中華民國73年12月出版

科學史通訊

第三期

封面：王莽新嘉量
現藏台北故宮博物院

中華民國科學史委員會委員名單

劉廣定　（兼主任委員，任教於台灣大學化學系）
羅久蓉　（兼執行秘書，任職於中央研究院近代史研究所）
王　萍　（任職於中央研究院近代史研究所）
王道還　（任職於中央研究院歷史語言研究所）
那　琦　（前中國醫藥院藥學研究所所長）
李國偉　（任職於中央研究院數學研究所）
吳嘉麗　（任教於淡江大學化學系）
林滿紅　（任職於中央研究院近代史研究所）
林俊華　（畢業於高雄師範學院物理系）
周功鑫　（任職於故宮博物院）
洪萬生　（任教於師範大學數學系）
孫方鋒　（任教於清華大學應用數學研究所）
曹亮吉　（任教於台灣大學數學系）
張存武　（任職於中央研究院近代史研究所）
張世賢　（任職於故宮博物院）
張之傑　（圖文出版社編輯顧問）
張臨生　（任職於故宮博物院）
黃進興　（任職於中央研究院歷史語言研究所）
黃耀能　（任教於成功大學歷史系）
陳良佐　（任教於成功大學歷史系）
陳勝崑　（開業醫生）
陳仲玉　（任職於中央研究院歷史語言研究所）
陳學光　（任職於故宮博物院）
陳慈玉　（任職於中央研究院經濟研究所）
童依華　（任職於故宮博物院）
萬家保　（任職於中央研究院歷史語言研究所）
鄒景衡　（前中國鋼絲公司技術處處長）
葉鴻滉　（任教於淡江大學歷史系）
蔣　炯　（任職於中央研究院物理研究所）
趙雅書　（任教於台灣大學歷史系）
臧振華　（任職於中央研究院歷史語言研究所）
鄧淑蘋　（任職於故宮博物院）
魯經邦　（任職於台灣電力公司核能發電處）
蕭　梅　（任教於台北工專工業設計科）
劉君燦　（任教於黎明工專電子科）
劉昭民　（任職於民航局氣象中心）
龍村倪　（任職於工業技術研究院能源暨礦業研究所）

中華民國七十三年十二月

目　錄

初探「重差」的內在理路

李國偉

引　言

由直觀上顯而易見的定義及不證自明的公設出發，歐幾里德的〔幾何原本〕以嚴謹的論理方式，組織起當時幾何學的知識。在世界數學史上，這是一個影響最深遠的典範。公設方法到羅素與懷海德的〔Principia Mathematica〕（1910-1913）已達極至，他們嘗試從最簡單的邏輯原則推導出數學知識的全體。雖然葛德（K. Gödel），科恩（P.J.Cohen）等人的結果，已經徹底暴露了公設方法的內在局限。並且在實用上，絕大部分當代的數學並不在嚴密的形式系統中進行。但是公設方法成爲隱藏在數學知識背後的骨架，却已經是多數數學家所接受的觀點。

以公設方法的尺度來衡量中國古典的數學作品，所得的評價自然大打折扣。三上義夫在〔中國算學之特色〕中認爲中國古代數學思想最大的弱點，便在於缺乏嚴格的證明，這是與中國未能發展形式邏輯系統，以及過分偏重聯想性與有機性思想方式有關。李約瑟在徵引三上義夫的觀點時，也沒有提出異議。（註一）而薮內清更說：「一言以蔽之，中國的數學源自於計算技術，而始終還是計算技術。」（註二）雖然中國古典數學有領先世界的個別成就，但作爲一套知識的體系來看，只能讓人歸屬爲經驗型，幾乎已成公論。

考核古典數學成就，其實應做兩種層次的工作。第一種最爲人常用的方式，便是由現存的典籍入手，了解到底有那些數學的事實爲當時人所認識。這當然是任何深入研究的基礎，是決不可缺少的硬工夫。但是受社會與文化等外在因素的影響，中國數學的古典作品，幾乎全以實用教科書的形式來表達。不過由這樣的外觀，很快便認定中國古算只停留在經驗的層面，可能會造成一種嚴重的疏忽。就是數學知識無論以什麼形式表達，它有自己內在而且客觀的理路。成熟的數學家也許爲了遷就社會的現實環境，不得不編寫或註解普及的教本，然而通過他們撰述的方式，再把握住數學內在的理路，我們還是可以逐漸辨識出他們心智成就的眞貌。當然這種推斷，絕對不能成爲無懈可擊的論證，但基於下面兩點理由，這種方向的推斷似乎也是不必避免的。㈠如果知識只是經驗的，它所涉及的應該只是具體個別的數據。〔周髀算經〕開頭所謂「勾廣三，股修四，徑隅五」，可說是一個經驗的事實。但後面所謂「勾股各自乘，並而開方除之」，已經隱藏了一個推理的過程。㈡如果演算的過程十分複雜

，而且表達的形式相當一般化，無需倚賴題目中特別的數值數據，那麼數學家如何向人保證或使自己相信這樣的方法是正確的，如果說沒有相當的論理過程，幾乎是不可能的。遺憾的是，這些論證的過程，即使有人撰述成章，也早已失散。總之，我們可以說中國社會與文化的環境，不利於論理體系思想的發展。但是要說中國古代只有經驗型的數學，實在有待更深入的認識與理解才能論斷。

本文準備以劉徽〔海島算經〕的第一題爲例，來支持上面的第二項觀點。當然這只是深入探索的第一步，要使這個看法更具說服力，必須從事更大規模更有系統的研究。然而若能讓讀者正視所提出的觀點，本文的任務便可算圓滿達成了。

劉徽造重差

劉徽爲三國時魏人，身世不詳。〔晉書〕〔律曆志〕所言「魏景元四年，劉徽注〔九章〕」若爲正確，則時當西元二六三年。劉徽於〔九章注自序〕中說：「徽幼習〔九章〕，長更詳覽。觀陰陽之割裂，總算術之根源，探賾之暇，遂悟其意。是以敢竭頑魯，采其所見，爲之作注。」〔九章算術〕記錄了周、秦以至漢代中國古代數學的總結。劉徽挑這部書作注，正足以發揮他一流的數學才智。而他總體的感想是「事類相推，各有攸歸，故枝條雖分，而同體本幹者，知發其一端而已。」錢寶琮把這個本幹認爲極可能是「乘除齊同」的原則，（註三），其實是相當有局限性的論點。比較合理的看法是，劉徽長期研究數學的結果，使他逐漸了悟可由少數基本原理出發，有條理的貫通已有的數學知識。雖然劉徽沒有明言「發其一端」的「端」是什麼，但是在他說「至於以法相傳，亦猶規矩度量，可得而共，非特難爲也。當今好之者寡，故也雖多通才達學，而未必能綜於此耳。」之後，馬上說周官利用表尺日景以測日遠是「以術推之」，更說：「按〔九章〕立四表望遠，及因木望山之術，皆端旁互見，無有超邈若斯之類。」因爲〔九章〕〔勾股〕篇最後幾題中運用相似直角三角形的程度，較〔周髀算經〕成熟，所以很可能在劉徽掌握之中的，包括了相似直角三角形各種比例關係，他靈活運用這些比例關係而創作了「重差」。因此他說：「輒造重差，并爲注解，以究古人之意，綴於勾股之下。」劉徽的〔自序〕有近半的篇幅在敍述「重差」的意旨，並且很驕傲的說：「然則蒼等爲術，猶未足以博盡群數也。」（註四）認爲自己的成就有超越前人的地方。可惜是劉徽仍舊採用具體測量的問題，展現運用他所掌握原則的威力，却沒有直接說明這些原則。因此最晚到了唐朝，人們雖然感佩他成就的獨步，（註五）却罔顧他綴「重差」於「勾股」之後的眞義，而把他的創作獨立開成爲〔海島算經〕。宋朝楊輝〔算法通變本末〕卷上稱：「〔海島〕題法，隱奧莫得其祕，李淳風雖注，祇云下法，亦不曾說其源。」把這部書從〔永樂大典〕重新抄錄出來的清朝戴震，在〔海島算經正譌〕中也指出唐朝李淳風的注釋已經把第一題的題意解錯了。這是很令人惋惜的退化現象。

由單表到雙表

在認識劉徽「重差」之前，我們先觀察一個古老而受中國算家重視的問題，就是太陽的高遠問題。〔周髀算經〕中說：「從髀至日下六萬里，而髀無影。從此以上至日則八萬里。若求邪至日者，以日下爲勾，日高爲股，勾股各自乘而開方除之，得邪至日從髀所旁至日所十萬里。」也就是如圖一所示的情形。

這推算的正確性倚賴兩項假設：㈠地平可沿視平面任意延長。（註六）㈡「勾之損益，寸千里」即表尺南北移動一千里，日影長度增減一寸。就古代的知識水平而言，第一項假設幾乎是不能不接受

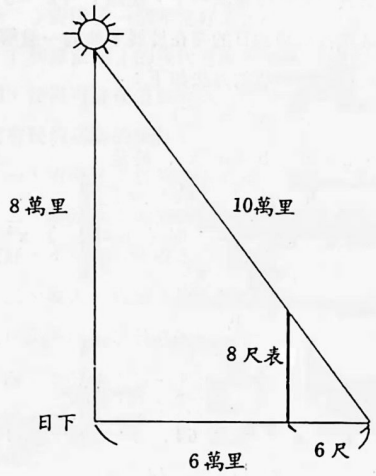
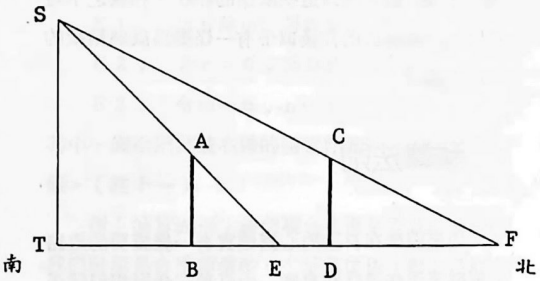


圖　一

的。但是第二條假設，却是一項經驗性敍述，應該是可以實地檢驗的，因此它出錯的機會也較大。日遠的計算如果必須倚靠第二條假設，是頗難令人滿意。但是請看圖二：



AB ＝ CD

圖　二

利用相似直角三角形的性質，可知△ABE 相似於△STE，△CDF 相似於△STF，從而有 $\frac{AB}{BC}=\frac{ST}{TB+BE}$，$\frac{CD}{DF}=\frac{ST}{TB+BD+DF}$。如果令 AB ＝ CD，則有 $\frac{BE}{DF}=\frac{TB+BE}{TB+BD+DF}$，即 TB ＝ $\frac{BE\cdot BD}{DF-BE}$，將此值代入 $ST=\frac{AB}{BE}(TB+BE)$，可得 $ST=\frac{AB\cdot BD}{DF-BE}+AB$。因此我們只要利用等高的兩個表尺AB 與 CD，便可用日影的差DF−BE求出TB 與 ST。因而經驗性的第二條假設得以省去，使得計算日遠日高的理論基礎更形穩固。因此劉徽說「必以重差爲率」，應該是指重表景差爲度量準則的意思。（註七）而劉徽緊接着解釋說：「故曰重差也。立兩表於洛陽之城，令高八尺。南北各盡平地，同日度其正中之景。以景差爲法，表高乘表間爲實，實如法而一，所得加表高，即日去地也。以南表之景，乘表間爲實，實如法而一，即爲從南表至南戴日下也。」請參閱圖二，如果S爲太陽，所謂景差即DF−BE，爲法者爲除數也，表高乘表間即AB•BD，爲實者爲被除數也，因此劉徽的算法是完全正確的。而且雖然他援用了〔周髀算經〕中「周髀長八尺」之說，但是他的興趣其實並不在眞正日遠多少，他沒有舉出實測的值，他只是引用一個古典的題型，來展現自己的方法。也因此他的九條題目裏，雖然有「孤離者三望，離而又旁求者四望」，並不只限於兩對相似直角三角形的關係，但是此理路之「端」仍在重表景差爲率之上，因此總稱爲「重差」。（註八）

與戴奧番塔斯的對比

〔海島算經〕的第一題其實與洛陽測日是完全相同的題目：

「今有望海島，立兩表齊高三丈，前後相去千步，令後表與前表參相直。從前表却行一百二十三步，人目着地，取望島峯，與表末參合。從後表却行一百二十七步，人目着地，取望島峯，亦與表末參合。問島高及去表各幾何？

答曰：島高四里五十五步，去表一百二里一百

五十步。

術曰：以表高乘表間爲實，相多爲法除之，所得加表高，即得島高。求前表去島遠近者，以前表却行乘表間爲實，相多爲法除之，得島去表里數。」

「術曰」中所謂「相多」即爲測日時的景差。

值得注意的是，如果把原題中的實際數值：三丈，千步，一百二十三步，一百二十七步，改換爲符號x、y、z、w，則「術曰」的解法並不受那些實際數值的限制，而完全是一個一般性的解法。用現代符號寫出就是

$$島高=\frac{xy}{w-z}+x，前表去島=\frac{zy}{w-z}$$

因此這種「術」反映了作者對問題的掌握，已經超出了經驗的零散的計算方法，而有了更高層次原理性的認識，這種認識不通過相當的論理過程應該是無法達成的。爲了讓讀者體認這一點的意義，我們用西算史上的一個實例來作爲對比。

與劉徽同時代，約西元二五〇年左右活躍於亞歷山大城的戴奧番塔斯（Diophantus），在他著名的〔算術〕一書的第四册第一題寫道：（注九）

「1試求兩立方數其和爲平方數。

令x爲較小立方體的邊，其立方爲x^3。令較大立方體的邊爲x的任意倍數，譬如2x，則大立方爲$8x^3$。兩者的和爲$9x^3$，必須爲一平方。令該方形的邊長爲任意喜好的x倍數，譬如6x，於是平方爲$36x^2$。因此$9x^3$等於$36x^2$。因爲等式中包含x^2的一邊次數較低，因此用x^2除全體。$9x^3$被x^2除得9x，$36x^2$被x^2除得36，於是9x等於36，而x等於4。因爲已設小立方邊爲x，故該邊爲4，而立方爲64。因爲已設大立方邊爲2x，故該邊爲8，大立方爲512。兩立方和爲576，這是24的平方。」

本題是純粹數學的問題，並且已引用了符號表示未知數，在形式上比劉徽進步，但是運算過程的深度究竟如何呢？首先按照題意只需找出一對特別的數，其立方和爲平方數，原不必有一個一般的求法。其實只要稍微嘗試一下，便知$1^3+2^3=3^2$。可見戴奧番塔斯的目的還在於展示他的一般解法。以現代符號來寫他的方法如下：

$$b^3+a^3=\square$$

令$a=x$，$b=mx$，於是

$$(m^3+1)x^3=\square$$

設$\square=(nx)^2$，則$(m^3+1)x^3=n^2x^2$，於是

$$x=\frac{n^2}{m^3+1}$$

若選 $m=2$，$n=6$，便得所求

$$a^3=x^3=64,\ b^3=8^3=512,$$
$$\square=576=24^2。$$

他的解法其實不是一個通解，必須m^3+1能整除n^2時方爲有效。因此雖然他在解題中說任選爲x的倍數，但其實是有限制的。他能解出所求，實在與選了2與6倍完全有關。而不像劉徽的解法，是與特別的表高、却表等等數值無關的。而且戴奧番塔斯好像沒有意識到這些限制的存在。相較之下可看出，劉徽解法的背後似乎有一條更爲成熟精緻的論理理路。

演算法則

如果劉徽在自己的心裏確實有一條證明的道路，那麼說這條道路起自圖一中直角三角形相似關係的「端」，是一個合理的揣測。因爲〔周髀算經〕中商高曰：「平矩以正繩，偃矩以望高，覆矩以測深，臥矩以知遠。」這種知識確實是當時數學家所熟悉。（註十）但是這條證明的道路，在劉徽沒有把最基本的假設說出，沒有把推論過程中的計算寫明的情況下，仍不足以歸入現代數學所接受的「證明」之列。我們該用什麼樣的理論架構或模式，來看待這類實質意義遠超過實用性計算的理路呢？

現代計算機科學中所謂的「演算法則」（algorithm）提供了一個非常好的出路。

「演算法則」的現代意義，就是一組有限多的規則，使得可遵循這些規則而得以解開特定的問題。它有幾個必要的條件：

一、有限性：必須在有限操作步驟之後停止。

二、確定性：如何執行演算的步驟必須明確的約定好，不可以涉及機率性的選擇。

三、輸入、輸出：明確的給定起始運算的資料，並且說明什麼是最終的結果。

四、有效性：每一個基本的運算步驟都已化約到最簡單的方法，不需另假巧思或額外的知識便可即刻執行。

以西算史上有名的歐幾里德相除法爲例，寫成演算法則的形式便是：

〔歐氏算則〕

輸入：二正整數m，n。

輸出：m與n的最大公因數。

程序：

E1．以n除m，得餘數r．

E2．若r＝0，演算終止；輸出n。

E3．令m←n，n←r，回到E1．

其中←表示把箭號右邊的值當作箭號左邊量的最新值。（註十一）

用「演算法則」這個概念來衡量劉徽的解法，我們發現是合乎標準的。「演算法則」與「證明」相去多遠呢？以近二十年理論計算科學發展的經驗看來，解決問題有兩個階段：第一階段是設計好「演算法則」，第二階段是證明「演算法則」是正確的，確實能算出所需要的輸出。相當大量的問題，特別是概念上只涉及初等數學的問題，眞正困難的步驟是第一階段。等到適用的「演算法則」設計好了，我們對問題就已經有了相當良好的認識與掌握，使得第二階段的正確性證明（proof of correctness）往往變成沒有必要明文書寫。這種現象的例子，在各種有關「演算法則」的教科書中比比皆是。因此當我們以「演算法則」的模式來了解劉徽的成就時，實在不必爲他省了連現代人都會省的步驟而感覺遺憾了。

結　語

最後我們作一個簡短的結論。本文以劉徽〔海島算經〕第一題爲例，由數學知識內在的邏輯關係上，推斷劉徽應該有從圓一直角三角形相似關係出發，推論出各種複雜計算的認識與能力，並且以「演算法則」的模式來了解他書諸文字的成果，使其意義可能有新層次的評價。（註十二）

希望這一點小小的討論，可使大家體會到，中國數學史的研究不應該滿足於考據式的資料排比，以及從文化社會的局限來品評史實的「外緣說」，而應該更加重視數學思想的內在理路。（註十二）

註　釋

註　一：J. Needham, Science and Civilisation in China, vol. Ⅲ, Cambridge University Press, 1959, p. 151.（商務中譯本，第四册，頁282）

註　二：藪內清〔中國算學史〕，頁2。（簡茂祥、林桂英譯，台北聯鳴文化公司出版）

註　三：錢寶琮〔中國算學史，上卷〕，頁40.（國立中央研究院歷史語言研究所，單刊甲種之六，1932）

註　四：張蒼於漢高祖六年（西元前202年）封爲北平侯，曾著書八十篇言陰陽律曆事，應爲古代一等大算家。

註　五：唐，王孝通〔上緝古算經表〕：「微思極毫芒，觸類增長，乃造重差，列於終篇，雖即未爲司南，然亦一時獨步。」

註　六：〔周髀算經〕的宇宙模式是所謂的「蓋天」

式，近人多認為是兩個相離球面的一部分，天蓋在地上，而天的曲度應該較大。第一條假設其實已與蓋天說矛盾，但據高平子〔學曆散論〕裏〔中國人的宇宙圖象〕（中央研究院數學研究所，1969，頁 21 ），認為古人立術不能不用平面，因捨此別無他法。

註　七：李儼、杜石然在〔中國古代數學簡史〕，頁92 ，認為是因為利用了標竿對被測物距離差，以及標竿影差，兩個差值測量，因此叫「重差」，似乎有欠妥善。〔九章注自序〕中說：「徽尋九數有重差之名，原其指趣，乃所以施於此也。」可見劉徽時已不能確定「重差」的原始面貌，現在所謂的「重差」基本上是劉徽的創作。

註　八：〔周髀算經〕其實已隱涵了利用兩表省去「勾之損益，寸千里」假設的種子。陳子說之曰：「……日中立竿測影……周髀長八尺……正南千里，勾一尺五寸；正北千里，勾一尺七寸。」由此可算出千里差一寸的比例，但這似乎並非實地的測量值。而何丙郁與何冠彪在〔中國科技史概論〕，頁68，認為相去兩千里立兩表以測日。這種推斷似嫌過分。其實像劉徽這種一等的數學頭腦，很可能由陳子的話看出只需在洛陽之城立兩表，兩景均可就近實地度量，因而悟出「重差」也未可知。

註　九：〔算術〕原應有十三卷，希臘文本僅存下六卷，近年才由阿拉伯文本翻回四卷，而研判為第四至第七卷，此處是按新順序。請參見 J. Sesiano, Books IV to VII of Diophantus' Arithmetica, Springer-Verlag, 1982, p.88.

註　十：李儼、杜石然在〔中國古代數學簡史〕，頁91，還要用平行輔助綫證明〔海島算經〕第一題的正確性。以及錢寶琮〔中國算學史，上卷〕頁46 ，說：「按此題以近世三角術取之，須用兩仰視角之餘切差為法。兩次測望，即所以求兩仰視角之餘切也。」都是以近代的數學驗證了劉徽的答案，却完全忽視它內在的理路，而未能體認劉徽可用更簡單更直接的比例計算達到目的。純粹以相似直角三角形驗證者，請參看黃哲夫〔海島算經新註今釋〕，刊於中央研究院數學研究所〔數學傳播季刊〕，第三卷第二期，1978，頁 53-頁 65.

註十一：此節「演算法則」資料取自 D.E.Knuth the Art of Computer Programming, vol.1, Addison Wesley, 1968,p.1 -p.6.

註十二：至少劉徽不應以 calculator 視之，像 Needham 前引書頁33 所言：「But of course no such algebraic generalisations were ever thought necessary by the old Chinese calculators, who dealt only with specific practical problems」（商務中譯本，第四册，頁59 ）。

註十三：「內在理路」（ inner logic ）是余英時〔歷史與思想〕書中〔清代思想史的一個新解釋〕所強調的概念，余先生的研究予人甚多啓示。

※作者現任職於中央研究院數學研究所。

因物成率・審辨名分

—— 試論中算史研究的幾個大方向

** 本文轉載自聯合報民國七十三年十一月十二日國父誕辰紀念日特刊。

洪萬生

中國古代數學對於世界數學思想的主流究竟有沒有重大影響？中西史家對此雖然迭有爭論。但不容否認，中國古代數學的發展的確源遠流長，有其一貫的傳統與獨特的風格，而且，在十六世紀西方曆算學輸入以前，它也曾經擁有傲視群倫的非凡成就，因此，就一門學問來說，中算史的研究目標是明確的，而所取得的研究成果也是有意義的。

在科學史領域中，數學史可說是相當成熟的一門學問，這種情形在西方學界尤其顯著。西方數學史家大都極爲重視在數學史的主要時期中，那些逐漸冒出來並成爲最突出的主流工作，因爲它們大大地促進並形成了其後的數學活動。此外，他們也很關心人們對數學本身的看法，不同時期中這種看法的改變，以及數學家對於自己成就的理解等等。這個源自於十九世紀的學術活動，到了一九七二年數學史家克蘭恩（M.Kline）的鉅著「數學史——數學思想的發展」（註一）出版時，可以說已經達到了第一個高峯。

在另一方面，中國數學史研究也可追溯到十九世紀，當時清朝大臣阮元及其幕僚爲了強化「西學源起中國說」，特別編纂了歷代曆算家傳記「疇人傳」。不過，這部著作對於中國古代數學的傳承，並沒有給出深入的見解。因爲「疇人傳」雖然取材自二十四史志，「但對各家之生卒年月及著者年代，都未深考；往往序文凡例連篇記入，而製作此序文之年月，反漏而不記，即各書之精華，學派之流傳，與乎社會之背景，亦全未顧及，學者雖熟讀此六十餘萬言之大著，而於中算源流仍無所多得。」（註二）所以，眞正值得注意的，乃是從本世紀廿年代開始由李儼、錢寶琮所領導的中算史研究，他們分別通過學術論著「中國算學史」（一九三七年）、「中國數學大綱」（一九三一年）與「中算史論叢」（一九三一年），以及「中國算學史上卷」（一九三二年）與「古算考源」（一九三〇年），廣搜史料，考訂文物，不僅確立了歷代數學的知識水準，而且奠定了中算史研究繼續發展的初步規模。

不過，由於時代條件的侷限，李、錢二氏及其他前輩學者的研究難免美中不足，比如：在中算史的主要時期中，所謂的主流工作究竟是什麼？它們又是如何塑造那些時期的數學風格？這些重要課題就沒有成爲他們的關注焦點；他們的主要貢獻還是在於「理性重建」，也就是利用現代的數學術語與符號去還原古代的數學知識。事實上，這種作風可以說是乾嘉學派傳統的延續，不同的只是校勘、注釋所用的語言而已。因此，在以問題演化爲綱領的研究工作中，就無法充分地運用比較史學方法，而平白地喪失了良好的歷史透視角度，比如李儼的論

文「中算家之Pascal 三角形研究」（註三）就是如此，關於這一點，拙文「中西『巴斯卡三角』的比較研究：一〇〇〇——一七〇〇」（註四）已有評論，此處不贅；再如李儼另一篇論文「大衍求一術之過去與未來」（註五）在史料排比上堪稱翔實，但說到結論，就不如漢學家李培德（ U.Libbrecht ）的研究深入了（註六）。

或許有人認爲此讓前輩學者「現醜」，是缺乏「同情的了解」，但筆者甘冒此一大不韙，目的無非強調：後人站在前人肩上並不一定能夠看得更遠；一門學問的發展有它一定的階段性，中算史自不例外，因此，要是我們不敢探討更深一層的問題，也不願嘗試更有效的方法，那麼，一切的後續研究都將只是狗尾續貂罷了。

即使面對李約瑟大師的研究成果，我們的批判立場仍然不變。李約瑟的「中國之科學與文明」第三卷處理天文史與數學史（台灣商務出版的中譯本將「數學史」部份分出列爲第四册），出版於一九五九年，距今已有十五年了，因此，書中部份結論容或尚未過時，但是值得討論的實在是太多了，比如他認爲「中國對於數學的成就，有突出的表現的，厥唯漢、宋兩朝。」就忽略了魏晉南北朝，尤其對於魏晉的偉大數學家劉徽，他更是未曾給出公允的評價。他認定劉徽是「經驗」立體幾何學的偉大解說者之一，顯然並未洞察劉徽的眞正貢獻。關於這一點，錢寶琮曾經給出最早的恰當透視：「徽所撰注，崇尚理証，務求明晰，未曾拘泥古法，視趙爽周髀註爲尤勝一籌。中國算學得由經驗的公式，爲合理的研究，劉徽之功爲多云。」（註七）而漢學家華道安（ D.B.Wagner）對「劉徽注」的研究（註八）、拙文「我國古代的體積理論」（註九）、「古代中國的幾何學」（註十）、「重視証明的時代——魏晉南北朝的科技」（註十一）和「綜論劉徽的極限方法及其概念」（註十二），以及其他數學史家的研究成果，都是以顯示劉徽不愧爲「古今東西數學界一大偉人」（引數學史家三上義夫語）。因此，李約瑟對於劉徽研究的不足，顯然使他無法正確把握劉徽通過「九章算術注」所建立的數學理論體系，這就李約瑟所規劃的「中國科技史」巨大藍圖而言，不能不說是一項缺憾。

儘管如此，李約瑟這一册「數學史」的研究取向，依然值得我們稱述。這本書主要是根據二手資料寫成的，除了利用他本人與合作者王鈴共撰的一篇關於中算「開方術」發展的論文外，最重要的參考文獻便是前述李、錢二氏的著作。然而，李約瑟却嘗試從文化史的角度，來全面觀照中國古代數學的發展，因此，在他綜合了三上義夫、卡爵利（ F. Cajori ）等數學史家對中國古代數學思想、形式與符號的評論以後，他進一步指出社會的實際需求，和中國人對「自然法則」的態度，也是值得深入考慮的因素。更重要的是他在該書最後所提出的：何以西歐在文藝復興後出現的數學化底自然科學，不能在中國發生？這個其實才是他最念茲在茲的，也是他在「中國之科學與文明」第七卷完結篇中，企圖要解決的重大問題。而在他發現：十四世紀以前的中國數學「竟然」在很多方面遠較西歐先進時，這個問題更成爲他後半生的志業了。

