

第七屆 科學史研討會彙刊

編輯委員：徐光台、郝俠遂、張嘉鳳、張哲嘉、周維強

主辦單位

中央研究院科學史委員會

協辦單位

國立臺灣師範大學數學系

2005 年 3 月 26-27 日

中華民國・臺北

Proceedings of the 2005 Conference on the History of Science

Editors: HSU Kuang-tai, HAO Hsieh-sui, CHANG Chia-feng, CHANG Che-chia, ZHOU Wei-qiang

Sponsor

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

Co-sponsor

Department of Mathematics, National Taiwan Normal University

March 26-27, 2005

Taipei, Republic of China

誌 謝

本論文集 承蒙

中央研究院

贊助出版，特申謝忱。

目 錄

寫在出版前	iii
編輯感言	iv
研討會議程	v
收錄論文及摘要學者名錄	viii
論文	1
天文史	
中國古代的漏箭制度	陳美東 1
新發現的一組十二星次圖	陳久金 11
西學東漸對蒙書「天文知識」的影響	溫如梅 22
數學史	
關孝和之故居與他的《楊輝算法》抄本	城地茂 35
《算數書》各家校勘之比較與評析	林倉億、蘇俊鴻 .. 59
初探《歷學疑問》、《歷學疑問補》	陳敏皓 79
科學思想與科學哲學	
五行說之緣起與中國古代科學思想之探討	張 濤 101
赫茲的陰極射線實驗被複製了嗎？	陳瑞麟 112
被污名化的腎：近代「腎虧」意象的出現與轉變	徐志豪 143
生物史	
達爾文學說在二十世紀中的演變	李學勇 169
台灣日據時代動物學之研究	劉昭民 182
猩猩考	楊蘇之 188
鄭和下西洋與麒麟貢	張之傑 200
宋人的蝗蟲觀及其科學認知	張志強 212
中國古籍中的蚰蜒與蜈蚣	趙瑞隆、張學文 246

技術史

景德「青花」下西洋	龍村倪	261
再研〈考工記〉	劉廣定	279
銅鼓的傳播與發展及其反映的文化多樣性	萬輔彬	293
火山灰混凝土技術在台灣	林炳炎	312
古機械復原研究的方法與程序	林聰益、顏鴻森	336
台灣管筏演變簡史	陳政宏	350
試論鄭和使用火銃來源、種類、戰術及數量	周維強	377

論文摘要

中國近代數學三百年(1600-1900)	洪萬生	398
明末清初西方「格致學」的衝擊與反應：熊明遇對「分野」問題的看法	徐光台	399
Ludwik Fleck 的思惟樣式、思維集體與科學普及	陳恒安	400
附錄：第七屆科學史研討會籌備委員名錄		401

寫在出版前

洪萬生

《第七屆科學史研討會彙刊》出版在即，由於我是籌備委員會召集人，所以，本會現任主任委員徐光台教授一定要我寫幾個字，我想恭敬不如從命，就留作紀念好了。

本會成立至今，已經超過二十年的歷史了。歷屆委員的專業訓練，的確見證了科學史的專業化與制度化之趨向。然而，三年一度的科學史研討會，還是很值得我們期待。這是因為我們除了可以參與此一學術專業的成熟運作之外，還可以欣賞很多初入門道者的才識。更重要的，恐怕還是一些「業餘的」科學史家（包括本會很多元老委員）的粉墨登場，常常帶給我們意外門道的驚喜！總之，如果將來有人打算研究臺灣過去三十年的科學史學史，那麼，本會各屆科學史研討會彙刊，必定是不可或缺的文本。

最後，我要對籌備委員會的規劃與協助，表示由衷的謝忱，尤其是龍村倪委員的熱心，更是令人感動。要不是他費心的奔走與聯繫，經過徐光台通過清華大學歷史所邀請，以及周維強與徐志豪兩位居中協助與聯繫，加上中華發展基金會與文海基金會的補助，我們大概無法順利邀請中國大陸學者陳美東、陳久金與萬輔彬來臺共襄盛舉。再有，感謝中央研究院提供經費上的補助，使得會議舉辦與論文集出版無經費之虞。本論文得以問世，我們也必須感謝徐光台、張嘉鳳、郝俠遂、張哲嘉、周維強等委員的編輯。

編輯感言

「中央研究院科學史委員會」於民國七十年(1981)七月成立，自民國七十五年(1986)舉辦第一屆科學史研討會，開始建立每隔三年舉辦一次科學史研討會的傳統。第七屆科學史研討會於 2005 年 3 月 26-27 日在臺灣師範大學數學系館舉行，共有 28 篇論文發表，涵括的範圍很廣，所以在開幕後就分兩個場地進行，最後還有一場科學普及與 STS 座談會。由於座談會記錄已登載於本會第 28 期《科學史通訊》上，所以彙刊只收集與會學者整理後的論文與摘要。

《第七屆科學史研討會彙刊》收集與會學者所發表的 22 篇論文，與歷屆研討會彙刊相比，算是最多的。為了便於閱讀，編輯委員會基於文章性質的不同，將論文析為天文史、數學史、科學思想與科學哲學、生物史、與技術史等五類。其中，天文史三篇論文，數學史三篇論文，科學思想與科學哲學也有三篇論文，生物史六篇論文，技術史有七篇論文，另外還有三篇論文摘要。

除了本會委員外，本屆研討會的特色是學界同好與年輕研究生們的參與，特別是中國自然科學院自然科學史研究所學者陳美東先生與陳久金先生，以及廣西民族學院萬輔彬先生與會。萬先生來臺灣發表一篇文章，卻為《廣西民族學院學報》取走五篇與會論文。劉廣定〈再研〈考工記〉〉、龍村倪〈景德"青花"下西洋〉、李學勇〈達爾文學說在二十世紀中的演變〉、張濤〈五行學說緣起與中國古代科學思想之探討〉等四文刊載於《廣西民族學院學報》(自然科學版)，2005 年，第 11 卷第 3 期；林聰益和顏鴻森〈古機械復原研究的方法與程序〉登於《廣西民族學院學報》(自然科學版)，2006 年，第 12 卷第 2 期，頁 37-42。此外，張之傑〈鄭和下西洋與麒麟貢〉已刊於《自然科學史研究》2006 年，第 25 卷第 4 期；周維強〈試論鄭和使用火銃來源、種類、戰術及數量〉則載於《淡江史學》，2006 年，第 17 期，以上諸文經作者獲得期刊同意轉載於本彙刊。

此次研討會獲得中央研究院與國科會科教處在經費上補助，與臺灣師範大學數學系在事務上的支援，彙刊出版獲得中央研究院贊助出版，本會委員們、學界同好、年輕研究生們的參與，以及彙刊的編輯委員會，特別是周維強委員的協助，與助理李華彥幫忙校閱，使得本刊得以問世，一併致謝。

徐光台 謹誌

第七屆科學史研討會議程

數學系館 M106 室 三月二十六日（星期六）	
09:00-09:30	報到
09:30-09:40	開幕
數學系館 M210 室 三月二十六日（星期六）	
【1-1 場】議程主持人：洪萬生教授	
09:40-10:10	劉廣定：從一些兵器與車輪再探〈考工記〉
10:20-10:50	茶敘
【1-2 場】議程主持人：楊翠華 教授	
10:50-11:20	龍村倪：「青花」－科技的創新
11:20-12:00	萬輔彬：銅鼓的傳播與發展及其反映的文化多樣性
12:10-13:30	午餐時間（預定開科學史委員會議）
【1-3 場】議程主持人：徐光台 教授	
13:30-14:00	林倉億、蘇俊鴻：《算數書》各家校勘之比較與評析
14:00-14:40	城地茂：關孝和之故居與他的《楊輝算法》抄本
14:40-15:20	洪萬生：中國近代數學三百年（1600-1900）
15:20-16:00	茶敘
【1-4 場】議程主持人：劉士永 教授	
16:00-16:30	林炳炎：火山灰混凝土技術在台灣
16:30-17:00	陳政宏：台灣管筏演變簡史
三月二十七日（星期日）	
【2-1 場】議程主持人：劉士永 教授	

9:20-9:50	張淑卿：50、60 年代台灣國民學校的衛生教育工作： 以結核病為例
9:50-10:20	陳敏皓：初探《歷學疑問》、《歷學疑問補》
10:20-10:50	茶敘
【2-2 場】議程主持人：李國偉 教授	
10:50-11:30	溫如梅：西學東漸對蒙書「天文知識」的影響
11:30-12:10	王道還：敘事在科學中的地位
12:00-13:30	午餐時間
【2-3 場】議程主持人：李國偉 教授	
13:30-14:10	陳瑞麟：赫茲的陰極射線實驗被複製了嗎？
14:10-14:50	陳恒安：Ludwik Fleck 的思惟樣式、思維集體與科學普及
14:50-15:20	茶敘
數學系館 M310 室 三月二十六日（星期六）	
【1-1 場】議程主持人：郝俠遂 教授	
9:40-10:20	徐光台：明末清初西方「格致學」的衝擊與反應：熊明遇對「分野」問題的看法
10:20-10:50	茶敘
【1-2 場】議程主持人：郝俠遂 教授	
10:50-11:30	張之傑：鄭和下西洋與麒麟貢
11:30-12:10	周維強：試論鄭和使用火銃來源、種類、戰術及數量
12:10-13:30	午餐時間（預定開科學史委員會議）
【1-3 場】議程主持人：劉廣定 教授	
13:30-14:10	張志強：宋人的蝗蟲觀及其科學認知

14:10-14:50	楊蘇之：猩猩考
14:50-15:20	趙瑞隆、張學文：中國古籍中的唇足動物
15:20-16:00	茶敘
【1-4 場】議程主持人：李尚仁 教授	
16:00-16:40	劉昭民：台灣日據時代動物學之研究
16:40-17:20	王成、程海娟：中國獸醫史研究 60 年回顧
三月二十七日（星期日）	
【2-1 場】議程主持人：龍村倪 教授	
9:20-9:50	陳美東：中國古代的漏箭制度
9:50-10:20	陳久金：新發現的十二星次圖及其研究
10:20-10:50	茶敘
【2-2 場】議程主持人：葉鴻灝 教授	
10:50-11:20	張濤：五行學說緣起與中國古代科學思想之探討
11:20-12:00	李學勇：達爾文學說在二十世紀中的演變
12:00-13:30	午餐時間
【2-3 場】議程主持人：李貞德 教授	
13:30-14:00	林聰益、顏鴻森：古機械復原研究的方法與程序
14:00-14:30	徐志豪：被污名化的腎：近代「腎虧」概念的演化與形成
14:50-15:20	茶敘
數學系館 M106 室 三月二十七日（星期日）	
15:20-17:20	Panel discussion: 科學普及與 STS 主持人：傅大為 教授
17:20-17:40	閉幕

收錄論文及摘要學者名錄（依姓氏筆畫序）

- 李學勇 國立臺灣大學植物學系退休教授
周維強 國立清華大學歷史研究所博士生
林炳炎 臺灣電力公司
林倉億 臺南家齊女中教師
林聰益 南台科技大學機械工程系助理教授
城地茂 國立高雄第一科技大學應用日語學系副教授
洪萬生 國立臺灣師範大學數學系教授
徐光台 國立清華大學歷史研究所暨通識教育中心教授
徐志豪 國立清華大學歷史研究所博士生
張 濤 義守大學通識教育中心助理教授
張之傑 世新大學通識教育中心副教授
張志強 淡江大學歷史研究所碩士
張學文 國立中山大學生物科學系教授
陳久金 中國科學院自然科學史研究所退休研究員
陳政宏 國立成功大學系統及船舶機電工程學系助理教授
陳美東 中國科學院自然科學史研究所退休研究員
陳恒安 國立成功大學歷史學系助理教授
陳敏皓 國立清華大學歷史研究所博士生
陳瑞麟 國立中正大學哲學系副教授
楊穌之 漢聲廣播電臺
溫如梅 國立花蓮師範學院民間文學研究所碩士
萬輔彬 廣西民族學院副院長
趙瑞隆 國立中山大學生物科學系博士生
劉昭民 民航局氣象中心
劉廣定 國立臺灣大學化學系教授
龍村倪 前臺灣綜合研究院第二所所長
顏鴻森 國立成功大學機械工程系教授
蘇俊鴻 臺北市立第一女子中學教師

論文

中國古代的漏箭制度*

陳美東

中國科學院自然科學史研究所（北京）

漏箭是中國古代最主要的計時、守時的儀器漏刻中的顯示時間推移的部件，在一年內，一般用多支漏箭來顯示不同時日的時刻推移，人們先後取用不同的準則，制定了各異的漏箭制度。如有“一氣一易”的 48 或 25 支漏箭制度，有“每差一刻為一箭”的 41 或 21 支漏箭制度。每支漏箭又各有不同的刻度方法，以符合實際時刻的推移。

關鍵字：漏箭，準則與制度，刻度法

漏刻（俗稱銅壺滴漏）是中國古代最主要的計時、守時的儀器，它不但是天文機構進行天文觀測時必不可少的，也是人們日常生活、生產中不可或缺的。漏箭是漏刻中用以顯示時刻推移的、帶有刻度的標尺，其形似箭，用於漏刻，因名之。對於同一地點而言，在一年中不同的時日裏，日出或日入的時刻，亦即白晝與夜晚的長短是各不相同的，爲了簡明地反映這種變化，中國古代一般用多支漏箭來顯示一年中不同時日的時刻推移。人們先後取用不同的準則，制定了各異的漏箭制度，這是本文想要討論的問題。

一、“一氣一易”的 48 或 25 支漏箭制度

司馬彪《續漢書·律曆志中》載：漢和帝“永元十四年（102 年），待詔太史霍融上言：‘官漏刻率九日增減一刻，不與天相應，或時差至二刻半，不如夏曆密。’詔書下太常，令史官與（霍）融以儀校天，課度遠近。太史令舒、（衛）承、（李）梵等對：‘案官所施漏法《令甲》第六《常符漏品》，

* 本文獲國家自然科學基金 10273027 號資助。並曾於 2005 年 3 月在臺北舉行的第七屆科學史研討會上宣讀。

孝宣皇帝三年（西元前 71 年）十二月乙酉下，建武十年（34 年）二月壬午詔書施行。漏刻以日長短爲數，率日南北二度四分而增減一刻。一氣俱十五日，日去極各有多少。今官漏率九日移一刻，不隨日進退。夏曆漏刻隨日南北爲長短，密近於官漏，分明可施行。’其年十一月甲寅，詔曰：‘……今官漏以計率分昏明，九日增減一刻，違失其實，至爲疏數以耦法。太史待詔霍融上言，不與天相應。太常史官運儀下水，官漏失天者至三刻。以晷景爲刻，少所違失，密近有驗。今下晷景、漏刻四十八箭，立成斧官府當用者，計吏到，班予四十八箭。’文多，故魁取二十四日所在，並黃道去極、晷景、漏刻、昏明中星刻於下。”

這是說：西元前 71 年，漢宣帝下發應用了一種從冬、夏至以後，晝夜時刻每經 9 日增或減一刻的準則；西元 34 年，漢光武帝重申施行這一準則，成爲東漢早年的“官漏”；而據唐代李淳風《隋書·天文志上》載：“劉向《洪範傳》記（漢）武帝時所用法雲：‘冬夏二至之間，一百八十餘日，晝夜差二十刻。大率二至之後，九日而增損一刻焉。’”若如此，該“官漏”的應用還可以前推至漢武帝時期；西元 102 年，霍融指出該“官漏”的誤差達 2.5 刻之多，建議改用一種名曰“夏曆”所定的準則，即以冬、夏至以後，太陽午中的去極度每增或減 2.4 度時，晝夜刻增或減一刻。而太陽午中去極度，是由對晷影的測量間接得到的。這一建議經太史令等人的實際檢測，得到認可。當時人們認定黃赤交角爲 24 度，冬、夏至太陽午中去極度相差 48 度，若依“夏曆”的準則，當用 41 支漏箭（下文還要論及），可是，真正運用的卻是 48 支漏箭。李鑒澄、華同旭均已指出：實際上當時並未依據“夏曆”的準則去設定漏箭，而是採用按照 24 節氣日的實際觀測所確定的數據，來設定漏箭（詳說見後）¹。

東漢四分曆有 24 節氣“晝漏刻”與“夜漏刻”數值表，各節氣的數值沒有一個是相同的（表 1）²。據劉宋祖沖之的研究，該數值表“定於（漢靈帝）熹平三年（174 年）”，並指出和冬至前後相對稱的兩個節氣的數值本應是相同的，而各節氣的數值各不相同，是當年測定的冬至時刻後天二日有餘所致³。由此看來，若每經一個節氣換用一支漏箭，以熹平三年的數值表爲準，則需用 24 支漏箭；如果再慮及白晝時刻和夜晚的更籌各不相同，各用一漏箭，正好需用 48 支漏箭。永元十四年（102 年）對冬至時刻測量結果的精度大約和熹平三年相當，其所得 24 節氣“晝漏刻”與“夜漏刻”數值表的狀況大約也與之相似，所以，“班予四十八箭”是可以理解的。

¹ 李鑒澄，〈論後漢四分曆的晷影、太陽去極和晝夜漏刻三種記錄〉，《天文學報》1962 年第 1 期；華同旭，《中國漏刻》（合肥：安徽科學技術出版社，1991），頁 46。

² 司馬彪，《續漢書·律曆志下》。

³ 沈約，《宋書·律曆志下》。

表 1：東漢四分曆 24 節氣白晝漏刻長度表

節氣	冬至	小寒	大寒	立春	雨水	驚蟄	春分	清明	穀雨	立夏	小滿	芒種
晝刻	45	45.8	46.8	48.6	50.8	53.3	55.8	58.3	60.5	62.4	63.9	64.9
氣差	0.8	1.0	1.8	2.2	2.5	2.5	2.5	2.2	1.9	1.5	1.0	0.1
節氣	夏至	小暑	大暑	立秋	處暑	白露	秋分	寒露	霜降	立冬	小雪	大雪
晝刻	65	64.7	63.8	62.3	60.2	57.8	55.2	52.6	50.3	48.2	46.7	45.5
氣差	0.3	0.9	1.5	2.1	2.4	2.6	2.6	2.3	2.1	1.5	1.2	0.5

由表 1 可知，各相鄰節氣之間白晝漏刻平均相差為 0.83 刻，說明用 48 支漏箭制度所引致的計時平均誤差當為 0.415 刻。

自漢和帝永元十四年（102 年）以來，“凡用四十八箭。終於魏、晉，相傳不改。”⁴

劉宋文帝“元嘉二十年（443 年），（何）承天奏上尚書：‘今既改用元嘉曆，漏刻與先不同，宜應改革。……今二分二至，各據其正，則至之前後，無複差異。更增損舊刻，參以晷影，刪定為經，改用二十五箭。請台勒漏郎將考驗施用。’從之。”⁵

研究表明，何承天所制元嘉曆的漏刻法，是在熹平三年（174 年）測量的基礎上經合理的數據處理得到的，其令冬、夏至的白晝漏刻不變，又取與二至對稱的兩節氣的白晝漏刻值的平均數，作為該兩節氣白晝漏值⁶。由於冬至前後相對稱的 11 個節氣可以同用一支漏箭，所以，較 48 支漏箭制而言，可少用 22 支漏箭，如果再慮及冬至和夏至的白晝可同用 1 支漏箭，則需用的漏箭數為 25 支。

元嘉曆 24 節氣白晝漏刻長度可列如表 2⁷。

⁴ 李淳風，《隋書·天文志上》。

⁵ 同註 3。

⁶ 陳美東，《中國科學技術史·天文卷》（北京：科學出版社，2003），頁 262。

⁷ 同註 3。

表 2：元嘉曆 24 節氣白晝漏刻長度表

節氣	冬至	小寒	大寒	立春	雨水	驚蟄	春分	清明	穀雨	立夏	小滿	芒種
晝刻	45	45.6	46.7	48.4	50.5	52.9	55.5	58	60.3	62.3	63.9	64.8
氣差	0.6	1.1	1.7	2.1	2.4	2.6	2.5	2.3	2.0	1.6	0.9	0.2
節氣	夏至	小暑	大暑	立秋	處暑	白露	秋分	寒露	霜降	立冬	小雪	大雪
晝刻	65	64.8	63.9	62.3	60.3	58	55.5	52.9	50.5	48.4	46.7	45.6
氣差	0.2	0.9	1.6	2.0	2.3	2.5	2.6	2.4	2.1	1.7	1.1	0.6

由表 2 可知，各相鄰節氣之間白晝漏刻平均相差為 0.83 刻，說明用 25 支漏箭制度所引致的計時平均誤差當為 0.415 刻，和上述所用 48 支漏箭制相同。

何承天之法，“齊及梁初，因循不改。”⁸到梁武帝時，曾改傳統的一日 100 刻為 96 刻，後又改為 108 刻。“先令祖暅為《漏經》，皆依渾天黃道日行去極遠近，為用箭日率。”⁹依李淳風此說，其時的漏箭制度似有所變革，很可能改取了前述“夏曆”的準則以設置漏箭，可惜其語焉未詳，尚難作定論。

48 支漏箭制度在北宋時期還有人在使用。燕肅在 1030 年左右創制了著名的漫流式的蓮花漏，而其所用漏箭“凡四十八箭，一氣一易，二十四氣各有晝夜，故四十八箭。”¹⁰

“總以百刻，分於晝夜。冬至晝漏四十刻，夜漏六十刻；夏至晝漏六十刻，夜漏四十刻；春秋二分，晝夜各五十刻。日未出前二刻半而明，既沒後二刻半乃昏。減夜五刻，以益晝漏，謂之昏旦。”¹¹這說的是中國古代傳統的分一晝夜為 100 刻，和相應于河南洛陽、陝西西安一帶（北緯 34.5° 左右）晝夜漏刻數與日出入時刻的一般狀況。

對於 48 支漏箭制度而言，冬至日出入時刻應分別為 30 刻與 70 刻、昏旦時刻應分別為 72.5 刻與 27.5 刻，冬至到小寒所用的白晝漏箭當始自 27.5 刻，終於 72.5 刻；而冬至到小寒所用的夜晚漏箭當始自 72.5 刻，亦即一更之始，終於 27.5 刻，亦即五更之終，在始終之間平分為 5 份，是為一更至五更，每一更又平分為 5 份，是為一籌至五籌。這些分別是冬至到小寒所用白晝與夜晚漏箭正面的刻度狀況。而在其反面還應分別刻有冬至太陽所在恒星間的位置、太陽去極度、晷影長度；晝夜漏刻數、昏旦中星

⁸ 同註 4。

⁹ 同註 4。

¹⁰ 王應麟，《玉海》，卷 11。

¹¹ 同註 4。

宋高宗紹興三十二年（1162 年），韓仲通在明州（今浙江省寧波市）制漏刻，亦一氣一易的 25 支漏箭制¹²。其式樣如圖 1 和圖 2 所示¹³。

用同箭上冬立箭上春立刻百		
日出卯六刻五十分	昼四十五刻	每更一十刻
日入酉一刻五十分	夜五十五刻	每点二刻

[illegible]

圖 2 韓仲通漏箭晝時辰、夜更點式樣

從圖 1 知，在立春或立冬時，“晝四十五刻”、“夜五十五刻”，與此相應的地理緯度當在北緯 40° 左右，約在今北京一線，當是在北京的學者所繪。明州約在北緯 30° ，在立春或立冬時，白晝約 49 刻、夜晚約 51 刻。所以圖 1 和圖 2 所示漏箭實際上並不適於在明州使用。

爲了進一步估算以“一氣一易”爲準則的 48 或 25 支漏箭制度所引致的計時誤差，可任選用唐代一行大衍曆的 24 定氣白晝漏刻長度值，示如表 3¹⁴。

¹² 李伯詩，顏頤仲，《銅壺漏箭制度》，中國國家圖書館藏清鈔本。

¹³ 華同旭，《中國漏刻》，頁88、89。

¹⁴ 歐陽修，《新唐書·曆志四上》。

表 3 大衍曆 24 定氣白晝漏刻長度表

定氣	冬至	小寒	大寒	立春	雨水	驚蟄	春分	清明	穀雨	立夏	小滿	芒種
晝刻	45	45.4	46.4	48	50	52.5	55	57.5	60	62	63.6	64.6
氣差	0.4	1.0	1.6	2.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.0	1.6	1.0	0.4
定氣	夏至	小暑	大暑	立秋	處暑	白露	秋分	寒露	霜降	立冬	小雪	大雪
晝刻	65	64.6	63.6	62	60	57.5	55	52.5	50	48	46.4	45.4
氣差	0.4	1.0	1.6	2.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.0	1.6	1.0	0.4

由表 3 可知，各相鄰節氣之間白晝漏刻平均相差也是 0.83 刻，計時平均誤差當為 0.415 刻，相當於 6 分鐘，這大約就是 48 或 25 支漏箭制度所引致的計時誤差。

二、“每差一刻為一箭”的 41 或 21 支漏箭制度

李淳風在《隋書·天文志上》中明確指出：“冬夏二至之間，晝夜長短，凡差二十刻。每差一刻為一箭，冬至互起其首，凡有四十一箭。”這說明以“每差一刻為一箭”為準則的 41 支漏箭制度至遲在隋代已替代了以“一氣一易”為準則的漏箭制度，成為漏箭制度的主流。“冬夏二至之間，晝夜長短，凡差二十刻”，說的也是相應于河南洛陽、陝西西安一帶（北緯 34.5°左右）冬夏至之間晝夜漏刻數變化的狀況。對白晝而言，在冬至前後白晝時刻每增一刻變更一次漏箭，因晝與夜的漏箭是分別設置的，所以，實際上需用 2 支漏箭，加上冬至自身所用漏箭，需用 42 支，如果再慮及冬至和夏至的白晝可同用 1 支漏箭，故“凡有四十一箭”。

在上一節開頭所引的文獻中提及的“九日增減一刻”和“日南北二度四分而增減一刻”，實際上都可以理解為設置漏箭的準則，至少可以被認為是“每差一刻為一箭”準則產生的淵源。“九日增減一刻”和“日南北二度四分而增減一刻”法，也都只適用於河南洛陽、陝西西安一帶（北緯 34.5°左右）的地域。“九日增減一刻”法雖然可用每經歷 9 日換用 1 支漏箭，頗為簡便，但因為其本身所產生的誤差過大，已於西元 102 年廢止不用；而“日南北二度四分而增減一刻”法，可能因為在測算太陽去極度正好變動 2.4 度的問題上，尚存在很大困難，故存而未用。至於“九日增減一刻”和“日南北二度四分而增減一刻”法在一年中所用的漏箭數，也當為 41 支，其理由同上所述。

宋仁宗景祐三年（1036 年）二月，“複命（章）得象等水秤、刻漏。四月辛亥，（章）得象言水行有遲疾，請用平水壺一，渴烏二，晝夜箭二

十一。”¹⁵這裏所謂“晝夜箭二十一”，說的依然是以“每差一刻爲一箭”爲準則的漏箭制度，“冬夏二至之間，晝夜長短，凡差二十刻”，自冬至始，終於夏至，白晝時刻差一刻置 1 支漏箭，即需置 21 支漏箭。它與 41 支漏箭制度所不同的是，晝與夜的漏箭不分別設置，而是同用一支漏箭，這具有簡約的意義，而且在技術上是不難處理的，可以設置在漏箭的正反兩面，亦可以同設置於漏箭的一面。

宋仁宗“皇祐初（約 1050 年），詔舒易簡、于淵、周琮更造其法，用平水重壺均調水勢，使無遲疾。……冬至、夏至之間，晝夜長短凡差二十刻，每差一刻，別爲一箭，冬至互起其首，凡有四十一箭。”¹⁶這就又回到以“每差一刻爲一箭”爲準則的 41 支漏箭制度上去。

以“每差一刻爲一箭”爲準則的 41 或 21 支漏箭制度，和以“一氣一易”爲準則的 48 或 25 支漏箭制度的最大不同表現在：後者換用 1 支漏箭的時間間隔單一，“一氣”約 15 日一換；前者換用 1 支漏箭的時間間隔各異，從近 20 日到 6 日左右不等，這就必須事先進行測算。

每差一刻是指白晝或夜晚的時間相差一刻，也就是日出或日入的時間相差 0.5 刻，這也就是每換一支漏箭相差的時間。所以“每差一刻爲一箭”爲準則的漏箭制度所引致的計時誤差爲 0.25 刻，相當於 3.6 分鐘。同以“一氣一易”爲準則的漏箭制度比較，以“每差一刻爲一箭”爲準則的漏箭制度不但平均誤差要小 2.4 分鐘，而且其誤差均衡爲 0.25 刻，以“一氣一易”爲準則的漏箭制度的誤差，則在 0.1 刻到 1.3 刻之間變動。由此看來，以“每差一刻爲一箭”爲準則的漏箭制度，明顯優於以“一氣一易”爲準則的漏箭制度。

三、元大都鼓樓漏箭制度的復原

南宋孫逢吉在《准齋心制幾漏圖式》中，載有幾漏所用 25 支漏箭的樣式。其中第十二支漏箭的樣式如圖 3 所示¹⁷。

¹⁵ 同註 10。

¹⁶ 脫脫等，《宋史·律曆志九》。

¹⁷ 華同旭，《中國漏刻》，頁 101。

在上一節中，我們討論的是適用於河南洛陽、陝西西安一帶（北緯 34.5°左右）地域的、以“每差一刻為一箭”為準則的 41 或 21 支漏箭制度，它是在該地域“冬至、夏至之間，晝夜長短凡差二十刻”決定的。而幾漏所用則是 25 支漏箭，也是以“每差一刻為一箭”為準則的，它是由所適用地域的冬至、夏至之間，晝夜長短凡差二十四刻決定的，這樣的地域的地理緯度應為 40°，也就是今北京一線。由此來看，孫逢吉所記幾漏圖式，理應傳自居於今北京的某位學者。由之，也可以推論，元大都應用的當是以“每差一刻為一箭”為準則的 25 支漏箭制度。還要指出的是，圖 3 所示只是第十二支漏箭的夜更點及時辰的一面，起另一面則應是白晝時刻的刻畫。

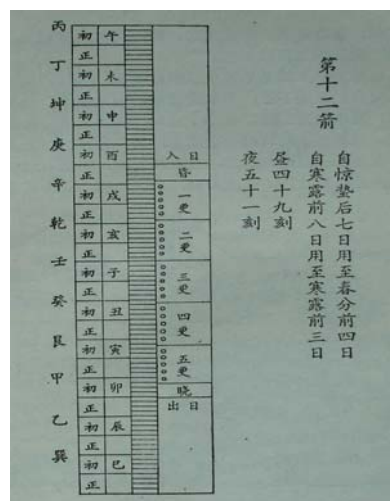


圖 3 幾漏漏箭式樣之一

在《元史·曆志四》中，有“黃道出入赤道內外去極度及半晝夜分”表，其中給出了以冬至點為起點的、太陽沿黃道每運行 1 度時，白晝或夜晚時刻的分值。依一次差內插法，我們不難計算出日或日入刻相差 0.5 刻時，亦即白晝或夜晚時刻每變動 1 刻時，太陽和冬至點的度距，其結果列於表 4 中。以太陽一日行一度和當時所用的平氣計算，又可推算出於之相應的節氣時日，如冬至後 21 日為小寒後 6 日；冬至前 21 日為大雪前 5 日，等等，其結果見表 4 中的“換箭日期”欄。

表 4 元大都漏刻所用漏箭及日出入、晝夜時刻表

箭號	日出刻相差 0.5 刻時，與冬至前後的度距	換箭日期	日出刻	日入刻	晝刻	夜刻
1		冬至日	31	69	38	62
2	21.07	小寒後 6 日；大雪前 5 日	30.5	69.5	39	61
3	31.25	大寒後 1 日；小雪日	30	70	40	60
4	39.04	立春前 6 日；立冬後 7 日	29.5	70.5	41	59
5	45.78	立春後 1 日；立冬日	29	71	42	58
6	51.95	立春後 7 日；立冬前 6 日	28.5	71.5	43	57
7	57.80	雨水前 3 日；霜降後 4 日	28	72	44	56

8	63.47	雨水後 3 日；霜降前 2 日	27.5	72.5	45	55
9	69.06	驚蟄前 7 日；寒露後 8 日	27	73	46	54
10	74.61	驚蟄前 1 日；寒露後 2 日	26.5	73.5	47	53
11	80.16	驚蟄後 5 日；寒露前 4 日	26	74	48	52
12	85.73	春分前 5 日；秋分後 6 日	25.5	74.5	49	51
13	91.31	春分日；秋分日	25	75	50	50
14	96.89	春分後 6 日；秋分前 5 日	24.5	75.5	51	49
15	102.46	清明前 4 日；白露後 5 日	24	76	52	48
16	108.01	清明後 2 日；白露前 1 日	23.5	76.5	53	47
17	113.56	清明後 8 日；白露前 7 日	23	77	54	46
18	119.15	穀雨前 2 日；處暑後 3 日	22.5	77.5	55	45
19	124.82	穀雨後 4 日；處暑前 3 日	22	78	56	44
20	130.67	立夏前 6 日；立秋後 7 日	21.5	78.5	57	43
21	136.84	立夏日；立秋後 1 日	21	79	58	42
22	143.58	立夏後 7 日；立秋前 6 日	20.5	79.5	59	41
23	151.37	小滿日；大暑後 1 日	20	80	60	40
24	161.54	芒種前 5 日；小暑後 6 日	19.5	80.5	61	39
25	182.62	夏至日	19	81	62	38

參照圖 1、圖 2 和圖 3 所示的漏箭式樣，可以推測元大都鼓樓（當時稱齊政樓）上所用漏箭的式樣。其中第十二支漏箭的式樣可示如圖 4。

圖 4（左）為漏箭之反面。上書該漏箭的使用日期，由表 4 可知，當為“自春分前五日用至春分前一日”和“自秋分後六日用至寒露前五日”。下書“晝四十九刻”和“夜五十一刻”，亦見於表 4；“日出卯正初刻五十分”和“日入酉初四刻七十分”，這實際上和表 4 中的日出 25.5 刻和日入 74.5 刻相當；“每更十九刻二十分”，由“夜五十一刻”減去 5 刻，再除以 5 而得；“每點一刻八十分”，則由“每更十九刻二十分”除以 5 而得（分取整 10 分）。該式樣基本參照了圖 1 的圖樣。

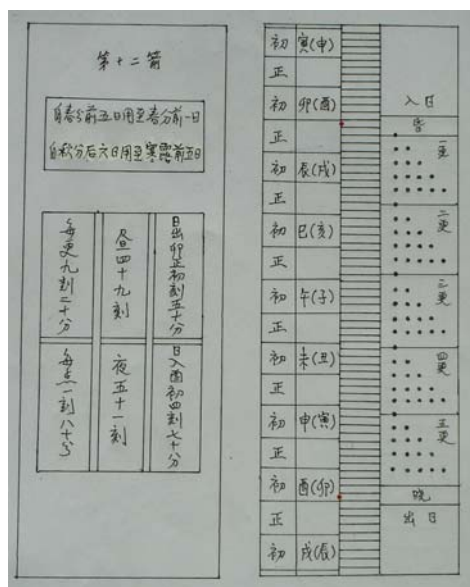


圖 4 元大都鼓樓漏箭式樣之一

圖 4（右）為漏箭正面。中央為百刻的刻度。其左為與百刻制相應的時辰制刻度，用於量度白晝的時辰與時刻。每一時辰分“初”與“正”兩份，如“寅初”、“寅正”、“卯初”、“卯正”等等。百刻制與時辰制之間的相應關係，取北宋皇祐年間的“每時初行一刻至四刻六分之一為時正，終八刻六分之二為時正”¹⁸之說。其右為夜晚更、點的刻度，以日入後 2.5 刻為“昏”，日出前 2.5 刻為“曉”，在“昏”與“曉”之間平分為五，成一至五更，每一更又平分為五，成一至五點。（）中的“申初”、“申正”、“酉初”、“酉正”等等，亦可與中央的百刻相融通，用於量度夜晚的時辰與時刻，其式樣基本參照了圖 3 的圖樣。

其餘各支漏箭的式樣皆可用與之相仿的方法畫出。

在圖 2 和圖 3 中的“丙”、“丁”、“坤”、“庚”等等，是指地平方位，在圖 4 中未予取用。

如果將圖 4 和圖 3 所示的用漏箭時間相比較，“春分前五日”和“驚蟄後十日”相當，即換此漏箭的時間延後 3 日；“秋分後六日”和“寒露前九日”相當，即換此漏箭的時間延後 1 至 2 日。可以說，這兩者之間是近似的。圖 3 所依據的很可能是金代趙知微重修大明曆的漏刻表，它與元代郭守敬等授時曆的“黃道出入赤道內外去極度及半晝夜分”表有所不同，是可以想見的。

¹⁸ 同註 16。

新發現的一組十二星次圖

陳久金

王榮彬

喻京川

中國科學院

群言出版社

北京天文館

自然科學史研究所

在中國天文學史的論著中，經常涉及到十二星次，可見十二星次在中國古代天文學中佔有相當重要的地位。十二星次與四象二十八宿及二十四節氣的對應關係，常用方圖或圓圈的文字來表述¹。十二星次與西方的十二宮類似，表示太陽在一個回歸年中十二個月所經過黃道帶的十二個天區。在古代，十二宮對應於十二個星座，十二星次則對應於二十八宿。《淮南子·天文訓》所述“四仲行三宿、四鈎行二宿”即是指此。西方黃道十二宮及十二星座名稱，自唐代即已傳入中國，其具體星圖，在近現代的有關著作中不難找到²。中國古代既有十二星次的概念和分法，就應該有相應的十二星次圖，但是，以往中國天文史研究者都從未見到過十二星次圖！這次，意外地在中國科學院自然科學史研究所圖書館發現了一個手抄本，其中有完整的十二星次圖。我們願意把這組十二星次圖整理出來介紹給大家。

一、十二星次圖的作者和時代

在中國科學院自然科學史研究所圖書館的線裝書庫裡，我們偶然發現的這本手抄本名為《經星天文圖說》。封一署名王應祥抄，封二署名次鸞手抄。並有“光緒元年記”五字。書中輯錄有康熙十二年（1673）南懷仁製造的天體儀圖和北極星圖、南極星圖及十二幅十二星次圖，每一幅星次圖都有星次名稱，名後附一宮字。宮後還附上對應的十二辰名。本文所要介紹的就是這十二幅十二星次圖。

¹ 陳久金，《星象解碼》（北京：群言出版社，2004），頁41；陳遵媯，《中國天文學史》第二冊（上海：上海人民出版社，1982），頁410-418；潘鼎，《中國恆星觀測史》（北京：學林出版社，1989），頁38-44；李約瑟，《中國科學技術史·天文》中譯本（北京：科學出版社，1975），頁163。

² 潘鼎，《中國恆星觀測史》，頁266-264，同上註；整研組編，《中國天文學史》（北京：科學出版社，1981），頁63-64。

就該書的內容而言，主要記載全天星象的分布，按北極、南極和十二星次分布予以介紹，後半部份附以三垣二十八星占。書末署名爲“羅秀書灝”、“己卯十月”、“褒谷古蹟輯略”等殘字。由“輯略”二字，可知該書是羅秀從古籍中將有關內容摘錄編輯而成。灝與箋通，“箋即著述。《毛詩》”鄭氏箋”孔疏曰：“記識其事，故特稱爲箋。”有表述認識之義，可知本書的作者是羅秀，至於抄寫人是誰？無關宏旨。



图 1. 《经星天文图说》封面书影



图 2. 《经星天文图说》封二书影

書的封二說“光緒元年記”（1875），末尾載“己卯十月”，說明該書初稿完成 1875 年，可能是後記部分寫於己卯年（1879）。後記部分，主要是考證褒谷、褒城、褒中的恆星分野所屬。褒谷在今漢中勉縣境內³。作者反覆考證，其分野當有翼軫井鬼和觜參三說，各有應驗⁴。從作者特別關心褒中分野，並且對褒中的歷史也很熟悉來看，作者當是褒中地方人。生活在同治、光緒年間。

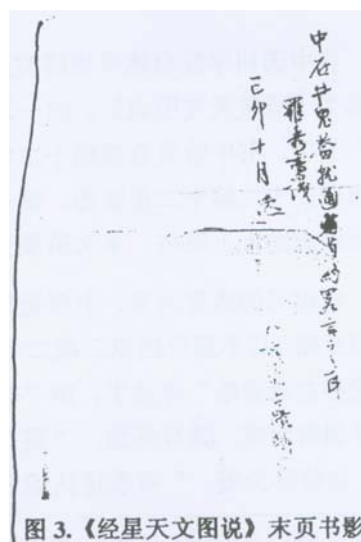


图 3. 《经星天文图说》末页书影

³ 褒谷為褒水河谷，褒城為褒水地區的舊縣城，褒中是指褒水地區。均是指漢中西部的褒水一帶。

⁴ 翼軫為荊州楚分，井鬼為關中秦分，觜參為益州魏分，各有文獻的依據。

二、十二星次圖的描摹圖

在羅秀的《經星天文圖說》中，刊載了十二幅完整的十二星次圖。其順序爲：星紀丑宮、玄枵子宮、娵觜亥宮、降婁戌宮、大梁酉宮、實沈申宮、鶉首未宮、鶉火午宮、鶉尾巳宮、壽星辰宮、大火卯宮、析木寅宮。其中十二辰對應於十二月序。十二次順序，對應於冬天開始的太陽沿著黃道運行的二十八宿順序。太陽每月行一宮即一個星次，平均 30 度，同時，每個月也對應於兩個節氣。

《爾雅·釋天》記載了半數以上的星次與二十八宿的對應關係，例如說：“娵觜之口，營室東壁也。”“星紀，斗牽牛也。”⁵《漢書·律歷志》第一次準確地記載了十二星次的起迄方位，例如：“星紀，初斗十二度大雪，中牽牛初冬至，終於婺女七度。玄枵，初婺女八度小寒，中危初大寒，終於危十五度。”娵觜、星紀、玄枵就是三個星次。在《經星天文圖說》所載星紀宮圖中有箕宿、斗宿、牛宿，在玄枵宮中有牛宿、女宿、虛宿和危宿，在娵觜宮圖中有營室和壁宿，可見這組十二星次圖與《爾雅》和《漢書·律歷志》等書的記載是大致吻合的，但又不能完全對應。究其原因有二，一是中國二十八宿各宿距度大小不等，二是歲差致使星次邊界發生移動。

該書十二星次圖的畫法是，以冬、夏至、春、秋分等十二中氣爲中點，以四立等節氣爲邊界，如刀切西瓜那樣，將全天星球切割成十二塊，僅南北極星座另作處理，不在其中。其圖使用黑紅兩種顏色，凡星體均用紅色圈點，星名、星座間連線、黃赤道及各星次的邊界均用黑色標出。各星座間相對位置準確精密，從星圖的大致情況來判斷，大概藉助於清代初年的某種星圖作爲底圖製作。唯一的缺點是，由於年代久遠，其紅色星點出現淡化和模糊不清，手書的字跡也由於潦草和不規整難以辨認。爲了克服這些缺點，我們在嚴格

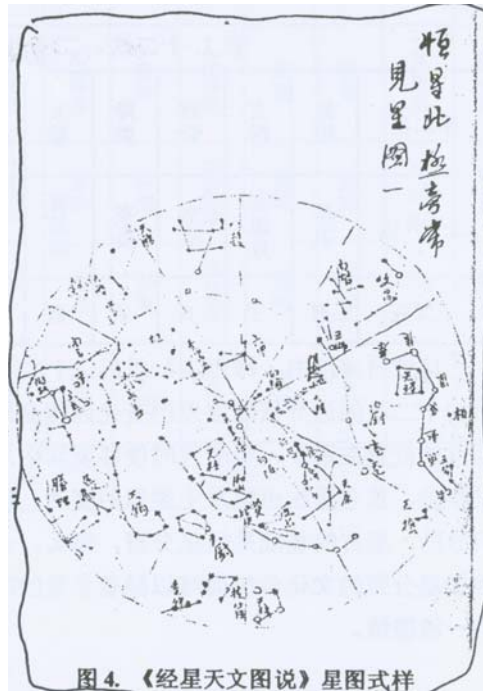


图4. 《经星天文图说》星图式样

⁵《爾雅·釋天》載有星紀、娵觜等八個星次之名，均有對應的星宿，僅缺鶉首、鶉火、鶉尾和實沈四個星次，可見《爾雅》的作者對十二星次名是掌握的，但《爾雅》的寫作年代也不確定。

保留原圖風貌的基礎上，對原圖加以描繪、植字等製作，以期恢復它原有的清晰面目。附於文後，以饗讀者。

三、十二次與二十八宿的對應關係

《周禮·春官·保章氏》鄭注載十二次之分曰：“星紀，吳越也；玄枵，齊也；娵觜，衛也；降婁，魯也；大梁，趙也；實沈，晉也；鶉首，秦也；鶉火，周也；鶉尾，楚也；壽星，鄭也；大火，宋也；析木，燕也。”《淮南子·天文訓》稱：“星部地名；角亢鄭，氐房心宋，尾箕燕；斗牽牛越，須女吳，虛危齊，營室東壁衛，奎婁魯，胃昂畢魏，觜參趙；東井輿鬼秦，柳七星張周，翼轸楚。”可見將二十八宿配十二州和十二次的方法合於二鈎三仲的平均分配方法，並不考慮二十八宿中各宿所占距度的大小，故常用十二次與二十八宿的對應關係如下表：

表 1.十二次、二十八宿、十二辰時對應表

十二次	星紀	玄枵	娵觜	降婁	大梁	實沈	鶉首	鶉火	鶉尾	壽星	大火	析木
二十八宿	斗牛	女虛危	室壁	奎婁	胃昂畢	觜參	井鬼	柳星張	翼轸	角亢	氐房心	尾箕
十二辰	丑	子	亥	戌	酉	申	未	午	巳	辰	卯	寅

儘管自《漢書·律曆志》以後，十二星次在曆法中被依附於農曆十二月，故以後的十二次的邊界依隨歲差的變化而改變，甚至這種變化可以很大，例如先秦時冬至點的位置在牽牛，至清代時便移至箕宿，那麼，星紀星次的中點就也將發生這樣的移動，其他星次也將發生類似的變動。但在中國古代，十二星次與二十八宿之間的依附關係，又因恆星分野的文化傳統而難以隨著歲差的改變而變化。這是十二星次圖畫法中存在的一段隱情。

四、十二星次圖的局限性

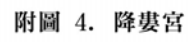
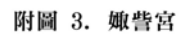
如前所述，十二星次與二十八星宿的對應關係，從人們的傳統觀念和中國星占的規定來說，是不可動搖的⁶，但是，《漢書·律曆志》等所使用的十二星次起迄界線又與節氣有關，時代的變遷導致節氣在恆星間的位置發生移動，至明清時愈益明顯，例如，上引《漢書·律曆志》星紀”起大雪斗宿，中冬至牽牛，終婺女”，至明清時就是”起尾宿、中箕宿、終斗宿”了。其他星次的情況也都相似，面對這一矛盾，人們如何解決呢？明末徐光啓等人在制訂《崇禎曆書》時，便做出一個決定，將十二星次的起迄界線向後推遲 15 度，即將原本起自節氣的界線改為起自中氣⁷。從該書十二星次圖即可看出，星紀宮起自箕宿冬至點，降婁星次起自室宿春分點。這樣，雖然發生了一個節氣的錯位，卻保持了十二星次與二十八宿傳統的對應關係。

表 2.”十二星次圖、天文訓、天官書、漢書”的十二次與二十八宿關係對應表

十二次	星紀	玄枵	娵訾	降婁	大梁	實沈	醇首	鶉火	鶉尾	壽星	大火	析木
十二次圖	箕斗	牛女 虛危	危室 壁	壁奎 婁	婁胃 昂	畢觜 參	參井	鬼柳 星	張翼	軫角	亢氏 房	房心 尾
天文訓	斗牛	女虛 危	室壁	奎婁	胃昂 畢	觜參	井鬼	柳星 張	翼軫	角亢	氏房 心	尾箕

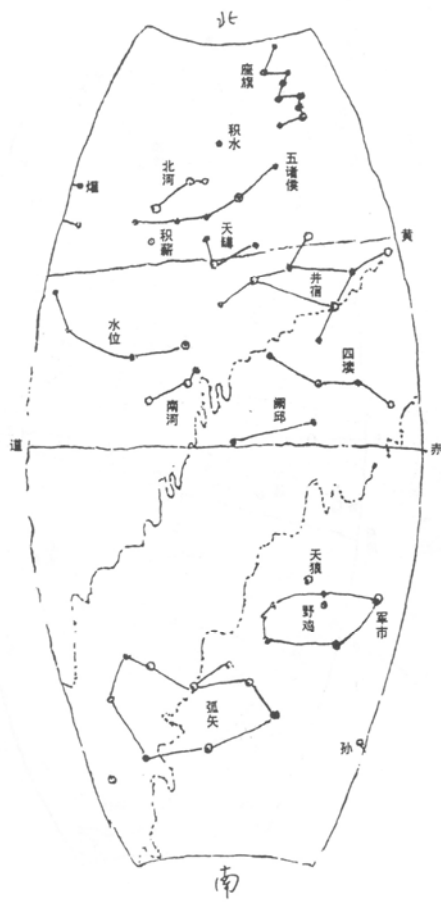
⁶ 《左傳·昭公三十二年》載”夏吳伐越”，星占天象顯示該年不利於吳對越用兵，《左傳》引星占家史墨的話說：”不及四十年，越其有吳乎？越得歲，而吳伐之，必受其凶。”按照《天文訓》的觀念，越的分野為斗牽牛，屬星紀宮，吳的分野在女宿，在玄枵宮，吳伐越之年正逢歲星在星紀宮，故史墨曰越得歲。越得歲是越國吉利的一年，故曰”伐之必受其凶”。所以，對於星占的觀念來說，十二星次與二十八宿的對應關係是不能改變的。

⁷ 王健民《中國百科全書·天文卷》”十二次”條曰：”明末以後用十二次名稱來翻譯黃道十二宮，如譯摩羯宮為星紀宮等。但各宮的起點改為與十二中氣相對應，並按黃道經度等分各宮。如星紀宮的起點對應冬至點等等。”但是，《元史·曆志》載授時曆黃道十二次宿度說：”斗，三度七十六分八十五秒，入星紀之次，辰在丑。”說明當時的星紀宮起點就在冬至點了。

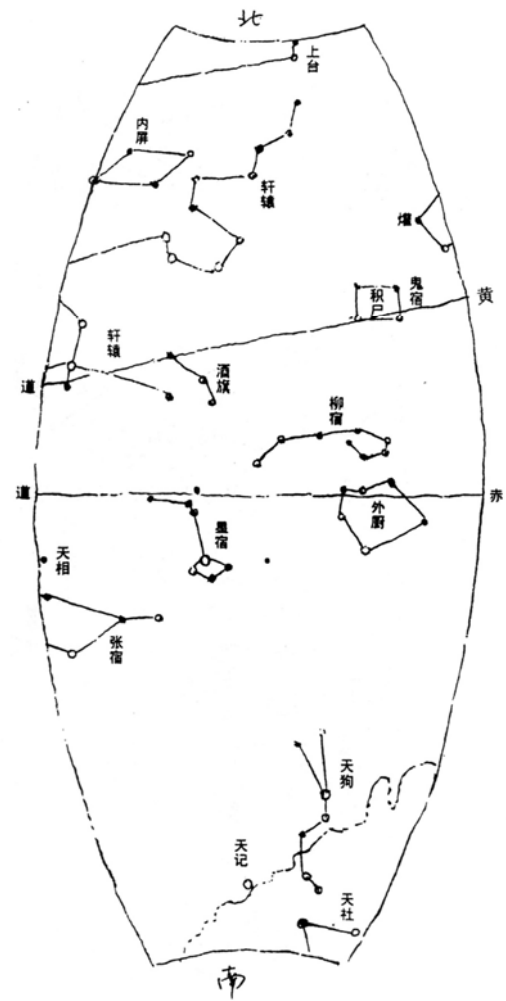




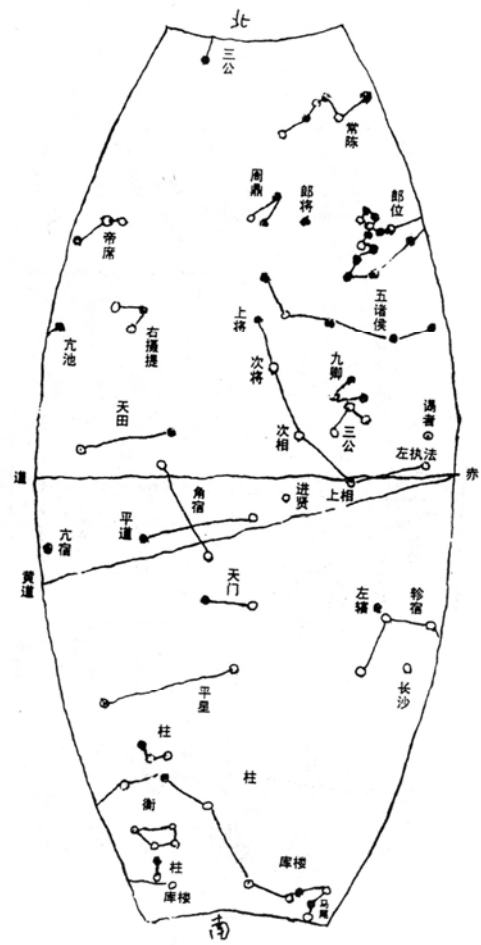
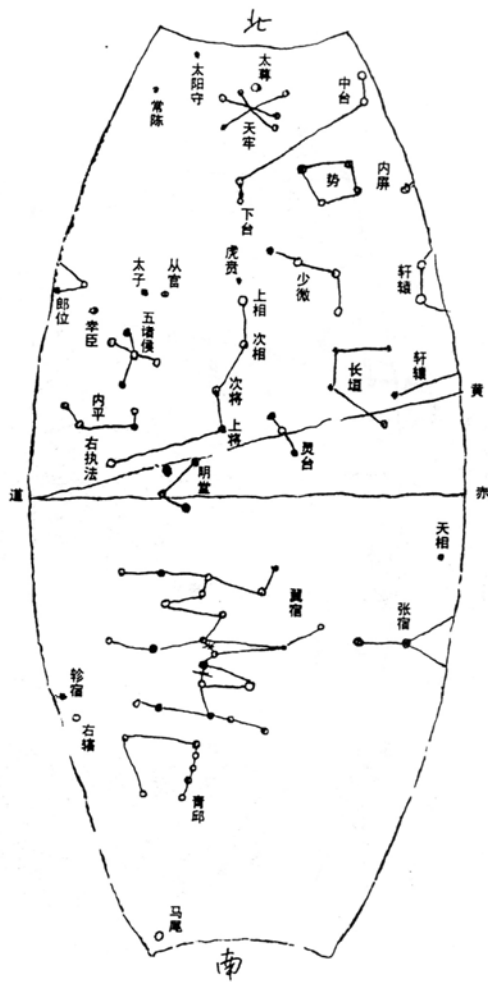
附圖 6. 實沈宮



附圖 7. 鵜首宮



附圖 8. 鵜火宮



西學東漸對蒙書「天文知識」的影響

溫如梅

國立花蓮師範學院民間文學研究所

摘要

「蒙書」是啟蒙的讀物，在一個時代會教哪些知識、讀哪些蒙書，都和當時的文化背景、社會風氣有關，蒙書與庶民生活息息相關，它能呈現一個時代的社會情況和文化特徵。從明清之際，一直到清末民初，西學不斷地傳入中國，兩種思潮產生了碰撞與拉鋸戰。家喻戶曉的《幼學瓊林》是明末清初程登吉所編的一部蒙學課本，原名《幼學須知》，又名《成語考》、《故事尋源》。清代鄒聖脈作了增補，並改名為《幼學瓊林》，又名《幼學故事瓊林》。該書對於「天文知識」方面的描述，多佐以神話色彩，以期達到天人合一的境界，它代表了傳統中國的主要思維。

而《繪圖詳註蒙學三字經》與《繪圖增註歷史三字經》皆是上海錦章書局所印行的圖文對照蒙書，值得注意的是它的詮釋方式為中西合璧，尤其對於「四時」與「五行」的解釋，一方面接受了西學，但另一方面仍固守傳統見解，因而在蒙書中產生有趣的對比。本文試圖從《幼學瓊林》、《繪圖詳註蒙學三字經》、《繪圖增註歷史三字經》等蒙書中，對於「天文知識」不同的詮釋來探究此一議題。

關鍵字：蒙學、蒙書、天文知識、西學東漸

一、前言

蒙學隨著時代洪流曾幾經蛻變，但始終未曾退出庶民生活舞台，即使近代受西潮衝擊，教育體制變革，教育機構改變，使傳統蒙學有些式微，但仍綿延至今，與蒙學息息相關的蒙書也不畏時代的動盪，流傳至今，從明末開始，即有大批耶穌會士極力將天主教傳入中國，也因此將部份西學帶入中國，但此時僅在於士人階層的影響，到了清末民初，中國人才從一次次的戰敗中不得不接受西學，在這個離我們最近也最沉重的時代中，中國人是如何因應西學東漸呢？筆者企圖從極具生命力的蒙書中探求此一命題，並將焦點鎖定在「天文知識」，中國傳統的「天文」是探究天地生

成、解釋自然現象以及觀測天象變化，來占卜國家吉凶禍福，與現今所謂的「天文學」研究範疇不同，這裡所要探討的「天文知識」是中國傳統天文範疇，也就是天地生成、宇宙論、四時五行等。

近來有關蒙書的研究成果，大多是以宏觀的角度來論蒙書的內容，在大陸方面主要有張志公的《傳統語文教育初探》、徐梓、王雪梅的編《蒙學要義》、韓錫鐸編的《中華蒙學集成》，而臺灣方面則有林文寶教授的《歷代啓蒙教材初探》，書後皆附有蒙學書目，為蒙書研究做了最基本的校注、輯錄的工作。敦煌蒙學則有宋新民教授的《敦煌寫本識字類蒙書研究》與鄭阿財教授的《敦煌蒙書析論》對敦煌地區的蒙書作詳細且系統的介紹。但對於從時代巨變下，看蒙書蛻變的研究則缺乏專論，不過仍有在專論中略為提及者，例如：熊月之的《西學東漸與晚清社會》中，則點出晚清西學的傳入以及影響逐漸擴大到社會基層，這一部分則包括蒙學教育，此一文獻，對於筆者有啓迪作用，讓筆者試著從時代的轉換看蒙書，另外，從徐光台教授的《近代科學革命：從哥白尼到牛頓》專論中，介紹西方天文、數學等科學革命的過程，使筆者洞悉為何科學革命是發生在西方而不是中國，由此歷史觀點，筆者再觀所收藏的蒙書，則發現另一蹊徑，因而找到本文的切入點。

在方法上，以文獻分析法，來解讀與省思西學傳入前後的差異，步驟上，先從中國古籍中闡述中國傳統的天文知識觀念，再從《幼學瓊林》、《繪圖詳註蒙學三字經》、《繪圖增註歷史三字經》等蒙書中，對於「天文知識」不同的詮釋，以及中西並存的矛盾點來探究它為何而變，期望由小窺大，讓讀者了解當時中國人面對西學的猶豫態度，以及為何會如此猶豫的原因，並從而歸結一味的排斥或接受西學都不是救國的究竟，中國人應當好好深思向外取經之後，該如何融會貫通，發展適情適性的政治、教育等制度，才是最適切的。

二、中國傳統的天文知識

有關於中國傳統對於天地生成、天象的解釋大都記載於古書中，例如：《書經》、《易經》、《莊子》、《山海經》、《呂氏春秋》、《漢律曆志》、《淮南子》等等，認為天地未分之前是混沌的狀態，而天地生成的說法，大都歸因於盤古開天闢地的神話說，神話故事的情節雖有增減，但主要原理不外乎是氣分陰陽而有天地，中國士人根據這些記載，一代一代地傳承下去，甚至影響到民間類書以及蒙書，以下茲舉蒙書為例，一窺究竟。

在宋、元、明極為盛行的《性理字訓》，是一篇專門介紹理學思想的

蒙書，最初的作者是朱熹的弟子程端蒙，一共撰有三十條，到了宋元之際，程若庸將他增訂為一百八十三條，並分為六門，包括造化、情性、學力、善惡、成德、治道，它的形式是四字一句，但不諧韻。將這麼一篇不諧韻又玄妙的道理作為蒙書，雖有些不適當，但因為當時理學盛行，它順應了當時代的需求，所以仍然風行不墜。朱熹還十分讚賞地說：「甚佳，言語雖不多，卻是一部大《爾雅》。」而元代程端禮在所著《讀書分年日程》的卷首，也勸勉人們要在八歲未入學以前，先讀《性理字訓》，明初朱升更將它編為《小四書》之一，聲望之高自然不在話下。

《性理字訓》的〈造化第一〉說明了天地如何生成：

至理渾然，沖漠無朕，造化樞紐，品彙根柢，是曰太極。一氣塊然，充塞太虛，動靜周流，造化發育，是曰元氣。¹

這裡說明天地皆由「元氣」而來，在它的注解提到「元氣」的觀念出自《漢律曆志》，意思是說陰陽二氣是由一氣而分，一者是天地本原，也就是元氣，了解了元氣之後，隨即列說天地是怎麼由一分為二的：

氣動而健，能始萬物，其數也奇，是之謂陽，氣靜而順，能成萬物，其數也偶，是之謂陰。得氣之陽，輕清成象，運乎地外，大無不覆，主於生物，是之謂天。得氣之陰，重濁成形，函於天中，廣無不載，主於成物，是之謂地。²

因為陰陽二氣一是輕清之氣，一是重濁之氣，所以很自然地，清者上升，濁者下降，上升者為天，下降者為地，天地因而分殊。在同被編為《小四書》之一的《名物蒙求》³對於天地生成的觀念也是如此，如：「天尊地卑，乾坤定位，清輕為天，重濁為地。」⁴在說明了天地生成之後，接下來則對自然現象作一詮釋，如：《名物蒙求》記載：

¹〔明〕朱升編，《小四書》（臺北：國家圖書館善本書室藏明嘉靖元年[1522年]司禮監重刊本），卷2，〈性理字訓〉，頁1a-b。

²同上註，頁1b-2b。

³《名物蒙求》的作者是方逢辰，他字君錫，號蛟峰，是嚴州淳安人，在南宋淳祐十年中狀元，「逢辰」這個名字是中狀元之後，宋理宗所賜的。歷任兵部侍郎、國史撰修，由於不滿賈似道的專權誤國，於是稱疾而歸，朝廷曾授以禮部及吏部尚書，但他都辭而不受，以授徒講學為業。

⁴〔明〕朱升編，《小四書》（臺北：國家圖書館善本書室藏明嘉靖元年[1522年]司禮監重刊本），卷1，〈名物蒙求〉，頁1a。

麗乎天者，日月星辰，潤以雨露，鼓以風霆。雲維何興，以水之升，雨維何降，以雲之烝。陽為陰繫，風旋飈回，陽為陰蓄，迸裂為雷。惟霽斯虹，惟震斯電，……時乎陽明，宇宙軒豁，白日青天，光風霽月，時乎陰濁，霜霧混茫，曦娥受噎，彗孛生芒，是以聖人，抑陰崇陽。⁵

認為狂風是因為陰氣凝固，陽在外不得而入，所以周旋不捨；而雷的產生是因為風陽在陰內，不得出則奮擊，因而迸裂為雷，其後又述說天陽明時是風光明媚的樣子，而陰濁時則是晦暗的樣子，並點出「聖人抑陰崇陽」的觀念，中國傳統思想認為自然界中的天氣現象皆導因於陰陽二氣的變化，陽代表光明美好，陰代表暗昧不佳，所以聖人要學陽棄陰。

這樣的觀念並非出自理學家的蒙書才是如此，在家喻戶曉的《幼學瓊林》仍保有此種思維，明末清初程允升所編的幼學，原名《幼學須知》，又名《成語考》、《故事尋源》，清代周達用曾對此書增訂，並名為《幼學群芳》，但較為盛行並流傳後世的是清代鄒聖脈所增補的版本，他將程允升的《幼學須知》增補後，改名為《幼學瓊林》，又名《幼學故事瓊林》。⁶有關於天地生成的原因，也採用混沌為天地之始，分為陰陽二氣而有天地的說法，如：「混沌初開，乾坤始奠，氣之輕清上浮者為天，氣之重濁下凝者為地。」⁷在解釋自然氣象方面，則多佐以神話色彩，如：

日為眾陽之宗，月乃太陰之象。虹名蜺蜺，乃天地之淫氣；月裡蟾蜍，是月魄之精光。風欲起而石燕飛，天將雨而商羊舞。旋風名為羊角，閃電號曰雷鞭。青女乃霜之神，素娥即月之號。雷部至捷之鬼曰律令，雷部推車之女曰阿香。雲師系是豐隆，雪神乃是滕六。欽火、謝仙，俱掌雷火；飛廉、箕伯，悉是風神。列缺乃電之神，望舒是月之御。甘霖、甘澍，俱指時雨；玄穹、彼蒼，悉稱上天。

⁸

總而言之，以上皆引用中國古書，仍以陰陽二氣為主要出發點，陰陽二氣的交替是宇宙運行的規律，由自然現象逐漸引申到倫理道德，中國士人所

⁵ 同上註，頁 1a-2b。

⁶ 有關幼學相關版本請參見【表一】。

⁷ 程允升原本、鄒聖脈增補，《新增繪圖幼學故事瓊林》（上海：天寶書局石印複印，1913年），頁 1a。

⁸ 同上註。

關心的不在於自然環境的成因，而在於如何透過對自然知識的體悟，以期達到天人合一的境界，另一方面，中國庶民所在乎的也不是自然環境的成因，而是如何掌握天氣的變化，以利於農耕活動，並透過天象占卜來趨吉避凶。這與西方人對大自然探究的動機相異，這樣的差異原本相安無事的並存於兩個世界，但是到了明末清初相遇了，並擦出小火花，一直到清末民初正式燃起烈火。

三、西學東漸後的轉變

西學大量傳入中國，大致上可分為兩個階段，一是明末清初，另一是清末民初，明末清初來華的耶穌會士，以傳教為主要目的，但為了傳教也順便將西方科學驗證下的觀念帶進中國，地圓說則是一個典型的例子，明代徐光啓（1562-1633）因為與耶穌會士有密切的接觸，所以算是最早將地圓說介紹給中國學術界的中國科學家，中國士人對「地圓說」感到非常焦慮，因而，一方面排斥，另一方面企圖以西學中源或是中西匯通方式化解這樣的尷尬，中國抗拒接受「地圓說」的主要原因是中國傳統的觀念認為中國是世界中心，早在魏晉南北朝時，中國人則以洛陽為世界中心，所以認為文明也以此為中央，但那時已經知道天文上是以北極為中央，而北極對下來的地理並非洛陽，中國士人絕口不提此說，仍堅持中國為世界中心的觀念，而接下來的「地圓說」若成立，則更能證明中國將不是世界中心，要接受西方的「地圓說」則要打破「中國中心論」，這等於是瓦解中國幾千年來賴以維繫的政治、文化、思想體系。

但礙於西方地圓說強有力的證據，不得不接受，因此，明末清初的許多學者紛紛從中國古籍中找尋地圓說源自中國的根據，期望化解不安，因此，張衡的渾天說則成為有力的佐證，張衡在《渾天儀注》中提到：

天如雞子，地如鷄中黃，孤居於天內，天大而地小，天表裡有水，……
周天三百六十五度四分之一，又中分之，則半覆地上，半繞地下，
故二十八宿半見半隱，天轉如車轂之運也。⁹

乍看之下，「地如鷄中黃」一語似乎說明地球是圓形球體，因而清代學者所著的《明史·天文志》中認為渾天家中的「天包地如卵裡黃」就是西方所謂的地圓說，因此坦然地大肆其詞說西方地圓說與中國古書不相違背，

⁹（唐）魏徵等撰，《隋書》（北京：中華書局，1973），卷19，〈天文上〉，頁509。

關於這點的真偽，學者有精闢的研究，¹⁰認為張衡此說只是一種比喻，並沒有地圓說的想法，仍然是停留在「天圓地方」的概念裡，也就是說張衡僅說明天和地的內外關係和大小關係，沒有涉及天和地的形狀問題。以下我們試從上述引文論證兩項結果，第一、從「周天三百六十五度四分之一，又中分之，則半覆地上，半繞地下，故二十八宿半見半隱」一段中，我們從周天三百六十五度又四分之一的數據，以及對天一半覆蓋地上，一半繞地下的形容得知，此時對於天圓的概念是整個圓形；第二、此處所說的「二十八宿半見半隱」，是說星宿位在地的上方才顯而易見，而在地的下方則隱而不見，可見張衡對地的觀念是平的，因為地平才不能見其下之物。

利瑪竇是一位極為聰慧的耶穌會士，他企圖將天主教義傳入中國，但有鑒於文化背景的不同，他知道其中的困難，因此，他用中國人的話語、用語著書，希望能化解阻力，而在論述當中它採用士林哲學的論證方式，並將亞里斯多德的許多思想融入神學，如：四元素說、兩個圓球理論，可由《天主實義》、《乾坤體義》等著作得知，在《乾坤體義》的〈天地渾儀說〉中，他用中國人的用語傳達地圓思想，如：

地與海本是圓形，而合為一球，居天球之中，誠如鷄子，黃在清內……
渾淪一球，原無上下，蓋在天之內，何瞻非天？總六合內，凡足所
佇即為下，凡首所向即為上，其專以身之所居分上下者，未然也。¹¹

使用「鷄子」的比喻正是中國人的用語，但他在此處明確的說明「渾淪一球，原無上下」，點出地球是圓形球體，而觀測者的立場也非常明確地站在地圓的立場上論說，其後的論述皆是繞著這一主軸進行，這一波西學傳入只引起些許火花，許多中國士人仍在大中國思維的籠罩下，對於西方科學視而不見，士人如此，更遑論黎民百姓。

¹⁰ 金祖孟教授在《中國古宇宙論》書中，對於張衡的「地如鷄中黃」一語，被誤認為張衡有地圓觀念的說法，作出有力的批駁，他認為張衡所謂的地不是圓球形式的地球，僅是陸地的地，「天表裡有水」也不是指地球浮在水上，而是指陸地露出海面，所以，他認為張衡的觀念仍停留在「天圓地方」，金教授並提出與傳統相左的觀念，認為蓋天說優於渾天說，由此書可以釐清傳統士大夫對於天文知識的謬誤。參見金祖孟，《中國古宇宙論》（上海：華東師範大學出版社，1996，新一版），頁 50-56。

¹¹（明·泰西）利瑪竇撰，《乾坤體義》（臺北：臺灣商務印書館，1983，《景印文淵閣四庫全書·子部》第 787 冊），卷上，〈天地渾儀說〉，頁 1a-2a。

一直到了清末民初第二波西潮衝擊時，中國人在兩次鴉片戰爭與甲午戰爭後，不得不接受西方科技，甚至許多知識份子建議學西學以力圖富強，在此時局下對於天文方面的解釋仍有中西混雜的情形存在，以宇宙觀為例，我們在香港蒙師翁仕朝（1874-1944）¹²的手抄文獻《論中國地圖遠近長短》中，發現一段對於宇宙型態的記載：

中國天地相去有二十萬六千七百八十一里，半高南北相距二十三萬三千零五十七里，二十五步遠，東西相距則短四十步也，正穿心一往，有三十五萬六千九百七十一里寬，周天三百六十五度四分之一，每一度二千九百三十一里，周天共積得一百一十萬零九百一十三里大，天包地，地依天，天地之外，都皆是水，語云：乾坤如雞卵，誠哉是言也。天地悉在水之中央，地乃得浮在水面也，一英里計四千三百三十三英尺，一度線六十九英里，合中國二百十里，又每線度為六十分，斐分為六秒十。¹³

翁仕朝是清末民初的知識份子，雖是一位香港鄉村蒙師，但對於時事、新知多有關心，此處著眼於他的這段文獻，細讀引文，不難發現矛盾的地方，由「正穿心一往」、「天包地，地依天，天地之外，都皆是水。」可知是描述地圓觀念，但「語云：乾坤如雞卵，誠哉是言也。天地悉在水之中央，地乃得浮在水面也。」一段，又出現中國古書的影子，將模糊的宇宙觀滲雜在此。

¹² 翁仕朝歷經了同治、光緒、宣統三個朝代，並由傳統科考過渡到新式教育，他是蒙師中的佼佼者，除了坐館謀食之外，還幫助村里募款從事公共建設，並收集許多禮書，處理村里婚喪喜慶之事，亦傳習應用文牘，便於日常生活之用，更收羅善書，教導村人向善，維持地方善良風俗，另外，也精通命理術數、堪輿之學，並收集民間醫療藥方，兼營藥局，以應村人需求。翁仕朝雖有許多副業，但樣樣能如正業一樣專心致力，逐漸成為一方的士紳人士，受人尊敬，他對於社會的貢獻不僅在於傳播儒家文化，更似庶民生活上的褓母，不但啟發幼兒之蒙，也啟迪庶民之心智，他們的貢獻並不遜色於高中進士的達官貴人。翁仕朝所收藏的蒙書現今尤其家屬轉贈給香港中央圖書館，另在香港中文大學圖書館亦有影印本，共 60 冊。相關研究論著有王爾敏，〈儒學世俗化及其對於民間風教之浸濡——香港處士翁士朝生平志行〉，《近代文化生態及其變遷》（南昌市：百花洲文藝出版社，2002 年 5 月第 1 版）。及李光雄，〈近代村儒社會職能的演變：翁仕朝的教育和醫療事業〉，《香港社會與文化史論集》（香港：香港中文大學聯合書院，2002 年第 1 版）。

¹³ 翁仕朝，《論中國地圖遠近長短》；或參見《大浦海下村翁氏藏書》第 12 冊。

另外，在其他天文知識，如「四時」和「五行」的詮釋，也有類似現象，可從《繪圖詳註蒙學三字經》、《繪圖增註歷史三字經》得知。《繪圖詳註蒙學三字經》與《繪圖增註歷史三字經》皆是上海錦章書局所印行的圖文對照蒙書，值得注意的是它的詮釋方式為中西合璧，尤其對於「四時」與「五行」的解釋，一方面接受了西學，但另一方面仍固守傳統見解，因而在蒙書中產生有趣的對比。《繪圖詳註蒙學三字經》的形式分為三列，上列約四分之一版面，所呈現的是與內容相關的故事圖畫，例如：黃香孝親圖、孔融讓梨圖等，中列也是約四分之一版面，對內容作一闡述說明，而下列則是正文，約有四分之二版面。另外，在《繪圖增註歷史三字經》則分為兩列，上下列各半，下列為正文，上列是與正文相關的圖示。

此兩本蒙書最有趣的地方在於中西合璧的詮釋方式，例如：正文：「曰春夏、曰秋冬、此四時，運不窮。」在《繪圖增註歷史三字經》中有傳統的解說：「此言四時之序也。萬物發生為春。萬物暢□為夏。萬物收斂為秋。萬物閉藏為冬。」但卻附上類似經緯度線條的四時運行圖為佐證，¹⁴另外，正文：「三光者，日月星，……曰水火，木金土，此五行，本乎數。」在《繪圖詳註蒙學三字經》與《繪圖增註歷史三字經》皆有西學概念的解釋，記載如下：

日月。球體也。日球大於地球百四十萬倍。月球小於地球四十九倍。地繞日而行。月繞地而轉。月輪掩蔽日光則日蝕。地球掩蔽日光。不能映射月面則月蝕。星有行星恆星之別。地球亦行星之一。與水金火土木天王海王為八行星。依軌道環日而行。恆星不動而有光。行星借日光以為光。¹⁵

而在《繪圖增註歷史三字經》中，更配上五行各象圖，¹⁶由此似乎可以斷定中國接受西方科學思想，一方面一改「天狗吃月」的傳說，能將日月蝕的原因說明清楚，另一方面對於五行、日月星也用西方行星觀念詮釋，但在此圖左邊，仍保留中國傳統氣化的宇宙生成概念，文中提到：「天

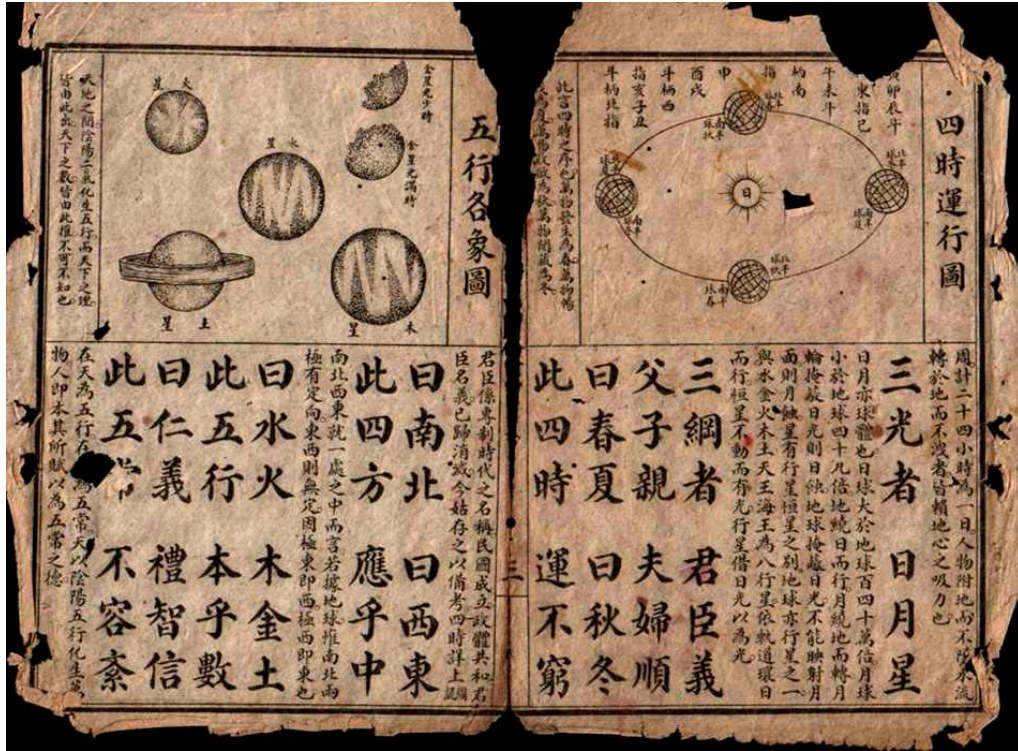
¹⁴ 參見【圖一】四時運行圖與五行各象圖右欄。

¹⁵ 參見佚名，《繪圖詳註蒙學三字經》（上海：錦章書局印行），頁 2b，以及佚名，《繪圖增註歷史三字經》（上海：錦章書局印行），頁 3a-b，二書皆未註明出版年代，為賴志賢先生收藏，特此感謝傾囊相借，以利研究。另外，在《繪圖增註歷史三字經》方面，筆者亦收有廣益書局版本，內容與前二者大同小異。

¹⁶ 參見【圖一】四時運行圖與五行各象圖左欄。

地之間。陰陽二氣化生五行。而天下之理。皆由此出。天下之數。皆由此推。不可不知也。」

【圖一】四時運行圖與五行各象圖



★資料來源：《繪圖增註歷史三字經》（上海：錦章書局印行）

除了以上例證外，在蔡東藩增訂的《繪圖重增又學故事瓊林》中，對於中西天文知識有較全面的記載，他是採程允升原本、鄒聖脈增補的版本為基礎再續增的，其中續增的部分是使用西方天文知識詮釋，他在起頭即說：「人文進化，天象益明。」闡明天文現象發生的原因越來越有理論根據了，內容對於日蝕、月蝕、雲、霧、雨、露、冰雹、虹、彗星等自然現象，都以具體理論說明，有些地方並點明中國傳統錯誤的觀念。以下以彗星為例說明，在鄒聖脈增補天文的地方寫到：「星孛辰而火災乃見」，鄒聖脈採用《左傳》記載解釋說明此段話：

昭公十八年，有星孛於辰，申須曰諸侯其有火災乎？……鄭裨竈曰，鄭若用瑾瑜玉瓚厭之，必不火，產曰天道遠人道邇，非爾所知也。¹⁷

¹⁷ 程允升原本、鄒聖脈增補、蔡東藩續增，《繪圖重增又學故事瓊林》（新竹：竹林書局，

可見只要出現彗星即是不詳的徵兆，在蔡東藩的敘述中，則是單純以「星芒燭天，尾行如帚，謂之彗。」介紹彗星的外形，而解釋如下：

彗星或名為孛，或名為長星，舊說謂彗孛長三星，其形小異，孛星芒短，彗星尾長，長星光竟大，今則統稱為彗，彗星亦繞日而行，其軌道有長短，故遠隱近現無定時，中國目為妖星，西人則否。¹⁸

此段話語用理性的文字解說彗星，有別於與災異說結合的說法，並在末尾點出中國人認為彗星是妖星，但西方人則否，¹⁹說明此時中國人思想和西方人不同。在天文類的最後蔡東藩更以「昔之占驗憑諸虛，謂與人事相應，今之推步證諸實，見為天象之常。」²⁰為結尾，期望屏除中國人習慣將星象和災異結合的觀念。不過在蔡東藩的觀念裡，仍有陰陽二氣的思維，對於雷電的成因，他認為是「陰陽二氣相搏激，則發電，響及成雷。」²¹由此可見，將許多事物的成因歸於氣化的想法，一直是中國人不易瓦解的傳統。

四、結語

有關「天圓地方」的思想並不僅存在於中國古代，在古代的西方和印度也是這樣的觀念，²²對於天象災異的說法，在古代的西方也曾有此思維，但惟獨不同的是，西方在一連串的科學革命中，漸漸產生完整的「地圓說」，並在實際觀測天體運行中，建立起有別於區域性的世界觀，²³而中國仍停留在宇宙氣化生成的觀念中，幾千年來深植在中國的觀念是不容易退

1999 年)，頁 7。

¹⁸ 同上註，頁 9。

¹⁹ 西方人在一連串的科學革命之前，彗星也被賦予宗教意義，他們也把彗星當作是神怒的跡象以及災難的預兆，這樣的觀念在牛頓把彗星的軌道歸結為正常的規律後，逐漸消除彗星的出現即是災異的說法，請參考〔英〕約翰·H·布魯克著，蘇賢貴譯，《科學與宗教》（上海：復旦大學出版，2000 年 2 月第 1 版），頁 152-153。

²⁰ 同註 17。

²¹ 同註 17。

²² 金祖孟，《中國古宇宙論》，〈論神創宇宙〉，頁 106-110。

²³ 有關於西方科學革命的命題論述，請參考徐光台《近代科學革命：從哥白尼到牛頓》，書中提供兩個重點，一是給我們一個新的歷史觀，教我們回到現場，用當時的觀點檢視那時的理論，有別於惠格式的觀點，另一是對於西方科學作依序性的介紹。

去的，雖然對宇宙生成和天文現象的緣由已經接受西方天文科學的證實，但對於氣化的宇宙論、陰陽五行、觀天象論災異的思維還是存在的，因此，當清末兩種思潮碰撞後，產生了拉鋸戰，這些現象在蒙書中活生生的體現，可見窺蒙書內涵的轉化，能知時代之潮流與人們因應新知識時的猶豫。

我們從本文的論述，可以看出傳統中國人對科學的態度，中國人自古則以科學為小道，縱使有天學、算學等等，但都不是純然的科學，而是在政治、文化、思想牽涉下的附屬品，因此，中國人回應西學時的態度先是抗拒，接著，則回溯自己的歷史，佯稱老祖宗即有科學觀點，藉此避免瓦解中國思想，例如：李之藻《天主實義重刻序》：「信哉，東海西海，心同理同，所不同者，特語言文字之際。」就是引用陸九淵的思想，《陸九淵集》卷二十二《雜說》：「西方上下曰宇，往古來今曰宙。宇宙便是吾心，吾心即是宇宙，千萬世之前，有聖人出焉，同此心同此理也。千萬世之後，有聖人出焉，同此心同此理也。東南西北海有聖人出焉，同此心同此理也。」中國人所關懷的是盡人道達天道的道德修行，為了解釋義理而舉證的自然知識，也是義理的附帶品。

所以，即使中國的許多制度都從西方移植，但仍稍嫌不順暢，這是因為中心思想沒有改變的結果，因此，筆者以為，「中國中心說」的思維，在當時是屬於文化最深層的部分，非船尖利砲所能衝破的，即使採用西方制度，仍不具真正的科學思想，還是一味地在外圍繞。如今，該如何視透西方科學革命的精神，是吾人得細細省思的。

【表一】

幼學瓊林坊間仍存的版本					
書名	《文會堂重校幼學須知》	《幼學群芳》	《新增繪圖幼學故事瓊林》	《新增繪圖幼學故事瓊林》	《繪圖重增幼學故事瓊林》
編者	程允升 京江錢元龍學山甫校梓 乾隆 22 年(1757)范承宣序	西昌程允升原本 閩江周達用增訂	西昌程允升原本 霧閣鄒聖脈梧岡增補 清溪謝梅林硯備、男鄒可庭涉園參訂 山陰石韞玉秉楠重校	西昌程允升原本 霧閣鄒聖脈梧岡增補 清谿謝梅林硯備、男鄒可庭涉園參訂 山陰石韞玉秉楠重校	西昌程允升原本 霧閣鄒聖脈梧岡增補 清溪謝梅林硯備、男鄒可庭涉園參訂 古越蔡東藩續增
年代版本	光緒 14 年(1888)東昌文會堂刊本	乾隆年間 (1736-1795)	1913 年天寶書局石印(複印)	鴻文書局發行	臺灣竹林書局發行
附註	封面題曰：「文會堂重校幼學須知」，但各卷書名則作：「育正堂重訂幼學須知句解」半葉十行，行十九字，單魚尾。	封面題名曰：「幼學群芳」，目錄為：「亦陶書室新編幼學故事群芳」，內葉為「增補幼學群芳」頁眉附「往來尺牘」	頁眉附新增英語入門、簡明字彙、最新國民尺牘	頁眉附新增英語捷訣(從天文門開始)、改正字彙、通俗白話尺牘	封面題名曰：「繪圖重增幼學故事瓊林」，但各卷書名則作：「精校重增繪圖幼學故事瓊林」。頁眉附青年模範、註釋故事白眉
冊數	4	2	4	4	1
卷首		天文圖、地輿圖、河圖、洛書、五嶽圖、歷代帝王總紀。	孔子贊并圖、歷代帝王紀、文明結婚禮式、服制圖考、輿地一統志	僅有輿地一統志後半，其他殘缺	衛生須知、歷代帝王圖、歷代帝王紀、文明結婚式、禮帖式、喪服圖、稱呼釋義、年齡換算表
卷一	歷代帝王國號歌、歷代帝王世統歌、天文、地輿、時序、統系、朝廷、相猷	天文、地理、歲時、朝廷、文臣、武職。	天文、地輿、歲時、朝廷、文臣、武職	天文、地輿、歲時、朝廷、文臣、武職	天文、地輿、歲時、朝廷、文臣、武職
卷二	將略、科第、文階、武秩、父子、兄弟、夫婦、師及、婚姻、外戚	祖孫父子、兄弟、夫婦、叔姪、師生、朋友賓主、婚姻、女子、外戚、	祖孫父子、兄弟、夫婦、叔姪、師生、朋友賓主、婚姻、女子、外戚、老壽幼	祖孫父子、兄弟、夫婦、叔姪、師生、朋友賓主、婚姻、女子、外戚、老壽	祖孫父子、兄弟、夫婦、叔姪、師生、朋友賓主、婚姻、女子、

第七屆科學史研討會彙刊

		老壽幼誕、身體、衣服、飲食。	誕、身體、衣服	幼誕、身體、衣服	外戚、老壽幼誕、身體、衣服
卷三	列女、人事、年齒、制作、文史、藝術、貧富、訟獄、凶喪	人事、訟獄、宮室、器用、珍寶、釋道鬼神、疾病死喪。	人事、飲食、宮室、器用、珍寶、貧富、疾病死喪	人事、飲食、宮室、器用、珍寶、貧富、疾病死喪	人事、飲食、宮室、器用、珍寶、貧富、疾病死喪
卷四	釋道、身體、宮室、器用、衣節、飲食、珍寶、花墓、鳥獸	文事、科第、技藝、花木、禽獸、冠禮帖式、婚禮帖式、喪禮帖式、祭禮帖式、喜慶帖式。	文事、科第、制作、技藝、訟獄、釋道鬼神、鳥獸、花木	文事、科第、制作、技藝、訟獄、釋道鬼神、鳥獸、花木	文事、科第、制作、技藝、訟獄、釋道鬼神、鳥獸、花木
資料來源	黃一農教授	國立中央圖書館台灣分館	國立中央圖書館台灣分館	筆者收藏	竹林書局

關孝和之故居與他的《楊輝算法》抄本*

城地茂

國立高雄第一科技大學

摘要

關孝和(1642?-1708)雖然身為日本最廣為人知的數學家之一，但其傳記至今仍是疑點重重，關於他的出生年也尚未有個明確的解答。因此，和算(日本數學)的成立期間依舊成謎。為此，筆者不僅以分析文獻史料的方式，也考察了許多相關地圖與圖畫等，藉此解開關孝和的身世之謎。

然而，我們可從江戶(現、東京)時代(1603-1867)的地圖中發現到關孝和的住家亦或是其親屬的宅邸，是位於現今日本國東京都新宿區南山伏町2~5番地，所以我們可以判斷關孝和是於1661年左右就任甲府藩官一職。

其次，筆者更進一步表明關孝和抄寫《楊輝算法》(楊輝，1275年)之年代為1661年，而非向來推斷的1673年。這是根據日本富山縣射水市圖書館的高樹文庫(石黑信由(1760-1836)藏書)中，中田高寬(1739-1802)的手抄書之調查;而得到的結論。

縱使《楊輝算法》帶給日本數學界莫大的影響，但其程度仍為初級數學，對於年過20歲的數學家而言，單就抄寫反倒過於易如反掌。因此，相較於數學方面的理由，筆者更主張以關氏於甲府藩任官期間所抄寫之《楊輝算法》為更有利的學藝。

關鍵詞：關孝和、甲府藩、和算(日本數學)、《楊輝算法》

* This research was partially supported by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology of Japan, Grant-in-Aid for Science Research on Priority Areas, 122 of 'systemized data on the early stages of science and technology in Japan (Invention in the Edo Period)', subsection 14023112. And this paper was presented at the 10th ICHSC (Aug. 2004, Harbin) then re-wrote with adding the researching Japanese libraries.

一、緒論

關孝和(SEKI Takakazu or Kowa, 1642?-1708)是日本最著名的數學家。目前有許多與他的數學理論相關的學術論文，但是提到傳記方面的研究，卻屈指可數，目前連他的生年都不詳。就因為生年不詳之故，他的出生地究竟是上野國藤岡（現在的群馬縣藤岡市），還是江戶（現在的東京）也不得而知。對於生年出生地不詳，一般認為是由於在關孝和去世之後，他的養子關新七郎久之（部份史料記載為新七）在享保 20¹（1735）年 8 月 5 日²被判「重追放」之刑，與關孝和相關的史料也就因此佚失了。

在這樣文獻資料有限的情形下，關孝和的生平充滿謎團。因此，本論文不僅單由文獻資料著手，也使用江戶時代盛行的繪圖，冀望能在原先未知的部份中能有新發現。

二、先行研究

雖然和算家從江戶時代開始流傳關孝和的傳記、但是他們認為關氏為和算家的先聖、所以這些傳記出典不詳。如川北朝鄰（KAWAKITA Tomochika, 1840-1919）³不僅是最後和算家之一、也是近代數學家第一代。他認為關氏應

¹ 《寬政重修諸家譜》卷 1515（千鹿野茂（編），《寬政重修諸家譜》（東京：續群書類從完成會，1992），卷 22，頁 404）、訛作「享保 12 年」。

² 筆者發現新的一次資料〈甲府城内御金紛失一件役人御仕置〉（山梨縣立圖書館甲府文庫藏，外題是〈享保十九（1734）年甲府城内御金紛失役人御仕置一件 享保二十（1735）年卯八月五日甲府町年寄の記録〉、請求號碼，甲 093.6-134、電子文獻 No.0400121604）16×40cm）。以前只有二次史料三點；《德川實記》的記載，亦為享保 20 年 8 月 5 日。（鈴木貞夫，2000，頁 4）、《寬永諸家系圖傳（寬永諸家譜）》（東京都公文書館、抄本）《內山家系譜》（日本學士院（編），《明治前日本數學史》（東京：岩波書店，1954-1960），卷 2，頁 135-137）的說法是 17 日。還有同時代資料一點；《甲府勤番日記》（山梨縣（編）《山梨縣史》（甲府：山梨縣，1996），資料編 7，頁 1037-1039）的記載，關久之受到閏 3 月 13 日賭博事件的連坐處罰，6 月 18 日到 8 月 5 日為調查期間（佐藤賢一，〈關孝和を巡る人々〉，《科學史研究》，225 期（2003 年），頁 52-53）。《斷家譜》卷 30 關家系譜（齋木一馬・岩澤愿彦（校），《斷家譜》（東京：續群書類從完成會，1969；1979），卷 30。頁 205），訛作 8 月 6 日。

³ 川北朝鄰，〈本朝數學家小傳〉（1890 年左右）的記載（平山諦，《關孝和》，（東京：恒星社厚生閣，1959），頁 21）

於 1942 年 3 月在江戶小石川出生⁴。但其說法有待證實⁵。但日本第一本數學史・《日本數學史》⁶卻還採用這些和算家說法。

余和算家以外還有《武林隱見錄》（齊東野人，1738 年）云：關孝和在奈良寺廟中寫中國數學書⁷。有人認為這本書是《楊輝算法》、不過筆者認為要再考證⁸。

近代性傳記研究是由三上義夫(MIKAMI Yoshio, 1875-1950) 開始的。他曾經研究過「幕府」（將軍的政府）正式文書記錄的公文《寬永諸家系圖傳》《寬政重修諸家譜》⁹及其原稿《寬政呈譜》、內山家傳的《先祖書》及川北朝鄰於 1879 年寫的《內山家系圖》（原本在關東大地震時（1923 年）失傳）、並確立了關孝和研究的基礎¹⁰。

但是三上義夫只有在雜誌上發表、所以連數學史專家都找不到三上義夫的研究成果。藤原松三郎（FUJIWARA Matsusaburo, 1881-1946）引用三上義夫的研究、介紹這些史料¹¹。不過《寬政重修家譜》是在文化 9（1812）年 12 月完稿，當時關家早已滅絕。也許是這個原因，上頭記載的名字為「關秀和」¹²或「考和」¹³。藤原松三郎在上野東照宮、東京都都政史料館（現、東京都公文書館）調查《內山家寬政呈譜》等的一次史料、且詳細地研究關孝和的傳記^{14、15}。

⁴ 後來川北朝鄰改為 1637 年 3 月、藤岡出生、但是根據不明（平山諦，《關孝和》，頁 21）。

⁵ 有短編論文、三上義夫，〈川北朝鄰と關孝和傳〉，《史學》11 期（1932），頁 129-134。

⁶ 遠藤利貞，《增修日本數學史》（東京：岩波書店，1896），參照。

⁷ 日本學士院（編），《明治前日本數學史》，卷 2 頁 142-143 參照。

⁸ 城地茂，〈中田高寬寫・石黒信由藏《楊輝算法》について〉，《數理解析研究所考究錄》1392 期（2004 年），頁 46-59。

⁹ 江戶幕府編纂的大名・旗本・幕臣之系譜。1530 卷。1799～1812 年成書。寬永 18（1641）年的《寬永諸家系圖傳》續集。

¹⁰ 三上義夫，〈關孝和傳記の新研究の概要〉，《東京物理學校雜誌》488 期（1932 年），頁 311-317, 489 期（1932 年）頁 340-347, 490 期（1932 年）頁 385-394。又、平山諦，《關孝和》，頁 18-23。

¹¹ 日本學士院（編），《明治前日本數學史》，卷 2 頁 133-146。

¹² 《寬政重修諸家譜》關家系譜，卷 1515（卷 22 頁 404）。

¹³ 《寬政重修諸家譜》內山家系譜，卷 223（卷 4 頁 184）。

¹⁴ 江戶幕府編纂的大名、旗本、幕臣的家譜，共 1530 卷約於 1799-1812 年之間完成。這是以寬永 18（1641）年的《寬永諸家系圖傳》為本，全面改編的家譜，可視為其續集。

接著，近畿和算研究會的山田悅郎發現新史料¹⁶、平山諦（HIRAYAMA Akira, 1904-1998）介紹這些一次資料，如《斷家譜》（田畑吉正(編)，1809年）¹⁷，《甲府様御人衆中分限帳》（1695年）¹⁸；《甲州北山筋千塚村御檢地水帳》（1684年）¹⁹。

《建部氏傳記》（建部賢明、1676年）的記載；綱重(1644-1678)藩主時代已在甲府藩當官²⁰。又下平和夫（SHIMIDAIRA Kazuo, 1928-1994）《新井白石日記》元祿 15（1702）年 12 月 25 日〈切米扶持方証文ノ写シ〉之中、發現關孝和的通稱「新助」²¹。故我們知道關孝和 1676 年已在甲府藩當官。

內山家的後裔、村本喜代作調查內山家的「過去帳（菩提寺の祖先記録）」的記載，關孝和的父親內山永明於 1662 年 5 月 3 日去世²²。《御家人人別帳》²³（1712 年左右）的記載也相同²⁴。

由這些資料可以得知，關孝和是內山七兵衛永明（?-1662²⁵）的二男、關孝和過繼為關氏²⁶（吉直？（1591-1673），五郎左右衛門）的養子。他同時也在甲府藩（德川綱豐為藩主、後來第 6 代將軍家宣）當上勘定吟味役²⁷。寶永元年（1704），隨德川家宣就任幕府第六任將軍而成為旗本（家

¹⁵ 日本學士院(編)，《明治前日本數學史》，卷 2，頁 133-146。

¹⁶ 山田悅郎，〈關孝和に関する 3 つの新資料〉，《和算》25 期（1979 年），頁 6。

¹⁷ 齋木一馬・岩澤愿彦（校），《斷家譜》，卷 30，頁 205。

¹⁸ 《甲府様御人衆中分限帳》山梨縣立圖書館藏書、登記號碼「甲 093.1-274」、活字本有、山梨縣立圖書館（編）《甲州文庫史料》卷 6，1978 年、又有濱松市（編）濱松市史，1980 年，浜松市。還有《甲府分限帳》國立公文書館內閣文庫藏書。登記號碼「和 33716/函 151/號 220」。

¹⁹ 平山諦，《和算の誕生》（東京：恒星社厚生閣，1993），頁 160，183。

²⁰ 三上義夫，〈關孝和傳記の新研究の概要〉，490 期，頁 387。

²¹ 下平和夫，《和算の歴史》（東京：富士短大出版部，1965），卷 1，頁 182-183。

²² 村本喜代作，《關孝和と内山家譜考》（東京：内山商事，1963），頁 19-20。原本作內山吉明 1662 年 5 月 3 日死亡、內山永明 1646 年 5 月 2 日去世。村本改為內山吉明 1646 年 5 月 2 日去世、內山永明 1662 年 5 月 3 日去世。

²³ 正徳 2（1712）年-享保 10（1725）年成書（《御家人分限帳》）（鈴木寿（校訂），東京：近藤出版社，1984），頁 9）。

²⁴ 佐藤賢一，〈關孝和を巡る人々〉，頁 49-54。

²⁵ 根據《寛政重脩諸家譜》內山家系譜，卷 223（卷 4，頁 184），於 1646 年去世。

²⁶ 根據《斷家譜》，卷 30，他是「勘定」（會計）之職。

²⁷ 《甲府臣下録》（1661 年）云：關孝和是「御勘定方御用改」。

臣)之一。這時他的家格是藏米 250 俵，月俸 10 口。同一年 12 月 12 日²⁸，被任命為西之丸納戶組頭，藏米增為 300 俵。寶永 3 (1706) 年退休，寶永 5 年 (1708) 年 10 月 24 日去世。

根據《御家人分限帳》的記錄，我們可以從關孝和出生的內田家中，關孝和周邊人物的生卒年之中得到一些線索。將內田家系圖與這個史料合在一起可以得到下表。

內山永明 (-1662²⁹) - 永貞 (-1708) - 高永 (1665-) - 永諸³⁰ (1690-) - 永清 - 永恭 - 永成

- 關孝和 (-1708) - 妙想³¹童女 (-1686)

- 夏月妙光童³²女 (-1698)

= 平藏

= 新七郎久之 (1690-)

- 永行³³ (-1710) - 新七郎久之 (1690-)

- 永章³⁴ (1661-1725)

- 重 (繁) (女子)³⁵

- 女子

表 1 內山家系圖

應該值得注意的是、從來不明的關孝和養子、「新七郎」的名是「久之」。《斷

²⁸ 《柳營補任》「西丸御納戶組頭」的記載為 14 日。(鈴木貞夫，《關孝和と内山家—主として牛込およびその周辺との關係》自家版，2000)，頁 3-4)。

²⁹ 根據《寬政重修諸家譜》的記載，於 1646 年 5 月 2 日去世。但假如依據這個史料，會與關孝和的天弟永章的生年不相符。

³⁰ 通稱左京。

³¹ 猿渡盛厚，《武州府中物語》(東京：大國魂神社社務所，1956)，卷 36，頁 10 作「妙想」。

³² 猿渡盛厚，《武州府中物語》，卷 36，頁 10，作「夏月妙光嬰女」。

³³ 新五郎，號梅軒。

³⁴ 通稱小十郎。

³⁵ 三上義夫，〈關孝和傳記の新研究の概要〉，488 期，頁 343。

家譜》卷 30³⁶有「久之」的、但是《斷家譜》不是公式記錄、又他的號訛為「新七」、所以研究者懷疑「久之」。不過《斷家譜》的記載，關新七郎屬於「小普請大久保淡路守（教福）組」、這是跟《御家人分限帳》卷十七³⁷的記載相同的。因此筆者認為「久之」也可靠。

本論文將以這些先行研究為基礎，不僅是配合文獻史料，也將活用圖片等輔助資料，來探究關孝和所出生的內田家。

三、根據《甲府樣御人眾中分限帳》的記述來探究關孝和的住址

《甲府樣御人眾中分限帳》（元祿 8（1695）年左右）有以下的記載：

御賄頭 御役料拾人扶持

五德 三田御屋敷

貳百俵 矢守助十郎

蝶 天龍寺前

同 關新助

根據這項記錄，可以得知當時關孝和（通稱新助）的役職頭銜是「御賄頭」（役料 10 扶持=10 口=每天給五斗大米），家格「200 俵」（年收入 80 石大米=200 石領主），家徽為揚羽蝶紋（參照圖 1），住家則在天龍寺前。



圖 1 揚羽蝶紋

³⁶ 《斷家譜》，頁 205

³⁷ 《御家人分限帳》，頁 497。

在這裏所記載的天龍寺，天和 3（1683）年 2 月因火滅而從牛込遷移到位於現在新宿車站南出口甲州街道旁的地方(圖 2)。《甲府様御人衆中分限帳》是 1695 年左右的記錄³⁸、但是當時「天龍寺前」指牛込山伏町の舊天龍寺跡。



圖 2 現在の天龍寺（東京都新宿区新宿四丁目 3）

《新宿区南山伏町遺跡調査報告書》³⁹裏有関孝和の長兄・内山七兵衛（永貞）宅之発掘調査記録、又有付近の武士宅の記述。雖然是幕末期の名称、但是有「山伏町」の 63 戸、「天龍寺」の 6 戸及「元天龍寺」の 15 戸の記録。

1. 「山伏町」の 63 戸

牛込山伏町 57 牛込山伏町通 1 牛込山伏町裏 1 牛込山伏町裏通り 1

牛込山伏町新道 1 牛込山伏町杉並 1 牛込山伏町杉並横町 1

2. 「天龍寺」の 6 戸

牛込天龍寺前 1 牛込天龍寺上地 2 牛込天龍寺上り地 1 牛込天龍寺上ヶ地 1 牛込天龍寺上地之内山伏町 1

3. 「元天龍寺」の 15 戸

³⁸ 佐藤賢一，〈關孝和を巡る人々〉，頁 51。

³⁹ 新宿區南山伏町遺跡調査団（編），《新宿區南山伏町遺跡調査報告書》（東京：警視廳，1997），頁 14-15.

牛込元天龍寺前 5 牛込元天龍寺跡 1 牛込元天龍寺上地 5 牛込元天龍寺上り地 1

牛込元天龍寺上地山伏町 1 牛込山伏町元天龍寺上ヶ地 2

因此「天龍寺」⁴⁰是「元天龍寺」「天龍寺跡」「天龍寺上地」的意思。因此《甲府様御人衆中分限帳》中所提到的「天龍寺」，指的是位於牛込山伏町的舊天龍寺遺址一帶的住宅區。

在關家衆子孫之中，屬於藤原秀郷（10 世紀左右）後裔的關吉真家使用揚羽蝶紋的家徽。⁴¹

關吉真家的家系，如表一所示。

諱	通稱	生年	沒年	備考
關 吉真	若狹 （法名）善永			蘆田右衛門佐信蕃 ⁴² 麾下同心 3 人、足輕 30 人
吉兼	五郎左右衛門	1541	1605.4.7	信濃國上田
吉直	傳兵衛 五郎左衛門 （法名）宗空	1590	1673.4.16	上野國藤岡 100 石 忠長付 上総武射郡 100 石+50 俵
吉次	權左衛門、半左衛門、五郎左衛門	（相續） 1673		天守番
富明	辰之助、左兵衛、傳藏	1672	1743.11.2	天守番・小十人組 壽光院用人

表 2 關吉真家家譜

（出典）《寛政重修家譜》卷 868⁴³

⁴⁰ 御先手豊田藤之進組組屋敷（3860 坪之中 266 坪是公路，現在新宿區二十騎町）也叫「天龍寺」、關五郎左衛門宅、内山七兵衛宅的對面。

⁴¹ 鈴木貞夫，《關孝和と内山家—主として牛込およびその周辺との關係》，頁 10。

⁴² 原文記載為「蘆田右衛門信蕃」。武田家武將蘆田信蕃（1548～1583）的役職為常陸介、右衛門佐。

⁴³ 《寛政重修諸家譜》，卷 14，頁 114-115。

諱	通稱	生年	沒年	備考
關 豐房	利兵衛	(御徒) 1630		御徒、(御徒)組頭
豐重	左源太、利兵衛	(相續) 1645		支配勘定
豐好	彌四郎、五郎左衛門 (法名)了榮	1664	1723.4.29	母、高木清左衛門元慶之女、150 俵 支配勘定、勘定、船奉行
(豐勝)	藤助、兵左衛門	1680	1714.9.24	山本源右衛門之男
豐章	甚三郎 (法名)玄榮	1712	1730.2.8	
豐久	佐之助、五郎左衛門	1714	1782.8.15	高木佐太郎元教之男、 母・屋代又兵衛定白之女 西城小十人、本城小十人
豐昌	又三郎	(相續) 1774	(退休) 1786	鈴木半助朝正之三男 母、菅沼彦四郎定義之女 150 俵、西城小十人
豐脩	鍬(鐵)之助			母片山丈左衛門近毘之女

表 3 關豐房家家譜

(出典)《寛政重修家譜》1340⁴⁴

就年齡來考量，其中被認定爲關孝和養父的人爲關吉直（1590-1673）或關豐重（1645 左右）。

在此參照本論前述的《御府內沿革圖書》⁴⁵第 11 卷「牛込之内」地區

⁴⁴ 《寛政重修諸家譜》，卷 20，頁 192-193。

⁴⁵ 《御府內往還其外沿革圖書》1-15、《御府內場末往還其外沿革圖書》16-22、一之部の總稱。這是由幕府普請方所作成的正式地圖，正確性極高。記載了各戶的變遷資料，在資料考證上極富參考價值。文化 5（1808）年，普請奉行開始邊纂作業。天保元年（1830）再開始，安政 5 年（1858）大致完成。此外，本所深川一帶是在文久元年（1861）調查的。分两部分完成。目前在東京都公文書館、國立國會圖書館（有一部份缺少），國立公文書館內閣文庫（只有 18 卷）有館藏（東京市史編纂室有參照兩者於 1939-1944 年左右寫成的抄本，現在由東京都公文書館保管，本論參考此抄本。一般認為這個抄

⁴⁶的圖。

在這一帶可以找到兩個關家。此外，也可以得知關孝和的出生的內山家，也在這一帶，只與關家相隔幾戶。

年代	名前	現在地址
延寶年間 (1673-1681)	天龍寺	
貞享・元禄 (1684-1704)	關彌四郎(豐好) 關文左衛門(良治) 內山七兵衛(永貞)	新宿區南山伏町 2 番 4 號 新宿區横寺町 58 番 新宿區南山伏町 1 番(警察廳牛込分局內)
寶永 5 (1708)	關彌四郎(豐好) 關文左衛門(良治) 千村織部	新宿區南山伏町 2 番 4 號 新宿區横寺町 58 番 新宿區南山伏町 1 番(正徳(1711 年) ⁴⁷ 以前)
享保 10 (1725)	關五郎左 ⁴⁸ 衛門(豐久) 關文左衛門(良治)	新宿區南山伏町 2 番 4 號 新宿區横寺町 58 番
寬延 (1748-1751)	關五郎左衛門(豐久) 關友之丞(勝興)	新宿區南山伏町 2 番 4 號 新宿區横寺町 58 番
寶曆・明和 (1751-1772)	關五郎左衛門(豐久) 關友之丞(勝興)	新宿區南山伏町 2 番 4 號 新宿區横寺町 58 番
安永 6 (1777)	關又三郎(豐昌) 關友之丞(勝興)	新宿區南山伏町 2 番 4 號 新宿區横寺町 58 番
寬政 (1789-1801)	飯田市太郎 關牧之助(勝尙)	新宿區南山伏町 2 番 4 號(天明 4(1784)年 9 月) 新宿區横寺町 58 番
天保元年 (1830)	飯田市右衛門 重田求馬 西川清左衛門	新宿區南山伏町 2 番 4 號 新宿區横寺町 58 番(文化 15(1818)年)2 月) 新宿區横寺町 58 番(文政 12(1829)年)2 月)

表 4 位在天龍寺遺址的關家

本是有木暮理太郎編撰委員(東京都公文書館(編),《都史紀要》,卷 27,99 頁)的大力參與而成。

⁴⁶ 該區域圖是在天保元(1830)年完成的(東京都新宿區教育委員會(編)《地圖で見る新宿區の移り変わり 牛込編》(東京:東京都新宿區教育委員會,1982),頁 401)。

⁴⁷ 寶永 5 年(1708)7 月 25 日內山七兵衛永貞去世,有可能是這個時候?

⁴⁸ 原文為「右」衛門。

1695 年當時應該住在天龍寺遺址的關孝和，在《御府內沿革圖書》中表記為「關彌四郎」。這一戶在 1725 年時成為「關五郎左衛門」宅。因此可推斷「關彌四郎」可能是與關孝和當養子的關家血緣極為親近的人物。事實上，「彌四郎」是關豐好，又名是「五郎左衛門」，但是 1725 年時的「關五郎左衛門」是關豐久（1714-1782）。

反而，根據《寬政重修諸家譜》，貞享元祿年間（1684 年左右）到寶永 5（1708）年之間，關吉直的當主為關富明（1672-1743）⁴⁹。不過，他的通稱只有「辰之助」、「左兵衛」、「傳藏」有流傳下來，並未見「彌四郎」。他的住家很有可能是位在神田神保町小路⁵⁰。

另外一支五郎左衛門家的當家關豐好（1664-1723），在 1725 年甲府藩職員調查時已經去世。關豐好的家徽為鳳凰丸紋⁵¹。關豐好是「關彌四郎」

至今為止，由於沒有明確的史料，無法確定關孝和的住家位置。根據《甲府樣御人衆中分限帳》記載，是位於天龍寺遺址。但是，1684 年關孝和在甲斐從事《甲州北山筋千塚村御檢地水帳》的測量工作時，在新宿區南山伏町 2 番 4 號也有「關彌四郎」宅的記錄，在關孝和一族血緣斷絕之後也繼續存在。與另外一個「關文⁵²左衛門宅」情形相同。

因此，推斷有可能是關孝和寄居在「關彌四郎」宅或者是「內山七兵衛」宅。所以：

1. 關家的族譜中並沒有關孝和這等人物。=生前有可能回到山內家。
2. 關孝和死後，並沒有葬在關五郎左衛門吉直的祖墳，也就是府中高安寺，而是葬在親生父親內山永明的祖墳淨輪寺。
3. 養子關新七郎是由內山家過繼來的。

由以上三點來推斷，關孝和當時很有可能是住在「內山七兵衛」宅。史料雖不足無法斷定，「內山七兵衛」宅或者是「關彌四郎」宅，就是《甲府

⁴⁹ 天和 2 年（1682）7 月 12 日繼承（《寬政重修諸家譜》）。

⁵⁰ 《江戸方角安見圖》中記載神田神保小路有一戶「セキ（關）五郎右」（鈴木貞夫《關孝和と内山家—主として牛込およびその周辺との關係》，頁 10）。

⁵¹ 《寬政重修諸家譜》，卷 1340，（卷 20，頁 193）。一般認為關孝和家的家徽為鳳凰丸紋。這個家徽因為貞應元（1652）年 12 月 28 日、關長治上報宮川藩（後來的新見藩）時做成的。

⁵² 《寬政重修諸家譜》卷 5 頁 547、中有記載別的關家的族譜為「關才兵衛光正-才兵衛正安-奎左衛門正重-清左衛門（諱不詳）」（日本學士院（編），《明治前日本數學史》，卷 2，頁 1340），所以有可能是奎左衛門正重。

樣御人衆中分限帳》所說的「天龍寺前」。

在此，介紹兩地與三個「關文左衛門」宅的現狀。



圖 3 「關彌四郎」宅遺址



圖 4 「內山七兵衛」宅遺址



圖 5 「關文左衛門」宅遺址

關孝和的故居很有可能是在上述三個地方其中之一。

四、關孝和的宦途

生父內山永明與養父關吉直在官場上有相同的履歷。兩者原先都是武田家的武將，隸屬於蘆田信蕃的旗下。關吉直與內山永明前後相繼於元和 9（1623）年與寬永 4（1627）年加入德川忠長（1606-1633）的旗下。當寬永 9（1632）年德川忠長失勢後，分別在藤岡以及武藏府中兩地隱居，寬永 16（1639）年分別重新擔任天守蕃與寶藏蕃。兩者的家格與領地都一樣為領地 100 石和藏米 50 俵。也因此，所受領到的官舍也是近在咫尺。

更巧合的是，關吉直在德川秀忠手下仕官時的領地在上野國藤岡⁵³，正好是內山永明隱居之地。

正因為有這樣的關係，因此正保 3 年（1646），關孝和的親生母親去世時⁵⁴，關吉直將關孝和迎來作養子，做這樣的推斷是很妥當。

由於關孝和是分支的旁系，關吉直的後繼者是關吉次。而關孝和則在甲府藩主德川綱重手下仕官。通常，新雇家臣是在一個藩剛成立或者是增加封地時才會進行。

慶安 4 年（1651）10 月，綱重受封 15 萬石。之後在寬文元年（1661）閏 10 月，封地增加到 25 萬石，並任命為甲府藩主。關孝和有可能在這兩個時間點其中一個任官。⁵⁵但是 1651 年時，關孝和才十歲，要任官還太早。就常理判斷應該是在 1661 年任官。但是，關孝和也有可能一開始是小姓，所以任官的時期難以確定。另一方面，關孝和在 1661 年⁵⁶5 月下旬完成《楊輝算法》的朝鮮版抄本。是否能從《楊輝算法》的角度來探究關孝和任官的年代？在此探討《楊輝算法》。

五、關於《楊輝算法》抄本

《楊輝算法》雖然算是珍本，但終究只是初級教科書。關孝和在二十歲甚至是更大的年紀時完成抄本，就學術上來考量並不自然。在這裏只是推測，也許珍本的抄本對求官職有幫助，也就是說發現並校注珍本古籍，可以展現出自己有任勘定方的能力。正如前述，內山家至此時為止是任天守番，關家則是寶藏番。這兩家都是屬於番方（武官），而非勘定方的家系。但假如解讀⁵⁷數學方面的珍本古籍，評價必能提升。因此關孝和有可能只是為了要求官職而完成抄本，就結果而言，抄本有利於求官，對本人

⁵³ 受領的石高為 100 石。（《寬政重修諸家譜》，卷 5，頁 545）

⁵⁴ 安藤對馬守家臣，湯淺與右衛門之女。（內山呈譜）。也就是說高崎藩主、安藤對馬守重信（1557（弘治 3）-1621（元和 7））家臣的女兒。川北朝鄰（1840-1919）的《本朝數學史料草稿》中記載「勝行院妙珠、正保三丙戌六月十七日亡」（日本學士院（編），《明治前日本數學史》，卷 2，頁 137）。

⁵⁵ 關孝和早在德川綱重的時代就已任官（鈴木貞夫，《關孝和と内山家—主として牛込およびその周辺との關係》，頁 3）。

⁵⁶ 部分史料顯示是 1673 年（平山諦，《和算の誕生》，頁 202-203）、這是因為朝鮮方面的記載混亂所致。關孝和的抄本記載為 1661 年。（城地茂，〈中田高寬寫・石黒信由藏《楊輝算法》について〉，《數理解析研究所考究錄》1392 期（2004 年），頁 46-59）。

⁵⁷ 關孝和不只是完成抄本，也修正朝鮮版本一部份的謬誤。

的加封應該也有幫助。

《武林隱見錄》（1738 年，齊東野人）卷五「關新助算術に妙有事」⁵⁸中記載：

（前略）夫よりして算學啓蒙を熟読し、天元の一の道理をあきらめ、その上自分の発明を以、様々の術を工夫し、演段の理その外町間の術（演段町間の術にも他流と違様々の妙術有）暦の法、天文等に至る迄悉く其理に通達せずといふことなし。此藝術上聞に達し、御賞翫に被思召、甲府家におひて御勘定奉行の格に被成しなり。

その比（頃？）南都に何（時）渡りしやらん、唐本にて、仏書に混雜して有たるが、誰が読んでも解する事なし、仏書にも非ず、儒書医書の類にも非ず、いか成書共知難き故、打込んで年々土用於しなどせし計也。新助いかがかして是を聞、其趣の様子、大方算書ならんと察し、御暇申、南都へ登り、漸々借り受、南都に逗留して夜を日に継で之を寫し取、江戸へ歸て三年が間、昼夜工夫をこらしけるに、終に其奥義を極めしと也。依之算術に於て我朝にては古今無類の名人と云ふべし。

（前略）如此熟讀算學啓蒙，瞭解天元之一之道理，加以自我發明，思量種種手段，乃至於「演段」（代數學）之理及「町間」（測量）之術（演段町間之術中亦有種種與他流相異之妙術）、曆法、天文等無一不通達其理。此藝達上聽，受陛下召見，於甲府家受封卡「御勘定奉行」（會計）之格。

此時自南都傳來書物，爲唐本。混雜於佛書中，任誰讀了也不解其意。既非佛書，亦非儒書醫書之類。難知爲何書之故，順序混雜欲於每年仲夏曬書。不知爲什麼（關）新助知道這本書，看其旨趣，察知可能爲大方算書。閒暇之餘登南都（奈良）才借其書，逗留南都夜以繼日抄寫之。回江戸三年之間，日夜費心，終極其奧義。因此於我朝算術界可謂古今無人可比之名人。

如此是關孝和先任官，而後做不可思議的數學書籍的抄本。

但是就常理判斷，剛任官要去奈良並非一件容易的事情。並且，由於抄本受到好評而任官應該比較有可能，所以本論文認爲關孝和是在 1661 年閏 8 月左右時任官。

⁵⁸ 日本學士院（編），《明治前日本數學史》，卷 2，頁 142-143。

天龍寺的遷移是天和 3（1683）年 2 月的事情，因此在關孝和任官時並沒有住在那裏⁵⁹。

不論如何，關孝和完成某本數學古籍的抄本這件事情似乎在當時很有名。與關流學派對立的最上流學者會田安明（1747-1817）在《豐島算經評林》（1804，會田安明）中提到：

關新助孝和なるものは、算術に於ては、巧みなれども、其志ざしに於ては、甚だ不仁なり。己れが名を揚げん為めに古書を焼き捨てしに於てをや。
（中略）

明人（名人）の書を焼捨て、窃かに其術を盗み己が作意とするにあらずや、亦疑なくんばあるべからず。⁶⁰

關新助孝和其人於算法雖為巧者，但其志甚為不仁。為揚己之名燒古籍尤為甚。（中略）燒名書，豈暗盜其術為己之作哉？亦不可無疑。

有這樣的數學書的存在。不過這是會田安明批判關孝和為了隱瞞原典的存在而燒掉原典。

在此所提到的古書究竟是不是《楊輝算法》？看一下以下的敘述：

《楊輝算法》的流傳有兩條系統，一是勤德堂刊本系統，二是《永樂大典》系統。（請參考附錄圖）

勤德堂刊本是最完整的版本。宋末 1275 年成書之原本，1378 年明・勤德堂復刻出版。後來 1433 年，朝鮮慶尙道監司利用銅活字技術出版 100 部，《楊輝算法》在習算局為數學教科書⁶¹。

在朝鮮這版本已經失傳。豐臣秀吉(1536-1598)攻打朝鮮時，得到幾本，現在留在日本・宮內廳書陵部的有 1 部⁶²，日本・尊經閣文庫的有 1 部⁶³，日本・筑波大學圖書館的 2 部⁶⁴。

⁵⁹ 根據《寛政重修諸家譜》，內山永明是住在「牛込邊」。

⁶⁰ 日本學士院(編)，《明治前日本數學史》，卷 2，頁 1-2。

⁶¹ 金容雲・金容局，《韓國數學史》（東京：槇書店，1978），頁 158。

⁶² 書陵部本有江戸時代大名、毛利高標（1755-1801）的藏書印。毛利高翰（1795-1852）在 1827 年送給將軍德川家齊（1773-1841、在位 1787-1837）。

⁶³ 尊經閣本共兩冊。其中第一冊以燒黑變質，但內容仍可辨識。

⁶⁴ 筑波本有武將、宇喜多秀家（1573-1655、赴朝鮮）的侍醫・曲直瀬正琳（1565-1611）的藏書印（兒玉明人，《十五世紀の朝鮮刊銅活字版數學書》（自家版，1966），頁 10）。

另外楊守敬(1839-1915)1880年赴日時，得到這版本。原來在北京圖書館⁶⁵，後來搬到台灣的故宮博物院⁶⁶。

關孝和(1642?-1708)於1661年⁶⁷抄寫這版本。後來關流數學家中田高寬(1773-1779)再抄本⁶⁸，現在收藏於日本富山縣・新湊市圖書館(高樹文庫⁶⁹)⁷⁰。這抄本訂正一些朝鮮版本的錯誤⁷¹，所以版本研究非常重要。

三上義夫(1875-1950)整理日本數學史時，得到石黑信由(1760-1836)的後裔，石黒准一郎(1912年左右)的再抄本。然後，三上義夫再度抄本，送給李儼(1892-1963)。李儼在1917年校勘這抄本，現存放在中國科學院自然科學史研究所圖書館⁷²。為《中國科學技術典籍通彙》本的原稿。李儼校勘本成為微縮資料，現保存在英國李約瑟(1900-1995)研究所。藍麗蓉(1977年左右)利用這資料將《楊輝算法》全文譯為英文。裘沖曼(1926年左右)抄李儼校勘本，和宜稼堂叢書做為百納本，現在在浙江省立圖書館。

靜嘉堂文庫本是毛晉(1598-1652)藏的抄本。但是沒有《續古摘奇算法》上卷，而現在在日本・靜嘉堂文庫。後來通過有名的數學家李銳(1773-1817)在1814年，宋景昌⁷³(1840年左右)在1840年的校勘，成為1842年《宜稼堂叢書》出版的原稿。而且這原稿還留在中國自然科學史研究所圖書館。李銳是阮元(1764-1849)的幕僚。阮元與《楊輝算法》的關係不淺。

還有阮元又抄了毛晉本，獻給皇帝，是《宛委別藏》的《楊輝算法》部份是1814年成書的。阮元有可能知道這本缺了一卷，所以名稱改為《楊

⁶⁵ 三上義夫，〈關孝和の業績と京坂の算家並びに支那の算法との關係及び比較〉，《東洋學報》，20期，頁217-249；20期，頁543-566；21期，頁45-65；21期，頁352-372；21期，頁557-575；22期，頁54-99(1932-5)。李儼，《中算史論叢》(上海：商務印書館，1954)，卷2，頁94。

⁶⁶ Jochi, Shigru, *The Influence of Chinese Mathematical Arts on Seki Kowa*. 1993, Ph.D Thesis of University of London, p. 39.

