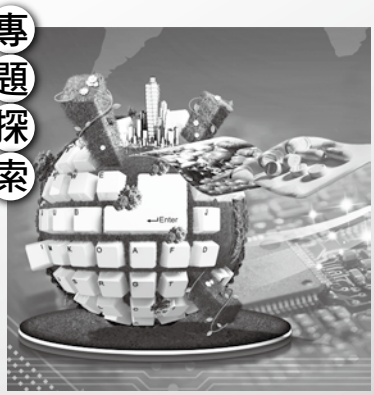
專題探索



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

有鑑於科技前瞻已被各國視為科技政策循環前端之重要活動，反視我國雖有若干科技前瞻計畫之進行，惟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，再以「因應人口結構變遷下之科技發展規劃」為例，最後提出對國科會未來改制為科技部後，如何強化科技發展決策支援系統之建議。

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、且建構在跨界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，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（柯承恩等，2011）。

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。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、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（吳學良等，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，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（柯承恩等，2011）。

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，反視我國多年來雖有若干科技前瞻計畫之進行，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發展策略，最後提出對國科會未來改制為科技部後，如何強化科技發展決策支援系統之建議。

前瞻活動並沒有一體適用的模式，而是要依照決策情境作調整，同時評估方式也會因評估動機、時間點、參與者等因素的影響，導致決策情境或需求上的差別。

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)，

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.突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，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.改善科技及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Georghiou, et al. (2008)，The Handbook of Technology Foresight, Concepts and Practice。

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（表1、表2）。

（一）科技前瞻之定義、內涵

根據歐盟「Foresight for Region Development Network(FOREN)」，所謂的前瞻活動必須具備以下五項內涵：「結構化預期、推測長期社會、經濟、科技發展與需求」；「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」；「透過互動式方法形成新的社會網絡」；「闡釋並引導策略性願景，以達成對願景的共同承諾」；「願景對於今日的決策、行

表2　科技前瞻之政策目標與活動內涵

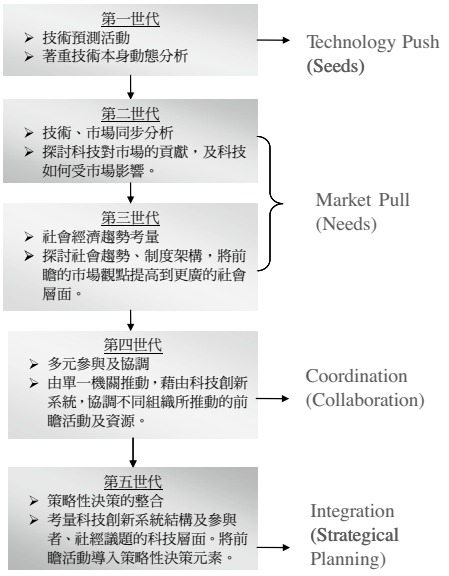
政策目標	科技前瞻活動內涵
提高社會福祉與經濟成長	1.強調經濟成長與國家競爭力 2.強調社會福祉，包括社會、環境、文化及經濟等因素 3.就即將出現問題的領域提出解決方案 4.了解技術與社會間的互動
訂定技術發展的優先順序	1.就國家技術發展項目進行調查 2.鼓勵優先發展領域之技術開發 3.了解不同技術間的互動，並從其互動中探究機會 4.在基礎研究與提升產業競爭力等策略之間分配資源
研擬技術與創新政策	1.促進不同利害關係人間的共同合作 2.強化技術與創新政策之規劃與執行 3.了解前瞻的最佳方法與用途
促成國際間共同合作	1.加強與國際間的前瞻活動合作，學習國外經驗 2.辨識全球重要發展趨勢 3.比較國內與國際之技術發展

資料來源：本表修正自國科會「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(2010)。

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，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。觀察全球科技前瞻之演進歷程（圖1），首先強調

圖1　全球科技前瞻之演進歷程



資料來源：本圖修正自Georghiou, et al. (2008), The Handbook of Technology Foresight, Concepts and Practice。