當然，李約瑟這個針對近代中國科技落後的史實所設定的問題，近十幾年來，已經受到多位漢學家如席文（ N.Sivin ）、金永植（ Yung Sin Kim）的深刻批判與反省了（註十三）；不過，李約瑟在對照過文藝復興時期西歐自然哲學與數學的結合之後，也特別注意到十一、二世紀中國新儒學者在自然知識上的研究。而這個觀點對金永植本人也有所啓發，他認爲我們不妨先問：「何以中國人發展有關知識的方式大異於西歐的發展近代科學？」並據此探索中國士人，尤其是新儒學者的自然知識，以及蘊藉其中的基本理念與假設。

我們在此提到的金永植之研究並不是無關題旨的，底下請容許我們做個簡略的說明。對於十四世紀何以成爲中國數學由盛而衰的關鍵時期，史家始終無法提出圓滿答案；誠然，像籌算制度的限制、八股取士對思想的箝制、新儒學走入過分唯心的死胡同，以及數學發展脫離了社會的實際需要等等解

釋，都可能是因素之一，不過，總結來看，筆者認爲缺乏有意義的問題，似乎才是導致十四世紀理論數學生機殆盡的主要因素——問題及其求解肯定是數學的靈魂，例如劉徽、祖冲之（主要是劉徽）把幾何問題一舉解決後，中國古代幾何學的發展可以說就停滯下來了；同樣地，我們應當也可以說秦九韶、李治與朱世傑在傳統的模式上建造了中國代數學的最後理論，其後由於缺乏能夠造成突破的問題，因而日漸衰微。是以，要想探究何以十四世紀的中國數學缺乏有意義的問題，或可同時追問：何以十二、三世紀的中國數學提供了有意義的問題？筆者以爲要想解決這些歷史問題，除了再深入研究當時的數學理論，和數學家對他們自己成就的理解外，當時人們，尤其是士人對數學本身的看法也是必須注意的。正是基於此，我們才會斷定金永植的研究取向是大有可爲的，並值得中算史研究者深思的。

以上大略回顧了過去六十年來的中算史研究，其中筆者也特別針對魏晉南北期、宋金元兩個時期的研究成果，進行了一個初步的討論，並且隱約地提出中國數學史的核心問題所在。在本文即將結束以前，筆者有必要將它們陳述得明確一點，以供同行專家指教：

一「九章算術劉徽注」的再深入研究是不能放過的，因爲它是把握中國古算理論體系的關鍵，也是中國古代唯一幾何理論所寄，任何人想要對中國古代數學發展表示意見，「劉徽注」是絕對必要的憑藉。而以目前的研究狀況來看，此一方向的研究在未來十年之內是很有重大突破可能的。

二十三世紀中算理論體系的徹底了解，勢必能夠幫助我們透視近代中國科技的落後史實，我們目前所取得的成果距離這一點還遠得很，必須大大地加強。

三此外，鑑於十六世紀以來中西曆算學的會通，對廿世紀的中國傳統數學的滙入世界潮流貢獻甚大，因此，我們對於明末清初以來的傑出數學家著作，必須進行大規模的研究，期望他們在銜接傳統與現代時所取得的珍貴經驗，能夠豐富我們思考「爲何有效學習、發展現代科技？」這一問題的資源。關於這一方面的研究，我們似乎應該首先側重在數學家全集上。可惜，除了法國漢學家馬洛夫（Jean Claude Martzloff）的「梅文鼎（一六三三—一七二一）數學全集研究」（註十四）外，我們還看不到國人的系統研究。

總之，中算史的意義已無須爭論，從而它的學術價值也已告確立，因此，接著下來只有要不要做研究的問題了。如果要做，那麼，「因物成率，審辨名分」（引劉徽注語），現在眞是中算史研究搞清楚大方向的時候了。

註　釋

註一：此書英文名為Mathematical Thought from Ancient to Modern Times，一九七二年牛津大學出版社出版，九章出版社有中譯本。

註二：引自李儼的「中算史之工作」，載「中算史論叢(二)」，台灣商務六十六年出版。

註三：載「中算史論叢(三)」。

註四：刊「思與言」第十九卷第六期，一九八二年三月。

註五：載「中算史論叢(一)」。

註六：參閱李培德著作Chinese Mathematics in the Thirteenth Century : The Shu-shu chiu-chang of Ch in Chiu-shao, M I T.Press, 1973。

註七：參閱錢寶琮，「中國算學史上卷」，民國二十一年國立中央研究院歷史語言研究所出版，九章出版社有翻印。

註八：只正式發表一部份，最精彩的一篇是An Early Chinese Derivation of the

Volume of a Pyramid : Liu Hui, Third Century A.D.,Historia Mathematica vol.6。

註九：戴洪萬生，「中國π的一頁滄桑」，自然科學文化事業公司，民國七十年出版。

註十：見本書第二輯㈢。

註十一：戴劉俗總主編「中國文化新論」「科技篇」，聯經出版公司，民國七十一年出版

註十二：刊「數學研究中心報告——七十二年暑期研討會」。

註十三：參閱拙文「科學非革命不可？」，刊「科學月刊」第十五卷第七期，民國七十三年七月。

註十四：本書法文原名為Rescherches sur L'Œuvre Mathematique de Mei Wending (1633-1721), College de France Institut des Hautes Etudes Chinoises。

※作者現任教於師範大學數學系。

中國數學史的幾個問題

洪萬生

一九七八年十月，筆者蒙郭正昭先生推荐，在「時報周刊」海外版發表「中國數學史的幾個問題」一文，當時初出茅蘆，所涉尙淺，因此，該文意在嘗試，或可用以自勉，原是不敢妄稱定論的。如今六年過去了，筆者審視國內外中算史研究狀況，有幸發現該文的觀點雖然粗糙，但是似乎並未過時，因此，特將該文所列舉的五個問題轉述如下，期望專家同好不吝賜教：

一、數學家與數學思想的傳承脈絡

中國古代算學家對「數」與「形」的概念之認識頗爲模糊，從各算經的序文中去搜尋，也難得發現他們對「數學」的看法，似乎只有宋代秦九韶主張「數與道非二本」和「夫物莫不有數」（見「數學九章」序），以及元朝李治所指出的「彼其冥冥之中，固有昭昭者存。夫昭昭者，其自然之數也。非自然之數，其自然之理也。……苟能推自然之理，以明自然之數，則雖遠而乾端坤倪，幽而神情鬼狀，未有不合者矣！」（見「測圓海鏡」序）是兩個例子。但是，仍然看不出他們的師承與傳人。中國傳統算學思想，除了「實用」以外，是否還有更深一層的精神推動力量？這是個亟待解決的問題。至於河圖洛書，則是宋儒將出自漢讖緯術的九宮算，與「易繫辭」中的「洛出書」附會出來的。如硬要說它是中國古算的根源，實在不足以服人。（在這方面，明朝的「算法統宗」與清代的「數理精蘊」可以說是始作俑者）。總之，在我國傳統算學上，似乎還找不到像古希臘畢氏學派（約西元前六世紀）那樣主導後世（西方）數學發展的例証。

二、籌算制度對中國代數學發展的影響

中國古代代數學是從籌算基礎上發展起來的，籌算是中國古代數學的主要計算工具，巧妙地結合了十進步記錄法，間接促成了古代中國代數學的高度發展。但是由於它離不開具體的數字，以致於阻礙了代數學抽象觀念的形成；再者，由於操作簡便

，所以無形中也排斥了筆算。唐代時，筆算曾經輸入，可惜未被接受，直到明末才由「同文算指」正式引進，使得代數學的符號化遲遲未能完成，所以籌算制度對中國代數學的影響，實在有待進一步的評估，而它何以「根深蒂固」更值得探討。

三、形式邏輯系統無法產生的原因

畢氏學派是否認定：「數學理論必須藉助形式邏輯的推演，從一組顯明的公理建立起來。」我們不得而知，不過，他們確曾認定：「數」與「形」都是抽象化的概念，爲心靈所擁有，並且極端地不同於外在世界的事物。另外，他們還使用歸謬証明法，嚴格地証明了 $\sqrt{2}$ 是個無理數，足見他們具有建立「形式邏輯系統」的濃厚傾向，哲學家亞里斯多德的三段論法應該只是這種傾向的具體化吧！所以名家與墨家的慘遭罷黜，到底是不是中國「形式邏輯系統」無法產生的主要原因，恐怕還大有商榷的餘地。

四、純理論創造與研究在傳統數學中的地位

劉徽在「九章算術注」序文中說：「事類相推，各有攸歸，故枝條雖分而同本幹者，知發其一端而已。」再仔細對照劉徽此一傑出注文，例如求圓周率的割圓術，平面幾何的平移與疊合概念，可見他並非全以實用爲著眼點，後世的算學家每以注解「九章算術」爲治算起點，進而進立更高層次的理論（唯一的例外是祖冲之的成就，如圓周率及球體積公式的推算，是兩項重大的突破）。我們不禁懷疑：難道中國古代的數學家除了經世致用之外，對數學知識就沒有更高的企望嗎？

五、社會背景與數學理論發展的關係

中國古代數學中的天元術，主要是在金元兩代之際，河北、山西南部太行山東西兩面地區發展出來的，當時這些地區都是非常繁榮的商業和文化中心。這與文藝復興後，西方代數學發展的條件頗具異曲同工之妙，但是宋金元數學的由盛而衰，多少暴露了它理論基礎的不夠健全；它的暴起暴落是否意味著：傳統算學無法在實用與非實用之間取得協調？

※作者現任教於師範大學數學系。

煉丹與化學

——兼談道家的化學觀

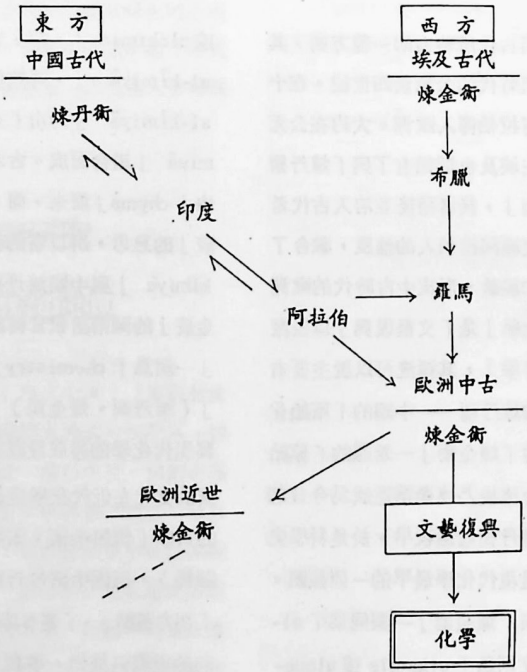
(甲)、「煉丹」與「化學」
(乙)、「煉丹」化學學要
(丙)、道家的化學觀

龍村倪

「煉丹術」爲我國古代所特有的一種方術，其歷史淵源可上溯到戰國時代的公元前四世紀，在十二世紀前後經印度、阿拉伯傳入歐洲。大約在公元前一世紀及一世紀時在埃及也開始有了與「煉丹術」目的不同的「煉金術」，後者稍後並溶入古代希臘的自然哲學思想，復經阿拉伯人的推展，融合了中國古代煉丹的知識和經驗，形成中古時代的歐洲「煉金術」。現代「化學」是「文藝復興」以後源自歐洲的一門「自然科學」，其源流可以說主要有兩支：一爲中國古代的煉丹術——中國的「原始化學」；一爲古代希臘的「煉金術」—希臘的「原始化學」，二者在歐洲合流後乃逐漸演進成爲今日的「化學」。因爲中國煉丹術起源較早，於是科學史家乃認爲中國煉丹術是現代化學最早的一個源頭。現代英文「煉丹術」與「煉金術」一詞同爲「alchemy」，中世紀英文則爲「alkamie 或 alquemie」，再早則可溯自中世紀拉丁文「alchymia 或 alchimia」，拉丁文則源自更早的阿拉伯文「al-kīmiyā」，阿拉伯文「煉丹術及煉金術」「al-kīmiyā」乃由「al（冠詞 the）」加上「kīmiyā」組合而成。古希臘文有「chēmeia」乃由「chyma」而來，而「chyma」在希臘文中有「液」的意思，所以有的科學史學者認爲阿拉伯文「kimiya」與中國煉丹術有直接關係，是由中國「金液」的閩南語發音轉讀而來。而現代英文「化學」一詞爲「chemistry」，其字源正是「alchemy」（煉丹術、煉金術），所以有學者認爲這是中國與現代化學的發展最直接的關連。當然世界許多民族的文化在近代化學發展的前史中都有其不同程度的貢獻（例如中國、印度、阿拉伯、埃及、希臘和羅馬），但因中國煉丹術起源較早，在宋代以前又「用力甚勤」、「著有功績」，所以特別受到化學史家的重視與推崇。事實上中文「化學」一詞乃譯自英文「chemistry」，最初譯成的時間約在一八七

〇年（清同治年間）前後，理由是因爲此門科學主要在研究「物質」的「變化」，稱此門學問爲「化學」十分正確高明，而且道家常說到「化」（例如≪易經≫有〝萬物化生〞），並且認爲「變化」是一種常理（例如≪莊子≫之〝變化者乃天地之自然〞），所以現代「化學」所講的類同於中國古代的「化」學，就是以研究自然界各種物質的各種變化爲主要目的。

化學發展的歷史雖然源遠流長，經歷了兩三千年的演進，但近代化學的創立却是歐洲文藝復興以後的事。十七世紀後經過許多傑出化學家的努力方能奠定今日化學的基礎，而「化」學也終能脫胎換骨，自煉丹術等經驗和原始的形態而成爲一門眞正的自然科學。其中最重要的如拉瓦錫（A.L.Lavoisier, 1743-1794, 法國）於 1774 年通過試驗提出了燃燒作用的氧化學說，同時並以此爲基礎，用實驗證明了「質量不滅定律」，是現代化學的重要奠基者之一，故後人尊稱其爲現代化學之父。1803 年道爾頓（J.Dalton, 1766-1844, 英國）正式提出了他的「原子學說」，現代化學乃有了進一步的基本理論，對元素和化合物的一些基本性質，方能作科學的解釋。再後 1869 年門得列夫（Dmitri Mendeleev, 1834-1907, 俄國）提出了第一張化學元素週期表，化學的研究就變成更有系統，化學的面貌與內涵也就與古代的煉丹術大大不同了（圖一「化學」發展歷史示意圖）。「科學」發展的歷史是漫長的，其演進是緩慢的，而促成其發展的因素是多元的，其過程是有起有伏的，這點我們可由現代化學與中國古代方士以醫療長壽爲目的的煉丹術之間的血緣關係而得到一個例證。



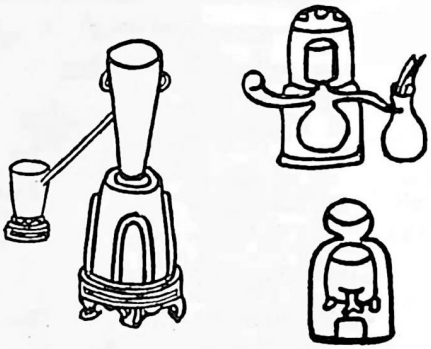
圖一：「化學」發展歷史示意圖。

(甲)、「煉丹」與「化學」

「化學」是〃研究物質的組成，結構，性質及物質相互間變化關係的一門基礎科學〃，由於化學所研究的對象是自然界的一種「物理現象」，所以歸於自然科學中，成爲很重要的一門科學。「煉丹」的主要工作在進行天然物質間的變化試驗，其目的在希望由物質的轉化能煉成一種藥物（金丹、神丹、仙丹、金液、黃金），人吃了以後可以却病延年，甚或長生不老；當然如能煉得貴重的黃金白銀（黃白）用以得「利」也是好事（歐洲「煉金術」或「點金術」則以後一目的爲主，缺乏醫療長壽的動機）。所以煉丹並非依憑「空想」，而必須進行實際的試驗和操作，因而逐漸認識和瞭解了許多天然物質（主要是各種礦物）的物理和化學特性。同時煉丹家（早期稱「方士」、「術士」、「丹家」）經由實驗對許多物質在不同加熱情況下所發生的作用和反應有了較深的認識，也逐漸累積了可貴的經驗，也製備了不少重要的化合物，這是「化學」發展的早期經驗階段，煉丹術和煉金術經二千多年的緩慢發展，而終於產生了近代化學。

「煉丹術」以物質的變化爲探索的對象，與「化學」的研究物質的性質與變化正屬相同，二者之間僅有層次深淺、範圍廣窄及方法精粗上的差別，在基本目標上並無不同，但「化學」是一門「科學」，因爲「化學」有定律（如氣體定律，熱力學定律等）和理論（如元素理論、原子理論、結晶構造理論等），所以化學是一門科學。而煉丹術只有觀察和經驗，嚴格的說只能稱爲「經驗科學」或「擬科學」，所以「煉丹術」只能稱之爲現代化學的前身或「原始化學」，是「化學」發展過程中的經驗階段，其異同之點是顯而易見的。

以簡單統一的理論來說明自然界複雜的現象，是科學的一項基本任務。現代化學可以對物質間的相互反應根據化學理論作出合理的解釋，但古代煉丹家對煉丹過程中的各種反應却多無法合理說明，唯一的依憑就是陰陽五行的觀念。陰陽是其宇宙二元論；五行（金、木、水、火、土）則是其元素論，這種「理論」雖然「粗樸」，但在二千多年前的世界中，還算最「進步」和最高明的。古代丹家所用的燒丹煉汞器具，事實上即是現代化學器具的前身（圖二），煉丹家在此方面的貢獻，也是極其可貴的。



圖二：古代道家所用燒丹煉汞器具，實即今日化學器具的前身。（圖出《丹房須知》見《道藏》似字號）

(乙)、「煉丹」化學學要

中國古代煉丹家以礦物爲主要原料進行煉丹，希望製得丹藥用以治病或益壽延年，在長久的煉製試驗過程中，累積了許多有關物質變化的經驗，同時也製得了許多種「新藥物」，在化學發展史上的貢獻是很大的，以下僅就其重要者加以簡略說明，以證所言不誣（反應式已力求正確，但部份可能並非必定如此）。

(1)漢、魏伯陽《周易參同契》

- 汞的化學性質：〃河上姹女，靈而最神，得火則飛，不見埃塵。……將欲制之，黃芽爲根〃；〃采之類白，造之則朱〃。

河上姹女——天然水銀（汞，汞，Hg ）。

黃　芽——硫磺（石流黃、硫、S ）。

$$\underset{(\ell)}{Hg} \xrightarrow[\triangle]{\sim 200\ ℃} \underset{(g)}{Hg}\uparrow$$

$$\underset{(\ell)}{Hg} + \underset{(s)}{S} \xrightarrow[\triangle]{} \underset{(s)}{HgS}$$

白色　　紅色

- 鉛丹的化學變化：〃胡粉投火中，色還還爲鉛〃

胡粉——碱性碳酸鉛〔 $Pb_2(OH)_2CO_3$ 〕

$$\underset{\text{白色}}{\underset{(s)}{3Pb_2(OH)_2CO_3}} \longrightarrow \underset{\text{紅色}}{\underset{(s)}{2Pb_3O_4}} + \underset{(g)}{3H_2O} + \underset{(g)}{3CO_2}\uparrow$$

$$\xrightarrow{+4C} \underset{\text{金屬}}{\underset{(s)}{6Pb}} + \underset{(g)}{4CO_2}\uparrow$$

(2)晉、葛洪《抱朴子》

- 鐵置換銅反應：〃以曾青塗鐵，鐵赤色如銅〃

曾青——膽礬（ $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ）

$$\underset{\text{藍色}}{\underset{(s)}{CuSO_4 \cdot 5H_2O}} \xrightarrow{H_2O} \underset{(aq)}{Cu^{2+}} + \underset{(aq)}{SO_4^{2-}} + \underset{(\ell)}{5H_2O}$$

$$\xrightarrow{+Fe^0} \underset{(aq)}{Fe^{2+}} + \underset{\text{赤銅色}}{\underset{(s)}{2Cu^0}}\downarrow$$

此一反應在《道藏》《卅六水法》（晉以前著作，撰者佚名）中有類似的記載（圖三爲溶解一種礦物的方子，但因所用礦物爲何，筆者尚有一些疑問，尚無法作合理時說明）。此一方法我國在宋代已用來大量生產銅，作爲造幣之需，此即「胆銅法」，是現代濕法冶金之始祖，也就是用較便宜的鐵從天然含銅礦水中回收銅的方法，此法在我國或世界其他地方到目前仍有應用。

- 丹砂的化學變化：〃丹砂燒之成水銀，積變又還成丹砂〃

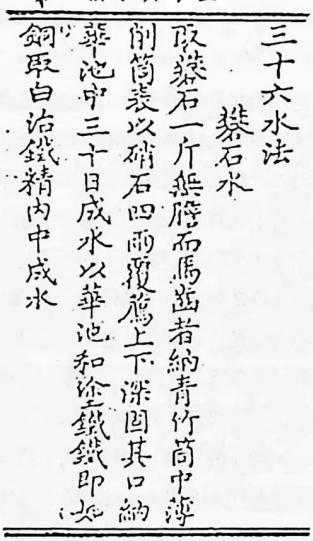
丹砂——辰砂（ HgS ）

$$\underset{\text{紅色}}{\underset{(s)}{HgS}} + O_2 \xrightarrow[\triangle]{500° - 600℃} \underset{\text{銀白色}}{\underset{(\ell)}{Hg}} + \underset{(g)}{SO_2}\uparrow$$

$$\xrightarrow{+S} \underset{\text{紅色}}{\underset{(s)}{HgS}}$$

註：ℓ —液體，g —氣體，s —固體，aq —水溶液

△—加熱，↑—逸出，↓—沉澱


三十六水法　第一

三十六水法

礬石水

取礬石一斤無膏而馬齒者納青竹筒中薄削筒表以硝石四兩覆爲上下深固其口納礬池中三十日成水以華池和塗鐵鐵即如銅取白治鐵精內中成水

圖三：《三十六水法》為中國古代溶解礦物的一本專書。（《三十六水法》見《道藏》如字號）

(3)南北朝、陶弘景《本草經集注》

- 以焰色分辨鉀和鈉的塩類：〃先時有人得一種物，其色理與朴消大同小異，朏朏如握雪不冰，強燒之，紫青煙起，乃成灰，不停沸，如朴消，云是眞消石也。〃

朴消——無水芒硝（Na_2SO_4）

消石——硝石（KNO_3）

$$Na^+ \xrightarrow[\Delta]{} \text{黃色火焰}$$

$$K^+ \xrightarrow[\Delta]{} \text{青紫色火焰}$$

這是焰色定性分析的世界最早記載，彌足珍貴。近代化學上所用儀器分析中的焰光光譜分析，不僅定性亦可定量，此一記載是此法早期的經驗階段的實驗記錄。

(4)唐、蘇敬等《新修本草》

- 製氯化銅法：〃以光明塩、硇砂、赤銅屑醯之爲塊，綠色眞者出焉。

光明塩——岩塩（NaCl）

砂——鹵砂（NH_4Cl）

赤銅屑——銅　（Cu）

$$\underset{(s)}{Cu} + \underset{(s)}{NaCl} + \underset{(s)}{NH_4Cl} \xrightarrow[\text{氧化}]{\text{潮解}} \underset{(s)}{CuCl_2 \cdot 2H_2O}$$

綠色

- 製銀粉法：〃方家用銀屑，當取見成銀薄，以水銀消之爲泥，合消石及塩，研爲粉，燒出水銀，淘去塩石，爲粉極細，用之乃佳。〃

銀——Ag

水銀——汞（Hg）

$$\underset{(s)}{Ag} + \underset{(\ell)}{Hg} \longrightarrow \underset{(s)}{AgHg}$$

銀箔

$$AgHg \xrightarrow[\Delta]{\sim 200\ ℃} \underset{(s)}{Ag} + \underset{(g)}{Hg}\uparrow$$

銀粉

(5)宋、玄眞子孟要甫輯《諸家神品丹法》

- 伏火硫磺法：最早的原始火藥詳配方（圖四）硫（S）、硝（KNO_3）、炭（C）爲組成火藥的三要素，三者如以適當的比例混合均勻，以火點之會〃暴燃〃，如在密閉空間內則會「爆炸」（因三者燃點均不高，燃時可產生大量氣體如 CO_2, SO_2, NO_2 等，體積迅速膨脹而造成爆炸），此方爲中國四大發明之一火藥發明的前奏。

(6)明、李時珍《本草綱目》

- 升煉輕粉法：〃用水銀一兩、白矾二兩、食塩一兩同研，不見星。鋪於器內，以小烏盆覆之。篩灶灰，塩水和，封固盆口，以炭打二柱香。取開，則粉升于盆上矣！其白如霜，輕盈可愛，一兩汞可升粉八錢。〃

白矾——硫酸塩類〔$KAl(SO_4)_2$〕

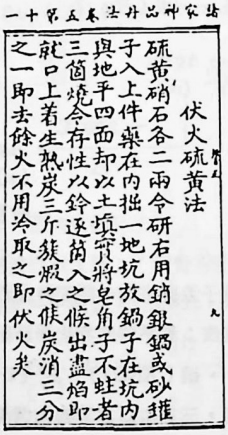
水銀——汞（Hg）

食塩——塩（NaCl）

$$6Hg_{(\ell)} + 2KAl(SO_4)_{2(s)} + 6NaCl_{(s)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow K_2SO_{(s)} + 3Na_2SO_{(s)} + Al_2O_{3(s)} + 3HgCl_{2(g)}\uparrow$$

氣化亞汞亦有自然產出者，此爲人造之化合物。

古代煉丹家還有許多在製備化合物上的貢獻，有的反應極爲複雜，參加反應的物質多達十餘種，同時也加入有機物。以上所舉僅爲淺明易解者，都是可經由實驗證明的，是合於現代化學理論的古代煉丹家化學實驗記錄。


一十第五卷法丹出神家諸

伏火硫黃法

硫黃、硝石各二兩令研右用銷銀鍋或砂罐子入上件藥在內拨一地坑放鍋子在坑內與地平四面却以土填實將皂角子不蛀者三箇燒令存性以鈴逐箇入之候出盡焰即就口上著生熱炭三斤猛煅之候炭消三分之一即去餘火不用拾取之即伏火矣

圖四：「伏火硫黃法」為已知世界最早原始火藥配方。（《諸家神品丹法》見《道藏》餐字號）

（丙）、道家的化學觀

「道家（或道敎）」的求長生思想可說源自戰國時代的「神仙家」。人類追求長生不老，可說是一種十分基本的理念（混雜了幻想、理想、宗敎的虔誠和各種試驗過程），最早在中國可能以找尋天然的仙葯（如靈芝仙草）爲主要方式，但似乎無法達到目標，乃轉而「煉丹」希望借人的能力能製得「神丹」，達到長生不老的目的。在道家此種能使人延長壽命或羽化登仙的「丹」稱爲「大丹」，是外丹家的主要目標，其他僅能治疾療病的「丹」，均爲「小丹」，但都以服餌爲方法，是靠「外力」來達成。當然「大丹」難成（現代科學也還未能達成此一理想），但許多「小丹」的療效是極其有名的。「大丹」既然煉之而不可得，乃有「內丹」的興起，「內丹」是順天地自然之原則（也就是「道」），而行「呼吸導引」等法，以求能達到延命長壽的極終目的。「內丹」是靠「自力」，主要方法是「精、氣、神」的修鍊，秦漢時代「內丹」的修鍊已加入了《易經》（周易）的八卦和陰陽家的陰陽五行思想，算是有了自己的「理論基礎」，後來又加入了「儒家」的「積善正行、忠孝仁義」的道德觀念，乃形成了一種奇特但很有文化價值的長生思想，那就是長生的理念需靠三方向的努力乃可「望」達成，即：葯物治病延年；自身修鍊保健；及做好人利己利人，三者缺一不可，有「缺」即前功盡棄。在道家的實踐過程中，此三者時分時合，有人分，有人合，但到目前爲止還沒有任何人可以克服人類「現世」死亡的最大威脅，現代科學家還在不同領域中追求達成個人生命長生目標的有效方法（如換心及冷凍屍體以待他日救活等）。

「內丹」屬精神方面，行「忠孝仁義」屬倫理道德範疇，均與「化」學無關，不在此討論。僅就「外丹」的「化學」略陳己見，看看它的本質是什麼。草木易腐，動物會死，以易腐會死之物自然不能用之以治「人之必死」，但礦物無生命，有生方有死，無生即無死，所以中國古代早期煉丹家均以「礦物」爲原料，尤其對那些不朽不敗壞的礦物，更加特別重視，"金性不敗朽，故爲萬物寶，術士服食之，壽命得長久。"（《周易參同契》）；"黃金入火百鍊不消，埋之畢天不朽。"（《抱朴子

≫）就是這種觀念的代表。

拋開荒誕的想法不談，如僅就道家（或道教）對物質的理念和對自然界的看法上，有很多論點也是與現代科學上的一些基本精神不謀而合的，這在科學的發展史上實有其意義。以下僅就晉、葛洪≪抱朴子≫一書中有說的話，略加探討簡述如下：

• 〃假令不能決意信命之可延，仙之可得，亦何惜於試之，……而斷言世間必無長生之道哉！〃

相信經由不停的「試」，可以達到一種目的，現在不能達成，只因尚不明其方法，這種不斷「追求」的信念，是科學發展的主要動力。

• 〃草木燒之即燼，而丹砂燒之成水銀，積變又還成丹砂，其去凡草木亦遠矣！〃

看出物質的變化各個不同，而且有的物質可以人造，有的化學反應可以逆轉。

• 〃夫丹之爲物，燒之愈久，變化愈妙。黃金入火百煉不消，埋之畢天不朽。〃

經由經驗道出有的物質很容易變化，有的物質則不容易變化（化學活性各不相同），注意到各物質各有其特性。

• 〃變化者乃天地之自然，何爲嫌金銀之不可以異物作乎？〃

已提出了任何物質皆可人造，即經由物質的變化，人可造任何東西，在物質上說人可以與天相同，有相類的能力。

• 〃雲雨霜雪皆天地之氣也，而以葯作之與眞無異也。〃

物質皆有其「本」性，與由天然或人造而得者無關，此點在本質論上極有見地，甚爲可貴。

• 〃致非窮理盡性者不能得其指歸；非原始見終者不能得其情狀也。〃

這是「打破砂鍋問到底」，「窮理探源」研究精神的最佳寫照，探尋自然的本源，正是一種力行的科學精神。現代科學的「不信邪」與「正本窮源」精神的終極目標是「人定勝天」，這與中國古代道家的思想也是吻合的，當然現代科學發展成就的功過，是更深一層的「科學倫理」問題，值得深思，但需另當別論。

葛洪雖爲中國歷史上最傑出的煉丹家，但他的思想僅構成道家宇宙觀的部份，其中雖蘊有極高的科學思維，相信人憑着心智模索，可以瞭解複雜的大自然，而且實驗的主張甚強，但也有很多虛誕的說法，這在科學發展的原始階段是一種普遍的情形，是不足深責的。道家其他有關物質世界的「理論」還有許多，非經仔細閱讀有關「經典」，並細加分辨，一時不容易說明及瞭解。

中國古代的煉丹術雖然與現代化學有傳承上的血緣關係，但它本身也呈顯了一些實際的缺點，未能有效使用「符號」就是其中最重要的一種。「符號」的使用，有簡化、統一、及明確的功能，是科學發展的一項基本手段，在化學中使用「化學符號」，以代表不同的物質及不同的反應過程，這在化學發展的歷史上也是一件重要的事，但古代丹家爲配合道教宗教上的神密觀，不僅未能發展出一套有系統的符號，而且反其道而行，大量使用隱名，增加混淆困惑，使其技難傳，其理難通，這或爲一種歷史的必然，也未使不是一項遺憾！但無論如何中國古代的煉丹術在促成現代化學發展上的貢獻仍是正面的，與各民族的貢獻相比，中國道家的貢獻，仍是十分特出而且傑出的。

參考文獻

一）：李喬苹≪中國化學史（上册）≫，台灣商務，台北，民六四年（一九七五），再增訂版。

二）：化學發展簡史編寫組≪化學發展簡史≫，科學出版社，北平，出版年待查。

三）：N.Sivin（席文）≪Chinese Alchemy : Preliminary Studies ≫，Harvard Univ. Press, Cambridge,

Mass. 1968.〔此書有李煥燊譯加譯註之全譯本《伏煉試探》，正中，台北，民六二年（一九七三）〕。

四）：J.Needham（李約瑟）《Science in Traditional China-A Comparative Prespective》Harvard Univ. Press, Cambridge, Mass. 1981.

