

天才的 悲哀與喜悅

安培與 電動力學

「安培」是電流的單位，
「安培定律」是電磁學的重要理論，
安培長期地在不同學科間跳躍，
為要整合所有的知識，
使成為一套有脈絡可循的思想體系。

但是，聰明的他，
卻長期在感情的紛擾中浮沈，
直到踏上一塊穩定的磐石。



張文亮

數學天才

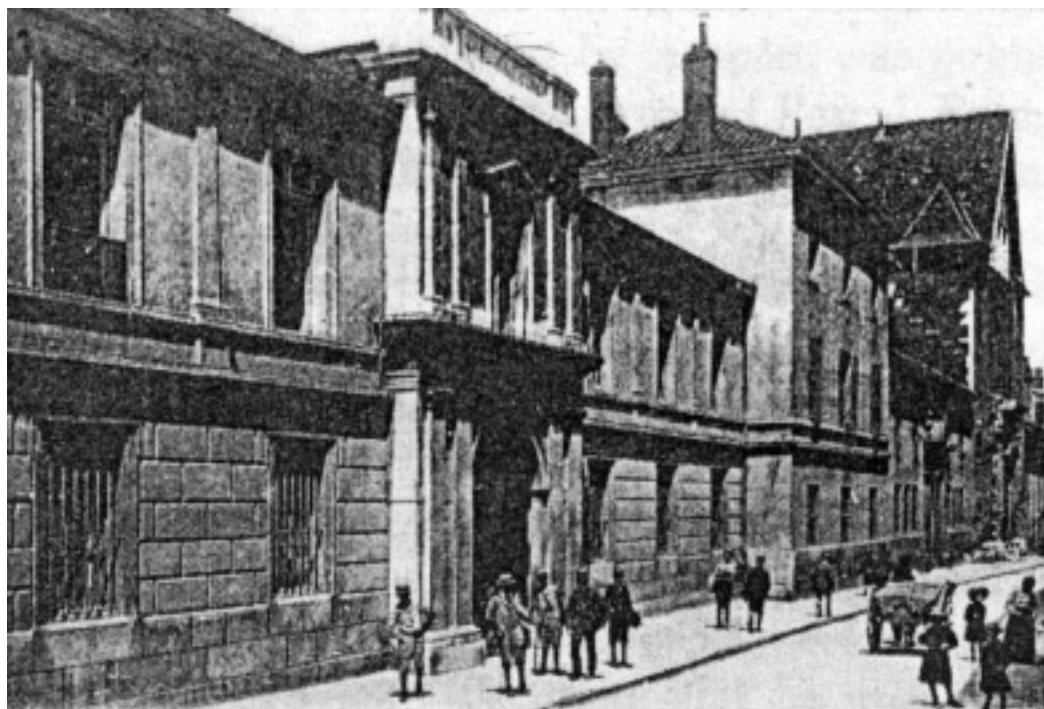
一七七五年一月二十日，安培（André-Marie Ampère）生於法國南部的里昂，父親是當地傑出的絲織商人，也是個熱衷教育的人。安培的父親相信愛讀書的孩子，

常是先愛上聽故事，因此安培還未識字之前，父親就經常為他朗誦詩歌、戲劇與童話。安培後來寫道：「依然記得幼時，父親用幽默的語調說動植物的故事，這些有趣的小故事，深深地啟發了我不斷往前學習的欲望。」

安培七歲時，他的父親成為他的家庭教師，繼續教他生物學、數學、天文學、語言學等。安培的父親將白天的時間分為四等分，三等分拿來教安培念書，剩下時間才去做生意。晚上，又陪安培複習白天所學習的內容。因為有對教育這麼熱忱的父親，安培又有過目不忘的記憶力，他從小就有「百科全書天才」的外號。他在13歲時就閱讀歐拉（Leonhard Euler, 1707-1783）與伯努力（Johannes Bernoulli, 1667-1748）寫的數學研究報告，並投了一篇〈求圓錐形曲線長度的研究〉給里昂科學會，隔年獲得刊登。他也去旁聽里昂學院達伯倫（Abbé Daburon）教授的數學課程，教授給他的評語是：「數學的困難，無法阻擋他前進的腳步。」

