圖解

奈米應用技術

316
1

日文原著：川合 知二　監修（工業調查會）

工業技術研究院

nano

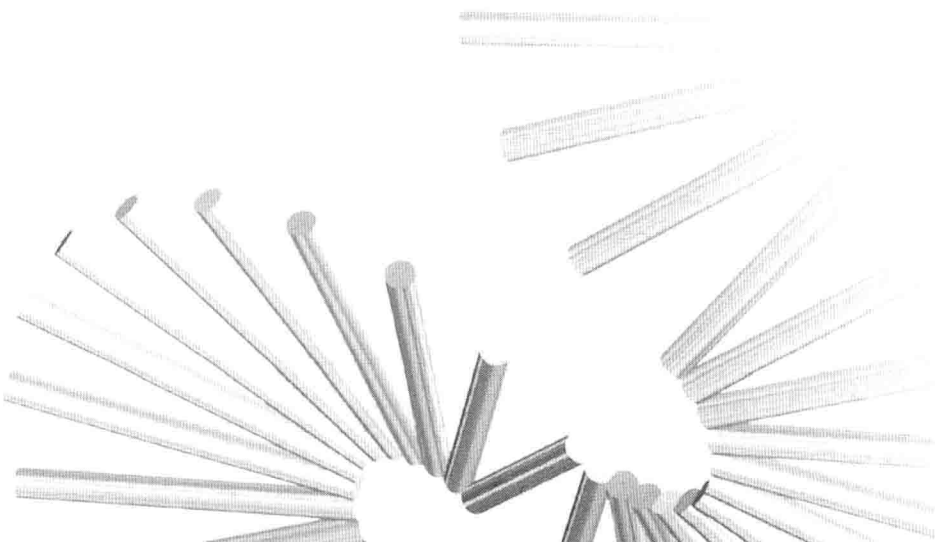
In simple terms nanotechnology: the science and engineering the
w words at the atomic level.
The prefix "nano" means 10 to the negative ninth power.
The nanomaterial or meter to the
negative ninth power, or one thousand thous of mill ter.
A DNA molecule is two nanome ros di ce at
in sev te
that is all the space it takes for DN very
A singl ell is to
These examples reveal how our own
function

需要全本请访问 www.ertongbook.com

奈米應用技術

日文原著：川合 知二　監修（工業調查會）

工業技術研究院



2005年10月30日初版第1刷發行

國家圖書館出版品預行編目資料

圖解　奈米應用技術／川合　知二監修(日文原著).　-- 初版.
-- 新竹縣竹東鎮：工研院奈米中心，民94
面；　公分
含索引
ISBN 957-774-767-1 (平裝)

1. 奈米技術

440.7　　94020495

版權所有・翻印必究

圖解　奈米應用技術

初　　版／中華民國九十四年十月
定　　價／新台幣600元
總 編 輯／蔡嬪嬪
校　　閱／鄭武輝、宋清潭、周文漢、鍾朝安、蔡禎輝、鄒華中、黃佩珍、劉仲庸
發 行 人／蘇宗粲
發 行 所／工業技術研究院 奈米科技研發中心
310 新竹縣竹東鎮中興路4段195號
電話：(03)5917651　傳真：(03)5910086
排版印刷／英杰企業有限公司
台北市復興南路二段293-3號10樓之1
電話：(02)2732-1234　傳真：(02)2732-9531

ISBN 957-774-767-1 (平裝)

序

值此二十一世紀開始之際，世界上奈米科技的發展正如火如荼地展開。2005 年全球政府投入奈米科技之研發經費每年已超過 40 億美元，而民間投入的資金更超越政府。近幾年來，世界上的奈米科技創投規模每年約 2~3 億美金，以奈米科技為主要事業新成立的公司估計已達 1,200 家以上，而投入的項目廣佈於各行各業如電子、顯示、儲存、汽車、檢測、模擬、生物、光電、能源、環境、運動器材等等。2004 年世界產值估計已達數百億美金，未來十年內預估可達數兆美元。台灣 2004 年產值估算達 150 億新台幣。國內已投入研發或生產的公司估計也有 250 家左右。政府因應產業的發展，最近已將奈米科技列入新興產業獎勵投資項目之一，將於 2006 年開始實施；此外，奈米標章認證措施早於 2004 年底開始施行。整合國內產官學研為期六年(預算 214 億元新台幣)的奈米國家型科技計畫今年已邁入第三年。

縱然目前奈米科技是如此蓬勃地進展，不過這也僅是奈米科技整體發展冰山之一角。奈米科技相關於材料的基本結構尺度以及迥異於傳統性質的介觀特性，一般皆認為對世界產業會產生數十年長遠的影響。奈米科技的發展對產業的影響在未來十年內以加值型態為主，必需基於各領域知識與奈米技術的結合才可順利推動。奈米尺度內新特性、新現象的發現與應用是奈米科技發展的關鍵。奈米科技的多元性與跨領域性質可促使奈米、生技、資通訊科技融合，因而引發更多創造新應用、新產品的機會。基於此，加強在校學生和社會人士更加了解奈米科技知識與概念，一直是各國積極推動的重點工作。

