

愛因斯坦 (3/14/1879—4/18/1955)

許仲平

綜觀科學史，愛因斯坦或許是唯一能與牛頓相提並論的人：他們倆人都是超一流的科學家。一般人也許以為愛因斯坦最大的貢獻是發現相對時間和質能等價 ($E_0 = mc^2$) 理論。其實從物理的觀點來看，他最大的貢獻是發明彎曲四維時空的觀念來描述萬有引力現象（即建立在黎曼幾何上面的廣義相對論），其次是光子的觀念和效應。這些富有創始性的貢獻顯示出他獨立非凡的洞察力。當然，並不是說相對時間、質能等價和其他成果沒有創始性，但是程度上差一點：因為羅倫茲 (Lorentz) 和彭卡勒 (Poincaré) 已經作了許多相對論的先驅性工作。⁽¹⁾ 或許相對時間和質能等價比較富有普通人能領會的戲劇性結果——一個人到太空以接近光速旅行可以延年益壽長生不老，(根據目前被接受的解釋) 原子彈爆炸威力無比，驚心動魄。如果他得三次諾貝爾獎，也不過份。但是，如果他沒得諾貝爾獎，難道就會損害他的偉大和非凡的創造力嗎？

他的父親曾寫信對朋友說：“(愛因斯坦的中學) 功課成績並不完全符合我的希望和期待。很久以來，我已經看慣了他的成績單上總是有不太好的和很好的成績”。

後來他和大學同學蜜列娃·瑪里奇 (Mileva Maric) 的戀愛是熱烈的，激情的，而且是非常痛苦的。⁽²⁾ 在他寫給蜜列娃的情書中也常提到他當時已經在思考的物理問題——光的性質，對“以太”存在的懷疑，絕對靜止，相對運動和分子現象。例如說，他寫信給她說：“我有一個好主意，可以研究一個物體與以太作相對運動時，光速在透明物體中將受到什麼影響……”，“上次寫信給你，我說我懷疑相對運動的正確性，但這懷疑是來自於一個簡單的數學運算錯誤。我從來沒有像現在這樣相信它的正確性”。⁽³⁾ 在通信中，蜜列娃也跟愛因斯坦一樣對無窮大的性質有興趣，她寫道：“人們不能理解無窮大，我不相信這不能理解可以歸罪於腦筋的構造”。

蜜列娃生長在匈牙利鄉下，少女時代滿懷求知的熱誠到瑞士城市蘇黎世讀書。她眉目清秀、神彩奕奕、外表質樸、說話坦白、簡潔了當、愛思索、好夢想、不輕易開口說話，也不輕易顯露笑容和相信別人。1896年底，聯邦工業大學開學，她遇到同班同學愛因斯坦，他倆喜歡一起討論課內和課外的物理和數學，成為好朋友，倆人都期望畢業後能在學校教書。後來變成一對情意綿綿的伴侶，喜歡一起

去瑞士山林裡徒步旅遊。夏日攜手漫遊於清爽的林間小徑，共享山林月夜，觀賞夜霧如紗輕飄於山腰。大學時代的愛因斯坦：孤獨、冷淡、不滿、愛好思索與夢想、獨立性很強、處處發生疑問、竭力探求答案。物理教授韋伯很討厭愛因斯坦的不聽話，不安份守規矩。(後來甚至不讓愛因斯坦畢業後當助教。)⁽⁴⁾ 蜜列娃時常與韋伯教授衝突，她指責他對愛因斯坦不公平。她原先跟韋伯教授作論文，鬧到後來她竟然退選論文，拒絕跟他繼續作研究。蜜列娃是受過物理和數學的訓練，她瞭解愛因斯坦的思路，研究工作和價值。雖然她的才能不足以陪愛因斯坦在科研前線並肩作戰，她在後方成功的建立一個休息、支援和補給的基地。她為自己的愛人辯護說：“他所堅持的，他都能證明”。愛因斯坦對朋友說過：“蜜列娃是個了不起的女人”。七年的互相認識和戀愛以及十六年的共同扶持的生活，讓愛因斯坦經歷了作為一個思想家在探索宇宙奧秘時所能期望的最雄偉壯麗的心路歷程——從艱苦孤軍奮鬥，開拓一大片物理新天地，一直到完成了他所有偉大的傑作。⁽⁴⁾

