

新 文 化 叢 書

科學發達略史

上 海 中 華 書 局 印 行

科學發達略史

張子高教授講演

周邦道記述

緒 論

海開以還，歐風東漸，承學之士，咸知科學之重要，且羣起而攻治之矣。然攻治科學，實不可不略知科學發達之歷史，曷言之？

一、於以知科學發達之源流也；科學發達，有其演進之源流，悠久之歷史，展卷以觀，便可瞭然。如以天文學為例：希哲亞里士多德（Aristotle）謂天體渾圓地球居中。妥勒梅（Ptolemy）因之，確立地中說，亙千餘年。十六世紀歌白尼（Copernicus）起而推翻之，創日中說；謂：日居中心，地球及其他行星，繞之而行。開卜勒（Kepler）繼之，更發明三律，解釋天體之運行。後加里雷倭（Galileo）發明望遠鏡，凡「彗孛飛流，麗天燄然者，」皆能窺測及之；歌氏之說，愈臻鞏固。迨十七世紀牛頓（Newt

on)之萬有引力說,及十八世紀拉普萊斯(Laplace)之星雲學說,相繼出世,於是天文學一道,極登峯造極之觀矣。沙騰(Sarton)謂『科學史惠吾人以進化的觀念,與繼續遷變之人事,』旨哉斯言。

二、於以知科學方法之應用也；彼耳生(Pearson)曰：『苟科學方法，能成習慣，則凡事皆可成科學，此為科學方法之特點。科學之範圍無限，取材無窮，舉凡自然之現象，與社會之生活，文化發展之過去未來，皆為科學之資材。科學之主體，在其特異之方法，而不在其資材之為何種。』又曰：『非所論之資材，有以定其為科學與否，而其方法實有以致之。』蓋科學方法，為治科學之根本要素，此而缺乏，則無由而成立其為科學也。科學方法約分二種：曰歸納，曰演繹是。亞里士多德提倡演繹法，文藝復興之前，士夫翕然從之，憑心窮理，「淵然而思，冥然而悟。」弗蘭息斯培根(Francis Bacon)崛起，標歸納之法，為為學準繩；自是以還，學術駁駁，日有進步，論者咸歸功培氏之導領。然歸納演繹，不可偏廢，須相間而進，而後所得，方益彰大。如達爾文(Darwin)以

歸納方法，徵集事變，而綜合會通，成天擇學說；斯賓塞 (Spencer) 演繹之，謂凡百事物，俱涵此理，於是天擇學說之範圍，擴張彌廣矣。故明瞭古昔賢哲對於科學方法之應用，而藉爲考鏡，乃讀科學發達史之第二目的也。

三、於以知科學家之行爲而資爲模範也；科學家率皆苦心孤詣，研究學問。如兌維 (Davy) 未發明笑氣之前，莫不謂硝酸氣毒烈不可近，而彼欲察其生理作用，自飲數次，直至遍體癱瘓，尙不肯休。巴斯德 (Pasteur) 考察黴菌之毒害，不恤以自己肌膚，實行試驗。又如法勒第 (Faraday) 試驗綠氣時，人多以此氣易致喉患警之者，而彼恬不爲意也。此種行爲，望古遙集，令人起敬；資爲模範，自是從事科學者應有事矣。

讀科學發達史之目的，庸詎祇此？今茲所言，瑣瑣大者耳。

第一章 科學之起源

科學之起源，即人生之起源；蓋科學必緣人生之需要而起，非偶然者。然原初之民，渾渾噩噩，不識不知，以生以活；靡有記載，可供鉤稽；有之，必推世界開化最早之諸古國。

開化最早之古國有五：曰中國，曰印度，曰埃及，曰巴比倫，曰希臘。然言科學之起源，中國印度尙不在其列；蓋歐洲文化，皆淵源於希臘，而希臘又淵源於埃及巴比倫也。茲先述埃及巴比倫。

第一節 埃及 Egypt

一、埃及之地勢 埃及位於非洲北部，東濱紅海，西界沙漠。尼羅河流貫其中，每年定期漲水，汪洋汎濫，成爲澤國；然其科學之發明，實受惠於此。

二、曆數 埃及之民，因尼羅定期漲水，環境逼迫，生活攸關，不得不計算時間之長短以預防之。故當時即知以三十日爲一月，十二月爲一年，一年三百六十日，後又加添五日，以足成之。在亞歷山大朝以前，紀日蝕

