

ISSN : 2227-1023

科學史通訊

中華民國一百零九年十二月 第四十四期



國際科學史與科學哲學聯合會科學史組中華民國委員會

國際科學史與科學哲學聯合會科學史組

中華民國委員會委員名錄（按姓氏筆畫為序）

毛傳慧	國立清華大學歷史研究所 兼本會主任委員	陳光祖	中央研究院歷史語言研究所
李尚仁	中央研究院歷史語言研究所	陳東和	國立故宮博物院登錄保存處
李貞德	中央研究院歷史語言研究所	陳恒安	國立成功大學歷史學系
李國偉	中央研究院數學研究所	陳德勤	野柳海洋世界
沈建東	國立故宮博物院登錄保存處	傅大為	國立陽明大學科技與社會研究所
周維強	香港故宮文化博物館	傅麗玉	國立清華大學學習科學與科技研究所
林崇熙	國立雲林科技大學文化資產維護系所	黃一農	國立清華大學歷史研究所 中央研究院院士
林聰益	南台科技大學機械系	黃宇暘	國立政治大學歷史學系
城地茂	日本國立大阪教育大學國際中心	莊蕙芷	江蘇師範大學文學院
洪萬生	國立臺灣師範大學數學系所	博佳佳	國立交通大學通識教育中心
英家銘	國立清華大學歷史研究所暨通識教育中心	楊翠華	中央研究院近代史研究所
徐光台	國立清華大學通識教育中心榮譽退休教授	楊龢之	漢聲廣播電臺
張 滉	義守大學國際傳媒與娛樂管理學系	雷祥麟	中央研究院近代史研究所
張之傑	圓神出版事業機構	劉士永	中央研究院臺灣史研究所
張哲嘉	中央研究院近代史研究所	劉君燦	黎明技術學院電子工程科
邱韻如	長庚大學通識教育中心	劉昭民	民航局氣象中心
翁宇斐	國立故宮博物院南院處	劉廣定	國立臺灣大學化學系名譽教授
琅 元	國立清華大學歷史研究所暨通識教育中心	鄧淑蘋	國立故宮博物院器物處
郭文華	國立陽明大學公共衛生學科暨研究所	魯經邦	台灣電力公司放射試驗室退休主任
陳大川	樹火紀念紙博物館顧問	顏鴻森	國立成功大學機械工程學系

發 行 人：毛傳慧

出版日期：中華民國一百一十年九月一日

編輯委員：張滬、琅元、雷祥麟、張哲嘉、周維強

學術顧問：李國偉、洪萬生、徐光台、黃一農、傅大為、劉廣定、顏鴻森

聯繫地址：30013 新竹市光復路二段 101 號 國立清華大學歷史研究所

執行編輯：英家銘

編輯助理：賴羿霆

電 話：886-3-5727128

電子郵件：chmau@mx.nthu.edu.tw

出 版 者：國際科學史與科學哲學聯合會科學史組中華民國委員會

封面圖片說明：長年跟隨巴斯德研究蠶病的 Émile Duclaux (1840-1904) 在設置於阿勒斯 (Alès 或 Alais) 附近 Pont-Gisquet

蠶室的實驗室中使用顯微鏡檢視 (Œuvres de Pasteur, t. IV : études sur la maladie des vers à soie, Paris : Masson et Cie, eds, 1926, 頁 347 前圖版)。

《科學史通訊》 第四十四期（2020.12）

目錄

關於本期	I
毛傳慧	
學術論著	
關流弧背術的發展脈絡：方法革新的追求與知識論的演變	1
黃俊璋	
清朝滿語星名的緣起：	
以高宗《御製五體清文鑑》為考察範圍	29
姜照中、王磊	
清末家蠶微粒子病自中國的引入與蔓延—	
反思晚清「閉關」政策的困境與導致的危機	53
毛傳慧	
學術劄記	
不肖生小說中的獵具	89
張之傑	
功頌千秋：慶祝蘇頌一千年	93
邱韻如	