五）：J. Needham（李約瑟）《Science and Civilisation in China vol.V：2》，Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1974.〔此書有張彝尊、劉廣定譯本《中國之科學與文明，第十四冊，煉丹術和化學（上）》，台灣商務，台北，民七一年（一九八二）〕

六）：何丙郁、何冠彪《中國科技史概論》，木鐸出版社，台北，民七二年（一九八三），翻印本。

七）：李豐楙〃道教煉丹術的發展與衰弱〃，收入《中國科技史演講記錄選輯（二）》吳嘉麗編，自然科學文化事業公司，台北，民七二年（一九八三）。

八）：陳國符《道藏源流續攷》，明文書局，台北，民七二年（一九八三）。

九）：《道藏》包括《正統道藏》〔明正統十年（一四四五）刊，5305 卷〕及《萬曆續道藏》〔明萬曆三十五年（一六〇七）刊，180 卷〕。民十二年（一九二三）涵芬樓（上海）影印發行（改梵夾本為綫裝方冊本，分裝1120冊）。民五一年（一九六二）藝文印書館（台北）再縮印發行（洋裝196冊）。此後另有民六六年（一九七七）新文豐出版公司（台北）之再縮影印本（洋裝60 冊）。影印明代《道藏》為現在唯一流通本。所引各書見《道藏》：

・《周易參同契》，映字號

・《抱朴子內篇》，疲字號及守字號

・《三十六水法》，如字號

・《丹房須知》，似字號

一〇）：陶弘景（南北朝）《本草經集注》，原書佚傳，現有小嶋尚真（日）及森立之（日）之重輯本，南大阪印刷　1，大阪，昭和四七年（一九七二）。

十一）：蘇敬等（唐）《新修本草》，原書佚傳，現有岡西為人（日）之重輯本，國立中國醫藥研究所，台北，民五三年（一九六四）。

十二）：李時珍（明）《本草綱目》，國立中國醫藥研究所，台北，民六五年（一九七六）。

十三）：張子高《中國古代化學史》，商務，香港，一九七七。

十四）：曹元宇《中國化學史話》，明文書局，台北，民七三年（一九八四）重排本。

十五）：龍村倪〃世界濕法冶金的始祖～中國古代的膽水煉銅法〃，見《中華民國第二屆濕法冶金技術研討會專輯》，原子能委員會核能研究所，龍潭，台灣，民七一年（一九八二）。

十六）：龍村倪〃「伏火硫黃法」應歸孫真人——一張巳知最古「火」藥詳方辨〃，科學月刊，13卷11期（一九八二）64-70.

※作者現任職工業技術研究院能源與礦業研究所

※72年3月29日初稿交淡江大學中國科技史課程用，73年11月6日增訂。

葛洪的儒道思想

王　萍

葛洪字稚川，丹陽勾容人。其祖父在三國時代爲吳國顯官。歷任縣令、吏部侍郎、太守、吏部尚書。後以光祿勳輔吳將軍封吳壽縣侯。葛洪之父以孝友聞，博覽群書。亦爲吳國官吏，曾任縣令、邵陵太守等職。葛洪爲第三子。生爲宦門之後，長於書香之家，身世原本不錯。但他十三歲即遭父喪，從此失去庭訓，家境亦頓呈困窘，只有靠耕田維持生活。尤其不幸的是天下亂起，家中累遭兵火之災，所藏典籍喪失殆盡。正值讀書年齡的葛洪，是一個好學的少年，於農隙之暇，徒步負笈到別人家中借書閱讀。伐薪賣柴以供紙筆之用。年十六始讀孝經、論語、詩、易等。葛洪雖然勤學，但缺乏師長之指導，故自稱：「孤陋寡聞明淺思短，大義多所不通。」以致「未能成爲純儒。」（註一）言外之意略含些許遺憾。然而葛洪的思想言行，多少受到儒家的影響。他在抱朴子自敍中說了許多謙虛的話如：「既性闇善忘，又少文，意志不專，所藏者甚薄。」並且自稱：「忝爲儒者之末。」及至年齡與學問與日俱增，也從不恃己之長而輕人之短。當人向他討教時，絕不明指人的短處以免使人受窘。這種謙冲爲懷的態度，近乎儒者待人之道。與一般道者的故弄虛玄，或狂傲不拘是不同的。

在抱朴子書中，葛洪多次談到周公、孔子爲聖人之語。不過他對聖人的解釋是廣義的。在卷七他說：「仲尼，儒者之聖也；老子，得道之聖也。」在卷十二又申衍其義說：「且夫俗所謂聖人者皆治世之聖人，非得道之聖人。得道之聖人則黃老是也；治世之聖人則周孔是也。」這已超出一般聖人解釋之外。可見葛洪的思想確與一般儒者不同，他比較偏向自由、無羈，不完全受儒家的束縛。

從葛洪讀書和著述的經歷，也略能看出他由儒而道的現象。他自十六歲開始接觸儒家經典，感到其中的微言大義不易盡解，乃博覽百家之言，包括各類短雜文章，達一萬卷之多。他且讀且寫，在十幾歲的年齡就寫了不少詩、賦、雜文。到了二十歲對自己所寫作品不滿意，大約拋棄了十分之九，所存下的尚有一百卷左右，可見寫作之勤。在二十多歲則又轉變爲「立一家言，草創子書」。因時局動盪不安，十數年間曾經從軍作戰，或避兵亂，由此而南。至建武年間（公元三一七年）才安定下來。此時葛洪已三十多歲了。整理自己的著作計有二百餘卷。（註二）其中包括朴子內外篇在內。這許多著述有的是建武年以前寫的，有的或寫成於建武年之後。內容確實相當蕪雜。不過他寫作勤奮並有力求改進，創新和突破的精神，則是事實。

葛洪一生中最重要的事就是學道。可惜在他的自敍或晉書的傳記中，都沒有詳細的記載。僅知其從祖名玄號葛仙公，傳授鍊丹秘術於鄭隱，隱再傳於洪。後來洪南下到廣州，師事南海太守鮑玄，習內學兼綜醫術。及至晚年，隱居廣東羅浮山中，渡

其「神仙丹鼎」的隱士生活。大致情形如此，詳細的年代却無從稽考。

對於世俗的物質生活，葛洪似乎毫不棧戀。約當二十歲時有石冰之亂（註三），洪被徵爲將兵都尉，率領義軍討伐，亂平有功，升伏波將軍。洪無意循功上進，反而投戈釋甲，欲赴洛陽搜求異書。後來避亂南下至廣州，累次奉檄出征均不就。一方面因爲洪之祖先，都是吳國的官吏，今吳已亡於晉，不願出而效力，同時也是因爲他早有學道的意願，對世間榮貴毫無貪求。他說：「且榮位勢利譬如寄客，既非常物，又其去不可得留也。隆隆者絕，赫赫者滅，有若春華須臾凋落。……未若修松喬之道，在我而已，不由人焉。」（註四）

在儒與道之間，葛洪最後選擇了道。他對二者作了明顯的區分。葛洪認爲：「道者，儒之本也。儒者，道之末也。」這種說法是把道學置於儒學之上。甚至於在儒、墨、法三家之上。他說：「儒者博而寡要，勞而少功；墨者儉而難遵，不可偏修；法者嚴而少恩，傷破仁義。唯道家之敎使人精神專一，動合無形，包儒墨之善，總名法之要。與時遷移，應物變化，指約而易明，事少而功多。務在全大宗之朴，守眞正之源者也。」（註五）這是在本質上的不同。在具體方面，儒道之別也很清楚。他說：「夫昇降俯仰之敎、盤旋三千之儀、攻守進趣之術、輕身重義之節，歡憂禮樂之事、經世濟俗之略，儒者之所務也。……儒者祭祀以祈福，……儒者汲汲於名利。」（註六）又說：「外物棄智，滌蕩機變，忘富逸貴，杜遏勸沮，不恤乎窮，不榮乎達，不戚乎毀，不悅乎譽，道家之業也。……道者履正以禳邪……夫道者其爲也善自修以成務，其居也善取人所不爭，其治也善絕禍於未起，其施也善濟物而不德，其動也善觀民以用心，其靜也善居愼而無悶，此所以爲百家之長，仁義之祖宗也。」（註七）

至於成儒或成道兩件事，在學習上有何難易之處，葛洪也作了比較。他說：「儒者易中之難也，道者難中之易也。夫棄交遊，委妻子，謝榮名，損利祿，割粲爛於其目，抑鏗鏘於其耳，恬愉靜退，獨善守己，謗來不戚，譽至不喜，覩貴不欲，居賤不恥，此道家之難也。出無慶弔之望，入無瞻視之責，不勞神於七經，不運思於律歷，意不爲推步之苦，心不爲藝文之役，衆煩既損，和氣自益，無爲無慮，不怵不惕，此道家之易也，所謂難中之易矣。夫儒者所修皆憲章成事，出處有則，語默隨時，師則循比屋而可求，書則因解注以釋疑，此儒者之易也。鈎深致遠，錯綜典墳，該河洛之籍籍，博百氏之云云，德行積於衡巷，忠貞盡於事君，仰馳神於垂象，俯運思於風雲，一事不知則所爲不通，片言不正則褒貶不分，舉趾爲世人之所則，動脣爲天下之所傳，此儒家之難也，所謂易中之難矣。」（註八）葛洪對二家的分析可算相當詳細了。他自己終於捨儒就道的理由是：「儒業多難，道家約易，吾以患其難矣，將舍而從其易焉。」（註九）

葛洪所著抱朴子內篇，含有鍊丹術的寶貴資料，對化學發展影響頗大。如今傳世的鍊丹名著，以葛洪和早於他的魏伯陽之「周易參同契」最爲著名。魏氏生平不可考。葛洪的傳記亦甚簡略。玆以閱讀抱朴子之餘，試析其儒道思想，或可供研究葛洪之學者作參攷之用。

註一：抱朴子外篇，卷50，自敍。

註二：同上。

註三：晉書卷72，葛洪傳。

註四：抱朴子外篇，卷50，自敍。

註五：抱朴子內篇，卷10，明本篇。

註六：同上。

註七：同上。

註八：抱朴子內篇，卷7，塞難篇。

註九：同上。

談中國化學史的研究

本文曾以「擔負起研究中國化學史的重任」為題刊於七十三年十一月十二日聯合報特刊

劉廣定

科學與技術史屬於梁任公先生所謂的「專門史」，是整個歷史文化的一部分，「化學史」則又是科學與技術史的一個部門。但是，嚴格的說，「化學」是指近代基礎科學中的一個重要學域。故從近代科學的眼光看來，我國古代雖有許多發明，許多創造，但這些只是不明其原理的化學技術或化學工藝，而沒有化學。中國的化學是十九世紀中葉以後由外國輸入，而二十世紀由國人之不斷努力慢慢建立起來的。因此，所謂的「中國化學史」，實際上大部分都只是「化學技術史」或「化學工藝史」。我國歷史悠久，幅員廣大，「化學」除了與日常生活息息相關外，又和藝術、醫藥、冶煉、軍事上的火器火藥以及道教裡的煉丹術等也都有密切的關係。所以，我國古代的化學知識十分豐富，中國化學史的範圍也非常廣濶。拿「指南針」、「造紙」、「火藥」、與「印刷術」我國這四大發明來說，其中就有「造紙」和「火藥」兩項與化學技術或化學工藝有關。李約瑟先生所著「中國之科學與文明」全書與化學有關的第五卷，至少將有五分册，也是篇幅最大的一卷。

由於近代化學在我國的歷史尚淺，一般化學史研究者的重點多在中國古代的化學。中國人開始中國化學史的研究是約在民國十年前後，主要是由科學界前輩王璡、章鴻釗兩位先生所倡導的，我國第一本「中國化學史」的作者是李喬苹先生。他在民國二十九年寫成「中國化學史」一書，由商務印書館所出版。李先生於三十七年來台，任職於臺灣省樟腦局，民國四十四年增補資料完成了增訂版。退休後赴美國，將該書重加增訂，並擴大涵蓋範圍。因爲李先生採用了很多新資料，力求詳備，故增加很多篇幅，計畫中分爲三册，但至今只出版了上、中兩册。上册在民國六十四年出版，內容爲我國的古代化學史。中册出版於六十七年，則是敍述近代之中國化學，迄於政府遷台後的各項有關化學及化學工業成就。

涉及我國化學史的書籍另外還有兩本。趙鐵寒先生在民國四十九年曾整理有關史料，撰成「火藥的發明」一書，介紹火藥的發明史，列入國立歷史博物館歷史文物叢刊第一輯。曾有四十多年造紙工作實際經驗的陳大川先生，於民國六十八年出版「

中國造紙術盛衰史」一厚册，乃就各方面的資料加以整理，並由技術觀點綜合評介，提出了許多獨特之見解，內容不但客觀而且完整，是一本價值極高的中國造紙技術史。

近年來在國內從事中國化學史有關研究及著述的，據筆者所知，還有以下各位：

與陳大川先生相似，另一位有數十年工作經驗，就有關專長撰述史實報導的是張潤生先生。張先生曾在菸酒公賣局酒廠服務多年，自七十二年十一月起在「菸酒業務」月刊，連續每月撰寫「我國釀酒的起源及其歷代的發展」一文，也是參考甚多資料，詳述我國歷代釀酒工藝的發展及特點。

成功大學歷史系陳良佐先生致力於科技史研究多年，他曾依據史籍及近代考古之發現對我國古代的煉鋼史提出精湛的見解。

工業技術研究院能源與礦業研究所的龍村倪先生對冶金史及礦物史也有深入的研究，他目前正蒐集資料，將進行「道藏中有關中國古代化學史料之整理」及「中國古代化學與近代化學之發展」兩項研究。

嘉義師專的蓋瑞忠先生及故宮博物院的索予明先生都曾致力於中國漆工藝的研究。蓋先生著有「中國漆工藝的技術研究」（民國六十一年出版），索先生著有「中國漆工藝研究論集」（民國六十六年出版），但其內容主要是史實及技術方面之探討，涉及化學的並不很多。

另故宮博物院劉萬航先生曾致力於了解及複製古代青銅器及陶瓷器等之研究，陳肇光女士近年來從事我國古陶瓷研究，均甚有成就。

至於筆者，則是近幾年來才開始有關中國化學史之譯述及研究工作，曾檢討了李約瑟先生對中國古代化學成就的一些看法。例如，淺見以爲李約瑟先生所謂我國北宋時代已有人知道從人尿中提煉「性激素」的說法並不正確；並也對他所認爲我國在梁代已會製造「硇酒」的說法提出疑問。

利用現代的科學儀器方法研究古代器物，能提供直接的證據，是科技史研究中重要的一環。十多年前，清華大學核子工程系楊覺民先生曾與故宮博物院合作，主持過數項青銅器及陶瓷器的中子活化分析研究，以了解其成分組成。赴美工作之前曾在台灣大學及中正理工學院化學系任教的丁陳漢孫先生曾用X射線螢光分析方法分析我國的古錢成分。故宮博物院張世賢先生則以原子吸光方法研究各不同年代之古銅器成分；又用強力X射線透視機研究商周青銅器的內部特徵，因而確證了毛公鼎的眞實性。中央研究院歷史語言研究所的萬家保先生從金相組織的研究來了解我國古代青銅器的成分及鑄造條件等。以上這些對實物的科學研究成果，都是研究中國化學史的重要資料。

近年來我國的科技研究發展廣受重視，各方面都有顯著的進步，但是有關科技史的研究卻只有少數人關心與參與，其進展也是相當緩慢的。今年九月中旬李約瑟與魯桂珍兩先生的來訪，引起國內學術界一股不小的激盪。一些人開始想到中國人是否應該積極參與研究中國科技史的問題，也有人認爲李約瑟先生的七大卷「中國之科學與文明」完成後，中國科技史的研究也已大體告成。實際上，這部書只是一個開端，中國科技史的領域極廣，值得研究或再研究的課題還很多。目前除了歐、美、日、韓等地有不少中國科技史的研究者外，中國大陸上也已有很多人從事這一方面的工作。然而淺見以爲身居復興基地台灣的中國人仍應積極推展及參與此一研究，才能眞正表現出我國光榮悠長的科技歷史；也才能將之發揚光大而達成復興中華文化的任務。下文將舉幾個化學史研究上的例子以述其詳。

研究中國科技史必須兼顧科學與中國文史的知識。這對外國人來說，比我們更不易做到，博學如李約瑟先生亦間有失誤。例如，他從「本草綱目」得知北宋人葉夢得所著「水雲錄」（現已佚亡）中曾記有一種在人尿中加入皂莢汁產生沉澱，再將沉澱物升華，而煉成「秋石」的方法。另一方面，科學家已知某種皂莢汁中的皂素配醣體可與具有特定

化學構造的固醇類化合物形成沉澱，而某些固醇類性激素具有升華的性質。因此他聯想而得到「秋石」是性激素的結論。但是很多性激素不能和該種皂素配醣體形成沉澱，而迄今尚無人證實該種皂素配醣體存在於中國皂莢之中。再者，一般製「秋石」多用「童尿」，其中含性激素的量恐不會多，「秋石」的一些物理性質也和性激素不同。因此，經過這樣的仔細檢討，可知其證據薄弱，未能輕信（詳見台大文史哲學報第三十期拙文）。

從事科技史研究就如從事一般學術研究一樣，研究態度必須嚴謹，下結論亦須客觀，但大陸上的一些中國科技史研究者則可能受了種種限制而不能做到。例如民國四十五年，在江蘇宜興發現晉代周處墓中有多片金屬帶飾。最初的研究從化學分析及光譜分析結果，都報告說是由含大量鋁的合金所製成。由於鋁極難冶煉，西方科學家遲至十九世紀才首次獲得純鋁，中國人早在四世紀已能獲得含鋁量極高的合金，實爲一大奇跡，此事曾廣受世界科技史研究者的重視。但十餘年後重新研究的結果證明這些帶飾實爲銀製的。從化學分析的觀點來看，任何方法均不應誤認銀爲鋁，會發生這一錯誤實在不可思議。故知其工作態度欠嚴謹，所得的結果不可信。又如，因考古學者曾找到西漢時代及東漢初期在蔡倫以前的雛型「紙」，某些化學史研究者可能受了教條的束縛，就藉此否定史書記載的正確性。他們認爲「在封建社會裏，像（蔡倫）這樣的官僚是不會從事勞動的」，因此，「造紙術的發明，是由勞動群衆集體完成的」，「蔡倫造紙之說，實出於范曄等人的杜撰」，筆者已於「科學月刊」十二卷二期拙文中指出這種歪曲解釋的不當，其他類似的問題，恐仍有不少。

所以，對於中國化學史的研究，淺見以爲下列各項是值得我們發展的：

㈠依據「中國之科學與文明」書中所提供的豐富材料，或其他國外學者的研究成果，深入探索以修正其因誤解我國典籍或判斷錯誤而得的結論。

㈡仔細檢討大陸上科技史研究者發表之結果，糾正其囿於共產教條之不當觀點或因工作態度不嚴謹而發生之錯誤。

㈢利用新式科學儀器，研究故宮博物院、中央研究院歷史語言研究所及國立歷史博物館所藏古物的組成、特性與異同等，不但可提供化學史研究所需之珍貴資料，可能也得以解決其他（如藝術史上）的問題。

㈣探討社會文化發展與化學技術或化學工藝發展之間的關係，以求了解較完整的歷史眞相。這項研究由於化學與人類生活的密切關聯而特別有意義。

然而，目前國內的科技史研究工作，有以下一些亟待解決的困難：

㈠國內各圖書館或研究機構缺乏各國出版之有關參考資料，不但影響選題的是否適當，也在進行研究時造成很多的不便。

㈡大陸上的資料不易獲知，即使已發表的書刊論文，也難獲得閱覽或方便利用的機會。

㈢由於研究科技史者須兼具文史與科技專業的能力，再加上興趣及是否能得到鼓勵與協助的問題，故研究人力甚爲缺乏。

筆者相信如果有關單位能重視中國科技史研究，而認定其重要性，上述的問題大部分均不難解決，而人力短缺的困難也可由加強培育人才及促成文史學者與科技專家之合作而逐漸減少。

梁任公先生在其「中國歷史研究法」中曾說過：「歷史上各部分之眞相未明，全部分之眞相亦終不得見，而欲明各部分之眞相，非用分工的方法，深入其中不可。」科技史既是歷史文化的一個重要部分，爲了將來中華民族能保留一部完整而翔實的歷史，盼望有關各界能了解科技史的重要性，對其研究工作者給與精神和實質上的鼓勵和協助。李約瑟先生已經開了一條路，大家應該比他更積極地向前走，來爲我們自己的文化復興而努力。

※作者現任教於台灣大學化學系。

達爾文學說在中國

陳勝崑

序　言

西方，在隨著文藝復興開始的科學啓蒙期，天文學與物理學的進步所引起的思想上的革命是最大的一次革命。當哥白尼（ Copenicus ）把地球從宇宙中心的高傲地位上推下來，牛頓（ Newton ）把天體現象收服到日常習見的機械定律管制之下的時候，許多構成整個神意啓示理論基礎的默認假設，自然遭到了破壞。這樣，人們的觀點就發生了徹底的改變，可是還要經歷相當長的歲月，效果才能表現出來——地是宇宙的中心，人乃創造萬物的唯一目的和意義一類的流行看法，在一般人的信仰裏仍有其地位。

十九世紀的自然科學之飛躍進步中，最有效地擴大人們的心理視野，促成思想方式上的另一次大革命的既不是物理知識的大發展，更不是在這些知識基礎上建築起來的其他學科。人們眞正的興趣，從天文學轉移到了地質學，從物理學轉移到了生物學和生命的現象。達爾文關於自然選擇的假說，第一次給進化的舊觀念提供了一個可以接受的基礎。達爾文成爲生物學中的牛頓——十九世紀思想界的中心人物。單是自然選擇也許不能完全解釋後來出現的許多事實，但進化論本身却建立在一個更廣博的基礎上了。(1)

達爾文（ Charles Darwin,1809-1882）從未到過中國，畢格爾（ Beagle ）號也從未到過中國海，但是達爾文學說却是清末民初的顯學。它由兩條路徑進入中國，一爲科學的生物演化論，二爲社會達爾文主義。

在一八五九年，達爾文發表「物種起源」一書以前，斯賓塞（Herbert Spencer,1820-1903 ）已有進化的觀念，他時時與赫胥黎（Thomas Henry Huxley,1825-1895 ）談到其理論，赫胥黎請斯賓塞拿出証據來証明，斯賓塞苦於沒有證據。達爾文的書出版之後，斯賓塞方有理論根據，乃將自然科學的生物進化程序用之於社會學，撰寫成「綜合哲學」（ The Synthetic Philosophy），以生物演化的觀念來分析、解釋一切社會現象而推衍成「社會達爾文主義」（ Social Darwinism ）。所以「社會達爾文主義」亦以達爾文思想爲基礎。

本文敍述達爾文思想衍成的「生物演化論」及「社會達爾文主義」進入中國後，中國人的種種反

應。

社會達爾文主義在中國

達爾文的巨著「物種起源」（ The Origin of Species ）於一八五九年發表，兩個月後，就傳入了德國，接著又傳遍世界很多國家。尤其是「歐美二洲幾乎家有其書，而泰西之學術政敎，一時斐變。」(2)漸漸的，這部巨著亦傳到了中國。

清同治十二年（一八七三年）閏六月二十九日，「申報」就曾發表過一則題爲「西博士新著『人本』一書」。這則報導中的博士「大蕊」就是一八五九年出版「物種起源」的達爾文，「人本」一書即達爾文一八七一年二月二十四日出版的「人的由來及性選擇」。由這則報導說明，在達爾文「人的由來及性選擇」出版後一年多的時間，中國人便已知道了達爾文其人及其問世不久的新著的內容梗概(3)。

同年，即一八七三年，賴爾（ Charles Lyell, 1797-1875）「地學淺釋」（ Principles of Geology, 3Vols, 1830-1833 ）由美國傳敎士馬高溫（ J.Macgwan ）和我國學者華蘅芳譯成中文。該書不僅論証地球緩慢的變化，不同地層中的生物化石不盡相同，地層愈古老，生物愈原始，而且在第十三卷中明確指出所謂生物造化之時，「其某物之形體性情各有一定，不能改變，亦不能變此物爲彼物，此舊說也。」接著就說：「后有勒馬克者，言生物之種類，皆能漸變，可自此物變至彼物，亦可自此形變至彼形。此說人未信之。近又有兌几平者，言生物能各擇其所宜之地而生焉，其性情亦時能改變。此論亦未定。姑兩存之。」(4)

在這一段話「勒馬克」就是法國生物學家拉馬克（ J.B.Lamarck, 1744-1829 ）。至於「兌几平」，從上下文內容和譯音來看，很可能就是達爾文。儘管「地學淺釋」說拉馬克學說「人未信之」，兌几平的理論「亦未定」，但在客觀上却把他們的進化思想簡要地介紹出來。