父親的最後一封信

一七八九年五月，法國大革命爆發，象徵法國路易斯王朝權力的「巴斯底」監獄於七月十四日被攻下，整

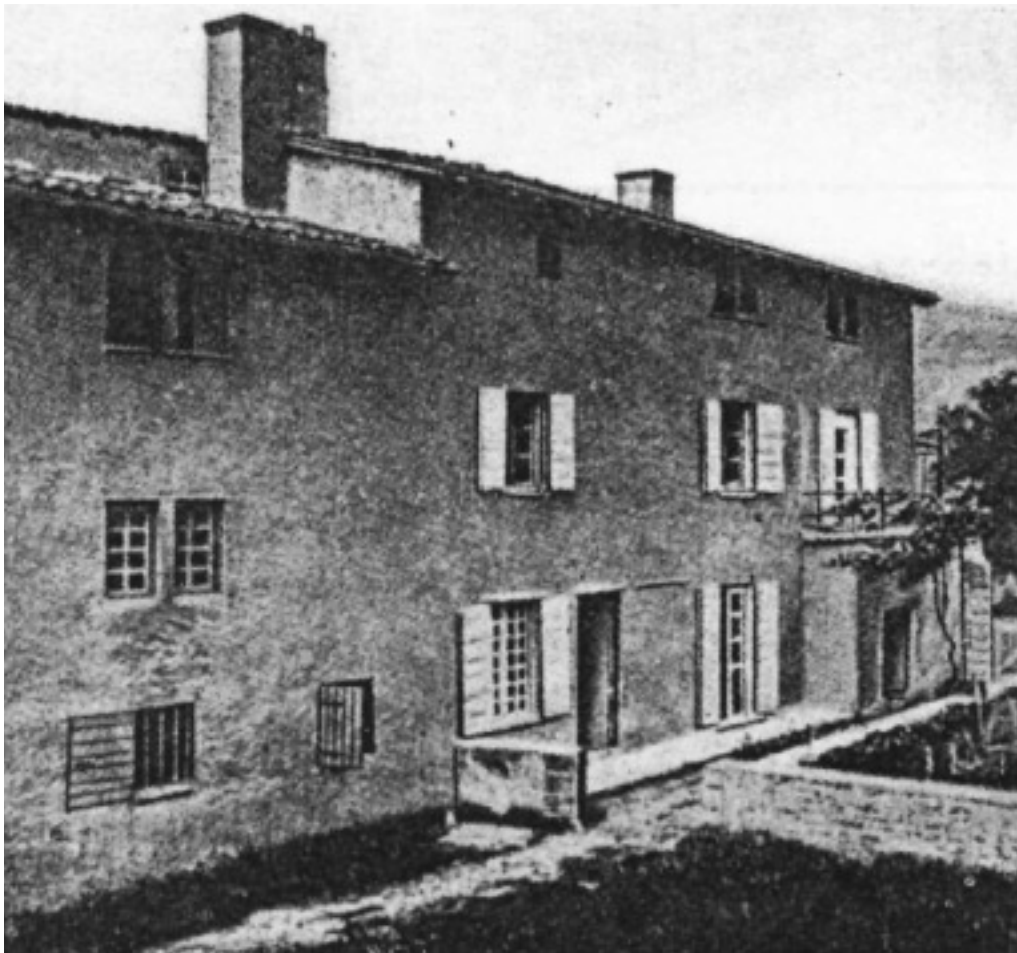


安培曾任教的包爾格中央學院

個國家進入無政府狀態般的混亂，里昂的政府軍隊也告解散。城裡搶劫、暴動、謀殺四起。為了維持治安，安培的父親將紡織工人組織起來，成立一支50人的自衛隊，保護工廠與住家附近的治安。由於需要維護治安的地區太多，這支自衛隊不斷地擴編，不久成為「里昂防衛軍」，安培的父親擔任防衛軍司令，與里昂警察總長一起維持治安，城裡的動亂迅歸平靜。

這支保衛鄉土的防衛軍，在革命黨的眼中是擁兵自重。一七九一年十月，革命黨組織議會，成立軍隊，隔年五月，下令攻擊里昂防衛軍。里昂防衛軍完全沒有料到議會軍隊會攻擊他們，安培的父親前去陳情，立刻被捕，並且被判死刑。