繼 2002 年出版上本「圖解　奈米科技」之後，工研院再度編譯川合　知二編著的「圖解　奈米應用技術」一書。這是一本由超過90位日本各方面專家合著，為世界上敘述奈米技術應用全貌的書籍之創舉。本書內容敘述奈米技術應用全貌，與上一本書不但沒有重疊之處，而且為讀者介紹更深入的主題；其內容涵蓋世界各國奈米科技發展動向、基礎共同技術、奈米材料，以及在電子產業、汽車產業、機械產業、化學/環境/能源產業、生物/醫學/醫藥/美容方面，跨領域融合的應用，皆逐一列舉實例，並註明已實用化或實用化推估時間點。對於產業界人士與學生，甚至一般人，本書具有奈米科技推廣與教育的功效。

林信義

林信義
工業技術研究院　董事長

前言

現場的技術人員或研究人員，在量測以及決定位置、或是材料開發等使用奈米科技並不少見。不過與這些研究人員交談時，他們卻往往會說：「並沒有用到什麼奈米科技」。這是因為他們有強烈的先入為主觀念，認為奈米科技是遙遠的未來才會實現的最尖端技術，自己所運用的技術並非奈米科技。

觀察奈米科技的發展，可以分為三個階段。第一階段是「目前正在實用化的奈米科技」，第二階段是「今後數年內能夠運用/應用的奈米科技」，第三階段是「需要某些年研究才可能實現的未來技術」。一般聽到奈米科技這幾個字，幾乎所有人都會想到美國總統柯林頓所謂的「能夠將國會圖書館資料全部記錄於方糖大小」的第三階段吧！

倘若說現在的奈米科技已經從「遙遠的未來科技」印象中，逐漸走向能夠運用於實際產品或開始應用的第二階段也不為過。奈米技術已快速地成為和我們有密切關聯的技術。與家電產品以及行動電話所代表的資訊機器，以至在汽車、醫療、醫藥、化學領域方面，都有著日益密切的關係。

已出版的「圖解　奈米科技」是藉由圖片和照片來解說奈米科技的啓蒙書，研究人員、學生或頂尖經營者皆稱讚其為「非常淺顯易懂」。而此次推出的「圖解　奈米應用技術」，乃是延續前面的「圖解　奈米科技」一書，藉以回應多數讀者「希望知道奈米科技能夠實際應用於什麼樣的領域、具有何種連帶效應」心聲的一種方式，以接近實用化的奈米技術應用技術為焦點，苦心企劃而成。和前一部作品同樣，本書是基於作者自己的經驗為主，其特點為大量使用圖片和照片，採取圖解方式導讀。

第 1 章蒐集日本、美國、亞洲、歐洲的奈米科技全面性的動向；第 2 章敘述奈米科技的基礎共通性技術；第 3 章是有關奈米材料的原材 / 製程的敘述；第 4 章介紹並解說 80 多種具體的應用實例；第 5 章藉由「邁向以奈米科技立國重生之道」作為總結。

奈米科技是銜接未來技術與現在技術的橋樑，同時也負有銜接 / 融合不同領域的功能，期望讀者們閱讀過本書後能夠充分運用奈米科技。

大阪大學 教授　川合　知二

需要全本请访问 www.ertongbook.com

推薦序

本書以生動的圖示闡述奈米科技之基本概念，及其應用於材料、電子、機械、化工、生醫及能源等多領域之豐富實例，為相當難得的創舉，極具參考之價值，工研院肩負台灣奈米科技產業化的使命，體認奈米科技對國家未來產業科技發展的重要性，特推薦此書，以期帶動台灣產業技術之發展。

工業技術研究院　院長　　李鍾熙

本書從奈米科技之基礎觀念到實際應用，內容涵蓋奈米科技在各產業的最尖端應用實例，並註明實用化時間點供讀者參考。書中以圖解方式展現研發數據與闡釋新概念，每個主題之後均列出參考文獻，全書並附有索引，實為目前國際上關於奈米科技最完整的一本介紹書籍。

工業技術研究院　副院長　　涂爵民
奈米國家型科技計畫　總主持人

奈米科技是一個跨不同領域的研究，不論基礎科學或應用技術，已經快速在發展並融入我們生活當中。本書以圖文並茂來說明各種領域中奈米相關技術的知識與特性，包括最新發展的動向、奈 米材料、檢測儀器、電子、汽車、機械、能源與環境、生技、醫療等領域的基礎與應用，是一本淺顯易懂介紹奈米科技的書。包括的範圍非常廣泛，因此不能很深入的解釋各項技術，所幸大部分的章節都附有參考文獻，可供讀者做深入的探討與學習。

中央研究院　物理所　特聘研究員　　李定國
奈米國家型科技計畫　總主持人

根據2005年的報導全球奈米科技投資已超過100億美金，民間投資也已首度超越政府，顯示奈米科技的應用已快速展開。圖解奈米應用技術以圖說的方式簡明扼要說明奈米技術的應用潛力，涵蓋電子、汽車、機械、化學、環境、能源、生物、醫療、醫藥和美容各方面之應用，是一本值得參考的好書。

