

圖說科學技術史(上)

平田寬 著・陳秀蓮 譯



諾貝爾化學獎得主李遠哲先生說：「真正健全的科學教育，除了本行的專業訓練之外，科學哲學、科學歷史或科學社會學的通識都非常重要。」在目前國內一片高倡科技聲中，一部簡明扼要、深入淺出的科學技術史，是迫切需要的。本書以數百幀珍貴的圖片為主軌，將科學家的事蹟、貢獻，以及重要的科學概念、原理、發明，介紹給您。擁有本書，是知識與智慧的象徵！

牛頓文庫

牛頓文庫

圖說科學技術史

(上)

牛頓出版社

圖說科學技術史(上)

發行人 / 高源清

總編輯 / 劉君祖

科學主編 / 陳育仁

科學編輯 / 張鳳蕙・蕭素芬

文字編輯 / 萬愛珍

美術主編 / 洪家輝

美術編輯 / 方紫雲・彭壽容・陳敏雀

原作者 / 平田 寬

原出版社 / 朝倉書店

譯者 / 陳秀蓮

出版 / 牛頓出版社

地址 / 臺北市和平東路二段107巷25號之1一樓

電話 / 7059942・7061976・7061977・7062470

郵撥 / 0731188-1牛頓出版社

製版 / 大象彩色印刷製版有限公司

印刷 / 江淮印刷廠

定價 / 200元

初版 / 中華民國76年4月30日

出版登記證 / 局版臺業字第3139號

法律顧問 / 林樹莊律師

●版權所有，翻印必究●

本書如有缺頁、破損、裝訂錯誤，請寄回本社更換。

Printed in Taiwan R.O.C. 1987



〔雅典學園〕

此畫是文藝復興期畫家拉斐爾(Raffaello Sanzio, 1483—1520)的名作，主題是以古代希臘學者為中心的群像。群像中的數名主角是15世紀拉斐爾同時代的藝術家為模特兒所畫成。

中央向前直行過來的兩人，左側是柏拉圖（按達文西的形象畫成），右側是亞里斯多德（模特兒是米開蘭基羅）。柏拉圖左側是學院派人士，其中有戴了頭巾的是蘇格拉底，更左邊的一群人都是辯論家。亞里斯多德右側是逍遙學派人士，前方有戴全頭的是斯多葛學派的芝諾(Zeno, 西元前335—263)。靠坐在階梯上的是大儒學派的赫拉克利特(Heraclitus, 約西元前500—323)，階梯下方中央單手支在額上的是荷馬(克利德赫斯，站在左側的是亞納薩哥拉斯，蹲在旁邊，手拿記事本的是畢達哥拉斯。從畢達哥拉斯後面無頭出來看記事本的是畢達哥拉斯。後方站著卻同樣在看記事本的是伊凡·希諾。右側靠坐在階梯上的是德奧克利羅斯。階梯下方右側，用兩根棍說明圓形的可能是歐幾里德，右後方凝神觀看的大概是阿基米德。歐幾里德右方相向站立的兩人中，正看到背部、手拿地球儀的是艾拉特希提斯，對面拿著天球儀的是托勒密。位於右方門口處用密思的人，或許就是柏拉圖本人。

序

所有的歷史都是以人類為主角，這部「圖說科學技術史」所敘範圍自古代至十九世紀，以中亞和歐洲為中心，當然也是由科學家和技術者擔任要角。本書中出現的科學家和技術者，都是達成目的而且留下深遠影響的一羣人，他們的成功往往是從社會大眾的不諒解或一而再、再而三的實驗中獲得的，那份成就與光榮也就格外值得敬佩。然而，在此我必須強調的是，大家千萬別忽略了為數更多、卻很遺憾未能留名青史的科學家與技術者之研究和努力。科學技術的進步乃是知識累積的結果，倘若沒有這批無名人士一點一滴的小貢獻，相信歷史上著名的發明與發現不是根本無法達成，就是得再延後數年。在與科學技術歷史做正面接觸之際，我們務必深深銘記這些事實。