⁶⁷ 城地茂，〈「楊輝算法傳說再考」《數理解析研究所講究錄》1317期(2002年)，頁71-79。

⁶⁸ 城地茂，〈中田高寬寫・石黒信由藏《楊輝算法》について〉，頁46-59。

⁶⁹ 高樹文庫是由中田高寬的弟子・石黒信由(1760-1836)在1813年購買老師的藏書寫成。

⁷⁰ 三上義夫，〈關孝和の業績と京坂の算家並びに支那の算法との關係及び比較〉。

⁷¹ 兒玉明人，《十五世紀の朝鮮刊銅活字版數學書》，頁39-40。

⁷² Jochi, Shigru, *The Influence of Chinese Mathematical Arts on Seki Kowa*, p. 40.

⁷³ 《清史稿》，志122，〈藝文志〉〈天文算法類算書之屬〉有「開方之分還原術一卷。宋景昌撰。」

氏算法》⁷⁴。

還有復刻《續古摘奇算法》上卷的《知不足齋叢書》也是與阮元關係密切。《知不足齋叢書》是刊行鮑廷博(於嘉年間)的藏書。阮元獻呈《四庫未收書目提要》時，鮑廷博當助理。《四庫未收書目提要》就是《宛委別藏》的目錄。故鮑廷博參加《宛委別藏》的編集工作。我們可以推斷《續古摘奇算法》上卷是阮元給鮑廷博的。

如上所述，《楊輝算法》為珍本，如此一來，即使內容再簡單，也有抄本的價值。

還有現存於尊經閣文庫的《楊輝算法》(朝鮮版本)，第二冊(《續古摘奇算法》之後)已經燒焦無法辨識。我們無法判斷是否正如同會田安明在《豐島算經評林》中所批判的，關孝和要將原典燒掉，不過原典已經焦黑無法辨讀是事實⁷⁵。

如上所述，我們雖無法得知關孝和究竟是完成了哪本古籍的抄本。但是完成貴重書籍的抄本這件事情卻廣為世間所知。這可以作為探究抄本與求官之間的關連之佐證。

六、關孝和的肖像

日本富山縣新湊市圖書館的高樹文庫收藏關流和算家與石黑信由的藏書。其中有一幅關孝和的肖像畫。

⁷⁴ 城地茂，〈清代抄本《諸家算法》初探〉，龍村倪・葉鴻灝(編)《第四屆科學史研討會彙刊》(1996年)中央研究院科學史委員會，頁33-46。

⁷⁵ 這部分的狀況雖然尚未明瞭。今後，藉由同文庫藏書的《貞享元年(1864年)尊經總目》《享保十年(1725年)尊經總目》等調查，也許可以釐清與《楊輝算法》的關連性。還有，前田紀綱在延寶9(1681)年8月29日進行興福寺的書籍調查留下記錄。(尊經閣文庫(編)，《加賀松雲公》(東京：尊經閣文庫，1908)，頁189-190)，所以今後有可能得知關孝和在「南都」(奈良)所發現的數學書。



圖 6 新湊市高樹文庫藏 關孝和肖像

這是在天保初年（1830 年左右）石黑信由托高岡的畫家,菱香所畫的。原圖是鯖江的和算家齋藤茂（1847-1922）的舊藏書⁷⁶。

在這裏所畫的家徽不是流傳下來的鳳凰丸紋，而是鶴丸紋。鳳凰丸紋是貞應元（1652）年 12 月 28 日，關長治從主君森家獨立出來受封宮川藩（後來的新見藩）時所創的家徽。



圖 7 鳳凰丸紋

這個家徽與森家的鶴丸紋很相近，受到據說是由藩邸出土，狀似鳳凰的鳥類化石啓發而新創的，爲一非常特殊的家徽。

但是，根據《甲府樣御人衆中分限帳》的記載，關孝和的家徽爲（揚羽）蝶紋，這是關家大多使用的家徽。

就上述事實來考量，有可能是在石黑信由的時代，關孝和所使用的家紋並未爲一般人所知。而認爲關孝和是用關姓之中地位最高的新見藩所用的家徽。而且這個錯誤代代流傳下來。因此很難判斷上述的肖像畫爲正確的史料，很有可能關孝和使用的是揚羽蝶紋的家徽。

⁷⁶ 平山諦(他編)，《關孝和全集》（大阪：大阪教育圖書，1974），頁 35-36。實物業已逸失。在日本學士院還留有照片。

七、結論

根據《御府內沿革圖書》與《甲府樣御人衆中分限帳》，關孝和的故居很有可能是位在牛込山伏町の舊天龍寺遺址。《御府內沿革圖書》的東京都公文書館本⁷⁷與國立公文書館內閣文庫本⁷⁸由於是重印版，取得比較容易。在此將要介紹目前仍未有重印本的木暮抄本。

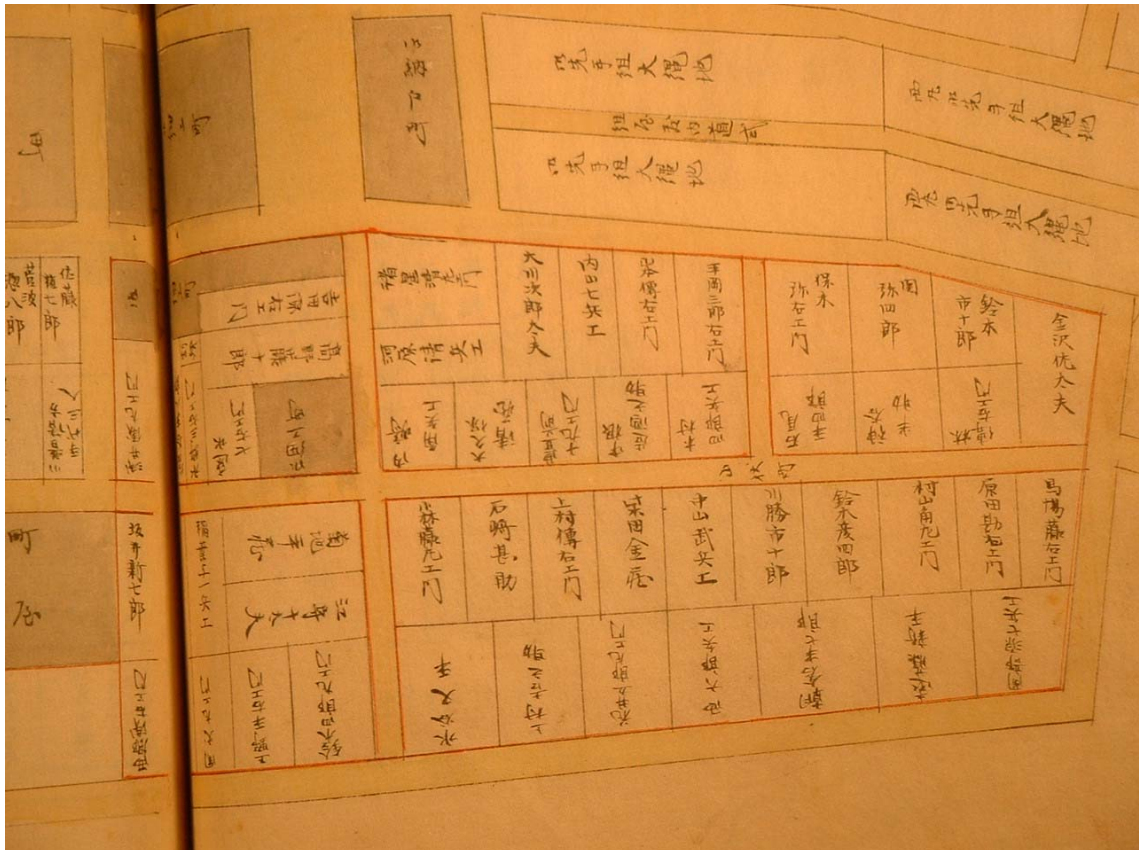


圖 8 《御府內沿革圖書》「貞享元祿年中之形」牛込山伏町天龍寺跡地

還有雖然可能性不大，但無法否定關孝和的通稱可能是彌四郎。期待今後更進一步的調查資料。

《甲府樣御人衆中分限帳》中，關孝和的家徽雖然記載是揚羽蝶紋，

⁷⁷ 現存於東京都新宿區教育委員會，《地圖で見る新宿區の移り変わり 牛込編》。

⁷⁸ 現存東京市役所（編），《御府內沿革圖書》3篇，1943年，東京市役所。幕府普請奉行（編）朝倉治彦（監修），《江戸城下変遷絵圖集、御府內沿革圖書》（東京：原書房，1985-88）。

與關吉直家一致。但一直對家徽的樣式有質疑。本論質疑是否為鶴丸紋，甚至是鳳凰丸紋。

關孝和任官之年，本論認定為 1661 年，關孝和在這個時間點前後完成《楊輝算法》的抄本。但是就關孝和當時的年紀來考量，不大有可能是因學術上需要完成抄本。究竟是為了求官？還是因為好奇心完成抄本，因此而求得官職，仍然不得而知。

八、參考文獻

1. 鈴木寿（校訂），《御家人分限帳》，1984 年，近藤出版社。
2. 高柳光寿（他編），《寛政重修諸家譜》1964-1967；1992（千鹿野茂（編））年，26 卷，続群書類完成會。
3. 田畑吉正，《斷家譜》1809 年、齋木一馬・岩澤愿彦（校訂）1969；1979 年，続群書類完成會。
4. 幕府普請奉行（編），朝倉治彦（監修），《江戸城下變遷繪圖集》，12 卷，1986 年，原書房，（沿革圖書的復刻版）
5. 遠藤利貞，《日本數學史》（《増修日本數學史》），1896；1918；1960；1981 年，岩波書店；恒星社厚生閣。
6. 尊經閣文庫（編），《加賀松雲公》，1908 年，尊經閣文庫。
7. 三上義夫，《和算之方陣問題》，1917 年，帝國學士院。
8. 三上義夫，《文化史上より見たる日本の数学》，1922；1999 年，岩波書店。
9. 三上義夫，〈關孝和傳記の新研究の概要〉，《東京物理學校雜誌》，488（1932 年）：311-317，489（1932 年）：340-347，490（1932 年）：385-394。
10. 三上義夫，1932-4，〈關孝和の業績と京坂の算家並びに支那の算法との關係及び比較〉，1932-4 年，《東洋學報》，20:217-249，20:543-566，21:45-65，21:352-372，21:557-575，22:54-99、又載《數學史研究》，22:1-51，23:53-109.1964 年。
11. 甲斐志料刊行會，《甲斐志料集成》，1932-35；1980-81 年，12；8 卷，甲斐志料刊行會；歴史圖書社。
12. 李儼，《中算史論叢》，（上海）商務印書館，1933-47；1954-5 年，5 卷，科學出版社。
13. 林鶴一，《林鶴一博士和算研究集錄》，2 卷，1937 年，東京開成館。
14. 日本學士院（編）（藤原松三郎），《明治前日本數學史》5 卷，1954-60 年；1979 年，野間科學醫學研究資料館；岩波書店。
15. 猿渡盛厚，《武州府中物語》，34，35，36，1956 年，大國魂神社社務所。
16. 山梨縣立圖書館（編），《山梨縣史》，1958-1965 年，8 卷，山梨縣立圖書館。
17. 山梨縣（編），《山梨縣史》，1996-年，資料編 19 卷・通史編 1 卷・民俗編・

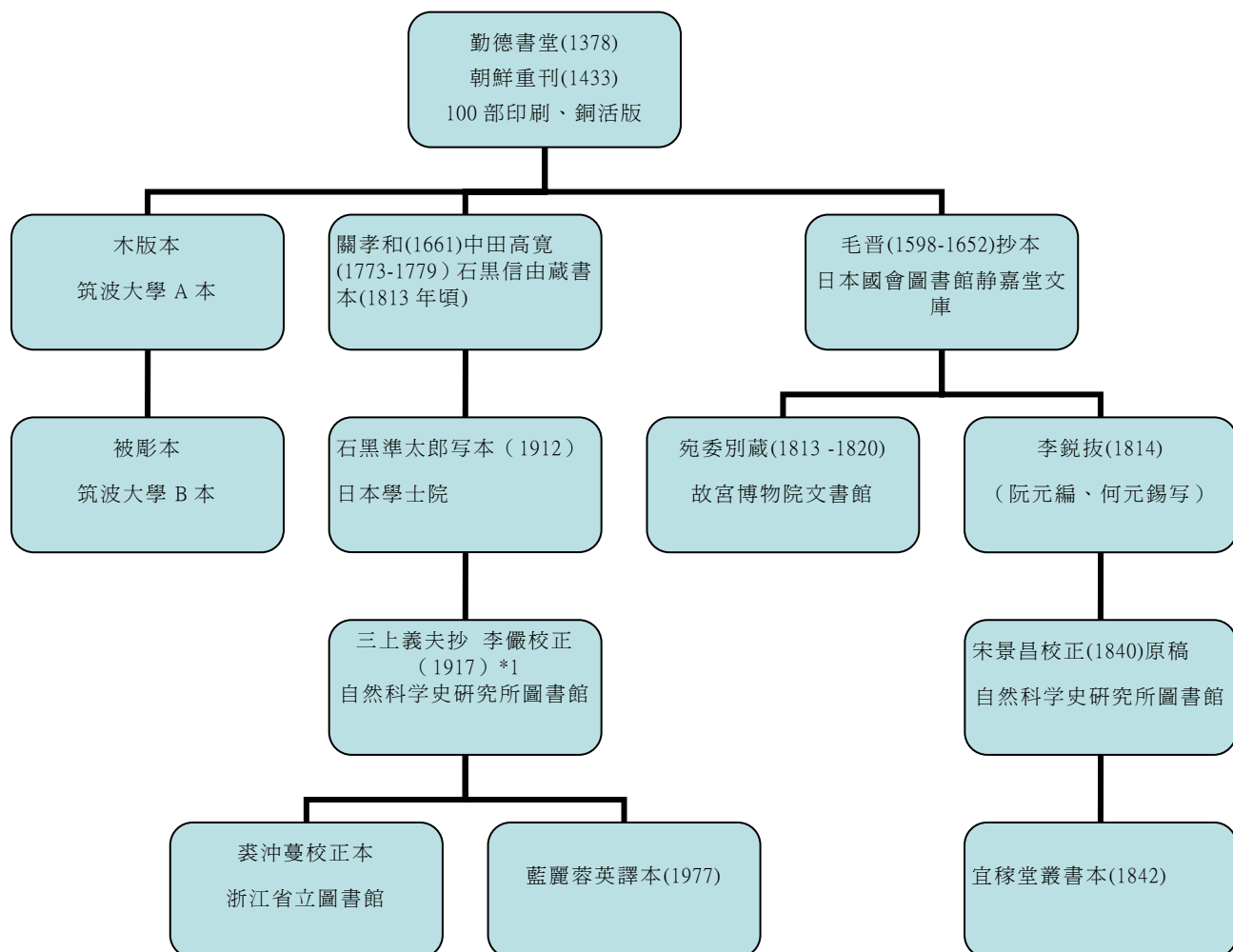
文化財編，山梨縣。

18. 平山諦，《關孝和》，1959 年，恒星社厚生閣。
19. 平山諦・下平和夫・広瀬秀夫（編）《關孝和全集》，1974 年，大阪教育圖書。
20. 平山諦〈朝鮮算書目錄〉《數學史研究》116（1988 年）、53-57 頁，日本數學史學會
21. 平山諦，《和算の誕生》，1993 年，恒星社厚生閣。
22. 村本喜代作，《関孝和と内山家譜考》，1963 年，内山商事（自家版）。
23. 下平和夫，《和算の歴史》，1965-70 年，2 卷，富士短大出版部。
24. 兒玉明人，《十五世紀の朝鮮刊銅活字版數學書》，1966 年，自家版。
25. 新宿區史編集委員會（編），《新修新宿區史》，1967 年，新宿區史編集委員會。
26. 金容雲・金容局，《韓國數學史》，1978 年，槓書店。
27. 山田悦郎，〈関孝和に関する 3 つの新資料〉，《和算》25 期（1979 年）：頁 6-7。
28. 東京都新宿區教育委員會（編）《地圖で見る新宿區の移り変わり 牛込編》1982-87 年，東京都新宿區教育委員會。
29. 郭書春(1988)，〈賈憲《黃帝九章算經細草》初探；《詳解九章算法》結構試析〉《自然科學史研究》，7-4（1988 年），自然科學史研究所，頁 328-334。
30. 城地茂，〈日中の方程式再考〉《數學史研究》，128(1991 年)：頁 26-34.
31. Jochi, Shigru（城地 茂）*The Influence of Chinese Mathematical Arts on Seki Kowa*. 1993, Ph.D Thesis of University of London.
32. 城地茂，〈清代抄本《諸家算法》初探〉，龍村倪・葉鴻灝（編）《第四屆科學史研討會彙刊》（1996 年），中央研究院科學史委員會，頁 33-46。
33. 城地茂，〈「楊輝算法傳説再考」〉，《（京都大學）數理解析研究所講究錄》，1317（2002 年）：71-79 頁。
34. 城地茂，〈中田高寛寫・石黒信由藏《楊輝算法》について〉，《（京都大學）數理解析研究所講究錄》，1392（2004 年）：46-59 頁。
35. 城地茂，《日本數理文化交流史》，2005 年，致良出版社。
36. 任繼愈（編），《中國科學技術典籍通彙》，1993 年，河南教育出版社。
37. 靖玉樹，《中國歷代算學集成》，1994 年，山東人民出版社。
38. 新宿區南山伏町遺跡調査団（編），《新宿區南山伏町遺跡調査報告書》，1997 年，警視庁。
39. 鈴木貞夫，《關孝和と内山家一主として牛込およびその周辺との關係》，2000 年，自家版。
40. 佐藤賢一，〈關孝和を巡る人々〉，《科學史研究》，225 號（2003 年），49-54 頁。
41. 佐藤賢一，《日本近世數學史》，2005 年，東京大學出版。

九、資料

楊輝算法流傳圖

1 勤德堂刊本系統（朝鮮版本）



朝鮮本（銅活字本） 日本・宮內廳書陵部、日本・尊經閣文庫
同（木版本・被彫本）日本・筑波大學 A 本、B 本⁷⁹、故宮博物院文書館⁸⁰
關孝和、中田高寬抄本⁸¹ 日本・富山縣射水市圖書館高樹文庫
韓國・朝鮮李王家圖書館⁸²、日本・國立公文書館⁸³

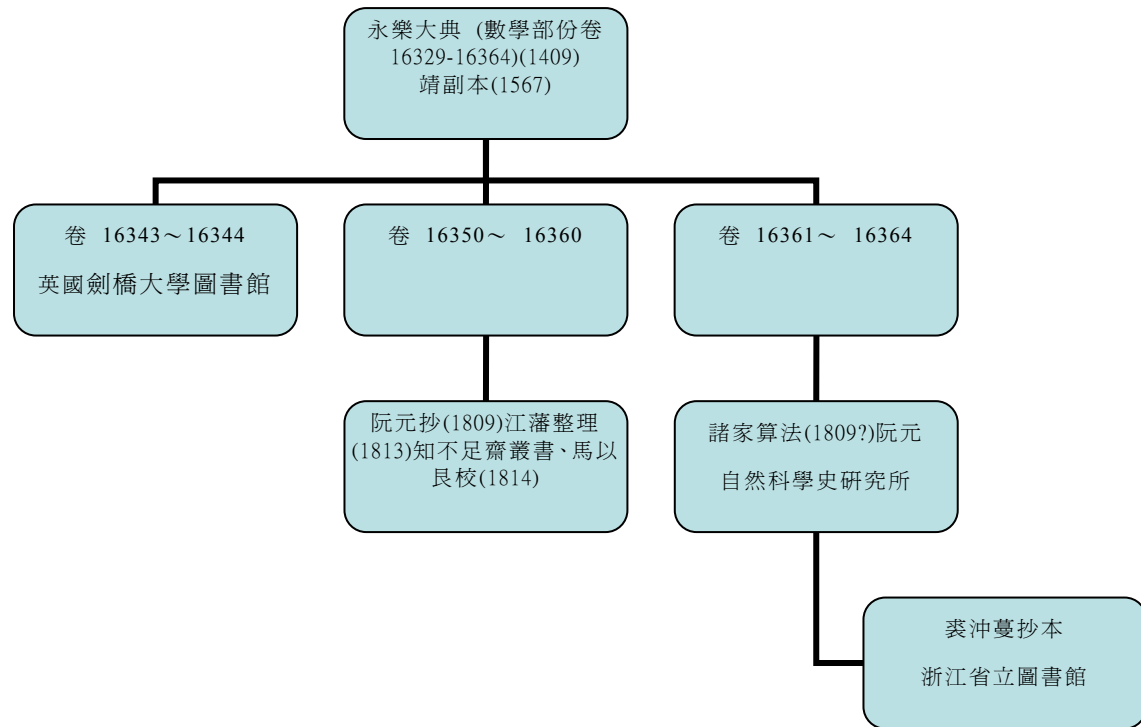
⁷⁹ 有二本。一本是木版重刊本、還有一本是再重刊本（「被彫」）。

⁸⁰ 從北京圖書館搬來的木版重刊本或「被彫」。楊守敬(1839-1915)在日本(1880年至1884年)購買的。

⁸¹ 在早稻田大學圖書館有小倉金之助(1885-1962)1937年、利用學士院本抄『楊輝算法書校』。

⁸² 根據平山諦，〈朝鮮算書目錄〉《數學史研究》116(1988年)，頁53-57，但現在不詳。

2)永樂大典系統（『續古摘奇算法』的一部分）



3)主要影印本、復刻本

原典	出版年	出版社
朝鮮本（筑波本 A 本）	1966	兒玉明人(1966)自家版
	1994	靖玉樹（1994）山東人民出版社
知不足齋叢書本 1814	1882	嶺南藝林仙館刊本 （臺灣・國家圖書館藏書）
	1921	上海古書流通處
	1965-	百部叢書集成（臺灣・藝文印書館） ⁸⁴
	1980	日本京都・中文出版社（古書流通處本）
宜稼堂叢書 1842	1936	商務印書館（叢書集成初編本、活字本）
	1965-	百部叢書集成（臺灣・藝文印書館）
關孝和抄本（三上再抄本）	1993	任繼愈（1993）河南教育出版社
宛委別藏 1813『楊氏算法』	1935	上海商務印書館 （線裝本）
	1981	臺灣商務印書館
永樂大典 1409	1959～	中華書局

⁸³ 三上義夫，1932。李儼，1954，卷 2，頁 101。原江戶幕府紅葉山文庫藏書，現在不詳。有可能搬到宮內廳書陵部。

⁸⁴ 『續古摘奇算法』本文未收錄

Seki Takakazu's Old Residence and his Hand-copied “Yang Hui Suanfa”

Jochi Shigeru

National Kaohsiung First University of Science and Technology, Taiwan

Abstract

Seki Takakazu 關孝和(1642? – 1708) was one of the most famous mathematician in Japan. He, however, is quite mysterious person, even his birth year is unknown. Therefore we are quite difficult to study early period on history of Japanese mathematics (Wasan). Therefore the author does not use only document material but also other materials, e.g. maps and pictures.

Firstly, researching the map of Edo (Tokyo) city, the author found Seki Takakazu or concern to his residence, where was at 2-3,4,5, Minami-Yamabushi cho, Shinjuku, Tokyo 日本國東京都新宿區南山伏町. Then we can know that Seki Takakazu became the member of the Kofu-han 甲府藩 probably in 1661.

Secondly, the author found that Seki Takakazu hand-copied the “Yang Hui Suanfa” 楊輝算法 (Yang Hui, 1275) in 1661, not in 1673, through researching the eldest version of the “Yang Hui Suanfa” kept in Imizu, Toyama 日本國富山縣射水市. Then the author found that it is not Ishikuro Nobuyoshi's 石黒信由 (1760-1836) manuscript, is Nakata Takahiro's 中田高寛 (or Nakata Kokan, 1739-1802) one, who is the teacher of Ishikuro Nobuyoshi.

In 1661, Seki Takakazu hand-copied the “Yang Hui Suanfa”. Although the “Yang Hui Suanfa” was one of the most influenced mathematical arts on Japanese mathematics, but the “Yang Hui Suanfa” is the introduction of Chinese mathematics, thus it is quite strange that 20 years old mathematician studied it in that time.

Therefore the author concludes that Seki Takakazu studied the “Yang Hui Suanfa” to take the appointment in the Kofu-han.

Key words: Seki Takakazu's residence, Kofu-han, Japanese mathematics (Wasan), the “Yang Hui Suanfa”

《算數書》各家校勘之比較與評析

林倉億^{*}

臺南家齊女中

蘇俊鴻^{**}

臺北市第一女子高級中學

摘要

當公元 2000 年江陵張家山漢簡整理小組公布《算數書》全書釋文後，旋即引起數學史家的注意，相繼投入其校勘與解讀的工作。接著，2001 年 11 月文物出版社將張家山 247 號漢墓中八種竹簡的圖版、釋文與注釋，集結出版《張家山漢墓竹簡（247 號墓）》一書，更讓人在研究《算數書》時，有貼近「第一手」文本的機會。對於《算數書》的校勘工作，大致上可以區分成二種：一是全面性的逐條加以校勘與注釋；另一則是針對部份算題或是特定引起爭議的算題加以校勘解說。本文主要是針對從事全面性校勘工作的團體或個人，作一比較與評析；並對各家校勘工作之特色及策略，整理出幾點原則，供有意從事《算數書》校讀工作者參考指教。

同時，在文中也大致呈現了《算數書》全文公佈以來，數學史界對其校讀的演進與成果，可以清楚地看到在《算數書》的校讀工作上，獲致許多重大的進展。此一豐碩的成果，當然奠基在各家的努力與研究上。然而，目前仍有部分算題與簡文，需要進一步的釐清與校讀，本文亦綜述了各家成功的策略，以供有志於《算數書》研究者參考，冀望在不久的將來，這部中國數學史上最古老（到目前為止）的數學原典所包含內容，能夠完整地被我們所理解。

關鍵字：算數書；九章算術；數學史；校勘；校讀

^{*} 臺灣師大數學系碩士。

^{**} 臺灣師大數學系博士生。

一、前言

《筭數書》從公元 1984 年初，於中國湖北江陵張家山 247 號漢墓中被發掘。由墓中曆譜可知，《筭數書》的成書應不晚於西漢呂后二年（公元前 186 年）。它遠比成書不晚於東漢初的《九章算術》來得早，況且現存的《九章算術》文本（前五章）還是南宋刻本（公元 1213 年或以後）。現在，《筭數書》這部竹簡的出土，使得數學史家想要還原先秦時期的算學風貌，有了第一手的依據，不再只是透過《九章算術》的逆溯外推。因此，當公元 2000 年江陵張家山漢簡整理小組公布《筭數書》全書釋文後，¹旋即引起數學史家的注意，相繼投入其校勘與解讀的工作。接著，2001 年 11 月文物出版社將張家山 247 號漢墓中八種竹簡的圖版、釋文與注釋，集結出版《張家山漢墓竹簡（247 號墓）》一書，更讓人在研究《筭數書》時，有貼近「第一手」文本的機會。

對於《筭數書》的校勘工作，大致上可以區分成二種：一是全面性的逐條加以校勘與注釋，如蘇意雯等人、彭浩、郭世榮、郭書春及大川俊隆等人的五組團體或是個人；另一則是針對部份算題或是特定引起爭議的算題加以校勘解說，如鄒大海、段耀勇、洪萬生、林倉億、吳任哲等人。本文主要是針對從事全面性校勘工作的團體或個人，作一比較與評析，這是本文第二節的內容。在第三節，我們就各家校勘工作之特色及策略，整理出幾點原則，供有意從事《筭數書》校讀工作者參考指教。

二、各家校勘之簡介與比較

（一）蘇意雯等人之〈《筭數書》校勘〉（2000 年 11 月）

此篇校勘刊載於《HPM 通訊》第三卷第十一期（2000 年 11 月），蘇意雯等人是《筭數書》全書釋文公布後，最早發表逐條校勘工作的團隊。此一研究團隊係由台灣師大洪萬生教授指導，由台灣師大數學系的博、碩士研究生所組成，計有蘇意雯、蘇俊鴻、蘇惠玉、陳鳳珠、林倉億、黃清揚與葉吉海等七人，本文作者兩人亦忝列其中。此項工作係因承郭書春惠寄《筭數書》釋文（刊於《文物》，2000 年第九期）的影本，洪萬生教授便提議立即在『古代數學典籍研讀』課堂進行討論（2000 年 10-11 月），並且每人分配幾條算題，學習校勘與注釋，再共同討論，並建立初步的結論。稍早，郭書春教授來訪台灣師大（2000 年 9 月），讓我們有機會針對他在《九章算術》的校勘工作上，請教許多相關的問題。郭先生提供了許

¹ 《文物》，2000 年第 9 期，頁 78-84。

多親身的經驗與我們這些後輩分享，也對校勘古算書提供寶貴建議，例如要弄懂算題的數學內容，除非有充足的理由，對於術文的解讀不宜妄加改字等等注意事項。這些基本原則，就成為後來蘇意雯等人共同遵循的標準。通觀蘇意雯等人的校勘，不難發現其校勘有幾項特點：

- (1) 將《九章算術》當成校勘時對照的文本，用來比較《算數書》中相同提及的數學算題，並進一步對比其內容。
- (2) 解說《算數書》中算題術文的數學內容，採取算理傾向的說明，反倒是對於算題中文字訓詁的說明較少。
- (3) 對於算題的校改注釋採取較為保守的態度，遇有題意未清或術文不懂的部份，通常不強加說明，而採取提問存疑、保留不注釋的作法，因此，相較於其他各家，蘇意雯等人保留了較多未加以校注的算題。
- (4) 本文旨在說明《算數書》算題的數學意涵及其算理。至於《算數書》的文本價值，則尚無暇顧及。

(二) 郭世榮之〈《算數書》勘誤〉(2001 年)

本篇勘誤刊載於《內蒙古師大學報(自然科學版)》第三十卷第三期，也是因應《算數書》全書釋文、及彭浩〈中國最早的數學著作《算數書》〉一文公佈後著手進行的。²郭世榮認為「在書籍靠傳抄流行的時代，《算數書》原文中出現一些錯誤也是必然的，如錯簡、脫文、衍字、錯字、計算錯誤、傳抄錯誤等現象。」³因此，他主要根據算理分析與上下文對比的方法，「發現原文 67 個標題中有 48 個標題下的內容存在需要校勘的地方」，「補出了原來不能辨識出的字 53 個」。⁴但仍有少數幾題由於缺簡或是缺字過多，無法校補，如「醫」、「米粟并」等題。同時，他也指出原文中的錯誤有下列七種類型：⁵

- (1) 原術錯誤：原本算題中所使用的計算公式有錯誤，如「婦織」、「除」等題。
- (2) 計算錯誤：此類錯誤較多，如「合分」、「銅耗」等題中的計算。
- (3) 錯簡：如相乘、少廣等題。

² 兩篇文章均刊載於《文物》2000 年 9 月號，頁 78-90。

³ 引自郭世榮，〈《算數書》勘誤〉，《內蒙古師大學報(自然科學版)》第 30 卷第 3 期，頁 276。

⁴ 引自同上，頁 285。

⁵ 同上。

- (4) 傳抄錯誤：此類錯誤也是較多，其中有不少是數字抄錯的。
- (5) 脫文脫字：脫掉幾個字或單個字的情形。也有連續脫掉多個字。如「春粟」、「盧唐」等題。
- (6) 衍字：如「乘」、「約分」、「取程」等題。
- (7) 文字倒互：如“倍三”錯爲“三倍”，“曰材”錯爲“材曰”。

由上述可知，遇有算題解讀上數據不符時，郭世榮比較傾向認爲這是抄寫者在傳抄的過程有所遺漏訛誤所致。因此，有關原文的校勘，郭世榮對於術文的文句增減，採取了較爲開放的態度。此外，在其校勘注解中，我們也可以看出他對於釋文的解讀上，除了算理分析與上下文對比外，也會對照《九章算術》的相關術文內容輔助校勘。

(三) 郭書春之〈《算數書》校勘〉(2001年)⁶

本篇校勘刊載於《中國科技史料》第二十二卷第三期，也是因應《算數書》釋文公布後著手進行的。針對張家山漢簡整理小組所整理的釋文，郭書春認爲釋文有錯簡與漏校，並且有衍脫舛誤之處，因此，他整理得校勘記近 190 條。在其文稿完成之初，又適得蘇意雯等人、鄒大海及郭世榮之相關校勘工作的文章，相參之餘，也修正其中部份校勘。爲彰「三蘇、陳、林、黃、葉、郭、鄒諸君的校勘之功」，「凡引用郭世榮、蘇意雯等校勘者，以及郭世榮、鄒大海、蘇意雯等的校勘與筆者相同者，均在校勘記中注出。」⁷可以見證學術交流的良好互動，以及各家對《算數書》校勘的投入。當然，我們至此亦不難發現各家在某些算題的校勘上，已存有不同見解的現象。至於郭書春的校勘記的主要內容，如其夫子自道：

- (1) 《算數書》釋文中的少量錯簡。
- (2) 《算數書》釋文字詞的大量衍脫舛誤，特別是數字計算的錯誤。
- (3) 《算數書》釋文中對互訓或通假字的不當改動。
- (4) 原簡中若干未被《算數書》釋文識別出的字。

⁶ 郭書春對於整理小組在釋文中對於通假字的改動是持不贊成的態度。如「筭」字被改爲「算」字，他認爲無必要。

⁷ 此處所提鄒大海的文章爲〈出土《算數書》初探〉，《自然科學史研究》，第 20 卷第 3 期(2001)，頁 193-205。該文旨在探討《算數書》與《九章算術》之間的關係，透過分析《算數書》的體例與結構，並結合其他文獻和社會背景的討論。鄒大海認爲《算數書》與《九章算術》沒有直接的文本關係，這與彭浩的迥異。由於該文不特意在《算數書》校勘的工作上，故未收入本文的討論。

(5)《算數書》釋文中個別小標題的處理的失誤。⁸

此外，郭書春更特別指出：

《算數書》關於分數的表示法沒有同一的格式，而是多種多樣。筆者認為，分數表示方式的不同一，反映了先秦數學的一種固有現象，這既表明《算數書》不是一部系統的著作，而是從不同時代不同作者的若干著作中摘抄而成的著作。……西漢張蒼、耿壽昌等在整理《九章算術》時，對分數的表示方式(還有其它方面的表述方式)進行了標準化處理。……因此，筆者認為，不宜以《九章算術》的模式改動《算數書》的表示方式。⁹

這與之前的研究者採取不同研究進路，故郭書春的校勘記中多以算理或是上下文意校之，或以訓詁學的手法訓之。至於對於《算數書》的相關議題，郭書春另著有多篇論文探討之。¹⁰

(四) 彭浩之《張家山漢簡《算數書》註釋》(2001年)

彭浩所著《張家山漢簡《算數書》註釋》為第一本有關校勘《算數書》的專書，其重要性不僅在於豐富的校注內容，更因彭浩身為張家山漢簡整理小組中主要負責《算數書》的整理者，它的代表性當然不容忽視。¹¹由書中後記，我們可以得知：「《算數書》竹簡的保存狀況並不理想，許多竹簡已經發黑，…竹簡的綴連和文字的考訂都須通過計算來驗證。」¹²而整理小組所著《張家山漢墓竹簡(247號墓)》一書的編寫體例，也無法呈現出整理過程中考證所下的工夫，因此，作者另外撰寫此書，希望為讀者「提供一個較可靠的《算數書》的文本，並可利用它再研究。同時對一些古算術語及不常見的字、詞作出註釋，以助讀者閱讀。」¹³也對其中的訛、衍、脫文及計算錯誤逐一校出。此書成為研究《算數書》不可或缺的參考著作

⁸ 引自郭書春，〈《算數書》校勘〉，《中國科技史料》，第22卷第3期(2001)，頁202。

⁹ 同上，頁203。

¹⁰ 參閱郭書春，〈試論《算數書》的理論貢獻與編纂〉，《法國漢學》第6輯，頁505-537；〈《算數書》初探〉，《國學研究》第11卷(2003)，頁307-349；〈《算數書》與《算經十書》比較研究〉，《自然科學史研究》第23卷第2期(2004)，頁106-120。

¹¹ 經筆者比對整理小組所著《張家山漢墓竹簡(247號墓)》(北京：文物出版社，2001)一書中，有關《算數書》的釋文與注釋，均與彭浩的《張家山漢簡《算數書》註釋》(北京：科學出版社，2001)出入不大，只是更為簡約，該書應是也由彭浩執筆才是。因此，筆者便不再將之列入討論之一。

¹² 引自彭浩，《張家山漢簡《算數書》註釋》之後記。

¹³ 同上。

之一。

本書最有價值處之一，便是作者為我們詳述了《筭數書》竹簡編次復原的步驟過程，並且附上竹簡整理號與出土號的對照表，以及《筭數書》竹簡出土側視圖和部分竹簡的彩版。對於我們研判某些算題（如「少廣」題）是否存在錯簡的可能性上，¹⁴提供了依據。此外，對於竹簡的書寫格式，本書也有詳盡的說明，讓竹簡的判讀入門變得容易一些，而且作者也由字體觀察，認定全書是由一人抄寫。¹⁵至於對《筭數書》各算題的校勘與注釋，比前三家之校勘更為詳盡與完整。彭浩在本書中不僅對《筭數書》的術語、難詞、難句多加以注釋，也盡可能地寫下每一算題的題意解讀與計算列式。他除了運用算理加以校對外，對於與《九章算術》相關的算題，均詳加比較，或以《九章算術》之術文回校《筭數書》之算題術文。亦即是，彭浩會以《九章算術》術文的模式更動《筭數書》的術文。而此一校勘的進路，當然與他對《筭數書》這個文本的看法有關。

首先，彭浩認為《筭數書》奠定了《九章算術》前七章的基礎，不僅《筭數書》中分數的運算，分別見於《九章算術》的方田章，各種比例問題也都見於《九章算術》，解法亦相同，還有，有關體積的算題，也與《九章算術》相類。《九章算術》的前七章，則是保留了《筭數書》的主要內容，同時又作了歸納、改編和增刪，讓改編過的術文具有普遍的適用性，而且是在對相關算法作了深入分析與歸納得出的，因而用字準確、表述規範。¹⁶其次，彭浩認為《筭數書》竹簡上的文字，大體保存完整、題意清楚、解術正確，但由於抄寫者之故，存有脫文、衍文及訛文。例如他便認為《筭數書》的「少廣」題脫文過多，所以，他就以《九章算術》的少廣之術回校之。¹⁷此外，他認為部份算題有算法上的錯誤，如「飲漆」題，並且指出全書內容與文字有多處重複的現象，如術文重見或是題名重見等。因此，彭浩認為《筭數書》的抄本，『質量』並不算優秀。

¹⁴ 參閱林倉億，〈《筭數書》「少廣」一問的反思〉，《HPM 通訊》第 5 卷第 2、3 期合刊，頁 26~27。

¹⁵ 對於此點，作者二人比對過竹簡圖版後，持保留態度。

¹⁶ 參閱彭浩，〈《張家山漢簡《筭數書》註釋》〉，頁 26-27。關於《筭數書》與《九章算術》是否有繼承關係，洪萬生、郭書春與鄒大海均不認為兩者有直接的繼承關係。參閱洪萬生，〈《筭數書》初探〉，《師大學報科學教育類》2000 年 45(2)，頁 77-91；郭書春，〈《筭數書》與《算經十書》的比較研究〉；鄒大海，〈出土《筭數書》初探〉；鄒大海，〈從《筭數書》與《九章算術》的關係看算法式數學文獻在上古時代的流傳〉，《贛南師範學院學報》第 6 期(2004)，頁 6-10，筆者所依據之版本下載自鄒大海個人網站：<http://www.ihns.ac.cn/members/zou/zou.htm>。

¹⁷ 參閱彭浩，〈《張家山漢簡《筭數書》註釋》〉，頁 116-123。

(五) 大川俊隆等人之〈張家山漢簡『算數書』詁注稿(1)-(7)〉(2002 年~)

雖說《筭數書》釋文的公布，也引起日本秦漢史研究者的高度關注，但由於缺乏竹簡圖版的對照、他們對《筭數書》釋文的疑問及對其他研究者或團隊校勘工作的保留，使得他們一直未能真正投入《筭數書》的校勘研究工作。直到 2002 年 1 月底，在確定《張家山漢墓竹簡（247 號墓）》一書出版後，大川俊隆等人才組成了「張家山漢簡《算數書》研究會」，開始《筭數書》的譯注及其相關的研究工作。其研究會成員計有大川俊隆、岡山茂彥、小寺裕、角谷常子、田村三郎、田村誠及張替俊夫等人，專門研究領域包括秦漢史研究、數學史研究、數學研究和古文字研究。¹⁸他們的研究工作，主要是利用竹簡的圖版逐一對比《筭數書》作校勘注解，並且進行日文的翻譯。由其所附之參考文獻亦可看出，該研究會對於《筭數書》相關研究的論文掌握甚詳，因此，他們對上述四家的校勘工作均已掌握比對。

對於《筭數書》中 69 個算題的校勘，他們也採取了不同於先前研究者的做法，他們將 69 個算題，依《九章算術》的各章相關內容，予以拆解重組，製作出《九章算術》與《筭數書》的對照表，並依此對照表的順序發表對各算題的譯注。¹⁹目前他們所發表的相關研究成果計有：〈張家山漢簡『算數書』詁注稿(1)-(7)〉、〈張家山漢簡《算數書》「飲漆」解〉、〈關於《筭數書》的四個算題〉、〈『筭數書』研究會訪中報告記〉及〈秦漢における穀物換算率について〉等。由他們的譯注稿，我們可以看到他們的校勘工作上有幾個值得注意的特點：

- (1) 對於爭議的算題保持開放的注解態度：在算題的注釋中，會盡量逐一解說難詞、難句。遇有引發爭議的算題，而他們團隊亦無定見時，會將目前所見的各家說法均羅列並陳，供讀者參考斟酌，如「盧唐」題。²⁰
- (2) 利用實驗的方式，驗證術文的解讀：像是「飲漆」題，他們便是透過實驗的方式，釐清驗證術文所提「槃」的意義。進而對於這一題的解讀校勘，有了不同於前的看法。
- (3) 對於《筭數書》所處秦漢社會相關史料的熟稔：如「除」這一題，他們由秦代古墓的考古發掘資料中，提出不同於原本多數研究者所

¹⁸ 大川俊隆等人的研究會網址為 <http://pal.las.osaka-sandai.ac.jp/~suanshu/index.html>，有他們的研究成果的公布，有興趣的同好不妨前往一訪。本文引用他們的研究文獻，皆下載自該網站。

¹⁹ 田村誠，〈張家山漢簡『算數書』詁注稿(1)〉，頁 13-15。

²⁰ 見田村三郎，〈張家山漢簡『算數書』詁注稿(5)〉，頁 7-8。

認為《九章算術》羨除形狀的立體造型，讓「除」這一題的術文只需更動最少的程度，便可以完全解讀（見後文分析）。

- (4) 在校勘工作上，他們非常強調兩個基本態度，也是我們認為這個研究團隊得以對《算數書》解讀，能有許多突破的主因。特彙錄如下：

第一點是對於出土文字資料的基本態度的問題，秦簡、漢簡等都是橫跨 2000 餘年的時間出現到我們眼前的，所以解讀時當然常常碰到解釋不了的地方。這時候，我們往往以為「這個文字大概抄書者寫錯的」。受到這種誘惑的支配之後，就把這個文字改變成自己能了解的文字。我們對於這種誘惑應該不斷作鬥爭，除了有明確的證據以外，絕對不應改文字，不能了解的部份呢，作為「存疑」留給後人去解決，這是對出土文字資料的研究者基本態度。

還有一個：關於算題的釋文，我們一定按照片圖版用自己的眼睛確定文字，這是日本研究中國出土文字資料時務必遵守的原則，但是研究《算數書》的數學者大多數還沒注意這樣的原則，一直沿用前人所做的釋文。這樣，前人錯的地方，永遠改不了，正確的解釋也永遠不能得出。²¹

(六) 以「飲漆」題為例比較各家之校勘

前文已介紹各家的校勘工作內容，以及各家對《算數書》這個文本所持的立場，初步呈現各家在《算數書》校勘解讀上的風格。此處，筆者便以「飲漆」一題為例，比較各家在這一算題上的校勘與解讀。這一算題的術文，出現在整理號為 66 與 67 號的竹簡上。原文如下：

66：賭(飲)漆(漆) 蠶(漆)一斗賭(飲)水三斗，而槃。賭(飲)水二斗七升即槃。問餘蠶(漆)、水各幾何。曰：餘蠶(漆)卅七分升卅，餘水二升卅七分

67：升七。術曰：以二斗七升者同一斗，卅七也為法，有直廿七」、十升者各三之為實=，(實)如法而一。²²

此題原本在前四家的校勘上面臨的問題有二：一是對於題意不清，尤其是術文中漆與水之比為十與二十七的比例計算，不知緣由。另一則是認為依

²¹ 大川俊隆、張替俊夫、田村誠，〈關於《算數書》的四個算題〉，發表於 2004 年 8 月「《算數書》與先秦數學國際研討會」。

²² 引自彭浩，《張家山漢簡《算數書》註釋》，頁 69。為求文簡，爾後有竹簡號之簡文，如未特別指出，均引自彭浩該書，不再申提。

十與二十七的比例計算，只要改正答案的數據即可。但大川俊隆等人卻得出不同的解讀結果。且先看各家如何校勘此題。

針對這一算題，蘇意雯等人並未校勘，只是將〈江陵張家山漢簡《算數書》釋文〉上的文字全文轉載，不過，他們在注解寫道「爲確保生漆的供應，政府在產漆地設立漆園，以注入的水量的多少（即爲『飲水』）來確定生漆的質與量是否合格。參考彭浩著，〈中國最早的數學著作《算數書》〉。不過此題因不曉得是如何確定漆的質與量，且『槃』字作何解亦不知，故無法解釋。」²³很清楚地看出，蘇意雯等人在不清楚此題題意的情形之下，只有轉述彭浩對「飲水」意涵的說明。

再看郭世榮對此題之校勘：

賭(飲)漆(漆) 蠃(漆)一斗賭(飲)水三斗，而槃(盤) 賭(飲)水二斗七升即槃(盤)。問餘蠃(漆)、水各幾何。曰：餘蠃(漆)卅七分升卅，餘水二升卅七分升七。術曰：以二斗七升者同一斗，卅七也為法。有(又)直(置)廿七、十升者各三之為實，實如法而一。

郭世榮對題意的解讀，是由術文所顯示之算法逆推而得的，並將「槃」字視為盛裝的盤子：「由術知此題意為有漆一斗、水三斗，今將漆和水按十與二十七的比例飲水，盤能容三十七升，問餘漆和水各多少。術文將所餘三升按衰分術求漆水各多少，所算正確。」²⁴但針對術文中為何漆與水的比例為十與二十七的比例關係，他則指出題文「而槃（盤）飲水二斗七升即槃（盤）」一語沒有明確說明，令人難以理解。他因此將之歸結於造題的緣故。²⁵

至於郭書春的校勘為：

賭漆 蠃(漆)一斗飲水三斗而槃。飲水二斗七升即槃。 問餘蠃、水各幾何？曰：餘蠃卅七分升卅，餘水二升卅七分升七。術曰：以二斗七升者同一斗，卅七也為法。有直廿七、十升者各三之，為實，實如法而一。

郭書春並未對題意有任何說明，故無法得知他對此題之解讀為何，以及他對漆與水的比例為十與二十七的比例關係的看法為何。在郭書春所作的其他相關文章中，亦只見他將此題視為衰分的問題，而未多加說明。²⁶

²³ 引自蘇意雯等，〈《算數書》校勘〉，《HPM 通訊》第3卷第11期，頁8。

²⁴ 引自郭世榮，〈《算數書》勘誤〉，頁279。

²⁵ 參閱同上。

²⁶ 參閱郭書春，〈《算數書》初探〉，頁314。

彭浩在《張家山漢簡《算數書》註釋》一書中對此題的校勘如下：

賭(飲)漆(漆) 蠶(漆)一斗賭(飲)水三斗，而槃(盤)賭(飲)水二斗七升即槃(盤)。問餘蠶(漆)、水各幾何。曰：餘蠶(漆)四分升三，餘水二升四分升一。術曰：以三斗者同一斗，四十也為法，有(又)直(置)三十、十升者各三之為實，實如法而一。²⁷

彭浩將的「飲漆」一詞注解為「古代用於測試生漆質、量的一種方法。...飲漆是往盛儲生漆的容器中注水，直到容器中生漆留下最高的痕跡。」²⁸因此，彭浩將「漆一斗飲水三斗，而槃(盤)飲水二斗七升即槃(盤)」解讀為：飲漆一斗，需水三斗。現盤中有漆一斗，飲水二斗七升滿盤，可知盤的實際容量為三斗七升。故題意為按盤子以現有的容量(三斗七升)計，漆量和水量應各減多少。所以，依最初比例，水的減少量為

$30 \times \frac{3}{40} = \frac{9}{4} = 2\frac{1}{4}$ ，漆的減少量為 $10 \times \frac{3}{40} = \frac{3}{4}$ 。因此，彭浩修正了術文的數字部份，以符合他對題意的解讀。²⁹

最後，是大川俊隆等人的校勘：

賭(飲)漆(漆) 蠶(漆)一斗賭(飲)水三斗而槃(盤)。[今漆一斗]賭(飲)水二斗七升即槃(盤)。問餘蠶(漆)、水各幾何。曰：餘蠶(漆)卅七分升卅，餘水二升卅七分升七。術曰：以二斗七升者同一斗，卅七也、為法。有(又)直(置)廿七十升者、各三之為實。實如法而一。

不同於前述各家的進路，大川俊隆等人認為對於此題的理解，關鍵在於「槃」字的解釋。他們由彭浩的注解「容器中生漆留下最高的痕跡」中得到的啟發，認為「最高痕跡」意味著漆把水加下去之後達到的飽和點，因此，「槃」的意思應該是飽和。³⁰他們進一步將生漆和精製漆分別加水實驗之，結果發現當漆達到飽和之前，會呈現黏性和流動性，也就是當生漆溶解約其三倍體積的水後，就會失去黏性和流動性，而顯現出膠著性。所以，他們推測「盤」字應有「盤踞」、「盤繞」之意，這是當時漆民繳納生漆時，主事官員檢查漆質量所依據的檢測標準。³¹大川等人更進而指出簡文「漆一斗飲水三斗而槃(盤)。飲水二斗七升即槃(盤)」中前一句「飲水」的

²⁷ 斜體字為彭浩對此題術文所作之增補或修改。

²⁸ 引自彭浩，《張家山漢簡《算數書》註釋》，頁 69。

²⁹ 參閱同上，頁 70-71。

³⁰ 參閱大川俊隆、張替俊夫、田村誠著，〈關於《算數書》的四個算題〉。

³¹ 參閱大川俊隆、田村誠，〈張家山漢簡『算數書』「飲漆」解〉，

<http://pal.las.osaka-sandai.ac.jp/~suanshu/index.html>

漆，與後一句「飲水」的漆，是意指不同狀況的漆，這樣的文詞省略在《算數書》中是常見的。故此處大川俊隆等人建議加上「今漆一斗」以利區別。

釐清了「槃」字的涵義後，大川俊隆等人對於「飲漆」題的解讀為：

標準的漆 10 升加了水 30 升，漆溶液就達到盤（飽和）的狀態。現在繳交 10 升的漆，發現加上 27 升的水，漆溶液就達到盤的狀態（表示拿來繳交的漆是不純的漆）。試問：這樣的情形下，應該要再繳交多少的漆及多少水，才能相當於標準的漆 10 升和水 30 升所成 40 升的漆溶液呢？³²

依照這樣的題意解讀，我們不難得知只要再交出 3 升已盤的漆溶液即可，已知繳交的、欲達飽和狀態的漆與水的比例為十與二十七的關係，故漆量為 $3 \times \frac{10}{10+27} = \frac{30}{37}$ ；水量為 $3 \times \frac{27}{10+27} = \frac{81}{37} = 2\frac{7}{37}$ 。由此可見，當關鍵的「槃」字解釋清楚後，不但題意解讀豁然開朗，對於漆與水的比例為何是十比二十七的疑問，也就迎刃而解，從而算題文字也毋須更動了。³³

透過「飲漆」這個例子，筆者希望能讓讀者更清楚了解到《算數書》校勘解讀的演進。平心而論，我們認為大川俊隆等人的校勘工作，是目前所見的版本中，品質最好的一份。此一說法並非抹殺、貶低其他人所做的研究付出，相反地，從大川俊隆等人的研究論文中，我們也可以清楚看到，其他人的研究成果，是他們重要的「養份」來源之一，例如「飲漆」一題，他們就坦言受到彭浩工作的啟發甚多。這也顯示了史界近年來對《算數書》研究的投入，已產生良性的循環。大川俊隆等人的創見，除了「飲漆」這一題外，還有在「舂粟」、「廬唐」及「除」這三題上，他們在毋需更改竹簡文字的情形下，提出了合宜的解讀，讓吾人對《算數書》的認識，又更進一步。³⁴

雖然目前史界對《算數書》內容的研究已大有斬獲，但仍有許多需要進一步探討、釐清的地方。例如與《算數書》整體相關的，有《算數書》

³² 此處題意的解讀改寫自大川俊隆、張替俊夫、田村誠之〈關於《算數書》的四個算題〉，頁 3。

³³ 據鄒大海之〈“《算數書》與先秦數學國際學術研討會”紀要〉，彭浩在會中表示，「槃」字應胡平生之見，改為「極」字，而大川俊隆等人在返日後，透過對金文、秦簡、漢簡及帛書等材料的比對，也同意此一見解。不過，「極」字解為極限、徹底，亦表示飽和狀態的意義，不影響對飲漆題文意的解讀。見角谷常子，〈張家山漢簡『算數書』記注稿(6)〉，頁 8-11。

³⁴ 參閱田村三郎，〈張家山漢簡『算數書』記注稿(5)〉，頁 2-8；大川俊隆、張替俊夫、田村誠，〈關於《算數書》的四個算題〉，頁 2-3。

的成書、「王、楊」二人在《筭數書》成書中所扮演的角色、³⁵墓主與《筭數書》的關係、《筭數書》所反映西漢以前的數學知識活動等等。又如與個別術題、字句的解讀有關的，有「以畧材方」、「以方材畧」、「大廣」、「醫」、「女織」等題，仍存在著爭議或各家尚都無法理解其意；又「少廣」一題中，「其從有不分者，直如法繪不分，復乘之以爲小十」此段話之意義，至今仍未明朗。諸如此類的例子，只要比對各家的研究工作，便可發現許多。上述等等，都有賴更多的人來共同耕耘。接下來，我們綜合各家校勘研究之長處，提出未來「校讀」《筭數書》應注意的原則，除鞭策自己外，亦希望能對欲投身《筭數書》研究的人有所裨益。

三、校讀《筭數書》的原則

宋子然在《中國古書校讀法》一書中，從歷來士儒學者對古籍的工作，區別「校讀」與「狹義校勘」的不同，

- 第一、校勘的目的，在於訂正古書的一字一句，以恢復古書之真貌；校讀的目的，在於辨正古書一字一句，一恢復古書之真義。
- 第二、校勘重在校，而校讀重在讀。
- 第三、校勘發現的是錯字、脫字、衍文、錯簡等現象，而校讀發現的是文字、音韻、訓詁、語法等問題。
- 第四、校勘出校記，重在指出異同，或者認定結論；而校讀出札記，重在指出致誤之由，刊改錯誤，尤需引據論證，發前人所未發。
- 第五、校勘成果一般名為「校」或「校勘」，而校讀成果的命名多為「雜誌」、「考異」、「考正」、「校箋」、「匡補」之類。³⁶

因此，他提出「古書校讀是一種讀書方法，其法是依本書之句例，尋一書之義理，得書中的謬誤；或參閱校他書相關的互文、異文，綜合判斷，以求其正確的理解」，因此，該方法「既要有校勘所具有的精密方法、確鑿證據，又需具備探求義理、分析章句的古文獻閱讀功力」。³⁷筆者在此用「校讀」一詞，並非標新立異，而是有三層考量。

一是從前文的分析中可看到，各家對《筭數書》的研究，並不是純粹

³⁵ 在幾根竹簡之末，我們可見「王」、「楊」、「王已讎」及「楊已讎」之記，不過，至今對「王」、「楊」二人之身份地位仍一無所知。

³⁶ 宋子然所謂狹義的校勘，專指校正古籍中的字句錯誤的工作。參閱其著，《中國古書校讀法》（成都：巴蜀書社，2004），頁5。

³⁷ 同上，頁6-7。

對簡文進行逐字校正、考證的工作，還包括由簡文的義理及算理來校改簡文。二是《算數書》是一份記載數學知識的簡文，因此，讀通當中的數學內容就成了第一要務。郭書春對《九章算術》的校勘付出許多的心力並作出許多的貢獻，他就指出「弄通《九章算術》本文和劉徽注的數學內容不僅是了解數學成就的先決條件，也是進行校勘的基礎。……事實證明，只有對數學內容有深入的了解，才能對舛誤文字提出中肯的校勘。」³⁸事實上，郭書春對《九章算術》的「校勘」，不僅包括逐字考證、校讎的「狹義校勘」，更包含宋子然所謂的「校讀」工作，這可徵之於郭書春對自己匯校《九章算術》的說明。³⁹三是《算數書》是目前現存的中國數學文本中，年代最早的原典，且一般相信它是一本抄纂之作，因此，在沒有更多漢朝之前的數學文獻出土前，各家對《算數書》進行的增刪、修改、重排等工作，許多部分都缺乏直接的證據支持。底下，容筆者就此點作更多的說明。

首先，史家大都同意《算數書》中的題目，應是抄自不同的來源，但這之中有無抄寫者或《算數書》擁有者的自創之題，目前並不可考。但從《算數書》中用詞、體例、數學表達方式的多樣化來看，《算數書》的抄寫者或擁有者，並未有意將其編纂成一部體例嚴謹、用詞一致之著作；相反地，很有可能僅是打算將所見的算題抄錄下來而已。因此，現今吾人在面對簡文中似有舛誤、脫文或疑有錯簡之處，就不能以《算數書》本身的體例、用詞的一致性作為絕對的標準了。例如《算數書》的分數表達式中，「分」後無名數單位者（如「犬出十五錢七分六」）有 10 條，「分」後有名數單位者（如「出三者得一錢五分錢一」）有 41 條，⁴⁰無論有無名數單位，都不影響對題意的解讀，然彭浩則認為無名數單位者是為脫文，因而皆補上其名數單位。⁴¹那麼，這些無名數單位之處，究竟是《算數書》抄寫者所漏抄，還是抄寫者所據之本原來就已省略名數單位？在《算數書》題文所據之可能來源未出現之前，何種說法都不能百分之百肯定，我們相信應該是兩種兼有之。又如「乘」一題：

8： 乘 少半乘少半，九分一也」；半步乘半步，四分之一」；半步乘少半步，六分一也」；少半乘大半，九分二也」；五分乘五分，廿（二十）

9： 五分之一」；四分乘四分，十六分之一」；四乘五分，廿（二十）分之一」；

³⁸ 引自郭書春，《匯校九章算術》（瀋陽：遼寧教育出版社，2004），頁 751。

³⁹ 同上，頁 733~818。

⁴⁰ 郭書春，〈《算數書》與《算經十書》的比較研究〉，頁 113-114。

⁴¹ 彭浩，《張家山漢簡《算數書》註釋》。

五分乘六分，卅（三十）分一也」；七分乘七分，卅卅（四十）九分一也」；六分乘六分，卅（三十）六分一也」；六

10：分乘七，卅卅（四十）二分一」；七分乘八分，五十六分一也。

11：一乘十＝，（十）也」；十乘萬，十萬也」；千乘萬，千萬。一乘十＝萬＝，（十萬）也」；十乘十萬，百萬」。半乘千，五百」。一乘百＝

12：萬＝，（百萬）」；十乘百萬，千萬」。半乘萬，五千」；十乘千，萬也」；百乘萬，百萬」；半乘百，五十。

乘法的呈現上並沒有一致性，例如有單純的分數乘法，亦有「半步」、「少半步」的出現；再如被乘數為「半」的乘法，散落在第 11、12 號竹簡之中，並沒有集中在一起。但就算如此，吾人仍可無礙地解讀「乘」題，所以，蘇意雯等人及大川俊隆等人就沒有更動其表示法與順序，不過郭書春、郭世榮、彭浩三人皆對此題作不同程度的重排，後兩者還將「半步」、「少半步」中的「步」字皆去掉。⁴²雖然校改方式不同，但對此題的解讀，基本上都一致。因此，就如同筆者先前所言之情形，至今我們並無法確定何種作法才是此題在抄入《算數書》之前的原貌。

其次，對於簡文缺字上，也常見各家有不同的校補方式，如在「以方材冢」一題中，其術：

方材之一面即圓材之徑也，因而四之以為實，令五而成一。⁴³

蘇意雯等人認為少一個乘以七的步驟，⁴⁴而段耀勇、鄒大海在「因而四之」之前補「七之」二字，⁴⁵大川俊隆等人則將「七之」二字補在「令五而成一」之後。⁴⁶其實，將「七之」二字補在「令五而成一」之前，亦通。無論是何者，皆合術文之意，都是合理的校補。⁴⁷其三，《算數書》中有題意已明，但因脫文甚多，以致無法還原其術文者，如「分錢」及「除」二題便是極佳的例證。「分錢」一題：

133：分錢 分錢人二而多三，人三而少二。問幾何人、錢幾何。得曰：

⁴² 參閱各人對此題所作之校勘。

⁴³ 引自彭浩，《張家山漢簡《算數書》註釋》，頁 111。

⁴⁴ 參閱蘇意雯等人，〈《算數書》校勘〉，頁 17。

⁴⁵ 參閱段耀勇、鄒大海，〈《算數書中》以“冢材方”、“以方材冢”兩問校證〉，《自然科學史研究》第 22 卷第 2 期(2003)，頁 168-172。

⁴⁶ 參閱張替俊夫，〈張家山漢簡『算數書』記注稿(4)〉，頁 12。

⁴⁷ 此題有學者持不同之見解，見郭世榮，〈《算數書》勘誤〉，頁 283-284；郭書春，〈《算數書》校勘〉，頁 215-216；彭浩，《張家山漢簡《算數書》註釋》，頁 110-113。

五人，錢十三。贏（盈）、不足互乘母為實，子相從為法。皆贏（盈）若

134：不足，子互乘母而各異直（置）之，以子少者除子多者，餘為法，以不足為實。

很清楚地看出，這題是利用『盈不足術』來解出人、錢之數，但簡文中只提到「贏、不足互乘[并以]母為實，子相從為法」，⁴⁸並未指出實為錢數、法為人數，因此，彭浩認為應有脫文。再者，簡文中所述之方法，並不能保證算得正確的答案，僅適用於人得錢數之差為一的情況，因此，郭書春便依算理，認為似乎在「子相從為法」後脫「母以少減多，餘，以約法、實，法為人，實為錢」諸字。⁴⁹由此可見，就算吾人知道「子相從為法」後有脫文，也無法還原其真正的面貌，只能依相關佐證，推其可能之原文。⁵⁰至於「除」一題，見後文分析。

最後，出土的《筭數書》竹簡中，有部分因竹簡殘斷，不能復原者，如「粟米并」一題；亦有部分因字跡模糊，字數不能確定，如「醫」及「畏材」二題；更有不同的學者對究竟缺多少字有不同意見者，如「大廣」一題，彭浩認為共有十八字無法辨識，但大川俊隆等人則根據《筭數書》的圖版判定應該只有十一字，且其中五字可判讀，另六字則依這五字補之。⁵¹由於在圖版上，爭議之處實在十分模糊，我們端詳許久，亦無法確認彭浩及大川俊隆等人是如何計數文字的。雖然大川俊隆等人的作法可使此題題意完整，但考量彭浩是竹簡整理小組之一員，親眼見過《筭數書》竹簡實體，因此，作者二人對他們的說法皆保留之。

上述的例子都指出，在許多人對《筭數書》的文字、義理及算理作出研究成果之後，仍存在許多不一致之處。因此，若欲更進一步地全面恢復《筭數書》題文的「真貌」，⁵²或是欲借由《筭數書》竹簡去恢復漢朝之前數學知識的文字「真貌」，在現今有限的第一手史料及證據之下，並不可行。但經由眾家之研究，我們現已掌握《筭數書》絕大多數算題之題意、算法及算理。所以會有這樣的結果，是由於數學這門知識之邏輯性的關係，吾人毋需知其全文，只需要足夠的條件，便可推算、解讀題文之義。宋子然在其著中說到：「[古書]失其真貌，則必需加以校勘；失去真義，則

⁴⁸ 彭浩及大川俊隆等人在「互乘母」後補「并以」二字，郭書春與郭世榮則補「并之」

⁴⁹ 參閱郭書春，〈《筭數書》校勘〉，頁 213。

⁵⁰ 郭書春此處之增補，應是參考《九章算術》之「盈不足術」。

⁵¹ 參閱田村誠，〈張家山漢簡『算數書』詁注稿(1)〉，頁 29-31。

⁵² 筆者在此所謂的「真貌」是指《筭數書》題文在未抄入《筭數書》之前的原貌。

有賴於校讀。」⁵³因此，在《算數書》「真貌」不可得之處，吾人仍可針對其義理及算理，多加研究，而這正是筆者用「校讀」一詞取代「校勘」之主要用意。

至於當如何校讀？說實在的，我們僅是有幸參與《算數書》的校讀，並非古籍、簡文校讀（或校勘）的專家，由我們二人來談校讀的原則，真的是班門弄斧。以下，僅是我們整理相關資料及所見各家校讀之優點。

（一） 基本的校讀工作

基本的校讀工作，仍是理解《算數書》的最根本依據，其內容許多文獻資料都有論及，本處僅引宋子然之說為代表：(1) 辨認文字；(2) 審度聲音；(3) 訓解詞義；(4) 分析語法；(5) 探究修辭；(6) 考證名物；(7) 斷句標點；(8) 推求義理。⁵⁴在基本的校讀工作上，彭浩在《張家山漢簡〈算數書〉注釋》一書中，作了很大的貢獻，雖仍有些小瑕疵，但仍是瑕不掩瑜。⁵⁵郭書春在其〈《算數書》校勘〉一文中也多所著墨。另外，郭書春近來相關的研究論文，對《算數書》的體例、數學表達方式、問答的語法上，作了許多比較分析的研究。⁵⁶

（二） 讀通數學內容

由於《算數書》是一部記載數學知識內容的文獻，因此，光是作好基本的校讀工作，仍不足以理解簡文，還需讀通其數學內容。例如「盧唐」一題：

129：程曰：一日伐竹六十箇，一日為盧（蘆）唐（戢）十五，一竹為三盧（蘆）唐（戢）。欲令一人自伐竹因為盧（蘆）唐（戢），一日為幾何？曰：為十三

130：盧（蘆）唐（戢）四分之三。術（術）曰：以六十為法，以五十五乘十五為實。

此題的字義、文義無一不清楚，但各家對其術文所載之算法，仍然不甚了解，眾說紛云。大川俊隆等人彙整各家之說並提出自己的看法，計有四種

⁵³ 引自宋子然，《中國古書校讀法》，頁7。

⁵⁴ 引自同上，頁24。

⁵⁵ 參見本文對其之評述，及紀志剛，〈讚嘆與遺憾：讀彭浩著《張家山漢簡〈算數書〉注釋〉〉，《自然科學史研究》第23卷第1期(2004)，頁91-96。

⁵⁶ 參閱其作，〈試論《算數書》的理論貢獻與編纂〉、〈《算數書》與《算經十書》比較研究〉及〈《算數書》初探〉等。

解讀方式，當中，除大川俊隆等人的說法外，其餘三種均需更改簡文。⁵⁷因此，在我們理解大川俊隆等人的說法後，作者二人傾向同意他們的解讀。

不過，在弄通數學內容之際，仍需兼顧文字義理，以免誤解題目之算法而作出錯誤不當的校改。例如「飲漆」及「舂粟」二題的研究中，許多研究者皆去校改簡文之條件或答案，使其符合自己所解讀的算法，⁵⁸但大川俊隆等人在研究其文字義理後，發現這兩題之題意與算理皆明，毋需作任何的增刪。另外，在考慮题目的算理時，必須體認簡文中原載之算法很可能就是不合算理的，「婦織」一題便是如此，該題簡文中所載之算法根本就是於理不合。同樣的情形亦出現在「以畾材方」上：

153：以畾（圜）材（裁）方 以圜材為方材，曰：大四韋（圜）二寸廿（二十）五分寸十四，為方材幾何？曰：方七寸五分寸三。術曰：因而五之為實，令七而一四。

此題之解讀亦有許多版本，彭浩、郭書春及郭世榮三人皆校改其文字，以符合他們所解讀之算理。⁵⁹然蘇意雯等人最早提出古人在此誤將正方形對角線與邊長比為 7 比 5 的關係，應用到圓周長與內接正方形周長的比，因此，才會提出錯誤的算法。⁶⁰照蘇意雯等人之說，則僅需在簡文之後補上「而一」二字即可，不需要更動其他的文字。大川俊隆等人及段耀勇、鄒大海對此題的解讀，亦與蘇意雯等人的相同。⁶¹

（三） 比對《算數書》的圖版

在《算數書》圖版公佈之前，《算數書》的研究者中，除彭浩外，沒有人見過《算數書》全部的竹簡，因此，各家所依據的都是江陵張家山漢簡整理小組所作的〈江陵張家山漢簡《算數書》釋文〉，也就是說，是依據他人所辨識的第二手文獻去研究《算數書》的。現在，《算數書》的圖版已於 2001 年 11 月出版，校讀《算數書》，就不可忽略比對圖版此一工作。大川俊隆等人在「除」一題上，先以出土的秦墓形狀作比較，確定「除」

⁵⁷ 參閱田村三郎，〈張家山漢簡『算數書』記注稿(5)〉，頁 7-8。

⁵⁸ 關於「飲漆」一題各家校讀之分析，請見本文前文。至於「舂粟」一題，除本文分析比較的五家研究外，鄒大海及吳任哲亦各自提出校讀方式，參見鄒大海，〈出土《算數書》校釋一則〉，<http://www.ihns.ac.cn/members/zou/zou.htm>；吳任哲，〈《張家山漢簡《算數書》註釋》讀後有感〉，《HPM 通訊》第 5 卷第 2、3 期合刊，頁 27-29。

⁵⁹ 參閱此三人之校勘。

⁶⁰ 參閱蘇意雯等人，〈《算數書》校勘〉，頁 17。

⁶¹ 參閱張替俊夫，〈張家山漢簡『算數書』記注稿(4)〉，頁 12~14；段耀勇、鄒大海，〈《算數書》中“以畾材方”、“以方材畾”兩問校證〉。

的立體形狀之後，再借圖版之助，而作出正確的解讀。「除」一題之簡文爲：

141：除 美[羨]除，其定（頂）方丈，高丈二尺，其除廣丈、袤三丈九尺，其一旁母高，積三千三百六十尺。術（術）曰：廣積卅（三十）尺除高，以其

142：廣、袤乘之即定。

大川俊隆等人在比對圖版之後，認爲袤應是「三丈六尺」而非「三丈九尺」，得出了不用更改簡文的解讀方式。⁶²此一解釋，現似已得到史界的認同。⁶³

類似的爭議還出現在「大廣」一題上。前文中已有提及，彭浩及大川俊隆等人對於此題之缺字數有不同的看法，作者二人端詳甚久，亦無法確定究竟缺多少字，原因是圖版實在是過於模糊。此一問題的困境，並非《算數書》所特有，許多出土竹簡的研究者都面臨此一困難，邢義田、胡四維、吳福助等人就針對此困難，提出簡文摹本輔助辨識文字的重要性。⁶⁴因此，作者二人認爲類似「除」、「大廣」二題所引起的圖版判讀爭議，除了直接取竹簡來核證外，唯有徵之於簡文摹本，才有可能得到完善的解決。所以，若張家山漢簡整理小組能夠將有爭議之處，以及字跡模糊之處的摹本公諸於世的話，將更有助於《算數書》的研究。

（四） 參照秦漢社會之文化背景

《算數書》中載有許多與實際應用相關的術題，反映出當時的社會文化活動下，數學知識的使用，特別是在秦朝縣級行政單位的管理職責方面，如對土地和租稅的管理、對倉儲物資的管理、及對勞役和工程的管理，⁶⁵因此，在解讀相關術題之時，就不能忽略其外在的社會文化脈絡，這也是《算數書》的出土爲何引起數學史家高度重視的主因之一。例如，在「春粟」一題中，鄒大海就考量了當時精製穀物的「出米率」，而指出了解讀此題的重要關鍵。⁶⁶彭浩亦根據當時糲米、粳米的「出米率」來判斷二者的精細貴賤，因而對「米出錢」一題作出了適宜的校改。⁶⁷又如，大川俊隆等人就考察了秦墓的形狀，而提出《算數書》中「羨除」形狀不同於《九

⁶² 參閱大川俊隆、張替俊夫、田村誠，〈關於《算數書》的四個算題〉。

⁶³ 據鄒大海之〈「《算數書》與先秦數學國際學術研討會」紀要〉，大川俊隆等人在該研討會報告他們的解讀後，得到與會者的贊同。

⁶⁴ 參閱吳福助，《睡虎地秦簡論考》（臺北：文津出版社，1994），頁 319-322。

⁶⁵ 參閱彭浩，《張家山漢簡《算數書》註釋》，頁 6-12。

⁶⁶ 參閱鄒大海，〈出土《算數書》校釋一則〉。

⁶⁷ 參閱彭浩，《張家山漢簡《算數書》註釋》，頁 98-101。

章算術》「羨除」的重要見解。再者，如「醫」一題：

72：程曰：醫治病者得六十算（算）□□廿算（算）□□程□弗……

73：得六十而負幾何？曰：負十七算（算）二百六十九分算（算）十一。其術（術）曰：以今得算（算）為法，令六十乘負算（算）為實。

作者二人在查證相關文獻及「程」、「算」二字之字義及用法後，認為「負算」應不是「負數」之意，此題應與當時治病者的賦稅或考核有關。關於此題，作者二人將另文探討之。

此外，考察《算數書》諸題的形成背景，更有助於吾人理解中國古代數學知識的形成脈絡。例如鄒大海就透過出土秦簡、《九章算術》與《算數書》來研究先秦數學知識的形成背景。⁶⁸洪萬生更從先秦思想家的思維方式，並借助今日數學教育界對數學知識分類的研究，檢視《算數書》之數學形式及內容，並探討先秦數學的論證形式，而「這是過去中算史家在僅有《九章算術》的情況下，所無法推斷的一個關於先秦時期中國數學研究的重要風貌。」⁶⁹

（五） 不輕易改字

由我們上述的分析中，可以看到大川俊隆等人之所以能在一些有爭議的算題上，作出了令人贊同的解讀，除了奠基在前人的研究及比對圖版外，更重要的，是他們對竹簡文字的基本態度：「除了有明確的證據以外，絕對不應改文字，不能了解的部份呢，作為『存疑』留給後人去解決」，⁷⁰因此，他們在校讀過程中，不輕易將竹簡中的文字，改變成他們所能理解的敘述，此一作法讓他們能作出與簡文貼切相符的解讀。郭書春曾特別強調「多聞闕疑」及「不妄呈臆見、輕於改字」的重要性，⁷¹我們相信諸家在校讀《算數書》時亦秉持這些原則，但以校讀《算數書》之經驗，在遇到無法理解又查閱不到相關線索時，當下很容易就會依己之見去推斷簡文有錯訛，或抄寫有所脫字、錯抄，有時便會據此去修改簡文中的文字，以符合我們所認為的合理與算理。其實，就連大川俊隆等人亦難免出入此一原則，例如在「飲漆」一題中，雖然作者二人認同他們作出了正確的解讀，

⁶⁸ 參閱鄒大海，〈睡虎地秦簡與先秦數學〉，2000年8月於北京之「第六屆科學技術史學會代表大會」上宣讀。

⁶⁹ 引自洪萬生，〈《算數書》的幾則論證〉，《臺灣歷史學會會訊》第11期，頁52。關於其對先秦數學論證形式之研究，除參閱所引之文外，尚參閱其文〈從程序性知識看《算數書》〉（待刊稿）。

⁷⁰ 引自大川俊隆、張替俊夫、田村誠，〈關於《算數書》的四個算題〉。

⁷¹ 參閱郭書春，《匯校九章算術》，頁769-770。

但對於增補「今漆一斗」四字，⁷²我們就覺得是畫蛇添足了。因此，在後續校讀《算數書》的研究中，面對部分尚無法解讀的題目，及部分難以理解之字句，不輕於改字，應是研究時需時時自我提醒的。

四、結論

本文大致呈現了《算數書》自全文公佈以來，數學史界對其校讀的演進與成果。在比較過蘇意雯等人、郭世榮、郭書春、彭浩、大川俊隆等人的校讀工作，以及其他個人針對部分算題的見解後，我們可清楚地看到在短短的四年多來，數學史界已在《算數書》的校讀上，獲得許多重大的進展，此一豐碩的成果，當然奠基在各家的努力與研究上。然而，目前仍有部分題目與簡文，需要進一步的釐清與校讀，本文亦綜合描述了各家成功的策略，以供有志於《算數書》研究者參考，冀望在不久的將來，這部中國數學史上最古老（到目前為止）的數學原典所包含內容，能夠完整地被我們所理解。

另外，礙於時間與能力，我們並未顧及其他海外學者，如 Christopher Cullen 及 Joseph W. Dauben 的研究，這是本文的不足之處，也是有待更進一步努力的。

⁷² 參閱大川俊隆、張替俊夫、田村誠，〈關於《算數書》的四個算題〉，頁 3。

初探《歷學疑問》、《歷學疑問補》

陳敏皓

國立清華大學歷史所

摘要

梅文鼎(1633-1721)是清初曆算家、數學家的代表人物，于二十七歲起，始治數學、曆法，刻苦攻讀，數十年如一日。康熙二十八年（1689）至康熙三十二年(1693)，兩度北遊京城，為《明史》館校訂曆志，此期間奠立其學術基礎。約於1691年應李光地所請寫成《歷學疑問》，一年後成書，李光地為其校刊，並稱此書為「尊王述聖」之作。李光地在1702年將《歷學疑問》三卷呈康熙，康熙閱后評：「昨所呈書甚細心，且議論亦公平，此人用力深矣，朕帶回宮中仔細看閱。」顯然康熙帝極為滿意，一年後此書發回，書中有許多康熙「圈點塗抹及簽貼批語」，後於1705年6月，康熙親自召見梅文鼎，與其暢談天文曆算之學，且御賜「績學參微」。數年後梅文鼎繼續完成《歷學疑問補》一書，其成書的原因除受李光地的鼓勵外，另一原因為康熙帝閱畢《歷學疑問》後，曾批示：「無疵謬，但算法未備，蓋梅書原未完成。」《歷學疑問》成書主旨為平息中西曆法之爭，梅文鼎試著為中法派與西法派找出他們彼此能接受的中西會通理由，因此，梅文鼎特別注重中西曆法相同與相異之處，這也是本文著墨甚多之處；至於《歷學疑問補》裡闡述許多中曆的淵源，以《周髀算經》為重心，全面倡導「西學中源說」，為該書主軸。後人評價梅文鼎在曆算方面的成就，以錢大昕(1728-1804)稱他「國朝算學第一」、江永(1681-1762)稱他「曆算第一名家」為最深刻的讚譽。

關鍵詞：歷學疑問、歷學疑問補、梅文鼎、西學中源說、周髀算經。

一、文獻探討與問題探討

近年來探討有關梅文鼎的專書與期刊論文多如過江之鯽，而有關於梅文鼎晚年所提倡「西學中源說」的文獻史料也不在少數，文獻探討方面，首先以江曉原於 1988 年所著的〈試論清代“西學中源”說〉，載於《自然科學史研究》7 卷 2 期關係最密切，不過由於江曉原所關注的層面較為廣大（從清初至清末），其中當然包含梅文鼎的時代意義，江曉原同時論述梅文鼎從《周髀算經》看「西學中源說」的證據，並列舉寒暖五帶說、地圓說、星圖、簡平儀四個例證，筆者發現在星圖的論證方面，在《歷學疑問》中以立體空間為星圖呈現方式，而到了《歷學疑問補》卻反以平面展開圖為星圖呈現方式，這是一項值得注意的天文學中幾何表達模式的差異，此外，筆者也補列三角八線法的論證，並將梅文鼎的「西學中源說」思想脈絡往前拉至於北京修《明史》曆志的時間點，以為詳盡，此外，筆者關注的範圍較小，單從《歷學疑問》過渡到《歷學疑問補》，期望能更細緻討論梅文鼎的「西學中源說」脈絡演進，此外在考證「中法傳入西方的途徑，復由西方傳教士傳入中國」內容中，筆者列舉佛經結合《周髀算經》的論述，這部分筆者尚未發現有其他科學史論文集提及；而徐海松於 2000 年所著的《清初士人與西學》（北京：東方出版社），他於第六章〈清初理學名士與西學〉中有談及李光地的西學好尚及其意義，論述有關李光地與梅文鼎之間的交游過程，及李光地呈康熙帝《歷學疑問》之歷史轉折點，筆者將更詳細剖析，而關於梅文鼎「西學中源說」的觀點，書中僅談及「西洋曆所言寒煖五帶之說與《周髀》七衡脗合」、「《周髀算經》雖未言明地圓，而其理其算已具其中矣。」兩點，這也是筆者值得深入研究的切入點。

此外，祝平一於 2003 年所著的《說地－中國人認識大地形狀的故事》（台北：三民書局）中，也提及梅文鼎從《周髀算經》中論述地圓之理，此書也引起筆者想深入研究梅文鼎對地圓的態度與原委。而韓琦於 1997 年所著的〈從《明史》曆志的纂修看西學在中國的傳播〉（載《科史薪傳－慶祝杜石然先生從事科學史研究 40 周年學術論文集》，瀋陽：遼寧教育出版社）一文，則從《明史》曆志中搜集西學在中國的傳播的資料，我則在此基礎上找尋且試圖釐清梅文鼎「西學中源說」的真正想法。梅文鼎的「西學中源說」的主幹為數學與天文學，在數學方面他最重要的根據為「幾何即勾股」，在天文學最常為史家論述為《歷學疑問》、《歷學疑問補》，但是，據筆者所尋，尚無以專文從兩書著手討論梅文鼎「西學中源說」脈絡演進，此為本文所獨特所在。

本文將針對其所著《歷學疑問》、《歷學疑問補》出發來討論梅文鼎倡導「西學中源說」的原由？並且試著釐清此時康熙帝與李光地的角色？梅

文鼎的廣博學問是眾所周知的，《歷學疑問》、《歷學疑問補》中許多古典知識來源，也是筆者努力的方向。筆者也將《歷學疑問》、《歷學疑問補》分成幾個不同面向討論，希望能從不同的角度出發來了解這位號稱為清初「曆算第一名家」。此外，更重要的是這兩本書放置「西學中源說」領域中的地位如何界定？《歷學疑問補》的重要性是全面倡導「西學中源說」，它的根據如何？而且從《歷學疑問》到《歷學疑問補》的過程，梅文鼎的本身對西學態度如何改變？當然還有就是這兩本書的影響層面到底有多廣？如此問題便是筆者試著回答的問題，也就構成本文的主旨所在。本文的內容將分五個部分進行。首先，筆者將分析《歷學疑問》的成書背景，讓讀者先進入梅文鼎、康熙帝、李光地三人為主軸的清初天文學的學術活動中，其次，筆者將深入討論關於《歷學疑問》的幾個面向，以更深刻體會該書的時代價值，接著筆者將主軸移至《歷學疑問補》，討論該書的兩大方向即論證西法的源頭為中法的《周髀算經》、中法傳入西方的途徑，復由西方傳教士傳入中國，第一部分筆者考據梅文鼎所羅列的五個證據，第二部分考據梅文鼎所提的三個途徑，接著筆者將比較從《歷學疑問》到《歷學疑問補》，梅文鼎做了什麼改變，隨後驗諸史書對《歷學疑問》、《歷學疑問補》的評價與影響層面，最後，筆者將見解總結從《歷學疑問》、《歷學疑問補》出發，以了解清朝梅文鼎的「西學中源說」的脈絡演進。

二、歷史淵源

中國古天文學曾有令人印象深刻的歷史與輝煌的成就，尤其在天象觀測的記載資料十分豐富，然明中葉後天文學知識傳承逐步式微，據《明史》卷三十一所載：「明之大統曆，實即元之授時，承用二百七十餘年，未嘗改憲。成化以後，交食往往不驗……」值明末耶穌會士來華，引進許多科學方面的新知，其中在天文學方面尤其針對宇宙模型談論方面首推利瑪竇（Ricci Matteo, 1552—1610）所著的《乾坤體義》（1605），¹然後是與李之藻〔1565-1630〕合譯的《渾蓋通憲圖說》，²這些宇宙模型知識（如 Aristotle

¹ 《乾坤體義》該書被《四庫全書》編纂者稱為：「西學傳入中國之始」。書中的《卷上》有許多重要的西方天文學知識如：〈天地渾儀說〉、〈地球比九重天之星遠且大幾何〉、〈渾象圖說〉、〈四元行論〉。

² 《渾蓋通憲圖說》實際上是克拉維斯（Christophor Clavius, 1537-1612）於1593年出版的專門討論星盤中數學原理的《論星盤》節譯本，書中包含了大量的球極投影的知識，1600年李之藻與利瑪竇合作節譯了其中的部分內容，出版了《渾蓋通憲圖說》一書。

模型、Ptolemy 模型、Tycho 模型)³的傳入為中國帶來前所未有的震撼與影響，⁴更牽扯出中西文化的差異。因為天文曆算知識對於中國而言是格外重要的，在中國曆算改革往往牽動到皇家特權，⁵所以，頒曆一事所蘊含的政治意義，在朝代更替之際尤其明顯，⁶而定曆與修曆也都是一項浩大的工程，如明崇禎三年（1629）由於明欽天監推算日食發生錯誤，曆改工作已迫在眉睫了，崇禎帝於是任命徐光啓主持曆法改革工作（1629—1635），並成立「曆局」，同時聘請耶穌會士參加，⁷此一措施改變了中國天文學史的命運，也牽動清初皇朝應變耶穌會士的方式，因此，明末西方天文學知識的傳入所帶動的皇家衝擊是可以預料的。

清初的天算家承接明末以來的曆算知識，表現最突出的就是梅文鼎。梅文鼎(1633-1721)，字定九，號勿庵，安徽宣城人，生於明崇禎六年(1633)，⁸卒於康熙六十年(1721)，終年八十九歲。梅文鼎早年隨其父讀《周易》，即喜觀天象，二十七歲起，他同兩位弟弟文鼎、文鼎一起向明末遺民倪正學習天文曆法，⁹據《清史稿》所載：「稍稍發明其立法之故，補其遺缺，

³ 關於明清之際西學傳入中國的宇宙模型問題可參考江曉原、紐衛星著《天文西學東漸集》中〈第谷天文工作在中國的傳播與影響〉、〈第谷天文學說的歷史作用：西方與東方〉、〈湯若望與托勒密天文學在中國之傳播〉、〈明清之際中國人對西方宇宙模型之研究與態度〉等論文。

⁴ 中國古代是極少談論宇宙模型問題，只關心地球的生成問題，如在《朱子語類》中：「天地初開，只是陰陽二氣。這一氣運行，磨來磨去，磨得急了，便攪出許多渣滓，裏面無處出，便結個地在中央，氣之清者便為天，為日月，為星辰，只在外常周環運轉。地便只在中央不動，不是在下。」可見朱熹是以「氣」來解釋宇宙的生成問題。

⁵ 據詹嘉玲（Catherine JAMI），〈清代初期與中期的數學教育〉，《法國漢學》（第八輯—教育史專號）中所言：「在中國天文學被賦予很重要的政治意義。一方面，皇帝有義務和特權為國家提供曆法，從而規範人們的生活，調節人類活動的節律，以使之與天際循環相協調；另一方面，預見特殊天象時，利用政治術語來闡釋它們有著至關重要的政治意義。」

⁶ 關於頒曆的正統性可參考黃一農，〈從湯若望所編民曆試析清初中歐文化的衝突與妥協〉，《清華學報》（新竹），新 26 卷第 2 期，1996 年，頁 189-220。

⁷ 耶穌會士初入中國進行曆法改革，其過程並不如預期中的順遂，可參考祝平一，〈西曆東漸：晚明中西曆法的初步接觸與曆法形式的衝突〉，《法國漢學》叢書編輯委員會編，《法國漢學》（第六輯—科技史專號），北京：中華書局，2002 年。

⁸ 梅文鼎生於 1633 年，然徐光啟正卒以此年，徐光啟為明末西學傳入的第一批西學擁護者的代表人物，強調「欲求超勝，必先翻譯。」而到了梅文鼎時代除了翻譯的工作繼續進行外，更重要的是士人開始思考中西學問的差異與西學傳入的文化涵意。

⁹ 可徵之於阮元，《疇人傳》之〈梅文鼎〉：「梅文鼎……年二十七，師事竹冠道士倪觀

著《歷學駢枝》二卷，後增為四卷，倪為首肯。」梅文鼎刻苦攻讀曆法，數十年如一日，他在二十年後回憶當年學習曆算的情景：「疇昔學授時，與子及和仲。運籌常夜炳，孜孜同講誦。」¹⁰康熙一十四年(1675)，梅文鼎(43歲)在南京購得一部《崇禎曆書》殘本，又借抄得穆尼閣(Nicolas Smogolski, 1611–1656)的《天步真原》，於康熙一十七年(1678)，梅文鼎(46歲)又借抄得羅雅谷(Jacobus Rho, 1593-1638)的《比例規解》，據梅文鼎的《勿庵曆算書目·勿庵度算》中云：「攜之行笈半年而通其指趣。」此後對於西學的興趣由此生焉，他不斷比較中西天文學的論點，也寫了一些介紹第谷(Tycho Brahe, 1546–1601)的書籍如：《交食》、《七政》、¹¹《五星管見》、《揆日紀要》、《恆星紀要》等書，梅文鼎消化吸收中西天文學知識後逐漸形成自己的一套天文架構，¹²，如在《七政》中，梅文鼎以缺乏對稱性來批評第谷體系，因為僅火星依賴於日心說，而其他行星則依賴於地心說，因此，他設計一種新的體系：半日心說、半地心說。¹³綜觀梅文鼎一生博覽群書，對中國古典天文學理論十分有見地，¹⁴並留下四十餘本天文學著作，後人將其曆法、數學著述彙為《梅氏叢書輯要》，並留下二千餘首詩稿。

康熙二十八年(1689)–康熙三十二年(1693)曾兩度北遊京城，為《明史》館校訂曆志，此期間奠立其學術基礎，此時正值西學東漸的黃金時間，北京無疑是全國的學術交流中心，而梅文鼎正躬逢其盛，視眼也隨之開闊。關於《明史》的曆志編撰，梅文鼎稱：「己未，愚山(1618–1683)奉命修《明史》，寄書相訊。欲余為曆志屬稿，而余方應臬台金長真之召，授經官署，因作此(《曆志贅言》一卷)寄之。」¹⁵後於康熙三十年(1691)，

湖，受麻孟璇所藏臺官交食法，與弟文鼎、文鼎共習之。」

¹⁰ 引自劉鈍，〈梅文鼎的詩歌〉，收入《科學史通訊》第十三期，1994年，頁2。

¹¹ 該書的書名可能受《七政推步》影響，據劉昭民，《中華天文學發現史》，臺北：臺灣商務印書館，1985年，頁471中所言，我們最早看到托勒密體系的資料，是在明太祖洪武十八年(1385)，由阿拉伯人帶來，經元統翻譯，於西元一四七七年由貝琳整理出版的《七政推步》，該書是根據托勒密的本輪均輪系統推算曆法的。

¹² 參考劉鈍，〈梅文鼎〉，《中國科學技術史(人物卷)》，北京：科學出版社，1998年，頁671。

¹³ 引自馬若安(Jean-Claude MARTZLOFF)，〈17、18世紀中國天文學與數理天文學著作中的時空觀〉，《法國漢學》(第六輯—科技史專號)，北京：中華書局，2002年。

¹⁴ 可徵之於《歷學疑問》一書，書中有十分豐富的中國古代天文知識(如：熒惑、歲星、歲差、里差、三垣二十八宿、九執歷、大衍歷等)，可見梅文鼎的閱讀廣博。

¹⁵ 引自韓琦，〈從《明史》曆志的纂修看西學在中國的傳播〉，載《科史薪傳——慶祝杜石然先生從事科學史研究40周年學術論文集》，瀋陽：遼寧教育出版社，1997年，頁

梅文鼎（59 歲）應李光地所請寫成《歷學疑問》，¹⁶一年後成書，李光地爲其校刊，李光地讚佩《歷學疑問》的內容十分豐富，曾說：「今先生之論，羅罔千載明。」¹⁷並稱此書爲尊王述聖之作。關鍵時刻爲清初理學名臣李光地在康熙四十一年（1702）將《歷學疑問》三卷謹呈。奉旨云朕留心曆算多年，此事朕能決其是非，將書留覽再發。二日後，召見光地，上云：「昨所呈書甚細心，且議論亦公平，此人用力深矣，朕帶回宮中仔細看閱。」¹⁸顯然康熙帝極爲滿意，一年後此書發回，書中有許多康熙「圈點塗抹及簽貼批語」，後於康熙四十四年即 1705 年 6 月，康熙親自召見梅文鼎（73 歲），與其暢談天文曆算之學，且御賜「績學參微」。¹⁹康熙並曾對李光地說：「歷象算法，朕最關心，此學今鮮知者，如文鼎真僅見也。其人亦雅士，惜乎老矣！」²⁰康熙本來對於中國學者在天文學與數學的評價甚低，直到巧遇梅文鼎後，才使他觀念有所轉變。²¹之後，李光地於 1693 年作《歷學疑問·序》，可參閱李光地所著《榕村集》卷十二：

梅子以成書也，于學者信乎？當務與曰：疇人星官之所專司，不急可也，夫梅子之作辨于理也，理不可不知乎？……固我皇上膺曆在躬，妙極道數，故草野之下亦篤生異士，見知與聞之；而梅子用心之勤，不憚探蹟表微，以歸於至當，一書之中述尊王兼而有焉。

同年梅文鼎南歸後又「履奉手書相勉」，並鼓勵梅文鼎盡快完成續作，數年後完成《歷學疑問補》一書。《歷學疑問補》成書的另一原因爲當康熙帝閱畢《歷學疑問》後，曾批示：「無疵謬，但算法未備，蓋梅書原未完成。」後人評價梅文鼎方面，其中錢大昕(1728－1804)在《天元一釋·序》稱他爲「國朝算學第一」；²²江永（1681－1762）在《翼梅·序》稱他爲「曆

61-70。

¹⁶ 李光地（1642－1718），字晉卿，號厚庵、榕村，福建安溪人。曾奉命主編《性理精義》、《朱子大全》等著作，李光地對天文學也極有研究，著作有《曆象要義》、《曆象合要》、《曆象本要》等書，主編有《御定星曆考原》、《御定月令輯要》等。

¹⁷ 見李光地所著《歷學疑問·序》。

¹⁸ 見李光地所著《歷學疑問·序》。

¹⁹ 引自《清史稿》，卷五百六，列傳二百九十三，疇人一，梅文鼎。

²⁰ 引自杭世駿，《道古堂文集·梅文鼎傳》。

²¹ 參考詹嘉玲(Catherine JAMI)，〈是“在中國的歐洲科學”還是“西學”？——17 世紀至 18 世紀末跨文化的交流之表述〉，《法國漢學》（第六輯—科技史專號），北京：中華書局，2002 年。

²² 錢大昕(1728-1804)，字曉徵，號辛楣、竹汀，為乾嘉學界巨擘，學識廣博同時曆算造詣亦深，其研究曆算學的特色為擁護中法、復興古學。

算第一名家」；²³梁啟超（1873-1929）在《清代學術概論》中稱他為「我國科學最昌明者惟天文算法，至清而尤盛；凡治經學者多兼通之，其開山祖，則宣城梅文鼎也。」

由於《歷學疑問》共三卷，其中《卷一》含十六章、《卷二》含十七章、《卷三》含十九章；《歷學疑問補》共二卷，²⁴其中《卷一》含十二章、《卷二》含十一章，可見篇幅章節不少，同時由於各卷之間梅文鼎沒有經過系統整理，因此，筆者僅針對《歷學疑問》中的〈論歷學古疏今密〉、〈論中西二法之同〉、〈論中西之異〉、〈論今法于西歷有去取之故〉、〈論西歷亦古疏今密〉；《歷學疑問補》中的〈論西歷源流本出中土即周髀之學〉、〈論蓋天與渾天同異〉、〈論中土歷法得傳入西國之由〉、〈論周髀中即有地圓之理〉、〈論渾蓋通憲即古蓋天遺法〉、〈論渾蓋通憲即古蓋天遺法二〉、〈論渾蓋之氣與周髀同異〉、〈論簡平儀亦蓋天法而八線割圓亦古所有〉、〈論周髀所傳之說必在唐虞以前〉等章節出發來了解梅文鼎的天文知識觀的轉變。

三、關於《歷學疑問》的幾個面向

成書啟發－在梅文鼎的《歷學疑問》成書之前，他已經閱讀過王錫闡的《歷說》，根據劉鈍，〈梅文鼎與王錫闡〉一文中論述：「梅文鼎廣徵博引古代文獻發揮想像，把許多西方天文學知識逐一貼上『中國造』的標籤，是明顯受到王錫闡的啟發。」他曾多次寫詩推崇清初在天文學領域頗負盛名的薛鳳祚（1600－1680）、²⁵王錫闡（1628－1682），梅文鼎在《歷學疑問》的卷一〈論天地人三元非回回本法〉中稱：「薛儀甫鳳祚，亦近日西學名家也。」但可惜的是梅文鼎與王錫闡未曾謀面，也就少了學術交流機會，²⁶如〈與潘稼堂書〉，《續學堂文鈔》卷一：「同時有王薛，道遠阻為鄰。」

²³ 江永(1681-1762)，字慎修，婺源（今屬江西）人。一生未曾居官，以教授生徒為業。其學本朱子，著作甚豐，多達二十餘種，《四庫全書》多著錄之。《清史稿》有傳。其易學著作有《河洛精蘊》九卷。

²⁴ 劉湘桢，字允恭，江夏人，受業於梅文鼎，湛思積悟，多所創獲，梅文鼎曾曰：「劉生好學精進，啟予不逮。」及「因以所著《歷學疑問》，囑之討論，湘桢為著《訂補》三卷。」值得注意的是現行刊本的《歷學疑問補》是二卷，之間的差異性還需深入研究。中國科學院北京天文台主編，《中國天文史料匯編（第一卷）》，北京：科學出版社，1989年。

²⁵ 薛鳳祚(1600-1680)，字儀甫，淄川人。曾編譯著作十多種，其中《曆學會通》五十六卷，首次引進對數、三角函數對數，系統介紹歐洲天體運動計算方法。《清史稿》稱之為：「然貫通其中、西，要不愧為一代疇人之功首云。」

²⁶ 王錫闡(1628-1682)，字曉庵，吳江人。兼通中西之學，著述豐富。在《曉庵新法》

此外，據薄樹人所著《中國天文學史》中論述梅文鼎的《歷學疑問》的一些觀點源自於揭暄的《璇璣遺述》。²⁷梅文鼎在《勿庵歷算書目·〈寫天新語〉抄存》中將揭暄、王錫闡、湯若望（Schall von Bell, 1592–1666）、穆尼閣（Nicolas Smogolenski, 1611–1656）並列為當時四大天文學派的代表人物。

成書原因—西方曆算學的傳入後和中法曆算鬥爭不斷地進行著，這也促使明末清初的學者去探尋當時曆算的古代源流，梅文鼎便是其中代表人物，可徵之於《歷學疑問·序》中：「《歷學疑問》梅子定九之所著也，先生于是學潭思博考四十年。」成書的另一原因為推廣清初天文知識，因為梅文鼎於康熙二十八年（1689）左右及京謁李光地于邸第，謂曰：「歷法至本朝大備矣，而經生家猶若望洋者，無快論以發其趣也。宜略仿元趙友欽《格象新書》體例，作簡要之書，俾人人得其門戶，則從事者多，此書庶將大顯。」²⁸此外，《歷學疑問》許多章節末均提及中法是聖人所制，而《書經》中〈堯典章〉是記錄聖人制作曆書的最初努力，而後孔子編輯《書經》其斷代也是自堯始，所以，梅文鼎不斷強調中法的正統性，以維持儒家聖王傳統的延續性，其歷史使命感可見一斑。

成書主旨—平息中西曆法之爭，梅文鼎試著為中法派與西法派找出他們彼此能接受的中西會通理由，因此，梅文鼎特別注重中西曆法相同與相異之處，所以，萬斯同（1638-1702）才會說：²⁹「此書出，而兩家紛紜之辨可息，其有功于歷學甚大。」其中〈論中西二法之同〉特別值得關注，梅文鼎析辨中西二法之同的結論為：「其言曰五星之最高加減也即中法之盈縮歷也，在太陰則遲疾歷也；其言曰五星之歲輪也即中法之段目也（遲留逆伏）；³⁰其言恒星東行也即中法之歲差也；其言節氣之以日躔過宮也即

等 13 種天文著作中，涉獵了日月食計算、內行星凌日，月掩行星等計算法，弘揚傳統天文學中的優秀成果，並吸取西法精華，作出創新的研究。與薛鳳祚齊名，《清史稿》稱之為：「南王北薛。」

²⁷ 揭暄(1610-1702)，字子宣，號半齋，一號韋綸，江西廣昌人。所著之《璇璣遺述》（一名《寫天新語》）在清初影響極大，據何之潤《〈璇璣遺述〉跋》中所言：「書成之後，爭傳者幾展滿戶外矣。」

²⁸ 引自《清史稿》，卷五百六，列傳二百九十三，疇人一，梅文鼎。

²⁹ 萬斯同(1638-1702)字季野，鄞縣人，清朝史學家，年輕時就勤奮好學以修明史為己任，是明史的主要功臣。黃百家於《萬季野先生墓誌銘》稱：「史書幾能成誦，其外邸報、野史、家乘，無不遍覽熟悉。」

³⁰ 據江曉原於〈明清之際中國人對西方宇宙模型之研究與態度〉中論述梅文鼎心中的宇宙真實模型與托勒密類似，所言之「歲輪」相當於托勒密模型中的「本輪」(epicycle)。

中法之定氣也；其言各省直節氣不同也即中法之里差也。」所以，簡而言之，在梅文鼎心目中論定中西曆法有不少相同之處，只是雙方論述方式不同且名詞互異，因此梅文鼎結論：「中歷缺陷之大端，得西法以補其未備矣，夫於中法之同者，既有以明其所以然之故，而于中法之未備者又有以補其缺。」至於〈論中西之異〉：「中法步月離始于朔而西法始于望，一也；中法論日始子半而西法始午中，二也；中法立閏月而西法不立閏月惟立閏日，三也；黃道十二象與二十八舍不同，四也；餘星四十八象與中法星名無一同者，五也；中法紀日以甲子六十日而周，而西法紀日以七曜凡七而周，六也；中法紀歲以甲子六十日而周，而西法紀年以總積六千餘年為數，七也；中法節氣起冬至而西法起春分，八也。」凡此八類為梅文鼎所類舉中西天文方面的差異處，他最後以徐光啓的話：「鎔西算以入大統之型模，蓋謂此也。」做結論，實則耐人尋味的話語，筆者認為此時的梅文鼎已經深入且有系統整理中西曆法相同與相異之處，《歷學疑問》書出一方面為試探康熙帝的反應及士人的接受程序，另一方面有可能在為《歷學疑問補》的出版鋪路。

肆、《歷學疑問補》的兩大主軸

(1) 論證西法的源頭為中法的《周髀算經》，³¹該書二卷是被認定為中國最早的天文學著作，其下卷所載二十四節氣名稱和順序與《淮南子》天文訓相同，據推估該書約成於西元前 100 年，主要內容係介紹西漢時期的蓋天理論，書中內含數學知識如分數運算、等差數列、簡單的勾股測量、及勾股定理等。³²然從梅文鼎的認知看出，他認為周髀所傳之說必在唐虞之前，如此將《周髀》學問往前提數前年，以強化時間點的合理性，同時他認為世界上無論任何民族的天文學發展必定從星象觀測到嚴密的理論推算，《周髀算經》的存在不論時間點或理論架構正符合西曆的曆源，梅文鼎並徵之於下列五個證據。³³

I. 西洋歷所言寒煖五帶之說與《周髀》七衡脗合：

³¹ 關於《周髀算經》在天文學上的定位與歷史上的問題，可參考江曉原、紐衛星著《天文西學東漸集》中〈《周髀算經》蓋天宇宙結構考〉、〈《周髀算經》—中國古代惟一的公理化嘗試〉、〈《周髀算經》與古代域外天學〉等論文。

³² 引自李兆華，《中國數學史》，臺北：文津出版社，1995 年，頁 16。

³³ 梅文鼎除了在《歷學疑問補》中論證「西學中源說」外，他也著有《周髀算經補註》一卷，書中提及：「《周髀》所言里差之法，即西人之說所自出。」此外，方中通著有《數度衍》（1661 年）一書，在這部數學著作中，方中通也對「西學中源說」說作了進一步的闡述。該書有云：「西學精矣，中土失傳耳。今以西學歸《九章》，以《九章》歸《周髀》……」

西曆之寒暖五帶說可徵之利瑪竇所撰《乾坤體義》卷上的〈四元行論〉：「夫氣處所又有上中下三域，上之因邇火則常太熱；下之因邇水土而水土恆為太陽所射以光輝有所發煖，則氣並煖；中之上下遐離熱者，則常太寒冷以生霜雪之類也，其一般氣又廣窄弗等，若南北兩極之下，因遠太陽者陰氣盛，則上下熱煖處窄而中寒冷處廣，若赤道之下，因近太陽者陰氣微，則反然二熱煖處廣而寒冷處窄。」此外，高一志（Alphonsus Vagnoni, 1566—1640）於 1605 年來中國，後於南京傳教，著有《空氣格致》，該書是一本將亞里斯多德《氣象學》推廣至中國的專門著作，其卷上有云：「氣厚分有上、中、下三域。上域近火，近火常熟；下域近水土，水土常為太陽所射，足以發煖，故氣亦煖；中域上遠於天，下遠於地，則寒。」此論述方式與結構大致與利瑪竇所撰《乾坤體義》卷上的四元行說（Four-Elements Theory）相同，可見西曆之寒暖五帶說是以大氣層的位置論斷的，這也是現代氣象學（Meteorology）的基礎，至於在中國的古天文學理論是無此理論原理的。

反觀《周髀算經》的七衡理論是周髀家觀測天象即日月運行的軌道後得知，一年的長度為三百六十五又四分之一，同時也知道一年四季的變化，於是創立簡單說明這變化的方法，就是「七衡六間」理論，據李籍《音義》：「七衡者七規也，謂規為衡者。取其衡運則生規，規者正圓之謂也。」而六間是指七衡裏面各衡的中間而言。從上述可以明顯看出關於地理氣候的論述，中西二法是有不同的。此外，與梅文鼎關係極為密切的李光地也對寒煖五帶之說提出解釋，他於《榕村語錄》卷二十六〈理氣章〉曾云：「其南北兩端，以去日遠近為寒暑之差；東西以見日早晚為晝夜之度。東之夜乃西之晝；南之暑乃北之寒也。如是，則東西南北安有一定之中？南北或以極為中，或以赤道為中，亦天之中也。此理《周髀》言之至悉，而漢氏以下莫有知者。親新曆之家，侈為獨得，曆詆前說，凡數萬言。惜乎無以《周髀》蓋之術告之者。」³⁴可見李光地對寒煖五帶之說的論述是源自於梅文鼎。

II. 《周髀算經》雖未言明地圓，而其理其算已具其中矣。

梅文鼎非常重視地圓理論，他花了很多的篇幅在闡述《周髀算經》中具有地圓概念，並從三個角度出發論述：一、「《周髀》言北極之下以春分至秋分為晝、秋分至春分為夜，蓋惟地體渾圓故近赤道則晝夜之長短漸平，近北極則晝夜長短之差漸大，推而至北極之下遂能以半年為晝半年為夜矣！若地為平面則南北晝夜皆同，安得有長短之差隨北極高下而異乎？」二、「日行極北北方日中南方夜半、日行極東東方日中西方夜半、

³⁴ 引自徐海松，《清初士人與西學》，北京：東方出版社，2000 年，頁 250。

日行極南南方日中北方夜半、日行極西西方日中東方夜半，蓋惟地體渾圓與天體相似……」三、「《周髀》又言北極之下不生萬物，北極左右夏有不釋之冰，物有朝耕暮穫；中衡左右，冬有不死之草，五穀一歲再熟，蓋惟地與天同為渾圓……」³⁵值得注意的是梅文鼎並不是第一位從《周髀算經》解釋地圓說，至少徐光啓、李之藻早已指出《周髀》中有地圓之理，³⁶不過從梅文鼎有系統地解說地圓理論思索，他沿著局部概念的剖析來發展其理論思路，看的出來梅文鼎是有計劃地利用地圓理論源自《周髀算經》來驗證「西學中源說」的正確性。³⁷

值得注意的一點為在梅文鼎的《歷學疑問》成書時既有專節討論地圓問題，如〈論地圓可信〉、〈論蓋天周髀〉等節，但此時梅文鼎的所論述「西學中源說」的源頭並不獨尊《周髀算經》，也從其他中國古典經書中出發如《大戴禮記》中：「單居離問於曾子曰：『天圓而地方，誠有之乎？』曾子曰：『如誠，天圓而地方。則是四角不揜也，參嘗聞之夫子曰：天道曰圓，地道曰方。』」；《黃帝內經》有岐伯之說：「內經黃帝曰：『地之為下否乎？』岐伯曰：『地為人之下，太虛之中也』曰：『憑乎？』曰：『大氣舉之也。』素問又曰：『立于子而面午，立于午而面子，皆曰北面；立于午而負子，立于子而負午，皆曰南面，釋之者曰，常以天中為北，故對之者皆南也。』」；宋則有邵子之說：「〈邵子觀物篇〉曰：『天何依？曰依地；地何附？曰附天；曰天地何所依附？曰自相依附。』」及二程子的學說為地圓說詞，梅文鼎以上述的中國古老經典為依據，認定地圓說始自中國，非自歐羅西域開始，然見其所引喻尤其以《黃帝內經》岐伯之說、宋邵子之說，根本與地圓說毫無關聯性，引喻失義自不脛而走。

III. 西洋分畫星圖，亦即古蓋天之遺法……於周髀之所言一一相應。

梅文鼎在《歷學疑問》卷一〈論周髀儀器〉有云：「若寫天於笠，則其圓勢屈而向內，星之經緯距皆成弧度，與測算吻合。」然而在《歷學疑問補》卷一〈論渾蓋之氣與周髀同異〉將蓋天之笠可以展開成平面，這是一項很大的思想脈絡演進，梅文鼎以北極為中心，赤道為邊，用割圓切線之法改定經緯度，則周天的星象可以一一標示其方位，而赤道以南的星象亦以同法標定，梅文鼎論述中國所製的星圖為何不顯示南極星象，除了主因為中國所處位置關係外，他曾於《歷學疑問》卷一的〈論蓋天周髀〉中

³⁵ 《周髀算經》中只有提到北極而沒有南極，此應與中國所處之地有關，且中國統治的領土均局限於北緯區域。

³⁶ 引自祝平一，《說地——中國人認識大地形狀的故事》（臺北：三民書局，2003），頁72。

³⁷ 關於「西學中源說」的歷史淵源可參考王揚宗，〈“西學中源”說在明清之際的由來及其演變〉，《大陸雜誌》（臺北）第九十卷第六期，1995年。

有言：「何以不言南極？曰：『古人著書皆詳其所見而畧於所不見。』」可見，梅文鼎認為中國人是知道南極的存在，只是因為無法直接親眼所見，故略之不論；至於西洋人所作之星圖自赤道中分為兩極，梅文鼎認為與《周髀算經》蓋天法相同，唯一不同的是西洋人航海時行經赤道以南的海域，所見南極左右星象與中法不同，梅文鼎認為此正補中法之不足，但是，梅文鼎認為星圖的呈現方式仍然源自於《周髀算經》，亦即古蓋天之遺法，這是無庸致疑的。至於利瑪竇所帶的《渾蓋通憲圖說》一書，從書名便可認定此書的理論必定源於《周髀》蓋天之學，梅文鼎認為以利瑪竇的博聞強記，必可知星圖的源流來自於中國，《渾蓋通憲圖說》的存在就是最佳例證。

IV. 簡平儀以平圓測渾圓是亦蓋天中之一器也。³⁸

梅文鼎花了相當多的篇幅解釋渾蓋通憲即古蓋天遺法，³⁹他強調蓋天說就是渾天說：「……平面是為蓋天，故渾天如塑像蓋天……以釐正之也，知蓋天與渾天原非兩家。」⁴⁰並認為西法中的簡平儀（Planisphere Astrolabe）亦是以平測渾之器，此與中法的《周髀》相呼應，梅文鼎論及：「凡測天之器，圓者必為渾、平者必為蓋，簡平儀以平圓測渾圓，是亦蓋天中一器也。」李之藻曾於 1607 年刻印《渾蓋通憲圖說》，該書為利瑪竇的老師克拉維斯（Christophor Clavius, 1537-1612）所著 *Astrolabium* 的節譯本，⁴¹為中國第一部介紹簡平儀製造法與使用的書，從李之藻的角度看來，翻譯此書的最大意義為進一步了解西方天文學的架構，試著從中國天文學的方式切入，殊不料到了梅文鼎時代卻成為「西學中源說」的利器。⁴²此外，義大利傳教士熊三拔（Sabatino de Ursis, 1638-1702）也曾製一種簡平儀（即星盤），並向徐光啟解釋此種儀器的運用方式，徐光啟於 1611 年記錄成《簡平儀說》。據戴維·林德伯格（David Lindberg）於《西方科學的起源（*The beginnings of western science*）》中描述從數學的角度看，給人印象最深、用途最廣的天文儀器就是星盤，它發明於希臘時期，而在伊

³⁸ 簡平儀與渾蓋儀是當時傳入中國的兩種建立在投影原理基礎上的天文儀器，梅文鼎十分關心儀器的製造原理，除著書詳論外，又製成璇璣尺、側望儀、揆日儀、仰觀儀、月道儀等，引自劉鈍，〈梅文鼎〉，《中國科學技術史（人物卷）》。

³⁹ 此概念的形成與李之藻所譯注的《渾蓋通憲圖說》有相當大的關連性，因為梅文鼎也著有《渾蓋通憲圖說訂補》一卷。

⁴⁰ 節錄《歷學疑問補》之〈論蓋天與渾天同異〉。

⁴¹ 克拉維斯（Christophor Clavius, 1537-1612）其 Clavius 是拉丁文，原作鈐解，利瑪竇皆諧音譯成丁先生，見徐光啟、利瑪竇的《幾何原本》序文。

⁴² 可參考安大玉，〈明末平儀（Planisphere Astrolabe）在中國的傳播——以《渾蓋通憲圖說》的平儀為例〉，《自然科學史研究》第 21 卷第 4 期，2002 年，頁 299-319。

斯蘭得以完善，星盤是一種手持設備，由一個標有刻度的圓盤、一個能圍繞其軸旋轉從而能對恆星和行星的高度進行觀測的視尺（照准儀）、以及一套置於一個銅體（母體）內能使星盤成為天文學計算器的銅製圓盤。

V. 三角八線之法並皆古人所有，而西人能用之，非其所創也。

三角學最早傳入中國的證據，據日本藪內清《隋唐曆法研究》或李儼《中國古代數學史料》認為，在唐朝由印度傳入中國的《九執曆》中已經內含三角函數正弦表，不過似乎在中國並沒有產生多大的影響作用。至於《周髀算經》中有關於數學最有名的一段論述為：「昔者，周公問于商高曰：『竊聞乎大夫善數也。請問古者包犧（筆者：伏羲）立周天歷度，夫天下不可階而升，地不可得尺寸而度。請問數安何出？』商高曰：『數之法出于圓方，圓出于方，方出于矩，矩出于九九八十一。』」⁴³及另一段商高回答周公的話：「故折矩以為勾廣三，股修四，徑隅五。」⁴⁴及至第三世紀初，趙爽著《勾股圓方圖注》用面積圖形來證實勾股弦定理（即畢氏定理 Pythagoras' Throrem），所以，一般數學史家皆認為中國古代的勾股術是建立在幾何圖形的基礎上的。⁴⁵從梅文鼎的觀點出發，他認為三角即勾股，而勾股學出自於《周髀算經》，因此才有「三角八線之法並皆古人所有，而西人能用之，非其所創也」這一結論，殊不知「三角即勾股」這一命題的錯誤，是絕對無法導致正確的結論。眾所周知三角學理論在西方的數學與天文領域都佔有極重要的地位，梅文鼎在〈寄懷青州薛儀甫先生〉詩文中也提及：「三角御弧度，八線量虛空。竊觀歐羅言，度數為專功。」可見梅文鼎亦肯定三角八線理論在天文量測時所佔的份量。

不過以梅文鼎的數學造詣觀之，⁴⁶雖然中國天文家郭守敬（1231—1316）曾經使用類似球面三角公式於其天文理論中，⁴⁷但其與明末西學傳入中國的三角著作如鄧玉函的《大測》（1631）二卷、《割圓八線表》（1631）六卷，其中《大測》的主要內容為三角函數表造法、及用法，同時還有平面三角、球面三角的簡單知識，至於《割圓八線表》主要論及三角函數表；

⁴³ 今山東省嘉祥縣漢武梁祠石室造象（129-147）有「伏羲氏手執矩，女媧氏手執規。」之象，因此，流傳規矩二器為伏羲所制。

⁴⁴ 見《周髀算經》第一章。

⁴⁵ 參考李儼、錢寶琮，《科學史全集》第二卷，瀋陽：遼寧教育出版社，1998年，頁638。

⁴⁶ 梅文鼎的數學著作極多，在三角學方面以《平三角舉要》、《弧三角舉要》最為世人所矚目，是中國人第一套三角學教科書；其《整堵測量》中首次提到授時曆中弧矢方法的三角意義；其《環中黍尺》中利用平行投影原理解決各類球面三角問題。

⁴⁷ 郭守敬（1231-1316），字若思，順德邢台〔今河北邢台〕人，是元代的天文學家、水利學家和數學家，1276年創製和改良了十三種天文儀器，1280年曆法編成名《授時曆》。

及羅雅谷的《測量全義》(1637)十卷，其重點為平面三角、球面三角、平面幾何、立體幾何、及圓錐曲線性質，⁴⁸仔細比對便可知中西數學於三角函數方面，無論是內容與符號都有截然不同的呈現方式，所以，梅文鼎有此說法的確令人匪夷所思，但是，接著這段話似乎是使答案出現曙光，梅文鼎於《歷學疑問補》中〈論簡平儀亦蓋天法而八線割圓亦古所有〉最後論及：「伏讀《御制三角形論》謂眾角轉心，以算弧度，必古算所有。而流傳西土反失傳，彼則能守之不失，且踵事加詳至哉！」梅文鼎的觀點竟與康熙帝的論點不謀而合，值得玩味！

(2) 考證中法傳入西方的途徑，復由西方傳教士傳入中國：

- I. 太史公言，幽厲之時，疇人子弟分散，或在諸夏，或在夷狄。蓋避亂逃谷，不憚遠涉殊方，固有挾其書器而長征者矣。然遠國之能言歷術多在西域，則亦有故。⁴⁹

值得注意的是熊明遇(1579—1649)於《格致草》自序：⁵⁰「上古之時，六府不失其言，重黎氏世敘天地，而別為其分主，其後三苗復(韓琦按：復《史記》曆書第四作服)九黎之亂德，重黎子孫竄於西域，故今天官之學，裔土有專門，堯復育(韓琦按：育《史記》曆書第四作遂)重黎之後，不忘舊者，使復典之，舜在璇璣玉衡，以齊七政，於是為盛，三代迭建，夏正稱善，今之所從也。」然梅文鼎是否有直接接觸到熊明遇(1579—1649)的《格致草》一書，⁵¹目前筆者尚無明確史料佐證。

- II. 堯典言乃命羲和，欽若昊天歷象，日月星辰，敬授人時，此天子曰官在都城者，蓋其伯也，又命其仲叔分宅四方，以測二分二至之日景，即測里差之法也。羲仲宅嵎夷曰暘谷即今登萊海嵎之地；羲叔宅南交則交趾國也，此東南二處皆濱大海，故以為限。

⁴⁸ 引自李兆華，《中國數學史》，臺北：文津出版社，1995年，頁228-233。

⁴⁹ 需要釐清一點說法，梅文鼎把明末以來西方傳入的天文曆法稱為西域新法，此有別於唐元朝時傳入中國的九執曆、回回曆等西域舊法。

⁵⁰ 熊明遇(1579-1649)，字良孺，號壇石，江西進賢人。所著之《格致草》初名《則草》，書中論述的重心為天文學理論與天文儀器部份，他並曾對龐迪我(Didace de Pantoja)的《七克》和熊三拔(Sabatino de Ursis, 1638—1702)的《表度說》作序，清順治五年(1648)熊志學將《格致草》與熊明遇之子熊人霖所著《地緯》合刻，取名《函宇通》。

⁵¹ 關於熊明遇(1579-1649)的《格致草》一書的研究可參考徐光台，〈明末清初西方「格致學」的衝擊與反應：以熊明遇《格致草》為例〉，《世變、群體與個人：第一屆全國歷史學學術研討會論文集》，臺北：臺灣大學歷史學系，1996年，頁235-258。

又和叔宅朔方曰幽都今日外朔方地也，地極冷冬至於此測日短之景，不可更北，即以為限，獨和仲宅西曰昧谷，但言西而不限以地者，其地既無大海之阻，又自東而西氣候略同……。

熊明遇序《表度說》中也有提及：「西域歐邏巴人四泛大海，周遭地輪，上窺玄象，下采風謠，匯合成書，確然理解。仲尼問官於鄭子曰：『天子失官，學在四夷』，其語猶信。」《尚書·堯典》中論述堯命羲和兄弟四人，分至四方測里差的傳說，推論因中國的東、南面皆有大海，北方又極寒冷，受地理氣候條件的隔阻，使中國曆法難以流傳到其他地方，惟有和仲走的西方沒有這種限制而得以傳入，並為西域人所接受。梅文鼎因上述的論證，所以，認為《周髀》之學流傳將不僅止流傳於歐羅巴，回回曆也應該源自於中法，⁵²這種說法當然有些一廂情願的感覺，但是，從「西學中源說」的觀點出發卻是非常合情理的論述，因為中國是文明古國，所有的科技源自於中國，曆法當然也不能排除在外。

III. 問佛經亦有四大州之說，與周髀同乎？曰：佛書言須彌山為天地之中，日月星辰繞之環轉。西牛賀州、南瞻部州、東勝神州、北俱盧州，居其四面，此則亦以日所到之方為正中。日環行不入地下與周髀所言畧同……故婆羅門（即回回）等皆為所籠絡事之惟謹，然回回國人能從事歷法，漸以知其說不足憑故遂自立門庭，別立清真之教。西洋人初亦同回回事佛，回回既與佛教分，而西洋人經於算，復從回歷加精，故又別立耶穌之教，以別於回回。要皆蓋天周髀之學流傳西土，而得之有全有缺、治之有精有粗，然其根則一也。

梅文鼎認為中法傳入西方的途徑，復由西方傳教士傳入中國，就如同宗教的傳入途徑，他認為《周髀算經》所論述的四大州的論點，與佛經所言極為類似，而且梅文鼎考察婆羅州（即回回）一開始亦信佛，只是後來別立清真教，與西洋人的情形類似，只是後來別立基督教、天主教而已，因此，既然《周髀算經》是中國最具代表的古老天文學著作，這些婆羅州（即回回）、西洋人，因為一開始接受佛教信仰，就沒有理由不承認其天算曆法來自於中國。但是，稍具深入思考便可曉得梅文鼎此論述實則穿鑿附會，毫無實證立論根據，立場有失公允。

⁵² 中世紀中國與阿拉伯的交流可參考陳久金，〈中世紀阿拉伯科技對中國的影響〉，《法國漢學》叢書編輯委員會編，《法國漢學》（第六輯—科技史專號），北京：中華書局，2002年。

