

第十一章 科學家 Scientists

在進步的世界中，發揮作用的不是我們的才能，而是我們如何運用才能。

- 布雷斯福德·羅伯遜 -

研究工作要求的性格·鼓勵和報酬·科學研究的道德觀·各種類型的科學頭腦·科學家的生活·提要

研究工作要求的性格 *Attributes required for research*

研究人員在很多方面酷似拓荒者。研究人員探測知識的疆界需要具有很多與拓荒者同樣的品格：事業心和進取心、隨時準備以自己的才智迎戰並克服困難的精神狀態、冒險精神、對現有知識和流行觀念的不滿足、以及急於試驗自己判斷力的迫切心情。

也許，對於研究人員來說，最基本的兩條品格是 對科學的熱愛 和 難以滿足的好奇心。一般來說，愛好科學研究者比常人保有更多好奇的本能；一個人的想像力，如果不能因想到有可能發現前人從未發現過的事物而受到激勵，那麼，他從事科學研究只是浪費自己和他人的時間而已，因為只有那些對發現抱有真正興趣和熱情的人才會成功。最有成就的科學家具有狂熱者的熱情，但又受到客觀判斷自己成果，以及必須接受他人批評這兩點的轄制。一個熱愛科學的人往往也具有科學鑒賞力，而且，在面對挫折失敗的時候，只有熱愛科學才能不屈不撓，百折不回。

聰明的資質、內在的幹勁、勤奮的工作態度和堅韌不拔的精神，這些都是科學研究成功所需的部分條件。其它各行各業也大抵如此。科學家還必須具備想像力，這樣才能想像出肉眼觀察不到的事物如何發生、如何作用，並構思出假設。科學家往往不好相處，因為他對自己的看法並無很大的信心，而對別人的觀點又抱懷疑態度，這種脾性在日常生活中是容易使人為難的。卡恰爾在談到思想的獨立性對科學家之重要時說：謙恭態度也許適合於聖賢，但對科學家卻未必。

幾乎所有有成就的科學家都具有一種百折不撓的精神，因為大凡有價值的成就，在面臨反覆挫折的時候，都需要毅力和勇氣。達爾文的這種性格非常突出，據他兒子說，他的這種性格超出了一般的堅韌性，可形容為頑強。巴斯德說：『告訴你使我達到目標的奧秘吧，我唯一的力量就是我的堅持精神。』

人可以大體分成兩類。一類人慣於對外界的觀念(包括別人的思想)起強烈的反應。一類人則消極被動地接受一切事物。前一類人甚至在孩提時期就對別人所教的一切提出疑問，並往往叛逆傳統和習俗。他們富有好奇心，要自己去探索事物。第二類人更容易適應生活，而且在其它條件相同的情況下，更能積累正規教育所傳授的知識。後一類人的頭腦充滿了公認的觀點和固定的看法，而反應型的人則具有較少的固定觀

念，他們的思想更自由、更具變化性。當然，並不是每一個人都可按照這兩個極端來劃分，從而隸屬於某一種，但顯然，接近被動型的人是不適於從事研究工作的。

怎樣選擇有前途的人來從事科學研究工作，或是判斷自己是否適宜，這是個難題。列出一連串所需的品格條件，對解決這個難題並無多大幫助，因為目前還沒有一種客觀的手段來衡量所列出的特點。然而，心理學家有一天也許會解決這個問題。例如，可以設計一種試驗，來測驗人們日常生活方面的知識。這可以衡量人們好奇心和觀察力的強弱程度，即他『發現』周圍環境中事物的成功率，因為生活就是一個不斷尋找發現的過程。還可以設計一些試驗，來檢驗人們概推的能力，以及能否提出與已知資料相適應的假設之能力。也許對科學的熱愛程度可這樣來考察：看他們在獲知科學上的新發現時，是高興還是無動於衷，據此進行判斷。

普通的考試並不足以說明學生研究能力的強弱，因為考試往往有利於積累知識的人，而不利於思想家。出色的考生並不一定善長於研究工作，而另一方面，一些著名的科學家則往往在考試上表現得不好。埃利希完全是靠著主考官的好心而通過醫學畢業考試的，因為主考官很有見識，承認他有特殊的才能。而愛因斯坦則在工藝學校入學考試中不及格。比起那種不加懷疑地接受全部教學內容的學生，善於思考、勇於批判的學生，在積累知識方面很可能是處在不利的地位。尼科爾甚至說：具有發明天才的人不能積累知識，拙劣的教學、固定的觀念以及飽學多讀會扼殺創造精神。

我注意到，在英國許多生物學或非生物科學方面的研究人員都是博物學家，或者在青年時期曾是博物學愛好者。年輕人愛好博物學的某一學科，進行深入研究；這也許是一種可貴的跡象，說明他有研究的才能。這表明他從研究自然現象中得到興趣，並很想親自通過觀察來認識事物。

