

國立交通大學

管理學院

科技管理研究所

博士論文

技術前瞻領域選擇之類型

The Typology of Area Selection on Technology Foresight



博士研究生：謝志宏

指導教授：袁建中 教授

中華民國九十五年七月



## 中文摘要

本研究的主要貢獻，在於建構一套技術前瞻領域選擇的六個基本類型，以數個技術前瞻個案實證這些基本類型的適用性，並說明領域選擇類型的發展趨勢。

Johnston (2001)說過：「缺乏聚焦，是前瞻活動當中最大的風險之一」，說明選取適當的前瞻範疇是重要的；Kuwahara (2005)更指出：「日本未能準確預測出奈米及資訊科技(IT)興起，而無法有效因應歐美科技上的改變做好準備」，可見領域的選擇何其重要！但是，2005年之前僅有少許文獻研究相關的議題。那麼，領域選擇到底有哪些選擇的類型？他們的特性為何？目前領域選擇的趨勢為何？…等，尚待釐清，使以衍生本研究。

從回顧 1984 年至 2005 年技術前瞻文獻中可以發現。技術前瞻的層級可以區分為全球、地區、國家、產業、法人、企業等層級，或者區分為國會/總統層級與行政部會層級；時間多以前瞻十年至二十年為多；目的以有系統的分析中長期願景、形成國家策略、科技政策、資源優序等為主；參與者從政府官員、專家、研究單位、學界、產業界、公司、非政府組織、社會大眾等 8 種類型。方法論上，仍以德菲法及情境分析法為主要工具，但 2003 年以後開始有學者嘗試整合多種方法論或導入新工具等研究，但仍屬於概念或實驗性質。

再從分析各國技術前瞻案例中可以發現。領域選擇的範疇(大小)與國家的經濟規模或科技資源並無直接關聯性，而是與決策者的企圖心與專家共識達成程度有關；參與成員方面，由少數專家參與前瞻活動，目前也有逐步增加參與者範疇至大眾媒體、一般社會精英、非政府組織等趨勢。也因此。領域選擇的目標及評估選擇也邁向多元化；方法論上，領域選擇與評估的方法逐漸改變，由原本人作選擇的方式，朝向以工具如：電腦、網路、資料庫及電子平台等，協助人作選擇或部份工具作選擇等方向上發展，尤其是應用電子平台方面的研究。

本研究分析與整理以上文獻之後，提出整體趨勢、部份領域趨勢、願景發展、關鍵技術趨勢、技術及需求導向、重要需求導向等六個技術前瞻領域選擇的基本類型(類型 1 至類型 6)。並從整理台灣過去的前瞻活動中，以個案為基礎以適當方法進行領域選擇，藉此以驗證幾種領域選擇類型的適用性，並提出領域選擇的幾項建議。

關鍵字：技術前瞻、領域選擇、選擇類型、歸納法、文獻回顧。

# Abstract

The major contribution of this dissertation is to propose six types of area selection for technology foresight. Three empirical studies of Taiwan are proposed to illustrate the usefulness of this typology.

The selection process of technology foresight area involves an identification of goals, objectives and criteria, which vary between actors participating in foresight activities. Judging from literature review from 1984 to 2005 worldwide, this research found that the area selection of a country is independent from her S&T resources and economic power (hence, small countries could have broad selected fields); another, the methodology for area selection is changing from the people-selection model to tools-assistance selection model (thus, the application of IT tools is important). Broader actors participate in foresight activity; complex criteria involve in the evaluation and selection of foresight fields.

Finally, this research builds up a typology of the area selection and apply it to three empirical case studies to examine its usefulness. Some conclusions and suggestions are also proposed in the last section of this dissertation for further studies and discussions.

Keywords: Technology foresight, Area Selection, Typology, Induction, Literature review.

## 誌 謝

這一冊論文的完成，當然是站在巨人的肩膀上完成的。這一些巨人，有的是這一個領域的國際大師（部分放在參考資料），有的是就在身邊指導學理、邏輯的師長們，應該逐一道謝。

首先，特別要感謝恩師袁建中教授、師母五年來的鼓勵與愛護，他們教給我的，不只是研究，還有我為人處世的經營哲學、生涯的規劃方向。再來，本所曾國雄教授、洪志洋教授、虞孝成教授、徐作聖教授等在科技管理知識上的灌溉，我始能從工程人過渡為管理人。還有論文審查委員：俞貴馨博士、張培仁博士、承立平博士、林亭汝教授、卓訓榮教授、陳怡之教授、盧淵源教授、陳忠仁教授在研究深度上的灌頂，及大師 Dr. Joseph Martino、Dr. Alan Porter、Dr. Kobayashi-san 的指點，論文前後邏輯終臻至完善。

此外，職場上上官游啟聰副主任、謝金源技正、金憲博士、張學斌院長、葛之剛投資長、黃重球處長、周耀庭視察、粘金重副組長、許芳榮副組長、杜紫宸主任等的支持，及大學老師馮朝剛副校長、宛同主任秘書等一路過來的肯定，加上鳳儀夫婦、曉萍、華哥、靖瑤、怡文、念中、淑惠、士銘夫婦、恭智夫婦、潤明夫婦、金坤夫婦、松恩夫婦、Holly Itoga、Michael Nystron 等好友及建清、泰平、貴英、念祖、才華、坤成、弼聲、嘉俊、佳惠等師兄弟姊妹在精神上的鼓舞，也是要感恩的對象。

由於是在職進修身分，經常在工作、學校及家庭中來回奔走，要能安心進行研究，當然家人的支持至為關鍵。所以，我要謝謝爸爸—謝俊雄對我成長中的殷殷期盼與支援，媽媽—林美月給我無限的慈愛與呵護，吾妻—林靜美在工作當中教養長諭、長緯，他們讓我有十足的親情與愛情幸福感。最後，我也要將這一冊論文獻給我剛剛以 91 歲高齡過世的祖父—謝進能，我想，如果他可以在困厄的 1940 年代前瞻到台灣及家庭戰後數十年的富足發展，痛苦顛沛中的他可否更加寬心或感到幸福些呢？！

任一個人或者研究與宇宙的真理相比，是何其渺小？所以，本冊論文當中若有任何疏漏之處，尚祈前輩、後進能指正、精進、突破、超越，讓本領域臻至更高的研究境界，而讓包含我在內有更多關心技術前瞻的人有更「接近真理」的快樂與充實感。

謝志宏

僅誌於 交通大學科技管理研究所

# 目 錄

中文摘要.....	i
Abstract.....	ii
目 錄.....	iii
圖目錄.....	vii
表目錄.....	ix
第一章 緒 論.....	1
1.1 技術前瞻的必要性.....	1
1.2 技術前瞻的效用：.....	3
第二章 技術前瞻的內涵與發展趨勢.....	7
2.1 甚麼是技術前瞻.....	10
2.1.1 技術前瞻的「層級」.....	11
2.1.2 技術前瞻的「時間」.....	12
2.2 為何要進行技術前瞻？.....	14
2.2.1 技術前瞻的「目的」.....	15
2.2.2 技術前瞻的「效益」.....	15
2.3 如何進行技術前瞻？.....	19
2.3.1 技術前瞻的「階段」.....	19
2.3.2 技術前瞻的「流程」.....	20
2.3.3 技術前瞻的「方法」.....	21
2.3.4 技術前瞻的「參與者」.....	23
2.3.5 技術前瞻的「機制」.....	24
2.3.6 技術前瞻的「領域選擇」.....	25
2.3.7 技術前瞻的「評估」.....	26
2.3.8 技術前瞻的「風險」.....	27
2.4 技術前瞻的類型.....	28
2.5 技術前瞻的發展趨勢.....	30
2.6 技術前瞻領域選擇、評估方法的發展趨勢.....	32



第三章 各國技術前瞻與領域選擇.....	37
3.1 全球的技術前瞻活動.....	37
3.2 各國前瞻活動領域選擇.....	38
3.2.1 國際間前瞻領域別選擇統計.....	38
3.2.2 歐、美、加、紐、澳等 31 國 37 項前瞻計畫 (除亞洲與非洲)前瞻領域別選擇統計.....	39
3.2.3 亞洲各國前瞻領域別選擇.....	40
3.2.4 全球、歐美加紐澳、亞洲三區前瞻領域別選擇比較.....	40
3.3 國外前瞻活動案例.....	45
3.3.1 日本—The Delphi (1994-1995).....	45
3.3.2 荷蘭—Foresight Programme(1989-1994).....	49
3.3.3 英國前瞻計畫(1994~迄今).....	50
3.3.4 德國—Technology at the Beginning of the 21st Century (1993).....	53
3.3.5 韓國—Research Foresight for the Han Project (1993).....	57
3.3.6 瑞典—Technology Foresight Programme(1997-1999).....	60
3.3.7 中國技術前瞻概況.....	64
3.4 領域選擇的類型歸納.....	65
第四章 技術前瞻領域選擇的類型.....	67
4.1 篩選與選擇的差異性.....	67
4.2 技術前瞻之領域選擇的表達方式.....	68
4.3 技術前瞻領域的分類.....	71
4.4 技術前瞻領域選擇的類型.....	72
4.5 技術前瞻議題及領域的產生來源.....	81
4.6 技術前瞻重點領域(靶心)的表達方法.....	82
4.7 前瞻未來領域的方法論.....	83
4.7.1 技術預測方法的選擇與應用.....	87
4.7.2 TFA 的 46 種方法論.....	91
第五章 國家實證研究.....	97
5.1 遴選國家技術前瞻的領域選擇之實證架構.....	97
5.2 英國的技術前瞻案例.....	99
5.3 日本的技術前瞻案例.....	103

5.4 韓國的技術前瞻案例.....	106
第六章 台灣實證研究.....	110
6.1 台灣技術前瞻領域選擇類型的實證議題.....	110
6.2 個案(一)：台灣經濟部「發展十大新興工業」政策之航太產業 案例(1999年).....	116
6.2.1 航太產業的技術前瞻分析與選擇準則.....	116
6.2.2 航太產業技術的前瞻類型與前瞻結果.....	118
6.3 個案(二)：台灣經濟部「兩兆雙星」政策之IC產業案例(2005年)...	124
6.3.1 IC產業的技術前瞻分析與選擇準則.....	125
6.3.2 IC產業的前瞻類型與前瞻結果.....	128
6.4 個案(三)：台灣經濟部「提升國產FPD設備自製率」政策之 案例(2005年).....	133
6.4.1 FPD設備產業的技術前瞻分析與選擇準則.....	134
6.4.2 FPD設備產業的前瞻類型與前瞻結果.....	135
6.5 實證後的發現與討論.....	140
第七章 結論與建議.....	143
附件A：技術前瞻的基本假設與主要的論證文獻.....	151
附件B：技術前瞻領域選擇的基本假設與主要的論證文獻.....	152
參考文獻.....	153
作者簡介.....	163
作者近期已被接受及發表中之文章.....	164



## 圖目錄

圖 1	研究方法與架構.....	6
圖 2	文獻回顧－選擇出直接切題論文的流程.....	8
圖 3	國家技術前瞻相關論文的期刊篇數比重統計.....	9
圖 4	國家技術前瞻相關期刊論文的年出版量.....	10
圖 5	Lederman (1984)所提出之“Direction setting”的流程.....	19
圖 6	Lederman (1984)所提出之“Direction setting”的流程(Stage 1)之步驟.....	20
圖 7	第五代前瞻的良性循環.....	31
圖 8	技術前瞻的理論發展歷程與架構(本研究整理).....	36
圖 9	國家人均所得與領域選擇數目與領域選擇數目.....	42
圖 10	全球 66 項技術領域被選擇的次數.....	43
圖 11	篩選的概念.....	67
圖 12	領域選擇的表達方式－依優先次序分類.....	69
圖 13	領域選擇的表達方式－依實現時間分類.....	70
圖 14	領域選擇的表達方式－依目標或市場應用分類.....	71
圖 15	領域選擇與 TFA 方法論的導入流程.....	95
圖 16	技術前瞻領域選擇的架構.....	99
圖 17	英國第一次前瞻的領域選擇類型.....	103
圖 18	日本技術前瞻選擇的領域.....	105
圖 19	日本 NISTEP 技術前瞻的領域選擇類型.....	106
圖 20	韓國 KISTEP 技術前瞻的領域選擇類型.....	109
圖 21	實證議題(一).....	110
圖 22	實證議題(二).....	110
圖 23	實證議題(三).....	111
圖 24	產業領域所屬的產業類型.....	113
圖 25	航太產業所屬的產業類型.....	116
圖 26	航太前瞻的領域選擇類型.....	118
圖 27	Delphi 法航電分項產業預測結果.....	120
圖 28	Delphi 法維修/改裝分項產業預測結果.....	122

圖 29 IC 產業所屬的產業類型.....	125
圖 30 IC 產業前瞻的領域選擇類型.....	128
圖 31 技術的重要性(Importance)及可行性(Availability)矩陣.....	129
圖 32 FPD 設備產業所屬的產業類型.....	134
圖 33 FPD 設備業前瞻的領域選擇類型.....	135
圖 34 FPD 設備廠商供應能力分析.....	136
圖 35 面板廠未來的設備需求的共識項目.....	137
圖 36 FPD 設備研發風險評估矩陣.....	139
圖 37 技術前瞻領域選擇類型之發展趨勢.....	142
圖 38 台灣技術前瞻領域選擇未來的兩個方向.....	149



# 表目錄

表 1	技術前瞻定義的主要組成份	11
表 2	發表技術前瞻的單位層級分類	12
表 3	未來時間軸與重要的議題	13
表 4	為何要進行前瞻	14
表 5	國家技術前瞻效益的主要組成份	18
表 6	主要國家技術前瞻的階段設計	20
表 7	國家技術前瞻的方法論比較表	22
表 8	技術前瞻的參與者分類	24
表 9	基本選擇的分類	25
表 10	基本領域選擇的分類	26
表 11	Georghiou 的理性評估模型(Rationale of Foresight)	27
表 12	國家技術前瞻風險及評估模型的比較	28
表 13	技術前瞻的分類方式	29
表 14	第一代至第四代的技術前瞻比較表	31
表 15	技術前瞻領域選擇方法的演進分析	33
表 16	國家層級的技術前瞻發展歷程表	37
表 17	全球前瞻活動，重要選擇領域一覽表	38
表 18	歐、美、加、澳、紐前瞻活動，重要選擇領域一覽表	39
表 19	亞洲國家前瞻，重要選擇領域一覽表	40
表 20	全球、亞洲、歐美加紐澳三區前瞻領域別選擇比較表	41
表 21	全球 66 項技術領域被選擇的次數	43
表 22	被選擇次數最多的前 9 項技術前瞻領域	44
表 23	技術前瞻領域選擇類型之歸納	66
表 24	技術前瞻領域的分類整理	72
表 25	技術前瞻領域選擇的類型	76
表 26	技術前瞻領域選擇的類型說明	78
表 27	技術前瞻各類型之目標與準則歸納	79
表 28	產生「技術前瞻議題」之方法比較	81

表 29 技術前瞻重點領域(靶心)的表達方法 .....	82
表 30 Porter 等人的技術預測方法分類 .....	84
表 31 Millett 和 Honton 的技術預測方法分類 .....	85
表 32 Martino 的技術預測方法分類 .....	85
表 33 Mishra 等人的技術預測方法分類 .....	86
表 34 不同條件之下技術預測方法的選擇 .....	87
表 35 選擇各種技術預測方法的先決條件 .....	88
表 36 國內外近年來前瞻新一代方法論主要文獻 .....	89
表 37 TFA 方法論 .....	92
表 38 TFA 的議題範疇及方法使用原則 .....	95
表 39 技術前瞻不同參與者的目標 .....	97
表 40 技術前瞻的領域產生方式與評估準則 .....	98
表 41 英國第一次前瞻選擇的領域及現況分析 .....	102
表 42 韓國 KISTEP 技術前瞻選擇的領域及趨勢分析 .....	108
表 43 我國歷年來的技術前瞻研究所採用的方法 .....	114
表 44 我國歷年來的技術前瞻研究所選擇的領域 .....	115
表 45 我國歷年來的技術前瞻研究所選擇的領域 .....	115
表 46 台灣 IC 產業的結構變化 .....	131
表 47 台灣技術前瞻領域選擇類型之歸納 .....	141

# 第一章 緒 論

## 1.1 技術前瞻的必要性

「科技前瞻」原文為“technology foresight”，字面上應譯為「技術前瞻」較為恰當。技術前瞻是在 1990 年代興起，英國、德國、法國、荷蘭、紐西蘭及澳洲等國暨日本之後，由科技相關的政府部門開始進行國家層級的技術前瞻。開發中國家如韓國、中國、印度，甚至南非、奈及利亞等也進行國家層級的前瞻。同時，在 Martin、Irvine、Georgiou、Slaughter、Culhs、Grupp 等學者的投入研究之下，讓「技術前瞻」變成學術上的新領域，成為科技政策研究的新顯學。但截至目前為止，多數研究係發表各國前瞻經驗，在學理上仍然缺乏良好理論基礎，來探究這一個學門存在的必要性與價值所在，進而建置一套探討領域的選擇與評估方法、架構。

首先，發展科技一定要進行國家的技術前瞻嗎？答案應當是否定的。美國，便是一個最標準沒有進行國家層級技術前瞻的國家，而且她的沒有進行國家層級前瞻，一點也沒有損及她成為科技大國的地位。探究其因，Porter (2005)說：「美國避免中央集權方式的國家科技規劃(The U.S. distinctly avoids centralized national S&T planning)」，Martino (2005)也說：「技術前瞻是一種的(科技的)文化」，此一文化，正是美國憲政體系下聯邦政治所產生的自由文化。

嚴格說起來，真正有豐富進行技術前瞻經驗的國家僅有亞洲的日本。但是，日本在 1971 年開始進行的活動為「技術預測」，與 1990 年代所謂的「技術前瞻」概念並不相同。而且，進行 30 年長期預測的日本，在 1990s 年代初期，科技並沒有太耀眼的突破與進步，甚至多項科技競爭力指標下滑。

進一步分析，在 1990 年代初期進行技術前瞻的國家中，有許多國家(如：英國、德國、法國)在 1990 年之前早就有良好的科技發展實力，甚至她們的科技實力在一百年前早就已經奠定下良好的研發基礎。所以，很難推論說「進行技術前瞻才能有效發展國家科技」為真。

如果，技術前瞻與科技發展並不具備因果關係，那麼各國政府科技主

管機關進行技術前瞻的目的，又是為何？依據本論文歸納技術前瞻的興起之主要原因有以下各點：

- ⇒ 國家對於技術評估、技術策略選擇的重視(Lederman, 1984)
- ⇒ 建置早期預警的系統與評估技術發展路徑、科技政策方向(Gibbon, 1985)
- ⇒ 受到先進國家科技產業的成功經驗刺激(asje van Dijk, 1991)
- ⇒ 希望縮小與先進國家之間的科技實力差距(Shin, 1994)
- ⇒ 國家創新系統的失靈、失效 (Martin, 1999)
- ⇒ 發展一套相互合作與競爭的區域(所指為歐盟)科技政策規劃(de Mesa, 2005)
- ⇒ 國際環境快速變動下的科技策略不確定性(Stevenson, 2005)
- ⇒ 有許多技術前瞻、預測方法理論的產生(Porter, 2005)

所以，若改成說技術前瞻有助於科技政策的正確研擬與實施，應當較為恰當。

在科技政策的操作面、決策面上，技術前瞻的必要性主要有以下各點考量：

- ⇒ 科技資源有限(Kuwahara, 1999)
- ⇒ 民間技術研發投入比重日增但政府研發投入比重日減(asje van Dijk, 1991)
- ⇒ 國際產業的全球化(Grupp 及 Linstone, 1999)
- ⇒ 科技政策無法再閉門造車(Loveridge, 2003)

儘管此一領域自 1984 年(甚至推至 1971 年日本技術預測，或 1950 年美國學者提出 foresee 的概念)已經存在，但技術前瞻仍有幾種吊詭的辨正，非常容易令人產生過當推論，例如：

- ⇒ 技術前瞻與技術預測的概念是相似的
- ⇒ 技術前瞻就是要分配科技資源
- ⇒ 技術前瞻必須要由上而下執行才有效果
- ⇒ 不會成真的預測沒有意義
- ⇒ 技術前瞻是一種長期的(科技)政策規劃

除了最後一項「技術前瞻是一種長期的政策規劃」之外，其他推論上的瑕疵可以在許多學者研究中找到答案。



## 1.2 技術前瞻的效用：

Irvine 及 Martin (1984)說：「前瞻所考慮到的不是預測某一種未來可能的前景，而是面對未來有可能出現的很多前景當中，選擇所想要的某一種願景，取決於現在要採取行動或是不採取行動，努力加速達成此一願景。」

Linstone (1999)也說過：「前瞻與預測的內涵是不同的，預測的意思比較接近分析最可能的未來；前瞻則是透過一連串有系統的嘗試與努力選擇最想要的未來。」

Miles (2005)說明：「科技前瞻應該避免一開始就以分配科技資源為目標，而使得參與者的參與程度降低，違背前瞻要廣徵各界意見、形成共識的目的。」

Georghiou (1996)：「許多證據顯示，以官僚機制找出未來的科學突破、選擇優勝者的做法不太可能成功…社會各界也都需要養成對未來的某些看法(形成前瞻的文化)。」

Martino (1993)說過：「預測的用處在於其有用性，而非是否成真。」

袁建中(2005)也說過：「預測的效用不在於結果，而在於預測者的相信。預測者的信心(相信)則來自於對人、事、物、時間等資料的掌握程度，與貫穿其間的整體因果邏輯。」

探索如 Long Term Planning 等期刊中，真正進行技術前瞻研究的論文並不多，多數的論文主要是站在技術前瞻與科技策略、科技政策的角度進行研究。

那麼，技術前瞻與科技政策的關係如何？應該可以從技術前瞻觀念的萌芽談起。

Linstone (1999)指出，現代科技與科技政策相互的衝擊與影響是比以往更為複雜，政府規劃不同類型的科技政策時，常常會觸及到社會各個階層的不同觀點，使得規劃的難度提高。

在產業及商業方面，因為本質上資本主義相對短視、喜好短期的投資，排斥長期的投資像是基礎建設、教育及研發等投資。這些事務的通盤規劃，變成政府的重要責任。例如，航太工業、運輸工業等(Linstone, 1999)。再加上，全球化的趨勢仍持續擴大，資訊快速的大量的流通已成為常態，讓政府的科技政策規劃時必須把視野再放大到更大的範疇。



在各項科學與技術的領域分類中，專業領域的數量也持續增加當中，變動非常快速，政府科技政策的規劃也必須保持一定的彈性。在科技預算方面，許多文獻顯示預算的使用者增加但總數量有限下，研究資源也開始受到一定程度的排擠，如何分配資源，也被要求必須要提高施政的透明度。另一方面，基礎研究也被要求，或甚至已經是必須與工業界或研發界緊密互動。而運用各種新科技的觀念，也早已擴及到許多產業界或企業當中。

在社會方面，參與科技政策決策或活動的參與者數目逐年快速增加，如：近年來德國的女性公民會議(Niewohner, 2005)、丹麥的基因食品的辯論會議等，由參與類似會議的人數與次數可以顯示出人民參與科技政策的能力與意願也逐年增加當中，讓科技政策受到民間組織或地方/區域組織的壓力，如：環保、交通、安全、衛生、醫藥、核電廢料等議題上，並非少數官僚或專家可以逕行決策。

然而，政府施政必須在一定的規範之下執行，所以往往造成施政速度無法與產業或企業相比，這一點，也促使政府科技政策單位將施政的目標時間點往前推移、及早規劃，於是前瞻的概念產生(Lederman, 1984)。

進一步回顧 1990 年代以來的「技術前瞻」活動，有些國家的前瞻偏向配合政策之制定作出規劃(例如：日本、韓國)，有些國家則是以委託計畫形式進行研究(例如：法國、德國、英國)。但是，各國的前瞻計畫與該國的政策制度和科學研究、科技業者連結的互動方式，形式上皆不一樣，目標也各不相同。有些是希望刺激各界討論，但有些則是尋求創新網路或社群的形成，另也有國家是希望設定科學和科技的優先順序，找出科技發展的重點。甚至，也有國家試圖超越科學和科技的發展層面，進而考量更廣泛的社會經濟因素及其他非技術的驅動因素層面，進行前瞻活動。再來，雖然各國都依賴專家的意見，但是他們在取得和處理專家意見的方式也各不相同。

註 1：由於在 1984 年以前，僅有「技術前瞻」的名詞存在，而且是被運用於其他的領域研究。本研究整理各個文獻所引用的論文來源，多以 Irvine 及 Martin (1984) 的研究為濫觴，另外 Lederman(1984)也提出國家層級技術前瞻的見解，其後終於開啟更多的研究或提出理論架構，進而形成領域，故本研究是以選擇以 1984 年作為文獻回顧之起始點。

如果各國技術前瞻活動皆不盡相同。那麼，技術前瞻的定義到底為何？目的為何？效益為何？如何進行？有何步驟？有何方法？等基本觀念，有諸多細節問題尚待解決。本研究第一個步驟，是將 1984 年至 2005 年所有的文獻進行回顧，從整理、分析重要理論及實證經驗中，歸納出領域選擇的六種基本類型，再以具有長期實施技術前瞻的英國、日本、韓國實証案例與台灣實証案例驗證六種類型的適用性(usefulness)並歸納出技術前瞻領域選擇的發展趨勢。研究方法與架構參考圖 1。

而在領域選擇方面，在諸多文獻當中，少有說明技術前瞻領域選擇的模型或架構。

Kuwahara (2005)說：「因為日本未能準確預測出奈米及資訊科技(IT)的興起，而無法有效因應歐美科技上的改變做好準備」，一語道破正確選擇領域的重要性。

Shin (1999)規劃韓國技術前瞻的活動，運用德菲法訪問 25,000 位專家，蒐集約 9000 項技術項目後，將領域整理成 15 個領域，並以評分模型與各國比較科技之落後程度。韓國藉由廣泛性的問卷調查，達成較透明的政策決策達成較高的領域選擇共識。他們的選擇系統龐大而複雜。

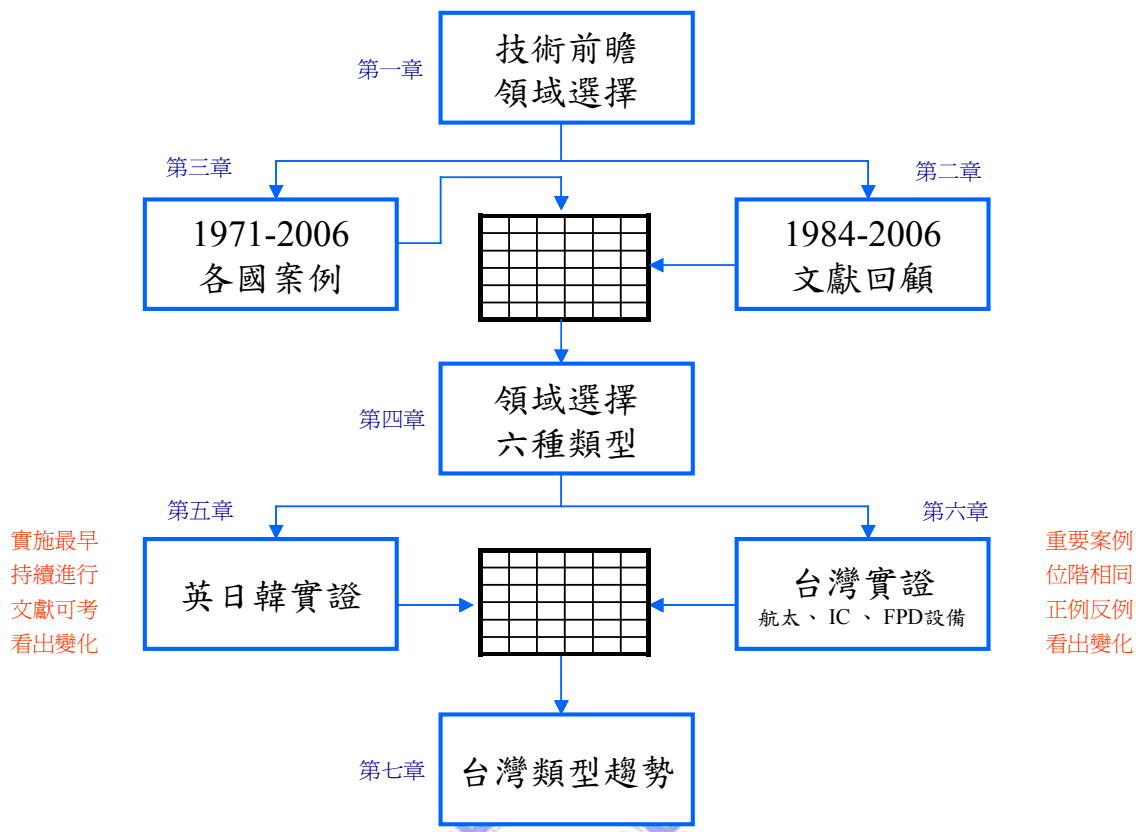
Borch (2002)研究丹麥政府針對具有爭議性的基因食品產業，以技術前瞻進行科技政策決策，試圖透過讓更多人參與政策規劃，達成較透明的政策決策達成較高的社會接受程度。這個案例，讓我們對於特定議題與技術前瞻的結合更加了解。

台灣方面，經過拜訪相關領域專家之後，歸納台灣科技體系(或說是國家創新系統)亦有閉鎖(lock-in)之現象，領域的產生多數由下往上，在各領域爭取資源下，跨領域、最大效益的整體性規劃顯得不足，甚至有領域錯選的情形。

吳豐祥 (2006)也提到每一個國家的科技資源有限(即時是向美國那樣的國家亦是如此)，因此，常常需要去思考哪些才是優先發展的科技項目。每個國家也因其背景與長期累積知識能量的不同，而有不同之重點發展標的。

因此，領域如何選擇？如何正確評估所選擇的領域以免選錯？…等，目前雖有許多論文探討特定的領域技術前瞻或多項領域技術前瞻的結果，但探討領域如何選擇及如何評估領域選擇是否正確仍非常少，便成為本研究的切入主題。

(註)：本研究對於「技術前瞻」之名詞使用，有時候亦以「前瞻」一詞表示，兩者同義。



實施最早  
持續進行  
文獻可考  
看出變化

重要案例  
位階相同  
正例反例  
看出變化

圖 1 研究方法與架構



## 第二章 技術前瞻的內涵與發展趨勢

由於各個國家進行技術前瞻的目標、方式、選擇等各不相同，為掌握技術前瞻的共通性理論架構，必須先找出與技術前瞻相關關鍵的期刊論文。首先，本研究選擇 1984 年至 2005 年之間與技術前瞻相關的論文，以進行整理與歸納分析。本研究從最常被引證的主要(SSCI)論文中，發現他們大多數屬於特定的期刊，如：Technology Forecasting & Social Change、Foresight & Innovation Policy、Futures、International Journal of Technology Management 等。而這一些期刊，大多數又屬於兩個期刊出版商：一個為 Inderscience，另一個為 Elsevier。

接下來，本研究進一步利用該期刊之 SDOS 搜索引擎，以技術前瞻(technology foresight)、國家前瞻(National foresight)及主要作者(如：Irvine 及 Martin)等關鍵字，檢索自 1984 年以來所有前瞻的論文，總共計有 494 篇。再從 494 篇論文中，與「為何前瞻」相關的目的、效益等，以及與「如何前瞻」相關的流程、方法、成員、機制、領域選擇、評估、風險階段等選擇準則，選擇出直接與技術前瞻切題的論文，共選出 119 篇。然後以這論文進行分析，試圖找到技術前瞻的基本理論發展的路徑及趨勢，並據以勾勒出領域選擇及評估的方法與架構。

這一個文獻回顧雖然並未納入 Emerald 等期刊出版商(出版 Foresight 期刊)，但在進行引證分析的時候，部份論文仍然會被找到，並納入分析(如：Oner 的 IMM 研究)。

在研究過程中，多數文獻都會引用 Irvine 及 Martin (1984)所定義的「技術前瞻」一詞。但本研究發現，同一年當中，美國國科會(National Science Foundation)的 Lederman(1984)與次年之擔任技術評估辦公室主任(Congressional Office of Technology Assessment)的 Gibbons (1985)在 Long Term Planning 的文章，不但清楚定義前瞻、提出技術前瞻的流程，更直接建議進行國家層級的技術前瞻。

而二位美國研究者之所以未被廣泛的引用，其原因可能有二：一者為美國後來並未大幅進行國家層級之前瞻，反而是在 1993 年英國進行技術前瞻後，有多位英國前瞻學者如：Georghiou、Martin、Anderson 等發表多篇論文，開啟研究；再者，二位研究者為政府高階官員，在研究論文的產出方面較不容易如學者量產。

本研究另一項發現是，部份未來學者，如：Slaughter、Loverage 等，在技術前瞻領域形成之前，便曾經在文獻中建議進行國家層次前瞻活動。或許，技術前瞻觀念上的形成或許可以再往前推，如：Kaplan 1950 年代曾提到的”foresee”概念？但是，本研究經過 SDOS 選擇之後，發現兩家期刊出版商的資料庫中並沒有 1984 年之前的論文，故研究的起始點仍然維持在 1984 年。

以下(圖 2)即為本研究選擇直接與技術前瞻切題之論文的流程。

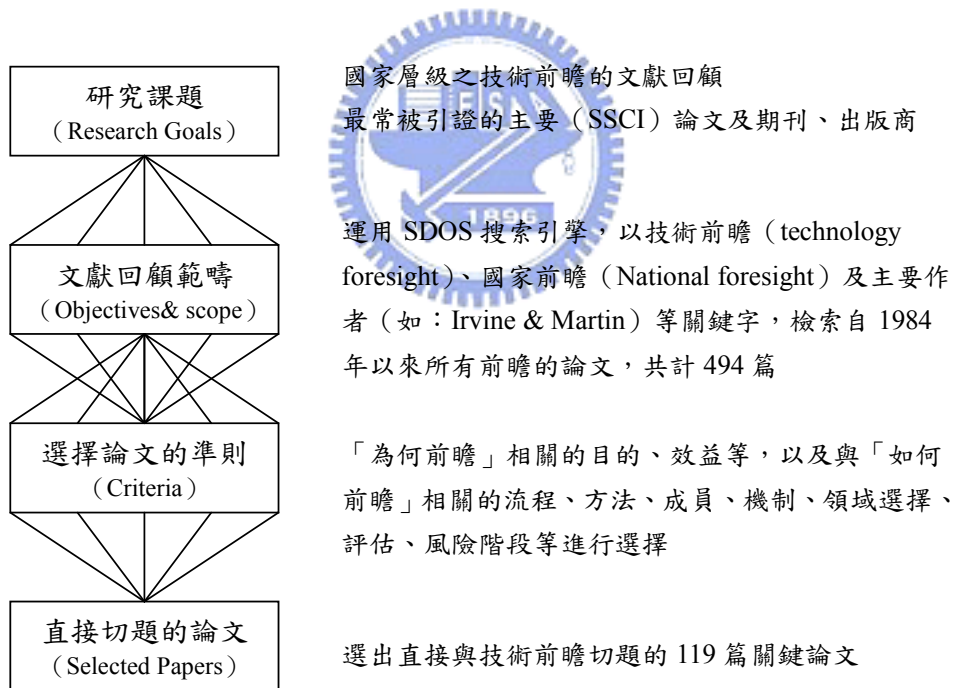


圖 2 文獻回顧—選擇出直接切題論文的流程

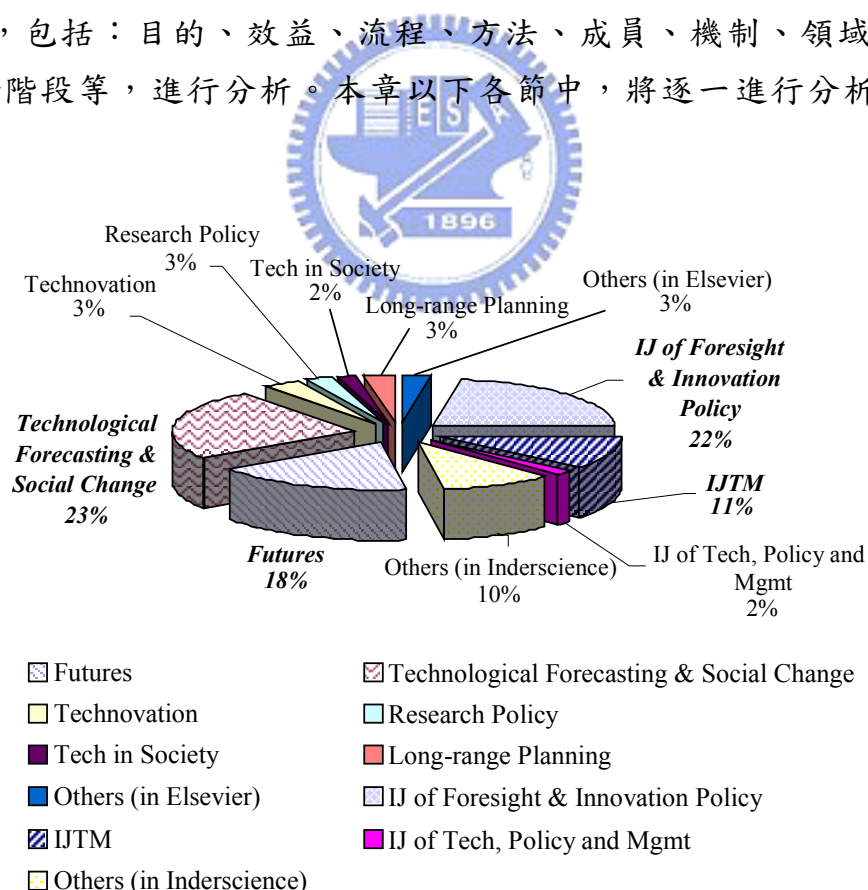
初步整理所選的 119 篇直接與技術前瞻切題的論文當中，有 65 篇屬於 Elsevier，有 54 篇屬於 Inderscience。其中，Technology Forecasting & Social Change 有 29 篇(24%)，Foresight & Innovation Policy 有 27 篇(23%)，



Futures 有 21 篇(18%)，International Journal of Technology Management 有 13 篇(11%)，Technovation 有 4 篇(3%)，Research Policy、Long Term Planning、Technology in Society 等各有 3 篇(3%)，另外另有 17 篇分屬其他各個期刊(參圖 3)。

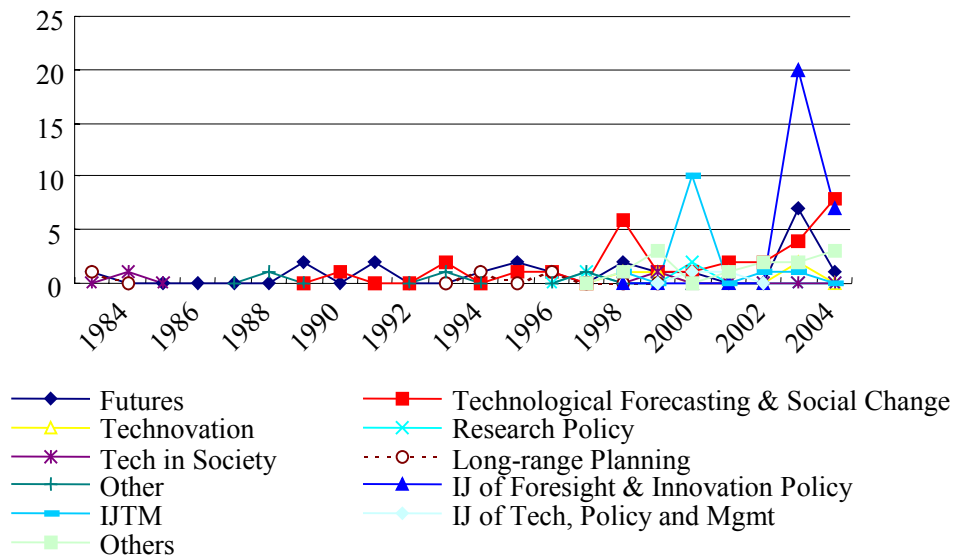
時間軸方面，1984 年至 1989 年期間，Irvine 及 Martin、Lederman 等正式定義技術前瞻，每一年平均約有 0.66 篇論文，為本領域的萌芽期；1990 年至 1998 年期間，許多國家開始進行技術前瞻，此間平均每一年有 2 篇論文，為萌芽至成長的過渡階段；1999 年至今(論文收集至 2005 年)期間，部份為開發國家也開始進行技術前瞻，已經進行過前瞻的國家當中也有再進行後續前瞻的活動，甚至也有論文開始分析比較不同國家的論文或評估某國家的前瞻效益，此領域正式進入成長期，每一年接近有 14 篇的論文(參圖 4)。

完成 119 篇關鍵論文的研讀後，接下來可以進一步以「選擇關鍵論文的準則」，包括：目的、效益、流程、方法、成員、機制、領域選擇、評估、風險階段等，進行分析。本章以下各節中，將逐一進行分析比較。



資料來源：Yuan 及 Hsieh (2006)

圖 3 國家技術前瞻相關論文的期刊篇數比重統計



資料來源：Yuan 及 Hsieh (2006)

圖 4 國家技術前瞻相關期刊論文的年出版量

## 2.1 甚麼是技術前瞻

論文被引用次數最高的作者當中，Martin 及 Johnston 有 65 次、Georghiou 有 42 次、Grupp 及 Linstone 有 31 次、Kuwahara 有 18 次、Slaughter 有 17 次、Glenn 及 Gorgon 有 12 次、Salo 有 11 次、Coate 有 10 次。本研究遴選這一些作者對於技術前瞻的定義加以整理，將定義整理如下：

Linstone (1999):「前瞻是在多種未來的前景當中選擇所想要的未來願景，於現在決定要採取行動或是不採取某種行動。」；「前瞻通常比較會用到德菲法來幫助科學與科技的計劃，大部份指的是國家級的科學與科技計劃…科學社會學朝向科學的社會制度的作用來推動，強調“合理性的極限”與“協商制度”…社會制度中的各種行為與活動…是由科學與科技界以及協商制度來加以塑造(Shape)與引導。」

Martin 及 Irvine (1984):「前瞻是一種嘗試要有系統的研究科學、科技、經濟與社會長期未來發展的過程，目的是要找出可能產生最大經濟與社會利益的各種策略研究與一般科技領域的選擇。」

Coates (2001):「透過前瞻這一個過程，人們可以更完全的了解未來長期走向的各種驅動力量，而這種長期的未來，與政策制定、政策計劃與



政策決定方面，都有所關聯。因此，前瞻與計劃之間存在有密切的關係性。前瞻不應當成是一個計劃，而應看成政府的計畫規劃中的一個步驟。」

Georghiou (1996)：「評估對產業競爭力、財富創造和生活品質有重大影響力的科學和科技發展的系統化工具。」

根據不同作者的定義，本研究將以上有關前瞻的關鍵主要組成份羅列如下表(表 1)。

表 1 技術前瞻定義的主要組成份

	Linstone	Martin, Irvine	Coates	Georghiou	Slaughter	Salo	Kuwahara
有系統性的	×	×	×	×	×	×	×
中長期願景	×	×	×	×	×	×	×
國家策略	×	×	×	×		×	×
科技政策	×	×		×	×	×	×
發掘需求	×	×	×	×			×
資源分配	×	×		×			×
行動分案	×		×		×		×

分析資料來源：SDOS of Inderscience 及 Elsevier (2005).