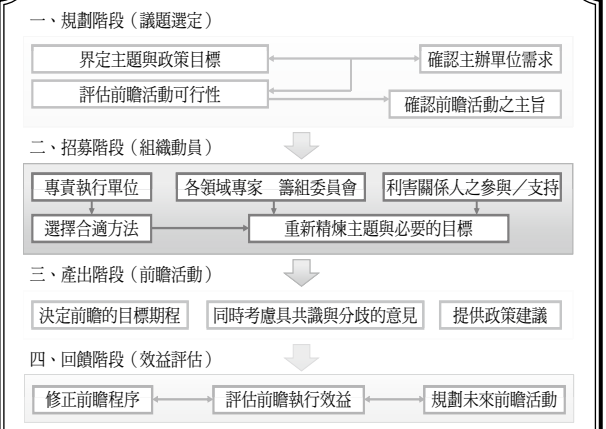
在預測的精確性及結果的擴散；其次提出優先順序，並建立產業界、學者網絡，使之成為主要的評估方式；然後是利害關係人之參與及評估，以尋求共識與發掘前瞻技術；接著演變成為科學和創新系統的分配角色，各組織基於彼此協調的原則下，運用前瞻活動因應不同社經需求議題；最後考量科技創新系統結構及參與者、社經議題的科技層面，將前瞻活動導入策略性決策元素。

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、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」；「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，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，獲得較少爭議之排序結果。

（二）前瞻活動之運作程序、方法論

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European Commission(2006), Using Foresight to Improve the Science-Policy Relationship(EFMN)及Georghiou, et al.(2008), The Handbook of Technology Foresight, Concepts and Practice。

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)。另根據國際上科技前瞻的經驗(European Commission, 2006)，將前瞻活動之運作程序分成評估、規劃、執行及回饋等四個階段，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（圖2）。

根據Georghiou et al.(2008)的整理，執行前瞻的方法多達30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(backcasting)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，第一種是技術的類型（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，來進行結果的評估。第二種是依據知識來源的類型，Cameron et al.(1996)提出「前瞻三角」(triangular structure)之概念強調三個前瞻的主要特性：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，而將模型的四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（圖3）。

於前瞻鑽石模型中，前瞻鑽石模型的四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，應該至少包含專家性、互動性、創造力與證據性四種特性的活動設計。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

圖3　前瞻鑽石模型(Foresight Diamond)

資料來源：Popper(2008)。

次數來凝聚形塑共識；同樣的，他們也可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(IT)的工具，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IT技術之依賴更深（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。科技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、執行期程、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據以執行，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2004~2007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。

彙整各國科技前瞻之比較可以發現（表3），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、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。

我國推動科技前瞻活動的意義與預期效益：(1)辨識全球科技趨勢與機會；(2)規劃短中長期我國應具備之重要科技；(3)研提議題優先順序；(4)建立跨領域發展合作平台；(5)擴大科技社群參與；(6)培育策略規劃人才等。

因應人口結構變遷下之科技發展規劃

（一）計畫緣起、組織架構

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60多個國家陸續透過科技前瞻推動，除掌握未來發展趨勢潮流，並建立決策者與參與者之間網絡關係以創造共同願景，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。綜觀台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。

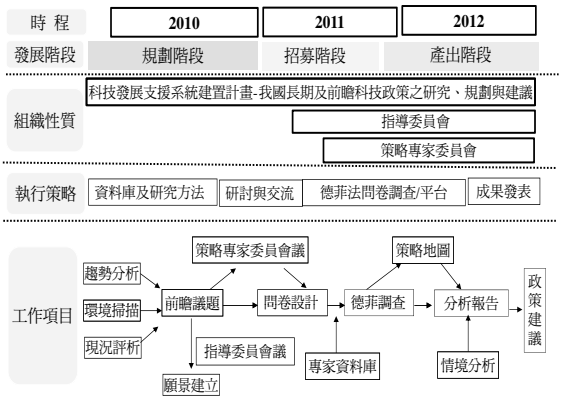
2009年國科會之「科技發展支援系統建置試辦計畫」由台灣大學科技政策與產業發展研究中心主辦「我國長期及前瞻科技政策之研究、規劃」，計畫主持人柯承恩教授召集「指導委員會」，邀請智融公司施振榮董事長、中央研