目前，挑選有前途的、有研究才能的人，也就是勞斯 (Rous) 所說的『找到發現者』唯一的方法是：給候選人以機會，至少有一、兩年的時間來作科學研究的嘗試。除非年輕科學家確實表現了研究方面的能力，否則最好不要給他永久性的研究職位。這種謹慎的態度不僅關係到科學家未來的物質生活和幸福，而且對研究機構也有好處。大學生在校期間最後一年應有機會涉足研究，因為這有助於初步證明某人是否適於做研究工作。一個年輕的畢業生如果採取措施謀求一個研究工作的職位，那就表明他有從事科學研究的真誠願望；換言之，最優秀的研究人員往往自己會決定自己。

不管科學研究究竟需要何種智力條件，總之大家公認：並不是人人都能從事研究工作而有所成就的，正如並非人人都有作曲的才能一樣。然而，缺乏這些條件的人，並不等於在其它方面的智力和能力有缺陷。

鼓勵和報酬 *Incentives and rewards*

具有研究頭腦的人受到未知世界的挑戰所吸引，並樂於施展才智以尋求答案。這只是許多人從解答難題中得到樂趣的一種表現，即使沒有獎勵也如此，填字字謎和偵探小說之所以受人歡迎就證明了這點。附帶說一句，埃利希喜歡閱讀偵探神秘小說。對某

一科學項目發生興趣，有時是出於研究物質的內在美，有時是由於研究採用的技術。博物學家和動物學家有時受某種動物的吸引而從事研究，是由於他們發現那種動物外表討人喜歡；細菌學家喜歡使用某種技術，可能是由於這種技術符合他的藝術感。很可能正是由於埃利希酷愛鮮艷的色彩（據說鮮艷的色彩能使他產生極大的快感），使他對染料產生了興趣，並從而決定了他研究工作發展的方向。

愛因斯坦認為研究人員分為三種：一種人從事科學工作是因為科學工作給他們提供了施展他們特殊才能的機會，他們之喜好科學正如運動員喜好表現自己的技藝一樣；一種人把科學看成是謀生的工具，如沒有機遇也可能成為成功的生意人；最後一種人是真正的獻身者，這種人為數不多，但對科學知識所做的貢獻卻極大。

有些心理學家認為：人們最出色的工作，往往是在處於逆境的情況下做出來的。思想上的壓力，甚至肉體上的痛苦都可能成為精神上的興奮劑。很多傑出的偉人都曾遭受心理上的打擊以及各形各色的困難，若非如此，也許他們是不會付出超群出眾所必需的那種勞動的。

科學家很少因自己的勞動而獲得大筆金錢酬報，所以對於工作成果帶給他的一切正當聲譽，他是當之無愧的。但是，最大的酬報是新發現帶來的激動。正如許多科學家所證明的，這是人生最大的樂趣之一。它產生一種感情上巨大的鼓舞和極大的幸福與滿足。不僅是新事實的發現，甚至對一個普遍規律的突然領悟，都能造成同樣狂喜的情感。正如克魯泡特金所寫：『一個人只要一生中體驗過一次科學創造的歡樂，就會終生難忘。』

貝克引用了一個故事，說的是偉大的英國生物學家華萊士作出了一個小小的發現。華萊士寫道：『只有一個博物學者才能理解我最終捕獲它（新的一種蝴蝶）時體驗到的強烈興奮感情。我的心狂跳不止，熱血衝到頭部，有一種要暈厥的感覺，甚至在擔心馬上要死的時候產生的那種感覺。那天我頭痛了一天，一件大多數人看來不足為怪的事竟使我興奮到極點。』

在證明了可以用牛痘接種法使人們不受天花感染時，詹納興高采烈，得意洋洋。談到這點時他寫道：『我想到我命裏注定要使世界從一種最大災難中解脫出來時 ... 我感到一種巨大的快樂，以至有時沉醉於某種夢幻之中。』

巴斯德和貝爾納對這種現象作了下述評論：『當你終於確實明白了某件事物時，你所感到的快樂是人類所能感到的一種最大的快樂。』

『獲得新發現時感到的快樂，可說是人類心靈所能感受的最鮮明而真實的感情。』

發現者有一種要同事與自己分享快樂的強烈願望。他往往闖進朋友的實驗室，報告情況，拉人家來看結果。大多數人在獲致新進展後，如能與同一研究課題或因工作性質接近，而真正感興趣的同事分享歡樂和高興，那這種樂趣的享受是會倍增的。

新發現給人激勵，使過去所遇挫折和失敗造成的沮喪失望，即刻蕩滌一盡，從

而使科學家工作幹勁倍增。而且，他的同事也受到激勵，所以，一項新發現為下一步的發展創造了有利條件。但遺憾的是，事情並不總是這樣。我們往往發現自己高興得太早，是一場空歡喜。隨之而來可能是深深的抑鬱和沮喪，這時如有同事加以鼓勵，是會有幫助的。『忍受痛苦』而不氣餒，是青年科學家必修的一課。不幸的是，在科學研究中失敗多於成功；科學家往往不能獲得進展，而碰到了似乎是不可逾越的障礙。只有曾經探索過的人們才懂得：真理的小小鑽石是多麼罕見難得，但一經開采琢磨，便能經久、堅硬而晶亮。卡爾文 (William Thomason Kelvin) 勳爵寫道：『我堅持奮戰五十五年，致力於科學的發展，用二個字可以道出我最艱辛的工作特點，這二字就是 失敗。』

