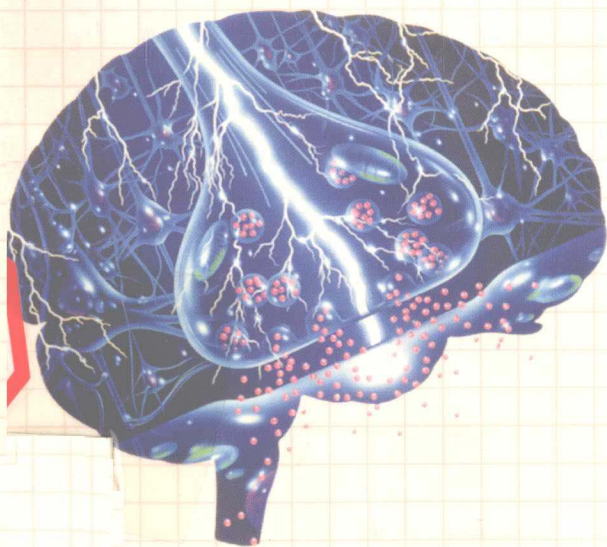


圖解系列

圖解

腦神經科學



原著◎小 林 繁
熊倉鴻之助
黑田洋一郎
畠 中 寬

校閱◎楊 美 桂

編譯◎上野洋一郎
陳 泓 志
胡 威 文
黃 芳

藝軒圖書出版社

圖解腦神經科學

原著◎小 林 繁

熊倉鴻之助

黑田洋一郎

畠 中 寬

校閱◎楊 美 桂

編譯◎上野洋一郎

陳 泓 志

胡 威 文

黃 芳

藝 軒 圖 書 出 版 社

本書譯自《絵とき脳と神経の科学》，係經株式会社オーム社授權
台灣藝軒圖書出版社印行中文版。

◎本書任何部分之文字或圖片，如未獲得本社書面同意，
不得以任何方式抄襲、節錄及翻印

新聞局出版事業登記證局版台業字第一六八七號

圖解腦神經科學

原 著：小林繁・熊倉鴻之助・黒田洋一郎・畠中寛

編 譯：上野洋一郎・陳泓志・胡威文・黃芳

校 閱：楊 美 桂

發行所：藝軒圖書出版社

發行人：彭 賽 蓮

總公司：台北縣新店市寶高路7巷1號5樓

電話：(02) 2918-2288

傳真：(02) 2917-2266

網址：www.yihscient.com.tw

E-mail：yihscient@ms17.hinet.net

總經銷：藝軒圖書文具有限公司

台北市羅斯福路三段316巷3號

(台大校門對面，捷運新店線公館站)

電話：(02) 2367-6824

傳真：(02) 2365-0346

郵政劃撥：0106292-8

台中門市

台中市北區五常街178號

(健行路445號，宏總加州大樓)

電話：(04) 2206-8119

傳真：(04) 2206-8120

大夫書局

高雄市三民區十全一路107號

(高雄醫學大學正對面)

電話：(07) 311-8228

本公司常年法律顧問 / 魏千峰、邱錦添律師

二〇〇五年四月第一版

ISBN 957-616-821-X

※本書如有缺頁、破損或裝訂錯誤，請寄回本公司更換。

讀者訂購諮詢專線：(02) 2367-0122



記得小時候村落裡有幾個精神異常的人，其中有些有暴力傾向，令孩子們不敢接近；另外一些很溫順，所以孩子們會跟著他們走且學他們的動作，而有些大人非常瞧不起這些溫順的精神異常人士。筆者也曾跟小朋友們一起捉弄他們，現在想起來非常遺憾。不過，當時只是覺得好玩，且並沒有大人出面阻止此種行為。那時在學校裡也有幾個智能不足的同學，而鄉下學校尚未有特殊教育，他們只好跟一般學生一起上課。他們的父母大多因為生活忙碌，根本沒有時間照顧，所以他們在學校的遭遇就可想而知了。目前的情況已經改善許多，至少大多數父母願意帶出這些孩子，社會也會接納智障者、殘障者。

