

第九屆 科學史研討會彙刊

編輯委員：張濤、李國偉、張嘉鳳、周維強、林聰益

主辦單位

國際科學史與科學哲學聯合會科學史組中華民國委員會

協辦單位

中央研究院、張昭鼎紀念基金會、義守大學通識教育中心

2011年4月9-10日

中華民國·臺北

*Proceedings of the 2011 Conference
on the History of Science*

Editors: CHANG Hao, LIH Kowei, CHANG Chiafeng , ZHOU Weiqiang , LIN Tsungyi

Sponsor

International Union of the History and Philosophy of Science,
Division of History of Science,
National Committee of the Republic of China

Co-sponsor

Academia Sinica
Chang, Chao-Ting Memorial Foundation
Center for General Education, I-Shou University

April 9-10, 2011

Taipei, Republic of China

誌 謝

本屆研討會彙刊 承蒙

中央研究院、張昭鼎紀念基金會

贊助出版，特申謝忱。

目 錄

會議緣起.....	張濬.....	I
研討會議程.....		III
收錄論文及摘要學者名錄.....		V
論文		
專題演講		
百年來的中華民國化學研究.....	劉廣定.....	1
數學史		
《周髀算經》的夏至之日晷與《數》第 0304、0457 簡.....	城地茂、劉伯雯.....	9
從《算學正義》與《九章數解》看韓國史上的數學正典.....	英家銘.....	17
生物學史		
簡述近百年來的一些「天擇」實驗.....	李學勇.....	43
臺灣日據時代(1895-1945)植物學之研究.....	劉昭民.....	53
後達爾文時期物種概念發展史.....	賴伯琦.....	63
醫學史		
帕西尼與霍亂弧菌.....	魏嘉弘.....	71
殖民地的指紋：日治時期指紋技術的形成與應用.....	林政佑.....	85
技術史		
龍骨水車的分類與其構造.....	林聰益、楊政峰、李宜倫.....	117
略論清代船舶之頭巾及插花.....	李其霖.....	131
科學教育		
趙金祁哲學對臺灣科學教育史的意義與啟發.....	陳正凡（陳復）.....	145

摘要集（依發表序）

秦九韶大衍求一術的近代應用	張耀祖 . 177
「同行相嫉」：梅威令醫生與其他洋醫關於中國人西醫教育的爭議	朱瑪瓏 . 178
公醫制度：日治臺灣醫學教育的濫觴	巫潔濡 . 180
戰後臺灣墮胎技術發展史(1945-1984)	吳燕秋 . 182
臥軸式風力翻車的構造分析	林聰益、呂金塗、林育昇 . 184
水運儀象臺之水運儀的復原製造	林聰益、曾聖超 . 187
常山、青蒿與砒霜：從藥方比較觀察瘧對宋代醫學的影響	陳韻如 . 189
臺灣詩中的明清小冰期(1624-1895)	林明聖 . 191
空氣動力車史	陳怡靜、吳明德 . 194
記錄資訊的輪子	吳明德、陳怡靜 . 196
從技術與審美趣味看論南宋官窯演進的內外因素	陳東和 . 198
都江堰水利工程再探	林加豐 . 200
師夷長技：清代子母砲之制度及其應用	周維強 . 203
江南製造局訂購之化學書籍(1868-1870)：清末引進西方化學之探討	張濤 . 205
談木龍：清代乾隆年間治理江南水利的一種河工器具	鄭永昌 . 207
長江中下游新石器時代晚期玉器工藝製作前的構圖及其意義	沈建東 . 208
附錄：第九屆科學史研討會籌備委員名錄	209
Contents	210

序

16、17 世紀時，由哥白尼、伽利略、克卜勒與牛頓等人先後在天文與物理上的突破與成就，史稱科學革命。1759 年被法國數學家達朗伯特(Jean-Baptiste le Rond d'Alembert, 1717-1783)，也是《百科全書》(*Encyclopédie*) 的編輯之一，描述成一種波濤洶湧而無法抵抗的河水，衝破了由亞理斯多德千餘年來所建築的堤壩，從各個方向蔓延穿透了歐洲大地，改變了歐洲人的視野、心智與靈魂，進而讓歐洲的十九世紀蛻變為科學的世紀。同樣的，這股浪潮在十九世紀中葉時也開始席捲了中國。

清末戰爭的連續失利，使清廷瞭解到學習西方科學與技術的必要性。然而中國該如何開始進行？在傳統的政治社會制度束縛中，西方科學應由誰來引介？儒家文化扮演何種角色？這一連串的問題都有待中國知識份子的覺醒和主動解決。然而，在中國知識份子還來不及自我轉型前，西方科學與技術已開始敦促中國改變，並進一步引起中華文化與社會結構的連環改變。值得注意的是，在中國全面引進西方科學的同時，卻也促進了我們對於自身文明中科技歷史價值的探索，進而重新回顧與檢視中國傳統的科技與社會、宗教、經濟與教育等的歷程。

民國四十三年，李約瑟團隊出版第一冊《中國之科學與文明》，此書開啟了研究中國科學史之先河，其以西方科學史研究來檢視中國科學發展成就的「大滴定」理論也開始蔚為風潮，喚起了國人對於科學史研究的重視。在臺灣最值得重視的發展，是關注科學史研究的學者專家們，於民國七十一年成立了中央研究院科學史委員會（下稱科學史委員會）。不久之後，更申請加入國際科學史與科學哲學聯合會，組織臺灣科學史學者與專家們參與國際科學史的交流。在積極發展與國際接軌的同時，民國八十年，清華大學歷史研究所也在各界期盼中，成立以科學史為導向研究的科技組，成為臺灣推動科學史教學與研究最重要的學術單位之一。

科學史委員會於民國七十五年十二月十九至二十日，在臺北舉行第一屆科學史研討會，並在會後出版論文集，其後賡續不輟，至今已舉辦八屆研討會，並印行論文集。三十年來，臺灣的科學史專家與學者已在醫學史、數學史、科技與社會、生物學史、機械學史、軍事技術史等領域形成多元研究群體，並已有卓越的學術成就。以本次會議言，由 31 位學者發表 27 篇論文，除了歷史學者外，也有來自其他領域的學者專家，更有研究生的積極參與，充分反映出臺灣科學史研究

多元發展，欣欣向榮的面貌。會後，在編輯委員李國偉、張嘉鳳、周維強和林聰益等人的細心審閱，及編輯助理吳彥儒的辛勞編排下，《第九屆科學史研討會彙刊》終於出版，共收錄論文 11 篇，和其他 16 篇摘要。

今年所舉辦的第九屆科學史研討會欣逢本會成立三十週年，回顧前輩學者的無私奉獻與傑出成就，在緬懷之際，我們願以推動與提昇科學史之研究自勉，期望能繼續促進國內科學史與相關領域之交流活動，並加強國際交流與擴大國際視野，締造科學史研究的下一個高峰。

張 浩

民國一〇一年六月六日

第九屆科學史研討會議程

中央研究院人文社會科學館 四月九日（星期六）	
08:20-09:00	報到
09:00-09:10	開幕
專題演講	
09:10-10:10	劉廣定（國立臺灣大學化學系名譽教授） 百年來的中華民國化學研究
10:10-10:30	茶敘
【1-1 場】主題：數學史 議程主持人：洪萬生	
10:30-11:30	<p>城地茂、劉伯雯：西漢以前算書群與《周髀算經》的直角三角形： 《周髀算經》的夏至之日晷與《數》第 0304、 0457 簡</p> <p>英家銘：從《算學正義》與《九章數解》看韓國史上的數學正典</p> <p>張耀祖：秦九韶大衍求一術的近代應用</p>
11:30-13:30	午餐（召開委員會 12:00-13:00） 影片欣賞：鄭和下西洋
【1-2 場】主題：醫療專業化及醫技發展 議程主持人：劉士永	
13:30-14:30	<p>朱瑪瓏：「同行相嫉」：梅威令醫生與其他洋醫關於中國人西醫教育的爭議</p> <p>巫潔濡：公醫制度：日治臺灣醫學教育的濫觴</p> <p>吳燕秋：戰後臺灣墮胎技術發展史(1945-1984)</p>
14:30-14:50	茶敘
【1-3 場】主題：生物學史 議程主持人：傅大為	
14:50-15:50	<p>李學勇：七十年(1940-2010)學習接受達爾文學說的回憶： 物不競人競，天不擇人擇</p> <p>劉昭民：臺灣日據時代(1895-1945)植物學之研究</p> <p>賴伯琦：後達爾文時期物種概念發展史</p>
15:50-16:10	休息
【1-4 場】主題：古機械的研究與教學 議程主持人：徐光台	
16:10-17:10	<p>林聰益、楊政峰、李宜倫：龍骨水車的分類與其構造</p> <p>林聰益、呂金塗、林育昇：臥軸式風力翻車的構造分析</p> <p>林聰益、曾聖超：水運儀象臺之水運儀的復原製造</p>
17:30-19:30	晚宴

中央研究院人文社會科學館 四月十日（星期日）

【2-1 場】主題：醫藥及其應用 議程主持人：陳恒安

09:10-10:10	陳韻如：常山、青蒿與砒霜： 從藥方比較觀察瘧對宋代醫學的影響 魏嘉弘：帕西尼與霍亂弧菌 林政佑：殖民地的指紋：日治時期指紋技術的形成與應用
-------------	--

10:10-10:30	茶敘
-------------	----

【2-2 場】主題：科學哲學與科學教育 議程主持人：陳德勤

10:30-11:50	陳正凡：由臺灣科學教育史的角度來認識趙金祁哲學的意義與影響 林明聖：臺灣詩中的明清小冰期(1624-1895) 陳怡靜、吳明德：空氣動力車史 吳明德、陳怡靜：記錄資訊的輪子
-------------	---

11:50-13:30	午餐 影片欣賞：鄭和下西洋
-------------	------------------

【2-3 場】主題：水利史與博物館學 議程主持人：張濬

13:30-14:50	鄭永昌：略論清代的河工器械 陳東和：從技術與審美趣味看論南宋官窯演進的內外因素 沈建東：長江中下游新石器時代晚期玉器工藝製作前的構圖及其意義 林加豐：都江堰水利工程再探
-------------	---

14:50-16:10	茶敘
-------------	----

【2-4 場】主題：軍事史和其他 議程主持人：吳嘉麗

16:10-17:10	李其霖：略論清代船舶之頭巾及插花 周維強：師夷長技：清代子母砲之制度及其應用 張濬：江南製造局訂購之化學書籍(1868-1870)： 清末引進西方化學之探討
-------------	---

17:10-17:30	閉幕
-------------	----

17:30-19:30	晚宴
-------------	----

賦歸

收錄論文及摘要學者名錄（依姓氏筆畫序）

- 朱瑪瓏 美國紐約州立大學賓漢頓校區歷史系博士候選人
吳明德 國立臺灣大學工程科學與海洋工程研究所教授
吳燕秋 中央研究院人文社會科學研究中心衛生史計劃博士後研究員
呂金塗 南台科技大學機械工程系副教授
巫潔濡 法國高等社會科學院健康、人口、社會政策碩士
李其霖 中央研究院歷史語言研究所博士後研究
李宜倫 南台科技大學機械工程系研究生
李學勇 國立臺灣大學植物學系退休教授
沈建東 國立故宮博物院登錄保存處助理研究員
周維強 國立故宮博物院圖書文獻處助理研究員
林加豐 國立中正大學歷史研究所博士生
林育昇 南台科技大學機械工程系研究生
林明聖 臺北市立教育大學自然科學系副教授
林政佑 國立臺灣大學法律學研究所碩士
林聰益 南台科技大學機械工程系副教授兼古機械中心主任
城地茂 日本國立大阪教育大學教授
英家銘 中原大學應用數學系講師 臺北醫學大學通識教育中心
張 澔 義守大學通識教育中心副教授
張耀祖 義守大學應用數學系教授
陳正凡 國立臺灣師範大學科學教育中心博士後研究員
陳怡靜 國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展研究所
陳東和 國立故宮博物院登錄保存處助理研究員
陳韻如 英國牛津大學東方研究所博士生
曾聖超 南台科技大學機械工程系研究生
楊政峰 南台科技大學機械工程系副教授
劉伯雯 國立高雄第一科技大學應用日語系副教授
劉昭民 中央研究院科學史委員會委員
劉廣定 國立臺灣大學化學系名譽教授
鄭永昌 國立故宮博物院圖書文獻處副研究員
賴伯琦 大葉大學生物資源學系助理教授
魏嘉弘 國立臺灣師範大學歷史學系博士候選人

論文

百年來的中華民國化學研究

劉廣定*

我國古代與化學相關的應用工藝技術，相當發達也頗有成就，許多項目都比外國發明的早，例如影響世界文明發展的造紙術和火藥，更是從中國傳到外國去的。李約瑟主編的《中國之科學與文明》七卷中「化學與化學技術」佔約三分之一。唯其所謂「化學」多是一些「煉金術」類的「原始化學」。近代科學中的「化學」則是十九世紀中葉，才由西方傳教士將其一些部分多已落伍的入門知識輸入我國。民前二年(1910)，京師大學堂「格致科」才正式設立「化學門」，由俞同奎(1876-1962)主持。唯正式大學程度的高等課程，到民國二年才開始有教師講授。至於化學的研究發展，百年來從一無所有，現已走近世界的前端。其中經過，擬分為「初創時期」，「奠基時期」，「重建時期」與「收成時期」四個階段簡介之。

一、「初創時期」——民國成立到民國十七年北伐成功

民國元年京師大學堂改稱「北京大學校」，仍設「化學門」，是中華民國第一個化學系。民國二年開始招生，民國五年雖設立研究所，但欠缺圖書、設備，無何近代學術研究工作可言。唯美國教會設在上海和蘇州的「東吳大學」於民國六年(1917)曾頒給徐景韓(1884-1952)和陳調甫(1889-1961)兩人化學碩士學位，是中國人最早在國內獲得碩士學位者。

民國八年北京大學「化學門」易名「化學系」，燕京大學建校並即成立化學系並於民國十三年開始招收研究生。隨後一些大學相繼成立化學系，改進課程，提高水準，以南京東南大學(民國十六年改名中央大學)最有成效，育成許多人材。化學界人士並從事化學術語的翻譯，以及制定化學元素與化合物的命名方法和原則等奠基工作。但除協和醫學院之醫藥化學、營養化學外，他校之化學研究多未展開。

民國十年前的中國化學研究是相當落後的。大致可分為「中文化學名詞之制定」及「工業化學」兩類。前者是將「科學」中文化，本土化之必需條件，而後

* 國立臺灣大學化學系名譽教授

者是促成中國現代化的基礎之一。美國化學會出版之《化學撮要》(*Chemical Abstracts*) 1917 年才開始有兩篇從中國發表的論文。但一是礦冶，一為醫學，主題皆非化學。韓祖康 (1894-1968) 發表的「潞鹽之分析」(載《科學》，第 4 卷 642~645 頁，1919 年)，報告分析山西運城所產粗製和精製「潞鹽」之成分，很可能是中國人在中國發表的第一篇中文化學論文。

642

科 學

潞鹽之研究

韓 祖 康

潞鹽產於山西運城，係用日光蒸發鹽液而得，其鹽液則取自鹽井，用溝渠導至鹽池蒸發之，蒸發之時間，在夏季約須四五日，春秋溫暖時約需一星期至十日不等，天寒即停工。潞鹽之銷場為山西河南陝西諸省(晉北及河南之東部不用此鹽)。

潞鹽之色甚白，夏日製者顆粒較大，氣候冷則顆粒愈小，味稍苦，此係因其中含有硫酸鈉⁽¹⁾之故。

鹽池長六十里，鹽井無數，各段所產之鹽優劣不等，茲將由不同地點所得鹽樣之分析開列於次：

(甲) 綠化鈉與綠化鉀	78.34%
硫酸鈉	13.79
焙赤熱時所失去之重量	4.72
不溶解物	0.66
未定量之物質	2.49
	100.00
(乙) 綠化鈉及綠化鉀	79.29%
硫酸鈉	13.38
綠化鎂	4.01

(1) 硫酸鈉 N_2SO_4 即芒硝鹽池商人名之為鹽硝




圖 1. 韓祖康像與其論文首頁 (中國人在中國的第一篇中文化學論文)

吳憲 (1893~1959) 1920 年自美國哈佛大學學成返國，任教北京協和醫學院。除負責生化之教學外並積極在生物化學和生理化學方面開拓研究，對中國人營養問題亦特別重視。1928 年升任教授及兼生物化學系主任。除為我國培養了不少生物化學人才，從 1921 到 1927 年共在中華醫學雜誌 (*Chinese Medical Journal*)，中國生理學雜誌 (*Chinese Journal of Physiology*)，及外國的 *Journal of Biochemistry*, *Journal of Biological Chemistry* 等國際性學術期刊發表了 28 篇論文。該校還有陳克恢 (1898~1988) 1923-1925 任教藥理系，在麻黃素藥理性質方面的研究，甚受國際推崇。竇維廉 (William H. Adolph, 1890-1952) 在齊魯大學研究中國食物之營養化學，也於 1921~1926 年發表了五篇論文。漸漸倡導了我國的化學研究風氣。

二、「奠基時期」—民國十七年到民國三十八年兩岸分治

北伐完成之後，是建國之開始。到盧溝橋事變全面抗日戰爭開始，這「十年建國時期」內「化學」欣欣向榮。「國立中央研究院」成立於民國十七年，化學研究所由王璉（1888-1966）主持。初期之主要工作多在應用化學方面，後擴充至國產天然藥材，有機合成，蛋白質，多原子分子吸收光譜等。成果刊於國內外學術刊物。「國立北平研究院」成立於民國十八年，其物理、鑄學、化學、藥物四研究所均有關於化學之研究。化學研究所特別注重應用化學之研究，「九一八」事變後，更加强「國防化學」研究，成果大多刊於法國化學會刊（*Bulletin de la Societe Chimique de France*）。

此時期許多國立、省立和私立大學紛紛成立化學系，培育化學人才。除協和、燕京及金陵等私立院校之外，北京、清華、中央、東北等公立大學也因獲充足的經費得以改善教學，從事研究。唯初創時期，成果並不顯著。「九一八」及「一二八」事變之後，國人因外患而漸體認「化學」與「國防化學」之重要。民國二十一年正式成立「中國化學會」，籌備編輯《中國化學會會誌》刊載英、法、德文的學術性化學研究成果。教育部也接受學者建議，在北京，清華、中央、中山及武漢五所大學，設立「國防化學研究講座」。

民國二十年以後，中國的純粹及應用化學研究風氣極盛，成果豐富。在這十年間，研究成果優異的如吳憲，共發表了 76 篇論文，其中 1931 年刊於《中國生理學雜誌》之蛋白質變性理論論文是這一重要問題最早正式發表者。1932 年發表於《美國化學會會誌》利用超音波影響化學變化之論文也是當時世界之開創性研究。清華大學的薩本鐵（1900-1987）發表論文逾百篇，包括有機合成，衍生物製備，生物化學及營養化學，1937 年榮膺德國自然科學研究院（*Deutsche Akademie der Naturforscher*）院士。他所發表固體衍生物的論文，1930-1940 年代曾廣受重視，1936 年在《中國化學會會誌》所發表疊氮類化合物的研究結果，約七十年後還有人參考引用。莊長恭（1894-1962）在中央大學和中央研究院發表的論文數量雖不多，但所進行的甾類合成乃當時先進國家最尖端的研究，其中 10 篇有關「甾類合成」的，皆在世界第一流的著名期刊《德國化學會誌（*Berichte deutsch Chemisch Gesellschaft*）》發表。可說是當時成就最高的中國有機化學家。迄今中央研究院化學研究所仍肯定其研究有力地推動了國內早期有機合成化學界的發展，認為是中研院化學所做出的具體重要貢獻之一。其他多人也有很好的表現，竇維廉曾統計 1937 年《化學撮要》所載從中國發表的論文已超過兩百篇。

當時中國化學研究的程度，無論質或量，大多數均遜先進國家，也不如日本，唯年有進步。惜日本侵華之「七七事變」一起，初期除在上海租界內的中央研究院化學研究所等機構，以及北平中法、協和、燕京、輔仁等外國機構所辦的大學以外，十年建國期間所建立之大部基礎，除人才外，幾乎全毀。

然中日戰爭開始到日本投降後的內戰時期中，不但弦歌不絕，許多化學家仍力排萬難，繼續從事理論和實用的研究。如張青蓮(1908-2006)先後在光華大學、西南聯大及北平清華大學自民國二十八到三十八年共發表有關重水研究的論文 22 篇；金陵大學李方訓（1902-1962）研究離子體積、離子熵及離子水合現象共發表 14 篇論文，皆備受國際重視。此階段是教育與研究並重的「奠基時期」，儲備許多人才對民國三十八年以後的臺灣，以及大陸的發展甚有貢獻。

(1936)] *Chuang, Tien: cis- und trans-1.3-Diketo-dekalin.* 25

6. Chang-Kong Chuang und Yü-Lin Tien: cis- und trans-1.3-Diketo-dekalin.

[Aus d. National Research Institute of Chemistry, Academia Sinica, Shanghai, China.]
(Eingegangen am 7. November 1935.)

Die erste Synthese des 1.3-Diketo-dekalins (II) wurde von Kon und Khuda¹⁾ beschrieben. Sie bestand in der Kondensation von 1-Acetyl-cyclohexen-(1) mit Natrium-malonester zu 1.3-Diketo-dekalin-carbonsäure-(4)-äthylester (I) vom Schmp. 114^o, der dann durch längeres Kochen mit 20-proz. alkohol. Kali zu dem Diketon (II) hydrolysiert wurde. Kon und Khuda geben an, daß das Diketon (II) in guter Ausbeute als krystalline Substanz vom Schmp. 142^o erhalten wurde. Bei der Wiederholung dieses Verfahrens kamen Ruzicka²⁾ und seine Mitarbeiter zu etwas anderen Resultaten. Der Diketon-ester (I) wurde sowohl in flüssiger als auch in krystalliner Form erhalten, wobei letztere mit dem von Kon und Khuda beschriebenen Ester



圖 2. 莊長恭像及其 1936 年以在中國的研究成果發表於德國化學會誌
(*Berichte deutsch Chemisch Gesellschaft*) 之論文

三、「重建時期」—

民國三十八年到民國七十九年在臺灣建設基礎

民國三十九(1950)年初，國民政府完全撤離大陸，從此兩岸隔海分治，學術研究亦各別獨立發展。前一時期具研究領導能力之化學家甚少來臺，前一階段化學的學術研究傳統未在臺灣延續。當避秦來臺之學者，和光復後在臺之化學界人士協力推展，至民國七十九年(1990)的四十年是中華民國在臺灣的化學發展「重建時期」，奠定了臺灣的化學研究基礎。

民國四十年，中國化學會在復會。四十三年，《中國化學會會誌》及《化學》起復刊；中國石油公司新竹研究所，於民國四十三年改組成為經濟部聯合工業研究所，以化學工業研究為主。光復之初僅臺灣大學設有化學系，民國四十年代成功大學，東海大學等校陸續成立化學系。四十五年，清華大學在新竹復校，設原子科學研究所，內有化學組，以發展核化學及放射化學為目的。四十六年，中央研究院化學研究所復所，初期乃以發展食品化學為主，後逐漸擴展。到民國七十年左右才成為包括有機化學、無機化學、物理化學、食品化學以及海洋化學等的完整研究單位。

當時政府機構財務拮据，並無專用之研究經費，大學教育經費也偏低。從事研究極為不易；然仍有努力克服困難，積極從事研究者。當時也有一些國際水準的成果，如臺灣大學的潘貫、林渭川、葉炳遠等都有論文發表在日本或美國的期刊上。民國四十八年「長期發展科學委員會」成立，經費才略有改善，但學術研究發展仍相當困難。民國六十年起是一個轉型的階段。化學研究漸集中於化學與應用化學系所。中央研究院和各大學新研究所陸續成立，研究經費和人力都陸續增多，但基本條件仍去國際水準尚遠。唯化學家如臺灣大學林耀堂、陳發清、羅銅壁、蘇仲卿、王光燦、劉廣定、郭悅雄、楊思成等，清華大學王松茂、張昭鼎、何世延、鄭華生、劉兆玄、儲三陽、賴昭正、劉高家秀、趙桂蓉、鍾崇桑等，及淡江大學魏和祥，國防醫學院劉剛劍，成功大學田明朋等仍積極克服困難，力求成果能達國際水準發表在國際專業期刊，而奠下臺灣化學研究國際化的基礎。

民國七十一年二月，行政院舉行第二次全國科技會議，擬定加強發展基礎科學方案。此後國科會支持基礎研究的經費大增，擴大支援的範圍及對象，設置博士生獎學金；並陸續設置了六個貴重儀器使用中心，提供多種重要儀器為各單位研究人員服務；又成立四個圖書服務中心，訂購多種圖書、期刊，便利研究資訊之取得。許多大學都成立研究所，培育研究生。到民國七十九年（1990）已有化學、應用化學及生物化學研究所碩士班十五個、博士班十個。中央研究院及各大學共發表為《科學引用索引》（SCI）登錄之化學論文達三百五十餘篇，這四十年間，尤其是民國六十年後，培育了許多人才，在下一階段發揮了相當的作用。

就四十年來的研究成果而言，以有機化學與植物成份化學發展最早，相對的成果也多，物理化學其次，生物化學、無機化學雖然起步較遲但進步極快，其餘如分析化學、放射化學及觸媒化學等亦皆有所成。臺灣的化學家中，有學術成就者為數不少。本階段獲選中央研究院院士者為潘貫（四十七年當選）與羅銅壁（七十五年當選）兩人。歷年來獲得教育部頒給學術獎者有張儀尊、葉錫溶、林耀堂、賴再得、陳發清、蘇仲卿、劉兆玄、魏和祥、劉廣定和李遠鵬等 10 人。分別任教於臺灣大學（五位），清華大學（三位），成功大學與淡江大學（各一位）。研究領域涵蓋有機化學，物理化學，無機化學，生物化學與放射化學等。

四、「收成時期」—民國八十年到民國九十九年

約自民國八十年（1991）開始，是臺灣化學研究「重建」後乘經濟起飛、國庫充實之機會的「收成時期」。除成立一些新的化學系所外，也建立了幾個名副其實的研究中心，並加強了許多合作研究的計畫，非化學系或應用化學系之學者從事有關化學研究的人數較前期增多。化學家參與環境，醫護和材料科學研究也增多。

本時期參加研究的單位很多。專業研究機構有中央研究院的化學研究所，生物化學研究所，原子分子科學研究所，基因體研究中心，和生物醫學科學研究所

之「結構生物學組」；同步輻射研究中心與國家高速網路與計算中心，也都有部分研究人員從事相關化學之研究。綜合大學方面，化學系或應用化學系皆陸續成立化學、應用化學或生物化學研究所，一些醫學大學也成立藥物化學研究所或醫藥暨應用化學系及研究所，招收研究生。總共有 18 個博士班與 27 個碩士班。其他如清華大學生醫工程與環境科學系，各醫學大學以及臺北科技大學，臺灣科技大學，南台科技大學，義守大學，元智大學，大同大學，台東大學，海洋大學等校之其他與化學相關學系的一些教授與研究生，對於化學的學術發展也有不少貢獻。據約略估計，目前各機構、大學有主持研究能力且未退休的各級教授與研究員達六百人。

民國 62-96 年化學和應用化學系所畢業學士，碩士與博士人數增長趨勢如圖 3。民國 98 年共有化學系學士 991 人，碩士 625 人，博士 107 人；應用化學系學士 397 人，碩士 202 人，博士 26 人；化學暨生物化學系學士 49 人，碩士 50 人，博士 4 人；醫藥暨應用化學系學士 199 人，碩士 32 人；藥物化學研究所碩士 13 人和博士 6 人。

此階段不但研究人力較前充裕，研究經費也增加很多。以國科會自然科學發展處的支援之化學研究計畫為例，民國 79 年以 2.822 億經費支援 284 個研究計畫，民國 90 年以 6.198 億經費支援 451 個計畫，民國 99 年(2010)以 9.086 億經

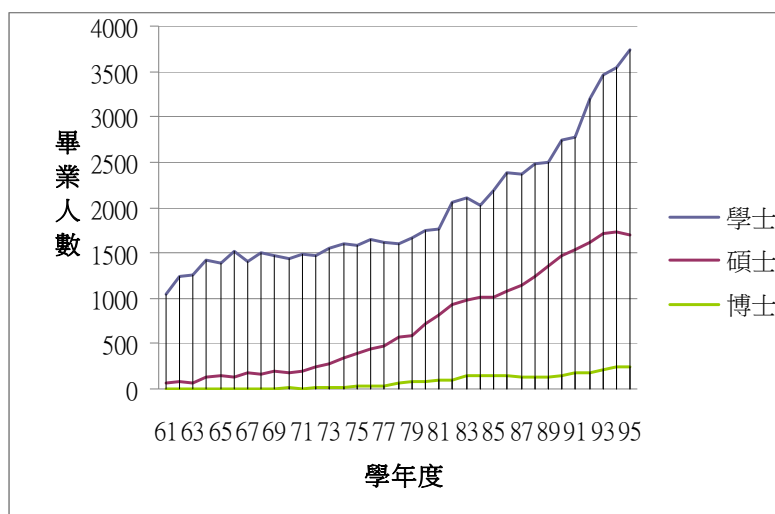


圖 3. 民國 61-95 學年度化學和應用化學系所畢業人數

費支援 486 個計畫。平均經費二十年約增一倍，至少超越了通貨膨脹。民國 95 年起政府又以每年一百億經費補助大學重點發展，部分大學充實了一些甚為先進的貴重化學儀器，甚有助於學術水準之升高。

這二十年內無論以目標導向為主之專業研究機構，或大學中自由發展的化學研究，或國科會支持的學術攻頂計畫、卓越領航計畫、奈米國家型計畫、產學合

作計畫、和跨領域研究計畫，都有良好表現，且日有進步。據 Thomas Reuters 公司的統計，就 SCI 收錄所發表之「化學」論文數量而言，從 1992 年 718 篇到 2001 年 1640 篇，增加九百餘篇；而 1999 年一月到 2009 年十月臺灣共發表 19125 篇，居世界第 15 名，預計 2010 年內應有兩千多篇。雖各領域皆有許多佳作，但平均水準卻不算高。若論文的「質」以每篇被引用次數而論，則臺灣只居世界第 33 名，低於平均值。然一直都在進步中。若考慮每五年的「相對影響力」(relative impact)，臺灣的「化學論文」自 1985-1989 的 0.48，1995-1999 的 0.66 到 2005-2009 的 0.89，則可預計到達平均水準已為期不遠。2000-2010 年平均每篇「化學」論文被引用次數 9.32，為世界平均值 11.19 的 83.3%。稍勝過其他學科，例如每篇物理論文被引用次數 6.64，為平均值 8.74 的 76.0%。

國際一流化學期刊多次採用我國的優異成果作為封面特寫，到 2010 年已約 20 次，且分布於中央大學，元智大學，成功大學，清華大學，臺灣大學，臺灣師範大學與中研院化學所。因發表的論文有創新性和重要性而受到國際刊物或研究資料中心的專訪，至少已有中正中正洪伯誠，東華林志彪，清華王素蘭[兩次]，臺大牟中原等共五次。其他如中央大學吳春桂致力太陽能電池研究，合成的含釷錯合物可用於目前所知具最大吸光效率（11.5%）。也有人的研究發現已成一家之言或為大學基礎教科書所採用，如清華大學蔡易州發現之鉻—鉻(Cr—Cr)五重鍵。更重要的是，這些成就出自多所不同大學的學者，顯示化學學術水準實已普遍提高。

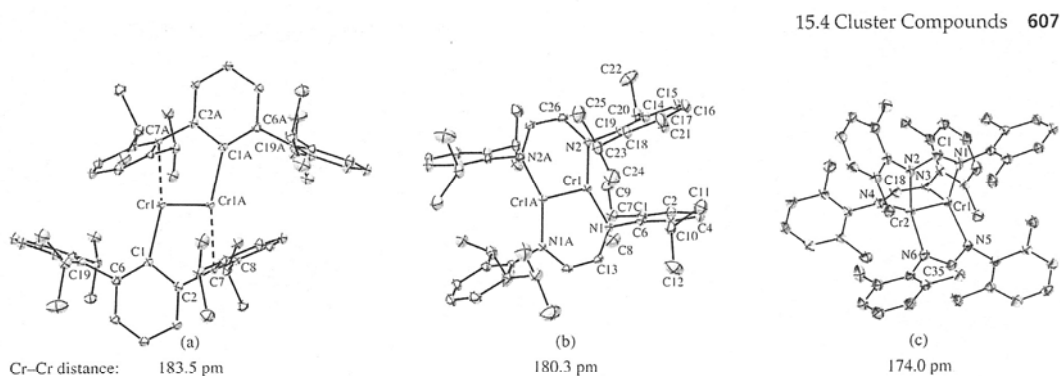


FIGURE 15.11 Chromium(I) Complexes with Extremely Short Metal–Metal Bonds.

((a) From T. Nguyen, A. D. Sutton, M. Brynda, J. C. Fettinger, G. J. Long, and P. P. Power, *Science*, **2005**, *310*, 844. Reprinted with permission from AAAS. (b) Reprinted with permission from K. Kreisel, G. P. A. Yap, O. Dmitrenko, C. R. Landis, and K. H. Theopold, *Journal of the American Chemical Society*, **2007**, *129*, 14162. Copyright 2007 American Chemical Society. (c) Y.-C. Tsai, C.-W. Hsu, J.-S. K. Yu, G.-H. Lee, Y. Wang, and T.-S. Kuo. Remarkably Short Metal–Metal Bonds: A Lantern-Type Quintuply Bonded Dichromium(I) Complex. *Angew. Chem. Int. Ed.*, **2008**, *47*, 7251. Copyright Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. Reproduced with permission.)

圖 4. 蔡易洲研究成果載 Muessler and Tarr, *Inorganic Chemistry*,
4th edition, 2011, pp. 606-607

化學家中，學術成就高者很多，以國內研究工作而於民國 80 年後當選中央研究院院士者為：王光燦（83 年），彭旭明（87 年），劉國平（93 年），李遠鵬（97 年），王瑜（99 年）。又劉國平於民國 90 年因其所做反應動態學的重要發現，

榮獲總統科學獎。民國 80 年後化學家獲得教育部理科學術獎者為王光燦與彭旭明（85 年）。民國 87 年起「理科學術獎」改稱「數學與自然科學獎」每年兩名後，化學研究者幾乎每年獲獎，至民國 99 年包括陸天堯、王瑜、劉瑞雄、廖俊臣、鄭建鴻、周必泰、李光華、白書楨、季昀、趙桂蓉、張煥正、方俊民與王素蘭。民國 86 年起教育部設國家講座，至民國 99 年化學家獲聘者有李遠鵬、彭旭明、陸天堯、牟中原、劉瑞雄、鄭建鴻、王瑜、李光華、周必泰及季昀。

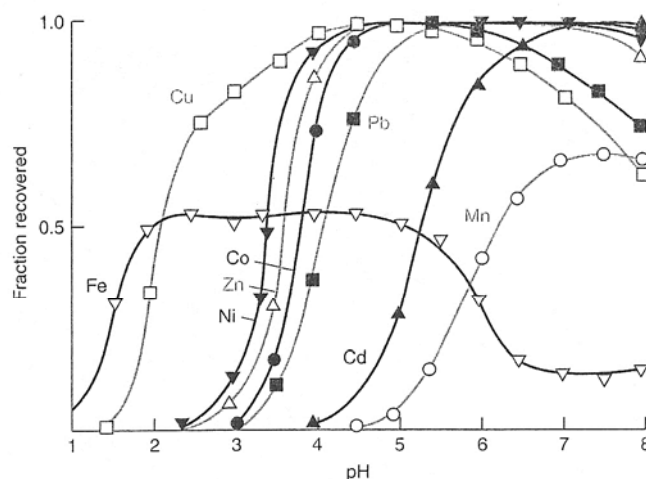


Figure 28-18 The pH dependence of the recovery of trace metals from seawater by Chelex-100. The graph shows the pH of the seawater when it was passed through the column. [From S.-C. Pai, *Anal. Chim. Acta* 1988, 211, 271.]

圖 5. 白書楨研究成果，載 Harris, *Quantitative Chemical Analysis*, 7th edition, 2007, pp. 658-659

臺灣的許多化學家因其學術表現，受到國際化學界的肯定。因而受邀擔任不同領域國際期刊編輯委員或編輯顧問的至少已有 28 位。又清華大學趙桂蓉曾任印太觸媒學會 2001-2003 理事長，臺灣大學王瑜曾任亞洲結晶學會 2002-2004 會長。在在顯示化學家的國際學術地位。

近二十年來，有許多合作研究，或為同系所，同校院，也有跨校院或不同單位的合作。有化學不同領域間的合作，也有化學與其他領域間的合作。皆頗顯成效，改變了過去各立門派、文人相輕的陋習。與外國的合作研究，已大多是平等、甚至以我方為主導的方式，而少附庸性質者。凡此均表示我國的「化學」已在國際學界佔有一席之地。此一優良傳統應繼續維持。

化學與材料科技、環境科技、生物科技、能源科技密切相關，目前我國之研究多能追上時代，唯對永續發展相關的化學之重視尚為不足。又就化學教育而言，筆者以為大學的基礎培訓已漸跟不上時代，碩士生的比例偏高，對博士生的要求也常有不足，故於業界及教育界助益有限。此皆應即予檢討、改進之處。不然，十年廿載後能否繼續蓬勃發展，佔有一席之地，或可慮也。

《周髀算經》的夏至之日晷與 《數》第 0304、0457 竹簡*

城地茂** 劉伯雯***

摘要

中國天文學家使用圭表觀測日晷，得知冬至日和夏至日，做成太陰太陽曆。他們使用了 8 尺長的表(約 240cm)，這是因為在黃河流域春分和秋分的影子有 6 尺長。換句話說，圭表形成的直角三角形比率是 3:4:5。因此，採用了 8 尺長這個不確切的表。

根據《周髀算經》(紀元前 1 世紀)記載，在「地中」(天文台之處)，夏至的影子有 1.6 尺長。因表高是 8 尺，比率為 5:1。考慮到表的頂端和影子的頂端所通過的圓，可得知表的反面所形成的直角三角形比率是 5:12:13。但在紀元前 1 世紀的首都西安(長安)，夏至的日晷應是 1.5 尺長。

另一方面，最古老的數學書之一《數》，在 21 世紀被中國·湖南大學岳麓書院所購買。這個竹簡有秦朝(紀元前 221 年-紀元前 206 年)之物的可能性。在此之中，記錄了關於 5:12:13 的直角三角形的題目。換句話說，中國古代的數學家及天文學家，認為 5:12:13 的直角三角形是特別之物(神聖之物)，因此在《周髀算經》記載了這個理想值。

關鍵詞：《周髀算經》、《數》、圭表、5:12:13

* 本稿是以”The Movement of the Observation Center in the Eastern Han Dynasty”, China in Nakamura, T., Orchiston, W., Sôma, M., and Strom, R. (eds.), 2011. *Mapping the Oriental Sky. Proceedings of the Seventh International Conference on Oriental Astronomy*. Tokyo, National Astronomical Observatory of Japan. Pp. 88-92.在第九屆科學史研討會所發表的內容加以修改更正，特別是根據李國偉教授的提示得以修改一部分圖，在此表示感謝之意。

** 日本國立大阪教育大學

*** 國立高雄第一科技大學

一、緒論

中國天文學家使用 8 尺長的圭表測量影子的長度，表有以下的功能¹。

- (1) 確定二十四節氣
- (2) 日晷
- (3) 確定子午線（印度人方法、或「定之方中」）
- (4) 北極星的高度測定

(1) 是了解季節的功能，在南中時觀測日晷，得知長度最長之日是冬至日。並且，從 4 年一次會變得最長的日子得知，1 回歸年有 365.25 天。了解季節在製作曆法是很重要的，由此得知圭表是象徵皇帝的權力。

(2) 是日晷的重要性，應沒有再討論的必要。得知時間，進行統一的行動。在像古代中國的農業國家是很重要的。到了元朝，所屬領土也開始使用了「仰釜」這個專業的機器。

(3) 為了確定子午線（南北），中午前觀測影子，從表的中心畫圓。中午後，影子與圓重疊時，連結中午前的影子所在處，可得知東西方。與東西線成直角之處是子午線。確定圭的正確方向也是重要的功能。此外、對各種建築及土木工程也是必要的功能。

(4) 得知北極星的高度也很重要。因為夜晚看不見影子，所以拉開繩子來測量北極星的高度。由此得知，觀測地點的緯度也有所要求。

這些功能大多都在《周髀算經》被記述，《周髀算經》不只是天文學，也被視為重要的數學書²。

但在這些重要功能中的二十四節氣的影子長度，如同表 1 所示計算值有所奇妙。這是因為只有「觀測」了冬至和夏至的數值後，剩餘的以等分伸縮。

¹ 參照城地茂（1990）〈中國の圭表の一考察〉。

² 李淳風（602-670）在編撰《算經十書》時所記。此外，在日本《算經十書》也做為教科書被使用，而且在《續日本紀》天平三年(731)三月乙卯（7日）條，修改了《周髀算經》不及格者不能畢業的規定，如此被重視。（城地茂，〈律令期の数学教育〉《数学史研究》112(1987)：13-21。參照）

二十四節氣	《周髀算經》的記載	計算值 ³	二十四節氣	《周髀算經》的記載	計算值
春分 0°	75.5	56.71	秋分 180°	75.5	56.71
清明 15°	65.6	44.86	寒露 195°	85.4	70.47
穀雨 30°	55.7	34.93	霜降 210°	95.3	86.01
立夏 45°	45.8	26.93	立冬 225°	105	102.61
小滿 60°	35.8	20.97	小雪 240°	115	118.48
芒種 75°	25.9	17.26	大雪 255°	125	130.46
夏至 90°	16	16.00	冬至 270°	135	135.00
小暑 105°	25.9	17.26	小寒 285°	125	130.46
大暑 120°	35.8	20.97	大寒 300°	115	118.48
立秋 135°	45.8	26.93	立春 315°	105	102.61
處暑 150°	55.7	34.93	雨水 330°	95.3	86.01
白露 165°	65.6	44.86	啓蟄 345°	85.4	70.47
			春分 360°	75.5	56.71

表 1. 《周髀算經》的影子長度

此外，根據《周髀算經》的記載，觀測地點在北緯 35.330°附近，在紀元前 1 世紀（東漢）的首都洛陽和西漢的首都長安（西安）的緯度有所不同。另外做為神聖之地所選出的觀測點河南省登封（北緯 34.24°，東經 113.08°）也有所不同。



圖 1. 根據《周髀算經》和《後漢書⁴》所記述的緯度

在此，本稿將研究在《周髀算經》被記述的神秘數值，並找尋記述這個數值的背景。

³ 從冬至和夏至的數值和北緯 $\varphi = 35.330^\circ$ 、黃赤交角 $\varepsilon = 24.020^\circ$ 所計算之值。

⁴ 從冬至 1 丈 3 尺和夏至 1 尺 5 寸的數值，得知北緯 $\varphi = 34.506^\circ$ ，黃赤交角 $\varepsilon = 23.886^\circ$ 。

二、西漢所重視的神秘數

不只《周髀算經》，《九章算術》(紀元 1 世紀頃) 也有記述 3:4:5 的直角三角形，可以確定在漢朝已經知道這樣的三角形。並且，春分和秋分的前後在中原地區，影子長度和表的高度呈現 3:4⁵，雖有這樣的偶然，但中國的天文學家應該已經理解這神秘的數值。

西漢的數學和天文學被認為受到音律和術數的影響。這是因為太初曆(鄧平，落下閔，紀元前 104 年) 表示的 1 回歸年是 365.385/15391 (365.250162) 日，1 朔望月是 29.43/81 (29.530864) 日。在這之前的四分曆是 1 回歸年 365.1/4 (365.25) 日，1 朔望月是 29.499/940 (29.53086) 日，因為朔望月使用的分母是 9 (1 位數的最大陽數) 自乘後的數是 81 (重陽)，1 回歸年的數值會變得不好。因此，東漢編撰了《後漢四分曆》(編訢·李梵，紀元 85 年)，將數值回復原狀。

三、夏至的影子長度 1.6 尺的神秘性質

因 8 尺長的表可以形成 1.6 尺的影子，影子和表的高度比率是 1:5。光是這樣就能感到數字被操控的感覺，但有隱藏著更神祕的比率。

以影子的先端和表的先端所通過的地表為中心的圓來思考。

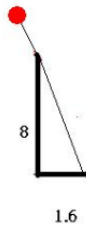


圖 2

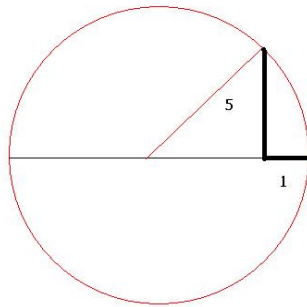


圖 3

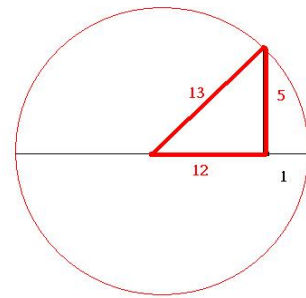


圖 4

如此一來影子的反面，也就是北側呈現出 3:12:13 的直角三角形。

1:5 的直角三角形隱藏著如此神秘的的數值，而這件事早已被中國的數學家所得知。在中國·湖南大學岳麓書院所購買的《數》(秦?) 的竹簡 0304 號和

⁵ 《周髀算經》的數值北緯 $\varphi \doteq 35.33^\circ$ 、黃赤交角 $\varepsilon \doteq 24.02^\circ$ 之時，得知從春分點的角度 $x \doteq 183.79^\circ$ (秋分的 4 天後)， 356.21° (春分的 4 天前) (城地茂 (1991) 〈蓋天論與圭表〉)。此外、正好是 3:4 的北緯，是 36.86989765° 。

0457 號裡，記載了以下的問題⁶。

有圓材埋地，不知小大，斲之，入材一寸而得平一尺，問材周大幾何。
即曰：半平得五寸，令相乘也，以深一寸為法，如法得一寸，又以深益之，即材徑也。

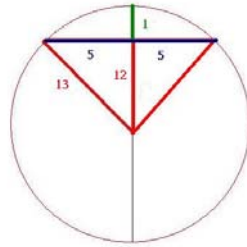


圖 5.《數》的問題

這個題目弦和股的差為 1 寸，句為 5 寸（1 尺的一半），可得知與圖 3 和圖 4 類似。此外，這個問題也和《九章算術》第 9 章第 9 題的問題類似。

今有圓材，埋在壁中，不知大小。以鑿鑿之，深一寸，鑿道長一尺。問徑幾何？

答曰：材徑二尺六寸（一尺三寸 $\times 2$ ）。

術曰：半鑿道自乘，如深寸而一，以深寸增之，即材徑。

四、結論

如此，從秦朝到漢朝，直角三角形的問題變多了。這是因為在《九章算術》，設計出現在開平方的方法，能求出正確的數值，這被認為和整數比的直角三角形能有效率的被計算有關。對此，在《算數書》（紀元前 186 年），依據盈不足術來求開平方的近似值，雖還沒求出正確開平方的數值⁷，在兩者中間的《周髀算經》似乎已可解出開平方。

此外，如同緒論所述，西漢有喜歡神秘數值的傾向。從這樣的狀況來看，《周髀算經》所記載的數值，有不是實際測量的可能性。使用被發明的開平方術，得知 5:12:13 神秘直角三角形的中國科學家（方士？），想指出那應該是夏至的影長的可能性。

總之，夏至的影長為 1.6 尺，可以確定是 5:12:13 的直角三角形。

⁶ 肅燦·朱漢民（2009）〈岳麓書院藏秦簡《數》的主要內容及歷史價值〉

⁷ 請參考城地茂（2002）〈東アジア最古の数学書《算數書》の成立年代について〉

參考文獻

- 陳遵媯，〈《中國天文學史》4卷〉，上海：上海人民出版社，1980-1989。
- 薄樹人主編，〈《中國天文學史》〉，北京：科學出版社，1981。
- 白尚恕，〈《九章算術注釋》〉，北京：科學出版社，1983。
- 城地茂，〈中國の圭表の一考察〉，《數學史研究》124(1990)：10-15。
- 城地茂，〈蓋天論與圭表〉，楊翠華、黃一農編，〈《中國近代科學史論集》〉，臺北：中央研究院近代史研究所，1991，139-154。
- 城地茂，〈世界最初の TAN 表の制作方法〉，《數學史研究》158(1998)：15-29。
- 城地茂，〈東アジア最古の数学書《算数書》の成立年代について〉，《(京都大学) 数理解析研究所講究録》1257(2002)：150-162。
- JOCHI Shigeru (2011) "The Movement of the Observation Center in the Eastern Han Dynasty", China in Nakamura, T., Orchiston, W., Sôma, M., and Strom, R. (eds.), 2011. *Mapping the Oriental Sky. Proceedings of the Seventh International Conference on Oriental Astronomy*. Tokyo, National Astronomical Observatory of Japan, pp.88-92.
- 陳松長，〈岳麓書院所藏秦簡綜述〉，《文物》2009.3：75-88。
- 肅燦、朱漢民，〈岳麓書院藏秦簡〈數〉的主要內容及歷史價值〉，《中國史研究》2009.3：75-88。

Chinese Mathematical Arts before the Western Han Dynasty
and the Right Triangles at the *Zhoubi Suanjing*:
The Sun Shadow of *Zhoubi Suanjing* at the Summer Solstice
and Slip no. 0304 and 0457 of *Shu*

JOCHI Shigeru* LIU Bowen**

Abstract

Chinese astronomers observed the length of the solar shadow, knew of the winter solstice and the summer solstice and made a Chinese lunisolar calendar. They used the gnomon with a height of 8 Chi (about 240cm) because the length of the Sun's shadow would be 6 Chi at the times of the vernal equinox and the autumnal equinox, that is to say, the ratio of the right-angle triangle would be 3:4:5 in the basin of the Huang He River.

In the *Zhoubi Suanjing* (B.C.E.1c), Chinese astronomers founded the observation center where the length of the solar shadow was 1.6 Chi at the time of the summer solstice. Because the gnomon was 8 Chi heights, the ratio was 5:1. This right-angle triangle can be constructed from another right-angle triangle which has sides with the ratio of 5:12:13. But the shadow length must be 1.5 Chi at the capital of Xi'an.

On the other hand, one of the oldest books about the mathematical arts of the *Shu* was discovered in the twenty-first century in the Yuelu Academy at Hunan University in China. The book was presumably written during the years of the Qin Dynasty, B.C.E. 221-B.C.E. 206. In this book there was a right angle triangle with the ratio of 5:12:13. The authors guess that Chinese mathematicians and astronomers decided the holly matter to the right-angle triangle which has sides with the ratio of 5:12:13, then they described it on the *Zhoubi Suanjing*.

Keywords: Zhoubi Suanjing, Shu, gnomon, 5:12:13

* Osaka Kyoiku University, Japan.

** National Kaohsiung First University of Science and Technology.

從《算學正義》與《九章術解》 看韓國史上的數學正典

英家銘*

摘要

南秉吉(Nam Pyōng-Gil, 1820 - 1869)是韓國朝鮮王朝(公元 1392 年至 1910 年)末期代表性的算學家，著有至少七部算學專著，包含對中國古典算學的重新注解—《九章術解》—與包含朝鮮當代大多數重要數學主題的「教科書」—《算學正義》。本篇論文將從這兩部著作的序文與數學內容為主，輔以其他數學著作，來討論韓國史上與南秉吉心目中的數學正典。

韓半島在統一新羅時期(公元 668 年至 935 年)，仿唐制，立「國學」。其中算學教育的官方教材包含《九章》與《綴術》，而這兩部來自中國的算學經典也可被視為韓半島上最早的數學正典，亦即包含官方認可數學知識的書籍。朝鮮王朝初期，《九章算術》可能已佚失，而雜科中的算學取材科目轉變為來自中國宋元時期的算書。至十八世紀初，康熙御製之《數理精蘊》成為清帝國與朝鮮共同認定的數學正典。

南秉吉在生涯前期與中期，同樣認定《數理精蘊》為標準算學知識的來源，並藉以注解重新傳入韓半島的《九章算術》。然而，在生涯後期，南秉吉認為《精蘊》中的代數方法「借根方」，其適用範圍不如宋元算書中的「天元術」來得大，所以他在自己所寫下的《算學正義》中，以天元術取代借根方，成為主要的代數解題方法，並希望以《正義》一書做為可能的朝鮮算學正典。

* 中原大學應用數學系講師，臺北醫學大學通識教育中心

一、韓半島之算學傳統與算學正典

東北亞松花江流域的高句麗部族在公元一至二世紀時，王權擴張，成為中央集權式的王國，國力迅速上升。接下來它開始圖謀遼河盆地與大同江盆地（位於今日的北韓），並在 313 年征服了韓半島北部。另外，在韓半島的西南與東南兩端，也陸續興起了百濟（公元前 18 年至公元後 660 年）與新羅（公元前 1 年至公元後 668 年）等國家，與高句麗逐鹿韓半島，史稱前三國時代。¹

關於前三國時期的數學活動，我們仍然沒有太多證據可供研究。然而，數學史學者相信，在三個中央集權國家的官僚體系中，分別都有一些「數學家」從事稅務、土地測量、會計與曆算等工作。事實上，在韓國人本身寫下的史書中，現存最早的《三國史記》(1145)裏，就有這三個國家各自的日蝕記錄。²或許，這也可視為前三國時期韓半島上有從事曆算工作者的旁證之一。

韓半島上最早有記載數學書籍與算學活動的年代，屬於統一新羅時期（公元 668 年至 935 年）。³第七世紀中葉，新羅與唐帝國（公元 618 年至 907 年）結盟，共同消滅百濟與高句麗，新羅因此統一三韓，使韓半島進入統一新羅時期。新羅與日本相同，多次派出遣唐使向唐帝國學習先進的文化，當然也包含唐科舉考試中的算學制度。《唐六典》稱：「國子監有六學焉：一曰國子、二曰太學、三曰四門、四曰律學、五曰書學、六曰算學。」⁴李淳風在公元 656 年等授詔注《五曹》、《九章》等十部算書，完成後並編佈用於國子監算學做為教材，使算學教育的課程範圍與方法清楚成型。⁵關於新羅的算學教育制度，留下的史料比前面幾個時代要略多。根據《三國史記》的記載，新羅神文王二年（公元 682 年），新羅立「國學」，其中也包含算學教育，國學中由「算學博士」與「助教」來教授算學生。關於唐、新羅、日本三國在第七世紀時的算學教育制度，我們可以用下頁 2.1 表來說明。⁶

從表 2.1 可看出，中國漢代的《九章算術》，以及南北朝祖暅之的《綴術》皆有傳入新羅。關於《六章》與《三開》，因為在韓國與日本都已經失傳，史學

¹ Eckert, C. J., Lee, Ki-baik, Lew, Y. I., Robinson, M. and Wagner, E. W., *Korea Old and New: A History*. (Seoul: Ilchokak Publishers, 1990), pp.24-27.

² 金容雲、金容局，《韓國數學史》（東京：楨書店，1978），頁 28-29；Jun, Yong Hoon, *Mathematics in context: A case study in early nineteen-century Korea*, *Science in Context*, 19 (2006), pp.477.

³ Martzloff, J., *A History of Chinese Mathematics*. (New York: Springer-Verlag, 1997), pp.105-108.

⁴ 見《唐六典》卷 21，廣雅書局本第 3 頁。並參考〔清〕徐松《唐兩代城坊考》，《叢書集成初編本》第 1 冊，第 38 頁。

⁵ Siu Man-Keung. "Mathematics education in ancient China: what lessons do we learn from it?" *Historia Scientiarum*, 1995, pp.223-232.

⁶ 金容雲、金容局，1978，頁 81-86。

家無從得知其內容。不過，數學史家的猜測，認為《六章》可能是《九章算術》的簡明精選版，而《三開》則是《綴術》的初級簡易版。⁷如果這個猜測是正確的，那麼，新羅國學所使用的數學教材，筆者相信可視為唐帝國算學科教材的「精華版」。因為，這套教材分成初階與高階兩種，而學習的目的，都是要算學生理解《九章算術》與《綴術》的部分或全部內容。《九章》被認為是早期中華帝國(early imperial China)數學知識最重要的彙整，而《綴術》則是祖沖之的兒子祖暅之的著作，內容十分困難，唐代的算學生需要學習四年方能完成。所以，新羅希望它的算學生學習中算的精華著作，並可能讓程度或需要不同的學生分組，一些學生只需學習這兩部著作的部分內容後來應用即可。另外，《綴術》同時傳入了新羅與日本，但這本書在中國失傳之後，在現在的韓國與日本也不復見，實屬可惜。

國家		唐	新羅	日本
學生入學年紀		14 – 19 歲	15 – 30 歲	13 – 15 歲
入學資格		八品以下或庶民子弟	大舍 (十二品) 以下無官者	五位以上之子弟以及東西史部之子弟 ⁸
教授科目	組一	九章、海島、孫子、五曹、張丘建、夏侯陽、周髀、五經算、記遺、三等數	六章、三開	九章、海島、周髀、五曹、九司、孫子、三開重差
	組二	綴術、緝古、記遺、三等數	九章、綴術	綴術、六章
修業時間		7 年	9 年	7 年

表 2.1. 七世紀東亞三國之算學教育制度⁹

在本篇論文中，筆者將「算學正典」(Mathematical Canon)定義為承載官方認可之算學知識的文本。那麼，在此觀點下，新羅國學中算學生所修習的教材-

⁷ 同上引，頁 86-87。

⁸ 古代日本官制以「位」做為官階高低區別，「一位」即相當於一品官，以此類推。

⁹ 關於東亞三國算學制度中之文本與修業年限的資料，可參閱《新唐書》卷四四〈志三十四·選舉上〉，頁 1160-1161；《三國史記》(第二冊)〈職官上〉(首爾：弘新文化社，1997)，頁 254-255；黑板勝美，國史大系編修館編，《令義解》(東京：吉川洪文館，1985)，頁 129。

《九章算術》、《綴術》、《六章》與《三開》—就可以看成韓半島上最早的算學正典。

新羅擁有燦爛的文化。然而，從第九世紀後期起，由於地方城主與豪族的勢力抬頭，使得新羅的中央政府無法有效掌控地方農民，加上為了貴族奢侈的逸樂生活方式，新羅在公元 889 年進行財政改革，但這使得地方農民同時要負擔中央政府與地方城主的雙重稅賦，民生日益凋敝，全國各地的農民於是蜂起反抗。在這個動盪的時代，韓半島的西部與中部分別出現了兩個新政權，即「後百濟」與「泰封」，史稱「後三國時代」。918 年，泰封北方的豪族領袖王建受部將擁戴，取代泰封國王，建國「高麗」，定都開京（今北韓開城），並以古高句麗的後裔自居。公元 935 年，新羅王向高麗投降，936 年，高麗滅後百濟，統一三韓，使韓半島進入高麗王朝時代（公元 918 年至 1392 年）。¹⁰

高麗王朝被韓國人認為是韓半島上第一個真正的統一民族國家。高麗王朝時期大約與中國的宋（960-1279 年）、金（1115-1234 年）、元（1271-1368 年）帝國時期相當。征服新羅的高麗王朝，仍沿用新羅的算學教育制度與科目。公元 992 年，國子監設立。十二世紀中葉，國子監分為國子學、太學、四門學、律學、書學、算學等。其中國子學、太學與四門學均以研讀儒家經學為主，分別由三、五、七品以上之子弟及庶人入學，而律學、書學與算學等技術科目則由八品以上之子弟與庶人入學之。¹¹根據《高麗史》（1454），統一新羅時期的算學教材《九章算術》、《三開》、《綴術》仍保留為國子監算學教材，而《六章》則被《謝家》取代。此《謝家》有可能是《謝察微算經》（約 1050 年）。在高麗時代，算學因被視為僅具實用價值，故算學官僚無法擔任超過九品以上的職位。¹²

雖然從算學教育與算學從業人員的地位來看，高麗王朝相對於之前的新羅，似乎沒有太多進展可言，不過，高麗王朝後期與宋元的交流，或許為後來的朝鮮王朝（公元 1392 年至 1910 年）所發展的「東算」奠定良好的基礎。高麗王朝定期派遣學生到中國學習曆算與相關數學知識，他們也被要求購買天文與算學書籍回國。¹³公元 1298 年，高麗王子王璋（即後來的忠宣王，1308-1313 在位），被帶入元帝國做人質。他對元代郭守敬（1231-1316）制定的《授時曆》（1280）很有興趣，在 1303 至 1304 年命隨行的崔誠之持重金到元太史院求學。授時曆的計算中，包含了中國代數「天元術」與開方法，所以崔誠之應該也掌握了這些數學方法。¹⁴崔誠之得到授時曆術之後，回到了高麗。影響朝鮮王朝前期最重要的三本宋元數學著作—《楊輝算法》（1270）、《算學啟蒙》（1299）、《詳明算法》（1373）—在高麗

¹⁰ 李基白著，林秋山譯，《韓國史新論》（臺北：國立編譯館，1985），頁 164-176。

¹¹ 同上引，頁 203-204。

¹² Jun, Yong Hoon, 2006, pp. 477-478.

¹³ 同上引，p.478.

¹⁴ 郭世榮，《中國數學典籍在朝鮮半島的流傳與影響》（濟南：山東教育出版社，2009），頁 188-189。

王朝後期已傳入韓半島。¹⁵因此，數學史家也猜測，《楊輝算法》與《算學啟蒙》或許是崔誠之在太史院學習時接觸到並帶回高麗的。¹⁶

由上述可見，高麗王朝的算學正典，應為《九章算術》、《三開》、《綴術》與《謝察微算經》；然而，在知識份子圈與民間流傳的算學文本，則不只這些，還加上了《楊輝算法》、《算學啟蒙》與《詳明算法》，且在 13 世紀發展出的代數方法「天元術」，也開始被高麗算家所學習，並流傳至朝鮮王朝。

朝鮮王朝的國都位於漢陽（今日的首爾），控制的領土大致等於今日南北兩韓領土的總和。朝鮮的身分制度，主要將人民分成兩班、中庶、良人、賤民。兩班原指朝廷文武兩班官員。兩班是朝鮮王朝的貴族士大夫階級，協助國王治理政務，他們因此獨佔科舉的文科，所以，兩班最重要的工作，就是學習儒學，通過科舉而成為官員。中庶為中人與兩班家非嫡出之庶子。中人是指中央政府中之醫、譯、籌、觀象、律、惠民、寫字、圖畫等技術基層官僚，具有世襲之特殊地位，大多居於漢城之中村，故稱為中人。此批人員有「限品敘用」之限制，大都微官任用。良人指從事農工商生產階級的平民，賤民為從事賤役之奴婢。朝鮮王朝的算學家，幾乎都屬於兩班與中人階級。¹⁷本篇論文的主角南秉吉，即出身兩班士大夫階級。

朝鮮王朝的科舉制度分為文科、武科與雜科。兩班獨佔文科，中人技術官僚只能考雜科。¹⁸朝鮮王朝的草創時期的算學制度，是包含在雜科十學之內，大體上承繼高麗的制度。朝鮮太祖即位的 1392 年，設置醫學博士、律學博士與算學博士。次年，命一般庶民子弟學習兵、律、字、譯、醫、算等六學。到 1406 年，太宗再加上儒、吏、陰陽風水、樂等四科，確立了雜科十學的教育體制。¹⁹

世宗大王（1418 年至 1450 年在位）開啟了朝鮮王朝初期學術與文化的黃金時代，出版了許多關於農業與醫藥的書籍，也間接造成印刷術的發達。²⁰世宗重新設立高麗時代的「集賢殿」，使之具有「王立研究所」的功能，集賢殿有學士十至二十人，負責鑽研制度與歷史，著述編纂包括史書、儒家經典、禮儀、地理、醫藥等書籍，同時也研究音律，創造韓國文字。²¹1446 年韓國文字(한글 Han'gŭl)的創制，是韓國史上重要的里程碑，這象徵了一種民族的覺醒。世宗認為，他的子民必須要有一種容易學習的書寫系統，來記錄下他們每天所說的語言，因此他壓制崔萬理等人的反對，動員集賢殿的成三問、鄭麟趾、申叔舟等學者，創制並

¹⁵ Jun, Yong Hoon, 2006, p. 478.

¹⁶ 郭世榮，2009，頁 164, 189。

¹⁷ 蔡茂松，《韓國近世思想文化史》（臺北市：東大圖書公司，1995），頁 173-188。

¹⁸ 同上引，頁 223。

¹⁹ 葉吉海，《李朝世宗時期的朝鮮算學》，（國立臺灣師範大學數學系碩士論文，2002），頁 51。

²⁰ 朱立熙，《韓國史：悲劇的循環與宿命》（臺北：三民書局，2008）。，頁 116-117。

²¹ 同上引，頁 96-97。

頒布了韓國文字，刊行以韓文印製的書籍，而這也成為韓國民族自認最驕傲的文化成就。²²

世宗時代，朝鮮王朝也有很蓬勃的算學活動。世宗對算學的重視，其中一個原因，與東亞古代的許多君主一樣，都是由於天文曆算的需要，因為頒訂正確的曆法，是國君不可推卸的責任。世宗極力想掌握天文曆算的企圖心，使他希望能擁有自行造出不輸中國曆法的能力，而要達到此一目的，培養並重用算學人才是唯一的選擇。²³此外，高麗王朝的覆滅，一部分原因是田制的混亂，朝鮮王朝初期的君王有鑑於此，均重視土地測量的重要，而這量田技術的需求也間接促進了算學研究的振興。²⁴

世宗為了讓朝鮮掌握天文與算學的能力，與過去許多韓半島的君王一樣，盡一切可能從中國學習先進的科技知識。世宗經常向明帝國奏請書籍或收購書籍。收購書籍的原則為：

- (一) 如蒙欽賜則不可「私買」；
- (二) 詢問禮部所需書籍時，若回覆為「御府所無」，則不可「顯求」；
- (三) 書籍若為本國所無，但有益學習，則購回；
- (四) 凡購書，必購雙份，以防脫落。

值得一提的是，世宗甚至曾向明詢問《永樂大典》的消息，但因《永樂大典》僅為手抄本，從未刊行，所以無法購入。²⁵

世宗時期在朝鮮國內外蒐羅書籍之後，他也進行了算學教育制度的改革。1430年，定算學取材科目為《楊輝算法》、《算學啟蒙》、《詳明算法》、《五曹算經》與《地算》。這五部算經中，前四部均為自中國傳入的算書，第五部《地算》已失傳，內容與年代均不詳。不過，到1485年，算學取才科目已縮減為《楊輝算法》、《算學啟蒙》、《詳明算法》三科。²⁶可能因為《五曹算經》與《地算》的內容比前三部簡單，已經包含前三部的內容中。也有可能是因為在《楊輝算法》中的《田畝比類乘除捷法》裏，已經指出《五曹算經》中的牛角田、腰鼓田與鼓

²² 雖然世宗大王創立韓文，但此項傑作不受當時兩班貴族歡迎，因為使用難學之漢文，能滿足其學問上之獨佔欲。一直到朝鮮王朝末期，知識分子仍然使用中文寫作，這也是現代華語世界的學者能夠迅速理解韓國古代著作的原因之一。韓國學者在19世紀末至20世紀初開始逐漸使用韓文寫作，1919年反抗日本統治的三一獨立運動爆發後，韓文即成為學者寫作的主要語言。關於韓文的創制與使用，詳見李基白著，1985，頁328-329；Eckert et al, 1990, pp.124-125, 222-225, 289-296.