工業技術研究院　奈米科技研發中心　主任　　蘇宗粲

CONTENTS 「圖解 奈米應用技術」

序 i
推薦序 iii
前言 1
執筆者一覽 2

第一章 奈米科技最新動向

1-1 日、美、歐、亞的奈米科技

日本奈米科技的最新動向 6
歐洲的奈米科技 9
美國的奈米科技 12
亞洲的奈米科技 16

1-2 奈米科技專利與研究動向

奈米科技專利及研發資訊 21

第二章 奈米科技的基礎性共同技術

<總論>支援奈米科技的奈米檢測 / 奈米解析 – 解析奈米結構的顯微鏡 28
掃描式穿隧顯微鏡(STM) – 掃描式探針顯微鏡的實力 31
原子力顯微鏡(AFM) – 掃描式探針顯微鏡的實力 37
利用同步加速器輻射光源, 軟 X 光, X 光進行結構解析, 電子物性解析 – 邁向新奈米材料的設計 41
電子顯微鏡 – 掃描式與穿透式的威力 44
軟 X 光顯微鏡 – 期望應用於生命科學 / 醫學 48
近場光學顯微鏡 – 能夠利用於光通訊、光加工、光記錄的近場光學 52
測量液滴的奈米尺寸 54
量測立體形狀的奈米三維座標量測儀器(Nano CMM) 56
以光控制奈米粒子的光纖操縱器 59

第三章 奈米材料

<總論>全力開發奈米材料 64
利用金屬與有機的奈米尺寸複合製作新物質 69
利用酒精大量合成單壁碳奈米管 74
與碳簇有關的新技術 – 碳簇的大量合成及其應用 78
與矽簇有關的新技術 82
奈米尺寸表面燒結層的新製法 86
樹枝狀高分子所開拓的嶄新可能性 88
介孔性物質之最新發展 92
利用分子混成的奈米分散技術 96
奈米陶瓷的新發展 – 寄厚望於氧化物奈米管 100

第四章 奈米技術應用篇

4-1 IT・電子產業方面的奈米技術應用

<總論>支撐 IT 產業的奈米技術 104
新世代顯示器 – 碳奈米管 FED 108
光子晶體光波導 – 目標朝向光積體線路 112
使用光子晶體的半導體雷射 116
奈米技術電子零件 – 積層電容器 120
新世代大容量光記憶體 125
利用光學同分異構物製造 4bit 記憶體 128
量子電腦, 量子點 – 一枚晶片勝過一台高速電腦 132
新世代奈米裝置 – 以使用 CNT 的 FET 裝置、單電子裝置、自旋同調性裝置為中心 136
銀, CNT, 高分子的導電性奈米線 – 以利用銀的奈米線為中心 140
闖入奈米領域的磁頭 144

金屬粒子的超精密噴墨塗層技術－奈米與巨觀世界的橋樑，桌面工廠之夢 150
運用極紫外光的微影技術 154

4-2　汽車產業方面的奈米技術應用
＜總論＞奈米科技改變了汽車 158
活生生的樹脂－採用自我修復材料的汽車 162
將奈米尺寸物質分散於奈米技術鋼板之中 166
利用奈米鋁以實現超輕量車體 170
運用於汽車觸媒轉換器的奈米科技 174
汽車用(奈米 / 微小)塗料－利用奈米粒子控制之塗膜 178
輪胎用材料之分子結構控制－發揮高剎車性能與節省燃料性能 182

4-3　機械產業方面的奈米技術應用
＜總論＞奈米領域的指標性加工 185
擁有奈米精度 / 粗糙度的模具 190
奈米加工(NEMS & MEMS) 194
利用離子束 / 電子束進行鑽石加工 197
光機電工程以奈米為發展目標 200
微小加工製造幫浦 204
奈米複合塗層工具－奈米結晶體陶瓷塗層材料 208

4-4　化學、環境、能源產業方面的奈米技術應用
＜總論＞藉由「自組裝」以實現化學領域的奈米科技 211
微泡塑膠 215
改變化學工廠的微反應器 220
利用微反應器的燃料電池 226
利用奈米技術進行燃料電池之微型化 230
超強酸奈米粒子觸媒－替代金屬試劑的新方法 234
利用 CNT 之大容量攜帶用小型燃料電池 237
不會產生紅外光之奈米燈 240
利用碳奈米管之碳奈米溫度計－可測量微米以下微小空間之溫度 244

4-5　生物、醫療、醫藥、美容方面的奈米技術應用
＜總論＞奈米生物科技開拓未來 247
利用光與糖的樹枝狀高分子型藥物傳輸系統 250
活細胞內部的奈米外科手術 254
電性生理學的生物感測器－單一晶片高精度 / 多項目之測定 256
蛋白質微陣列的現狀與課題 260
利用微多孔膜進行血液透析的技術 264
化粧品用粉體材料的高功能化－有機 / 無機混成粒子的研發 267
高精度新世代 DNA 微陣列系統 270
從澱粉大量生產生物奈米技術原材料 275

4-6　跨領域融合中的奈米科技
＜總論＞融合生物與奈米創造新領域 278
利用高分子奈米微胞的 DDS 282
高倍速探索新功能生物分子開創奈米生物科技的前鋒
－組合生物工程(combinatorial bioengineering) 286
光學裝置與電子裝置的融合體 290