在 1938 年，Hoffman 發現 LSD，且偶然得知 LSD 所具有的強烈幻覺表現作用。其實很久以前就知道自然界中存在引起幻覺的物質。墨西哥的 Asteca 印第安人在宗教儀式上，使用稱為 Peyote 的仙人掌為藥物，服用的人會產生幻覺。

氯丙秦和利血平的出現（1952～1954 年）產生的衝擊就更大。當時認為不太可能用藥物來治療精神病，卻發現以上兩種藥物，對包括精神分裂症在內的各種精神病的治療上有顯著效果。當初是為了其他治療目的而開發出此兩種藥物，分別被當作外科手術的手術前處理及高血壓治療藥。在臨床使用後，立刻有報告指出此兩種藥物所具有的顯著精神鎮靜作用，而後數年內，全世界的精神醫院發生大變革，以往長期間一直被收容於醫院內的患者，服用藥物後，可去外面活動，或提早出院。

筆者希望讀者瞭解到精神病僅是一種疾病，有些可用藥物加以控制，甚至會痊癒。台灣即將進入高齡化社會，失智老人也逐漸增加，期望大家正確地瞭解失智老人的問題並建立出一套制度，以使這些人得到良好的照顧。

上野洋一郎

2005 年 4 月



近十年來，有關腦部和神經的科學顯著地進展，使得世人對腦部及神經的關心愈來愈增加。迎接高齡化社會，為了預防或治療伴隨老化而致的疾病，例如 Alzheimer 氏病等，腦部的研究更形重要。一方面，已進入高度資訊化社會，為了突破電腦的原理上瓶頸，將人腦之高度資訊處理能力當作啟示，目前世界各國為了開發出神經電腦，正在展開激烈競爭。

日本也將 21 世紀看成「腦之世紀」，並以「瞭解腦部」、「保護腦部」、「創造腦部」等為口號，打算以國家層次，將重點置放於人腦上而進行腦部的研究。為了全面推行腦部的研究，當然政府要投入龐大經費，若僅是重視腦部研究的科學家明瞭「腦部和神經的科學」之現況及展望，就無法得到一般民眾的支持。而且為了繼續培養出未來的研究人員，以便持續「腦之世紀」的計畫，在教育過程的早期就要教授「腦部和神經的科學」，打好寬而厚的基礎。

不過，日本的實際情況是由於教育制度僵化，不要說國小及國中，連高中的生物課本中也幾乎沒有提到有關人腦的事。除了醫科以外，大學的生物系也不會講到腦部。研究人員的培育也不太足夠，更重要的問題是沒有推廣讓一般人士瞭解腦部的工作。今後的腦部研究成果就如 Alzheimer 氏病的預防或下西洋棋的電腦，不只健康或生活，更誇張一點則可能改變「世界觀」。21 世紀的腦部研究之前途並不是科幻小說的世界。在學術上已進入即使選擇社會組的學生都需要瞭解與哲學及論理學有密切關係的腦部研究進展之時代。

科學家有義務以平易的說詞，解釋「腦部和神經的科學」之現況及展望，以利一般大眾容易瞭解。本書的目的是讓任何人皆可輕鬆瞭解「腦部和神經的科學」。書中最後介紹「網際網路上之腦部和神經的科學」，這是時代的流向，所介紹的 homepage 大多與本書有相同的目的。

共同著作



目次

第一章	腦部之組成	1
1.1	科學研究腦部之開始	2
1.2	用肉眼觀察的腦部－人體腦部	5
1.3	腦部之演化	14
1.4	腦部之發生及分化	18
1.5	結構和功能	25
第二章	神經細胞	51
2.1	組成腦神經系統的神經元和膠質細胞	53
2.2	神經元中之基因表現	59
2.3	支撐神經元結構的蛋白質	63
2.4	神經元之興奮	66
2.5	連接神經元和神經元間的物體，即胞突接合	73
2.6	神經傳遞物質	78
2.7	各種胞突接合	86
2.8	看做成細胞間互相作用的胞突接合	93
2.9	培養皿中的神經元	98
第三章	神經傳遞和腦部之功能調節	103
3.1	影響對腦部功能的化學物質之出現	104
3.2	神經傳遞機制上之藥物作用點	106
3.3	作用於膽鹼作用性傳遞的藥物	109
3.4	作用於單胺作用性傳遞的藥物	112
3.5	作用於 GABA 作用性傳遞的藥物	118

