

萬有文庫

第二集七百種

王雲五主編

無盡的探究
三千年來科學史

(三)

魏斯特惠著

鄭大朴譯

商務印書館發行

無盡的探究
三千年來科學史
(三)

魏斯特惠著
鄭太朴譯

漢譯世界名著

第二十三章

有功於方法之探討者

培根氏及笛卡兒氏

僅就智力而言，法蘭西斯培根氏（即九羅蘭爵士，1561-1626 年）在英格蘭人中自要算是第一等的人物了。以一個文士而言，他是一個極聰穎的人，這是無人否認的，而有好些他的朋友，則將其視為莎士比亞一切著作之肇源者，亦沒有什麼不可。在他的時代，論到哲學，亦無人能與匹敵，而他的法律知識，亦足使他為大法官而有餘。他雖信奉舊教，但他的過人才智，自無人疑問過。

在文藝復興時代之科學方面，英格蘭是極落後的。彼時意大利，德意志，法蘭西，荷蘭以及丹麥等處，雖已人才輩出，著名於世，但英格蘭的學者，則還在那裏信奉亞理斯多德不敢稍違，專向中世紀的故紙堆中討生活，還想不到直接向自然界及

實驗室中去。

或者培根氏是一個法律家，故他極銳利的感到，彼時一般英格蘭科學家所用之方法是不對的。培根氏本身雖然並不是習科學的人，但他看得很明白，好多英格蘭研究家所據以作結論之證據是不足的，事實上並沒有什麼基礎，故如欲求進步，則所用之方法，必須有根本上的改革。他因此著了一部書，叫做“*Novum Organum*”，其中極多啓示之處，凡從事科學者均當一讀之。

他對於從事科學者所提出的勸告，是勸他們直接向自然界去，用觀察及實驗以搜集事實，將其組織之，然後以之爲根據作結論。這是極對的。不過他的勸告，並不得自研究實際上所用的方法。彼時的英格蘭，固亦有些研究工作值得一顧者。但培根氏的勸告，實在說來，亦即是尋常律師所常提及者：『先須有事實』。他對於科學上所用之技術，究竟所知不多，故不能深切知道一切研究工作方面之主要的性質。他不知道，在一切科學的發見中，差不多都有直覺的作用參與其間。他以爲機械的規則不難制定之，故祇須有中人之智者，即可從事於探討而有所得。故他曾謂吾人將探討自然之祕密的規則制定後，其問題即甚簡單了。

培根氏自己，未嘗於科學方面有所發見，而凡採用他的方法以從事於研究者，亦未能有所發見。但是，雖然如此，他對於研究科學者，亦頗有大的影響，因為他勸他們離開故紙堆，引導他們去從事於觀察及實驗。故他的功，在於『耕犁土地，俾得下種子於其上』，使研究自然事實的種子，得以萌芽。他對於科學之間接的供獻是不少的。但是，要說他的方法，能使吾人窺得整個自然界之奧祕，則相去甚遠了。

培根氏的知識雖不少，但他的時代中好多傑出人物之供獻，如伽利略氏及司德維納斯氏者，則他竟茫無所聞。他對於哥白尼氏之學說，表示厭惡之意，這或可說是律師的常態，但他對於英格蘭的科學家如吉爾伯特(Gilbert)及哈維(Harvey)等亦深有敵意，這就真是難以索解的事了。

一般的批評，均以爲培根氏之言，深能發揚蹈勵，使人醒悟。此語對於培根，實頗適當，足可以之回答批評培根的人們。吾們須知道，培根氏雖非爲科學家，但對於科學，頗具英格蘭人之實用的心理，故不能立即證實者，均不能爲他所滿意，而抽象的假設，則爲他所不信任。他的風格近於牛頓氏而不近於笛卡兒氏。

笛卡兒(René Descartes, 1596—1650 年)氏雖與培根同

時代，但較他爲幼。笛氏爲法蘭西人，生於名門，其門第之高，已達到不許與身分較低者通婚的地位。但是，以一個具有天才的人而生於此種門第，實在亦不是完全適當的，因爲在優裕的環境中，既無刺激使其努力，則即易成爲游手好閒之徒了。故笛氏的身世，向來還是優游慣的，努力之時並不甚多。當他二十四歲時，他的心中卻想到了一種新的有力量的數學方法，故不久他即拋棄了巴黎的這批游蕩朋友，到荷蘭去遊歷了數年，末後，他定下來工作了。但他優閒成性，自不肯十分努力；不過他生性智力過人，而且他的一點鐘工作可抵常人之三點鐘工作，故還有不少的供獻。

