前瞻科技與管理　4卷1期，1-40頁（2014年5月）
Journal of Advanced Technology and Management Vol.4, No.1, 1-40 (May, 2014)
DOI: 10.3966/222014242014050401001

因應人口結構變遷下之科技發展規劃：論科技前瞻與決策支援系統

孫智麗*
臺灣經濟研究院研究員兼生物科技產業研究中心主任

摘要

在知識經濟與全球化的衝擊下，唯有掌握科技創新趨勢並形成前瞻性發展策略，才能維持國際競爭優勢。目前，全球許多國家陸續推動科技前瞻計畫，除藉以掌握未來發展趨勢潮流，並建立決策者與參與者間之網絡關係，以創造共同願景外，亦可協助政府訂定優先發展順序與引導資源配置，以改善科技政策制定及策略規劃品質。綜觀臺灣國內各產業之經營模式、科技發展思維及決策運作機制，皆面臨轉型，如何透過科技前瞻計畫達成產官學研界對重要議題發展目標之共識，並建構科技政策支援體系，是國內決策單位之重要課題。

有鑑於政策目標設定之科技前瞻已被各國視為科技政策循環前端之重要活動，但反觀臺灣，多年來雖有若干科技前瞻計畫之進行，卻欠缺從社經議題思考科技需求所形成的策略規劃及跨領域前瞻活動。基於國內對於前瞻規劃之需求，本文先介紹科技前瞻之定義、內涵與運作程序、國際前瞻經驗；其次，再以「因應人口結構變遷下之科技發展規劃」為例，運用前瞻活動分析未來科技趨勢與我國科技發展策略；本文主要針對因應人口結構變遷下之36個科技發展項目辦理大規模專家意見德菲調查活動之結果，以「全球市場規模開發潛力」、「臺灣社會經濟需求強度」、

* 通訊作者：孫智麗
電子郵件：juliesun@tier.org.tw

「目前臺灣技術發展優勢」、「未來臺灣技術發展潛力」、「全球2025年實現可能性」等面向來分析這些科技發展項目在臺灣推動之重要性與可行性；最後，針對科技部改制為科技部後如何強化科技發展決策支援系統，提出具體建議。

關鍵詞：決策支援系統、科技前瞻、高齡化、策略規劃、德菲法

壹、前言

隨著傳統資本累積時代演進至知識經濟時代，我國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，創新的科技發展不應侷限於在既定技術領域範疇內追求技術提升，而應以更具有彈性且建構在跨界整合的基礎上尋求新的突破。在強調「知識創造、擴散與應用」的知識經濟時代，更凸顯出知識、產業與社會人文的結合。因此，政府的功能也需隨之調整，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。在此種趨勢下，如何以有限的政府資源，有效地規劃國家科技發展重點方向，以及形成推動全國科技發展的目標，乃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，已逐漸突破龐大科層架構之行政壁壘。因應此一趨勢，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（柯承恩、孫智麗、吳學良、黃奕儒、鄒篪生，2011；Georghiou and Keenan, 2006）。

在此同時，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仍有諸多可改善的空間。而檢視我國科技政策方向，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、科技部委員會議、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，例如：全國能源會議等。其中，科技部（自2014年以改名為科技部）依據《科技基本法》，每4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，導致每次會議均須重新思考議題，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）。

若欲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，以及針對現況之問題分析的策略規劃。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與政策目標之扣合度不足（吳學良、陳忠仁，2009）。

有鑑於政策目標設定之科技前瞻已被各國視為科技政策循環前端之重要活動，但我國多年來雖有若干科技前瞻計畫之進行，卻欠缺從社經議題思考科技需求所形成的策略規劃及跨領域前瞻活動。基於國內對於前瞻規劃之需求，本文先介紹科技前瞻之定義、內涵與運作程序、國際前瞻經驗；其次，再以「因應人口結構變遷下之科技發展規劃」為例，運用前瞻活動分析未來科技趨勢與我國科技發展項目；最後，針對科技部改制為科技部後如何強化科技發展決策支援系統，提出具體之建議。

貳、科技前瞻之意涵與運作程序

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（National Innovation System），指出藉由公、私部門機構間之互動網絡，可因應現階段知識導向的經濟活動，有效地進行知識的擴展。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，以及互動過程創造的刺激，方能達到知識的累積、激盪及增長（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，至為關鍵。當這些連結愈頻繁，國家創新系統在學習和創新方面會愈有效率。而科技前瞻（Technology Foresight）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成員之互動與學習，使得創新活動能更有效率（Martin and Johnston, 1999）。同時，科技前瞻旨於預測未來基礎科學與技術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，更涉及公共政策及社會利益（如表1）。有鑑於此，如何藉由科技前瞻的執行，掌握長期科技趨勢的脈絡，並引導科技政策與策略的形成，建構完善的科技基礎建設與有利於創新的發展環境，以提升國民福祉、強化國家競爭力，使經濟與社會獲得最大的效益，為刻不容緩的議題（如表2）。

表1　科技前瞻之執行效益

執行效益	科技前瞻活動成果
引導資源投入之方向及優先順序	1. 依據定義的領域範圍，建立研究及創新時程表（Roadmap） 2.依據國家發展所需（轉型經濟階段）調整科學及創新系統的配置 3. 藉由優、劣勢分析，協助建立國家性的科學及創新系統標竿，並辨認競爭威脅及合作機會 4. 強化政府的科學與創新活動，以吸引國內外投資 5. 建立資源配置之優先順序
建立網絡關係與共同願景	1. 建立網絡關係，強化面臨共同問題的團體意識 2. 建立互信，降低不同利害關係之衝突 3. 促進橫跨知識及管理領域的交流合作 4. 凸顯跨領域的合作機會
延伸知識及遠景的廣度以因應未來	1. 增加對於未來機會及挑戰的了解 2. 提供預測性知識（主要目標、成員以及趨勢）給參與者 3. 協助參與者辨認及建立未來遠景
擴大社群參與策略規劃、認同支持	1. 增加系統參與者有助於廣泛整合知識，亦有利於政策執行 2. 增加與科學、技術及創新議題的參與者 3. 提升特定議題之科技活動的認同與支持
改善科技政策制定及策略規劃品質	1. 對該領域的政策執行及公共議題提供相關資訊 2. 改善科技與創新政策執行及決策制定程序 3. 建立科技發展支援系統

資料來源：本表修正自“National Technology Foresight Activities Around the Globe: Resurrection and New Paradigms,” by L. Georghiou, J. C. Harper, M. Keenan, I. Miles, and R. Popper, 2008, *The Handbook of Technology Foresight, Concepts and Practice*, 60(1), pp. 85-94.

表2　科技前瞻之政策目標與活動內涵

政策目標	科技前瞻活動內涵
提高社會福祉與經濟成長	1. 強調經濟成長與國家競爭力 2. 強調社會福祉，包括社會、環境、文化及經濟等因素 3. 就即將出現問題的領域提出解決方案 4. 了解技術與社會間的互動
訂定技術發展的優先順序	1. 就國家技術發展項目進行調查 2. 鼓勵優先發展領域之技術開發 3. 了解不同技術間的互動，並從其互動中探究機會 4. 在基礎研究與提升產業競爭力等策略之間分配資源

表2　科技前瞻之政策目標與活動內涵（續）

政策目標	科技前瞻活動內涵
研擬技術與創新政策	1. 促進不同利害關係人間的共同合作 2. 強化技術與創新政策之規劃與執行 3. 了解前瞻的最佳方法與用途
促成國際間共同合作	1. 加強與國際間的前瞻活動合作，學習國外經驗 2. 辨識全球重要發展趨勢 3. 比較國內與國際之技術發展

資料來源：本表修正自《科技發展支援系統建置試辦計畫：我國長期及前瞻科技政策之研究、規劃（第一期成果報告）》，柯承恩、陳忠仁、郭瑞祥、吳學良、孫智麗，2010，臺北市：行政院科技部。

一、科技前瞻之定義與內涵

根據歐盟（European Union [EU], 2010）Foresight for Regional Development Network（FOREN），所謂的前瞻活動必須具備以下五項內涵：（一）「結構化預期、推測長期社會、經濟、科技發展與需求」；（二）「廣邀各方相關人士，以互動式參與方法進行探索性討論及分析」；（三）「透過互動式方法形成新的社會網絡」；（四）「闡釋並引導策略性願景，以達成對願景的共同承諾」；（五）「願景對於今日的決策、行動而言的啟示和意涵，需清楚闡明」。換言之，前瞻活動具有的共同元素，包括「涵蓋廣泛的社會與科技範疇」、「對未來發展進行優先排序建議」、「努力朝向長期而系統性的思維」、「與創新系統之發展緊密結合」、「強調不同利害關係人（stakeholder）之間的共同合作」、「嘗試刺激創造性思維並形成未來共同願景」。

至於科技前瞻，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、朱閔聖、邱錦田、洪文琪、吳悅、康美凰、陳嬿妃，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，進而利用未來願景反饋至階段性之目標與命題。觀察全球科技前瞻之演進歷程（如圖1），從1960年代起的技術預測活動，著重技術本身動態分析；其次，針對技術、市場進行同步分析，探討科技對市場的貢獻，以及科技如何受市場影響；復次，考量社會經濟之趨勢，探討社會發展、制度架構與科技之互動，將前瞻的市場觀點提高到更廣的社會層面；接著，由單一機關所推動的個別領