愛因斯坦輕視世俗人間爭權奪利的忙碌活動，對於暴亂和不公平的事，他敢說話反對。他從青年到老年時代，扮演過種種不同的角色：糞土權威的叛逆、創始者、權威（他終於也變成一個權威！），硬骨頭的知識分子、絆腳石、老頑固。他完全不在乎別人怎麼評論他，照樣我行我素，可以說他是死不悔改的經典主義者。經典物理（基於牛頓力學）和近代物理（基於量子力學）最根本的差別是：前者斷言粒子運動（位置、速度或動量）具有絕對的

精確性，後者斷言粒子運動只能用機率來描述。他終生相信經典的確定論，極力反對量子力學的機率概念和測不準原理。他堅持“量子力學不是一套完整的理論”。⁽⁵⁾他實在是最後一位古典物理學家。

在這裡順便說一下，愛因斯坦的那個“堅持”說法，可能是對的，因為現在量子力學沿著邏輯路線發展到量子場論時，碰到了一個基本的、深奧的、無法克服的發散困難。但他當時所講的理由對物理學家並沒有說服力。他後來扮演絆腳石和老頑固的角色，對物理界也有相當正面的影響。而且，事實上，他似乎也沒有阻礙量子力學的發展（如果有所阻礙的話，或許就是使他的老朋友波恩（M. Born）晚了很多年才得諾貝爾獎。——想當然耳！）⁽⁶⁾回想當年量子力學的新思潮，像海嘯一樣，波濤壯闊，浩浩蕩蕩，在實驗與觀察的大力支持下，所向無敵，誰也阻擋不了。這裡順便跑一下野馬，把八十年代風起雲湧的“絃理論”（認為粒子不是基本的，絃才是真正基本的）拿來比較一下。這個玄奧的理論沒有實驗和觀察的實力支持，幾乎完全靠一個美麗誘人的外表（數學框架）再加上一幫人用紐約第五街那一套的宣傳和推銷技術造成好幾年時髦風潮。到了九十年代，絃理論一下子就消聲滅跡了。1989年籌備慶祝大久保進（S. Okubo）六十歲的國際研討會時，擬定了一個會議主題：“從對稱到絃：羅徹斯特會議的四十周年”。當時認為很恰當。那知到了1990年5月開會時，竟然沒有一個人講絃的理論。這正顯示出物理不同於哲學和數學的地方，沒有實驗與觀察的支持，再美妙的理論，

即使說得天花亂墜，自圓其說，也不過是夏日草葉上閃爍幾下的露水吧了，太陽照一下，就無影無蹤了。

青年時代默默無聞，掙扎向上的愛因斯坦，對物理問題作獨立的，創始性的研究思考時，他內心應是極其自負、驕傲而且是目中無人（權威）的。這由他寫論文（例如：1905年建立的相對論）不引文獻，可以感覺出來。後世人實在應該深深感謝那個審查愛因斯坦論文的讓它順利發表——不管是因為慧眼識英雄或馬虎了事。在目前物理刊物界照章行事的審查制度和保守的氣氛下，一個默默無聞的研究者，寫了一篇這類富有創始性和爭論性而且不引文獻的論文，如果把它投稿到國際性或第一流的刊物去，肯定會被退回而不能見天日的。

愛因斯坦的數學運算能力遠不如他的物理直覺能力。後來他常需要用到某些很難的幾何和張量關係。當時德國哥廷根大學有一幫一流的數學家們（A. É. Noether 和其他教授）幫他做數學運算。數學家們不知道什麼數學運算結果是有意義的或有關的，所以也就很願聽愛因斯坦的話。愛因斯坦需要什麼，他們就算什麼。數學家們寫論文發表他們的運算結果，愛因斯坦就利用他們的結果來研究物理，各得所需，如魚得水。他的廣義相對論促進黎曼幾何大大的進展。

愛因斯坦在普林斯頓高等研究院時，名氣雖大，也有難言的苦衷。他想要老朋友波恩（M. Born）來訪問一陣子，他要研究助手恩菲爾德（Infeld）多留一年，都做不到也爭取不到錢。爲了錢，他只好和恩菲爾德一起寫一

本給普通人讀的書“物理學的進化”，出乎意料的大受歡迎，成爲一本當時的暢銷書，真是塞翁失馬，焉知非福。愛因斯坦是屬於“愛惜羽毛”的那種人。他如果答應把名字賣給公司做廣告（像目前網球名星，各種運動名手一樣的做法）肯定馬上變成百萬富翁，也就用不著爲了數千美元而嘔氣。不過話說回來，他如果會出賣名氣，大約也就不會是神通物理學的愛因斯坦。這大約就是人世間所謂“沒辦法”的事情之一。

