

天下文化

Science
Technology

全面攻進 奈米科技 與 太陽電池

一看就懂的圖解，讓高科技輕鬆變成你的生活知識力
全國理化老師一致推薦的優良科普讀物

台大化工系 呂宗昕教授 著

中央研究院物理所 吳茂昆 所長 工業技術研究院 李鍾熙 院長 聯合推薦

全球 奈米科技 太陽電池

全球奈米科技發展趨勢與應用

全球奈米科技發展趨勢與應用

全球奈米科技發展趨勢與應用

科學天地 3007

全面攻進／奈米科技與太陽電池

作者／呂宗昕

顧問群／林和、牟中原、李國偉、周成功

科學館總監／林榮崧

責任編輯／黃雅蕾、林文珠

封面設計／江孟達

版型設計暨美術編輯／趙圓雍

全面攻進奈米科技與太陽電池 / 呂宗昕著, --

第一版. -- 臺北市：天下遠見，2009.12

面；公分. -- (科學天地；WS3007)

參考書目：4面

ISBN 978-986-216-465-5 (平裝)

1. 奈米技術 2. 太陽能電池

440.7

98023905

出版者／天下遠見出版股份有限公司

創辦人／高希均、王力行

遠見·天下文化·事業群 董事長／高希均

事業群發行人／CEO／王力行

出版事業部總編輯／許耀雲

法律顧問／理律法律事務所陳長文律師

著作權顧問／魏啟翔律師

社址／台北市104松江路93巷1號

讀者服務專線／(02) 2662-0012 傳真／(02) 2662-0007；2662-0009

電子信箱／cwpc@cwgv.com.tw

直接郵撥帳號／1326703-6號 天下遠見出版股份有限公司

製版廠／東豪印刷事業有限公司

印刷廠／立龍彩色印刷股份有限公司

裝訂廠／晨捷印製股份有限公司

登記證／局版台業字第2517號

總經銷／大和書報圖書股份有限公司 電話／(02) 8990-2588

出版日期／2009年12月28日第一版

2010年3月5日第一版第2次印行

定價／380元

ISBN: 978-986-216-465-5

書號：WS3007

BOOKZONE 天下文化書坊 <http://www.bookzone.com.tw>

※本書如有缺頁、破損、裝訂錯誤，請寄回本公司調換。

全面攻進 奈米科技 與 太陽電池

呂宗昕教授 著

006 作者序

奈米科技與太陽電池的新發展與商機

008 Chapter 1 奈米科技與奈米世界

- | | | |
|-----|------|-----------|
| 010 | 1-1 | 奈米尺寸與奈米世界 |
| 014 | 1-2 | 奈米與自然界 |
| 020 | 1-3 | 奈米與人體 |
| 024 | 1-4 | 奈米隱形殺手 |
| 028 | 1-5 | 奈米與工業革命 |
| 034 | 1-6 | 奈米與民生化工 |
| 038 | 1-7 | 奈米與電子 |
| 042 | 1-8 | 奈米與光電 |
| 046 | 1-9 | 奈米與機電 |
| 050 | 1-10 | 奈米與生物科技 |
| 054 | 1-11 | 奈米與醫學 |

058 Chapter 2 奈米科技的應用

- | | | |
|-----|-----|-----------------|
| 060 | 2-1 | 奈米單電子電晶體 |
| 064 | 2-2 | 奈米平面顯示器——場發射顯示器 |
| 068 | 2-3 | 晶圓奈米化學機械研磨 |
| 072 | 2-4 | 奈米生物晶片 |
| 076 | 2-5 | 奈米感測器 |
| 082 | 2-6 | 奈米鋰離子二次電池 |