伍、從《歷學疑問》到《歷學疑問補》

《明史》曆志卷末提及西學知識：「西洋人之來中土者，皆自稱歐羅巴人，其曆法與回回同，而加精密。嘗考前代，遠國之人言曆法者多在西域，而東南北無聞（唐之《九執曆》，元之《萬年曆》，及洪武間所譯《回回曆》，皆西域也。）蓋堯命羲、和仲叔分宅四方，羲仲、羲叔、和叔則以嵎夷、南交、朔方為限，獨和仲但曰宅西，而不限以地，豈非當時聲教之西被者遠哉。至於周末，疇人子弟散西域、天方諸國，接壤西陲，非若東南有大海之阻，又無極北嚴寒之畏，則抱書器而西征，勢固便也。歐羅巴在回回西，其風俗相類，而好奇喜新競勝之習過之。故其曆法與回回同源，而世世增修，遂非回回所及，亦其好勝之俗為之也。羲、和既失其守，古籍之可見也，僅有《周髀》。而西人渾蓋通憲之器，寒熱五帶之說，地圓之理，正方之法，皆不能出《周髀》範圍，亦可知其源流之所自矣。夫旁搜博采以續千百年之緒，亦禮失求野之意也，故備論之。」上述內容與《歷學疑問補》的內容並沒有太大的差異性，可見在北京城的這段修《明史》曆志的光陰對梅文鼎而言是留下深刻的曆學知識的。值得一提的是萬斯同（1638—1702）修《明史》曆志的角色，他可說是梅文鼎「西學中源說」的最早知音，他在康熙三十二年（1693）前就看過《歷學疑問》（萬斯同稱為《歷學辨疑》），他在《石園文集》卷七〈送梅定九南還序〉中讚譽梅文鼎：「梅子既貫通舊法，而又兼精乎西學，故其所著《歷學辨疑》，旁通曲暢，會兩家之異同，而一一究其指歸。乃知西人所矜為新說者，要皆舊法所固有，而西學所獨得者，實可補舊法之疏略。」以萬斯同號為修《明史》主要功臣的學術保證，對於梅文鼎的聲望與其「西學中源說」，無疑是最佳肯定。⁵³

而《歷學疑問》與《歷學疑問補》的篇幅比較方面－《歷學疑問》共三卷，其中《卷一》含十六章、《卷二》含十七章、《卷三》含十九章；《歷學疑問補》共二卷，其中《卷一》含十二章、《卷二》含十一章；內容側重方面－《歷學疑問》的《卷一》著重於比較中西曆法的類比，《卷二》、《卷三》是匯集梅文鼎的天文知識觀點，分析許多天文現象理論，強調理論的重要性，可徵之於《歷學疑問序》中：「梅子之作，辨於理也，理不可不知乎？」；而《歷學疑問補》闡述許多中曆的淵源，以《周髀算經》為重心，全面倡導「西學中源說」，可徵之於〈論西歷源流本出中土即周髀之學〉中：「今有歐羅巴實測之算與之（《周髀算經》）相應，然後知所述，周公受學商高其說。」梅文鼎不但在其天文學作品中強調《周髀算經》

⁵³ 參考徐海松，〈西學東漸與清代浙東學派〉，載於卓新平主編，《相遇與對話－明末清初中西文化交流國際學術研討會文集》，北京：宗教文化出版社，2003年。

理論的法統性，其於壬申年（1692）所作《贈吳胥巖》詩有云：「古法改逾精，小異歸大同。學人守師說，中西各長雄。該知歐羅言，乃與周髀同。」

兩書的差異處—梅文鼎的《歷學疑問》中有六篇專論回回曆，得知回回曆為西洋舊法、歐羅巴曆為西洋新法，於《歷學疑問補》將所有域外的天文曆算知識歸入「西學」，並直言所有西曆源流本出中法。但是，另有一點值得注意，雖然《歷學疑問補》全面從《周髀算經》為「西學中源說」定調，然而《歷學疑問》卷二〈論七政高下〉有云：「問傳言日月星辰繫焉？而今謂七政各有一天，何據？曰：『屈子（筆者按：屈原）九問，圓則九重，孰營度之。』則古有其語矣，七政運行，各一其法，此其說不始西人也。則謂日月五星各麗一天而有高下，其天動，故日月五星動，非七政之自動也，其所麗之天，表裏通徹，故但見七政之動耳。」上述這一段話主要針對利瑪竇所著的《乾坤體義》中的宇宙模型論述，此書根據亞里士多德理論，認為宇宙是一個同心圓疊套的球層體系，地球位居其中靜止不動，其他依次為月球、水星、金星、太陽、火星、木星、土星、恆星所在的天球，第九層則為宗動天。所以，利瑪竇於《乾坤體義》之〈地球比九重天之星遠且大幾何〉中論及：「此九層相包如蔥頭皮焉，皆硬堅。而日月星辰定在其體內，如木節在板，而只因本天而動，第天體（筆者按：除地球外的日月星辰）明而無色，則能通透光，如琉璃水晶之類，無所礙也。」

陸、《歷學疑問》、《歷學疑問補》的影響層面

康熙三年（1664）的「康熙曆獄」對康熙的心中產生極大的影響，他回憶幼年剛接觸曆學的經驗：「康熙初年，因曆法爭訟，互為訐告，至於死者，不知其幾。康熙七年，閏月頒曆之後，欽天監再題，欲加十二月又閏，因而眾論紛紛，人心不服，皆謂從古有曆以來，未聞一歲中再閏，因而諸王九卿等再三考察，舉朝無有知曆者，朕目睹其事，心中痛恨，凡萬機余暇，即專志於天文曆法一十餘載，所以，略知其大概，不至於混亂也。」⁵⁴此外，康熙也屢次對皇子告誡宜用心曆法一事，康熙於《庭訓格言》（雍正刊本）曾說：「你等惟知朕算術之精，卻不知我學算之故。朕幼時，欽天監漢官與西洋人不睦，互相參劾，幾至大辟。楊光先、湯若望於午門外九卿前當面賭測日影，奈九卿中無一知其法者。朕思己不知，焉能斷人之是非，因自憤而學焉。」⁵⁵從這段話中可以清楚了解康熙學習曆法的原因

⁵⁴ 引自清聖祖，〈三角形推算法論〉，《康熙帝御製文集》冊三，臺北：學生書局，1966年。

⁵⁵ 楊光先(1597-1669)在康熙初年掀起的「曆獄」，對中西間科學與文化的交流產生深刻

與決心，更重要的是表達他心中的無奈，舉朝王公九卿竟無人知曆！因此，當康熙四十一年（1702）閱讀《歷學疑問》後，他心中已經充滿欣慰與感慨，一方面是欣慰遇到曉曆的知音，而另一方面又感慨梅文鼎的歲數已大（梅文鼎當時 70 歲），所以康熙才對李光地說：「歷象算法，朕最關心，此學今鮮知者，如文鼎真僅見也。其人亦雅士，惜乎老矣！」然康熙帝在閱讀《歷學疑問》後在他的《御制三角形推論法論》中也提到中西曆法源流與差異：「論者以古法、今法之不同，深不知曆，曆原出自中國，傳之于極西，西人守之不失，測量不已，歲歲增修，所以得其差分之疏密，非有他術也。」

若從史書的觀點出發，於 1739 年修成的《明史》歷志中：「西人得渾蓋通憲之器、寒熱五帶之說、地圓之理、正方之法，皆不出《周髀》範圍，亦可知其源說之所自矣。」次於 1789 年定稿刻印的《四庫全書總目》中：「明萬曆中，歐羅巴人入中國，使別立新法，號為精密。然其言地圓即《周髀》所謂：『地法覆槃，滂沱四潰而下也。』其言南北里差，即《周髀》所謂：『北極左右……』，西法出于《周髀》，此皆顯証，特後來測驗增修，愈惟愈密耳。」此外，與梅文鼎交情頗深的潘耒(1646—1708)對梅文鼎的著作也極為推崇，⁵⁶他曾說：「讀大著《疑問》（筆者：指《歷學疑問》）、《舉要》（筆者：指《平三角舉要》、《弧三角舉要》）三種，凡曆中盤根錯節處，一一剖析疏通，誠后學之梯航。」另阮元(1764—1849)所著的《疇人傳》中稱許梅文鼎的《歷學疑問補》二卷：「皆平正通達，可為步算家準則。」可推論《歷學疑問》、《歷學疑問補》二書在當時學術領域的地位應是極為崇高的。

柒、結論

明清之際西學傳入中國，中國傳統的曆算知識受到西算很大的衝擊與挑戰，期間不僅是態度與學習方式都起了變化，更需要面對它與中法的選擇與調適方面的問題，為論述方便我做三個時間點的切割，首先是第一批接受西學的明朝大官，如：徐光啓、李之藻等，不僅翻譯重要的西方科學經典，同時影響許多朝中士人對西學的態度，他們在曆算方面的態度，主

的影響。是清代第一位揭舉反教旗幟的人物，著有《不得已》一書，可參考黃一農，〈楊光先家世與生平考〉，《國立編譯館館刊》（臺北）第 19 卷第 2 期，1990 年，頁 15-28。

⁵⁶ 潘耒(1646-1708)，字次耕，號稼堂，江南吳江今江蘇人。出身布衣，以博學鴻儒身份參修《明史》，對於清初中西文化的交流有深入的研究，與梅文鼎交好。參考徐海松，《清初士人與西學》，北京：東方出版社，2000 年，頁 193。

張「鎔彼方之材質，入大統之型模。」希望能藉傳教士的曆算技術對改革曆法有所貢獻，擷取西方天文學的技術以容於大統曆的規範中；及至清初的反對西法派如：楊光先（1597－1669）、李光地等，他們主張中國是一個文化優越與科學昌明的民族，在曆算方面的態度力斥西法，甚且出現：「寧可始中夏無好曆法，不可使中夏有西洋人」偏激言論，並且攻擊湯若望新法的「十謬」、暗竊正朔、陽行邪教等罪行，終於康熙三年（1664）掀起了所謂「康熙曆獄」，他們認為西方曆算知識的傳入根本就是社會的動亂之源；梅文鼎（1633－1721）的出現，為清初中法曆算帶來重建信心的希望，他一開始強調中西匯通融合，對西學持實事求是的科學批判精神，檢討與比較中西曆法間的差異，《歷學疑問》一書的出現無疑是最佳寫照，及至晚年，由於對於中國曆算史的架構與曆算典籍有深入研究，在特殊的政治脈絡與社會環境的氣氛下，這時候的梅文鼎由於學術地位鞏固，在曆算學領域居於領導地位，外加康熙帝的讚譽，康熙不但是「西學中源說」的最大贊助者也是受惠者，他藉由此學說的推波助瀾，成功地安撫漢族的情緒，將天文學理論引入「尊王述聖」的儒家傳統思維模式中，同時強化康熙皇朝的皇權地位。

從梅文鼎角度看來從《歷學疑問》到《歷學疑問補》的脈絡演進，也許此刻不是最佳時機但卻是他人生的最後機會，所以，他努力在中國傳統經書中尋找西學的影子，以捍衛中法的傳統性為其歷史使命，於是《歷學疑問補》成了「西學中源說」的最佳代言，這個學說的推行姑且不論其合理性與正當性（legitimacy），但是，不可否認的是至少造成清朝天文學術圈的刺激作用，同時也提高民族優越性，建立民族自信心，不過由於梅文鼎強調的所謂「曆理」即中國傳統經典中天文曆法之理，並且以「法先王」為最高宗旨，致使中國曆算研究又重回古典研究的領域內。

捌、參考書目：

（一）古籍史料

1. 清·阮元，《疇人傳》，收入楊家駱主編，《疇人傳彙編》上冊，臺北：世界書局，1962年。
2. 清·梅文鼎，《梅氏叢書輯要》，臺北：藝文印書館，1971年景同治十三年版。
3. 清聖祖著，李迪譯注，《康熙幾暇格物編譯注》，上海：上海古籍出版社，1993年。
4. 清聖祖，〈三角形推算法論〉，《康熙帝御製文集》冊三，臺北：臺灣學生書局，1966年。
5. 《清史稿》，北京：中華書局，1998年。

6. 清·梅文鼎，《歷學疑問》，載於《梅氏叢書輯要》，臺北：藝文印書館，1971年景同治十三年版。
7. 清·梅文鼎，《歷學疑問補》，載於《梅氏叢書輯要》，臺北：藝文印書館，1971年景同治十三年版。

（二）近人專著

1. 金祖孟，《中國古宇宙論》，上海：華東師範大學出版社，1996年。
2. 中國天文學史整理研究小組編著，《中國天文學史》，北京：科學出版社，1987年。
3. 江曉原，《天學外史》，上海：人民出版社，1999年。
4. 祝平一，《說地－中國人認識大地形狀的故事》，臺北：三民書局，2003年。
5. 王萍，《西方曆算學之輸入》，臺北：中央研究院近代史研究所，1972年。
6. 陳衛平，《第一頁與胚胎——明清之際的中西文化比較》，上海：上海人民出版社，1992年。
7. 薄樹人，《中國天文學史》，臺北：文津出版社，1996年。
8. 戴維·林德伯格（David lindberg），《西方科學的起源（The beginnings of western science）》，北京：中國對外翻譯出版公司，2003年。
9. 金秋鵬主編，《中國科學技術史（人物卷）》，北京：科學出版社，1998年。
10. 劉昭民，《中華天文學發現史》，臺北：臺灣商務印書館，1985年。
11. 卓新平主編，《相遇與對話－明末清初中西文化交流國際學術研討會文集》，北京：宗教文化出版社，2003年。
12. 李迪、郭世榮，《清初著名天文數學家梅文鼎》，上海：上海科技文獻出版社，1988年。
13. 張柏春，《明清測天儀器之歐化》，瀋陽：遼寧教育出版社，2000年。
14. 江曉原、紐衛星，《天文西學東漸集》，上海：上海書店出版社，2001年。
15. 徐海松，《清初士人與西學》，北京：東方出版社，2000年。
16. 金永植著、潘文國譯，《朱熹的自然哲學》，上海：華東師範大學出版社，2003年。
17. 丁繇孫，《中國古代天文曆法基礎知識》，天津：天津古籍出版社，1989年。
18. 《法國漢學》叢書編輯委員會編，《法國漢學》（第八輯－教育史專號），北京：中華書局，2003年。
19. 《法國漢學》叢書編輯委員會編，《法國漢學》（第六輯－科技史專號），北京：中華書局，2002年。
20. 中國科學院北京天文台主編，《中國天文史料匯編（第一卷）》，北京：科學出版社，1989年。
21. 吳伯婭，《康雍乾三帝與西學東漸》，北京：宗教文化出版社，2002年。

22. 李兆華，《中國數學史》，臺北：文津出版社，1995 年。
23. 李儼、錢寶琮，《科學史全集》第二卷，瀋陽：遼寧教育出版社，1998 年。

（三）期刊論文

1. 劉鈍，〈梅文鼎的詩歌〉，《科學史通訊》第十三期，1994 年，頁 1-8。
2. 劉德美，〈疇人傳研究〉，《歷史學報》第十三期，臺北：國立臺灣師範大學歷史學系與歷史研究所合編，1985 年，頁 145-170。
3. 李兆華，〈簡評“西學源於中法”說〉，《自然辯證法通訊》，1985(6)。
4. 江曉原，〈明清之際中國人對西方宇宙模型之研究與態度〉，《近代中國科技史論集》，楊翠華、黃一農主編，臺北、新竹：中央研究院近代史研究所、清華大學，1991 年，頁 33-53。
5. 黃一農，〈擇日之爭與康熙曆獄〉，《清華學報》（新竹）新 21 卷第 2 期，1991 年，頁 247-280。
6. 黃一農，〈楊光先家世與生平考〉，《國立編譯館館刊》第 19 卷第 2 期，1990 年，頁 15-28。
7. 黃一農，〈從湯若望所編民曆試析清初中歐文化的衝突與妥協〉，《清華學報》（新竹）新 26 卷第 2 期，1996 年，頁 189-220。
8. 韓琦，〈“自立”精神與曆算活動——康熙之際文人對西學態度之改變及其背景〉，《自然科學史研究》第 21 卷第 3 期，2002 年，頁 210-221。
9. 韓琦，〈君主和布衣之間：李光地在康熙時代的活動及其對科學的影響〉，《清華學報》（新竹）新 26 卷第 4 期，1996 年 12 月，頁 421-445。
10. 韓琦，〈從《明史》曆志的纂修看西學在中國的傳播〉，載《科史薪傳——慶祝杜石然先生從事科學史研究 40 周年學術論文集》，瀋陽：遼寧教育出版社，1997 年，頁 61-70。
11. 王揚宗，〈“西學中源”說在明清之際的由來及其演變〉，《大陸雜誌》（臺北）第九十卷第六期，1995 年。
12. 李儼，〈梅文鼎年譜〉，收入《中算史論叢第三集》，北京：科學出版社，1955 年。
13. 劉鈍，〈梅文鼎與王錫闡〉，收入陳美東等主編《王錫闡研究文集》，石家莊：河北科技出版社，2000 年，頁 110-133。
14. 江曉原，〈試論清代“西學中源”說〉，《自然科學史研究》7 卷 2 期，1988 年。
15. 樂愛國，〈四論中國古代天文曆法是儒家之學——明清儒家對天文學的研究〉，《儒家文化與中國古代科技》，北京：中華書局，2002 年。
16. 黃一農，〈清初欽天監中各民族天文家的權力起伏〉，《新史學》（臺北）第 2 卷第 2 期，1991 年。
17. 徐光台，〈明末西方四元素說的傳入〉，《清華學報》（新竹）新 27 卷第 3 期，1997 年，頁 347-380。

18. 徐光台，〈明末清初西方「格致學」的衝擊與反應：以熊明遇《格致草》為例〉，《世變、群體與個人：第一屆全國歷史學學術研討會論文集》，臺北：臺灣大學歷史系，1996年，頁235-258。
19. 徐光台，〈藉「格物窮理」之名：明末清初西學的傳入〉，《理性主義及其限度》（哈佛燕京學術系列第3輯）（北京：三聯，2003），2003年，頁165-212。
20. 陳久金，〈中世紀阿拉伯科技對中國的影響〉，《法國漢學》叢書編輯委員會編，《法國漢學》（第六輯－科技史專號），北京：中華書局，2002年。
21. 祝平一，〈西曆東漸：晚明中西曆法的初步接觸與曆法形式的衝突〉，《法國漢學》叢書編輯委員會編，《法國漢學》（第六輯－科技史專號），北京：中華書局，2002年。
22. 詹嘉玲（Catherine JAMI），〈是“在中國的歐洲科學”還是“西學”？——17世紀至18世紀末跨文化的交流之表述〉，《法國漢學》（第六輯－科技史專號），北京：中華書局，2002年。
23. 馬若安（Jean-Claude MARTZLOFF），〈17、18世紀中國天文學與數理天文學著作中的時空觀〉，《法國漢學》（第六輯－科技史專號），北京：中華書局，2002年。
24. 徐海松，〈西學東漸與清代浙東學派〉，載於卓新平主編，《相遇與對話——明末清初中西文化交流國際學術研討會文集》，北京：宗教文化出版社，2003年。
25. 林新賢，〈羅雅谷傳譯曆學新法的特徵——以《五緯曆指》土星曆為例〉，《近代中國科技史論集》，楊翠華、黃一農主編，臺北、新竹：中央研究院近代史研究所、清華大學，1991年，頁95-128。
26. 詹嘉玲（Catherine JAMI），〈清代初期與中期的數學教育〉，《法國漢學》（第八輯－教育史專號），北京：中華書局，2003年。
27. 韓琦，〈康熙時代的數學教育及其社會背景〉，《法國漢學》（第八輯－教育史專號），北京：中華書局，2003年。

五行說之緣起與中國古代科學思想之探討*

張濤

義守大學通識教育中心

摘要

當耶穌會傳教士在明末清初之際介紹西方四元素的同時，也對五行理論提出一些批評，這讓中國學者幾乎無招架之力。毫無疑問的，若從四元素的觀念來看五行學說的話，便會覺得這個理論漏洞百出，這個問題基本上來自於它們兩者是截然不同的邏輯，一個是談論構成萬物的基本元素，另外一個則是著重於系統內各單元相互影響及變化的理論。五行學說具有中國自然哲學的特色，金木水火土只是一種系統的符號，它們有相互生剋的運行關係，正是延續《周易》生化化的思想。另外，五行學說的建立常常以王朝更換、做人處事及王者統治相對照，這也正顯示中國自然哲學中天人合一的特色。

介紹

古希臘的哲學家德謨克里特(Democritus, B.C. 460-370)認為，原子構成了世界萬物，而亞里斯多德卻提出，氣、水、火、土是組成各種物質的基本元素的學說。明末的時候，當耶穌會傳教士將四元素理論傳入中國的時候，它們將「元素」翻譯為「元行」。面對四元素的批評，五行學說顯的毫無招架之力，就連方以智(1611-1671)也無法應付這個問題：「五行金生水，金何以生水乎？老生夙學不能答也。」¹

明末之後，在面臨西方現代科學的衝擊下，不論是與氣，或陰陽學說比較起來，清末的學者便無法在西學中源的架構下，在算術、醫學、物理、化學理論上，將它們與古代中國自然哲學串連起來，例如，西方的電學或者電化學理論便會被詮釋為陰陽學說。簡單言之，從明末之後，在西方科

* 已刊載於《廣西民族學院學報》，2005 年 11 卷第 3 期。

¹ 方以智，《物理小識》(臺北：臺灣商務，1970)，卷 1，頁 16。

學節節的逼退下，五行學說可以說是在中國自然哲學說中，最早被退場的。其中的原因，當然在於五行學說常常被誤以為與「元素」觀念相似所造成的結果。另外，這與西方化學元素知識最早被傳入中國也有很大的關係。另外一點，也許由於是與西方科學中並沒有相對的理論，再加上，在中國科學落後的前提下，五行學說被指為是一種迷信。這點當然對於五行學說是不公平的，因為與五行學說相輔相成，而且幾乎形影不離的氣和陰陽學說，而且具有相同動態性性質，幾乎能全身而退。

本文之所以從西方自然哲學的角度來分析五行學說的形成，一來，是為了強調，五行學說並非談論萬物構成理論，凸顯它與四元素的區別，更重要的是，在宇宙創生及大自然變化的議題上，中西自然哲學的差別，在這點上，對於五行學說意義的研究不無裨益，當然最重要的一點，我們的重心將放在五行學說早期的發展上。為何只是水、火、木、金、土而不是四行而已，而且像西方一樣是氣、水、土、火，另外，為何它們之間的關係是一種循環系統而不是一個組合系統？若是五行學說所指的是，金木水火土是構成萬物的基本要素，它們如何來被證明？如果，五行所表示是一種性質或者是一種相生或相剋的符號，它們又是如何來被證明？

問題與方法

五行說是要比陰陽學說或者四元素說來的複雜許多。一來，五行之間相互關係，除此，建立五行之間的「生」與「剋」的關係。因此，要讓這個理論成立起來，或者證明這個理論的正確性，當然會經過一段複雜的過程。從另外一個角度而言，它可能暴露一些問題出來。

關於五行說起源的探討，自從梁啟超〈陰陽五行說之來歷〉一文之後，這個話題引起不少討論的議題。在這些研究上基本上脫離不出梁啟超所設定的議題和重點，甚至研究的方法也大同小異。即透過文獻相互交叉對照比較的方式，加上古代的註解來確定個個觀念或者成書的年代。近來，在輔助一些新出土的資料²。這些研究上有些不同的結果和論點，不過在某一些研究結果也有類似的地方。

本文部分討論是基於這些研究成果上，但是我們提出不同的解讀和觀點和一些疑問。除了之外，我們提出更新的觀點來證明五行說的來源。我們的研究方法其中一個方法，便是從一個自然哲學的角度來看，便是從四元素的角度來看五行說，主要的目的，便是從這個角度來凸顯中國自然哲學的特色。在明末清初時，耶穌會傳教士便會質疑，例如，五行為何是金

² 龐樸，《竹帛五行篇校注及研究》（臺北：萬卷樓，2000）。

木水火土，而不是金土火氣土，或者只是金火土氣，基本元素有哪些？而不是單單只探討「五行」名詞在哪裡第一次出現，五行的名目有哪些而已。從四元素理論而言，金與木並非屬於基本元素，所以它被批評：

試觀萬物之成多不以金木焉，如人蟲鳥獸諸類是也，則金木不得為萬物之元行也；又誰不知金木者實有水火土之雜乎。雜則不得為元行矣。³

在五行的課題上，最重要的課題之一，便是探討五行之間相生相剋的關係，這個的觀念是中國自然哲學與西方最大不同的地方。所有系統、物質或者屬性都處於一種變化的階段，主要的原因在於系統中的各單元相互影響，也許我們可以用一種，所謂的雙重性格來表示，一個系統或者一個單元、或者一個物質不僅存在陽性具有陰性，最有趣的是陰即陽，一種活著狀態，一種生生不息，一種成長的狀態。

首先，我們先談五行相勝的觀念，金木水火土之間為何會出現相勝的關係？「相勝」又作何解釋？

相勝的意義，我們一想就想得出來。例如，拿了一把斧頭跑到樹林裏砍下一棵樹，這就叫做『金勝木』，又如拿了一盆水澆滅在一爐火，這就叫做『水勝火』。⁴

如果五行相勝的關係，可以用也只以上的解釋來表示的話，我們便想問，為何幾乎不用觀察或者實驗甚至思考的步驟，便能夠看到的物理現象，卻能夠推展到天地萬物的定律，被應用到醫學上，甚至政治制度上。換句話說，想從這些敘述來解釋五行「相勝」的觀點，便顯得太過勉強與不足。

火只是一種最能代表「火性」的一種物質，換句話說，除了因燃燒而產生的火之外，不論是熱，或者太陽的光，或者身體的熱，都可以被視為熱的一種，因為熱而出汗，例如，火勝水當然可能，例如，火能一鍋水沸騰，能後蒸發，因而被解釋成「火勝水」，這個過程同樣與水勝火一樣同樣說服力。另外一方面，我們也同樣找一個「金勝木」解釋，例如，燃燒的木頭能夠來煉金。我們一直在尋找金與木，或者水與火之間的關係時，我們便會發現到，並非金與木之間，或者水與火之間都存在這種必然關係，及木也可以勝金，例如，木可以燃燒因而可以冶金，火也可以勝水。單從物質的金木水火土的觀點來詮釋，金勝木，水勝火，便會產生很大的問題

³ 利瑪竇，《乾坤體義》（臺北：臺灣商務，1983，影印文淵閣四庫全書），第787卷，頁761。

⁴ 顧頡剛編，《古史辨》（臺北：藍燈文化，1993），第五冊，頁484。

除了火之外，我們又如何來解釋金勝木，或者水勝木，而且能被應用來解釋宇宙萬物萬事。在後面一段文字看來比較抽象，比較進一步來證明五行之間相勝的關係，金木水火土被賦予一種特別的屬性，但證明的方式並非從金木水火土之間本身的性質來證明，反而是以間接的方式來證明：

五行所以相害相剋者，天地之性。眾勝寡，故水勝火也；精勝堅，故火勝金；剛勝柔，故金勝木；專勝散，故木勝土；實勝虛，故土勝水也。

不論是眾勝寡，精勝堅；剛勝柔，專勝散，實勝虛，也同樣會面臨類似問題。首先，金木水土火如何被定義成一種抽象的屬性，似乎便沒有特別深奧之處，而且，火一方面作為「寡」，然而另一方面，卻變成「精」，為何面對水，火是寡，而不是精，如果一旦，精的水面對虛的水，情況又是如何？最後，不論是「眾勝寡」，「精勝堅」，「剛勝柔」，「專勝散」，「實勝虛」，等情形仍須被證實。

五行相生的觀念又遠比相勝的觀念難以來解釋。當然我們可以說，五行說中，金木水火土與四元素說有所不同，也許它們只是一種屬性，即使如此我們依然很難去解釋或證明這樣的轉化，這正也是我們研究的重點，當然即使以物質轉化觀念來進行也不是一件很容易的事。

五行說中，水生木，木生火，火生土，土生金，金生水，然而西方耶穌會傳教士認為，這個相生關係並不成立，一來，木不僅有火性也有土性，然而卻是由水產生？從另外一個角度來看，如果沒有火與土時，木是否也存在？

木由水生，火由木生；土由火生；金由土生；水由金生耳。此說成難順之。夫木兼有火土，何獨由水生。而火土未生，時木安得自成乎？⁵

有關這點，在《天學再徵》中，有更深入的批評，如果木能夠生火的話，木必定有極熱的屬性，有趣的是，性冷的水卻能夠產生屬性熱的木，除了這個問題之外，五行之間相生的問題也是被攻擊的地方，這種循環式的關係，讓金木水火土之間並沒有存在順位上的關係，這便是中國自然哲學特殊的地方，這個情況如同，陰即陽，陽即陰，陰中有陽，陽中有陰，端看內外的環境而變化。

若使木能生火，木性必當極熱，何以能以極冷之水，生極熱之木，果然木生於水，木應為水之子，果然火生於木，水應為火之祖，以

⁵ 利瑪竇，《乾坤體義》，頁 761。

祖孫而相反相減有是理乎。且金木未有之時，水存何處，倘以鑽木取火，為木能生火的憑據，則石中未嘗無火，石係土類，怎麼不說土而說木。水之潤澤，物盡賴之，何獨於木，土之厚重，物盡生之，何獨於今，再論其相，剋之能，彼此更無一定。⁶

因此，若從物質的世界出發，我們便很難來證明五行相生相剋的關係，當然也很難來定義金木水火土的屬性。

五行相勝說

我們從開始便一直想了解的問題，為何水、火、木、金、土被稱為五行？五行這個名詞最早見於《尚書》〈甘誓〉⁷。〈甘誓〉記載，夏後啓征伐有扈氏時，宣佈他犯了「威侮五行，怠棄三正」的大罪⁸。單從這裡想要判斷出五行就是金木水火土，比較困難⁹。一來，過去並沒有任何解釋何謂「五行」，若是單單以五種原則比較有些道理。《尚書》〈洪範〉明確地把水、火、木、金、土概括起來稱為五行。〈洪範〉記載，在大禹治水成功後。上天便賜給他九條大法則。其中第一條大法則是五行：「一、五行：一曰水，二曰火，三曰木，四曰金，五曰土。水曰潤下，火曰炎上，木曰曲直，金曰從革，土爰稼穡。潤下作鹹，炎上作苦，曲直作酸，從革作辛，稼穡作甘。」¹⁰這裡看來對金木水火土的描述都牽涉到民生議題，卻並沒有談論到冷熱乾濕的性質。五行被列為第一條大法，五行的重要性便可見。雖然這裡便沒有確實看到相生相勝的觀念，但是水火木金土的功能卻被複雜化。

五行常勝說被認為第一次出現在《墨》〈經下〉：「五行毋常勝，說在宜。」¹¹「無常勝」之義被後世認為是五行生剋來解釋¹²。但如果是想以「然火鑠金，火多也。金靡炭，金多也。金之腐木，木罹火。」¹³來證明「毋常勝」的觀念，似乎遠遠的不足，因為我們從這些文字只能體會到一些簡

⁶ 鍾振之，《天學再徵》（吳湘湘，《天主教東傳文獻續編（二）》，臺北：臺灣學生，1966），頁 945-46。

⁷ 劉節，〈洪範疏證〉，《東方雜誌》，1928 年 25 卷第 2 期，頁 61-76。

⁸ 屈萬里註譯，《尚書今註今譯》，（臺北：臺灣商務，1997），頁 48。

⁹ 梁啟超，〈陰陽五行說之來歷〉，《東方雜誌》，1923 年第 20 卷第 10 期，頁 62-71。

¹⁰ 屈萬里，《尚書今註今譯》，頁 76。

¹¹ 梁啟超，〈陰陽五行說之來歷〉，頁 62-71。

¹² 顧頡剛編，《古史辨》，第 5 冊，頁 351。

¹³ 《墨》〈經說下〉，第 43 卷。

單的燃燒現象而已。在這裡我們只能看到毀滅、破壞或者死亡的意義。最重要也沒有解釋為何產生五行相勝的理論基礎，而且我們本篇中並沒有看到相對應或者相關的內容。因此只是以此孤影行單的句子來證明這是最早出現的地方，似乎有待商榷。甚至「五行常毋勝」反而是墨家反駁鄒衍一派的論點¹⁴。不論如何，在《墨子》中提到五行生剋的觀念都要比《孫子》〈虛實〉篇中薄弱許多。孫子的觀點是在反駁五行相勝的理論，並非贊成五行相勝說。孫子表示，人們都知道，我之所以「勝之形」，然而卻不知道，我的「制勝之形」。他之所以能戰無勝，乃是由於能「應形於無窮」。

夫兵形象水，水之行，避高而趨下；兵之形，避實而擊虛。水應地而制流；兵因敵而制勝。故兵無常勢，水無常形，能因敵變化而取勝者，謂之神。故五行無勝，四時無常位，日有短長，月有生死。

¹⁵

從上面文字的意思看來，便是對「土勝水」的批評。並且暗示日與月並非是我們看來一直永遠不變的東西，強調「變化」重要性。因此，金木水火土便不應該存在任何相勝的關係。

有關水、火、木、金、土相勝的關係，我們在《呂氏春秋》的〈有始覽·應同〉有一段這樣的描述：

凡帝王者之將興也，天必先見祥乎下民。黃帝之時，天先見大螾大螻。黃帝曰：“土氣勝。”土氣勝，故其色尚黃，其事則土。及禹之時，天先見草木秋冬不殺。禹曰：“木氣勝。”木氣勝，故其色尚青，其事則木。及湯之時，天先見金刃生於水。湯曰：“金氣勝。”金氣勝，故其色尚白，其事則金。及文王之時，天先見火赤烏銜丹書集于周社。文王曰：“火氣勝。”火氣勝，故其色尚赤，其事則火。代火者必將水，天且先見水氣勝。水氣勝，故其色尚黑，其事則水。水氣至而不知數備，將徙於土。¹⁶

上面的文字談到五行相勝的關係，並且將五行轉化成五色，黑、赤、青、白、黃，然而五行相勝關係的證明並非建立在一個物質生滅的觀察上，而是在於王朝替換的歷史上。值得注意的，除了我們看到五行相勝的萌芽外，我們也看到五行說與氣觀念的結合，來增強五行說的效能。但是我們依然看不到從物質觀的相勝關係，也看不到五行相勝說的源頭在哪裡。

¹⁴ 童書業，〈五行說起源的討論〉，《古史辨》，第5冊，頁664。

¹⁵ 徐文助編注，《新編孫子兵法》（臺北：華泰文化，2000），頁153。

¹⁶ 劉殿爵編，《呂氏春秋逐字索引》（臺北：臺灣商務，1996），頁64。

五行與生剋的結合

五行說要比陰陽說來的複雜，但成立的時間卻是要比陰陽說來得晚¹⁷。然而這兩個理論確有共同的性質，生與勝的性質。我們甚至有一個假設，只有當陰陽理論出現之後，提供了「生」的觀念，才讓五行說更完善。為什麼會出現這個現象。我們要再強調，「勝」的觀念遠遠要比「生」的觀念來的簡單很多，在軍事上無非就是致勝之意，在物質世界便表示毀滅或者摧毀的意思。然而物質之間並非一直存在毀滅的動力，否則總有一天整個天地宇宙會消失，因此，除了毀滅之外，仍然必須存在一個創造的力量，或者一個再生的動力。這個平衡的觀念便是奠立在陰陽說的基礎上。

有不少學者根據《史記》的《孟子荀卿列傳》中的，「乃觀陰陽消息而作怪迂之變，始終、大聖之篇十餘萬言，其語閎大不經，必先驗小物，推而大之，至於無垠。先序今以上至黃帝，學者所共術，大並世盛衰，因載其襍祥度制，推而遠之，至天地未生，窈冥不孤考而原也。先列中國各山大川，通谷禽獸，水土所殖，物類所珍，因而推之，及海外人之所不能睹，稱引天地剖判以來，五德轉移，治各有宜，而符應若茲。」認為，鄒衍是五行的創始人。無論如何，將五行之間相生相剋的關係解釋最清楚的莫過於董仲舒的《春秋繁露》一書。在此書中，董仲舒援用了不少五行家的東西，有關“五行”的章節，就有《五行對》、《五行之義》、《五行相生》、《五行相勝》、《五行順逆》、《治水五行》、《治亂五行》、《五行變救》、《五行五事》共九篇。

在《春秋繁露》中，便將五行的始終，有很清楚的定義，「木，五行之始也，水，五行之終也，土，五行之中也」而且強調：「此其天次之序也。」而且五行之間相關連與方位也有清楚的定義，「木生火，火生土，土生金，金生水，水生木，此其父子也。木居左，金居右，火居前，水居後，土居中央，此其父子之序，相受而布。是故木受水而火受木，土受火，金受土，水受金也。」¹⁸五行透過，天的關係，結合陰陽的理論，最後推展到治理天下的道理上，「天地之氣，合而為一，分為陰陽，判為四時，列為五行。行者，行也，其行不同，故謂之五行。五行者，五官也，比相生而間相勝也，故為治，逆之則亂，順之則治。」¹⁹

除了結合陰陽與氣學說來說明五行相生的理論，董仲舒還證明了為何五行相生：

¹⁷ 李漢三，《先秦兩漢之陰陽五行學說》（臺北：維新書局，1968），頁 47-48。

¹⁸ 劉殿爵編，《呂氏春秋逐字索引》，頁 50。

¹⁹ 劉殿爵編，《呂氏春秋逐字索引》，頁 61。

東方者木，農之本，司農尚仁，進經術之士，道之以帝王之路，將順其美，匡撓其惡，執規而生，至溫潤下，知地形肥磽美惡，立事生則，因地之宜，召公是也；親入南畝之中，觀民墾草發濞，耕種五穀，積蓄有餘，家給人足，倉庫充實，司馬實谷，司馬，本朝也，本朝者，火也，故曰木生火。

南方者火也，本朝司馬尚智，進賢聖之士，上知天文，其形兆未見，其萌芽未生，昭然獨見存亡之機，得失之要，治亂之源，豫禁未然之前，執矩而長，至忠厚仁，輔翼其君，周公是也；成王幼弱，周公相，誅管叔蔡叔，以定天下，天下既甯以安。君官者，司營也，司營者，土也，故曰火生土。

中央者土，君官也，司營尚信，卑身賤體，夙興夜寐，稱述往古，以厲主意，明見成敗，微諫納善，防滅其惡，絕源塞●，執繩而制四方，至忠厚信，以事其君，據義割恩，太公是也；應天因時之化，威武強禦以成。大理者，司徒也，司徒者，金也，故曰土生金。

西方者金，大理，司徒也，司徒尚義，臣死君，而眾人死父，親有尊卑，位有上下，各死其事，事不踰矩，執權而伐，兵不苟克，取不苟得，義而後行，至廉而威，質直剛毅，子●是也；伐有罪，討不義，是以百姓附親，邊境安寧，寇賊不發，邑無獄訟則親安。執法者，司寇也，司寇者，水也，故曰金生水。

北方者水，執法，司寇也，司寇尚禮，君臣有位，長幼有序，朝廷有爵，鄉黨以齒，升降揖讓，般伏拜謁，折旋中矩，立則磬折，拱則抱鼓，執衡而藏，至清廉平，賂遺不受，請謁不聽，據法聽訟，無有所阿，孔子是也；為魯司寇，斷獄屯屯，與眾共之，不敢自專，是死者不恨，生者不怨，百工維時以成器械，器械既成，以給司農。司農者，田官也，田官者木，故曰水生木。²⁰

董仲舒堅持了木火土金水五行排列順序，並發展了五行相生相勝論，而且用五行來解釋人倫、聲音、顏色、君臣等關係。利用天人合一的觀念，他證明天為宇宙最高主宰，王道三綱來源於天，君主必須照天意行事²¹。從科學思想的角度來看，董仲舒的五行理論似乎只是為漢武帝朝代提供一種能夠統治社會的思想體系。但我們再回顧前面《尚書》和《呂氏春秋》所提到有關五行的事，它們的情況其實與董仲舒《春秋繁露》幾乎相同。金、木、水、火、土之間的關連並非直接從一個物質的角度來證明，反而是以政治，或者做人處事的關係來相對照。當然，從現代知識的角度而言，五行學說是不成熟的，若再以此論點出發，將是越描越黑。再加上，還要把

²⁰ 劉殿爵編，《呂氏春秋逐字索引》，頁 61-62。

²¹ 韋政通，《董仲舒》（臺北：東大圖書，1986），頁 65-99。

五行的關係應用到更抽象的人際、顏色、方位、時間和聲音等方面，這似乎難上加難。但若是，如果可以用日常生活上，能夠看得到，聽得到，感覺得到的金木水火土來表達一些抽象的意念不是最好不過。

最後，讓我們再回到，五行學說是否被作為一種管理國家的思想體系的話題上，在當時對於大自然了解非常有限的情況下，人是很脆弱的，常常需要靠國家社會來保護，然而，在當時一個國家或者社會能夠提供豐衣足食的保證也是相當有限，常常不是有洪水，要不然就是旱災，在這個情況，國家的機制常常會失靈，最後還是要看老天爺的臉色，而金木水火土不僅是老天的所生，而且是人類生命所需，若能透過這五個材料預料自然的變化，便能安居樂業。因此，五行是一種傳遞在人—社會—自然三者之間最簡單的語言之一。

中國古代自然哲學

五行說的發展可以說一直到《春秋繁露》的出現才豁然開朗起來，從這本書中我們便很清楚的瞭解，五行之始，五行之終，五行相生相勝的關係，而且我們不僅知道，為何木生火，火生土，土生金，金生水，水生木，而且也知道，為何金勝木，水勝火，木勝土，火勝金，土勝水的原因。可是當我們仔細的檢查五行說的發展的時候，我們依然還有一些疑問。當然這些問題只會讓我們對於五行說發展的痕跡更清楚而已。

從最早五行說出現時，我們並沒有看到幾乎看不到任何相生相勝的觀念，然而在相關的古籍中，我們也很難看到五行相生或相勝的文字，然而到了董仲舒時五行說卻突然一氣呵成。然而從物理或者化學的角度來看，《春秋繁露》證明五行相生相勝的論點是非常不令人滿意的。然而我們發現到，五行說早期的發展我們幾乎看不到任何從自然哲學的角度來證明，即使有的話，這些證明也無法顯現五行相生相勝的精神和意義出來。既然如此，又何必非得如何建立這麼複雜物質系統來顯示宇宙萬物的結構和力量。當然，另外一個角度，我們認為，在中國古代自然哲學中冥冥中暗示，在自然界中存在五種相生相剋的力量，想要證明五種物質之間相互之間的力量並非易事，但又確定宇宙間存在這股生生不息的力量，而且可以運用到萬事萬物上。這也就是為什麼會有五德、五聲、五色、五音、五福、五味等觀念的出現，而且它們之間還可以被相同的定律來解釋。

首先，我們想知道，為何五行相勝會比喻與王朝的替換？金木水火土之間相勝的關係又是如何來萌芽？我們同樣的在〈洪範〉篇發現到有趣的組合，帝王、卿士與庶民之間並非只有「從」的關係，而且還存在「逆」

的關係，最重要的是卜筮的角色²²：

汝則有大疑，謀及乃心，謀及卿士，謀及庶人，謀及卜筮。汝則從，龜從，筮從，卿士從，庶民從，是之謂大同。身其康彊，子孫其逢吉。汝則從，龜從，筮從，卿士逆，庶民逆，吉。卿士從，龜從，筮從，汝則逆，庶民逆，吉。庶民從，龜從，筮從，汝則逆，卿士逆，吉。汝則從，龜從，筮逆，卿士逆，庶民逆，作內，吉；作外，凶。龜筮共違于人，用靜，吉；用作，凶。²³

這些複雜的變化正為《周易》的內容作準備。另外，在〈洪範〉的第八疇中，提到天氣的變化，「曰雨，曰暘，曰燠，曰寒，曰風」與人的性情與個性息息相關：

曰休徵：曰肅，時雨若。曰乂，時暘若。曰哲，時燠若。曰謀，時寒若。曰聖，時風若。曰咎徵：曰狂，恆雨若。曰僭，恆暘若。曰豫，恆燠若。曰急，恆寒若。曰蒙，恆風若。²⁴

然而天氣最終的變化又與人的社會地位有關連，當然日、月、風、雨之間的變化也是不可被忽視的：

曰王省惟歲，卿士惟月，師尹惟日。歲月日時無易，百穀用成，乂用明，俊民用章，家用平康。日月歲時既易，百穀用不成，乂用昏不明，俊民用微，家用不寧。庶民惟星，星有好風，星有好雨。日月之行，則有冬有夏。月之從星，則以風雨。²⁵

這種將人事物質化，物質人事化的觀念正是中國自然哲學的特色之一，這是這個原因，所以不論是時間、身體、地位、空間、聲音、顏色等宇宙萬物都被用來五行化或者陰陽化，然後才能決定最後變化的結果。

金、木、水、火、土五行看來是大自然的五個物質，但中國自然哲學可是沒有談論到他們是組合萬物的基本元素，反而是它們之間的關係被拿來與一些政治制度或者人際關係做比喻，而且它們一直是以民生需要作為訴求。這種思想無疑與《易經》的中心相呼應。第一，不論是水，或火，或木，或土，或金，它們只是一種能夠表示符號，來表示形狀、方位、性情、氣質、顏色、聲音、味道、時間、強弱等不同關係：

²² 劉起金于，《古史續辨》（北京：中國社會科學出版社，1997），頁 303-330。

²³ 屈萬里，《尚書今註今譯》，頁 80-81。

²⁴ 屈萬里，《尚書今註今譯》，頁 82。

²⁵ 屈萬里，《尚書今註今譯》，頁 82。

地中生木，升；君子以順德，積小以高大。《易經》第四十六卦

木上有水，井；君子以勞民勸相。《易經》第四十八卦

澤中有火，革；君子以治曆明時。《易經》第四十九卦

木上有火，鼎；君子以正位凝命。《易經》第五十卦

《易經》本是一本占筮之書，宮廷巫師用來推算天意命運，以決定當時的政治、經濟、氣候、吉凶禍福、帝王活動。爲了能很準確的預測未來發生的事，所有可能會影響發生因素都會被列入考慮。最重要的一點，作爲中國自然哲學代表，《易經》中的宇宙萬物是生生化化，運動不息的，人類亦隨著自然的生化節律而運行。因此，五行學說之中的關係就有生剋的關係。

結論

嚴格而言，從五行學說早期的發展而言，它並不是一種研究大自然現象的學說。比較體切的來說，五行學說一種闡述天人合一的理論。簡單而言，地上的人間一舉事物都必須按照上天的規律來進行。金木水火土是生活必需品，也都來自於上天，它們之間必定存有大自然運行的祕密，透過它們之間的關係來了解大自然運作的奧祕，這種自然的系統語言毫無疑問的也可以應用到人所發生的事上，國家社會也必須遵守這個法則，因此皇帝、禹、湯、文王的興衰也是按照這個規律來進行。爲何王朝的替換竟然也與五行學說有關，這種假設當然建立在於這種五行學說的規律是存在的，另外一方面，這些政治制度上的變化也助於五行學說的推行。無論如何，五行學說只是一種轉化大自然旋律的符號，五行學說生剋運行內容正是中國自然科學思想的特色，這種生生不息的影響來自於《易經》，正也是將宇宙萬物加以符號化，分析它們之間相互影響的關係。既然是天人合一的思想，它們不僅可以運用到君臣、父子、兄弟、朋友等關係上，當然也可以五臟、五味、五音等自然科學上。

赫茲的陰極射線實驗被複製了嗎？—— 關於實驗複製的問題及解決

陳瑞麟

國立中正大學哲學系

摘要

1883 年，德國物理學家赫茲執行了一系列的實驗，企圖探查陰極射線的本質，同時檢驗當時互相敵對的兩個假說：以太波假說和帶電粒子說。赫茲本人支持以太波假說，他的實驗結果也印證了他的信念。不久後，法國的培林和英國的湯姆生分別「複製」了赫茲的實驗，卻得到截然不同的結果。科學界和科學史界一般主張培林和湯姆生的實驗否證了赫茲的實驗結果，也否證了以太波假說。

科學史家布赫瓦企圖翻案。他分析這段實驗歷史，論證培林和湯姆生的實驗並未「在固定理論的解釋下」複製了赫茲的假說。另一位科學哲學家馬提尼則反對布赫瓦。這些爭論都指向一個核心的歷史問題：究竟赫茲的陰極射線實驗被複製了嗎？

可是，這個問題又預設了一個更根本的哲學問題：該如何理解實驗的複製？本文的目的就在於回答這個哲學問題，從而回答上述的歷史問題。本文企圖以工具—目的關係來分析實驗的典型結構，包括背景理念、實驗模型和物質落實。繼而本文主張進一步分析實驗模型的內在結構，得到實驗模型是由目標、對象、裝置、控制、運作、收集和預測這七個項目構成的。我們可以比較原初實驗和複製實驗的實驗模型各個項目間的相似性，就可以得到兩個實驗模型的相似程度。這相似程度就是複製者對於原版的「複製程度」。最後，我們將使用這些觀念來分析培林和湯姆生對赫茲實驗的複製。本文的結論是，湯姆生的實驗高度地複製了赫茲的實驗，而培林的實驗之複製程度較低。

壹、複製赫茲的陰極射線實驗

陰極射線(cathode rays)乃是一種放電時會發螢光的現象。在低氣壓的容器內，對間隔的電極施加電壓導致陰極放電，會在兩極之間形成奇特的光芒。十八世紀初已有電學家摩擦玻璃（產生靜電）而觀察到類似現象，一直到十九世紀末時，科學家才稱呼這類光芒為「陰極射線」，而且開始嘗試揭開陰極射線的本質和成因。

在 1883 年之前，關於陰極射線的本質，有兩個對立的假說。一個是乙太波假說，主張陰極射線在本質上是一種乙太波；另一個則是帶電粒子說，即陰極射線的是帶電荷的微粒子。德國科學家赫茲(Henrich Hertz)支持乙太波假說，面對僵持不下的局面，他認為只有訴諸於實驗來裁決。於是他在 1883 年時設計了一個實驗裝置，並使其運作（詳情看第五節）。赫茲使用此裝置執行了一系列的實驗，其中一個被稱作「電荷偵測實驗」(charge-catching experiment)，在陰極射線是帶電粒子的假定下，嘗試去偵測陰極射線的電荷。另一個被稱作「射線偏折實驗」(ray-deflection experiment)，乃是在射線路徑兩旁內插電場，以便觀察射線是否被電場偏折。結果，赫茲並沒有偵測到電荷，也沒有觀察到射線的偏轉，所以他結論陰極射線不可能是帶電粒子。顯然實驗的總結果也印證了他的信念：陰極射線是乙太波。儘管如此，一些法國與英國的科學家卻不願接受赫茲的結果。法國的培林(Jean Perrin)與英國的湯姆生(J. J. Thomson)分別在 1895 年和 1897 年，以稍微不同的裝置重做了赫茲的實驗，並得到相反的結果（詳情看第五節）。

大多數的科學家和科學史家都接受培林和湯姆生複製了赫茲的實驗，而且證實赫茲的實驗結果是錯的。他們也都同意培林和湯姆生的實驗同時否證了被赫茲的實驗結果所支持的乙太波假說(Harré, 2002; Thomson, Sir George, 1969; Whittaker, 1989)。其中的推論是除非赫茲的實驗被複製了，而且得到相反的結果，否則我們不能宣稱乙太波假說已被否證了。培林和湯姆生的實驗確實滿足這兩個條件。

約十多年前，孔恩的學生、目前是著名的科學史家布赫瓦(Jed Buchwald, 1995a)在其〈為什麼赫茲在陰極射線上是對的？〉(Why Hertz was right about cathode ray)一文中，企圖討論培林和湯姆生的實驗是否成功地複製了赫茲的實驗。文章標題很明白地顯示出他對科學史上的公認觀點之翻案意圖：培林和湯姆生的實驗並未複製赫茲的實驗。這個意圖的弦外之音是，赫茲對陰極射線的假說也未被前二人的實驗所否證。

布赫瓦引用瑞德的「在一固定理論解釋下的複製」觀念來考察培林和湯姆生的實驗是否複製了赫茲的實驗。在分析之後，他製作了兩個比較表：

赫茲	培林	湯姆生
結果：不帶電荷	帶電荷	帶電荷
1. 陽極靠近陰極	1. 陽極遠離陰極	1. 陽極靠近陰極
2. 電流被陽極環繞	2. 不相干	2. 不相干
3. 不相干	3. 不相干	3. 電荷偵測器不在陰極陽極軸上

表一：電荷偵測實驗 (Buchwald, 1995a: 164)

赫茲	湯姆生
結果：射線不偏折	射線偏折
1. 不相干	1. 低氣壓
2. 不相干	2. 從管中抽掉氣體
3. 電板內在管內	3. 電板內在管內
4. 內部電板放電可能強化偏折	4. 避免內部電板放電

表二：陰極射線偏折實驗 (Buchwald, 1995a: 165)

根據這兩個表，布赫瓦說：

在偵測電荷實驗的表上，我們看到赫茲和湯姆生把彼此的部分要求視為不相干。培林則把他們兩人的規定視為不重要。雖然三人都把陽極陰極的關係視為意義重大的，培林的設備不同於赫茲和湯姆生的，後兩人則沒有不同。每位實驗者因此有其他實驗者無法滿足的關鍵要求。(Buchwald, 1995a: 164)

同樣地，射線偏折實驗也是一樣，赫茲和湯姆生彼此無法滿足對方的關鍵要求。因此，布赫瓦結論說：「使用瑞德的術語，湯姆生並沒有在一固定的理論解釋下複製了赫茲的實驗。」(165) 他進一步認為如果時間箭頭可以倒轉的話，我們也可以有意義地說「赫茲並未重做湯姆生的實驗」(165)。

馬提尼(James Mattingly, 2001)拒絕布赫瓦的判斷。在他的論文〈複製赫茲的陰極射線實驗〉中，他論證湯姆生確實複製了赫茲的實驗。他小心地檢視這段複製歷史與布赫瓦的歷史分析，指出布赫瓦的錯誤在於把焦點放在實驗資源（即赫茲用在實驗上的金屬紗網）。可是，真正重要的不在於實驗工具，而是實驗目標。實驗者是從實驗目標導出他的所有要求。所以，如果湯姆生可以達成赫茲的目標，也就能滿足赫茲的所有要求，那麼他就成功地複製了赫茲的實驗，不管他使用或安排什麼樣的工具。馬提尼因此建議我們應該把焦點放在赫茲想達成的目標上：

採納實驗目標的觀點，迫使我們投向一個更寬廣的網絡。我們首先把注意力放在實驗本身的要求上。對於這效應的產生而言，什麼是必要的？對於測量效應而言、消除不想要的背景影響而言，什麼又是必要的？只有當我們回答這些問題後，我們才能進展到相關複製的問題。我們該問的是，赫茲對於上述問題的答案是否已適切地重現於湯姆生的實驗中了？而不是問湯姆生是否使用了赫茲的紗網 (Mattingly, 2001: 73)。

循著這條分析線索，馬提尼對陰極射線的複製，提出一個新的歷史與哲學分析。他也做了一個赫茲和湯姆生實驗的比較表格「表三」。在該表中，原先在布赫瓦的表一和表二中不相干的因素，現在被馬提尼歸屬於相同的範疇——即消除不想要的靜電干擾。他指出：「赫茲把他的偵測器隱藏在靜電場外，而湯姆生則把他的偵測器移到一個區域，使得靜電場產生的只不過是背景效應而已。」(72)

赫茲	湯姆生
結果：不帶電荷	帶電荷
1. 陽極靠近陰極	1. 陽極靠近陰極
2. 法拉第籠包住整個裝置	2. 電荷偵測器不在陰極陽極軸上

表三：電荷偵測實驗 (Mattingly, 2001: 72)：其中「法拉第籠包住整個裝置」代表赫茲使用感應生電的偵測方式，完全不會受靜電場的干擾。

這個比較容許馬提尼結論說：湯姆生的確滿足了赫茲的目標所導出的需求，因此複製了赫茲的電荷偵測實驗。但馬提尼也寫說：「我不企圖論證培林的實驗能完全滿足赫茲。」(70)

馬提尼對布赫瓦的批評告訴我們：當赫茲把注意力放在實驗「手段」上時，馬提尼自己則強調「目的」。也就是說，一位以實驗手段來當成「複製」的比較標準，另一位則提出「目的」。但為何不同時考量手段與目的呢？同時把手段、目的和結果納入「複製」的標準，正是本文想採取的進路，我相信這個進路能對實驗複製提供一個更好的理解。在作法上，我們把「目的、手段和結果」當成所有實驗內具的抽象的結構，亦即，一個實驗可以被分析為實驗目的、實驗手段和實驗結果三個相互關聯的局部，再把每個局部細分成更小的次局部。既然兩個實驗之間的複製之判斷，就是兩個實驗之間的相似性之判斷；又兩個實驗的相似性，可以由兩個實驗的

實驗模型相對應的局部之相似性來加以判斷。換言之，兩個實驗的相似性程度，乃是其實驗模型的對應局部之間的相似性之總和。如此一來，我們就會產生「相似性程度」(the degree of similarity)和「複製程度」的概念。很顯然地，這個進路可以說明馬提尼為什麼宣稱他不企圖論證培林的實驗能完全滿足赫茲。因為培林實驗對於赫茲實驗的複製程度顯然低於湯姆生的實驗。

赫茲的陰極射線實驗究竟被培林和湯姆生複製了嗎？想回答這個科學史上的問題，我們必須問更根本的哲學問題：如何理解「重複實驗」？

本文的目的就在於分析「赫茲的陰極射線的複製」這個著名的歷史案例。我們希望能為這個歷史插曲，提供一個結構主義的、模型觀點的交代。換言之，我們希望能達成下列三項目標：(1) 以手段—目的的關係架構來分析科學實驗的結構，以建立一個關於科學實驗的結構之模式；(2) 提出「複製程度」(the degree of replication)的概念，並以此概念和實驗的結構為基礎，提議一個「複製實驗」的一般理論；(3) 以此一般理論來分析赫茲的陰極射線實驗之複製。

在進一步從事理論分析與案例研究之前，我們得先說明「複製問題」的重要性與複雜性。

貳、重複實驗的問題

民間傳說，實驗必須是可重複的(repeatable)。這已產生哲學的偽問題。多樣化的實驗比相同事件的重複更重要是極其清楚的。結果，哲學家要不是試著展示重複比原版更有價值；要不就是使用機率演算試著說明為什麼重複較沒價值。可是，這都是偽問題，因為粗糙地說，沒有人曾經重複一個實驗。(Hacking 1983: 231)

哈金(Ian Hacking)，《表徵與干預》(Representing and Intervening)

哈金所謂的「民間傳說」，大致和邏輯經驗論的觀點相近。嚴格說來，邏輯經驗論幾乎沒有談到「實驗」，他們談的是「觀察」。無疑地，他們談的「觀察」當然要包含實驗結果的觀察。既然邏輯經驗論主張：要判斷一個理論假設的真假，要透過經驗觀察的檢驗，觀察到重複出現的事件，就給了該理論假說一個「歸納或統計的印證」。同理，如果被觀察的是用來檢驗理論的實驗結果，那麼這個實驗理當要不斷地被重複操作，並觀察到相同的結果，理論假說才能得到高度的印證。那麼，邏輯經驗論是提出一個看起來好像很愚蠢的主張：「一位實驗科學家要像機器般不斷地重複執

行他已經做過的實驗，來為某個理論提供高度的印證嗎？」當然也不是。邏輯經驗論的精緻主張是「互為主體的可檢驗性」(inter-subjective testability)：一個實驗結果，在原則上，要由不同的人、在不同的地區、不同的實驗條件，才具印證理論的價值¹。問題是，這個觀點似乎意謂重複實驗仍然使用相同的工具和裝備，以便產生相同的結果。若如此，歷史似乎顯示「沒有人曾經重複一個實驗」。當然，哈金承認：「有時，當人們不相信實驗結果和懷疑它時，會再試試。」(1983: 231) 但這並不是出於歸納地印證理論的動機，而且「典型的一個實驗的嚴格重複，是企圖把同一件事做得更好——產生一個更穩定、較無雜訊的現象，一個實驗的重複通常使用不同的裝備。」(1983: 231) 但是，這種使用不同裝備的「重複實驗」，顯然不是邏輯經驗論意義下的「重複」。在此我們有關於「重複實驗」的**第一個問題：該如何理解「重複實驗」**？在回答這個問題之前，或許我們應該先問：

為什麼要重複一個實驗？重複實驗是否真有其必要性？

實驗的一個基本功能是「檢驗假說或理論」。科學家使用儀器和設備，經過特殊組合，使儀器運作並與實驗對象互動，從而產生數據，以做為印證或否證一個假說或理論的證據。可是，實驗並不是完美的上帝，絕不出錯。相反地，不僅誤差在實驗中難以避免，甚至實驗本身也可能常常出錯：設計不良、儀器失靈或失準、外因干擾、操作不當等等。在真實的歷史上，也要考慮擁有人性的科學家，在誘惑之下從事欺騙的學術行為：偽造數據。綜合各種可能，實驗出錯的機率甚至比理論要高得多。在這種情況下，實驗要如何扮演裁決理論對錯的角色？

理論之所以需要檢驗，乃是因為理論會出錯。如果實驗也會出錯，則實驗也需要檢驗。如何檢驗實驗？唯一的方式似乎是「重做實驗」。理想上，由不同的科學家，在不同的背景（觀念、物質、空間等等）下，複製原實驗、重新執行來檢驗之。可是，如此一來，我們似乎仍陷入一個兩難：一方面，如果一個實驗需要被重複或複製，似乎意謂它有可疑之處，重做的實驗就不能和原實驗一模一樣，否則如何檢查原實驗的疑點？另一方面，如果重做的實驗使用相當不同的工具，以致和原實驗相當不同，那它還算是原實驗的複製或重做嗎？它還算是相同的實驗嗎？還有檢驗原實驗的效力嗎？

¹ 參看查默斯(A. F. Chalmers)對於「歸納主義」(inductivism)的介紹：一個好的歸納論證必須滿足下列條件：(1) 形成通則基礎的觀察數目必須夠大；(2) 觀察必須在大量多樣的條件之下重複；(3) 沒有被接受的觀察陳述會和已導出的定律衝突(Chalmers, 1999: 46)。

即使實驗實際上沒有出錯，支持一個實驗結果否定的假說之科學家，仍然會對實驗起疑，從而產生複製實驗以檢驗原實驗的念頭。但是，他同樣也會陷入兩難：一方面，如果他以和原實驗一模一樣的背景觀念和工具來設計實驗，產生和原實驗一模一樣的結果，那麼他的工作只是多此一舉；另一方面，如果他依據自己的背景觀念，使用不同的工具和設計不同的實驗模型，則他的實驗還算是原實驗的複製嗎？還有檢驗的效力嗎？面對這些困境，我們究竟該如何理解實驗的重複？

該如何理解「重複實驗」？為什麼要重複（複製）一個實驗、重複實驗的兩難等等疑問，可以總稱為「複製問題」(replication problem)。在討論以實驗來檢驗理論之後，緊跟著而來的、必須處理的就是這個難題。如上節所述，本文企圖發展一個「實驗的結構」和界定「複製程度」的概念來解決這個難題，在著手之前，讓我們先考察荷蘭科哲家瑞德(Hans Radder)的「可重做性」。

參、瑞德論實驗的重做與可重做性

哈金所謂「沒有人曾經重複一個實驗」的說詞，其實是個稍嫌誇張的說法。即使連社會建構論的科學社會史家都不可避免地談到重複實驗，這種現象其實常在科學歷史上出現(Collins 1985; Schaffer & Shapin 1985: 43)。不過「歷史上一個實驗實際被複製了嗎」與「任一個實驗是否有可能被複製」是兩個不同的問題。科哲家較關心的是後一個問題，相關的觀念是「互為主觀的可檢驗性」和「可重複性」，它們顯然不同於一個實驗實際上是否被複製了。雖然「可重複性」理當參考實際上複製品和原件之間的關係來決定，但是在進入實然的考察前，澄清「可重複性」的觀念也是十分重要的，也就是說，究竟是實驗的哪一部分（實驗設備、實驗過程、實驗結果）是「可複製的」？荷蘭實驗科哲家瑞德(Radder, 1988, 1992, 1995)的研究，為我們提供了一個分析探討的起點。雖然瑞德使用「重做」(reproduction)和「可重做性」(reproducibility)的術語來代替「重複」、「複製」、「可重複性」和「可複製性」等等。但是，三者基本上是同義詞。

首先，瑞德把實驗過程區分成兩部分：**物質落實**(material realization)和**理論描述或解釋**(theoretical description or interpretation)。所謂「實驗的理論描述」可以用一個條件句 $p \rightarrow q$ 來表達。其中 p 即是理論描述，它可以推出實驗結果的描述 q 。 p 乃是針對實驗的對象、設備、對象與設備的互動、資料處理等的描述、以及為何會發生某預測結果的說明，一般包含三個主要的成分：實驗對象和設備的準備、互動和偵測過程的步驟、潛在的外部干擾因素之監控（即實驗系統的封閉性）。瑞德進一步指出，這兒所謂的「理論」不是指針對現象提供一個系統性的說明之「理論」，而只

是提供一個「 q 如何產生的『單一因果說明』(singular causal explanation)」(Radder, 1995: 59)。

所謂「實驗的物質落實」也就是指實驗被具體的執行（做了）。瑞德企圖讓「實驗的物質落實」獨立於「實驗的理論描述」，因此他設想一個實驗被一個外行人，根據一位專家的指導，一步一步地執行（裝置設備、使其互動並產生所欲求的結果）²。專家只是指導實驗的步驟，完全沒有牽涉到任何理論的說明。因此，這樣完成的實驗，可以在不涉及理論的情況下，把一個實驗構想加以「物質落實」。如此一來，使用不同的理論描述來描述相同的物質落實便成為可能。或者換句話說，它使我們能夠在完全不同的理論解釋下來定義物質落實的可重做性。瑞德作這個區分的意圖很明顯，要讓實驗保有相對於理論的獨立性，才可能使用實驗來判決競爭的理論孰勝孰負。

在區分了實驗過程的兩個基本面向之後，瑞德進一步區分了三種「可重做性」的類型：一個實驗的物質落實之可重做性、實驗結果的可重做性、在一固定理論解釋下的實驗之可重做性(reproducibility of an experiment under a fixed theoretical interpretation)(Radder, 1995: 64-74)。(1) 根據上述物質落實與理論描述的區分，第一種類型顯然強調可以在不同的理論描述下而重做的物質落實，當然，這也意謂持不同理論描述的科學家可能會對實驗結果有不同的解釋。例如，如果理論和結果分別有兩種，該實驗落實就可以在四種理論描述下被重做： $p \rightarrow q$ 、 $p \rightarrow q'$ 、 $p' \rightarrow q$ 、 $p' \rightarrow q'$ 。(2) 第二種類型則指相同實驗結果的重做，所謂「相同」是指在一個理論解釋的觀點下。當然這容許使用不同的實驗設備、不同的物質落實以及不同的實驗過程——這些可以總括在「不同的理論描述」下，即 $p \rightarrow q$ 、 $p' \rightarrow q$ 、 $p'' \rightarrow q$ 等等。(3) 第三種類型的公式表達就只有一個，即 $p \rightarrow q$ 。在這固定的理論描述下，實驗被重做。瑞德指出，這是多數科哲家心中「可重做性」的最初含意。至於一個後繼實驗如何被視為原實驗的重做呢？這必須由「理論描述」來決定³。如此容許稍微不同的物質落實。

瑞德進一步指出第三種類型又有四種不同的方式：第一是由不同的實驗者來重做一個實驗，這很少發生，但還是有，如柯林斯提供的重力波實驗。主要因先前實驗的結果重要而有爭議，故需重做實驗來印證或否證其結果；第二是由相同的實驗者一再地重做，其目的在於確認實驗結果，如波以爾的「真空中的真空」(void-in-the-void)實驗；第三是相同實驗者以稍

² 瑞德引證了一個例子：一位化學的外行人，幫助一位肢障學生作化學實驗，在他的指導之下，完成課堂的要求。見 Radder(1995: 63)。

³ 瑞德在此換了一個「理論定徵」(theoretical characterization)的術語(Radder, 1995: 72)。

微不同的方式來重做，如波以爾在上述實驗中，以稍微不同的設備來重做，其目的主要在找出不會干擾的因素。第四是把實驗當成另一實驗的部分而重做。(Radder, 1995: 72-72)

由上述的討論可知，瑞德對實驗的「可重做性」做了系統性的區分和討論，他為理論和實驗的關係提供了一個既相關又可獨立的架構，並且區分了三種類型的「可重做性」(尤其是「相同結果的重做」與「在一固定理論解釋下的實驗重做」)，都是早期針對「複製實驗」這個議題的討論中，所不曾注意到的。現在，問題是，瑞德的架構如何說明具體的實驗案例——例如陰極射線實驗？赫茲到湯姆生的陰極射線實驗，顯然不是「物質落實的重做」也不是「相同實驗結果的重做」，可是，赫茲相信「以太波假說」而湯姆生相信「帶電粒子假說」，兩人對實驗的理論解釋又都不一樣！那麼後者也不是對前者「在一固定理論解釋下的實驗重做」。瑞德的架構要如何配合這個案例？我們認為瑞德的困難可能在於他沒有進一步區分「實驗的理論描述」和「實驗結果的理論解釋」。再者，瑞德可能缺乏一個「科學理論之理論」，使他無法掌握到理論階層性。何況，瑞德在「理論的述句觀點」之傳統下，缺乏「模型」的概念，也使他很難完全處理理論和實驗間複雜關係。

除此之外，瑞德想使「實驗的物質落實」獨立於「理論描述和解釋」，和柯林斯(Harry Collins)以「默會知識」來說明實驗的複製與傳遞(見第四章)，可能有所衝突。對柯林斯來說，把實驗的複製技能完全化約一組規則，指導一位完全沒有受過潛移默化訓練的外行人來重做一個實驗是不可能的。外行人沒有足夠的「能力資格」，即使他能在指導之下做出實驗，甚結果也無法受到科學家社群的認可。當然，瑞德可以說，動手做的外行人此時就像指導者的傀儡一樣，實驗的真正執行者應該是指導者，但這樣一來，「物質落實」又要如何獨立於「理論描述和解釋」？畢竟指導者的理解和意志貫徹在整個實驗的執行中，如果換另一位有不同理論的指導者，他也有相當不同的規則和遵守規則的順序或實驗步驟。那麼，在他指導下的物質落實，可以算是前一位指導者指導下的物質落實之重做嗎？

總而言之，瑞德的架構和分類很難當然地處理「複製實驗」的種種問題。如果我們想要擁有一個令人滿意的解決，我們不僅需要揭示且理解「實驗的典型結構」(the typical structure of experimentation)⁴，同時我們也需要

⁴ 哈金(1988: 507-514)提出一個「實驗室實驗的元素分類表」，包括(1) 關於某個主題的問題；(2) 工作理論、背景知識或假定：又分成(2a) 背景知識與期望、(2b) 一般和高層的理论、(2c) 主題假說；(3) 實驗材料，有(3a) 標靶、(3b) 裝備、(3c) 偵測器；(4) 關於材料的背景理論；(5) 資料產生器；(6) 資料；(7) 資料處理：(7a) 資料評估、(7b)

「實驗模型」(experimental model)的概念並發展它的理論內涵。這是下一節的工作。

肆、實驗的結構與複製程度

首先，讓我們先對「實驗如何被建立」做一個直觀的、分析前的描述。從科學史中，我們知道每個實驗都發生在一個科學背景中，所謂的「科學背景」包括科學家置身的社群之學術氣候、既有假說的競爭、技術與物質資源的限制等等。科學家不可避免地處在背景的影響之下，她會形成自己對重要問題是什麼、可能的解答的是什麼、如何證成她的答案等等的觀念。讓我們把這些觀念稱作「背景觀念」(background ideas)。爲了進一步解決難題，並證成她的答案，科學家會形成一個「如何做實驗」的初步構想(conception)，包含「打算達成什麼目標、打算以什麼物體來實驗、如何組合可用的資源或裝置、如何使裝置運作、會產生什麼樣的結果等等。然後，科學家再根據這些構想來設計一個細節性的、可操作的模型——讓我們稱作「實驗模型」(experimental model)。實驗模型爲科學家提供了建構實驗裝置並使裝置運作的藍圖。具體地建構裝置並使其運作的階段，讓我們沿用瑞德的術語，稱作「物質落實」。

現在，我們可以開始把上述的描繪，精煉成理論性的架構。很明顯地，如果實驗總是源自背景觀念，那麼「落實（實現）背景觀念」就是每個實驗的廣義目的（說「廣義」是因為，我們可以進一步指認實驗的「狹義目標」，如檢驗理論、測試工具、發現新現象、證實預測等等），而實驗模型成爲達成目的的手段，物質落實則是具體行爲後的結果。所以，所謂「實驗的典型結構」由三個互相關聯的成分構成的：落實實驗的背景觀念、實驗模型、與物質落實。其中，「實驗的物質落實」也就是「**實驗模型的物質落實**」。

「**實驗的背景觀念**」意謂實驗所預設的種種先行信念、假說或理論等等。我們使用這個概念的目的，在於涵蓋那些不是由理論（高層模型）引導的實驗。因爲檢驗理論並不是實驗的唯一目的。一個實驗可能是根據一個已被接受的理論所設計的；但實驗也可能來自於一個初步的信念、不成熟的假設，或是借用其他實驗的構想。「背景觀念」有二個基本功能：(1) 設計實驗模型，更詳細地說，科學家由其背景觀念引導出一個可落實模型，再根據可落實模型來設計實驗模型。這包括決定實驗目的、對象、工具裝

資料化約、(7c) 資料分析。哈金的表列頗詳細，但缺乏結構性和系統性，也缺乏元素間的相互關係之說明。

置、資料蒐集設備、預測結論等等。(2) 說明預測的結論，解釋被蒐集的資料以及解釋物質落實後的實際結果。瑞德先前的所謂的「實驗的理論解釋」，其實只是某一類的「背景觀念」而已。

我們可以把背景觀念初分成兩大類型：一是「實驗的理論假說」；另一是「非理論性的先行信念」。即使只考慮實驗的理論假說，我們的概念和瑞德仍有二點差異。首先，瑞德把實驗描述和解釋總括在一起不加區分，我們則試圖在概念上加以區分——我們以「實驗模型」來代替「實驗的理論描述」。理由是：科學家往往會在不同的「理論假說」上設計相似的「實驗模型」，卻產生不同的實驗結果。這也是在以實驗來檢驗理論中，最複雜難解的情況。例如，先前我們已用一系列陰極射線實驗來質疑瑞德的理論。在陰極射線實驗中，「乙太波假說」對「陰極射線為何在近真空的低壓管(the evacuated tube)放電時形成」的理論說明是：「因為陰極與陽極的電位差，使得陽極釋放出微粒子，衝擊低壓管內的乙太媒介，導致乙太波動，而產生輝光，即陰極射線。」這個假說，不僅說明了「陰極射線的本質」，也說明了「何以陰極射線會在低壓放電管中形成」的原因。可是，它本身是有待檢驗的「理論假說」。為了檢驗此理論假說，科學家通常不得不根據它來設計實驗。例如，赫茲想檢驗「乙太波假說」的真假，他就得根據此假說來設計實驗，則他必須想辦法分離放電管中的電流和陰極射線——因為在乙太波的假設下，陰極射線並不是帶電粒子流。因此，如果能夠分離電流和陰極射線，再檢測陰極射線是否具有靜電性，就可以檢驗「乙太波假說」正確與否。其次，我們是從「模型」的角度來看待理論，一個「實驗的理論假說」乃是包含一個模型階層，從這個模型階層中，我們可以導出一個「可落實模型」(realizable model)，再根據此模型來設計實驗模型（參看 Chen(2004); 陳瑞麟(2004b)）。

一般而言，設計實驗模型的直接依據是一個可落實模型。它有可能是從一個高層抽象的理論引導出來的，但它也有可能配合另一個不同的高層理論。換言之，可落實模型可以中立於不同的高層理論。這個觀點讓實驗仍然具有裁決競爭的理論假設之功能。當不存在任何高層的理論時，一個可落實模型還是可以從某種先行的信念、不成熟的假設中建立起來。（參看陳瑞麟(2005)）。

銜接「理論假說」和「物質落實」的即是「實驗模型」，它是實驗的核心，也是本文要分析的主要對象，約莫相當於瑞德所謂的「實驗的理論描述」。不過，它雖和理論相關，但稱它為「理論描述」並不很恰當，因為實驗模型的重點在於實驗裝備與產生實驗結果的結構，並不必涉及實驗的設計和其結果的說明。換言之，一個「實驗模型」關心的是其各成分項目彼此間的相互關係與互動，至於為什麼會有這樣的關係和互動，那是屬於「背景觀念」的事。爲了要詳盡分析實驗模型以及據此而建立的複製程

度和可複製性等概念，讓我們分成「實驗模型的構成」、「複製的程度」、「實驗的複製類型」、「實驗模型的表徵」、和「實驗與實驗者的信念」來加以論述。

實驗模型的構成 一個實驗模型是行為的一部分，因此可以由行為的架構（目的、手段和結果）來建立它的模型，換言之，一個實驗模型可由目標、手段和預期結果三個項目來構成。即 (a) **實驗目標**(experimental objective)、(b) **實驗手段**、和 (c) **預期的結果**。但每個項目又分成兩個到三個次項目，如此可使我們進行更細節性的結構比較：包括**目的**(goal)、**對象**(object)、**裝置**(apparatus)、**操作**(operation)、**控制**(control)、**收集**(collection)、**預測**(prediction)。為什麼是這七項？因為每個實驗模型都必須回答下列七個問題：(a1) 這實驗打算達成什麼**目標**？(a2) 這實驗打算使用什麼**對象**？(b1) 如何組合不同的工具零件成為整體**裝置**？(b2) 如何**控制**運作以避免不想要的干擾因素？(b3) 如何使裝置運作？(c1) 如何**收集**實驗對象與裝置互動而產生的資料？(c2) 實驗會產生什麼樣的可能結果？

這七個項目，再度可以使用「手段—目的」的架構來理解，例如「對象」是「目標內的手段」用來達成「目標內的目的」；「操作」是「手段內的目的」，因為建構實驗裝置的目的在於使它運作，而「裝置與控制」是「手段內的手段」，用來達成「手段內的目的」；最後，「預測」是「結果內的目的」，「收集」則是「結果內的手段」，用來滿足「結果內的目的」。換言之，目的與對象屬於「實驗目標」、裝置、控制和操作屬於實驗手段；收集與預測屬於實驗結果。這七個項目有必要再加以一一詳細說明。

首先，目標由目的和對象兩個項目組成的：(a1) 指的當然是實驗者設計此實驗時意圖達成的目的，例如用來檢驗單一假說、或者裁決兩個敵對競爭的假說、或者檢驗前一個實驗的結果、或者產生穩定的現象、或者測定某項數據、甚或是探測裝備和工具本身的潛在功能等等。科學實驗的目的並不是唯有檢驗理論，每個科學實驗也非只有單一目的⁵。(a2) 實驗對象，指的實驗所針對、所使用的物質材料。例如在一個液體沸點的實驗中，其實驗對象即是液體。

其次是手段，(b1) 典型的實驗總是需要裝備和零件來容納實驗對象並

⁵ 哈瑞(Ron Harré, 2002)的《大科學實驗》(Great Scientific Experiments)一書分成三大部分：「方法的形式面向」、「發展一理論內容」、「技術」，每一部分又分成若干種類，這雖是實驗形式的分類，但一些種類似乎是以「實驗目的」為分類標準，如第一部分有「探測一自然歷程的特徵」、「決定敵對假說」、「發現一已知效應中的隱藏機制」、「證明某物存在」等等都可以說是一種「實驗目的」。此外，其它的分類則有「實驗結果」的分類，如「沒有結果」、「歸納地發現定律形式」等。

與之互動，我們特別強調那爲了達成實驗目標所不可或缺的裝備和零件。例如在液體沸點實驗中，盛裝液體的容器、測量溫度的儀器（溫度計）、加熱設備等，都是此實驗不可或缺的。(b2) 控制是指一個實驗要能成功執行，至少「有反應」，必然要能控制實驗對象與裝備之間的互動。例如在液體沸點實驗中，加熱設備的熱能，必須要能透過容器傳導給內盛的液體。與此同時，也要盡可能監控或排除與實驗目的不相干的潛在干擾因素，換言之，確保此實驗系統的封閉性。例如在液體沸點實驗中，實驗者必須確保被實驗的液體在吸收熱量後不會與容器產生化學變化，干擾了沸點的測量。(b3) 要達成實驗目標，實驗裝備必須是可操作的。而操作則取決於零件的適當組合。如果零件以最簡單的連結方式來組合，則一定數目 N 的零件，其組合方式有 $N(N-1)/2$ 種。但事實上，只有少數幾種裝配組合方式，才能產生一定的反應。如果想要實驗裝備能成功地達成實驗目的，其組合或操作方式甚至可能只有唯一一種。因此，裝備與零件的組合和操作如果不恰當，要嘛沒有反應，要嘛就是造成不同的實驗結果。以最簡單的液體沸點實驗爲例，如果溫度計沒有觸及液體，或者只觸及容器壁，當然實驗者無法得到預期的結果。如果實驗者的目的是測量液體沸騰時所產生的蒸氣溫度或是容器壁的溫度，那自是另當別論。再如十九世紀時首度發現電流導線與磁針互動的歐斯特(Hans C. Oersted)的實驗爲例，如果當初他只是移動磁針而非移動導線，則他很可能什麼都看不到（參看 Gooding(1990)，以及陳瑞麟(2005)）。

最後，在結果項上，(c1) 所有的實驗都需要收集對象與裝備互動後產生的現象，並加以處理使成爲可判讀的資料。資料的蒐集與處理雖然不是實驗主體裝備的一部分，卻也是實驗中不可或缺的成分。即使像液體沸點這樣簡單的實驗，也需測量液體溫度的溫度計來蒐集數據，否則實驗目的便無法達成。早期的實驗常以肉眼的觀察爲資料蒐集的工具，如載流導線對於磁針的偏轉效應，但肉眼並不是實驗裝備的一部分。後來大多數實驗均需要特別的儀器來蒐集量的資料（數據），此儀器仍然不是實驗主體裝備的一部分。(c2) 預測：設計一個實驗，是期望它能產生某一定的結果，並據以達成目的。這個「結果」在實驗未被執行與落實之前，它就只是個「預測的」或「預期的」結果，實際的結果可能會完全不一樣。但是，「實驗模型」必須要包含「預測的結果」，因爲它是由實驗目的和實驗裝備的組合所導出的「理論性結果」。換言之，實驗家常會如此說：在如此如此目的、設計和組合之下，理論上，實驗應該產生如此如此結果。正如在一個液體沸點實驗中，如果實驗對象是水，而且我們在平地執行實驗，則理論上，我們會得到水在攝氏 100 度時沸騰的結論——但這個預測的結果實際上卻不見得一定會發生。當然，執行（或落實）實驗之後一定有某些實際結果(actual result)產生——即使實驗裝備最後完全「沒反應」，但這也是一種實際結果。

實驗模型界定了一個實驗的內在結構。而且在目的—手段—結果的架構下，各次項目彼此間有密不可分的相互關係。首先，實驗目的決定了要選擇什麼樣的實驗對象、實驗裝備與零件、零件間的組合和操作，以及如何監控潛在的干擾因素和資料的收集，最後並導出預測的結論。再者，實驗對象往往也是實驗目的表達中的一部分，例如，一個試圖探測某對象性質的實驗，則我們會說：「此實驗的目的在於探測某對象的性質」。對象和實驗裝備之間的互動之控制，決定於裝備零件的組合和操作。資料的收集與處理，則是決定實驗目的是否被達成的必要成分。因為資料的收集與處理，牽涉到實驗結果的判讀，其判讀又決定了實驗目的是否被達成。我們相信，這七個項目和彼此間的相互關係，加上實驗的設計理念與其實際的落實，應該可以精確地描述出每一個實驗的典型結構。

一個實驗的典型結構，可以被圖示如下，它是一種「整體—局部結構」：

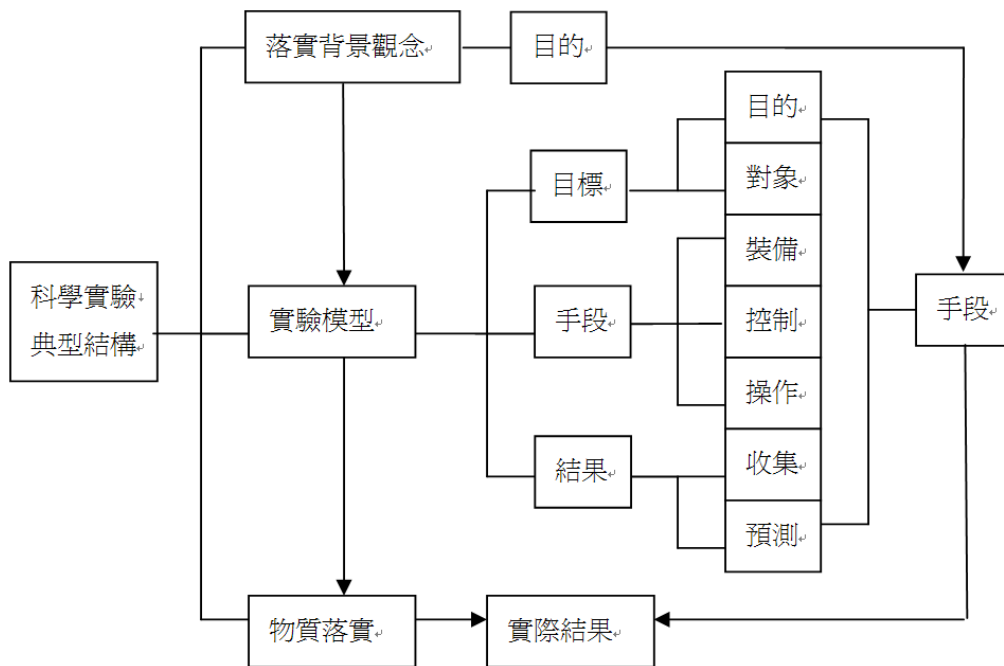


圖 1：實驗的典型結構圖示

複製的類型 在具體的科學情境中，大多數的複製實驗的目的，在於檢驗某個原初實驗。一個實驗之被複製，多半是因為它可能有某種缺失、或者複製實驗的實驗者懷疑原實驗的結果，尤其是她可能支持一個敵對的假說。所以，她必須努力把實驗做得更好；而且既然她認為原實驗可疑，她就必須找出她認為原實驗的裝備有問題之處，加以修改，若不如此，導致得到和原實驗一模一樣的結果，就失去複製檢驗的意義了。所以有效

的、具有檢驗力的複製實驗，不應該和原實驗有一模一樣的結構，一旦實驗者在不同的背景觀念下，使用不同的裝備，就保證了複製實驗和原實驗不會有相同的結構。可是，她卻必須盡可能地高度地「複製」原實驗的實驗模型，才能產生對於原初實驗的檢驗力。這種實驗我們稱作「有效複製」(valid replication)。如果她沒有產生一個複製實驗，其他科學家可能會把她的實驗視為不相干。相反地，如果一位科學家在相同的背景觀念下，設計相同的實驗模型，使用和原實驗一模樣的裝備來重做實驗，並做出一模一樣的結果，這當然是「複製」，但它卻是一個沒有任何檢驗效力的「瑣碎複製」(trivial replication)。

複製的程度 有了實驗模型和實驗結構的界定和刻畫，我們就可以更細緻地處理「實驗複製」的問題——此界定讓我們擁有有力的工具來定義**複製的程度**，並判斷一個具體的重做實驗究竟複製原實驗到什麼程度。

波柏已經洞見了所有的重複實驗都只是相似於原實驗。哈金也指出完全一模一樣的「複製實驗」並沒有什麼科學意義（印證或否證效力）。瑞德則區分三種類型的重做實驗。本文認為，要討論實驗的重複、複製或重做，都必須透過「實驗模型」的比較，而且「複製」是有程度性的——也就是說，重做的實驗之模型和結構總是會以不同的程度相似於原實驗的模型和結構。在這樣的觀點下，我們必須拋棄瑞德的分類，改以實驗模型的三個基本項目（包含七個次項目）的相似來分辨一個新實驗對於原實驗的複製程度。簡單地說，後繼實驗和原實驗有更多項目更相似者，就有更大的複製程度。

兩個實驗之間的「複製程度」是由「目的」、「對象」、「裝備」、「控制」、「操作」、「收集」與「預測」這七個次項目的總和相似性之比較來定義的。我們可以比較兩個實驗模型的每個次項目之間的相似性，再把不同程度的相似性加總，得到一個「總和相似度」，就可得到兩個實驗之間的相似程度，也就是重做實驗對原實驗的複製程度。可是，我們如何比較兩個次項目之間的相似性呢？讓我們建構一個三值的比較系統，以便對於兩個實驗模型之間的次項目，指派恰當的比較值(comparative values)。這個三個值就是「整體相似」(whole similarity)、「局部相似」(local similarity)和「不相似」(dissimilarity)。換言之，我們可以判斷每個次項目之間的目的、對象、裝備、控制、操作、蒐集和預測之間，是否是「整體相似」、「局部相似」或「不相似」，再加總而得到總相似性。舉例來說，如果實驗 R1 和實驗 R2 都是實驗 O 的重做，比較實驗 R1 和實驗 O，我們發現兩者之間有五個「整體相似」的次項目與二個「局部相似」的次項目（換言之，我們為實驗 R 指派了五個「整體相似」的值）；而實驗 R2 和實驗 O 只有四個「整體相似」的次項目，那麼，R1 比 R2 對於實驗 O 有更高的複製程度。讓我們據此來定義「複製程度」：

如果一個實驗 R 的諸次項目比起實驗 R' 的諸次項目，對於原初實驗 O 的總和相似度更高，則 R 比 R' 有更高的複製程度。總和相似度由「整體相似值」的總數來決定，「整體相似值」越高，總和相似度越高。如果兩個重做實驗的「整體相似值」的總數一樣，則再比較其「局部相似值」的總數，越高者總和相似度越高。

依此定義，實驗的「複製性」或「複製程度」就是實驗的「目標」、「手段」和「結果」三者的聯合函數(combined function)。

現在，我們可能有三個問題。為什麼我們提出的是一個三值的比較系統，而不是二值或更多值的比較系統？其次，這個比較系統如何應用到歷史上的真實實驗上呢？第三，這個比較系統，真的是科學家在作實際判斷時所應用的嗎？

我對第一個問題的答案是：一個兩值（即「相似」和「不相似」）的比較系統不夠完備，無法滿足實際需求。簡單想像一位科學家在比較兩個實驗模型的裝備時，她並不情願為兩者指派一個「相似」的值，但她也無法說兩者是「不相似的」，兩值系統無法解決這個困境。一旦使用三值系統，她可以很方便地指派一個「局部相似」的值。至於四值或更多值的系統，自然可以分析得更細緻，但它們也過於複雜，以致無法滿足「可應用性」和「相對簡潔性」的後設判準。三值系統是最能滿足這些後設標準的一個比較的模型，進一步的證成就得依賴於考察它的實際應用，這把我們帶到第二個問題。在第三節中，我們將使用赫茲的陰極射線實驗之複製來回答它。至於第三個問題，我們的答案有兩層：首先，「實驗是否被複製」並不是一個純科學的問題，它也是科學史和科學哲學的問題，所以科學家對於複製與否的判斷並不是唯一的標準，科學史家和科學哲學家同樣能夠從科學發展的角度來為複製的判斷提供答案。其次，本文所提供的答案也可以被視為一個有關「複製」的判斷模型。我們提供一個基本模型作為科學家、科學史家和科學哲學家的判斷依據，而且我們容許這個模型在面對更複雜的案例時，可調整以配合該案例，例如對某個次項目賦予更大的權重值(weight value)。

接下來的問題是，我們該如何進行實際實驗的複製程度之比較？這時，我們必須考察實驗模型的表徵方式。

實驗模型的表徵 實驗模型在本質上是「認知模型」，即科學家在心靈中設想的模型。科學家決定實驗目的、對象、選擇或製作裝備、構思組合裝備零件的方式，資料收集與處理的方法、預測裝備與對象的互動過程和實驗結果。這個模型被投射出來，再嘗試加以落實。因此，每個實驗模型在原則上都是可以「物質落實」的，它們必定也可以被視覺所接收，從而也都能用「圖像」來表徵，正如本文第一節中那些「實驗的圖像模型」

——或者稱作「實驗模型的圖像表徵」。再者，每個認知模型，都可以被表達為一組陳述或描述；也就是說，我們可以把圖像表徵「翻譯」成一組語言描述。這組描述就是實驗模型的語言表徵。反過來說，該組陳述或描述，共同界定(specify)了一個實驗模型（其細節討論參看陳瑞麟(2003: 139-143)）。因此，上文對實驗模型的七個項目之描述與說明，界定了實驗的典型結構。而針對每一個個別的實驗，我們也可以使用七個項目的描述，來界定它的模型、揭示它的結構。如此一來，透過「實驗模型的圖像表徵」和「實驗模型的語言表徵」，我們可以來比較兩個實驗模型的複製程度。

下文我們將使用本節所發展的「實驗模型」、「實驗結構」和建立在兩者之的「複製性與複製程度」的觀點，來重新考察陰極射線的實驗歷史，並回答前文所設定的諸多問題。

伍、陰極射線實驗的複製歷史

十八世紀初，電學家就曾經在稀薄氣體中摩擦玻璃，並觀察到發光的現象。一些人把稀薄氣體中的放電實驗視為電流體假說的印證⁶。可是，其後一百年間，儘管法拉第(M. Faraday)也在 1838 年做了類似的實驗，一般而言科學家對這種現象的理解依然停滯不前。一個原因或許是因為空氣幫浦的效能不彰。1855 年蓋斯勒(Geissler)發明了水銀空氣幫浦，足以把密閉管中的氣壓降至幾百甚至幾十毫米水銀柱(mm-Hg)的程度，低壓放電的研究才開始起飛。（或稱為「真空放電」(vacuum discharge)，但並非絕對真空，這種空氣被蓋斯勒幫浦抽至近乎真空的密閉管有時也被稱作「蓋斯勒管」(Geissler's tube)。）一個典型的蓋斯勒放電管如下圖 1(引自 Buchwald, 1995b: 134) 所示：



⁶ 豪斯比(Hauksbee)在 1705 年做了摩擦生電的實驗；Grummert 和 Watson 則於 1744 使用起電機(electrical machine)把電流送入一個稀薄氣體的管中，也觀察光亮。提出電的雙流體理論的諾雷(Nollet)則認為這種現象佐證了他的電物質之陰流(efflux)和陽流(afflux)的理論。(Whittaker, 1989: 349)。

圖 1 說明：在一個近似今天的日光燈管的長條圓柱管中，兩端分別為陰極(cathode)和陽極(anode)面板。中間只有非常稀薄、幾十毫米汞柱高的氣體。當兩極間被施加一個電壓時，管中產生奇特形式、間段地呈現的螢光。從陰極到陽極的方向而言，陰極周遭發出輝光，緊跟著一片黑暗區域(dark space)(此為法拉第最先記載，又稱為「法拉第暗區」)，接著是一段輝光，繼而又是一片暗區(又稱為「克魯克斯暗區」(Crooke's dark space))，再來又是長條狀的輝光直到陽極。

1858 年，德國科學家普呂克(Julius Plücker)開始作一系列實驗以探測真空放電的各種性質，他嚐試過磁鐵對負極光束的偏折(法拉第的老師戴維(Humphry Davy)在 1821 年已經發現碳極間的電弧光會受到磁鐵的偏折)，也嘗試把電極縮小到一點，結果發現負極光束似乎沿著磁力線而發出。他也以曾白金為電極，結果發現有微粒子剝裂，掉在管壁上發出磷光。普呂克的種種實驗，似乎指向陰極射束是一種帶電微粒子的假說(參看 Whittaker, 1989: 350-351)。儘管做了上述實驗和發現，普呂克似乎對陰極射束的美學形式更感興趣(Harré, 2002: 173，見圖 2，引自 Harré, 2002: 174)。

後來，普呂克的學生希托夫(W. Hittorf)在 1869 年時把一個固體放在陰極點與磷光之間，觀察到管壁出現一片陰影。哥德斯坦(Eugen Goldstein)在 1876 年擴大希托夫的觀察，發現非點狀的陰極面板放電時，若有障礙物也會投射出陰影(參看 Whittaker, 1989: 351)。這種現象啟發了陰極束的本質可能是一種輻射的假設。就在十多年前，馬克斯威爾(James Maxwell)已經提出了光與電磁的統一理論，並假設它們均是透過乙太波動來傳遞。因此，科學家也很自然地會猜測陰極束的本質乃是「乙太波」。

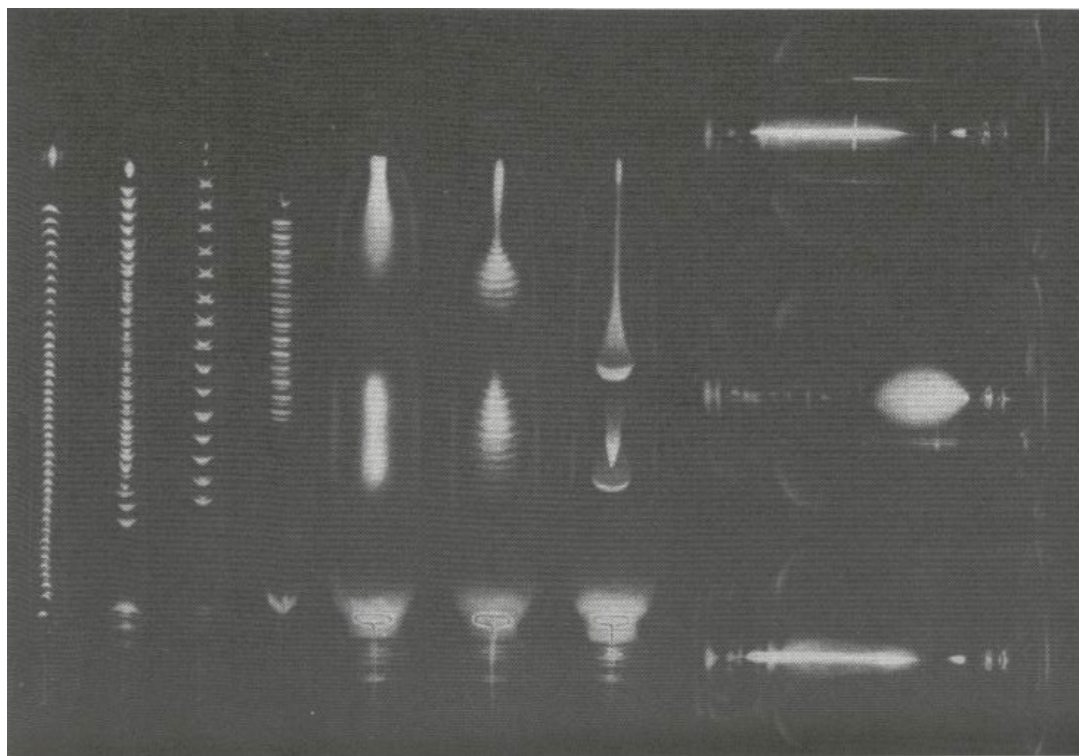


圖 2 說明：普呂克用各種不同形狀的放電管，產生了各種不同形狀的陰極輝光。

哥德斯坦正式把這種放電產生輝光的現象稱作「陰極射線」(cathode rays)，並努力想瞭解它的本質。他在 1979 年發展了一個以「乙太波」為主卻頗為複雜的假說，簡單地說，哥德斯坦認為兩極間在通電之後，產生一個高速「運動」(一種開放電流(open current))通過乙太，並撞擊殘留在管中的「原子」，使原子震動，從而形成可見光——透過橫向乙太波。所謂的「開放電流」是指一道射線的末端和下一道射線的開端，並沒有電荷的傳遞。因此，開放電流意味著「間歇性的」(intermittent)放電。陰極射線的本質，就是這開放電流所導致的乙太波動。(參看 Buchwald, 1995a: 153; 1995b: 136-137。)因此一方面陰極射線像一般光線一樣碰到障礙會產生陰影，另方面陰極射線間歇性的攜帶電荷，使它會受磁場偏折。這個理論假說廣為德國(柏林)科學界接受。哥德斯坦在這樣的假說下，作了一些實驗，例如他設計了一如下圖 3 的十字形管，把陽極安裝在與陰極管 Z_4 垂直的 Z_2 管，發現 Z_4 和 Z_2 管固然會產生輝光，但陰極射線也會直射到 B 表面，換言之，陰極射線不能完全只是(開放)電流，其本質畢竟仍是乙太波。

以克魯克斯(Sir William Crookes)為首的英國科學家卻普遍不同意「乙

太波」假說⁷。他們認為陰極射線乃是一種帶電的「分子激流」(molecular torrent)，整個放電和陰極射線的過程與液體電解質的電解類似：乃是由於管內殘留氣體與陰極表面接觸，獲得負電荷之後，立即因同性相斥而垂直地飛離陰極。克魯克斯有一個極強的證據是，管內氣體越稀薄，陰陽兩極偏中間地帶的暗區（非法拉第暗區）就越加擴大，因為帶電分子越加稀少的緣故（參看 Whittaker, 1989: 352）。在「分子激流」的假說下，克魯克斯也執行了一系列的探測性的實驗，包括「分子陰影的投射」(projection of molecular shadows)、「被投射分子的機械作用」(mechanical action of projected molecular)、「分子力線的磁偏折」(magnetic deflection of lines of molecular force)等等（參看 Crookes, 1969: 564-575）。

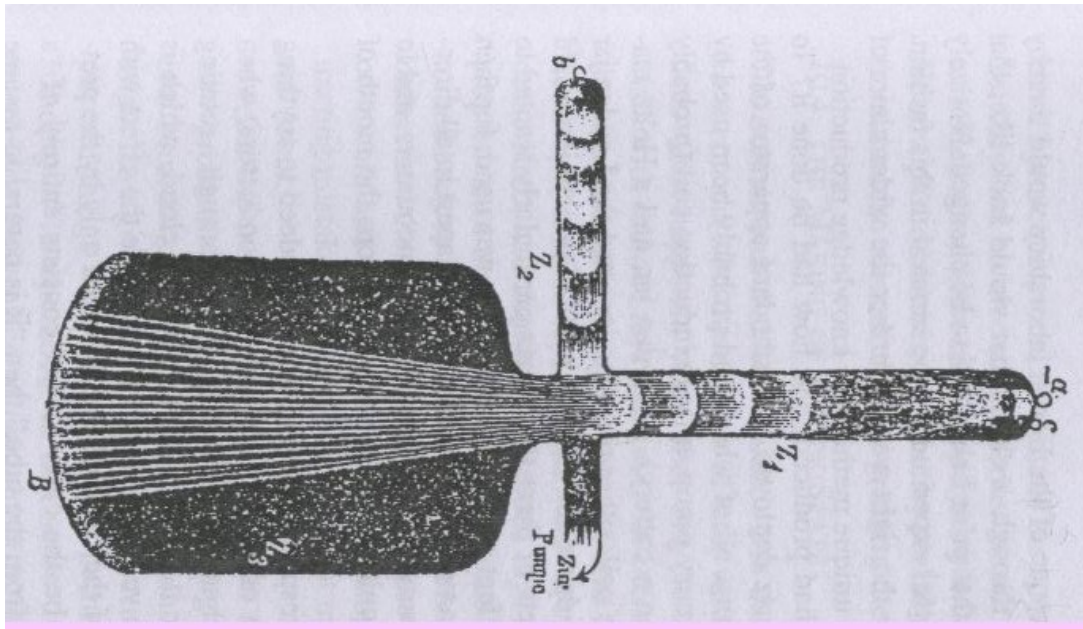


圖 3（引自 Buchwald, 1995b: 139）

陰極射線的本質問題，形成了「乙太波假說」與「帶電粒子假說」之間的競爭。身為德國科學家，兼哥德斯坦的實驗室同事，赫茲支持乙太波假說。他在經驗證據上的一個重要理由是：陰極射線可以穿透金屬薄膜——其厚度卻是一般可見光無法穿透的。這個經驗證據成為「帶電粒子說」的最大異例，因為如果陰極射線是帶電的物質粒子，它怎能穿透可見光穿不

⁷ 更早之前，1871 年 Cromwell Varley 已提出了「陰極射線乃是由陰極噴出的物質的微粒」的假說（Whittaker, 1989: 351）。

透的金屬薄膜呢？可是，如果陰極射線是乙太波，它又怎麼會被磁場所偏折呢？這種現象就構成乙太波假說的重大挑戰（參看 Whittaker, 1989: 354）。赫茲就是在這樣的理論和經驗背景下，設計出探測陰極射線本質的實驗。

雖然赫茲支持乙太波假說，卻不同意哥德斯坦那種「陰極射線同時也包括間歇性放電的開放電流」的觀點。他主張一個更純粹的觀點：陰極射線完完全全是不帶電的、自成一種(*sui generis*)的乙太波動。然而，即使赫茲是正確的，當時一切陰極射線現象，都要由真空放電來產生。放電就會有電流在管中流動（布赫瓦稱之為「管電流」(*tube current*)），所以陰極射線必然混著管電流在其間，也因此它會有種種屬於電流的性質（例如可以測得電荷、會受到磁場的偏折等等）。赫茲認為，如果能分隔陰極射線和管電流（布赫瓦稱為「淨化陰極射線」(*purified cathode ray*)），再來探測這種淨化後的陰極射線的電磁和靜電性質，就能更精確地獲知陰極射線的本質。但，是否有可能將陰極射線與管電流分離呢？這是赫茲要證實他的假說時所面對的第一個問題。一旦他能成功地隔離陰極射線與管電流，立即面對的第二個問題是：如何探測陰極射線的電磁性質和靜電性質。赫茲設計了幾個實驗分別探測兩者，後來培林和湯姆生「複製」的是赫茲以探測靜電性質為目標的實驗。既然本文的主題在於實驗的複製，我們就把焦點集中在該實驗上⁸。

或許從哥德斯坦的十字形管中得到啟發，赫茲構思了如圖 4 的實驗裝備，其中陽極是成圓柱狀（即 *brass tube* 箭頭所指示處），環繞陰極且與其距離極短，在正對陰極處有一小孔，以供陰極射線射出。為了避免有電流漏出，在陽極下方，赫茲再裝上一個金屬紗網（圖中的 *wire gauze* 箭頭指示處），以便吸收可能漏出的電流。如此一來，噴出的陰極射線，便可說是不再混著管電流的「純淨」陰極射線。赫茲再於放電管外裝置一個金屬匣(*metal case*)（又稱作法拉第籠(*Faraday cage*)），最後再用一個金屬罩子(*metallic mantle*)罩住放電管與金屬匣。並在金屬匣和金屬罩之間接上電流計，這是用來偵測金屬匣的電位之用。因為在赫茲看來，如果這種分離管電流之後的純淨陰射線帶有電荷，它就像個帶負電的金屬棍一般，會使管外的金屬匣感應生電，致使電流計有反應。如果陰極射線不帶電荷，電流計就不會有任何反應。這種結果就會否證「帶電粒子說」，從而使「乙太波假說」成立的可能性更大。

⁸ 關於赫茲探測陰極射線的電磁性質之實驗，參看 Buchwald, 1995: 154-155; Mattingly, 2001: 56-57。赫茲的實驗似乎證實了陰極射線不會發出任何電磁效應。至於陰極射線會受到外在磁場偏折的現象，赫茲並沒有設計任何實驗，他只是論證，磁場其實是作用在乙太媒介上，致使依賴媒介傳遞的射線偏折，而不是直接作用在射線上。

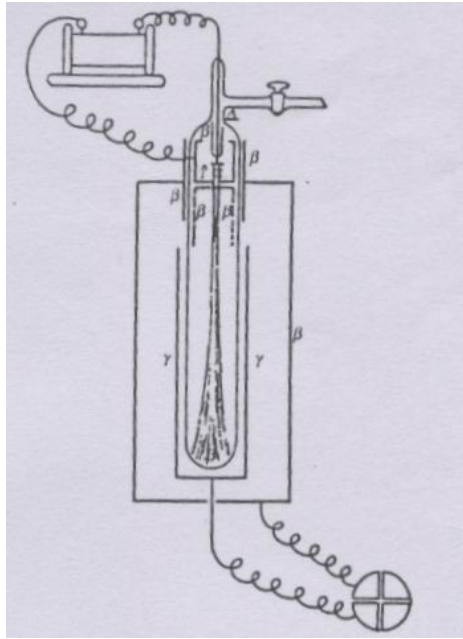


圖 4：赫茲的實驗裝備平面圖。此圖來自 Mattingly, 2001: 60

從上述的描述中，我們可以重建赫茲實驗的結構如下（首先是實驗模型的建立，繼而是實驗的設計理念，最後是落實後的實際結果。）：

(Ha1) 目的：探測陰極射線的靜電性質，以檢驗互相競爭的「乙太波假說」和「帶電粒子說」。

(Ha2) 對象：真空放電管放電時產生的陰極射線。

(Hb3) 裝備：真空放電管（陰極 α ，被圓柱筒狀的陽極 β 環繞）、電源系統、干擾因素的控制系統（即吸收可能漏出的管電流之金屬紗網 β - β ）、偵測系統（接上電流計的金屬匣 γ 和金屬罩）。

(Hb4) 控制：抽氣使管內氣壓降低，以金屬紗網吸收可能漏出的管電流。

(Hb5) 操作：首先，採用隔離管電流與陰極射線的組合方式，讓陽極環繞陰極且距離極近，陰極射線會噴出陽極之外，使得放電管被分隔成「管電流段」和「陰極射線段」。其次，將偵測靜電性質的設備在放電管外，金屬匣和金屬罩與管電流和陰極射線完全不相接觸地隔離。打開電源產生放電，陰極射線從陽極金屬圓柱小孔中噴出。

(Hc6) 收集：使用陰極射線使金屬匣感應生電的方式（假設陰極射線

帶電性)，並以金屬匣與金屬罩之間的電流計來偵測。觀察其反應。

(Hc7) 預測：電流計沒有反應。(這預測背後的推論是：如果電流計沒有反應，則陰極射線不帶電荷；可因此推論「以太波假說」為真。反之，則陰極射線帶電荷。)

對於這個實驗模型，赫茲的設計理念是：如果陰極射線是以太波，則必須分離陰極射線與管電流，我們對其靜電性質的探測才不會受到污染。如果實驗設計能得到「純淨」的陰極射線，又如果帶電粒子說是真的，則金屬匣會感應生電；如果結果不是如此，則「帶電粒子說」將會被否證。這個實驗結構的物質落實是：連接金屬匣的電流計確實沒反應，故「帶電粒子說」被否證了。

根據同樣的模式，讓我們分別重建培林和湯姆生的幾個實驗之結構。在比較之後，可以看出它們對於赫茲實驗的「複製程度」。培林的實驗（圖 5）可以重建如下（參看 Perrin, 1969: 580-583）：

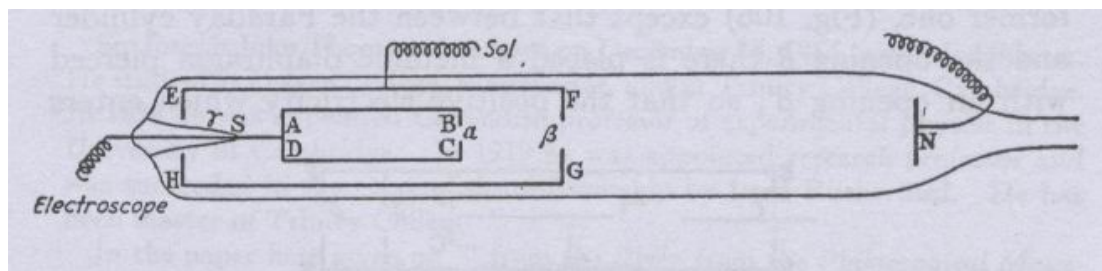


圖 5：培林的實驗裝備圖。來自 Perrin, 1969: 581

(Pa1) 目標：整體相似於(Ha1)。

(Pa2) 對象：整體相似於(Ha2)。

(Pb3 & Pb4) 裝備與控制：真空放電管（包括陰極板 N 和陽極匣 EFGH）、電源系統、偵測系統（接上電流計的金屬匣 ABCD（法拉第籠））。抽氣使管內氣壓降低。

(Pb5) 操作：首先仍採取隔離管電流與陰極射線的組合方式，但陽極未環繞陰極，而是環繞偵測匣，如此卻使放電管無法被明確地區隔成管電流段和陰極射線段。再者，偵測系統的配置是偵測匣在放電管內部，被陽極所環繞，使陰極射線會直接打在偵測匣上。打開電源產生放電，陰極射

線通過陽極中心小孔射出。

(Pc6) 收集：偵測匣蒐集陰極射線，觀察電流計反應。

(Pc7) 預測：預測電流計有反應。(相對於推論是如果電流計有反應，陰極射線帶負電荷，推論「帶電粒子說」為真。反之，則陰極射線不帶電荷。)

顯然，培林是在不同的理論假說下設計這個實驗模型和建造這種實驗裝置。雖然培林延續赫茲的思路，在設計上考慮管電流和陰極射線分開的組合方式。但是，培林基本上相信陰極射線是帶電微粒子，故設計使陰極射線直接撞擊偵測系統；如果陰極射線是乙太波，那麼偵測匣外接的電流計就不會有反應。培林預測的實驗結果是電流計有反應，證實了陰極射線帶有電荷。

培林的實驗複製了赫茲的實驗了嗎？從赫茲的角度來看，在實驗模型部分，除了(a1)和(a2)之外，其餘每個項目都有不盡相同之處：(1) 比較(Hb3)、(Hb4)和(Pb3)、(Pb4)，培林的實驗少了干擾因素的控制系統；(2) 最大的差距出現在(Pb5)和(Hb5)之間，培林的實驗沒有明確隔離管電流和陰極射線，也沒有截然分隔管電流段和陰極射線段。乍看之下培林的實驗讓陽極偵測系統外圍，可以完全吸收管電流，使穿過陽極中心小孔的陰極射線達到赫茲要求的「純淨化」，然而，如果管電流是因為低壓氣體的離子化而產生（類似在溶液電解的情況），則陽極匣內部無法完全排除管電流，何況培林使陽極完全環繞偵測匣，從赫茲的設計理念來看，極可能使管電流打中偵測匣，根本不能算是淨化陰極射線。(3) 第三個差距是(Hc6)和(Pc6)之間，培林設計讓陰極射線直接打在偵測匣上，與赫茲採用感應偵測的方式不同。這個差異乃可說來自兩人所預測的實驗結果與背景觀念（理論假說）的不同。赫茲的理論假說和背景觀念使他堅信偵測設備不能在真空管內，否則總會有受管電流「污染」的風險；培林的理論假說使他相信應該直接蒐集陰極射線來檢驗它的電荷性。

湯姆生在 1897 年也設計了一個類似赫茲和培林的實驗（如圖 6），其理論說明與培林沒有差異，落實後也偵測到電荷。湯姆生的實驗模型可以重建如下（參看 Thomson, 1969: 584-585）：

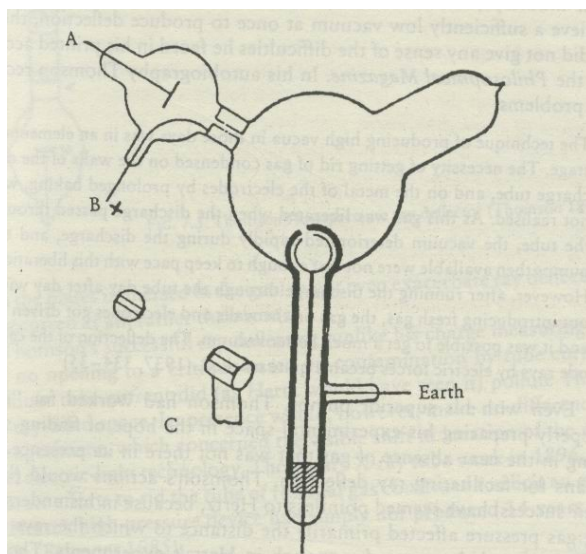


圖 6：湯姆森的實驗裝備圖。來自 Thomson, 1969: 584.

(Ta1) 目標：整體相似於(Ha1)。

(Ta2) 對象：整體相似於(Ha2)。

(Tb3) 裝備：真空放電管（陰極板 A 和陽極圓柱筒 B）、電源系統、偵測系統和干擾因素的控制系統（接上電流計的圓柱筒形偵測器 C，外有一接地的同軸圓柱筒，均留下一小狹縫）。

(Tb4) 控制：抽氣使管內氣壓降低。利用磁場來偏折射線，使少數射線能射入偵測器內。

(Tb5) 操作：首先，同樣採用隔離管電流與陰極射線的組合方式，陽極與陰極距離較短，也不像培林設計般環繞偵測匣，放電管也明顯地被區隔成管電流段與陰極射線段。其次，偵測系統的配置是偵測筒在放電管內部，不在陽極內部而且遠離陽極，再外繞一個接地的圓柱筒。打開電源產生放電，陰極射線通過陽極中心小孔射出，打入另一玻璃管。

(Tc6) 收集：偵測筒蒐集被偏折的陰極射線，觀察電流計反應。

(Tc7) 預測：預測電流計有反應。（如果「帶電粒子說」為真，預測電流計有反應，推論陰極射線帶負電荷。反之，則陰極射線不帶電荷。）

即使從赫茲的實驗設計之角度來看，也不得不承認，湯姆生的實驗比起培林的實驗，對赫茲實驗的「複製程度」更高。在(Hb3)部分，雖然湯姆生沒有使用金屬紗網來吸收漏出的管電流，但是紗網的目的是為了監控「干擾因素」，湯姆生畢竟設計了相同目的的裝備，讓陰極射線在通過陽

極後射出，而且使用接地的圓柱筒來防止可能漏出的管電流「污染」偵測器。換言之，湯姆生的裝備組合可以部分地滿足赫茲對於「干擾因素監控」的要求。進一步湯姆生也不像培林般直接捕捉直線射出的陰極射線，而是利用磁場來偏折它，強化陰極射線是帶電粒子（因此會受磁場偏折影響）的印證力。比較湯姆生和培林與赫茲的實驗，湯姆生區隔了管電流段與陰極射線段，使偵測系統遠離產生管電流的區段，可以避免培林的設計無法避開被管電流污染的可能性，也就是說，在培林和赫茲的前兩個差異，湯姆生的設計均可以予以彌補，然而在第三個差異——也就是偵測電荷的方式上——湯姆生採用了和培林一樣的理念，而與赫茲不同道——他讓陰極射線經偏折後打在偵測器上。換言之，湯姆生的理論假說和設計理念與培林一樣，都相信陰極射線是帶電粒子流。實際的落實結果也是印證了他的信念。但是，從赫茲的設計理念來看，湯姆生讓偵測系統在放電管內，儘管有干擾因素的控制系統，但仍無法徹底避免管電流的污染，導致妨礙實驗的精確性。

在 1897 年的後續系列實驗中，湯姆生又設計了如圖 7 的偏折實驗。在大多數科學家看來，這個實驗可以說毫不含糊地給予「以太波假說」和赫茲實驗的致命一擊。它幾乎做到了赫茲設計理念的一切要求，而且還增加了陰極射線會受到電場偏折這個證據。之前赫茲也曾執行偏折實驗，他於放電管的陰極射線段中內置整體和外插平板，並施加一靜電場，結果並沒有觀察到偏折。赫茲的偏折實驗模型可以重建如下：

(H'a1) 目標：探測陰極射線在靜電場中的偏折。可用以檢驗理論假說。

(H'a2) 對象：陰極射線。

(H'b3) 裝備：真空放電管（陰極 α ，被圓柱筒狀的陽極 β 環繞）、電源系統、干擾因素的控制系統（即吸收可能漏出的管電流之金屬紗網 β - β ）、內插和外接的兩版靜電平板。

(H'b4) 控制：抽氣使管內氣壓降低，以紗網來吸收可能漏出的管電流。

(H'b5) 操作：首先，採用隔離管電流與陰極射線的組合方式，讓陽極環繞陰極且距離極近，陰極射線會噴出陽極之外，使得放電管被分隔成「管電流段」和「陰極射線段」。其次，使陰極射線通過靜電平板。

(H'c6) 收集：觀察陰極射線的路徑。

(H'c7) 預測：預測射線路徑不會偏折。（如此表示陰極射線是以太波，不是帶電粒子，才不會受到靜電場的偏折。）

湯姆生的實驗同樣內插平板並施加電場，結果明確地觀察到陰極射線的偏折。他還設計了測量其偏折量的尺標，透過施加電場的強度，可以計算出電子的質荷比。讓我們重建湯姆生的實驗模型（參看 J. J. Thomson, 1969: 586-587）：

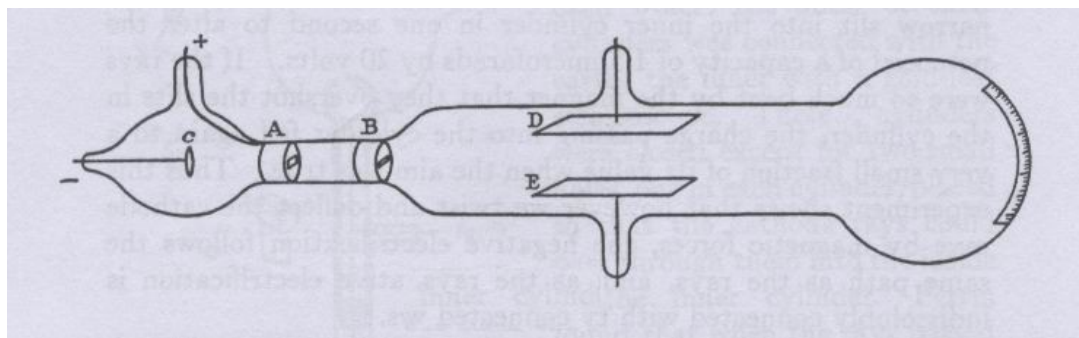


圖 7：湯姆生的偏折實驗模型。出自 Thomson, 1969: 586

(Sa1) 目標：計算電子的質荷比，但也可用來檢驗競爭假說。

(Sa2) 對象：整體相似於(Ha2)。

(Sb3) 裝備：真空放電管、電源系統、偵測系統和干擾因素的控制系統（可能漏出的管電流之過濾段，即 AB 段）。

(Sb4) 操作：首先，同樣採用隔離管電流與陰極射線的組合方式，陽極與陰極距離較短，放電管也明顯地被區隔成管電流段、AB 段與陰極射線段。其次，電場平板在放電管內部。第三，使射線管段近乎真空。打開電源產生放電，陰極射線通過陽極中心小孔射出，經 AB 段，再進入射線段。

(Sb5) 控制：抽氣使管內氣壓降低。設置 DE 電場區，偏折射線，使陰極射線打中末端圓球的尺標。而且可調整電場強度，控制陰極射線的路徑。

(Sc6) 收集：觀察陰極射線打中尺標的位置。測定電場強度。

(Sc7) 預測：預測射線會有偏折。（即如果「帶電粒子說」為真，預測陰極射線會偏折。預先透過電場強度計算陰極射線將會打中的尺標位置。）

比較湯姆生的實驗對赫茲偏折實驗的「複製程度」，我們可以說，湯姆生做到了赫茲的實驗設計理念之一切要求，他的實驗模型可以說「高度

地複製」了赫茲的實驗模型，而且更進一步地設計了測量和計算的方法。讓我們根據上文檢視製作一個諸實驗模型的比較表 [表 1]，[表 1] 可以顯示湯姆生的實驗 T（Ta1～Tc2）相對於培林的實驗 P（Pa1～Pc2），對於赫茲的實驗 H 之複製程度更高；而湯姆生的偏折實驗 S 對於赫茲的偏折實驗 H' 的複製程度最高。

		實驗 H (電荷實驗)	實驗 P	實驗 T	實驗 H' (偏折實驗)	實驗 S
目標	目的	Ha1	整體相似	整體相似	H'a1	整體相似
	對象	Ha2	整體相似	整體相似	H'a2	整體相似
手段	裝備	Hb3	部分相似	整體相似	H'b3	整體相似
	控制	Hb4	不相似	部分相似	H'b4	整體相似
	操作	Hb5	部分相似	部分相似	H'b5	整體相似
結果	收集	Hc6	不相似	不相似	H'c6	部分相似
	結論	Hc7	不相似	不相似	H'c7	不相似

表 1

現在問題是：為什麼赫茲沒有觀察到電場下的偏折？湯姆生認為問題出於赫茲實驗中的「射線管段」的氣壓不夠低，導致兩片平板放電，產生垂直於陰極射線的電流，弱化靜電場的效應，使得陰極射線無法在通過靜電場中偏折。湯姆生是這麼說的：

在重複[赫茲]這實驗時，我首先得到相同的結果，但後續實驗顯出沒有偏折的現象是由於陰極射線賦予稀薄氣體的導電性。測量這導電性時，發現它會因氣體減少而快速地降低。在氣體少到快窮盡時，就有機會偵測到由於靜電場所導致的陰極射線偏折。(Thomson, 1969: 586)

所以，湯姆生把陰極射線段的氣體抽掉，使其近乎真空，便觀察到了陰極射線的偏折。可是，如同布赫瓦(1995a: 164-165)已指出，從赫茲的理論假說與背景觀念來看，如果陰極射線是帶電粒子，即使兩片平板間產生電流，也只會強化了偏折的效應，因為兩片平板間的電流也是帶電粒子的流動，因此同樣是帶電粒子的陰極射線，豈不該更加地向正極的方向偏折？換言之，赫茲仍然可以從「實驗的背景觀念」上找到不接受湯姆生對他的否證之理由。正因如此，科學史家總是可以為赫茲找到一個理由來強調：湯姆生的偏折實驗也沒有成功地複製赫茲的實驗。

陸、結論

如前文所述，瑞德區分了三種類型的複製：在一個固定理論解釋下的複製、物質落實的複製、以及實驗結果的複製。布赫瓦則評估：培林和湯姆生的實驗並不是在「一個固定理論解釋下的複製」，更遑論其它兩種類型的複製。所以，他們兩人並沒有「複製」赫茲的實驗。可是，如果打從一開始培林和湯姆生的背景觀念就不同於赫茲的，那麼我們要如何把他們的實驗和赫茲的實驗放入「固定理論解釋下的複製」類型來作比較呢？本文的討論顯示，我們可以比較不同背景觀念下的複製，而且不需區分不同的複製類型（除了「瑣碎複製」和「有效複製」的區分之外。）如果以實驗的類型來評估實驗的複製是一種「絕對的評估」，那麼我們認為本文提議的「複製程度的相對評估」可能更好。換言之，培林和湯姆生分別以不同的程度複製了赫茲的實驗。最後，如果原初實驗與複製實驗的目的都有檢驗理論假說的用意，那麼複製程度的觀點暗示否證也是有程度性的，這一點就留給未來了。

參考文獻

- 陳瑞麟(2003a),〈科學模型的投射與落實〉,《科學與世界之間——科學哲學論文集》(台北:學富),頁 125-179。
- 陳瑞麟(2003b),〈另一種科學?另一種典範?——台灣的氣功研究能成為另一種科學典範嗎?〉,《科學與世界之間——科學哲學論文集》(台北:學富),頁 289-320。
- 陳瑞麟(2003c),〈特異功能研究是科學嗎?〉,《科學與世界之間——科學哲學論文集》(台北:學富),頁 321-332。
- 陳瑞麟(2004),〈實驗模型與科學理論的檢驗〉,國科會計畫「科學實驗與可落實模型(2/2)」(NSC92-2411-H-031-004)計畫成果報告第一章。
- 陳瑞麟(2005),〈科學現象的觀察與建構〉,《東吳哲學學報》第十一期,頁 57-98。
- 師大科學教育中心主編(1999)。《物理》「高中物理教科書」。台北:國立編譯館。
- Buchwald, J. Z. (1995a), Why Hertz was right about cathode rays. In J. Z. Buchwald (Ed.), *Scientific practice: Theories and stories of doing physics* (pp. 151-169). Chicago: The University of Chicago Press.
- Buchwald, J. Z. (1995b), *The creation of scientific effects*. Chicago: the University of Chicago Press.

