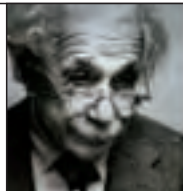


愛因斯坦檔案館 (The Albert Einstein Archives) 協力

愛因斯坦——百年相對論

EINSTEIN :
A HUNDRED YEARS OF RELATIVITY



安德魯·羅賓遜 Andrew Robinson◎編著
林劭貞、周敏◎譯



感謝下列大師敬獻：

佛利曼·戴森、史蒂芬·霍金、荷奧·馬古悠、史蒂芬·萬柏格
菲力普·安德森、勞勃·舒曼、菲力普·葛拉斯、馬克斯·雅默
約瑟夫·羅貝特、伯納德·柯恩、亞瑟·克拉克
戴安娜·柯摩斯·巴克渥

$$E = mc^2$$

好讀出版

作者的話⁺

Author's Note {安德魯·羅賓遜 撰}

《愛因斯坦：百年相對論》英文原版於2005年首次出版，該年適逢愛因斯坦最重大發現後滿一百周年。現在這本修訂新版，湊巧又值愛因斯坦另一項重大發現「相對論」的一百周年。假如上述這段文字裡重複提到的「一百周年」讓您覺得一頭霧水，那麼容我稍作解釋。2005年慶祝的乃是僅描述時間與空間的「狹義相對論」，而2015年標記的則是納入加速度運動與重力的「廣義相對論」。這兩套理論太具爭議性，因此在發表之後多年間皆未獲諾貝爾獎青睞。然而在過去一百年間，這兩套理論通過了各種更精確實驗的考驗，實驗地點包括外太空與地球，如今已和牛頓的運動定律一樣，成為物理學的基礎。

本書探索了愛因斯坦身為一名科學家與一個人類的各種面向，範疇從相對論、量子理論，到他的政治立場與人際關係，皆由本書的作者群所挑選。而這個新版本也納入了愛因斯坦過世後才出版的一些觀念、想法與感受。愛因斯坦留下來的文字數量和拿破崙一樣多，且是牛頓與伽利略的好幾倍。《愛因斯坦論文集》（*The Collected Papers of Albert Einstein*）這項珍貴的學術資產於1987年在美國發行，與以色列的「愛因斯坦檔案館」（Albert Einstein Archives）合作，如今已集結了十四冊豐富卷冊，每冊皆另有英譯本，涵蓋了愛因斯坦1925年之前的生命歷程，而未來出版的更多卷冊則涵蓋他精彩人生的最後三十年，包括他從德國移民美國、納粹時期、第二次世界大戰，以及核子武器的研發。本書新篇〈後記〉一文談的就是這項仍在進行的計畫，由「愛因斯坦文獻計畫」（Einstein Papers Project）現任主持者執筆。

世人對於愛因斯坦的興趣持續增加，猶且不僅限於學術界。圖書館書目資料庫裡列舉的愛因斯坦相關書籍多達一千七百筆。除了達爾文以外，沒有任何科學家像愛因斯坦一樣令世人著迷。當然也沒有任何科學家像他一樣被引用（或錯誤引用）這麼多次——2011年出版的第四版《愛因斯坦

Andrew Robinson

語錄》裡就討論了這件事。愛因斯坦以母語德文寫作，但即使在譯作裡，我們還是可以在書裡的每一頁，清楚見到他那融合了深度與機智的精彩話語。

我實在忍不住想用自己最喜歡的愛因斯坦名言來作結尾——這是他於1930年寫給朋友的一句話：「爲了懲罰我藐視權威，命運之神安排我也成爲一名權威人士。」¹愛因斯坦的成就巍峨如山、深廣如海，少有人膽敢針對他作出權威式的立論。但是我可以十分自信地說，本書的作者群背景相當多元且聲譽卓著（其中三位是諾貝爾獎得主），他們確實以優秀的文字與影像，讓愛因斯坦的科學與人格特質鮮活起來。

感謝

安德魯·羅賓遜向以下人士致謝：

Oliver Craske 構思出此書，並相信其可行性，還有Palazzo出版社的Colin與Pam Webb出版了此書英文原版。作家Tony Hey提供我在科學上極有價值的意見。Alice Calaprice《愛因斯坦的新語錄》之編者，勞勃·舒曼與耶路撒冷「愛因斯坦檔案館」裡的Barbara Wolff，仁慈地校對許多愛因斯坦的觀點、語錄以及其他作者。Dipli Saikia，在整個研究與書寫的過程中，竭盡所能地不斷支持我。

一如本書的主人翁，沒有比引用歐本海默於1965年獻給愛因斯坦更適切的比喻：

撥開迷霧一窺壯麗山峰之前，往往是無盡的等待。

然迷霧誘人之處，正在於它掩蓋之下那美妙的真相。

目錄

作者的話	2
前言——佛利曼·戴森 撰	6
愛因斯坦年表	10
Part I 物理學家之路	
第一章	
愛因斯坦之前的物理學世界	14
自傳手札——亞伯特·愛因斯坦 撰	28
第二章	
一名物理學家的養成	34
相對論的簡史——史蒂芬·霍金 撰	46
第三章	
1905，奇蹟的一年	54
第四章	
廣義相對論	70
變數 c ：不含酒精的伏特加？——荷奧·馬古悠 撰	84
第五章	
關於量子理論的辯論	88
第六章	
尋求所有事物的統一理論	104
愛因斯坦對於「一統性」的追尋——史蒂芬·萬柏格 撰	112
第七章	
愛因斯坦之後的物理學	120
愛因斯坦的科學遺產——菲力普·安德森 撰	136

