

一、緒論

1.1 研究背景與動機

廿一世紀是以”知識經濟”為主軸的資訊化社會，藉由知識的累積、傳播、與運用為國家創造財富，已形成全球發展趨勢。2002年行政院通過「國家發展重點計畫」，以知識創新的「腦力」競賽取代傳統的「體力」競賽，以全球化的思維尋找國家競爭的最佳利基，作為未來政府施政的藍圖及綱本，並為2010年的台灣發展勾勒出前瞻性的願景，而「奈米國家型計劃」就是其中之一[27]。

隨著科技的進展，人類歷經了機械取代人力與微電子化的重大工業革命；奈米科技是未來科技與產業發展最大的驅動力，正在創造新一波的技術革命與產業，它對人類生活的影響將是全面的，不僅將改變我們製作事物的方法，同時也改變了我們所製作事物的本質[66]。

本論文乃基於上述科技發展與經濟發展的關聯性背景下，探討科技驅動力與知識經濟互動，並藉由技術預測的方法，以探索奈米材料在未來社會經濟體系下之情境與發展，掌握關鍵科技的未來發展方向，俾能讓國家及相關企業，及早發現新的市場機會，創造國家整體性的競爭利益。

1.2 研究目的

動態的產業經營中，技術環境快速變遷，許多新興科技運用及產品的出現，孕育出新的產業，甚至改變了企業經營的模式。自九〇年代開始，人類科技的長足進步催生了許多新興產業的萌芽，技術的不斷精進與突破也帶來無窮的創業機會與潛力。

在一新興科技的發展過程中，新穎的技術帶來無窮的想像空間與挑戰，但由於技術的不確定性高，加上外部環境瞬息萬變，使得在創新事業發展過程中面臨許多不可預料的風險，而成功的關鍵在於能否前瞻(foresight)預應未來可能發展的方向。在當前高度競爭與不確定的企業環境下，任何企業無不致力於管理與預

測，期能掌握市場先機，創造一整體性的競利益[7]。

「奈米科技」是目前新興科技，充滿許多不確定性。本論文以「奈米材料技術」為主題，進行科技驅動力與知識經濟之互動之情境預測，以協助決策者，以較周延的角度進行新事業的策略規劃，以提昇決策品質。研究目的為下：

- 1.經由奈米科技影響未來的技術、政治、經濟、法律、社會…之發展趨勢與不確定性，建立假想的未來社會經濟情境，藉以判斷奈米材料技術發展方向的可行性與必要性。
- 2.藉科技預測技術進行沙盤推演，描繪出奈米產品之研發管理、生產系統設計與管理、品質管理等之前瞻性技術發展藍圖。

本研究決策之焦點為：“2010年台灣奈米材料技術發展之策略為何？”研究中並針對決策之焦點作為思考的方向，回答下列之相關問題：

- 1.當我們致力於技術應用時，我們有何獲利機會？
- 2.就技術而言，有何相關技術能夠再發展或擴充？
- 3.政府應扮演何種角色？
- 4.我們有哪些可資實際運用的策略？

1.3 研究範圍

本論文以「奈米材料技術」為主題，進行科技驅動力與知識經濟之互動之情境預測、策略規劃。研究地區以台灣地區 2010年之情境為範圍之探討，提供企業單位參考。文內對未來情境的描繪與決策的訂定，主要依據四項因素：

- 1.政府單位公佈之政策。
- 2.所蒐集到的產業市場資料。
- 3.專家學者的意見。
- 4.本身的主觀意識。

有關技術環境之綜觀，主要蒐集為專家群會談的意見與產官學界之奈米研究次級資料，以加強本研究理論基礎與架構，資料來源包括了相關報章雜誌與期刊的報導與網際網路線上資訊，如

國家政策季刊、台灣新經濟網、科技年鑑奈米網、科技管理研討會論文集…等。

1.4 研究流程

本研究自開始研究主題建立，研究文獻資料蒐集整理，預測之目的確立後，綜觀相關之技術環境並決定預測之方法，再依選擇預測之方法設計、執行技術預測與策略規劃，並獲致結論與建議。研究過程中持續蒐集文獻資料，全程與產、官、學專家討論與修正。研究流程如圖 1.1：



圖 1.1 研究流程圖 [本研究整理]

1.5 論文架構

研究以奈米材料技術為主題，選擇運用整體分析裡實質內容形式的情境預測分析為主幹，考量政府角色、產業角色與學研角色，在全球趨勢、產業目標、技術目標與知識基礎之供應與需求下，描繪台灣地區科技驅動力與知識經濟互動之未來情境，並研擬因應策略研究架構，如圖 1.2。

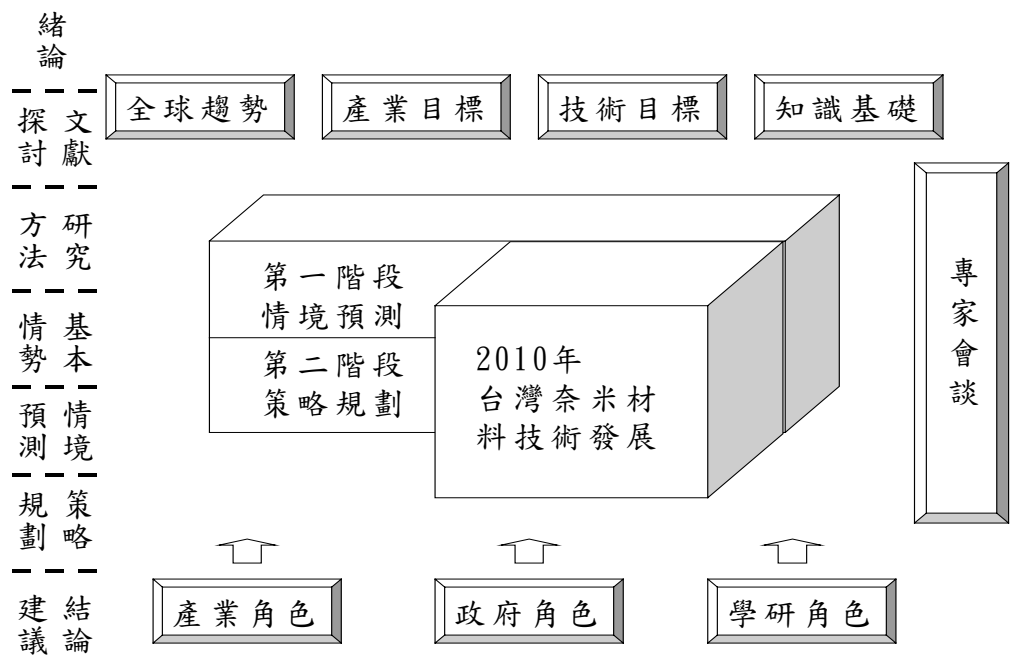


圖 1.2 論文架構圖 [本研究整理]

二、文 獻 探 討

本章各節將分別探討研究中相關議題「科技預測」、「情境預測法」之國內外發表之定義、研究文獻及論著，以釐清各議題在本研究之定義與內涵。

2.1 科技預測

本節探討的是有關科技預測的定義、科技預測的重要性、科技預測的分類與應用，並選擇適當之預測方法，分述於後：

2.1.1 科技預測的定義

科技預測(Technology Forecasting)其意義是以系統化的方法來預測技術未來的發展與運用。預測只對不確定的未來做預估，由於本身具有不確定性，預測的結果更是難以與實際情況百分之百的契合，但若不進行預測，則後續各項計劃、活動，都無法展開，或在高風險下運作。預測是各種規劃的前置作業，若推論的方向有偏差，則隨後所做的規劃與管理作業，均將因之而有所偏誤，而其結論亦絕不可能有效解決問題。

Prehopa(1979)[34]對科技預測的定義，乃是可預知技術創新的預測描述，它帶有特定科學或科技的發現。Cetron(1988)則認為科技預測乃是在一定期間，某種信賴水準支持下的技術成就[12]。

Martino(1993)[2]認為科技預測著重於技術改變的預測活動，並解釋針對有用的機器(Machines)、程序或是技巧的未來特徵進行預測。預測內容包括下列三項：

1. 技術能力的成長。
2. 市場滲透的程度。
3. 重大技術突破的時間及可行性。

Millett 與 Honton (1991) [12]認為科技預測是一個思考未來的結果以及程序，可能以文字或者數字的形式來陳述機械、實體程序以及應用科學的潛能與運用。

Alan L.Porter 及 A. Thomas Roper、Manson (1991) [2]等

人則認為，科技預測的活動是將研究的焦點放在描述技術的功能變遷上，因此科技預測者應將研究重點至於技術在該功能上的變遷，或者創新的顯著性及實現的時間點。至於預測內容則包括技術能力的成長、新舊技術的替代比率、技術的擴散情形、市場的滲透程度，以及重大技術突破的時間及可能性。

綜上所述，研究認為所謂科技預測，主要係針對過去的技術演變，預估未來技術可能發生的機率。科技預測是著重於技術改變的預測活動，其預測內容為：技術能力的成長、新舊技術的替代、技術擴散的情形及重大技術突破的時間與可行性。科技預測不僅是尋找、描述技術未來的發展，更是一種幫助管理者判斷技術未來趨勢，決策作為的參考工具。本研究之科技預測定義為「對技術創新、科技改良以及可能的科技發明等所做的描述與預測」。

2.1.2 科技預測的重要性

對於大多數的組織而言，好的預測系統對投資獲利力、客戶服務和生產力，有立即和長期的影響。因為好的預測系統對於消除浪費，例如存貨短缺、錯失交貨日、廠房停工、失去訂單、失去客戶、昂貴的開支，和失去策略機會等而言，極為重要。而全世界知名的製造商、配銷商、零售商、和服務組織，都是因為有優良的預測系統而著名。

任何一個政府或企業，皆須從事預測，對其週遭環境的未來景況，進行研究此包括了一般經社環境與技術環境在內。在外在環境發生變化時，組織體若未進行預測並已做好準備時，將措手不及而受損害。甚而在外在環境並未發生明顯變化時，因未認清環境並未改變的事實，而未能做出正確的判斷與決定，造成重大的損失。

一個新興技術的興起往往帶動一個新興產業的萌生，也可能預告了一個變動更快速的產品生命週期與總體環境，而必須注重於預應總體環境變動所帶來的風險，預測為一般決策過程中極為重要的一環。

2.1.3 科技預測的分類

科技預測其意義是以系統化的方法來預測技術未來的發展與運用。Gabor(1963)[34]首先將科技預測方法定義為探索性預測(Exploratory Forecasting)及規範性預測(Normative Forecasting)二大類；二者的差別在於探索性預測法是以過去及現在的情況為基礎來預測未來的狀況，規範性預測法則是以未來的需求為基礎來預測其所需達成的技術水準。

Joseph P.Martino(1973)[12]則整理出 11 種方法：德菲法、因果模式法、類推法、機率模式、成長曲線法、環境監測法、趨勢外插法、合併預測法、技術量測法、相關法、規範性方法、相關樹、形態法、目標任務法，並且依據其應用方式歸類為探索性方法(Exploratory Method)及規範性方法規範性預測(Normative Method)二大類。

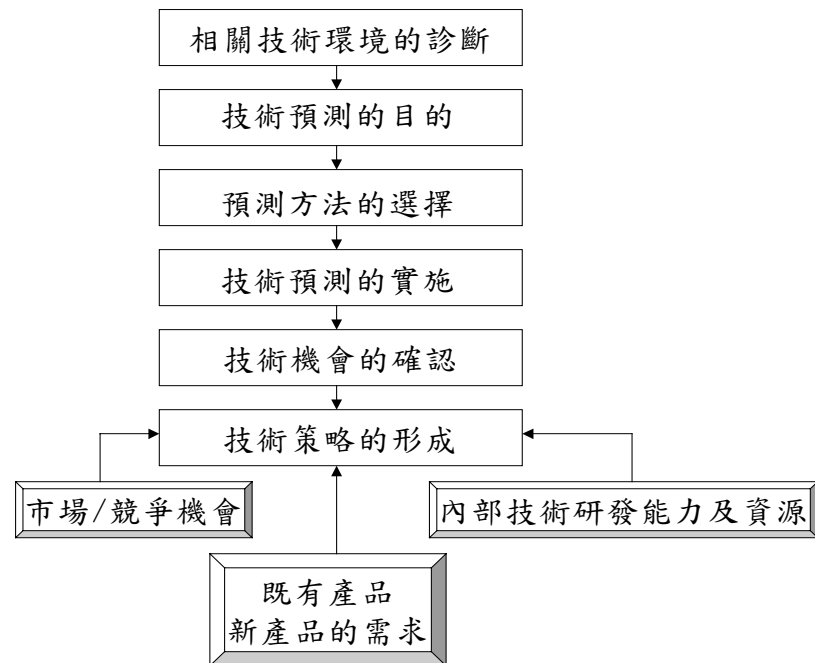


圖 2.1 科技預測之運作架構圖[30]

Saren(1991)[30]也將科技預測的方法分為探索性及規範性兩類，並且針對科技預測由相關技術環境之診斷至策略的發展與形成，提供了一個完整的運作架構，如圖 2.1。余序江、許志義、陳澤義(1998)[7]認為，技術發展預測方法包括數量化與非數

量化方法，並區分為三大類：模型分析法、專家判斷法及整體分析法，如圖 2.2 所示。

1. 模型分析預測法：

係著眼於由過去的歷史資料，來預測未來科技發展的水平。其根植於「未來是過去的連續」、「存在著可預測的未來」，以及「人類行為係遵循一可數量化的自然法則」的三大基本假設，進而建立一數量化模型來預測未來。

2. 專家判斷預測法：

係借重相關領域領袖或專業人士的判斷力，基於事實證據或個人對未來的期望，以個人或集體性思考的方式，來預測科技發展未來的方向。

3. 整體分析預測法：

係使用一套有條理的分析架構及程序，有系統地考慮預測標地物本身，及其所有背景環境因素，乃至於所有在時間空間軸面上的不連續因素的一種科技預測方法。

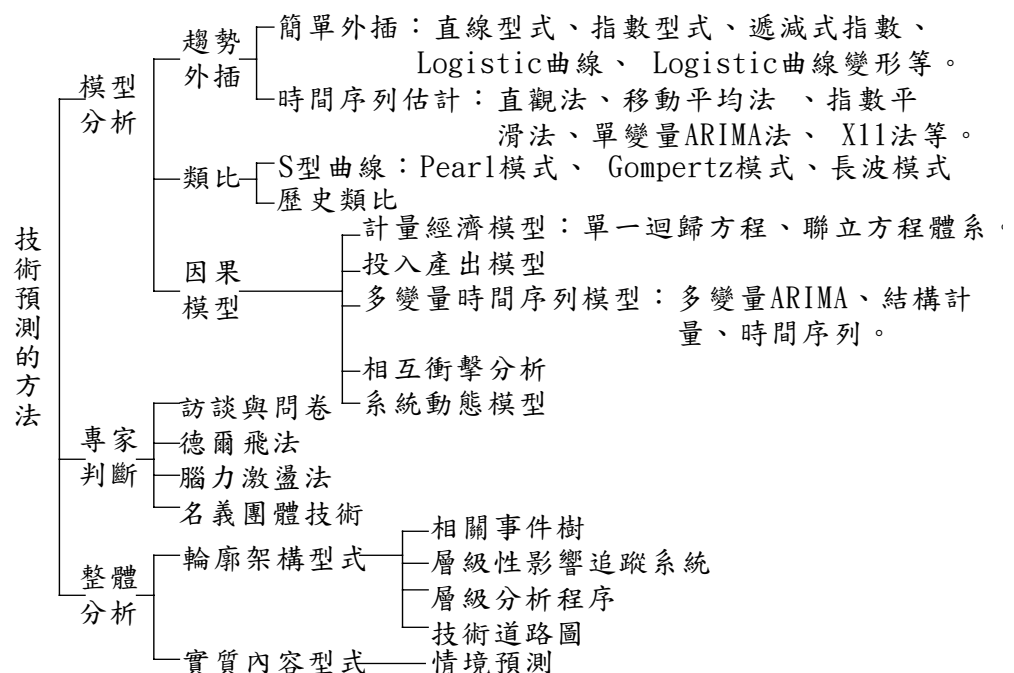


圖 2.2 技術預測方法分類圖 [7]

綜上所述，科技預測基於過去的歷史資料或個人對未來的期望，是一專業、系統的分析架構與理性判斷程序。各種預測法均有其特定之條件，因應不同的領域、限制與預測目的，預測未來的發展。而對未來任何現象的發生與變化，取決於事前特定事件的運作與影響。事前的特定事件則取決於預測者的觀點與預測的目的與決策的性質。

2.1.4 科技預測的應用

科技預測方法因有其特定之假設與條件，在選擇各項科技預測方法時，各方法對其預測必須具備技術發展層級結構、技術的生命週期、資料涵蓋的時間與品質等先決條件，如表 2.1。

李鳳寧，(2002)[12]歸納影響科技預測方法選用的因素則有下列六點：

1. 技術的研發成本：

當一新的技術發展的過程中，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，則通常為私人企業所支持；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. 資料的取得：

不同預測方法的應用資料數量也會有差異。

3. 資料的有效性：

資料的品質、深入程度也是科技預測方法上的考量因素。

4. 技術發展的不確定性：

技術發展的不確定性也會影響方法的選擇；有些預測方法比較適合預測高度不確定性的技術。

5. 技術世代間隔：

如果新技術發展與現存的技術愈相近，其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：

如果影響技術發展的變數越多，則科技預測的活動就會變得複雜，有可能需要多種方法交互運用，或者會必須承擔較大的成本壓力。

表 2.1 技術預測方法選擇的先決條件[41]

技術預測方法	選擇的先決條件
德菲法	所有的參與者必須都是該領域預測技術中的專家
名義團體法	1. 所有的參與者必須都是不同領域預測技術中的專家 2. 需要一個群體領導者
成長曲線法	1. 要涵蓋長時間的歷史資料，如果只有短時間資料將受到一些限制 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的相似性
層級分析法	使用人為判斷與自己的比較分析，建立全面性優先次序指標
系統動態法	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
交叉分析法	與技術發展相關的事件都必須知道
關聯樹法	必須知道技術發展的層級結構
情境分析	當欲進行整合式描述，且對未來發展十分複雜且高度不確定之環境，可進行有效預測

各種預測方法亦可依其精度、深度及廣度三個角度定位，各種預測方法的定位，如圖 2.3[7]。該圖是採用深度、廣度與精度的三個角度，來說明各種技術預測方法的理論定位。圖中橫軸代

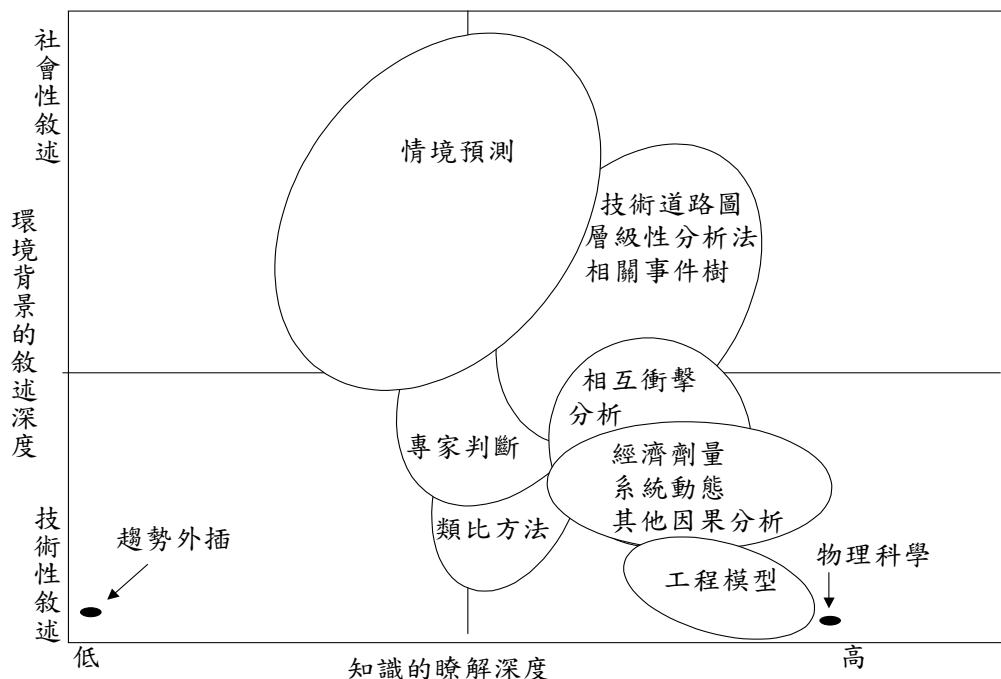


圖 2.3 各種預測方法的定位[7]

表對事件相關知識的瞭解深度，即是指在意義關係下，對各個個別因素的深入瞭解程度；縱軸則表示對背景環境描敘的整體廣泛程度，係指是否包括各個層面的背景環境因素，其又可區分為高廣度的社會性描敘及低廣度的技術性描敘兩個極端；圓圈的大小則表示預測模型的精確程度，意指在模式中的各項因素，其能藉數量化操作性定義表示的程度，以及能藉一明確數值表示預測結果的程度。

在圖中，理論上愈接近右上角的方法，應愈能準確地預測未來。但由於人類並非全知，故在實際作業上不可能達到右上角。在圖中趨勢外插法與物理模型的精確程度最高，而情境預測工具的精確程度最低。趨勢外插模型可說是一精而不深廣的預測方法，物理及工程模型則是一精深而不廣的方法；整體內容分析法則是一適中深度、廣而不精的方法，其中又以情境預測工具的廣度最高。理論上，精度、深度及廣度若能面面俱到，實為一最為理想的預測方法；若在三者不可得兼時(如應用在技術預測上)，則廣度應優先於深度，最後才是精度。在科技預測的運用上，由於在科技發展預測過程中，必須涉及多重層面的背景環境。廣度應

優先於深度，最後才是精度，故整體內容分析預測法，特別是情境分析工具，當為進行技術預測時的優良選擇。

綜合上述，本研究考量科技驅動力與知識經濟互動之複雜，以及奈米科技發展的高度不確定性，選擇情境預測法為預測之方法。蓋情境預測適用於新科技規劃發展時減低或規避對未來的不確定性，以增加決策品質。情境預測法優點是可對未來的發展情形，結合不同領域的多位專家，並利用所有可知的客觀資訊，做一豐富、複雜性的敘述，並可納入各種屬量、屬質性的參數，預測結果亦可與不同的使用人士相互溝通、交換意見。

2.2 情境預測法

情境預測最早被運用在預測上的是 Rand 公司，在 1950 年代，美國空軍即使用情境預測工具來從事軍事戰略規劃，假想敵方的可能進攻方式，以設計不同的應變對策。史丹福研究院（Stanford Research Institute；SRI）在 1970 年代以前，在 Rand 公司之提倡，情境分析屬於情境描述（Scenario Writing）階段，運用描述方式將未來可能狀況寫成劇本般表達出來；至石油危機爆發後，殼牌（Shell）、奇異（GE）等公司透過情境預測，確切掌握到趨勢時，眾多企業開始起而效尤，同時 SRI 也透過與企業合作的經驗，建立一套情境預測分析工具，稱之為情境規劃（Scenario Planning），最後到 1990 年代，由於策略管理的運用，致使基於對未來之考量，必須創造許多方案，再加上系統思考觀念之流行，情境預測分析再演變成情境管理（Scenario Management）。本研究則進一步將競爭策略思維之鑽石理論模式及知識經濟思維，融入情境預測分析架構中，達到科技與經濟系統整合及策略管理之思維體系，本研究確立情境預測之思維後，本節更深入探討情境預測法之定義、運用時機與基本假設如後。

2.2.1 情境預測的定義

情境一語，係源自劇本故事的情節發展（plot development），表示某些事件的發生。依韋氏字典的定義，「情境」（scenario）是指某一戲劇情節演變的可能腳本大意、大綱或故事內容[7]。情境除可對該事件內容本身（發生的人、事、時、地、物，即

發生方式) 賦予意義外，並可解釋某事件為什麼會以此種方式來發生的背後原因，據以排列各事件的發生先後次序，以有效連結成一個故事。而透過故事敘述的方式，可有效傳達未來演變的內容。故情境預測可視為瞭解現在環境，與未來各種可能現象的重要方法。