資料來源：Yuan 及 Hsieh (2006)

### 2.1.1 技術前瞻的「層級」

Lederman (2005)將前瞻定位為國家的策略規劃、找出未來方向(direction setting)的活動。國家層級的論文還有 van Dijk (1991)的荷蘭案例、Shin 及 Kin (1994)的韓國案例、Georghiou (1996)的英國前瞻與 Kuwahara (1999)的日本前瞻等。Slaughter (1992)、Cooke (1999)以研究單位法人的角度，談研究法人、學術界在技術前瞻活動上的參與和演進。Salo (2005)則依據歐盟地區性的前瞻為基礎，談芬蘭的國家與產業的技術前瞻，類似的論文還有 Belis-Bergouignan 等人(2001)與 Cariola 及 Rolfo (2004)的研究；在 Salo 另一篇論文中，他談全球無線通訊產業聯盟的技術前瞻，以跨國角度敘述前瞻的流程。主要跨國前瞻比較的論文還有 Grupp 及 Linstone (1999)、Martin 及 Johnston (1999)、Blind 等人(1999)等多篇研究。Bugel 等人(2000)與 Kulkarni (2004)則分別以企業角度，談技術前瞻對於企

業策略的影響與效益。綜合以上，技術前瞻雖然定位在國家層級，但其活動卻可以向外跨到其他國家、地區的研究，向內研究可以深入到法人、學術界、產業界，甚至企業。所以本研究將發表技術前瞻的單位層級分類整理如下表所列(表 2)。進入到第四代前瞻後，該表中或許可以再包含進非政府組織(Non-government Organization; NGO)及個人的層級的技術前瞻。

表 2 發表技術前瞻的單位層級分類

位 階	論文數	年	範例
全 球	2	1998-2004	國際食物政策研究所(International Food Policy Research Institute)、聯合國大學(United Nations University)
國家/區域	10	1991-2004	日本、荷蘭、英國、德國、法國、韓國、歐盟、愛爾蘭、西班牙、匈牙利、中國等
跨國比較	5	1991-2004	英國/澳洲/紐西蘭、法國/西班牙/義大利、日本/德國
產 業	7	2001-2005	電子及通訊、資訊、核能、森林、食品、汽車、航太等
單位法人	3	1991-2004	澳洲(CFF 及 AFI)、法國(AOEME 及 CEA)
企 業	2	2000	德國、英國

資料來源：Yuan 及 Hsieh (2006)

### 2.1.2 技術前瞻的「時間」

Davis (1986)所定義的前瞻時間軸極廣。他主張前瞻乃是預測未來一分鐘之後所有可能會發生的事情，此定義也包括進了不受限於時間的所有未來變化。Graf (1999) 將技術前瞻區分為規範層級、策略層級及作業管理三層。在規範層級上，配合前瞻所需的時間為十年以上，但策略層級以五年為界限。作業管理則多以一年半的時間進行規劃，此定義較接近於目前一般的科技規劃。另外，依據 Slaughter (1996)定義「現階段(present)」乃視人類所追求之活動而定義其時間長短，因此不同的活動需要不同的「現階段」(意指目前的某種規劃)。此種在不同活動與時間架構之間的區分可以協助界定不同目的與目標的前瞻內容。例如：「一年」的規劃僅適用於某些及短期的目標；「十年」不足以評估相關決策之中期至長期的衝擊；經濟改革、生命標準與社會安全等主題的分析通常需要「20年」；瞭

解環境與文化變遷等議題則需要「50年」；發展歷史與未來世紀的評估更需要以「100年」為時間軸；「200年」則更能提供某種歷史上的宏觀(如表3)。Slaughter的規劃對於實務上議題的選擇具有參考的價值。

表3 未來時間軸與重要的議題

現階段	特色
一年	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 地球繞太陽運行一週</li> <li>• 四季循環</li> <li>• 人類壽命計算單位</li> <li>• 農作與收成交替</li> <li>• 計畫管考*</li> </ul>
十年	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 人類壽命的一大段</li> <li>• 足以提供洞悉動態過程的時間</li> <li>• 產業的生命週期*</li> <li>• 敘述環境與生態因數的理想時間</li> <li>• 測試新產品及使用壽命的合理界限</li> <li>• 計畫與建立重大基礎建設項目的時間</li> </ul>
20年	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 人類世代的輪替：(退伍軍人，1922-1943)；(裸姆，1943-1960)；(Xs世代，1960-1980)；(下一世代的人，1980-2000)；</li> <li>• 足以觀察策略研發活動對經濟與社會的衝擊，科學鑑定CFCs及國際簽約來採取預防措施(1974-1990)</li> <li>• 國際環保法令或法規的落實*</li> </ul>
50年	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 公司主要關心的某些科技先進文化</li> <li>• 瞭解文化趨勢及變遷過程的重要時段</li> <li>• 足以裁斷現有科技及新科技之衝擊與含意的時間</li> </ul>
100年	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 單一壽命的界線</li> <li>• 可以區分的長週期</li> <li>• 地區、業界及生態系統的起起落落</li> <li>• 開始蓬勃發展的理論與歷史及未來</li> </ul>
200年	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 文化過渡的理想時間架構</li> <li>• 連結世代的時間</li> <li>• 足以發展世代間傳記及對話的時間</li> </ul>

資料來源：Slaughter (1996)、Oner (2003)；\*本研究所加註。

針對技術前瞻，Oner (2003)進一步定義規範層級(決策者觀點)應規劃以 8 至 30 年的時間主軸，其中間值約 20 年，與一般國家的技術前瞻時間接近。在策略層級上，三至七年的時間架構有大約以五年為中間值，與一般國家的中程綱要規劃相符。在作業層級上則以一至三年為主，其中間值為一年半，大約是一個規劃與執行一個計畫所需要的時間，更貼近目前多數國家的科技計畫所規劃之時程。

⇒ 規範層級：8 至 30 年

⇒ 策略層級：4 至 7 年

⇒ 作業層級：1 至 3 年

## 2.2 為何要進行技術前瞻？

表 4 為何要進行前瞻

分類	理由的例子	代表學者(案例)
非理性的	科技人的關說(Lobby)	N.A.
	政治運作(搶奪資源、政策背書)	N.A.
	長官交辦事項	N.A.
	趕流行(跟著其他國家做)	N.A.
理性的	中、長期規劃	Lederman (美國 OST)
	社會國家的願景	Kuwahara (日本德菲)
	資源排序	Martin
	為未來發展溝通協調	Georghiou (UK)
	產生網脈、聯盟	Georghiou (UK)
	因應挑戰(如：高齡化、少子化)	Anderson (UK)
	長期科技政策的擬定或調整	Smits (德)
	產業與企業的永續發展	Kameoka (日傳真機例)
	開創新興產業或服務	Borch (德)
探索國家或產業轉型需求	Salo (芬蘭林業)	

資料來源：Yuan 及 Hsieh (2006)

### 2.2.1 技術前瞻的「目的」

不同的預測計畫有不同的目的，所以也可能會達到不同的效益。Raimond (1996)提出有二種類型的前瞻。第一種是針對未來的需求應當如何被發現，另一種則是談未來的需求應當如何被創造的論點。不同的方法在創新程度上和對資料的需求上都不相同。在大部份的情況下，前瞻活動都是由發起人(政策決策者)先定義前瞻計畫的目的。而決策者可以被歸為兩類：內閣層級及行政層級。例如，日本技術前瞻的創始者，MEXT(負責教育文化運動及科技)設定它們前瞻的目的為科技趨勢資料收集及分析，以及研究主要的科技領域的趨勢(Kuwahara, 1999)；德國的 BMBF(負責教育文化)則設定他們的目的為：提供 BMBF 的研究策略及資源分配方式(Cuhls, 2001)；法國的 OST(負責科技)強調他們的計畫是在提供有用的政策工具，並嘗試利用這些政策工具來作策略分析(Heraud, 1999)。以下針對前瞻的效益作一整理。

### 2.2.2 技術前瞻的「效益」

技術前瞻的效益已經在很多的論文被討論過，本研究將之歸類如下 12 項：



#### ◆ 訂定國家策略

技術預測可以解決創新系統的閉鎖(lock-in)問題，這不只對消費者經濟體(已開發國家)是必須的，對於新興經濟體(開發中國家)在維持經濟發展動能的觀點上更是重要(Tukker, 2005)。在新興經濟裡，多數的國家技術預測活動均有助於所定目標並建立良好的創新系統及國家策略。

#### ◆ 資源的優先順序(使用最少資源達到最大效益)

Anderson (1997)分析英國技術前瞻計畫後下了一個結論：技術預測有助於確定國家基礎建設的優先順序，而確認優先順序的典型作法則是根據研究的主题及在財經、法規、教育等各個面相上來決定資源的投入比重。Kuwahara (1999) 歸結日本的國家技術預測計畫提出一個論點：預測活動不只可以創造科技的發展方向並藉由交叉比對，找出橫跨不同領域的新技術(跨領域技術)，並且也可藉由及早評估而提高研究發展計畫的實現程度。



#### ◆ 活化現存科技體制 建立參與者間的新夥伴關係

從英國、德國、荷蘭的預測經驗當中，van der Meulen (1998)闡述要改變現有體制的僵化，最好的方法之一就是發展新的組織願景，也就是說，前瞻活動會暗示或刺激其他已經被認知的、規範好的架構，進而促進新的思維，產生新的組織活動或合作網脈等，此一觀點與 Anderson (1997) 相互呼應。

#### ◆ 加強情報系統 刺激資訊的交換

Kimminos (2004)應用歐盟的例子來說明使用區域性的預測的資訊模組所得的區域性情報、研發的傳播、技術和市場觀察、公司的水準及競爭力分析和區域性表現都可以加強區域性的革新。類似的研究還有美國 RAND 公司的多項研究計畫，提供給政府多種中長期前瞻的情報來源，及時調整好美國政策的走向。

#### ◆ 建立及時警告系統

技術前瞻計畫是一個提早的警告系統用來防範危機的發生。Toma (2004)提出在今日複雜的社會系統，警告和決策的時間越來越短，除非我們藉著使用新的認知工具，例如「想像未來(Images of the future)」，否則任何應用在目前的資訊空間的演算系統均無法預測改變。這個概念與 Irvine 及 Martin 在 1984 年所提出的「進入更長遠的未來(Luck into the longer-term future)」的概念相類似。

#### ◆ 溝通與協調

van der Meulen (1999)在 1999 年回顧荷蘭的技術前瞻個案中，特別強調他們的方法和在技術上的相關研究成果之一，是促成了參與者間的溝通協調。他提出一個結論：荷蘭在技術預測過程中，藉著改善主要參與者之間的策略互動，不但強化了創新的環境，也藉由溝通協調將前瞻的願景轉化成各參與者的研究策略。

#### ◆ 新技術的知識管理

Gertler and Wolfe (2004)，回顧近年創新系統、技術的動力學和當地

前瞻的文獻之後，得到一個結論：技術前瞻可以被視為是社會上有組織、有系統的學習過程，並可以延伸到個人、公司和各種體制下有關技術創新或研發的新技術之知識管理活動。

#### ◆ 刺激創新政策的制訂

Cooke (2003)觀察一些知名的區域性科技成功案例，例如矽谷的「新興成長」，瑞典的「產學合作創業 (corporate-led academic entrepreneurship)」，以及以色列的新興科技投資模式等之後，他認為技術前瞻有助於勾勒出一個地區的科技創新和創造科技社會的相互學習系統，提供具有持續性和信賴性的政策擬定機制。

#### ◆ 加強創新環境

Rappert (1999)檢視英國技術前瞻計畫對目前和未來的創新環境的相互影響。他主張政府應該檢視前瞻計畫的需求的架構是如何建構成的，和這個需求是如何定義的，以及它和過去科學和技術策略的關係而形成的過程，如此一來前瞻活動才有一貫的創新意涵。基於英國前瞻計畫的經驗，Webster (1999)探討了歐洲在科學政策，就政府因應目前創新的不確定性的改變，前瞻計畫概念因此產生。McPherson 和 McDonald (2005)使用愛爾蘭 Glasgov 市的案例來說明中小企業、金融服務單位、傳媒及教育機構參與者的加入，可以加強當地的創新環境。藉著持續的演練，這類的活動可以在擴大至國家層級甚至歐盟層級的技术前瞻。

#### ◆ 對公司策略的衝擊

Reid and Zyglidopoulos (2004)提出一項反證。他們認為德國中小企業進入中國市場時，經常忽略了針對中國市場的進入策略進行前瞻活動，使得投資失敗的案例時有所聞。Major 等人(2000)致力於研究國家技術前瞻對企業競爭策略的關係，他們認為英國前瞻計畫確實提供給一些小公司帶來影響，讓公司的研發策略及早進行調整、甚至因而獲利。Costanzo (2004)探索高層管理團隊如何發展策略前瞻並決定如何在充滿不確定未來的電子商業領域中成立一家網路銀行，在英國的金融服務產業的案例討論裡，他們以個案實際驗證前瞻對公司策略有影響的觀點。



◆ 對新產品發展的衝擊

Phaal 等人(2004)以英國汽車業的技術路徑規劃，來解釋英國前瞻所產生的新產品優先順序及新產品的合作網絡發展，確實具有一定的效益。Harinarayana (2004)使用印度輕型戰鬥機計畫的技術前瞻案例來說明前瞻計畫對於挑戰性任務的形成有幫助，它認同前瞻活動將年輕的研究團隊建置起來並提供彈性的組織調整機制。Rasmussen 等人(2005)年結合生命週期評估與技術前瞻理論，來特定的時間裡，如何評估新技術和新產品的研發策略。

根據以上的分析，本研究進一步將前瞻效益的組成份進行分析(如表 5)：

表 5 國家技術前瞻效益的主要組成份

	Linstone	Martin	Georghiou	Kuwahara
產生國家策略		×		
分配資源	×	×	×	×
提高科技實現程度	×	×	×	×
5Cs 相關	×	×	×	×
促成社會學習 養成前瞻文化		×	×	×
知識管理及知識擴散		×		
法人組織改造或 法人組織間聯盟	×	×	×	
預警資訊及情報系統	×	×	×	×
強化國家創新系統	×	×	×	×
提供企業產品策略		×	×	×

分析資料來源：SDOS of Inderscience 及 Elsevier (2005).

資料來源：Yuan 及 Hsieh (2006)

## 2.3 如何進行技術前瞻？

### 2.3.1 技術前瞻的「階段」

技術前瞻架構設計的濫觴應該可以回溯至 Lederman(1984)的研究。他結合策略規劃的架構，提供一個可以在前瞻初期使用的操作流程，該流程的第一階段為內外部環境分析、歸納 SWOT；第二階段及第三階段則為制定行動方案及權變計畫等。其流程圖如下(圖 5、圖 6)所列。

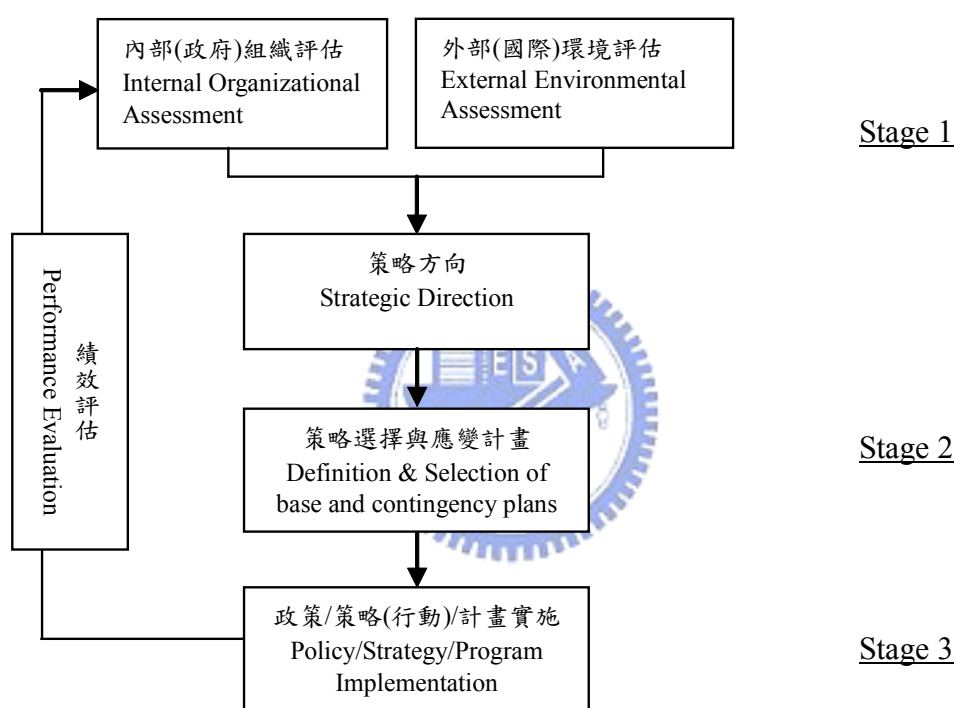


圖 5 Lederman (1984)所提出之“Direction setting”的流程

第一階段產生策略方向的步驟為前瞻最上位階的工作，該階段中首先應建置持續分析的工作，在前瞻活動結束後將結果的差異回饋至第一階段，形成一持續回饋的機制。

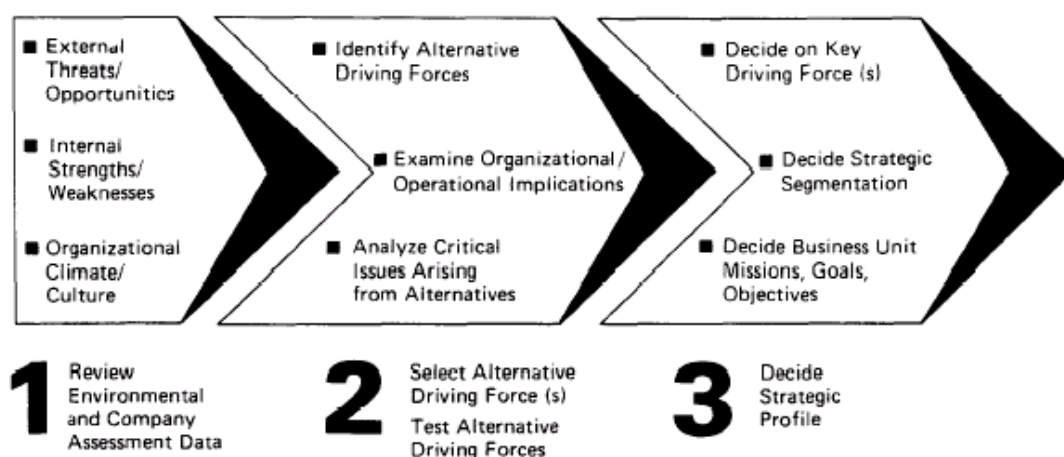


圖 6 Lederman (1984)所提出之“Direction setting”的流程(Stage 1)之步驟

綜觀大多數文獻，雖沒有文獻提出階段設計有特定的標準，但大部份國家的前瞻流程的階段多設計成三至四的階段，部份國家的階段設計案例參考下表 6：

表 6 主要國家技術前瞻的階段設計

	第一階段	第二階段	第三階段	第四階段
荷蘭技術前瞻 (Van Dijk)	Pre-Foresight Stage	Main- Foresight Stage	Post- Foresight Stage	
英國技術前瞻 (Georghiou)	Pre-Foresight Stage	1 <sup>st</sup> Foresight Stage	2 <sup>nd</sup> Foresight Stage	3 <sup>rd</sup> Foresight Stage
韓國 STEPI 技術前瞻 (Shin)	監測技術與 確認問題	關鍵技術排序	規劃與落實	控制與評估 (效益)
日本 NISTEP 技術前瞻 (Kuwahara)	技術領域與小組	技術選項與 專家共識	領域排序	
美國 OST 技術前瞻 (Gibbon)	環境監測、策略 方向	策略(技術)選項 選領域	行動方案	

### 2.3.2 技術前瞻的「流程」

Salo (2004)研究無線通訊產業的前瞻活動，歸納出三種前瞻的流程，依序為：由上而下、上下互動、由下而上等。由上而下的科技政策最典型

的例子如：美國登月計畫、中國載人太空計畫等。還有因為 911 事件而興起的國土安全產業，都是類似的案例。由下而上的科技政策有：美國 DOE 能源前瞻、美國 EPA 環保前瞻、美國 DARPA 前瞻研究計畫以及大多數的產業前瞻計畫。至於，上下互動的科技政策方面，有芬蘭 Usshimma 區域前瞻、芬蘭森林產業前瞻、芬蘭食品產業前瞻，加上區域性的科技政策前瞻－歐盟的 ITPS 前瞻計畫，或全球性的科技政策－聯合國大學的 2025 政策前瞻、千禧年前瞻計畫等，都屬於強調參與者與決策者之間上下互動的一種。

### 2.3.3 技術前瞻的「方法」

進年來方法論的修正、精進與整合、整理多種方法，可能是在技術前瞻研究領域中進步最多的部分。Barker 和 Smith (1995)認為成功的技術前瞻方法應該具備以下特性：

- ⇒ 有幾種不同的替代方法可供選擇；
- ⇒ 提供參與者容易明白的資訊，引導管理階層在行動方案中作出決定；
- ⇒ 具有嚴謹一致的邏輯，可以從整體策略延伸到行動方案的小細節等；
- ⇒ 可分析技術影響所及的各個層次；
- ⇒ 可以納入多元的意見；
- ⇒ 讓人相信並作出承諾。

首先在基本分析方面，Wyk (1997)針對以技術掃描來加強技術與策略的連結進行研究時，他提出來技術前瞻的前提必須先進行技術掃描。Bradley 和 McKiernan 則用不同的角度，強調「後見之明」可以強化前瞻計畫和相關策略計畫的品質，兩者所強調的，都是要在進行前瞻之前先進行技術掃描或基本的分析，而且是持續的進行。Peterson (2002)介紹 NEH(New Event Horizon)法，該方法與 NASA 所發展出來的 HMM(Horizon MissionMethodology)大同小異，都是提供一種技術掃描的基本框架。Patton (2005)則以 SRI 公司為例，說明 25 年來技術掃描在扮演商業決策上一直扮演重要的角色，與之前的立論呼應。Porter (2005)介紹一個名為” One page” 的資料採礦的軟體，可以作為技術審視的工具，是一種利用工具部份自動進行偵測的方式。以上的作者說明分析是前瞻的基本動作。

方法論方面，Jouvenel (2000)評論前瞻方法論的理性基礎，然後試著檢驗法國前瞻情境分析的邏輯與特徵(La prospective)來探究方法論的實用程度。Idier (2000)則藉著比較 Asimov 的機器人和 Gibson 的網際空間，評論科技創新與科幻小說之間的關係，最後推導出科幻小說對新科技的概念盟成具有一定的貢獻力量。Borch 和 Rasmussen (2002)使用技術前瞻的架構和生命週期的模型來分析資源決策的問題，他認為技術前瞻決定後續資源投入的優先順序，也可以被使用來作為局勢分析(Games)。Wilson (2004)基於局勢、檢視和監測等三部分，發展一套技術前瞻的模型，與 Shell 在 1970 年代的情境分析，或者是挪威石油天然氣公司應用情境分析法分析開發北海油田的案例相比，邏輯十分類似。Edelmann 等(2005)採用規範性的情境分析法，來分析芬蘭木材業的劇烈改變和採購策略。Niewohner 等(2005)報導公民情境可以作為民眾參與政策制定的工具。以上是方法論的一些進步。

本研究將技術前瞻的方法論比較整理如表 7，可以看出技術前瞻方法的進步可以表現在方法論的案例分析(分析成功與失敗的原因)、分析或整合多種預測方法、應用新工具等。詳細的方法論比較將於後續的章節中進一步說明：

表 7 國家技術前瞻的方法論比較表

A.主要德菲法及情境法案例：

方 法	成功案例	檢討不成功的案例
德菲法	NISTEP、Futur、KISTEP 等國家前瞻計畫	IEEE 德菲
情境法	芬蘭木材產業未來情境、德國公民參與式情境、規範情境(Normative scenario)	未發現

B.分析或整合預測方法：

比較或整合方法論	代表作者
分析多個運用德菲法的前瞻計畫	Linstone (1999)
提供多個前瞻的指標	Glenn (2005)
分析 46 種方法提出導入架構(TFA)	Porter 等人(2005)
技術路徑分析	Barker and Smith (1995)
TRIZ 法新應用	Mann (2005)
分析預測方法論的發展趨勢	Martino (2005)



### C. 應用新工具：

方法	代表作者
網路平台(RT Delphi)	Gordon (2005)
資料庫、資料挖礦、資訊擷取	Porter 等人(2005)
Blog 溝通平台	Yuan (2006)

資料來源：Yuan 及 Hsieh (2006)

#### 2.3.4 技術前瞻的「參與者」

早期科技政策的方向都是為少數當權者所決定，近年來技術前瞻的文獻指出，參與類似前瞻的政策活動之參與者，有逐漸增加的趨勢。所謂的參與者，指的是可以代表某種觀念或組織、大眾的想法來參加前瞻活動的代表，分類成科學領域、政府、工業、非政府組織，和其他公眾利益或消費者等，共分為 8 種。Slaughter (1990)則將參與者分類為內部成員(直接領導前瞻性參與者)和外部成員。另外，前瞻最重要的參與者便是專家。專家在各個國家的前瞻活動中都扮演了重要的角色。以日本為例，過去八次德菲調查中，每次有將超過二千位專家在十多種領域中參與問卷(Kuwahara, 1999)。英國前瞻計畫也在 15 種領域中培養出了 7,000 位專家(Georghiou, 1996)。在德國則至少有 1,500 位專家參與前瞻計畫(Cuhls, 2001)。韓國則有 10,000 位德菲問卷專家(Shin, 1994)。由這些數字看起來，專家的數量是取決於應用方法、取裁議題，及前瞻計畫領域等因素，並沒有明顯的人數選擇的法則。此外，決策者與指導委員會(Steering Group)是所有參與者當中位階最高，最重要的決策樞紐(通常決策者也是指導委員會的一員)，前瞻活動的發起與結束，都是由指導委員會進行決定。在表 8，可看到幾類已選出並分類好的成員種類。

表 8 技術前瞻的參與者(actors)分類

類別	代表作者
整體：Players involved in the innovation processes	Ruud
整體：“Inner” and “outer”	Slaughter
政府：Government ( Policy-maker)	Kuwahara
專家：Experts	Tichy
研究單位：Institutions	Johnston
學界：Academia	Hanney
產業：Industries， Sectors	Salo
公司：Firms	Major
非政府組織：NGOs	Glenn, Gordon
其他：媒體、公眾人物、未來學者(Futurist)、特定關係個人等	

資料來源：Yuan 及 Hsieh (2006)

歸納以上，技術前瞻的參與者至少有：政府、專家、研發界、學界、產業界、公司、非政府組織及社會大眾等八種類型。至於哪一些參與者應該參加與否必須參考該前瞻活動(領域選擇)的類型而定，越多人參加越容易有影響力，但也更難以產生共識意見。

### 2.3.5 技術前瞻的「機制」

本研究比較各國文獻，依據各國產生前瞻活動的方式，將技術前瞻的機制區分為「實體(設立組織)」及「虛體(執行計畫)」二類。技術前瞻所採用的機制設計多是設置專職單位，或是以大型計畫轉委託政策研究單位或學界為之，故其成份有實體(前者)與虛體(後者)之區分。實體的技術前瞻機制始於日本(1971)，由政府設置專職研究單位(未來工學研究所)，再由政府(MEXT)轉委託計畫方式，交由科技政策研究單位(NISTEP)及未來工學研究所等(Kuwahara, 1999)，以德菲法調查千餘種技術項目的實現時間，完成一龐大的技術地圖。其後荷蘭(1989)、德國(1993)、英國(1994)、韓國(1994)等先後相繼進行國家層級的技術前瞻活動中，所採用的機制多為利用既有的研究單位(學界或研究單位)，以計畫形式進行一定期限、特定領域的研究，代表案例有：德國 Futur 計畫、英國 SPRU 及 PREST 等。



此機制中，多半設置有技術前瞻委員會(committee)進行意見提供、議題收斂及結果確認等工作(Georghiou, 1999)。

### 2.3.6 技術前瞻的「領域選擇」

依據 Slaughter (2001)的時間軸及基本選擇分類，前瞻活動屬於科學性的分析，Irvine 及 Martin (1984)也提出前瞻為系統性的研究。表 9 中將基本選擇的分類，從簡單的個人日常生活做選擇到技術的選擇，作一整理。

表 9 基本選擇的分類

分類	選擇分類的例子	科學分析的程度
個人、家庭	相信命運嗎	低
	穿甚麼	低
	吃甚麼	低
	走那條路	低
	住在那裡	低
	選那一個基金或股票	中
	讀甚麼學校或科系	中
	結婚的對象	中
	選擇工作	中
公司、團體、社會	公司策略規劃	高
	產業前瞻	高
	社會前瞻	高
國家、地區、全球	技術前瞻	高
	國家前瞻	高

資料來源：Slaughter(1990)；本研究整理。

領域選擇的基本分類可以區分為目標性、限制性、妥協性及最佳化等四種基本類型。類型一旦確定，可以採用的方法，包括質化或量化分析方法整理如表 10 所列，詳細之方法整理分析將於後續第二章繼續討論。

表 10 基本領域選擇的分類

分類	例子	可採用方法論例
目標條件	提升技術或經濟等效益指標，例如：專利、論文、產值、出口、就業等	量化：MODM、Goal programming、Multi-objectives、穩健決策分析等
限制條件	資源限制，如：研發預算、人力素質、技術水準、市場規模、法規管制等	質化：Assumption-based Planning 量化：Multi-criteria(限制條件)、Cost-benefits model 等
妥協形成 共識形成	利益團體間考量效益指標與資源限制下，進行的妥協形成或共識形成	質化：情境分析法、焦點團體等 量化：Compromise solution、德菲法、最佳化模型等
最佳化	利益團體間考量效益指標與資源限制下，利用最佳化模型(量化)求解	量化：De Novo、TOPSIS、基因演算法、類神經網路等

資料來源：曾國雄「多變量分析方法」講義(2002)，本研究整理。

### 2.3.7 技術前瞻的「評估」

Gerghiou 和 Keenan (2005)針對英國、德國、以及匈牙利所作出的前瞻評估報告中指出，前瞻的動機、時機、以及整體性等準則不同，難以以單一方法針對所有前瞻的活動進行評估。Harper 和 Geroghiou (2005)則建立了一套架構並使用了 eFORESEE 計劃(以 ICT 和教育議題為主)，並以馬爾他為例。在 2002 至 2004 年期間，規劃出一份前瞻計畫能落實的政策指導方案及評估準則。Georghiou 則於 2005 年提出一套技術前瞻的「理性評估模型(Rationale of Foresight)」，說明前瞻必須先要有目標，才能依據評估準則評估目標的落實程度(參考表 11)。

Alsan 和 Oner (2004)提出整合前瞻管理(Integrated Foresight Management; IFM)並用來評估美國、英國、德國、紐西蘭、日本、西班牙、韓國，和匈牙利的前瞻計畫。另外，Saritas 和 Oner (2004)發表整合管理模型(Integrating Management Model; IMM)並用以分析英國的前瞻結果，驗證部份前瞻邏輯未盡完美之處。接下來 Oner 和 Saritas (2005)再以土耳其五年發展計畫為例，以整合發展管理模型(Integrated Development Management Mode; IDMM)來做為政策性系統分析的評估方案。上開模型都是質化的模型為主，應該仍屬於可以持續研究的題目之一。

表 11 Georghiou 的理性評估模型(Rationale of Foresight)

選擇理由 (Rationale)	為何選擇 (What does it do?)	預期產生結果 (Expected outcomes?)	評估重點 (Evaluation focus?)
提供政策建議 Providing policy advice	產生遠景 Highlights the longer term and extends perspectives	政策決策與資源分配 Policy decision, resource allocations 時空上的理性決策 More rational decision making over space and time	前瞻活動影響決策 Attribution of decisions to foresight exercise 政策決策流程的改變 Changes in decision-making process
溝通共識 Building advocacy coalitions	利益團體互動中找到挑戰 Highlights challenges in an interaction space around which interest groups coalesce	產生新網路 New emerging networks and communities 普遍對願景的承諾 Wide commitment to realization of a shared vision	生成網路 Nature of networks 產生行動 Actions undertaken by them
社會意見交流 Providing social forum	策略行動多方互動 Providing a “hybrid forum” for strategic reflection, debate and action	廣泛民主的參與決策 Broadened participation. Democratic renewal	參與者的質與量 Numbers and breadth of actors involved 交流品質與共識 Focus and quality of debates 參與者受惠 Benefits to participants

資料來源：Georghiou (2005)

### 2.3.8 技術前瞻的「風險」

技術前瞻最主要的風險來自活動缺乏明確的主題焦點，結果無法被客戶(如：決策者)使用或讓顧客(參與者)滿意，或未能引起參與者持續性的興趣或誘因，與創新系統的實際具運作方式相違背，及無法因應環境改變的需要與未能持續的政策實施(如執政者改變)等。因此，2004 年以來有 Eto (2004)提出以品質機能展開(Quality Function Deployment; QFD)檢驗前瞻的結果與參與者期望的吻合程度，Oner (2005)則以整合管理模型、Georghiou (2005)提出理性評估模型(表 12)，可以站在系統面上檢驗前瞻的風險。

表 12 國家技術前瞻風險及評估模型的比較

落實的風險	解決方案 評估模型	代表作者	出版年
無聚焦重點的前瞻	參與者的期望 與誘因	Linstone, Johnston, Salo	1999-2005
未能滿足顧客 或市場需求	QFD 模型	Eto	2004
參與者的持續參與性低	合作網路的 誘因設計	Salo, Johnston, Borch & Rasmussen, van der Meulen & Lohnberg	2001-2004
與國家創新系統脫鉤	NIS 的系統設計	Miles, Georghiou	1999-2005
環境變遷的不確定性高	環境監測 環境掃描	Slaughter & Garrett, Meulen	1995-2001
缺乏政策上的持續力	評估準則, IFM, IMM, IDMM	Harper and Georghiou, Oner,	2005

資料來源：Yuan 及 Hsieh (2006)

## 2.4 技術前瞻的類型

Porter (2006)依據前瞻的內容、流程、方法等三大分類及領域範圍、參與人員等 12 次類別將技術前瞻加以分類。本研究在加進 Salo 的三項流程論(由上而下、上下互動、由下而上)與工具使用程度，試圖讓此一技術前瞻的分類表更加完整，參考表 13。

表 13 技術前瞻的分類方式

主類別 Issues	次類別(維度) Dimension	子類別(衡量指標) State Values								
內容的 Content	動機成分 Motivation	規範性質 Normative				探索性質 Extrapolative				
	驅動因子 Drivers	科學(研究) Science (Research)	技術(發展) Technology (Development)	創新 Innovation	多種混合 Context					
	領域範圍 Scope	單一技術議題 Single Topic/ Technology		多個技術議題 Multiple Technologies		廣泛性規劃 Wide-ranging Planning				
	關注焦點 Locus	研究法人 Institution	產業界 Sector	國家/區域 Nation/Region	全球 Global					
	時間 Time Horizon	短期 Short (1-2 year)		中期 Mid-range (3-10 year)		長期 Long (15+ years)				
	目的 Purpose	參考之用 Informational				產生行動 Action-oriented				
流程的 Process	目標顧客 Target Users	關鍵決策者 Few, knowledgeable			各個相關的決策者 Diverse					
	參與人員 Participation	少數精英 Narrow mix, Closed process		適中族群 Intermediate		各界代表 Diverse mix, Representative process				
	研究時程 Study Duration	日 Day(s)		月 Month(s)		年 Year(s)				
	方向性 (Salo 提出)	由上而下 Top-down		上下互動 Mutual interactive		由下而上 Bottom-up				
方法的 Methods	方法類型 Family	創造	描述	統計	專家	監測	模型	情境	外差	評價
	質化/量化 Hard/Soft	量化 Quantitative				質化 Qualitative				
	規範/探索 Exp./ Norm.	規範 Normative				探索 Exploratory				
	應用 IT 工具 IT Tools (Yuan)	未應用 IT 工具 Non-IT based				應用 IT 工具 IT based				

資料來源：A. Porter (2006), Salo (2003), Yuan 及 Hsieh (2006)。

另外，還有兩種前瞻的層級並未能在上圖中彰顯，他們分別是：

■ 總統、國會層級的技术前瞻—由國會、總統、總理所發起，範圍較大。



■ 部會層級的技術前瞻—由行政的部會層級如經濟部、工業部、商業部、教育部所提出，範圍及其主題相對較小、較為明確。

以上類型對於前瞻的分類有直接的幫助。至於領域選擇類型方面，綜整文獻後並沒有發現有領域選擇的分類，也沒有選擇的類型模型，本文將於下一章嘗試提出六種類型的假設並以個案實證其合理性。

## 2.5 技術前瞻的發展趨勢

Georghiou (2003)回顧過去以來各國的技術前瞻活動，他假設已經有三代的技術前瞻存在。第一代前瞻以技術作為前瞻的主題，所以可稱之為「技術性預測」。第二代前瞻結合技術的推力(technology-push)和市場的拉力(market-pull)兩端進行前瞻，屬於「技術與市場的連結預測」。第三代：除了前二代的技術及市場要素，再加入社會發展的需求，稱之為「社會經濟端的前瞻」。另外，他在 2003 年日本 NISTEP 在東京技術前瞻研討會演講的場合中，也曾經提到第四代、第五代的技術前瞻的概念雛型。第四代前瞻的出現，是因應國家創新系統的需要改變，不管這些改變是由科技機會、財務限制(或成長)、經濟改革、新的結束與結盟所引起的，前瞻活動多半都與整個政府組織系統的調整有關。尤其，目前各國公共事業機構(衛生、交通、安全、水源與能源)的創新系統普遍有僵化、閉鎖的現象，無法因應時代快速變遷下的各種變化，如：新科技的升級等。甚至，大型企業也甚至已經可以主導國家的科技政策走向，乃至於影響全球科技的創新系統。於是，Georghiou 認為第四代的前瞻應當是「由下而上的創新」。而，第五代的前瞻活動將會是「創新前瞻」，而不再是「科技前瞻」。第五代前瞻必須要有政策與策略前瞻的整合角色，持續從改變與評估再改變中所得一些經驗，如此一來，前瞻就會成為創新系統內各層決策者的有用工具，變成一種全面性、良性循環的前瞻系統(圖 7)，頗有 1980 年代「全面品質管理」的概念。本研究將相關定義整理成一張表(表 14)。

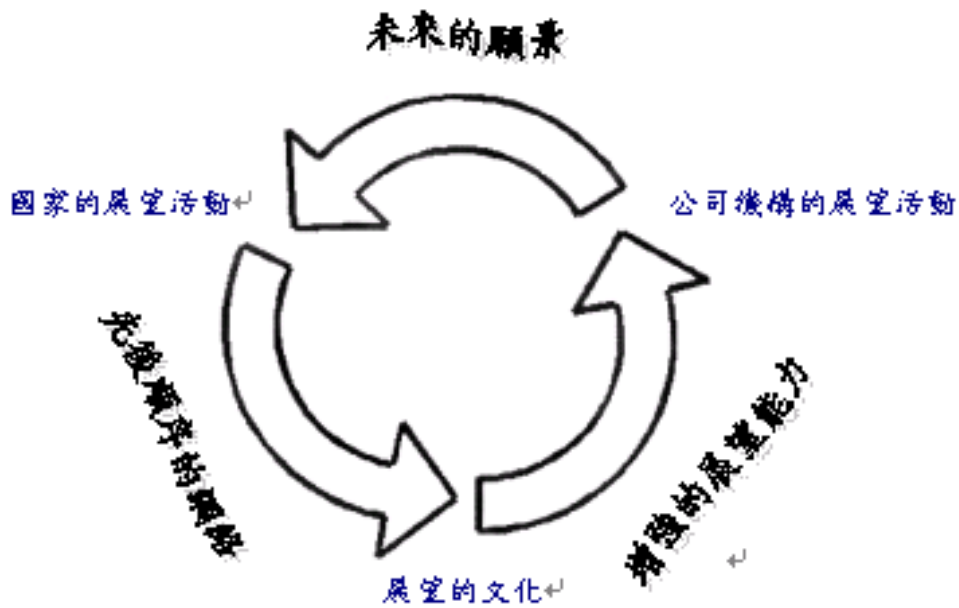


圖 7 第五代前瞻的良性循環

表 14 第一代至第四代的技术前瞻比較表(Georghiou, 2003)

	第一代	第二代	第三代	第四代	第五代?
提出時間	2000之前	2000年之前	2003 (1997提出)	2003之後	2006年7月尚無
特性	主要由技術發展趨勢驅動研究。	前瞻技術及市場藉技術對於市場的影響。	深入了解技術對市場前景在社會層面的影響。	與企業研發連結，由下而上進行前瞻，政府負責整合計畫及強化網脈。	Innovation Foresight, 由NIS衍化而來(不再是“技術預測”)
參與者	科技決策幕僚; 研發法人, 學者...等	科技決策幕僚; 研發法人, 學者...等	科技決策; 研發法人, 學者, 企業, 社會團體代表...等	科技決策; 研發法人, 學者, 企業, 社會團體代表...等	科技決策; 研發法人, 學者, 企業, 社會團體代表...等
實例 (Miles, Linstone提)	日本第一次至第七次前瞻, 韓國第一次及第二次前瞻, 大陸第一次前瞻。	日本第八次前瞻, 韓國第三次前瞻, 英國第一次及第二次前瞻。	英國第三次前瞻。	尚無	尚無
實例 (Oner提)	日本、德國	英、紐、韓、匈牙利	美國	尚無	尚無
挑戰因素	無法確定技術在市場上的應用程度。	無法確定技術市場對社會的影響程度。	無法有效地在國家與企業的創新活動當中互相連結。(創新系統失靈, Miles)	尚無	尚無

## 2.6 技術前瞻領域選擇、評估方法的發展趨勢

Georghiou(2003)引用英國 1993 年第一次技術前瞻計畫(United Kingdom Technology Foresight Programme)的定義，整理出技術前瞻的評估重點(原則)，該定義如下：

一種評估科學和科技發展的系統方法，以較長時期來說，可能帶給經濟和社會的發展極大的影響。

依據這個定義，Georghiou 指出技術前瞻主要評估重點有：第一個就是程序應該是系統化的(而不是討論小組無組織的思考);第二個科學和技術應該是主要的焦點(有所選擇);第三個時間範圍應該是較長期的(在一份英國的簡短筆記中提到，「較長期」的起始點遠超過商業計劃的時間起點);而第四個就是發展必須按照它們和經濟、社會發展之間的關係加以了解。以上四點標準對前瞻而言是最重要、必須釐清之處。

- 第一代：以技術作為唯一評估要素的「技術性預測」。
- 第二代：就是對於技術的能力和市場的需求進行前瞻，技術的發展並須從對市場的貢獻和影響來加以排序(prioritize)。
- 第三代：除了前二代的技術及市場要素，再加入社會發展的需求(意謂社會代表可以站在長期需求面上提供意見)，再度增強了市場要素的份量。此一概念已經廣為政策研究接受，特別是在歐盟的「第五次研究與技術發展架構計畫」(Fifth Framework Programme)(Caracostas 和 Muldur, 1997 年)，所有的評估準則幾乎都納入了市場端及社會端的意見。
- 第四代(假設)：Georghiou 稱之為企業的前瞻，目前沒有具體的評估準則。
- 第五代(假設)：Georghiou 稱之為創新的前瞻，目前沒有具體的評估準則。

因為絕大多數的前瞻活動都是國家級，難免會產生一個問題：「是否一個市場和技術都已經極度全球化的狀況下，大型企業大多已經進行全球性的佈局，那麼，國家的前瞻計畫仍然是重要的？」或者，「以企業從企業的自身利益角度下與政府互動，是否有助於國家的”技術”前瞻？」，Georghiou 指出，若要回答這一些問題，思考點必須要後退一步，重新思考在國家層級競爭力又意謂著什麼(而非個別公司)。實質上，在國家層級的競爭力主要的基礎是在於國家是否能夠提供一個環境，吸引並且

要能「留得住」私人企業，進而產生更高的經濟及社會價值。其中重要的條件包括：

- 高技術的勞動力(人才)；
- 完善和相互合作的科學基礎環境；
- 一個對企業有利的租稅環境和管理制度；
- 創新和創業的文化養成。

根據上述條件，前瞻或許是以不同的方式顯示—例如以全球的視野來規畫國家的創新制度，回饋給各界全球的科技市場端的變化潮流。

另一方面，在領域選擇與評估的方法上，主要評估的方式，也逐漸由原本人作選擇的方式，朝向以工具(如：電腦、網路、軟體等 IT 工具)協助人(參與者)作選擇(參表 15)。可以預期，運用 IT 工具協助人作選擇，將會隨著 IT 技術的進步與普及化，而更加加重其角色。Brain(2006)甚至預言，有一天部份議題可以由具備人工智慧的電腦、網路等工具作選擇等發展(Marshell Brain, Robotic Nation Evidence, 2006)。

表 15 技術前瞻領域選擇方法的演進分析

A.人作選擇為基礎：

方法論	代表作者
技術路徑分析運用於技術前瞻	Barker and Smith (1995)
德菲法運用於技術前瞻	Linstone (1999)
情境分析法運用於技術前瞻	Jouvenel (2000)

B.工具協助人作選擇為基礎：

方法論	代表作者
提供多個前瞻的準則	Glenn (2005)
分析 46 種方法提出導入架構(TFA)	Porter 等人(2005)
分析預測方法論的發展趨勢	Martino (2005)
TRIZ 法新應用	Mann (2005)
網路平台(RT Delphi)	Gordon (2005)
資料庫、資料挖礦、資訊擷取	Porter 等人(2005)
Blog 溝通平台	Yuan (2005)

### C. 工具選擇為基礎：

方法論	代表作者
人工智慧	
專家系統	未發現
未發現	

註：「選擇」不意味著作最後的「決定」。

資料來源：Yuan 及 Hsieh (2006)

Georghiou(2003)回顧到目前為止的前瞻活動經驗中得到一個結論，就是技術前瞻既不是對單一特定問題的單一解法，更不能解決所有國家科技發展的問題。從觀察各種的前瞻活動經驗中顯示，沒有一種方法或者體制是最好的，每一個國家必須選擇足以配合其前瞻目的及特殊文化進行規劃與執行前瞻計畫。另外，也沒有任何一種計畫可以完美達到所有的目的。尤其，在促進建構專家網絡和資源分配的過程中，始終存在著一種緊張的關係。因此前瞻計畫的精神應當以包容性設計為主，廣納技術的相關參與者，同時兼備有發散與收斂的能力，有系統地的完成評估，以架構的執行行動計畫，才有最大成功(實現)的可能性。Georghiou 將評估技術前瞻成功與否的主要條件羅列如下：

- 高層次的承諾
- 廣泛的參與
- 深入的互動
- 長期的利益觀點。

當然，領域的選擇方面，也應當要為滿足以上四項條件，才能有最大的成功機會。

Georghiou(2005)後來更進一步，提出理性的技術前瞻架構(Rationale of foresight)，評估技術前瞻的合理性。Oner 也提出整合管理的評估架構，用於評估技術前瞻大方向上的完整程度。兩個架構，都屬於以矩陣表達前瞻架構的質性模型，本研究將在後續的章節進一步探討。

綜合以上的文獻探討及論文的引證關係，本研究完成技術前瞻的理論發展歷程與架構的整理工作(如圖 8)，由此一架構，可以看出 1990 年開始



是技術前瞻理論進入百家爭鳴時代的開始，許多初步的方法架構(圖 8 的上半部)與實際案例(圖 8 的下半部)已經被提出來。我們可以預期 2006 年以後將會有更多國家案例、跨國案例被提出來；許多同一國家先後進行的前瞻活動將會被檢討落實的程度；同時，也可以有更多的方法論、整合的架構及整合修定的模型或新工具應用的案例產生。

文獻整理完後，本研究發現與領域選擇有關的觀念與文獻有：

領域選擇的定位與計畫發起的層級有關：有國會、總統、總理等層級，此類領域的前瞻範疇通常較大，影響也廣。另一個層級為部會的層級，由行政部門所提出的特定領域或議題之前瞻活動，通常可以區分為經濟、科學、技術、工業、商業、社會乃至於文化等議題，領域的範疇相對效小、目標明確。