本書的書名之所以採用「科學技術」一詞，乃因從古代到中世紀，科學與技術各有不同的意義，直到文藝復興時代以後，兩者才逐漸緊密地結合。在此之前，科學（自然科學）是將從自然現象發現的普遍性法則整理成體系化知識的客觀產物（更簡單的說法是研究原因）；技術則是為實現目的而將自然物加以改良、加工的主觀性與有價值性產物。文藝復興時代以後，公認技術性要素較強的科學便被歸納入「技術」項下。至於上、下冊中各章節的時代區分只是權宜變通下的產物，並沒有明確的界線。圖版類的說明中儘可能加註出處，以及收藏圖版的大學、圖書館、博物館、研究所名稱等。

本書對二十世紀的部分略而不談，有兩大理由，其一是筆者本人專攻古代、中世紀前後的科學與技術歷史，其一脈相傳的文藝復興時代及十八、十九世紀的科學技術亦稍有涉獵，但是要探討二十世紀後半期多采多姿、瞬息萬變的科學技術成果，便遠超出筆者的能力範圍。同時，二十世紀的科學技術與現代人日常生活關係密切，目前尚難給與歷史性的評價。另一個理由是二十世紀的科學技術朝複雜、多樣化的方向進展，倘若要循本書風格配合圖片與文字加以解說，恐怕光是二十世紀就得追加一冊，工程必然浩大且艱鉅，故不敢輕言嘗試。

科學技術的善用與惡用僅一線之隔，我們時時得擔心其均衡會有被破壞的一天；倘若再進一步想到「破壞比建設容易」這個道理時，更會對未來感到不樂觀。不過，可以斷言的是「科學技術乃是人類在長遠的歷史洪流中創造出來的，因此，也唯有人類可以控制科學技術的善用與惡用。」其理由可以借科學史家薩東（George Alfred Leon Sarton, 1884~1956）的名言來說明，那就是「沒有愛的知識和沒有知識的愛，都是毫無價值且危險的」。

目 錄

I. 埃及(約西元前3400年~600年).....	1
I-1 數 學.....	3
I-2 宇宙與天文.....	6
I-3 計 量.....	8
I-4 醫術與治療.....	12
I-5 生 活 技 術.....	15
I-6 運 輸.....	18
I-7 金 字 塔.....	19
II. 美索不達米亞(約西元前3200年~560年).....	22
II-1 數 學.....	24
II-2 宇宙、天文與地圖.....	26
II-3 醫術與治療.....	29
II-4 技 術.....	31
III. 希臘(約西元前600年~300年).....	35
III-1 自然學者群英譜.....	38
III-2 數 學.....	42
III-3 地球與天文.....	45
III-4 神殿治療與民間治療.....	48
III-5 科學的醫療——希波克拉提斯.....	52

III-6	亞里斯多德	53
III-7	希拉克利德斯	58
III-8	提歐菲拉圖斯	59
III-9	技 術	60
IV	希臘化時代(約西元前300年~30年)	63
IV-1	「皇家博物館」的科學	64
IV-2	歐 幾 里 德	66
IV-3	艾拉特帝尼斯	69
IV-4	亞里斯塔克斯	72
IV-5	阿 基 米 德	73
IV-6	阿拉圖的「天界現象」	77
IV-7	阿波羅尼歐斯	79
IV-8	希 帕 克 斯	80
IV-9	醫 學	81
IV-10	技 術	84
V	羅馬(約西元前500年~西元400年)	88
V-1	百科全書作家點將錄	90
V-2	原子論的詩	94
V-3	計 測 法	95
V-4	地 理	98
V-5	醫 學	99
V-6	技 術	101

VI. 希臘化時代的餘暉	109
VI-1 數 學.....	109
VI-2 數學與力學的應用——希羅.....	111
VI-3 集天動說大成的科學家.....	114
VI-4 煉金術的誕生.....	117
VI-5 古代地理學的總整理.....	122
VI-6 狄歐斯科里特的藥草研究.....	125
VI-7 古代最後的醫學者.....	126
 VI. 中世紀初期(歐洲, 約400年~1000年)	132
VI-1 自由七學科.....	133
VI-2 修道院與學者.....	135
VI-3 大帝與教皇.....	137
VI-4 基督教的世界地圖.....	138
VI-5 動植物的圖解.....	139
VI-6 希 臘 火.....	141
 VII. 中世紀中期(回教世界, 約750年~1200年)	142
VII-1 傑出的博學者.....	144
VII-2 阿拉伯數字與數學.....	149
VII-3 天 文 學.....	151
VII-4 光 學.....	154
VII-5 煉 金 術.....	156
VII-6 醫 學.....	158

