突破的故事

本系列介紹一些有趣的科技大發現與發明故事，
這些靈機一動的突破思維常帶來創新的工具、方法、理論等，
也促進了人類的福祉。

Breakthroughs in Science and Technology

生物結構影像術
磁共振影像術的發明

勞德伯雖非出身醫學界，

卻為醫學的臨床和研究帶來重大的貢獻。

始料未及的是，當初那靈機一動的實驗，

如今會如此廣泛地應用到醫學的診斷和研究上，

使他獲得諾貝爾獎。

林天送
美國聖路易華盛頓大學
化學暨神經科學系

小百科

磁共振影像術（magnetic resonance imaging, MRI）是近30年開發出的醫療診斷技術，能偵測細胞、組織、器官的實況，區別腫瘤、癌細胞、腦細胞的分布狀態。MRI是利用人體水分子的氫原子核（proton，^{1}H，質子）的核順磁性，在有梯度磁場下做核磁共振，梯度磁場能把核磁共振信號變成空間分析譜。

發明者

美國伊利諾大學化學教授保羅．勞德伯（Paul Lauterbur）和英國諾丁漢大學物理教授彼得．曼斯菲（Peter Mansfield），因發明磁共振影像術榮獲2003年諾貝爾生理暨醫學獎。

勞德伯1929年出生於俄亥俄州的農場，在凱斯理工學院（Case Institute of Technology）拿到化學學位。二次世界大戰後，勞德伯進入米隆理工學院（Mellon Instittue）攻讀化學博士學位，他的博士論文是應用「核磁共振光譜學」（nuclear magnetic resonance spectroscopy, NMR）測定含矽化合物的分子結構。1970年初，他在紐約州立大學石溪（Stony Brook）校區化學系當副教授，1985年被挖角到伊利諾大學。他於2007年3月去世。

保羅．勞德伯

靈機一動

勞德伯的專長是用NMR測定分子結構。有一次，他的研究生使用一部舊的核磁共振儀器，磁場不均勻，常常1個信號分裂成2個，他想盡辦法要使磁場變成均勻一致，卻無計可施。又有一次他到實驗室，看到一個博士後研究員試用NMR方法區別老鼠的腫瘤和正常細胞，實驗結果並不理想，但似乎有點輪廓。

當天夜晚，他開始認眞思考，突然異想天開，在大磁場外另加磁場使樣品感受到更不均勻而有梯度的磁場，這使他能測出樣品的「空間位置分析」（spatial resolution），而不是一般化學家想要的「光譜分析度」（spectral resolution）。

幾個簡單的實驗下來，證實了他的推理，1973年他把這研究論文寄到英國著名的《自然》學刊，竟遭退稿，理由是「不具科學價值」。但勞德伯教授不服氣，經過修改，再補上一點新數據，最後《自然》還是接受了。在諾貝爾獎委員會發表勞德伯得獎時，《自然》學刊的總編輯還特別寫信道賀，並爲當年退稿一事道歉。

原理

NMR光譜學早在1940年代就發展出來，1952年的諾貝爾物理獎就是頒給2位研究NMR光譜學的物理學家：布拉克（Felix Bloch）和普歇爾（Edward M. Purcell）。

NMR光譜儀必須在大磁場下進行，外加大磁場的作用，是使具有核磁自旋的原子核的能階分裂成多個磁能階。如果再外加一頻率適當的高頻電磁波，就可以使原子核在一定的磁能階間產生共振躍遷。共振躍遷的頻率和外加大磁場的強度有關，不

同原子核的共振頻率也不相同，甚至同一原子核也會因在分子中的環境不同而有不同的共振頻率，因此NMR可用來研究分子的結構。

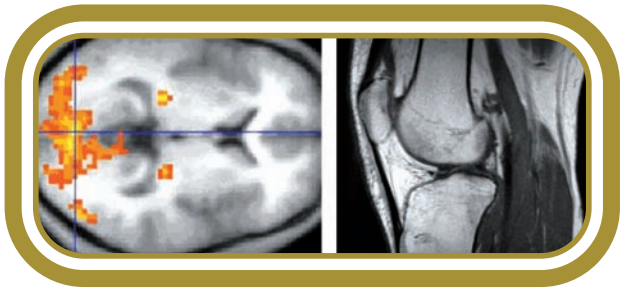
勞德伯利用不均勻但有梯度的磁場，造成不同位置的原子核的共振頻率有些微差異，使磁共振技術有分析空間位置的功能。後來英國的曼斯菲教授利用勞德伯的實驗結果，運用數學和電腦的分析，開發出「回波平面影像術」（echo planar imaging），使MRI能在短時間內提供清晰的人體器官影像圖。1980年代後， MRI才漸漸被醫學界用來做診斷和研究工具。另外一位同時發展MRI的還有美國的大馬第安（Raymond Damadian）醫師，但他並沒有得到諾貝爾獎委員會的提名。