時間方面，依據 Slaughter 定義應在 10 年至 50 年之間為宜，各國家的前瞻活動則多規劃在 5 年(如法國的關鍵技術)至 30 年(如日本的前瞻)之間，大多數為 10 年至 20 年，時間的長度在方法上或流程上目前沒有文獻探討此議題。

目的方面，本論文則整理有 12 類主要的技術前瞻的目的(Goals)與目標(Objectives)，這一些指標性質的目的或目標應該可以作為未來進行領域選擇實的參考準則(criteria)，在依國情略加修訂。

方法方面，多數論文所引用的前瞻方法仍以德菲法及情境分析法為主，近年來的趨勢是將各種方法論加以整合比較，或者是採用新的電腦、分析軟體、網路、電子平台等工具等方向上發展，可以預期這是一個較新穎的研究課題之一。

在參與者方面，可以歸納出至少有八大類的參與者成員，包括：政府官員及代表、國內外專家、研發機構代表、學術界代表、產業界代表、企業界代表、與領域相關之非政府組織代表及一般社會大眾代表等。由歷年論文發表的案例來看，參與者的類型與數目有逐年增加的趨勢。

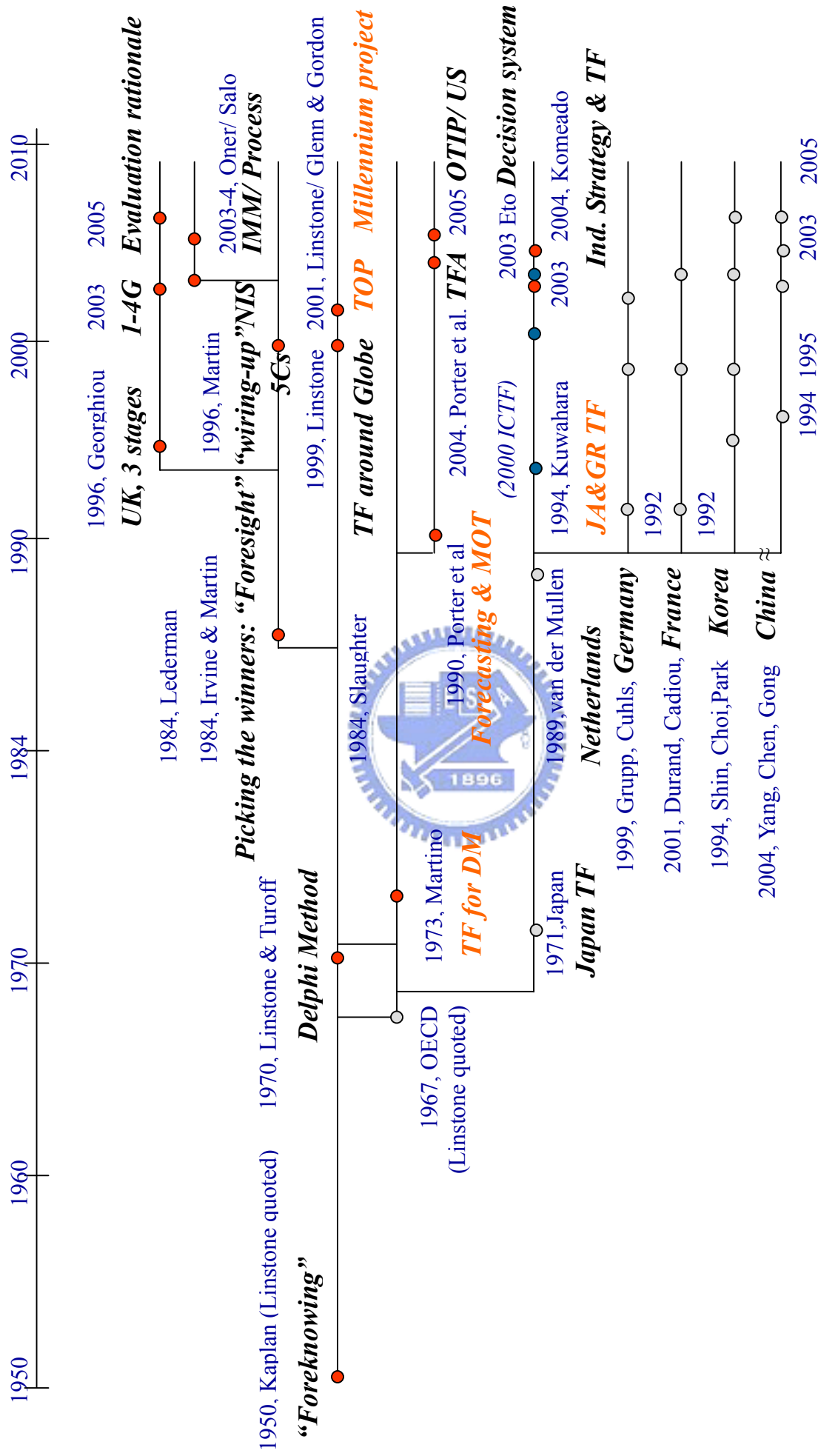


圖 8 技術前瞻的理論發展歷程與架構(本研究整理)

### 第三章 各國技術前瞻與領域選擇

#### 3.1 全球的技術前瞻活動

全球的技術前瞻活動如表 16 所列。

表 16 國家層級的技術前瞻發展歷程表

技術前瞻採用的方法三種類型(Geroghiou 定義)			
年份	德菲法	混合的	討論小組/願景/關鍵技術
1970s	日本開始實施至今		
1989		荷蘭經濟部前瞻計畫	
1990	德國第一次前瞻		
1991-			美國第一次關鍵技術計畫(OST)
1992			紐西蘭「公益科學基金」(Public Good Science Fund)
1993	南韓第一次前瞻		美國第二次關鍵技術計畫，德國第 21 世紀關鍵技術計畫
1994	法國導入日本/德國之小型德菲(mini-Delphi)	英國第一次技術前瞻計畫	荷蘭經濟部前瞻計畫
1995			法國 100 項關鍵技術，美國第三次關鍵技術計畫
1996	奧地利導入日本/德國的德菲調查		澳洲與將來需求相配合的科技，荷蘭「前瞻指導委員會」
1997	台灣十大新興調查	西班牙 ANEP	愛爾蘭
1998		匈牙利南非 TEP	紐西蘭、瑞典，美國第 4 代關鍵技術，歐盟 IPTS 前瞻計畫
1999	南韓第二次，日本第七次調查	APEC 多經濟會議委內瑞拉	英國第二次前瞻計畫，德國 FUTUR，中國之國家技術前瞻計畫；巴西技術前瞻計畫
2000			
2001	大陸前瞻開始		
2002			
2003	南韓第三次		
2004			
2005	日本第八次調查		芬蘭 FinnSight 前瞻
2006	台灣國科會前瞻		台灣科顧組前瞻

資料來源：Georghiou (2005)；本研究整理。

## 3.2 各國前瞻活動領域選擇

### 3.2.1 國際間前瞻領域別選擇統計

依據 Yuan (2006) 的研究 1990 年以來，國際間推動國家級技術前瞻或前瞻計畫的國家至少有 38 國，共進行了 45 項前瞻計畫，所涉前瞻領域至少 135 個。國際間 45 項前瞻計畫(foresight programme)裡，其中領域被 45 項前瞻計畫中，重複次數多寡排列前 20 個領域(參考表 17)，分別列於表 1 中，其中，其中技術發展 6 項、環境保育 3 項、基礎民生 7 項、基礎研究 2 項、產業發展 1 項、社會發展 1 項、商業發展 1 項。

表 17 全球前瞻活動，重要選擇領域一覽表

排 名	領域別	類 別	計畫重複次數
1	資訊通訊技術	技術發展	27 項計畫
2	材料科學	技術發展	26 項計畫
3	環境生態	環境保育	24 項計畫
4	交通運輸	基礎民生	12 項計畫
4	生產製造技術	技術發展	21 項計畫
4	能源	環境保育	21 項計畫
7	生物技術	技術發展	16 項計畫
7	農業	產業發展	16 項計畫
9	自然資源	環境保育	13 項計畫
10	電子技術	技術發展	12 項計畫
10	住宅、建築	基礎民生	12 項計畫
12	生命科學	基礎研究	11 項計畫
13	食物/飲水	基礎民生	10 項計畫
14	醫療保健技術	技術發展	9 項計畫
15	基礎設施	基礎民生	8 項計畫
15	水產養殖漁業	產業發展	8 項計畫
17	醫療照護	商業發展	7 項計畫
17	教育與學習	社會發展	7 項計畫
19	電信	基礎民生	6 項計畫
20	化學	基礎研究	6 項計畫

資料來源：中華經濟研究院(2006)、交大袁建中等

### 3.2.2 歐、美、加、紐、澳等 31 國 37 項前瞻計畫(除亞洲與非洲)前瞻領域別選擇統計

歐、美、加、紐、澳等 31 國(除亞洲與非洲)共進行了 37 項前瞻計畫，所涉領域別共計 120 項，重複次數多寡排列前 20 個領域(參考表 18)，分別列於表 2 中，其中，其中技術發展 7 項、環境保育 3 項、基礎民生 5 項、基礎研究 2 項、產業發展 2 項、社會發展 1 項。

表 18 歐、美、加、澳、紐前瞻活動，重要選擇領域一覽表

排名	領域別	類別	計畫重複次數
1	資訊通訊技術	技術發展	20 項計畫
2	材料科學	技術發展	19 項計畫
3	環境生態	環境保育	18 項計畫
4	交通運輸	基礎民生	16 項計畫
5	生物科技	技術發展	15 項計畫
5	生產製造技術	技術發展	15 項計畫
7	能源	環境保育	14 項計畫
8	農業	產業發展	9 項計畫
8	住宅、建築	基礎民生	9 項計畫
10	食物、飲水	基礎民生	8 項計畫
10	基礎設施	基礎民生	8 項計畫
10	自然資源	環境保育	8 項計畫
10	生命科學	基礎研究	8 項計畫
10	醫療保健技術	技術發展	8 項計畫
15	教育與學習	社會發展	6 項計畫
15	化學	基礎研究	6 項計畫
15	電子技術	技術發展	6 項計畫
18	化工	產業發展	5 項計畫
18	電信	基礎民生	5 項計畫
18	奈米科技	技術發展	5 項計畫

資料來源：中華經濟研究院(2006)、交大袁建中等



### 3.2.3 亞洲各國前瞻領域別選擇

1990 年以來，亞洲國家共有日本、韓國、中國、印度、菲律賓等國從事 6 項(日本二項)前瞻計畫共有 42 項領域。其中被 3 項以上前瞻計畫重複提出者，計有 15 個領域，分別排列於表 3 中，其中技術發展 4 項、環境保育 3 項、基礎民生 2 項、基礎研究 2 項、產業發展 3 項、商業發展 1 項(參考表 19)。

表 19 亞洲國家前瞻，重要選擇領域一覽表

排名	領域別	類別	計畫重複次數
1	材料科學	技術發展	6 項計畫
1	電子技術	技術發展	6 項計畫
3	農業	產業發展	5 項計畫
3	交通運輸	基礎民生	5 項計畫
3	生產製造技術	技術發展	5 項計畫
3	資訊通訊技術	技術發展	5 項計畫
3	農業科學	基礎研究	5 項計畫
3	自然資源	環境保育	5 項計畫
3	能源	環境保育	5 項計畫
9	漁業	產業發展	4 項計畫
9	林業	產業發展	4 項計畫
9	醫療照護	商業發展	4 項計畫
9	環境生態	環境保育	4 項計畫
10	住宅/建築	基礎民生	3 項計畫
10	太空/天文學	基礎研究	3 項計畫

資料來源：中華經濟研究院(2006)、交大袁建中等

### 3.2.4 全球、歐美加紐澳、亞洲三區前瞻領域別選擇比較

將全球與歐美加紐澳兩區前瞻計畫所選擇領域前 20 名，與亞洲五國六項前瞻計畫中，有三項前瞻計畫所提領域相同者，進行比較分析如表 20。

表 20 全球、亞洲、歐美加紐澳三區前瞻領域別選擇比較表

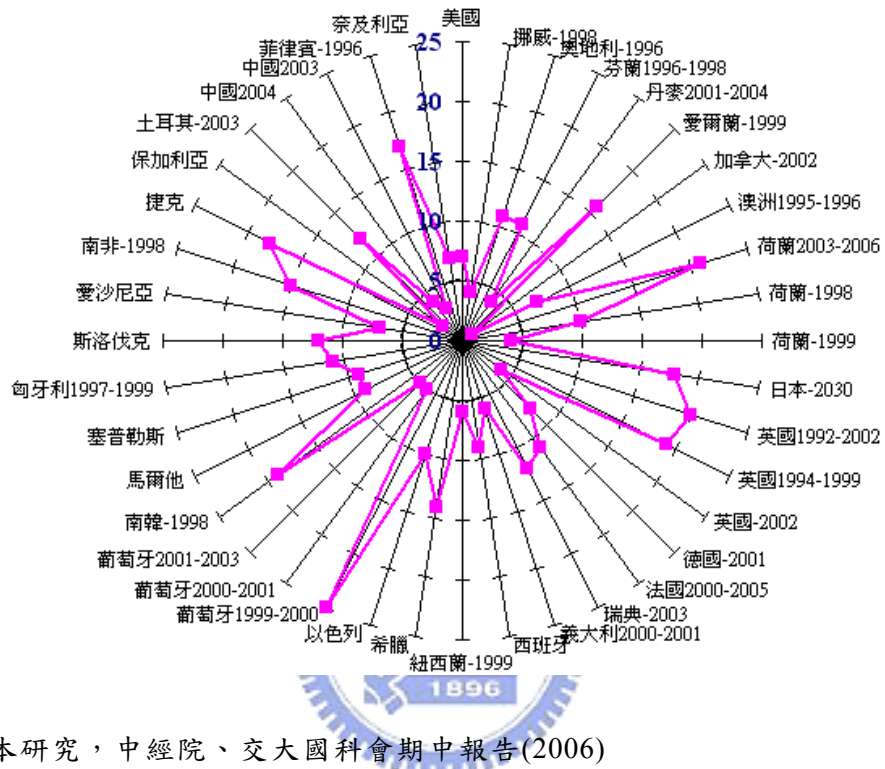
類別	領域別	全 球 (38 國 45 項計畫)	歐美加澳紐 (31 國 37 項計畫)	亞 洲 (5 國 6 項計畫)
社會發展	教育與學習	7	6	0
產業發展	農業	16	9	5
	水產養殖漁業	8	4	4
	林業	6	2	4
商業發展	醫療照護	7	3	4
技術發展	資訊通訊技術	27	20	5
	材料科學	26	19	6
	生產製造技術	21	15	5
	生物科技	16	15	1
	奈米科技	5	5	0
	化工	6	5	1
	電子技術	12	6	6
	醫療保健技術	9	6	1
基礎研究	化學	6	6	0
	生命科學	11	8	1
	太空/天文學	3	0	3
	農業科學	5	1	4
基礎民生	通信	6	5	1
	基礎設施	8	8	0
	交通運輸	12	16	5
	住宅/建築	12	9	3
	食物/飲水	10	8	2
	基礎設施	8	8	0
環境保育	環境生態	24	18	4
	能源	21	14	5
	自然資源	13	8	5

資料來源：中華經濟研究院(2006)、交大袁建中等

說明：打網底部份為各區域前瞻活動重要選擇領域

經由上述比較，可以得到以下二項重要的結論：

⇒ 國家人均所得與領域選擇數目並無顯著關聯(參考圖 9)。圖中國家已依據人均所得加以排序(由美國開始順時針方向排)



繪製圖：本研究，中經院、交大國科會期中報告(2006)

圖 9 國家人均所得與領域選擇數目與領域選擇數目



整理各國家的技術領域，可以將之歸納為 66 種領域，依序為：產業發展、農業、水產養殖漁業、林業、礦業、工業生產、程序控制、食品業、紡織業、塑膠工業、金屬工業、化學工業、鞋業、汽車工業、機械工業、新興科技領域、生物科技領域、生命科學、奈米科技領域、材料科技領域、航太、軟體工程領域、醫療保健領域、資訊通訊電子、多媒體科技領域、食物飲水、基礎建設、住宅建築、交通運輸、環境保護與永續發展、自然資源/地球科學、海洋、能源、創新、創新企業、全球運籌、全球整合、商業發展領域、商業環境、服裝時尚設計、行政管理、房地產、批發、零售流通、金融服務、服務業、工程服務、社會、社區、個人、服務、工作、消費者服務、文化、全球化、國際化、教育與學習、人力資源、就業、休閒旅遊、防洪與海岸防衛、國家機構部門管理、人口老齡化、資訊化的社會、社會人民安全、犯罪防治、網路信任及其犯罪防治、都市化、國防安全、社會變遷與轉型及其他項等。66 項選擇領域中(其他項除外)，被選擇次數最多的前 9 項的領域及其被選擇的次數(表 22)：

表 22 被選擇次數最多的前 9 項技術前瞻領域

資訊通訊電子	環境保護永續發展	工業生產	材料科技領域	能源	農業	醫療保健領域	交通運輸	生物科技領域
26	23	22	22	22	20	20	18	17

資料來源：中經院、交大國科會期中報告(2006)

另外，在地區方面：

- ⇒ 產業發展方面：全球與二大區域的焦點在農業；
- ⇒ 技術發展方面：全球與二大區域的焦點在資訊通訊技術、生產製造技術、材料科學、電子技術；
- ⇒ 基礎民生方面：全球與二大區域的焦點在交通運輸、住宅/建築；
- ⇒ 環境保育方面：全球與二大區域的焦點在環境生態、能源、自然資源。

歸納以上資料可以發現有以下幾點重點：

- ⇒ 領域選擇的數量與國家人均產值無關。
- ⇒ 66 項領域選擇中，包括：ICT、環保、材料、生技等，有 9 項是絕大多



數國家都會選擇的領域。

⇒ 單一國家選擇的領域範疇有大有小。如：機械領域(產業領域)v.s. RFID(產品或商業領域)

⇒ 大多數屬於一般常見的領域，因重大事件而產生的前瞻領域選擇並不多見。

接下來針對各國的前瞻活動進行分析與整理：

### 3.3 國外前瞻活動案例

#### 3.3.1 日本—The Delphi (1994-1995)

A. 推動單位：科技廳 (Science and Technology Agency, STA)

B. 承辦單位：科技政策研究所 (National Institute for Science and Technology Policy)、未來工學研究所(IFTECH)

C. 當時所面臨之問題

日本是二次世界大戰戰敗國，但是卻幾乎是緊隨德國之後，成為世界經濟強權。戰後的日本，很成功地由生產因素導向階段，長驅進入創新導向階段，其成就更受德國為矚目的原因在於：它的天然資源不如德國充沛，它也不像德國很早就打下化工和機械等產業的悠久基礎。在戰後 20 多年，日本經濟高速發展，至 1960 年代末，其國民生產總值已超過了西歐各國，成為當時僅次於美國和前蘇聯的第三經濟大國。1970 年代日本許多產業進入成熟期，產值開始下降，一些企業處於“停滯”狀態。1920 年代占日本工業總產值 44%的纖維產業，到 1980 年代初已下降到 5%，砂糖、造紙、肥料都處於蕭條狀態，造船、鋼鐵、汽車也出現不景氣現象。

日本經濟中最重要也最有競爭力的產業是：運輸設備及其相關機械、辦公事務設備、娛樂和休閒產業(出口的是消費型電子產品)、鋼鐵和金屬製品、電子零件和電腦設備，以及光學相關產品(包括照相機和軟片)，另外在印刷設備、電信器材(尤其是硬體設備)、陶瓷相關產品、家用電器、電子產品、個人用品(如手錶、鋼筆、時鐘等)，以及許多綜合商業類材料(如風扇、幫浦、工具等產業)有令人矚目的成績，在這些方面，日本或已

擁有強勁的地位，或正來勢洶洶。比較獨特的是日本前五十大出口產業中，完全沒有天然資源密集產業；另外，日本產業在橫向聯繫上有超強的表現，然而在產業群聚的垂直深度上，日本的表現並不如德國。而在林業及其相關產品、化工、塑膠等產品領域、食品飲料、清潔劑或衛浴用品等個人消費用品、國防工業、服務業和家用家具產業、醫療保健、紡織成衣(紡織機械產業除外)等產業，不是競爭力明顯不足，甚至走下坡，不然就是毫不起眼。日本這種一方面擁有全世界競爭力最強的產業和企業，凸顯出它作為經濟強權的事實；不過，日本的大部分經濟不僅達不到世界強國的標準，甚至落後這些標準甚多，此種矛盾現象，正是日本政策功過相抵的平衡結果，也是日本未來經濟繁榮的隱憂和限制。

在躋身世界經濟強國之後，日本政府發現，技術引進方式已遠遠不能滿足日本經濟和社會發展需求，據經濟合作和發展組織 1968 年的一份研究報告統計，在戰後的 139 項重大技術創新專案中，日本僅有 5 項。因此，要保持世界領先的經濟地位，必須在技術上佔有優勢，發展自己的先進技術。在這種情況下，無論政府決策者還是專家和企業家都感到，瞭解自身所處的地位，把握技術未來發展趨勢，加強自主創新，對日本的發展至關重要。所以為了把握未來技術的發展方向，強化自主創新，因而開始進行技術預測，以作為研發創新資源配置的參考，並作為共識形成的基礎。自 1969 年，日本政府組織一個訪問團赴美國 RAND 參訪，學習運用德菲法進行技術預測後，當時即建議田中首相設立技術預測的組織進行研究。於是從 1971 年起，日本即開始年五年進行一次，這是世界上最早開始、也是持續最久的全國性科技前瞻調查。

1990 年代初泡沫經濟破滅以來，日本經濟出現了戰後從未有過的「十年蕭條」，尤其是 1997、1998 年度，日本連續兩年出現負增長，1998 年的實際增長率為 -2%，被稱為戰後日本經濟“最黑暗時期”。儘管資訊通信技術相關產業的迅速發展，使日本經濟出現好轉，1999 年度實現了 0.5% 的增長，但整個經濟復蘇依然乏力。影響日本經濟恢復的諸多因素依然存在，如破產企業增多，失業率居高不下，個人消費增長後勁不足等。日本的社會環境也在發生變化。具有低出生率和人口老齡化的日本，其人口數量預計在 2007 年達到高峰，然後開始下降。隨著人口增多，老齡化程度增加，將帶來勞動力供求失衡等諸多社會問題。此外，全球變暖引起

的環境問題正不斷加劇，也對社會產生顯著影響。要使企業保持活力，就要不斷開發新產品，其關鍵是要開發新技術、掌握新技術。由於企業對技術的需求非常迫切，技術預測從一開始就引起了社會較大的反響和重視，得到企業界的關注。

日本企業已經從產品價格的競爭，進步到高級產品和製程方面的競爭，這樣的成就沒有其他國家可與之相比。然而日本所面臨的迫切問題是，發生在產業奇蹟以外的其他無效率的產業部門，因為後者可能會拉下整個日本的生產業，日本所面臨的挑戰是本質性的問題，像是如何持續保持活力並避免走向富裕導向階段的弊病？如何維持成功的基礎並持續升級？其所面臨的課題為：教育品質之提升、大學研究之獎勵、國家市場需求之提升、行銷體系障礙之排除、醫療保健體系之加強、服務業限制之取消鬆綁、生產力部門之振興活化、國家發展目標之轉變、企業全球化策略之實施等。

面對經濟復甦乏力、人口老齡化、國際競爭力下降等多種難題，特別是意識到在科技方面與美國差距有繼續擴大之勢，日本加大了對科技的投入。在 1995 年制定的科技基本法的指導下，1996 年制定了科技基本計畫。1996~2000 年度，日本政府科技經費投入累計達 17 兆日元左右。同時，集中人力和物力發展高新技術，加速科技成果轉化和產業化進程。從日本近期研發的指導思想看，出現了一些新動向、新趨勢，即由「生產導向」轉向「消費者導向」，由「模仿、改良」轉向「自主、創新」，由「分割研究」轉向「綜合研究」。

日本從第六回起，日本每五年檢視前六期(30 年)的技術預測實現率。從第七回開始，也正式採用技術前瞻一詞，以涵蓋其在經濟及社會方面的預測活動。第八回的前瞻方法除了德菲法之外，也加入了情境分析法及文獻分析法等，預測商品化及社會普及化的實現時間。

#### D. 當時科技政策方向

- (1) 推動基礎研究；
- (2) 增進人類與環境共生共榮；
- (3) 提升社會和生活之實質內容；

#### E. 前瞻方向—從社會需求進行前瞻計畫

為滿足社會經濟發展需求，日本的技術預測也進行了重大調整。預測目標已從早期預測優先發展的科學技術領域轉到以滿足社會經濟發展需求，改善人民生活質量，解決環境保護等問題上來。實際上，日本在第6次技術預測中就已開始了從需求進行分析，如在選擇技術專案時，研究人員不僅要從技術目標和技術類型兩方面來考慮建立備選技術清單，而且還要研究這些技術對社會經濟的重要性。與之相似，在設計調查問卷時，研究人員除了考慮技術本身發展的可能性外，還要調查其社會經濟需求，同時探索滿足社會經濟需求的未來技術。例如，技術預測委員會要求以下4個領域必須根據各個技術領域的分析報告進行綜合分析，這4個領域是：社會老齡化(形成沒有隔閡的自由環境，保障生活質量和個人的獨立性)、保障安全(涉及自然災害和電腦犯罪)、環境保護和再生利用(開發新能源、低能耗和再生利用技術)和通用基礎技術(設計技術、處理技術、管理系統以及進行觀測和測量的技術)。日本在第7次科技前瞻中，為了強調從社會經濟需求分析未來科學技術，將社會經濟需求融入其中，並對預測方法和內容進行了改進。

日本進行科技前瞻的目的，在於透過眾多專家對於未來長期科技發展進行預測，期能由眾多具發展潛力的科技發展機會中，透過較為科學的方法捕捉重點，作為政府制訂科技發展政策的參考，也作為產業界及相關專業提供科技發展全面的訊息。

#### F. 技術前瞻領域別選擇過程及篩選架構：

由專家研擬前瞻議題，並縮小至四個領域十五項技術進行前瞻調查。

#### G. 所選擇領域：

材料與生產製程、資訊電子、生命科學與醫療保健、環境保育



### 3.3.2 荷蘭—Foresight Programme(1989-1994)

A. 推動單位：經濟部

B. 承辦單位：應用科學研究院 (Organization for Applied Science Research, TNO)，產業論壇(Forum)

C. 當時科技政策方向

- (1) 建立一市場導向的科技政策架構，培養中小企業研究發展的能力；
- (2) 建立研究網絡，協助科技知識擴散傳播；
- (3) 改進中小企業的科技競爭地位，推動產業界投資應用研究，建立產業界和學界的合作關係；
- (4) 加強行為與社會科學研究，以維持經濟發展並確保新科技在社會上的最佳運用；
- (5) 集中資源在最具優先順序的研究領域。

D. 前瞻目的

- (1) 提供資訊，作為科技發展政策規劃與資源分配之基礎；
- (2) 建立產、官、學、研各界合作發展重點科技網絡；
- (3) 提供中小企業科技發展與市場的相關資訊，激勵中小企業進行創新。

E. 技術前瞻領域別選擇過程及篩選架構：

- (1) 其領域別的選擇過程為先邀請民間單位參與前期研究 (10~12 個顧問群)，列出 75 項技術領域，隨後針對由產學論壇所選出之專家進行意見調查，研判有前景的科技領域。最後由主辦單位經濟部所選出的 20 位專家進一步篩選出十五個有潛力的科技領域。篩選名單再交回產學論壇進行討論，選定 2~3 個領域，進行領域分析。
- (2) 其領域別優先性的判定為：適用性、中小企業創新能力、有助於發展產業組織 (網絡)、經濟效益、現行發展程度。

F. 所選擇領域：

精密機械、黏合技術、晶片卡、矩陣合成、訊號處理、分離技術、製程技術。



### 3.3.3 英國前瞻計畫(1994~迄今 2006，共歷經三次，1994-1999 / 1999/2002/ 2002~迄今 2006)

英國在 1994 年開始前瞻計畫，每五年進行一次前瞻計畫，1995 年公佈了第一套的願景與建議事項，隨後的四年發展與實踐。新一輪的前瞻於 1999 年四月一日開始。英國前瞻計劃由貿工部(Department of Trade and Industry, DTI)的科學暨技術處(The Office of Science and Technology, OST)負責，科學暨技術處的職責就是維持並發展英國優越的科學、工程與技術，同時將這些發展成果應用於永續創造最大的財富與最好的生活品質。至今年，已進入第三次 (Phase 3)之前瞻計畫，現茲簡述如下：

#### A. 當時所面臨之問題

英國是最早工業化的國家，並培養出當時技術能力最強、識字率最高的勞動力。直到 18 世紀末，英國產業能夠不斷升級，所依靠的就是不斷開發工業技術的結果，許多產業的最早發明都是由英國人包辦，這是因為英國的大學教育發展最早，培養出許多第一流的學生，但是，將這些發明應用到工業實物上的是那些從未受過大學教育，但是工作經驗豐富的英國企業家。直到今天，英國在科學研究方面的實力依然很強。

早在第二次世界大戰前，英國產業的競爭能力就已經出現問題，英國是 19 世紀的工業超級強國，但是整個 20 世紀卻一直處於下滑的頹勢。二次大戰後的英國一直遭到高物價與高失業的雙重折磨。英國在國民生產力與國民所得的成長速度上，大致與美國相近，不同的是，英國原來的領先程度並不如美國，因此，當其他國家的競爭優勢開始展開時，英國只能眼睜睜地看著其他國家一個接一個超前而去。儘管國力衰退，英國本身仍在某些產業領域維持強大的優勢，並且享有過去所累積的財富，但是同時又出現許多核心工業一蹶不振的狀態。英國政府在經濟發展上，傳統上採取自由放任的態度。然而 1970-1990 年代期間，產業內部缺乏競爭壓力，市場調節機能也有其難以突破之處，英國政府因此逐漸以控制需求、操縱利率來影響通貨膨脹率與匯率。這種情形顯示，英國的產業政府是總體經濟導向，而非個體經濟走向。此外，英國的產業政策是由財政部管理，如何建立產業的競爭優勢並不是它所關心的主要課題。在 1978-1985 這段期間，英國失去競爭優勢的產業遠比新添的要多，更糟糕的是英國失去優勢

的產業往往也是攸關國家競爭力的產業，但如機械產業、專業元件產業以及支持性產業(綜合性商業)。所能保有的競爭優勢產業，主要偏重在以基礎科學為主的產業、英國能提供一流人才但薪資相對低廉的產業、曾經輝煌一時具有搶先進入優勢的產業(金融、貿易及藝術領域)，以及滿足特殊、高級需求的產業。英國的產業琳琅滿目，但是能夠具有絕對競爭地位的產業卻寥寥無幾，英國產業很少能像美國、日本、德國一般，能有極高的市場占有率。此外，英國的產業群聚也很單薄；在垂直整合方面，英國產業更遠不及義大利、瑞士與瑞典。

作為一個曾經引領過兩次工業革命的國家，在過去的時代裏，它擁有強大的製造業基礎、高效能的服務業體系、受到良好教育和培訓的人力資源、高度分工的專業化管理、新興便利的網路技術條件、相當一部分人所擁有的發明創造的天賦。工業技術的突破給英國帶來了巨大的財富，使得英國國民能夠生活在一種優越安然的環境之中。然而，世界環境是不斷變化的，如果不能有效地把這些優勢、潛力開發出來，英國就只能在原有的基礎上踏步並最終被別的國家超過。英國為富裕導向階段所帶來的弊端已有一段時間，這也導致英國人，尤其是一般工人的生活水準每下愈況。在英國，競爭優勢的失落甚至已經形成一種慣性，從一個產業傳染到另一個產業，人民所得減少又侵蝕到需求面的品質。國家稅收不足更導致政府在創造生產因素、基礎建設、公共服務的投資減少，進一步減損了未來的競爭優勢。不過一些蛛絲馬跡也顯示，英國的競爭優勢在某些方面正在復興，當時英國首相柴契爾夫人是促成這種變革的主要觸媒，當時的政府政策明顯偏向刺激經濟復興，以使經濟發展產生巨大動力，不過英國的產業復興仍然是脆弱和零散的，它的失業率依然居高不下，其實英國若真要脫胎換骨，它的產業需要新的產品和製程；簡單地說，英國需要創新。英國的案例，凸顯出一個國家想要重返經濟升級過程所遭遇的問題，如果英國想要維持其先進國家的地位、經濟持續發展，英國必須具備較高技能的勞動力、堅實合作的科學基礎、適宜的稅收和管理機制、創新的企業文化。英國未來的發展必須讓這種優越性得以繼續。英國的持續發展目標就是要實現國民財富創造的不斷增長，國民生活質量得到保障並不斷提高。

英國在 80 年代末就開始了技術前瞻研究，當時主要是為了探索科學發展的領域，主要參與者是技術專家。如何通過技術前瞻規劃把握未來社會

的變化趨勢，把潛在的社會經濟需求轉化成技術研究和開發的驅動力，日本已經做出了成功的範例。在對日本技術前瞻進行詳細分析後，英國認為有必要開展類似的研究，透過加大對基礎性科學技術領域的投入和指導來提高國家競爭潛力。這正是英國 1993 年由英國貿工部公佈的《實現我們的潛力》科技政策白皮書之目的所在。英國的前瞻活動，由於參與熱烈，而且許多政府的高層也很重視，所以被認為是很成功的。而在第一輪經驗中，英國也發現教育及社會因素的重要，而於 1996 年將“科技”字眼拿掉。

#### B. 當時科技政策方向

由 1993 年科技政策白皮書知：

- (1) 在國家需求考量、科技發展趨勢以及產官學界合作關係的強化上，資助與支持有關科學、工程與技術的發展活動；
- (2) 維持英國在科學、工程、技術領域的領導地位，推動高等教育及訓練，提升知識水準與理解能力；
- (3) 加強社會大眾瞭解科學、工程、技術之對國家社會的貢獻；
- (4) 強化英國與歐盟、國際間之互動關係，以符合國家最大利益；
- (5) 增進政府各部會間之協同合作關係，以有效解決科學、工程與技術所面臨之問題，並提升研發投資的效率。

#### C. 前瞻目標—強調競爭優勢、生活水準提高和永續發展

- (1) 建立前瞻性視野，作為政府與民間單位的決策基石，擬定策略行動，來因應未來發展需要；
- (2) 創造一個前性的思維，協助企業規劃其長期成長與投資策略，突破短期成長的瓶頸；
- (3) 建立產官學界的互動網絡，以為優先領域上推動計畫的基礎，以發展科技的最大效益。

#### D. 推動單位：貿易與工業部的科學暨技術處(The Office of Science and Technology, OST)

E. 技術前瞻領域別選擇過程及篩選架構：

- (1) 所選擇領域必須具有未來性，前瞻時間軸起碼要十年以上；
- (2) 科技必須是所選擇領域的主要驅動力；
- (3) 所選擇領域之附加價值必須對環境、經濟、社會是有衝擊性的；
- (4) 既存所選擇的領域不能與先前領域有所重複；
- (5) 具有影響力之產、官、學界網絡；
- (6) 必須有官方性質、對未來有影響力之工作小組之支援。

F. 英國第一次 U.K. Foresight Programme (1994-1999)所選擇領域：

- (1) 農業、自然資源及環境；(2) 化學；(3) 通訊；(4) 營造；(5) 太空及國防；(6) 能源；(7) 金融服務；(8) 飲食；(9) 健康及生命科學；(10) 資訊科技及電子；(11) 休閒及學習；(12) 製造生產及商業流程；(13) 海洋；(14) 零售配銷；(15) 運輸；(16) 材料。

G. 英國第二次 U.K. Foresight Programme (1999-2002)所選擇領域..

老年化人口、防罪防治、製造 2020、環境與運輸、化學、國防太空系統、能源與自然環境、金融服務、農物鏈與農業、健康照護、資訊科技與媒體、海洋、材料、零售與消費者服務

H. 英國第三次 U.K. Foresight Programme (2002 迄今)所選擇領域..

網路安全與防罪防範、電磁頻譜之開發與利用、認知系統、防洪與海岸保育、肥胖、智慧基礎設施、傳染疾病之探測與確認、腦科學與藥物成癮。

### 3.3.4 德國—Technology at the Beginning of the 21st Century (1993)

A. 推動單位：科技部 (Federal Ministry for Science and Technology, BMBF)

B. 承辦單位：佛若赫夫系統及創新研究機構 (Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research, ISI)



### C. 當時所面臨之問題

德國在不到 30 年間，兩度戰敗，產業基礎重創，然而，在第二次世界大戰後不久，德國竟然能在短短幾十年之間，產業迅速復原，成為一個擁有強大競爭優勢、生活水準迅速提升的國家，德國甚至可說是整個戰後時期表現最優秀的國家。基本上，德國的產業地位早在本世紀初就已名列前茅，優良的歷史條件與制度化的優勢，使得德國能夠很快在兩次毀滅性強大的戰爭中復原。另外，戰後德國雖然努力重建國際市場地位時，但卻遭遇同盟國國家在出口許可上的百般刁難，並在一些產業中受到國外客戶的敵視，同盟國國家在國際市場抵制德國廠商的情形，一直持續到 1950 年代初期。然而德國卻克服了這些困難，而且此種逆境竟成了激發德國在許多產業上厚植國家競爭優勢的因素。事實上，戰爭帶來的挫折與困境，可能是德國能夠長期維持優勢的原因，否則德國產業也許早在二、三十年前就已喪失了原有的活力。

德國的產業類型相當廣泛，從工業用品到消費品都有，其中在化學、機械工程與物理等要求科技能力的產業上表現非凡，德國廠商雖然擁有強勢的全世界出口占有率，但它們卻不傾向主導產業趨勢。儘管德國有工資高漲、每週工時縮短與貨幣升值等問題，但許多產業還是在幾十年間持續提升它們的優勢，甚至某些德國廠商藉著市場區隔，在更精緻的市場環節中形成競爭優勢，持續領先達一世紀之久。德國的經濟實力主要建立在搶先進入優勢的產業，這些領域又離不開科技方面的成就。事實上，許多德國產業的競爭地位早在 19 世紀末就已形成了，它的獨到之處就在於能維持這些領域的重要地位歷久不衰。藉著提升人力、技術資源的品質，改善產品、製程的技術，增加本身的競爭優勢，此種自我強化作用，不但使廠商能維繫市場地位，還擴大了產業群聚的觸角，走到範圍更廣的相關產業。然而，數十年來的經濟繁榮景況，正改變德國人的未來。

德國當然也有它的問題，失業率居高不下，無法在新興產業中形成競爭力，無法有效地補強競爭失利的產業，也無法以開創新企業的方式，減少成功產業在升級過程中必然發生的就業機會流失問題。德國經濟的最大弱點在於並未在新興產業中占有一席之地，德國在創造新企業的能力上，遠不及國內居高不下的失業率，在新的科學領域中，德國的創新突破能力不斷衰退，企業在商品化技術和科學上的突破也愈來愈少，甚至，在新的消費性產品或服務產業方面，德國人只能靠邊站，都引發德國產業未來發



展的實質問題。

此外，德國企業內從上到下的事業目標正在改變，例如，德國人對生活的關心越來越高，每週工作時數較之前相對減少。德國的投資人與經理人對利潤分享和購併等興趣也在增加，企業合併風潮不斷，競爭則相對式微，國內市場競爭漸趨沉寂。持續的經濟繁榮，更使工會態度逐漸強硬，一味追求維持現狀，抗拒變革，由於勞資雙方無法建立共識，德國企業在董事會的決策流程也愈來愈不順暢，以及需求面的限制等，德國內部瀰漫著自滿的情緒。

另外，許多德國產業的市場地位也正逐漸走下坡。1978-1985年這段期間，德國產業的出口衰退數目遠多於成長的項目，市場佔有率不進反退。在德國重要產業群聚中，呈現衰退狀態的產業群聚包括：化學、交通運輸、發電與配電系統、辦公事務設備以及電腦、半導體等產業。此外，除了食品飲料和國防，其他所有產業部門都出現市場淨流失現象。雖然市場流失的原因包括：海外投資、廠商進入高級產業環節、生產成本敏感的產業出走，但是德國產業市場嚴重流失情形涉及儀器、變速齒輪、電腦等製造精密產品的產業，顯示德國產業升級的體質已亮起紅燈。

這些現象都指出德國正走入富裕階段的陷阱中，1980年代的德國經濟不但國民所得成長緩慢，生產力減少，就連資本投資也在下跌，這些都是經濟活力鬆弛的徵兆。如果德國想在未來幾十年中繼續產業升級的步伐，其政府及企業必須認真面對的課題之一即為掌握新科技領域，挽回競爭頹勢。

#### D. 德國科技政策方向

- (1) 振興尖端技術，推動技術創新；
- (2) 改善學術與經濟的互動關係；
- (3) 以研究政策作為文化的活力和能量；
- (4) 以研究帶動科學技術的進步；
- (5) 確保並強化科技的優異性；
- (6) 研究領域的強化和網絡化；
- (7) 擴充新穎的研究環境；
- (8) 鬆綁研究活動限制，擴大自由裁量空間。

## E. 前瞻目的

參考從日本科技前瞻模式的作法，最後結果也對於德國的科技政策產生正面的影響，但是為了讓能擴大科技前瞻的參與層面，並且期望能建立直接對話的模式，所以德國完全重新設定其進行科技前瞻的目的及方法。其主要的目標在於：(1) 將討論內容導向解決社會所存在的問題；(2) 將社會的需要與技術、社會創新連結；(3) 能夠對強化德國經濟生產力；(4) 能達成高複雜及跨領域參與；(5) 能讓大眾形成共識。

## F. 技術前瞻領域別選擇過程及篩選架構

(1) 先由主辦單位建立一個統一的分析與評估架構，重點包括：

(a) 關鍵技術的選取—技術運用對重大社會問題解決的助益

擬定國家必需干預的問題領域以及所需之基礎技術；

分析問題領域與基礎技術間之關係；

(b) 評估技術的標準

技術發展的基礎環境：研發能力、發展的風險、人力資源、在創新上的投資、產業界的介入程度、國際市場的競爭力、政府支持、國際分工；

經濟、生態與社會問題：技術性質、對經濟的滲透力、經濟結構(中小企業的角色)、市場規模(未來競爭的位置)、歐盟的和諧、世界經濟依賴、保健、社會進展、環境改善；

(c) 個別技術之間的關聯性(結構性關係)

(d) 時間向度—技術發展現行的階段與進程

(2) 分析國內外曾進行的技術預測(前瞻)調查報告的結果，結合國內研發機構的意見，篩選出 100 項關鍵技術，初步歸類為九個領域。

## G. 所選擇領域

先進材料、奈米技術、微電子、顯相、微系統工程、軟體與模擬、類神經電子、細胞生化、資訊、生產管理工程。

### 3.3.5 韓國—Research Foresight for the Han Project (1993)

- A. 推動單位：科技部 (Ministry of Science and Technology, MOST)
- B. 承辦單位：科技政策研究所 (Science and Technology Policy Institute, STPI)
- C. 當時所面臨之問題

第二次世界大戰以後，世界經濟版塊產生劇烈變化，其中一個引人注目的現象是出現了一批台灣、韓國、新加坡和香港等新興工業國家和地區。1970 年與 1980 年代，是亞洲新興工業國家和地區的登場時間。這些國家並沒有像日本、德國一般，在戰前即打下產業基礎，但是在國際競爭舞台上的表現，其成就卻毫不遜色，其中韓國自 1962 年起，擺脫國家社會初期的貧窮落後，在經濟發展方面，制訂了一系列的 5 年發展計畫，視工業化為其經濟發展的優先發展目標，這段期間，韓國在引進國外先進技術的基礎上，利用本國低廉的勞動力成本和開展國際貿易的有利地緣優勢，不斷進行工業化與產業結構升級，日益躋身到已開發國家行列。在 20 世紀 60 年代初，韓國的策略性產業主要包括水泥、化學肥料和石油煉製。60 年代末和 70 年代初其重點轉向鋼鐵和石化工業。70 年代末，重點轉向船舶、生產其他貨物和提供勞務時所使用的資本財貨、耐久性消費品及化學工業。此後，是汽車和其他裝配製造產業、電子產業等的不斷發展。這段期間韓國產業競爭優勢快速升級，國民所得與生產力的成長也成績斐然。

韓國的競爭優勢主要是由初級生產因素、投資導向、經理人的目標，以及激烈的國內競爭所形成。它的獨特在於人才快速成長、大財團帶動產業、業者冒險精神與密集的市場競爭。韓國產業的成功離不開廉價且生產力高的勞工、積極引進科技、建造現代化的大規模生產設備，進而達到以較低成本進行競爭的模式。其一貫的作法是發展標準規格、大量生產、不太需要與客戶直接接觸或進行售後服務的產品，使用的技術則大多來自外國廠商，或是引進西方國家過時的技術設備。韓國的產業優勢在最終消費型產品的生產實力，至於上游元件材料與周邊機械設備，幾乎完全仰賴進口。在 1978-1985 年這段期間，韓國快速成長的產業遠多於衰退的產業。衰退的產業大多是對價格敏感與倚賴天然資源的產業，如：漁產品、菸草、

肥料、石材、水泥、木材製品、紡織與成衣等產業；成長中的產業大多集中在製造業與支援產業部門，韓國在機械產業與專業元件產業的成長與衰退數量相當、甚至沒有進步，而處於相對弱勢的狀態。當韓國在這工業化進程中，在其經濟成長的同時，伴隨著勞動成本持續增長時，則此種以引進技術和低工資成本為基礎所形成的市場競爭力日益下降，國家經濟面臨鉅額貿易赤字威脅(1991年貿易赤字達100億美元)。另一方面，國際技術轉移過程中出現了日益嚴重的保護主義，使得像韓國這樣的國家主要依靠技術進口來推動經濟發展已越來越困難了。可知韓國離先進經濟程度還有一段距離，幾乎所有產業都還在成本價格的領域競爭，產品創新與差異化所需的國內需求條件、相關產業等表現也尚未起步。韓國雖然以日本為師，但是在企業策略、國內市場需求的精緻程度，大財團在經濟中的角色，都與日本不同，如法泡製日本經驗並不能保證韓國經濟也能持續升級、深入與發展。