凡三百五十次，月蝕凡八百次。又尼羅漲時，恰與天狼星起時相同；故埃民見天狼星出現，即知泛濫之期至矣。

三、幾何 同時又發明幾何學，幾何(Geometria)一字，乃測地(earth measurement)之義。蓋尼羅泛濫，常有沖積及陷沒之虞，水退之後，必測量畝畝之廣袤，以爲徵稅之標準，幾何學遂因是產生焉。如計算三角形及梯形之面積之方法，皆肇端於此，惟不十分精確耳。其較精確者，爲計算圓周之公式， $(d - \frac{1}{9}d)^2$ 定 d 爲直徑則圓之面積爲 $(d - \frac{1}{9}d)^2 = (\frac{8}{9}d)^2 = \frac{64}{81}d^2 = \pi R^2 \quad \because R = \frac{1}{2}d \quad \therefore \pi R^2 = \pi \frac{1}{4}d^2 = \frac{64}{81}d^2 = \frac{64}{81} \times 4R^2 \quad \therefore \pi = \frac{256}{81} = 3.16$ 與今之 $A = \pi R^2 \quad \pi = 3.1416$ 相差無幾。

四、數學 埃及之數學，詳載於倫敦博物院所藏之 Ahmes Papyrus 1700 B. — (2000 C.) 手冊中，其內容與中國孫子算經九章之類，殆相髣髴。但有答案而無算草：(1)分數齊分子，與現在齊分母者相反；如 $\frac{2}{29} = \frac{1}{24} + \frac{1}{58} + \frac{1}{174}$ 是。然從何可將一分數分爲數個分子爲一之分

數，則其法不傳。(2)乘法先逐個分乘，後再總加，而不用九九表；如 $13 \times$ 甲數 則 $=$ 甲 $+ 2 \times 2 \times$ 甲 $+ 2 \times 2 \times 2 \times$ 甲 (3)已知其數與其七分之一和爲十九，求某數，此爲代數一次方程式。埃及算書所載答案爲 $16 + \frac{1}{2} + \frac{1}{8}$ 得數對，惜其法亦不傳。然從乘法一事推之，可知埃及算法與今所用難易懸絕；蓋一種科學之發明，必先經無數繁複之試驗，而後始獲圓滿之效果也。

五、醫學 據 Ebers Papyrus 卷中所載，泄瀉腹痛等藥品，凡七百餘種；其與我國相同者，有紅花，膽礬，黃連，密陀僧，嬰粟殼，等類云。

第二節 巴比倫 Babylonia

一、巴比倫之地勢 巴比倫在黑海之南，阿拉伯之北，波斯之西，地中海之東。有幼發拉底(Euphrates) 笛克立(Tigris)兩河，流貫其境，注入波斯灣。每年當四六月之間，兩河暴漲，上流泥沙，沖積下游，而爲沃壤，與埃及之尼羅，同一情形。故巴比倫文化發達之背景，歸納之可得三項：(1)土地膏腴，物產豐富，人民無仰事俯蓄之虞；(2)兩河汎濫，發生困難，使不得不設方法以解

決之，因此遂爲科學發明之導線；(3)兩河既以波斯灣爲尾閭，上流又接壤地中海，與波印交通，極爲便利；於以傳播文明，易而且速。

二、曆數 巴比倫最初用以測量時間之器具，卽我國古時之所謂「滴漏。」其法，用皿盛水，旁穿細孔，使之滴入另一皿內。當太陽西下，甫及地平線時，開始滴漏，至太陽全落，目不能見時，卽停止之；將其所滴之水保存之。再另取一皿，自清晨太陽全見時（卽剛至地平線上時，）開始滴漏，直至次晨此時爲止；以其所滴之水，與第一次所滴之水相比。第一次所滴之水，爲太陽經過其直徑所須之時之量；第二次所滴之水，爲太陽經過周天（卽一晝夜）所須之時之量，兩相比較，其式爲 17:20，卽太陽經過其直徑，爲經過周天 720 分之一。後因分一日爲十二時，每時爲二小時，每小時又分爲六十分，每分又分爲六十秒。此種分法，現尙沿用之。

巴比倫人又發現六千五百八十五天（十八年）爲日

蝕重行周復之時期，此由於其繼續觀察所得之結果。惟當時天象與人事，每混爲一譚：如日蝕月食，以爲災異之徵，彗星隕石，視作兵荒之兆；占象卜筮，因而盛行。然當天文學萌芽之初，星象學(astrology)之一階段，亦事實上所不能免除者也。