策略大師 Porter (1985) [19] 將情境定義為未來可能會產生何種情境的觀點，情境不是預測，是一種未來可能的結果，是一種以故事性、條理性的方式，將未來可能的任何狀況勾勒成一可供依尋的劇本，以作為行事之參考。有關情境分析定義，有眾多學者提出各種不同的看法，多涵蓋有理性邏輯思考方式、未來的描述、因果程序和決策目的等，如表 2.2。綜合而言，本研究認為：情境預測是一種運用集體智慧、廣納意見，協助組織認清未來可能的發展與挑戰，謀求因應之道的系統化思考方法。

表 2.2 情境預測定義彙整表[本研究整理]

文獻研究	情境預測定義
Kahn & Weiner (1967)	情境預測為縱斷面分析，且強調將重心集中於因果程序和決策目的之建構上。
史丹福研究院 (SRI; 1970)	情境為整理並認知與環境有關之方案。
Carlson & Umbale (1980)	建立經濟模型、數學方程式來推測未來可能價值的方法，因為提供數個推估結果，以供參考，所以也可稱為情境預測。
Porter (1985)	未來可能會產生何種情景的觀點，故情境不是預測，是一種未來可能的結果。
Linneman & Klein (1985)	情境預測是以理性邏輯思考方式，運用數量化或定性方法，在某特定期間內，將與企業有關的變項表達出來，用以解釋企業未來可能面臨的狀況。
Leemhuis (1985)	將情境與策略規劃加以結合，認為情境是描述企業環境的合理故事，且故事的開端為現今的真實世界。

Huss & Honton (1987)	情境預測可用以評估風險，明瞭企業主要預期的改變，並確認與企業實際目標間之差異。
Schoemaker (1995) & Ringland (1998)	情境預測是一種策略性思考工具，即將情境預測分析融入策略規劃中，故亦可稱為情境規劃 (Scenario Planning)。
徐序江、許志義 & 陳擇義 (1998)	情境預測是對未來外在環境形勢的綱要性描述。可視為構築未來環境的認知架構，可幫助決策者有長期眼光，來面對此高度不確定的世界。
本研究 (2004)	情境預測是一種運用集體智慧、廣納意見，協助組織認清未來可能的發展與挑戰，謀求因應之道的系統化思考方法。

2.2.2 情境預測法適用之時機

情境預測法適用之時機，分別有 Linneman & Klein (1983) [19]、Schoemaker (1991) [40]及國內學者徐序江 (1998) [7]等提出各種使用時機與情況，包含了變化的時空環境、不確定因素與意見分歧等時機。綜合而論，研究認為應包含有下列時機：

1. 大幅變化的時空環境：

時空環境變化程度愈大，其他的預測法(如趨勢分析、因果模型等)，預測結果多不容易準確；而情境分析則不然。

2. 環境高度不確定時：

情境分析係藉展開不確定包絡曲線，來描繪環境的不確定性，提供決策者充足資訊以做好事前預備；特別是其集合專家群智慧以作預測分析，當能成效卓著。

3. 當外在環境高度複雜時：

此時，情境分析可對背景環境做廣泛角度的分析，並可整合其他個別預測法的預測結果。反之，經濟計量及其他趨勢分析法則較適用於特定的個別事件分析。

4. 當不需要估計未來逐年的實際數值時：

基本上，情境預測工具係用來捕捉未來某一目標年的

景象，而不去精確地捕捉在此一時間過程中的每一個步程的演變結果。但如果我們想要知道未來每一年的精確數值，則宜選用趨勢分析。

5. 當預測與方案評估相串連時：

此時，情境預測工具中的「未來歷史」情境，可用來評估多種方案。在此一情況下，我們需要將預測結果，描述給非專業的大眾。藉由情境預測的淺顯理論基礎，以及生動的故事情節發展，可以做為一有效地溝通媒介。

6. 當競爭對手使用時：

當競爭對手使用情境預測時，為了不失去優勢，此時不得不追隨採用情境預測工具，以改善傳統策略規劃之趨於形式化，造成的品質低落。

2.2.3 情境預測之基本假設

情境預測是技術預測整體分析法之實質內容形式，其不唯考慮背景環境的骨架，建立其外在結構面，更對環境內涵賦予血肉，就其內部程序來分析。使用此法從事科技預測，我們根基於下列之假設基礎：

1. 承認精確預測的不可能性：

因為不完整資訊與人類的有限理性，面對不可預知的環境，使得我們不可能在一完全已知的情境下進行預測，長期科技預測更是如此。

2. 支持不確定包絡（envelope）的必要性：

由於未來具高度變動的不穩定性，將不在祇探討單點預測之精確，而是以數個情況來涵括未來的可能之發展發展脈絡，用以勾繪出未來不確定性的包絡曲線。（如圖 2.4）

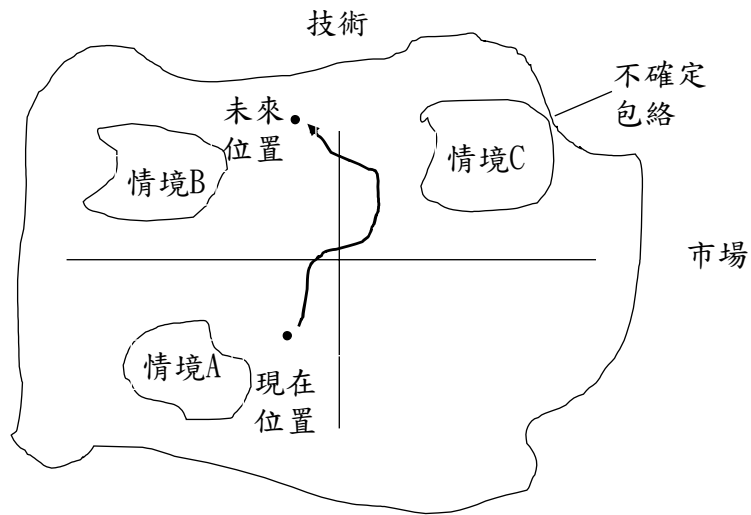


圖 2.4 情境預測的不確定包絡曲線[7]

綜而言之，我們將用二至四個情境的不確定包絡線，來共同涵括未來 2010 年奈米材料技術的可能發展動向。情境不是我們武斷式的預測，也不是對所謂最佳單一點作預測，做若干小幅度的增減。而是說明某一可能事件的發生，並藉情境對事件內容本身賦予意義，且解釋事件發生的原因，據以排列各事件的先後次序，以有效傳達未來演變的內容。

三、研究 方 法

本研究由文獻探討中，研究技術預測相關主題後，選擇情境預測法，確立其定義、使用時機與基本假設。本章係探討情境預測之在發展情境時，依需要另行加入相關研討會議之趨勢分析、預測結果、政策與相關領域專家的深入訪談，並將科技驅動力與知識經濟之互動、競爭力大師波特之相關競爭理論融入情境，整合成最後的情境內容，並研擬策略。現將本研究情境預測之步驟，分述如下：

3.1 情境預測之步驟

情境預測步驟，因為提出學者的不同，可說並無其一致性可言，不同學者提出個別情境預測步驟如下：

1. Schoemaker (1993) [50]對於情境規劃提出定義範圍、確認主要利益關係人、確認基本趨勢、確認關鍵不確定項目、建構初步的情境主題、辨認其一致性和合理性、發展學習性情境、確認研究的需要、發展數量模型、發展決策性情境等十個步驟。
2. 韓子光、蔡猷陞 (1996) [19]認為情境預測有選定目標領域、系統技術分解、列出可能路徑、選定路徑等五個步驟。
3. Schwartz (1996) [1]對情境預測提出了認定決策或議題焦點、列出關鍵因素、列出驅動力量、排序關鍵因素與驅動力量、發展情境邏輯、增修情境內容、決策或議題涵義、選擇領先指標等八個步驟。
4. Ogilvy、Mandel、Yu (1996) 等人[48]，提出的情境預測操作程序為 認定決策焦點、認定關鍵決策因素、分析驅動力量、選擇不確定軸面、選擇並增修情境內容、分析決策涵義等六步驟。
5. 根據 Tucker [51]整理 Wack、Schwartz、Ringland 等學者的觀念，認為情境預測步驟有由決策者認定目標

、建立趨勢系統、描繪情境、增修情境涵義、考慮預警訊號、驗證成效等六個步驟。

針對前述不同學者提出之不同情競預測步驟，依其異同之處整理（如表 3.1）。從表 3.1 中之比較 Schoemaker、Schwartz 與 Ogilvy 等所提之情境步驟，大致為先確認目標，再找出關鍵因素與驅動力，用以發展情境架構，並將情境內容予以建構出來，最後用於提供決策涵義，其相異處主要在於對執行步驟劃分與認知之不同。韓子光是以系統技術分解為其情境分析重要步驟，同樣 Tucker 則是建立趨勢系統，然而未將關鍵因素與驅動力加以劃分，畢竟驅動力為關鍵因素之前源，跳過此關鍵因素之步驟，相信所得之驅動力量必有所闕漏。

本研究在情境預測操作程序相關步驟中，關鍵決策因素則以結合競爭策略大師 Porter 之競爭理論為基礎，其中包含國家競爭優勢「鑽石理論模式」、「產業五力架構分析」與「產業競爭策略群組」等三項主要理論。分析驅動力部分是與知識經濟互動為思考主軸；融入未來情境預測之相關步驟中，以利後續的整體思考及情境預測的順利推動，如圖 3.1。

表 3.1 情境預測步驟比較表[本研究整理]

學 者		Schoemaker (1993)	韓子光 蔡猷陞 (1996)	Schwar tz (1996)	Ogilvy、 Mandel、 Yu(1996)	Tucker (1999)	本 研究 (2004)
情 境 預 測 步 驟	決 策 焦 點	1. 定義範圍 2. 確認主要 利益關係人	1. 選定 目標領域	1. 認定 決策或議 題焦點	1. 確定決 策焦點	1 由決 策者認 定目標	1. 確定決 策焦點
	關 鍵 因 素		2. 系統 技術分 解	2. 列出 關鍵因 素	2. 認定關 鍵決策因 素	.	2. 認定 關鍵決策 因素融入 競爭理論
	趨 勢 分 析	3. 確認基本 趨勢	3. 列出 可能路 徑	3. 列出 驅動力 量	3. 分析驅 動力	2. 建立系 統趨勢	3. 分析驅 動力並與 知識經濟 互動
	確 定 軸 面	4. 確認關鍵 不確定項目	4. 選定 路徑	4. 排序 關鍵因 素與驅 動力量	4. 選擇不 確定軸面		4. 選擇不 確定軸面
	選 擇 與 增 修 情 境	5. 建構初步 的情境主題 6. 辨認其一 致性和合理 性 7. 發展學習 性情境	5. 選定 路徑	5. 發展 情境邏 輯、 6. 增修 情境內 容	5. 選擇及 增修情境	3. 描繪 情境 4. 增修 情境涵 義	5. 選擇及 增修情境
	決 策 分 析	8. 確認研究 的需要 9. 發展數量 模型、		8. 選擇 領先指 標	6. 分析決 策涵義	5. 考慮 預警訊 號	6. 分析決 策涵義
		10. 發展決 策性情境		7. 決策 或議題 涵義		6. 驗證 成效	

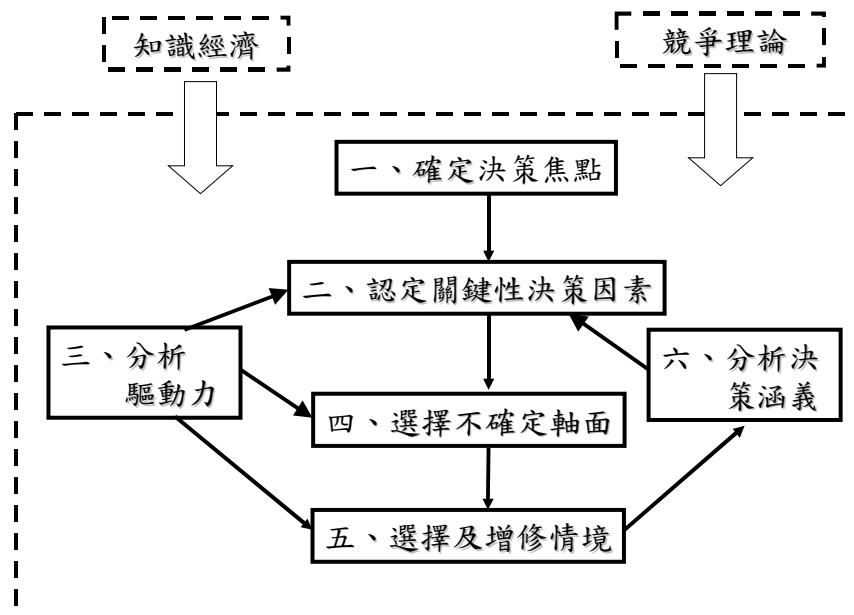


圖 3.1 情境預測步驟[本研究整理]

3.2 情境預測之策略與思維

情境預測之策略與思維是在情境預測之相關步驟中，融入知識經濟之思維與競爭理論，競爭理論是以競爭策略大師波特提出之國家競爭優勢鑽石理論模式、產業五力架構分析與產業競爭策略群組等三項理論相關因素為基礎架構，概要敘述如下。

3.2.1 鑽石理論模式：

波特提出之國家競爭優勢（如附圖 3.2）[47]，認為國家要佔有優勢地位，必須包含生產要素、需求條件、相關與支援產業表現、產業表現、企業的策略、結構和競爭程度等四項因素，加上機會與政府角色，構成一個完整的國家競爭優勢。

1. 生產要素：

一個國家在特定產業競爭中有關生產方面的表現，此包括五大類人力資源、天然資源、知識資源、資本資源、基礎設施。

2. 需求條件：

本國市場對特定產業所提供的產品或服務之需求，包括：國內市場的性質、國內市場的大小與成長速度、

從國內市場需求轉換為國際市場需求的能力。

3. 相關與支援產業表現：

指某項產業的相關產業和上游產業具國際競爭的能力。所謂相關產業是指在產業價值鏈上的活動可以共享或是產品具有互補性的產業。

4. 產業表現、企業的策略、結構和競爭程度：

國家競爭優勢中，企業如何創立、組織、管理公司、以及競爭對手的條件如何等，在各種差異條件的最佳組合之創新過程和國際競爭優勢上扮演重要的角色。

機會則是指那些非企業或政府所能影響的事件，有利重新塑造產業結構，並提供企業新的競爭空間。如基礎科技的發明創新、傳統技術出現斷層、生產成本突然提高等。

在政府角色方面，政府一直是產業在國際競爭之主要因素。而政策也會影響前面所提的四項關鍵要素；例如，政府補貼、教育和資金市場等政策均會影響生產要素。

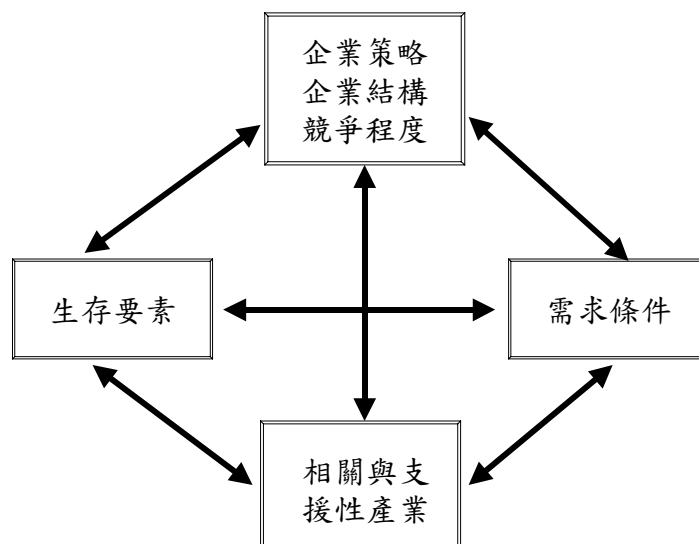


圖 3.2 國家競爭優勢鑽石理論模式 [47]

3.2.2 產業五力架構分析

產業五力架構分析（如附圖 3.3）[45]，則是波特認為技術的發展必須藉本身產業的推動與導引，透過產業結構分析來確認

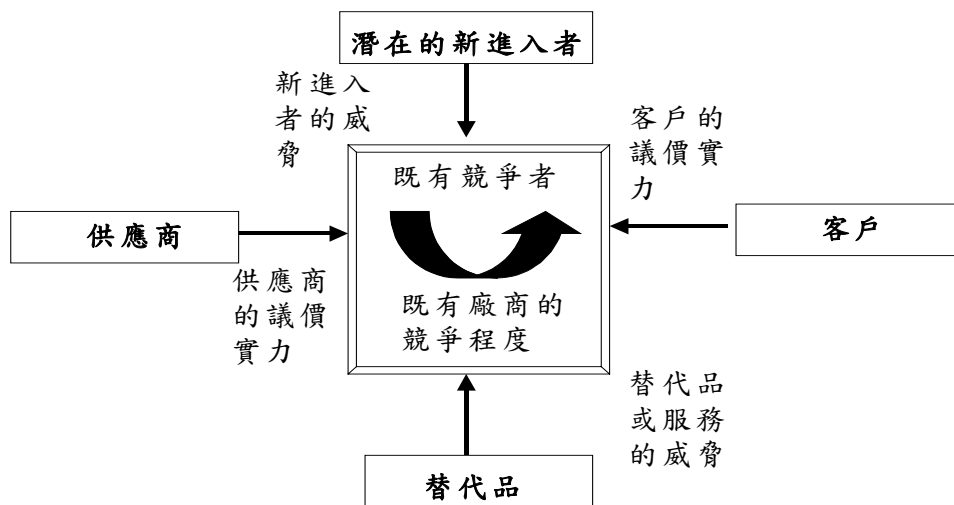


圖 3.3 產業五力架構分析 [45]

；並認為影響產業競爭及決定獨占強度的結構因素共有五項，亦即針對產業中供應商的議價實力、客戶的議價實力、新進入者的威脅、替代品或服務的威脅、既有競爭廠商的競爭程度等五種力量（如表 3.2），予以分析俾能歸納出在特定產業運作所必須具備的技術，能力或資產等產業成功的關鍵因素，並界定能改善產業和企業本身獲利能力的策略性創新。

表 3.2 產業五力內容 [45]

競爭因素	內容
競爭者的威脅	● 規模經濟。 ● 專利的保護。 ● 產品差異化。 ● 品牌之知名度。 ● 轉換成本。 ● 資金需求。 ● 獨特的配銷通路。 ● 政府的政策。
同業的競爭程度	● 產業內存在眾多或勢均力敵的競爭對手。 ● 產業成長的速度很慢。

	● 高固定或庫存成本。 ● 轉換成本高或缺乏差異化。 ● 產能利用率的邊際貢獻高。 ● 多變的競爭者。 ● 高度的策略性風險。 ● 高退出障礙。
購買者議價實力	● 購買者群體集中，採購很大。 ● 所採購的是標準化的產品。 ● 購買者易向後整合。 ● 購買者的資訊充足。
供應商的議價實力	● 少數供應者主宰市場。 ● 對購買者而言，無適當替代品。 ● 對供應商而言，購買者並不是重要客戶。 ● 供應商的產品對購買者的成敗具關鍵地位。 ● 供應商的產品對購買者而言，轉換成本極高。 ● 供應商易向前整合。
替代品威脅	● 替代品有較低相對價格。 ● 替代品有較強的功能。 ● 購買者面臨低轉換成本。

3.2.3 產業競爭策略

產業競爭策略（如附圖 3.4）[45]，波特則是主張為顧客創造價值有兩種。一種方式是以較競爭者低價格來提供與競爭者具有相等利益的產品或服務，而較低價格乃是源自企業較低的成本地位；另一種方式則是以相等或較高的價格來提供特殊的利益給顧客。並構成競爭優勢的「低成本」（lowcost）與「差異化」（differentiation）兩項基礎。

企業提供低成本及差異化產品或服務的能力決定於該企業執行價值鏈活動的能力，如設計、測試、製造、行銷、交易、購買、

獲得新客戶，進而延伸到如專利權、著作權、商譽、客戶關係及商標等。企業資源或能力的獨特性、不易模仿性或不具取得性，這些能力憑藉的就是技術及市場競爭策略，並且也決定了所提供產品或服務之低成本及差異化的程度，影響維持優勢的時間長短。

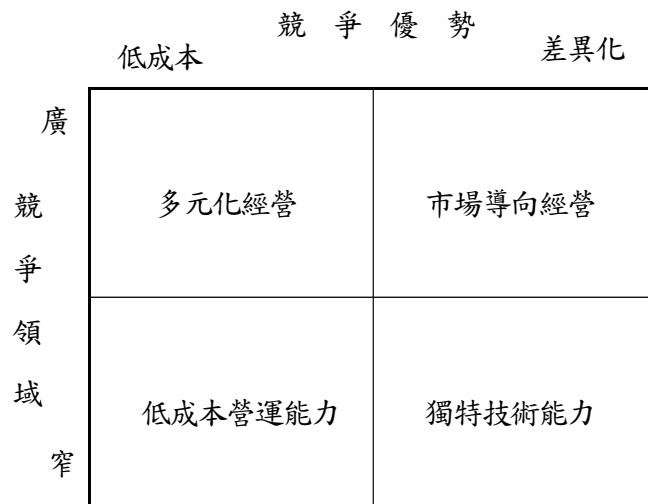


圖 3.4 產業競爭策略群組 [45]

3.2.4 知識經濟思維

分析驅動力時與知識經濟之互動，乃結合知識經濟之特色與需要為基礎，以提高技術密集度與附加價值，降低污染程度與能源依存度，提升產業績效關鍵的創造與應用知識能力，以獲得持久性競爭優勢，維持長期的高市場佔有率、高獲利率。

據 OECD (1996) 的定義，知識經濟係指直接建立在知識和資訊的創造、流通、與利用的經濟活動與體制。因此無論是文化教育、生物技術、半導體、奈米技術的應用我們皆可稱之為知識型產業。而由不同類型的知識型產業所共購的經濟環境即是知識經濟的主軸。且自工業革命以來，以科技為主的知識在經濟活動中，即扮演著日益重要的角色 [43]。

知識經濟在本質上是以智慧資源的佔有、配置，以科學技術為主的知識生產、分配和消費（使用）為重要因素的經濟。高希均、李誠（2000）認為知識經濟乃泛指以現代科學技術為核心，

建立在知識和資訊的產生、儲存、使用和消費之上的經濟[57]。過去經濟發展是以工業化為主軸。而今知識經濟是以無實體性的知識資產為經濟發展動力。在知識經濟時代，科技可視為一種幫助知識創造、應用與傳播的主要工具之一。而知識的無體性與可累積性，讓知識經濟與科技間的發展產生互為催化劑的關係。

從知識經濟為出發點思考科技發展方向的關鍵因素，以創新與整合知識，將科技技術化為實際應用的知識，並將知識價值化、商品化，推動知識的生產、消費和交易行為，以科技之進步促進經濟成長。

張順教（2003）[29]在高科技產業經濟分析一書中，認為，知識從誕生、演化、萃取、應用、累積，以至再利用是一個循環不息的過程。當個人或專業經理人可透過知識的運用與創新，影響企業的經營管理與轉型，企業的發展必然影響整體產業的動態調整，進而間接地觸發整個經濟體與社會的脈動，甚至一個國家的整體競爭力。台灣知識經濟運作的基本結構與流程（圖 3.5）。