Part II 愛因斯坦，這個人

第八章

- 146 全世界最知名的人

第九章

- 158 個人與家庭生活
168 愛因斯坦的情書——勞勃·舒曼 撰
171 愛因斯坦與音樂——菲力普·葛拉斯 撰

第十章

- 174 德國、戰爭與和平論

第十一章

- 184 美國

第十二章

- 194 猶太復國主義、大屠殺與以色列
203 愛因斯坦與宗教、猶太教和猶太復國主義——馬克斯·雅默 撰

第十三章

- 210 原子彈的聖人與惡魔
220 愛因斯坦對世界和平的企求——約瑟夫·羅貝特 撰

第十四章

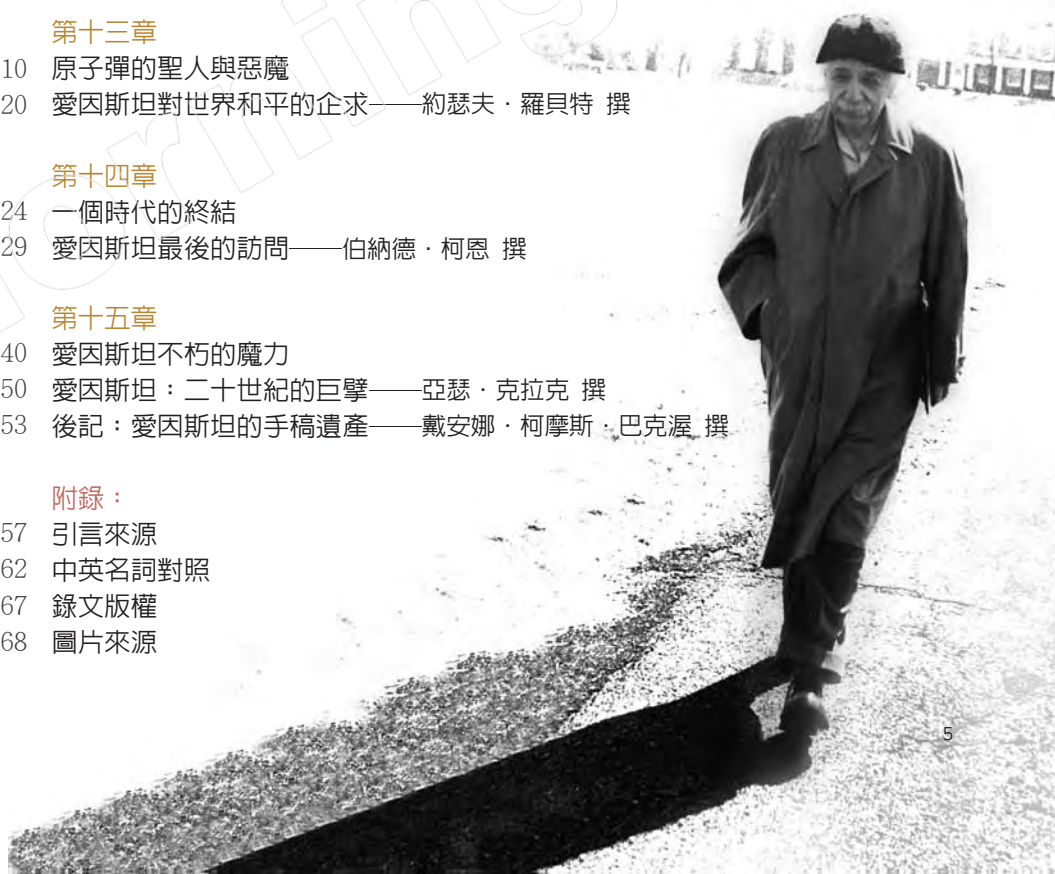
- 224 一個時代的終結
229 愛因斯坦最後的訪問——伯納德·柯恩 撰

第十五章

- 240 愛因斯坦不朽的魔力
250 愛因斯坦：二十世紀的巨擘——亞瑟·克拉克 撰
253 後記：愛因斯坦的手稿遺產——戴安娜·柯摩斯·巴克渥 撰

附錄：

- 257 引言來源
262 中英名詞對照
267 錄文版權
268 圖片來源



前言⁺

Preface {佛利曼·戴森 撰

撰述者介紹

自1953年起即任職於普林斯頓大學高等研究院物理學者，在同一學術機構裡，與愛因斯坦成為同事。戴森同時也為一般讀者著有多本科學叢書，包括《宇宙波瀾》（*Disturbing the Universe*）》、《全方位的無限（*Infinite in All Directions*）》、《想像的未來（*Imagined Worlds*）》，他在《愛因斯坦語錄（*The Quotable Einstein*）》書中撰寫序文。

愛因斯坦的一生充滿矛盾。本書為紀念他發表相對論一百週年，描述他的生活、工作與性格，極具充滿矛盾之處。每一篇都由各領域的專家親筆撰寫，討論愛因斯坦在空間與時間、機會與需求、宗教與哲學、婚姻與政治、戰爭與和平、名聲與運氣、生命與死亡的觀點。吾人並非研究愛因斯坦的專家，但我的專長與宇宙相關，所以從這方面來討論愛因斯坦的宇宙觀。愛因斯坦的宇宙觀充滿矛盾性，但他的理論沒有黑洞。

「黑洞」，可追溯至1783年，由英國劍橋地質學者約翰·米契爾所提出。今日的我們知道黑洞存在於人類所處的銀河系裡，以及其他銀河系的中心區域。黑洞可視為一個X光輻射源頭，而這X光是由氣體在掉落黑洞時被強大的重力加溫到幾百萬度高溫而發射出來的。在所處銀河系的正中央，我們已了解黑洞質量重達幾百萬個太陽，有數萬顆星星圍繞著它，就如蛾圍繞在燭火附近。長久以來，平均每一萬年就會有一顆星星像飛蛾撲火般，被吸入黑洞當中。當星星繞著黑洞旋轉時，一旦太靠近黑洞，黑洞對它的強大吸引力會對它起



Freeman Dyson

拉扯的作用，此時星體本身引力不足以對抗黑洞巨大吸力，於是漸漸變形，部分構成物被逐漸吸入黑洞中，這顆星星宣告死亡。而它的部分遺留物會被黑洞所吞噬，其他部分就會被吹散並形成成群的氣體與X光線。黑洞並不罕見，也不是宇宙裡意外的裝飾物；它們是在進化過程中最基礎的動力，也是能量的支配來源。黑洞釋放出的能量，比核能反應——使得太陽足以照耀與氫彈可以爆炸的能量，還大出數百倍。以現代的天文學家來說，一個沒有黑洞的宇宙是不可能的。