韓國和戰後其他開發中國家相比，經濟發展已經是大步超前，已脫離生產因素導向階段，進入投資導向階段，並正走向創新導向階段的門檻。然而，韓國的產業雖然努力朝創新導向階段邁進，但是其本質上還是處於價格競爭的狀態，和先進國家比起來，韓國在產品和製程創新方面的表現仍落後一截。如果韓國要擠進先進國家之林，其產業必須做出重大調整，此時韓國政府和廠商所面臨的課題，例如，技術之升級、創新之加強、產業群聚之深化等。

1982年，韓國提出了「以技術為主導」的策略，提出並實施第一個科技發展五年計畫，提出半導體、電子等236個相關專案計畫。1985年12月，韓國制定了「飛向2000年科技長期發展計畫」，選擇了微電子技術、生物技術、新材料、核能技術、自動化技術等重點技術，期許到2000年這些技術能與先進國家相匹敵。1988年制訂了「臨時措施法」，以作為發展這些尖端技術和產業之依據。雖然1982~1990年間國家的科技計畫對國家創新系統的發展產生了巨大作用，但這些計畫在商業上的表現並不令人滿意。政府資助的469個專案計畫中，只有4.1%成功地商業化；政府和民間企業共同資助的589個專案計畫中，只有30.9%成功地商業化。由於投入與產出之間存在著如此巨大的缺口，人們對原先制定計畫的方法過程日益產生懷疑。經過一個漫長的討論、調查和聽證過程，1992年6月，



韓國提出了科技發展的「高級先進國家計畫」(簡稱 G7 計畫)，這是韓國第一個統一的國家科技計畫。G7 計畫的目標是 2000 年把韓國的技術能力提高到世界先進國家的水平，並希望透過這一計畫的實施使韓國在 21 世紀初期能夠加入西方先進七國行列。

#### D. 當時科技政策方向

利用政府的研究發展計畫來帶動國家核心科技的發展，以「飛向 2000 年科技長期發展計畫」為基礎，發展下列五大重點領域科技投資基礎科學和教育，獎勵資助以帶動民間各部門的創新：

- (1) 經濟性、基礎性領域：電子、資訊、通訊、機械自動化、生產製造、精密化學；
- (2) 不可或缺性領域：能源、資源、新材料、生命工程；
- (3) 社會公益性領域：環境、保健、生活資訊網；
- (4) 未來性領域：海洋、航太；
- (5) 跨域性技術：基礎性研究、設計工程、衡量與標準。

#### E. 前瞻目的

考量了南韓產業競爭力及經濟發展上的需求，透過各界領導人的共識形成，讓創新系統中所引致之創新互補活動，產生研發方向互補的綜效，除避免重複、過度的研發投資的情形發生之外，其以未來產業支援主力產業的概念，其背後實存在著創新經濟學所強調的創新能量累積思維。亦即透過新技術持續提高主力產業的附加價值，不斷提升在全球產品階梯中的位階，針對這些來自未來產業新技術進行瞭解與研究，使得相關的創新能量能夠累積，以有利於主力產業及未來產業的發展；若對於主力產業的努力失敗了，這些努力所累積的創新能量，對於未來相關產業也會有其貢獻。

#### F. 技術前瞻領域別的選擇過程及篩選架構

- (1) 其領域別的選擇過程，乃是藉由國外文獻分析與各領域新興科技調查，提出重大議題與科技項目，篩選出 214 項技術，歸類為微電子、機械、先進材料、化學、能源、生命科學與生態系統等五個領域。
- (2) 因此，其重點科技的評估架構，亦即為領域的選擇優先性評估標準：



- (a) 技術研發需透過產官學的合作，方有能力完成上中下游的整體研發工作；
- (b) 技術於應用上之潛力與經濟上之效益；
- (c) 技術需政府跨部會支持之程度；
- (d) 技術因國內資源匱乏而對國際合作的仰賴程度；
- (e) 技術跨領域的特性；
- (f) 技術對國內產業競爭力的潛在影響；
- (g) 技術所衍生之國內經濟與市場的臨界規模；
- (h) 技術在國際上的發展程度。

#### G. 所選擇領域

微電子、機械、先進材料及化學、能源、生命科學與生態環境系統。

### 3.3.6 瑞典—Technology Foresight Programme(1997-1999)

- A. 推動單位：國家工業和技術發展委員會 (National Board for Industrial and Technical Development, NUTEK)
- B. 承辦單位：皇家工程科學院(Royal Swedish Academy of Engineering Sciences)策略研究基金會(Foundation for Strategy Research)、瑞典產業公會 (Federation for Swedish Industries)
- C. 當時所面臨之問題

瑞典是戰後初期產業蓬勃發展的小國，其國土面積很小、教育水準高、語言能力強、政治立場中立，屬於歐盟的會員會(1995年加入)，瑞典藉著企業國際化而在第二次世界大戰後嶄露頭角。實際上，在本世紀初，瑞典因為在某些領域技術突破，產生比較精緻的競爭優勢後，就已進入創新導向的先進國家之列。瑞典因為在製造業等產業的生產力持續提升，帶來經濟的繁榮，而其產業也已經高度群聚化，使得瑞典企業在很多產業中維持其競爭地位。而且由於研究發展發面的穩定投資、全球性行銷通路的建立，儘管是瑞典一小國，卻是許多國際企業的母國市場，例如 Volvo、

Saab-Scania、Atlas Copco、SKF、Electrolux 等，瑞典是出口集中在大型廠商的國家，其前二十大跨國企業就占全國總額的 40% 以上。瑞典的一些精密產業具有強大的國家競爭優勢，像重型卡車、汽車、採礦機械設備等。瑞典經濟造就該國的高生活水準，並且為瑞典出名的公共福利制度投注龐大的投資。瑞典的經濟是由林產和採礦業等天然資源優勢起家的。1985 年瑞典具競爭優勢的產業中，許多是與天然資源關係密切的產業，與天然資源共存的，是種類繁多的生產設備與機械產業，另外瑞典消費產品產業並不強。瑞典具有國際競爭力的產業為交通運輸與後勤支援、林產業、原料與金屬產業、醫療保健相關產業及電子通訊產業。另外發電及配電系統產業，尤其是長距離的電力傳輸設備，將瑞典的水力資源與需要大量電力的金屬、紙漿、紙業等產業串連起來。這些主要產業群聚所占有的地位相當穩定，雖然鐵礦和林產等仰賴天然資源的產業上，瑞典正逐步喪失原有的地位，但其他多項產業中的競爭地位具持續數十年之久。然而，瑞典產業也有其脆弱面，一般來說，能在國際市場上表現強大競爭優勢的瑞典產業，主要集中在上游產業和加工層次。瑞典在紡織成衣、個人用品、休閒娛樂、食品飲料等消費產品及日用品方面，幾乎全無競爭能力。除了極少數商業服務、家具零售、船務等領域，瑞典的服務業在國際競爭中的表現也很差，瑞典各項產業群聚也缺乏化學、半導體、電腦等產業銜接。因此瑞典具有國際競爭力的產業類型非常有限，不過深化程度卻很高，發展已趨成熟，其經濟重心也因此集中在少數幾個領域—原料/金屬、林產、交通運輸等產業。

絕大多數具有國際競爭力的瑞典產業，都與該國充沛的天然資源有關，然而，很多成功的產業雖然以天然資源起家，時至今日，仍以此作為競爭本錢的產業卻不多(不過，對成本因素敏感的產業依然不少，這點對瑞典的未來經濟發展十分重要)，雖然瑞典在天然資源上失去了以往的風光，但是反而使廠商朝更專業的產業和產業環節發展，不但這些上游產業有所成就，也在相關產業與支援產業形成強大的產業群聚。當然這些產業群聚能夠向上提升，瑞典的競爭優勢絕不只是靠先天的生產因素，還包含牽涉產業升級的關鍵要素—嚴苛精緻的需求、水乳交融的客戶與供應商合作關係、優秀的技術和人力資源，以及經營完善的大企業，彌補了國內有利有弊的競爭環境，而在傳統上擁有競爭優勢的領域，實力迄今不墜。然

而，瑞典的經濟仍然有其發展上的陷阱，它在消費性產品、國際市場服務、大型產業部門的競爭上，都有不足之處，經濟擴張動力關係到生產力的提升，但是在瑞典，這股動力卻日漸式微。二次大戰後，瑞典就鮮有新企業能在國際市場稱雄。瑞典在創新方面的過程日漸緩慢，並且局限在極少數的產業領域；對於產品生命周期短的產業，更是一籌莫展。瑞典的公共部門更限制了相關領域民間部門的發展。瑞典傳統型產業已經停止成長，部分以天然資源為基礎的產業更是開始萎縮，先進國家當中，瑞典是極少數倚賴生產成本競爭的國家，儘管它利用貨幣貶值使很多家用品產業勉強維持出口能力，產業重組中所釋放出來的勞力也被政府部門吸收掉，但是瑞典最大的威脅來自於它的平均主義造成發展失衡，其整體生產力的成長情形正處於貧血狀態中。

因此，當前瑞典正面臨一些重要挑戰：瑞典廠商對生產成本因素還是很敏感、慣用的貶值策略實際上對產業升級構成威脅、趕不上需求的教育體系、國內市場競爭力消退、不支持個人企業心和冒險行動，這些都是瑞典產業創新和活力的障礙。自 1970 年代開始，瑞典產業的投資率已經明顯下降，生產力成長不大、個人平均所得成長也見遲緩，產業市場占有率 15% 以上的產業表現，流失部分多於增加部分，表現優異的產業是那些原本就實力強勁的產業(天然資源相關產業、機械及專業元件產業)，但是瑞典失去更精密、專業產口的市場，在日常用品和不需高級加工的產品市場上小勝，這顯示瑞典產業的表現並不利於產業升級；另外，如何擴張新舊產業的經濟基礎，實際情況是，現在產業繼續提升的基礎雖然扎實，但在開創新式的先進產業上卻不見得有利。畢竟瑞典享有國際重要地位的產業不算多，開創新式產業卻是持續改善國家生產力、維持高薪資水準的就業市場所不可或缺的。同時，國內的需求條件、媒體限制、政府對服務業的影響，以及加諸新興企業的礙障，都使得瑞典無法在成本表現優異的產業上更進一步擴展，工作機會的創造機制將停滯不前。

瑞典的情況說明當一個國家的社會價值、產業政策，以及未來經濟發展不協調時，可能產生的後果；瑞典所面臨的挑戰在於如何避免這種失衡趨勢繼續下去，繼而造成全國生活水準的降低。其所面臨的課題有修改產業政策架構、投資創造生產因素(高等教育投資、技術與人力資源發展上的投資)、改善國內需求條件(消費性產品、商業與消費性服務)、公共部門

改造(公共事業績效改進與削減公共部門比重)、鼓勵創業精神等。

#### D. 當時科技政策方向

- (1) 持續投資在尖端研究和學術訓練上，以提昇科技知識基礎和能量；
- (2) 健全法制、教育和資訊流通的體制與系統，以支持資訊社會的形式；
- (3) 投資在能源及環境的技術及基礎設施上，以達到永續發展的目標；
- (4) 支持中小型企業的創新與發展。

#### E. 前瞻目的

- (1) 就科技發展、社會變遷與教育研究發展之間的關係進行研究分析；
- (2) 增進企業與機構組織的長遠思考能力；
- (3) 確認具成長潛力的研究與專業領域；
- (4) 提供相關資訊，建立執程序，以進一步判斷未來需要加強之專業知識與技術之領域優先順序。

#### F. 技術前瞻領域別選擇過程及篩選架構

- (1) 其領域別的選擇過程出現在第二階段，即組成推動小組以八個部門委員會，各委員會下設一工作小組與諮詢小組，每個委員會由 15-20 名專家組成，諮詢小組由各個有興趣參與的民間組織推舉代表共同組成，提供不同角度的意見。
- (2) 各部門技術領域別選擇之優先性評估架構為：
  - (a) 根據國際已有之相關研究進行分析，以界定關鍵性科技領域；  
科技能量在國際比較下的位置；  
在不同情境下國際地位的改變；
  - (b) 對該領域的長期看法；  
根據前項的分析提供在教育、研究和發展的策略；  
判定領域發展之優先性。

#### G. 所選擇領域

醫療保健、生物自然資源、社會基礎環境、生產製造、資訊通訊、材料、服務業、教育學習。



### 3.3.7 中國技術前瞻概況

A. 推動單位：科學技術部

B. 承辦單位：中國科技促進發展研究中心國家技術前瞻研究組

C. 當時所面臨之問題

進入 90 年代，中國經濟改革開放的步伐加快，隨著社會主義市場經濟的實質性推進，經濟結構調整和產業技術升級、產業技術的發展作為科技與經濟的結合，開始受到各界關注，中國各界認為未來 20 年是其社會經濟發展與科技發展的重大契機，因此中共於“十六大”提出全面建設小康社會的目標，要實現這一目標，必須發揮科學技術的關鍵性、安定性作用，堅持自主創新，把提高自主創新能力作為推動結構調整的中心思維，真正依靠科技創新支撐和引領社會全面協調發展。雖然此一時期中國經濟成長迅速，但中國也面臨著經濟結構調整的挑戰、國際競爭的壓力、人口和就業的壓力、資源、能源和環境的限制、區域、城鄉發展的不平衡等問題。因此，中國研擬中國科技發展策略，選擇適合中國國情，並且能促進社會經濟全面協調與可持續發展的關鍵性技術。

D. 當時科技政策方向

1985 年以後的整體科技發展體系與政策架構，基本上大陸的科技活動是以三個層次、六大計畫為核心，來進行全面的展開。第一個層次環繞著國民生計，其中有「攻關計畫」、「成果推廣計畫」、「星火計畫」；第二個層次則以高科技研發與高科技產業發展為目標，主要的計畫是「863」與「火炬」計畫；第三個層次是基礎研究，包括「國家攀登計畫」。

E. 技術前瞻領域別選擇篩選架構：

從目標、需求、國情或環境出發，考慮方向性的因素，建立形成具有本國特色的前瞻原則。中國技術前瞻領域別篩選架構為：

- (1) 結合本國國情，如科技能力和經濟實力、社會經濟需求和文化背景等。
- (2) 掌握和瞭解國家近期與中長期的發展策略、目標、計畫；
- (3) 分析國家經濟和科技發展水平，國家或部門的能力；
- (4) 掌握和預測國際政治、經濟和科技格局與發展態勢。



- F. 中國技術前瞻報告 2003 所選擇領域：資訊、生物科技、新材料。
- G. 中國技術前瞻報告 2004 所選擇領域：能源、資源環境、先進製造。
- H. 中國技術前瞻報告 2005 所選擇領域：(至 2006 年仍持續進行中)農業領域、人口健康、公共安全。

### 3.4 領域選擇的類型歸納

本研究藉由整理、歸納各個文獻回顧及各國家前瞻活動後，發現至少有以下六種類型前瞻的領域選擇形式：

日本(NISTEP)、德國(Delphi 93)、韓國(KISTEP)由選擇已知的技術或產業領域，尋求中長期技術或產業領域發展共識。此類屬於 mega trends 的前瞻。

荷蘭(van Dijk, 1991)、英國(OST)、芬蘭(Salo)由少數的技術或產業領域，推測中長期未來的技術或產業領域或次領域發展。故可稱之為領域前瞻。

Gibbon(1985)提出應由國家的中長期技術或產業願景，選擇、整合目前相關技術或產業能量，並進行評估選擇。類似”大政府”的願景達成方案。

法國(Heraud、Cuhls 等, 1999)、德國(Blind、Cuhls 等, 1999)、義大利(Heraud、Cuhls 等, 1999)由已知的技術組合(Portfolio)，規劃中長期未來可能的各種形式的應用。可稱為關鍵技術(critical technology)或引介技術(emerging technology)的路徑規劃。

英國第一次前瞻(Anderson, 1997)藉由確認的中長期市場或產業的需求，規劃目前技術或產業領域的研發方向。強調技術供應者與技術使用者(users)之間的對話。

還有一派在 1960 年代既已存在的未來學者(如：Slaughter)提出中長期的社會、市場或生活需要，包括目前已有或沒有的技術，引發人們去實現出技術的企圖或行動。

以上六種類型為領域選擇的基本雛形，下一章將繼續把領域選擇態樣的概念進一步研究，並探討方法論的使用類型。

表 23 技術前瞻領域選擇類型之歸納

文獻 回顧	Irvine & Martin, Lederman (1984) 國家前瞻	Salo, Borch (2005) 產業前瞻	Gibbon (1985) 的國家技術評估 規劃	Barker和Smith (1995) 技術路徑	Georghiou (2003) 的供需對話	Slaughter、 Schwartz未來科 技與社會
層級 +各國資料	國會層級 OST	部層級 TEKE	國會層級 OTA	部層級 OST	DTI/OST	
目的/目標 +各國資料	國家願景 資源優序	科技政策 相互溝通	國家競爭 技術評估	技術推力 市場拉力	網脈建置 供需對話	未來需求 未來影響
準則 +各國資料	5Cs, 4Cs, Tech drivers, Market drivers...	5Cs, 4Cs, Tech drivers, Market drivers...	驅動因素 不確定軸	Tech drivers, Market drivers...	5Cs, 4Cs, Tech drivers, Market drivers...	
方法 +各國資料	Delphi, Scenarios...	Delphi, Scenarios...	Scenarios	TRM	Delphi, Panels...	Delphi, Scenarios...
參與者 +各國資料	S&T Actors Socio-eco.	S&T Actors Socio-eco.	S&T Actors Socio-eco.	S&T Actors	S&T Actors Users	Futurist Socio-eco.
歸納	類型一 Mega Trends	類型二 Field Foci	類型三 Big Gov.	類型四 Critical Tech	類型五 Match talk	類型六 Futures

## 第四章 技術前瞻領域選擇的類型

### 4.1 篩選與選擇的差異性

「篩選」有層次的概念，在一定的項目範疇下，經過幾次的選擇步驟之後，選出通過各層準則下的項目(示意圖參考圖 11)。「選擇」則指在一定的項目範疇下，挑選出較符合偏好或準則的項目，而沒有分層次挑選的概念。若領域的選擇在前瞻流程當中屬於在前段中某一段的位置，則此一領域挑選的動作概念上較屬於「選擇」。反之，若需經過幾層的分析或分成幾段進行挑選的動作，則概念上屬於「篩選」。此類問題，在產品商品化或專案管理上，可以常見。

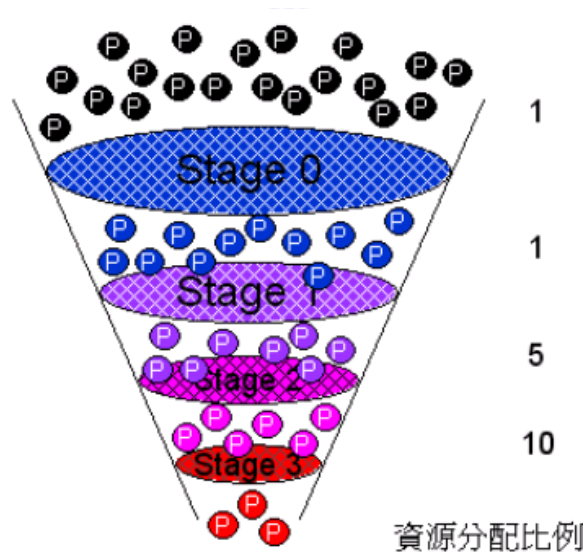


圖 11 中的「P」表示為單一領域計畫或研發計畫，可以看見圖中有四層的篩網(或濾網)進行逐步篩選的動作，這四個層可以是四個階段或不同參與者的不同準則，也可以是依流程的：目的、目標、主要評估的準則、決策者的判斷準則等，選完之後，資源分配的比例便可以依層級而有所不同，如：Stage1,2 資源分配為 1，通過 Stage 3 則加碼至五倍，最後過關者

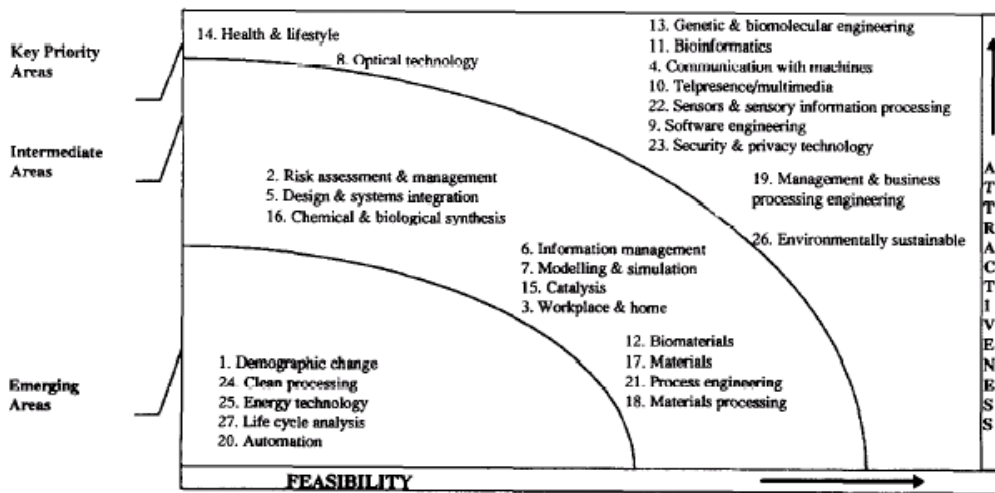
為十倍。

實際前瞻案例中，領域選擇的發生多在前階段，如：Pre-foresight 或 Stage 1，就已經決定。多數國家的技術前瞻領域選擇在一開始就於指導委員會(Steering Group)決定(如：英國)，或透過專家小組(Panels)交叉產生共識(如：韓國)，形式為「選擇」。當然，也有將技術領域的選擇放在前瞻活動的下位階(Stage 2 以後)，把「選擇好的」領域交給所有的參與者以層層篩選之後形成共識(即，交給後續的專家及參與者意見)，其目的為進行優先排序，並逐步以完成選擇。選擇的前提是有清楚的目標，一定範圍的選項，藉由分析、討論、表決等方法等，進行挑選的動作。就固定某一段時間點上而言，篩選也是屬於「選擇」的概念，故本研究以選擇作為正式用語。

## 4.2 技術前瞻之領域選擇的表達方式

依據文獻技術前瞻之領域選擇的表達方式，至少可以區分為下列三種形式：

- (1) 依優先次序分類—Georghiou (1996)以英國第一次前瞻為案例，將領域依吸引程度(Attractiveness)與可行程度(Feasibility)區分為引介領域(Emerging areaa)、中間領域(Intermediate areaa)及關鍵領域(Emerging areaa)，參考圖 12。Georghiou 以「Area」一詞表示「領域」的概念；日本的 Kuwahara (1999)及多數論文以「Field」一詞表示領域，故本研究予以採用。顧名思義，關鍵領域是需要最優先進行前瞻的領域對象。



Source: Adapted from Progress Through Partnership - Report of the Steering Group of the Technology Foresight Programme

圖 12 領域選擇的表達方式－依優先次序分類(Georghiou, 1999)

(2) 依實現時間分類－Kameoka(2004)與 Kuwahara (1999)等人整理日本歷年來的德菲調查結果，將領域選擇的結果以重要程度(Importance-level)及實現時間軸(Realization time)區分將技術領域依德菲共識結果分部於圖形中，參考圖 13。其中，領域位置越高且越接近目前者應有最迫切的開發必要，而較遠者則表示為可以以試作、實驗或以成立工作小組(Taskforce)的方式執行初期計畫為之。相較於英國的方式，這一類領域選擇的表達方式更為量化，可以進行較多的集中度分析與交叉分析等。類似的表達方式在中國前瞻(Gong, 2006)及德國(Delphi '93)等亦可以發現。



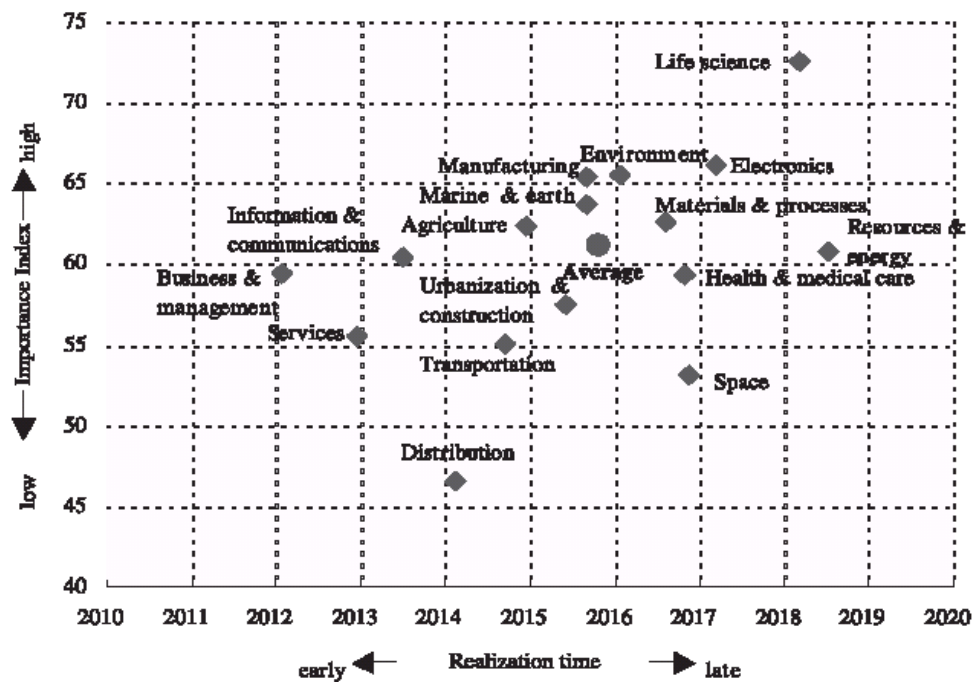


圖 13 領域選擇的表達方式—依實現時間分類(Kameoka, 2004)

- (3) 依目標或市場應用分類—Park (2006)將韓國的前瞻以應用的市場或應用的領域作表達，此表達類型首先必須將未來的需求加以分類，分成若干個群集(Clusters)，並將群集予以命名，以與目標相結合。至於未來市場領域是否是被選擇的、還是分析出來的(如：運用因子分析)，則應該視決策者的需求或 Steering Group 的判斷而定。群集與群集之間有交集的部份則屬於跨領域(Cross-fields)，中間最大交集便是跨領域程度最高的領域。這一類表達方式的好處是看見領域與領域之間的簡要關係，也可以看出領域的可能應用範圍之程度。

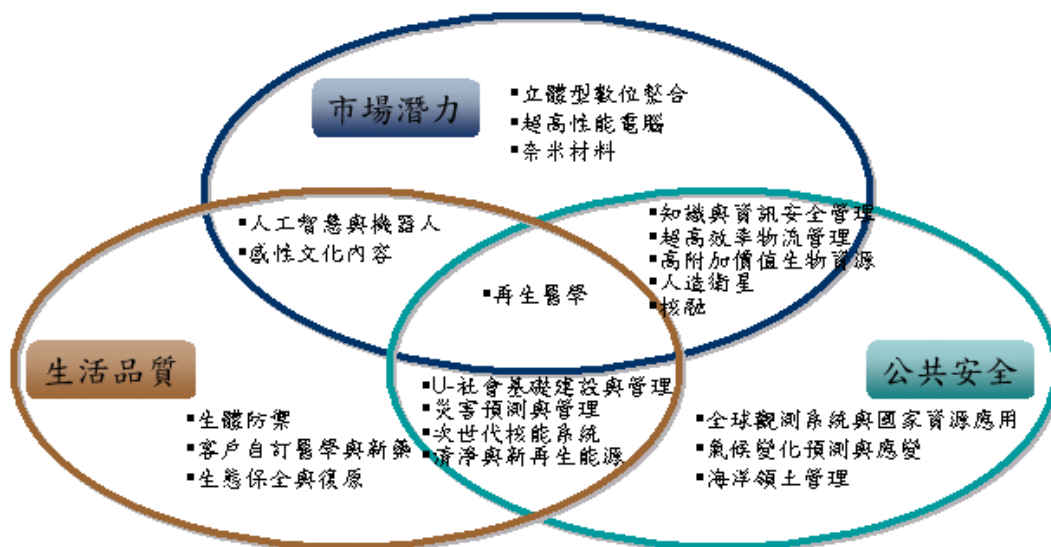


圖 14 領域選擇的表達方式—依目標或市場應用分類(Park, 2006)

歸納各國家前瞻活動，我們可以發現至少有以下六種類型前瞻的領域選擇方式，在實證之前，本研究先以假設方式提出這六種前瞻領域的選擇類型：

- ⇒ 由選擇已知的技術或產業領域，推測中長期未來的技術或產業領域發展。
- ⇒ 由單一已知的技術或產業領域，推測中長期未來的技術或產業次領域發展。
- ⇒ 由已知的中長期未來的技術或產業領域，選擇目前技術或產業領域。
- ⇒ 由已知的技術組合(Portfolio)，推測中長期未來可能的各種形式的應用。
- ⇒ 由已知的中長期未來的市場或產業需要，選擇目前已有的技術或產業領域。
- ⇒ 由已知的中長期未來的市場或產業需要，開發目前沒有的技術或產業領域。

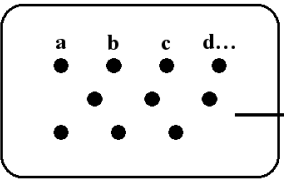
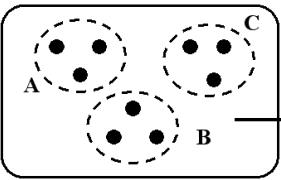
下一節，將本研究所整理的六種領域選擇方式進一步說明細部內容。

### 4.3 技術前瞻領域的分類

若以靜態(固定某一個時間點)的方式進行領域選擇，則目前已經有許多

的多變量分析方法可以採用，例如：多目標決策、多準則決策等。其概念可以用表 24 來舉例說明。表 24 中的選擇行為屬於理性的分析，過程中包括群體目標、群體決策、共識形成、領域群組分析等技術前瞻的基本活動。

表 24 技術前瞻領域的分類整理

領域分類與選擇的概念	概念說明
<p>全部(技術)領域</p> 	<p>目的：技術評選、產品評選、技術發展議題的評選、技術發展策略的評選等。</p> <p>方法：如，分析階層流程法(AHP)、德菲法等。</p> <p>流程：(一)利用環境掃描、關聯分析、資料擷取等方法找出技術領域的範疇；(二)找出評選排序所需的目標、限制或驅動因子等評估準則(Criteria)(三)進行評估。</p> <p>如圖：a 技術優於 b 技術；b 技術優於 c 技術等。</p>
<p>全部(產業)領域</p> 	<p>目的：產業領域評選、次產業領域評選、技術組合(Portfolio)的評選、技術組合發展策略的評選等。</p> <p>方法：同上。</p> <p>流程：同上。</p> <p>產業領域分類方式：依層級、依類型、依產業生命週期、依應用領域(公部門或私部門)、依規模、依 OECD 科技產業分類、依政府定義方式分類等。</p> <p>排列如圖：A 技術優於 B 技術；B 技術優於 C 技術等。</p>

當然，技術前瞻的領域選擇是為了「將來」。既然是將來，便欠缺了可以進行上開分析所需要的「資料(data)」，這正是前瞻領域選擇與一般決策選擇的主要差異所在。第 3.4 節將進一步探究這些差異的表現有哪幾種，而這幾種類型，正是前瞻領域選擇的基本類型。

#### 4.4 技術前瞻領域選擇的類型

根據文獻分析各國前瞻案例中，本研究假設有六種前瞻的類型(說明如表 25)，定義如下：

- ⇒ 類型 1，推測國家中長期未來的技術或整體技術領域的發展。
- ⇒ 類型 2，推測中長期某一個或某幾個技術或產業領域的發展。
- ⇒ 類型 3，根據國家的中長期願景，進行技術或產業整體資源規劃。
- ⇒ 類型 4，針對特定關鍵技術，推測其中長期可能應用或發展機會。
- ⇒ 類型 5，針對未來社會或經濟的需要，選擇發展技術或產業領域。
- ⇒ 類型 6，針對未來社會或經濟的需要，開發目前沒有的技術或產業領域。

### 類型 1

概念上，類型 1 乃依據 Irvine 及 Martin (1984) 所定義的技術前瞻—有系統的進行中長期科技發展規劃的概念，或 Lederman (1984) 所謂之國家層級、整體性質的科技策略規劃而產生。實際案例如，日本在 1971 年所進行的技術預測，針對 644 項的技術領域(幾乎涵蓋了大部份的科技計畫主題)進行 30 年的長期規劃，動用到 2,482 人以上填答問卷，找出各界對於長期科技的共識願景，然後再交給科技政策部門參考。類似案例還有：德國、法國、韓國於 1993 年自日本所引進的德菲調查問卷，也是同出一轍。另外，美國國家情報委員會(National Intelligence Council; NIC)於 2006 年委託 RAND 公司所完成的前瞻 2020 報告中，該報告不但預測 15 年後的美國的主要科技領域，還跟等加拿大、德國、澳洲、日本、韓國、以色列等 29 個國家進行比較，擴大類型 1 的研究範疇。

### 類型 2

概念上，類型 2 乃依據 Salo (2001-2006) 等多篇的論文所涉略的產業層級技術前瞻，及 Borch (2005) 的重大科技議題之技術前瞻而產生。實際案例如，芬蘭在 2003 年所進行的技術預測(FinnSight)，由工貿部(TEKES)及國科會(Academy of Finland)聯合進行，選擇特定的 10 個領域(佔所有領域的一部份)進行 10 年前瞻。類似案例還有：荷蘭經濟部(MOEA)於 1989 年所作的前瞻計畫，由 20 位專家自 100 項中挑選 15 項領域進行前瞻(選取率 15%)；英國的第三次前瞻僅挑選 8 項領域前瞻；中國的科技前瞻從超過 1,000 項的技術領域中挑出 483 項(選取率 48%)；韓國科技資源部(MICI)的前瞻則遴選 IT(資訊)/NT(奈米)/BT(生技)/ET(環境)等四類大領域。台灣方面，國科會每一年所進行的領域預測及經濟部於 1997 年進行十大新興工業調查，都是類型 2 的典型之作。



### 類型 3

概念上，類型 3 乃依據 Gibbon (1985)所定義的一針對國家科技發展的目標，有系統的進行技術評估與規劃。或者，由國家領導人發佈的國家科技願景，發動各單位整體共同參與的前瞻活動，藉以整合資源達成願景。另外，Lederman (1984)所謂之國家層級、整體性質的科技策略規劃也可以是類似本類型，將資源利用予以聚焦。實際案例如，美國甘迺迪總統在 1969 年發佈的「登月計畫」，美國政府之後整合相關的領域專家進行 5 年規劃，動用到數千人進行研究，最後於 1974 年成功登月。類似案例還有：美國柯林頓政府在 1990 年提出的「新經濟」(網路經濟、知識經濟)、中國的「超英趕美」或「開放改革路線」、台灣過去的加工出口區(出口導向政策)、韓國經濟部的「GDP+1」等。類型 3 可以說是一種「大政府」型態的科技領域選擇之規劃方式，有相當程度必須仰賴執政者的遠見。

### 類型 4

概念上，類型 4 是從 Barker 和 Smith (1995)的關鍵技術所定義出來的一針對目前的關鍵技術(Critical technology)或萌芽技術(Emerging technology)進行中長期的發展規劃，並評估可能可以達成的技術指標或是市場目標。根據各國的領域選擇，有相當多的關鍵技術是類似的，例如：生技製藥、資通訊、奈米、基因等。實際案例如，德國(BMBF)1991 年的 T21 計畫，為了迎接 21 世紀的來臨，做好科技規劃，BMBF 針對 100 項關鍵技術進行規劃，並畫出技術的樹狀關聯圖(relation tree)；法國產業部(MOI)的 KT-2000 及 KT-2005 計畫，他們依據 9 項評估準則選擇 119 項關鍵技術前瞻，分成五個專家小組，依據法國在該領域的定位進行發展規劃；西班牙研究所(ANEP)的小型德菲調查，只選擇多媒體一項領域，針對該領域的未來發展，徵詢 123 位專家的意見。以上都是從技術出發探索未來機會之類型 4 的典型。

### 類型 5

概念上，類型 5 是從 Anderson (1997)的可行性與吸引力觀點(user's attractiveness)所定義出來的一藉由研發者與使用者之間的對話，平衡考量技術上的可行性(Feasibility)與使用者的實用性或吸引力的不同觀點，進行



技術的發展規劃，作出使用者真正需要的產品。實際案例如，英國第一次前瞻(OST)的部份技術領域，研發者有技術發展出機器牧羊犬卻沒有牧羊人有需求，醫生需要人工心臟及人工血液卻尚無技術可以達成。另外，美國麻省理工學院(MIT)的多媒體實驗室、創意工廠等，應用計有的技術開發或塑造許多未來市場上有相當需求的產品。另外一派類型 5 的參與者是未來學者，經典的例子如：Marshall Brain(2006)提出的機器人王國證明(Robotic Nation Evidence)，說明未來全自動社會將會在晶片設計、製造、材料的進步，可以於若干時間內達成。台灣的類型 5 個案將於實證案例中提出討論。

## 類型 6

概念上，類型 6 是從最早進入前瞻研究的未來學學者，提出未來社會、經濟、教育等各個層面的需求，當中有一部份的未來需求可以藉由科技研發滿足。這一類研究的主要代表有：Slaughter、Schwartz、Barker、Erickson、Steinmüller 等，他們所探討的未來重要議題及社會影響因子，甚至有分析未來趨勢的著作，而且有相當多的部份，如：全球化、中國崛起、能源問題等，已經被廣為周知。實際案例方面，英國第一次前瞻中「認知系統」議題，可能可以開發出具有人工智慧的機器，而這一類的技術目前並沒有辦法達成；還有日本第 6 次德菲法調查所提到的「以機器人赴月球開採重氫礦」或者「虛擬實境的學習環境」，也是類似的例子，可以歸類於類型 6—“未來有需求，目前沒技術”的態樣，但是他們都是屬於議題的性質。一般國家前瞻領域中，尚無為了長遠的未來需求而在現在就設置領域的案例，此類先進的題目多半存在國防、太空、物理等尖端實驗機構中。

類型 6 中所謂的「約翰二氏預測」指的是 DeLurgeo (1999)的案例，在 1890 年就有人精確的預測 1990 年所出現的技術，如：冰箱、廣體客機、微波爐、空調系統等等。此類預測亦稱之為“天才預測”或“創造願景(Vision creation)”。

表 25 技術前瞻領域選擇的類型

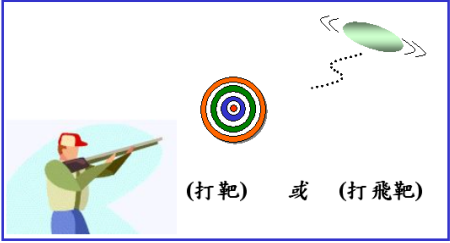
領域選擇的類型	說 明
<p style="text-align: center;">“將所有未來分級”</p>	<p>類型 1 (Type 1)</p> <p>名稱：領域大趨勢(Mega Trends)</p> <p>案例：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 美國 NIC/RAND”2020 前瞻“</li> <li>2. 日本第八次德菲調查</li> <li>3. 德國的第一次德菲</li> <li>4. 法國的第一次德菲</li> <li>5. 韓國的三次德菲調查</li> </ol>
<p style="text-align: center;">“聚合並發展願景”</p>	<p>類型 2 (Type 2)</p> <p>名稱：聚合並發展願景(Resource Intergrator)</p> <p>案例：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 荷蘭 MOEA 的“規劃前瞻”</li> <li>2. 英國 OST 的第三次前瞻</li> <li>3. 中國的“領域技術前瞻”</li> <li>4. 韓國的“IT/BT/NT/ET”</li> <li>5. 台灣國科會的“領域前瞻”</li> <li>6. 台灣工業局“十大新興工業”</li> </ol>
<p style="text-align: center;">“集中資源達成願景”</p>	<p>類型 3 (Type 3)</p> <p>名稱：集中資源、達成願景</p> <p>案例：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 美國「登月計畫」</li> <li>2. 中國的「超英趕美」</li> </ol>

表 25 技術前瞻領域選擇的類型(續)

	<p>類型 4 (Type 4)</p> <p>名稱：關鍵技術前瞻、關鍵技術路徑分析</p> <p>案例：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 法國產業部 MOI 的‘KT2005’</li> <li>2. 德國的“T21 計畫”</li> <li>3. 西班牙研究所 ANEP 的“小型德菲”</li> <li>4. 義大利 CNR 的“Emerging tech”選擇</li> </ol>
	<p>類型 5 (Type 5)</p> <p>名稱：目前能力導向型領域選擇</p> <p>案例：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 英國第一次前瞻</li> <li>2. 部份未來學者的論述</li> <li>3. 部份科幻小說電影情境</li> <li>4. 創意工廠</li> <li>5. 未來工廠</li> </ol>
	<p>類型 6 (Type 6)</p> <p>名稱：未來需求導向型領域選擇</p> <p>案例：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 部份未來學者的論述</li> <li>2. 「約翰二氏預測」</li> <li>3. 人類未解決的重大問題(如不治之症)</li> </ol>

資料來源：本研究

表 26 技術前瞻領域選擇的類型說明

 <p>(打靶) 或 (打飛靶)</p>	<p>若把選擇「正確的領域」比喻作打靶或打飛靶，那麼「打中靶標」的意涵應為作出正確的選擇。亦即，所選擇的領域在日後產生有「技術上、經濟上或社會上的效益」，或是特定「任務的達成」。</p> <p>而且，「經常練習」應有助於持續提高準確度，亦即達成 Georghiou 所說的前瞻文化(Foresight Culture)或社會學習(Social learninig)的效果。所以，選錯的探討與精進應很重要。</p> <p>註：「會飛的靶」比喻成「看不清楚的目標」。</p>
	<p>第二象限的 Problem children 常常是在家附近、甚至是在家旁邊的寶(有較高附加價值的領域)。住在淡水八里，卻常常跑去六福村玩。另外，金牛有時候會消失，有時候會再成長(如：電子商務、網路遊戲)，與政府政策的關聯度應高。</p>

資料來源：本研究

目前有進行過且評估過的技術前瞻活動有：日本的 Kuwahara (1999) 分析前六次前瞻的實現率約達三成，加上部份實現者有三分之二；以及，英國(Georghiou, 2005; Miles, 2005)等，他們肯定第一次前瞻的效果，也提出第二次前瞻失敗的原因。從他們的文獻中可以發現，前瞻活動的效益還是存在，儘管有選錯或沒選對的領域的時候(飛掉的靶)，但是還是可以提高整體科技規劃的準確性。所以，英國仍然進行了第三次前瞻，日本也藉由不斷檢討當中，精進其研究方法。







## 4.5 技術前瞻議題及領域的產生來源

依據文獻回顧，技術前瞻議題及領域的產生來源有下列 9 種來源(表 28)：

1. 專家幕僚—如：STEEPV、Future Wheel(被專家、少數人限制)。
2. 資訊蒐集—如：資料取礦與資訊擷取(被資料限制)。
3. 流程設計—如：STEEPV、Future Wheel、QOL、成本效益法(被方法、流程限制)。
4. 需求分析(用途)—如：顧客意見調查、360 度滿意度(被顧客限制)。
5. 技術分析(供給)—如：關聯樹(被技術限制)。
6. 事件—如：重大事件與重大政策、國家型計畫(被現況限制)。
7. 政策—由權與錢掌握一切，目的在包裝(被產出限制)。
8. 社會—社會與政治需求(被多數人限制)(由 1-8 可構成迴圈，最後回朔到 why，即回到「為何前瞻？」的問題上)。
9. 未來學者。

表 28 產生「技術前瞻議題」之方法比較

	專家幕僚	資訊蒐集	流程設計	需求分析	技術分析	事件	政策	社會共識
方法工具	STEEP、Future Wheel、腦力激盪等	資料取礦與資訊擷取等	STEEPV、Future Wheel、QOL、成本效益法、腦力激盪等	顧客意見調查、360 度滿意度等	關聯樹、決策樹等	搜尋重大事件與重大政策、國家計畫資料取礦與資訊擷取等	以深度訪談高階決策者及評論者的意見	以問卷、論壇、公開辯論、意見領袖訪談等找出社會與政治面的大眾意見
限制	被少數專家限制	被資料限制	被方法、流程限制	被顧客限制	被技術限制	被現況限制	被產出限制	受多數人意見限制
參考案例	歐盟 IPTS	日本 MRI	英 PREST	KISTEP	NISTEP	英國前瞻	中國前瞻	丹麥 GM
參考文獻	Mil (2005)	Kobayashi (2006)	Mile (2005)	Park (2006)	Kuwahara (1999)	Georghiou (1996)	Gong (2006)	Borch (2005)

資料來源：本研究整理

全球知名的技術前瞻研究主要在歐美，主要有兩派學者。一派為最早進入前瞻研究的未來學學者，主要代表如：Slaughter、Schwartz、Barker、Erickson、Steinmüller等，主要探討未來重要議題及社會影響，他們的影響多發生在類型6上。另外一派為技術前瞻的學者，主要代表如：Martin、Georghiou、Linstone、Grupp、Cuhls、Glenn、Porter等，主要研究國家技術前瞻的實證及比較，他們的類型則多為類型1至類型5。除了一般各國家所定義的技術領域之外，另外應該還有一種「其他領域」：即，技術前瞻的重要議題，如：911所帶來的國土安全技術需求或土石流的科技需求等，是類型多屬偶發，較難以預測，多數無法成為一個中長期前瞻的領域項目。

#### 4.6 技術前瞻重點領域(靶心)的表達方法

表 29 技術前瞻重點領域(靶心)的表達方法

分類	描述準則(criteria)例子
經濟面的效益目標／限制條件	從業員工比重高於一定程度
	GDP 比重高於一定程度
	產值比重高於一定程度
	產值成長率高於一定程度
	市場佔有率比重高於一定程度
	影響程度高於一定程度
科技面的效益目標／限制條件	科技競爭力(如：IMD)排名
	專利引用率的國家排名
	期刊論文引用率的國家排名
	產生跨國企業家數、競爭力
	研發人力相對的質與量
	新技術／產品的實現時間
社會面的效益目標／限制條件	生活品質的提升(QOL)
	環境安全、淨化、美化等
	社會安全、福利政策、醫療系統
	環境保護、綠色生產／設計
	節約能源，如：省電、省油、省水
	教育質與量的提升、終身學習
科技商品大眾化的實現時間	

資料來源：本研究整理

六種領域選擇模型整理完之後，接下來在各國技術前瞻案例中，如何在實務上進行領域選擇呢？用甚麼方法前瞻到未來的領域呢？下一節將繼續針對方法論及下一章挑選幾個重要的國家的技術前瞻活動進行分析與比較。

## 4.7 前瞻未來領域的方法論

依據第一章的文獻回顧，大多數技術前瞻所使用的方法為德菲法與情境分析法。本節將進一步分析這一些方法的效益並整理幾個改良的模型。

技術預測方法的種類眾多，每種方法都有其特性與適用的範圍，進行時的複雜度、可靠性及成本也各不相同。自從技術預測發展以來，新的預測方法不斷被專家學者所提出，許多學者也嘗試將技術預測方法分門別類，然而至今尚無一統一公認的分類方式。此外，技術預測與技術前瞻的方法論並無明顯的區隔，所以技術前瞻的方法論與技術預測的方法論的分類上，屬於同一範疇。

一般而言，技術預測方法可以有三種分類標準(Porter 等人, 1991)，包括預測時間長短、預測的範疇及預測方法本身的特性。若以預測時間長短來分類，可分為長期、中期及短期預測，長期預測通常在十年以上，短期在一年以內，介於之間的則是中期預測。以預測的範疇來分的話，可分為針對整個國家社會的總體預測、針對個別廠商或某類消費者的個體預測，以及介於其中針對整個產業的預測。而以預測方法特性來分類，則可大略分為定性及定量的方法，而各個專家學者對於預測方法的分類，各有不同的見解，以下將提出幾位著名學者所做的分類。

Bhalla (1987)把技術預測方法歸納為四大類，包括監視法(Surveillance techniques)、投影法(Projective techniques)、規範法(Normative (goal oriented) techniques)以及整合法(Integrative techniques)。

Porter 和 Rossini 等(1987)將技術預測方法分類為五大類：監測法(Monitoring)、專家意見法(Expert opinion)、趨勢外推法(Trend extrapolation)、模式法(Modeling)、情境法(Scenarios)。然而因為這種分類有其限制，Porter 等人(1991)又提出以直接法(Direct methods)、關聯法(Correlative methods)以及結構法(Structural methods)來輔助分類(表 30)。

表 30 Porter 等人的技術預測方法分類

分類	定義	適用的技術預測方法
直接法 (Direct)	直接預測衡量技術的參數	Expert opinion Delphi Surveys Nominal group Naive time series analysis Trend extrapolation Growth curves Substitution Life cycle
關聯法 (Correlative)	考慮該項技術和其他技術或背景因素間的關係	Scenarios Lead-lag indicators Cross impact Technology progress functions Analogy
結構法 (Structural)	考慮因果關係對技術成長的影響	Causal models Regression analysis Simulation models Deterministic Stochastic Gaming Relevance trees Mission flow diagrams Morphology

資料來源：Porter, A.L. 等, Forecasting and Management of Technology, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1991.