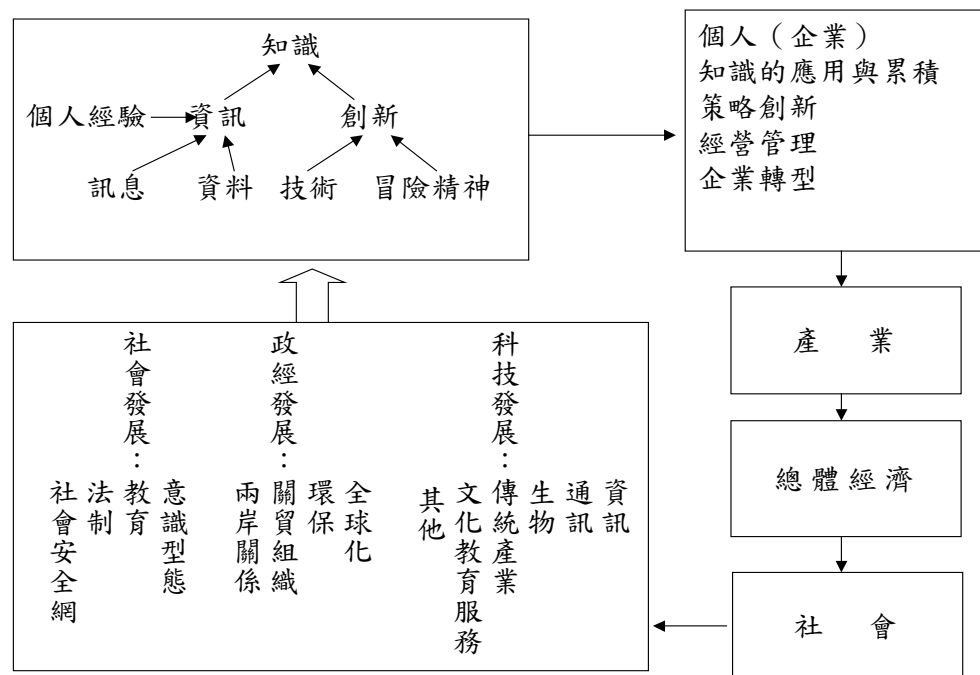


圖 3.5 台灣知識經濟運作的基本結構與流程[29]

創新對於各產業的績效日益重要，過去企業僅靠成功的產品線就可生存多年的情況將有所改變，企業若非積極創新，就不可能引入新產品、新服務和新技術，也很難獲得市場佔有率、降低成本或增加利潤。

綜合上述所言，我們瞭解藉由奈米材料技術之知識整合，使「經濟發展」、「環境品質」與「科技應用」三者之交互關係中（圖 3.6），發展出高附加價值、低污染之技術，不致因科技應用促進了經濟發展，改善了生活，卻也導致環境的污染與破壞，而是促進社會的進步與發展，共同創造人文科技島永遠好家園。

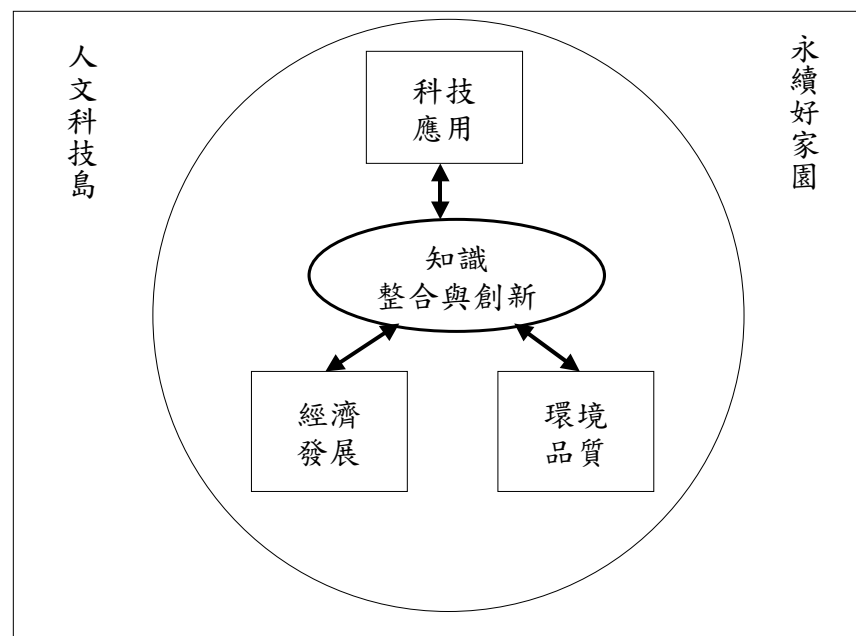


圖 3.6 科技、經濟、環境整合圖 [本研究整理]

3.3 情境預測之實施

本研究情境預測之實施，即依序由：一、確定決策焦點；二、認定關鍵決策因素；三、分析驅動力；四、選擇不確定軸面；五、選擇及增修情境；六、分析決策涵義等六步驟實施如下：

3.3.1 步驟一：確定決策焦點（decision focus）

情境發展的主要目的，其用途在於作為實際的科技規劃。而情境發展的結果能否成功的被運用其關鍵在於決策的焦點是否明確。決策焦點經充分討論與修正確定後，通常不隨著情境發展的

各個研究項目改變，決策焦點可分為 4W、1H 及 1V，依序為：

1. 設定時間架構(when): 決定「這是一個幾年期的決策？」界定情境內容屬性。
2. 認定使用者立場(who): 澄清「這是由何方立場所做出來的決定？」使情境的內容必須能與使用者的目的與意圖相結合。
3. 決定空間範圍(where): 界定出此一決策的空間影響範圍。
4. 定義主題領域(what): 明確指出情境工具所欲涵括的事物範圍。
5. 決定假設條件前提(how): 設定情境預測的基本假設前提。
6. 設定決策願景(vision): 確定此一決策係涉及企業經營的那一部分。

3.3.2 步驟二：認定關鍵決策因素 (key decision factors)

關鍵決策因素亦即會直接影響決策者做此一決策的外在環境因素。透過對關鍵決策因素的認定，來剖析該決策背後的影响力量。為求較佳的決策品質，明確界定關鍵決策因素，以利情境之發展，產生經濟條件、政府政策等之思考，考量產業發展之關鍵決策因素為總體環境、產業分析、組織內部環境、製程能力、技術能力、產品良率的控制能力…等因素，再就關鍵決策因素之項目深入思考。

3.3.3 步驟三：分析驅動力

分析驅動力量步驟中，主要分成驅動力量之界定與屬性之探索，驅動力量之界定，係尋找出影响事件發展結果的力量。決策焦點、關鍵決策因素與驅動力之間，係依相關事件圖般的鳥巢形式（圖 3.7）。外在驅動力基本上可分成兩大類：其一為總體驅動力，涵括廣泛的社會、政治、經濟、市場、教育、環保。其二為個體驅動力，則包括組織結構、技術能力、產業競爭狀況、成本控制能力、製程工程能力、研發創新能力…等力量。

其次是分析驅動力的屬性，藉由相關資料及專家會談，探究

其歷史背景、現階段的動向變化、關鍵因素不確定性的程度，以及未來可能的發展。然後再分析其本質，評估如國內基本政治局勢、兩岸關係情勢演變、區域安全環境、政府的管制政策、政府支持程度及產業政策等關鍵因素的衝擊水平高低，未來狀態變化

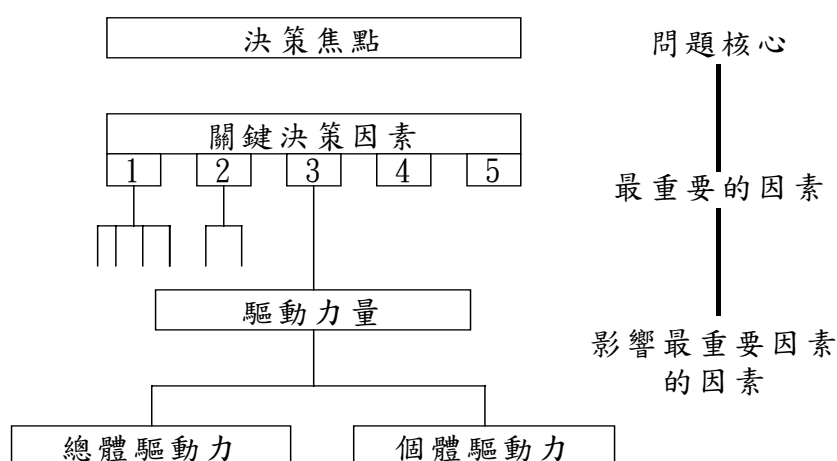


圖 3.7 決策焦點的鳥巢式架構[7]

的不確定程度，以界定出具有高衝擊、高不確定的驅力（3.3），建構情境之主軸。並依驅動力衝擊與不確定分析表資料，如國內外市場穩定性、市場需求量、市場競爭壓力等子項目，繪製衝突與不確定矩陣圖，如圖 3.8。

表 3.3 驅動力衝擊與不確定分析表[本研究整理]

驅動力子項目	衝擊水平			不確定程度		
	高	中	低	高	中	低
國內基本政治局勢						
兩岸關係情勢演變						
區域安全環境						
政府的管制政策						
政府支持程度及產業政策						
.....						

衝擊與不確定矩陣		不 確 定 程 度		
		低	中	高
衝擊水平	高	• 政治局勢 • 國家安全環境 • VII	• 經濟產業知識化 • 全球市場競爭壓力 • 國內外經濟情勢 • 國內經濟穩定性 IV	• 國內外市場穩定性 • 市場需求量 • 市場競爭壓力 I
	中	• 組織文化 VIII	• 市場資訊流通 V	• 意外環境事故 II
	低	• 人口成長老化 IX	• 教育方法的調整 VI	III

圖 3.8 衝擊與不確定矩陣[本研究整理]

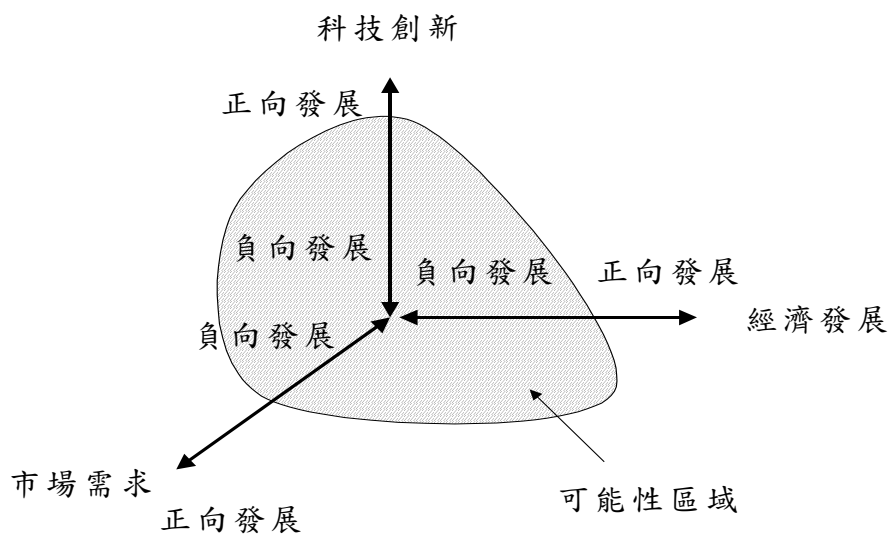


圖 3.9 不確定軸面示意圖[本研究整理]

3.3.4 步驟四：選擇不確定軸面（Axes of Uncertainty）

選擇不確定軸面之目的在於建立候選的情境項目。就表 3.7 表中高衝擊程度、高不確定的驅動力中，經由評估、排序、組合的結果，以產生最後情境的各個不確定軸面。歸類挑選出三至四個相關軸面後，繪製不確定軸面圖（如圖 3.9）涵蓋可能性區域，以及不確定軸面分析表，如表 3.4。若藉由三個不確定軸面取組

合式排列，則可獲得八個基本情境，如表 3.5。

表 3.4 不確定軸面分析表[本研究整理]

不 確 定 軸 面	正 向 發 展	負 向 發 展
經 濟 發 展	景 氣 蓬 勃	萎 靡 蕭 條
科 技 創 新		
市 場 需 求		

表 3.5 基本情境選擇表[本研究整理]

情 境	經 濟 發 展	科 技 創 新	市 場 需 求	情 境 選 擇 與 命 名
1	(正 向 發 展)	(正 向 發 展)	(正 向 發 展)	如：微利時代
2	(正 向 發 展)	(正 向 發 展)	(負 向 發 展)	
3	(正 向 發 展)	(負 向 發 展)	(正 向 發 展)	
4	(正 向 發 展)	(負 向 發 展)	(負 向 發 展)	○○○○
5	(負 向 發 展)	(正 向 發 展)	(正 向 發 展)	
6	(負 向 發 展)	(正 向 發 展)	(負 向 發 展)	
7	(負 向 發 展)	(負 向 發 展)	(正 向 發 展)	
8	(負 向 發 展)	(負 向 發 展)	(負 向 發 展)	○○○○

3.3.5 步驟五：選擇及增修情境

此步驟包括兩項重點：一為選擇情境，為有效區別個別的情境內容，並避免過重之分析工作負荷，耗費無謂之人力、物力資源，依據一致性原則(consistency)或共同意見(commonality)原則，於上表中選出二至四個情境並命名。且各情境必須具有以下特性：

1. 每一個情境在結構上皆是不同的、獨特的。
2. 每一個情境均為「內部一致的」，各驅力方向不相矛盾。
3. 每一個情境皆為可能發生的(plausible)，藉由組合不確定軸面與替代方案發展潛在情境，包括各種可能的

情況。

4. 將每一個情境加總後，即可涵括未來世界的領域，即不確定包絡線。

其次為增修情境，增修情境則為使情境內容生動活潑，藉步驟二、步驟三的資料，針對選擇之情境依序就不確定軸面增修情境，創造情境的內容。

表 3.6 ○○情境機會點與威脅點[本研究整理]

情境名稱	機會點	威脅點
○○○○	• 知識經濟誘發科技創新 • 製程能力強，降低生產成本 • 全球化，國際人才獲得容易	• 貧富差距大，影響社會安定 • 員工忠誠度降低，流動率高 • 創新方向不正確，造成侵權

3.3.6 步驟六：分析決策涵義（Decision Implications）

分析情境內容在管理決策上的涵義，釐清情境內容與前述關鍵決策因素的關鍵性，以完成情境預測工具的應變規劃功能。依序就每一情境及所有情境，探究該科技的機會點及威脅點（如表 3.6），以顯示外在情境對企業（組織）體的衝擊所在；並探究其未來的在商業需求、技術需求可能採取之策略等企業需要（表 3.7），以實現機會與降低威脅。

表 3.7 ○○情境之企業需要[本研究整理]

情境名稱	企業需要
○○○○	• 獎勵投資與稅賦減免 • 技術通報 • 基礎設施的規劃 • 貴儀中心的設立

四、奈米材料之情勢

本研究以台灣未來奈米材料技術發展為個案，探討科技驅動力與知識經濟之互動，我們必須先了解台灣之一般情勢、奈米材料技術、台灣發展之現況、世界奈米市場預測與主要競爭國家美國、日本與潛在競爭國家南韓、中國大陸、歐洲研究組織等發展現況、未來發展等基本情勢，作為各情境預測的起點，以利爾後情境預測的推動的基礎，也更可藉競爭者之發展狀況，體認台灣奈米材料技術發展情境預測之迫切性、需要性。

4.1 台灣之一般情勢

台灣的土地狹小，人口約 2200 萬人，是個呈南北狹長型的海島，面積約有 3.6 萬平方公里(14,400 平方英哩)，位於亞洲大陸東南方、太平洋西岸東亞島弧間，北臨日本、琉球群島，南接菲律賓群島，是往來亞洲各地的樞紐。自然資源貧乏，客觀條件有限，至 2003 年止平均每人國民生產毛額 3,464 美元，經濟成長率 5.17%，教育經費支出占 GNP 比率 6.09%，勞動力 10,154 千人，失業率 4.61%，國民儲蓄率、進、出口、外匯存底等相關資料，詳如國情報告（附錄一）。

在過去數十年之間，台灣突破了客觀條件的限制，以平均每年經濟成長率七·九％的速度，創造世界罕見的經濟奇蹟，其原因之一，是順著全球化浪潮之勢，將產品銷售至世界各國，並藉著對外投資，建立跨國分工網絡，大幅擴展經濟版圖。台灣不但融入世界潮流，也改變了本身產業結構，出現明顯的升級現象。高技術勞力密集產業出口占台灣總出口金額比重，自 1993 年的二七·六二％上升至 2000 年的四九·五三％（如附圖 4.1）。

根據瑞士洛桑國際管理學院（IMD）和世界經濟論壇（WEF）從 1989 年起發展出的一套包括評比國家競爭力的八大分類指標為：1. 國內經濟(Domestic Economy)；2. 國際化(Internationalization)；3. 政府(Government)；4. 金融(Finance)；5. 基礎建設(Infrastructure)；6. 管理(Management)；7. 科學與技術(Scien

ce and Technology)；8. 人力(People)。51 項中分項及 224 項細項指標。(詳如附錄二)

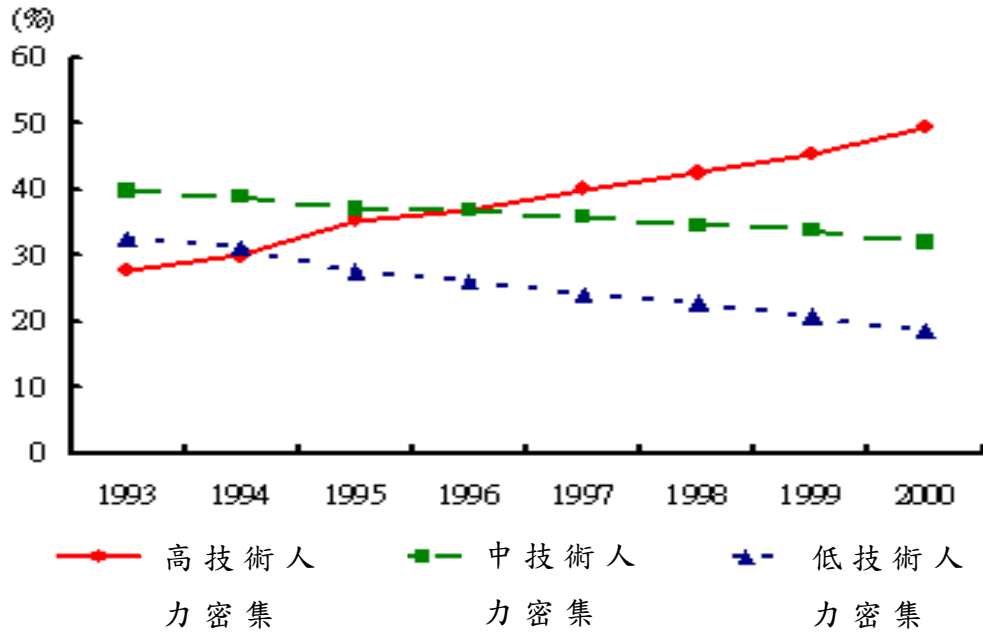


圖 4.1 台灣以技術人力密集度區分之出口結構[35]

2004 年在人口超過兩千萬的國家及地區中，美國維持領先地位，其次為澳洲、加拿大、馬來西亞、德國，台灣位居第六。以總體經濟表現為準，在人口超過兩千萬的國家中，美國居世界第一，中國第二，台灣從去年的十七名進步為第十一；而在政府效率類別，台灣從去年的第九進步為第六，澳洲取代美國躍居第一；企業效率部分，台灣維持第四名；台灣在基礎建設方面也是維持去年的第七名。台灣在「企業調適」及管理實務方面則分居第三及第五位[54]。

近年來，雖面臨全球之經濟不景氣，但台灣之經濟成長率在世界主要國家中仍維持相當高之水準(如表 4.1)。在新世紀的國力競技場上，客觀環境與主觀條件下，現在台灣雖具備若干優勢，卻也面臨經濟、環境、社會等層面的許多問題與挑戰(如表 4.2)。

表 4.1 主要國家經濟成長率[55]

年度 國家	1998 年	1999 年	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年 (f)
世界 WEFA 估 測 值	2.4	3.1	4.0	1.3	1.8	2.6	3.8
中 華 民 國	4.6	5.4	5.9	-2.2	3.6	3.2	4.7
美 國	4.2	4.5	3.7	0.5	2.2	3.1	4.8
日 本	-1.1	0.1	2.8	0.4	-0.4	2.7	2.5
德 國	2.0	2.0	2.9	0.8	0.2	-0.1	1.4
法 國	3.6	3.2	4.2	2.1	1.2	0.2	1.8
英 國	3.1	2.8	3.8	2.1	1.7	2.3	3.0
新 加 坡	-0.9	6.9	9.7	-1.9	2.2	1.1	4.9
韓 國	-6.9	9.5	8.5	3.8	7.0	3.1	5.9
香 港	-5.0	3.4	10.2	0.5	2.3	3.3	4.9
中 國 大 陸	7.8	7.1	8.0	7.3	8.0	9.1	8.0
泰 國	-10.5	4.5	4.8	2.1	5.4	6.4	6.9
馬 來 西 亞	-7.4	6.1	8.5	0.3	4.1	4.8	5.2
菲 律 賓	-0.6	3.3	4.5	3.0	4.4	4.5	4.1
印 尼	-13.1	0.8	4.9	3.4	3.7	4.1	4.6

表 4.2 台灣之優勢、問題與挑戰[本研究整理]

優勢	問題與挑戰
生產資源 — 豐富的資金 — 高素質之人力 — 冒險創業及創新精神 產業基礎 — 廣泛完整的產業基礎 — 靈活的經營合作 位居亞太經貿發展中樞 — 居於東亞地區和各航運的中心位置 政治民主 — 國際對自由民主的支持	經濟的轉型 — 外在政治環境的干擾 — 投資環境惡化 — 知識經濟發展瓶頸 環境的保育 — 生態保育不良 — 生活品質低落 社會的變遷 — 人權保障不足 — 社會治安欠佳 — 黑金政治猖獗 — 政治運作缺乏效率 — 公權力不彰

4.2 奈米材料技術

本節是探討有關奈米材料的分類、特性與奈米材料技術之應用，分述如後：

4.2.1 奈米材料的分類

西元 1970 年代末期，隨著科技進步，科學家發現，奈米級大小、介於巨觀和微觀之間的「介觀」物理現象，值得進一步研究（如圖 4.2）[70]。奈米（Nano）來自希臘字的接頭語，表示十億分之一。奈米（nanometer, 10^{-9} m）為一公尺的十億分之一，約是人類頭髮直徑的百分之一，10 倍於氫原子直徑大小，與目前半導體製程使用之單位 μ m（micrometer, 微米）差 1,000 倍。微米（ μ m）與奈米（nanometer, nm）都是度量衡單位， 1μ m = 10^{-6} m， 1 nm = 10^{-9} m。而材料尺度由微米到奈米所代表的意義並不只是尺寸的縮小，同時是新而獨特的物質特性出現[41]。

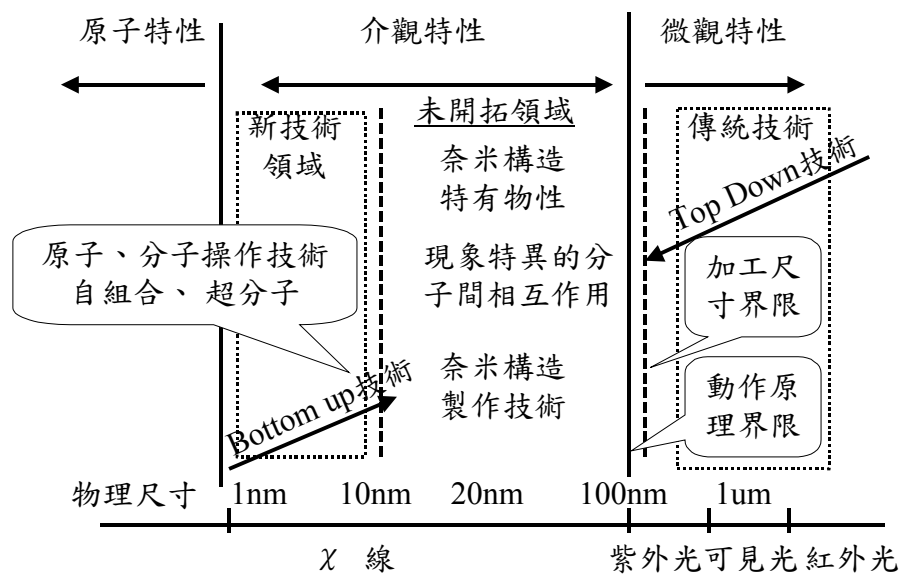


圖 4.2 奈米材料之介觀特性 [70]

表 4.3 奈米材料相關分類表 [41]