3.6	嗎啡狀肽	123
3.7	神經肽之多樣性質	130

第四章 腦部之高層次功能和其發展 139

4.1	在腦部所進行的訊息處理	140
4.2	記憶之機制	145
4.3	腦部之發展及分化	158
4.4	睡眠和夢	163
4.5	意識、語言	167

第五章 腦部疾病和老化 173

5.1	腦部的老化	174
5.2	Alzheimer 氏病	178
5.3	Parkinson 氏病	182
5.4	Creutzfeldt-Jakob 氏病	184
5.5	Huntington 氏舞蹈病	186
5.6	腦中風	186

第六章 腦部研究之展望 189

6.1	神經電腦	190
6.2	腦部移植	191
6.3	腦內之基因表現	194
6.4	腦之時代	196

參考文獻	197
附錄	199
代替後述	205
中文索引	207
英文索引	213

第一章

腦部之組成



1.1 科學研究腦部之開始

“生命”是什麼？“人活下去的意義”是什麼？支持我們人類之生命活動上，最重要的器官是腦和神經。腦部當做“心座”，便使我們更像人。即瞭解腦部的腦科學（brain science）——腦部和神經的科學——之最後目標就是“瞭解人”。當然用不著說我們不能僅依靠腦部和神經活下去。

精神座

我們的祖先是如何去瞭解腦部，且在何處求精神座呢？當初人類似乎以為精神及思考所在的地方就是心臟。隨著激烈情緒變化，心臟引起變化的現象是每個人都有同樣經驗。加上人死亡時，心臟便停止跳動，所以自然而然認為心臟就是精神座。在古埃及時代，關於生命的基本原理，靈氣（pneuma）為最重要。所謂靈氣是存在於空氣中，看不見的物質。當時認為靈氣經呼吸進入肺後達到心臟，並通過動脈，送到身體每個角落。因此心臟是中心器官，其地位被視為最高位。

希臘的哲學家，亞理斯多德（B.C.384~322）繼承以上想法。他認為心臟就是精神座。同時他以為心臟會產生熱，並司感覺、情緒及智能，而主張腦部是用來冷卻自心臟到頭部之血液的器官。

將腦部當做心座的思想

希臘時代，另外一些人把腦部當做心座。西元前 6 世紀，畢達哥拉斯（Pythagorus）派的哲學家之一，阿克麥恩（Al-



maeon) 已承認各種感覺器官和腦部間的關係，並主張精神作用發生於腦部。首先強力提出此種想法的就是醫學始祖，希波克拉底司 (B.C.460~377)。在其「全集」中，他記述為人類僅依靠腦部得知高興、快樂、歡笑、幽默以及悲傷、痛苦、悲痛及流淚。尤其是有了腦部，所以我們可思考、見聞、得知美醜、判斷善惡、覺得愉快或不愉快。

接著，柏拉圖 (B.C.427~347) 認為腦部是理智所在的場所。他把精神活動分為植物性精神、動物性精神以及最高的理性精神，並認為理性、智性精神存在於頭部，動物性精神存在於胸部而植物性精神就存在於腹部。亞理斯多德以為心臟就是心座，而他是柏拉圖的徒弟。