科史典籍

書介：張柏春主編，《中國傳統技術的新認知》叢書 101
編輯部

會議與活動報導

第十二屆科學史研討會—
跨文化歷史中的科學技術與醫療紀實 103
編輯部

國立清華大學「通識人物」系列講座 111
編輯部

「古物揭密—文物科學鑑識在故宮」 123
編輯部

本會活動

中央研究院科學史委員會學術演講紀要 125
王紫蓉

Contents

127

主編的話

2020 年大部分的時間都在防疫期間度過。2019 年 12 月底武漢爆發的新冠肺炎迅速蔓延為全球性傳染病，隨著疫情的急緩，防疫措施亦隨之張弛。突如其來的巨變，使得原本頻繁的國際學術交流頓時停緩，許多學術會議面臨取消，或改為線上進行、或以實體與視訊並行。視訊會議雖然開闊了學術交流的地理範圍，但需要更多硬體設備和資訊技術的支持，在適應新模式的同時，許多事務的推進執行因此而趨緩。

雖然受到疫情的影響，本會仍勉力會務的推動，繼續促進學術成果的分享和學術交流：五月的第一次委員會議選出新任主任委員和五位新進委員如次：**Charlotte-V. Pollet** 博佳佳（國立交通大學通識教育中心副教授）、**邱韻如**（長庚大學通識教育中心副教授）、**莊蕙芷**（江蘇師範大學文學院副教授）、**翁宇雯**（國立故宮博物院南院處助理研究員）和**黃宇暘**（國立政治大學歷史學系博士候選人），為委員會注入新血，並加深、擴充本會的研究範圍與領域。感謝前任主委張皓教授和執行秘書周維強委員長時期以來對委員會的付出與貢獻，同時恭賀周委員升遷香港故宮文化博物館研究員。九月第二次委員會議後邀請本會委員中研院近史所雷祥麟研究員主講「科學文化權威的黎明：《天演論》與甲午戰後的保教之辯」，以及清華大學歷史所吳國聖助理教授分享「重建西夏文文獻中的的科學史」。此次會議採實體和線上並行的方式，除桃、竹地區的委員外，多位委員遠道從臺北和高雄前來，對於兩位學者的演講給予熱烈的回應，討論之聲不絕於耳。

遺憾的是，本會委員李學勇教授（1933-2020）於今年5月20日在睡夢中安詳辭世。李委員一生經歷豐富，曾任教於台大植物系和植物研究所，在植物學和中國植物學史領域貢獻頗多，曾出版《園藝育種學》、《普通植物學》、《植物學要義》、《基礎植物學》等著述，譯有《族群遺傳學與生物演化》、《詳註語譯天演論新譯》、《中國農業史》（上下兩冊）等專書。

由於年初時疫情突然嚴峻，遵循政府的防疫措施，避免群聚，經委員會通訊投票後，決定暫緩舉辦原訂於5月召開的第十二屆科學史研討會：「跨文化歷史中的科學、技術與醫療」國際學術研討會。十月的二次委員會議中表決，定於翌年三月底以實體和線上並行的方式復辦。而訂於2021年在捷克召開的第二十六屆國際科學史大會，為了維持四年一度的會議頻率，亦宣布改為全數線上如期舉辦。

感謝本會執行秘書、同時也是本會《通訊》執行編輯英家銘副教授帶領助理編輯同學認真校稿、編排，讓本期《通訊》得以順利出版，更感謝學者們的投稿，以及編輯委員、外審委員們協助匿名審查，提供作者們更上層樓的寶貴意見，確保本刊論文的學術品質。本期收入學術論文三篇、學術劄記兩篇，內容涵蓋數學史、天文學和蠶桑農業史等領域，並涉及多元文化之間的交流與影響，反映科學史研究日趨多元，且領域擴展的現況。此外，本期嘗試版面的修改，將A4的《通訊》改成B5，以方便收藏。本人在新冠肺炎肆虐期間接手本期刊主編工作，由於對職務內容尚未熟悉且逢疫情，而致本期延期出刊，希望在未來能迅速追上預定進度，於每年九月出刊。歡迎對科學史感興趣的學者不吝賜稿，共同豐富《科學史通訊》的內容。