分類依據	分類
奈米維度	零維奈米材料:三維尺度均在奈米尺度內,例如奈米顆粒
	一維奈米材料:有二維尺度在奈米尺度內,例如:奈米線、奈米棒、奈米管等
	二維奈米材料:有一維尺度均在奈米尺度內,例如:奈米薄膜、奈米塗層、超晶格等
	三維奈米材料:奈米材塊
化學成分	奈米金屬、奈米晶體、奈米陶瓷、奈米玻璃、奈米高分子等
材料物性	奈米半導體材料、奈米磁性材料、奈米非線性光學材料、奈米鐵磁體材料、奈米超導體材料、奈米熱電材料等
材料應用	奈米電子材料、光電子材料、奈米生物醫用材料、奈米敏感材料、奈米儲能材料等
產業技術	奈米粉體製造技術、奈米模板製造技術、自組裝奈米結構技術、奈米複合材料、奈米結構性能及製程模擬技術

西元 1980 年代，電子掃描穿隧顯微鏡 (Scanning Tunneling Microscope, STM)、原子力顯微鏡 (Atomic Force Microscope, AFM)、近場光學顯微鏡 (Near-Field Microscope, NFM) 的出現

，提供科學家觀測、操控奈米尺寸原子、分子[18]。奈米科技便是在奈米尺寸等級的微小世界中操作、控制原子或分子組合成新的奈米尺度結構（奈米材料），以此為基礎，設計、製作、組裝成新的材料、器具或系統，使之產生全新功能。奈米材料相關分類，如表 4.3。

4.2.2 奈米材料的特性

在奈米的領域下（1~100nm），許多物質的現象都將改變，例如質量變輕、表面積增高、表面曲度變大、熱導度或導電性也明顯變高等，因此也就衍生了許多新的應用。奈米技術便是用各種方式將材料、成份、介面結構等控制在 1~100 nm 的大小，並改變其操控、觀測隨之而來的物理、化學與生物性質等的變化，以應用於產業。奈米科技的最終目標是依照需求，透過控制原子、分子在奈米尺度上表現出來的嶄新特性，加以組合並製造出具有特定功能的產品。奈米材料相關特性如表 4.4：

表 4.4 奈米材料特性表[41]

性質分類	性質描述
聲音性質	表面原子對傳感作用上，可增加敏感度，由於粒徑小，孔隙度亦縮小，使訊號的傳遞能迅速而不受干擾，其訊號與雜音比提高，其聲譜也會因而改變。
光學性質	微粒尺寸減小時，光吸收或微波吸收增加，並產生吸收峰等離子之共振頻移，頗具有新的光學特性，如對紅外線的吸收和發射作用，或對紫外線有遮蔽作用等。不同粒徑材料對光的不透明度，亦即對其遮蔽力將隨光的波長而易。
磁學性質	微粒表面原子之特殊結構效應，從磁有序向磁無序狀態轉變，超導相向正常相轉變而產生新的磁學特性；且當粒徑變小時，其磁化率隨著溫度之下降而減少，甚至為零，成為磁絕緣體。
力學性質	奈米材料由於高比例表層原子之配位不足與極強之凡得瓦爾作用力，使奈米複合材料之強度、韌性、耐

	磨性、抗老化性、耐壓性、緻密性與防水性大大提高，在複合材之力學物理上有革命性之改善。
電學性質	奈米微粒表面原子之特殊結構易引起表面電子自旋構象和電子能譜的變化，故意具有新的電學特性，金屬粒子之原子間距離將隨粒徑減小而變小金屬中自由電子的平均自由半徑會減小，其導電率會降低。
熱學性質	奈米微粒晶體表面原子之振幅約為內部之 2 倍，故隨著粒徑減小和表面原子之增加，其晶體熔點將會降低，如混入 0.1-0.5% 之奈米鎢絲，其燒結溫度由 3000 度 C 下降至 1300 度 C。奈米微粒於低溫時，其熱阻趨近於零，熱導性極佳，可作為低溫導熱材料。
化學性質	微粒尺寸逐漸趨近奈米大小時，原離子型晶體會轉為趨向共價鍵性；反之，原共價鍵型晶體會呈現出離子鍵性質；而原金屬鍵型晶體亦會逐漸轉變為離子鍵或共價鍵之性質，故化學性質有所變化。 由於表層原子數比例增加，具有非結合之電子與吸附作用，故加強了化學反應能力與催化特性。故催化效率與光效激發產生電子與正孔之時間有關，並與微粒直徑之平方成正比，故光觸媒粒徑越小，其光催化活性越強。

4.2.3 奈米材料技術之應用

奈米科技 (nanotechnology) 包含量測、模擬、操控、精密安放和創製小於 100 奈米級的物質。操縱數個至數十個，最多一至二百個原子之科學。奈米科技之各項研究領域，並不局限在某單一研究領域上，只要研究標的為奈米級之事務，均屬於奈米科技之範疇[66]。簡而言之是經由奈米尺度下對物質的控制，以創造及利用材料、結構、裝置或系統。本研究則著重於奈米科技中材料技術層面之個案探討。

奈米材料技術的目標是探討藉由原子、分子、超分子等級的操控能力以產生具有新分子組織的較大結構，及其所具有新穎的

物理、化學和生物的特性與現象，且有效地製造並利用這些結構[18]。

奈米材料之應用主要包含「技術層面」及「產品產業層面」。產品層面主要有「奈米基礎材料」、「奈米功能性製品」、「奈米檢測產品」三大類。技術層面則以「奈米材料技術」、「奈米製品技術」、「奈米檢測技術」三個技術領域為主（如附錄三），相關技術在產業應用與關聯上相當廣泛（如圖 4.3）。

「奈米材料技術」是屬於前期發展，主要與奈米基礎材料之生產製造有關，應用之產業包含電子、光電、化工、半導體、複合材料及能源等。

「奈米製品技術」則屬於中期發展階段，主要與奈米功能性製品有關，應用之產業包含電子、光電、半導體、能源、生技及化工等。

「奈米檢測技術」則是屬於中後期發展，主要與奈米檢測產品相關，應用之產業包含電子、半導體、光電、生技、金屬、及通訊等[41]。

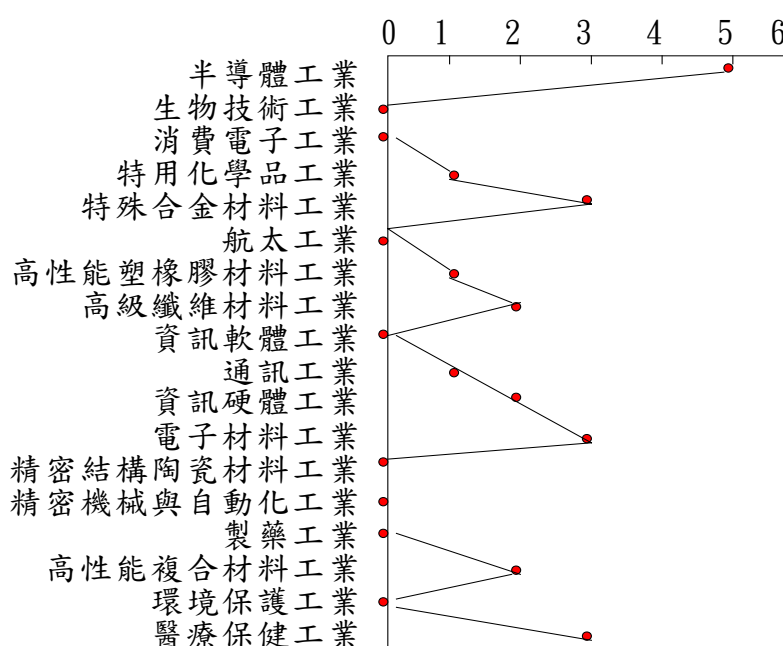


圖 4.3 奈米技術領域對我國十八大新興產業之關聯度[43]

4.3 台灣奈米技術發展之現況

奈米國家型科技計畫於民國 1999 年國科會即開始規劃推動，民國 2000 年 12 月「行政院科技顧問會議」與民國 2001 年 1 月第六次「全國科學技術會議」結論均指出奈米科技為我國未來產業發展重點領域的方向。國科會於民國 2002 年 1 月召開第一五五次委員會議，討論通過「奈米國家型科技計畫」構想，決定自民國 2003 至 2008 年間，投入經費新台幣 231.9 億元於奈米科技發展（如表 4.5）。

表 4.5 奈米國家型科技計畫[59]

計畫	分項計畫	子 項 計 畫
奈米國家型科技計畫	學術卓越	奈米結構物理、化學與生物之基礎研究
		奈米材料之合成、組裝與製程之研究
		奈米尺度探測與操控技術之研發
		特定功能奈米元件、連線、介面與系統
		微/奈米尖端機械與微機電技術發展
		奈米生物技術
	產業化技術	奈米材料學與製程技術
		奈米電子技術
		奈米顯示器材材料學與元件技術
		奈米光通訊技術
		奈米構裝技術
		奈米儲存技術
		奈米能源應用技術
		基礎產業奈米應用技術
		奈米生技應用技術
	核心設施建制與分享運用	學術研究核心設置與分享運用
		產業應用核心設置與分享運用
	人才培育	

奈米國家型科技計畫之目標，是以人才培育和核心建置為基

礎，達到「學術卓越研究」及「奈米科技產業化」目標，依據奈米國家型科技計畫室對奈米科技未來發展方向可分學術卓越方面、產業化技術方面、核心設施建置與資源分享運用方面、人才培育方面等四個方面。

4.3.1 在學術卓越方面：

建立世界一流的研究團隊，對奈米科學作出重要的貢獻；理論計算與模擬的能力達國際水準，並對國內實驗及產業產生重要的影響；發明創新之設計、量測、操控及製造技術；發展出奈米與微米系統介面技術；發明創新之奈米元件與系統；建立奈米機電產業所需之設計、量測、操控、製造技術及原型設備。

4.3.2 在產業化技術方面：

配合產業推動小組訂定目標，至民國 2008 年止，促使投入研究與技術應用廠商數超過 800 家，及影響產業產值累計達新台幣 3,000 億元；與國外重要奈米研究機構建立良好聯繫管道；善用奈米介觀視界的現象與原理，開發相關應用產品、替代性材料與技術。依產業別歸納下列發展方向：

1. 發展零維至三維各種型態奈米材料合成與加工技術。
2. 開發以奈米材料技術應用之高效率／壽命儲能裝置。
3. 建立奈米鍍膜技術於光通訊上之應用。
4. 建立特殊奈米材料與製程技術，經由特殊設計突破體積與散熱的限制。
5. 建立下世代高容量資料儲存用材料與加工製程技術。
6. 分階段建立奈米材料應用之新型態平面顯示器技術。

4.3.3 在核心設施建置與資源分享運用方面：

成為有世界知名度的奈米科學研究中心；開發分子電子元件的製程；發展精密儀器和新穎量測技術；研發實用價值的高靈敏度、高密度、效用多元和檢測速度快的生物晶片；從研發奈米精密儀器設備經驗，獲得開發生產奈米產品所需各種生產設備能力；建構自主的奈米製造技術和奈米檢測分析技術；配合電子資訊、通訊及家電等 3C 產品發展，解決電子產品研發及量產的發展瓶頸。

4.3.4 在人才培育方面：

培育具跨領域、創造力、專業、創新科技、國際觀及智財權觀之優秀人才；建立自 K-12、大學、研究所、到終身學習之人才培育機制；連結產學橋梁，提供產業技術及人才資料庫，供產業所用[53]。

2002 年國內相關產業之調查研究顯示，有 42% 的公司「具有奈米技術」、58%「不具有奈米技術」。在具有奈米技術的公司中 70% 已有商業化產品、30% 正在規劃開發階段，在不具有奈米技術的公司中約有 93% 預計導入奈米材料技術，並有技術協助之需求，也希望與相關單位進行產學合作（表 4.6），極需相關人才。

表 4.6 台灣地區奈米科技產業現況[41]

	狀 態	公 司 比 例		總 百 分 比
具有奈米技術	已有商品化生產	70%		4 2 %
	規 劃 發 展 中	30%		
尚未有奈米技術	預 計 導 入 奈 米 技 術	是	9 3 %	5 8 %
		否	7 %	
	需 技 術 協 助	是	9 3 %	
		否	7 %	
	產 學 合 作 意 願	是	1 0 0 %	
		否	0 %	

4.4. 世界奈米市場與主要國家發展狀況

台灣未來奈米材料技術發展過程中，著眼於全球化的趨勢，除了國內市場需求外，對於世界奈米市場也是我們的潛在目標。同時必須了解領域中技術領先之先進國家，如美國、日本、歐盟等發展狀況。另外，對於潛在的競爭者，如南韓、中國大陸等在奈米科技發展之概況，亦不容輕忽。

4.4.1 世界奈米市場

展望未來，資訊通信技術、生物技術、材料與製造技術以及

環境與能源技術的新發展，將給產業帶來新的變化，特別是以知識為基礎的科技產業的成長（如附表 4.7）。且相關產業研發與產品生命週期縮短，將使以技術為基礎的產品之全球市場競爭激烈。根據美國白宮國家科技委員會等單位對奈米技術的期許，估計未來 10~15 年間奈米技術的相關產品市場價值每年有機會達到一兆美元。

表 4.7 主要科技產業全球市場預測 單位：十億美元[55]

年度 產業別	2000 年	2005	2010 年	2020 年	2000-2020 年平均 成長率
半 導 體	170	220	280	410	4.5
電 腦	410	560	700	1010	4.6
通 訊 機 器	240	380	520	800	6.2
家 電 機 器	180	330	630	760	7.5
航 太 技 術	233	275	325	430	3.1
生 物 科 技	270	360	750	1120	7.4
醫 療	86	130	200	390	7.8
先 進 材 料	66	95	130	200	5.7
環 境	429	555	720	1235	5.4
精 密 機 械	88	100	125	200	4.2
合 計	2172	3005	4380	6555	5.7

如果將材料、電子、醫藥品、化學工業、航太、量測工具等分開計算，材料方面產值每年約 3400 億美元而居各類之冠；屬於電子方面的半導體工業則每年產值將達 3000 億美元，產值之大使奈米科技已成為各國爭相投入研究的領域。我經濟部則預估在二〇〇八年時我國奈米技術應用影響相關產業產值將達新台幣三千億元，至二〇一二年擴大應用到電子、半導體等八大產業後，這八大產業的產值可升至一兆元。

日本日立總合研究所對全球奈米科技市場做到分項預估（如表 4 8 所示），其中最被關心的資訊電子分項，預計到 2010 年

時將具有每年 671,884 億日圓市場（佔 50.6%）的可能，之中最

表 4 8 全球奈米科技市場預估[55] 單位：億日圓/年

年度 類別	2005 年		2010 年	
	預 估 值	佔 有 率 %	預 估 值	佔 有 率 %
資 訊 電 子	26,483	27.1	671,884	50.6
• 半 導 體	2,615	2.7	267,097	20.1
• 網 路 器 件	23,868	24.4	107,188	8.1
• 資 訊 儲 存	0	—	51,593	3.9
• 生 物 奈 米 感 測 器	0	—	1,986	0.1
• 其 它	0		244,020	18.4
製 程、材 料	15,896	16.3	415,924	31.3
航 空、宇 宙	29,281	30.1	88,220	6.6
環 境、能 源	5,619	5.7	61,309	4.6
量 測、加 工 、 模 擬	12,827	13.1	52,202	3.9
生 命 科 學	6,968	7.1	37,951	2.9
農 畜 產 業	600	0.6	1,725	0.1
合 計	97,674	100	1,329,215	100

大的是半導體市場（每年 267,097 億日圓）（佔 20.1%），其次則為網路器件、資訊儲存以及生物奈米感測器等以外的「其它」部

份（每年 244,020 億日圓）（佔 18.4%），由此顯示未來奈米科技在資訊電子方面的應用將有別於目前 3C 為主的情況，產品應用為極為多元創新發展的局面。

4.4.2 美國奈米科技產業發展現況

2000 年 1 月美國前總統柯林頓推動由美國國家科學與技術委員會（National Science and Technology Council, NSTC）針對奈米技術提出了「國家奈米計畫」（National Nanotechnology Initiative, NNI）美國目前在奈米技術方面的研究中，是以合成、化學品、生物等方面處於全球領先地位，而在奈米裝置／設備的生產、陶瓷及其它結構材料方面則略遜於日本。美國將奈米技術視為下一波產業革命的重要領域，以其具壓倒性優勢的「資訊」與「生物技術」與奈米技術融合，投入大量的預算（如表 4.9）。

表 4.9 美國聯邦政府部門奈米科技預算[55] 單位：百萬美元

年 度 部 門	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年
國 防 部	70	123	144.0	144.0
能 源 部	58	87.95	114.1	114.1
司 法 部	-	1.4	1.4	1.4
運 輸 部	-	-	2	2
環 境 保 護 署	-	5	5.0	5.0
太 空 總 署	5	20	46.0	46.0
國 家 衛 生 院	32	39.6	40.8	40.8
國 家 標 準 與 技 術 研 究 院	8	33.4	17.5	17.5
國 家 科 學 基 金 會	97	150	199.0	199.0
農 業 部		1.5	1.5	2.5
總 計	270	463.85	604.4	710.2

註：國務院、財政部 等二部會無明確編列之奈米科技預算

美國為現今科技與產業之強國，除了企業投入奈米科技之研究外，聯邦政府設立 NNI，統合各單位之奈米科技預算與研究方向，節省經費與人力，以期發揮政府預算之最大貢獻（如表 4.10）。

另外在產業界方面，2001 年 4 月底 IBM 也宣稱未來晶圓不一定用矽製造！雖然該公司已有能力用奈米碳管（Carbon Nanotube）擔任電晶體的角色，初步認為於在 2010 年可商品化。

2003 年持續增加奈米科技的投資，計投入 6.79 億美元。同時為了在奈米科技的投資能獲廣泛衝擊，國家科學基金會在整個研發策略上務求五項奈米工作領域能均衡發展，其中包括：

1. 基礎研究與教育：奈米尺度生物系統、奈米尺度結構、新行為及量子控制、元件與系統建造設施、奈米尺度環保製程、奈米尺度模擬與模式研究。
2. 重大挑戰項目：包括設計操控奈米結構材料；奈米尺度電子元件、光電元件及磁性元件；奈米尺度生產製程、催化劑、化學生產、環保及健康。
3. 卓越中心：提供支持新研究與教學中心，進行跨領域奈米尺度模擬及模式研究，提供設施從事奈米加工實驗。
4. 研究設施方面：改進奈米尺度檢測、製程及操作設備及軟體。
5. 提供學生獎學金，規劃奈米科學與工程相關課程，俾培育人才。

表 4.10 美國聯邦政府奈米科技研究領域規劃[55]

部門 項目	國防部	能源部	司法部	環境保護署	太空總署	國家衛生院	國家標準與技術研究院	國家科學基金會
基礎研究	○	○			○	○		○
奈米材料	○	○		○	○	○	○	○
分子電子	○				○		○	○
自旋電子學	○				○			○
奈米電子零組件	○	○	○		○	○	○	○
生物感測器與生技資訊			○		○	○		○
生物工程	○	○				○		○
量子電腦	○	○			○		○	○
良策與標準工具	○	○			○			○
奈米理	○	○			○	○	○	○

論與模擬								
環境監控		○		○	○			○
奈米機器人		○			○			
無人控制	○				○			
國際合作	○	○	○	○	○	○	○	○
奈米加工設施		○		○	○	○	○	○

表 4.11 日本新設立奈米研究所據點及其研究內容[55]

學術機構	研究單位	設立時間	研究計劃內容
東京大學		2001 年	製作高分子、金屬等材料物質的資料庫，以進行新材料的研發工程。
大阪大學	產業科學 Nano-technology Center	2002 年 4 月	旗下分材料、生化等 10 個研發部門；未來重點將置於產業應用，研發可植入人體的奈米生物晶片。
東京工業大學	量子 Nano-electronics Center	2002 年 4 月	將進行量子計算機用基礎元件開發，量子計算機可在瞬間完成超級電腦需時 1 年的演算作業。將斥資 40 億日圓，在 2003 年於筑波市建設相關材料的研發設施。

東北 大學	未來情報 社會研究 館	2001 年 10 月	與夏普等 9 家民間企業合作 進行半導體生產用奈米技 術研發。
物質材 料研究 機構	Nano 材料 實驗	2003 年	高性能材料
理化學 研究所	考慮設立 大型研究 機構	—	—
富士通	Nano-tech nology Re search Ce nter	2000 年 12 月	研發超高速電腦的奈米研 究所

4.4.3 日本奈米科技產業發展現況

日本在奈米技術的基礎研究方面較晚於歐美國家，但在應用技術方面卻凌駕歐美。2000 年日本成立「奈米技術發展戰略推進會議」組織，制訂出國家奈米技術研發策略，並將奈米技術列為新五年科技基本計畫的研發重點。日本在國家奈米技術研發策略中，訂定有能源、奈米 IT、生命科學、環境四大發展目標，在這四大領域中，總計有 147 個研發項目。日本在超微細加工方面表現得一直相當突出，基礎研究也做得不錯，目前則在奈米設備和強化奈米結構領域掌有全球優勢。

受到美國將奈米研發工程列為國家重點計畫的刺激，日本各國立大學、政府研究機構等紛採取產學合作模式，設立奈米研究所（如表 4.11）以對抗美國的研發攻勢。設立奈米研究所的學術機構，包括東京大學、大阪大學、東京工業大學、東北大學、隸屬文部科學省的獨立法人「物質材料研究機構」等，投入研究計畫的學術人員總計約數百人。

4.4.4 歐洲奈米材料研究組織

歐盟根據奈米技術研究的特點建立合作研究網（如表 4.12）

表 4 12 歐洲奈米材料研究網的主要研究領域[55]

研究領域	內容說明
結構應用的奈米技術 (35 個)	奈米粉末陶瓷、含有奈米晶體或顆粒的複合材料、以碳管或富勒環為基礎的材料、奈米顆粒塗料、奈米結構的金屬和合金等。
資訊處理、儲存和傳輸的奈米技術 (43 個)	奈米電子元件、材料和儀器、光電子元件／光學材料和儀器、磁性材料和儀器、有機(光)電子元件、奈米機械儀器和材料等
奈米生物技術 (26 個)	藥物封裝、定點藥物輸送、分子識別、生物相容的材料和層面、分子分析、DNA 分析、生物／無機界面和雜化物、診斷等。
傳感器應用的奈米技術 (37 個)	奈米結構傳感器、以生物分子為基礎的傳感器等。
(電)化學加工的奈米技術(22 個)	過濾、具有奈米結構表面的催化劑或電極、超分子化學等。
基礎應用的長期研究(35 個)	自組裝、量子物理、化學、有機／生物分子的界面、超精密工程等。
儀器和設備，輔助科學和技術(43 個)	分析設備和技術、粉末生產和加工、沉積設備和技術結構生成設備和技術、超精密計量等。

，以便促進各個研究單位之間的交流。根據歐盟 2000 年 8~10 月間進行的調查，並於 2001 年 5 月發佈的結果顯示，歐洲已有 54 個有關奈米技術研究和應用的合作研究網，此外還有大約 40 個已經登記的合作研究網沒有統計在內。其中在資訊處理、儲存和傳輸的奈米技術方面已有 43 個研究組織進行奈米電子元件、材

料和儀器、光電子元件／光學材料和儀器、磁性材料和儀器、有機（光）電子元件、奈米機械儀器和材料…等相關研究。

至 2003 年底止歐盟根據奈米技術研究的特點，建立合作研究網，促進各個研究單位之間的交流，目前已有 54 個有關奈米技術研究和應用的合作研究網，這 54 個合作研究網具有以下特點：

1. 研究網的國際合作性強：在 54 個研究網中，29 個研究網為國家網，其餘 25 個是國際網。
2. 研究領域集中：這些研究網的研究領域主要有結構應用的奈米技術、資訊處理、儲存和傳輸的奈米技術、奈米生物技術、傳感器應用的奈米技術、（電）化學加工的奈米技術、基礎應用的長期研究、儀器和設備、輔助科學和技術等。

4.4.5 南韓奈米科技產業發展現況

南韓科學技術部宣佈 2001 年投入 230 億韓元（約 1,821 萬美元）發展奈米技術，爾後 10 年每年還要追加 154 億韓元發展。此外，2001 年挹注 52 億韓元，成立 4 座研究中心，藉以培育人力。