第五章　邁向以奈米科技立國重生之道 295
索引 299

前言

現場的技術人員或研究人員，在量測以及決定位置、或是材料開發等使用奈米科技並不少見。不過與這些研究人員交談時，他們卻往往會說：「並沒有用到什麼奈米科技」。這是因為他們有強烈的先入為主觀念，認為奈米科技是遙遠的未來才會實現的最尖端技術，自己所運用的技術並非奈米科技。

觀察奈米科技的發展，可以分為三個階段。第一階段是「目前正在實用化的奈米科技」，第二階段是「今後數年內能夠運用/應用的奈米科技」，第三階段是「需要某些年研究才可能實現的未來技術」。一般聽到奈米科技這幾個字，幾乎所有人都會想到美國總統柯林頓所謂的「能夠將國會圖書館資料全部記錄於方糖大小」的第三階段吧！

倘若說現在的奈米科技已經從「遙遠的未來科技」印象中，逐漸走向能夠運用於實際產品或開始應用的第二階段也不為過。奈米技術已快速地成為和我們有密切關聯的技術。與家電產品以及行動電話所代表的資訊機器，以至在汽車、醫療、醫藥、化學領域方面，都有著日益密切的關係。

已出版的「圖解　奈米科技」是藉由圖片和照片來解說奈米科技的啓蒙書，研究人員、學生或頂尖經營者皆稱讚其為「非常淺顯易懂」。而此次推出的「圖解　奈米應用技術」，乃是延續前面的「圖解　奈米科技」一書，藉以回應多數讀者「希望知道奈米科技能夠實際應用於什麼樣的領域、具有何種連帶效應」心聲的一種方式，以接近實用化的奈米技術應用技術為焦點，苦心企劃而成。和前一部作品同樣，本書是基於作者自己的經驗為主，其特點為大量使用圖片和照片，採取圖解方式導讀。

第 1 章蒐集日本、美國、亞洲、歐洲的奈米科技全面性的動向；第 2 章敘述奈米科技的基礎共通性技術；第 3 章是有關奈米材料的原材 / 製程的敘述；第 4 章介紹並解說 80 多種具體的應用實例；第 5 章藉由「邁向以奈米科技立國重生之道」作為總結。

奈米科技是銜接未來技術與現在技術的橋樑，同時也負有銜接 / 融合不同領域的功能，期望讀者們閱讀過本書後能夠充分運用奈米科技。

大阪大學 教授　川合　知二

執筆者一覽（執筆順序）

川合　知二 (大阪大學)
龜井　信一 (三菱綜合研究所)
橫山　浩 (產業綜合技術研究所)
山本　尚利 ((有) ISP 企劃)
山本　達也 ((有) ISP 企劃)
正井　純次 (Dia Research Martec(股))
目崎　令司 (三菱綜合研究所)
川合　真紀 (理化學研究所)
米田　忠弘 (理化學研究所)
辛　埴 (東京大學)
楠　美智子 (精密陶瓷中心)
木原　裕 (關西醫科大學)
齋木　敏治 (慶應義塾大學 神奈川科學技術學院)
王　榮光 (廣島大學)
木戶　光夫 (廣島工業大學)
高增　潔 (東京大學)
梅田　倫弘 (東京農工大學)
沼田　孝之 (東京農工大學)
平尾　一之 (京都大學)
中西　八郎 (東北大學)
丸山　茂夫 (東京大學)
村山　英樹 (Frontier Carbon(股))
川添　良幸 (東北大學)
石川　敏廣 (宇部興產(股))
津田　明彥 (東京大學)
相田　卓三 (東京大學)
黑田　一幸 (早稻田大學)
合田　秀樹 (荒川化學工業(股))
藤原　隆行 (荒川化學工業(股))
矢田　光德 (佐賀大學)
木島　剛 (宮崎大學)
橫山　直樹 (富士通(股)研究所)
齋藤　彌八 (三重大學)
納富　雅也 (日本電信電話(股))
野田　進 (京都大學)
橫山　光 (京都大學, Minolta(股))
小島　隆 (TDK(股))
藤川　佳則 (TDK(股))
野村　武史 (TDK(股))
入江　正浩 (九州大學)
村田　逞詮 (三井造船(股))
西野　哲朗 (電氣通信大學)
青柳　克信 (東京工業大學)
槙田　洋二 (產業技術綜合研究所)
三浦　義正 (富士通(股))
村田　和廣 (產業技術總合研究所)
村上　勝彥 (Nickon(股))
福嶋　喜章 (豐田(股)中央研究所)
武田　邦彥 (名古屋大學)
海野　春生 (芝浦工業大學)
富田　邦和 (NKK)
船川　義正 (NKK)
里　達雄 (東京工業大學)
杉浦　正洽 (豐田(股)中央研究所)
中村　茂 (關西油漆(股))
石川　泰弘 (橫濱橡膠(股))
江刺　正喜 (東北大學)
澤田　潔 (Fanuc(股))
河合　知彥 (Fanuc(股))
宮本　岩男 (東京理科大學)
谷口　淳 (東京理科大學)
羽根　一博 (東北大學)
高橋　厚史 (九州大學)
島　順彥 (日立 Tool(股))
久保田和幸 (日立 Tool(股))
石川　剛史 (日立 Tool(股))
米澤　徹 (名古屋大學)
伊藤　正康 (古河電氣工業(股))
岡本　秀穗 (住友化學工業(股) 名古屋大學)
小椋　直嗣 (Casio 計算機(股))
河村　義裕 (Casio 計算機(股))
山崎陽太郎 (東京工業大學)
奧原　敏夫 (北海道大學)
久保　佳實 (NEC)
高原　淳一 (大阪大學)
板東　義雄 (物質・材料研究機構)
輕部　征夫 (東京工科大學)
矢野　和義 (東京工科大學)
岩村　道子 (東邦大學)
藤田　克昌 (大阪大學)
河田　聰 (大阪大學)
岡　弘章 (松下電器產業(股))
中川　太門 (日立高科技(股))
上坂　正利 (旭 medical(股))
中出　正人 (Kose(股))
坂本　宙子 (Olympus 光學工業(股))
高橋　誠也 (Olympus 工業(股))
久保田倫夫 (林原生物化學(股))
佐藤　憲子 (東京大學)
新井　賢一 (東京大學)
原田　敦史 (東京大學)
片岡　一則 (東京大學)
植田　充美 (京都大學)
渡邊　正裕 (東京工業大學)
志村　幸雄 (工業調查會(股))