對現今的物理學家而言，黑洞是超越物質世界之美的物體。黑洞是在愛因斯坦相對論中，宇宙裡唯一展現了所有能量與榮光的地方。

愛因斯坦的方程式精確地描繪出，在黑洞裡，時間和空間並不是個別獨立不相關的，它們糾結成一個極端彎曲的四維結構。如果你想像自己掉進黑洞裡，你對時間與空間的概念，將與任何一位從外在觀察你的人的時間與空間分離開來。也就是說你看見自己平穩地掉落進一個洞裡，沒有減速；但外在的觀察者會看到你在一個洞的水平面逐漸靜止，並且保持在一種持恆的自由落體狀態中。這個永久性的自由落體，由愛因斯坦的理論所預測，是一種僅存在於時間與空間的變形結果。如果我們從外面觀察，就會看到你不斷地跌落入洞裡，而且永無止境。

黑洞本身也會旋轉，而且當你掉入一個旋轉中的黑洞時，時間和空間的呈現方式顯得更加奇妙。快速旋轉中的黑洞具有非常龐大的能量來源，所放射出的加瑪射線，是所有自然界裡最暴力的現象；也是最具真實的理論，足以解釋他們的不穩定性是源自旋轉黑洞的說法。所有這些關於我們宇宙中既奇怪又美麗的面貌，如果沒有愛因斯坦的理論來引領我們去思考，將會是無法想像的。

不過，它的矛盾之處依然存在。1939年在一份著名的期刊中，愛因斯坦不承認黑洞的說法，甚至宣稱黑洞根本不存在。它刊登於美國數學界最頂尖的《數學年刊》上，引起許多注意。愛因斯坦製造了一個人造靜止的黑洞模型，一大群粒子因相互之間的引力而聚在一起。

◀ 漫畫家羅歐（Low）於1929年所繪的愛因斯坦。

Freeman Dyson

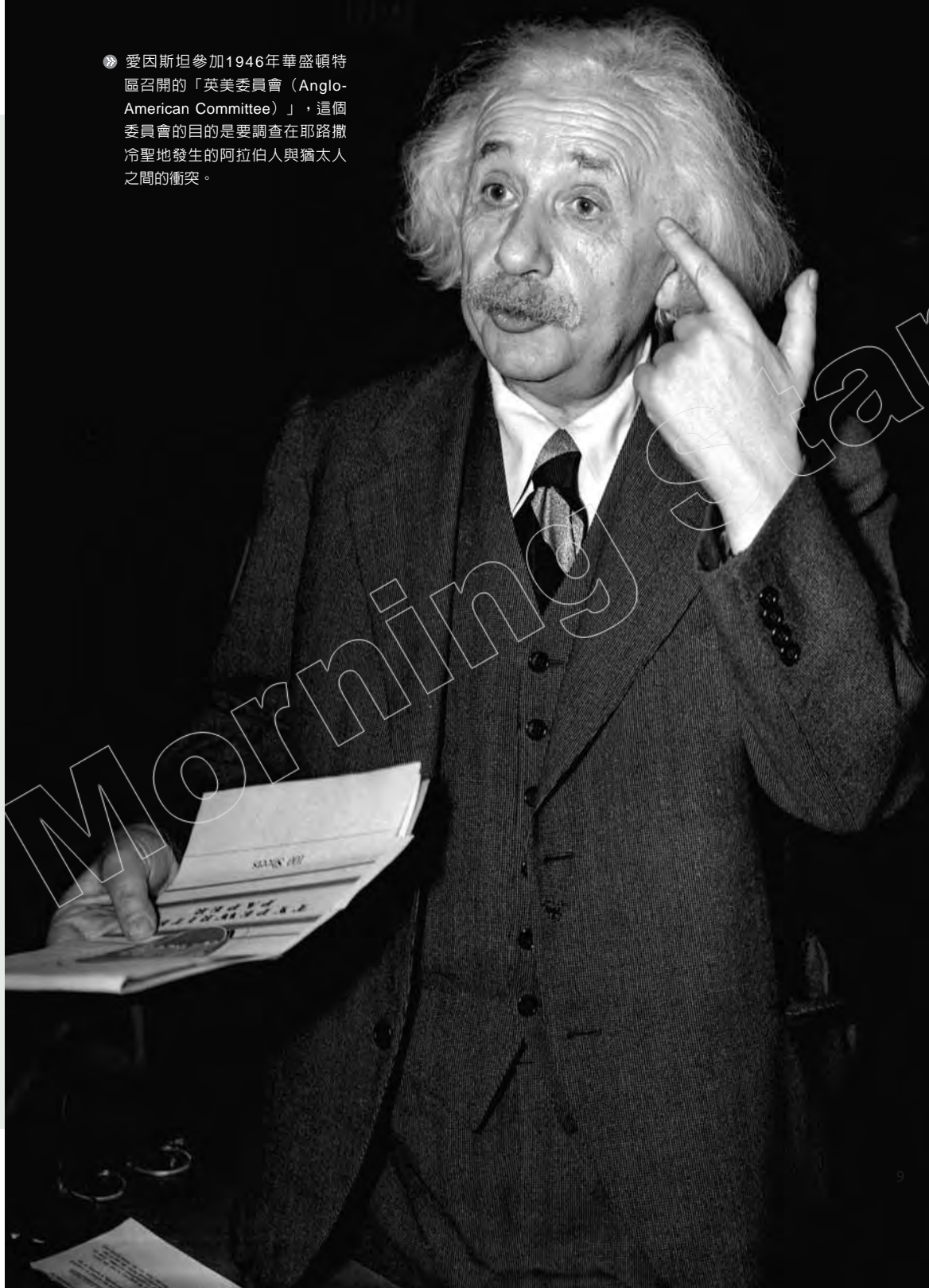
透過這個模型，他提出了黑洞的「不可能」性，因為在外殼外的粒子速度必須要比光還快，「透過這個實驗調查後，最主要的結果在於令我們清楚地了解，為什麼在物理界的真實裡，施瓦氏奇異點（Schwarzschild singularity）確實不存在。」¹施瓦氏奇異點正是今天我們稱之為「黑洞」的舊稱。愛因斯坦也因為這個實驗的失敗，總結出黑洞不可能存在的說辭。