南韓政府亦勾勒出研發願景，希望能夠在 2010 年前發展成為全球 10 大握有奈米技術的國家之一。為實現該項願景，南韓政府 2001 年投注 1.37 兆韓元，進行奈米相關技術研發、扶植人力，並進行基礎設施。南韓的計劃中想要發展出 34 項關鍵技術，並培育出 1.3 萬名技術人才。

尤其南韓在 2000 年 4 月與美國的學術界就已攜手開發出奈米碳管電晶體（Carbon Nano-Tube Transistor），這在國際合作上特別值得我國借鏡與參考。

4.4.6 大陸奈米科技產業發展現況

近年來中國大陸十分積極支持奈米科技的發展，不僅制定了奈米科技近期和中長期發展計劃，而且不斷加大奈米科技研究的資金投入（例如：已將奈米科技研究列入國家的攀登計劃、863 計劃、火炬計劃），同時中國科學技術部、教育部、中國科學院、國家自然科學基金等，都已將奈米技術基礎研究納入為重點研

究和發展的方向之一。

中國科學院將奈米科學技術納入該院正在實施的中科院知識創新工程，三年內將投入研究經費 2500 萬元人民幣。從其國家自然科學基金申請指南中也可以發現該會也加大了奈米科技重大研究的分項，特別是在奈米材料學的分項，以支持全國研究機構和高等學校的奈米科技創新研究。為了加速中國奈米科技的基礎研究水平，近幾年來中國大陸的重點學校（例如：清華大學、北京大學、南京大學、復旦大學、上海交通大學等）先後成立了奈米科技研究中心或研究院，並已經獲得了一系列在國際上有一定影響的創新性成果。

五、2010 年台灣奈米材料技術之情境預測

本研究主要以科技驅動力與知識經濟互動下，2010 年台灣奈米材料技術方面之發展為主題，藉情境預測法之六大步驟，透過此過程及場景之設定與限制，使思緒與焦點集中，對探討之主題能更明確的標示與確認。研究中結合文獻、會議資料的蒐集、專家的會談（名單如附錄四），經由奈米材料技術影響未來的政治、經濟、科技、教育、社會、環保的發展趨勢與不確定性，建立假想的未來社會經濟情境，藉此判斷奈米材料技術發展方向的可行性與必要性。本章即依預測六項步驟分述研究結果如下：

5.1 確定決策焦點

認定決策焦點係確定所要進行的決策內容項目，先了解決策問題之所在與其思考方向後，以此為核心進行後續之步驟，以凝聚情境發展焦點。由於近年來自由化和資訊化的快速發展，國際分工深化，領先企業與潛在競爭者之間的優勢差距逐漸縮小，商品生命週期明顯縮短。未來企業間的競爭勢必較以往激烈，「物競天擇，適者生存」的法則將主宰全球經濟競爭。一國若不能迅速掌握全球化的契機，原本領先的企業亦可能為市場所淘汰，使經濟發展陷於停頓。

尤其在知識經濟時代裡，部分先進國家廠商挾科技優勢，紛紛透過對智慧財產權的保護，擴大、甚至濫用智慧財產權，達到排除競爭、控制市場的目的。台灣現階段發展高科技產業，遭遇工業先進國家的競爭，所受的技術阻礙必然特別明顯。考量相關主、客觀環境、奈米科技之發展趨勢、知識經濟理論之興起，結合國內重大科技規劃之推動與需求，進行情境預測。當決定奈米材料技術為知識經濟與技術發展之議題，便需就此一議題去了解決策焦點所在與關鍵決策問題為何，而焦點應由時間架構、認定使用者立場、決定空間範圍、主題領域、決定假設條件、設定組織願景來著手。本研究之決策內容（如表 5.1），並依相關決策內容，確定本研決策之焦點與決策問題（如表 5.2）：

表 5.1 情境預測決策內容表[本研究整理]

決策內容項目	內容說明
時間架構	考量台灣地區政治，經濟、科技、社會之里程碑，做一中長期之技術預測，目標年訂為 2010 年
使用者立場	台灣社會促進科技發展，繁榮經濟，擬定技術發展策略，提昇國家競爭力
空間範圍	立足台灣，放眼世界，創建永續的未來
主題領域	奈米材料技術之技術層面（奈米材料技術、奈米製品技術、奈米檢測技術）
假設條件	產、官、學界，協調合作，全力以赴
組織願景	創新科技，知識分享，全面品管，提高效能

表 5.2 決策之焦點與決策問題[本研究整理]

項目	內容要點
決策焦點	台灣 2010 年奈米材料技術發展之策略為何？
決策問題	1. 我們致力於奈米材料技術應用時，有何獲利機會？ 2. 就奈米材料技術，有何相關技術能夠再發展或擴充？ 3. 政府應扮演何種角色？ 4. 我們有哪些可資實際運用的策略？

表 5.1 與表 5.2 皆屬與奈米材料發展相關問題，這些問題有助於與會專家思考下一步驟之關鍵決策因素。

5.2 認定關鍵決策因素

在確定決策焦點與決策問題之展開，用以啟發專家繼續思考關鍵決策問題。關鍵決策因素係指：要使該項技術能夠發展出一個好結果時，必須要有的外在決定因素。認定關鍵決策因素即認定所有會影響決策的各項關鍵因素，以透過對關鍵決策因素的認

定，來剖析該決策背後的影响力量。在訂定決策焦點後，便依此焦點去思考和討論，期望透過與會者對決策焦點之認識，以找出會影響決策焦點之因素。故此步驟旨在認定所有會影響決策做成的各項關鍵因素，不論是會影響該決策成功，或是失敗的關鍵決定因素都屬之。

在為“2010年台灣奈米材料技術發展之策略為何？”之研究決策焦點下，關鍵決策因素結合國家競爭優勢之鑽石理論策略就四個構面來思考：

1. 政治面：管制體系、政府政策。
2. 經濟面：經濟條件、生產要素、需求條件、人/物力資源、發展/生產成本。
3. 科技面：研發技術、技術取代。
4. 社會面：環境容忍、法令制度、教育水準。

專家集中專注這些構面因素，提出關鍵決策因素項目，經篩選統計成表 5.3 之台灣未來奈米材料技術發展關鍵決策因素，以找出決策背後之影响力量。

5.3 分析驅動力

在界定驅動力與驅動力之評估，將以表 5.3 之資料提供專家群拾回記憶，此時幫助專家就其認知及專業領域去探索驅動力。分析驅動力即認定重要的外在驅動力，涵括政治、經濟、科技、社會各構面，以決定關鍵決策因素的未來狀態。一般分析驅動力量步驟中，包括兩個重點：一、界定驅動力：尋找出那些會影響事件發展結果的力量。外在驅動力基本上可分成兩大類：其一為總體驅動力，涵括廣泛的社會、政治、經濟、市場、教育、環保。如人口組成趨向、政黨力量消長、貿易型態與經濟成長水平等。個體驅動力則包括生產成本、製程工程、標準化趨勢、研發計畫以及新科技發展情況等力量。其次是分析驅動力量的屬性，探究其歷史背景、現階段的動向變化、關鍵因素不確定性的程度，以及未來可能的發展。

本研究基於台灣之特殊地位考量，針對決策之焦點作為思考的基礎，並依 2010 年台灣社會發展考量奈米材料技術總體驅動力

為政治、教育、經濟、科技、市場、環境、社會等方面來進行因

表 5.3 奈米材料技術發展關鍵決策因素表[本研究整理]

關鍵決策因素	子項目
總體環境	● 政經穩定性 ● 政府支持程度及產業政策 ● 環境保護問題 ● 財政與經濟狀況 ● 教育文化內涵 ● 網路化社會影響
產業分析	● 市場規模 ● 世界佔有率 ● 主要競爭者 ● 市場進入障礙 ● 替代性產品
組織內部環境	● 組織目標、使命與願景 ● 經營理念 ● 組織結構 ● 組織文化 ● 經營績效
製程能力	● 量產資格能力 ● 量產數度的掌握 ● 及時化生產 ● 量產品特性的一致性 ● 量產規模
技術能力	● 技術形式 ● 技術資源可獲性 ● 技術發展時程 ● 相關性技術 ● 技術的移轉
產品良率的控制能力	● 品質管制系統 ● 品管問題的反應效率 ● 品管問題的處理 ● 國際品質保證的認證
行銷狀況	● 產品顧客化能力 ● 產品化差異程度 ● 產品生命週期 ● 應用產品的附加價值 ● 產品價格
人力資源的掌握	● 人員的培育與任用 ● 獎勵制度的制定與執行 ● 人員流動率 ● 勞資關係

研發創新的能力	● 研發人員的素質 ● 創新的方向 ● 研發所需的時間 ● 研發團隊的整合能力 ● 關鍵元件之掌握 ● 研發支出所佔之比率 ● 專利之件數
全面成本控制能力	● 資金結構與穩定性 ● 外購器材的成本比率 ● 產品量產的成本控制

果式思考，探索後統計整理成表 5.4。奈米材料技術之個體驅動力為則包括科技發展情況生產成本、下游科技走向、生產成本、製程工程、專利趨勢、標準化趨勢、研發計畫以及相關產業發展等驅動力，統計整理成如表 5.5。

在分析界定驅動力時，與會專家難免會產生一些困惑，即在思索驅動力時，不免會想到前一步驟之關鍵決策因素，因而發現在上一步驟中，對某些關鍵因素，因當時對議題體認未深而忽略，而發生是否重回前一步驟之分析。但據我們研究結果認為前述分析步驟皆已涵蓋情境相當大部分，若此時為了再加上新因素而重做時，當進行到此步驟時，其結果可能為一體兩面，十分類似。若此，有可能將情境分析步驟形成一發散式文循環過程而無止境。

表 5.4 奈米材料技術總體驅動力彙整表[本研究整理]

總體驅動力	子項目
政治力量：	● 國內基本政治局勢 ● 兩岸關係情勢演變 ● 國家安全環境 ● 政府的管制政策 ● 政府支持程度（獎勵投資、產業升級）及產業政策 ● 國際貿易政策 ● 管制體系運作 ● 企業遊說力量 ● 國際智慧財產權政策
社會力量	● 人口成長減緩與老化 ● 人口居住城市化 ● 社會發展全球化 ● 環境保育永續化

	● 經濟產業知識化 ● 貧富差距擴大化 ● 生技應用普遍化 ● 人權民主普世化 ● 綜合安全突顯化
經濟力量	● 全球市場競爭壓力 ● 世界佔有率 ● 國內外經濟情勢 ● 國內外市場穩定性 ● 國內經濟穩定性 ● 經濟成長率 ● 消費物價指數
教育力量	● 教育目標的轉變 ● 教育內容的更新 ● 教育方法的調整 ● 評量方式的改變 ● 師資能力的增進 ● 教育制度的革新 ● 創意人才的培育
環保力量	● 全球環保運動 ● 環保與消費者組織發展動向 ● 環保科技突破 ● 意外環境事故 ● 健康與安全議題 ● 全球溫暖化現象
市場需求	● 市場需求量 ● 市場競爭壓力 ● 市場資訊流通 ● 成本與可靠度因素 ● 提供技術服務、診斷與諮詢 ● 技術投入時間與生命週期 ● 取代性技術發展
科技力量	● 科技發展與擴散情況 ● 下游科技重點走向 ● 大規模製造商動向 ● 生產成本 ● 製程工程 ● 產品應用技術 ● 專利權趨勢與障礙 ● 標準化趨勢 ● 大型研發計畫的整合 ● 其他相關產業發展

表 5.5 奈米材料技術個體驅動力彙整表[本研究整理]

個體驅動力	子項目
組織結構	● 組織目標與願景 ● 經營理念 ● 組織文化 ● 經營績效
技術能力	● 技術目標 ● 技術選擇 ● 研發重點 ● 研發策略 ● 技術能力水準 ● 技術領先程度 ● 核心技術能力之層次 ● 技術具體化程度 ● 技術取得或來源 ● 10. 技術人員素質
產業競爭狀況	● 組織規模 ● 主要競爭者 ● 潛在競爭者 ● 市場進入障礙
成本控制能力	● 低成本的原料及零組件 ● 低成本的生產力（生產設備、測試設備、管理工具） ● 高產出良率（製程技術、自動化生產） ● 合理工資（工程師、工人、人才培訓費用）
製程工程能力	● 量產規格制定能力 ● 及時化生產 ● 量產速度的掌握 ● 量產規模 ● 模組化設計能力 ● 品質管制問題 ● 品質管制問題的反應效率 ● 品質管制問題的處理 ● 國際機構的認證
研發創新能力	● 研發單位的結構 ● 高階主管投入的程度 ● 研發單位的位階 ● 研發人員素質 ● 創新的誘因程度 ● 創新的方向 ● 研發所需時間 ● 組織學習與知識累積

在界定及分析驅動力後，繼而就衝擊水平與不確定程度來評估驅動力，實施方式以問卷方式進行，經由整理統計後，對 94 項驅動力之評估，如表 5.6。當對驅動力量完成評估後，即根據上述結果將各驅力置入「衝擊與不確定矩陣」之中（如圖 5.7）。從衝擊與不確定矩陣中，找尋出兩大類即：

1. 高衝擊水平、高不確定群：

這表示驅動力對決策影響極大，且具高度不確定性，即「關鍵的不確定性」(Critical uncertainties)，是接下分析步驟之重點所在。

2. 高衝擊水平、低不確定群：

同樣對決策影響極大，惟驅動力未來之變動較能掌握，即「已預定之要素」(predetermined factor)。

由此將由矩陣右上角之 I、II、IV 區塊，用以發展後續步驟中之不確定軸面，並做為情境內容撰寫之基礎。

表 5.6 奈米科技發展驅動力衝擊與不確定評估表[本研究整理]

驅 動 力	衝 擊 水 平			不 確 定 程 度		
	高	中	低	高	中	低
國內基本政治局勢	V					V
兩岸關係情勢演變	V					V
國家安全環境	V					V
政府的管制政策	V					V
政府支持程度及產業政策	V					V
國際貿易政策	V					V
管制體系運作		V				V
企業遊說力量		V				V
國際智慧財產權政策		V			V	
人口成長減緩與老化			V			V
人口居住城市化			V			V
社會發展全球化		V			V	

環境保育永續化		V			V	
經濟產業知識化	V				V	
貧富差距擴大化			V			V
生技應用普遍化		V			V	
人權民主普世化			V			V
綜合安全突顯化		V			V	
全球市場競爭壓力	V				V	
世界佔有率	V					V
國內外經濟情勢		V			V	
國內外市場穩定性	V			V		
國內經濟穩定性	V				V	
經濟成長率	V					V
消費物價指數		V				V
教育目標的轉變		V			V	
教育內容的更新		V				V
教育方法的調整			V		V	
評量方式的改變		V				V
師資能力的增進		V				V
教育制度的革新		V				V
創意人才的培育		V			V	
全球環保運動		V			V	
環保與消費者組織發展動向		V			V	
環保科技突破			V			V
意外環境事故		V		V		
健康與安全議題		V		V		
全球溫暖化現象		V			V	
市場需求量	V			V		
市場競爭壓力	V			V		
市場資訊流通		V			V	
成本與可靠度因素	V				V	
提供技術服務、診斷與諮詢			V		V	

技術投入時間與生命週期	V				V	
取代性技術發展	V				V	
科技發展與擴散情況	V			V		
下游科技重點走向			V		V	
大規模製造商動向		V			V	
生產成本	V				V	
製程工程	V				V	
產品應用技術	V			V		
專利權趨勢與障礙	V				V	
標準化趨勢	V				V	
大型研發計畫的整合	V					V
其他相關產業發展		V			V	
組織目標與願景		V				V
經營理念		V				V
組織文化		V				V
經營績效		V				V
技術目標	V					V
技術選擇	V				V	
研發重點	V					V
研發策略	V			V		
技術能力水準	V				V	
技術領先程度	V					V
核心技術能力之層次	V			V		
技術具體化程度	V			V		
技術取得或來源	V			V		
技術人員素質	V					V
組織規模		V				V
主要競爭者	V				V	
潛在競爭者	V				V	
市場進入障礙	V					V
低成本的原料及零組件	V			V		

低成本的生產力	V			V		
高產出良率	V				V	
合理工資	V					V
量產規格制定能力	V			V		
及時化生產	V			V		
量產速度的掌握	V				V	
量產規模	V				V	
模組化設計能力	V					V
品質管制問題	V				V	
品質管制問題的反應效率	V				V	
品質管制問題的處理	V				V	
國際機構的認證	V			V		
研發單位的結構	V				V	
高階主管投入的程度	V					V
研發單位的位階		V			V	
研發人員素質	V			V		
創新的誘因程度	V			V		
創新的方向	V			V		
研發所需時間	V			V		
組織學習與知識累積	V					V

衝擊與不確定矩陣		不確定程度		
		低	中	高
衝擊水平	高	• 政治局勢 • 國家安全環境 • 政府的管制政策 • 管制體系運 • 技術目標 • 研發重點 • 技術領先程度 • 組織學習與知識累積 VII	• 經濟產業知識化 • 全球市場競爭壓力 • 國內外經濟情勢 • 國內經濟穩定性 • 成本與可靠度因素 • 技術投入時間與生命週期 • 取代性技術發展 • 生產成本 • 製程工程 • 專利權趨勢與障礙 • 技術選擇 • 技術能力水準 • 主要競爭者 • 潛在競爭者 • 高產出良率 • 量產速度的掌握 • 量產規模 • 品質管制問題 • 品質管制問題的反應效率 • 品質管制問題的處理 IV	• 國內外市場穩定性 • 市場需求量 • 市場競爭壓力 • 科技發展與擴散情況 • 產品應用技術 • 研發策略 • 核心技術能力之層次 • 技術具體化程度 • 技術取得或來源 • 低成本原料及零組件 • 低成本的生產力 • 量產規格制定能力 • 及時化生產 • 國際機構的認證 • 研發人員素質 • 創新的誘因程度 • 創新的方向 • 研發所需時間 I
	中	• 組織文化 • 經營績效 • 標準化趨勢 VIII	• 國際智慧財產權政策 • 環境保育永續化 • 市場資訊流通 V	• 意外環境事故 • 健康與安全議題 II
	低	• 人口成長老化 IX	• 教育方法的調整 VI	III

圖 5.1 奈米材料技術發展衝擊與不確定矩陣[本研究整理]

5.4 選擇不確定軸面

在此步驟工作重點係選擇不確定軸面，即情境之骨架；此不確定軸面乃情境故事之中心主軸，然而其則是由前一步驟中之圖 5.997 之衝擊與不確定矩陣而來，由專家群就矩陣軸由 I、II、IV 區塊之驅動力，歸類挑選出三個不確定軸面（表 5.7），每一不確定軸皆由兩個出象（正向發展與負向發展），故此三個軸面即有八個基本情境架構（表 5.8）；八個基本情境架構，有些驅動力與方向明顯不一致，可優先與以刪除，為使後續情境分析不致產生重複與工作負荷，經與會專家群票選同意選擇三個情境，並分別命名為「群雄割據」、「欣欣向榮」與「扭轉乾坤」。

表 5.7 奈米材料技術發展不確定軸面[本研究整理]

不 確 定 軸 面	正 向 發 展	負 向 發 展
經濟發展	經濟發展蓬勃	經濟發展低迷
科技發展	技術發展快速	技術發展遲滯
市場需求	市場需求廣闊	市場需求萎縮

表 5.8 奈米材料技術發展情境選擇表[本研究整理]

情 境	經濟發展	科技發展	市場需求	情境選擇與命名
1	景氣蓬勃	創新突破	需求廣闊	群雄割據
2	景氣蓬勃	創新突破	需求萎縮	
3	景氣蓬勃	壟斷遲滯	需求廣闊	欣欣向榮
4	景氣蓬勃	壟斷遲滯	需求萎縮	
5	景氣低迷	創新突破	需求廣闊	
6	景氣低迷	創新突破	需求萎縮	
7	景氣低迷	壟斷遲滯	需求廣闊	
8	景氣低迷	壟斷遲滯	需求萎縮	扭轉乾坤

5.5 選擇並增修情境內容

在與會專家群認定具代表性之情境後，情境之完成不能只是徒具骨架而已，更須為此一骨架提供血肉，豐富其內涵，故在決定訂出情境及名稱後，依前面步驟中之關鍵決策因素、驅動力，按其情境之關聯，引導專家就其專業，將其關聯做成結果回顧，將情境內容描述成一如劇本型式，提供專家群下次會議前總裁之修訂與定調，劇情之創作雖然充滿自由無限制之型式，但情境內容仍要有系統化模式之可循，可將情境內容分成主體描述、系統骨架與內容血肉三部份來敘述：

1. 主體描述 (theme Statement):

即情境之主要邏輯，即不確定軸面作一整體性描述，提供一了解內容之梗概。

2. 系統骨架 (System Framework):

在此透過關鍵決策因素及驅動力，去描述未來之情況，本研究是以「在經濟發展方面」、「在技術發展方面」及「在市場需求方面」來展開劇情。

3. 內容血肉 (Content Flesh):

在骨架中之因素，其可能演變路徑做一說明。

本研究選定群雄割據、欣欣向榮與扭轉乾坤三種情境。台灣 2010 年奈米材料技術發展可能面對的情境，經專家多次討論修訂情境如下節所述。

5.5.1 群雄割據

隨著 2000 年陳總統當選的政權輪替，2004 年總統大選的爭議，2008 年總統大選，台灣雖然有政治環境不隱定，人力資源缺乏，財務狀況不佳，人民信心不足，政策推動有爭議等困難。但隨著世界經濟景氣的復甦，效率政府的改革及各黨各派政治人物的智慧，台灣在未來 2010 年，政治局勢安定，知識經濟發展方案、國家重點發展計畫成功推動，整體而言，能夠達到「營造美麗家園，建立福利國，豐富教育文化，強化國家安全，健全財政經濟，迎接網路化社會」的美麗願景，成功打造為一個“人文科技島永遠好家園”。

1. 在經濟發展方面：

國內外經濟情勢景氣蓬勃，國內經濟穩定，整體國家競爭力正如 2003 年 5 月 14 日瑞士洛桑國際管理學院(IMD)發布之「世界競爭力年報」般，名列前茅。在經濟表現指標排名；在政府效能指標方面；在企業效率方面及基礎建設方面均有傑出的表現，也顯示台灣整體競爭力逐年向上提升。

同時，台灣賡續發展原有高科技產業，更有新的尖端技術衍生並帶動整體產業轉型與升級。在有效規劃產業發展重點，運用科技資源，強化科學園區發展，擴大產業聚落之範圍，協助廠商強化國際化能力下，在科技突破創新、市場需求廣闊下，知識創投積極發展，2010 年知識密集型技術的輸出逐年提昇，經濟產業知識化的程度，達到技術貿易收支平衡目標，獲利層次極高。

經濟發展配合國防科技積極推廣軍技民用，建立強化管理機制與產業觀點之長期規劃，並加強軍民通用雙向交流互利的誘因，運用知識移轉與分享，協助民生產業升級及轉型，帶動經濟的發展。

發展經濟同時也均能符合環境保護與全球變遷，諸如：氣候變遷、臭氧層破洞等議題之國際規範。並有效預防意外環境事故、健康與安全的問題。而為因應能源科技與節約的最新發展趨勢，我國節能在 2010 年前也將有大幅度的改善，達到永續經營。

2. 在技術發展方面：

台灣經長期之科技人才培育，大學以上研究人員數之比例極高。企業界碩博士級研究人員佔企業界大學以上研究人員比率一半以上。且培育出具創造力之科技人才，並擴大科技人才之延攬及運用，建立彈性科技人事制度等，積極培養所需之科技人才。

全國研發經費佔 GDP 之比率；基礎研究經費佔全國研發經費比率為；製造業研發經費佔營業額之比率；政府科技預算等，均逐年成長。民間與政府之研發經費比率達七比三，成立了各類科技智庫或科技政策研究中心，科技資源均能有效運用。

在相關之論文、美國、歐洲專利局所獲專利之成就更為輝煌，技術的創新突破帶動了經濟發展，學術界與產業界合作研究，學術研究機構研發成果能有效管理與推廣，智慧財產權得以維護

