

孟德爾的故事

孟 德 爾

前言

孟德爾與達爾文都是十九世紀的生物學大師，他們的科學成就也相輔相成、互相發明。但是，他們幾乎在各方面都是強烈的對比。因此在說孟德爾的故事之前，先將他們兩人比較一番，更能提升聽故事的興味。

首先，達爾文出身有錢人家，孟德爾正相反，家境貧寒。達爾文受過完整的教育，中學之後，父親就送他上大學。達爾文的父、祖都是醫師，因此他上了父親的母校——愛丁堡大學醫學院。但是達爾文很快就發現自己對醫學不感興趣，並不用功。後來他在自傳裡說，當年他不用功，還有一個理由，那就是他家裡有錢。他盤算著將來繼承父親的財產，不用工作也能過愜意的生活。一點不錯，達爾文一生從未領過薪水。而孟德爾要不是家裡窮，可能根本不會選擇進入修道院。

其次，達爾文不到三十歲，已經是成名的自然學者。五十歲那年發表的《物種原始論》，當時就是暢銷書，他有生之年至少修訂了五次。然後他另外發表了十部書，都引起學界注意。孟德爾正相反，一生沒寫過書，只發表過寥寥幾篇科學論文，當時沒有引起反響，三十多年之後才有學者「重新發現」其中兩篇的意義與價值。其中之一是豌豆雜交實驗報告——全世界的中學生物教科書必然包含的教材。

第三，達爾文生前已享有「偉大科學家」的聲名，過世時每一篇追悼文都會細數他的成就。因此英國國會很快通過讓他入葬西敏寺的動議。孟德爾的追悼文則很少具體提到他的科學成就，而是以描述他的人格特質為主。

第四、研究他們兩人的科學思想，達爾文有大量文獻可供參考，除了正式的出版物，他構思演化理論的筆記都完整地保存下來。1831-1836 年，他隨英國海軍小獵犬號環球一周，在船上他有哪些書可看我們也很清楚。更不要說達爾文與世界各地學者的往來信件，數以千計，早已在編輯、出版中。孟德爾正相反，因此有些據說是他說過的話，1900 年之後才「出土」，例如他對友人說：「我的光榮時刻終將來臨。」

最後，達爾文大概沒有讀過孟德爾的論文，也沒有聽說過孟德爾。可是孟德爾不只聽說過達爾文的演化理論，還買過至少兩種達爾文著作的德譯本，包括《物種原始論》。因此，孟德爾必然受過達爾文的影響，我們卻沒有證據顯示達爾文受過孟德爾的影響。

一. 貧窮

孟德爾的出生地在今日捷克東部的莫拉維亞，當年屬於奧地利帝國，官方語言是日耳曼語（德語）。但是莫拉維亞以說捷克語（斯拉夫語系）的族群占絕大多數；在當地日耳曼人是外來族群。孟德爾家可能是十六世紀從符騰堡（今日德國境內）遷到那裡的，鄰人、家裡仍然說日耳曼語。（第一次世界大戰結束後，奧地利帝國解體，捷克建國；第二次世界大戰結束後，捷克政府強迫當地的日耳曼人「返國」。）

孟德爾的父親是農人，村裡有七十多個家戶，耕作的農地屬於封建主，每周必須為封建主服務三天，其他時間才能用來為家人營生。他家耕作那塊地，至少一個世紀了。

那位封建主很開明。她在自己的果園、花園引進外地的品種，結果良好，便把那些花果當禮物，透過教會分送佃農。當時使用的技術是嫁接（或叫接枝），孟德爾從小就協助父親，因此對於改良花果品種的技術並不陌生。

孟德爾上有姊姊、下有妹妹，但他是獨子，繼承父親的土地、成為農人似乎是他的宿命。然而奧地利帝國在 18 世紀末實施義務教育，孟德爾的正式教育始於農村小學。由於成績出眾，老師推薦他到附近小城裡（距家 25 公里）專為窮人家子弟辦的學校繼續求學，免學費，但是要負擔住宿費。大體而言那所學校相當於職校，並不是高等教育的預校。一年後，孟德爾 12 歲，再到距家更遠（36 公里）的城裡上學，開始品嘗大城市的生活。那是一所傳統中學，前四年是基礎學程，後兩年進階學程。在那裡，孟德爾第一次接觸到不是農家出身的青少年。