「申報」關於達爾文著「人的由來及性選擇」的報導和「地學淺釋」的翻譯和出版，是目前爲止所了解關於達爾文進化論在中國最早的報導。可稱達爾文進化論在中國傳播的先聲。

一八九一年，時隔「物種起源」問世三十多年，格致書院出版的「格致滙編」以一條博物新聞介紹達爾文「考得動植諸物，今雖千萬物，原自無多數漸蕃衍變生成……。」(5)

留英學生嚴復（ 1853-1921 ）返國後，先在天津「直報」上對達爾文學說作了簡要介紹，後又將赫胥黎（ T.H.Huxley ）的論文集（ Evolution and Ethics and Other Essays ）譯成「天演論」一書。嚴復譯此書可能在光緒二十年至二十二年（ 1894-1896 年）之間。最早刻本爲光緒二十一年三月（ 1895 年 4 月）味經售書處刻本，這是未經修改的初稿印本，與以後版本文字不同。至光緒二十四年（ 1898 年），由沔陽盧氏愼始齋木刻正式出版，各處翻印本甚多。「天演論」一書，事實上只是赫胥黎全集（共十二册），中第九册「進化與倫理」中的序論與本論兩篇，外加嚴復的按語凑合而成(6)。距原著的完整性尚遠，較今日的摘譯方式更不忠於原著。

儘管如此，「天演論」出版後，轟動一時，書局爭印，讀者爭購，在十多年間，先後發行了三十多種版本，僅上海商務印書館從一九〇五至一九二七年的二十二年間就印了二十四版，可見傳播之廣。那時書中物競天擇，優勝劣敗的觀點，成了人們的口頭禪，甚至小學用它作爲課本，中學生以「物競天擇，適者生存」爲作文題。胡適在「四十自述」(7)說：「天演論出版之後，不上幾年，便風行到全國，竟做了中學生的讀物了。讀這書的人，很少能瞭解赫胥黎在科學史和思想史上的貢獻。他們能瞭解的只是那『優勝劣敗』的公式在國際政治上的意義。在中國屢次戰敗之後，在庚子辛丑大耻辱之後，這個『優勝劣敗，適者生存』的公式確是一種當頭棒喝，給了無數人一種絕大的刺激。幾年之中，這種思想像野火一樣，延燒著許多少年的心和血

。『天演』、『物競』、『淘汰』、『天擇』等等術語，都漸漸成了報紙文章的熟語，漸漸成了一班愛國志士的『口頭禪』。還有許多人愛用這種名詞做自己或兒女的名字。陳炯明不是號競存嗎？我有兩個同學，一個叫孫競存，一個叫做楊天擇。我自己的名字也是這種風氣底下的紀念品。」

嚴復每譯一書都含有深遠的用意。爲什麼他不翻譯「天演論」的正宗，達爾文本人的「物種起源」或斯賓塞（ H.Spencer ）的「生物學原理」（ The principle of Biology），偏要翻譯赫胥黎的「演化與倫理」呢？

達爾文的「物種起源」是一部純自然科學的生物演化論，本質上是客觀、中立、不帶任何色彩的，斯賓塞把這種自然演化學說應用於人類社會現象的廣泛解釋，擴充到科學、哲學、宗教等領域，撰著成「綜合哲學」（ The Synthetic Philosophy ），其後更推衍成「社會達爾文主義」（ Social Darwinism ）。其「綜合哲學」共分五部，第二部即爲「生物學原理」（ The principle of Biology ），出版於一八六四年。赫胥黎認爲生存競爭與自然淘汰的哲學畢竟是太殘酷了，一個社會決不能放任這種自然主義的重演，而走向「任天爲治的末流」，於是在一八九三年發表他的「演化與倫理」（ Evolution and Ethics ）一書，提出以人類意志克己的倫理方法，來控制宇宙進展過程中的物競天擇，才是社會的進步和人類的幸福。在這種規範性的倫理基礎上建設起來的社會環境，可生存的並非「適者」，而是道德最高超的人。因此可以說，赫胥黎所提供的這種規範性的觀念和方法，不僅是「反斯賓塞的」，而且可說是「非達爾文的」(8)。

從「嚴幾道年譜」的資料裏，我們知道早在一八八一年，嚴復已經讀了斯賓塞的書而且深所嚮往(9)，但他又捨棄斯賓塞的「綜合哲學」而改譯赫胥黎的「天演論」。最合情理的一種解釋是嚴復自己坦白承認，而爲「尋求富強—嚴復與西方」（ In Search of Wealth and Power —— Yen Fu and the West）一書的作者史華慈（ Benjamin I.Schwartz ）所強調的；因爲斯賓塞的「綜合哲學」的內涵太艱深、太廣博，而是篇幅浩繁，「長凡十集，爲論數十萬言」，「其文繁衍奧博，不可猝論」（「天演論」上）。當然根據同理，也可以解釋爲什麼嚴復不敢翻譯達爾文「物種起源」的理由了。「物種起源」一書，篇幅長達四百餘頁，是純生物學的著作，如該書第九章，即全部分析混種動植物的生殖力等高度專門性的問題。恐怕嚴復的科學訓練，尚不足以勝任那樣專門的翻譯。因此這項工作，只有留待工學博士馬君武窮數年之力來完成了。赫胥黎的「天演論」只有七十多頁，而且是比較通俗，近乎哲理性的著作，在嚴復看來，翻譯該書是簡易而得心應手的。另有一種解釋是赫胥黎的「天演論」，乃一八九三至一八九四年間才發表的，是較晚近的著作，讀起來有新鮮親切之感，乃啓發嚴復翻譯的動機，也可能是合理的原因。

更重要的原因是赫胥黎的「演化與倫理」，眞正迎合了嚴復深切的危機意識與當時中國時代處境的特殊需要。嚴復進一步還估計到，純自然的淘汰理論，也與中國傳統仁道精神不相容，不像赫胥黎的書中所提倡的倫理觀念之切近符合傳統中國思想的基本信仰。嚴復可以說完全是在一種危機哲學的意理基礎上翻譯「天演論」的。赫胥黎在原著的「導言」中，一開始便描述了萬物莫不有物競天擇的殘酷現象，所以要有求生存之道，才能免於滅亡。他繼而提出所有動植物都會變，會適應生活環境，會生衍繁殖，但是在求生存的過程中，便此生彼滅。人爲的力量可征服自然，但稍一鬆懈，便如荒廢的良園，立即爲自然所煙滅。在激烈的競爭過程中，善良優秀者倘若稍爲怠惰，也一樣要遭遇敗亡的命運。這本書的意念正間接反映中國當時嚴重的隱憂；中國本是一片良園，中國人也是一羣善良優秀者。但是，由於後世的中國人流於自滿自大，固步自封，因此不能適應這個危機四伏的時代。中國現在所面臨的迫切問題是：怎樣去生存，怎樣去救亡。赫胥黎提出了對付這種滅亡危機的應變的方法，

就是他所謂的「人治」或「人爲」（ Human Action ），也就是以倫理控制的方法，充分發揚每個人克己的意志力，將一切「智」、「德」、「力」以及一切合羣的力量，集中起來去抵抗天然淘汰的公例，以建立一個道德崇高的社會，尋求人生最高的幸福。這點很適合中國傳統「人定勝天」的信仰和論調，也銜接了當時中國知識份子的危機意識和應變的期待。嚴復本人並沒有劃清生物進化論與社會達爾文主義的界限，但中國當時的情況却造成社會達爾文主義異常地受到歡迎與渲染。這種受到歡迎與渲染的程度，可以以梁啓超的話來印証(10)：「近四十年來，無論政治學界、學術界、宗教界、思想界、人事界，皆生一絕大之變動，視前此數千年若別有天地者然。競爭也，進化也，務爲優強，勿爲劣弱也。凡此諸論，下自小學校之生徒，上至各國之大政治家，莫不日習之而心營之，其影響所及，於國與國之關係，而帝國政策出焉；於學與學之關係，而綜合哲學出焉。他日二十世紀之世界，將爲此政策，此哲學所磅礴充塞，而人類之進化，將不可思議。」

生物演化論思想在中國

眞正譯介完整的達爾文著作和原始的生物演化論思想的，是另一個較晚的媒介人物工學博士馬君武（ 1881-1940 ），他曾留學日本和德國，並將達爾文的兩本著作「物種起源」和「人類的始祖」（ The Descent of Man ）完整地、忠實地譯成中文(11)。他最早翻譯了「物種原始新意見進步之略史」一節，於光緒二十八年（ 1902 年）刊載橫濱「新民叢報」(11)。至光緒二十九年（ 1903 年），翻譯了「物種起源」的第三章「生存競爭」。（包括：「生存競爭與自然淘汰之關係」、「一切動植物爭自存彼此相對之複雜關係」、「生活競爭以同物種之諸個體及諸變種間爲最烈」、「生存競爭一名詞之廣義」、「增加之幾何速率」、「阻止增加之本性」第六節），及第四章「天擇（一名自然淘汰）即最宜者存之作用實例」、「個體雜交」、「由天擇產生新物體之有利境界」、「由天擇致滅絕之理」、「特性分歧」、「天擇由特性分歧及滅絕所顯對於一共同祖先所產生諸後裔之效力」、「生物組織進步之程度」、「特性一致」、「摘要」等十一節），合爲單行本印行，流傳甚廣。其後續譯第一章「家養變異」（包括：「變異之原因」、「習慣及諸部分使用與不使用之效——相關變異——遺傳」、「家鴿種之差異及起源」、「古代淘汰之原理及其效果」、「不識淘汰」、「便於人力淘汰之境況」等七節），第二章「自然變異」（包括：「變異性」、「個體差異」、「疑種」、「分布廣遠且散居而普通之物種最多變異」、「各地方大屬之物種較之小屬者更多變異」、「大屬內許多物種彼此關係密切而不相等且分布有制限是皆與變種相似」、「摘要」，及第七節），及第五章「變異定律」（包括：「境遇變遷之效」、「諸部分使用不使用增加之效且爲天擇所支配之理」、「與氣候順適之理」、「相關變異」、「物種所具部分依非常態度發達者較之類似物種之同部分易起變異」、「種之特性較屬之特性易起變異」、「第二雌雄物性易起變異」、「異種起肖似變異故一物種中之一變種可取得類似物種所固有之特性或由復化得古代一祖先之某特性」、「摘要」第十一節）。外加「略史」一併編印，名「物種由來第一卷」，於光緒三十年（ 1904 年）春間出版，至三十二年（ 1906 年）再版，這是晚清譯介生物達爾文原著最完整的一部。

至民國七年，馬君武服務於廣東無烟火藥工廠，續譯「物種起源」的第六章至第十五章，並將前五章重譯，歷時一年。全書於民國八年（ 1919 年）始出版，書名「達爾文物種原始」(12)。此時這本達爾文的原著，方以完整面目，出現於中國。

清末至民國，譯介生物進化論的專書尚有：

「天演學圖解」　吳稚暉譯　出版處未詳

Hird : A Picture Book of Evolution

「天演學」　克洛特著　山西大學堂譯書院譯

兼發行

Clodd : Primer of Evolution

「生物之世界」 尙志學會譯 商務印書館發行

Wallace : The World of life

「一元哲學」 赫克爾著 馬君武譯 中華書局發行

Haeckel : The Riddle of Universe

「生命之不可思議」 赫克爾著 劉文典譯 商務印書館發行

Haeckel : The Wonder of Life

「進化」 太朴譯 商務印書館發行

Mccabe : Evolution from Nebula to Man

但科學上的生物演化論在中國，遠較社會達爾文主義不受重視，這是中國人把科學看得太低了、太粗了，受傳統「形而上者謂之道，形而下者謂之器」、「德成而上，藝成而下」的影響，多數人以爲科學無論如何高深，總不過屬於藝和器的部份。自然只會嚷嚷社會達爾文主義的幾句口號，而不肯虛心地研究生物進化論。梁啓超的話很能針砭當時知識界的弊病⑭：「就算這幾年所謂新思潮，所謂新文化運動。不是大家都認爲蓬蓬勃勃有生氣嗎？試檢查一檢查他的內容，大抵最流行的，莫過於講政治上、經濟上這樣主義、那樣主義。我替他起個名字，叫做西裝式的治國平天下大經綸。次流行的莫過於講哲學上、文學上這種精神、那種精神，我也替他起個名字，叫做大餐式的超凡入聖大本領。我並不是說這些學問不該講，但講他須把他建設在科學基礎之上。我們看到了那些脚踏實地平淡無奇的科學，試問有幾個人肯出去講求，學校中能夠有幾處像樣子的科學講座。有了，幾個人肯去聽。出版界能夠有幾部有價值的科學書，幾篇有價值的科學論文。有了，幾個人肯去讀。」

生物學家陳兼善也說⑮：「假如有一種學說或主義，灌輸到現在的中國來，眞可謂所向無前。因爲不論那一個文明國家，有新學說新主義在那邊傳播，遲早總會有人加以有力的批評，惟有中國不然。……可惜亂嚷一陣以後，到頭來還是影子也不留一個。恰如古人所謂『其進銳者其退速』。我看了這種現狀，著實爲中國學術界前途擔憂。這是一方無系統的介紹，一方無科學的素養底緣故，我罹於此，應負相當的責任。」

陳兼善認爲，進化論的引進中國也犯了這種毛病，「物競天擇」、「優勝劣敗」一類的話，時常發現於報章雜誌上，但是系統介紹進化論的著作實在不多，研究、實驗進化論的，更屬鳳毛麟角。

於是陳兼善自己寫三本介紹生物演化論的著作：①「進化論綱要」（民國二十二年上海商務印書館）、②「進化論初步」（民國二十四年上海中華書局）、③「進化論淺說」（民國三十六年上海中華書局）。他的目的在糾正在國人對「進化論」錯誤的觀念⑯：「①進化論不是達爾文主義：一般人說起進化論，總以爲就是達爾文主義（Darwinism）。這是一個最容易犯的誤解，因爲達爾文集進化論之大成，進化論影響到人類社會底各方面，是從達爾文做的一部『物種原始』起的。有些粗心的人，讀了這一部書，就自以爲是個進化論者，至少也自以爲懂得進化論了。……②進化不是進步，一般人的見解，以爲進化就是進步，這也是不對的。進化一詞，實在包含著進步和退步兩層意思。③進化底歷程不是直綫的也不是階段的。生物之進化是從簡單而複雜，爲樹枝狀而非直綫形或階段形。」

陳兼善所從事的是把西方的生物演化論的發展情形，介紹到中國來。至於這時期中國的生物學家，則主要研究中國生物的分佈，並予以分類。他們不是想推翻達爾文的理論，而是跟它合作。他們並不創新，也沒有參與西方在達爾文之後，關於演化論的重大爭辯。他們所做的是把已接受的理論應用出去。這種情形，就是孔恩（Thomas S. Kuhn）在他著名的「科學革命的結構」（The Structure of Scientific Revolutions）中所提出的「典範科學」（Normal Science）⑰。即

追問理論的科學家確實只佔少數，大部份的科學家在解決層次較低的問題時，都是把相關理論，視爲理所當然。中國的生物學家從事中國生物之調查，其目標在「華夏地大物博，孕育宏恢，未經開發，實爲資研究之富源……，此中當有不少新種（Species）、新屬（Genus）或竟有新科（Family）、新目（Order）有待於吾人之發見；其關於經濟價值者，亦正如純粹科學，須待整理，始能揮揚。」⒅他們在解決生物學上層次較低的問題。

結　論

社會達爾文主義在中國有正面的影響——激起了救國主義，但亦有負面影響⒆。一爲過分個人主義的泛濫。斯賓塞提倡個人主義，嚴復、梁啓超雖反對個人主義，然而個人主義仍不脛而走。因爲社會達爾文主義發展的趨勢，必然有助於個人主義的產生。「天演論」出現在中國後，即有此趨勢。嚴復說「風會已成，而朝佇舉措乖謬。」即指自私的個人主義而言。二民主政治無預期的成長。嚴復與梁啓超提倡「羣」的觀念，啓示有權力者的極權主義思想，因爲想達成羣體主義，必須放棄個人主義。有權力者爲防止個人主義，因而以羣體主義爲藉口，以一人之意志爲全體之意志，民主政治便遭到了扼阻。三爲軍閥之爲害。清末國家衰弱，社會達爾文主義鼓勵自強自救，嚴復便主張軍國主義，學習軍事及從軍者乃較前爲多，後漸演成軍閥割據之局面。

中國的生物學家並沒有參與達爾文之後，演化論的種種爭辯，他們大多數從事中國生物學的分類工作⒇，表面上似乎是較高層次的演化論無關。其實，分類學是在演化論的基礎上發展出來的，分類系統反映生物系譜，成爲歷史總結系統，從而反映了生物的歷史發展。這是較學術性的工作，自不是一般人所能做得到的，自然也不會引起一般人的興趣。但是中國生物學家默默工作，其目標是要把中國動、植物的種類、分佈及生態、經濟利用價值調查得清清楚楚。

註　釋

(1) Dampier 著　李珩譯　科學史及其與哲學和宗教的關係　香港商務印書館　一九七八年六月港一版 pp.344-345

(2)嚴復：原強（石峻主編『中國近代思想史參考資料簡編』三聯書店　一九五七出版　第四四一頁）

(3)吳德鐸　達爾文學說何時傳來我國　羊城晚報一九八一年九月四日

(4)張秉倫　盛繼傳　進化論在中國的傳播和影響　中國科技史料一九八二　第一期　p.17

(5)同前註　p.18

(6)James Reeve Pusey 在「China and Charles Darwon」一書中言及天演論根本不是 Huxley「進化與倫理」的翻譯，而是 Huxley 與嚴復的對話，p.157 Harvard East Asian Monographs 100 Harvard University 1984

(7)胡適　四十自述　台北遠東圖書公司再版　民國五十七年

(8)郭正昭　達爾文主義與中國　夏潮一卷八期　一九七六年十一月一日　p.30-31

(9)王遵常　嚴幾道年譜　台灣商務　一九七七年六月台一版　p.9

(10)梁啓超　飲冰室文集之十三：「天演學初祖達爾文之學說及其傳略」　p.12

(11)郭正昭　社會達爾文主義與晚清學會　中央研究院近代史研究所集刊　第三期下册一九七二年十二月　pp.581-583

(12)馬君武　「達爾文物種起源」譯者「序詞」　中華書局　民國五十七年十一月台二版

(13)陳兼善　進化論淺說　民國三十六年十二月初版

pp.79-81

(14)梁啓超　科學精神與東西文化　收在中國科學社編「科學通論」　民國二十三年一月增訂再版　pp.41-53

(15)陳黍善　進化論綱要　緒論　民國二十二年　上海商務印書館

(16)同註(13)　p.13

(17) Thomas S. Kuhn : The Structure of Scientific Revolutions 2nd. Edition, The University of Chicago 1970

(18)秉志　國內生物科學近年來之進展　東方雜誌廿八卷十三號　民國二〇年七月十日　p.110

(19)張朋園　社會達爾文主義與現代化　收在陶希聖先生八秩榮慶論文集　民國六十八年十二月　pp.220-221

(20)陳勝崑　中國生物學的實驗派與調查派之論戰　科學月刊　民國七十三年八月號　pp.603-609　及王道還　再談實驗派與調查派之論戰　科學月刊　民國七十三年九月號　pp.675-677

※作者現爲開業醫生。

明代惟一勅撰本草「本草品彙精要」原本之流落海外與其藥圖之百餘年年後摹寫本「金石昆蟲草木狀」之刊行價值。

那　琦

中國文化大學華岡教授
日本京都大學藥學博士

The discovery of the missed original copy of " Pen-Ts'ao-P'in-Hui-Ching-Yao " which is the only Pents'ao authorized by emperor of Ming and the evaluation of reprinting of " Chin-Shih-K K'un-Ch'ung-Ts'ao-Mu-Chuang " redrawn from the colored drug pictures attached to the "Ching-Yao " after over hundred years.

by CHI NA
Hwa-Kang Professor, Chinese Culture University
Dr. of Pharmacy, Kyoto University , Japan.

今夏六月七日與吳朝輝藥師同訪中央圖書館，借閱道藏中之斷穀法及內丹論，然後訪問特藏組，蒙封思毅、李清志二先生見告，該館當日會議通過將典藏之金石昆蟲草木狀書卷予以分期出版，相與不勝欣喜。

余曩於六十八年四月十二日，前往該館特藏組，欲借閱沈李龍食物本草會纂一書未果，得見封編纂思毅及李清志二先生，李先生案頭置拙作本草學，研究之圖書爲金石昆蟲草木狀畫卷二十七卷，計十二册，乃本草品彙精要一書彩色藥圖之摹寫本也。李先生欲假余所藏本草品彙精要商務印書館鉛印本，核對此畫卷之藥圖與原書目錄之次序是否相符，並惠贈國立中央圖書館善本說明書一册，余以品彙精要明孝宗弘治原本流落日本，頗以不能見其彩色寫生圖爲憾，今乍睹此書，驚喜何似！因電話約魏君德文復於四月十七日上午九時一同前往該館，魏君出示余所藏是書與李先生核對藥圖與目錄，結果次序完全相同。余則抄錄畫卷首册四序，並測其書之大小，已得其輪廓，因記其概要如下：

書凡十二大册，長三〇・七公分，寬二〇・七公分，每葉欄高二四・六公分，寬一七公分，葉八行，序文四篇，每行十二、十六、十七字不等。①

明崇禎四年，辛未（一六三一）張鳳翼序。②崇禎五年、壬申（一六三二）楊廷樞序。③徐汧序，未記年月，文中言及前二序，當遲於二序。④萬曆四十八年、庚申（一六二〇）畫作者文俶女士之夫趙均序。考萬曆四十八年七月，神宗崩，光宗繼位，是爲景泰元年，九月，因服李可灼之紅丸暴殂。熹宗繼位，以明年爲天啓元年。趙序署曰「萬曆庚申、五月既望，趙均書於寒山蘭閣。」序文略曰：「余內子文俶，自其家待詔公累傳以評鑑翰墨，研精緗素，世其家學，因爲圖此，始于丁巳（萬曆四十五年，一六一七），紇于庚申（四十八年，一六二〇），閱千又餘日，乃得成帙。」又曰：「此金石昆蟲草木狀，乃即今內府本草圖彙秘籍爲之。」（以上見當年手稿「本草品彙精要彩色藥圖明末摹本瞥見記」）

余得見此畫卷甫一週，忽接香港中文大學江潤祥博士來函，以國內有無品彙精要之藥圖見詢，余立即覆以雖無其藥圖原本，却得見藥圖之明末摹寫本，因在弘治原本脫稿一一五年以後摹寫成帙，已不悉內府所藏本草書名，遂名之曰金石昆蟲草木狀，計二十七卷，藥材一〇七〇種，藥圖一三一五幅，倘與商務本之本文配合出版，大體上可復其舊觀云。是年九月六日江博士出席在澳洲首都坎培拉市國立大學內舉行之亞洲傳統醫學會席上，呼籲與會人士簽名，促此書復刊之早日實現。

走筆至此，必須細說從頭，先就本草品彙精要之來龍去脈予以扼要說明；次就金石昆蟲草木狀摹寫之背景，即畫作者文俶女士之家族淵源與其夫家狀況，予以簡述，再就畫卷本身之藝術價值及本草品彙精要有文而無圖之情形下，可將此書與畫卷參讀，對於中華文化復興與中國藥學典籍之復原，具有重大意義之理由予以闡述。

本草品彙精要

四十二卷　續集　十卷

本草品彙精要，明孝宗勅太醫院院判劉文泰等四十一人纂修本草，始于弘治十六年（一五〇三）八月，至十八年（一五〇五）三月二日書成，計目錄一卷，正文四十二卷，每葉一圖，爲丹青寫生圖，置於每藥正文之前葉，裝成三十六册，孝宗御製之題記曰：「删證類之繁以就簡，去諸家之訛以從正。天產地產、煎成鍛成，一按圖而形色盡知；載考經而功效立見。永登仁壽、可垂遐遠。」五月，帝崩，書未刊行，藏諸內府。

由明至清，漠然無聞，至聖祖康熙三十九年（一七〇〇）於秘庫中發現此書後，遂於七月廿六日命武英殿監造赫士亨、張常住等，摹造弘治本之繪錄一部（繪其圖、錄其文，即作成副本一部），並命太醫院吏目王道純、江兆元等就原本校正其字句之錯誤與注釋之舛誤，而錄爲校正本一部；復以發現此書之藥品數，較明末問世之本草綱目所收藥品尚缺四百八十餘種，遂命道純等參照綱目、仿弘治本體例，作成補遺本十卷，是即本草品彙精要續集，書成於康熙四十年十一月，並附以脈訣四言舉要。由是清室之秘庫，除弘治原本外，並存有康熙摹造繪錄一部、王道純校正本及續集，共計三部。然不知何故，有清一代亦未刊行。

民國十二年，故宮中正殿大火，弘治原本與康熙繪錄流落民間，弘治本據聞先歸武進陶湘氏涉園所有，後入北平郭葆昌之手，約在民國五十年前後輾轉歸於日本武田製藥公司董事長武田氏之杏雨書屋所秘藏。而康熙繪錄則不知所終。

民國二十五年上海商務印書館就故宮博物院所藏校正本及續集之曬藍稿鉛印刊行，祇存正文，彩色藥圖則從闕，六月刊成，計精要四十二卷、五册；續集十卷、一册；附謝觀校勘記一册，合計七册。此書溯自一五〇五年成編，延至四百三十一年之後始行問世，惜有文無圖，而此書之價值，圖較其文尤爲重要。此商務原刊本，書藏南港中央研究院傅斯年圖書館。至於作者所藏者乃此書之複印本，而王道純進續集表、謝觀校勘記等已被删除。

清代摹寫本之陸續出現

自康熙三十九年於內府之秘庫中發現此書，並增補續集之後，可能引起若干獲悉其內情人士之興趣，特權人物得以假手他人予以繪錄，想像中可能有若干摹寫本外傳於世。至目前爲止，知有羅馬、伯林及東京三種鈔本：

甲、羅馬本　康熙帝第二十二子、怡親王允祥摹寫本，其第十七册有「安樂堂藏書記」印記，即怡親王府堂號。此本後輾轉入於天主教南京主教 Bishop Lodorico De Besi 氏之手，氏於退休後將此本攜回羅馬，於一八七〇年此書即轉藏於羅馬之國立中央圖書館，袁同禮、王重民、陳存仁、文小迪小姐先後往訪，皆曾見之。

乙、伯林本　乾隆朝以降之摹寫本，因文中避高宗諱（弘曆之弘字），此本經德國W. Fuchs（富克斯博士）於一九六六年；Paul U. Unschuld（文樹德博士）於一九七三年分別報告，借三十六册中僅存二十三册，佚七、八、十八至廿一、廿四至三十三各册，此本據稱係德人Friedrich Hirth（一八四五～一九二七）於同治九年迄光緒二十五年（一八七〇～一八九九）間任職中國關務員時所得，現存伯林國家圖書館。

丙、東京本　此本於一八四一年（宣宗道光二十一年）收藏於倫敦圖書館，此全十册之抄本，封面有London Library / Can Celled / by the Committee 之圖記，蓋誤認爲李時珍本草綱目之別抄本而予以淘汰者，經英國Quaritch 書店與日本東京雄松堂書店於一九七二年十二月二日進行聯合舊書展之際，由大塚恭男博士以當時相當於新臺幣二十萬元之高價購得。考一八四一年值鴉片戰爭期間，此本可能由英人持歸英國者，此書除缺首卷之序例及目錄外，本文及附錄一卷均完整。

至於弘治本出現於香港期間，經義大利駐香港領事G. Bertuccoioli（白佐良博士）於一九五四年曾有報告，先師岡西爲人博士曾於一九四七年以前著「東北之藥材」一書時已嘗論此書之端倪，繼於一九五二年曾發表「御製本草品彙精要」一文於日本鹽野義製藥研究所研究年報，使弘治原本之眞象大白於世，作者曾將此文華譯，於民國五十八年十一月刊於國立中國醫藥研究所之「中國醫藥」雜誌八卷二期。