他的父親在臨刑前給家人的最後一封信，寫道：「我期待，我的死能夠使里昂市民被屠殺的可能減至最低，我赦免那些在斷頭台邊歡呼、在法庭上對我咆哮，與宣判我死刑的人……我知道，不久我將離開這個世界，前往真正永恆的國度，我有一個親愛的女兒已經先在彼處。現在，讓我牽掛不下，是我所愛與照顧的你們，願兩個孩子的一生敬畏上帝、秉公行義，此外我別



安培在法國恐怖政治時期住的房子

無所求。」十一月二十三日，父親被送上斷頭台，並且所有財產充公。

罹患精神錯亂

這個打擊太大，安培完全沒有辦法接受父親的死，一年半之久，他成爲精神病患，他白天將自己鎖在房裡，夜裡出去四處遊蕩。一七九三年五月，法國進入「恐怖時期」，革命議會下令，「祇要有反政府的意向，不管年齡、性別、宗教、或任何因素，一律入獄。」單是在巴黎，一下子就關進一萬四千人。

安培的母親擔心孩子的安全，就將安培送到里昂郊外，一個人口祇有四、五百人的波立米優克斯小鎮，並請了個老女管家照顧他。一七九四年九月，恐怖時期結束，但是革命議會仍實施恐怖管制，偵查反叛分子的秘密警察，經常到安培的住處突檢。一七九五年十月，較溫和的執政議會取代革命議會，但仍限制反叛分子家屬

的行動。安培不能回到里昂，他恢復意識後，已逐漸能夠念點植物學的書，有時也在鎮外的森林中散步。

認識心愛的女孩

鎮上還有一個由里昂逃難來此的紡織商人卡榮，也是安培父親的舊識，他聘的女管家同時也是照顧安培的人。卡榮中風後，他的女兒茱麗·卡榮（Catherine Julie Carron）由里昂回來照顧他，漸而照顧安培。她比安培大二歲，由照顧滋生愛情，茱麗與安培逐漸

成爲一對情侶，這是安培一生最幸福的時刻。

一七九七年，安培獲得行動的自由，但是整日往卡榮家跑。同年，法國政府發現革命動亂使全國教育鬆散，開始招聘老師。茱麗勸安培去應考，安培一考就上。十一月，他到里昂中央學院當數學老師。

一七九九年八月十六日，安培與茱麗·卡榮結婚，隔年八月，茱麗產下一個男孩。茱麗知道安培非常盼望一個女兒，就領養一個女嬰，安培的母親與茱麗的母親也與他們同住。安培日漸覺得入不敷出。一八〇二年二月，他前往薪水較高的包爾格中央學院教物理，包爾格在里昂的西北方60公里處。安培祇有在週末才能搭車回到里昂。在這段期間，安培仍繼續與妻子通信，安培在一封信上寫道：

親愛的茱麗：

昨天晚上六點，我削了蘿蔔的皮，又把南瓜洗乾淨，優雅地切成幾片，再把南瓜、豬肉攪碎成一團，花了我很多的力氣，準備要下鍋時，才想起爐子裡沒有

火，我把木炭擺好，點了火，沒想到怎麼都點不著木炭，我蹲下去，用力往爐口吹，結果弄得一陣猛咳。

等到咳嗽好了，爐火又熄了，只好又點火，一邊咳嗽一邊吹火苗。火旺起來的時候，我聞到焦味，原來忘了放油，鍋子裡的菜已經焦糊了。

親愛的茱麗，妳的丈夫就是在吞嚼這難吃的食物時，特別地想到妳。原來煮飯比物理難，讓我精疲力竭，現在妳知道，為什麼我一天只吃兩餐的原因了罷！

需要妳的安培上

外界的高舉

安培是教書的高手，他擅長將知識分類，並且指出不同知識領域的相關處，例如他教授物理時，他在講義上寫道：「物理分為三個領域：一、天文物理——宇宙萬有引力定律的呈現。二、機械物理——物體的運動與平衡。三、化學物理——物質的基本組成與反應。」他稱物理是：「以最少的法則，去解釋宇宙間物質界最多現象的學問。」之後，他的教材被法國教育主管機關當做高等教育的範本，而且受到當時法國科學泰斗拉普拉斯（Pierre Simon Laplace，1749-1827）的器重，推薦他為法國科學教材的審查委員，不久更升任為大學督察，到各校視察科學教育的執行成效。一八〇三年二月，他升任物理學教授。