毛傳慧 誌於 國立清華大學人社院

關流弧背術的發展脈絡： 方法革新的追求與知識論的演變

黃俊璋*

摘要

本研究考察江戶時期涉及弧背術的重要和算文本，概述和算弧背術的發展脈絡，以及建部賢弘、安島直圓與和田寧等和算家求得弧長的無窮級數公式的方法。1722 年建部賢弘與鐮田俊清分別利用不同的方法，求得了正確的弧長的幕級數公式，在此之前和算文本中的弧長公式皆為近似公式。18 世紀末期，安島直圓以「截弦」的方式創造出積分法，先求「弧積」再反推得弧背術。到了 19 世紀，和田寧則發展出一般性的積分法（圓理豁術）求得弧長公式。

從弧背術的發展脈絡來看，和算家兩次打破傳統框架，開創出新的研究方向，除了解決舊問題外，並幫助了其它問題的解決。建部賢弘打破關孝和「碎術」的框架，發展出無窮級數公式，而安島直圓透過「截徑」與「截弦」的方式對圓弧形作分割求和，雖然牴觸了建部賢弘「順形質」的觀點，卻發展出更一般性的積分方法。過程中，和算家們偏好舊題新解，提出創新的方法，並在知識價值的追求下，不斷精益求精，求得更「好」的「術」（演算法）：精確程度更佳的術、逼近速度更快的術，以求得更精確的數值。如此來看，和算弧背術的發展脈絡豐富我們對當代數學研究風氣的想像，和算家們秉持精益求精的研究精神，獲致了問題的答案，並促進方法的革新，也推動數學知識的發展。

關鍵詞：數學史、和算、關流、弧背術

* 臺北市和平高中數學教師

一、前言

縱觀江戶時期和算的發展，對於圓周長、圓周率的探求，一直是和算家們關心的重要問題。圓周率與求圓周術的發展脈絡，顯示出和算家從早期對數（圓周率近似值）的追求，漸轉向對術（求圓周術）的研究。¹除了求圓周率近似值與求圓周術之外，求弧背術亦是貫串 17 至 19 世紀和算發展過程的重要研究主題，被小出兼政（1797-1865）在《圓理算經》（1842）中列為圓理八問中的一類。從 17 世紀開始，包含今村知商的《豎亥錄》（1639）、初阪重春的《圓方四卷記》（1657）、柴村盛之的《格致算書》（1657）、村松茂清（1608-1695）的《算俎》（1663）、野澤定長的《童介抄》（1664）、岡島友清的《算法明備》（1668）、樋口兼次の《算法直解》（1671）、村瀨義益的《算法勿憚改》（1673）以及關孝和（1642？-1708）的《括要算法》（1709）等著作，都曾經提出求弧長公式。不過，早期包含關孝和等和算家雖然對弧背術多有研究，但他們求得的弧背術都只是近似公式，並未有重大突破。

1722 年，建部賢弘（1664-1739）《綴術算經》的「探弧數第十二問」以及《圓理弧背術》兩本著作，首創將弧長表示成圓徑、矢或弦的幕級展開式，²獲得正確的求弧長公式，也引發眾多和算家透過「無窮級數」的形式，發展出各類新的弧背公式。包含蜂屋定章（1686-1749）的《圓理發起》（1728）、久留島義太（1690-1758）的《久氏弧背草》、松永良弼（1690-1744）的《方圓算經》（1739）、《方圓雜算》（1739）與《圓周率》等書、有馬賴徯（1717-1783）的《拾璣算法》（1769）、安島直圓（1732-1798）的《弧背術解》（1828），乃至 19 世紀千葉胤秀（1775-1849）的《算法新書》（1830）與小出兼政的《圓理算經》（1842）等書，均探討或納入弧背術相關研究的成果。

¹ 參考黃俊瑋，〈從圓周率發展探討和算家的數學知識需求〉，《科學史通訊》，第 40 期，頁 1-17。

² 與建部賢弘《綴術算經》同一年，隸屬於另一個流派宅間流的鎌田俊清，亦在其著作《宅間流圓理》，以不同於建部賢弘的方法，提出了弧長的幕級數展開式。參考徐澤林，《和算中源-和算算法及其中算源流》，頁 319-323。