◎ 靈氣學說 ◎

文明中心自希臘移到亞歷山大後，海洛菲士 (Aerophilus) 及 Erasistraus 等人以科學方式，首先進行人體解剖。其結果得知人類腦部共有三個部分 (腦室)。接著，產生腦室中貯存司精神及意識的精神靈氣的思想。不久，進入羅馬時代後，此種思想由蓋倫 (Galen (A.D.130~200 左右)) 來建立為學說。為了研究腦部及脊髓，他實施動物的活體解剖，觀察因解剖而導致的障礙，並決定神經及中樞部分之功能。如此，進行動物實驗的結果，腦部科學大幅地進步。他的學說中，主張在肝臟產生的自然靈氣，經由靜脈送到心臟而成為生命靈氣，且經由動脈，其靈氣輸送到全身而成為體內熱源，其後被輸送到腦部的生命靈氣，經蒸餾成為精神靈氣並貯藏於腦室內，且通過多數神經而輸送到感覺器官及肌肉的結果，

呈現出各種作用。蓋倫還認為腦部的作用上重要的部分是腦室，並把腦部分為小腦幕之前部及後部。他主張其中的前部司感覺，後部就司運動。他的思想後來繼續發展而以為腦部的前、中、後三個腦室中，在前腦室，存在司感覺及想像的精神靈氣，在中央腦室，存在司思考和理性的精神靈氣，在後腦室就存在司記憶和運動的精神靈氣而提出精神靈氣的腦室偏存學說。

其後，在長久的中世歐洲黑暗時代，有關腦部和神經的知識並無進步，蓋倫以來重視腦室的精神靈氣學說，與蓋倫的權威一起一直持續到 16 世紀。自 14 世紀初起，在義大利北部各地進行人體解剖，不久到了 16 世紀，隨著腦部解剖的進展，開始懷疑把腦室當做精神座的想法。17 世紀的哲學家，笛卡兒就把松果體當做心座。不過，認為包括精神在內的人類活動就是因靈氣的作用所致的想法一直繼續到 18 世紀。

由思想轉變成科學

到了 18 世紀末，拉瓦錫和 Priestley 發現吸收到體內的脂肪及碳水化物就被得自空氣中的氧氣燃燒（氧化）的現象，並明瞭體內的熱量就因發生於體內的化學反應而產生的結果，靈氣學說就被拋棄。一方面，以認為在大腦表面存在精神座的 Gall 氏骨相學的出現等為起端，精神功能的腦室偏存學說也告終。

17 世紀後半的顯微鏡之發明，接著自 18 世紀至 19 世紀所出現的生理學上之進步，到了 20 世紀，腦神經科學顯著地

進展，目前我們已明瞭腦部具有如此複雜結構及功能的器官，其基本功能單位是神經細胞（神經元，neuron）。多數腦神經學家深信瞭解細胞層次的作用就可明瞭腦部功能。

本書中所述的事項是根據目前大多生物學家所接受的知識而寫的，但人類也是生物之一種，所以只要去研究生命現象，則當時被相信的假說並非都完全對亦是事實。這就是包括腦神經科學在內的生物科學之魅力。

1.2 用肉眼觀察的腦部—人體腦部

頭顱內的腦部

腦部在頭顱內，包被於三層髓膜內（圖 1.1）。即緊貼於腦表面的軟膜、包被其外側的蜘蛛膜、以及硬膜。在軟膜和蜘蛛膜間（蜘蛛膜下腔）就充滿腦脊髓液，且在此處，血管緊貼在軟膜上而分布。三層膜和腦脊髓液發揮對抗外來的強烈衝擊而保護柔軟腦部之作用。