當初勞德伯把這影像術叫爲Zeugmatographic imaging，後來又稱爲NMR影像術。然而MRI並不使用對人體有害的放射性元素，如水含有2個氫和1個氧原子，而氫原子含有1個帶有磁性的質子，但氫並沒有輻射性，加上一般人對「核」字敏感，就把「核子」二個字省略，而改稱「磁共振」，後來統一稱爲磁共振影像術。

掌聲回響

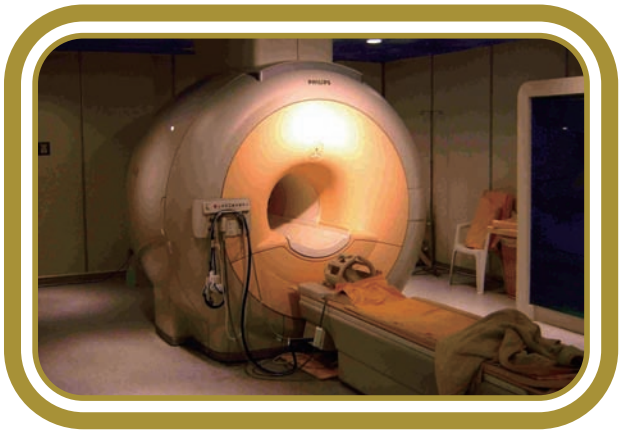
勞德伯雖非出身醫學界，卻爲醫學的臨床和研究帶來重大的貢獻。始料未及的是，當初那靈機一動的實驗，如今會如此廣泛地應用到醫學的診斷和研究上，使他獲得諾貝爾獎。但可惜，他得獎後的第4年就去世，沒有眞正享受到諾貝爾獎帶來的榮耀。

磁共振影像術仍不斷推陳出新，精益求精。目前全球約有2萬5千台MRI設備，所有大醫院都有，而每年有六千餘萬次的掃描造像。許多腦神經病症，如腦中風、多發性硬化症、小腦萎縮病、脊椎病變等，都能使用MRI做準確的診斷和追蹤。近年來，科學家更大大改進了MRI影像術，目前已能測量出腦的實際運作情況，稱爲「功能性MRI」（fMRI）。



圖片來源：http://en.wikipedia.org/wiki/MRI

MRI影像圖



圖片來源：http://en.wikipedia.org/wiki/MRI

3T MRI儀器

fMRI影像掃描譜能準確顯示出腦的活動情況（以循環到腦部的血液氧氣和葡萄糖的消耗量爲指標）：某一腦部位做某種思考活動時，該部位就會發亮，就像燈泡發亮，愈亮表示愈多思考活動。因此fMRI能測量出思考活動是發生在腦的哪個部位，以及它的活動程度。 近年來，腦科學家利用fMRI已經可測量出人們在想什麼，包括學語言、思考、回憶、聽音樂、看美女、想做愛等，這對腦的運作機制的研究有莫大幫助。

深度閱讀資料

P.C. Lauterbur (1973) Image Formation by Induced Local Interactions: Examples Employing Nuclear Magnetic Resonance, *Nature* 242, 190-191。

http://nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/2003/

http://en.wikipedia.org/wiki/MRI

50周年
行政院國家科學委員會
National Science Council

2009年全民玩科學

「50科學之旅」上路囉！

想製作一個連哈利波特都捕捉不到的「金探子」嗎？
想組一部太陽能車與人競速嗎？
想知道六子棋爲何比五子棋公平嗎？
想知道如何運用科學知識在野外求生嗎？
生命密碼DNA要如何萃取？物種保育如何進行？
奈米世界是什麼模樣？無線感測科技如何讓生活更有智慧？
什麼是現代科學神燈？裡面住的巨人提供哪些服務？
台灣的能源夠用嗎？再生能源與替代能源有什麼不同？

想探索更多更有趣的科學，
你絕對不能錯過由國科會主辦、各大專院校及學術研究機構承辦的「50科學之旅」
共有50條以上的路線、200多個梯次，
帶您體驗各類科學主題研究發展、揭開科學研究機構的神祕面紗。
今年的每個月都有活動喔！趕快和親朋好友相約來玩科學吧！

活動網址：http://www.nsc.gov.tw/50th/
洽詢專線：周一至周五，9:00 至 17:00，(02)2737-7595 何小姐
◎凡報名參加本活動者，即可獲贈優質科普雜誌《科學發展》月刊1本。
◎參加的教師與公務人員將核發研習時數與終身學習時數。
◎偏遠地區與低收入戶學生參加活動有特別補助。