弧背術的發展是和算的重要成就，同時也是許多關流與非關流和算著作必載的主題，它自是和算史家們的研究重點。過去日本、台灣與中國學者們在這些和算文本的解讀與分析上，已奠定了一定程度的基礎與成果，例如日本學者小川束（2001）、下平和夫（1978）等人在弧長問題或綴術相關問題的研究成果，或者近年中國學者徐澤林（2008, 2009, 2013）所著的多本和算專書，對歷代和算家們在弧背術上的研究成果，提出了豐富而詳細的介紹與論述。此外，Annick Horiuchi (1994, 2010) 的和算史專書，亦對相關研究成果多有介紹。另外，包含劉雅茵（2011）、王燕華（2012）、林建宏（2013）、廖傑成（2013）、林美杏（2013）等台灣學者的研究，也致力於相關和算文本的分析與解讀，並提供了詳細的介紹與說明。

本研究以前人的研究成果作為基礎，貼近相關一手文獻，對江戶時期最大流派—關流—的弧背術發展脈絡，作一簡單的統整與論述。除了介紹和算家研究弧背術的成果外，更進一步闡述、比較關流數學家建部賢弘《綴術算經》、安島直圓《弧背術解》以及小出兼政《圓理算經》書中求弧背術的方法。透過對弧背術發展脈絡與各種方法的比較考察，探討其知識論的演變、歷史意義與知識論價值：什麼是和算家社群可接受的問題？什麼是他們所尋求的適當答案？他們所偏好的答案，具有什麼樣的特色？³並藉以闡述和算的發展與特色。

二、和算早期的弧背術發展

影響早期和算家甚鉅的中算書《算法統宗》(1592)，包含了下列與徑、矢、弦等幾何量之間的關係式（接下來，本文統一以

³ 林力娜（Karine Chemla）於〈從古代中國的數學觀點探討知識論文化〉一文之中，基於凱勒（Evelyn Fox Keller）在《理解生命》(Make Sense of Life)一書中提出的觀點，以《九章算術》為例，探討了古代中國的知識論文化。

「知識論文化」的概念，同時結合了物質實作的獨特元素，以及此社群中居支配地位的知識論價值和選擇（epistemological values and choices），例如從《九章算術》中，發現數學從事者對於概括性價值的興趣。而筆者在本文之中，以和算弧背術發展的脈絡作為案例，說明和算社群所追求的知識論價值和知識選擇。

R 表示圓之直徑、 c 表示弦、 a 表示矢、以 s 表示弧長)：

$$R = \frac{c^2}{4a} + a \text{、} c = \sqrt{(R - a)4a} \text{、} a = \frac{1}{2}(R - \sqrt{R^2 - c^2}) \text{。}$$

考察 17 世紀早期的和算書，早在今村知商的《豎亥錄》便出現了求弧長公式。《豎亥錄》除了記載這些中算家的研究成果外，更在《算法統宗》的基礎上，提出了創新的弧長公式：

$$s = \sqrt{\left(R + \frac{a}{2}\right) \cdot 4a} \quad \circ.^4$$

表 1 所示，為關孝和之前的和算著作所載的弧長公式。⁵從表中所列公式不難發現，今村知商之後的和算家所創造的弧長公式，

大多與 $s = \sqrt{c^2 + (\pi^2 - 4)a^2}$ 有關，⁶對於這個弧長公式的來源，一般認為是今村知商獨立創造。⁷同時，17 世紀和算著作中出現的弧長公式都只是近似公式。此外，村松茂清所著《算俎》一書，在弧矢弦的研究上採用了《豎亥錄》的進路，改良了弧矢弦公式，從

《豎亥錄》的弧長公式 $s = \sqrt{\left(R + \frac{a}{2}\right)4a}$ ，發展出

$$s = \sqrt{\left(R + \frac{a}{2.1495}\right)(4a)} \quad \circ.^8$$

⁴ 引自馮立昇，《中日數學關係史》，頁 61。

⁵ 本表主要參考徐澤林，《和算中源-和算算法及其中算源流》，頁 299。該書主要參考了下列學者的研究成果：戶谷清一，〈江戶時代初期的數學書中有圓周率的研究〉，《數學史研究》，第 87 期，1980。以及下平和夫，〈江戶初期的弧、矢、弦公式〉，《數學史研究》，第 77 期，1978。