法拉第說，就是最成功的科學家，他在十個希望和初步結論中，能夠真正實現的也不到一個。當人們感到沮喪時，也許可以從這兩位大科學家的經歷中聊以自慰。年輕的科學家應該儘早懂得，科學研究的成果來之不易，他如想獲得成功，必須具有耐力和勇氣。

科學研究的道德觀 *The ethics of research*

有一些道德觀點是科學家普遍承認的。其中最重要的一條是：在報導研究成果時，作者對他所參考的前人成果，以及任何曾經實質上為他的研究提供過幫助的人，有責任給予應有的肯定和感謝。這條不成文的基本法規並不一定受到應有的尊重。違犯者應該懂得，雖然在不知內情的讀者眼裏他們提高了聲譽，但是，卻完全抵不過了解情況的幾個內行人帶給他們的恥辱。這些人的意見才是真正舉足輕重的。我們有時聽到某人在談話中，引用別人的意見就好像是自己的一樣，這是對上述不成文法規常見的輕微觸犯。

科學上嚴重的不道德行為是：盜竊別人談話時透露的想法或初步的成果，加以研究，然後不經許可就予以報導。這不比普通的竊盜好多少。我曾聽到人們把一個屢犯不改的人稱為『科學強盜』。違犯了這種道德的人是不易再受信任的。另一種不妥的行為是：一個研究工作的指導者僅僅指導了某項研究，但在聯名發表時他的名字排在第一，這樣就把研究工作的主要功勞攬為己有。遺憾的是，這種現象並不如人們想像的那麼罕見。名字排在前面的作者是資格較高的作者，但所謂資格高指的是他在這項研究中負責的工作多，而不是指他擔任的職位高。大部分指導人員更關心的是鼓勵青年工作人員，而不是自己搶功。我這裏並不是說，如果老資格的研究人員在研究工作中確實發揮了作用也根本不應提自己的名字。過於認真且慷慨大方的人有時就是如此。但是，最好的辦法常常是把自己的名字放在年輕科學家名字的後面，這樣，年輕人就不會僅僅被當作是『參予合作者』之一而遭忽視。在年輕作者自己尚未成名時，附上一個在研究工作中出過力的知名科學家的名字，有助於作為工作質量的保證。每個科學家都有責任慷慨地給予建議和意見，並且，通常不應該因給予這種幫助，而要求別人來表示正式的感謝。

我的一些同事和我本人都曾發覺，有時我們認為是新想法的東西，在查看了自

已先前針對此課題所作的筆記後，發現並不是獨創的。這種不完全的記憶有時造成不自覺地剽竊了別人的想法。有時別人談話中提到的想法，後來在回憶時想不起是誰說的，從而以為是自己的。

完全的誠實當然是科學研究所必要的態度。正如克拉默 (Cramer) 所說：『從長遠來看，一個誠實的科學家是不吃虧的，他不僅沒有謊報成果，而且充分報導了不符合自己觀點的事實。道德上的疏忽在科學領域裏受到的懲罰，要比在商業界嚴厲得多。』把自己的佐證作最有利的報導是徒勞的，因為嚴峻的事實日後總會被別的研究人員所披露。實驗人員自己最清楚自己成果中最可能的謬誤；他應該老老實實地報道自己的工作，必要時指出可能出現的錯誤。如果作者發現自己後來不能證實原先報導的一些成果時，他應該發表更正，以免使別人誤入歧途，或是費了九牛二虎之力去重複這項工作，而結果只是知道它是錯誤的理論。

當一個科學家開闢了一個新的研究領域時，有些人認為有禮貌的做法是，不要立即衝進這個領域，而應在一段時間內將它留給發現者，讓他有機會去收獲第一批成果。我個人看不出有什麼必要這樣做，只要第一篇論文已經發表就行了。

不利用別人得到的知識而作出新發現幾乎是不可能的。如果科學家們不匯集他們的貢獻，就不可能積聚今天我們所能得到的豐富的科學知識寶藏。將實驗結果和觀察到的現象發表出版，以便別人可以利用並給予批評，這是作為現代科學基礎的一條基本原則。保密違反了科學上的最大利益和科學精神，它使科學家個人無法為科學的進一步發展作貢獻。這通常意味看：科學家或他的雇主，想要利用別人慷慨提供的知識為基礎，繼而發展來為自己的私利服務。很多工業上和政府國防部門的研究工作是秘密進行的，在今天這樣的世界，這似乎不可避免，但是，在原則上卻是錯誤的。理想地說，只要研究成果有一定的價值，那麼，出版自由應是一切研究人員的基本權利。據說，甚至在農業研究方面，偶或有研究成果因有礙政府當局的臉面而受到壓制的現象，這似乎是一種危險而又短視的政策。