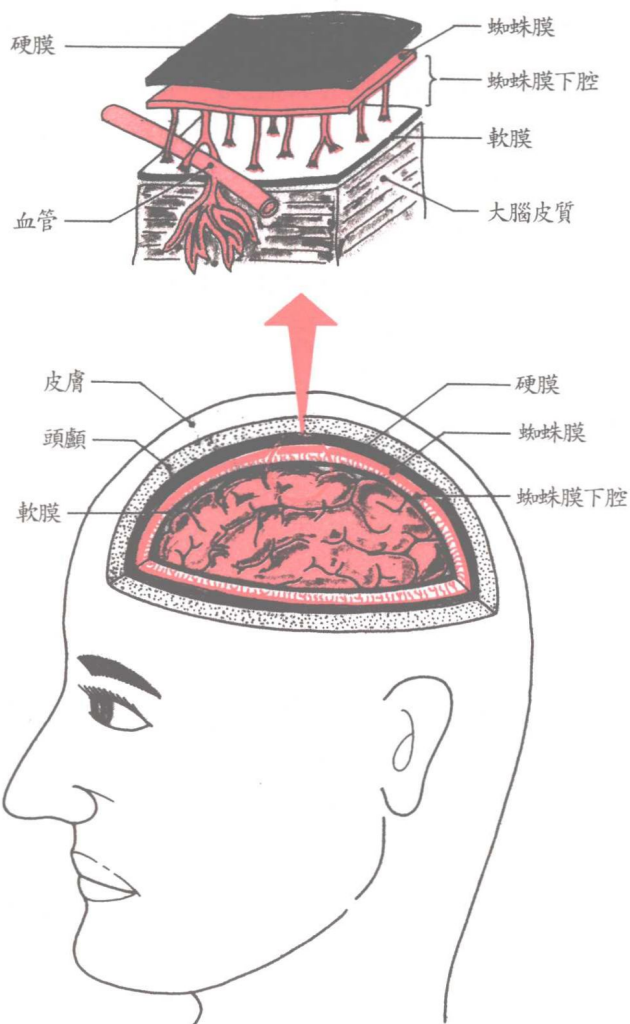


圖 1.1 在頭顱內，由髓膜來保護腦部

腦部之外觀

將腦部和脊髓，統稱為中樞神經系統。如示在圖 1.2 中，腦部分為腦幹、大腦半球及小腦。

自上向下，腦幹分為間腦、中腦、橋腦及延髓。不過，其大部分被左右大腦半球挾住，從外面觀察時，只能看到橋

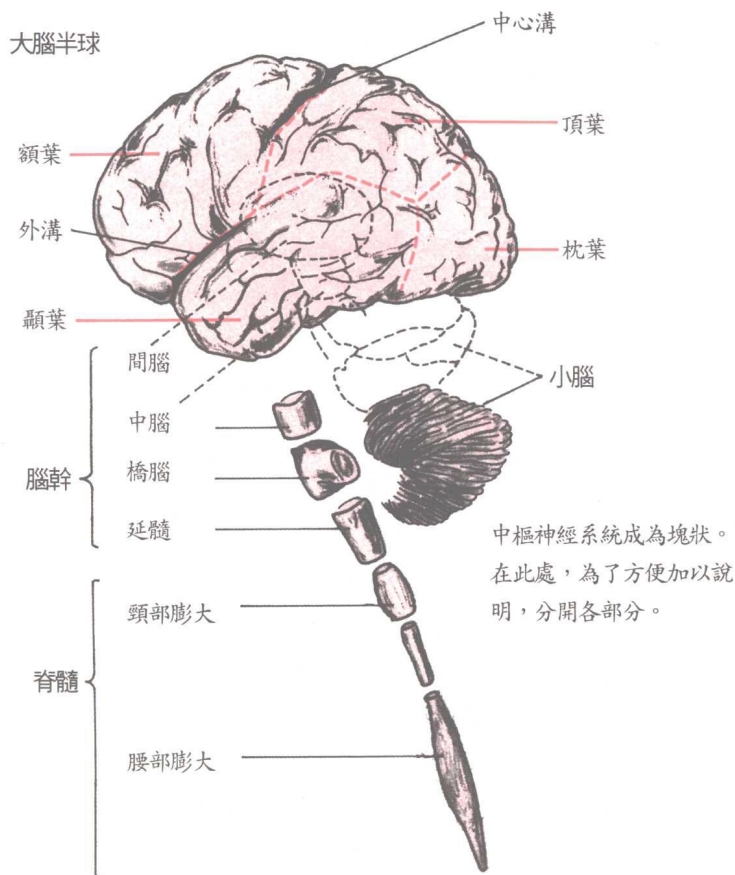


圖 1.2 腦部和延髓 (參考 Principle of Neural Science)