Millett 和 Honton (1991)將技術預測的方法分為三大類，有趨勢分析法(Trend analyses)、專家判斷法(Expert judgment)及多重選擇分析法(Multi-option analyses)。



表 31 Millett 和 Honton 的技術預測方法分類

趨勢分析法 Trend Analyses	專家判斷法 Expert Judgment	多重選擇分析法 Multi-Option Analyses
1. Trend extrapolation 2. Time series 3. Regression analysis 4. Systems dynamics 5. S-curves 6. Analogies 7. Patent trend analysis	1. Interviews 2. Surveys 3. Delphi method 4. Idea generation 5. The nominal group technique	1. Scenarios 2. Simulations 3. Paths and trees 4. Portfolio analysis

資料來源：Millett, S.M., Honton, E.J., A Manager's Guide to Technology Forecasting and Strategy Analysis Methods, Battelle Press, Ohio, 1991.

Martino (1993)將技術預測方法整理出 11 種，包括：德菲法、類推法、成長曲線法、趨勢外推法、技術衡量法、相關性方法、因果模型法、機率方法、環境監測法、合併預測法、規範性方法，並將前十種方式歸類為探索性方法(Exploratory Method)，其共同點在於這十種方法皆是以過去及現在的環境、情勢為基礎，來預測未來的狀況。而規範性方法(Normative Method)則是與探索性方法互補，包括了相關樹、形態法、目標任務法，是以未來的需求為基礎，預測可能達成的技術水準。

表 32 Martino 的技術預測方法分類

技術預測方法的分類	適用的技術預測方法
探索性方法 (Exploratory Method)	德菲法 類推法 成長曲線法 趨勢外推法 技術衡量法 相關性方法 因果模型法 機率方法 環境監測法 合併預測法 規範性方法
規範性方法 (Normative Method)	相關樹、形態法、目標任務法

資料來源：Martino, J. P., Technological Forecasting for Decision Making, 3rd Edition, McGraw-Hill, New York, 1993.

Mishra 等人(2002)整理多位學者所提出的技術預測方法，將其歸納為三大類：主觀評估方法(Subjective assessment methods)、探索性方法及規範性方法，如表 33 所示。

表 33 Mishra 等人的技術預測方法分類

主觀評估方法 Subjective assessment method	探索性方法 Exploratory methods of TF	規範性方法 Normative approaches to TF
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Jury of executive opinion</li> <li>2. Sales force composite methods</li> <li>3. Formal surveys and market research-based assessments</li> <li>4. Individual subjective probability assessments</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Scenario developments</li> <li>2. Delphi approach</li> <li>3. Cross-impact matrices</li> <li>4. Curve fitting and envelopes</li> <li>5. Analogy methods</li> <li>6. Morphological research</li> <li>7. Catastrophe theory</li> <li>8. Trend extrapolation</li> <li>9. Simple analytical models</li> <li>10. Multivariate analysis</li> <li>11. Game theory</li> <li>12. Growth models</li> <li>13. Input-output models</li> <li>14. Contextual mapping</li> <li>15. Monitoring</li> <li>16. System for Event Evaluation and Review (SEER)</li> <li>17. Brain storming</li> <li>18. Substitution analysis</li> <li>19. AHP</li> <li>20. NGT</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. OR models and simulations</li> <li>2. Network techniques</li> <li>3. System of Opportunities and Negatives (SOON) charts</li> <li>4. Relevance trees, Planning Assistance Through Technical Evaluation of Relevance Numbers (PATTERN)</li> <li>5. System dynamics</li> <li>6. Dynamic modeling</li> <li>7. Phenomenological modeling</li> </ol>

資料來源：Mishra 等人“Matching of Technological Forecasting Technique to a Technology”, *Technological Forecasting and Social Change*, 69, 1, pp.4, 2002.

#### 4.7.1 技術預測方法的選擇與應用

Levary 和 Han (1995)認為影響技術預測及預測方法選用的因素有以下六點：

1. 技術研發的資金多寡：當一個新的技術發展過程中，累積花費的金錢愈多，實現的機會就會增加，同時發展的時間就愈短，而這些金錢的花費通常與技術發展所帶來的可能利益、及其對社會潛在的影響有關。當技術發展可以帶來利益，則通常會被私人企業所支持；如果技術對社會發展將帶來廣泛的影響，則政府部門將會給予資助。
2. 資料的可得性(availability)：不同的預測方法所需的資料數量會有差異，因此資料的多寡會影響方法的選擇。
3. 資料的有效性(validity)：資料的品質、深入程度也是技術預測方法選擇上的考量因素。
4. 技術發展的不確定性：有些預測方法比較適合預測高度不確定性的技術，反之亦然。
5. 預測的技術與目前技術的相似度：如果預測的新技術與現存的技術愈相近，則新技術發展成功的機會將會增加，同時其發展時間也會縮短。
6. 影響技術發展的變數多寡：每種技術預測方法所能處理的變數多寡不同，因此影響技術的變數個數對方法的選擇有所影響。

而根據所欲預測的技術之四個主要的相關因素，其程度多寡來分類(資料的可得性、資料的有效性、影響技術發展的變數、預測的技術與目前技術的相似度)，可以大致歸納出適用的技術預測方法，如表 34 所示。

表 34 不同條件之下技術預測方法的選擇

資料的可得性	資料的有效性	影響技術發展的變數	預測的技術與目前技術的相似度	適用的預測方法
低	低或中	中	低	德菲法、名義群體法、情境分析法
低	低	少	中	個案研究
中或高	中或高	中或少	高	相關性分析

表 34 不同條件之下技術預測方法的選擇(續)

資料的可得性	資料的有效性	影響技術發展的變數	預測的技術與目前技術的相似度	適用的預測方法
中或高	中或高	中或少	低或中	迴歸分析
中	中或高	少	低或中	成長曲線法
中	高	中或多	低	AHP、相關樹
中或高	中或高	中或多	中或高	動態系統法
高	中或高	一個	低	Box Jenkins 模型
中	中	一個	低	指數平滑法
中或高	中或高	少或中	中或高	交叉影響分析法

資料來源：Levary., R.R., Han, D., “Choosing a Technological Forecasting Method”, Industrial Management, 37, 1, pp.17, January/February 1995.

另外 Levary 和 Han (1995)也列出了選擇應用各項技術預測方法的先決條件，如表 35 所示。

表 35 選擇各種技術預測方法的先決條件

技術預測方法	應用的先決條件
德菲法	所有的參與者必須都是該預測技術領域中的專家。
名義群體法	1. 所有的參與者必須都是該預測技術領域中的專家。 2. 需要一個群體領導者。
個案研究法	研究極少數目的組織參與的複雜技術。
成長曲線法	1. 需要涵蓋長時間的歷史資料，如果只有短時間的資料，就只能從中獲得有限的資訊。 2. 必須了解技術的生命週期。
趨勢分析法	每一個模型必須有自己的假設，預測的正確性取決於假設的適切性。
相關分析法	被預測的技術必須與已經存在的技術有若干相似的特性。
層級分析法	預測前所做的成對比較，必須獲得良好的資訊品質。
動態系統法	在建立動態系統前，必須要釐清影響技術發展之變數間的關係。
交叉影響分析法	必須瞭解可能影響技術發展的事件的交互關係。
相關樹法	必須知道技術發展的層級結構。
情境分析法	情境的建立者必須是此領域的專家。

資料來源：Levary., R.R., Han, D., “Choosing a Technological Forecasting Method”, Industrial Management, 37, 1, pp.15, January/February 1995.

表 36 國內外近年來前瞻新一代方法論主要文獻

篇 名	作者	年份	國別	產業	研究方法或特色
RT Delphi: An efficient, "round-less" almost real time Delphi method	Gordon and Pease	2005	美國	政策	由德菲法的發明人之一所改進的新一代德菲法，運用網路工具請 10-15 位測試者進行 20 分鐘德菲問卷，縮短共識形成所需的時間及回合數。
Future S&T management policy issues- 2025 global scenarios	Glenn and Gordon	2004	美國	政策	運用情境分析法，結合十餘位專家，分析 2025 年的長期科技政策情境。
Disaggregative Policy Delphi: Using Cluster Analysis as a Tool for Systematic Scenario Formation	Tapio	2002	芬蘭	運輸政策	二回合德菲法，不取共識，求出不同情境；專家由 14 個利益團體推代表。第一回取得量化資料，第二回合用訪談得到定性描述。
Forecast of Development Trends in Taiwan's Machinery Industry	Chang 等人	2002	台灣	機械	10 位專家，三回合問卷。預測 2010 年的發展趨勢，請專家列出各產品的成長率及分析、建議。
Development Trends in Taiwan's Opto-electronics Industry	Chang 等人	2002	台灣	光電	11 位專家，二回合問卷。針對六類光電產品進行三個時期的成長率預測。並提出對該產業的分析意見及策略建議。
Oracles on "Advertising": Searching for a Definition	Richards and Curran	2002	美國	廣告	邀請 14 位專家，利用 Online Delphi Data-collection method 進行三回合的問卷調查。透過 e-mail 發送問卷，研究目的在對 "Advertising" 一字下定義。
An Integrative Approach to Tourism Forecasting: A Glance in the Rearview Mirror	Tideswell 等人	2001	澳洲	觀光業	時間序列(定量)與德菲法(定性)結合。26 位專家作答，郵寄問卷。專家挑出不同時間序列方法中，其認為最可能的一種。之後集合專家及研究者做小組討論，得到預測的共識。



表 36 國內外近年來前瞻新一代方法論主要文獻(續)

篇 名	作者	年份	國別	產業	研究方法或特色
Quantifying Weighted Expert Opinion: The Future of Interactive Television and Retailing	Dransfeld 等人	2000	英國	互動電視	改良式的德菲法。問卷包括四大類 30 個問題，問題類型有三種，yes/no 問題的結果以機率的方式表現。專家以四種不同的標準評定專業程度，針對各問題而將專家分類。
Technology Forecasting Activities in Japan	Kuwahara	1999	日本	全國性調查	介紹日本各部會進行技術預測的方法。日本的 Science and Technology Agency 自 1971 年開始採用德菲法進行全國性的技術預測，至 1997 年已進行了 6 次。
Analysis of the Market for Access to Broadband Telecommunications in the Year 2000	Wright	1998	加拿大	寬頻通訊	採用改良式的德菲法，以七種不同的觀點來預測，一個專家可同時以不同觀點預測。共進行二回合。結果求出不同觀點之下所預測的市場量。
Using Delphi for a Long-Range Technology Forecasting, and Assessing Directions of Future R&D Activities: The Korean Exercise	Shin	1998	韓國	全國性調查	針對 1174 項技術議題，進行全國性的調查，步驟如下：1. 專家腦力激盪出議題。2. 成立委員會、篩選議題。3. 進行二回合專家問卷。
Modified Delphi Methodology for Technology Forecasting: Case Study of Electronics and Information Technology in India	Chakravarti 等人	1998	印度	電子資訊	首先一小組的專家將電子資訊產業分為 10 個群組，並描述可能的情境。接著請 370 位專家填寫問卷，回卷率為 35%。最後召開研討會，探討問卷的結果。

表 36 國內外近年來前瞻新一代方法論主要文獻(續)

篇 名	作者	年份	國別	產業	研究方法或特色
Key Issues in Information Systems Management: A Delphi Study in Slovenia	Dekleva and Zupancic	1996	斯洛維尼亞	資訊系統	第一回合：郵寄問卷給 330 公司的資訊部門主管，要求列出重要議題。第二回合：評等整理過後的議題之重要性並可加入新議題。共進行四回合。最後並與美國相同的研究比較，分析兩國的差異。
Theory and Applications of the Delphi Technique: A Bibliography (1975-1994)	Gupta and Clarke	1996	美國	文獻整理	作者蒐集 1975-1994 年的德菲法文獻，加以分析整理。
Prospects for External Sources of Vehicle Propulsion: Results of a Delphi Study	Mulder 等人	1996	荷蘭	車輛動力	45 位專家，為求得到廣泛的見解，邀請分別來自歐洲、北美、遠東共 15 國產官學研各界專家，共進行三回合，結果剩 12 位專家全程作答。
Decision Variables for Selecting Prototyping in Information Systems Development: A Delphi Study of MIS Managers	Doke and Swanson	1995	美國	資訊系統	提供變數供各行業的 41 位 MIS 經理排序，進行了三回合電話訪談，最後有 27 位全程作答。

資料來源：本研究修訂自林志凡碩士論文(2003)

#### 4.7.2 TFA 的 46 種方法論

Porter 等人(2004)進一步整理 46 種技術前瞻方法，整合成一張表(表 37)，並稱之為「技術未來分析方法論(Technology Futures Analysis; TFA)」。

他們將目前已用在技術前瞻、技術預測及未來學各種分析方法，例如：科技情咨(情報)系統、預測模型、技術路徑、技術評估及技術預測等加以整理，並分析所有方法的屬性及其主要文獻來源，稱之 TFA。這些方法都已經轉趨成熟；而不是分散的，僅在於所使用之方法及處理程序上有較少之

交流及資訊的交換。在使用這些分析方法時，不同領域有不同的使用條件，必須予以注意。從工業界到資訊以及分子科技都必須重新思考 TFA 的應用方式。新的科技方法需要探究利用資訊資源及對應複雜系統(制度)的方法。針對處理流程之檢核，則導出了對改進 TFA 應用之方法。即可將方法應用之對象推廣至各種不同類別之潛在使用者上；這些使用者之範圍則從公司之管理人員到政府之政策制定者都屬之。從分享介於各個 TFA 模式間的觀點及導引出來自其他領域的使用方法，將可使 TFA 之使用方法及處理程序導向一個更好之資訊科技的管理及促成科技政策的形成與共識建立。

表 37 TFA 方法論

方法[及變化]	族群	硬性或柔性	探究或正規式	參考文獻
行動[選項]分析	V	S	N/EX	
替代模型(Agent Modeling)	M&S	H	EX	Gordon (2003)
類比法	Desc	H/S	EX	Mansfield (1961)
分析階層流程問卷(AHP)	V	H	N	Saaty (2001)
回溯預測(Backcasting)	Desc	S	N	
文獻分析(Bibliometrics) [研究歸檔、專利分析、用詞來源]	Mon/Stat	H/S	EX	Gordon (2003)
腦力激盪 [腦力激盪寫作、名目族群(NGP)]	Cr	S	N/Ex	
因果模型(Causal Models)	M&S	H	Ex	Martino (1993)
衝擊(影響)的指標	Desc	S	Ex	
複雜系統之最適化模組(CAS) [渾沌理論]	M&S	H	Ex	Glick (1987); Gordon (1994); Gordon (1998)
關聯性分析	Stat	H	Ex	Martino (1993)
成本效益分析 [貨幣化或以其他之方式分析價值]	V	H	Ex	Boardman (2000)
創造力工作小組 (Creativity Workshop)[未來工作小組]	Cr	S	Ex/N	Jungk (1996)
交互影響分析	M&S/Stat	H/S	Ex	Gordon (2003)
決策分析[使用工具分析]	V	S	N/Ex	Clemen (1996)
德菲法	ExOp	S	N/Ex	Gordon (2003)
人口統計分析	Stat	H	Ex	
擴散模型(Diffusion model)	M&S	H	Ex	Armstrong (2001)
經濟模型[輸入-輸出分析]	M&S/V	H	Ex	Roth (1998)

表 37 TFA 方法論(續)

方法[及變化]	族群	硬性或柔性	探究或正規式	參考文獻
FAR 法 (Field anomaly relaxation method)	Sc	S	Ex/N	Gordon (2003)
焦點團體[專責小組、工作小組]	ExOp	S	N/Ex	Gordon (2003)
創新系統模型	Desc	S	Ex	Kuhlmann (1999) Smits (2002) Watts (1997)
訪談	ExOp	S	N/Ex	
制度分析	Desc	S	Ex	Porter (1980)
長波(Long wave)分析	Tr	H	Ex	Linstone (2002) Devezas (2001)
緩和(Mitigation)分析	Desc	S	N	
監測[環境審視、科技看守]	Mon	S	Ex	Gordon (2003)
形態學分析	Desc	S	N/Ex	Ayres (1969) Zwick (1962)
多準則決策分析 [資料包絡線分析(DEA)]		H	N	Salo (2003)
多目標決策分析	Desc	S	N/Ex	Gordon (2003)
組織(Organizational)分析	Desc	S	Ex	
刺激參與(Participatory)手法	ExOp	S	N	Gordon (2003)
前導者(Precursor)分析	Tr	H	Ex	Martino (1993)
關聯樹[未來轉輪]	Desc/V	S	N/Ex	Gordon (2003)
需求分析 [需要性分析、屬性分析技術陣列]	Desc/V	S/H	N	
風險分析	Desc/Stat	H/S	N/Ex	Clemen (1999) Fishhoff (1998)
技術路徑(Roadmapping) [產品科技之導圖]	Desc	H/S	N/Ex	Albright (2002) Kostoff (2001)
情境分析(Scenarios) [共識的情境、情境方案的管理]	Sc	H/S	N/Ex	Gordon (2003)
情境分析(Scenario-simulation) [賽局理論、互動式情境分析]	Sc/M&S	S	N/Ex	Gordon (1995)
科幻分析(Science fiction analysis)	Cr	S	N	Steinmu"ller (1995)
社會影響評估[社會經濟之影響評估]	Desc	S	N/Ex	Becker (2003)
利益團體(Stakeholder)分析 [政治利益、假設分析]	Desc/V	S	N	Mitroff (1993) Cuhls (2002)
未來發展的指標 (State Of Future Index ; SOFI)	Desc	H/S	N/Ex	Gordon (2002-2003)
生命週期分析	Desc/M&S	H	Ex	Guinee (2002)

表 37 TFA 方法論(續)

方法[及變化]	族群	硬性或柔性	探究或正規式	參考文獻
系統模擬[System dynamic, KSIM]	M&S	H	Ex	Gordon (2003)
技術替代分析	M&S	H	Ex	Fisher (1971-1972) Linstone (1976) Modis (1992)
技術評估(TA)	Desc,M&S	H/S	Ex	Portor (1980)
趨勢外差[成長曲線]	Tr	H	Ex	Martino (1993) Ayres (1969) Sahal (1975) Blackman (1971)
趨勢影響(Trend impact)分析	Tr/Stat			Gordon (2003)
TRIZ	Cr			Savransky (2000) Clarke (2000) Mann (2003)
未來願景(Vision generation)	Cr	S	N/Ex	

資料來源：Porter 等人(2004)，本研究整理。

代碼說明：Cr=創造性的；Desc=敘述及陣則的；Stat=統計學的；ExOp=專家意見的；Mon=監測資訊的；M&S=模組化及模擬的；Sc=方案評估的；Tr=趨勢分析的；V=估算值/決策/經濟學上的。H=hard(硬性的(困難的)(量化))；S=(軟性的(較易的)(質化))；Ex=探究性；N=規範性。

依據 Porter 分析，TFA 之範圍議題有二個層面：即(1)有關於活動內容之議題及(2)關於執行(處理)及 TFA 活動(處理)之結構。以下表 38 所列的是關於範圍之議題。從表中可以看出議題的選擇與適切方法的選擇之間的關聯性。主要的 TFA 的議題範疇及適用的分析方法或使用原則整理如下表所列。



表 38 TFA 的議題範疇及方法使用原則

議題(領域)範疇	方法使用原則
<u>內容方面</u>	
時間相關	資料取得性、方法適切性(一次分析、二次分析)
空間相關	資料取得性、方法適切性(一次分析、二次分析)
層級相關-micro(公司)、meso(產業)、macro(國家、區域、全球)	參與者間的互動方式
<u>程序方面</u>	
參與者選擇(數量、特質—專家、大眾、混合)	如何將專家的知識融入、如何展開
決策類型(操作的、策略的、願景的)	決策專家之選擇
時程選擇(從分鐘到年)	方法適切性
可用資訊(資源、資料、技術)	合適之處理資訊及處理專家的方法
使用方法	需要資料、分析結果的輸出類型
組織設計	合適之方法、組合成員、處理之管理
溝通流程(內部、外部)	處理的管理、參與作業之本質
研究產出 (科技資訊產品)	各個使用者之使用率

資料來源：Porter 等人(2004)

根據以上理論，本論文進一步將領域選擇與 Porter (2004) 等的 TFA 方法論導入流程結合、整理成以下圖 15。

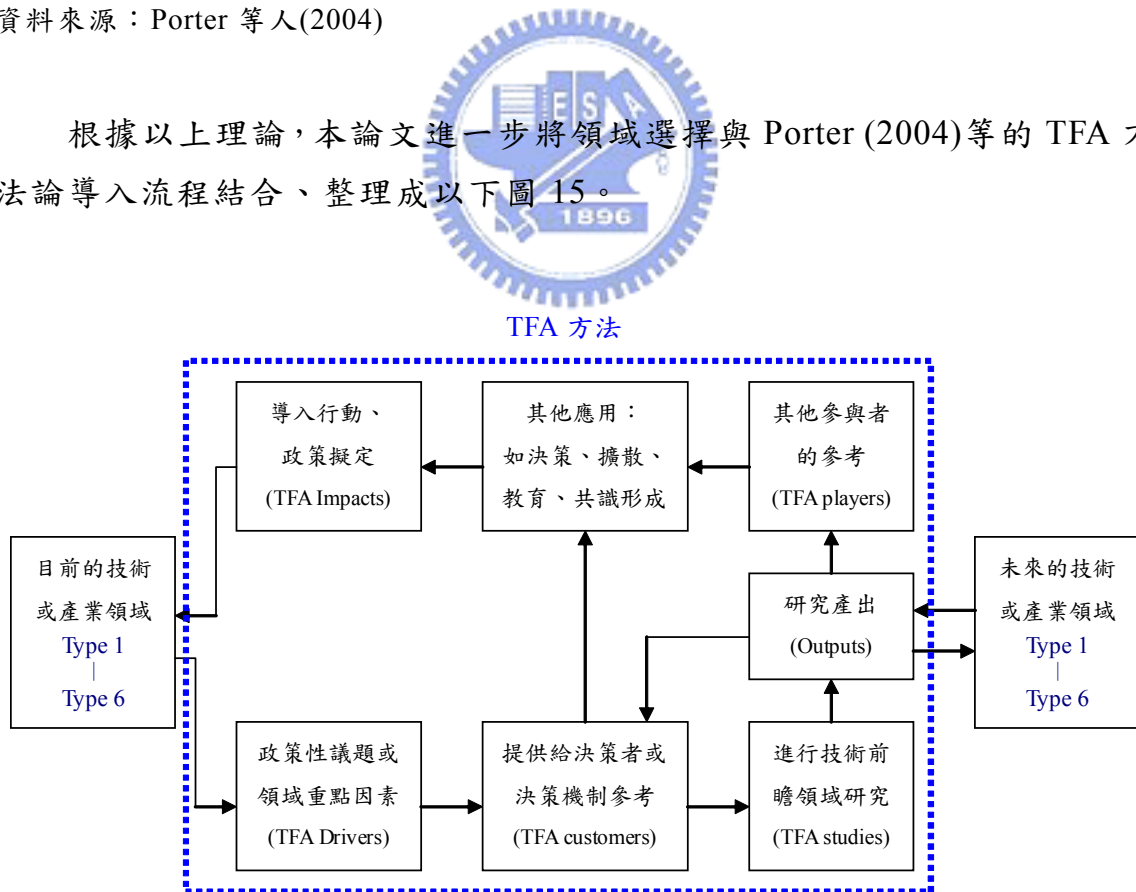


圖 15 領域選擇與 TFA 方法論的導入流程

此圖所表達最重要的概念是研究方法必須經過決策者與參與者的認同，操作出可以為多數參與者理解、應用的前瞻前果。或許，可也是為什麼至今多數的前瞻計畫所採用的方法論多為德菲法或情境分析法等，缺乏一些較具結構性的量化方法導入研究(像 Salo、Kobayashi 等這類的研究者或許是少數中的特例？！)。

### 3.7.3 技術前瞻方法整合的趨勢

技術前瞻必須搭配著前瞻活動流程規劃進行設計，前瞻的流程逐漸邁向第三代以後發展，方法論勢必也必須隨之調整。Georghiou 等人以創造力、專門技術以及互動組合為三個軸項，將前瞻方法加以分類。所有世代的前瞻方法都是利用創造力和專門技術的組合，只有第二代和第三代整合了互動和組合。從 Porter (2006)、Martino (2006)的研究可以發現，方法論的整合、分析、比較，將會是未來技術前瞻研究最具挑戰性的研究課題之一。



## 第五章 國家實證研究

### 5.1 遴選國家技術前瞻的領域選擇之實證架構

#### A. 技術前瞻的「目的(goals)」

- ⇒ 探索機會與科技資源投入優序(exploring future opportunities as to set priorities)
- ⇒ 調整科技創新系統(reorienting the science and innovation system)
- ⇒ 呈現科技創新系統的重要性(demonstrating the vitality of science and innovation system)
- ⇒ 帶進新的參與者產生互動(bringing new actors into the strategic debate)
- ⇒ 構築新網路或跨領域整合(building new networks and linkages across fields)

資料來源：Georghiou (2005)

#### B. 技術前瞻參與者的「目標(objectives)」

表 39 技術前瞻不同參與者(actors)的目標(Objectives)

參與者	參與者的類型	主要活動之目標(Objectives)	案例
政府	決策者、執行幕僚	發掘趨勢、願景、策略、政策	GDP 成長
專家	委員會、顧問、審查委員	解決特定的交付問題或關切	領域優序
研究單位	政府及民間研究機構	新領域、新技術、新應用	機器人應用
學界	大學、研究所、研究中心	新問題、新方法、新應用	奈米、生技
產業界	公會、協會、主要廠商	總體經濟、技術、市場之發展	關鍵技術
公司	跨國企業、領導廠商	個體經濟、技術、市場之發展	某領先技術
非政府組織	特定聯盟、團體、社團	特定關切議題之發展	環保、安全
社會大眾	意見領袖、公眾人物、媒體	特定關切議題之發展	居家生活
其他	未來學學者、年輕族群	發現未來趨勢、情境、風險	外卡效應

資料來源：Yuan 及 Hsieh (2006)

C. 技術前瞻「目標(objectives)」的分類：

- ⇒全球性／區域性
- ⇒公領域／私領域
- ⇒市場拉力／技術推力(或，生產導向／服務導向)
- ⇒經濟指標(市場規模、就業人數、附加價值率等)
- ⇒價值鏈定位(上游、中游、下游)
- ⇒產業生命週期
- ⇒科技的連續性(continuity of innovation／disruptive innovation)
- ⇒需求資源(落實時間、人力、預算等)

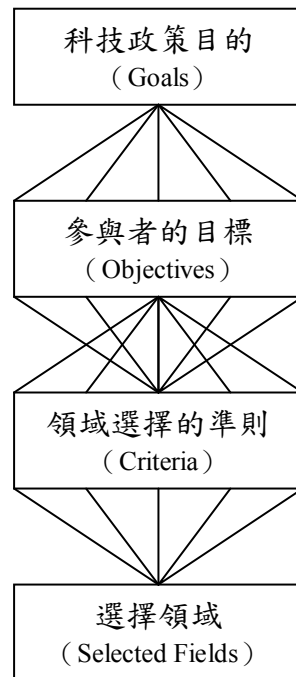
D. 技術前瞻「領域選擇」與「評估準則(criteria)」：

表 40 技術前瞻的領域產生方式與評估準則

資訊來源	領域產生方式	評估準則	產出案例
環境 (內/外)	全球/區域環境監測、環境掃描	國家競爭力、IMD 排名、OECD 排名	設置 FTA
政策 (政府)	國家計畫、法條、法案、法規	影響力、持續性、共識程度、QOL	綠色科技
人 (專家)	委員會、座談、專家、顧問	代表性、共識程度、影響力	各策略性 技術領域
事 (議題)	事件、新聞、報告、雜誌、論文 等分析	事件統計分析、影響程度、影響範圍、 解決課題	水患防治
物 (供/需)	國內環境監測、環境掃描	經濟指標(GDP、GDP 成長率、就業率、 進出口、附加價值等)、技術指標、市場 指標	兆元產 業、服務業
知識 (領域)	國內環境監測、評估分析	技術指標(論文數、專利數、論文引用率、 專利引用率、領域頂尖專家等)	高值化產 業
組織 (產/學/研)	新投資、聯盟、新技術、新產品、 新方法、產學合作、研究案	技術指標、市場指標(市佔率、成長率、 品牌知名度等)	創意產業
社會大眾 (精英/代表)	NGOs、意見領袖、公眾人物、 媒體、年輕族群習慣	影響力、持續性、共識程度、QOL	網路安 全、詐騙
其他	未來學學者	SOFI、FTA 指標	機器人社 會

資料來源：Yuan 及 Hsieh (2006)

E. 技術前瞻領域選擇的實證「架構(framework)」：



參考資料：Georghiou(2005)、Oner(2005)、Yuan 及 Hsieh(2006)。

圖 16 技術前瞻領域選擇的架構(framework)

圖 16 為理性選擇假設下的選擇流程架構。在此前題下，目的、目標、準則等為領域選擇的重要組成元素。

接下來三節中，本研究針對英國、日本及韓國進行個案的實證，驗證六類型中部份類型的適用性。選擇這三個國家作為個案的主要理由是，他們有文獻發表過，且文獻中有足以提供必要資料進行分析驗證，是以納入本研究個案。

## 5.2 英國的技術前瞻案例(UK Foresight Programme, 1993)

分析資料來源：Anderson (1997)

### A. 計畫背景

雖然英國學者 Irvine 及 Martin (1984)在發表「科學前瞻：挑選贏家 (Foresight in Science, Picking the Winners)」一書中，正式以「前瞻



(Foresight)」一詞來表示一套系統化、科學化的過程，能有效地為長遠的預測。但是英國政府真正進行前瞻大約晚了十年。英國 1993 年由隸屬內閣之貿工部(Department of Trade and Industry; DTI)所公佈一份科學、技術和工程白皮書中，正式提出英國政府進行技術前瞻的構想。在蘭卡斯特爵士發起下，貿工部首次在科學技術白皮書《實現我們的潛力(Realizing Our Potential)》，首次提出要以技術前瞻作為政府以科技推動經濟發展的重大措施，並政府動員全國科技、工業、經濟等各界人士積極參與這項計劃，密切合作，為重振英國經濟貢獻力量。

英國第一次前瞻計畫(1993-1999 年)實際上是由「科技政策辦公室(Office of Science and Technology; OST)」所執行，當時該組織仍置於貿工部中。OST 的功能主要是管理學界的研究預算，其功能類似台灣的國科會，當時 OST 一年的預算約為 13 億英鎊。OST 在執行第一次技術前瞻計畫時，其組織編制仍隸屬於工商部，以求研究與產業的需求多加結合，由於成效有限，2005 年又被獨立出來。Mile (2005)評論英國三次前瞻計畫中，第一次是最成功的，而請有許多論文被發表出來，以許多案例探討計畫前瞻所帶來的正面效果，例如：Anderson。

## B. 計畫目的(Goals)與目標(Objectives)

Anderson (1997)將英國 OST 第一次科技前瞻目的(Goals)定義如下：

- ⇒ 促成新夥伴關係(Forge new partnerships)，如：產、學、研聯盟。
- ⇒ 確認適當技術(Identify generic technologies)，找出具備跨領域應用的潛力技術。
- ⇒ 建立共識(Develop consensus on national priorities)，選出優勢的領域(民主精神)。

英國 OST 將科技前瞻的目標(objectives)設定為：「將商人、工程師、科學家及政府官員串聯至網路，以找出萌芽中之市場及技術的長期機會(to bring together business people, engineer, scientists and government in networks which identify emerging and long-term opportunities in market and technologies)。」

### C. 領域的評估準則(Criteria)

Pre-foresight 的領域評估準則如下，由官、產、學資深專家組成「指委會(Steering Group)」，並由政委(Chief Science Advisor)主持，進行評估，共選出 15 項領域。

⇒ GDP 貢獻度(Contribution of GDP)

⇒ 從業員工數(Employment)

⇒ 貿易順差額(Balance of trade)

⇒ 未來市場潛力、未來技術潛力

Phase 1 徵詢大眾意見(consultation)的評估準則如下，徵詢人數約一萬人。

⇒ 未來十至二十年的社會、經濟、環境及市場趨勢？(What are the likely social, economic, environmental and market trends over the next 10-20 years?)

⇒ 哪一些科學、工程及技術研究領域符合未來趨勢？(which areas of R&D and underpinning science, engineering and technology best address those future trends?)

⇒ 公共預算如何使用可以滿足未來國家發展及生活品質？(how best can public funds be used to sustain an innovative science base to support future national prosperity and quality of life?)

⇒ 法規、職能、教育訓練及其他因素等如何因應？(to what extent should regulation, skills, educational facilities, and other factors be taken into account?)

Phase 1 領域優先順序(Prioritization)的評估準則如下，由指委會進行選擇與確認後，以「可行程度」為水平軸、以「吸引程度」為垂直軸，由原點向外擴散畫出三個弧形區，內圈為萌芽領域(emerging areas)，再來為中間領域(intermediate areas)，最外圈為關鍵領域(key priority areas)，然後將所屬各個領域散佈於此圖中(參考圖 12)。

⇒ 領域的「吸引程度(Attractiveness)」—即，國家有夠能力(ability)可以充分達成具備相當之經濟及社會效益的技術領域。

⇒ 領域的「可行程度(Feasibility)」—國家有潛力及機會可以達成該項技術的進步。

D. 計畫選擇之領域(Selected Fields)：參考表 41。

表 41 英國第一次前瞻選擇的領域及現況分析

領域項目	GDP 貢獻度 (%)	從業人數 (千人)	貿易平衡 (十億英鎊)
農業、自然資源及環境 Agriculture, natural resources and environment	3	800	-3.4
化學 Chemicals	2	200	+2.8
通訊 Communication	6	450	-0.1
建築 Construction	8	900	無數據
國防與航太 Defense and aerospace	3	250	+1.5
能源 Energy	5	300	+2.9
財務服務 Financial service	7.8	1800	+15.6
飲食 Food and drink	3	500	-3.5
健康及生命科學 Health and life science	5	1700	+2
資訊科技及電子 IT and electronics	5.6	700	-0.5
育與樂 Leisure and learning	12	4500	-0.5
製造生產與商業流程 Manufacturing, production and business process	22	4400	-14
材料 Materials	3	500	-0.4
零售及配送 Retail and distribution	11	3400	無數據
運輸 Transport	8	1200	-6.5

資料來源：Joe Anderson(1997)；英國 OST，1995 年。

15 個領域工作小組完成工作後，各完成一份報告，說明未來的願景及行動方案。

E. 領域選擇類型：綜合以上分析，應可以歸類於「類型 5」(圖 17)。

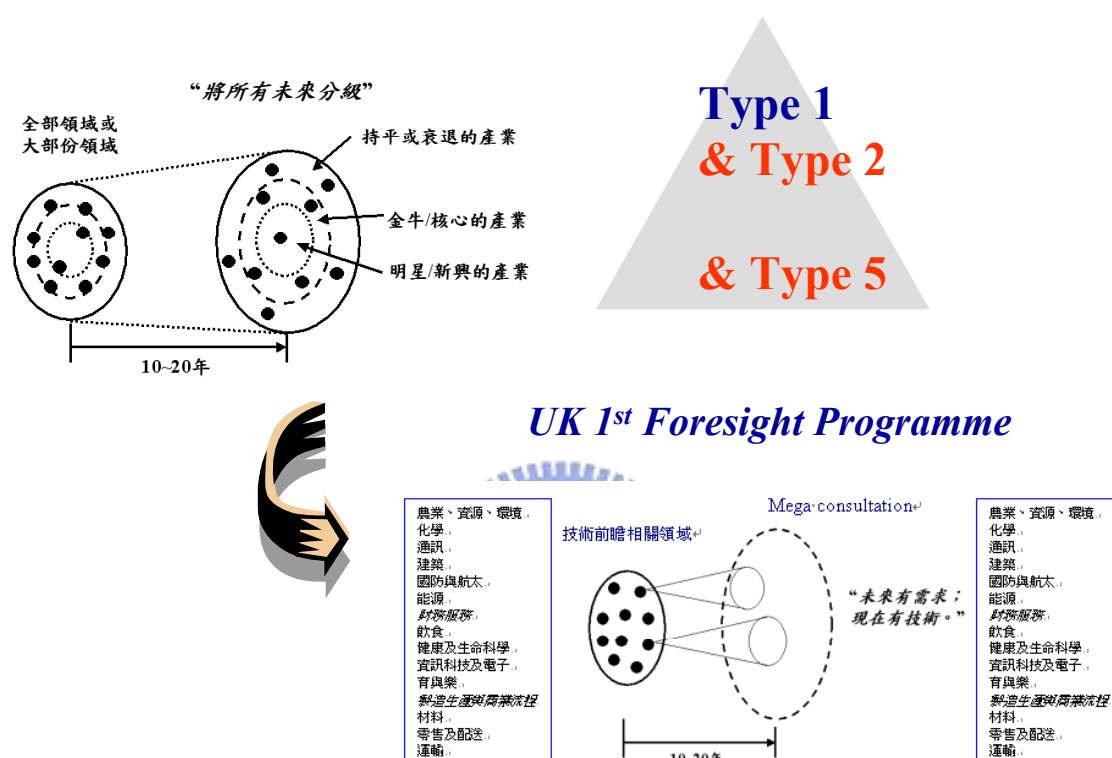


圖 17 英國第一次前瞻的領域選擇類型

### 5.3 日本的技術前瞻案例

分析資料來源：Kuwahara (1999)

#### A. 計畫背景

日本為最早(1971年)進行科學與技術預測的國家之一，已累積有超過三十年的經驗，領先世界各國，該技術預測的結果，是國家對於制訂科技政策的重要依據。日本的技術前瞻係由日本文部科學省(MEXT)轄下之科學技術政策研究所(NISTEP)執行，每五年進行一次。科學技術政策研究所於2005年完成第八次的科學與技術預測，而第八次的科學與技術預測在方法上做了很大的修正，與第一次到第七次所使用的預測方法有一些不同。其中修正的主要兩大項如下：

## 1. 明確的目標和時間(Clear Target on Client and Timing)

綜合科學會議(CSTP)先給予 NISTEP 明確的指示和任務，告知其需要某些領域的預測資料，並且應該在何時完成預測，以提供日本政府政策上重要的參考依據，以便能與制訂科技政策產生強烈的連結。事實上第八期的科學與技術預測提供了日本「第三期科學基本計畫(2006 年四月開始執行)」重要的參考。

## 2. 綜合式技術預測法(Multi-methodology Foresight)

第八次技術預測改良傳統的德菲技術預測法，搭配情境預測法、社會經濟需求法、文獻分析法(資料庫分析)等分析法同時進行預測，並延攬更多領域的專家協助技術參與預測的工作，使預測的範圍更廣泛、多元化，預測成果的層次更深入，從科學技術層面到社會社會需求層面都在探討的範圍內。

### B. 計畫目的(Goals)與目標(Objectives)

日本的科技政策自 2000 年開始的一連串政府組織改革，以 CSTP 為首的科技政策體系採取 top-down 的方式制訂和執行推動科技政策，並針對各領域的重要性、優先性給予的排序和決定補助金額的多寡及優先次序和決定投入多少資源，因此對於事前資料的準備更為重要，需要大量的資料作為擬定政策的參考，而 NISTEP 提供智庫的功能提供科技技術預測的結果和相關科技趨勢等資料與 CSTP 等政府單位，扮演重要的角色。NISTEP 的預測資料提供 CSTP 重要的參考依據，協助瞭解日本的未來可能發展情形和前瞻科技，畫出一個完整的未來輪廓與政府單位參考，而 CSTP 也依此資料評斷分析未來的日本重要科技趨勢，科學與技術預測的資料成為相當要重的參考依據。

前瞻目的(Goals)定義如下：

達成第三期科學技術基本計畫中期望達到三大願景，即：

1. 引導日本成為有智慧(Wisdom)的國家
2. 將日本整體潛力發揮至極致
3. 將日本建立成一個安樂健全的社會



科技前瞻的目標(objectives)設定為：

### C. 領域的評估準則(Criteria)

NISTEP 先由各領域的專家挑選大量的題目，再依序由共識會議中產出最重要的 100 項議題。NISTEP 以問卷的方式給予該領域的專家學者等勾選他們認為的重要議題，依勾選數的多寡選出一百個重要的主題，每次選出的主題可能會依科學技術的趨勢和整體經濟甚至社會情況有世界潮流現況有所改變，舉例來說，2005 年因 SARS、地震、海嘯等因素，在自然災害項目的重要議題變受到較多的注意，另外 2005 年在其它項目中有四項討論到奈米科技的議題七項有關人才人力資源的議題，最後產生共識。荷蘭 1989 年的前瞻(van Dijk, 1991)也有類似的做法，但是荷蘭是由中低階技術人員產生技術名單，再由 20 位專家進行評估，遴選出 15 項技術。而日本是由數個工作小組(Panel)專家群產生技術名單、再交給數百人、千人進行共識決策，操作體系相對比較龐大。

