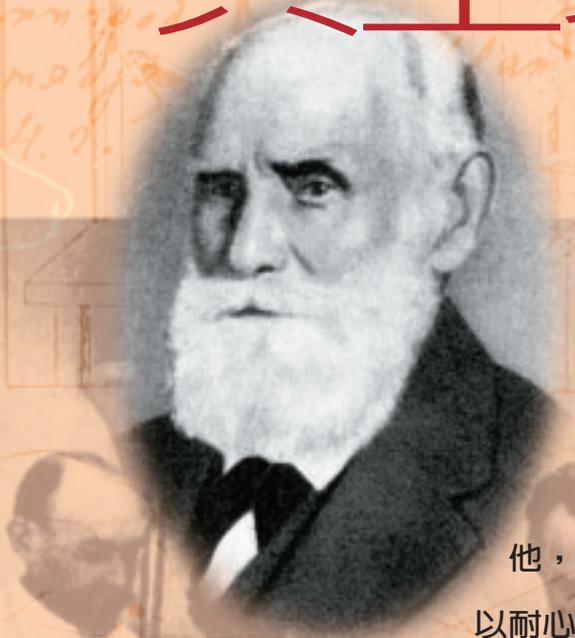


大腦與神經反射的探究

巴夫洛夫與生理學



在俄羅斯最動盪的年代裡，
他，靜靜地留在實驗室的一角，
以耐心、毅力、冷靜、思考解開了
千年來人類不解的「大腦」奧祕，
並在生理與心理學之間搭上一座
互相溝通的橋梁。

■張文亮

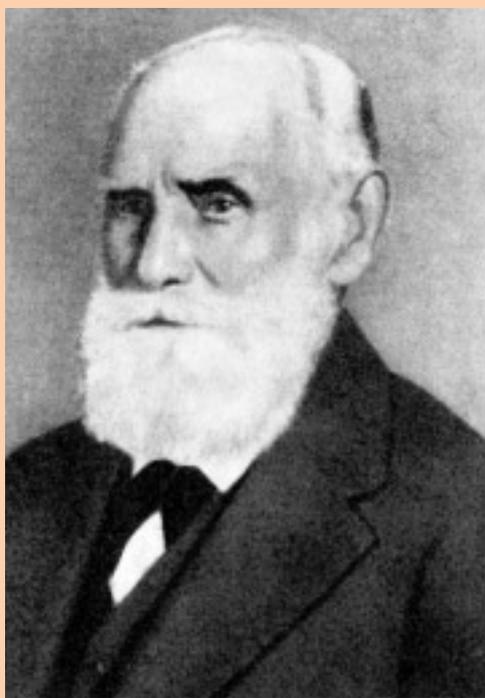
一八四九年九月十四日，巴夫洛夫（Ivan Petrovich Pavlov）生於俄羅斯西南方的梁贊（Ryazan）城。當時俄羅斯約有六千萬人口，其中四千萬人是農奴，這些農奴是幾世紀以來，俄國沙皇不斷併吞鄰國土地，戰敗國所留下的百姓，他們失去自己的農地，只能為地主耕種田地。他們極為貧窮，沒有任何法律的保障。巴夫洛夫的父親是梁贊農奴地區一所教會的牧師。

農奴教區的牧師也非常貧窮，平日與農奴一樣辛勤地工作，只有在星期日才站上講台，擔任講道的工作。巴夫洛夫後來寫道：「我由父親學習到喜好辛勤工作的美德，父親特別善於種花。與父親在農地上一起耕種，使我的肌肉健壯。工作給肌肉帶來的強健，有如大腦獲得閱讀般地舒暢。」父親也在屋外架設單槓，教導孩子在單槓上運動。

不服輸的孩子

家裡雖然貧窮，父親仍鼓勵他閱讀，好書至少要閱讀兩遍，並寫下讀後心得。巴夫洛夫寫道：「寫讀書心得，是學習表達自己思考的最好方法。」一八五三年，沙皇尼古拉一世為了爭奪黑海控制權，與土耳其、英、法聯軍打了著名的「克里米亞之戰」。一八五六年，俄國兵敗，這是俄國百年來領土擴張的首次挫敗，全國經濟進入蕭條時期。

