1）前瞻研究方法必須配合目標設定；（2）研究方法的選擇會受到資源影響，例如預算、專家來源、政策支持度、時間、科技與實體基礎建設等。一個完整的前瞻活動方法架構，依據前瞻鑽石模型應該至少包含專業性、互動性、創造性與證據性四種特性的知識來源。由於前瞻方法的運用具有相當大的彈性，有關標準作業流程的訂定時並無法提供一套最適的方法組合，僅能提供幾組不同的方法組合，及其設計構想作為參考。

（四）回饋階段

為了最適化前瞻成果對政策之衝擊，前瞻活動中必須包括評估機制。評估機制的效果可從兩方面來看：（1）在活動進行期間之評估可以適時修正前瞻計畫執行，並增加前瞻計畫對政策發展之貢獻；（2）不論是計畫中或計畫後之評估，都可藉由增加透明度而使前瞻活動更具可信度。如果能有外部前瞻專家之認可，則前瞻成果將更具權威性。前瞻評估應包含（1）所有與計畫品質相關；及（2）對政策發展的潛在衝擊。諸如政策制訂者是否使用前瞻成果、前瞻程序是否符合科學方法、對參與者間的網絡建構及產出的品質與數量。

二、科技前瞻與全國科技會議之聯結

為進一步強化前瞻活動在我國未來科技決策體系中之地位，必須了解前瞻活動與科技政策間之連結，進一步檢討如何將前瞻活動納入科技政策決策之機制設計。全國科技會議的定位為「訂定我國中長期科技政策方向」之決策平台，而將策略前瞻納入全國科技會議之議題產生機制中，將有助於達到其預定之目標。我們可以從兩方面來思考如何結合策略前瞻於全國科技會議規劃中。

(一) 全國科技會議籌備之組織架構

將前瞻運作理念納入全國科技會議之議題產生機制下，以第八次全國科技會議之運作程序來看，本研究建議須先成立所謂「指導委員會」，依據當前情勢與國際上重要趨勢，決定在一定時程內之國家科技發展願景與目標（如促進經濟發展、或提升國民生活品質等）。前瞻活動之願景與目標接下來則可循全國科技會議之「規劃委員會」展開成為議題（如科技人才培育與吸引、新興科技之發展、產業科技之加值、相關制度之鬆綁等）。在議題下設之「命題委員會」負責科技解決方案之發展，更明確建立特定科技與社會需求之目標間之因果關係（即所謂命題與策略）。在議題規劃屬於規劃委員會之任務，而子題規劃與討論則屬命題委員會之任務（如圖5）。

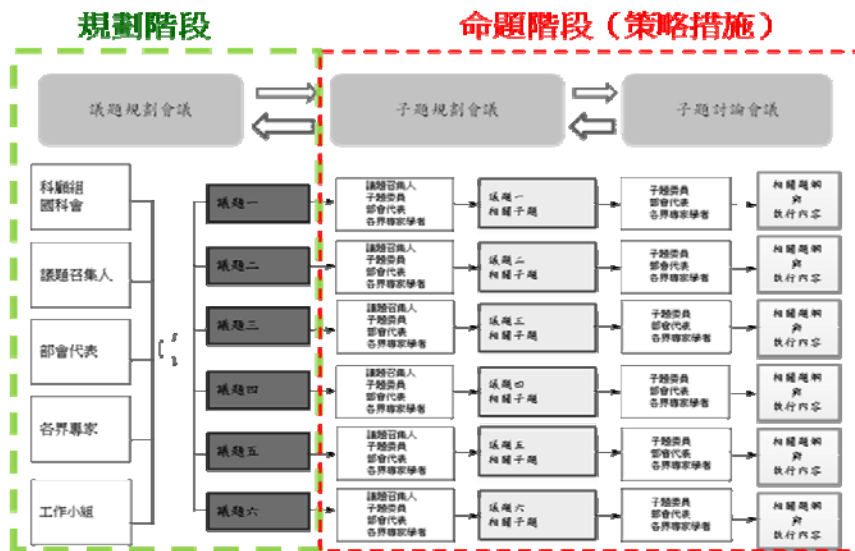


圖 5 全國科技會議議題產生機制之建議

（二）全國科技會議之議題產生機制

以往全國科技會議之召開除參與人員眾多外，時間也相當緊湊，爰多數議題、子題往往由少數專家直接撰寫而成。部會機構也多半希望議題及子題能反映出他們目前施政之方向。這種傾向於「由下而上」的決策方式逐漸使全國科技會議之意見失去長期性，也不必然將科技之發展順序真正連結到需求社會與人民之需求。