表3　各國科技前瞻之比較

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）
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	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 FinnSight 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（十個領域）	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	成為十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）

資料來源：國科會「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(2010)。

圖4　國科會「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」組織架構



資料來源：作者繪製。

究院翁啟惠院長、行政院國家科學委員會陳正宏副主委、台大醫院陳明豐院長、PCHOME ONLINE網路家庭國際資訊股份有限公司詹宏志董事長、工業技術研究院蔡清彥董事長擔任指導委員，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（圖4）。

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”」委由台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：生物技術開發中心汪嘉林執行長、交通大學吳妍華校長、中央研究院分子生物研究所沈哲鯤特聘研究員、工業技術研究院生醫與醫材研究所邵耀華所長、元智大學徐業良主任秘書、台灣大學醫學院陳定信教授、榮民總醫院高齡醫學中心陳亮恭主任、台灣大學醫學院陳培哲教授、國科會生物處郭明良處長、國家衛生研究院生技與藥物研究所趙宇生所長、台灣大學醫學院楊泮池院長、馬偕醫學院魏耀揮校長。

（二）環境掃描

本計畫收集並研究世界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, 2006)「Foresight 2020: Economic, Industry and Corporate Trends」、歐盟總署研究中心(European Commission 2008、2009)「The World in 2025: A Challenge to Reason」及「The World in 2025 - Rising Asia and Socio-ecological Transition」、美國國家情報委員會(US National Intelligence Council, 2008)「Global Trends 2025: A Transformed World」及RAND技術預測報告、日本科學技術政策研究所(NISTEP, 2010)「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)「The Ageing Society 2030」、OECD報告等，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

本計畫在前述世界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，旨在探求台灣未來發展的重要脈動，以及所面臨的關鍵問題，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

表4　2010~2060年台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：行政院經建會，2010年至2060年台灣人口推計，2010年。

參考。OECD於2008年指出，高齡化社會將成為所有OECD會員國之嚴峻挑戰。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%，然而到2050年預計將上升到22%。對台灣而言，台灣目前已經成為全球生育率最低的國家，根據經建會在2010年的估計，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，老年人口比例將超過20%，而邁入「超高齡社會」，同時顯示台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，人口結構變遷將對台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（表4、表5、表6、圖5）。

（四）前瞻知識庫

本計畫亦在前述世界權威機構之趨勢研究報告的基礎上，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（亦作為會議背景資訊、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、擬定科技發展策略之參考（表7、表8）

（五）需求分析

本計畫彙整日本科學技術預測調查課題（表7）、丹麥策略研究委員會「The Ageing Society 2030」研究課題（表8）、美國國家情報委員會及RAND技術預測報告、第一次策略專家委員會議審查與意見調查結果（表9）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

表5　台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
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：行政院經建會，2010年至2060年台灣人口推計，2010年。

表6　台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

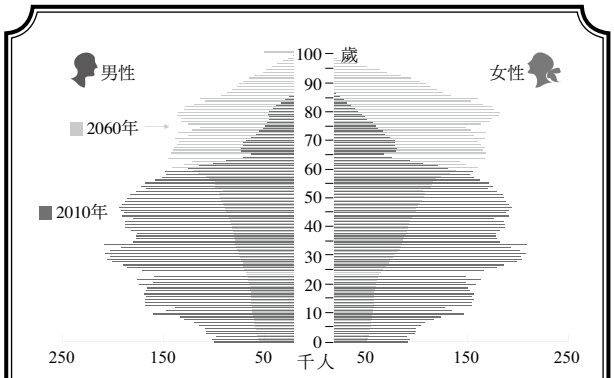
資料來源：行政院經建會，2010年至2060年台灣人口推計，2010年。

& 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，作為政府擬訂高齡化社會其未來關鍵科技發展項目之參考（表10）。

（六）技術預測

本計畫亦針對第一次策略專家委員會議審查

圖5　台灣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：行政院經建會，2010年至2060年台灣人口推計，2010年。

與意見調查結果（表9）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，作為政府擬定我國因應人口結構變遷下之科技發展策略規劃之參考（表11）。