實驗室不受限制，而研究人員將實驗活動保守秘密的情況還是常見的。這些研究人員害怕別人剽竊他們的初步結果，搶在他們自己之前作出成果並予以發表。這種暫時保密的形式不能看成是破壞科學道德。然而，這種情況儘管可以理解，卻不應予以提倡，因為自由交流情報和思想有助予加速科學的發展。但是，別人請你幫他保守秘密，是應該受到尊重的，不應再把這些資料傳給他人。一個旅行中的科學家參觀各類實驗室，他自己也許守信用，決不利用人家告訴他的未發表的資料，但是卻可能無意中把這樣的資料告訴了一個原則性不如他強的人。為了避免這種危險，這位科學家最好請別人不要把秘密告訴給他，因為要記住那些情況傳播上有限制，那些沒有限制是很困難的。

遺憾的是，即使在科學的領域內，偶爾也會遇到國家之間的妒忌。對別國所做的研究成果不讚賞、不承認。這一點，不僅作為對科學道德觀和科學國際精神的破壞是可悲的，而且，違犯者會自食惡果，常常損害了自己和自己的國家。不承認別國所做科學發展的人，可能被遺留在一潭死水之中，而且他的行為也說明他是個二流科學

家。在廣大科學家之間存在著一種天然同情、互相理解的國際精神，這是人們對人類未來抱有信念的一個主要原因。看到這一點被個人狹隘的私心所玷污，是令人沮喪的。

各種類型的科學頭腦 *Different types of scientific minds*

頭腦的作用過程各不相同。常常有人把科學家大體分為兩類，但這種分類法太主觀武斷了，絕大部分的科學家很可能是在兩個極端之間，兼有二者的特徵。

美國化學家班克羅夫特把一類稱為『預測型』(此處預測的意思指在事實尚未被理解時先提出敏銳的判斷或假設)：這一類型的科學家主要運用演繹法或稱亞里士多德法。他們首先提出假設，或無論如何也要在研究活動的早期提出假設，然後用實驗加以證明。另一類型班克羅夫特稱之為『積累型』，因為這一類型的人積累資料，直到結論或假設瓜熟蒂落，水到渠成。這些人運用歸納法或稱培根法。然而，演繹法、歸納法也好，亞里士多德法、培根法也罷，這些術語都會造成混亂，有時會被用錯。彭加勒和哈達馬根據數學家的主要研究方法是憑借直覺還是按照循序漸進、有條不紊的步驟，把他們分成『直覺型』和『邏輯型』兩種。這種分類法的依據似乎與班克羅夫特的相同。我則願把這兩類稱為『推測型』和『條理型』，因為這似乎是說明兩種類型主要區別的最簡單方法。

尼科爾區別兩種人，一種是具有發明才能的人物，他們不能貯存知識，也無需是絕頂聰明的人；另一種人是有著聰明資質的科學家，他們進行歸類、推理和演繹，但根據尼科爾的說法，他們沒有獨創精神或不能作出創見性的發現。第一類人運用直覺，他們訴諸於邏輯和推理僅是為了證明自己的發現。第二類人循序漸進地發展知識，恰如泥水匠壘磚砌牆，直至最後大廈竣工。尼科爾說，巴斯德和梅契尼科夫有很強的直覺，有時他們幾乎在作出實驗結果之前就發表了著作，他們做實驗主要是為了回答批評者。

班克羅夫特對各種不同科學家的思想方法作了下述的說明：卡爾文和漢彌頓 (W. Hamilton) 爵士屬於『條理型』，他們說過：『對於具有非科學型想像力的人來說，準確精細的測量似乎不及對新事物的探索那麼崇高尊貴；然而，幾乎所有最偉大的發現都是這樣作出的。』

『在物理學上，任何人只要有耐心、四體靈活、感覺敏銳，即使智力中下也能發現新事實。』把這最後一段話與下面戴維的話作一比較：『感謝上帝沒有把我造成一個靈巧的工匠，我的最重要發現是由失敗給我的啟發。』

多數數學家是推測型的。下面的三段話據說分別是牛頓、惠威爾 (William Whewell) 和高斯所說：『沒有大膽的猜測就作不出偉大的發現。』

『若無某種大膽放肆的猜測，知識是無法得到進展的。』

『我有了結果，但還不知道該怎樣去得到它。』

大多數生物學方面的優秀發現家也是推測型的。赫胥黎寫道：『人們普遍有種錯

覺，以為科學研究者做結論和概推不應當超出觀察到的事實。... 但是大凡實際接觸過科學研究的人都知道，不肯超越事實的人很少會有成就。』

下面兩段在不同場合說的話，表露了巴斯德有關這一問題的觀點：『如果有人對我說，在做這些結論時我超越了事實，我就回答說：是的，我確是常常置身於不能嚴格證明的想法之中，但這就是我觀察事物的方法。』