- Buchwald, J. Z. Ed. (1995c). *Scientific practice: Theories and stories of doing Physics*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Chalmers, A. F. (1999). *What is this thing called science*. Indianapolis: Hackett Publishing.
- Chen, R.-L. (2004). Testing through realizable models. *NTU Philosophical Review*, 27: 67-117.
- Collins, H. (1985). *Changing order*. Chicago: The University of Chicago press.
- Crookes, S. W. (1969). The cathode discharge. In E. Madden (Ed.). *Source books in the history of science* (pp. 564-575). Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Duhem, P. (1991). *The aim and structure of physical theories*. Princeton: Princeton University Press.
- Hacking, I. (1983). *Representing and intervening*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hacking, I. (1988). On the stability of the laboratory science. *Journal of Philosophy*, 85, 10: 507-514.
- Harré, R. (2002). *Great scientific experiments: Twenty experiments that changed our view of the world*. New York: Dover Publications, Inc.
- Lakatos, I. (1989). The role of crucial experiments in science. In B. Brody & R. Grandy (Eds.). *Readings in philosophy of science*, 2nd ed. (pp. 344-355). New Jersey: Prentice Hall, Englewood Cliffs.
- Mattingly, James (2001). The Replication of Hertz's Cathode Ray Experiments. *Studies in History and Philosophy of Science*, 32, 1: 53-75.
- Perrin, J. (1969). The negative charges in the cathode discharge. In E. Madden (Ed.). *Source books in the history of science* (pp. 580-583). Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Popper, K. (1959). *The logic of scientific discovery*. New York: Harper & Row, Publishers. 2004 Routledge edition.
- Popper, K. (1969). *Conjectures and refutations*. London: Routledge. First published 1963.

- Radder, H. (1988). *The material realization of science*. Assen: van Gorcum.
- Radder, H. (1992). Normative reflexions on constructivist approaches to science and technology. *Social Studies of Science*, 22: 141-173
- Radder, H. (1995). Experimenting in the natural sciences: A philosophical approach. In J. Z. Buchwald (Ed.). *Scientific practice: Theories and stories of doing physics*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Thomson, Sir G. (1969). Matter and radiation. In R. Harré (Ed.). *Scientific thought: A selective survey* (pp. 43-105). Oxford: Clarendon Press.
- Thomson, J. J. (1969). The electron. In E. Madden (Ed.). *Source books in the history of science* (pp. 583-597). Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Whittaker, Sir E. (1988). *A history of aether and electricity*. New York: Dover Publications.

被污名化的腎：近代「腎虧」意象的出現與轉變

徐志豪

國立清華大學歷史研究所博士生

摘要

「腎虧」在現今許多人的心目中蘊含了兩種意象，第一是「腎虧」等於「腎臟病」；第二，「腎虧」是由於性行為過度所導致，等於是一種「性功能障礙」，而且多數情形特指男性而言。今日依然有不少人認為男性「縱慾過度」將導致「腎虧」，再加上不少報刊雜誌、廣告，甚至是中醫診所印製的小冊中，對於腎與性功能相關的敘述，更是強化了男性性功能障礙與「腎虧」的密切關聯性。

關於中醫以及醫學史研究當中，雖不乏論及腎臟病及性功能障礙的作品，卻未出現以「腎虧」此一普遍為人所知概念的相關研究，進一步查詢中醫所用之術語，亦未見到「腎虧」這個專有名詞。因此本文首先藉由文本分析，歸結出今日「腎虧」意象出現於 1930 年代，同時藉著考察傳統醫籍、善書、報紙、中醫小冊、甚至是網際網路等社會脈絡，由中醫、信仰、道德、出版品、傳播媒體如《申報》廣告等種種面向，探討近代「腎虧」的意象如何形成，又蘊含哪些不同意義，並分析大眾心目中性功能問題、腎臟病是如何與「腎虧」產生連結。本文期望對於時下「腎虧」意象的出現、演化和形成提供一具體的圖像。

關鍵字：近代、醫學史、中醫、申報、善書、腎、腎虧

一、前言

先前筆者曾因健康檢查報告懷疑腎臟功能發生問題，因此再度就醫進行各項檢驗，所幸最後確認僅為虛驚一場。即使性功能與今日醫學知識中腎臟的主要功能無關，不過事後總有些友人開玩笑地指稱筆者一定是「縱慾過度」而導致「腎虧」，再加上不少廣告、報章雜誌一再強調男性性功能障礙與「腎虧」有著密切關聯性，因此引發了筆者對「腎虧」概念的興趣。

從筆者本身的經驗來看，「腎虧」一詞在大眾的心目中顯然蘊含了兩個概念，第一個概念是腎虧等於腎臟病；第二，腎虧是由於性行為過度所導致，因此等於是一種帶有負面觀感的「性功能障礙」，而且多數情形特指男性而言。

不過就筆者查詢現今關於中醫以及醫學史研究當中，雖然不乏腎臟病及性功能障礙的作品，卻並未出現以「腎虧」這個普遍為人所知名詞的相關研究，進一步查詢中醫所用之術語，亦未見到「腎虧」此一特定名詞，令筆者訝異。

筆者撰文的用意並非探究「腎虧」的辨症論治，或者醫學技術層面的看法，而是希望透過考察社會脈絡，探討明清以迄近代對於「腎虧」概念的流變，以及中醫如何影響了一般民眾心目中的腎與男性性功能的連結。同時，傳統的醫學史研究對象多半未特定指涉性別，本文特別從男性身體所關切的「腎虧」問題出發，希望能提出另一不同的研究面向。

本文將由文本分析著手，先整理醫籍史料當中「腎虧」出現的段落，了解醫籍中「腎虧」的意義，接著藉由近代中國重要的報紙《申報》上的醫藥廣告，尋找出當今「腎虧」概念大約出現在 1930 年代，並由善書、中醫小冊、報刊，甚至是近年興起的網際網路傳播的內容，由中醫、信仰、道德、出版品、傳播媒體等種種面向，探討明清以迄今日「腎虧」的概念如何形成，又蘊含哪些不同意義，以及「腎虧」概念盛行的可能原因，並且分析大眾心目中與性功能問題、腎臟病是如何與「腎虧」產生連結。希望對於時下「腎虧」概念的出現、演化與形成提供一個比較具體清晰的圖像。

二、中西醫對於「腎」的認識

1. 現代醫學觀點中的腎臟

現代的醫學知識可說幾乎完全以西醫為主體。關於現代醫學是如何看待腎臟？筆者認為國家醫政機構所發布的衛教資料可作為一種當下的主流醫學概念，同時也是為國家所認可的意見。根據行政院衛生署國民健康局發行的衛教單張，同時並發布於「健康九九——衛生教育網」2003年六月的宣導資料〈腎臟保健——認識你的腎臟〉，對於腎臟功能的介紹如下：

腎臟是血液淨化器官，一般人有兩顆長得像蠶豆一樣的腎臟，每一個約有拳頭般大，位於後腰部的肋骨緣下面，由顯微鏡下面看，每個腎臟由100萬個腎元組成，而每個腎元依序由腎絲球、近曲小管、亨利氏管及遠曲小管連結起來。集尿管則連結所有的遠曲小管開口，將尿液收集到輸尿管而進入膀胱。

食物中的蛋白質與體內代謝產生的廢物會進入血液中，由腎臟來負責過濾血液中的含氮廢物與過多的液體。腎臟每天過濾液體約160-190公升，其中大部分皆回收體內，僅約1-2公升離開身體形成尿液；除了過濾血中毒素，腎臟還執行下列重要工作：（一）釋放荷爾蒙（如腎素）幫忙調節血壓；（二）調解電解質（如鈉、鉀、鈣等）平衡；（三）釋放紅血球生成素(EPO)刺激骨髓製造紅血球；（四）合成活性維他命D幫忙維持骨骼鈣質和身體正常的化學平衡。¹

儘管此份衛教單張說明中的專有名詞對一般民眾仍有些難度，不過相信大眾還是可以藉此理解腎臟的主要功能。據此，我們可以了解，現代醫學所認知的腎臟存在於人體的後腰部兩側，其基本功能是血液不停地通過它以清洗人體代謝的廢物，多餘的水份經由它形成尿液最後排出體外，調解體內水份平衡，同時腎臟還維持體內電解質、酸鹼的平衡，也分泌一些激素及升壓素等等。

從上述被醫政機構認可的現代醫學觀點來看，腎臟掌管了新陳代謝的重要工作，然而腎臟與性功能並沒有什麼直接的關聯。換句話說，「縱慾過度」所衍生的性功能障礙不僅與腎臟無關，更不會對腎臟有所影響。

2. 古代中醫對於腎的認識

中醫理論中人體的內部包括了五臟六腑，腎為五臟之一，心、肺、脾、肝、腎合稱為五臟，五臟是生理活動的中心。中醫理論與五行學說對應，將

¹ 參見行政院衛生署國民健康局「健康九九——衛生教育網」網站，此衛教單張原為免費分贈，不過已被索取一空，衛生署網站目前提供PDF檔案下載，網址為：

<http://health99.doh.gov.tw/media/public/pdf/s10833.pdf> 亦可參見文末附圖一、二。

人體的內臟分別歸屬於五行，以五行的特性來說明五臟的生理功能，心屬火，肺屬金，脾屬土，肝屬木，腎屬水。

爲了初步了解中醫對於腎的概念，筆者先利用《中國醫學大辭典》查詢其中關於腎的解說：

五臟之一。((《黃帝內經》))〔素問靈蘭秘典論〕腎者，作強之關，技巧出焉。((《黃帝內經素問》))〔六節藏象論〕腎者，主蛰，封藏之本，精之處也。其華在髮，其充在骨，為陰中之少陰，通於冬氣。²

《中國醫學大辭典》引用了作為中醫理論基礎來源《黃帝內經》的說法，認為腎臟是藏精之臟，腎臟所藏的「精」不僅滋養臟腑，還滋養了髮與骨。當然，至此是趨近於理論的觀念，《中國醫學大辭典》接著有比較近似於解剖學的陳述，代表了辭典編者的意見：

按腎共二枚，在腹腔之背，對列於左右，形如蠶豆，色紅褐，外旁突出，內旁凹入。秉寒水之氣，受五臟六腑之精而藏之，以化髓生骨。平時則分析血中之廢料，下注膀胱以成尿液。交媾則輸所藏之精出於精管以成精液，而保精節慾，實養腎之大要。³

辭典對於腎臟及其功能的解說，不僅延續傳統中醫的理論，而且「分析血中之廢料，下注膀胱以成尿液」與現代醫學中對於腎臟功能的敘述相合。不過陳述接著卻又將腎拉回與性功能關聯的「交媾則輸所藏之精出於精管以成精液」這個與西醫不同的論點，並且強調「而保精節慾，實養腎之大要」此一中醫概念。《中國醫學大辭典》編者對於腎臟功能的解說，兼採中西醫的說法，但筆者認為「分析血中之廢料，下注膀胱以成尿液」這段西方式的解說夾雜其間，實顯突兀。

在傳統中醫基礎理論中有關於水液的代謝與腎臟無關，例如廖育群即認為因為古代對於腎循環、尿生成的生理、生化一無所知。有時候提到水病與腎相聯繫，實際上是基於五行配屬中「腎主水」的說法。根據記載，水液的代謝是通過小腸與大腸到達膀胱完成，甚至直到十九世紀時，中西醫學都只認為水液是滲入膀胱的。⁴

中醫的形成與發展，主要從宏觀的整體和外表觀察研究的方法來闡明問

² 謝觀，《中國醫學大辭典》（臺北：臺灣商務印書館，1981），頁 3107。

³ 謝觀，《中國醫學大辭典》（臺北：臺灣商務印書館，1981），頁 3107。

⁴ 廖育群，《岐黃醫道》（臺北：洪葉文化，1994），頁 124。

題，因此中醫雖然對臟腑有古代解剖的知識基礎，然而對於生理與病理的分析、認識則超過了現今解剖學的某一臟器的範圍，形成了中醫獨特的理論體系。中醫理論的某一個臟腑的功能可能包含了現代醫學所認定的幾個臟器的功能，而現代醫學認為的某個臟器功能也可能分散在幾個中醫的臟腑當中。由此看來，中醫的「腎」與西醫的「腎」雖然名稱相同，但涵義上並不完全相同，二者間不能等同視之。中醫的腎不單純是解剖學上腎臟的概念，而是概括了人體某些生理功能的宏觀概念，同時與其他臟腑有關。⁵

3. 中西醫的消長

西方醫學知識的範型已經傳入百餘年，因此，處於當代社會的我們，尤其是年輕的一代，已經不容易存有傳統中國社會的疾病觀念。當個人身體出現了異常狀況時，有些人會急切的去處理，有些人則是不予理會，更有些人是問了一大堆週遭的朋友親戚再說。在這個詮釋「疾病」的過程中，個人過去的經驗、所具有的觀念、社會文化特質，皆會在有意無意間切入，進而影響個人的對應行為。這個詮釋過程是多元的、動態的、且相當細緻。⁶

筆者發覺，近數十年來，學習理工者多半以「科學」角度來看待傳統中國的許多概念，並試圖將西方科學系統套入這些傳統的概念當中，在各項思想、技術方面處處可見，同時甚至有著「科學」可「實證」一切的優越感。在清末民初西方勢力強大的複雜歷史背景之下，逐漸形成「科學」不僅具有優越性，相信「西方科學」已形成了近代一種普世觀點，這種觀點對傳統中國醫學理論上更是有著強烈衝擊。

例如自從明末西方醫學輸入以來，中西醫學之間即不斷有接觸、交流、衝突與辯難。1929 年南京政府甚至通過余巖（余雲岫，1879-1954）等人廢止中醫的提議，引起了中醫界的反彈，並且由學術論爭激化為政治鬥爭，一直持續了近十年之久。⁷除了爭鬥之外，也產生了融合的想法，過去某些學者試圖以自己原有的體系來改換、變易或者同化西醫的系統，把西醫安放於自己原來的架構之內的特定部位，而逐漸模糊了一些中醫與西醫絕對不能相容的成分與因素。⁸

不僅是在醫學界，甚至一般受過科學教育者常有西醫疾病與中醫名詞對

⁵ 參見吳華強著，《腎炎的家庭療養》（臺北：書泉出版社，1999），頁 11。

⁶ 張苙雲，《醫療與社會》（臺北：巨流圖書公司，2002），頁 49-50。

⁷ 李建民，〈傳統醫療史研究的若干醒思〉，收於《方術、醫學、歷史》（臺北：南天書局，2000），頁 160-161。

⁸ 李建民，〈傳統醫療史研究的若干醒思〉，頁 163。

應的想法，例如筆者在撰文過程中便曾遭遇友人以「科學」堅定的口吻告訴筆者腎虧就是今天的「尿毒症」。⁹不過，本文撰寫的目的並非探究腎虧到底是何種現代觀點下的病症，因為傳統疾病的名稱及相關醫理的專門語言不可能完全使用現代的醫學術語加以統一或理解。況且，中西從不同醫學傳統各自所發展出一套對疾病的認識方法、命名與分類，彼此之間是否有統一翻譯的可能也不無疑問。¹⁰中西醫對腎的看法原本就不同，因此，討論腎虧是指何種現代病症並無實質意義。

雖經民國初年中西醫論爭，今日的西醫與中醫依舊涇渭分明，其間西醫優於中醫的位階關係更是明顯。在代表現代科學的西醫主導的整體醫療大環境當中，中醫的發揮空間相當有限，在中醫走向「科學化」的同時，中醫卻也無形中進入了西醫的框架，例如所謂的「科學中藥」、「病理檢驗」等等。同時，在民國初年一連串的國家權力與專業優勢的交互作用之下，西醫與中醫發展到如今的不對等關係，似乎也是必然的結果。¹¹

三、醫書中的「腎虧」

既然「腎虧」一詞向來被許多人認知為傳統中醫的一個「專有名詞」，於是筆者試圖從醫藥文獻中追溯「腎虧」一詞出現的大略時代。筆者追本溯源，以明代為主的醫籍中找尋相關於「腎虧」的名詞。就筆者能力所及之醫藥史料中搜尋，得知「腎虧」一詞在醫籍中並不常見。

筆者在能力所及的醫藥典籍當中，整理出「腎虧」一詞出現之史料，發覺因為「腎虧」並不盡然都是獨立存在之名詞，故用底線加以標示，以利辨識。筆者共尋得二十七條資料，羅列如下：

(1)《本草綱目》在「九香蟲」的療效中提及：

【主治】膈腕滯氣，脾腎虧損，壯元陽。¹²

(2)《普濟方》：

⁹ 這類的觀點也出現在期刊文章上，想藉現在的科學觀點告訴大眾腎虧到底是什麼，如津津，〈從科學觀點談腎虧〉，《衛生雜誌》38卷4期(1972.6)，頁47-49。

¹⁰ 李建民，〈傳統醫療史研究的若干醒思〉，頁164-165。

¹¹ 張苙雲，《醫療與社會》（臺北：巨流圖書公司，2002），頁182。

¹² 明·李時珍，《本草綱目》（北京：人民衛生出版社，1975年點校本）卷39，頁2258。

清燥湯一名茯苓燥濕湯 六七月之間濕令大行，子能令母實而熱旺，濕熱大勝而刑庚大腸，故寒涼以救之。以天令言之，則清燥之氣絕矣。古人之法。夏月熱。以救熱傷天真元氣。燥金受濕熱之邪，絕寒水生化之源，源絕則腎虧，痿厥之病大作，腰已下痿軟，癱瘓不能動行。夫不正兩足攣側。更宿有濕熱之證，當急救之。¹³

(3)《普濟方》：

神應參丹出簡易方 治丈夫婦人童男室女心腎虧虛。神氣欲脫。咳嗽痰喘。咯血氣急。寒熱往來。形容瘦弱。風痰潮厥。腸滑泄利。一切諸證并主之。¹⁴

(4)《普濟方》：

黃耆丸出和劑方 治丈夫腰腎虧。虛風上攻，頭面虛浮，耳內蟬聲，頭目昏眩，項背拘急，下注腰腳，腳膝生瘡，行步艱難，腳下隱疼，不能踏地。筋脈拘攣，不得屈伸。四肢少力，百節酸疼，腰腿冷痛。小便滑數，及癱瘓風痺，遍身頑麻。又療婦人血風，肢體痒痛，腳膝緩弱，起坐艱難。并宜服之。¹⁵

(5)《醫方類聚》：

夫腎者坎之炁，水之精，其色黑，其象如懸石，其神形如白鹿。兩頭生智，化為玉童，長一尺，出入于腎藏，其神和也。人之柔順，其至而後全其生，則合乎太清也。合乎骨，上主于齒，齒之痛者，腎傷也。又主于耳，人之不聞聲者，腎虧也。人之骨疼者，腎虛也。人之齒多齟者，腎虛也。人之齒骨齟者，腎之風也。人之耳痛者，腎炁壅也。人

¹³ 明·朱橚等編，《普濟方》（北京：人民衛生出版社，1959年據四庫抄本排印）卷27，〈方脈運氣臟腑〉，頁707。

¹⁴ 明·朱橚等編，《普濟方》卷219，〈補壯元陽附論〉，頁3369。

¹⁵ 明·朱橚等編，《普濟方》卷225，〈補益諸虛附論〉，頁3516。

之多呵欠者，腎邪也。人之腰不伸者，腎冰也。人之色黃黑者，腎衰也。¹⁶

(6)《醫方類聚》關於「中風」的敘述：

風中須將氣飲詳，薑煎蘇合橘皮湯，省風續命徐徐進，二藥仍須入木香。中風之證，多因心腎虧虛，喜怒不常，或強食停飲，或怒氣傷神，過慮損心之所致也，先用局方蘇合香元，薑汁調數元，分為三服，却用橘皮湯點服，次服省風湯、小續命湯，加木香依法煎。¹⁷

(7)《醫方類聚》當中〈治風中半身不遂病〉的記載：

往往中風之證，多因心腎虧虛，喜怒不常，或強食停飲，或怒氣傷神，過慮損心之所致也。先用局方蘇合香丸薑汁調數丸，分為三服，却用橘皮湯點服之，次服省風湯、小續命湯，加木香依法煎服之。¹⁸

(8)《醫方類聚》：

茯苓燥濕湯 治六七月間，濕令大行，濕令行，子能令母實，熱旺也，濕熱大勝，必刑庚大腸。以天令言之，則清燥之氣絕矣。古人之法，夏月熱，以救熱傷天真元氣，燥金若受濕熱之邪，是絕寒水生化之源，源絕則腎虧，痿厥之病大作，腰已下痿軟、癱瘓不能動矣。何止行步不正，兩足欹側，更宿有濕熱之證，當急救之。¹⁹

(9)《醫方類聚》：

清燥湯〔一〕 六七月之間，濕令大行，子能令母實而熱旺，濕熱相合而刑庚大腸，故寒涼以救之。燥金受濕熱之邪，絕寒水生化之源，

¹⁶ 朝鮮·金禮蒙等收輯，《醫方類聚》（北京：人民衛生出版社，1981年浙江省中醫研究所、湖州中醫院校點校本）第1冊，卷5，〈腎臟圖〉，頁118。

¹⁷ 朝鮮·金禮蒙等收輯，《醫方類聚》第1冊，卷14，頁352。

¹⁸ 朝鮮·金禮蒙等收輯，《醫方類聚》第1冊，卷20，〈治風中半身不遂病〉，頁535。

¹⁹ 朝鮮·金禮蒙等收輯，《醫方類聚》第1冊，卷25，〈茯苓燥濕湯〉，頁700。

源絕則腎虧，痿厥之疾大作，腰以下痿軟，癱瘓不能動，行步不正，兩足倚側。²⁰

(10)《醫方類聚》：

脾腎虧虛冷氣奔，冲心絞痛體無溫，更兼下部都穿注，青木香丸智散吞。²¹

(11)《醫方類聚》：

六七月之間，濕令大行，子能令母實而熱旺，濕熱相合而刑庚大腸，故寒涼以救之，燥金受濕熱之邪，絕寒水生化之源，源絕則腎虧，痿厥之病大作，腰已下痿軟癱瘓不能動，行走不正，兩足欹側，以清燥湯主之。²²

(12)《醫方類聚》：

脾腎虧虛冷氣奔，冲心絞痛體無溫，更兼下部都穿注，青木香丸智散吞。²³

(13)《醫方類聚》：

老人心腎虧虛，膀胱既寒，下部痿弱，用局方黑錫丹三百粒，定志元二百粒，同研為末，再用糯米糊為圓，如梧桐子大，陰乾，每用附子半只，炮去皮尖，分作二服，每用益智二十粒，入鹽少許，同煎取八分，去滓，送下前藥，三十元加至四十元，服之甚妙。²⁴

(14)《醫方類聚》：

²⁰ 朝鮮·金禮蒙等收輯，《醫方類聚》第1冊，卷26，〈清燥湯〉，頁725。

²¹ 朝鮮·金禮蒙等收輯，《醫方類聚》第5冊，卷93，〈治脾腎虛冷氣冲心〉，頁267。

²² 朝鮮·金禮蒙等收輯，《醫方類聚》第5冊，卷101，〈溫熱成痿肺金受邪論〉，頁531。

²³ 朝鮮·金禮蒙等收輯，《醫方類聚》第5冊，卷101，〈脾胃·無礙丸子〉，頁537。

²⁴ 朝鮮·金禮蒙等收輯，《醫方類聚》第7冊，卷149，〈治老人下部痿弱病〉，頁361。

神應參丹 丈夫婦人，童男室女，心腎虧盈，神氣欲脫，咳嗽痰喘，咯血氣急，寒熱往來，形容瘦弱，風痰潮厥，腸滑泄利，一切虛證，皆能主之。²⁵

(15)《醫方類聚》：

東垣清燥湯 治濕熱成痿，以燥金受濕熱之邪，是絕寒水生化之源，絕則腎虧痿厥之病大作，腰以下痿軟，癱瘓不能動。²⁶

(16)《醫方類聚》：

清燥湯 治六月七月間，濕令大行，子能令母實，而熱旺，濕熱相合，必刑庚大腸，寒涼以救之。燥金受濕熱之邪，絕寒水生化之源，源絕則腎虧，痿厥之病大作，腰已下痿軟，癱瘓不能動，行步不正，兩足欹側，此藥主之。²⁷

(17)《東垣醫集》：

六七月之間，濕令大行，子能令母實而熱旺，濕熱相合，而刑庚大腸，故寒涼以救之。燥金受濕熱之邪，絕寒水生化之源，源絕則腎虧，痿厥之病大作，腰已下痿軟癱瘓，不能動；行走不正，兩足欹側。以清燥湯主之。²⁸

(18)《東垣醫集》：

清燥湯 治六月七月間，濕令大行，子能令母實而熱旺，濕熱相合，必刑庚大腸，寒冷以救之。燥金受濕熱之邪，絕寒水生化之源，源絕

²⁵ 朝鮮·金禮蒙等收輯，《醫方類聚》第7冊，卷149，〈服餌法·神應參丹〉，頁369。

²⁶ 朝鮮·金禮蒙等收輯，《醫方類聚》第7冊，卷153，〈雜方·清燥湯〉，頁474。

²⁷ 朝鮮·金禮蒙等收輯，《醫方類聚》第7冊，卷153，〈中風證必自汗不得重發其汗·清燥湯〉，頁571。

²⁸ 金·李東垣撰，《東垣醫集·脾胃論》（收於《中醫整理叢書》，北京：人民衛生出版社，1993）卷下，〈濕熱成痿肺金受邪論〉，頁114。

則腎虧，痿厥之病大作，腰已下痿軟，癱瘓不能動，行步不正。兩足欹側，此藥主之。²⁹

(19)《東垣醫集》：

茯苓燥濕湯〔四〕 治六七月間，濕令大行，濕令行，子能令母實，熱旺也。濕熱大勝，必刑庚大腸。以天令言之，則清燥之氣絕矣。古人之法，夏月熱，以救熱傷天真元氣。燥金若受濕熱之邪，是絕寒水生化之源，源絕則腎虧，痿厥之病大作，腰已下痿軟，癱瘓不能動矣，何止行步不正，兩足欹側？更宿有濕熱之證，當急救之。³⁰

(20)《赤水玄珠全集》：

夫痿者，濕熱乘於腎肝也，當急去之。不然則下焦元氣竭盡而成軟癱。必腰下不能動，心煩冤而不止也。若身重或氣不短，小便如常，及濕熱之令退時，或所增之病氣退者，不用五味子、澤瀉、猪苓、茯苓、黃柏、知母、蒼朮、白朮之藥，只依本病中證候加減，常服藥亦須用酒黃柏二分或三分。六七月之間，濕令大行，子能令母實而熱旺，濕熱相合而刑庚大腸，故用寒涼以救之。燥金受濕熱之邪，絕寒水生化之源，源絕則腎虧，痿厥之病大作，腰以下痿軟癱瘓，不能動矣。步行不正，兩足欹側，以清燥湯主之。³¹

(21)《赤水玄珠全集》：

生生子曰：顫振者非寒禁鼓慄，乃木火上盛，腎陰不充，下虛上實，實為痰火，虛則腎虧，法則清上補下。³²

(22)《赤水玄珠全集》：

²⁹ 金·李東垣撰，《東垣醫集》卷下，〈蘭室密藏·自汗論〉，頁247。

³⁰ 金·李東垣撰，《東垣醫集》卷9，〈東垣試效方·暑熱傷氣〉，頁521。

³¹ 明·孫一奎編著，凌天翼點校，《赤水玄珠全集》（收於《中醫整理叢書》，北京：人民衛生出版社，1993）卷2，〈赤水玄珠〉，頁86。

³² 《赤水玄珠全集》卷14，〈赤水玄珠·顫振門〉，頁581。

一、艾附丸，若脾胃虛寒，陰血不足，氣逆發熱，月經不調，或胎氣不成者，宜暫用之。若脾腎虧損，陰虛發熱，月經不調，或崩漏帶下，或便血吐衄，小便淋澀，或晡熱內熱，寒熱往來，或盜汗自汗，不時發熱，宜用六味地黃丸。若兼脾氣不足，飲食少思者，佐以六君子湯。

33

(23)《丹溪醫集》：

清燥湯 治濕熱成痿，以燥金受濕熱之邪，是絕寒水生化之源，源絕則腎虧，痿厥之病大作，腰已下痿軟，癱瘓不能動。³⁴

(24)《婦人良方大全》：

愚按、前症若肝腎虛熱。用當歸散。肝血虛熱。四物加柴、梔、丹皮。肝火內動。小柴胡加山梔、丹皮。肝火血燥。加味逍遙散。脾經鬱火。加味歸脾湯。肝脾鬱火。歸脾、逍遙兼服。肝腎虧損。歸脾、六味兼服。仍與前後月經不調治驗同用。³⁵

(25)《婦人良方大全》：

愚按、丹溪云。春是木氣上升，夏是火氣炎上，秋是濕熱傷肺，冬是風寒外來。……腎水虛。用六味地黃丸。黃昏嗽。用（頁23）四物、五味、麥門。并前丸。五更嗽。用六君子。不得眠及兩脅下痛。用六味地黃、補中益氣。若因氣虛。腠理不密。六淫所侵。當祛外邪而實脾土。若因心火太過。當伐肝木而滋肺金。若因肺金氣虛。當補脾土而生肺氣。若因腎水虧損，虛火炎上，當補肺腎以滋化源。大抵風邪胃火，此實熱為患，易治。惟肺腎虧損，此真臟為患，最難調治。³⁶

(26)《婦人良方大全》：

³³ 《赤水玄珠全集》卷20，〈赤水玄珠·婦人一·薛氏校註合宜禁忌凡例〉，頁779。

³⁴ 元·朱震亨撰，《丹溪醫集》（北京：人民衛生出版社，1993）卷4，〈丹溪心法·丹溪先生心法卷四·痿五十六〉，頁356。

³⁵ 宋·陳自明著，明·薛立齋註，《婦人良方大全》（上海：文光出版社，1984）卷1，〈天癸過期方論〉，頁38。

³⁶ 《婦人良方大全》卷6，〈咳嗽方論〉，頁22-23。

四物湯加側柏生地黃，治虛熱吐血甚效；若脾經血虛，須用四君加芎歸；若脾經結鬱，須用歸脾湯；若肝腎虧損，須用六味丸。若氣血俱虛，須用十全大補湯。³⁷

(27)《婦人良方大全》：

一婦人痰喘內熱，大便不通，兩月不寐。脈洪大，重按微細，此屬肝肺腎虧損。朝用六味丸，夕用逍遙散，各三十餘劑。計所進飲食百餘碗，腹始痞悶，正前所謂血虛火燥也。以猪膽汁導而通之，用十全大補湯，調理而安。³⁸

根據以上醫籍文句中所提到之「腎虧」，主要有四大類：第一，最大量出現的是：「燥金受濕熱之邪，絕寒水生化之源，源絕則腎虧」；第二，特別的有「又主於耳，人之不聞聲者，腎虧也」，耳朵聽不到也是腎虧；第三，指中風也是「心腎虧虛」所致。第四，其他則有肺腎虧損、脾腎虧虛、心腎虧損等等，不一而足。大抵前述最常見的「腎虧」是指身體燥熱，以致肺腎虧損。放在中醫傳統的五行架構下來看，金過燥，會導致無法生水，於是便採行清燥之法治療。以上「腎虧」似與男性性功能障礙的關聯不大。

既然醫籍當中出現「腎虧」的文句與性功能障礙較無關聯，因此筆者再透過醫籍中關於治療男性性功能障礙的部份來探究性功能與腎的關係。明代張介賓(1563-1640)《景岳全書》的〈遺精〉對於治療男性性功能障礙如陽萎、遺精有詳盡論述。張介賓把「遺精」歸之於心、肝、腎三臟，篇末附有「治遺精方」六十則，提供各種藥方。³⁹已可得知在明代時，中醫認為腎與性有著密切關聯。

不過，中醫理論之中腎所生的「精」並非狹隘地指男性的精液，而是指全身的「精」。保養好的「精」就是保養個人的身體良好，身體良好便能生育健康的子女，以使生命延續。後來演變為腎的功能不良會造成下肢行動不便，在此身體狀況不佳、下肢不便的情形下，對於性功能亦有一定程度的影響，此一因素亦是筆者推測可能腎虧與性功能障礙關聯的原因之一。

³⁷ 《婦人良方大全》卷7，〈鼻血方論·附治驗〉，頁20。

³⁸ 《婦人良方大全》卷8，〈大便不通方論·附治驗〉，頁16。

³⁹ 參見明·張介賓，《景岳全書》（收錄於《景印文淵閣四庫全書》，臺北：臺灣商務印書館，1983年據國立故宮博物院藏本影印），卷29，〈遺精〉，頁總777-594至609。

四、腎與性：試論近代「腎虧」的概念

儘管中醫理論中腎與男子性功能有著密切關聯，不過由於前述的醫藥史料中未曾見到「腎虧」，且明確指出「腎虧」與性功能障礙有關，因此筆者再將關注的焦點往後移至清末此一西力東漸的時代，同時關注的面向則由具有知識背景者所撰寫的醫籍，轉至社會面向的資料，如報紙、善書，甚至目前的網路等等，試圖更接近普羅大眾的「腎虧」觀點。

1. 《申報》的醫藥廣告

《申報》是中國近代相當珍貴的史料之一。《申報》創刊於上海，從清同治十一年(1872)三月二十三日，到中國大陸易主(1949)為止，前後發行七十七年。其間的中國的內亂外患、進步與反動、革命與維新的種種事情，《申報》都極可能有所記錄，對於認識中國近代的演變相當有幫助。⁴⁰《申報》的型態幾乎可說與時下所見的報紙相同，同時更有許多篇幅的分類廣告。筆者擬由醫藥廣告出發，嘗試從一般社會脈絡中找尋蛛絲馬跡。

筆者以光緒九年(1883)底最醒目的兩家藥局廣告為例，「上海大馬路老德記起首藥房」、「樂善堂藥房各種妙藥」以及廣告較小但今日極為知名的「屈臣氏」藥房。老德記與樂善堂的廣告在《申報》上非常醒目，二者廣告篇幅大小接近，均約佔《申報》一個版面的三分之一強，廣告型態也很接近，而出現頻率老德記大概高一些，不過每隔數日樂善堂也會刊登一篇廣告。屈臣氏藥房筆者則未見這類廣告。

據筆者考察兩家藥房的廣告，老德記在光緒九年(1883)十二月二十八日這種型態的廣告最早大約出現於光緒八年(1882)六月十五日，之前老德記亦已在《申報》上刊載廣告，但篇幅較小，且樣式不同。樂善堂的廣告在更早即有，但後來廣告頻率則遜於老德記。兩家藥房的廣告內容大同小異，在此摘錄目前筆者見到兩家藥房所販賣有關性功能藥物的廣告。老德記廣告：

百補固精丸 男子凡患遺精夢洩者皆由下元虛損居多若不急治必成癆怯如患此者速來購藥效如神⁴¹

樂善堂亦有類似藥品：

⁴⁰ 吳相湘，〈申報影印本簡介〉，《申報》（臺北：臺灣學生書局，1965年據國立中央圖書館藏本攝製），頁1。

⁴¹ 《申報》（學生書局版），刊載於清光緒九年(1883)十二月二十八日，頁27347。

滋腎回春丸 最能益精補髓壯元陽滋腎水肅去上部之邪火而治下元之虛損真衛生種子兩全之靈藥也每瓶洋一元⁴²

遺精、夢洩亦為當今一般所知「腎虧」的症狀，但不論老德記或樂善堂的廣告，在提及男性性功能障礙時均未利用「腎虧」一詞。樂善堂所販賣的「滋腎回春丸」提到的「滋腎水」乃傳統中醫學中腎主水概念的延展。儘管此時已普遍認為性功能與腎有關，但筆者仍未見到使用「腎虧」這個名詞精確的來指腎臟病或者男性性功能障礙的情形。而關於補腎、保腎，以及其他有關白濁、遺精等不同的性功能障礙症狀的藥物廣告依然持續地出現在《申報》的廣告當中。

直至筆者翻閱到民國二十三年(1934)十二月十一日的《申報》，終於見到一則「佛慈大藥廠有限公司」題為〈補腎強壯造血劑：「腎氣丸」與腎虧之病理〉的廣告，大約佔了《申報》四分之一個版面，其中提到：

三，腎虧 現代男子之患腎虧者最多。凡患此病者。決不能享男女天賦本能之快樂。此病發生。或由於營養障害。或由於生殖器局部疾病。或由於精神之作用。或由於衰老。荒淫。房事過度。鴉片中毒。花柳病等。其原因甚為複雜。⁴³

這則廣告為筆者所見到最早以「腎虧」作為標題的廣告，內容提到「凡患此病者。決不能享男女天賦本能之快樂」，並且是明顯指涉「腎虧」與性功能障礙、甚至性病有高度關聯的廣告。

於此同時，比較舊的「腎虧」概念仍被使用著。在上述佛慈大藥廠廣告出現的同一時期，仍有其他與腎有關廣告使用了「腎虧」一詞，卻不將「腎虧」單純視做性功能障礙的例子。如本文上則廣告次日（十二月十二日）的一則〈兜安氏秘製保腎丸〉的廣告：

背痛、腰痠、風濕痛為腎虧之警告，切勿輕視。若不治愈，非特痛苦纏綿，而且疾病叢生。其最有效最對症之藥當推「兜安氏秘製保腎丸」，此藥強腎清血，專治腎虧各症，萬無一失。請速購服，試看收效之如何迅速。⁴⁴

⁴² 《申報》（學生書局版），刊載於清光緒九年(1883)十二月十二日，頁 27339。

⁴³ 《申報》（上海：上海書店，1982-1987 年據 1872 年四月-1949 年五月上海圖書館藏原報影印），刊載於民國二十三年(1934) 十二月十一日。

⁴⁴ 《申報》（上海書店影印本），刊載於民國二十三年(1934) 十二月十一日。本段廣告文字標點為筆者所加，原文並未標點。

這則「兜安氏西藥公司」的產品廣告開宗明義指出「背痛、腰痠、風濕痛為腎虧之警告」，顯示此處所言的「腎虧」乃是由背痛、腰痠、風濕痛等一般病症所致，並非縱慾過度導致，談不上與性功能有關。此外，在同一時期出現較為頻繁的補腎藥物廣告尚有「第威德補腎丸」。此一時期「第威德補腎丸」所作的廣告型態類似，其內容也提及腎虧，如民國二十三年一月三十日題為〈四圈八圈腰不復痠〉的廣告內容：

腎虧之人。一經久坐。則必腰痠背痛困苦異常。欲享健康之真快樂者。請即服第威德補腎丸。該丸能使腎部健全。清尿濾血。清除血液內之尿酸酸質。而解除腰痠背痛之苦。則身體亦日臻康強。不論四圈八圈。腰不復痠矣。⁴⁵

又如同年十一月三十日〈腎無疾病體自強〉的廣告內容：

有病之人。方知無病之樂。而腎部不健。則腰痠背痛骨痛等諸般痛楚叢生。如墮苦海。其唯一補救辦法。祇有服用第威德補腎丸。此丸專能消除痛苦。補養腎部。肅清血液內之尿酸酸質。清尿消毒。強腎健身。各病霍然若失矣。⁴⁶

這兩則「第威德補腎丸」的廣告都提及了「腎虧」，卻未曾明示或暗示腎虧與性有關，而是指出「腎虧」與腰痠背痛的有著密切的關係。同時從其對於腎與血液、尿液的關係陳述可見，當時已受到了西醫的影響。佛慈大藥廠的廣告將「腎虧」與性功能障礙關聯，但在該則廣告出現之前後，仍有其他醫藥廣告將「腎虧」與腰痠背痛關聯，而且同時期指涉男性性功能障礙的廣告仍常見已遺精、白濁之流的標題，可見此一時期「腎虧」的這兩種概念同時存在，並不特指哪一項。

儘管不能夠單憑佛慈大藥廠的廣告便斷言民國二十三年就是現今「腎虧」概念的起點，不過根據民國二十三年《申報》廣告所呈顯的內容推測，約莫在 1930 年代，與今日概念接近的「腎虧」逐漸成形，明確指涉了腎虧與性功能障礙的關聯，「腎虧」也開始被作為一個專有名詞使用。簡而言之，1930 年代「腎虧」一詞已經被用於性功能障礙的代表。民國的黃金十年（1920-30 年代）中國處於大致統一，社會整體快速發展的狀態，人民在追求溫飽之餘，已有餘力關心身體健康，於是藥物廣告發達，「腎虧」在這個大時代下成為一個專有名詞。在出版日益發達的同時，「腎虧」特指性功能障礙的觀點也就藉由各式出版物的傳遞，例如善書、中醫小冊、報章雜誌等

⁴⁵ 《申報》（上海書店影印本），刊載於民國二十三年（1934）一月三十日。

⁴⁶ 《申報》（上海書店影印本），刊載於民國二十三年（1934）十一月三十日。

等，逐漸地散播開來。

2. 善書、中醫小冊的流傳

除了報紙之外，民間流傳的出版品也是探查「腎虧」一詞傳播的途徑。「善書」是一種特殊的出版物，刊刻人或為某些宗教性、道德性之目的印行分送，勸人向善或信仰。善書既是研究道德倫理思想的重要資料，也有助瞭解傳統中國社會的道德規範，中國最早的善書大約出現在北宋時。「善書」的來源除了扶鸞降筆寫的鸞書，還有由非一般民間宗教信徒之「人」所自編、所自寫的冊子；由此，其內容良莠參差不齊，或端正闡教，或倡邪說，或編怪談；至於其散佈的情況、有多少人會閱讀它？這些則是難以考察的。儘管如此，善書多半的目的除了宏揚宗教，主要就是從道德層面勸人向善。⁴⁷

而「善書」在強調傳統道德觀念的情況下，將性等同於罪惡的觀點推波助瀾，這些善書的內容有意將「性」的道德層次降低，並認為「性慾」是諸多惡行的根源，因此強調降低慾望，甚至禁慾，善書也提供諸如戒斷手淫的方法、勸說切勿貪圖色慾，還要提升「高尚情操」，種種做法都是為了避免「腎虧」。這麼一來，善書傳遞的觀念不僅將性的道德層次降低，並強化這種低道德層次與腎虧的觀念的連結，於是產生了腎虧是縱慾過度、不知節制的後果。

善書豐富多樣，並不容易搜羅齊全。隨著時代的推移變化，近年來電腦與網路蓬勃發展，出版開始藉由電腦這個平台，讓平面印刷、網頁呈現同樣的內容並不困難，其影響可能已經超越原有的地域侷限。善書的出版者也跟上了這波潮流，在網路上開設網站，讓善書內容能夠跨越國界，被身處世界各地的讀者閱讀。筆者引用香港中華道德學會⁴⁸的出版物為例，其發行的善書《養生保命集》，不僅以傳統紙本印刷型態出版供民眾免費索取，同時內容全文也製成網頁供人瀏覽。《養生保命集》網頁亦是筆者認為最易於網路搜尋到有關腎虧的善書，並常見於佛教網站討論戒淫時所引用的內容連結。

《養生保命集》第一章便是「何謂腎虧及成因」，認為「腎虧」的成因有五點：一：手淫；二：遺精、滑精；三：房事過份多病重者喪命；四：春藥——無形殺手；五：貪色、嫖妓。本章末附有嫖妓的慘劇故事。⁴⁹本書的二到八章包含了淫邪惡報故事與神明顯靈故事，強調禁絕色慾。第十二章「保

⁴⁷ 關於善書的定義，筆者主要參考宋光宇的著述《宗教與社會》（臺北：東大圖書，1995），頁 1-54。

⁴⁸ 香港中華道德學會網址：<http://www.chinamorality.org.hk/>

⁴⁹ 中華道德學會，《養生保命集》，頁 12-16。

養腎臟」認為：

中醫認為腎臟是和性生活關係最密切的臟器，腎臟強，則性能力強，腎臟弱，則性能力差。同時，性行為也是最容易造成腎臟損傷的行為，性生活過度頻繁，首先受損害的是腎臟，而腎又是全身健康關係最為重要的器官。腎臟的職能是藏精，五臟六腑的精氣皆源於腎，腎臟一旦虧損，則五臟六腑、氣血陰陽都要受到影響，致使百病叢生。

人們可以隨時發現到如果是縱慾無度的人，面色晦暗無光澤，肌肉鬆弛頭髮乾枯，雙目無神，腰肢酸痛，雙足乏力，夏怕熱，冬畏寒，精神疲乏，小便頻數等等未老先衰的症狀，這些都是腎臟受損的緣故。所以自古以來，中醫十分重視保養腎臟，而保養腎臟首要的是注重房事的種種戒忌。⁵⁰

保養腎臟的方法，除了文中所述結婚不宜太早、房事不宜過度頻繁等等之外，還要注意三點：一、心要正、忌意淫；二、嚴禁手淫；三、食慾、性慾這人的兩大生理慾望。在第一章中提到：

所謂『手淫』，是指用自己的手或其他物品刺激自己的生殖器官，以得到射精快感的一種不良習慣。⁵¹

文中認為手淫是一種不良習慣。除了手淫之外，《養生保命集》亦不鼓勵「縱慾」。本書很明確地將性的道德層次拉低，並將性與腎虧關連起來。由此可知，保命養生不鼓勵性慾。甚至有淫人妻女者，妻女亦為人所姦淫這類的報應（現世報）概念。在善書當中，性總是不受鼓勵，甚或是不正當的行為。「腎虧」便是這種不良習性所導致的後果。

除了善書之外，某些中醫診所印贈的小冊內容，對於性與腎的保健著墨甚多，更加強了男性對於「腎虧」等同性功能不彰的概念。如筆者所見「保生堂中醫藥學研究所」所印贈，封面號稱「成年男女必讀」的《房事奇書》內容提及了「腎虧症」：

筆者有一位朋友，受過大學以上的高等教育，今年五十歲，半年前開始漸漸感覺房事力不從心……。為此夫婦經常不和，常為了一點小事而大吵大鬧，後來經一位對中醫素有研究的長者指點，說你這是得了腎虧症，須趕快服用中藥治療，我們這位好朋友，對中醫一向抱著懷

⁵⁰ 中華道德學會，《養生保命集》，頁 68-69。

⁵¹ 中華道德學會，《養生保命集》，頁 2。

疑，幾天後來對我說，他到全省最有名的某大醫院，做了全身健康檢查……尤其是腎臟，比一般四十歲的人還要健康，根本沒有所謂的腎虧……。他考慮的半天，才不好意思的說出性能力的困擾。⁵²

中醫診所分贈具有廣告用途的小冊，內容雖以中醫診治療效的故事為主，輔以一些養生藥方，而且不見得所有中醫皆認為「腎虧」等於腎臟病，卻仍在同時間加強了男性對於腎虧等同於性功能不彰的概念，也使得「腎虧」被當成了屬於中醫的術語。善書與中醫小冊隨處可見，提及性與腎功能相關的內容不一而足，無形中加強了人們的「腎虧」概念。

3. 近代對腎虧的誤解與辯解

現代醫學認為自慰與性行為頻率並不必然會影響性功能，性與腎虧之間並沒有直接的關係。除了與性連結之外，「腎虧」等於腎臟病此一概念也已經深植人心。2003 年臺灣的腎臟醫學會公佈國人對腎臟病的七大錯誤觀念，其中便包括把腎虧誤認為腎臟病。⁵³國民健康局網站在「成人衛教」當中也撰文強調：

坊間第四台購物頻道常以「腎虧」來表示男性性能力低落的最主要原因，其實是大大的冤枉了腎臟。男性的性荷爾蒙是由睪丸分泌，腎臟與性並沒有直接關係。腎臟是泌尿系統……是我們人體的下水道系統。

所以腎病不是腎虧！⁵⁴

從現代醫學觀點而言，腎病不是腎虧。國民健康局指出「腎臟是泌尿系統」，同時與性沒有直接關係，明確地提出腎臟與性功能無關，但這並不代表了現代西醫對中醫「腎虧」有著準確的認識。而大陸方面，亦有短文提出「腎虧不等於腎臟有病」的概念，該文作者以中醫的角度出發，認為中醫的「腎虧」與西醫的腎臟有病是兩回事。⁵⁵這便為腎虧不是腎臟病提出了中醫角度的理

⁵² 不著撰人，《房事奇書》之五，（臺北：保生堂中醫藥學研究所，1995），〈三、男性大敵——腎虧症〉，頁 3。

⁵³ 筆者主要參考 2003 年十二月十一日的新聞，如中廣新聞網〈國人七大腎臟病錯誤觀念，以為腎臟病等於腎虧〉（發布於奇摩與蕃薯藤等網站）、十二月十二日《中華日報》醫藥新聞〈腎臟病七大錯誤認知〉等。

⁵⁴ http://health99.doh.gov.tw/em/cr6_1.htm

⁵⁵ 見沈麗，〈「腎虧」≠腎臟有病〉，《醫藥與保健》，第 11 期(2001)，頁 53；另可見〈「腎虧」≠腎臟有病〉，《解放軍健康》，第 6 期(2002)，頁 16。兩篇作者、標題相同，內容

論見解。

筆者認為「腎虧」被視做等於「腎病」的主因，應該是由於中醫所指的「腎」與西醫解剖學上所稱的「腎」名詞相同，不過，「腎」的作用在中西兩種不同的醫學思想體系之下，其功能並不相同。而此一名詞的混淆，則讓「腎虧」不僅背負著「縱慾過度」的污名，更涵括了西醫解剖學中腎臟這個器官的所有毛病。不過，醫政機構為了讓腎病患者不要背負著「腎虧」等於「腎病」的污名，因此在衛教資訊中強調「腎病不是腎虧」的概念，雖然用意在於祈使患者不會因罹患腎病自覺不名譽，不過卻似乎在道德層面上無形貶低了「腎虧」。

儘管民間流傳善書從道德層面抑制了「性」，但是「性」畢竟是生活中的一部分，又因為「性」涉及個人私密，蒙上一層神秘面紗，因此有人擔憂、有人會期許。由於性功能障礙被「腎虧」這一概念涵括，而性的神秘面紗讓年輕男子偷偷擔心是否自慰過度會造成腎虧；而有更多人探求預防，甚至是治療「腎虧」的方法，包括一些藥方與食譜。另外有些報章雜誌的「中醫藥專欄」亦曾有讀者詢問「腎虧」的相關問題，甚至專文談論「腎虧」，這些無不是懼怕腎虧造成的性功能障礙。尤有甚者，認為腎虧的後果不僅是腎功能障礙，進一步還可能會影響性命，此亦是懼怕自己罹患腎虧的因素。

就筆者有限的能力所知，在 1970 年代「腎虧」此一名詞已在社會上大量被運用，同時「腎虧」專指性功能障礙的概念已經成型，幾乎不再見到與腰痠背痛有所關連。筆者搜羅臺灣地區相關資料，分別於 1972 年〈從科學觀點談腎虧〉⁵⁶及 1978 年〈腎虧者敗「腎」乎？〉⁵⁷這些文章的標題便出現了「腎虧」一詞，筆者合理推論在此時腎虧特定的概念已深植人心，與今日大眾所知幾乎一致。

直到今天，這些談論「腎虧」的文章更是出現在各式刊物上，有很多是存在於一些大眾化的非學術性質的雜誌裡，但這些刊物的讀者群也關心健康，刊物記者撰文前亦會採訪中醫師，以加強這類文章的可信度。這種類型的期刊並非「不良讀物」，同時發行過程與善書、中醫小冊子不同，讀者知識水平應該不低，而且出版單位規模也算不小，或者說頗具社會公信力，比如〈腎虧、敗腎、信心危機〉⁵⁸、〈腎虧與小便白濁〉⁵⁹的文章，來源是由台

略有不同。

⁵⁶ 津津，〈從科學觀點談腎虧〉，《衛生雜誌》38 卷 4 期(1972.6)，頁 47-49。

⁵⁷ 凌岡泉，〈腎虧者敗「腎」乎？〉，《健康世界》27 期(1978.3)，頁 38-40。

⁵⁸ 本刊記者，〈性不性，有問題！腎虧、敗腎、信心危機〉，《常春月刊》167 期(1997.02)，頁 27-52。

視文化出版的《常春月刊》，此外還有〈人到中年防腎虧〉在《父母親月刊》。而其他各種現今所謂的八卦報章雜誌，「腎虧」一詞更是層出不窮。同時，網際網路的發達，甚至連前述的善書內容都已上網，也讓關於「腎虧」的文章不斷被搜尋、被連結或轉載，因此「腎虧」概念的傳播廣泛程度可說難以評估。

五、結語

「腎虧」一詞在現今明確指的是男性性功能障礙，即使傳統中醫理論中腎的保養與性功能有著極高的關聯性，不過就清末以前的史料所見，不僅未見「腎虧」一詞，現今不論中醫與西醫都有相當高的比例也認為「腎虧」不是腎臟病，而且中醫界並不把「腎虧」視做一個中醫理論的專有名詞，而是個存在於一般人心目的中的概念，是個高度社會化的產物。

古代中醫典籍中未見「腎虧」，因此筆者推測「腎虧」是近代產物，於是從十九世紀下半葉著手，透過近代中國最重要的史料之一《申報》的廣告，一窺中國主要都市：上海到底當時有無「腎虧」概念。就筆者所知，至少在清光緒九年之前，廣告篇幅很大的藥房樂善堂、老德記，及今日相當出名的屈臣氏所刊登的廣告，即使他們全都販賣固精壯陽藥，卻還未曾見到「腎虧」二字。

時間推移到民國之後，1930 年代時的「腎虧」已被大量應用於醫藥廣告當中，但是多半所指腰痠背痛的症状。從廣告中對腎的保健與尿液、血液有關的概念看來，此時的廠商、一般民眾對於西醫理論中腎臟的概念已經有了一定的認識。民國二十三年(1934)十二月十一日佛慈大藥廠的廣告，是筆者所見最早利用「腎虧」來指性功能障礙的內容，雖然不能據此將民國二十三年當成現今「腎虧」概念的起點，不過卻能得知此時已經存在著腎虧與腰痠背痛、腎虧是性功能障礙兩種不一樣的概念。黃金十年（1920-30 年代）是中國統一，內部較平穩，社會整體快速發展的狀態，民眾在追求溫飽之餘，已有餘力關心健康，於是藥物廣告發達，「腎虧」也在這個大時代下成為專有名詞，逐漸傳播、演化為今日一般人「腎虧」等於男性性功能障礙的概念。

民間流傳出版品是探查「腎虧」概念傳播的一種途徑，特別是善書、中醫小冊這些特殊的出版物。「腎虧」的概念不獨為臺灣地區所有，目前中國大陸亦有辯駁「腎虧」的文章，香港地區亦可見到發行善書內容提及「腎虧」。善書取得容易，卻通常不被視作正式出版品。在今日我們可見善書、中醫小

⁵⁹ 陳潮宗，〈腎虧與小便白濁〉，《常春月刊》212 期(2000.11)，頁 164-166。

冊當中的內容，有許多強調腎虧症狀的陳述，顯然認為「腎虧」是男性性功能障礙，使得「腎虧」一詞被認為是中醫術語。同時善書內容更以道德角度批判「手淫」、「過度縱慾」，並認為這是造成腎虧的主因。本文引用香港的善書《養生保命集》，得知包括臺灣地區在內，「腎虧」在中國的確是普遍的概念。善書明確地將性的道德層次降低，並將性與腎虧關連起來，提出保命養生不鼓勵性慾以免腎虧，甚至有報應的宗教概念。

媒體的發達使得「腎虧」名詞與概念快速的散佈，談論腎虧的文章普遍出現在各式刊物上，很多是存在於一些大眾化的非學術性質的雜誌裡頭，但這些刊物的讀者群知識不低，也關心健康，並且許多出版商具有社會公信力。臺灣地區至遲在 1970 年代就已可見到談「腎虧」的文章，可見「腎虧」此一名詞已在社會上大量被運用，而翻閱其他各種現今所謂的八卦報章雜誌，「腎虧」一詞更是層出不窮。時至今日，例如前述的《養生保命集》也出現了網路版本，由於網際網路的特性使然，善書當中「腎虧」的內容不斷地被連結或轉載，網際網路的發達也讓「腎虧」概念的傳播更加廣泛。

國家醫政機構指出「腎虧」這個概念也是商人透過媒體推波助瀾所致，並利用衛教資訊澄清「腎虧」不是腎臟病。不過，醫政機構卻似乎在善書之外，又無形貶低與男性性功能密切相關的「腎虧」，連帶使得腎臟亦被牽累。

「食色性也」與整體社會氛圍使然，治療性功能障礙也成為中醫非常重要的工作，因為性功能本為男性所關切，因男性不免懼怕「腎虧」引發性功能障礙，尋求「固精補腎」，強化了腎與性的連結，於是普遍認為腎臟出了問題，會影響性功能。而善書之流的社會道德概念，更強調了性是不道德的，這些原因便造就了今日「腎虧」等於「腎臟病」，也等於「性功能障礙」的概念。

附圖一：衛生署印行之衛教單張〈認識你的腎臟〉



附圖二：衛生署印行之衛教單張〈認識你的腎臟〉內容



中華民國二十九年十月廿二日 星期三 (第 三 版)

「腎氣丸」與腎虧之病理

腎虧之病與腎氣丸

腎氣丸之歷史之根據

腎氣丸之功效

上海佛光神醫秘授方士萬福齋藥局

本市新聞

滬各界昨開慶祝大會

上午在市商會開會到三千餘人
全市懸旗飛機在天空大放傳單
汽車百餘輛輪船五艘駛海遊行

代表昨將參加抗戰紀念大會

代表昨將參加抗戰紀念大會，各界均有代表參加，下午舉行汽車遊行，各界均有代表參加。

代辦處

代辦處：上海南京路五洲大藥房

代辦處

代辦處：上海南京路五洲大藥房

附圖四：民國二十三年《申報》十二月十二日的廣告

中華民國二十三年拾貳年



兒安氏秘製保腎丸

背痛腰痠 風濕痛為 腎虧之警 告切勿輕 視若不治 愈若不治 疾非特痛 對症之藥 秘製保腎 清血專治 無一失請 看收效之 各埠藥房 均有出售

上海江西路四八九號安氏西藥公司

附圖五：民國二十三年《申報》一月三十日的廣告

四圍八圍 腰不復痠



腎虧之人一經久生 則必腰痠背痛困若 異常欲享健康之真 快樂者請即服第 威德補腎丸其效 能使腎部健全清 尿濾血清除血液 內之尿酸積而 辭除腰痠背痛之 苦然則身體亦日 強康強不論四圍 八圍腰不復痠矣

第威德補腎丸

各大藥房 均有經售

史丹林演辭

附圖六：民國二十三年《申報》十一月三十日的廣告



附圖七：《養生保命集》封面書影



達爾文學說在二十世紀中的演變*

李學勇

中華科技史學會會友

摘要

達爾文的天擇說雖在十九世紀中葉才提出，卻在二十世紀中大放異彩。但也因為著名的孟德爾遺傳原理在 1900 年同時為三位科學家重新發現，造成達爾文原理中許多質疑。所以在二十世紀中出現了許多學者對達爾文天擇說發生不同的闡釋。有的人堅持達爾文的基本概念，並且加以引伸擴大。也有些更多的學者提出許多不同的補充或修正。更有些學者對天擇說加以曲解，以適合他們各自的認知與目的。凡此種種演變，值得做一回顧與整理。以便展望二十一世紀的生技發展方向。

一、蓋棺論定的達爾文天擇學說

在二十世紀 60 年代(1964)，美國哈佛大學出版了達爾文《物種起源》第一版(1859)的複製本，並且以平裝的普及價格發售。最可貴的是在複製本的前面，敦請當時最負盛名的演化生物學家邁爾(Ernst Mayr)寫了一篇導讀性的引言。在「引言」中，邁爾開宗明義就指出說：達爾文的《物種起源》在思想界所掀起的革命更超越了哥白尼和牛頓等近代物理學家。不過邁爾也感嘆的說：“回顧過去，發現幾乎所有對達爾文天擇觀念的責難都是由於對《物種起源》的知識不夠完整所造成的。”¹

一點不錯，在筆者近年來所參閱過的數十本捧達爾文或是倒達爾文的著作中，很少能把《物種起源》的概念做較為完整的記述。更由於諸家學者引述了不完整或不正確的「天擇學說」，所以常會有不必要的爭論。本節的目的就是要從第一版《物種起源》中的原始字句，歸納出達爾文學說的基本面貌。

* 本文已載於《廣西民族學院學報(自然科學版)》，第 11 卷第 3 期(2005.8)，頁 20-26。

¹ Mayr, Ernst, Introduction for “On the Origin of Species”. (Facsimile ed. Harvard Univ. Press, USA.1964).

(一) 因名辭含義引起的爭論

(i) 英文裡 EVOLUTION 有多種含義

英文裡 EVOLUTION 具有不同的含義。在達爾文學說出現之前，這個字的含義只有「演變、漸變、發展」等含義。例如“摩托車的演變”(evolution of motor car)；“英國憲法的演變”(evolution of English constitution)。²

可是自從達爾文「天擇說」流行以後，英國的字典中就增加了生物演變的含義。而且把「演變的原理」稱為 evolutionism。中文的譯詞也隨著而發生變化。

中國的早期字辭典中大多採用了日本的譯辭「進化」。民國以後，留美學人把它改譯為「演化」。大部分人文學界至今仍沿用「進化」，而近代的生物學家卻常堅持「演化」。甚至特別指出把 evolution 譯成「進化」是一個錯誤。³

實際上達爾文不論在 1859 第一版或 1872 第六版中都沒有用到 evolution 這個辭。可是後世的生物學家卻都把達爾文學說稱為 Theory of Evolution。才使得日本人譯為「進化論」，而中國人又譯作「演化論」。

由於中國人把達爾文的「天擇說」譯成了「演化論」，於是便直接了當把 evolution（原意是演變）譯成「演化」。有人寫了一篇「演化學說的演變」(Evolution of evolutionism)。就有人譯回來說「演化生物學之演化」，成為具有創意的標題了。⁴

(ii) 演化與演化論

有許多生物學家把「演化」(evolution)與「演化論」(evolutionism)互相混用。實際上這兩個辭語含有不同的意義。evolution 原來的含義是指萬事萬物經常發生改變(change)的現象，並不單指生物的改變。如果專指生物的改變，就應該寫作 organic evolution。

「演化論」是討論生物演化的學說或原理。各家有各家的學說，各行有各行的原理。只要能言之成理，自成一系的學說，都能叫「演化論」。拉馬克的演化論叫做「用進廢退說」；德·弗理斯的學說叫做「突變論」；達爾文的演化論叫做「天擇說」；小赫胥黎(J.Huxley)的學說叫做「綜合演化論」(modern synthesis)，或者叫做「新達爾文綜合演化論」(neo-Darwinism)

² Manser, A.R.: "Philosophy" 60:18-34(1965).

³ 刁二：《科學報導》，第 20 版，1995 年 9 月 15 日。

⁴ 見孫克勤：《達爾文物種原始精義》，「楔子」，1989。

Synthesis)，或甚至簡稱為「新達爾文演化論」(neo-Darwinism)。⁵所以不能把「演化現象」與「演化論」做為一談。

(iii) 演化和進化的爭論

目前在生命科學界的學者大都把達爾文的學說叫做「演化論」，但是仍有許多學者卻常叫做「進化論」。這種爭論一直都沒有明確的答案。

依照近代生命科學上的解釋，都認為生物確實會隨時間而發生變化（達爾文語：descent with modification）。可是無法判斷這些變化是進步或是退步。若依照生物的適應力而言，只要能適應環境，能繼續生存的生物，都有同等的適應力。所以無所謂「進化」或「退化」。因此，大家都認為「演化」才是 evolution 的適當譯詞。

可是如果細讀達爾文第一版《物種起源》，就會知道他除了常用「生物隨時間而改變」(descent with modification)以外，也確實指出生物會「愈變愈佳」(better adapted, 如第 82 及 84 頁)；或是說「愈變愈進步」(more and more improvement, 如第 489 頁)。此後又在第六版的第 107 及 151 頁等處，也有更進步的描述。

其次，他在解釋生物體制的演變過程時，一再舉出「生理分工」(physiological division of labor)具有更有效的功能。他認為生物體制由簡單逐漸變成複雜，可以增加或改進生物的生活能力。他指出人類的身體構造是分工最精細的體制，所以也是效率最高的生物。如第一版第 93 及 115～116 等頁上，特別提出愛德華(Milne Edwards)把生理分工比做工廠勞工的分工，認為分工必可提高或改進生活的效率。因此，早期日本的生物學家在 19 世紀時就把達爾文的學說譯成了「進化論」，倒是符合了達爾文的原義。

綜上所述，可以看出近代的「生物演化論」和達爾文的「進化論」之間，具有基本上的不同。本文中就把達爾文學說直接稱為「進化論」，和近代的演化理論加以區別。只就《物種起源》的原文加以討論，不牽涉近代的各種學說，也不討論對宗教界的影響。

（二）《物種起源》的主要內容

(i) 《物種起源》第一版目錄

要想對達爾文學說深入的瞭解，就必需把它的全文逐字精讀。但是這

⁵ Mettler, L.E. and T.G. Gregg: "Population Genetics and Evolution", Prentice-Hall, N.J. (1969)；有中譯本：《族群遺傳學與生物演化》，李學勇譯。國立編譯館，1988。

部巨著實在太大，而且內容重複的地方太多，不但時間浪費，而且常會失去耐心。所以此處先來就它的目錄做一個流覽，以便找出其中的要點。該書全文除了「緒言」外，共分為 14 章，章目如下：⁶

第一章 家養變異

第二章 自然界變異

第三章 生存競爭

第四章 天擇——適者生存

第五章 變異定律

第六章 學說之困難

第七章 本能

第八章 雜種

第九章 論地質記錄之不完全

第十章 論生物之地質消長

第十一章 地理分布

第十二章 地理分布（續）

第十三章 生物之類緣關係：形態學、胚胎學、痕跡器官等的證據

第十四章 結論

達爾文雖在第六版時增加了一章「反對天擇說之其他意見」擺在第七章而使總數成為 15 章，但是他學說的主旨都包括在最前面的四章之中。其他各章只是為解釋或說明他的學說才延伸而成。所以要想知道他的觀念，只要把前面四章詳細分析，就能達到目的。

(ii)「天擇說」的要旨

第一章「家養變異」的全文是「生物在家養狀況下的變異」。他在這一章中告訴讀者的主旨就是「生物都有變異」，而最容易看到的變異就是在農業上或畜牧場中習見的變異。

第二章「自然界變異」的全文是「生物在自然狀況下的變異」。在這

⁶ 暫以孫克勤：《達爾文物種原始精義》的譯詞為準。

一章中他的重點有兩個。第一是生物個體間都有差異。個體愈多的族群（大屬或大種），差異愈是明顯。第二是說這些個體的細微差異就成為天擇的材料。達爾文在這一章中的主旨是要用第一章所記述的人擇效果推論天擇必然會有更深化的淘汰效果。

這種把人擇類比天擇的推論在此後的第四章中一再重複出現（如第80、82、83、89、109等頁）。所以達爾文的「天擇理論」不是從實驗或觀察的記錄中所獲得，而是從農業的作物改良及動物育種實例推論的結果。

第三章「生存競爭」struggle for existence

《物種起源》的14章之中，以第二章（15頁）和第三章（19頁）所佔的篇幅最少。達爾文在第二章（天然變異）中雖然也提出不少動植物的個體差異，但卻沒有提出天擇的實例。因為他的學說如果只講變異，就不會發生天擇。要發生天擇，必須有一個動力或原因，才能說明這些變異為何有死有活，有當選有淘汰。達爾文自己在日記中曾說：

“1838年10月（按原文誤記為9月28日），那是我開始做有系統思考以後的第15個月。我偶而為了自娛而閱讀了馬爾薩斯的《人口論》，並且準備採用「生存競爭」一詞。因為經我長期的觀察動物和植物以後，發現這種現象到處都在發生。”⁷

因此，可以知道「生存競爭」的來源確是來自馬爾薩斯的《人口論》。不過達爾文卻把「生存競爭」當作他天擇學說的基本原理。

第四章「天然淘汰」，簡稱「天擇」

達爾文的推理邏輯是先使讀者承認「人擇」的效果，再把「人擇」類比「天擇」。這種用類比而推演出結論的方式似乎非常合理。所以他只能舉示一個假想的例證(imaginary illustration)。

由本章的描述，可以知道達爾文所簡稱的「天擇」不僅說明生物個體之間有存有滅，而且也包括了「生存競爭」。

根據以上四章的討論，可以把達爾文的「天擇原理」歸納為(1)生物都有變異（變）；(2)生物生殖率高（多）；(3)生存競爭（爭）；(4)競爭的結果有死有活（擇）；(5)當選的個體必會把優良特性遺傳給後代（傳）；(6)經長時間累積可產生新物種（新）。簡而言之，可以用六個字：變、多、爭、擇、傳及新，加以代表。

⁷ Darwin, F.: “Darwin’s Life and Letters.” II.:68. (1898)

(iii) 《物種起源》中的原文舉例（原文第 126～127 頁）：

假若生物長期生活在變動的環境之中，牠們都會在構造的某些部分發生變異（變），我想這是不可否認的事實；再假如每一物種都能以幾何級數繁殖子嗣（多），那末必會在某一年齡、某個季節或某一年代發生激烈的生存競爭（爭），也是無可否認的事；……如果說生物從未發生有利的變異，恐怕也是意外的事。若有優異特徵出現，競爭時必能生存（擇），再經遺傳而產生相同的後代（傳）。此一現象我就簡稱為「天擇」。⁸

上文中雖未提及新物種的產生，但若參照前段所引，再把這些字辭簡化，仍可歸納為六字真言：變、多、爭、擇、傳、新。

（二）「天擇說」的補正或節略

自 1859 年《物種起源》出版以後，世界各國都風起雲湧在學校裡或社會上宣傳並轉述達爾文的「物競天擇」學說。雖然也有不少宗教界或甚至學術界的人士起而反對，但大部分知識分子都被達爾文的類比邏輯所說服。只是由於每人的理解不全相同，所以在他們轉述的時候常有不同的表達。這也就是邁爾博士興起不太滿意的感嘆。茲舉數例以為說明：

(1) 中國由於學習海軍的嚴復在 1898 年翻譯赫胥黎(Thomas Huxley)的《進化論與倫理》。他不但譯出了「物競」和「天擇」兩個醒目的名辭，並且依照赫胥黎的「宇宙作用」(cosmos process)把書名改成為《天演論》。在這本書中因為赫胥黎只提出了「變、多、爭、擇」而未將遺傳與新種包括在內。所以嚴復也只能說出「無異、無擇、無爭，有一然者，非吾人今者所居世界也。」⁹

因此，在我國社會上一般文化人自此而後，直到二十世紀結束，仍然只知道達爾文學說的前述四個要點，而不知道「遺傳與新種」。

(2) 蘇俄莫斯科大學動物學系的高斯早在 1931 年就從事「生存競爭」的研究。到 1934 年時他把歷年的研究結果整理，寫成了一本書，書名就叫做《生存競爭》(Struggle for Existence)；1964 年再由美國翻譯出版。美國霍浦金斯大學公衛學院生物學系教授波耳歐(R. Pearl)在為該書寫的導言中說：

⁸ 第一版《物種起源》第 126～127 頁，(1859)由筆者譯成中文。

⁹ 嚴復譯《天演論》，「導言三」。臺北，商務(1898)。

達爾文《物種起源》一書自從在 1859 年出版以後，至今(1934)已經過了四分之三個世紀。生物學界為「生存競爭及天擇」所寫的文章超過任何一種有關生物學的原理。...但是在此期間卻很少看到為證實「生存競爭」所做的實驗。¹⁰

高斯爲了要證實達爾文的「生存競爭」，苦心設計了許多實驗。其中最重要的實驗就是利用以細菌爲食物的草履蟲和牠的天敵櫛毛蟲(*Didinium*)。高斯的實驗就是要證明達爾文學說中的「生存競爭，優勝劣敗」的環境條件和後果。他的結論說不管是競爭取代(competitive displacement, 也叫做 Gause's principle)¹¹或是動態平衡(dynamic equilibrium)都只是生態學中相生相剋的食物鏈，但卻不能作爲支持達爾文天擇學說的證據。因爲這些實驗都不會有新物種產生。

(3)英國的胡椒紋尺蠖蛾(*Biston betularia*，以下簡稱爲胡椒紋蛾)原來的色澤是淺灰色而有黑色斑點，好像在麵包上撒了一層胡椒粉。可是早在 1848 年，就有人發現有一種黑色蛾，形態及習性都和胡椒紋蛾一樣，所以就叫它做黑色變種(var. *melania*)。一直到 20 世紀才有昆蟲學家研究黑色蛾的來源和對生態的影響。

最主要的研究是由 Kettlewell, H.B.D. (1952)所進行。他曾培養兩種胡椒紋蛾，並在翅上附著顯示劑。把牠們放生後再於一定時間後用捕蛾燈引誘捕捉，發現在工業區中煤煙污染了樹幹，黑色蛾生存數多；在鄉村區樹幹呈灰白色，白色蛾生存多。於是他認爲這種差別生存率是由天擇所造成。後來這個結果和推論廣泛引用在許多生態學和演化學的教科書中，作爲支持達爾文學說的有力證據。這兩種蛾類的遺傳方式也已經由研究而分析清楚。黑色基因爲顯性(C)，白色基因爲隱性(c)。¹²著名的物理學家愛西莫夫(Asimov, I.A.)曾在他《最新科學入門》的 17 章「物種」中，就把這種蛾類的消長研究當做「達爾文學說的證據」。可是他在描述這一段「天擇」的作用之後，又說：

後來，英國國會通過法律，決定清除污染。因此黑煙減少，樹幹上又開始生長地衣（使樹幹回復呈灰白色），而淺色蛾的比例馬上就提高了。所有這些變化用演化論都可以預測。¹³

¹⁰ Gause, G.F.: "The Struggle for Existence." Hafner Publishing, N.Y. (1964).

¹¹ Merrell, D.J.: "Ecological Genetics," Longman, London. (1981).

¹² Ford, E.B.: "Ecological Genetics." London.:309, (1964).

¹³ 愛西莫夫：《最新科學入門》，臺北牛頓版，頁 38，(1986)。

即然變來變去，又恢復了原狀，如何能符合達爾文學說中產生「新物種」的條件。這種因環境變遷而有消長的現象，只是一種生態循環。可是我國最新的國中《生物》教科書中(1999)又採用了這個例證。

三、只採取部分原理而加以引伸的學說

達爾文在《物種起源》第四章「天擇」中曾有一節專門討論「性擇」。他說有許多種動物，雄性個體常能用各種方式爭取與雌性交配的機會（他稱為同性之間的競爭）。雌性個體具有選擇雄性的能力（他說這是異性間的競爭）。達爾文後來又在他另一本巨著《人類的後裔》(Descent of Man)中以三分之二的篇幅討論「性擇」；且在第三部分專門討論人類的性擇。不過他在書中所舉的無數例證大都只是描述雌雄兩性動物的差異，並沒有實際性擇的記錄。他也曾舉示一些雄性動物互相競爭的行為。如他說：“雄性鱷魚曾被描述說牠們為要爭取雌性的佔有權而互相打鬥，互相吼叫，團團打轉，就像印地安人的戰爭之舞一樣。”¹⁴但是缺少科學的實驗。

一直到二十世紀 70 年代以後，才有人進行具體的科學實驗，想用科學的結果來支持達爾文的學說。此處且舉幾個重要的實驗以為說明與檢討。

(1) 青蛙及蟾蜍的實驗

用青蛙或蟾蜍進行性擇實驗的報告很多。現在只拿康乃爾大學的瑞安教授(Ryan, M.J.)1983 年的報告作為代表。瑞安的實驗結果說雄蛙的交配成功率與身體長度成正比。因此，著者就說：“此一現象顯示雌蛙好像都喜歡與較大雄蛙交配。”¹⁵

(2) 孔雀的交配實驗

達爾文學說雖然為大多數知識分子所熟知，但是實際進行科學實驗仍是近年來的事。其中最引人興趣的實驗應該要算英國推廣大學(Open University)的皮崔里女士(Morion Petrie)，她和指導教授哈里德博士(Halliday, T.R.)等人共同所做孔雀生殖行為的研究了。這個報告由牛津大學動物系的女教授柯若寧(Helena Cronin)在 1991 年的科普名著《螞蟻與孔雀》一書中提出，並且認為“性擇的最高象徵——孔雀，終於能夠出面拯救達爾

¹⁴ 第一版原著第 88 頁，原文由筆者暫譯。

¹⁵ Ryan, M.J.: Sexual selection and communication in a neotropical frog. *Evolution*. 37(2):261-272, (1983).

文。」¹⁶

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十二次；而最不成功的一隻卻一次也沒有交配成。這種成功變化率有一半以上都可以用雄孔雀的光燦長裙（尾巴），尤其是上邊的眼斑數來解釋。例如，有人發現在十一次交配中的十次，雌孔雀都是抉擇當場尾裙眼斑數最多的雄性來交配（在那唯一的例外中，被選中的雄性眼斑也只不過比眼斑最多的雄孔雀少了一只而已）。¹⁷

即如只拿具有眼斑最多的雄孔雀確有更高的交配成功率，也只符合了達爾文 6 項要旨（變、多、爭、擇、傳、新）中的前面 4 項。而這些已經交配成功的雌孔雀，能不能把眼斑數目遺傳給後代的雄孔雀，就無法預測了。依照柯若寧女士大著中所舉示出的其他鳥類：如花亭鳥（321 頁）、北美松雞（322 頁）、流蘇鵲（323 頁）、寡婦鳥（325 頁）、極樂鳥及燕雀（331 頁）、穀倉燕（333 頁）等和一些別種動物，所有這些報告都只研究了牠們的交配成功率，但都未能繼續研究後代動物能不能把牠們所挑選的優良特性遺傳下去；更不必談及累積效果了。至於達爾文學說的最終目標「物種形成」恐怕更加難以預測。

四、與孟德爾原理綜合的「新達爾文學說」

西元 1900 年前後（清末民初），歐美生物學家正因孟德爾遺傳定律的出現而懷疑達爾文學說之際，我們東亞（尤其是中國）卻由嚴復翻譯《天演論》而流行「物競天擇」的口號。一般學界直到 30 年代才從教科書讀到具體的達爾文學說。但在生物學界（今改稱生命科學界）大都停留在轉述階段，很少能有新的見解。

到了西元 1940 年代，因為有英國的費歇(Fisher, R.A.)、赫丹(Haldane, J.B.S.)及美國的賴特(Wright, S.)等用統計方法研究生物的遺傳，發見生物族群的數量特性（如體重及身長）也可以用孟德爾遺傳原理加以解釋。於是就引起小赫胥黎(Huxley, J.S.)等人把孟德爾原理所依據的不連續特性（如紅與白或高與矮）和達爾文的連續性個體變異（如體重及產量）加以

¹⁶ 楊玉齡譯，《螞蟻與孔雀》，頁 349，臺北文化。（原文 1991，中文版 1997）

¹⁷ 《螞蟻與孔雀》，頁 350。

綜合，認為上述族群遺傳的原理正好可以解釋達爾文的天擇學說；尤其是說生物族群中基因比率的變動與達爾文的天擇作用非常符合。於是他們就把這種以族群遺傳學來解釋生物演化現象的新理論叫做「綜合演化論」，又叫它做「新達爾文學說」。不過小赫胥黎對達爾文學說的認識，並不十分完整。依照小赫胥黎的認知，達爾文學說包括了三個事實(facts)和兩個推論(deductions)，茲簡列於下：

事實一 生物繁殖力強大，繁殖極多。(多)

事實二 生物族群個體數常穩定不變。

推論一 生的多，活的少，必會發生競爭。(爭)

事實三 生物個體都有變異，包括有利及不利。(變)

推論二 有利變異存活而繁殖；不利變異遭淘汰。(擇)

推論三 有利變異可以遺傳而世代累積，造成適應力的改進。(傳)¹⁸

這種描述可算平實，包括了「多、變、爭、擇、傳」，卻漏掉了「新種的形成」。因為生物演化，若沒有達到新物種的地步，常會再與原種互相交配而回歸到原種。依照邁爾為物種所下的定義，物種之間不能交配。所以說「物種」才是生物演化過程中的制動掣(evolution's ratchet)。¹⁹

後來到了邁爾(1982)及 Campbell(1987)的著作中都重複了赫胥黎的描述。只是增加了兩個事實：自然資源有限和指出個體變異可以遺傳。但推論完全一樣，也沒有「物種形成」的結論。

五、由分子遺傳學的影響而提出的新「物種形成」

許多人大概都不會相信在學術界，尤其是生物學界仍在迷信達爾文學說的時候，卻有人膽敢再用《物種起源》來宣揚新的學說。可是加州大學的阿亞拉真的就在達爾文逝世的一百年後，毅然綜合了現有的生物學知識，出版一本新的《物種起源》。這裡只簡略介紹書中的重要部分。²⁰

(1)什麼叫做「物種」

達爾文在他的原著中一再說明，他認為「物種」(species)只是一個便

¹⁸ Huxley, J.S.: "Evolution: The Modern Synthesis." London, (1942).

¹⁹ Starr, C. & R. Taggart: "Biology." 5th ed. Calif. USA. (1989).

²⁰ Ayala, F.J., Origin of species, Carolina Biological Supply, Co. USA. (1983)。

於使用的「人造詞語」。人們可以把一個「物種」叫做「變種」，也可以把一個「變種」叫做「物種」²¹。

但是遺傳學家阿亞拉卻認為「物種」是一個生物天然群體的總稱。他引用了邁爾(E. Mayr)的話說：「物種是一群可以自然交配的生物，與其他物種有生殖上的隔離。」所以「生殖隔離」就成為形成物種的必要條件。達爾文以狗的品種及鴿的品種為例，說明人擇的力量。實際上只是人為隔離的結果，並沒有天然演化或進化的效果。

(2)自然的生殖隔離方式

一、受精前的隔離：花生態隔離；花時間隔離；花行為隔離；花形態隔離；花配子隔離。

二、受精後的隔離：花雜交後代生長不良；花雜交種個體生殖不孕；花雜交後代的子嗣不能成活生長。

生殖的隔離是由變異而產生，但雜交後代的是否能夠成活、生長、再生育，當然要看這些新的遺傳組合是否能夠適應生活環境。不過這只是它自己本身的組合機會，與生存競爭並無關聯。

(3)物種形成的程序

由於不同物種之間必須具有生殖的隔離，所以在一個物種之內要形成新物種，就必須發展出隔離的機制(RIM)。一般說來，生殖隔離的機制，基本上只是遺傳變異的副產品。隔離的方式雖然各有不同，但是形成物種的過程卻都可以分成兩個階段。

第一期：在同一物種的族群之間發生了生殖隔離的遺傳變異。只有生殖的隔離才能阻止兩群生物間的基因交換。這一階段的特徵有二：花先發生受精後的隔離現象；花這種現象可以遺傳，不再受環境的影響。假如這種隔離不是永久性的遺傳現象，這兩個族群又會恢復基因交換，重新混合成一個物種。

第二期：當兩個族群間的隔離作用成為永久性現象的時候，不能再行交配，也就是不能再行混合。這時候，就已形成兩個不同的物種。第二期的特徵有二：花生殖隔離已經形成受精前的方式；花可能發生對環境的不同適應力而分散到不同的生態位(ecological niche)。

(4)發生隔離變異的途徑

²¹ Darwin C., "Origin of Species". John Murray, London. (pp.44,47,52,56,57 等頁). (1859)。

在上述新物種形成的過程中，重要的關鍵仍然是可以遺傳的變異。一旦生殖機制上發生了阻礙交配受精的變異，才有可能演變出新的物種。自然界中能夠促使發生變異的原因可分為：外在的環境因素和內在的遺傳因素。所以物種形成的具體途徑也有下列兩類：

一、地理型物種形成(geographical speciation)。

二、突發型物種形成(saltational speciation)。

(5)新舊《物種起源》的比較

達爾文的《物種起源》建立在生物繁殖過多，生存競爭、優勝劣敗及適者生存的理論上。就像台大第一任校長羅宗洛所譯日本石川千代松所說：「達爾文學說的焦點，即生存競爭也」²²。而阿亞拉的《物種起源》中，卻沒有任何生存競爭的痕跡，因為新物種的產生必須發生變異與隔離。新變異能否生存只看它能不能適應周遭的環境，並不需要其他物種的消失或失敗為新物種生存的條件。當然環境中也有其他生物，並且會發生相互的影響。但是那都不是競爭，而是共存。任何生物，不管它是新物種或舊物種，只要它能和周遭的其他生物構成共存的生態平衡，它就能生存下去。阿亞拉書中也曾採用「天擇」的詞語，但是新的標準是以「共存」為條件，與達爾文「優勝劣敗」的觀念完全不同。

六、結語

達爾文的「天擇論」自 1859 年提出以後，雖然在十九世紀中仍有許多不斷提出的質疑，但到了二十世紀，卻曾因列強的殖民主義而大行其道。其間尤以人文方面（如歷史學及社會學）因曲解「生存競爭，優勝劣敗」的口號而助長了德國的納粹黨徒橫行歐陸的第一次大戰；也因為曲解達爾文學說而造成蘇俄的李森科藉史大林的支持而對孟德爾及莫根的正統遺傳學加以撻伐。後經俄籍美人道布然斯基匯合了英國的費歇及小赫胥黎和美國的賴特等，在 50 年以後融合了達爾文學說和孟德爾原理而發展出族群遺傳學。²³

直到 50 年代，華生及克里克提出核酸的分子結構以後，分子遺傳學才迅速發展。不但證實了孟德爾的遺傳概念，也使莫根多年來所提出的染

²² 羅宗洛譯《進化論》（日本石川千代松原著 1907）台灣商務（1970）。

²³ Provine, W.B., "Influence of Darwin's ideas on the study of evolution", *BioScience*, 32(6):501~505). (1982).

色體理論成為遺傳學的物質基礎。有了這些生物化學及分子遺傳學的研究，也奠定了道布然斯基的高徒阿亞拉等在 70 年代以後對分子演化的重視。²⁴

不過要是與達爾文的學說相比較，就可以看出近代演化學說的內容早已脫離了十九世紀的觀念。最重要的差別就是放棄「生存競爭」的基本含義，而只以「變異」與「隔離」做為形成物種的必經步驟，並且不以形體結構作為進步的標準。不論構造簡單的生物（如原核生物）或是複雜的哺乳動物，都是適於生活在地球上的生物，而且都是生物世界中的必需成員。自然界中的物種愈是多元，生命的永續才愈有保障，不再忽視平衡共存的重要性。這才是分子遺傳學進步以後所給予人類的最大成就。假若人類能夠多所反省，努力維持地球上生命世界的平衡共存體系，才不致走上毀滅的絕路。

²⁴ Ayala, F.J. ed. "Molecular Evolution" Sinauer Asso., INC. publ. Mass. USA. (1976).

台灣日據時代動物學之研究

劉昭民

中華科學史學會會友

摘要

日人據台以後，為了支援南進政策，乃積極經營台灣，曾經派遣大批科學家前來台灣，對地表之生態資源和地下資源進行詳細的調查和研究，並獲得很多成就，其中動物學方面的調查和研究自然也不例外。

本文首先說明日本動物學來台調查動物的經過，然後分魚類、鳥類、爬蟲類、昆蟲類、哺乳動物類、動物地理等類別和領域，說明日據時代日本動物學家方面的研究成果。由於日人據台以後曾經支援大筆經費，派遣第一流動物學家和動物學教授來台調查動物，因此收穫豐碩，研究十分可觀。

關鍵詞：日據時代、動物學、魚類、爬蟲類、昆蟲類、哺乳動物、動物地理。

一、前言

西元 1895 年(清德宗光緒 21 年)，清廷在甲午戰爭中被日本打敗，被迫割讓台灣給日本。1896 年(光緒 22 年)東京帝大的動物學家得到日本帝國議會所提供的經費，來台開展動物學方面的調查和標本採集，開展了有關動物學方面的各項研究，後來也有不少動物學家接續來台繼續調查研究。茲將當時的研究成果分魚類、鳥類、爬蟲類、哺乳動物類、動物地理等，分別加以說明。

二、日據時代動物學的研究成果

(一) 魚類

1896-1897 年期間，多田綱輔曾在台灣採集魚類標本 100 多種¹。而最早發表有關台灣魚類研究的論文，是 1902 年，美國喬丹博士(Dr. D.S. Jordan)及愛弗曼(B.W. Evermann)兩人所發表的〈台灣魚類採集記〉(Notes on a Collection of Fishes from the island of Formosa)，共記載魚類 186 種，研究的標本多為多田綱輔所採集者²。

西元 1916 年，大島正滿帶著大量台灣魚類標本赴美，入美國史丹佛大學隨喬丹博士研究，1918 冬返台，1919 撰文發表有關台灣魚類研究之論文³，共記載台灣魚類 58 種，包括 8 個新屬，15 個新種，並首次提到今日日、韓、東北寒溫帶地區才有的台灣鱒，因而轟動學術界。1935 年，大島正滿深入大甲溪上游高山地帶詳細研究台灣鱒，並定名為「櫻花鉤吻鮭」⁴。這就是今日被列為保護動物的「國寶魚」之最早研究。

台灣日據時代在魚類研究上還有一項重大發現，就是 1920 年，楚南仁博在霧社首次發現山椒魚，並命名為楚南氏山椒魚，這是棲息在寒溫帶的這種魚首次在海拔 3000 公尺以上山區被發現⁵，其學術價值一如櫻花鉤吻鮭。

(二) 鳥類

日據時代初期，雖有少數歐美人士來台調查鳥類，但是很快即由日人取而代之。1896-1897 年期間，多田綱輔在採集魚類標本時，也同時進行採集鳥類標本⁶。隨後他又收集了有關台灣鳥類的資料，於 1899 年出版了一本台灣鳥類專書《台灣鳥類一斑》⁷，共記載台灣 196 種鳥類之分布和習性。

1906 年，菊池米太郎來台任職於總督府殖產局，同年他在阿里山捕獲 20 餘隻帝雉而轟動世界，為紀念日本天皇，才命名帝雉，而且為台灣新鳥

¹ 多田綱輔，1898：〈台灣動物調查〉，《東洋學藝雜誌》15(199)，P.168-176 等。

² 吳永華，1996：《被遺忘的日籍動物學者》，臺北晨星出版社出版，P.7。

³ 大島正滿，1919：〈台灣淡水魚の査定〉，《台灣博物學會會報》9(40)：11。

⁴ 大島正滿，1936：〈大甲溪の鱒に關する生態學の研究〉，《植物及動物》4(2)，P.337-349。

⁵ 同註 2，P.163。

⁶ 同註 1。

⁷ 多田綱輔，1899：《台灣鳥類一斑》，東京帝國大學理科學部出版，P.114。

種。他於 1916 發表〈台灣產鳥類の習性〉一文⁸。1917 年他又發表《台灣屬鳥の鳥類》一書⁹。

除了前述兩人對台灣鳥類極有研究外，還有黑田長禮、內田清之助、山階芳磨等人對台灣鳥類之研究也有極大之貢獻，他們的報告和論文約有三十篇左右¹⁰，主要的成就有以下所述。

1. 1913 年，黑田長禮、內田清之助合撰〈台灣產鳥類追加〉一文，敘述台灣鳥類 300 種。
2. 1916 年，黑田長禮著《台灣島の鳥界》一書，較前文所提增加 34 種。
3. 1921 年，黑田長禮、堀川安市合撰〈台灣鳥類總目錄〉一文，共列出台灣鳥類 352 種。
4. 1933~1934 年，黑田長禮著《鳥類原色大圖說》，共三卷。
5. 1943~1944 年，黑田長禮、山階芳磨、鷹司信輔、內田清之助合著《大東亞鳥類圖》，共四卷。

(三)爬蟲類

台灣日據時代對爬蟲類之研究比較少，1896~1897 年期間，日本官方進行動物方面的調查研究時，報告中爬蟲類僅列 18 種。1908 年，菊池米太郎進行採集製作台灣爬蟲類動物標本，並發現高山特有之毒蛇，他命名為菊池龜殼花並訂出其學名和英文名稱，牠分布在台灣高海拔山區，體長不超過 60 公分，背部紫褐色或灰褐色，棲息於森林底層、箭竹草原、溪流、山徑附近石堆中，多於白天活動¹¹。

1909 年起，大島正滿開始對台灣蛇類深入研究，並撰文發表其研究成果，例如 1909 年之〈台灣產蛇類解說〉，1910 年之〈台灣產海蛇〉，1914 年之〈台灣產海蛇圖說〉，1915 年之〈台灣產海蛇〉，1916 年之〈台灣及び琉球產蛇類檢索表〉，1920 年之〈台灣及琉球毒蛇調查報文〉等¹²，它還對大盲蛇和蘭嶼守宮加以命名。

此外，堀川安市對台灣蛇類也很有研究，1941 年，他出版《台灣の蛇》

⁸ 菊池米太郎，1916：〈台灣產鳥類の習性〉，日本鳥學會臨時刊行，第六編，P.48-66。

⁹ 同註 2，P.45。

¹⁰ 同註 2，P.137。

¹¹ 同註 2，P.46-47。

¹² 同註 2，P.105-106。

(台灣博物館學會發行，共 77 頁)，介紹台灣蛇類 60 種(包括 9 種海蛇)¹³。

(四)昆蟲類

由於昆蟲與農業發展有極密切的關係，所以日本有不少昆蟲學家(其中有一位居日之德人)對台灣之昆蟲進行研究，極有成就，茲將貢獻較大者敘述如下。

最早對台灣昆蟲加以調查研究的是先後在日本和台灣執教的德國人梭特(Hans Santer)，他在 1902 年即開始在台灣採集昆蟲標本。接著，日人渡邊龜作、永澤定一等人也開始在台灣採集蝶類標本。1907 年，松村松年開始發表有關台灣昆蟲方面的論文。1911 年，又有楚南仁博加入行列，所以二十世紀初期，有關台灣昆蟲方面之研究論文相當多，其中最有成就的就是素木得一博士。

素木得一博士於 1907 年來台，擔任總督府農事試驗場昆蟲部長之職。次年即遇到吹柿介殼蟲(Icerya purchasi)危害台北，用藥劑無法驅除，於是他建議以輸入敵蟲(天敵)來對付，乃於 1909 年親自赴美，將澳洲瓢蟲輸回台灣，三年內即完全除去蟲害，此乃台灣生物防治法之開端。當時台灣受三化螟蟲危害水稻亦甚嚴重，素木自 1909 年開始進行調查研究，直至 1917 年才完成防治法。他認為台灣昆蟲之學名急需重新查定，於是他於 1913 年攜帶兩萬種台灣昆蟲標本赴歐，在英國博物館工作兩年，從而台灣昆蟲之種名大部分得以確定，此乃台灣昆蟲分類上之一大貢獻¹⁴。

素木留英期間曾用心收集數萬種世界昆蟲標本及數千冊圖書充實台北帝大(台灣大學前身)昆蟲研究室及總督府農事試驗場(後來改為農業試驗所)之設備。他於 1921 年又首創進出口植物檢疫辦法，防止蟲害蔓延，以維持台灣產業。他先後曾發表論文七、八十篇，著作專書亦甚多，主要為《昆蟲の分類》、《昆蟲學辭典》、《基礎昆蟲學》等。

日人據台後期對台灣昆蟲研究極有成就者還有江崎悌三和鹿野忠雄，但是均以蝶類方面為主，本文不再一一敘述。

(五)哺乳動物類

早在 1896-1897 年，日人在台進行採集動物標本時，即已採集到 10 餘

¹³ 同註 2，P.204。

¹⁴ 主要參考自 1949 年《台灣研究叢刊》第 12 種〈台灣之經濟昆蟲〉(2)台灣昆蟲事業之嚴格一文，P.8-9。

種哺乳動物，包括鹿、豹、熊、豬、猴、穿山甲等。1906 年，菊池米太郎來台後，曾在高山地帶首次發現一種高山鼠類—菊池氏炆鼠。但是日人據台初期，台灣哺乳動物方面的研究仍以歐人，例如史溫侯(R.Swinhoe)、湯麥斯(O.Thomas)等人為主。直到 1912 年，始有楚南仁對台灣穿山甲進行研究，他曾發表台灣穿山甲與螞蟻之關係方面的文章，說明台灣穿山甲之食性、行為、棲息地及型態等。1914 年，他曾進行穿山甲胃內物之分析，並撰文加以說明。

1920 年起，黑田長禮也開始發表台灣鼠科方面的論文，1925 年，他發現鼠類新種田鼯鼠。1938 年，他出版了《日本哺乳動物目錄》一書，其中列有台灣哺乳動物 70 種¹⁵。另一位動物學家堀川安市對台灣哺乳動物也很有研究，他在 1925 年撰〈台灣產哺乳動物〉一文，文中共記載 72 種台灣哺乳動物的分布狀況。同年，他撰〈台灣產蝙蝠〉一文，文中記載台灣產蝙蝠 15 種。1931 年，他著成《台灣哺乳動物圖說》一書¹⁶，是台灣第一本有關哺乳動物研究的專書，書中對台灣 73 種哺乳動物分食蟲目、齧齒目、翼手目、靈長目、食肉目、鯨目、偶蹄目、常節目等八目，並將牠們的型態、習性、分布、檢索表等，均有詳細的介紹，是初學者不可缺的工具書。

1930 年代和 1940 年代，台灣輸出的農產品以稻米和蔗糖為主，因此有關鼠害的研究頗受糖業試驗所和台北帝大重視，台北帝大青木文一郎對台灣野鼠之分類，曾有深入的研究，曾著《台灣產鼠類の圖說》一書¹⁷。

(六)動物地理學

日本動物學家在台灣進行動物調查研究時；曾經注意到動物之分佈情形，並進而探討動物地理方面的問題。早在 1923 年，大島正滿博士即已注意到台灣魚類分布與東南亞魚類分布之關係，他指出中央山脈兩側淡水魚類分布不同，濁水溪之南地區與濁水溪之北地區淡水魚類亦不同，溪南淡水魚為印度系，溪北淡水魚為華北系¹⁸。1931 年，堀川安市指出，台灣之哺乳動物屬於東洋區，與華北區不同¹⁹。1930~1941 年，鹿野忠雄根據各種動物分布之情況將華來士線自菲律賓向北延長到台灣與蘭嶼、綠島之間，並將蘭嶼

¹⁵ 同註 2，P.138-139, P.164。

¹⁶ 堀川安市，1931：《台灣哺乳圖說》，台灣博物學會發行，共 109 頁。

¹⁷ 同註 2，P.225-226。

¹⁸ 同註 2，P.117-118。

¹⁹ 同註 16。

劃歸菲律賓系，並提出他對華來士線北端的看法²⁰。

三、結論

科學史家曾經指出，台灣前清時代對植物之記述多以實用為目的，少有新義，談不到科學上成就。直到日人據台後，從 1896 年起，才不斷有植物學家來台調查研究使台灣植物學研究進入科學的時代²¹。動物學方面之情況也是一樣，在前清時代談不上科學上成就。直到 1896 年後，日本政府才撥付大筆經費，派遣第一流動物學家來台調查動物，並詳細認真地加以分類和研究，對每一種動物加以確定其類、目、科、屬以及學名、英名等，位後人留下紮實的研究基礎。他們還根據動物之分布情況，確定華來士線由菲律賓向北延伸到台灣與蘭嶼、綠島之間，這是動物地理學上之一大貢獻。

日本動物學家還首次發現帝雉(菊池米太郎)、櫻花鉤吻鮭(大島正滿)、高山山椒魚(楚南仁博)、高山特有毒蛇(菊池米太郎)等稀有動物，加以研究，並呼籲當時人們要保護牠們。我們今日倡言保護這些稀有動物時，不應忘記他們的貢獻。

誌謝

筆者曾在中央圖書館查閱台灣日據時代之文獻，並購閱《被遺忘的日籍動物學家》一書，謹向台灣分館及《被遺忘的日籍動物學家》作者吳永華先生致謝。又曾承蒙科學史家張之傑先生和李學勇先生提供不少寶貴的意見方能使本文完成，至為感謝。

²⁰ 同註 2，P.118, P.281。

²¹ 李學勇，2001：〈台灣植物學發展簡史〉，《世界華人科學史學術研討會論文集》，P.234-235。

猩猩考*

楊 蘇 之

漢聲廣播電臺

摘要

中國古籍中有關猩猩的記述汗牛充棟，各種說法矛盾歧出，以致難以理解究竟是何物。惟究其原始，絕不可能是指今所習稱的紅毛猩猩。

最早提及猩猩的是《禮記·曲禮》：「猩猩能言，不離禽獸。」可能指的是一種鼯鼠科動物。但後世囿於「能言」之說，不斷添枝加葉，並與其他物種混同，馴至成為傳說中人面能言、脣部味美、血可為染料，以及既似溫馴又似兇猛的動物。

本文試就所見載籍先後梳爬推斷，期能釐清此一本不神秘，後來卻變得不可解動物的本來面貌，並推斷國人對猩猩觀念的轉變過程。

關鍵字：猩猩、狴狴、鼯鼠、古生物

前言

所謂猩猩，今天一般泛指靈長目巨猿科（Pongidae，或稱猩猩科）的三屬四種：大猩猩（*Gorilla gorilla*，Gorilla）、黑猩猩（*Pan troglodytes*，Chimpanzee）、巴諾布猿（*Pan paniscus*，Pygmy Chimpanzee），以及紅毛猩猩（*Pongo pygmaeus*，Orangutan）。

四種巨猿中，前三者僅產非洲，古人不可能見到，可置無論。後者今產於婆羅州與蘇門答臘，別為二亞種。三代以前氣候與今迥異，以常情而言，從前亞洲大陸或未必無。但若認為古籍中汗牛充棟的猩猩即指此物，則頗有斟酌餘地。

* 本文附見《中華科技史學會會刊》第九期。2006年1月1日。

先秦以前觀念

最早關於猩猩的記述，可能係《禮記·曲禮》：「鸚鵡能言，不離飛鳥；猩猩能言，不離禽獸。」¹據此可知猩猩與鸚鵡同為「能言」的動物。然而禽的定義為「二足而羽」，獸則是「四足而毛」，二者截然不同，猩猩究竟屬鳥類還是哺乳類呢？唐孔穎達《禮記正義》引如今已逸的《盧本》稱，「禽獸」作「走獸」。若然，自為哺乳類無疑。另外，孔穎達又引別本稱：「狴本又作猩，音生」。形聲字在文字發展階段原未定形，因而探討猩猩一詞時，亦不能忽略早期記述中的狴狴，甚至鼪鼪、生生等。

〈曲禮〉未具體敘述猩猩性狀。《爾雅·釋獸》則說：「猩猩小而好啼。」²由此只能知其體型不大，但究為何物，尚需就其行文編次探索。

〈釋獸〉將猩猩列於蒙頔、獠猿、獬豸、威夷、麋鹿、獾、獾、鼪等獸之次，其後則為「闕洩多狃。寓屬。」「闕洩」應是指一種猴類；「多狃」舊訓為「腳繞指」，即腳指發達能彎曲旋繞。「寓屬」，據晉代郭璞的解釋是：「以上獸屬多寄寓木上，故題云寓屬。」³由此似可判定「寓屬」應與今靈長目動物概念大致類似，然而細審之又未必然。「寓屬」所列動物固然多屬猿猴類，但其中「麋鹿」明顯為鹿類；「獾」則據郭璞說是：「出西海大秦國，有養者。似狗多力，獷惡。」未必是一種猴類。《爾雅》體例一貫是「物以類聚」，麋鹿與獾之置於「寓屬」中，疑是因錯簡所致。

即使排除麋鹿及獾不計，中國所產靈長目動物而「好啼」者，只有長臂猿科(Hylobatidae)的數種而已，即使其中最小的白手長臂猿(*Hylobates lar*, White-handed gibbon)，與獼猴科(Cercopithecidae)中最習見的恆河猴(*Macaca rhesus*, Rhesus macaque)或短尾獼猴(*Macaca arctoides*, Stump-tailed macaque)相較，其體型只大不小。猩猩特徵既為「小而好啼」，便難以在靈長目中找出能「對號入座」的物種。蓋二千餘年前未有今日嚴謹的分類體系，《爾雅》作者若將活躍於樹上的哺乳動物籠統劃歸「寓屬」，或亦難免。若然，則未可因猩猩列於「寓屬」中，遂武斷其必為靈長目動物。

〈釋獸〉中又有「鼪鼠」，未作解釋，郭璞注云：「今鼪似貂，赤黃色，大尾，啖鼠，江東呼為『鼪』。」⁴此物易於理解，很可能就是俗稱黃鼠狼

¹ 《禮記正義》，卷一。《十三經注疏》，1231 頁。

² 《爾雅注疏》，卷十，釋獸十八。《十三經注疏》，2652 頁。

³ 《爾雅注疏》卷十，釋獸十八。《十三經注疏》，2652 頁。

⁴ 同上。

的亞洲鼬鼠（*Mustela sibirica*，Siberian weasel）或其近緣物種。郭璞於晉代為《爾雅》作注，或許未必能完全契合先秦時的觀念，但指出當時仍呼鼬鼠為「鼬」一節，則頗值得注意。

鼬之為物，見於《莊子·徐無鬼》：「夫逃空虛者，藜藿柱乎鼬鼬之徑，踉位其空。」⁵同書〈秋水〉則說：「騏驥驎驪，一日而馳千里，捕鼠不如狸狌。」⁶《莊子》將鼬鼬、狸狌並言。顯然認定此獸與鼬、狸性狀類似。要之，鼬或狌的特徵是善捕鼠，又似乎能陸行而非全然樹棲。

又作「生生」。《逸周書·王會》：「都郭生生欺羽，生生若黃狗，人面能言。」⁷據〈王會〉文意，「都郭」應為北方國名，「欺羽」朱右曾認為是鳥名。二物皆為都郭國所貢。生生色黃，顯然與古人所能見到的各種獼猴不同；至若白手長臂猿的黃色型，或黑冠長臂猿（*Hylobates lar pileatus*，Capped gibbon）的雌性，固皆可能用「若黃狗」形容，然而猿類性不耐寒，分布緯度一向偏低；且多生長於密林中。即或三代氣候較今為暖，亦不可能生存於黃河以北。

另外，古籍中述及奇禽怪獸之多者莫過於《山海經》，書中兩提狌狌、一提猩猩。唯因其成書非出一手，須稍作甄別，較可信為戰國以前所作的〈南山經〉說：「招搖之山有獸焉，其狀如禺而白耳，伏行人走，其名曰狌狌。食之善走。」⁸郭璞傳：「禺似獼猴而大，赤目長尾，今江南山中多有。……又曰生生禺獸，狀如猿，伏行交足，亦此類也。見《京房易》。」因此，《山海經》的作者和為其作注的郭璞都認為狌狌是種猴類，「伏行人走」，應是行走時四足著地、但有時則雙腳站立而行。

站立之說，又見於《荀子·非相》：「今夫狌狌形笑，亦二足無毛也，然而君子啜其羹食其菽。」⁹此獸難以確定必屬靈長目，因為鼬鼠科動物在地面時，往往也會採站立姿態以遠望，可稱「二足」；至於「無毛」之說，應只是指毛髮不濃密而已，不論是猿、猴，還是鼬鼠，皆不至於無毛。

綜上所學，從先秦典籍中推斷，所謂猩猩、狌狌、鼬鼬、生生等，似為一種鼬鼠科或獼猴科動物，而以前者可能性較大。因為較具體稱其「狀

⁵ 《莊子集釋》，813 頁。

⁶ 同上，580 頁。

⁷ 《逸周書集訓校釋》，120 頁。

⁸ 《古本山海經圖說》，2 頁。按：《山海經》十八卷，舊說為禹益之書，實則絕不可能。據《四庫全書總目提要》謂海外以下諸經有不少漢代地名，應為漢以後作。以非關主題，不欲細考。要之，其所提及猩猩、狌狌三處中，唯此處可能出於先秦。

⁹ 《荀子集解》，50 頁。

如禹」的《山海經》，書中所舉的諸多奇禽異獸怪蟲，有太多是難以理解的想像中動物，因而其對狌狌的記述，連帶也令人存疑。

至於「能言」之說，推測此獸聲音婉轉多變，古人想像其彼此間能以言語溝通。〈曲禮〉及〈王會〉只說「能言」，而未明言其能「人言」，或許就是這個意思。

無論如何，最「原始」的猩猩，可斷言絕非今日的 Orangutan。

面貌及體形的轉變

戰國後期，猩猩味美之說始見，前引《荀子·非相》：「君子啜其羹食其載。」「載」爲大臠，即切肉之意。「君子」所食部分不過泛指其肉而已，荀子並未強調「猩唇」。

《呂氏春秋·本味》則說：「肉之美者，猩猩之唇、獾獾之炙、雉鱗之翠、述蕩之擊、髦象之約。」¹⁰其餘數種珍味究竟爲何姑不具論，然既將「猩猩之唇」列於首位，特見重視，顯然與《荀子》對猩猩的可食部分認知不同。及至晉代張協說：「燕髀猩唇髦殘象白。」¹¹足見「猩唇」已成猩猩的固定形象之一，其來由，應是與狌狌形象混同之後所產生，說見後。

要之，戰國末期以後，猩猩形象開始丕變，與〈釋獸〉愈行愈遠，最大的變化是一般多認爲其面貌似人，且體型亦如豬或獾。

最早提到「人面」的〈王會〉又稱其「若黃狗」，用以形容鼬鼠雖不貼切，但離譜得有限。而成於西漢的《山海經》〈海內南經〉說：「狌狌知人名，其爲獸如豕而人面。」〈海內經〉說：「有青獸，人面，名曰猩猩。」¹²綜此兩段記述，則其形如豕、其色青，與〈王會〉迥異，已不可能與鼬鼠聯想在一起。

郭璞注〈海內南經〉說：「今交趾封谿縣出狌狌，土俗人說云：狀如豚而似狗，聲如小兒啼也。」又爲〈海內經〉作〈圖贊〉：「能言之獸，是謂猩猩，狀如猴，號音若嬰。自然知往，頗策物情。」¹³前引他對〈南山經〉中狌狌的解釋則說：「禹獸，狀如猿。」在其心目中，狌狌或猩猩如豬如狗，

¹⁰ 《呂氏春秋·孝行覽第二》，174 頁。

¹¹ 《文選》卷三五，79 頁。〈七命〉。

¹² 《古本山海經圖說》2 頁。按：《山海經》第十卷〈海內南經〉應成於西漢初；第十八卷〈海內經〉成篇更晚，《四庫全書總目提要》推斷為劉歆所述。

¹³ 《古今圖書集成·禽蟲典·猩猩部》引。855 頁。

又像猿猴。

《水經注》說交趾的平道縣：「縣有猩猩獸，形若黃狗，又似狽豚，人面頭顏端正。善與人言，音聲麗妙如婦人好女，對語交言，聞之無不酸楚。其肉甘美，可以斷穀，窮年不厭。」¹⁴狽即獾，亦即此獸似狗、似獾、又似小豬，總之絕不像是鼬鼠或靈長目動物。

至於「人面頭顏端正」之類說法，最早固出「王會」，但似乎於漢始盛。高誘稱：「猩猩北方獸名，人面獸身，黃色。」¹⁵梁顧野王則說：「猩猩如狗，面似人也。」¹⁶這類說法經歷代反覆傳鈔，無論身形何似，諸說總不脫「人面」。這應是因其「能言」，遂想像其容貌應當似人，經過不斷添枝加葉，遂不復能知其本來面貌。推源究始，實為不敢疑經所致，〈曲禮〉的威望始終屹立不搖。

筆者不敏，所見史料中，似乎僅有晉代的郭義恭敢大膽地說：「猩猩似狽，聲如兒啼，不聞其能言。」¹⁷姑不論其心目中的猩猩是何物，僅就其敢破千餘年來的「能言」之說一端，即令吾人肅然起敬。遺憾的是，郭義恭之後又千餘年，竟無繼之者。

其實漢以後，仍有被指實為猩猩的動物。《後漢書·南蠻西南夷列傳》記哀牢夷的物產有「孔雀、翡翠、犀、象、猩猩、獐獸。」¹⁸按，漢置哀牢縣，在今雲南保山縣東。此處所舉各種動物皆實有，因而猩猩也必非虛構，惟僅憑一個名詞無法判定究竟是何物。然而因「人面說」的普遍，這裡所指的大概不再是鼬鼠了。

性格的編造

猩猩性格，最初說法似出於《淮南子·泛論訓》：「猩猩知往而不知來，乾鵠知來而不知往。」¹⁹乾鵠即鵠，非關本題不論。所謂「知往而不知來」，據漢高誘說是：「知人姓字，此知往也；又嗜酒，人以酒搏之，飲而不耐息不知當醉以禽其身，故曰不知來也。」²⁰由此衍生無數說法。

¹⁴ 酈道元《水經注》卷三七葉榆河，第六冊，63頁。

¹⁵ 《淮南子注釋》，卷十三，223頁。

¹⁶ 《玉篇》，89頁。

¹⁷ 《廣志》，138頁。

¹⁸ 《後漢書》，卷八六，南蠻西南夷列傳，2845頁。

¹⁹ 《淮南子注釋》，卷十三，223頁。

²⁰ 同上。

唐李賢注《後漢書·南蠻西南夷列傳》中的猩猩，引《南中志》稱：「猩猩在山谷中，行無常路，百數爲群。土人以酒若糟，設於路，又喜履子，土人織草爲履，數十量相連結，猩猩在山谷見酒及履，知其設張者，即知張者先祖名字，乃呼其名而罵云：『奴欲張我。』捨之而去，去而復還，相呼試共嘗酒，初嘗少許，又取履子著之。若進兩三升便大醉，人出收之，履子相連不得去，執還內牢中。人欲取者，到牢邊語云：『猩猩，汝可自推肥者出之。』既擇肥竟，相對而泣。即左思賦云：『猩猩啼而就禽者也。』昔有人以猩猩餉封溪令，令問餉何物？猩猩自籠中曰：『但有酒及僕耳，無它飲食。』」²¹《南中志》爲晉代阮洪所作，而章懷太子引證不疑，足見自晉至唐，此一鮮活形象已深入人心。

所謂「昔有人以猩猩餉封溪令」云云，《獨異志》更言之鑿鑿：「漢黃霸爲封谿令，部人陳廉攜酒并猩猩以獻。霸問何物？人未及應，囊中語曰：『斗酒與僕耳。』霸以其物有靈，開囊放之，猩猩悲啼而去。」²²

因其靈慧如此，故又有增飾之說。稍後的《朝野僉載》說：「安南武平縣封溪中有猩猩焉，如美人，解人語，知往事，以嗜酒故，以屐得之。檻百數同牢，欲食之，眾自推肥者，相泣而別。時餉封溪令，以杷蓋之。令問何物？猩猩乃籠中語曰：『唯有僕并酒一壺耳。』令笑而愛之，養蓄能傳送言語，人弗如也。」²³此說明顯由前此諸說衍飾而成。

類似說法歷代傳述者不知凡幾，值得注意的事，此類記述皆出晉後，漢以前無聞。應是交趾一向叛服無常，「自漢以來，列置郡縣，獠俗難理，率數歲一反。」²⁴桓靈以後，其中部分且長爲化外，聲息難通。因而即使覺其不可思議，亦難親履其地查證，遂有恣意編造的空間。不過，如《獨異志》所稱，此一猩猩既能置於「囊」中，可見其體積不大。如果真有其物，亦非 Orangutan 可知。

與「狒狒」的混淆

再往後，猩猩形象又有變化。宋羅願說：「今交趾封谿縣出猩猩，狀如獾豚，聲似小兒啼。……古之說猩猩者如豕如狗，今之說猩猩者與狒狒不相遠，云如婦人被髮袒足，無膝群行，遇人則手掩其形。」²⁵宋時交趾已永

²¹ 《後漢書》，卷八六，南蠻西南夷列傳，2845 頁。

²² 李冗《獨異志》，卷中，1204 頁。

²³ 《朝野僉載》，1277 頁。

²⁴ 《咸賓錄》，124 頁。

²⁵ 《古今圖書集成·禽蟲典》，卷八八猩猩部，855 頁。引《爾雅翼》。

爲域外，所謂「今交趾封谿縣出猩猩」云云，不過是襲取舊說而已。值得注意的是此時其形象已與狒狒相混。

所謂「狒狒」，當然不可能是今天習稱的獼猴科狒狒屬（*Papio*）諸物種。最早提及此獸的是《爾雅·釋獸》：「狒狒，如人，被髮急走，食人。」

26

此獸〈王會〉作「費費」：「州靡費費，其形人身，反踵自笑，笑則上脣弇其目，食人。」²⁷和〈釋獸〉所說大同小異，特強調其「反踵自笑」和「脣弇其目」。州靡是國名。

異口同詞，不太可能均爲向壁虛構，尤其《爾雅》雖受時代限制，於物種認知不免有誤，但不至於信口編造，因而狒狒必有所指。當時中土即使有 *Orangutan*，則其形貌雖可稱「如人」、「被（披）髮」，但不至於「食人」。就其形容比對，只有能以後足站立而行的棕熊（*Ursus arctos*, *Brown bear*）勉強足以當之。所謂「反踵」，應是熊類動物人立時腳掌著地，然而其後足比例較人類短得多，腳掌也不長，故可能將其膝蓋誤爲腳跟，認爲是「反踵」（因此還有「無膝」之說）；所謂「笑則上脣弇其目」，當是因棕熊體型巨大，站立時身高往往超過兩公尺，見人仰首張口威嚇，人類從其正面仰視，確實只能見到掀開的上脣，看不到牠的眼睛。

古人早有認爲狒狒即是大熊者。李時珍引《方輿志》：「狒狒，西蜀及處州山中亦有之，呼爲人熊。人亦食其掌、剝其皮。閩中沙縣幼山有之，長丈餘，逢人則笑。呼爲山大人、或曰野人及山魃也。」²⁸此物原不神秘，《方輿志》的解釋合情合理。

但郭璞注《爾雅》的狒狒部分卻稱：「梟羊也。《山海經》曰：『其狀如人，面長脣黑，身有毛，反踵。見人則笑。』交廣及南康郡山中亦有此物，大者長丈許，俗呼之曰『山都』。」²⁹此獸多活躍於山林中，開發較早的平原難得一見，以致號稱博瞻多識的郭璞都無概念，故攀引《山海經》的怪說以解釋。

郭璞所引《山海經》其實並不準確。〈北山經〉：「獄法之山有獸焉，其狀如犬而人面，善投，見人則笑。其名山揮，其行如風。」〈海內南經〉：「梟陽國在北朐之西，其爲人面長脣，黑身有毛，反踵，見人笑亦笑，左手操管。」〈海內經〉：「南方有贛巨人，人面長臂黑身有毛，反踵，見人笑亦笑，

²⁶ 《十三經注疏》，2651 頁。

²⁷ 《逸周書集訓校釋》，119 頁。

²⁸ 《本草綱目》，卷五十一，狒狒，1595 頁。

²⁹ 同上。

脣蔽其面，因即逃也。」³⁰事實上，〈海內南經〉及〈海內經〉是漢以後的晚出之作，較諸早期的〈北山經〉故眩神異更甚。郭璞將此三段記述揉雜爲一，以訓狒狒，很難令人信服。

欲追索《山海經》中所指動物，往往如「在伸手不見五指的暗室中，找尋一頭並不存在的黑貓」，徒費力氣而已，似不宜過於認真。然而〈海內南經〉的「梟陽國」是「人面長脣」、〈海內經〉的「贛巨人」則「脣蔽其面」，〈王會〉則說狒狒「笑則上脣弇其目」。依時代先後而論，〈海內南經〉和〈海內經〉可能受〈王會〉影響，並將「脣弇其目」之說誇張爲有能「蔽其面」的「長脣」。

此一長脣特徵，又引來一些古怪聯想。李時珍引宋時陳藏器的講法：「其面似人，紅赤色，有尾能人言，鳥聲。善知生死，力負千鈞，反踵無膝，睡則倚物。獲人則先笑而後食之，獵人因以竹筒貫臂誘之，俟其笑時，抽手以錐釘其脣著額，候死而取之。」³¹大約因最初〈王會〉將其張口威嚇認定爲「笑」，後人輾轉附會，遂致認爲其「能人言」。

如此行獵匪夷所思，不足深辨，但此獸的「面似人」與「能人言」特徵，既與一般概念中的猩猩雷同，則順理成章混而爲一，連帶其「長脣」也移植於猩猩。於是「猩唇」之說遂更振振有據。

有關狒狒可考之處尙多，因非本文重點，僅略言之不詳論。要之，起碼在西晉時，其形象已與猩猩部分重疊，愈往後玄說愈多，二物混淆結果，遂成無法理解的怪獸。

鳥類說與染料說

另外有較少見的說法：猩猩是一種鳥。唐釋玄應《一切經音義》：「猩猩，能言鳥也。知人名也，形如豕，頭如黃雞，今交趾封溪有之。聲如小兒啼。」³²此說不知所本，或是知世上絕無能言之獸，而能言鳥不少，故逕自推斷其非獸類。另外，「頭如黃雞」說，可能受〈王會〉影響，〈王會〉於敘述「都郭生生」之後續言：「奇幹善芳，善芳者頭若雄雞，佩之令人不

³⁰ 《古今圖書集成·禽蟲典》，卷八八猩猩部，857頁。

³¹ 《本草綱目》，卷五十一，狒狒。

³² 據《中文大辭典》9059頁，「猩」字引。惟臺北新文豐出版社刊《一切經音義》卷十一（《中阿含經》第十三卷），能言鳥作能言獸（344頁）。蓋為乾隆刊本，以避康熙諱改玄應為元應。《中文大辭典》既稱《一切經音義》作者為玄應，則其所引當為更古版本。故從之。