他的結論是一項邏輯的推理，無論如何，愛因斯坦對黑洞的存在以相當情緒性的反應駁斥，並且以非邏輯的爭辯來支持他的直覺。我們現在已經了解事實與這項爭辯無關，而真正的黑洞也並非靜止不動。他們是由非常巨大的物體因自身巨大引力作用下塌陷形成的狀態，是動態物體處於永恆自由落體的狀態。

愛因斯坦從未改變過他的想法。他不只堅信黑洞的理論是錯誤的，他甚至沒有興趣去檢驗它們可能存在於自然界的證據；這與他著名的對「太陽讓光都歪了」（1919年透過日蝕的測量而獲得證實）的預測態度大相逕庭。他的興趣缺缺特別令人感到費解，因為同樣在1939年，他公開發表抨擊黑洞之說的同時，歐本海默與史奈德發表了一篇鉅細靡遺的文章，清楚描述了巨大的星體如何因為耗盡其核能而自然崩落形成黑洞，而此正是得自愛因斯坦的方程式所影響。愛因斯坦一定知道歐本海默與史奈德的推算法，但他從不回應。幾年後，當歐本海默也到了普林斯頓高等研究院就任，他們經常碰面，也有充分的機會可以進一步討論關於黑洞，但就我所知，這個話題從未被提及。

我們也已知歐本海默與史奈德對黑洞的推算法，以及星體在其生命的末期將會產生的狀況，在實質上都是正確無誤。它不但解釋了有許多黑洞的存在，也連帶地證實了廣義相對論的真理。但是，愛因斯坦還是不感興趣。所以問題來了，愛因斯坦為何對他提出的理論中最偉大的勝利之一如此盲目？我完全沒有答案，而這也是這位天才終其一生最不可解的矛盾之一。

- 愛因斯坦參加1946年華盛頓特區召開的「英美委員會 (Anglo-American Committee)」，這個委員會的目的是要調查在耶路撒冷聖地發生的阿拉伯人與猶太人之間的衝突。