D. 計畫選擇之領域(Selected Fields)：如 Kameoka(2004)的前瞻產出領域。

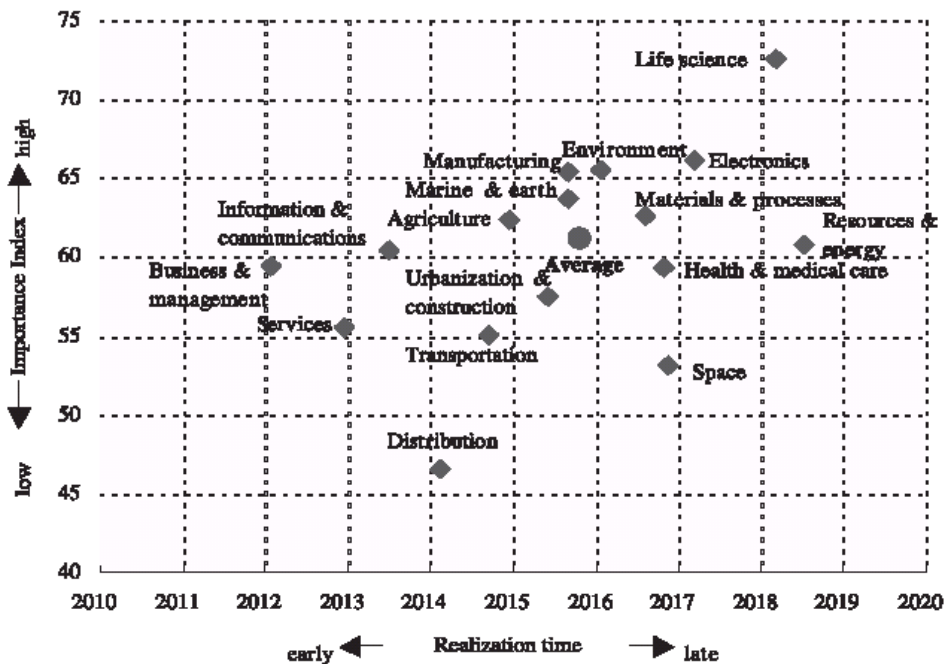


圖 18 日本技術前瞻選擇的領域

E. 領域選擇類型：綜合以上分析，應可以歸類於「類型 2」（圖 19）。

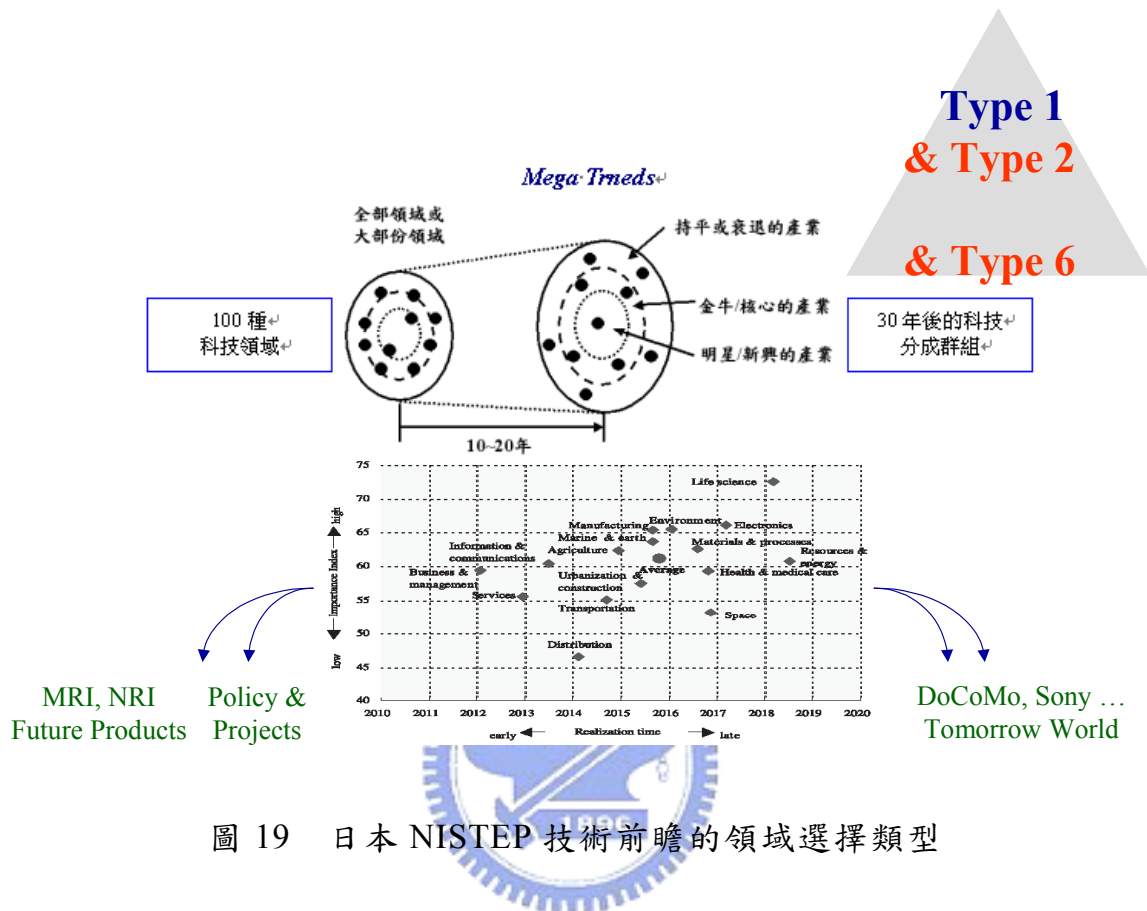


圖 19 日本 NISTEP 技術前瞻的領域選擇類型

## 5.4 韓國的技術前瞻案例

分析資料來源：Park(2006)

### A. 計畫背景

南韓的科技政策決定上是以南韓科技部(MOST)為主導的政府組織。有鑑於 1990 年代南韓在社會和經濟上出現了許多的改變與挑戰，為了因應新的政治和經濟環境，從 1998 年開始有許多的法令和組織上的重組與變革。在法令上包括頒佈了科技創新基本法，該法也是南韓在科技政策和研發計畫跨部會間協調的法源基礎，在組織上的變革包括提升科技部的地位，像是提升科技部部長為南韓三位副總理之一，設立以總統為主席的國家科技委員會(NSTC)和總統科技顧問會 PACST)，在 2004 年設立科技創新辦公室主掌與科技相關的政府研究機構(GRIs)和國家科技委員會的執行秘書工作等。

1. 國家科學技術委員會成立於 1999 年，為南韓最高科技政策決策單位，主要工作有檢視及協調國家科技政策，評估 R&D 計畫執行成效，並有效決定科技預算及資源之配置的優先順序，跨部會間的資源整合分享，避免研發計畫的重疊。由科技部和科技創新辦公室主掌協調各部會和科技相關的研究機構，像是南韓科技評估院等來制訂國家科技政策。2005 年 5 月國家科學技術委員會公佈了對科學技術預測(德菲法)的調查結果，共有 761 項技術課題。據韓國國家科委預測，在未來 10~20 年後，人類就可以征服各種疑難疾病，而且在國內就可以進行廉價的太空漫遊，並且在日常生活中，隨處都可以看到機器人為人類服務的景象。
2. 總統科技顧問會則是結合學術界和產業界的專家藉由每月定期開會，給予總統在科技政策及發展上提出外部的諮詢及政策建議，至少每六個月對總統提出報告，而各部會則被要求對各項建議作後續工作。
3. 韓國科學技術部：韓國科學技術部成立了「未來國家有前景的技術委員會」，並於 2005 年在首爾中區小公洞舉行了第一次會議，調查未來 10~20 年後的科技應用。未來技術委員會在 2005 年 7 月底從中挑選有前景的技術專案。有前景的技術領域將包括 10~20 項技術領域，而在這些領域中，政府可以通過 10 年以上的中長期投資，提前達到開發國家的科技水準。未來技術委員會由黃禹錫教授、三星電子副總裁尹鍾龍、科學技術總聯合會首席副會長申載仁 3 名共同委員長和 20 名專家組成。首任的共同委員長為黃禹錫教授，他形容選定未來國家有前景的技術的工作是一項從茫茫大海中撈出來的航海地圖的工作。(同一時間日本在 2005 年 1 月公佈了可在未來 15 年內開發的 10 項基礎技術，中國則通過 2015 年前的技術預測，選定了 21 項國家核心技術。)
4. 南韓科技評估院：南韓科技評估院前身是南韓科技政策研究院(KISTEP)，在 1999 年將南韓科技研究院關於國家研發計畫的規劃、管理與評估相關業務獨立出來，成立本機構。主要的發展目標希望成為國家創新系統(National Innovation System, NIS)、區域創新系統(Regional Innovation System, RIS)和策略研發計畫中的智庫、南韓在評估與協調的標竿單位、南韓國際化和資訊化中教育與訓練上的最佳實證模式。而在於科技政策的機制中南韓科技評估院擔負了另一個重要的工作便是主導南韓技術預測的相關工作。

註：南韓最早在 1997 年頒佈『科技創新特別法』，該法在 2001 年被『南韓科技創新基本法』取代。

韓國至 2006 年為止南韓進行了三次技術預測。第一次在 1993 年，第二次在 1999 年，預測方式主要是採用德菲法(Delphi Survey)預測 2025 年的技術的發展和生活形態，2005 年則進行第三次的技術預測活動(Park, 2006)。

#### B. 計畫目的(Goals)與目標(Objectives)

前瞻目的(Goals)定義如下：

- ⇒ 盡快達到先進國家的科技水準；
- ⇒ 定義出十年至二十年後的未來技術；
- ⇒ 確認十年至二十年後的未來有望技術；
- ⇒ 定義政府十年至二十年的中長期科技研發投資。

科技前瞻的目標(objectives)設定為：

#### C. 領域的評估準則(Criteria)

- ⇒ 目前技術水準還在初始階段但是預期未來可能會引領世界的科技；
- ⇒ 與南韓地方環境有特殊關連的科技；
- ⇒ 排除已經有原型發展或接近發展完成的科技；
- ⇒ 在短程、中程、長程的技術發展中選取平衡；
- ⇒ 避免過度集中在單一特定領域。

#### D. 計畫選擇之領域(Selected Fields)-含共識程度統計(表 42)

表 42 韓國 KISTEP 技術前瞻選擇的領域及趨勢分析

year	Space/ earth	Material/ Manu.	Info./ Know.	Food/ Biores.	Life/ Health	Energy/ Env.	Safety/ Security	SOC	Total	Ratio
2009	-	-	5	1	-	-	2	3	11	1.4%
2010	-	-	9	-	-	1	7	3	20	2.6%
2011	-	2	8	2	-	6	7	16	41	5.4%
2012	2	6	9	8	2	6	18	21	72	9.5%
2013	5	13	20	23	9	24	25	16	135	17.7%
2014	19	26	9	24	9	25	19	9	140	18.4%
2015	9	17	4	15	15	14	5	7	86	11.3%
2016	9	7	2	9	12	6	3	3	51	6.7%

表 42 韓國 KISTEP 技術前瞻選擇的領域及趨勢分析(續)

year	Space/ earth	Material/ Manu.	Info./ Know.	Food/ Biores.	Life/ Health	Energy/ Env.	Safety/ Security	SOC	Total	Ratio
2017	13	7	2	5	7	18	1	6	59	7.8%
2018	13	8	2	2	17	6	1	2	51	6.7%
2019	9	4	1	1	8	3	-	1	27	3.5%
2020	6	2	-	-	12	2	-	1	23	3.0%
2021	9	1	-	1	2	-	-	-	13	1.7%
2022	3	1	-	1	1	2	-	-	8	1.1%
2023	6	-	-	-	-	1	-	-	7	0.9%
2024	4	-	-	-	1	1	-	-	6	0.8%
2025	4	-	-	-	-	-	-	-	4	0.5%
2026	2	-	-	-	-	1	-	-	3	0.4%
2027	4	-	-	-	-	-	-	-	4	0.5%
Total	117	94	71	92	95	116	88	88	761	100.0%

資料來源：Park(2006)

E. 領域選擇類型(圖 20)

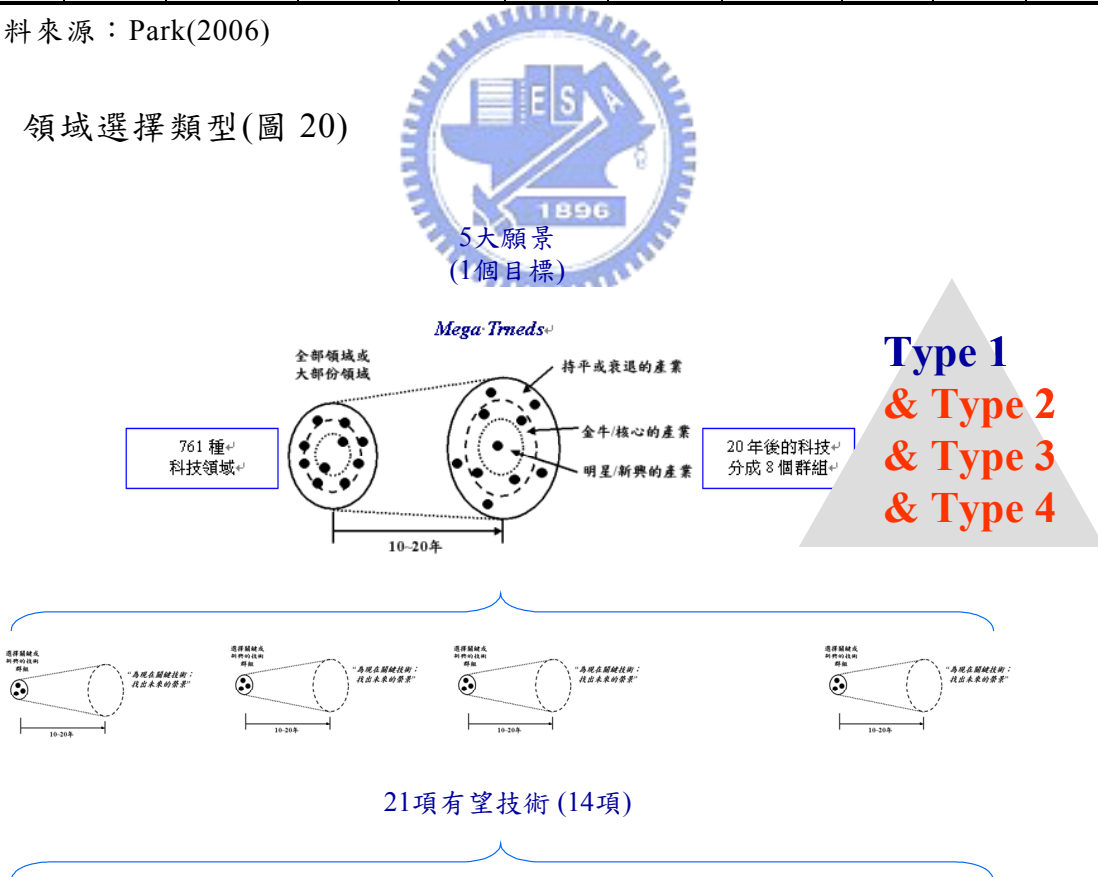


圖 20 韓國 KISTEP 技術前瞻的領域選擇類型

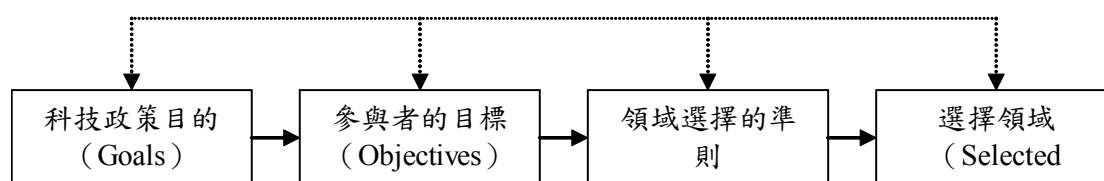


## 第六章 台灣實證研究

### 6.1 台灣技術前瞻領域選擇類型的實證議題

本章將以三個個案進行實證研究，實證之主要議題如下：

實證議題(一)：選擇領域時是否有明確的目標、準則及一定的領域選擇範疇？



資料分析(如：專家小組意見、經濟指標、技術指標等)

圖 21 實證議題(一)

實證議題(二)：遴選國家或產業前瞻計畫，判斷屬於那一種類型或那幾種類型的組合？



圖 22 實證議題(二)

實證議題(三)：是否有適當的方法可以領域出具有潛力的未來型領域？

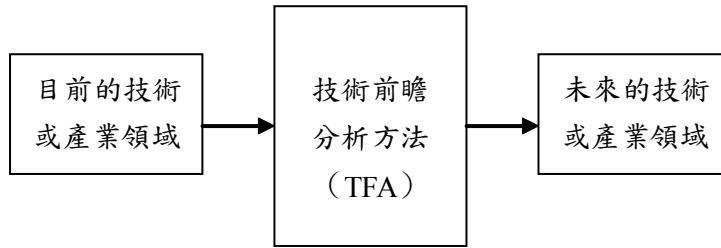


圖 23 實證議題(三)

#### A. 我國產業發展重點目標

台灣政府施政計畫致力發展的重點產業，包括：附加價值的提升、產值的提升、新興科技產業。茲簡列如下：

##### (1) 附加價值的提升—

###### (a) 產業高值化計畫

傳統產業高值化：

高科技紡織、保健機能性食品及保養品、高級材料工業、光電電子用化學品產業、輕金屬產業、輕型高效率電動機車、運動休閒產業。

兩兆雙星：半導體產業、影像顯示產業、生物技術產業、數位內容產業。

四大服務業：研發服務產業、資訊應用服務產業、流通服務產業、照顧服務產業。

綠色產業：資源分選及再生利用、綠色資源再生利用、資源化工業輔導。

###### (b) 服務業發展綱領及行動方案(12項服務業)

設計服務業、研發服務業、文化創意服務業、流通運輸服務業、工程顧問服務業、資訊服務業、金融服務業、通訊媒體服務業、觀光及運動休閒服務業、環保服務業、醫療保健及照顧服務業、人才培訓、人力派遣及物業管理服務業。

## (2) 產值的提升

### (a) 2008 年 5 個兆元產業

半導體、影像顯示、石化原料、鋼鐵、通訊。

### (b) 2008 年產值跨越 5000 億的高成長產業

紡織、電子組件、數位硬體、汽車、機械設備、食品業

## (3) 具潛力的新興科技產業

數位家庭產業、次世代行動通訊產業、智慧型醫療照護產業、可攜式綠色電源產業。

## B. 台灣技術前瞻領域選擇的準則

台灣技術前瞻領域選擇的準則：可以以近年來經濟部的評估準則為例(6 類 16 項產業領域選擇準則)為例，說明台灣前瞻領域選擇的邏輯。包括：

**三高：附加價值高、成長潛力高、創新潛力高。**

**三大：產值規模大、帶動就業大、產業關聯大。**

**其他：防洪防災、人口結構變遷。**

運用以上準則將可以試作導入產生領域的選擇，進而在落實階段時，可再運用該些準則進行績效評估。類似的評估準則還可以在區分為：公部門需求(大眾性、長期性、穩定性、防弊性、資源等，效用需有良好之規劃與執行) V.S. 私部門需求(彈性、靈活、生存、多變、多樣等，大部份管的越少越有創新的可能)

## C. 台灣技術前瞻領域選擇的定位

台灣技術前瞻領域選擇的定位分析，選取以下任何二軸可以進行分析，包括：科技政策 v.s. 社會關注議題類別？科技政策 v.s. 法人科專研發領域別？科技政策 v.s. 國科會學術研究領域別？科技政策 v.s. 業界科專研發領域別？科技政策 v.s. 民間重要投資類別？等至少五種。本論文將政府「三大、三高」的政策當成評估目標的準則(C1、C2)，C1 為產值超過千億者(十大新興工業產值的平均)；C2 為產值成長超過 10%者(十大新興工業產值最低的成長率)，結合產業領域所屬的產業類型，得到以下的圖 24，

並結合前述之評估類型，選擇航太、IC、FPD 設備等三個個案進行領域選擇與評估，驗證領域選擇類型模型的實用性。

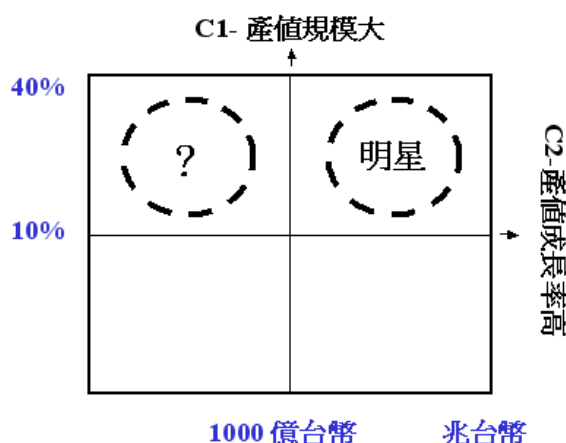


圖 24 產業領域所屬的產業類型

#### D 我國歷年來的技術前瞻研究與研究計畫

1. 國內大專院校的技術預測課程(1991 年迄今)
2. 國內大專院校的技術預測相關之碩、博士論文(1991 年迄今)
3. 行政院科顧組：工研院電子、資訊、通訊的技術預測(1996 年)
4. 行政院科顧組：台灣經濟研究院技術前瞻機制設計先期計畫(2005-2006 年)
5. 國科會：領域技術預測計畫(1998 年迄今)
6. 國科會：中華經濟研究院材料領域技術預測計畫(2004 年)
7. 國科會：技術前瞻先期研究計畫(2005-2006 年)
8. 經濟部技術處：ITIS 計畫赴 SRI 及 MRI 的訓練計畫(1996 年)
9. 經濟部技術處：資策會市場情報中心技術預測計畫(2004 年)
10. 經濟部技術處：次世代產業研究計畫先期計畫(2005-2006 年)
11. 經濟部工業局：工研院等十大新興工業預測(1997 年)
12. 工研院企研處技術預測計畫(2005 年-2006 年)

註：以上資料未列於參考文獻中。

E、我國歷年來的技術前瞻研究採用的方法：

表 43 我國歷年來的技術前瞻研究所採用的方法

	1 研究所 課程	2 碩博士 論文	3 STAG 三領域	4 STAG 2020	5 NSC 領域	6 NSC 領域	7 NSC 2035	8 DOIT 技引	9 DOIT 訓練	10 DOIT 2015	11 IDB 1997	12 ITRI 前瞻
Agent Model	◎											
Analogies	◎											
Bibliometrics	◎											
Cost-benefit Analysis	◎											
Delphi	◎	◎(4+)	◎	◎	◎	◎			◎	◎	◎	◎
Monitoring	◎									◎		
Morphology	◎											
MCDM	◎	◎										
Relevance tree	◎											
Scenario	◎	◎(4+)			◎			◎SRI	◎	◎		◎
Social impact	◎											
Stakeholder A.				◎								
SOFI				◎								
S-curve	◎	◎						◎MRI				
Vision Gen.	◎											

資料來源：本研究

由上表中可以發現，德菲法有 13 筆，情境分析法 10 筆，兩者是非使用最多的方法。而且，多數的前瞻領域為單一領域，跨領域比較較少。



F. 我國歷年來的技術前瞻研究所選擇的領域：

表 44 我國歷年來的技術前瞻研究所選擇的領域

	1 研究所 課程	2 碩博士 論文	3 STAG 三領域	4 STAG 2020	5 NSC 領域	6 NSC 領域	7 NSC 2035	8 DOIT 技引	9 DOIT 訓練	10 DOIT 2015	11 IDB 1997	12 ITRI 前瞻
類型 1												
類型 2		◎	◎		◎	◎	◎			◎	◎	
類型 3												
類型 4												◎
類型 5												◎
類型 6												
無關領域 選擇	◎			◎				◎	◎			

資料來源：本研究

由上表中可以發現，台灣前瞻計畫多為產業或技術領域的選擇，屬於類型 2 的態樣居多。而且，多數的前瞻領域為國科會與科顧組所發起，但是國科會的前瞻計畫持續性較高。

表 45 我國歷年來的技術前瞻研究所選擇的領域

	1 研究所 課程	2 碩博士 論文	3 STAG 三領域	4 STAG 2020	5 NSC 領域	6 NSC 領域	7 NSC 2035	10 DOIT 2015	11 IDB 1997	12 ITRI 前瞻
電子領域	◎	◎	◎		◎				◎	
資訊領域	◎	◎	◎		◎				◎	
通訊領域	◎	◎	◎		◎				◎	
光電領域	◎	◎			◎				◎	
材料領域	◎					◎			◎	
生技領域	◎	◎			◎				◎	
航太領域	◎								◎	
其他領域	◎	◎	◎	◎	◎		◎	◎	◎	◎

資料來源：本研究

接下來，將運用步驟 A 到步驟 B 之流程以三項個案探討領域選擇模型的特性，並試回答是否可以滿足三項驗證的議題。

## 6.2 個案(一)：台灣經濟部「發展十大新興工業」政策之航太產業案例(1999 年)

經濟部鑑於台灣經濟已面臨轉型升級之關鍵時刻，又依據 87.5.27「全國能源會議」結論，未來產業應著重整體性均衡發展，以創造競爭力為考慮核心。爰此，於 1999 年特選定涵蓋技術密集、傳統與基礎工業中的通訊、資訊、半導體、光電、航太、車輛、機械、電機、石化、生技、紡織、食品等 12 項工業以進行前瞻研究。俾將前瞻結果及各項建議提供產、官、學、研各界作為繼續推動或支持該產業之重要依據。

### 6.2.1 航太產業的技術前瞻分析與選擇準則

A. 產業類型分析：

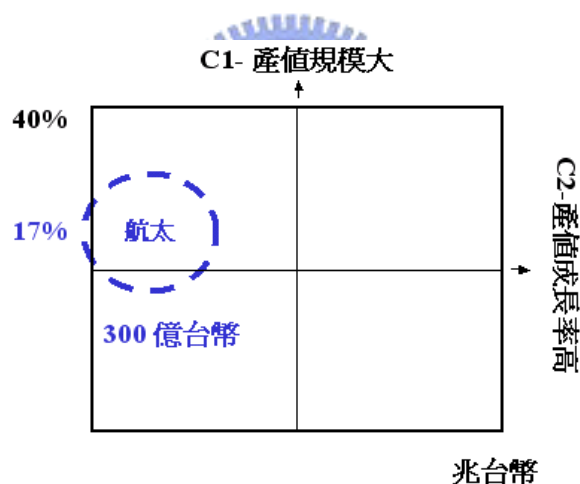


圖 25 航太產業所屬的產業類型

根據 1998 年中華民國統計月報及航太小組的產值計算顯示，台灣航太產業、工業(整體)、服務業、農業的成長率，在 1990 年至 1998 年之間，分別是展現高成長、持續成長、成長趨緩及負成長的情形。整體工業的平均成長率約在 4%~6%，當中又以消費電子、半導體(含代工)、電腦資訊、生技製藥等為主要成長項目，成長率約在 6% 左右。航太產值則更高，雖然近三年產值呈現趨緩之趨勢，但過去十年的平均成長率仍維持在 17% 以上。台灣航太產值於 1997 年後逐漸趨緩，而於 1998 年開始呈現負成長，當時產值維持在 300 億台幣(另一個產值相當的產業為生技產業)。

## B. 專家小組(Expert Penal)成員：

本案例係採用德菲法(Delphi Method)法進行前瞻，故邀請 11 位產、官、學、研專家，1 位來自政府(經濟部航太小組)，1 位來自學術界(大業大學)，2 位來自研發界(工研院及資策會)，7 位來自產業(包含公會及台灣主要航太廠商)，學者為科技專案資深的審查委員，其他專家皆為當時各單位、企業的高階負責人。

## C. 選擇準則(Criteria)：

依據當時專家的建議事項及研究過程所採用的準則，主要如下：

產值規模：依據「航太小組」的估算，台灣歷年的產值依序為：1991 年 65.57 億台幣，1992 年 101.34 億台幣，1993 年 151.25 億台幣，1994 年 219.19 億台幣，1995 年 292.60 億台幣，1996 年 338 億台幣，1997 年 360 億台幣。IT IS 計畫則考量部份從副計算，將 1998 年實質產值下修為 300 億台幣。

⇒ 產值成長率：平均成長率 17%以上；

⇒ 從業員工佔就業人口比重：約 0.1%；

⇒ 產值佔 GDP 之比重：佔 0.1-0.4%(與日本、義大利相當)；

⇒ 台灣產值佔全球產值之比重：0.3%(比指略低)；

⇒ 貿易順差佔銷售額比重： $(\text{出口值}-\text{進口值}) / (\text{內銷值}+\text{外銷值}) = -98\%$ ，明顯逆差。

## D. 產業定位：

依據以上分析，是以研判航太前瞻應該以「創造出口(出口導向)與創造內需」為重要之目標。

## 6.2.2 航太產業技術的前瞻類型與前瞻結果

### A. 前瞻領域選擇的類型：

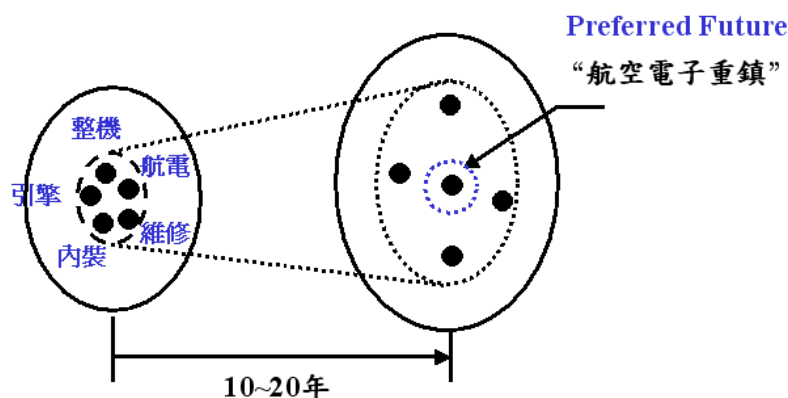


圖 26 航太前瞻的領域選擇類型

### B. 前瞻領域選擇的方法：

本案例係採用德菲法(Delphi Method)及 BP(Business Plan)法，前者即以專家之預測作為依據(預計每項產業均邀請 8 位以上之產、官、學、研專家，各產業分開統計)。採用此法於問卷收回統計後，將針對意見反應進行第二次，甚至第三次之問卷結果修正，以使專家意見趨向集中；後者以蒐集各主要廠商之營運計畫書進行未來五年至十年的產值統計，共發放至三百家航太公會所屬廠商。完成二者分析、比較及收斂後，遂形成前瞻之共識意見。

### C. 前瞻領域選擇的假設：

根據當時 Delphi 法預測報告的分析結果，除了 1998~2000 年因為金融風暴帶來的不景氣影響，產值略為回縮之外，之後其餘各年的成長幅度仍然相當高(12%以上)，顯示出當時 BP 的財務專家及 Delphi 的問卷專家對於台灣未來五~十年後，航太市場景氣樂觀的肯定態度。另外，依據 Delphi 問卷的調查，台灣航太產業未來十年發展的關鍵成功因素，將決定於漢翔民營化的成功與否；是否有發展或加入大型計劃；進行多邊國際合

作；事關銷售的驗證之雙邊適航協定(Bilateral Aviation Safety Agreement; BASA)的簽訂等。假若一切條件成立，則以上前瞻結果可於未來十年之間發生。

#### D. 前瞻結果：

##### (一)航電業預測結果：

依據 BP 法的預測結果，台灣航電分項產業佔整體百分比之比例偏低，各年度皆在 3% 以下(與發動機產業類似)，其主要原因仍因維修分項之單項比例非常高，外加航電產業為一項新興產業，造成航電分項之單項產值在整體產值的比重上較小，百分比偏低。但若綜觀航電分項產業各年度之成長率，航電整體產業，包含通訊、導航、搜索、航管、客艙資訊系統或稱為 In-Flight Entertainment (IFE) System 等細項目，成長率從 1999 年的 50%，2002 年的 30%，成長至 2004 年的 124%，當時顯示出航電產業將於未來若干年中有快速成長的機會，相較於整體航太工業的 17% 成長率，航電分項的發展將是五項分項產業(整機、發動機、航電、內裝／零組件、維修等)之冠，也是當時建議政府發展的重點產業之一。而在細項產業方面，包含上述之通訊、導航、搜索、航管、IFE 等項目，因分類方式較複雜，則無法在 BP 法預測結果中顯示。

依據 Delphi 法的預測結果，在航電分項產業的五項細項產業中，於 1998-2000 年之間，成長最快的是 IFE 產業，平均成長率達 25%；其次為通訊產業，平均成長率為 20%；其餘為搜索產業的 5%，航管產業的 5%，及導航產業的 11%。在 2001-2005 年之間，成長率的排名大致不變，以 IFE 產業的 23% 為最高，其次為通訊產業的 17%，兩者成長率皆些微趨緩(但仍為 15% 以上的高成長)；導航及航管的成長率皆為 12%，表現出較為明顯的成長；搜索的成長率則略提昇為 9%；到了 2006-2010 年時，IFE 產業的成長率更加提昇到 27%，為本次問卷的成長率之冠；第二高成長產業則為航管產業，顯示專家對航管產業落實年度的看法，趨於 2005 年之後才會發生，成長率為 16%，超過通訊產業的 13% 及導航產業的 12%；搜索產業則依然敬陪末座，成長率為 9% (參考圖 27)。



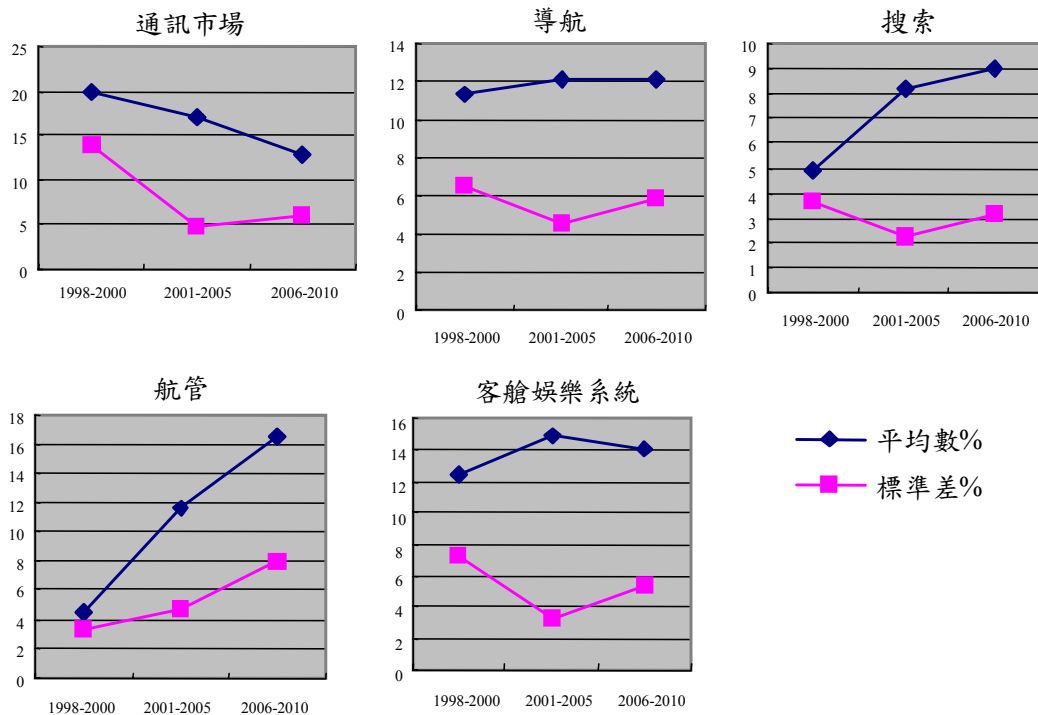


圖 27 Delphi 法航電分項產業預測結果

若以整體航電產業來看，以各細項產業之 1998 產值乘以 1998-2000 年及 2001-2005 年區間之成長率，則 2000 及 2005 年的航電產值為 2.14 及 4.4 億美元(2010 年產值為 8.2 億美元)；相較於 BP 法 2000 年及 2005 年的 0.43 及 2.8 億美元皆高出 55%以上，顯示 Delphi 專家對航電產業，抱持較高度的信心，並肯定其發展的實力及空間較大。

綜合 BP 法及 Delphi 法的結果，個案報告歸結台灣航電產業的成長趨勢十分快速，當時預估從 1998 年總產值百分比的 3%以下，到 2005 年可達到 6%以上的比例。其中，IFE 及航空通訊屬於航電產業未來發展的主要明星產品。另外，航管產業也被歸納為 2005 年之後會躍升為一項新興的明星產業，配合著台灣民航局「十五年航管系統提昇計畫」，帶動台灣通訊、導航、搜索/航管(CNS/ATM)產業的快速發展。上述三者，是台灣航太前瞻下的產業明星，也是本個案建議投資的重點所在。

## (二)維修/改裝產業預測結果：

依據 BP 法的預測結果，台灣維修及改裝分項產值佔整體總產值之百分比極高，各年度皆在 60%以上，是所有航太領域中唯一具備內需市場條

件的產業，不像其他分項產業對國外訂單之依賴程度甚高，較不受全球航太大廠的景氣循環影響，而且台灣的維修產業發展較早，主要航空公司現有的能力與能量皆已達國際水準，所以未來本項產業年產值仍將佔台灣每年航太總產值 50% 以上。但若綜觀維修分項產業各年度之成長率，維修整體產業(包含線上維修、結構維修、引擎維修、附屬件維修、大型飛機改裝、小型飛機改裝、軍機商維等)的表現則屬於中等，從 1999 年的 30%，2002 年的 8%，成長至 2004 年的 10%，顯示出維修產業將於未來若干年中，呈現出平穩成長，相較於整體航太工業的 17% 成長率，維修分項的發展將居於五項分項產業之末，僅高於整機分項產業，維持現有的量能是發展的重點。而在細項產業方面，包含包含線上維修、結構維修、引擎維修、附屬件維修、大型飛機改裝、小型飛機改裝、軍機商維等項目，因分類方式較複雜，則無法在 BP 法預測結果中顯示。

依據 Delphi 法的預測結果，在維修/改裝分項產業的五項細項產業中，於 1998-2000 年之間，成長最快的是引擎維修產業，平均成長率達 15.9%；其次為軍機商維產業，平均成長率為 13.7%；其餘為附屬件維修產業的 10%，結構維修產業的 9.6%，線上維修產業的 9.63%，大型飛機改裝產業的 5.6%，及小型飛機改裝產業的 2.5%。在 2001-2005 年之間，成長率的排名大致不變，以軍機商維產業的 19% 為最高，其次為大型飛機改裝產業的 14.4%，兩者成長率皆持續增加；結構維修、引擎維修、附屬件維修及線上維修的成長率約在 10~13%，與前期並無太大差異；小型飛機改裝的成長率則略提昇為 5.5%；到了 2006-2010 年時，大型飛機改裝與軍機商維產業的成長率仍有 14%，此二細項產業為維修分項產業之冠，值得投入；另外結構維修、引擎維修、附屬件維修及線上維修的成長率約在 10%~12%，顯示屬於成熟產業，不會有大起大落的情況發生；小型飛機改裝產業的成長率則相對較低，成長率為 6.7% (參考圖 28)。

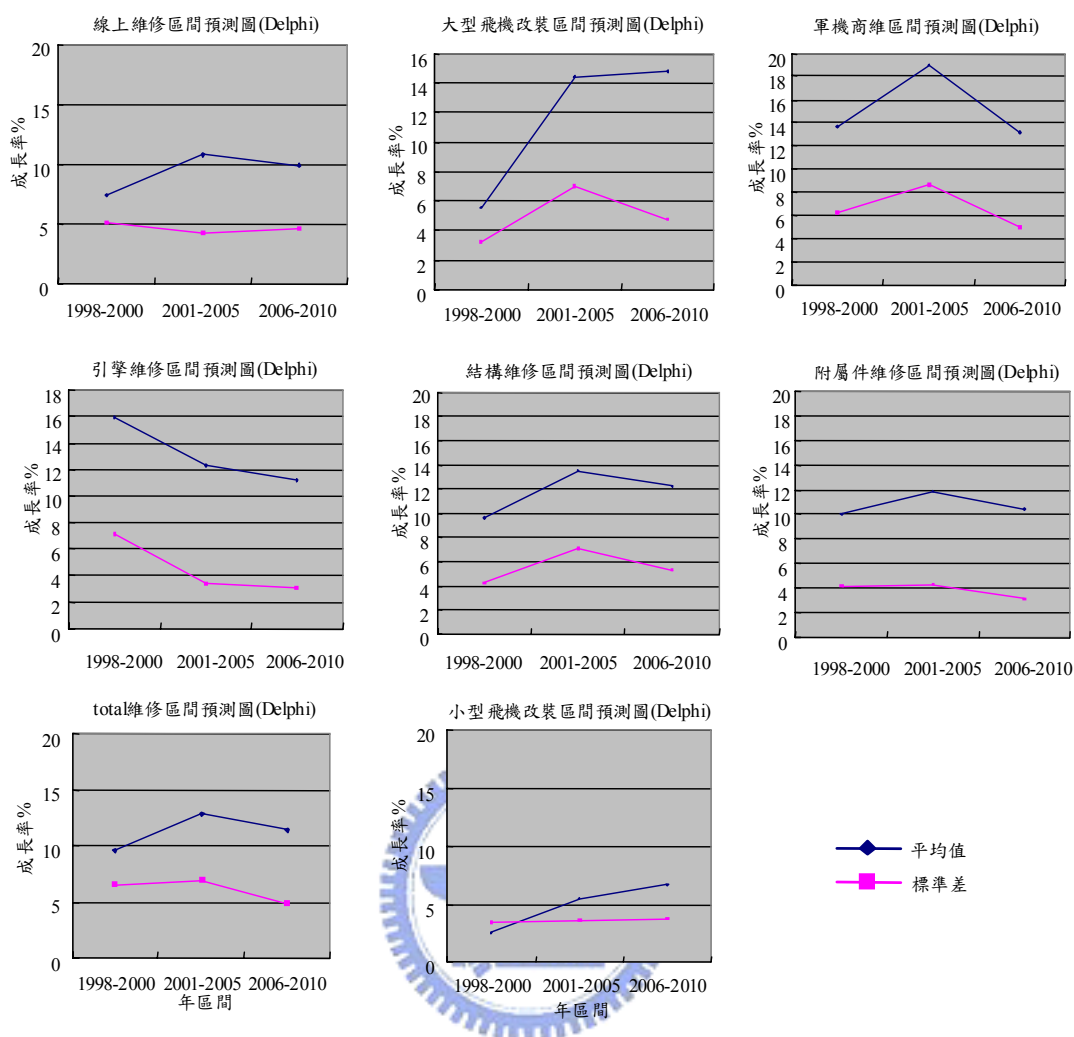


圖 28 Delphi 法維修/改裝分項產業預測結果

若以整體維修/改裝產業觀察，以各細項產業之 1998 產值乘以 1998-2000 年及 2001-2005 年區間之成長率，則 2000 及 2005 年的維修產值為 8.5 億美元及 13.6 億美元(2010 年產值為 22.0 億美元)；相較於 BP 法 2000 年和 2005 年的 9 億美元及 14 億美元略低 0.5 億美元左右，顯示 Delphi 專家對維修產業短時間內抱持較保守的看法；此外，若以趨勢外差法來估算 BP 法 2010 年的維修產值約為 20 億，則 Delphi 法計算結果顯得更加樂觀。比較二方法預測之趨勢，可看出維修及改裝產業就長期來說仍是穩定發展的。

綜合 BP 法及 Delphi 法的結果，可確認維修/改裝產業的成長趨勢十分平穩，從 1998 年總產值百分比的 70% 左右，預估到了 2005 年約降到 63% 以上的比例。其中，軍機商維與大型飛機改裝將是維修產業發展的主

要次領域；另外，若能政策性開放軍機維修的內需市場，增加維修量能以降低營運成本、累積技術能力，亦將助於本次領域之發展機會。

#### E. 事後比較：

##### 各項指標顯示台灣航太產業尚不具備全球的競爭力：

根據台灣海關進出口資料統計，台灣 1992~1997 年的進口值，約在 200~400 億台幣之間，主要進口項目為飛機及直昇機。出口值在 1992 年時為 1.5 億台幣，其後 4 年的出口幾乎在千萬上下，出口量微乎其微，到了 1997 年才又在漢翔及三通 OEM 訂單的出口下，回昇到 4.8 億元台幣。由台灣的航太進出口值，加上台灣航太的產值在過去，約有 100 億~360 億台幣的規模，可知台灣一年航太市場需求，約在 300 億至 760 億之間，佔台灣 GNP 的比例約 0.1%~0.4%，與日本(1995 年 0.3%)和義大利(0.4%)接近。一個國家航太工業的實力，可以由進出口的順差程度看出，出口愈多的國家，便顯現出對市場的掌握程度。以美國為例，1997 年的順差額為 340 億美元，佔銷售額的 26%；英國 1996 年的順差額為 40 億美元，佔銷售額的 16%。因此，由台灣的進出口值，也可以感受到市場掌握度偏低，產業仍處於引介期(萌芽期)的階段。

##### 專家過於樂觀？

2000 年之後其餘各年的成長幅度仍然相當高(12%以上)，顯示出當時 BP 的財務專家及 Delphi 的問卷專家對於台灣未來五~十年後，航太市場景氣的樂觀態度。此與 Tichy (2004)的研究結果類似(The over-optimism among experts)，他認為奧地利 1998 年的德菲(Delphi 98)調查結果與日後不符的主要原因是，「高階管理人與技術專家所能回答的問題並不相同，但是德菲法技術性的問題有相當程度的專業性判斷，請已經投入該產業的高階主管回答問卷有時候會相對樂觀，另外，學者會比一般企業負責事業開發的主管來的保守的多。」Loveradge (2004)也有類似的看法，他質疑專家在缺乏確定範疇下的思考結果，通常會有許多議題被過度解釋或過度被忽略的情形。因此，日後類似領域要選擇專家時，專家小組(expert panel)的組成結構有必要予以重新思考。例如：調整產學專家之間的比重或增加反對者(部份科技立委)、跨領域專家(如：ICT 領域專家)的意見。此案例中，過於樂觀的專家主要來自推廣單位、市場主管兩類。

### 應有持續監控的機制

針對前瞻的結果應可以設立一個小型的研究或整合一個小計畫追蹤、監控，以產生一預警機制(Signpost)。Dewar (2006)提出建議當面對長期高度不確定性下進行中長期規劃，應當要有一預警的機制。歐洲區域前瞻的目的之一，也就是要產生一個危機反應的情咨系統(Intelligence system)機制，可以有效降低未來的風險性與不確定性。

最後，類型 2 多為產業領域的前瞻，其風險性應當與其產業在國際分工鏈上的地位、跨國企業的能力(如市佔率)、產業的生命週期等相關，可以作為後續類似產業前瞻設定指標時的參考。