二. 脫貧

但是孟德爾家不可能長期供他上學。1838 年初，父親出了意外，被砍下的樹幹壓傷胸膛，不能再像從前一樣工作，家境更差。好在孟德爾修過教育學分，考取執照，可以為同學補習功課掙錢。不過第二年春季他便身心俱疲，在學期結束前精神崩潰，回家休養。儘管如此，1840 年孟德爾還是以優異的成績畢業。他擁有的執照讓他有資格擔任小學教師——只要他有門路。他決定繼續深造。

1840 年，孟德爾進入離家五十公里的一所哲學學院就讀，那是當地大學的一部分，不妨視為大學預科。學院免了他學費，可是他得自己賺生活費，還要租房。在一個陌生的城市裡賺錢不容易，更麻煩的是，許多人的日常語言是他陌生的捷克語。結果，第一學期末，考試還沒有全部考完，他又病倒了，只好回家休養。1841 年秋天，他必須重新註冊入學。

孟德爾返校之前，父母已盤算好了：父親與長女婿簽訂合約，轉讓農地，一年後生效，合約中註明姐夫必須資助孟德爾求學，並為他十一歲的妹妹備辦嫁妝。後來他的外甥追述，他妹妹當時同意撥出一部分妝奩預備金贊助哥哥上學。這份合約還透露了一個更重要的決定：支持孟德爾追求神職。

在哲學學院中，孟德爾第一次上大學教授的課。必修課包括數學、自然史、物理。物理教授法蘭茲是他人生中的第一位貴人。1843 年 6 月，兩年四個學期的學程要結束了，法蘭茲收到布爾諾（Brno）聖多默修道院友人的來信，請他

推薦出色的學生。

布爾諾是莫拉維亞第一大城（今日仍是捷克的第二大城），位於中歐南來北往的交通要衝，是個大都會，距離維也納一百八十公里左右，一八三九年就有鐵路通維也納。法蘭茲先前在布爾諾的哲學學院教書，便住在聖多默修道院。他在為孟德爾寫的介紹信裡指出：孟德爾的成績一直很優異，物理尤其名列前茅；雖然捷克語很菜，但有心迎頭趕上。1843 年 10 月 9 日，孟德爾過完 21 歲生日之後三個月，成為聖多默修道院的見習修士，導師是一位對改良水果品種、提升產值深感興趣的修士。

布爾諾的這個修道院可大有來頭，它是莫拉維亞伯爵在 1350 年（元朝末年）建立的。莫拉維亞伯爵是神聖羅馬帝國皇帝查理四世的弟弟。（查理四世本人創辦了布拉格大學——中歐第一所大學。）根據伯爵的指示，他與他的繼承人都會埋在修道院，修士有義務為他們的靈魂祈禱。因此他為修道院提供了經濟來源：修道院擁有土地，有權向居民收租。自 1721 年起，院長都是終身職。

但是到了十八世紀末，一半以上的修道院都由皇帝下令解散了，倖存者服事的對象不再只是教會，還有國家。教會與修道院都要承擔國家交辦的事務，例如醫療與教育。1783 年，布爾諾修道院的修士被迫放棄位於城中心的堂皇建築，搬到城郊的破舊修女院裡。1807 年，修道院又接到命令，為新成立的布爾諾哲學學院（相當於大學預科）與神學院提供師資。1824 年選出的院長，專長是哲學與神學，對於教學非常熱衷，甚至引起主教批評。（1867 年，這位院長過世，第二年由孟德爾接任，此是後話。）新院長對於科學，特別是與農牧業有關的

都極為熱心，部分動機來自提高農牧生產的收益、改善修道院的財務。因此他積極參與當地科學學會、農牧學會的活動，育種實驗成為修道院裡的常態研究計畫也就理所當然了。事實上，在布爾諾哲學學院，主修神學的學生必須修農業科學的課，著眼點便是將來他們能夠協助農民提升生產力。