域科技前瞻活動，藉由科技創新系統，協調不同組織所推動的前瞻活動及資源，強調多元參與及協調整合；最新的發展（第五世代）則是因應社經重要發展趨勢或重

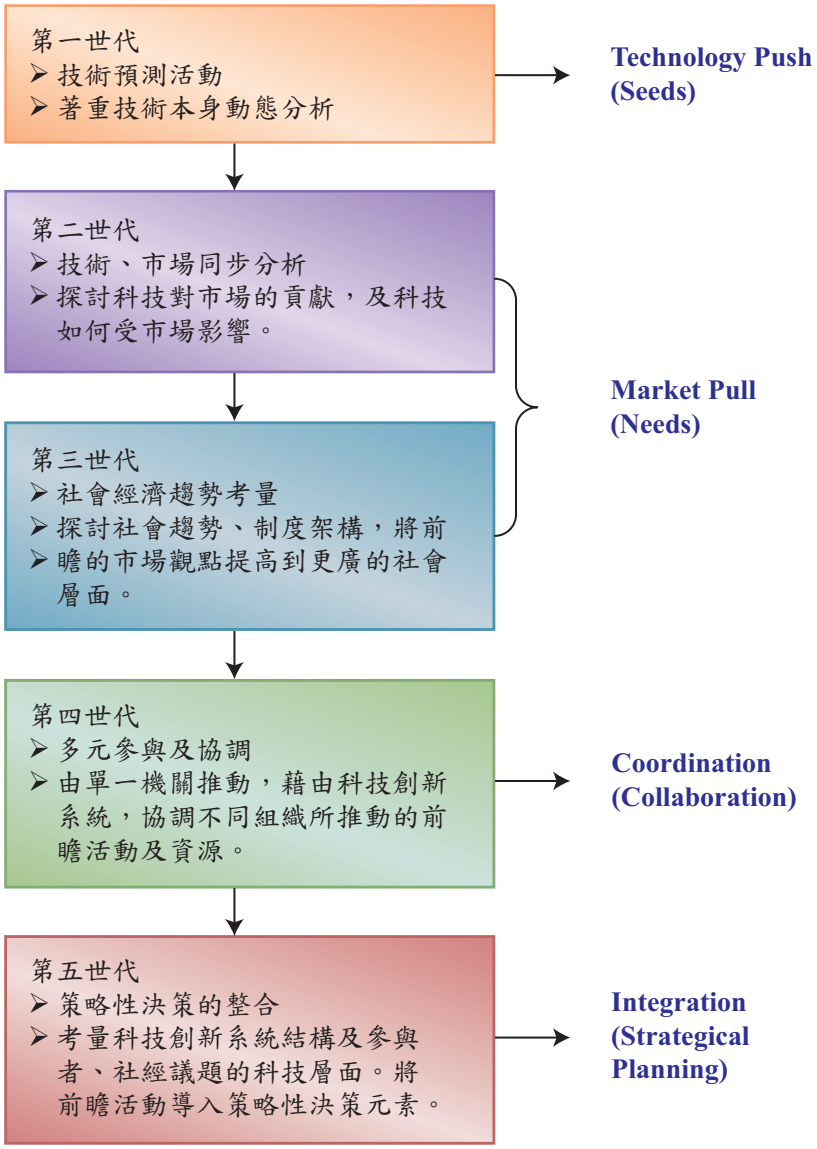

圖1　全球科技前瞻之演進歷程

資料來源：本圖修正自*The Handbook of Technology Foresight, Concepts and Practice*, by L. Georghiou, J. C. Harper, M. Keenan, I. Miles, and R. Popper, 2008, Glos, UK: Edward Elgar Publishing Limited.

大議題，運用科技前瞻活動進行策略性決策的整合，考量科技創新系統結構及參與者、社經議題的科技層面，而將前瞻活動導入策略性決策元素，型塑國家未來發展之方向，並藉以凝聚共識。

前瞻活動並沒有一體適用（One-size-fit-all）的模式，而是要依照決策情境（如長期或短期、部會層級或跨部會層級等）調整。同時，評估方式也會受許多因素（評估動機、時間點、參與者）所影響。除了決策情境或需求上的差別，前瞻活動也會遇到挑戰，包括「科技的範疇與界線並無明確的定義與區隔」、「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」、「科技評估的準則包羅萬象，難以持續和一致」，以及「未來科技發展的情境具高度不確定性，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，但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、企業家及許多非政府組織的相互合作與互動，不僅能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，獲得較少爭議之排序結果。

二、前瞻活動之運作程序與方法論

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，藉由此過程，可讓參與者對未來願景及策略進行不斷的修正調整，最終收斂得到共識（Harper and 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，並得以同時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5個階段：前瞻先期規劃（Pre-foresight）、招募（Recruitment）、產出（Generation）、行動（Action）和更新（Renewal）。另，根據國際上科技前瞻的經驗（European Commission, 2006），再將前瞻活動之運作程序分成評估、規劃、執行及回饋等4個階段。本文針對每一階段之執行內涵，再依實際執行經驗進行整合與歸納（如圖2）。

根據Georghiou et al.（2008）的整理，執行前瞻的方法多達三十餘種，各種方法對於不同前瞻執行階段的重要性各有不同。例如：倒序推演法（backcasting）在對招募和更新階段之應用程度並不高，然於產出和行動階段則具相當重要性。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：（一）第一種是技術的類型（質化、量化和半量化），其中，質性（Qualitative）方法通常偏

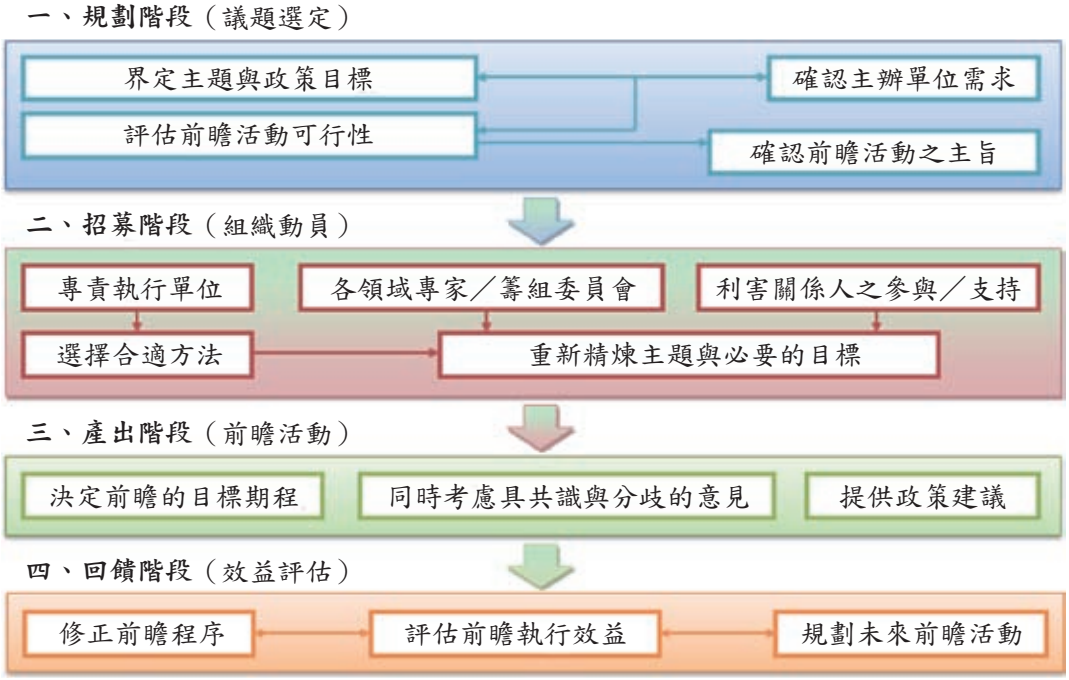

圖2　前瞻活動之運作程序與內涵

資料來源：本圖修正並整合"Using Foresight to Improve the Science-policy Relationship," by European Commission, March, 2006, http://ec.europa.eu/research/foresight/pdf/21967.pdf (accessed July 15, 2013); *The Handbook of Technology Foresight, Concepts and Practice*, by L. Georghiou, J. C. Harper, M. Keenan, I. Miles, and R. Popper, 2008, Glos, UK: Edward Elgar Publishing Limited.

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；半量性（Semi-quantitative）方法則為加入或然性與統計分析的原則來進行結果的評估。（二）第二種是依據知識來源的類型，Cameron, Loveridge, Cabrera, Castanier, Presmanes, Vasquez, and Van der Meulen（1996）提出「前瞻三角」（Triangular Structure）之概念，強調3個前瞻的主要特性：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4個象限分別定為專業性（Expertise）、互動性（Interaction）、創造力（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以顯示其特性（如圖3）。

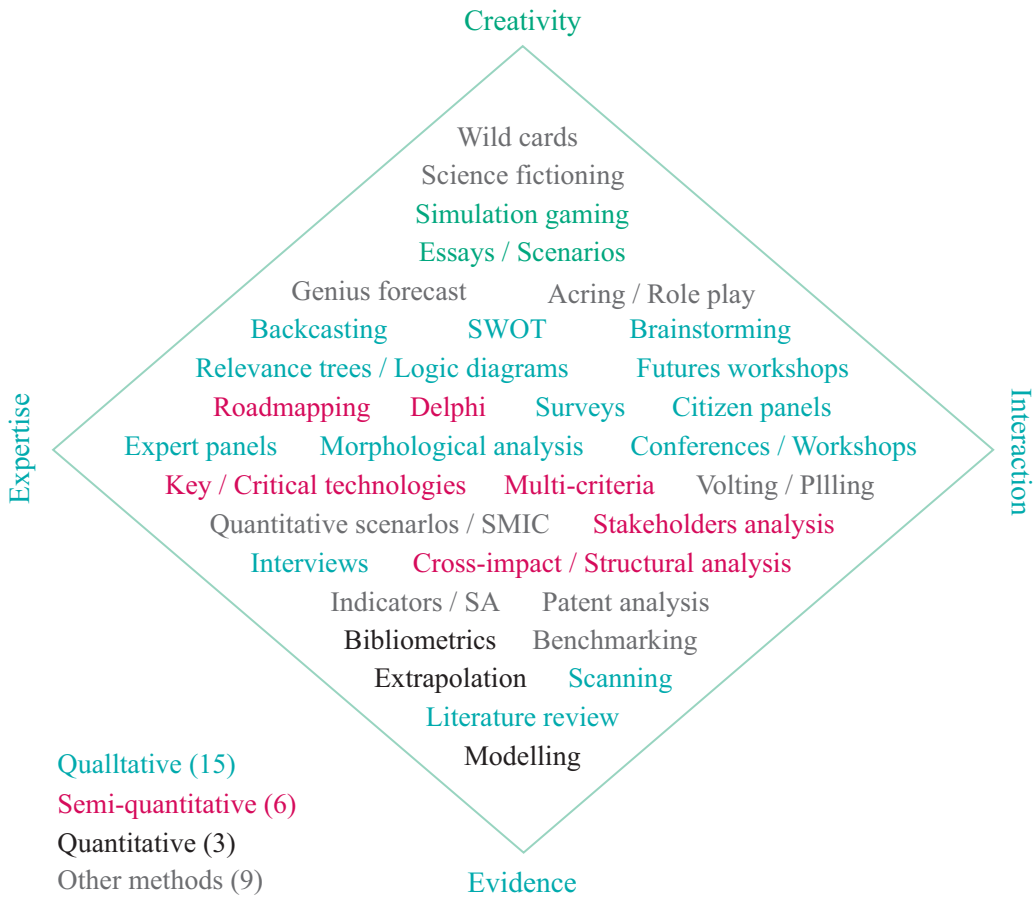

圖3　前瞻鑽石模型

資料來源：“How are Foresight Methods Selected?”, by R. Popper, 2008, *Foresight*, 10(6), pp. 62-89.