本研究以為，未來全國科技會議之議題產生必須以考量國家長期發展方向下進行規劃，其規劃委員必須在充分了解國內外社經趨勢下，由數種情境模擬產生不同的願景，並依據各項願景設定短、中、長期目標；而命題委員之任務則續依規劃委員設定之目標，提出欲達到目標所必須發展之科技命題或策略（如藉由發展某種特定科技以達成某種目標）。

相對於以往必須在短時間內產生議題與子題之做法，未來全國科技會議之議題產生機制建議可分成下列幾個階段（表5）：

1. 重大議題之界定：重大議題界定必須在對未來環境變化的充分掌握下進行，亦即先對未來的可能趨勢，及面臨的問題進行系統化的整理。從策略前瞻的程序來看，其中包括對未來事件（issue）、趨勢（trend）、發展（development）及變化（change）等進行辨識與偵測。這些系統化的資訊必須經由前瞻專責執行單位蒐集匯整提報給規劃委員會，由規劃委員進行解讀與研判，主要的目的在於尋找對未來最具影響力的趨勢，同時辨識關鍵的驅動因素（driving factor）；這些關鍵驅動因素將影響未來社會環境的發展，經過規劃委員之評估、分析與篩選之後，從中界定我國未來科技發展的關鍵議題。
2. 願景與目標之設定：在確定未來科技發展之關鍵議題後，必須進一步分析未來可能情境及訂定未來發展願景，此部分工作仍由規劃委員統籌負責執行。情境模擬的目的在於分析各關鍵議題在未來可能之發展狀況，並透過各種情境組合，推測現況發展到未來的各種可能路徑；願景與目標設定則是在未來可能情境之下，找出未來希望前進的方向。具有共識且內涵清楚的願景有助於未來科技政策發展方向的釐清，並使後續的行動方案與策略規劃能有據以依循的依據。
3. 策略分析與擬定：在前一階段之願景與目標設定之下，命題委員則必須思考在現有

的國家資源下，如何達到目標之具體解決之道或發展議題。策略分析與擬定涉及到未來科技發展的具體策略措施，也是未來願景與目標是否能落實的關鍵，必須借助各界專家的集思廣益，共同討論之下來進行。過去全國科技會議在子題規劃階段也廣邀各界專家共同參與，而廣納利害關係人形成決策，對於最後全國科技會議結論之落實確具有相當正面的效果。

對於未來科技發展的政策規劃必須先掌握影響未來環境發展的關鍵因素，而規劃委員則是在掌握這些關鍵因素之下，透過情境分析設定未來發展之願景，同時依據短程、中程、長程之時間軸，設定不同階段之發展目標；而命題委員則是在各項發展目標之下，擬定可達成目標之策略命題。欲達到設定之未來願景必須以階段式的方式設定目標，並逐步朝理想之願景前進。因此在結合策略前瞻思維下之全國科技會議規劃，將使政策內涵具有長期發展願景及未來發展方向之通盤思維，同時也使政府施政措施能具有穩定性與一致性，不易受政治上變動而影響到既定政策之推行。

另外，全國科技會議之結論依法應成為真正作為科技預算審核與分配依據之「國家科技發展計畫」之依據。全國科技會議除能依照前瞻活動之程序調整外，國內科技行政機關若能定期舉行前瞻活動，並將前瞻結果直接轉換成國家科技發展計畫（草案），作為全國科技會議討論與決議之基礎，也可避免以往全國科技會議籌辦過程之時間緊迫性、意見之分散性、與部會機關施政之牽制。

表 5 全國科技會議之議題產生機制建議

階段	參與人員	具體作法
重大議題界定	規劃委員 政策幕僚	<ul style="list-style-type: none"> ● 對未來的可能趨勢，及面臨的問題進行系統化的整理 ● 尋找對未來最具影響力的趨勢，同時辨識關鍵的驅動因素 ● 界定我國未來科技發展的關鍵議題
願景與目標設定	規劃委員 命題委員	<ul style="list-style-type: none"> ● 分析各關鍵議題在未來可能之發展狀況，並透過各種情境組合，推測現況發展到未來的各種可能路徑 ● 在未來可能情境之下，找出未來希望前進的方向
策略分析與擬定	命題委員 政策幕僚	<ul style="list-style-type: none"> ● 思考在現有的國家資源下，如何達到目標之具體方式 ● 借助各界專家的集思廣益，研擬發展策略或施行措施