### 6.3 個案(二)：台灣經濟部「兩兆雙星」政策之 IC 產業案例 (2005 年)

台灣半導體、顯示器等具有全球性的競爭力，數位內容及生技則屬於當時之新興產業，四者些攸關台灣產業的中、長期競爭力。經濟部有鑒於此，遂於 2000 年初提出「兩兆雙星」的政策，試圖穩固此一產業未來的競爭優勢。本個案即在此一政策下，進行未來十年(2015 年)的技術前瞻。台灣的積體電路(Integrated Circuit; IC)製造業的實力在台積電、聯電等公司一連串的購併、整合之後，將代工產業推向世界第一的角色，代工產值佔七成以上；封裝測試產業產值則在代工的支持下躍居世界第一，全球市場佔有率達三成；半導體產業對於全球個人電腦、網路、行動通訊等產業具有關鍵性的影響，更顯示出此一產業的戰略價值。但面對大陸的崛起、韓國的競爭，台灣 IC 的產業中、長期發展會是如何，變成一個不確定的課題，是以應有必要進行技術前瞻。



### 6.3.1 IC 產業的技術前瞻分析與選擇準則

#### A. 產業類型分析：

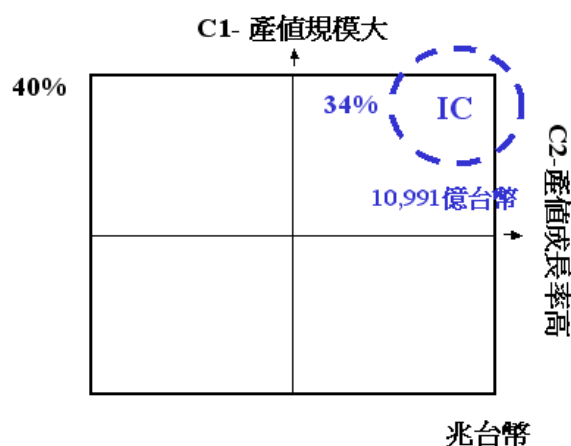


圖 29 IC 產業所屬的產業類型

台灣 2004 年的半導體產值約為 116 億美金，近年的平均成長率約為 34%(1990 年代 40% 以上)，佔全球半導體市場的 8.4%，亞洲市場的 21.7%。台灣自有品牌 IC 產值約佔全球 IC 產值的 7.3%；光罩(Mask)及隨讀記憶體(ROM)的產值為世界第一，約佔 89.7% 的全球市場值；動態隨機儲存記憶體(DRAM)的產值緊追韓國、美國、日本等，為世界第四。

#### B. 專家小組(Expert Panel)成員：

為擷取足夠的專家知識與經驗、智慧，本個案依據以下條件進行專家的遴選：(1)專家至少具備有本領域十年以上的經驗；(2)至少具有五年以上的高階管理經驗(如副總以上)；(3)應具備大專以上學歷。以此原則，共有 12 位專家被網羅進來，當中包括有：3 位 IC 設計業專家(27%)、2 位 IC 製造業專家(18%)、1 位 IC 封裝業專家(9%)、1 位系統整合專家(27%)、1 位 IC 測試業專家(9%)、2 位學界專家(18%)及 1 位政府官員(9%)等。

#### C. 選擇準則(Criteria)：

半導體協會(Semiconductor Industry Association；SIA)分析 2016 年之前的主要技術路徑及新產品技術，將包括有目標偵測(targeting sensors)、

邏輯元件(logic devices)、資料儲存(data storage devices)、影像顯示(image displays)及通訊元件等。該協會技術的評估準則係依據尺寸、速度、省能等需求。另外，工研院等研究機構也有幾項前瞻計畫，進行多項奈米級的製程技術研究。Yun (2003)的研究指出，台積電及聯電等廠商的技術也已經邁入應用 High-k 材料開發新一代奈米級 CMOS 元件，約有一年的技術領先期。經濟部的產業白皮書中，則針對系統晶片、及矽智財提出多項技術發展重點，也提到有若干技術若後領先國家 2-3 年的技術水準。參酌半導體協會的資料並依據專家共識意見(德菲質性問卷)，整理出半導體產業各個次領域(即，設計、製造、封裝、測試等)的全球主要技術發展趨勢，分析出共 17 項可以設計成德菲問卷的技術指標，包括：

1. 銅導線製程(Copper Interconnect Process)；
2. 奈米碳管場顯示器(CNT-FET)；
3. 矽鍺元件(Si-Ge Devices)；
4. 低於 0.1 $\mu\text{m}$  的奈米級技術(Nanotechnology < 0.1 $\mu\text{m}$ )；
5. High K 技術；
6. 內嵌式技術(Embedded Technology)；
7. 高頻製程(High Frequency Manufacturing)；
8. 低伏特 CMOS 製程(Low Voltage Manufacturing CMOS)；
9. 晶圓級封裝(Wafer Level Packaging；WLP)；
10. 矽智財(Silicon Intellectual Property；SIP)；
11. 系統晶片測試(System on Chip test)；
12. 系統晶片整合測試(System on Chip Integrated Technology)；
13. 內建自我測試及設計(Built In Self Testing / Design For Testability；BIST/DFT)；
14. 磁性隨機操作記憶體(Magnetic Random Access Memory；MRAM)；
15. OUM 記憶體(Ovonic Unified Memory；OUM)；
16. 3D 封裝技術(3D Packaging Technology)；
17. 3D 製程技術(3D Manufacturing Technology)。

另外，在非技術性的準則方面有：

- ⇒ 產值規模：2003 產值破兆元億台幣；
- ⇒ 產值成長率：平均成長率 10%-70%；
- ⇒ 從業員工佔就業人口比重：1%；
- ⇒ 產值佔 GDP 之比重：佔 1%；
- ⇒ 台灣產值佔全球產值之比重：16%；
- ⇒ 貿易順差佔銷售額比重： $(\text{出口值}-\text{進口值}) / (\text{內銷值}+\text{外銷值})= 50\%$ 。

#### D. 產業定位

依據以上分析及專家的回卷中，可以分析出台灣半導體產業主要的競爭力，並整理成 SWOT 格式如下：

##### 優勢

1. 相對較優秀且低成本的人力素質(薪資約為美國矽谷的三分之一)；
2. 政府政策支持；
3. 產業上下游的高度整合及效率；
4. 良率及效率；
5. 具備全球知名品牌(如：台積電、聯電、日月光等)。



##### 弱勢

1. 缺乏產品的差異化；
2. 類比、高頻及系統技術仍不足；
3. 系統晶片技術不足；
4. 市場規模有限，較無影響國際標準的能力。

##### 機會

1. 中國在消費電子、資訊家電方面的市場蓬勃發展；
2. 許多大公司將設計、製造、封裝、測試的訂單外包趨勢；
3. 技術合作及研發聯盟開發或引進新一代的技術。

## 威脅

台灣廠商移轉大陸及大陸廠商的興起。

具有不確定性、需要形成共識的主要四項(未來十年的)議題，則包括：

1. 全球技術的發展趨勢中，哪一些技術是台灣難以掌握的？該些技術的發展優先順序？
2. 企業策略方面是否可以因應全球未來的挑戰？企業如何因應？另外，政府如何因應廠商外移？應該吸引及如何吸引哪一些類型的國際大廠？
3. 產業結構方面在 2015 年之前，將朝向整合化或水平分工化？哪一些是未來產業的核心技術項目？
4. 全球 2015 年的市場或產值規模，及台灣所可以掌握的程度？

### 6.3.2 IC 產業的前瞻類型與前瞻結果

#### A. 前瞻領域選擇的類型

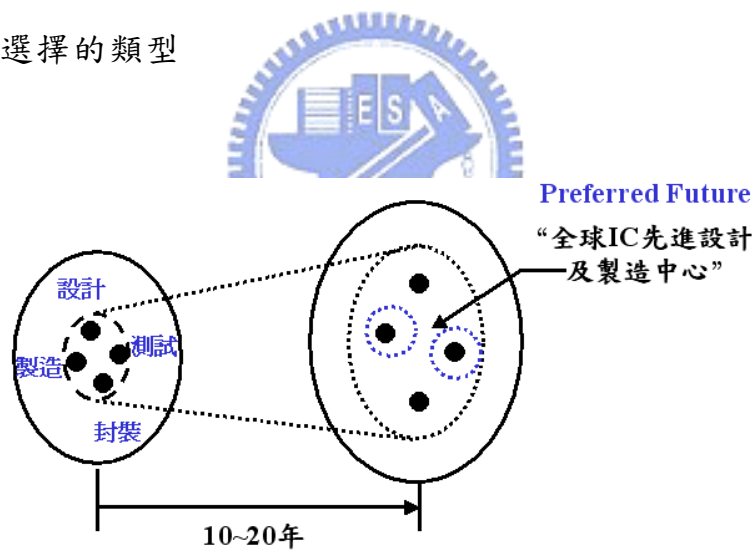


圖 30 IC 產業前瞻的領域選擇類型

#### B. 前瞻領域選擇的方法

在數據資料有限且並不易以模型預測長期發展下，本個案採用德菲法進行 IC 產業前瞻。該問卷的設計形式以台灣的需求角度出發，從質性問卷到量化問卷針對主要四項(未來十年的)議題進行設計及調查。

### C. 前瞻領域選擇的假設

此個案的研究假設有三：(1)大陸 IC 產業的先進技術沒有跳躍性的進步；(2)關鍵技術發展、成本合理並導入商品成功；(3)全球電子市場仍穩定成長。

### D. 前瞻結果

技術的趨勢方面：奈米技術及矽智財技術將於 2010 年成為產業主流；系統晶片則於 2015 年實現。

依據 12 位專家意見，目前台灣主要投入的核心技術為低伏特 CMOS 製程、矽智財、奈米及製程、內嵌式技術及銅製程技術等。到了 2010 年，核心技術將包括：低於  $0.1\mu\text{m}$  的奈米技術、CMOS、銅製程技術、SIP、內嵌式技術等。到了 2015 年，核心技術將包括：CMOS、銅製程技術、低於  $0.1\mu\text{m}$  的奈米技術、High K 等技術並列第一，內嵌技術、3D 封裝技術等次之。圖 31 依據專家回卷的意見整理，以重要性(Importance degree)及可行性(Availablility degree)將 17 項技術指標分布於圖形中。所謂的可行性係將台灣廠商的全球市場掌握度、技術水準、產品水準、產業結構等四項進行評估，每一項評點數由最低的 1，最高至 9(總得點為 36)，利用德菲法請專家進行評估。相同的，重要性指標也是以專家共識意見進行評點。由圖中可以看出台灣在低伏特 CMOS 製程、矽智財、奈米及製程、內嵌式技術等方面具有較高的優勢。

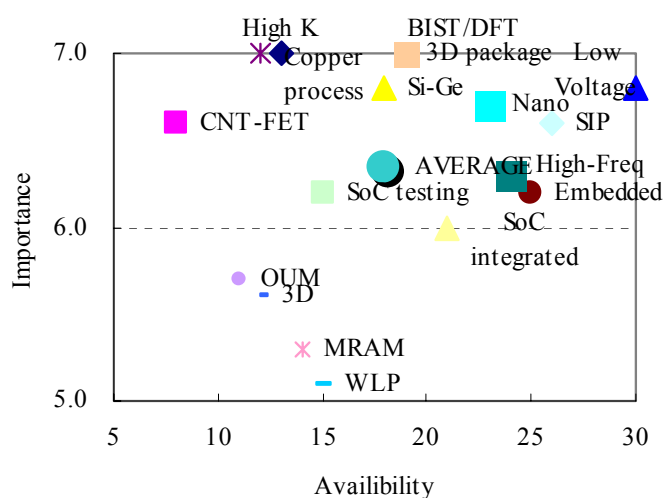


圖 31 技術的重要性(Importance)及可行性(Availability)矩陣



部份專家認為台灣在 SIP，WLP，3D 封裝，3D 製程及內嵌技術具有全球性優勢，但是德菲問卷共識的程度僅達到 25%。而在 CMOS，銅製程，低於 0.1 $\mu\text{m}$  的奈米級製程技術及 SIP 方面，過半數(50%)以上的專家呈現出共識。

- ◆ 具吸引力的新技術方面：銅製程、奈米碳管顯示、High K 技術為未來可以進行技術移轉重點。

針對台灣所欠缺的技術，部份可以採取技術引進方式引進技術。專家同意可以引進的技術包括有：低於 0.1 $\mu\text{m}$  的奈米級製程技術、高頻製程、低伏特數的 CMOS 及矽智財等。具備產業結構優勢的技術項目僅有 BIST/DFT 一項。產品面上，矽鍍技術、內嵌式技術、高頻製程、低伏特 CMOS 等有最高的共識。一般而言，低伏特 CMOS、高頻製程、內嵌式技術、SIP、低於 0.1 $\mu\text{m}$  的奈米級製程技術等在四項指標上有相對較高的共識形成。

- ◆ 企業策略方面：國際化級策略聯盟至為關鍵

台灣 IC 代工、光罩在全球名列第一，IC 設計名列第二，DRAM 名列第三的主要競爭優勢來源是優質人力及成本管控等。但是技術的趨勢是全化的、標準化的，未來若要在 IC 產業方面維持全球領先的競爭優勢，與特定技術領先廠商的聯盟、合作、技術引進等將是重要的觀察指標。2005 年台灣 IC 產業的人力缺口約為 6,600 人，如何補足這一些人才也是重要的課題，可以採取的策略，如：吸引國外人才(大陸、印度)，或是利用台灣資本及知識密集的優勢進行跨業合作等，如：華邦、茂矽、南亞等成立 DRAM 聯盟等。

- ◆ 產業結構方面：不在是整合模式(No More Integrated Model)

12 位專家當中的 11 位認為 IC 產業邁向 2015 年的過程中，產業的結構將不會是以整合策略作為主軸。主要的因素是為了降低營運成本及風險等考量，尤其在利潤率持續下降、設備投資越來越高的情形下，產業整合將會帶來提高成本、風險的負面效果。認為未來五年台灣將維持相同競爭優勢(信心度)的專家約佔一半，部份認為台積電、聯電仍保相當的競爭優

勢；另部份認為大陸廠商應會在不久的未來產生商場上的威脅。以下將台灣 IC 產業的結構變化整理如表 46。表當中，2000 的數值為實際值，其餘為德菲調查所獲得的預測值。

表 46 台灣 IC 產業的結構變化

	2000 年* 產值 (比重%)	2005 年 產值 (比重%)	2010 年 產值 (比重%)	2015 年 產值 (比重%)
IC 設計	4,347 (22.6%)	8,295 (25.8%)	17,683 (29.0%)	37,800 (34.7%)
IC 製程	11,132 (58.0%)	17,973 (55.9%)	32,379 (53.1%)	53,182 (48.9%)
-代工	7,256 (37.8%)	11,832 (36.8%)	22,257 (36.0%)	40,200 (36.9%)
IC 封裝	2,788 (14.5%)	4,337 (13.8%)	8,171 (13.4%)	12,438 (11.4%)
IC 測試	935 (4.9%)	1,447 (4.5%)	2,744 (4.5%)	5,400 (5.0%)
產業總產值	19,202 (100%)	32,052 (100%)	60,978 (100%)	108,820 (100%)

\*-表示實際值；產值依據 2000 年美元匯率為基準計算；  
貨幣單位：百萬美元。

◆ 產值方面：2015 年全球需求仍將看漲且台灣仍具有競爭優勢

依據個案調查結果，台灣在 2005 年、2010 年、2015 年的 IC 產值為 320 億美元、610 億美元、1,090 億美元；台灣 IC 產值在 2005 年、2010 年、2015 年的全球市場佔有率為 19%、25% and 30%。2000 年至 2005 年的複合平均成長率(Compounded Annual Growth Rate；CAGR)為 20.6%，2005 年至 2010 年為 16.4%，2010 年至 2015 年為 15.0%。

個案結論：(a) 2015 以前產業全球化仍將持續進行，主要的因應策略是引進新技術、吸引國外優秀人才及策略聯盟等。(b) 台灣到了 2015 年是否仍可以保持 IC 產業的競爭優勢方面，有 58.3%的專家對表示負面態

度，有 41.7% 的專家對表示正面態度，但認為產業結構與發展重點將有必要進行調整。(c) 2015 年主要的核心技術將為：CMOS、High K、低於 0.1 $\mu$ m 的奈米級製程技術、銅製程技術。(d) 台灣 IC 產值可望於 2015 年佔世界總產值的三分之一。

但是面對不確定的未來，依據專家具有共識的意見中，有以下四項策略可以思考：

策略一：持續依照技術地圖發展新技術—依據專家共識的 2010 年、2015 年新一代明星產品及技術進行研發工作。2005 年以進行 CMOS、SIP、低於 0.1 $\mu$ m 的奈米級製程技術、嵌入式技術及銅製程技術開發為主軸。2005 年至 2010 年之間，應以發展出 High k 技術(重要程度增加 2.9)、低於 0.1 $\mu$ m 的奈米級製程技術、銅製程技術高頻通訊元件技術及 WLP 等為重點。2005 年至 2010 年之間，開發出 MRAM、3D 封裝、SoC 整合技術、SoC 測試技術及 BIST/DFT 等新技術。政府方面則應該鼓勵廠商進行技術或研發的策略聯盟、設置研發中心等活動。

策略二：強化人才的引進與培訓—面對 6,600 的人力缺口，政府考量採去以下措施：(a) 建置產業技術訓練學院；(b) 吸引海外、大陸、印度的優秀技術人才來台；(c) 促成更實用的產學研技術項目。

策略三：調整成具備創新能量產業結構—強化產業創新能量的措施有以下建議：(a) 鼓勵國外研發中心來台並與本地之上、中、下游廠商聯盟，開發新一代技術、標準或營運模式的可能；(b) 租稅減免的項目依據新一代技術項目進行調整；(c) 針對次世代技術投資(12 吋晶圓廠以後)方面，政府可以鼓勵廠商以聯盟方式獲得政府的補助；(d) 有鑑於本土設備開發率過低，新一代設備投資建議以與國外大廠合作為優先補助項目。

策略四：朝向高附加價值產品進行研究發展—(a) 台灣 IC 設計業具有成本及彈性的優勢，國外領導型的 IC 設計公司則擁有先進技術並可以主導標準，台灣的 IC 設計廠商應思索如何與之合作或競爭；(b) 台灣製程廠商具有規模經濟優勢與成本優勢，依據施振榮(C. Z. Shieh, the founder of Acer)建議朝向以微笑曲線的兩端移動，並建立自有品牌形象 (c) 未來市場方面，在新一代技術

開發完成後，將對通訊市場及消費性電子市場產生影響，應當可以及早配合佈局；(d) 與大陸的競爭及合作關係可以透過協商避免相互侵蝕彼此的競爭力。

本案例屬於很標準的類型 2 前瞻，類似的案例還有國科會每一年的領域技術預測(如：材料、生技、奈米等)，類型 2 是目前台灣技術前瞻領域中最多的類型。

#### **6.4 個案(三)：台灣經濟部「提升國產 FPD 設備自製率」政策之案例(2005 年)**

依據經濟部的資料估計，台、韓產能供給率在大陸加入之後，2010 年新一代的設備競爭加劇。另外，台灣重要的競爭對手—韓國為強化其平面顯示器產業競爭力，預計於 2010 年將 FPD 設備自給率提升 80%。同時，第五代以上大型 FPD 製程設備體積過於龐大、售價高昂、運輸困難，設備本土化將成為必然的發展趨勢，若不如此，將必須仰賴韓國進口。因此，2006-2010 年之間應為台灣發展 FPD 設備成功發展的關鍵時刻。然而，運用科技專案自行研發設備技術，並不符合前段所述之時效性，引進設備研發及技術便成為一重要策略選項。若再進一步以引進「國外研發中心」獲得技術，應可以帶來更多的技術、人才、投資等的「規模經濟」效益。但此舉前提為：應兼顧供給與需求廠商的認同為宜。為協助國內 FPD 業者降低設備投資風險，提高設備研發的市場價值(高值化)的設備，並研究出吸引「國外研發中心選項」，經濟部遂有「提升國產 FPD 設備自製率」的政策及此一前瞻課題。

## 6.4.1 FPD 設備產業的技術前瞻分析與選擇準則

### A. 產業類型分析

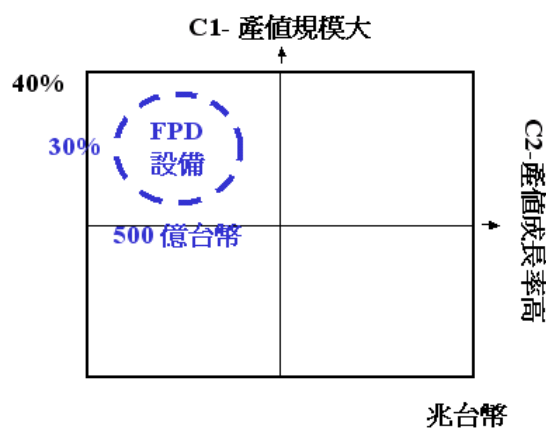


圖 32 FPD 設備產業所屬的產業類型

### B. 專家小組(Expert Penal)成員

本案例係以專家小組(Expert Penal)法以「2005 年 FPD 設備技術前瞻專家策略論壇(簡稱為前瞻論壇)」之名稱進行討論，並採用現場匿名問卷進行調查。共有 39 位產、官、學、研專家與會，6 位來自政府(經濟部技術處及工業局)，2 位來自面板業者管理設備規劃的高階主管(奇美及友達)，19 位來自 FPD 設備產業供應商的高階主管(包含所有 Cell 段、Array 段、Module 段的主力業者)，3 位 FPD 設備相關的研發單位高階主管及 6 位工作人員，幾乎將這一個領域的技術主管、決策主管群聚一堂。

### C. 選擇準則(Criteria)

依據當時專家的建議事項及研究過程所採用的準則，主要如下：

⇒ 面板業者未來五年或以上的需求：面板廠建議若干先進技術之項目準則，並指出新一代 FPD 設備切入必須於二年開發出來，Switch, Valve, Lens, Control board 等關鍵零組件適合切入(以上皆為重要準則)；另外有「設備售價提高」、「營業秘密外洩」、「Cell 段較需要切入」、「缺乏軟硬體及機電整合人才」、「推薦部分國內廠商」等準則需考量。



- ⇒ FPD 設備業者的主要能力；
- ⇒ 先進或關鍵技術缺口；
- ⇒ 與主要競爭國家比較；
- ⇒ 台灣的技术能力；
- ⇒ 台灣的非技術能力。

#### D. 產業定位

依據以上分析，是以研判關鍵技術應該以目前技術發展「未來五年的特定需求」為重要之目標。

### 6.4.2 FPD 設備產業的前瞻類型與前瞻結果

#### A. 前瞻領域選擇的類型

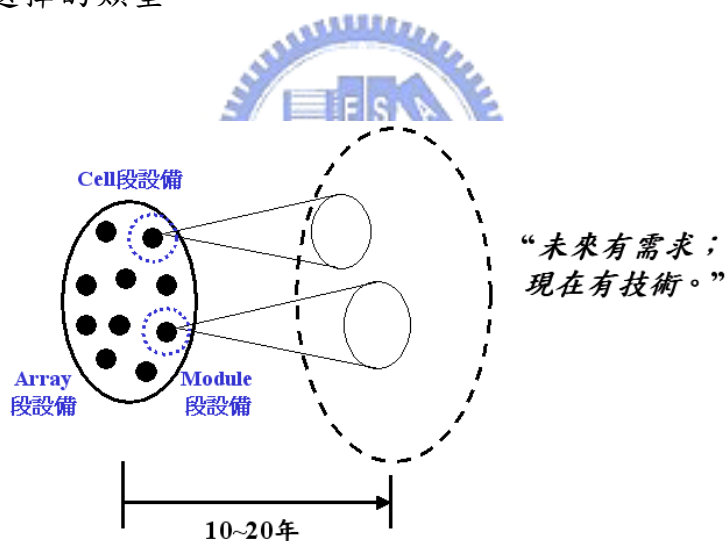


圖 33 FPD 設備業前瞻的領域選擇類型

#### B. 前瞻領域選擇的方法

在研究流程的部分，研究一開始必須先了解目前業者設備供應的現況、擁有哪些技術、或是尚未切入的技術，再分析業者的需求端(第一階段)，並結合上述兩者，便形成供需的差異；再依照差異做為排序的基礎，包括：競爭廠商的家數、面板使用者的意願程度等，進行風險評估，選出低風險高利潤的廠商，做為可能的切入的產品技術(第二階段)；並配合引

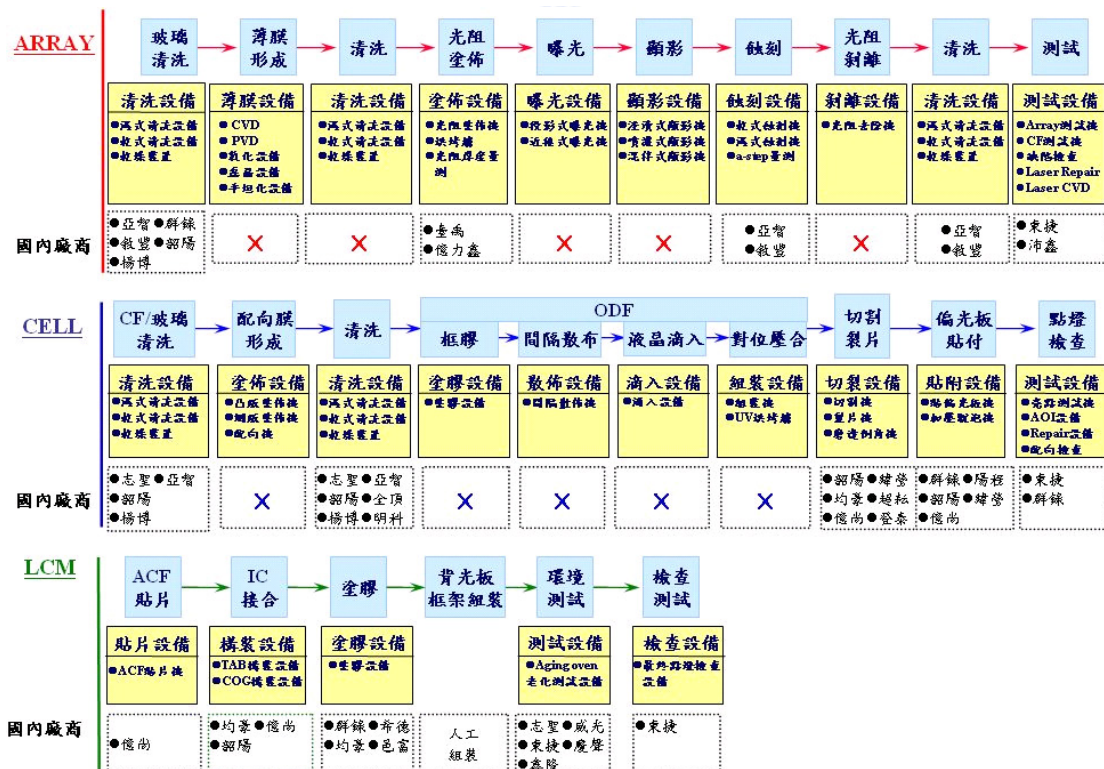
進廠商的政策需求，給予建議，也可以針對有共識的設備選項，執行專利分析及研發，形成高值化研究之循環。以上分析完成後，已建議案形成進入前瞻論壇進行討論。共識形成的方法：德菲法(第一階段)及 AHP 法(第二階段)。

### C. 前瞻領域選擇的假設

此個案的研究假設有四：(1)面版廠與設備廠代表皆提供正確的訊息供討論之用；(2)關鍵技術發展、成本合理並導入商品成功；(3)全球電子市場仍穩定成長；(4)符合規格之設備開發比競爭國廠商更快開發完成。

### D. 前瞻結果

#### 1.FPD 設備的供給能力分析



資料來源：工研院 IEK(2005/09)

圖 34 FPD 設備廠商供應能力分析

依照 TFT-LCD 的三段主要製程(圖 34)，來分析國內廠商投入供給的現況，目前一般設備都可以自製，但是以下設備目前仍未自製者，包括：Array 端：在薄膜形成、清洗、曝光、顯影以及光阻剝離等設備，國內目前較無廠商投入。Cell 端：在配向膜形成、液晶滴入方面，國內目前較無廠商投入。LCM 端：目前國內廠商皆有投入各階段製程。

## 2.FPD 設備的市場需求分析(第一階段)

接下來以德菲問卷調查曾經有使用台、日、韓設備的面板業者之滿意程度及願意於 2010 年導入新設備的項目。在過去以來的滿意度上，曾經使用過日本設備的面板業者，滿意度在 Cell、Array、Module 三個面向，在「非常滿意」上達到共識，在三個國家之中呈現最滿意的狀態；在台灣及韓國方面，Array 及 Module 兩個面向的滿意度，呈現相同的「滿意」，Cell 部分則是韓國優於台灣。針對使用韓國設備的考量點與建議，本個案曾經訪問了主要的面板廠商高階主管。其中有一家建議為：「FPD 新設備切入必須於二年開發出來」、「開關、閥、鏡片、控制卡等零組件適合切入」；另一家則提出「設備售價提高」、「營業秘密外洩」、「Cell 段較需要切入」、「缺乏軟硬體及機電整合人才」、「推薦部分國內廠商」等需求建議。面板廠未來的設備需求的德菲法共識項目如下圖 35 所示，粗線外框者為面板廠共識的「未來需求」：

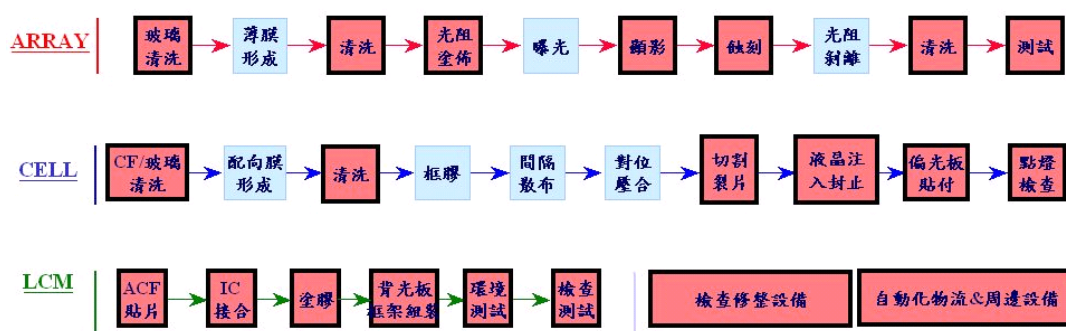


圖 35 面板廠未來的設備需求的共識項目

本個案針對面板廠商的需求，做出以下整理：未來在 Array、Cell、LCM 三階段中，粗框設備為面板廠商具共識有願意採用者；細框設備代表業者表示短期內不會導入者。對照設備廠商供應現況以及面板廠商需求

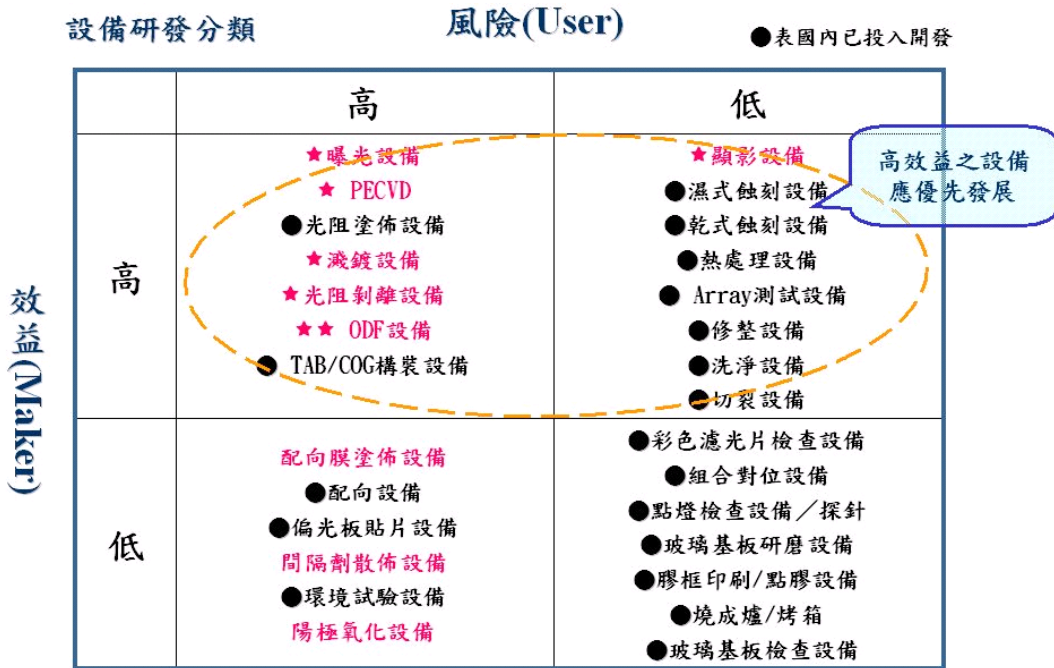
意見後，觀察在 Array 的部分：「薄膜形成」、「曝光」、「光阻剝離」等設備，為目前設備廠商沒有供應、面板廠商不會採用；而「清洗」、「顯影」方面，則是面板廠商願意採用、卻較無設備業者投入。在 Cell 的部分：「配向膜形成」、「液晶滴入」等設備，為目前設備廠商沒有供應、面板廠商不會採用的製程。因此未來五年的研發領域標的，便可以決定出來，完成產品與技術的選擇。

以下近一步彙整面板廠商德菲問卷所列之需求意見，可以作為未來執行行動方案參考，或成為行動方案的評估準則：

- (1) 以國內設備商為主體，促進國內設備商與國外設備商或國內面板商合作開發離線設備，例如清洗、檢測、自動化設備等。此類設備可同時可同時進行測試，又不影響效率與良率。
- (2) 研究單位則投入關鍵離線設備以及全新製程設備。
- (3) 面板廠商皆表示願意測試國內業者之新機台，但是要從過去實績證明有能力切入。例如先做 Module 段再做 Cell 段，先做 off-line 再做 in-line 等導入的建議。
- (4) 客製化機台如 LCM 段自動化生產設備、Laser Cut 與 Micro/Macro 等特殊機台值得大力投入。

本個案完成前瞻論壇後，針對 FPD 設備研發效益與風險，分別以效益性及風險性為軸，將產品名單以 AHP 兩兩相比完成評估如圖 36 所示：





資料來源：工研院 IEK (2005/09)

圖 36 FPD 設備研發風險評估矩陣

根據供給和需求面的差異，導出風險與效益矩陣(第二階段)，請詳見上圖。矩陣橫軸代表使用者的風險程度：風險高者，代表面板業者在短期內不考慮採用；風險低者，代表業者願意馬上採用。矩陣縱軸則代表製造者的效益程度：效益高者，代表設備業者尚未投入較多資源；效益低者，代表業者已投入較多的資源。且設備選項的代表符號中：星號代表 Array 端，包括：曝光設備、PECVD、濺鍍設備、光阻剝離設備、顯影設備；雙星號為 Cell 端，包括：ODF 設備；而圓形則代表國內已投入開發者。從策略執行面的角度觀之，本研究建議高效益之設備應優先發展。因此可從上述的設備起始開發，由低風險高效益象限，延伸到高風險高效益之象限中的設備研發選項(箭號方向)，進而快速滿足供給和需求面的差距。最後分析結論國產高值化設備研發選項：顯影設備、曝光設備、光阻剝離設備、Array 測試設備、PECVD、濺鍍設備、ODF 設備等，應列為第一優先。

本個案結合技術供應者及技術使用者的意見，以德菲法及 AHP 完成未來型產品開發的前瞻研究，篩選出 6 項目前沒有但未來市場有需要的新產品，供技術供應者作為研發的目標。由此一案例看來，類型 5 的前瞻特性相對於先前類型 2(航太及半導體前瞻)，前瞻的時程較短、領域範圍較



小、涵蓋的參與者類型也相對較少(但是，為了有完整的共識之資訊來源，參與者的人數卻是較另外二個案例的人數為多)。

## 6.5 實證後的發現與討論

以上英國、日本、韓國及台灣等個案的實證議題上，經過資料比對之後，可以發現具備以下特性：

實證議題(一)：航太個案選擇領域時有明確的目標、準則(出口導向)，也有一定的領域選擇範疇，但在前瞻的過程中卻因採用德菲法，有所失焦、也過於樂觀，並未嚴謹評估前瞻目標如何達成，而沒有後續產、官、學、研的行動方案，缺乏後續執行的動能；半導體個案選擇領域時有明確的目標、準則(世界領先)，也有一定的領域選擇範疇及行動方案，但必須注意專家共識程度較低的項目(如：領導廠商能否保持中長期優勢)，應有持續資訊監控的必要性，實際做法可以參考 Kimminos (2004)的研究；FPD設備個案選擇領域時，屬於次產業層級前瞻，有明確的目標(選擇未來明星產品)、準則(需求、供給平衡)，領域選擇範疇也非常的明確，但是參與者的對象相對是受限制的(無法讓大眾參與?!)，而行動方案由廠商各自帶回，政府則盡力協助提供廠商所需要政策工具協助。

實證議題(二)：遴選國家或產業前瞻計畫，判斷屬於那一種類型或那幾種類型的組合？航太個案領域的範疇包括：整機、航電、引擎、內裝、維修等五項次領域，前瞻這些次領域在未來十年的發展情形，包括：產值、產值成長率等，明顯屬於類型 2 之前瞻；半導體亦同，個案有設計、製造、封裝、測試等四項次領域，前瞻至 2015 年以後的發展情境，屬類型 2；FPD 設備個案選擇在次產業層級中有多項產品及技術項目進行前瞻，藉由需求者、供給者的對話，選擇未來明星產品，可以歸納為類型 5 的前瞻。

表 47 台灣技術前瞻領域選擇類型之歸納

	類型一 Mega Trends	類型二 Field Foci	類型三 Big Gov.	類型四 Critical Tech	類型五 Match talk	類型六 Futures
層級		國科會層級 經濟部層級			經濟部層級	
目的/目標		領域發展方向 領域發展策略	↑		創新研發基地	
準則		三大, 三高...			高值化研發	
方法		德菲法	↑		德菲法 MCDM (AHP)	
參與者		相對廣域專家			領域專家	
實例		航太, IC 案例	9 國家型計畫	22 領域科專	FPD 案例	

實證議題(三)：是否有適當的方法可以領域出具有潛力的未來型領域？以上三項個案皆利用到德菲法進行前瞻，航太個案甚至曾經運用情境分析法，每一種方法都可以順利產生結果，但是目前只有航太案例可以進行前瞻執行後的評估，研判方法論使用上的議題(如：過於樂觀的專家群、反對意見者的加入等)。至於 FPD 所使用的德菲法及 AHP 法都可以為專家所接受，分析的結果也可以令人滿意。

實証議題(四)：日本的技術前瞻領域選擇類型係由類型 1 延伸至類型 6，再到類型 2 深入分析；英國第一次前瞻的成功係因兼顧類型 1 與類型 5 的配合；韓國則是由類型 1 向下做到類型 4；法國則由類型 1 朝向類型 4 發展。至於台灣方向，則主要為類型 2 的研究居多，2005 年以後的趨勢則逐漸朝向類型 5 進行(參考圖 37)。

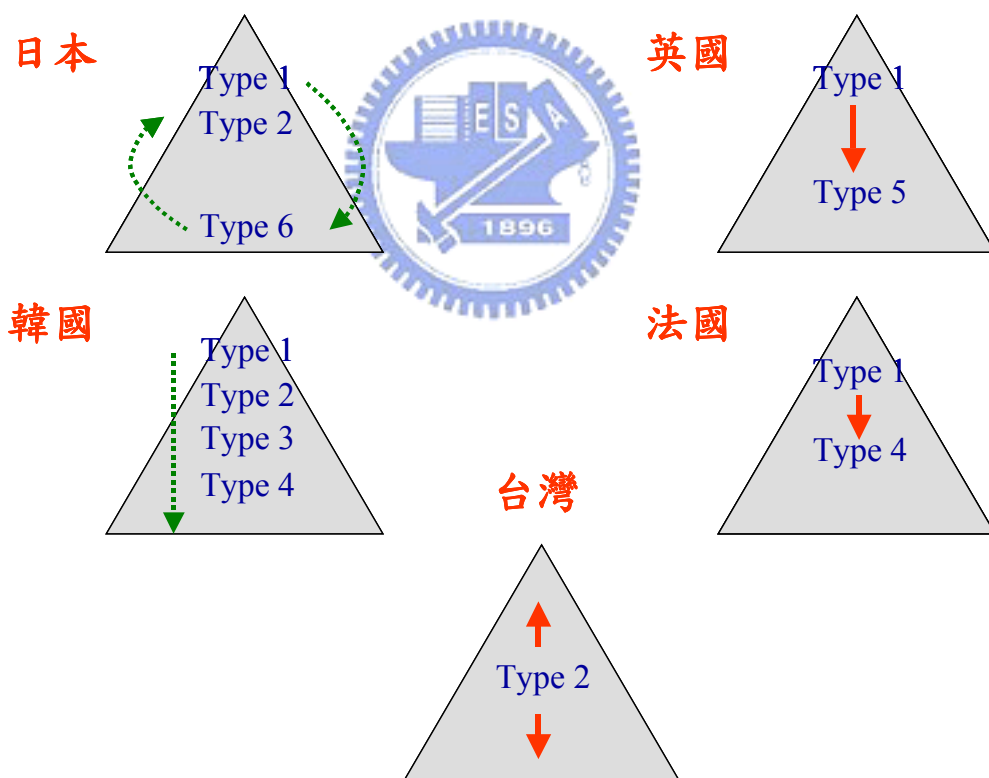


圖 37 技術前瞻領域選擇類型之發展趨勢

## 第七章 結論與建議

本研究針對技術前瞻及領域選擇，回顧 1984 年至 2005 年的文獻後，歸納以下結論：

**結論一：**前瞻計畫的定位方面，前瞻計畫的定位與計畫發起的層級有關，可以分為二種。第一種為國會、總統、總理等層級，此類領域的前瞻範疇通常較大，影響也廣。另一種層級為部會的層級，由行政部門所提出的特定領域或議題之前瞻活動，通常可以區分為經濟、科學、技術、工業、商業、社會乃至於文化等議題，領域的範疇相對較小、目標明確。另外，技術前瞻的層級也可以區分為全球、地區、國家、產業、法人、企業等層級。此一分類一旦確認，前瞻的目標、準則、領域選擇等即已定調。

**結論二：**時間長度方面，依據 Slaughter 定義應在 10 年至 50 年之間為宜，各國家的前瞻活動則多規劃在 5 年(如：法國的關鍵技術)至 30 年(如：日本的前瞻)之間，大多數為 10 年至 20 年，計畫發起的層級愈高，看領域的範疇及時間則傾向愈長遠(如：國科會)；反之，發起的層級為執行層級，前瞻的時間相對愈短。

**結論三：**前瞻的目的方面，本論文則整理有 12 類主要的技術前瞻的目的(Goals)與目標(Objectives)，包括：有系統的分析中長期願景、形成國家策略、擬定科技政策，另外還有資源的優先順序、活化現存科技體制並建立參與者間的新夥伴關係、加強情報系統及刺激資訊交換、建立及時警告系統、溝通與協調、新技術的知識管理、刺激創新政策的制訂、加強創新環境、協助公司策略訂定方向、刺激新產品發展等效益的指標。這一些指標性質的目的或目標應該可以作為未來進行領域選擇實的準則(criteria)參考，再依國情略加修訂。

**結論四：**方法論方面，Porter 等人所整理的 FTA 之 46 種方法論可以作為前瞻方法的選擇參考。近年(2003 年)以來的趨勢是將各種方法論加以整合比較，或者是採用新的電腦、分析軟體、網路、電子平台等工具等方向上發展(如：RT-Delphi)，可以預期這是一個較新穎的研究課題之一。技術前瞻發展數十年，但若統計各國家前瞻所使用的方法時，會發現至今主要的

方法仍然是德菲法、情境分析法等。若進一步觀察，由日本前瞻的變化(Kuwahara, 2005)與德國(Cuhls, 2004)、韓國等國的發展(Park, 2006)相比，都透露了相似的軌跡，多數國家都是由德菲法開始，逐漸走向情境分析法、文獻分析法、甚至類似審議式民主的公民情境(Niewohner)等更複雜的方法上，逐步擴大應用。

**結論五：**輔助工具上，領域選擇與評估的方法逐漸改變，由原本以人作選擇的方式，朝向以工具如：電腦、網路、資料庫及電子平台等，協助人作選擇或部份工具作選擇等方向上發展，此一潮流正逐漸形成中。

**結論六：**在參與者方面，可以歸納出至少有八大類的參與者成員，包括：政府官員及代表、國內外專家、研發機構代表、學術界代表、產業界代表、企業界代表、與領域相關之非政府組織代表及一般社會大眾代表等。由歷年論文發表的案例來看，由於前瞻朝向產業前瞻，甚至企業層級、非政府組織、社會代表等也參加國家前瞻活動(如：德國公民情境)。部份國家找國外專家參與活動，跨國、跨地區的前瞻案例的比重也增加當中。可以說參與者的類型與數目有逐年向下、向外增加的趨勢。目前各國案例中，主要負責前瞻研究執行的參與者，還是以政府的研究單位幕僚(例如：德國、日本、韓國等)、領域相關研究學者(例如：英國、澳洲、芬蘭等)為主。

再從分析各國技術前瞻案例中可以發現：

**結論七：**領域選擇的範疇(大小)與國家的經濟規模或科技資源並無直接關聯性，而是與政策決定者的企圖心與參與者的專家與共識有關。葡萄牙、韓國、南非、捷克、奈及利亞等人均所得低於二萬美元的國家，選取超過15項的領域，但挪威、荷蘭、英國等人均所得超過三萬美元的國家，卻只選15以下的領域。另一方面，前瞻的發起層級愈高，所管轄的行政部會愈多，則可以考量的領域範疇應相對愈廣。