²³ 葉吉海，2002，頁31。

²⁴ 金容雲、金容局，1978，頁155-156。

²⁵ 葉吉海，2002，頁61。

²⁶ Jun, Yong Hoon, 2006, pp.479.

田的算法錯誤，且另外尚有數題有不合理論的公式。²⁷總之，由於《楊輝算法》、《算學啟蒙》、《詳明算法》三部算書後來被保留在算學取才科目中，其中的算學知識也成為後來朝鮮王朝數學家關於傳統中算知識的主要來源。此外，世宗成立了「算法校正所」與「曆算所」，命文臣習算。世宗的兒子，也有數位精通算學。²⁸綜上所述，世宗一代，對算學教育極為重視。這個時期，雖然朝鮮算學家並未留下獨創的數學著作，但是此時算學研究的風氣，以及朝鮮王朝中期實學思潮的興起，確實都為王朝後期東算的發展，奠定了堅實的基礎。

或許是因為在朝鮮王朝前期，《九章算術》已經失傳，加上高麗王朝後期算學傳統的影響，所以算學取材科目，亦即官方的算學正典，乃是《楊輝算法》、《算學啟蒙》、《詳明算法》、《五曹算經》與《地算》等五部算書。當時代進入朝鮮時代中期，亦即中國由明改朝換代至清之後，朝鮮的算學正典也有所更動。

二、《御製數理精蘊》

康熙（1662 年至 1722 年在位）所主導編成的數學「百科全書」《御制數理精蘊》（1723 出版，以下簡稱《數理精蘊》或《精蘊》），對清帝國與朝鮮的數學發展影響深遠。因此本小節將介紹這部鉅著的編成背景、內容大要與傳入韓半島的過程。

滿州人在 1644 年入關，取代明朝成為中國的統治者。一般認為，清朝政府政權長期穩固的原因在於能安撫並有效控制漢族士大夫，乾隆朝編纂《四庫全書》與大興文字獄的懷柔與高壓兩手策略是最常被提到的手段。²⁹事實上，康熙朝天文曆算與著作的編纂與地理測繪的實行，也是清朝皇帝實行帝國控制的手段之一。對於入關不久的滿族（即漢人眼中的「蠻族」）而言，如何能像古代聖王一般控制天（天文曆法）、地（地理測繪）、人（士大夫的忠誠），是康熙帝不可避免的重要課題，而此時耶穌會傳教士所帶來的西方科學與數學，正好變成康熙帝實行帝國控制的利器。³⁰

康熙初年，由楊光先(1628-1644)所挑起的反教案，對耶穌會湯若望等人苦心經營的傳教事業受到阻礙。這場因曆法更動而起的「曆獄」，後來因為比利時耶穌會士南懷仁(Ferdinand Verbiest, 1623-1688)憑藉著正確的天文觀察與預測，為這場曆獄平反。在這個事件中，康熙本人很受震動，也認為天文官的無能會損害

²⁷ 葉吉海，2002，頁 60。

²⁸ 同上引，頁 56-58。

²⁹ 例如 Guy, R.K., *The Emperor's Four Treasures: Scholars and the State in the Late Ch'ien-ling Era.* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1987).

³⁰ 這段故事詳見 Jami, C. Imperial control and Western learning: the Kangxi emperor's performance. *Late Imperial China*, 23 (2002), pp.28-49. 本小節中《數理精蘊》編纂過程的背景，主要是參考這篇論文與韓琦的研究。

天子提供人民正確曆法的義務，進而對新皇朝的統治有負面的影響。這是康熙希望學習西學的起源。³¹康熙帝年輕時，主要由南懷仁講授西方科學。1685年，比利時耶穌會士安多(Antoine Thomas, 1644-1709)應召入京，亦向康熙進講。1688年，法國耶穌會傳教士洪若翰(Jean de Fontaney, 1643-1710)、白晉(Joachim Bouvet, 1656-1730)、張誠(Jean-François Gerbillon, 1654-1707)到達北京後，康熙學習西方科學與測量等學問的熱情更濃。³²學習西方科學之後，康熙本人也常展現出在天文與地理測量上之事實仲裁者的角色，藉以確保官方知識的正確性，與帝國官員的忠誠（因為他們無法在技術細節上欺騙皇帝）。

康熙帝對西方科學的熱情，也展現在他對數學的興趣之上。1690年初，張誠、白晉用滿語進講歐幾里德幾何學，用的滿文版與漢文版講義是根據法國耶穌會士巴蒂(Ignace-Gaston Pardies, 1636-1673)的*Eléments de Géométrie*所改寫而成。安多與徐日升(Tomás Pereira, 1645-1708)則翻譯了算術與代數學著作，如《算法纂要總綱》，就是基於安多本人所著之*Synopsis mathematica* (1685)所譯。另外安多所著《借根方算法》則是第一部介紹到中國的歐洲代數之作。³³康熙帝本人也學習了借根方算法。安多在宮廷中也編輯中文的正弦、正切與對數表，並指導康熙用對數進行運算。³⁴

康熙與歐洲傳教士的蜜月期，在18世紀初結束。1705年之後，教皇使節來華，關於中國天主教徒的「禮儀之爭」達到高潮。康熙為此派遣傳教士回羅馬了解教皇的「旨意」，但時空的阻隔使雙方溝通緩慢，甚至有使節尚未回覆就葬身大海。消息的阻隔使「禮儀之爭」更顯複雜。加上部分傳教士為了傳教的利益考量而封鎖消息，以免激怒康熙。種種的作為使得康熙開始逐漸失去對傳教士的信任。此外，1711年時，康熙也發現西洋的曆法計算仍有瑕疵。清代是沿用明崇禎時期所修改的西洋曆法。1711年，康熙發現欽天監計算夏至時刻有誤，與實測夏至日影不符。經詢問剛到北京的傳教士才發現，歐洲已經有新的天文表，這更加深康熙對已在朝廷與宮中任職之傳教士的不信任感，並且萌生念頭，認為他的帝國有必要擁有獨立的科學知識，以擺脫對傳教士的依賴。³⁵

其實早在1692年，康熙即有意編輯曆算書籍，只是因為當時缺乏人才，無法滿足康熙的需求。直到十餘年後，有了梅文鼎(1633-1721)等數學家的加盟，網羅

³¹ 韓琦，〈康熙時代的數學教育及其社會背景〉，《法國漢學》第8卷(2003)，頁434-435。

³² 韓琦，〈數理精蘊提要〉，收入郭書春主編，《中國科學技術典籍通彙》數學卷第3分冊，(鄭州：河南教育出版社，1993)，頁1。

³³ 參考韓琦，2003，頁436；Jami, C. A discreet mathematician: Antoine Thomas (1644-1709) and his textbooks. In N. Golvers & S. Lievens (Eds.), *A lifelong dedication to the China mission. Essays presented in honor of Father Jeroom Heyndrickx, CICM, on the Occasion of his 75th birthday and the 25th anniversary of the F. Verbiest Institute K.U. Leuven.* (Louvain: Ferdinand Verbiest, 2007), pp.447-468。

³⁴ 韓琦，1993，頁1-3。

³⁵ 韓琦，〈從《曆律淵源》的編纂看康熙時代的曆法改革〉(收入吳嘉麗、周湘華主編，《世界華人科學史學術研討會論文集》，2001)，頁190-192。

與培養了一批精通曆算、音樂的學者，才創造編輯包含《數理精蘊》之《律曆淵源》的條件。1712至1713年間，康熙命在暢春圓蒙養齋開「算學館」編修《律曆淵源》，包含《數理精蘊》（算學）、《曆象考成》（曆法）、《律呂正義》（音律）三部分，由皇三子誠親王胤祉(1677-1732)、數學家何國宗(?-1766)與梅文鼎之孫梅穀成(1661-1763)主持編修事宜。當時應召在蒙養齋編書的人數在百人以上。³⁶

《數理精蘊》在1723年刊行，整體上來說是一部融合當時所知的中國與歐洲數學的作品。全書分上編五卷「立綱明體」，下編四十卷「分條致用」。上編卷一包含〈數理本源〉、〈河圖〉、〈洛書〉與〈周髀經解〉，基本上是為這部中西融合之作提供一個中國式的開頭。上編卷二至卷四為〈幾何原本〉，卷五為〈算法原本〉。下編四十卷，內容涵蓋度量衡、算術、比例、方程、（帶從）開方、勾股、三角、割圓、測量、直線形、曲線形、直線體、曲線體、堆垛、借根方比例等等。³⁷在這一小節，筆者先介紹與後文有關的內容：「借根方比例」。

1690年代，安多為康熙帝講解代數學，用的講義為安多所著《借根方算法》。「借根方」基本上是一種「簡字代數」(syncopated algebra)，意即「方程式」中所有與未知數相關的用語都是簡稱。在借根方之中所使用的未知數各次幂名稱如下：

次幂	名稱	次幂	名稱
0 (常數)	真數	5	上立方
1 (未知數)	根	6	立方之平方
2	平方	7	二上立方
3	立方	8	二立方之平方
4	二平方	9	二立方

所以，在現代數學中的方程式 $x^2 + 10x - 119 = 432$ ，用借根方的表示法就寫成：

一平方 一〇根 一一九 四三二

另外，借根方中的加號與減號讀成「多」與「少」，化簡方程式時是用等號「兩

³⁶ 韓琦，1993，頁 2-3。

³⁷ 郭書春主編，《中國科學技術典籍通彙》數學卷三（鄭州：河南教育出版社，1993）。

邊加減法」來化簡。《借根方算法》的內容後來也被編入《數理精蘊》。³⁸

《數理精蘊》傳入韓半島的紀錄有數次。根據朝鮮承文院的紀錄，《數理精蘊》最早出現在朝鮮是 1729 年，距離它在中國出版僅六年，但普及程度仍不確定。³⁹1741 年，譯官安國麟、卞重和在北京結識西洋傳教士戴進賢(Ignatius Kögler, 1680-1746)與徐懋德(Andreas Pereira, 1690-1743)，「百般周旋」後得數本天文曆法著作，包含《數理精蘊》。⁴⁰另外，1784 年，李承薰在北京受洗為天主教徒，並攜帶書籍數十卷返回漢城，奠定朝鮮教會之基礎。他帶回朝鮮的書中，也包含了《數理精蘊》。⁴¹《數理精蘊》在 18 世紀後半逐漸成為天文曆算工作者的必備工具書。⁴²後來它在 1818 年也成為天文官取才的考試科目，並成為一般算學家必讀的文本。⁴³

由此可見，在時序進入 18 世紀後，《精蘊》中的算學知識逐漸成為朝鮮算家的標準知識，最遲在 19 世紀初也正式成為朝鮮王朝的算學正典。對於這部算學的研究、使用與轉化，我們可以從 19 世紀前半朝鮮王朝算學家南秉吉的著作中看出。

三、南秉吉之生平與算學研究概說

南秉吉，亦名相吉，字元裳、子裳，號六一齋、晚香齋，本貫宜寧。南氏生於 1820 年(純祖二十年)，卒於 1869 年(高宗六年)，父親為南久淳 (1794-1853)，母親是永安府院君金祖淳的女兒，其兄為南秉哲。

南秉吉所處的 19 世紀初葉至中葉，兩班貴族人口較朝鮮王朝初期為多，但政府體制無法讓所有的兩班都在朝為官，所以許多兩班因為無法通過科舉，世代居住鄉間，成為地方士紳，甚至小型自耕農，這些人稱為「殘班」。⁴⁴所以，身為兩班，並不保證一定能保有貴族統治階級的地位。

然而，南秉吉的出身家世，讓他不但不至於淪落為殘班，還能歷任中央政府

³⁸ Jami, 1996, pp.460-464; 韓琦，1993，頁 3。

³⁹ Jun, Yong Hoon, 2006, pp.483.

⁴⁰ 洪萬生，〈數學文化的交流與轉化：以韓國數學家南秉吉的《算學正義》為例〉，《師大學報：人文與社會類》48 期（2003）頁 26。

⁴¹ 參閱蔡茂松，1995，頁 521；李儼，〈從中算史上看中朝文化交流〉，收入《中算史論叢》第 5 集，頁 563。

⁴² <http://sillok.history.go.kr/> 〈正祖實錄〉十五年十月二十七日戊辰條。

⁴³ 參閱拙著 Ying, Jia-Ming, *The Kujang sulhae* 九章術解：Nam Pyōng-Gil's reinterpretation of the mathematical methods of the *Jiuzhang suanshu*. *Historia Mathematica*, 38 (2011), pp.7. 以及 Oh, Young Sook, "Suri chōngon pohae (數理精蘊補解): An 18th Century Korean Supplement to *Shuli jingyun* (數理精蘊)". In W. S. Horng, Y. C. Lin, T. C. Ning & T. Y. Tso (Eds.), *Proceedings of Asia-Pacific HPM 2004 Conference*, (Taichung: National Taichung Teachers College, 2004).

⁴⁴ Eckert et al, 1990, pp.180-181.

重要職位。南氏父母雙方的家世，在當時的朝鮮社會都屬「高貴」。南秉吉本貫所屬的宜寧南氏，歷代家族有多位成員任三品以上「顯職」。南秉吉的十八世祖南在是朝鮮王朝初期的領議政（正一品，相當於「宰相」）。⁴⁵南在的胞弟南闇更是在 1392 年擁立李成桂建立朝鮮王朝的開國功臣之一。⁴⁶由此可見宜寧南氏在朝鮮貴族中的地位。

至於南秉吉母親一方，則更是掌握當時權力的核心。朝鮮王朝當時有所謂「勢道政治」，意即外戚專權。1800 年，純祖（1800 年至 1834 年在位）十二歲幼齡即位，受先王遺託的金祖淳開始掌握政權。金祖淳將女兒嫁給純祖作王妃，自此，外戚安東金氏之勢道政治於焉展開，中央政府要職幾乎被金氏一族獨占。之後，純祖孫憲宗（1834 年至 1849 年在位）即位，憲宗母親的家族豐壤趙氏的勢道取代安東金氏的勢道。哲宗（1849 年至 1863 年在位）時，政權又再度回到安東金氏一族手中。⁴⁷南秉吉的母親是安東金氏之首金祖淳之女，所以，雖然金氏獨佔政府大多數重要職缺，但南秉吉的家族也可能因為是安東金氏的姻親，得以不被排拒於中央政府之外。

南秉吉的家族家世顯赫，加上與安東金氏的關係，使之在 19 世紀前半從未離開政治核心。南秉吉的兄長南秉哲曾任吏曹判書兼大提學。南秉吉本身的仕途亦尚稱順遂，以下為《朝鮮王朝實錄》中所記載，南秉吉的從政歷程：

1848 年 增廣別試文科乙科及第

1850 年 增廣文科殿試丙科及第

1856 年 成均館大司成（正三品）

1857 年 黃海道觀察使（從二品）

1860 年 觀象監提調嘉義大夫前吏曹參判同知成均館事（從二品）⁴⁸

1861 年 刑曹判書（正二品）

1862 年 議政府左參贊（正二品）

1864 年 水原留守（正二品）⁴⁹

⁴⁵ 《增補文獻備考》〈帝系考〉，頁 6。

⁴⁶ 蔡茂松，1995，頁 22。

⁴⁷ 簡江作，《韓國歷史》（臺北：五南出版社，1998），頁 353；Eckert et al, 1990, pp.178。

⁴⁸ 「觀象監」為禮曹所屬衙門，掌天文、地理、曆數、占算、測候、刻漏等事。其主管稱「正」，而其上位之堂上官，二品以上稱提調。因此，南秉吉在 1860 年所擔任的職位，或許可以稱為「國立天文台長」。參考蔡茂松，1995，頁 99-101。

⁴⁹ 以上《朝鮮王朝實錄》內容，皆轉引自張復凱，《從南秉吉(1820-1869)《緝古演段》看東算史上天元術與借根方之「對話」》，〈國立臺灣師範大學數學系碩士論文，2005〉，頁 11-12。

1865 年 漢城府判尹（正二品）（兼）藝文館提學（從二品）⁵⁰

1866 年 禮曹判書（正二品）⁵¹

1869 年 吏曹判書（正二品）、漢城府判尹（正二品）⁵²

由以上這些經歷，可以看出南秉吉一生做了許多「大官」，包含與「國立大學」成均館有關的成均館大司成、同知成均館事，與天文曆算有關的「國立天文台長」觀象監提調，以及「部長級」的刑曹判書、禮曹判書與吏曹判書，在 1862 年，他甚至任職議政府左參贊。議政府是國王以下最高權力機構，設領議政一名，左右議政、左右贊成、左右參贊各一名。⁵³也就是說，至少從政府體制來看，南秉吉曾經是朝鮮王朝中央政府最有權力的七個人之一。⁵⁴

南秉吉一生寫下許多算學與天文學著作。算學著作有：《緝古演段》、《無異解》、《測量圖解》、《算學正義》、《劉氏勾股述要圖解》、《九章術解》、《玉鑑細艸詳解》；天文學著作有：《中星新表》(1853)、《恒星出中入表》(又名《推步法》)(1854)、《量度儀圖說》(1855)、《時憲紀要》(1860)、《星鏡》(1861)、《推步捷例》(又名《七政步法》)(1861)、《春秋日蝕考》、《太陽更漏表》(又名《太陽出入表》)。

南秉吉一生寫下至少七部算學著作。以下分別簡介其內容。

《緝古演段》(1854 或 1855)⁵⁵

根據《緝古演段》的序文，此書成於《借根方蒙求》(1854)之後，又根據《無異解》的跋文，《緝古演段》成書於《無異解》(1855)之前。所以，《緝古演段》成書的時間在 1854 或 1855 年。南秉吉撰寫《緝古演段》的原因，可從南秉吉的自序中了解：

近讀鮑氏《知不足齋叢書》所在《益古演段》，其卷尾有元和李銳跋曰：「唐·王孝通《緝古算經》世稱難讀，太史造仰觀臺以下十九問，術文隱秘，未易鑽尋。以立天元一御之，則其中條理固自秩然，無

⁵⁰ <http://sillok.history.go.kr/> 〈高宗實錄〉二年二月二十六日壬辰條、二年三月二十六日辛酉條。

⁵¹ 南秉吉的這段經歷是從《朝鮮王朝實錄》以外的來源發現的。1866 年，南秉吉為李慶民的《熙朝軼事》寫序，署名「正憲大夫禮曹判書南秉吉」。參閱國家圖書館善本書號 02649。

⁵² <http://sillok.history.go.kr/> 〈高宗實錄〉六年一月十四日丙戌條、六年五月二日癸酉條。

⁵³ 蔡茂松，1995，頁 91。

⁵⁴ 不過，1864 年，哲宗（1863 年至 1907 年在位）的親生父親大院君掌權之後，實行了數項強化王權的改革，將安東金氏趕出權力核心之外。或許也是因為如此，南秉吉在 1864 年被外放到漢城南方的水原。參閱 Eckert et al, 1990, pp.192-193.

⁵⁵ 關於《緝古演段》詳細的內容分析，可參考張復凱，2005。本章對此書之介紹，除另有腳注外，亦均引用此論文。

可疑惑。由是愈歎天元術之妙。嘗倣演段之例為《緝古算經衍》一書，急欲刊以問世，忽忽猶未暇及。」見此說，甚惜其有成書而未刊，而時李君志叟適有《借根方蒙求》之述，蓋借根方即天元一法也。余乃以借根方法，擬李氏書算之就。⁵⁶

由上可知，南秉吉從李尚嫻的《借根方蒙求》中，獲悉「借根方即天元一法也。」的道理。⁵⁷於是，當得知李銳在尚未出刊的《緝古算經衍》裡，以天元術來解讀《緝古算經》裡 19 個艱深的數學問題時，南秉吉便想要試著以「同樣」的方法—借根方—來模擬李銳在《緝古算經衍》裡的數學成就。筆者認為，同時他也可以「展示」天元術與借根方的確是同樣的方法。

《無異解》(1855)⁵⁸

《無異解》成書於 1855 年。⁵⁹從序中可以知道，南秉吉撰寫此書的主要目的：

古立天元一術，即今之借根方法也。嘉慶間元和李銳算校《測圓海鏡》、《益古演段》，其按云：『借根方出於立天元術，其加減乘除並同，惟此相消法與借根方兩邊加減則有異。』此說甚惑矣！蓋天元術則相消後歸之一行而正負相當，借根方法則加減後仍分兩邊而彼此相等。（中略）表裏錯綜間，何有異哉！夫相消法文簡而不言肯綮，加減法論詳而明辨條理。縱有詳約，理則一貫也。⁶⁰

所以，南秉吉寫《無異解》，是因為他看到了李銳認為兩種方法有異，但他不同意，所以要說明天元術與借根方「無異」。南秉吉從《益古演段》和《測圓海鏡》中挑出了七個問題，針對其中李銳所寫的〈銳案〉，特別是有關天元術和借根方裡的「相消」和「加減」的部分，給予評論。

《玉鑑細艸詳解》(18??)

《玉鑑細艸詳解》一書，由於目前僅存手抄本，且不含序、跋，所以成書年代不詳。此書主要是討論朱世傑《四元玉鑑》中的部分題目。《四元玉鑑》在 19 世紀初重新刊刻，它的內容非常精簡，十分不易理解。羅士琳(1789-1853)在 1837 年出版《四元玉鑑細艸》，為《四元玉鑑》提供計算過程，並成為研究《四元玉鑑》者必讀的文本。這本書不久傳入韓半島，南秉吉在閱讀之後寫下了《玉鑑細

⁵⁶ 金容雲主編，1985，第 5 卷，頁 251-252。

⁵⁷ 李尚嫻在《借根方蒙求》的序言中提到：「借根方，泰西算術也。本名阿爾熱巴達，譯云東來法，則中國之立天元一法耳。」

⁵⁸ 關於《無異解》詳細的內容分析，可參考洪萬生，2000。本章對此書之介紹，除另有腳注或說明外，亦均引用此論文。

⁵⁹ 成書年代以序末的「乙卯孟秋六一齋主人序。」及跋文的「咸豐乙卯重陽節後學蓮城李俊養謹跋。」作為判斷依據。

⁶⁰ 南秉吉的序文引自金容雲主編，1985，第 6 卷，頁 193-194。

艸詳解》，為羅士琳的著作中部分題目增加更多計算過程，也在羅士琳細草字句間加入一些說明。《玉鑑細艸詳解》將《四元玉鑑》中部分的題目與羅士琳給那些題目的細艸照錄，但《四元玉鑑》原本的「艸曰」（計算過程）不錄，可能是南秉吉認為羅士琳的細草可以取代原文。《玉鑑細艸詳解》從兩儀化元、三才運元、四象會元各一問開始，分別展示二、三、四個未知數的計算方法。接下來內容分為〈左右逢元〉五問、〈三才變通〉四問、〈四象朝元〉三問。⁶¹《玉鑑細艸詳解》的部分題目也收入南秉吉的《算學正義》中。

《測量圖解》(1858)⁶²

從《測量圖解》的序中，可看出本書成於「戊午」年，也就是 1858 年。⁶³《測量圖解》是南秉吉對中國古代經典算書中測望類問題所做的評論。《測量圖解》的內容。本書正文分為三部分，第一部份為〈九章重差〉，共有八題，題目節錄自《九章算術》卷九句股章第 17 問至第 24 問；第二部分為〈海島算經〉，共有九題，即中國算書《海島算經》中的 9 題；第三部分為〈數書九章測望類〉，共有九題，問題取自秦九韶《數書九章》內〈測望類〉的題目。全書體例大致相同，先是古算經的問題與術文，在〈九章重差〉的術文後附有劉徽注，〈海島算經〉術文後附有李淳風注。在全本的每一題術文與古人註解之後，則是南氏自己的「圖解曰」，也就是南秉吉利用圖形來做的解釋。他的解釋基本上是運用近代的相似形（「同式形」）理論，而非劉徽的「出入相補」與「重差術」來推理解題。

《九章術解》(1864?)

《九章術解》是在《九章算術》於 19 世紀中葉重新傳入韓國之後，南秉吉對之所作的注解書。從南秉吉的跋文之中，我們可以看出他撰寫《九章術解》背後的想法：

九章算術，數學之鼻祖也，劉徽注之，李淳風釋之，然俱多未曉處，抑或繡出鴛鴦而藏其金針之意歟，注釋所以啟來者，而終莫能端倪。故余因原術解之，發明其萬一，未敢為覺後覺，而使好學者庶其易曉云爾。⁶⁴

由此可見，南秉吉不完全滿意劉徽（約 263 年）與李淳風(602-670)的註釋，他希望學習者可以更容易理解《九章算術》原本的術文，所以才寫下這本書。南秉吉對《九章算術》的原文照錄，但刪去其他版本必備的劉、李注，而是在術文後面加上自己的注解。

⁶¹ 南秉吉，《玉鑑細艸詳解》（日本東北大學收藏善本書）。

⁶² 關於《測量圖解》詳細的內容分析，可參考郭守德，《朝鮮算學家·南秉吉《測量圖解》初探》，（國立臺灣師範大學數學系碩士論文，2007）。

⁶³ 金容雲主編，1985，第 5 卷，頁 369。

⁶⁴ 同上引，第 6 卷，頁 495。

《劉氏勾股述要圖解》(186?)⁶⁵

《劉氏勾股述要圖解》是南秉吉專論勾股術的作品。從南秉吉的自序中，我們知道李尚懌「曾見某家有《勾股述要》，故紹介得見，乃寫本，而編名以劉氏焉」。後來南秉吉臥病在家，一時得閒可以將這本書「搜出玩繹」。他認為勾股是「面體諸形之所宗」，「其用無涯，其法多端」，「可以制器，可以治水，可以揆日」所以應該好好學習。然而他認為「我東素乏文獻，至於數學尤不知可□，豈或東人之湮滅無稱者耶」！後來他看到這本《勾股述要》，作者劉氏是何人不詳，但南秉吉浪漫地猜測，這個劉氏可能就是在康熙年間清國官員何國柱訪問朝鮮時，與其論算的洪正夏門徒劉壽錫。因為「人雖不傳，書不可不傳」，所以「茲具圖解，使人易曉」，於是他將此書與自己的圖解印刷出版。⁶⁶

《算學正義》(1867)⁶⁷

《算學正義》可能是南秉吉所寫下的最後一部算書，也是包含內容最廣的一部。《算學正義》是南秉吉與李尚懌合作的算書。⁶⁸寫成於 1867 年。⁶⁹全書除了〈序文〉、〈提綱〉、〈目錄〉之外，共分上、中、下三編，分別有 18、12、4 節。至於作者編撰之目的，則如南氏在序中所言：

古之算書簡而能賅，通而不黷，然理奧術隱，辭高旨遠，後生蒙士不能端倪而究其源。

於是他「發凡起例，條分類析，庶使後學開卷一覽，易曉古人立法之意」。⁷⁰

《算學正義》全書上、中、下三編。上編共有〈度量衡〉、〈雜率〉、〈加法〉、〈減法〉、〈乘法〉、〈除法〉、〈命分法〉、〈約分法〉、〈通分法〉、〈開平方法〉、〈帶縱平方法〉、〈開立方法〉、〈帶縱立方法〉、〈諸乘方法〉、〈勾股率〉、〈各面率〉、〈各體率〉、〈堆垛率〉等十八篇，中編共有〈異乘同除〉、〈同乘異除〉、〈同乘同除〉、〈按分逆折差分〉、〈按數加減差分〉、〈和數差分〉、〈較數差分〉、〈和較差分〉、〈盈朒〉、〈雙套盈朒〉、〈借徵〉、〈方程〉等十二篇，下編則有〈測量〉、〈天元一〉、〈多元〉、〈大衍〉等四篇。至於如此編排的原因，可以從〈提綱〉中看出：

名義、定率即必需之資，而加、減、乘、除為算學之門戶，苟未練熟，不可以語算。故度量衡居其首，雜率次之，加、減、乘、除、

⁶⁵ 關於《劉氏勾股述要圖解》詳細的內容分析，可參考謝佩珍，2003；Horng, 2002。

⁶⁶ 南秉吉的序文引自金容雲主編，1985，第 6 卷，頁 3-4。

⁶⁷ 關於《算學正義》詳細的內容分析，可參考洪萬生，2003；陳春廷，《東算家南秉吉《算學正義》之內容分析》，(國立臺灣師範大學數學系碩士論文，2007)。本章對此書之介紹，除另有腳注或說明外，亦均引用這兩篇論文，以及張復凱，2005。

⁶⁸ 〈《算學正義》序〉中提到「李君志叟釐正編修」，而正文各編的開始處皆有「宜寧南秉吉編撰、陝川李尚懌校正」。參考金容雲主編，1985，第 7 卷。

⁶⁹ 成書年代以〈《算學正義》序〉末的「丁卯夏自序」可知。

⁷⁰ 金容雲主編，1985，第 7 卷，頁 3。

通分、開方諸法又次之。而勾股及面體、堆垛，雖費探蹟之工，亦係定率，故以之殿焉，皆算之法也。上編專論立法。比例為用算之綱領，而錯糅互雜、高深廣遠。御之稍難，故異乘同除居其首，各種差分、盈朒、方程次之，測量諸術又次之。而立元及大衍，則算家之極致，故以之殿焉，皆算之理也。中、下編專論明理。譬諸文字立法，則音釋平仄，而至於勾股以下，汎濫於作家矣。明理則章句敘述而立元，殆筆墨之化境歟？⁷¹

由此可見，本書上編「專論立法」，中、下編則「專論明理」。所以上編介紹了如加、減、乘、除、開方等運算法則，以及「帶從開平方」、「帶從開立方」等解方程式所需的方法，還有與分數相關的「命分法」等方法，為中、下編作準備。

中編一開始，作者自己就說：「異乘同除者，四率比例也」，預告了他要以比例原理貫穿中編全局。⁷²至於進入下編的「天元一」，「究其實則亦不乎比例之理」，並且「正負之號略同〈方程〉而交變無常，必辨同異，歸之相當而已」。⁷³接著引入「多元」，因為「天元固能御諸法，而多元則又能御天元之所不能御」。⁷⁴最後，再以「九章之所未及，天元之所未馭」的「大衍」壓軸。⁷⁵

綜觀全書，從體例與結構來看，本書由淺入深，由數學概念、規約之說明，到算法與算理之引進，其上、中編可謂之算學入門的著作。從李尚懋所寫的〈提綱〉之中，也可印證作者希望讀者要如何利用本書學習數學。不過，到了下編的「天元術」、「四元術」、「大衍術」來說，他所訴求的目標讀者，絕對不會是一般平民或商人，而是像李尚懋一樣的中人算學者或與他相仿的儒家明算者。這也可以看出，南秉吉推廣算學的對象，主要是朝鮮的知識份子。另外，南秉吉其他的算學著作大都是對古典算學的討論或注解，唯獨《算學正義》這一部書是由極淺入極深，且幾乎涵蓋當東算所有重要算學方法與問題。所以，筆者認為，南秉吉可能是把他人生最後一部算書，寫成一部可讓兩班與中人階級學子學習數學的教科書，並且將之視為對算學的總體整理。

四、《九章術解》、《算學正義》與朝鮮算學正典

南秉吉在人生最後數年寫下的《九章術解》與《算學正義》，其內容告訴我們，南秉吉或許不是全盤接受來自中國的官方算學正典，而是有自己的取捨。

任何一位讀者翻閱《九章術解》，都會注意到本書開頭有劉徽的序，但是正

⁷¹ 同上引，頁 5-6。

⁷² 同上引，頁 171。

⁷³ 同上引，頁 375-376。

⁷⁴ 同上引，頁 467。

⁷⁵ 同上引，頁 501。

文裡面完全沒有劉徽或李淳風的注解。⁷⁶在前一節裏，筆者曾引用南秉吉為《九章術解》所寫的跋文，說明南秉吉並不滿意劉、李注。所以，他可能會使用與劉、李不同的語言與算學進路來注解《九章算術》。綜觀《九章術解》全書中南秉吉的注解，筆者認為，南氏注解有下列三個特色：(1)使用當代語言重新注釋並給予計算過程；(2)以中西融合的數學知識來注解《九章算術》；(3)以一貫訴諸直覺的論證風格寫作，並迴避劉、李注中的極限方法。關於《九章術解》的綜合分析，可參閱拙著(Ying, 2011)。

前段(2)中之「中西融合的數學知識」，主要是來自《精蘊》，且南秉吉也捨棄了劉、李注許多的算學內容，包含他們的極限方法。由此可見，南秉吉在注解《九章算術》時，是將其視為一歷史文件，而非算學正典。他用當代通用正典內的知識為其注釋，顯見他希望告訴當代的算家，《九章》雖為古代算學精華所在，但使用當代的知識就可以完全理解之，從而當代算家就無須重新學習古代的方法。

《算學正義》則是南秉吉寫下的最後一部算書，內容包含大多數當時重要的算學知識。一個有趣的問題是：在當時已經有清帝國與朝鮮王朝公認的算學正典《數理精蘊》，那麼為何南秉吉還要寫一部類似「算學百科」的著作呢？筆者認為，答案不在兩部書大部分主題重疊的地方，而在兩者不同的章節，也是代數方法的部分。在此部分，《精蘊》使用的是前述的「借根方比例」，而《算學正義》包含的則是「天元」與「多元」。

關於「天元術」，可以用現代的代數語言來解釋。其實它與現代列方程式的方法極為類似：首先，「立天元一為某某」，就是「設 x 為某物」，接著根據問題給的條件，列出兩個相等的多項式，在令兩者相消（即相減），即可得一個「開方式」，也就是等號一端為零的方程式。最後，古代數學家用「增乘開方法」，也就是相當於現代數學中稱為「霍納法」(Horner's method)的數值方法，將未知數求出。下面以一例示範天元術解題的過程。⁷⁷

天元術的多項式，通常是在一次項旁記一「元」字，或在常數項旁記一「太」字，乘冪可由高排到低。因此，以下兩個籌式均代表 $x^2 + 32x + 256$ ：



⁷⁶ 事實上，在所有筆者能收集到在中國與韓國的《九章算術》版本中，《九章術解》是唯一不含劉、李注的版本。這也是為什麼《九章術解》有研究價值的原因之一。

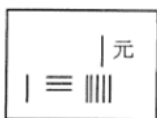
⁷⁷ 此題與現代符號解答，均轉引自洪萬生，《孔子與數學：一個人文的懷想》（臺北：明文書局，1999），頁 162-166。

接下來，筆者舉出十三世紀數學家金帝國數學家李冶(1192-1279)的著作《測圓海鏡》(1248)中的一題，來看天元術的解題過程。

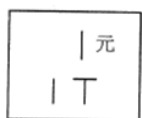
(假定有圓城一所，不知周徑。)丙出南門，直行一百三十五步而立。甲出東門，直行一十六步見之。(問徑幾何?)

底下筆者把李冶解法原文至於左邊，右邊則以現代符號說明。

草曰：立天元一為半城徑，副置之，上



加南行步，得 為股。下位加

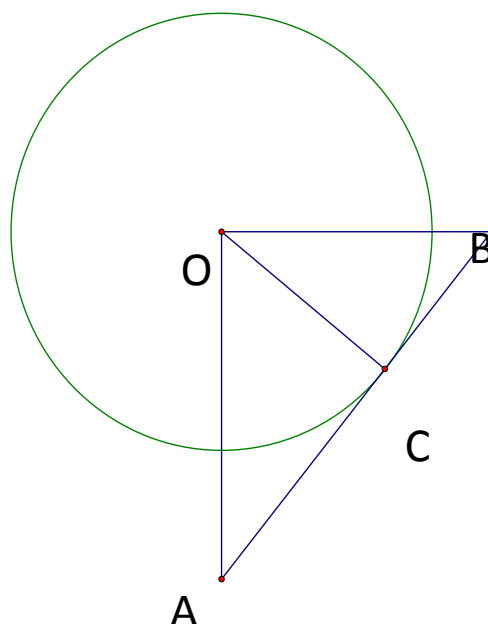


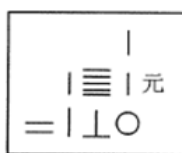
東行步，得 為勾。

設 x 為圓城半徑，則

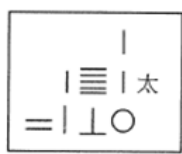
$$\text{股 } OA = x + 135$$

$$\text{勾 } OB = x + 16$$

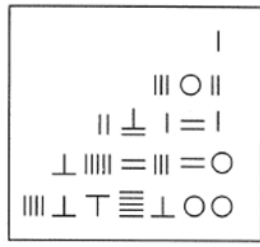


勾股相乘得  為直積一段

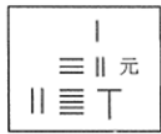
$$OA \times OB = (x + 135)(x + 16) = x^2 + 151x + 2160$$

以天元除之，得  為弦

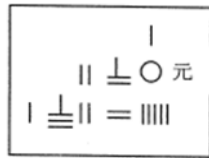
$$AB = OA \times OB \div OC = (x^2 + 151x + 2160) \div x = x + 151 + 2160x^{-1}$$



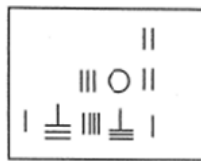
以自乘之得
為弦
幕，寄左。



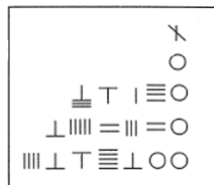
乃以勾自乘之得



又以股自之得



兩位相併得
為同數。



與左相消，得
益積開三
乘方，得一百二十步即半城徑也。

$$AB^2 = x^2 + 302x + 27121 + 652320x^{-1} + 4665600x^{-2}$$

(左式)

$$OB^2 = (x+16)^2 = x^2 + 32x + 256$$

$$OA^2 = (x+135)^2 = x^2 + 270x + 18225$$

$$OA^2 + OB^2 = 2x^2 + 302x + 18481 = AB^2$$

與「左式」相消，得

$$-x^2 + 8640 + 652320x^{-1} + 4665600x^{-2} = 0$$

改列四次方程

$$-x^4 + 8640x^2 + 652320x + 4665600 = 0$$

以霍納法計算，得 $x = 120$ (步)，即為圓城的半徑。

由此例可以看出，天元術是以算籌所代表的數字為工具，並在不同位置表示未知數不同次方的係數。每個籌式基本上都是「多項式」，只不過因為最後的籌式會等於 0，所以將之視為「方程式」。

至於「四元術」，則是出現於元帝國數學家朱世傑所著《四元玉鑑》(1303) 之中。四元術基本上是将天元術推廣至四個未知數，在平面上以「太」為中心，在

上下左右四個方向上分別代表四個不同未知數的乘幂，而平面上其餘的位置則代表不同未知數相乘的各項。

地 ² 物 ²	地物 ²	物 ²	人物 ²	人 ² 物 ²
地 ² 物	地物	物(w)	人物	人 ² 物
地 ²	地(y)	太	人(z)	人 ²
天地 ²	天地	天(x)	天人	天人 ²
天 ² 地 ²	天 ² 地	天 ²	天 ²	天 ² 人 ²

圖 4.5.1. 四元術中未知數各次幂關係圖

例如， $-x^2 + 2x - xy^2 + 4y + 4z + xz = 0$ 即可表為 $\begin{matrix} & 4 & 太 & 4 & \\ & -1 & 2 & 1 & \\ & & & & -1 \end{matrix}$ 。⁷⁸

四元術的關鍵是四元消法，也就是如何將四個未知數逐步消成一個未知數之後以天元術解之。根據《四元玉鑑》卷首所載，四元消法大致分為「剔而消之」、「互隱通分相消」與「內外行相乘相消」等三步，基本上是以互乘相消逐步消去未知數。

在南秉吉 35 歲時所寫下的《無異解》，內容討論天元術與借根方，是南氏算學著作中較為早期的作品。其序言開宗明義就說：「古立天元一術，即今之借根方法也」。然而，後來南秉吉書學習到了四元術，並撰寫《玉鑑細艸詳解》時，可能已經注意到，借根方只能以一個未知數解題，但基於天元術的四元術，卻可以四個未知數解題，應用範圍顯然較廣。後來南秉吉寫的《算學正義》中，下編的〈天元一〉與〈多元〉，即以天元術與四元術為討論的內容。

在《算學正義》的〈天元一〉中，南秉吉一開始便提出說明：

天元一者，借數也。衰分疊借之術，可謂借數之巧，然無以御面、體。而此法假立一算於太極之下，或正或負，演其虛積，相消相長，脫其真數。線、面、體諸術，靡往不通，誠算家之奇門。而究其實則亦不越乎比例之理，故西人演之為借根方比例也。惟其虛積也故，太（即真數也）、元（即數根也）、諸方（平方立方之類）各占一層，加、減、乘、除必從其類。正負之號，略同方程，而交變無常，必辨同異，歸之相當而已。⁷⁹

⁷⁸ 這裏將籌算數碼轉換成印度·阿拉伯數碼。

⁷⁹ 金容雲主編，1985，第七卷，頁 375-377。

當比較《數理精蘊》卷三十一中對借根方的描述：

借根方者，假借根數、方數以求實數之法也。凡法必借根、借方，加減乘除，令與未知之數比例齊等，而本數以出。大意與借衰、疊借略同，然借衰、疊借之法，止可以御本部，而此法則線、面、體諸部皆可御之。

80

可以發現，南秉吉在此處對天元術的說明，倚賴著《數理精蘊》中借根方的知識。他仍用借根方的術語「真數」、「根」等來解釋天元術的「太」、「元」等名詞。事實上，南秉吉也指出天元術與借根方的解題方式，本質上皆「不越乎比例之理」。

在陳述了天元術解題的原理之後，南秉吉接著利用例題來說明天元術的解題方式。其中，在第一題和最後一題中，於天元術解題完成後，另外附上借根方的解法。現在以最後一題「今有小縣，上元張燈。每二十五家令造一燈，計田畝為燈數自乘再乘積又多八千二百畝，每三畝收燈，每一箇工米五勺，以共米均排每戶一斗，餘有四斛。問燈數、戶數、田數、米數各幾何？」為例，⁸¹說明南秉吉此處的作法：⁸²

南秉吉先是以天元術解題：

法立天元一為燈數，仍自乘再乘又加八千二百畝為田數(八千二百太一立方俱正)，又五因燈數(即天元)，以乘之為三倍共米數(四萬一千元五三乘方俱正)寄左。以二十五乘燈數為戶數(二十五元正)，仍以一斗(即一千勺)乘之，又加四斛(即四萬勺)為共米數(四萬太二萬五千元俱正)，又三之亦為三倍共米數(十二萬太七萬五千元俱正)，與寄左相消得式(十二萬太三萬四千元俱負五三乘方正)，開三乘方得燈數。以二十五乘之，得戶數。仍以一斗乘之加四斛得共米數，又以燈數自乘再乘，加八千二百畝得田數。⁸³

令 $x =$ 燈數， $x^3 + 8200 =$ 田數

$(x^3 + 8200)(5x) = 5x^4 + 41000x =$ 三倍共米數

$[(25x)(1000) + 40000](3) = 75000x + 120000 =$ 三倍共米數

$5x^4 - 34000x - 120000 = 0$

開三乘方得 $x = 20 =$ 燈數，戶數 = $(20)(25) = 500$ ，共米數 = $(500)(1000) + 40000 = 540000$ 勺 = 54 斛，田數 = $20^3 + 8200 = 16200$ 畝。

隨後立即以借根方解題：

⁸⁰ 郭書春主編，1993，第三卷，頁 940。

⁸¹ 金容雲主編，1985，第七卷，頁 464。

⁸² 本題的解讀引自張復凱，2005，頁 101-102。

⁸³ 同上引，頁 465。

以借根方法演之，則借一根為燈數，二十五根為戶數，一立方多八千二百真數為田數。以五根乘田數得五三乘方多四萬一千根為共米數之三倍也。以一斗乘戶數二十五根，加四斛，仍三之，得七萬五千根多十二萬真數為同數，於是兩邊各減四萬一千根得五三乘方與三萬四千根多十二萬真數等，並以五除之得一三乘方與六千八百根多二萬四千真數等。用帶縱三乘方法開之得燈數。⁸⁴

令 $x =$ 燈數， $25x =$ 戶數， $x^3 + 8200 =$ 田數，

$$(x^3 + 8200)(5x) = 5x^4 + 41000x = \text{三倍共米數，}$$

$$[(25x)(1000) + 40000](3) = 75000x + 120000 = \text{三倍共米數，}$$

$$5x^4 + 41000x = 75000x + 120000，$$

$$5x^4 - 34000x = 120000，$$

用帶縱三乘方法開之得 $x = 20 =$ 燈數。

這樣的編寫方式，應當是希望在兩種方法的對比下，讓讀者清楚兩者相同與相異之處。這亦可徵之此題解題完成後的「按」，其內容為：

真數即太也，根即元也，多少即正負也，是借根方法即天元一法。故西人謂之阿爾熟八達，譯云東來法也。但相消得式者，相消相長歸之一行，將隔行之異名變為同名，隔行之同名變為異名，終焉法實異號而得異減同加之式也；兩邊加減者，明其或加或減，仍歸同數之理而已，初不語到算式也。⁸⁵

指出在天元術「兩式相消」前，「借根方法即天元一法」。但在接下來的解題過程，天元術為「相消得式者，相消相長歸之一行，將隔行之異名變為同名，隔行之同名變為異名，終焉法實異號而得異減同加之式也」，而借根方則為「兩邊加減者，明其或加或減，仍歸同數之理而已，初不語到算式。」道出了兩者在「兩式相消」與「兩邊加減」上的不同。⁸⁶筆者認為，這樣的看法，將南秉吉自己在《無異解》中的觀點做了些微的修正。南秉吉仍然維持兩種方法相同的意見，但他也看出了天元術相消後為一「算式」（多項式），但借根方兩邊加減所得並非「算式」。

南秉吉意見的修正，在論及「多元」時也可隱約看出。南秉吉在〈多元〉中未以借根方的術語或觀念解題。筆者相信，這是南秉吉認識到，借根方基本上是使用單一未知數的代數方法，而四元術可以有一至四個未知數。所以，雖然南氏並未明白修改兩種方法相同的意見，但他也了解到天元術可以擴充至四元術。這也是為甚麼他在《算學正義》中，並未將借根方單獨列為一章，而僅將《數理精蘊》介紹之借根方作為天元術的「背書」，然後再將天元術擴充討論到「多元」。

⁸⁴ 同上引，頁 465-466。

⁸⁵ 同上引，頁 466-467。

⁸⁶ 張復凱，2005，頁 102。

南秉吉在《算學正義》中對天元術與借根方的處理，是先以借根方為天元術背書，然後在將天元術擴充至多元。筆者認為，在這裡可以看出，南秉吉是希望以天元術取代借根方而成為朝鮮標準的代數方法，進而讓《算學正義》成為朝鮮的算學正典。

希望讓《算學正義》成為正典的想法，也可在南秉吉在人生最後一年(1869)為趙義純的《算學拾遺》的序中隱約看出：

數學代有作者，後出輒巧，盛於唐宋。逮夫皇明，唐荆川、顧箬溪雖有論述，僅得守殘抱闕，不絕如線。隆萬之際，西人幾何之術，大鳴於世，耳目一新。自時厥後，王曉庵、梅勿庵、江慎修、焦里堂諸賢，或專門用功，或治經傍通。李尚之、宋勉之、羅茗香、易蓉湖相繼辨析，而阮芸臺已經術文章，發揮而暢明之，算家奧旨，似無餘韻。節度趙君，就勾股弧角之象，天元多元之數，反覆解說，多所補遺，而斜弧三角形，純角純邊之用假數算，由切於用，嘉惠後學之功甚鉅。苟非質厚而疏朗，積之既富，出之甚易者，安能以韜衿之地，有此經為之論哉？余嘗有《緝古演段》、《測量圖解》、《算學正義》等諸書之述，又取《劉氏勾股述要》、洪氏《九一集》、李生《算學管見》及《翼算》，印而布之。其於象數，雖無獨到之處，亦可謂學之勤而好之篤矣！近得此書而讀之，莫逆於心，亟付刻□。蓋古算明於正負，西法長於比例，而我東寥寥之餘，能解唐顧之所未解，能發李宋之所未發。數故無窮，而才故難量也。將見東方之學者，永有標準，拔茅彙進，無愧於中國，豈不重可幸歟！⁸⁷

序文中除了介紹《算學拾遺》的內容之外，另外也提到為了推廣算學研究，南秉吉極可能用自己的財力將其他算學著作「印而布之」，希望讓它們廣為流傳。在上面序文接近尾聲時，南秉吉也提到了「標準」。《算學拾遺》的內容包含「勾股弧角之象，天元多元之數」與「斜弧三角形」等，可見南氏認為「天元多元之數」可視為標準的一部份。然而，《算學拾遺》的內容不如《算學正義》包羅萬象，且南秉吉在此序的前半也提到他的《算學正義》，顯見他隱約地表示，他心中讓朝鮮學者「無愧於中國」的「標準」，應該是《算學正義》。換句話說，他希望這本書成為朝鮮王朝的算學正典。

五、結語

統一新羅時期，算學正典為《九章算術》、《綴術》、《六章》與《三開》。高麗王朝的算學正典則為《九章算術》、《三開》、《綴術》與《謝察微算經》。朝鮮

⁸⁷ 金容雲主編，1985，第八卷，頁3-4。

王朝初期，算學的正典是算學取材科目中的宋元算書，裏面介紹了古典中算的內容，包含以籌算為基礎的天元術。17 至 19 世紀東算的發展承繼這個傳統，保存了宋元算書中古典中算的知識。然而，18 世紀中期之後，《數理精蘊》同時被清帝國與朝鮮認定為官方算學正典，而其中的知識也成為算學家共通的背景。因此，當南秉吉著作算書時，我們明顯可以看到，大多數算學方法的源頭都是來自《數理精蘊》。唯一的例外是天元術。當南秉吉在晚年寫下包含東算所有重要內容的教科書《算學正義》時，其中的代數方法是透過借根方解釋的天元術，以及從天元術擴充所得的四元術。筆者認為，這是因為南秉吉想要為東算編出自己的正典。南氏認為「我東素乏文獻」，才會在官方已有《數理精蘊》為正典的情況下，仍然寫下包含各類深淺算學主題的《算學正義》。這部著作大多數的內容仍然來自《數理精蘊》，但講到代數方法，研究過四元術的南秉吉心中認為借根方已不足夠。他小心翼翼地不直接否定這個方法，反而藉由它為天元術背書，然後再介紹只能從天元術擴充而得的四元術。最後，《算學正義》這本代表東算價值的韓國數學正典於焉誕生。在為趙義純《算學拾遺》所寫的序中，也可隱約看出這樣的與正典有關的想法。在這篇序中，他除了稱讚趙義純之外，也提到自己寫的幾本書，包含《算學正義》，最後還提到「將見東方之學者，永有標準」。可見得，他認為自己的著作或許可以成為韓國數學的「標準」，也就是 19 世紀朝鮮算學的正典。

主要引用書目

傳統文獻

- 南秉吉，《九章術解》，1864?，收入金容雲主編，《韓國科學技術史資料大系-數學篇》第 6 卷，서울：驪江出版社，1985。
- 南秉吉，《算學正義》，1867，收入金容雲主編，《韓國科學技術史資料大系-數學篇》第 7 卷，서울：驪江出版社，1985。
- 康熙等，《御制數理精蘊》，1723，收入郭書春主編，《中國科學技術典籍通彙》數學卷第 3 分冊，鄭州：河南教育出版社，1993。
- 趙義純，《算學拾遺》，1867，收入金容雲主編，《韓國科學技術史資料大系-數學篇》第 8 卷，서울：驪江出版社，1985。

近人著述

- 朱立熙，《韓國史：悲劇的循環與宿命》，臺北：三民書局，2008。
- 金容雲、金容局，《韓國數學史》，東京：楨書店，1978。
- 洪萬生，〈數學文化的交流與轉化：以韓國數學家南秉吉的《算學正義》為例〉，《師大學報：人文與社會類》48(2003): 21-38。

張復凱，《從南秉吉(1820-1869)《緝古演段》看東算史上天元術與借根方之「對話」》，

臺北：國立臺灣師範大學碩士論文，2005。

郭世榮，《中國數學典籍在朝鮮半島的流傳與影響》，濟南：山東教育出版社，2009。

蔡茂松，《韓國近世思想文化史》，臺北：東大圖書公司，1995。

Ying, Jia-Ming “The *Kujang sulhae* 九章術解: Nam Pyöng-Gil's reinterpretation of the mathematical methods of the *Jiuzhang suanshu*.” *Historia Mathematica*, 38.1(2011):1-27.

Mathematical Canons in Korean History:
Judging from the Contents of the *Sanhak chǒngŭi*
算學正義 and the *Kujang sulhae* 九章術解

YING Jiaming*

Abstract

Nam Pyǒng-Gil(1820-1869) was an important mathematician near the end of the Chosǒn Dynasty (1392-1910). He wrote at least seven mathematical texts, including a reinterpretation of early imperial Chinese mathematics – the *Kujang sulhae* – and a “textbook” covering most of the important mathematical topics in contemporary Korea – the *Sanhak Chǒngŭi*. This paper discusses mathematical canons in Korean history as well as in Nam’s mind by investigating the prefaces, postfaces and mathematical contents in these two and some other mathematical works in his time.

During the Unified Silla period (668-935), the mathematics education system in the National Academy in Korea used *The Nine Chapters* and the *Zhui Shu* 綴術 as their textbooks, which made these two Chinese texts the earliest mathematical canons in Korean peninsula. In the early times of the Chosǒn Dynasty, *The Nine Chapters* was lost, and the official mathematical textbooks were replaced by the texts from China’s Song-Yuan period. And then, at the beginning of the 18th century, the imperially composed *Shuli jungyun* 數理精蘊 was recognized as the mathematical canon by both Qing China and Chosǒn Korea.

In the earlier periods of Nam’s career, he also treated the *Shuli jungyun* as the canon, and commentated on the reintroduced *The Nine Chapters* with the knowledge in it. However, in the later years of Nam’s, he realized that the algebraic method in the *Shuli jungyun* – “Jiegenfang” – can solve less problems than the algebraic method from the Song-Yuan texts – “Tianyuan Method”. Thus in his *Sanhak Chǒngŭi*, he replaced Jiegenfang with Tianyuan Method, and hope this text would become a mathematical canon in Korea.

* Department of Applied Mathematics, CYCU

《第九屆科學史研討會彙刊》

(臺北：中央研究院科學史委員會，2012)，頁 43-52。

簡述近百年來的一些「天擇」實驗

李學勇*

摘要

本文是根據達爾文重要的三本原著中的“天擇”含義，選擇手頭搜集到的科學實驗。從這些實驗的目的、方法與結果，討論一下對“天擇”原理的支持與說服的效力。

關鍵詞：達爾文、天擇、實驗

* 國立臺灣大學植物系退休教授、中華科技史學會會員

一、前言

2009 年是達爾文誕生的 200 年，全球學界（包括臺灣）都隨著大英博物館的號召發動 200 年誕辰紀念活動，包括研討會，演講會，展覽會，熱烈慶祝了一整年。依照筆者收到的傳導手冊，和在臺北參加的幾場展示及演講，所得到的印象大多偏重在達爾文的研讀經過，加上他的旅行紀錄，還有他「天擇說」辯論的勝利過程。很少提到《物種起源》的哲理義含以及對學術及社會的影響，更沒有正面或負面的檢討。尤其對於為解決學界的疑難與辯解也都省略不談。現在 200 年紀念已近尾聲。筆者希望借由 100 年來對「天擇說」的科學原理進行的若干實驗提出檢視，希望能從實驗的結果對「天擇說」的對錯做理論上的檢討，做為今後生命科學研究的基礎。

二、論述與辯證的基礎

本次所取得的實驗紀錄，都是為了要證實達爾文「天擇說」(Natural Selection)所作的具體實驗。大家所根據的原理都是由達爾文的原著中引起的疑問。主要的原著包括：

II -1 《物種起源》(On the Origin of Species by Means of Natural Selection ; or The Preservation of Favoured Races in the Struggle for life. 1859)

II -2《動物和植物在家養下的變異》(The Variation of Animals and Plants under Domestication. 1868)

II -3 《人類的族系及性擇》(Descent of Man, and Selection in Relation to Sex. 1871)

三、「天擇」的真義

在達爾文的著作出版之後，有許多信眾為要解釋「天擇」的含義而有繁簡不同的描述。有些增加了不少補充說明，也有些用簡明的文字描述「天擇」的含義。本文不能只依學者的轉述來討論達爾文的原義。所以只能以《物種起源》的原文作為討論的標準。茲擇錄達爾文原著第四章〈天擇〉(Natural Selection)篇尾「擇要」的原文擇釋如下：

生物長期生活在變動的環境中，在構造的某些部份發生變異，我想這是無可否認的事實；再者若每一物種都能以幾何級數繁殖子嗣，必會發生激烈的生存競爭，也是無可否認的事。……若說生

物從未發生有利的變異，恐怕也是過份的事。若有優異特性出現，競爭時必能生存。再經遺傳而生產相同的後裔（進而能成為新物種）。我就把這個現象簡稱「天擇」。

從這一段文句中，可以把天擇現象歸納為六個單詞：變、多、爭、擇、傳、（新）。

如果能參考美國動物學教授紐曼（H. H. Newman）在他 1933 年的《高等生物學》（Advanced Biology）中的描述，可以清楚的看出「天擇說」的要點為：

- (1) 變異 (variation, 變)
- (2) 過度繁殖 (over-reproduction, 多)
- (3) 生存競爭 (struggle for existence, 爭)
- (4) 最適者存 (survival of the fittest, 擇)。
- (5) 進化 (evolution)--經長期遺傳(傳)，累積，即可形成新物種，(新)。¹

四、百年來的一些「天擇」實驗舉例：

達爾文在《物種起源》一書中，從未舉出「天擇」的實例²。所以他只能在《物種起源》的第四章〈天擇〉中舉出一個憶想(imaginary illustration)的例子。

可是他在第三章〈生存競爭〉中舉出許多事例，並且特別指出說：

請問生物的變種 (varieties) 如何能演化成真正的物種 (species)?……由許多的物種集成的種群又如何能形成獨立的屬 (genus)?所有這些結果都是由「生存競爭」(struggle for life) 所造成。³

所以在 20 世紀早期的俄國生物學家就把「生存競爭」作為研究的重點。尤其是日本早期的生物學家如石川千代松都把「生存競爭」當作達爾文「進化論」的焦點。⁴

達爾文的第三本重要的著作就是《人類的族系及性擇》。可是討論人類族系和起源的文本只有全書的四分之一。而有四分之三都在討論動物的性擇。按「性擇」是「天擇」的另一種形式；達爾文在《物種起源》第四章〈天擇〉中就曾特別提出「性擇」的重要。

¹ Newman, H. H.(1933) Advanced Biology.

² Dennett, D. C.(1995), Touchstone, N. Y. p100.

³ Darwin, C. R.(1859, 1964) A Facsimile edition, Harvard, USA.

⁴ 石川千代松·(1907):《進化新論》·(見羅宗洛譯本)。

由於「天擇」必須要經過漫長的時間，而我們人類的壽命不到數十年，無法在有生之年獲得天擇的實例。因此目前所能取得的實驗大多只有「生存競爭」和「性擇」的報告。但是不管是「生存競爭」或是「性擇」，依然要滿足達爾文原理的條件即：「變、多、爭、擇、傳、新」等六項要求。如果實驗的條件不足，或是結果沒有獲得「新物種」，就不能證明這個實驗對「達爾文原理」具有說服的效力。以下就將搜集到的實驗一一加以討論，以便使繼起的科學家更加努力，以求證達爾文學說的正確意義。

(一) 高斯 (Gause, G. F.) 的《生存競爭》

(The Struggle for Existence, 1934, 1964 英譯本)

本書原為俄國莫斯科大學動物研究所的高斯教授從 1931~1934 年所作的實驗報告。美國霍普金斯大學波爾柔 (R. Peral) 教授在 1964 年英譯出版時的「前言」中說道：

在二十世紀已經過了四分之三的時候，生物學界的論文沒有比討論「物競天擇」的論文更多的了。而自從達爾文出版了《物種起源》(1859) 以來。生物學家最感興趣的話題，即「生存競爭」的實驗仍少的可憐。年輕的高斯教授引出了「生存競爭」的問題，並且發展出生物實驗的技術及方法……相信必能使生物科學會有顯著的進步。⁵

高斯實驗中最能明顯代表原生動物間「生存競爭」的也許就是以草履蟲遭櫛毛蟲吞食的實驗 (圖 1)，而草履蟲又以細菌為食物。高斯設計了三種環境，測試「生存競爭」的結果，獲得以下的結論 (圖 2)。

圖 2 的 A 例是在純淨的細菌培養皿中，草履蟲可以細菌為食，在獵食者櫛毛蟲的追捕時沒有逃避的空間。所以最後遭櫛毛蟲全部捕食消失。但在草履蟲遭食淨盡以後，櫛毛蟲也因為無以為食，隨後也都死亡，同歸於盡。

B 例中因培養液中有混濁的沉澱物可供草履蟲躲藏，捕食者櫛毛蟲因捕食不到獵物，隨後會因飢餓而死，草履蟲卻可以無限繁殖。

C 例中因草履蟲可以躲避櫛毛蟲的捕食，而可自由繁殖。櫛毛蟲因為總能捕食獵物，也能繼續繁殖。但二者之間有一段緩衝時差，就會互為消長，長期共存，沒有「生存競爭」弱肉強食的結果 (也就是說沒有支持達爾文「天擇說」的效力)。

高斯在做過各類實驗之後說：「希望進行更多實驗，以便對『生存競爭』能有更有力的證據。但也顯示說必有更多難題應該解決。」

⁵ Gause, G. F.(1934, 1964):The Struggle for Existence. Hafner Publ. Co. New York.

五、以「性擇」所作的一些實驗

達爾文在《物種起源》第四章〈天擇〉中曾對「性擇」作過清楚說明。他說：

在家養動物中常見有一些特別與性別有關的現象，我稱之為「性擇」。這種選擇是建築在同性個體間的鬥爭上。通常是雄性為了佔有雌性而起的鬥爭。……一般地說，最強壯的雄性最有權生存，也能留下最多的子裔。但是勝利並不全靠強壯，更多的是靠各種武器，如雄鹿的角和公雞腳上的距。……像鬥雞的距。……又如法國昆蟲學家法布爾（M. Fabre）看到某些昆蟲的雄蟲為了一個特殊的雌蟲而戰，而雌蟲卻站在旁邊，好像漠不關心地看著，然後與戰勝者一同走開。⁶

筆者在此，僅選擇一些動物「性擇」的實驗，並討論與達爾文「天擇」的關係。

（一）昆蟲的「性擇」實驗：

美國德州奧斯丁德耳瓦耶大學的埃勃哈德（West Eberhard）教授曾在 1980 年於南美洲哥倫比亞地區研究鍬形蟲的生活史。知道當地的鍬形蟲（Horned beetle）的雄蟲都會在生殖季節，在甘蔗上咬蝕一個能夠容身的洞溝，並分泌生殖激素費洛蒙以引誘雌蟲進來交配產卵。勃哈德教授在報告中說：

此時若有其他雄蟲想來侵佔已有的洞溝，就會與先佔的雄蟲在洞口展開爭奪戰。勝利者會佔有洞溝，把失敗者推落在地上，而和雌蟲交配。（圖 3）⁷

表面上看，雌蟲可以選擇能佔有生殖洞溝的勝利者進行交配，但是能不能依達爾文「性擇」原理而繁殖更多具有競爭優勢的後代，就無法預測了。

（二）蛙類的「性擇」

筆者曾在 1980-90 年代的期刊中，找到十幾篇研究蛙類(frog)及蟾蜍(toad)的實驗報告。其中更有多篇在前言中都說要為達爾文「性擇」理論求取實證。此處只依報告之較易描述的一篇作為實例。

美國康乃爾大學用巴拿馬熱代研究所教授芮恩（M.J. Ryan）在 1983 年發表在《生物演化》期刊上的實例說明他們要用蛙類性擇的實驗以支持達爾文「天擇說」的原理。

⁶ 周建人等中譯，《物種起源》（北京版，1981），頁 105-106。

⁷ West Eberhard (1980):Horned Beetles . Scintific American , 242(3):162~182 .