金石昆蟲草木狀之畫作者文俶之家世

三、金石昆蟲草木狀之畫作者文俶之家世

明長洲（今蘇州）文氏，累世皆爲名士、畫家，文徵明爲明代四大才子之一，尤爲著名，其祖洪，字功大，號希素，憲宗成化（一四六五～一四八七）間舉人，涿水教諭，著有涿水集、括囊詩稿。父林，字宗儒，成化進士，太僕寺丞，守溫州，有瑯琊漫鈔、文溫州集。徵明字衡山，學文於吳寬，學書於李應楨，學畫於沈周。武宗正德末以歲貢詣都，授翰林院待詔，世宗嘉靖元年，預修武宗實錄，卒年九十，謚貞獻，有甫田集。徵明有三子，長子彭，字壽永，號三橋，以明經廷試第一，授國子博士，有博士詩。次子嘉，字休承，號文水，和州學正，萬曆間卒，有和州詩。三子臺，字允承，號祝峯，畫師李龍眠。嘉子元善，字子長，號虎丘，善書畫，事親孝，築歸來堂以娛親，有歸來堂帖，萬曆間卒，年三十六。王穉登銘其墓曰：畫品第一，詩品第一。元善子從簡，字彥可，號枕煙老人，善書畫，崇禎廩生，順治間卒。從簡子枏，字西轅，號慨菴，順治間諸生，畫山水一稟祖法，工詩，甲申（明亡）後，奉親隱居寒山，卒後門人私謚端文先生，有青氈雜志、慨菴詩選。從簡女俶，字端容，趙均妻，書畫得家法，更工花鳥，接武徐黃，爲清代閨秀之冠。（以上據中國人民大辭典，考文俶逝於明末，「清代」而名益著，故有是稱）。

文俶之夫家亦出名門，其翁趙宧光，亦長洲（今吳縣）人，字凡夫。讀書稽古，精於篆書，與妻陸卿子隱於寒山，足不至城市，夫婦皆有名於時，當事多登門求見者，宧光亦不下山求謁，有說文長箋、六書長箋、九國史圖、寒山帚談、牒草、寒山蔓草等書。子均，字靈均，承父之學，喜蒐求金石

，嘗彙各種碑目識跋，與夫近代續出耳目所及者，著金石林時地考，以便訪求。

寒山在江蘇吳縣西，本支硎山之支峯。宦光夫婦隱此，築小宛堂，並有雲中廬、彈冠室、鷲虹渡、綠雲樓、飛魚峽、馳煙驛、澄懷堂、清輝樓諸景，文俶與趙均婚後亦隱居於此（見民國六十七年七月九日中副、秦文先生「明代女畫家文俶」一文）。

據李清志先生考證：錢牧齋初學集卷五十五：「趙均墓誌銘」：「崇禎甲戌（七年、一六三四）六月，端容（即文俶）卒，年四十有一。又七年，庚辰（崇禎十三年，一六四〇），靈均亦卒，年五十。」文俶生於明神宗萬曆二十二年，甲午（一五九四），卒於崇禎七年，甲戌（一六三四），享年四十一歲。婚後自萬曆四十五年，丁巳（一六一七）起，迄四十八年，庚申（一六二〇）五月（自二十四歲起至二十七歲間）完成此一畫卷，前後三年有奇。趙序稱「閱千又餘日乃得成帙。」全卷計金石昆蟲草木，實即藥用礦、動及植物之丹青寫生圖一三一五幅，即按每日繪一幅估計之，亦需一千三百餘日，倘無寒山之優美環境，別無干擾，自不能天天作畫；復由於其既工山水，又工花鳥，張序所謂「于畫家十三科可謂無所不備矣。」其家學淵源，學養之深，可獲明證矣。至於此畫卷之藍本，惟一之可能，厥惟其高祖徵明（精要成書之十六年後入京）於任翰林院待詔時，必就秘藏之品彙精要藥圖得有臨摹之機會，此一摹本傳承至端容，始得以摹寫成帙也。

金石昆蟲草木狀之藝術價值

四金石昆蟲草木狀之藝術價值

作者對於畫學完全爲門外漢，面對此一完成於三百六十二年前之一三一五幅丹青工筆畫卷，除欽敬、珍視而外，無由贊一詞，蓋其藝術價值早經國立中央圖書館主政諸公予以評定，而決議予以出版矣。此書以不縮版，維持原書大小形式爲原則，出版費用當不下數百萬圓之鉅，因不得不考慮分期出版。可見此一決議，極其愼重！茲先就畫卷本身言之，從卷首四序中可略見其見重於當時之情形。

書卷中最早之一序，爲於畫卷成帙當時，其夫趙靈均之金石昆蟲草木狀敍，首敍歷代文物圖籍之掌故曰：「嘗閱勝國鄭氏通志：謂成伯璵有毛詩草木蟲魚圖，原平仲有靈秀本草圖，顧野王有符瑞圖，孫之柔有瑞應圖，侯亶有祥瑞圖，竇師綸有內庫瑞錦對雉圖羊翔鳳遊麟圖，又於符瑞有靈芝、玉芝、瑞草諸圖，今皆佚而不傳矣。若嵇含之南方草木狀，則有其書而無其圖者，碎錦片璧，將何取耶！」繼又論畫卷之取材曰「此金石昆蟲草木狀，即今內府本草圖彙秘籍爲之。中閒如雪華、菊水、井泉、垣衣、銅弩牙、東壁土、敗天公、故廐鞍以及陶冶鹽鐵諸圖，即與此書不倫，然取其精工，一用成案，在所未刪也。若五色芝，古銖錢，秦權等類，則皆肖其設色，易以古圖；珊瑚、瑞草諸種，易以家藏所有，並取其所長、棄其所短耳。與今世盛傳唐愼微氏證類圖經判若天淵，等猶玉石。」繼敍繪事始末（見前文），最後復稱：「余家寒山，芳春盛夏素秋嚴冬，綺谷幽巖，怪黿奇葩亦未允之，後爲草木蟲魚狀以續之……亦若干卷，附之簡末。」惜此卷終未及見。

趙序楷書，並目錄均出靈均手筆，書法精絕；而每圖之標題藥名均用朱書，則爲俶父從簡所題。

此畫卷成帙後數年，爲張方耳以千金購得，因張趙有年家之雅。方耳遂請其叔，兵部尚書張鳳翼，及長洲名士楊廷樞、徐汧分別爲之序，除張序讚美畫卷之藝術價值外；楊序並論及靈均身後，方耳爲營喪葬、卹其弱女事，惟序署曰崇禎壬申，而靈均死於崇禎庚辰，可見此序出於事後補敍而將作序年月提前者；或出方耳僞託，亦未可知，惟單就三序之文字言之，均屬上乘，與趙序媲美，可稱珠聯璧合。

畫卷出版對於本草學研究上之重大意義

本草乃我國古來之藥書，自漢魏六朝，中經唐宋，以迄明清近代，亙兩千年來之嬗遞傳承，作家三百餘家，成書兩千餘卷，形成一貫體系，爲東方藥學之主流。考其藥圖，漢代之神農本草經、魏晉時期之名醫別錄，皆有文而無圖，至唐之新修本草，除目錄一卷、正文二十卷外，並有藥圖二十五卷、藥圖目錄一卷及圖經七卷，其藥圖乃於編修本草時，下令全國藥產地，將所產藥材之原植物、原動物及原礦物樣品，集中中央，繪製之丹青寫生圖，圖經乃記述其形狀顏色之解說，質言之，乃我國第一次生藥普查之成果。惜藥圖早已失傳，其圖經之一部分，傳存於五代時蜀本草之中。降及宋代，本草藥學進入顛峯時期，諸如開寶、嘉祐、圖經諸本草，均由歷朝帝王勅令學者專家集體從事增訂，並予版行，仁宋嘉祐六年刊成之嘉祐補注神農本草，除承襲上代本草外，並引爾雅、山海經等所有與本草相關文獻，使其內容更趨多彩，故謂之補注。而於翌年刊成之圖經本草，即前書之姊妹篇，乃我國第二次生藥普查之成果，除圖經之文外並有木刻藥圖，此距今九百二十年前之藥圖，傳存於經史證類備急本草以及其各種版本，諸如大觀、政和及重修政和本草之中。明季初葉之本草品彙精要，主要以重修政和經史證類備用本草爲藍本而編成者，由於歷經金元流藥學之演變，其體制形式與自神農本草經以迄重修政和本草間之所謂正統本草，大相逕庭，尤以明代漢視考據，厭證類文字之繁複，每藥分爲「名、苗、地、時、收、用、質、色、味、性、氣、臭、主、行、助、反、製、治、合治、禁、代、忌、解、贋」之二十四項，分別敍述，每項或二三字，或三言兩語，力求其精簡，故謂之精要，而置其重點於彩色藥圖，可惜自弘治十八年（一五〇五）全篇以來，迄今已歷四百七十五年，尚未見圖文並茂之完帙問世。李時珍之本草綱目，自稱其著作，歷時二十六年之歲月，始於嘉靖三十一年、壬子（一五五二），終於萬曆六年、戊寅（一五七八），而刊成於萬曆二十一年、癸巳（一五九三），是年時珍卒，年七十六歲，生前是否得見成書，不詳。考二書一成於明季中葉，一著於末葉，即以脫稿之年而論，相差七十三年之久。時珍之編著綱目，由於不但始終未見精要其書，亦且不知有著書之事，故寫作時完全未受其影響，文字力求其詳盡，計收藥一千八百九十八種（自稱一八九二種乃由於統計錯誤，而荏、七仙草、沒離梨、靈牀下鞋四藥目錄有而正文缺；砭石、百兩金、苦草、棉木四藥正文有而目錄漏列，近刊本雖將後四種補入目錄；然前四種則依然闕如，作者於民國四十七年嘗爲之補闕。）全書約達二百萬言之鉅，蓋前書重在藥圖而後書重在文字。考綱目之內容，以藥名爲綱，分「釋名、集解、正誤、修治、氣味、主治、發明、附方」八項爲目，亦將上代本草之文任意分割，重新予以排列組合。此種情形雖與精要有異曲同工之妙，但詳加研究，始悉其乃由於時代背景使然。試一讀綱目卷首、序例上、「歷代諸家本草」，即所引上代本草書傳，文中無片言述及精要，可證其始終未見此書也。至於綱目之藥圖則又遠不及精要之美。明清兩代所出版之綱目，主要版本計有七種版本，初版萬曆癸巳刊於南京，即「金陵本」，其藥圖乃由其次子建元所繪，一藥祇限一圖，與綱目之基本精神迥異，且圖亦拙劣。第二版爲萬曆癸卯之「江西本」，其藥圖仍舊，至崇禎庚辰之「武林錢衙本」，重新繪圖，由陸喆繪圖，項南洲刊刻，頗富畫意。經清順治乙未吳毓昌本，順治戊戌張朝璘本，乾隆甲辰張雲中本，至光緒乙酉張紹棠本，則參考一部分刊成於道光二十八年、戊申（一八四八）之吳其濬植物名圖考之圖，由許燮年重繪者，今日坊間刊行之綱目各版，皆許圖之再版，而典藏於故宮博物院之四庫全書本，其藥圖均爲工筆畫，頗精緻，亦係就武林陸圖而精繪者。綜如上述，綱目之藥圖，雖有四種，但均非彩色圖。可見金石昆蟲

草木狀，的是本草品彙精要之藥圖。

近年來臺灣本草學界對於本書之關注

東北之藥材一書蒙教育部張部長曉峯先生之鼎力支持，於民國四十七年七月交由國立中國醫藥研究所出版。四十七、八年間，前述本草綱目之闕文試補；五十二年岡西先生本草品彙精要之論述等文字，先後亦刊登該所「中國醫藥」月刊，關於本草品彙精要已逐漸引起學者之注意，民國六十四年秋，指導劉正雄君就此書予以考察，迄六十六年六月初止，完成其藥學碩士學位論文於中國醫藥學院中國藥學研究所。及民國六十九年三月二十三日臺北醫學院北醫學會第四屆學術演講會，作者就此畫卷之考察提出報告：「國立中央圖書館所藏本草品彙精要彩色藥圖百餘年後摹寫本『金石昆蟲草木狀』畫卷之考察」，同年十月六至九日，由中華民國中醫師公會全國聯合會及全國中醫中藥學術團體，聯合舉辦世界中國醫藥學術大會。日本北里研究所、醫學博士大塚恭男氏報告關於曩保存於倫敦圖書館，後由其本人購得精要另一鈔本之經過。由於西德之文樹德博士夫婦；與留學義大利，受作者之囑，曾訪問羅馬中央圖書館，瞻仰羅馬本之文小迪小姐、以及劉正雄講師，出版家魏德文藥師（文、魏亦作者執教北醫時之校友）等均在座，此一主題之相互討論，自非數十分鐘之即席報告所能暢所欲言，遂由余與國立中央圖書館封李兩先生連繫，訂於十月九日下午，假該館會議室，邀請上述諸氏，舉行「本草品彙精要及金石昆蟲草木狀二書版本座談會」，此一大會以外之會議，頗具學術意義，並溝通相互意見。席間並作成記錄、錄音拍照及簽名。封編纂思毅、李清志兩先生代表該館出席，並展出金石昆蟲草木狀，任諸氏拍照留念。大塚恭男、文樹德、文小迪、劉正雄及作者，均發表言論，由魏德文整理紀錄，將發表於該館學報。十一月廿九日赴加途中，於東京訪大塚博士，於其家瞻仰所購存本，當時以日幣一八〇萬元購得云。

金石昆蟲草木狀畫卷之出版，雖不能復本草品彙精要之舊觀，然魏君德文南天書局可望將精要及續集全文予以再版，並將劉君正雄「明清兩代惟一勅撰本草一本草品彙精要及續集之考察」，長約十一萬言，凡七十八頁之學位論文以及有關文獻之合刊，並中央圖書館對於畫卷之考察著作，勢將喚起國內外學術界之共鳴，足以對抗武田擁有弘治本而不肯公開。

最後附帶一言者，約於民國五十年前後，弘治本存香港某氏期間，經由日本京都舊書店彙文堂，轉讓於武田氏之手，據聞曾索價美金五十萬元，究以若干成交，不得而知，顧此事已事過境遷，且武田氏已作古，現在未悉由何人主持，究竟能否出版，以嚮國際本草學界之殷望?!

追　記

客歲自加拿大投稿中央日報副刊，以「欣聞明末畫卷『金石昆蟲草木狀』即將出版」爲題，略述此畫卷乃明代勅撰之本草品彙精要一書之藥圖摹繪本，國立中央圖書館已決議將此書刊行，乃緣於其藝術觀點，作者則以本草學立場，強調其生藥彩色寫生圖之價值，以此書具有雙重學術價值，亟力襄贊以期其早日問世，不料好事多磨，迄今仍未見出版之端倪。曾面謁中副主筆孫如陵先生，相與討論其版行之可行性。今秋英國李約瑟博士偕我國學人魯桂珍博士，應中華文化復興運動委員會副會長陳資政立夫先生之邀請來華訪問，作者於九月十九、二十、二十一日，承文復會，中央研究院之邀，參加李、魯二位博士之歡迎酒會於圓山大飯店、科技史座談會於中研院，及李博士演講會與民航局國際會議廳。李大師與魯博士並曾前赴國立中央圖書館，仔細查閱金石昆蟲草木狀畫卷。引起國內學術界之注意。因就近來閱讀所得，追加一二記事，以供我科學技術史學界同道之參考。

一、本草品彙精要弘治原本之大小

據先師岡西先生「本草概說」一書所載：弘治原本乃倣永樂大典之格式，即所謂朱絲欄，每半葉八行、行十六字，楷書，並朱墨雜書。每藥之首爲彩色藥圖，其寸法約小於永樂大典十分之一，裝成三十六册。至康熙摹造之繪錄，約小於弘治本十分之二，見「故宮殿本書庫現存目」之書影，有羌活及鐵粉二圖之彩色影印二頁，其文字爲縱行之明朝活字體，大字每半葉十二行，行十六字，細字雙行，其書影之欄外註明「原高八英寸又十六分之十三，橫六英寸又八分之一。」可見弘治原本高26.86公分；寬18.67公分。

二、民國十二年中正殿大火

據義大利白佐良博士之論述：一九二三年六月二十七日之火災，或一九二四年馮玉祥將軍之逼宮，迫使宣統帝溥儀出亡天津，移住日本租借地之張園，使若干古書與藝術品流出市井，此書亦於此二事件之後失其所在。復據R.F.Johnston（姜士頓）氏之說，謂此次火災，乃宮中太監爲恐盜賣宮中寶物及圖書被發現所爲者。

見Giuliano Bertuccioli：Nuova nota sul Pen-ts'ao-p'in-hui-Ching-yao. Rivista degli Studi Orientali，31，179-81(1956)；A note on two Ming Manuscripts of the pen-ts'ao-p'in-hui-ching-yao. Jour of Oriental Studies 及R.F.Johnston：Twilight in the Forbidden City.（1934）

關於此書轉手之人物，傳說先歸陶湘，後歸郭葆昌，最後經郭氏後人售予武田氏保存至今一說。姑不論其眞實性，謹就二氏之生平，略述如次：

陶湘（1870—x）。字蘭泉，號涉園，江蘇武進人。以刊行古書，古器古書之收藏家知名於世，所刊行之書甚多。如現代名人尺牘集，二十四卷，宣統三年刊。涉園藏石目一卷，民國十一年刊，景刊宋金元明詞十七種、六十二卷，敍錄一卷，民國十三年刊。故宮殿本書庫現存目三卷，民國二十二年北京故宮博物館印行。涉園墨萃十二種、三十四卷、民國十八年印，百川學海一百種，儒學警悟六種，喜詠軒叢書五編、三十九種。百川書屬叢書六種，續編五種，以上均爲民國十七年至二十年刊本。

郭葆昌（1889—x），字世五，號觶齋。河北定興人。宣統二年曾任順德府經歷，後從袁世凱，於其左右主持實業之企劃，民國三年任江西九江關監督兼景德鎮陶務監督，十二年任財政部印刷局會辦，十三年任故宮博物院委員。性好陶瓷書畫，尤精於陶瓷之研究，稱當時第一。著有項子京瓷器圖譜，李明仲營造法式，故宮辨琴記，清高宗御製詠瓷詩（民國十八年刊本），並有「瓷乘」數十卷及觶齋書畫錄一卷之未定稿。

以上摘錄自橋川時雄著中國文化界人物總鑑。

三、商務印書館鉛印本草品彙精要之出版年月

上文稱民國二十五年鉛印，惟書末所附「殿本本草品彙精要校勘記」作者謝利恒（觀）之自序，署民國二十六年五月，故此書之刊成當在二十六年。

四、金石昆蟲草木狀之摹寫本

明末有本草圖譜，不分卷，彩圖，共二册。爲周榮起與女周祐，周禧合圖彩繪者。所存者紙有寫本一種。每圖絹本。圖說紙本，蝴蝶裝。

此書據清初王士禎：池北偶讀所述（卷十五）文淑（假）本草：「寒山趙凡夫子婦文淑（假），字端容，妙於丹青，自畫本草一部。楚辭、九歌、天問等皆有圖，曲盡其妙。江上女子周禧，得其本草臨仿，亦入妙品。」所謂文假本草，當即是金石昆蟲草木狀，有圖無文，周氏父女得其本而臨摹其圖，並有圖說，可稱爲本草圖譜。榮起，明、江陰人。字研農，能詩文，工篆書。常熟毛子晉校勘古書，多其刊正，年八十七卒。考毛子晉，名晉，明常熟人，家有汲古閣，世所傳影宋精本，多所藏收，傳刻古書，流布天下。子房，字斧季，精校勘，著名於時，有汲古閣秘本書目。可見周毛二家之關係。

五、本草學、生藥學大師趙燒黃先生對於本草

藥圖之考覈

南宋寧宗（1195—1224）間，王介撰履巉巖本草三卷，彩圖，宋志未著錄，現存世者有明鈔彩繪本一種。此書命名之由來，見王氏嘉定十三年，庚辰（1220）之自序：「山中有堂曰履巉巖，因以名之。」我國本草學、生藥學大師、趙藥農（燒黃）先生（1883—1960）爲此書作跋曰：「王介、字聖與，號默菴，慶元間〔南宋寧宗慶元元年至六年（1195—1200）〕官內閣太尉，工丹青。〔見元、夏文彥（琦按：吳興人、字士良，精圖繪）：圖繪寶鑑）。本圖硃砂礦綠，歷久如眞，鐵畫銀鈎，古樸有力。宋以後之本草圖墨蹟，以余所見，惟有明畫家趙文俶所繪者可以並駕。他如明內府所藏本草品彙圖，雖亦彩色兼施，然自鄶以下矣。查舊刻本草之有圖繪較有根據者：如宋高宗紹興二十九年、王繼先撰紹興校定經史證類備急本草（此本我國少見，日本舊鈔影印）。明永樂四年周定王撰救荒本草圖卷，天啓二年，新安鮑山撰野菜博錄。清嘉慶二十四年、固始吳其濬撰植物名實圖考諸譜，僅僅可指可數者，不過此四種。其餘本草，有圖可考者雖多，然皆依稀影響，疏忽失實，反覆謄寫，摹入版本，以記傳記，不一而足。今之本草學者欲以實物對證古今，暗中摸索，似是而非，殊爲苦之。蓋我國古來圖畫之能傳眞者，其惟丹青家之善於寫生者乎?!」

藥農先生爲履巉巖本草作跋，所論稱許文俶所繪之金石昆蟲草木狀，而指明內府所藏本草品彙精要之藥圖爲「自鄶以下矣。」似乎未悉文俶圖卷乃就精要之藥圖輾轉臨摹者。以趙先生一生治學之專精，似乎不應有此誤記。考先生一生事蹟，曾否得見精要弘治原圖，不無疑問，或許所見者爲其他摹寫本亦未可知。

作者於民國三十六年冬，任母校國立瀋陽醫學院藥學系生藥學科講師時，曾上書趙先生請益若干生藥學問題，並以私淑弟子敬述其仰慕之忱。蒙先生於翌春賜覆，略曰：「接奉手書，承譽過當，慚感莫名。僕研究生藥四十餘年，以重修我國歷代本草爲平生之職責。近年間正編著「國藥與本草之檢討」一書，計二十三萬六千餘言，正擬繼續不輟，冀其有成；祇以北大醫學院藥學系新舊交替之際，經醫科外敎者之手，鄙爲草根木皮之無用，取消中藥研究所，而藥學系之生藥學一科，視爲不重要之科目，令愚之助敎充任，愚亦離職轉任北平陸軍總醫院之藥局主任矣。近以環境日非，奔走生活之不遑，所謂國藥與本草之檢討，祇因知音者少，助理無人，中途停頓，徒呼負負而已，承詢各節，玆分條答覆如下：（下略）」

同年五月十日，隨雙親偕兄嫂妻子舉家由瀋飛平，在平小住週餘，於候船來台期間，曾晉謁先生於東皇城根甲二十一號「趙氏生藥化學研究所」即先生公館。先生皤然一翁，頭已半禿，着草綠色棉布軍服，上校軍階，降階相迎。及升堂，則明窗淨几，書架排列整然，皆本草專籍與各式顯微鏡。先生操武進方言，娓娓爲余講述「生藥與國防」，道及日本人僑居俄境東土耳其斯坦，養鴿飼以蛔蒿花（山道年花）之篩餘種子，使其飛往蛔蒿專業區，啄食其種子飛回後，洗滌其糞便，濾取其種子而寄返日本，此一工作持續十五年後被俄人發覺，驅逐出境之趣事。與先生談話間，偶有語言不通之處，以日語溝通之，使後生小子（當時余二十九歲，先生六十三歲）如坐春風中。琦以晚七時晉謁，十一時辭出。敬聆雅敎，印象至深，光景如昨。

於此，不禪辭費，特錄出先生平生事蹟，以求證上述跋文中之眞實性。

趙燒（音ㄩ）黃先生，字午橋，號藥農，江蘇武進人。爲一代本草學家、中國生藥學先驅者。生於清光緒九年、癸未（1883）農曆三月廿八日，國曆則五月四日也。光緒卅一年、乙巳（1905），自費留學日本，卅三年、丁未（1907）畢業於東京藥學專門學校。同年入東京帝國大學藥學科之選科，繼續研修。卅四年、戊申（1908），參與在日本創立之中華藥學會。宣統三年、辛亥（1911）歸國，參加辛亥革命。歷任浙軍衛生部藥局長。南京政府內務部衛生局科長。民國元年、壬子（

1912 ），任北京內務部僉事、衛生司科長，時廿九歲。四年、乙卯（ 1915 ）三十二歲。任浙江省立醫藥專門學校藥科生藥學教授（藥用植物學、生藥學、衛生化學），前後十七年之久。

自民國十八年己巳（ 1929 ）至廿三年、甲戌（ 1934 ），四十六至五十一歲，任上海中央研究院化學研究所國藥專任研究員。是年與浙江省立醫藥專門學校徐伯鋆教授合著「現代本草生藥學」上卷刊成。（廿六年（ 1937 ），藥三多教授著成生藥學、下册，此二書爲我國第一部生藥學著作。）（在中央研究院前後五年，爲藥學界人士任中研院研究員之第一人。並兼任中法大學藥學專修科教授）。廿三至廿四年，任上海新亞化學製藥廠技師。廿四至廿六年（ 1935 — 1937 ）。任國立北平研究院生理學研究所生藥學研究室研究員。（前後三年）廿七年（ 1938 ）、五十五歲。任上海新亞製藥廠華北分廠廠長。卅年、辛巳（ 1941 ）。五十八歲。任國立北京大學醫學院中藥研究所生藥學部研究員。卅二年、癸未（ 1943 ）。六十歲。兼任同校醫學院藥學系生藥學教授。卅四年、癸未（ 1945 ），六十二歲。抗戰勝利，辭教職，任職勤總部北平總醫院藥局主任（一等司藥正），並於自宅設置趙氏生藥化學研究所。

及大陸淪陷，卅八年，己丑（ 1949 ）、六十六歲。任「北京醫學院藥學系」生藥學教授。兼「中央衛生研究院中國醫藥研究所」顧問、研究員。四十四年，乙未（ 1955 ），七十二歲。任「中醫研究院中藥研究所生藥研究室」研究員。「中國藥學會」理事。四十九年、庚子（ 1960 ）。七十七歲，逝世。

客歲五月於北平，藥史學界人士曾爲趙先生誕辰一百週年舉行紀念座談會。

綜如上述。趙先生於民國十八至廿六年間，曾兩任中央研究院及北平研究院研究員。著有　州藥誌（一集），中國新本草圖誌（二集），「整理本草研究國藥之方案及實例」諸書，研究論文及單行本八十餘種。爲我國生藥學及本草學之先驅學者。惟綜合先生一生著作，似未嘗研究本草品彙精要，至精要之藥圖，除上述跋文外，則未見有所論及。究竟曾否得見弘治原本，則不可知矣。（民國七十三年十月二十一日追記脫稿）

編按：本文「追記」前之部分，乃是作者以「欣聞明末函卷『金石昆蟲草木狀』即將出版」爲題，於七十二年十月二十三、二十四、二十五三天連載於 中央日報副刊，茲由作者再交本刊轉載，特爲之記。

※作者通訊處爲：台北市延平南路 205 巷10號。

見微知著——

從陶瓷所含的稀土元素和少量元素看中國製瓷技術的演進

張世賢

人類技術史的第一章

陶器是人類最早以自然資源製作的成形用器之一，無論從技術史的角度或進而在文明史的層面來看，陶器的起源和發展都是極其重要的事件。人類發現了火的妙用時，誠可謂「破天荒」之舉；後來再發現成形的黏土經火煅燒以後會變成堅硬的容器，能用來貯藏食物，搬運飲水，爲原始時代人類的日常生活增加了許多方便，更可以說是空前的技術成就。從這個時候開始，人類便寫下了技術史的第一個篇章。

隨着農業經濟的發展和定居生活的需求，史前的燒陶技術持續不斷的進步。在中國大陸地區的早期農業聚落遺址上，像河南新鄭的裴李崗、河北武安的磁山和江西萬年的仙人洞等，都發現了距今六千年至八千年前的陶器，它們和後來廣泛分布的仰韶文化、龍山文化以及商周文化遺址出土的陶器，在製作工藝和器形的發展上是一脈相承的。

這些曾在人類文明史上大放異彩的燒陶技術，是新石器時代的中國先民在長期努力探索之後取得的卓越成就。他們憑經驗取捨黏土，從無數次的實驗中提高燒陶的溫度，以改進陶器的品質；後來，在燒製陶器的過程中，他們偶然發現掉在器面的草灰木灰會和黏土形成玻璃質的東西，不會透水，頗爲實用。於是，在中國廣闊的土地上，人們在不斷實驗和相互交流中，逐漸發明了原始瓷，更進而燒製了堅實美觀的瓷器。這是上古時期中國先民領袖群倫的技術成就。先民在這個基礎上持續發展，使得中國自古以來到處都有規模很大而各具特色的製瓷中心，各領風騷數百年甚至千來年，產品精美無比。外人驚羨之餘，乾脆就把中國稱做「陶瓷之國」。