於前瞻鑽石模型中，前瞻鑽石模型的4個象限並非代表獨立、互斥的資訊來源。一個完整的前瞻活動方法架構，至少應該包含專家性、互動性、創造力與證據性等4種特性的活動設計。例如：德菲法（Delphi）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型塑共識，且可用來探索及前瞻部分特殊的事件會於何時發生及其可能性。資訊科技（Information Technology, IT）工具已應用於這些研究方法中，尤其是證據性與互動性的研究方法，對於資訊科技之依賴更深，例如：書目計量學（Bibliometrics）、網路票選（Voting/Polling）。雖然資訊科技未必使前瞻技術更有效，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科技前瞻的情境需求，也沒有一種最適的科技前瞻方法組合。在科技前瞻中，研究方法的選擇與運用和計畫目標具有高度的關聯性。許多研究方法的組合皆能生產豐富的資源可提供給利害關係人，並能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。歸納言之，前瞻研究方法必須配合目標設定，而且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、執行期程、技術基盤等，因此，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。前瞻活動執行人員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，並據以執行，進而達成前瞻活動所設定的目標。

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2006年歐盟European Foresight Monitoring Network（EFMN）之統計，2004～2007年全球有超過60個國家進行達一千六百次以上的前瞻活動。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。

彙整各國科技前瞻之比較可以發現（如表3），大多數國家執行前瞻活動之目的都與科技政策之制定有所連結，其中，日本、英國、韓國及德國等更是直接影響到科技政策之形成，在政策之關聯性方面較強；而中國、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，在政策關聯性較強的國家中，不論是採用定期或非定期方式，科技前瞻更已成為常態性的活動，特別是鄰近的日本與韓國等國，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，包括做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經需求下，讓科技的發展能更貼近國家與社會之需要。

參、因應人口結構變遷下之科技發展規劃

一、計畫緣起與運作架構

在知識經濟與全球化的衝擊下，掌握科技創新趨勢並形成前瞻性發展策略，才能維持國際競爭優勢。從1990年代開始，全球六十多個國家陸續推動科技前瞻，除

表3　各國科技前瞻之比較

國別	推動機構	推動緣由	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	做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）
韓國	科技部、國家科技委員會（NSTC）	提供前瞻科技的願景與方向、了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	做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	做為決策支援工具、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）

表3　各國科技前瞻之比較（續）

國別	推動機構	推動緣由	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）
芬蘭 Finn Sight 2015	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	提高社會對科技的了解、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 Futu RIS	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）

資料來源：本表修正自《科技發展支援系統建置試辦計畫：我國長期及前瞻科技政策之研究、規劃（第一期成果報告）》，柯承恩、陳忠仁、郭瑞祥、吳學良、孫智麗，2010，臺北：行政院科技部。

可掌握未來發展趨勢，並建立決策者和參與者間之網絡關係，以創造共同願景外，亦可協助政府訂定優先發展順序與引導資源配置，以改善科技政策制定及策略規劃品質。綜觀臺灣國內各產業之經營模式、科技發展思維和決策運作機制上皆需面臨

轉型，如何透過科技前瞻達成產官學研界對重要議題發展目標之共識，並建構科技政策支援體系，是國內決策單位之重要課題。

2009年，科技部之「科技發展支援系統建置試辦計畫」由國立臺灣大學科技政策與產業發展研究中心主辦「我國長期及前瞻科技政策之研究、規劃」，由計畫主持人柯承恩教授召集「指導委員會」，邀請智融公司董事長施振榮、中央研究院院長翁啟惠、行政院科技部副主委陳正宏、臺大醫院院長陳明豐、PCHOME ONLINE網路家庭國際資訊股份有限公司董事長詹宏志、工業技術研究院董事長蔡清彥擔任指導委員，會議中訂定2025年願景目標為「科技與人文結合之跨代和諧社會，作為華人社會之典範」，並推薦人選組成「策略專家委員會議」，以針對議題研擬發展策略（如圖4）。

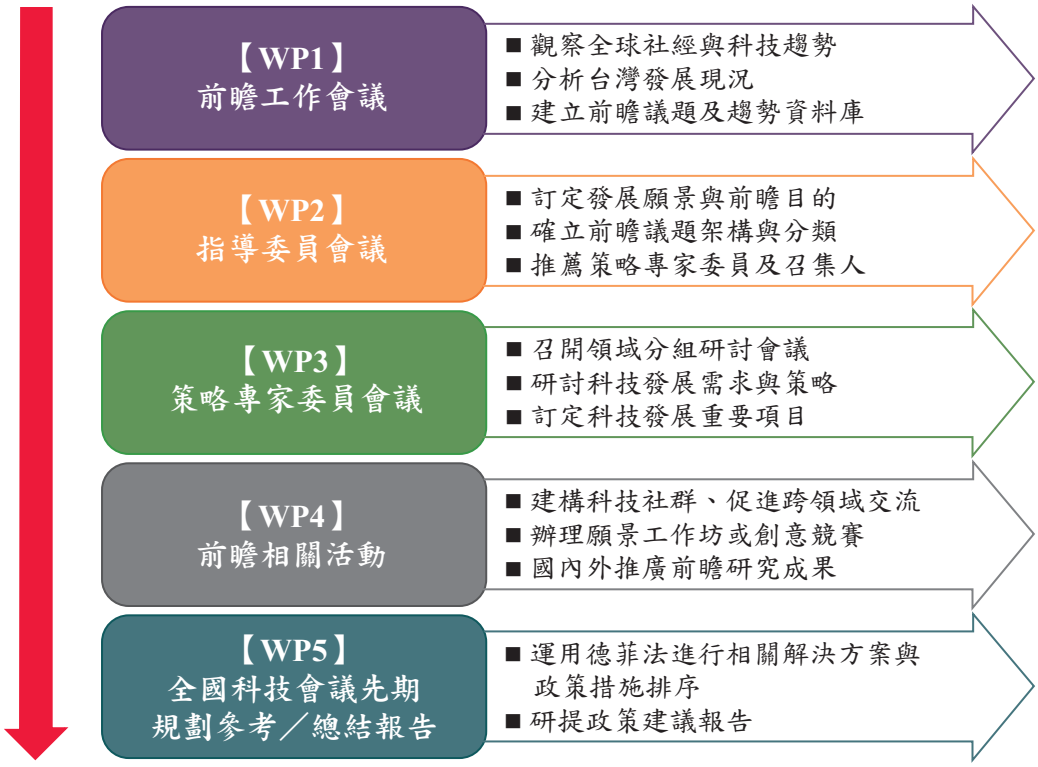

圖4　科技前瞻活動執行流程

資料來源：本表修正自《科技發展支援系統建置試辦計畫：我國長期及前瞻科技政策之研究、規劃》，柯承恩、陳忠仁、郭瑞祥、吳學良、孫智麗，2012，臺北：行政院科技部。

其中重要議題之一「高齡化社會科技發展規劃：積極『追求健康』」係委由臺灣經濟研究院生物科技產業研究中心設計執行（以下簡稱『本計畫』），於2011年7月14日及8月16日分別召開兩場「策略專家委員會議」。兩場與會之策略專家，包括生物技術開發中心執行長汪嘉林、交通大學校長吳妍華、中央研究院分子生物研究所特聘研究員沈哲鯤、工業技術研究院生醫與醫材研究所所長邵耀華、元智大學主任秘書徐業良、臺灣大學醫學院教授陳定信、榮民總醫院高齡醫學中心主任陳亮恭、臺灣大學醫學院教授陳培哲、科技部生物處處長郭明良、國家衛生研究院生技與藥物研究所所長趙宇生、臺灣大學醫學院院長楊泮池、馬偕醫學院校長魏耀揮。

二、環境掃描

本計畫蒐集並研究國際權威機構所發表之趨勢分析報告，包括英國《經濟學人》（Economist Intelligence Unit, March, 2006）的*Foresight 2020: Economic, Industry and Corporate Trends*、歐盟總署研究中心（European Commission, 2008, 2009）的*The World in 2025: A Challenge to Reason*及*The World in 2025: Rising Asia and Socioecological Transition*、美國國家情報委員會（U.S. National Intelligence Council, 2008）的*Global Trends 2025: A Transformed World*及RAND技術預測報告（Silberglitt et al., 2006）、日本科學技術政策研究所（2010）的《第九回科學技術預測調查報告》、丹麥策略研究委員會（Danish Council for Strategic Research, 2006）的*The Ageing Society 2030*、經濟合作暨發展組織（Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2009）的*Bio-Economy 2030*等，以掌握全球社會經濟之發展脈動，推演未來世界之重要趨勢。

三、議題選定

本計畫在前述國際權威機構之趨勢研究報告的基礎上，掌握全球社經發展趨勢，旨在探求臺灣未來發展的重要脈動及其所面臨的關鍵問題，並分析國內發展現況，提供「指導委員會」掌握國際發展趨勢、選定我國發展議題之參考。OECD指出，高齡化社會將成為所有OECD會員國之嚴峻挑戰（Organisation for Economic Co-operation and Development, 2008）。依據聯合國資料顯示，在1950年全世界60歲以上的人口比例為8%，2007年為11%，但到了2050年，預計將上升到22%。臺灣目前已經成為全球生育率最低的國家，根據行政院經濟建設委員會的估計（行政院經濟建設委員會〔經建會〕，2010），65歲以上人口占總人口比率在2010年超過

10%，至2017年時將增加為14%，達到「高齡社會」定義，到2025年，老年人口比率將超過20%，而邁入「超高齡社會」。此一數據顯示臺灣人口老化的速度是歐美OECD國家的兩倍，相較於其他全球政經趨勢，人口結構變遷將對臺灣社會造成重要影響（導致性別、年齡或勞動力結構失衡），據此成為本計畫科技前瞻執行之主要議題（如表4、表5、表6、圖5）（孫智麗，2012）。