芮恩教授選取在巴拿馬的巴羅，卡啦來斗島（BCI）上很普通的青蛙（*Phyllaenus pustulosus*）來測試雌蛙選擇雄蛙交配的現象是否與達爾文的「性擇」原理相符。綜合結論說：「族群中的大部分雌蛙可以選擇較大雄蛙進行交配，獲取生殖利益。」（圖 4）

在本文所參閱的文獻中，大致有一半報告中認為雌蛙會選擇較大的雄蛙進行交配，但是都沒有後代是否可遺傳雄蛙特性的紀錄。

（三）鳥類的「性擇」實驗

達爾文在他《人類的族系與性擇》一書的文本中，有關「性擇」的篇幅佔了四分之三。且在第二部〈性擇〉的十一章中（8~18 章），鳥類的性擇就佔了四章。而且文中的描述和附列的圖片也多至 32 幅。鳥類為生殖而具有的特徵也有發聲器，鳴叫的音調，調情的動作和舞姿，以及羽毛的色澤和裝飾，真是五花八門，無奇不有。筆者所搜集到的研究報告就有蜂鳥、穀倉燕、花庭鳥和孔雀。其中又以孔雀的性擇最為動人，且已有科普專書出版。英國牛津大學動物系的女教授柯若寧(Helena Cronin)在 1991 年根據皮崔里女士(Morin Petrie)與指導教授哈里德博士(Dr. Halliday, T. R.)等人所做孔雀生殖行為的研究報告，編寫了一本科普名著《螞蟻與孔雀》。在下冊中專門介紹了這個實驗，並在結論中說：

「性擇的最高象徵—孔雀，終於能夠出面拯救了達爾文」⁸柯若寧在書中說：

有人觀察某個（孔雀）求偶舞台上的十隻雄孔雀，其中最成功的一隻交配了 12 次；最不成功的一隻卻一次也沒有交配成。這種成功率的變化，一半以上都可以用雄孔雀的光燦長裙（尾羽）上的眼斑數目來解釋。雌孔雀在 11 次交配中，有 10 次都是選擇眼斑最多的雄性來交配。⁹

讀者只讀到這一小段描述，就接受了柯若寧的結論，符合了達爾文「天擇說」中優勝劣敗的競爭原理。卻沒有看到皮崔里原始報告中的諸多疑問。

首先要知道原始報告中最成功的那隻雄孔雀的尾羽眼斑數有 161 個；最不成功的兩隻雄孔雀的眼斑也有 158 及 155 個。而交配次數第二名的雄孔雀卻只有 156 個眼斑，更比最不成功的雄孔雀少了兩個。好像與柯若寧所說（成功率高低可用眼斑數來解釋）並不符合。

其次是上述實驗中交配成功的雌孔雀共有 11 次。而每次成功的雌孔雀都要與很多雄孔雀相配。雖然這 11 次的雌孔雀都是在最後一隻眼斑最多的雄孔雀交配，但只有 2 次的雄孔雀具有 161 只眼斑；5 次為 157 只眼斑；1 次為 153 只眼

⁸ 見楊玉齡譯：《螞蟻與孔雀》，1993 臺北文化。p349。

⁹ 同上，p350。

斑；3次為152只眼斑。總計11次中，眼斑較少的雄孔雀交配數卻更多，與達爾文「優勝劣敗」的原理似乎不太符合。

（四）海豹的「性擇」實驗

臺北聯合報在1994年2月26日的副刊上有一篇評論雄海豹為爭取雌海豹的交配而打鬥的文章。文中說：

我很喜歡看電視上的野生動物節目。因為動物行為的變化萬千總令我深深著迷。有一場打鬥我始終印象深刻。那是兩隻公海豹為一隻母海豹而戰。……畫面上的生物學家說：「這種過程，可以確保母海豹選擇到強健配偶，以便生下健康強壯的下一代。」然後我便看到了螢幕上的許多小海豹，正在堆滿陽光與浪花的斷崖上活蹦亂跳。

文章是一位堅信達爾文「性擇」原理的物理學家兩貝·席夫所寫，中文翻譯者和報紙副刊的編輯必然也是相信達爾文「性擇」原理的人。但是他們都不知道早已有科學家對象鼻海豹(elephant seal)作過多年的研究。研究的結果與一般人所想像的事實相差非常大。上述電視上的畫面是真實的，但旁白卻是錯誤的。

筆者是從美國加州大學聖克羅斯分校教授列比夫(Le Boeuf, B. J.)在1988年所寫的報告，知道象鼻海豹（也稱海象）雄性打鬥不是為了爭取雌性海豹，而只是為保有地盤才發生的鬥爭。因為每年繁殖季節，雄性海豹最先到繁殖的海灘上尋找適於母海豹生產的地方佔有一定的地盤。雌海豹自然就會聚集於這個小地方。遲來的雄海豹想要佔有這些地區，必須與先來的雄海豹爭搶而發生鬥爭。雌海豹只知道這個地區合適，但並不知道雄海豹的優勢。而佔有優良地區的海豹都是依年齡而有勝負。成年海豹由於體型與經驗都較為有利，所以常能佔有優越的場所，也能有較多的交配機會。據列比夫教授的紀錄，8歲的海豹有73%的交配率；7歲的海豹只有約35%的交配率；6歲的只有12%的機會；5歲的只有4%的機會；5歲以下的海豹發育尚未成熟，不會進行交配。由此可知雄性的海豹，交配機率並不以打鬥勝敗為條件，而是依照年齡層的自然結果。當然不是雌性選擇所決定。也不是達爾文「性擇」原理的例證。所以報紙所報導的打鬥是真實的，但是推論卻是錯誤的。新聞上的科學仍應由科學家來解釋。¹⁰

六、結語

在2月26日物理學家論文第一段的末尾說：“然後，我便看到了螢幕上的許

¹⁰ 臺北《聯合報》民國八十三年三月十七日〈聯合副刊〉，「回音壁」：不必為海豹打鬥而樂觀。

多小海豹，正在堆滿陽光的斷崖上活蹦亂跳！”由列比夫教授的報告可以知道這些雌海豹所生「許多小海豹」的母系，並不都是優異的雌海豹。而這許多小海豹是否都是健康強壯一如達爾文所預期？也未可知。可是達爾文早在《人類的族系》一書的第八章中說過：

（這些優良當選的雄性個體）毫無例外的(*coelestis paribus*)能夠延生出最多優良後代，並能傳遞他們的優異特性。¹¹

可是從上文所述述的演化實驗，都只以「天擇」或「性擇」的結果來支持達爾文的「天擇」原理。如以前節所介紹的達爾文「天擇說」所需的六個基本原則，就必須具有「變、多、爭、擇、傳、新」等事證，才能充分支持達爾文的演化學說。「性擇」只是「天擇」的另一種形式。也必須具有這六個條件。即以海豹性擇來說，必須有許多不同的雄海豹以供選擇。各雄性海豹也要有優劣不同的特性（有力量保護自己已有的地盤），雖然這些特性都是依年齡而有所差異，必然有許多因年齡與其他弱點而無法佔有優異的地盤。這已經可以滿足「變、多、爭、擇」等四個條件。可是幼小的海豹在表面上雖然「活蹦亂跳」但在以後的成長過程中能否有個個都能與當選的父本個體一樣強壯，就無法加以預測了。因此這個結果無法證明達爾文優勝劣敗的「天擇說」。

非但海豹實驗沒有後代的紀錄，就聯前面所舉的各個實驗，都只有雄性當選的交配成功率，卻沒有雌性所生的後代紀錄。可是為什麼百餘年來的生物學者仍能在缺乏證明的報告中，依然相信達爾文的「天擇說」呢？

第一是達爾文雖從來都沒有紀錄過天擇的實例，他卻用以「人擇」類比「天擇」的邏輯，使得讀者在沒有仔細思考的情形下相信了這個錯誤的類比。如果知道了所有人擇的實例都必須限制交配，用優異的雄性與優異的雌性交配。試想如果沒有血統證書，優異的良馬會有超高的售價嗎？自然界的馬群中，沒有優異的雄馬，巧遇優異雌馬的機會。

其次是後世的讀者，沒有注意達爾文天擇說的全部條件，而只把其中的一二項拿來評比。或者多與爭，或者變與擇，但大多沒有考慮「遺傳與新種形成」的條件。所以大家只以個人所選的條件來評比，自然容易造成符合的假象。例如大家只相信小赫胥黎所提出的「三項事實，三項推論」的綜合演化說¹²；或是後來邁爾(Mayr, E.)改良的新解¹³。都只依斷章取義來為達爾文爭取信任。若能回到達爾文在 19 世紀時的原始文獻，就無法找到自然界的「天擇」實例。所以在 2009 年紀念達爾文誕生 200 年的運動中，實在應回歸達爾文原理的原始面貌，而不是改頭換面的新理論，才是尊敬先賢的正確思想，並推究科學的新境界。

¹¹ Darwin, C. (1871) *Descent of Man and Selection in Relation to Sex*.

¹² Huxley, J. *Evolution : The Modern Synthesis* (London, 1942).

¹³ Mayr, E. *The Growth of Biological Thought*(USA :Cambridge, Boston, 1982).

2010.05.21.

附表：達爾文「天擇說」的例證（李）

天擇例證	變 (優劣互見)	多 (生多活少)	爭 (優勝劣敗)	擇 (適者生存)	傳 (優點遺傳)	新 (新種形成)
(1)人類精子授精 ¹⁴	√	√	?	?	?	?
(2)原生動物競爭 ¹⁵	√	√	?	√	?	?
(3)昆蟲競存 ¹⁶	√	√	√	√	?	?
(4)蛙類性擇 ¹⁷	√	√	√	√	?	?
(5)鳥類性擇 ¹⁸	√	√	√	√	?	?
(6)孔雀性擇 ¹⁹	√	√	√	√	?	?
(7)獼猴性擇 ²⁰	√	√	√	√	?	?
(8)海豹性擇 ²¹	√	√	√	√	?	?
(9)人類擇婚 ²²	√	√	√	√	?	?
(10)植物天擇 ²³	√	√	√	√	?	?

¹⁴ Villet & others: Biology, CBS. College Publ. (1985)

¹⁵ 見腳註 5。

¹⁶ Eberhard, W. G. Horned Beetles. Scientific American 242 (3), 166-182 (1980).

¹⁷ Ryan, M.J. Sex Selection in a Neotropical Frog. Evolution 37(2):261~272.(1983).

¹⁸ Borgia, G. Sexual Selection in Bowerbirds. Scientific American 254(6):70-79.

¹⁹ 見腳註 8。

²⁰ Eaton, G. G. The Social Order of Japanese Macaques. Scientific American 235(4), 96-196 (1976).

²¹ 見腳註 10。

²² 見腳註 11。

²³ 李學勇，“從玉米選種（人擇）看達爾文學說（天擇）原載《科學農業》50(1~2)16-21.(2002)。

《第九屆科學史研討會彙刊》

(臺北：中央研究院科學史委員會，2012)，頁 53-62。

臺灣日據時代(1895－1945)植物學之研究

劉昭民*

摘要

日人據臺 50 年 (1895-1945 年)，曾經派遣一些植物學家來臺進行植物學調查和研究，後來又有一些在臺執教的教員和教授研究植物學。由於他們都使用現代自然科學研究的方法進行調查和研究，所以曾經獲得不少成就。

本文主要敘述日本植物學家在臺 50 年所得到的主要成就，包括植物圖說圖譜圖鑑、植物生態學和分類學、熱帶植物學、植物地理學、植物病理學等，並約略介紹這些植物學家的生平和主要貢獻，俾提供研究科學史者參考。

關鍵詞：臺灣植物學、植物學家、現代自然科學研究的方法

* 中央研究院科學史委員會委員

一、前言

日人據臺以後，為了開發臺灣地表面上和地下天然資源，作為發展臺灣經濟之基礎，曾經派遣各領域的專家學者來臺，使用現代自然科學研究的方法，進行調查研究，來臺研究植物學的日本植物學家，人數雖然不如地質、地理、人類學、動物等領域人員多，但是他們所獲得的成就不下於地質、地理、人類學、動物等領域之成就。

我國著名植物史學者李學勇教授曾在他的大作〈臺灣植物發展簡史〉一文中，簡單地介紹日本殖民時期植物學發展情形¹。因該文僅簡單述及 1896 年起，日本東京帝大曾先後派遣牧野富太郎、大渡忠太郎、三宅驥一等人來臺調查植物，並採集標本送往東京帝大給松村任三和早田文藏兩教授研究並訂名。並略述總督府植產局農事試驗場技手川上瀧彌曾於 1910 年編印《臺灣植物目錄》一書。該節內容僅 500 餘字，難窺全貌，謹參閱國家圖書館（前中央圖書館）臺灣分館所收藏之日據時代藏書《臺灣植物志》（松村任三、早田文藏，1906）、《臺灣植物目錄》（川上瀧彌等，1910）、《臺灣樹木誌》（金平亮三，1917）、《臺灣植物總目錄》（早田文藏，1917）、《臺灣藥用植物調查報告書》（伊藤武夫，1927）、《熱帶植物寫真集》（工藤彌九郎，1928）《臺灣高山植物圖說》（伊藤武夫，1929）、《臺灣植物圖譜》（早田文藏，1936），刊載植物學文章和論文之期刊《植物學雜誌》、《臺灣博物學會報》、《臺灣農友會報》、《臺灣教育會雜誌》、《臺北帝國大學理學部紀要》等，將臺灣日據時代植物學之研究成果分成植物圖說圖譜圖鑑、熱帶植物學、植物生態學和分類學、植物生理學、植物地理學和植物病理等、大學之植物學教學等節分別略述之。

二、植物圖說、圖譜及圖鑑

臺灣植物圖說、圖譜及圖鑑是將臺灣植物調查研究成果使用圖表和文字完整地介紹出來的專書。日本植物學家在這一方面的表現還不錯，最早有松村任三、早田文藏兩人合著之《臺灣植物志》（1906 年），這一本討論臺灣植物的專書係由東京帝大教授松村任三、助教早田文藏根據他們來台調查採集植物標本，並參考英人亨利(A. Henry)所著《臺灣植物目錄》一記載臺灣顯花植物 1283 種、隱花植物 146 種，以及牧野富太郎、大渡忠太郎、內山富次郎、田代安定等人所採集臺灣植物標本資料撰成²。1908 年，早田文藏並出版《臺灣高山植物誌》一書，敘述臺灣高山之植物，並與中日高山植物互相比較。

¹ 李學勇，〈臺灣植物學發展簡史〉，《世界華人科學史學術研討會論文集》（2001），頁 233-238。

² 吳永華，《被遺忘的日籍臺灣植物學者》（臺中：晨星出版社出版，1997），頁 165-166。

接著，殖產局技師川上瀧彌、技佐澤田兼吉專於 1910 年合編《臺灣植物目錄》一書，書中記載臺灣顯花植物 2067 種、高等隱花植物 301 種，內含外來種顯花植物 170 種，計 2368 種³。次年，東京帝大的早田文藏教授（見圖一）自 1911 年起，逐年編著《臺灣植物圖譜》一卷，至 1921 年止，他總共編了十卷（見圖二），他所新發現的臺灣植物多達 2300 多種，所以臺灣所產的植物由它命名和冠上他的姓名的很多（另外，田代安定、川上瀧彌、島田彌市、佐佐木舜一、山本由松、工藤佑舜、正宗巖敬等人亦多），所以他是臺灣植物學研究的先驅，而且 1920 年他還因為著作《臺灣植物圖譜》，榮獲日本帝國學士院所頒松公爵紀念賞（獎）⁴，他不愧是研究臺灣植物學貢獻最大的一位植物學家，可惜於 1934 年因心臟病逝世，年僅 59 歲。

1917 年，早田文藏撰《臺灣植物總目錄》一書附錄在《臺灣植物圖譜》第六卷之後一起出版。同年，森林學家金平亮三出版《臺灣樹木誌》，以木材解剖為主，將臺灣之樹木加以分類⁵。1919 年，臺灣總督府林業試驗場技手的佐佐木舜一(1888-1961)，出版《臺灣藥用植物調查報告書》，1924 年又出版《綱要臺灣民間藥用植物誌》一書，共介紹了 579 種藥用植物。1928 年他又出版《臺灣植物名彙》一書，此書補充了很多臺灣新發現之植物，內容較 1910 年川上瀧彌所著《臺灣植物名錄》及 1917 年早田文藏所著《臺灣植物總目錄》更豐富，全書厚達 562 頁，並附有學名索引、日名索引、台語索引、中文索引，甚有學術價值，佐佐木舜一 20 歲即來臺工作，在臺 30 年調查研究臺灣植物卓然有成，其成就不下於理學博士和大學植物學教授，殊為難得。戰後回日工作並終老。

另一位類似佐佐木舜一研究臺灣植物甚有成就的，就是臺北師範學校教師伊藤武夫於 1927 年（昭和二年）出版《臺灣植物圖說》一書，將臺灣的 470 種植物使用繪圖和文字說明的方式，分成草本類、木本類、水中及濕地植物、蔓性植物、穎花類、竹類、海濱植物、羊齒等八類，分別敘述。他使用繪圖的方式而不用照相的方式，最為特別。1929 年（昭和 4 年），他也使用同一方式出版《臺灣高山植物圖說》一書。

三、熱帶植物學

臺灣緯度較低，所以盛產熱帶植物，日人據台前，即曾先後派遣牧野富太郎(1862-1957)、大渡忠太郎、內山富次郎、三宅驥一來台調查熱帶植物，並將標本送回日本東京帝大由松村任三和早田文藏研究並命名，所以他們均是臺灣熱帶植物調查和研究之先驅，但是真正開創熱帶植物學研究的人是田代安定。

³ 同註 2，頁 165。

⁴ 同註 2，頁 9。

⁵ 同註 2，頁 330。

田代安定(1856-1928)像佐佐木舜一一樣，既不是植物學科班出身，也無高學歷，而是博物館學徒（助手）出身，但是他年輕時即從事日本中低緯度島嶼植物學調查和研究，日人據臺後即於 1896 年來臺任臺灣總督府殖產局技師及恆春熱帶植物殖育場長，對熱帶植物和森林之調查和研究不遺餘力，1911-1916 年期間，曾逐年出版六輯《恆春熱帶植物殖育場》報告，開創了熱帶植物學之研究，刊載了 29 種熱帶植物和林木之移植試驗報告。對臺灣熱帶林之開發，有極大之貢獻⁶。

四、植物生態學和分類學

對臺灣植物生態學和分類學方面的研究比較晚，可以說是在日人據臺 50 年中的後期才有研究成果，而且是由東京帝大和臺北帝大的植物學教授所進行。先有東京帝大植物分類學者早田文藏教授一改前人「依外部型態的性質」來分類的方法，改為解剖學的方法，著重內部型態及構造的重要性，1920 年代，他曾來臺於阿里山從事研究，提倡「動的分類系」說，並於 1933 年出版《植物分類學》一書第一卷⁷。

1928 年 4 月起，工藤佑舜和山本由松等人在臺北帝大理農學部植物分類及生態學教室支持下，為了充實臘葉館標本展品內容，乃對全臺 3000 公尺以上高山及離島進行植物調查，並先後撰文出版《臺大理農學部附屬植物園年報》第 1 號~第 3 號，論文中多含有生態學方面的研究，例如日月潭的植物生態學研究等。這一年臺北帝大理農學部生物學科植物學第一講座也設植物分類生態學課程，由工藤佑舜執教⁸。

五、植物生理學和植物病理學

植物生理學僅臺北帝大理農學部開設有課程，而不見有研究報告。但是植物病理學方面則有川上瀧彌做出了開創性的貢獻，川上瀧彌(1860-1915)北海道札幌農學校畢業後，曾任教於熊本農校兩年，1903 年來臺擔任臺灣總督府官員，從事農事試驗工作，後任植物病理部部長，他不但到高山離島去採集植物標本，發現不少新種，而且從事植物病理學研究，撰述〈柑橘病害論〉、〈甘蔗病害論〉、〈茶樹種萎病〉、〈臺灣農作病害目錄〉等文，為臺灣植物病蟲害研究做了不少基礎工作。不幸於 1915 年病逝，年僅 44 歲⁹。

⁶ 同註 2，頁 80-81。

⁷ 同註 2，頁 96-103。

⁸ 同註 2，頁 411-412。

⁹ 同註 2，頁 154-156。

六、植物地理學

最早從事植物地理學研究的是早田文藏，他早在 1905 年即從臺灣松柏科植物的要素論斷臺灣植物地理學上和中、日之關係最密切。到了 1908 年，早田文藏更在《臺灣高山植物誌》一書中提出他的看法：臺灣的高山植物和華中、華南、東亞的日本等地高山植物相比較，可知都非常相似，可推知地質時代這些地方都曾經相連在一起，後來冰河時期結束後，這些地方才分離。

到了 1931 年，臺北帝大之工藤佑舜教授在〈臺灣の植物〉一文中將臺灣的垂直植物相分成常綠闊葉林（海拔 3000~6000 尺）、下部常綠針葉樹林（海拔 6000~10000 尺）、上部常綠針葉樹林（海拔 10000 尺以上）、灌木林、水生植物等。臺灣的植物區可分成北部、中南部、恆春半島、東部、澎湖群島、紅頭嶼及火燒島等六區¹⁰。1937 年正宗嚴敬將工藤佑舜之六區增加高山植物區系而成為七區。

1936 年，金平亮三在《臺灣樹木誌》一書中，將臺灣的森林帶分成五帶：1.紅樹林帶。2.海岸森林帶。3.農耕地帶。4.潤葉樹帶。5.針葉樹帶。金平亮三更從樹木方面的觀點，認為臺灣和菲律賓同產之屬有 13 屬，而臺灣和蘭嶼相同的屬只有 3 屬，臺灣和蘭嶼相同的特產種只有 3 種，但是蘭嶼與菲律賓相同之種類達 72 種之多，因此金平亮三主張新華萊斯線(New-Wallace's line)應沿著蘭嶼與臺灣之間繼續北上¹¹（見圖三）。

1935 年，臺北州立農業傳習所所長島田彌市(1884-1971)在〈臺灣の植物〉一文中，討論臺灣植物的地理分布時，認為臺灣平地的植物和中國大陸最相似，因此臺灣在冰河時期時，和中國大陸相聯。島田彌市並將臺灣的垂直植物帶分成熱帶、暖帶、溫帶及寒帶等四帶¹²。熱帶指平地至 2000 尺之間，以榕樹為代表，又分平地地帶和海岸地帶。暖帶從海拔 2000 尺以上至 6000 尺以下之地帶，以常綠潤葉樹為主。溫帶從海拔 6000 尺以上，10000 尺以下的常綠針葉林為主。寒帶是從海拔 10000 尺以上至 13335 尺以下的高山植物帶。

日本植物學家山本由松(1893-1947)(見圖四)畢業於東京帝大植物學科，1928 年來臺擔任臺北帝大理農學部教職，並曾赴英美研究，1939-1940 年曾前往東南亞和海南島調查研究，1947 年因赴蘭嶼（紅頭嶼）採集植物，不幸遇恙蟲咬傷而病逝，英年早逝，實為科學研究而捐軀者。他在 1938 年認為臺灣、華南、琉球應屬同一植物地理區。1940 年，他將臺灣之植物區分為以下五個小區：

¹⁰ 工藤佑舜，〈臺灣の植物〉，《地學雜誌》42 年 499 號(1930)。

¹¹ 金平亮三，〈臺灣樹木誌〉，《臺灣總督府中央研究所林業部特別報告》第一號(1936)。

¹² 島田彌市，〈臺灣の植物〉，《東洋》(臺灣特輯說)38.9(1935)，頁 189-202。

- 一、大屯山彙（包括觀音山）。
- 二、中央山脈區（西部、南部、恆春半島及東斜面）。
- 三、台東山脈（以花蓮溪、秀姑巒溪、卑南大溪為界）。
- 四、澎湖羣島
- 五、離島之火燒島（綠島）和紅頭嶼（蘭嶼）

山本由松並將臺灣之植物相分為九個：一、海岸植物，二、紅樹林，三、亞熱帶雨林（包括熱帶、副熱帶）—由 1 公尺~500 公尺；四、常綠闊葉樹林（暖帶林）—500~2000 公尺，五、針闊混雜樹林（溫帶林）—2000~3000 公尺，六、常綠針葉樹林（寒帶林）—3000~3600 公尺，七、灌木林（附亞本草帶）—3600 公尺以上，八、水生植物，九、平地植物¹³。

七、結論

由本文之敘述可知日人據臺以後，為了開發地面上天然資源，曾經先後派遣受過現代植物學教育的第一流植物學家來臺從事植物學調查、採集和研究，並獲得不少開創性成果。茲將本文之結論略述如下。

- 一、對臺灣所產之數千種植物加以命名，而且研究成果多，出版品亦多。

日人據臺後，曾先後有一二十位植物學家來臺調查研究，人數雖然不及地質礦產採礦人員多，但是他們來臺後冒著山地毒蛇、毒蟲（恙蟲、虎頭蜂之類）、原住民獵殺之危險，到高山離島去調查植物，並採集植物標本，還要警察保護（見圖五），歷盡千辛萬苦，自然收穫就多，他們對臺灣所產之植物，使用西方科學研究之方式，以學名加以命名，並加以分類。1908 年早田文藏就首先指出臺灣高山植物和華中、華南、日本等地區相似，所以這些地區在地質時代應曾相連在一起，直到最後一次冰河期結束後才分離。1931 年工藤佑舜首先指出臺灣植物相之垂直分布情形。1933 年金平亮三主張新華萊斯線應沿著蘭嶼與臺灣之間繼續北上。這些都是很重大的發現，而且 50 年中所發表和出版的論文和專書也很多，可見日本植物學家對臺灣植物學之研究，貢獻很大。

- 二、對臺灣森林之開發貢獻很大

日本植物學家對臺灣高山地區之森林資源，調查十分清楚，對臺灣太平山、林田山、東勢、阿里山等林場之開採貢獻很大，尤其對樟樹、檜木等高經濟森林之開採，亦提供很大的貢獻。

¹³ 同註 2，頁 355-381。

三、臺灣日據時代植物學之研究均由日人進行，無臺灣人參與

臺北帝國大學於 1928 年設立時，理農學部設有生物學科，植物學第一講座由北海道帝大前來的工藤佑舜到任，第二講座由東北帝大前來的日比野信一(1888-1968)擔任，1943 年，理學部設立植物學科，第一講座由正宗嚴敬擔任，第二講座仍然是日比野信一擔任，第三講座由吉川涼擔任，學生均為日人，完全沒有臺灣人（地質、物理、化學、氣象方面則後期有寥寥可數之臺灣人）。以致臺灣光復，日人被遣送回日後，各方面（包括植物學）之科技人員均由中國大陸派遣來臺接替科技工作和科研工作。

八、致謝

承蒙國立臺灣大學植物學系退休教授，科學史家李學勇先生面述臺灣日據時代和臺灣光復初期植物學界情況，筆者在撰述本文之前，亦曾參閱吳永華先生大著《被遺忘的日籍臺灣植物學家》一書，都增加了筆者腦力激盪之動力，使本文得以完成，謹此致謝！



圖 1. 早田文藏像取自 1997 年吳永華著《被遺忘的日籍臺灣植物學家》，頁 95。



圖 4. 山本由松像 (出處同圖 1, 頁 357)



圖 5. 1927 年 6 月 7 日山本由松教授與警察合影於台東大武
(出處同圖 1, 頁 360)

The Researches of Botany in Taiwan during 1895-1945

LIU Zhaoming*

The Japanese botanists have paid much attention to research the botany by means of methods of modern natural science in Taiwan during 1895~1945, including botanical classification, botanical ecology, botanical physiology, tropical botany, alpine plant, forestry growth, botanical geography etc.

The purpose of this paper is to make a brief introduction of their botanical researches and their biographies.

Keywords: botany, botanist, the methods of modern natural science

* The Committee of History of Science, Academic Sinica

達爾文時期物種概念發展史

賴伯琦*

摘要

自達爾文的鉅著「物種起源」(The Origin of Species, by Means of Natural Selection or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life)於 1859 年出版後，生物科學中「物種」的概念產生重大的影響。亞里斯多德對於動物的區分進行說明時，認為所有的生物都有其內在目的與重現自身的特質，據以分類，而這樣的物種概念建立於物種的本質性與不變性。然而，達爾文卻從自然生物的演變過程中，提出物種之特質並非不變的，而是經由「發生變異」、「子嗣遺傳」與「自然選汰」等過程，在生物發展過程中產生「演化」現象—新的物種。達爾文的物種演變觀點，使得「物種」這個原本只是生物分類重要單元的概念，延伸為生物演化的基礎單位，「物種概念」也因為生物科學內涵的開拓、遺傳學的發展、考古生物學研究方法的進步、分子生物學的興起與分子生物技術、資訊工程技術的改良，而使得其概念內容日益複雜與分歧，致使許多不同的「物種概念」被提出，其中，Ernst Mayr 所提出的「生物物種概念」更是歷久彌新。

本文試圖整理達爾文之後，「物種概念」因為生物科學學門研究多樣化的歷史進程，進而探討「物種概念」在生物科學史中演進與發展的軌跡，以及 Ernst Mayr 在物種概念形塑過程中所扮演的角色與重要性。

關鍵詞：物種概念、生物科學史、Ernst Mayr、演化論

* 大葉大學生物資源學系助理教授

「物種」概念，在生物科學中具有極為重要的地位，不僅是生物科學架構、研究與教育的基本單位、生物分類學所使用最基礎的概念、目前最熱門的「生物多樣性」概念中的主軸、生態學研究必要的基本對象、生物保育研究與實務必須釐清的基本區分，也是生物演化學理論的基本單元。

鳥類學家，也是生物哲學家 Mayr(1982)曾經說過：「在生物學中，大概沒有像『物種』概念般自始至終存在爭議者。」而著名的古生物學家 Eldredge(1995)也曾提出：「什麼是『物種』？在比較生物學中或是演化生物學中，大概沒有任何一個議題是像這樣簡單問題確有極端差異的觀點吧！」

物種概念的發展，可以回溯至希臘時代，由柏拉圖(Plato)的「理型」(Theory of Form)，發展至亞里斯多德(Aristotle)對動物的區分，認為所有的生物都有其內在目的與重現自身的特質，據以分類，而這樣的物種概念建立於物種的本質性與不變性，延續至偉大的植物分類學家林奈(Carl Linnaeus)，大致秉持相同的物種概念。直到達爾文(Charles Darwin)的鉅著「物種起源」(The Origin of Species, by Means of Natural Selection or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life)於 1859 年出版後，生物科學中「物種」的概念產生重大的影響。本文試圖整理物種概念的內涵，以及達爾文之後，「物種概念」因為生物科學學門研究多樣化的歷史進程，進而探討「物種概念」在生物科學史中演進與發展的軌跡，並分析 Ernst Mayr 在物種概念發展史中所扮演的角色與重要性。

一、物種的概念

「物種」概念的出現，主要是對所見自然界生物，進行分門別類工作時所必須的生物概念。在生物分類學的類別確定原則中，模式標本(type specimens)是建立生物物種的分類方法重要的個體依據(有關類別命名原則為依照國際生物命名規約，包含 International Code of Zoological Nomenclature 與 International Code of Botanical Nomenclature)，其與傳統形上學通常透過直觀和概念分析來建立個體性的概念是相近的原則。而模式標本的重要性，可回溯至 Plato 所提出的「理型(idea)」或「形式(form)」的概念，以及 Aristotle 在形上學一書中對於「類別(kind)」所提出的「相同形式事物的生成是連續性的(continuous generation of things which have the same form)」¹(Jonathan Barnes, 1984)，而國際生物命名規約的建立，乃至於生物分類學的基本原則，都是以十八世紀時林奈所創立分類學名二名法(binominal nomenclature)作為基礎。

林奈(Carl Linnaeus, 1707-1778)—生物分學類的奠基者—認為「物種」是指

¹ 有關亞里斯多德對動物分類的原則與當代物種概念的關聯，可參閱賴伯琦(2011)〈生物科學史中「物種」概念的發展〉。

一群具有外形獨特性的生物實體（個體），其具有特異性、單一形態的、無法突變的且具有繁殖事實者，因此，在林奈所創立分類學名二名法(binominal nomenclature)—由屬名與種名共同組成物種之分類學名—其中，「種名」是一形容詞，形容該物種為具有獨特性之類型，而「屬名」則是一名詞，代表該類型雖具獨特性但普遍上又具有形態類似的一群不同種之生物(Oxford: Oxford University Press.)²。在林奈所提出的「物種」分類原則中，並不認為物種會改變，其所創立的分類原則是為已存在的物種建立分類系統，而物種所存在變異現象是「個體」對於環境適應所產生的差異，而這樣的物種概念也影響拉馬克。

拉馬克(Jean-Baptiste de Lamarck, 1744-1829)認為生物進化的方向是由低級向高級逐漸推移的，這種推移按不同等級而逐漸上升。現在看到的自然界種內繁多的生物類型，是生物按等級向上發展的傾向和環境間長期相互作用的結果，也就是說，生物進化的原因和動力，一是生物按等級向上發展的趨勢，一是外界環境的影響。因此，拉馬克的物種概念是以「類群」為主，認為變異是存在的，且有其內在動力使得生物按等級向上發展的傾向（由最高造物主所規定的），而自然界則以變異與革新的方法保持這樣的物種等級。

同樣以類群作為演化理論基礎的達爾文（Charles Darwin, 1809-1882，演化論創立者），由探討物種的地理分布與其間之演變關係，進而提出新種產生的演化過程中，「變異(variation)」是演化的動力，「選汰(selection)」則是演化的機制，而變異與選汰作用，在達爾文的論述中主要是發生在「個體」上，而非「類群」基礎上。雖然，達爾文試圖經由物種演變的內在動力與外在機制來探討生物演化的理論，而且達爾文在生物演化理論中並不認為生物的「物種」是永恆不變的，然而，弔詭的是，達爾文仍是沿用分類學家的物種概念，撰寫《On the Origin of Species》一書。

在達爾文之前，「本質論」是「物種」概念非常重要的哲學基礎，是指具有同一本質的生物屬於同一物種，在 17 世紀時，「本質論」物種概念的重要生物學者為 John Ray(1627-1705)，其主張「物種不來自另一物種，不同的物種間永遠保有其不同的特性」。所以，這樣的「物種」是具有生物性的「類別(types)」之意，而變異則是本質表現不完善所致³。

「本質論(essentialism)」之「物種」概念在生物科學的發展過程中，一直是重要的分類精神（至今依舊），一直到 18 世紀，才因為「唯名論(nominalism)」哲學思想的出現，而產生新的「物種」概念：「相同事物的類別只是共享一個名稱而已」。這種「唯名論」的物種概念流傳於 19 世紀植物學者間，而近年來，藉助電腦資訊科技的進步而興盛之「數值分類」之物種分類理論，也是強調「物種

² 相關的論述可參見 S. Freer 於 2003 年曾翻譯《Linnaeus' Philosophia Botanica》一書

³ 請參閱 Mayr, 1982 《The Growth of Biological Thought: Diversity, Evolution, and Inheritance》p162-163

分類」是「分類」的問題，而不是「物種」的問題⁴。因此，生物不在因為本質相同而被認為是同一「物種」，自然界中並不存在「物種」，而只有個體，所謂的「物種」只是對大量相同的個體進行「類聚」的思考成果而已。

二、達爾文之後的物種概念

雖然達爾文並未提出新的物種概念，但是，從自然生物的演變過程中，達爾文從「地理分佈」與「形態變異」的關係，提出物種之特質並非不變的，而是經由「發生變異」、「子嗣遺傳」與「自然選汰」等過程，在生物發展過程中產生「演化」現象—新的物種⁵。達爾文的物種演變觀點，使得「物種」這個原本只是生物分類重要單元的概念，延伸為生物演化的基礎單位。

在達爾文之後，對於生物科學的研究不僅只在植物學與動物學有快速的發展，在 1900 年之後，遺傳學的發展與影響，更是不容忽視。因此，本文以幾位重要的生物學者作為「物種概念」發展的主要角色，進行整理與探討。

德國自然歷史學家 Moritz Wagner(1813-1887)是首次提出地理隔離的物種概念，主要的論述是將物種的地理分佈現象，作為物種概念的基礎⁶。

德國演化學家、胚胎學家、生態學家、哲學家 Ernst Heinrich Philipp August Haeckel(1834-1919)曾經提出「個體親緣重演理論」(Ontogeny Recapitulates Phylogeny，通稱為「胚胎重演論」，Recapitulation theory)，認為生物胚胎的發育過程重現生物演化的歷史⁷，而這樣生物學理論，對於後代探討物種的概念發生重大的影響：(1)物種的胚胎發育過程是其重要的特徵，而不僅止於成熟個體的外表型，與廿世紀中期生物學家認為物種的生活史應該作為物種概念重要依據，不謀而合；(2)物種間雖有其特定的形式，但物種概念仍須建立於演化過程的相近程度。

美國遺傳學家、胚胎學家 Thomas Hunt Morgan(1866-1945)，修正孟德爾遺傳定律，使得孟德爾遺傳定律可以對複雜的遺傳現象有完整的解釋力。由於 Morgan 在研究遺傳學現象時，主要著重於個體的研究，而且，個體間的變異經

⁴ 請參閱 Mayr, 1982 《The Growth of Biological Thought: Diversity, Evolution, and Inheritance》 p263-265

⁵ 雖然，達爾文的物種概念並未脫離「本質」的意涵但是，Mayr 仍將達爾文的物種概念單獨論述，Wilkins 也用一整個章節來討論達爾文對於物種的論述及其影響。請參閱 Mayr, 1982 《The Growth of Biological Thought: Diversity, Evolution, and Inheritance》 p265-269 以及 Wilkins, 2009 《Species: A History of the Idea》 p129-163。

⁶ 由於 Wagner 的原始著作為德文，因此，有關 Wagner 的論述，請參照 Wilkins, 2009 《Species: A History of the Idea》 p159。

⁷ 有關可參照 Richards, 2008. 《The Tragic Sense of Life: Ernst Haeckel and the Struggle Over Evolutionary Thought》 p. 136-142。

常出現奇特的改變，因此，Morgan 認為「物種」是不存在的概念，個體才是真實的存在，因此，有個體才有「物種」(Morgan, 1903)。

美國遺傳學家 Alfred H. Sturtevant(1891-1970) 是 Morgan 的學生，從 Morgan 的研究繼續發展，提出「野生型」物種的概念，認為每個物種都有野生型與其他變異型，但變異型的差異並不顯著，因為只有少數基因有差異(Dobzhansky, 1980)。

荷蘭植物學家 Johannes Paulus Lotsy(1867-1931)提出配子雜交之物種概念，認為一群具有特定組成之個體，只能產生一種配子，而能形成同質合子（配子雜交）則為一物種(Lotsy, 1916)。

瑞典植物學家 Göte Turesson(1892-1970)提出「生態物種(Ecospecies)」，主張在生態系中，可自然產生可存活、具繁殖力的後代的族群才可以是為一個物種。同時提出「無性物種(Agamospecies)」一指「型態或細胞具有共祖的無性生殖族群」，與「相近物種(Coenospecies)」一指「雖具有共祖，但自然產生的後代常為不孕」(Turesson, 1927)，其物種概念的內涵以經由原本的「定義特定物種」，延伸至「時空條件性的物種」，具有統整「地理隔離」與「配子雜交有效性」兩種物種概念的意涵。

德國鳥類學家 Ernst Mayr(1904-2005)與 Bernhard Rensch(1900-1990)共同提出「生殖隔離的物種概念」(Rensch, 1980)，認為型態的分歧來自生理的分歧，並在性別交配或基因層次具有差異性。這是統整「形態」、「生理」與「基因」的物種概念，也成為 Mayr「生物物種概念」的重要基礎。

因為物種的繁殖成功是物種延續的重要特徵，使得遺傳學的影響已經對物種概念的內涵產生重要的影響，「物種」概念有新的轉變—「新綜合理論(new synthesis)」的出現。「新綜合理論」主要是統整「遺傳學」與「天擇理論」所發展出的「親緣類群」與「演化理論」的綜合性理論，面對「物種」概念引發爭辯，例如：「無性物種」與「有性物種」間的混淆，試圖以「型態變異之穩定性」與「演化歷程的漸變性」作為「物種」的概念之重要內涵與判定基礎。「物種概念」新綜合論主要的代表人物有 Ronald A. Fisher 和 Theodosius Dobzhansky。

Ronald Aylmer Fisher (1890-1962)重要著作《The Genetic Theory of Natural Selection》(Fisher, 1930)，主要是利用數學模型說明物種的基因具有多數獨特性(identity)，而物種具有基因變異性（遺傳學理論），型態變異則具有穩定性（天擇效應）。

Theodosius Dobzhansky(1900-1975)在《Genetics and the Origin of Species》提出繁殖的連續性將導致不連續的分歧，其主要是在生理層次發生變異，造成型態的變異性，但是，部分的差異性會在演化過程中自交性消失，而產生型態的穩定性(Dobzhansky, 1937)。其論點與 Fisher 有相近之處，但更完整地說明「基因—生理—形態」間變異產生與形態穩定的關聯性。

三、廿世紀中期後的物種概念發展

隨著生物科學內涵的開拓、遺傳學的發展⁸、考古生物學研究方法的進步、分子生物學的興起與分子生物技術、資訊工程技術的改良，「物種概念」的內容與理論基礎也因而日益複雜與分歧，致使許多不同的「物種概念」被提出，其中，1955年12月28-29日，美國科學振興協會在亞特蘭大所舉行的研討會(A Symposium presented at the Atlanta Meeting of the American Association for the Advancement of Science, December 28-29, 1955)則是一次重要的爭論，Ernst Mayr也提出的「生物物種概念(Biological Species Concept)」，成為當時與目前生物分類學、乃至生物哲學仍舊持續討論的重要概念⁹。

所謂「生物物種概念」，是定義一組生物族群其於自然條件下具有實際或潛在的繁殖能力，且與其他族群相隔離，無關乎其表象是否相似，也就是「生殖隔離」，其機制包括「棲地隔離—族群異地分離」、「行為隔離—即使同域也有不同的行為」、「時間隔離—即使行為相同，其行為發生的時間不同」、「機制隔離—即使行為與發生時間相同，其生殖機制有變異存在」、「配子隔離—即使有機會發生交配行為，也因為配子形態變異無法完成交配行為」、「雜交易亡—雜交所形成的胚胎易死亡」、「雜交不孕—雜交所形成的胚胎成長後無法順利產生配子繁衍下一代」，在自然選汰下，這些機制演變成具有維持族群隔離的效力，使「物種」得已被區分。

所謂「生殖隔離」機制，是由「地理隔離」的機制發展而來，也是源於達爾文的演化理論，與後來 Moritz Wagner 所提出「地理隔離的物種概念」與 Johannes Paulus Lottsy 「配子雜交之物種概念」。如本文談到達爾文對其後物種概念發展的影響：「達爾文的物種演變觀點，使得「物種」這個原本只是生物分類重要單元的概念，延伸為生物演化的基礎單位」，在生物科學中的分類學、系統學(Systematics)、親緣學(Phylogenetics)與演化生物學，都受到物種概念發展的影響，也同時影響當代物種概念的意涵。由於，在廿世紀的生物科學研究，不僅遺傳學、分子生物學發展蓬勃，資訊科學(電腦運算)的發展更是日新月異，對於大量資料的分類工作具有關鍵性的影響，因此，對於近代(1950年之後)的物種概念，以及為何 Mayr 的「生物物種概念」在這樣的發展歷史中，可以歷久彌新，則需要進一步的資料整理與分析。

⁸ 形態變異變異的來源，來自遺傳學定律的確立，由 Hugo de Vries, Carl Correns 和 Erich von Tschermak 對 Mendel 遺傳學說的再發現(1900)，將「以形態作為物種概念重要基礎」的「特定的形式」，從基因型與表現型間的關係，與基因的可遺傳性兩個原則，所謂的形態內涵，在廿世紀的生物科學研究成果累積下，逐漸由「可見」的外表型，轉變為「不可見」的基因、或其他更微小的生物特徵，如：花粉、精子等結構。

⁹ 有關 A Symposium presented at the Atlanta Meeting of the American Association for the Advancement of Science 相關物種概念的討論，請參閱賴伯琦(2011)〈生物科學史中「物種」概念的發展〉。

參考文獻

賴伯琦

2011 〈生物科學史中「物種」概念的發展〉，《科學史通訊》35(2011)：1-24。

Aristotle.

1984 *Metaphysics* (translated by J. Barnes). New Jersey: Princeton University Press.

Dobzhansky, T.

1937 *Genetics and the Origin of Species*. New York: Columbia University Press.

1980 Morgan and his school in the 1930s. In E. Mayr & W. B. Provine (ed.) *The Evolutionary Synthesis*. New York: Columbia University Press.

Eldredge, N.

1995 Species, selection, and Paterson's concept of the specific-mate recognition system. In *Speciation and the Recognition Concept* (eds D. M. Lambert and H. G. Spencer). Baltimore: The Johns Hopkins University Press.

Fisher, R. A.

1930 *The Genetic Theory of Natural Selection*. Oxford: Clarendon Press.

Freer, S.

2003 *Linnaeus' Philosophia Botanica*. Oxford: Oxford University Press.

de Lamarck, J.-B.

1984 *Zoological Philosophy*. Chicago: The University of Chicago.

Lotsy, J. P.

1916 *Evolution by Means of Hybridization*. The Hague: Martinus Nijhoff.

Mayr, E.

1982 *The Growth of Biological Thought: Diversity, Evolution, and Inheritance*. Massachusetts: Harvard University Press.

Morgan, T. H.

1930 *Evolution and Adaptation*. New York: Macmillan.

Rensch, B.

1980 Historical development of the present Synthetic Neo-Darwinism in Germany. In E. Mayr & W. B. Provine (ed.) *The Evolutionary Synthesis*. New York: Columbia University Press.

Richards, R. J.

2008 *The Tragic Sense of Life: Ernst Haeckel and the Struggle Over Evolutionary Thought*. Chicago: University of Chicago Press.

Turesson, G.

1927 Contributions to the genealogy upon plant species. *Hereditas* 9: 81-101

Wilkins, J. S.

2009 *Species: A History of the Idea*. London: University of California Press.

The History of Species Concept Development in Post-Darwinian Period

LAI Bochi G.*

Abstract

Since Darwin's monumental work, "The Origin of Species, by Means of Natural Selection or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life", published in 1859, the species concept in biology have been transformed. Far from Aristotle illustrating the characterization of animals, all the organisms are with inner destinations and to reproduce themselves. The organisms can be categorized by such the principle, based on the species concept which is formed by the essentiality and invariance of species. However, from the evolutionary process of natural organisms, Darwin proposed that the characters of species is not invariable, but originates by the process of variation, heredity and natural selection instead. It means that the new species comes from the evolutionary process of organisms' development. The evolutionary view of species by Darwin make the implication of species changed, from the fundamental unit of taxonomy to evolutionary biology. Furthermore, accompanied by the extension of biological science, such as the development of genetics, the progress of paleobiological research methods, the rise of molecular biology and biotechnology, and the improvement of bioinformatics algorithm, the species concepts those were proposed by the studies of evolutionary biology and speciation have become more and more complicated and divergent. Among them, the "biological species concept" proposed by Ernst Mayr is enduring important.

The aim of this article is to try systemizing the historical process of species concept transformed under the diversified researches of biological disciplines. Nevertheless, exploring the developmental trace of species concepts in biological history is to understand the importance and status of Ernst Mayrs in the evolutionary process of species concept formation.

Keywords: Species concept, Biological history, Ernst Mayr, Evolutionary theory

* Assistant Professor, Department of Bioresources, Da-Yeh University

帕西尼與霍亂弧菌

魏嘉弘*

摘要

霍亂是一種急性的腸胃道傳染病，曾經在十九與二十世紀造成多次世界性大流行，以及駭人聽聞的死亡率；二十世紀中葉以後，該傳染病主要存在於第三世界地區，惟死亡率已明顯下降。2010年，非洲中部、巴基斯坦、海地、多明尼加、美國等地，均曾爆發不同規模的流行，藉助於現代進步的科學醫療與衛生措施，已經能夠有效降低該傳染病的感染率與死亡率。

關於致病原因，十九世紀時，帕西尼 (Filippo Pacini) 與柯霍 (Robert Koch) 兩人，先後證實霍亂弧菌能夠導致發病；1854年，帕西尼率先成功的分離出霍亂弧菌，並且提出這種細菌與霍亂的直接相關性，但是，並沒有被當時的「國際衛生會議」(International Sanitary Conferences) 所重視。因此，本文首先將究明在十九世紀的醫學背景之下，帕西尼的新發現被忽視之因；其次，比較柯霍與帕西尼所發現的霍亂弧菌是否相同？世界衛生組織是否重新審視並且肯定帕西尼的成就以及其影響，均值得吾人加以探討。

關鍵詞：霍亂弧菌、帕西尼、柯霍、世界衛生組織

* 國立臺灣師範大學歷史系博士候選人

本文

自古以來，霍亂即是存在於印度恆河三角洲區域（Ganges Delta）的地方性疾病¹，發病者在短時間內會出現持續嘔吐、腹瀉等症狀，由於身體嚴重脫水之故，造成四肢、腹部肌肉痙攣，並且伴隨著驚人的死亡率。然而，1817 年起，該種傳染病藉由陸路或海路交通而散播，造成第一次世界性大流行²；爾後，霍亂侵襲歐洲地區，造成極大的衝擊，歐洲的醫師與科學家們，紛紛探討病因與防治之道，其中，以霍亂致病菌的確認較具有爭議。

一、霍亂造成的恐慌

十九世紀初，霍亂開始大流行，罹病者遭受極大的痛苦，更由於謠言和迷信的推波助瀾，加深了人們的恐慌。1830 年起，霍亂開始侵襲歐洲，首當其衝的為俄國；爾後，霍亂連續席捲波蘭、奧地利等，僅在奧地利，就有大約 25 萬人發病，造成其中 10 萬人死亡。翌年，英國也爆發疫情，大約有 78000 人死亡，引起歐洲大陸一片恐慌³；以巴黎一地為例，自 3 月 26 日傳出首宗霍亂病例以來，迄 4 月份為止，總共有 12733 人因為霍亂而喪生，全年總罹難人數則達到 44119 人⁴。

1831 年 6 月，巴黎皇家醫學會（the Royal Academy of Medicine of Paris）受法國政府之託，針對俄羅斯、普魯士（Prussia）、奧地利等國提供相關援助。然而，仍無法有效遏阻霍亂的蔓延。

1853 年時，醫學權威雜誌《刺絡針》（*the Lancet*）主編湯瑪斯·威克里（Thomas Wakley）發表一篇：「什麼是霍亂？」的社論，他指出：「什麼是霍亂？……所有的人處於黑暗、混亂、模糊理論和徒勞的猜測，這是不是由於一種真菌、昆蟲、瘴氣？或者電子的干擾、臭氧的不足？還是一種由於腸道非精練所造成的病態？我們什麼都不知道，我們像是陷入海上漩渦裏的猜想」⁵。此外，由於第一次國際衛生會議後，霍亂防治成效不彰，Punch 描繪了一幅「霍亂王的法庭」（A Court for King Cholera）漫畫，諷刺當時歐洲各國政府，對於霍亂疫情束手無策。足見霍亂在當時所造成的惶恐，探討病因也就成為當務之急。

¹ 臺灣總督府警務局編，《大正八九年コレラ病流行誌》（臺北：編者，1922），頁 1。

² Max von Pettenkofer, *Cholera: How to Prevent and Resist It*. From the German, translated by Thomas Whiteside Hime (London: Baillière, Tindall, & Cox, Press, 1883), pp.25.

³ 王旭東、孟慶龍著，《世界瘟疫史》（北京：中國社會科學出版社，2005），頁 89。

⁴ Norman Howard-Jones, *The scientific background of the International Sanitary Conferences, 1851-1938*, WHO:Chronicle, 1 (1975), pp.10,18.

⁵ Wakley T., *The Lancet* II, 393 (1853) .

關於霍亂的研究，據統計，若以 1817 年作為分水嶺，1666 至 1816 年的一百五十年期間，關於霍亂的記載極少，只散見於 66 種刊物；1817 至 1881 年期間，提到霍亂的出版品則高達 7000 種⁶。

二、帕西尼首先觀察研究霍亂弧菌

（一）帕西尼生平簡介

菲利浦·帕西尼 (Filippo Pacini)，1812 年 5 月 25 日，出生於義大利托斯卡尼 (Tuscany) 的皮斯托亞 (Pistoia)。雙親為他提供了嚴格的宗教教育，冀望他日後能成為一名主教，並致力於宗教學研究。1830 年時，他放棄教會的職業生涯，接受了皮斯托亞醫學院 (Scuola Medica Pistoiese) 提供的獎學金，轉而學習醫藥；畢業後，成為擁有豐富解剖經驗的醫師，並且藉由顯微鏡從事於人體組織的研究。

1831 年，當帕西尼還是醫學生時，在某次解剖課當中，他發現了神經系統內有一種感官小體，能檢測身體的壓力和振動。此後，他密切地研究了這種感官小體與神經之間的關聯；1832 年，在「佛羅倫斯醫學物理學會」(Società Medico-Fisica Fiorentina) 會議上，首次公開提出他所發現的感官小體；1840 年，帕西尼正式公佈他所研究的「在人體中發現的新結構」(Nuovi organi scoperti nel corpo umano)。數年之內，這項新發現成為在神經科學領域上眾所周知的「環狀小體」或「帕西尼小體」(Pacini corpuscles)。

1840 至 1843 年期間，他曾在比薩 (Pisa) 擔任保羅薩維 (Paolo Savi, 1798-1871) 的助理，在研究所內負責人體解剖學的工作。1849 年起，帕西尼擔任佛羅倫斯大學的解剖學教授，終生未婚而奉獻研究於此，卒於 1883 年 7 月 9 日⁷。

（二）帕西尼的觀察研究

1846 至 1863 年期間，屬於第三次世界性霍亂大流行 (Asiatic Cholera Pandemic)⁸。1854 年夏天，霍亂席捲了佛羅倫斯 (Florence) 地區，造成許多人不幸罹難。為了探討引起該病的原因，帕西尼使用顯微鏡檢查了眾多的檢體，其中包括血液、糞便、小腸粘膜等等。從大量脫落的小腸粘膜組織當中，他首度發

⁶ Norman Howard-Jones, *The scientific background of the International Sanitary Conferences, 1851-1938*, WHO Chronicle 1 (1975), pp.13,19.

⁷ Bentivoglio, M. & Pacini P. *Filippo Pacini: A Determined Observer*, Brain Research Bulletin, 38.2 (1995), pp.161-165.

⁸ 窪田一夫，〈臺灣ニ於ケル「コレラ」ノ疫學的觀察—前編 (疫史編) (附表)〉，《臺灣醫學會雜誌》34：367 (臺北：臺灣醫學會，1935)，頁 1685。

現了數以百萬計的逗點狀 (comma-like shape) 「弧菌」(*Vibrio*)⁹。

據考證，自 1856 至 1880 年期間，帕西尼以義大利文發表了 6 篇關於霍亂的各種觀察報告，由於歐洲地區認定該傳染病是源於印度，因此，帕西尼將這種流行性傳染病冠以「亞洲型霍亂」(*colera asiatico*) 的專稱，其研究成果如下：「亞洲型霍亂的顯微鏡觀察與病理推論」、「亞洲型霍亂的具體原因」、「亞洲型霍亂的本質」、「亞洲型霍亂患者瀕臨死亡前的救療」、「亞洲型霍亂死亡個案之研究」、「亞洲型霍亂病程」等¹⁰。但是，因為論文完全沒有翻譯成英文的緣故，所以，歐洲其他地區無法充分認識帕西尼的研究成果。

1854 年，帕西尼解剖了三具因霍亂而死亡的遺體，發現小腸內容物充滿著黏液、絨毛與許多脫落的上皮，當他觀察到第四具遺體的小腸時，突然靈機一動，將這些黏稠物置於顯微鏡下觀察，經過仔細的搜索和分辨，發現了數以百萬計的弧菌。同時，與身體其他組織比較過以後，帕西尼作出以下推論：

「型態相似的弧菌也有可能存在於身體其他部位，對於人體並無明顯的危害，惟獨霍亂弧菌是一種特殊的致病物種，當它存在於人體的腸道以後，與霍亂症狀密不可分。」

這是在十九世紀時，針對霍亂弧菌具有特定傳染性最早而且是正確的描述；然而，直到他去世前，這樣的概念完全沒有被注意。

同年，倫敦顯微鏡專家哈索爾 (Arthur Hill Hassall)，以霍亂患者的米泔水樣排泄物作為檢查標本，發現了「每一滴米泔水排泄物都有無數的弧菌」，並且呈報倫敦衛生局醫務委員會 (Medical Council of the General Board of Health)，這種觀察結果與帕西尼相似。然而，1859 年，巴黎舉行了第二次國際衛生會議，在七個月的冗長討論之中，卻完全沒有提到哈索爾發現的”myriads of vibriones”，或者帕西尼的”miriadi di vibrioni”。

1865 年，帕西尼發表〈亞洲型霍亂的具體原因〉，將顯微鏡觀察發現的霍亂弧菌稱為「分子」(*molecole*)，他認為：

霍亂分子，造成小腸黏膜激烈的發酵作用 (*choleric ferment*)，導致水

⁹ Norman Howard-Jones, *The scientific background of the International Sanitary Conferences, 1851-1938*, WHO Chronicle 1 (1975), pp.17.

¹⁰ 帕西尼的義大利原文研究成果如下：*Osservazioni microscopiche e deduzioni patologiche sul Cholera asiatico*, Firenze (1854)；*Sulla causa specifica del colera asiatico*, Firenze(1865)；*Della natura del colera asiatico, sua teoria matematica e sua comparizione col colera europeo e con altri profluvii intestinali*, Firenze(1866)；*Sull'ultimo stadio del colera asiatico o stadio d morte apparente dei colerosi e sul modo di farli risorgere*, Firenze(1871)；*Sopra il caso particolare de morte apparente del ultimo stado del colera asiatico*, Firenze(1876)；*Del processo morboso del colera asiatico*, Firenze(1880)。見 Norman Howard-Jones, *The scientific background of the International Sanitary Conferences, 1851-1938*, WHO Chronicle 1 (1975), pp27,28,42.

分大量流失……因為，當血液通過小腸時，平均每次損失 3~4 磅的水分¹¹

此外，帕西尼發現，霍亂是一種導致身體迅速「脫水」的疾病，不幸罹難者會形成「木乃伊」樣的外觀。

1866 年，在〈亞洲型霍亂的本質一文中，帕西尼承認「霍亂分子會藉由飲用水或食品，從一個人傳給另外一個人，即使這兩個人從未有過身體上的接觸」。

雖然一直未受到國際社會的關注，帕西尼仍然持續以顯微鏡觀察研究霍亂患者的小腸上皮組織變化，1871 年，在〈亞洲型霍亂患者瀕臨死亡前的救療〉文中，他補充提出了霍亂弧菌在小腸上皮細胞的發酵過程 (*choleric ferment*)，這種發酵作用「破壞小腸上皮絨毛吸收水分的表層，無法被人體吸收的水分形成了腹瀉的前驅物，當這些水分大量從體內排泄以後，便是令人聞之喪膽的霍亂」，他稱這種現象是霍亂獨特的「脫水動力作用」 (*the dynamics of dehydration in cholera*)。

帕西尼仍然持續觀察霍亂患者。1876 年，在〈亞洲型霍亂死亡個案之研究〉文中，他認為「一旦患者瀕於死亡的階段，唯一有效的治療方法，仍然是靜脈注射 1% 的氯化鈉溶液」。1880 年，在〈亞洲型霍亂病程〉中，受到史諾的影響，帕西尼也認為，霍亂是來源於印度，傳播媒介包括了水、未煮熟的食物、週遭受污染的空氣等；更進一步，他堅定地認為，傳染源是一種「特殊的微生物」，它只能在人類的小腸上皮細胞產生病態，對於身體其他部位卻不會產生症狀，「如同皮膚上的蟻或疥瘡癬的真菌」一樣。

總之，帕西尼已經釐清了霍亂的病因和病理，確認了霍亂弧菌 (*Vibrio*) 是致病的傳染源，霍亂弧菌會造成腸道黏膜再吸收水分的功能喪失，人體的水分枯竭便會死亡；有部份人感染以後只造成輕微發病或不發病的「隱性感染者」，也稱為帶原者 (*carrier*)，同樣是會傳染的 (*contagious*)。1881 年，在華盛頓舉行的第五次國際衛生會議上，仍然沒有人注意到帕西尼的研究成果；1883 年，帕西尼去世¹²。

(三) 歐洲各地關於「亞洲型霍亂」的研究

與帕西尼發現霍亂弧菌的同一年，英國倫敦皇家醫學會內科醫師約翰·史諾 (*John Snow, 1813-1858*)，被後世推崇為麻醉學和流行病學的開拓者，在修訂後出版的《霍亂傳染模式研究》一書中，也將這種流行病定名為「亞洲型霍亂」

¹¹ Norman Howard-Jones, *The scientific background of the International Sanitary Conferences, 1851-1938*, WHO Chronicle 1 (1975), pp.27,33,35,42,46.

¹² Bentivoglio, M. & Pacini P. *Filippo Pacini: A Determined Observer*, Brain Research Bulletin 38.2 (1995), pp.164.

(Asiatic Cholera)¹³。

起初，在歐美國家，「cholera」這一辭彙也並非專指 1820 年代以後所流行的「亞洲型霍亂」，它只是普通的上吐下瀉腸胃道疾病¹⁴。因此，為了便於區別，1817 年以來，數次席捲世界的大流行與帕西尼頃三十年心力所研究的，即是「亞洲型霍亂」。

此外，史諾 (John Snow) 觀察分析 1849 至 1854 年期間倫敦地區的霍亂流行，提出了「霍亂是一種水源性疾病 (waterborne diseases)」的推論¹⁵，對於帕西尼日後的研究產生了若干影響¹⁶。史諾對於 1849 年時的流行敘述可以說是較為具體的：

霍亂的發展肯定與某些環境有關，或許可用一般方式來描述。它按照人際間交往的大致路徑傳播，從不比人的旅行傳得更快，通常要慢得多。在傳到一個沒有傳染過的島嶼或大陸時，它總是先在海港出現。若船上的水手從未得過這種病，當他們從一個沒有霍亂的國家航行到一個流行霍亂的國家時，直到他們進入港口與岸上人有了交往後才會得病。霍亂在城市間準確傳播的情況并不能都弄清，但它總是在人際交往頻繁時才會出現。¹⁷

(四) 帕西尼提出的治療建議

當時，由於對正確病因的認識不足，為了有效遏止霍亂，許多醫生提出的方法均有待商榷。如俄國斯摩棱斯克 (Smolensk) 醫院某主治醫師主張：

「霍亂與天花、傷寒、斑疹傷寒的病毒相同，所以霍亂患者應當注射天花患者的膿疱汁」

一名英國開業醫師主張，「每五分鐘口服一顆小劑量的氯化亞汞 (calomel)」，將可以獲得顯著的療效。

1830 年起，霍亂在歐洲肆虐之際，為了有效遏止驚人的死亡率，莫斯科地區的醫生首先採用「靜脈輸液」(intravenous infusion) 治療，其後，蘇格蘭地區也採用同樣方式。然而，帕西尼認為這是一種「不合理而且危險」的治療，因為輸液設備缺乏計時裝置導致空氣注射進入血管、沒有充分滅菌等因素，往往造成患者「死於即刻的血液栓塞或者隨之而來的敗血症」；帕西尼則建議，注射液應

¹³ John Snow, *On the Mode of Communication of Cholera* (London Press, 1854, 2nd), pp.1.

¹⁴ 王旭東、孟慶龍著：《世界瘟疫史》(北京：中國社會科學出版社，2005)，頁 78~79。

¹⁵ 陳建仁編著：《流行病學》(臺北：編者，1983 年)，頁 9~10。

¹⁶ Carroll, Kenneth K. *Diet, nutrition, and health* (McGill-Queen's University Press, 1990), pp.330.

¹⁷ John Snow, *On the Mode of Communication of Cholera* (London Press, 1854, 2nd), pp.49.

採用一公升的水加入 10 公克的氯化鈉溶液¹⁸，經由後來的臨床證明，此舉更有助於降低霍亂患者的死亡率。

三、歐洲國際的因應與霍亂致病原因探討

(一) 國際衛生會議的召開

1851 年 7 月 23 日，由法國政府發起，在巴黎舉行了由十二個國家¹⁹組成的「第一次國際衛生會議」(International Sanitary Conferences)，會中針對了當時令人恐慌的霍亂、鼠疫、黃熱病等流行疾疫召開討論，目標為制定「國際檢疫規範條例」(Standardize International Quarantine Regulations)。在 19 世紀的數次國際衛生會議上，冗長的辯論主要集中在「霍亂」這個議題；討論的主軸圍繞著「微生物」(microbial versus) 抑或「瘴氣因素」(miasmatic causes) 導致霍亂？並且，特別針對歐洲國家，討論了「個人衛生」(hygiene)、「環境衛生」(sanitation)、「檢疫工作」(quarantine) 等各項措施對於控制或預防霍亂蔓延的優缺點與成效²⁰。

在巴黎所舉行的第一次(1851)和第二次(1859)年國際衛生會議當中，與會代表們並未能針對國際間的霍亂蔓延和檢疫條例達成共識，而且這種趨勢持續了四十餘年；在十九世紀的大部分時間裡，與會代表們意見分歧的原因和霍亂的傳播途徑有關；尤其是英國的代表們堅決反對完全以微生物因素解釋霍亂，或者以微生物為出發點制定的各種檢疫措施以遏止其蔓延。

同時期的十九世紀 50 年代初，史諾發現在倫敦市中心蘇活(Soho)區附近所爆發的霍亂與受污染的飲用水有直接關聯；但是，因為史諾並沒有進一步發現細菌造成霍亂的證據，許多與會的歐洲醫學人士仍然認為霍亂是經由空氣傳播的。

在前兩次國際衛生會議上，為了防止霍亂蔓延而達成的國際協議可以說是完全徒勞無功的。1866 年，在土耳其伊斯坦堡(Istanbul)舉行的第三次國際會議時，德國公共衛生學家彼騰科費爾(Max Josef von Pettenkofer, 1818-1901)修改了他早期的假設，他認為霍亂排泄物會通過空氣傳播一種特定的細菌，因此，問題便在於霍亂病人病理反應後的「排泄物物質」藏匿在潮濕的土壤中，或者因為排泄物循著「活躍」的原則而自由散播到空氣中。雖然在 1854 年，已經由帕西

¹⁸ Norman Howard-Jones, *The scientific background of the International Sanitary Conferences, 1851-1938*, WHO Chronicle 1 (1975), pp.20,35.

¹⁹ 與會國有：奧地利、法國、英國、希臘、葡萄牙、俄羅斯、西班牙、土耳其、薩丁尼亞王國、兩西西里王國、教廷、托斯卡尼(Tuscany)等。

²⁰ S. C. Hugh, *The International Sanitary Conference*, American Journal of Public Health 16.10 (1926), pp.975-980.

尼 (Filippo Pacini) 成功的分離出霍亂弧菌並且提出這個細菌與霍亂的直接相關性；1883 年，羅伯特·柯霍 (Robert Koch) 進一步證實帕西尼發表的結論，即「一種病原體使霍亂的受害者造成致命性的腹瀉和脫水」，這些發現與論點在大會中並沒有被討論。

1874 年，在維也納 (Vienna) 舉行的第四次國際衛生會議，大多數代表仍然認為「引起霍亂的原因還是一個謎」。

帕西尼去世之後兩年，1885 年，在羅馬 (Rome) 所舉行的第六次國際衛生會議上，他的觀點和結論已經立刻被拋諸腦後；彼騰科費爾現在面對的挑戰只有柯霍的結論，即「造成霍亂的唯一原因是『一種逗點狀桿菌 (Kommabacillus)』」。雖然，當時柯霍還只能提出很少的支持者，包括醫學研究人員、科學家和衛生主管人員，因為這些人相信，「直接接觸病人的糞便正是引起霍亂這種疾病蔓延的直接原因」²¹。

(二) 瘴氣論、穢亂與病因

「瘴氣論」(miasmatic theory) 認為，以霍亂等為代表的流行性疾病，導因於「瘴」(miasma)，在希臘語中，意指「遭受污染，成為惡臭而有害處的壞空氣」；這是因為，歐洲地區在中世紀時盛行黑死病，當大流行來臨以前，往往出現大批老鼠死亡的現象，這些奇特的徵兆導致醫生和一般人都相當害怕，認為是「瘴氣」(miasmata) 引發了瘟疫。因此，在十九世紀以前，歐洲人普遍認為：「由腐敗的動物屍體、食物、糞便、潮濕的土壤等，形成的有害氣體擴散到空氣中，產生了致命的有毒氣體 (poisonous vapors)」，就是導致流行病的「瘴氣」²²。所以，疾病「通常是由外界環境的釋放物傳播的，並非由人與人之間接觸所引起，有毒氣體散播在空氣當中就會產生疾病」²³。

與瘴氣論近似的是為「污物理論」(filth theory)，長期以來，便一直主宰著人類對疾病的看法，與傳染論互相抗衡對立。「污物理論」的支持者指出，各地發生疾病的原因與沼澤和下水道系統不足有關；而一群自稱為「反傳染學派」的人士宣稱，地區環境條件所造成的疾病便足以解釋流行病發生的原因，再沒有任何必要理由去援引傳染理論；因為在沒有足夠的傳染條件時，疾病卻一直不斷產生。而且，他們指責傳染學派所採用的「隔離檢疫法」(quarantines) 實際上是讓事情變的更糟；因為隔離會使得人與人增加接觸傳染的機會，更是不利於健康；如果將人分散，疾病就不會經由接觸而蔓延，會自然消失。所以，應該以衛生措

²¹ N. Howard-Jones, *The Scientific background of the International Sanitary Conference, 1851-1938*, *International Review of the Red Cross* 15 (2010), pp.105.

²² Lois N. Magner., *A History of Medicine* (Boca Raton: Taylor & Francis Group Press, 2005), pp.161.