⁶ 參考徐澤林，〈《豎亥錄》中的圓型平面圖形問題〉，《數學史研究文集》，第三輯，內蒙古大學出版社，頁 153-158。

⁷ 參考徐澤林，《和算中源》，頁 299。

⁸ 參考廖傑成，《〈《算俎》之內容分析〉》，國立台灣師範大學碩士論文（未出版），頁 141。

表 1 關孝和之前和算著作中的弧長公式與相關弓形面積公式

年份	著作名(作者)	弧長公式	弓形面積公式
1639	《豎亥錄》 (今村知商)	$s^2 = (R + \frac{a}{2})4a$	$A = \frac{sR}{4} - \frac{1}{2}c(\frac{R}{2} - a)$
1657	《圓方四卷記》 (初阪重春)	$s^2 = c^2 + 6a^2$	$A = \frac{sR}{4} - \frac{1}{2}c(\frac{R}{2} - a)$
1657	《格致算書》 (柴村盛之)	$s^2 = c^2 + 6a^2$	$A = \frac{sR}{4} - \frac{1}{2}c(\frac{R}{2} - a)$
1663	《算俎》 (村松茂清)	$s^2 = c^2 + 5.8609a^2$	$A = \frac{sR}{4} - \frac{1}{2}c(\frac{R}{2} - a)$
1664	《童介抄》 (野澤定長)	$a = \frac{1}{3} \left[\sqrt{(R-a)^2 + \frac{3}{2}s^2} - (R-a) \right]$	
1668	《算法明備》 (岡島友清)	$s^2 = c^2 + 6a^2$	
1671	《算法直解》 (樋口兼次)	$(sc)^2 - 5.87a^2c^2 - a^2 = 0$	
1673	《算法勿憚改》 (村瀨義益)	$s^2 = c^2 + 5.869505a^2$	

至於關孝和對於弧背術的研究，主要載於《括要算法·貞卷》之中。書中利用「累裁招差法」，構造出下列插值多項式形式的弧長公式：⁹

$$s^2 = a^2 + c^2 \left\{ A_0 \frac{c-c_1}{d-c} + A_1 \frac{(c-c_1)(c-c_2)}{(d-c)^2} + A_2 \frac{(c-c_1)(c-c_2)}{(d-c)^2} + A_3 \frac{(c-c_1)(c-c_2)(c-c_3)}{(d-c)^3} \right. \\ \left. + A_4 \frac{(c-c_1)(c-c_2)(c-c_3)(c-c_4)}{(d-c)^4} + A_5 \frac{(c-c_1)(c-c_2)(c-c_3)(c-c_4)(c-c_5)}{(d-c)^5} \right\}$$

18世紀初期，關孝和與其弟子建部賢弘、建部賢明合著的《大成算經》，利用與《括要算法》類似的方法，再加上累遍增約術，

⁹ 參考劉雅茵，《關孝和《括要算法》之內容分析》，國立台灣師範大學碩士論文（未出版）。以及平山諦，《關孝和の業績》，頁 168-173。

求得了另一個計算弧長的插值公式：¹⁰

$$\begin{aligned}s^2 = & 4ac + k_1 a^2 + k_2 \frac{(a-a_1)}{(R-m_1 a)} a^2 + k_3 \frac{(a-a_1)(a-a_2)}{(R-m_1 a)(R-m_2 a)} a^2 + \dots \\ & + k_5 \frac{(a-a_1)(a-a_2) \cdots (a-a_5)}{(R-m_1 a)(R-m_2 a) \cdots (R-m_5 a)} a^2\end{aligned}$$