此時，巴夫洛夫的家裡更窮了，他在念小學二年級時，有次從圍牆上跌下來撞傷了肺部。校醫認為他有生命的危險，但是家裡沒有錢將他送醫照顧，他繼續每天運動，身體逐漸康復。念中學時，同學多出身貴族家庭，他的個子又矮小，因此經常被同學戲弄，這時他長期在單槓上訓練出來的肌肉，幫他打贏每次架。打贏架的結果，是他的父親承受更大的壓力。



《巴夫洛夫遺集》上卷，東京大學醫學部研究會，p. 1

具有彈性的教育

在俄國近代史上，一八六〇年是一個轉折的時期，新任的沙皇亞歷山大二世進行政治、經濟與教育上的大改革。例如在政治上，他開始實施君主立憲制，成立議會審查法案；在經濟上，推動農地放領，讓農民擁有自己的土地；在教育上，開放更多的機會讓農民的小孩可以接受高等教育。巴夫洛夫正好趕上這個改革的時代，他在初級中學畢業後，申請進入「梁贊教會神

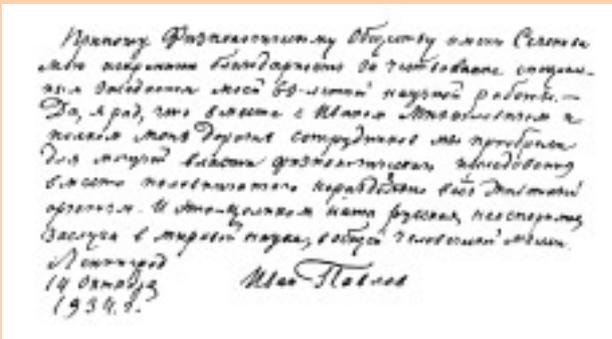
學院」就讀。

這所學校秉持一個特殊的教育理念：不是要培養科科資優的好學生，而是具有特殊偏好傾向的學生。因此只要學生在個人選擇的主修課程上有優秀的表現，其他輔修科目可以表現平凡，只是每位學生在學期間都要選擇一主修科目，巴夫洛夫選擇的主修科目是「自然科學」。一八七〇年，他以優異的成績申請進入聖彼得堡大學的自然科學學系就讀。

走上生理學的研究領域

亞歷山大二世的改革帶來許多的反抗，守舊的貴族、地主反對土地釋放與勢力分享，激進的改革分子嫌開放的步調緩慢，大學更是各方思想激盪澎湃的所在，校園各處通宵達旦都有學生在互相辯論。巴夫洛夫也熱愛與人辯論，他的言詞犀利，立論一針見血。但是當對方情緒激動到失去理性時，他反而會變得安靜。

他在大學的前兩年，表現平凡。在大學三年級時，上了西昂（Ilya Cyon）教授所開授的生理學，他彷彿從渾沌中清醒，找到了所要主修的學科。他寫道：「西昂教授的每一堂課，令我反覆咀嚼。」他又寫道：「如果生命是最高藝術傑作，無疑地，生理學是這份傑作的



巴夫洛夫手稿

鑑賞方法。」他深深地投入生理學的研究，主動擔任西昂教授的實驗助手。在西昂教授的指導下，一八七四年，巴夫洛夫以〈胰腺的神經〉為題發表論文，並獲得研究金質獎章。

不止息的熱忱

一八七五年，巴夫洛夫大學畢業。同年，西昂教授轉往「外科醫學學院」(Medico-Chirurgical Academy，後改名為軍事醫學院)任職，西昂教授承諾給巴夫洛夫研究助理的工作，因此巴夫洛夫申請該校醫學院的入學。巴夫洛夫入學後，才發現因為學校人事的鬥爭，西昂教授憤而離職，取代他的是具有皇家王公身分的塔可汗諾福(Ivan R. Tarkhanov)，一個講究穿著、不愛科學研究的教授。他給巴夫洛夫研究獎學金，但是巴夫洛夫拒絕選他作指導教授。