笛卡兒氏所生的時代，適爲宗教改革極受反響之時，歐洲的宗教生活，正復高漲之際。尤其是在德意志方面，宗教改革正因其內部的分裂，其個人主義以及其鬭爭，致極爲衰弱。其工作雖頗必要，但爲破壞性質者，故有反響對之發生。同時，個人主義太強，自亦含有危險性。倘各個人均按照其自己的方法以求真理，則每易忽略他人的工作，而以爲一己所得者，可代表全人類。故在十六世紀之末，雖舊時的好多不真確信條已被破除，但其新建立起來的信條，其頑固無理性，亦與舊者無異，而且主張之者更爲暴烈。在他方面，舊教卻已頗有經驗，故十

七世紀時之羅馬教會，已與十六世紀時者不相同，較之以前遠爲有力量，而且遠爲健全而活動了。

但喀爾文(Calvin)之要求個人的自由，至少有此影響，使人不願再爲一套人爲的網所束縛。於是不息的探討精神四溢，而各處均有進步可見。大陸上科學研究者之可驚的成績，使人知道，要發見自然界中之動作，必須依賴自己的能力，不可求之於超自然的助力。

笛卡兒之生活，即受此種精神上的影響。在此時代中，具有天才的人，雖一時未有表現，但環境則推動之使其奮發，而且在各種學術方面，尤以自然科學上所表現之新的知識運動爲明顯，故笛氏亦捲入於此科學的潮流中了。新秩序與舊秩序之分界線，尋常以1600年時白魯諾(Bruno)之以身殉學被教會慘焚爲界，但在事實上，則1633年時伽利略氏之受審訊，其對於教會之影響，實尤爲甚。在此以前，教會之權威是無上的，而自此以後，則人們開始於自由思想了。彼時笛氏年方三十七歲，而英格蘭方面則正醞釀內戰。

吾們今可將笛氏之知識方面的工作，分三部論之，即，他的哲學，他的玄想的科學，以及他的幾何學。

笛卡兒氏之哲學——笛氏提出一個根本原則，以爲無論

何種事物，除非吾人對之有真知灼見，實在無法否認之，乃足使吾人相信。在彼時存在的各種哲學系統方面，他找不到何種系統中含有真理之標準。因之，在他看來，這是一個大問題：『在知識方面，是否有究竟的基本原則，可視之爲絕對真實者？』

笛氏的目的，在求一出發點，可用以推理，在求一不可動搖的真實性。而此則他以爲祇有他自己的意識。『我對於任何事物都可懷疑，但我不能懷疑我自己的存在，因爲在我的懷疑中，使我發覺，有能懷疑者在』。『我思，故我存在』。“Cogito, ergo sum”。『無論此外有無其他的真實性，但此總是一個真實性』。

笛氏系統之主要的部分，在於一條原理：凡明白而清晰感知的理念卽爲真者。笛氏之所謂明白者，其意謂不暗昧，而其所謂清晰者，則爲極顯明，因而不難將其一理念與其他理念相分別之謂。『但吾們不能以爲知覺上之明白，構成理念之真實性』。

笛氏之第二步驟，於是在制定四種規則，以甄別理念：(1) 倘事物不能明白清晰的認識之，卽不能接受之視之爲真者；(2) 凡困難之點，務設法將其分析之成爲諸部分，部分愈多愈

好；(3)有方法的，按次序的檢討之，以最簡單而最易知者為開始；(4)完備的臚舉之，一般的檢閱之，使主要者不致遺漏。

笛氏所提出的方法，自深受其數學研究之影響，故其方法主要的是演繹者。他覺得若干不可動搖的公理，用為推理之根據，實極可靠。因之，他所提出來的新方法，與培根氏所提出來者完全不相同。培根氏的方法與笛卡兒氏的方法，都不能說是對的，不過他們都感到新方法之必要，而以他們所處的時代而論，正當科學幼稚之時，亦不能不承認，他們對於一般人，深有引其上正軌之功。但他們這二位，都不肯與彼時科學上極有成功的人相切磋，以求擴充自己的知識。例如培根氏對於其同國人吉爾伯特氏，深有敵意，曾苛刻的批評之，而笛氏則對於伽利略氏亦頗藐視，實則伽氏之偉大，遠非笛氏所能及。

笛卡兒氏之漩渦——刻卜勒氏已指出行星之運動方式，而將托勒密之『轉動層』取消了，因之，行星何由而轉，似無以說明之了。最先想解決此問題者，是笛卡兒氏。他假定空間中有物瀰漫，其質似流體，此流體係在運動狀態中，而最為自然的運動則為圓的。他這種觀念之來源，當然是因為他看見輕的物體，在風的漩渦中或水的漩渦中被挾而轉所致。於是他想出一種方案，用漩渦的運動以解釋宇宙，名之為“vortices”