茱麗的訣別

當他的工作正逐漸被重視時，茱麗染上肺病，而且迅速惡化，她給安

培寫了封信：

親愛的安培：

我已經品嚐了人生最珍貴的體驗——我們彼此成為對方最喜悅的對象，那真是我們一生最快樂的時光。

是的，我的親愛，雖然快樂是那麼短暫，依然是我一生的珍寶，也許，這些快樂再也無法喚回，太多的事情、太多的心思，必須花在別的地方，彼此再也無法有促膝長談的機會。

未來，無論如何，你必須花更多的時間在兩個孩子的身上，孩子們需要你做他們的榜樣。

你必須說服自己，沒有一件事情比照顧孩子更重要，我期待能繼續成為你與兩個孩子溝通的橋梁，但是，我生命的盡頭已經來到，年輕時的體力與旺盛的活力已經離我而去。

雖然我們年齡相近，但是我曾照顧過你，彷彿比你大十歲一般，我的心依然不變，永遠愛你，也許這是給我所愛的人最好的禮物。

此刻我依然想你，相信你也在想著我，我總感覺，我們的愛常有共鳴。

安培看到此信，迅速趕回里昂，茱麗已病入膏肓。七月十三日，茱麗病逝。那一天，在安培的日記上，祇寫著聖經詩篇三十二篇七至八節，向上帝的禱告詞。

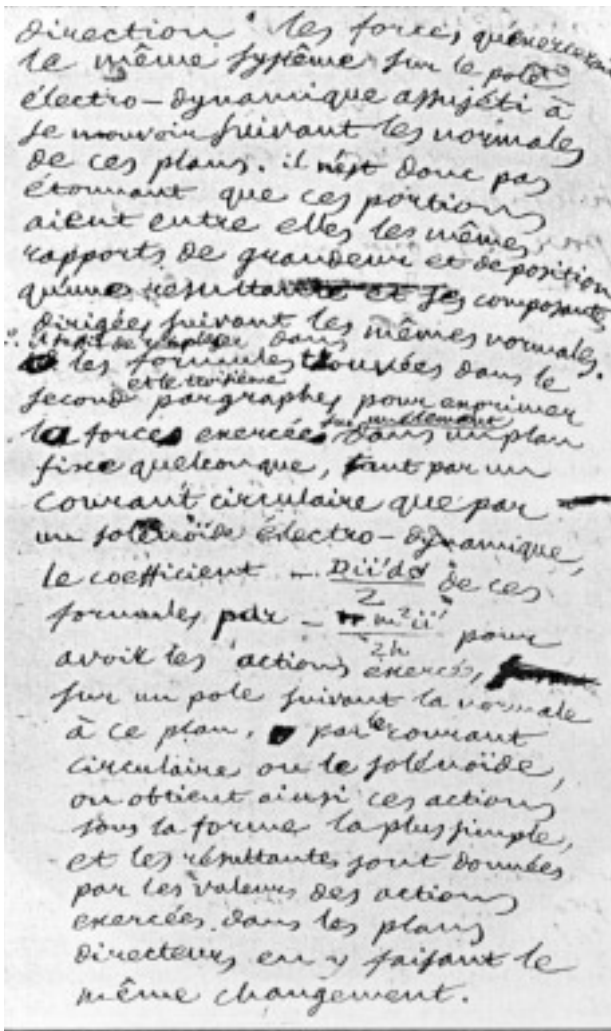
進入最高學府任教

安培又回到包爾格中央學院，他瘋狂般地投入研究工作，以忘記憂傷。不久，他以〈統計計算賭博勝負機率〉，發表他的第一篇研究，並且獲得法國最高學術團體——國家科學院的會誌刊登。一八



電動力學之父安培

André-Marie Ampère, cover page



安培手稿

○三年二月，他又發表〈變異量的計算〉，並在同一學術刊物上發表。安培寫道：「過去，我祇將科學當做我的興趣，但是如果我要在科學界擁有一席之地，就必須以研究發表做我的晉升之階。」一八〇四年，巴黎的「綜合技術學院」聘他擔任數學教師。