『只有理論才能激發和發揚發明創造精神。』

奧斯瓦爾德用以區分科學家的方法略有不同，他把他們分成『古典型』和『浪漫型』兩種。前者的主要特點是使每項發現臻於完善，工作方法有條不紊；後者有一大堆想法，但在研究時失於膚淺，很少徹底解決問題。奧斯瓦爾德說，古典型的人是驚腳的教師，在大庭廣眾之中往往手足無措；而浪漫型的人任意暢談他的想法，對學生有極大的影響。他會培養一些出類拔萃的學生，但有時也破壞他們的獨創性。而另一方面，正如哈達馬所指出的，高度直覺的頭腦往往十分矇矓。米斯 (Kenneth Mees) 認為：實用的科學發現和技術有三種不同的研究方法：(1) 理論的綜合、(2) 觀察和實驗、(3) 發明。他說，在一個人身上具有一種以上的上述研究方法是罕見的，因為每種方法要求不同類型的頭腦。

條理型的科學家也許更適宜於發展性的研究，而推測型則更宜於探索性研究；前者適於參加研究小組，而後者則或是單獨、或是當小組的領導人。泰勒 (E.L. Taylor) 博士描述了一個大型商業性研究機構的工作安排：他們雇用推測型的人來隨意進行想法；一旦這些人發現某個可能有價值的想法時，這個想法就不再讓他們過問，而交給一個條理型的研究人員去加以檢驗並充分發展。

然而，所謂推測型和條理型是兩個極端，也許多數科學家兼有二者的某些特點。學生可能發現自己趨於這一類型或那一類型的傾向。班克羅夫特認為，一種類型是很難轉化為另一種類型的。也許，最好每個人聽從自己的自然傾向，而且人們認為有許多科學家受了自己所遇到的教師過多的影響。最重要的是，我們切不可要求別人都照自己的思想方法去思想。如果一個天生是推測型的年輕科學家，受到一位條理型教師的影響，誤認為自己的想像力應受壓制以至被扼殺，那就是一樁極大的憾事了。一個能夠產生自己的想法並願意予以試驗的人，往往比缺乏想像力和好奇心的人更容易愛好科學研究，作出更大的貢獻並從中學到更多的東西。後者在研究方面能做有用的工作，但也許並不感到很大的樂趣。兩種類型的人都為科學發展所必需，因為他們會相得益彰、相輔相成。

正如本書其它章節中所提到的，哲學家以及論述科學方法的作者們常見的一個錯誤是，他們誤認為：系統地積累資料，最後根據簡單的邏輯作出結論和概推，這樣就可以獲得新發現。而事實上，只有很少數的發現是這樣作出的。

科學家的生活 *The scientific life*

對打算從事科學生涯的青年男女，說幾句科學研究中個人生活方面的話也許是有幫助

的。

年輕的科學家在閱讀本書以後，看到對他提出的種種要求也許會大吃一驚。他若不是一個願為『科學事業』獻身的難得人才，很可能就會放棄科學研究了，所以我必須再說幾句。我願立即向他說明，書中所談的只是一種求全的理想建議，而且，無需犧牲生活中的其它興趣，人們仍然能夠成為很好的研究工作者。如果有人願意把科學研究當作天職，成為愛因斯坦所說的真誠的獻身者，那是再好不過；但是也有很多偉大的、有成就的科學家，他們不僅過著正常的家庭生活，而且還有時間從事各種業餘愛好。直到不久以前，由於物質報酬是如此的菲薄，科學研究還完全是由獻身者去從事的。但今天，研究工作已經成為一項正規的職業了。然而，嚴格遵照早上九點到下午五點的工作時間是不能做好研究工作的，實際上，有些晚上必須用於學習。從事研究的人必須對科學真有興趣，科學必須成為他生活的一部分，被他視為樂趣和愛好。

科學研究的進展是不規則的。科學家偶然一次熱切地去追尋一項新發現，這時，他必須把全付精力傾注於工作之中，日夜思考。他如果有真正的科學精神，是會願意這樣做的：若條件不允許這樣做，則會損害他的活動力。研究人員的家人一般都懂得，如果此人要成為創造性的科學家，有時就必須盡力不使他在其他方面有所負擔和擔心。同樣，他實驗室的同事們通常也幫助他減輕日常工作或行政事務上可能的負擔。這種幫助並不會給他的同事或家人造成負擔，因為對大多數人來說，這種精力突然奮發的情況是太少見了。也許平均一年有二到六次，一次有一兩個星期，但各人的情況是大不相同的。然而，不要把這些話誤當作鼓勵培養『藝術家的脾氣』，而在日常事務中可以不負責任。