與運用。具有世界級學術環境，並培育出能在某些領域做出重要貢獻的大師級研究人員，獲得世界的肯定。擁有世界聞名的大學及研究機構，成為知識創新與技術創新之主要來源，台灣成為亞太地區的學術研究重鎮。

奈米材料技術隨著技術之不斷創新與突破而發展成熟，2010年之奈米技術，產業層面已於紡織、陶瓷、玻璃、塑橡膠、高分子、半導體、金屬製造、機械、化學工業、資訊電子、光通訊方面有相當之發展。

在材料技術方面完成奈米金屬微粒融膠合成技術、高分子奈米粉體製造包裝應用、奈米碳球合成包覆及表面處理技術、同軸多層奈米管成長控制技術、奈米球、管、線、多層模形成、奈米微孔洞複合材料、高分子奈米複合材料技術、奈米有機無機複合材料技術。

製品技術方面則已發展完成奈米金屬微粒鍍膜材料及元件開發、高分子奈米粉體生醫檢測與接著應用、奈米碳球生醫及光電應用技術、高均勻度奈米模板製造、高分子與碳模板製造技術、自組裝高分子與超分子材料光通訊應用、奈米構型表面元件、高分子光學顯示機版材料合成、高分子光學顯示薄膜應用製程技術。

檢測技術方面則完成奈米元件特性、奈米結構製程模擬、奈米檢測技術為主。進而在產業層面方面朝光電、生技、醫療產業技術；在產品/流程方面已完成光電轉換材料、智慧型藥物包覆材料、智慧型診斷、治療產品、高韌性陶瓷、生醫材料方面。

在技術層面之材料技術則向一維奈米材料配向控制技術、多元奈米結構、奈米高分子發展；在製品技術方面則向自組裝奈米觸媒電極材料製作、自組裝高分子與超分子合成及生醫應用發展；奈米檢測技術方面則向奈米結構性能模擬、定址奈米結構形成方面發展。

技術層面之發展經濟蓬勃發展、市場需求廣闊的誘因下，科技發展不斷的創新，掌握核心技術，能具體化的應用，適時投入生產，具備低成本、高品質、及時化的生產能力。且獲得國際機構的認證，掌握專利權，將創新技術價值化、商品化，擴大了與

主要競爭者、潛在競爭者間之差距。

3. 在市場需求方面：

2010-2015 年奈米產品市場達到一兆美元，其中以奈米材料最高，達到 3400 億美元，市場極為廣大，而隨著歐盟的東擴，全球各地市場的競爭更為激烈。且由於工業技術的提升，使的產品功能更廣、性能更高；相對的產品的生命週期也日愈短縮，設計也日愈複雜。

隨著經濟蓬勃發展、科技創新突破，消費形態也跟著改變，消費者對產品品質的要求日形高漲。另一方面為求工業升級與增強產品競爭能力，唯有提高產品品質來加強企業的永續經營。企業經營者面臨競爭激烈、消費者主義抬頭的市場情況下，必須加強產品品質並提高生產力。唯有如此，才能降低產品成本，在市場上建立產品強勢的地位，才能以優良品質的產品繼續成長與繁榮。並且是從企業內部的品質政策、目標與責任。從產品開發、設計開始到產品完全送到顧客手中及其後的售後服務，都能讓客戶滿意的品質管理。

品管條件愈見嚴格的狀況下，廠商對產品的要求幾乎是零缺點。對客戶而言，產品合格與否已不是雙方問題的重點所在，進而是製造廠商的製程穩定度，代表了廠商的製程能力、人員素養、工廠管理……等課題的綜合成績，製造的品質往往也聯繫整個企業的命脈，而也必須應市場需求開發出更新穎、更精準、更廉價、更具彈性的產品製造技術。客戶則獲得了又快、又好、又便宜的產品與服務。

5.5.2. 欣欣向榮

二十一世紀，全球化浪潮已穿越圍牆，打破疆界，社會產生巨大變革，傳統的思維與作為已無法滿足人民的需要，政府以整體性與前瞻性的視野，提出國家發展的新方向與行動策略。整體而言，台灣在未來 2010 年的情境，經濟蓬勃發展、市場需求廣闊，但社會延續了「台灣錢淹腳目」的時代特色，充滿功利主義，操作短線、唯利是圖，科技發展缺乏知識的創新與永續經營的理念。

1. 在經濟發展方面：

台灣賡續發展原有高科技產業，更有新的尖端技術衍生新興產業，並帶動整體產業轉型與升級。有效規劃產業發展重點，運用科技資源，強化科學園區發展，擴大產業聚落之範圍，協助廠商強化國際化能力。雖然經濟蓬勃發展、市場需求廣闊，但因科技無法創新突破，只得停留於代工層次，或尋求技術移轉之策略，因而金融資本需求較高，而獲利層次不高，投入之風險又較大。甚而為求利潤而忽略環保規範，或其他健康與安全議題。

國防科技發展亦多為國外採購之經費龐大所侷限，雖積極推廣的軍技民用，但距產業升級之需仍有差距。除未能強化管理機制外，且未能由產業觀點做長期規劃，建立軍民通用雙向交流互利的誘因，而無法帶動國內經濟發展，協助我國民生產業升級及轉型。

尤其進入全球化的知識經濟時代，企業長期從事 OEM 或 ODM 等為人作嫁的代工角色，在中國築起「世界工廠」後，單憑製造已難與中國競爭。對知識的創新與整合、智慧財產權的疏忽，可能造成一次次國際大廠的侵權訴訟與追索權利金攻勢，而無法維護自身的優勢與權益。

2. 在技術發展方面：

奈米科技早在國外形成研究發展的熱潮，台灣研究奈米技術起步較晚，在 2010 年未能在先進奈米材料相關技術有所創新突破，只能佔有追隨者的地位。

技術層面在材料技術方面仍以奈米金屬微粒融膠合成技術、高分子奈米粉體製造包裝應用、奈米碳球合成包覆及表面處理技術、同軸多層奈米管成長控制技術、奈米球、管、線、多層模形成、奈米微孔洞複合材料、高分子奈米複合材料技術、奈米有機無機複合材料為主。

製品技術方面則以奈米金屬微粒鍍膜材料及元件開發、高分子奈米粉體生醫檢測與接著應用、奈米碳球生醫及光電應用技術、高均勻度奈米模板製造、高分子與碳模板製造技術、自組裝高分子與超分子材料光通訊應用、奈米構型表面元件、高分子光學顯示機版材料合成、高分子光學顯示薄膜應用製程技術為主。

檢測技術方面則以奈米元件特性、奈米結構製程模擬、奈米檢測技術為主。

台灣由於產業化相當深刻，因此奈米研究也以產業需求及實際應用為主，可很快將技術具體化、商品化，實用性很高，發展的潛力也很大。但正如目前應用於平面光波導的高分子材料，皆由國外大廠如日立、杜邦、陶氏化學、奇異等所掌握，由於各國廠商的策略應用，材料並不提供給聯盟以外的公司，因此國內廠商面臨材料取得不易的困境，唯有生產製程較複雜、密集勞力、產能低、良率差之產品。

科技未能創新突破情境下，經濟景氣蓬勃，市場需求也廣大的情況下，只能尋求國外之知識資本與人才投入，或其他策略聯盟、併購等方式。但相對而言，技術之創新與突破的誘因也極大。若能成功研發一具有自動化量產、製程容易、所需時間短、體積小、成本低之產品，成為協助國內產業發展更具國際競爭力之重要關鍵。

3. 在市場需求方面：

面對市場競爭激烈、需求廣闊，經濟蓬勃發展，但技術無法創新突破之情境，是「微利競爭」世界，也是技術發展最佳的時刻。除了力求科技之創新與突破，運用知識移轉與分享之策略外；如何掌握委外服務的空間與商機，找出自己企業的核心能力，降低生產成本、縮短製造流程、提升技術價值，以增加市場的競爭力，在自己的領域裡找到無限商機。

由於工業技術的提升，使得產品的功能更廣、性能更高；相對的產品的生命週期也日愈短縮，設計也日愈複雜。隨著消費形態的改變，消費者對產品品質的要求日形高漲。企業經營著面臨競爭激烈、消費者主義抬頭的市場情況下，只得加強產品品質並提高生產力。唯有如此，才能降低產品成本，在市場上建立產品強勢的地位，才能以優良品質的產品繼續成長與繁榮。並且是從企業內部的品質政策、目標與責任。從產品開發、設計開始到產品完全送到顧客手中及其後的售後服務，都能讓客戶滿意的品質管理。

對客戶而言，產品合格與否已不是雙方問題的重點所在，進而是製造廠商的製程穩定度，代表廠商的製程能力、人員素養、工廠管理、…等課題的綜合成績。製造的品質往往聯繫整個企業的命脈，如何應用手法使製程穩健，改善目前的工作方法落實標準化是重要課題，探討製程中的環節，以改良過去工作方法提高工作效率。

5.5.3 扭轉乾坤

隨著自由化和資訊化的快速發展，國際分工深化，領先企業與潛在競爭者之間的優勢差距逐漸縮小，商品生命週期明顯縮短；企業間的競爭勢必較以往激烈，「物競天擇，適者生存」的天演法則主宰了全球經濟賽局。遭逢世界經濟景氣並不理想的情況下，市場需求萎縮，技術無法創新突破而至遭到壟斷。台灣不能迅速掌握全球化、知識化的契機，原本領先的企業亦可能為市場所淘汰，使經濟發展陷於停頓。

1. 在經濟發展方面：

在自由化、資訊化迅速推展同時，金融、行銷、資訊在國際合作中扮演的關鍵角色日益凸顯，而先進國家在這些方面的競爭力更遠高於台灣。知識經濟時代裡，部分先進國家廠商挾科技優勢，紛紛透過對智慧財產權的保護，擴大、甚至濫用智慧財產權，達到排除競爭、控制市場的目的。

在經濟蕭條，科技又無法創新突破，市場萎縮的情況下，正如美國的「新經濟」每年創業「誕生」數十萬家廠商，同時也要「關掉」數十萬家，僅有少數廠商能夠調適存活下來，被稱之為高新陳代謝的演化機器。對於習慣競爭不祈求保護的美國文化或許可謂創業者的樂園，而對於恐懼破產惹來社會不安的台灣社會，每年上萬家廠商倒閉，造成各企業投資態度觀望保守，甚至躊躇不前。

國防科技發展方面雖以協助我國民生產業升級及轉型為主，積極推廣的軍技民用，但缺乏強化之管理機制外，國防自主的範圍與能力有限，未能以產業觀點做長期規劃，建立軍民通用雙向交流互利的誘因，距產業升級之需，帶動經濟發展，仍有差距。

台灣僅維持既有之高科技產業，未能藉新的尖端技術衍生新興產業，並帶動整體產業轉型與升級。無法運用科技資源，強化科學園區發展，擴大產業聚落之範圍，協助廠商強化國際化能力，2010 年知識密集型產業產值佔 GDP 的比率仍將偏低。技術的仍有賴國外輸入，而仍以代工為主，技術貿易收支無法平衡，臺灣經濟發展面臨更嚴峻考驗的時刻。

2. 在技術發展方面：

貿易自由化不斷推展，也造成產品、資本、技術、人才的國際移動性明顯加速，促使各種生產資源的國際價格差距逐漸縮小。全球化的市場中，技術和商譽具有「強者愈強」的傾向，更使台灣高科技產業發展面臨更大挑戰。發展高科技產業，正遭遇工業先進國家的競爭，所受的技术阻礙特別明顯。

眾多開發中國家挾大量低工資人力優勢積極加入國際競爭，取代台灣傳統勞力密集商品的大部分國際市場，不僅使台灣低技術工人面臨失業的威脅，所得分配亦隨之惡化。而與台灣地理位置、發展階段、技術水準相當接近的若干新興工業化國家，因勞力密集產品國際市場飽和，正轉向中上游產品之進口替代、或較高資本和技術密集產業的發展，對台灣企業造成更劇烈的競爭和替代的威脅。

經濟發展蕭條，市場需求萎縮，科技發展又無法創新時，若缺乏長遠之眼光與前瞻的規劃，往往有減資甚至撤資的公司，但怎知這正是技術發展扭轉乾坤的關鍵時刻，誰能掌握正確的創新方向，適時獲得具體化的技術，及時化的生產，並獲得國際機構的認證，就可以迅速掌握市場優勢，誘發市場需求，甚而帶動經濟的繁榮與發展。

3. 在市場需求方面：

由於初期各界均預測奈米材料技術市場需求廣闊，新進者日益眾多，後進者欲快速進入市場，或以相同功能，但更低價格；或以相同價格，但更多功能或更高效能的方式來吸引客戶。競爭者的學習曲線逐漸縮短，而領導廠商又無法拉大領先差距時，而步入規模經濟的競爭型態，當各家提供的產品或是服務同質性頗高時，價格就成為最終擄獲客戶的最後手段，獲利空間自然亦受

到壓縮，要持續享有高獲利的困難度是愈見提高。

全球奈米材料市場需求，受經濟景氣影響，在奈米材料主要應用成長趨緩，而新興應用無法大規模刺激需求之前，奈米材料市場需求將伴隨著經濟基本面之好壞而起伏，造成經濟疲弱、存貨過多、產能過剩…等不利之狀況。正如以往半導體產業頂著高科技景氣信號燈光環，達到成長高峰之後成長趨緩，並進入微利時代。奈米材料需求市場的發展，由於新的需求無法藉由在效能、價格上更具吸引力的下游系統產品來誘發，因此業者只能處於被動地侷限於瓜分有限需求的窘境。

為了撐過不景氣的侵襲，降價搶單則成為不得不採取的必要手段。價格下滑幅度、速度較明顯的產品主要是以量大、同質性高的產品居多。由於這類產品投入業者眾多，且多半採取藉由產能擴充、低價搶佔市場的競爭策略，因此，使得過度投資、產能過剩、供過於求、低價競爭的惡性循環一再發生。

5.6 分析決策涵義

分析決策涵義步驟，最後回到決策主體，根據以上步驟而得之情境，以分析在不同之情境下，其在管理決策的涵義。隨著科技的進展，人類歷經了機械取代人力與微電子化的重大工業革命；而面對以”知識經濟”為主軸的資訊化社會，台灣如何掌握世界潮流與發展契機，並大力興革，突破內在限制，乃是台灣面臨的最大課題。在 2010 年台灣奈米材料技術發展最可能面對的三種情境之決策涵義，其機會點與威脅點、企業需要之探索，彙整成表 5.9 至 5.14：

表 5.9 群雄割據情境機會點與威脅點

情境名稱	機會點	威脅點
群雄割據	● 靈活因應變局，提昇競爭力 ● 政策與制度配合，技術發展順利 ● 經濟情勢穩定，資金可靈活運用 ● 知識經濟誘發科技創新 ● 經濟成長帶動市場需求 ● 金融匯率的變動，提昇獲利 ● 激勵冒險創業及創新精神 ● 全球化，國際人才獲得容易 ● 組織學習，累積知識 ● 大量高教育或有經驗人力投入 ● 推動知識經濟，提昇專業創新 ● 制度革新，師資能力增進 ● 技術能力水準高，累積經濟發展 ● 掌握核心技術，提昇獲利層次 ● 技術具體化，能提供專業服務 ● 軍民通用科技，協助產業升級 ● 創新誘因高，提昇技術人員素質 ● 市場需求廣闊，帶動科技研發 ● 市場資訊流通，科技擴散迅速 ● 提供技術服務、診斷與諮詢 ● 突破環保科技，強化環保工作 ● 環境保育，生活品質提昇	● 政治處境特殊，未獲公平對待 ● 政治局勢影響長期投資意願 ● 佔有率較低，易被邊緣化 ● 勞力密集產業沒落，失業率高 ● 貧富差距擴大，影響社會安定 ● 員工忠誠度降低，流動率高 ● 本位主義，資源整合不易 ● 溝通不足，研發成果未運用 ● 研發成果未能運用，形成浪費 ● 研發策略錯誤，未掌握研發重點 ● 重大工安事件，造成社會災難 ● 成功模式複製容易，競爭者多 ● 技術投入時間與生命週期短 ● 取代性技術發展快速 ● 市場變化頻繁，調適不易 ● 意外環境事故，停滯科技發展 ● 健康與安全議題，影響研發方向 ● 全球環保運動，國際規範限制

表 5.10 群雄割據情境之企業需要

情境 名稱	企業需要
群雄 割據	● 科技發展的目標與願景
	● 創新與整合的組織文化
	● 基礎設施的規劃
	● 動態技術通報
	● 貴儀中心的設立
	● 靈活調度資金的財務體系
	● 合理之績效與利潤
	● 媒合技術與需求
	● 品牌知名度的創造
	● 社會保險與福利制度
	● 理想之員工待遇與照顧
	● 與顧客互信的基礎建立
	● 充足的人力資源
	● 結合實務需要之人才
	● 終身學習的制度
	● 顧客教育能力
	● 研發團隊的整合能力
	● 具體化的技術與能力
	● 創新與擁有核心技術
	● 低成本的生產力
	● 高產出率
	● 高效率的品質管制反應
	● 提供技術服務、診斷與諮詢
	● 國際機構的認證
	● 行銷與通路之掌握
	● 增加市場佔有率的策略
	● 與競爭產品之差異化
	● 異業的策略結盟
	● 交貨穩定度的控制
	● 加強售後的服務
	● 符合國際環保規範
	● 危機預防與處理之能力

表 5.11 欣欣向榮情境機會點與威脅點

情境 名稱	機會點	威脅點
欣欣 向榮	● 靈活因應變局，提昇競爭力 ● 強力支持的政策與制度 ● 經濟情勢穩定，資金可靈活運用 ● 知識經濟誘發科技創新 ● 金融匯率的變動，提昇獲利 ● 組織學習，累積知識 ● 大量高教育或有經驗人力投入 ● 轉變教育目標，結合社經需求 ● 推動知識經濟，提昇專業創新 ● 制度革新，師資能力增進 ● 電資產業優勢基礎，研發運用快 ● 強化製程能力，降低生產成本 ● 創新誘因高，提昇技術人員素質 ● 市場資訊流通，科技擴散迅速 ● 成本低、可靠度高，提昇獲利率 ● 市場需求廣闊，誘發科技創新	● 政治處境特殊，未獲公平對待 ● 政治局勢影響長期投資意願 ● 相關法制落伍，無法靈活調整 ● 佔有率較低，易被邊緣化 ● 貧富差距擴大，影響社會安定 ● 缺乏前瞻思維，追求近利 ● 本位主義，資源整合不易 ● 溝通不足，研發成果未運用 ● 學費高漲，影響就學意願、人數 ● 研發創新掌握不佳，造成侵權 ● 研發成果，未能運用，形成浪費 ● 未掌握核心技術，陷入代工層次 ● 重大工安事件，造成社會災難 ● 技術投入時間與生命週期短 ● 技術遭壟斷，進入障礙高 ● 意外環境事故，停滯科技發展 ● 健康與安全議題，影響研發方向 ● 追求利潤，忽視環保規範

表 5.12 欣欣向榮情境之企業需要

情境名稱	企業需要
欣欣向榮	● 科技發展的目標與願景
	● 創新與整合的組織文化
	● 獎勵投資與稅賦減免
	● 動態技術通報
	● 基礎設施的規劃
	● 貴儀中心的設立
	● 全球化的智慧與金融資本
	● 靈活調度資金的財務體系
	● 官方的投資與充足的自有資金
	● 合理之績效與利潤
	● 媒合技術與需求
	● 品牌知名度的創造
	● 社會保險與福利制度
	● 理想之員工待遇與照顧
	● 充足的人力資源
	● 高素質研發人才
	● 終身學習的制度
	● 研發團隊的整合能力
	● 國際企業的技術合作
	● 高階主管對研發之支持
	● 高度之創新誘因
	● 低成本的生產力
	● 高產出率
	● 高效率的品質管制反應
	● 國際機構的認證
	● 行銷與通路之掌握
	● 增加市場佔有率
	● 創造新用途、新市場
	● 低成本的原料及零組件
	● 異業的策略結盟
	● 交貨穩定度的控制
	● 加強售後的服務
	● 符合國際環保的規範
	● 危機預防與處理之能力

表 5.13 扭轉乾坤情境機會點與威脅點

情境 名稱	機會點	威脅點
扭轉 乾坤	●靈活因應變局，提昇競爭力 ●強力支持的政策與制度 ●知識經濟復甦帶動科技成長 ●經濟成長誘發市場需求 ●金融匯率的變動，提高獲利 ●紓困方案，解決資本困難 ●激勵冒險創業及創新精神 ●福利社會，提高工作意願 ●全球化人才獲得容易 ●大量高教育或有經驗人力投入 ●轉變教育目標，結合社經需求 ●師資能力增進，提昇專業、創新 ●制度革新，能多元、彈性發展 ●推動知識經濟，培育創意人才 ●技術創新發展，帶動經濟復甦 ●降低生產成本，刺激市場需求 ●強化製程能力，提昇市場競爭力 ●產品智權決勝，帶動科技研發 ●策略合作經營，提昇科技能力 ●差異化產品或服務，獲取利	●政治局勢影響長期投資意願 ●相關法制落伍，無法靈活調整 ●大陸磁吸效應，資金運用困難 ●財政收入不足，補助經費受限 ●佔有率較低，易被邊緣化 ●貧富差距擴大，影響社會安定 ●生活品質低落，招致人才流失 ●本位主義，資源整合不易 ●溝通不足，研發成果未運用 ●學費高漲，影響就學意願、人數 ●創新方向不正確，造成侵權 ●未掌握核心技術，陷入代工層次 ●研發成果未能運用，形成浪費 ●重大工安事件，造成社會災難 ●全球化市場競爭，進入障礙高 ●市場需求萎縮，形成削價競爭 ●關鍵技術與通路，受制於外商

	潤 ● 啟發節約觀念，改善資源浪費	● 環保互信不足，有礙工作推動 ● 追求利潤，忽視環保規範 ● 意外環境事故，停滯科技發展
--	----------------------	---

表 5.14 扭轉乾坤情境之企業需要

情境名稱	企業需要
扭轉乾坤	● 科技發展的目標與願景 ● 創新與整合的組織文化 ● 獎勵投資與稅賦減免 ● 動態技術通報 ● 基礎設施的規劃 ● 貴儀中心的設立 ● 知識資本與資金籌措的能力 ● 健全的財務體系 ● 官方的投資與紓困方案 ● 媒合技術與需求 ● 品牌知名度的創造 ● 社會保險與福利制度 ● 理想之員工待遇與照顧 ● 高素質研發人才 ● 終身學習的制度 ● 研發團隊的整合能力 ● 國際企業的技術合作 ● 高階主管對研發之支持 ● 高度之創新誘因 ● 低成本的生產力 ● 高產出率 ● 高效率的品質管制反應 ● 提供技術服務、診斷與諮詢 ● 國際機構的認證 ● 行銷與通路之掌握 ● 增加市場佔有率 ● 創造新用途、新市場 ● 與競爭產品之差異化

	● 低成本的原料及零組件 ● 異業的策略結盟 ● 交貨穩定度的控制 ● 加強售後的服務 ● 符合國際環保的規範 ● 危機預防與處理之能力
--	---

六、2010 年台灣奈米材料技術發展之策略

奈米材料技術具備知識密集度高、附加價值高、污染程度低、能源依存度低、關聯效果大、市場潛力大之知識經濟特色，是未來經濟、科技發展之主流。台灣在未來可能面對群雄割據、欣欣向榮與扭轉乾坤三種之情境，考量第一階段三種情境之決策涵義，未來材料技術之機會、威脅與企業需要，在競爭激烈的知識經濟時代與全球化之趨勢中，必需擁有獨特且優越的競爭能力，因應環境變動及抵抗競爭者的行動，必須整體策略面的推動，方能塑造有利的競爭優勢，對於未來材料技術情境的競爭策略，我們分為國家的整體競爭策略與企業的技術競爭策略兩方面：

6.1 國家整體競爭策略

先進國家長期經濟成長率的高低，視本身的研究發展而定，如美、日、德等大國長期經濟成長率，主要來自本國的研究發展，而小國及開發中國家長期經濟成長率，則主要來自各國人民學習新技術的能力（也就是人力資本）、技術移轉及技術傳遞。而為台灣未來奈米材料技術之長遠發展，減低知識差距與增強學習能力，必須先針對國家競爭優勢的因素，從提昇經濟力、資訊力、環境力、社會力、法制力等五個方面的國家整體競爭力著手，擬定未來之整體策略，以為奈米材料技術發展奠定堅實的基礎，如表 6.1。