（七）策略規劃

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、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——「健康台灣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、台灣技術可行性、發展重要性與爭議性，將作為本計畫第三期執行科技前瞻活動，以及最後政策建議報告之參考（圖6、圖7、圖8）。

（八）後續研究

新年度（2012年）為本計畫第三期，將奠基於前期研究成果，繼續以進行「因應人口結構變遷下之科技發展規劃」，擬運用以下三種方法論設計執行科技前瞻活動，以充實本計畫政策建議報告之內涵：

1.德菲法

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。德菲法在實踐上，問卷設計多為整合跨領域科技之命題，通常進行兩回合以上之調查，以凝聚形塑共識。

2.情境分析法

情境分析法(Scenario Analysis)採用包絡的概念，預測能涵蓋真實狀況發生時的主要屬性與未來可能發生之脈絡。透過跨領域的專家共同參與，以系統思維方式進行的決策工具，研提我國未來科技發展之情境分析結果。

3.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

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）
- 讓植入人體並利用體溫或血流等生體能量、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年時增加五年
- 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（機器人能回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
- 阿滋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公厘以下的癌組織
- 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
- 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加以整理，以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

（待續）

表7　日本科學技術預測調查課題（部分）（續）

- 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IT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以大眾化的價格普及

資料來源：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；台灣經濟研究院生物科技產業研究中心整理。

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 Danish Council for Strategic Research (2006), The Ageing Society 2030；台灣經濟研究院生物科技產業研究中心整理。

表9　第一次策略專家委員會意見調查統計（部分）

科技發展項目	Technology Item	全球市場開發潛力	未來台灣社會需求	目前台灣具發展優勢	未來台灣具發展潛力
廣泛運用於物聯網或產業鏈之資訊運算技術	Ubiquitous Computing	9	7	7	7
增強人體生理功能之機械和電子系統裝置	Human Strength Augmentation Technologies	9	8	5	5

（待續）

表9　第一次策略專家委員會意見調查統計（部分）（續）

科技發展項目	Technology Item	全球市場開發潛力	未來台灣社會需求	目前台灣具發展優勢	未來台灣具發展潛力
防汙抗菌的織布	Resistant Textiles	6	6	5	5
個人化疾病管理	Monitoring and Control for Disease Management	8	8	4	9
基因篩檢	Genetic Screening	9	7	3	5
標靶藥物傳輸技術	Targeted Drug Delivery	8	7	3	5
醫院用自動化機器	Hospital Robotics	8	6	3	5
活體組織工程技術	Tissue Engineering	8	6	3	4
精確且低侵入性之診斷及外科手術	Improved Diagnostic and Surgical Methods	8	8	2	7
強化復原效果的醫療輔具	Enhanced Medical Recovery	9	8	2	6
細胞和分子層次之疾病和衰老機制研究	Biogerontechnology	8	7	2	6
以基因為基礎的個人化藥物	Drugs Tailored to Genetics	8	6	2	5
幹細胞療法	Therapies based on Stem Cell R&D	9	5	2	4
半（完全）自動之機器人系統和無人駕駛車輛	Service Robotics	8	7	2	4
免疫療法	Immunotherapy	9	6	1	5
增強記憶力藥物	Memory-Enhancing Drugs	8	8	-	2
強化人類認知能力之藥品或植入裝置	Human Cognitive Augmentation Technologies	8	6	-	1

說明：數值1~9，數值愈大表示該科技發展項目在該項得分愈高。
資料來源：台灣經濟研究院生物科技產業研究中心調查統計，2011年7月。

表10　第二次策略專家委員會意見調查統計 ── 需求分析

科技發展項目	Science & Technology	健康及自尊	居家及日常活動	溝通及治理	移動及運輸	工作及娛樂
廣泛運用於物聯網或產業鏈之資訊運算技術	Ubiquitous Computing	4	4	5	2	2
寬頻雲端運算	Broadband Access-based Cloud Computing	7	6	6	4	6
遠距診療及健康管理系統	Remote Diagnostics and Health Care System	9	9	6	3	4
發展老年人學習及社會網絡科技	Life Long Learning and Social Networking Development for Elderly	7	7	6	2	7
建構適合老人健康的生活環境	Building Up Environment Friendly for Elderly	9	10	5	5	5
防汙抗菌的織布	Resistant Textiles	7	7	0	0	1
食物安全檢驗科技及生活應用	Food Safety Test Technology and Application	10	7	2	1	2
建構智慧型勞力支援生產體系	Intelligent Labor Supporting Production	4	7	2	3	4