巴夫洛夫因而轉到獸醫生理實驗室擔任助理，在這兩年當中，他開始進行血液循環與消化代謝的生理研究。他寫道：「當我想到我的研究將幫助其他的人，我就不計較在實驗上所花的時間。」當時擔任助理的薪水微薄，因此生活非常拮据，巴夫洛夫每天只吃兩餐，學校餐廳的規定是吃麵包不用錢，吃菜要錢，他就盡量用麵包果腹。

一八七八年，他轉往波特金(S.P. Botkin)教授新成立的醫學實驗室擔任主任，波特金是當時俄國最著名的內科教授，專門研究人體器官的生理與病理以及神經系統對身體功能的調節。他曾寫道：「身體上的疾病，大至心臟病，小至皮膚癢，根據生理學的觀點，一定有個合理的邏輯，這是醫學的理論基石。不是看到一個傷口，就只想去醫治那個傷口，而是先去了解傷口的病

理，由病理去探討組織或器官產生傷口的原因，再去醫治。很多人認為病理研究是不切實際的空中樓閣，我卻認為除非了解病理，否則無法治療。」

遇上喜愛文學的女孩

巴夫洛夫在這段時期研究藥理學，主要是了解治療心臟與血管系統藥物的療效，例如提煉菟葵、百合與福壽草等植物的萃出液，研究其對調整心臟跳動的神經系統的刺激與抑制作用。一八七九年，他從醫學院畢業時，又獲金質獎章，並獲四年的獎學金。

同年，他認識了在聖彼得堡唸教育學院的莎拉·卡雪夫斯卡雅(Seraphima V. Karchevskaya)小姐。莎拉的父親曾是俄國黑海艦隊的軍醫，但是英年早逝。莎拉的母親靠著微薄的撫卹金過活，莎拉是個意志堅定的女孩，她不斷靠著擔任家教賺取學費，直到念完大學。她酷愛文學與戲劇，為了補足大學的學費，她曾典當大衣；為了欣賞某一齣戲，她賣掉高中所得的獎項。她的個性樂觀、為人風趣，又長得非常漂亮，是許多男生追求的對象。

巴夫洛夫從小就熟讀莎士比亞的作品，莎拉日後寫道，「吸引巴夫洛夫注意我的，可能是我對莎士比亞戲劇的熱衷。因為直到離世，他一直是個莎迷。」

巴夫洛夫極度害羞，開始交往時，從未直接表示。有次，大夥在跳方塊舞時，巴夫洛夫沒有舞伴，十分憂鬱地坐在窗台的窗簾後面發呆。多年後，他才告訴莎拉：「若不是為了妳，我絕對不會去那兒的。」不過巴夫洛夫很快就被同伴發現了，被拉回加入方塊舞的行列。當晚有個年輕的醫學院學生，是個很棒的男中音，他突然站起身來走向莎拉，告訴她有人要他為她唱一段柴可夫斯基的抒情曲。唱完之後，莎拉問他是誰要求的，他表示恕難透露，不過有人指了指又坐回窗簾後頭的巴夫洛夫。

貧窮與甜蜜的日子

兩人持續交往，一八八〇年六月，巴夫洛夫眼見莎拉即將畢業離開聖彼得堡。六月十三日晚上，他終於鼓足了勇氣向她求婚，不久他們訂婚。但是外界並不看好他們，因為兩人太窮了。

一八八一年，巴夫洛夫問莎拉：「妳都在爲什麼禱告呢？」她答道：「爲你的快樂。」他說道：「這也是我爲妳所做的禱告。」這也成爲他們五月在教會結婚時的誓詞。結婚的禮服、禮鞋、帽紗和捧花都是新娘姊妹給的，租賃新居裡的家具則是新郎以前小公寓裡的舊家具。

當時巴夫洛夫的月薪只有50盧布（當時教授的月薪約有700盧布），婚後，莎拉曾表示她可以外出工作、補貼家用，不過巴夫洛夫堅決反對，因爲他疼惜莎拉，不希望她太辛苦。有一陣子，他們必須借住在巴夫洛夫弟弟的小公寓裡，甚至被迫分別居住到願意接待他們的友人家中。他一生對金錢沒有什麼概念，他曾寫道：「金錢會腐化科學家。」