**結論八：**由於參與成員由少數專家參與前瞻活動有逐步增加參與者範疇至大眾媒體、一般社會精英、非政府組織等，也因此領域選擇的目標及評估選擇也邁向多元化。



制定評估準則的來源包括：全球/區域環境監測、環境掃描，國家計畫管考標準、法案、法條法規，委員會、座談、專家、顧問等意見，重大事件、新聞、報告、論文等分析；國內環境監測、環境掃描、國內環境監測、評估分析、新投資、聯盟、新技術、新產品、新方法、產學合作、前瞻研究等計畫；NGOs、意見領袖、公眾人物、媒體、年輕族群習慣研究、未來學研究等。

評估的指標包括：國家競爭力、IMD 排名、OECD 排名、科技的影響力、持續性、共識程度、QOL、專家代表性、共識程度、專家影響力、事件統計分析、影響程度、影響範圍、解決課題；經濟指標(GDP、GDP 成長率、就業率、進出口、附加價值等)、技術指標(論文數、專利數、論文引用率、專利引用率、領域頂尖專家等)、市場指標(市佔率、成長率、品牌知名度等)、SOFI(Glenn, 2005)、FTA 指標等。

本研究分析與整理以上文獻之後，提出整體趨勢、部份領域趨勢、願景發展、關鍵技術趨勢、技術及需求導向、重要需求導向等六個技術前瞻領域選擇的基本類型。並從整理台灣過去的前瞻活動中，以個案為基礎以適當方法進行領域選擇，藉此以驗證幾種領域選擇類型的適用性。實證後發現：

**實證一：**六種類型的類型 1、類型 2、類型 3、類型 4、類型 5 等可以涵蓋國家前瞻領域選擇的類型。本研究的英國第一前瞻案例中，評估 15 項領域的競爭力，並觀察其經濟指標，另一方面由各領域工作小組(Panel)釐清市場機會、制定未來策略目標，性質上屬於類型 5；另外，在日本的案例中，第八次德菲調查選取上千項的技術項目，進行廣泛的問卷調查，甚至涵蓋商業端、消費端意見，性質上接近類型 1；韓國的案例亦然，在領域選擇上幾乎將科技計畫項目涵蓋，整合評估，也是類型 1 的態樣。至於類型 6，目前(2006 年)則仍屬於未來學的研究範疇。

**實證二：**台灣方面目前有類型 2 及類型 5 的個案。類型 2 的實證案例有：台灣的航太產業前瞻案例(1997)、半導體前瞻案例(2005)，此一類型前瞻活動至今仍進行當中。大多的科技研發方案，具有技術路徑之規劃性質，其性質屬於類型 4，但是目的並不在前瞻，溝通協調上相對較為封閉，也沒有整體性、有系統的看中長期發展。類型 5 應用在產品與技術的領域選擇方面之案例，則有 FPD 設備選擇、FlexD、IA 家庭、數位生活等多項前瞻計畫或研究進行中。

**實證三：**方法論方面，台灣的前瞻研究多選擇以德菲法與情境分析法為分析工具。台灣的航太產業前瞻案例與半導體前瞻案例，皆以德菲法進行預測工作；個案 FPD 設備選擇個案中，是以德菲法進行排序(Prioritization)後找出具備共識的重要研發項目，再以 AHP 進行排序。但是，是否可以採用多目標決策(MODM)、多準則決策模型(MCDM)，應該可以進一步研究，但是首要條件是產生可以信任之未來相關的數據(如：產值、員工數、專利數等)。



依據以上結論，本研究根據研究過程中所發現的幾項議題，提出以下建議事項：

**建議一：**領域選擇的類型不必是單一的。由各國多項前瞻活動可以發現，領域類型是依據前瞻活動的階層(位階)、目標、參與者等而產生的，類型所代表的意涵應只是前瞻領域選擇的特性不同，甚至同一個國家內有多種類型的前瞻活動，而不同類型的領域選擇所採用的前瞻方法，反而可能是相同的。所以，領域選擇沒有好壞之分，應可以歸結—不同類型相互之間應沒有優劣比較的必要性。此外，應該有綜合性領域選擇類型存在的可能性(不同類型共存)，例如：多個類型 2(產業前瞻)合併運作之後，即可能與類型 1(大型前瞻)相當。或者，類型 4(技術路徑)與類型 5(供給需求平衡)也可能有相當的交集之處，不必是單一的選項。

**建議二：**針對領域評估等事項，成立一專責的評估單位，進行中長期規劃的管考、監測。

台灣與其他國家科技體系的差異方面：美國之中央科技行政單位為：國家

科學技術會議、科學技術政策局、總統科技顧問；科技研究研究主管機關為：國家科學基金會(學術研究)。英國的中央科技行政單位為：科學技術諮詢委員會；科技研究研究主管機關為：研究會議諮詢委員會(學術研究)、研究開發需要調查委員會(工業科技)。德國之中央科技行政單位為：教育科學研究技術內閣委員會；科技研究研究主管機關為：聯邦研究技術部。荷蘭的中央科技行政單位為：科技政策委員會；科技研究研究主管機關為：教育部(科學政策)、經濟部(技術政策)。日本之中央科技行政單位為：總理府科學技術會議；科技研究研究主管機關為：科技廳。韓國的中央科技行政單位為：綜合科學技術審議會科技研究研究主管機關為：科學技術部。

台灣之中央科技行政單位為：行政院科技顧問組、科技會報；科技研究研究主管機關為：國科會。與各國家相比較，台灣在行政體系上較屬於計畫或任務編制，執行的位階相對較低，也較缺乏一個整體評估或統整的正式編組。

Georghiou (2003)整理各國對前瞻活動的評估做法後指出，奧地利由科學部來做國內影響評估；荷蘭科學暨科技諮詢委員會推動自評，並進行博士研究、碩士論文研究等進行知識管理；瑞典由評估委員會持續的對過程做評估(不含影響評估)；日本 NISTEP 每一段期間會確認前期預測結果，針對各項實現的結果做評量及作出適當之修正；德國的 98 年德菲調查後即由 ISI 進行過追蹤性的評估研究；英國藉由國會、博士研究等方式進行外部(與獨立)監督等。台灣方面，由於缺乏進行中長期規劃的管考機制，應當可以考量成立一專責的評估單位，進行中長期規劃的管考，提高台灣技術前瞻活動的執行效率與準確性。

### **建議三：台灣技術前瞻領域選擇未來的兩個方向？！**

回顧本研究整理的文獻可以發現，德國、法國自日本引進德菲法問卷進行研究之後，發現在導入的過程中有相當的限制(如：Cuhls：「不信任國外的問卷選項(vision from Japan)」)。所以 Cuhls (2004)指出德國開始修正前瞻的方法，於 1999 年進行 T21 關鍵技術之技術路徑及關聯樹研究等，由類型 1 的領域研究方式擴增至類型 4，時間由 30 年縮短至 10 年；另外，Futur 計畫自 2001 年開始以參與式座談會、規範性情境座談會、開放式研

討會、公民情境分析法、甚至電子平台等，廣納各界意見，並將研究成果公佈於網站上，修正類型 1 的參與者的互動方式。

Cadiou (2003)提出法國除了執行類型 1 前瞻，也於 1995 年開始執行 KT-2000、1999 年執行 KT-2005 計畫，以進行領域篩選，利用專利分析、ISI 論文分析等，評估下一個五年重要技術的發展機會。如此一來，可以將各個層級的前瞻活動畫成一階層圖(類似圖 38)。韓國也相當積極，除了總統科技顧問會、科技委員會與科技部各層有進行前瞻活動之外，彼此還在流程中盡可能將資訊環環相扣(類型 1-類型 3)，頗符合 Irvine 及 Martin 所謂的系統性與架構性前瞻定義。

由以上案例看來，前瞻領域的類型似乎朝向以向上談定位及下向找機會的趨勢？！同時，領域選擇的範圍縮小，前瞻的時程也隨之縮短，參與者數目也減少(類型 1 動輒近萬人)。

台灣主要技術前瞻的經驗多數在類型 2 的產業或技術領域前瞻，向下至技術或產品市場層級的前瞻時，則有數個類型 4 的研究計畫，評估特定之前瞻技術的應用機會。但若回到領域選擇的議題上時，上位階的國家整體科技目標與下位階的關鍵技術、明星產品、前瞻技術等，仍須有系統性的規劃，選擇前提的整體前瞻的目的、目標、評估準則。功能上，上位階的技術前瞻的目的是要以策略觀點(參考 Lederman 架構)訂定國家整體科技的發展目標；下位階的領域前瞻，則是由領域前瞻活動中，遴選出探索關鍵技術、明星產品、前瞻技術，進行較短程的前瞻(參考圖 38)。當然，過程中隨時的監空與分析是必要的。而邀請各個參與者的切入活動的角度，依序如下：

- ⇒ 產業界參與者角度：明星級產業(如：產值上 5000 萬、成長率超過 10%)訂定目標(mutual interaction)；
- ⇒ 政府參與者角度：針對科技政策最大的不確定性及效益性作出明確的定位及願景(top-down)；
- ⇒ 企業參與者角度：鼓勵有機會成為跨國企業、全球佈局的本地企業，或來台佈局的外資企業，對於台灣定位的看法及持續投資的優缺點及可能意願(buttom-up)；
- ⇒ 非政府組織參與者角度：特定組織的意見投入，及早溝通、協調(buttom-up)；



- ⇒ 社會大眾參與者角度：針對長期願景讓所有人(尤其年輕人)有所了解與準備(buttom-up)；
- ⇒ 研究機構參與者角度：協助產業界參與者前瞻並設置長期研究及分析的能量、技術取得及擴散。學界參與者角度：協助產業界參與者前瞻並設置長期研究及分析的能量、知識管理，培育所需的下一代人才。兩者都是技術前瞻活動中，最重要的規劃、執行者。

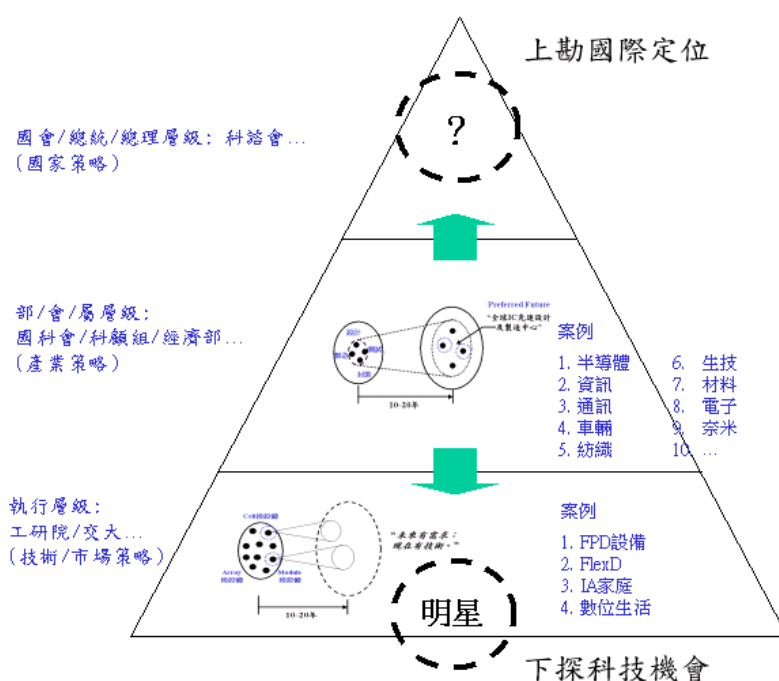


圖 38 台灣技術前瞻領域選擇未來的兩個方向

**建議四：**技術前瞻領域選擇未來的研究方向。

綜合以上文獻回顧與實證個案，應有以下議題可以持續進行研究：

評估模型方面，應研究可以避免選錯的「領域選擇的評估模型」—有別於 Goerghiou 與 Oner 所提的系統性評估模型，在領域選擇上應該可以依據目標與準則建構一個評估模型，檢驗領域評估邏輯上的完成程度。

同上，此一領域選擇的評估模型應可以與 Goerghiou 與 Oner 所提的系統性評估模型結合。(因為就算是零件選對了，系統未必就有好的功能。)

同上，分析領域選擇品質的評估模型也可以搭配領域選擇的評估模型一併研究、建置(Eto, 2005)。



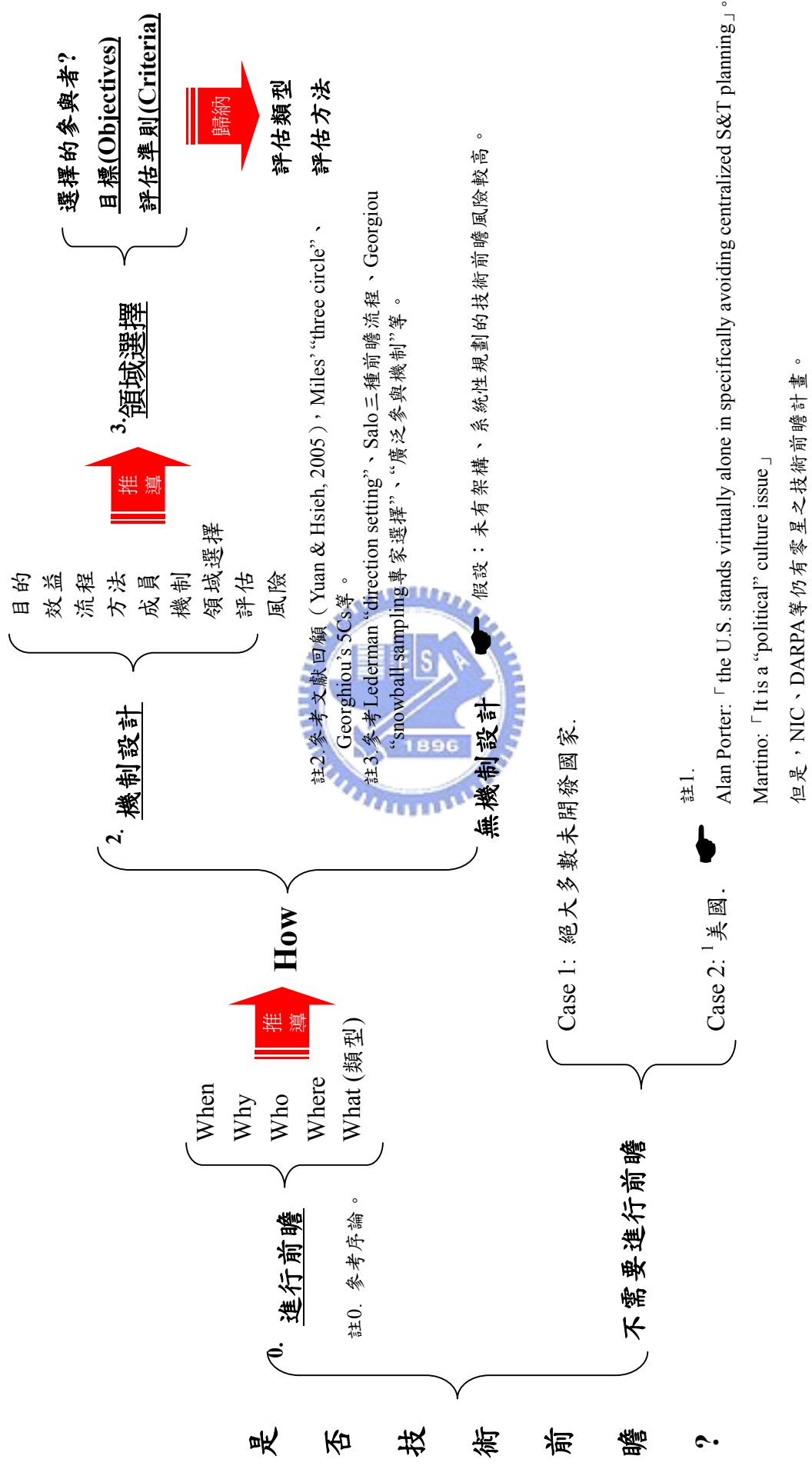
國家前瞻定位方面，鄰近國家如韓國、中國的前瞻活動與影響性研究。並評估其達成程度與台灣科技發展定位上所產生的重要策略意義為何？如何因應？亦應予以研究參考(RAND)。

還有，台灣年輕族群對於未來發展具有影響力的對象有那一些？  
(Slaughter)

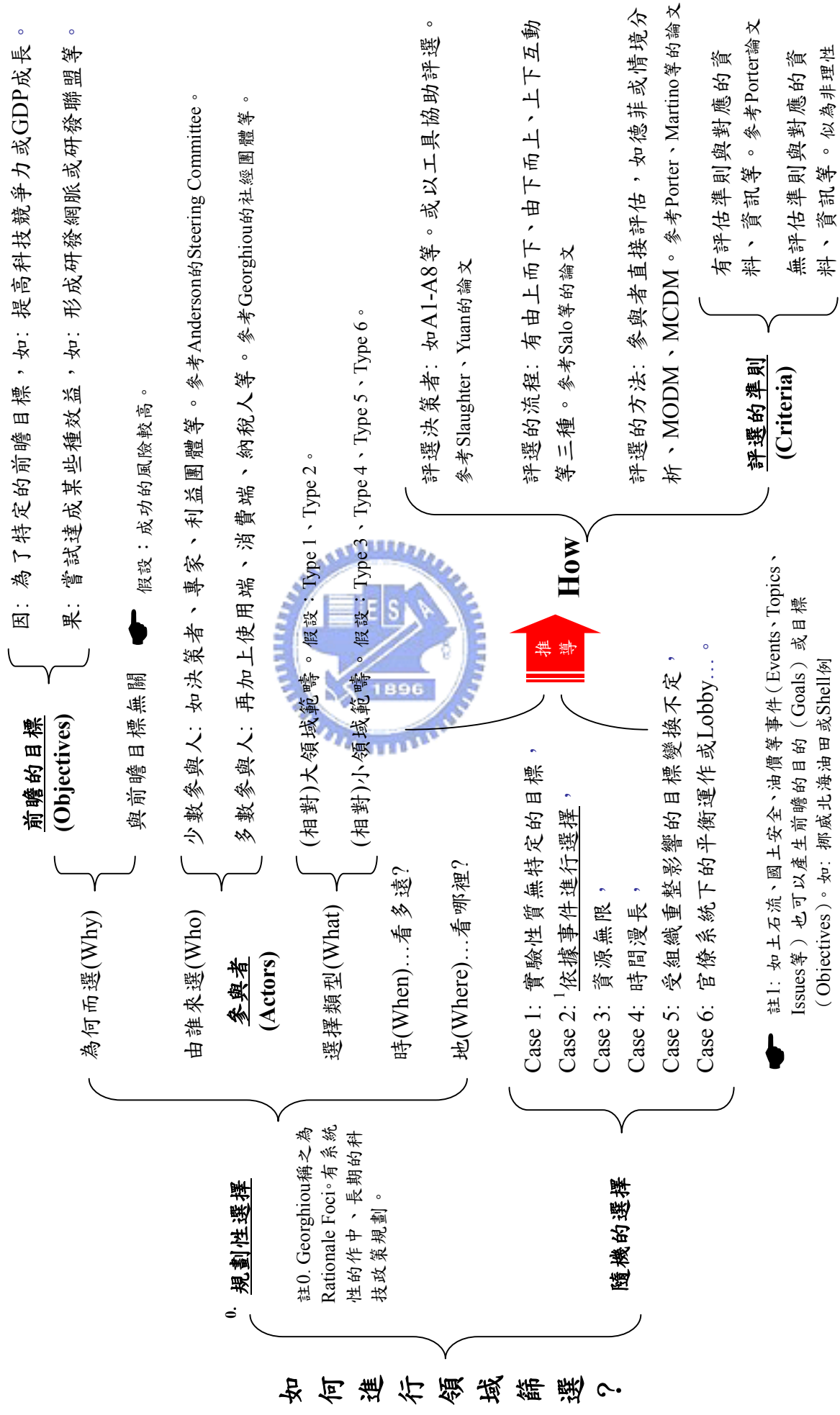
最後，可以在檢視本研究類型上所可能產生的疏漏或不足之處等，應可以持續研究、增添案例或進行不同的類型之交叉比較、同一類型之跨領域比較等。



# 附件 A：技術前瞻的基本假設與主要的論證文獻



# 附件 B：技術前瞻領域選擇的基本假設與主要的論證文獻



## 參考文獻

1. Aicholzer G., The Austrian foresight programme: organisation and expert profile, *Int. J. of Technology Management*, 2001, Volume21, No.7/8, Pages739-755
2. Alsan A. and Oner M. A., Comparison of national foresight studies by integrated foresight management model. *Futures*, Volume 36, No. 8, 2004, Pages 889-902
3. Andersen P. D., Jorgensen B. H., Lading L. and Rasmussen B., Sensor foresight—technology and market, *Technovation*, Volume 24, No. 4, 2004, Pages 311-320
4. Anderson J., Technology foresight for competitive advantage, *Long Range Planning*, Volume 30, No. 5, 1997, Pages 665-677
5. Asje, van Dijk J. W., Foresight studies : A new approach in anticipatory policy making in the Netherlands, *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 40, No. 3, 1991, Pages 223-234
6. Ayres R. U. and Axtell R., Foresight as a survival characteristic: When (if ever) does the long view pay?, *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 51, No. 3, 1996, Pages 209-235
7. Barker D., and Smith D. J. H., Technology foresight using roadmaps, *Long Range Planning*, Volume 28, No. 2, 1995, Pages 21-28
8. Bartoszewicz A., Poland 2020-2025, *Int. J. of Foresight and Innovation Policy*, 2004, Volume1, No.3/4, Pages195 - 206
9. Belis-Bergouignan Marie-Claude, Lung Y. and Heraud Jean-Alain, Public foresight exercises at an intermediate level: the French national programmes and the experience of Bordeaux, *Int. J. of Technology Management*, 2001, Volume21, No.7/8, Pages726-738
10. Bengisu M. and Nekhili R., Forecasting emerging technologies with the aid of science and technology databases, *Technological Forecasting and Social Change*, In Press, Corrected Proof, Available online 18, 2005
11. Blind K., Cuhls K. and Grupp H., Current Foresight Activities in: Central Europe, *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 60, No. 1, 1999, Pages 15-35

12. Borch K. and Rasmussen B., Commercial use of GM crop technology: Identifying the drivers using life cycle methodology in a technology foresight framework, *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 69, No. 8, 2002, Pages 765-780
13. Borch K. and Rasmussen B., Refining the debate on GM crops using technological foresight—the Danish experience, *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 72, No. 5, 2005, Pages 549-566
14. Brain · Robotic Nation Evidence · 2006
15. Bradley R. M. and McKiernan P., The role of hindsight in foresight: refining strategic reasoning, *Futures*, Volume 36, No. 2, 2004, Pages 161-179
16. Burgel H. D., Reger G. and Ackel-Zakour R., Technology foresight: experiences from companies operating worldwide, *Int. J. of Services Technology and Management*, 2000, Volume1, No.4, Pages395-413
17. Cariola M. and Rolfo S., Evolution in the rationales of foresight in Europe, *Futures*, Volume 36, No. 10, 2004, Pages 1063-1075
18. Coates V., Farooque M., Klavans R., Lapid K., Linstone H. A., Pistorius C. and Porter A. L., On the Future of Technological Forecasting, *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 67, No. 1, 2001, Pages 1-17
19. Cooke P., Economic globalisation and its future challenges for regional development, *Int. J. of Technology Management*, 2003, Volume26, No.2/3/4, Pages 401-420
20. Costanzo L. A., Strategic foresight in a high-speed environment, *Futures*, Volume 36, No. 2, March 2004, Pages 219-235
21. Cuhls K. and Blind K., Foresight in Germany: the example of the Delphi '98 or: how can the future be shaped?, *Int. J. of Technology Management*, 2001, Volume21, No.7/8, Pages 767-780
22. Cuhls K., Futur – foresight for priority-setting in Germany, *Int. J. of Foresight and Innovation Policy*, 2004, Volume1, No.3/4, Pages183 - 194
23. DeLurgeo, *Forecasting theory and applications*, John Wiley, 1999.
24. Edelmann J., Bergman J. and Jantunen A., Managing R&D by normative scenarios, *Int. J. of Foresight and Innovation Policy*, 2005, Volume2, No.1, Pages 69 - 83



25. Eto H., Obstacles to the acceptance of technology foresight for decision makers, *Int. J. of Foresight and Innovation Policy*, 2004, Volume1, No.3/4, Pages 232 - 242
26. Eto H., The suitability of technology forecasting/foresight methods for decision systems and strategy: A Japanese view, *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 70, No. 3, 2003, Pages 231-249
27. Georghiou L. and Keenan M., Evaluation of national foresight activities: Assessing rationale, process and impact, *Technological Forecasting and Social Change*, In Press, Corrected Proof, Available online 10 October 2005
28. Georghiou L., The UK technology foresight programme, *Futures*, Volume 28, No. 4, 1996, Pages 359-377
29. Gertler M. S. and Wolfe D. A., Local social knowledge management: Community actors, institutions and multilevel governance in regional foresight exercises, *Futures*, Volume 36, No. 1, 2004, Pages 45-65
30. Gibbons J. H. and Gwin H. L., Technology and governance, *Technology in Society*, Volume 7, No. 4, 1985, Pages 333-352
31. Glenn J. and Gordon T., Future S&T management policy No.s- 2025 global scenarios, *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 71, 913-940, 2004
32. Godet M, Bonnaure P., European network for training in strategic prospective, *Futures*, Volume 24, No. 5, Page 511-514, 1992
33. Gordon T. and Pease A., RT Delphi: An efficient, "round-less" almost real time Delphi method, *Technological Forecasting and Social Change*, In Press, Corrected Proof, Available online 14 November 2005
34. Grant L., *Foresight and national decisions: the horseman and the bureaucrat*, Lanham, MD, USA, University Press of America, 1988
35. Grupp H. and Linstone H. A., National Technology Foresight Activities Around the Globe: Resurrection and New Paradigms, *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 60, No. 1, Pages 85-94, 1999
36. Grunwald A., Strategic knowledge for sustainable development: the need for reflexivity and learning at the interface between science and society, *Int. J. of Foresight and Innovation Policy*, Volume 1, Page 150-167, 2004

37. Gutierrez de Mesa E., Munoz E., Foresight on biopharmaceuticals: design foresight methods for Spanish biopharmaceuticals, *Technological Forecasting & Social Change*, In Press, Corrected Proof, Available online 10 January 2006
38. Hanney S., Henkel M. and von Walden Laing D., Making and implementing foresight policy to engage the academic community: health and life scientists' involvement in, and response to, development of the UK's technology foresight programme, *Research Policy*, Volume 30, No. 8, 2001, Pages 1203-1219
39. Harinarayana K., Developing light combat aircraft: foresight as the guiding principle, *Int. J. of Foresight and Innovation Policy*, Volume 1, No.3/4, Pages325 – 341, 2004
40. Harper J. C. and Georghiou L., The targeted and unforeseen impacts of foresight on innovation policy: the eFORESEE Malta case study, *Int. J. of Foresight and Innovation Policy*, Volume 2, No.1, Pages84 – 103, 2005
41. Heraud J. A. and Cuhls K., Current Foresight Activities in France, Spain, and Italy, *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 60, No. 1, Pages 55-70, 1999
42. Horton AM., A simple guide to successful foresight, *Foresight*; 1(1): 5-9; p.6, 1999
43. Hugh & Courtney, *20/20 Foresight Crafting Strategy in an Uncertain World*, Harvard Business School Press, Boston, Massachusetts, 2001.
44. Idier D., Science fiction and technology scenarios: comparing Asimov's robots and Gibson's cyberspace, *Technology in Society*, Volume 22, No. 2, Pages 255-272, 2000
45. Irvine J. and Martin B. R., *Foresight in science- picking the winners*, Frances Pinter, 1984
46. Johnston R., Foresight - refining the process, *Int. J. of Technology Management*, Volume21, No.7/8, Pages711-725, 2001
47. Jouvenel H. D., A Brief Methodological Guide to Scenario Building, *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 65, No. 1, Pages 37-48, 2000
48. Kameoka A., Yokoo Y. and Kuwahara T., A challenge of integrating technology foresight and assessment in industrial strategy development and policymaking, *Technological Forecasting and Social Change*, Volume

- 71, No. 6, Pages 579-598, 2004
49. Klusacek K., Technology foresight in the Czech Republic, *Int. J. of Foresight and Innovation Policy*, Volume1, No.1/2, Pages 89-105, 2004
  50. Komninos N., Regional intelligence: distributed localised information systems for innovation and development, *Int. J. of Technology Management*, Volume28, No.3/4/5/6, Pages 483-506, 2004
  51. Kulkarni M.G., Foresight as a source of competitive advantage in the global polyolefin industry, *Int. J. of Foresight and Innovation Policy*, Volume1, No.3/4, Pages 277-317, 2004
  52. Kuusi O. and Meyer M., Technological generalizations and leitbilder—the anticipation of technological opportunities, *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 69, No. 6, Pages 625-639, 2002
  53. Kuwahara T., Technology Forecasting Activities in Japan, *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 60, No. 1, 1999, Pages 5-14
  54. Kyriakou D., Science, technology and governance beyond complacency: the road ahead, *Int. J. of Foresight and Innovation Policy*, 2004, Volume1, No.3/4, Pages 243 - 248
  55. Lederman L. L., Foresight activities in the U.S.A.: Time for a re-assessment? *Long Range Planning*, Volume 17, No. 3, 1984, Pages 41-50
  56. Linstone H. A., On the future of technological forecasting and assessment, *Int. J. of Foresight and Innovation Policy*, 2004, Volume1, No.3/4, Pages 270 - 276
  57. Loveridge D., Experts and foresight: review and experience, *Int. J. of Foresight and Innovation Policy*, 2004, Volume1, No.1/2, Pages 33 - 69
  58. Loveridge D., Foresight - seven paradoxes, *Int. J. of Technology Management*, 2001, Volume21, No.7/8, Pages 781-791
  59. Loveridge D., On phoenix or foresight, *Futures*, Volume 16, No. 2, 1984, Pages 118-119
  60. Major E. J. and Cordey-Hayes M., Engaging the business support network to give SMEs the benefit of foresight, *Technovation*, Volume 20, No. 11, 2000, Pages 589-602
  61. Major E., Asch D. and Cordey-Hayes M., Foresight as a core competence, *Futures*, Volume 33, No. 2, 2001, Pages 91-107

62. Martin B. and Irvine J., Ingelstam L., *Research foresight: Priority setting in science*, London, Pinter Publishers, 1989
63. Martin B. R. and Johnston R., *Technology Foresight for Wiring Up the National Innovation System: Experiences in Britain, Australia, and New Zealand*, *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 60, No. 1, 1999, Pages 37-54
64. Martino, *Technology Forecasting and Decision, Making 3<sup>rd</sup> Edition*, McGrawHill, 1993
65. McPherson A.H. and McDonald S. M., *Local innovation support in Scotland: policy lessons from Glasgow*, *Int. J. of Foresight and Innovation Policy*, 2005, Volume2, No.1, Pages 35-56
66. Mietzner D. and Reger G., *Advantages and disadvantages of scenario approaches for strategic foresight*, *Int. J. of Technology Intelligence and Planning*, 2005, Volume1, No.2, Pages 220-239
67. Miles I., *UK Foresight: three cycles on a highway*, *Int. J. of Foresight and Innovation Policy*, 2005, Volume 2, No.1, Pages 1-34
68. Moehrle M. G., *TRIZ-based technology-roadmapping*, *Int. J. of Technology Intelligence and Planning*, 2004, Volume 1, No.1, Pages87-99
69. Morgan C.W., Blake A. and Poyago-Theotoky J.A., *The management of technological innovation: lessons from case studies in the UK food and drink industry*, *Int. J. of Biotechnology*, 2003, Volume5, No.3/4, Pages 334-353
70. Nakahara T., *Technology strategy in a borderless economy*, *Int. J. of Technology Management*, 1999, Volume17, No.6, Pages 711-724
71. Niewohner J., Wiedemann P., Karger C., Schicktanz S. and Tannert C., *Participatory prognostics in Germany—developing citizen scenarios for the relationship between biomedicine and the economy in 2014*, *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 72, No. 2, 2005, Pages 195-211
72. Oner M. A. and Saritas O., *A systems approach to policy analysis and development planning: Construction sector in the Turkish 5-year development plans*, *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 72, No. 7, 2005, Pages 886-911
73. Patton K. M., *The role of scanning in open intelligence systems*, *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 72, No. 9, 2005, Pages 1082-1093

74. Peissl W., Technology foresight - more than fashion?, *Int. J. of Technology Management*, 2001, Volume21, No.7/8, Pages653-660
75. Peterson J. W., Leveraging technology foresight to create temporal advantage, *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 69, No. 5, 2002, Pages 485-494
76. Phaal R., Farrukh C.J.P. and Probert D.R., Collaborative technology roadmapping: network development and research prioritization, *Int. J. of Technology Intelligence and Planning*, 2004, Volume1, No.1, Pages 39 - 55
77. Pinstруп-Andersen P. and Pandya-Lorch R., Food security and sustainable use of natural resources: a 2020 Vision, *Ecological Economics*, Volume 26, No. 1, 1998, Pages 1-10
78. Porter A. L., QTIP: Quick technology intelligence processes, *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 72, No. 9, 2005, Pages 1070-1081
79. Raimond P., Two styles of foresight: Are we predicting the future or inventing it? *Long Range Planning*, Volume 29, No. 2, 1996, Pages 208-214
80. Rappert B., Rationalising the future? Foresight in science and technology policy co-ordination, *Futures*, Volume 31, No. 6, 1999, Pages 527-545
81. Rasmussen B., Borup M., Borch K. and Andersen P. D., Prospective technology studies with a life cycle perspective, *Int. J. of Technology, Policy and Management*, Volume5, No.3, Pages227-239, 2005
82. Reid D. M. and Zyglidopoulos S. C., Causes and consequences of the lack of strategic foresight in the decisions of multinational enterprises to enter China, *Futures*, Volume 36, No. 2, 2004, Pages 237-252
83. Robinson G. W., Technology foresight-The future for IT, *Long Range Planning*, Volume 29, No. 2, 1996, Pages 232-238
84. Rodriguez P., Foresight, vision and strategy in the management of fast breeder technology in India, *Int. J. of Foresight and Innovation Policy*, 2004, Volume 1, No.3/4, Pages 342 - 368
85. Ronde P., Delphi analysis of national specificities in selected innovative areas in Germany and France, *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 70, No. 5, 2003, Pages 419-448



86. Ronde P., Technological clusters with a knowledge-based principle: evidence from a Delphi investigation in the French case of the life sciences, *Research Policy*, Volume 30, No. 7, 2001, Pages 1041-1057
87. Roveda C., Vecchiato R. Vercesi P., Relationships between national and regional foresight: lessons from experience, *Int. J. of Foresight and Innovation Policy*, 2004, Volume1, No.3/4, Pages 318-324
88. Salmenkaita J.-P. and Salo A., Emergent foresight processes: industrial activities in wireless communications, *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 71, No. 9, 2004, Pages 897-912
89. Salo A., Incentives in technology foresight, *Int. J. of Technology Management*, 2001, Volume21, No.7/8, Pages 694-710
90. Salo A. and Gustafsson T., A group support system for foresight processes, *Int. J. of Foresight and Innovation Policy*, 2004, Volume1, No.3/4, Pages 249-269
91. Salo A. and Salmenkaita Jukka-Pekka, Embedded foresight in RTD programs, *Int. J. of Technology, Policy and Management*, 2002, Volume 2, No.2, Pages 167-193
92. Salo A., Konnola T., Hjelt M., Responsiveness in foresight management: reflections from the Finnish food and drink industry, *Int. J. of Foresight and Innovation Policy*, 2004, Volume 1, No.1/2, Pages 70 -88
93. Sanz-Menendez L., Cabello C. and Garcia C. E., Understanding technology foresight: the relevance of its S&T policy context [1], *Int. J. of Technology Management*, 2001, Volume21, No.7/8, Pages 661-679
94. Saritas O. and Oner M. A., Systemic analysis of UK foresight results: Joint application of integrated management model and roadmapping, *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 71, No.s 1-2, 2004, Pages 27-65
95. Shin T. and Kim H., Research foresight activities and technological development in Korea : Science and technology policies in national R&D programs, *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 45, No. 1, 1994, Pages 31-45
96. Shin T., Hong S. K. and Grupp H., Technology Foresight Activities in Korea and in Countries Closing the Technology Gap, *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 60, No. 1, 2 1999, Pages 71-84

97. Slaughter R. A. and Limited A. P., The foresight principle: Cultural recovery in the 21st century, London, 1995, Pages 232
98. Slaughter R. A., A foresight strategy for future generations, *Futures*, Volume 29, No. 8, 1997, Pages 723-730
99. Slaughter R. A., Australia's Commission for the Future: the first six years, *Futures*, Volume 24, No. 3, 1992, Pages 268-276
100. Slaughter R. A., Foresight beyond strategy: Social initiatives by business and government, *Long Range Planning*, Volume 29, No. 2, 1996, Pages 156-163
101. Slaughter R. A., Long-term thinking and the politics of reconceptualization, *Futures*, Volume 28, No. 1, 1996, Pages 75-86
102. Slaughter R. A., Road testing a new model at the Australian Foresight Institute, *Futures*, Volume 36, No. 8, 2004, Pages 837-852
103. Slaughter R. A., The foresight principle, *Futures*, Volume 22, No. 8, 1990, Pages 801-819
104. Smits R., Kuhlmann S., The rise of systemic instruments in innovation policy, *Int. J. of Foresight and Innovation Policy*, 2004, Volume 1, No. 1/2, Pages 4-32
105. Technology Futures Analysis Methods Working Group, Technology futures analysis: Toward integration of the field and new methods, *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 71, No. 3, Pages 287-303, 2004
106. Tichy G., The decision Delphi as a tool of technology policy - the Austrian experience, *Int. J. of Technology Management*, Volume 21, No. 7/8, Pages 756-766, 2001
107. Tichy G., The over-optimism among experts in assessment and foresight, *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 71, No. 4, Pages 341-363, 2004
108. Toma L., Decision making in a fast speed world: an early warning system for avoiding crises, *Int. J. of Foresight and Innovation Policy*, Volume 1, No. 3/4, Pages 218-231, 2004
109. Tukker A., Leapfrogging into the future: developing for sustainability, *Int. J. of Innovation and Sustainable Development*, Volume 1, No. 1/2, Pages 65 - 84, 2005

110. van der Meulen B. and Lohnberg A., The use of foresight: institutional constraints and conditions, *Int. J. of Technology Management*, Volume 21, No. 7/8, Pages 680-693, 2001
111. van der Meulen B. and Rip A., Mediation in the Dutch science system, *Research Policy*, Volume 27, No. 8, Pages 757-769, 1998
112. van der Meulen B., Science policies as principal-agent games: Institutionalization and path dependency in the relation between government and science, *Research Policy*, Volume 27, No. 4, Pages 397-414, 1998
113. van der Meulen B., The impact of foresight on environmental science and technology policy in the Netherlands, *Futures*, Volume 31, No. 1, Pages 7-23, 1999
114. van Notten Ph. W. F., Slegers A. M. and van Asselt M. B. A., The future shocks: On discontinuity and scenario development, *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 72, No. 2, Pages 175-194, 2005
115. Walker W. E., Rahman S. A. and van der Lande M. P. R. W. I., Technology foresight for the Netherlands: strategic technologies and the knowledge infrastructure to support them, *Int. J. of Technology, Policy and Management*, Volume 1, No. 1, Pages 9-28, 2001
116. Webster A., Technologies in transition, policies in transition: foresight in the risk Society, *Technovation*, Volume 19, No.s 6-7, Pages 413-421, 1999
117. Wiley J., *Learning from the Future: Competitive Foresight Scenarios*, 446 pages, 1998
118. Wilson I., Technology foresight in an age of uncertainty, *Int. J. of Foresight and Innovation Policy*, Volume 1, No. 3/4, Pages 207-217, 2004
119. Wyk R. J. V., Strategic technology scanning, *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 55, No. 1, Pages 21-38, 1997
120. Yang Q. Q., Gong Z. M., Cheng J. Y. and Wang G., Technology foresight and critical technology selection in China, *Int. J. of Foresight and Innovation Policy*, Volume 1, No. 1/2, Pages 168-180, 2004

## 作者簡介：

謝志宏

### 學歷

- (一) 國立交通大學科技管理研究所－管理博士(2001-2006)
- (二) 美國紐約州立大學機械航太研究所－科學碩士 (1993-1994)
- (三) 私立淡江大學航空工程學系－工程學士(1989-1993)

### 經歷

#### (一) 工研院產業經濟與趨勢研究中心－經理、資深產業分析師、產業顧問師 (2003.05.01~迄今)

1. 前瞻研究組經理，研究台灣 2020 年的社會、經濟、產業、技術等趨勢(2006)
2. 擔任「技術前瞻機制設計先期計畫」計畫協同主持人(2005)
3. 擔任「未來科技及趨勢計畫」計畫主持人(2004)
4. 擔任 ITIS 計畫「未來科技研習社」社長(2004)
5. 擔任產業分析師協進會典試委員、工研院產業學院講師、技術預測內訓講師、中國科技大學及明新科技大學之兼任講師等

#### (二) 經濟部技術處－研究員 (2000.09.01~2003.05.01)

1. 負責機械、自動化、材料三大領域之中綱規劃與計畫管理
2. 規劃挑戰二〇〇八年國發計畫之「中部精密機械創新研發社群」(獲部長獎函)
3. 推動德國貝克航電公司來台設置研發中心(獲考績甲等獎函)
4. 協助推動三五族半導體研發聯盟、精密工具機研發聯盟之成立
5. 負責穩茂、宏捷、聯華、六和等多家業界科專，及台大、交大、成大等學界科專之計畫管理

#### (三) 工研院航太中心企劃部－工程師及產業分析師(1997.08.01~2000.09.01)

1. 擔任企劃部計畫管理工程師，並兼任 ITIS 計畫之產業分析師
2. 負責「民航航空計畫第二期五年計畫」、「民航航電計畫第一期五年計畫」、「客艙系統技術引進計畫」之計畫書彙編及計畫管理

3. 擔任產業分析師期間，研究航空運輸、航電、民航塗料、SJ-30-2 投資案的增資分析等市場研究並協助訓練新進同仁分析技巧
4. 每次大型研討會演講滿意度均前二名，並被選為「工研院優秀年青研究員」

#### (四) 工研院航太中心客艙計畫—副工程師(1995.08.01~1997.08.01)

1. 擔任副工程師，負責『客艙娛樂系統』之計畫管理(PM)
2. 負責『型態管制系統』之設計開發，並負責『計畫管理』工作
3. 籌劃第一屆 WAEA/ARINC『航電系統標準會議』在工研院召開
4. 完成力捷集團『利翔航太電子有限公司』營運計畫書

#### ※作者近期已被接受及發表中之文章：

##### 國際期刊

1. C.N. Huang, C.T. You, Benjamin J.C. Yuan, Chih-Hung, Hsieh, “The STIM function of non-profit organization”, International Journal of Electronic Business Management (accepted 2005.09.28)
2. Benjamin J.C. Yuan, Chih-Hung, Hsieh, Champion Wang, Chien-Ching Chang, “Foresight the Semiconductor Industry in Taiwan”, Foresight (accepted 2006.05.31, IFI)
3. Benjamin J.C. Yuan, Chih-Hung Hsieh, Chien-Ching Chang, “The national foresight activity-a literature review from 1984 to 2005”, International Journal of Technology Management (accepted 2006.06.22, SSCI)
4. Benjamin J.C. Yuan, Chien-Ching Chang, Chih-Hung Hsieh, “The application of Internet as a Consensus Formation Platform in National Technology Foresight”, International Journal of Technology Management (accepted 2006.06.22, SSCI)
5. Benjamin Yuan, Chien-Ching Chang, Chih-Hung, Hsieh, “Selecting technology for attract multinational R&D center – a case study of IC industry in Taiwan”, Technovation (submitted, EI)
6. Benjamin Yuan, Chih-Hung, Hsieh, “The changing strategy of technology transfer – an ITRI case”, Technovation (submitted, EI)



### 國內期刊

1. 袁建中、金憲、謝志宏，「以 BP 法則預測台灣未來五年航太產業發展情況」，科技管理學刊，2001.04(第六卷第一期)
2. 袁建中、黃志鴻、康才華、謝志宏、邱泰平，「家庭自動化系統需求與發展之技術預測」，科技管理學刊，2005.03 (第十卷第一期)
3. 袁建中、吳明機、謝志宏，「前瞻台灣電子資訊產業參與國際與大中華標準之策略」，科技管理學刊，2006.06(投稿中)
4. 游啟聰、謝志宏、袁建中，「政策鼓勵國際企業在台設置研發中心之發展現況與趨勢」，台經月刊，94 年 4 月號
5. 林欣吾、游啟聰、羅於陵、謝志宏等，「台灣前瞻調查計畫之規劃方案」，科技發展政策報導，95 年 3 月號

### 國際研討會

1. Benjamin Yuan, John Hsieh, " Using Delphi, BP, and Scenario Method to Forecast Future 10 Year Development of Taiwanese Aerospace Industry" , International Conference for Technology Foresight 1999
2. Benjamin Yuan, H. Chin, John Hsieh, "Applying BP, Delphi, and Scenario Methods to Forecast the Future Development of Aerospace Industry in Taiwan" , PICMET '01, 2001
3. Benjamin Yuan, D.H. Lo, John Hsieh, "Practices of KM for High-tech Industry in Taiwan" , APIEMS '02, 2002
4. Benjamin Yuan, John Hsieh, "The Change of Strategy for Technology Transfer in Taiwan - an ITRI case" , IAMOT '04, 2003

### 國內研討會

1. 袁建中,謝志宏,「以 BP 法及 Delphi 法預測台灣未來十年航太市場產值」，民航技術研討會(1999)
2. 袁建中,謝志宏,「以 CNP 模型研究精密機械領域最佳科專政策」，精密機械研討會(2001)
3. 洪志洋,謝志宏,羅美珍,「台灣複合物半導體產業之公司評價研究—以穩茂、全球、宏捷、漢威為例」，企業評價研討會(2002)

### 著作

1. 袁建中、謝志宏、彭弼聲編譯，「產業分析之技術預測理論與實例」(McGrawHill, 2005)