至於孟德爾追求聖職的動機，根據他後來的自述，則是逃脫匱乏的生活，而不是天啟召喚。有趣的是，他從小就是老師眼中的模範學生，但是「宗教」科成績總是不如其他學科。

三. 深造

一年見習期滿後，孟德爾開始修哲學、神學等必修課，只要有時間他可以研究自己感興趣的科學。修道院裡有圖書館，還有植物館、礦物館（地質標本館）、一小塊花園。他也會修農業的課，例如以自花授粉的技術育種。

由於修道院的人手不夠，1847 年 8 月 6 日，孟德爾提前一年領受聖秩，派往舊城區服務，舊城區有一家醫院。那時，貧病的人才會上醫院，而醫院因為資源不夠，髒、亂不堪，簡直成了病原集散地。孟德爾發現到醫院服務令他身心俱疲，不到半年就病倒了。於是修道院院長建議改派他去教書，院長向主教提出的理由是：孟德爾生性恬退、羞怯，看見病人受苦，感同身受，難以自己，反而自己病倒了，因此不適合擔任教區神父。他還強調孟德爾對於科學的興趣。

1849 年 10 月，孟德爾調到距布爾諾 60 公里的一所中學教自然史與物理，平均一週上 20 節課。根據法令，通過大學承辦的檢定考試，才能取得中學教師資格。第二年校長便向維也納大學提出申請，要求為三位新進老師舉行檢定考試，孟德爾的教學科目是：全年級的自然史，以及低年級的物理。

檢定考試分三個階段。首先，由兩位教授分別出題寄給考生，他們必須在六至八個星期內以論文答覆。除了命題教授，另有一位文學教授針對文筆評分。孟德爾收到的題目是：一位動物學教授要求他描述不同時代的地層各有什麼特色；一位物理教授要求他描述空氣的力學與化學性質，並說明風的形成。那位物理教授是檢定委員會主席，也是現任內閣成員。幸運的是，孟德爾當年上法

蘭茲的物理課，使用的是他寫的教科書。那本教科書當時仍然在流通。結果地質學論文不及格，大氣論文過關。

但是兩位教授同意讓孟德爾參加筆試與口試。筆試一科三小時，隔一天再考一科。再隔一天舉行口試。結果兩位教授都對孟德爾的筆試表現失望。口試時，物理教授仍然不滿意，但是動物學教授卻認為他的表現比筆試要好。綜合而言，檢定委員會最後建議孟德爾「到大學修課，然後重考」，並強調他沒有過關「不是因為不努力也不是天資不夠」，而是「缺乏適當的教育」。一年後（1851 年夏），檢定委員會主席答覆聖多默修道院院長的詢問，提出了更具體的建議：讓孟德爾到維也納大學進修。於是院長為孟德爾打點一切，將他送到維也納大學，一去兩年。

1848 年在歐洲史上是個改革的年代，雖然遍地是革命的怒火，但是革命都失敗了，好在反動政府並不因而自以為是，因此「改革」當道。對快三十歲的孟德爾而言，那真是進入維也納大學求學的好時機。新的實驗物理學研究所在 1850 年成立，由都卜勒（Doppler, 1803-1853）擔任所長，教育部規定那個新的研究所專門訓練中學教師，一班只收 12 名學生，整個學程三個學期上完，可是孟德爾每個學期都註冊選課。都卜勒的物理課，理論與實驗並重，而且做實驗錙銖必較，講究效益，畢竟做實驗需要資源。

第一個學期，孟德爾只選了物理課。從第二個學期起，他還修了數學、化學、動物學、植物學、植物生理學、古生物學，合計 2/3 時間花在實驗學科上。在第二、第三學期，他每周要上 32 節課。1853 年 7 月，孟德爾結束了維也納大學的

學業，回到布爾諾，並沒有參加教師檢定考試。十個月後，1854 年 5 月，一所新的中學成立，課程特別著重科學，校長請他教物理。由於孟德爾沒有教師資格，只能當代課老師，薪水只有正職老師的一半。於是 1855 年 4 月他再度申請教師資格檢定。這一次他改變了檢定科目：全年級的物理，以及低年級的自然史。第二年 5 月他赴維也納考筆試與面試，又沒有通過，因為他精神崩潰，無法寫字。他回到修道院，病勢加劇，院長非常擔憂，通知了家長，結果叔叔陪著身體不適的父親來看他。