昧。」³³奇幹爲國名，善芳爲鳥名，因其連文，故或誤爲同屬敘述「生生」者。前引《水經注》所謂「可以斷穀，窮年不厭」，可能也是因善芳的「佩之令人不昧」而來。

唐以前，這類「鳥說」似乎少有人呼應，但宋後則頗不少。據《雲嶠類要》：「宋太祖平嶺南，求得猩猩，如雄鴨而大。取其血染色如渥丹。與傳記所載不同。」³⁴雖指其爲鳥，但不提其能言，且稱「如鴨」而非「頭如黃雞」，與玄應和尚的概念不同。然而《雲嶠類要》書出元代，並非宋初實錄，所言只能姑妄聽之而已。

兩宋之間的陸游有詩，則較可信據：「古寺蕭蕭不見僧，飛鼯滿屋老梟鳴。」³⁵就詩旨看，此「鼯」棲於荒寺，而且能飛。能對應的物種，大概只有蝙蝠了。然而翼手目（Chiroptera）物種雖多，卻無體型「如雄鴨而大」者。故放翁心目中的「鼯」與《雲嶠類要》所稱的「猩猩」並不類同。

能飛的「鼯」，在字書中頗有蹤跡可循。成書於北宋的《集韻》：「鼯，江東呼鼯鼠爲鼯，或从鳥。」³⁶。《集韻》未解釋明明是鼯鼠，何以字又从鳥？然而明初的《洪武正韻》則說：「鼯，飛生鼠。」所指應是蝙蝠。若然，則對「鼯」的認知，早已七拐八彎，與「猩」完全不相干了。

前引《雲嶠類要》：「取其血染色如渥丹。」猩猩血能爲染料說法，最遲在晉時已出現，《南中志》：「寧中之極西南有猩猩，能言，其血可以染朱罽。」³⁷「罽」是毛毯之類的毛織物。大約已不能指實猩猩爲何物，故又出現血色鮮紅說，反正無從對證，不虞「穿幫」。

其血既有此用，則又有取血之法。《病榻寤言》：「與之酒兼與之屐，醉酒穿屐則擒而刺血，隨所問而得，否則寧死含血不與。」³⁸此則是與好酒與屐說結合而編造。

然而狒狒血也有可爲染料之說。唐段成式謂：「狒狒飲其血可以見鬼。……血可染緋，髮可爲髮。」³⁹大約狒狒與猩猩形象既已混淆，則其血之用也自然無別。

³³ 《逸周書集訓校釋》，120 頁。

³⁴ 《古今圖書集成·禽蟲典》，卷八八猩猩部，857 頁。引《雲嶠類要》。

³⁵ 《佩文韻府》，1191 頁。

³⁶ 《集韻》，56 頁。

³⁷ 《古今圖書集成·禽蟲典》，卷八八猩猩部，855 頁。引《南中志》。

³⁸ 《病榻寤言》，2501 頁。

³⁹ 《酉陽雜俎》，卷十六，1164 頁。

天壤之間並無任何動物的血可直接為染料，且又「色如渥丹」的，不論黃鼠狼、蝙蝠、猿猴、棕熊等等皆不例外。所謂「猩紅」其實是銀朱，李時珍對此很清楚，《本草綱目》說：「銀朱乃硫黃與汞升鍊而成。」⁴⁰也就是硫化汞（Hg S）。李時珍特指猩紅即其物，雖未明言，但顯然已排拒了不切實際的猩血說。

然而李時珍雖然極為實事求是，卻不免對猩猩感到困惑：「猩猩自爾雅、逸周書以下數十說。今參集之云：出哀牢夷及交趾封溪縣山谷中，狀如狗及獼猴，黃毛如猿，白耳如犬，人面人足，長髮，頭顏端正，聲如兒啼，亦如犬吠，成群伏行。……西胡取其血染毛罽不黯，刺血必罽而問其數，至一斗乃已。又按《禮記》亦云：『猩猩能言。』而郭義恭《廣志》云：『猩猩不能言。』《山海經》云：『猩猩能知人言。』三說不同。大抵猩猩略似人，形如猿，不必盡如阮氏（阮汧）所說也。又羅願《爾雅翼》云：『古之說猩猩者如豕如狗如猿，今之說猩猩者與狒狒不相遠，云如婦人被髮坦足，無膝群行。遇人則手掩其形，謂之野人。』據羅說則似乎後世所謂野女、野婆者也，豈即一物耶？」⁴¹說了半天，仍搞不清這到底是什麼。

經過兩千年的「集體創作」，猩猩的面貌已經無法分辨了。

少數民族與長臂猿的可能性

二千餘年來，對猩猩言之鑿鑿的記述不知凡幾，但幾乎都是「紙上談猩」，鮮有明白指實的。所見史料中，自稱曾接觸過猩猩者僅一位；另一位雖未見活物，但卻看過「培乾」者。其事皆在明末。

前者的說法匪夷所思。明末鄭露曾應聘為廣西土司記室，所著《赤雅》專述夷土見聞：「猩猩。人面猿身，最機警，通八方語言，學蟲鳥語無不曲肖，聲如二八女子，啼最清越。嗜酒好屐，虞人以此誘之，毀罵而去。予在綠鴉山見之。群相語曰：『客必東人也。』踴躍出視。予適有蘇酒一包，寄酒少許，招而飲之。四者齊下，未飲先謝，既飲輒醉，知予之無機也。予徘徊，恐為後人所害。忽然一雙飛下古木，囁然相謂曰：『上客過勞，兒當負之而去耳。』《禮》曰：『猩猩能言，不離走獸』，予終不敢以為信。」⁴²

鄭露所見之物確為能言、好酒，又擅爬樹，與傳說中的猩猩若合符節。

⁴⁰ 《本草綱目》，卷九，銀朱，310 頁。

⁴¹ 《本草綱目》，卷五十一，猩猩，1594 頁。

⁴² 《赤雅》，3517 頁。

然而天壤之間實不可能有此物，或因西南有許多各式各樣的少數民族，鄭露因先入之見，而將其中一支誤認為是所謂的「猩猩」也未可知。

不算真見過猩猩的是朱之瑜。他羈旅日本時，曾向彼邦執卷請益者談起猩猩：「或問猩猩。答：前在交趾，聞其國海邊有此種。採啜山果以為食，好酒，好著紅屐。土人以此愚而擒之。聞之唐人者亦然，然未之見也。僅見一培乾者，長可四尺，口鼻齊整。在唐山時，於嘉興、崇德地方有二，一牡一牝，以檻車籠之，觀者如堵牆，然亦未之見也，亦未知自何國來。但聞夜則放出洩溺，畢則復入籠中。其後牝者物故，祇存牡者解京耳。其時不留意於此，故未之詳問也。」⁴³

舜水先生所言平實，且無必要對日本人說謊，又未曾提到傳說中猩猩的最大特徵「能言」，顯見其所自道的聞見頗為可信。然而此物「長可四尺，口鼻齊整」，性似溫馴。勉強解釋，極有可能為長臂猿，但絕不可能是 *Orangutan*。

朱之瑜還說倖存的一頭猩猩其後「解京」，這似可從土貢制度中找到線索。明代體制，各畿省府縣必須「任土作貢」，定期進獻土產。據《圖書編》所載，例貢猩猩地區凡二：廣西梧州府、雲南金齒軍民指揮使司。前者注稱：「如黃犬，人面能言，音如女人，鬱林州出山中。」⁴⁴此物自然不可能是 *Orangutan*，但若說是長臂猿，也頗有疑問，因為同一資料中，湖廣的未順、保靖宣慰司，四川永寧宣撫司等例皆貢猿、廣東肇慶府貢黑猿、雲南的廣西府貢白面猿。可見當時人對猿的概念甚為明確，不會將之混稱為猩猩。推測可能本為一物，只是死活不同而已。活者稱猿無疑；而「培乾」者則假「猩唇」之名以獻。既非活物，則「人面能言，音如女人」云云，自可信口侃侃，無從驗證。

這一推測或嫌臆斷，難為的據。不過，先師夏元瑜先生曾面告筆者：民國二十年左右，曾在北京肆中見到一風乾的猿類頭皮，店家說這就是「猩唇」。先師強調其物應是某種長臂猿，絕非 *Orangutan*。兩事雖隔三百年，但國人觀念未必遽改。因而朱之瑜在嘉興、崇德所見、所聞的死活「猩猩」，當與先師所見類同，這應是近幾百年對猩猩及猩唇的認知。

海運大開之後，國人始有機會見到來自南島的紅毛怪獸，居然冠上猩猩之名，遂使人誤以為幾千年來無數關於猩猩的記述即指此獸。實則夷考舊籍，自先秦以迄民初，猩猩形象雖一變再變，但絕對與 *Orangutan* 毫不相干。

⁴³ 《朱舜水集》，423 頁。

⁴⁴ 參閱《古今圖書集成·食貨典》，卷一九一貢獻部，引《圖書編》，61 頁。

主要參考書目

- 阮元刻《十三經注疏》。上海，世界書局，民二四。
- 郭象《莊子集釋》。臺南，唯一書業，民六四。
- 蕭統輯《文選》。臺北，臺灣商務印書館，民五七。
- 朱右曾《逸周書集訓校釋》。臺北，臺灣商務印書館，民六〇。
- 史禮心注《山海經》。北京，華夏出版社。2005。
- 馬昌儀輯《古本山海經圖說》。濟南，山東畫報出版社。2001。
- 酈道元《水經注》。臺北，臺灣商務印書館，民三九。
- 陳夢雷編《古今圖書集成》。臺北，鼎文書局，民六五。
- 王先謙《荀子集解》。臺北，臺灣時代書局，民六五。
- 高誘《淮南子注釋》。臺北，華聯書局，民六二。
- 顧野王《玉篇》。北京，中華書局，1998。（載《小學名著六種》）
- 丁度《集韻》。北京，中華書局，1998。（載《小學名著六種》）
- 蔡升元編《佩文韻府》。臺北，臺灣商務印書館，民六二。
- 郭義恭《廣志》。臺北，新興書局，民六六。（《筆記小說大觀》十九編一冊）
- 李冗《獨異志》。臺北，新興書局，民六三。（《筆記小說大觀》三編二冊）
- 玄（元）應《一切經音義》。臺北，新文豐出版社，民六三。
- 張鷟《朝野僉載》。臺北，新興書局，民七七。（《筆記小說大觀》四編二冊）
- 陸樹聲《病榻寤言》。臺北，新興書局，民六五。（《筆記小說大觀》十四編四冊）
- 段成式《酉陽雜俎》。臺北，新興書局，民六三。（《筆記小說大觀》三編二冊）
- 鄭露《赤雅》。台北，新興書局，民六四。（《筆記小說大觀》六編六冊）
- 呂不韋《呂氏春秋》。臺北，廣文書局，民五四。
- 班固《後漢書》。臺北，鼎文書局，民六八。
- 羅曰褫《咸賓錄》。北京，中華書局，2000。
- 李時珍《本草綱目》。臺北，鼎文書局，民六二。
- 釋玄應《一切經音義》。臺北，新文豐出版社。民六九。
- 朱之瑜《朱舜水集》。臺北，漢京文化，民七三。

鄭和下西洋與麒麟貢*

張之傑

世新大學通識教育中心

摘要

明代將非洲產的長頸鹿比附為麒麟。象徵聖王出世的麒麟，就成為下西洋期間的重要蒐求對象。本文整理鄭和下西洋期間麒麟史料，歸納為以下數端：(1) 永樂十二年榜葛刺貢麒麟可能與鄭和無關；(2) 榜葛刺貢麒麟可能促使鄭和第四次下西洋西進波斯灣，並促成麻林貢麒麟；(3) 鄭和第五、六、七次下西洋皆有麒麟史料；(4) 宣德八年之麒麟貢可能以購自天方者抵充；(5) 下西洋遠至東非的動機，可能是為了蒐求長頸鹿等非洲特產。

關鍵詞：鄭和下西洋、麒麟、長頸鹿

一、前言

永樂朝的海上活動，起初主要是為了尋找失蹤的惠帝，但演變到後來，卻變成宣揚國威和蒐求奇名異寶。蒐求的方式不外發動各國進貢，或以交易取得。象徵聖王出世的麒麟，就成為重要的蒐求對象。

麒麟原指何物已難稽考¹，在明代，是指長頸鹿。明代將長頸鹿稱為麒麟或祖刺法。祖刺法，是阿拉伯語音譯²，至於麒麟，係附會索馬利語 giri。³早在宋代，國人就知道有長頸鹿這種動物，當時稱為駝牛⁴，或音譯為徂臘

* 初稿於本委員會研討會發表，經修訂於2005年7月4日於南京「紀念鄭和下西洋600週年國際學術論壇」發表，全文刊《自然科學史研究》，第25卷第4期，2006年。

¹ 據楊銓之考證，麒麟原指麋鹿，即四不像鹿。見楊銓之〈麟考〉，《中華科技史學會會刊》第八期，頁73-78。

² 據《韋氏字典》(1998年英文版)，giraffe源自阿拉伯語zarafah，而zarafah可能源自某非洲土語。

³ 馮承鈞注校，《瀛涯勝覽》，頁55，「阿丹國」條麒麟注：「Somali語giri之對音，即giraffe也。」

⁵。至於將長頸鹿附會為麒麟，可能也始於宋代。⁶

鄭和下西洋期間，麒麟開始進入中國。本文整理下西洋期間之歷次麒麟貢（含交易）史料，並加以考釋，以期為鄭和研究獻曝。

二、永樂十二年榜葛刺貢麒麟

明成祖永樂十二年秋，榜葛刺（今孟加拉一帶）的使臣帶著一隻麒麟（以下麒麟與長頸鹿同義）來到北京，擇期向永樂帝進獻，這是長頸鹿第一次來到中國。

九月丁丑（七日），榜葛刺使臣獻麒麟及名馬⁷。戊寅（八日），禮部上表請賀，成祖雖說「其免賀」⁸，但翰林院修撰沈度寫了一篇〈瑞應麒麟頌〉，宮廷畫師畫下麒麟圖像，將〈瑞應麒麟頌〉抄在圖上。這幅〈明人畫麒麟沈度頌〉軸⁹現藏台北故宮博物院，為榜葛刺所貢麒麟即長頸鹿留下最真實的紀錄。¹⁰

關於永樂十二年榜葛刺貢麒麟，除了《明太宗實錄》、〈明人畫麒麟沈

⁴ 南宋·李石，《續博物志》，卷十：「撥拔力國有異獸，名駝牛，皮似豹，蹄類牛，無峰，項長九尺，身高一丈餘。」轉引謝方校注《西洋朝貢典錄》榜葛刺國第十六，頁90。按：撥拔力，即濱臨亞丁灣之 Berbera。

⁵ 南宋·趙汝适，《諸蕃志》，卷上：「琵琶羅國……獸名徂臘，狀如駱駝，而大如牛，色黃，前腳高五尺，後低三尺，頭高向上，皮厚一寸。」琵琶羅國即《續博物志》之撥拔力。轉引張星烺編注《中西交通史料彙編》第2冊，頁583，中華書局（北京），2003年。

⁶ 北宋·邢昺，《爾雅疏》，釋麟：「麟，麋身牛尾，狼額，馬蹄，有五彩，腹下黃，高丈二。」很可能是指長頸鹿。見《爾雅注疏》，廣文書局，頁84，1972年再版。

⁷ 《明太宗實錄》，卷一五五，永樂十二年九月：「丁丑，榜葛刺國王賽弗丁遣使奉表，獻麒麟並貢名馬方物。」中研院本，頁1787。

⁸ 《明太宗實錄》，卷一五五，永樂十二年九月：「戊寅，禮部請上表賀麒麟，上曰：海內清寧，遠人嚮化貢獻方物，斯皆天與祖宗之祐，卿等但當夙夜竭心，輔治以惠天下，天下既安，雖無麒麟不害為治，其免賀。」中研院本，頁1787-1789。

⁹ 〈明人畫麒麟圖沈度頌〉軸，刊《故宮書畫圖錄》第9冊，頁345，臺北故宮博物院，1992年。

¹⁰ 〈明人畫麒麟圖沈度頌〉軸深藏內府。上世紀初，伯希和等西方漢學家曾為文考訂入貢麒麟即長頸鹿，如能看到此圖，就不必費此苦心。相關考證見伯希和（馮承鈞譯）《鄭和下西洋考》頁60-61注六。

度頌》軸，史載尙見《明史》成祖本紀¹¹、《明史》外國列傳榜葛刺條¹²、《西洋朝貢典錄》榜葛刺國條¹³等。

永樂十二年榜葛刺貢麒麟時，鄭和正在第四次下西洋途中。鄭和第四次下西洋永樂十年十一月十五日奉詔，翌年出航，十三年七月八日回京。¹⁴筆者蠡測，榜葛刺貢麒麟可能和費信所記的一次出航有關，而與鄭和第四次下西洋無關。

費信《星槎勝覽》卷首，列有四次出航起迄時間及所至國家，第二次「於永樂十年，隨奉使少監楊敏¹⁵等往榜葛刺國，開讀賞賜，至永樂十二年回京。」¹⁶在時間上與鄭和第四次下西洋雖有重疊，但起迄不同，顯然分屬兩次行動。

鄭和下西洋期間，尙有若干特使往來各地，執行特定任務，費信所記就屬此類。這次出使副使爲楊敏，至於特使（正使），《星槎勝覽》榜葛刺條：「永樂十年併永樂十三年，二次上命太監侯顯等，統領舟師，齎捧詔敕，賞賜國王王妃頭目。」¹⁷但《明太宗實錄》永樂十一年二月己未（九日）：「遣太監侯顯，齎勅賜尼八剌國王沙地新葛、地湧塔王可般錦綺。」¹⁸《明史》侯顯傳亦載此事。¹⁹與費信所記矛盾。然不論正使是否爲侯顯，永樂十二年榜葛刺貢麒麟，很可能由此次出使所促成。

這次出使，不見其他文獻，但《明史》榜葛刺傳可見其蛛絲馬跡：「永樂六年，其王靑牙思丁遣使來朝，貢方物，齎賜有差。七年，其使凡再至，攜從者二百三十餘人。帝方招徠絕域，頒賜甚厚。自是比年入貢。十年，貢使將至，遣官宴之於鎮江。既將事，使者告其王之喪，遣官往祭，封次

¹¹ 《明史》，卷七，成祖本紀，永樂十二年：「是年，泥八剌國沙的新葛來朝，封為王。……榜葛刺貢麒麟。」

¹² 《明史》，卷三二六，外國列傳，榜葛刺條：「十二年，嗣王遣使奉表來謝，貢麒麟及名馬方物。」

¹³ 謝方校注，《西洋朝貢典錄》，頁 90。

¹⁴ 鄭和出使回次，有新舊兩說，舊說根據《明史》及實錄，新說根據南山寺碑記，現學界普遍採新說。方豪《中西交通史》第三冊，頁 190 列有新舊說對照表。有關鄭和下西洋回次，本文以此表為依據。

¹⁵ 原書作楊敕，據伯希和、馮承鈞考訂，為楊敏之誤。見伯希和（馮承鈞譯）《鄭和下西洋考》頁 27 注一，及馮承鈞注校《星槎勝覽》頁 1。

¹⁶ 馮承鈞注校，《星槎勝覽》，頁 1。

¹⁷ 馮承鈞注校，《星槎勝覽》，頁 39。

¹⁸ 《明太宗實錄》，卷一三七，中研院本，頁 1665。

¹⁹ 《明史》，卷三〇四，侯顯傳，鼎文版，第 11 冊，頁 7769。

子賽勿丁爲王。²⁰十二年，嗣王遣使奉表來謝，貢麒麟及名馬方物。」²¹「遣官往祭，封次子賽勿丁爲王。」就是這次出使的主要任務。

鄭和第一次出使，永樂三年六月十五日奉詔，五年九月二日回京。榜葛刺自永樂六年「比年入貢」，當然是和鄭和所促成，但永樂十二年貢麒麟，可能和鄭和並無直接關聯。費信等出使榜葛刺於永樂十二年回京，榜葛刺恰於是年貢麒麟，兩者的相關性不言可喻。當時航海，爲了借助季風，都是天寒時西去，天暖時東歸。鄭和下西洋期間，貢使隨同中國船隊回國可視爲常態。²²〔22〕費信等可能偕同榜葛刺貢使東歸，並帶回麒麟。但費信對於這次出使敘述甚詳，何以未提到麒麟，令人不解。

在動物地理學上，長頸鹿是伊索匹亞區（即非洲區）動物。根據《明英宗實錄》²³及《明史》英宗前紀²⁴，正統三年（1438）榜葛刺又貢過一次麒麟（這是最後一次麒麟貢）。不產長頸鹿的榜葛刺怎會貢麒麟？這和當時的國際形勢、海上貿易以及鄭和等出使西洋有關。

在地理大發現之前，阿拉伯人控制東西海上貿易。印度洋沿岸的通商口岸，幾乎盡由回教徒統治。²⁵透過回教世界的海上貿易，榜葛刺獲得東非的長頸鹿不足爲奇。永樂十二年榜葛刺所貢長頸鹿，原爲埃及馬姆魯克王朝蘇丹致贈榜葛刺國王賽弗丁的禮物，經楊敏運作而轉贈中國。²⁶

²⁰ 據《明太宗實錄》，卷一二九，是日爲永樂十年六月乙亥（十一日）。中研院版，頁1604。

²¹ 《明史》，卷三二六，外國傳，榜葛刺條，鼎文版，頁8446。

²² 見張之傑〈永樂十二年榜葛刺貢麒麟之起因與影響〉一文相關引證。

²³ 《明英宗實錄》，卷四七正統三年冬十月壬子朔：「榜葛刺使臣下野眉等來朝，貢麒麟、白鸚鵡、紅鸚哥、白鵝等物。」

²⁴ 《明史》，卷十，英宗前紀，正統三年：「是年，榜葛刺貢麒麟，中外表賀。」

²⁵ 沈愷，〈鄭和時代印度洋情勢與中國的關係〉，《中華科技史學會會刊》，第九期，頁37-44，2006年1月。

²⁶ 陳國棟教授2005年11月15日在臺北社教館的演講「送你一隻長頸鹿——談鄭和與印度洋」綱要：「十三世紀以後，埃及的馬姆魯克蘇丹偏好送給友邦元首長頸鹿作為最珍貴的禮物。鄭和下西洋船隊所獲得的第一隻長頸鹿，本來就是馬姆魯克蘇丹巴斯拜致贈孟加拉國王賽弗丁的禮物。船隊統領之一的楊敏，不知以何種方式轉手取得，送回中國，呈獻給永樂皇帝。」陳教授的史料得自阿拉伯文獻。

三、第四次下西洋與麻林貢麒麟

榜葛刺貢麒麟之後，又有麻林（今肯亞麻林地一帶）貢麒麟。永樂十三年十一月庚子（七日），禮部上奏：「麻林國進麒麟將至，請於至日（冬至日，丙午，十三日）率群臣上表賀。」成祖又說了一番道理，「麒麟有無，何所損益？」²⁷壬子（十九日），麻林貢麒麟，文武群臣稽首稱賀。²⁸大臣夏原吉撰〈麒麟賦〉，其序文曰：「永樂十二年秋，榜葛刺國來朝，獻麒麟。今年秋麻林國復以麒麟來獻，其形色與古之傳記所載及前所獻者無異。……今兩歲之間而茲瑞載至，則盛德之隆，天眷之至，實前古未之有也。」²⁹

十一月已屬冬季，但夏原吉說「今年秋麻林國復以麒麟來獻」，個中矛盾如何解釋？據《明太宗實錄》，是年九月十九日，成祖賜蘇門答刺、古里、柯枝、麻林諸番國使臣³⁰；二十六日，賜宴四國使臣，並曉諭禮部，使臣歸國時厚予餞別。³¹可見麻林貢使至遲九月中旬已經抵京，因此，麻林確於該年秋來貢，但因故（如麒麟健康不佳）延宕進獻。麒麟（長頸鹿）是熱帶動物，延至冬季諒非得已。

關於永樂十三年麻林貢麒麟，除了《明太宗實錄》、夏原吉〈麒麟賦〉，史載尚見《明史》成祖本紀三³²及《明史》外國列傳麻林條³³。

永樂十二年秋榜葛刺貢麒麟，隔年秋麻林來貢，兩者似乎有其關連

²⁷ 《明太宗實錄》，卷一七〇，永樂十三年十一月庚子：「行在禮部尚書呂震奏麻林國進麒麟將至，請於至日率群臣上表賀。上曰：往者翰林院言修五經四書及性理大全，書成欲上表進朕，則許之，蓋帝王修齊治平之道具於此，有益世教，可以進表。麒麟有無，何所損益？遂已。」中研院本，頁1896。

²⁸ 《明太宗實錄》，卷一七〇，永樂十三年十一月壬子：「麻林國及諸番國進麒麟、天馬、神鹿等物。上御奉天門受之，文武群臣稽首稱賀。」中研院本，頁1898。

²⁹ 《古今圖書集成》，第51冊，禽蟲典上，頁563，鼎文書局景印版。

³⁰ 《明太宗實錄》，卷一六八，永樂十三年癸丑：「賜蘇門答刺、古里、柯枝、麻林諸番國使臣，鈔幣襲衣有差。」中研院本，頁1876。

³¹ 《明太宗實錄》，卷一六八，永樂十三年九月：「庚申，賜蘇門答刺、古里、柯枝、麻林諸番國使臣宴。上諭行在禮部臣曰：先王柔遠人，厚往薄來。今海外諸番使臣將歸，可遣官豫往福建，俟其至宴餞之，亦戒其苟簡也。」中研院本，頁1877。

³² 《明史》，卷七，成祖本紀三，永樂十三年：「麻林及諸番進麒麟、天馬、神鹿。」

³³ 《明史》，卷三二六，外國列傳，麻林條：「麻林，去中國絕遠。永樂十三年遣使貢麒麟。」

性。鄭和第一、二、三次下西洋只到印度，第四次才到達波斯灣。³⁴筆者蠡測，榜葛刺貢麒麟，可能促使鄭和西進波斯灣，希望回程時也能帶回一隻。吾人研究歷史，不能不考慮人性。鄭和西進波斯灣，激起阿拉伯世界的響應，始有永樂十三年麻林貢麒麟一事。³⁵是耶？非耶？謹求證於碩學方家。

四、第五次下西洋與麒麟貢

鄭和第五次下西洋永樂十四年十二月十日奉詔，翌年秋冬之際出航，十七年七月十七日回京。這次出使曾發動阿丹國（今葉門亞丁一帶）貢麒麟，相關史料見兩種碑記。

宣德五年，鄭和第七次奉詔下西洋，在婁東劉家港天妃宮刻石，是為〈婁東劉家港天妃宮石刻通番事蹟記〉³⁶，碑文縷述前六次下西洋事蹟，其中記第五次下西洋：「永樂十五年，統領舟師往西域。其忽魯謨斯國進獅子、金錢豹、西馬；阿丹國進麒麟，番名祖刺法，並長角馬哈獸；木骨都束國進花福鹿並獅子；卜刺哇國進千里駱駝並駝雞；爪哇國、古里國進縻里羔獸。各進方物，皆古所未聞者。及遣王男王弟捧金葉表文朝貢。」

宣德六年，舟師抵達福建長樂縣，臨出洋時在南山寺刻石，是為〈長樂南山寺天妃之神靈應記〉³⁷，簡稱南山寺碑，內容與〈通番事蹟記〉相似，其中記第五次下西洋：「永樂十五年，統領舟師往西域。其忽魯謨斯國進獅子、金錢豹、大西馬；阿丹國進麒麟，番名祖刺法，並長角馬哈獸。木骨都束國進花福鹿並獅子；卜刺哇國進千里駱駝並駝雞；爪哇國、古里國進縻里羔獸。若乃藏山隱海之靈物，沉沙淩陸之偉寶，莫不爭先呈獻。或遣王男，或遣王叔王弟，齎捧金葉表文朝貢。」

兩種碑記中的忽魯謨斯國，即今伊朗荷姆茲；阿丹國，即今葉門亞丁一帶；木骨都束國，即今索馬利亞摩加迪休一帶；卜刺哇國即今索馬利亞布拉法一帶。木骨都束與卜刺哇皆為阿拉伯人所建城邦。阿丹國與東非近在咫尺，獲取長頸鹿不是難事。

麒麟貢是朝廷大事，明代貢麒麟的次數屈指可數，阿丹貢麒麟一事不

³⁴ 見南山寺碑記，向達校注，《西洋番國志》，附錄，頁54。伯希和（馮承鈞譯），《鄭和下西洋考》，頁28-43有詳細考證。

³⁵ 筆者曾為文論述此事，見張之傑〈永樂十二年榜葛刺貢麒麟之起因與影響〉一文。

³⁶ 見向達校注，《西洋番國志》，附錄，頁51-52。原石已佚。

³⁷ 見向達校注，《西洋番國志》，附錄，頁53-55。原石在福建長樂縣。

見《明太宗實錄》及其他文獻，殊不可解。又，兩種碑記何以不記永樂十三年麻林貢麒麟？亦不可解。

五、第六次下西洋與麒麟貢

鄭和第六次下西洋永樂十九年正月三十日奉詔，二十年八月十九日回京。這次出使曾在阿丹國購買麒麟，相關史料見馬歡《瀛涯勝覽》、鞏珍《西洋番國志》及《明史》外國傳。

馬歡曾參與第四、第六、第七次下西洋，所著《瀛涯勝覽》阿丹國條：「永樂十九年，欽命正使太監李³⁸等，齎詔勅衣冠賜其王酋，到蘇門答刺國。分瀝內官周，領駕寶船數隻到彼，王聞其至，即率大小頭目至海濱迎接詔勅賞賜。至王府，行禮甚恭謹感伏。開讀畢，國王即諭其國人，但有珍寶許令貿易。在彼買得重二錢許大塊貓睛石、各色雅姑等異寶。大顆珍珠。珊瑚樹高二尺者數株。又買得珊瑚枝五櫃、金珀、薔薇露、麒麟、獅子、花福鹿、金錢豹、駝雞、白鳩之類而還。」³⁹

鞏珍曾參與第七次下西洋，所著《西洋番國志》自序：「凡所紀各國之事蹟，或目及耳聞，或在處詢訪，漢言番語，悉憑通事轉譯而得，記錄無遺。」但該書多與馬歡《瀛涯勝覽》雷同，抄襲顯而易見，其阿丹國條：「永樂十九年，上命太監李充正使，齎詔勅往諭旨。李□到蘇門答刺國，令內官周□□等，駕寶舡三隻往彼。王聞即率大小頭目至海濱迎入，禮甚恭謹。開詔畢仍賜王衣。王即諭其國人，凡有寶物俱許出賣。此國買到貓睛一塊重二錢許，並大顆珍珠各色雅鶻等石，珊瑚樹高二尺者數株，枝柯爲珠者五櫃，及金珀、薔薇露、麒麟、獅子、花福鹿、金錢豹、駝雞、白鳩之類。」⁴⁰

《明史》卷三二六外國傳阿丹條：「其王甚尊中國。聞和船至，躬率部領來迎。入國宣詔訖，諭其下，盡出珍寶互易。永樂十九年，中官周姓者往，市得貓睛，重二錢許，珊瑚樹高二尺者數枝，又大珠、金珀、諸色雅姑異寶、麒麟、獅子、花貓、鹿、金錢豹、駝雞、白鳩以歸，他國所不及也。」⁴¹顯然也是引自馬歡《瀛涯勝覽》。

《明太宗實錄》未載此事。筆者研判，這隻購買的麒麟可能因故未到

³⁸ 疑為李興，見馮承鈞注校，《瀛涯勝覽》，頁 55。

³⁹ 馮承鈞注校，《瀛涯勝覽》，頁 55-56。

⁴⁰ 向達校注，《西洋番國志》，頁 35-36。

⁴¹ 《明史》，卷三二六，外國七，阿丹條，鼎文版第 11 冊，頁 8450。

中國。根據祝允明《前聞記》下西洋條（記述第七次下西洋航程），自忽魯謨斯回航，二月十八日起碇，六月二十一到達江蘇太倉，計一二〇日。⁴²經過百餘日顛簸，如照料失當，死於途中絕不意外。即使是今日，將長頸鹿經由海路運往東方亦非易事，以當時的條件，困難的程度可以想像。

六、第七次下西洋與麒麟貢

鄭和第七次下西洋宣德五年六月九日奉詔，翌年十二月九日出航，八年七月六日回京。學者咸認，鄭和歸國前死於古里（在印度西岸）。這次出使，麒麟貢史料紛雜，據筆者研判，其實只有購自天方（今麥加一帶）的一隻而已。相關史料見馬歡《瀛涯勝覽》、鞏珍《西洋番國志》、胡省曾《西洋朝貢典錄》及《明史》西域傳，但皆以馬歡所記為本。

馬歡參與第七次下西洋，所著《瀛涯勝覽》天方國條：「宣德五年，欽蒙聖朝差正使太監內官鄭和等往各番國開讀賞賜。分派到古里國時，見本國（指天方國）差人往彼，就選差通事等七人，齎帶麝香、瓷器等物，附本國船隻到彼，往回一年，買回各色奇貨、異寶、麒麟、獅子、駝雞等物，並畫天堂圖真本回京。其默伽國王亦差使臣，將方物跟同原去通事七人，獻齎於朝廷。」⁴³

鞏珍亦參與第七次出使，但《西洋番國志》卻因襲馬歡：「宣德五年，欽奉朝命開詔，遍諭西海諸番，太監洪保分派到古里國，適默伽國有使人來，因擇通事等七人前往，去回一年。買到各色奇貨異寶及麒麟、獅子、駝雞等物，並畫天堂圖回京奏之。其國王亦採方物，遣使隨七人者進貢中國。」⁴⁴

胡省曾《西洋朝貢典錄》卷下天方國條：「宣德中使鄭和至西洋，遣通事七人齎麝香、磁器、緞匹，同本國船至國，一年往回，易得各色奇異寶石並麒麟、獅子、駝雞等物，並畫天堂圖一冊回京。其天方國王亦遣其使沙璫等，將方物隨七人來朝貢廷。」⁴⁵亦襲自馬歡《瀛涯勝覽》。

《明史》列傳三三二西域傳天方條：「宣德五年，鄭和使西洋，分遣其儕詣古里。聞古里遣人往天方，因使人齎貨物附其舟偕行。往返經歲，市奇珍異寶及麒麟、獅子、駝雞以歸。其國王亦遣陪臣隨朝使來貢。宣宗喜，

⁴² 祝允明，《前聞記》，下西洋條，見向達校注，《西洋番國志》附錄，頁 55-57。

⁴³ 馮承鈞注校，《瀛涯勝覽》，頁 71-72。

⁴⁴ 向達校注，《西洋番國志》，頁 46。

⁴⁵ 謝方校注，《西洋朝貢典錄》，頁 119。

賜賚有加。」⁴⁶

這隻買回的麒麟，可能成為「貢品」。《明宣宗實錄》宣德八年閏八月辛亥（初一）朔：「蘇門答剌國王宰奴里阿必丁遣弟哈利之漢等、古里國王比里麻遣使葛不滿都魯牙等、柯枝國王可亦里遣使加不比里麻等、錫蘭山國王不刺葛麻巴忽刺批遣使門你得奈等、佐法兒國王阿里遣使哈只忽先等、阿丹國王抹立克那思兒遣使普巴等、甘巴里國王兜哇刺割遣使段思力鑑等、忽魯謨斯國王賽弗丁遣番人馬刺足等、加異勒國王遣使阿都儒哈蠻等、天方國王遣頭目沙獻等來朝，貢麒麟、象、馬諸物。上御奉天門受之。行在禮部尙書胡濙以麒麟瑞物，率群臣稱賀。」⁴⁷

這隻麒麟到底是哪國所貢？實錄所記並不清楚，《明史》宣宗本記籠統記為：「八年……閏（八）月辛亥，西域貢麒麟。」在相關史料中，上述諸國找不到宣德八年進貢麒麟的史料。唯一的線索，就是馬歡《瀛涯勝覽》所記、從天方買回的一隻。出使者（或會同館有司）爲了討好皇帝，很可能將購買的一隻說成是貢品。研究歷史，回歸人性或許更能接近真實。

依據《明史》，上述諸國只有天方屬於西域國家，「西域貢麒麟」，或暗指天方。纂修《明史》本記者從《瀛涯勝覽》等史料得知，鄭和船隊曾經從天方購得一隻麒麟，又從實錄得知，蘇門答剌等一長串國家曾經貢麒麟。纂修者可能已看出個中玄機，故以史筆模稜記之。臆測之見，博雅君子其教之。

又，《明史》外國傳蘇門答剌條：「宣德元年遣使入賀。五年，帝以外蕃貢使多不至，遣和及王景弘遍歷諸國……凡歷二十餘國，蘇門答剌與焉。明年遣使入貢者再。八年貢麒麟。」⁴⁸筆者判斷，所謂貢麒麟，可能誤解《明宣宗實錄》宣德八年閏八月辛亥條所致。該條的一長串國家以蘇門答剌爲首，纂修《明史》外國傳者遂誤解爲蘇門答剌「八年貢麒麟」。

七、待考的麒麟貢

忽魯謨斯曾經進貢麒麟，時間待考。相關史料見《瀛涯勝覽》、《西洋番國志》及《明史》外國傳忽魯謨斯條。

馬歡《瀛涯勝覽》忽魯謨斯條：「國王亦將船隻載獅子、麒麟、馬疋、珠子、寶石等物，并金葉表文，差其頭目人等，跟隨欽差西洋回還寶船，

⁴⁶ 《明史》，卷三三二，西域四，天方條，鼎文版第 11 冊，頁 8621。

⁴⁷ 《明宣宗實錄》，卷一〇五，中研院本，頁 2341。

⁴⁸ 《明史》，卷三二五，外國六，蘇門答剌條，鼎文版第 11 冊，頁 8420-8421。

赴闕進貢。」⁴⁹《瀛涯勝覽》忽魯謨斯條記述甚詳，當非出於耳聞。

鞏珍《西洋番國志》忽魯謨斯國條：「國王修金葉表文，遣使隨寶舡以麒麟、獅子、珍珠、寶石進貢中國。」⁵⁰

《明史》外國傳忽魯謨斯條亦載此事：「所貢有獅子、麒麟、駝雞、福祿、靈羊；常貢則大珠、寶石之類。」⁵¹

可見忽魯謨斯確曾進貢麒麟，惟時間不明，是否到達中國不明。可能要看更多書、查更多資料，才能找到答案。

八、結論與討論

鄭和下西洋期間，史料所見麒麟列表如下：

時間	貢國（或購買地）	來源別	說明
永樂 12 年 （1414）	榜葛刺 （今孟加拉一帶）	進貢	麒麟初入中國，可能和鄭和無關。
永樂 13 年 （1415）	麻林 （今肯亞麻林地一帶）	進貢	鄭和第四次下西洋促成。
永樂 15-17 年 （1417-1419）	阿丹 （今葉門亞丁一帶）	進貢	鄭和第五次下西洋促成。
永樂 19-20 年 （1421-1422）	阿丹	購買	鄭和第六次下西洋促成。
宣德 8 年 （1433）	天方	購買	鄭和第七次下西洋促成。《明史》宣宗本記八年：「閏（八）月辛亥，西域貢麒麟。」或即指其事。
？	忽魯謨斯 （今伊朗荷姆茲）	進貢	時間待考。

在上表中，僅永樂十二年（榜葛刺）、十三年（麻林）及宣德八年（天方）貢麒麟見於實錄。麒麟貢是朝廷大事，實錄纂修不大可能略而不錄。換言之，可能只有這三次，麒麟確切到達中國，並進獻皇帝，受到群臣稱賀。另三次可能未到中國，或雖到中國，卻因故（如死亡）而未能進獻。

⁴⁹ 《瀛涯勝覽》，忽魯謨斯國：「國王亦將船隻載獅子、麒麟、馬足、珠子、寶石等物，并金葉表文，差其頭目人等，跟隨欽差西洋回還寶船，赴闕進貢。」

⁵⁰ 向達校注，《西洋番國志》，頁 44。

⁵¹ 《明史》，卷三二六，外國七，忽魯謨斯條，鼎文版第 11 冊，頁 8453。

據方豪統計，鄭和下西洋期間，計「進口」五金類 15 種、香類 29 種、珍寶類 23 種、動物類 21 種、布類 51 種、用品類（不含金屬品）8 種、藥品類（不含香類）22 種、顏料 8 種、食品 3 種、木料 3 種。⁵²蒐求這些物品，主要是爲了充供內廷，並不是爲了經貿，故《明史》鄭和傳評曰：「和經事三朝，先後七奉使，所歷占城、爪哇……，等三十餘國。所取無名寶物，不可勝計，而中國耗費亦不貲。」⁵³

鄭和下西洋期間的海上活動，幾乎都由中官負責，主要任務是爲皇帝辦差，缺乏高遠的政經目的。我們研究鄭和，不能不考量他的太監身份。鄭和第四次至第七次下西洋，都到達波斯灣。《鄭和航海圖》的終點站就是波斯灣的忽魯謨斯。⁵⁴爲了尋求麒麟等非洲特產，隨員更遠至木骨都束、卜刺哇、麻林等阿拉伯城邦，這或許才是下西洋遠至東非的動機所在吧？

主要參考文獻

- 方豪《中西交通史》第三冊，中華文化出版事業委員會，1954 年。
- 伯希和（馮承鈞譯）《鄭和下西洋考》，台灣商務印書館，1966 年台三版。
- 《明史》，鼎文書局版，第一冊、第十一冊。
- 《明太宗實錄》（第十二冊、第十三冊）、《明宣宗實錄》（第二十一冊），中央研究院歷史語言研究所校印。
- 《明實錄類纂·經濟史料卷》，武漢出版社，1993 年
- 馬歡（馮承鈞注校）《瀛涯勝覽》，台灣商務印書館，1962 年台一版。
- 費信（馮承鈞注校）《星槎勝覽》，台灣商務印書館，1962 年台一版。
- 鞏珍（向達校注）《西洋番國志》，中華書局（北京），2000 年。
- 黃省曾（謝方校注）《西洋朝貢典錄》，中華書局（北京），2000 年。
- 林盛然等譯《放眼新世界》，錦繡出版公司，1996 年。
- 張之傑〈永樂十二年榜葛刺貢麒麟之起因與影響〉，《中華科技史學會會刊》第八期，頁 66-72，2005 年。

⁵² 方豪，《中西交通史》，第三冊，頁 204。

⁵³ 《明史》，卷三〇四，鄭和傳，鼎文版，頁 7768。

⁵⁴ 向達校注，《鄭和航海圖》（與《西洋番國志》合刊），中華書局（北京），2000 年。

The Grand Voyages of Zheng He and the giraffe -Tribute

ZHANG Zhijye

(世新大學通識教育中心)

Abstract

The giraffe grown in Africa was mistaken for the Qilin (Chinese unicorn) in the Ming Dynasty. Qilin, being a symbol of the Holy Emperor on the throne, became the target of Zheng's scouting navigation. Sorting out the Qilin data of Zheng's grand voyages, we have some important finds: 1. Bengal's Qilin -tribute in 1414 has nothing to do with Zheng He. 2. Bengal's Qilin -tribute spurs Zheng on his fourth voyage to Persian Gulf, and spurs Malindi to pay Qilin as a tribute in 1415. 3. All of Zheng's fifth, sixth and seventh voyages kept some historical data about Qilin . 4. The giraffe of the Qilin -tribute in the 1433 might be bought from Mecca. 5. Searching for the African specialties such as giraffes may be the reason why Zheng made his voyage to East Africa.

Key words: The Grand Voyages of Zheng He, Qilin, giraffe

宋人的蝗蟲觀及其科學認知*

張志強

淡江大學歷史學研究所碩士生

摘要

本文是以宋人對蝗蟲的觀察為核心，藉以建構宋代對於蝗蟲生成與科學知識的瞭解，並分析當代捕蝗措施的運用，與這些知識的累積，是否有間接或直接之關係。首先，由化生思想切入，歸納出當時所普遍瞭解的蝗蟲演化概念，即「蝗一魚」、「蝗一蝦」和「沴氣化蝗」等等；接著說明宋代對蝗蟲生活史的了解，可以確認宋人已發現蝗蟲須經歷「卵」、「若蟲」與「成蟲」三個階段，並且知道蝗蟲有「越冬卵」的行為模式；最後分項敘述宋人所運用的補蝗方法，再與當代之蝗蟲認知比較，歸納出捕蝗技術所應用的生物知識，如：掘卵滅蝗法、生物防治法等等。此外，若以歷代的捕蝗技術來觀察，宋代最大的貢獻在於對蝗蟲生活史中「卵」的防治，筆者認為這是一種從被動（滅若蟲、成蟲）轉變到主動（滅卵）的進階模式，這似乎也是宋代科技成長的一個面向。

關鍵詞：宋代、蝗蟲、化生、科學、捕蝗

一、前言

自古以來，中國就是一個蝗災極常發生的國家。蝗蟲經常成群結隊的遷移，威脅著古人賴以維生的農業，對於農作物危害十分龐大，因此造成古人對於蝗蟲產生不可抗拒性的恐懼，使得蝗蟲多被賦予神秘的面具，有人說牠是蝗神；又有人說牠是神的使者；也有人認為牠是所謂的蝗蟲精，但是這些說法，對我們現在來說，卻是相當奇特、有趣的事情。

* 本文曾蒙淡江大學葉鴻瀧、黃繁光兩位教授之協助與指導，在此表達感謝之意。但於截稿前未能再次請教兩位老師，若有失當及錯誤的地方，筆者將概括承受。此外學者李學勇、張之傑，曾與筆者分享個人的蝗災經歷，有助於筆者更深化對蝗災的研究，在此致上最真誠的謝意。

從我們現今的眼光來看，蝗蟲會成群的飛翔、遷移，在自然界是稀鬆平常的事情，因為我們瞭解這是自然界失去平衡，蝗蟲繁衍過多，所導致的自然現象。但看在當時，尚未有現今科學知識的先民眼中，蝗蟲瀰天蓋日的情景，確實會讓他們感到恐慌、害怕；而蝗蟲肆虐過後的農作物歉收，更是他們所不願意見到的後果。

所以蝗蟲究竟是從何而來？又從何而去呢？這件事困擾著先民。他們為了解釋蝗蟲從何而來、又從何而去，必須在日常生活的經驗中去探求，藉由個人感官對自然界去觀察、體會，這種體會、觀察的結果，歷經千年的時間，漸漸形成「蝗—魚」、「蝗—蝦」與「沴氣化蝗」等相互轉化的特殊概念。

就現今歷史學界的研究而言，對於歷代「蝗蟲觀」以及「科學認知」之研究，是非常有限的；多是附加在蝗災專論研究之中，短短幾句話帶過，並沒有系統化的研究與敘述。其中比較相關的研究有前輩張秀蓉〈清乾隆年間的蝗災研究，1736-1795〉一文，雖然蝗災仍是主角，但文中已有提到乾隆年間（1736-1795）的蝗蟲生成說，如：「蝗—蝦」、「蝗—魚」或「螞蟥是為蝗子」等等說法；¹此外葉鴻瀾教授在〈北宋的蟲災與處理政策演變之探索〉中指出，隨著時間、經驗的累積，北宋時期（960-1127）對蝗蟲的認識也漸漸科學化，亦將蝗蟲視為蟲災而積極的捕殺，和以往的天災、蝗神認知已有分別；²而蔣武雄先生之〈明代之蝗災與治蝗〉中，則對明代的蝗災以及治蝗法有詳細的介紹，更將明代旱、蝗伴隨而來的情形加以敘述，但蝗蟲科學認知，仍然散在文字間；³學者鄭永昌〈當飛蝗遇上氣不忿——一則檔案中的昆蟲生態〉一文，作者運用清朝雍正年間山東巡撫陳世倌之奏摺，說明蝗蟲遇上土蜂的歷史事件，內容深入淺出，對於奏摺中之清代蝗蟲生態有詳細的描述。⁴而大陸方面則有鄭雲飛所發表〈中國歷史上的蝗災分析〉一文，對古人所以為的蝗蟲生活習性，有詳細的介紹，其特點為總結古代蝗蟲發生、遷飛、氣候、農業等條件，並繪製圖表加以說明，對本文之寫作有極大的幫助，是相當有貢獻的作品；⁵而劉衛英教授在〈柳

¹ 張秀蓉，〈清乾隆年間的蝗災研究，1736-1795〉，《近代中國農村經濟史論文集》（臺北：中央研究院近代史研究所，1989年12月），頁651-671。

² 葉鴻瀾，〈北宋的蟲災與處理政策演變之探索〉，《淡江史學》（臺北：淡江大學歷史系），2002年10月第十三期，頁205-228。

³ 蔣武雄，〈明代之蝗災與治蝗〉，《中華文化復興月刊》（臺北：中華文化復興運動推行委員會），1998年第二十二卷第三期，頁62-68。

⁴ 鄭永昌，〈當飛蝗遇上氣不忿——一則檔案中的昆蟲生態〉，《故宮月刊》（臺北：國立故宮博物院），2001年9月九十卷第六期，頁84-93。

⁵ 鄭雲飛，〈中國歷史上的蝗災分析〉，《中國農史》（南京：中國農史編輯部），1990年

秀才與柳禦蝗災象徵溯源》中，亦有提及古人的蝗蟲觀，但概念比較模糊。⁶

綜合來說，筆者發現有關歷代「蝗蟲觀」及其「科學認知」方面，在歷史學界的研究尚屬罕見，相對來說，昆蟲學學者則有較大的貢獻，例如：昆蟲學家劉淦芝的〈中國飛蝗史〉，他認為飛蝗危害史、蝗神、蝗化魚蝦及蝗災與吏治，是中國所特有的，但可惜內容對蝗化思想之著墨並不多，故本文將在此基礎上加以擴充；⁷而大陸學者周堯的《中國昆蟲學史》一書，則從古文獻裡整理出歷代對昆蟲的認識，其中對於蝗蟲也有不少的說明，將能幫助我們瞭解歷代的蝗蟲生物認知；⁸此外鄒樹文先生在《中國昆蟲學史》中，也透過古籍中的記錄，對古代的动物分類、昆蟲資源的利用及對害蟲的防治等等問題，做了研究整理的功夫，但偏重生物領域，其書中介紹了多種治蝗類農書，並列表歸納在歷史上每一時期對昆蟲認知程度，這對歷代的昆蟲研究，將有很大的幫助，而本文將能適度的補充其歷史面向的研究。⁹

有鑑於此，筆者在尋找有關蝗蟲觀的文獻資料時發現，南宋學者羅大經在《鶴林玉露》中有詳細描述蝗蟲的生物型態。這是一個相當科學的觀察紀錄，使筆者感到十分訝異！宋代能有人如此科學地觀察蝗蟲生態，為何無法理解蝗蟲的來由呢？宋人對蝗蟲的科學認知到了何種程度？為何會形成「蝗—魚」、「蝗—蝦」相互轉化的特殊概念呢？在筆者的思維裡，蝗蟲與其他千百種的昆蟲一樣，循著上天所賦予的生活型態：生、老、病、死，沒有例外，但宋代人們對蝗蟲究竟抱持何種態度？筆者想要探究在科技十分發達的宋代，宋人對蝗蟲的認識與觀察，藉以了解宋人如何運用這些認識，來防治蝗蟲對農業的危害，保障糧食的供需平衡。

本文除前言、結語外，共分為三個部份，第一，首先說明化生概念對蝗蟲觀的影響，接著探究宋代人們對於蝗蟲的生成概念，並歸納出當時所普遍瞭解的蝗蟲來由；第二，主要說明宋代對蝗蟲的科學認知，尤其是對蝗蟲的科學觀察與生物習性之知識，藉以建構宋代對蝗蟲生活史的了解；第三，則歸納宋人所運用的補蝗方法，並結合前文加以分析，目的在於瞭

第四期，頁 38-50。

⁶ 劉衛英，〈柳秀才與柳禦蝗災象徵溯源〉，《蒲松齡研究》（山東：蒲松齡研究編輯部），2003 年第三期，頁 73-80、83。

⁷ 劉淦芝，〈中國飛蝗史〉，《中國科技史》上冊（臺北：銀禾文化，1989 年 5 月），頁 226-266。

⁸ 周堯，《中國昆蟲學史》（西安：天則出版社，1988 年 12 月）。

⁹ 鄒樹文，《中國昆蟲學史》（北京：科學出版社，1982 年 12 月第二次印刷）。

解宋人對蝗蟲科學認知的加強，是否與其捕蝗措施之改良有必然的關係。

二、宋人蝗蟲的物種轉化論

宋人的物種來由概念，在缺乏細胞、基因等現代生物學的基礎下，大多仍承襲歷來累積的科學知識。先民藉著生物的外形、特徵與作息型態，進行串聯等推論，而這串聯的名詞多稱為「化」、「生」，故有生物間的互化與互生之說，如果將此種觀念投射在蝗蟲身上，其結果便是「蝗一魚」、「蝗一蝦」與「沴氣化蝗」之化生說法的產生。

參酌宋代趙令時之《侯鯖錄》中，人化為蛇的故事¹⁰，或是宋人託名蘇軾所撰之《物類相感志》：「麥得濕氣則為蛾」¹¹的說法，再觀察當代其他文人的作品，也兼具有這類生物間互相轉化的思維模式，例如：江少虞《事實類苑》：「白蟻蔽空，而飛入水，翅脫化為蝦。」¹²；王應麟《困學紀聞》：「鷹化為鳩，陰為陽所化。爵化為蛤，陽為陰所化。」¹³等等記載。都能讓我們瞭解生物間的相生相化，在宋代是一個很普遍的觀念。因此，以宋代知識份子仍深信此觀點來看，似乎宋代對於生物間的關係，是無法脫離化生思想範疇，在此筆者先將它詮釋為當代所以為的「物種轉化論」。

由此觀點切入，若能先瞭解宋人的化生思想，對於宋代蝗蟲生成的說法將有一定的助益，故筆者將先探求宋代的蝗化思想的淵源；接著歸納宋人對蝗蟲來由的說法，藉以瞭解宋代對蝗蟲的生成認知：

（一）宋代蝗化思想的淵源

在古代的自然知識裡，由於以農立國的侷限（農耕、養蠶），養成當

¹⁰ 宋·趙令時，《侯鯖錄》（北京：中華書局，2002年9月第一版），頁173-174。趙令時（1061-1134），字德麟，曾仕洪州觀察使，遷寧遠軍承宣使，襲封安定郡王。文中記載有〈張坦化蛇〉之故事；係紀錄當時有一名為張坦之人，因故化為人頭蛇身的事件。

¹¹ 宋·蘇軾，《物類相感志》（臺北：藝文印書館，1965年），頁1。蘇軾（1036-1101），字子瞻，眉州眉山（今四川）人，號東坡居士，北宋文學家，嘉祐年間（1056-1063）進士。另一說法為宋代贊寧和尚（919-1001）所編撰，俗姓高，德清（今浙江德清縣）人，此說獲得較多學者認同。然筆者採用之版本（寶顏堂秘笈）題為蘇軾，故註明之。

¹² 宋·江少虞，《事實類苑》（臺北：臺灣商務印書館，1982年），卷六十二〈蟻蚌〉，頁5A。江少虞，北宋政和四年（1114）進士，歷任建、饒、吉知州。

¹³ 宋·王應麟，《困學紀聞》（臺北：臺灣商務印書館，1966年），卷五，頁9B。王應麟（1223-1296），字伯厚，號深寧居士，先世浚儀（今河南開封）人，南宋淳祐年間（1241-1252）進士，累官至禮部尚書兼給事中。

時人們在觀察自然的角度上，會透過一種生物與生物之間的彼此聯想，來解釋生物的何去何從。至於他們聯想的關鍵鏈結，可以是生物的「外形特徵」；也可以是生物的「生活環境」；更可以是「天人感應」、「陰陽五行」等思想的影響。¹⁴但看在現代人的眼裡，這些缺乏科學根據的聯想，似乎是相當地天馬行空；不過，在當時卻被認定為「事實」，是理所當然的事情，主要原因是先民們，在歷史經驗的限制下，逐漸產生一種獨特的想法，即生物間形象的轉化之概念，這就是所謂的「化生觀」¹⁵。

然而「化生觀」的發展，究竟是如何進行的呢？我們從文獻的記載中，可以瞭解這種「化生觀」的發展脈絡。《禮記·月令》篇中有「鷹化為鳩」¹⁶、「田鼠化為鴽」¹⁷及「腐草為螢」¹⁸之類的記載，這說明在古代中國人的認知中，對生物與生物之間，或者是植物與生物之間，很早就有化生的概念；例如《莊子·逍遙遊》篇中也有關於化生現象的說法：

北冥有魚，其名為鯢。鯢之大，不知其幾千里也。化而為鳥，其名為鵬。鵬之背，不知其幾千里也。¹⁹

若抽離哲學性的思考，魚類能夠轉化為鳥類，道出生物間似乎是可以沒有界線的變化；而在《莊子·至樂》篇中更詳細記載：「鳥足之根為蜺螭，其葉為蝴蝶。蝴蝶胥也化而為蟲，……鳩掇千日為鳥」²⁰；另一方面《列子·天瑞》篇也有相關敘述並擴大解釋其範疇：

¹⁴ 李約瑟原著，柯林·羅南改編，《中華科學文明史》（上海：人民出版社，2001年12月第一版），第十章〈中國科學的基本觀點〉，頁127-197。趙雲鮮，〈化生說與中國傳統生命觀〉，《自然科學史研究》（北京：自然科學史研究編輯部），第十四卷四期（1995），頁366-373；朱青海、黃玉芳，〈論中國古代生物循環變化思想〉，《華中農業大學學報（社會科學版）》（武漢：華中農業大學），第一期（2001），頁45-48。均有相類似的概念。

¹⁵ 化生觀是古人解釋生物變化的基本概念。古人認為生物間是可以相互變化的，主要是因為觀察生物的行態、習性，加上固有的哲學概念，如《易經》：「天地感而萬物化生。」；《禮記》：「腐草為螢。」；《莊子》：「程生馬；馬生人。」等等轉化的哲學思維。自然的觀察加上傳統哲學，化生思想就成為古人對生物的基本概念。

¹⁶ 姜義華注譯，《禮記讀本》（臺北：三民書局，1997年10月初版），第六〈月令〉，頁231。

¹⁷ 姜義華注譯，《禮記讀本》，第六〈月令〉，頁235-236。

¹⁸ 姜義華注譯，《禮記讀本》，第六〈月令〉，頁247。

¹⁹ 清·郭慶藩，《莊子集釋》（臺北：國家出版社，1982年7月初版），卷一上〈逍遙遊〉，頁2。

²⁰ 清·郭慶藩，《莊子集釋》，卷六下〈至樂〉，頁625。

鳥足之根為蟻螬，其葉為蝴蝶；蝴蝶胥也化而為蟲，……化而為鳥；……燕之為蛤也；田鼠之為鶉也；朽瓜之為魚也；……魚卵之為蟲。²¹

這一連數十種生物間的相互演化，印證了先秦時期人民在與自然的互動中，把自然界的各種生物形象加以歸納，並進而推論、建構出生物間相互化生的概念，藉以對自己、對社會提出萬物的來源與消失，是有其因果循環的理論架構；這個觀念從漢代劉安的《淮南子·天文訓》：「燕雀立冬化為蛤」²²；到南朝任昉《述異記》中道：「麥化為飛蛾」²³；到唐代段成式之《酉陽雜俎》中的：「以盆覆寒食飯於暗室地上，入夏悉化為蜘蛛。」²⁴的記載。「化生觀」一直被人們所流傳，根深柢固地影響後人的科學思維。

這個現象到了宋代也不例外，如有學者寇宗奭在《本草衍義》記載：「西川有蟬花，乃是蟬在殼中，不出而化為花。」²⁵的現象；而宋人莊綽在《雞肋編》中也紀錄了：「稻米飯在地，經宿皆化為螺。」²⁶以及「褚中藥化為蠅數萬飛去」²⁷等等的說法。這些紀錄都可以作為佐證，藉以推論宋代的知識份子，仍舊延續傳統對生物的看法，並應用此觀點來詮釋萬物之間的變化，而這種「化」的說法，我們也能在南宋羅願的《爾雅翼》：「螢，夜飛之蟲，腹下有火，腐草及爛竹根所化。」²⁸與洪邁《夷堅志》：

廣之清遠、韶之翁源、英之真陽，三邑苦鼠害。雖魚鳥蛇皆化為鼠，數十成群，禾稼為之一空。貞陽報恩寺耕夫獲一鼠，臆猶蛇紋。漁父有夜設網，旦得數百鱗者，取而視之，悉成鼠矣。²⁹

²¹ 楊伯峻，《列子集釋》（臺北：明倫出版社，1970年8月初版），卷一〈天瑞〉，頁8-11。

²² 漢·劉安，《淮南子》（臺北：中華書局，1965年），卷三，頁2。

²³ 南朝·任昉，《述異記》（臺北：藝文印書館，1968年），卷下，頁4B。

²⁴ 唐·段成式，《酉陽雜俎》（臺北：藝文印書館，1965年），卷十七，頁6A。

²⁵ 宋·寇宗奭，《本草衍義》（臺北：藝文印書館，1968年），卷十七，頁5A。寇宗奭，曾任澧洲（湖南澧縣）縣吏，撰有《本草衍義》三卷。

²⁶ 宋·莊綽，《雞肋編》（北京：中華書局，1983年3月1版，1997年12月二刷），頁35。莊綽，字季裕，清源（今山西轄區）人，官至朝奉郎。

²⁷ 宋·莊綽，《雞肋編》，頁35。

²⁸ 宋·羅願，《爾雅翼》（臺北：藝文印書館，1965年），卷二十七〈釋蟲〉，頁1B。羅願（1136-1184），字端良，號存齋，徽州人，治平三年（1166）年進士，官至鄂州知事。

²⁹ 宋·洪邁，《夷堅志》甲（臺北：明文書局，1994年9月），卷四〈鼠災〉，頁30。洪邁（1123-1202），字景廬，號野處，饒州鄱陽（今波陽縣）人，為南宋著名的文學家。而此類似記錄也見於元·脫脫，《宋史》（臺北：鼎文書局，1978年），卷〈五行〉，

等宋人著作中，亦經常閱讀到，我們或可將之視為當時人民對萬物之間所持有的基本觀念！然而，在「化生觀」的範疇內，蝗蟲為何能跟魚、蝦產生聯想？又如何將這些聯想，運用他們的知識範圍加以詮釋，以做為「蝗蟲」來源的解答呢？蝗蟲化生說法的產生，筆者以為是「化生觀」中「以形類形」之因素所造成的現象，在農業社會裡，相當重視「形象」的觀察，例如由文字的書寫來看，漢字絕大多數是將物體的形象，以線條的方式加以簡化而成為字；而文字是文化的靈魂，連文字都受「形象」的影響，那昆蟲的來由能避免嗎？我們再從宋人曾敏行之《獨醒雜誌》所認為的生物相化說來看最為清楚：

兒時捕魚，溪中嘗獲一鰕而尾有二足，細視之則老蠶也，由是知老蠶亦能變而為魚。今思老蠶與鰕魚之形亦相肖，世常言蛇化為龍，不知亦有化蠶者，《經》云：「雀化為蛤」，而不知蠶或變為魚也。

30

文中以「老蠶」與「鰕魚」外型相像，再引用社會間流傳之「蛇化為龍」、「雀化為蛤」的說法，來佐證自己所說的「蠶化為魚」是正確的推論，這就是應用「以形類形」聯想的典型例子。而「化生觀」的流傳，就是循著這種模式慢慢地擴大、加強，以致涵蓋萬物之間的關係，所以在此必須要注意的是，化生的概念也就是形成「蝗—魚」、「蝗—蝦」以及「沴氣化蝗」等蝗化說法，互為聯想的關鍵所在。

（二）宋代的蝗蟲來由說

筆者將宋代人們對蝗蟲的生成觀，歸納為三項。第一，為「蝗—魚」的化生概念；第二，為「蝗—蝦」的化生概念；第三，則是「殺傷沴氣」的蝗蟲化生概念。以下詳細說明：

1、「蝗—魚」化生的概念

蝗蟲與魚之間，在形體上是完全相異的物種，其生態作息更是截然不同，蝗蟲在陸地，而魚卻在水中，這兩種生物本來應該沒有關聯，卻因為先秦典籍的《列子》中有一「魚卵之為蟲」³¹的說法，成為「魚化為蟲」的依據，這對後世有很大的影響，如東漢班固等編撰的《東觀漢記》亦有

頁 1432。內容為：「紹興十六年，清遠、翁源、真陽三縣鼠食稼，千萬為羣。時廣東久旱，凡羽鱗皆化為鼠。有獲鼠於田者，腹猶蛇文，漁者夜設網，旦視皆鼠。自夏徂秋，為患數月方息，歲為饑，近鼠妖也。」。

³⁰ 宋·曾敏行，《獨醒雜誌》（臺北：藝文印書館，1966年），卷十，頁5B。曾敏行（1118-1175），字達臣，吉水人，曾號獨醒道人，因病不仕，以布衣治學。

³¹ 楊伯峻，《列子集釋》，卷一〈天瑞〉，頁11。

「蝗蟲飛入海，化爲魚蝦」³²的紀錄，或南朝任昉《述異說》所載「江中魚化爲蝗」³³等說法，這些例子都可以隱約看到古籍的影響；然其中最明顯的爲《新唐書》中所記載：

武德六年，夏州蝗。蝗之殘民，若無功而祿者然，皆貪撓之所生。先儒以爲人主失禮煩苛則旱，魚螺變爲蟲蝗，故以屬魚孽。³⁴

文中「魚螺變爲蟲蝗」一語，即是以古代文獻中既有紀錄裡，來說明蝗蟲的來由。這些都是運用古代書籍的記載，來增加蝗、魚互化概念的正確性，而此種觀念廣泛的影響了宋人對蝗蟲的認知。如宋代學者陸佃在《埤雅》中即明確記載道：

或曰蝗即魚卵所化。《列子》曰：「魚卵之爲蟲」，蓋謂是也。俗云：「春魚遺子如粟，埋於泥中，明年水及故岸，則皆化而爲魚；如遇旱乾，水縮不及岸，則其子久閤，爲日所暴，乃生飛蝗。」³⁵

文中把《列子》記載的「魚卵之爲蟲」擴充其意加以聯想，進而形成蝗魚互化的觀點。陸佃是北宋時期的學人，根據已知經典的記載，加上自身經驗的補充，建構邏輯式的推論，這種作法使得「蝗」、「魚」互化的概念更加言之鑿鑿，且爲人所深信。

從宋代陸佃《埤雅》：「或曰蝗即魚卵所化」³⁶；到潘自牧的《記纂淵海》：「有蝗化爲魚蝦」³⁷；再到謝維新《古今合璧事類備要》：「蝗是魚子在水中化爲之」³⁸；另外祝穆《事文類聚》中也同樣有：「蝗是魚子在水中化爲之」³⁹的記載；還有孔傳續撰的《白孔六帖》亦記載：「或言魚子變，

³² 後漢·劉珍，《東觀漢記》（臺北：大西洋圖書公司，1968年），卷十二，頁99。

³³ 南朝·任昉，《述異記》，卷上，頁9。

³⁴ 宋·歐陽修，《新唐書》（臺北：鼎文書局，1978年），卷三十六〈五行三〉，頁938。
歐陽修（1007-1072），字永叔，號醉翁、六一居士，吉州吉水（今江西轄區）人，北宋天聖年間（1023-1032）進士。

³⁵ 宋·陸佃，《埤雅》（臺北：臺灣商務印書館，1966年），卷十一〈釋蟲〉，頁272。
陸佃（1042-1102），字農師，越州山陰（今浙江紹興）人，北宋熙寧三年（1070）進士。

³⁶ 宋·陸佃，《埤雅》，卷十一〈釋蟲〉，頁272。

³⁷ 宋·潘自牧，《記纂淵海》（臺北：新興書局，1972年），卷五，頁32。
潘自牧，字牧之，金華人，南宋慶元二年（1196）進士，曾任常山縣令。

³⁸ 宋·謝維新，《古今合璧事類備要》（臺北：新興書局，1971年），卷二十，頁11B。

³⁹ 宋·祝穆，《古今事文類聚》前集（京都：中文出版社，1982年），卷之五〈天道部〉，頁21A。
祝穆，字和甫，初名丙，福建建陽人，幼孤，與弟癸同從朱熹受業。

近之矣！」⁴⁰，在這些宋人的紀錄裡，我們可以感受到「蝗—魚」化生說的存在。接著我們再從明代方以智《物理小識》書中，也可以見到他引述北宋李石之言：「《續博物志》曰：『蝗蝻之子亦變而魚，魚子亦變而蝻蝗也。』」⁴¹，外加上明人李蘇《見物》所記載：「旱涸則魚、蝦子化蝗，故多魚兆豐年。」⁴²這些記錄佐助筆者相信蝗、魚互化的概念是存於兩宋社會，且流傳至元代、明代。由此我們可了解蝗、魚互化從《列子》以來，活靈活現地被人們接受、相信、擴充，迄於明代都有此深信之人，「蝗—魚」互化的概念應當普遍流傳在宋人的社會裡。

2、「蝗—蝦」化生的概念

蝗蝦互化的概念較蝗魚互化的概念來得為人深信，其理解也較為直接、簡單。原因就在於蝗與蝦在形象上都有殼、有足，而只是水裡跟陸地的差別而已，這比起蝗、魚互化還要透過蝗子、魚卵這個中介聯想更是簡潔有力、不假思索。如前述所引之《東觀漢記》已有提及：

馬援為武陵太守，郡邊有蝗蟲，穀價貴。援奏罰鹽官，賑貧羸，薄賦稅。蝗蟲飛入海，化為魚蝦。⁴³

提出此一奇特的蝗化為蝦的現象曾經在歷史上發生過。可見「蝗—蝦」互化的概念，是很早就存在古人的認知裡，這些觀念對後世影響很大，如北宋仁宗朝的翰林學士彭乘，在撰寫《墨客揮犀》一書中，就出現了：

蝗為人掩捕，飛起蔽天或墜陂湖間，多化為魚蝦。有漁人於湖側置網，蝗墜壓網至沒，漁輒有喜色，明日舉網得蝦數斗。⁴⁴

這一類蝗、蝦互化的說法。值得注意的是，彭乘在當時是知識份子，兼具社會主導地位的身份，仍舊不能脫離傳統觀念的影響，因循「化為魚蝦」的說法而不加思索，並且將眼見之事附會於上，可以證明當時人們的蝗蟲來源觀，亦認為是由蝦所化生，不然就不會舉「蝗墜壓網至沒，漁輒有喜色，明日舉網得蝦數斗。」之說，來證明蝗墜入湖水之中，多化生為魚或蝦（此例為蝦）。

⁴⁰ 宋·孔傳，《白孔六帖》（臺北：新興書局，1971年3月），卷第八十一〈蟲蝗〉，頁26B。

⁴¹ 明·方以智，《物理小識》（臺北：臺灣商務印書館，1982年），頁26A。

⁴² 明·李蘇，《見物》（臺北：藝文印書館，1967年），第五卷〈蟲物論〉，頁9。

⁴³ 後漢·劉珍，《東觀漢記》，卷十二，頁99。

⁴⁴ 宋·彭乘，《墨客揮犀》（臺北：藝文印書館，1965年），卷之五，頁1B。彭乘，字利建，華陽人，北宋仁宗朝（1023-1063）翰林學士。引文中之主人翁為晉人張華（232-300）。

從李昉《太平御覽》中之〈蝦門〉引用的記載：「蝗蟲飛入海，化為魚蝦。」⁴⁵；到祝穆的《事文類聚》中的：「蝗化為蝦」⁴⁶；再到彭乘的《墨客揮犀》：「有漁人於湖側置網，蝗墜壓網至沒，漁輒有喜色，明日舉網得蝦數斗。」⁴⁷等等記載，顯示宋人社會裡，蝗是為蝦所化生的說法，很可能是普遍的觀念，而這概念持續到明代中葉，仍舊為士人深信不疑，例如徐光啓曾大力論證「蝗」是為「蝦」所化生而來。⁴⁸從中我們可以了解徐光啓會如此論證「蝗蟲為蝦所化生」，可以想見在當時社會上，應有「蝗一蝦」、「蝗一魚」兩派說法以上，如此我們有理由可以相信「蝗一蝦」互化的概念，理應承襲於宋元以來的主流思想，而「蝗一蝦」化生的說法，應當為宋代蝗蟲觀的主要概念之一。

3、「殺傷沴氣」所化生之概念

有自然的觀察，當然也有人為的臆測。古代中國人始終相信蝗蟲是殺戾之氣的化身，即蝗蟲為「用兵餘孽」的說法，因此蝗蟲為殺戾之氣所化生，也是蝗蟲來源的一種解釋，例如：東漢班固的《漢書·五行志》裡將蝗蟲和大規模用兵，加以連結而產生推理的因果關係。⁴⁹「沴氣化蝗」的觀念，雖然很模糊的蘊含在文字間，但這種蝗蟲天災說，在漢代似乎很盛行，不然王充就不會在《論衡》裡，設〈商蟲篇〉專章來討論這種觀念。⁵⁰唐代姚崇在執行捕蝗命令時，也碰到這類天災說法的抗衡。⁵¹到了白居易

⁴⁵ 宋·李昉，《太平御覽》（臺北：新興書局，1959年），卷九百四十三〈鱗介部十五〉，頁5A。李昉（925-996），字明遠，深州饒陽人，五代後漢乾祐年間（948-950）進士，歷仕後漢、後周兩朝。進入宋代，累官右僕射、中書侍郎平章事。

⁴⁶ 宋·祝穆，《古今事文類聚》後集，卷之三十四〈鱗蟲部〉，頁6A。

⁴⁷ 宋·彭乘，《墨客揮犀》，卷之五，頁1B。

⁴⁸ （明）徐光啓，《徐光啓集》（臺北：明文書局，1986），卷五〈屯田疏稿〉，頁246。文中記載：「或言是魚子所化，而臣獨斷以為蝦子，何也？凡倮蟲、介蟲與羽蟲則能變相，如螟蛉為果蠃，蜉蝣為蟬，水蛆為蚊，是也，若鱗蟲能變為異類，未之聞矣。此一證也。爾雅翼言蝦善遊而好躍，蝻亦好躍。此二證也。物雖相變，大都蛻殼即成，故多相肖。若蝗之形酷類蝦，其首、其身、其紋脈肉味，其子之形味，無非蝦者。此三證也。又蠶變為蛾，蛾之子復為蠶。《太平御覽》言：『豐年則蝗變為蝦。』知蝦之亦變為蝗也。此四證也。」徐光啓以此四項證據，論證蝗是為蝦所化生。由此觀之，徐光啓的強硬立場，代表著明代仍有「蝗一魚」、「蝗一蝦」等，兩種以上的蝗蟲來由說法存在。

⁴⁹ 漢·班固，《漢書》（臺北：鼎文書局，1978年），卷二十七〈五行志〉，頁1392-1436。

⁵⁰ 漢·王充，《論衡》（臺北：藝文印書館，1967年），卷十六〈商蟲篇〉，頁10A-14A。作者在這裡強力批判這種蝗蟲天譴論，他認為蝗蟲是屬於自然運行的一部份，不是因人事缺失而造成的。

的捕蝗詩中，出現「興元兵後傷陰陽，和氣蠱蠹化為蝗。」⁵²可視為「沴氣化蝗」說法的雛形；到了宋初「沴氣化蝗」的觀念開始具體，例如：《太平廣記》記載：「蝗之為孽也，蓋沴氣所生。」⁵³，即明白指出蝗蟲是沴氣所產生的；南宋高宗建炎年間（1127-1130），殿中侍御史張守在〈起捕飛蝗劄子〉中曰：

臣訪聞京西、京東，飛蝗為災，上至京師，下及淮甸，……，蓋以軍旅之後，必有凶年，言其殺傷之怨，薄陰陽之和也。⁵⁴

其文字間也有這類思想的存在。張守所說「蓋以軍旅之後，必有凶年。」，此句「軍旅之後」意味著前述之「飛蝗為災」，這飛蝗為災的「凶年」是兵災所引發之「天譴」⁵⁵。又如南宋羅大經在《鶴林玉露》中所道：

蝗災每見于大兵之後，或言戰死之士冤魂所化。雖未必然，但余曩在湖北，見捕蝗者雖群呼聚喊，蝗不為動。至鳴擊金鼓，則聳然而聽，若成行列。則謂殺傷沴氣之所化，理或然也。⁵⁶

羅大經舉其親身的見聞，印證蝗蟲似乎有可能是士兵冤魂所化，雖然文中用疑問的語氣敘述，但也可說明當時亦有人以為，蝗蟲為戰死之士兵冤魂所化生。到了明代，徐光啟亦曾說：「蓋妄信流傳謂戾氣所化，是以疑神疑鬼，甘受戕害。」⁵⁷，這表示到了明代，都還有人相信蝗蟲為「戾氣所化」，可佐證此說應歷經北宋、南宋而傳至明代。

如果我們換個方向來想，不管是「冤魂」或「殺傷之怨」，都與蝗蟲的生成有間接之關係，這也是漢代以來「天人感應」體系的延伸，因為上位者貪暴、失德，導致人間沴氣產生，上天則將這沴氣聚集化為蝗蟲來警

⁵¹ 宋·歐陽修，《新唐書》，卷一百二十四〈姚崇列傳〉，頁4384。文中記載：汴州刺史倪若水上言：「除天災者當以德，昔劉聰除蝗不克而害愈甚。」即此類說法的支持者。

⁵² 唐·白居易，《白香山詩集》（臺北：世界書局，1965年4月，二版），卷三，頁33。

⁵³ 宋·李昉，《太平廣記》（臺北：新興書局，1968年），卷第四百七十四〈昆蟲七〉，頁52A。

⁵⁴ 明·黃淮，《歷代名臣奏議》（臺北：臺灣學生書局，1964年），卷三百五，頁16。

⁵⁵ 天譴即上天給予的災難警告。漢代以來，「天人感應」說極為普遍；由董仲舒、班固及蔡邕等人，把蝗蟲成災的原因，歸咎於上天示警，是「皇帝失德」、「倫常失序」所造成的結果，而此處張守之意，是在說明蝗災的發生，應是戾氣太重、陰陽失和的惡政所致。

⁵⁶ 宋·羅大經，《鶴林玉露》（臺北：藝文印書館，1965年），卷之三，頁4A。羅大經，字景綸，號儒林，又號鶴林，廬陵（今江西吉安）人，為南宋寶慶二年（1226）進士。

⁵⁷ 明·徐光啟，《徐光啟集》，卷五〈屯田疏稿〉，頁248。

示爲政者，蝗蟲之爲神蟲性質的依據就在於此，而這說法的蝗蟲來由，也就是上述「沴氣化蝗」的概念。所以蝗蟲爲「殺傷沴氣」所化生一說，在宋人社會認知裡，也有其一定程度的影響，此亦爲兩宋時期蝗蟲觀之一種說法。

總括來說，蝗蟲在宋人的眼中，十分相信是由魚或蝦所化生而來。筆者以爲，這和「以形類形」的傳統思維，是有密切的關係。人們藉由觀察，了解蝗蟲是由卵中孵化，而蝗蟲孵化的地點，多爲因乾旱而露出的池塘、水田及河岸荒地，且掘土觀察，發現「如麥門冬之狀」⁵⁸或「如稻粒而細」⁵⁹的蝗卵，這和魚卵形狀類似的蝗卵，自然而然的被當作魚卵看待，魚子因爲缺水加上烈日曝曬，則化生爲蝗蟲飛向天際，「蝗—魚」化生觀就漸漸形成；另方面，人們藉由上述蝗蟲孵化地點的環境關係，漸漸推論蝗蟲到底是由何而來，在那池塘、水田及河岸荒地裡，就屬「蝦」最像蝗蟲的型態（圖一），其形體、觸鬚頗類似沒有翅膀的蝗蟲，而蝗蟲的出現時機，多半是池塘、水田及河岸等地區發生乾旱時，蝦的棲息地無法維持，則化爲蝗蟲飛到陸地上，故形成「蝗—蝦」相互化生的概念。蝗蟲是由魚或蝦所化生而來的概念，流傳了許久，再加上「天人感應」、「陰陽五行」等影響下的「沴氣化生」一說，三者構成宋代最主要的「蝗蟲觀」。



圖一 蝗、蝦外型比較圖⁶⁰

三、宋人對蝗蟲的生物認知

⁵⁸ 宋·羅大經，《鶴林玉露》，卷之三，頁 3B。

⁵⁹ 元·脫脫，《宋史》，卷六十二〈五行一下〉，頁 1356。

⁶⁰ 圖片(蝗)引自張永仁，《昆蟲圖鑑》（臺北：遠流出版事業股份有限公司，1998 年），頁 44；圖片(蝦)引自行政院農委會漁業署，《漁業資訊服務網-魚類圖鑑（網站）》〈<http://www.fa.gov.tw/>〉。

蝗蟲的生物認知，對於宋代的人來說，最關鍵的因素在於「觀察」。觀察是傳統自然科學方法的核心，而宋人在面對蝗蟲此一生物時，所採行的基本研究方法，即是對於蝗蟲的生活作息，進行實際的觀察與詮釋，並運用近似科學的自然經驗，將觀察得到的結果加以推論建構，成為宋代社會普遍的蝗蟲認知。在此即是以宋代社會普遍的蝗蟲認知為主軸，分為四個部份予以說明，其一為蝗蟲的「生命週期」；其二為蝗蟲的「多產特性」；其三為蝗蟲的「生活習性」；其四則是蝗蟲的「自然天敵」。以下敘述之：

（一）蝗蟲的生命週期

蝗蟲一生需經歷卵、若蟲與成蟲階段。⁶¹古人很早就發現此現象，如甲骨文中已經有「蝗」及「蜚」的區別；晉代郭璞所注《爾雅》中有：「蜚，蝗子未有翅。」⁶²亦可得知，蝗與蜚之差別。此外《晉書·石勒傳》記載：

河朔大蝗，初穿地而生，二旬則化狀若蠶，七八日而臥，四日蛻而飛，彌亘百草，唯不食三豆及麻，并冀尤甚。⁶³

雖然「二旬則化狀若蠶，七八日而臥，四日蛻而飛。」似乎不太正確，但從中可看出古人對蝗蟲的生命週期，已有部分認知。到了宋代人們似乎有更詳細的瞭解，宋初時《太平廣記》記載：「蠡斯即蝗屬也。羽翼未成，跳躍而行，其名蝻。」⁶⁴在這裡已有若蟲行為及羽化的觀察；而北宋彭乘也在《墨客揮犀》中記載：

蝗一生九十九子。皆聯綴而下，入地常深寸許，至春暖始生。初生如蠶，五日而能躍，十日而能飛。⁶⁵

文中可知，蝗蟲產卵入地約一寸多，越過冬季後孵化；而剛出生時，如桑蠶一般，五日後能跳躍，十日後能飛天。雖然不是很正確，但蝗蟲一生（卵、若蟲、成蟲）的過程，幾乎都已有可靠的認知。再者，南宋羅大經在《鶴林玉露》中更對蝗蟲之繁殖行為及卵的形狀，有詳細的描述：

蝗纔飛下即交合，數日，產子如麥門冬之狀，日以長大。又數日，其中出如黑蟻者八十一枚，即鑽入地中。《詩》註謂蠡斯一產八十一子者，即蝗之類也。其子入地，至來年禾秀時乃出，旋生翅羽。

⁶¹ (日)道家信道，《華北の飛蝗》華北產業科學研究所調查報告第十四號（北京：華北產業科學研究所華北農事試驗場，1943年6月），頁16-21；R.F Chapman, *The Insects* (Cambridge: Cambridge University Press, 1998), pp. 378。兩者均有蝗蟲生活史（卵、若蟲、成蟲）之詳細說明。

⁶² 晉·郭璞，《爾雅》（臺北：世界書局，1963年6月），爾雅九〈釋蟲十五〉，頁19。

⁶³ 唐·房玄齡，《晉書》（臺北：鼎文書局，1978年），第一百四〈石勒傳〉，頁2726-2728。

⁶⁴ 宋·李昉，《太平廣記》，卷第四百七十四〈昆蟲七〉，頁52A。

⁶⁵ 宋·彭乘，《墨客揮犀》，卷之五，頁1B。

其中描述蝗蟲的繁殖情形（圖二），蝗蟲所產下卵的形式（圖三），更觀察到蝗蟲卵、若蟲之形貌，若與《宋史·五行志》所記載：「和州蝗生卵，如稻粒而細。」⁶⁶兩種形容蝗卵的型態比較（圖四、圖五），可證明宋人已掌握蝗卵的生物型態。從上述資料顯示，我們可以充分的例證，宋人對於蝗蟲幼蟲的生命形態，似乎已經有一個完整世代的觀察。



圖二 蝗蟲交合情況⁶⁸



圖三 蝗蟲產卵入地常深寸許情況⁶⁹



圖四 剛產下之蝗卵形態⁷⁰



圖五 蝗卵顏色會漸漸轉深⁷¹

（二）蝗蟲的多產特性

蝗蟲擁有驚人的繁衍能力，只要自然條件配合得當，在很短的時間

⁶⁶ 宋·羅大經，《鶴林玉露》，卷之三，頁 3A-4B。

⁶⁷ 元·脫脫，《宋史》，卷六十二〈五行一下〉，頁 1356。

⁶⁸ 圖片引自陳美玲，《蝗蟲》（臺北：親親文化事業有限公司，2001 年），頁 13。

⁶⁹ 圖片引自陳美玲，《蝗蟲》，頁 14。

⁷⁰ 圖片引自陳美玲，《蝗蟲》，頁 15。

⁷¹ 圖片引自陳美玲，《蝗蟲》，頁 15。

內，就能形成數量可觀的蝗群，當牠們起飛覓食，那蔽天蓋日恐怖的景象，就成為人們心中的夢魘。蝗蟲這種「多產」的生物特色，很早就被古人觀察到，例如《詩經·周南》：

螽斯羽，詵詵兮！宜爾子孫，振振兮！螽斯羽，薨薨兮！宜爾子孫，繩繩兮！螽斯羽，揖揖兮！宜爾子孫，蟄蟄兮！⁷²

古人運用蝗蟲的多產特性，期望子孫也能夠眾多，在後世經常被引用，例如：朱熹（1130-1200）在《詩集傳》以：「一生九十九子」⁷³為其注文，朱熹更在其後補注：「后妃不妒忌而子孫眾多，故眾妾以螽斯群處和集而子孫眾多比之，言其有德而宜有是福也。」⁷⁴這一段話，以作為后妃們相處時的借鏡。

我們再從其他資料來看，北宋學者彭乘在《墨客揮犀》中記載：「蝗一生九十九子」⁷⁵；陸佃在《埤雅》更指出：「螽斯蟲（蝗）之不妬忌，一母百子者也。」⁷⁶；蘇轍《詩集傳》則認為：「（蝗）一生八十一子」⁷⁷雖不統一但蝗蟲多子的觀念卻是相同。而這些說法在南宋也廣為流傳，如范處義的《詩補傳》云：「蝗類，一母百子，或云一生八十一子。」⁷⁸；嚴粲《詩輯》也記載：「今俗言蝗一百子」⁷⁹；洪咨夔《平齋文集》中，更有「一蝗

⁷²（宋）朱熹注，《詩經》（上海：上海古籍出版社，1987年3月），卷一〈周南〉，頁3。

朱熹（1130-1200），字元晦，後改字仲晦，號晦庵，婺源（今屬江西）人，南宋紹興十八年（1148）進士，累官寶文閣待制，後世尊稱朱子。

⁷³（宋）朱熹，《詩集傳》（臺北：臺灣商務印書館，1966年），卷一，頁9。

⁷⁴宋·朱熹，《詩集傳》，卷一，頁9。

⁷⁵宋·彭乘，《墨客揮犀》，卷之五，頁1B。

⁷⁶（宋）陸佃《埤雅》，卷十〈釋蟲〉，頁245。文中之「螽斯蟲」並非只現今昆蟲學的分類之「螽斯」，而是古代蝗的另一種名稱，詳情可參見趙友培〈釋螽與蝗〉，《中國語文》（臺北：中國語文月刊社），第五十三卷三期（1983.9），頁8-18；或遊修齡，〈中國蝗災歷史和治蝗觀〉，《華南農業大學學報（社會科學版）》（廣州：華南農業大學），第2期（2003），頁94-100。

⁷⁷宋·蘇轍，《詩集傳》（臺北：臺灣商務印書館，1976），卷一〈樛木三章章四句〉，頁11A。蘇轍（1039-1112），字子由，號穎濱遺老，眉州眉縣（今屬四川）人，北宋嘉祐年間（1056-1063）進士，曾任尚書右丞、門下侍郎。

⁷⁸宋·范處義，《詩補傳》（臺北：臺灣商務印書館，1983年），卷一，頁22B。范處義，號逸齋，浚州（今河南濬縣）人，南宋紹興年間（1131-1162）進士，累官殿中侍御史。

⁷⁹宋·嚴粲，《詩輯》（臺北：臺灣商務印書館，1977年），卷一〈樛木三章章四句〉，頁26A。嚴粲，字坦叔，一字明卿，又稱華谷先生，邵武（今屬福建）人。

東方來，孕子九十九。」⁸⁰的說法。這些敘述都顯示出蝗蟲的多產、繁衍之快，對於當代人們而言，應有一種共同的認知。

（三）蝗蟲的生活習性

筆者將宋人對蝗蟲生活習性之認知，分為三個項目加以說明。第一，為蝗蟲的驅光性；第二，為蝗蟲的行為模式；第三，則是蝗蟲的食性介紹。以下詳細說明之：

1、蝗蟲的趨光性

《詩經·北山》有云：「田祖有神，秉畀炎火。」⁸¹即是古人利用蝗蟲的趨光性，來消滅蝗蟲之紀錄。唐代姚崇也運用此古法滅蝗，例如《新唐書·姚崇列傳》記載：「請夜設火，坎其旁，且焚且瘞，蝗乃可盡。」⁸²。然而時代演進到宋朝，宋人段昌武在《毛詩集解》中亦引用此說來詮釋；⁸³呂祖謙在《呂氏家塾讀詩記》中，也引用說明之，⁸⁴由此可以想見這種利用蝗蟲夜晚趨光的特性，來捕殺蝗蟲的方法，是宋代知識份子普遍的常識。此外《宋史·魏王廷美列傳》亦記載：

飛蝗入境，吏民請坎瘞火焚之，德彝曰：「上天降災，守臣之罪也。」乃責躬引咎，齋戒致禱，既而蝗自殫。⁸⁵

其中之「請坎瘞火焚之」，可以了解宋代百姓，是有承襲此滅蝗方法，雖然當時並不了解蝗蟲趨火的原因，但蝗蟲趨火的行為，從上述學者的記錄中可證明，應廣泛為宋人所知。

2、蝗蟲的行為模式

北宋彭乘的《墨客揮犀》記載曰：「入地常深寸許，至春暖始生。」⁸⁶；南宋羅大經之《鶴林玉露》中亦記錄：「其子入地，至來年禾秀時乃出。」

⁸⁰ 宋·洪咨夔，《平齋文集》（臺北：臺灣商務印書館，1981年），卷二〈有感〉，頁7A。
洪咨夔（1176-1236），字舜俞，號平齋，於潛（今屬浙江臨安縣）人，南宋嘉泰二年（1202）進士。

⁸¹ 宋·朱熹注，《詩經》，卷五〈北山〉，頁107。

⁸² 宋·歐陽修，《新唐書》，卷一百二十四〈姚崇列傳〉，頁4384。

⁸³ 宋·段昌武，《毛詩集解》（臺北：臺灣商務，1972年），卷二十一，頁11。

⁸⁴ 宋·呂祖謙，《呂氏家塾讀詩記》（臺北：新文豐出版公司，1984年），卷二十二，頁35。

⁸⁵ 元·脫脫，《宋史》，卷二百四十四〈魏王廷美列傳〉，頁8673。

⁸⁶ 宋·彭乘，《墨客揮犀》，卷之五，頁1B。

⁸⁷，這都說明蝗蟲有越冬卵的行為模式，其中羅大經更提到「至來年禾秀時乃出」一句，似乎有意指禾穗等農作物，是蝗蟲喜歡的食物，當農作物長成，蝗蟲即出土，不勞而獲的享受農民辛勤的成果。

另一方面，藉由南宋紹熙年間（1190-1194）董煟所撰《救荒活民書》所收錄之捕蝗法，我們可以從中看出南宋時人蝗蟲生態的瞭解程度；該文提到：「蝗最難死，初生如蟻之時。」⁸⁸意即蝗蟲在初生的時候像螞蟻般微小（圖七）。稍微成長，則「俟有跳躍而上者」⁸⁹一語，將蝗蟲若蟲的跳躍行為明文記載於文書。不僅如此，書中尚有「蝗在麥苗禾稼深草中者，每日侵晨盡聚草稍食露，體重不能飛躍。」⁹⁰之論述，說明蝗蟲在清晨時候的作息情況，乃是聚集在草葉的尖端吃露水，因此該時段的蝗蟲體重最重，無法飛舞、跳躍。但就現在昆蟲學的研究而言，應是蝗蟲受趨光性的影響，早晨會聚在草叢高處，此外清晨較冷，且濕氣又重，蝗蟲羽翅受潮，故無法靈活的運用翅膀，董煟的說法相當符合蝗蟲行為，只是並未說明原因而已。



圖七 蝗蟲初生時型態⁹¹

從上述宋人的記載中，我們可以歸納出相當科學的蝗蟲生活習性。宋人已知蝗卵越過冬天後，在土中孵化；初生時，如螞蟻般微小；漸漸成長茁壯後，其移動方式採用跳躍；當蝗蟲羽翼長成後，即可飛天；當落地後有交合的繁殖行為，並將卵產於土中約一寸多深。比較現代昆蟲學的研究

⁸⁷ 宋·羅大經，《鶴林玉露》，卷之三，頁 4B。

⁸⁸ 宋·董煟，《救荒活民書》（臺北：藝文印書館，1965 年），捨遺〈捕蝗法〉，頁 5B。

董煟，字季興，鄱陽（今江西省波陽縣）人，南宋紹熙四年（1193）進士，曾經擔任浙江瑞安知縣一職。

⁸⁹ 宋·董煟，《救荒活民書》，捨遺〈捕蝗法〉，頁 6A。

⁹⁰ 宋·董煟，《救荒活民書》，捨遺〈捕蝗法〉，頁 5B。

⁹¹ 圖片引自陳美玲，《蝗蟲》，頁 16。

顯示，宋人的觀察非常詳細，與今日昆蟲學家的研究雷同，是我國古代科技值得驕傲的地方。

3、蝗蟲的食性

接著，我們從南宋羅大經所提「至來年禾秀時乃出」⁹²的現象，來思考蝗蟲到底喜歡吃什麼？在我國歷史的記載中，蝗蟲不僅僅危害農作物（食苗、害稼），嚴重的話，連「草木葉皆盡」⁹³、「牛馬毛鬣皆盡」⁹⁴的情形都會發生。因此蝗蟲雜食的行為，對宋代百姓而言並不陌生，且人們亦察覺到牠對植物的喜好，如《宋史·范正辭列傳》所記載：

歲旱蝗，他穀皆不立，民以蝗不食菽，猶可藝，而患無種，諷行縣至鄒平，發官廩貸民。⁹⁵

可見當時的百姓認為，傳統的糧食作物，會招受蝗害而不能存活，只有「菽」不為蝗蟲所害。而「菽」是豆類總稱，換句話說，宋代的民眾認為，蝗蟲是不食豆類的。另方面，南宋董煟《救荒活民書》中，也記載：「吳遵路（?-1043）知蝗不食豆苗」⁹⁶他直言北宋吳遵路所觀察到的狀況，蝗蟲是不吃豆苗的，也就是說蝗蟲不吃豆類的糧食作物，這間接說明董煟也認同此說，並推廣之。

再觀察北宋天禧元年（1017）五月：「諸路蝗食苗（小麥、粟及稻）」的紀錄，到南宋開禧三年（1207）：「……大蝗群飛蔽天，浙西豆粟皆既于蝗。」⁹⁷的描述，還有開禧八年（1215）四月：「飛蝗越淮而南，江、淮郡蝗，食禾苗、山林草木皆盡。」⁹⁸的記載。都能說明宋人對蝗蟲食性的觀察，是非常多元且具體，並有一定歷史經驗的累積。

由上所述，對於蝗蟲的食性，宋人似乎認為是以草木為主的雜食性生物，雖然仍有「食豬」、「食人」的事件流傳：「晉天福（936-941）中，蝗食豬。平原一小兒為蝗所食，吮血，惟餘空皮裹骨耳。」⁹⁹但在一般情況

⁹² 宋·羅大經，《鶴林玉露》，卷之三，頁3A-4B。

⁹³ 宋·歐陽修，《新唐書》，卷三十六〈五行三〉，頁939。

⁹⁴ 唐·房玄齡，《晉書》，卷二十九〈五行下〉，頁881。

⁹⁵ 元·脫脫，《宋史》，卷三百四〈范正辭列傳〉，頁10061。

⁹⁶ 宋·董煟，《救荒活民書》，卷二〈捕蝗〉，頁17B。

⁹⁷ 元·脫脫，《宋史》，卷六十二〈五行志〉，頁1358。

⁹⁸ 元·脫脫，《宋史》，卷六十二〈五行志〉，頁1358。

⁹⁹ 宋·周密，《癸辛雜識》（臺北：藝文印書館，1965年），別集下〈武城蝗〉，頁6A。

周密（1232-1308），字公瑾，號草窗，又號四水潛夫、弁洋老人、華不注山人，祖籍濟南（今山東），為宋代著名詞人。

下，已經清楚蝗蟲並不是所有植物都吃，而有一種喜好的分別，較不喜歡豆類、麻類之植物，比較偏愛小麥、水稻等等的農作物，但在食物缺乏時，會變得什麼都吃，為一種雜食性昆蟲。

（四）蝗蟲的自然天敵

自然界有其自我調節的能力。蝗蟲多產的特性，多半是因為「食物鏈」¹⁰⁰的制衡關係，所以當我們除去氣候或溫度的限制因素外，蝗蟲尚有鳥類、蛙類、蜂類、真菌感染或寄生蠅等等的天敵，¹⁰¹自然界對蝗蟲的抑制還是很多，這可反映在蝗蟲為何需要「多產」的這項生物特性上。但宋人的所觀察到的蝗蟲天敵是那些呢？以下說明之：

1. 鳥類

生物間的弱肉強食，在古人的觀察中，應當是極為容易出現的事情。在古代文獻中，時常會出現一些奇妙的故事；例如《列異傳》中所記載：

漢中有鬼神樂侯，常在承塵上，喜食鮮菜，能知吉凶。甘露（B.C.53-50）中，大蝗起，所經處，禾稼輒盡。太守遣使告樂侯，祀以鮮菜，侯謂吏曰：「蝗蟲小事，輒當除之。」言訖，翕然飛出，吏髣髴其狀類鳩，聲如水鳥。吏還，具白太守，即果有眾鳥億萬，來食蝗蟲，須臾皆盡。¹⁰²

三國曹丕的《列異傳》流傳已久，由上述這則記載中，我們可以發現，鳥能食蝗應是古人的普遍認知，況且五代時亦有出現因鸛鵒能食蝗蟲而禁捕的史事；例如《舊五代史》記載：「開封府言，陽武、雍丘、襄邑三縣，蝗為鸛鵒聚食，詔禁捕鸛鵒。」¹⁰³，可以瞭解鳥類食蝗，在宋以前不是沒有受到人們的注意，應屬於一種歷史知識的累積。

時代演進到了宋朝，宋人理應承襲這項歷史知識，因為鳥類食蝗蟲的情景，一再再地重現，如宋人歐陽修所編撰的《新唐書》、《新五代史》中就有幾則鳥食蝗的紀錄（表一）：

¹⁰⁰ 食物鏈（*food chain*）係指生物群落間，為了維持生命的存續，都必須從外界攝取食物，若將其生物的消費對象做一分類，可得高級消費者、次級消費者及生產者等等，這種相互攝食的生物關係，即形成的各種生物之間的消費鏈索稱之為「食物鏈」。

¹⁰¹ （日）道家信道，《華北の飛蝗》華北產業科學研究所調查報告第十四號，頁36-38。

¹⁰² 宋·李昉，《太平廣記》，卷二百九十二〈神二〉，頁47B；引魏·曹丕《列異傳》之記載。

¹⁰³ 宋·薛居正，《舊五代史》（臺北：鼎文書局，1977年），卷一百一〈隱帝本紀〉，頁1349。

表一：《新唐書》、《新五代史》「鳥食蝗」之紀錄表

時間	記載	出處
唐開元二十五年（734）	貝州蝗，有白鳥數千萬，群飛食之，一夕而盡，禾稼不傷。	《新唐書·五行三》
後梁時期（907-923）	行襲為人嚴酷少恩，而所至輒天幸，境早有蝗，則飛鳥食之，歲凶，田中鹵穀自生。	《新五代史·馮行襲傳》
後漢乾祐元年（948）七月	鸛鵒食蝗。丙辰，禁捕鸛鵒。	《新五代史·隱帝本紀》

再者，宋初李昉等人所編撰之《太平廣記》也記載鳥食蝗的故事：「有鳥如鸛，百萬爲群，拾蝗一日而盡。」¹⁰⁴，這些流傳已久的事蹟，佐助筆者推論宋人的社會裡，對於鳥類能食蝗蟲，應當不是一件稀奇的事情，且《續資治通鑑長編》也記載著熙寧七年（1074）鳥食蝗的事蹟：「是月，開封府界提點司言，咸平縣有鸛鵒食蝗蝻。」¹⁰⁵；另方面《宋史·太宗本紀》也記載著太平興國七年（982）四月，有類似的事情發生：「北陽縣蝗，飛鳥數萬食之盡。」¹⁰⁶，可見在宋代社會的觀察裡，鳥類應是能夠捕食蝗蟲的生物之一。

2. 蛙類

蛙類是田間經常出現的生物，與人們也過著片利共生(commensalism)的生活型態，¹⁰⁷但宋人似乎發覺到蛙類能食蝗蟲的特性，進而下令禁止捕食青蛙，轉變成一種互利共生(mutualism)的生活型態。¹⁰⁸例如：宋人車若水在《腳氣集》中明確記載禁止捕蛙的原因：「朝廷禁捕蛙，以其能食蝗

¹⁰⁴ 宋·李昉，《太平廣記》，第四百七十四〈昆蟲二〉，頁3906。

¹⁰⁵ 宋·李燾，上海師範大學古籍整理研究所、華東師範大學古籍研究所點校，《續資治通鑑長編》（北京：中華書局，1979-1995 第一版），卷二百五十四，神宗熙寧七年六月癸亥條，頁6227。李燾（1115-1184），字仁甫，號巽岩，眉州丹稜（今屬四川）人，南宋紹興年間（1131-1162）進士。

¹⁰⁶ 元·脫脫，《宋史》，卷四〈太宗本紀〉，頁67。

¹⁰⁷ 片利共生(commensalism)只對其中某一物種有幫助，而對另一物種沒有任何影響的共同生活。在此處，用以形容蛙類單方面替我們人類捕食田間的害蟲，但人類並沒有對牠提供實質的回饋，所以應屬此種生活型態。

¹⁰⁸ 互利共生(mutualism)即表示對物種雙方都有幫助的共同生活。在此處，則藉以表示人類保護蛙類不受捕食，而蛙類替人類捕食田間的害蟲，保障農作物的收成，如此互助的現象，應屬此種生活型態。

也。」¹⁰⁹，可證蛙類受官方保護的原因，是因為牠能捕食蝗蟲，而蛙類的角色在宋人眼中，應該就是蝗蟲的剋星。

再者南宋前期時，由彭乘輯撰而成的《墨客揮犀》中也記載：「浙人喜食蛙，沈文通（北宋人）在錢塘日切禁之。」¹¹⁰，此外南宋後期的趙葵在《行營雜錄》中亦記載：「馬裕齋知處州，禁民捕蛙。」¹¹¹這些禁捕蛙的命令，間接說明蛙類能捕食蝗蟲之類的害蟲，在宋代已有相當的認知了。

3. 寄生蟲類

蝗蟲的「抱草而死」一詞有很多層的涵義：一來有可能是蝗蟲壽終正寢的自然死亡型態；二來則有可能是蝗蟲受到「抱草瘟(*Empusa grylli Fr.*)」¹¹²等真菌傳染病的影響；此外亦有可能是被「寄生蟲」所感染，甚或可能是氣候遽降而凍死的。見（表二）所示：

表二：宋代蝗蟲「抱草死」紀錄表¹¹³

時間	記載	出處
至道二年(996) 七月	許、宿、齊三州蝗抱草死。	《宋史·太宗本紀》
景德四年(1007) 九月	陳州宛邱、鄆州東阿須城等縣，蝗不害稼，抱草死。	《資治通鑑長編》 卷六十六
大中祥符九年(1016) 七月癸卯朔	（丙辰）開封府言祥符縣赤岡村，蝗附草而死者數里，擷其草來上。	《資治通鑑長編》 卷八十七
大中祥符九年(1016) 七月癸卯朔	（己巳）又相州言安陽縣，有蝗抱草而死者，約十餘里。	《資治通鑑長編》 卷八十七
大中祥符九年(1016) 七月	開封府祥符縣，蝗附草死者數里。	《宋史·真宗本紀》
淳化三年(992)七月	蝗、蛾抱草自死。	《宋史·五行一下》
天禧元年(1017) 六月戊辰朔	（甲申）陝西、江、淮路並言部內蝗蝻抱草木死及大風吹入海。	《資治通鑑長編》 卷九十

¹⁰⁹ 宋·車若水，《腳氣集》（臺北：藝文印書館，1965年），〈卷上〉，頁27A。車若水，字清臣，自號玉峰山民，宋代黃岩人，著有《腳氣集》、《宇宙略記》及《玉峰冗稿》等。

¹¹⁰ 宋·彭乘，《墨客揮犀》，卷之六，頁7A-7B。

¹¹¹ 宋·趙葵，《行營雜錄》（臺北：藝文印書館，1966年），頁16B。

¹¹² 夏凱齡等編著，《中國動物志》昆蟲綱第四卷（北京：科學出版社，1994年9月），頁154-157。

¹¹³ 本表參《續資治通鑑長編》、《宋史》等文獻製成。

天禧元年(1017) 六月戊辰朔	(壬辰)知蘇州梅詢言飛蝗入境，悉於叢薄間抱枝幹僵死，又羣飛投太湖。	《資治通鑑長編》 卷九十
天禧元年(1017) 六月	江、淮大風，多吹蝗入江海，或抱草木僵死。	《宋史·五行一下》
天禧元年(1017) 七月丁酉朔	(庚戌)知永興軍寇準言部內民稼蝗傷之後，莖葉再茂，蝗多抱草死。	《資治通鑑長編》 卷九十
元符元年(1098) 八月	高郵軍蝗抱草死。	《宋史·五行一下》

這許許多多的可能，都能造成蝗蟲集體死亡，但這也證明「抱草而死」一詞，確有其複雜的含意。筆者在此處排除不確定的文獻記載，以較明顯的紀錄來說明宋人已觀察到蝗蟲受到寄生的現象，如《高郵州志》中所記錄的「抱草死」現象，其詳細程度使我們可以瞭解此次蝗蟲「抱草死」的主要原因：

(慶元二年〔1196〕秋七月)是夏，旱。飛蝗起自凌塘，俄遍四野，繼皆抱草死。每一蝗，有一蛆，食其腦。陳造呈郡守陳伯固詩：「使君手有垂雲箒，虐魃妖螟掃不餘。千頃飛蝗戴蛆死，已濡銀筆為君書。」¹¹⁴

可見蝗蟲許多「抱草而死」的紀錄，很可能是被簡化敘述，以致蝗蟲的死因，難以探究，上舉事例雖然有可能是「個案」，但蝗蟲受到天譴而集體快速死亡，勢必在當代流傳一段時間。無獨有偶的是，宋人李燾《續資治通鑑長編》中，也有蟲食蝗的記載，大中祥符九年（1016）六月，時人李士衡曾有以下言論：

……又蝗飛空中，有身首斷而殞者，有自潰其腹，有小蟲食之者，斯乃妖不勝德，而示茲異也。¹¹⁵

觀察這段文字的描述，飛蝗殞落而體內「有小蟲食之者」，很明顯就是蝗蟲受到寄生蟲感染，因而病發死亡的現象。由此我們可以推論，《高郵州志》的記載與宋人李士衡所觀察到的現象，應是一種蝗蟲寄生蟲病所造成，因此宋人確已觀察到此種蝗蟲感染寄生蟲而病發的情形，並且留下若干紀錄。

綜而論之，宋人對於蝗蟲的「生命週期」、「多產特性」、「生活習性」以及「生物天敵」等等知識，已經有廣泛的瞭解。這其中的原因，應在於

¹¹⁴ 清·楊宜崙修撰，《高郵州志》（臺北：成文出版社，1970年），卷之十二〈雜類志〉，頁4A。

¹¹⁵ 宋·李燾，《續資治通鑑長編》，卷八十七，真宗大中祥符九年六月甲申條，頁1995。

唐末以來逐漸興起的「注重自然」風氣，加強了宋代對自然研究的興趣，促進宋代「類科學性」的研究自然。¹¹⁶這近似科學方法的觀察，使宋人對於蝗蟲的「生命週期」，有一個完整世代的認知；即蝗蟲是經由越冬卵，後孵化為若蟲，再長翅成為飛蝗，此外，也了解到蝗蟲交合和土中產卵的繁殖過程。而對「生活習性」方面的瞭解，則有驅光的特性、若蟲是跳躍而行、在清晨時行動較遲緩、對食物似乎有喜好的分別等等習性。宋人的觀察非常詳細，以現代昆蟲學的角度來看，已經是相當類似科學的觀察紀錄，也是當時（十至十二世紀）世界上最詳盡的蝗蟲生物知識。

四、宋人所運用的捕蝗方法

相對於前代來說，宋人在捕蝗的歷史上，確實有劃時代的表現。其中以「治蝗法令」和「掘卵滅蝗法」的形成，是為宋代最引以為傲的成果。然而在這個前提下，宋人是如何承襲前代的歷史經驗，發展出符合當前社會需要的捕蝗方法呢？縱觀歷史的發展，一項技術的成熟，無不經由經驗的累積，與社會環境的需求，才能夠有效率的呈現，宋代的捕蝗方法也不例外，人們承襲前代的捕蝗之法，將它系統化、法規化，藉以保障糧食的供應，實為宋代科技史上最有價值的貢獻之一。以下筆者將分項說明宋人的捕蝗方法，再加以論述宋人所運用的捕蝗方法，與其對蝗蟲的科學知識，是否有其必然的關係：

（一）設醮祝禱法

面對瞬息多變的大自然，人們多存著敬畏之心，相對於蝗災而言，也存在著一種「天命主義」的概念；這就是前輩鄧雲特先生所強調的「禳弭論」¹¹⁷。然而宋代的捕蝗方法，也脫離不了這種觀念的制約，例如（表三）所示：

表三：宋代遇蝗災祭禱表¹¹⁸

¹¹⁶ 葉鴻瀾，〈北宋儒家的自然觀〉，《國際宋史研討會論文選集》（保定：河北大學出版社，1992年），頁216-234。文中論述，自唐末以來逐漸興起一種自由化較注重自然研究的風氣，這種崇尚自然而多元化的學風，對於宋代科技的進步，有其正面的貢獻。另外，樂愛國，《儒家文化與中國古代科技》（北京：中華書局，2002年12月），頁149-228。亦說宋代科技對自然已經開始探討其深層規律的東西，如沈括研究自然不僅於表象，更想要探求背後深層的意義。兩者似乎對宋代科技發展有類似進步的觀點。

¹¹⁷ 鄧雲特，《中國救荒史》（臺北：臺灣商務印書館，1987年6月臺四版），頁199-204。

¹¹⁸ 本表參《續資治通鑑長編》、《宋史》等文獻製成。其中宋人「醮祭」的相關情形，

時間	記載	出處
乾德元年(963) 六月	澶、濮、曹、絳等州言有飛蝗在野，各命其長吏祭以牢醴，後皆言蝗不為災。	《續資治通鑑長編》 卷四
雍熙三年(986) 正月	會飛蝗入境，吏民請坎瘞火焚之，德彝曰：「上天降災，守土之罪也。」乃責躬引咎，齋戒虔禱，而蝗自殪。	《續資治通鑑長編》 卷二十七
大中祥符九年(1016) 七月	中使自嵩山來，言蝗飛至山南，遇雨悉殞於澗中，殆數千斛。河東轉運使言潞州致祭，蝗悉飛出境，鄰州或祭或驅，皆漸殞散。	《續資治通鑑長編》 卷八十七
天禧元年(1017) 三月	入內高班王懷正言真州銅山去年蝗蝥，今春稍有飛者，兼生蝻虫。命本州設祭焚捕。	《續資治通鑑長編》 卷八十九
嘉定元年(1208) 五月-七月	江、浙大蝗。六月乙酉，有事于園丘、方澤，且祭酺。七月又酺，頒酺式于郡縣。	《宋史·五行一下》
嘉定八年(1215) 六月	以飛蝗入臨安界，詔差官祭告。又詔兩浙、淮東西路州縣，遇有蝗入境，守臣祭告酺神。	《宋史·禮五》

可見宋人除積極的補蝗外，仍舊維持傳統「天命主義」概念下的祭酺神、禱天地之消極態度。但宋人「祭捕」的實際情形為何呢？宋代學者朱熹在〈御筆回奏狀〉中，幫我們留下了紀錄：

御筆

覽奏，知紹興府界蝗頗為災，朕心憂懼。今不欲專遣使人降香二合，付卿等宜即虔潔，分詣祈禱。又聞蝗之小者，滋有甚多，可更支賞召人收捕，速殄滅，毋使遺種以為異日之害，故茲札示，當體至懷。

119

從皇帝賜香給朱熹和敦促捕蝗的的現象來看，這種既祭拜又捕蝗的態度，應該是一種不衝突的行為。接著，我們再觀察「祭禱文」的內容，由宋人真德秀在〈諸廟禳蝗祝文〉中祈求神力相助的內容來看：

在《詩》有之：「去其螟螣，及其蠹賊，毋害我田穡。」夫此人事

請參見清·徐松，《宋會要輯稿》（臺北：世界書局，1977年5月再版），〈禮〉十八之三十九，孝宗紹興三十二年八月條，頁752。

¹¹⁹ 宋·朱熹，《晦庵先生朱文公文集》（臺北：臺灣商務印書館，1980年），卷十七〈御筆回奏狀〉，頁18A。

也，乃以屬諸田祖之神，何哉？蓋禦災弭患，在神為之則易，而在人為之則難。日者本道，郡邑以生。聞天子有詔，俾長吏禱於山川百神之祠，是亦周先王意也。惟王廟食歲久，陰威赫然，霆奔風馳，山嶽可撼，況區區蟲蝗之孽乎？驅之禳之，以升炎火，是直噫欠間耳！虔共致祈，立俟嘉應。¹²⁰

可見真德秀認為，人力捕蝗甚難，如果老天爺願意幫忙，那就容易多了。由此推論，「設醮祝禱」的行為，在宋代捕蝗方法裡，也是一種可行並行的捕蝗措施。但從另一方面來看，宋代似乎也有將蝗蟲神化的思想存在，例如劉昌詩《蘆浦筆記》所收錄的〈祭蝗蟲文〉中：

謹以清酌之奠，祭於蝗蟲之神，而告之曰：「……不聽其言，而為民害者，其罪皆可殺。縣令則取詩人去螟之語，唐相捕蝗之命，以與蝗蟲從事，必盡殺之廼止，無俾遺種於茲邑。蝗蟲有知，其聽縣令言。」¹²¹

既然蝗蟲有神，為了保存辛勤耕作的心血，無怪乎宋人會請求又施加壓力，竭盡所能去遊說蝗蟲之神。然而，就是因為宋代仍有蝗神思想的存在，所以更加強「設醮祝禱法」存在的必要性，這也難怪後世編撰《金壇縣志》時，會有此則蝗神故事在民間流傳：

宋嘉定己巳邑旱，飛蝗蔽天而下，時太常丞劉宰家居，草書一函，命其僕至城北鍾秀橋，見兩黃衣客，即貴進之。至橋，果見衣黃者，啟書閱竟，語僕曰：「我借路不借糧也。」蝗果不為災。自從有蝗，必向漫塘祠祭之。¹²²

這個故事也說明宋人有將蝗蟲視為神祇或是神蟲的現象，不然就不會有「我借路不借糧也」的回答出現。

因此，筆者以為宋代在捕蝗的觀念上，是有科學化的進步，但在蝗災的觀念上，依舊不脫傳統「禳弭論」的限制，採用祭禱與捕蝗並用的治蝗概念；所以「設醮祝禱」的行為，理應是宋人對抗蝗災爆發時，所採用的辦法之一。

¹²⁰ 宋·真德秀，《西山先生真文忠公文集》，（臺北：臺灣商務印書館，1968），卷四十八〈祝文〉，頁740-741。真德秀（1178-1235），字景元、景希、希元，號西山，浦城（今福建浦城）人，寧宗慶元五年（1199）進士。累官至戶部尚書、參知政事。

¹²¹ 宋·劉昌詩，《蘆浦筆記》（臺北：藝文印書館，1966年），卷九〈祭蝗蟲文〉，頁4A-5B。

¹²² 馮煦等纂，《金壇縣志》二冊（臺北：成文出版社，1970年8月臺一版），卷十二之二，頁897。

（二）鳴金驅趕法

當蒼蠅接近我們的食物時，你我都曾下意識的揮手驅趕，蝗蟲也不例外，當牠成群啃食農民的血汗時，農民們的第一個反應多半是「驅趕」，期望牠們能夠到別的地方去，不要停留在辛勤耕作的農田裡，因此在歷史經驗的累積下，人們漸漸瞭解製造較大的聲響，遠勝於揮手叫喊的效果；「鳴金驅趕」的驅蝗方法就因應而生。

然而宋人有沒有採用此法驅蝗呢？答案相當的明顯。據宋人李燾《續資治通鑑長編》的記載真宗大中祥符九年（1016）六月時：「河東轉運使言潞州致祭，蝗悉飛出境，鄰州或祭或驅，皆漸殞散。」¹²³其中「驅」極有可能就是此種方法。此外《續資治通鑑長編》亦記載在仁宗景祐元年（1034）三月時：

開封府判官謝絳言：「蝗亘田野，坌入郭郭，跳擲官寺，井堰皆滿，而使者數出，府縣監捕驅逐，蹂踐田舍，民不聊生。」¹²⁴

其中「府縣監捕驅逐」一語，理應也應包含「驅趕」的行為，而這些紀錄顯示驅趕蝗蟲到他處，或導引至集中捕捉的地方，都有可能運用「鳴金驅趕」的驅蝗方法，藉以達到驅趕蝗蟲的效果，這在治蝗的措施上，是相當重要的基礎。接著我們再從南宋羅大經《鶴林玉露》中所紀錄之情形來看：

但余曩在湖北，見捕蝗者雖群呼聚喊，蝗不為動。至鳴擊金鼓，則聳然而聽，若成行列。¹²⁵

從羅大經的實際經驗裡，湖北的補蝗者採用「鳴金驅蝗」的方法，使蝗蟲若成行列般，跟隨著捕蝗者的指揮，落入捕蝗者所安排的陷阱裡，由此可理解這種方法，應當充分地運用在宋人捕蝗的行為裡面。

（三）捕蝗易錢法

這種捕蝗法對百姓來說，是最有利也最直接的辦法。從一開始單純的人工撲滅蝗蟲，漸漸地進化到人工捕蝗易錢（粟），藉以增加滅蝗減災的效果，這方法早在漢代就有紀錄，例如《漢書·平帝本紀》：

郡國大旱，蝗，青州尤甚，民流亡。……遣使者捕蝗，民捕蝗詣吏，以石斗受錢。¹²⁶

¹²³ 宋·李燾，《續資治通鑑長編》，卷八十七，真宗大中祥符七月庚戌條，頁1998。

¹²⁴ 宋·李燾，《續資治通鑑長編》，卷一百十四，仁宗景祐元年三月辛酉條，頁2670。

¹²⁵ 宋·羅大經，《鶴林玉露》（臺北：藝文印書館，1965年），卷之三，頁4A。。

¹²⁶ 漢·班固，《漢書》（臺北：鼎文書局，1978年），卷十二〈平帝本紀〉，頁353。

另方面《漢書·王莽傳》也有記載類似捕蝗法：

夏，蝗從東方來，蜚蔽天，至長安，入未央宮，緣殿閣。莽發吏民設購賞捕擊。¹²⁷

由上述記載可知，官方派遣捕蝗專員到災區，設置據點招攬民眾以蝗蟲換取金錢（粟）之行爲，是漢代已經採用的捕蝗方式。當時代推進到宋朝，這種捕蝗法似乎變得非常盛行，且常常出現在《續資治通鑑長編》：「仍募人得蝻五升或蝗一斗，給細色穀一升；蝗種一升，給麤色穀二升。」¹²⁸以及《宋史》：「募民捕蝗易粟」¹²⁹等文獻的紀錄中。但宋人是如何捕蝗易錢的呢？宋人「捕蝗」的情況，可見《救荒活民書》中所收錄的〈捕蝗法〉：

蝗在麥苗禾稼深草中者，每日侵晨，盡聚草梢食露，體重，不能飛跃。宜用笊箕栲栳之類，左右抄掠，傾入布袋。¹³⁰

上文的内容顯示出，宋人運用對蝗蟲生活的瞭解，且使用器具將牠們有效率的捕捉，再把所捕獲的蝗蟲傾入布袋封存，即完成捕蝗的程序。但董煟並沒有交代由誰來做後續的處理（水煮、燒毀或埋瘞），筆者試想若配合「捕蝗易錢法」，由官方統一處理，這種耗費人力的捕蝗行爲，就變得十分有價值；即將封存好的布袋，運到官府換錢，再由官方統一焚毀埋瘞，這真是一氣呵成的好辦法。因此，本著有利可圖和滅蝗滅災的雙重誘因下，宋人當然會盡力捕蝗，使蝗災的影響降到最低；而這種雙贏的捕蝗方法，也是宋代所常用的治蝗措施。

（四）坎瘞火焚法

這種方法的原始型態，可以上溯到遠古，如《詩經·北山》記載：「田祖有神，秉畀炎火。」¹³¹即是利用火焰，來消滅蝗蟲。但比較明確的記載應爲漢代王充在《論衡》中所說：

蝗蟲時至，或飛或集，所集之地，穀草枯索。吏卒部民，塹道作塹，榜驅內於塹塹，把蝗積聚以千斛數。正攻蝗之身，蝗猶不止。¹³²

由「塹道作塹」的敘述可知，掘溝（或掘坑）捕蝗的行爲，在漢代就已經被人們使用。而唐代的姚崇更將此法加以改良，例如：「請夜設火，坎其

¹²⁷ 漢·班固，《漢書》，卷九十九下〈王莽傳六十九下〉，頁4176。

¹²⁸ 宋·李燾，《續資治通鑑長編》，卷二百六十七，神宗熙寧八年癸巳條，頁6543-6544。

¹²⁹ 元·脫脫，《宋史》，卷十五〈神宗本紀〉，頁288。

¹³⁰ 宋·董煟，《救荒活民書》，捨遺〈捕蝗法〉，頁5B。

¹³¹ 宋·朱熹注，《詩經》，卷五〈北山〉，頁107。

¹³² 漢·王充，《論衡》（臺北：藝文印書館，1967年），卷十五〈順鼓篇〉，頁17A。

旁，且焚且瘞，蝗乃可盡。」¹³³即運用夜間蝗蟲向火堆集中的現象，將所聚集的蝗蟲加以坑埋，是為一種運用自然知識的半人工滅蝗手法。然這種捕蝗方法流傳到了宋代，由於捕蝗經驗與自然知識的累積，宋人將它變更成為一種全人工，但更有效率的「坎瘞火焚法」，以符合時代的需求。

在有關宋代的史書中，出現了許多「焚捕」、「捕瘞」或「焚瘞」等等之類的用語，筆者認為就是這種「坎瘞火焚法」的綜合運用，例如《續資治通鑑長編》記載：「諸路轉運使督民焚捕蝗蝻，無使滋育。」¹³⁴、「京兆府言捕瘞蝗蟲並盡。」¹³⁵或《宋史》記載：「臨安府蝗，詔守臣亟加焚瘞。」¹³⁶等等。都有火焚或埋瘞的涵義在裡面，而且官方主導意味相當濃厚。此外朱熹更在〈發蝗蟲赴尚書省狀〉中說道：

其地頭村人皆稱：「蝗蟲夜食稻」，熹即今前去看視，一而監督官吏打撲焚瘞，尋別具奏聞須至申聞者。¹³⁷

可以瞭解由官方監督的捕蝗作業，勢必有著一定的組織與動員，這不僅加速捕蝗技術的發展，更使得捕蝗知識能普遍的在民間流傳。但這種捕蝗方法，在當時的實際情形是如何呢？宋代學者董煟在《救荒活民書》中幫我們留下了寶貴的紀錄：