²³ 羅伊·波特 (Roy Porter) 主編，張大慶主譯，《劍橋插圖醫學史 (The Cambridge illustrated history of Medicine)》(濟南：山東畫報出版社，2007)，頁 108。

施取代隔離檢疫，例如更良好的廢棄污水和沼澤地積水排除²⁴。

十七世紀，有「英國希波克拉底」之譽的希德納姆（Thomas Sydenham, 1624-1689）認為，「當地下滲出物與空氣中的微粒（corpuscles）互相接觸」時，便容易產生致病的瘴氣；當人們在每次呼吸時，空氣中「有毒和非自然的瘴氣」便充塞著體內，當有害物質與血液混合以後，急性流行病便由此而滋生。

除了流行病以外，屬於身體營養缺陷的「壞血病」，維萊恩（Jean Antoine Villemin, 1827-1892）判斷，是由於一種「傳染性瘴氣」所造成的。此外，十八、十九世紀時，歐洲醫院的衛生條件不佳，造成產婦高死亡率的產褥熱（puerperal fever）盛行，即使醫生們努力探索這些疾病的原因，仍無法防止感染擴散時，只能歸咎於醫院裡瀰漫著「瘴氣」，最有效的方法就是「把醫院燒掉」²⁵。

為了有效降低醫院內的死亡率，南丁格爾（Florence Nightingale, 1820-1910）支持瘴氣致病說，她認為髒亂產生瘴氣而引發疾病；髒亂是因為缺乏紀律，造成醫院內形成污穢、陰暗不通風的環境。所以，她並不認為疾病有特定性，當「環境狀況改變時，一種疾病可能演變成另外一種疾病」，為了減少疾病的發生，必須改善環境衛生²⁶。

1866年，在伊斯坦堡（Istanbul）所舉行的第三次國際衛生會議上，各國取得了共識，肯定史諾的研究成果，即「霍亂是源自於印度的疾病，自1830年以來，藉由人口移動而散播席捲全球」；相反地，卻完全無視於帕西尼的研究成果。這是因為當時的會議，由德國籍公共衛生奠基者彼騰科費爾所主導，他堅持「空氣是霍亂傳播的工具」，因此，導致霍亂的依舊是「瘴氣」而非細菌²⁷。

由於史諾提出霍亂是「水源性」疾病的結論獲得重視，國際社會進一步探索傳染途徑，包括被污染的水源與空氣等，不再囿於「瘴氣」是唯一的傳染途徑。1874年，在維也納舉行的第四次國際衛生會議上，英國衛生部長約翰·西蒙（Sir John Simon, 1816-1904）的論點有二：其一，「霍亂來自於被污染的水井」，與史諾的觀點一致；其二，「霍亂來自於同一雜質的骯髒空氣」，仍不脫「瘴氣」的窠臼。彼騰科費爾將導致霍亂的原因修正為X、Y和Z等三個條件，即有毒瘴氣、土壤條件、氣候干擾等，在三者具備的情況下才會產生和傳播疾病²⁸。法國

²⁴ E. A. Heaman, *The Rise and Fall of Anticontagionism in France*, *Bulletin of the History of Medicine* 12 (1995), pp.3-25.

²⁵ Lois N. Magner., *A History of Medicine* (Boca Raton: Taylor & Francis Group Press, 2005), pp.338, 357, 483.

²⁶ Florence Nightingale, *Notes on Hospitals* (London: Longman, Green, Longman, Roberts, and Green Press, 1863), pp.5-6.

²⁷ Norman Howard-Jones, *The scientific background of the International Sanitary Conferences, 1851-1938*, *WHO Chronicle* 1 (1975), pp.34.

²⁸ Lois N. Magner, *A History of Medicine* (Boca Raton: Taylor & Francis Group Press, 2005), pp.525.

醫學院教授普魯斯特（Achille Adrien Proust, 1834-1903）認為，空氣和水都是導致霍亂的傳播工具。總之，關於霍亂的傳染源，依舊沒有人提及帕西尼所研究的弧菌²⁹。

（三）傳染論與原罪

現代人已經普遍接受微生物（microorganism）是各種傳染病的根源。然而，十七世紀以來，歐洲的科學家藉由顯微鏡所觀察到的「微生物」，如：黴菌（molds）、原蟲（protozoa）等，究竟是疾病、腐敗（putrefaction）、發酵（fermentation）的原因、抑或是其結果呢？當時，幾乎沒有足夠的證據可供判斷³⁰。因此，歐洲人仍然堅信流行性疾病與「季節及天候絕無關係，因土地內部所發生之瘴氣、周圍空氣之不潔及類似之事項而起，此種之素質，名曰『流行病性素質』（constitutio epidemica）」，因此，具有此種流行病素質的地方，病機也就具有共通之特性³¹。所以，歐洲人將霍亂的流行歸屬於「瘴氣」。

此外，十九世紀時，歐洲人無法接受傳染學派理論的原因，與道德上的瑕疵和畏懼隔離有關。

從文藝復興時代以來，歐洲人已經認識到梅毒的傳染性，甚至於考慮到是由一種「活的接觸傳染物」（contagium vivum）所引起；因此，直到十九世紀，在歐洲人的觀念當中，只有梅毒才是具有「傳染性」（contagious）的，得到梅毒也就意味著道德上有瑕疵而遭受責罰³²。

十九世紀時的霍亂流行，對於歐洲人而言，屬於一種新的傳染病。從發病以後的身體型態劇烈改變，令人容易聯想到 1530 年由伏拉卡斯托羅（Girolamo Fracastoro, 1478-1553）所著《西菲里斯或高盧病（*Syphilis sive morbus gallicus*, Verona, 1530）》詩集當中所描述的梅毒患者「四肢肌肉消失、瘦骨嶙峋……呼吸有惡味、說話聲音微弱」等體態；此外，梅毒末期患者與霍亂患者猝死的情形有相似之處³³。

一旦出現霍亂的類似或確切症狀，某些政府立刻針對發病者採取隔離政策。1830 年，霍亂在東歐地區爆發大流行，法國派遣了四個委員會前往波蘭和俄羅斯考察疫情，其中兩個委員會是由科學院和醫學院主持。回國後，將考察的結果

²⁹ Norman Howard-Jones, *The scientific background of the International Sanitary Conferences, 1851-1938*, WHO Chronicle 1 (1975), pp.37.

³⁰ Lois N. Magner., *A History of Medicine* (Boca Raton: Taylor & Francis Group Press, 2005), pp.495-496.

³¹ 丁福保譯著，《西洋醫學史》（北京：東方出版社，2007），頁 89。

³² Louis F. Qualtiere and William W. E. Slights, *Contagion and Blame in Early Modern England: The Case of the French Pox*, Literature and Medicine 22.1 (Spring 2003), pp. 1-24.

³³ 卡斯蒂廖尼（Arturo Castiglioni）著，程之範主譯，《醫學史（A History of Medicine）·上冊》（桂林：廣西師範大學出版社，2003），頁 388、459。

在巴黎大學醫學院發表，他們一致認為：「霍亂在本質上不屬於傳染性疾病，但是建議政府仍然應該採取審慎的衛生政策。」當時法國的七月王朝（The July Monarchy）接受這樣的建議，1831年6月，霍亂被列入「輸入性疾病」的名單之中；8月1日，針對霍亂設立了一套衛生管理與隔離措施。同時，全歐洲各地雖然都針對霍亂採取了防範性質的衛生政策，但是因為對該病缺乏瞭解，衛生政策徒勞無功；1832年3月，霍亂降臨巴黎，造成災難性的傷亡；4月，政府強制成立「保健理事會」，改採取隔離與醫療救濟政策，仍無法遏止疫情的肆虐。

這場災難摧毀了原本的公共秩序，逃避隔離的人反而受到較小的損害；富裕人家雖不逃離，卻藏身在自己的莊園之中；中產階級與窮人雖然遵循隔離政策，死亡卻接踵而來。在缺乏有效管理之下，中產階級的沸騰情緒與騷亂造成新一波革命的爆發，政府卻只知道鎮壓起義的群眾³⁴。因此，反對霍亂具有傳染性，應當與隔離政策無法控制疫情有關。

（四）柯霍「再度」發現弧菌

1883年，埃及爆發霍亂疫情，柯霍（Robert Koch, 1843-1910）受命於德國政府，與 Gaffky、Fischer 等人組成了「德意志衛生調查委員會」，前往亞歷山大城（Alexandria）從事霍亂病原菌調查研究，從十例屍體解剖的腸內容物及腸壁中發現了細菌，於是，該委員會將所發現菌株保存並加以實驗；在埃及的疫情止息之後，柯霍等人於同年12月遷往印度加爾各答（Calcutta）地區繼續追蹤研究；翌年，從42例發病者與28例屍體解剖後所採得的病原菌，證實與埃及的病菌株相同，「確認」了霍亂的病原體，並且將其命名為 *Kommabacillus*³⁵。1885與1893年，柯霍以德國代表團成員身分出席第六次與第八次國際衛生會議，會中他發表了「新發現」的霍亂弧菌，受到大會的重視；然而，在報告中，卻沒有提及帕西尼過去三十年以來的相關研究。因此，當柯霍以霍亂弧菌的發現者之姿返回柏林時，受到了英雄式的歡迎。

由於柯霍在霍亂弧菌的報告中完全沒有提到帕西尼的研究。1884年9月13日，義大利人 Vittore Trevisan（1818~1897）發表了〈論霍亂桿菌〉一文，他認為柯霍只是「披著借來的羽毛」。除此以外，柯霍所發表霍亂弧菌致病的理論，起初並非被所有人接受：在德國，彼騰科費爾即強烈反對細菌致病；英國和印度的醫生與醫療官員則斷然拒絕接受³⁶。

³⁴ E. A. Heaman, "The Rise and Fall of Anticontagionism in France," *Bulletin of the History of Medicine* 12 (1995): 3-25.

³⁵ 窪田一夫：〈臺灣ニ於ケル「コレラ」ノ疫學的觀察—前編（疫史編）（附表）〉，《臺灣醫學會雜誌》34：367（臺北：臺灣醫學會，1935），頁1686。

³⁶ Norman Howard-Jones, "The scientific background of the International Sanitary Conferences, 1851-1938," *WHO Chronicle* 1 (1975): 48、51、52.

四、國際社會重新審視帕西尼

依據 R. Hugh 教授的整理，霍亂弧菌的同義學名如下：

- Bacillus cholerae (Pacini) Trevisan 1884
- Bacillus cholerae-asiaticae Trevisan 1884
- Bacillus virgula (sic) Trevisan 1884
- Pacinia cholerae-asiaticae (Trevisan) Trevisan 1885
- Spirillum cholerae-asiaticae (Trevisan) Zopf 1885
- Microspora comma Schroeter 1886
- Spirillum cholerae (Pacini) Macé 1889
- Vibrio cholerae-asiaticae (Trevisan) Pfeiffer 1896
- Liquidovibrio cholerae (Pacini) Orla-Jensen 1909
- Vibrio comma (Schroeter) Blanchard 1906
- Bacillus comma (Schroeter) Holland 1920

從以上整理中可知，自 1854 年以後，陸續研究霍亂弧菌者，如 Trevisan、Macé、Orla-Jensen 等人，均承認帕西尼為前一發現者，因此錄之於學名當中。Zopf、Pfeiffer 兩人，以 Trevisan 為前一發現者；Blanchard、Holland 兩人，則以 Schroeter 為前一發現者。由此可知，霍亂弧菌的科學研究，是在前人的基礎上逐漸累積而成，柯霍與 Trevisan 發現的時間相近，然而，在”Kommabacillus Koch 1884”這一學名當中，柯霍卻未提到帕西尼為前一發現者。

史諾 (John Snow) 的貢獻在流行病學上一直被奉為圭臬。相反的，帕西尼的研究成果卻被漠視；直到 1964 年，帕西尼的貢獻才被重新提及³⁷；翌年，聯合國司法委員會所屬「國際細菌命名委員會」(the Judicial Committee of the International Committee on Bacteriological Nomenclature) 才將霍亂弧菌學名更正為”*Vibrio cholerae* Pacini 1854”³⁸。

³⁷ Hugh, R. *The proposed conservation of the generic name Vibrio Pacini 1854 and designation of the neotype strain of Vibrio cholerae Pacini 1854*, Int. Bull. Bacteriological Nomenclature and Taxonomy 14 (1964), pp. 87、91-101.

³⁸ Norman Howard-Jones, *The scientific background of the International Sanitary Conferences, 1851-1938*, WHO Chronicle 1 (1975), pp. 20.

五、結論

縱觀歷史，霍亂弧菌在全世界各地共造成過七次大流行，人類則是目前所知的唯一自然宿主，與不良的衛生環境密切相關。由於十九世紀初期，霍亂的疫情失控，嚴重衝擊國家整體運作與經濟利益，經由 1851 年起所密集舉行的 11 次「國際衛生會議」(International Sanitary Conferences) 以後，各國才取得共識，認為「cholera」是由霍亂弧菌 (vibrio cholerae) 屬所造成的「亞洲型霍亂」。

當霍亂弧菌被確定為致病源以後，俄籍免疫學專家，諾貝爾醫學獎得主梅契尼科夫 (Elie Mechnikoff, 1845~1916) 自信地預言：「人類預防霍亂的戰鬥全面展開以後，即刻就能夠將這種傳染病消滅，讓它成為歷史的檔案」。後來的事實證明，梅契尼科夫過於樂觀³⁹。

二十世紀中葉以後，由於科學的進步，關於霍亂弧菌的研究更為縝密。目前所知，各種不同型式霍亂弧菌菌株的分類依據是由血清型、多醣體的 O 抗原所決定，歷來引起大流行的幾乎是霍亂弧菌 O₁ 血清型。O₁ 血清型可以再細分為三個血清亞型，包括小川 (Ogawa)、稻葉 (Inaba)、彥島 (Hikojima) 等；兩個生物亞型，包括古典 (classical) 生物型和埃爾托 (El Tor) 生物型⁴⁰。

霍亂造成的負面影響除了有大量人口死亡、社會動盪、經濟蕭條以外，是否也促成了現代科學醫學、細菌學、傳染病學、公共衛生學、流行病學等等的突飛猛進⁴¹，實有值得進一步探討的必要。

³⁹ Lois N. Magner, *A History of Medicine* (Boca Raton: Taylor & Francis Group Press, 2005), pp. 528.

⁴⁰ WHO Technical Report, Series No. 924, (WHO, 2004) Annex 3.

⁴¹ Huber, V. *The unification of the globe by Disease? The International Sanitary Conferences on Cholera, 1851-1894*, *The Historical Journal* 49 (2006), pp. 453-476.

Filippo Pacini and *Vibrio Cholerae*

WEI Jiahung*

Abstract

Cholera is an acute gastro-intestinal infectious disease. It had caused several worldwide overwhelming epidemic of Cholera between 19th and 20th centuries with high mortality. After the second half of 20th century, this disease primarily exists in the third world, but the mortality is much decreasing. In 2010, the cholera broke out to different extent in the central area of Africa, Pakistan, Haiti, Dominican and the United States. By the advanced scientific-based medicine and the hygiene treatments, the infectious rate and mortality have been controlled in effective and reduced much more.

In order to realize how to get sick, in the 19th century, Filippo Pacini and Robert Koch had verified the *Vibrio Cholerae* was the reason to get sick. Filippo Pacini, the first one in 1854, separated successively the bacteria and verified the immediate connection between the cholera and this kind of bacteria. But the brand-new discovering had not been accepted by the International Sanitary Conferences at that time. In this condition, this article aims to survey the medical and historical environment in 19th century, why Pacini's landmark discovering was ignored? And then, it tries to compare *Vibrio Cholerae* which had been discovered by Koch and Pacinni, if they are both the same of not. It is a good question to study that if the WHO reviews Pacini's discovering, and confirms his achievement and his influence.

Keywords : *Vibrio Cholerae*, Filippo Pacini, Robert Koch, WHO

* Doctoral Candidate, Department of History, National Taiwan Normal University

殖民地的指紋：日治時期指紋技術的形成與應用

林政佑*

摘要

因為技術的存在，法律的治理才更加有可能。本文對日治時期指紋技術的形成與變遷進行歷史的考察，日本帝國如何引進和改造指紋技術，進而建立指紋制度，又人種學、犯罪學等知識如何與指紋技術產生結合，並試圖藉此觀察殖民地時期法律、技術與社會的關係。

本文採取法律史研究的途徑，觀察的對象不僅是法律條文的演變，亦結合技術與知識的相關論述作為討論對象，提供法律與技術之間相互構造的輪廓。採用的資料與檔案，除了官方檔案外，亦包括報紙、相關期刊文章以及相關學者對於指紋技術的著作，結合私人的日記和傳記，藉此看到社會與技術彼此之間的相互關係。

指紋作為可以記錄和辨識犯罪人的重要技術，這一項技術先在殖民地臺灣與日本內地的監獄實驗所逐漸發展出來，與刑事司法體系有密切的關係，進而逐漸擴散到一般的社會。共通法的實施，指紋技術協助建立整個帝國的犯罪控制網絡。

關鍵詞：技術、指紋、個人識別、法律史

* 國立臺灣大學法律研究所碩士

一、前言

日常生活中一般人常常會使用到指紋，可能是在雙方簽訂契約時，蓋上指紋標示信用；或出國到特定國家辦理入關的過程；或買一台需要指紋辨識方能夠登入的電腦，防止其他人的盜用；或像是使用替代療法來治療海洛因毒癮的病人，到醫院服用美沙冬(Methadone)，需要指紋來辨識是否為同一人，防杜他人冒用；抑或是警察在偵查犯罪嫌疑人的時候，指紋都扮演重要的腳色。

指紋之所以會如此廣泛使用，因為透過指紋，我們可以進行個人識別，亦即某甲的指紋會讓我們知道他是某甲，縱然某乙聲稱其是某甲，從指紋的不相一致，就可以清楚地判斷出某乙不是某甲。指紋的特徵在於每個人的指紋都不相同，而且終生不變，所以可以達到個人識別之效果。也因為如此，立法院看到了指紋的功用，1996年時，因應臺灣層出不窮的重大刑案發生，如：劉邦友血案，在這種氛圍底下，內政部提案明定年滿14歲請領國民身分證，應捺指紋並錄存，理由為：指紋之作用，可確認當事人之身分，保障當事人權益。¹甚至有立法委員如是說：²

包括美國等先進國家全民都有指紋系統，指紋系統是對國人的保障而不是牽涉到隱私權，因為我們如果沒有犯罪，不必害怕指紋被治安機關所知道，所以指紋系統是很重要的…

這項立法雖然通過，但行政院直到2005年配合全面換發身分證時，此項爭議方為人所關注，大法官解釋釋字第603號宣告此法違憲，其中認定違憲的理由之中，恰好有當時立法委員所認為沒有太大關係的隱私權為論據。關於全民指紋捺印侵害到人民的隱私權這一論爭，目前非為本文所特別處理。但仔細地看，當我們探討指紋技術、治安與隱私權時，其實是將指紋技術與現代型法律兩者扣連來看，因為指紋技術的個人識別功能與近一百年來所興起的隱私權產生衝突，這兩者背後是預設一個以現代型法律體制的框架。因此，本文想探討的是：指紋技術與現代型法律制度在臺灣這一塊土地上是如何相遇？如何結合？產生什麼影響？

事實上，指紋的出現不是新鮮事，早在傳統中國許多出土的陶器上或是埃及、印度等國都有將指紋標示在特定物品上的現象存在，甚至在淡新檔案中都可以看到整個掌紋的存在。可是這樣的指紋標示(mark)代表的是個人標示，區別與他人的不同，如同個人的簽名一般。³然而，現代型指紋並非這樣的意義，而是透

¹ 立法院公報，第85卷，第65期，委員會紀錄，頁350。

² 立法院公報，第85卷，第65期，委員會紀錄，頁352。

³ Chandak Sengoopta, *Imprint of the Raj :how fingerprinting was born in colonial India* (London: Pan Books, 2003).pp.53

過指紋來認識每個人。那麼，誰要來認識每個人？這個認識者就是現代型國家，國家希望透過指紋來認識每一位國民，記錄下這位個人的事蹟，以進行有效的統治。因此，可以說現代型指紋的意義受到現代型法律的重視和轉換，並結合指紋技術方能夠將統治予以落實。所以在這一議題的觀察上，沒有看到技術的重要性，則將會看不到技術如何中介人與法律的關係；沒有看到法律對技術的影響，會忽略技術對個人和社會所造成的法效力和實效。

所以，本文嘗試探討：隨著日本統治者將現代型法律帶入臺灣，指紋技術是在什麼樣的制度脈絡下形成？指紋技術與法律之間的關係是如何變化？其意義為何？這樣的技術發展出什麼功用？透過這樣的互動與變遷過程中，呈現什麼樣的殖民統治邏輯？

目前既有指紋技術的文獻大致可分為兩類，其一，討論指紋分類系統的建置與指紋技術的應用，這些文獻對於指紋與法律的關係鮮少著墨；其二為討論指紋的法律議題，多為法律學與政治學學群所探討，特別在 2004 年左右興起的全民指紋建檔爭論之後，不少文獻從公共政策分析、民眾的風險意識與隱私權保障。⁴不過，這些文獻較沒有從歷史的視角來審視指紋技術在臺灣的實踐，較難以呈現法律與社會之關係。

與本文所探討的問題意識較具高度相關者為郭詠華的碩士論文。⁵郭詠華回顧臺灣自日治時期繼受現代型法律之後直到現今整個一百多年的個人識別法律之變遷。郭詠華處理日治時期時的個人識別法律時，有觸及到指紋制度。郭詠華清楚地意識到指紋技術與現代型國家中個人識別的關係，有助於從歷史觀點來深化指紋技術的討論。不過，技術非郭詠華的觀察重點，對指紋技術的演變沒有太多的提及，使我們無法看到日治時期指紋技術與法律之間關係的變化，以此看到殖民者的統治邏輯。另外，李尚仁教授曾經在《科學發展》撰寫辨識技術的演變史，提供一個近現代西歐國家與殖民地兩者互動下形成的辨識技術之梗概。⁶但較少觸及臺灣辨識技術的改變。從上述的文獻回顧中可以看出目前臺灣指紋技術演變的相關討論尚屬有限。

本文採取歷史研究的途徑來探討日治時期指紋的形成與演變，特別是從法律的觀點出發，由此觀察法律與科學技術的結合，呈現出殖民統治的面貌。人與人相處會因應在不同的場合和時空，產生出一些定型，拘束在這個場合與時空下人

⁴ 例如：曾珮瑩，〈全民指紋建檔爭議之研究—以 94 年換證為例〉（臺北：銘傳大學公共事務學系在職專班碩士論文，2008）；洪欣昇，〈論指紋之法律問題—以警察蒐集指紋職權為中心〉（嘉義：國立中正大學法律所碩士論文，2006）；張淳美，〈臺灣建立全民指紋資料庫之分析—以風險意識的建構為中心〉（臺北：國立臺灣大學國家發展研究所碩士論文，2006）等。

⁵ 郭詠華，〈現代型國家下的個人身分及其識別：百年來的臺灣個人資料法社會史〉（臺北：國立臺灣大學法律學研究所碩士論文，2010）。

⁶ 李尚仁，〈辨識技術的演變史〉，《科學發展》第 429 期，2008 年 9 月，頁 82-83。

的行動。這也就是制度化的來源。⁷制度表示著控制，當我們說這位候選人的行為已制度化，表示他已經受到選舉相關規定或習俗的控制。制度形塑現代社會中各個行動者的結構，不論是國家或人民皆是如此。法律作為制度一種，它不只是法條而已，藉由法律規範的規制所形成的結構，行動者依此行動，在這樣的條件下構成許多制度性事實，例如：婚姻、自由刑等。⁸另外一方面，科學技術無異也是作為制度的一種，科學技術不只是一種觀念、理論，同時建構我們與他人或自然的關係。⁹誠如 Foucault 的觀察，現代型法律越來越仰賴其他人文科學知識的介入，甚至讓位於人文科學知識，兩者結合形塑現代人的主體。¹⁰所以，科學技術與法律的關係也越來越緊密，例如現在的刑事審判在證據調查的部份，需要依賴大量的醫學與科學的方式來解讀與判斷，甚至科學與醫學會因此而喧賓奪主，使得法學的判斷和決定空洞化。因此，本文將法律與科學技術視為制度，觀察兩者的結合和互動，來回答本文提出的疑問。

在書寫安排上，本文先從西歐於 19 世紀之後，受到國家刑事司法的變革與犯罪學的影響，興起對個人識別的強烈需要；而英國殖民印度所產生的指紋按捺制度，是如何使指紋按捺逐漸發展成科學技術；接著，處理日本對於指紋技術的繼受，及其如何適用在臺灣的過程和意義。最後則是結論。

二、殖民地印度誕生的指紋技術

(一) 累犯的出現

從歷史來看，不論是前現代的西歐社會或是傳統中國社會，個人識別的技術已經或多或少的被運用，特別是針對犯罪人，因為犯罪人被統治者認為是危害秩序者，所以需要加以標示，像身體烙印和標記等方式，方便識別其危險性，如此統治者與鄰人能夠有所防備和管理。在人民遷移和交通來往有限的年代，這樣的標示與識別，並不會達成普遍為人所週知，可能只是一個小村莊聚落知道該人是犯罪者，而這位犯罪者也可能終其一生待在這一個小社區，沒有方便的交通工具，讓他可以到另外一個村莊部落，不會導致統治者的焦慮，引起人民對社會秩序的恐懼。

然而，伴隨工業革命的出現，過去的生活形式產生變化，人民流動遷移的可能性大增，不像過去可能終其一生都待在村莊。交通的發達與農村受到工業化的

⁷ Peter L. Berger & Thomas Luckmann, 《知識社會學：社會實體的建構》(臺北：巨流，1991)，頁 70-72。

⁸ 顏厥安，〈規範、制度與行動〉，《規範、論證與行動：法認識論論文集》(臺北：元照出版，2004)，頁 228-229。

⁹ Jan Todd, *Colonial technology : science and the transfer of innovation to Australia* (Cambridge: Cambridge University Press, 2009).pp.221.

¹⁰ Michel Foucault, 劉北成、楊遠嬰譯，《規訓與懲罰：監獄的誕生》(臺北：桂冠，1992)。

影響，形成一個容易流動且變動的陌生人社會，打破過去階級社會的既定框架，陌生人的大量出現，也帶來社會更多的恐懼。¹¹特別在街角流竄的流浪漢，或是說著不是本地語言的人，或是穿著奇裝異服的人，常象徵著流動的犯罪，引起原本社群的敵意與焦慮。因此，像是法國大革命之後，護照的誕生便是為了這項目的，紀錄每個人的身體特徵，例如：髮色、眼睛的顏色等，方便認識和管理出入境的人民。到了 19 世紀的歐洲，由於社會上的貧富差距逐漸拉大，社會上的犯罪頻率加劇，甚至被學者描述成是罪犯的天堂，一個罪犯可以很輕易地消逝在茫茫的人海中，並以新的身份重出江湖，警政體系對此莫可奈何。¹²

就此，有效的辦法即是控制國內的人民，認識到每一個人便是在這樣的歷史脈絡下成為現代國家的重要課題，不只要認識到那些陌生人、流浪漢、移民者，即便國內的國民都需要加以調查與認識。所以如何透過對「個人同一性」的重視，來確認個人的司法同一性，進行掌握和辨識個人的可能，產生國家治理上的需求。單純地憑藉法律建構和辨認人格，進而召喚個體成為人格主體仍是不夠的，也必須在其身體上能夠有所辨識，以確認個人的同一性，在這部分人類學的發展恰好有助於個人識別的進行，在人的身體上找到特徵加以記錄，使其人格與身體能夠結合。¹³

另外，刑事司法系統的改變加強國家對於人民識別的需求。前現代國家缺乏官僚治理的制度機制構造現代刑事司法體系，對於犯罪人的懲罰多以身體刑的方式來進行，現代刑事司法體系一方面因應啟蒙主義的思潮，不再仰賴身體刑，自由刑成為刑罰的重要且多數的選項；另一方面，刑事司法體系的官僚化，例如：審級的確立，審檢辯三方角色地形成，需要借重更多的文件作業進行刑事程序，由於延長犯罪人在刑事程序的時間，必需配備更多的犯罪紀錄資料，才能夠有效掌控。¹⁴

除此之外，進入到 19 世紀之後，統計學的使用與探討改變人民對於犯罪的認識。1839 年的英國警官針對慣竊與其他犯罪為主題進行統計，如此清楚地看到這類犯罪在英國社會的實相。¹⁵過去對於犯罪的認識，是以個人的違法行為來理解，如今藉由統計學的方式，犯罪成為一種社會現象：這個社會某類犯罪在何時為高峰？何地這類犯罪最多？由什麼族群的人犯罪最多等，不再只是以個人的行為來看待而已，犯罪現象置於社會中來看待。在犯罪人當中，國家對於累犯更為關注，而且如同 Cole 所言，累犯不再只是法律分類之一，累犯更成為科學知

¹¹ Simon A. Cole, *Suspect identities : a history of fingerprinting and criminal identification* (Cambridge, MA : Harvard University Press, 2001).pp.7-9.

¹² Sengoopta, *Imprint of the Raj : how fingerprinting was born in colonial India*.pp.9

¹³ 渡邊公三，《司法的同一性の誕生：市民社会における个体識別と登録》（東京：言叢社，2004），頁 28。

¹⁴ Cole, *Suspect identities : a history of fingerprinting and criminal identification* ,pp.8.

¹⁵ Ibid.pp.14

識的對象。¹⁶科學家們嘗試從累犯的身體上尋找他們不斷犯罪的原因，同時出版相關的著作進行討論。可是國家如何知道眼前這位犯罪人是不是累犯？如果沒有認識到這一位人民，進行司法同一性的確認，是很難知道答案。

19 世紀中期，法國人類學者且為生理學者 Alphonse Bertillon 首先倡導人體測定法 (Anthropometrie)，提供個人識別方法。法國在 1880 年實施，此為歐洲個人識別法的新紀元。人體測定法在英國、比利時、荷蘭、奧地利、匈牙利、瑞士、西班牙、瑞典、挪威、德國、俄國等都有採用，甚至美國、愛爾蘭與英國等國家亦是廣泛使用。Bertillon 是一名法國的警察，任職於巴黎警視廳的時候，藉由當時最新的人類學的身體測量技術，將人類學的特徵仔細分析，對於身體各部分的長度等都加以記錄，測定的部位包括：身高、坐高、指極、頭部縱徑及橫徑、右耳的長度及幅度、左前膊的長度、左足的長度、左中指的長度、左小指的長度等。其他包括臉的正面和右側面的攝影，以及記載身體的特徵。其中，亦有記錄了犯罪人的指紋，但只適用在少年犯與女性，只不過指紋紀錄的方式非常粗糙，且登錄指紋是整套人體測定法的下位技術，Bertillon 未就此繼續發展。¹⁷這些知識與技術有助於警察將犯人逮捕與法律上的審判。後來，由於累犯的現象頻繁，確認累犯使其標籤，留下記錄，更是促進個人識別技術與知識的發展。將受逮捕者的身體各部份進行計算和測量，確定該受捕者的身份，透過符號的紀錄進行個人辨識，使得個人辨識成為可以言說和標準化，形成一套有體系的司法記錄保管制度，方便國家得以進行確認，也使得至少犯罪者在法律面前更加的個人化。因此，可以這麼說以累犯為核心所創造的現代型個人識別是在警察—司法—行刑體系中創造而出。¹⁸

綜上來看，隨著 19 世紀到 20 世紀這一段期間，因為階級對立，使得當時西歐社會的犯罪層出不窮，而且有擴散的可能，使得統治者有必要清楚地認識人民，展開個人識別的需求；再加上相關科學技術與法律的變化，使得個人身體的獨特性逐漸為科學所界定和識別，人格的個別性與身體的完全性相結合，法律對此加以定義、規制和保護，身體成為承載權利和義務的主體。¹⁹如此一方面使個人能由國家精確掌握，也同時不斷地將個人個體化，成為現代法律的主體。

(二) 印度殖民經驗的啟發

其實指紋的使用早在古代中國、印度、土耳其等就已經存在，指紋可以用來代替印章，行之有年。但將指紋技術予以科學建構，實際上是 1823 年德國 Breslau 大學的 Prukinje 的著作《commentatio de examine physiologicoorganivisus et

¹⁶ Ibid.pp.15.

¹⁷ 橋本一徑，《指紋論：心靈主義から生体認証まで》(東京：青土社，2010)，頁 136-137。
Sengoopta, *Imprint of the Raj : how fingerprinting was born in colonial India*.pp.29.

¹⁸ 渡邊公三，同前接註，頁 91-93。

¹⁹ Georges Vigarello，鷺見洋一，小倉孝誠譯，《身体の歴史》卷 3 (東京：藤原書店，2010)，頁 61。

systematisentanei》，觀察人體手指的隆線，將指紋區分為 9 種類別，但沒有為學界所重視。

當殖民者遇上被殖民者，看到這些非我族類的殖民地人民，殖民者為了穩定殖民地的秩序，所以個人識別技術對於殖民者而言更感到必要。因此，英國殖民印度之後，統治者積極地想要認識這個殖民地的人民，但是卻沒有一個適切的方式有效地認識印度人，直到將指紋技術帶到實務上運用的 W. Herschel 出現。19 世紀中期英國人 William Herschel 在殖民地印度擔任民政官員，將指紋當成是行政管理工具。²⁰當時要求人民的簽名實際上難以產生有效的管理，至於用攝影照像來進行個人識別更是困難，因為這會遭遇到當時的預算有限和所需要的科技之問題。²¹Herschel 在與印度人訂定契約時，於是要求當地人按捺指紋，以確保個人的信用，有效保障契約的雙方關係。²²所以，Herschel 初次運用指紋之時，並沒有將指紋當成是日後的犯罪鑑定技術。儘管如此，Herschel 將這些指紋資料彙集並且進行研究，產生一套透過指紋來防止冒名頂替的心得。他想將這一套技術推廣到監獄當中，可以隨機抽查確認受刑人的身份，防止冒名頂替的發生。可是，監獄管理者對於這樣的技術興趣缺缺，所以當時仍未適用。不過，對 Herschel 而言，將指紋技術推廣到監獄中，與其說是為了犯罪預防和管理，不如說仍是以個人識別為主。²³總體評價 Herschel 雖然發展出一套指紋技術來管理行政，但是他對指紋的認識仍舊非常淺薄，而且尚未帶進學界與公共領域中來討論，未形成指紋科學。

隨著 Herschel 回到英國後，印度指紋按捺政策便人走政息。1880 年，《Nature》這一期刊上刊登了由 Henry Faulds 撰寫的投書，Faulds 在日本傳教時，發現一件古陶器上有著指紋殘留，於是 Faulds 就此繼續研究指紋，認為指紋與人類有極高的關連，並且會因為每個人而有所不同，他還原創性地提出指紋與犯罪鑑定的關連性與應用可能性。²⁴這篇文章鼓舞了 Herschel，使得他繼續從事相關研究，並在 Nature 上發表他將指紋用於治理印度人的豐富經驗與心得，使得 Herschel 的印度經驗帶到公共領域中來討論和影響。²⁵

一方面，Faulds 將這些發現告知蘇格蘭場，希望警察系統也能夠建立相關單位研究指紋，將指紋應用在犯罪偵查，可惜蘇格蘭場警察對此並無太多興趣；另一方面，Faulds 將他的研究發現寫信通知 Darwin，Darwin 轉而告知優生學和體質人類學學者--Francis Galton，由 Galton 參與研究，Galton 看到 Herschel 的文章之後，大為興奮，並與 Herschel 聯繫，後來投身於指紋研究，他在 1891 年和 1892

²⁰ Sengoopta, *Imprint of the Raj : how fingerprinting was born in colonial India*.pp.37.

²¹ Ibid.pp.51.

²² Ibid.pp.61.

²³ Ibid.pp.75.

²⁴ Raj *ibid*.pp.79-81.

²⁵ Ibid.pp.85；徐聖熙，《指紋學》（臺北：撰者，1971），頁 4。

年寫了《Method of indexing finger marks》和《finger print》，另外也有 25 種的指紋研究著述，形成一套指紋的人類學的分類知識。這也對於之前 Bertillon 模式的個人辨識方式產生批評和修正。如此，衍生許多類別的指紋辨識方式。Galton 體系化指紋技術分類，並且深化指紋技術在犯罪鑑定上的適用，甚至說服官方認知到指紋的重要性與實用性。²⁶只是他的試圖推廣在英國本土有著不少的反對聲浪。儘管如此，Galton 等人對於指紋的研究，使得指紋受到更多人的關注和討論，他們也不斷地參考 Galton 等人的著作，如此使得指紋成為科學，並發展出許多種類的指紋分類方式。

三、指紋技術在臺灣的演變

(一) 指紋在監獄的實驗

日本在明治維新以前，採取入墨的方式來識別犯罪人，如此有利於監視。後來隨著明治維新逐步繼受現代型法律，其中受到歐美監獄行刑觀念的影響，認為將犯罪人刺青標記的方式是違反人道，違背當時監獄行刑的宗旨，因此廢除入墨制度。遂採取攝影的方式來記錄犯罪人，然而因為人的面貌可以變化，隨著年紀的增長，相貌會不同，於是決定採取指紋法。²⁷

於 1890 年左右，透過德國監獄學家 Seebach 學習特別預防的刑罰制度，所謂特別預防希望針對每個受刑人的個別情況來處遇和矯正，如何認識這一個受刑人，紀錄和了解這位受刑人的狀況，成為刑罰制度的重要需求，所以藉由一些文件的製作來理解每位受刑人成為監獄行刑中的重要工作。

另一方面，1892 年 1 月前大審院長和法學博士的橫田國臣提議應該仿效歐洲的制度設立犯罪人名簿，來確立犯罪人異同識別法，防止犯罪人隱藏犯罪的前科，免於加重其刑。不過這項工程的進行，直到為因應 1908 年新刑法才正式動工。

舊刑法是以 1810 年前期古典學派為中心的法國刑法為母法，德意志刑法、加入後期古典學派偏向折衷主義的義大利刑法草案、比利時刑法參酌制定出來的，犯罪構成要件有詳細規定，在法定刑的衡量上給予法官較窄的自由裁量空間，是一部客觀主義傾向的刑法典。²⁸

根據統計，明治 10 年代晚期，犯罪人數大幅增加，1882 年（明治 15 年）有 75857 人，1883 年 105844 人，之後每年都 10 萬人左右，明治 23 年激增到 145281

²⁶ Ibid., pp. 83-85, 113.

²⁷ 〈箕斗紋法〉，《臺灣日日新報》，1910 年 2 月 6 日，第 5 版。

²⁸ 內藤謙，《刑法理論の史的展開》（東京：有斐閣，2007），頁 287。

明治 27 年人到達了 185803 人²⁹。1885 年之時，日本國內在監人數竟然比常備兵還要更多人，國家花費許多資源在這些受刑人身上。國內當局對於秩序的感到非常不安。1887 年代左右，日本以棉紡織業為首的輕工業建立起產業資本，確立了日本資本主義，日清和日露戰爭的經過，加速獨佔化的資本主義發展，許多社會問題浮出檯面，勞動爭議事件在 1897 年以後更是飛躍性地成長。顯示日本社會遭遇到資本主義生產過程中所必經的矛盾激化，也挑動了資產階級的敏感神經，思考要透過何種方式來防止危機的威脅和自身利益，舊刑法的施行無法滿足資產階級對於秩序的渴望。

因此，日本舊刑法因為在實務運作上，遭批評過度寬鬆，因此極有提倡朝向德國新派刑法學方向修正，是後 1908 年的新刑法較舊刑法來得嚴格。其中與個人識別法息息相關者，即是新刑法第 58 條累犯加重的規定，為了能夠快速地知道受審判的被告是否為具有前科的累犯，則需一套技術能快速識別這位被告，於是司法省嘗試引進西歐的個人識別技術。³⁰當時雖然有名籍索引票和犯罪人名簿可以確認犯罪人，不過對於居住在都市中隱藏前科的犯人在身份確認上，發揮的效力不大；³¹再加上有攝影寫真可以相互對照，然而實際上難以分類，造成應用上的困難。³²

1900 年左右，陸陸續續一些學者與實務家紛紛引入許多個人識別技術到日本，其中亦包含指紋技術。像是平沼騏一郎到歐美各國參訪指紋法制度，提議指紋法制定，並學習英國的 Henry 式；大場茂馬在 1905 年到德國留學途中經過英國殖民地新加坡，對於新加坡的指紋法與人體測定法非常欽羨，再加上平沼建議他研究個人識別法，所以他在德國留學時，對於個人識別法亦加以研究。³³

於是在 1908 年的新刑法通過施行這一段時間內，大場茂馬等人檢討各種指紋技術在日本如何適用，企圖研擬出一套法律規範。1908 年 7 月 24 日，犯罪人異同識別調查會中民刑局長平沼騏一郎、監獄局長小山溫、司法省參事官谷田三郎、大場茂馬、監獄事務官真木喬、豐野胤珍、檢事古賀行倫等 7 名，調查市ヶ谷監獄 1057 名受刑人的指紋，日本人各型指紋出現狀態雖然不完全符合 Rochelle 的統計，但大體上符合，所以採取 Rochelle 式是不會有太大障礙。

不過，有疑問的在於乙種蹄狀紋的分類，若依照 Rochelle 的分類中指頭隆線數的區分法，則日本人指紋的出現頻度會很不平均，所以需要修正 Rochelle 的分類，以符合日本人的體質。同時，大場茂馬建議以左手為基準，因為左手不靈活，比較不會有事故發生，造成指紋無法採擷的情形。所以整體而言，改良過的

²⁹ 芹澤一也，《法から解放される權力》（東京：新曜社，2001），頁 23。

³⁰ 渡邊公三，同前揭註，頁 347。

³¹ 渡邊公三，同前接註，頁 352。

³² 金英達，同前接註，頁 53。

³³ 大場茂馬，《個人識別法：指紋法》（東京：中央大學，1912），自序頁 2-3；金英達，《日本の指紋制度》（東京：社会評論社，1987），頁 61。

Rochelle 式指紋法是先將左手按照指紋類型編碼，接著依照價數排列之，從 00000 到 99999，右手對應之，紀錄每個指紋的價數，進行編碼：弓狀紋：價 1；甲種蹄狀紋：價 2；乙種蹄狀紋：根據指頭隆線數目來定價。若為 1-7 條，價 3，8-11 條，價 4，12-14 條，價 5；15 條以上，價 6；上流渦狀紋：價 7；中流渦狀紋：價 8；下流渦狀紋：價 9；欠損者：價 0。像是有人在編碼後，分類號碼為：13824 73912，前者為左手從食指、中指、無名指、小指、拇指排序而得，後者為右手依照同樣排序而來。監獄與法務部再從這些數碼加以排列和保存，由小排到大。³⁴如此，指紋技術的方式於日本內地大致確定。

就這樣 1908 年司法省訓令內地各監獄發佈指紋法，到 1909 年 6 月 30 日出獄的受刑人，以指紋法適用之。需按捺指紋的受刑人種類限定是侵犯住居罪、阿片、放火、通貨偽造、文書偽造、猥褻姦淫、賭博及富籤、殺人傷害、脅迫、略取誘拐、竊盜、強盜、詐欺、恐嚇、橫領、贓物等罪。³⁵過了一年，司法省所蒐集的指紋原紙已經達到 6 萬 3 千到 4 千枚。

臺灣在清治時期即有使用指紋的紀錄，不過與其說是用指紋來辨識個人的知識，毋寧說當時臺灣人認為指紋可以代表個人。³⁶所以指紋對於當時的臺灣人而言，就像是自己的簽名一樣。除用來標示個人之外，同時指紋也具有看個人性格與命運的功能，在《民俗臺灣》中便有記載大稻埕一帶人民對於男性指紋螺數的說法，例如：六螺作乞食，七螺窮，十螺作進士的說法。³⁷以此來看，當時指紋運作背後所運作的知識體系與 19 世紀之後指紋科學技術的改變是有所差異。

臺灣自 1895 年由日本開始殖民統治，同時透過日本開始繼受現代型法律。在 1908 年，臺灣亦跟隨日本施行新刑法，於是如何識別犯罪人亦為重要議題。臺灣是否適用指紋法，初期仍處於討論的階段。當時有醫學教授認為日本統治以前的臺灣人較少用印章，多用指紋來標示契字等得喪變更，因為受到日本人的影響而使用印章。不過，教授認為指紋比印章來得有用，因為印章多有偽造之情形發生，然而指紋是無法偽造，所以採用指紋不只可以確保權利得喪變更，也可以防止詐欺犯的出現。他認為臺灣一些地區仍是繼續使用指紋來為權利得喪變更登記是一種良風美俗，需要妥善保存和利用。³⁸所以，指紋的適用也被日本人看成一種傳統的再保存與再創造，因為過去的指紋利用與日治時期的指紋技術所挾帶的科學知識體系和法律已經有所不同，同樣都按捺指紋，但過去等同於簽名，如今成為個人的司法紀錄檔案，可以說是舊瓶裝新酒的表現。

³⁴ 南波奎三郎，《最新犯罪搜查法》（東京：松華堂，1924），頁 183-184。

³⁵ 〈累犯と指紋法〉，《臺灣日日新報》，日刊，1908 年 11 月 7 日，第 2 版。到 1917 年指紋原紙取扱規程和指紋原紙取扱心得制定，對新入監者方採指紋，見：金英達，同前揭註，頁 65。

³⁶ 駱宜安，《刑事鑑識學》（臺北：明文，1995），頁 168。

³⁷ 和川漢，〈指紋占ひ〉，《民俗臺灣》，第 3 卷第 7 期，1943 年 7 月，頁 45；池田敏雄，〈民俗雜記〉，《民俗臺灣》，第 3 卷第 12 期，1944 年 3 月，頁 47。

³⁸ 〈指紋較印章有效〉，《漢文臺灣日日新報》，1910 年 10 月 26 日，第 2 版。

同樣贊成臺灣須施行指紋法的包括官方意見，官方認為向來臺灣本島同名者很多，造成許多的困難，因此指紋法的施行更感必要。尤其當有刑事被告羈押在監獄中，需要辯護人的幫忙，提供相關的證書，但其羈押結束後，否認自己是該名被告，造成刑事訴訟與辯護的困擾。有了指紋紀錄後，辯護士得持證書上的指紋與該名被告人監時留下的指紋相互比對，確認是否為同一人，以利訴訟之進行。³⁹又，指紋法的施行可以有效地控制臺灣因應交通技術的發達，南北來往更加容易之後，所造成的犯罪人流動與犯罪型態的轉換，⁴⁰例如：臺北的前科犯逃至臺東，那麼臺東的刑事司法人員若沒有個人識別的技术，可能會沒有辦法掌握這一位前科犯的犯罪紀錄；又，若臺南的贓物運送到臺北，如何掌握犯罪行為人的動向。這些因應交通的便利後產生的改變，將會造成社會控制的困難。因此，大致上不論學者或實務工作者都肯定指紋法施行於臺灣的必要性。

儘管形式上作為法律的指紋法並未實施，實際上臺灣於 1908 年便開始在臺北監獄採納在監人的指紋，已經跟隨著內地一同進行實驗運作，進行對於累犯的記錄和辨識。就監獄中指紋按捺的對象而言，臺灣總督府對處於刑事程序的人民之指紋採集，以受到法院確定宣判的受刑人全體為按捺的對象，相較於日本內地指紋按捺的對象來得廣，這方面呈現出一個殖民的差異。可以解釋的理由有幾個，第一，殖民者對殖民地的犯罪控制需求極高，希望藉此掌握殖民地秩序；第二，或許存在另外一個解釋的理由，事實上我們不能忽略整個總督府體制，這方面的差異可能來自於當時臺灣所有監獄加起來的收容人數共三千多人，以臺北監獄而言，1909 年收容人數總額為 1278 人。⁴¹因此以這種人數規模來看，與日本內地當時監獄收容人數幾萬人的規磨來比，臺灣總督府監獄官僚人數和預算應該能夠負荷，所以方為進行。

在指紋按捺明文化之前，手島兵次郎法務課長和臺北監獄監獄長志豆機源太郎前去東京司法省了解指紋法準備和運作，並由監獄事務官大場茂馬向手島兵次郎和志豆機源太郎進行講習。⁴²如此，學習日本指紋技術，帶到臺灣來。不過，其實 1912 年個人識別方取扱規程制定前，臺灣監獄的指紋按捺與日本監獄的指紋按捺不完全一致，臺灣監獄指紋按捺亦是處在實驗摸索階段。例如，1910 年時臺北監獄採取指紋的方法，首先在紙上記載犯人的姓名、年齡、相片、身長、攝影年月日、犯罪內容及判決主文，按捺右方姆指和左方食指的指紋，並記載犯罪人的身體特徵。⁴³將這些資料記於判決主文下方，並在判決反面上方寫明犯罪人特徵，按捺右手拇指與左手食指，相較於日本內地所用的指紋數是比較少，佐

³⁹ 〈指紋法の成績〉，《臺灣日日新報》，日刊，1909 年 4 月 3 日，第 2 版。

⁴⁰ 〈指紋法講習會に於ける手島法務部長の訓示〉，《台法月報》，第 6 卷第 6 期，1912 年 6 月，頁 88-89。

⁴¹ 《臺灣總督府第十三統計書》（臺灣總督官房統計課，1911），頁 230-231。

⁴² 〈指紋法採用せられん〉，《臺灣日日新報》，日刊，1909 年 3 月 3 日，第 2 版；〈行指紋法〉，《漢文臺灣日日新報》，1909 年 5 月 27 日，第 2 版。

⁴³ 〈本島の指紋方法〉，《臺灣日日新報》，日刊，1910 年 10 月 6 日，第 2 版。

以受刑人的特徵進行判別。⁴⁴但效用似乎並無不同。⁴⁵

後來，臺灣本島亦開始跟隨日本內地採取十指按捺的方式。岡野警部到東京出差學習，其後回台教授。⁴⁶先在臺北監獄與臺南監獄教授，其後是在臺中監獄實驗指紋法。⁴⁷決定使用 Rochelle 式是在 1911 年底，當時臺中監獄採集一千名的本島人指紋進行調查，送至司法省進行比較，對比本島人與內地人的指紋分類後，發現本島人的弓狀紋、渦狀紋及缺損的比較多，蹄狀紋稍少，且本島人的指紋比較平均近似。不過，從甲種蹄狀紋與乙種蹄狀紋的分佈來看，與日本內地無太大差別，因此司法省決議採取 Rochelle 式。⁴⁸

由於，指紋技術的應用是在監獄中進行，監獄相關人員的培養和職位的設置在個人識別方取扱規程發佈後成為當務之急。1913 年開始從預算中安排各監獄採集指紋的專任者一名，另外法務部則兩名，一共五名，專門負責保存指紋，如此增設監獄職員。⁴⁹除此之外，臺灣總督府警官甲科練習生在練習所的時候亦有學習指紋法，訓練警察官和監獄人員對於指紋法的認識和熟悉。由於指紋法是從監獄實際操作而來，因此初期的指紋法講習會都是由監獄課主導，監獄中的官僚成為傳播指紋技術的首要人員。⁵⁰同時，為了加強監獄人員的指紋技術，官方給予從事指紋及人身測定一年以上事務熟練且成績優良者予以補助。⁵¹如此，培養人員熟悉和應用指紋技術，如此指紋技術方得以實施。

從這裡我們可以看到從印度乃至殖民地臺灣指紋技術的實踐，實與殖民帝國的統治有密切不可分的關係。借用 Daniel Headrick 所觀察到的技術發展與帝國主義發展兩者的，技術協助帝國主義的擴大，有效治理殖民地。⁵²轉個角度來看，正因為殖民地的存在，在殖民地的資料蒐集供應技術修正，技術在殖民地的實際運作可以使技術有更多發展的可能。就像指紋技術在英國的發展更明顯可以看到殖民地與技術兩者的相互依存：指紋技術從殖民地誕生，在殖民地實際操作的資料使得指紋成為一門科學，其後擴散到其他的殖民母國與殖民地，確保殖民統治的法秩序，同時這些自殖民地得到的經驗，又不斷地修正。因此，可以說單純從

⁴⁴ 〈指紋法と臺北監獄〉，《臺灣日日新報》，日刊，1908 年 11 月 29 日，第 2 版。

⁴⁵ 〈本島の指紋方法〉，《臺灣日日新報》，1910 年 10 月 6 日，第 2 版。

⁴⁶ 〈指紋新法の實施〉，《臺灣日日新報》，日刊，1910 年 11 月 9 日，第 3 版。

⁴⁷ 〈指紋法の試験〉，《臺灣日日新報》，日刊，1911 年 9 月 29 日，第 2 版。

⁴⁸ 〈訓令第三百三十三號犯罪者個人識別方取扱規程ヲ定ム〉，《臺灣總督府公文類纂》，第 2005 冊，頁 26-27；〈指紋採用決定〉，《臺灣日日新報》，1911 年 12 月 2 日，第 2 版。

⁴⁹ 〈就實施指紋言〉，《臺灣日日新報》，1911 年 12 月 10 日，第 4 版；〈指紋法と増員〉，《臺灣日日新報》，1912 年 6 月 2 日，第 1 版。

⁵⁰ 〈指紋法講習會に於ける手島法務部長の訓示〉，《台法月報》，第 6 卷第 6 期，1912 年 6 月，頁 88-89。

⁵¹ 〈監獄事務に關する通牒〉，《台法月報》，第 11 卷第 11 期，1917 年 11 月，頁 86。

⁵² Daniel R. Headrick, *The tools of empire : technology and European imperialism in the nineteenth century* (New York: Oxford University Press, 1981).pp.204-210.

宗主國技術擴散的觀點來思考殖民地技術肯定是有所不足，需要將宗主國與殖民地兩者的互動放入考量。

延伸來看，我們可以說技術需要遭遇到一個他者，這一個他者的存在證明了技術擁有者的地位，這一個他者也能提供廉價資源來協助技術的適用與提升。所以，監獄中受刑人之於臺灣總督府，就像印度人民之於大英帝國，不論是臺灣總督府或大英帝國都能夠藉由統治者的地位，直接要求這些受刑人按捺他們的指紋，作為研究的樣本與統治的政績，而這些樣本與政績又加強帝國統治的控制能力。

（二）帝國犯罪控制網絡的擘畫

1. 共通法與指紋

臺灣指紋法於 1912 年 6 月訓令第 133 號個人識別方取扱規程發布，始將監獄內的指紋按捺予以明文化，採取複合式個人識別：部分的人身測定與改良過的 Rochelle 式指紋分類。⁵³亦即須作成指紋原址和氏名索引做成兩份，原則上一份由監獄保管，一份由法務部保管。這樣的想法顯示大場茂馬對日本個人識別技術的影響，因為這樣的方式大體上與他的主張是相一致的。⁵⁴

其實在個人識別方取扱規程的討論過程中，有人批評 Rochelle 式指紋分類法，因為由指紋隆線數目判斷，實是麻煩。在日本內地施行不久，就已經發現這些缺點。所以在臺灣是否要繼續沿用 Rochelle，成為一個重要的問題，像是有論者主張 Galton 的指紋分類較為簡單且節省成本，應該適用在臺灣。⁵⁵亦有認為臺灣人口不多，可以使用阿根廷式的指紋分類，即 Juan Vucetich 所使用的分類法，大致以指紋形狀做判斷，較為簡便。⁵⁶

Galton 的指紋分類法是以指紋中的三角形線條形狀來進行第一層區分四類，如此就能夠將指紋卡片區分成有差異的類別，接著再從各手指的三角形狀況再加以細分，所以指紋卡上的十個手指的印記，可以有四的十次分共 1048576 種組合。Galton 於 1891 年的《Nature》第 44 卷中便建議使用這種指紋登記方法，但後來遭到拒絕。⁵⁷

⁵³ 值得一提的是，1945 年之後，臺灣由國民黨政府統治。1947 年 5 月 23 日內政部警察總署於南京召開指紋會議，當時經過指紋專家的研討後，決定十指指紋分析法採用 Henry 制，單指指紋分析法採用白脫里制度。當時刑事鑑識部門的指紋人員整理日治時期所遺留下二十萬份的犯罪指紋法卡，而當時警察總署規定改用美國 Henry 式的指紋分析建檔，由於技術採取的方式改變也使得指紋分析建檔需要的人力和時間不少。見：胡國振先生紀念集編輯委員會編，《胡國振先生紀念集》（臺北：該會印行，1970），頁 53。

⁵⁴ 大場茂馬，同前接註，頁 272。

⁵⁵ 〈箕斗紋法〉，《臺灣日日新報》，1910 年 2 月 6 日，第 5 版。

⁵⁶ 〈指紋分類試驗施行ノ件〉，《臺灣總督府公文類纂》，第 5387 冊，頁 3-8。

⁵⁷ Robert Heiedl，劉持平、何海龍、王京譯，《世界指紋史》（北京：中國人民公安大學出版社，2008），頁 135-138。

至於 Vucetich 採取類似 Galton 的指紋分類方法，亦採取三角形來區分為四種指紋形狀：弧形紋、內箕紋、外箕紋、指印螺旋紋，然後將弧形紋於拇指上即是 A，在其他手指則為 B，內箕紋用 I 和 2 來表示，外箕紋用 E 和 3 來表示，螺旋紋則用 V 和 4 表示。右拇指的符號為基礎部分，而右手其他四指形成四位數，左手指如法炮製，則為子項目所以可能有 A 4443 V4444 的編碼出現。後來並參考 Galton 的技術，進行修正⁵⁸

Galton 初期提案遭到拒絕後，遂再進行修正，並與 Henry 共同研究，於 1891 年發表新的登記法。主要由三角形和核心點作為分類的基點，並從紋路區分出五大類：A、T、R、U、W，在這個項目下再繼續以計數來區分，然後套入公式中，以得出分類編碼。⁵⁹明顯可見 Galton-Henry 式指紋技術明顯複雜許多，對於警察實務工作著實造成不少困擾，因此陸續有許多修正型出現，德國漢堡市警察局局長 Rochelle 便對此進行修正，Rochelle 將 W 型和 U 型再進行分類出子項目，可是他在登記編碼上不使用字母，而以數字來取代之，所以出現 74493 5380 等這樣的編碼方式。

如此來看，採取 Vucetich 和早期 Galton 的指紋分類技術相較於 Rochelle 在判斷上是粗略許多，或許應用在人口不多的臺灣，可能較為簡便。不過到最後這些替代方案的提議都沒有獲得認可，其中的理由一方面在於，日本內地已經採取這樣的指紋分類方式，所以如果廢止這種用法，對統治者而言，恐怕又是一筆經費需要支出，可能需要重新制定一系列的表格用紙和人員的再培養；⁶⁰另外一方面的理由則是在法域的統合，因為如果當日本內地前科犯為犯罪行為之後，逃到臺灣躲藏，如此臺灣的警察逮捕之後，在法院為審判的過程中，如何知道這一位前科犯的前科？因為臺灣總督府當局並沒有該名犯人的前科資料，是故無從得知的情形下，在臺灣地方法院眼中，該犯人不具前科，則該犯人的刑度將無再犯加重的適用。所以，在決定以 Rochelle 式指紋分類之時，日本統治者已經決定將臺灣與日本兩地的法域有所共通，維護帝國的法秩序。共通法的施行，尤為重要者在於前科的共通。需要掌握在內地與殖民地兩邊流動的前科犯之動向，以確保刑法中的再犯加重之適用。如此，監獄中的個人識別作業便扮演著極大的作用，因為刑事程序的被告與受刑人都會收容在監獄中。⁶¹

從同為殖民地的朝鮮亦可以佐證當時殖民者不斷確立指紋與共通法的關係。日韓併合以後，朝鮮總督府在監獄署進行指紋技術與人體測量法的實驗，將監獄中的累犯為指紋按捺手指關節全部，並且佐以身體特徵的紀錄，以供犯罪檢舉之用。⁶²一直到 1915 年保管的部門所擁有的指紋原紙數達到 5 萬 1 千多枚，每年各

⁵⁸ Robert Heiedl，同前接註，頁 139-140。

⁵⁹ Robert Heiedl，同前接註，頁 144-169。

⁶⁰ 〈指紋法と連絡〉，《臺灣日日新報》，1911 年 10 月 25 日，第 2 版。

⁶¹ 屋山生，〈共通法と監獄〉《台法月報》，第 12 卷第 7 期，1918 年 7 月，頁 64-66。

⁶² 〈指紋檢犯〉，《漢文臺灣日日新報》，1910 年 12 月 2 日，第 2 版。

監獄提出 1 萬 1 千多枚。藉由指紋蒐集的完備，使刑罰科處能夠更加精確。而警察部門也藉由這些指紋發現許多前科者。⁶³由此可以看到，共通法目的在於建立一個帝國的犯罪控制網絡，能夠精確地掌握犯罪人的流動，建立犯罪人紀錄，維護帝國內的秩序與安全

由於指紋法的關係，內地與外地之間的犯罪紀錄建立聯繫，使得內地逃到外地的犯罪人也無所遁逃。例如：一位名叫小河幾次郎的竊盜犯，於打狗港藏匿贓物，法務部的指紋主任研判竊盜犯應該在內地有竊盜前科，所以向司法省指紋部詢問該人的指紋記錄，果然查出該竊盜犯在 1910 年因為竊盜罪的關係在福岡監獄小倉分監受刑。如此查得該竊盜犯的身分。⁶⁴日本帝國內的殖民地之間移動，也受到帝國辨認技術的掌握，一名朝鮮人聲稱其為趙太春，臺中廳警務課職員仍有所懷疑，於是將其指紋從總督府送至朝鮮總督府與關東都督府照會，查出其是有前科的朝鮮人鄭大華。⁶⁵

伴隨著共通法的設置，日本帝國期待能夠藉此統合整個母國與殖民地法域，其中指紋技術便扮演著重要的角色，藉由指紋資料的保存與送至他地保存，有益於當犯罪人自母國逃至殖民地，或是從臺灣逃至朝鮮時，皆能夠透過指紋資料來將犯罪嫌疑人予以逮捕。倘若沒有指紋技術的應用，欲確立由天皇為法秩序的主權和將殖民地統合收編至同一法域中，恐怕是非常困難。

不過，雖然共通法之施行和指紋法都已經有所施行，但是受限於經費與繁雜的程序，造成施行上仍有先後之分。在共通法施行後，1918 年年中開始，臺灣與朝鮮的內地人受刑人之指紋原件都有送至司法省，如此大致而言，已經可以快速掌握內地前科犯在帝國內的流動。相形之下，在日朝鮮人的指紋原件是否要送至朝鮮總督府，和在日臺灣人的指紋原件是否要送至臺灣總督府，這兩者就沒有那麼快實現，於 1918 年仍處於研議的階段。⁶⁶其中，臺灣總督府甚至認為臺灣人在內地的犯罪非常稀有，所以只要將在臺內地人的指紋原件送至即可，無需將臺灣人的指紋原件送至。⁶⁷後來，1918 年 10 月臺灣總督府法務部長向各監獄長發出通牒，亦要求指紋原件送至臺灣總督府。⁶⁸

⁶³ 〈指紋の狀況〉，《朝鮮彙報》，1915 年 4 月，頁 124-125。

⁶⁴ 〈指紋法の效果〉，《台法月報》，1913 年 3 月，頁 33。

⁶⁵ 〈指紋法で判明汽車より飛降りたる鮮人〉，《臺灣日日新報》，1919 年 2 月 20 日，日刊，第 7 版。

⁶⁶ 〈内地ニ於ケル臺灣人受刑者指紋原紙作成ノ件〉，《臺灣總督府公文類纂》，第 6538 冊，頁 115。

⁶⁷ 〈共通法施行ノ結果在臺犯罪内地人指紋通知ノ件〉，《臺灣總督府公文類纂》，第 6538 冊，頁 102-104。

⁶⁸ 〈在内地臺灣人受刑者指紋共通方の件〉，《台法月報》，第 12 卷第 11 期，1918 年 11 月，頁 49；1924 年，法國貝蘭氏發明相片電送機器，有這一台機器可以用電信或是無線電送犯人的相片指紋，日本於當年二月購買，或許這一台機器有助於個人識別資料在帝國法域中的流動與保存。見：〈科學的新偵探法〉，《臺灣民報》，第 2 卷第 7

一直到 1928 年，朝鮮與臺灣的受刑人指紋原件的聯絡管道才建立，原因可能在於臺灣與朝鮮兩地互相來往的人數有增加之緣故。⁶⁹所以，兩個殖民地互相交換指紋原件資料，如此在當地就可以快速進行確認，無須再傳達到他殖民地進行照會，有效提升帝國犯罪控制網絡的效率。

2. 技術的擴散

儘管法律將指紋技術與人體測定法予以明文化，但是並非就此固定不動，技術除了繼續中介人與法律的關係，例如：透過指紋技術將前科犯與再犯加重的法律結合之外，人或法律的變動也會影響指紋技術的變化，例如：人員多寡和法律所追求的目的可能會影響這項技術是否需要繼續存續。

1914 年以訓令第 204 號修改個人識別方取扱規程，隔年開始施行，主要修正要點在於：原先 1912 年的個人識別方取扱規程是入監者受到刑之宣告後，始為按捺指紋，如此作法是將這一位受刑人接受刑罰記錄之，如果他出獄後再為犯罪，那麼就有可能再下一次刑事審判中加重其刑罰；如今之修正，只要為被告入監，尚未受到判決之刑之宣告，即需先按捺指紋，若發現有前科紀錄，監獄可以將此資料送到法院檢察局，這樣一來檢察官求刑和法官量刑即會加重。⁷⁰亦即，此次修正將個人識別技術的是用再往刑事程序的前端延伸，俾使前科能夠更早發現。

但是，這樣的修正只是著眼於從通常刑事審判程序過程中的被告或受刑人，在日治時期尚有警察官得為即決處分的制度。⁷¹那麼，受到警察官即決處分的被告或受刑人，是否要受到涵蓋？又，日治前期的臺灣有罰金及笞刑處分令的適用，該法令之存在緩和刑事案件進入到法院的數量和總督府當局樹立監獄的壓力，⁷²這些不會進入到監獄而受到其他刑罰處罰的人，這樣的紀錄算是前科嗎？這樣的討論和爭議，其實於 1916 年左右就已經存在，1916 年民政長官已經發佈通牒給每位監獄長關於該當罰金及笞刑處分例，應依照該例中各項各款之情事加以按捺與記錄。⁷³但儘管當時並未就此明文化規定，不過對於監獄內這些曾受罰金及笞刑處分例的被告和受刑人，總督府就直接要求這些人都需要按捺，再次顯示監獄

號，1924 年 4 月，頁 13。

⁶⁹ 伊藤法務課長，〈昭和三年中の刑務指紋及保護を含む回顧〉，《台法月報》，第 23 卷第 1 號，1929 年 8 月，頁 65。

⁷⁰ 〈個人識別方取扱規程中改正〉，《臺灣總督府公文類纂》，第 2259 冊，1914 年 12 月 1 日，頁 57；郭詠華，〈現代型國家下的個人身分及其識別：百年來的臺灣個人資料法社會史〉（臺北：國立臺灣大學法律學研究所碩士論文，2010），頁 55。

⁷¹ 王泰升，《臺灣日治時期的法律改革》（臺北：聯經出版，1999），頁 265。

⁷² 詳細請見：林瑾瑤，〈異法地域之鞭：日治時期笞刑處分之研究（1904-1921 年）〉（臺北：國立臺灣師範大學歷研究所碩士論文，2006）；林政佑，〈日治時期臺灣監獄制度與實踐〉（臺北：國立臺灣大學法律學研究所碩士論文，2011）。