他病好了之後，似乎對取得教師資格死了心，可是他繼續在那所中學教書，而且是位受愛戴的老師，直到 1868 年他被推選為修道院院長為止。同時(1856)，他開始規劃最後讓他留名青史的豌豆實驗。以後見之明，我們不難推想孟德爾在維也納大學上過的課、念過的書、受到的啟發，與他後來的豌豆實驗有關。但是真相究竟如何，學者至今仍在辯論。關於孟德爾的科學研究，我們下面再說。現在先繼續介紹孟德爾生平中的最後一件大事。

四. 修道院院長

1868 年 3 月 30 日，孟德爾當選修道院院長。這一選舉當時甚至引起警方的注意，因為在莫拉維亞，大部分人說捷克語，說日耳曼語的是少數族群，可是日耳曼語是官方語言，因此捷克人難以擔任公職以及其他比較高尚的職位。修道院裡可能沒有族群對立，但是選舉難免夾雜族群「情緒」：難怪兩輪投票後仍沒有明顯贏家，名列前茅的是一位日耳曼人（孟德爾）、一位捷克人。孟德爾在第三輪當選，因為對手退出（後來他出任一個大學的校長）。至少這顯示了孟德爾是個受同修信任的人。

孟德爾當了院長之後，不但教書，連自己的實驗、研究也放下了。院長的職責瑣瑣大者，涉及修道院的財務管理，以及參與地方的政治機構，還要經營與政府的關係，任何人當了院長都必須全力以赴。我們認識孟德爾，是因為他的科學成就，因此對於他當上院長以後的故事，就不多說了。

五. 孟德爾之謎

孟德爾是一位不凡的科學家，更是謎一般的科學家。提起科學家孟德爾，或是「遺傳學之父」孟德爾，引起的都是感嘆。感嘆他的豌豆雜交論文沒有受到世人的重視，感嘆他在生前沒有享受到應有的聲名，感嘆達爾文沒有收到他的論文，因為缺了他的遺傳學、演化論便顯得不夠圓滿。

比起達爾文，我們對於孟德爾的了解太少了。就研究動機而言，我們不難重建達爾文的思路，雖然他在大學主修的是神學，沒有受過正式的科學訓練。我們知道達爾文的人生轉捩點是在登上小獵犬號之後，也知道他最重要的思想資源是自然學者洪堡德、地質學家萊爾。更重要的是，我們知道達爾文想回答的問題是什麼。

但是我們很難重建孟德爾的思路。我們不清楚他做豌豆雜交實驗的動機。我們稱他遺傳學之父，事實上在他做實驗的時候，生物遺傳機制的細節，特別是生理學，我們知道的很少，連植物的花粉與胚胎的關係都沒弄清楚，更不要說現在人人朗朗上口的基因、染色體、DNA 了。因此，孟德爾為什麼要做豌豆雜交實驗？他想回答的問題是什麼？專家之間都沒有共識。

更教人迷惑的是，他一生只寫過兩篇報導雜交實驗的論文，我們在中學課本裡學到的孟德爾定律來自第一篇論文，而第二篇論文報導的卻是與那些「定律」不相容的觀察。

要是我們以後見之明都弄不清孟德爾想回答的問題，又怎能怪當時的人不重視他的論文呢？

六.「物種問題」：達爾文與孟德爾的共同脈絡

好在孟德爾論文題目中的「雜交」正是理解孟德爾的關鍵詞。在他做雜交實驗之前一百年，有些學者已將「雜交」視為解答「物種問題」的關鍵，例如生

物分類學之父林奈。而達爾文的《物種原始論》正是針對「物種問題」的解答。

「物種問題」是歐洲地質學的結晶，在十八世紀中成形，那可是累積了幾百年的研究成果。地質學者的第一個結論是：地層就是地球的歷史，較低的地層距現在較遠，較高的地層距現在較近；每一地層代表地史的一章。而地層裡往往有化石。地質學者的第二個結論是：化石是古代生物的遺骸，地層越古老，其中的古生物與現代生物的差異越大；越年輕、越相似。化石透露：每個地史時代都有獨特的生物種類與生物相。以脊椎動物為例，古生代早期地層只有魚類，到了晚期，兩棲類出現了；進入中生代後，爬行類越來越繁盛，到了中期、晚期，各有不同類型的恐龍獨霸陸地生態系；新生代則是哺乳類、鳥類。生物類型不斷推陳出新、生物相不斷演替的事實，逼出了「物種問題」：那些層出不窮的新物種是哪裡來的？