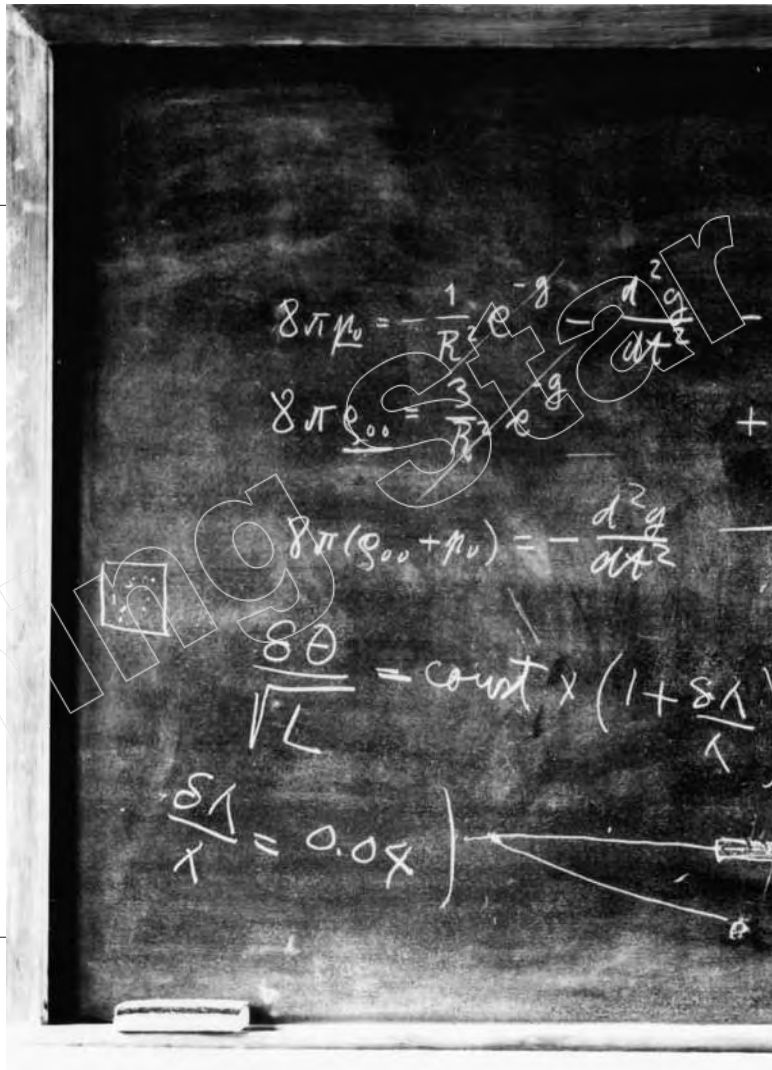
愛因斯坦年表

- 1879年 亞伯特·愛因斯坦誕生於德國烏爾姆（三月十四日）。
- 1881年 妹妹瑪雅誕生。
- 1884年 父親展示給他一只磁力羅盤。
- 1885年 開始於慕尼黑上學。
- 1888年 轉學至慕尼黑的路易波得公學。
- 1889–92年 開始數學與科學的私人教授課程，未參加猶太成人禮。
- 1894年 離開路易波得公學，未畢業。前往義大利與父母聚首。
- 1895–96年 在瑞士省立的阿爾高學校入學。
- 1896年 放棄德國國籍。
- 1896–1900年 就讀於瑞士蘇黎世的瑞士理工學院直到畢業。
- 1901年 取得瑞士公民身分，申請科學研究職位失敗，出版第一份科學論文。
- 1902年 與米列娃的第一個女兒出生，開始任職於伯恩的瑞士專利局（六月二十三日）。
- 1903年 與米列娃結婚，他們的女兒可能被領養。與索羅文、哈比希特成立「奧林匹亞科學院」。
- 1904年 大兒子漢斯出生。
- 1905年 共完成五篇科學論述（其中第二篇即是他的博士論文），分別是光量子（三月）、分子空間（四月）、布朗運動（五月）、狹義相對論（六月）與 $E=mc^2$ （九月）。
- 1906年 以量子論研究特定的熱論述。
- 1907年 發現等量原理對於廣義相對論非常重要。
- 1908年 狹義相對論由閔考斯基針對時空重新陳述。
- 1909年 於薩爾茲堡講學，宣稱波粒二象性的存在。離開專利局，搬至蘇黎世任職於理論物理臨時教授。
- 1910年 第二個兒子愛德華誕生。
- 1911年 搬至布拉格，任職理論物理教授。
- 1912年 回到蘇黎世任職理論物理教授。
- 1914年 搬至柏林成為普魯士科學院會員。此年與米列娃分居；她帶著兩名兒子搬回蘇黎世。一次大戰爆發時，公開反對德國的國家主義。
- 1915年 發表廣義相對論理論（十一月）。
- 1916年 著手撰述輻射的量子論，包括光的自然產生、放射與吸收的概念。
- 1917年 著手撰述有關宇宙的結構，發展出宇宙哲學的不變（宇宙不減定律）。
- 1918年 著手撰述引力波，對一次世界大戰德國帝國的崩解大表歡迎。

- 1919年 與米列娃離婚，再娶表妹愛爾莎。英國科學家觀測到日蝕（五月二十九日），證實廣義相對論所預測經過太陽時光是彎曲的。
- 1920年 大眾攻擊廣義相對論，德國境內「猶太人的物理」之說開始。
- 1921年 首次拜訪美國，為耶路撒冷成立希伯來大學巡迴募款。
- 1922年 拜訪日本；獲頒諾貝爾獎（1921年得獎）。
- 1923年 拜訪巴勒斯坦，於希伯來大學首次演說，出版引力與光電效應的統一論。
- 1925年 出版兩份論文，「坡色——愛因斯坦統計法」與「坡色——愛因斯坦凝聚」。
- 1925–26年 德國物理學家海森堡與薛丁格及其他人一起發現「量子力學」；愛因斯坦對此持懷疑態度。
- 1927年 參加索爾維會議，開始與波耳爭論量子力學。
- 1929年 在普朗克度過七十歲生日時，獲頒普朗克獎章。
- 1930–33年 為進行研究，三度拜訪加州理工學院。
- 1933年 在德國納粹掌握權力後，宣稱再也不會回到德國；向普魯士科學院請辭；定居美國，任職普林斯頓的高等研究院。自此未再返回歐陸。
- 1935年 發表量子力學有關的「EPR弔詭」。
- 1936年 第二任妻子愛爾莎逝世於普林斯頓。
- 1938年 與英費爾德合著出版《物理之演進》；大兒子漢斯與其家人移民至美國。
- 1939年 妹妹瑪雅遷至普林斯頓。簽署給羅斯福總統的一封信，信中力促美政府應發展原子彈以對抗德國。
- 1940年 取得美國公民（仍保有瑞士公民）。
- 1943年 開始為美國海軍進行戰時工作，但不參與原子彈製造計畫。
- 1946年 擔任「原子能科學家緊急委員會」主席。公開擁護控管武器與世界政府的主張。同時也公開抨擊美國的種族主義。
- 1948年 被診斷出患有威脅性的動脈瘤。第一任妻子米列娃逝世於蘇黎世。
- 1950年 清楚明定他的論述文件的最終託管單位為耶路撒冷的希伯來大學。公開反對建造氫彈。祕密將愛因斯坦列為可能的共產黨員危險分子，由美國聯邦調查局的胡佛探長下令調查。
- 1951年 妹妹瑪雅病逝於普林斯頓。
- 1952年 有機會出任以色列總統一職，為愛因斯坦所婉拒。
- 1953–54年 公開反對麥卡錫主義，引發喧然大波。
- 1955年 簽署「羅素——愛因斯坦宣言」反對核武發展擴散。逝世於普林斯頓（四月十八日），病逝前依然掛心「統一場論」。