⁷³ 〈指紋原紙及氏名索引ノ罪刑名記載並記事訂正取扱方通牒（各監獄長宛）〉，《臺灣總督府公文類纂》，第 6227 冊，頁 124-125。

就是統治者權力展示的實驗場。直至 1917 年，訓令 169 號發布明文修改，將檢察局中沒有受到羈押的被告，不過如果他的刑罰該當懲役、受罰金及笞刑處分例處刑者、受即決處分者等皆需要按捺指紋。⁷⁴如此原先「法院—監獄」這一系統下的指紋技術也擴散到「警察」系統。

太過繁雜的技術運用在統治上有可能遭到檢討與淘汰，以求取更簡便的技術來進行統治。1924 訓令第 11 號發布指紋取扱規程，此規程廢止過去個人識別方取扱規程之適用，這一次改變廢止人身測定法，大幅縮小 Bertillon 式個人識別法的適用，除了在西歐本身已經嚴重懷疑人身測定法的效用，在日本也受到質疑，特別是大家都注意到如果骨骼尚在生長停止以前的人，這個方法是不適用，那麼針對像是少年犯罪人，人身測定法根本是一籌莫展。

除了人身測定法在對象上有限制之外，其使用成本之高亦是遭到廢止的考量之一。學者根本顯太郎認為，人身測定法本身方法極為複雜，練習不容易，又要精巧的儀器。⁷⁵實務運作上，從民政長官對各廳發布關於犯罪即決的執行注意要點事項中，警察登記既決犯人的資料時，原本登記的名簿上需要將既決犯人的人相特徵加以記錄，可是在人相資料表一旁就有附註：必要時，若一部或全部無法辨識特徵的話，得省略記載。⁷⁶所以，縱然在法律未明確廢除人身測定法以前，實際上著眼於統治的便利性，為了就對前科犯的控制更為簡便迅速，已經逐漸朝向廢除人身測定法，因此可以顯示縱然這些指紋技術與人身測定法都是從國外繼承學習而來，但是技術也會在進入本地的適用後，因應本身統治上的考量逐漸轉換。

⁷⁴ 〈個人識別方取扱規程注意方通達（各廳）〉，《臺灣總督府公文類纂》，第 6706 冊，頁 172-173。

⁷⁵ 根本顯太郎，《最新個人識別法學》（東京：松華堂，1930），頁 25。

⁷⁶ 臺灣總督府警務局編纂，《臺灣警察法規》（東京：臺灣警察協會，未註記），頁 805。

1928 年再次修正指紋取扱規程，將人身測定法廢止，因為其需要花費很多勞力，降低效率，所以從當時臺灣總督府官報中所顯示的表格中，相較於 1924 年表格欄位仍有少數人身測定法的遺跡，已經不再記載人相特徵與身高資料等欄位。⁷⁷

無怪乎，1928 年時，張深切入獄時，在他的回憶中人相特徵亦不是入獄時重要之點。張深切在留置場期間也曾被拍照和按捺指紋以留下其犯罪記錄，進入未決監時又按捺一次指紋⁷⁸。亦即，張深切在警察系統中即已經被要求按捺指紋，然後具有刑事被告身分之後，又被要求按捺一次指紋，這符合本文上述觀察的監獄指紋按捺已經延伸到刑事訴訟程序的前端，至於張深切在警察系統中即已經被要求按捺指紋，如同本文以下的分析。

除了張深切之外，張月澄亦如是記載：⁷⁹

第一次凡進入獄內者，都要到獄內衛生室去檢查體重，登記入獄表。新入獄的被告須用黑油打手印，留著自己的「指紋」永久保存。無論那一階級的人都一律如此，雙手五指都要打印。

張月澄的描述呈現出臺灣的指紋按捺與日本內地一樣需要雙手按捺，而且其提到無論哪一階級的人皆須如此，更是彰顯在刑事程序中，人的特殊性與複雜性將被轉化成十個數字所組成的編碼，在這編碼中不會在乎你是知識份子或販夫走卒，只要來到這法律面前，所要求的就是你手指紋路所呈現的數字。

指紋技術的形成，使得前科者難以遁逃和掩飾。所以指紋技術的使用亦不斷地制度化，從監獄擴散到警察，警察在處理慣犯的時候，除了個人的基本資料，亦會要求記載慣犯的人身特徵和十指指紋，形成所謂犯罪常習人名簿。⁸⁰從人員的流動中亦可見一斑，臺北廳警務課於 1917 年聘僱多年在民政部監獄課從事指紋事務的關段敏男，由此可知過去監獄中實驗指紋技術，如今隨著法制的建立與人員的擴散，警察系統需要借用這些人員的經驗來建立指紋分析制度。

1925 年，訓令第 14 號發布指紋取扱手續，其中第 2 條規定應施以指紋按捺的對象：收容的犯罪嫌疑人、處以罰金刑的即決判決且有前科者、無一定住所及職業的拘留囚、因有犯罪嫌疑遭受調查的不良少年、身分不明的意外死亡者、其他等這幾個種類。這些類型已經再擴大警察系統可運作的指紋按捺範圍，而「其他」這一項更是空泛充分賦予警察在維持治安時，得就有嫌疑者要求按捺指紋。因此可以看到，指紋按捺對象已經不只是在監獄中進行，而是已經擴散到整個臺灣社會，隨著警政系統的深入，以預防犯罪之名來將社會上的嫌疑者，要求按捺

⁷⁷ 〈指紋取扱規程中改正〉，《臺灣總督府公文類纂》，第 20064 卷，頁 100。

⁷⁸ 張深切，《在廣東發動的臺灣革命運動史略·獄中記》（臺北：文經，1998），頁 115-117。

⁷⁹ 張月澄，《「勿忘臺灣」落花夢》（臺北：東方出版社，1947），頁 76。

⁸⁰ 臺北州警務部編纂，《臺北州警察法規》下冊，（臺北：臺北州警務部，1932），頁 22-23。

指紋。

不過警政系統的指紋按捺與監獄系統的指紋按捺，1934年，臺灣總督府本來決定施行警察指紋取及方，希望能夠以法律明文化加強科學式犯罪偵查，因此期望蒐集和統一警察局的指紋。過去法務局保存的刑務所指紋是以左手為分類，而警察指紋是右手，兩者須加以統一。⁸¹可是這個提案最後遭到廢棄。

然而，警察系統指紋按捺的工作依然持續進行，根據官方說法到了1944年時，已經累積二十幾萬枚的指紋原件，可是因為決戰體制的影響，由於警察指紋按捺工作的忙碌，影響到警察系統輔佐戰爭法體制的運作，決定予以停止指紋按捺的工程，否則警察官署將會無法因應戰事的需求。⁸²

如此來看，先行研究認為日治時期指紋的適用只侷限於入監者的說法是有待商榷，從總督府公文書和警察法規來看，指紋技術與法律的結合已經從監獄擴散到社會，針對社會中那些可能有犯罪嫌疑之人，警察已經可以要求其按捺指紋，不再侷限於監獄之中。

3. 犯罪偵查的有限性

臺北廳司法係長警部室屋萬兵衛在臺灣警察協會雜誌中分享犯罪搜查的實際心得時，第一項即是提到指紋與人身測定法頗為必要。當中除了指出指紋的有用性之外，也指出使用指紋為犯罪偵查時，需要確保不會因為指紋的存在，造成誤認犯罪嫌疑人的問題。⁸³指紋應用在犯罪偵查約有兩種主要功能，其一為前科之發現，確認個人資料，防止該嫌疑人冒名頂替；其二是在犯罪現場所發現的指紋，用來找出犯罪嫌疑人。

前者的功用在日治時期應用不少，可以說是這一時期指紋技術最主要的功能。如：1913年臺南監獄有一刑事被告名為張能，經過法務部的指紋原件對照，發現此人曾經冒名為張賊、張龍、何塗、許萬居、許萬枝等，確認其有前科十犯。又同樣在臺南監獄因為竊盜罪入監的葉江海，發現其是去年臺中監獄出監的葉清水，有前科兩犯。又，有名吳添丁的人，其在之前以黃能為名，在臺南監獄接受答刑50下。⁸⁴1913年，一名在臺中街上賣糙米者，因為狀似乞丐，受到警察懷疑，前去將名人士帶回派出所詢問，該名人士說自己是支那人，名喚蘇和。警察從蘇和在押的表現，猜測他應該不是第一次受押，於是就押蘇和的十指指紋，送到法務部照驗，查到其是前科十犯的臺中人宋旺，同時也查出這些糙米是宋旺竊

⁸¹ 〈警察指紋取扱方ニ關スル件〉，《臺灣總督府公文類纂》，第4181冊，頁100-125。

⁸² 〈警察指紋取扱事務停止ノ件〉，《臺灣總督府公文類纂》，第10508冊，頁63。

⁸³ 室屋萬兵衛，〈搜查心得（承前）〉，《臺灣警察協會雜誌》，1917年9月20日，第4期，頁21-27。

⁸⁴ 〈指紋に依る前科發見〉，《台法月報》，第7卷第7號，1913年6月，頁93。

盜而來；⁸⁵有一名在大正初期犯下竊盜罪的青年吳嘉森，在大正十一年左右，冒名吳佳生或吳棟樑，繼續為竊盜之事，本來尚沒有被發現是同一人，後來經過指紋的確認之後，查出其是吳嘉森本人。⁸⁶

臺灣的知識份子於 1920 年代對指紋技術與犯罪現場偵查的運用有所了解，並介紹科學新偵探方法，即是要如何判斷指紋，有兩種方法：其一是把鉛白粉 光明丹 辰砂 綠青末 石鉛末 撒布在指紋上；其二是塗銷酸銀的薄溶液 然後曝曬日光。置在弗化水素或是蒸氣中，以亦奧仁（エオジン）染色。⁸⁷顯示指紋技術在犯罪偵查的應用也引起臺灣知識份子的關注。可是犯罪現場的指紋發現，相較於指紋應用於前科之發現，指紋應用於犯罪現場指紋發現與對照來檢舉犯罪嫌疑人的效果有限，像是臺南廳便曾經一年才發現一個。⁸⁸又如，臺灣總督府法務部雖然出版《指紋之妙用》一書，其中列出臺灣警察如何用指紋來尋找出犯罪嫌疑人，但其也承認當時的成績尚沒有很充分。⁸⁹

如此，效果不彰的原因可能在於：首先，警察忽略犯罪現場之維護與指紋的保留，像是臺灣巡查、巡查補對指紋的觀念薄弱，常常不禁意就破壞殘留的指紋，造成犯罪偵查的困難。⁹⁰地方法院檢察官也向司法警察訓示，希望司法警察能夠鑽研深入指紋這一門科學技術，因為這對犯罪蒐查非常有幫助，這樣的期許成為司法警察事務處理的注意事項。⁹¹

其次，指紋技術的有限性。1926 年，南條博和認為臺灣當時現行的指紋技術仍是不足，他倡導單指指紋法，該法縱然沒有檢舉犯罪嫌疑人，只要前科犯的指紋原紙保存，就能夠將其應用到犯罪現場的搜索。當時的臺灣對此研究和實際運用付之闕如，部分肇因於預算之不足。⁹²南條博和批評 Rochelle 式指紋分類方法，非常耗費時間，且在保存指紋原紙上，這樣的分類方法因為在解釋上集中在特定幾個種類，造成搜尋比對上的耗時，所以呼籲改正指紋分類法。⁹³

因為在一個犯罪現場中，要清楚地找到犯罪嫌疑人所遺留下的十指指紋，實際上是非常困難，犯罪現場所能找到的往往可能是單一指紋，而且還可能不甚完

⁸⁵ 〈指紋得賊〉，《臺灣日日新報》，1913 年 11 月 26 日，第 6 版。

⁸⁶ 日治法院檔案，臺北地院，刑事判決原本大正 11 年第 12 冊 12 月，第 116 頁，大正 11 年第 5307 號；〈法廷より 度度監獄の厄介になる男 金庫へ残した指紋から 餘罪まで發覺して懲役三年〉，《臺灣日日新報》，1922 年 12 月 18 日，日刊，第 1 版。

⁸⁷ 〈科學的新偵探法〉，《臺灣民報》，第 2 卷第 7 號，1924 年 4 月，頁 13。

⁸⁸ 豐永來，〈司法警察改善問題に答ふ〉，《台法月報》，第 10 卷第 7 期，1916 年 7 月，頁 44。

⁸⁹ 臺灣總督府法務部，《指紋之效用》（臺北：臺灣總督府法務部，1919），頁 10。

⁹⁰ 渡邊勝郁，〈搜查の實際〉，《臺灣警察協會雜誌》，1917 年 7 月 20 日，第 2 期，頁 49。

⁹¹ 臺北州警務部編纂，《臺北州警察法規》下冊，（臺北：臺北州警務部，1932），頁 5。

⁹² 南條生，〈現場指紋（二）〉，《臺灣警察協會雜誌》，1926 年 7 月 1 日，第 109 期，頁 160-161。

⁹³ 南條博和，〈指紋と犯罪（三）〉，《臺灣警察協會雜誌》，1927 年 3 月 1 日，第 117 期，頁 66。

全，所以在這樣的情況下，十指指紋法就有其困難，反而單指指紋法就有其可發揮之處。⁹⁴所謂單指指紋法是以十指中任何一指為分析單位，形成個別儲藏體系之制度，所以即是將兩手十指為個別按捺，一指一卡，以每一手指為研究單位，精細分類，個別分析。如此可以使任何一個指紋均可迅速檢查，有利於犯罪現場指紋的對照。⁹⁵

因此，古畑種基與南條博和主張以單指指紋法取代 Rochelle 式指紋分類法，日本內地當時有一兩個縣嘗試單指指紋法之外，尚未有人引進這項分類法。古畑種基在撰寫近代科學全集，因為現存的指紋分類太過複雜，他們將十幾種指紋類型，簡化成七種類型：弓狀型、左蹄狀型、右蹄狀型、渦狀型、變體型、二重蹄狀型、缺損型。⁹⁶到了 1930 年左右，指紋技術與犯罪偵查的配合有所調整，以新竹縣刑事課為例，做成新式犯罪特徵卡，將卡上的十指指紋修改為單指指紋，如此便利犯罪偵查。⁹⁷

第三，指紋資料保存的分散，延宕犯罪偵查的速度。1933 年日本內地召開刑事課長會議，指出過去指紋有些散布在刑務所，有一些則在警察部，如此沒有統一的情況下，警力很難提早介入。⁹⁸1936 年的臺灣亦存在這樣的問題，有刑事課長認為臺灣的犯罪搜查仍未脫舊套，只憑指紋搜查和刑事之想像搜查。而指紋分散在不同單位，有在總督府，有在州刑事課，未統一處理，造成智慧犯罪偵查上的困難。所以當時派土井鹿雄到內地繼續接受訓練，希望其研究成果能夠體系化臺灣的指紋技術。⁹⁹

其後，臺灣總督府希望由警務課統一蒐集各州廳的犯罪方法資料與指紋資訊，由鑑識係統整，如此方能更為有效地犯罪偵查。因應這樣的政策，鑑識係增加一名技師一名，技手兩名，屬一名，並購置雙眼式指紋顯微鏡及其他機械，來擴充軟硬體設備。¹⁰⁰

此外，日本在 1930 年代，由於逐漸走上戰爭狀態，因此國內的秩序之維護成為首要之急，於是統治者嘗試建立統一且全面的社會控制網絡；再加上刑事警察統計資料的掌握達到一定的成果，所謂刑事警察統計亦指從犯罪現象中相關的生物學、心理學、社會學等諸方面大量觀察，能夠就犯罪種類、犯罪手段、犯罪

⁹⁴ 駱宜安，《刑事鑑識學》（臺北：明文，1995），頁 185。

⁹⁵ 趙默雅，《指紋學》（臺北：編者，1960），頁 109

⁹⁶ 南條博和，〈一指指紋法〉，《臺灣警察時報》，1933 年 7 月 1 日，第 212 期，頁 108-110。

⁹⁷ 〈一指指紋法の 調査を始める 新竹州刑事課で〉，《臺灣日日新報》，1933 年 9 月 23 日，日刊，第 7 版。

⁹⁸ 吉江飛松，〈帝都警察近情—東京通信（その六）〉，《臺灣警察時報》，1933 年 6 月 1 日，第 211 期，頁 38-39。

⁹⁹ 〈指紋研究のため 係員を派遣 指紋の體系化を圖る〉，《臺灣日日新報》，1936 年 4 月 29 日，日刊，第 13 版。

¹⁰⁰ 〈警務局期敏速搜犯 鑑識係増置技術員 購置指紋顯微鏡其他〉，《臺灣日日新報》，1936 年 10 月 3 日，日刊，第 8 版。

時間等有所歸納和判斷。¹⁰¹藉此對於一地的犯罪型態和手法能有深入地了解，有效加強犯罪偵查。所以，日本內地在 1936 年內務省訓第 555 號發布犯罪手口票取扱規程、犯罪手口票記載例與犯罪手口取扱心得等，並於同年開始實施。¹⁰²

事實上，一直以來各地方警察於犯罪偵查之時，有些縣警察已經創設犯罪手口相關辦法，以宮城縣警察部最早，其後廣島縣等縣警察單位陸續有著犯罪手口相關處理辦法。¹⁰³臺灣亦復如是，臺灣 1938 年訓令第 84 號發布犯罪手口規程，統一全島的犯罪手口資料之建立，提高科學式犯罪偵查之可能。臺灣在此訓令發佈之前，只有臺北與新竹兩州有犯罪手口的相關辦法，其他州廳即是以一般的常識與片段的記憶來進行辦案。¹⁰⁴

（三）犯罪人的建立

1870 年，由身體特徵判斷犯罪者成為主流。檢查的客體不再是臉部而已，也擴大到整個身體全部，希望建立犯罪行為與犯罪人體之間的對照關係。這個想法從達爾文進化論的影響下所形成，到了龍布羅梭於 1876 年的犯罪人一書所建立，認為犯罪人是人類的退化現象，犯罪學家應該歸納出哪些是犯罪人，研究的焦點從犯罪的種類移轉到犯罪者的態度和人格，借由對竊盜犯、強姦犯和殺人犯的研究，從其血統進行理解。¹⁰⁵所以像龍布羅梭本人研究犯罪人的頭骨，試圖從顱相學中看到犯罪人的模樣，製造生來犯罪人的圖像，以區別一般正常人。

從指紋來建立犯罪人不移餘力者以 Galton 為首，由於 Galton 的研究興趣在優生學，因此他對指紋的興趣不只是種族的特徵而已，他也好奇個人地特徵會透露出什麼有關於遺傳和種族影響的訊息。¹⁰⁶他受到龍布羅梭等人的學說影響，也想透過指紋來發現生來犯罪人的圖像。指紋被認為是具有遺傳性，例如說父母的蹄狀紋為多者，則生下來的小孩蹄狀紋也會很多，如此將指紋賦予遺傳特性，便可以扣連到一個人的血統。研究的方法通常是將犯罪人的指紋種類區分，並且將犯罪類型作一個結合與統計，如此可以透過這樣的研究結論發現出哪一個類型的指紋者最有可能犯罪，如此達到區別每一個人。

像是萬年宜重曾經以法務課的指紋與犯罪加以分類與歸納，例如，他認為：全部的手指頭都有渦狀紋者，在詐欺、恐嚇、強盜、猥褻、通姦、侵佔、賭博、富籤、竊盜、傷害、偽造文書、殺人等罪的犯罪率偏高；全部手指頭有乙種蹄狀

¹⁰¹ 大西輝一，《防犯捜査刑事警察要綱》（東京：松華堂，1936），頁 7。

¹⁰² 手口意指慣犯或職業犯人的犯罪手段方法，也就是犯罪行為類型。見：南波李三郎，《犯罪手口制度》（東京：松華堂，1940），頁 1。

¹⁰³ 南波李三郎，《犯罪手口制度》（東京：松華堂，1940），頁 175。

¹⁰⁴ 〈訓令第八四號犯罪手口規程制定件〉，《臺灣總督府公文類纂》，第 11024 卷，1938 年 1 月 1 日。

¹⁰⁵ Georges Vigarello，鷺見洋一、小倉孝誠譯，《身體の歴史》卷三（東京：藤原書店，2010），頁，頁 313-314

¹⁰⁶ Sengoopta, *Imprint of the Raj : how fingerprinting was born in colonial India*.pp.93-95.

紋者，強盜、詐欺、恐嚇、賭博、富籤、偽造文書、殺人、竊盜、猥褻、通姦、侵佔、傷害等。¹⁰⁷最後他也歸納出全部手指頭為乙種蹄狀紋者和弓狀紋、渦狀紋與乙種蹄狀紋混合者的犯罪率最高。如是，實務工作者透過歸納法試圖得出犯罪人與指紋的相關性，南條博和在新竹少年刑務所工作時，就從收容人的指紋資料分類和對照前述的結論，並且認為與前述的觀察一致。¹⁰⁸南條博和將一般人的指紋分佈與犯罪人的指紋類型分佈相對比，發現犯罪人的窩狀紋比例比一般正常人高出 16% 之多，¹⁰⁹這樣的作法是想要建立出究竟這個生來的指紋模樣與犯罪人的關連性，企圖用指紋來打造生來犯罪人。

於是在上述的思潮下，日治時期產生新版本的從指紋看個性，從指紋分類方法中各種指紋的種類與結合，來歸類這類型人格為何。例如：全指都是弓狀紋的人缺乏毅力但比較頑固和迷信；全指乙種蹄狀紋的人伶俐、敏感和熱情；乙種蹄狀紋混合弓狀紋的人格是情慾旺盛和嫉妒心重等。¹¹⁰指紋與個性的關連性，不只是用來辨識犯罪人，當時一般人也會好奇指紋與個性的關連性，志豆機源太郎對於這件事也非常熱中。甚至在《台法月報》上有刊載了時人對於民政長官下村宏、覆審法院院長谷野格等人的指紋與個性之報導。¹¹¹

指紋與生來犯罪人的知識儘管被製造出來，但這樣的科學知識是否會取得法律體系的承認和合法化則屬於另外一個層面。亦即，儘管科學知識生產出指紋與犯罪人的相關論述，透過這樣的分類來重新區別一般人，可是法律體系不一定會承認和採用這樣的論述。就目前的史料來看，似乎難以得出指紋與生來犯罪人的知識對於法律體系的實務運作有所影響，可能僅止於科學知識的討論為多。

另一方面，將指紋與種族兩者的關連性亦是當時日本科學界所感到好奇。人種是社會所建構的概念，藉由膚色等各種特徵加以建立，而人種這一概念會不斷地在日常生活中各領域再生產，以人種概念來支持和再生產群體之間的差異，社會群體加以分殊，使得某些群體取得支配的位置，某些群體陷落為被壓迫的一群。人種概念有三個內在特性：首先，人種的資質與特徵。包括可見的與不可見的身體要素、氣質、能力等。其次，確認自我與他者認識的界線，形成對他者的排他性。最後，排他性所建立的序列階梯，影響社會制度與資源的分配。¹¹²指紋技術

¹⁰⁷ 萬年宜重，〈指紋に關する話〉，《臺灣警察協會雜誌》，1925年7月1日，第97期，頁119-120。

¹⁰⁸ 南條博和，〈指紋と犯罪（六）〉，《臺灣警察協會雜誌》，1927年6月1日，第120期，頁49。

¹⁰⁹ 南條博和，〈指紋と犯罪（七）〉，《臺灣警察協會雜誌》，1927年7月1日，第121期，頁53-54。

¹¹⁰ 阪田康稔，〈指紋奇談〉，《新竹州時報》，1940年4月，頁84-89。

¹¹¹ 番外記者，〈指紋の判斷〉，《台法月報》，第12卷第1期，1918年1月，頁23-24；番外記者，〈再び指紋の判斷に就いて〉，《台法月報》，第12卷第4期，1918年4月，頁82-84。

¹¹² 竹澤泰子，〈表象から人種の社会的リアリティを考える〉，收於：竹澤泰子編，《人種の表象と社会的リアリティ》（東京：岩波書店，2009），頁6。

不只提供個人辨識與記錄的功能，甚至也成為生產殖民者與被殖民者界限的知識。

殖民者藉由指紋技術的分類與書寫，除了使得人類學知識與犯罪控制、行刑等法規結合，同時也生產對於殖民地人種學的想像。在改良式的 Rochelle 式指紋分類方法應用的過程中，有論者主張從乙種蹄狀紋的指頭隆線數來看，差異表現出來；但有的論者研究又認為不會。¹¹³其中主張會有人種差異產生者，以古畑種基為首，帶領金澤犯罪學會的學者們，就犯罪與人種的問題常生產相關論述。像是古畑種基藉由指紋係數，找到愛奴人與日本人、朝鮮人、支那人的不同之處，標示出愛奴人的特別。¹¹⁴古畑教授以渦狀紋的百分比與甲種蹄狀紋乙種蹄狀紋兩個所合的蹄狀紋百分比再除以 100 建立出指紋係數，以 w/u 的方式表現，當時日本人的指紋係數研究從市ヶ谷監獄的受刑人採樣的指紋係數為 85.59，久保教授從朝鮮專收日本人的永登浦監獄採樣為 91.68%，所以日本人的指紋係數介於 70-90 之間為多。¹¹⁵以這樣的標準來看，歐洲人的指紋係數多為 60 左右，比日本人小，如此確立朝鮮人、臺灣人、生番的指紋係數不同，以劃分人種界線。須田昭義曾在《人類學雜誌》上發表了一篇文章，透過臺灣本島女性指紋的採擷，然後與其他既有研究相比，認為臺灣本島人的人種與朝鮮人和北支那人是較相近，與日本人和琉球人等人種是較遠的。¹¹⁶

除此之外也結合血型等其他身體特徵和生理現象來建構人種差異，英國、德國、法國等國的歐洲人蹄狀紋非常多，渦狀紋極少；東洋的話，蹄狀紋減少，渦狀紋增加；支那滿州人非常多渦狀紋，蹄狀紋比較少。歐洲 A 型血型的人多，B 型找少。東洋則 A 型變少，B 型增加。支那則是 B 型最多。因此，認為 A 型與蹄狀紋有密切關係，B 型與渦狀紋有密切關係。古畑透過指紋與血型在東北亞及日本本島所採集的樣本比對，認為日本是一個民族大熔爐。¹¹⁷且有形成日本島自身特殊的血液型，自命為優秀的雜種民族。¹¹⁸久保武認為從體質人類學的觀點來看，朝鮮人的體質與日本人最為相近，根據解剖學研究，朝鮮人的背部筋較大，用日本人相互比較，證明日本人在體質上的優越。¹¹⁹

不過，像南條博和積極地對指紋、人種和犯罪類型進行研究，也沒有提出如

¹¹³ 正木信夫，〈日本人指紋の研究〉，《台法月報》，第 22 卷第 8 號，1928 年 8 月，頁 24。

¹¹⁴ 古畑種基，《血液型の親子鑑定指紋學》（東京：武俠社，1930），頁 282。

¹¹⁵ 平井純麿，〈日本人指紋の研究〉，《台法月報》，第 24 卷第 5 期，昭和 5 年 5 月，頁 25。

¹¹⁶ 須田昭義，〈臺灣本島人女子の指紋〉，《人類學雜誌》，東京：東京人類學會出版，42 卷 6 期，1927 年，頁 203。

¹¹⁷ 古畑種基，〈指紋とその遺傳人類學的應用〉，《犯罪學雜誌》，第 2 卷，昭和 9 年，頁 28。

¹¹⁸ 古畑種基，〈血液型の分布より見たる日本民族〉，《犯罪學雜誌》，第 2 卷，昭和 9 年，頁 329。

¹¹⁹ 久保武，〈朝鮮人の人種特徴〉，《京城日報》，1916 年 7 月 9 日，第 1 版。

久保武這樣的言論。事實上，要建立指紋的遺傳性與種族差異的關聯，其實是一項難解的工程，孜孜矻矻於這方面研究的 Galton 也沒有提出關於這方面有說服力的研究。¹²⁰所以，雖然的確指紋等科學知識可能成為生產差異與歧視的資源，但是否能夠獲得學界與實務界的重視與應用，這可能又另當別論。¹²¹

從上述這些論述來看，恰好揭示指紋與人種、個性相關性的建構過程，亦即這些學者和實務工作者，透過這一套科學技術背後的知識體系，想要嘗試建構差異，甚至有些論述已經歧視殖民地人民，就像是 Said 所描述的東方主義，透過再現的方式扭曲殖民地人民的樣貌。¹²²部分日本指紋研究者試圖以各種論述，型塑關於指紋的知識體系，將殖民者與被殖民者區別，並從這知識體系中來再現和扭曲，在有意識或無意識間達到歧視被殖民者的效果。

但是，以論述再現殖民地人民的圖像，是否會被法規所承認和實踐，這是需要加以區分，我們不能以為有歧視殖民地人民的論述，則法律亦會呈現相同的效果，賦予歧視殖民地人民的論述具有法律上的效力。儘管不能否認在法律相關人員執法過程中，可能會受到這些歧視的論述影響，差別對待被殖民者。不過仍然需要認清法律制度不一定會賦予科學相關論述合法性。以法律制度中的學者而言，雖然從指紋結合其他人體特徵建構的人種差異與犯罪學之關聯的相關論述有限，不過從這樣的討論可以明顯看到，這受到當時 19 世紀到 20 世紀風靡一時的犯罪學與人類學的討論，但體質人類學的解釋無法滿足建構劣等殖民地人民想像時。以刑法學者小野清一郎為例，他認為內地民族是一致的，要發現人種的影響是不太可能。但當小野提到沖繩縣只有傷害罪是全國平均最高，其他都是低於全國平均，其認為這可能一部分因為自然環境的直接影響之外，還有琉球人本來就是和平的民族，強調部落的道德，犯罪傾向較少。小野清一郎又從 1913 年的犯罪統計中發現就臺灣本島而言，內地人比本島人犯罪是較少，但殺人、竊盜、詐欺等重要的罪是比起本島人多出許多，本島人犯罪多半仍是賭博和阿片，所以要考量殖民地的特殊情事，不能一概以人種來論。¹²³

四、結論

臺灣與現代指紋技術的相遇乃起源於監獄，進入監獄者與接受刑事裁判者勢必要在統治者的手中留下指紋紀錄，在監獄實驗的過程中，各種模式的指紋紀錄尚未統一，臺北監獄與臺中監獄的指紋分類方式可能有所差異，但其宗旨皆是為

¹²⁰ Sengoopta, *Imprint of the Raj : how fingerprinting was born in colonial India*.pp.116.

¹²¹ 相較於透過體質人類學的方式建立殖民地人種差異，反而日本人更習於用文化的方式建立殖民地人民的差異與歧視，例如：笞刑與自由刑的使用帶有著殖民者歧視的觀點，見：林政佑，同前接註。

¹²² Edward Said, 王志弘譯，《東方主義》（臺北：立緒出版，2000）。

¹²³ 小野清一郎，《刑事學》（東京：啟明社，1931年），頁 107-108。

了建立累犯的紀錄，如此當國家刑罰權再度施加於這一位具有前科的被告之時，他的刑罰將會加重。1912年，臺灣總督府以訓令發布個人識別方取扱規程，始將指紋登錄與按捺明文化，相較於過去4年，沒有法律依據授權下，指紋登錄便已經存在監獄之中，更可以看到監獄受刑人遭受統治者的權力所擺佈，無法對於指紋登錄有所反對。另一方面，臺灣的指紋分類法原本有可能採取與日本內地相異者，因為 Rochelle 式指紋分類複雜，為了能夠更快速地登錄前科紀錄，應採取其他簡便的指紋分類法，然而日本統治者為了能夠灑下帝國犯罪控制網，將內地與殖民地的指紋分類法皆統一之，伴隨共通法的發布，確立帝國犯罪控制網絡。

總體而言，日治時期的指紋技術使用屬於消極使用為多，以對受刑人的指紋登錄和民事登記為大宗，¹²⁴但指紋技術在犯罪偵查方面所發揮的功能有限，一來是採取的指紋分類法不甚適合急迫快速的犯罪偵查，二來是指紋資料也是到1930年代之時方逐漸統一由特定單位處理，如此資料分散，甚難有效發揮犯罪偵查的作用。

又，從繼受且改良 Rochelle 式指紋分類和一部分的人體測定法，到逐漸廢止人身測定法，這樣的演變大抵與歐洲的演變相關，因為人體測定法所用的資源和時間較鉅，發揮的功效不若指紋，因此遭到淘汰，指紋取得當時個人識別技術中重要地位，取代人體測定法。

如此來看，我們可以觀察到指紋技術與人體測定法之間的變化以及指紋技術在犯罪偵查上的有限性，顯現出日本統治者在制度實踐過程中，統治的方便性與人員預算的有限會侷限制度的落實與擴張，這也使得即便是西歐的法律制度或科學技術，如：基於優生學考量的斷種法在1920年代以後的日本，亦為許多學者所引介，但是這項惡名昭彰的制度沒有大幅度落實，也是必須要將統治方便性與人員預算的有限性加以考慮，如此我們才能夠更加清楚日本殖民統治的特殊性。

時至今日，指紋技術相較於日治時期的知識與應用更為細緻，犯罪偵查部分的使用極為頻繁，所以，因此有人會以社會防衛為名，將全民指紋建檔或是針對特定國家的移民要求指紋按捺，以鞏固社會秩序的安寧。社會治安的變好是每一位人民心中所渴求，然而也正因為渴求，所以社會治安的變好常成為一個極具誘惑性的口號，可是卻缺乏許多實證的資料來檢視這一個口號：是否這項政策確實會讓社會治安變好？以及人民會因此犧牲了什麼？這些都需要一步步加以檢證和論辯。

19世紀英國人面對從殖民地而來的指紋技術時，他們不願意將指紋技術適

¹²⁴ 本文沒有就指紋在民事登記的應用加以著墨，而以犯罪偵查為最主要的討論範圍。關於指紋與民事登記的關係，可參考：郭詠華，〈現代型國家下的個人身分及其識別：百年來的臺灣個人資料法社會史〉（臺北：國立臺灣大學法律學研究所碩士論文，2010）。

用在每一個英國人身上，深怕個人的日常生活遭受到國家的介入與監視，英國人認為這是一個神聖的原則。¹²⁵。時至今日，臺灣人民面對著全民指紋建檔和針對東南亞移民要求按捺指紋等政策時，面對這些政策和言論，我們應該反問希望自己成為什麼樣的人？希望臺灣社會是如何？這樣的問題在過去的殖民統治時期與國民黨政府訓政延長的時期裡，臺灣人民較難有機會發表自己對政策的想法，然而隨著在漸為民主的過程中，我們人民較有機會來表達。所以，於今之日，這個問題值得我們來思考：我們希望被國家當成是潛在犯罪人，捐棄自己的個人資料和隱私，促成國家更能夠深入控制社會？還是在國家面前，我們能對於國家保持懷疑和批判，維護自己的權利，也維護移民的權利，成就一個多元包容的社會？

參考文獻

傳統文獻

臺北州警務部編纂，《臺北州警察法規》，臺北：臺北州警務部，1932。

臺灣總督府警務局編纂，《臺灣警察法規》，東京：臺灣警察協會，未註記。

近人論著

大西輝一，《防犯搜查刑事警察要綱》，東京：松華堂，1936。

大場茂馬，《個人識別法：指紋法》，東京：中央大學，1912。

小野清一郎，《刑事學》，東京：啟明社，1931。

內藤謙，《刑法理論の史的展開》，東京：有斐閣，2007。

王泰升，《臺灣日治時期的法律改革》，臺北：聯經出版，1999。

古畑種基，《血液型の親子鑑定指紋學》，東京：武俠社，1930。

竹澤泰子編，《人種の表象と社会的リアリティ》，東京：岩波書店，2009。

李尚仁，〈辨識技術的演變史〉，《科學發展》第 429 期(2008)，頁 82-83。

林政佑，〈日治時期臺灣監獄制度與實踐〉，臺北：國立臺灣大學法律學研究所碩士論文，2011。

林瑤瑤，〈異法地域之鞭：日治時期笞刑處分之研究（1904-1921 年）〉，臺北：國立臺灣師範大學歷史研究所碩士論文，2006。

芹澤一也，《法から解放される權力》，東京：新曜社，2001。

金英達，《日本の指紋制度》，東京：社会評論社，1987。

南波奎三郎，《犯罪手口制度》，東京：松華堂，1940。

南波奎三郎，《最新犯罪捜査法》，東京：松華堂，1924。

洪欣昇，〈論指紋之法律問題-以警察蒐集指紋職權為中心〉，嘉義：國立中正大學法律所碩士論文，2006。

¹²⁵ Sengoopta, *Imprint of the Raj : how fingerprinting was born in colonial India*. pp. 119.

- 胡國振先生紀念集編輯委員會編，《胡國振先生紀念集》，臺北：該會印行，1970。
- 徐聖熙，《指紋學》，臺北：撰者，1971。
- 根本顯太郎，《最新個人識別法學》，東京：松華堂，1930。
- 張月澄，《「勿忘臺灣」落花夢》，臺北：東方出版社，1947。
- 張深切，《在廣東發動的臺灣革命運動史略·獄中記》，臺北：文經，1998。
- 張淳美，〈臺灣建立全民指紋資料庫之分析-以風險意識的建構為中心〉，臺北：國立臺灣大學國家發展研究所碩士論文，2006。
- 郭詠華，〈現代型國家下的個人身分及其識別：百年來的臺灣個人資料法社會史〉，臺北：國立臺灣大學法律學研究所碩士論文，2010。
- 曾珮瑩，〈全民指紋建檔爭議之研究—以 94 年換證為例〉，臺北：銘傳大學公共事務學系在職專班碩士論文，2008。
- 渡邊公三，《司法的同一性の誕生：市民社会における個体識別と登録》，東京：言叢社，2003。
- 橋本一徑，《指紋論：心靈主義から生体認証まで》，東京：青土社，2010。
- 駱宜安，《刑事鑑識學》，臺北：明文，1995。
- 顏厥安，《規範、論證與行動：法認識論論文集》，臺北：元照出版，2004。
- Cole, Simon. A. *Suspect Identities : A History of Fingerprinting and Criminal Identification* Cambridge, MA :Harvard University Press, 2001.
- Foucault, Michel, 劉北成、楊遠嬰譯，《規訓與懲罰：監獄的誕生》，臺北：桂冠，1992。
- Headrick, Daniel R. *The Tools of Empire : Technology and European Imperialism in the Nineteenth Century*. New York: Oxford University Press, 1981.
- Heiedl, Robert, 劉持平、何海龍、王京譯，《世界指紋史》，北京：中國人民公安大學出版社，2008。
- Sengoopta, Chandak. *Imprint of the Raj : How Fingerprinting Was Born in Colonial India*. London: Pan Books, 2003.
- Todd, Jan. *Colonial Technology : Science and the Transfer of Innovation to Australia*. Cambridge: Cambridge University Press, 2009.
- Vigarello, Georges, 鷺見洋一，小倉孝誠譯，《身體の歴史》，東京：藤原書店，2010。

日治期刊與資料庫

人類學雜誌
日治法院檔案
台法月報
台法月報資料庫
臺灣日日新報
臺灣日日新報
民俗臺灣
犯罪學雜誌

立法院國會圖書館

京城日報

朝鮮彙報

新竹州時報

臺灣民報

臺灣總督府文書類纂

臺灣警察協會雜誌

The Empire's Touch: Fingerprinting Technology in Taiwan under the Japanese

LIN Chengyu*

Abstract

In the colonial context it is often the advent of modern technologies which makes legal governance possible. This paper investigates the historical formation and development of fingerprinting in colonial Taiwan. How did the Japanese empire transplant and re-interpret this technology, and establish fingerprinting as an institution? Moreover, how and why are realms of knowledge such as ethnology and criminology, connected to the fingerprinting? I hope to observe the complex relationship between law, technology and society during the colonial period.

This paper adopts legal history as its research approach. What I want to observe is not only statutory law, but also discourses of technology and knowledge in order to reveal the profile of interaction of law and technology. I therefore draw upon not only official documents, but also print media, relevant researches from colonial Taiwan and private diaries.

Fingerprinting became a key technique to the recording and identification of criminals. The technology had initially and gradually developed using prisons in Taiwan and the Japanese mainland as laboratories. Thus, the technique of fingerprinting was intimately connected to the criminal justice system. The scope of fingerprinting gradually expanded to govern the rest of society. With the establishment of a common law across the empire in 1918, the technique of fingerprint supported the formation of a network of social control within colonies and the Japan mainland.

Keywords: technology, fingerprint, individual identification, legal history

* Master, Department of Law, National Taiwan University

龍骨水車的分類與其構造

林聰益* 楊政峰** 李宜倫***

摘要

龍骨水車又稱翻車、龍骨車、槽筒或水車，為早期中國及其周邊地區重要的提水裝置，主要是運用於農業灌溉、鹽田提水、積水排澇、以及河道水利等用途。目前發現最早的文獻是記載於《後漢書》，其形制和構造的發展到唐代已經成熟並定型，它具有一種刮板式鏈條傳動裝置，主要是由前後兩個傳動撥輪和龍骨鏈條所組成，是世界上獨特的鏈式水泵。其車之制：「車身用板作槽，長可二丈，闊則不等，或四寸至七寸，高約一尺。槽中架行道板一條，隨槽闊狹，比槽板兩頭俱短一尺，用置大小輪軸，同行道板上下通，以龍骨板繫在其上」。

龍骨水車與其它如轆轤、筒車之提水機械相比，不但可連續提水，而且效率高，是古中國應用最廣泛、影響最大的灌溉機械，因此，有各種不同的形式，可依不同動力源來進行分類，有人力、畜力、水力、以及風力等類型。在唐文宗大和三年（829年）前，已有「手轉、足踏、服牛回」等類型，風力龍骨水車依據其風帆的運作方式又可分為立軸式以及臥軸式。立軸式風力龍骨水車最早文獻記載可追溯至南宋（12世紀），而臥軸式風力龍骨水車則約在明末清初（17世紀）出現，本文即是對龍骨水車之發展、分類與其構造進行探討。

關鍵詞：龍骨水車、翻車、龍骨車、灌溉用具

* 南台科技大學機械工程系副教授

** 南台科技大學機械工程系副教授

*** 南台科技大學機械工程系研究生

一、前言

古中國用於提水排灌的機械種類很多，有戽斗、桔槔、轆轤、機汲、筒車、以及龍骨水車。其中，龍骨水車因可以連續提水、效率高，其技術又能與各種自然環境和地形相結合，是古中國應用最廣泛、效果最好、影響也最大的提水排灌機械，尤其是在中國南方和鄰近國家之稻作農業的發展有很重要影響。由於龍骨水車的應用長久且廣泛，歷史上的名稱不一，民間俗名更多，多以外型、形式、動力方式來稱呼，如「龍骨車」因形似龍骨而得名，為鄉間百姓所熟知。自王禎在《農書》定義「翻車，今人謂龍骨車也」[1]，翻車漸漸成為水車的正式技術名稱，「翻車」之名在古籍中出現最早是在《後漢書》與《三國志》。故翻車的起源，一般追溯到東漢末年的畢嵐和三國的馬鈞，然尚未定論，需要進一步的研究。

但可確定的是龍骨水車的發展與推廣，是與魏晉以來南方稻作農業的開發和發展為基礎，其技術又能與各種自然環境和地形相結合，因此，有各種不同的形式，可依不同動力源來進行分類，有人力、畜力、水力、風力等類型。因此，以下將對龍骨水車之發展、分類與其構造進行探討。

二、龍骨水車的構造

龍骨水車目前發現最早的文獻《後漢書·張讓傳》所記載畢嵐(-189):「又作翻車、渴烏，施於橋西，用灑南北郊路，以省百姓灑道之費。」[2]並沒有描述其構造，只提到畢嵐製造翻車，以提水供城市灑街抑塵之用。《三國志》中記載馬鈞:「乃作翻車，令童兒轉之，而灌水自覆。更入更出，其巧百倍於常。」[3]亦沒有記述其構造，但「令童兒轉之」、「更入更出」可以瞭解其作動情況。唐宋以來文獻漸多，最早較清楚記述龍骨水車構造的文獻是北宋蘇軾(1037-1101)的〈無錫道中賦水車〉，其描述了江蘇無錫的農人使用水車灌溉水田的場景。其中，「翻翻聯聯銜尾鴉，犖犖確確蛻骨蛇。」[4]，詩中尾鴉應是指龍骨車之刮水板，且亦提及了此種裝置像是蛇一般連綿不絕地捲動，且骨節突顯在外。到南宋樓璣(1090-1162)《耕織圖》之後的所有歷代《耕織圖》，皆彩繪農耕時農人以龍骨水車灌溉水田的圖像[5]。南宋釋居簡(1164-1246)《北磻集》〈水利〉:「吳車，曰龍骨，方槽而橫軸，板盈尺之半，納諸槽，側而貫之，鈎鎖連環，與槽稱參差，釘木于軸，曰犖首，戚以運其機，潤溪沼沚，無往不利。」[6]更具體的描繪龍骨水車的構造。而元代王禎(1271-1368)《農書》〈灌溉門〉進一步詳細的記載腳踏翻車、牛轉翻車、水轉翻車的構造，並附有使用情境的圖畫。之後，雖有更多的文獻記述各種動力型式龍骨水車的構造，但龍骨水車本身的構造並沒有多大差異，只是尺寸大小的不同。

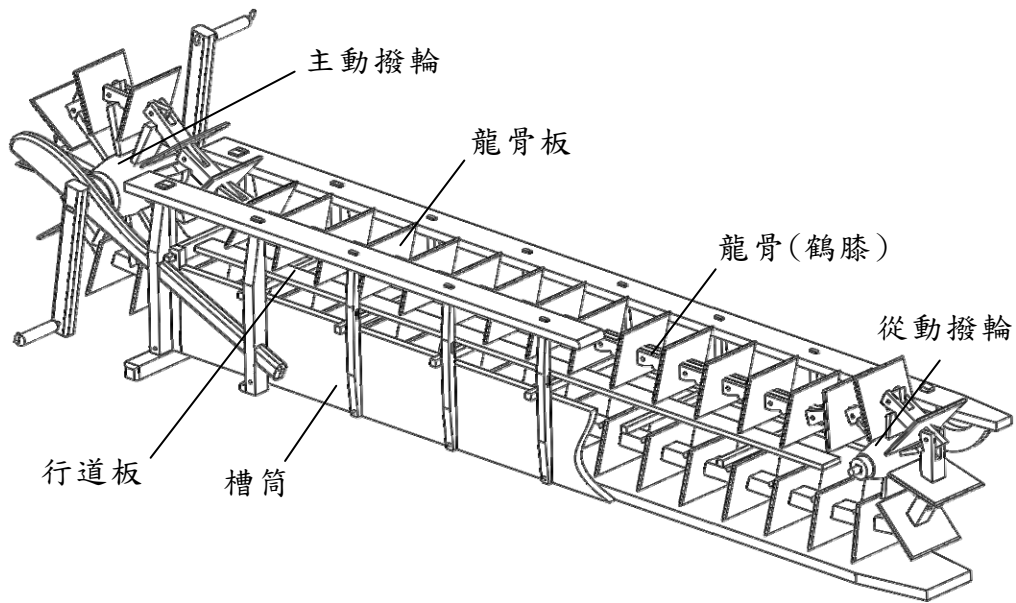


圖 1. 龍骨水車的構造

清代倪倬《農雅》(1814)根據清《松江府志》所記載龍骨水車的形制與主要零組件，作詳細部的解釋，可了解龍骨水車的構造與運作方式與現今實物相較並無多大變化。原文節錄如下[7]：

按《松江府志》：水車即古桔槔之制，而巧過之。其制以板為槽，長二尋有奇，廣尺三寸至五寸，深五寸許，旁夾以欄楯。中斲木為鶴膝，施鏈以聯之。屈伸迴旋，用持輻以運水。倪案：以木作小方板，穴之，謂之輻，亦謂之龍骨板，凡百。又削五寸許木廉，上歧下俱穴之，謂之鶴膝。凡百以貫輻，廉者與歧者纍纍相銜，別用小木丁貫之，謂之榫子。輻之度取槽，足以容諸輻之半，各施木以隔之。其下取輻可以運，曰戢輻。以竹破而兩之，施其上以行輻，無此則輻陷而不行。槽前後各施軸，前長而後短，各施操以關輻。前軸之兩端為撥，人以足運之，軸運則輻轉而水升。前之安軸者曰眠牛，其後附於楯曰鹿耳。椽杙於眠牛之兩旁，施橫木以為憑，而運車曰車桁。

由文獻和實物可知，龍骨水車由槽筒、龍骨、主動撥輪和從動撥輪等部分組成如圖 1 所示。其中，主動撥輪、龍骨（鏈條）、從動撥輪所組成的刮板式鏈條傳動裝置，是世界上獨特的鏈式水泵。其尺寸大小不一，依使用方式和驅動力大小而異。使用時，槽筒尾部可用三叉架吊掛，使其從動撥輪半部分置於水面以下，而頭端架於岸上。主動撥輪的轉動帶動龍骨與槽筒尾端的從動撥輪轉動，以達到龍骨鏈節上的龍骨板連續提水。以下分別就槽筒、龍骨、以及傳動撥輪進行說明。

（一）槽筒

龍骨水車的車身是用板作槽、旁夾以欄楯的槽形結構，故稱為槽筒。長度可超過 6 公尺，寬度與高度皆以龍骨板（輻）大小而定，在高於槽高一半之上，架上一行道板藉以將槽筒隔成上下兩空間，連結成串的龍骨板可在行道板下部空間

運行汲水，上部空間的龍骨板則可在行道板上運行，並避免下陷至與下部空間的龍骨板(戢輻)相碰撞而不能運轉。行道板較槽板頭尾各短約 35 公分，此空間前後端各設軸放置大小兩個傳動撥輪。

(二) 龍骨

龍骨屬於刮板式鏈條，每個鏈節由龍骨板（輻）、鶴膝、榫子、及木銷等四個零件組成，如圖 2 所示。龍骨板是以木製成小方板，板中挖洞，以穿入鶴膝中，再以木銷逼緊。鶴膝是削成 Y 字形（略超過 16 公分）的實心木材，前端為凸形，後端岔開成中凹，前後端各穿有一圓孔，故兩兩鶴膝能前後凹凸相合，並以小木釘之榫子貫穿入圓孔，使其樞接而能彎曲自如，故能連結成龍骨，如鏈條般通周環繞大小兩個傳動撥輪運行，以帶動龍骨板在行道板下方的槽筒空間汲水上升（此稱為戢輻）。組裝或運行時要注意龍骨與兩傳動撥輪的配合，一方面需校驗撥齒與各鏈節的嚙合是否正常，另一方面要可以確定龍骨的鏈長，去掉冗餘的鏈節作為維修用的備件。由於每個龍骨鏈節的零件都可以互換，故龍骨的各零件都是標準件，可以批量的製作與裝配，隨時汰換。

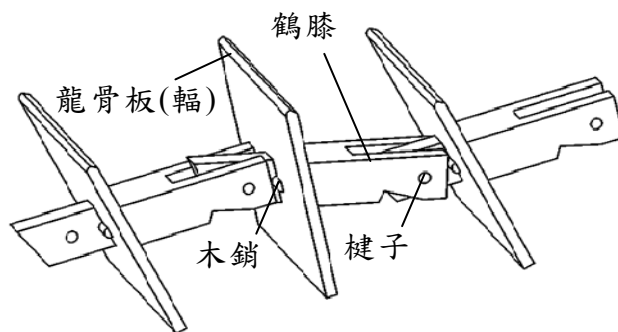


圖 2. 龍骨的組成

(三) 傳動撥輪

槽筒前後端各裝設輪軸，輪軸上裝有木製的撥鏈齒輪（稱為撥），前端為主動撥輪，其車輪周圍一般有九個以上的撥齒板（外形扁而寬大）。後端是從動撥輪，一般具有六個撥齒板。主動撥輪以其齒頂與鶴膝後端的刻口相接觸嚙合，而從動撥輪的齒頂則是各與兩相鄰鶴膝彎曲處相嚙合，如圖 1 所示，此嚙合方式使其結構簡單、製作容易。主動撥輪軸可與各種動力型式的傳動機構相連接，以帶動龍骨在槽筒內連續運動汲水。因此，經過長期生產實踐的過程，發展出手轉車、拔車、踏車、牛轉翻車、水轉翻車、以及風轉翻車等不同型式。以下將以此分類進行其構造分析。

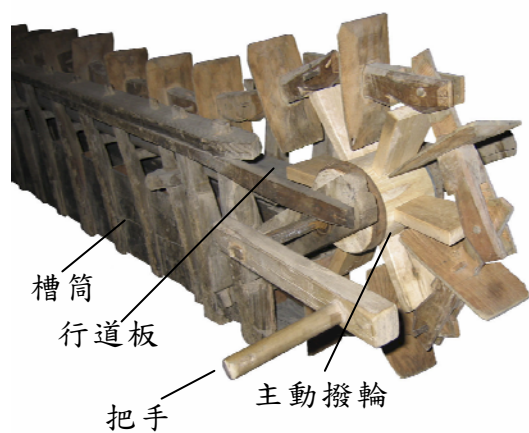
三、龍骨水車的分類以及構造分析

翻車的構造已具備了現代機器的特徵，它是利用主動撥輪輸入的旋轉運動，產生龍骨的直線運動，使龍骨板抽水上岸。因此，能發展出利用各種動力源形式的翻車，以下將以人力龍骨水車（手轉車、拔車、踏車）、畜力龍骨水車（牛轉翻車）、水力龍骨水車（水轉翻車）、以及風力龍骨水車（風轉翻車）依序說明：

（一）人力龍骨水車有以手驅動的手轉車、拔車及以腳踩動的踏車

1. 手轉車

就機構演化而言應是由簡單到複雜，因此，手轉車應是龍骨水車最早的形式，如圖 3 所示。其構造是在龍骨水車的主動撥輪軸的兩端加上一手搖把手，可以一或二人以手轉動把手驅動主動撥輪，以帶動龍骨汲水。據趙雅書〈中國水車之演變〉考證「翻車」為龍骨水車的前身[6]，而《三國志》記載的馬鈞「乃作翻車，令童兒轉之，而灌水自覆。」[3]其翻車應為手轉式的小型龍骨水車。故兒童就能夠轉動，可以用來將水提灌入菜園或排出園中積水，「更入更出，其巧百倍於常。」[3]



(a)手轉車的構造[8]



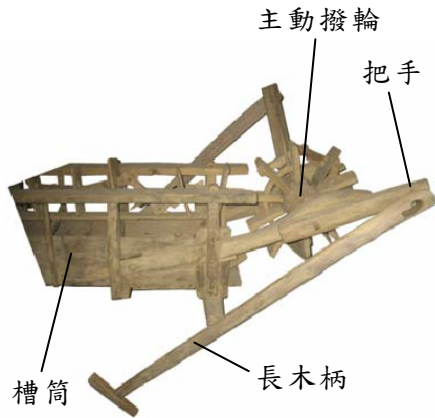
(b)漢沽鹽田的手轉車使用情況[9]

圖 3. 手轉車龍骨水車的構造與使用情況

2. 拔車

拔車是手搖式龍骨水車，是在手轉車的把手上各加上一條長木柄，以轉動把手驅動主動撥輪，如圖 4 所示，亦即「兩頭施械，別執長木掉(轉動也)之者，屢灌低田，力尤省也。」[7]從日本《太政府符》〈應作水車事〉的記載：「傳聞唐國之風，渠堰不便之處，多構水車。…。期以手轉、足踏、服牛回，備隨便宜。」[10]描述唐文宗太和三年（829 年）之前，唐代的龍骨水車種類已有手轉車、踏

車、牛轉翻車，其中手轉車並沒有描述其構造，故可能也包含拔車，而拔車構造目前發現最早文獻記載是明代宋應星《天工開物》所繪製拔車的圖樣，如圖 4(b) 所示，可一人以雙手交互推拔長木柄，亦可二人相互合作推拉長木柄，以轉動把手驅動主動撥輪。拔車和手轉水車都是整車一體，方便搬運，一人能獨力操作車水，輕便靈活，備隨便宜。



(a)拔車的構造[11]

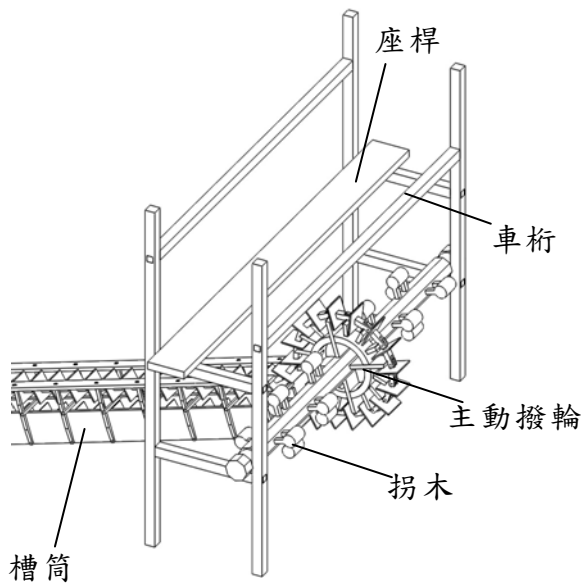


(b)拔車的使用情況[12]

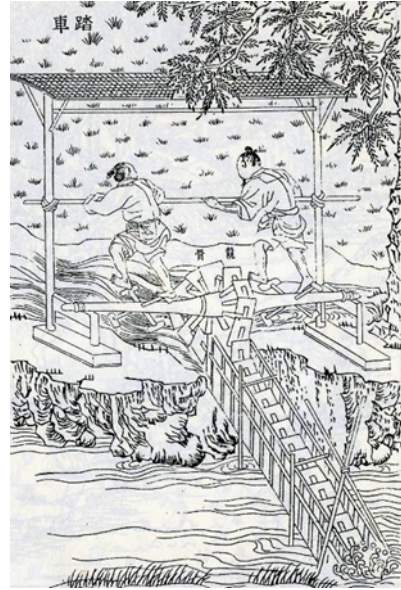
圖 4. 拔車的構造與使用情況

3. 踏車

踏車是腳踏式龍骨水車，因架設容易、效率高、不受地形和氣候等環境的影響，是農家使用最普遍的形式。其構造是在主動撥輪軸上增加裝設成對拐木的踏板，另設有一橫桿（車桁）的 H 型木架，供踏者憑靠，亦即車水時人雙手倚靠在木架的車桁上，雙腳上下不停的踩踏著拐木，故有詩云；「日日車頭踏萬回」、「日走萬里不離家」。後有一些固定位置的踏車，木架上增加一些遮風防曬的茅棚，亦有增加一橫木的座桿，可以較舒適的踩車車水，如圖 5 所示。上述〈應作水車事〉已有記載踏車，但亦沒有描述其構造，保存至今最古老的踏車圖片是南宋樓璣的《耕織圖》所繪，呈現當時農人以龍骨水車灌溉水田的情景[5]。而南宋釋居簡《北磻集》〈水利〉是目前發現最早描述踏車構造的文獻，記述在龍骨水車之主動撥輪軸上「釘木于軸，曰爰首，戚以運其機，澗溪沼沚，無往不利，獨不分工於槩、梭一人之力，龍骨則一人至數人，車則任力于湍，隨崇卑之宜。」元代王禎《農書》〈灌溉門·翻車〉更詳細記載兩人踏車的構造：「其在上大軸兩端，各帶拐木四莖，置於岸上木架之間。人憑架上，踏動拐木，則龍骨板隨轉循環，行道板刮水上岸。」大致上，踏車之龍骨水車的尺寸大小極具彈性，可長達 5 至 7 公尺以上，可依農地與水源的高低、灌溉面積的大小，製作出可由多人（能到 6-7 人）同時踩踏的踏車。



(a)踏車的構造



(b)踏車的使用情況[12]

圖 5. 踏車的構造與使用情況

(二) 畜力龍骨水車

利用牛、驢等牲畜作為動力的龍骨水車，通稱畜力龍骨水車，最早的文獻紀錄亦見於同為晚唐時期的日本《太政府符》〈應作水車事〉：「期以手轉、足踏、服牛回，備隨便宜。」其中，服牛回即是記述牛轉翻車。牛轉翻車的構造以清代倪倬注解《松江府志》的記載較具體：「為木槃如車輪而大，周施牙以運軸而轉之，力省而功倍。倪案：用力者，軸不著榔而施兩撥，別植一柱於地謂之心，上復以如車蓋者一具，謂之槃，亦周迴著齒謂之沿。人駕牛使繞槃走，則沿入與軸頭之撥之齒、次第相擊而轉。」[7]故可知畜力龍骨水車的構造是在龍骨水車前端的傳動軸上，除主動撥輪外，在另一端上安裝一個豎撥輪。並在水車旁另立一垂直的車軸（即車心），車心上安裝一水平的車盤（稱為「槃」），車盤圓周上裝設輪齒（稱為「沿」）。人坐在車盤上驅使牛（驢）牽動車盤繞行，則車盤的輪齒將次第地與傳動軸端的豎撥輪的輪齒相互嚙合，以帶動主動撥輪轉動車水，如圖 6 所示。

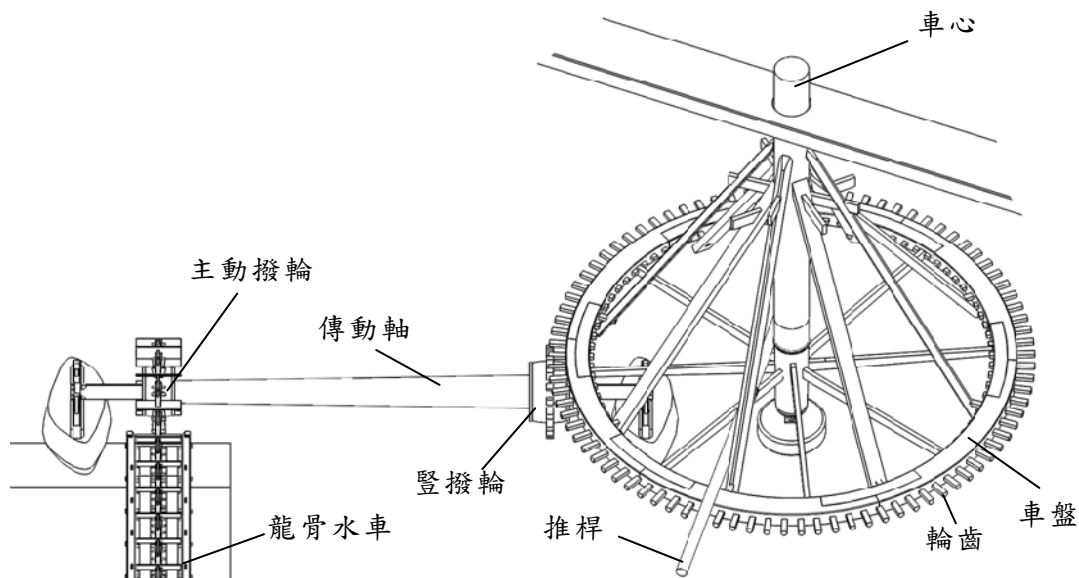
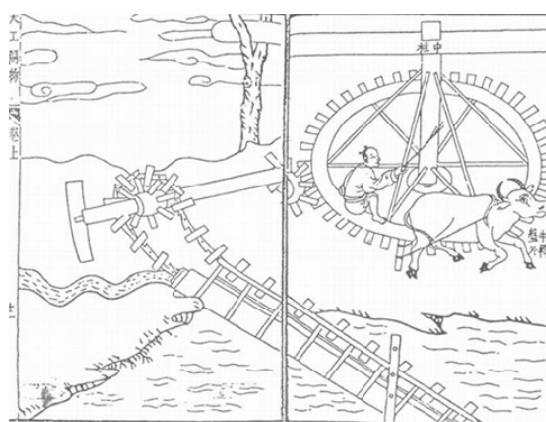


圖 6. 畜力龍骨水車的構造

畜力龍骨水車主要有兩種形式，一是如南宋馬達《柳陰雲碓圖》和明代宋應星（1587-約 1666）《天工開物》的牛轉翻車，如圖 7 所示，馬達《柳陰雲碓圖》繪製的牛轉翻車是現存的最早圖像（約畫於在 1195-1224）[5]；另一種是如元代王禎《農書》和明代徐光啟（1562-1633）《農政全書》的牛轉翻車，如圖 8 所示。兩者構造差異在於車盤(木槳)的位置，圖 7 的車盤位置在下方，圖 8 者在上方，車盤位置在上者方便牛驢的走動，在下者則牛驢必須要跨越傳動軸。造成如此差異應是受地形的影響，圖 7 的形式適合架設在平原，圖 8 者則適合在丘陵地和有高低落差大之處，否則車盤與豎撥輪的轉速比會較小，提水效率則較慢。

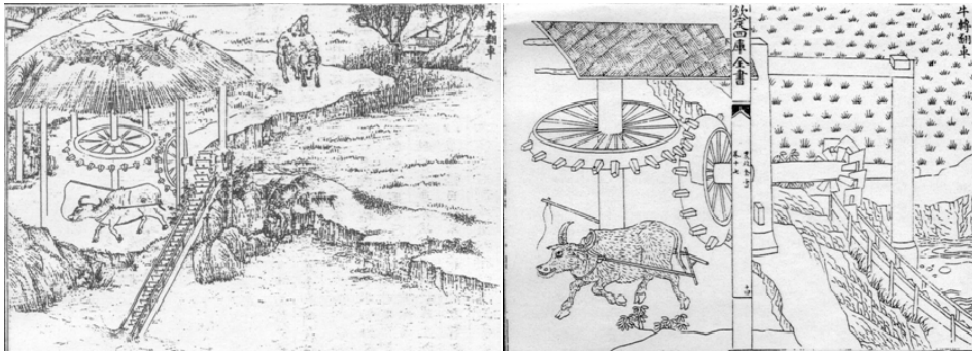
元代王禎《農書》的「牛轉翻車…與後水轉翻車皆出新制」[1]，可推論南宋馬達《柳陰雲碓圖》的牛轉翻車是唐宋以來文獻所記錄的形式，其較早出現和普及。



(a) 《柳陰雲碓圖》的牛轉翻車[13]

(b) 《天工開物》的牛轉翻車[12]

圖 7. 第 1 型畜力龍骨水車



(a) 《農書》的牛轉翻車[1]

(b) 《農政全書》的牛轉翻車[14]

圖 8. 第 2 型畜力龍骨水車

(三) 水力龍骨水車

水力龍骨水車又稱為水轉翻車，最早記錄在元代王楙《農書》並有詳細的圖文記載其構造：「水轉翻車，其制與人踏翻車俱同，但於流水岸邊掘一狹塹，置車於內，車之踏軸外端作一豎輪，豎輪之傍，架木立軸，置二臥輪，其上輪適與車頭豎輪輻支相間，乃擗水傍激下輪，既轉，則上輪隨撥車頭豎輪，而翻車隨轉，倒水上岸，此是臥輪之制，若作立輪，當別置水激立輪，共輪輻之末，復作小輪，輻頭稍闊，以撥車頭豎輪，此立輪之法也，然亦當視其水勢，隨宜用之，共日夜不止，絕勝踏車。東坡踏車詩略云：天公不念老農泣，喚取阿香推雷車；范至能詩云：地勢不齊人力盡，丁男多在踏車頭。此皆憫人事之勞也，今以水力代之，工役既省，所利又溥，其殆仁智事與。詩云：從來激浪轉筒車，卻恨翻車智未仁，誰識人機盜天巧，因憑水力貸疲民。」[1]