除了科學以外，他對生活其他事務都漠不關心，他的妻子寫道：「他是一個不易相處的男人，整日活在自己的思想裡，倘若別人問起他與科學無關的事情，他動輒生氣，經常得罪他人而不自知。」他等人很少超過10分鐘，他說：「這10分鐘，在實驗室可以做很多事。」雖然經年累月生活貧窮，他們倆都注重心靈生活，生活裡還是充滿了快樂。

天生佳偶

莎拉懷頭胎時，有次散步，巴夫洛夫走得非常快，莎拉爲了跟上丈夫的腳步，不得不用跑的，結果不幸流產，兩人都非常傷心。之後，莎拉再度懷孕時，巴夫洛夫展現出最周全的照顧，甚至不准她爬樓梯，而是雙手將她抱上四樓的公寓。這次順利生產，是個可愛的男孩，不過，幾個月後，孩子不幸病逝。

下一胎是個男孩，結果妻子難產，有生命的危險，他在床邊對奄奄一息的妻子說道：「相信我。如果妳死了，無論我愛科學有多深，我將永遠不再碰科學，我會把自己放逐到一個沒有人認識的地方，在那裡當個醫生。」妻子回應道：「聽我最後的交代，並盡力去做。我仍然期待你繼續從事科學的工作，你愛科學，因爲你愛人類。」幸好，孩子生下來後母子均安，後來他們又有一個女兒。

巴夫洛夫曾寫了封信給莎拉：「或許妳還記得我曾如何企盼妳參與我的實驗工作，因爲妳觀察入微，應變

能力又強，妳的生病與我們的逆境打碎了這個美夢。不過我反而更珍視妳做爲妻子與母親的角色，妳總是令我覺得人生很有意思，妳和我趣味相投，陪伴我、照顧我，讓我毫無後顧之憂。對我而言，沒有東西能比我們家的氣氛更快樂、更有價值，這是妳精心打造的，讓我成天繞著科學打轉的頭腦能夠休息片刻。」

莎拉看了此信以後，寫道：「這是我一生最快樂的時候！」他們56年婚姻持續幸福的主因是莎拉對她丈夫的委身與對家庭的奉獻，晚年，巴夫洛夫寫道，「我的成功，多要歸功於我這位信仰虔誠、熱愛文學的妻子，她竭盡所能地幫助我、照料我。」

初期的生理研究

——心臟搏動的機制（1879~1886）

一八八三年，巴夫洛夫以〈神經對心臟收縮的促進作用與實驗〉論文取得博士學位，並留校擔任生理學的講師。二年後，他前往德國萊比錫的「魯勒威格實驗室」（Ludwig's Laboratory）進修兩年，繼續研究心臟搏動的影響機制。此時，他提出心臟跳動節奏與加速跳動是由兩種不同的肌肉在進行，而且是由兩種不同的神經在控制。但是經由動物的實驗，他無法找到這兩種不同神經的所在。不過他提出神經影響心臟跳動是化學作用，因此可以利用化學藥物來影響失調的神經系統，進而醫療心臟病。

近代的心臟醫學認爲影響心臟跳動的神經有兩種，一種是加快心跳的交感神經，另一種是減緩心跳的迷走神經（副交感神經），並不是像他所提出的。但重要的是，他學到外科無菌手術的技術，並應用在試驗動物身



制約反射的實驗

The Living Body, p. 568

上，在準確的實驗控制下，進行動物生理反應的觀察與研究。

一八八六年，他自德國歸來，重回大學的實驗室，繼續進行狗的「心臟分離手術」。這是非常困難的實驗技術，他把狗的心臟取出，將心臟的血管接上已通氣的血液的管子，讓心臟仍能維持跳動，再進一步研究切除神經的一段，並觀察此時心臟跳動的變化，進而探討該神經對心臟跳動的影響。一八八七年，他逐漸將研究的方向轉向人體的消化系統。

第二階段的生理研究

——消化的機制（1887~1902）

巴夫洛夫自學生時代對人體的消化器官就深感興趣，他寫道：「我在學生時代，就讀過劉易斯（F.H. Lewis）的《日常生活的生理學》（*The Physiology of the Common Life*, 1859），書中有一幅哺乳動物的器官構造圖，消化器官特別讓我深感興趣。我常想，為何身體內消化器官的結構會如此複雜？不同器官之間有什麼關係？各器官是如何協調去消化差異性如此大的不同食物？」