傳統的答案是：地球上每個物種都是上帝的創作，永恆不變。雜交無異瀆神，會遭到不育的懲罰。可是學者在野外發現越來越多有生育能力的雜交種，傳統答案不免與時俱變，學者開始想像「大自然」內部有個創造機制，不斷創造新物種。那個創造機制是神賜予的，研究它等於研究上帝的創造智慧，於是科學成了榮耀上帝的手段。十八世紀中，林奈相信，上帝一開始只創造了生物的主要類別，然後那些生物彼此雜交，才成就了我們眼前的生物多樣性。具體的說，林奈認為，每一屬包括的物種都是雜交的產物。換言之，一開始，每一屬只有一個物種。

事實上，人類從事雜交研究已有上萬年的歷史，農、牧業的進展都依賴育種

的經驗與技術；雜交是育種最基本的技術。林奈的想法為從事雜交實驗創造了新的動機。當然，有的人想證明雜交能創造新物種，有的人想證明雜交不能創造新物種。從這個角度來觀察，孟德爾的雜交實驗並不是新鮮新奇的嘗試，他的實驗設計與分析方式才是科學史上的里程碑。由於課本上說的很詳盡，這裡就不重複了。

七. 達爾文對「物種問題」的答案

天擇說（自然選擇理論）是達爾文對「物種問題」的答案。比較完整的論證包括兩個部分，一是物競，一是天擇。

物競即馬爾薩斯原理：生物的生殖力大於環境的生產力。因此每個生物族群中都有許多個體沒有機會生存與生殖。物競的「競」指的是同一族群的個體彼此競爭。我們討論生物演化，往往拿餓虎撲羊做範本，那是不同物種之間的競爭，錯了。每個族群都要面對其他物種的生存壓力，但是每個族群中的個體，與「自己人」的鬥爭才是最慘烈的。因為「自己人」需求的是完全一樣的資源，幾乎沒有替代品。因此假如世上只有一個物種，個體之間也會發生慘烈的物競。

那麼生物族群中哪些個體比較有機會生存、生殖呢？天賦異稟的個體，牠們才有機會將自己的天賦遺傳給子女。天擇或自然選擇，天也罷自然也罷，都是指個體的天賦。擇（選擇）是說個體之間並不平等。天擇（或自然選擇）是相對於人擇（或人工選擇）來說的。人擇（或人工選擇）是人類培育新品種的基

本方法：挑出自己鍾意的個體互相交配。「挑」是人為干預。在野外，沒有這種人為干預，只有天賦異稟的個體才有機會傳種。

這個理論有一個前提，那就是生物族群中的每一個個體都與其他個體不一樣。要是大家都一樣，就沒得「挑」了。個個不一樣，才有得「挑」。那麼生物族群中為什麼每個個體都與眾不同呢？達爾文不知道，孟德爾也不知道，嚴格說來直到廿世紀初科學家仍然不太清楚。真相大白，要拖到 1953 年，也就是將近一百年之後，科學家確定遺傳物質是 DNA、並弄清楚 DNA 的分子結構之後。這便是大多數人認為達爾文的理論缺了一個重要組件——遺傳理論——的理由。

其實不然，達爾文並不需要遺傳理論，他依賴的是人類對於生物的觀察。我們前面說過，人類從事育種已有上萬年的經驗，才有今日的農、牧業。人類馴養家犬的歷史更悠久，早在舊石器時代晚期就開始了。因此我們對於生物族群的自然變異（個體與個體之間的差異），有非常豐富的經驗。從悠久經驗歸納出來的通則，是進一步研究的堅實基礎。達爾文對生物遺傳機制的細節，知道的很少，他主張的遺傳理論在當年即使同志都不贊成。關於物種問題，他的睿見是：個體之間只要稍有差異，就可能影響傳種的機會：微小的差異逐代累積，久而久之便會放大，結果新物種便出現了。