可知水轉翻車亦有兩種型式，一種是水輪為臥輪之法，如圖 9 所示，另一種是水輪為立輪之法。臥輪式水轉翻車的構造如圖 8 之牛轉翻車相似，在車心安裝上下兩個臥輪，上臥輪即為車盤與豎撥輪互相嚙合，下臥輪是臥式水輪，引水衝擊使水輪轉動。立輪式水轉翻車則是以立式水輪作為動力機械，再將動力與運動傳至豎撥輪，以帶動主動撥輪車水。水輪自唐宋以來已經是應用普及且技術成熟的動力機械，水力龍骨水車即是利用動力水輪在山區或丘陵地區溪流水位落差較大之處，驅動龍骨水車提水灌溉。

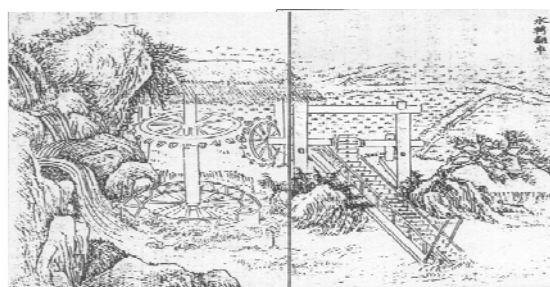


圖 9. 臥輪式水轉翻車[1]

(四) 風力龍骨水車

風力龍骨水車也有兩種不同的類型。一為立軸式風力龍骨水車，如圖 10 所示，二為臥軸式風力龍骨水車，如圖 11 所示，兩者的主要差異為風帆架設的方式不同。分述如下：

1. 立軸式風力龍骨水車

風力翻車的文獻記載可追溯至南宋劉一止(1078-1161)《苕溪集》：「〈水車〉老龍下飲骨節瘦，引水上泝聲呬呀·初疑蹙踏動地軸·風輪共轉相鉤加。」[15]但風輪是否指風車，須進一步資料考證[16]。就其構造來說，只是在牛轉翻車的車盤上架設風帆，即「有并牛不用，而以風運者，其制如牛車，施帆於輪，乘風旋轉。」[17]而牛轉翻車不晚於唐代(829)，因此在江浙沿海具有豐富風力資源地區，將中國帆船應用在翻車上是合理的發展，故風力翻車在宋代就出現是可能的。

早期對風車構造的記載過於簡略，沒有指出裝置的形制尺寸及風帆的數目。明代以後的文獻漸多，其中，以清朝周慶雲(1864-1933)在《鹽法通志》所記述之立軸式風力龍骨水車的構造較為清楚[18]：「風車者，借風力回轉以為用也。車凡高二丈餘，直徑二丈六尺許。上安布帆八葉，以受八風。中貫木軸，附設平行齒輪。帆動軸轉，激動平齒輪，與水車之豎齒輪相搏，則水車腹頁周旋，引水而上。此製始於安鳳官灘，用之以起水也。長蘆所用風車，以豎木為幹，幹之端平插輪木者八，如車輪形。下亦如之。四周掛布帆八扇。下輪距地尺餘，輪下密排小齒。再橫設一軸，軸之兩端亦排密齒與輪齒相錯合，如犬牙形。其一端接於水桶，水桶亦以木製，形式方長二三丈不等，寬一尺餘。下入於水，上接於輪。桶內密排逼水板，合乎桶之寬狹，使無餘隙，逼水上流入池。有風即轉，晝夜不息。」

文中記述了立軸式風力龍骨水車是以立帆式大風車作為動力源，利用一平齒輪（即車盤）之齒輪機構將動力傳到傳動軸另一端之龍骨水車的主動撥輪。立帆式大風車，俗稱大風車，為了在車盤上架設風帆，牛轉翻車的車盤遂發展成一個具有八稜柱狀框架結構的巨大風輪，一般約高有 8 公尺、直徑 10 公尺，它的車心則稱為大將軍，是取自中國帆船桅桿的俗稱，也證明大風車設計概念來自帆船。大將軍上部安裝一個將軍帽的滑動軸承，底端頂著一針狀鐵柱，即所謂的「頭上戴帽足踏針」，如此，可承受此 700 多公斤重量的風輪輕鬆運轉。風輪的八個稜柱上的桅子各安裝了風帆，以承受四面八方的風力。風輪的風帆有如水輪的葉片是用來擷取能量，其風帆設計是來自中國縱帆，以帆布或蒲草來製作風帆，布帆尺寸約是長 4 米、寬 2 米，篷帆因容易透風因此長度增加到 4.5 米長，每張帆都是以升降升帆索調節風帆的高低，以帆腳索來控制風帆的受風面積。因此，可以根據風速的大小，利用升帆索調整風帆的高度或增減帆腳索的長度，以改變風帆與風向的夾角，達到調節風車的轉速。若風力過大，可站在定點，一一解放升帆索，風帆則逐次落下，以免轉速超速破壞整個風車裝置。

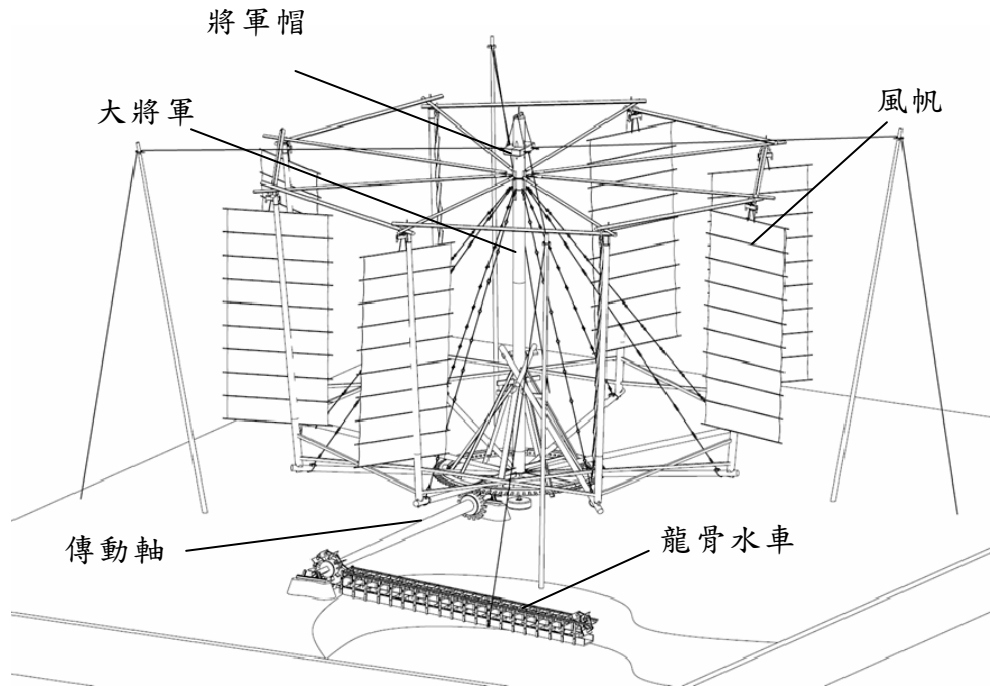


圖 10. 「立軸式風力龍骨水車」的構造

2. 臥軸式風力龍骨水車

臥軸式風力翻車大約在明末清初（17 世紀）出現，清初方以智(1611-1671)《物理小識》記載：「用風帆六幅車水灌田者，淮、揚海壩皆為之。」[19]又清代曾廷枚(1734-1816)《音義辨同》記載：「有若水車桔槔，置之近水旁，用篾篷如風帆者五六，相為牽絆，使乘風引水也。」[20]李約瑟認為其受到耶穌會傳教士的影響[21]，但其技術和傳動原理應是來自立軸式風力翻車。因其構造體積較小、組裝較容易、佔地較少至 20 世紀初臥軸式風力龍骨水車在江浙地區已經非常普及，《高郵州志》也記載臥軸式風力翻車在晚清時於江蘇的分布區域和其構造：「風車，為下河戽水溉田之用，高、寶、興、泰、東皆有之。其制，中建木為機心，以利旋轉。四旁架木為之廓，繫篷六，或編蒲或結草所成，微風則全張之，疾風則半張之。其卷舒繫以繩；其四旁牽以竹纜；其下架以輪。輪有齒，風動，則以水車額頭之齒遞應，自為轉易，以代人力。」[22]說明在清代揚州府轄下的高郵州、寶應縣、興化縣、泰州、東臺縣內農民均有使用風車於灌溉水田。再綜合近現代文獻的圖示或照片可知，這種臥軸式風力翻車具有六篷式風車，其臥軸是由一固定的梯形四方腳架和一可移動人字架所支撐，臥軸中點有六眼鉢，插入 6 根桅桿，桅桿相鄰間在外端用鐵絲連結成正六邊形，其每個角再用鐵絲前後分別連結臥軸的兩頭，桅桿上用定滑輪升掛約 1.3 米寬、2 米長的布篷。在梯形四方腳架中心豎一立軸，其上端的齒輪機構可傳遞風車的轉動與扭力，經立軸下端的齒輪機構帶動車軸上的旱撥，使翻車能連續提水上岸。根據風向調整人字架，視風力大小決定布篷張開帆數，約 3 級風即可運作，超過 6 級風則有翻覆的危險，故一般都有專人管理，此一架風車可灌溉農田約 30 畝。

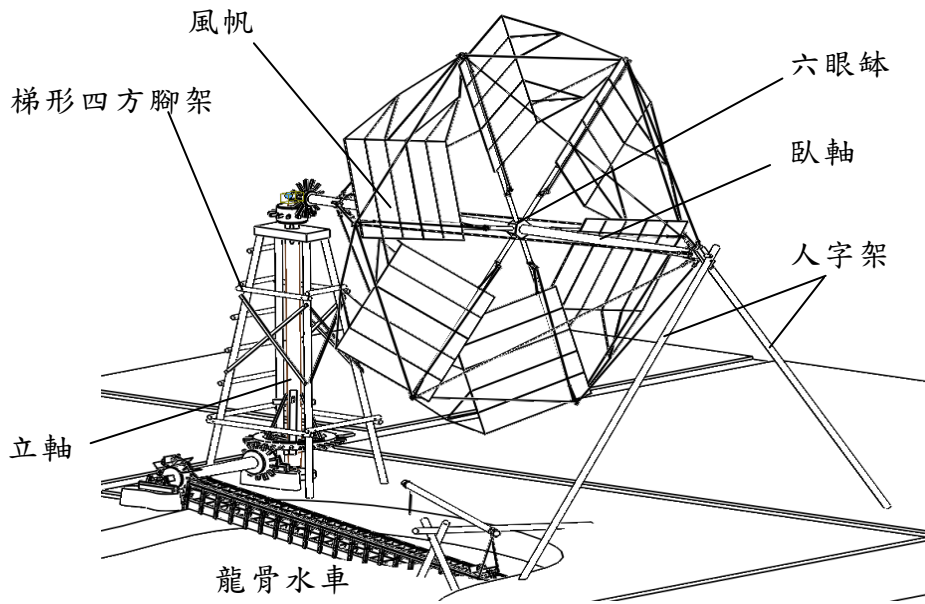


圖 11. 臥軸式風力龍骨水車的構造

四、結論

龍骨水車已經具備了現代機器的特徵，其龍骨的模組化設計，不但使龍骨的各零件能批量的製作與裝配，隨時汰換；而且使龍骨水車的尺寸大小極具彈性，能適應各種需求與限制。因只要能驅動主動撥輪轉動，即可帶動龍骨進行汲水，故易發展出利用各種動力源形式的龍骨水車。魏晉以來，龍骨水車在稻作農業開發的生產實踐過程中，經過不斷的改進，並與當地的自然環境和水田灌溉結合，產生了人力龍骨水車（手轉車、拔車、踏車）、畜力龍骨水車（牛轉翻車）、水力龍骨水車（水轉翻車）、以及風力龍骨水車（風轉翻車）等四類。其中，水力龍骨水車和風力龍骨水車受到地形與氣候等自然條件的限制，受限於特定地區使用，所謂「溪澗長流而用水，大澤平曠而用風」。而人力龍骨水車和畜力龍骨水車不受自然環境影響，適應性強，備隨便宜，特別是人力龍骨水車是中國南方最常見的排灌機械。當水面與田岸距離過高或整治江河，亦可分階級車水，即數車相接，高山可灌。正所謂龍骨水車，田器之巧極於是也。

參考文獻

1. 中華太陽能聯誼會網站(<http://www.solar-i.com/watw-1.htm>)，2012年2月
2. 方以智(明)，《物理小識(十二卷)》，卷8。(收入《四庫全書珍本》，臺北：臺灣商務印書館，1981，第131-132冊)
3. 王禎(元)，《農書》，卷18。(收入《文淵閣四庫全書》，景印文淵閣四庫全書，臺北：

臺灣商務印書館，1983，第 730 冊)

4. 宋如林等修，孫星衍等纂(清)，《松江府志》。(據清嘉慶 22 年刊本影印，臺北：成文出版社，1970)
5. 宋應星(明)，《天工開物》，乃粒。(據影明崇禎刻本，並以圖書集成及授時通考各圖校正收錄，臺北：廣文書局，1978)
6. 李約瑟著，陳立夫主譯，《中國之科學與文明》，第 9 冊，《機械工程學》。(臺北：臺灣商務印書館，1971 年)
7. 周慶雲(清)，《鹽法通志》，卷 36。(收入北京清華大學圖書館科技史研究組編，《中國科技史資料選編－農業機械》，北京：清華大學，1981)
8. 林聰益，攝於北京農業展覽館，2004。
9. 林聰益，攝於南京農業大學，2009 年。
10. 范曄(南朝宋)，《後漢書》，卷 78，宦者列傳。(北京：中華書局，1997)
11. 倪倬(清)，《農雅》，釋器。(收入北京清華大學圖書館科技史研究組編，《中國科技史資料選編－農業機械》，北京：清華大學，1981)
12. 唐耕耦，〈唐代水車的使用與推廣〉，《文史哲》，第四期，頁 73-76。(濟南，1978 年 4 月)
13. 徐光啟(明)，《農政全書》，卷 17。(收入《文淵閣四庫全書》，臺北：臺灣商務印書館，1983，第 731 冊)
14. 徐駿豪，《唐宋朝代至 1950 年代龍骨水車的發展與運用－以江蘇為考察重心》。(臺南，國立成功大學歷史研究所碩士論文，2007 年 6 月)
15. 高樹敏纂，盧鴻鈞、胡為和修，《民國三續高郵州志》，卷 1。(收入《中國地方志集成》，據民國十年刻本影印，南京：江蘇古籍出版，1991，第 47 冊)
16. 張柏春，〈中國風力翻車構造原理新探〉，《自然科學史研究》，第 14 卷，第 3 期(北京，1995 年 3 月)，頁 287-295。
17. 陳壽撰(晉)、裴松之注(宋)、盧弼集解(宋)、錢大昕考異(清)，《三國志集解》，卷 29。(景印文淵閣四庫全書，臺北：新文豐出版，1975)
18. 曾廷枚(清)，《音義辨同》，卷 7。(收入北京清華大學圖書館科技史研究組編，《中國科技史資料選編－農業機械》，北京：清華大學，1981)
19. 新浪網-愛問資料(<http://ishare.iask.sina.com.cn/f/22936834.html>)，2012 年 3 月。
20. 趙雅書，〈中國水車之演變〉，《中國農業史論集》。(沈宗瀚、趙雅書等編著，《中華農業史論集》臺北：臺灣商務印書館，1979)
21. 劉一止(南宋)，《苕溪集》，卷 3。(收入《文淵閣四庫全書》，臺北：臺灣商務印書館，1983，第 1132 冊)
22. 蘇軾(北宋)，《集註分類東坡先生詩》，卷 13。(收入《四部叢刊初編》，臺北，臺灣商務印書館，1967)

Classification and Structure of Chinese Square-pallet Chain-pumps

LIN Tsungyi* YANG Chengfeng** LEE Yilun***

Abstract

Chinese square-pallet chain-pumps were important water carrying machines in China and its neighbors, mainly used for raising water in agricultural fields and salt fields. It can also drain water away from rivers and claypans. The earliest record of Chinese square-pallet chain-pumps appears in the "Han", and pump's shape and structure were standardized in the "Tang". There was a unique scraper chain transmission composed of two sprockets and a drive chain in a Chinese square-pallet chain-pump.

Compared with other water carrying machines as lu lu(轆轤, winch), Chinese noria, Chinese square-pallet chain-pumps can raise water continuously and efficiently. It was not only widely used in ancient China but also strongly affects irrigation machinery. Because it was popular in China, people developed many different types. It can be classified by power sources as manpowered, animal powered, water powered, and wind powered. The square-pallet chain-pump which was powered by human's hand and foot or powered by animals has been appeared in the Tang Dynasty in AD 829. In the Song Dynasty(12th century), ancient Chinese also made a kind of pump powered by wind as a vertical shaft type wind-power pump. And the horizontal shaft type wind-power pump was developed since 17th century.

According to historical records, there were many different Chinese square-pallet chain-pumps. And we will analyze the structure and the mechanisms by dividing those structures into three components: a propulsion system, a transmission system, and a pumping system.

Keywords: Chinese square-pallet chain-pumps, irrigation machinery

* Associate Professor, Department of Mechanical Engineering, Southern Taiwan University

** Associate Professor, Department of Mechanical Engineering, Southern Taiwan University

*** Graduate Student, Department of Mechanical Engineering, Southern Taiwan University

《第九屆科學史研討會彙刊》

(臺北：中央研究院科學史委員會，2012)，頁 131-144。

略論清代船舶之頭巾及插花

李其霖*

摘要

頭巾與插花為明、清時期商、漁船所使用的一種航海技術。頭巾的使用可增加船舶速度，插花的使用則提高船舶的穩定度，讓船隻在行駛及轉向時較為平穩。這種航海技術的使用，至清代成為戰船之配備。

因為頭巾及插花可提升船舶速度，卻間接造成清政府反對民間使用之主要原因，如果不遏止民間船舶使用，一旦民船為海盜所用，那水師戰船將難以追擊海盜，亦將影響海疆之安全。

本文擬探討頭巾、插花的發展脈絡，並針對此種船舶技術運用在航海的使用情況，進而了解此技術與清代水師政策之關聯性。

關鍵詞：清代、戰船、水師、頭巾、插花

* 中央研究院歷史語言研究所博士後研究人員、淡江大學歷史學系兼任助理教授

一、前言

頭巾亦稱頭巾頂 (Topgallant sail)、巾頂、¹高帆、²中頂篷，³是懸掛在船舶主桅最上層的帆，其材質為棉布，與一般中國傳統的竹篾帆不同；插花 (Topsail) 是配掛在主桅旁的帆裝，亦由棉布作成。頭巾、插花為輔助帆，是中式帆船帆裝中的特殊裝備，可增加船隻速度及穩定性。依據相關的資料記載，明末以來，內、外洋之商船皆配置有頭巾及插花，但雍正朝以後則諭令內洋船隻不准配帶，其主要目的是讓這些船隻的速度不超越戰船，如此一來，即便這些船隻為海盜所用，戰船速度凌駕於海盜船，於作戰時可處上風。清代大部分的水師將領也認為，這兩項配備可增加船舶的速度及穩定性，因此限定內海戰船以外的其他船舶毋需使用頭巾及插花是有其必要性的。

頭巾及插花固然重要，但史料上的史料對於頭巾、插花的記載卻有限，因此容易將其解讀錯誤，難以辨別其功能為何。⁴再者，近人對於此議題的研究鮮少，也容易產生誤解，這與資料不易找尋有很大關係，解讀錯誤亦屬正常，不足為奇。如 Joseph Needham (李約瑟) 及 Bruce Swanson 在他們的大作中，⁵對於插花的解釋有誤解，這與他們當時所能看到的檔案較少有很大之關係，⁶故在資料不完整之下容易產生了誤解。Joseph Needham 認為插花是「inserted ensign」意指為插入的旗幟。⁷Bruce Swanson 則不確定的認為是「Tax ensign or exempt ensign」

¹ 「金源盛船圖」稱巾頂。見山形欣哉，〈〈唐船圖卷〉中的「臺灣船」及其設計圖之復原〉，收於劉序楓主編，《中國海洋發展史論文集》，第九輯（臺北：中央研究院人文社會科學研究中心，2005），頁 285。

² 西川如見，《增補華夷通商考》，共五卷（寺町五條上ル町：甘節堂，1708），頁 21a-21b。在外國船圖說有詳細說明，惟圖上並未繪製高帆，但繪有「遣出ノ帆」，即頭緝帆。

³ 在《浙江海運全案》的沙船行駛圖中，稱頭巾為中頂篷。椿壽，《浙江海運全案》，清咸豐三年。轉引自辛元歐，〈十七世紀的中國帆船貿易及赴日唐船源流考〉，收於劉序楓主編，《中國海洋發展史論文集》，第九輯（臺北：中央研究院人文社會科學研究中心，2005），頁 240、235。

⁴ 插花連在主帆之側，猶如飛剪船 (Clipper) 之翼帆。辛元歐，〈十七世紀的中國帆船貿易及赴日唐船源流考〉，頁 248。

⁵ Joseph Needham 認為插花是插入的旗幟 (inserted ensign)，見 *Science and Civilization in China*, Vol. 4: Physics and physical technology, pt. 3: Civil engineering and nautics, Cambridge University Press, 1986, p. 405. Bruce Swanson 則解釋為 Tax ensign (稅旗)。 *Eighth Voyage of the Dragon: A History of China's Quest for Seapower*. Annapolis: Naval Institute Press, 1982. p. 307.

⁶ 國立故宮博物院所藏的宮中檔及軍機處檔摺件，如最早的《宮中檔光緒朝奏摺》於 1971 年出版，《宮中檔康熙朝奏摺》於 1974 年出版；中央研究院歷史語言研究所藏之內閣大庫文書，及稍晚出版的明清相關檔案，部分有記載。然而李約瑟於 1971 年即已完成《中國之科學與文明》，第四卷，〈航海工藝〉篇之撰寫，因此未能查看相關之檔案順屬自然。Bruce Swanson 的大作，亦於此間撰寫完成。然而，幾近三十年以後，史料出版越來越多，吾人可查看相關史料之機會更多，許多議題亦可逐漸釐訂。

⁷ Joseph Needham *Science and Civilization in China*, Vol. 4: Physics and physical technology, pt. 3: Civil Engineering and Nautics, Cambridge University Press, 1986, p. 405.

二、史料之記載

史料記載頭巾與插花可分別從明代及清代的史料來看。明代的資料大都以官方資料為主，民間留下之圖像寥寥可數，其中呈現有頭巾及插花者更少。史料上呈現船圖之記錄主要以兵書為主，而這些船隻亦多為軍方戰船，明代時期的資料如《武備志》、《籌海圖編》及《經國雄略》等。¹⁰然而這些書籍之圖片皆無繪製頭巾和插花的圖像。因此只能藉由日本或歐美地區所藏之圖像來補足，但這方面船圖主要是民船。

民船的圖像可透過如長崎歷史文化博物館藏的朱印船及遣唐使船圖、松浦史料博物館藏有關至平戶貿易的各地商船圖。¹¹於這些圖像中，可看到中式及日式船隻皆掛有頭巾，從資料的比對上，可以了解到日本船加掛頭巾頂的時間比中式帆船早一些，裝置位置相似。另外，同時期的東南亞船隻除了帆裝與中式船隻相同之外，在船首亦懸掛用布所做的小帆，這與中式船隻的頭緝相同。¹²這樣的情況是否與中式帆船、日本、東南亞船隻在東南亞興造有關，而這些建造技術與西方船隻有否關係，尚待進一步探討。在這些圖像中，目前可以確定的是，部分可看到頭巾及插花之呈現，時間大都在十七世紀以後。¹³近人王冠倬及辛元歐在他們出版的專書之中，收集了大部分的中、西方所藏的中式船舶圖像，¹⁴可做為研究之參考。

清代留下之史料以《琉球國志略》¹⁵中的封舟船能看到較清楚的插花圖像，另外藏於北京故宮博物院《冊封琉球圖》《封舟圖》亦繪有頭巾及插花樣貌，並有文字說明。¹⁶其中頭巾及插花繪製相當清楚。其他相關的史料諸如陳倫炯《海國聞見錄》、《中山傳信錄》、¹⁷、《嘉慶直隸太倉州志》、¹⁸《粵海關志》、¹⁹《廈門

¹⁰ 鄭若曾，《籌海圖編》，〈經略·兵船〉，（北京：解放軍出版社，1990），頁 1199-1245。

鄭大郁，《經國雄略》，共 48 卷（北京：商務印書館，2003），卷之八，頁 1a-25b。

¹¹ 唐船圖除了藏於日本平戶之外，另澳大利亞墨爾本維多利亞美術館、紐約圖書館亦藏有多幅圖像。見辛元歐，〈十七世紀的中國帆船貿易及赴日唐船源流考〉，收於劉序楓主編，《中國海洋發展史論文集》，第九輯，頁 227。

¹² 陳希育，《中國帆船與海外貿易》（廈門：廈門大學出版社，1991），頁 205-206。

¹³ 這些官方文書中所呈現圖像唯一清楚載明頭巾設置者，主要來自日本所藏的相關圖像，如唐舡圖、朱印船等。

¹⁴ 王冠倬，《中國古船圖譜》（北京：三聯書店，2011 修訂本）。辛元歐，《中外船史圖說》（上海：上海書店，2009）。

¹⁵ 周煌，《琉球國志略》，卷五，頁。

¹⁶ 參見北京故宮博物院網址。

http://www.dpm.org.cn/www_oldweb/Big5/E/E49/wenwu/02-2.htm

¹⁷ 徐葆光，《中山傳信錄》，卷一，頁 6a-7b。

¹⁸ 王昶，《嘉慶直隸太倉州志》，共 65 卷（上海：上海古籍出版社，1997，嘉慶七年刻本）。收於《續修四庫全書》，第 697、698 本。

¹⁹ 梁廷楠，《粵海關志》（臺北：成文書局，1968，道光廣東刻本）。

志》等。清代官方所保留之戰船修造圖，²⁰亦無繪出或記錄，因此我們只能從其他僅有的幾張圖像及從官方的檔案文書敘述上來了解這帆裝之功能。但這些史料談及之內容主要是說明其功能，並沒有介紹使用狀況及時間。²¹依目前所看到有繪製頭巾及插花圖像，可溯及至明代中晚期之後，²²確切的時間無法得知。但根據 G.R.G. Worcester (夏士德) 的說法，依本白圖塔 (Ibn Batuta 1304-1377) 說有三張到十二張帆，朱爾達那斯 (Jordanas) 說有十張帆，尼柯羅康蒂 (Niccolò de' Conti 1385-1469) 說有五張帆，馬可波羅 (Marco Polo 1254-1324) 說有四桅十二張帆。依此推斷，這時期的船應該有頂帆。²³如果他們的說法正確，那在元代即有之，但可惜的是欠缺圖像及史料佐證，故無法印證所述是否正確。

三、裝置位置與功能

帆船的行駛速度快慢，除了船體結構以外，端看篷帆，中式帆船的帆裝設計，在浙江以南海域的船隻一般皆以竹蔑材質編制而成，北方沙船及其他平底船方使用布帆。竹蔑帆，中國人稱為撐條式蓆帆，清代匠作稱箔帆，或箬篷，²⁴日人稱篋帆。²⁵以遠洋船隻的外形來看，中式帆船的帆裝與西式帆船帆裝完全不同，中式帆船屬硬式帆，西式帆船屬軟式帆，亦即是中式帆由竹子編織而成，西式帆則為一大片棉布組成。中、西式帆各有其優缺點，中式帆可逆風行駛，如帆有破洞，修補較為簡單，亦不影響航行，此乃硬帆之受風面為整個面，非單一著力點。西式帆船受風面為單一點，遂其行駛速度較快，倘若帆有破洞則臨時修補不易。在操縱方面，中式帆猶如現今之百葉窗操控方式，收放簡單操作方便，西式帆裝則操作較為複雜，花費時間長，並且一旦遭遇到突發性暴風雨，則危險性較高。

在帆的外觀上，中式帆為縱帆，西式為橫帆。中式帆與阿拉伯、印度船一樣都是縱帆，皆可在橫風及逆風中行駛。²⁶《廣東新語》說道，中式船隻帆裝其方

²⁰ 《閩省水師各標鎮協營戰哨船隻圖說》為專門製造福建省戰船之結構圖，文中所附之戰船圖像或文字說明，亦無談及頭巾、插花。見李其霖，〈清代臺灣的戰船〉，《海洋文化論集》(高雄：國立中山大學人文社會科學研究中心，2010年5月)，頁289-299。

²¹ 有關明代文獻節錄之船舶資料，可參閱席龍飛，《中國造船史》(武漢：湖北教育出版社，1999)，頁228-245。但內容並未對明代船舶上的帆裝論述，這些書籍所載錄之圖片也未見有頭巾及插花。另外關於清代船舶的圖像，席龍飛引用 *Juncos Chineses* 內容中的部分船圖，但亦未見頭巾帆，然此書筆者尚未查閱，故無法進一步探討。Louis Audemard, Kam Fai Leong, Manuel Leal Vilarinho, Museu Marítimo de Macau, Banco Totta & Açores. *Juncos Chineses*, Museu Marítimo de Macau, 1994.

²² 中國史籍所繪之船舶圖像如十五、十六世紀的封舟船，以及日本同時期所載如平戶博物館所藏之相關船舶圖像，皆可看到頭巾及插花之繪製。

²³ G.R.G. Worcester (夏士德)，〈中國帆船的帆與桅〉，《船史研究》第7期，1994年(中國造船工程學會船史研究會)，頁209。

²⁴ 辛元歐，〈十七世紀的中國帆船貿易及赴日唐船源流考〉，頁239。

²⁵ 大庭脩，《江戶時代における中國文化受容の研究》(京都：同朋舎，1984)，頁501。

²⁶ 楊樞，《帆船史》(上海：上海交通大學出版社，2005)，頁49。

者稱平頭巾里，順風使之，其有斜角如摺疊扇形者，逆風可使，以為勾篷，勾篷必用雙巾里，前後相疊，一左一右，如鳥張翼。²⁷日本在十六世紀以前亦使用與中國相同的硬帆，但此後日本船帆有了重大改變，除了原有縱向硬帆之外，亦裝上橫向布帆。明末清初中式帆裝使用的布帆形態，以及其裝置位置，與同時期的日本船舶帆裝相似度極高，因此推估有很大之關聯性。²⁸

中式帆船規模較大者，以配掛三支桅桿為主，長江口以北沙岸地區船隻可配掛五支桅桿。²⁹清嘉慶以前，中式帆船的主要船型為趕繒船及艍船，這兩種船型皆只配備二枝桅，此後的同安梭船型則配有三枝桅，此後有圖文記載的中式最大帆船耆英號（The keying），³⁰亦只裝置三支桅桿。正德八年（1513）西方船隻進入中國外海，³¹此後，中西海上交流日漸頻繁，西式帆船在東亞海域航行已顯而易見，當地人稱歐洲帆船為「夾板船」（kapal），與習見的中式帆船（馬來人稱之為 jong，即英文的 junk）做一區隔，³²因此在這期間中式帆船是否學習西方帆裝而加裝橫向布帆，則可能性相當大，這部分有繼續深入探討的必要性，如果這個推論正確，那中式帆船配置軟式的頭巾和插花帆，即是學習西方帆裝技術，那也顯示出中式帆船之帆裝已有西方元素於內。

既然中西雙方的船舶開始密集接觸始於正德年間，但端視明代嘉靖年間之船舶圖像，並沒有頭巾及插花的圖像流傳。再者，明代戰船有望斗裝置，望斗裝置於主桅的最上端，（圖 2、圖 3）故無法再加掛頭巾頂帆，而插花帆亦無呈現之。然而明代的商船是否有加掛頭巾頂，至少目前尚未發現有此情況，顯見在這段時間，中式帆船配置頭巾及插花者並不多。根據楊標的研究，他認為在東西方船隻接觸與交流之下，在泰國製造的中式帆船，其帆裝與傳統中式船隻不同，因為他們裝上首斜桅，並掛上帆，如在該桅與前桅連接的支索上掛帆，可加快速度。³³另

²⁷ 屈大均，《廣東新語》（北京：中華書局，2006），卷 18，〈舟語·船帆〉，頁 484。

²⁸ 日本寬永年間（1624-1644）從當時航行於長崎交趾的日本荒木船、角川船圖等，皆可看到縱帆及橫帆的使用。須藤利一編，《船》（東京：法政大學出版社，1968），頁 105、100。末次船亦有頭巾和頭緝裝置。岩生成一，《新版朱印船貿易史の研究》（東京：吉川弘文館，1985），頁 263。

²⁹ 中式尖底帆船，無論商船或戰船，配掛三支桅桿者已屬大船，三支以下者屬小型船，配掛四支桅桿者幾不復見，配製五支桅桿之中式帆船，屬於平底式船舶，主要航行於黃、勃海區域之沿海船隻。即便有中、西方學者認為中式船隻可配掛近十張帆，但亦屬個案，並非普遍性通則，亦無確切的資料可佐證。

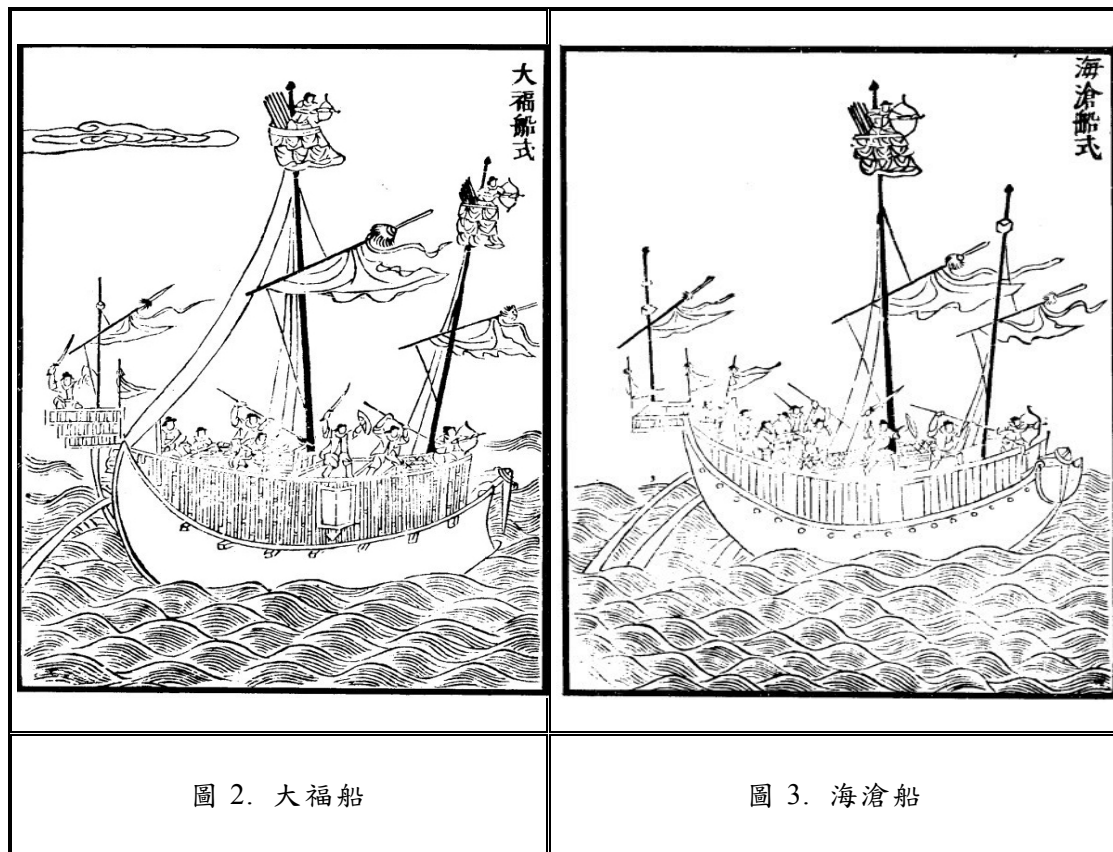
³⁰ 耆英號（The keying）船長 45 公尺，為廣東地區販賣茶葉的商船，後由英國人買下開回倫敦，期間因氣候及內部問題而輾轉抵達美國紐約，往後至英國，成為環球一周的中式帆船。有關耆英號相關問題參見 Stephen Davies. *Seeind the Junk Keying*. 《中國航海文化之地位與使命》（上海：上海書店出版社，2011），頁 134-183。

³¹ 葡萄牙人最早駕駛西洋帆船至廣東外海，正式派遣使節至大明帝國的時間則為正德十二年，由使節團團長 Tomé Pires（托梅·皮雷斯）率領。Armando Cortesão（亞馬多·高德勝），《歐洲第一個赴華使節》*Primeira Embaixada Europeia à China*（澳門：澳門文化協會，1990），頁 131。

³² 陳國棟，《臺灣的山海經驗》（臺北：遠流出版社，2005），頁 90。

³³ 楊標，《帆船史》（上海：上海交通大學出版社，2005），頁 69。

外辛元歐認為，沙船及三不像船（兼有沙船、鳥船、蛋船三者之優點，故有此名）皆配置有頭巾頂帆，³⁴這是否意謂外洋船隻學習內洋船隻的頭巾帆裝，但沒有再進一步說明這些船隻的配掛時間及圖像。可以確定的是清初以來，配置頭巾及插花的船隻顯著增加，此裝置已然成為中式帆船的標準配備了。



圖片來源：鄭若曾，《籌海圖編》，共 13 卷（北京：解放軍出版社，1990），卷 13，〈經略·兵船〉，頁 1204、1208。收於《中國兵書集成》第 15、16 冊。

中國科技史專家李約瑟提到，頭巾頂帆裝置於主桅杆最上方處，順風旗之下，為橫帆樣式，材質為棉布或帆布(cloth or canvas)。³⁵而這種設置於主桅最上方的橫式帆裝樣式最早出現於歐洲。³⁶插花則是在主桅旁加掛縱向布帆，這與西方橫向布帆不同。另外，中式帆船此時亦增加一尾送（船尾縱向布帆）或頭緝（船頭橫向布帆），這些配備皆有西方帆船的傳統元素。

關於頭巾、插花的設置位置與功能，《廈門志》有清楚的描述：「以布數十幅

³⁴ 辛元歐，《中外船史圖說》（上海：上海書店出版社，2007），頁 232-233。

³⁵ Joseph Needham *Science and Civilization in China*, Vol. 4: Physics and physical technology, pt. 3: Civil engineering and nautics, Cambridge University Press, 1986, p. 405.

³⁶ G.R.G. Worcester (夏士德), *The Junks and Sampans of the Yangtze*, Annapolis: Naval Institute Press, 1971, p. 59.

為帆，張大篷頂上，若頭巾，能使船身輕。插花，亦與布帆在大篷兩邊，遇旁風，駛船不欹側」。³⁷故加掛頭巾可使船身變輕，行駛速度加快，配戴插花如面臨側風可使船身穩定不至傾斜，亦即是提高船舶的速度和穩定度。乾隆十四年（1749），浙江定海鎮總兵官陳鳴夏（？-1758）奏言：「海洋憑虛御風，全憑帆力，故大篷之旁加插花，桅頂之上加頭巾，風力猛，船行尤速」。³⁸這即是加掛頭巾及插花的主要功能。

四、使用情況與規定

在使用的時間上，如前所述，頭巾及插花最早出現時間可能在明末清初，以圖像來看是在康熙年間，雍正、乾隆、嘉慶三朝則為使用較頻繁時期，道光以後在史料的記錄上雖然不多，但依稀有些地方大吏提及頭巾、插花之重要性。道光三年（1823）閩浙總督趙慎畛（1762-1826）認為頭巾及插花是戰船上不可或缺之配備，雖然國庫目前空虛，但可從關稅發商後所生息之銀兩內動支製造，³⁹可見此兩項配備在此時的重要性可見一斑。此後，道光二十七年（1847），亦提及修理戰船上之頭巾、插花之使用款項，⁴⁰其後不再有相關的記錄了。遂此，可以得知頭巾、插花普遍性的使用的時間約康熙至道光年間。

雍正以前，內、外洋船隻皆普遍使用頭巾及插花，但為避免這些船隻為賊人所奪，反而危及沿海百姓安全，遂制定了規則。雍正十一年（1733）議准：「往販外洋商船准用頭巾、插花，並添豎桅尖。其內洋商船及漁船不許用頭巾、插花、桅尖，如違例私用，守口官弁不行查報者，罰俸一年」。⁴¹然而，只准戰船及遠洋船隻使用，卻不准其他船隻配置，則再引發討論，因為此配備除了增加航行速度之外，亦能提高船舶操駕之安全，而民間早以將這助風之具，主桅頭最上方頭巾頂，篷上之插花等，皆視為船隻全備。⁴²至乾隆三年（1738）又開放採捕漁船亦可使用頭巾、插花。⁴³此後，江南狼山鎮總兵許仕盛（1687-？）再奏報，其提出嚴以執行之論，遂於乾隆四年（1739）議准，外洋仍許製用，內河一例禁止。⁴⁴如被屏除使用的船隻違例使用，或私自帶出口者，一經查核屬實，該官罰俸一年。

³⁷ 周凱，《廈門志》（臺北：臺灣省文獻委員會，1993），卷五，〈船政略〉，頁164。

³⁸ 盧坤，《廣東海防彙覽》42卷（北京：學苑出版社，2005），卷12，〈方略〉1，頁39b。

³⁹ 《清實錄·宣宗成皇帝實錄》，卷62，道光三年十二月壬寅，頁1088-1。

⁴⁰ 《清實錄·宣宗成皇帝實錄》，卷441，道光二十七年四月壬子，頁520-1。

⁴¹ 崑岡，《大清會典事例·光緒朝》，卷629，〈兵部88〉，雍正十一年，頁1154-2。

⁴² 王清穆修；曹炳麟纂，《民國崇明縣志》（臺北：成文出版社，1975，民國十三年修十九年刊本），卷九，〈武備志〉，頁20a。

⁴³ 《明清檔案》，卷A082-120，閩浙總督郝玉麟揭帖，奏商舡應用頭巾插花事，乾隆三年六月十九日。登錄號012145-001。

⁴⁴ 《清實錄·高宗純皇帝實錄》，卷87，乾隆四年二月戊戌，頁352-1。

頭巾、插花成為戰船基本配備之後，在新修戰船上皆要配置多副提供更新替換之，如江蘇崇明縣一帶的戰船在修造時需準備巾頂、插花十五副，⁴⁶福建福鼎縣頭巾須四架、大涼帆一架。⁴⁷為了使戰船更具效益，乾隆十四年（1749）覆准：在戰船大篷之旁加插花，桅頂上加頭巾頂，應令沿海各標營，一體動公製用，如遇戰船修造之年，照同槓具造冊，交廠修換。⁴⁸戰船使用頭巾、插花已不限內、外洋，綠營、八旗水師，一體配掛。如隸屬於八旗系統的福州三江口水師旗營亦配置有頭巾頂。⁴⁹然而，朝廷卻錯估形勢，這樣的配備尚需配合船型及航行海域，方能達到相輔相成之效果，因為有些船型及海域狀況並不適合配掛，倘若規定所有戰船皆配置，則非但達不及效果，反而身陷危險之中。為了適船適用，乾隆十七年（1752）覆准：

戰船出洋必需加用頭巾、插花，借助風力，駕駛始能迅速，應一律製備，以資巡哨。除江南省沙唬、巡、快等船；福建省艍、舢等船，皆輕便易使，毋庸製備。又廣東省虎門協營，海道紆迴，砂礁錯雜，不必製備外，其餘沿海各省，一應戰船，皆製備頭巾、插花。所需工料銀，於營中公費及司庫備公銀內動支，每屆該船修造之時，將頭巾、插花，一律造報修換，仍將用過工料報部覈算。⁵⁰

朝廷能夠在此項制度實行一段時間之後，妥善檢討，改正缺失，值得肯定，這樣的決定也使得戰船配置頭巾、插花更能因地域、船適宜。

頭巾、插花成為戰船的基本配備之後，各地戰船廠皆已將其視為戰船製造的基本料件。其所需木料大小，以封舟船為例，一號船頭巾頂長五丈四尺寬五丈，插花篷長四丈八尺，寬三丈四尺；⁵¹二號船，頭巾頂布篷長五丈寬四丈八尺，插花布篷長四丈八尺寬三丈二尺。⁵²既然加裝此項配備，如何維持其妥善率更為重要，一般篷帆的耗損率高於船體本身，故需時常更換，如福建省水師所屬戰船所配置之頭巾頂，二十年製作一次，十年再修護一次，⁵³但如此重要之配備，如損壞嚴重，亦可隨時申請補發。

⁴⁵ 周凱，《廈門志》，卷五，〈船政略〉，頁 23b。

⁴⁶ 王清穆修；曹炳麟纂，《民國崇明縣志》，卷九，〈武備志〉，頁 25b。

⁴⁷ 譚掄，《嘉慶福鼎縣志》，卷五，〈武備志〉，頁 17a。臺北：成文出版社，1974，嘉慶十一年刊本。

⁴⁸ 崑岡，《大清會典事例·光緒朝》，卷 936，〈工部 75〉，乾隆十四年，頁 744-2。

⁴⁹ 董誥，《欽定軍器則例》，卷 31，〈福州水師〉，頁 13a。

⁵⁰ 崑岡，《大清會典事例·光緒朝》，卷 712，〈兵部 171〉，乾隆十七年，頁 859-2。亦可參見辛元歐，《中國船史圖說》，頁 289。

⁵¹ 徐葆光，《中山傳信錄》，卷一，頁 6a-6b。

⁵² 徐葆光，《中山傳信錄》，卷一，頁 6a-6b。

⁵³ 董誥，《欽定軍器則例》（海口：海南出版社，2000），〈福建省〉，頁 16a。收於《故宮珍本叢刊》，〈史部·政事·通制〉，嘉慶二十一年修。

戰船增加此項配備後，亦需在製造及修護上加註，再提列製造金額。而這些金額也成為了製造戰船的額外開銷，但這樣增加的款項極為有限，以一艘中等船隻三、五千兩的製造經費，增加頭巾、插花之料件，僅佔原來戰船費用之五十分之一，對朝廷所增加的負擔有限。如乾隆年間，浙江省地區戰船所需費用大抵在伍拾至陸拾兩之間，溫州戰船需銀伍拾柒兩玖分、⁵⁴定海戰船需銀伍拾四兩陸錢伍分貳釐、⁵⁵其他浙省換製頭巾、插花共估計工料銀亦花費伍拾玖兩伍錢貳分捌釐。⁵⁶既然所需費用不多，又可增加戰船的速度及安全，這何樂而不為，因此，即便不是專屬外海戰船較多的直隸太倉州，業已將列為主要配備了。⁵⁷

五、結語

頭巾、插花為中式帆船之的帆裝，雍正以降，成為戰船的主要配備之後，開始限制戰船以外的船隻使用，即顯示其重要性不容小覷。加裝後除了可增加船隻速度之外，亦加強了穩定性，這對於水師的巡洋及勦盜有很大之幫助。然而因其材質不同，亦非所有戰船皆可配置，而必需依照所屬海域狀況進行裝置才能達到最大功效，否則將有危險之慮。

頭巾圖在大部分的中式帆船圖像中呈現，插花則相當罕見，在史料的記載上並未有太多的脈絡可尋，因此其使用源自於何時，必須再有更多之史料佐證方能確定。筆者推論，這兩種帆裝的使用材質皆有別於中式的篾竹帆，與西洋船舶所使用的布帆相同。因此頭巾、插花的使用是否學習於西方，由西方傳入中國，這部分則有待再考證，待日後另文闡述。

引用書目

古籍資料

《宮中檔歷朝奏摺》，臺北：國立故宮博物院出版。

《閩省水師各標鎮協營戰哨船隻圖說》，4冊，德國 Staatsbibliothek zu Berlin（柏林國家圖書館）藏。

⁵⁴ 中央研究院歷史語言研究所藏，內閣大庫文書，第 075957-001 號，閩浙總督喀爾吉善題本，題請小修溫州鎮標趕繒船雙篷股古船所需部價銀于乾隆十七年分各屬徵解存留戰船銀動支貼價銀于乾隆十三年十八十九年分恩賞備公銀動支。乾隆十九年十一月二十三日。

⁵⁵ 《明清檔案》，卷 A190-155，閩浙總督喀爾吉善題本，題請動項小修定海鎮標提標船隻，043994-001 號。

⁵⁶ 中央研究院歷史語言研究所藏，內閣大庫文書，第 077001-001 號，閩浙總督楊廷璋題本，題報將浙省乾隆二十五年冬季分屆應修造各營戰哨巡船併幫箍木換製頭巾插花估計工料分案轉造清冊加結詳送核題前來，乾隆二十六年六月八日。

⁵⁷ 王昶，《直隸太倉州志》，共 65 卷，卷 24，〈兵防下〉，頁 50a-50b。

- 《大清歷朝皇帝實錄》，北京：中華書局，1986。
- 《明清史料》，臺北：中央研究院歷史語言研究所，1997。
- (明)鄭大郁，《經國雄略》，共 48 卷，北京：商務印書館，2003。
- (明)鄭若曾，《籌海圖編》，共 13 卷，北京：解放軍出版社，1990。收於《中國兵書集成》第 15、16 冊。
- (清)王昶，《直隸太倉州志》，共 65 卷，上海：上海古籍出版社，1997，嘉慶七年刻本，收於《續修四庫全書》第 697-698 本。
- (清)徐葆光，《中山傳信錄》，上海：上海古籍出版社，1997，康熙六十年二友齋刻本。收於《續修四庫全書》第 745 本。
- (清)周煌，《琉球國志略》，上海：上海古籍出版社，1997，乾隆二十四年漱潤堂刻本。收於《續修四庫全書》第 745 本。
- (清)屈大均，《廣東新語》，北京：中華書局，2006。
- (清)周凱，《廈門志》，臺北：臺灣省文獻委員會，1993。
- (清)盧坤，《廣東海防彙覽》，共 42 卷，北京：學苑出版社，2005。
- (清)托津，《大清會典事例·嘉慶朝》，臺北：文海出版社，1991。
- (清)崑岡，《大清會典事例·光緒朝》，臺北：臺灣商務印書館，1966。
- (清)譚掄，《嘉慶福鼎縣志》，臺北：成文出版社，1974，嘉慶十一年刊本。
- (清)董誥，《欽定軍器則例》，海口：海南出版社，2000，嘉慶二十一年修。收於《故宮珍本叢刊》，〈史部·政事·通制〉。
- (清)梁廷楠，《粵海關志》，臺北：成文書局，1968，道光廣東刻本。
- 王清穆修；曹炳麟纂，《民國崇明縣志》，臺北：成文出版社，1975，民國十三年修十九年刊本。
- 西川如見，《增補華夷通商考》，共五卷，寺町五條上ル町：甘節堂，1708。

近人專著

- 王冠倬，《中國古船圖譜》，北京：三聯書店，2011 修訂本。
- 辛元歐，〈十七世紀的中國帆船貿易及赴日唐船源流考〉，收於劉序楓主編，《中國海洋發展史論文集》，第九輯（臺北：中央研究院人文社會科學研究中心，2005），頁 191-257。
- 辛元歐，《中外船史圖說》，上海：上海書店，2009。
- 李其霖，〈清代臺灣的戰船〉，《海洋文化論集》，高雄：國立中山大學人文社會科學研究中心，2010，頁 275-316。
- 陳希育，《中國帆船與海外貿易》，廈門：廈門大學出版社，1991。
- 陳國棟，《臺灣的山海經驗》，臺北：遠流出版社，2005。
- 楊標，《帆船史》，上海：上海交通大學出版社，2005。
- 席龍飛，《中國造船史》，武漢：湖北教育出版社，1999。
- 須藤利一編，《船》，東京：法政大學出版社，1968。
- 大庭脩，《江戶時代における中國文化受容の研究》，京都：同朋舍，1984。

山形欣哉，〈〈唐船圖卷〉中的「臺灣船」及其設計圖之復原〉，收於劉序楓主編，《中國海洋發展史論文集》，第九輯（臺北：中央研究院人文社會科學研究中心，2005），頁 259-289。

岩生成一，《新版朱印船貿易史の研究》，東京：吉川弘文館，1985。

夏士德（G.R.G. Worcester），〈中國帆船的帆與桅〉《船史研究》第 7 期，1994（中國造船工程學會船史研究會），頁 209。

Cortês, Armando，《歐洲第一個赴華使節》（Primeira Embaixada Europeia à China），澳門：澳門文化協會，1990。

Davies, Stephen. *Seeing the Junk Keying*. 《中國航海文化之地位與使命》，上海：上海書店出版社，2011，頁 134-183。

Louis Audemard, Kam Fai Leong, Manuel Leal Vilarinho, Museu Marítimo de Macau, Banco Totta & Açores. *Juncos Chineses*, Museu Marítimo de Macau, 1994.

Needham, Joseph. *Science and Civilization in China*, Vol. 4: Physics and physical technology, pt. 3: Civil engineering and nautics, Cambridge University Press, 1986.

Swanson, Bruce. *Eighth Voyage of the Dragon: A History of China's Quest for Seapower*. Annapolis: Naval Institute Press, 1982.

Worcester, G.R.G, *The Junks and Sampan of the Yangtze*. Annapolis : Naval Institute Press, 1971.

Brief Exploration of Topgallant Sails and Topsails for Warships in Qing Dynasty

LEE Chilin*

Abstract

Both of topgallant sail and topsail were a sailing technique for merchantmen and fishing boats in Ming and Qing Dynasty. Topgallant sail could speed up ships ; While topsail could increase the stabilization for ships, so that ships would stay smooth and steady during the navigation and making turns. And it became the necessary equipment for warships in Qing Dynasty.

Though the technique of topgallant sail and topsail helped accelerating the ships, it was also the major reason for the Qing government prohibiting people from using the technique. It was for fear of the pirates taking the civil ships with such equipment, the navy warships might not catch up with the pirates easily. And it would definitely influence the safety along the seashore.

This article would discuss the history for topgallant sail and topsail development, and focused on the technique applications on navigation so as to understand the relationship between it and the navy policy in Qing Dynasty.

Keywords: Qing Dynasty, Warships, Navy, Topgallant sail, Topsail

* Postdoctoral Fellow, Institute of History and Philology of Academia Sinica. Assistant Professor, Department of History, Tamkang University.

趙金祁哲學對臺灣科學教育史的意義與啟發*

陳正凡（陳復）**

摘要

趙金祁哲學的架構與內容，自始就與中華民國科學教育史（簡稱臺灣科學教育史）的發展高度相關，如果希冀釐清臺灣科學教育史的發展，就不能不把握住科學與人文是否獲得平衡的議題，這點正是趙金祁哲學的主軸，他對此長年不懈的關懷，晚年通過金岳霖哲學的啟發，更提出「求如」（authenticity or unperturbedness）這個觀念來作為新科教哲學。本文首先由趙金祁個人生命史的角度來認識求如觀念如何成為趙金祁哲學的重點，接著將臺灣科學教育史訂出五個階段：民族精神教育、菁英科學教育、專業科學教育、統整科學教育與全民科學教育，並在每個階段闡釋趙金祁的思想如何在其間獲得孕育，並對科學教育的推展產生什麼程度的影響，藉此總結出趙金祁哲學對臺灣科學教育史的意義與啟發。本文藉由梳理臺灣科學教育史的過程得出這個結論：臺灣科學教育史逐漸架構出自身專業性的過程裡，科學教育的技術化是無法避免的現象，然而，臺灣科學教育研究議題越來越狹隘與瑣碎，使得科學教育領域或已出現孔恩（Thomas S. Kuhn）指出既有的典範（paradigm）正面臨著科學危機（scientific crisis），趙金祁哲學裡的求如觀念固然對臺灣科學教育史深具意義與啟發，其提供的思想路徑是否能有效解決科學教育正在面臨的危機，則需要繼續保持觀察。

關鍵詞：趙金祁哲學、臺灣科學教育史、科學與人文的平衡、求如、科學教育

* 本研究工作獲科學教育資料庫（第二期）研究計畫補助經費。
計畫編號：NSC97-2511-S-003-045-MY5

** 國立臺灣師範大學科學教育中心博士後研究員

一、求如：趙金祁哲學的重點

趙金祁先生（後面行文簡稱趙金祁）是中華民國的科學教育領域獲得開拓的大師，其生平與哲學的梗概，詳可見諸筆者對他展開訪談而整理的《趙金祁回憶錄》（趙金祁與陳正凡，2011a），本文的討論，則站在鋪陳臺灣科學教育史發展到目前為止的五個階段，來認識趙金祁哲學在其間產生的意義與啟發。在展開這個討論前，我們應該針對何謂「趙金祁哲學」做個釐訂。任何在學術領域工作的人，都有其自成脈絡的思想，來指導自身學術研究路徑的展開，趙金祁自然不例外，然而如果據此就將思想稱作「哲學」，則這個含意未免會顯得太過寬鬆。臺灣科學教育的發展歷程，趙金祁因應不同時期的社會需要，對科教發展的現況撰文做出闡釋與反省，其內容現在已經被我們收集與彙整，保留在《趙金祁科教文集》（趙金祁，2011b；2011c）裡，其間或許各有不同層面的豐富內容，卻都圍繞在科學與人文如何獲得平衡的議題，趙金祁長年對此一貫不懈的關懷，晚年將這個關懷拔高出具有平衡兩者意義的思想，並拿「求如」兩字，來作為總結自己思想的結晶，因此，求如觀念如何成為趙金祁哲學的重點，這個觀念具有什麼哲學性，這是我們首先應該釐訂的焦點，這裡且就趙金祁個人生命史的角度出發來探索這個議題。

趙金祁會從事科學教育的工作，自始就與其經歷國家瀕臨滅亡，而激發出「科學救國」的思想有關，「科學」這個詞彙對他而言，就是指全部有系統與組織的知識（趙金祁，2011c：194），科學的各種發現對趙金祁生命的意義來說，並不能自外於人類各類社會問題的解決，科學與人文的休戚相關，這種意念激發出他投身科學教育領域的願望，早在尚未有科學教育這個學術領域前，就已經獲得樸素的萌芽。當他在美國印第安那大學（Indiana University）取得科學教育碩士學位，並至科羅拉多州立大學（Colorado State University）進修三個月，對麻省理工學院（Massachusetts Institute of Technology，簡稱 MIT）負責主編的高中物理教材（Physical Science Study Committee，簡稱 P.S.S.C.）有更深入瞭解後，他就已經意識到科學與人文獲得平衡的重要性（趙金祁與陳正凡，2011a：14—18）。他早年在幫忙教育部翻譯該高中物理教材（P.S.S.C.）給國立編譯館改編成教課書，民國六十三年（1974），當他在俄亥俄州立大學（Ohio State University）取得科學教育的博士學位後（這是中華民國科學教育史上第一人），趙金祁看見美國政府基於維護自身國家安全的需要，在科學教育層面著重課程內容的革新，加速培養中學天賦較高的學生，使其能做個為國所用的科學家，卻反而讓多數美國青年學生普遍因為學習的新教材與自身毫無關係，大幅降低學習科學的興趣，反而傷害國家全面發展科學的基礎，他不希望臺灣的科教發展帶給社會同樣的負面效應，因此寫〈從美國科教沿革展望吾國科學生根〉，呼籲科學教育應該著重科學不變的價值，這就是要考慮科學的內容其實具有人文的本質（趙金祁，2011b：44）：

科學有變化的特性，但是科學在人類文化演進上，也有其不變的價值，專注變性而忽視不變性，會誤引從事科學研究人士，忘卻道德準繩，忽略立身處世原則，偏向功利主義。因此，我們的科教措施中，若不能同時傳習科學的人文價值，或探討科學對社會的責任，則如何能希望未來科學家都能為國家民族的大我，犧牲一己的小我呢？準此，尤其在科學教師訓練上，更應強調科學發展史中的人文價值，間接地為未來科學教育，預留堅持道德原則的根基。

我們由趙金祁在此強調科學的人文價值能為未來科學教育「預留堅持道德原則的根基」，可看出他其實特別重視科學態度這個環節，並且，他當時把道德原則視作科學態度的重要呈現。民國六十五年（1974），趙金祁進而通過對各國高中物理教材的比較，覺得科學教育的教學目標應同時包括科學概念、科學方法與科學態度，纔能凸顯出科學教育的完整內容（趙金祁，2011b：84—173），但他已經發現其中科學態度這個環節比較難用語言來表示，使得現行的科學教材不大容易引進科學態度的內容，他覺得科學教育的目的端在希望學生能經由學習的過程，將前人的探討藉由潛移默化的內向化過程（*internalization*），而建立學習者求學處事的科學精神，他藉此指出科學教材不能忽視科學態度這個重點。民國六十六年（1977），面對由小學至中學，科學課程著重強調自然學科概念的傳習與方法過程的訓練，使得科學教育作為專業學科而言固然不斷深化，卻日益疏忽應用科學來服務人群這層觀念的培養，在大學與研究所的科學教育則除探究科學基本原理外，普遍著重個別專門問題的研究，置國計民生中有關求取人類尊嚴與人類價值這些科學議題於不顧，趙金祁在〈推展統整科學教育以發展三民主義思想教育功能〉這篇文章裡指出（趙金祁，2011b：174—175）：

至此，世界上不少科學家儼然有將科學知識自人類文化中分離開來，另樹一幟的趨勢，並企圖以處理物質的科學理論解釋人倫關係，大有科學奴役人性等本末倒置的想法。所謂電腦支配人生，以及科學保持道德中立等荒謬說法之不脛而走，實乃崇拜科學脫離人文本質之所致。

不過，趙金祁在這個階段，只是對科學脫離人文本質而產生的道德中立說深感不滿，至於對治的辦法，則是由三民主義的角度來統整科學與人文（包括統整科學與技術），其原則是希望科學教材的內容能避免艱深並廣觸人生各項實際問題，而科技研究人士則應該由各自的專業學術領域裡拔高對國家使命的深入理解，獲得對科學如何解決國計民生問題的整體認識，至於技術層面的具體作法，他就「教材及教學目標」、「教學方法及實驗設備」與「師資與研究人員訓練」這三點提出各項具體的建議，特別值得注意者，因為他重視科學與人文的平衡，因此首度提出大學的科學教育應該著重「科學中化」（科學中國化）這個主張，他希望科學教育能早日擺脫西方的心理（學）羈絆（趙金祁，2011b：179），相較於後來臺灣學術圈開始呼籲「社會科學本土化」（或心理學本土化），趙金祁顯然很早就已經在思考科學教育本土化的議題。其實，這樣的想法，早在他在寫博士論文的時

候就已萌芽，他後來在《趙金祁回憶錄》裡針對自己念科教博士時的學習經驗回顧指出（趙金祁與陳正凡，2011a：18）：

基本上我個人很講究理解中西文化的差異，因為中國文化裡面有人文的探討，這與西方文化很不一樣，我覺得對人文的重視程度就是中西文化的差別，這種差別就使得人對科教的研究有很不一樣的結果。

由這點來觀察，筆者覺得對趙金祁而言，重視人文就是對中國文化的回歸，更是在體現科學教育本土化這個目標。但，這個時期他並沒有將這樣的想法拔高，將其抽象化，發展出具有指導性的理論。不過，民國六十九年（1980）8月到民國七十六年（1987）7月，他在擔任國立中山大學首任教務長與第二任校長期間，雖然因為窮於應付各種行政工作，並沒有時間考慮這些問題，但，在工作的過程裡，趙金祁開始發現社會充斥著各種虛假，這包括學術都只是在做著短視近利的研究，他開始反省這是因為科學教育主張的「臨時真理」（tentative truth）釀就的後果，其效應就是到處都呈現詐騙的現象，面對科學教育的困境，他想到突圍的辦法，就是提倡把人文當作重點的通識教育（趙金祁與陳正凡，2011a：36—38）。不過，這個辦法或許會限縮住科學教育的開展性，由後來的作法回看，他顯然對此問題繼續在構思。民國七十六年7月到民國八十一年（1992）6月，他擔任中華民國教育部政務次長，直接負責教育政策的擬訂與實施，在政治各層面都經歷著艱鉅的事上磨煉，他公餘研究科學哲學的觀點，對實證主義（positivism）有更深刻的認識。實證主義的中心論點：事實得透過觀察或感覺經驗，去認識每個人身處的客觀環境和外在事物。實證主義認為雖然每個人接受的教育不同，但他們用來驗證感覺經驗的原則，並無太大差異，其最終目的在希望建立知識的客觀性，這得假設有一個客觀外在的實體存在，並能被探究，因此實證主義的本質是實在論（realism）。不過，「實證」這個詞彙告誡人們，不要企圖超出觀察的世界，全部真正的人類知識都包含在科學的範圍內，凡屬科學不能解決的問題，我們都得滿足讓其恆無答案。這層認識，就此成為支撐趙金祁全部思想的主軸架構，儘管他晚年對實證主義的詮釋，很可能已經跨出實證主義本來的性質與範圍，具有後實證主義特徵¹。他在擔任政務次長任內，特別著重推展「誠實教育運動」，他的本意是希望能藉由讓學校的孩子學習做個誠實的人，來影響社會世風，卻遭到當時最高統治階層譏諷「不誠實者始推動誠實運動」，他基於維護自己格調而黯

¹ 民國八十八年（1999），趙金祁在〈大學教育中通識化科學課程的必要及實踐進向〉這篇文章裡表示（趙金祁，本文由趙金祁與林樹聲聯合書寫，2011c：242）：「過去實證觀點下的科學教育，一方面嘗試追求絕對的真理，視一切無法證實之形上事物為非科學，並認為由自然習得的知識是最有價值的；另一方面則為了追求知識的客觀化，將人隱身於科學的背後，認為人祇是科學的載體，完全忽略了人在科學中的主體位置。尤有甚者，支持實證者更視科學能解決一切的問題，渺視人文和社會學科在認識論與方法論上的差異，更試圖以科學語言統一各領域。這樣的發展造就了科學主義者在認知和行為上的偏差，結果不僅將人類帶向死亡的浩劫，也因為人類假科技之威恣意破害，不但引起大自然的反撲，更因此危及到人類自己的生存。」

然下台，但，這反而激發他對誠實這類科學態度的徹底反省（趙金祁與陳正凡，陳正凡引論，2011a：12—13）。由在位至蟄居的這段期間，他在各大學倡導「統整科學教育」，意即讓通識化的科學教育作為通識教育裡科學與人文獲得平衡的新功能，他並設計出「三維人文科技通識架構」來闡釋自己的新理念（趙金祁，2011c：114—115；66—75）。民國八十六年（1997），趙金祁因閱讀金岳霖《論道》這本書講太極有著「至真，至善，至美，至如」這四個性質而獲得啟發（金岳霖，2005：15），開始思考無道德屬性的新倫理，徹底掙脫舊道德教條的制約，並採取更積極的論點來架構新的科學教育領域，並回應科學領域慣常主張的「道德中立說」，這就是他提出的「求如」。他覺得科學領域或可突飛猛進的展開，然而科學教育領域則不能不重視科學對社會可能產生的影響，提出負責的主張，他覺得人的行事應該依據「情要盡性」（生命的願望要善盡本性的發揮）、「用要得體」（實踐的過程要對應環境的秩序）與「勢要依理」（傾向的開展要依循宇宙的法則）這三個原則，如此纔能「心安理得」。他並回顧自己這一生，即使往日尚未體會出求如這個詞彙，如果做的事情最終能心安理得，都來自求如這個觀念的實質指引，使得求如這個觀念至此成為他全部生命的註解（趙金祁與陳正凡，陳正凡引論，2011a：3—8）。他後來在《趙金祁科教文集》出版前的修訂裡特別指出（趙金祁，2011b：186）：