CONTENTS 「圖解 奈米應用技術」

序 i
推薦序 iii
前言 1
執筆者一覽 2

第一章 奈米科技最新動向

1-1 日、美、歐、亞的奈米科技

日本奈米科技的最新動向 6
歐洲的奈米科技 9
美國的奈米科技 12
亞洲的奈米科技 16

1-2 奈米科技專利與研究動向

奈米科技專利及研發資訊 21

第二章 奈米科技的基礎性共同技術

<總論>支援奈米科技的奈米檢測 / 奈米解析 - 解析奈米結構的顯微鏡 28
掃描式穿隧顯微鏡(STM) - 掃描式探針顯微鏡的實力 31
原子力顯微鏡(AFM) - 掃描式探針顯微鏡的實力 37
利用同步加速器輻射光源, 軟 χ 光, χ 光進行結構解析, 電子物性解析
- 邁向新奈米材料的設計 41
電子顯微鏡 - 掃描式與穿透式的威力 44
軟 χ 光顯微鏡 - 期望應用於生命科學 / 醫學 48
近場光學顯微鏡 - 能夠利用於光通訊、光加工、光記錄的近場光學 52
測量液滴的奈米尺寸 54
量測立體形狀的奈米三維座標量測儀器(Nano CMM) 56
以光控制奈米粒子的光纖操縱器 59

第三章 奈米材料

<總論>全力開發奈米材料 64
利用金屬與有機的奈米尺寸複合製作新物質 69
利用酒精大量合成單壁碳奈米管 74
與碳簇有關的新技術 - 碳簇的大量合成及其應用 78
與矽簇有關的新技術 82
奈米尺寸表面燒結層的新製法 86
樹枝狀高分子所開拓的嶄新可能性 88
介孔性物質之最新發展 92
利用分子混成的奈米分散技術 96
奈米陶瓷的新發展 - 寄厚望於氧化物奈米管 100

第四章 奈米技術應用篇

4-1 IT・電子產業方面的奈米技術應用

<總論>支撐 IT 產業的奈米技術 104
新世代顯示器 - 碳奈米管 FED 108
光子晶體光波導 - 目標朝向光積體線路 112
使用光子晶體的半導體雷射 116
奈米技術電子零件 - 積層電容器 120
新世代大容量光記憶體 125
利用光學同分異構物製造 4bit 記憶體 128
量子電腦, 量子點 - 一枚晶片勝過一台高速電腦 132
新世代奈米裝置 - 以使用 CNT 的 FET 裝置、單電子裝置、自旋同調性裝置為中心 136
銀, CNT, 高分子的導電性奈米線 - 以利用銀的奈米線為中心 140
闖入奈米領域的磁頭 144

需要全本请访问 www.ertongbook.com

金屬粒子的超精密噴墨塗層技術－奈米與巨觀世界的橋樑，桌面工廠之夢 150
運用極紫外光的微影技術 154

4-2　汽車產業方面的奈米技術應用
＜總論＞奈米科技改變了汽車 158
活生生的樹脂－採用自我修復材料的汽車 162
將奈米尺寸物質分散於奈米技術鋼板之中 166
利用奈米鋁以實現超輕量車體 170
運用於汽車觸媒轉換器的奈米科技 174
汽車用(奈米 / 微小)塗料－利用奈米粒子控制之塗膜 178
輪胎用材料之分子結構控制－發揮高剎車性能與節省燃料性能 182