三、科技前瞻與科技部運作之聯結

「行政院組織法」等四項政府組織再造修正法案業於99年1月獲立法院三讀通過，並將自101年1月1日開始啟動大多數部會之改制。在目前政府組織調整的規劃下，由國科會改組成立的「科技部」除延續過往的支援學術發展與科學園區等既有任務外，亦將肩負未來國家科技發展方向之擬定，為我國科技政策之主管機關。

圖6為目前有關科技部組織分工之初步規劃，其中前瞻及應用科技司、綜合規劃司將成為未來擬定科技政策之主要負責部門。為使未來科技政策決策過程確實能導入前瞻性策略規劃之業務，前瞻及應用科技司未來將與綜合規劃司所負責之綜合性科技行政與管考評估業務有所區隔。

基於前述國際間前瞻活動與政策形成機制之聯結，本研究建議前瞻及應用科技司應肩負起推動科技前瞻定期性運作之責。該司之業務可包括：（1）主辦全國科技會議與研提國家科技發展計畫；（2）推動國家型計畫；（3）推動科技前瞻；（4）擔任行政院科技會報之幕僚單位。

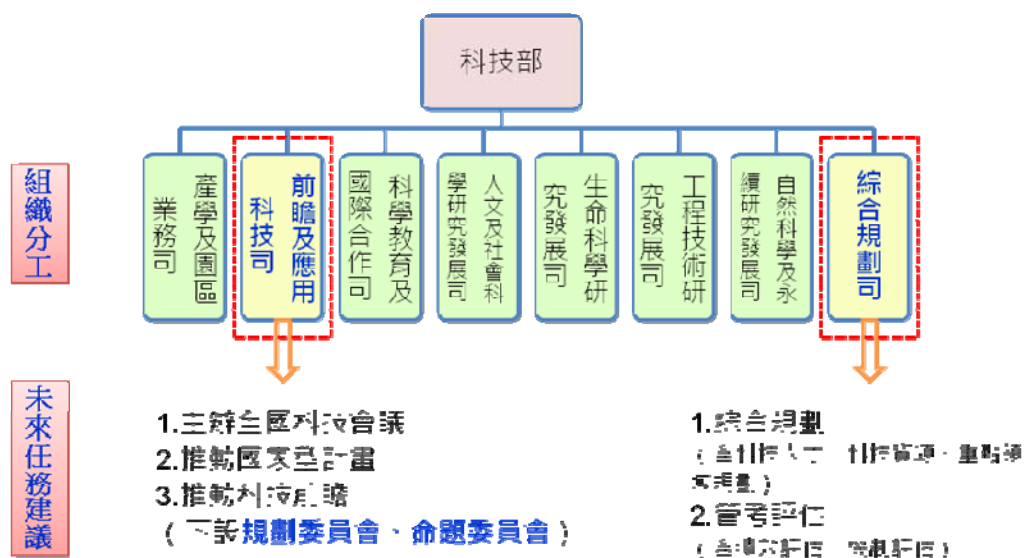


圖6 科技部組織架構及任務規劃建議

資料來源：國科會組織調整草案

由於科技前瞻活動之專業性與人力需求，恐非前瞻及應用科技司之人力可以單獨承擔。前瞻司可藉由支持學、研社群（例如成立科技政策研究學會），讓國內、外相關之專家學者以多種方式之參與，直、間接貢獻其所長。另外，為讓科技前瞻之推行具備足夠之正當性，建議前瞻司下設立規劃委員會及命題委員會等任務編組之委員會，負責前瞻活動的規劃，再委由專責執行單位來推行。

伍、結論

在我國科技基本法的規定下，四年一次的全國科學技術會議以及據以形成之國家科學技術發展計畫一向為我國中程科技政策之重要依據。然而在現行的科技決策系統之下，仍出現若干決策主體權責重疊、缺乏前瞻性策略思維、政策議題與科技計畫扣合度不足等問題。在此情況之下，適逢政府組織再造及科技行政機關之組織調整之際，正是可重新檢討科技政策決策系統，並改善目前決策機制之時機。本研究認為可運用科技前瞻活動形成全國科技會議之議題，進而研提國家科學技術發展計畫，成為中程綱要計畫之依據（如圖7）；或是由科技前瞻活動先形成國家科學技術發展計畫（草案），作為全國科技會議召開過程討論與決議之依據。後者應更能於全國科技會議討論中聚焦，也能有效連結科技發展項目與社經需求。