可見，除了金屬冶鑄以外，燒製陶瓷的技術在我國早期的技術發展史上佔著極爲重要的地位。同時，從新石器時代以來中國人陸續製作的陶器和瓷器，除了是研究中國科技史的極佳素材外，也是研究史前史、上古史、藝術史、東西文化交流史以及考古研究時不可或缺的重要材料。因此，陶瓷的年代和歸屬是否確實，也可謂「玆事體大」了。

技術失傳，使研究困難

在年代確定的墓葬或遺址出土的陶瓷器，有很高的史料價值，應該沒有什麼疑問。但有些盜掘或傳世的陶瓷器，由於來路不明，有時很難將它們定位在某個時間和空間上，便沒有確切的史料價值了。至於後代仿造的陶瓷，更容易在學術研究上造成困擾，以假亂眞的結果，往往眞假並列，眞相難明。

這種仿造的現象在中國製瓷史上尤其常見。中國士大夫階級自古即不重視所謂「百工之技」，同時在工藝技術的領域裡，傳統上是師徒相授，秘方絕不輕易示人，因此，許多由長期經驗累積而得的工藝技術便很少被一般文人學士費點筆墨記載下來，中國人最受推崇的製瓷技術當然也沒有例外。中國的許多名窰瓷器，在盛產當時都沒有人把它的特性確實地加以描述，往往等到市場上供不應求而開始出現仿品以後，一些文人雅士驚歎之餘才對着它們歌詠一番，至於製瓷所用的原料、過程以及各種相關的工藝技術，便沒有人去做詳細的記錄和研究了。

這種狀況可以南宋的兩個名窰作爲說明的範例。金人滅了北宋，高宗南渡之後，曾在杭州南郊的烏龜山下設窰燒瓷，此山山頂有南宋皇室祭天的「郊檀」，因將山下的窰取名爲「郊檀下官窰」（簡稱官窰）。官窰燒得「潤澤美觀，深湛霞裂」，風靡一時。另外南宋處州章家兄弟二人，都擅於燒瓷，在龍泉附近各別主持一座瓷窰，稱爲哥窰和弟窰。傳說弟窰產品「極其精瑩，純粹無瑕如美玉」，而哥窰「有粉青一種，較弟窰更爲幽艷」，有些且「形成重疊的冰裂紋片，造型與色釉都類似官窰」，可見連享有盛名的哥窰都可能仿製官窰器，官窰便註定會有多種面目了；而元朝末年又興起了一股仿宋名窰的風氣，入明以後又幾乎代代都有仿製，仿品一多便掩蓋了眞品的面目。明高濂「遵生八牋」有謂「官窰品格，大率與哥窰相同……」等語，就是各窰面目混淆不清後產生的泛泛之論。高濂的書刻於明萬曆十九年，高氏所見，頗多元明兩代仿宋官、哥二窰的產品，他對官、哥所作的描述，當然也包含仿品的特徵，二窰的眞正面貌反而隱晦不明。官、哥既有宋代的眞品，又有元明及以後各朝的仿品，加上明末以來的文獻又誤把仿品當眞品予以概括描述，無疑給眞僞之辨增加了不少困難，當然各項研究工作也因而憑添干擾。

陶瓷成份分析的意義

在這種情況下，陶瓷的成份分析便有它特別的意義了。目前關於陶瓷成份分析的工作，大致依兩個方向進行，一是利用普通的化學定性定量法分析主要元素及次要元素的氧化物含量；一是利用中子活化法分析陶瓷胎、釉的次要元素及微量元素的氧化物含量。前者可由分析出的數據估算胎或釉的組成分子式，從而大略看出各地方歷代陶瓷的化學成份分佈區間，並由某種氧化物含量的多寡來探討陶瓷工藝進展的概況；後者除了具有上述功能以外，它最可稱道的是能夠十分明確地分辨歷代各窰陶瓷的成份類型——拾餘個少至百萬分之一甚至千萬分之一的微量元素氧化物所組合的成份類型，爲陶瓷的鑑定和歸類提供了最具說服力的參考資料。

許多學者專家經過數十年實驗研究的結果顯示，在同一地理區域內採取數量夠多的陶土樣品加以分析，它們往往具有十分相似的成份類型，尤以次要元素及微量元素爲然，而將某個窰址同時用一批材料燒製的一組陶瓷加以分析，結果也是如此，這便確立了中子活化分析在陶瓷工藝的研究上具有的無法取代的重要功能。筆者近年來參與故宮博物院與清華大學的合作研究，曾對若干院藏破瓷及倫敦

大學所藏中國歷代殘瓷做過中子活化分析，發現下列幾點很值得注意：

1）明清青花瓷的青釉極爲純淨

在故宮所藏的九件明清青花瓷上採取青釉樣品加以分析的結果，我們發現當時作爲青釉的原料極爲特殊，每個樣品中的長半生期元素只有鈷一種（見表一第一組）；這表示至遲從明嘉靖年間開始直到清朝燒製青花瓷所用的鈷土礦等藍色釉料，不是本身極爲純淨，就是經過處理後變得極爲純淨。如果是經過處理，那麼這種高明的處理技術就很值得研究了。從元朝開始燒製的青花瓷能夠漸入佳境，絕對不是偶然的，必定還有些獨到的技術尚不爲吾人所知。

2）明朝嘉靖年間所用的青花原料與萬曆以後所用的原料似不屬同一來源

從上述青釉成份看來，屬於清初康、雍、乾三朝的四件絕對是用相同的釉料和技術程序去燒造的；三件定爲清朝而無確切年代的青花瓷，青釉成份一致，但MnO及CoO含量比上述四件稍少；一件明朝萬曆年間燒造的青花瓷，其青釉中的MnO比清瓷稍少，但CoO却較高。這些青花瓷的青釉成份雖有些差異，但與另一件明朝嘉靖年間燒製的青花相比，它們之間的成份却是比較接近的。這件嘉靖青花的青釉中所含的CoO較少，MnO則遠少於上述八件，似與上述八件所用的青料不屬於同一來源。當然，目前用來分析比較的樣品數目太少，還無法在統計上得到令人信服的答案。

據清代學者朱琰在其所著「陶說」一書中記載，明代正德、嘉靖年間所用的青料是從外面輸入的「回青」，而清代前半段時期所用的青料則是在浙江地區採集的。這種說法和上述成份分析所得的初步結果，似有可得互相印證之處。至於在這兩個時代之間的萬曆青花，則可能兼用兩種原料，屬於過渡時期的產品。值得注意的是，無論回青或浙江土產的青料，在作爲藍色釉藥而塗上器面時，都是十分純淨的。

3）宋代的鈞窰器和清代仿鈞器的胎土成份顯然有別

表一第三組所列的，是一件宋鈞窰器（P31）和四件清代仿鈞器的成份數據，後者四個景德鎮仿品的成份除CoO有些出入外，其類型可謂相同，與宋鈞顯然有別。儘管仿品可把外觀仿得唯妙唯肖，但它們內部成份的差異，却是一目瞭然的。足見這種分析法對類此眞品與仿品的鑑定，有它不可忽視的功能在。

4）建窰瓷胎的成份特色

倫敦大學從前在福建建窰址所蒐集的十件建窰殘瓷，其瓷胎成份十分接近，同時表現了兩個特色：①Na_2O含量出奇的低；②Fe_2O_3含量出奇的高，平均8.6％，與其餘各窰大異其趣（見表二）。鐵的含量很高，是建窰瓷胎呈現黑褐色的主要原因。建窰的黑褐色茶碗名聞中外，得力於當時能夠純熟運用含鐵量高的原料，這種技術的開發過程，也是值得研究的。

5）白瓷的鑑定頗費周章

表一第二組所列，是四件故宮所藏白瓷的胎土成份數據，其中兩件是宋或元的彭窰器（P112，P114），一件是宋定窰器（P116），另一件是宋吉州窰器（P118）。從表中的數據可以看出，兩件彭窰器有相同的成份類型，但定窰器則與它們不同。值得注意的是，吉州窰器與定窰器的成份相當接近，唯一的差異出現在MnO的含量（MnO在黏土中的成份通常都不均勻）；它們的成份如此相似，使我們不得不懷疑這兩件白瓷會分屬於定窰和吉州窰。

更值得注意的是，三年後分析倫敦大學所藏的白瓷，結果又使上述兩件彭窰器的眞實身份產生疑問。倫敦大學所藏的定窰A組殘瓷，其瓷胎成份除CoO外都與故宮所藏的兩件彭窰盌相近，而定窰C組除CoO外也都與故宮所藏的那件定窰盌成份

	B_3	P263	0.24	7.58	285	6.1	383	495	4.1	12.5	2.00	1.4	0.3	27	201	45.6	7.3	3.0	82
		P275	0.14	6.78	301	6.6	281	277	4.5	13.2	3.11	1.9	0.2	19	170	55.3	6.2	1.9	118
		P258	0.43	6.94	342	5.8	953	373	3.1	11.7	2.57	1.3	0.2	18	158	50.4	7.4	4.0	73
		P269	0.41	8.19	345	6.2	1417	392	4.4	11.6	2.52	1.2	0.2	17	117	52.2	6.1	2.8	67
		P271	0.18	9.45	462	12.3	245	1012	5.1	7.3	1.89	0.7	0.3	7	97	71.5	6.5	4.6	78
建窯		P295	0.045	2.85	131	9.6	—	985	14.0	36.1	10.17	3.3	0.5	294	175	22.8	8.9	1.7	81
		P296	0.056	2.48	—	10.2	—	817	14.4	33.6	8.85	3.5	0.4	159	137	23.0	9.2	2.0	96
		P297	0.048	2.85	—	—	—	785	5.7	28.0	8.00	—	—	111	163	21.5	9.2	1.0	106
		P298	0.046	4.32	133	9.9	—	777	19.7	33.0	9.44	2.1	—	134	130	20.4	8.3	3.1	72
		P299	0.055	3.09	81	8.3	—	662	11.0	33.2	8.92	3.7	—	171	141	32.2	10.6	1.8	107
		P300	0.056	2.73	109	8.3	—	805	12.7	30.0	8.48	4.5	—	149	138	29.5	8.1	1.3	132
		P301	0.046	2.28	174	11.0	—	565	9.0	27.6	6.62	2.3	—	160	151	29.5	10.4	2.3	75
		P302	0.049	2.56	165	9.2	—	1003	15.8	34.0	9.32	3.1	0.9	141	134	23.3	8.7	2.3	94
		P303	0.053	2.97	199	9.3	—	1120	13.2	31.3	8.51	3.8	—	119	135	24.4	10.3	1.9	121
		P304	0.046	4.01	176	8.5	—	548	9.9	29.7	8.20	3.0	0.3	128	140	22.9	8.9	—	102
定窯	A	P283	0.21	1.82	38	2.7	—	117	3.6	34.4	0.70	0.7	—	52	105	35.3	13.7	—	51
		P286	0.40	2.36	25	2.1	922	135	2.5	26.7	0.66	1.7	—	71	80	35.2	10.2	3.1	42
		P287	0.27	1.38	30	1.7	—	120	3.3	30.9	0.84	2.0	—	50	93	29.5	13.2	3.9	50
		P288	0.41	1.71	86	2.2	—	145	2.9	26.3	0.64	1.9	—	49	84	34.4	11.1	3.0	46
		P289	0.47	1.77	69	3.4	—	115	3.5	28.5	0.68	1.7	—	60	64	34.8	11.7	4.1	33
		P290	0.36	—	—	2.3	641	149	2.8	27.8	0.72	1.3	—	69	95	41.1	12.8	3.8	49
	B	P284	0.18	1.87	—	—	—	126	—	10.3	0.09	—	—	36	95	19.2	8.1	—	50
		P285	0.19	2.07	93	5.7	—	107	4.2	18.3	0.89	1.4	0.3	60	92	25.2	9.0	2.1	48
	C	P282	1.60	2.65	328	45	524	316	1.2	2.1	0.64	0.3	0.1	9	15	7.5	2.6	6.3	6
		P291	1.60	0.45	376	79	—	761	3.5	2.4	0.64	—	—	11	16	8.8	3.2	13.4	※

說明：㈠橫線—記號有兩種意義：①該樣品冷却時間稍長，當偵測該樣品時，某些短半生期元素的伽瑪射線強度已很微弱，無法經由放射線線的度量來計算該元素氧化物的含量。②在伽瑪能譜中雜訊太多，無法突出該元素放出的射線數量。

㈡※記號表示在實驗過程中，因多頻道分析儀的某些頻道發生故障，未能正常輸出某部份數據，以致該元素氧化物含量無法算出。

表一　以中子活化法分析故宮所藏部份瓷器的胎土或釉藥成份

（除有百分比記號%者外，均為百萬分比的成份數據）

組別	年代	窯名	樣品編號	%Na_2O	%K_2O	Rb_2O	Cs_2O	BaO	MnO	CaO	Sc_2O_3	%Fe_2O_3	Eu_2O_3	Lu_2O_3	Cr_2O_3	CeO_2	ThO_2	HfO_2	Ta_2O_5	La_2O_3
一	明	嘉靖	P 20	1.54	4.75	N.D.	N.D.	N.D.	5054	2152	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	明	萬曆	P 89	1.61	6.29	N.D.	N.D.	N.D.	10111	4292	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	清	康熙	P 17	1.95	3.90	N.D.	N.D.	N.D.	14664	3412	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	清	康熙	P 24	2.07	—	N.D.	N.D.	N.D.	14837	3536	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	清	雍正	P 42	1.89	3.34	N.D.	N.D.	N.D.	16637	3458	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	清	乾隆	P 63	2.21	—	N.D.	N.D.	N.D.	18276	3877	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	清		P 27	1.48	—	N.D.	N.D.	N.D.	12228	2661	N.D.	N.D。	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	清		P 35	1.95	—	N.D.	N.D.	N.D.	12743	2384	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	清		P129	1.78	2.85	N.D.	N.D.	N.D.	13167	2296	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
二	宋(元)	彭	P112	0.82	1.19	42	4.8	1881	79	88	43.5	2.1	1.9	—	58.6	92	35.3	26.8	2.9	61.2
	宋(元)	彭	P114	0.60	1.02	55	4.1	899	51	69	41.5	1.4	1.3	—	82.9	82	34.9	19.5	2.7	51.4
	宋	定	P116	2.64	2.06	287	31.0	—	735	86	2.5	0.8	0.2	—	—	28	7.2	4.0	9.9	10.1
	宋	吉州	P118	0.62	3.14	218	36.8	—	141	64	4.5	0.7	0.6	—	—	22	18.6	3.4	2.3	9.8
三	宋	鈞	P 31	0.17	1.91	122	10.5	—	186	106	34.3	2.7	2.0	—	107.8	192	24.7	8.5	1.6	—
	清	仿鈞	P 39	0.25	3.61	310	45.0	—	674	106	7.7	1.3	0.9	—	7.1	40	11.3	3.7	5.9	—
	清	仿鈞	P 57	0.37	2.66	367	66.6	—	430	53	11.8	2.0	1.0	—	32.9	62	15.2	4.6	7.1	—
	清	仿鈞	P 6	0.46	3.64	—	37.8	—	561	271	8.4	2.2	0.8	—	—	—	—	—	—	—
	清	仿鈞	P 10	0.26	3.72	—	40.1	—	880	312	8.0	1.7	1.0	—	—	—	—	—	—	—

說明：㈠第一組為青花器青釉樣品，第二組為白瓷胎土樣品，第三組為鈞窯及仿鈞器胎土樣品。

㈡ N.D. 表示沒有偵測到該元素的存在。

㈢橫線—記號有兩種意義：①該樣品冷却時間稍長，當偵測該樣品時，某些短半生期元素的伽瑪射線強度已很微弱，無法經由放射線的度量來計算該元素氧化物的含量。②在伽瑪能譜中雜訊太多，無法突出該元素放出的射線數量，即無法定量。

表二　以中子活化法分析倫敦大學所藏中國歷代殘瓷的瓷胎成份及其類型分組

（除有百分比記號%者外，均為百萬分比的成份數據）

窯名	組別	樣品編號	%Na_2O	%K_2O	Rb_2O	Cs_2O	BaO	MnO	CoO	Sc_2O_3	%Fe_2O_3	Eu_2O_3	Lu_2O_3	Cr_2O_3	CeO_2	ThO_2	HfO_2	Ta_2O_5	La_2O_3
龍泉窯	A_1	P256	0.12	4.92	190	3.5	394	250	2.8	10.9	2.32	1.5	0.3	14	241	40.7	6.5	2.6	124
		P257	0.12	5.62	201	4.0	519	234	3.1	10.3	2.06	2.5	0.2	17	183	40.2	6.3	2.3	178
		P259	0.14	4.11	167	3.1	257	176	4.0	10.9	2.27	1.4	0.2	16	228	43.1	6.6	2.4	104
		P266	0.11	5.02	175	3.7	369	169	2.8	12.5	2.88	1.7	0.3	13	210	44.4	7.8	3.1	104
	A_2	P274	0.06	3.57	141	—	315	568	5.9	14.2	1.67	1.2	0.2	5	109	32.6	4.4	2.2	64
		P278	0.04	3.67	142	4.4	—	462	3.6	11.9	1.60	1.3	0.3	15	87	32.4	4.5	2.0	57
	A_3	P261	0.11	4.89	220	7.0	347	300	5.3	14.2	2.86	1.0	0.2	38	166	37.4	7.9	2.9	59
		P281	0.06	3.48	164	10.1	—	133	3.7	13.0	2.27	1.4	0.2	37	132	34.8	7.1	2.8	95
		P260	0.12	5.06	176	3.4	467	263	5.0	12.9	2.49	3.2	0.4	16	256	42.7	7.9	2.4	221
		P277	0.24	3.93	184	9.8	268	378	6.8	15.3	3.26	0.6	0.2	65	83	31.5	9.2	2.6	40
		P279	0.09	4.11	158	4.5	—	187	1.8	14.6	1.88	0.5	0.2	21	116	52.9	4.1	3.1	36
	B_1	P254	0.34	7.24	302	3.8	251	446	3.1	8.9	1.95	1.0	0.2	14	99	47.6	7.4	4.2	56
		P255	0.49	7.77	303	4.0	378	401	2.7	8.9	2.09	1.0	0.4	10	146	45.8	6.7	3.8	60
		P262	0.50	7.88	337	3.8	441	384	3.7	8.6	1.87	0.8	0.2	15	117	47.7	6.9	4.0	47
		P264	0.42	6.80	281	3.6	343	484	3.1	9.6	2.15	1.2	0.3	19	99	50.1	7.0	3.5	63
		P267	0.22	7.21	302	4.9	—	383	3.0	9.0	2.25	1.1	0.3	—	121	46.5	6.6	3.4	62
		P270	0.24	9.52	353	5.1	306	388	3.7	10.0	2.26	0.8	0.2	19	80	59.5	6.9	3.9	32
		P272	0.43	9.16	365	5.1	389	455	2.6	8.3	1.93	0.9	0.2	11	74	51.4	6.1	3.8	45
		P273	0.50	8.59	329	4.3	344	582	1.5	9.4	1.92	0.8	0.2	7	112	48.6	6.0	2.9	65
	B_2	P265	0.19	6.52	357	8.7	486	637	6.2	11.2	2.03	1.1	0.2	16	122	61.2	6.8	3.0	55
		P268	0.18	7.01	323	4.9	477	645	3.5	10.6	2.38	0.7	0.2	30	109	50.5	8.5	4.2	35
		P276	0.13	5.61	422	5.4	452	348	4.3	9.1	2.21	0.3	0.2	23	119	71.7	8.3	6.2	37
		P280	0.12	5.58	397	5.5	393	277	4.3	9.3	2.39	0.4	0.2	21	117	74.2	8.3	6.3	35
	B_3	P263	0.24	7.58	285	6.1	383	495	4.1	12.5	2.00	1.4	0.3	27	201	45.6	7.3	3.0	82
		P275	0.14	6.78	301	6.6	281	277	4.5	13.2	3.11	1.9	0.2	19	170	55.3	6.2	1.9	118
		P258	0.43	6.94	342	5.8	953	373	3.1	11.7	2.57	1.3	0.2	18	158	50.4	7.4	4.0	73
		P269	0.41	8.19	345	6.2	1417	392	4.4	11.6	2.52	1.2	0.2	17	117	52.2	6.1	2.8	67
		P271	0.18	9.45	462	12.3	245	1012	5.1	7.3	1.89	0.7	0.3	7	97	71.5	6.5	4.6	78
建窯		P295	0.045	2.85	131	9.6	—	985	14.0	36.1	10.17	3.3	0.5	294	175	22.8	8.9	1.7	81
		P296	0.056	2.48	—	10.2	—	817	14.4	33.6	8.85	3.5	0.4	159	137	23.0	9.2	2.0	96
		P297	0.048	2.85	—	—	—	785	5.7	28.0	8.00	—	—	111	163	21.5	9.2	1.0	106
		P298	0.046	4.32	133	9.9	—	777	19.7	33.0	9.44	2.1	—	134	130	20.4	8.3	3.1	72
		P299	0.055	3.09	81	8.3	—	662	11.0	33.2	8.92	3.7	—	171	141	32.2	10.6	1.8	107
		P300	0.056	2.73	109	8.3	—	805	12.7	30.0	8.48	4.5	—	149	138	29.5	8.1	1.3	132
		P301	0.046	2.28	174	11.0	—	565	9.0	27.6	6.62	2.3	—	160	151	29.5	10.4	2.3	75
		P302	0.049	2.56	165	9.2	—	1003	15.8	34.0	9.32	3.1	0.9	141	134	23.3	8.7	2.3	94
		P303	0.053	2.97	199	9.3	—	1120	13.2	31.3	8.51	3.8	—	119	135	24.4	10.3	1.9	121
		P304	0.046	4.01	176	8.5	—	548	9.9	29.7	8.20	3.0	0.3	128	140	22.9	8.9	—	102
定窯	A	P283	0.21	1.82	38	2.7	—	117	3.6	34.4	0.70	0.7	—	52	105	35.3	13.7	—	51
		P286	0.40	2.36	25	2.1	922	135	2.5	26.7	0.66	1.7	—	71	80	35.2	10.2	3.1	42
		P287	0.27	1.38	30	1.7	—	120	3.3	30.9	0.84	2.0	—	50	93	29.5	13.2	3.9	50
		P288	0.41	1.71	86	2.2	—	145	2.9	26.3	0.64	1.9	—	49	84	34.4	11.1	3.0	46
		P289	0.47	1.77	69	3.4	—	115	3.5	28.5	0.68	1.7	—	60	64	34.8	11.7	4.1	33
		P290	0.36	—	—	2.3	641	149	2.8	27.8	0.72	1.3	—	69	95	41.1	12.8	3.8	49
	B	P284	0.18	1.87	—	—	—	126	—	10.3	0.09	—	—	36	95	19.2	8.1	—	50
		P285	0.19	2.07	93	5.7	—	107	4.2	18.3	0.89	1.4	0.3	60	92	25.2	9.0	2.1	48
	C	P282	1.60	2.65	328	45	524	316	1.2	2.1	0.64	0.3	0.1	9	15	7.5	2.6	6.3	6
		P291	1.60	0.45	376	79	—	761	3.5	2.4	0.64	—	—	11	16	8.8	3.2	13.4	※

說明：㈠横線—記號有兩種意義：①該樣品冷却時間稍長，當偵測該樣品時，某些短半生期元素的伽瑪射線強度已很微弱，無法經由放射線線的度量來計算該元素氧化物的含量。②在伽瑪能譜中雜訊太多，無法突出該元素放出的射線數量。

㈡※記號表示在實驗過程中，因多頻道分析儀的某些頻道發生故障，未能正常輸出某部份數據，以致該元素氧化物含量無法算出。

表二　以中子活化法分析倫敦大學所藏中國歷代殘瓷的瓷胎成份及其類型分組
（除有百分比記號%者外，均為百萬分比的成份數據）

窯名	組別	樣品編號	%Na_2O	%K_2O	Rb_2O	Cs_2O	BaO	MnO	CoO	Sc_2O_3	%Fe_2O_3	Eu_2O_3	Lu_2O_3	Cr_2O_3	CeO_2	ThO_2	HfO_2	Ta_2O_5	La_2O_3
龍泉窯	A_1	P256	0.12	4.92	190	3.5	394	250	2.8	10.9	2.32	1.5	0.3	14	241	40.7	6.5	2.6	124
		P257	0.12	5.62	201	4.0	519	234	3.1	10.3	2.06	2.5	0.2	17	183	40.2	6.3	2.3	178
		P259	0.14	4.11	167	3.1	257	176	4.0	10.9	2.27	1.4	0.2	16	228	43.1	6.6	2.4	104
		P266	0.11	5.02	175	3.7	369	169	2.8	12.5	2.88	1.7	0.3	13	210	44.4	7.8	3.1	104
	A_2	P274	0.06	3.57	141	—	315	568	5.9	14.2	1.67	1.2	0.2	5	109	32.6	4.4	2.2	64
		P278	0.04	3.67	142	4.4	—	462	3.6	11.9	1.60	1.3	0.3	15	87	32.4	4.5	2.0	57
	A_3	P261	0.11	4.89	220	7.0	347	300	5.3	14.2	2.86	1.0	0.2	38	166	37.4	7.9	2.9	59
		P281	0.06	3.48	164	10.1	—	133	3.7	13.0	2.27	1.4	0.2	37	132	34.8	7.1	2.8	95
		P260	0.12	5.06	176	3.4	467	263	5.0	12.9	2.49	3.2	0.4	16	256	42.7	7.9	2.4	221
		P277	0.24	3.93	184	9.8	268	378	6.8	15.3	3.26	0.6	0.2	65	83	31.5	9.2	2.6	40
		P279	0.09	4.11	158	4.5	—	187	1.8	14.6	1.88	0.5	0.2	21	116	52.9	4.1	3.1	36
	B_1	P254	0.34	7.24	302	3.8	251	446	3.1	8.9	1.95	1.0	0.2	14	99	47.6	7.4	4.2	56
		P255	0.49	7.77	303	4.0	378	401	2.7	8.9	2.09	1.0	0.4	10	146	45.8	6.7	3.8	60
		P262	0.50	7.88	337	3.8	441	384	3.7	8.6	1.87	0.8	0.2	15	117	47.7	6.9	4.0	47
		P264	0.42	6.80	281	3.6	343	484	3.1	9.6	2.15	1.2	0.3	19	99	50.1	7.0	3.5	63
		P267	0.22	7.21	302	4.9	—	383	3.0	9.0	2.25	1.1	0.3	—	121	46.5	6.6	3.4	62
		P270	0.24	9.52	353	5.1	306	388	3.7	10.0	2.26	0.8	0.2	19	80	59.5	6.9	3.9	32
		P272	0.43	9.16	365	5.1	389	455	2.6	8.3	1.93	0.9	0.2	11	74	51.4	6.1	3.8	45
		P273	0.50	8.59	329	4.3	344	582	1.5	9.4	1.92	0.8	0.2	7	112	48.6	6.0	2.9	65
	B_2	P265	0.19	6.52	357	8.7	486	637	6.2	11.2	2.03	1.1	0.2	16	122	61.2	6.8	3.0	55
		P268	0.18	7.01	323	4.9	477	645	3.5	10.6	2.38	0.7	0.2	30	109	50.5	8.5	4.2	35
		P276	0.13	5.61	422	5.4	452	348	4.3	9.1	2.21	0.3	0.2	23	119	71.7	8.3	6.2	37
		P280	0.12	5.58	397	5.5	393	277	4.3	9.3	2.39	0.4	0.2	21	117	74.2	8.3	6.3	35