蝗有在光地者。宜掘坑於前，長闊為佳，兩傍用板及門扇接連八字鋪擺。卻集眾用木枝發喊趕逐入坑。又於對坑用掃帚十數把，俟有跳躍而上者復掃下。覆以干草，發火焚之。然其下終是不死，須以土壓之，過一宿乃可。一法，先燃火於坑，然後趕入。¹³⁸

可見宋代所改良而成的「坎瘞火焚法」，是一種綜合型態的捕蝗方法；其中不僅包含「溝捕」和「埋瘞」的基礎，更融入了「火焚」的捕殺特色，如此雙重保險的設計，對去除蝗蟲埋瘞後復出的機率，確實能有大幅度的減少，再加上一套組織化的滅蝗程序，應為當代最有效率的捕蝗方法。

（五）掘卵滅蝗法

掘蝗卵來防止蝗災的爆發，早在五代時期就有史可考，例如《舊五代史·梁書·太祖本紀》記載：

¹³³ 宋·歐陽修，《新唐書》，卷一百二十四〈姚崇列傳〉，頁 4384。

¹³⁴ 宋·李燾，《續資治通鑑長編》，卷八十八，真宗大中祥符九年九月甲寅條，頁 2016。

¹³⁵ 宋·李燾，《續資治通鑑長編》，卷八十九，真宗天禧元年五月丙午條，頁 2060。

¹³⁶ 元·脫脫，《宋史》，卷三十五〈孝宗本紀〉，頁 678。

¹³⁷ 宋·朱熹，《晦庵集》，卷二十一〈發蝗蟲赴尚書省狀〉，頁 12B。

¹³⁸ 宋·董煟，《救荒活民書》，捨遺〈捕蝗法〉，頁 6B。

令下諸州，去年有蝗蟲下子處，蓋前冬無雪，至今春亢陽，致為災沴，實傷隴畝。必慮今秋重困稼穡，自知多在荒陂榛蕪之內，所在長吏各須分配地界，精加翦撲，以絕根本。¹³⁹

人們長期與自然相處，藉由自然的觀察，累積其經驗與知識，漸漸發現到蝗子（卵）的存在，並巧妙地運用於滅蝗的過程中，這是一種時代的進步，也就是從「治療」轉換到「預防」的過渡階段。然而在歷史上，將「掘卵滅蝗法」具體化的最明確時代，不可否認就是兩宋時期，如（表四）所示¹⁴⁰：

表四：宋代「掘卵滅蝗」紀錄表

時間	記載	出處
景祐元年 (1034) 正月	去歲飛蝗所至遺種，恐春夏滋長。其令民掘蝗子，每一升給菽米五斗。	《續資治通鑑長編》 卷一百十四
	詔募民掘蝗種，給菽米。	《宋史·仁宗本紀》
康定元年 (1040) 十二月	詔天下諸縣，凡掘飛蝗遺子一升者，官給以米荳三升。	《續資治通鑑長編》 卷一百二十九
熙寧七年 (1074) 十月	詔賜淮南路常平米二萬石下淮南西路提舉司，易饑民所掘蝗種。	《續資治通鑑長編》 卷二百五十七
	以常平米於淮南西路易饑民所掘蝗種，又賑河北東路流民。	《宋史·神宗本紀》
熙寧十年 (1077) 三月	時雨稍愆，令開封府界洎諸路監司分察州縣，檢舉除殄蝗蟲種子法施行，無使滋生。	《續資治通鑑長編》 卷二百八十一
淳熙十年 (1077) 正月	命州縣掘蝗。	《宋史·孝宗本紀》

從上表所列，我們可以看出，募民掘蝗種對宋人而言，是一種很普遍的捕蝗方法。再者，我們從宋代學者董煟《救荒活民書》所收錄的〈淳熙敕〉中亦可以瞭解「掘卵滅蝗法」，已經廣為政府和社會所接受：

諸官私荒田^{牧地同}。經飛蝗住落處。令佐應差募人取掘蟲子，而取不盡，因致次年生發者，杖一百。¹⁴¹

¹³⁹ 宋·薛居正，《舊五代史》，梁書卷四〈太祖本紀四〉，頁61。

¹⁴⁰ 本表參《續資治通鑑長編》、《宋史》等文獻製成。

¹⁴¹ 宋·董煟，《救荒活民書》，捨遺〈除蝗條令〉，頁4B。

諸蝗蟲生發飛落及遺子，而撲掘不盡，致再生長者，地主耆保各杖一百。¹⁴²

由此，我們不僅可以理解，更可以確認募民掘蝗種的捕蝗方法，對宋人而言不只是使用，甚至還法條化成為社會的共識。筆者以為從上述文獻加以分析，我們可以很明顯的感受到「預防」的概念，且更能瞭解宋代的「掘卵滅蝗法」，不僅僅是有「利」可圖，其背後更有「罰」的鞭策，如此雙管齊下的捕蝗方法，才能釜底抽薪地減緩來年的蝗患發生的機率，確保農作物的收成。

（六）生物防治法

如前章所述，宋人發覺到蛙能食蝗的特性，進而下令禁止捕食青蛙，這從宋人車若水《腳氣集》中記載：「朝廷禁捕蛙，以其能食蝗也。」¹⁴³，可以明確瞭解宋代禁止捕蛙的原因。

然而我們從中可以發現，由官方保護蛙類不被大量捕食，藉以舒緩蝗蟲所帶來的壓力，似乎有一種「生物防治」的概念，宋人想運用自然界「相生相剋」的哲學思維，來增加治蝗措施上的力量，是可以被合理推敲的想法。而這種聯合其他生物一起減低蝗蟲危害的行為，比較宋人的其他捕蝗方法，理應為較先進的治蝗思想。

（七）環境防治法

相對於耗費人力、物力的捕蝗滅卵之舉，改變環境的措施，也是防止蝗災影響的方法之一。筆者將宋人所採行的方法歸納有以下兩項：

1. 種植麻豆類等作物

古人對於蝗蟲的食性，有一定的認知，其中以蝗蟲不喜食麻類、豆類植物的思想，流傳最廣，起源也相當的早，例如《晉書·石勒傳》曾記載：「（蝗）彌亘百草，唯不食三豆及麻。」¹⁴⁴，文中就明言蝗蟲不食三豆及麻等作物。

宋人理應也承襲此種觀點，例如《宋史·范正辭列傳》中記載：

歲旱蝗，他穀皆不立，民以蝗不食菽，猶可藝，而患無種，諷行縣

¹⁴² 宋·董煟，《救荒活民書》，捨遺〈除蝗條令〉，頁4B。

¹⁴³ 宋·車若水，《腳氣集》，〈卷上〉，頁27A。

¹⁴⁴ 唐·房玄齡，《晉書》，第一百四〈石勒傳〉，頁2726-2728。

至鄒平，發官廩貸民。¹⁴⁵

「菽」為豆類總稱，百姓以為其他作物都會被蝗蟲所啃食，只有種植豆類作物才能避免收穫無成，這應可以推論蝗蟲不食豆類的思想存於北宋社會裡；另一方面，南宋董煟《救荒活民書》中也記載：「吳遵路（?-1043）知蝗不食豆苗」¹⁴⁶明確的紀錄北宋吳遵路所觀察到的現象，他認為蝗蟲是不吃豆苗的，也就是說蝗蟲不吃豆類等糧食作物。因此，董煟認為若能夠學習前人之法，多種植豆類作物，應該能減少蝗災爆發時的損失，比較宋代的其他捕蝗驅蝗措施，這也是一項不錯的方法。

2. 變旱田為水田

宋代有些學者發現，旱田的蟲災機率，遠遠超過水田，因此提出根本性的解決辦法，例如《續資治通鑑長編·卷三十七》記載太宗朝陳堯叟、梁鼎之言論：

度支判官陳堯叟、梁鼎上言：「……傅子曰：『（陸田）命縣於天，人力雖修，苟水旱之不時，則一年之功棄矣。水田之制由人力，人力苟修，則地利可盡也。』且蟲災之害又少于陸，水田既修，其利兼倍，與陸田不侔矣。」上覽奏嘉之，即遣大理寺丞皇甫選、光祿寺丞何亮馳傳往諸州按視，經度其事。¹⁴⁷

從上文可以瞭解，宋代陳堯叟、梁鼎等官員提出改旱田為水田，藉以減少蟲害發生的策略，似乎有一種預防災害的思想存在，可見宋代有部份人士以為旱田之蟲害遠大於水田，若能改旱田為水田，將可避免蟲災的危害；然而宋代的蟲災大多以蝗、螟為主，所以上述的「蟲災之害」理應包括蝗蟲的危害。這其中透露出當時有少部分的知識份子，已經考慮到以改變耕作的型態，來降低蟲害的機率，雖然「蝗蟲」不是直接目的，也不盡然能全國性的推廣，但其附帶的自然環境變動，至少在減少「蝗蟲」繁殖地的預防上，是可採行的治蝗辦法。

¹⁴⁵ 元·脫脫，《宋史》，卷三百四〈范正辭列傳〉，頁10061。

¹⁴⁶ 宋·董煟，《救荒活民書》，卷二〈捕蝗〉，頁17B。

¹⁴⁷ 宋·李燾，《續資治通鑑長編》，卷三十七，太宗至道元年正月戊申條，頁806-807。其中漏字由所引用之原書補缺：晉·傅玄，《傅子》（臺北：藝文印書館，1970年），卷三，頁14A-14B。另外，元·脫脫，《宋史》，卷一百七十六〈食貨上四〉，頁4264-4265，也有相同的記載，只是《宋史》記載較精簡。若比較兩者的差別，《續資治通鑑長編》較詳細，《宋史》則較簡短，但後者有記載此政策實行後，似乎無法全面性推廣，而他們所進行之水利建設，可參考清·徐松，《宋會要輯稿》，〈食貨〉六一之八九，太宗至道元年正月條，頁5918。其中有詳細敘述。最後這個政策沒有持續進行。

由上述宋人所採用的捕蝗方法，我們可以發現宋代社會已經發展出一套系統化的治蝗辦法。首先是預防措施上，採取「生物防治」、「環境防治」二法；接著是蝗蟲成災之後的治標辦法，即「設醮祝禱」、「鳴金驅趕」二法；同時並存以治本爲主的方法，如「捕蝗易錢」、「坎瘞火焚」以及「掘卵滅蝗」三法循序漸進，以達到降低來年蝗災的復發機率。筆者以爲，若搭配前文當中〈宋人對蝗蟲的生物認知〉來看，可整理如（表五）所示：

表五：宋人對捕蝗知識的應用表

項目	所應用的蝗蟲知識	分類
1、生物防治法	天敵（蛙類）	預防措施
2、環境防治法	食性（較不喜食麻豆類作物）、繁殖環境（陸田較水田適合繁殖）	
3、設醮祝禱法	自然抑制	治標辦法
4、鳴金驅趕法	蝗畏懼較大聲響（蝗蟲有聽器）	
5、捕蝗易錢法	生活史（卵、若蟲、成蟲）	治本辦法
6、坎瘞火焚法	生物學特性（趨光性、若蟲跳躍行為）、飛蝗遇火則不能飛	
7、掘卵滅蝗法	生活史（多產特性、卵的型態）	

由表中我們可以看出，若比較前代的捕蝗措施，宋代的許多捕蝗方式，都有著進步與成長，但在宋代所使用的治蝗方法中，對捕蝗技術最大的貢獻，應在於對蝗蟲生活史中「卵」的防治，筆者認爲這是一種從被動（滅若蟲、成蟲）轉變到主動（滅卵）的進階模式。我們再從另一個角度來看，這些成長與進步，似乎與宋人對自然知識的認知有密切的關係，如果沒有對蝗蟲有更進一步的科學認知，宋人是無法在前人的侷限下，發展出如此進步而有效率的捕蝗方法，然而這套有系統的防禦體系，與宋代所頒行的治蝗法規，不就是一種相互結合，配套執行的發展模式嗎？

總而論之，以上的捕蝗方法，代表著宋代科技成果的展現，而這些承襲自古人的捕蝗措施，宋人將其繼承與改良，發展成一個有系統的防禦體系，這個機制的展現，有助於當代來穩定糧食的供應。但是在治蝗的措施下也產生了弊端，例如董煟《救荒活民書》中所記載：

捕蝗不必差官下鄉，非惟文具，且一行人從，未免蚕食里正。黃里正又只取之民戶。未見除蝗之利，百姓先被捕蝗之擾，不可不戒。

宋代捕蝗法之嚴厲，不但使百姓受到官員的叨擾，就連官員本身也受到了影響，例如何遠《春渚紀聞》中所記載：

米元章（米芾 1051—1107 年）為雍邱令。適旱蝗大起，而鄰尉司焚瘞後遂致滋蔓，即責里正併力捕除，或言盡緣雍邱驅逐過此，尉亦輕脫，即移文載里正之語致牒雍邱、請各務打撲收埋本處地分，勿以鄰國為壑者。時元章方與客飯，視牒大笑，取筆大批其後付之云：「蝗虫元是空飛物，天遣來為百姓災。本縣若還驅得去，貴司却請打回來。」傳者無不絕倒。¹⁴⁹

可見宋代捕蝗令之嚴峻，使得官員們互相推諉，雖然產生這種驅蝗的趣事，但這也突顯出朝廷對蝗災的深惡痛絕，間接影響到宋代地方官員與百姓的生活。筆者試想若以此為核心思考，宋代捕蝗技術的精進，與捕蝗法令之嚴苛不無關係，這可能是捕蝗技術能夠在宋代更系統化和科學化的另一項重要原因。

五、結語

宋代承襲遠古以來祖先對蝗蟲生態的觀察，並在其既有科學視野的基礎上，將蝦、魚兩種原本不同於蝗蟲的物種，建構成兩套不同說法的化生鏈，而這化生鏈背後，代表著中國文化底層的相生、相化之理。不僅如此，蝗蟲的作息特性也被宋人用來參酌設計成撲殺蝗蟲的辦法，例如：對付成蟲採用火攻、對幼蟲採取溝捕以及掘卵滅種等等方法。

這些捕蝗措施的背後，都代表著對蝗蟲科學認知的成長，雖然動用極為可觀的人力，才能夠得到較大的成效，但是我們卻得以看見宋代農民在求生活溫飽的邊緣裡，不得不拋開捕殺蝗蟲造成他們在精神、靈魂層次上所產生的不安或恐懼；況且，宋代政府不僅有行政命令，亦有明文法律的規定（除蝗條令），迫使農民必需積極滅蝗，其中明定農民必須撲殺蝗蟲的敕令，儘管是下放由地方官自行打理，仍然有其政策之方針、原則，使得農民在捕蝗可以獲得利益的當頭，和不捕蝗便遭懲處的雙重因素下，致力蝗蟲的捕殺工作，以舒緩蝗災帶來的傷害。

筆者認為這些成果，理應建構在宋代的蝗蟲科學認知上，沒有這些科

¹⁴⁸ 宋·董煟，《救荒活民書》，拾遺〈捕蝗法〉，頁 6A-6B。

¹⁴⁹ 宋·何遠，《春渚紀聞》（臺北：藝文印書館，1966 年），卷二〈雍邱驅蝗詩〉，頁 18B-19A。

學的觀察，是無法發展出如此有效的滅蝗方法。值得注意的是，宋人治蝗所留下來的文獻顯示：蝗蟲主要活動範圍在於今日的海河平原、黃河中下游平原、淮河中下游平原、長江三角洲、皖南丘陵以及浙江全境，而這些地方的共同特點是經過農民長期且高密度的土地利用，在戰禍連結、荒地甚多與水利失修的情況下，蝗蟲危害幾乎常年可見。例如河北兩路在遼宋長年戰爭時，造成河北兩路成為蝗害的發源地之一；無獨有偶的是，南宋的淮南兩路、江南東路、兩浙路在金攻宋的戰爭後數十年內，成為蝗害區域。若以此觀之，「蝗者兵象也」一語，應有間接的關係，這其中有可能是荒廢的農田形成蝗蟲的繁殖區；也有可能是戰亂迫使農民逃離住所，導致初期無人發覺蝗蟲的孳生，等到飛蝗出現已經來不及了，這些問題有待另闢專文討論。

綜而論之，宋代在歷史累積的經驗下，已經發現蝗蟲須經歷「卵」、「若蟲」與「成蟲」三個階段，並且知道蝗蟲有「越冬卵」的行為模式，雖然仍受當時科技的限制，但已經有相當科學的認知，而且對蝗蟲的自然觀察，已經有七、八成的掌握。但對於蝗蟲從何而來？仍舊受限於傳統思維，承襲傳統「蝗一魚」、「蝗一蝦」以及「沴氣化蝗」三種主流的蝗蟲來源觀。若以現在人的眼光來看，或許覺得這些說法十分不合邏輯，但就當時的科學認知而言，「蝗一魚」、「蝗一蝦」和「沴氣化蝗」三種「蝗蟲觀」，是確實存在的「真理」，只是到底是「魚」還是「蝦」，仍舊有討論的空間，而這種哲學、科學之經驗累積的過程，也是研究中國歷史文化有趣的地方。

中國古籍中的蚰蜒與蜈蚣

趙瑞隆

張學文

國立中山大學生物科學系博士生
高雄縣立永安國民中學生物教師

國立中山大學生物科學系教授

摘要

唇足動物綱 Chilopoda 主要包括蚰蜒目 Scutigleromorpha、石蜈蚣目 Lithobiomorpha、蜈蚣目 Scolopendromorpha 和地蜈蚣目 Geophilomorpha。出現於中國古籍中的唇足動物有“蜈蚣”和“蚰蜒”，然而根據早期古籍對“蚰蜒”之形態與行為的描述，可知中國古籍中的“蚰蜒”和現今生物學的“蚰蜒”實為同名異物，反而是與現今的“地蜈蚣”為同物。換言之，早期古籍中所謂的“蚰蜒”其實是指 Geophilomorpha，而非 Scutigleromorpha。此一誤差可能肇始於明朝李時珍的《本草綱目》對“蚰蜒”的描述與繪圖不同於先前古籍。其後，清末的尹桐陽亦在其《爾雅義證》推翻了先前古人對蚰蜒的描述，並做了一個全新的描述來定義蚰蜒。此外，古籍對於蜈蚣生態與行為的描述有真有誤。因此，不論是形態、生態或行為的特徵描述得越詳細，繪圖繪得越逼真，就可避免這些分類學上同名異物或同物異名的問題，且有助於物種間種緣關係結構的建立。

關鍵詞：蟥虱、爾雅、本草綱目、地蜈蚣、蚰蜒

一、前言

唇足動物出現於中國古籍中的有“蜈蚣”和“蚰蜒”，但在中國明朝以前的古籍中所描述的“蚰蜒”很明顯地不同於現今生物學的“蚰蜒”，蚰蜒一詞，在古在今明顯地代表著不同的生物。此外，由於古籍中都未詳實探討蜈蚣的步足數，致使古籍中有關蜈蚣的繪圖，常將腳的數目畫錯了。

二、什麼是唇足動物？

唇足動物綱 Class Chilopoda 屬於節肢動物門，有顎亞門 Mandibulata，

有氣管次亞門 Tracheata (單枝肢類 Uniramia)¹。現存的唇足動物物種有五個目：蚰蜒目 Scutigermorpha、石蜈蚣目 Lithobiomorpha、蜈蚣目 Scolopendromorpha、地蜈蚣目 Geophilomorpha²以及澳洲和紐西蘭兩地特有的鉢頭蜈蚣目 Craterostigmomorpha³。唇足綱的學名 Chilopoda 是由希臘文的 cheilos (唇) 和 pous (足) 所組成的。唇足動物左右第 1 小顎的基節 (Coxa) 相接觸，形狀類似下唇，因而得名。除蚰蜒的身體是圓筒狀外，其餘的唇足動物體型呈扁平細長狀。其頭部的前緣均具有一對觸角，軀幹部的每一個體節上，皆具有一對步肢。唇足動物軀幹部的第一對附肢特化為巨大的毒鉤，隱於其頭部的下方 (圖 1)。步肢的數目和觸角節數是唇足動物分類的依據：蚰蜒目 (圖 2a) 具有 15 對特別長的步肢，它的觸角也很長，並且可以分為二段，由百餘個小節組成；石蜈蚣目 (圖 2b) 也是 15 對步肢，觸角為 18~100 節；蜈蚣目 (圖 2c) 則有 21 或 23 對步肢，觸角為 17~33 節；至於地蜈蚣目 (圖 2d) 則是 31~181 對步肢，14 節觸角。

三、早期古籍的蚰蜒其實是現今生物學的地蜈蚣

先秦，《周禮·考工記·梓人》記：

外骨、內骨、卻行、仄行、連行、紆行、……，謂之小蟲之屬以為雕琢。

釋文云：

卻行，蟪衍之屬，……《爾雅》云：蟪衍入耳，郭璞云：蚰蜒也。按，此蟲能兩頭行，是卻行。⁴

《小箋》云：

《考工記》鄭注，卻行，蟪衍屬。字本作衍，後人加虫作蠃。又省作𧈧，俗字也。⁵

西漢，《爾雅九·釋蟲第十五》記：

¹ 于名振，《動物系統分類綱要》(基隆：水產出版社，2001)，頁 265-266。

² 于名振，《動物系統分類綱要》，頁 265-266。

³ Lewis, J. G. E. 1981. *The Biology of Chilopoda*. Cambridge University Press, Cambridge. pp. 425-428.

⁴ 阮元，《十三經注疏附校勘記·周禮疏卷》(臺北：藝文印書館，1989，影印重刻宋板本)，41，頁 13-14。

⁵ 朱祖延，《爾雅詁林》(武漢：湖北教育出版社，1996)，頁 3723。

蟪蛄入耳。

晉朝，郭璞《注》云：

蚰蜒。⁶

宋朝，邢昺《爾雅疏》云：

蟪蛄入耳，注蚰蜒。釋曰：此蟲象吳公，黃色而細長，呼為吐古，案方言云蚰蠃，...，今蚰蜒，憊入人耳者也。⁷

宋朝，陸佃《爾雅新義》云：

蟪蛄百足，蟪無一焉。自蟪觀之，可謂衍矣。⁸

宋朝，鄭樵《爾雅注》云：

音引演，蚰蜒也。關東謂之蟪蛄，以其狀亦有類蚯蚓也。能入人耳，故亦名入耳。⁹

宋、元年間，《爾雅音圖》圖示：

蟪蛄入耳(圖 3)¹⁰

漢朝，揚雄《方言·卷十一》記：

蚰簪，自關而東謂之蟪蠃，或謂之入耳，或謂之垠塋，趙魏之間或謂之蚰蚘，北燕謂之垠蚘。¹¹

三國·魏，張揖《廣雅·卷十》云：

垠塋垠蚘蚰蚘蚰也。¹²

晉朝，郭璞《方言注》云：

蚰簪，由延二音；蠃，音引；塋，音麗；蚰蚘，扶于二音；垠奴六

⁶ 郭璞注，《爾雅》(秦皇島：中華書局，叢書集成初編)，卷下，頁 110。

⁷ 阮元，《十三經注疏附校勘記·爾雅疏卷》，卷 9，頁 10。

⁸ 陸佃，《爾雅新義》(北京：中華書局，1985，叢書集成初編)，卷 15，頁 458。

⁹ 朱祖延，《爾雅詁林》，頁 3721。

¹⁰ 郭璞注，佚名圖，《爾雅音圖》(臺北：藝文印書館，1988)，頁 195。

¹¹ 揚雄記，郭璞注，《方言》(北京：中華書局，1985，叢書集成初編)，卷 11，頁 101。

¹² 張揖撰，曹憲音釋，王念孫疏證，《廣雅疏證》(臺北：新興書局，1960，四部集要·經部)，卷十下，頁 4。

反蛄音尼，江東又呼蛩音羣。¹³

北宋，唐慎微《證類本草·二十一種陳藏器餘》記：

陶（弘景）云：如蜈蚣者正是蚰蜒，……按蚰蜒色正黃不斑，大者如釵股，其足無數，……此蟲好脂油香，能入耳及諸竅中……。¹⁴

由以上諸文可知，明朝之前的古籍中“蚰蜒”的形態特徵是“形體像蜈蚣，身扁而細長，體色為黃色，百隻步足，大者如髮釵的頭大尾尖狀，身體可像蚯蚓般的自由卷曲或伸直。”；而其行為特徵則是“能以頭或尾兩端前進後退行走，行動緩慢。”。能符合這些特徵正是今日“地蜈蚣目 Geophilomorpha”中的長頭地蜈蚣屬 *Mecistocephalus*（圖 2d），而非現今生物學中的“蚰蜒 Scutigermorph”（圖 2a）。然而，明朝以後的書籍對“蚰蜒”的形態，出現二種不同的描述：

一、與先前描述相同者

清朝，王念孫《廣雅疏證》云：

蚰蜒與蟬虬聲之轉。謂之蚰蜒者，言其行蜿蜒然也。¹⁵

清末民初，劉師培《爾雅蟲名今釋》云：

蚰蜒即蜿蜒蟬虬墀蛄，均象其形。今此蟲似蜈蚣而小，多足而卻行，能自舒卷，色雜赤黃青黑，其毒略似蜈蚣，俗呼為蚰蜒。¹⁶

二、完全不同於先前描述者

明朝，李時珍《本草綱目·卷四十二·附錄蚰蜒》云：

狀如小蜈蚣而身圓不扁，尾後禿而無岐，大者長寸餘，死亦蹇屈如環。¹⁷

清朝，郝懿行《爾雅義疏》云：

¹³ 揚雄記，郭璞注，《方言》，卷 11，頁 101。

¹⁴ 唐慎微，《證類本草》（臺北：臺灣商務印書館，1983，景印文淵閣四庫全書），卷 21，頁 61。

¹⁵ 張揖撰，曹憲音釋，王念孫疏證，《廣雅疏證》，卷十下，頁 5。

¹⁶ 朱祖延，《爾雅詁林》，頁 3722。

¹⁷ 李時珍，《本草綱目》（臺北：臺灣商務印書館，1983，景印文淵閣四庫全書），卷 42，頁 17。

按今蚰蜒青黑色多足。¹⁸

清末民初，尹桐陽《爾雅義證》云：

入耳，鄭攷工注，卻行，蟪衍之屬。說文，蟪，或作蚰。鄭許之義皆非也。此蟪虬者，即今蚰蜒，多足，蜈蚣類蟲。其體成圓柱形，有細長之足，共十五對，觸角及最末一對足皆甚長。…。足端纖細，走甚速。其足又兼司觸覺，無毒核與蜈蚣異。¹⁹

民國 25 年，《辭海》的〈蚰蜒條〉記：

(*Thereuonema tuberculata*)，動物名，屬多足類，體圓長微扁，長約一二寸，色灰白兼黃黑，能蜷曲；觸角甚長。全體分十五環節，每節有足一對，足細長，觸覺甚敏，行動迅速。尾端禿，無分歧。棲木石下陰濕溼地，多夜出。爾雅之蟪虬即此物，又名蠖蝓。²⁰

後者的描述完全符合現今生物學上“蚰蜒 Scutigermorpha”的特徵：身體圓短而不扁長；有 15 對很細長的步足，行走極為快速；觸角和最後一對步足特長（圖 2a），明顯地不同於明朝以前古籍中的描述（表 1）。此外，《本草綱目》的蚰蜒繪圖（圖 3）²¹也不同于《爾雅音圖》中的繪圖（圖 4）²²。由此可知：最初古籍中的“蚰蜒”和現今生物學的“蚰蜒”實為同名異物（homonym），反而是與現今的“地蜈蚣”為同物異名（synonym）。此一誤差可能肇始於明朝李時珍的《本草綱目》對“蚰蜒”的描述與繪圖不同於先前古籍。其後，清末的尹桐陽在其《爾雅義證》亦推翻先前古人對蚰蜒的描述，做了一個全新的描述來定義蚰蜒。何以李時珍和尹桐陽會做這樣地修改？我們認為可能的原因是：1. 他們從未能觀察到長頭地蜈蚣，不知道有此物種的存在。2. 他們也許曾觀察到長頭地蜈蚣，但把它歸類於蜈蚣。因此，李時珍和尹桐陽忽略了先前古籍中蚰蜒的定義：形像蜈蚣又類蚯蚓、色正黃不斑、其足無數、卻行。民國 25 年，《辭海》的編者未能詳查，而採用了《本草綱目》和《爾雅義證》的說法，為“蚰蜒”的注釋及繪圖（圖 5）定調，也就造成了“蚰蜒”一詞的古今同名異物。由於現今生物學對“蚰蜒”一詞，已普遍接受尹桐陽的定義。若要重新為其正名，回復原先的定義恐已是積重難返，難以修改。但我們仍要指出：在《周禮》、《爾雅》、《方言》和《廣雅》等古籍中的蚰蜒，並非今日所謂的蚰蜒，實為今日生物學上的

¹⁸ 郝懿行，《爾雅義疏》（臺北：河洛圖書出版社，1974，中國哲學叢書），頁 1122。

¹⁹ 朱祖延，《爾雅詁林》，頁 3722。

²⁰ 中華書局辭海編輯委員會，《辭海》（臺北：台灣中華書局，1980），下冊，頁 3903。

²¹ 李時珍，《本草綱目》，圖卷下之中，頁 14。

²² 郭璞注，佚名圖，《爾雅音圖》，卷下前，頁 42。

長頭地蜈蚣。

四、蜈蚣古名的考據

蜈蚣的古名有“蒺藜”、“蜚蛆”、“天龍”、“吳公”、“百足”，其相關的重要古籍如下：

西漢，《爾雅九·釋蟲第十五》記：

蒺藜蜚蛆。

晉朝，郭璞《注》云：

蒺藜蜚蛆，似蝗而大腹，長角，能食蛇腦。²³

宋朝，邢昺《爾雅疏》云：

蒺藜一名蜚蛆²⁴

《莊子·齊物》云：

蜚且甘帶

《釋文》云：

蜚且字或作蛆，崔云帶蛇也。²⁵

三國（魏），張揖的《廣雅》云：

蜚蛆，吳公也。²⁶

宋朝，陸佃的《埤雅》云：

蜚蛆，……今俗謂之百足。魯連子曰：百足之蟲三斷不蹶，則其所持者眾也。²⁷

明朝，李時珍《本草綱目》云：

蜈蚣，釋名舛沔，蜚蛆，天龍，……郭註云：似蝗而大腹，角，能

²³ 郭璞注，《爾雅》，卷下，頁 111。

²⁴ 阮元，《十三經注疏附校勘記·爾雅疏卷》，卷 9，頁 12。

²⁵ 楊家駱編，《莊子集解·列子注》（臺北，世界書局，1992），頁 15。

²⁶ 張揖撰，曹憲音釋，王念孫疏證，《廣雅疏證》，卷十下，頁 10。

²⁷ 陸佃，《埤雅》（北京：中華書局，1985 年，叢書集成初編），卷 10，頁 252。

食蛇腦，乃別似一物。時珍曰按張揖廣雅及淮南子註，皆謂蜚蛆為蜈蚣，與郭說異，許慎以蜚蛆為蟋蟀能制蛇，又以蜚蛆為馬蜃，因馬蜃有蛆蝓之名，並誤矣。²⁸

李時珍在《本草綱目》中接受張揖的觀點，即蜚蛆應是蜈蚣。但若依郭璞和許慎所言，蜚蛆則非蜈蚣，至於他們所說的究竟是何物？就不得而知了。在《爾雅音圖》書中，將蒺藜蜚蛆繪畫為蝗蟲(圖 6)²⁹。

五、古籍中蜈蚣的形態與生態描述的考據

蜈蚣很早就被應用於中醫作為藥材，故藥書古籍對於蜈蚣的形態和生態習性亦有許多正確的描述：

南梁，陶弘景的《本草經集注》中記載：

蜈蚣生大吳川谷及江南，赤頭足者良。……黃足者甚多，而不堪用。³⁰

《蜀本圖經》云：

生山南川谷及出襄鄧隨唐等州土石間，人家屋壁中亦有，形似馬陸，扁身長黑，頭足赤者良，七月八月採。³¹

宋朝，寇宗奭《本草衍義》曰：

蜈蚣背光黑綠色，足赤，腹下黃。³²

宋朝，羅願《爾雅翼》云：

蜈蚣其生深山枯木中者，遇天將雨，雲穿拂而度，輒成群就最高處，作拏空欲奮之狀。³³

明朝，李時珍《本草綱目》曰：

²⁸ 李時珍，《本草綱目》，卷 42，頁 12。

²⁹ 郭璞注，佚名圖，《爾雅音圖》，卷下前，頁 44。

³⁰ 陶宏景，《本草經集注》（北京：人民衛生出版社，1994），頁 442。

³¹ 李時珍，《本草綱目》，卷 42，頁 12。

³² 寇宗奭，《本草衍義》（秦皇島：中華書局，1985，叢書集成初編），頁 95。

³³ 羅願《爾雅翼》（秦皇島：中華書局，1985，叢書集成初編），卷 26，頁 286。

“蜈蚣，西南處處有之，春出冬蟄，節節有足，雙鬚岐尾。”³⁴

日人・森立之《本草經考注》云：

立之案醫心方引葛氏方云：吳公自不齧人，其毒亦微殊輕於蜂。今赤足螫人乃痛於黃足，是其毒烈故也，亦是雄故也。此以赤黃二色分雌雄，蓋出于實旨也。³⁵

由以上諸文可知，藥用蜈蚣的形態特徵是：身體扁長，每節都有腳，頭上有二觸角（雙鬚），頭和腳紅色（另有黃腳的品種），軀幹背部墨綠色，腹部黃色。所謂的岐尾，事實上是蜈蚣的最後步足，因蜈蚣在警戒時，會高舉最後步足。由於古籍中都未詳實描述蜈蚣的步足數，致使古籍中有關蜈蚣的繪圖，常將腳數畫多了（圖 7）。誠如日本人森立之所說蜈蚣的毒液類似蜂毒，輕微不會致命；但其有關“以紅黃二色分辨蜈蚣的雌雄”的論點，則是錯誤的。中醫的藥用蜈蚣為大型的少棘蜈蚣 *Scolopendra subspinipes mutilans*，此種蜈蚣的步足有紅或黑二種顏色。澎湖的虎井嶼盛產此類紅腳的少棘蜈蚣（圖 8），而台灣本島則僅有黃腳的品種（圖 9）。前文也提到：蜈蚣分布於中國的西南地區，生長於向陽的山區土石間、枯木中，也會侵入住家壁中；天冷時冬眠於土中，春暖時節才出現，每年七、八月大量盛產，且多在陰雨前後活動。這些蜈蚣生態的敘述都是正確的。

六、古籍中的誇大不實

另有些不正確的古籍傳說，過度誇大了蜈蚣的行為習性，使蜈蚣被披上了一層神秘詭異的色彩：

《春秋緯·文曜鉤》中

土勝水故守宮食蠃蜚蛆搏蛇。³⁶

《淮南子·說林訓》云：

月照天下食于蟾蜍螭蛇游霧而殆于蜚蛆。³⁷

晉朝，葛洪的《抱朴子·登涉篇》云：

³⁴ 李時珍，《本草綱目》，卷 42，頁 12。

³⁵ 日・森立之，《本草經考註》（臺北：新文豐出版社，1987 年），頁 553。

³⁶ 陳夢雷，《古今圖書集成·博物彙編禽蟲典》（臺北：鼎文書局，1985），卷 184，頁 1791。

³⁷ 〔漢〕高誘，《淮南子注》（臺北：世界書局，1974），卷 17，頁 291。

“南人入山，皆以竹管盛活蜈蚣，蜈蚣知有蛇之地，便動作於管中，如此則詳視草中，必見蛇也。蜈蚣見之，而能以氣禁之，蛇即死。故南人因此末蜈蚣治蛇瘡，皆登愈也。”³⁸

另其《遐觀賦》云：

吳公大者長百步，頭如車箱可畏惡，屠裂取肉，白如瓠，稱金爭買為羹脯。³⁹

宋朝，陸佃的《埤雅》云：

舊說蟾蜍食螂蛆，螂蛆食蛇，蛇食蟾蜍，三物相值，莫敢先動。⁴⁰

宋朝，羅願《爾雅翼》記載沈懷遠的《南越志》有云：

大者皮可以冒鼓，肉曝為脯，美於牛肉。”又云：“長數丈，能噉牛。里人遇之，則鳴鼓然炬以逐之。”⁴¹

明朝，李時珍《本草綱目》記載蔡條的《叢話》有云：

嶠南蜈蚣，大者二三尺，螫人至死。⁴²

蜈蚣雖是屬於大型的唇足動物，但依據現有的科學文獻記載，世界上最大的蜈蚣產於北美洲，體長為 40 公分⁴³。雖說外國文獻也有記載蜈蚣吃小蛇的事例，但是中國古籍中所記述的“啖蛇腦”、“啖牛”、“螫人至死”、“以皮冒鼓”、“肉曝為脯，美於牛肉”，除非古時真有類似物種，否則以現生的蜈蚣物種觀之，實是過度誇大渲染，失去了真實性。

七、結語

由於物種特徵描述的不全，以及繪圖的不正確，會造成生物學分類上的問題。事實上，這類問題並不僅於中國古籍，同樣地也出現於早期科學文獻，例如：蜈蚣目 Scolopendromorpha 的分類。Dr. Lewis (2003) 就指出

³⁸ [晉]葛洪，《抱朴子》(臺北：臺灣中華書局，1992)，內十七卷，頁 6。

³⁹ 陳夢雷，《古今圖書集成·博物彙編禽蟲典》，卷 184，頁 1792。

⁴⁰ 陸佃，《埤雅》，卷 10，頁 253。

⁴¹ 羅願《爾雅翼》，卷 26，頁 286。

⁴² 李時珍，《本草綱目》，卷 42，頁 12。

⁴³ Arment, C. 1999. Giant centipedes in the Ozarks. *North American BioForteian Review*. 1(2): 5-6.

蜈蚣目物種鑑定的問題是來自：1.觀察的不足；2.描述的不充分；3.文獻知識的欠缺；4.誤以未成熟的原有種標本為新種；5.將普遍的物種歸類到錯誤的屬，以新種命名；6.翻譯不同語文的文獻時，對專有名詞的誤解⁴⁴。形態特徵的描述和繪圖是生物分類系統學的基礎。如今，生態的特徵和行為特徵也可做為物種鑑定的依據。因此，不論是形態特徵、生態的特徵或行為特徵描述得越詳細，繪圖繪得越逼真，就可避免這些分類學上同名異物或同物異名的問題，以及有助於物種間種緣關係結構的建立。

⁴⁴ Lewis, J. G. E. 2003. The problems involved in the characterization of scolopendromorph species (Chilopoda: Scolopendromorpha). *African Invertebrates*. Vol. 44(1): pp.61-69.

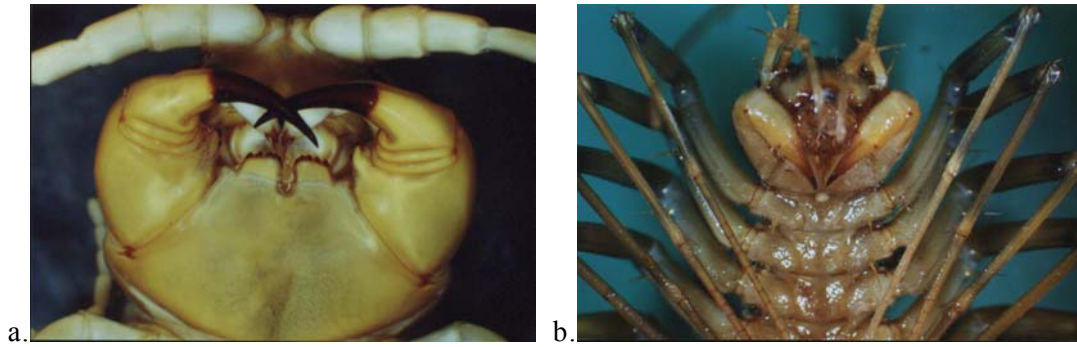


圖 1 唇足動物頭部下方的毒鉤：a.蜈蚣的毒鉤；b.蚰蜒的毒鉤。(趙瑞隆攝)

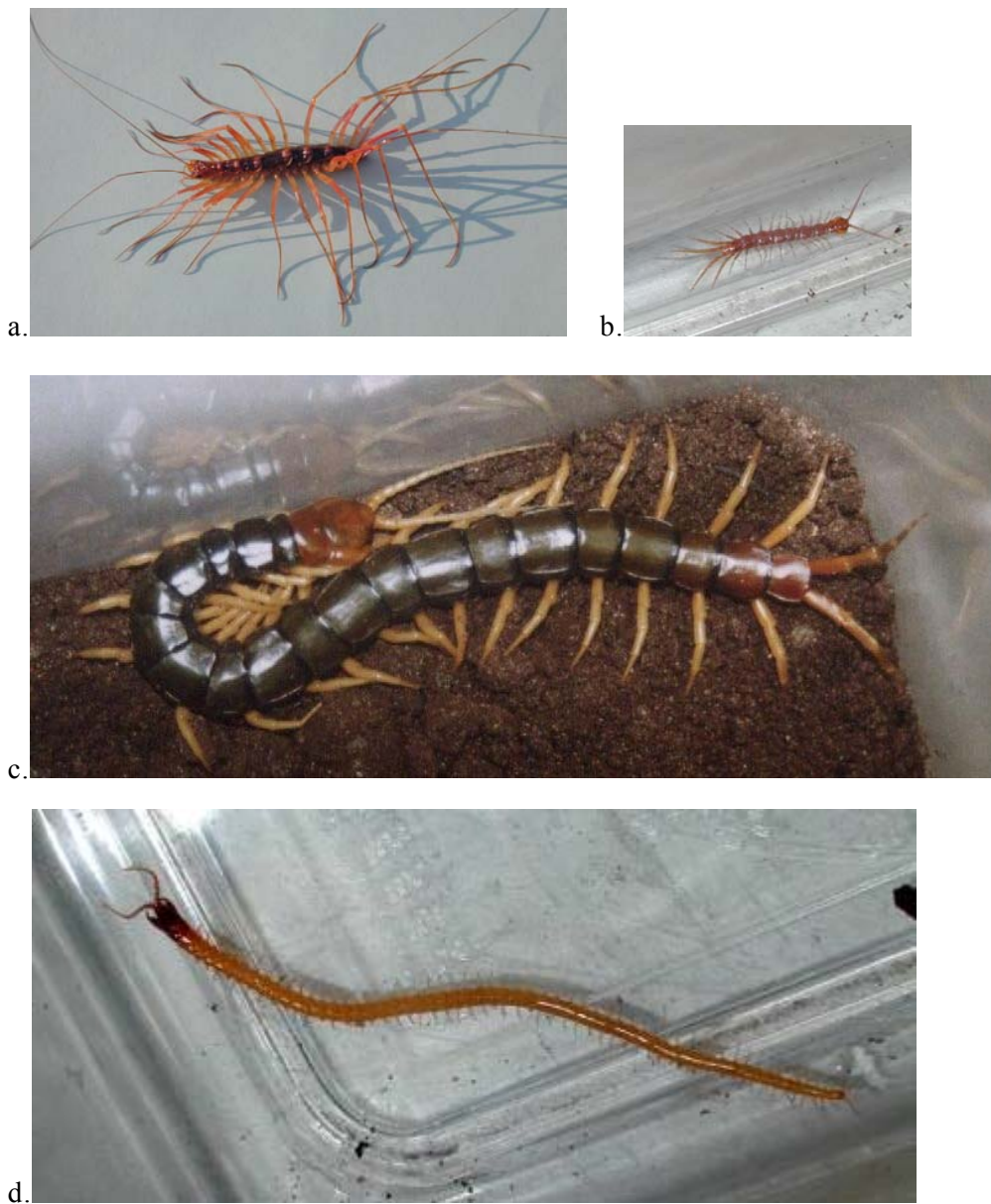


圖 2 唇足動物的四個目：a.蚰蜒目 Scutigeraomorpha、b.石蜈蚣目 Lithobiomorpha、c.蜈蚣目 Scolopendromorpha、d.地蜈蚣目 Geophilomorpha。(趙瑞隆攝)

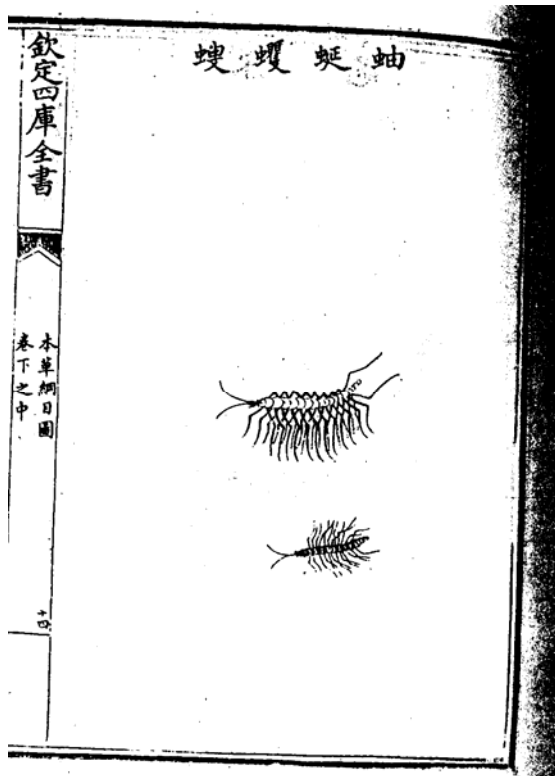
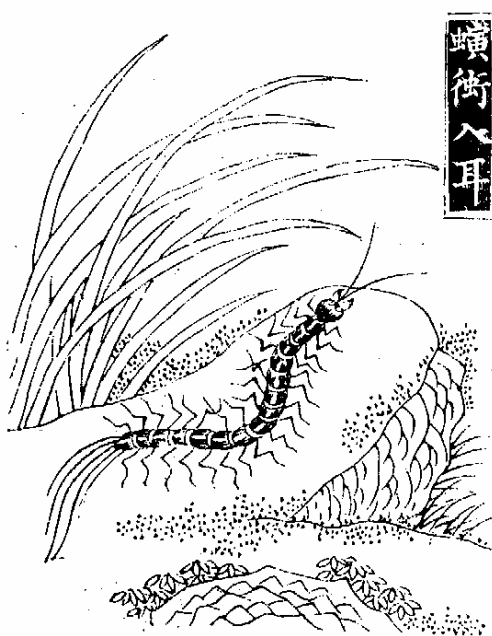


圖 3 本草綱目的蚰蜒圖，上圖是蚰蜒，和圖 2a 相似。(影印自文淵閣四庫全書)



a.

圖 4. 《爾雅音圖》中蜈蚣入耳的繪圖，由此圖我們推測：繪圖者是依照“體形像蜈蚣，多足，行動婉言彎曲類蚯蚓”想像來繪圖，未必真的見過實物，因為他把步肢數也畫錯了，唇足動物中沒有 20 對步足的物種。

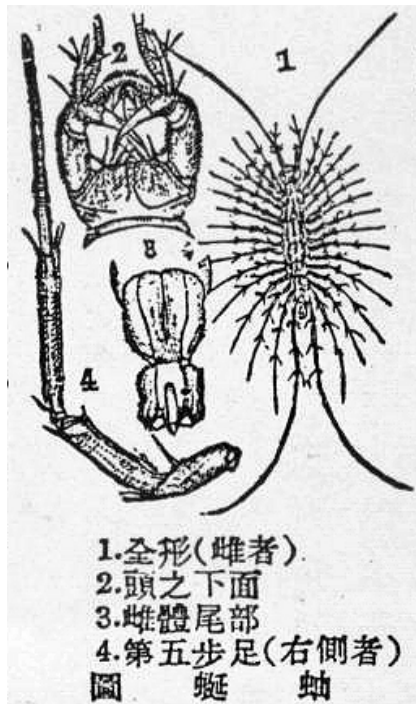


圖 5. 《辭海》的蚰蜒繪圖。



圖 6. 《爾雅音圖》書中的蒺藜蚰蛆。



圖 7. 本草綱目的蜈蚣圖，其腳數畫太多了。(影印自文淵閣四庫全書)



圖 8. 虎井嶼的少棘蜈蚣不論雌雄均為紅腳。(趙瑞隆攝)



圖 9 台灣本島的少棘蜈蚣不論雌雄均為黃腳。(趙瑞隆攝)

表 1. 比較明朝之前、之後的古籍中蚰蜒的描述與現今生物學中蚰蜒及長頭地蜈蚣的特徵。

明朝之前蚰蜒的描述 (周禮、爾雅注疏、證類本草)	明朝之後蚰蜒的描述 (本草綱目、爾雅義證、辭海)	今日生物學的蚰蜒特徵	今日生物學的長頭地蜈蚣特徵
形似蜈蚣	狀如小蜈蚣	形狀不像蜈蚣	形狀似蜈蚣
身扁	身圓不扁	身圓不扁	身扁細長
細長，大者如釵股	粗短，大者長寸餘，	粗短，大者長約 4 公分	細長，頭大尾尖呈髮釵狀，大者長可達 10 餘公分
色正黃不斑	青黑色	體色多墨綠	體色多黃色
其足無數、百足	多足、15 對步足，有細長足，足端纖細	15 對細長步足	31-181 對步足，步足短而小
其狀亦類蚯蚓，其形蜿蜒，能自舒卷	死亦蹇屈如環	死並不捲曲	身體可像蚯蚓般的自由捲曲或伸直
--	走甚速	行走迅速	行走緩慢
卻行，頭或尾兩端行走	--	以頭部端前進行走	可以頭部或尾部任一端行走前進或退後
--	觸角和最末一對步足甚長	觸角和最末一對步足甚長	觸角短，亦有觸角和最末一對步足較長的物種
--	尾後禿而無岐	尾後禿而無岐	尾後禿而無岐

景德「青花」下西洋

龍村倪

前臺灣綜合研究院所長

摘要

「青花」(blue-white porcelain)是我國著名的「釉下彩」(underglaze painting)瓷器。由「考古」所知，中國有「青花瓷」始於唐，成於南宋(1127-1279)，圓熟於元(1279-1368)興盛於明初，特別是永樂(1403-1425)、宣德(1426-1436)、成化(1465-1488)三朝。江西「景德鎮」的產品，更是獨步世界，達到了登峰造極的水平。「三保太監」鄭和(1371-1433)七下「西洋」(1405-1433)時，「彩絹瓷器」是最重要的「賞賜」品，大量青花乃隨「寶船」遠走四方，或贈或售，揚名四海。青花用「回青」直接在瓷胚上畫繪，再上一層無色透明釉，然後入窯，以高溫還原焰一次燒成。「青花」白底，釉色深藍，清新雅麗，高潔宜人，因而打動各地人心，爭相購求，蔚成風潮，成為中國「絲」之外的另一項世界名物，高峰時年外銷數達數十萬件。青花成功，除中國獨有製瓷傳統和瓷匠的精研努力外，另一項特殊因素是使用了「伊斯蘭」傳統的顏色釉料：回青、回回青；和「南海」周邊國家的蘇麻離青、蘇泥臘青、勃青等等。這「青」就是「鈷藍」(cobalt blue)。青花不僅使用了域外原料，在造型和紋飾上，也容納了「伊斯蘭」宗教和民族風格，充分表現了中國製瓷老師傅，不忘傳統，又勇於進取創新工藝技術的精神。本文僅討論明初「青花」，且以景德鎮所出，於15世紀鄭和下西洋時代前後者為主，也略論中國青花與阿拉伯青花間的關聯。

一、前言

「青花」是我國最著名釉下彩繪瓷，因為使用了從「波斯」(Persia，今伊朗)進口的「鈷藍」作為色料，又採用純質白色「高嶺土」(Kaolin)為胚，在傳統刻、劃、印、彫的技法之外，另創直接「手繪」瓷件，為中國瓷器裝飾藝術，開一新紀元。青花的產生有兩種說法：一為受波斯影響，無論原料和製作均源自波斯，乃由波斯傳入。一為中國自身沿著製瓷工藝歷史，逐步前進形成。無論二者何者為是，「青花」瓷品，無論形製、紋飾和功能等等都有「伊斯蘭」藝術工藝風格的影子，這是不爭的事實，其

中又以元、明、清專供外銷阿拉伯地區的瓷件最為明顯。例如青花大盤、大碗、水注、薰香器、扁壺、寬頸瓶、葫蘆瓶、香盒等等都有遊牧民族特色，也最受阿拉伯地區伊斯蘭人民的喜愛。

「青花」製胚、手繪，上面釉後入窯，以高溫還原焰一次燒成。釉料「鈷藍」中的「氧化鈷」(*cobalt oxide, CoO*)經高溫還原後即顯「鈷」(*cobalt oxide, Co*)的藍色，襯托白色胎「地」，色澤亮麗，明艷照人，釉色青翠，不脫不褪。青花瓷產製成功後，發展迅速，超越傳統，取代了長久以來居於「名瓷」領導地位的青瓷(*blue porcelain*)，而成為明清時代瓷器的主流。自元代以後，江西·景德鎮日漸興起，乃成為「青花」生產的重鎮。

「景德」乃北宋年號(1004-1007)，在官窯燒製御用瓷器，名「景德搖」，凡所製均於器底銘「景德年製」。由於品質特佳成為瓷器中的精品，景德鎮因產瓷而名震天下，至今享譽千年不墜。在中國歷史上，以皇帝年號命名的城鎮不少，但唯「景德鎮」沿用至今。「古無瓷瓶，皆以銅為主，至唐使尚窯器。」至宋時瓷瓶大興，家家有之，到明初更是青花瓶的全盛時代，其中以宣德青花「海水白龍紋天球瓶」最為獨特，因傳世極少，也最為珍貴。天球瓶，小口，口頸相連，腹部圓鼓如球，平底，是仿「敘利亞式」瓶燒製的。永樂、宣德「天球瓶」只見於青花瓷，而且均無雙耳，紋飾以纏枝花卉、雲龍和海水龍為主，其中又以「海濤龍紋」最為突出，是永樂、宣德「天球瓶」中獨一無二的代表。

「永樂瓶」造型俊秀，厚薄適度，以圓體為其特色。大件器物製作較少，許多器型有明顯外來特徵，特別是來自中亞和阿拉伯地區的「伊斯蘭」風格，其中又以「天球瓶」、「如意耳葫蘆扁瓶」、「魚簍尊」、「花澆」、「直流壺」等最堪代表。這些實用器模仿「西域」的金銀器、陶器、錫器及黃銅器，其中又以黃銅器為主。這是「官窯」造型設計家，從外國「貢品」或貿易品中，吸取了靈感，而新創的樣式，為明代早期「中國瓷」開拓了新路，加添了新元素，塑造了新形貌。

下西洋的中國瓷器，以景德鎮「青花」為主力。因瓷器重而脆，易破損，多走海路，乃開通了海上「陶瓷之道」。這明、清「瓷道」，與漢、唐「絲路」，本質並不不同，都是世界文明交流史和貿易史中的典範。

二、「青花」歷史

任何工藝技術的發展，都有其長遠的傳承，都是一步一步走出來的，絕無憑空冒出，由天上掉下來的。今天我們用的「瓷」字，首見於晉·潘岳（247-300）〈笙賦〉：披黃色以授甘，輕縹瓷以酌酃，所謂的「縹瓷」就是晉代（265-240）的「青瓷」，時在公元3世紀，這是現知中國有「瓷」，用「瓷」最早的文字典籍記載。唐·張戡《聲考》：「瓷，瓦類也，加以藥面而色澤光也。」所說強調「瓷」要上「釉」。就現在的標準而言，「瓷」採用白色「高嶺土」（「kaolin」，因江西·浮梁產『土』之『高嶺山』而得名）為「胎」，施釉，經1200°C高溫還原焰（reducing atmosphere）燒成。胎釉結合，晶瑩細緻，吸水率極低，質堅如玉，敲之作金石聲，不污不朽，但易碎。明·御史樊玉衡有詩云：「宣窯薄甚永窯厚，天下馳名吳十九」（「十九」人名，自號壺隱老人，明代燒瓷名家）。「永尚厚，成尚薄；宣青尚淡，嘉青尚濃；成青為『蘇渤泥』，宣青名『麻葉青』」，這種厚薄濃淡之分，主要還是受制於「青料」產地來源之影響。

「青花」發軔於唐，成於南宋。景德鎮有優質瓷土，初期用外國青料在「素胚」上作畫，再上一層無色透明釉（玻璃釉），一次燒成。即成著名的「釉下彩」，雖說與需複雜與精巧記憶的「影青」（celadon, blue-green porcelain）無法相提並論，但因「工序」由繁趨簡，燒成率大幅提高，使青花除特製珍品，價比宋瓷外，其他品及乃成為東西各地暢銷一時的日用和裝飾瓷。「青花」白裡透藍，至今仍是日用瓷具的主流。

景德鎮瓷器在元代時已負盛名於海外，其中又以青花最著，至明初及明中期更盛，斯時海內海外各地考古遺址及今世著名博物館幾無一無之。例如：琉球歸仁古堡即藏有元代景德鎮大型青花；東非肯亞、坦桑尼亞和馬達加斯加島，也多次出土元·景德青花，器型大，質地佳，他處少見。明代青花，世界各地傳世出土更多，可謂遍及各國。「瓷器」埃及人稱「Sini」，衣索比亞人稱「Sino」，英文名「china」，異口同聲都是「中國」的意思。

日人重「茶道」，對「茶器」的要求極高，已近挑剔的程度。有專人在中國選瓷，高價在日銷售。品茶人特重越窯青瓷，也重青花，精品中有「吳須」，吳即越地（今浙江·紹興一帶），以「越窯」名世。「吳須」乃江浙所產「青料」的名稱，日人以之代「瓷」用。一般日文稱「青花」為「藍釉瓷」，珍貴者為「祥瑞藍釉」。英文一般稱：blue and white porcelain 或 blue-white porcelain，是西方人，特別是歐洲人最喜歡的中國瓷之一。景德鎮宣德青花，顏色雅淨調和，瓷質細膩潤澤，無論釉、形、紋、銘無一不

精，使「景德鎮」一躍而成世界的「景德鎮」，更成中國瓷器的代名詞。

三、景德鎮瓷都

景德鎮在江西省浮梁縣（贛東北，今為「景德鎮市」），因產「瓷土」，自漢代起已產陶，到唐代則已生產瓷器。清·藍浦《景德鎮陶錄》：「陶窯，唐初器也。土為白壤，體稍薄，色素潤」《邑志》：「唐·武德中，鎮名陶玉者，載瓷入關中，稱『假玉器』，且貢於朝，於是『昌南鎮』瓷名天下。」唐（618-907）時，「景德鎮」地區屬饒州，名「新平縣」，又名「昌南」；宋初名浮梁縣。宋真宗·趙恒·景德年間「因窯」置鎮，遣官製瓷貢京師，於器底書「景德年製」，景德鎮製瓷乃隨之名遍天下，逾千年而盛名愈揚。宋代景德窯以「青白瓷」著名，青中顯白，白中泛青，獨具一格，習稱「影青」（misty blue）。至明初，「青花」技藝成熟，景德「青花」乃更上層樓，飄洋過海，大受「西洋」人青睞，視同珍寶。在景德鎮的鼎盛時代，除由「官窯」御器廠生產「貢瓷」外，還有「官搭民燒」的「民窯」數百間至上千間，年產各色「商品瓷、貿易瓷」數十萬件至百萬件，而有「天下窯器聚景德」；「至精至美之瓷，莫不出於景德鎮」之語。景德鎮因「水土宜陶」，「青花」獨秀，特別是明初永樂、宣德、成化時期的產品，器型渾厚典雅，文飾清新生動，白裡透藍，無論裝典自用，都自成高格。

景德鎮在明、清兩朝都屬江西省·饒州·浮梁縣，所以景德窯亦常稱「饒州窯」。清·朱琰《陶說》裘日序：「自有明以來，惟饒州之景德鎮獨以窯著。在明代以『中官』蒞其事。」明代永、宣年間下西洋或出使西域都以宦官任事，景德鎮官窯（御窯廠）燒瓷亦由宦官監造，此為京師皇家用品，下西洋者極少，多用於賞賜，一般「海舶貿易」則以景德鎮民窯為大宗。民窯「日數千人，窯戶率以此致富，以故不靳本、不惜費，所燒造每變而日上，較前代所豔稱，與金玉同珍者，有其過之，無不及也！」民窯加入商業競爭後，日新月異，推陳出新，較之官窯的謹守祖宗法制，恪遵「內務府」定規，慢工細貨，除尊貴無暇外，實難比民窯奮勇向前的精神，這也是古今中外私營勝官營的至理。

景德鎮搬運瓷器，舊以陸路，後有水運。瓷器出窯，即分類揀選，束草裝桶。「三色腳貨」即在本埠出售；「『上色』圓器與『上色』、『二色』琢器，用紙包裝桶，有裝桶匠專司其事。『二色』圓器每十件為一筒，用草包紮裝桶，各省通行。粗器用茭草包紮——茭草直縛於內，竹篾橫纏於

外，水陸運搬，便於運送。」（清·唐英《陶冶圖》於「祀神酬願」中有記：「景德鎮袤延僅十餘里，山環水繞，僻處一隅，以陶來四方商販民窯二、三百區，工匠人伙不下數十萬，藉此而食者甚眾，候火如候晴雨，望陶如望黍汙。故重報賽，有『神』童姓者，窯戶也，前明燒龍缸連歲不成，中使督責甚峻，窯民苦累，神爲眾蠲生躍入窯中以殉，而龍缸即成。司事者憐之而奇之，建祠廣署祀焉，稱『風火仙』，屢著靈異，窯民歲祠惟謹，擬之永方也。」當然這種以身殉窯的故事，應非孤例，而督造嚴苛，也就可想而知了。

福建「德化」（閩中）也是古瓷都之一，五代·後唐·長興四年（933）置縣。因瓷土多，潔白細膩，用地碓舂瓷土，以「金門」青料和江浙青料或混合配釉藥，所產青花瓷質晶瑩，溫潤如玉，廣受歡迎，生意鼎盛，是民窯中的代表之一。2003年3到5月在廣東陽江海域打撈上岸的宋沉船「南海一號」，所載古瓷即多「德化」產品。《全唐詩》有顏仁郁詩記德化製瓷盛況，「村南村北村雨晴，東家西家地碓聲。」十分寫實生動。

景德鎮青花能馳名中國，遠售海外，時雨「官搭民燒」有重要關係。《陶說》：「每次開窯徵集工料，都由『內務府』開支，定期按照市上行情給價。『遠輸』由國家辦理，不從當地攤派，並不妨礙政事。公私認爲便當。」不妨政事，而又官民俱樂部，時在是景德鎮古今「窯戶」的最高期盼！

四、青花「配料」和「燒瓷」

瓷器的製作是科學和藝術的綜合結晶，造型不僅需要技巧，也要考慮美感和實用的目的，而淘土作胚，上釉彩繪，入窯燒瓷，更需要礦物、釉料、溫度控制等「科學」知識和經驗。中國瓷器在藝術上的成就和所贏得的聲名雖然超過「科學」，但在選料、煉土、乾胚、裝窯、燒成、出窯等工藝程序上也都自有一套「規矩」，一套系統，絕非簡單可成。任何工藝技術的發展，都自有其長遠的傳承，中國青花的創製成功自也不例外。

景德鎮從景德年起（1004-1007）起，即以瓷品馳名，歷元、明、清三代，一千多年，成爲全國陶瓷工業中心，直至現代。其產瓷有多次高峰，瓷品創新以青花、粉彩、鬥彩最爲有名，本文僅談明初的青花，這也是景德鎮瓷史中最光輝的一頁。現綜合清·藍浦《景德鎮陶錄》（1815）；清·朱琰《陶說》（1774）；清·唐英《陶冶圖》（1743）及明·王宗沐《江西大志》（1546）各書所載有關青花燒製的工藝要點如下。燒造瓷器以五事最

重要，即「練泥」、「作胚」、「配釉」、「手繪」、「燒窯」，一點都不能馬虎，否則「上品」難成。《陶錄》所載工序（只舉青花，不及彩器）如下：取土、練泥、鑊匣、修模、洗料、作胚、印胚、鏤胚、畫胚、蕩釉、滿窯、燒爐、開窯。胚料和青料處理極重要；畫花上釉乃匠師的工作，裝窯、燒爐、測火乃窯工師傅的責任，乃世代傳承，集成敗於一身。

（一）瓷土（china clay, kaolin）和青料（cobalt blue）

青花製作原料可分為兩種，一種是「胚料」（pottery body material），一種是釉料（glaze），因青花特色在「色白花青」、「體實而潤」，所以選料特嚴，製備配料更嚴，否則無法達到這一目的。用料精、研料細、配料有「方」是其基本精神。

1. 瓷土

景德鎮因「水土宜陶」而發展成自己特有的製瓷業，這是他無可取代的優勢。瓷胚主要用「瓷土」和「瓷石」，早期全用浮梁縣、餘干縣，即瓷廠附近所產者，後來也用外地貨，視供需和品質、價格而定。瓷土（china clay）就是著名的高嶺土（kaolin），主成份為黏土礦物（clay mineral）「高嶺石」（kaolinite），是「陶瓷工業」（pottery industry）的主要礦物原料。「高嶺」為舊浮梁縣地名（今景德鎮東北 60KM 之窯里鄉高嶺村），從宋時起即為採土之地，迄今仍為高嶺土礦重要產地之一。「瓷石」（pottery stone）也是一個常用的製瓷原料名詞，實際是一種由石英（quartz）、白雲母（muscovite）及少量長石（feldspar）、方解石（calcite）等所組成，是一種「聚結物」（aggregate）。瓷土和瓷石在地質生成上都是「風化殘留」「土」類（weathering residue），二者雖都可作為陶瓷原料，但其「選練」前處理和入窯燒融溫度（fusing temperature）都不同。依筆者見解，在明代初，「窯工」全靠經驗摸索，從失敗中綜合出教訓。當時近代「礦物學」尚未發展（15 世紀），窯匠和「官廠」師傅自然無法瞭解「高嶺石」的物理化學性質，但就配料燒瓷的「生產」而言，是可以正確掌握的。高嶺土（瓷土），白而粘，成型易，質純者雜質少，為製上好瓷器的要件。瓷石則需選礦處理，先錐碎，在杵臼成「土」始能用。《陶錄》說：高嶺土「不用碓舂，取土起棚，不過淘練成泥，印塊而已。」瓷石「雖亦名土，實則取時，必先洗去石上浮土，再用錐碎成小塊，然後杵臼一晝夜成土，始淘練印造。」在生產上，「高嶺」少而貴，成品佳，享譽中外，使他成為礦物學中的一個專有名詞。「高嶺石」（kaolinite, $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ ），為現知約 2200 種「礦物」（mineral）中唯一以中國地名命名的「礦物」。1869 年德國地質

學家李希霍芬（Ferdinand von Richthafen, 1833-1905）造訪景德鎮後，以出「瓷土」的「高嶺山」命名此土為「kaolin」，時稱「china clay」，後國際正式採用「kaolinite（高嶺石）」為礦物學名。

2. 青料（blue glaze）

青花的藍色，主要是使用「鈷藍」。自宋、元起中國海舶和阿拉伯海船即往來貿易，以泉州為泊港。中國以瓷外銷，而進口「回回青」（mahomedan blue），形成一條海上「絲綢」加「瓷器」的「絲瓷路」。回回青有多種名稱，如：回青、蘇麻離青、蘇勃泥青，明初青花的名貫九霄是使用了「域外」「青料」加上景德鎮千年製瓷經驗的結果，闖出了中國瓷史的新方向，創製了釉下彩，一次燒成的新陶瓷技術。簡略的說：「青料」就是在瓷器燒成後，能呈現寶藍色彩的「釉藥」（色料），是一種含「鈷」（cobalt, Co）的天無礦物質，因來源地不同，而有不同的名稱，其基本組成物質類同。明·黃一正《事物系甘珠》（1591）記：「二窯皆內府燒造，以駱眼甜白為常，以『蘇麻離青』為飾，以鮮紅為寶。」明·王宗沐纂修《江西大志》（1556）曰：「陶用回青本外國貢也。」明·張應文《清和秘藏》說：「青花者用『蘇淳泥青』，圖畫龍鳳、花鳥、蟲魚等形，深厚堆垛可愛，皆發古未有，為一代絕品。」高濂《遵生八牋》：「蘇淳泥青。」「元」用蘇麻離青，有謂產索馬利亞或東非。嚴從簡《殊域周咨錄》：「蘇門答臘朝貢有石青（銅礦物，顏料非釉料）、回回青。」

鄭和下西洋時，以瓷器為朝廷「御禮」分賜各國，並從伊斯蘭、南洋帶回高品質的回回青、蘇麻離青、蘇淳泥青等。「回回青」可能是來自阿拉伯地區和中亞；「蘇麻離青」則來自蘇門答臘（Sumatra，印尼）；「蘇淳泥青」則來自波羅州（Bornio，今汶萊、砂勞越、加里曼丹等地）。「青」是「料名」，前置「地名」是產地，當然也可能是「轉運」港。「蘇麻離青」（含錳低鐵高），藍色濃豔，但時有黑斑。宣德後進口青料減少，庫存不足乃加配國產料（主要來自浙江和雲南），青花變成柔和淡雅的藍色，黑斑少見。成化、正德年間，因海外料源受阻，乃全用國產料，青花色調淺淡或微濃帶灰。嘉靖時又復用進口料，並配合國產品，色調藍中微泛紅紫，鮮麗濃豔，都各具特色。所有青料，不論來源，基本上都是土狀「鈷土礦」（asbolite，又名 asbolane，earthy cobalt 等）。這種鈷土礦因含有（氧化鈷，CoO），所以在「還原」焰中燒成時，還原成「鈷」，而顯現鈷的美麗藍色。鈷土礦除含鈷外，還含有多量錳、鐵等的氧化物，所以青料的「成分」對青花呈色有很大的影響。青料是燒造青花加工技術中的要點，是產品品

質，色調變化成敗的根本。

「鈷土礦」是天然含鈷、錳、鐵成分岩石的風化殘留物，所以並無一定化學組成，氧化鈷含量有的高達 40%，有的則在 2% 以下。這類礦土，常呈粗鬆黑色，除鈷土礦外，還有土狀硬錳礦（psilomelane）及不純軟錳礦（wad）等多種，但呈色主要靠「鈷」。但過高，色澤發紫黑，過低則顯不出藍色。所以景德鎮窯匠選「料」，多經試燒，「以驗色性火候」，方敢取用。明、清兩代「青料」有各種異名，除上舉者外，還有「石青」、「土青」、「碗青」（出金門）、「無名異」（黑褐色，一種錳礦）、「黑赭石」等，但過火要呈青色，必須含鈷。「青料」，取燒瓷得「青」為義。

青料繪於胚上，其上需再覆一層「玻璃釉」（透明釉，transparent glaze），一體一次燒成後，才成為「釉下彩」。透明釉中國瓷書中記載很少，只提到「蜃灰」（牡蠣殼燒灰，氧化鈣，CaO）、菱蓴土（湖州，性粘埴，即粘土，clay）、陶土（也是粘土，pottery earth）、白石（筆者暫認為就是長石，feldspar）。依筆者多年供應陶瓷原料之經驗，「透明釉」必用上等「鉀長石」（potassium feldspar）、石灰石（limestone 或 marble，即古籍中之「白堊」）和高嶺土（kaolin），滑石（talc）等配成。要胚釉結合緻密，不脫不褪，又要透明燦亮，永保光彩，即時至今日，仍要多次試配試燒，才能應用，絕非簡單化學計算可成，遑論古時窯匠。宣德時「諸料悉備，青花最貴」，款識「宣德年製」，「德」字「心」上不加「一」。

（二）「燒瓷」要務

青花採直接於白胚上繪圖，在形式各殊的立體上用手繪，要比在白紙上作畫難的多，「蓋工緻之匠少，而繪事尤難也。」著色首由色匠「敲青」，再「淘青」，「取其奇零瑣碎礮碾入注水中，用『磁石』（magetite，磁鐵礦，天然富磁性者名 lodestone，可吸鐵粉）引雜石，真青澄定，每斤可得五、六錢。」青料經此前處理，才能用於「畫青」。繪工依「預懸圖軸」及「樣器」，「用小毛筆『蘸』青料多寡繪之。」良工能掌握線條曲折粗細，燒後層次分明，而濃淡一致，方為上品。永宣青花除「釉下彩」外，在製瓷技術上還首創了「吹釉」。以前「用羊毛筆蘸釉上器，失之不勻。」而大小圓器「俱在缸內蘸釉，有輕重，並多破，故全釉難得。」「吹釉法」，「用截寸竹簡，長七寸，口蒙細紗，蘸釉以吹，吹之遍數，視器大小與釉之等類為多寡之差，多至十七、八遍，少亦三四。」因「瓷胚宜淨，一沾泥滓，即成斑駁，且窯風火氣衝突傷之，此所以必用『匣鉢』也。」景德鎮燒瓷，必用匣鉢，以保品質。而且新匣鉢必先「入窯空燒一次，方可應用。名曰

『鍍匣』。」其他拉胚、琢器、乳料、挖足、滿窯、燒爐、開窯則與傳統中國陶瓷工藝類同，不另多贅。景德鎮御窯廠，督造苛嚴，毀器重燒之事常有。分工極細，「模匠」定胚，「一器非修數次，出器時定不能口合，必熟諳火候泥性，方能計算加減以定『模範』。」「故畫者學畫不學染，染者學染不學畫，所以一其手，不分其心也。」「至畫瓷所需之料宜極細，型要雅，繪要精，花要藍，釉要亮，珍寶不說」，實亦千百人血汗也。

五、世界的「青花」

青花「彩」在釉下，色料經燒製，熔在胎釉之間，整個釉面光滑平潤，晶瑩剔透，幽靜淡雅，清新明亮，一「上」市即大獲成功。無論日用瓷、擺設瓷、配飾瓷、禮品瓷、宗教宮廷用瓷、貿易瓷，一枝獨秀，一直到金，可說史無前例。

景德鎮青花，體薄而潤，色白花青，引起了阿拉伯地區，特別是伊斯蘭信徒的喜愛，這與阿拉伯人視「白」為尊貴，視「藍」為純淨有關。在中國青花大銷阿拉伯後，歐洲人也趕為流行，風起雲湧，從皇宮到貴族之家，無中國瓷者，絕無一戶。因需求旺盛，仿中國青花者亦大興，各國都有，不僅世界性使用「青花」，而生產也擴及世界各地，使「景德鎮」一詞成為「中國瓷」(china)的代表。正如明·謝肇淛《五雜俎》言：「唯饒州景德鎮所造遍行天下。」

瓷器為中國獨有之創作，淵源久遠，外貿海外，天下無雙。中國瓷外銷域外，首起唐、宋；元時蓬勃；到明、清登上高峰，千餘年間，未嘗稍退，不僅帶動了國際經濟、交通和文化交流，也促進了不同民族和宗教間的溝通，「瓷路」正是中西交通史上的大事。「陶瓷」重而脆，不如「絲綢」之輕軟可折疊，路上運輸費工、費時、耗損大、成本高，難達經濟目的，故多走海路。瓷器紮網，填墊芝麻仔和茶葉，入箱即可裝艙，乘風遠運，費時短、破損低、運費廉、行銷快速，乃成一時之盛。試想一支有 30 匹駱駝的商隊，只能馱 9 噸，曉行夜宿，日行僅數里，或要上上下下，效率難高。而 15 世紀的海舶，上貨啓錨，出泉州，下「南洋」或「西洋」，晝夜兼程，不旬日順風而至，即使到印度西海岸，也不過幾閱月，其利自非陸程可比，故明、清陶瓷外運，差不多全走海路出口。

隨著海上貿易的發展，中國瓷器自宋代起就大量外銷。元代景德鎮青花興起，成中國外銷瓷中的主要商品，遠銷印度洋，達阿拉伯半島和非洲

東岸。記錄青花外銷以元·汪大淵《島夷誌略》最早。《島夷誌略》(1349)中對南海、印度洋東西岸、阿拉伯半島和非洲東岸「國家」,用「青白花器」作「貿易之貨用」(即「貨通有無」之買賣)者很多,試舉數端如下:《烏爹》(Ussa, Bafo, Pegu, 今緬甸境)「貿易之貨用金銀、五色緞、白絲、丁香、豆蔻、茅香、青白花器、鼓瑟之屬。」〈甘埋里〉(Hormoz, Ormuz, Hormuz, 今霍爾木茲, 波斯灣口)「互易去貨丁香、豆蔻、青緞、麝香、紅色燒豬、蘇杭色緞、蘇木、青白花器、瓷瓶、鐵條,以胡椒載而返。」〈小唎喃〉(Kullum, Kollan, Quilon, 今奎隆, 在印度西海岸南端)「貿易之貨用金錢、青白花器、八舟布、五色緞、鐵器之屬。」〈班達里〉(Fandaraina, 印度西海岸,「古里」北方)「貿易之貨用諸色緞、青白磁、鐵器、五色燒珠之屬。」〈喃啞哩〉(Bonda Aceh, Atjeh, 亞齊, 印尼·蘇門答臘島北端)「貿易之貨用金銀、鐵器、薔薇水、紅絲巾、樟腦、青白花碗之屬。」〈占城〉(Campa, Sanf, 今越南中部)「貨用青磁、花碗、金銀、首飾、酒卮布、燒珠之屬。」〈無枝拔〉(今馬來西亞麻六甲地區)「貿易之貨用西洋布、青白處州瓷器、互壘、鐵鼎之屬。」汪大淵《島夷誌略》乃親身泛海「身遊目識者」,而且「非親見不書」,至為珍貴。所言「青白花器」、「青白磁」、「青白花碗」、「花碗」等都是指日用青花器,可見在14世紀時,中國青花不僅已暢銷「南洋」諸國,也已銷到印度洋、阿拉伯海一帶,並經由穆斯林商人轉輸大西洋、歐洲遠西諸國。在書中汪大淵也提到「處州磁器」、「青磁」、「磁器盤」、「處州磁」、「青磁器」、「青盤、花碗」、「青白花磁器」、「青白花碗、磁壺瓶」、「青白碗」、「青器」等等名稱,顯而易見中國瓷不僅遠銷,而且式樣繁多,諸種齊備。

永樂青花量少,到宣德時始能大量外輸,不僅所有亞洲國家都有發現,即中東、土耳其、伊朗、埃及及非洲各地也多有,甚至美洲太平洋沿岸、墨西哥灣等古代文化遺址中也都有,在各大著名博物館更是主要藏品之一。永宣青花瓷有幾種竹持別的形制和文飾,設計直接採用伊斯蘭式樣,例如:日用酒瓶「葫蘆扁瓶」,形似扁葫蘆,頭有雙系,腹圓如滿月,又稱「抱月瓶」(寶月瓶),出行時攜帶用;纏枝花卉紋「執壺」,用以淨手澆花,乃仿伊斯蘭銅錫器的瓷品;另有纏枝花卉紋「八角燭台」更是獨特的阿拉伯式樣。宣德朝因「諸料悉備,青花最貴。」其中新創「青花海水白龍紋」最堪代表,在「藍色波濤紋」中留下白底之「海中蛟龍」,是明初「下西洋」盛事的瓷紋見證。「五爪龍」為官燒貢品,「三爪龍」則多為外銷品。「海濤紋」在永宣青花中普見,也顯受了大航海、下西洋之影響。

《東方陶瓷學報》，24 期（1948-9）：巴黎存有 15 世紀早期波斯抄本，插圖中宴會用餐具都是中國青花瓷。阿拉伯、東非寺院基柱多嵌青花；蒙巴薩北方清真寺（基利菲）大門上亦嵌青花瓷盤，所以青花已非純商品，還有文化上的意義。沙撈越、肯亞等地高 5M 的 4、6、8 角基柱常以青花為飾。

埃及仿中國青花，無論造型、紋飾均與中國類同，但器燒阿拉伯陶匠之名。孟加拉仿中國青花還曾作為貢禮送給明廷。16 世紀波斯阿巴斯王朝，還從中國招募了幾百名陶工產製青花瓷。歐洲 1470 威尼斯煉金術士「安東尼奧」則是由阿拉伯人手中學去，在歐洲首先仿製中國青花。

六、結語

青花白裡透藍，形制文飾有繁有簡，變化萬千，而且採直接於「胎」上手繪，入窯一次燒成，不僅成品率高，生產成本也降低，適合大量生產，是中國日用瓷、商品瓷、貿易瓷中的代表。「窯戶」代代傳承，且時有創新，歷 800 多年，不僅盛名不衰，反遠播海外，一直到現代歐、美、日阿拉伯等地區，仍步踵中國後塵，大量產製青花，行銷全球，並有「青出於藍」，後來居上之勢。現代中國青花已盛世不再，必須努力，以「價」制「量」，力爭精品，以勝歐日。這不僅需要「新血」的投入，還需要工藝設計師和陶瓷工程師（ceramic engineer）的通力合作，才有望再居榜首。

青花新創「釉下彩繪」（釉下彩），取代了傳統中國瓷的「刻」、「劃」、「印」花等技法，而從此躍居中國瓷紋飾藝術的首位。「白地青花」有如白紙上作水墨畫，瀟灑自如，神韻十足。「畫」上有透明釉保護，既衛生又耐久，永不褪色；同時光亮奪人，身赴中國傳統瓷器的民族神韻，再加上引進了伊斯蘭風格，故能風行一時，遠銷海外，成功的塑造了中國瓷的新瓷風、新氣勢。

從中國歷史上看，中國遠洋航海，始於漢，盛於宋、元，至明代三保太監鄭和（1371-1433）七下西洋（1405-1433）而攀登頂峰。鄭和下西洋的目的地就是印度洋，最遠到達阿拉伯海的波斯灣、紅海的回教聖城麥加和非洲東岸，但未繞過「好望角」進入大西洋海域。鄭和最大的貢獻是促進了海上朝貢貿易、印度洋周邊廣大區域內的睦鄰外交，和直接進行了和印度文明及伊斯蘭文明間的相互交流和融合，也透過印度洋的中轉機制，而與歐洲文明接觸，為古老的中國開啓了一扇能真正張眼探索西方世界的

海上窗戶。青花正是這頁海上交流史的重要見證者之一，這種海上交流史正展開新頁，前進的「中國青花」(blue-white china)正等待水土培育，正等待燦開盛放。最後引清·鄭廷桂《陶陽竹枝詞》中之一首為證：「九城瓷商上鎮來，牙行花色照單開。要知至寶通洋外，國使安南答貢回。」

宋·彭器資《送詩屯田》有句「浮梁巧燒瓷，顏色比瓊玖」，元代時景德鎮已有陶窯 300 餘座，「延埴之器，潔白不疵，故鬻於他所，皆有『饒玉』之稱。」(元·蔣祈《陶紀略》)。至明代，景德鎮瓷興旺，全面廣銷諸國，遠近知名，已成國際品牌，供不應求。「天下窯器所聚，其民繁富甲於一省。」窯爐林立，「萬杵之聲殷地，火光燭天，夜令人不能睡，戲目之曰：四時雷電。」(明·王世懋《二酉委譚》)形成了嚴重的環境污染。而今景德鎮瓷業再登新世紀高峰，煙燻火烤，植被枯殘，泥水橫流，絕無淨土，正應了「一里窯五里焦」的諺語。景德鎮鎮民如不能全力奮起，把「環境品質」放在「瓷器品質」之上，絕地求生，則未來不僅不能再現景德的興隆，而景德鎮的衰亡也屬指日可待。這不是危言聳聽，而是現實的「警語」。「民以陶利，亦以陶病」，官家月月需索，上命增燒無度，民困難甦，工匠勞苦，艱難各鄉，能深體民情、深念茲苦之官，實少之又少。

永宣青花細膩潤澤，「以梭眼甜白為常，以『蘇麻離青』為貴」(明·李一正《事物系甘珠》，1591)，除貿易遠銷外，還因明廷征戰連年缺馬，《明史·外國傳·六》即載有以大批「綵帛、磁器」向「失刺思」(今伊朗·度拉子)換馬之事。總之，「青花」已躍上國際舞台與「絲綢」相互輝映。清乾隆皇御題「青花紅彩開光花卉葫蘆壁瓶」(1794)，曰：「高格傲霜兼傲雪，逸情逸畫更宜詩」算是一種有心的推崇。

參考文獻

1. 明·宋應星《天工開物》(1637)。董文校《天工開物》，世界，台北，1979，425。英譯：E-Tu Zen Sun (任以都) and Shiou-Chuan Sun (孫守全)《Tien-Kung-Kai-Wu》(Chinese Technology in the Seventeenth Century)，Penn State Univ. Press, Univ. Park, 1966.
2. 明·李時珍《本草綱目》(1593)，國立中國醫藥研究所，台北，1976，35。卷 10，〈石部石類〉「回青」。
3. 元·汪大淵《島夷誌略》(1349)，蘇繼庠校譯，中華，北京，1981 新版。
4. 明·慎懋賞《四夷廣記》，「玄覽堂叢書續集」(舊鈔本)，中央圖書館、

- 正中，台北，1985。556-559。
5. 明·馬歡《瀛涯勝覽》(1433)，馮承鈞校注，商務，上海，1935。英文譯注：J. V. Mills 《Ying Yai Sheng Lan》，Ma Huan, 1433, 〈The Overall Study of the Ocean's Shores〉, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1970.
 6. 清·藍浦（鄭廷桂補）《景德鎮陶錄》(1815)，文海，台北，1969 景印清刊本。連冕編注《景德鎮陶錄圖說》，山東畫報，濟南，2004。英譯：Stephen Wootten Bushell, 《The Ceramic Wares of Ching-te-chen》，Clarendon, Oxford, 1910.
 7. 清·朱琰《陶說》(1774)，浙江古籍，杭州，1986。譯注：傅振倫《陶說—譯注》，輕工業，北京，1984。英譯：S. W. Bushell, 《Description of Chinese Pottery and Porcelain》，Oxford, 1910.
 8. 清·尤侗編纂《明史外國傳》，清版影印，學生書局，台北，1979。
 9. 明·王宗沐纂修《江西大志》(1546)，卷 7 〈陶書〉。
 10. 明·黃一正《事物紺珠》(1591)，卷 22 〈永樂、宣德窯〉。
 11. 明·張應文《清秘藏》，卷上 〈論窯器〉，「文淵閣四庫全書」，台灣商務，台北，景影本。
 12. 明·黃省曾《西洋朝貢典錄》(1520)，謝方校注，中華，北京，2000。
 13. 明·鞏珍《西洋番國志》(1434)，向達校注，中華，北京，1961。
 14. 趙匡華、周嘉華《中國科學史—技術卷》，科學，北京，1998，23-112。
 15. 馮先銘編《中國古陶瓷文獻集釋》(上)，藝術家，台北，2000。
 16. 馮先銘《馮先銘中國古陶器論文集》，紫京城，北京，1987。「有關青花瓷器起源問題」，61；「青花瓷器起源問題」，295。
 17. 馬希桂·趙光林《青花名磁》，藝書圖書，台北，1993。
 18. 曾肅良《明代官窯鑑定》，三藝文化，台北，2003。
 19. 祝慈壽《中國古代工業史》，學林，上海，1988。691-713。
 20. 陳信雄《宋元海外發展史研究》，甲乙，台南，1992。「中國外銷陶瓷管窺」，199-244。
 21. 王健華編《故宮藏永宣青花瓷》，紫禁城，北京，2002。
 22. 阿里·瑪札海里 (Aly Mazaheri, 法) 著，耿昇譯《絲綢之路：中國—波斯文化交流史》，中華，北京，1993。法文原著：Aly Mazaheri《La Route De La Soie》，S. P. A. G. (Papyrus), Paris, 1983.
 23. 沙海昂 (A. J. H. Charignon) 註，馮承鈞譯《馬可波羅行紀》(Le Livre de Marco Polo)，台灣商務，台北，1965。
 24. 馬金彭譯《伊本·白圖泰遊記》，寧夏人民，銀川，1985。
 25. 陳炎《海上絲綢之路與中外文化交流》，北大，北京，1996。
 26. 清·唐英《陶冶圖》(1743)。
 27. A. D. Brankston 《Early Ming Wares of Ching-te-chen》，Oxford Univ.

- Press, H. K., 1982.1st Publ. by Hemri Vetch, Peking, 1938.
28. 相賀昌宏編《世界陶瓷全集（16）南海》，小學館，東京，1984。
29. 孟凡人・馬文寬《中國古瓷在非洲的發現》，紫禁城，北京，1987。
30. 曾肅良《東方文物在歐洲—知性的收藏勢力》，典藏，台北，2004。
31. Bernard Lewis, Ed. 《Islam and the Arab World》，Alfrad. A. Knopf, Associat'n Am. Heritage Publ., N. Y., 1976. 273-300.
32. David Talbot Rice 《Islamic Art》，Fredrick A. Praeger, N. Y., 1965. 197, 200, 242, 244.
33. Sheila S. Blair and Joanathan M. Bollm 《The Art and Architecture of Islam, 1250-1800》，Yale Univ. Press, New Heaven and London, 1994.
34. Cornelis Klein and Cornelius S. Hurlbut, Jr. 《Manual of Mineralogy》，20th Ed., John Wiley and Sons, N. Y., 1985.
35. Helipe Fernandez-Armesto, Ed. 《The Global Opportunity》，Variorum, Hampshire, 1995. 1-32; 93-104; 121-132.
36. David Howard and John Ayers 《Masterpieces of Chinese Export Porcelain, from the Mottahedeh Collection in the Virginia Museum》，London, 1981.
37. Henry Trubner 《In the Pursuit of the Dragon: Traditions and Transitions in Min Ceramics》，Orientations, Oct. 1988, Hong Kong, 36-41.
38. Jessica Rawson, Ed., 《The British Museum Book of Chinese Art》，British Museum Press, 1992, 212-292.



青花無檔尊

明·永樂 高16.5cm 外徑17.5cm 內徑9.6cm

天津市藝術博物館藏品

又稱盤座。上下底面飾青花蓮瓣紋。

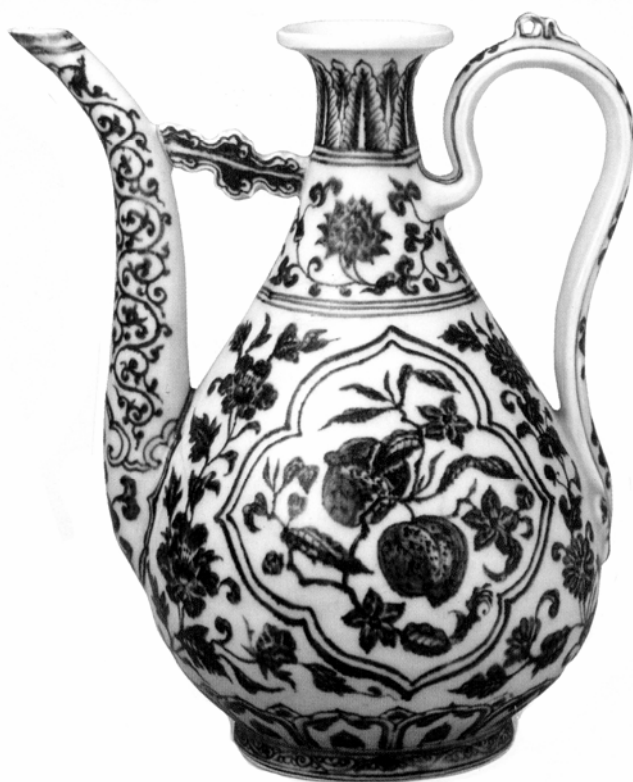
器身中部一突稜，書青花阿拉伯文字。青花顏色深沈，有暈散現象。

紋飾及器型均受十三世紀西亞伊斯蘭教國家金銀器和陶器的影響。

故宮永宣青花



明永樂青花纏枝花紋雙系扁平大壺



明宣德青花纏枝花果紋執壺

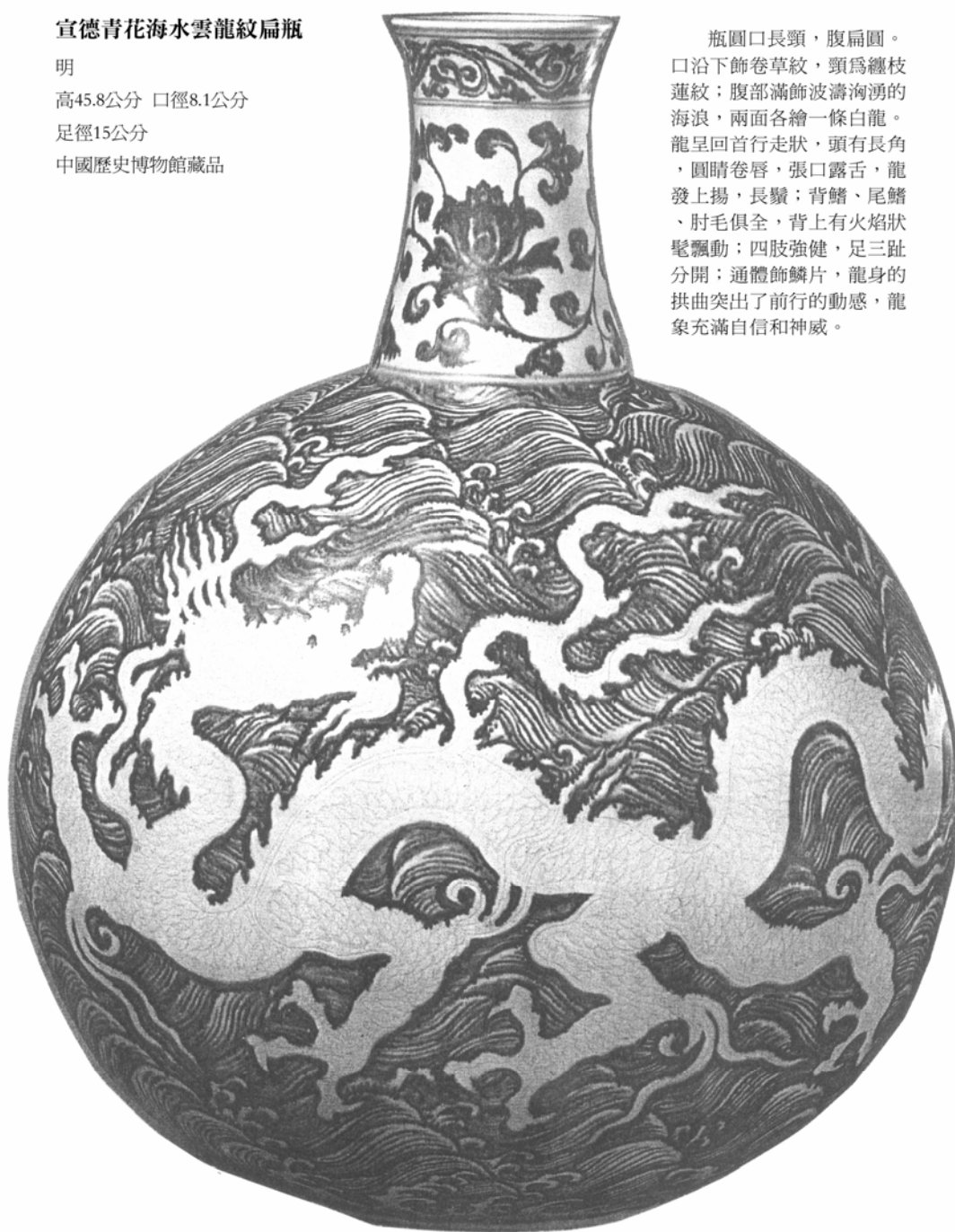
宣德青花海水雲龍紋扁瓶

明

高45.8公分 口徑8.1公分

足徑15公分

中國歷史博物館藏品



瓶圓口長頸，腹扁圓。口沿下飾卷草紋，頸為纏枝蓮紋；腹部滿飾波濤洶湧的海浪，兩面各繪一條白龍。龍呈回首行走狀，頭有長角，圓睛卷唇，張口露舌，龍鬚上揚，長鬚；背鰭、尾鰭、肘毛俱全，背上有火焰狀鬃飄動；四肢強健，足三趾分開；通體飾鱗片，龍身的拱曲突出了前行的動感，龍象充滿自信和神威。

The Treasure-ships and the Global Marketing of Blue-and-White Porcelain in Early Ming Dynasty

LUNG Tsuen-Ni

Former Director of Tawian Research Institute, Taipei

ABSTRACT

Zheng He (1371-1473) seven voyages (1405-1433) to 'Western Ocean' unfolding the horizon of Indian Ocean to China through tribute-system and active trade export of Chinese handicrafts to Indo-Asean, Arab and ultimately, Europe. The diplomatic and trade activities have been to bring collaboration and cooperation between China and other nations transcended of race, language, nationality and religion. It led to greater understanding of peoples, cultures, and the technology of China production. Diplomacy en route gave Zheng He international recognition. The expansion of Chinese trade, under government control, was effectively the same thing as the expansion of Chinese power.

During Yongle (1402-1424) and Xuande (1425-1435) eras, the blue-and-white porcelain dominated the production of Jingdezhen kilns by using high quality cobalt are for 'Somah'blue, which brought back from Eastern South Asia and Arabic Peninsula by 'Pottery Route' of the sea. The dragon-and-wave design plans prominent role as a decorative motif. The repertory of Early Ming decoration also included flowers and plants, both as principal themes and border designs. Towards the end of the 15th century, with the further expansion of the export trade, the extraordinary shapes and decorative motifs were introduced for the foreign markets by taking Arabic and European design. In this period, the porcelain (china) won its worldwide reputation of the historical high. The overseas trade has been terminated by court officials. Chinese isolationism after the middle of the 15th century cast its shadow of the overseas trade. This paper is only a brief case study on the Early Ming blue-and-white with emphasis on Jindezhe wares for Arabic world and farther.

再研〈考工記〉*

劉廣定

臺灣大學化學系

摘要

本文先簡述 1991 年及 1998 年筆者推證不能由青銅器物之組成判斷〈考工記〉之規定是否可信，並由器物與車輪等的尺寸不符〈考工記〉之規定而討論〈考工記〉成書年代和實用價值。再檢討 1998 年後新收集有關戈、劍、鐘及車輪等的尺寸，補充了戈之秘長的數據。發現均與〈考工記〉不合，而可說明〈考工記〉並無「手工業技術規範」的作用。又推想成書大約在秦始皇親政之後。

一、前言

十三經中《周禮》的末二卷爲〈冬官考工記〉。然「考工」係漢武帝太初元年（公元前 104 年）改原襲秦代「考工室」之官名¹，而〈考工記〉亦非《周禮》六官之一。按鄭玄註：

「此篇司空之官也。司空篇亡，漢興購千金不得。此前世識其事者記錄以備大數耳。」²

賈公彥〈序周禮廢興〉中引馬融之言云：

「孝武帝始除挾書之律，開獻書之路。既出於山巖屋壁，復入于秘府……至孝成皇帝，達材通人劉向子歆校書，始得列序，著于錄略。然亡其〈冬官〉一篇，以〈考工記〉足之。」³

孔穎達在《禮記》疏中則言：

* 已刊登《廣西民族學院學報》，11 卷 3 期(2005)，頁 7-12。

¹ 《漢書》卷 19 上〈百官公卿表〉。

² 《周禮注疏》卷 39，頁 1。

³ 《周禮注疏》序。

「周官……至漢孝文帝時，求得此書，不見冬官一篇，乃使博士作考工記補之。」⁴

故知〈考工記〉應為漢時人所補。至其「原著」之成書年代則自古以來，眾說紛紜，未得定論。⁵

另一方面，中外科技史界學者一般對其評價甚高，有視之為古代「手工業技術規範的總匯」⁶，「研究古中國工藝學之最重要文件」⁷或「中國最古之技術書，是研究古代物質文化之必要文獻。」⁸唯實際卻有許多未解之問題，如其中關於青銅的「六齊」記載與許多實物的分析結果不同，而引起許多爭議。以致有一些學者則懷疑「六齊」內容之可信性。例如 Yetts 不以為真有工匠曾用過標準的配方，而 Barnard 認為「六齊」是連〈考工記〉的作者也不了解的「數字把戲」(numerical juggling)⁹。因此實有再予檢討之必要。

二、「六齊」及「車輪」問題初探

拙見以為多種肯定或否定〈考工記〉的說法常欠客觀，或缺乏對〈考工記〉記載與出土器物之間關係的了解。故 1991 年台北故宮博物院舉辦「中國藝術文物討論會」，筆者應邀發表論文時，乃思考從已知青銅器物，包括從鐘鼎到鑒燧的成分與尺寸等來探討「六齊」及與〈考工記〉有關的問題。當時考慮古代衡量的準確性、金屬原料本身純度有差、冶鑄時有重複熔煉及舊器重鑄之可能、同一器物組成不均勻以及化學分析因分析者不同而得不同結果等眾多因素，而知即使採用現代的分析方法亦難獲得正確的結果，以此種結果來探討「六齊」似乎意義不大。

故依淺見，從器物之外形尺寸是否合於〈考工記〉所述標準，應是較佳的判斷依據。當時筆者由收集到一些有關「鐘」與「戈」之數據與〈考工記〉比較，發現出入頗大，即使同一墓如「曾侯乙墓」也不相同。另有

⁴ 《禮記注疏》卷 23，頁 22。

⁵ 例見：(a) 張心澂，《偽書通考》頁 342-388，商務印書館，1957 年；(b) 戴吾三，《考工記圖說》頁 3，山東畫報出版社，2003 年。

⁶ 例見：(a) 杜石然等，《中國科學技術史稿》，上冊，頁 108，科學出版社，1982 年；(b) 戴念祖，《中國科學技術史 物理學卷》，頁 7，科學出版社，2001 年。

⁷ Joseph Needham, *Science and Civilisation in China*, Vol. IV: 2, p. 11, Cambridge University Press, 1965.

⁸ 《世界大百科事典》，10 冊，183 頁，平凡社，1981 年

⁹ R. J. Gettens, *The Freer Chinese Bronzes*, Vol. II, p. 22, Smithsonian Institution, 1969.

許多製作細節，如鐘之內腔結構並不載於〈考工記〉。又如除「鐘鼎」外，他物必須加鉛冶鑄才合實用，但「六齊」中無隻字道及鉛。也就是說依照〈考工記〉不能製成現存之古代器物，故似表示其缺乏實用價值。由於「六齊」之相關青銅器物種類略去多種東西周常用者，卻含盛行於漢的「鏡」。因而推測〈考工記〉大約編成於秦漢時期，或至少這部分的內容在漢代曾爲人所損益。¹⁰（註 10）

隨後，因〈考工記〉也規定了車輪之「輪徑」，「牙圍」之尺寸與「輪輻三十」之數：（註 11）

……故兵車之輪六尺有六寸，田車之輪六尺有三寸，乘車之輪六尺有六寸。……是故，六分其輪崇以其一為之牙圍。……軫之方也以象地也，蓋之圓也以象天也，輪輻三十以象日月也。¹¹

乃取出土車輪之各項數據以爲比較，欲知是否合乎〈考工記〉。結果發現自殷商至戰國末期十九處幾十個車馬坑中約百餘車輪，極大多數輪徑和牙圍之尺寸，輪之輻數皆與其規定不符。又筆者以爲「輪輻三十」乃戰國中晚期的觀念，且僅秦始皇陵兩銅車及兵馬俑坑三木戰車之輪爲「輪輻三十」。而〈考工記〉無「漆人」的記載，似有可能與從戰國末期以漆爲奢侈品之觀點有關。因此推想此規定可能起於秦始皇時期，然就製造車輪而言，〈考工記〉並無實用價值。此項結論曾於 1998 年夏日訪問北京自然科學史研究所時提出報告，向諸位先進請益，並於次年正式發表。¹²

嗣又繼續查閱一些有關書刊、報導，得知包括以〈考工記〉爲主題之「第一屆中國科技典籍國際會議」各論文¹³，尙無可以修正上述說法的充分證據。卻有更多春秋戰國時期的車輪和兵器，如戈、劍與前文未言及之「殳」等相關資料可以支持拙說。乃陸續於 2004 年四月北京舉行的「第八屆技術史學術研討會」和 2005 年三月台北舉行的「第七屆科學史研討會」口頭發表。¹⁴現再補充幾件其他報告的內容，綜述於後。

¹⁰ 劉廣定，《中國藝術文物討論會論文集——器物》，頁 307-320，臺北故宮博物院，1991 年。（又載《中國科學史論集》，頁 223-239，臺大出版中心，2002 年）

¹¹ 《周禮注疏》卷 40，頁 7。

¹² 劉廣定，《漢學研究》17 卷 1 期，頁 1-12，1999 年。（又載《中國科學史論集》，240-254 頁，臺大出版中心，2002 年）

¹³ 華覺明主編，《中國科技典籍研究》，大象出版社，1998 年。

¹⁴ 初稿曾載《虞兆中先生九秩壽慶文集》頁 577-784，2005 年二月，文集編輯委員會編印（非賣品）。

三、「六齊」與戈、劍

關於六齊的組成和器物的形式問題，近年來的研究者多只報告觀測結果而不復討論是否合乎〈考工記〉之規定。愈來愈多的數據顯示「青銅」成分相當複雜，而同一器物不同部位的組成也如前文所述，乃有明顯差異，故化學分析結果不能說明全面的現象。雖然仍有人強調「六齊」規律的重要性，並認為「六齊中沒有提到鉛，是因為人們充分認識到了錫在銅合金中的主導作用，把鉛當成了輔助性元素而省略了之故」¹⁵也有人堅持「《周禮考工記》是戰國時代官方對天下百工的真實記錄」並假設「一般都須在爐中裝入一半重量的回爐料及一半新料」來熔煉合金，故「合金裡含錫量的多少，就完全取決於回爐料所回過爐的次數了。」¹⁶然此說與前文所引松野貞早年之報告¹⁷相似，並無新義。

至於器物尺寸方面，多處出土青銅器在在顯示不但不符「規定」，而且多元化更是早已呈現的現象。以兵器中的「戈」為例，陝西咸陽塔兒坡戰國秦墓出土一戈，援長 11.2 cm，胡長 9.6 cm，內長 6.8 cm，與〈考工記〉4: 3: 2 之規定不合。¹⁸山西侯馬市上馬村東周晉墓出土兵器 172 件中，27 件為戈，依「首」、「援」、「胡」之形制不同分成三式，尺寸也各不同¹⁹。湖南長沙楚墓群出土有戈 240 件，其中 127 件可分五型：包括 A 型 4 件；B 型 78 件，分五式，其中 I 式又分三個「亞式」；C 型 33 件，分四式，其中 I 式亦分三個亞式；D 型 6 件，分三式；E 型 6 件，分二式，其中 II 式又分為四個「亞式」。餘 113 件尚無法分類，可見其複雜性²⁰。湖北當陽趙家湖，自西周晚期到戰國十二段時代 297 座楚墓有戈 41 件分在 34 墓中，完整者 34 件。其尺寸多不一致，且胡長皆短於或小於內長，不符〈考工記〉之規定。²¹

又如江陵九店東周墓群出土「戈」76 件亦分五式，其中 II，III，IV 式皆又分二「亞式」，並可看出「戈」的發展變化軌跡是：援，內皆由短寬

¹⁵ 例如：何堂坤，「關於古越閩兵器的兩點感想」，載《商周青銅兵器暨夫差劍物展論文集》頁 57，臺北國立歷史博物館，1996 年。

¹⁶ 董亞巍，《科技考古論叢》第二輯，135-141 頁，2000 年。

¹⁷ 註 10 之「註 28」。

¹⁸ 咸陽市文物考古研究所，《塔兒坡秦墓》，頁 133，三秦出版社，1998 年。

¹⁹ 山西省考古研究所，《上馬墓地》，頁 80-82，文物出版社，1994 年。

²⁰ 湖南省博物館等編，《長沙楚墓》，頁 189-201，文物出版社，2000 年。

²¹ 湖北省宜昌地區博物館、北京大學考古系：《當陽趙家湖楚墓》，頁 129-133，文物出版社，1992。

到狹長，鋒從圓到尖銳：胡由短漸長」。同墓有 203 件銅劍，其中 185 件型式清楚，包括 A 型 81 件，又分四式；B 型 98 件，又分三式；C 型 6 件，可再分二式。²²。戰國中期之江陵望山 2 號楚墓出土劍七把，其尺寸各不相同。²³上述當陽趙家湖楚墓出土劍 57 把亦多不同，其變化規律為「由短到長，由空莖、窄格到半空莖、窄格，再到實莖、窄格，最後發展到實莖、雙箍、廣格。」²⁴另河南浙川下寺春秋楚墓之二號、八號、十一號及三十六號墓中的「戈」「劍」亦各分多種不同型式。²⁵。以上所述「楚」地的型式，尺寸已皆不同。不同國度、地區更不一樣！即使邊疆地區如廣西右江流域四處戰國秦漢時期墓也是如此，其中有「劍」24 把，分兩型：A 型有六式而 B 型也有二式，型式尺寸皆異。²⁶

可見就「兵器」而言，原為防身作戰之用，若非依某種規定統一生產，其形制將因使用者之實際需要而各異。故自目前已知古代「戈」與「劍」觀之，戰國或更早時期，各國皆似無如〈考工記〉般之規定。聞人軍先生曾以「越王勾踐劍」不合〈考工記〉，但「越王州句自作用劍」合於其規定，故認為越王州句時（公元前 448-412 年）齊之官書〈考工記〉已傳入越國；又以戰國前期長沙楚墓有三劍，長度近似〈考工記〉之規定，而以「戰國前期〈考工記〉已在楚地流傳」。²⁷然越、楚兩國何以採用「齊國官書」？尺寸各殊之出土劍中僅少數與〈考工記〉「近似」，是否屬於「巧合」？並無說明。

四、殳之秘長

我國古代兵器中有「殳」，過去因少見而乏人關注。《詩經》〈衛風〉之「伯兮」章有「伯也執殳，為王前驅」句。「殳」為《周禮》〈夏官〉所記「五兵」之一，依鄭玄註：「五兵者：戈，殳，戟，酋矛，夷矛。」²⁸〈考工記〉之「廬人」章云：²⁹

²² 湖北省文物考古研究所，《江陵九店東周墓》，頁 214-231，科學出版社，1995 年。

²³ 湖北省文物考古研究所，《江陵望山沙塚楚墓》，頁 138，文物出版社，1996 年。

²⁴ 同（註 21），頁 124-129。

²⁵ 河南省文物研究所等，《浙川下寺春秋楚墓》，頁 20-21、186-189、289 及 305，文物出版社，1991 年。

²⁶ 李龍章，《考古學報》2004 年第 3 期，頁 271-293。

²⁷ 聞人軍，《文史》第 23 期，頁 31-39，1984 年。

²⁸ 《周禮注疏》卷 32，頁 9。

²⁹ 《周禮注疏》卷 41，頁 20-22。

「廬人為廬器：戈秘六尺有六寸，殳長尋有四尺……凡為殳：五分其長以其一為之被而圍之，參分其圍去一以為晉圍，五分其晉圍去一以為首……」

案《說文解字》有「殳」、「投」二字、「殳」的解釋是：「殳以積竹，八觚，長丈二尺，建於兵車」，而「投」的解釋是：「軍中士所持殳也，從木殳。」³⁰若按湖北隨縣曾侯乙墓出土簡策之說明，殳之頭有刃為「殳」，無刃為「晉殳」，但對秘的長度並無描述³¹。根據其他兵器形狀尺寸之經驗，殳首合乎〈考工記〉規定之機率應很小。但既是一種「長兵器」，製作時其「秘長」應不難配合〈考工記〉的要求。

墓葬出土有「殳」者不多，或有殳無「秘」，如山西上馬村東周晉墓出土一殳即無秘，秦俑三號坑之銅殳三十件也只約一公尺長殘餘木秘二十件³²。完整的「殳」應以曾侯乙墓出土七件為最早，其通長為 3.27-3.40 公尺³³。近年之其他報告還有：江陵望山沙冢楚墓二件³⁴，均已殘壞，僅存 2.76 或 2.80 公尺；塔兒坡秦墓一件³⁵，長約 1.44 公尺；長沙楚墓一件，長 1.64 公尺³⁶，參閱表一。依照〈考工記〉「殳長尋有四尺」，以戰國尺 23.1 公分³⁷(cm)折算為 2.772 公分，並不相合。以前吳承洛曾推算，西周尺長 19.9 公分³⁸，雖無實物為證，姑從〈考工記〉推算，則殳長應為 238.8 公分，亦不相合。

2004 年四月在清華園舉行的「第八屆技術史學術研討會」中筆者報告時，某位與會學者提出「殳」有「長殳」和「短殳」兩種的說法。雖可說明出土實物，但不見於古代任何記載，故也不能證明〈考工記〉有實用價值。

³⁰ 《說文解字注》三篇下，頁 24-25。

³¹ (a)湖北省博物館編，《曾侯乙墓》(上)，頁 293-295，文物出版社，1989 年；(b)邱德修，《漢學研究》九卷一期，頁 1-15，1991 年。

³² 濟琛，《歷史月刊》82 期，頁 63-67，1994 年。

³³ 同(註 31a)。

³⁴ 同(註 23)。

³⁵ 同(註 18)。

³⁶ 同(註 20)。

³⁷ 丘光明，《中國歷代度量衡考》，頁 10-11，科學出版社，1992 年。

³⁸ 吳承洛，《中國度量衡史》，頁 130-131，商務印書館(台四版)，1984 年。

表一：殳之秘長

出土處	編號	秘長(cm)	參考資料
隨縣曾侯乙墓	N155	329	註 31a
	N153	330	
	N292	321	
望山沙塚楚墓	WM1:B55	280(殘餘)	註 23
	WM1:B42	276(殘餘)	
塔兒坡秦墓	17397:3	144(約)	註 18
長沙楚墓	M1141	164	註 20

五、車輪再探

前文³⁹已歸納秦統一前自殷周至戰國的十九處墓地百餘輛先秦車之車輪，知除白草坡一車之輪徑如田車，張家坡一號坑之車其輪徑接近兵車外，其他各車之輪徑亦極少合於〈考工記〉規定者。又知除上村嶺之一車，金勝村之三車與臨淄之多輛車外，其它車輪之輻數亦均與〈考工記〉所載不同。唯仍有頗多資料當時未能查知。2000年楊泓先生⁴⁰曾整理1953-1995年間出土商晚期十九個車馬坑的馬車數據，其中河南安陽郭家莊、梅園莊與陝西西安老牛坡的報導皆乃筆者前述文中缺漏者。然各車的輪徑和輻數也都不合〈考工記〉之規定，拙作之結論仍可維持。竊以爲車輪既爲木製，依照規定尺寸製造，應無何困難。故繼續收集資料，希能找出〈考工記〉規定之所本。

雖然前文所述臨淄的車馬坑是修公路時發現的⁴¹，惜在1997年《山東省高速公路考古報告案》⁴²中，經過德州、濟南、泰安、臨沂、濰坊、青島和煙台七市十五縣的廣大區域內未見到有其他車馬坑之記載。但又陸續查出其他地區出土的車馬坑，包括：

河南洛陽東周王城內春秋車馬坑⁴³

河南三門峽虢國墓⁴⁴

³⁹ 同註 12。

⁴⁰ 楊泓，《故宮博物院院刊》2000年第三期，36-52頁。

⁴¹ 註 12 之「註 35」。

⁴² 山東省文物考古研究所，《山東省高速公路考古報告案》，科學出版社，2000年。

⁴³ 洛陽市文物工作隊，《考古與文物》2003年第4期，頁10-14。

⁴⁴ 河南省文物考古研究所等，《三門峽虢國墓》，文物出版社，1999年。

山西侯馬市上馬村東周晉墓⁴⁵

山西臨猗程村春秋晉墓⁴⁶

河南淅川下寺春秋楚墓⁴⁷

河南淮陽馬鞍塚東周楚墓⁴⁸

湖北棗陽九連墩楚墓⁴⁹

陝西隴縣邊家莊春秋墓⁵⁰

陝西扶風黃堆老堡子西周墓⁵¹

陝西陝縣東周秦漢墓⁵²

河北平山縣戰國中山國國王墓⁵³

河北燕下都九女台戰國墓⁵⁴

唯其中（一）、（十）、（十二）三墓之車馬坑已遭人爲破壞而車輪無法勘查，但中山國國王墓（十一）則據遺痕尚可辨識車輪尺寸。現將楚、虢、晉三國之車輪有關數據列於表二至表四，「陝西扶風黃堆老堡子西周墓」、「陝西邊家莊春秋墓」及「戰國中山國國王墓」之數據列於表五。可知除淅川下寺之一輪未獲確定外，並無三十輻者，其他尺寸亦參差無律。即如虢國，雖然按照品位高低墓葬之鼎數已很有制度，並無合乎〈考工記〉的車輪出現。若與前述「上村嶺」虢墓比對⁵⁵亦無同式者。

⁴⁵ 同註 19，頁 238-265。

⁴⁶ 中國社會科學院考古研究所，《臨猗程村墓地》第三章，中國大百科全書出版社，2003 年。

⁴⁷ 同註 25，頁 24-26、47-49、208-210 及 292。

⁴⁸ 河南省文物研究所等，《文物》，1984 年第 10 期，頁 2-17。

⁴⁹ 《聯合報》，2002 年 12 月 23 日「文化版」新聞。

⁵⁰ 《文物》，1988 年第 11 期，頁 14-23、54。

⁵¹ 周原博物館，《文物》，2005 年第 4 期，頁 4-25，頁 26-42。

⁵² 中國社會科學院考古研究所，《陝縣東周秦漢墓》，頁 19，科學出版社，1994 年。

⁵³ 河北省文物研究所，《CUO 墓 戰國中山國國王墓》，頁 305-310，文物出版社，1995 年。

⁵⁴ 河北省文物研究所，《燕下都》，頁 650，文物出版社，1996 年。

⁵⁵ 同註 12。

表二：楚國車輪之尺寸*

車馬坑（時期）	坑（墓）號	車號	輪徑(cm)	牙高，牙寬(cm)	輻數	參考資料
河南浙川下寺 （春秋）	八號墓	(1)	132	6，6	30?	註 47
		(2)	120	？，6	？	
		(3)	110	？，6	？	
	三十六號墓	(1)	130	4，4	28?	
		(2)	120	7，4	28	
	二號墓	(4)	？	？	28?	
河南淮陽馬鞍塚 （東周）	二號坑	(4)	136	9.5，5.5	32	註 48
		(7)	146	7	？	
		(13)	136	10	32	
湖北棗陽九連墩(?)					28	註 49

*依〈考工記〉所載輪徑應為 152.5 公分或 145.5 公分。

表三：虢國車輪之尺寸*

車馬坑（時期）	坑（墓）號	車號	輪徑(cm)	牙高，牙寬(cm)	輻數	參考資料
三門峽，西周（虢）	一號墓(虢季)	(1)	138,147 (橫)	8，5.5	22	註 44
		(2)	134,146 (橫)	7，5	26	
		(3)	133,140 (橫)	6，5	24	
		(4)	146,122 (橫)	6，5.5	26	
		(5)	86,144 (橫)	6，5	26	
		(6)	152,136 (橫)	6，5	26	
		(7)	122,136 (橫)	6，5	18	
		(8)	140,134 (橫)	6，5	26	
三門峽，西周（虢）	二號墓(梁姬)	(1)	134,140 (橫)	7，5	24	註 44
		(2)	？	7，5	25	
		(3)	140 (橫)	7，5	22	
		(4)	156,140 (橫)	7，5	23	
		(5)	144 (橫)	7，5	26	
		(6)	140 (橫)	7，5	22	
		(7)	148 (橫)	6，5	24	
		(8)	134,140 (橫)	7，5	25	
		(9)	126(橫)	8.5，6.5	？	
		(10)	130 (橫)	6.5，6	？	
		(11)	106,130 (橫)	7，5	24	
		(12)	124,152 (橫)	7，5	？	
		(13)	142 (橫)	7，5	？	

第七屆科學史研討會彙刊

	(14)	142,140 (橫)	6, 5	?	
	(15)	144,136 (橫)	7, 5	20	
	(16)	140 (橫)	7, 5	?	
	(17)	96 (橫)	7, 5	?	
	(18)	?	7, 5.5	?	
	(19)	120 (橫)	6, 5	?	

*依〈考工記〉所載輪徑應為 131.3 公分或 125.4 公分。

表四、晉國車輪之尺寸*

車馬坑（時期）	坑（墓）號	車號	輪徑(cm)	牙高，牙寬(cm)	輻數	參考資料
上馬村，東周（晉）	1 號坑	(1)	145	6, 5	35	註 45
		(2)	132	6.7, 6	32	
		(3)	133	7.6, 6	32	
	1 號坑	(1)	140	8, 7	?	
		(2)	137-140	8, 6	?	
		(3)	137	8, 6	?	
		(4)	140	8, 6	?	
		(5)	140	10, 7	?	
	3 號坑	(1)	134	8, 7	29	
		(2)	138	8, 6	21	
		(3)	134	8, 7	29	
臨猗程村，春秋(晉)	M0026 坑	(1)			26	註 46
		(2)	132	7.5, 5	28?	
		(3)	140	8, 5	28?	
	M0027	(1)	140	7.5, 6	26	
		(2)	135	8, 6	26	
	M1009	(1)	136	9, 4.8	26	
		(2)	130	6.5, 3.5	26	
		(3)	137.5	8.5, 4	26	
		(4)	136	8.5,	26	
		(5)	137	9, 5	26	
	M1058	(1)	130	7, 4	26	
		(2)	135	8.5, 4	26	
		(3)	129	8, 4	26	
	M1061		140	7, 5	?	
	M1063		135	8.5, 4.5	26	
	M1076		137	8, 4.8	26	

*依〈考工記〉所載輪徑應為 152.5 公分或 145.5 公分。

另自表五而知，在已發現之一些輪徑較短的「小車」，其輻數並不少於同墓或其他墓中的「大車」。故知「輻數」和輪之大小原無相關性，車輪非三十輻表示未依〈考工記〉的規定製作。

表五、輪徑與輻數

車馬坑（時期）	坑（墓）號	車號	輪徑(cm)	牙高，牙寬(cm)	輻數	參考資料
陝西邊家莊春秋墓			115		16(18?)	註 50
河北中山國國王墓		(1)	88	7, 3.1	22(26?)	註 53
		(2)	85	6.5-7	26	
		(3)	80	7	26	
		(4)	80	6.5, 3.5	26	
陝西扶風老堡子西周墓	95FHM41		120（2 個）	?, 4	12	註 51
			98（2 個）	?, 4	12	
	96FHM70		150（2 個）	4, 7	22	
	96FHK67		130（4 個）		22	
	96FHK38		160(?) (4 個)		22	

六、成書時代及實用價值問題之討論

〈考工記〉「原著」之成書年代眾說不一，筆者 1991 年推測其大約編成於秦漢時期之一主因是「六齊」略去許多東西周常用之器物，卻有盛行於漢的「鏡」。因而推測〈考工記〉大約編成於秦漢時期。1998 年以「輪輻三十」乃戰國中晚期的觀念，而〈考工記〉雖言用「漆」並無有關「漆人」的記載，似有可能與從戰國末期至西漢以漆為奢侈品之觀點有關。而秦始皇陵兩銅車及兵馬俑坑之三木戰車輪也為三十輻，但僅有秦始皇陵一號銅車之牙圍/輪徑合於〈考工記〉的規定。故認為此規定可能起於秦始皇（秦王政）時期。

唯據近年的報告，春秋戰國鏡出土甚多。如湖南長沙楚墓、陝西塔兒坡秦墓、山西侯馬喬村戰國至秦時墓⁵⁶等均是。且「鏡」有特殊用途，冶鑄要求也不同，原宜特別列出，筆者前以有「鏡」而推測〈考工記〉有編成於漢時可能之觀點顯然有誤。另依新出有關山東章邱市洛莊西漢墓編鐘的報告⁵⁷，知甬鐘形制與其他出土的西漢編鐘近似，銑間與銑長比並非〈考工記〉規定的 0.8，而多在 0.85 以上甚至於有許多大於 1 之例。因此可由之反證〈考工記〉雖經漢時人所補，但非漢代之創作。夏緯英先生也自農

⁵⁶ 山西省考古研究所：《侯馬喬村墓地》，頁 379-384，科學出版社，2004 年。

⁵⁷ 王清雷，《文物》2005 年 1 期，頁 62-68。

業觀點否定漢人補作之說。⁵⁸

〈考工記〉之「原著」之究成於何時？則眾說不一。清初大學者江永倡「東周後齊人所作」⁵⁹的說法，近人陳直先生則以為此書有楚人所附益⁶⁰。一般研究者多以〈考工記〉的用字或敘述為「斷代」之依據。唯後人可採前人之語句入篇，故依淺見，史景成先生「作於陰陽五行說盛行之戰國晚期」說^{61、62}應為上限，不會更早。

現再分析〈考工記〉是否具有實用價值的問題。筆者依出土禮器、樂器、兵器和車輪之實物尺寸等數據，應可確定非先秦時期「手工業技術規範的總匯」。對於當前中國科學史界有種看法，也擬加評議。如戴吾三先生認為「〈考工記〉所記載的是官府手工業，而非民間手工業」，「〈考工記〉所記載的器物多為軍品或宮廷用品」⁶³，但仍不合事實。例如上文述及之「曾侯乙墓」，「中山國國王墓」，虢國「虢季墓」與「梁姬墓」，和「晉國趙卿墓」⁶⁴等王侯貴族墓之出土者並不符〈考工記〉所規定，且各墓中同類器物亦不一致。又如浙川下寺楚墓 26 枚「王孫誥甬鐘」的各部位比例乃有差異⁶⁵。換言之，先秦時期各國雖都有相當發達的手工業技術，卻似無任何「官府技術規範」。

秦國自昭王破趙滅周（公元前 260 及 256 年）已具吞併天下之勢。秦王政親政（公元前 239 年）以後重用李斯（楚人）、尉繚（魏人）、蒙驁（齊人）等各國才士，一方面加強武力而另一方面建立規章制度，為統一華夏之豫。⁶⁶〈考工記〉極可能即採納各國經驗，而成於此一時期。秦一統天下後，設「九卿」，其一為「少府」。「少府」下有「考工室」之官，⁶⁷可為一證。唯始皇帝登基後十六年（公元前 221 年至 206 年）秦亡，〈考工記〉所述未得流行。留下秦陵兩銅車及兵馬俑坑三木戰車有三十輻之輪，及一號銅車合於〈考工記〉所述「六分其輪崇以其一為之牙圍」之關係。

⁵⁸ 夏緯英，《周禮書中有關農業條文的解釋》，農業出版社，1979 年。

⁵⁹ 江永，《周禮疑義舉要》，卷六〈守山閣叢書本〉

⁶⁰ 陳直，《文史》第三輯，頁 70-72，1963 年。

⁶¹ 史景成，《書目季刊》五卷三期 3-23 頁，1971 年。

⁶² 梁任公先生早有「戰國末」之說（註 5a，369 頁），但例證有誤，見註 61。

⁶³ 註 5b，2 頁。

⁶⁴ 山西省考古研究所：《太原晉國趙卿墓》，文物出版社，1996 年。

⁶⁵ 同（註 1），頁 140-178。

⁶⁶ 姚秀彥，《秦漢史》（臺北）里仁書局，1981 年。

⁶⁷ 同註 1。

七、餘話

筆者以爲〈考工記〉一書可能乃秦始皇（秦王政）時期所編成，但極少付諸實用之事實。〈考工記〉之價值不在於是否爲「手工業技術規範的總匯」，而在於由其內容可了解那時中國人對於「科學」的認識程度。例如「輪人」一節中敘述做車輪之法，有「揉輻必齊，平沈必均」及「水之，以砥其平沈之均也」⁶⁸的句子。說明車輪必須整體均勻，轉動效果才好。知道把木製車輪放在水裡，由其浮沈的深淺來判斷是否已勻稱，證明那時的人已能了解浮力原理。⁶⁹又如聞人軍先生曾闡述〈考工記〉的流體力學知識。⁷⁰這是〈考工記〉之價值所在，有待科學史研究者努力以赴。

乙酉年處暑日完稿

⁶⁸ 《周禮注疏》卷 39，頁 17、頁 19。

⁶⁹ 劉廣定，《中華科學史同好會會刊》第一期，頁 2-5，2000 年。

⁷⁰ 聞人軍，《自然科學史研究》3 卷 1 期，頁 1-7，1984。

Further Studies on *K'ao Kung Chi*

LIU Kwang-Ting, Department of Chemistry

National Taiwan University

Abstract

The results of previous studies on *K'ao Kung Chi* by the present author in 1991 and 1998 were briefly described. The recipes for making bronze articles were considered impractical, and the specifications on the shape or size were found incompatible with the actual specimen of bronze items and wooden wheels from archaeological discoveries. Examinations on the length of the handle of the unearthed weapon SHU also indicated the inconsistency with that stated in *K'ao Kung Chi*. More data about dagger-axes (KO), swords, bells and wheels collected since 1998 were found in line with previous conclusions. It is suggested that *K'ao Kung Chi* is likely a production when the first emperor of Chin Dynasty, Shi-Huang-Ti, has been in power.