086	2-7	奈米被動元件——積層陶瓷電容器
090	2-8	奈米與化妝品

094 Chapter 3 太陽電池的材料與結構

096	3-1	太陽電池的重要性
100	3-2	太陽電池的發展歷程
104	3-3	太陽電池的種類
108	3-4	太陽電池的特性評估
110	3-5	矽基太陽電池
114	3-6	染料敏化太陽電池的結構
118	3-7	染料敏化太陽電池的材料
122	3-8	奈米二氧化鈦材料的需求
126	3-9	染料敏化太陽電池發展的課題
130	3-10	銅銦鎵硒（CIGS）太陽電池的結構
134	3-11	銅銦鎵硒（CIGS）太陽電池的製備

138 Chapter 4 奈米材料

140	4-1	奈米材料特性
144	4-2	奈米陶瓷
148	4-3	奈米碳管
154	4-4	奈米半導體
158	4-5	奈米金屬
162	4-6	奈米高分子

166 Chapter 5 奈米材料製備與加工

- | | | |
|-----|-----|-------------|
| 168 | 5-1 | 奈米材料製備 |
| 170 | 5-2 | 奈米粉體沉澱製備 |
| 172 | 5-3 | 奈米粉體水熱製備 |
| 174 | 5-4 | 奈米粉體溶膠凝膠製備 |
| 176 | 5-5 | 奈米粉體噴霧熱分解製備 |
| 178 | 5-6 | 奈米粉體冷凍乾燥製備 |
| 180 | 5-7 | 奈米加工 |
| 184 | 5-8 | 奈米自組裝 |

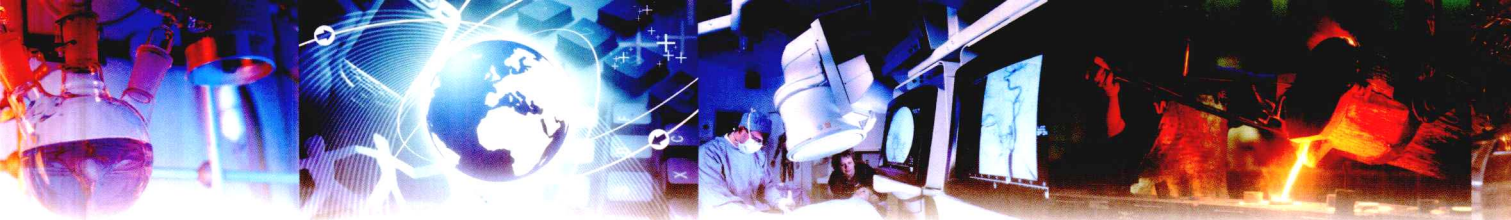
188 Chapter 6 奈米量測與分析

- | | | |
|-----|-----|------------|
| 190 | 6-1 | 穿透式電子顯微鏡 |
| 194 | 6-2 | 掃瞄式電子顯微鏡 |
| 196 | 6-3 | 掃瞄式穿隧電子顯微鏡 |
| 198 | 6-4 | 原子力顯微鏡 |
| 200 | 6-5 | 近場光學顯微鏡 |
| 202 | 6-6 | X光繞射分析 |
| 204 | 6-7 | 粉體粒徑量測 |

206	Chapter 7	奈米光觸媒
208	7-1	光清淨革命
212	7-2	光觸媒是什麼？
214	7-3	光觸媒的反應機制
218	7-4	光觸媒材料
222	7-5	奈米化光觸媒
224	7-6	光觸媒抗菌
228	7-7	光觸媒空氣清淨
232	7-8	光觸媒的水淨化
236	7-9	光觸媒的除汙與自我清潔
242	7-10	光觸媒的醫療應用
244	7-11	光觸媒的製備
248	7-12	光觸媒的使用與課題

252	Chapter 8	奈米科技發展與未來
254	8-1	世界各國奈米科技發展
258	8-2	台灣奈米科技發展
262	8-3	奈米科技對人類的影響
266	8-4	奈米科技的挑戰與機會

268	參考書目
-----	------



| 作者序 |

奈米科技與太陽電池的新發展與商機

「奈米」二字除了是科技名詞，似乎也成為熱門產品的代名詞。在民間企業及產、官、學、研的大力推動下，許多民眾對「奈米」二字已耳熟能詳。「奈米」成為家喻戶曉的非食用米後，已形同高科技的重要指標。