有一次，愛因斯坦要一個迴紋針，好不容易的找到一個壞的，需要修理一下才能用。他就說要找個工具來修理它。他的助手也幫他到處找，結果意外的找到一盒好的迴紋針，就把它拿給愛因斯坦，以爲沒事了。那知愛因斯坦照樣忙著東找西找的，助手很奇怪的問他幹什麼，他說他已經決心要找工具來修理那迴紋針，非找到不可，很難半途而廢。這個故事，把愛因斯坦的內在性格赤裸裸地呈現出來。

1905年愛因斯坦寫了“運動物體的電動力學”，完成狹義相對論，這時他對“電磁王國”一切情形都已胸有成竹。1915年他完成了廣義相對論，對“引力王國”的情況也已一目瞭然。中年以後的愛因斯坦，雄心萬丈的邁向艱難無比的征途：要統一引力場和電磁場兩個各自爲政的“獨立王國”。好傢伙，這種事也唯有他才能做的，不像年輕的科研工作者，愛因斯坦不必耽心研究有沒有結果或找工作謀生，不必看任何人的臉色。讓我們來簡略的看一下他後半生三十多年的奮鬥研究情況：⁽⁷⁾

1922年初他寫了統一場論的第一篇論文，一年後他寫信給波爾（N. Bohr）時說：“我相信我終於瞭解引力與電磁的關係”。這個“瞭解”只不過是海市蜃樓吧了。不久，他看到卡路札（T. Kaluza）企圖用5度時空來統一引力和電磁力，他說“太不自然”，可是幾個月後他寫信給羅倫茲說：“引力場和電磁場可以在5度時空中完全滿意的統一起來。”像這樣子改變意見，對他來說已經不是稀罕的事了。1925年時，他又寫了一篇論文，開頭就說：‘兩年來不斷的探討，現在我相信，我已經找到了（統一場論的）真正解答’。這次他用非對稱的聯絡（connection）和時空長度張量（metric tensor）來做統一場論的基礎，但是不久他就把這個觀念拋棄了。1927年他寫信給朋友時，興高采烈的說“第5度空間萬歲！”但半年後，他又搞別的東西去了。1928年，他得意的宣布統一場論已經完成了，但一些科研同事們卻都很不以為然。例如說，泡利（Pauli）寫信給愛因斯坦，追問道：“在這新理論中，水星近日點的移動，光的偏折和能量、動量守恆律都跑到那裡去了？”愛因斯坦不能回答，後來他寫信給泡利說：“你竟然是對的，惡棍！”。

1945年，他已經六十幾歲了，又回去找他的“舊情人”——基於非對稱的長度張量和聯絡（connection）的理論。1949年他寫下最後一組統一場論的場方程式，還是不令人滿意。因為從這些方程式出發，連電磁場的方程式都導不出來。

每次愛因斯坦宣佈他完成了統一場論，即使是錯的，全世界的報紙，總要跟著熱鬧一

下。可以想像他名氣之大是空前的，無可比擬的。在他去世前幾個月他還在思考統一場論。一個人也許會說，“江郎才盡”或“浪費了半輩子”或者說“鑽牛角尖”。這些或許都有幾分真實，但都不是太恰當的，因為愛因斯坦以身作則的讓世人知道，一個科研工作者應有的人生態度。雖然他的夢想沒有實現，但他為後世物理學家開拓視野，建立了一個研究方向：統一場論。他死後不到二十年，在楊—密爾斯規範場的基礎上⁽⁸⁾，統一場論終於破天荒的實現了一部分，這部分是電磁力與核衰變的弱作用力的統一，而且得到了許多優美而且驚人的結果。這次的統一，比當年牛頓統一蘋果落地的力與行星繞日運動的力，和比麥克斯韋統一電磁和光都還要深奧而且是非常不尋常的。因為這理論空前準確的預言了三個全新的基本粒子（規範玻色子 W^+ , W^- , Z^0 ）的存在以及它們的質量和其他物理性質。這工作主要是由溫伯格·撒拉姆和格拉肖作出來的。如果不是楊—密爾斯規範場的理論已經建立起來，電弱統一理論是絕對無法完成的。

