

新科學文庫

編纂者

(常務) 周道濟博士 (主編) 王雲五教授
易希陶博士 李熙謀博士 楊樹人教授

智

心

Isaac Asimov 著者

麗美吳 譯者

煊發劉 校閱者

臺灣商務印書館發行

新 科 學 文 庫

編 纂 者

王雲五教授 (主編) 周道濟博士 (常務)
楊樹人教授 李熙謀博士 易希陶博士

心 智

Isaac Asimov 著 者
麗 美 吳 著 譯
煊 發 劉 著 校閱

新 科 學 文 庫

編 纂 者

王雲五教授 (主編) 周道濟博士 (常務)
楊樹人教授 李熙謀博士 易希陶博士

心 智

The Mind

版權所有 · 翻印必究

定價新臺幣四十元

中華民國五十九年四月初版

原 著 者

Isaac Asimov

譯 述 者

吳

美

麗

校 閱 者

劉

發

煊

發 行 者

臺灣商務印書館股份有限公司

印 刷 所 及

臺灣商務印書館股份有限公司

臺北市重慶南路一段三十七號

登記證：內版台業字第〇一三號

序

余於民國二十一年秋，本館經一二八之劫，創深痛鉅，停業復業以後，爲主編自然科學小叢書三百種，嗣以其全部納入於萬有文庫二集，期藉該文庫之普遍性，以達大眾化之目的；蓋科學足以救國，盡人而知。本館忝爲歷史最久規模最大之出版家，於此殆責無旁貸也。

三十餘年後，余在臺重主本館，先後重編重印原在上海出版之鉅籍多種；其中萬有文庫薈要，並曾納入自然科學小叢書約三十種。稍後，創編人人文庫，亦陸續選輯該叢書之較通俗者若干冊。然終覺第二次世界大戰以後，自然與應用科學兩方面均有長足之進步，其領域亦日新而月異。僅將三十年前編印之自然科學圖籍重新校印，不足以饜國人之需求也。自今歲始，廣搜歐美新編印之自然與應用科學小冊，足以發揚新科學者，先後將美國通俗科學作家Isaac Asimov教授主撰之 *The New Intelligent Man's Guide to Science* 十餘專題，及Bruce F. Kingsbury主編之 *Science Study Series* 文庫五十餘小冊；以其內容皆闡明戰後新科學，而通俗易曉之故。經即延攬李熙謀、易希陶兩博士，分別就物理科學與生物科學慎選專家從事譯校，同時組織新科學文庫編纂委員會，除李、易二君外，並由本館編審委員會同人楊樹人、周道濟二君與余共同參加。每次舉行編纂

會議，對於譯校之人選，編印之體例，咸三注意焉。第一期譯印之書，以六十種爲目標，擬於民國五十九年六月以前陸續出版。

本文庫取材方面，除以上述兩種集刊文庫爲基礎外，更廣求歐美新刊名著性質相類者，相繼譯印。其原入自然科學小叢書諸書，具有恒久價值者，經詳加校訂後，亦得加入。又其他新著譯加入者，首推留美學人蕭之的教授所譯之紅的巨人與白的矮子，成爲本文庫前期出版之一書。第一期六十種出版後，每星期內擬續出一冊，期於二三年內使新科學文庫達成二百種之數，則於新自然科學與應用科學各重要論題，大體具備矣。

我國留外學人及研究人士，以專攻自然及應用科學者爲多，除能以其合乎本文庫之著作加入外，如就接觸所及，認爲適當之西文原著隨時推薦於本館，以供譯印，亦同受歡迎。又國內教授及研究生，對於新科學之著作漸多，能惠予加入於本文庫，固同拜嘉賜也。

茲當本文庫開始印行之時，謹述經過，並對海內外學術界，致其深切之期望。

中華民國五十八年十月三日王雲五識

目 錄

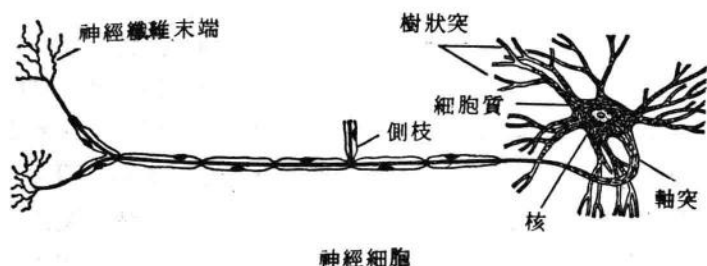
神經系統.....	1
神經作用.....	19
人類行爲	32
反饋.....	48
思考的機器.....	56