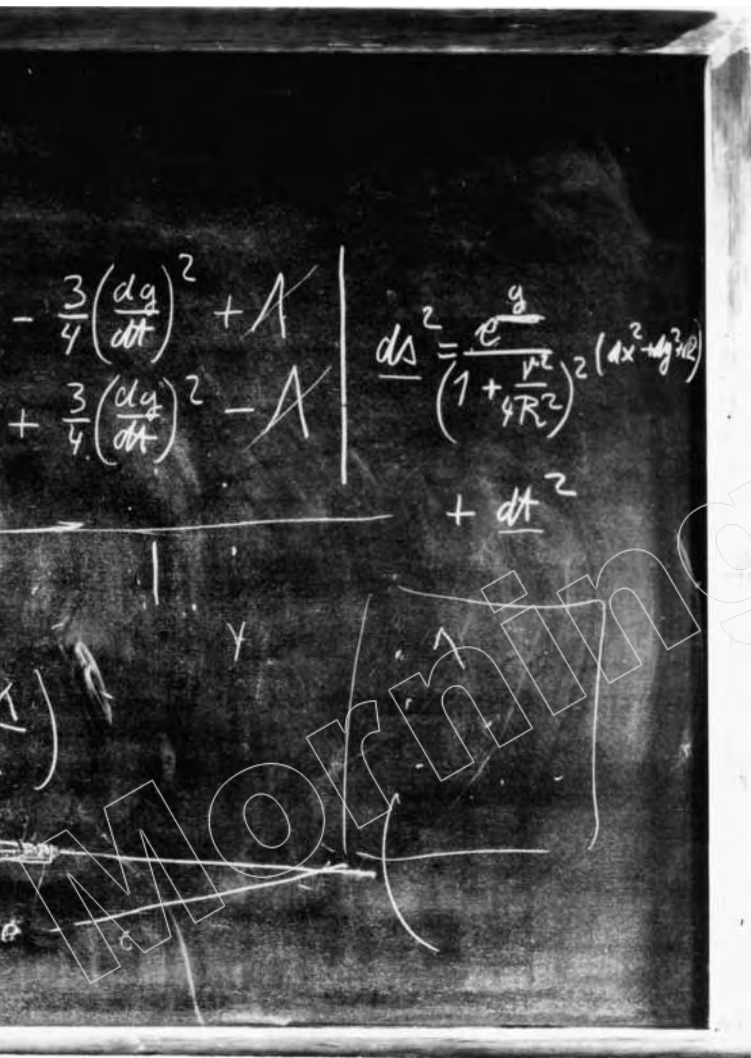


Part
II



The Physicist

物理學家之路





愛因斯坦三歲時所攝的照片，也是他所存照片中最早的一張。



自傳手札

Albert Einstein 亞伯特·愛因斯坦 撰

六十七歲的我，坐在這裡，試圖寫點像是自個兒討聞般的东西。我之所以答應寫這個東西，不僅是因為希爾普博士*要我這麼做，而且還因為我真的相信，當一個人回顧自己的奮鬥與尋覓時，如果能把這些感受與那些仍在奮鬥的人分享，倒也挺好的。不過，細細回想之後，我愈覺得這樣的企圖與努力實是多麼不足。不論一個人的工作生涯有多麼短暫有限，不論他在生涯中所犯的錯誤有多麼明顯，真要提出能與大家溝通討論的事情，卻不是一件容易的事情。此刻六十七歲的我，已非當年五十歲、三十歲或二十歲的我。每次的回憶，都會受到此時此刻思緒所影響，因此回憶不見得正確。這樣一想，的確是滿令人心驚的。雖然如此，我還是可以從自身經驗提出一些值得分享的事情，提供給不具這些經驗的人參考。

在很年輕的時候我就意識到，大多數的人一輩子所追逐之渴望與奮鬥，其實是虛無的。此外，我也很快就發現了這種追逐裡頭的殘酷面。在追逐外在名聲的歲月中，人們會聽到許多奉承與讚美。為了生活溫飽，任何人都會不由自主地繼續投入對於名聲榮耀的追逐。參與這樣的追逐，也許可以滿足生活的溫飽，但卻無法滿足那些有感覺、會思考的人。對於這樣的人，第一個出路，大概就是宗教信仰。在我們的文化中，宗教信仰是透過傳統教育機器植入每個幼童的心靈。因此，我在幼年的時候曾經培養出對宗教的虔誠（儘管我的父母是完全沒有宗教信仰的猶太人），雖然我對宗教的虔誠在我十二歲的時候就戛然而止。透過閱讀廣泛的熱門科學書籍，我很快地就堅信：《聖經》故事裡的大部分内容都不可能是真的。這導致我產生正面的自由狂想，並且相信大人的社會是故意用謊言來欺騙小孩子。這一段經驗，讓我

* 這段文字是從愛因斯坦的《自傳手札》（1949年出版）的序言節錄出來的。《自傳手札》是從保羅·希爾普的德文手稿翻譯過來的。





Der Erziehungsrat

des
Kantons Aargau

verkündet hiermit:

Herrn Albert Einstein von Milan,

geboren den 14. März 1879,

Präsident der ausgansische Kantonschule zu Basel, III, III, III
der Gymnasialschule.

Wird bezeugt, dass Herr Albert Einstein am 18. 12. 1896

September 1896 am 28. September 1896 die staatliche Prüfung (Matur)

1. Deutsche Sprache mit Grammatik	5
2. Französisch	5
3. Englisch	5
4. Latein	5
5. Geschichte	6
6. Geographie	4
7. Mathematik	6
8. Physik	6
9. Naturgeschichte	6
10. Philosophie	5
11. Religion	5
12. Musikgeschichte	5
13. Musiktheorie	4
14. Musikpraxis	4

Erreichte hiermit und denselben die Ergebnisse der Prüfung mit
Rang der 5. Klasse 1896.

Der Präsident des Erziehungsrates
Der Vorsitzende

Handwritten signature
Albert Einstein



◎ 愛因斯坦於1896年畢業於瑞士阿勞郡學校時所領的畢業證書。當時他十七歲。他在物理學這個科目得到最高分——六分。



◎ 愛因斯坦與希爾普，也就是將他的《自傳手札》翻譯成英文的人。

對各種形式的權威都產生懷疑，甚至對於特定社會環境中一切的信念都抱持不信任的態度，從此之後，即使年齡增長，這種態度卻再也沒有離開過我，因為這種態度讓我看清楚生活中許多因果關聯，它不再像最初那樣為我帶來痛苦麻煩。

我很清楚，年幼時被灌輸的宗教天堂概念（雖然後來這個概念不復存），是為了我從「僅僅和個人事務有關」的鎖鍊中解脫，讓我不再受困於願望、希望與原始感受的支配。外頭有一個廣大的世界，這個世界乃獨立於我們人類而存在。一個巨大永恆的謎團橫亙在我們面前。透過我們的忖度與思量，我們起碼可以了解這個謎團的一小部分。對於這個世界的思考，對我而言，變成像是一種解放。我很快就注意到，我所學習且景仰的許多人，都在投入這種思考過程中，找到內在的自由與安全感。在我的心智之眼面前，這個超個人的世界若隱若現，向我揭示各種可能性。這些古往今來與我志趣相同的思想家，以及他們的洞見，都變成我不可或缺的良伴。通往這個知識天堂的路途，並不像通往宗教天堂的路那樣舒服與誘人，但是它的確是一條可靠之路。我從來沒有後悔選了這條道路。