（待續）

表10 第二次策略專家委員會意見調查統計 ── 需求分析（續）

科技發展項目	Science & Technology	健康及自尊	居家及日常活動	溝通及治理	移動及運輸	工作及娛樂
生活輔助智慧型機器人	Daily Care Robotics	7	9	0	4	5
建構智慧型居家生活與照護住宅	Intelligent Housing Care	8	10	3	3	5
老年心理健康與社會連結促進技術	Mental Health and Social Connectivity Enhancement Technologies for Elderly	10	7	7	2	6
增強人體生理功能之機械和電子系統裝置	Human Strength Augmentation Technologies	9	5	3	5	5
個人化疾病管理	Monitoring and Control for Disease Management	10	6	6	1	2
醫院用自動化機器	Hospital Robotics	9	3	1	2	2
標靶藥物傳輸技術	Targeted Drug Delivery	10	1	1	0	0
基因篩檢	Genetic Screening	10	1	1	0	0
免疫療法	Immunotherapy	10	1	1	0	0
精確且低侵入性之診斷及外科手術	Improved Diagnostic and Surgical Methods	10	2	2	1	0
非侵入性之血管廓清術	Non-invasive Angioplasty	10	1	1	0	2
奈米藥物傳輸技術	Nano-drug Delivery Technology	10	3	0	0	0
老化人口感染症的預防及治療	Prevention and Treatment of Infection Disease for Elderly	10	3	2	0	2
預防醫學	Preventive Medicine	10	4	2	0	2
肥胖及新陳代謝的控制	Active Control of Obesity and Metabolic Disease	9	4	1	0	1
強化骨骼肌肉系統	Sarcopenia Research	10	5	1	4	4
細胞和分子層次之疾病和衰老機制研究	Biogerontechnology	10	2	0	0	2
強化復原效果的醫療輔具	Enhanced Medical Recovery	10	7	1	4	3
以基因為基礎的個人化藥物	Drugs Tailored to Genetics	10	1	2	0	0
幹細胞療法	Therapies based on Stem Cell R&D	10	1	1	1	1
建構高齡者交通無障礙環境	Barrier Free Environment for Elderly	7	7	3	10	4
半（完全）自動之機器人系統和無人駕駛車輛	Service Robotics	2	7	2	9	4
活體組織工程技術	Tissue Engineering	10	2	1	2	2
增強記憶力藥物	Memory-Enhancing Drugs	10	4	3	2	2
強化人類認知能力之藥品或植入裝置	Human Cognitive Augmentation Technologies	10	5	3	2	3
心智的組成及儲存重建	Novel Neuroscience Technology in Retrieving & Reproducing for Mind	9	4	2	0	5
成癮研究	Mechanism & Intervention of Addiction	9	3	2	1	2