表4　2010～2060年臺灣未來人口增加趨勢（中推計）

單位：千人

年別	總人口數	出生數	死亡數	自然增加	社會增加	總增加數
2010	23.165	176	150	26	19	45
2011	23,212	180	152	27	20	47
2012	23,256	179	154	25	19	44
2013	23,294	176	157	19	19	38
2014	23,326	172	159	13	19	32
2015	23,354	171	161	9	19	29
2016	23,379	169	164	5	19	25
2017	23,399	168	167	1	19	20
2018	23,416	166	169	–3	20	17
2019	23,428	165	172	–7	20	12
2020	23,437	164	175	–11	20	9
2030	23,301	154	211	–56	19	–38
2040	22,506	127	259	–132	17	–115
2050	20,935	117	319	–202	14	–188
2060	18,838	108	341	–233	11	–222

資料來源：《2010年至2060年臺灣人口推計》，行政院經濟建設委員會，2010，臺北：作者。

表5　臺灣未來人口年齡結構趨勢：三階段年齡人口推計數（中推計）

單位：千人；%

年別	0～14歲		15～64歲		65+歲		15～64歲與65+歲之比
	人數	百分比	人數	百分比	人數	百分比	
2010	3,634	15.7	17,046	73.6	2,486	10.7	6.85：1
2011	3,495	15.1	17,190	74.1	2,526	10.9	6.81：1
2012	3,355	14.4	17,302	74.4	2,598	11.2	6.66：1
2013	3,268	14.0	17,334	74.4	2,692	11.6	6.62：1

表5　臺灣未來人口年齡結構趨勢：三階段年齡人口推計數（中推計）（續）

年別	0～14歲		15～64歲		65+歲		15～64歲與65+歲之比
	人數	百分比	人數	百分比	人數	百分比	
2014	3,161	13.6	17,355	74.4	2,810	12.0	6.18：1
2015	3,030	13.0	17,382	74.4	2,942	12.6	5.91：1
2016	2,947	12.6	17,316	74.1	3,116	12.3	5.56：1
2017	2,872	12.3	17,245	73.7	3,282	14.0	5.25：1
2018	2,815	12.0	17,151	73.2	3,450	14.7	4.97：1
2019	2,766	11.8	17,037	72.7	3,625	15.5	4.70：1
2020	2,726	11.6	16,898	72.1	3,813	16.3	4.43：1
2030	2,503	10.7	15,115	64.9	5,683	24.4	2.66：1
2040	2,243	10.0	13,277	59.0	6,985	31.0	1.90：1
2050	1,922	9.2	11,078	52.9	7,935	37.9	1.40：1
2060	1,775	9.4	9,219	48.9	7,843	41.6	1.18：1

資料來源：《2010年至2060年臺灣人口推計》，行政院經濟建設委員會，2010，臺北：作者。

表6　臺灣未來工作年齡人口結構趨勢（中推計）

單位：千人；%

年別	年底工作年齡人口數						老年人口數	
	合計	15～24歲	25～34歲	35～44歲	45～54歲	55～64歲	65～79歲	80歲以上
2010	17,046	3,196	3,917	3,650	3,683	2,599	1,880	606
2020	16,898	2,653	3,273	3,916	3,551	3,505	2,918	895
2030	15,115	1,869	2,734	3,287	3,823	3,403	4,381	1,302
2040	13,277	1,687	1,947	2,749	3,215	3,680	4,575	2,410
2050	11,078	1,561	1,755	1,966	2,690	3,106	4,787	3,148
2060	9,219	1,308	1,617	1,768	1,924	2,602	4,394	3,449
年別	年齡分配百分比						占老年人口比例	
2010	100.0	18.8	23.0	21.4	21.6	15.2	75.6	24.4
2020	100.0	15.7	19.4	23.2	21.0	20.7	76.5	23.5
2030	100.0	12.4	18.1	21.7	25.3	22.5	77.1	22.9
2040	100.0	12.7	14.7	20.7	24.2	27.7	65.5	34.5
2050	100.0	14.1	15.8	17.7	24.3	28.0	60.3	39.7
2060	100.0	14.2	17.5	19.2	20.9	28.2	56.0	44.0

資料來源：《2010年至2060年臺灣人口推計》，行政院經濟建設委員會，2010，臺北：作者。

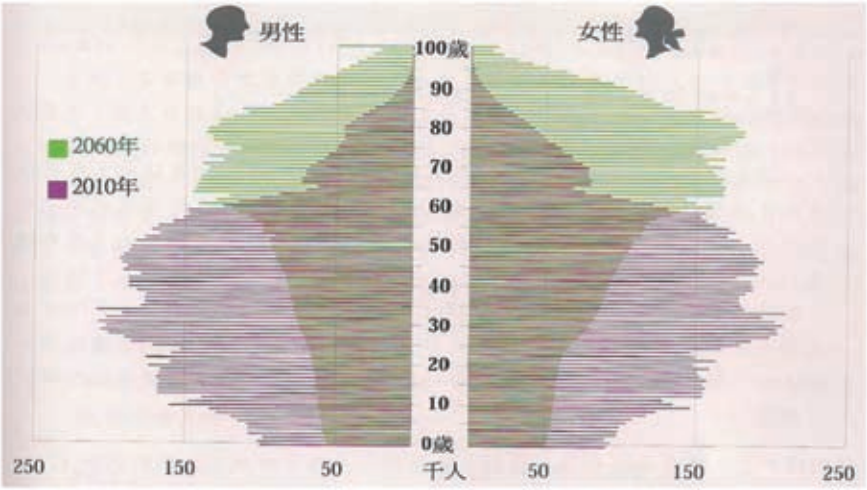

圖5　臺灣2010年與2060年人口金字塔：性別年齡結構之改變（中推計）

資料來源：《2010年至2060年臺灣人口推計》，行政院經濟建設委員會，2010，臺北：作者。

四、前瞻知識庫

本計畫亦在前述國際權威機構之趨勢研究報告的基礎上，蒐集國內相關科技前瞻研究資料（鄒篪生、孫智麗、李宜映，2009），例如：工業技術研究院（2012）中長期產業技術前瞻：2025科技群組規劃等，以系統性方式將其所規劃之科技發展項目及政策措施建立前瞻知識庫，亦做為會議背景資訊或科技發展支援系統之用，提供「策略專家委員會議」掌握國際發展趨勢、擬訂科技發展策略之參考（如表7、表8）。

表7　日本科學技術預測調查課題（部分）

・無論身在何時何地，可以安全、自由地取得資訊的Ubiquitous社會基盤環境
・日常生活中以普及運算（Ubiquitous Computing）技術來支援熱量、運動強度計算等有助維持健康的軟體
・在生活空間中配置大量感應器，除確保安全外，並能即時支援人類活動的感應器網路
・透過地方居民的通訊網路，以影像感測器（攝影機）利用影像資訊支援老弱婦孺的看護、偵測可疑分子的居民服務
・辨識持有者的聲音、記憶其經驗（位置、時間、動作、周邊情景及聲音等狀況），必要時，可以重現聲音資料來喚醒記憶的隨身型裝置（改善高齡者QOL）

表7　日本科學技術預測調查課題（部分）（續）

・讓植入人體並利用體溫或血流等身體能量、半永久性運作的健康狀態監測器或心律調節器得以實現的醫療用晶片
・利用可從體外遙控、控制，植入體內或可在血管中移動的奈米晶片、微感應器的醫療技術
・不讓人類日常運動能力退化，且必要時，能輔助運動能力的促動器（Actuator）技術（改善高齡者QOL）
・輸入目的地即能自動駕駛抵達的交通系統
・支援人類在一般家庭中生活、行動（照護、家事等）的機器人
・統整生活空間中的感測器資訊與網路資訊，能預知危險、引導前往舒適場所等有助高齡者外出的網路機器人（改善高齡者QOL）
・遠方的醫生彷彿可以和患者面對面、能聽診、觸診、不會感受到口臭等異味的遠距診療系統
・為了抑制老化，開發體內及體外使用的先進醫療電子資訊系統，使平均壽命比2010年時增加5年
・對於住在遠方的高齡者和輕度身心障礙者，其家人可在遠端安全操作的生活輔助智慧型機器人（機器人能迴避遠端操作者未察覺的危險）
・使用植入式健康管理裝置的我國（日本）人口達30%以上
・讓因傷病、年齡、身心障礙等各種原因無法參加社會活動的人可以重新參加社會活動的溝通工具：「仿人型機器人」（Humanoid）
・癌症與重症的發病風險以生物晶片確實診斷，並在極短時間內提供治療方針資訊的系統
・腦神經疾病（老人癡呆症、帕金森氏症等）的發病預測技術
・阿茲海默症和其他退化疾病的原因，從分子層次加以闡明、阻止的技術
・闡明癌細胞轉移機制
・以幹細胞移植促進腦機能障礙回復的治療法
・以iPS細胞製造由人體細胞組成的人工內臟（人工胰臟、人工腎臟、人工肝臟等）
・利用iPS細胞的再生治療技術
・避免發癌風險，以幹細胞（含iPS細胞）引導機能細胞用於疾病治療的技術
・器官移植用的長期培養、保存技術（含自體組織）
・可以在日常生活中替代視聽障礙者的視覺或聽覺的裝置／系統
・以預防生活習慣疾病為目的，量身打造的個人化機能性食品
・防止高齡者腦功能、抗氧化機能、咀嚼機能降低，可支援健康高齡社會的食品與飲食方法
・以機能預診預測為基礎的腦中風復健
・使用幹細胞再生肌腱及器官的技術
・抑制高齡者腦機能下降、系統性的癡呆症預防、治療方法
・體內任意位置均可檢測出1公釐以下的癌組織
・闡明個體的老化機制
・納入生活支援機器人的高齡者、身障者用智慧溝通型居住環境系統