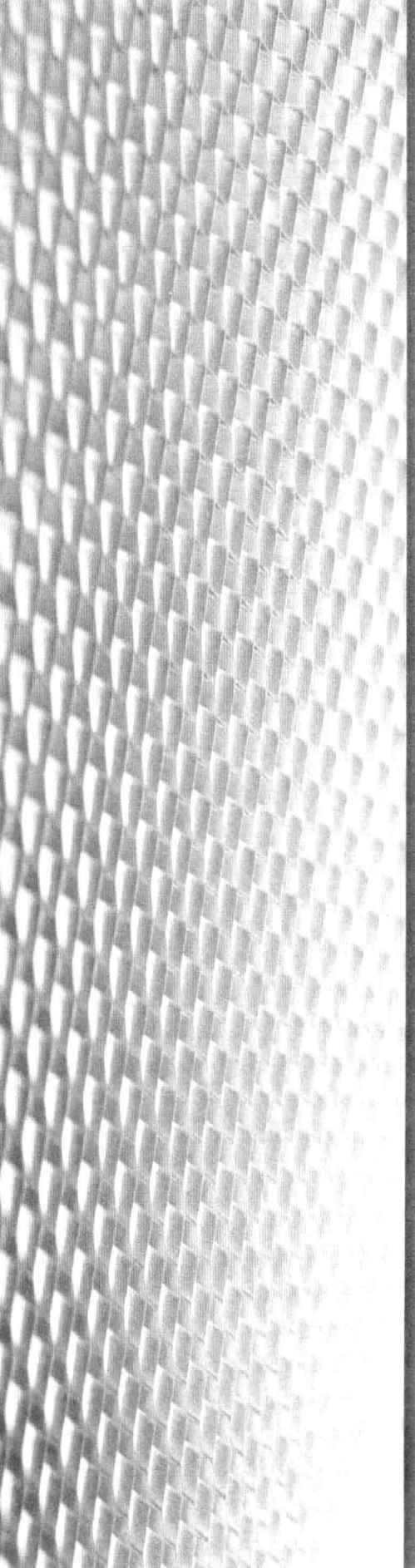
4-3　機械產業方面的奈米技術應用
＜總論＞奈米領域的指標性加工 185
擁有奈米精度 / 粗糙度的模具 190
奈米加工(NEMS & MEMS) 194
利用離子束 / 電子束進行鑽石加工 197
光機電工程以奈米為發展目標 200
微小加工製造幫浦 204
奈米複合塗層工具－奈米結晶體陶瓷塗層材料 208

4-4　化學、環境、能源產業方面的奈米技術應用
＜總論＞藉由「自組裝」以實現化學領域的奈米科技 211
微泡塑膠 215
改變化學工廠的微反應器 220
利用微反應器的燃料電池 226
利用奈米技術進行燃料電池之微型化 230
超強酸奈米粒子觸媒－替代金屬試劑的新方法 234
利用 CNT 之大容量攜帶用小型燃料電池 237
不會產生紅外光之奈米燈 240
利用碳奈米管之碳奈米溫度計－可測量微米以下微小空間之溫度 244

4-5　生物、醫療、醫藥、美容方面的奈米技術應用
＜總論＞奈米生物科技開拓未來 247
利用光與糖的樹枝狀高分子型藥物傳輸系統 250
活細胞內部的奈米外科手術 254
電性生理學的生物感測器－單一晶片高精度 / 多項目之測定 256
蛋白質微陣列的現狀與課題 260
利用微多孔膜進行血液透析的技術 264
化粧品用粉體材料的高功能化－有機 / 無機混成粒子的研發 267
高精度新世代 DNA 微陣列系統 270
從澱粉大量生產生物奈米技術原材料 275

4-6　跨領域融合中的奈米科技
＜總論＞融合生物與奈米創造新領域 278
利用高分子奈米微胞的 DDS 282
高倍速探索新功能生物分子開創奈米生物科技的前鋒
－組合生物工程(combinatorial bioengineering) 286
光學裝置與電子裝置的融合體 290

第五章　邁向以奈米科技立國重生之道 295
索引 299



第一章

奈米科技最新動向

近年來「奈米世界」似乎與我們的生活關係越來越密切。關於奈米科技，有人說它是日本的科技，又有人認為對「日本有利」。然而在某些領域上美國是遙遙領先在前的，其後又有韓國、中國等新興工業國家急起直追。在這場未來科技戰爭中，競爭激烈、針鋒相對的景況亦是不變的事實。現在全世界各地對於奈米科技的研究已進展至何種程度？哪些領域還需要再加強？或是各種研發方式有何相異之處呢？實用化的時程…等等都是目前急待解決的問題。

本章中分別就日本、美國、歐洲、亞洲等地區探討其奈米科技的動向。另一方面，也介紹日本的專利與研究開發各領域目前的狀況等。

日本奈米科技的最新動向

(股) 三菱綜合研究所　尖端科技研究中心
龜井　信一

世界各國政府在奈米科技研發都投入龐大的經費，但是誰能夠真正勝出卻與其戰略有關。日本當然不甘認輸，同樣以積極的研發投資為基礎，發展出日本獨特的企業模式。

政府的政策動向

首先請看表1。這是美國的NNI（National Nanotechnology Initiative：美國奈米科技國家戰略）所公佈的世界主要國家政府研發投資經費的年度預算。美國在2001年超越日本，成為世界上在此方面的頂尖投資者。但是需要注意的是表一內所顯示的美國數值只代表聯邦政府投入的資金，並未包括約略同額的州政府投入資金，縱然如此，整體而言日本還是居於相當有利的地位。

日本2002年度的奈米科技預算正確數字由於資金競爭之故尚未明確，不過從能夠比較的計劃資金方面觀之，就已經比前一年度大幅成長了68% (表2)。在技術領域來說，有關資訊通信和量測加工方面的投入值得注意。另外，文部科學省（註：相當於教育部、國科會）、厚生勞動省（註：相當於衛生署、勞委會）、農林水產省（註：相當於農委會）也都新設定研發主題，積極的展開各項計畫。