首先，他設計獨特的實驗方法。他以狗為實驗對象，以外科無菌手術的方法，以一屜管自狗頸部探入食道，再以一條屜管由狗的食道接通至胃部，再以一條屜管自胃囊外伸直到腹部外面。給狗餵食後，由第一條屜管，他可以取出唾液分解後的食物。由於狗已分泌胃酸，但是食物已由第一條屜管取出，所以由第二條屜管可以取出未與食物混合的胃酸。若要測定胃液對食物的分解特性，則讓食物進入胃囊，再由第三條屜管取出胃液分解的食物。

其次，他以手術的方法切除研究器官上的神經，或是用阿托平（atropine）抑制迷走神經，再研究消化功能受影響的程度。末了，他將器官取出，研究器官內不同部位、不同細胞的結構與功能。

經過10年的研究，他在一八九七年出版《消化腺的功能講解》，這本書是歷史上第一本完整呈現消化功能的著作，使他獲得一九〇四年的諾貝爾醫學獎。在這本書中，他發表了腸胃生理學的幾項重大發現。

第一、他發現胃腺分泌胃液是受到迷走神經的刺

激。因此人分泌胃液，是受到大腦對於食物的感官、味覺、嗅覺、嘴巴的咀嚼與吞食所影響，而在食物進入與離開胃部時，胃腺也會分泌部分的胃液。

第二、胃腺是在胃液黏膜的上方，由分泌黏液的黏膜細胞、分泌能消化蛋白質酵素的主細胞與分泌鹽酸的壁細胞共同組成。

第三、當胃部分解後的食物進入小腸時，小腸黏膜細胞會分泌激素，經由血液到胃部底下的胰臟，胰臟分泌鹼性液中和酸性胃液，迷走神經亦能刺激胰腺分泌胰液。

第四、胰液幫助小腸將食物中的蛋白質分解成胺基酸，將澱粉、麥芽糖轉換成葡萄糖與分解脂肪。

第五、小腸有許多絨毛，是微血管密集的地方，食物分解後就在此經血液吸收。

第六、肝臟分泌膽汁，濃縮儲存在膽囊中，藉由膽管傳至小腸，促進食物中的油脂分解成甘油與脂肪酸。

第七、唾腺的分泌受神經系統的影響，讓食物中部分的澱粉轉換成麥芽糖。

他幾乎把食物在各個不同器官的消化程序、消化腺體的分泌、神經系統的影響、不同器官間的協調，甚至養分的吸收機制，一一清楚地呈現出來，只是未探討荷爾蒙在消化系統中的控制機制。

巴夫洛夫對消化腺的研究，逐漸給他帶來普世性的知名度，《消化腺的功能講解》迅速被譯成英文、德文、日文等出版，並成為大學腸胃學科的廣用教科書。一八九〇年，軍事醫學院（Military-Medical Academy）聘他為藥理系的系主任。一八九一年俄國皇室聘他為實驗醫學研究院生理所主任，擔任此職的月薪是720盧布，至此時他才脫離了貧窮的生活。

但是，當他剛領取720盧布時，有一個家鄉來的遠親就借走了700盧布，他只帶了20盧布回家給妻子。嫁給這種丈夫是非常辛苦的，必須能應變各種突發的困難。

一八九五年，軍事醫學院生理學系的系主任出缺，有人建議他去拜訪某人，以獲此職缺，他回應道：「我只期待欣賞我的，只因科學研究，不為別的。」五月，他獲任該職。

巴夫洛夫要求學生多用邏輯思考甚於使用記憶。他寫道：「愈落伍的學科，愈缺乏以科學的研究為基礎，

以致學生需要去記憶一堆的細節。愈有科學研究的學科，就愈有邏輯思考的系統，學生要學習的是如何思考。」他以生理學解釋藥物對肌肉與神經的影響，以病理學講解藥物的醫治功效，並以臨床實驗呈現結果。