表7　日本科學技術預測調查課題（部分）（續）

・高齡者及需照護人口的生理機能評估與機能回復訓練、輔助機器
・用於照護機器人的「人類－機器人之間」風險管理技術
・能正確反映生活習慣疾病的風險，基於BIO MARKER技術的療養指南
・有效預防癌症的化學藥劑（Chemopreventive Drugs）
・醫療社會及醫療都市（高齡者居住地區等）的設計技術
・開發阻止癌症轉移的藥劑
・加以預防生活習慣疾病及高齡化的家庭醫學教育
・通勤型農業（為了生活節能、對應高齡化，讓農事者也能在地方性的都市生活）
・無論都市與農村的生活環境都以公平原則進行整理，讓高齡者可以輕鬆生活，使年老後的生活據點可以自由選擇
・移植用器官的長期保存液、保存技術（心臟2天、腎臟1個月）
・使用聚乳酸之類（可分解的鞋底材料）製作組織再生型人工血管
・對於胰島素或疫苗等難以口服的藥物，開發讓口服成為可能的製藥技術
・由生體取得的組織進行脫細胞處理（Decellularization），可確保安全性的移植用心臟瓣膜
・人工角膜材料的量產技術
・製造業製程中針對高齡者和女性考量的智慧型勞力支援生產體系
・讓高齡者、身障者能輕鬆上網的資訊端末機器及軟體
・為因應超乎預期的災害，運作一套能協助將一般民眾以及高齡者、病人、傷患送出災區的系統
・針對人類老化所造成的生理機能下降（動態視力、判斷時間、誤判風險），使因應的道路構造、號誌設計能普及
・為支援住在山間等交通不便地區的高齡人口和生活習慣疾病患者，建立利用資訊科技的遠端診療、健康管理系統，即使不去醫院，也能取得必要的醫藥、療養餐點
・日常使用的行動電話能自動偵測使用者的現在位置、周遭資訊（設施、天氣、環境資訊等），以及個人屬性資料（年齡、性別、障礙、健康狀態），並據以判斷該時間地點所必需的資訊，自動提供給使用者的系統
・對於因健康上的理由導致步行或開車移動受限制的高齡人口，提供對策清單（如高齡者用電動車、不靠汽車也適合生活的住宅區）
・針對人口下降的地區，建立成熟製造業的支援系統（技術創新、關鍵技術軟體化，以利教育傳承、經濟支援、文化傳承）
・讓超高齡社會的高齡人口可以安心進行Door-to-door的移動，從地區到廣域的無縫交通系統得以普及
・讓高齡人口與孩童乘客可以安全、高速地在車道上駕駛，具備各種感應器、能迴避危險的汽車系統，並以大眾化的價格使其普及

資料來源：《第九回科學技術預測調查報告》，日本科學技術政策研究所，2010，東京：作者。

表8　丹麥策略研究委員會*The Ageing Society 2030*研究課題（部分）

・闡明自主、健康生活的決定因素，避免老年失能和長期病痛
・釐清關鍵人生階段、壓力事件與風險因子導致慢性病、失能之機制
・闡明健康行為、生活習慣、社會網絡和預防方案等影響老化相關疾病和認知功能之因素
・開發早期檢測生理和心理老化的功能指標，使壽命延續而避免失能
・應用生物及臨床研究探討老化相關疾病，開發新的治療模式
・探討個人或制度上引起「醫療老年歧視」（Medical Ageism）和「生物醫療化」（Biomedicalization）之原因及其倫理意涵
・釐清社會、性別、種族等因子造成健康行為、健康狀況、機能以及預期壽命之差異
・持續發展可增進復健，以及家庭與機構整合型照護措施之介入研究
・開發可維持與發展終生技術競爭力之相關技術
・建立以技術為基礎、普及的健康照護措施，包含產業的商業機會
・開發應用於健康服務及日常生活之資訊科技或機器人技術

資料來源：*The Ageing Society 2030*, by Danish Council for Strategic Research, 2006, Danish: Author.

五、需求分析

本計畫彙整日本科學技術預測調查課題（如表7）、丹麥策略研究委員會*The Ageing Society 2030*研究課題（如表8）、美國國家情報委員會及RAND技術預測報告（Silberglitt, Anton, Howell, Wong, Gassman, Jackson, Landree, Pfleeger, Newton, and Wu, 2006）、第一次策略專家委員會議審查與意見調查結果之35個需求性較高的科技發展項目，針對Fozard and Kearns（2006）所提出科技可以滿足人類活動之需求意涵，包括「健康及自尊」（Health & Self-esteem）、「居家及日常活動」（Housing & Daily Activities）、「溝通及治理」（Communication & Governance）、「移動及運輸」（Mobility & Transport）、「工作及娛樂」（Work & Leisure）等，於第二次策略專家委員會議進行專家意見調查，藉以分析科技發展項目之需求特性與強度，做為政府擬訂高齡化社會其未來關鍵科技發展項目之參考。

六、技術預測

本計畫亦針對第一次策略專家委員會議審查與意見調查結果之35個需求性較高的科技發展項目，於第二次策略專家委員會議針對我國應採行研發策略（分「自行研發」、「國際合作」、「國外引進」、「其他模式」），以及我國最可能實現的

「時程」等進行專家意見調查，做為政府擬訂我國因應人口結構變遷下之科技發展策略規劃之參考。

七、策略地圖

策略地圖（Roadmapping）為依據各項政策的中、長期目標，依時間序列，排定並繪製出未來前瞻科技發展藍圖，以擬訂不同階段所應採取之策略及其欲達成之目標，使科技前瞻成果可依據策略藍圖所規劃的期程階段來推動。所謂的策略，可說是達成特定價值主張之行動方針之規劃，本文因此彙整日本科學技術預測調查課題、丹麥策略研究委員會*The Ageing Society 2030*研究課題、美國國家情報委員會及RAND技術預測報告（Silberglitt et al., 2006）、第一次策略專家委員會議審查與意見調查結果之35個需求性較高的科技發展項目，嘗試以圖形方式呈現達成願景目標之行動方針路徑圖——「健康臺灣2025科技發展規劃地圖」（Taiwan 2025 Science & Technology Roadmapping）（草案），並運用之前的研究成果統計分析這些科技發展項目之全球市場規模、臺灣技術可行性、發展重要性與爭議性，做為本計畫擴大執行科技前瞻活動之設計基礎（如圖6、圖7、圖8）。

八、願景法：創意競賽

基於科技前瞻強調互動性與創造性，前瞻活動必須擴大動員、廣邀所有利害關係人參與，本計畫另以辦理前瞻徵文競賽與圖像創意競賽來進行願景法（Visioning），蒐集各界對於指導委員會議所訂定願景——「科技與人文結合之跨代和諧社會，作為華人社會之典範」之描述（或描繪）。這次徵文與圖像創意競賽於2012年3～6月間辦理，計將近一百位報名參加，所有參賽者作品經本計畫籌組評選委員會依據評選原則評分予以排序。本計畫特建置「科技前瞻交流平台」網站（www.foresight-taiwan.org.tw）納入所有入選作品，供各界瀏覽點閱，並推廣本計畫之執行成果。

九、德菲法：大規模專家意見調查

德菲法（Delphi）乃針對各種議題或關鍵技術設計德菲問卷，以調查產官學研各界專家對各項社經需求，以及科技發展議題之意見。德菲法之主要原則，在於透過各界專家一回合以上對於相關議題的討論之後，互相參照不同見解，逐步收斂對於相關議題之共識。在實踐上，德菲法的問卷設計多為整合跨領域科技之命題，通

圖6　健康臺灣2025科技發展規劃地圖（草案）

資料來源：作者自行繪製。

常需進行兩回合以上之調查，以凝聚型塑共識。

本計畫另於2012年3月3日召開第三場「策略專家委員會議」。本計畫彙整第一至三次會議討論內容及策略專家委員意見問卷調查結果、工研院中長期產業技術前瞻：2025科技群組規劃（TPP）報告、日本科學技術預測調查課題（如表7）、丹麥策略研究委員會*The Ageing Society 2030*研究課題（如表8）、美國國家情報委員會、RAND技術預測報告、OECD之*Bio-Economy 2030*等，研提科技前瞻專家意見Delphi調查36項科技發展項目（如表9）。其中，2012年諾貝爾醫學獎與化學獎分別為iPS細胞研究，以及可提供做為標靶藥物的研究（GPCRs），都在本調查項目中。

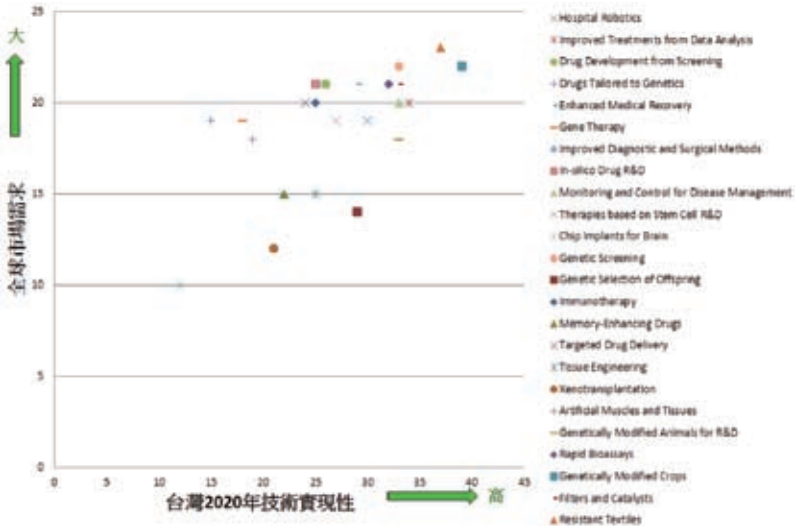

圖7　科技發展項目統計分析：臺灣2020年技術實現性與全球市場需求

資料來源：〈前瞻2020臺灣重要科技發展：新興科技前瞻與社會經濟需求專家意見量化統計分析〉，孫智麗，2009，《臺灣經濟研究月刊》，32卷2期：頁100-107。

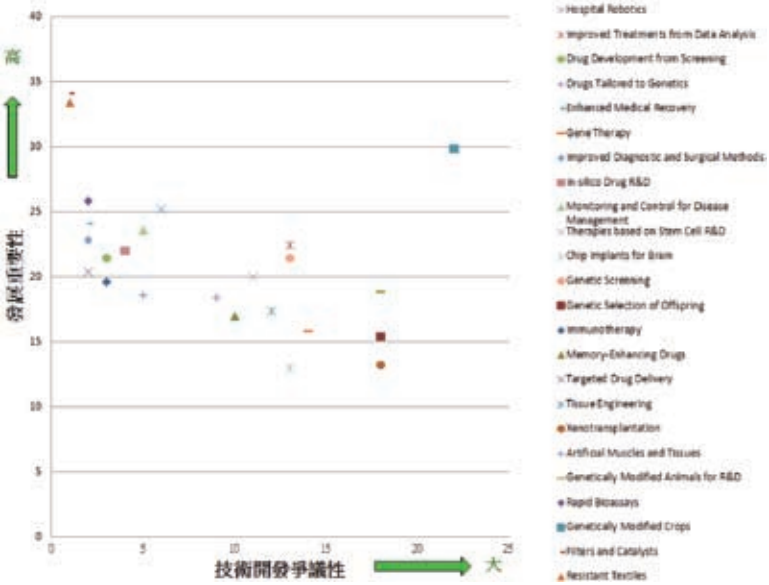

圖8　科技發展項目統計分析：技術開發爭議性與重要性

資料來源：〈前瞻2020臺灣重要科技發展：新興科技前瞻與社會經濟需求專家意見量化統計分析〉，孫智麗，2009，《臺灣經濟研究月刊》，32卷2期：頁100-107。