一八〇四年，法國進入拿破崙帝國統治時期，綜合技術學院是當時法國最好的大學，當時的老師除了拉普拉斯之外，還有拉格朗日（Comte Joseph Louis Lagrange, 1736-1813）、傅立葉（Baron Jean Baptiste Joseph Fourier, 1768-1830）。這裡的畢業生未來都會成為拿破崙軍團的軍官，所以學校也採取軍事化教育，學生住在軍營式的宿舍裡，並以整齊的步伐排隊進入教室，向老師立正、敬禮、坐下後，才開始上課。拿破崙要求他的軍官除了帶兵打仗外，還要懂數學。

偏微分的研究

安培在此時發表數篇偏微分的研究，他認為物體的移動、速度與加速度的變化和濃度的擴散等物理現象一樣，與其運動之初的起始條件與運動時的邊界條件有關，用偏微分方程不僅可以描述物體的運動與變化，並且以數學方程式解，賦予物體的運動更深的探討。安培更認為偏微分方程可以分類，去解不同類型的物理問題，是結合數學與物理的重要思考。一八一四年，安培以此研究獲選法國科學院的院士，並在隔年升任為綜合技術學院數學分析與物理機械學的教授。

除了數學與物理之外，安培也研究化學。一八一〇年，他研究氟酸，他雖然無法純化氟，但他認為這是一種新元素，並給這元素取名為「氟」。一八一三年，他自海帶裡純化出一種新物質，與戴維（Humphry Davy, 1778-1829）、法拉第（Michael Faraday, 1791-1867）一起進行實驗後，發現這是由一種新元素組成的，安培稱此元素為「碘」。安培繼而由元素的原子量，以數學推導其原子組成的晶體結構，他開啓了未來晶體物理化學的研究。一八一四年，他的數學成就已與拉普拉斯齊名，化學成就在法國已經無人匹敵，在教育上則升任為全國各大學的督察。他的確如願以償地在科學界占有一席之地。

但是在這各界推崇的另一方面，卻有乏人所知的一面。

錯誤的選擇

安培到巴黎後不久，經人介紹認識當時在社交圈以美貌著稱的女子波托特。安培一見她就陷入情網，一八〇六年四月，安培向她求婚，對方要求七千二百法朗（相當於安培六年的薪水）的聘金與一個非常盛大婚禮的所有支出。安培的母親看過這個女子後，勸安培不要與她結婚；波托特知道後，立刻哭鬧威脅安培若不要她，她就立刻自殺。八月一日，安培借足款項，兩人才結為夫婦。

結婚不到兩個月，波托特以懷孕有礙她的外表為由，搬回娘家。安培苦不堪言，他無法單獨照料兩個小孩，就將領養的女孩送回。一八〇七年六月七日，波托特產下一個女嬰；安培才將這個女孩抱回家，沒想到波托特就向法院申請離婚。一八〇八年四月兩人離婚，安

培請母親來巴黎替她照顧小孩，一年後，母親病逝。安培只好搬到學校宿舍，請管家幫他照顧孩子。

深深的墮落

離婚後，安培的感情世界大變。白天，他是個大學教授，又是各大學的教育督導。晚上，他卻隱名換姓，到聲色場所放縱情慾。一八一一年，他與一位有夫之婦同居。一八一二年，他與孩子的女家庭教師發生不倫關係，竟被兒子撞見。一八一四年，他才警覺自己行為不對，他在日記中寫道：「我內心的欲望，是我的意志難以駕馭的……耗損我的生活……我又能做什麼才能彌補所犯的錯誤？我做的是何等地邪惡。」但是，他仍難以自情慾世界中自拔。一八一四年，安培自殺一次，沒有成功，他愈來愈沮喪。