八. 孟德爾定律

進一步說，根據達爾文的理論，生物遺傳機制其實有兩個面相，一個主常，一個主變。龍生龍、鳳生鳳、老鼠生兒會打洞，是生物遺傳的常態。親子、子孫彼此不同也是常態。另一方面，族群中三不五時便會出現與眾不同的異類，是為變態。生物演化最終依賴的是遺傳的變態。達爾文需要的遺傳理論，必須能夠說明變態。

那麼孟德爾定律展現的是生物遺傳的常還是變呢？

以分離律為例。首先，孟德爾選擇兩個豌豆純系雜交。假定一個是紅花，另一個是白花。結果雜交第一代（F1）全是淡紅花。為了判斷 F1 是不是新的純系，孟德爾使用自花授粉技術，結果產生的子代（F2）三種花色都有，而且紅花、淡紅花、白花之間有固定的比例。這就是孟德爾分離律，以大家熟悉的數學式表示，是這樣的：

$$Aa \times Aa = 1AA + 2Aa + 1aa$$

換言之，孟德爾以豌豆雜交實驗證明：雜交種不是穩定的純系。從達爾文的觀點來看，這個發現只能解釋生物遺傳的常態，無法解釋變態。以現代的術語來說，基因突變是天擇的原料；新生的突變基因，為物種演化創造了新的可能。

當年一些反對達爾文的理論的人，便針對「新生突變基因」發難，認為「新生突變基因」是上帝的作品，因此生物演化的方向最終仍在上帝的掌握之中。

九. 孟德爾對達爾文的回應？

1854 年，孟德爾開始做雜交實驗，達爾文還沒有發表《物種原始論》。因此孟德爾期望以實驗資訊驗證的想法，與達爾文演化論沒有直接的關係。不過，《物種原始論》的第一個德譯本在 1860 年出版，根據《物種原始論》第三版（1861 年 4 月）翻譯的第二個德譯本在 1861 年上市，孟德爾在 1862 年買了一本。那本德譯本現在保存在捷克的孟德爾紀念館中。學者在其中發現孟德爾以鉛筆留下的記號，注明值得注意的字句，共有 18 處，其中以第二章〈自然界的生物變異〉（5 處）與第八章〈雜交〉（8 處）最多。

那些引起孟德爾注意的文句，最值得注意的是這一個論斷：

純系雜交的第一代，變異性較小；可是牠們繼續雜交之後，變異幅度便會擴大。這是個值得深究的事實，因為它與我對於生物變異的解釋有關。我認為，生物的世代變異源自生殖系統對於生活條件的敏感；生活條件稍有變化便往往導致不育，或無法產生與親代相同的子女。純系雜交的第一代，由於親代的生殖器官都沒遭遇過擾動，變異不大；可是雜種的後代，由於親代的生殖系統已遭擾動，因此變異幅度較大。

這個論斷中，「生活條件」（conditions of life）是達爾文的常用詞。他在《物種原始論》第一章第一段便以同一詞解釋生物的世代變異：

生物必須在新的生活條件中繁殖好幾代，才會產生可觀的變異。生物的體制一旦開始變異，通常會持續許多世代。

孟德爾同樣在「生活條件」旁做了註記。

達爾文在《物種原始論》第一章第一段討論的問題是：

人培育出的生物品種，往往與祖先有很大的差異，彼此也有很大的差異。可是在野外，同一種生物彼此的差異卻不大。這是怎麼回事？

達爾文的解釋是：野外與人工環境的生活條件不同。野生生物進入人工環境後，由於生活條件不同，生殖生理發生變化，子女因而發生了較大的變化。此外，人工環境彼此不同也促成了不同的變種。

孟德爾在閱讀《物種原始論》的時候，豌豆實驗已做了5年以上，那時他必然已開始分析現象與數據。我們可以推斷，孟德爾讀完《物種原始論》，大約是在1862年年底，他1865年春天公開報告實驗結果，第二年發表論文，因此他有充分時間與達爾文「切磋」。