表 6.1 2010 年奈米材料技術國家整體競爭策略

競爭策略	具體做法
經濟力方面	● 順應知識經濟潮流，加強新興及高科技產業研發、創新。 ● 重視人才培育，結合職業市場。 ● 加速傳統工業知識化，普及資訊、通信科技應用。 ● 以效率為導向，並透過政府再造、健全預算決策機制、強化財政制度之完整性。 ● 結合堅強的產業基礎，激發經濟潛力，進而帶動

	科技創新，誘發市場需求。
資訊力方面	● 透過網際網路環構、資訊產業發展深廣化，緊密結合網路與生活。 ● 加強對政府資訊的透明、個人資料的保護、落實智慧財產權的保障。 ● 促進數位內容及網路應用服務業的發展。 ● 促進科技服務業之發展及完善之電子交易環境。
環境力方面	● 順應綠生活、永續發展潮流，依循國際環保規範。 ● 創新與運用新科技，充實環保設施。 ● 一切循環再利用，保育、利用水土及能源，維護生態平衡、優質生活環境。 ● 發展分散多元化，配合建立預警制度、風險管理機制，促進各領域的生態平橫。
社會力方面	● 以「人」為社會發展的核心，提升人力素質及文化水平。 ● 導正社會基本價值觀，鼓勵社會參與，推動社會福利產業，評估及配置社工人力。 ● 維護社會公平、正義，建立社會教育與回流教育，實施社區總體營造。
法制力方面	● 加強國際宣傳，積極參與國際性組織活動，爭取在國際社會上合理之地位與尊嚴。 ● 改善現行憲政體制權力間的不平衡現象，促進國家現代化發展。 ● 結合法制健全、政治民主、司法公正、人權尊重、行政效率、施政透明、守法精神等。 ● 維護社會公平與正義，使國人更有尊嚴、社會更有活力，使台灣能掃除黑金，落實居安思危，鞏固國家整體安全。

6.2 企業技術競爭策略：

競爭的優勢導源於企業為顧客所創造的價值，企業為顧客創造價值分兩種方式：一種是以較競爭者低價格來提供與競爭者具有相等利益的產品或服務，而較低價格乃是源自企業較低的成本地位；另一種方式則是以相等或較高的價格來提供特殊的利益給顧客。這種特殊的利益乃導源於企業差異化的產品或服務。因此，

「低成本」與「差異化」乃構成競爭優勢的兩項基礎。

全球化的競爭下，經營者自然遭逢更多的挑戰及考驗。在產業發展中要持續保持競爭力，必須不斷投入人才、資金、技術，一味以低價搶食訂單，提高市佔率方式，在競爭更形激烈的趨勢下，畢竟不是長久之計。唯有藉持續提昇核心競爭力，將負面衝擊降至最低，並把握科技化與知識經濟契機，乘勢而起。針對 2010 年耐米材料技術之可能發展，各產學研單位之技術策略需著眼於長程的願景、立即的運用與策略性的產業應用，採取下列九項策略與措施，具體做法如表 6.2。

1. 掌握時程、方向，不斷研發創新。
2. 人文關懷，跨領域整合研發。
3. 以市場需求為導向，結合策略聯盟。
4. 降低成本，精進生產系統設計、製造與管理。
5. 提昇品質管理、經營顧客滿意。
6. 加強全球佈局，建立全球分工體系。
7. 建立產、官、學合作機制。
8. 結合國防軍備、強化軍民通用整合。
9. 重視環境保護，確保工作安全。

表 6.2 2010 年奈米材料技術企業競爭策略

競爭策略	具體做法
掌握時程、方向，不斷研發創新。	● 正確選擇研發之領域與方向，掌握或避開它國之特點項目。 ● 群雄割據時，繼續創新，拉大差距，並運用智慧財產保護，掌握核心技術。 ● 欣欣向榮與扭轉乾坤情境時，透過開放的貿易體系、國外投資、許可協議等方式，以獲取知識，拉近與先進國家之差距。 ● 配合誘因與制度，積極於連續不斷的研發、創新，力求突破經營及技術上的瓶頸，研發前瞻技術提升企業競爭力。 ● 適時升級與轉型，取得智慧財產權收入，以作為升級與轉型的資金；加強人力轉業訓練，移轉至高附加價值領域。
人文關懷，跨領域整合研發。	● 藉人文關懷可以提高員工忠誠度與工作之績效。跨領域整合可以啟發創意，不斷創新。 ● 將員工，視同企業最大的資產。唯有好的員工，才有好的企業，也才有獲利的保證。 ● 實施橫跨各領域的國家型計畫，計畫成果技術移轉給民間，確立功能導向型產業。 ● 建立學術平台，致力探索科技與人文社會的交融互動，從而發展出以人為本之產品、製造程序、設備和量測裝置。 ● 分區成立貴儀中心，添購「奈米檢測設備」供相關研究團隊、單位使用，並於計劃結束後，進行設備交流或轉移單位使用，建立廣泛之研究基礎。
以市場需求為導向，結合策略聯盟。	● 面臨經濟蕭條，市場萎縮時，需前瞻未來的市場發展，藉策略聯盟開闢市場。 ● 群雄割據時結合市場的需求，教育顧客，順勢主導市場的方向。 ● 欣欣向榮時則以差異化、彈性化，開創新市場或新用途。 ● 扭轉乾坤則需面對困境，以策略聯盟、集中、低利等策略，先求企業生存，集聚爾後再發展的實力。
降低成本，精進	● 奈米製程技術必須向自組裝奈米觸媒電極材

生產系統設計、製造與管理。	料製作、自組裝高分子與超分子合成及生醫應用發展。 ● 微利競爭之情境下，製造廠商的製程穩定度成為關鍵，包含廠商的製程能力、人員素養、工廠管理等。 ● 群雄割據、欣欣向榮與扭轉乾坤三種情境，皆需考量製程應用，掌握製造業應用的既有優勢。 ● 對製造廠商製程管制分析，提供技術服務、診斷與諮詢。
提昇品質管理、經營顧客滿意。	● 檢測技術必須突破奈米結構性能模擬、定址奈米結構形成之層次，建立品質規範，掌握技術領先。 ● 品質管理包含企業內部的品質政策、目標與責任。 ● 顧客滿意的經營理念是成功策略的基石，顧客滿意更是度過不景氣的最佳良方。 ● 持續創造顧客所要的價值，降低產品成本，建立產品強勢的地位。 ● 從產品開發、設計開始到產品完全送到顧客手中及其後的售後服務，都需讓客戶滿意。
加強全球佈局，建立全球分工體系。	● 將低技術與資本的產業，轉移至開發中國家，著重高技術與資本密集產業則快速成長。 ● 利用既有之優勢，加強全球佈局與研發。將生產成本較高低附加價值的製造部門移往其他地區。 ● 積極面對大陸為國際分工體的一員的事實，將其納入分工。
建立產、官、學合作機制。	● 國內已有良好基礎之科技產業，研發或引進由民間主導；基礎較薄弱，具市場潛力之關鍵技術及產品由政府主導、投資。 ● 加速落實研發成果，各類園區內設置相關育成中心或開放實驗室，以利協助創業者開發產品。 ● 鼓勵學術界與產業界合作，政府資助之研發成果所得之專利，應授予民間，加速技術移轉。 ● 成立技術交易仲介機構，建立學界、研究機構的技術諮詢人才資料庫。在企業有某種技術需求時，企業可由此仲介機構獲得學校或

	研究機構的技術支援。 ● 開設奈米相關課程、編寫教材外，廣泛培訓奈米科技人才，激發之技術能力與創意。
結合國防軍備、強化軍民通用整合。	● 結合民間力量，發展國防科技工業，達成獨立自主、全民國防之國防建設。 ● 有效整合運用國家科技整體資源，應強化國防科技發展之功能。 ● 建立長期而穩定之國防產業發展策略及具體作為，擴大吸引產、學、研之參與。 ● 結合民間企業參與軍備之先期研究，以降低企業投資國防科技研發之風險。
重視環境保護，確保工作安全。	● 結合全球環保風潮，遵循國際共識與規範制，定嚴厲的環保法規，遏止自然生態持續惡化。 ● 將環保品質同時考量產品開發中的設計過程。在技術發展時亦不可忽略奈米材料對人類造成的負面影響。 ● 預防意外事故，促進人員安全衛生，營造安全舒適的工作環境，密切整合所有關鍵要素，完善預防措施。

七、結論與建議

奈米材料的特殊現象漸被了解，可商業化的契機乍現。又逢我國優勢產業之競爭力，漸被其他新興國家取代，傳統產業必須持續予以技術升級，正是我切入奈米材料技術研發之最佳時機。本研究著眼於國家未來之科技發展與知識經濟時代的來臨，以奈米科技為主題探討科技驅動力與知識經濟之互動，運用技術預測—情境預測分析法，對「台灣 2010 年奈米材料技術之情境預測」做個案研討，並研擬未來發展奈米材料技術之策略建議。

7.1 研究結論

奈米材料技術、特性及其衍生之新裝置、新應用及所建立之精確量測技術的影響，遍及儲能、光電、電腦、記錄媒體、機械工具、醫學醫藥、基因工程、環境與資源、化學工業等產業，本身即是科技與產業發展最大的驅動力。且奈米材料技術以知識、科技為主，技術密集度高、附加價值高、污染程度低、能源依存度低、關聯效果大、市場潛力大，也正是知識經濟的典範。本研究依研究架構、問題與目的、個案分析，選出群雄割據、欣欣向榮、扭轉乾坤三種情境。並在情境發展中發現：

”科技驅動力與知識經濟之互動，是一種雙向互動，且互為回饋的關係”

政治、經濟、社會、教育、科技、市場、環保各構面之相關互動情形如下：

1. 政治構面：

- (1)穩定的政治局勢，鞏固的國家安全為前提下，科技才能發展，經濟才能成長。
- (2)有效率的政府，強力的支持度，能靈活因應變局，可增強國家整體競爭力，為奈米材料發展成功之關鍵。
- (3)政局不安影響國內外企業長期投資的意願，或僅追求近利，技術發展與知識經濟均為不利。科技的發

展與經濟成長，則可帶動政治的民主化。

- (4)政府扮演著科技發展的推手，從願景的規劃、制度的建立、知識與金融資本的協助等，並且應從管理者轉變為支援者，從參與者轉變為監督者。

2. 經濟構面：

- (1)繁榮穩定的經濟情勢，有利企業資金籌措與靈活運用，帶動科技之發展，並促進社會安定。
- (2)藉由知識經濟的創新、累積、運用、移轉與保護，可促進產業升級，帶動材料技術的成長與發展，回饋經濟的繁榮。
- (3)知識無法創新與整合，將陷入代工層次或停滯，獲利層次不高。
- (4)知識與金融資本具有互補性，知識密集的勞動力與技術，可提高實質資本報酬率。

3 社會構面：

- (1)追求知識密集，易肇致人才流動頻繁、貧富差距擴大、勞力產業沒落、失業人口增加、造成社會動盪與不安，影響科技發展。
- (2)將材料技術推廣並協助傳統產業之升級，可減低衝突，提昇生活環境品質，更擴大市場需求，振興經濟景氣。

4. 教育構面：

- (1)教育目標、內容、師資、方法、制度，必須結合社會、科技發展及產業需求。
- (2)倡導知識的價值需結合科技的力量，以因應未來科技與知識並重之社會。
- (3)鼓勵創新的精神，培育再學習的能力，才能持續科技進步，推動材料技術研發。
- (4)教育必須建立人文的關懷觀念，才能永續經營，造福人群社會。

5. 科技構面：

- (1)技術發展需以知識之創新與整合並重，以掌握核心技術，提昇獲利層次。
- (2)強調產品之研發管理、生產系統設計與管理、品質管理等前瞻技術，並將材料技術價值化、商品化。
- (3)技術發展需具體化，以提供專業技術之服務、診斷與諮詢，以經濟與市場需求為主，追求合理的績效與利潤。
- (4)提昇製程能力，降低生產成本，可誘發市場需求，繁榮經濟。

6. 市場構面：

- (1)全球化時代市場資訊流通，技術擴散迅速，需能隨時調整因應。
- (2)技術投入時間及產品壽命短，必須掌握技術與市場的脈動。
- (3)差異化產品與服務，可區隔市場，能強化競爭力。
- (4)市場廣闊時，可誘發創新技術；市場萎縮時，更有賴低成本、高可靠度製程，提昇獲利率。

7. 環保構面：

- (1)奈米材料本身體積小、質量輕、耗費能源有限，最符合現代環保規範。
- (2)技術需在國際環保規範下發展，更可突破科技發展，改進環境品質。
- (3)在環保意識抬頭的需求下，必須將環保品質同時考量產品開發的設計過程中。
- (4)奈米材料體積小、不易控制的特性，需慎防意外事件發生，強化危機處理的能力，否則市場萎縮、科技停滯、經濟受創，更可能造成國家社會的災難。

7.2 策略建議：

本研究策略建議是提請政府與相關企業及早發現新的市場機會，掌握關鍵科技的未來發展方向，創造一整體性的競爭利益。分為整體競爭策略建議、技術競爭策略建議兩方面：

7.2.1 整體競爭策略建議

1. 經濟力方面：

- (1) 順應知識經濟潮流，加強新興及高科技產業研發、創新。重視人才培育，結合職業市場。
- (2) 加速傳統工業知識化，普及資訊、通信科技應用。
- (3) 以效率為導向，並透過政治再造、健全預算決策機制、強化財政制度之完整性。
- (4) 結合堅強的產業基礎，激發經濟潛力，進而帶動科技創新，誘發市場需求。

2. 資訊力方面：

- (1) 透過網際網路環構、資訊產業發展深廣化，緊密結合網路與生活。
- (2) 加強對政府資訊的透明、個人資料的保護、落實智慧財產權的保障。
- (3) 促進數位內容及網路應用服務業的發展、促進科技服務業之發展及完善之電子交易環境。

3. 環境力方面：

- (1) 順應綠生活、永續發展潮流，依循國際環保規範。運用新科技，充實環保設施。
- (2) 一切循環在利用，保育、利用水土及能源，維護生態平衡、優質生活環境。
- (3) 發展分散多元化，配合建立預警制度、風險管理機制，促進各領域的生態平衡。

4. 社會力方面：

- (1) 以「人」為社會發展的核心，提升人力素質及文化水平。
- (2) 導正社會基本價值觀，鼓勵社會參與，推動社會福利產業，評估及配置社工人力。
- (3) 維護社會公平、正義，建立社會教育與回流教育，實施社區總體營造。

5. 法治力方面：

- (1)加強國際宣傳，積極參與國際性組織活動，爭取在國際社會上合理之地位與尊嚴。
- (2)改善現行憲政體制權力間的不平衡現象，促進國家現代化發展。
- (3)結合法制健全、政治民主、司法公正、人權尊重、行政效率、施政透明、守法精神等。
- (4)維護社會公平與正義，使國人更有尊嚴、社會更有活力，使台灣具備掃除黑金、讓人民免於恐懼的司法，落實居安思危，鞏固國家整體安全。

7.2.2 技術競爭策略建議

技術競爭策略，係考量我既有優勢與產業基礎，結合未來奈米材料技術情境，既有下列九項：

- 1.掌握時程、方向，不斷研發創新。
- 2.人文關懷，跨領域整合研發。
- 3.以市場需求為導向，結合策略聯盟。
- 4.降低成本，精進生產系統設計、製造與管理。
- 5.提昇品質管理、經營顧客滿意。
- 6.加強全球佈局，建立全球分工體系。
- 7.建立產、官、學合作機制。
- 8.結合國防軍備、強化軍民通用。
- 9.重視環境保護，確保工作安全。

7.3 後續研究方向

本研究所採行之情境預測，是一系統化、層級化之預測模式，其不確定包絡曲線的內涵，正足以為奈米科技具前瞻性、不確定性之高科技產業特性，描繪未來政經情境之景象。情境預測已發展數十年，尤其為國外之政府機構、企業所運用，資料豐富。國內則並未建立相關預測概念，且因多屬中小企業實際運用並不廣泛，惟近年來國內亦有許多學者做類似之研究可供參考。經此次個人研究後，有下列感想：

- 1.在學界先進研究過程中，常有缺乏技術道路圖輔助之缺憾與召開專家會議不易的困擾，本研究以專家群會

議之共識為主要資料來源，另增加產官學界之奈米研究次級資料為輔，可提供情境預測推演之進行與實效。

2. 情境發展的主要目的，其用途在於作為實際的科技規劃。惟此次研究因個人學能不足及其他因素影響，並未如研究初期之規劃，完成奈米材料技術之科技規劃，實為最大之遺憾。爾後運用此情境發展科技投資組合，除為個人後續之努力方向外，亦可供後繼研究者作為參考。
3. 奈米科技，是廿一世紀科技與產業發展最大的驅動力，不僅使科學與技術領域創造新事物的可能性變得無可限量；奈米科技正在創造新一波的技術革命與產業。其技術與知識的創新與整合，對我國家與社會影響至鉅。無論是技術本身或奈米技術對整體社會的影響及各產業的細部調查，都是未來進一步發展研究的方向，以確保國家之競爭力。而研究的方式則應以跨領域整合共同研究的方式為佳。
4. 知識經濟在本質上是以智慧資源的佔有、配置，以科學技術為主的知識生產、分配和消費、使用為重要經濟的因素。未來知識的創造、知識的流通、知識的加值，在台灣科技發展、奈米材料技術所面對的艱困挑戰中，仍有極大之探討空間。

參 考 文 獻

一、中文資料

1. Peter Schwartz，遠見的藝術（The art of the long view），國防部史編局編印，2002 年。
2. 王文祥，我國武器獲得方式影響因素之研究-國防科技預測與評估模式的應用，2001 年。
3. 王祥金，應用型態管理於國防武器之研究，元智大學工業工程與管理研究所碩士論文，2001 年。
4. 王鳳生，知識經濟時代，宏文管圖書館，高雄，2000 年。
5. 田興漢，以 SRI 情境預測法預測台灣有線數位機上盒（Set-Top-Box）技術與市場之發展，國立政治大學科技管理研究所碩士論文，2003 年。
6. 伍忠賢、王建彬，知識管理，聯經出版社，台北，2001 年。
7. 余序江、許志義、陳澤義合著，科技管理導論，五南圖書出版公司，1998 年 2 月。
8. 吳文良，中共國防工業「軍轉民」政策之研究，國立政治大學碩士論文，2002 年。
9. 吳思華，策略九說：策略思考的本質，麥田出版公司，台北，1996 年。
10. 吳茂昆，「因應知識經濟世代之科技發展政策」，國家政策季刊創刊號，行政院研究發展委員會發行，台北市，2002 年 9 月。
11. 吳靜怡，我國奈米科技產業關鍵成功因素及競爭策略之研究—以半導體製造業為例，國立交通大學。
12. 李鳳寧，以技術預測方法探討砷化鎵晶圓代工製造業者之設備需求，國立交通大學科技管理研究所，2002 年。
13. 沈雲聰譯，Ron Schultz，大決策的智慧，麥田出版社，台北，1994 年。
14. 奈米技術投資與市場發展趨勢，行政院國科會，2002 年 11 月。

15. 奈米技術產業化應用研討會，奈米技術產業化趨勢，行政院國科會，2002 年 11 月。
16. 奈米材料，行政院國科會，2002 年 11 月。
17. 奈米科技市場與發展概況，經濟部技術處發行，民國九十一年出版，2002 年。
18. 奈米科學與技術導論，行政院國科會，2002 年 11 月。
19. 邱繼震，技術預測-以網路安全技術為例，銘傳大學管理科學研究所碩士論文，2002 年。
20. 品質管理（修訂版），鄭春生，育友圖書公司，台北，2000 年。
21. 洪明洲 譯，Quinn, J. B., Baruch, J. J. & Zien, K.A.，知識管理與創新，商周出版社，台北，1997/2000 年。
22. 韋國亮，企業國際化進入模式影響知識移轉策略之研究，大葉大學國際企業管理學系碩士論文，2003 年。
23. 孫善政譯，Torek M.Knalil，Management of Technology，科技管理，麥格羅希爾公司，2002 年。
24. 馬遠榮，奈米科技，商週出版社，台北，2003 年。
25. 高洪深、楊宏志等，知識經濟學，五南出版圖書公司，2003 年。
26. 高洪深、楊宏志等，知識經濟學，五南出版圖書公司，2003 年。
27. 國家政策季刊創刊詞，行政院研究發展委員會發行，台北市，2002 年 9 月。
28. 康才華，技術預測--以個人通訊服務為例，交通大學科技管理研究所碩士論文，1993 年。
29. 張順教，高科技產業經濟分析，雙葉書廊有限公司，台北，2003 年。
30. 許純君譯，預測的原則與應用，Forecasting Principle and Applications，台灣西書出版社，1999 年。
31. 陳幸雄，知識型服務業推動知識管理實務研究—以工研院產業經濟與資訊服務中心為例，臺灣大學資訊管理學研究所碩

士論文，2001。

32. 陳信宏，「從知識的特質論知識經濟之特質與內涵」行政院國家科學委員會科技發展政策報導。
33. 陳琇玲 譯，Koulopoulos, T. M. & Frappaolo, C.，「知識管理」，遠流出版社，台北，1999/2001 年。
34. 陳潔如，以技術預測方法探討互動式有線電視之發展趨勢，國立交通大學經營管理研究所未出版碩士論文，1999。
35. 黃鎮台，全球化下台灣經濟發展的新思維，國機政策論壇，2002 年 10 月號。
36. 黃楓台，奈米與微機電，行政院國科會技術資料中心，2002 年。
37. 齊思賢 譯，Thurow, L. C.，知識經濟時代，時報出版社，台北，1999/2000 年。
38. 劉吉平、郝向陽，奈米科學與技術，世茂出版社，台北，2003 年。
39. 潘東豫、費吳琛、王文祥，從科技規劃之觀點建構國防科技預測與評估模式，中華民國科技管理研討會論文集(上冊)，2000 年，頁 185-195。
40. 鄭伶如，接觸式影像感測器技術策略規劃之研究--情境分析法，雲林科技大學企業管理技術研究所，1998 年。
41. 盧希鵬、馬振基，奈米材料技術地圖，行政院國科會技術資料中心，2003 年。
42. 顧淑馨譯，Gary Hamel、C.K Prahalad，競爭大未來，智庫出版社，台北，1995 年。
43. 羅於陵、郭光輝、殷正華、廖君蓉著，2010 台灣策略性技術分析，行政院國科會技術資料中心，2003 年。

二、外文資料

44. Martino, J. P., Technological Forecasting for Decision Making , Third Edition, McGraw-Hill Inc.，1993 年。
45. Michael E. Porter, Competitive Advantage: Techniques

- for Analyzing Industries and Competitors, Free Press, N. Y., 1980.
46. Michael E. Porter, Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors, Free Press, N. Y., 1980.
 47. Michael E. Porter, The Competitive Advantage of Nations, Free Press, N. Y. 1990.
 48. Ogilvy, J. A, T. Mandel and O. Yu “How to Construct and Use Scenarios” , Standford Research Institute Report, Menlo Park, CA, 1996.
 49. R. Stanley Williams, “Industrial revolutions in the 21st century” , *Physicsweb*, December 1999.
 50. Schoemaker P. J. H “Mutiple Scenario Development : Its Conceptual and Behavioral Foundation” , Strategic Management Journal, Vol. 14, pp. 195 , 1993.
 51. Tucker K , “Scenario Planning” , Association Management, Vol. 24 (2) , pp. 70-75

三、網路資料：

52. <http://110006.24hrs.com.tw/news-paper.phtml?code=41>
53. http://content.edu.tw/junior/life_tech/tc_jr/life_tech01/01/souce01.htm。
54. <http://iek.itri.org.tw/index.jsp>
55. <http://nano-taiwan.sinica.edu.tw/NewsBig5.asp>。
56. http://www.cc.nctu.edu.tw/~publish/books/nctu_intro/com_mot.html
57. <http://www.creativemercenary.com/tacticalguide/Acrobat/tpg.>。
58. <http://www.ey.gov.tw/web/green/green01.doc>
59. <http://www.gio.gov.tw/info/98html/stat-c.htm>
60. <http://www.nano.gov/2003budget.html5>
61. <http://www.stic.gov.tw/stic/policy/sr/sr8910/SR8910T>