腦和延髓。其中延髓就連接到脊髓。

在大腦半球表面，存在許多溝，尤其中心溝及外側溝較深而長。中心溝前方的部分稱為**額葉**（frontalis lobus）。其後方部分，再分為**頂葉**（parietalis lobus）及**枕葉**（occipitalis lobus）。外側溝下方稱為**顳葉**（temporalis lobus）。人體腦部的特徵是額葉和顳葉特別發達，尤其額葉的顯著發達表示人類的演化。僅見於人類的精神活動等被認為主要偏存此部分。

小腦位於橋腦和延髓上方，並呈現具有多數向橫方向的多數細溝為特徵的獨特外觀。其上面被大腦半球枕葉覆蓋。

若把腦部切斷於左右大腦半球之間，就可明瞭各部分間之位置關係（圖 1.3）。左右大腦半球就由稱為腦樑的神經纖

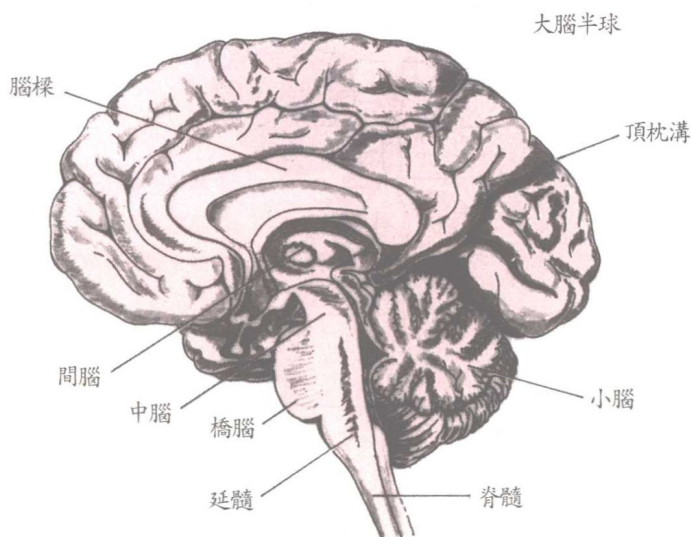


圖 1.3 腦部之正中縱切面

維束來連結。其功能是結合左右大腦半球，並由交連纖維所形成。

腦室

基本上，中樞神經系統可視為一支管狀結構。如示在圖1.4中，左右大腦半球具有側腦室。在間腦中央，有第三腦室，在中腦，有腦導水管，橋腦、延髓和小腦間就形成第四腦室。在脊髓中，有中央管。**腦室**是在由神經管分化出腦部和脊髓的過程中，隨著分化，神經管內腔引起擴大或縮小而產生的。第四腦室就經由位於上壁的三个開口部分（Magendie-Lusche 氏孔）連接到蜘蛛膜下腔。腦室、脊髓中心管及蜘蛛

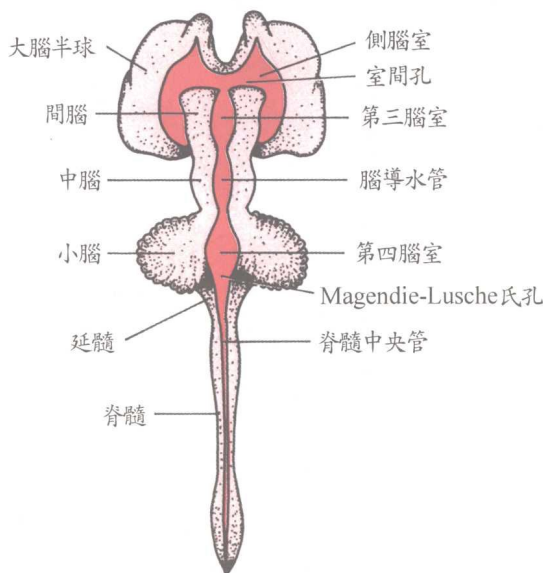


圖 1.4 腦室和脊髓中心管之模式圖