銅鼓的傳播與發展及其反映的文化多樣性*

萬輔彬

廣西民族學院 南寧

蔣廷瑜

廣西博物館 南寧

摘要

具有科技文化象徵的銅鼓，在中國南方和東南亞流傳了 2700 年之久，最初發源于雲南，然後向東、向南、向北廣泛傳播，在傳播過程中，使得冶鑄技術和銅鼓文化不脛而走，並與當地民族文化融合，鑄造技術和藝術不斷創新和發展，形成了若干極具地域特色的類型，不僅反映了銅鼓社會功能的變化，也反映了不同地域不同民族文化的多樣性。

關鍵字：銅鼓、傳播、發展、文化多樣性

世界上絕大多數鼓都以皮膜發聲，稱為膜鳴樂器。數以千計出土於中國南方及東南亞諸國的銅鼓，則“鑄銅為之，虛其一面，覆而擊其上”。極具地域特色和科技文化象徵的銅鼓已流傳 2700 年之久，最初從炊具中分離出來成為打擊樂器，後來發展成為祭祀用的神器，指揮作戰用的軍鼓和權力象徵的重器，最後又回到民間作為樂器。這千古流傳的神奇的青銅藝術瑰寶，至今還活在中國南方和東南亞一些國家的民族之中，不但以它雄渾的音色給眾多古老民族世代帶來歡樂，而且以它無窮無盡的奧秘，誘發著人們不斷去思考和探索¹。銅鼓作為中國南方和東南亞古代族群的一種文化象徵，它涉及到這些民族的經濟、技術、文化等各個方面，滲透於生活的各個領域，對它進行跨學科研究，將使銅鼓研究不斷引向深入²。

* 基金項目：2003 年國家社科基金資助項目“銅鼓文化的保護、繼承與發展研究”（專案批准號：03 B M Z 016），本文為階段性成果之一。本文已刊載於《藝術與科學》，卷 2(2006.2)。

¹ 蔣廷瑜：《銅鼓通論》，紫禁城出版社，1999 年。

² 萬輔彬：越南東山銅鼓再認識和銅鼓分類新說，《廣西民族學院學報》（哲學社會科學版），2003 年第 6 期。

一、銅鼓起源給我們的啟示

欲說銅鼓的傳播，必先究其起源。關於銅鼓起源于何物說法較多、有源于皮鼓說、源于鐃於說、源於木臼說，似乎都有些道理，但源於銅釜說，隨著考古證據的有力支持，日益被人們認同。

1964 年，在雲南祥雲縣大波那木槨銅棺墓中出土一面鼓形釜及銅鼓，馮漢驥在《雲南晉寧出土銅鼓研究》一文中明確指出：“祥雲大波那銅棺墓中這種形狀的銅釜及銅鼓的發現，給了我們以明確的啟示，說明了早期銅鼓……是從銅釜發展而來，所以打擊面只有一面而非兩面”。

1975 年，考古工作者從雲南楚雄萬家壩的一座春秋晚期 23 號墓的棺底墊木之下挖出 4 面銅鼓。這 4 面銅鼓的外表都很粗造，鼓面小，……引人注目的是，鼓面上有煙炆，說明它們曾作炊具用過。經碳 14 測定，這一墓葬距出土年代為 2640±90 年。萬家壩墓的發掘簡報指出：“萬家壩所出銅鼓，是迄今為止我國經科學發掘的銅鼓中之最原始者。這批銅鼓大部分鼓表面有煙痕，明顯曾作炊爨之用；與此同時，有的釜又是利用銅鼓改制的，如 M1:1。這些都足以證明本地的銅鼓不但是從釜發展而來，而且尚停留在樂器、炊器分工不十分嚴格的初期階段。這對於解決銅鼓產生的時代、地點以及追溯其發展的源流，都具有重要的意義。”³這一結論已逐漸為國內外學者認同。大量證據表明“滇池和洱海之間這塊富饒美麗的地方就是銅鼓與銅鼓文化的發源地”。⁴

上述事實給我們什麼樣的啟示呢？我們認為：

1. 銅鼓文化出現是社會發展需求的必然產物

銅鼓作為一種樂器為何從釜演變而來呢？我們知道，音樂產生於生產勞動過程中，石器時代，人們經常打製石器，發現一些形狀特別、石質較硬的石塊，能發出悅耳的聲音。這樣的石塊就成了當時伴奏歌舞的樂器。我國春秋時期輯成的《尚書》益稷篇裏有這樣一段話：“擊石拊石，百獸率舞”，說的是一些人敲擊、拍打著石頭，許多人便合著節拍跳起模仿百獸的舞起來，我們今天還可以在考古發掘中看到石製的樂器，例如，湖北隨縣鼓墩出土的石磬。新石器時代有了陶器，人們在興高彩烈的時候，會情不自禁地敲擊身邊的陶器。新石器時期的陶釜不僅是人們日常生活必需的器具，由於它具有一切鼓類樂器的共性——有打擊面和共鳴腔，因此適合做打擊樂器。可以設想，當年人們在用陶釜煮食之後，在高興之時，有人吁

³ 張增祺：銅鼓的起源與傳播，《古代銅鼓學術討論會論文集》，79-86 頁。

⁴ 李曉岑：雲南早期銅鼓礦料來源的鉛同位素考證，《考古》，1992 年第 5 期。

呀而歌，有人手舞足蹈，有人隨手擊打身邊的陶釜以合拍。

到了銅器時代，銅釜的音響效果比陶釜更好，也可以經受較重、較長時間的打擊而不破。然而這種炊具和樂器兼用的銅釜要轉變成樂器銅鼓，還必須取決於社會的需要。在當時的奴隸社會裏，首先取決於奴隸主的需要。爲了祭祀祖先、神靈或取樂，奴隸主總是養著一大批以唱歌、跳舞、奏樂爲專職的樂舞奴隸，在發現銅釜有較好的音響效果後，就把銅釜當作樂器使用，並不斷讓人去改進它，首先是把打擊面加大，並在外表加以裝飾。這樣專門用來作爲樂器的銅鼓便應運而生了。到後來，滇王對銅鼓的聲音和造型有越來越高的要求，鑄造銅鼓的銅鼓師也就產生了，他們不斷創新，不斷改良鑄造工藝，使銅鼓日臻完美，成爲權力和財富的象徵。⁵

仔細想來，南方青銅文化發展與中原地區青銅文化的發展過程有相似之處，卻又迥然不同，在中原，鼎由食器變成了重器，擁有鼎之多少，鼎的大小成爲權力和等級的象徵。銅釜則由食器發展成爲先是樂器的銅鼓，最後也發展成爲重器。“得鼓二三，便可僭號爲王。”⁶

2. 南方流行銅鼓的自然環境與文化環境

銅鼓不但在中國南方廣泛流傳，而且在東南亞八個國家（越南、老撾、緬甸、泰國、柬埔寨、馬來西亞、印尼、新幾內亞）都有出土，分佈地區緯度低，炎熱多雨，土地卑濕，皮鼓在這種環境下容易受潮。皮鼓一受潮就會失去張力，聲音變得低沉短促，木腔皮面也容易黴爛。進入青銅時代後，南方民族懂得用銅、錫、鉛合金製造的器物，即使在雨地裏敲擊，同樣會發出清脆的響聲，所以用青銅制鼓，獨受南方民族青睞。北方也曾有過仿木腔皮鼓做成上下皆有鼓面的銅鼓，一件是容庚所著《殷周青銅器通論》著錄的據說是商代的《雙鳥饕餮紋鼓》可惜這件標本早已流出國外，在國內只能看到它的圖樣。另一件是 1977 年在湖北崇陽大市河邊發現的，形制與前者仿佛。這類銅鼓均非敲之以作樂的鼓，至爲罕見。自古至今，北方一直流行木腔皮鼓而無銅鼓流行。

銅鼓在南方誕生並廣泛流傳，最主要還是南方社會文化使然。銅鼓脫胎於銅釜後其社會功能不斷擴展。隨著社會經濟的發展，人們精神上的追求，以及圖騰崇拜意識影響，銅鼓的功能、作用也愈來愈變得富多彩：“用作獵首、樂器、重器、賞賜、貯貝、葬具、禮器”。大量出土器物上的歌舞、娛樂場景以及四川省珙縣“燹人”懸棺崖畫、廣西寧明駱越人花山崖畫（圖 1）都有銅鼓形象。這些傳統功能一直沿襲至今。

⁵ 萬輔彬：銅鼎與銅鼓社會文化功能比較研究，《廣西民族研究》2003 年第 5 期。

⁶ 同註 5。

銅鼓本身又是民族文化的載體，從銅鼓身上的圖案、立體飾物和銅鼓的社會功能多角度的反映了當時鑄造和使用銅鼓的民族生產、生活、社會活動情形以及他們的精神追求和審美體現。



圖 1 花山壁畫中的銅鼓

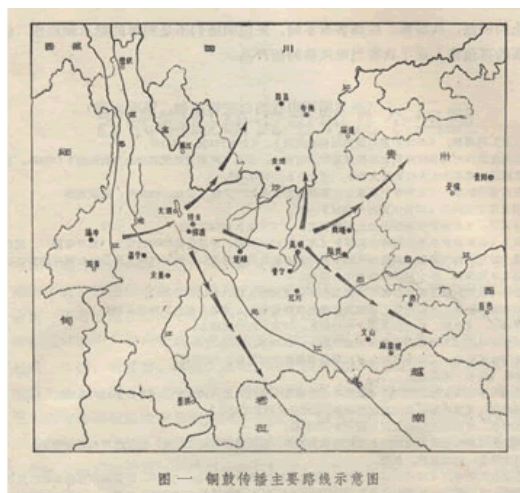


圖 2 銅鼓傳播主要路線示意圖

二、銅鼓文化與鑄造技術的傳播

代表歷史文化的器物，隨著民族的遷徙、戰爭的推移和經濟文化交流，以交換、貿易、征服、劫掠等方式播遷，無論是中原文化或少數民族文化都是如此。這種相互滲透的作用，使得冶鑄技術和銅鼓文化不脛而走，並且與當地民族文化融為一體，有所創新，使之得到不斷的發展。

1. 銅鼓文化的分佈範圍不斷擴大

銅鼓從銅釜分離出來成為專門樂器，時間是西元前 7 世紀左右，中心地點在我國雲南中部偏西地區，當時生活在那裏的民族是濮人，濮人與百越民族有密切的聯繫。他們是通過巨川大河互相往來的。戰國晚期至漢代，銅鼓由發祥地逐漸東移，首先在滇池地區的晉甯、江川、呈貢等地由滇人之手發展成為形制成熟的石寨山型，這一時期銅鼓鑄造技術大大提高了一步，比以前更為精美，給銅鼓文化帶來了耳目一新的局面，這也是社會生產力發展、技術進步、文化發展的縮影和必然產物，銅鼓文化跨入了輝煌時期。石寨山型銅鼓逐漸呈扇形向東、南、北三個方向傳播開去。(圖 2)

滇池往東，石寨山型銅鼓一路由南盤江經貴州和廣西交界地區，並經

紅水河傳播到百濮族群中的句町和夜郎地區。最東到達烏潯人聚居地區。另一路通過西洋江、馱娘江順流而下首先在廣西的西林、田林傳播，極易到達右江河谷，在右江河谷不僅出土了石寨山型銅鼓，而且也出土了萬家壩型銅鼓（田東縣就先後出土了三面）。

滇池往南，經向東南奔流的禮社江到元江，石寨山型銅鼓傳到了紅河三角洲。生活在那裏的是駱越人。由於他們具有較高的農業文化和青銅冶鑄業，使銅鼓鑄造工藝在這個地區獲得了充分的發展，越南東山地區出土的大量銅鼓集中反映了他們的成就，東山銅鼓以其顯著的特點及大規模製作，成為東山文化的代表。

句町、夜郎地區的滇系銅鼓繼續東傳，與北來的楚（漢）文化匯于郁江流域（北流型銅鼓和靈山型銅鼓）、潯江流域（冷水冲型銅鼓），在兩廣地區南部形成一個新的被人們稱為粵式銅鼓的分佈中心。這裏居住著百越族群的後裔烏潯人，也即後來的俚人。他們與北邊的楚、西邊的滇、南邊的駱越密不可分，並把銅鼓傳播到廣東的雲浮和陽江，經雷州半島直抵海南島。

越南北部的一支往南發展，到老撾、柬埔寨、泰國、馬來西亞，遠至印尼的爪哇、蘇門答臘和甘尼安島，往東到卡伊群島的土瓦島，最遠到達新幾內亞。

滇池以北，橫陳著金沙江，使石寨山型銅鼓很便利地散佈到四川南部地區，往東北遍及貴州全省，最東到達湖南西部山區。在貴州和桂西北，經過遵義型銅鼓發展成為麻江型銅鼓。

雲南南部往西，銅鼓文化流入緬甸撣邦地區，在這裏形成一個晚期銅鼓（西盟型銅鼓）的鑄造中心。^{7、8}

2. 銅鼓社會文化功能的發展變化促進銅鼓冶鑄技術的發展變化

據統計，按照合金成分的不同，銅鼓可分為紅銅、錫青銅、鉛錫青銅三種類型。從變化與時代的關係上看，大致的趨勢是錫的含量在春秋時代很低，戰國以後不斷增加。錫與鉛含量的總和也是從春秋、戰國到南朝不斷增加；唐宋到清代鉛、錫、銅比例變化不大，趨於穩定。

⁷ 張增祺：銅鼓的起源與傳播，《古代銅鼓學術討論會論文集》，79-86 頁。

⁸ 胡振東：雲南型銅鼓的傳播與濮人的變遷，《中國銅鼓研究會第二次學術討論會論文集》，142-151 頁。

含金成份之所以有上述變化與社會發展及銅鼓的社會文化功能的變化有著密切的關係。

當銅鼓還未從炊具脫胎出來，作為炊具、樂器兩用的時候，冶鑄水準較低，多為二元錫青銅鼓（即銅錫合金鼓），甚至少數乾脆用紅銅，鑄造的銅鼓表面粗糙，存在氣孔或針孔等缺陷，說明鑄模材料還不講究，做得也不精細，沒有什麼紋飾，即使有也很稚拙簡單，也沒有刻意追求音響效果。

當銅鼓從銅釜脫胎出來，正式成為樂器之後，人們懂得要加一定含量的錫，不僅音響效果得到改善，熔點也可以降低，而且改善合金鑄造性能，提高鑄件的強度和硬度，不斷改善音響效果。

但錫的含量不能無限制地增加，當它超過 6%時，青銅的脆性便逐漸增大，合金的延伸率急劇下降，鑄件的機械性能就會變差，用這種合金鑄造出來的銅鼓經不起長期敲擊。如果加入一定數量的鉛去代替部分錫，不僅可以起到降低熔點的作用，而且因為鉛在青銅合金中屬於軟的基體組織，可以有效地避免高錫青銅的脆性。用這種合金鑄造出來的銅鼓，可以經得起長時期的敲打而不致於破裂，音響效果也不錯。⁹

當銅鼓演變成象徵權力和財富的重器時，銅鼓做得越來越大，鼓身與鼓面紋飾及立體雕塑越來越複雜、繁縟。相當一部分北流型和靈山型銅鼓（漢代至隋）的面徑在 1 米以上，最大的一面北流型銅鼓面徑竟達 165 釐米。如《後漢書·馬援傳》唐章懷太子注引晉裴淵《廣州記》：“俚僚鑄銅為鼓，鼓惟高大為貴，面闊丈餘。初成，懸於庭，尅晨置酒，招致同類，來者盈門，豪富子女，以金銀為大釵，執以叩鼓，叩竟，留遺主人也。”《隋書·地理志》載：“自嶺以南，……諸僚皆然，並鑄銅為大鼓”，“欲相攻，則鳴此鼓，到者如雲。有鼓者號為‘都老’，群情推服”。當時土地、財產及奴隸俱歸都老、豪酋。

為了鑄成大鼓，就要求鑄造技術進一步改進，不僅模具要做得好，火候掌握得好，還要改善合金銅熔液的流動性。部分冷水沖型鉛的含量加入過多，聲音比較低沉啞澀；北流型和靈山型銅鼓銅含量適當，並在鼓的背面，有規則地鏤削調音，使其達到預期的音響效果，據李世紅和萬輔彬研究發現北流型銅鼓都將聲音調至濁黃鐘，¹⁰顯得莊嚴雄渾。冷水沖型銅鼓花紋繁縟精細，音響效果不怎麼講究，也許更在意誇富，作為錢財、權力

⁹ 北京鋼鐵學院冶金史研究室等：廣西、雲南銅鼓鑄造工藝初探，廣西、雲南銅鼓合金成分及材質的研究，《中國銅鼓研究會第二次學術討論會論文集》，74-131 頁。

¹⁰ 萬輔彬：《中國古代銅鼓科學研究》，廣西民族出版社，1992 年。

的象徵。

到了宋代以後，朝廷在嶺南實行土官制，中央政權加強了控制，以前都老、豪酋的權力不復存在，象徵權力的重器——大銅鼓不再製造，原有體積較大的銅鼓逐漸被埋入地下不再啓用。但銅鼓作為樂器仍在少數民族的村寨中有極大的魅力，回到民眾中的銅鼓體積小、重量輕，而且音響效果好，這就是麻江型銅鼓和西盟型銅鼓，這種銅鼓耗材少，重量輕便于集會慶典時攜帶。這時鉛的含量減少了，銅錫鉛以最有利發揮音響效果的比例來配合。

鑄造技術也幾經發展與變化。大多數銅鼓有合範縫暴露有芯墊，但是全部西盟型銅鼓和部分麻江型銅鼓未見暴露芯墊；部分西盟型銅鼓未見合範縫說明晚期銅鼓鑄造技術有很大提高。早期和中期銅鼓多數是用泥范（陶範）鑄造，西盟型則是用失蠟法鑄而成的。其他類型銅鼓上的青蛙、乘騎、牛、馬、牛、鳥等立體造型裝飾，結構複雜、做工精細，表面又沒有合範縫和焊接或分鑄痕跡，也應是採用失蠟法鑄造的。而失蠟法技術與石寨山銅鼓同時出土的青銅貯貝器上的立體雕塑技術一脈相承。不同類型的銅鼓既有承傳關係，又都有自己的技術特色，並且很多技術高超，大多數已經失傳，今天我們用現代技術來複製都不容易成功，可見古代南方少數民族青銅鑄造工藝達到了相當高的水準。¹¹

三、銅鼓的分類與文化的多樣性

銅鼓在自身的發展過程中，不同時代、不同地區、不同民族，形成各自的特點。專家們從共性之中找出它們的差異，區別它們的時代和原產地，以及鑄造和使用他們的民族，把銅鼓劃分為各種類型。

最早對銅鼓採取科學分類要算德國學者 A.B.邁爾和 W.夫瓦，他們在 1898 年發表的《東南亞的青銅鼓》將 52 面銅鼓按形制和紋飾的不同分為 6 個類型；而奧地利學者黑格爾在 1902 年出版的《東南亞古代金屬鼓》將 165 面銅鼓分成 4 個主要類型和 3 個過渡類型，為銅鼓的科學分類奠定了基礎。此後銅鼓大量出土，更多的人參與研究，特別是中國眾多學者參與深入研究，於 1980 年 3 月在南寧召開的第一次中國古代銅鼓學術討論會上，比較了諸種分類方法，經過反覆討論，大多數學者傾向於以標準器分類，並用出土標準器的地名命名的方法來劃分銅鼓的類型，共分為八種類型，即萬家壩型、石寨山型、冷水沖型、遵義型、麻江型、北流型、靈山型、西盟型。中國的銅鼓學界一直沿用到今天，筆者前不久發表了一篇

¹¹ 同註 9。

文章，對銅鼓分類提出了新的看法。認為 80 年代初期中國剛剛對外開放，銅鼓研究視野基本局限於國內，加上中越兩國當時有著政治上的衝突，兩國學者都在一定程度上受到當時政治氛圍的影響，不能客觀、全面地、科學地對待銅鼓研究。中國銅鼓學界當時的分類未能將東山銅鼓列入其中，應予以修正，筆者建議將銅鼓分為四期十型。¹²

1. 濫觴期 萬家壩型銅鼓

萬家壩型銅鼓是最原始型銅鼓，以雲南省楚雄縣萬家壩春秋戰國時期墓葬出土的一批銅鼓為代表，出土的銅鼓中多面有火薰痕跡，殘留煙炆。其特點是：鼓面特別小，鼓胸明顯外凸，鼓腰極度收束，鼓足很矮，但足徑特大，胸腰之際的四隻扁耳小；花紋簡單、古樸，有一種稚拙味。如將鼓面朝下，即可當銅釜使用。（圖 3）鼓面的太陽紋有的僅有光體而無光芒，有的有光芒而芒數無定，太陽紋之外多為素面，沒有暈圈。鼓胸和鼓足都素面無紋，腰部也只是由幾條縱線



圖 3 萬家壩型

劃分成幾個空格；鼓身的內壁，接近足沿處有簡單的菱形格子紋、爬蟲紋或雲頭紋。萬家壩型銅鼓當屬濮人銅鼓，濮是雲貴高原的土著民族。雲南的元江古稱濮水，濮人沿江居住，是一個很大的族群，濮人屬西南夷的靡莫之屬。《史記·西南夷列傳》記載：“西南夷君長以什數，夜郎最大；其西靡莫亡屬以什數，滇最大；自滇以北君長以什數，邛都最大；此皆魑結，耕田，有邑聚。”從考古資料來看，製造萬家壩型銅鼓的濮人已住杆欄式房屋，有青銅農具梳椎結髮式，與《史記》相合。有的學者把所有萬家壩型銅鼓又按成熟程度分為 4 式，這裏就不細說了。¹³

2. 成熟期 石寨山型和東山早期型銅鼓

石寨山型銅鼓是走向成熟的早期銅鼓，以雲南晉甯石寨山漢代滇王墓葬出土的一批作為樂器乃至重器銅鼓為代表。（圖 4）這類銅鼓面部寬大，

¹² 萬輔彬：越南東山銅鼓再認識和銅鼓分類新說，《廣西民族學院學報》（哲學社會科學版），2003 年第 6 期。

¹³ 李昆聲、黃德榮：試論萬家壩型銅鼓，《考古》，1990 年第 5 期。

胸部突出，足部紋飾豐富華麗，佈局對稱。鼓面中心是太陽紋，光體與光芒渾然一體，三角光芒之間填以斜線，太陽紋之外是一道道寬窄不等的暈圈，窄暈中飾鋸齒紋、圓圈紋、點紋等構成的花紋帶。寬暈是主暈，飾以極有特徵的旋轉飛翔的鷺鳥。胸部也飾與鼓面相同的幾何紋帶，其主暈則是人物划船的寫實圖像，腰部除暈圈組成的紋帶外，還有由豎直紋帶分隔成的方格，方格中飾以牛或砍牛儀式及用羽毛裝飾的人跳舞的圖像。此類銅鼓造型優美，紋飾刻劃細膩。精巧、玲瓏是石寨山型銅鼓的顯著特點，鼓壁薄而均勻，紋飾簡練而作工精細，動物紋飾生動，寫實感濃烈等，特別是牛圖案，慍悍、強壯、兇猛，這些個性特徵和滇人的活動形象地反映在這一時期的銅鼓與其他青銅器物上。黑格爾將此類銅鼓列為第 I 類型中年代較早的那部分，並命名為東山銅鼓（圖 5）。此類銅鼓在中國雲南、廣西發現很多，在越南也有不少發現。我認為可分為石寨山型銅鼓和越南東山早期型銅鼓。二者極為相似，也有明顯區別，石寨山型銅鼓具有喇叭型的截頭圓錐腰，早期東山型鼓則是圓銅形腰；在銅鼓寫實性題材的紋飾分佈上，東山銅鼓鼓面內側擁有樂舞紋，外側擁有翔鷺紋的較多，石寨山型銅鼓外側雖也有翔鷺紋，但內側有鳥類之外的動物紋卻很一般；石寨山型幾何紋飾種類較少，東山銅鼓幾何紋飾種類較多。



圖 4 石寨山



圖 5 東山銅鼓

3. 發展期 北流型、靈山型、冷水冲型和東山晚期型的銅鼓

北流型銅鼓，以廣西北流市出土的銅鼓為代表。這類銅鼓，與靈山型銅鼓形體碩大厚重，一看便顯出權力的威嚴。（圖 6）均為烏潯人所鑄。烏潯人之習慣以《太平御覽》四夷部輯錄最詳：《後漢書》曰：交趾西有噍人國，……今烏潯人是也。《南州異物志》曰：交廣之界民曰烏潯，東界在廣州之南，交州之北。恒出道間，伺侯二州行旅，有單迴輩者，輒出擊之，利得人食之，不貪其財貨也。……出得人，歸家，合聚鄰里，懸死人

中堂，四面向坐，擊銅鼓，歌舞飲酒，稍就割食之。春月方田，尤好出索人。貪得之，以祭田神也。看來，銅鼓與獵首有關。鼓面寬大，邊緣伸出鼓頸之外，有的邊緣下折成“垂簷”，胸壁斜直外凸，最大徑偏下，腰呈反弧形收束，胸腰間斜度平緩，只有一道凹槽分界，腰足間以一道凸棱分界，鼓足外侈，與面徑大小相當，鼓耳結實，多為圓莖環耳，鼓面青蛙塑像小而樸實，太陽紋圓突如餅，以八芒居多。裝飾紋樣多為雲雷紋。原存廣西北流市六靖鄉水冲庵的大銅鼓面徑 165 釐米，殘重 300 多公斤，是迄今所知最大的一面古代銅鼓，被譽為“銅鼓之王”。（圖 7）



圖 6 北流



圖 7 銅鼓王

靈山型銅鼓以廣西靈山縣出土的銅鼓為代表。這類銅型形制接近北流型，黑格爾把它也歸為Ⅱ型，（圖 8、9）中國一些學者把它與北流型鼓一起稱之為粵式鼓，外觀上靈山型銅鼓體型凝重，形象精美。鼓面平展，稍廣於或等於鼓身，邊緣伸出，但不下折，胸壁微突；胸以下逐漸收縮成腰；附於胸腰之際的鼓耳均為帶狀葉脈紋扁耳，鼓面所飾青蛙塑像都是後面二足併攏為一的“三足蛙”，蛙背上飾劃線紋或圓滿紋，裝飾華麗，有的青蛙上又有小青蛙，或“累蹲蛙”。（圖 10）



圖 8 靈山型



圖 9 靈山型銅鼓（上為累蹲蛙）



圖 10 累蹲蛙

冷水冲型銅鼓，（圖 11）是在石寨山型銅鼓基礎上發展起來的，以廣

西藤縣濠江鎮橫村冷水沖出土的銅鼓為代表。這類銅鼓體型高大輕薄，花紋繁縟，有明顯的展示財富的用意。鼓面寬大，但不出沿或稍稍出沿。鼓胸略大於面徑或與面徑相等，稍微膨脹，不凸出，鼓腰上部略直，最小徑在中部，鼓足較高，與胸部高度略等，鼓耳寬扁，飾瓣紋，有的在四耳之外，還有半圓莖拱小耳一對。紋飾總的特點是瑰麗而繁褥，漸趨抽象。鼓面中心太陽紋基本固定為 12 芒，芒間夾實心雙翎眼墜形紋，鼓面邊沿普遍有立體蛙飾，反映當地民族對青蛙的特別情感，有的學者認為是一種圖騰崇拜。在青蛙之間有的再飾騎士騎馬、牛、水禽、龜等塑像，鼓面、鼓身遍飾各種圖案花紋，主暈為高度圖案化的變形羽人紋和變形翔鷺紋。鼓胸多有變形舞人圖案和細方格紋，鼓足多有圓心垂葉紋。(圖 12、13、14)

東山晚期型銅鼓，是承接東山早期型銅鼓的。面徑多小於胸徑，2 至 4 弦分量，鼓面 4 只青蛙背部多有十字交叉紋樣。(圖 15)



圖 11 冷水沖

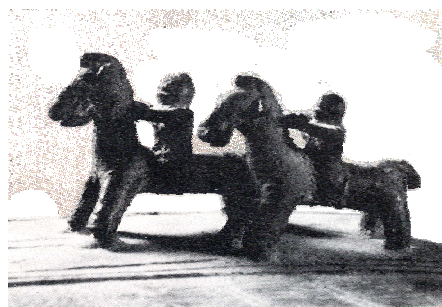


圖 12 乘騎塑像



圖 13 遊旗紋



圖 14 翔鷺紋



圖 15 東山晚期型銅鼓鼓面

4. 遵義型銅鼓

遵義型銅鼓，以貴州省遵義市南宋播州土司楊粲夫婦墓出土的銅鼓為代表。（圖十六）其特點鼓面無蛙，但有蛙趾裝飾，面沿略伸於鼓頸之外，面徑、胸徑、足徑相差甚微，胸、腰、足各部的高度相當接近，胸腰間緩慢收縮，無明顯分界線，胸腰際有大跨度扁耳兩對。紋飾簡單，幾何紋用同心圓紋、連續角形圖案、羽狀紋、雷紋構成，主紋則是一種由一個圓圈綴兩條飄動的帶子組成的遊旗紋。



圖 16 遵義型

5. 麻江型銅鼓

麻江型銅鼓，以貴州省麻江縣穀硐火車站一座墓出土的銅鼓為代表。（圖 17）唐宋時期，中國南方銅鼓逐漸從嶺南地區東部淡出，往西南和西北轉移，使用銅鼓“蠻”人最多。這類銅鼓的特點是，體形小而扁矮，鼓面略小於鼓胸，面沿微出於頸外，鼓身胸、腰、足間的曲線柔和，無分界標誌，腰中部起凸接一道，將身分為上下兩節，胸部有大跨度的扁耳兩對。依紋飾的變化，可以分為 3 式。

I 式，鼓面一般都有兩暈乳釘紋，太陽紋芒間填以翎眼紋，主暈施以寬大遊旗紋或燕尾遊旗紋，或施以複雜的符籙紋，或配以十二生肖紋，鼓身花紋一般分上中下 3 段。

II 式，太陽紋光芒粗短，芒間夾以簡體翎眼紋或稍加變化了的墜形紋，主暈常用長條遊旗紋、繁體人字足遊旗紋和桃符紋，鼓身花紋有的也飾剪影式 12 生肖紋或八卦紋，多分為上中下 3 段，有的只有上下兩段。（圖 18）



圖 17 麻江型

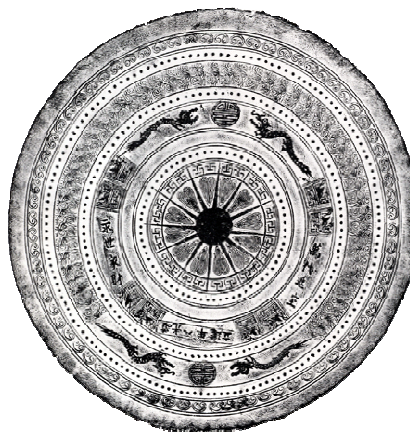


圖 18 麻江型銅鼓鼓面拓片

Ⅲ式，鼓面大都飾 3 層乳釘紋，並多使用人物紋、動物紋、植物紋；也有的鼓面太陽紋光芒細長，芒間飾複綫翎眼紋，主暈除二短游游旗外，還有三游游旗紋，線游旗紋、變體游旗紋、櫺花紋、雙龍紋、壽字紋、線畫十二生肖紋等；有的還有吉祥短語銘文；有的鼓背面還有動物紋、植物紋、壓勝錢紋以及人物故事線描圖畫。幾面有年款銘文的銅鼓可作為晚期麻江型銅鼓的斷代尺規，麻江型銅鼓活躍的時代最長，早期當在北宋到明初，中期為明中葉到末葉。晚期為清道光前後。麻江型鼓諸多銘紋和十二生肖、八卦等都反映中原文化的影響，黔南、桂西北壯族、布依族、瑤族、水族、苗族群眾，至今遇節日喜慶或喪葬祭之時都要敲擊銅鼓。

6. 西盟型銅鼓

西盟型銅鼓，以雲南省西盟佤族地區仍在使用的銅鼓為代表。（圖 19）這類銅鼓主要作為樂器，器身輕薄，形體較瘦，鼓面寬於鼓身，邊沿向外伸出，鼓身為上大下小的直筒形，胸、腰、足沒有分界線，鼓面太陽紋一般為 8 芒或 12 芒，三弦分量，暈圈多而密，紋飾多小鳥、魚、圓形多瓣的團花，米粒紋。鼓面有立體青蛙，常見二蛙或三蛙甚至四蛙疊踞。有的鼓身縱列立體的象、螺螄、玉樹等塑像。黑格爾稱為Ⅲ型鼓。



圖 19 西盟型

綜上所述，古代銅鼓類型繁多，形態各異，所反映的文化藝術豐富多彩，可以說是南方少數民族的一部百科全書，由於地域的不同、民族的不同、歷史進程不同，銅鼓在傳播與發展過程中，不斷變化，可以說異彩紛呈，充分反映了文化的多樣性。

四、多姿多彩的銅鼓文化還活在中國的南方和東南亞

已流傳 2700 多年的銅鼓，在中國南方和東南亞大部分地區已相繼退出歷史舞臺，只留下某些遺跡和歷史的回憶。但在中國南方及東南亞部分地區，仍然保存著使用銅鼓的古老習俗，成為綿延千古的“活化石”。就目前所知，保留銅鼓文化活化石的地區有兩大塊；一塊是中國南方貴州黔南和廣西桂西北接壤地區，這個地區往南到雲南的文山、紅河地區，並伸入到越南西北部地區；另一塊是中南半島北部，以緬甸東部撣邦高原與老

過、泰國交界的山區爲中心，往北伸入中國雲南南部邊境。這兩大塊地區互相靠近，繼續銜接，生活著壯侗語族的壯族、布依族、水族、侗族、泰族，苗瑤語族的苗族、瑤族，藏緬語族的彝族，孟——高棉語族的佤族、克木人等。¹⁴

2. 壯族

現代壯族使用的銅鼓，除極個別的冷水冲型銅鼓外，幾乎爲青一色的麻江型銅鼓。據梁富林 1992 年對河池地區 9 個縣市的調查，現存銅鼓 1417 面，其中確定爲壯族使用的銅鼓 730 面他們將銅鼓分爲公母，一般都需配對使用。

迎親喜慶、跳銅鼓舞、送葬、正月初二迎銅鼓進寨都打銅鼓。(圖 20) 紅水河流域的壯族使用銅鼓最頻繁、最莊重的是青蛙節（俗稱螞蟲另節、蛙婆節）其突出的特點是活動每個的環節都離不開銅鼓，無論是請螞蟲另、遊螞蟲另、孝螞蟲另還是葬螞蟲另，都以銅鼓爲先導。此習俗起於何時，今已無可考。

更值得關注的是，當今廣西壯族自治區官方、民間以及學者、文化人都把銅鼓作壯族文化的一個重要象徵，在現代化建設中不忘弘揚民族傳統文化。例如：廣西文化藝術最高獎命名爲銅鼓獎，南寧最大的公園（青秀山公園）建有銅鼓歌台、歌台內赫然聳立一組巨大的銅鼓與銅鼓文化石雕，南寧國際民歌節也以銅鼓作爲舞臺背景，廣西博物館不僅有銅鼓展，在民族文物苑還建有巨大的銅鼓狀展廳，河池地區建有銅鼓廣場，已舉辦了兩屆銅鼓山歌藝術節、還組建了銅鼓藝術團，百色地區在城東的山上建了一個規模宏大的銅鼓廣場、廣場上聳立著一座宏偉的銅鼓樓、樓內懸掛了新鑄的一面面徑超過 2 米的大銅鼓，“銅鼓之王”的故鄉北流市以銅鼓組成的雕塑作爲城標，進京匯演獲獎的舞蹈也有《鼓魂》，銅鼓紋飾圖案在壯錦、服飾、建築裝璜中則到處可見。可以說銅鼓文化對廣西壯族自治區的影響無處無時不在，傳統的銅鼓文化正激勵著壯族人民在新的征程中奮進。

2. 布依族

生活在紅水河彼岸的布依族稱銅鼓爲“連”或“那連”。傳說銅鼓是布依族始祖布傑向天神討來的。沒有銅鼓之前，老人死後只能下到十二重地獄裏去受熬煎。有了銅鼓之後，只要敲響銅鼓，天神就會將死去的老人靈魂接上十二重天。以前布依族村寨都有銅鼓，現在有的村還有，也都是麻江

¹⁴ 蔣廷瑜：《銅鼓通論》，紫禁城出版社，1999 年。

型的，凡遇過年、隆重節慶，都會拿出來敲奏作樂。舉行砍嘎（殺牛祭喪）為老人辦喪事時，只有鬼師才能使用。

3. 水族

水族是個酷愛銅鼓的民族，貴州三都水族自治縣民間還有 314 面，其中 287 面是水族收藏使用。素有“敲鼓過端好賽馬，敲鼓過卯好唱歌”的說法。（圖 21）

端節是水族的年節，村村寨寨敲銅鼓，打皮鼓、登高、賽馬。

陰曆六月的卯節，除了上卯坡（傳統歌場）縱情歌唱外，也常將銅鼓拿出來懸於廳堂，和親戚鄰里一起敲奏娛樂。

在其他的歡慶日子裏，如迎親、蓋新房，總要把銅鼓懸掛起來，讓八方來客敲奏作樂。老人過世時，將銅鼓當作更換壽衣的坐墩，祭祀時，不停地敲銅鼓驅逐邪惡，追悼亡靈。

水族蠟染，常模取銅鼓花紋，水族小孩戴的銀鈴帽，後面正中掛的 7 串響鈴中有兩個小銅鼓。



圖 20 壯族打銅鼓



圖 21 水族打銅鼓

4. 侗族

居住在廣西、貴州、湖南三省交界處的侗族，尊敬銅鼓、珍愛銅鼓，把銅鼓稱為“孔明鼓”。有銅鼓的人家，視銅鼓為保護神。春節期間侗族都要擊銅鼓鬧年迎春，而擊鼓的絕大多數是穿上民族盛裝的婦女，這是一道亮麗的風景線。

5. 苗族

居住在貴州清水江和都柳江流域雷山、丹寨、台江、黃平、凱裏、施秉、鎮遠的苗族，使用銅鼓很普遍，廣西融水、南丹的苗族也還使用銅鼓。

雷山苗族的銅鼓主要用於過苗年、嘗新、蓋新房和“吃牯𦍋”，凱裏禾寨苗族的銅鼓用於蘆笙節，南丹中堡苗族的銅鼓主要用於過春節和喪葬，貴定仰望苗寨的銅鼓只用於喪葬。

“吃牯𦍋”是苗族的重要宗教活動，稱為“囊疆牛”，現在又稱“鼓社節”。正規的吃牯𦍋每隔 13 年舉行一次，以一個村寨為單位，邀請外寨參加，有一系列儀式和娛樂活動，主要內容是祭祀祖先和祈求豐收。屆時要椎殺水牛數頭。這時銅鼓齊鳴，為殺牛製造莊嚴熱烈的氣氛。

居住在貴州雷公上下的苗族，至今還保留著以十月為歲首的周代紀年法，每年陰曆十年第一個兔日開始過苗年，苗年的第 6 天，即猴日的午後，保管銅鼓的寨老用香紙、鞭炮、米酒、鯉魚等“醒鼓”，開始帶領全村男女老少跳銅鼓舞，在莽筒、蘆笙伴奏下，踏著銅鼓的節拍，圍著銅鼓柱跳舞，稱之為“踩銅鼓”。

6. 瑤族

使用銅鼓的只是瑤族中的布努族系。相傳銅鼓是創世女神密洛陀留給布努瑤的傳家寶。布努族系的番瑤，過去每遇重大事件，都以擊銅鼓為號，傳遞信息。每年種下莊稼後，都要擊鼓跳舞，祈求豐收。舊曆五月二十九日是番瑤的年節——祝著節，主持人在高山頂上敲銅鼓，各村寨的人聞聲趕來，擊鼓跳舞熱鬧非凡。（圖 22）

南丹白褲瑤砍牛送葬打銅鼓的場面更為壯觀，常常二三十面銅鼓同時演奏，每面銅鼓有一人敲打，另一人用木桶在銅鼓後面“接音”，調節共鳴。

7. 彝族

彝族是較早使用銅鼓的民族，據傳，播勒土司的“九重宮室”中陳列了 9 面銅鼓。最典型的是雲南文山州廣南、富寧的彝族，一年一度的跳弓節，要跳三天三夜的“銅鼓舞”，他們過節不祭神，只跳舞自娛，蓋新房要跳舞，死了老人要跳舞、跳舞時都用銅鼓伴奏。銅鼓不用時，埋在土中，用時，把它挖出來。（圖 23）

分佈于越南河江省和高平省的侬侬族(LoLo)也還保存和使用銅鼓，河江省同文、苗秣、安明 3 縣侬侬有 22 面銅鼓，高平省侬侬有 8 面銅鼓。侬侬認為銅鼓和天地一樣古老，用來祀天地、祀社神、做喪禮。



圖 22 瑤族打銅鼓



圖 23 彝族打銅鼓

8. 傣族

傣族使用的銅鼓多為西盟型鼓，俗稱“蛤蟆鼓”，逢開門節、關門節敲擊，逢潑水節等節日抬銅鼓出行。

9. 佤族

佤族稱銅鼓為“格老”，佤族銅鼓多集中在西盟的大佤地區，使用銅鼓是佤族文化傳統之一，主要用於死人、失火和舉行宗教活動。

西盟佤族銅鼓和緬甸、泰國流行的銅鼓同屬一類，而緬甸克耶邦是這種銅鼓的鑄造中心，威當城是鑄造最盛的地方，很可能，阿佤山的銅鼓就是很早以前由克耶邦輾轉傳入的。

10. 克木人

克木人是中南半島上一個人數不多，但分佈較廣的民族，居住在老撾、越南、泰國、緬甸的崇山峻嶺之中。他們也使用西盟型銅鼓，在春耕儀式和喪葬儀式中敲打銅鼓，他們相信只要敲擊銅鼓，天神就會下凡來幫助他們。

此外中越交界的普剎人、緬甸撣邦的克倫族以及越南北方的芒族也都在使用銅鼓。

隨著現代化進程的加速，使用銅鼓的地區正在逐漸縮小，銅鼓文化如何繼續保存是值得人們關注和研究的問題。

我們從銅鼓文化的起源、傳播、發展揭示了中國南方和東南亞古代銅鼓文化的變遷及其多樣性。文化多樣性和生物多樣性對於人類同等重要，失去了生物多樣性，自然生態就要受到破壞，危及人類生存；而失去文化

多樣性，文化生態也必將受到破壞，世界就沒有了色彩，也會危及人類的發展和社會的和諧。在經濟全球化、貿易一體化的今天，我們切不可忘記保護多姿多彩的傳統文化。而民族民間傳統文化的保護、傳承和發展有賴於文化生態的保護，中國大陸已經啟動民族民間傳統文化保護工程，但這一工程的實施不可一蹴而就，需要政府引導，民眾參與，學者推動，媒體宣傳，藝人傳習，企業贊助，社會支持。從而形成合力，啟動民族民間傳統文化賴以生存的生態，並隨著時代的發展不斷進化，系統地將民族民間傳統文化（包括傳統工藝）記錄下來，並運用現代信息技術使之數字化，對那些已經或正在成爲一個地區、一個民族（或族群）的代表性民族民間傳統文化使之符號化，生生不息，與時俱進。

The Distribution, Development of Ancient Bronze Drums and Cultural Diversity

WAN Fubin

Guangxi University for Nationalities, Nanning, China, 530006

JIANG Tingyu

Guangxi Museum

The bronze drum, having a typical kind of symbolic meanings in science and culture, has been circulated in the southern part of china and Southeast Asia for over 2,700 years. It came into being in Yunnan Province, next widely spread eastwards, southwards and northwards and finally became popular. In the course of its circulation, the casting technology and the bronze drum culture soon spread like wildlife. During this period, the bronze drum was gradually combined with the local ethnic cultures. After continuous innovations and development in technology and culture, several types of bronze drums full of regional features began to take shape. According to years of his research efforts, the author has found that the bronze drum reflects not only the changes in social function but also its cultural diversity.

Key Words: bronze drum, distribution, development, cultural diversity

火山灰混凝土技術在台灣

林炳炎¹

台灣電力營建處

摘要

本文嘗試解決火山灰混凝土技術在台灣之歷史淵源，透過文獻資料的耙梳，發現連日本人都沒有弄清楚火山灰混凝土技術的現代起源在日本之發展。所謂「技術的現代起源」是該項技術透過試驗證實，而非依據「經驗」證實該項技術可以使用。1887年8月曾彌達藏工學士寫的『セメント及灰泥試驗』是真正的 pioneer，其後広井勇、基隆築港團隊的長期試驗（10年以上）才達到科學要求。本文也解釋為何日治時期水道（自來水）、水力發電工程使用火山灰混凝土之來源。撰寫本文最大目的在於混凝土的耐久性問題，如何耐 3000 年以上是主要關懷，此外火山灰混凝土是生態混凝土（eco-crete）。

0.前言

對於學術界來說沒有〈火山灰混凝土技術在台灣〉這樣的議題，因為大學的課程內沒有火山灰混凝土這樣的標題，所以學院內缺乏「火山灰混凝土技術」這樣的議題。追查二叔的足跡誤闖入 outcrop²中，在 1922/2/27 《台灣日日新報》的廣告發現火山灰這 3 字，也發現台灣電力與嘉南大圳使用火山灰混凝土（如影像），台灣電力資料成為搜集的對象。

在台灣，談技術史都繞著技術的外在史，技術的內在史少有人去處理，火山灰混凝土技術的發展過程，曲折有致，有相當迷人的技術史內涵。

¹ 台灣電力營建處檢驗課長，1944 年生，草鞋墩北投埔人，已出版 1986《煤灰使用手冊》、1991《飛灰用在混凝土中》、1993《飛灰·矽灰·高爐爐石用在混凝土中》、1997《台灣電力株式會社發展史》、2004《保衛大台灣的美援（1949-1957）》、2005《紅毛土技術史在台灣》。

² 文化研究學者丘延亮的用語。

1988 年的嚴重車禍，左腳與右手皆折斷的情況下，無法上班，只能在家看天花板。當時，台灣社會正像快爆炸一樣，各種運動風起雲湧。其中最引我注目的是 228 和平運動，開始閱讀台灣人的禁忌---228 事件之討論。228 事件是台灣史被掩埋的重要部分，Outcrop 正足以描述這樣的現象。228 事件成為養傷中最重要的閱讀資料，在那資料中，發現失蹤的二叔名字，不能告訴別人，只有繼續閱讀與嘗試挖掘史料。累積相當的閱讀後，終於嘗試在國家圖書館的縮影檔案中，逐日翻找《台灣日日新報》，二叔的名字沒有找到，在 1922/2/27《台灣日日新報》的廣告發現火山灰這 3 字，第一次看到它，其實是沒有感覺，回家後想到「火山灰」這 3 字可以放在頭版廣告，這是什麼樣的資本主義社會？好奇又回國家圖書館把它找出來，原來火山灰是商品，「台灣電力、嘉南大圳」等土木工事曾使用，作為台電員工對公司的副產品---飛灰（fly ash），曾花很大工夫在飛灰用在混凝土中，也出版《飛灰用在混凝土中》的人當然會對台電使用火山灰混凝土的技術，產生別人不會有的關切。

1993 年春校對完《飛灰・矽灰・高爐爐石用在混凝土中》前往日本觀光，讓京都的古禪寺、風花雪月洗滌累積的壓力，去東京八王子拜訪台灣文獻守護神張良澤教授，在他整理好摘要目錄內查到「火山灰」3 字，找到《台灣地質礦產地圖說明書》，在 222 頁發現〈台灣產火山灰試驗報告〉，引起瘋狂找尋火山灰資料。台灣電力使用火山灰的史料沒有找到，但出版《台灣電力株式會社發展史》，紅毛土技術史是我關心的台灣技術史問題，本文空間有限，只能談基隆港築港相關技術問題。

1. 痛苦的築港混凝土塊龜裂史---問題源起

根據 1894 年 5 月《工學會誌》149 卷 p215-266，由農商務技師高山甚太郎工學博士，工科大學教授中澤岩太工學博士與真野文二工學博士、內務技師妻木賴黃、東京府技師倉田吉嗣等五位調查委員寫的〈橫濱築港工事用材料混凝土塊調查報告書〉。混凝土塊 1891 年 4 月開始製作、10 月拋海，1892 年 11 月發現混凝土塊龜裂，已經製作 12500 多個、拋海 12000 多個。1893 年 4 月進行調查時有 1030 個龜裂，但到調查快終了時有 1796 個龜裂，混凝土塊有 14.97% 龜裂。包括大阪港、長崎佐世保造船渠等不少海洋工事都發生漏水與混凝土塊龜裂破壞問題。此報告書 p227 提到蘇伊士運河與巴拿馬運河以一種天然產水硬石灰取代セメント，又希臘的山多利島產火山灰自古以來使用在海水工事，能抗海水侵蝕，為世人所熟知。但善後策並沒有想用火山灰。

小野田《創業五十年史》214 頁提到 1892 年佐世保軍港第一船渠在 1895 年 8 月完成，但在排水試驗時，發現船渠壁全部漏水，工事失敗。任

命高山甚太郎博士、古市公威、中澤岩太、山崎鉦四郎及石黑五十二等學界權威組成調查委員會，知道海水會分解セメント中的成分。真島健三郎在接受訪問時指出「佐世保、橫濱、大阪連續 3 大工事的錯失，全國水泥界異常衝動而各自熱心研究的結果，水泥品質顯著向上。……以前，長崎縣五島的鬼岳所產火山灰曾成功的使用在海水面工事，小野田社郵購五島的火山灰，用水泥的 1/4 混入試驗，表現出非常好的成績，佐世保第二船渠就完全無缺的建設出來。」但沒有找到佐世保軍港船渠的建設資料。

《淺野セメント沿革史》17 頁引用 1885 年編纂《橫須賀造船史》，內謂：1864 年打算在橫須賀建造船所，法蘭西³公使推荐其海軍技師當技師長，1867 年計畫第一號船渠開工，渠內表面用伊豆產及相模產石材，裡面是 béton（法語是混凝土）由砂利石灰及火山灰混合築造，石灰是下野產，伊豆大島產出火山灰及天城山產出白土來完成。由於節省費用，首長フランソア・レオン・ヴェルニー（François Léonce Verny）賞金 200 弗。第一號船渠在 1871 竣工。《淺野セメント沿革史》16 頁第二號船渠、品川沖燈台、相州城ヶ島燈台等都使用シマン（佛語 ciment=cement）。

《橫須賀造船史》上有關火山灰之頁計有 p17、p23、p31、p83、p84、p114、p204、p223、p263、p264、p265、p266、p268、p270、p271、p272 及寫真 2。只有 p83 與 p263-272 之「工場官衙及船渠燈台建築費明細表」有值得抄錄之處。p83 最後一行是「渠內表面用伊豆產及相模產石材，裡面是 béton（法語是混凝土，由砂利石灰及火山灰混合）築造，石灰是下野產，伊豆大島產出火山灰及天城山產出白土來完成」。「工場官衙及船渠燈台建築費明細表」列表如下：

結構物	使用材料
第一番船渠 (1868/8/27~1871/3/7)	béton (由砂利石灰及火山灰混合) 14000m ³
房州野島ヶ崎燈台	シマン (佛語 ciment=cement) 20 樽
相州觀音崎燈台	石灰 64 m ³
相州城ヶ島燈台	シマン (佛語 ciment=cement) 1 噸
品川沖燈台	シマン (佛語 ciment=cement)、石灰
學校	石灰、蠣殻灰
機鋸所	シマン (佛語 ciment=cement)、石灰
造船所境內	シマン (佛語 ciment=cement)
表惣門	シマン (佛語 ciment=cement)
材木庫	石灰、蠣殻灰、シマン

³ 法蘭西技師日意格更早在 3 年前曾參與福州清帝國海軍之創立。

二番船渠（1871~1884）	火山灰、シマン（佛語 ciment=cement）、石灰
機械組立所	石灰、蠣殻灰、シマン（佛語 ciment=cement）

從現代的觀點來看《橫須賀造船史》，是一本未完成的沿革史或流水帳；若從技術史的角度來看，根本沒有提到技術。讀者如想窺知當時第一番船渠如何使用 *béton*（由砂利石灰及火山灰混合），或二番船渠如何使用火山灰、シマン、石灰或蠣殻灰，那是辦不到。所有技術資料就是列表如上而已。此外，二番船渠何年完工，並未交代，為何施工長達 13 年（依《歷史群像》No.37,1999/2）等問題，有賴我的日本同好去釐清佛蘭西在海軍的工事中，它所引進的技術面貌。

真島健三郎工學博士畢業於札幌農學校，是広井勇學生，在佐世保第二船渠建造方面，神奇的セメント中 1/4 以火山灰混入，解決築港工事混凝土塊龜裂的問題。他解決這問題時，才畢業 4 年，27 歲。真島健三郎雖然略為領先的解決問題，但沒有留下「試驗報告」。

真島在小野田《創業 50 年史》受訪問時說「昔，長崎縣五島の鬼岳所產火山灰曾成功的使用在海水面工事，」之昔之「迷」。從網路知道京都大學建築系老師西澤英和博士是真島健三郎權威，大膽的寫 E-mail 給他，他就將他發表在期刊上的論文寄給我。西澤英和在《建築の技術 施工》歷史的建造物---保存・再生・技術の變遷 2000.4~8 上的〈海軍技師真島健三郎の業績---その 1-3〉，西澤花很大力氣研究真島博士的生平，當然會說到 1892 年佐世保軍港第一船渠在 1895 年 8 月完成，但在排水試驗時，發現船渠壁全部漏水，工事失敗。その 2 提到當時歐洲アバデイン港（Aberdeen）、フレザルベルグ港（Freizalberg）、ブッキイ港（Vuky）曾有相同問題。佐世保第二船渠就在 1901 年 8 月完全無缺的建設出來。他特別用 3 節來說明他的觀點：「五島福江島鬼岳の玄武岩風化土」、「九州の傳統的なせめんと工法」、「天川漆喰について」，從「たたき」（三合土）到「筆者想像」，認為是羅馬帝國的膠著技術透過 16 世紀南蠻（荷蘭）貿易而傳入長崎，最後被真島博士用在佐世保第二船渠。本想就此結束追尋，請教年輕朋友，他說問題是這是西澤的「筆者想像」，沒有直接證據證明真島的「昔」指的是荷蘭時代的技術。斷絕我的想要結束之夢想。

為準備 2005 年 3 月底在中研院的科技史研討會的演講而做 Powerpoint，有一張舊投影片上面的日文假名變成無法辨識的符號，就把它刪除，但心中亮起是否該讀讀以前影印的資料。這些資料只是為供比較是否比總督府研究所的成績好，並未仔細閱讀。洗過澡後坐在椅子上，把 1998 年應早稻田大學小林英夫博士之邀，去報告〈台灣電力株式會社如何變成台灣電力公司〉時，去東京大學影印。一篇一篇讀，在造家學會 1888

年 2 月的《建築雜誌》讀到 1887 年 8 月曾彌達藏工學士寫的〈セメント及灰泥試驗〉，他在佐世保鎮守府建築地出張中官務餘暇作試驗，其中 3 次提到「石灰 2 火山灰 2 砂 2 山口セメント 1」、「石灰 3 火山灰 4 砂 2 山口セメント 1」、「石灰 2 火山灰 3 砂 2 山口セメント 1」，火山灰是五島產，試驗時間 1887 年 6 月 26 日~8 月 3 日，助手原忠次與富田喜久。看完有衝動想學阿基米德大喊「Fureka」⁴「Fureka」。寫了 16 年的文章，到此終於可以告一段落。

曾彌達藏試驗報告如下表：

名目	種類	2 個 ⁵ 平均重量	2 個平均耐張力
1 號	舶來セメント 一品	145.0 匁 ⁶	553.25 斤
2 號	舶來セメント 1 砂 1	141.0 匁	144.00 斤
3 號	舶來セメント 1 砂 2	134.0 匁	330.75 斤
4 號	山口セメント 一品	141.7 匁	447.00 斤
5 號	山口セメント 1 砂 1	133.0 匁	275.00 斤
6 號	山口セメント 1 砂 2	132.0 匁	226.50 斤
7 號	山口セメント 1 砂 3	131.0 匁	126.25 斤
8 號	石灰 1 砂 2	118.0 匁	29.50 斤
9 號	石灰 1 砂 3	120.0 匁	26.50 斤
10 號	石灰 2 火山灰 2 砂 2 山口セメント 1	?	41.00 斤
11 號	石灰 3 火山灰 4 砂 2 山口セメント 1	?	47.25 斤

1889 年 3 月《建築雜誌》第 15 號曾彌達藏『鹽砂を灰泥⁷に用ゆるの利害』，內容對火山灰灰泥、石灰灰泥與セメント灰泥有詳細的論述，也討論尋常灰泥與耐水灰泥，此文堪稱當時此類材料使用權威之作。

真島健三郎在 1901 年解決這問題是因為 12 年前佐世保鎮守府建築地曾彌達藏已經作過試驗。1864 年打算在橫須賀建造船所，聘法蘭西海軍技師當技師，第一番船渠（1868/8/27-1871/3/7）使用 béton（由砂利石灰及火山灰混合），或二番船渠（1871-1884）使用火山灰、シマン、石灰或蠣殼灰。更早的橫須賀鎮守府使用一樣的技術。所以，基本上這是海軍從佛

⁴ 阿基米德的名言「我發現了」。

⁵ 2 個試驗塊。

⁶ 1 匁 = 3.75g、160 匁 = 1 斤。

⁷ 灰泥是 mortar，現在稱水泥砂漿或石灰砂漿。

國所學到的技術！而技術的引用會採用新的技術，使用已經本土化後的「たたき」技術是微乎其微，是技術之喜新厭舊的本性，喜新厭舊的本性是技術進步的動力。

至於《橫須賀造船史》中的 1871 年完工的「第一番船渠」與「二番船渠」之比較，前者使用 2000 年前近代的羅馬水泥（石灰及火山灰），後者使用近代的水泥（火山灰、シマン=cement、石灰），很明顯的，這工程由法國技師作顧問，但為何會有如此大的轉變：拋棄使用砂利石灰及火山灰，改採近代的水泥（火山灰、シマン=cement、石灰）！技師在想什麼？其真正的內容如配合比例與使用情形並不清楚。我影印的 1979 年 5 月號的《科學の實驗》p80~88 有鎌谷親善寫的『明治期における化學技術---セメント製造業と技術』，有一句話「1861 年幕府邀請荷蘭海軍士官 H. Hardes 指導長崎製鐵所，成功的燒出紅磚，輸入セメント」。這已經超出我的範圍，有賴我的日本同好去釐清明治初期，所引進各國的技術面貌---各國技術間如何互相競逐，相信會是精彩的技術史。

根據函館港改良工事技師長広井勇在 1899 年 4 月出版的《函館港改良工事報文》，有不少值得參考的內容，在「第六章 材料」p132~153 以及附錄「セメント特別試験」p211~223 與本書有關係。茲分別敘述如下：

第六章 材料：開始談到セメント共用北海道セメント 2 萬樽淺野セメント 1 萬樽，其供應契約由函館區長與某人簽訂共 16 條。而工事用セメント性質試驗方法共 6 條，讀者應記得，日本還沒有セメント標準及試驗方法之國家標準。包括 MgO 含量、セメント製造 2 月後不風化、セメント細度、初凝時間、水泥砂漿抗張與抗壓強度等，報告文並且有 2 種セメント試驗結果。在 p148 有混凝土配合是セメント 1 砂 2 砂利 2 碎石 2。セメント特別試験：（一）浸水法 セメント與黏土混合試驗、セメント與石灰混合在海水中浸泡試驗、セメント與沸化石灰混合一晝夜在海水中浸泡試驗、水硬石灰在海水中浸泡試驗、硫酸苦土混合試驗。（二）抗張試驗 包括セメント與黏土混合試体，混合用水有淡水與海水，試驗齡期有長達 13 月。在《函館港改良工事報文》內看不到火山灰之試驗。

広井勇 1900 出版的《築港》內詳盡談セメント之試驗與築港之關係。在卷一 p101「石灰與天然セメント」對石灰、人造水硬石灰（石灰、火山黏土）之討論請讀者自己前往台史所查看原文，基本上與羅馬水泥相同。天然セメント是 20~40%黏土與石灰石煅燒粉碎，或石灰珪酸礬土混合。此外，此書詳細書寫セメント試驗及規格，這可以看到日本國家標準出現前如何找到適宜規範供工程採用的樣態，龜裂試驗、耐海水性質是重要項目。ポルトランドセメント敘述此種セメント之製造沿革，沒有談及火山灰與築港之關係。但 1924 版《築港》內詳盡談セメント火山灰之試驗與

築港之關係，在 p153 上明白表示，橫濱築港雖然遭遇混凝土塊拋海後龜裂破壞之困窘但僅改變配比，今將其配比列出如下，顯示其發展情形。

	膠灰（セメント）	砂	砂利	碎石	粗石
橫濱第一期	1	2.4	2	3	--
橫濱第二期	1	2	2.5	2.5	--
函館第一期	1	2	2	2	--
函館第二期	膠灰 1 火山灰 0.8	3.2	3.2	3.2	--
小樽	1	2	2	2	--
小樽	（膠灰 1 火山灰 0.8）1	2	2	2	--
大阪	1	3.3	5	--	--
釧路	膠灰 1.2 火山灰 0.8	4	4	4	--

在 1905 年的《Transactions American Society of Civil Engineers》p211-220 有一篇廣井勇的論文〈The Preparation and Use of Concrete Blocks for Harbor Works〉談及過去 15 年舉世共同問題：混凝土塊在海中龜裂損害。世界最權威的 Dr. Michaelis 最先提出加入火山灰、波索蘭及矽質材料的想法，並且用在 1898 年普魯士的 Sylt 島。文中提到從 1901 開始使用凝灰岩（tuff）與《小樽築港工事報文 前編》內容有相當差異，只有 Table 7 有凝灰岩水泥砂漿試驗。在最後結論中，廣井勇並未指出火山灰對海事工程有益。因此，1904 年他送出此論文時，他雖然已經知道 Dr. Michaelis 的想法，但還沒有信心認為火山灰是解決問題的特效藥。

根據 1905 年 3 月《工學會誌》272 卷 p113~164，由島重治所寫〈大阪築港ニ於ケル混凝土塊〉，由時任工業試驗所技師高山甚太郎前往調查混凝土塊龜裂問題，於 1901 年 4 月提出報告，結論也沒有想用火山灰。

1908 年 3 月《建築雜誌》262 卷 p403~408，佐野利器寫〈火山灰試驗報告〉，試驗用材料：火山灰是是日本火山灰株式會社，セメント是大阪櫻セメント，砂是利根川。（石灰部分省略）

セメント	火山灰	砂	抗張強度
1	0	3	108.33
1	0.25	3	105.20
1	0.5	3	109.38
1	1	3	117.70

1	2	3	252.06
1	3	3	154.16

佐野除了比較強度之外也比較成本，與現代的尋優法沒有差異。佐野在文章開始談到「火山灰的成分可溶性珪酸、可溶性礬土及酸化鐵會與セメント的游離石灰化合，而防止海水侵蝕的膨脹。」這份文獻明白顯示日本專家知道火山灰防止海水侵蝕膨脹的化學機制。

1908 年 6 月由北海道廳出版的《小樽築港工事報文 前編》，広井勇序。內有第六章工事用材、附錄：試驗工事、セメント試驗與本文有關。六章工事用材對於セメント以及火山灰有所說明。在 p132 火山灰節有「凡海中工事所用セメント與適量火山灰混合，其耐久性增加費用減省。德意志碩學 Wilhelm Michaelis 在 1898 年在普魯士的 Sylt 島施行的結果證明所言正確。本工事在 1902 年斷然決定セメント與火山灰混合使用。」在 p133 有試驗結果：

海中浸水時間	セ 1 砂 2	セ 1 砂 3	セ 1 火 1 砂 2	セ 1 火 1 砂 5
1 月	16.65	10.72	17.93	11.56
3 月	21.59	19.56	24.31	18.11
6 月	27.02	18.63	27.27	21.14
1 年	31.41	24.07	27.38	25.84
2 年	27.79	23.85	35.41	27.20
3 年	27.36	24.73	31.99	31.06
4 年	28.73	24.51	40.90	31.94

使用肥前國五島火山灰採掘後乾燥經粉末機讓細度達到如セメント後之製品。小樽港附近余市、字厩、熊碓之火山灰採掘，認為字厩火山灰較好，其與石灰之試驗如下：

浸水時間	2 月	4 月	6 月	8 月	1 年
火山灰 1 石灰 1	6.20	10.94	14.72	14.54	13.49

字厩火山灰的平均成分如下%：

熱灼減	不溶解	溶解珪酸	礬土	酸化鐵	石灰	苦土	未定物
6.87	81.30	6.6	2.55	1.30	1.0	0.29	0.09

本工程混凝土塊本塊初期體積配比為セメント：砂：砂利碎石=1：2：4，後來配比改為セメント：火山灰：砂：砂利碎石=1.0：0.8：3.2：6.4。本工程混凝土塊捨塊初期體積配比為セメント：砂：砂利碎石=1：2：4，

割栗石佔全部 13%，セメント：火山灰：砂：砂利碎石=1：1：4：8。根據 p148，1902 年開始使用火山灰。p150 セメント：火山灰：砂：砂利碎石=1.0：0.8：3.2：6.4 之抗壓強度如下：

單位 kg/cm^2

浸海水期間	3 月	6 月	1 年	2 年	3 年
抗壓強度	57.0	89.7	95.5	108.2	102.6

在《小樽築港工事報文 前編》之文章中，以広井勇爲首的小樽築港團隊知道火山灰是解決混凝土塊在海中龜裂問題的特效藥。

1919 年 4 月的《土木學會誌》p1~55 有荒木文四郎的『函館築港工事』，文中提到受函館港改良工事與小樽築港工事之影響與広井勇的指導。此工事始於 1910 年，次年購買セメント，依照小樽築港セメント試驗法，對全樽數 10%選試驗樽。セメント使用淺野、淺野北海道支店、小野田製品。對セメント化學成分、物理性質試驗。淺野セメント做純水泥漿、1:1、1:2、1:3 水泥砂漿之 1 週、1 月、6 月、1 年、2 年、3 年、4 年、5 年、6 年之抗張力試驗，其結果詳 p15-16。火山灰採用小樽熊白產、九州唐津產。

1920 年広井勇在東京帝國大學《工學部紀要》刊登『On Long-Time Tests of Portland Cement, Hydraulic Lime, Volcanic Ashes』。使用セメント有淺野、淺野北海道支店及德意志 Alsen，法國製 Teil 水硬石灰；小樽火山灰。試驗齡期有長達 20 年。

広井勇 1927 年出版的《日本築港史》對橫濱築港混凝土塊拋海後龜裂破壞問題之描述，在 p80 上表示是セメント中之游離石灰與海水產生化學反應而膨脹破壞。在 p149 上表示，使用火山灰是爲節省工費以及抗海水侵蝕。顯然広井勇工學博士在他 1928 年死亡之前，不知道添加火山灰是爲消化混凝土中水泥砂漿中的游離石灰。

1927 年出版的《日本水道史》，在第四章材料及器具機械，談到 1.セメント、2. セメント混合劑：石膏、石灰、黏土煉瓦粉石粉、火山灰、硅藻土。此處黏土、火山灰、硅藻土應該算同類。橫須賀造船所用靜岡縣稻取村產火山灰。1894 年肥前唐津發現火山灰而用於佐世保軍港。p622 有長崎水道有「セメント 1、砂 0.8、火山灰 0.2、砂 2.5、砂利 4.5」之混凝土配比。p627 佐世保水道有「セメント 1、砂 2、砂利 4」火山灰入之混凝土配比。

根據 1929 年 5 月《工學》17 卷第 5-7 號 p26-28、p40-44、p31-34，由高松政正寫〈ポルトランドセメント長期試驗報告拔萃〉，這是高松在內務省大阪土木出張所試驗係所做有關長期試驗的內容 3 篇，其中第 2 篇是防止セメント水化後在海水侵蝕作用下崩壞，使用火山灰的效果檢討火山灰應用 15 年試驗的記述。p40-44「火山灰的成分可溶性珪酸、可溶性礬土及酸化鐵會與セメント的游離石灰化合，而防止海水侵蝕的膨脹。」

根據上面的敘述，似乎広井勇是這方面留下研究報告最多的學者，這樣的說法似乎很合乎日本的主流說法。但從技術的觀點來看，有些缺憾。我把相關使用火山灰混凝土有配比的整理如下：

各工程之火山灰セメント比例關係：

工程名稱	$a/(c+a)^8$	時間	使用結構	出處
基隆港	$0.25/(1+0.25)=0.2$ $1/(2+1)=0.33$	1909	混凝土塊、橋、碼頭、防波堤、海岸石垣、臨時封堵工事	《基隆築港誌》620、711、874、899、912 《基隆築港誌》823、831、843、862
台南水道	$0.25/(1+0.25)=0.2$	1914	唧筒井、導水管、導水井	《台灣水道誌》247
真島健三郎	$0.25/(1+0.25)=0.2$	1900	佐世保軍港第二船渠	小野田《創業五十年史》
小樽	$0.8/(1+0.8)=0.44$	1902	混凝土塊	《小樽築港工事報文 前編》
佐世保市水道	$0.5/(1+0.5)=0.33$	1927		《佐世保市水道誌》

注 1： $a/(c+a)$ a=火山灰 c=セメント， $a/(c+a)$ 是計算膠結材料中火山灰所佔比例。

注 2：基隆築港很明顯的在重要結構採用 $a/(c+a)=0.2$ ，次要的採用 $a/(c+a)=0.33$ 。

根據日本セメント《七十年史》本論 p304-306，談到《小樽築港工事報文》中使用北海道與淺野產品，第 105 表是セメント抗張強度試驗。第一期最後一行，「至 1902 年，因耐久性及節省費用的理由，開始添加火山灰。」

根據 1918 年出版的《台灣水道誌》，包括台北水道、台南水道等都有使用火山灰的記錄，其中台南水道留下混凝土的配比是：火山灰入，一、四分一、二、四。這樣的配比記述如果不說明，沒有人會了解。當時的混凝土富配比通常是 1:2:4（水泥:砂:石子），也就是一、二、四，至於四分一

⁸ $a/(c+a)$ 分母在現代的說法是膠結材料，意味著火山灰等同於セメント，所以計算這比例可以看到使用者對火山灰技術的了解。

就是「火山灰入」，在セメント之外加入火山灰，也就是說加入水泥量 1/4 的火山灰。眼尖的讀者就會發現這是從真島健三郎在佐世保軍港第一船渠混凝土失敗，投入尋找解決方策，最後得到的結果。更令人驚訝的是《日本水道史》(1927 出版)與《佐世保市水道誌》(1928 出版)，前者有「一：二：四配合的火山灰入混凝土」，後者有「混凝土的配合是セメント一、火山灰 0.5、砂 3、石子 6」，認為這樣的配合 (1.5:3:6) 相當於 1:2:4。這樣一致的情形只能說是敕令 437 號發揮威力。

從以上可以證明広井勇的配合比例的想法是終生沒有改變，採用高量的火山灰 (1c + 1a + 2s、1c + 0.5a + 3s)，這與《基隆築港誌》有明顯的不同。

1919 年石橋絢彦出版《セメント類使ヒ方》，這是對膠結材料 (cementitious material) 之集大成，談到火山灰、珪藻土、セメント。他只提到基隆一次，忘掉 1898 年相川銀次郎的〈セメント材料調査報告書〉中就提到「基隆築港部在勤石橋工學博士在桃園作セメント材料調査…」。

2. 敕令與技術

真島健三郎在接受訪談時，還說日本爲了這混凝土塊龜裂的困擾由天皇發出敕令，通令全國，「與海水接觸工事及水道工事所使用セメント可以採用隨意契約」。經查 1913 年的《台灣總督府法規提要》p266 有此敕令 437 號，在 1899 年 11 月公布，至於隨意契約在同書 p263 亦有規定，亦即可指定廠牌，不必公開競標。敕令 437 號如下：「海水觸接工事及水道工事用「セメント」購入ニ関スル制」明治 32 年敕令第 437 號：『朕政府ニ於テ施行スル海水ニ觸接スル工事及水道工事ニ要スル「セメント」購入ノハ隨意契約ニ依ルコトヲ得ルノ件ヲ裁可シ茲ニ之ヲ公布セシム』，可以知道至 1899 年，日本還沒有能夠解決混凝土塊龜裂的問題。敕令 437 號工程師可以指定廠牌，而不必遵守公平契約原則，這「隨意契約」是台灣水道與水力發電所使用火山灰混凝土的法令依據。

個人的運氣，讓我能窺見向東京大學藤森照信教授請教的問題：「爲何在明治與大正時期，火山灰混凝土在台灣土木工程中使用？」他很驚訝的從圖書館拿回《明治工業史》，向我這個門外漢說：「有」。但沒有回答「爲何」！經過史料的追索函館築港、橫濱築港、大阪築港、小樽築港等之工事報告之後，最少在広井勇這一系列的傳承方面有很清楚的結果，一方面由於他在小樽築港開工 2 年後轉往東京帝國大學教授，有許多徒子徒孫，一方面他很努力寫下他的不少研究報告。其他這方面專家如真島健

三郎、石橋絢彥、高山甚太郎、古市公威、中澤岩太、山崎鉦四郎及石黑五十二等広井勇的前輩或同輩專家，我所能找到他們留下來的東西不多，無法支撐他們的業績，終究只有名字而沒有扎實史料來證明他們的努力。

3. 火山灰混凝土研究在基隆築港

基隆築港的混凝土試驗是台灣混凝土技術史中最重要的一頁。總督府研究所有關這方面的研究，不在本文討論範圍。

雖然總督府在 1907 年開始五年 55 萬元設立經費，成立總督府研究所，設有化學部及衛生部。部份建築竣工，1909 年 4 月開始研究工作，首任所長由醫學校長高木友枝兼任。而在 1903 年 4 月之前，發現有零星的研究，比如 1898 年相川銀次郎的〈セメント材料調査報告書〉中就提到「基隆築港部在勤石橋工學博士在桃園作セメント材料調査...，是築港部的秘密」。石橋絢彥與広井勇兩工學博士皆是日本明治第一代的セメント與混凝土專家。此外，參與基隆築港的工學博士尚有石黑五十二、中山秀三郎、川上浩二郎等人，應聘來台的外國專家有：John Michel、George Maclain、J.V. Morrison、John Ward 等 4 人。基隆築港工事參考用試驗在 1903 年 4 月開始研究，遠比總督府研究所早 6 年，除了試驗開始時間早外，基隆築港的混凝土試驗規模與內容是破天荒的。

是什麼樣的研究社團達成如此精彩的成果？《基隆築港誌》109 頁有：1896 年 3 月制定基隆築港調查委員，委員長是海軍少將角田秀松，下有委員 13 名，除了 9 名軍人委員外，有土木監督署技師石黑五十二工學博士、航路標識管理所技師石橋絢彥工學博士、臨時土木部技師杉山輯吉、牧野實，屬員 2 名，有 3 個執行部門：台北事務所（庶務係、會計係、工務係）、基隆出張所（庶務係、會計係、工務係）、試驗所（社寮島、仙洞、牛稠港、八尺門）7 月設置基隆築港調查事務所、台北出張所以及在社寮島、仙洞 2 個試驗所。1898 年 4 月基隆築港調查事務調查設計及施工等一切事務歸財務局土木課主管，同年 6 月改由民政部土木課主管，土木課長先後由高津慎、長尾半平技師擔任，而基隆築港負責人是先後由十川嘉太郎、高橋辰次郎技師擔任。1900 年 8 月臨時台灣基隆築港成立，局長後藤新平、技師長尾半平、工務課長高橋辰次郎技師。又從《基隆港築港沿革》1900 年 9 月在基隆仙洞火號庄建築石造平階高 14 尺建坪 130 坪倉庫 7 棟，守衛室、醫務室、セメント試驗所、乾燥所等建坪 431 坪，這是基隆出張所在仙洞的配置。1908 年 7 月臨時台灣工事部成立其築港課長高橋辰次郎、基隆支部長川上浩二郎技師，以後改基隆出張所仍由川上浩二郎擔任。1909 年 12 月土木部成立取代工事部，設置土木部基隆出張所。1911 年 10 月臨時台灣總督府工事部取代土木部，其他不變。

一、基隆築港的混凝土試驗

《基隆築港誌》告訴我們築港將土木技術引進台灣，包括土壤地耐力、松木樁之抗腐蝕試驗、海洋工程等，今只抄錄《基隆築港誌》有關混凝土或紅毛土相關部分要點如下：

（一）セメント

在《基隆築港誌》269 頁的開頭有「以セメント爲結成材料的膠泥與混凝土是土木事業中重要的要論述的題材。可以稱得上是築港事業的生命。然而以此材料構成堅牢的構造物在海水中幾年，產生破壞的悲慘命運。基隆築港開始當初就對此問題注意，對古今東西此種事蹟調查研究，經 10 多年進行各種試驗結果，認爲可以用在岸壁等其他工事，以下敘述研究概要。……1903 年開始 10 年研究事項。」

本試驗包括所有混凝土其試驗齡期達 17 種：1 週、4 週、12 週、26 週、39 週、52 週、78 週、104 週、130 週、156 週、208 週、260 週、312 週、365 週、416 週、468 週、520 週，亦即長達 10 年。

試驗のセメント廠牌計有：A：東京淺野、B：日本、C：小野田、D：門司淺野、E：香港 Green Island、F：大阪、G：佐賀、H：Baham、I：中央等九種，有 2 種外國產品。其セメント成分計試驗有硅酸（ SiO_2 ）、礬土（ Al_2O_3 ）、酸化鐵（ Fe_2O_3 ）、石灰（ CaO ）、苦土（ MgO ）、硫酸（ SO_4 ）、不溶解物、灼熱減量（燒失量）。

各種廠牌セメント之成分（p271）

	A	B	C	D	E	F	G	H
硅酸	20.98	20.77	20.66	19.46	20.54	20.72	20.60	20.54
礬土	7.9	7.76	9.66	7.48	7.86	27.12	6.86	6.36
酸化鐵	3.12	4.43	3.84	3.60	4.14	3.68	3.76	4.08
石灰	61.24	61.41	60.42	63.86	60.52	62.96	61.66	61.34
苦土	1.26	1.08	0.96	0.96	1.24	0.92	1.40	1.46
硫酸	1.02	0.88	0.82	1.26	0.98	0.89	1.24	0.98
不溶解物	0.32	0.60	0.32	0.20	0.28	0.26	0.28	0.18
熱灼減	3.50	1.96	3.18	3.10	3.42	3.07	3.02	3.51

每平方吋封度= lb/in^2 =磅/ in^2 只抄試體浸淡水部分，略去浸海水部分。

(二) 砂

用很大篇幅在比較各國標準砂，以台灣北部萬里之瑪鍊砂作為標準砂。各種砂的成分試驗及篩分析詳《基隆築港誌》p274~286；至於 1：3 水泥砂漿各種試驗，僅抄錄瑪鍊砂、淺野水泥、小野田水泥之試驗結果：

1：3 水泥砂漿強度試驗（每平方吋封度⁹）（p282）

セメント	1 週	4 週	52 週	156 週	260 週	365 週	520 週
A	182	240	311	360	391	304	385
C	151	220	280	286	306	291	319
D	178	240	332	298	373	319	--

(三) 火山灰、酸化鐵及他物混合水泥砂漿強度試驗

火山灰之主要成分(%) (p287)、1：2 火山灰水泥砂漿強度試驗(p288)、1：3 火山灰水泥砂漿強度試驗(p288)、獨逸ツラシ 0.4 水泥 2.6 大阪砂 9.0 水泥砂漿強度試驗(p292)、酸化鐵混合 1：2 水泥砂漿強度試驗(p293)

A. 1：2 火山灰水泥砂漿強度試驗(p288)

セメント	火山灰	瑪鍊砂	1 週	4 週	52 週	156 週	260 週	312 週
1.0	0	2.0	285	347	470	492	480	508
1.5	1.5	6.0	204	325	447	471	452	413
1.8	1.2	6.0	219	309	426	448	489	519
2.0	1.0	6.0	324	335	469	493	525	474
3.0	1.0	8.0	243	317	464	496	459	--
2.4	0.6	6.0	278	383	505	504	531	537

注：セメント使用門司淺野，唐津火山灰，浸泡海水試体未列入。

B. 1：3 火山灰水泥砂漿強度試驗(p288)

セメント	火山灰	瑪鍊砂	1 週	4 週	52 週	156 週	260 週	312 週
1.0	0	3.0	148	212	325	336	278	318
1.5	1.5	9.0	131	197	311	351	341	376
1.8	1.2	9.0	121	214	354	408	404	342
2.0	1.0	9.0	223	232	351	417	413	372
3.0	1.0	12.0	183	259	331	379	375	--
2.4	0.6	9.0	187	279	343	394	405	382

注：セメント使用門司淺野，唐津火山灰，浸泡海水試体未列入。

⁹ 封度就是磅的日文音。

基本上，《基隆築港誌》（p288~289）上各表得到的結論是：「試體在淡水浸泡時，以加入水泥量的 1/4 時性質最好；試體在海水浸泡時，以加入水泥量的 1/2 時性質最好。亦即合在一起考量時，以加入水泥量的 1/3 時性質最好。」

（四）slag 火山灰水泥砂漿強度試驗

Slag 是大阪市日本火山灰株式會社枝光製鐵所產 slag，其配合是 slag 3 火山灰 7 混合，slag 火山灰製品經大阪府立工業試驗所分析結果：slag 火山灰水泥砂漿強度試驗（p295）、火山灰石灰水泥砂漿強度試驗（p295）、火山灰石灰水泥砂漿強度試驗（p295）、slag 火山灰セメント石灰水泥砂漿強度試驗（p296）、slag 火山灰及石灰砂漿強度試驗（p296）。

最後真正付之實施的結果，詳《基隆築港誌》p620、p621、p711、p823、p831、p843、p862、p874、p899、p912 等頁的使用情形列表：

頁	使用配合比例	使用場所	a/(a+c)體積比	a/(a+c)重量比 ¹⁰
P620	混凝土用水泥 1 砂 2 砂利 4 水泥容量 1/4 的火山灰混入	岸壁混凝土 方塊	0.25/(0.25+1)=20%	15.4%
P621	混凝土用水泥 1 砂 3 砂利 6 水泥容量 1/4 的火山灰混入	岸壁橋腳拋 石表面凝 土方塊	0.25/(0.25+1)=20%	15.4%
p711	混凝土用水泥 1 瑪鍊 砂 2 砂利 4 水泥容量 1/4 的火山灰混入	仙洞鼻防波 堤	0.25/(0.25+1)=20%	15.4%
p823	混凝土用火山灰 1 水 泥 2 砂 9 砂利 15	蚵殼港鐵道 橋	1/(1+2)=0.33	28.4%
p823	膠泥用火山灰 1 水泥 2 砂 9	蚵殼港鐵道 橋	1/(1+2)=0.33	28.4%
p831	膠泥用火山灰 1 水泥 2 砂 9	草店尾海岸 石牆	1/(1+2)=0.33	28.4%
p843	混凝土用火山灰 1 水 泥 2 砂 9	草店尾海岸 石牆	1/(1+2)=0.33	28.4%
p862	混凝土用水泥 2 火山 灰 1 砂 6 石 12	草店尾海岸 石牆設計變 更	1/(1+2)=0.33	28.4%

¹⁰ 重量比是現代的用法。

p874	混凝土用水泥 1 砂 2 砂利 4 水泥容量 1/4 的火山灰混入	哨船頭海岸 石牆	$0.25/(0.25+1)=20\%$	15.4%
p899	混凝土用水泥 1 瑪鍊 砂 2 砂利 4 水泥容量 1/4 的火山灰混入	白鼻子頭至 大砂灣海岸 石牆	$0.25/(0.25+1)=20\%$	15.4%
p912	混凝土用水泥 1 砂 2 砂利 4 水泥容量 1/4 的火山灰混入	對馬棧橋	$0.25/(0.25+1)=20\%$	15.4%

a=火山灰、c=水泥

混凝土方塊分 1:2:4 與 1:3:6 兩種配比，前者共 858 個混凝土方塊體積 2419m^3 ，後者 17548 個體積 1547m^3 。以現在的角度去看這些方塊，其體積很小，主要是基隆港是在灣內築港，所受海浪沖擊小。但對如此小的混凝土如此大費周章的做混凝土試驗，僅在顯示帝國從事築港技術的嚴謹，不用混凝土方塊，用大拋石，其實也能達到相同的防波之效用。表上體積比、重量比是作者為現代學者而作之比較，讓他們能很容易進入了解，重量比代表戰後顯學。

二、有關混凝土或紅毛土セメント試驗社團

猜測這試驗社團內的人物應該包括石黑五十二、石橋絢彥、広井勇、中山秀三郎、杉山輯吉、牧野實、川上浩二郎、十川嘉太郎、長尾半平、高橋辰次郎等人，其中川上浩二郎是以〈基隆港の岸壁を論ず〉得到工學博士學位。

基隆築港人事經緯

年	基隆築港單位	總督府職員錄（技師）	川上浩二郎
1896/3	基隆築港調查委員	石黑五十二、石橋絢彥、杉山輯吉、牧野實	
1898/4	財務局土木課	高津慎、十川嘉太郎	7 月東京帝大卒業
1898/6	民政局土木課	長尾半平、高橋辰次郎	
1899/7			台灣總督府技師
1900/8	臨時台灣基隆築港局	長尾半平、高橋辰次郎	築港局技師
1901/5	臨時台灣基隆築港局	長尾半平、高橋辰次郎、川上浩二郎、十川嘉太郎	印度、爪哇、歐美各國遊學
1902/5	臨時台灣基隆築港局	長尾半平、高橋辰次郎、十川嘉太郎、川上浩二郎、山形要助、青山重遠	印度、爪哇、歐美各國遊學

第七屆科學史研討會彙刊

1903/5	臨時台灣基隆築港局	高橋辰次郎、十川嘉太郎、川上浩二郎、山形要助、青山重遠、(長尾半平)	印度、爪哇、歐美各國遊學 12 月回國
1904/5	臨時台灣基隆築港局	高橋辰次郎、十川嘉太郎、川上浩二郎、山形要助、青山重遠、(長尾半平)	
1905/5	臨時台灣基隆築港局	高橋辰次郎、川上浩二郎、山形要助、十川嘉太郎、田崎二三次、(長尾半平)	
1906/5	臨時台灣基隆築港局	高橋辰次郎、川上浩二郎、山形要助、十川嘉太郎、田崎二三次、(長尾半平)	
1907/5	臨時台灣基隆築港局	高橋辰次郎、川上浩二郎、山形要助、十川嘉太郎、田崎二三次、(長尾半平)	
1908/5	臨時台灣工部局基隆出張所	高橋辰次郎、川上浩二郎、山形要助、十川嘉太郎、田崎二三次、長尾正元、筒井丑太郎、乾安五郎	7 月工部局技師
1909/12	台灣總督府土木部	川上浩二郎、長尾正元、乾安五郎、松本虎太	10 月基隆出張所所長
1910/12	台灣總督府土木部基隆出張所	川上浩二郎、十川嘉太郎、清水一德、張令紀	
1911/10	臨時台灣總督府工部局基隆出張所	川上浩二郎、乾安五郎、松本虎太、堀見末子	
1912/10	臨時台灣總督府工部局基隆出張所	川上浩二郎、乾安五郎、松本虎太、小川亮吉	1912/7/12 得工學博士
1913/10	臨時台灣總督府工部局基隆出張所	川上浩二郎工學博士、乾安五郎、松本虎太、小川亮吉	
1914/10	臨時台灣總督府工部局基隆出張所	川上浩二郎工學博士、乾安五郎、松本虎太	
1915/10	臨時台灣總督府工部局基隆出張所	川上浩二郎工學博士、乾安五郎、松本虎太	
1916/10	臨時台灣總督府工部局基隆出張所	川上浩二郎工學博士、乾安五郎、松本虎太	

川上浩二郎小傳(1873.6.8-1933.3.29)：

1873.6.8 生於新潟縣古志郡東谷村。1895.7 第一高等學校卒業，1898.7 東京帝國大學工科大學土木工學科卒業，同月任農商務技手，1899.7 任台

灣總督府技師，1900.8 臨時台灣基隆築港局技師，兼台灣總督府技師。1901 印度、爪哇、歐美各國遊學，1903.12 歸國。1908.7 臨時台灣總督府工事部技師，兼總督府技師。1909.10 臨時台灣總督府工事部基隆出張所長專任。1912 得工學博士。退官後任博多灣築港株式會社專務取締役。

依據東京大學留存資料，他的博士學位論文題目〈基隆港の岸壁を論ず〉，共分 5 篇。其中第二篇是有關調查工事及試驗工事，海水對水泥砂漿及混凝土的影響，詳述各種水泥砂漿實驗方法及其成績。目前經多方尋找，包括東京大學與日本國會圖書館都被我查詢過，東大留有論文摘要與評審文字。國會圖書館表示論文在關東大地震時燒失。依據《台灣日日新報》1912/7/14 刊登學位授予式有他的名字，同月 26、27 日刊登接受訪問，談他的博士論文。次年《台灣時報》40 號刊登他在鐵道 Hotel 演講概要〈研究事項の要領〉，其中第二篇第一章膠泥及混凝土に及ばず海水の影響及第二章基隆に於ける各種膠泥の實驗，前者有 5 節，後者有 4 節分別為：セメント、砂及砂入膠泥、火山灰（山灰原文為炭應為誤植）酸化鐵及其他の物混入せし膠泥、鐵及膠泥の固著力。1933.3.29 葬於東京多摩墓地。

広井勇工學博士簡介

高知縣土佐人（1862~1928）16 歲入札幌農學校，卒業後任職開拓使工部省，美國德意志留學 6 年，1889 年回國，28 歲就任札幌農學校土木工學科教授，1893 年兼任小樽築港事務所長，將心血注入小樽築港北防波堤 1897~1908 第一期工事，開工 2 年後轉往東京帝國大學教授。

十川嘉太郎簡介

札幌農學校卒業，是広井勇學生，所以他應該是混凝土或紅毛土セメント試驗社團核心人物，這是從上述總督府職員錄列表可以看出來，只有他才會忠實的執行老師的想法，貫徹老師的想法。但比較配比與広井勇的作法不一致，可能是另有他人。

讀《基隆築港誌》，一直想尋找那一個「神」主導整個試驗，找不到蛛絲馬跡。但從《基隆築港誌》的試驗報告及「對古今東西此種事蹟調查研究」，可以很明白的看出，那是團隊運用現代尋優技術去找最佳配比之成果。

1. 一個猜測：熱蘭遮城築城與火山灰混凝土之可能性¹¹

¹¹ 如果我的猜測成真，那台灣的紅毛土技術史就與國際技術史掛鉤。

建築材料是決定建築樣式的主要因素。在沒有良好的或有效的膠結材料 (cementitious material) 之前，只能用木構造，用榫接方式來構建結構；石構造用石柱短楣樑來組成。橋樑用石造拱橋，拱巧妙的將力量改變成以壓力方式來傳遞，避免了惱人的張力問題，這是建築史所呈現的因果關係。東方的石頭城以巨石磊成，日本目前留存的就是如此，它不用膠結材料來黏結石頭。西方因有 2000 多年羅馬水泥的傳統，所以有羅馬水道、鬥獸場等混凝土古蹟。從這樣的角度，來看文獻中所呈現的東、西交纏下的台灣技術史接枝情形。

1600 年，荷蘭人終於來到太平洋西岸的島弧國家，以荷蘭聯合東印度公司開始殖民這個區域，在這海域沿岸國家所留下的文字顯示，包括日本人在內皆以「紅毛」來命名頭髮紅色的荷蘭人，亞洲大陸東南方的閩粵地區的人，包括新加坡、香港與台灣也以「紅毛」來泛稱從歐洲東來的洋人，留下很多有「紅毛」地名。2001 年日本正熱烈慶祝紅毛東進 400 年。

根據《荷蘭人在福爾摩莎》46 頁有「在大員當時只有一位燒磚匠，每天可燒 2000 塊磚」(1626/2/3)。54 頁有「司令官認為修築城堡乃為當務之急，應用石灰與石塊加固城牆，其中砲台之間的一堵已用石塊加固城牆，現在正為第二堵收集石塊與石灰。」(1625/2/3) 116 頁與 419 頁等有相似的記載。有關澎湖築紅毛城在 10 頁就有記載，但缺乏築城材料之交代。

根據江樹生譯《熱蘭遮城日誌》10 頁「1629/12/27 從私人獲得微量的商品，一些紅磚，並從 Petha 島獲得很多水泥」。21 頁「1630/3/15 裝載一些大員為了建造城堡所需要的石頭和水泥」。80 頁「1633/1/1 熱蘭遮城堡的建造，現在已經進行到所有綾堡都用磚頭砌牆圍繞起來」。168 頁「1634/6/12、18、25，7/2、5 一艘從魴港來，載有石灰」。183 頁「..建造石灰屋...運輸石灰」。189、204 頁「1634/11/9、1635/5/15 在魴港燒石灰」。205 頁「1635/5/31 大部分是水泥」。219 頁「1635/10/6 建造一所石灰屋，作為該地已為公司所擁有的象徵」。221 頁「1635/ 10/28 建造一所石灰屋...碉堡」。222 頁「5.不得干擾在魴港燒石灰」。242 頁「6/3 搬運石灰和磚頭」。285 頁「1/23 徵收在赤崁燒製磚頭的什一稅的規定」。320 頁「6/14 石灰島」。掃瞄《熱蘭遮城日誌》，令人驚訝的發現是，當時石灰是重要產業；此書第一冊有 6 處「水泥」字、6 頁有「石灰」字；第二冊有 11 處「水泥」字、有 65 處「石灰」字。

上述的「水泥」原文是 sement，據曹永和老師說，古荷蘭文 sement、zement 與 cement 同，而字典上表示 ciment 為古法語，拉丁語有 caementum: stone from the quarry。caedere: to hew 以上幾個字都與英文 cement 同源。大概可看出歐洲對此字的用法，翻譯成膠結材料可能較適當。石灰與 sement 如何變成膠結材料，古荷蘭文獻沒有明言。同一段文章，另外一古

荷蘭文 steen，有 2 個意思，石頭或紅磚皆可以，讀譯本要小心。

台北帝大的村上直次郎與總督府技師栗山俊一分別在《台灣文化史說》上有兩篇文章：『熱蘭遮築城史話』（石萬壽的譯文登在 26 卷第 3 期《台灣文獻》）與『安平城與赤崁樓』（林朝棟的譯文登在 4 卷第 3 期《台南文化》）。此兩文總結荷蘭時代築城材料的歐洲觀點，但荷蘭文獻並未言明如何使用石灰築城。『安平城與赤崁樓』內引 1752 年刊的《續修台灣縣志》有赤崁樓條「以糖水糯米汁搗蜆灰、疊磚爲垣、堅埒於石」（蜆灰即蠔灰）；1746《重修台灣府志》紅毛城條「城垣用糖水調灰疊磚，堅埒於石」；1720 年陳文達《台灣縣志》在古蹟城有「赤崁城在鎮北坊，紅毛所築也。又名紅毛樓。周圍四十五丈三尺，高三丈六尺餘。以桐油和灰砌磚而成」。由此可見文人不求甚解的製造「文本」，這成爲後來紅毛土抄寫立下範本。1993 年曾國恩在他的熱蘭遮城殘跡調查研究與修護計畫 77 頁有「至於磚間的黏著劑，則採糖水糯米汁搗蜆灰及砂製成之三合土」，1999 年的修護工作報告就由此決定的。

透過電腦網路查詢「三合土」，可查到如下資料。所謂「三合土」是以細泥、蚵殼灰、糖漿（或糯米漿）三種材料混合做爲建材。這樣的說法是沿襲《續修台灣縣志》，又稱此技術是由荷蘭人引進，所以又稱做「紅毛土」。但在 1824 年之後，在台灣所指的紅毛土其學術名稱是 Portland Cement，現通稱水泥。

用電腦查閱所有台灣文獻全文檢索資料，沒有「紅毛土」之詞，因它是台灣語，此詞在林本源之基隆築港稟申書上有。1860 年以前，「三合土」其意約如上述。但漢籍資料都不夠明確、含糊。有關台灣使用膠結材料資料皆以外國文字所記錄較爲詳盡，如日文與荷蘭文。

那麼石灰在台灣歷史的面貌又是如何？除了荷蘭史料最早用於築城外，所有的史料皆在此之後。用電腦查研究院台史所台灣文獻全文檢索，共有石灰 69 條，除當建築材料外，有如下五種：（1）檳榔裹以荖葉、石灰，食之刺口。……賦詩云：「荖葉包灰細嚼初，何殊棘刺強含茹？新秋恰進檳榔棗，兩頰浮紅亦自如」（小琉球漫志）（2）取靛藍草條並葉，以石灰水浸久，取其下凝者以爲染料（台灣縣志/輿地志）（3）蔗廊開工……蔗汁……流落澄清桶（用石灰以去其渣）（安平縣雜記/糖業由來）（4）據林爽文供稱「將牆上年久石灰煎熬成硝…私換硫磺，配作火藥」（清高宗實錄選輯）（5）「……用洋槍匣子裝屍，伴以石灰帶回」（清季申報台灣紀事輯錄）。從以上可以發現，石灰是當時台灣重要工業產品，靛藍與糖是台灣的重要外銷品。用石灰處理屍體涉及公共衛生。而檳榔是台灣南島民族的重要象徵，台灣文化的構成物之一，更可能是台灣石灰工業的開端，遠比荷蘭人到台灣更早。

《台灣通史》的工藝志有煨灰節：「灰有兩種，曰蠔灰，曰石灰。沿海之地多種牡蠣，台人謂之蠔，取其房燒之，色白，用以墾牆造屋。而近山一帶，則掘石煨之，價較廉。」文中墾牆是用灰塗飾，而造屋應是用來作紅磚、石塊的膠結材料。

以上非常強烈的本土堅持：「採糖水糯米汁搗蠔灰及砂製成之三合土」，似乎與歐洲從古羅馬帝國的 2000 多年羅馬水泥的歷史傳統相持不下，大家在意大利觀光旅遊時對羅馬鬥獸場與水道古蹟一定有強烈的印象。Marcus Vitruvius Pollio (BC24-AD14) 的《建築論》共十卷，羅馬人燒含粘土的石灰石，得到水硬性石灰，它與 pozzolan (凝灰岩分解物) 混合，建議以石灰 1、砂 3 的配比或以 pozzolan 取代砂。羅馬水泥的技術傳到荷蘭後，到底變成什麼樣態？栗山俊一在他的文章中如此記述：「至於用什麼水泥漿堆砌？不用說在當時不會有現在的水泥，故用的是石灰水泥漿 (原文石灰 mortar)。說是石灰，其實是牡蠣灰和砂混合而成的……水泥漿等事過於專門，故從略。待日後刊於專門性的建築雜誌」，我查過《台灣建築會誌》，但沒有查到。從荷蘭人所留下的古文獻，以及荷蘭人專家 Holger de Kat 曾參與日本出島復元的土木工程師，在與我的信函來往中，所說的正是栗山俊一所寫的。

韓家寶 (Heyns Pol) 撰、鄭維中譯《荷蘭時代臺灣的經濟・土地與稅務》p64-66「磚窯業，石灰業……1625-1641 年期間在台灣不斷擴展。築造建物時須利用石頭、磚、灰泥、木材等材料……荷蘭東印度公司投注大量成本興建堡壘、倉庫與房舍；加上為防範火災……禁止蓋草屋、竹舍，一律必須蓋磚造建物……1629 年當局決定在赤崁附近設立磚窯、石灰廠，……引進燒製磚塊與石灰的技術。當時引進的製磚技術包括：如何探勘採集黏土；如何將黏土充填至統一規格的磚模中加以風乾、燒製。工廠燒製石灰的技術包括：將燒過的石灰 (牡蠣殼灰) 先加水攪拌，再與沙混合製造灰泥。……荷蘭當局要求磚塊與灰泥的品質要在一般水準之上，甚至在巴達維亞城公布相關的管制法令。……磚廠必須向當局購買磚模，特派抽查員考核磚塊與灰泥的品質，如果不符合法令規定標準，廠主必須法辦。」看來年輕的朋友要下工夫在荷蘭古文獻中耙梳，找尋荷蘭時代紅毛土的技術在台灣，思考從古羅馬帝國擴散至台灣的技術樣貌，而非盲目的抄襲。

5. 結語

為何要有『火山灰混凝土技術在台灣』之研究？那是要回答下面兩個現代人類所面對得問題：

(1) 什麼樣的混凝土才耐久？

1987 年 12 月的 *International Concrete* 刊登 Florida 州 Barry 大學應用考古科學系主任 Dr. Joseph Davidovits 的一篇文章「Ancient and Modern Concretes: What Is the Real Difference?」，這是美國混凝土協會(ACI)的機關誌之一，ACI 三本期刊中，此期刊學術味道略弱。ACI 是美國霸權所呈現混凝土知識機構，其出版品權威十足。Davidovits 對 9000 年來各種 concrete 考察，提出為何 2000 年前的比 1824 年以後有較佳耐久性？他指出現代混凝土的壽命有的沒超過 50 年就開始退化，特別是修復埃及古蹟時，新混凝土竟然比舊混凝土更不耐久。他從化學成分比較出雙方的不同，從而得到耐久混凝土的膠結材料化學成分。除了參考上述文章外，可讀他的著作《The Pyramids: An Enigma Solved》。我想在他的觀點加上大家都沒想到的，化學成分固然重要，他忽略時間因素（aging factor），相信火山灰混凝土之較耐久與此脫不了關係，火山灰噴出成礦通常超過萬年。在本書中所提到的一些進步都是指 1824 年以後的事，但未與 2000 年前的古蹟相提並論。您一定會懷疑，為何須要如此耐久？核能發電廢料要以混凝土固化，而混凝土如果無法耐久 3000 年以上怎能算最終處理？何況混凝土受放射線的照射會加速老化。

(2) 符合生態要求的混凝土是什麼？

符合生態要求的混凝土是要以最少能源來從事建設或生存活動，在這準則下，少用水泥是其中重要的一項。戰後，在美國資本主義的風行之下，以生產帶動經濟發展，大量生產成為主流。浪費蔚為時尚，造成環境問題。生態混凝土（ecocrete）成為工程師要認真思考的問題，應該拋棄多用水泥，而以各種工業副產品飛灰、矽灰（silica fume）或天然的火山灰來生產符合生態要求的混凝土。

參考文獻

1. 臺灣日日新報社，《台灣日日新報》，臺北市，1922/2/27 頭版火山灰廣告。臺灣總督府殖產局，《台灣地質礦產地圖說明書》，臺北市，1926，245 頁。〈台灣產火山灰試驗報告〉，p222。
2. 高山甚太郎、中澤岩太、真野文二、妻木賴黃、倉田吉嗣，〈橫濱築港工事用材料混凝土塊調查報告書〉，《工學會誌》，1894 年 5 月 149 卷，p215-266。
3. 井田幸治編輯，《創業五十年史》，小野田セメント株式會社，東京，1931，p 214。
4. 和田壽次郎編輯，《淺野セメント沿革史》，淺野セメント株式會社，

- 東京，1940，p 17。
5. 橫須賀鎮守府，《橫須賀造船史》，1885 年編纂。
 6. 広井勇，《函館港改良工事報文》，1899 年 4 月出版。
 7. 広井勇，《築港》，東京市，丸善株式會社，1900 出版。
 8. 広井勇，《築港》東京市，丸善株式會社，1924 出版。
 9. 広井勇，〈The Preparation and Use of Concrete Blocks for Harbor Works〉
《Transactions American Society of Civil Engineers》，1905 年，
p211-220。
 10. 島重治，〈大阪築港ニ於ケル混凝土塊〉，《工學會誌》，1905 年 3 月，
272 卷，p113-164。
 11. 佐野利器，〈火山灰試驗報告〉，《建築雜誌》，1908 年 3 月，262 卷，
p403-408。
 12. 北海道廳出版，《小樽築港工事報文 前編》，1908 年 6 月，廣井勇
序。
 13. 荒本文四郎，〈函館築港工事〉《土木學會誌》1919 年 4 月，p1~55。
 14. 広井勇，〈On Long-Time Tests of Portland Cement, Hydraulic Lime,
Volcanic Ashes〉《工學部紀要》，（東京帝國大學），1920 年刊登。
 15. 広井勇《日本築港史》1927 年出版。
 16. 中島工學博士記念事業會，《日本水道史》，東京市，1927 年出版，926
頁。
 17. 《佐世保市水道誌》（1928 出版）
 18. 臺灣總督府民政部土木局編，《台灣水道誌》，臺北市，1918 年出版，
485 頁。
 19. 高松政正，〈ポルトンドセメント長期試験報告拔萃〉，《工學》，1929
年 5 月 17 卷，第 5-7 號，p26-28、p40-44、p31-34。
 20. 西澤英和，〈海軍技師真島健三郎の業績---その 1-3〉，《建築の技術 施
工》〈歴史的建造物---保存・再生〉，技術の變遷，2000.4-8。
 21. 日本セメント株式會社，《七十年史》。
 22. 臺灣日日新報社，《台灣總督府法規提要》，臺北市，1913 年，p266。
 23. 臨時臺灣總督府工事部，《基隆築港誌》，臺北市，1916，1182 頁。
 24. 川上浩二郎，《基隆港の岸壁を論ず》，東京大學圖書館藏論文摘要與
評審，原論文在關東大地震時燒失。
 25. 江樹生譯，《熱蘭遮城日誌》，台南市政府，2000。
 26. 臺灣文化三百年紀念會編，《台灣文化史說》，1935，160 頁。
 27. Marcus Vitruvius Pollio，《建築論》（BC24—AD14）轉引自日本セメン
ト株式會社，《七十年史》。
 28. Joseph Davidovits，〈Ancient and Modern Concretes：What Is the Real
Difference?〉，《International Concrete》，p23-35，1987 年 12 月。

京都大學西澤英和博士，將他發表在期刊上的論文寄給我。西澤英和博士在《建築の技術 施工》上的宏文『海軍技師真島健三郎の業績---その1-3』〈歴史的建造物---保存・再生〉技術の變遷 2000.4-8 以及明治初年水泥工業引進日本之相關技術活動等，讓我更清楚當時的發展。御茶の水女子大學宮崎聖子博士影印《橫須賀造船史》給我，讓我有如在東京一樣，從而將橫須賀船渠與佐世保第二船渠建造連接起來，也從橫須賀鎮守府到佐世保鎮守府串聯起來，完成對技術史的想像。吾友聽我似神經病般的話語，從中指出道路。洪萬生教授不吝給予學院外的素人一個發表空間，皆在此一併感謝。

- 335 -

古機械復原研究的方法與程序

林聰益

南台科技大學機械工程學系

顏鴻森

國立成功大學機械工程學系

摘要

古機械的復原是以一古機械原型為本體，根據古代的機械原理、機械工程、以及工藝技術等，重新建構此一機械。本研究以古中國機械為對象，根據史料成分進行分類，並提出一復原研究程序，有系統地建構古機械原型及古代機械科技和工藝，目的在提供研究機械史學領域的一個創新方法。

關鍵詞：古機械、復原研究、機械史

一、前言

歷史是過去與未來的鑰匙。

對機械史發展的探討，不但可以瞭解過去機械科技發展的過程，從中找出其發展的脈絡和規律，而且可以理解和推論其發展的趨勢。整個機械史包含古代機械史與近現代機械史，那如何打造好這一把鑰匙？就古代機械史而言，莫過於復原古機械。在此，首先給出其定義[1-4]，以作為本研究的依據：

古機械的復原是以一古機械原型為本體，根據當時的機械原理、機械工程、以及工藝技術等，重新建構此一機械。

The reconstruction of ancient machinery is to rebuild the machinery by applying ancient mechanical principles, mechanical engineering, and technique skills to an original machine design.