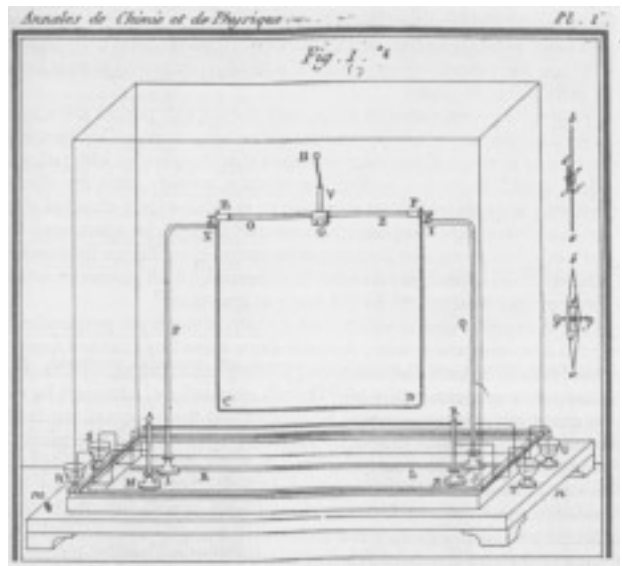
重新出發

一八一七年十月，安培在家整理父親留給他的遺物，發現裡面有一本書，是十五世紀「弟兄們來過平凡的生活」修會的修道士金碧士（Thomas à Kempis, 1379-1471）所寫的《效法基督》。《效法基督》是中世紀最著



無機化學之父—戴維

《效法基督》- 57 頁



安培研究電流作用力的實驗裝置

André-Marie Ampère, p. 239

名的靈修書籍之一，金碧士也是一個教育家，他所參加的「弟兄們來過平凡的生活」修會，建立了人類最早的「中學教育制度」。安培閱讀此書後寫道：「一個空虛的心，如何架構耀人的哲學？自己易變的思想，如何值得信賴。知識不能解救墮落的人性。……」他離開情慾的網羅，重新出發。

電動力學實驗

一八〇二年七月，奧斯特（Hans Christian Oersted, 1777-1851）發表〈電流對磁針影響的實驗〉一文，震驚全歐。安培立刻想到有一種未知的「力」影響電流對於磁針的偏轉，他認為這未知的力可能是解開「磁」現象的關鍵。奧斯特的實驗發現，蘊涵著研究電磁現象的正確起點。

安培的電學實驗非常簡單，他用兩條平行的導線，一條固定在底座上，一條以支架懸掛在空中，支架的長度可以伸縮並控制兩條導線間的距離。懸掛在空中的導線連在一個可以旋轉的軸承上。由這條導線在空中的擺旋，可以測得兩條導線在通電時的作用力。

同年十月二日，安培在法國國家科學會上發表非常著名的〈直線電導線間的電動力〉。這篇研究報告使安培在科學史上獲得「電動力學之父」的美譽，他提出：「當這兩條導線上的電流方向相同，則導線互相吸引；反之，當電流方向相反時，導線互相排斥。其吸引力或排

斥力與導線之間距離的平方成反比。」後來，這稱為「安培定律」(Ampère's Law)。

探討磁的本質

安培以電動力的法則解釋奧斯特的實驗發現，是通電導線間產生的互吸或互斥力，使磁針偏轉。安培更提出：「磁針內部的分子結構之間也有電流在移動，這些分子間移動的電流是磁的來源，所以磁是由於電流流動而產生的現象。」以電流移動產生的電力去解釋磁的本質，是安培對電磁物理學最大的貢獻。

同年十二月四日，安培將導線匝成線圈，他發現「線圈的匝數愈多，電流產生的力也愈大」，後來這稱為「安培加成定律」(Ampère's Addition Law)。

理論物理與實驗物理的區隔

一八二一年一月，安培開始以數學演繹通電導線間的電力大小。他將電導線擺成不同的角度、不同的距離進行實驗，並將結果以數學表示。由於電力的大小與距離的平方成反比，安培提出「距離等於零時，電力的大小無法測定與表示，這是數學演繹與實驗物理間的差異。」安培是第一個人將物理區分為理論物理與實驗物理兩大領域的人，但是他自己始終在這



電磁學之父——奧斯特

兩個領域之間擺盪。他有時認為：「數學的演繹並不能視為物理思考的起始點，除非是以實驗的方式，了解物理現象的實質」，有時又認為：「物理的法則，不能以實驗去證明，祇能以數學去演繹。」