弗萊克斯納在規劃洛克菲勒研究所時，有人問他：『你準備讓你的人在研究所裏出洋相嗎？』這句話的意思是：只有願冒這種風險的人，才可能作出重要的發現。研究人員萬萬不可因怕出洋相或怕人說他『想入非非』而放棄自己的想法。有的時候，提出並深入研究一項新想法是需要勇氣的。人們還記得：詹納把有關種牛痘的計劃告訴一位朋友時，由於害怕受人嘲笑，而請他嚴守秘密的。

當我問起弗萊明爵士對研究工作的觀點時，他回答說：他不是在做研究，而是在做遊戲的時候發現了青黴素。這種態度代表了不少細菌學家，他們把自己的研究說成是『戲弄』這個或那個有機體。弗萊明爵士相信，正是做遊戲的人作出了最初的發現，而按部就班的科學家發展了這些發現。『遊戲』一詞意義頗深，因為它明白地意味著科學家的工作是為了怡情，為了滿足自己的好奇心。但是，如果是一個無能的人，『遊戲』則無異於隨便地摸摸這弄弄那，一無所得，沒有結果。戴爾爵士一九四八年在劍橋為巴克羅夫特爵士舉行的一次聚會上說，偉大的生理學家總是把科學研究看成是有趣的冒險。拉夫頓 (F.J.W. Roughton) 教授說，對巴克羅夫特和斯塔林 (E.H. Starling) 來說，生理學就是世上最開心的娛樂。

科學上的偉大先驅，雖然都曾熱烈地捍衛自己的想法，並時常為之戰鬥，但是，他們大多數在心靈深處卻是謙恭的人，因為他們太清楚了：比起廣闊的未知世界，他們的成就只是滄海之一粟。巴斯德在他的生命快要終結時說：『我虛度了一生』，因為

他想到的是很多他本可以做得更好的事。據說，牛頓在死前不久曾說：『我不知道世人怎樣看我，但在我自己看來，我只是像一個在沙灘上玩耍的男孩，一會兒找到一顆特別光滑的卵石，一會兒發現一只異常美麗的貝亮，就這樣使自己娛樂消遣；而與此同時，真理的汪洋大海在我眼前未被認識、未被發現。』

娛樂和渡假是一個個人需要的問題，但是，科學家如果連續工作時間太長，會喪失頭腦的清新和獨創性。在這方面喬伊特 (Jowett) 杜撰了一句很好的格言：『不緊不慢，不勞不息。』我們大多數人都需要娛樂和變換興趣，以防止變得遲鈍、呆滯和智力上的閉塞。弗萊克斯納對假期的看法與摩根 (Pierpont Morgan) 是一樣的。摩根有一次說，他不能用十二個月，卻能用九個月做一年的工作。但是，大多數科學家並不需要一年休假三個月。

我已經提到過科學研究中常有的失望，以及需要同事、朋友的理解和鼓勵。大家知道，這種不斷的挫傷有時會造成一種神經病，哈里斯 (H.A. Harris) 教授稱之為『實驗室神經病』；有時這種挫傷則會扼殺一個人對科學研究的興趣。必須保持極大的興趣和高漲的熱情，當研究人員必須吃力地、緩慢地從事某項研究而又無成果時，要保持這二者是很困難的。在別的行業裏，常常可以養成積習，因襲舊例；但是比起其它行業，科學研究中的這個問題就要嚴重得多。因為實際上，所有研究人員的活動都必須是他自己頭腦的產物。唯有在工作有所進展的時候，他才得到激勵，而不像生意人、律師和醫生，他們既可以從自己的主顧、委托人和求診者那裏，又可以因為自己能有所作為，而經常得到激勵。

經常同關心自己工作的同事討論研究工作，有助於防止『實驗室神經病』。神經病學上『精神發泄』的巨大價值已為眾所周知，同樣，告訴別人自己的困難，傾吐自己的失望，會使受到頓挫的研究者減少過度的煩惱和憂傷。

『實驗室神經病』最常見於把全部時間用於研究單一項目的科學家。有些人在同時研究兩個問題時，感到有足夠的緩衝和鬆懈。有些人則願將一部分時間用於教學、一般的診療工作、行政事務或其它類似職業上，使他們感到即使研究工作一事無成，他們也還是在做一些實際有用的事情，也還是在為集體做貢獻。各人情況需要分別加以考慮，但是研究工作要有成效，科學家必須把他的主要時間用於研究。

在談到這後一點時，坎農意味深長地指出：『這個時間因素必不可少。一個研究人員可以居陋巷、吃粗飯、穿破衣，可以得不到社會的承認。但是只要他有時間，他就可以堅持致力於科學研究。一旦剝奪了他的自由時間，他就完全毀了，再不能為知識作貢獻。』

在做了一整天別的工作以後，擠出一兩個小時的業餘時間來做科學研究是沒有多大用處的，特別如果這一天的工作是需要動腦筋的工作，因為，除了實驗室活動以外，科學研究還需要安寧的心境以便思考問題。此外，為了研究工作取得成果，有時必須面對挫折失敗鏗而不捨，而有一個現成的『逃避』場所，可能會造成不利條件。伯內特認為業餘研究通常會『稍遜一籌』的。