相近，CoO 的成份各差25倍左右。從兩個機構典藏的白瓷所採取的樣品，在相隔三年所作的兩次成份分析，會得到這樣的結果，有幾點應該指出：

①在從事其中一次實驗分析的過程中，實驗儀器或電腦可能發生了某種故障，以致輸出差距達25倍的CoO 成份數據（可惜因目前合作計劃已中止，無法重新檢驗）；

②若此說屬實，而倫敦大學所藏的定窰A組殘瓷又確爲定窰產品，則故宮所藏的兩件彭窰盌似應仔細審定；

③在這樣的情況下，倫敦大學所藏的兩件定窰C組殘瓷和故宮所藏的一件定窰盌便是利用相同的原料和程序燒成的產品，燒成的年代和地點也可能相同。

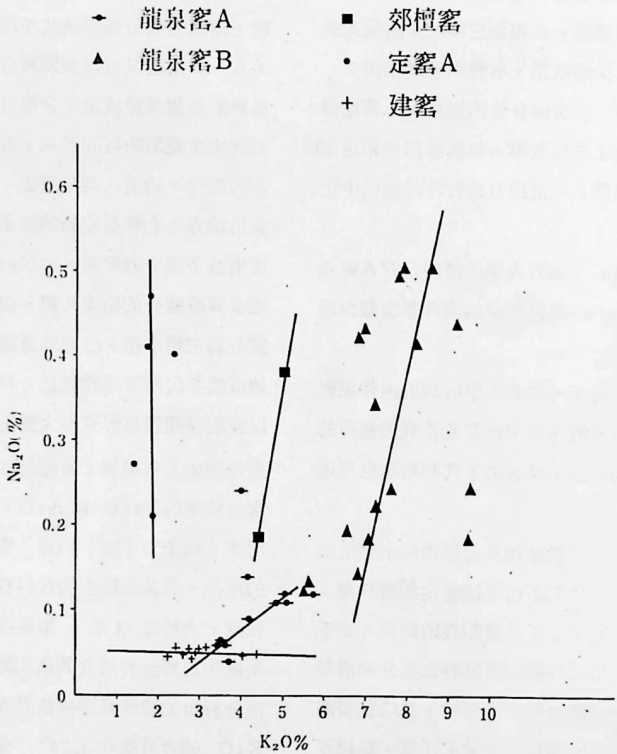
由分析所得的成份數據和目前經由肉眼鑑定的結果對照起來，就可以知道白瓷的鑑定頗費周章。定窰、彭窰、吉州窰都生產品質相近的白瓷，在千百年後的今天，要把這些窰的產品特色都分辨清楚，實在不容易。按定窰器從宋代開始，地位就很高，陝西、山西、江西、浙江、安徽、江蘇、福建等地都有仿造，因燒造的先後和仿品的特點不同，單就白定一種即演爲土定、粉定、新定和南定等等名目。土定是原始定器，粉定是土定中之進步者，新定則爲元代彭君寶在霍州所仿定器，亦稱彭窰；至於「南定」「北定」，更無定論，有說北定是原定窰，南定是景德鎮所產，有說吉州窰仿造定器，叫做南定，有說北定南定都是原定窰所產，南北之名因宋室南渡而來，等等。這些紛紛擾擾的問題其實不難解決，無論土、粉、新、南，在精密儀器分析了它們的拾幾個微量元素成份後，便會有所歸依的，那些原來鑑定錯的，也可以改正過來。

6）宋元龍泉瓷中的鈉、鉀含量可能作爲劃分早期和晚期龍泉瓷的依據。

在倫敦大學所藏的28 件龍泉窰殘瓷的瓷胎成份中，Na_2O 和 K_2O含量總和小於5.74％ 的，可以歸爲A組，總和大於5.74％ 的，可以歸爲B組，兩組的成份類型頗然不同；而在仔細比較之下，A、B兩組又可以個別再分爲三個小組，每個小組裡的各個瓷胎成份十分接近（參見表二）。按龍泉窰生產瓷器的時間頗長，從初創期的五代到衰落期的明代，約有八百年歷史。在這八百年中，它所採用的瓷土和燒製瓷器的技術程序，必依年代先後而有或多或少的變異。由Na_2O 、 K_2O 含量總和的多寡而區分的龍泉A組、龍泉B組，可以個別再區分爲三個小組，已隱然透露了龍泉瓷燒製技術依地域或年代而變遷的訊息。目前一般認爲，自南宋以後的晚期龍泉青瓷釉大體上是Na_2O 和 K_2O含量很高的石灰碱釉；看來這些龍泉瓷的瓷胎世可能含有較多的Na_2O 和 K_2O，因龍泉B組中有不少所謂「梅子青」或「粉青」瓷，它們都是南宋以後的產品，而其瓷胎中的Na_2O 及 K_2O含量總和都較高，大於5.74％ 。如果這批龍泉瓷在各個窰址所處的地層位置以及其他相關資料都已齊備，由此而分析出的成份類型將格外有價值。至於Na_2O及K_2O 的含量總和5.74％ 是否爲劃分早期晚期龍泉瓷的分界點，還有待進一步分析比較才能肯定。

7）各窰瓷胎的Na_2O 與 K_2O含量似有特殊的「分布趨向」

將表二所列各件瓷器瓷胎的Na_2O 及 K_2O含量分別在縱座標及橫座標上標示出來，在各窰座標點密集所在畫一條直線，如附圖所示，則除了少數例外，各窰的分布座標似乎不會偏離直線太遠。這些直線有不同的斜率，充份表現了各窰的特性，可能和各窰的製瓷原料或窰場一貫處理原料的過程（尤其是淘漂淨化的過程）有關。瓷土中的鈉、鉀兩種金屬元素（尤其是鈉）最不穩定，易在水中流失，它們存留在瓷胎中的數量必定會受到淨化過程中所加的水量和淘漂的時間、方式等的影響。如果這種影響有它的規律性，加上原來瓷石的特性，則表現在附圖上的就是分屬各窰的不同斜率的直線。這



附圖：倫敦大學所藏中國歷代殘瓷瓷胎的Na_2O 和K_2O含量分佈趨向

種直線在製瓷技術演進的過程中是否有代表性的意義，也有待分析了大量的陶瓷成份後才能分曉，目前姑且做個大膽的假設。

由於某種原因，故宮與清華的合作計劃目前已經中止，無法分析更多的陶瓷成份以資參考研究。然而，從分析所得的這些稀土元素和少量元素的成份數據裡，我們似乎隱約看出了中國製瓷技術進展的某些軌跡；同時，由於後代紛紛仿造前朝的名窰瓷器，仿品又仿得唯妙唯肖，因此名瓷的鑑定難免發生困難，憑個人主觀的判斷，往往見仁見智。不過，分析了各窰瓷器的成份類型後，眞品仿品的鑑別便有客觀的依據，不怕「看走眼」了。這對技術史和藝術史的研究，幫助都是很大的。

曾經擔任哈佛大學校長達20 年之久的化學家康南特（J.B.Conant）在「科學入門」一書中說：「概念和學說的劃時代性影響像新儀器一樣，常常開拓出廣濶的研究領域。」的確，新的儀器分析法常常開拓出新的研究領域，像上述的中子活化分析法就能找出古器物的許多內涵，爲科技史或藝術史的研究提供許多寶貴的線索。

（本文從兩篇拙作節錄整理而成：①國立故宮博物院、國立清華大學陶瓷成份分析第一期研究報告，故宮季刊十三卷二期；②倫敦大學所藏中國歷代殘瓷的中子活化分析，故宮學術季刊二卷一期）

※作者現爲故宮博物院副研究員。

偉大的中國古代金屬冶鑄工業

** 本文轉載自聯合報民國七十三年十一月十二日國父誕辰紀念日特刊。

萬家保

遠在西方考古學家把人類的進化時期分成石器時代、青銅時代和鐵器時代以前，我國南朝的江淹老早就注意到了發生在中國的這個事實。江淹在他的「銅劍讚序」中這樣寫：

「古者以銅爲兵，春秋迄於戰國，戰國迄於秦時。攻爭紛亂，兵革互興，銅既不克給，故以鐵足之。鑄銅既難，求鐵甚易。故銅兵轉少，鐵兵轉多。二漢之世既見其微。」

江淹所說的金屬演變程序，大致是可信的。可是演變的原因和時代，都不無商榷的餘地。鐵的利用不全是因爲「銅既不克給」，而是因爲鐵有著比青銅更優異的物理性質。加以鐵之冶鍊較銅爲難，它是技術水準發展到一定程度的產物。鐵製農工具的出現在中國春秋戰國之際，而青銅的利用更可能早溯自夏代的晚期，這些都可從發掘出的器物中找到例證。江郎的估計嫌偏晚了一些。

在科技史研究的領域中，尤其談到早期金屬冶鑄工業的起源時，西方學者所抱持的觀念一向是以兩河流域爲中心，再由之分成幾個次中心而傳播開來。巴比倫是一切技術的源頭這種想法，對西方史家而言，似乎是根深蒂固的。但是近年來由於自然科學方法之應用於古代金屬的研究工作，和中國地下發掘出土的金屬器物，都否定了這個傳播理論。至少，我們可以這樣說：以兩河流域爲金屬技術傳播中心的這個圈子，很難涵蓋中國文化所達到的領域；中國古代金屬冶鑄工業的發展顯然走了另外一條路。

羅越（ Max Loehr ），一位卓越的德裔美籍的中國青銅器學者，很早就對安陽出土殷墟文化期（公元前十二世紀到前十四世紀）的青銅器有深湛的研究，他認爲那些青銅器的造形之美，和技術之精，像一夜之間就盛開的花朵，這個突如其來的現象免不了要受外來的影響。同時他又讚嘆那群青銅器的技術和藝術之優異說，縱使現在集合了世界上最嫻熟的工匠，應用近代的科學儀器，也不見得能比商代的工人鑄得更好。

如今羅越的話早已是過去了。中國優秀的青銅技術自有其淵源，它是在中國土壤中生長茁壯起來的。近三四十年來青銅器的研究工作，和地下陸續出土的金屬器物證實了這件事。我們從二里頭（河南，偃師），二里岡（河南，鄭州）以及較早的安陽殷墟這一系列的考古發掘所出土的青銅器，能夠理出青銅技術在中國獨立發明及發掘的脈絡。

二里頭文化期（公元前十九世紀到前十六世紀）出土了一些青銅用器，和幾只當酒器用的青銅爵，其中幾件已經製作得相當精緻了。青銅爵的表面更遺留了陶質塊　拚合的鑄造痕跡，同遺址也曾出現了殘陶範和坩鍋的碎片。這些遺存說明了不但青銅

器是當地鑄造的，而且中國傳統的陶範法業已存在。二里頭出土的一件爵經化學分析的結果是，銅的含量是百分之九十二，錫是百分之七，它是典型的青銅鑄品。

我們認爲造形較爲複雜的爵，絕不可能是最早出現的青銅禮器形制，可以肯定它是長久技術演進累積的成果。因之，陶範組合較爲簡單的，造形也較樸素的青銅鼎可能在爵之先就已經出現了。這也正反映著古代傳說歷史中「昔夏之方有德也，遠方圖物，貢金九枚，鑄鼎象物」是可能的。況且二里頭這一地區也恰好是夏人活動的範圍。我們相信比二里頭文明期更早，青銅的冶鑄技術，就已在形成發展之中。

澳洲大學的巴納（Noel Barnard）博士與筆者，這幾年來做了一些古代中西青銅技術的比較研究工作，這兒不妨略提一下。中西金屬技術發展不同，可以從很多角度去觀察，不過在這裡要說的是，中國金屬技術是循著陶器技術的途徑發展而成的，另一方面西方的金屬工業則發源自石器技術。這個痕跡仍遺留在我們日常用語中，我們常說「陶冶」、「陶鑄」，就是例證之一。其實這詞兒是在墨子的耕柱篇出現：「昔者夏后開使蜚廉採金于山川，而陶鑄之於昆吾……」，這可以和上文中提到的二里頭發現的陶質塊範，呼應比照。傳說的歷史中有一些是可信的。中國古代的陶質塊範不止一次發掘出土，而且爲數也頗多。我們也曾經利用陶範在實驗室中鑄造過，證實陶範鑄造的可行。由陶器工業發展而成的這一中國傳統的金屬工業，影響深遠。這個傳統促使我國在春秋戰國之際（約公元前五世紀）早於西方一千五六百年，率先發明了鑄鐵。

陶質塊範的鑄造方法，經過了二里岡文化期（公元前十六世紀到前十四世紀）的繼續發展（這一期的青銅器以湖北盤龍城出土的，最爲完備），到了殷墟文化期達到了高潮。我們想用兩件青銅器作例子說明它的水準。第一件是安陽出土的司母戊方鼎，另一件是湖南寧鄉出土的羊首方尊。司母戊鼎高一點三三公尺，長一點六六公尺，寬零點七九公尺。重量達八百七十五公斤。這樣的一件方形鑄物，連同鑄造必需的冒口、澆口和澆道等，所需熔解的青銅將在一千二百公斤左右。而且方形鑄物本身極易產生疵病難以控制。其次方形的陶範如何烘燒，且又能使之方正而不扭曲，在在皆是些不容易解決的技術問題。司母戊鼎四面皆具文飾，耳部有兩虎噬人之圖案，體形修整文飾清晰，是爲殷代巨形鑄物之代表作品。

另外一件青銅器是中型的羊首方尊，重量是三十四點五公斤。方尊的造形以及文飾都極其富麗優美，且文飾的構造也極爲複雜。在此一尊的四個面的垂直中線，和四轉角處各有垂直的稜脊一條，計共八條。又在尊的腹部四轉角處飾以立體的寫實的扭角羊的前半身塑像，羊的造形栩栩如生，且羊和整個的尊體皆遍佈雲雷紋等清晰的文飾。對這一件尊的鑄造方法，曾經引起了一場辯論，但是結果確定它依然是以陶質塊范法鑄造而成。我們遙想在四千多年以前，中國人的陶范鑄造方法能夠鑄造像司母戊鼎這樣重，和羊首方尊這樣紋彩富麗的鑄造品；在世界鑄造史上不能不說是一項光輝紀錄。

像一切工業技術一樣，中國古代冶鑄技術的偉大成就，並不是一個孤立的現象。它應該是建立在一連串優秀技術之上而形成的，青銅原料，錫、銅、鉛等的冶鍊，坩鍋的製造，鼓風設備，模型等的塑形及烘燒，以及文飾的雕刻等等俱應達到了甚高的水準。

產生高溫必須能使空氣有充份的供應，早期的鼓風設備，也許是道德經中所指的橐籥。老子說：「天地之間，其猶橐籥乎？虛而不屈，動之愈出」，橐籥無疑是一種皮囊似的鼓風工具。中國古代冶鍊工具中有所謂「爐、橐、埵、坊」四種必要的設施，淮南子齊俗訓就曾說：「爐、橐、埵、坊設，非巧冶不能冶全」所指的四種工具中，除了橐之外，爐、埵（爐和橐之間的連管）、坊（陶範和模型）都和陶器的製造有關。

另一方面必須說明的是採礦和金屬錠的冶鍊問題，早先中外學者大致都以有限的文獻資料加以推演。可是十年前在湖北的大冶的銅綠山，找到了一處古代的礦井，規模甚爲宏大。這口礦井，採用先開豎井，再於礦層層面開斜巷，然後又從斜巷兩邊向外開掘平巷的方法。同時掘有通風口，以利用氣壓的高低差形成自然通風的作用，廢棄的巷道都予以封閉，使有限的空氣不致浪費。早期的支撐木框僅能容一人仆跪進出，到了後期木框加高已能容一人的高度。銅綠山採礦的期間，最早不遲於春秋時代。揣想更早，礦井的結構大致與此相做。

製陶、鑄銅以及陶製塊　這一系列的利用高溫的工作方法，其直接的產物就是鑄鐵（俗稱生鐵）。根據中國古青銅技術學者的研究，中國青銅器的製造，僅僅的也只用了陶范鑄造或與其有關的方法，其他的鑄造方法如失蠟法則不見於早期中國，又鑄造之外的金屬加工方法如打擊法亦不曾施用。另外一項特徵是中國對鼓風設備的改進特予注視，從人力，到獸力，再進展到水力的動力進化一直不曾間斷。這也就是所謂「水排」的出現。

在戰國春秋之際，鐵的鑄造就已出現了，但爲數不多，這個時期可能是一個鑄鐵和青銅的混用時期。國語的齊語中說：「美金以鑄劍戟，試諸狗馬；惡金以鑄鉏夷斤斨，試諸壤土。」清楚的說明了青銅和鑄鐵用途的分野。鑄鐵用以製農工工具爲數有限。可是到了戰國時期，在七雄全部領域中都發現了鑄鐵製的農具和工具，而且數量也大爲增加。可注意的是在興國（河北省）冶鐵遺址中竟發現了四十套，總重一百九十公斤的鐵范。鐵范代替了陶范，而鐵范本身又是鑄鐵製成的。可以想見，戰國時代農具工具需求之殷切，和鐵鑄技術的進步情形。那個時期「鐵」工具似乎已是人人必備的了。管子海王篇曾有如下的記載：

「今鐵官之數曰：一女必有一鍼一刀，……耕者必有一耒一耜、一銚……行服連軺、輦者必有一斤、一錐、一鑿。」可見一斑。細審上述的農工具中有一些可能並非鑄鐵，如鍼、鑿就是。由是可知當時生鐵和熟鐵已經因其使用狀況之不同，來加以選擇利用。西方的鑄鐵起於何時呢，這也是一件衆說紛紜的公案，不過大致說在公元後十四世紀發明的，是頗保守的不致引起太大問題。於是，中國鑄鐵的利用比西方要早了將近一千六百年。不同的冶鐵傳統引起了相異的發展程序，並不足奇。

我們如果常常緬懷過去偉大光彩的技術史實，對我們今天的科技發展助益不算太大。但是我們能知道我們是一個優秀的，文化悠久的民族；我們曾經作到，常常是比人家先就作到好些科技方面的成就，是必要的。可惜那已經是歷史上的陳跡了。曾經有人把近代科學在中國遠爲落後，這一問題就教於一位卓越的西方中國科技史大師。據說得到的答案是，「不，我不認爲是退步了！」於是拿出一張表加以解釋。但是，任何理論和表報也不能否定活生生的現實。

平實一點兒說，中國近代科技落後的原因迄至目前，也沒人說得清楚。不過筆者認爲天文史家高平子的解釋倒頗言之有物。他大致是這樣解釋的：古人並非沒有思想，對於尋求數字的關係也很有興趣。可惜在漢時所採用的理論；唐宋多沿習之，一直到明末都沒能出其範圍。他們的目的未嘗不是想求得某種自然關係來解釋現象，可是他們又往往犧牲觀測的準確性，來牽就從古相傳的玄妙道理（如陰陽、五行、爻卦之類），以致走了一條不通的道路。當筆者翻閱明末所撰的天工開物，又面對著殷商青銅器時，總覺得像是從漢開始一直到明末，時間都在停滯著。

※作者現任職於中央研究院歷史語言研究所。

民國科學史的研究與開展

** 本文轉載自聯合報民國七十三年十一月十二日國父誕辰紀念日特刊。

陳勝崑

科學史是關於科學的產生、發展及其規律的科學，它也是人類認識自然、改造自然、造福人群的歷史，是人類文明史的重要組成部分。中國古代的科學固有其成就，但長期停滯在現象描敍階段，缺乏實驗手段去驗證其普遍性，因此無法產生近代型的科學。在這種情形下，近代科學引入中國的歷史，對史學家與科學家來說，其意義就十分重大，特別是民國科學史的研究。因爲民國以前，國人倡言科技者，只知編譯外國之成就，而不知自圖研究之重要；只知重路礦槍炮之造作，而不知爲自然眞理之探求，偶有科學名著之譯印，如「天演論」等書，亦不過供文士揣摩抄襲之資料，而未有以爲實際觀察試驗之參考。民國以後，一批在外國受完整科學訓練的科學家陸續返國，建設本土之科學，無論是成是敗，其經驗皆值得吾人重視，並予研究；更何況民國以來的科學發展取向，深深影響今日海峽兩岸的科學。

地質研究首開風氣

民國元年一月，南京臨時政府成立，即於實業部下面置地質科，以章鴻釗爲科長。四個月後，北京政府成立，於工商部礦政司下照樣設一個地質科，由丁文江主持，這個科，後改爲地質調查所，並增設地質研究所，以章鴻釗爲所長，以造就地質人材，這是國人主持的最早科學研究機關。

民國五年六月，地質研究所併入北京大學地質學系，留下地質調查所專做調查研究的工作，此時這個研究所已有謝家榮、王竹泉、葉良輔、李捷、譚錫疇、朱庭祐、李學清等畢業生二十二人，這些人許多後來都成爲中國地質學界的領導人物。

地質調查所成立後，最初並不受重視。其所以能在短短數年之間，一躍而成爲開拓近代中國科學研究先驅的一個部門，主要是它擁有當時中、外傑出的人材。丁文江曾先後留學日本、英國，並獲得葛拉斯哥（ Glasgow ）大學動物學及地質學雙重學位。回國後身體力行、專心一意奉獻於中國地質學園地的開拓，他認爲偉大的事業非從教育著手不可，乃成立地質研究所，並聘請剛由比利時返國的地質學家翁文灝擔任主任教授。先後聘請的外國專家學者有美籍葛利普（ Grabau ）教授，主持古生物研究室，瑞典籍地質學家安特生（ J.G. Anderson ），擔任副所長，以及德籍教授梭爾格（ Solger ）等這些學者專家對於中國地質學的發展，也都有不可磨滅的貢獻。

一門新興的科學事業，最初要得一般人的認識和信仰，確是難事，所以草創中國地質事業的章鴻釗曾主張「實利政策」。但要推行「實利政策」一

樣要從詳細研究入手，結果還是離不開學理的。地質調查所就根據此一方向展開它的研究調查工作。該所的研究工作範圍包括地質圖之測製、礦產之調查、燃料、礦物岩石、古生物、地震之研究、土壤之調查，都表現此「體用兼賅」的特色。研究成績分別刊登在「地質彙報」、「土壤專報」、「地震專報」、「燃料研究專報」、「中國古生物誌」、「中國地質學會會誌」等學報上，這也是中國科學研究機關有學報的開始，此外，專門著作亦復不少，如「中國地質圖幅及說明書」、「中國礦產紀要」等等。由於中國地質調查所的努力，其他接踵成立的各省地質調查所共有八處（民國二十五年爲止）、調查、研究成績斐然，故而當時世界的科學輿論，稱讚中國地質學的研究成績已超越了日本，甚或可列入世界進步的水準。

生物研究接踵而起

在地質調查所之後，繼之而起研究、調查本土科學資源者，爲中國科學社在民國十一年創辦的生物研究所。此所成立之宗旨，和地質調查所不同，不是「實利政策」的產物；其創辦人如秉志、胡先驌、錢崇澍等，當時都在大學生物學系任教。他們感覺到：(1)科學研究風氣及方法極待提倡；(2)當時生物學教材極需就地採取，俾我國有獨立的生物科學，教課時不必勉強講述外國課本所引用的國外教材；(3)國內極需造就第一流的生物科學人才。因爲他們感覺到這三種需要，乃創立生物研究所；簡括地說，此所成立的宗旨，在輔助生物科學的教育。這研究所是中國第一個私立的科學研究機關，研究成績亦受到中外人士的讚揚。

純潔的努力

爲何民國以來的科學研究者——中國第一代研究西方科學的知識份子的成績偏重地質學與生物學呢？對此問題，研究丁文江，並爲丁文江寫一本傑出傳記——（Ting wen-Chiang：Science And China's New Culture）的傅樂詩（Charlotte Furth）認爲：「達爾文式的科學家提供一種科學方法的經驗性描述。因此中國研究西方科學的第一代知識分子，大多被經驗性與歷史性的學科所吸引，如醫學、地質學、生物學與考古學。而很少有人成爲物理學家或化學家。十九世紀有關自然史的科學家對中國人較有直接的吸引力，因爲中國人的祖先認爲歷史的研究是所有理性探究的共同模式，且中國人不習慣於區分科學中的理論性概念與一般的思辨性思想。所以丁文江在英國從有關自然史的科學中，發現科學方法的特徵，這方法似乎可直覺地說明並適當地應用於某些傳統中國學者的學術活動，就如丁文江自己的學術活動一樣。以此方式，丁文江創造了結合西方科學與傳統中國學術之理由，這是這一代知識分子努力整合中西文化的重要面貌。……他們的研究強調分類與歸納性的概述，而不強調理論性的假設之較具創造力，且更基本的技巧以及數學模式的建立。」

我們固不必同意傅樂詩的看法，宋元時期，中國數學的高度發展，姑且不論。明末清初，徐光啓、李之藻等人大量翻譯西方數學經典之作，取得輝煌的成就，可以說明中國人亦善於理論性的思考；甚至雍正以後，採閉鎖政策，西方數學的傳譯工作停止後，學者們除了對中國古代數學進行整理之外，還有許多數學家根據前一時期自國外傳入的西方數學知識或是從古書中發掘整理出來的中國古代數學知識，作了更深入一步的研究和探討。這些成就，雖然從時間上說可能比西方晚些，但都是中國數學家在閉關自守的情況下獨立進行思考和鑽研的結果，而且從他們所用的方法上講，也具有和西方數學家分道揚鑣，殊途同歸的特色。此更可以反駁傅樂詩的見解。

筆者以爲，學問之引人入勝，愈具體者愈易，愈抽象者愈難。而屬於地方性質之科學，如地質學、生物學，以調查、分類爲主要工作者，研究又較易有成績；故地質學、生物學在中國雖最後而起，

而發展反最速，數學於進入民國後，發展反而落後。

最重要的原因是，地質學與生物學在中國，較早就成立了研究機關。而研究機關又因爲領導得人，故形成學風，承先啓後，一代接一代，不斷努力，終於開花結實。當時生物學的領導人秉志先生說得好：「國內之生物學家，大都俱是純粹學者。彼等立志從事此學之研究，一以其自身之意趣是歸，初不措意於世俗之物質享受。且此堅毅卓拔之意志，但問耕耘不計收穫，篳路藍褸，以啓山林，故能不避艱阻，爲中國生物學界，奠設元基。生物學在國內學術界獨能於此短時間期中有如許成績，則此等學者之純潔的努力，當爲其主要原因。」

中國地質學界，亦有這樣純潔的學風。

探尋眞理不避艱危

清朝末年，德國地質名家李希霍芬（Ferdinand Von Richthofen）來中國調查地質之後，返德著爲文章，曾言中國讀書人習於秀才不出門，便知天下事之見解，只知吟風弄月，埋首書桌，身體文弱，不能涉水跋山，因而對中國人研究中國地質，並不抱大的期望。民國以後，中國地質學發達的情形，竟然雪此等說法之恥。中國讀書人也一樣的可以爬高山，冒奇苦，作手腦並用的工作。不但如此，地質學界的趙亞曾因調查地質，於民國十七年在雲南昭通，爲匪殺害而殉職；丁文江之死，也由於在煤窯下井而得的病。抗戰開始後，吳曾希因調查而殉職於湘西，林文英因調查而殉職於隴南。生物學界雖沒有人因調查而殉職，但不避艱苦，深入蠻荒的精神，亦不下於地質學界。可證明，中國人從此不但愛好科學，且有時把地質、生物等尋眞理工作，看得比生命還重要。

各級研究機構

國民政府奠都南京之後，銳意提倡科學研究。民國十七、十八年間，國立中央研究院及國立北平研究院相繼成立，國家級的研究機構終於建立起來。中央各部會附設的研究機關如中央工業試驗所、中央農業實驗所、中央水工試驗所等先後成立。此期內各種專門性學會如中國數學會、中國物理學會、中國動物學會、中國植物學會……等也均次第成立，所出版的專門性刊物，也漸能趕上國際水準。

抗戰期間，集中於沿海各大都市的科學機關，雖遭受嚴重的損失，皆能本著「戰時須作平時看」之原則，先後遷至後方，但研究工作未嘗中綴，尤其對後方動、植物分佈之研究、地質之考察等，多能就地取材，發前人之所未發；而戰時各種代用品之研究發明，對於抗戰之貢獻，亦不在少。

抗戰勝利後，各科學研究機關或遷返原設立地點，或隨政府遷至首都。原屬敵僞舉辦之學術研究機關，則分別指定有關機關接收，例如中央研究院接收中日庚款所辦之自然科學研究所，及原設於東北之大陸科學院。日人原在台灣設立的研究機關，則由台灣省行政長官公署接收改組，計有工業研究所、糖業研究所、農業試驗所、地質調查所等等。

科學史著作

探討民國元年至三十八年的科學史著作，在中文方面僅有李熙謀主編的「中華民國科學誌」（正、續篇）。而英文方面的研究著作則有郭穎頤研究民國科學主義（Scientism）的「Scientism in Chinese Thought, 1900-1950」；傅樂詩（Charlotte Furth）研究丁文江的「Ting Wen-Chiang-Science and China s New Culture」。Ralph Crozier研究現代中國的傳統醫學的「Traditional Medicine in Modern China : Science, Nationalism and the Tensions of Cultural Change」。Pater Buck研究美國科學對中國影響的「American Science and Modern China, 1876-1936」及Mary Brown Bullock研究北平協和

醫學院的「An American Transplant : The Rockefeller Foundation and Peking Union Medical Colledge 」。