神經系統

從體能上來說，人類比起別的生物是個不出色的樣品。他不能與同樣大小的其他動物相競力。例如走起路來比貓蹣跚笨拙，跑起來沒有鹿、狗的靈巧，在嗅覺、視覺、味覺上更是遠遜於其他動物。由於骨架不配合直立的姿勢，因此在動物界中或許只有人在正常姿勢與活動中遭遇“彎腰駝背”的痛苦。當我們想到其他生物在進化上的完美——例如魚之潛泳與鳥之翱翔的高度效率，昆蟲之繁殖力與適應力的完美，濾過性病毒的單純實效——比較起來人似乎是個笨拙而設計粗劣的造物。純粹以生物觀點而言，比起任何地球上特殊環境中的生物，人類可說是無法與它們相抗衡。但他卻得天獨厚，憑藉一個重要的專化器官控制著整個地球——這就是腦。

細胞對環境的變化（“刺激”）能起敏感而適切的反應。因此在水中，一隻原生動物會游向一滴糖液或游離一滴酸液。這種自然反應對單一胞而言，雖然美好，但是，對一群細胞來說却將造成混亂。任何由一群細胞造成的生物體，都必須有一個系統來協調全身的活動。若是缺少這種協調系統，那就如同一個城市裏的人們互相不通信息，而且行為互相抵觸與衝突。因此即使在最原始的多細胞生物——腔腸動物，

神經系統也已經肇始。在它們身上，我們可以看到第一個神經原（neurons）——這是一種特殊的細胞，從它的細胞本體上延伸出一些主要的纖維，並有細緻的分枝。



神經細胞的功用如此精細複雜，因此即使是簡單的腔腸動物，當我們要想嚐試去解釋它的行為時，也已經稍微超出我們的能力範圍了。由於某種目前尚未明瞭的原因，環境的改變能刺激神經細胞。這種改變可能是某種物質的濃度，可能是溫度、光量、水流，也可能是某種物體的直接接觸。無論刺激的來源如何，它引起一種衝動，沿著神經纖維傳遞，而越過一個小空隙（“神經纏絡” synapse）傳到緊鄰的神經細胞，如此將刺激由一個細胞傳達到另一個細胞。在腔腸動物中，水母將刺激傳達全身而引起全身或部份的收縮。假如這項刺激是食粒的接觸，那麼水母就收縮它的觸手而吞噬食粒。

當然，這種反應是全然自動的，但因為它幫助水母來適應環境，我們就想設法從生物的行為中探討出其目的何在。

誠然，人類是個經常以有目的、有動機的方式而行爲的造物，於是情不自禁的也想將“目的”套在無生命的自然界了。科學家稱這種態度爲“目的論”但本身卻儘可能避免去想到或提及這事實；然而由於將演化的結果描寫爲“向更有效的目的進化”確實簡潔有力並且方便可取，因此除了一些吹毛求疵的人外，一般科學家也偶而犯了“目的論”的毛病。（本書的讀者當然也注意到我本身就經常在犯這個毛病。）但無論如何，在討論神經系統與腦的發展上，讓我們試著去避免“目的論”的說法。自然決未計劃造腦，腦只不過是一連串演化中的偶然事件的結果，而却湊巧：每一個演化階級上擁有腦的生物有所助益罷了！在生存競爭上，一個動物若是比起競爭者更能靈敏的對環境的變化反應，那麼它將更能受到天擇的恩寵。例如，一隻動物剛好在體內擁有某一點對光特別敏感，而對它有很大助益，如此，眼點的演化，及最後眼的演化，就不可避免了。

一群特化細胞而配稱爲原始“感覺器官”者是在扁蟲動物中首先出現。更進一步，扁蟲顯示出神經系統的發端——它不再盲目的將刺激傳達全身，而僅僅將刺激加速傳遞到適當的反應位置。負責這種協調的乃是中樞神經索，因此扁蟲是第一個發展中樞神經系統的生物。