作者在前述人類生活中，求真、求善、求美、求如等四者的要求，改以「求如」取代某天主教教派之求真、求善、求美之外的求聖的說法，同樣，在日常生活中求真、求善、求美之外以求如取代求誠的說法，都在避開超科學的「聖」，以及非科學的「誠」。科教要求凡人必勉力達成情必盡性，作務得體，以及勢應依理的心安理得即可。因人類求其能為聖賢或誠實完人，不容懷疑，乃不可能的事。

由他希望求如的觀念能避開「超科學的聖」與「非科學的誠」，可看出他對架構科學教育領域的獨立性的重視，有關科學教育究竟是否為獨立學門的議題，長年都是科教領域被討論的焦點，趙金祁覺得人類整體或不可能都做宗教領域的聖人或道德領域的完人，這兩者都不是科學教育能獲得的目標，但，大家卻不能不安頓合理的生活，讓生命怡然自得，求如就是他提出來放到科教領域來落實的科學哲學與人文哲學，作為科學與人文的平衡點，他相信依循這個觀念，能讓科學教育領域獲得體系完整的人生哲學，來指引著人使用科學教育的概念、方法與態度來行事，其獨立性自然獲得呈現，其間寄懷著他對具有前瞻性與未來性的科學教育的展望（趙金祁與陳正凡，2011a：72）：

我認為科教的範圍應該要帶到至真至善至美至如的境界，後面還有很多東西要靠後來的人繼續接著去做，我所做得不過只是指出我們人類真善美之外還有一個東西需要知道。可是到底怎麼帶到至如的世界，這是包含政治跟社會的人應該要一起努力做的事。而我的重點也就是告訴大家人是會犯錯的，所以要不斷地保持對自然的謙虛與檢討。科學教育發展

到今天，如果把至如加進去的話，大致上就可以是一個比較完整的體系。

他在這裡指出重點：因為人常會犯錯，人要保持謙虛，纔能作為求如的動能，不斷精益求精，獲得最終心安理得的答案，這就是「至如」。謙虛就如同數學領域裡的「逐步逼近法」(The method of successive approximation)，能不斷探問絕對真理，這個探問絕對不能放棄，儘管在趙金祁的看法來說，人想藉由科學來獲得絕對真理其實是不可能的事情(趙金祁與陳正凡，陳正凡引論，2011a: 16—18)。回首整個臺灣科學教育史，其實就是一大群關懷社會的學術菁英，冀圖讓科學藉由教育在臺灣這個華人社會紮根，接續由各種錯誤的實踐中不斷修正，來摸索前行的路。趙金祁的哲學正就是由這段歷史經驗裡獲得鍛鑄與提煉出來的觀念，並繼續作為指引科教未來發展的思想。如果我們瞭解這段歷史，就能明白他會得出人要謙虛纔能不斷修正的觀點，確實來自對整個科教發展歷程的深刻體會。如果我們冀圖釐清趙金祁哲學對臺灣科學教育史的意義與啟發，就得將臺灣科學教育史，按照重大的歷史事件的時間點，合理區隔出五個階段，來認識其在不同時期的重點，並得出趙金祁哲學在其間的發展脈絡。

二、科教第一階段：民族精神教育（1949—1958）

科學教育由萌芽至成長為一個學門，相較於其他科學領域的發展，其時間相對來說較短，即使是美國長期作為科學教育的領頭羊，都在西元 1904 年纔有第一本《教育年鑑》討論到科學教育的內涵，並在相隔快三十年後纔繼續有第二本同樣討論到科學教育的《教育年鑑》(西元 1932 年)(邱美虹與周金城，2005)。有關科學教育這個詞彙的含意，由狹義來說，意指各級學校內有關自然科學這些領域的教學，還有與這些教學有關的課程、教材、教法、教具、評量與師資培育的研究工作與活動，都稱作科學教育；由廣義來說，則內容包括學校的自然科學與社會科學，藉由培養並提高全民科學素養 (science literacy) 的教育，讓全民瞭解科學概念、科學方法與科學態度，使其能適應現代生活的教育(魏明通，2006: 4)。雖然有學者將科學教育的狹義範圍包括數學和科學（主要指物理、化學、生物和地球科學），廣義的科學教育則除數學與前面指的科學領域外，尚包括環境教育、工程教育與醫學教育等範圍；再就實務運作的層面來說，則還會包括科學教育的政策、目標和理念、課程和教材、教學和學習暨評量、師資培育與全民科學素養的培養(鄭湧涇，2005)，不過，科學教育領域在戰後臺灣社會的開展，甫開始就深受美國科學教育改革浪潮的影響，如果就科學教育改革的角度來認識中華民國(臺灣)科學教育史，則會發現改革的對象常放在中小學的自然科學課程相關層面的改革(鄭湧涇，2005)。

有關臺灣科學教育改革的歷程，由開始至現在，持續圍繞在科學與人文這兩端是否獲得平衡的議題，徵諸前面的討論，顯示這個議題正是趙金祁畢生殫精竭慮關注的焦點，如果我們能梳理其脈絡，應能看出趙金祁哲學與整個臺灣科學教

育史的高度關聯性。因國內外尚未有臺灣科學教育史的相關研究，這裡擬將臺灣科學教育史的整個歷程區隔出五個階段，各自闡釋這五個階段的發展特徵，與每個階段在科學與人文這兩端的偏向，並略陳趙金祁哲學如何在其間獲得醞釀，或直接影響科學教育的發展：

第一階段的時間：由民國三十八年至民國四十七年，共計 10 年。民國三十八年（1949），中華民國政府遷來臺灣，自民國四十年（1951）開始，美國總統杜魯門（Harry S. Truman, 1884—1972）簽署共同安全法案（Mutual Security Act），前一年設立的美國經濟合作總署（Economic Cooperation Administration，簡稱 ECA）則在此時宣布恢復援助中華民國，簡稱「美援」（US Aid）（傅麗玉，2006a；2006b）。當時的中華民國總統蔣中正（1887—1975）最重要的目標就是要「光復大陸」，對全部的學術研究都無暇兼顧，尤其科學領域的研究（包括科學教育）需要昂貴的器材設備，其經費消耗甚鉅，中華民國政府無法確認是否值得在暫居的臺灣購置設備，並培養相關的人才（Greene，2000），這個時期的美援或因中華民國政府自己的態度，或來自美國自身經歷過第二次世界大戰，有識者憂慮科學的發展可能會毀滅社會，徵諸西元 1947 年發表的《四十六年鑑》，其委員會回應指出科學教育重視孩童自身與整個社會的利益，而不是著重科學本身現在或未來的利益，然而其同樣指出科學與其技術的發展對國家安全越來越重要（NSSE，1947），美國自身並沒有特別明顯的科學教育目標（Bybee & Deboer，1994），這使得由西元 1952 年開始，到西元 1959 年的上半年，美援臺灣的教育計畫都著重在工業層面的職業教育訓練（Yen，1959）。蔣中正總統領導的中華民國政府則不斷宣示中國固有的傳統文化與倫理道德是「打擊中共最有效的精神武器」（蔣中正，1958），藉此彰顯中華民國作為全中國的法統，在這個階段科學與人文這兩端顯然因政治因素倒向人文，民族精神的提振被視作教育的重點工作，當時中等教育的目標是「為國家立心，為民族立命」，其中國文、歷史、公民與地理被視作最重要的課程（劉紹唐，1973：1286—1287），科學發展的基礎是倫理道德，並在這個脈絡裡纔能發揮其效能，致使科學教育的自主發展受到民族精神教育的束縛，蔣中正總統雖然基於復國的需要，師法民國初年的口號，倡導「科學救國」（或稱「科學建國」，這兩個詞彙常會隨著在不同環境的需要而換用，具有同義性），並在民國四十三年（1954）訂為「發展科學年」，仿照北京天壇的型態，在臺北市的南海學園構築國立臺灣科學館（民國五十一年（1962）再改稱國立臺灣科學教育館），取其「天人合一」的含意，藉此象徵出西洋的科學與中國的文化本為一體（傅麗玉，2008），教育部並成立科學教育委員會，負責科學教育的規劃推行與輔導研究，然而，新培養的科學師資人數極其有限，就全部中小學來說，接受教育專業訓練的合格科學師資特別欠缺，而偏僻地區的情況尤其嚴重（趙金祁，2011b：235）²，根據學者的研究，民國四十年成立的中國自然科學促進會

² 趙金祁將第一階段訂在民國三十八年至民國四十六年，筆者揣測其原因主要是民國四十六年教育部邀請專家成立國民小學科學教育實驗輔導小組，編訂一至六年級國民學

(Chinese Association for the Advancement of Natural Science, 簡稱 CAANS), 該會在民國四十四年(1955)出版《科學教育月刊》, 直至民國四十八年(1959)有關科學教育文章的稿件依舊寥寥無幾, 後不得不改名《科學教育雙月刊》, 再改名《科學教育季刊》, 提出的各種建議都未見政府接納實施(張儀尊, 1955; 1959; 張之傑, 2008; 傅麗玉, 2006a)。

這個時期的臺灣風雨飄搖, 曾經在民國初年有關科學與人文的爭議, 繼續在臺灣被激烈的討論。民國初年, 因中國內憂外患不斷, 各種激烈的政治變革都不斷遭到保守能量的反撲, 中國的知識階層開始大量拋棄傳統的生活哲學, 接納與響應某種新的意識型態的標籤, 胡適(1891—1962)稱這三十年間無論懂或不懂的人, 無論守舊或維新的人, 都不敢公然對其表示輕視或戲侮的態度, 幾乎取得全國一致的崇信, 這個名詞就是「科學」(胡適, 1923: 2—3)。由此可知, 自二十世紀開始, 中國開始把科學當作教條來全面接受, 甚至知識分子都有利用科學威望來獲致自己願望的傾向, 這種與科學本身無關的意識型態, 就稱作「大科學主義」或「唯科學主義」(scientism)(郭穎頤, 1995: 1—4)。大科學主義的領頭人是地質學家丁文江(1887—1936), 其與政治學家張君勱(1887—1969)展開最著名的辯論題目就是「科學與玄學」, 其爭論的主軸就在「人生觀」背後該依循哪種思想態度(郭穎頤, 1995: 13—14)。這個爭論的最大特色, 就在沒有人否認科學的意義與效益, 問題點就在科學應該被擺放在什麼樣的人生位置。隨著中國政治結構的大決裂, 傾向支持國民黨而來到臺灣的學者, 普遍支持「生機論」或「唯生論」(vitalism)的看法, 他們同樣對科學採取支持的態度, 強調其思想對法國哲學家柏格森(Henri Bergson, 1859—1941)與中國心學家王陽明(1472—1929)的生命哲學與直覺主義的綜合, 來削減唯物主義對社會的影響程度(郭穎頤, 1995: 15)。因此, 當時有學者或如羅鴻詔(1897—1956)覺得無論是自然科學或社會科學, 科學本身是種行為, 都應該受道德約束, 幫忙人類實現道德(羅鴻詔, 1955); 或如徐復觀主張重視心性修養的中國傳統道德應該和重視民主與科學的西學相互補強, 使用科學與民主來讓中國富強, 使用中國傳統道德來幫忙西洋科學化解危機(徐復觀, 1961)。反過來看, 傾向於胡適實用主義的科學觀點與自由主義的政治觀點, 卻站在政府反對面的學者, 則在《自由中國》雜誌藉由對教育部長張其昀(1901—1985)的批評, 來表示他們反對將民族精神籠罩在科學研究的態度(趙曼君: 1957), 但不論是支持者或反對者, 這段時期的爭論有個最大的特徵, 就是論題往往聚焦在「中」(文化)與「西」(科學)的爭論, 幾乎沒有純自然科學家參與討論, 對科學本質的認識模糊不清, 吳大猷

校科學教育實驗課程, 實驗自低年級即試行教授科學課程, 為課程改進預作準備(趙金祁, 2011b: 234), 並且, 民國四十七年前蘇聯史波尼克人造衛星發射升空, 對美國政府產生強烈的震撼, 激發美國開始思考科學教育改革議題, 因此第一階段斷限至四十六年確實有其合理性。不過, 如果美援的有無對臺灣早期科學教育的發展至關緊要, 那第一階段的終止時間或許更適合訂在民國四十八年, 因為美國的科學教育改革的內容自此時纔通過美援直接影響臺灣。

(1907—2000)就曾在民國四十六年(1957)指出當時中華民國發展科學的困難病根在國家未能認識科學的基本重要性與具體提倡的辦法(吳大猷, 1986)。在這個階段裡,趙金祁的思想正在培育的過程,他尚未完全來到學術領域(民國四十七年開始擔任省立師範大學(後來的國立臺灣師範大學)物理系助教),故並未直接參與這些討論,不過,我們由趙金祁在〈科學救國與科教興國〉這篇文章裡回憶民國三十七年(1948)在杭州遇見後來擔任教育部長的陳雪屏(1901—1999),請他簽名留念,陳雪屏立即不假思索,隨手寫「科學救國」這四個字,趙金祁如獲至寶,常不時翻閱再三(趙金祁, 2011c: 193),可知如何善用科學來拯救國家的存亡,這對實際經歷過國家破毀痛苦的趙金祁來說至關緊要(趙金祁與陳正凡, 2011a: 193),這反映出蔣中正總統在臺灣倡導「科學救國」,且這種主張會與民族精神教育匯流,其實出自兩者有著相通的思維脈絡,當我們注意到這個時期臺灣的政治與社會環境如何影響到科學教育的發展,或許能發現趙金祁哲學後來會獲得成型的早期原因,這並不是說趙金祁哲學直接承襲自這個階段的特殊時空經驗,但,當科學與人文的平衡議題開始倒向科學這端,大科學主義的浪潮不斷在社會滋長,趙金祁就開始積極呼籲這種現象背後隱藏的社會危機。

三、科教第二階段：菁英科學教育（1959—1968）

第二階段的時間：由民國四十八年至民國五十七年，共計 10 年。這個時期就教育的對象而言稱作「菁英科學教育」，就教育的經費而言則或可稱作「美援科學教育」，主因是中華民國政府教育經費拮据，主要靠美援來支持科學教育的發展。西元 1957 年，前蘇聯史波尼克（Sputnik）人造衛星發射升空，這對美國政府產生強烈的震撼，其效應就是引發美國的科學教育改革浪潮，美國政府希望落後的科技能快速趕上，因此積極培養科技人才，首重高中科學課程的改革（邱美虹與周金城，2005），西元 1959 年底，美國的國家科學院（United States National Academy of Sciences，簡稱 NAS）召開全美科學教育研討會，研討會的主席布魯納（Jerome Seymour Bruner, 1915—）總結其科學教育課程改革的指導思想，包括注重學科的基本結構、螺旋型課程編制、注意發展學生的直覺思維、提高學習的興趣、使用教學機器與重視個別化教學來適應學生的個別差異。這個課程改革的指導思想，因布魯納受著杜威（John Dewey, 1859—1952）實用主義「科學探究」的教育思想的影響，在這個基礎上，進而主張「發現式教學」的理論與方法（Bruner, 1960）。美國國家科學基金會（National Science Foundation，簡稱 NSF）則投注大量的經費來支持科學教育，由西元 1955 年的 130,000 美金大幅升至西元 1959 年的 40,000,000 美金，使得科學家開始積極參與科學課程的發展（King, 2001）。美國政府希望藉此培育科學教育的菁英，包括廣納自由陣營的科教菁英，

來共同面對共產陣營的威脅，這就使得美援的項目自然開始跟著調整³。民國四十七年 4 月，胡適回國，與梅貽琦和吳大猷三人積極研擬「國家長期發展科學計畫」，將長期發展學術的目標「包裝」在蔣中正總統對科學救國或科學建國的整體期望裡，受到行政院長陳誠（1898—1965）的支持，而梅貽琦在該年 6 月接任教育部長，科學教育被其當作施政重點（傅麗玉，2006a），教育部並在 9 月頒佈「發展中等學校科學教育計畫大綱」作為中等學校科學教育實施的準則（趙金祁，2011b：236），不過因金門被中共砲擊，使得民國四十八年（1959）1 月行政院纔通過「國家長期發展科學計畫綱領」，並在 2 月由教育部與中央研究院共同設立國家長期發展科學委員會（簡稱長科會）專門負責執行該長程計畫，由中央研究院長胡適擔任主席，教育部長梅貽琦擔任副主席，長科會是接受美援支持來發展科學的主要落實單位，美國還限制長科會的「國家客座教授」必須為美籍人士，藉此來推銷美國文化，加深美國對臺灣的影響（林崇熙，1989：143），而長科會的主席胡適正就是杜威的學生，其對美國學術的認知，相當程度影響長科會的設立與運作，其中美國科教改革浪潮的引進臺灣應屬長科會設立甫始首要的工作，故而這時期美援開始有科學教育計畫，其中有 A 計畫與 B 計畫這兩個細項，A 計畫主要與教學有關，涵蓋中小學科學課程與教科書的改編、省立臺灣師範大學的職前科學教師訓練、在職科學教師訓練研習、實驗學校、各年段公立學校設備與中等學校科學館的建築；B 計畫與研究有關，包括實驗室與研究中心的建築、訪問教授宿舍、實驗室設備添購補助、科學人才派往美國訓練、科學刊物出版、科學研究參考資料添購補助（行政院國際經濟合作發展委員會，1964；Berkebile，1961；Yen，1959）。整個美援科學教育計畫中，就經費的分配比例而言，研究為主的 B 計畫高於教學為主的 A 計畫大約 1.5 倍到 3 倍間（傅麗玉，2006a）。

民國五十一年（1962），教育部修訂與頒佈「高中數理科學課程標準」，有鑑於美國新的科學教材已經逐漸完成，故成立高級中學數學科及自然科教材編輯委員會，設數學、物理、化學與生物四科的小組，蒐集美國已出版的各科最新教材與其教師手冊與實驗手冊來研究，並創設中華民國科學研究會，鼓勵學生對這四科展開各種研習，並由教師指導，臺灣省教育廳同樣成立科學教育工作小組，進行教學研究、教學觀摩、教學演示與教學討論，並發展研習會，推廣視聽教具，提倡美國新教材的教法，教育部並與亞洲基金會（The Asia Foundation，簡稱 TAF）合作，該基金會提供公費獎學金給臺灣，鼓勵優秀的科學菁英去讀碩士與博士學位，民國五十三年，教育部參照美國 S.M.S.G.數學、P.S.S.C.物理、C.H.E.M.化學與 B.S.C.S.黃版本生物的教材，制訂「高級中學數學科及自然科教材大綱」，正式大量引進國外數學與自然新教材給高中學生，這是中華民國中學科學教育史上的重大改革，這兩個課程的新教材在民國五十四年（1965）開始逐年推出（趙

³ 根據《自由中國》雜誌的文章〈美援急須擴及文化部門〉指出（1956），梅貽琦早在該年 5 月就曾提議政府應該敦促美國對臺灣的援助計畫由軍事援助擴大到教育援助的層面。

金祁，2011b：237—238）。趙金祁在這段關鍵時期由物理領域轉而參與科學教育領域的開拓，民國四十八年 12 月，趙金祁參加美國國際合作總署駐華共同安全分署(International Cooperation Administration, Mutual Security Mission to China)委由教育部中等教育司在臺灣師範大學首度辦理的「中學教員出國考試」，成為中華民國首批至美國學習科學教育的人（名額總共只有兩人）；民國四十九年（1960）8 月至民國五十年（1961）8 月，趙金祁在印第安那大學取得科學教育碩士學位；民國五十一年（1962）2 月的陰曆過年新春期間，蔣中正總統照例會邀請全中華民國的大學教師在中山堂聚餐，趙金祁與會講話，闡釋科學與人文要獲得平衡的重要性，這是他作為科教專家首度在國內公共領域的報告（趙金祁與陳正凡，2011a：18），反過來看，這件事情本身反映出該問題開始在臺灣社會浮現端倪；民國五十一年 6 月至 9 月，美國國家科學基金會下設的科學委員會把全世界重要國家的科學教師都請去科羅拉多州立大學，參加「大學院校及高中物理老師暑期科學研習營」⁴，來共同討論 P.S.S.C.教材的準備工作，趙金祁奉命被派往參加；民國五十二年，因教育部中等教育司長王亞權女士的邀請，他著手翻譯美國高中物理教材（P.S.S.C.）⁵，該教材再經改編，就成為民國五十四年至民國五十七年高中通行的物理教科書。他並寫出〈PSSC 物理教學上的時空觀念〉來推廣 P.S.S.C.物理教學，這是他寫的第一篇中文的文章（趙金祁，2011b：1—3）。這時的科學教育著重在菁英教育，趙金祁覺得因臺灣編出的教材多半參照美國由純粹科學家主持設計完成的課程，因此內容強調學科理論結構與科學探究過程，卻因摒棄與生活有關的實用知識，使得內容與社會沒有緊密的關聯性，教材的抽象度偏高，很難被一般學生接受，忽視學生的個別差異，且專注在智育範圍，對學生的學習興趣、價值觀念和態度培養都不大討論，並且沒有評量工具，使得大學聯考命題偏向學科概念，坊間各種升學指引的參考書廣為流行（趙金祁，2011b：239—240）。美援結束在民國五十四年，然而美援時期的科教項目對臺灣科學教育的影響卻持續在發展，最主要的問題有二：第一，因美援科學教育計畫在中小學有相當高的比例投注在學校各類硬體設備，而不是教育本身的改革，使得當時影響科學教育發展甚為嚴重的基本教育體制問題（如學生的科學學習需求、升學考試制度與師資培育制度）都沒有獲得應有的經費支持，只有科學實驗室這類科學設備，學生依然無法獲得正常的學習機會，有人認為這種結果來自美國派任來

⁴ 本活動名稱取自官有垣對趙金祁的訪談內容（2004：40—43；70—73），官有垣並在文中列表解釋會得知本活動名稱來自趙金祁當年作為受贈者的贈款同意書（Letter of Agreement）。

⁵ 當時共同合作的翻譯者有四人，由趙金祁主其事。趙金祁對此回憶說（趙金祁與陳正凡，2011a：23）：「教育部當時已經說了，編寫新的物理教課書的人，可以根據 P.S.S.C. 精神，所以應該參考我們翻譯出來的書，也就是說，我們翻譯的書都免費送給他們來使用，這個措施影響非常大。教育部不是要我翻譯嗎？經過我、蘇賢錫、傅祖祥先生與許蘭生先生翻譯好了後，全臺灣所有寫教課書的人，就根據我們的版本再編教課書，記得張蘭雲女士當時寫了一本高中物理教課書，那時學校本來普遍接受這本書。可是因為我們出版 P.S.S.C. 的中文版，影響到大家對她的版本的採用。根據我們翻譯的版本，後來再改寫成王成椿先生版與吳友仁先生版的物理課本。」

臺灣的教育顧問往往具有科學專長，卻不具備教育專業背景使然，無法深入到教育政策層面發揮作用（Jacoby，1966）；第二，美援科學教育計畫引進美國的研究與教學方法，並大量進口科學設備，短時間固然促進某些學校的科學設備提升，卻更讓年輕學子認識到國外的科學研究遠超過臺灣的事實，這反而加速釀就科學菁英外流的社會現象，譬如中等學校科學教師出國進修的制度反而使得中等科學師資流失，因為他們自覺在國內無法發揮所學的專長（Jacoby，1966）。像趙金祁這樣願意回國投注在科學教育領域的開拓工作者其實並不常見（趙金祁與陳正凡，2011a：18—19），這個問題的面對與解決，就成為趙金祁往後特別關注的科教議題。

四、科教第三階段：專業科學教育（1969—1980）

第三階段的時間：由民國五十八年至民國六十九年，共計 12 年。這個時期科學教育在教學與研究的專業性開始呈現，並因中華民國政府開始主導科學教育領域的發展，各級科學教育組織與機構都相應設立，科學教育開始獲得自主深耕，制度日漸完善，故本時期或還可稱作「自主科學教育」。民國五十六年（1967）5 月，中華民國政府為加速建設現代化國家，特在總統府編制內成立國家安全會議科學發展指導委員會（簡稱科導會），希望由國家長期目標與全盤觀點，來釐訂臺灣的科學政策與計畫，科學發展指導委員會據此制訂出「國家科學發展十二年計畫」（民國五十八年至民國六十九年），其計畫主要重點有三：科學教育、科學研究與科技發展，其中科學教育層面有人才培育計畫，希望每年派一百五十人出國進修，並加強中小學科學課程、師資、設備、教學與評量，並推行社會科學教育，這個計畫內容相較於教育部在民國四十七年制訂的「發展中等學校科學教育計畫」更為周詳（趙金祁，2011b：243）。同年 8 月，行政院將國家長期發展科學委員會改組為國家科學委員會（簡稱國科會），並增加其任務為策劃推動中小學科教工作（民國六十一年（1972）則再將該項目與經費移轉給教育部來執行），由吳大猷擔任科導會與國科會這兩個單位的主任委員（吳大猷，1992：343-345）。民國五十六年 8 月，中華民國政府宣布籌畫九年國民義務教育，並在隔年 8 月開始實施，民國五十八年（1969）教育部指示全省各區實驗國中二十四所辦理自然科與數學科新教材的實驗研究，這些組織與政策的變革，都在民國五十八年開始全面落實（這包括吳大猷在民國五十八年纔辭去紐約州立大學水牛城校區（State University of New York at Buffalo）物理系主任，來臺專注投身臺灣科學發展的事情），因此該年度實為專業科學教育或自主科學教育的時間起點。教育部根據實驗結果，在民國六十一年（1972）修訂國中課程標準，民國六十三年（1974）三月，冀圖加強科學教育的研究、實驗與推廣，在國立臺灣師範大學設立科學教育中心，負責從事國中科學課程的各類工作，該中心先後編印完成有關參考資料、實驗教材與教師手冊提供給編著國中新課程教材的參考，民國六十五年該中心創辦《科學教育月刊》，該月刊成為臺灣補充中學科學課程與教材，提供教師教學

資料最重要的讀本。同樣在民國六十一年，教育部中等教育司委國立臺灣師範大學理學院各系從事各國高中科學課程的比較研究，趙金祁時任該校物理系主任，負責撰寫總結報告，提供教育部決策時參考（趙金祁，2011b：84-173），教育部則希望高中科學課程能與大專院校及國中課程銜接，使得科學不同學科間能更具聯繫性，而委任臺師大科學教育中心組織高中科學課程諮詢委員會與研究小組，對高中數學、物理、化學、生物與地球科學各科課程教材做全面研究改進，這包括商討課程結構模式並提出課程教材大綱，該工作在民國六十七年（1978）完成。這個階段教育部與國科會希望提高科學教師素質，改進科學方法，曾選派中小學科學教師與科學教育行政人員至美日韓三國考察進修共計一百七十人，並由臺灣省國校教師研習會辦理國民小學科學教師的在職進修共計兩千兩百人，還有一千餘名國小教師參加科學課程教材實驗工作，並在其間蒐集科學新教材中的概念與方法；中學在職進修則由國立臺灣師範大學、高雄師範學院、彰化教育學院與有關大學負責辦理數學、物理、化學、生物與地球科學的研習班，讓學員進修二十學分的專門科目，每年參加人數在五百人至八百人，這個階段的初期因為實施九年國民義務教育的緣故，國民中學數量驟然擴增，國中科學教師需求孔殷，全國的國中每年約需增聘科學教師總數大約兩千人，使得科學教師的素質自然呈現降低的情況，教育部的作法是除在暑期辦理科學教師職前訓練主修二十學分的教育科目外，對非相關科系的科學教師，再給予二十學分的專門科目訓練。教育部在這個時期設有科學教育委員會，雖然在民國六十六年（1977）基於組織精簡的要求而奉命裁撤，卻因科學教育的重要性實不容忽視，而在民國六十八年（1979）再恢復設立科學教育指導委員會（簡稱科指會），這個階段有個最大的特色，就在科學教育決策單位開始運用各級教育的統計資料來做報告（趙金祁，2011b：243-250）。

這個階段因科學教育領域開始呈現其專業性與自主性，在自然科學層面的教材與課程不斷改編，獲得顯著的成績，卻因其專業性與自主性是架構在前一階段菁英科學教育的基石上，加上考試影響教學的情況持續加劇，而在科學與人文這兩端已明顯出現失衡的現象。臺灣省教育廳曾公布方案，規定科學與人文得相輔相成，並行不悖；科學教育的推動應植基在社會問題的解決與生態圈的維護，其實施目標則應該維護人性尊嚴，提高人類價值，並增進人生福祉為主旨，然而實際推行的科教項目卻未能與這個願望相符。因此，我們或可這樣理解：這個階段省教育廳與各縣市教育局的科教工作，常在沿用第二階段（菁英科學教育時期）教育部頒訂的科教工作模式在推展，只在技術層面有改善創新，其中較突出者是設置示範國校，設立輔導體系，進行教學實驗（如推廣閉路電視實驗教學），試驗啟發式教學、個別化教學與協同教學這些實驗研究，這的確可反映出科學教育教學法的改進（趙金祁，2011b：250）。並且，由吳大猷領導的科導會與國科會這兩個單位，本來希望藉由「科學發展計畫」在科學研究與科學教育層面投注大量的經費，卻因為蔣經國（1910-1988）開始接班擔任行政院長（1972-1978），逐漸掌握中樞大權，在中華民國政府面臨各種外交失利的悲觀環境裡，他著意推

展經濟建設，並鼓勵與此相應的應用科技，來強化政府統治的威信，這種態度使得李國鼎（1910-2001）對國內科技政策的影響遠大於吳大猷，其科技政策更著重在機械與資訊產業的加工出口這類純技術層面的推廣，這使吳大猷有志難伸，國科會的功能逐漸侷限在純粹推動學術研究層面，民國六十二年五月吳大猷辭國科會主委，改由重視應用科學研究的徐賢修（1912-2001）擔任主委，其支持的研究項目配置則與國家建設的需要高度結合，科導會則在民國六十一年7月與民國六十二年8月兩度被精簡編組（林崇熙，1989：101-120）。趙金祁在這個階段的前期，奮勉將美國科學教育改革成果引進國內，並已開始提出若干反省，譬如民國六十年（1971），趙金祁在〈科學教育之新趨勢〉裡對胡適提出的「大膽假設，小心求證」的科學方法論提出批評，認為科學研究的重要關鍵在「發掘問題」，根據對事實的客觀觀察來作分析，他並指出科教發展不應與經濟生產過度連結，如此纔能避免強調知識的灌輸而不重視知識的創造，畢竟這只會培養大批背誦教材的人，他覺得學習得要經由體驗的過程纔能產生效益（趙金祁，2011b：4-10）。同年，他在〈漫談科學教育〉裡除指出科學教育的全面性外，還同時指出應該注意科學教育的局域性，意即科學發展與國家社會有著綿密的關係，應該配合國家社會的實際需要，著手發展適用於各種不同對象的專門性科學教材，他並經由自己的實地體驗，提倡與引進電視錄影教學並做數理統計，來評論其教學是否符合科學教育的教學原則（趙金祁，2011b：11-16）。民國六十三年，他在〈從美國的科教沿革展望吾國科學生根〉指出借鑑美國科學教育改革的負面經驗，應該考慮科學教育的人文本質，意即不能只重視科學的變性而忽視其不變性。同年，他在〈科學發展中的傳統因子：科學的相對不變性〉這篇演講裡就仔細闡釋科學研究的課題不能脫離傳統，尤其不能與自己的文化背景與已有的環境條件脫節（趙金祁，2011b：51-62）。民國六十六年，趙金祁撰寫〈推展統整科學教育以發展三民主義思想教育功能〉，他認為科學保持道德中立的說法是因為科學脫離人文本質所致，呼籲科學教育應該朝向「弘揚人類價值」、「維護人類尊嚴」與「增進人類福祉」的三民主義的目標，其內容則統合人文、科學與技術，加強科學素養在概念、方法與態度這三個方面的培養，並推廣自行研究我國當前實際問題（趙金祁，2011b：174-181）。民國六十八年，教育部成立部級的科學教育指導委員會，吳大猷先生再獲擔任主任委員（吳大猷，1992：348），他希望能展開國中與高中在理工課程的教課書內容的編撰，聘請曾任高級教育首長與大學校長學習理工出身者十餘人擔任委員，國立臺灣師範大學科學教育中心則是執行業務機構，聘請數學、物理、化學、生物、地球科學與工程各組諮詢委員各十至十二人，趙金祁當時擔任國立臺灣師範大學理學院長身兼科學教育中心主任，配合教育部的政策提供科教中心的資源來幫吳大猷著手教課書的編纂，並幫吳大猷撰寫〈教育部科學教育指導委員會簡介〉這篇文章（1980），裡面針對科學課程改進計畫，揭示四大依據：（1）國家的近程與遠程目標；（2）文化的傳統與近代特徵；（3）科學的本質與特性成分；（4）學生的心理與生理狀態。趙金祁老師很坦然指出：他與夏漢民兩人共同討論與擬訂的四大依據並沒有完全落實，尤其其他特別在意的

第二點與第三點的內容，意即把握住科學的不變性的具有人文本質這個層面，他覺得並沒有獲得世人重視（趙金祁與陳正凡，2011a：34）。民國六十九年，他再寫〈三民主義的科學教育〉這篇文章，強調用三民主義來統整科學教育的可能性與重要性，這種具有政策指向的文章，對他後來倡導與推廣統整科學教育具有理論指導的意義。儘管趙金祁思考有關統整科學教育的內容後來有變化，值得注意的一點：三民主義的思想對趙金祁個人而言並不是個政治意識型態而已，而是他畢生堅持「科學救國」這則理念依據的原則，這使得他往後更投身到當時蔣經國領導的中華民國政府階層工作。然而，三民主義裡面的民生主義著重在國計民生這類物質建設的改善，而後來的闡釋者蔣中正總統認為要建設民生主義，就得要用科學來實踐，其本身就隱含著科學技術化的觀點，趙金祁後來卻通過個人的理解與詮釋，將這個觀點轉化，統整在他主張的統整科學教育理念內，請見後面的討論。

五、科教第四階段：統整科學教育（1981—2000）

第四階段的時間：由民國七十年（1981）至民國八十九年（2000），共計 20 年，會稱作「統整科學教育」，主要在指出這個時期的科學教育展開跨領域的整合，至於統整科學教育的理念與內容，則請見後面的討論。這個時期隨著中華民國的經濟發展，臺灣社會完全由農業社會轉型為工業社會，更隨著資訊科技的蓬勃發展，加速臺灣社會的國際化。這個階段科學教育的主要目的在加速基礎科學的落實、科學教育本土化的學術研究與國際科學教育的學術交流。這個時期科學教育活動的特點有四大類：科學教育學術的發展、中小學科學課程的研究、科學師資的培育與科技與社會的科學教育（趙金祁，本文由趙金祁、李田英與楊文金聯合書寫，2011b：329）。就科學教育學術的發展而言，這個階段是科學教育研究獲得蓬勃展開的時間，首先在民國七十三年（1984），當時的教育部長朱匯森發表〈人性中心的科學教育〉，強調科學教育應該重視以人為本，著眼在人文的範疇中光大科學的特性與本質，不要讓科技滋生弊端，因此，只有重視學生的個別差異，教人甚於教書，把學生看作感性與理性兼顧的「全人」，而後再增加價值的教學，使得學生能辨識科學的誤用與科技的誤導，開創科學與非科學合一的統整文化（朱匯森，1984）。朱匯森這個看法，等於替這個統整科學教育階段揭櫫明確的目標。民國七十五年（1986）教育部同意國立臺灣師範大學科學教育研究所的設立，並在隔年招收博士班學生，這象徵著科學教育在學術研究的本土化。國科會的科學教育組民國七十年 7 月改為科學教育發展處（簡稱科教處），由毛松霖擔任首任科教處長，毛松霖希望發展科學教育領域，其認為首要工作在扶植科教學者提出相關研究計畫，為使國內相關學者對科教研究能獲得共識，在民國七十二年（1983）委由六位教授（王澄霞、邱守榕、林清山、郭鴻銘、楊冠政與盧欽銘）組成研究小組，共同撰寫「我國未來科學教育專題研究之重點規劃報告」，其重要內容在釐清科學教育的實際內涵與研究範圍，並列舉待研究領域，選出重

點研究項目（郭允文，1989），研究小組呼籲加緊推動我國科學教育專題的研究（國科會，1982：1）。毛松霖處長特別重視國內「考試領導教學」的問題，因此提出「改進目前國中數理科命題研究計畫」；並有鑑於資訊科技開始發展，其對科學教育的教學當會產生影響，因此提出「數理科電腦輔助教學實驗計畫」，這兩個計畫都是先導性實驗發展計畫，可惜在研究期間尚未獲得具體的成果，不過電腦輔助教學的研究自此成為科教領域的研究重點。毛松霖同樣面對考試領導教學使得高中教學趨向於零星片斷，科技人才有培育的危機，他希望能設立師徒制，讓大學教師及早輔導在數理科有資質與潛能的高中生，而提出「高中數理科學習成就優異學生輔導實驗計畫」，本計畫對培育國內科學人才卓有貢獻（毛松霖與陳正凡，2010；郭允文，1989）。民國七十三年（1984），科教處開始規劃國內科學教育目標導向合作研究計畫，計有：數學教育合作研究計畫、國民數學與科學基本能力需求研究計畫、我國學生自然科學認知與學習研究計畫、我國學生科學過程技能學習成就水準合作研究計畫、大專普通物理化學課程及實驗改進研究計畫與環境保護教育研究這六個項目（郭允文，1989；1997）。自民國七十四年（1985）開始，國科會開始補助每年舉辦國內的「科學教育學術研討會」，並開始與國際交流合作，如補助辦理亞太地區科學教育研討會、中日科學教育研討會與中美數學教育研討會（郭允文，1989）。民國七十五年，國科會擬訂未來科技發展方針與推動施政計畫，全面展開各學門的規劃，在呂溪木處長任內，計完成數學教育、物理教育、化學教育與生物教育這四種學門規劃（郭允文，1989）。民國八十年（1991）1月，行政院召開第四次全國科學與技術會議，建議未來十年科學教育基礎研究宜推動的大型計畫（共計九項），其中特別值得注意者為第七項科學態度與價值體系研究，並建議加強技術科學教育的基礎研究（國科會，1991：213—220），這使得科教處在民國八十一年（1992）在許榮富處長任內進行「技術科學素養教育」與「技術科學專業教育」的兩個重點研究的規劃，這是科教領域開始往應用科學教育開拓的起點；第四次全國科學與技術會議共有五個中心議題，其第五點「人文社會與科技發展之相互影響與調和」，這是政府首度意識到科技發展與人文社會需獲得平衡的重要性，該會議建議教育部與國科會應該加強大學通識教育，尤其應該在通識教育內讓學生認識科學技術與人文社會的關係（國科會與文建會，1991：5-1—5-37），這使得科教處在該年8月舉辦「大學通識教育研討會」，收集專家學者的意見，規劃「大學通識教育基礎研究重點項目」，並陸續提出通識教育各項重點計畫（如「傳統中國教育與現代通識教育的研究」）。重視科學、技術與社會三者關係的STS（Science, Technology and Society）這種課程的出現，同樣來自對美國科學教育改革浪潮的反省，並在統整科學教育這個階段的後期成為其中一個研究重點（蘇育任，1998）。民國八十二年（1993），許榮富處長對數學教育、物理教育、化學教育、生物教育、地球科學教育、環境教育、資訊教育與自然科學教育這八個學門展開「學門與資源整合規劃」，使得各學門的重點發展都能整合在科教領域內；民國八十四年，在郭重吉處長任內，則依據這八個學門報告，將科學教育研究整合為數學教育、科學教育（包含物理教

育、化學教育、生物教育、地球科學教育、環境教育與自然科學教育)再做資源整合規劃的修訂,並展開工程教育與技術科學教育的規劃(郭允文,1997)。除前面提到的重點計畫外,科教處支持自然科學教育的合作研究因應學科內容的關聯性,多在課程、教材、學習、教學、評量、師資與資優生這些項目上(郭允文,1997),這使得科學教育的研究狀態其實正在往技學層面加速發展,引發趙金祁後來對此現象深感憂慮(趙金祁與陳正凡,2011a:30—33)。

在中小學科學課程的研究與發展層面,這個時期的特點在強調由統整學科的角度來介紹科學概念、科學方法與科學態度,因此會將國中的物理與化學課本合為理化,並在高中一年級增設基礎理化課程,在國中則增設地球科學課程,並在高中聯考裡加考地球科學。學者研究指出這段時期的科學教育已逐漸淡化終至不再為特定的政治意識型態服務,中小學課程比較生活化與本土化,並特別重視 STS 的取向,課程的設計則開始重視培養學生基本科學素養,統整科學的理念確實融進學校的科學課程與教學中(鄭湧涇,2005)。就科學師資的培育而言,民國七十六年(1987)7月,趙金祁擔任教育部政務次長,教育部將全國九所五年制的師範專科學校改制為師範學院,並設立數理教育系,招生的對象由國中畢業生改為高中畢業生,藉此提高小學科學教育的專業素養(趙金祁,本文由趙金祁、李田英與楊文金聯合書寫,2011b:329—331),並因應國內解除戒嚴,面對臺灣高等教育的數目正在擴增,大學畢業生(尤其是文法商科系的畢業生)的失業率正在逐年升高,使得普通大學的教師和學生都主張開放師資培育制度,讓教育被視作市場般自由競爭,使得師資培育多元化(翁福元,1996),趙金祁規劃「師資培育法」的初稿,這個法案後來屢經討論與修改,在民國八十四年2月獲得立法院的通過,使得師資培育制度至此呈現多元開放的面貌。民國七十六年九月,當國立臺灣師範大學科學教育研究所成立博士班,趙金祁特別規劃科教所要研究科學哲學為主的科目,這自然來自他的哲學理念的影響,他覺得科學教育的研究人員的養成教育不能只著重在技術層面,還需要有深厚的科學素養,這個科學素養主要是指對科學本質的認識。作為臺灣統整科學教育的提倡者,趙金祁早期希望秉持三民主義的理念作為統整科學教育的指導原則,他因此從蔣中正對科學闡釋的觀念裡整理出三個重點:第一,科學除自然科學的概念外,還應統整包括其他範圍,如人文科學與社會科學的概念;第二,科學是動態發展的狀態,不能只用靜態的成就來涵蓋;第三,科學在概念結構外,還應該涵蓋科學方法與科學精神(趙金祁,2011b:202)。前面指出趙金祁覺得強調科學的不變性,就會重視科學方法與科學態度(精神),並使科學與人文這兩個領域獲得交會,因此他特別重視這兩個領域的平衡,其主張的科學教育是統整科學與人文這兩大領域(科學同時包括理論與技術,人文則同時包括社會科學與人文科學)的科學教育。趙金祁在擔任教育部政務次長前後,國科會數位科教處長常是他的知交,或受到他的政治影響而被拔擢,這使他有機會讓自己有關統整科學教育的理念獲得重視,他並在第四次全國科學與技術會議特別推動將科學(技)與人文的影響與調和列為中心議題,並通過研究(國科會)與教學(教育部)兩路在通識教育領域落實。

在他卸下教育部政務次長後，民國八十三年，他提出「三維人文科技通識架構」的主張，這包括實在主義、理性意涵與符意解說這三大向度，用這三者來做為人文與科技共通的本源，並且藉由大學的通識教育課程，來落實人文與科學的對話（趙金祁，2011c：67—70）；民國八十三年，他更進而構思通識教育的專業性（深）與開闊性（廣），強調科學與人文的平衡是內在價值的統整，其應該將人類價值放到科學的本體組成中，使得社會實體被視作科學本體，用心對中華文化做統整，產生具有我國文化特色的通識教育（趙金祁，本文由趙金祁、許榮富與黃芳裕聯合書寫，2011c：107—115）。民國八十六年，有鑑於目前科學教育的思潮已由實證主義轉而著重建構主義（constructivism），開始採取相對客觀主義的看法，過去基於道德中立說而在日常生活中批評人類行為中的倫理觀念過於主觀，這已經不宜再視作詬病的重點，趙金祁建議科學教育在「至真，至善，至美」外，人應該再把握住「求如」的心境，這是自求不受外界干擾的事實裡，冷靜標定理性與感性的平衡點，因此，趙金祁認為求如就是在統整科學與人文，推展通識化的科學教育，他希望藉由這個統整科學教育的理念來發展通識化的全民科學教育（趙金祁，2011c：205—220）。民國八十八年，趙金祁針對大學的通識教育，進而覺得通識化科學課程應該促進人的主體自覺，回歸到學習者個體「身，心，靈」三者的陶冶與教化，培育學生對「天，人，物，我」四者的認識與應對，知曉自己在這個世界上的定位和角色，他強調藉由探索科學的人文面向來讓非理工背景的大學生認識科學，增加學生的科學素養（趙金祁，本文由趙金祁與林樹聲聯合書寫，2011c：239—253）。趙金祁在這個階段通過通識教育奮勉平衡科學與人文這兩端，其獲得的影響程度，尚需學者繼續研究評估。

六、科教第五階段：全民科學教育（2001—2011）

第五階段的時間：由民國九十年（2001）至民國一百年（2011），共計 11 年，這個階段稱做「全民科學教育」，主要意指這個時期開始，隨著「第一次全國科學教育會議」的召開與《科學教育白皮書》的出版，全民科學教育具體成為我國科學教育政策的核心導向。國科會的科教處原本就負有對社會推廣全民科學教育（尤其是大眾科學教育）的任務工作，然因經費與政策的規劃的有限性，至民國八十九年（2000）為止，儘管科教處推動數年，都沒有設置大眾科學教育學門，來推動與規劃整體的大眾科學教育研究政策。民國八十九年（2000），黃榮村與吳英璋兩位教授與科教處長鄭湧涇討論，在即將邁往二十一世紀的時刻，應召開全國科學教育的會議，來凝聚科教領域的學者對我國科學教育未來發展的共識，起初名稱訂為「二十一世紀臺灣科學教育展望」會議，把中小學科學教育和大眾科學教育當作範圍，希望能深入檢視各項議題的現況與發展。就在會議籌備大致就緒，先獲得國科會主委魏哲和的支持，後黃榮村就任教育部長，使得部會合作很順利，並將會議議題的範圍擴大，涵蓋整體科學教育的各種議題，進行對過去、現況與未來深入分析與檢視，會議名稱則訂作「第一次全國科學教育會議」（鄭

湧涇與陳正凡，2010）。民國九十一年（2002）十二月，假國家圖書館召開該會議，再根據會議的結論，研擬《科學教育白皮書》，後在民國九十二年（2003）於教育部中教司與國科會科教處的網站上公布，成為未來兩部會長期推動科學教育的政策基礎與重點方向。在《科學教育白皮書》提到科學教育的理念：「科學教育是一項全民教育，涵蓋所有的國民；強調培養全民的科學素養，發展每個人的『創新、創造能力』與『關心、關懷態度』。」（科教白皮書，2003：1）科學教育的目標：「使每位國民能夠樂於學習科學並瞭解科學之用，喜歡科學之奇，欣賞科學之美。」（科教白皮書，2003：4）全民科學教育自此開始有具體的政策指導與推動依據，獲得蓬勃發展的機會。此外，原本負責國科會會務報導的《科學發展》月刊，由國科會副主委吳茂昆的建議與推動，自民國九十一年起改為綜合性的科普刊物（國科會，2008；鄭湧涇與陳正凡，2011），這件事情也同樣意味著我國科學教育的轉向。如果由科教處徵求的研究計畫來觀察，或許推動全民科學教育的時間要更早一點，民國八十八年，科教處長郭重吉為落實二十一世紀全民科學教育，特規劃「科學實驗活動設計」計畫，至民國八十九年（2000），科教處的科學教育計畫裡將「大眾科學教育」列做徵求重點，如「科學實驗活動設計」、「數學及科學競賽活動與教育特展」與「『兒童資訊博覽會』設計製作」這些計畫，不過，這個時期的計畫徵求，還是面向學校學生為主，是否適宜稱做「全民科學教育」，或許還需要商榷，但是，這確實是科學教育工作開始往社會發展的嘗試。民國九十年，科教處開始把「大眾科學教育」當作徵求計畫的名目，處長鄭湧涇更規劃推動「科學週」的活動，獲得國科會主委黃鎮台與副主委張進福的支持，科教處開始投注大量經費舉辦全民科學教育活動，第一屆開辦的時機與主題，頗能符合當時的時空環境，就此成為例行性的全民科學教育活動（鄭湧涇與陳正凡，2011），因此筆者會將這一年訂做全民科學教育的起點。民國九十四年（2005），科教處長林福來更規劃將活動的規模、時間與方式都擴大辦理，並由原本「科學週」更名為「科學季」，並視展覽主題與相關部會或民間團體擴大合作，同時邀請外賓或駐臺使節參觀，根據統計，僅在臺北展區平均每年就有十萬人次，顯見其全民科學教育成果（國科會，2008）。

《科學教育白皮書》的內容，固然是「第一次全國科學教育會議」的結論而研擬，更是科教處對過去在研究與實務經驗的總結與反省，因此理解《科學教育白皮書》的落實宜回溯研擬期間前後已經在落實的政策，例如民國九十年中小學開始實行九年一貫課程，由於整體的配套措施未能及時執行，無法全面調訓全國中小學的教師，於是在民國九十年到九十二年間，科教處推動兩項「部會合作目標導向研究計畫」，意即「九年一貫『數學』和『自然與生活科技』領域能力指標詮釋研究計畫」與「國民中小學九年一貫課程科學領與之教學學習能力指標／教學活動及教材設計」這兩項計畫，這是國科會與教育部共同合作，藉由研究計畫，試圖瞭解並解決九年一貫課程的「數學」和「自然與生活科技」領域課程在實施上的困難，這就是《科學教育白皮書》第三節提到加強推動『部會合作目標導向研究計畫』的先聲（科教白皮書，2003：13）。民國九十二年，科教處規劃

創辦《數學與科學教育研究》（*International Journal of Science and Mathematics Education*，簡稱 IJSME）這本國際科學教育學術期刊，這同樣能呼應《科學教育白皮書》第三節提到開拓發表科學教育學術研究成果的園地，提升學術研究的交流（科教白皮書，2003：13）。這兩件事情都在科教處長鄭湧涇任內規劃與推展，執行時間或在《科學教育白皮書》的出版前後，而《科學教育白皮書》第三章「科學教育學術研究」是「第一次全國科學教育會議」議題六「科學教育學術研究」的總結，該議題召集人即為鄭湧涇，顯見鄭湧涇在這個階段對臺灣科學教育研究政策的影響。此外，科教處長林福來在民國九十四年（2005）推動的幾項重點計畫，如規劃推動「科學教育研究資料庫」計畫，這就反映在《科學教育白皮書》第三節提到建置科學教育研究資料庫來累積長期性的基本研究資料（科教白皮書，2003：13）；再如規劃推動「科學學習與教學領域區塊研究」計畫，採取區塊研究的辦法來取替研究中心的成立，同樣是在回應《科學教育白皮書》第四節規劃的優先實施項目指出成立若干科學教育研究中心，負責推動並確保科學教育研究的績優成效（科教白皮書，2003：17）；再如規劃推動「科學教育學程認證及輔導教師專業發展」，則屬《科學教育白皮書》優先實施項目訂定「優良執行科學教育的評鑑基準」，使能有效的評鑑各級單位推動科學教育的成效（科教白皮書，2003：17）；再如擴大舉辦「科學季」，這同樣在回應《科教白皮書》第四節規劃的優先實施項目指出國科會和教育部都要編列專款推動大眾科學教育。由此可知，科教處確實是依據《科學教育白皮書》的意見來規劃推動重點科學教育研究政策。觀察《科學教育白皮書》的後續影響，除科教處自民國九十三年（2004）起，推動科學教育研究計畫與大眾科學教育計畫（後來更進而發展出更具體的科普教育）外，還可見於不同的重點研究計畫，例如：民國九十五年（2006），科教處希望促進臺灣的科普媒體事業獲得發展，開始補助製作電視與廣播科普影片、節目、報紙及電子報導科普報導，推動「臺灣科普傳播事業催生計畫—媒體製作試辦方案」計畫；並引導科技知識自學術機構、學校、專業領域往一般大眾向下扎根，同年規劃推動「尖端科技知識及方法科普化材料發展」計畫；科教處再依據「行政院國家科學委員會推動科學志工實施方案」，規劃推動「補助科學志工團隊」計畫，藉此促進國內科學與技術研究發展及科學普及工作；民國九十六年（2007），科教處為普及科普知識，增進國際認識我國科學研究與發展的成就，規劃推動「國際合作科普影片」計畫；民國九十七年（2008），科教處為讓科技知識和科學精神深入國民的生活，使公眾能理解並參與科技的發展，提升整體國民的科技素養，規劃推動「促進公眾對於科技的理解及參與」計畫；民國九十八年（2009），科教處為普及原住民科學教育，藉此提昇原住民競爭力，規劃推動「原住民科學教育計畫」；民國九十九年（2010），科教處進而成立「科普教育與傳播」學門，來推動科普教育、科技傳播與科學的社會議題的研究。由這些研究計畫或學門宗旨來觀察，應能看出這個階段我國科學教育研究政策，主要是針對全民科學教育這個理念的落實。

這個階段趙金祁已經逐漸自科學教育領域淡出，儘管《科學教育白皮書》裡

面揭櫫的科學教育目標五有「科學教育的人文關懷」，不過該關懷主要是指科學的學習歷程中養成「關心與關懷生命（與大自然）」的態度，並聚焦在關懷特殊族群的科學教育（科教白皮書，2003：12），其關注是針對狹義的科學教育這一議題施教的對象，而不是關注在科學與人文這兩個領域的對話，因而與趙金祁本來希望擴大科學教育的範疇來關注科學與人文的平衡議題已有差異。但，依據《科學教育白皮書》而規劃推動的「科學教育研究資料庫」，其子計畫「科學教育政策與歷史研究資料庫」，負責藉由訪談歷年來科學教育研究政策的規劃者與執行者，來架構出臺灣科學教育研究政策史，其首先訪談的對象就是趙金祁，這個工作將訪談的成果寫出《趙金祁回憶錄》，並整理出《趙金祁科教文集》兩冊。趙金祁在訪談裡數度表示現在科學教育的工作者太過重視臨時真理，致使只在技學層面探討問題，而忽視對科學本質的釐清，社會發生各種層出不窮利用科學與相關技術來詐騙世人的事情，科學教育的工作者卻對此置若罔聞，只專注在個人能獲取利益的研究議題，這與科教處規劃的計畫總是與強調技術為重點有重要的關係。他尤其覺得建構主義的理念與教學全然否認永恆的真理，這背後有科學態度的問題，其癥結在人不再反求諸己（趙金祁與陳正凡，2011a：106—110）。這並不是說趙金祁覺得人很容易就能把握住絕對真理，正好相反，他覺得科學無法使人獲得絕對真理，但人卻不能不懷著想獲得絕對真理的謙虛態度去探問真相，否則只滿意臨時真理的結果，就是因為不明白真相，接著引發層出不窮的災難，讓人最終自食惡果。在這兩難間的往真相奮勉，就是他強調的「求如」。其實，根據筆者的理解，他闡釋的求如觀念，並不見得站在建構主義的對立面，甚至建構主義的想法讓他本來深受實證主義影響的觀點獲得調和，蛻變出求如觀念。實證主義主張主客二元論，意即知識獨立存在於外，研究者能通過客觀的研究（譬如觀察或實驗），經由歸納掌握住外在對象的真相，纔能獲得真實的知識；建構主義則將重點放在認知主體的人，強調個人纔是知識的主體，由學習者自身在情境脈絡裡架構，而不是由外在灌輸獲得，當趙金祁將金岳霖的觀點由宇宙專門指向人世，指出按照「情要盡性」、「做要得體」、「勢要依理」這三原則人纔能「心安理得」，這就開始把握住人自身的主體性，具有建構主義的特徵。趙金祁哲學的特徵會由實證主義轉向建構主義，其脈絡轉變的關鍵點，可在民國八十三年他發表的〈當今通識教育理念賦予科學教育的新功能〉裡看出其輪廓，他指出科學符意本來就具有模糊性，將科學概念視作「自然概念」的主張，這是過去認為科學的觀察能經由人類的感知（*percetion*）而有共同的結果，譬如「冷」或「熱」，如果將科學符意視作「人為概念」，認為科學的觀察能經由人為的定義、術語與規定而發展出共同理解的基礎，然後經由共同遵守的運作與環境，區隔出可否接受，譬如「溫度的測量」，個人對外在環境的知感來自生物本能，受到比較大的限制，共識性自然較高，但人類對外在環境的理解，常超越知感，而拿理論、方法或工具作為基礎來詮釋外在環境，使得相同的外在現象會得出不同的詮釋。因此，他覺得傳統科學知識的本體都是把「外在自然現象」當作實體，科學家相信他們的工作是在反映這個外在的世界實體，然而，「科學典範」的存在自來與人

類的意識高度相關，科學教育的實體應是社會價值實體，要反映出社會對科學族群價值的認知與期許(趙金祁，本文由趙金祁、許榮富與黃芳裕聯合書寫，2011c：110—115)。當他產生這樣的看法，後來會主張求如是人在冷靜標定理性與感性的平衡點，這就表示雖然科學家展開其科學活動都得要預設「實在自身」(actuality)，意即事物按自身來運作，其自身無須對自身做出解釋，然而科學教育家更需要意識到我們能意識到的東西，其實都是個「建構的實在」(constructed reality)。求如這種融合實證主義與建構主義的新觀點，其實具有建構實在論(constructive realism)的特徵(黃光國，2008：421—435)，因為科學教育的實體是社會價值實體，那社會本來就由各種不同領域的人各自架構其對實在自身的認識，因此科學教育的社會價值實體本身就會引發其「外推」(strangification)，使得科學教育作為獨立學門，卻具有跨領域交會共融的獨特性質。

七、趙金祁哲學的意義與啟發

科學領域本來無法自外於人文，然而，科學與人文的獲致平衡，卻要經歷極其曲折的摸索歷程。科學教育本來應該反映其本國歷史文化的背景、社會經濟的特性甚至國家整體的需要，然而，如何在這些關注裡還能反映出科學教育領域作為獨立學門的意義，這是趙金祁畢生奮鬥的重點。綜合前面的討論，這裡將趙金祁哲學對臺灣科學教育史的意義與啟發，再略做闡釋。

在科教第一階段的民族精神教育時期(1949—1958)，趙金祁尚在學術培育養成的階段，國家幾度瀕臨淪亡的危機對他的心理影響至鉅，使得民族精神教育對其科學教育哲學的孕育有潛移默化的影響，這種影響甚至應該回溯到更早期日本侵華戰爭的經驗，童年時期的他住在上海租界區，在弄堂鐵門裡親眼看見日本皇軍殺害中國人的恐怖現象，這使得他「科學救國」的心態特別強烈(趙金祁與陳正凡，2011a：9)：

那時的中國人非常慘，簡直比豬狗還不如。有一次我小舅陪我們看這些情況，正好日本人的子彈瞄得不準，打到弄堂的鐵欄杆上，彈到他身上，我們都不知道他已受傷了；幸好後來他被送到醫院去，沒有大礙。這個經驗使我深深感受到同胞的苦難，頭腦裡就一直想著科學救國。可是那時我還小，只是個小學生，不可能有任何作為，但想用科學報國的心就此萌芽起來，我們這些住在租界裡的小孩，愛國心都會比較強烈。

這種心態最值得探索的議題端在趙金祁雖然重視「科學救國」，卻沒有跟隨主流的意見滑向技術層面研發來救國，卻看重科學的不變性，而緊緊把握住科學的人文本質，這使得他後來投身科學教育的研究工作，這對他而言纔是科學救國的落實。並且，特別值得注意者，蔣中正總統在這個階段常強調的陽明學，對他後來在自己的科教哲學裡會看重心靈重整的議題，將其擺在科學教育的核心位置，有

著高度的關聯性（趙金祁與陳正凡，陳正凡引論，22—26）。基於對科學救國願望的落實，在科教第二階段的菁英科學教育時期（1959—1968），他順應著機緣的開展，成為中美兩國共同希望培植的科教菁英，並針對美國科教改革浪潮裡特別編寫的高中物理教材（P.S.S.C.），著手翻譯給國人閱讀，使得該教材再經改編成為民國五十四年至民國五十七年高中通行的物理教科書，這與同時期大量受栽培的學人滯美不歸相比，顯見他確實有著科學救國的強烈想法。有關包括 P.S.S.C. 教材在內的美國科學教材對高中科學教育的影響，尤其在科學與人文的平衡議題上，趙金祁早年與晚年有兩種不同的評價。他在民國六十三年〈從美國的科教沿革展望吾國科學生根〉裡指出（趙金祁，2011b：43—44）：

這些教材大都著重在課程內容的革新，悉以如何加速培養中學裏天賦較高學生，成為能為國用的科學家為主要目的，而忽視了全民科學知識在科教中的重要性。另一方面，科學教育家卻預見到這樣的科教革新，本身就斷傷到國家全面發展科學的基礎。因此大都側身科教革新運動事外，另謀科教哲學基礎與科教原理的建立。最顯著的反應，一則是科教界的強調科教學習中科學演進過程與方法的重要性，以抵消科學家過分重視科學內容與成果的教學，再則針對著青年學生對科學興趣的低落，提出科學教育，應考慮人文的本質。

趙金祁觀察到純粹科學家在科教課程改革浪潮裡編寫的教材，固然對科學的教學有嚴密的層次交待，但就加速培養能為國用的菁英這個願望來說卻適得其反，獲致欲速則不達的後果，該時期美國青年學生普遍對世局很迷惘，更懷疑科學對人類福祉有什麼作用，而他們發現學習的新教材與自身毫無關係，越來越降低學習科學的興趣，使得美國大學與中學裡選修純粹科學科目的人數驟然降低，進而使得有識者主張應該再編本土化的新教材，強調科學在人文發展中的積極作用，讓青年能體認日常生活對科學的依賴程度，端正學習科學的態度與觀念。然而，趙金祁晚年對此卻有相反的意見，他指出麻省理工學院（Massachusetts Institute of Technology，簡稱 MIT）編出的這套物理教材（P.S.S.C.）有強調科學與人文的平衡（趙金祁與陳正凡，2011a：15）：

物理這個東西顯然不完全是純物質的，更不完全是為了改善人類的生活，人類生活的改善固然需要靠科學，可是科學是我們推究世界上各種問題的基本方法，其中最主要的層面就涉及物理的問題，藉由物理系來尋找科學教育人才，在當時是理所當然的事情，就因此認為它科教要有物理的背景。世界上第一本科學教育的教材（P.S.S.C.）就是 MIT 的物理系編出來的，MIT 那些人非常厲害，他們認為科學的發展必須要有人文的平衡才能解決，P.S.S.C. 裡面有好幾篇文章都是講科學要發展的話，一定要和道德水準一起提升。

趙金祁的重點在指出 P.S.S.C. 將科學的內容給濃縮，其實反而會把人文的重點反

映出來，這比起同時期美國哈佛大學(Harvard University)同樣在編寫物理教材，稱作「哈佛物理課程計畫」(Harvard Physics Project，簡稱 H.P.P.)，這個教材同樣強調人文為主，卻因為大量加進科學史的教材，增加學生學習的困難，反而沒有如 P.S.S.C.佔有物理教課書的市場規模來得大(趙金祁與陳正凡，2011a:15)。有關 H.P.P.與 P.S.S.C.兩個教材的佔有的市場規模比例是否與該時期美國政府的科教政策指向有關，這點尚須繼續研究，不過這裡可看出：有關科學與人文的平衡議題，如果放到科學教課書的具體編撰層面，其評價會因角度的不同而具有高度的複雜性。

如果想釐清科教第三階段的專業科學教育時期(1969—1980)趙金祁對臺灣科學教育發展史的意義，就不能不認識該時期中華民國的科技政策。中華民國在臺灣的科技政策，在不同時間點，科學與技術這兩端是否獲得平衡，同樣是個值得關注的議題，而且歷年來科技政策的制訂都受到個人意志的高度影響，有學者指出這在強人家長政治時期尤其明顯(林崇熙，1989:98—131)。在科教第二階段裡，因為有胡適的主導，加上梅貽琦與吳大猷的襄贊，再因蔣中正總統的支持，使得臺灣的科技政策主要偏向科學基礎建設層面，然而這種傾向卻在科教第三階段裡產生質變。這時期蔣經國開始掌握中樞(由行政院長到擔任總統)，中華民國的科技政策主要由孫運璿與李國鼎這些技術官僚在主導，他們對技術層面的高度重視獲得蔣經國的支持，這固然使得臺灣的經濟大幅起飛(尤其通過科學園區的設立)，但吳大猷因為與蔣經國沒有私誼，其對科技政策的影響在式微，使得臺灣在科學與技術這兩端開始失衡，科學教育領域獲得專業性與自主性發展的同時，反而使得其開始轉為純教育與研究的議題，而不再獲得政府在政治層面的高度關注。這個時期趙金祁開始直接發揮其對科教領域的影響，他成為吳大猷的襄贊者，甚至吳大猷常要通過趙金祁而得與蔣經國聯繫與溝通，因此，在吳大猷辭去國科會主委後，因朱匯森曾經擔任國科會未改組前的科學教育組長(民國五十九年到民國六十三年)，在朱匯森擔任教育部長後，其對科學教育的重要性有較深的體認，就任命吳大猷出任新成立的部級科學教育指導委員會主委，並因吳大猷與趙金祁的關係深厚，由臺師大科學教育中心作為執行業務機構，因此趙金祁會幫忙吳大猷擬訂科學課程改進計畫的四大依據。有關吳大猷在這個階段編撰科學教課書的評價，趙金祁指出吳大猷的工作並沒有著重在科學與人文的平衡，就科學素養本身而言，吳大猷只是在從事科學概念的釐清，對科學方法與科學態度並不重視，趙金祁雖然覺得吳大猷認真的態度很可取，不過他覺得吳大猷的工作同樣是科學本位的菁英教育，其作法更在替後來國家的技術發展預作鋪路，然而趙金祁最重視的通識化科學教育，並沒有在這個階段獲得落實(趙金祁與陳正凡，2011a:27—29)：

我們的教育當局，本宜在此時趁勢將科學態度層面的內容，改在通識化科教中大力推動，這是使社會倫理正常運作所必需。您提到吳先生改編教課書是符合社會需要的工作，依我看來，這正是國家政策的一體兩面

的作法。……吳先生編的教課書其實同樣是科學本位的菁英教育，不過這也可稱之為加強技術層面發展的教育，也是符合整體世局的要求。除科學菁英的培養外，技術發展、通識化的科學教育以及經濟上的行銷出路也應顧及，使社會上的人力，各有符合自己專長的重點努力方向。從國家的發展立場，科學就是人文的一部份，這些都必須並駕齊驅，需要不容偏廢地一一推動。