我在這裡所說的話，只能表達某部分的真相，就好像畫幾條簡單線條就想代表一個充滿繁複細節的物體，所能表達的實在有限。如果一個人喜歡有條不紊的想法，那麼他的這個面向很可能愈來愈受開發，而其他面向



卻被忽略，從而大大地決定了他的心智傾向。在這種情況下，這個人可能只看到一個有系統的發展過程，而實際經驗卻發生在千變萬化的特殊情境中。外在情勢的多樣性，以及當下內在意識的狹隘性，為每個人的生活帶來某種原子化的分裂。我的轉捩點，是這麼發生的：本來我對於短暫且僅與個人相關的事物具有極大興趣，但卻突然間感覺索然無趣，轉而渴望了解人類對於萬物的「心領神會」。從這個觀點看來，上述所說的雖然簡短，卻句句真實。

究竟什麼是「思考」？當我們接收到感官印象時，記憶畫面湧現，但這還不叫做「思考」。當這樣的記憶畫面形成一系列的連續畫面，這仍然還不算「思考」。然而，如果某個畫面在許多個連續畫面中一直出現，那麼透過這種不斷重複，這個畫面就變成這些連續畫面的共通元素，把各個不相關的事物連結起來。這樣的元素變成一個工具，亦即一個概念。我認為，從自由聯想或「做夢」變成思考，這樣的過渡過程，取決於「概念」在其中所扮演的角色。這個概念並不一定要與可認知與可重製的符號（例如語言文字）相連結，可是思考必須是可以溝通的事實。

讀者會問：如果一個人在一個問題重重的領域中，就這麼接受這些自由發展且原始的想法，而不試圖去證明任何事情，這樣是對的嗎？我的答辯是：我

們所有的思考，本質上就是與新概念的自由互動；在與這些新概念自由互動的過程中，我們會產生許多感官經驗，我們只需要好好審視這些感官經驗，就沒問題了。「真相（truth）」這個概念，不適用於這個架構。對我而言，只有在大家針對元素及遊戲規則達成普遍協議（也就是慣例convention）時，討論「真相」這個概念才有意義。

我認為，我們的思考在大部分的時候都以非符號（語言文字）的方式進行，有時候甚至是在不知不覺的情況下進行著。否則，我們怎麼會對某些經驗突然感到「驚奇」？這種「驚奇」的情形，通常發生在一個經驗與已既存在我們腦海中的思想體系相互衝突時。每次我們強烈且密集地經歷到這種新概念的衝突，它就會用一種明確的方式衝擊我們原有的思想體系。我們的思想體系絕對是從一個個「驚奇」中逐漸建構起來的。

我在四、五歲的童年時期，就經歷過這樣一場驚奇。當時，我父親拿了一只羅盤給我看。我看到那只羅盤的指針肯定地指示出方向，這與我原來所認知的事件一點也不相符，因此這個經驗一定不知不覺中在我的思想體系裡找到一個停駐點。我還記得（或者至少相信我還記得），這個經驗使我產生深遠的印象。事物的表面背後，必定掩藏著深奧的道理。我從嬰孩時期開始，所見識的

A. Einstein



東西也不少，對於物體的掉落現象並不感到驚訝，更不擔心風雨，不擔心月亮是否會掉下來，不訝異生物與非生物物質之間的差異。但我從來沒有出現過像看到羅盤針那一次的反應。

十二歲的時候，我經歷了第二次驚奇經驗。在那個學年開始的時候，我拿到一本談論歐幾里德平面幾何學的小書。書裡有許多定理，例如：一個三角形之三邊的頂垂線必交會於一點，雖然沒有具體的證據，可是這個定理是如此明確地被證明了，無人有任何異議。這種清楚與確定，令我產生難以形容的印象。這個定理在未經實驗證明的狀況之下就被接受，並沒有對我產生困擾。對我來說，如果我能為一個主張找出佐證的證據，才能不再懷疑該主張的真實性。例如，我記得在我拿到那本幾何小書之前，有一位伯叔輩告訴我有關畢氏定理。我花了很大的工夫，成功地根據相似三角形的道理進而「證明」這個定理。在證明這個定理的過程中，我發現到一個直角三角形的邊與邊之比，必定完全取決於其中一個銳角。上述這個定理，並非「顯而易見」的現象，而幾何學居然可以證明這種觀察不到的事實，真是令人驚訝！此外，幾何學所涉及的客體（objects），無異於感官認知所涉及的客體，只不過這些感官認知所涉及的物體是看不見也觸不到的。這種單純原始的概念，顯然奠基於以下這個假設條件：幾何概念與直接經驗客體之間的關係是存在的。

如果我們確可透過純粹思考而對於經驗客體具有某種程度的了解，那麼「驚奇」就奠基於錯誤之上。人類居然可以透過純粹思考而達致某種程度的確定性與純粹性，就像古希臘人在幾何學方面的成就。對於初次體驗這種「驚奇」的人來說，光是知道這一點，就夠驚奇的了！

④ 五歲的愛因斯坦，與三歲的妹妹瑪雅，攝於1884年。也就是大約這個時期，愛因斯坦的父親給他看了一只羅盤針，讓他驚異不已。



02 一名物理學家的養成

「對於一名偵探來說，一旦得知某項犯罪，問題就形成了：誰殺了知更鳥？然而，科學家除了調查之外，卻還必須親自犯案（至少犯一部分的錯），才能找到答案。」¹

——摘錄自愛因斯坦1938年出版的《物理學的進化》

愛因斯坦的家族歷史中，並沒有任何智力超群的跡象。事實上，老年之後的愛因斯坦在解釋他的優異天分時，堅稱：「追溯我的祖先歷史……你根本找不到什麼東西。」²他的父親赫曼，是個人緣很好的生意人，但主修電機工程的表現並不是太出色。他的祖父也是一名商人。他的母親寶琳是一個還過得去、但不是太有天分的鋼琴老師，她也來自一個經營穀物企業的商人家庭，家境非常富裕。雖然愛因斯坦的雙親都是猶太人，卻無信奉猶太教。德國西南部的斯瓦賓恩阿爾卑斯山山腳下，有個名叫布喬（Buchau）的小鎮，那裡的猶太人墓地裡埋葬了許多姓愛因斯坦的人，十九世紀的墓誌銘都是以希伯來文書寫，後來愈來愈少人這麼做，直到最後這項傳統完全消失。從這些墓誌銘中可發現，愛因斯坦家族男性一開始都是以《聖經》內容來命名，例如亞伯拉罕，