愛因斯坦是一位終生不懈的思索大自然奧祕的物理學家，他對個別現象沒有太大興趣，他要瞭解的是宇宙的根本原理，他的研究精神永垂不朽。

作者感謝江玲的潤筆和意見，僅將本文獻給靜芯。

註釋：

註1：羅倫茲（Lorentz）首先在1895年發現近似的相對時間和時空變換，一直到1899

年才寫出精確的時空變換。但是事實上拉默 (Larmor) 在 1898 年就已經發現精確的時空變換。可是今天大家說它是羅倫茲時空變換。說來奇怪，羅倫茲 (1853-1928) 一輩子都不認為相對時間是真正的物理時間。

彭卡勒 (Poincare) 是近世偉大的法國數學家，(也是物理學家)。他在 1898 年就非凡的洞察力分析時間概念，懷疑同時性的客觀意義。1904 年他首先正式提出相對原理，而且認為“以太”(傳播光的介質) 是不能被觀測的，知道光速是不可能被超越的，他理解用恆等光速來校正時鐘便會得到相對時間。他比羅倫茲更進一步，推廣時空變換群，後世稱為彭卡勒群 (Poincaré group)，認為相對時間可以是物理時間。相對論的基本數學框架都已經建立起來了，但是基本觀念和原理還沒有完全澄清，所以要等到 1905 年它才正式誕生。

彭卡勒和愛因斯坦都是正直的科學家，可是他倆互相之間無論寫論文或演講都不提對方的工作和貢獻，他倆都常提到羅倫茲的貢獻。如果沒有愛因斯坦，(狹義) 相對論也可能在短期內誕生，但是廣義相對論就不知道要等到何時才出現。雖然少數著名物理學家，如泡利 (Pauli) 和懷恩曼 (Feynman)，講到相對論時都鄭重的提起彭卡勒。可是現在看來，彭卡勒在相對論方面不平常的貢獻，並沒有在物理界得到恰當的評價。可見科學家的眼睛並不永遠是雪亮的，科學歷史的天秤也不是永遠公平的。(參看註 6)。

註 2: 他倆婚前有一嬰兒 (她叫 Lieserl)，無力撫養，不知下落。他的母親劇烈的反對這件婚事。

註 3: 一個學科學的大學生，難免會問自己，衡量自己：“將來能做些什麼？”一般來說，如果他在與朋友通信或談話中，討論起目前科學前線上的問題，而且嚐試去解決。這表示他在將來的發展具有相當的潛力。

註 4: 愛因斯坦那班共有 5 個同學畢業，其中三人留在系裡當助教，而他和蜜列娃一畢業就失業，一籌莫展的面對著無情的現實生活，只能靠當“家教”和“打零工”來維持貧困的生活。韋伯教授死時，愛因斯坦憤恨的說了一句話，大意是“死得好!”。

從另一個角度來看，愛因斯坦的不幸實在是物理學的大幸：他開始思考物理問題時，遠離學院，不受學院傳統氣氛的影響，因而更能作出獨創性和革命性的貢獻。幾乎所有後來研究愛因斯坦生平的專家，都認為蜜列娃對愛因斯坦的影響和幫助是微不足道的，因而不提起她。即使提到，也只說負面的話，例如說她是“dull”的人。這不像是早年的她。像這樣從大學時代就互相思慕和熱烈相愛的兩顆心，後來竟然破碎了——由於日常生活中互相不能容忍的事與時俱增。離婚時，女方提出，如果將來得諾貝爾獎金，要用來作為贍養費。男方答應，不久之後也實踐了這諾言。

註 5: 任何一個人只要堅持某某科學理論不是一套完整的理論，勝算都很大，因為科學理論遲早總是要被修改的。

註 6: 波恩 (M. Born, 1882-1970) 在 1925 年大力幫助他手下的助教海森堡建立量子力學，他自己在 1926 年正確的對波函數作出機率解釋。但他一直等到二十八年後才得到諾貝爾獎。

註7: A. Pais 的書“Subtle is the Lord . . .”仔細的討論和分析愛因斯坦一生研究工作的成敗得失等等, 作者是很聰明而且很飽學的物理學家, 這是一本非常有份量的書。

註8: 楊是楊振寧。楊—密爾斯的規範場理論是1954年提出的。

本文主要取材於下列三本書:

1. “*Albert Einstein, A Documen-*

tary Biogra- ph” (Staples, London, 1956)

2. “*The Collected Papers of Albert Einste- in*” (vol. 1, Princeton University Press, 1987)

3. “Subtle is the Lord . . .” (by A. Pais, Oxford Univ. Press, 1982)

—本文作者任教於美國麻州大學

(在 Dartmouth) 物理系—