不儘如此，扁蟲的感覺器官只局限在頭端——也就是身體運動時首先與環境接觸的一端，因此它的神經索自然在頭端最爲發達。扁蟲頭端的結乃成爲頭腦的萌芽。

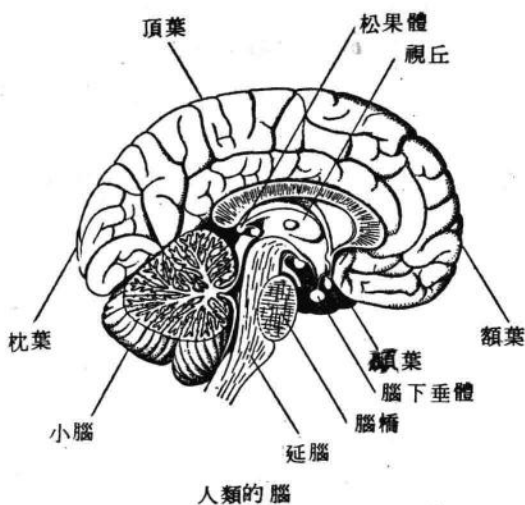
漸漸地，更複雜的動物門加入了新的特徵。感覺器官在

數目與敏感度都有增進。神經索與它的分枝發展得更精細而形成一個分布全身的系統：有傳入神經細胞將刺激傳入神經索，有傳出神經纖維將反應傳達反應器官。頭部交叉點上的神經細胞結也愈來愈複雜。神經纖維進化的結果，更能迅速地傳達衝動。在未分體節的動物中最高度進化的烏賊，乃是藉神經纖維的增厚而完成衝動的迅速傳遞。在有體節動物中，神經纖維由一層脂肪性（“髓磷脂” myelin）外鞘包圍，而使神經衝動的加速傳遞更加有效。人體中某些神經纖維傳達衝動的速率是每秒一百米，也就是每小時大約 225 哩，然而無脊椎動物只不過是每小時十分之一哩罷了。

脊索動物在神經索的位置上引進了一項根本的改變。主要的神經幹（更為人熟知的名字是“脊髓”）沿著背部發展，而不再像低等動物的位於腹部。表面看來，神經索位於更暴露的地方似乎是向後退化了一步，而事實上，脊椎動物很完美地用硬骨脊柱來保護神經索。脊骨原本用來保護神經索，但另一方面却產生了驚人的功效——它被用來做為脊索動物懸掛軀體與負荷體重的支架。從脊骨上，更引出了肋骨而覆蓋胸腔，分出頷骨而維持牙齒的咀嚼，伸出長骨而形成四肢。

脊索動物的腦乃是由三種構造組成，這些構造在最原始的脊椎動物業已出現。這三種構造就是前腦、中腦、後腦，最初只不過是神經組織的部份隆起。首先加以分類的是紀元前二八〇年希臘基歐地方的解剖學家艾拉希斯特拉塔斯（Erasistratus）。脊髓在頭端平滑地擴張成通稱為“延腦”的後腦部份。除了最低等的脊索動物外，所有脊索動物在延

腦前端有一隆起，稱為“小腦”(cerebellum)。再往前是中腦。在較低等的脊椎動物中，中腦最主要的功能是視覺，並有一對“視葉”，而前腦則主管嗅覺和味覺，並有一對“嗅葉”。從前端往後，前腦分為“嗅葉部”“大腦”(cerebrum)以及“視丘”，視丘的下部稱為下視丘(hypothalamus)。(cerebrum為拉丁字的brain，至少在人類，它是最大而最重要的器官。)在一八二四年，法國解剖學家皮爾·佛勞倫斯(Marie Jean Pierre Flourens)割除動物的大腦後，由觀測結果證實了大腦主宰思想與意志。



大腦上層稱為“大腦皮質”(cerebral cortex)，為最重要的部份。在魚類與兩棲類中，這層構造不過是一層平滑的頂蓋(稱為“pallium”或是 cloak)；在爬蟲類才開始

有一片新的神經組織出現，稱為“neopallium”(“new cloak”)，即“新外表”這才是真正進化的先驅。最後，它將接掌視覺與其他感覺。在爬蟲類中，視覺信息的轉接站已部份由中腦移往前腦；至鳥類，則全部轉移。新外表自第一個哺乳類開始負起職責。它事實上散佈在整個大腦表面。起先，它仍然只是一層平滑的外表，但隨著更高等哺乳動物的演化，它的表面積愈來愈增大而遠超過大腦，於是形成褶襞，稱為“腦回”(convolutions)。這些褶襞負責高等哺乳動物腦部的複雜與高度效能——尤其是人類。

人們若是一步一步地追踪物種間的進化，就愈能發現大腦正逐漸地在腦部佔據絕對優勢的地位。而中腦則幾乎完全退化。在靈長目，視覺取嗅覺地位而代之，於是嗅葉萎縮成一小斑。這時，大腦乃擴張而覆蓋在小腦與視丘之上。