本計畫邀請專家針對每個科技發展項目在「全球市場規模開發潛力」、「臺灣社會經濟需求強度」、「目前臺灣技術發展優勢」、「未來臺灣技術發展潛力」、「全球2025年實現可能性」問項上給予評分（分數愈高，表示同意的程度愈大，以1至5分表示由小／低／弱至大／高／強），以利本計畫量化掌握這些科技發展項目在臺灣推動之重要性與可行性。本計畫特建置「科技前瞻線上德菲問卷」系統，以擴大規模辦理專家意見調查活動，計有一千一百位學者專家參加本計畫第一回德菲線上問卷調查活動，其中有745位專家在第一回截止日前完成全部德菲問卷填答（695份有效回卷），而有410位專家參加本計畫第二回德菲線上問卷調查活動（396份有效回卷）。本計畫初步統計結果顯示（如表10、表11、表12、表13、表14）。回卷專家對於各項科技發展項目在5個問項之量化意見的標準差變小，顯示有逐漸達成共識之現象。

表9　本計畫科技前瞻專家意見德菲調查36項科技發展項目

科技發展項目	Science & Technology	內容／說明
廣泛運用於物聯網或產業鏈之資訊運算技術	Ubiquitous Computing	藉由感測晶片與網際網路，達成物品可被定位、辨識、即時查詢、遠端監控以及遠端控制之功能，使各種物品在生產、流通、消費的各個過程，都能實現自動識別和資訊的互聯共享。相關科技包括無線射頻辨識系統（RFID）、感測網路、微型嵌入式伺服器、能量攫取器（Energy Harvester）等，透過下一世代具高速計算、低成本的網際網路予以整合。
寬頻雲端運算在醫療健康照護之應用	Broadband Access-based Cloud Computing	利用資訊壓縮、數位通訊與網路技術，提升資料傳輸效能，實現遠距醫療專家會議、電子病歷交換、醫囑資訊管理、衛教資訊管理、健康監測輔讀等工作，提升醫療照護人員工作效率。
遠距診療及健康管理系統	Remote Diagnostics and Health Care System	為了降低高齡疾病患者就診奔波的不便與辛勞，藉由家用型生理檢測裝置、電子病歷、醫學影像傳輸系統的運用，結合網路資通訊技術，實現遠距診療及遠距健康管理；即使不去醫院，也能從物流系統在家取得所需的藥品或療養餐。

表9　本計畫科技前瞻專家意見德菲調查36項科技發展項目（續）

科技發展項目	Science & Technology	內容／說明
發展老年人學習及社會網絡科技	Life Long Learning and Social Networking Development for Elderly	開發符合老人認知心理學之教材，以及操作介面友善的存取設備，誘發老人學習動機；同時透過數位化技術，搭配寬頻網路架構與數位內容供應服務機制，使老人可在家學習。此外，也開發符合老人使用習慣之網路通訊軟硬體，增進其社交網絡。
建構智慧型勞力支援生產體系	Intelligent Labor Supporting Production	開發能自主判斷作業現場狀況的機器人，其具備3D影像偵測及反應能力，適用於較複雜或重勞力生產流程。用以彌補未來人口老化、勞動力短缺的潛在問題。
生活輔助智慧型機器人	Daily Care Robotics	開發多功能的多軸全自動或半自動機械裝置，可透過程式化動作執行各項居家作業，支援人類各項生活瑣事（照護、家事等）；並結合人工智慧與感測技術的應用，提供人類生活、健康、安全、娛樂等方面的服務。另外，可應用智慧型機械人或自動化設備，例如：可自行控制的老人代步機或自動洗澡設備，降低老人摔倒機率，減少後續照護問題。
建構智慧型居家生活與照護住宅	Intelligent Housing Care	利用普及運算技術（Ubiquitous Computing）來輔助住宅中的生活起居。在住家空間中配置無所不在的微型電腦、感測器，結合網路資料串聯，實現自動門禁管理、健康照護、節能減碳、調控室內環境等功能。
建構高齡者交通無障礙環境	Barrier Free Environment for Elderly	透過日常使用的行動電話等隨身裝置，自動偵測使用者的現在位置、天氣、環境資訊等，以及個人年齡、性別、障礙、健康狀態等資料，並據以判斷該時間、地點所必需的資訊，自動提供給使用者的系統。可提供專用電動車，使高齡者不因健康上的理由而無法移動。汽車系統具備各種能迴避危險的感應器，讓乘客可以安全、高速地在車道上駕駛。
半（完全）自動之駕駛工具或代步機	Service Robotics	大多數高齡者行動不便，需要半（完全）自動之駕駛工具或代步機，包括機器人和無人駕駛車輛，使用了大量的應用技術，硬體如傳感器、處理器、動力系統，軟體如先進的系統行為、AI。達到遠程控制、半自治以及完全自主機器人系統。

表9　本計畫科技前瞻專家意見德菲調查36項科技發展項目（續）

科技發展項目	Science & Technology	內容／說明
建構適合老人健康的生活環境	Building Up Environment Friendly for Elderly	建構適合老人行動之生活環境（如無障礙設施等）；另外，可應用智慧型機械人或自動化設備，例如：可自行控制的老人代步機，降低老人摔倒機率，減少後續照護問題。在軟體方面，透過政府及公益團體，鼓勵老人參與社會活動，以維持老人健康之心理；另對於無法治療之疾病，可透過音樂或園藝療法緩和其病徵，降低老人心理不適感。
防汙抗菌的紡織品	Resistant Textiles	針對老年人服飾需求，設計紡織品具防汙、除臭等功能，改善罹患慢性病的老年人的身體健康並提升自尊。此外，廣泛使用可防止汙染物與病原附著的紡織品，供食品製造與健康照護人員穿戴，防止病原散播。
食物安全檢驗科技及生活應用	Food Safety Test Technology and Application	應用快速診斷技術檢驗特定食品病原菌及有害化學物質，例如：簡易食品安全檢測套組，快速檢測農藥、重金屬、抗生素、大腸桿菌、沙門氏桿菌等項目。
老年心理健康與社會連結促進技術	Mental Health and Social Connectivity Enhancement Technologies for Elderly	應用觸控技術，開發介面友善且適合老年者的ICT裝置。另應用雲端技術之線上立體互動多元娛樂系統，例如：線上麻將，並強化其社群討論功能；或設計簡易程式，協助年長者參與寵物飼養／園藝／音樂／繪畫等社群網站之討論。
增強人體肢體功能之機械和電子系統裝置	Human Strength Augmentation Technologies	為了協助老年和殘疾人士減少體力勞動負擔，開發機械和電子系統驅動的技術，以輔助人體肢體功能。例如：在骨骼、關節裝設機械制動器的穿戴式外骨骼，使用可穿戴式傳感器，監測和對應手臂和腿的移動，輔助佩戴者的力量和肢體控制。
個人化疾病檢測與管理	Monitoring and Control for Personal Disease Management	廣泛使用個人化監控及居家診斷系統，配合生物標示發展符合個人化需求的診療及藥物傳遞裝置，治療常見疾病，例如：糖尿病、癲癇、高血壓及高膽固醇。
醫院用自動化機器	Hospital Robotics	大量應用自動化機器如指導儀器、動作限制器等，輔助微型裝置和體內攝影機的使用等精密治療程序，降低醫事人員工作壓力，提高醫療品質。

表9　本計畫科技前瞻專家意見德菲調查36項科技發展項目（續）

科技發展項目	Science & Technology	內容／說明
精確且低侵入性之診斷及外科手術	Improved Diagnostic and Surgical Methods	由於生物科技及奈米科技的快速發展，提供更精確且低侵入性的診斷方式，甚至在某些情況下不需用外科手術治療。將3D顯示應用在身體器官或藥物交互作用，可改善診斷情況。利用微注射針頭或生物製劑裡的奈米機能性材料，配合精確的診斷實現低侵入性治療方式。奈米結構或奈米成分可結合多重特性，改進外科手術的設備。如此一來，可改進診斷精確度，大幅增加外科手術的正確性及有效性，降低患者痛苦與復原時間。
非侵入性之血管廓清術	Non-invasive Angioplasty	血管硬化阻塞為老化之主要現象之一，現行血管廓清術手術皆屬於侵入性的療法，例如：利用導管、手術等方法，將氣球、支架等生醫材料打入人體，去除大血管阻塞現象，但對下游較細的血管的阻塞並無幫助。未來發展口服或注射之藥物或抗體，以動脈內脂肪粥狀變化或硬塊為消除標靶，同時非侵入性具傳統手術沒有的優點，可降低感染風險，縮短手術恢復期，為未來醫療趨勢。
強化復原效果的醫療輔具	Enhanced Medical Recovery	增進傷、病患者之生理或心理狀態之醫療輔具，例如：針對失聰者設計的助聽器，或可直接作用在神經系統的義肢裝置，使原先行動不便者將可快速返回其工作崗位，成為社會上積極且具有生產力之角色。
標靶藥物及傳輸技術開發	Targeted Drug Delivery	癌症是國人主要死因，過去在癌症治療主要包括外科手術、化學治療及放射線治療，目前癌症治療另一選擇即標靶藥物（專一作用在腫瘤生長相關的「標靶」來抑制腫瘤）。這些「標靶」包括與腫瘤生長相關的接受體、基因或訊息傳遞路徑及腫瘤血管新生因子等；由於標靶藥物作用在特定位置，因此，相較於傳統化學藥物對正常細胞的影響較小，也較不會有噁心嘔吐、血球抑制或掉髮等副作用。
免疫療法	Immunotherapy	利用病患自身的免疫細胞，攻擊並摧毀身體內的有害物質，例如：腫瘤或微生物。可提供更有效的癌症治療法，甚至有可能用來治療其他嚴重疾病（如AIDS）。