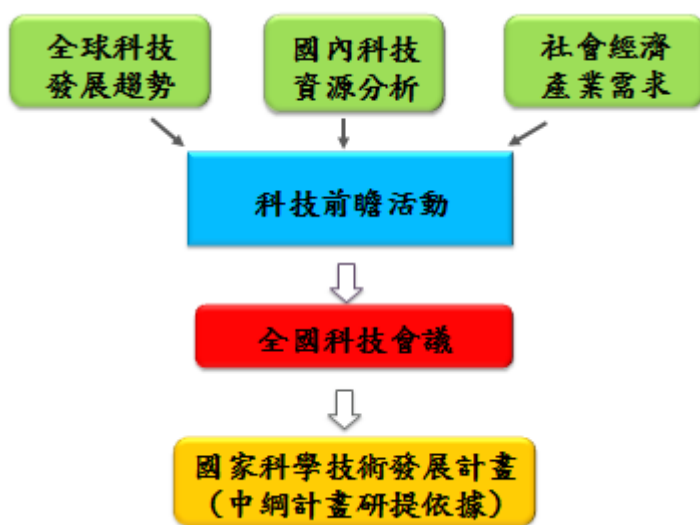


圖 7 科技前瞻與全國科技會議及國家科學技術發展計畫之關係

本研究透過文獻整理，綜觀各國的前瞻經驗，歸納出成功的前瞻活動應具備以下條件：

- 涵括廣泛的經社、環境與科技範疇。
- 建立政府部門前瞻且系統性的思維。
- 強調不同利害關係人的共識，形成共同願景。
- 前瞻結果能作為研發資源投入優先排序的依據。
- 兼具創造性與嚴謹性之方法論。
- 前瞻結果與國際接軌。

此外，前瞻活動與政策形成須有一定的聯結，以在政策形成過程中提供重要資訊（例如資源投入之優先順序與特定之行動方案），亦可藉由前瞻活動培養相關參與者之長期與系統性思維，並在政策制訂程序上擴大參與層面，增加政策之透明度與合法性，使政策能有效而順利的推動。而針對未來環境變化，前瞻活動可將因應策略具體地轉換為政策議題。前瞻活動之開放性程序一方面可改造決策體系，調和跨部會意見衝突；另一方面，前瞻活動之推動也能使民眾體認政府政策之前瞻性與透明度。

總之，不論前瞻活動之目的是做為決策之依據（as policy）或是在決策過程中提供重要資訊（for policy），前瞻活動在決策體系中所能扮演的角色無庸置疑。對於我國推動科技前瞻，本研究期許未來的前瞻活動具備以下執行效益：

- 規劃未來短中長期我國應具備之重要科技，作為中程綱要計畫之參考。
- 研提科技研究議題優先順序，作為科技研發資源配置之參考。
- 建構科技規劃策略中共識形成的機制，建立跨部會、跨界或跨領域發展之合作平台。
- 擴大科技社群參與，爭取國人支持科技發展。
- 培育策略規劃人才，建立政府科技政策支援體系。

雖然以往科技前瞻之結果經常被質疑其正確性，但藉由前瞻活動的過程，更能強化政府的策略性思維，有效形塑國家的發展願景，並藉由利害關係人的廣泛參與，促進政策的透明度與降低政策執行之不確定性。目前政府組織調整的規劃下，由國科會改組成立的科技部除了延續過往的既有任務外，將肩負未來科技發展方向之擬定。將前瞻之概念融入科技部之施政中實有其必要性。為使未來科技政策決策過程確實能導入前瞻性策略規劃之基本原則，本研究提出全國科技會議議題產生機制建議、規劃委員及命題委員會之組織與任務建議及對科技部運作之建議。未來科技政策決策支援系統應負責支援科技前瞻之推行，並以國家層級策略規劃之概念，在政策制訂中，將未來可能的趨勢與外在環境的變化進行系統性分析，以嚴謹之科學方法歸納出特定政策議題下之科技意涵，以作為政策擬訂與科研資源分配之重要參考。