即使在早期的似人化石中，也已發現比最進化的無尾猿遠為更大的腦。黑猩猩或猩猩的腦重低於400公克(小於14盎司)，大猩猩的身軀雖然比人更大，但腦重平均也不過是540公克(19盎司)，直立猿人的腦顯然在850至1,000公克間(30~35盎司)，這些都是屬於“小腦”(small-brained)的一型。羅得西亞人(Rhodesian)的腦重為1,300公克(46盎司)，而尼安德塔爾人(Neanderthal)及近代人則腦重1,500公克(53盎司或3.3磅)。近代人智慧之高於尼安德塔爾人顯然是因為腦的大部份集中於前方，而前方部份又顯然控制心智較重要的一面。尼安德塔爾人為低眉而腦向後突出，近代人則為高眉而腦向前方突出。

近代人腦重約爲體重的五十分之一。比例上來說，每克的腦控制 50 克重的身體。比較起來，黑猩猩腦重爲體重的 $1/150$ ，而大猩猩爲 $1/500$ 。但實際上，某些身軀較小的靈長目其腦重與體重之比大於人類（蜂鳥即是一例），而猴子則爲 $1/18$ 的比例。但無論如何，這些腦太小，而不足以像人類一般，發展成智慧所必需的腦的複雜性。對於腦所必需以及對於人類所需擁有的，簡而言之，乃是在絕對意義以及對比於身體的尺寸兩方面都需足夠大。

由以下的事實將使上面的敘述顯而易明：有兩種哺乳動物，腦重遠超過人類，然而這麼重的腦却未使它們有高度的智慧。一個是巨象，它腦重有 6,000 公克（約 13 磅），一個是巨鯨，它腦重則達 9,000 公克（近於 19 磅），然而，這兩個腦所要管轄的軀體畢竟太巨大了。因此儘管腦有那麼重，與體重比起來，巨象不過 $1/1,000$ ，而巨鯨也僅有 $1/10,000$ 。

但人類可能在某方面遭到敵手。鯨族中較小的海豚就顯示出這種可能性。某些海豚體重並不比人大，而腦重則高達 1,700 公克（60 盎司）。並且腦回也更爲曲折。

但僅僅由這項事實來推斷海豚的智慧比人類高並不保險，因爲海豚腦的內部構造如何仍有待探究。而海豚的腦可能如同尼安德塔爾人一般往較低功用的方向發展。

唯一可靠的判斷方法乃是根據實驗。有些研究人員（其中最有名的是李里 John C. Lilly）似乎深信海豚的智慧足堪與人匹敵，並且他們還相信海豚已發展出和人類一般複

雜的語言型式，而且物種間的交際也似乎可能建立起來。

即使如此，我們仍可絕對確信：無論海豚怎樣有智慧，又如何地能夠適應海中生活，它顯然失去了將智慧轉變為控制環境的機會。因為在水中用火是不可能的，而使人類自其他生物中脫穎而出的，正是火的運用。更基本的問題是：海豚爲了維持水中的迅速運動，必須保有流線形的體型。這使得海豚無法在水中發展出與人類相當的手或腿，而手或腿正是用來精細探究及控制外界環境所不可或缺的工具。

至少從有效的智慧而言，在目前，或就我們所知的過去，人類頂立於地球而未曾有過並駕齊驅者。

目前，不僅在決定其他生物（如海豚）的精細智慧水準上困難重重，即使在人類本身也未發展出一種完全令人滿意的方方法。

在一九〇四年，法國有兩位心理學家——畢涅特（Alfred Binet）與塞蒙（Théodore Simon）——設計了一項測驗智慧的方法。這種智慧測驗乃是根據對他們所設計出的明智而慎重的問題的答案來求出“智商”（“IQ”）。智商爲測驗所得的心智年齡與逐年年齡的比值並乘以 100（以便去掉小數）而得。公衆對 IQ 意義的認識主要得力於美國心理學家特曼（Lewis Madison Terman）的工作。

但麻煩又來了，因為沒有一項測驗的設計不是着重於各別的教育背景，一個簡單的耕作問題可能使一位城市的聰明男孩困窘，同樣，一個有關自動梯的簡單問題也將使同等聰慧的鄉村男孩爲之語塞。這兩個問題可能同時使一位同等 IQ 的

澳洲土著困惑，但同樣地，對於使我們瞠目張舌的飛旋標 (boomerange)，這位土著却無絲毫困難。

另一種熟悉的測驗乃是針對比智慧更精細更不可捉模的心智的另一方面。這項試驗乃是瑞士醫生洛夏 (Hermann Rorschach) 在一九一一年至一九二一年所設計的“墨污花樣” (Ink-Blot Patterns)。受試者設法將這些墨污轉變為某種幻像，而由這種幻像來判定受試者的個性。然而，縱使在最佳的條件下，“洛夏測驗”的“結論”也不可能是“真正的結論”。