Ⅷ-7	技 術	164
-----	-----	-----

Ⅸ. 中世紀後期(歐洲,約1100年~1400年)····· 166

Ⅸ-1	煩瑣哲學的博學者	169
Ⅸ-2	數字與計算	175
Ⅸ-3	宇宙論與天文	179
Ⅸ-4	物 理 學	183
Ⅸ-5	煉 金 術	184
Ⅸ-6	世 界 地 圖	190
Ⅸ-7	動植物的圖解與研究	191
Ⅸ-8	醫 學	194
Ⅸ-9	技 術	200

X. 文藝復興期(人文主義的誕生,約1400年~1600年)··· 209

X-1	達 文 西	212
X-2	探險航海家	218
X-3	世 界 地 圖	224
X-4	目標——新天文學	226
X-5	數 學	234
X-6	煉金術與相關技術	241
X-7	生 物 學	245
X-8	醫 學	249
X-9	兩位著名的技術專家	257
X-10	形形色色的技術	261

I. 埃及 (約西元前3400年~600年)

與亞洲美索不達米亞 (Mesopotamia) 並稱為世界最古老文明的埃及，大約在西元前三千四百年時，由梅尼斯 (Menes) 統一尼羅河及其沿岸分割成上下兩個國家，初期王朝的第一期於焉開始。以後大約三千年間，除了中間一度被西克索人 (Hyksos) 統治一百五十年以外，其餘都是由埃及人執掌政權。就這一點來說，埃及人倒是非常的幸運。尼羅河的定期氾濫為埃及人帶來了肥沃的耕地，另外，埃及還擁有外國人不易進犯的絕佳地形。

埃及的國王乃是神的發言人——法老 (pharaoh)，屬於宗教性君主專制國家，由尼羅河治水工作全國統一的立場亦可看出中央集權制度之嚴整。階級世襲，上流社會中有貴族、官吏、祭司、高級軍人和書記，下一階層是自由

西元前約2600~2480年 金字塔時代：第四朝

西元前約1800年 西克索人入侵

西元前約1411~1358年 阿馬納時代 阿蒙諾菲斯三世及其子阿蒙諾菲斯四世的治世，廢除過去的主神阿蒙神，改奉阿唐神為唯一真神，貫徹一神教信仰。首都由底比斯遷至阿馬納，開明的政治風氣孕育出崇尚寫實主義的藝術風格。

西元前？~1352年 杜唐卡門即位，恢復阿蒙神信仰。九二二年，杜唐卡門的陵墓被發現，墓中有大量財寶，其名不經而走。

西元前約1300年 建造阿比多斯大神殿。

西元前約1230年 (?) 摩西帶領以色列人離開埃及。

西元1822年 法國的埃及學者尚布里昂 (1790~1882年) 解讀出羅塞達刻石上的「神聖碑銘體」銘文。

農民、手工業者和商人，最低階層便是貧農與奴隸。

埃及文化的特色與美索不達米亞文化同樣帶有濃厚的宗教與呪術色彩，並且是個十足的不具名（anonymous）文化。理由是埃及殘存下來的許許多多文化遺產中，絕大多數都是不知道作者名字的無名作品。到底在現場指揮建造雄偉大金字塔的建築師是誰呢？雕製精美卓絕之黃金王冠及飾物的工藝家又是誰呢？由於他們都未留下名字，以致我們根本無從得知。埃及史上所出現的人名只有歷代法老（以象徵的形式表示）和極少數的上流階級人士，同時，他們也僅出現在歷史年表中而已。這個現象充分顯示出所有的文化活動都是在法老的名義下，或是為了法老而進行。或許正是這種情況才孕育出毫無自由的硬直文化吧？事實上，無論埃及或美索不達米亞都擁有悠長的歷史，但遺憾的是雙方的精神及物質文化進步得都很緩慢。