雖然我們在日常生活中，時常聽到「奈米」二字，但是我們真的瞭解奈米嗎？現在先試問自己幾個問題：

- 奈米究竟是什麼？
- 奈米要如何觀察？
- 奈米要如何製作？
- 奈米如何對新興產業產生衝擊？
- 奈米如何應用於太陽電池？
- 如何判斷真、假奈米產品之差別？

若我們不十分瞭解這些問題的答案，就可能會對奈米產生誤解，並對奈米有不正確的期待，甚至會誤用奈米產品，以致於危害自己的健康。

當我們瞭解奈米科技的意涵與內容後，才能真正掌握它的脈動，並發揮它最大的功效。

奈米科技生根很重要

奈米是長度單位，僅有十億分之一公尺。這個原本看似平凡無奇的長度單位，卻在各科技領域引爆了產業革命，促成各種新興產業競相崛起，將會為21世紀開創新市場，並帶來龐大商機。在人类的文明史上，這是第一次因為一個度量衡單位，產生如此深遠巨大的影響。

一般人對「奈米」二字雖常有聽聞，但奈米的內涵及本質，卻非普羅大眾所能理解。我國在國科會國家型奈米計畫及教育部相關K12奈米計畫的積極推動下，已逐漸讓奈米知識普及化。但在學學生因授課時數不足，奈米知識還是不夠；另一方面一般民眾因較少接觸科普知識，對奈米也仍處於聽聞過但缺乏深入瞭解的階段。



科技既然是新世代的發展趨勢，若希望奈米科技可以早日生根，奈米科技相關知識的普及化及大眾化，確實有迫切的必要性。

最豐富的資料，最好吸收的內容

筆者長期從事奈米相關研究，為使一般民眾及在學學生可以深入瞭解奈米科技，因此密集蒐集、整理奈米相關資料，輔以筆者過去發表的學術論文，期望能以簡明淺顯的文字，增進大眾對奈米科技的認識與瞭解，並拉近一般民眾與現代科技的距離，讓奈米科技不再是遙不可及且艱澀難懂的深奧領域。

另外，本書針對時下熱門的太陽電池，也做了深入淺出的介紹，配合節能減碳的世界趨勢，介紹新型太陽電池的發展近況，並對太陽電池與奈米科技的關連性，做詳細的說明。

全書分為八大章，下分不同小節。各章節均

可獨立閱讀。讀者可先閱讀最感興趣的部分，有餘暇時再翻閱其他章節。本書由奈米世界開始，說明奈米與各科技領域之間的關係，介紹奈米科技中深具發展潛力的奈米元件。接著說明各類不同的奈米材料，敘述其應用與發展。然後針對不同奈米材料的製備技術予以分析，並解說各類奈米檢測技術。有關太陽電池的材料及發展狀況，本書另有專章論述。最後比較國內外奈米科技發展近況，並思考奈米領域未來的挑戰與機會。

為方便讀者閱讀，本書採用圖解說明方式，大量引入圖片及照片，讓讀者能輕鬆瞭解文章內容。期望以此讓讀者親近科學，並喜愛科學。

「奈」字拆解開來，上為「大」，下為「小」。無窮小的材料裡蘊含著一個大世界。一粒沙，一世界；一粒奈米也將影響全世界。讓我們懷著興奮期待之心，見證奈米科技風華的展現，並挑戰新科技的未知新領域。

-1-

▪ 奈米科技與奈米世界 ▪

科學家咸認為，奈米科技將引發人類社會的第四波工業革命。在十億分之一公尺的小小世界裡，將衍生與過去截然不同的新世代電子、光電、化工、材料、機電與生醫等產業。奈米科技帶給現代工業的衝擊將前所未見，對現代文明的影響亦將深遠博大。