(漩渦)。他設想太陽居於極大的流體漩渦之中，其他的行星均浮於漩渦中被挾而轉，一如水漩渦中之草然。同時，每一個行星，復爲一小的漩渦之中心，其衛星旋轉於其中。笛氏曾將此理論詳細的陳述之，看來他似欲於天文上開闢一新紀元；他的辦法，係欲將所見於地面上之小規模的力學定律，推及之於全宇宙，以解釋全宇宙之現象。他並用漩渦中物體之向心現象，以說明萬有引力；至於內聚力，則爲分開物體質點的運動不存在時之現象。除此而外，笛氏不能設想，尙有何種黏力較此爲強。

這個理論曾引起很多人的注意。彼時的大學中，並曾列之於課程中，故牛頓在劍橋時亦曾研究過此。一般人都歡迎之，因爲他們現在不獨知道其如何運動，而且並知道其何故運動了。

不過此理論與刻卜勒氏之定律，卻並沒有什麼關係，而且笛氏或者根本上就不知道刻氏之定律。笛氏很少讀他人的著作，而且生性嫉妬自私，故他不喜與人往來，而多獨自工作。他的理論，完全是出於玄想的，故經不起一個科學大師之一舉手，便站不住了。數十年後。牛頓氏將此理論略一檢討，便知其與刻卜勒氏之定律不相容，而且與力學之基本定律亦不相容。

如果說笛氏之漩渦說，可爲近代太陽系統之起源說之先驅，那是極端不能承認的，須知近代關於太陽系統起源之好多理論，雖然有些已證明其不能用而被拋棄，但這些理論至少還有許多事實足爲根據的，決不是全出於空想。同時，吾們亦不能承認笛氏之理論與近代的物質理論，如以太的理論或其他，可有何種關係，因爲近代的物質理論，本均爲好多精細的實驗或數學探討之結果，不過後來因爲有新的事實發見，則自亦須修改而不能用了。笛氏之理論，僅爲一種奇想，不能視之爲科學性質者，故自祇能備博物院中之陳列，備後人觀玩而已。

笛卡兒氏之幾何學——在這一部分工作方面，笛氏確有重要的供獻。笛氏爲第一流的數學家，這是無疑問的，其所創代數的幾何學，後來在數學上成爲極重要的工具，至有價值。

此系統之根本思想，實在亦不是新的。用經緯度以定地方之位置，此事早爲希臘人所習用。仿此，平面內之任何一點，自亦可用其與二任意線之垂直距離以定之，此二任意線，則可以直角相交。這二條線，尋常以 OX 及 OY 表之，並稱之爲『坐標軸』。例如 P 點與 X 軸相距 2 寸，與 Y 軸

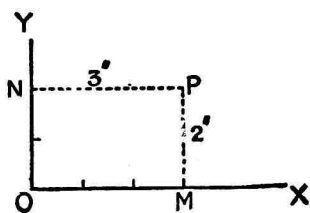


圖 46

相距 3 寸。此二距離 PM 及 PN 名爲 P 點之坐標，故如坐標爲已知者，則其點即可獲得(圖 46)。

讀者猶可憶及，在校中時，曾做過描圖的工作，如將 $2x = 3y$ 一線描出之是。用此方法，吾們可將一代數方程化爲幾何的線 OQ (圖 47)。其法則因 $2x = 3y$ ，故 $y = \frac{2}{3}x$ ，此式之意義，亦即是說， y 坐標，恆等於 x 坐標之三分之二。例如吾人由線上任何一點 P_1 。作垂線於 OX 軸上，即 P_1M_1 ，則此坐標(距離) P_1M_1 爲 OM_1 之 $\frac{2}{3}$ 。由其他的點作垂線時亦是如此，例如由 P_2 作垂線時，則其 y 坐標 P_2M_2 ，亦爲 x 坐標 OM_2 之 $\frac{2}{3}$ 。如是，所描出的幾何線 OQ ，爲得自代數方程 $2x = 3y$ 的點之軌跡(此項點，吾們可得之任意多)。

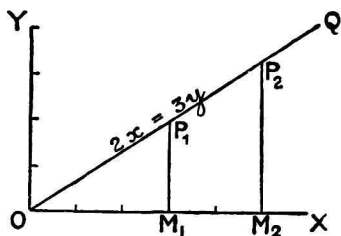


圖 47

吾們可再提出一說明。圖 48 中所示之曲線，爲一拋物線，係代數方程 $y = x^2$ 之幾何的等值。故不問 OX 軸上之坐標 x ，其長如何， OY 軸上之坐標 y ，其長