不過，當要進行一項鉅大的工程時，君主專制國卻有其獨特的好處。例如可在某種程度下自由動員多數勞動者、費用，其工作日數幾乎毫無限制等等；只是這種方式很難能有科學、技術上的證明或發現。

區別草莽文化與都市文化的標準之一，就是文字的發明與否。至於發明文字的第一步，

絕不是基於高度的知性目的，而是記帳或計算等最實用的目的。埃及有三種文字，用來鐫刻具有宗教意味之紀念性碑文的稱為「神聖碑銘體」(Hieroglyph)；為了世俗事(會計帳簿、備忘錄、契約書、論文、教典的抄錄等)而書寫於紙草(papyrus)等上面的是「祭司體」(Hieratic)；比較晚期時(西元前八世紀左右)商人之間廣為流行的則稱為「民用體」(Demotic)。

I-1 數學



1. 納梅爾王的調色板，希艾拉康波里斯出土(開羅埃及博物館藏)



2. 神聖碑銘體的數字符號。

堪稱為埃及最古文字的象形文字全是使用數字。例如：從希艾拉康波里斯(Hierakonpolis)出土的納梅爾王(Narmer)調色板(1)，其右上端的象形文字中就有文字式的數字。調色板上的鷹象徵納梅爾王，老鷹一腳抓住綁著人頭的繩子，另一腳踩在六片荷葉上。荷葉是表示一千的數字，整個調色板象徵著納梅爾王擄獲六千敵兵。

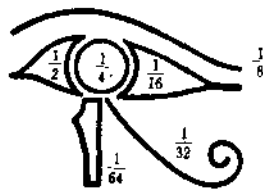
埃及數人數的方法採取完整的十進位(2)，由於沒有定位原理，亦即沒有零，所以只能以多種類數字來進行複雜的計算。至於分數，除了 $\frac{2}{3}$ 以外，其餘的全是單位分數(即分子為1的分數)或是單位分數的和，其表示方法是在分

母記號上面加一個細長的橢圓形。例如 $\frac{2}{3}$ ，則以 $\frac{1}{3}$ 和 $\frac{1}{3}$ 的和來表示。

遺憾的是很少有數學文獻殘存下來，其中有一件雖然部分殘缺，卻足以稱為完整殘存的文獻了，那就是「林德數學紙草」(Rhind mathematical papyrus)。現存的「林德數學紙草」是西元前一六五〇年前後之物，據考證原典應創於西元前二〇〇〇年或更早以前。該紙草上有八十七個例題(最後三題殘缺不全)，分屬算術題、幾何學類和雜題類。

以下即列舉出該文獻中的三個例題，以及同時代的殘破文獻「哥林尼雪夫紙草」(Golenishchev papyrus，現藏於莫斯科的博物館)中的一個例題。在此值得注意的是這些數學文獻中雖有問題的解答，卻沒有抽象的、普遍的定理或法則，除了各種算數表格之外，其餘全是具體的、實用的應用問題。為了便於理解，以下的例子使用現代數字來表現。

寫進六個單位分數的象徵眼睛之分解圖(3)，源自鷹神荷魯斯(Horus)的眼睛被塞特神(Seth)分割成碎片的古老神話，被分割的眼睛各部分分別填記以 $\frac{1}{2}$ 為首的六個等比級數。這六個單位分數的和是 $\frac{63}{64}$ ，相傳只要陶特神(Thot)唸唸咒語，就能加上 $\frac{1}{64}$ 而還給荷魯斯神一個完整的眼睛。「荷魯斯之眼」被