諾貝爾物理獎得主費曼教授於1959年12月，在美國物理學會發表一篇演說〈底層之下，還有廣大空間〉（There's plenty of room at the bottom），預言人類將設計出極迷你的元件和機器，小得足以發展出一個全新的研究領域，就是現在的奈米科技。

——西克斯（Christopher Sykes）著，《天才費曼》（*No Ordinary Genius*）

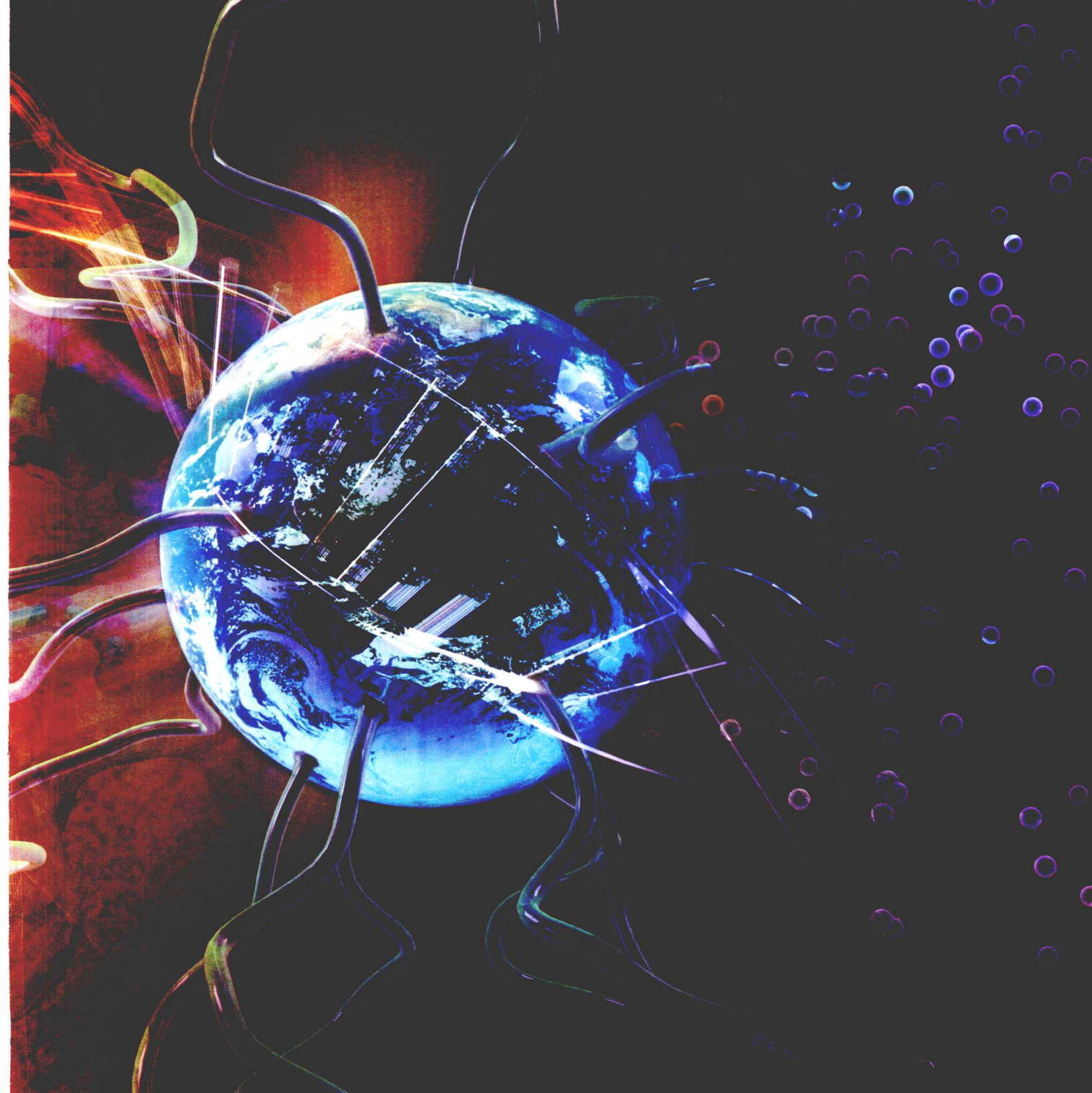