普拉特和貝克提出，一個科學研究人員或是有隨和、平易近人的好名聲但平庸無奇；或是喜怒無常但成績卓著；也許只能是二者居其一。對於僅只到實驗室來作科學參觀的來訪者應嚴格限制，然而，大多數研究人員願意犧牲時間同真正嚴肅關心自己工作的參觀者交談。

巴伏洛夫在臨死前寫道：『我對我國有志於科學的青年有什麼願望呢？首先，循序漸進。我一說起有成效的科學工作這條最重要的條件時，就不能不感情激動。循序漸進，循序漸進 ... 在未掌握前一項時決不要開始後一項。但是，切勿成為事實資料的保管員。要透徹地瞭解事物的奧秘，持之以恆地搜尋支配它們的法則。第二，謙虛 ... 切勿狂妄自大，目空一切。由於狂妄，在必須同意他人時你會固執己見，你會拒絕有益的、善意的幫助，你會喪失客觀的頭腦。第三，熱情，記住：科學是要求人們為它畢生貢獻的；就是有兩次生命也不夠用。在你的工作和探索中一定要有巨大的熱情。』

熱情是一種巨大的推動力量，但是，同一切與感情有關的東西一樣，有時變化無常。有些人一時感情衝動，但片刻即逝；而另些人卻能長時間保持對事物的興趣，而強烈的程度卻平平。在這方面，同在其它方面一樣，應該盡可能地瞭解自己。就我個人而言，當我心血來潮的時候，鑑於過去的教訓，我試圖客觀地估計形勢，決定我的熱情是否有堅實的基礎，或是否會在熱情燃盡以後，從此一蹶不振，很難再對這個簡題引起興趣。對問題保持興趣的一個方法是和同事分享這種興趣。這樣做還有助於使自己頭腦清醒，制止盲目的衝動。年輕人特別容易對自己的想法一時衝動，急於加以試驗，而欠缺批判的思考。熱情是一種非常可貴的動力，但是同一切動力一樣，必須充分認識其各方面的影響，才能用得恰當。

如果年輕科學家在畢業後的一兩年內，能夠找到可供他專心研究的工作方向，那麼他不妨排除其它課題進行專一的研究。但一般說來，在把全付精力用於某一方面的研究之前，他最好能獲得比較廣泛的經驗。工作單位的問題也是如此：假如他很幸運，發現他的同事和工作的條件都很好，他對自己的進展很滿意，那就謝天謝地。但是，換一換工作往往是很有幫助的，因為接觸新的環境和不同的科學領域，都能給人很大的激勵，尤其當科學家感到自己是在墨守陳規的時候。我自己就有這種感受，別人告訴我他們也有這樣的體會。一個不到四十歲的科學家，或許每三、五年就應從這個角度來考慮一下自己的工作。有時更換課題也有好處，因為研究同一問題時間過長，會使人腦力枯竭，得不出結果。

高級科學家更換工作往往很困難，同時對他們也是不合適的。對他們來說，休假年就是一個換換腦筋的機會；另一個方法是，安排各機構間科學家的短期互換。

一個人如果被隔絕於世，接觸不到與他有同樣興趣的人，那末，他自己是很難有足夠的精力和興趣來長期從事一項研究的。多數科學家在孤獨一人時停滯而無生氣，而在群集一起時就相互發生一種類似共生的作用，這正如培養細菌時需要有好幾個有機個體，生火時必須有好幾根柴一樣。這就是在研究機構工作的最有利條件。至於能得到同事的建議和合作以及借到儀器之類的事，則是次要的。世界邊遠地區的科學家，如能到大研究中心工作一段時間或短期訪問各研究中心機構，是大有裨益的。

同樣，科學會議的主要價值也在於提供了機會，使科學家能非正式地會面，並討論共同關心的問題。遇到與自己有共同愛好的人，會產生很大的動力。看到別人對這個問題如何感興趣，問題會變得益發有趣。我們之中實在很少有人能有堅強的意志、獨立的頭腦，熱中於一個別人毫不關心的課題。

然而，確實有少數難能可貴的人，他們有足夠的內在精力和熱情，獨處時不失去活力，甚至可能由於不得不獨立思考，不得不因此與世隔絕，而竟然從中獲益。大多數偉大的先驅者都必須獨立構思自己的想法，有一些是在科學上與世隔絕的情況下工作的，如孟德爾在寺院，達爾文在『小獵犬號』航行途中。還有一個現今的例子，就是貝內茨。他在澳大利亞西部，是幾乎與世隔絕的情況下工作的。他發現了羊身上腸血中毒病症的原因，牛羊因缺銅而致病，此外，對人類的知識還作了其他重要的開創性貢獻。