三、數學 巴比倫之文字爲楔形的，其記數之符號

有三：卽  等於一  等於十，

  等於百。其算法：百以內之數相加，百以外

之數相乘。如3爲  (卽  +  +  卽1+1

+1), 1000爲    (卽

   (卽10×100)。巴比倫人用

數以『六十』進位，何以知之，可自其平方表知之；表列如下：

1.....2 8.....14

2.....4	9.....121
3.....9	10.....140
7.....49	11.....21

今試觀之八以上之平方，殊不可解，然以六十進位法推之，則固符合也；如 $14=60+4=64$ $121=60+21=81$ $140=60+40=100$ $21=2\times 60+1=121$
又立方表亦然，如： $16^3=1816$ $1816=1\times 60^2+8\times 60+16=3600+480+16=4098$

此種以六十進位之方法，在科學史上，大有影響；雖後來有十進位法 (Decimal System) 之發明，然現今天文學中，計算分秒尚以六十進位也。

論巴比倫六十進位法之由來，其說有三：(1)因其曆數均依六十而分，故數學亦受其影響，以六十進位。(2)德人鏗賓 (Cantor 著有算術史) 謂：巴比倫人定三百六十日為一年，周天循環，成一大圓，即以圓之半徑分之，則

可得六等分，



每等分為六十度；由此推出

六十進位法。(4)泰壘 (Tyler 與 Sedgwick 同著科學史略) 謂六十進位法，爲六進數與十進數相合而成者。此說在西方無明確之根據，然中國天干之數十，地支之數十二，兩者交互錯綜，每六十年輪轉一周，謂之『花甲』；則似可以備一種證明也。

四、醫學 其詳細情形，不可得而知。惟罕繆拉畢王約法 (Hammurabi's Code) 中有一律：『醫生能治愈人之目疾者，受賞若干，否則，剜其目以抵罪。』足徵當時對於醫學一道，亦頗重視矣。

米 米 米 米 米

結論 文化之產生，必在衣食住完備之後，如荒寒之地，溽熱之邦，蚩蚩者氓，贍生之不暇，焉有高尙之思想發生。但沃土之民，非有困難問題，迫之思想，文明亦罔自孕育。故說者謂：埃及之文明，受賜於尼羅；巴比倫則受賜於幼發拉底與笛克立；洵有以哉。

科學之起，原由於適應目前之需要，至成爲一科之『學』，則純屬高尙理想，更進一步而言者也。埃及巴比倫之科學，祇能講應用，若言『學問』，則當讓諸希臘焉。

第二章 希臘之科學

希臘(Hellenes)者，突出於地中海之一半島也。山水明媚，土壤肥沃；海岸屈曲，多港灣崎嶇，甚便通商；而民性活潑勇邁，咸具有偉大之懷抱，獨立之精神。其文明的可能之背景，既美善乃爾，其為歐洲開化之鼻祖，蓋亦無足怪焉者矣。

希臘人之研究科學，與埃及巴比倫人，異其旨趣：蓋非為應用而研究科學，乃為學問而研究科學也。職是之故，科學遂由具體的，而變為抽象的；由散漫的零碎的，而變為有組織有系統的。對於文學，美術，政治，建築，體育等類，凡近代文明國家所有之文化，皆於二千五百年前，應有盡有，煥然大備；至今尚為人稱道弗衰。惟其於此等文化上，發達迅速；故科學上之發達，遂較為遲緩焉。

希臘科學，可分四期：(1)希臘科學之初興，紀元前六〇〇至四〇〇年；(2)黃金時代(Golden age)之科學，紀元前四〇〇至三〇〇年；(3)亞歷山大城繁盛時代之

科學，紀元前三〇〇至紀元後三〇年；(4)亞歷山大城衰歇時代(黑暗時代)則紀元三〇年以後是也。

第一節 希臘科學之初興

一、載爾士 (Thales 624—548 B. C.?)

載爾士生於密耳塔 (Miletus) 地方，少爲水利工程師；曾留學埃及，回國後，廣播其學問於各處。惟其學問，雖淵源埃及，却青出於藍，別放異采。

(A) 幾何學——載氏於幾何學，不拘於具體之形狀，而於點形線面上，求其關係。曾發明原理數則：

甲、等邊三角形，其兩底角相等。

$$\angle B = \angle C$$



乙、兩線相交，其對頂角相等。

$$\angle aoc = \angle bod$$



丙、凡直角，其度數相等。



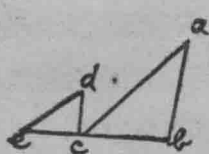
丁、圓之直徑，平分圓爲二等分。



戊、半圓內之三角形，爲直角三角形。



己、高度可應用相似三角形之原理，測量其影而知。——相傳氏遊埃及，埃王愛默席 (Amasis) 耳其名，甚善之。一日謂之曰：「子固精於數理者，未識能測量金字塔之高度否」。氏答曰：「是何難，只須一手杖耳」；蓋卽應用相似三角形相應邊成比例之原理也。如圖：