奈米小測驗

親愛的讀者，請試試回答下列有關奈米科技的是非題：

1. () 奈米是一種新品種可以吃的米。
2. () 荷葉上的水珠會滾來滾去，和奈米結構沒有關係。
3. () 人類身體裡面沒有任何奈米級的物質。
4. () 許多動物會自行回家，是因為身體中有奈米級的磁性粒子。

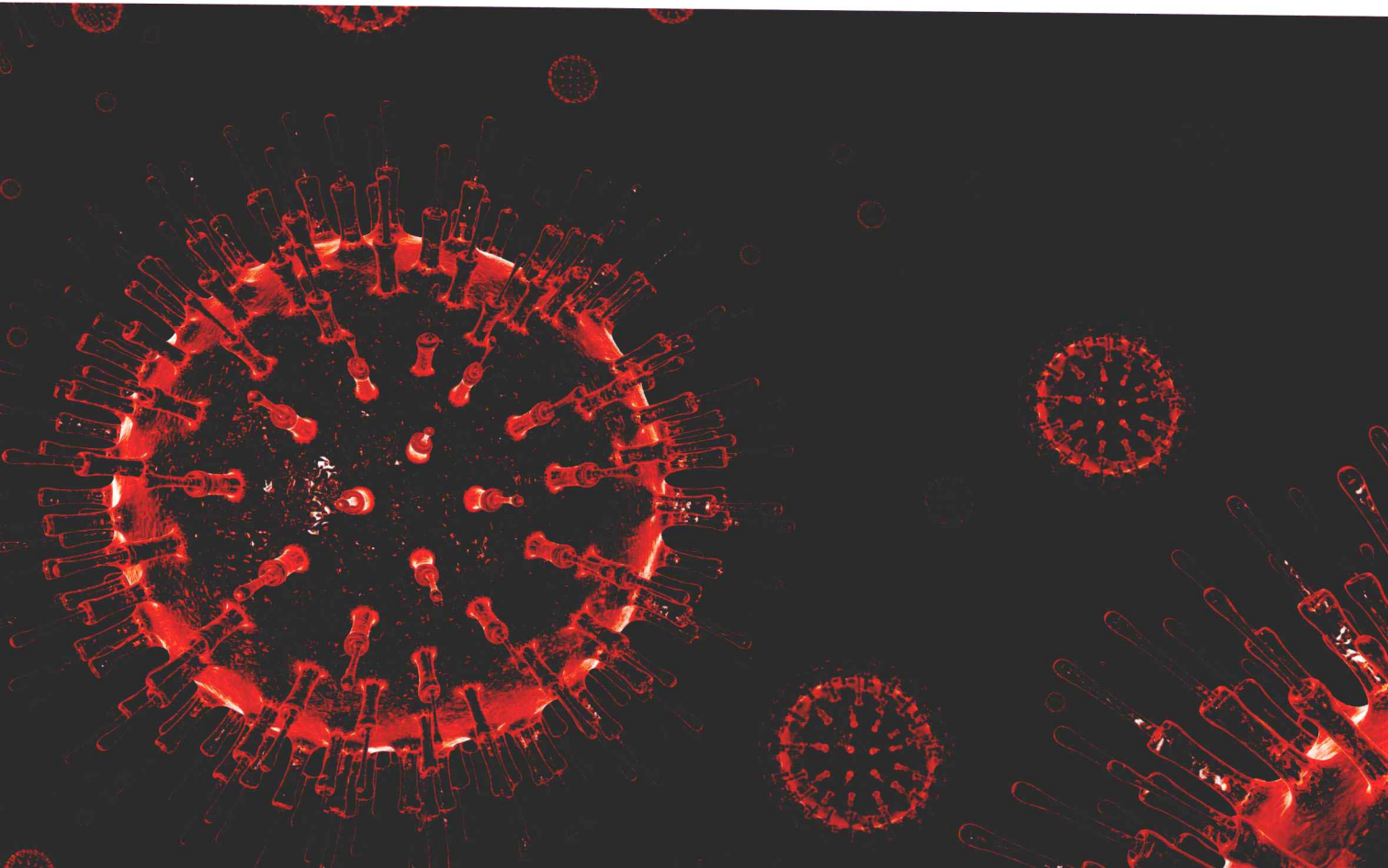
答案：以上四題是非題只有第4題是（○），其他都是（×）
如果你想瞭解詳細的理由，請閱讀這一章