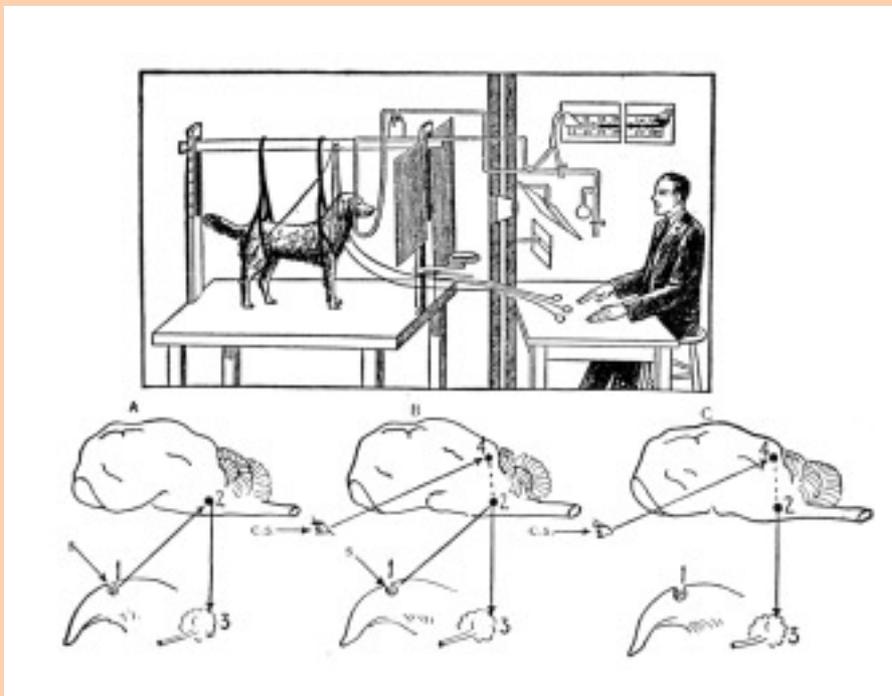
巴夫洛夫不僅是一流的教育家，他上課的表達，每一個動作與說話的節奏，都經過仔細計算過似的。他同時也是傑出的實驗者，不僅「用實驗印證他上課的內容，而且實驗進行得又快又準確。」他的學生如此記錄道。

他強調上課要有實驗示範，他的課常排在上午九點，他在六點或七點就到教室準備實驗，他上課時經常抽問學生，他常說：「我不是要聽你們所讀的，我要聽你們所想的。」上課沈悶時，他偶爾會在黑板上畫漫畫（因為他畫得很差，頗具娛樂效果），甚至要求學生上台畫。他寫道：「我深深地喜好教學，如果沒有深入的思考，就無法在上課時有條理地表達。教學最令人興奮的地方，是經常在教別人的時候，忽然想到新的看法。」

一九〇三年的寒冬似乎特別漫長，俄國再度進入經濟大蕭條，各地都有失業的工人示威請願，俄國共產黨的勢力逐漸興起。一九〇四年，日本偷襲停泊在中國旅順的俄國太平洋艦隊，戰爭持續了一年，俄軍竟被打敗。整個俄國更像滾沸的油鍋，民情激動，暴動四起。這時，巴夫洛夫卻冷靜地在生理研究所的一角，進行後來舉世聞名的神經反射實驗。

第三階段的生理研究 ——神經反射（1903~1909）

根據過去對唾液與胃液的實驗，他已經知道唾液與胃液並不是一次分泌出來，而是有不同的階段，而且每個階段分泌出來的體積都不一樣，他認為一定有些因素在影響。



胃液與唾液的實驗

Human Physiology, p.265

他進行了一個非常有名的實驗去研究這些因素，他仍然以狗為試驗對象。他將狗放在一間與外界阻隔良好的房間裡，他在房間內放置一個液壓計，有一管接到狗的嘴內，可以精確地量測唾液的分泌量。再以繩子固定狗的位置，使狗不能隨意轉動。實驗者在房間外可以看到狗的反應，但是狗看不到實驗者，狗聽不到外界的聲音，也看不到屋外的光線。

他給狗餵食，果然看到狗就分泌唾液。他認為這種反應與狗的天生習性有關，狗的眼睛看到食物、鼻子聞到食物，就將感官接收到的信息藉由神經傳至大腦，大腦再藉由神經傳至唾腺，就分泌唾液，他稱這種天生不用學習的反應為「非制約反射」。