表9　本計畫科技前瞻專家意見德菲調查36項科技發展項目（續）

科技發展項目	Science & Technology	內容／說明
奈米藥物傳輸技術	Nano-drug Delivery Technology	以具有追蹤或釋藥能力之奈米載體／賦形劑，將藥物帶至病灶進行治療之技術。例如：奈米級「微脂體」藥物傳輸系統，把藥物包在微脂體中，一方面，改變原來藥物的動力學提高藥物在血液中循環的時間、增加藥物在腫瘤組織或發炎組織的濃度；另一方面，藥物因包裹在微脂體內，可減低藥物對正常組織之毒害，減少不良的副作用。未來可在微脂體表面加入特定的細胞辨識物（Cell-specific Ligands），來促進它和目標細胞的作用，達成藥物的定點釋放。
以基因為基礎的個人化藥物	Personalized Medicine / Drugs Tailored to Genetics	由於藥物對於不同個體的藥效有所差異，故所謂「藥物基因體學」（Pharmacogenomics）即尋找可能與藥物代謝及生理作用有關的基因，以及對藥物使用上的研究。臨床醫師運用檢測技術分析病患的藥物基因體，選擇最適的治療藥物、劑量、用藥途徑及使用頻率等；也能提早發現病患不宜使用的藥物種類，避免可能產生之嚴重藥害。透過藥物基因體學發展出的個人化醫藥（Personalized Medicine）概念，依據基因組成來設計藥物以加速新藥開發（進行藥物客製化），除有潛力開發出特定疾病的治療藥物外，也能讓醫療人員更安全地運用藥物，提升治癒機會。
幹細胞療法（iPS細胞研究）	Therapies based on Stem Cell (iPS) R&D	透過幹細胞的研究與發展，特別是指誘導多功能幹細胞（iPS細胞），以開發出新型醫療方式或藥物。幹細胞研發的進展，將可開啟醫療研究及教育的嶄新之道；幹細胞的研發多著重在再生醫學領域，例如：腦神經系統退化及損傷，或血癌治療，可回復增進人類健康。
活體組織工程技術	Tissue Engineering	活體組織經過設計及組織工程後，可用來進行器官移植或替換。活體組織工程技術將排斥及復發的可能性降至最低，提供傷、病患者不一樣的治療選項。此技術將會影響慢性病或原先無法治療徵狀（如角膜受損及神經受損）之患者，使其對社會更有貢獻。

表9　本計畫科技前瞻專家意見德菲調查36項科技發展項目（續）

科技發展項目	Science & Technology	內容／說明
增強記憶力藥物	Memory-Enhancing Drugs	可強化記憶力或選擇性移除記憶的藥物。在醫療上，可克服記憶喪失、疼痛復發或損壞的記憶所造成之障礙；也可應用於教育上，增強記憶力強化學習效果。
強化人類認知能力之藥品或植入裝置	Human Cognitive Augmentation Technologies	為了治療老年失智症或強化老人認知能力，運用包括藥物、植入裝置、虛擬學習環境和可穿戴式裝置以強化人類認知能力。例如：1. 以訓練軟體來開發神經可塑性、增進個人天生能力；2. 以可穿戴式和可植入式裝置來強化視覺、聽覺和記憶；3. 運用生物和資訊科技來增強人生各階段的心智表現。
基因篩檢	Genetic Screening	經由基因篩檢來檢測個人是否有罹患特殊疾病的風險，提供的醫學資訊可使人們可採取一些預防措施或治療，以降低特定疾病的發病率與死亡率。
老化人口感染症的預防及治療	Prevention and Treatment of Infection Disease for Elderly	由於老年人免疫力下降，常因微生物侵入體內而罹患感染症，感染為老化人口健康的重要議題，可加強感染症的預防及治療，以提升老人身體健康。
預防醫學（中草藥、疫苗、檢測）	Preventive Medicine (Chinese Herbal Medicine, Vaccine, Diagnostics)	預防勝於治療，讓全球90%的健康人不生病，為預防醫學的目的。透過健康促進與疾病預防，避免身心疾病的發生，例如：使用中草藥達到保健功效，透過疫苗接種預防感染症，利用檢測技術發現疾病早期危險因子，早期介入以保持健康。
心血管代謝健康研究	Cardio-metabolic Health Research / Active Control of Obesity and Metabolic Disease	進行血壓、血糖、血脂等代謝症候群參數研究，以及相關的心血管疾病與併發症研究，並以體重控制、改善生活型態的方式預防肥胖和心血管代謝疾病。
強化骨骼肌肉系統	Musculoskeletal Strengthening Research	進行肌肉骨骼之功能強化、傷害降低，以及延緩因老化造成的骨骼脆弱等研究，應用於身體基本功能之維持，增強自我照護能力。除骨質疏鬆之外，肌少症（Sarcopenia）成為全球針對老化研究之重要方向，對於老人健康具有深遠影響。

表9　本計畫科技前瞻專家意見德菲調查36項科技發展項目（續）

科技發展項目	Science & Technology	內容／說明
高齡者疾病和衰老機制研究	Biogerontechnology	有關疾病和老化在細胞與分子層次的研究，應用於新科技之發展，以闡明和治療疾病及老齡人口的失能現象。輔助科技包括運用於即時監測人體健康的生物感測器之改進、健全的資訊科技、普遍存在的DNA定序、DNA特異性藥物，以及全面標靶藥物傳輸機制。
心智的組成及儲存重建	Novel Neuroscience Technology in Retrieving & Reproducing for Mind	人體不可再生組織如神經、心智，隨著年齡老化而衰退，透過神經科學研究，全面了解心智成分、組成、複製與重建，則可有效解決老化帶來的失智症問題。
成癮研究	Mechanism & Intervention of Addiction	對食物「成癮」、過度依賴和過度需求，是造成肥胖的可能原因，透過精神科學研究與治療，改善成癮現象，為解決此一疾病之重要方法。
失能預防研究	Disability Prevention Research	因應高齡化社會發展，應處理老人「失能」（Disability）問題，若能維持其功能，就可減少許多負擔，而失能與疾病、社會、文化與支持系統（Supporting System）有關。因此，隨著國人平均壽命延長，失能情況正在擴大，健康照護（Healthcare）的重要課題為如何壓縮「失能」現象，也就是維繫一個最適功能（Optimal Function）直到老死，包括腦中風預防／治療與復健、失智症的預防與治療及社區化認知功能訓練、骨關節疾病預防與治療等。

資料來源：《科技發展支援系統建置試辦計畫：我國長期及前瞻科技政策之研究、規劃》，柯承恩、陳忠仁、郭瑞祥、吳學良、孫智麗，2010，臺北：行政院科技部。

表10　全球市場規模開發潛力：專家意見德菲調查統計前10名

科技發展項目	平均值	標準差
標靶藥物及傳輸技術開發	4.47	0.78
食物安全檢驗科技及生活應用	4.44	0.79
精確且低侵入性之診斷及外科手術	4.41	0.77
心血管代謝健康研究	4.40	0.81
個人化疾病檢測與管理	4.36	0.77

表10　全球市場規模開發潛力：專家意見德菲調查統計前10名（續）

科技發展項目	平均值	標準差
免疫療法	4.33	0.82
預防醫學（中草藥、疫苗、檢測）	4.33	0.83
建構適合老人健康的生活環境	4.33	0.79
基因篩檢	4.32	0.84
老化人口感染症的預防及治療	4.31	0.82
總平均	4.20	

資料來源：本計畫專家意見德菲調查第二回合統計（2012年）。

表11　臺灣社會經濟需求強度：專家意見德菲調查統計前10名

科技發展項目	平均值	標準差
食物安全檢驗科技及生活應用	4.26	0.87
預防醫學（中草藥、疫苗、檢測）	4.23	0.84
心血管代謝健康研究	4.23	0.85
標靶藥物及傳輸技術開發	4.20	0.85
老化人口感染症的預防及治療	4.19	0.87
精確且低侵入性之診斷及外科手術	4.14	0.83
建構適合老人健康的生活環境	4.12	0.87
免疫療法	4.06	0.85
個人化疾病檢測與管理	4.04	0.85
高齡者疾病和衰老機制研究	4.04	0.92
總平均	3.92	

資料來源：本計畫專家意見德菲調查第二回合統計（2012年）。

表12　目前臺灣技術發展優勢：專家意見德菲調查統計前10名

科技發展項目	平均值	標準差
防汙抗菌的紡織品	3.87	0.87
預防醫學（中草藥、疫苗、檢測）	3.81	0.87
食物安全檢驗科技及生活應用	3.80	0.91
寬頻雲端運算在醫療健康照護之應用	3.73	0.85
遠距診療及健康管理系統	3.66	0.86
建構智慧型居家生活與照護住宅	3.66	0.91
個人化疾病檢測與管理	3.64	0.87

表12　目前臺灣技術發展優勢：專家意見德菲調查統計前10名（續）

科技發展項目	平均值	標準差
心血管代謝健康研究	3.61	0.85
基因篩檢	3.60	0.90
強化復原效果的醫療輔具	3.59	0.87
總平均	3.42	

資料來源：本計畫專家意見德菲調查第二回合統計（2012年）。

表13　未來臺灣技術發展潛力：專家意見德菲調查統計前10名

科技發展項目	平均值	標準差
食物安全檢驗科技及生活應用	4.02	0.82
防汙抗菌的紡織品	3.99	0.86
寬頻雲端運算在醫療健康照護之應用	3.97	0.79
預防醫學（中草藥、疫苗、檢測）	3.96	0.83
廣泛運用於物聯網或產業鏈之資訊運算技術	3.89	0.77
個人化疾病檢測與管理	3.86	0.85
建構智慧型居家生活與照護住宅	3.86	0.86
遠距診療及健康管理系統	3.85	0.83
發展老年人學習及社會網絡科技	3.79	0.85
強化復原效果的醫療輔具	3.77	0.84
總平均	3.61	

資料來源：本計畫專家意見德菲調查第二回合統計（2012年）。

表14　全球2025年實現可能性：專家意見德菲調查統計前10名

科技發展項目	平均值	標準差
食物安全檢驗科技及生活應用	4.09	0.89
寬頻雲端運算在醫療健康照護之應用	4.04	0.87
防汙抗菌的紡織品	4.01	0.92
遠距診療及健康管理系統	3.98	0.84
心血管代謝健康研究	3.93	0.84
個人化疾病檢測與管理	3.93	0.87
精確且低侵入性之診斷及外科手術	3.93	0.90
廣泛運用於物聯網或產業鏈之資訊運算技術	3.91	0.86
基因篩檢	3.88	0.92