吳大猷對中華民國的科技政策理念有著「基礎—應用—技術」的三階段想法（林崇熙，1979：102），儘管這是個「循序漸進」但「緩不濟急」的科學發展路徑，不見容於孫運璿與李國鼎這些純粹技術派官僚主導的科技政策理念，卻已經給予基礎科學作為學術領域相當程度的獨立發展空間，這對科學避免暫時性政治需要的干預，培養國家長治久安的大計而言特別重要，這是趙金祁對吳大猷深表讚許的原因⁶。但，前面指出趙金祁承認自己幫吳大猷擬訂科學課程目標裡有關「文化的傳統與近代特徵」與「科學的本質與特性成分」這兩點並沒有獲得落實，這確實與吳大猷只是就科學家的角度來編撰，而尚沒有科學教育家的視野有關。科學教育家的視野並不會只看重科學的變性，而更會看重科學的不變性，就趙金祁的想法而言，癥結在只要釐清科學的本質與特性，就會洞見科學的不變性與人文領域有著相通的脈絡，這就是他為什麼會特別重視通識化科學教育的原因，儘管這個階段他其實尚未想出這個擴大科學教育領域，使其與通識教育領域結合的觀點。在科教第四階段的統整科學教育時期（1981—2000），趙金祁開始掌握住臺灣科教發展的權柄，他針對純粹的科學教育本身的發展，特別揭櫫兩個重點（趙金祁與陳正凡，2011a：58—59）：

我認為科學教育至少有兩部分必須特別注意，第一部分為以美國為首的課程改編，包括教學方法、實驗手冊、課外讀物等的改寫，這些也是過去我們在科教上一直遵循的內容與努力的重點。第二部份卻是科學的本體知識、結構、原理、原則等理論與本質，以及其受教學生可能獲得的效果，這後面的一部份應該由科學哲學來處理。

趙金祁指出科學教育關注課程改編的各類議題，這點自然應該持續關注。但，科學教育的陶冶過程不能忽視對科學本質的釐清，這就應該回歸科學哲學的議題。因此，民國八十二年，趙金祁寫〈科學理念衝擊下科學教育再出發芻議〉，他指出科學教育界應該責無旁貸跳脫微觀的以課程教學為主幹的研究與發展窠臼，著手宏觀結構性的開創、建構與推行，科學教育雖然不是把科學哲學當作研究主題，然而應由探討宇宙起源的科學理念這類一般認知著手，為優勢科學影響的各種學門，包括標幟科學的各種幼年期與成熟期的自然學科與非自然學科知識，剖析其

⁶ 並且，趙金祁同樣指出民國八十二年吳大猷離開中央研究院後，臺灣科學教育轉向技術的情況更加嚴重（趙金祁與陳正凡，2011a：31-32）：「吳大猷先生不再任職中央研究院的時候，所從事之科教工作是科教關鍵重點，對我國科學教育的轉向技術發展影響甚大。」

立論與基本理念的局限性，或認識其可能存在的虛妄成分，來端正社會大眾對科學持有的觀念，防杜貽禍世人專斷信念的可能滋生（趙金祁，2011b：48）。趙金祁在教育部政務次長任內，投注大量的經費來支持科學教育的發展⁷，臺灣科學教育在高等學術領域的開創，首推臺師大科學教育研究所的獲得設立，趙金祁不僅在這件事情可謂為推展擘畫的創始人，其對科學哲學的關注，更使得位在公館校區的臺師大科學教育研究所與科學教育中心，其學者開創的學派被稱作「公館學圈」。有關落實通識化科學教育的想法，民國八十八年（1999）趙金祁在〈大學教育中通識化科學課程的必要及實踐進向〉裡表示（趙金祁，本文由趙金祁與林樹聲聯合書寫，2011c：239—253），通識化科學課程設計的理念應該超越無知並擴展視野，促進人的主體自覺，尋覓個人在世界中的平衡與和諧，這個理念的課程的設計辦法有三：第一，注重科學的故事，提供學生思維與架構科學的情境與脈絡；第二，注重科學家的傳記，讓學生直接瞭解科學家在真實世界中如何構思自己的想法，如何立志與克服困難，甚至如何生活；第三，注重歷史或當前社會中引發爭議的科學（科技）事件，讓學生有機會討論科學（科技）與整個社會在各種層面的關聯性，不只認識科學（科技）對人類文明的貢獻，同時能謹慎其可能帶來的破壞。他希望這種通識化的科教內涵，不僅是大學生，甚至公務人員都能傳習，獲得基本的科教素養，纔能使得人的思維發生改變（趙金祁與陳正凡，2011a：54），這是他個人構想的全民科學教育，儘管他自覺在這個層面的推展並不順利⁸，並且，我們徵諸科教第五階段的全民科學教育時期（2001—2011），其實際的發展的確並未按照其願望來推展，不過，早在民國八十六年，他就已在〈科學教育與心靈重整：通識化科學教育的必要性及其應達成的目標〉裡開始意識到心靈對科學教育的影響至關緊要，畢竟任何實體的架構都不能離開人的意識，但意識是否能心安理得呢？他因而提出求如這個觀念。他後來在訪談裡對臺灣科學教育史做出這樣的回顧（趙金祁與陳正凡，2011a：113）：

回顧五十餘年來，發生令人憂心忡忡的事實在不少，如九一一事件，以及世界各國不斷展示其科技成長下的軍事武力，明白顯示人類根本就沒有辦法獲致科學公有制的有效執行能力。因此個人要不厭其煩地針對臨時性真理提出「求如」的看法，冀期世人在真、善、美之外，還應追求「求如」的觀念，以維護各人的自我，過著自在與自如的安寧生活。凡事以反求諸己的方式捍衛科學的道德中立立場，也許還有可能誘發每一

⁷ 趙金祁在〈國立臺灣師範大學科學教育中心成立三十週年感言〉裡表示（趙金祁，2011c：340）：「民國七十六年，本人調任教育部工作，有幸主管與科學相關之業務。由於個人的興趣、學養，以及工作屬性，乃對科學教育的推動，極力輸誠，有所贊助。當時的科學教育中心，已由魏明通教授接任，業務上除課程的研究以及相關計畫大增外，且精心擘畫在國立臺灣師範大學公館分部籌建科學教育大樓一幢。當時，本人適逢其會，乃不斷向財務單位說明及解釋其重要性，最後獲得足夠資源，建立目前科教中心與科教所共同使用之大樓，為國家科學教育發展，創見首座專用活動場所。」

⁸ 趙金祁表示（趙金祁與陳正凡，2011a：35）：「我在科學態度與其倫理的主張是絕對沒有獲得重視。這是失敗的地方，儘管經常講通識化的科學教育，卻沒有辦法讓人接受。」

個人某種程度上的反省能力，若再加上社會、文化、教育的督促，才有望使整個社會蔚為風氣。這也是我強調了解科教必經科學哲學或元科學研究的原因。

這裡說的「元科學」(meta science)是指從總體研究科學的本質特性來探索科學自身發展規律的學術領域。這個觀念來自系統論(system theory)。在宏觀層面認知科學的知識系統就是由各種交叉學科(cross disciplines)共構的龐大系統。基於這樣的認識，新的哲學就是成就在時空跨度不斷擴大，在更高的層次交叉統一，經由普適性更高的學科或科學規範、信念和觀點，摻雜科學精神或原則，滲透與昇華而完成的一門學術領域，這就是科學的科學，或稱為後設的科學(趙金祁與陳正凡，2011a: 55)。元科學的產生，來自哲學不再是對世界的解釋，而是對科學的解釋，哲學不得不藉由科學的名義來宣布它的真理，並且其喪失對科學的最終解釋權，這使得人如果還想要討論哲學議題的話，因為哲學認識世界的結構都來自科學的系統，它不可能不使得其哲學討論的性質與內容都變成元科學；再者，國家與政府是科學的支持者與組織者，它不得不使得科學儘可能轉化出技術，令其能生產具體的效益，讓人民感受到這個效益帶來的便利，藉此獲得統治的權威與信服，這使得科學幾乎不可能不日漸技術化(祁海軍，2006)，徵諸前面段落筆者對臺灣科學教育發展歷程的架構與鋪陳，應該會看見這種傾向確實已發展出事實。這種傾向使得科學研究的實用性增強而理論性減弱，當技術產生的巨大效益成為科學存在的證明，這反而是科學本身的異化，任何對這種現象憂慮的科學工作者，都不可能不對科學的本質展開再思考，其批評就會產生元科學的議題。這兩股能量的推擠，都使得二十一世紀的哲學正在演變出元科學(祁海軍，2006)，趙金祁會特別強調這個議題著實其來有自，他將自己對元科學的解釋給出的具體觀念，就稱作「求如」。

科學教育領域會出現趙金祁哲學，還可拿孔恩(Thomas S. Kuhn, 1922—1996)在《科學革命的結構》(“The Structure of Scientific Revolutions”)這本書的觀點來做出釐清。孔恩指出當科學發展到常態時期，接著就會引發對該科學解釋的各種懷疑，這些懷疑不能獲得解決，就會產生混亂，而讓科學發展到危機時期，對這些懷疑的解決而架構出新的典範(paradigm)，就會讓科學發展到革命時期(程樹德、傅大為、王道還與錢永祥譯，2010: 135—143)。這個看法同樣適合拿來認識科學教育領域的發展。當科學教育日漸發展其專業議題，其研究按照常態的運作就會使得研究本身具有強烈的技術性，畢竟常態運作裡研究議題的性質並不在發現新的現象，而只是藉由既有典範提供的理論或觀點，來開拓對某些事實的知識。孔恩指出，在典範的保證裡，這些討論必然有答案，只有這種問題纔會被科學社群(這裡則是指科學教育社群)承認是科學的問題(這裡則是指科學教育的問題)，纔會鼓勵其成員來研究，其他的問題則都會被排斥，不是被當作玄學問題，就是被視作其他學術領域的事情，或本身頗有問題而不值得花費時間來研究，這往往使得真正需要解答的問題常被忽略，主要原因正在這些問題並不

符合典範設計的「謎題」(puzzle)，在既有的架構裡根本無法獲得解答(程樹德、傅大為、王道還與錢永祥譯，2010：82—83)。在全民科學教育階段，趙金祁哲學關注的問題很難免就面臨這樣的困境。然而，當按照既有典範設計出來的研究議題其範圍越來越狹隘與瑣碎，其內容無關社會宏旨，就會令人對這些研究議題存在的意義引發懷疑，這就使得科學教育的發展產生危機，徵諸科學教育作為獨立學門，其研究單位正面臨存廢問題，這個危機誠然不可謂不大。趙金祁冀圖扭轉科學教育的技學傾向，不斷呼籲學者正視元科學與其科學哲學，並提出求如觀念，來讓人意識到研究者首先得要內觀自己的心靈，這種呼籲就使得科學教育有可能開展出典範的革命，這正是其哲學本身的啟發性。趙金祁很強調「反求諸己」在求如觀念裡的意義，他覺得如果要避免大科學主義危害人類，就應該訴諸人自身對科學的基本認知，打下奠基工作，這意味著人架構對科學的認識過程裡，對此不能不謙虛的自問。因此，他會在訪談裡特別指出「我們發展科學教育要憑良心」(趙金祁與陳正凡，2011a：30)。他早年強烈反對科學秉持的道德中立說，晚年卻發現反求諸己這件事並不需要任何道德教條的支持，人秉持謙虛的態度，其實質內涵只是要「精確」(authenticity)與「沈著」(unperturbedness)來不斷探問絕對真理，他特別將這兩字視作求如觀念的英譯。這是對既有道德中立說的承認與超越，擺脫既有道德中立說醞釀的虛無主義，目的在藉由捨棄道德教條，卻重整出嶄新的倫理，其主張與明朝王陽明(1472—1529)講的心學產生交會，王陽明覺得心體無善無惡，把握住這個絕對實體，就不需要執著在特殊時空脈絡認知裡的善與惡(趙金祁與陳正凡，陳正凡引論，2011a：22—26)，這是生命的絕對善與社會的共同善的差異，把握住心體產生的怡然自得，當能積極拓展自己對實在自身的認識，並經由跨領域的交流與交融，架構出對存有的各種知識，趙金祁通過心學的轉化，正顯示出求如觀念作為元科學的特徵，更是在回應他早年在民族精神教育階段深受的影響，卻將其賦予更深刻的思想內涵。趙金祁哲學對科教第五階段雖然沒有產生直接的影響，但其大科學教育的構想，尤其求如觀念的提出，卻對前瞻性的科學教育領域帶來啟發，當科學教育面臨重大的危機時刻，按照孔恩的說法，典範的崩潰肇始於典範逐漸變得模糊不清，跟著就是常態科學的研究規則逐漸鬆弛，而危機的結束或許會有三種路徑：其一，現階段常態的科學典範依舊能處理導致危機的問題，儘管有人因嘗試失敗而在失望沮喪中覺得現存的典範已經破滅；其二，有時候即使採納最新的見解依舊無法解決這個問題，因此有學者認為按照目前的研究水平不可能解決這個問題，就將其暫時擱置，留待後人來解決；其三，最令人關懷的情況，則是危機因新的候選典範出現而結束，但是否接受新典範，則引發相當激烈的爭辯(程樹德、傅大為、王道還與錢永祥譯，2010：136—137)。具有前瞻性的科學教育，其是否應該導正科學教育對技學的過度重視，而對元科學與其科學哲學給出相當深度的關注，甚或趙金祁主張的求如觀念是否能作為科學教育發展的新典範，有效解決科學教育技術化引發科教的存廢危機(其存廢的議題同時包括領域與機構的存廢)，這個議題正在臺灣發展中，尚待我們繼續保持觀察。

參考文獻

- 孔恩 (Thomas S. Kuhn) 著, 程樹德、傅大為、王道還與錢永祥譯,《科學革命的結構 (The Structure of Scientific Revolutions)》, 臺北: 遠流出版公司, 2010。
- 朱匯森,〈人性中心的科學教育〉,《教育資料文摘》, 13.1(1984), 頁 7-9。
- 行政院國家科學委員會,《民國 93 年至 97 年重要施政績效》, 臺北: 編者, 2008。
- 行政院國家科學委員會,《行政院國家科學委員會八十年度年報》, 臺北: 編者, 1991。
- 行政院國家科學委員會科學教育發展處,《我國未來科學教育專題研究之重點規劃》, 臺北: 編者, 1983。
- 行政院國家科學委員會與行政院文化建設委員會,《第四次全國科學技術會議 (第五中心議題): 人文社會與科技發展之相互影響與調和會議資料》, 臺北: 編者, 1991。
- 行政院國家科學委員會與教育部,《科學教育白皮書》, 臺北: 編者, 2003。
- 行政院國際經濟合作發展委員會,《美援教育計劃檢討》, 臺北: 編者, 1964。
- 吳大猷,〈八十自訂年表〉,《八十述懷》, 臺北: 遠流出版公司, 1992, 頁 343-346。
- 吳大猷,〈如何發展我國的科學〉,《科學與科學發展》, 臺北: 遠流出版公司, 1986, 頁 9-14。
- 受訪人: 毛松霖, 訪談人: 陳正凡,《毛松霖處長科學教育研究政策口述歷史(70—74)》, 未出版的原始資料, 2010。
- 受訪人: 趙金祁, 訪談人: 陳正凡,《趙金祁回憶錄》, 臺北: 國立臺灣師範大學科學教育中心, 2011a。
- 受訪人: 鄭湧涇, 訪談人: 陳正凡,《鄭湧涇處長科學教育研究政策口述歷史(88—91)》, 未出版的原始資料, 2010。
- 官有垣,《半世紀耕耘: 美國亞洲基金會與臺灣社會發展》, 臺北: 智勝文化事業有限公司, 2004。
- 林崇熙,〈臺灣科技政策的歷史研究 (1949—1983 年)〉, 新竹: 國立清華大學歷史研究所碩士論文, 未出版, 1989。
- 邱美虹與周金城,〈美國百年科學教育的發展〉,《教育資料與研究雙月刊》, 64 (2005), 頁 19-41。
- 金岳霖,《論道》, 北京: 中國人民大學出版社, 2005。
- 胡適,〈序〉, 載於陳獨秀與胡適主編,《科學與人生觀》, 上海: 亞東圖書館, 1923, 頁 2-3。
- 徐復觀,〈中國人的恥辱、東方人的恥辱〉,《民主評論》, 12.24(1961), 頁 617-619。
- 翁福元,〈臺灣中等教育政策發展五十年 1945-1995〉,《中等教育》, 47.5(1996), 頁 83-102。
- 張之傑,〈臺灣綜合科普刊物之回顧與展望〉,《國家圖書館訊》, 97.1(2008), 頁 3-8。
- 張儀尊,〈科學教育今後的展望〉,《科學教育》, 5.5(1959), 頁 1-2。
- 張儀尊,〈科學教育的基礎〉,《科學教育》, 1.1(1955), 頁 2-3。
- 郭允文,〈科學教育學術研究的回顧與前瞻〉,《趙教授金祁: 榮退學術研討會論文集:

- 我國科學教育的回顧與前瞻發表的論文》，1997。臺北：國立臺灣師範大學科學教育研究所。
- 郭允文，〈科學教育學術研究的規劃與展望〉，《教育資料集刊》，14(1989)，頁 57-90。
- 郭穎頤，《中國現代思想中的唯科學主義》，南京：江蘇人民出版社，1995。
- 傅麗玉，〈美援時期臺灣中等科學教育計畫之形成與實施年表（1951-1965）〉，《科學教育學刊》，14.4(2006b)，頁 447-465。
- 傅麗玉，〈美援時期臺灣中等科學教育發展(1951-1965)〉，《科學教育學刊》，14.3(2006a)，頁 333-380。
- 傅麗玉，〈美援時期西方科學與中國傳統文化拉鋸下的臺灣科學教育〉，《臺灣教育社會學研究》，8.2(2008)，頁 115-134。
- 黃光國，《社會科學的理路》，臺北：心理出版社，2008。
- 趙金祁，主編：任宗浩，副主編：陳正凡，《趙金祁科教文集（上冊）》，臺北：國立臺灣師範大學科學教育中心，2011b。
- 趙金祁，主編：任宗浩，副主編：陳正凡，《趙金祁科教文集（下冊）》，臺北：國立臺灣師範大學科學教育中心，2011c。
- 趙曼君，〈從李揚獲獎說到科學教育〉，《自由中國》，17.12(1957)，頁 370-372。
- 劉紹唐編，《民國大事日誌》，臺北：傳記文學出版社，1973。
- 蔣中正，〈總統期勉中研院同仁〉《中央日報》，第 1 版，民國四十七年 4 月 11 日，1958。
- 鄭湧涇，〈我國科學教育改革的回顧與展望〉，《科學教育月刊》，2005，頁 284，2-22。
- 魏明通，《科學教育》，臺北：五南圖書出版公司，2006。
- 羅鴻詔，〈科學與道德〉，《自由中國》，12.3(1955)，頁 94-97。
- 蘇育任，〈我國科學教育改革的新動向〉，《國民教育研究集刊》，87.6(1997)，頁 21-45。
- Berkebile, J. M. (1961, August 4). End-of-Tour report. air gram of ICA (International Cooperation Administration), Taipei, Taiwan.
- Bruner, J. S. (1960). The process of education. New York: Vintage.
- Bybee, R. W., & DeBoer, G. E. (1994). Research on goals for the science curriculum. In D. L. Gabel (Ed.), Handbook of research on science teaching and learning(pp. 357-388). New York: Macmillan Publishing Company.
- Greene, J. M. (2000). The greening of Taiwan's scientific desert: science and the state in the Republic of China, 1949-1969. Harvard studies on Taiwan: papers of the Taiwan studies workshop, 3.
- Jacoby, N. H. (1966). U. S. AID to Taiwan. New York: Fredric A. Praeger Publishers.
- King, K. P.(2001). Technology, science teaching, and literacy: A century of growth. New York: Kluwer Academic Publishers.
- NSSE(1944). Radio in elementary school science. Science education in American schools: the 46th yearbook part 1. National Society for the Study of Education(NSSE),104-105.
- Yen, Johnson. C. (1959). The road to tomorrow: a progress report of United States technical cooperation education projects in the Republic of China, 1952-1959. Taipei: National Educational Material Center.

Meaning and Edification of Chao Chin-Chi's Philosophy for Taiwan's Science Education History

CHEN Chengfan *

Abstract

Framework and content of Chao Chin-Chi's philosophy are highly relevant, from the beginning, to the development of the science education history of the Republic of China (hereinafter referred to as Taiwan's science education history). If one hopes to clarify the development of Taiwan's science education history, one must seize the issue whether science and humanity are balanced. This is the main shaft of Chao Chin-Chi's philosophy. He expressed his relentless care for many years. In his later years, he was inspired by Jin Yue-ling's philosophy, and then proposed the concept of authenticity or unperturbedness as the philosophy of new science education. Firstly, this article uses Chao Chin-Chi's individual life histories to understand how the concept of authenticity or unperturbedness become the focus of Chao Chin-Chi's philosophy, and then sets out five stages of Taiwan's science education history: National spirit education, Elitist science education, Professional science education, Integrated science education and National science education, and interprets Chao Chin-Chi's thoughts at each stage for how these thoughts were conceived and what degree of influence is produced to science education in Taiwan in order to summarize the meaning and edification of Chao Chin-Chi's philosophy for Taiwan's science education history. Through the process of sorting out Taiwan's science education history to come up with a conclusion: in the professional process of the framework for the progressive Taiwan's science education history, technicalization of science education is unavoidable phenomenon. However, research issues of Taiwan's science education are getting narrow and trivial, making science education occurring Thomas S. Kuhn's paradigm, which is facing a scientific crisis. The concept of authenticity or unperturbedness in Chao Chin-Chi's philosophy is meaningful and inspiring for Taiwan's science education history, which provides

* Postdoctoral Fellow, Science Education Center, National Taiwan Normal University

.....
thoughts path to effectively solve the crisis in science education. It is required to observe continuously.

Keywords: Chao Chin-Chi's philosophy, Taiwan's science education history, the balance of science and humanity, authenticity or unperturbedness, science education

摘要集

秦九韶大衍求一術的近代應用

張耀祖*

摘要

由於中文方塊字一字一音的特性，極利於數字運算，加上使用先進的十進位值制，發展出以算籌為工具、演算法為特色的中國數學，與發展出演繹為特色的希臘數學中西呼應，為人類數學發展的兩大主流。

優異的數字計算能力，讓中國人在解方程問題方面優於西方，因此比西方更早發展出解線性聯立方程以及同餘方程的系統解法。

南宋數學家秦九韶提出大衍求一術，是同餘方程系統解法的關鍵步驟。他的傑出成就，博得科學史之父—薩頓(G. Sarton, 1884—1956)極高的評價，稱讚他“是他那個民族、他那個時代、並且確實也是所有時代最偉大的數學家之一。”

在這個報告中，我們將介紹大衍求一術的近代應用：目前數位影音、通訊應用中一個極為關鍵的技術—糾錯編碼理論，其中的解碼過程所用的技巧，可以說是大衍求一術的現代版；此外，許多近代工程技術也用到了該方法，是一個相當重要的工具。

* 義守大學應用數學系教授

「同行相嫉」：梅威令醫生與其他洋醫 關於中國人西醫教育的爭議

朱瑪瓏*

摘要

1880 年代，中國海關醫師梅威令(Dr. W. W. Myers)於打狗（今高雄）開始了一個教導中國人西方醫學並賦予證照的計畫。四個梅醫師的中國學生於 1886 到 1888 年間，在香港及上海進行了證照考試。兩個主要港口城市的報紙對此的高度關注，包含了針對梅威令的相關批評。本文嘗試論證這些洋醫同行對梅威令的批評，（主要來自醫療傳道士），以及梅威令的反擊，透露出當時在中國的洋醫之間彼此的矛盾。這個矛盾進一步顯示了西醫專業的世俗化過程。這些在本土受教的華人西醫的加入，儘管一開始人單勢薄，卻成為西醫專業科層裡，在殖民史的脈絡中，被認可的底層生力軍。

關鍵詞：梅威令、西方醫學、醫學教育、專業

* 美國紐約州立大學賓漢頓校區歷史系博士候選人

“Professional Jealousy”: Controversy between Dr. W. W. Myers and his medical colleague in Medical Education for Chinese

ZHU Marlon*

Abstract

In the 1880's, Dr. William Wykeham Myers, a medical officer of the Chinese Maritime Customs in Takow (Kaohsiung) had made a scheme of both educating and certificating Chinese in western medicine. Four of Myers' students had been educated in Takow and taken exams in Hong Kong and Shanghai from 1886 to 1888. The high publicity of these exams on newspapers in both principal port-cities in China arose several critics on Myers' enterprise. Major criticism came from medical missionaries who had also trained their Chinese assistants. Focusing on these criticisms, this article argues that this controversy had pinpointed the tension among western medical practitioners in late nineteenth-century China. This tension had demonstrated a process of “secularization” of Western medical profession, which further secured medicine as a profession in the intricate colonial context. The recruiting of Chinese had supplemented the hierarchy of the profession with a vulnerable base in various western settlements in China and Southeast Asia.

Keywords: W. W. Myers, Western medicine, Medical education for Chinese, Profession

* Doctoral Candidate, Department of History, State University of New York at Binghamton.

公醫制度：日治臺灣醫學教育的濫觴

巫潔濡*

摘要

後藤新平在臺提出公醫制度的用意，除了配合推行鴉片漸禁政策、改善殖民地環境衛生以吸引更多日人來臺，更期望這些受過西方醫學教育的日籍公醫能成為傳遞文明知識與殖民理念的先鋒。然而，欲以日籍醫師與公醫制度作為唯一基層醫療人員與體制的想法，很快地由於財政短缺、志願任職公醫者「質」的參差與「量」的不足，不得不以培養及任用臺灣醫師，且逐步開放公醫人選的限制，來解決執行該制度時所面臨的困境。出乎意料的是，大多數的臺籍醫學校畢業生並未如殖民政府預想般成為公醫，而是選擇回到故鄉在自己的私人診療所執業。這個情況，一直要等到大正九年（1920），臺灣的政權制度由中央集權改為地方分權，州廳政府獲得任用公醫的權力與義務，地方上的臺灣醫師以「囑託公醫」的身分回到該制度內，才改善公醫人數長久以來不足的問題，只是這般操作上的轉變，卻也將公醫制度的意義帶離了後藤新平最初的構想。

本文以「公醫制度實行上的困境成就了日治臺灣醫學教育」為假設，在論述的主軸上則試圖以公醫制度與醫學教育的互相影響，來呈現公醫制度從構想、實施到轉變背後的意義。「濫觴」不僅指醫學教育的出現，且代表公醫制度與醫學教育互為因果的開端，更預告著爾後公醫制度的演變。

關鍵詞：公醫制度、醫學教育、囑託公醫

* 法國高等社會科學院健康、人口、社會政策碩士

The Public Dispensary System: The Seed of Medical Education in Colonial Taiwan (1895-1945)

WU Chiehju*

Abstract

The public dispensary system was designed by Gōtō Shinpei in order to promote the policy of progressively inhibiting opium in Taiwan and to improve the colony's environment sanitation. Public dispensary doctors were also expected to offer primary medical care and to act as the communicator of civilization and the pioneer of colonialism. However, because of the financial problems, insufficient and unqualified Japanese medical personnel, the system could not have been operated thoroughly. The colonial government thus launched medical education to train Taiwanese doctors. Persons selected restriction for public dispensary doctors also had been relaxed. Unexpectedly, most graduates of official medical school practiced medicine in their own private dispensaries rather than public dispensaries. The problem of insufficient public dispensary doctors had not yet been solved. Until 1920, the organization of the colony was changed from centralism to regionalism. The local governments had obtained the authority to appoint public dispensary doctors. Many Taiwanese private dispensary doctors therefore were employed as "entrusted public dispensary doctors". The insufficiency situation had finally been improved. Nevertheless, the public dispensary system had also been far away from Gōtō Shinpei's design.

Keywords: Public Dispensary System, Medical Education, Entrusted Public Dispensary Doctors

* Master, Santé, Populations, Politiques Sociales (SPPS) , École des Hautes Études en Sciences Sociales (EHESS) , Paris, France

戰後臺灣墮胎技術發展史（1945-1984）

吳燕秋*

臺灣自日治時期禁止墮胎，墮胎卻未因此絕跡。依據人口統計資料及醫師推估顯示，戰後墮胎有逐漸增長之勢。問題在於這些不斷增加的墮胎數，是用何種方法進行的，技藝的傳播過程為何？又遭遇什麼樣的技術競爭？技術發展上又歷經什麼樣的變遷？則須進一步探討。因此，本文擬從墮胎技術與社會、經濟、文化互動的脈絡切入，釐清戰後臺灣墮胎技術的發展軌跡，時間斷限上起 1945 年，終於墮胎合法的 1984 年。戰後墮胎技術可粗分為傳統藥物及西醫手術二類，約在 1960 年代，傳統用藥墮胎知識逐漸消失。此時引進的真空吸引術，與過去講究技藝訓練的子宮擴刮術（Dilation and Curettage，簡稱 D&C），發展出既競爭或合作的關係。不過真空吸引術的早期應用，曾在其他國家引起爭議，如操作技巧、電壓調整等問題，但在臺灣，卻少見醫師討論這類操作問題。亦曾有本土醫師企圖以腳踏式的真空吸引器與進口的真空吸引機競爭，但未獲得太大的迴響。然而，同樣利用真空原理的月經規則術（Menstrual Regulation，簡稱 MR），卻得以 1970 年代因國際人口組織的倡導下，風光傳入臺灣，甚至成為墮胎的代名詞。出人意料之外的是，在優生保健法通過後，月經規則術並未延續其盛況，反逐漸式微。

* 中央研究院人社中心衛生史計劃博士後研究員

A History of Abortion Techniques in Taiwan from 1945 to 1984

WU Yanchiou*

Abortion was prohibited in Taiwan starting from the colonial period under Japan. However, the law did not stop people from having abortions completely. According to the population statistics and the estimates of doctors, the number of abortions kept increasing after World War II. There are some questions to investigate further. How did people induce abortion? How were the abortion techniques communicated? What kind of competition was there between abortion techniques? What changes took place in the development of abortion techniques? This paper, covering the period of 1945 to 1984, will clarify the development of abortion techniques after World War II, including the influence on abortion techniques from society, economy and culture. The abortion techniques can be categorized as medical abortion and surgical abortion. Medical abortion disseminated by laypersons declined gradually during the 1960s. The development of surgical abortion was more complicated than the former. The electrical suction evacuation technique, introduced in the 1960s, competed and coexisted with Dilation and Curettage (abbr. D&C), the most common abortive surgery before the 1960s. There was some controversy about electrical suction evacuation, but this was rarely discussed by gynecologists in public. One gynecologist invented new equipment for vacuum aspiration with a foot pedal to replace the electrical suction evacuation equipment, but it was not a success. Menstrual Regulation (abbr. MR), which was based on the same principle as electrical suction evacuation, was introduced with the help of international population organizations in the early 1970s, and popularized by many gynecologists. Unexpectedly, Genetic Health Law, passed in 1984 to legalize abortion, didn't make MR more popular. On the contrary, MR was on the decline due to its deficiencies.

* Postdoctoral Fellow, Program for History of Health , Research Center for Humanities and Social Sciences of Academia Sinica.

臥軸式風力翻車的構造分析

林聰益* 呂金塗** 林育昇***

摘要

中國在二十世紀前對風力的利用除了帆船外，在陸上主要是用於帶動翻車（即龍骨水車），以提水灌溉或汲水曬鹽。風力翻車依據其風帆的運作方式又可分為立軸式與臥軸式。立軸式風力翻車最早文獻記載是在南宋（12世紀），而臥軸式風力翻車則約在明末清初（17世紀）出現，李約瑟認為其受到耶穌會傳教士的影響，但其技術和傳動原理應是來自立軸式風力翻車。其構造在文獻的記載極為簡略，只記述其「用風帆六幅」，直到1993年張柏春與馮立升對江蘇連雲港市贛榆鹽場的臥軸式風力翻車進行考察與測繪，才有詳細的記載。然此型與近現代文獻的圖示或照片仍有些差異，經本研究可知，這種臥軸式風力翻車是具有六篷式風車，其臥軸是由一固定的四方錐形立架和一可移動人字支架所支撐，臥軸中點有六眼鉢，插入6根桅桿，桅桿相鄰間在外端用鐵絲連結成正六邊形，其每個角再用鐵絲前後分別連結臥軸的兩頭，桅桿上用定滑輪升掛約1.3米寬、2米長的布篷。在四方錐形立架中心豎一立軸，其上端的齒輪機構可傳遞風車的轉動與扭力，經立軸下端的齒輪機構帶動車軸上的早撥，使翻車能連續提水上岸。根據風向調整人字支架，視風力大小決定布篷張開帆數，約3級風即可運作，超過6級風則有翻覆的危險，故一般都有專人管理，此一架風車可灌溉農田約30畝。

關鍵詞：風力翻車、龍骨水車、風車

* 南台科技大學機械工程系副教授

** 南台科技大學機械工程系副教授

*** 南台科技大學機械工程系研究生

Structure Analysis of the Horizontal Shaft Wind-powered Chain Pump

LIN Tsungyi* LU Chintu** LIN Yusheng***

Abstract

The use of wind power in China before the twentieth century, in addition to sailing, is mainly to drive the Chinese chain pump(翻車) on land, used to raise water for irrigation or basking salt. According to its operation, wind-powered chain pumps can be divided into vertical and horizontal shaft types. The earliest record of vertical shaft wind-powered chain pump was in the South Song Dynasty (12th century), while the horizontal shaft wind-powered chain pump appeared in 17th century. Joseph Needham believed that the horizontal shaft wind-powered chain pump was affected by Christ missionaries, but its technology and transmission methods should be inherited from the vertical shaft type.

The statement of wind-powered chain pump in literature was very simple; it only noted that wind-powered chain pump had six sails(用風帆六幅). Records were not detailed until Baichun Zhang and Lisheng Feng explored and sketched the horizontal shaft wind-powered chain pump in Ganyu Saltwork (贛榆鹽場), Lianyungang Jiangs. Even though Zhang and Feng described what the wind-powered chain pump was, it still differed from the original one.

This study shows that a horizontal shaft wind-powered chain pump possessed a six-sail style windmills, and its horizontal shaft was hold by a fixed pyramidal tower and a moveable herringbone stand. There was also a six-hole joint in the middle of horizontal shaft which could insert six masts. Chinese people used steel wires to coil the six apexes of masts so that the shape of joint was just like a hexagon. They also fixed the six apexes to the top and bottom of horizontal shaft, and then installed fixed pulleys on the mast to raise sails about 1.3 meters wide and 2 meters long. By

* Associate Professor, Department of Mechanical Engineering, Southern Taiwan University

** Associate Professor, Department of Mechanical Engineering, Southern Taiwan University

*** Graduate Student, Department of Mechanical Engineering, Southern Taiwan University

standing a vertical shaft in the middle of pyramidal tower, the gear mechanism in the top of vertical shaft can transform torque, and the gear mechanism in the bottom of vertical shaft can drive the land gear on the transmission shaft to raise water from the river continuously.

This kind of windmill only needs third-grade wind to work. If the wind velocity is higher than that of sixth-grade, it might be overturning dangerously. So, the wind-powered chain pump is always managed by a specialist. The herringbone stand must be adjusted according to the wind direction; the number of spread sails should be decided according to the wind strength. The horizontal shaft wind-powered chain pump can irrigate a farmland about 30 mu (畝) (0.494 acres).

Keywords: Chinese chain pump, windmill

水運儀象臺之水運儀的復原製造

林聰益* 曾聖超**

摘要

本文是記述座落於臺南縣樹谷生活科學館前之「水運儀象臺的水運儀」的復原製造過程。水運儀象臺是在 11 世紀北宋時期，由蘇頌領導韓公廉等太史局技術官員於元祐年間（1,086~1,092 AD）所建造的一座將渾儀（天文觀測儀器）、渾象（天球儀）、以及報時裝置等三個工作系統整合在一起之水力運轉的天文鐘塔。水運儀是由水運儀象臺的水運系統和水輪秤漏裝置所組成的，是整座天文鐘塔的步進動力水輪。其中，水輪秤漏裝置與現代機械鐘之擒縱調速器的功能相同，是用來產生等時性間歇運動的機構，它是世界最早的機械鐘擒縱調速器，也是古中國擒縱調速器的基本型式。水運儀可以讓水運儀象臺上的渾儀、渾象一步一步地追天運行，使其五層木閣能準確報時。

本次水運儀的製造是根據北宋蘇頌所撰的《新儀象法要》上記載之水運儀象臺的水運系統和水輪秤漏裝置所復原的，包含其構造、尺寸、及形制皆符合《新儀象法要》的記載。整座水運儀是以青銅為主要材料，用傳統工藝製造出與原物大小相同尺寸（約長 4.7 公尺、寬 2.3 公尺、高 4.2 公尺）之實物，不但能重現水運儀象臺的步進運動，並可融入生活科學館的建築與展示意境。

關鍵詞：水運儀象臺、水運儀、復原製造

* 南台科技大學機械工程系副教授

** 南台科技大學機械工程系研究生

A Reconstruction Fabrication of the Water Power Device of Su Song's Clock Tower

LIN Tsungyi* TSENG Shengchao**

Abstract

This is the record of reconstruction fabrication process of the water power device of the Su Song's clock tower in the Tree Valley Park, Tainan City. Su Song's clock tower (Water-Powered Armillary Sphere and Celestial Globe, an astronomical clock tower) reflected the achievements of ancient China in both astronomy and mechanics during the 11th century. It was built by Su Song and Han Gong-Lian during 1086 ~ 1092 of the Northern Song Dynasty. It integrated three working systems including the armillary sphere, the celestial globe, and the time-telling system. The water power device which is the step water-powered wheel of the astronomical clock consists in the water-transport system and the waterwheel steelyard-clepsydra of the Su Song's clock tower. Moreover, the waterwheel steelyard-clepsydra device used to generate intermittent movement had the same function with the escapement regulators of modern mechanical clock. It is not only the earliest mechanical clock escapement regulators in the world, but also the basic escapement regulators type of ancient Chinese. The water power device drove the armillary sphere and the celestial globe of Su Song's clock tower running and made the five-storey wooded pagoda tell time accurately.

The fabrication of the water power device was based on the Su Song's clock tower's water-transport power device and the waterwheel steelyard-clepsydra device in *Xin Yi Xiang Fa Yao* written by Su Song, including its structure, size, and shape. The whole water power device was made by bronze as the main material and utilized traditional techniques to present the its original size(Length 4.7 m, Width 2.3 m, Height 4.2 m). It not only reproduced the step motion of Su Song's clock tower, but also blended with the building, Tree Valley Science Museum, and the artistic conception.

Keywords: Su Song's clock tower, water power device, reconstruction fabrication

* Associate Professor, Department of Mechanical Engineering, Southern Taiwan University

** Graduate Student, Department of Mechanical Engineering, Southern Taiwan University.

常山、青蒿與砒霜： 從藥方比較觀察瘧對宋代醫學的影響

陳韻如*

摘要

透過比較宋代(960-1279)以常山、青蒿或砒霜等物抗瘧的藥方，本文試圖探究：相較於前代，此時期的醫者如何提出更多治瘧的嘗試與討論，進而呈現瘧至宋代已成為醫者關注的疾病。

本文的研究目的為討論一項醫療史的假說：隨著全國水稻栽種面積的增加，宋代瘧的流行率也相應上升。由於現存的史料多未記載爆發的疾疫是否為瘧，我們無法統計瘧的流行數目。既然數目檢證不可行，本文將由比較抗瘧藥方探討此假說。學界已指出常山自漢代以來便是常用的治瘧藥物，而青蒿與砒霜則至宋時才普遍應用於抗瘧。延續此觀察，本文將比較這三類藥物的藥方組成、製方過程、施用時機、與使用規範，勾勒宋代醫者如何摸索更有效的治瘧方法。本文希望藉此論證：縱然不清楚瘧的流行數增長，但從醫者對治瘧的關注，可知宋時瘧成為了更受醫學重視的疾病。

* 英國牛津大學東方研究所博士生

Changshang, Qinghao, and Pishuang:
Observing the Influence of Intermittent Fever on the
Song Medicine by Comparing Relevant Prescriptions

CHEN Yunru*

Abstract

By comparing how physicians and authors of medical texts in the Song (960-1279) applied *Changshang*, *Qinghao*, and *Pishuang* to medical practice against intermittent fever, this essay argues that the physicians and authors engaged themselves in proposing treatments for such fever much more than those in previous periods did. This argument tends to demonstrate intermittent fever became an important issue in the Song medicine because of its prevalence.

This essay aims to discuss a hypothesis in the medical history: areas of wet-rice cultivation increased during the Song and correspondingly the prevalence of intermittent fever increased. It is difficult to calculate the number of intermittent fever in the Song because extant sources rarely recorded explicit sorts of occurring epidemics. Since the calculation is difficult, this essay discusses this hypothesis through a comparison between prescriptions composed by *Changshang*, *Qinghao*, or *Pishuang*. Regarding these prescriptions, historians have observed a trend that while *Changshang* had served to treat intermittent fever since the Han period, *Qinghao* and *Pishuang* began to be applied to cure the fever during the Song. On the basis of this observation, this essay compares composite of and preparation for these prescriptions, as well as conditions and regulations of applications. This essay then tends to propose that although the specific number of intermittent fever remains uncertain, increasing attention of treating intermittent fever demonstrates the fever became a much-discussed subject of the Song medicine.

* Doctoral student, Faculty of Oriental Studies, University of Oxford

臺灣詩中的明清小冰期(1624-1895)

林明聖*

摘要

由王善宗、齊體物、林慶旺、王璋、高拱乾、婁廣、莊年、褚祿、覺羅四明、余文儀、余延良、金文焯、朱仕玠……等人的「雞籠積雪」，盧觀源的「臺陽山川風物迥異中土因就遊覽所及誌之以詩」，劉明燈的「金字碑」，林豪的「客自雞籠還，言形勢甚悉」，楊浚的「雞嶼晴雪」詩中，明確的得知當代基隆積雪的事實。由上述的詩作的寫作時間可以整理出來有五個時期，分別為I期（1690-1705年）、II期（1743-1747年）、III期（1759-1768年）、IV期（1812-1814年）、V期（1867-1871年）。

基於詩文寫作必定晚於降雪，重新檢視臺灣降雪紀錄，最接近I期（1690-1705年）者為周鍾瑄、陳文達、王必昌、唐贊袞、朱仕玠分別編撰的地方志中紀錄的1683年「雨雪」、「冰堅厚寸餘」、「雨雪冰」、「北路降大雪，寒甚」的記載，當年不僅臺灣下雪，1654、1683、1684年，廣東的南海、番禺、廣州也有「冬大雪霜」，海南島的文昌也有「冬大寒雨雪，海魚凍死，檳榔盡枯」的報導。此時期屬於中國第五冰期（1644-1720），其成因可能與蒙德爾太陽活動極小期（Maunder Minimum, 1645-1715）有關。

II期（1743-1747年）、III期（1759-1768年）臺灣地方志雖無降雪記載，而且也非中國冰期，但廣州在1735年「正月十三、十四等日，省會一方，微降雪珠」。1758年時廣東的南海、番禺、順德、廣州皆記載「正月有雪」，而粵東的豐順縣志甚至用「嚴寒無異於北京」來形容。此時期究竟真實性、成因為何？有待探討。

IV期（1812-1814年）早於1815、1817、1824年有「臺中及苗栗雨雪、奇寒、結冰寸餘」的報導，特別是1815-1816年，全中國各地幾乎都有降雪的報導，雖說目前已知與1815年印尼坦博拉（Tambora）火山爆發有關，然而火山噴發時期恰巧與道爾頓太陽活動極小期（Dalton Minimum 1795-1825）也應該扮演著推波助瀾的角色。

臺灣最接近V期（1867-1871年）者為陳培桂、沈茂蔭分別編撰的地方志中紀

* 臺北市立教育大學自然科學系副教授

錄的1857年「大雪」、「屯山積幾尺」等記載；而廣東雖無志書記載，卻在番禺的詩人潘恕在「雙桐圃集」中的「九曜橋賞雪歌」寫道「今年（1861年）辛酉臘月初，上天雨雪如珍珠。瑩瑩魚目光閃爍，皎皎晶鹽堆密疏」的詩句，證明確有其事。此時期屬於中國第六冰期（1840-1880年），也剛好位在未命名的太陽活動極小期範圍。

以上由詩中找到的明清小冰期記錄證實了當年氣候變化確實影響了臺灣，至於其驅動機制主要與太陽黑子活動的平靜期有一定的相關性。

關鍵詞：小冰期、臺灣、詩、太陽黑子

Summary of the Little Ice Age (LIA) in Taiwan Poems, 1624-1895

LIN Mingsheng*

Abstract

According to the historical poem records which show 38 years with cold winter when snow fall occurred in Taiwan, it is found that the Little Ice Age began in 1690 and ended in 1871. During this period there were five cold stages, i. e. 1690 to 1705, 1743 to 1747, 1759 to 1768, 1812 to 1814 and 1867 to 1871, while four relatively warm stages were intercalated between two cold ones. The cold stages of Little Ice Age are essentially consistent with the tranquil periods of sunspot activity.

Keywords: Little Ice Age; Taiwan; Poem, Sunspot Activity

* Associate Professor, Department of Natural Science, Taipei Municipal University of Education.

空氣動力車史

陳怡靜* 吳明德**

摘要

在 19 世紀時，法國的科幻小說家曾撰文描繪出未來世界的情景，街道上奔馳的汽車都是以空氣作動力用壓縮空氣做為交通工具的動力來源。最早能夠實際成功運用的，應該是作為水中武器的魚雷；而以壓縮空氣作為動力驅動的軌道車與空氣車，在一百五十年以前就陸續在歷史中出現過，可惜當時缺乏安全耐壓的複合材料氣瓶，因此曇花一現。空氣引擎目前發展出壓縮式與迴轉式兩種主要形式。其中最著名的壓縮式空氣引擎，是總部設在法國的 MDI 公司所開發的，其創辦人 Guy Negre 曾經設計方程式賽車引擎。

相較於壓縮式空氣引擎，迴轉式空氣引擎體積小，而且效率更高，其中一款迴旋運轉空氣引擎（Rotary Air Engine）是由義大利裔的澳洲人 Angelo di Pietro 所發明，壓縮空氣動力將可有效取代高污染的石化燃料，甚至比電池科技來的成熟，未來壓縮空氣加氣站普遍設立後，將可見到空汽車奔馳在街道上。

* 國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展研究所

** 國立臺灣大學工程科學與海洋工程研究所教授

The History of Air Car

CHEN Yiching* WU Mingte**

Abstract

In 19th century, the French sci-fi writer ever described the scene in the future world, where the vehicles were powered by compressed air. The torpedo used as the weapon under water should be the earliest successful application of air engine. The motor-trolley and air car empowered by the compressed air had already appeared in history 150 years ago, but they couldn't have last long because of the lack of the safe gas cylinder made of compound materials. The most famous compressed air engine was designed by the MDI in France, whose inventor, Guy Negre, used to design the engine for Formula automobile race.

The rotary air engine is smaller than the compressed air engine in size, and works with higher efficiency. One model of the rotary engine was invented by Angelo di Pietro, who is Italian lineage Australian. The rotary air would replace the petrochemical fuel with highly contamination, which is even more mature than the battery technology. We will see the air cars everywhere on streets after the compressed air station are set well in the future.

* Department of Technology Application and Human Resource Development, National Taiwan Normal University.

** Professor, Department of Engineering Science & Ocean Engineering, National Taiwan University

記錄資訊的輪子

吳明德* 陳怡靜**

摘要

曾有人說人類最偉大的發明，除了用火之外就是發明輪子。換個方向將輪軸直立，放上黏土就變成製作陶器的轆轤，轉動轆轤就可以在陶土上刻畫圖案。在崎嶇不平的西藏高原，輪子不是用來帶動車輛，而是記錄經文的法輪。將輪子裝上發條動力並依照樂譜刻上凸點，敲擊長短不一的金屬簧片，就化身為音樂盒，發出奇妙的旋律。將輪面上擺著刻有凹痕的黑色膠盤，與連接動線圈的金屬針，就轉變成為唱機；再換成塗上磁粉的圓盤與磁頭，就變成磁碟機。塗上具有反光特性的鍍膜與雷射讀寫頭，就變成光碟機。最新的奈米科技—「原子力顯微鏡」的動作原理，與唱機裡的唱針拾取訊號概念是十分相似的。只不過是改用極微小的探針相距觀察的物件僅數十奈米，透過凡得瓦力作用來感測物體的表面起伏變化，未來將可利用這個原理來記錄大量的資訊。可見科技的創新不是一蹴可幾的，需建立在過去的創新與發明之上。

* 國立臺灣大學工程科學與海洋工程研究所教授

** 國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展研究所

The Wheel Records Information

WU Mingte* CHEN Yiching**

Abstract

Someone ever said that the greatest invention is wheel despite of the usage of fire. When we put the axle erect and smear it with clay, it would become a hoisting tackle. And we can curve on the clay when the hoisting tackle is rotated.

When the wheel was wound with a spring, and curved with salient points according to the notation, it would become a music box going off music if we knock the reeds in different length. When we put the black plate curved with indents on the wheel and connect the wheel with moving coil, it would become a record player. If we replace it with the plate and point treated with magnetic powder, and it will become a disk driver. When it is treated with coating that can reflect lights and with laser read-write head, it will become a CD-Rome drive. The theory of the latest nanotechnology, "atomic force microscope" is very similar with the concept of the gramophone needle in the record player when it pick up the signals. The only difference is that the needle was replaced by a tiny probe that the distance between the observed objects is only a few nanometers, which can record the change on the surface of the object through the Van der Waals Force, and we can use the theory to record a great amount of information. From this we can know the innovation of technology is not achieved in no time, but built in the innovation and creation in the past.

* Professor, Department of Engineering Science & Ocean Engineering, National Taiwan University.

** Department of Technology Application and Human Resource Development, National Taiwan Normal University.

從技術與審美趣味看論南宋官窯演進的內外因素

陳東和*

摘要

官窯為南宋物質文化的重要代表，而支配其發展的因素很多。自中興渡江後，襲故京遺制，在脩內司置窯燒造精緻、油色瑩澈的青器，到郊壇下別立新窯，南宋官窯的發展有其演變的政治、社會經濟及文化脈絡。過去關於南宋官窯的研究，由於缺乏考古出土材料佐證、比對，一直存在許多難題，例如年代、來源、文獻記載的可靠性及對其有不同的解讀等問題。而隨著杭州鳳凰山老虎洞及烏龜山郊壇下官窯遺址的發掘及許多學者投入相關研究，不少問題逐漸明朗化。

從出土的瓷片標本來看，南宋官窯乃從厚胎薄釉向薄胎厚釉發展，而此演進的現象之外，有其或隱或顯的技術與審美趣味的影響因素。釉的開片是官窯的重要表徵，也是審美趣味的核心之一。從無意、簡單的開片線條，到經營層次堆疊的冰裂紋，南宋官窯的發展乃從一種二度空間的審美趣味跨入到三度空間的意象欣賞裡，這無疑是一種創新與突破。而這種三度空間意象的營造，若沒有多重掛釉技術的發展，便無從發生。然而，究竟是技術的內在發展導致審美趣味的轉向，抑或是對一種新奇的追求，驅策技術的發展？在本文中，我們將從檢視傳世與出土官窯出發，探討南宋官窯演進過程中，技術發展及審美趣味演變的內與外的驅動因子以及交織的相互影響。

* 國立故宮博物院登錄保存處助理研究員

Evolution of the Southern Song Guan wares: Influence from the Entanglement of Technology and Taste

CHEN Tungho*

Abstract

The Guan ware is one of the most important representatives of the material culture of the Southern Song dynasty (AD 1127-1279). The excavated shards from Laohudong Kiln and Jiaotanxia Kiln in Hangzhou demonstrated that one of the principal evolutionary characters of the Southern Song Guan ware is from “thick body with thin glaze” to “thin body with thick glaze”. Technology and taste are, behind the appearance of glaze, dominantly or recessively, two main driving forces responsible for the evolution. As an aesthetic index, the crackle of glaze was developed from unintentional simple lines to intentional stacked cracked ice pattern. The turning from two-dimensional appearance to three-dimensional image is certainly an innovation. However, without the multi-layer firing technology, the three-dimensional image can't be produced. One may pose questions: does the inner development of technology lead to the change in taste, or does the quest for aesthetic variation conduct the improvement in technology? In this work, the influence of the entanglement of technology and taste to the evolution of the Southern Song ware is explored.

* Assistant Curator, Department of Registration and Conservation, National Palace Museum.

都江堰水利工程再探

林加豐*

摘要

西元 1974 年於都江堰入水口處發掘東漢李冰石像，證明《史記》、《水經注》等論著的記載是有依據的，然考古發掘的石像位置與今日都江堰堰體入水處存在著不一致的問題。又，試析後魏酈道元(?-527)對岷江主支流的論述，也會發現與今日的河道水勢明顯不同。

在清人楊守敬(1839-1915)所編繪的輿圖中，確實也發現古今岷江於都江堰處已出現改道的狀況，並將其時間斷於五代，但其繪依據目前已無法確知，故在近人研究論著中，此圖文資料較少被利用。回顧五代前蜀時期，杜光庭(850-933)所呈賀牋，是否就是楊氏所言堰體位移的關鍵時刻？而該堰體真能對抗兩千多年來的江水及洪災的沖刷而無損毀？

以上諸多疑惑，均成為今日爭辯李冰所修都江堰堰體是否必然包括魚嘴、飛沙堰、寶瓶口三項工程？

是故，本文試圖重新查找正史地理志、唐宋方志、文集、輿圖等文獻，並配合地下考古文物，及自然地理學科（地形學）的輔助下，再次論述五代時期岷江與都江堰兩者的變動關係。

* 國立中正大學歷史研究所博士生

A New Investigation on the Formation of Dujiang Weir: Based on a Letter Presented to Emperor by Du Guangding

LIN Jiafeng*

Abstract

The stone statue of Li Bing, sculpted in the Eastern Han Dynasty and excavated from water inlet of Dujiangyan in 1974, authenticates the descriptions in *Records of the Grand Historian*, *Shui Jing Zhu*(*Commentary on the Waterways Classic*), etc. Nevertheless, on one hand, the excavation site of the statue is inconsistent with present-day water inlet of Dujiangyan. On the other, the description concerning the main tributary of Min River in the work of Li Daoyuan(?-527) obviously conflicts with the trend of waterway today.

In the chorographic maps by Yang Shoujing (1839-1925) of Qing Dynasty, there were clear findings for the redirection at Dujiangyan of Min River, which by Yang's estimation could be traced back to Five Dynasties. Unfortunately, the evidences upon which those maps were based can no longer be confirmed. His maps are therefore less referenced by modern writings. As revealed in the congratulatory notes by Du Guangding (850-933) and claims in Yang's work, it is doubtful that Former Shu of Five Dynasties was the critical period when the weir started to change arrangement. It is also questionable that the weir can stay undamaged against the flushing of river and flooding for two thousand years.

The above-mentioned questions lead to the debate whether the weir of Dujiangyan constructed by Li Bing really consisted of these three constructions: Yuzui (Fish Mouth Levee), Feishayan (Flying Sand Weir) and Baopingkou (Bottle-Neck Channel).

As a result, this paper attempts to rediscover the movement connection between Min River and Dujiangyan during Five Dynasties period by means of reviewing the documents, such as official geographical annals, local gazetteers of Tang and Song

* Doctoral student, Department & Institute of History, National Chung Cheng University.

Dynasties, anthologies, chorographic maps, in combination with archaeological findings and with the help of physical geography (geomorphology).

Keywords: Dujiangyan, Li Bing, Du Guangding, Yang Shoujing, Shui Jing Zhu

師夷長技：清代子母砲之制度及其應用

周維強*

摘要

清代的子母砲，是沿襲自前明的佛郎機銃。佛郎機銃自明正德年間輸入中國後，被明人大量的仿製，並配屬於軍隊之中，成為明軍的主力火器。明末清初，佛郎機銃在西洋傳教士的砲學知識協助之下，逐漸成為性能穩定的輕型高倍徑後膛火砲，因此也受到清軍的重視，大量配屬在八旗和綠營之中。

本文著眼於科學史和軍事史脈絡下的子母砲研究。首先，本文擬查考耶穌會士對於此砲的改良情況。其次，試探清軍水陸兩軍中布署及修造制度加以考察。第三，清代將領頗好捐造此砲，但在康熙末年至雍正年間曾有限造之舉，本文將探析此一史實及其影響。第四，清廷對於火器甚為崇拜，每年均於蘆溝橋舉行祭祀和燃放火砲，本文將探究此一禮儀之形成過程及其內容。最後，將評析子母砲在戰爭中之表現。

關鍵詞：子母砲、佛郎機銃、耶穌會士、火砲史

* 國立故宮博物院圖書文獻處助理研究員

The Zi-mu-pao and Qing Empire: it's models, deployment, maintenance and effectiveness

ZHOU Weiqiang*

Abstract

In the Qing dynasty, the Zi-mu-pao is the major derived version of Frankish breechloader of the Ming dynasty. In the second decade of the 16th century, Portuguese imported Frankish breechloader to China. The Chinese started to mass-produce and well-deploy these guns to defend their empire. In late Ming and early Qing dynasties, the Jesuits' introduced the European knowledge and technology of artillery into China, Frankish breechloaders were then modified as more sophisticated and highly-caliber cannon. After the Qing took over China, Frankish breechloaders' descendant Zi-mu-pao became a standard weapon and equipped in the Eight Flags Army and Green Banner Army in the Qing empire.

This article contains three major points. First, the Jesuits improved the gun and anatomized the basic models of Zi-mu-pao. In order to understand the relationship between Zi-mu-pao and the Qing Empire, I analysis and discuss the deployment and logistics in Qing army and costal defenses. Second, for the purpose of pledging loyalty, Qing generals often donated Zi-mu-pao to the government. From the late Kang-xi to the Yong-zheng periods, however, the emperors started to reduce the quantity of the Zi-mu-pao. This strategically change indicates that those emperors are eager to control guns in military affairs. In addition, the Qing court highly valued Zi-mu-pao, therefore they offered sacrifices and exercise as a ritual in Lu-gou Bridge. Finally, I also explore the effectiveness and performance of Zi-mu-pao by examining historical archives.

Keywords: Zi-mu-pao, Frankish breechloader, Jesuits, History of Artillery

* Assistant Curator, Department of Rare Books and Documents, National Palace Museum.

江南製造局訂購之化學書籍(1868-1870)： 清末引進西方化學之探討

張濤*

摘要

十九世紀中葉的時候，西方現代化學才開始逐漸由西方傳教士引進中國，而在 1868 年之前也只有一些零星的化學知識被傳入。在甲午戰爭之前，江南製造局是引進西方化學知識最重要的機構，因為江南製造局翻譯局所出版的化學書籍數量與質量遠遠超過同文館及西方教會等機構，因此探討江南製造局所翻譯的化學書籍無非是最能掌握清末中國引進西方化學的歷史原貌的方法之一。從 1868 年 3 月至 1870 年 12 月期間江南製造局所訂購一批化學書籍，無非是研究滿清政府引進西方化學的構想最好的材料之一。本論文研究之目的，除詳細列出江南製造局所翻譯的西文化學書籍的作者、出版地、出版公司及年份等資料外，我們也將它們與同時期的西方化學書籍比較，以便確認它們的化學知識之深淺與範圍，及在西方化學書籍的所佔的質量及數量。為了瞭解江南製造局在中國人幾乎概念的狀況下，如何挑選翻譯一些適合中國人學習的化學書籍，在這個同時，它又必須兼顧軍事化學工業的重責大任，因此我們將基礎化學及軍事化學書籍進行比較，及已翻譯及未翻譯之書籍進行比較。

* 義守大學通識教育中心副教授

Jiangnan Arsenal's Order for Chemical Books (1868 - 1870): The Study of Introduction of Western Chemistry in Late Qing Dynasty

CHANG Hao*

Abstract

Modern Western chemistry began to be gradually introduced into China by missionaries arriving in the middle of the nineteenth century. With the establishment of Tongwen College in 1868, the first modern government school in China, scraps of information regarding Western chemistry began to be mentioned in some of their missionary publications. Moreover, during the period March 1868 to December 1870, Jiangnan Arsenal, the most significant organization for introducing Western science and technology in the Self-Strengthening Movement (c.1861-1895), ordered many Western chemistry and applied chemistry books. Although many of these chemistry books were not translated, and some of them were not even on the order list, Jiangnan Arsenal translated many more chemical books, both in quantity and quality, than any other similar organization of its time. Hence, a study into the chemical translations of the Jiangnan Arsenal is definitely one of the best ways for understanding the tactics of the Qing government in introducing Western chemistry into China in the latter half of the nineteenth century.

After a brief introduction, therefore, the first part of this paper, seeks to give a complete list and detailed information of these ordered books - including author, publisher, and date of publication. The second part of the paper seeks to compare these books with other Western chemistry books in order to confirm their scope and level of chemical knowledge. While in the third part, we seek to classify the chemistry books into 'basic' and 'applied'; and then to analyze why many of the ordered books were not translated. The aim here is to gain some insight into Jiangnan Arsenal's rationale and method for introducing Western chemistry into late Qing China.

* Associate Professor, Center for General Education, I-Shou University.

談木龍：清代乾隆年間治理江南水利的一種河工器具

鄭永昌*

摘要

位於江蘇省洪澤湖流域的清口地方，緊繫著黃河、淮河與運河的咽喉，三河匯聚，水量宣洩疏暢與否，攸關著當地民生經濟、農業發展與國家漕糧運輸的命脈。清代政府重視河道的整治管理，而清口地區黃、淮、運交匯之處，更是歷朝政府整頓河工的焦點。

木龍，作為一種河工水利的護堤器具，首見於十一世紀北宋真宗天禧五年(1021)河南滑州知州陳堯佐採用。惟此法後世煙滅多年，直到十八世紀乾隆年間，河道總督高斌為整治南河(江南段河道)工程而再次復用。

國立故宮博物院現藏清代奏摺檔案、官書文集以及河工圖冊等資料，留下有關當時使用木龍的零星記載，從中提供我們了解當時治河工具的構造、治河技術的水平；更重要是木龍使用之後，改變了河道周邊的地貌環境，成為今人研究十八世紀中國河工史與環境生態史最好的線索。本主題即利用院藏相關檔案文獻與輿圖資料，深入分析清代乾隆年間治河技術與河道環境變遷的一段歷程。

* 國立故宮博物院圖書文獻處副研究員

長江中下游新石器時代晚期玉器工藝 製作前的構圖及其意義

沈建東*

摘要

玉器工藝製作之前的打樣設計是研究玉工藝史方面較被忽略的部份，製作玉器的過程中，不可能邊做邊構思的，因而在工序上無妨包括選料前後的構思部份，即筆者所謂的構圖過程。藉由幾年來的資料收集及部分實際觀察與測量，並運用計算精度較高的軟體進行重建構圖的原貌，對長江中下游新石器時代晚期幾個類型的玉器工藝製作，從器形與工藝痕，及未完成物件上的刻畫痕的測量，發現可能存在著有規律的構圖法，而這類構圖法即可能已運用了圓與圓、圖型之間的關連與變化之運用，也可能是早期幾何概念的濫觴。

本文就以長江中下游玉璜、玉鳥及琮的射口等案例闡述早期構圖法的可能方式，其目的在於說明以下幾個關注的問題：（一）由構圖法發現如玉璜長度的測量較不具意義，而由構圖法呈現的圓的半徑才是有重要的測量意義，大小圓存在著單位倍數的關係。（二）由此可進而推測古代測量長度的基本單位關係，但非最小度量單位。（三）大溪、馬家濱、崧澤文化有相似的構圖及半徑倍數值，良渚時期則有所不同與變化。（四）構圖法呈現了古人對接圓、同心圓、轉換圓心定點及不同圓徑所組成曲度的利用上，可能已有技術層面的了解與掌握。（五）構圖法暗示了相關可能製作工具的存在，筆者亦由此進行了不同圓徑曲度的來回旋截製作方法。

* 國立故宮博物院登錄保存處助理研究員

第九屆科學史研討會籌備委員名錄

- 張 濶 中華民國科學史委員會主任委員
義守大學通識教育中心副教授
- 劉廣定 中華民國科學史委員會委員
國立臺灣大學化學系名譽教授
- 李國偉 中華民國科學史委員會委員
中央研究院數學研究所研究員
- 徐光台 中華民國科學史委員會委員
國立清華大學通識教育中心暨歷史研究所教授
- 陳恒安 國立成功大學歷史系副教授
- 周維強 中華民國科學史委員會委員
國立故宮博物院圖書文獻處助理研究員

Proceedings of the 2011 Conference on the History of Science

Editors: CHANG Hao, LIH Kowei, CHANG Chiafeng, ZHOU Weiqiang, LIN Tsungyi

Contents

Preface	CHANG Hao	I
Agenda of Conference		III
List of Scholars		V
Lecture		
A brief account of chemical research in Republic of China in the past hundred years		
LIU Kwangting		1
Essays		
Chinese Mathematical Arts before the Western Han Dynasty and the Right Triangles at the Zhoubi Suanjing: The Sun Shadow of Zhoubi Suanjing at the Summer Solstice and Slip no. 0304 and 0457 of Shu		
JOCHI Shigeru , LIU Bowen		9
Mathematical Canons in Korean History: Judging from the Contents of the <i>Sanhak chǒngŭi</i> and the the <i>Kujang sulhae</i>		
YING Jiaming		17
Darwinism of 20th Century in Taiwan (Struggle for Survival and Natural Selection)		
LI Siaojong		43

The Researches of Botany in Taiwan during 1895-1945	
LIU Zhaoming.....	53
The History of Species Concept Development in Post-Darwinian Period	
LAI Bochi G.....	63
Filippo Pacini and Vibrio Cholerae	
WEI Jiahung.....	71
The Empire’s Touch:Fingerprinting Technology in Taiwan under the Japanese	
LIN Chengyu.....	85
Classification and Structure of Chinese Square-pallet Chain-pumps	
LIN Tsungyi, YANG Chengfeng, LEE Yilun	117
Brief Exploration of Topgallant Sails and Topsails for Warships in Qing Dynasty	
LEE Chilin	131
Meaning and Edification of Chao Chin-Chi’s Philosophy for Taiwan’s Science Education History	
CHEN Chengfan.....	145
Abstracts.....	177
Members of 2011 Conference on the History of Science Preparatory.....	209
Contents	210

國家圖書館出版品預行編目資料

科學史研討會彙刊. 第九屆 / 張濬等編輯. —初版

—臺北市：中央研究院科學史委員會，民 101[2012]

面；公分

ISBN 978-986-03-2943-8 (平裝)

1. 科學—中國—歷史—科學史—論文，講詞等

309.207

1010618-0017

書名：第九屆科學史研討會彙刊

編輯委員：張濬、李國偉、張嘉鳳、周維強、林聰益

出版者：中央研究院科學史委員會

地址：臺北市南港區 115 研究院路 2 段 128 號

印刷：全信影印屋（臺北市大安區新生南路三段 76 巷 12 弄 13 號）

網站：<http://quanxin.myweb.hinet.net>

開本：297×210mm

字數：158 千字

版次：民國一〇一年(2012)六月初版

ISBN 978-986-03-2943-8 (平裝)