最奇怪的是：古代哲學家完全忽視在腦殼底下的器官的重要性。亞里斯多德認為腦不過是個空氣調節器，用來冷卻過熱的血液。在亞氏的後一代中，在亞歷山大城工作的赫洛菲洛斯 (Herophilus of Chacedon) 正確地認識到腦為智慧的中樞。但是就如同我們所能想像到的一般，亞里斯多德的“錯誤”總是比其他人的“正確”更有分量的。

因此古代及中世紀的思想家乃嘗試在別的器官尋找情緒與個性的來源，例如心臟、肝臟、脾臟（請看這些瑣句“心碎的” broken - hearted, “胆小的” lily - livered, “憤怒的” vents his spleen）。

近代第一位研究腦的人是十七世紀的英國內科醫生兼解剖學家韋利斯 (Thomas Willis)；他追蹤神經而發現通達腦部。其後，法國解剖學家費克阿如爾 (Felix Vicq d'Azur) 與其他研究者粗劣的繪出腦部的解剖。但第一位詳細明瞭神經系統功用的人乃是十八世紀的瑞士生理學家凡·哈

勒 (Albrecht von Haller)。

凡·哈勒發現：刺激神經比刺激肌肉本身更易引起肌肉收縮。並且這種收縮是不隨意的，因為縱然在生物死後他仍能刺激神經使肌肉收縮。凡·哈勒進一步證明感覺乃由神經傳遞，因為當他將某組織上所附著的神經切除後，該組織不再起反應。於是這位生理學家下結論說：感覺經由神經傳往腦部，復由神經傳出，而引起諸如肌肉收縮的反應。他並推測：所有的神經都會合在腦中央的一個連接點。

一八一一年，奧地利內科醫生高爾 (Franz Joseph Gall) 將注意力集中在大腦表面的灰質部（灰質與白質不同，後者乃由一些自神經細胞體延伸出來的神經纖維所組成，纖維由於含脂肪鞘而呈白色）。高爾推測神經並不集中在腦中心——如凡·哈勒所建議的一般——而是各別分佈在灰質的特定區域，他認為灰質是腦的協調中樞。高爾並且領悟到灰質的不同部份負責收集身體不同部位的感覺，然後將信息分送至各部份，引起適當的反應。

假如皮質部的各部分各有特殊的心智功用，那麼由皮質部的發展情形來推測一個人的個性或心智，難道有比這更自然的嗎？由撫摸腦殼的感覺，一個人或許能夠發現那一部份較為漲大，進而以此推斷一個人之是否慷慨、墮落或其它種種個性。基於這種原因，一些高爾的門徒就建立了“腦相學” (phrenology) 這門假科學，腦相學在十九世紀大為盛行，時至今日仍未絕跡。（最奇怪的事是：儘管高爾及其門徒強調高前額及圓頭顱是智慧的記號——這是一個至今仍深植

人心的觀念——高爾本身却有一個小腦袋，比一般平均值小了15%。）

縱然走江湖的庸醫所發展出來的腦相學毫無意義，這並不意味高爾對於大腦皮質各部份功用專化的原有觀念是不正確的。遠在對腦部作特殊的專門研究以前，人們已注意到某特殊部份的腦的損傷將引起某種的無能。一八六一年，法國外科醫生布洛卡（Pierre Paul Broca，在不憚其煩的研究死屍的腦後，證明了“失語症”（aphasia 無說話能力或無能力了解他人話語的病患者）總是在左大腦的某特殊區有著損傷。這個區域因此被稱為“布洛卡腦回”。

其後，在一八七〇年，兩位德國科學家——佛利希（Gustav Fritsch）與西奇格（Eduard Hitzig）——刺激腦的各部份而觀察肌肉的反應，如此嘗試去畫出腦的各部功能區。半世紀後，他們的技術由瑞士生理學家希斯（Walter Rudolf Hess）大加改進，希斯並因此榮獲一九四九年諾貝爾醫學及生理學獎的一部份。

使用這種技術的結果發現皮質部的某特殊帶狀區與不同肌肉的隨意運動有關。這帶狀區因此命名為“運動區”（motor area）。運動區上的控制部位似乎與身體上受控制部分的位置有反轉的關係存在。因此大腦前端最高部位的運動區負責刺激腿部的最低部份。大腦運動區往下的部位，則刺激腿部較高的肌肉，然後是軀幹的肌肉，再次為手臂及手掌，最後為頸部及臉部（譯者按：原文為 neck and hand，可能為 neck and face 之誤。）