參考文獻

1. 李世光（2007），「我國科技發展系統科技發展系統方向與策略方向與策略之檢視」，行政院第 27 次科技顧問會議全文資料。
2. 李秉璋（2009），「由「民之所欲」探索「明日科技」-應用社經需求分析導引農業前瞻性課題」，台經月刊，第 32 卷 12 期，頁 31-40。
3. 吳政忠（2007），「科技決策與管理機制的精進」，行政院第 27 次科技顧問會議全文資料。
4. 吳學良、陳忠仁（2009），「建置科技發展支援系統先期計畫期末報告」，臺灣大學科技政策與產業發展研究中心，行政院國家科學委員會委託研究報告。
5. 柯承恩、顏清連、陳永耀、吳學良、陳忠仁（2009），「第八次全國科技會議議題發展先期研究計畫期末報告」，臺灣大學科技政策與產業發展研究中心，行政院國家科學委員會研究計畫。
6. 徐文章（2006），「前瞻方法論之比較研究」，行政院國家科學委員會 95 年度自行研究計畫成果報告。
7. 孫智麗、李宜映、黃奕儒、李秉璋（2011），「2025 台灣農業科技前瞻之發展議題分析」，台經月刊，第 34 卷 3 期，頁 70-77。
8. 鄒箴生、孫智麗、李宜映（2009），「由各國科技前瞻執行經驗提出我國農業科技前瞻發展規劃」，台經月刊，第 32 卷 12 期，頁 48-56。
9. 賴志遠、朱閔聖、邱錦田、洪文琪、葉乃菁、王玳琪、吳悅、康美鳳、陳熾妃（2006），「從技術預測走向技術前瞻—以日本第八次前瞻為例」，科技發展政策報導，第 2006_2 期，

頁 241-260。

10. Cameron, H., Loveridge, D., Cabrera, J., Castanier, L., Presmanes, B., Vazquez, L. & Van Der Meulen, B. (1996), "Technology Foresight: Perspectives for European and International Co-operation", Final Report to DG XII of the European Commission, Manchester: PREST. The University of Manchester.
11. European Commission (2006), "Using Foresight to Improve the Science-Policy Relationship", European Foresight Monitoring Network (EFMN).
12. Freeman, C. (1987). *Technology and Economic Performance, Lessons from Japan*, London Pinter Pub.
13. Georghiou, L. (1996), "The UK Technology Foresight Programme", *Future*, Vol. 28(4), pp: 359-377.
14. Georghiou, L. and Keenan, M. (2006), "Evaluation of National Foresight Activities: Assessing Rationale, Process and Impact", *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 73(7), pp:761-77.
15. Georghiou, L., Harper J.C., Keenan, M., Miles, I. and Popper, R. (2008), *The Handbook of Technology Foresight: Concepts and Practice*, Edward Elgar Publishing Limited.
16. Grupp, H., & Linstone, H.A. (1999), "National Technology Foresight Activities Around the Globe: Resurrection and New Paradigms", *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.60(1), pp.85-94.
17. Harper, J.C. and Pace, G. (2004), "The Creative Processes in Policy Making: a Case for Context in Foresight", *Proceedings of the Fifth International Conference on Creative Thinking*, Malta, pp. 21-27.
18. Henderson, R. M. and Clark, K. B. (1990), "Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms", *Administrative Science Quarterly*, Vol. 35, pp. 9~30.
19. Martin, B.R. and Johnston, R. (1999), "Technology Foresight for Wiring Up the National Innovation System", *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 60, pp: 37-54.
20. Miles, I. and Keenan, M. (2002), "Practical Guide to Regional Foresight in the UK", *Publications of the European Communities*, Luxembourg.
21. Popper, R. (2008). "How are foresight methods selected?", *Foresight*, Vol. 10(6), pp.62-89.
22. Powell, W.W., Koput, W., & Smith-Doerr, L. (1996), "Interorganizational Collaboration and the

Locus of Innovation: Network of Learning in Biotechnology”, Administrative Science Quarterly, Vol.41, pp.116-145.

23. 行政院國家科學委員會網頁 <http://web1.nsc.gov.tw/>

24. 行政院科技顧問組網頁 <http://www.stag.gov.tw/group/application/stag/index.php>

25. 行政院組織改造網頁 <http://www.rdec.gov.tw/mp14.htm>

26. 行政院農業委員會農業科技前瞻資訊網 <http://agritech-foresight.coa.gov.tw/>