$ab = \text{塔之高}$ $cd = \text{杖之高}$

$ce = \text{杖之影}$ $bc = \text{塔之影}$

$ec:cb = dc:ab$

(B) 天文學——載氏喜觀天象。一夕，與老嫗同出戶外，偶失足墜溝中，老嫗笑之曰：「眼前之溝，尙不能見，而謂爾能觀察空中之物乎？」氏弗以爲意也。氏曾預算紀元前五百八十五年某月日，應有「日蝕」，已先報告塞耳塔之居民。屆時，適有兩國交戰，見太陽隱匿，黑雲黯淡，以爲災異之徵兆，乃倒戈而散，言歸於好。及聞氏

早經算的是日必有「日蝕」，舉世驚訝，歎爲神奇；遂推之爲希臘七哲之一云。

(C)宇宙觀 世界萬變中，有何根據？萬變中亦有不變者存於其間乎？載氏謂世界萬變之本，厥唯水。其理由：以爲有生之物，得水則生，失水則死；冷結爲冰，熱化爲氣，沈澱而爲土；變化萬千，惟水有然。此種觀念，在現今觀之，或無足輕重；然『萬變之中，尋求不變，』引起後人之思想者，至深且切。故厥後研究此問題者甚多：有附和其說者；有謂宇宙之原，在水與氣之間者；有謂卽氣者；有謂水，火，土，氣，四元者；至十八世紀時，近世化學成立，卽原質原子論觀念清晰之所賜也。

二、畢薩哥拉士 (Pythagoras 580—500 B.C.)

畢薩哥拉士生於撒母斯島 (Samos)，幼時居家自修。後因載爾士之勸，遊學埃及。迨學成歸國，舉世目爲狂誕，無一人信之者。乃至意大利南部之多利亞人殖民地 哥羅托奈 (Crotona)，組織團體，熱心講學。是間人士，極欽仰之，每屆講演，聽衆雲集。當時婦女，深居閨閣，不能參與會聚之事；畢氏言論動人，至是男女相率蒞

止，忘其禁戒。畢氏在此曾創設一學會，名曰畢薩哥拉士學會(Pythagoras School)；會之性質殊秘密，即學問上之發明，亦不能冠以己名，須歸之會長。因是發生兩種影響：其一，當時揭反對之旗幟而攻擊之者，如雲而起，學會消滅，畢氏被殺，即此之由；其二，科學爲畢氏自己所發明，抑爲其弟子所發明，後人無從辨悉。不過畢氏學說(稱爲畢薩哥拉士學派)，及門弟子，繼續紹述，歷久猶未絕滅耳。

畢氏分學問爲數(Number)量(Magnitude)兩類：數又分(1)絕對的一數學，(2)應用的一音樂；量又分(3)動的一天文，(2)靜的一幾何。

(A)幾何學——畢氏最著功績之發明，爲幾何定律(稱畢薩哥拉士律Pythagoras Theorem)，即勾方加股方等於弦方是也。埃及之引繩術(用以畫直角三角形之方法，繩長十二，分作三段，一段爲三，一段爲四，一段爲五，將各段引直，則某角之對五的一段者爲直角)。僅知用勾三股四弦五，可得直角三角形，至畢氏而三角形之理進。或謂畢氏好數學，見 $3^2 + 4^2 = 5^2$ 之式，而後發明此

律云。惟氏證明此律之方法，不傳於世。

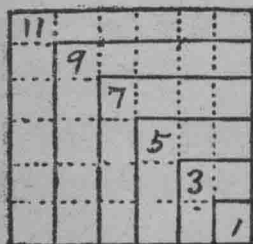
(B)數學——畢氏學問，可以一『數』字代表之，其數學上之發明甚多：

1. 三角數
十，十五，……等等爲



如上圖 一，三，六，
天然各數之和。

2. 平方數 連續的奇數之和，均爲平方。



$$1+3=2^2$$

$$1+3+5=3^2$$

$$1+3+5+7=4^2$$

$$1+3+5+7+9=5^2$$

.....

3. 不等邊數 連續的偶數之和，等於兩個不等邊數(即兩個連續的奇偶數)相乘之積。連續的偶數
2, 4, 6, 8, 10, 12,

$$1 \times 2 = 2 \quad 2 \times 3 = 6 = 2 + 4 \quad 3 \times 4 = 12 = 2 + 4 + 6$$

$$4 \times 5 = 20 = 2 + 4 + 6 + 8$$

4. 比例 (a)數學級數 a, b, c, d , $a-b=c-d$

$1-3=5-7 \quad -2=-2$ (b) 幾何級數 $a:b=c:d$