現行的中、英文著作，都只是點的記載與研究，無法窺見民國科學史的全貌，我們希望有更多的科學家與史學家共同投入這塊園地，以收「鑑往知來」的效果。

※作者現爲開業醫生。

十九世紀中國的科技雜誌

劉廣定

傳播學術知識的一個主要方式是仰仗雜誌流傳。十九世紀中葉以後，西方近代科學與技術傳入中國的過程中，有關的雜誌究竟起了多少作用？這些雜誌的創辦與壽命如何？都是研究中國近代科學發展史時很值得探索的問題。筆者不揣簡陋，擬在本文中簡介十九世紀在我國所發行涉及科技的雜誌，但由於資料蒐集不易，缺漏必多，尚請先進及同好指正。

我國第一種載有「科學」文章的雜誌是傳教士偉烈亞力（Alexander Wylie）主編的「六合叢談」月刊，由墨海書館印行。這雜誌從清文宗咸豐七年（1857）元月開始出刊，但只辦到翌年二月，就因故停辦了。「化學」這一名詞即在此雜誌中首次出現（註一）。清穆宗同治十一年（1872）李提摩太（Timothy Richard）與丁韙良（William A.P. Martin）在北京成立了廣學會，並發行「中西聞見錄」月刊，其中也有不少有關科學與技術的介紹。後來，傅蘭雅（John Fryer）與丁韙良等協議，停辦中西聞見錄，而於清德宗光緒二年（1876）起在上海格致書院發行「格致彙編」，月出一册，由傅蘭雅主編，專門刊登有關科技文章，是中國第一份科技雜誌（圖一）。此雜誌英文原名"The Chinese Scientific Magazine"，第二年以後改名"The Chinese Scientific and Industrial Magazine"表示內容不僅是報導科學知識，還包括了工業。這雜誌除曾於1878-1879停刊兩年外，一直辦到1891年，而於光緒十八年（1892）才結束。

近年來有人認爲「格致彙編」是國人徐壽所創辦，傅蘭雅只是名義上的主編，主要的執筆者還是徐壽（註二），其實不然。傅蘭雅於1878-1879年返回英國，「格致彙編」即停刊兩年，光緒六年（1880）重新出刊時曾有「格致彙編續輯告曰」云：

「啓者，格致彙編已停二年未行刊印，因本館主人爲家中要事回至本國，及歸來時屢有華友寄函，催勸復輯，無奈再續前作。……凡寄信問事或寄送佳章者，信面書明送上海格致書院，確交傅蘭雅手開拆可也……」

再者，徐壽歿於光緒八年（1884），但「格致彙編」仍繼續出版。這些都可說明傅蘭雅確是眞正的負責人。

「農學報」又名「農會報」，是中國人最先自辦的農學刊物。光緒二十三年（1897）創刊於上海，爲羅振玉等人創設的農學會所主辦。開始爲半月刊，第二年起改爲旬刊，一直到民國五年（1916）才停刊。「農學報」中連載的有些文章後曾重編成書，例如日本農務局的「驗糖簡易方」即由日本人藤田豐八譯成中文後出版。

光緒二十四年（1898），朱開甲與王顯理等在

圖 1

上海辦了「格致新聞」二月二十一日（西曆三月十三日）出版第一册，以後每月一册，由商務印書館（成立於 1897 年）所承印（圖二）。但其所載文章有一部份不屬於科技。

中國人自辦的第一種完全刊載科學文章的雜誌，是光緒二十六年（1900）杜亞泉創辦的「亞泉雜誌」，由上海亞泉學館出版，爲半月刊。第一册於該年十月初八（農曆）發行，但只出過十册，在次年四月就停刊了。

「亞泉雜誌」每期十六頁，有文三、四篇，六千多字。十册中共三十九篇文章。其中二十三篇爲化學，五篇爲數學，四篇爲物理另七篇爲博物、養蠶、火山、地震等，多取材自日文書籍（註三）。這三十九篇之中有三十三篇都是杜亞泉本人翻譯或撰述而成，如第一册中所載「化學原質新表」即是杜氏所譯之七十六種元素名稱及原子量表。在這篇文章裡他對過去「江南製造局」所譯六十三種元素名稱之外的十三種賦予譯名，其中鈹、氬、釔、鐿

、鋙、鋙等一直沿用多年。另第六册有虞和欽所譯「化學周期律」一文，是向國人介紹門氏週期律的第一篇文章。

十九世紀後期，刊載有關科學與技術文章的中文雜誌還有下列幾種（註四）：

㈠光緒十四年（1887）在漢口創刊的「益文月報」，每期均有「格物」的文章。

㈡光緒二十三年（1897）在杭州創刊的「經世報」，由章太炎主編，亦爲月刊，偶而刊載有關科技的文章。

㈢光緒二十三年（1897）在上海創刊的「新學報」，由葉耀元主編，內容分四類，「博物」爲其中之一。

這三種刊物及前述的「格致新報」各都出版若干期？何時停刊？均因缺乏資料，無法得知。

由上述各種雜誌的情形可知；早期的如「六合叢談」與「格致彙編」爲外國人所主持，但到了後期則是中國人自己編輯的。「農學報」、「經世報」、「新學報」、「格致新報」及「亞泉雜誌」等均創刊於甲午戰爭之後，表示國人已漸漸認識了科

圖 2

技的重要，而不是只靠軍事上的船堅砲利就可以強國。這些雜誌大多在南方創辦，也說明了新的觀念，新的知識在保守的北方政治中心地區不易流傳。令人惋惜的是這些雜誌的壽命都不很長。其原因雖未能了解，但可相信在像中國這樣的保守環境中這種開闢新路的工作是煩辛且易遭到失敗的，可是它們在近代中國的科技發展史上必然有了一定的推動作用。

註一：坂出祥仲　「藪內清先生頌壽紀念論文集」一九八二年　頁二九八－三二四

註二：例如曹元宇著「中國化學史話」一九七九年　頁三〇九

註三：張子高，楊根　「化學學報」一九六五年第一期　頁五五－五九

註四：曹元宇　「中國化学史話」一九七九年　頁三一四

※作者爲台灣大學化學系教授。

培養專才，繼往開來

** 本文轉載自聯合報民國七十三年十一月十二日國父誕辰紀念日特刊。

王　萍

中國科學史研究，過去似乎不太受人注意。投入這一行列的學者尤屬鳳毛麟角。自從今年九月中旬，英國學者李約瑟和旅英學者魯桂珍來訪後，國內曾掀起一陣熱潮。對科學史素感興趣者，獲得一次最好的觀摩機會；教育界也認眞考慮如何培植科學史人才的問題。透過傳播媒體的介紹，相信一般知識分子基於對本國文化的熱愛，亦皆由衷讚賞李約瑟博士的偉大研究貢獻。「科學史」似乎不再是一個陌生名詞了。但它究竟以什麼爲研究對象？要用什麼方法去研究它？目前國內有沒有這類研究？……諸多疑問可能已經盤旋在人們的腦際。這些問題的確需要仔細考量。

科學史亦包括技術史在內。它的性質比較複雜，既非純自然科學，也不屬純人文學範圍，而是兼跨二者的一種綜合研究。例如研究中國物理學史，除具備物理學知識外，也要知道如何在古籍裏找出相關的物理學資料來，才能著手研究。一個只受過自然科學教育，卻未涉獵過古籍的人，要在「墨經」裏找出光學原理來，即非易事。又如研究化學中的煉丹術，即須追溯中國神仙思想和道家長生不老觀念的淵源。其他如天子頒正朔制度之於天文曆學，農業社會之於水利工程等，則說明科學技術發展，與歷史過程中的思想、制度、政治、經濟、社會背景有密切的關係。這都是基本知識。復以中國歷史悠久，史籍浩繁，關於科技的資料又相當隱晦艱澀，不易搜求，更加深了研究上的困難。總之，研究中國科學史的人才，尚不能從當前的專才教育中產生，他必須下功夫自修，彌補自己的缺陷才行。但是，科學史的大門卻因此敞開。因爲不論你原來是科學家或史學家或其他行業，只要專心於此，同樣可以得窺堂奧的。

試觀我國早期學者，從事這方面研究的也不在少數。如章太炎曾著「指南鍼考」（華國月刊一卷五號）、張蔭麟著「中國歷史上之奇器及其作者」（燕京學報第三期，民國十七年六月）、王振鐸著「指南車記里鼓車之考證及模製」（國立北平研究院史學集刊第三期，民國二十六年四月）、李儼著「中算史論叢」五册（商務印書館，民國二十年至三十六年陸續出版）、馮昇著「火藥的發現及其傳佈」（國立北平研究院史學集刊第五期）、高平子著「中國古代天文學鳥瞰」（大陸雜誌第一卷第二期）以及于景讓著「中國本草學起源試測（大陸雜誌第二十三卷第五期，民國五十年九月）等……此處不能盡舉。（請參閱郭正昭等合編「中國科技文明論集」，民國六十七年一月）他們有的是國學大師，有的是自然科學家，不就是最好的例證嗎？他們的研究成果都相當有價值，唯一憾事就是多爲個別研究，而且斷斷續續，不能連成系統，可見我國

的科學史研究，還沒有成爲獨立性的專業化型態。

事實上，延續至近數年情況仍和過去差不多。既乏師承又無專業條件。各人僅憑自己的興趣在業餘之暇試作一些研究而已。甚至彼此之間也缺少聯繫。三年前中央研究院發起組織一個專門研究中國科學史的學會，準備將來加入國際學術組織，這才根據現有各期刊雜誌已發表的著作，分別追踪找尋，聘請到二十二位來自不同學術機構的學者，於七十年七月成立科學史研究委員會。會址設在南港中央研究院。該會宗旨在於集合專家，共同發展科學史的研究。每年定期舉行學術演講或座談會，並發行「科學史通訊」分送各大學及研究機構，以期達到推廣之目的。會中各委員的研究範圍如下：一、藥學史（那琦）二、蠶絲業史（鄒景衡）三、冶金史（萬家保）四、古器物學史（陳仲玉、張世賢、張臨生、鄧淑蘋、童依華、周功鑫）五、醫學史（陳勝崑）六、化學史（劉廣定、吳嘉麗）七、農學史（陳良佐、黃耀能、趙雅書）八、物理學史（蔣炯、劉君燦）九、建築史（蕭梅）十、生物學史（張之傑）十一、天文、數學史（洪萬生、王萍）十二、氣象學史（劉昭民）。

這些學者各人所治科目雖不相同，但是都在中國科學史的範圍之內。三年來常常集會交換研究心得；商議研究應循的方向；注意國外的研究趨勢並吸取新知。學術演講會歡迎會外人士參加，希望把這一門較冷僻的學科，逐漸向外擴散。

會中成員多有研究著作發表。在論文方面，二十二位委員陸續發表於各報刊雜誌者，總數已超過一百篇以上，本文無法一一介紹。在專書方面，有那琦著「本草學」，鄒景衡著「繅絲學」及「蠶桑絲織雜考」，萬家保著「殷墟出土青銅觚形器之研究」等多種，劉昭民著「中華氣象學史」，劉君燦著「科技史與文化」，王萍著「西方曆算學之輸入」等。

今年七月該會成立已滿三年，又加入了十數位新人。這些生力軍都較年輕，有的已經有研究成果，有的懷著研究興趣正努力發展中。在新上任的主任委員劉廣定教授領導下，會務發展必定更快速，研究成果更璀燦。

在教學方面，目前國內只有兩所大學開設這門課程。一、私立淡江大學首先於民國六十七年開設「中國科技史講座」，爲共同選修課程。由該校化學系吳嘉麗博士主持。邀約專家學者作專題演講，各講題不一定相關聯，但給予主講者充分發揮機會。一般都講自己的專長，深入淺出，表現方法各不相同，故頗能引起學生的興趣。累次演講紀錄，由學生整理後，彙集出書。現已刊出兩册。二、國立政治大學於民國六十八年秋，在歷史系開設「科學史」課程　由筆者任教。內容方面則包括全部中國科技發展史，屬於連貫性的、有系統的講述。七、八年來，兩校選修此科的學生已不在少數。但是他們沒有機會繼續研究。這是我們深感遺憾的。

容或我們的力量有限，尚待充實自己多加努力，但也盼望各界多予支持，國內科學史研究才有光明的前景。

※作者任職於中央研究院近代史研究所。

個人對中國科學史的幾點意見

劉君燦

個人從事中國科學史的探討以來，接觸過形形色色對中國科學史的看法，無論是抱殘守缺，見溢美即喜者，抑或揄揚西方，唾棄傳統者，都立論薄弱，不甚值得一評，但近來接觸到一些或可稱之爲「全盤西化救中國論者」，却立論嚴謹，見解深刻，個人甚受感佩，並有所啟迪，但順著他們的思路，我却有一些不同的意見，玆先陳述他們的看法，順便也提出一二我自己的意見。

首先他們認爲李約瑟畢生努力的一大課題：中國爲什麼沒有現代科學？而在十六世紀前却有那麼那麼豐盛的中古科技？可能是一個虛假的問題①，因爲中國根本沒有科學，因此就沒有「爲什麼沒有現代科學」的問題了。因爲他們認爲科學不是對自然現象的經驗紀錄與描述，而是自然現象爲何會如此的數學化物理定律的提出。譬如希臘的天文學是用幾十個周轉圓來描述日月五星爲什麼會有順行，逆行那樣的行徑，而不是根據長久的觀察紀錄來預測行星什麼時候會到達什麼位置（這是曆法），因此中國沒有西方式的天文學。或說沒有天文學。甚至他們認爲中國的「觀乎天文以察時變」只注意天象之變，而不問天象之常是怎麼造成的。中國唯一有用理論來解釋自然並形成系統的可能只有醫藥學，但眞否如此，猶有待探究。

其次他們不太願處理科技起源的問題，而大都問形成後如何發展與傳播的問題，因爲形成可能有偶然性的成分，同樣的時空背景是可以產生兩套解釋自然秩序的看法，也衍生兩套處理自然事物的方法，如北美有兩族印地安人同樣居住在同一的北美大草原上，却有不同的文化體系②。對「人類本性有相同的實用需求，因此不同的時空可能有相同的發明，只是後來者不肖，發展便有所不同」這俗見，他們是認爲不同的形式可以有相同的功能，正如用筷子用刀叉都可達到吃飽肚子的目的；甚至遠在石器時代，在同樣的採食，敲擊功能下，東亞與歐西石器的製作形式即有所不同③。對文字是否影響科技發展這老課題，他們認爲表意文字（中文）與表音文字的差異對科技發展的影響，可能沒有一般急於改革文字者所想的那麼大，因爲中美的馬雅文明沒有文字，却有不錯的天文學④。

那麼我們研究中國科學史目的何在呢？他們認爲中國接觸西方科學百餘年來，一直無法振拔，其中的阻礙可能就在中國的認知模式上，我們把它擠出來，從不自覺的困惑到自覺的接受事實，去其阻礙，在全盤西化的普遍化下迎頭趕上，以謀生存。不要認爲全盤西化有什麼不好，因爲我們正可以像學歐美的棒球後，也可打敗歐美一樣。如果有人問

人種是有所不同的，普遍西化下我們民族的殊異性怎麼辦？他們的回答則可能是生存第一，我們必須普遍西化，至於殊異性就讓它在普遍化的過程中自然呈現吧！

這一套看法眞可謂立論嚴謹，見解深刻，許多地方我也是讚賞同意的，但也有幾點不同的看法。

首先，照剛才他們對科學的看法，中國幾乎是沒有科學的，但這定義就像Science這個字一樣，完全是西方來的，而中文的「科學」如果定義爲「對各種自然秩序的瞭解，把握與創造」，則中國人處理自然的秩序也是有其一套看法的，只是沒有明晰的數學把握就是了。但現代中國人對自己的認知模式已很不了解了，自己都不瞭解自己，就侈談中西交融，除了情感的滿足外是沒有大作用的。所以我極贊成對中國認知模式的探索，但探索不只是在找尋發展科學的阻礙，說不定可以提供後現代科學發展的另一模式呢！因爲不同的形式可能有相同的功能。但這一切都必須在歷史的脈絡中去爬梳整理並加以「創造性的轉化」。也就是殊異性不是自然呈現的，要努力才可能有所呈現，「人能弘道，非道弘人」啊！

對普遍性我還想再說幾句話，孔恩（T.Kuhn）曾說過意思如下的話，自然科學是強納自然於人爲的框架，要自然來適應人⑤，我認爲這種通性抽取的普遍性是一種短視而自以爲是的普遍性，固然短時間內會極有效，但自然遭破壞的回饋是會及於人類本身的，西方以鄰爲谷的科學發展與生態政策，如不視全球爲一整體，遲早是會反饋回去的。

在認知模式的歷史爬梳中，我有一初步的探討，就是中國的科學無寧可稱爲「類學」，易繫辭傳「方以類聚，物以群分，引而申之，觸類而長之，天下之能事畢矣。以通神明之德，以類萬物之情。」同人卦象傳：「君子以類族辨物」，中國的科學相當大地是從「別同異」出發的，而別同異的原則是「貞定其異，感應其同」，即貞定各層面的獨立性，又掌握其關聯性。怎麼貞定呢？人與鳥在同爲動物一點上是相同的，兩朵花與兩隻羊在同爲「二」之上是相同的，頭與脚在同爲身體的一部份是相同的。萬物各依其同異程度而有各種方式的深淺感應。⑥，換句話說中國之「和諧自然」是一異質的和諧，「孤陰不生，獨陽不長」，有差異才有生機，且保住了差異性，才能成就普遍性。所以中國科學大都是從「同類相動，異類相感」中去探討「萬物陰陽，各有綱紀」（計倪子）的綱紀這關聯網絡的。中國的醫藥學是這樣有機關聯的系統，煉丹術也有分類的思想，如何丙郁與李約瑟即曾合著過「中古時代初期中國鍊金術之類理論」（Theories of Categories in Early Mediaeval Chinese Alchemy）⑦，而中國磁學在中古時期之領先西方也是靠「性相感動」的超距作用思想。希臘人很早就知道小亞細亞的Magnesia 地方（英文磁一字Magnetism即由此來）的石頭會吸鐵片，但如Thales 和Anaxagoras 都相信天然磁石有靈魂存在其間，因此與Anaxagoras 同時（約公元前四六〇年）的Diogens 即主張鐵中具有的濕氣乃是乾燥的「磁」所極需覓食的對象。而這種「磁」食鐵爲生的觀念歷久不衰，到了十六世紀的John Baptista Porta還想以實驗證實這種說法。而在中國「磁石」古稱「慈石」⑨，磁石的吸鐵猶如慈母愛兒，而母子之間是一種感應關係，因此中國人會想到用磁針與自然感應，指示方向。而張衡所以會想到用候風地動儀來測地震，也是「銅山西崩，洛鐘東應」的感應思想使然，其他共鳴現象與潮汐成因的解釋莫不如此。

但對中國類學與認知模式的探討都仍在初步的階段，將來如何，實難逆料，但無論正反，都有待大家努力。最後我想對「全盤西化救中國」論者說幾句話。他們認爲讓殊異性在普遍化的過程中去自

然呈現。我却認爲正好相反，在差異的把握中去求普遍化吧！淮南子說山訓：「同不可相治，必待異而後成」，呂氏春秋處云：「異所以安同也，同所以危異也」，人類文化是在同異的辯證中發展的啊！

註　釋

註 ①：見王道遐著「淺談科學與人文」科學月刊七三年四月號，頁二八九。

註 ②：同上。

註 ③：同上。

註 ④：同上。

註 ⑤：見T.S.Kuhn : The Structure of Scientific Revolution, 2nd ed.p.24

註 ⑥：對別同異，墨經中有很多條目。

註 ⑦：載於〃Journ. Warburg Courtauld Institutes, 1959,22,173.

註 ⑧：見「磁學理論的演進史（上）」D.C. Mattis 著，張懋中譯，科學月刊四卷三期 p.49.

註 ⑨：如「淮南子」之「覽冥訓」即言：「慈石之引鐵」。

※作者任教於黎明工專電子科。

略談中國科技史的古爲今用

劉昭民

很多人以爲現在研究中國科技史並沒有用處，因爲中國科技史是一大堆陳舊腐朽，過時落伍的東西。所以自然科學家把它當作人文科學看待，不屑去研究它。人文科學家則認爲中國科技史屬於自然科學的範圍，所以也不去研究它。於是中國科技史便成爲目前我們學術界的「孤兒」，一直未受到最高教育機構的重視。

中國科技史可不可以「古爲今用」呢？答案是肯定的，以下略舉一些例子來印證這個肯定的說法。

一、天文學史方面的例子：

我國古代天文學史內容相當豐富，有很多資料對今日天文學之研究仍有相當大的價值，例如我國古代天文學曾經在宋仁宗至和元年（西元一〇五四年）發現超新星（即比普通新星更亮的新星），並紀錄其亮度變化和方位，九百年後（本世紀中期）經天文學家證實，它乃金牛星座中之M-1蟹狀星雲之殘骸，此一發現對以前無法瞭解的宇宙觀和星球的演化，中子星、白矮星、黑洞的形成等，有了合理的解釋。我國古代天文學家也曾經在明成祖永樂6年（西元1408年）發現天鵝星座方向上的超新星，1980年經過美國天文學家由無限電望遠鏡觀測，發現了這個形狀不規則，距離地球9000光年的這個星雲，證明它是明成祖永樂六年中國天文學家所發現的一顆爆裂星球的殘餘物，所以研究中國古代的天文觀測紀錄，可以幫助我們發現新的星球。

此外，像中國古代有關彗星和客星明暗變化的記載，也有助於現在天文學上的研究。中國古代二十八宿星座的研究也可與古代西方二十八宿星座的研究互相比較，找出兩者的淵源關係和差異情形。研究兩千多年來的太陽黑子觀測紀錄，也有助於吾人對太陽活動週期的瞭解。研究黃帝時代到明代的353次極光紀錄，也可以發現其出現也有11年的週期，也可以供作地球磁場變化和日地關係之參考。

二、地震紀錄方面的例子：

中國古代三千年來八千一百多次的地震紀錄，可以讓吾人加以統計，算出其發生的頻率和週期，編製各種地震分佈圖表，供給地震預報人員參考。

三、地質學史方面的例子：

自戰國以來的許多文獻，像戰國時代管子地數篇、晉代張華的博物志物產篇、南北朝地鏡圖、唐代段成式的酉陽雜俎礦動植篇等所記載的地表植物分佈指示礦藏的傳統經驗，也有助於現代的地質礦物探勘，地質學家曾經在長江下游沿岸地區根據地表植物——海洲香薷，發現了巨大的銅礦，證明地

表植物有時是地下礦藏存在的良好指標。

四、氣象學史方面的例子：

古代所留傳下來的氣象諺語，即使今日，還有很多可提供現在氣象人員從事旱涝、降水趨勢、颱風、冷暖趨勢、低溫、陰雨等之短、中，長期天氣預報之參考。我國古代冗長的氣候紀錄和物候紀錄也可提供吾人研究古今氣候變遷之用。

五、醫藥學史方面的例子：

在中國醫學史上最爲世人所稱道的是針灸術，晉代甲乙經中的針灸術以及後世的針灸術都可以供作現代針灸術之參考。在藥物學上，中國數千年來世代相傳的本草和藥物也可以應用現代的分析方法加以研究，進而結合成爲現代的臨床藥物，造福人類。

六、農業史方面的例子：

古代天然肥料的製法及其施肥方法，對現在的農業發展仍然有甚大的參考價值。我國古代先民所發明的農業工具機械和農田水利方面的使用的機械在今日雖已過時，但是對農業仍然很落後的第三世界國家仍然十分有用，例如很多第三世界國家的農民現在還以手提方式一桶一桶地取水灌田。如果能使用我國古代的風車取水或龍骨水車取水，就可以滿足其需要。所以大量製造這些設備外銷這些落後國家，即可以就賺取外滙，而且對貧窮落後的國家也有好處。

其他像化學、建築、造橋、材料科學、陶瓷等都同樣有很多可供作現代科技發展之參考，這裡不再一一例舉了！

總之，我國歷史上的許多科學資料和紀錄，現在還是可以幫助我們從事現代科學的研究，自然科學家和人文科學家都應重視它，把它視作自然科學的一部分或文化史的一部分，不應把它像皮球一樣地踢來踢去，大家應該趕快一起來研究它。

※作者任職於民航局氣象中心。

「中華天文學發展史」摘要

劉昭民

本書共分十二章，第一章爲緒論，敍述天文一詞的意義和研究的範圍以及我國古代天文學的萌芽，並敍述本書撰寫的構想。第二章爲我國古代天文研究機構和制度的沿革。第三章爲我國古代天文儀器的發展，敍述我國古代對圭表、日晷儀、漏壺、渾儀、簡儀、渾象及凹凸鏡等的創造和改良。第四章說明我國古代對日月及恒星位置的觀測。第五章章爲星圖、星座、星錄的改進。第六章說明我國古代的天象紀錄。第七章說明我國古代節氣和航海天文學的發展情形。第九章說明我國古代天文學家對星球的視運動、日月食及曆法等的研究與發展。第十章說明我國古代天文學家和哲學家的宇宙理論。第十一章敍述民國以來天文學發展的情形。第十二章是總結論。

本書針對李約瑟原著中國之科學與文明天文學史部分所未論及者或份量甚少者，像我國古代天文研究機構和制度的沿革、我國古代的天象紀錄、星圖的改進、曆法成就、宇宙理論等，都詳加論述，而有關我國古代的天文學著作、古代中西天文學交流的情形等，李約瑟已有詳細論述的，則不再撰述，可以補充中國之科學與文明天文學史的不足。

本書詳述我國古代天文學家的努力和發現，例如北宋沈括已測知冬夏太陽運行有快慢（第三章）。春秋時代墨子已對凹凸鏡做了研究，並將成像的現象，紀錄在墨經裏（第三章）。東漢張衡製渾儀及地動儀有驗（第三章），他對於月食原理的解釋與現代觀念相似（第四章）。郭守敬星錄比西方的第谷星錄早三〇〇多年（第五章）。春秋時代發現十九年七閏比希臘的默冬周期早二〇〇年（第九章）。東晉成康時虞喜發現歲差現象（第九章）等。對我國古代天文學知識的闡揚以及我國古代文化的發揚而言，皆有很高的價值。

我國古代天象觀測紀錄，如日食、太陽黑子、日弭、日冕、彗星、流星雨、新星、超新星及極光等，本書作者也曾下過一番整理的工夫（見第六章），可以提供天文學家在研究太陽黑子的周期，流星雨與彗星軌道的演變，某些星雲和新星的關係等的重要資料。

本書曾參考三十多年來考古學上有關我國天文學史方面的發現，例如天象紀錄、曆書、星圖等資料甚多，故本書資料新穎，內容豐富，已由文復會中國之科學與文明編譯委員會收編爲中華科學技藝史叢書之一，由商務印書館出版，預定今年（民國七十三年）年底問世。

※作者任職於民航局氣象中心。

國內收藏科學史期刊目錄

1. American Journal of Chinese Medicine
   Vol.8-9 (1980-1981)(台大醫學院)
2. Annals of Science
   Vol.22-23 (1966-1967)(台大數學系)
3. Archive for History of Exact Sciences
   Vol.1(1960)迄今(中研院數學研究所)
   Vol.1(1960)迄今(師大數學研究所)
   Vol.20(1979)迄今(台大數學系)
4. Historia Mathematica
   Vol.1(1974)(中研院數學研究所)
   Vol.1-4(1974-1977)
   Vol.6(1979)迄今 (師大數學研究所)
5. History of Science
   Vol.21(1983)迄今(中研院近代史研究所)
6. ISIS
   Vol.43(No.131-134)
   Vol.45(No.139)
   Vol.46-47(No.143-149) (台大研究圖書館)
   Vol.51-52(No.163-170)
   Vol.68(No.241)(1977)
   ISIS(續)
   Vol.56-64(1965-1973)
   (中研院歷史語言研究所)
   Vol.74(1983)迄今(中研院近代史研究所)
7. Journal of Archaeological Science
   1974迄今 (台大人類學系)
8. Technology and Culture
   Vol.1-3(1960-1962)(台大研究圖館)
9. Studies in History and Philosophy of Science
   Vol.14(1983)迄今(中研院近代史研究所)
10. 科學史研究(日本科學史學會編集)
   Vol.21(1982)迄今(師大科學教育中心)

※感謝 劉廣定、李國偉、王道還等三位先生提供資料

科學史通訊 第3期

The History of Science Newsletter.

發 行 人：劉廣定
發 行 所：國際科學史與科學哲學聯合會
科學史組中華民國委員會
INTERNATIONAL UNION OF THE HISTORY AND PHILOSOPHY OF SCIENCE
DIVISION OF HISTORY OF SCIENCE
NATIONAL COMMITTEE OF THE REPUBLIC OF CHINA.
地　　址：台北市南港區研究院路二段128號
編輯小組：陳良佐、魯經邦、洪萬生
執行編輯：邱曉文

中華民國七十三年十二月出版，印300冊

非賣品