1. HTM#SR8910T01，SR8910 期，2000 年。
62. <http://www.ntrc.itri.org.tw> 工研院奈米科技研發中心網站。
63. 奈米國家型科技計畫網站 <http://nano-taiwan.sinica.edu.tw/>中華民國科學技術年鑑（九十二年版）國科會自然處／工研院奈米科技辦公室。
64. 孫本初，「知識經濟與知識管理之探究」<http://www.ncsi.gov.tw/e-media/no5/05012.htm#2>。
65. 國科會科資中心奈米科技資訊網網站，<http://www.stic.gov.tw/policy/nano/index.htm>。
66. 國家高速電腦中心奈米科學網網站，<http://nano.nchc.gov.tw>。
67. 黃宏明，我國中小型企業升級問題與對策 <http://www.moea.gov.tw/~ecobook/season/sag3-a1.htm>
68. 經濟部技術處產業資訊服務網，<http://www.itis.org.tw>。
69. 資策會資訊市場情報中心，<http://mic.iii.org.tw>。
70. 網址：http://nano.nsc.gov.tw/main/4/4_01.html 網站名稱：科技年鑑奈米網。
71. 網址：<http://www.nano.com.tw>，網站名稱：奈米創新網，建置單位：國科會科資中心。
72. <http://www.nsc.gov.tw/policy/doc/92whitepaperC.pdf>

附 錄 一

中 華 民 國 國 情 2004/5/10 【 46 】

類 別	種 類	單 位	資 料	資 料 涵 蓋 時 間
人 口 概 況	戶 籍 登 記 人 口 數	千 人	22,621	截 至 民 國 九 十 三 年 三 月
"	粗 出 生 率	千 分 比	9.78	截 至 民 國 九 十 三 年 三 月
"	粗 死 亡 率	千 分 比	6.65	截 至 民 國 九 十 三 年 三 月
經 濟 建 設	平 均 每 人 國 民 生 產 毛 額	新 臺 幣 元	117,787	民 國 九 十 二 年 第 四 季 (P)
"	--	美 元	3,464	民 國 九 十 二 年 第 四 季 (P)
"	平 均 每 人 國 民 所 得	新 臺 幣 元	105,658	民 國 九 十 二 年 第 四 季 (P)
"	--	美 元	3,108	民 國 九 十 二 年 第 四 季 (P)
"	經 濟 成 長 率	百 分 比	5.17	民 國 九 十 二 年 第 四 季 (P)
"	國 民 儲 蓄 率	百 分 比	29.15	民 國 九 十 二 年 第 四 季 (P)
"	出 口	新 臺 幣 百 萬 元	440,793	民 國 九 十 三 年 二 月
"	--	百 萬 美 元	14,782	民 國 九 十 三 年 三 月 (P)
"	進 口	新 臺 幣 百 萬 元	439,701	民 國 九 十 三 年 二 月

"	--	百 萬 美 元	14,098	民 國 九 十 三 年 三 月 (P)
"	外 匯 存 底	億 美 元	2,265.2	截 至 民 國 九 十 三 年 三 月
"	國 人 出 國 人 數	千 人 次	506.1	民 國 九 十 三 年 二 月
"	來 華 旅 客 數	千 人 次	221.0	民 國 九 十 三 年 二 月
文 教 及 大 傳	教 育 經 費 支 出 占 GNP 比 率	百 分 比	6.09	民 國 九 十 一 年
"	公 共 圖 書 館 數	個	512	民 國 九 十 一 年
"	報 社	家	708	截 至 民 國 九 十 二 年 十 二 月
"	雜 誌 社	家	4,895	截 至 民 國 九 十 二 年 十 二 月
"	通 訊 社	家	949	截 至 民 國 九 十 二 年 十 二 月
"	出 版 社	家	7,545	截 至 民 國 九 十 二 年 十 二 月
"	有 聲 出 版 業	家	5,377	截 至 民 國 九 十 二 年 十 二 月
"	廣 播 電 臺	家	174	截 至 民 國 九 十 二 年 十 二 月
政 治 及 外 交	政 黨 數	個	102	截 至 民 國 九 十 二 年
"	社 會 團 體 數	個	5,467	截 至 民 國 九 十 二 年

"	職業團體數	個	374	截至民國九十二年
"	邦交國數	個	26	截至民國九十三年四月
"	參與非政府間國際組織數	個	1,065	截至民國九十二年四月
"	參與政府間國際組織數	個	18	截至民國九十二年四月
勞動力概況	勞動力	千人	10,154	截至民國九十三年二月
"	勞動力參與率	百分比	57.38	截至民國九十三年二月
"	失業率	百分比	4.61	截至民國九十三年二月

備註：

(P) 值表示初步估計數。本資料參考行政院主計處 出版之「中華民國統計月報」、「中華民國統計年鑑」、內政部 之「中華民國臺閩地區現住戶口統計表」及本局之「業務統計小冊」。

資料更新時間：民國九十三年五月十日

資料來源：行政院新聞局

<http://www.gio.gov.tw/info/98html/stat-c.htm>

附 錄 二

IMD 競爭力指標

第一大類：國內經濟 (Domestic Economy)

1. 附加價值

- 1.01 國內生產毛額
- 1.02 每人國內生產毛額
- 1.03 國內生產毛額(purchasing power parity; ppp)
- 1.04 每人國內生產毛額(以 ppp 計算)
- 1.05 實質國內生產毛額成長率(1991-1995)
- 1.06 實質每人國內生產毛額成長率(1991-1995)
- 1.07 #國民生產毛額
- 1.08 *地下經濟是否有害企業之發展(Parallel Economy)

2. 資本形成

- .09 國內投資毛額(固定資本形成)
- 1.10 國內投資毛額變動率(1991-1995)
- 1.11 國內儲蓄毛額
- 1.12 實質國內儲蓄毛額變動率(1991-1994)

3. 民間消費

- 1.13 每人最終消費支出
- 1.14 實質每人最終消費支出變動率(1991-1995)

4. 生活成本

- 1.15 消費者物價變動率
- 1.16 生活成本比較(不包括 housing)
- 1.17 租金(月租)

5. 經濟部門

- 1.18 #經濟部門占 GDP 比重
- 1.19 實質農業變動率(1983-1993)
- 1.20 工業生產實質變動率(1994, 季節調整)
- 1.21 服務業產值變動率(1983-1993)
- 1.22 每人廣告支出(1993)
- 1.23 每人零售額(1994)
- 1.24 每人實質零售額(1990-1994)

6. 經濟展望

- 1.25 預測六項指標
(GDP, C, I, Inf, Unemp, Current Bal)
- 1.26 *國內經濟結構是否有利於發展長期的競爭力
- 1.27 *產業外移是否威脅經濟的未來發展

第二大類：國際化(Internationalization)

1. 貿易績效

- 2.01 貿易收支(1995)
- 2.02 貿易收支占 GDP 比重(1995)
- 2.03 勞務收支(1994)
- 2.04 勞務收支占 GDP 比重(1994)
- 2.05 經常帳收支(1995)
- 2.06 經常帳收支占 GDP 比重(1995)
- 2.07 貿易條件指數(每單位出口值/每單位進口值)
- 2.08 外匯穩定度(1995/1990)
- 2.09 貿易對 GDP 比重 (進出口量/GDP*2)

2. 商品與勞務

輸出

- 2.10 商品與勞務輸出(1994)
- 2.11 商品與勞務輸出占 GDP 比重(1994)

2.12 商品與勞務輸出變動率(1992-1994)

2.13 #各級經濟部門出口值占總出口值之比重
(1994)

2.14 外銷市場分散程度(以 top three 出口國
1994)

2.15 *出口信用與保險價格是否合理

2.16 *進軍國際市場的能力

3. 商品與勞務

輸入

2.17 商品與勞務輸入(1994)

2.18 商品與勞務輸入占 GDP 比重

2.19 商品與勞務輸入變動率(1992-1994)

2.20 #各級經濟部門進口值占總進口值之比重

2.21 進口偏向度(GDP 變動率 minus 進口變動率,
1991-1995)

4. 國家保護主

義

2.22 *國家保護主義是否阻礙自國外輸入商品與
勞務

2.23 *允許外人投資者對投資國內公司的控制程
度大小

2.24 *允許境外活動的程度

2.25 *投資保護措施適用於他國之程度

2.26 *移民法是否阻礙公司雇用外國技術人士

5. 外人直接投

資

2.27 對外直接投資量(1994)

2.28 對外投資股市量

2.29 外人對國內股市之投資

2.30 外人對國內之直接投資

6. 文化開放度

2.31 *管理者對派駐在該國工作人員的接受程度

2.32 *接受外來文化的難易程度

2.33 觀光收入占 GDP 比例(1995)

2.34 *外人對本國支持企業活動的觀感

第三大類：政府(Government)

1. 國家債務

3.01 #中央政府之債務(1994)

3.02 中央政府債務占 GDP 比重

3.03 #中央政府對外債務

3.04 中央政府對外債務占 GDP 比重

3.05 #中央政府之赤字或剩餘

3.06 中央政府之赤字或剩餘占 GDP 比重

3.07 準備(包括黃金與官方準備)

2. 政府支出

3.08 政府員工人數占總就業人口之比重(1993)

3.09 政府支出占 GDP 之比重(1995)

3. 政府參與

經

3.10 *價格控制是否影響產業之價格

濟活動之

3.11 政府補貼占 GDP 之比重(1994)

程度

3.12 *環保法規是否與企業發展衝突

3.13 *僱用與解聘實例是否嚴格(遺漏)

3.14 *公共工程開放外人投標程度

3.15 *反拖拉斯法是否真能防範不公平競爭

3.16 *主要產業是否被少數企業壟斷

4. 政府效能

與透明度

3.17 *政府實施經濟政策的效率

3.18 *政府對民間的透明度

3.19 *地方政府的自主權

3.20 *政治體系是否有能力接受當前的經濟挑戰

3.21 *官僚體系是否阻礙了企業的發展

3.22 *非法行為(如賄絡)的多寡

5. 財政政策

- 3.23 稅收占 GDP 比重(1994)
- 3.24 個人所得稅占 GDP 比重
- 3.25 *個人賦稅是否影響工作意願
- 3.26 資本與財產稅收占 GDP 之比重
- 3.27 間接稅收占 GDP 之比重
- 3.28 公司稅占 GDP 之比重
- 3.29 僱員之社會安全負擔占 GDP 之比重
- 3.30 雇主之社會安全負擔占 GDP 之比重
- 3.31 *財政政策是否鼓勵企業活動

6. 社會政治

- 穩定度
 - 3.32 *大眾對司法公正之信任程度
 - 3.33 #犯罪率
 - 3.34 *大眾對人身及財產安全的觀感

第四大類：金融(Finance)

1. 資金成本與

- 投資報酬率
 - 4.01 實質短期利率(1995)
 - 4.02 *資金成本是否阻礙企業之發展
 - 4.03 國家信用評等(依據 Institutional Investor Magazine 評比)

2. 資金取得難

- 易程度
 - 4.04 *取得銀行信用的難易
 - 4.05 *外國及本國公司是否能公平地進入地方資金市場
 - 4.06 *對進入國外資本市場限制之多寡
 - 4.07 Factoring (percentage of merchandise exports)
 - 4.08 *取得創投資金難易程度

3. 股票市場

- 4.09 股票市場資本化(1995)
- 4.10 股市交易量(1993-1995 平均)
- 4.11 上市公司數
- 4.12 *內線交易是否普遍

4. 金融服務

- 4.13 *中央銀行的政策對經濟發展是否有正面的影響
- 4.14 銀行規模(1994)
- 4.15 每人銀行存款
- 4.16 *銀行是否扮演有益經濟發展的角色
- 4.17 *金融制度是否有效穩定金融秩序

第五大類：基礎建設(Infrastructure)

1. 能源自給

- 度 5.01 GDP 與能源消費(實質 GDP 變動率-能源消費變動率)
- 5.02 能源使用密度(每一單位 GDP 之商業能源使用量, 1993)
- 5.03 能源自產占總所需之比重
- 5.04 能源進口占商品輸出之比重(1994)
- 5.05 非能源原料自足性

2. 科技建設

- 5.06 電信產業之投資占 GDP 的比重(1992-1994 平均)
- 5.07 電腦使用占全球之份額(1995)
- 5.08 電腦使用率(每千人)
- 5.09 電腦處理能力占全球 MIPS 之份額
- 5.10 電腦處理能力(每人)

- 5.11 網際網路連接率(每千人)
- 5.12 *新資訊技術是否符合企業的需求
- 5.13 電話裝機率(每千人)
- 5.14 行動電話(每千人)
- 5.15 國際電話費率
- 5.16 工業用電費率
- 5.17 #工業用機械人
- 5.18 #特殊用途機械人

3. 運輸建設

- 5.19 *物流基礎設施效能如何
- 5.20 道路(1994)
- 5.21 鐵路(1992)
- 5.22 空運(1994)

4. 環境

- 5.23 玻璃製品回收率(1994)
- 5.24 廢水處理廠(廢水處理廠受惠人數占總人口之比重)
- 5.25 溫室指數(每人二氧化碳排放量)
- 5.26 生產過程中所產生的二氧化碳量
- 5.27 可耕地面積(每人)
- 5.28 *城市化程度

第六大類：管理(Management)

1. 生產力

- 6.01 總生產力(GDP/受雇人員)
- 6.02 總生產力變動率(1990-1995)
- 6.03 製造業生產力
- 6.04 勞動生產力

2. 勞動成本與報酬

水準

- 6.05 農業生產力
- 6.06 製造業補償薪資
- 6.07 製造業單位勞動成本
- 6.08 #企業單位勞工成本變動率
- 6.09 年薪(銀行從業員、經理人、國小教師及祕書)
- 6.10 人力資源主管薪資
- 6.11 製造業主管薪資
- 6.12 工程師薪資

3. 企業績效

- 6.13 *國內產品價格與品質比是否較國外競爭者為優
- 6.14 *實施品質管制的普遍性
- 6.15 *顧客滿意度
- 6.16 *產品商品化時間之長短
- 6.17 *大眾對企業的信任程度
- 6.18 *董事會的功能
- 6.19 *企業管理者對社會的責任感

4. 管理效能

- 6.20 *管理者是否具有企業家精神與創新能力
- 6.21 企業規模
- 6.22 *產品是否符合消費者保護的精神
- 6.23 *資深經理人是否具國際市場的實務經驗
- 6.24 勞資糾紛
- 6.25 *勞資關係

第七大類：科學與技術(Science & Technology)

1. 研究發展 (R&D)

資源

- 7.01 R&D 支出 (1994)
- 7.02 R&D 支出占 GDP 比重
- 7.03 企業之 R&D 支出
- 7.04 R&D 從業人員
- 7.05 企業部門 R&D 從業人員
- 7.06 *是否有足夠且夠資格的工程師

2. 科學研究

- 7.07 諾貝爾得獎人數
- 7.08 *智慧財產權是否受到完善的保護
- 7.09 *基礎研究是否能有效支應長期經濟與科技的發展
- 7.10 *義務教育是否授與必備的科學知識

3. 專利

- 7.11 專利權授與國民之數量
- 7.12 專利權授與數量之變動率 (1988-1994)
- 7.13 國民得到國外專利權之數量 (每 100,000 人)
- 7.14 專利權執行數 (每 100,000 人)

4. 科技管理

- 7.15 *科技合作是否普遍
- 7.16 *企業與學校的研究合作是否普遍
- 7.17 *資金來源是否會影響企業的技术發展

第八大類：人力 (people)

1. 人口特

質

- 8.01 人口 (1995)
- 8.02 扶養率 (小於 15 大於 64 歲的人口 /15 與 64 歲之間的人口)
- 8.03 #低於 15 歲的人口占總人口之比重

8.04 #高於 65 歲的人口占總人口之比重

8.05 壽命(1990-1995)

2. 勞力特

質

8.06 #勞動人口

8.07 #勞動人口占總人口之比重

8.08 #勞動人口變動率

8.09 女性勞動力占總勞動力比率

8.10 *工作機會是否平等

8.11 *容不容易找到技術性勞工

8.12 *資深經理人是否供應充足

8.13 *受到良好教育的人士是否留在貴國就業

3. 就業

8.14 #各部門就業人口占總就業人口之比重

8.15 就業人口

8.16 就業人口占總人口的比重

8.17 勞動時間

4. 失業

8.18 失業人口占勞動力的比重

8.19 少於 24 歲失業人數占總失業人數的比重

5. 教育結

構

8.20 *教育結構符合競爭經濟社會的需要

8.21 中等學校就學率

8.22 高等學校就學率

8.23 小學一年級學生數(每一教師)

8.24 小學二年級學生數(每一教師)

8.25 教育支出

8.26 識字率(15 歲以上)

8.27 #報紙發行額(每天每 1,000 人)

8.28 *經濟性的讀寫能力之程度

8.29 *投資於在職進修是否普遍

6. 生活品質

- 8.30 #城市人口占總人口之比重
- 8.31 #所得分配(最低 20%所得級距)
- 8.32 #所得分配(最高 20%所得級距)
- 8.33 *生活品質好否
- 8.34 自有住宅占住家總數之比重
- 8.35 人力發展指數(依據 Human Development Report)
- 8.36 每一醫生所服務的人數
- 8.37 每一護士所服務的人數
- 8.38 *AIDS 是否會影響貴國未來的發展

7. 工作態度

- 8.39 *僱員對公司目標的配合度
- 8.40 *年輕就業人口的學習與工作態度
- 8.41 *在工作場所是否有酗酒與毒品問題
- 8.42 *有關提昇競爭力的社會價值觀(如勤奮工作、忠誠度)

註：#表背景資料，並沒有加以評比 *為問卷資料

資料來源：IMD, The World Competitiveness Yearbook 1996, 1996.

<http://www.moea.gov.tw/~ecobook/season/sa921.htm> 徐子光
(台灣經濟研究院)

附 錄 三

奈米材料技術〔41〕

技術項	產品範例
奈米金屬微粒融膠合成技術	奈米粉體、奈米微粒、奈米觸媒、奈米二氧化物、奈米金屬氧化物、燃料電池、奈米薄膜、高分子複材、填充劑材料、光電及儲電材料、奈米塗料等
高分子奈米粉體製造包裝應用	奈米乳膠、光電材料及儲電材料、吸附材料、奈米陶瓷原料、高分子奈米粉體、藥物釋放、酵素回定化、填充劑材料、奈米鍍膜等
奈米碳球合成包覆及表面處理技術	材料有機無機複合材料、高分子複合材料、高性能吸附材、電極材料、儲氫儲能材料、紀錄媒體、碳極板、光電材料、奈米碳球等
一維奈米材料配向控制技術	高分子複合材料、奈米線、光電元件、紀錄媒體、顯示器（TFT/LCD）等
多元奈米結構	金屬結構件、奈米金屬材料、奈米複合材料、熱電材料、光電元件、顯示器、節能及高密度燃料電池、奈米塑膠/紡織品、氣體感測器等
同軸多層奈米管成長控制技術	光電元件、儲氫材料、奈米半導體元件、場發射器、紀錄媒體、顯示器、抗腐蝕薄膜、氣體感測器
奈米高分子	有機無機複合材料、光電材料、儲能材料、電極材料、奈米高分子纖維、藥物載體、基因載體、光學顯示基板、LCD光學膜等
奈米球、管、線、多層模形成	奈米有機無機複合材料、高分子複合材料、光電元件、顯示器、儲氫材料、隔熱材料、二次電池、紀錄媒體、電晶體、奈米碳管、感測器等
奈米微孔洞複合材料、	高分子複合材料、儲氫材料、儲熱材料、奈米觸媒、低介電材料、多孔材料、燃料電池、高

	性能吸附材料、奈米模板、感測器等
高分子奈米複合材料技術	電子構裝奈米材料、高分子奈米複合材料、奈米有機無機複合材料、高分子奈米纖維、奈米有機無機複合材料、電極材料、光電材料、奈米薄膜、高性能功能性材料、電子封裝材料、生醫材料、功能性塑膠高熱電轉化材料、結構元件、光學元件等
奈米有機無機複合材料技術	電子構裝奈米材料、高分子奈米複合材料、奈米有機無機複合材料、高性能功能性材料、封裝材料、奈米觸媒、光電元件、奈米薄膜、高性能功能性材料、電極材料、高介電材料、控析藥物、生物分子辨識、免疫快速分析技術應用等

奈米製品技術表

奈米微粒鍍膜材料及元件開發	高分子奈米複合材料、光電材料、電極材料、儲氫材料、儲能材料、精密結構零件、奈米觸媒、資訊元件、氣體感測器、仿生產品、表面處理等
高分子奈米粉體生醫檢測與接著應用	化合物檢測、生物檢測元件/設備、細胞分離、奈米基因切割子、免疫檢測系統、生醫檢測等
奈米碳球生醫及光電應用技術	奈米碳球生醫及光電檢測試劑、藥物傳輸材料、光匣、生物檢測設備、疾病檢測試劑等
高均勻度奈米模板製造	奈米模板/催化材料、光學元件、LCD光學補償膜、軟性基板、燃料電池、LCD/OLED等
高分子與碳模板製造技術	塑膠及化學材料、基板、燃料電池、LCD/OLED
高分子與碳模板合成與能源儲存應用	鋰電池、超電容、熱電轉化電池、能源/催化應用等
陶瓷基板表面自	紀錄媒體、顯示器、耐高溫磨耗零件等

組裝奈米結構製作	
自組裝奈米結構光電元件技術	奈米光電/電子元件、顯示器、有機薄膜電晶體、太陽能電池、感測器、紀錄媒體、資訊儲存媒體、光儲存媒體、磁頭相關材料、生化分子辨識等
自組裝奈米觸媒電極材料製作	儲能電池、二次電池、燃料電池、奈米觸媒、選擇性電子封裝、電極材料、顯示器、單分子與場效應電晶體等
三維光子晶體材料自組裝技術	
自組裝高分子與超分子合成及生醫應用	藥物載體、基因載體、人工血液載體、奈米高分子材料、奈米有機無機複合材料、製藥用奈米膠囊、選擇性電子封裝、生醫材料等
自組裝高分子與超分子材料光通訊應用	光學傳輸材料
奈米構型表面元件	光電元件、資訊儲存元件、生物晶片、氣體感測器等
高分子光學顯示基板材料合成	光學元件、光電感應器材料、平面材料顯示器、高分子光學顯示基板等
高分子光學顯示薄膜應用製程技術	顯示器、光電及成應器材料、高分子光學顯示薄膜、高解析平面顯示器螢光材料、高感度螢光標示劑、光電池、導電複材、

奈米檢測技術表

奈米結構性能模擬	顯示器、微電子元件、多尺度模擬平台、奈米材料特性與合成預測、奈米特性模擬等
奈米元件特性、	光電元件、微電子元件、奈米碳管元件、單電子電晶體、感測器、SQUID 核磁共振系統等

奈米結構製程模擬	顯示器、微電子元件、奈米材料特性與合成預測、SQUID 元件等
定址奈米結構形成	半導體製程光罩、奈米印刷母模、奈米材料合成模板等
奈米檢測技術	奈米結構檢測儀器、成測器、奈米表面輪廓儀、奈米電性分析儀、奈米磁場量測儀、奈米拉曼光譜儀、奈米摩擦力量測儀、精密機械、生物分子辨識、奈米磁性微粒檢測系統等

附 錄 四

科技驅動力與知識經濟專家會談名單

職 稱	姓 名	單 位	學 歷	備 考
理 事 長	吳 富 堯	危 機 管 理 協 會	博 士	
副 教 授		正 修 技 術 學 院		
副 研 究 員	陳 漢 華	國 家 安 全 會 議	博 士	
主 任	劉 遠 忠	國 防 大 學	碩 士	
助 理 教 授	張 哲 銘	親 民 技 術 學 院	博 士	
航 太 作 家	羅 志 成	自 由 業	碩 士	
兼 任 講 師		逢 甲 大 學		
組 長	童 山	中 科 院	博 士	
副 組 長	方 友 清	中 科 院	博 士	
副 研 究 員	常 孝 宗	中 科 院	博 士	