表1 各國政府有關奈米科技研發經費之比較

（單位：百萬美元）

會計年度	1997年	2000年	2001年	2002年
西歐	126	200	~270	~400
日本	120	245	~465	~650
美國	116	270	422	604
其他（註）	70	110	~380	~520
合計	432	825	1,492	2,174

（註）其他：澳洲、加拿大、中國、東歐、舊蘇俄、以色列、韓國、新加坡、台灣
（資料來源）根據NNI資料等製作

研發的動向

奈米科技被稱為是領導21世紀的關鍵科技，在材料、電子工學、資訊通信、環境、能源、生物科技、醫藥、醫療等廣泛領域皆被寄予能夠突破瓶頸的強烈期待。那麼，其**大阪學**期望的未來**阪**展又是什麼樣情形呢？目前已經有了推測其可能性的公開報告。

文部科學省的科學技術・學術審議會議在2002年6月發表「有關奈米科技・材料研發的推行方策」，其中具體提出(1)重點領域的選取，(2)人才培育的搭配，(3)專注於研究成果的實用化，三項建言，並提出如圖1所示的展望20年後的實用化與產業化之研究課題。若基於奈米科技技術本質的「由下往上」擴大型奈米科技的觀點來看，「高分子記憶體或單一分子感測元件」、「利用自組裝的生物分子儀器」、「利用活體分子或短波訊號的軟性奈米機器」、「藉各種多質子酸(Polyacid)構成的奈米空間材料」、「超分子控制」、「程式自組裝化」等，皆相當引人注目。以上這

些是日本的研究者所描繪出的奈米科技未來發展。

產業界的動向

各企業在考慮及經營發展後，逐漸認識到，如果放棄奈米科技，會有可能面對重大機會逸失的危險性存在。不過，在日本，直接將奈米科技與商業結合的企業還並不多，圖2是世界各國奈米創投家數的比較。從產業化的觀點看來，美國似乎佔有最先進的地位。

表2 日本與奈米科技相關研發經費的情形

（單位：百萬日圓）

	平成13年度(2001年)		平成14年度(2002年)	
	計劃類的資金	競爭的資金	計劃類的資金	競爭的資金
文部科學省	11,182	28,257	19,335	未定
經濟產業省	19,451	792	31,719	未定
總務省	500	190	513	未定
農林水產省	96	40	200	未定
厚生勞動省	0	60	689	695＋未定
合計	31,229	29,339	52,459	未定

（資料來源）內閣府資料

1. 新一代通信用奈米裝置
2. 超積體系統、元件、材料的研究
3. 單一分子元件與積體
4. 10^{12}倍數級奈米記憶體的原理、材料、方式
5. 新原理・量子裝置的探索研究
6. 新一代攝影理論的基礎
7. 生物分子裝置
8. 超高靈敏度的感測器技術
9. IT化醫療：藥物輸送奈米機器
10. 軟性奈米機器
11. 奈米構造能源貯藏・轉換材料
12. 奈米結構控制材料
13. 奈米空間材料
14. 超分子操控
15. 奈米管・富勒烯（奈米碳球）
16. 簇・奈米粒子
17. 奈米複合結構材料
18. 奈米構造控制・功能材料
19. 奈米控制高功能表面界面材料
20. 有機・無機融合奈米結構體建構
21. 奈米自旋電子工學
22. 奈米造型
23. 程式自組裝
24. 奈米新量測
25. 奈米模擬