人在一生中那個時期最有創造性？關於這個問題萊曼 (H.C. Leberman) 搜集了一些有趣的資料：他在《醫學史入門叢書》、《醫學史導引》之類著作中查閱資料，發現：一七五〇到一八五〇年出生的人，獲得成果最多的年齡是在三十到三十九歲這十年中間。把這一段的成果當作 100%，則二十至二十九歲這十年間獲得成果的比例是 30~40%；四十到四十九歲期間為 75%；五十到五十九歲期間為 20%。人們的發明能力和獨創精神也許在早年，甚至早在二十多歲就開始衰退，但是，經驗、知識和智慧的增長彌補了這一缺陷。

坎農說：朗 (Long) 和莫頓 (Morton) 兩人都是在二十七歲的時候開始用乙醚作麻醉劑的；班廷 (F.G. Banting) 是在三十一歲時發現胰島素的；塞麥爾維斯二十九歲發現產褥熱的傳染性；貝爾納三十歲時開始研究肝臟的產糖功能；范格拉夫 (van Grafe) 二十九歲時設計了修補顎裂的手術，奠定了現在整形外科的基礎。賀姆霍茲在年僅二十二歲，還是一個醫科大學在校學生時，就發表了一篇重要論文，提出醱酵和腐爛都是生命現象，從而為巴斯德開闢了道路。魯賓遜 (Robinson) 認為二十八歲是一個關鍵的年齡，因為許多大科學家都是在這個年齡發表他們最重要的著作的。另一方面，有些人在七十歲以後仍繼續作出第一流的研究成果。巴伏洛夫、霍普金斯爵士和巴克羅夫特爵士都是很好的例子。

一個人在四十歲以前未作出重大貢獻，並不一定意味著他一輩子也作不出，這樣的先例是有的，只是不多。隨著年齡的增長，大多數人對別人提出的新想法以及自己工作或思想中出現的新觀念的接受能力逐漸減弱。哈維說，當他第一次提出血液循環理論時，沒有一個四十歲以上的人接受它。許多人之所以在中年前後喪失創造力，就是由於擔任了行政職務而沒有時間從事研究。有時是由於中年以後生活安逸而造成惰怠，從而喪失了進取心。和年輕人接觸有助於保持觀點的敏銳新鮮。不管人過中年創造力衰退的原因是什麼，這種現象說明了知識和經驗的積累並不是獲致研究成果的主要因素。

奧斯瓦爾德認為，隨著年齡增長而經常出現的創造力衰退的現象，是由於對同一問題長期接觸所造成的。知識的積聚妨礙著獨創精神，這一點在本節第一章裏已經

討論過了。對於中年以後喪失獨創性的科學家，奧斯瓦爾德主張他們的工作領域來個大變換。他自己在五十歲以後用這樣的方法保持頭腦的敏銳，顯然是非常成功的。

研究人員是幸運的人，因為他能從自己的工作中找到生活的意義並感到滿足。對於把個人的存在埋入事物中從而尋求心境安寧的人，科學具有一種特殊的吸引力；那些更重視實際的人卻因想到自己研究成果的不朽而感到心滿意足。很少有什麼職業可以比科學研究對人類幸福有更大的影響了，特別是在醫學和生物科學方面。羅伯遜說：『研究工作者是新文明的開路人和先驅者。』人類存在和積累知識只有近一百萬年，而文明社會約一萬年前才剛剛開始，有什麼理由說人類不能在世界上再居住幾萬萬年？當我們想到未來將取得的成就時，不禁頭暈目眩、驚愕萬分。我們才剛剛開始駕馭自然力。

但是，比起尋求怎樣控制世界氣候，怎樣利用地殼下面蘊藏的熱量，比起穿過宇宙飛往其它的星球，比這些更為急迫的是，必須使人類的社會發展趕上自然科學方面的成就。當人類運用集體的意志和勇氣承擔巨大的責任，且有意識地引導人類物種的進一步進化時，當科學研究最偉大的工具（人的頭腦）本身成了科學發展的對象時，誰又能想像那個時候事物會發生什麼樣的變化呢？

提要 *Summary*

對科學的好奇和熱愛是進行研究工作最重要的思想條件。也許最大的鼓勵是希望贏得同事們的尊重，而最大的報酬是獲得新發現時所感到的激動，人們普遍認為這是人生最大的樂趣之一。

根據科學家的思想方法，大致可把他們分為兩類。一種是推測型的研究人員：他們的方法是運用想像和直覺來得到解決方法，然後憑借實驗和觀察對自己的假設加以檢驗。另一種是條理型的研究者，他們一步步謹慎地推理，進展緩慢，收集了大部分的資料後才得出解決方法。

研究工作的進展一般是突進式的。在『高潮』時期，科學家幾乎必須把全部精力和時間用於研究。不斷受挫可能引起一種輕度的神經病。防患的辦法是同時研究幾個問題或從事某項業餘工作。換換腦筋往往會產生巨大的精神動力，有時變換課題也有同樣的效果。

從事科學研究確實能使人心滿意足，因為科學的理想賦予生命意義。