表14　全球2025年實現可能性：專家意見德菲調查統計前10名（續）

科技發展項目	平均值	標準差
強化復原效果的醫療輔具	3.88	0.84
總平均	3.72	

資料來源：本計畫專家意見德菲調查第二回合統計（2012年）。

本文歸納本計畫執行專家意見德菲調查統計結果發現，不論從全球市場規模開發潛力、臺灣社會經濟需求強度、目前臺灣技術發展優勢、未來臺灣技術發展潛力，或是全球2025年實現可能性來觀察，「食物安全檢驗科技及生活應用」及「個人化疾病檢測與管理」都是重要的科技發展項目。

肆、結論與建議

藉由科技前瞻活動的設計執行，更能強化政府的策略性思維，有效型塑國家的發展願景，且藉由利害關係人的廣泛參與，並能促進政策的透明度與降低政策執行之不確定性。目前在政府組織調整的規劃下，由科技部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訂，因此，科技前瞻之運作概念融入科技部之決策過程中實有其必要性。為使未來科技政策決策過程具前瞻性策略規劃之概念，科技部應成立科技前瞻專責單位（如表15）做為未來科技政策決策支援系統、並負責推行整合不同議題或領域之科技前瞻活動成果，以國家層級進行策略規劃，在科技政策決策過程中，將未來可能的趨勢與外在環境的變化進行系統性分析，歸納出特定社經議題下之科技發展意涵，以做為政策制定與資源分配之重要參考。

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，本文期許未來的前瞻活動產生以下執行效益：一、辨識全球科技發展趨勢與機會，分析我國科技發展之國際競爭力及發展策略；二、規劃未來短、中、長期我國應具備之重要科技，做為中程綱要計畫研提依據；三、研提科技研究議題優先順序，做為科技研發資源配置之參考；四、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；五、擴大科技社群參與，爭取國人支持科技發展；六、培育策略規劃人才，建立政府科技政策支援體系。

表15　科技發展決策支援系統之階段任務與功能

科技發展決策支援系統（科技前瞻專責單位） 科技情報蒐集、即時議題回應、科技動態報導、效益評估分析、建立知識庫			
研究階段	分析階段	規劃階段	執行階段
1. 全球環境掃描 2. 國際趨勢觀察 3. 新興議題偵測	1. 社經需求分析 2. 科技前瞻方法 3. 專家意見調查 4. 國內現況盤點 5. 競爭態勢分析	1. 成立專責小組 2. 策略目標規劃、議題架構設計 3. 籌組指導委員會（召集人、委員、會議） 4. 籌組策略專家委員會（分N領域／議題：召集人、委員、會議） 5. 研提「全國科技會議」題綱（草案）	1. 舉辦「全國科技會議」 2. 彙整研提「國家科學技術發展計畫」（草案） 3. 出版前瞻報告 4. 建構科技社群 5. 推廣科技成果 6. 跨業交流平台 7. 國際合作管道

參考文獻

工業技術研究院，2012，《中長期產業技術前瞻：2025科技群組規劃》，新竹：作者。

日本科學技術政策研究所，2010，《第九回科學技術預測調查報告》，東京：作者。

行政院經濟建設委員會，2010，《2010年至2060年台灣人口推計》，臺北：作者。

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（行政院科技部委託研究報告）》，臺北：國立臺灣大學科技政策與產業發展研究中心。

柯承恩、孫智麗、吳學良、黃奕儒、鄒篪生，2011，〈科技前瞻與政策形成機制：以農業科技前瞻為例〉，《管理科技學刊》，16卷3期：頁1-28。

柯承恩、陳忠仁、郭瑞祥、吳學良、孫智麗，2010，《科技發展支援系統建置試辦計畫：我國長期及前瞻科技政策之研究、規劃（第一期成果報告）》，臺北：國立臺灣大學科技政策與產業發展研究中心。

柯承恩、陳忠仁、郭瑞祥、吳學良、孫智麗，2012，《科技發展支援系統建置試辦計畫：我國長期及前瞻科技政策之研究、規劃與建議期末報告（行政院科技部委託研究報告）》，臺北：國立臺灣大學科技政策與產業發展研究中心。

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（行政院科技部委託研究報告）》，臺北：國立臺灣大學科技政策與產業發展研究中心。

孫智麗，2009，〈前瞻2020臺灣重要科技發展：新興科技前瞻與社會經濟需求專家意見量化統計分析〉，《臺灣經濟研究月刊》，32卷12期：頁100-107。

孫智麗，2012，〈因應人口結構變遷下之科技發展規劃〉，《臺灣經濟研究月刊》，35卷3期：頁20-40。

鄒篪生、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〉，《臺灣經濟研究月刊》，32卷12期：頁48-56。

賴志遠、朱閔聖、邱錦田、洪文琪、葉乃菁、王玳琪、吳悅、康美凰、陳嬿妃，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》，2期：頁241-260。

Cameron, H., Loveridge, D., Cabrera, J., Castanier, L., Presmanes, B., Vasquez, L., and Van der Meulen, B., 1996, *Technology Foresight: Perspectives for European an International Co-operation*, Report to DG XII of the European Commission, Manchester: PREST.

Danish Council for Strategic Research, 2006, *The Ageing Society 2030*, Danish: Author.

Economist Intelligence Unit, March, 2006, "Foresight 2020: Economic, Industry and Corporate Trends," http://graphics.eiu.com/files/ad_pdfs/eiuForesight2020_WP.pdf (accessed July 15, 2013)

European Commission, March, 2006, "Using Foresight to Improve the Science-policy Relationship," http://ec.europa.eu/research/foresight/pdf/21967.pdf (accessed July 15, 2013)

European Commission, 2008, *The World in 2025: A Challenge to Reason*, Paris, France: Author.

European Commission, 2009, *The World in 2025-Rising Asia and Socio-ecological Transition*, Paris, France: Author.

European Union, 2010, *Foresight for Regional Development Network*, Paris, France: Author.

Fozard, J. L., and Kearns, W. D., 2006, "Persuasive Gerontechnology: Reaping Technology's Coaching Benefits at Older Age," *Lecture Notes in Computer Science*, 3962, 199-202.

Freeman, C., 1987, *Technology and Economic Performance, Lessons from Japan*, London, UK: Pinter Pub.

Georghiou, L., 1996, "The UK Technology Foresight Programme," *Future*, 28(4), 359-377.

Georghiou, L., and Keenan, M., 2006, "Evaluation of National Foresight Activities: Assessing Rationale, Process and Impact," *Technological Forecasting and Social Change*, 3(7), 761-777.

Georghiou, L., Harper J. C., Keenan, M., Miles, I., and Popper, R., 2008, *The Handbook of Technology Foresight: Concepts and Practice*, Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited.

Grupp, H., and Linstone, H. A., 1999, "National Technology Foresight Activities Around the Globe: Resurrection and New Paradigms," *Technological Forecasting and Social Change*, 60(1), 85-94.

Harper, J. C., and Pace, G., 2004, "The Creative Processes in Policy Making: A Case for Context in Foresight," in *Proceedings of the Fifth International Conference on Creative Thinking*, Malta: University of Malta, 21-27.

Martin, B. R., and Johnston, R., 1999, "Technology Foresight for Wiring Up the National Innovation System," *Technological Forecasting and Social Change*, 60, 37-54.

Miles, I., and Keenan, M., 2002, *Practical Guide to Regional Foresight in the UK*,

Luxembourg: Publications of the European Communities.

Organisation for Economic Co-operation and Development, 2008, *Trends Shaping Education-2008 Edition*, Paris, France: Author.

Organisation for Economic Co-operation and Development, 2009, *The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda*, Paris, France: Author.

Popper, R., 2008, "How are Foresight Methods Selected?," *Foresight*, 10(6), 62-89.

Powell, W. W., Koput, W., and Smith-Doerr, L., 1996, "Interorganizational Collaboration and the Locus of Innovation: Network of Learning in Biotechnology," *Administrative Science Quarterly*, 41, 116-145.

Silberglitt, R., Anton, P. S., Howell, D. R., Wong, A., Gassman, N., Jackson, B. A., Landree, E., Pfleeger, S. L., Newton, E., and Wu, M. F., 2006, *The Global Technology Revolution 2020, In-depth Analyses*, Santa Monica, CA: RAND.

U.S. National Intelligence Council, 2008, *Global Trends 2025: A Transformed World*, Washington, DC: Author.

收件日期：2013年08月07日
修正日期：2013年10月03日
採用日期：2014年02月05日

前瞻科技與管理　4卷1期，1-40頁（2014年5月）
Journal of Advanced Technology and Management Vol.4, No.1, 1-40 (May, 2014)

Technology Foresight and Decision Supporting System for S&T Planning On Demographic Change

Julie Chih-Li Sun*
Research Fellow, and Director of Biotechnology Industry Study Centre, Taiwan Institute of Economic Research

Abstract

Confronting the challenges of globalization and knowledge-based economy, Taiwan government, the National Science Council (NSC), attempts to revitalize national innovation system and to reinforce S&T policy supporting system, so commissioned a pilot project to National Taiwan University (NTU), and then subcontracted to Taiwan Institute of Economic Research (TIER). This is a three-year project from 2009 to 2012, including foresight activities such as demand survey, trend analysis, horizon scanning, scenario, visioning, essays (competition), workshops, roadmapping, and two-round Delphi. This paper is aimed to introduce the framework of the project and to analyze the major output of the project based on the expert opinion by large scale Delphi survey.

The project set up a task force from 2009 to build up the database including social needs, technological trends, critical issues, and S&T policies nationwide and worldwide. Under the support of NSC, NTU set up the Steering Committee of 7 members to decide the purpose, structure, and target year of the project. In order to link the foresight and S&T policy, the project set up the Strategy Formation Committee of 12 members, to figure out the research topics to meet the demand of ageing society in Taiwan in 2025. Then the Planning Committee proposed the final 36 research topics and the key questions as the main part of Delphi questionnaire. In 2012 TIER built up an online survey system

* Corresponding Author: Julie Chih-Li Sun
E-mail: juliesun@tier.org.tw

to execute two rounds of Delphi survey, and approximately 1,100 scientists and experts participated. Based on the survey, the papers analyzed 36 research topics in terms of global market size, domestic societal needs, local technology strength, future development potential, and the feasibility in 2025.

Keywords: decision supporting system, technology foresight, ageing, strategic planning, Delphi