他繼續給狗食物，同時給鈴聲，狗也分泌唾液。而後他只給鈴聲，不給食物，狗也分泌唾液，這時分泌唾液的反應，與狗受到過去聽到鈴聲就有食物的經驗有關，他稱這種需要經驗的神經反應為「制約反射」。之後，他給狗幾次鈴聲，但都不給食物，狗所分泌的唾液就愈來愈少，甚至沒有，他認為這是天生的非制約反射「抑制」了後天學習的制約反射。這些有趣而又非常著名的實驗，架設了生理與心理兩大學術領域之間的橋梁，也成為日後普世生理學與心理學課本的必備內容。

他也發現狗的喜、怒、哀、樂心理也會影響唾液與

胃液的分泌，但是他的研究也引來外界的批判。「用狗作實驗，只能了解狗的心理學，不是人的心理學。狗是低智商的動物，怎能拿來與人相比呢？」他回答道：「我是用客觀的方法，去尋找所有生物基本反應的事實。」

他一生經常以狗為實驗對象，偶爾會用青蛙、蝴蝶進行實驗。他對實驗的動物細心照顧，他的研究生或助理第一年的主要工作，就是學習妥善照顧實驗動物。在給動物插尿管或手術時，也盡量減輕動物痛苦與感染的機會。他手術的動作迅速俐落，旁人往往以為他還在準備，他卻已經大功告成了。他寫道：「動物的生命是尊貴的、是無可比擬的，每當實驗帶來動物的死亡，是實驗者內心的掙扎，若非為了人類的福祉，實在不應該犧牲這些動物的生命。」

第四階段的研究

——大腦的功能（1910~1930）

由神經反射，他逐漸進入神經活動的中樞——大腦。他寫道：「腦部是人思考的位置，卻是科學界最無知的地方，是自然科學深入人類本質最終的極致。」他研究的方法，是用手術移除腦部的一小區域，再觀察生物哪一部分的生理功能受損，用此來證明該部分的生理

功能與腦部的相關性。

他發現制約反射的神經大都與大腦的皮質層相連，因此他提出，人的後天學習與經驗都是累存在大腦皮質的部分。但是大腦的皮質層約由一百五十億個神經元組成，他無法區分影響人類記憶、思維、感覺或意志的是哪些神經元。他也發現大腦皮質層分泌許多化學物質以控制神經的活動，但是無法分析這些複雜化學物質的成分。

一九二三年，他發表《二十年客觀研究動物行為與高等神經活動的關係》。在這書中，他不僅整合過去20年對制約反射的研究，而且提出大腦皮質下兩顆卵圓形狀的丘腦，是將神經信息自脊髓傳至大腦皮質的轉換區。他給大腦皮質層分區，這是近代腦神經醫學研究的基石，例如他提出大腦的第九神經區影響舌咽神經活動，進而影響唾液的分泌。

他在生理學領域的傑出貢獻是醫學治療的助力，卻是俄國共產黨領袖的芒刺。他是近代科學史上，最敢直斥馬克斯共產主義錯誤的人之一。他一生拒絕加入任何政黨，他寫道：「我是一個科學研究者，科學家看事情的角度是固定的，科學家做事情的方法是非分明，因此與從事政治的人有基本上的不同。」

科學研究者的風格

一九一七年三月俄國最後一位沙皇尼古拉二世遜位（一九一八年六月全家被槍決），總理列寧邀請他參加俄國共產黨慶祝執政的全國大會，他以身體不適回絕，只回覆一封短箋：「感謝上帝。因為過去的研究報告需要政府審查，我期待未來不需要如此。」一九二三年，他更公開表示：「馬克斯主義是一場實驗，拿所有的人去做連我都不敢做的青蛙實驗。」一九二四年，政府下令神職人員的子女