（資料來源）科學技術・學術審議會「有關奈米科技・材料研發的推動方策」（2002年6月）

圖1 科學技術、學術審議會所公佈的奈米科技的具體研究課題

美國的奈米科技企業有「大學的技術轉移型（即所謂的TLO）」和「對於奈米科技有管理中心的大企業型」兩種，同時國家戰略和州政府的施政措施也相互提攜的確實展開研發。

當然日本也不可能只是觀望，目前已經逐步出現獨特的三種新的奈米科技商業模式，第一種模式是「綜合商社型模式」。為了讓奈米科技與商業結合，藉著將基礎研究的

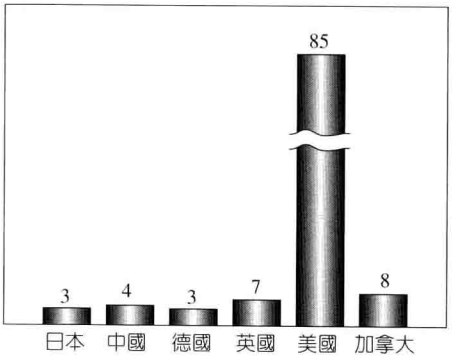


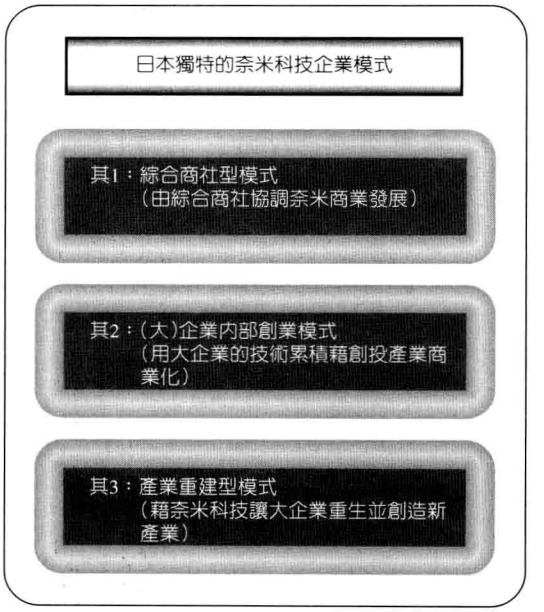
圖2 世界各國的奈米技術創投家數

成果和諸多重要工業技術結合，從而生產出應用產品乃是不可或缺，換句話說，戰略性的相輔相成是絕對必要。因此基於這種連帶關係的觀點來看，綜合商社具有非常有利地位。

第二種模式是「企業內部創業模式」。日本產業界對於尖端科技範疇的研發，一向是由大企業帶頭引導，所以大多數的資訊是被大企業所掌握，尤其愈接近基礎研究的領域，這種傾向愈是強烈。但是要使奈米科技產業化，「速度與機動性」乃是不可或缺的要素，而以往的大企業存在著無法機動應對的缺點，因此出現讓企業內特定的奈米科技範疇獨立營運，被視為企業內部創業育成的模式。

第三種是在各企業的事業再造時納入奈米科技的模式。近年企業經營的重點之一是「慎選與聚焦」，將經營資源集中於具有競爭力的產業之上。這點，在研發方面也是相同。但是單單只是專注於聚焦與慎選，會導致產業規模縮小，所以必須以具競爭力的支柱為核心，探索推展新的產業，這時就出現不少將重點置於奈米科技的企業。這種最初以評估自己的核心能力，該設定以甚麼為發展核心，接下來戰略性的鞏固產品形象並且分析市場，設定奈米科技的研發目標，最後以戰略性相輔相成進行主體性的探索，以獲得勝利模式的企業已經逐漸出現。





歐洲的奈米科技

產業技術綜合研究所　奈米科技研究部門
橫山　浩

歐洲在歐盟整合之下，統一以歐元為貨幣，逐漸緩慢的走向類似聯邦的體制。在此之前，奈米科技本身就已經被研究，直到現在才自幕後躍上舞台，成為被重視的技術。其特點是，歐洲的傳統與思想深刻的反映於奈米科技的研究與戰略上。

1985年瑞士蘇黎世研究所的H・羅拉/G・畢尼柯以STM (掃描式穿隧顯微鏡)的技術獲頒諾貝爾物理獎，從那時起，至90年代中期，STM普及於全世界。在此種意義下說歐洲是奈米科技的發源地也不為過，而事實上，歐洲人的確也是有著這樣的自負。在英國，盛行著生物科技，發表複製羊桃莉而對全世界造成衝擊；在瑞士則有優異的STM所代表的顯微技術。以歐洲整體而言，在化學和藥品的領域佔據優勢地位，其發展奈米科技的基礎非常紮實。擁有基礎技術，又能提出建議、製作出實際之物品，亦即所謂的具備設定從入口至出口戰略之技術能力，因此在奈米科技方面能夠採取不輸給美國和其他國家的獨特戰略，是其特徵之一。這點究竟蘊涵著甚麼意義呢？

請看圖1在2015年附近畫著紅磚牆所代表的意義是什麼呢？

目前，半導體圖案的線寬尺度以美國英代爾公司而言，最尖端的生產線是100nm，但是預計2005年後達到70nm，2009年後達到50nm以下，2010年則達到30nm以下。據說目前以CMOS為主的半導體技術的動作極限為17nm，但就算技術上可能達到，若考慮其成本，還是很難實現。而圖1的紅磚牆即表示在2015年附近會出現妨礙微小化技術進步的障壁。紅磚牆啓示我們很重要的事，即如何掌握此一技術障壁以決定前進之路，簡單的說就是，必須決定是要找出超越障壁的技術呢？或是就此放棄而另尋其他途徑？如果能夠超越障壁，不必說當然可以馬上獲得壓倒性的主導權，但是如果失敗，問題就很嚴重。與其這樣，還不如集中全力於其他範疇，藉著提高技術能力來增加競爭力。

以歐洲而論，在半導體領域方面並非特別強，對於半導體的投資金額與比率也不高，可以預料的是其企圖在其他範疇一決勝負，其中之一就是奈米科技。

歐盟的研究基本上可分為國家計畫和主軸計畫。所謂的國家計畫是由各國獨自研

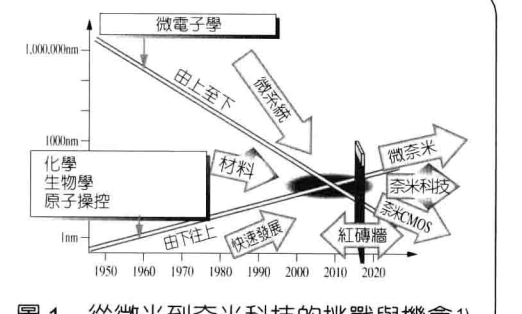


圖1　從微米到奈米科技的挑戰與機會[1)]

需要全本请访问 www.ertongbook.com