說明：數值0~10，數值愈大表示該科技發展項目滿足需求愈大。
資料來源：台灣經濟研究院生物科技產業研究中心調查統計，2011年8月。

表11　第二次策略專家委員會意見調查統計 ── 實現時程與策略分析

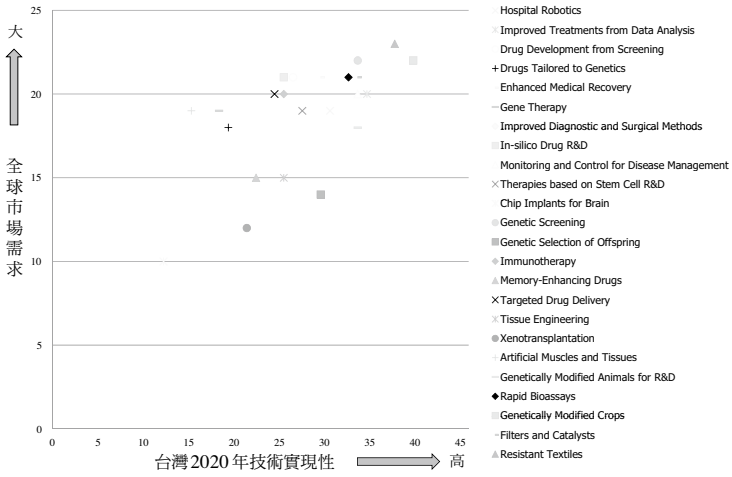
科技發展項目	Science & Technology	實現時程	自行研發	國際合作	國外引進
廣泛運用於物聯網或產業鏈之資訊運算技術	Ubiquitous Computing	2010~2015	10	7	1
寬頻雲端運算	Broadband Access-based Cloud Computing	2010~2015	10	9	2
遠距診療及健康管理系統	Remote Diagnostics and Health Care System	2010~2015	10	8	1
發展老年人學習及社會網絡科技	Life Long Learning and Social Networking Development for Elderly	2010~2015	10	6	1
建構適合老人健康的生活環境	Building Up Environment Friendly for Elderly	2015~2020	10	6	2
防汙抗菌的織布	Resistant Textiles	2010~2015	9	8	2
食物安全檢驗科技及生活應用	Food Safety Test Technology and Application	2010~2015	9	5	3
建構智慧型勞力支援生產體系	Intelligent Labor Supporting Production	2015~2020	9	4	4
生活輔助智慧型機器人	Daily Care Robotics	2015~2020	9	8	8
建構智慧型居家生活與照護住宅	Intelligent Housing Care	2010~2015	10	8	3
老年心理健康與社會連結促進技術	Mental Health and Social Connectivity Enhancement Technologies for Elderly	2015~2020	10	6	2
增強人體生理功能之機械和電子系統裝置	Human Strength Augmentation Technologies	2015~2020	9	8	7
個人化疾病管理	Monitoring and Control for Disease Management	2010~2015	9	8	4
醫院用自動化機器	Hospital Robotics	2015~2020	9	9	8
標靶藥物傳輸技術	Targeted Drug Delivery	2015~2020	7	10	7
基因篩檢	Genetic Screening	2010~2015	8	10	7
免疫療法	Immunotherapy	2015~2020	9	10	5
精確且低侵入性之診斷及外科手術	Improved Diagnostic and Surgical Methods	2010~2015	7	7	6
非侵入性之血管廓清術	Non-invasive Angioplasty	2015~2020	7	9	7
奈米藥物傳輸技術	Nano-drug Delivery Technology	2015~2020	9	10	7
老化人口感染症的預防及治療	Prevention and Treatment of Infection Disease for Elderly	2015~2020	10	10	5
預防醫學	Preventive Medicine	2015~2020	9	10	6
肥胖及新陳代謝的控制	Active Control of Obesity and Metabolic Disease	2015~2020	8	10	5
強化骨骼肌肉系統	Sarcopenia Research	2015~2020	7	10	5
細胞和分子層次之疾病和衰老機制研究	Biogerontechnology	2015~2020	8	10	5
強化復原效果的醫療輔具	Enhanced Medical Recovery	2015~2020	8	7	6
以基因為基礎的個人化藥物	Drugs Tailored to Genetics	2020~2025	8	10	8
幹細胞療法	Therapies based on Stem Cell R&D	2015~2020	9	10	8
建構高齡者交通無障礙環境	Barrier Free Environment for Elderly	2015~2020	10	6	5
半（完全）自動之機器人系統和無人駕駛車輛	Service Robotics	2015~2020	9	8	6
活體組織工程技術	Tissue Engineering	2015~2020	8	10	7
增強記憶力藥物	Memory-Enhancing Drugs	2020~2025	6	10	8
強化人類認知能力之藥品或植入裝置	Human Cognitive Augmentation Technologies	2020~2025	5	10	9
心智的組成及儲存重建	Novel Neuroscience Technology in Retrieving & Reproducing for Mind	2020~2025	5	9	7
成癮研究	Mechanism & Intervention of Addiction	2020~2025	9	9	4