巴夫洛夫與學生、助理一起作實驗

不得念軍事醫學院，他立刻辭去大學教職，他的理由是：「我的父親也是牧師。」

一九二七年，他當面對著史達林說：「你以政治踐踏俄國的知識界，使我第一次以身為俄國人為恥！」他又說：「當人對政治已經無法表達意見時，政治已失去存在的價值。」史達林曾經迫害過著名的哲學家、文學家、歷史學家，但是不敢迫害科學家，他知道俄國要成為強盛的國家，需要第一流的科學家。缺乏文史學者，俄國人的心靈更苦悶。科學至上，也使得俄國科學家成為為共產主義全力焚燒的一群人。

他又寫道：「我一生從事動物生理的實驗，在這過程中，我學習到一件很重要的事。科學界像是一個馬戲團，而科學家像是馴獸師牽著馬或大象繞圈跑步，觀眾的掌聲常會亂了科學家的腳步，沈不住氣的科學家為了更多的掌聲，甚至自己也跳上馬背，或像大象一樣下場作秀，結果干擾了動物的真正反應。」

反對俄國共產黨不等於反對俄國，一九二四年與一九二九年，他兩度帶著家人前往歐美講學，講完他又舉家返國。後來，他看到德國納粹勢力的興起，知道俄德終必一戰，又呼籲年輕人為保衛祖國而戰。

第五階段的研究

——語言與歸納的能力（1930~1935）

一九三〇年，他以制約反射的實驗，給狗不同的符號與數字教狗辨識，他也由狗的吠聲判斷狗的語言與學習能力的條件。他發現：「語言的學習是需要一連串的制約反射，但是人對於語言的學習與應用，具有巧妙的綜合歸納能力，這是其他動物所不具備的。」

他也用制約反射的原理，去探討對精神病患的醫治，尤其在了解哪些環境因子會對病人造成精神的刺激後，進而減少病人與那些因子的接觸機會，這點後來成為俄國治療精神病患的主要方法之一。

給年輕學子的一封信

他的80歲生日感言：「感謝上帝。雖然我的記憶力稍退，我的思考依然清楚，我對科學工作的興趣仍然不減。」他也發表一封信，登在《俄國青年報》上，他寫道：

「這是一封短信，希望俄國的學生可以讀到。讀書求學最重要的是要有系統，我再重覆一次——要有系統，你要嚴格地訓練自己，在知識的學習上要有系統。

為此，第一、愈是基本的科學原理，你愈不能放過。讀到基本原理時，若讀不懂，不要翻到下一頁，千萬不要去掩飾你不懂的地方，尤其不要輕忽所有理論的臆測與假設之處。這需要你不斷地學習自我約束與忍耐，從事科學研究是辛勤的工作。

雖然鳥類的雙翼是完美的飛翔輔具，但是飛鳥若不依靠空氣，牠們仍然不能飛翔。幫助科學家飛翔的空氣，就是經過實驗與觀察的結果，若離開了這些，所有的理論都流於空洞，所有的探討都流於膚淺。但也不要只是一味地收集實驗結果，要持續地探討這些實驗結果背後的影響因子，與其共通的、基本的法則。

第二、要謙卑，永遠不要自以為什麼都懂。不管你在學識界已爬到多高，你要感謝指出你錯誤的人，並勇敢地說出：『我是一個無知的人。』不要讓你的驕傲占有你。

第三、要有熱忱。記得科學的研究是一生之久，即使人的壽命再增一倍，他也無法研究窮盡，只有具備熱忱的人才能回應科學的呼召，一生從事真理的探索。」

一九三五年冬天，他病重時對妻子說道：「我一生最快樂的事是與妳一起經歷了許多的困難，我看到妳在困難中所顯出的喜樂，我終於知道我一生唯一羨慕的，就是妳那虔誠的信仰。」一九三六年二月二十七日凌晨，他用最後的力量緊握莎拉的手，十幾分鐘後，他呼出了最後的一口氣。 □

深度閱讀資料

Babkin, B.P.(1949)(4th impression 1974) *Pavlov-A Biography*, The University of Chicago Press, U.S.A.

Best, C.H.and N.B.Taylor (1938) (4th edition 1958) *The Living Body*, Chapter 12, *The Central Nervous System*, 506-573, Henry Holt and Company, U.S.A.

Youmans, W.B. (1954) *Human Physiology*, Chapter 23, *Digestion and Absorption*, 261-275, University of Wisconsin Press, U.S.A.

張文亮

台灣大學生物環境系統工程學系