果不其然，孟德爾在論文中，明白指出：

我同意，人工培育有利於新品種的形成，而人培育出的許多變種都能存活。但是我們不能說生物形成變種的傾向非常強，物種很快就會喪失穩定性，牠們的後代會分化成無限多不同的形式。如果生活條件是造成生物變異的唯一因子，那麼人工培養出來的品種，由於在幾乎同樣的環境中生活了幾百年，應該早就穩定下來了。

從這一段來看，孟德爾到底是支持林奈呢（雜交是產生新物種的機制），還是反對？

1862 年暑假，孟德爾與中學的同事一起到倫敦參觀世界博覽會。他大概在這一年讀完《物種原始論》。有些孟德爾的傳記作者不禁想像他們會面的場景。從以上的引文我們可以看出，關於雜交的結果，當年學者擁有各種資訊，可用以支持任何關於生物遺傳機制、或是物種演變的主張，只不過學者歸納出的通則，大部分都不出自嚴格的實驗設計。孟德爾的雜交實驗報告在當時可說是異數——實驗設計、分析方式都與主流模式不同。後來新生代學者「重新發現」那篇論文的價值，不妨視為孟德爾「超越」了時代的明證。是耶非耶？學者至今仍在辯論，尚無定論。

十. 非戰之罪

孟德爾擔任修道院院長後，只發表過一篇科學論文。許多人認為，繁雜的院長職務是使孟德爾無法繼續研究的主因。這當然言之成理，然而從他擔任院長一年多之後宣讀的簡短論文來看，可能不完全是這麼回事。

原來他在豌豆實驗之後，繼續以菊科山柳橘屬的物種做實驗。他發現山柳橘雜交的結果，與豌豆完全相反。舉例來說，在豌豆實驗中，圓形種子與多面體種子的品種雜交後，第一子代（F1）的種子青一色是圓形的，可是第一子代自花授粉後形成的種子（F2），有的是圓形，有的是多面體。也就是說，豌豆雜交的子代不能形成「純系」。山柳橘屬則不然，雜交的第一代（F1）品相駁雜，但是各自可以培育成純系。現在我們知道，那是因為山柳橘 F1 發生了非融合生殖——卵母細胞沒經過減數分裂，直接形成胚胎。那些種子其實是母株的「克隆」（clone），基因組與母株完全一樣。

因此，孟德爾對豌豆雜交的觀察結果（孟德爾定律？），與山柳橘的實驗結果並不相容。這篇論文發表在學報上之後，孟德爾沒有訂購抽印本、分贈重要學者，也許正反映他對實驗結果的失望？要是孟德爾不能證實自己發現的「孟德爾定律」，怎麼能夠期待別人相信「孟德爾定律」呢？

不過，有些學者認為這個解釋並不周延，也許根本就搞錯了孟德爾的實驗動機。山柳橘是研究雜交的學者熟悉的植物，孟德爾在實驗之前對於過去的觀察早有認識。他的動機可能是嘗試培育穩定的新品種（雜交種）。畢竟他想探討的

問題是物種演變的機制。大千世界芸芸眾生，不同的植物受不同的內外條件影響，遺傳機制也許各有各的特色，因而演化潛力不同——因此山柳橘實驗的結果與豌豆實驗並不是不相容，而可能是同一機制的不同表現。

十一. 科學是集體事業

一九五三年，美國人華生（James Watson, 1928-）將許多人的研究成果綜合在一起，為遺傳學建立了完整的基礎，獲得一九六二年諾貝爾生醫獎。科學的遺傳學在十九世紀末/二十世紀初誕生，也是許多研究成果匯聚的結晶。我們紀念重大的科學突破，習慣標舉個人的成就，忽略了科學是集體事業。科學教育強調個人層次的好奇、觀察、懷疑等素質，在科學知識以爆發速率成長的時代，似乎已不合時宜。

孟德爾以「物理學思路」分析豌豆雜交實驗的數據，得到「孟德爾定律」，倒提醒我們：跨學科的訓練非常重要。今後只怕會更重要。

Copyright © 2018 王道還 All rights reserved.

2018/9/30 修訂