一八二二年，安培認為電流的移動「方向」，可以用正、負號表示，這也首開以數學正負號表示物理的移動方向性的例子。此後四年，安培以更多的實驗去驗證他在電動力學上的理論。一八二六年，他已被歐洲的科學界公認為首屈一指的物理科學家，但是安培自承一直搞不清楚「電流在導線上如何移動」與「電流上的粒子如何橫越一段距離與另一條導線上的電流產生作用力」，他稱自己不過是「用實驗與數學表示電動力法則的人」。

建立科學教育的系統架構

一八二八年，安培生了一場重病。病癒後，他辭去綜合技術學院的教職，花更多的時間在全國各級學校的教育督導工作上。他認為學生應該在「系統的方式」下學習自然科學，但是到了十九世紀初期，自然科學已經成為龐大的學門，而且分為許多專門領域，每一個科學家盡其一生的努力，也祇能明白某個學術領域的知識，無法橫跨所有的學科。安培認為這是科學教育的危機，學生祇是在學習一些支離破碎的知識，為此，需要有人將科學知識建立一個體系，讓學生自小學、中學、大學有系統地學習，因此安培奉獻人生最後的學識精華，為科學教育而努力。

他在一八三四年出版《評論》一書，指出科學

教育的系統性。他認為：「科學教育的目的，不祇是在了解大自然，而是在喚醒人知道自己存在的價值。」他繼續寫道：「爲此，科學教育旨在培養學生觀察、分析、實驗與綜合的四種能力，使他們的悟性增進、知識更新。」安培將整個科學教育分爲四種層次：分別爲了解學科的特性、綜合不同學科的特性去了解大自然、由了解大自然到人對大自然的管理，與人與人在大自然中的互動。

科學教育的進階

他認爲數學是學生進入科學教育系統的第一步，小學教育應由「算術」教起，因爲計算數字是所有科學的基礎；在中學教三角與幾何學，讓學生了解自然界的事物與時間、空間的關係；在大學開設微積分，以準備描述事物因果間的變化。

其次，安培認爲學物理應由「宇宙學」開始，了解自然界宏觀的次序。再教「原子論」，因爲所有的物理與化學的自然法則都共同建立在對基本粒子的了解。而後再教由原子運動引申出的「光學」、「熱學」，再進到巨觀的物質運動「機械學」與其應用的「地理」與「航海學」、「天文學」等。

生物學方面，安培建議由「形態分類學」進入，進而學習「植物學」、「動物學」、「醫學」、「獸醫學」等後，再論「生物與社會、經濟的關係」。

整合人類的科學知識是幾乎不能完成的任務，但是安培相信「人類的知識存在一種分類邏輯，這是科學教育的基礎……這不僅是我的責任，也是愛的付出。」一八三五年，他繼續寫《評論》的第二冊，這冊他沒寫完，在他死後七年，才由他的兒子替他完成並出版。



傑出的物理實驗家——法拉第

Williams, L.P. Michael Faraday, p. 132-14a, Da Capo Series in Science

安培的晚年

安培的晚年非常淒涼，他以教育家自居，他的孩子卻不聽他的話，中年時在情慾上的放蕩，使他成爲一個失去教育孩子權柄的父親。一八二〇年，他的兒子離家，與一個大他二十歲的女人同居，直到一八三五年才回來與父親復合。安培的女兒在一八二七年結婚，嫁給一個酒鬼。安培後來都在學校擔任視察督導，另一個原因是在籌更多的出差費，以供女兒一家的生活開銷。

一八三六年六月十日，安培身體已經疲憊，仍然趕去一個學校視察，他死於途中，死時，身上仍放著《效法基督》這本書。 □

深度閱讀資料

Appleyard, R. (1968) *Pioneers of Electrical Communication*, Chapter 2, André-Marie Ampère, 33-54. Macmillan and Co., Great Britain.

Gamow, G. (1961) *The Great Physicists from Galileo to Einstein*, 124-157. Dover Publications, Inc., U.S.A.

Hofmann, J.R. (1995) *André-Marie Ampère*. Cambridge University Press, U.S.A.

Verschuur, G.L. (1993) *Hidden Attraction—The Mystery and History of Magnetism*, 55-72. Oxford University Press, U.S.A.

張文亮

台灣大學生物環境系統工程學系