1-1 奈米尺寸與奈米世界

奈米是長度單位，為十億分之一米，大概為人類頭髮直徑的十萬分之一。這個看似平凡無奇的長度單位卻對現代工業產生重大影響，亦將為人類生活與文明帶來嶄新風貌。



奈米有多小？

「米」是東方人的主食。平日食用的米有蓬萊米、在來米、糯米等。米中所含的營養成分以澱粉為主，可提供我們日常活動所需要的熱量。

「奈米」是新科技的代名詞，並非可食用的米。「奈米」中的「米」字是長度單位，即公尺（meter）的譯名。1米即是1公尺。「奈米」中的「奈」字是一個單位尺度，是英文nano的譯名，表示 10^{-9} 的意思，亦即是十億分之一。

「奈」（nano）與「米」（meter）合在一起成為「奈米」（nanometer），代表一個為十億分之一公尺的尺寸大小，也就是 $1\text{ nm} = 10^{-9}\text{ m}$ 。

一個奈米尺寸有多小？小到人的眼睛看不見，人的手也感覺不出來。一個奈米大概是3~4個原子相連的長度。假設把人的頭髮直徑切成十萬分之一那麼細，就約等於是一個奈米。

「奈米科技」是二十一世紀的最新科技之一，對光電、電子、化工、材料、生醫等產業將造成巨大影響，亦將為各產業帶來龐大商機與無窮發展機會，預期將使人類文明進展至前所未及的新世界。