3.「荷魯斯之眼」



4. 圓形的面積

當作容積單位的分數來使用，所以，此圖可說是神話與算術結合的例子。在「林德數學紙草」中，此眼的各部分被單獨使用。

求圓面積的例題（4）乃是圓柱形穀倉容積計算中的一部分，埃及人利用十分獨特的方法來求得圓形面積的近似值。圖中雖然沒有明白標示，事實上是以圓形直徑的 $8/9$ 自乘二次（即二次方）而求得解答。假如直徑是 d ，公式即是：

$$S = (d - 1/9d)^2 = (8/9d)^2$$

用這個方法所求得的圓周率是 $\pi = 3.16$ ，以距離現代這麼久遠的當時來說，這個數值確實是極為了不起的近似值。



5. 金字塔的例題

金字塔的例題共有四題，內容全是有關測定金字塔角的問題（5）。測量這些斜角的角度，分別是 $54^{\circ}14'46''$ 和 $53^{\circ}7'48''$ ，與達修爾（Dahshur）和基沙（Giza）的第二金字塔角度極為接近。倘若「林德數學紙草」原典的年代確實非常古老，那麼，如此接近的斜角或許正顯示出在實際建造金字塔之前，埃及人曾經用過模型實驗這道手續呢！



6. 求圓金字塔的體積

「哥林尼雪夫紙草」中的例題，全是知道高、上底或下底各邊數值而求其體積的問題（6）。這種梯形廣見於平頂金字塔，也就是被稱為平頂石墓（mastaba）的初期國王陵墓、貴族墓或柱腳等。假設高為 h 、下底為 a 、上底為 b ，並將

紙草中最後的解法轉換成現代的一般公式來表示即為：

$$V = (a^2 + ab + b^2) \times h / 3$$

當然，這個解法是絕對正確的。

I-2 宇宙與天文



1 天地始創時，虛空出生，描繪於西元前約九百〇年的紙草紙上 (Bodley, Oxford, Egypt, 大英博物館藏)



2 太陽的運行（太陽運行圖中常運行，一隻眼睛能保護太陽）(Bodley, Oxford, Egypt)

根據典型的埃及宇宙觀(1)，起先努特(Nut)女神與葛布(Geb)神相互疊合，二神之子蘇(Shu)介入其中，以兩手兩腳隔開努特女神與葛布神。於是，以四肢指尖著地，腰部高高拱起的努特女神代表天空，各種天體散布於其腹部；蘇神代表大氣，橫臥其腳邊的葛布神則代表大地。

構圖與此類似或相關的作品還有數件，例如有的一件的構圖與此圖幾乎完全一樣，只不過將努特女神改成了牛而已。

太陽的運行圖(2)中，太陽神雷(Re，或稱拉Ra)獨自在空中駕著小舟由東向西前進，同時還有二個眼睛(荷魯斯之眼)從旁保護。小舟移動的路線隨季節變化，當小舟在空中的航線被吞進蛇口中時，便引起日蝕現象。另外，還有表示太陽生命的十二個階段與一日中十二個形態的圖示(3)。

三個努特女神隔成二重天，太陽、月亮，



3. 太陽的生命與形態 (Mwapep)
(David Garrow)



4. 三重天



5. 自然宇宙觀 (美國國家歷史博物館藏)

眾多星辰羅列其間的圖(4)，讓人不自禁產生疑問。

埃及人的自然宇宙觀認為大地被群山圍繞，大地之下有地下水(5)。每天早上太陽由地下水中復活，尼羅河也從此流出，由無數高峰支撐的天空中綴滿星辰。由圖中的大地可以看出，東地中海地區便是當時人所知的世界全部。此宇宙圖能令觀者立刻聯想起埃及的地形。

許多國王或貴族的墳墓壁上都留有星象圖，(6)所示的乃是西元前十五世紀前後，哈塞布蘇女王(Hatshepsut)首相塞姆特墳墓中所發現的星象圖的一部分。中央兩根繩子的上端有代表大熊座(Ursa Major)、四肢發育不全的公牛，下方的三顆星(三點)相當於大熊座的 δ 星、 ϵ 星和 ζ 星。公牛背後有天蠍座(Scorpius)的女神塞爾喀特(Selket)，二條繩子的右下側則有背負鱷魚的河馬，這代表天龍座(Draco)諸星體。



6. 星象圖的一部分。由哈塞布蘇女王首相塞姆特墳墓中所發現之星象圖的一部分，約繪於西元十五世紀

緊臨二條繩子左側有面對面的一隻鱷魚與