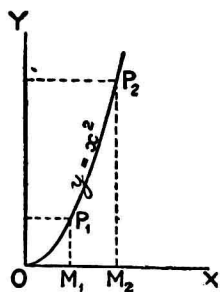


圖 48

恆爲 x 之平方。例如 $OM_1=1$, 則 $P_1M_1=1^2=1$; 如 $OM_2=2$, 則 $P_2M_2=2^2=4$ 。

另再舉一例：設有二個聯立方程，須求其解。此二方程，吾們可用尋常的代數方法解之，或亦可如是解之，即，將與此二方程相當的幾何圖形畫出之，然後再量此二圖形之交點之坐標，至於此二圖形，則可爲直線或曲線。

就一般說來，任何一代數方程，爲 x 與 y 所成者，代表平面內之某種曲線，而此曲線之性質，則可用二種方法以研究之，其一種方法，係就其幾何圖形，幾何的研究之，其他種方法則爲代數的，不用幾何圖形而純就方程探討之。

實在說來，在歐幾里得氏之時代，代數與幾何已並用之，互相補助，不過其規模有限而已。笛氏之極大的步驟，在認識(1)代數方程與(2)一個點之軌跡(其坐標能充適此方程者)間之等值性。他看到此事實，即，吾們欲探討一曲線之屬性時，祇須選取其幾何上的一種特殊屬性，用其上之點之坐標以方程的形式表出之即够了。如是，則曲線之定義，即被譯成爲代數系統中之語言。所得的方程，自可將曲線之每一種屬性包含於其內，故其任何一種屬性，均可由方程推得之，不必再求之於曲線圖形之幾何學了。

用字母中之首幾個以代表已知數，用其末後幾個以代表未知數，這個習慣，亦是笛氏所提出來的；標數(Indices)的用法，以及將方程中之項盡遷於方程之一端，這些亦都是笛氏所創始。笛氏亦曾知道，他的坐標幾何學，亦可推及於三度空間，不過他卻沒有將其發展出來。

所謂『笛氏幾何學』，『坐標幾何學』，『代數的幾何學』以及『解析幾何學』，這許多的名稱，所指者均為同一之事。此為一種極偉大的數學工具，這是無疑的，但學校中的兒童，每有不明其中所含之實在的空間關係而隨使用之，那亦就很危險了。

笛氏所著之“Géométrie”一書，極不易讀，但其晦澀，實在是他有意如此為之的。“Je n'ai rien omis qu'à dessein... J'avois prévu que certaines gens qui se vantent de savoir tout n'auroient pas manqué de dire que je n'avois rien écrit qu'ils n'enssent sçu anparavant, si je me jusse rendu assez intelligible pour eux”。——笛氏可謂自私而無謂的自誇，但此究係偉大人物之缺點，自只好原宥的。

參 考 書

1. Bacon's Works, Ellis 與 Spedding 所編訂之本。

-
2. Francis Bacon, E. A. Abbott.
 3. Bacon's *Novum Organum*, Fowler.
 4. Bacon's *Realistic Philosophy*, Fisher.
 5. Descartes, *His Life and Times*, E. S. Haldaue.
 6. Descartes' *Discourse on Method*, Veitch 氏之本。
 7. *A Short History of Mathematics*, W. W. R. Ball.
 8. *History of Mathematics*, Cajori.
 9. *Histoire de la Philosophie Cartésienne*, Bonillier.
 10. *Pioneers of Science*, Lodge.

第二十四章

稍在牛頓氏之前以及與牛頓氏同時代者

在十七世紀之後半紀中，亦即當後來的斯圖亞特(Stuart)時代，西歐出了許多赫赫有名的數學家。在這些數學家中，牛頓氏自然是其尤著者，不過吾們爲正確了解他的著作之價值起見，亦須略知道些其他主要人物之著作。惟以篇幅關係，吾們自亦祇能擇其尤重要者若干人，略一敍及之。

卡發利挨利(Cavalieri, 1598—1647 年)氏。

斐馬(Fermat, 1601—1665 年)氏。

瓦利斯(Wallis, 1616—1703 年)氏。

巴斯噶(Pascal, 1623—1662 年)氏。

惠更斯(Huygens, 1629—1695 年)氏。

己羅(Barrow, 1630—1677 年)氏。

楞(Wren, 1632—1723 年)氏。

虎克(Hooke, 1635—1703 年)氏。