「nano」在希臘文中是「侏儒」的意思，後來在英文中成為一個極小的尺度單位。

1公尺



地球

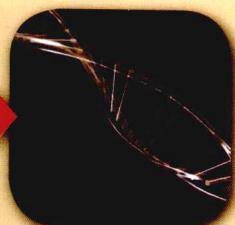
1奈米



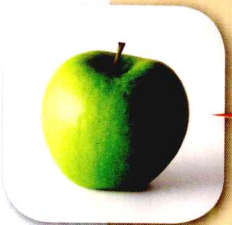
彈珠



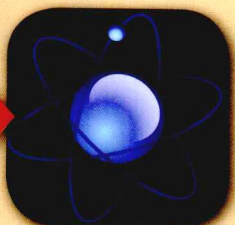
大象



DNA



蘋果

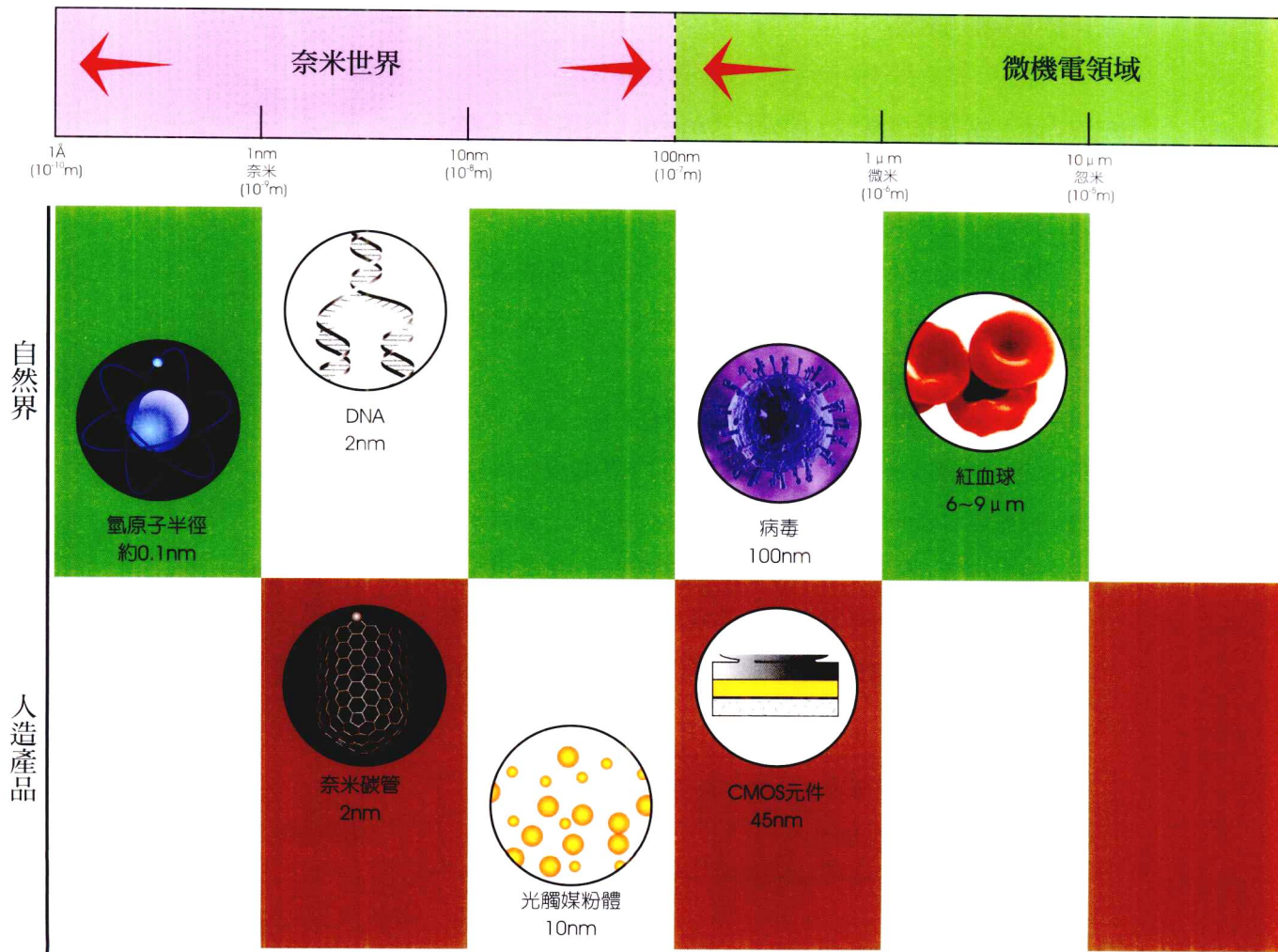