說明：數值0~10，數值愈大表示該科技發展項目應採行之研發策略。
資料來源：台灣經濟研究院生物科技產業研究中心調查統計，2011年8月。

圖6　健康台灣2025科技發展規劃地圖Taiwan 2025 Science & Technology Roadmapping（草案）

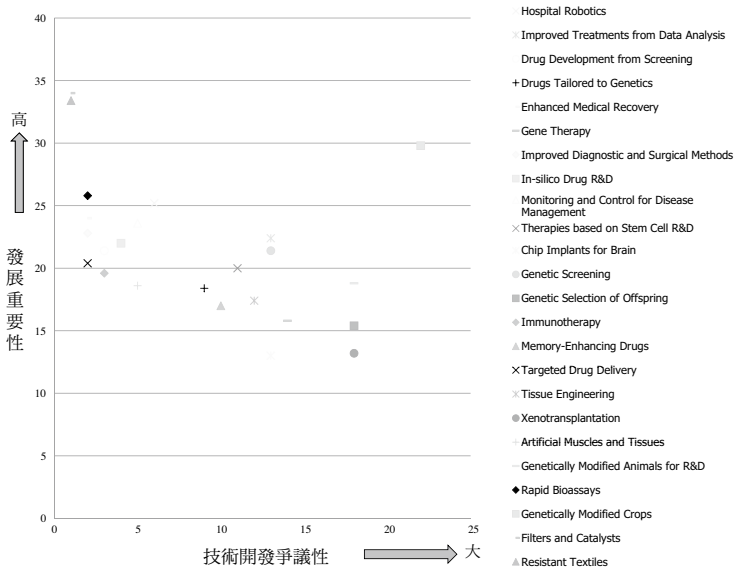
資料來源：作者繪製草圖。

圖7　科技發展項目統計分析 ── 台灣2020年技術實現性與全球市場需求



資料來源：台灣經濟研究院生物科技產業研究中心研究繪製。

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：台灣經濟研究院生物科技產業研究中心研究繪製。

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。

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，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（圖9）作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，以作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作為決策之依據(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：(1)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；(2)規劃未來短中

圖9　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

資料來源：作者建議草案。

長期我國應具備之重要科技，作為中程綱要計畫研提依據；(3)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；(4)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；(5)擴大科技社群參與，爭取國人支持科技發展；(6)培育策略規劃人才，建立政府科技政策支援體系。

（作者為台灣經濟研究院生物科技產業研究中心主任）

■參考文獻

1.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」，台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。

2.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」，台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。

3.柯承恩、郭瑞祥、陳忠仁、吳學良、孫智麗(2009~2011)，「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」，台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。

4.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，第16卷第三期，2011年3月，頁1~28。

5.孫智麗(2008)，“前瞻2020台灣重要科技發展——新興科技前瞻與社會經濟需求專家意見量化統計分析”，科技發展政策報導，2008年11月出版。

6.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卷三期，頁70~77。

7.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”，台經月刊，第32卷12期，頁48~56。

8.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，2006年，第二期，頁241~260。

9.行政院經建會，2010年至2060年台灣人口推計，2010年。

10.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。

11.European Commission (2006), "Using Foresight

to Improve the Science-Policy Relationship", European Foresight Monitoring Network (EFMN).

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

13.Freeman, C. (1987). Technology and Economic Performance, Lessons from Japan, London Pinter Pub.

14.Georghiou, L. (1996), "The UK Technology Foresight Programme", Future, Vol.28(4), pp: 359~377.

15.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.

16.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.

17.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.

18.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.

19.Popper, R. (2008). "How are foresight methods selected?", Foresight, Vol.10(6), pp.62~89.

20.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.

21.Silberglitt, R., Anton, P. S., Howell, D. R., Wong, A., Gassman, N., Jackson, B. A., Landree, E., Pfleeger, S. L., Newton, E., Wu, M. F. (2006), The global technology revolution 2020, In-depth analyses, CA: RAND.

22.The Danish Council for Strategic Research (2006), The Ageing Society 2030.

23.The Economist Intelligence Unit (2006), Foresight 2020: Economic, industry and corporate trends.

24.European Commission (2008), The world in 2025: A challenge to reason.

25.European Commission (2009), The world in 2025-Rising Asia and socio-ecological transition.

26.US National Intelligence Council (2008), Global Trends 2025: A Transformed World.