⊗ 十四歲的愛因斯坦，攝於攝影棚內。

愛因斯坦的父母 — 寶琳與赫曼



後來逐漸改用德國名字，例如赫曼。到了1900年，根據一項估計，只有百分之十五至二十的德國猶太人仍信奉猶太教。赫曼與寶琳·愛因斯坦是完全被同化、不信奉猶太教的猶太人（根據他們兒子愛因斯坦的說法，他們是「完全沒有宗教信仰」³）。

愛因斯坦年幼的時候，也實在看不出什麼智力超群的跡象。愛因斯坦於1879年三月十四日，生於布喬鎮東北方的烏爾姆市。他是兩個孩子中的長子，有一個名叫瑪雅的妹妹。他是個安靜的嬰兒，安靜到讓他的父母覺得很擔心，詢問醫生為什麼他們的兒子都不學習說話。但是當瑪雅於1881年十一月誕生之後，愛因斯坦立刻開口詢問他新玩具的輪子在哪裡。原來，他的意圖是想說出完整的句子：他會先動動嘴唇，先在腦子裡試著說出一個句子，然後才大聲重複這個句子。他的這個習慣一直持續到七歲之後。他家裡的女僕私底下戲稱愛因斯坦是個「笨呆子」。

愛因斯坦一家於1880年從烏爾姆搬到慕尼黑。愛因斯坦就讀的第一所學校是慕尼黑的天主學校。在全班七十名學生當中，愛因斯坦是唯一的猶太人。不過他只有在上宗教學這門課的時候才感受到反猶太的意識，在其他的課裡倒是還好。某天，教授宗教學的老師帶了一個長釘子到課堂上來，並且告訴學生：當初耶穌就是被猶太人用這種釘子釘上了十字架。在學生當中，反猶太意識是很常見的，但都不太嚴重，可是這卻使愛因斯坦小小年紀就培養出局外人的觀點角度，這種觀點角度在愛因斯坦成年之後更明顯，甚至延續到老年時期。

愛因斯坦在天主學校以及路易波得公學（愛因斯坦從九歲半開始便在此就讀）時期的成績還算不錯，但絕對稱不上是個天才。愛因斯坦對於他幼年學生時代（包括路易波得公學的歲月）似乎沒什麼感情，到了成年之後，更是痛斥當時德國的正規教育制度。他不喜歡運動與體育訓練，並且痛恨任何帶有軍事

A. Einstein



⊗ 十四歲的愛因斯坦與妹妹瑪雅。

紀律意味的事物（當德國北部盛行強調軍事紀律的典型普魯士風格）。愛因斯坦甚至於1920年接受一名柏林記者的訪問時表示，大學入學考試應該被廢止。

「讓我們回歸大自然。大自然的法則就是用最少的勞力，獲得最大的效果，而大學入學考試制度簡直是背道而馳。」⁴

愛因斯坦對於德國公學（類似英國的公立學校）制度有意見的原因在於：德國公學公學制度太強調古典研究，而不甚注重德國歷史與文學，也不注重現代外國語言。（這意味著，愛因斯坦講的法文並不流利，而且他對於講英文也沒有什麼自信，更別提英文寫作；他也沒有學過希伯來文，後來深感遺憾。）在德國公學制度中，科學與數學被視為地位最低的科目。

然而，對德國公學有意見最主要的原因可能在於——愛因斯坦是個自學自修者。在愛因斯坦早年信件與成年寫作中，每當談論教育時，「自修」這個字眼時常出現。對一般的年輕學生來說，「自修」很容易淪為打混摸魚的機會，但是對於愛因斯坦而言，自修卻是他受教育的最主要方式。他的妹妹瑪雅回憶道，即使四周非常吵雜，愛因斯坦還是可以「躺在沙發上，拿起紙和筆，小心翼翼地把一瓶墨水放在椅背上，然後全神貫注地思索問題。背景噪音可以刺激他的思考，而不是干擾他」⁵。

打從小小年紀，他就開始閱讀數學

與科學書籍，純粹出於他自己的興趣。在蘇黎世唸大學的時候，他的閱讀興趣非常廣泛，包括最新的科學期刊，甚至超出教授的指定閱讀範圍。成年之後，他會閱讀一本書，純粹是因為他對那本書感興趣，絕對不因為別人說是經典他才閱讀。也許他的這個習性與牛頓很相似，牛頓也是個不太傳統的讀者，他並沒有讀過太多當代或古代的名家大作。天文學家惠特羅這麼說：「愛因斯坦比較像是個藝術家，而非學者；換句話說，他不想讓自己的腦袋裡擠滿太多其他人的想法。」⁶愛因斯坦的老友，物理學家暨諾貝爾獎得主玻恩回憶道：

愛因斯坦一而再地表達一個觀念：一個人不應該一面從事維生糊口的職業，一方面又希望藉這份工作來追求知識；研究工作，應該被當作私底下的閒暇嗜好。他自己在撰寫第一篇偉大論述的時期，正在伯恩的瑞士專利局當一名雇員……不過他未考慮到的是，能把科學研究當作休閒嗜好的人，只有愛因斯坦。⁷

愛因斯坦在他的《自傳手札》中提到，他的第一個科學實驗，發生在他四、五歲左右。他的父親赫曼讓他看一只磁性羅盤。愛因斯坦看著羅盤指針穩定的指向，感到著迷不已。半世紀之後，愛因斯坦寫道：「我還記得……或者至少我相信自己還記得，那個經驗在我腦海中留下深刻且持久的印象。我當