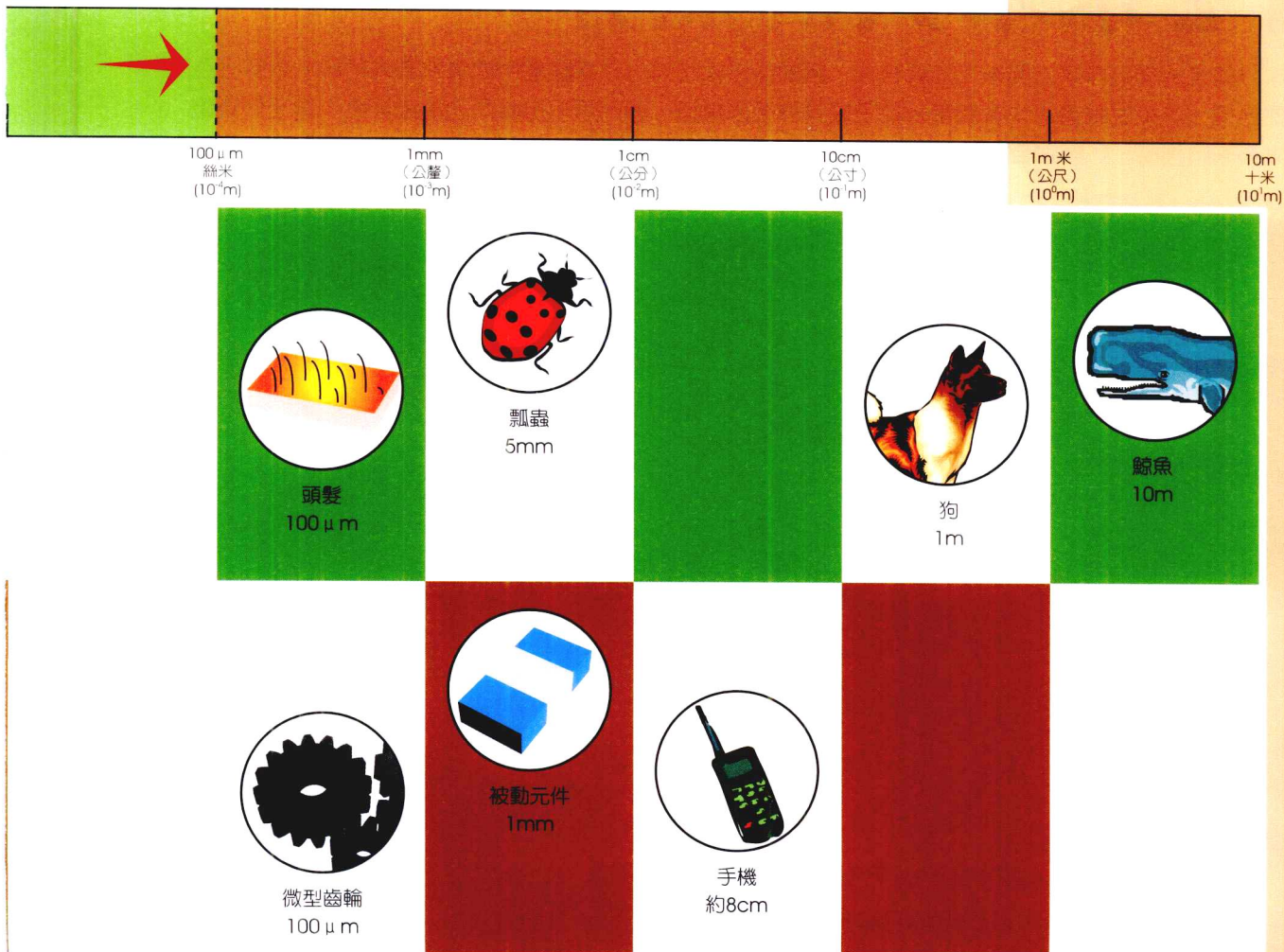
氫原子

巨觀世界的物質切成十億分之一後，
相對照的微觀世界物質

奈米世界

奈米是人造科技，但自然界中其實有許多奈米物質及奈米組織，可提供我們更多創意來發展奈米技術。





1-2 奈米與自然界

奈米技術是一種近年來方興未艾的新科技，無數科學家正努力在實驗室中開發新奈米材料。事實上在自然界裡，許多生物體內均含有奈米粒子或具備奈米構造，因而展現出特殊功能或形態。當我們汲汲追求奈米科技時，「師法自然」或許能提供另一種思考途徑與模式。