因此，由復原之古機械可表現出當時的機械科技與工藝水準。然而，由於古籍文獻記載的不全與實物的失傳，大多數的古機械原型是不可考的，近現代文獻中亦沒有針對古機械的復原，提出一套系統化的解決方法。因此，本研究以古機械復原的角度，將古機械進行分類，並提出一套復原研究程序，有系統地進行古機械的復原。

二、古機械分類

十五世紀以前的古中國在機械工程領域有相當的成就，其發展史的內涵十分豐富，機械的種類多且數量大，其中有許多重大的創造與發明。本節以古機械復原的觀點，根據史料成分，分為有憑有據、無憑有據、及有憑無據等三類古機械。史料包括古籍文獻、歷史文物、考古資料、以及現存實物。其中，古籍文獻是指正史、別史、雜史、及野史等古籍的文字與圖形；歷史文物包括建築、器具、及繪畫等古蹟文物；考古資料含出土文物上的圖文；現存實物則指出土的古機械和傳世的真品等。再者，因文獻與文物的圖形，大都只反映外形，並無內部構造和零件尺寸，更沒有製造尺寸，故只能為“憑”，不能為“據”。因此，“憑”是指非實物的史料，“據”則為現存實物，即真品。就其分類概述如下：

1. 有憑有據 Documented and Proven

是指史料上有記載且有真品傳世的古機械，此類一般是屬於應用較普及的古機械，有些是出土的古機械，並可在古籍中找到其當代相關文獻記載，如河南三門峽市虢國墓地、新鄭市鄭韓故城、及山西太原市趙卿墓之車馬坑出土的東周木車和陝西西安市秦陵兵馬俑坑出土的銅鏃，可在《考工記》[5]與其後代的註釋（如東漢鄭玄注）中發現相關的文字記述；有些是因實用性高，發展早且成熟，到現代仍在使用，且在史料中常可看到相關的描述，如水輪、水碓、龍骨水車、颶扇、及紡織機械等，其他如簧片鎖(圖 1)、被中香爐、古齒輪等皆是。

2. 無憑有據 Undocumented and Proven

一般指出土的古機械，尚未在史料中找到相關的記載。如仰紹文化遺址出土的尖底陶瓶(圖 2)與秦陵的銅車馬。



圖 1 中國古代的官用廣鎖[6]



圖 2 中國歷史博物館藏之細砂紅陶的尖底陶瓶

3. 有憑無據 Documented and Unproven

即指沒有真品留世，而有史料記載的古機械，又可細分為以下三類：

(1) 有文有圖(With texts and pictures)

在歷史有名的科技專著如北宋曾公亮的《武經總要》[7] (有弓弩、拋石機等攻守城器械，如圖 3 所示，及戰車、戰船等各類水陸作戰武器裝備)、北宋蘇頌的《新儀象法要》[8] (天文鐘)、元代王禎的《農書》[9] (有耨、耜等各式農器及紡車、織機等紡織器械)、明代宋應星的《天工開物》[10] (有農具、織機、金屬冶煉、弓弩等民生器具與生產技術)、明代沈子由的《南船紀》[11] (有黃船、戰巡船、橋船等各種民船與戰船)、明代茅元儀的《武備志》[12] (有火銃、砲車等攻守城器械及戰車、戰船等各類水陸作戰武器裝備，如圖 4 所示)等，對有關的古機械均有較詳細的文字記述與圖形說明，提供了較豐富的史料。

(2) 有文無圖(With texts but without pictures)

此類數量不少，如東周魯班的木車馬、東漢張衡的侯風地動儀、三國諸葛亮的木牛流馬、北宋張思訓的太平渾儀、北宋燕肅的指南車、以及元朝郭守敬的大明殿燈漏等，有關的文獻記載大都著重在形制與功能上的描述，對其機構的記述非常簡單或有闕如。因此，在復原研究上所面臨的問題，需要用更廣的視野來思考。

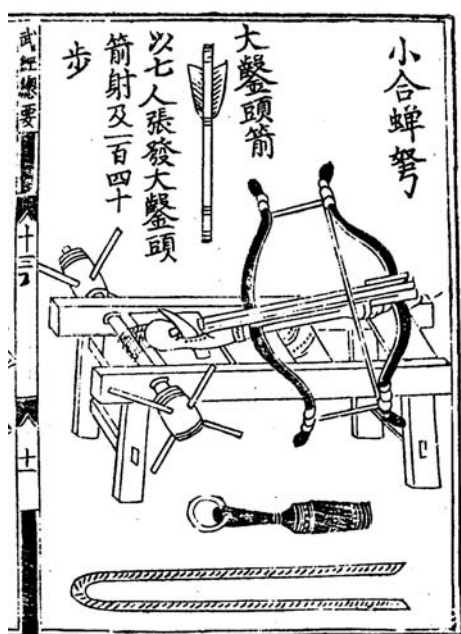


圖 3 《武經總要》的小合蟬弩 圖 4 《武備志》的大黃船

(3) 無文有圖(Without texts but with pictures)

史料上亦有一些圖形找不到相應的文字記載，如河南汲縣出土的戰國晚期的銅鑿上有具車輪的雲梯圖案等。這類的復原研究與無憑有據相似，但又更困難，對於描繪之機械的考證要更確實。

三、古機械復原研究程序

Procedure of Reconstruction Research for Ancient Machinery

復原研究的目的，在於古機械原型和其機械工程技術與工藝的建構。針對有據的古機械，其原型可由實物得到，但就有憑無據的古機械而言，因無實物甚至無原圖來做驗證，其原型常常是含糊不清且不明確的，對於其復原模型，無以判斷真偽，故這類的復原研究對其機械工程技術與工藝的建構，更甚於其原型的復原。因此，面對古機械的復原研究要抱持一應有的態度是：科學的實事求是精神，史學的客觀評價態度。有幾分肯定，做幾分工作，對於無法考證確認的部分應視為復原設計的一個可變參數。如此復原設計的結果就可能不是唯一的，因此，多樣性是必然的結果。面對這些多樣的結果，可視為同一時期的古機械，或是其演化過程的產物之一。以 1980 年代的六連桿型越野機車後懸吊機構為例，其時期用於量產的產品上主要有三種[13-14]，但技術等級皆差不多；因此，同一功能之機械產品的多樣性，是古今皆然的情形。根據這樣的認知與態度，本研究提出一復原研究程序，如圖 5 所示，有系統地進行古機械的研究，其步驟說明如下：

1. 史料研究 Historic record study

此步驟是以研究史料來認識問題與建構古代機械科技與工藝，而以現代科學技術理論和方法來定義問題。

(1)認識問題(Recognize problems)

蒐集資料

發掘史料中有關機械史的資料是一項重要的基礎工作，其中考古界發掘的成果更應加於關注與瞭解。對於研究對象的資料蒐集，在時間上包括此機械整個演化的脈絡（縱向），與同時期相關的機械工藝（橫向）；在空間上也不應限制在中國地區，對於研究區域外也應該重視，尤其是其鄰近區域（如日本、朝鮮半島、中南半島等）。並要注意其名稱和機械術語也有時空性，不同的時空背景有著不同的稱謂。例如，漏刻在歷代各有不同名稱，如挈壺、漏、銅漏、漏壺、刻漏、及銅壺滴漏。

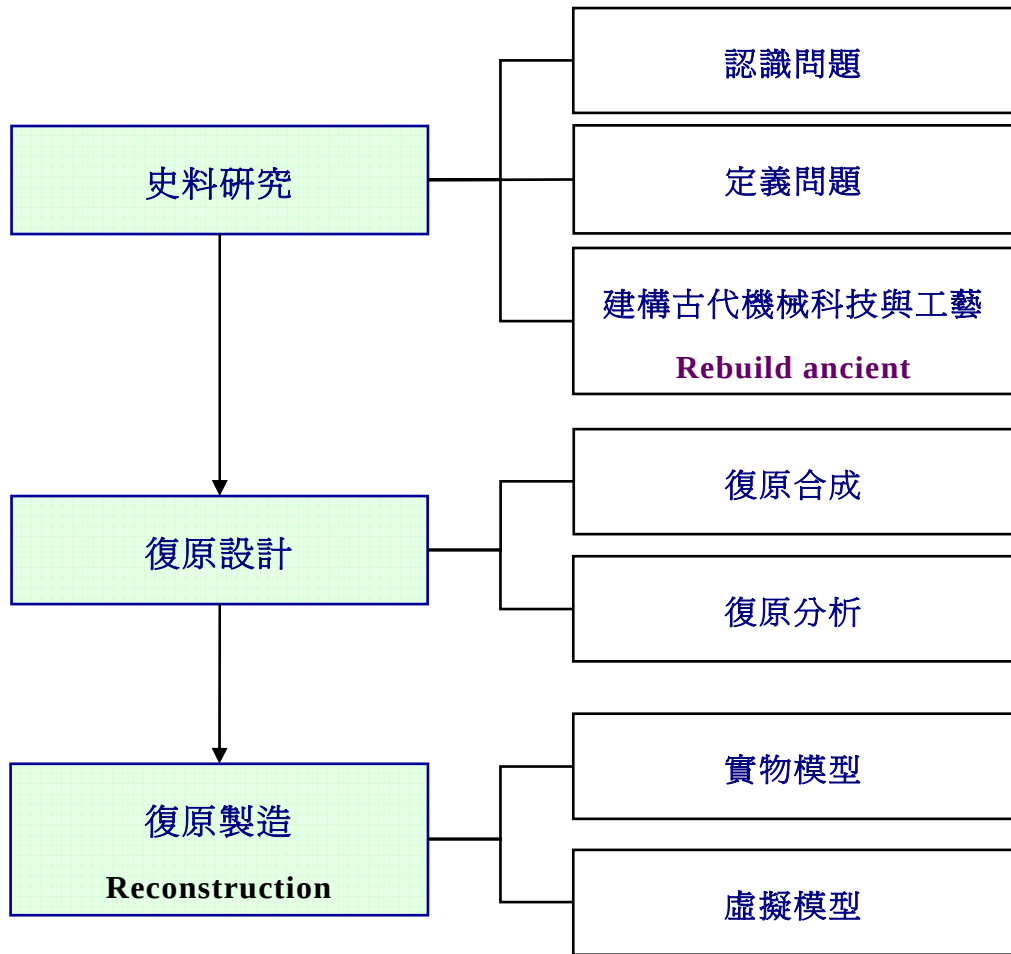


圖 5 古機械的復原研究程序

研究史料

對史料進行考證、校勘、及鑑別是認識問題的第一步。史料中以古籍文獻資料最多，然一般較為簡略，或有抄寫錯誤，或有誇大不實，但面對古人的科學經驗和記錄亦不可輕易的否定或刻意的忽視。考古資料的可靠性最高，歷史文物如歷代的耕織圖和水墨畫等皆有極高的參考價值，對現存實物如水輪、紡車等應注意其在形制構造與工藝技術與古機械間的差異性。故應參照各方面的史料，互相補充，校正，進行綜合研究，以釐清復原工作的基本問題如古機械原理、構造、選材原則和製作工藝，以及古代機械術語的含意及其演進。另外還需針對復原機械，就不同階段與不同區域的演化進行歸納、分析、以及比較研究，以認識其演化脈絡。

(2)定義問題(Define problems)

每個時代有它各自的工程技術語言，其陳述的方法與用語，現代人不見得可以理解；因此，應深刻理解古代機械術語的含意及其演進與古機械的機構設計、施工方法、及技術工藝，用現代的機械理論與技術，重新定義古機械，賦予新的生命與意義。

經過史料研究深刻地理解問題、認識問題之後，必須準確地定義問題以引發對問題解答的思考。定義問題包括建立設計規範與闡明設計需求與限制；建立設計規範，其目的是把復原設計限定某種確定的方面，並限定滿足設計需求的一些特殊的技術要求與特性，包含古代科技工藝等，期能尋求解決這一特定問題的方法；闡明設計需求與限制，即列舉技術系統的要素與由某一要素產生之不希望的效果。

2. 復原設計 Reconstruction design

上一步驟以現代的機械理論與技術，重新定義古機械，並建立設計規範，目的是將復原設計問題轉化為現代機械設計問題，以現代工程設計技術和方法來解決問題。復原設計包括復原合成與復原分析，對於有憑有據及無憑有據的古機械復原設計主要在分析，對於有憑無據者的復原設計主要在合成。

(1)復原合成(Reconstruction synthesis)

此程序的復原設計異於傳統者是在復原合成，其目的是以一系統化的方法，合成出符合史料研究結果（包含設計規範與古代的科技和工藝水準）的所有設計。

機械合成方法很多，大致可分為四類，第一類是以機構構造為基礎所發展出來的設計方法[15-16]；第二類是以模組化概念為基礎所發展出來的設計方法[17]；第三類是以演化論的角度所發展出來的設計方法[18-19]；第四類是以資料庫與經驗為基礎所發展出來的方法[20-21]。每一種方法都有其優缺點與不同的適用範圍和領域，可交錯運用。以古代計時器為例，可先以第四類如 TRIZ 找出可能的方法，如晷表、水漏、沙漏、香漏、天文鐘、以及機械鐘等，就其中的天文鐘可以第二類模組化的方法，進行各系統模組的排列組合，對各系統模組再以第一類的創新機構設計方法進行構形合成，有需要者可配合第三類機構演化方法進行機構變異，找出符合古代機械原理與工藝的所有設計。

例如古中國天文鐘之擒縱調速器的復原設計[4] 即是利用一結合機構創新設計方法和機械演化與變異原理之古機械復原設計程序（圖 6）來進

行，是以北宋蘇頌水運儀象台的擒縱調速器—水輪秤漏裝置為原始設計，如圖 7 所示，有系統地合成出符合古代機械科技與工藝的所有復原設計。其結果可得 8 個具四連桿組與 2 個具繩索滑輪機構之六桿八接頭水輪秤漏裝置的復原設計，可用於古中國歷代機械鐘，對於其復原研究將有極大的助益。

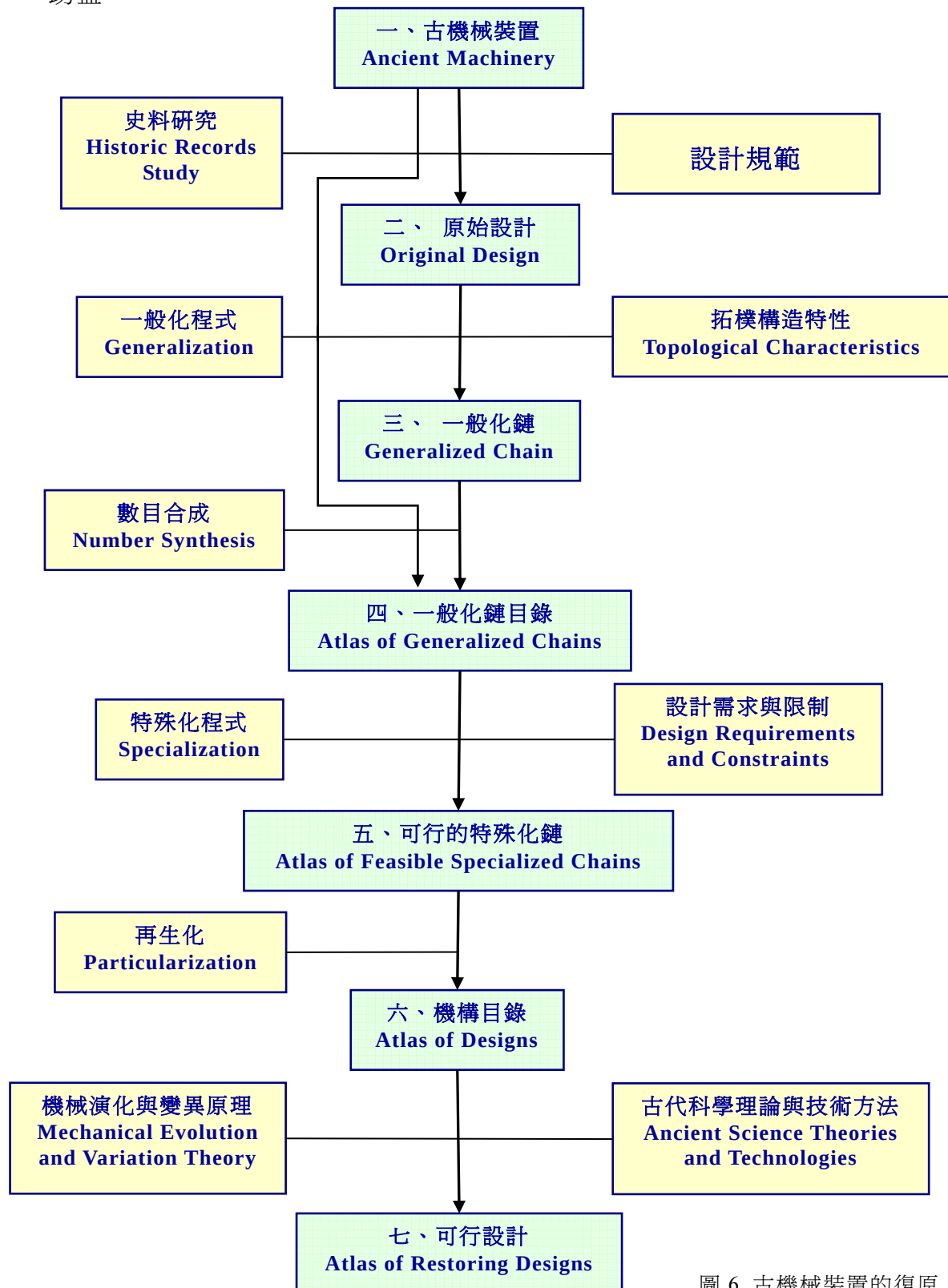
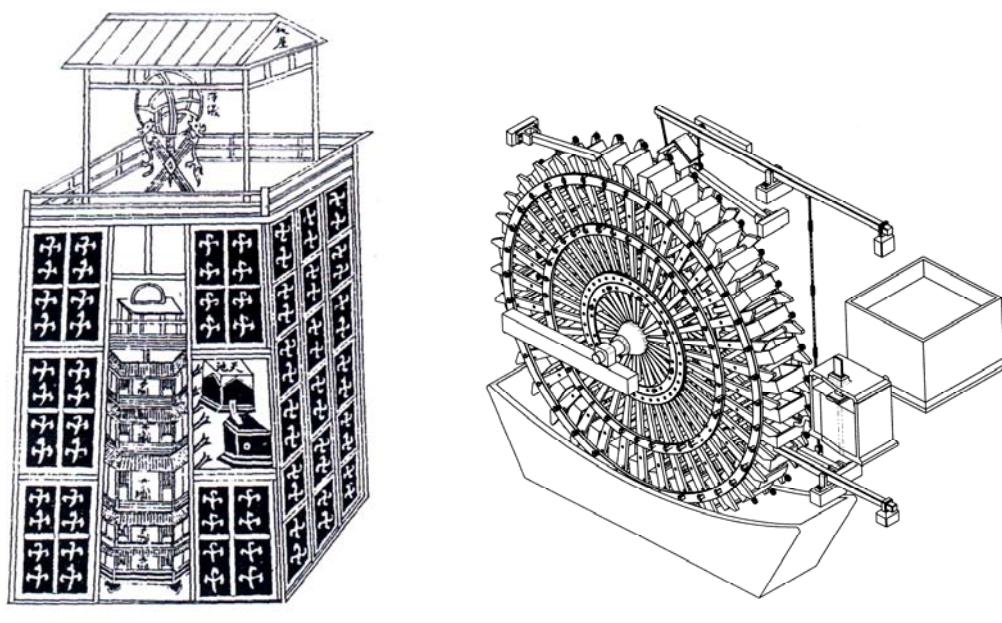


圖 6 古機械裝置的復原



(a) 外觀[8]

(b) 水輪秤漏裝置

圖 7 北宋的水運儀象台

(2)復原分析(Reconstruction analysis)

復原分析主要是針對有據的真品，以機械工程的分析方法來進行研究和考證。

以秦陵地區出土的銅車馬與弩、簇等實戰兵器之研究的實例而言[22]，其運用機械工程技術進行大量測試、測繪、統計分析、模擬驗證與科學推斷等分析工作。其中，應用現代測試技術，對銅車馬構件和各種實戰兵器的幾何參數，進行精確的測試；對其表面加工質量進行細緻的觀測分析，獲得大量珍貴的原始資料，並繪製機械工程圖。在基礎上，用數理統計回歸分析的方法及計算機技術，對測得的大量數據進行分析研究，對典型的零組件用模擬製造和實驗方法進行對比論證。

就現存的真品：以明代渾儀為例，1987年紫金山天文台和南京博物院對渾儀進行復原分析[23]。製作技術與金相組織有著緊密的聯繫，即使同樣成分的合金，選用不同的製作方法，器物所具有的金相、組織也不同。因此，檢測者分別在六合儀的陰緯環和陽經環、三辰儀的赤道環和天常環、南極軸座、鼇雲柱、以及龍柱等構件之殘斷處選取少量的分析樣品 24 塊，

並以金相組織鑒定和掃描電子顯微鏡（SEM）能譜分析儀分析等方法進行。根據樣品所顯示的不同組織形態、合金成分，結合構件的結構特點，來分析渾儀材質的性能及製作工藝，可瞭解中國傳統青銅機械裝置的製作技術。同時，其進行了構造、尺寸、刻度的測量與考證，特別是構件的形制和各環間的連接技術、斷口設計，這對裝配的工序非常的重要。這些分析結果對我們在進行歷代失傳渾儀（如水運儀象台之渾儀）的復原研究有很大的幫助。



圖 8 秦陵地區出土的二號銅車馬[24] 圖 9 南京紫金山天文台的明代渾儀

因此，復原分析的結果也是一項重要的史料，尤其是對古代科技與工藝的建構，提供可靠的依據。

3. 復原製造 Reconstruction manufacturing

復原製造是將第二步驟之復原設計的結果製作模型，模型是整個復原研究的成果與展示，而模型的製作可以分實物模型與虛擬模型製造。實物模型即是以傳統方法實際製造出古機械模型，虛擬模型則是利用現代電腦科技來建構古機械模型；不論是實物模型或虛擬模型，均要根據史料研究與復原設計的結果來製造。

復原製造可以包括兩個階段，第一階段是於電腦輔助設計與工程 (CAD/CAE) 的環境下以 3D Model 建構復原模型，並進行動態模擬和實物模型製作；第二階段是將第一階段建構的電腦實體模型或實物模型，結合虛擬實境技術建構古機械的虛擬環境，令人與古機械如置身於古代，並可深入去探索古機械所蘊含的科學技術與製造工藝。由於電腦科技與網路技術的不斷進步，互動式的網路虛擬環境日趨成熟，古機械虛擬模型的製作

可作為建立古機械網路虛擬博物館的基礎工作，如圖 10 是水運儀象台虛擬博物館。是以北宋水運儀象台的復原研究為主體建構一個虛擬博物館，其內容有一以博物館空間建構現代學習的殿堂，和一以古代場景重現中國南北宋的科技與生活。



(a) 現代博物館



(b) 古代場景

圖 10 水運儀象台虛擬博物館

總結整個程序，史料研究目的在建立設計規範、闡明設計需求與限制、及建構古代機械科技與工藝；復原設計的復原合成是產出所需的所有構形設計，復原分析的結果可作為進一步研究的重要史料。復原製造是在現實環境或網路虛擬環境下建造模型，是整個復原研究的成果與展示。

四、結論 Conclusions

《考工記》曰：「一器於工聚焉者」，是故機械史學要闡明機械發展的真實過程，首要力求復原歷代各種機械的原型。就本研究定義的古機械復原，其必須符合當時的機械原理、機械工程、以及工藝技術等方面，因此，對古機械的復原要求是較為嚴格的，然就有憑無據的古機械復原，是從無到有，在史料研究的基礎工作上，由於文獻記載的不完整、或過於簡略、或謬誤不實，其復原的難度很高，則著重在復原的研究，特別在其復原設計上，應可產出符合古代機械科技與工藝的所有設計，不可忽略其多樣性。例如成功大學中華古機械研究中心近十年來積極針對諸葛亮的木牛流馬[25]、魯班的木車馬[26-30]、蘇頌的水輪秤漏裝置[4]、燕肅的指南車、張衡的侯風地動儀等失傳古機械進行復原研究並獲得多個具體的結果，為機械史學提供了廣闊的研究空間。

再者，復原製造關係到工作可信的程度，是整個復原研究的成果與展示。其所涉及的問題常常是更全面、更深入、更具體，特別是一些古代（傳統）的工藝和設備的失傳，常是復原製造最為困難之處。但由於古機械所要復原的面向很多，目前的作法，在製造方法上，是以適當的現代製造法來呈現古機械的科學技術與設計思想，並藉此對古代的傳統工藝和設備進行進一步的復原研究。

五、參考文獻 References

- [1] 張柏春，1998，中國機械史研究的回顧與前瞻，機械技術史-第一屆中日機械技術史國際會議論文集（CJICHMT' 98），機械工業出版社，北京，第4-7頁。
- [2] 陳全明，陸敬嚴、李金伯，1998，復原研究技術的探索，機械技術史-第一屆中日機械技術史國際會議論文集（CJICHMT' 98），機械工業出版社，北京，第153-159頁。
- [3] 陸敬嚴、虞紅根，2000，古代機械復原研究的幾個理論問題，機械技術史（2）-第二屆中日機械技術史國際會議論文集（CJICHMT-2000），機械工業出版社，北京，第57-61頁。
- [4] 林聰益，2001，古中國擒縱調速器之系統化復原設計，國立成功大學機械工程學系，博士論文。
- [5] 《考工記》；鄭玄[漢]注，賈公彥[唐]疏，阮元[清]校勘，周禮注疏，卷四十一，大化出版社，台北，1989。
- [6] 顏鴻森，1999，古早中國鎖具之美，中華古機械文教基金會，台南市。
- [7] 《武經總要》；曾公亮[北宋]撰，武經總要，商務印書館，上海，1935。
- [8] 《新儀象法要》；蘇頌[北宋]撰，新儀象法要，台灣商務印書館，台北，1969。
- [9] 《農書》；王禎[元]撰，農書，台灣商務印書館，台北，1968。
- [10] 《天工開物》；宋應星[明]撰，天工開物，台灣商務印書館，台北，1983。
- [11] 《南船紀》；沈子由[明]撰，南船紀，中國科學技術典籍通彙技術卷一，河南教育出版社，1993。
- [12] 《武備志》；茅元儀[明]撰，武備志，華世出版社，台北，1984。

- [13] 黃以文，1990，創造性機構設計之專家系統，國立成功大學機械工程學系，博士論文。
- [14] Yan, H. S., 1998, Creative Design of Mechanical Devices, Springer-Verlag, Singapore.
- [15] Bushsbaum, F. and Freudenstein, F., 1970, "Synthesis of Kinematic Structure of Geared Kinematic Chains and Other Mechanisms," Journal of Mechanisms, Vol. 5, pp. 357~392.
- [16] Yan, H. S., 1992, "A Methodology for Creative Mechanism Design," Mechanism and Machine Theory, Vol. 27, No. 3, pp. 235-242.
- [17] Kota, S., 1990, "A Qualitative Matrix Representation Scheme for the Conceptual Design of Mechanisms," ASME Proceedings, Mechanism Synthesis and Analysis, No. DE-Vol.25, pp.217~230.
- [18] 張春林，曲繼方，張美麟編著，1999，機械創新設計，機械工業出版社，北京，第 68-86 頁。
- [19] Liang, Z. J. and Liang, S., 2000, "A New Angle of View in Machinery History Studies- Drawing Up Evolution Pedigree and Innovation," International Symposium on History of Machines and Mechanisms, Proceedings HMM 2000, Kluwer Academic Publishers, Italy, pp.283~290.
- [20] Altshuller, G. S., 1988, Creativity as an Exact Science, Gordon&Breach, New York.
- [21] Terninko, J., Zusman, A. and Zlotin, B., 1998, Systematic Innovation: An Introduction to TRIZ(Theory of Inventive Problem Solving), St. Lucie Press, New York.
- [22] 楊青，1995，《秦代機械工程的研究與考證》專輯，西北農業大學學報，咸陽，第23卷。
- [23] 吳坤儀、王金潮、李秀會，1994，渾儀、簡儀製作技術的研究，東南文化，第6期，第97~111頁。
- [24] 林泊佑（國立歷史博物館編輯委員會編輯），2000，兵馬俑秦文化，歷史博物館，台北。
- [25] 林寬禮，1994，王湣木牛流馬之改進設計，國立成功大學機械工程研究所，碩士論文。

- [26] 邱正平，1995，波浪型步態機器馬之設計，國立成功大學機械工程研究所，碩士論文。
- [27] 黃凱，1996，最佳八連桿型機器馬之研究，國立成功大學機械工程研究所，碩士論文。
- [28] 陳柏宏，1997，四連桿與六連桿型木車馬之機構設計，國立成功大學機械工程研究所，碩士論文。
- [29] 沈煥文，1998，八連桿型機器馬之機構設計，國立成功大學機械工程研究所，碩士論文。
- [30] 洪芝青，1999，混合八連桿型步行機器馬之機構設計，國立成功大學機械工程研究所，碩士論文。

Approach and Procedure of Reconstruction Research for Ancient Machinery

LIN Tsung-Yi

YAN Hong-Sen

Department of Mechanical Engineering,
Southern Taiwan University of Technology,

Department of mechanical engineering
National Cheng Kung University

Abstract

The reconstruction of ancient machinery is to rebuild the machinery by applying ancient mechanical principles, mechanical engineering, and technique skills to an original machine design. This research aims at presenting reconstruction research procedures, which are derived from the classifications of historic documentation on ancient machinery, so as to systematically rebuild ancient machinery prototypes as well as ancient mechanical technologies and skills. This work provides an innovative approach in the field of mechanical historiography.

Keywords: ancient machinery, reconstruction research, machinery history

台灣管筏演變簡史

陳政宏

國立成功大學系統及船舶機電工程學系

摘要

本研究回顧至二十世紀為止台灣管筏的演變過程，主要依據古畫、攝影與各相關文獻的記載，分析在構型與功能方面的演變。研究發現台灣筏有幾項重大的變遷：第一為竹筏上裝置帆與插板，使其擁有優良的耐海性；其他重大的變遷都發生在二十世紀，包括動力自人力與風力變為柴油機與舷外機，材料從竹子變為聚乙烯(PVC)塑膠管與玻璃纖維強化塑膠(FRP)盒，結構從單層變為雙層與似雙體船型，而功能上增加觀光與水警用途也很特別但不令人意外。由筏的演變過程也發現其技術變遷具有迅速採用新科技、客製化等特點。

關鍵詞：筏、台灣筏、竹筏、管筏、膠筏、漁筏、FRP 筏

A Brief History of the Evolution of Taiwanese Rafts

Jeng-Horng Chen

Department of Systems and Naval Mechatronic Engineering
National Cheng Kung University

1. Introduction

Rafts could be easily constructed by people living in pre-history era all around the world with materials available to them. It is also one of the possible roots of small boats [1]. People in many places, such as Europe, Peru, India, Bangladesh, southeastern Asia, China, and the Oceania, have been using rafts for a long time. The development and structure of rafts in these places are not necessarily similar. Among these places, Peru, India, Bangladesh, southeastern Asia, and Taiwan are still heavily using rafts as transportation vehicles in daily life today. These places are also the places with most advanced construction and sailing techniques of rafts. Greenhill considered Formosan (Taiwanese) sailing rafts as the most sophisticated traditional bamboo rafts.¹

Hence, it is interesting to observe the development of Taiwanese rafts in the 20th century, because during this period, the construction and sailing techniques may have huge changes due to industrialization of Taiwan. Therefore, whether the industrialization would change the use of rafts and how it affect the evolution of Taiwanese rafts become an interesting and valuable topic in the study of technology history. On the contrary, the change in all the other regions with highly developed traditional (wood and bamboo) rafts, may not have significant change yet because these societies are not industrialized as fast as Taiwan in the 20th century. Thus, Taiwan's rafts also provide a good subject for the study of the relationship between technology and the changes of society.

According to official statistics, about 66% of Taiwanese rafts are used in southwestern Taiwan coast in the past ten years. This region's sand coast, near shore fishing, and shallow sea culture jointly provided a good geographical

¹ Greenhill, B. and Morrison, J., *The Archaeology of Boats and Ships*, (London: Conway Maritime Press, 1995), pp.78-81.

and economical environment for the use of shallow draft, flat bottom, and small water transportation vehicles. Bamboo was also easily available to Taiwanese in the past. Hence, it is not surprising that bamboo rafts were constructed and used since long time ago in this region. Also according to the statistics of fishery administrative in Taiwan in the past 100 hundred years, rafts have occupied about half of the total number of all Taiwanese fishing crafts, as seen in Fig.2.

2. Earlier Taiwanese Rafts

2.1. Aboriginal Resident's Rafts in Taiwan

Aboriginal residents in Taiwan had used bamboo to build rafts to cross over rivers in Taiwan as seen in a painting in Fig. 3. This development is as common as seen in the rest of the world. The use of this kind of *one-layer flat bamboo rafts* seems to be limited to inland waters. The power source is obviously men and propelled by oars or a single bamboo pole. This simple type of bamboo raft was still in use in the middle of the 20th century, as recorded in Fig. 4 (a) and (b). Their dimensions were about 7~7.4m (L) X 1.2~1.8m(W).

2.2. Early Chinese Immigrant's Rafts in Taiwan

Chinese immigrants from southeastern China provinces, especially Fujian and Guandong (Canton) probably also brought some fishing techniques with them to Taiwan. Thus, a good transportation vehicle is needed for near shore fishing. A *Fong-Shan County Records* (鳳山縣志) published in 1764 recorded how Chinese immigrants use rafts to help their fishing boats to capture *Mugil cephalus* (烏魚) which is till an important product today.

乾隆 29 年，王瑛曾《重修鳳山縣志·田賦志·雜餉》，引「赤嵌筆談」：

按採捕烏魚放恠，每船結夥五、六隻，晝夜巡歷海邊；烏魚群到，堆積如山，魚船陸續相連，放恠聯絡圍之。烏魚甚智，結隊不散，亦無如之何；須用竹筏數十，以魚槍刺之，魚驚則散，乃能入網袋。甚至滿船不能運載，開面網使逃者。

Another records at the same period was seen in a personal note, *Hsiao-Liou-Chiou Man-Chi* (小琉球漫志), published in 1765 describing the bamboo rafts used for near shore shallow water region. The dimensions of the raft were about 9 to 12 m long and 3 m wide.

乾隆 30 年朱仕玠《小琉球漫誌・海東臚語》：

海邊漁人，往海取魚，則用漁舟；至沿海淺處，止憑竹筏。筏上安篷，駕風往來，狎視海濤，渾如潢池。其筏長約三、四丈，闊約一丈。

The structure of the rafts recorded in this period was similar to single layer flat bamboo raft. But three important innovations were developed. First, based on the simple single-layer flat bamboo raft, which was still in use for inland water as seen in Fig.5(a), Chinese junk type sails were installed onto single layer bamboo rafts. Secondly, bamboos were slightly curved by heating at two ends in order to prevent waves from slamming on rafts directly and thus make sea sailing safer. Sometimes, the stern end was not curved at all. Third, a round barrel made by wood was installed behind the mast to store things for preventing from wetting. These features can be seen in Fig.5(b). Thus, a special *sea-going sail raft* was developed in this period. Unfortunately, no detail of construction of this type of raft was found or know to the author, although it is believed that the construction method would be the same for a long time until modern material was introduced in the 20th century. That means we probably can assume its construction method was the same as similar rafts recorded during the first half of the 20th century, as we will see in the next section.

2.3. Rafts Recorded in Japan Governed Era

Rafts used in Taiwan during Japan governed period were the same as before. During this period, more records were made, including photographs and texts. Kokubu² and Ling³ both recorded how traditional Taiwanese

² Kokubu, Naoichi, (Trans. by Lin, Tsong-Fu), *Taiwan's History and Folkways* (台灣の歴史と民俗, 6th prints, Tokyo: 岩崎美術社, 1968; Taipei: Wu-Ling Publishing Co.),

bamboo rafts were constructed according to their field investigations in southwestern Taiwan during Japan governed period (1896-1945) and in 1960's respectively. The basic process must include some material treatment process: skin shaping, oiling, and heating for bending. Some typical photographs of one layer sea-going sail rafts made by bamboo are shown in Fig.6. A model of this kind of raft and a full scale bamboo raft made several years ago are shown in Fig. 7 and 8 respectively. Several centerboards and oars are clearly seen. Greenhill & Morrison considered this kind of sailing bamboo raft with centerboards as the most sophisticated rafts made by natural material in the world. The centerboards are usually moveable. The depth of centerboards in the water depends on the sea and operation condition. Their functions are to increase stability and to decrease side drift due to side wind, which is common for ships with sails.

3. Changes in the 20th Century

3.1. Post-war Rafts

Bamboo rafts did not have much change right after the Second World War as seen in several photographs taken in 1950's and 1960's in Fig.9. Rafts in this period were used in set netting, torch light netting, beach seining, swing bell netting, sampan trawling, drift netting, gill netting, and inland water fishing fishery methods.⁴

3.2. Powered Rafts

The really first significant change of rafts in the 20th century is the introduction of the installation of engine-propeller systems, and outboard engines later. In 1951 or 1952, the fishery administrative of Taiwan government started to promote the installation of outboard engines on fishery sampans to increase their speed. Then, fishermen quickly got ideas of the

pp.218-228.

³ Ling, Shun-Sheng, *A Study of the Raft, Outrigger, Double, and Deck Canoes of Ancient China, the Pacific, and the Indian Oceans*, The Institute of Ethnology, (Taipei: Academia Sinica, 1970), pp.77-126.

⁴ Liu, Han-Po, *Fishing Sampans in Taiwan*, (Taipei: Taiwan Fisheries Bureau of Provincial Government of Taiwan, 1963), pp.40-42, 47-50. (劉漢坡, 台灣的舢板與漁筏)

installation of outboard engine on rafts, another kind of common small crafts. However, the first record of the test of powered raft is dated in 1952. The Fishermen's Association of Kaohsiung City (高雄市漁會) did the first trial of powered raft in August, 1952. But there was no record of that trial left. Then, the second trial was done by a fisherman, Tsai Biao (蔡標), in Yuan-Li (苑裡), Miao-Li county (苗栗縣) in April, 1953 and was recorded by Lin [5].

Mr. Tsai's raft was constructed by 13 bamboos, 8m long, 2.1m wide, and equipped with a 2-hp engine with a 3-blade propeller directly connected by a straight shaft. The engine was Japan's Yanmar diesel engine with operating speed 1,000rpm. The price of this engine was NT\$3,300. Other costs including the propeller, shaft, and installation was NT\$1,700. So the total cost of modification from traditional raft is NT\$5,000 in 1953. The fuel cost was 0.225kg/hr and NT\$0.3/hr (1953). The maximum speed it can reach was 2 knots.

The benefits of installing outboard engine on a bamboo raft reported by Lin⁵ include: (1) light engine (either 66kg or 22kg. The original texts had two different descriptions. 22kg is considered more plausible.). (2) Easy to learn and repair. (3) Rafts needn't harbor/pier. (4) shorten operation time: for normal daily operation, powered rafts took about only 7 hours compared to 12 hours if using non-powered rafts, saving 42% of time. (5) 3 times of products.

After the successful trial, promotions by officers and some financial support policy by Taiwan provincial government and many county governments helped the spread of powered bamboo rafts. There were at least 891 bamboo rafts with engines of 4~8hp in Taiwan in 1956.⁶ A typical promotion in Kaohsiung county was reported in 1956.⁷ The county government also provided financial and technical support for engine installation. The support was NT\$1,000 for 2-hp engines and NT\$2,000 for 4-hp engines. Thus, the financial support was about 1/3 of the engine cost. The promotion activity was executed by fishermen's associations within the county. There were also some restrictions for the fishermen after they obtained

⁵ Lin, Ching-Lin, A Test of Powered Raft, *Yu-Yiou*, 1953, No. 13, pp.6-7. (漁友)

⁶ Chinese Fishery News, Insurance is possible for powered rafts, *Chinese Fishery News*, 1956, No.14, Oct. 8. (中國漁業新聞)

⁷ Chinese Fishery News, The promotion of powered rafts and sampans in Kaohsiung county, *Chinese Fishery News*, 1956, No.19, Nov. 12. (中國漁業新聞)

financial support: (1) registration of rafts, (2) products should be sold at local market, and (3) engine transfer was prohibited.

While the provincial and local governments were promoting powered rafts, the Fishery Bureau of the provincial government also tried developed larger powered bamboo rafts. A successful trial was reported in 1961 summer.⁸ The large powered bamboo raft was developed in Sun Moon Lake (日月潭) with a length of 9.6m and width of 2.8m. Twenty large bamboos of 15cm or larger diameter were used. Its engine was 4.5hp and speed could reach 4.5knots. More than 10 persons could be loaded. This raft could be seen in Fig.10.

The spread and improvement of powered bamboo rafts were quick then, especially with government's support. Later on, when outboard engines became popular gradually, some rafts were also equipped with outboard engines, instead of engine-shaft-propeller systems. A photograph of an outboard engine-powered bamboo raft published in 1975 is shown in Fig. 11. In the 1960's, powered bamboo rafts became a very common vehicle used for near shore and inland water fisheries.

3.3. Pipe Rafts

A bamboo raft's life is usually about 2~3 years.⁹ Therefore, fishermen need to replace at least some bamboos quite often. The second significant change of Taiwanese rafts in the 20th century soon after the first one. While the first change is about power, the second happened on the material used, when PVC pipes became easily available in Taiwan.

Taiwan's petroleum industry started in late 1950's. However, petroleum products were not popular until the first big light oil factory was finished in 1968.¹⁰ Thus, since 1969, many relatively cheap PVC pipes became available in Taiwan. Some fishermen started to try to use PVC pipes to replace bamboos

⁸ Chinese Fishery News, Fishery Bureau has finished design of large powered fishing raft, *Chinese Fishery News*, 1961, July 31. (中國漁業新聞)

⁹ Sun, Tai-Heng, Taiwan's fishing boats, fishing tools, and their industries, *Studies of Taiwan's Fishery*, (Taipei : Taiwan Bank Economics Research Office, 1974), pp.292-331. (孫泰恆, 台灣漁業研究, 台銀月刊)

¹⁰ Chu, Wan-Wen, *Taiwan's Economy under Globalization*, Taiwan: A Radical Quarterly in Social Studies Reseach Series-11, 2003, p.149.

for constructing rafts. The method to use pipes for rafts is to connect several pipes together by flat plastic ropes in the same or similar ways to connect bamboos. But the ends of pipes were covered by plastic lids. A piece of news of Peng-Hu Islands reported that most of Taiwan's fishermen used PVC pipe rafts in 1970.¹¹ In Peng-Hu, a traditional bamboo raft cost about NT\$30,000 then. The sizes of typical rafts used there were not reported. But a similar pipe raft cost only more than NT\$3,000 (in 1970) and had a much longer expected life, 8~10 years.

PVC pipe rafts used PVC pipes made by Nan-Ya Plastic Co. (南亞塑膠公司) (One of the largest plastic company in Taiwan) and Hwa-Hsia Plastic Co. (華夏塑膠公司) At the beginning, these two companies produced a special type of PVC pipes for raft construction: a pipe has some compartment walls within, instead of a pure hollow cylinder, in order to simulate the natural shape of bamboo and to increase safety by adding compartments. This special type of pipe was more expensive. In deed, it is not so necessary to generate such special compartments within one pipe since there are already enough compartments for a raft when built by connecting several pipes together. So, later on, pipe rafts were constructed by normal PVC pipes only. A typical 12-pipe raft cost NT\$10,000~20,000 (in 1973) and an outboard engine cost additional NT\$10,000~20,000. Due to the relative much cheaper price and convenience for construction, pipe rafts replaced bamboo rafts very quickly, approximately within 5 years.

Technically, the construction of powered pipe rafts' structure is simpler than bamboo rafts because there is no sail, mast, oars, and centerboards. The installation of engine is not very difficult, either. Moreover, some of the material treatment process could be neglected, but heating for bending the pipe is still a necessary process. The average size and engine power of present Taiwanese pipe rafts are 8.3m (L) x 2.18 (m) and 25hp in 1993.¹² However, this statistics was incomplete and biased due to lack of data in three counties having large numbers of rafts, which occupied 37% of total numbers of rafts in Taiwan. Hence, the above numbers should be smaller than the actual ones.

¹¹ *Chien-Kuo Daily*, A PVC pipe raft costs \$3,000, April 2, 1970, Ma-Kung, Peng-Hu County. (建國日報)

¹² Hu, Hsin-Hua; Li, K.T.; Liao, C.H.; Liao, C.C.; Chen, P.C.; Yeh, W.L., *Survey and Promotion of Taiwan's Raft Fishery*, Taipei: Fishery Bureau, Provincial Government of Taiwan, 1993. (胡興華等, 台灣漁筏漁業調查與推廣)

3.4. Large Pipe Rafts

The development of pipe rafts was continued after it was invented. Due to the better strength and easy construction, the size of pipe rafts became larger and larger, and exceeds the size of bamboo rafts for a while. The present regulation limits raft's length no longer than 24m, and width no wider than 5.5m, in order not to be included in international treaties. Although the regulation may be changed in the future, it provides the maximum dimensions of the present pipe rafts. If there is no regulation, Taiwanese pipe raft could exceed this size easily with no doubt.

Due to the increase on size and displacement, the structures of large pipe rafts had some characteristics. (1) More than one layer of pipes was needed and common. Usually there are two layers of pipes in a special arrangement. The diameters of pipes may also be different. Usually, either same diameter pipes are used, or two different diameters of pipe are used. In the latter case, the smaller pipes are arranged in the center. It is also possible that some center pipes in the bottom layer are missing, and the whole cross section looks like a catamaran. We may call it as “*quasi-catamaran*” type. The missing numbers of pipes may vary. Thus, some bottom layer may have only 2 pipes on each side while others may have 4 or more on each side and makes the structure unlike real catamaran. Thus, this type of pipe raft is classified as “1.5 layer” raft in this paper. These features can be seen in Fig. 13 and 14. (2) The structure above pipes is like a small fishing boat. There are small rooms. Lights are also installed as required by regulation as seen in Fig. 13 and 14.

The engines for such large rafts could be as large as 280hp, which was recorded on two 1.5 layer pipe raft with dimensions of 16.7m (L) x 5.1m (W) in 1985 in Bu-Dai, Chia-Yi County.¹³ Diesel engine with shaft and propeller connected directly. The engine room is usually set in the middle of the raft and the shaft is installed under the center part of the raft. Thus, one to three center pipes are usually cut at the middle to leave space for shafts. The rudder was sometimes installed independently. These large rafts look and act like small fishing boats. In addition to regular and normal near shore fishing activities,

¹³ Huang, C.-C.; Fang, M.C.; Chiang, Y.C.; Hsu, M.H., *The relationship between the engine power and performance of rafts*, Special Report in Fishery No. 17, Taipei: Committee of Agriculture, 1985. (黃正清等, 漁筏引擎主機馬力與性能之關係)

there are even rumors saying that large rafts could sail to Hong Kong easily when sea condition is suitable; and that they are good to be used as smuggling transportation vehicles.

A new survey in 2004 by the author and his students¹⁴ also found that the equipments on middle to large size fishing rafts adopts modern technology quickly just as raft's body in the past. In addition to fishing tools and necessary lights for safety, many fishermen also equipped their rafts with radar, radio, GPS receiver, mobile phone, or all of them. Thus, their equipments are at the same level of small to medium fishing boats. When asked about the speed of their rafts, some fishermen claimed the number confidently because they measured the speed using GPS system.

3.5. FRP Rafts

The material used for construction has another change after the introduction of PVC pipe. Similar to yacht building, fiberglass reinforced plastic (FRP) was introduced for building sampans and rafts. The method to build an FRP raft is to build one or more rectangular FRP boxes and then connected them together. Then bow and stern ends could have slightly different shape to form shear lines, or could have some short PVC pipes or pipe lids installed to “fake” the rafts as a pipe raft. The reason of faking is that the regulation for rafts (bamboo and pipe) has been different from that of small boats, which includes box-like vehicles just like FRP rafts. The emergence of FRP rafts could be traced back to early 1970's as shown in Fig. 15. An advertisement of FRP rafts was also seen in a fishery magazine in 1974.¹⁵ The numbers of FRP rafts, including, those who fake to be pipe rafts, are still less than PVC pipe rafts and there is no formal statistics of FRP rafts at present. The management and regulation of FRP rafts is a problem to local governments since this new type of vehicles is ambiguously between boat and raft.

¹⁴ Chen, J.-H.; Li, T.-W.; Chen, Y.-C.; Chen, Y.-H., *Optimization of Equipments, Performance and Propulsion System for Various Fishing Rafts - Part II: Equipment Survey and Performance Experiments*, Project Report, Fishery Administrative, Committee of Agriculture, Taipei, 2004.

¹⁵ Le-Yi Industry Co., Advertisement of FRP Rafts, *China Fisheries Monthly*, 1974, No.264, inside of back cover. (中國漁業月刊)

3.6. Large Tourist Rafts

The most recent invention of Taiwanese rafts is the development of large tourist rafts. After joining World Trade Organization, Taiwanese fishermen faced severe competition and some of them changed their main activity from fishing to tourism of fishery or leisure fishery. For the latter, they rent their fishing boats or pipe rafts to people who wants to fishing or to see dolphins and whales on holidays. For the former, fishermen modified their rafts and load more numbers (20~45 in one single cruise usually) of people in lakes or other inland water to see water birds, rare plants, and how traditional fishing is conducted.

To match this special newly developed need, large pipe rafts were modified or newly constructed. The differences in the structure between a tourist raft and a fishing raft include: (1) a tent is extended to full length of the raft for shielding sunshine and rain; (2) seats (fixed bench or moveable single seats are installed) as seen in Fig. 16; (3) A toilet may be set at the stern corner; (4) fences are added on two sides for safety. Most tourist rafts use outboards engines for two reasons: First, a huge power and high speed is not needed. Second, diesel engine and shaft would occupy too much space. A large tourist raft could as seen in Fig. 16 could load 40 to 60 people. Fishermen even claimed a loading capacity of eighty persons for the largest raft. But this claim has not been confirmed yet.

This new tourist activity becomes more and more popular in Taiwan. Recently, President Chen and the President from Guatemala had a pipe raft tour in Tainan County on August 25, 2003 reported by United Daily and other Taiwanese newspapers.

3.7. Adoption by Legal Force

As shown in Fig. 17, Taiwan's Coast Guard has already used PVC pipe rafts as a simple and useful patrol vehicle in shallow water regions, such as around Dong-Sha Island (東沙島) region and southwestern Taiwan (Kaohsiung county) where the region having water depth less than 2m could extend as far as 200-500m away from its coastline. ROC Coast Guard had only 4 small vehicles on Dong-Sha island when recording. Two of them are pipe rafts; the others are small boats also with outboard engines. The rafts were constructed in 1997 by 17 PVC pipes in double

layer arrangement with FRP sheet covered to strength its structure. This FRP-cover method was also used in many fishing rafts recently. The deck and structure above the deck can be seen clearly similar to a traditional small patrol boat with radar, lights, and other necessary instruments and equipments. This example demonstrates that pipe rafts are not only good for shallow water use, but also, sometimes, a necessary choice in some region such that legal forces also adapt it as patrol vehicles.

3.8. Summary of Changes

The evolution of Taiwanese rafts could be summarized in Table 1. Note that the modern pipe rafts' largest dimensions are from limited surveys available to date. Several important characteristics observed from this evolution history are:

- (1) The structure and material used to construct rafts evolved quickly with newly available materials and technologies evolved with the industrialization pace in Taiwan.
- (2) The rafts were constructed according to each user's individual need, and presented rich variations in structure, equipments, arrangement, and way to use. There existed almost none of mass production of rafts due to its simple construction and low cost.
- (3) The fact that a popular machine, Taiwanese raft, is also custom-made is rare in modern industries. The only significant similar machine is reassembled car used in southwestern Taiwan for moving farming products.¹⁶ More comparisons between these two machines is an interesting topic worthy further research in the future.

4. Conclusions

The evolution of Taiwanese rafts had several important changes. The first one is the installation of sail and centerboards on bamboo rafts. All the others

¹⁶ Lin, Chung-Hsi, The Technology of Silence-The beauty and Sorrow of Reassembled Car, *Technology Museum Review*, 2000, Vol.6, no.4, pp.34-58. (林崇熙, 噤聲的技術—拼裝車的美麗與哀愁)

happened in the 20th century, including the power change from human and wind to diesel and outboard engines; the material change from bamboo to PVC pipes or FRP box; and the structure change from single layer to double layer and quasi-catamaran type. Function additions of the use in tourism and legal force are also significant.

Reference

- [1] Greenhill, B. and Morrison, J. (1995) *The Archaeology of Boats and Ships*, Conway Maritime Press, London, pp.78-81.
- [2] Kokubu, Naoichi (1991) (Trans. by Lin, Tsong-Fu), *Taiwan's History and Folkways* (台灣的歷史と民俗, 6th prints, 岩崎美術社, Tokyo, 1968), Wu-Ling Publishing Co., pp.218-228.
- [3] Ling, Shun-Sheng (1970) *A Study of the Raft, Outrigger, Double, and Deck Canoes of Ancient China, the Pacific, and the Indian Oceans*, The Institute of Ethnology, Academia Sinica, Taipei, pp.77-126.
- [4] Liu, Han-Po (1963) *Fishing Sampan in Taiwan*, Taiwan Fisheries Bureau of Provincial Government of Taiwan, Taipei, pp.40-42, 47-50. (劉漢坡, 台灣的舢板與漁筏)
- [5] Lin, Ching-Lin (1953) A Test of Powered Raft, *Yu-Yiou*, No. 13, pp.6-7. (漁友)
- [6] Chinese Fishery News (1956) Insurance is possible for powered rafts, *Chinese Fishery News*, No.14, Oct. 8. (中國漁業新聞)
- [7] Chinese Fishery News (1956) The promotion of powered rafts and sampans in Kaohsiung county, *Chinese Fishery News*, No.19, Nov. 12. (中國漁業新聞)
- [8] Chinese Fishery News (1961) Fishery Bureau has finished design of large powered fishing raft, *Chinese Fishery News*, July 31. (中國漁業新聞)
- [9] Sun, Tai-Heng (1974) Taiwan's fishing boats, fishing tools, and their industries, *Studies of Taiwan's Fishery*, Taiwan Bank Economics Research Office, Taipei, pp.292-331. (孫泰恆, 台灣漁業研究, 台銀月刊)
- [10] Chu, Wan-Wen (2003) *Taiwan's Economy under Globalization*, Taiwan: A Radical Quarterly in Social Studies Reseach Series-11, Taipei, p.149. (瞿宛文, 全球化下的台灣經濟)
- [11] *Chien-Kuo Daily* (1970) A PVC pipe raft costs \$3,000, April 2, 1970, Ma-Kung, Peng-Hu County. (建國日報)

- [12] Hu, Hsin-Hua; Li, K.T.; Liao, C.H.; Liao, C.C.; Chen, P.C.; Yeh, W.L. (1993) *Survey and Promotion of Taiwan's Raft Fishery*, Fishery Bureau, Provincial Government of Taiwan. (胡興華等，台灣漁筏漁業調查與推廣)
- [13] Huang, C.-C.; Fang, M.C.; Chiang, Y.C.; Hsu, M.H. (1985) *The relationship between the engine power and performance of rafts*, Special Report in Fishery No. 17, Committee of Agriculture, Taipei. (黃正清等，漁筏引擎主機馬力與性能之關係)
- [14] Chen, J-H.; Li, T.-W.; Chen, Y.-C.; Chen, Y.-H., *Optimization of Equipments, Performance and Propulsion System for Various Fishing Rafts - Part II: Equipment Survey and Performance Experiments*, Project Report, Fishery Administrative, Committee of Agriculture, Taipei, 2004.
- [15] Le-Yi Industry Co. (1974) Advertisement of FRP Rafts, *China Fisheries Monthly*, No.264, inside of back cover. (中國漁業月刊)
- [16] Lin, Chung-Hsi (2000) The Technology of Silence-The beauty and Sorrow of Reassembled Car, *Technology Museum Review*, Vol.6, no.4, pp.34-58. (林崇熙，噤聲的技術—拼裝車的美麗與哀愁)
- [17] Taiwan Fisheries Bureau (1975) *Taiwan Fisheries*, Taiwan Fisheries Bureau, Provincial Government of Taiwan, Taipei. (台灣漁業)

Table 1 Summary of the Evolution of Taiwanese Rafts

Layer		1	1	1	1	1.5	2	1
Material		Bamboo	Bamboo	Bamboo	PVC Pipes	PVC Pipes	PVC Pipes	FRP Box
Approximate Largest Size Recorded, L (m) x W (m)		7.4 x 1.85	12 x 3	(12x3 ?)	(20x 5?)	(20x5?)	24 x 5.5*	(?)
Propulsion Type	Pole	✓	✓	-	-	-	-	-
	Oar/Lu	✓	✓	-	-	-	-	-
	Sail	-	✓	-	-	-	-	-

	Outboard Engine	-	-	✓	✓	✓	✓	✓
	Engine-Shaft-Propeller	-	-	✓	✓	✓	✓	✓
Centerboards used		✓	✓	-	-	-	-	-
Observed period in use		~1970's	~1960's	1953~1975	1968~	1970's~	1970's ~	1975~

*Any marine vessel longer than 24m is regulated by international rule. Thus, current Taiwan government's regulation limits the length of fishing rafts no more than 24m.

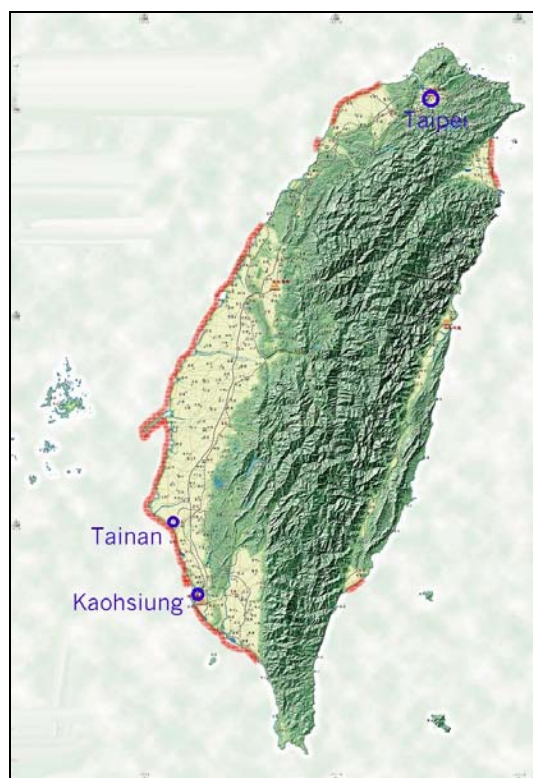


Fig.1 Taiwan's Sand Coast (red lines).

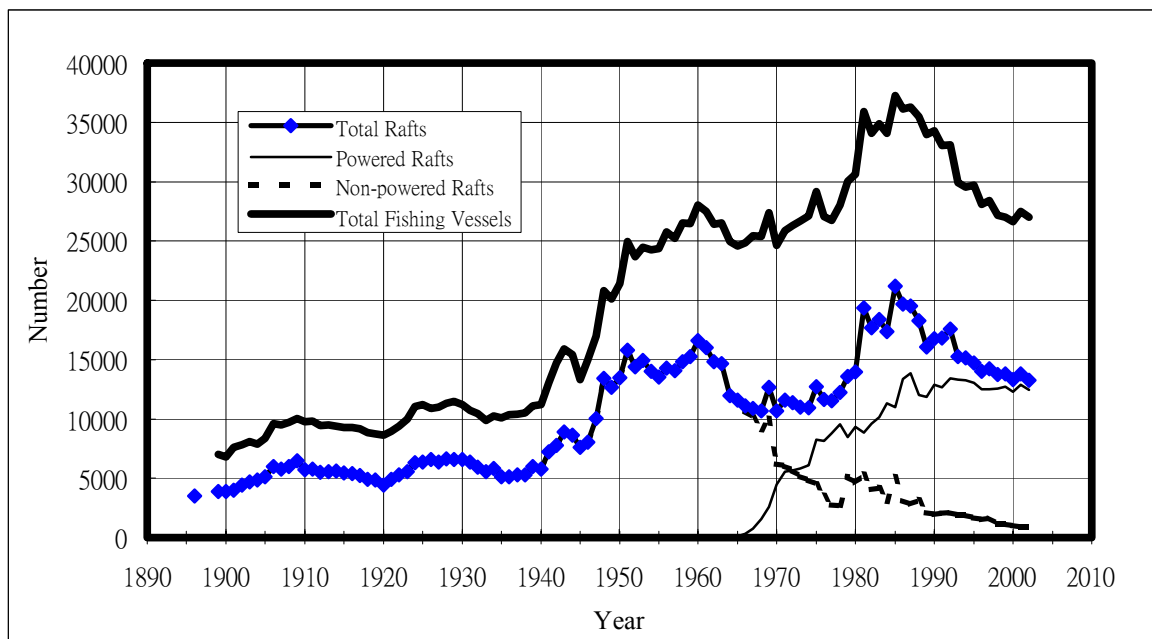


Fig.2 The Numbers of Rafts and All Fishing Vessels in the Period of 1896 to 2002.



Fig. 3 An 18th century painting of aboriginal residents crossing a river.

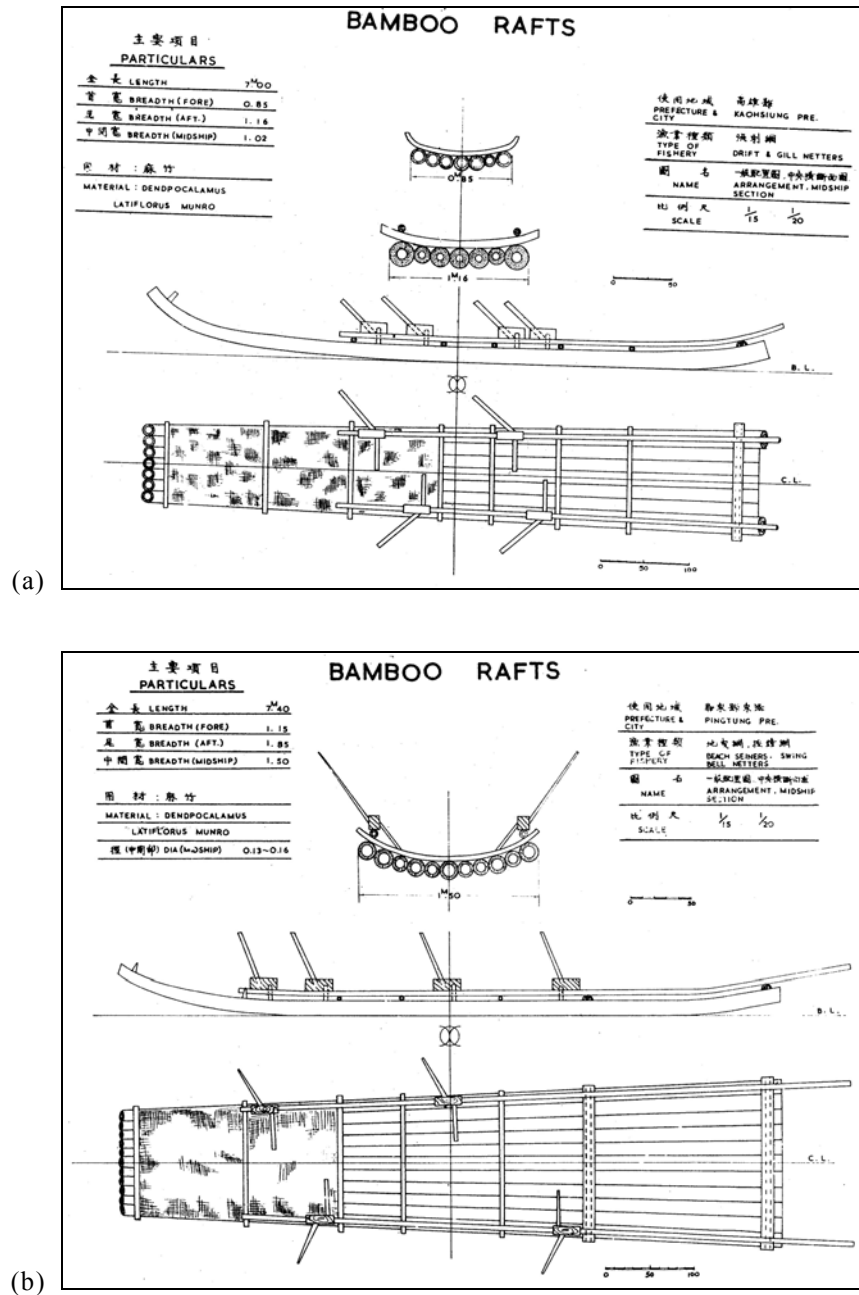


Fig. 4 Three typical non-powered single layer bamboo rafts recorded in 1960's [4]

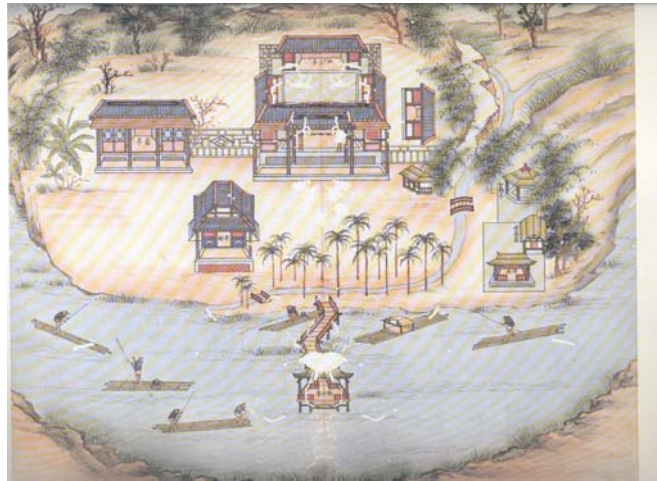


Fig.5(a) A Ching dynasty painting with rafts (National Library)



Fig.5(b) A fishing raft photography taken in 1871 by J. Thomson.





Fig. 6 Photographs of various bamboo rafts taken near Kaohsiung harbor during Japan governed period.

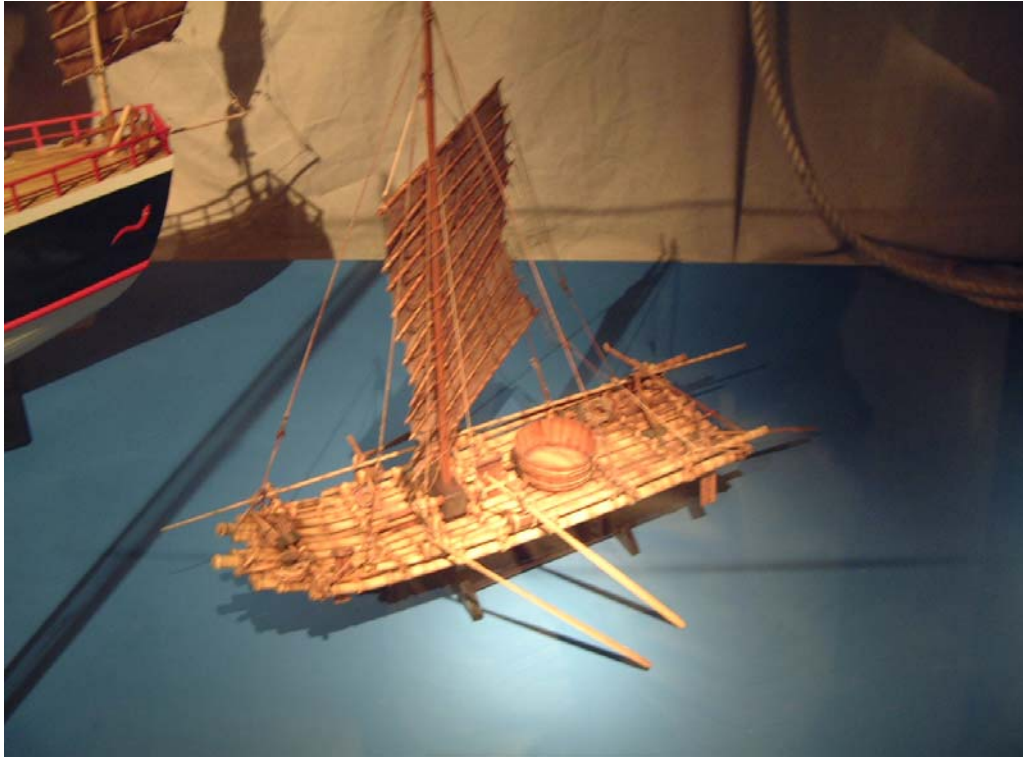
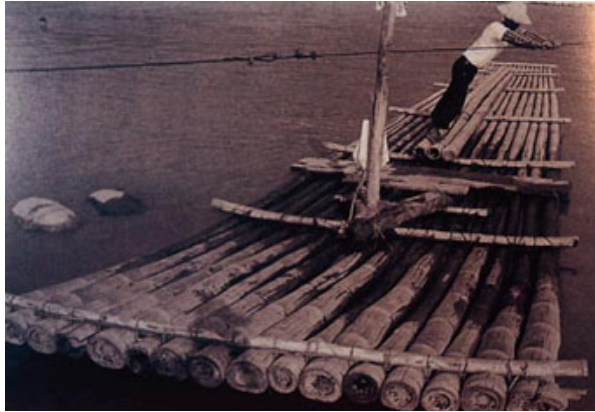


Fig. 7 A model of single layer sailing bamboo rafts with centerboards.



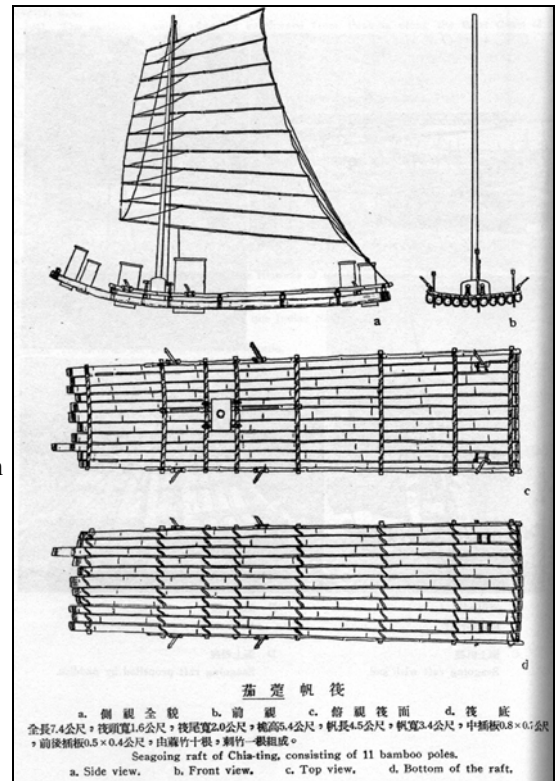
Fig. 8 A newly built traditional sailing bamboo raft was demonstrated in Tainan, July 2003.



(黃鼎松) A bamboo raft on Hou-Long River, Miao-Li in 1951.



(吳進興) A single layer bamboo raft at Kaohsiung in 1963.



A Typical Taiwanese Sailing Raft recorded in 1956 [3]

Fig.9 Bamboo rafts in 1950's and 1960's.

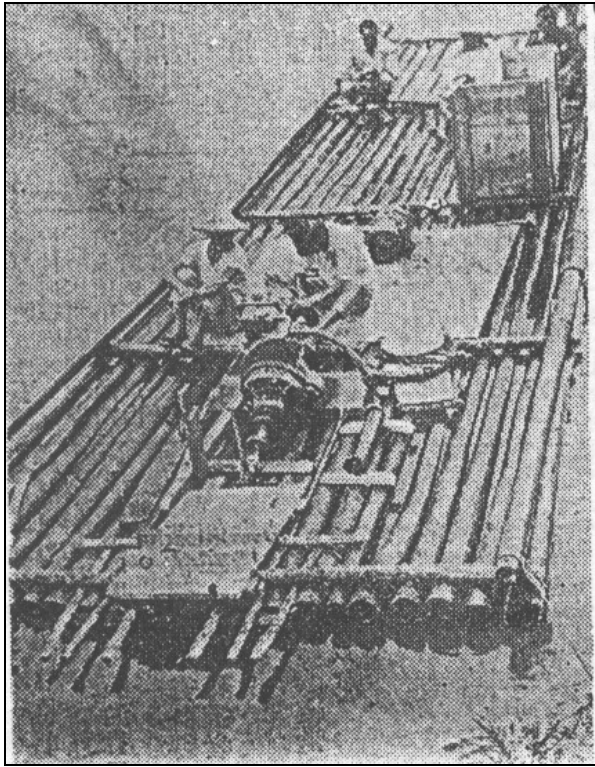


Fig.10 Photograph of a powered bamboo raft developed by Taiwan provincial government in 1961. [8]

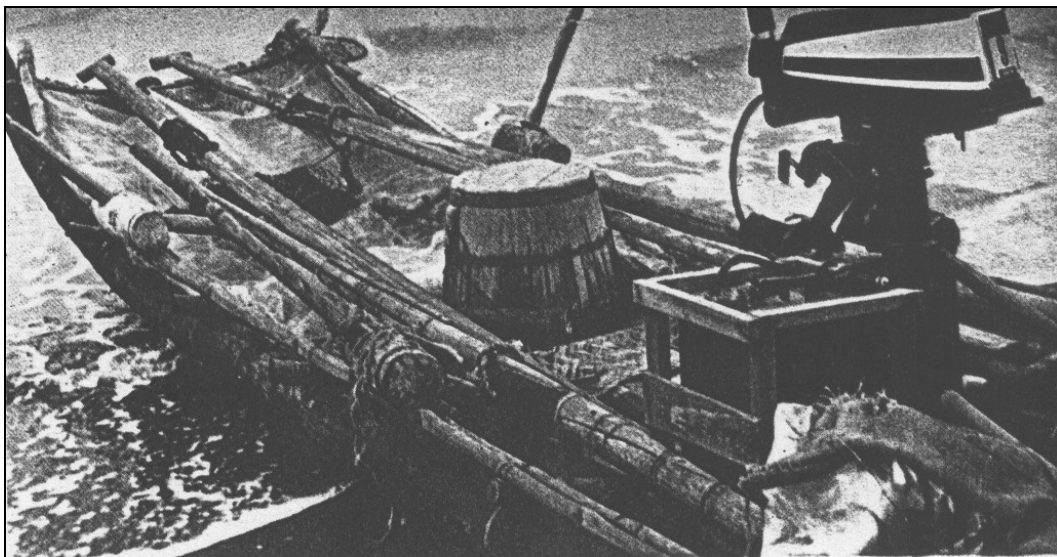


Fig. 11 A photograph of an outboard engine-powered bamboo raft published in 1975 [17].



Fig. 12 Typical small inland water (right, 2003, An-Nan, Tainan City) PVC pipe rafts.



Fig. 13 A large double layer pipe raft in Bu-Dai, 2003 (left); and a “1.5” layer of raft whose cross section looks like a catamaran. (Ma-Sha-Gou, Tainan County, 2002)



Fig. 14 A pipe raft using different size of pipes (left) and a double layer pipe raft (right) shot at Bu-Dai, Chia-Yi County in 2003.

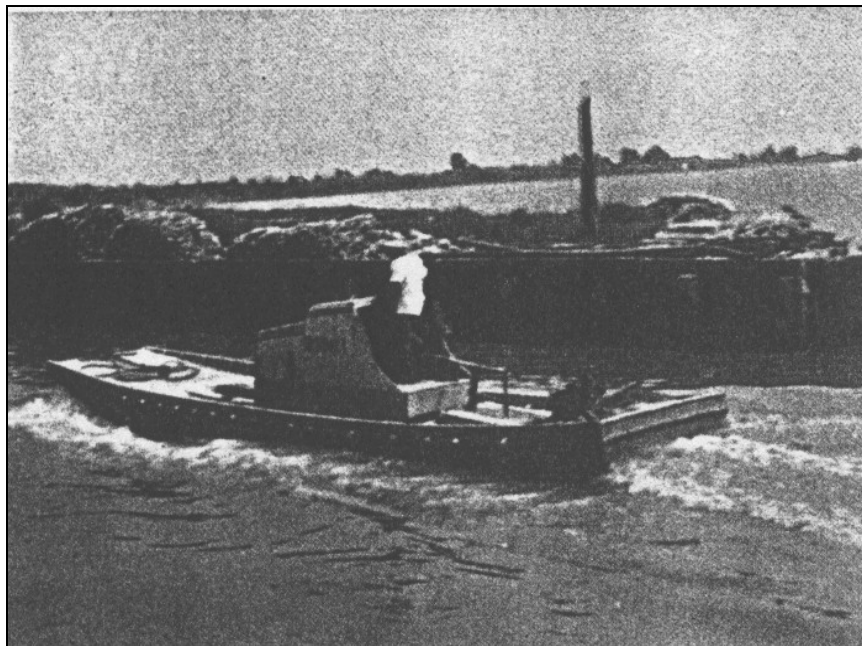


Fig. 15 A photograph of an outboard engine-powered FRP raft published in 1975 [17]



Fig. 16 Two typical mid (right) and large (left) size of tourist rafts. The left one has fixed bench and a toilet. (Tainan City, 2002 and 2003) A relatively luxury tourist raft (bottom) in Tainan County, 2003.



Fig.17 ROC Coast Guard uses rafts in the shallow water in Dong-Sha Is. Region

A Brief History of the Evolution of Taiwanese Rafts

Jeng-Horng Chen

Department of Systems and Naval Mechatronic Engineering
National Cheng Kung University

ABSTRACT

A historical review of the evolution of Taiwanese (Formosan) rafts, mainly on structure and function aspects, from ancient time to the end of the 20th century is described in this paper. Based on credible paintings and photographs and other text records, it is found that the evolution of Taiwanese rafts have several important changes. The first one is the installation of sail and centerboards on bamboo rafts. All the others happened in the 20th century, including the power change from human and wind to diesel engine/outboard engines; the material change from bamboo to PVC pipes or FRP box; and the structure change from single layer to double layer and quasi-catamaran type. Two new functions of tourist and legal force use are also significant but not surprising.

Keywords: raft, Formosa raft, Taiwanese raft, fishing raft, bamboo raft, pipe raft, FRP raft

試論鄭和艦隊使用火銃來源、種類、戰術及數量*

周維強

國立清華大學歷史研究所

摘要

明初在軍事行動上常使用火銃。鄭和(1371-1435)艦隊使用的火銃來源可能有三：一、透過直屬內廷的南京兵仗局，裝備受交趾人改良過的永樂手銃、碗口銃和火藥；二、從工部軍器局和各地衛所軍器局所製造的火銃和木馬子、槌子、送子等消耗品和附件；三、部分可能撥交些原屬於寶源局鑄造的銅火銃。在火銃的種類上，鄭和下西洋的二十八年間，是中國火銃不斷精進的時代。單兵所使用的輕中型火銃從洪武手銃演化為永樂輕便手銃和永樂中型手銃，不僅設計精巧，製造數量也極為龐大，大型火銃則為碗口銃。明軍不但擁有多種精巧的火銃，也發展出成熟的戰術，不論在水面和陸地作戰，明軍都曾多次以火銃輪替發射的戰術敗敵，並以嚴格的連坐法要求士兵在射擊紀律上的一致和裝填彈藥動作上的確實，這是明初軍事行動成功的後盾。雖然文獻無法提供鄭和艦隊使用火銃的直接證據，但透過明初廣泛製造使用火銃的文獻和現存實物旁證，可以推測下西洋時使用火銃的來源、形式和數量等問題。特別是從實物火銃的編號所看出明初火銃的規模已經達到萬計之數來看，筆者所推測鄭和艦隊約使用 5,000 門火銃的數字其實具有相當的可信性。本文的討論，提供了世界史的權威學者威廉·麥克尼爾(William H. McNeill)在八〇年代提出「火藥帝國年代」的理論關於中國火砲發展歷程論述的一個異例，也為其理論的發展提供一個新的思考方向。

關鍵字：鄭和；火砲史；寶源局；兵仗局；軍器局；碗口銃；手銃；火藥帝國年代。

* 本文已登載於《淡江史學》，第十七期(2006)，頁 277-294。本文之作，感謝董少新、孫承晟博士及匿名審查學者的寶貴意見。

一、前言

水下考古學家史密斯(Roger Smith)曾言，十五世紀最重要的技術革新之一，是將火砲帶到海上。¹從西方歷史發展來看，西方人透過用火炮武裝船隻，一方面確保海上航行時不會受到潛在敵對勢力的威脅，一方面鞏固並擴大其殖民地的領域，在火砲的協助下，使歐洲的殖民者陸續建立殖民地，逐漸的取代亞洲的其他古老帝國的地位，最終在十九世紀初成為歐洲帝國主義獨霸的局面，故史密斯此言非虛。然而，與其他的西方史家一樣，這種觀點僅僅是從歌頌對地理大發現的成就或是西方的崛起而來，這樣簡單的歷史論述，基本上主觀的假設中國的火砲技術是停滯不前的。完全忽略了中國使用火器的歷史脈絡。

觀乎中國，從考古和文獻紀錄來看，明洪武年間即已在船隻上使用火銃²，卻很少人注意到明代歷史發展與火銃的關係³。明太祖朱元璋在元代火銃的技術基礎上，改良發展出新式的火銃來裝備明軍，用於征服江南群雄，並驅逐殘元勢力，支援朝鮮⁴。不僅如此，他還透過衛所制度將火銃配備於全國，將明帝國建立成第一個全面裝備火器的帝國(Gunpowder Empire)。終明一代，明朝政府不斷提升常備軍使用火器的比例，使得中國軍隊從冷兵器為主體的時代，逐漸過渡到火器為主的時代。

在明初的軍事行動中，火銃已經不斷的在戰場上嶄露頭角，扮演軍事上扭轉勝負的角色。據《明太祖實錄》所載，元順帝至正二十三年(1363)四月，陳友諒(1320-1363)攻洪都（今南昌）撫州門，城壞三十餘丈之際，朱元璋(1328-1398)部將鄧愈(1337-1377)以火銃擊退攻城陳部⁵。又，同年四月與陳有諒主力決戰於鄱陽湖時，朱元璋「分舟次為十一隊，火器、弓弩以次而列，戒

¹ Roger Smith, *Vanguard Empire: Ships of Exploration in the Age of Columbus*, New York/Oxford: Oxford University, 1993, p. 148.

² 如 1956 年 4 月在山東省梁山縣西北宋金河支流所發現的「梁山古船」，船上就發現一門紅銅火銃，銃長 440 公釐，口徑 21.5 公釐，重三斤七兩，據銃身銘文記載是洪武十年所造火銃。

³ 近年來黃師一農與廣州暨南大學湯開建教授對此著墨甚多，惟兩者注意的對象均為明末自西方輸入的火器。

⁴ Joseph Needham, *Science and Civilization in China, Vol. 5: Chemistry and Chemical technology, Pt. 7: Military Technology: the Gunpowder Epic*, Cambridge: Cambridge University Press, 1986, p. 307-309.

⁵ [明]夏原吉監修，胡廣等總裁，《明太祖實錄》（臺北：中央研究院歷史語言研究所，1984 年黃彰健校勘本），卷 12，頁 3b-4a(152-153)。至正二十三年四月丙寅條。

諸將將近寇舟，先發火器，次弓弩，及其舟，則短兵擊之」⁶，終擊潰陳部主力。此外，至正二十六年(1366)十一月，大將軍徐達(1332-1385)等攻擊張士誠(1321-1367)根據地姑蘇城時，亦築臺三層於城外，以弓弩、火銃攻擊城內，竟克全功⁷。在這種善用火銃的武力基礎下，使得明初的軍事行動往往易操勝券。

明惠帝建文二年(1400)冬，燕王朱棣(1360-1424)在河北南部的東昌遭遇盛庸部時，燕軍爲火器所乘，死者萬餘人⁸，大將張玉(1410-1463)死於陣，《明史》稱：「燕精銳喪失殆盡，庸軍聲大振」⁹，朱棣對於火器的效用自然十分深切。武力奪取帝位後，對於軍事的重視更勝於前，在國防上「北靖沙漠、南定交趾」，對於下西洋，亦採取「大軍壓境」的態勢。從《鄭和家譜》和《瀛涯勝覽》等史料的紀錄，可以發現動員軍士多達二萬七千人以上。鄭和(1375-1433)能夠七下西洋，威服異邦，武力是最重要的後盾，而火銃是明軍與其他武力最大的不同。

然而，雖自二十世紀四〇年代起，中國火砲史先後受到有具日本海軍背景的軍人學者有坂紹藏(1868-1941)和有馬成甫(1884-1973)、東北的黑田源次(1886-1957)、美國學者古得里奇(Luther Carrington Goodrich, 1894-1986)和馮家昇(1904-1970)等學者的注意，但直到李約瑟的《中國之科技與文明》第五卷第七冊《火藥的史詩》於 1986 年出版，才使得元末明初火銃的歷史圖像逐漸清楚。然而，這些研究成果仍未受到應有的重視，不僅西方史家忽視了中國使用火銃的普遍現象，兩岸的史學家對於明初火銃的研究亦著墨不多。而使得附屬於明代火銃史下的鄭和艦隊使用火銃等問題，更不可能受到注意。

更且，雖鄭和自明成祖永樂三年(1405)至宣宗宣德八年(1433)下西洋，其間共歷二十八年，雖經史家認可爲明代火銃在製造技術和戰術上突飛猛進的時期，但在近年來的鄭和熱當中，幾乎沒有任何聲音。當然，這與此一問題缺乏直接的文獻史料和實物證明，且明初火器實物與文獻對照多有出入，造成研究結論不一的情形亦有關連。

最具代表性的例子是部份學者採羅懋登所撰《三保太監下西洋通俗演義》(成書于萬曆二十五年[1597])，記載鄭和艦隊上的火器有佛郎機銃(Frankish Breechloader)等西方火炮的說法。然而近年來學界考據部分記載西方火器的兵

⁶ 《明太祖實錄》，卷 12，頁 6b(158)。至正二十三年七月癸酉條。

⁷ 《明太祖實錄》，卷 21，頁 7b-8a(308-309)。至正二十六年十一月癸卯條。

⁸ [明]朱國禎著，《涌幢小品》(北京：文化藝術出版社，1998 年，一版一刷)，卷 12，〈火器〉，頁 264。

⁹ [清]張廷玉等奉敕撰，《明史》(北京：中華書局，1974)，卷 144，〈盛庸傳〉，頁 4067。

書在定年上，應該推遲至明末。¹⁰而佛郎機銃最初輸華的時間，也大致確定在正德年間。¹¹這些研究使得鄭和艦隊使用西方火器的機率微乎其微。

拙文擬嘗試重新檢視明初火器史料與考古發現，從明初火器的製造機構、明初火銃的類型、戰術等問題出發，嘗試重建鄭和使用火銃的歷史圖像，並嘗試將下西洋與明初海運比較，以進一步推測鄭和艦隊使用火銃的總數。最後，將以此一研究結果與世界史脈絡下的「火藥帝國年代」理論中關於中國火砲發展的論述相比較。

二、明初製造火器的機構

明朝最初製造火器的機構是南京寶源局，後設兵仗局和軍器局等單位，以下分述其沿革、職能及與鄭和艦隊使用火器之關係：

（一）寶源局

朱元璋起兵之初，並未掌握火器，迨元至正二十一年(1361)二月，明太祖朱元璋于應天府(今南京)設立寶源局，其主要的任務為鑄「大中通寶」錢。寶源局隸工部，設大使一人，正九品，副使一人，從九品，主要職司為「掌鼓鑄銅器」¹²，是專司鑄造銅器的單位。從明初火銃的實物發現中，寶源局亦負責製造火銃。寶源局所造火銃曾頒降各地軍鎮衛所，目前發現有江陰衛、驍騎右衛、礁山偏鎮、神策衛、水軍左衛、萊州衛等單位所屬火銃。¹³此外，從其職掌鼓鑄銅器，可推測寶源局所鑄的火銃應以銅銃為主，但由於目前可見的資料中對於材質的紀錄不完整，此推斷還有待進一步考訂。寶源局所鑄火銃的銘文自洪武五年(1372)五月至洪武八年(1375)二月間，顯示其造火銃的時間可能並不長。因此，鄭和下西洋時，距離寶源局負責鑄造火砲，已有三十年，應不可能為鄭和艦隊新鑄火銃，但是因其鑄造的是銅銃，使用期較一般鐵銃為長，也有可能由庫房中撥交至鄭和艦隊。

¹⁰ 如過去認為是明初火器專書的《火龍經》已經被考訂出是明末的作品。參見鍾少異撰，〈關於焦玉火攻書的年代〉，《自然科學史研究》，第18卷第2期(1999)，頁147-157。

¹¹ 佛郎機銃的輸入時間，可參見拙作，〈佛郎機銃與宸濠之叛〉，《東吳歷史學報》，第8期(2002)，頁93-127。此外，亦有學者考察出《三保太監下西洋通俗演義》的火器記錄，係抄自十六世紀中葉出版的戚繼光《紀效新書》中福船火器數，參見如唐志拔撰，〈試論鄭和船隊裝備的兵器〉，收於南京鄭和研究會編，《走向海洋的中國人——鄭和下西洋590周年國際學術研討會論文集》（北京：海潮出版社，1996），頁200-205。

¹² 《明太祖實錄》，卷161，頁8b(2504)。洪武十七年四月癸未條。

¹³ 參見王兆春撰，《中國科學技術史·軍事技術分卷》（北京：科學出版社，1998），頁152，表5-1寶源局製造的洪武火銃。

又，南京寶源局東有火藥局，顯示造砲與造火藥的單位十分接近。¹⁴

（二）兵仗局

工部除了所屬的寶源局外，還有兵仗局也成造軍器，兵仗局是明帝國最重要的兵工單位，它的原料由工部提供¹⁵。兵仗局設立於洪武十七年(1384)四月，屬內官諸監庫局，設大使一人，正九品，副使一人，從九品¹⁶。自洪武二十八年(1395)九月，明太祖復位「宮官六尚品職，及內官監司庫局，與諸門官，並東宮六局、王府承奉等官職秩」後，兵仗局改設大使一人，秩正五品，左、右副使各一人，秩從五品。提高了主管官員的官秩，象徵此一部門重要性的提高。

兵仗局「掌御用兵器，並提督匠役，造作刀、甲之類，及宮內所用梳篦、刷、牙、針、剪諸物」¹⁷由掌印太監管理，下並設火藥司。《太宗實錄》中記有永樂四年(1406)五月，南京兵仗局曾有一次製造一萬零七百門的紀錄¹⁸，可見產能之巨，生產之速度亦快。永樂十二年(1414)四月，在北京的明成祖也曾要求南京的兵仗局鑄造二百門神機銃砲，供北京行在使用¹⁹。兩個月後，朱棣在忽蘭忽失溫遭遇北虜，令安遠侯柳升(?-1427)等發神機銃砲，「斃賊數百人」²⁰，擊潰強敵，可見朱棣在作戰時十分倚重神機銃砲，且所鑄銃砲精良，在戰場上發揮了預期的功效。此外，永樂二十年(1422)五月，為防守開平，明成祖曾命兵仗局運火藥千斤²¹，可見其火藥之產量亦大。目前考古發現中並沒有發現刻有兵仗局所製銘文的火銃，但有藥匙（詳後）。據〔萬曆〕《大明會典》載：「凡勝字、天威并列字等號飛鎗神銃等項火器，俱係內府兵仗局掌管，都司衛所季造，止是編降字號。」²²可見現存的天字銃，應該都是內府兵仗局所造。其他衛所有編字號的火銃，其來源

¹⁴ 〔明〕王俊華纂修，〔洪武〕《京城圖志》（北京：書目文獻出版社，1990年《北京圖書館古籍珍本叢刊》第24冊景清鈔本），頁38a-b(21)。

¹⁵ 〔明〕申時行等修，趙用賢等纂，〔萬曆〕《大明會典》（上海：上海古籍出版社，2002年《續修四庫全書》第792冊，據明萬曆[1573-1620]內府刻本影印），卷192，〈軍器軍裝一〉，〈在京成造衙門〉，頁5b(309)。

¹⁶ 《明太祖實錄》，卷161，頁8b(2504)。洪武十七年四月癸未條。

¹⁷ 《明太祖實錄》，卷241，頁7b(3512)。洪武二十八年九月癸巳條。

¹⁸ 〔明〕張輔等監修，楊士奇等總裁，《明太宗實錄》（臺北：中央研究院歷史語言研究所，1984年黃彰健校勘本），卷54，頁5a(1175)。永樂四年五月丙辰條。

¹⁹ 《明太宗實錄》，卷150，頁5a(1745)。永樂十二年四月丙午條。

²⁰ 《明太宗實錄》，卷152，頁1b(1764)。永樂十二年六月戊申條。

²¹ 《明太宗實錄》，卷294，頁3b-4a(1554)。永樂二十年五月乙酉條。

²² 〔萬曆〕《大明會典》，卷156，〈兵部〉，〈軍器〉，頁11a(2186)。

應該也是兵仗局，衛所只負責編字號。

據〔正德〕《大明會典》的紀錄：

凡火器，係內府兵仗局掌管，在外不許成造。其銅鐵手把銃、碗口銃，邊關奏討及添造，必須鎮守、巡撫等官公同會議，該用數目，明白奏准，鑄造給用。²³

可見兵仗局權力極大，掌管全國的火器製造及分配。地方如有緊急需要，也必須在地方文武最高長官會同提出，才可以向朝廷奏討或是自行鑄造。

過去火器史的研究較少注意交趾人對於中國火器發展的貢獻，此或與文獻及考古實物的發現交集有限所致。據張秀民的研究，明初平安南所俘安南僞大虞國王弟黎澄(1374-1446)善神槍，故向明廷進獻神槍法，詔命專督內府兵仗局銃箭火藥。自永樂五年至宣德十一年(1407-1446)，長達四十年間，未曾間斷，累官至工部尚書，並卒于任上。子黎叔林(1400-1470)繼父職，仍督造軍器，官工部右侍郎。直至明憲宗成化六年(1470)，年七十，亦卒于任上。²⁴總計父子兩人督造南京兵仗局造軍器長達六十餘年。成化五年，爲了擔心照顧年老的黎叔林，憲宗特別恩准以其子黎世榮爲中書舍人²⁵，可見其聖眷優隆。

除黎氏父子之外，《明孝宗實錄》亦載有永樂中「能製火銃交趾人收爲軍匠」的紀錄，顯示交趾人對於明初火器的發展影響頗大²⁶。交趾火器即爲神槍，《明史·兵志》載「成祖平交趾，得神機鎗炮法，特置神機營肄習」。²⁷明代京營分爲五軍、三千、神機三營，神機營爲專習交趾火器的軍事單位，可見交趾火器的重要。

近年來，李斌又針對此一問題加以論述，除了在文獻上追索黎澄及其後人的事蹟外，更進一步的指出發射銃箭、運用木送子和點火裝置的改變是交趾火銃的技術特徵。²⁸

²³ 〔明〕李東陽等撰，(日)山根幸夫解題，〔正德〕《大明會典》(東京：汲古書院，1989)，卷156，〈工部〉10，〈軍器軍裝〉，〈事例〉，頁8b(342)。

²⁴ 參見張秀民撰，〈明代交趾人在中國之貢獻〉，收於《中越關係史論文集》(臺北：文史哲出版社，1992，初版)，頁45-74。

²⁵ 《明憲宗實錄》，卷66，頁4a(1329)。成化五年四月甲子條。

²⁶ 參見張秀民撰，〈明代交趾人在中國之貢獻〉，收於《中越關係史論文集》(臺北：文史哲出版社，1992，初版)，頁45-74。

²⁷ 《明史》，卷92，〈兵志〉，〈火器〉，頁2264。

²⁸ 李斌，〈永樂朝與安南的火器技術交流〉，收於鍾少異編，《中國古代火藥火器史研究》(北京：中國社會科學出版社，1995，一版一刷)，頁147-158。

除鄭和的第一次航行外，其他六次下西洋均在交趾人供職兵仗局期間，應有使用交趾人所改良的火銃，且鄭和既出身於內府，造船的地點也在南京，故艦隊應使用有兵仗局造的各種火銃。南京兵仗局至少至嘉靖前後地位仍十分重要，嘉靖四年(1525)，明朝開始仿製來自葡萄牙的佛郎機銃和蜈蚣船時，也是在南京兵仗局仿製火炮。²⁹南京兵仗局不論從鄭和內官的身份，或是地理位置上的便利言，提供鄭和遠征所用火炮十分合理。

(三) 軍器局等

製造火銃的單位還有軍器局。明太祖起兵初期就設立了太常、司農、大理、將作四司，軍需庫原隸將作司，主管為軍需庫大使，從八品，副使正九品³⁰。洪武十三年(1380)六月，「罷軍需庫，置軍器局，專典應用軍器，凡軍一百戶，銃十，刀牌二十，弓箭三十，鎗四十」³¹。一般而言，各衛軍器局的任務主要是補造或修治各衛軍器³²。二十一年(1388)，各都司衛所亦設立軍器局，使得修造火銃的工作從中央擴及地方。

據〔正德〕《大明會典》的紀錄，軍器、鞍轡二局成造的兵器如下：

軍器、鞍轡二局成造

……

三年一造。

碗口銅銃三千個。

手把銅銃三千把。

銃箭頭九萬個。

信炮三千個。

椴木馬子三萬個。

檀木槌子三千把。

檀木送子三千根。

²⁹ 〔明〕李昭祥撰，《龍江船廠志》（臺北：正中書局，1985年據《玄覽堂叢書續集》影印），卷1，〈訓典志〉，〈典章〉，頁12-13a。

³⁰ 《明太祖實錄》，卷24，頁7a(353)。吳元年七月辛卯條。

³¹ 《明太祖實錄》，卷129，頁7a(2055)。洪武十三年正月丁未條。

³² 《明太宗實錄》，卷219，頁5a(2179)。永樂十七年十二月己丑條。

檀木馬子九萬個。³³

按，鞍轡局後併入軍器局³⁴，因此可知明代中葉以前，以軍器局爲主的後勤系統平均每年每種火銃造銃約千門。目前發現各地都司衛所軍器局所造的火銃較多，如鳳陽行府、南昌左衛、杭州護衛、水軍左衛、虎賁左衛、江陰衛、渡竟衛、金陵衛、鳳陽府軍司、鳳陽長淮衛、袁州衛、鳳陽懷遠衛、吉安守禦千戶所、橫海衛、永甯衛、永平府、平陽衛等。雖然目前發現的各地都司衛所所造火銃可追溯到洪武十年(1377)，但注明爲軍器局造者，最早則爲洪武十二年(1379)袁州衛軍器局。由此亦可知雖然各衛的軍器局主要爲維修工作，但地方軍器局常自造火銃。

兵仗局與軍器局所造的火器主要差別於能造炮種的範圍，從《大明會典》的紀錄來看，軍器局所造的火器碗口銅銃、手把銅銃、信炮等，兵仗局都能造。但火銃的消耗品，如木馬子、槌子、送子等，兵仗局並不生產。而兵仗局所造的大型火銃，如各種將軍銃，以及新型火銃，如神機炮銃等，都只能由兵仗局製造³⁵。

最初，根據文獻和碑刻的資料，發現鄭和下西洋的隨員主要來自南京和直隸衛所，如錦衣衛、旗手衛、龍江右衛、水軍右衛、金吾左衛、府軍右衛、寬河衛、江陰衛、太倉衛、蘇州衛等。近年來，對於鄭和下西洋隨員的來源研究，受到許多學者的注意。如徐恭生教授利用中國第一歷史檔案館所藏《衛所武職選簿》第八十六冊《錦衣衛選簿·南京親軍衛》的紀錄，摘抄出 33 人的事蹟。徐氏又透過《實錄》和《衛所武職選簿》加以比較記載的異同。並利用《建寧左右衛選簿》與《閩書·武軍志》的內容對照，推理出福建地區大部分的衛所都加入了下西洋的行列。³⁶

而日本學者松浦章在此一方法基礎下，進一步找尋其他選簿的官兵從征紀錄。松浦氏除了重新檢閱了《錦衣衛選簿》外，又檢閱了《蘇州衛選簿》、《金山衛選簿》、《福建右衛選簿》、《天津衛選簿》、《羽林右衛選簿》等，並利用〔天啓〕《浙江省海鹽縣圖經·官師篇》的紀錄得知有關「海寧衛」下西洋軍士的情形。³⁷這些研究成果雖然還不足以全面反應鄭和艦隊的人力結構，但已足以說明軍士來源的廣泛。這些衛所的士兵

³³ 〔正德〕《大明會典》，卷 156，〈工部〉10，〈軍器軍裝〉，〈事例〉，頁 3a-b(339)。

³⁴ 〔萬曆〕《大明會典》，卷 192，〈軍器軍裝一〉，〈在京成造衙門〉，頁 5a(309)。

³⁵ 〔萬曆〕《大明會典》，卷 193，〈軍器軍裝二〉，〈火器〉，頁 1b-2b(320-321)。

³⁶ 參見徐恭生撰，〈鄭和下西洋與《衛所武職選簿》〉，《鄭和研究》，1995 年 1 期（總 24 期），頁 14-21。

³⁷ 〔日〕松浦章撰，王海燕、時平譯，〈關於鄭和下西洋隨行人員事蹟〉，《鄭和研究》，2002 年 1 期（總 48 期），頁 52-61。

當然也會持有自己衛所製造的火銃和兵仗局所不生產的火銃消耗品，如木馬子、槌子、送子等。

三、明初洪武、永樂間火銃的類型

（一）洪武年間的火銃

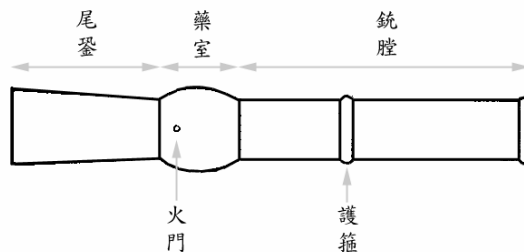
明代初期的火銃與元代的火銃在形體上大致類似，可以分爲手銃、碗口銃兩大系統。

手銃是單兵所使用的火銃，銃身的構造可以分爲銃膛、藥室、尾釜三個部分。重量約在 1.6-2.5 公斤，口徑在 20-23 公厘間，銃身長爲 420-450 公厘間，倍徑³⁸則在 16 左右（元代約在 6-7 之間）。尾釜內腔可以插入木制銃架。洪武手銃的外部設有數目不等的護箍，以強化銃身的結構。在銃口有圓口，厚度較銃膛的厚度略增，可以防止炮彈飛出時，因壓力過大而撕裂銃口。

手銃裝填時先將火藥裝入藥室，然後再依序裝入木馬子和鉛子，裝填過程中必須填土春實。洪武手銃的藥室採用紡錘形設計，目的在使火藥燃燒時產生的氣體壓力，不會在銃腔中造成局部壓力過大，而引發膛炸的情形。木馬子是一片由椴木（即柚木）或檀木製成，由於明代初期手銃多採用霰彈，而非後世習見的單一炮彈，爲使發射時火藥產生的氣體能夠平均分佈在銃腔的截面上，而且不會有漏氣之虞，故而採用木馬子。

在明初寶源局所鑄造的火銃中，有許多是供應京師附近的衛所，如驍騎左衛、水軍左衛和江陰衛，這些衛所與鄭和下西洋扈從軍士的來源接近，使用的火銃可能雷同。

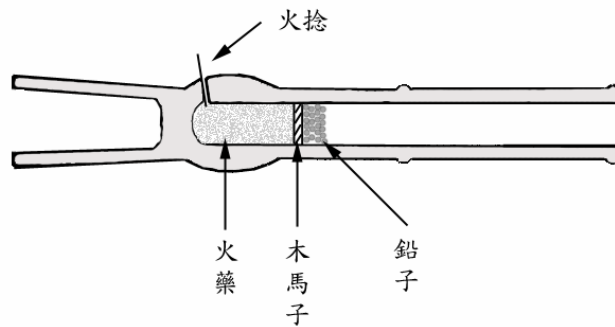
圖一：洪武手銃外部示意圖



資料來源：修改自有馬成甫《火砲の起原とその伝流》（東京：吉川弘文館，1962），頁 112。筆者改製。

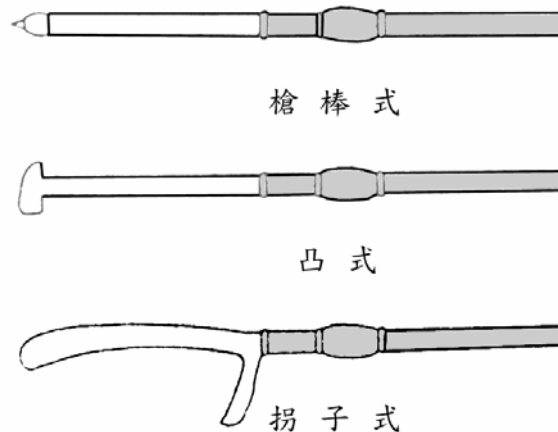
³⁸ 指銃口至火門的距離除以內口徑的數值。

圖二：洪武手銃內部示意圖



明初手銃尾銚的設計是用來安裝銃架，安裝木製銃架是因為發射時，銅的比熱(heat capacity)較小，銃身會因射擊溫度急遽上升，而使操銃的士兵無法接觸。第二是火銃發射時會產生後座力，若無較長的木柄作為銃架，射擊容易發生誤差。

圖三：明初手銃的木製銃架

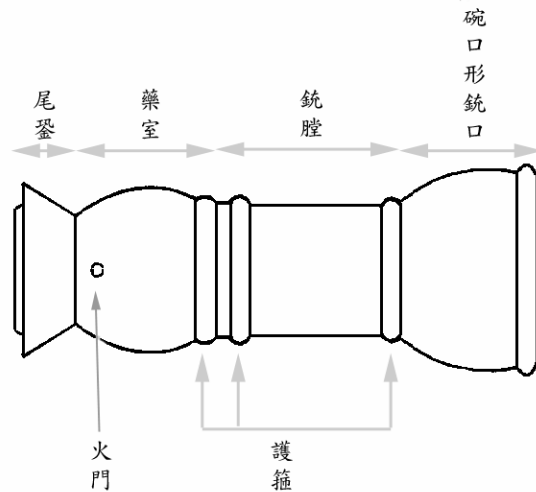


資料來源：據王子林，〈故宮博物院藏明代火銃〉，《故宮博物院院刊》，1995 年 1 期，頁 92-96。

碗口銃隨其功用，大小尺寸不同，與單兵使用的手銃相較，除體型較為粗短外，碗口銃在炮腔前端還加有一個碗口形的銃口。筆者推斷，碗口的設計與手銃口圓口的情形相類，是爲了防止銃口被爆炸撕裂所做的安全設計。目前發現的洪武碗口銃有多種規格，重量從 8.35 公斤至 73.5 公斤皆有，口徑範圍則爲 75-230 公厘，銃身長 316-1,000 公厘。王兆春先生認

爲形體較小的是隨軍機動作戰，體型較大者則用於守禦關隘³⁹。值得注意的是，由寶源局所鑄碗口銃中，洪武五年(1407)水軍左衛進字四十二號大碗口銃是目前發現中唯一水軍使用火銃。該銃口徑 110 公厘，銃長 365 公厘，重量則在 15.75 公斤（銘文題記爲 26 斤）。可見明初水軍所採用的碗口銃可能是比較輕型的碗口銃。

圖四：洪武碗口銃外部示意圖



資料來源：修改自成東、鍾少異主編，《中國古代兵器圖集》（北京：解放軍出版社，1990，一版），頁 237。

（二）永樂至宣德的火銃

永樂火銃承襲洪武年間的造銃精神，但是在製造的技術及火藥定量等設計，均較洪武時期有更大的進步。其中手銃發展成兩個系統，其中口徑在 14-17 公厘間，重量約在 2.2-2.5 公斤之間，銃身長爲 345-366 公厘左右，倍徑則與洪武手銃十分接近，被火器史家王兆春稱爲「永樂輕便手銃」⁴⁰。

有馬成甫從類型學來分析，將永樂輕便手銃分爲兩種類型：「永樂七年銃型式」和「永樂十二年銃型式」。⁴¹兩者的大小相當，但「永樂七年銃型式」的銃身和藥室平滑合一，中間沒有箍，另尾鑒中部有明顯的二圈箍。而「永樂十二年銃型式」則可明顯區別銃身和藥室，中間有箍，另尾鑒部前後有箍。「永樂十二年銃型式」可謂明代的終極手銃，製造時間很長，

³⁹ 王兆春撰，《中國科學技術史·軍事技術卷》（北京：科學出版社，1998），頁 157。

⁴⁰ 《中國科學技術史·軍事技術分卷》，頁 160。

⁴¹ 有馬成甫，《火炮の起原とその伝流》（東京：吉川弘文館，1962），頁 119。

現存手銃的製造時間，最晚可以追溯到正德年間，亦有發現刻「隆慶四年(1570)發可」者。⁴²

在製造工藝上，永樂輕便手銃銃身的護箍數量較洪武手銃為少，而且在銃身的部分幾乎沒有護箍，取而代之的是，自銃口至藥室間的銃壁厚度趨增，銃身亦十分光滑，可見鑄造技術有大幅改進。此外，洪武火銃原有的火門，被改良成具有火藥溝和火門蓋的設計。洪武火銃的火門只是單純在藥室上開一小口，在結構上較不安全，且火線容易受潮。火藥溝在發射時可以添入少量火藥，確保火燃及時引燃。火門蓋則可以在裝填火藥時關閉，以防止濕氣，即便天候不良，也不至於立刻使火燃及藥室的火藥受潮。施放時，先打開火門蓋，再點燃火燃，燃發藥室內的火藥。永樂輕便手銃的編號是「天」字，自永樂七年至宣德元年(1409-1426)，最大的編號達到 73,294 號，鑄造數量極為驚人，明朝欲以此銃取代前銃的意圖十分明顯。

口徑在 52 公厘，重量在 8 公斤左右，銃身長約在 440 公厘，被王兆春稱作「永樂中型手銃」⁴³，有「奇、英、功」等號，銘文顯示最大的編號為 18,568。還有一些口徑和銃長達到 73/550 公厘、100/550 公厘，編為「奇」字號，為永樂七年(1409)造，編號達到 1,611；及 115/360 公厘，編為「克」字，永樂十三年(1415)造，編號 13,724 的永樂碗口銃，尚未被學界分類。⁴⁴由於口徑較大，其威力勝於可以單兵操作的永樂輕便手銃。這些中大型的永樂銃的銃身雖仍保留有一護箍的設計，但新式的火藥溝和火門蓋設計在此銃上亦可見，型式十分類似。

永樂銃的設計精良而耐用，從有馬成甫所紀錄的兩門永樂輕便手銃的銘文可以看出端倪。其中「永樂十二年(1414)銅銃」銃身尾蓋部上方銘文為「永樂十二年三月 造」，但在銃膛的上方另刻有二行十二字，有「居路石峽隆慶五年領」字樣。⁴⁵可見此銃雖鑄造於永樂年間，但在 157 年後仍能在居庸關一帶扮演防守敵臺的重要角色。另有一永樂十九年(1421)銃，銃身上方也刻有「皇字二號〔換行〕隆慶三年(1569) 運」字樣，⁴⁶可見永樂銃的歷久不衰。

⁴² 《火砲の起原とその伝流》，頁 131-132。

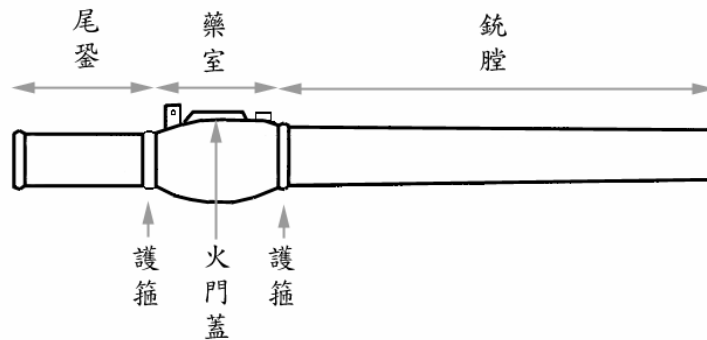
⁴³ 《中國科學技術史·軍事技術分卷》，頁 163。

⁴⁴ 《中國科學技術史·軍事技術分卷》，頁 163-164。

⁴⁵ 《火砲の起原とその伝流》，頁 120-121。

⁴⁶ 《火砲の起原とその伝流》，頁 123。

圖五：永樂輕便手銃「永樂十二年銃型式」



資料來源：修改自有馬成甫，《火炮の起原とその伝流》（東京：吉川弘文館，1962），頁 121。

此外，永樂手銃的另一特點是具有裝填火藥用的藥匙，藥匙上刻有藥匙滿盛時的火藥重量。這些藥匙製作十分精細，前部可以深入銃膛中。在有馬成甫所紀錄的銃匙中，所有的銃匙樣式和尺寸均大致相當，其中最早的是永樂七年(1409)，最晚的是明景帝景泰二年(1451)間的南京兵仗局造神機銃匙。⁴⁷匙末有一圓孔，應為軍士隨身攜帶時方便綁於腰間的設計。由於便於裝填火藥，應該可以提升再裝填(Reload)的速度。

圖六：永樂天字手銃的銃匙



資料來源：《火炮の起原とその伝流》，頁 135。第五十一圖。原件長 155 公厘，匙部長 84 公厘，柄長 71 公厘，匙部最寬處 28 公厘，匙部前端最窄處 5 公厘。

除了藥匙之外，如前引〔正德〕《大明會典·工部·軍器軍裝》的紀錄，尚有其他火銃的附件。如：銃箭頭、椶木（即柚木）馬子、檀木槌子、檀木送子、檀木馬子，都是火銃的配件。

除此之外，據河北赤縣發現的明代窖藏火器遺址，發現多種明初火銃，其中最下層有上百枝鐵箭簇，⁴⁸應該是火銃專用的銃箭頭，足見明初

⁴⁷ 《火炮の起原とその伝流》，頁 136。

⁴⁸ 赤城縣博物館，〈河北赤縣發現明代窖藏火器〉，《文物春秋》，1994 年 4 期（總 26 期），

的火銃是不但可以發射鉛子，也可以發射銃箭。此可與前述李斌的觀點相印證。

四、明初火銃的裝填發射程序與戰術

明初火銃的發射程序可以分成幾個步驟：

- (一) 裝填：先將火銃清理乾淨，插入藥線一條，銃口朝上。以藥匙將火藥填入藥室，藥上放紙一張。然後將檀木馬子放入，用少許土塞於木馬和銃管內壁空隙。後以送子填入一層鉛子，再以土填充空隙，以檀木槌子舂實，視填充鉛子的層數重複此一流程。若發射的是銃箭，則在裝填木馬子後，直接將銃箭插入銃管。最後，將火銃插入銃架備用。發射前可在火藥槽倒入火藥。⁴⁹
- (二) 發射：發射時，兵士手持銃架端，並以肩窩夾住銃架。為防止後座力影響射擊的準確度，然後調整仰角，將銃口對準發射的標的，約略瞄準。打開火門蓋，引燃火藥槽中的火藥，即完成發射程序。

一般而言，火銃皆在前陣，後繼有馬隊。遇敵時，先以火銃擊退來敵，繼以騎兵追擊擴大戰果。據《太祖實錄》所載，洪武二十一年(1388)三月，西平侯沐英(1345-1392)討伐百夷思倫，曾「下令軍中置火銃、神機箭為三行，列陣中，俟象進，則前行，銃箭俱發。若不退，則次行繼之。又不退，則三行繼之」⁵⁰後大勝。可見明初將領已將輪流射弩的戰術，應用於火銃上。將火銃隊分成三列，可以確保發起攻擊時，火力能夠持續不斷。

而碗口銃等較大型的火銃，主要系用於對付敵軍騎兵衝鋒，利用大量發射鉛子擊倒騎兵前隊，以阻遏攻勢。碗口銃應用于船上時，主要在於殺傷敵軍艙面的人員。為了能夠持續射擊，在作戰時應有相當數量的火銃預

頁 12-21。

⁴⁹ 明初手銃的裝填方式，並未見諸明初文獻，此裝填程序，係依《練兵實紀》十八卷本有關「無敵大將軍」的發射程序重建。參見〔明〕戚繼光撰，邱心田校釋，《練兵實紀》（北京：中華書局，2001，一版一刷），頁 312。此外，王子林亦還原永樂十九年制式手銃的裝填方式，王氏認為應「……把銃膛內擦洗乾淨，放潤黃泥於藥室底，約二寸厚，把引線從火門眼插入藥室裡約四五寸，視銃管大小，用裝藥匙把火藥從銃口倒入藥室裡，用木杆輕輕夯實，隨後放銃彈於上，最後用黃泥封口……」惟並未指出復原的文獻根據，參見氏著，〈故宮博物院藏明代火銃〉，《故宮博物院院刊》，1995 年 1 期，頁 93。

⁵⁰ 《明太祖實錄》，卷 189，頁 14b-16a(2858-2861)。洪武二十一年三月甲辰條。

先裝填，以備輪流裝上銃架，依次發射。戰術可以參考前述朱元璋於鄱陽湖與陳有諒軍決戰時，明軍分十一舟次，並以火器、弓弩射擊的戰術。

雖然永樂時使用火銃的戰術在當時的記載較不易見，但在《英宗實錄》中曾載景泰元年(1450)土木之變後，京營五軍營將領王淳復原永樂時期的戰術進獻朝廷。根據王淳的復原，這些使用神機槍的部隊以五十七人為單位，由隊長，隊副各一人，旗槍三人，牌五人，長刀十人，藥桶四人，神機槍三十三人所組成。戰鬥時，牌在前，左右則是長刀手，神機槍兵分為前中後三組，每組十一人：

一每隊五十七人，隊長、副各一人，旗軍五十五人，內旗槍三人、牌五人、長刀十人、藥桶四人、神機槍三十三人。遇敵。牌居前，五刀居左，五刀居右，神機槍前十一人放鎗中，十一人轉鎗後，十一人裝藥，隔一人放一鎗，先放六鎗，餘五鎗備敵進退。前放者即轉空鎗於中，中轉飽鎗於前，〔再〕轉空鎗於後，裝藥更迭而放，次第而轉。擅動濫放者，隊長誅之，裝藥轉鎗怠慢不如法者，隊副誅之。如此則鎗不絕聲，對無堅陣。⁵¹

由上可知，永樂時期對於火銃的使用，在戰術上已經十分注意利用嚴格的射擊紀律，輪番的發射火器使部隊能夠持續不斷的發揚火力。

五、從運軍推理寶船上所載火銃的可能數量

中國自唐代以來就有將南方的財賦向北方輸送的活動，但到元代則大為活躍，「海運量從四萬六千餘石增至三百餘萬石。」⁵²明代初年，太祖雖定都於集政經中心於一身的南京，但為了支持北平、永平、薊州、遼東等地區的軍事需要，仍必須每年向北方運輸七十萬石的糧食，直至洪武三十年(1397)因北方屯田的成功才罷海運。⁵³迨自成祖登基，又以「海陸兼運」的方式，將南方的錢糧運往北方。⁵⁴這個龐大的海運計畫，到底與鄭和遠航有什麼樣的關係？筆者以為有幾點值得注意：

⁵¹ 〔明〕孫繼宗監修，陳文等總裁，《明英宗實錄》（臺北：中央研究院歷史語言研究所，1984年黃彰健校勘本），卷193，〈廢帝郕戾王附錄第十一〉，頁8b-10b(4040-4044)。景泰元年六月乙酉條。

⁵² 吳緝華撰，《明代海運及河運的研究》（臺北：中央研究院歷史語言研究所，1961），頁5。

⁵³ 《明代海運及河運的研究》，頁20-25。

⁵⁴ 《明代海運及河運的研究》，頁70-76。

- (一) 規模勝於下西洋：鄭和下西洋的人數，歷次雖有不同，但多為二萬七千多人，即便《西洋通俗演義》最多不過是三萬八千餘人。⁵⁵明初的海運就不止於此了，曾有兩次的規模特別大：洪武二十一年(1388)九月，航海侯張赫(?-1390)曾督江陰等衛官軍八萬二千人。⁵⁶洪武二十九年(1396)三月，中軍都督府都督僉事朱信、前軍都督府都督僉事宣信，統領神策、橫海、蘇州太倉等四十衛，將士八萬餘人。由海道運糧往遼東。⁵⁷
- (二) 基礎人力結構重疊：海運與下西洋的關係不僅僅是這些航海活動的類似性而已，鄭和下西洋的船隊組織事實上與漕運軍的關係十分密切，鮑彥邦《明代漕運研究》一書曾經據《宣宗實錄》中的二筆記載：其一是行在兵部掌部事太子太傅郭資(1361-1433)等奏漕運便宜事時，稱「運糧官軍多撥發營造并下西洋等項，各衛撥補皆老弱餘丁」⁵⁸，可見因下西洋所調遣的漕軍人數不少；其二則是平江伯陳瑄(1365-1433)曾上奏〈言餽運四事〉，指出「南京及直隸衛所運糧官軍遞年選下西洋及征進交趾、分調北京，通計二萬餘人。又水軍右等衛官軍今年選下西洋者亦多」⁵⁹。可見鄭和船隊的水手、舵工、軍士多從東南水軍及運軍中選派。甚而，在〔天啓〕《海鹽縣圖經·官師篇》中也可以發現父為運軍，子襲職下西洋立功者。⁶⁰
- (三) 船隻相似：雖然據《漕船志》(初修於弘治十四年[1501]，增修於嘉靖二十三年[1544])載：「洪武永樂間河海運船未有定式，亦無定數」⁶¹文後有註釋曰：「國初用南京南直隸浙江福建等處各衛所官軍海運，後改漕運，所謂河船即今之淺船也，所謂海船即今之遮洋船也，當時

⁵⁵ 參鄭鶴聲、鄭一鈞編，《鄭和下西洋資料匯編》(濟南：齊魯書社，1980)，頁143，〈鄭和使團歷次奉使人數表〉。

⁵⁶ 《太祖實錄》，卷193，頁5a-b(2901-2902)。洪武二十一年九月壬申條。

⁵⁷ 《太祖實錄》，卷245，頁1a(3553)。洪武二十九年三月庚申條。

⁵⁸ 〔明〕張輔監修，楊士奇總裁，《明宣宗實錄》(臺北：中央研究院歷史語言研究所，1984年黃彰健校勘本)，卷55，頁7-8a(1320-1321)。宣德四年六月庚子條。

⁵⁹ 鮑彥邦撰，《明代漕運研究》(廣州：暨南大學出版社，1996，一版一刷)，頁153。《明宣宗實錄》，卷64，頁13b-14b(1524-1526)。宣德五年三月己巳條。

⁶⁰ 〔明〕樊維城、胡震亨等纂修，〔天啓〕《海鹽縣圖經》(臺北：成文出版社，1983年《中國方志集成》據明天啓四年[1624]刊本影印)，卷10，〈官師篇〉，〈澉浦所百戶〉，頁34b(868)。「黃子成(澉浦所百戶)，東莞人，洪武十六年，募隸鎮南府，海運歿。子本奴，補，下西洋，陞總旗，又征西洋，永樂七年升百戶。」

⁶¹ 〔明〕席書編次，朱家相增修，《漕船志》(臺北：正中書局，1981年據《玄覽堂叢書初輯》輯明嘉靖二十三年[1544]刊本影印)，卷3，〈船紀〉，頁2b(8-076)。

船數船式未經定議，每年會議糧運合用船隻，臨時派造，以為增減」⁶²可見洪武、永樂時期的海船，都是因應任務的需要來製造所需的船隻，沒有嚴格的製造規定與固定的製造數量。至於因海運所需製造的船隻，在《漕船志》中則載有遮洋海船、一千料海船和四百料鑽風海船三種⁶³，除了遮洋海船有較詳細的尺寸外，後二者並無尺寸資料。而明代其他相關於造船的書籍中，也僅有《龍江船廠志》載有簡單的海船資料。⁶⁴值得注意的是，《太宗實錄》記有：永樂五年(1407)九月，永樂帝曾「命都指揮汪浩改造海運船二百四十九艘，備使西洋諸國」⁶⁵，所以唯一可以確定的是，鄭和下西洋的船隻大多是海運船的改良型。

因此，明初的海運除了航程較近外，不論在規模和次數都不遜於下西洋。而由運軍的規制來推測鄭和艦隊所使用的火器種類和數量，應是較為合理的推測方式。

按過去唐志拔先生曾參考《續文獻通考》卷 122 中記載洪武二十六年(1393)海運船上兵器的數量，認為鄭和艦隊每艘戰船裝備的火器為：大型銅鐵銃炮 1-4 門、中型銅鐵銃炮 2-8 座、銅製手銃 10-20 把⁶⁶。唐氏引用所《續文獻通考》紀錄應來自《大明會典》或是更早的紀錄，其內容如下：

凡海運隨船軍器，洪武間定，每船黑漆二意弓二十張，弦四十條，黑漆鉞子二千枝，手銃筒一十六個，擺錫鐵甲二十副，碗口銃四個，箭二百枝，火鎗一十條，火攻二十枝，火叉二十把，蒺藜砲一十個，銃馬一千個，神機箭二十枝。⁶⁷

由此可見船上士兵所持用的各種武器一般情況。

分析海運船的武器清單，可以確定幾個基礎事實：（一）額定的隨船士兵是一百名；（二）火銃有十六門手銃筒和四門碗口銃兩種，共為二十門。因此，我們可以確定，在海運船上持用火銃的比例為 20%。（三）火銃的預設儲備為 50 發，弓箭則為 100 枝。

⁶² 《漕船志》，卷 3，〈船紀〉，頁 2b(8-076)。

⁶³ 《漕船志》，卷 3，〈船式〉，頁 18b-24a(9-108-9-119)。

⁶⁴ 《龍江船廠志》，卷 2，〈舟楫志〉，頁 37a-b(306)。

⁶⁵ 《明太宗實錄》，卷 71，頁 1b(988)。永樂五年九月乙卯條。

⁶⁶ 唐志拔撰，〈試論鄭和船隊裝備的兵器〉，收於南京鄭和研究會編，《走向海洋的中國人——鄭和下西洋 590 周年國際學術研討會論文集》（北京：海潮出版社，1996），頁 200-205。

⁶⁷ 〔萬曆〕《大明會典》，卷 156，〈軍器〉，頁 10b-11a(2185-2186)。

如以上述海運船的船制為例，每船一百人，持銃者 20%，⁶⁸配合永樂五年九月鄭和即將展開第二次南航前改造的 249 艘海運船（但很遺憾，第二次下西洋的真實人數未見於史料），大約可得手銃 3,984 門，碗口銃 996 門的結果，一共是 4,980 門。而這一部份，大約是二萬四千九百名海運船隨船的軍士火器數量。此一人數尚未超過鄭和下西洋最常見的二萬七千餘人。因此，整個艦隊的火器數量，應該是超過五千門以上。從南京兵仗局製造火銃和火藥的數量，及沐英在雲南使用約 2,000 門火銃的例子來看，裝備這個數量的火銃對鄭和艦隊十分合理。

六、結論

從文獻和實物的記載可知，明初在軍事上使用火銃已十分常見，由鄭和艦隊在寶船廠製造完成的海船，可以透過直屬內廷的南京兵仗局為主的後勤兵工體系，迅速裝備受交趾人改良過的永樂手銃、碗口銃和火藥，及工部軍器局所製造的火銃和木馬子、槌子、送子等消耗品和附件。但由於火銃往往預先鑄好儲存備用，可能還會撥交些原屬於寶源局鑄造的銅火銃。由於參與下西洋的兵士來源極廣，也可能攜帶各地衛所軍器局自造的火銃。

鄭和艦隊使用火銃的概況應該是明帝國使用火銃的縮影。洪宣間，火銃的類型概分為手銃和碗口銃兩大系統，碗口銃並無明顯的技術變化，但單兵所使用的輕型火銃則分為兩個支系：（一）永樂輕便手銃：特徵為火藥溝和火門蓋的設計，與洪武手銃相較，火銃之倍徑雖無變化，但口徑日趨縮小，長度稍減，重量略重，顯示出永樂火銃重視發射時的安全和操作的便利性。其中「永樂十二年銃型式」是相當穩定的設計，目前發現至少生產了 110 年以上。（二）永樂中型手銃：外型設計幾與永樂輕便手銃相同，但是口徑增為 52-100 公厘。可見鄭和下西洋的二十八年間，是中國火銃不斷精進的時代，不僅設計精巧，製造數量也極為龐大。

明軍不但擁有多種精巧的火銃，也發展出成熟的戰術，不論在水面和陸地作戰，明軍都曾多次以火銃輪替發射的戰術敗敵，並以嚴格的連坐法要求士兵在射擊紀律上的一致和裝填彈藥動作上的確實，這是明初軍事行動成功的後盾。

今日雖然透過文獻無法發現鄭和艦隊使用火銃的直接證據，但透過明

⁶⁸ 按，《明太祖實錄》曾載洪武十三年(1380)「凡軍一百戶，銃十」。可見一般衛所的持銃士兵比例為十分之一。參見《明太祖實錄》，卷 129，頁 7a(2055)。洪武十三年正月丁未條。

初廣泛製造使用火銃的文獻和實物旁證，可以推測下西洋時使用火銃的來源、形式和數量等問題。特別是從實物火銃的編號所看出明初火銃的規模已經達到萬計之數來看，筆者所推測鄭和艦隊約使用 5,000 門火銃的數字其實具有相當的可信性。

八〇年代由任教於美國芝加哥大學的加拿大籍權威學者威廉·麥克尼爾(William H. McNeill)曾提出「火藥帝國年代」(the Age of Gunpowder Empires)的理論，是目前世界史中對於解釋文明與火砲關係論述中的經典學說，此一理論主要是說明歐洲如何自同樣使用的各個火藥帝國間崛起。內容見於他在 1983 年所出版的《對權力的追求：自第一個千紀後的技術、武裝部隊和社會》(The Pursuit of Power: Technology, armed force, and Society since 1000 A.D. Chicago: University of Chicago Press, 1983)一書，及 1989 年美國歷史學會為其出版的《火藥帝國時代：1450-1800》(The Age of Gunpowder Empire: 1450-1800, Washington DC: American History Association, 1989)小冊子。在他的理論中，有相當的篇幅提到了中國使用火銃的歷史發展。根據本文的研究結果，可以發現明初對於火銃的使用的情況為其理論體系提供了一個異例。

雖然麥克尼爾指出火藥帝國年代的起點是 1450，但中國在洪武十三年(1380)就成為全面在軍隊中裝備火銃的國家，至少有百分之十的士兵是使用火銃的，這比麥克尼爾所定的 1450 年要早上七十年。其次，麥克尼爾認為「在中國沒人提倡以手銃裝備步兵，並訓練其在戰場上遭遇並戰勝騎兵的政策」⁶⁹。由是可知，經過前述關於明初火銃和鄭和艦隊可能使用的情形的討論和舉證，已為火藥帝國年代的理論提供進一步修訂的空間。

值得注意的是，也許透過西方世界史學者的理論，我們可以看到另外一種值得注意的現象：當西方人在十五世紀開始以槍砲征服各個殖民地時，何以到中國時，僅僅在最初有葡萄牙人曾短暫的嘗試攻擊中國，但隨後的數百年，卻都僅以通商為目的，而非武力的征服？或許中國的軍事實力是這些殖民者不想輕動的主要原因，而非如西方史家所主觀認定西方使用火砲的經驗一直較為優越。

⁶⁹ William H. McNeill, *The Age of Gunpowder Empire: 1450-1800*, Washington DC: American History Association, 1989, p. 42.

On the Origins, Types, Tactics and Amounts of the Handguns of Zheng He's Fleets

ZHOU Wei-qiang

Ph. D student, Institute of History, National Tsing Hua University in Hsin Chu

Abstract

Handguns were widely used in Ming Army during operations. There are three possible sources to recruit guns in Zheng He's (1371-1435) fleets: 1. Palace Armory could provide handguns which were modified by Vietnamese, mortars and gunpowder; 2. Central and Provincial Arsenals produced handguns and some accessories and expendables, such as hammer, rammer, wooden baffle(mu ma zi) and etc.;3. In-store handguns casting by Metropolitan Coinage Service. In the 28 years of Zheng He's voyages, Chinese made a mighty advance in cannon casting. Foot soldiers equipped with personnel weapons from Hung Wu handgun to Yong Le light and mid-size handguns, which were elaborate and mass productive. Large-caliber cannons were mortars. Except owning many excellent guns, Ming armed forces not only developed a combat-proven multiple firing line tactics to increase its hit rates for surface and land combats, but also put into action to defeat enemies. To make sure the success of the tactics, junior officers were asking for liable jointly and severally for exacting firing discipline and reloading ammunitions. It's lacking precise evidences to prove the cannon using in Zheng He's fleets, but according to many circumstantial evidences from existing literatures and artifacts, we can estimate the scale of cannon-using in the fleet. It's credible to believe there are 5,000 guns in Zheng He's fleets. Comparing with the Chinese part of William H. McNeill's "Age of Gunpowder Empires" theory which was put forward in 1980s, this essay provides a different approach to develop his theory.

Key words Zheng He, Metropolitan Coinage Service(bao yuan ju , 寶源局), Palace Armory (bing zhang ju , 兵仗局), Central and Provincial Arsenal (jun qi ju , 軍器局), handguns (手銃 shou chong), mortars (碗口銃 , wan kou chong), Age of Gunpowder Empires.

摘要集

中國近代數學三百年（1600-1900）：研究成果回顧

洪萬生

國立臺灣師範大學數學系

摘要

本文將主要根據二十位主要、次要數學家著述之（歷史）個案研究，簡要提供一個有關這三百年的中國數學知識活動之圖像。

這三百年的故事，要從徐光啟、利瑪竇合譯的《幾何原本》於 1607 年問世說起。由於這代表了西算的有系統引入，同時，到了 1900 年中算也終於匯入世界數學潮流，因此，這三百年的中國數學發展，應該是傳入西算主導，同時又是傳統中算被迫對話的曲折過程。而這，當然也反映了在地脈絡如何發揮了調適與吸納的功能。正因為如此，所以，本文主要採取社會史的研究進路。

明末清初西方「格致學」的衝擊與反應： 熊明遇對「分野」問題的看法*

徐光台

國立清華大學通識教育中心暨歷史研究所

摘要

明末清初之際，基於中國傳統天文而建立的天上星宿或星界區分與地面區域間的相應聯繫，也就是分野思想仍然流行於中國學術界時，耶穌會士在利瑪竇(Matteo Ricci, 1552-1610)的倡導下，為了傳播基督教義而藉助儒學，以「格致學」名義引入西方宇宙論與天文學，潛在地挑戰中國星占與分野，其後艾儒略(Giulio Aleni, 1582-1649)《西方答問》中直接批判中國星占與分野思想。

從科學史或思想史的角度來看，在明清之際兩種世界觀的遭遇中，中國儒士會如何面對西方「格致學」對分野問題的衝擊，將是一個深具研究意義的問題。本文旨在將焦點放在熊明遇（1579-1649）這一位既接受中國傳統教育也接觸傳教士引入西方「格致學」的中國儒士，以其著作《格致草》為例，來了解在西方「格致學」對分野問題的衝擊下，一個當時中國士人的反應。

關鍵詞：熊明遇、《格致草》、分野、利瑪竇、西方格致學、艾儒略、《西方答問》、中西科學史比較研究、王英明、《曆體略》、謝肇淛、《五雜俎》

* 本文獲國科會（NSC-91-2411-H-007-032）專題計劃支助，特此致謝。

Ludwik Fleck 的思惟樣式、思維集體與科學普及

陳恒安

國立成功大學歷史學系

摘要

科學普及過去一直被認為是將科學知識稀釋以適合一般大眾的啟蒙事業。不過，這種科學啟蒙事業的前提，即「正確」知識的傳遞，卻很可能是造成過去科普事業無法如科學家所期待那般順利的癥結。這篇報告計畫以波蘭免疫學家與哲學家 Ludwik Fleck (1896-1961) 所提出的「思維樣式」(Denkstil) 與「思維集體」(Denkkollektive) 觀念，重新檢視科學普及所傳遞知識的特性。Fleck 認為大眾科學 (populäre Wissenschaft) 對於學術社群也有重要，但為研究者所不自覺的影響。所以說，科學知識的實際互動，不應該只是學術社群往民眾單方向的稀釋流動。如果大眾科學或民眾對科學的認知(簡化、直觀與不容置疑的確定性等性質)會對科學研究產生影響，那麼大眾科學便可能成為一個科學認識論的問題。報告中我們將分析 Fleck 如何以「思維樣式」與「思維集體」觀念來探討大眾科學的特性與功能，並嘗試回答大眾科學在科學史中的地位，以及科學形象因此在學術社群與大眾眼中的可能改變。另外，我們也希望討論 Fleck 對「科學事實」(wissenschaftliche Tatsache) 的觀點是否能提供科技民主化與科技倫理議題一些什麼新的看法。

第七屆科學史研討會籌備委員名錄

李國偉	中央研究院數學所研究員
洪萬生	國立臺灣師範大學數學系教授（兼召集人）
徐光台	國立清華大學歷史研究所暨通識教育中心教授
郝俠遂	淡江大學化學系副教授
楊穌之	漢聲廣播電臺
劉士永	中央研究院臺灣史研究所助研究員
劉廣定	國立臺灣大學化學系教授

書名：第七屆科學史研討會彙刊

編輯委員：徐光台、郝俠遂、張嘉鳳、張哲嘉、周維強

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：新竹竹風彩印輸出

開本：257×182mm, 1/16

字數：264 千字

版次：民國九十六年(2007)五月初版

ISBN：