此公式較諸 17 世紀的弧長公式更精確，不過仍只是近似公式。

三、關流弧長幕級數公式的發展

繼關孝和之後，關流的建部賢弘與宅間流的鐮田俊清在 1722 年，分別利用不同的方法，將弧長表示成幕級數展開式的形式，獲得了正確的弧長公式。從此，和算家在圓弧形的求長與求積方面，開始有了突破性的發展。1722 年之後的三十年間，包含蜂屋定章、久留島義太、松永良弼等關流和算家，陸續將圓周長、弧、矢、弦、平中徑、角中徑等幾何量表示成無窮級數的形式，求得各類正確的求長公式。18 世紀後期以及 19 世紀，和算家則透過分割求和的積分法求得弧長公式。下文中，筆者將整理關流弧背術的發展脈絡，並探討建部賢弘《綴術算經》、安島直圓《弧背術解》以及小出兼政《圓理算經》中造出弧背術的方法。

（一）建部賢弘《綴術算經》之弧背術研究

建部賢弘《綴術算經》第十二問為「探弧數」，它先假設圓直徑為一尺，接著「截矢一忽之弧二斜，次截造四斜，次截造八斜，次截造十六斜，逐如此倍截之數，求各截半背幕，依累遍增約術，得定半背幕。」¹¹亦即他先利用「碎約之法求圓周幕」的方式，從正四邊形開始，逐次倍分割圓，計算弧長幕的近似值，再以累遍增約術求得半弧長平方，精確至小數點後 40 位的近似值，接著據此數值探求弧背幕的公式。以下簡述建部賢弘求此公式的方法：

¹⁰ 參考徐澤林，《和算中源》，頁 307。

¹¹ 建部賢弘，《綴術算經》。引自徐澤林，《和算選粹》，頁 278。

圖 1 為《綴術算經》探弧數之參考圖形，這裡我們令圓的直徑 \overline{BE} 為 R 、矢 $\overline{BD} = a$ 、 ABC 弧之長為 s 、弦 \overline{AC} 之長為 c 。

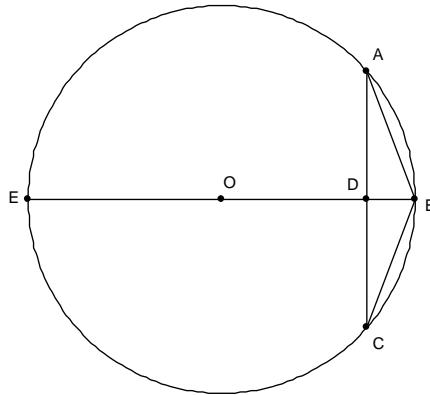


圖 1 《綴術算經》探弧數參考圖形

首先，矢徑相乘 Ra 即為二斜之截背幕（圖中的 \overline{AB}^2 ）。建部命其為「泛半背幕」（即 AB 弧長平方 $(\frac{s}{2})^2$ 的近似值），接著，以前述計算出的定半背幕 $(\frac{s}{2})^2$ 減去泛半背幕 Ra 為一定差 E_1 ，即

$E_1 = (\frac{s}{2})^2 - Ra$ ，此值可視為二斜之截背幕與所求半背幕之間的誤差。之後，建部觀察發現一定差 E_1 除以矢幕 a^2 所得之值，約為 0.3333335111...，據零約術可求得 0.3333335111... 約為 $\frac{1}{3}$ ，即 $E_1 \approx \frac{1}{3}a^2$ ，建部稱此誤差近似值為一泛差 A_1 。¹²

然後，以一定差 E_1 減一泛差 A_1 得 $(\frac{s}{2})^2 - Ra - \frac{1}{3}a^2$ ，此為二定差 E_2 ，類似地，依實際數值代入可計算出二定差 E_2 ，再除以「 $\frac{1}{3}a^2(\frac{a}{R})$ 」所得之值約為 0.533333676191...，同樣據零約術可求得

¹² 一泛差即誤差「一定差 E_1 」的近似值。

0.533333676191... 約為 $\frac{8}{15}$ ，如此可得 $E_2 \approx \frac{8}{15} \times \frac{1}{3} a^2 (\frac{a}{R})$

$= \frac{8}{45} a^2 (\frac{a}{R})$ ，建部稱此誤差近似值為二泛差 A_2 。

接著再以二定差 E_2 減二泛差 A_2 得 $(\frac{s}{2})^2 - Ra - \frac{1}{3} a^2 - \frac{8}{45} a^2 (\frac{a}{R})$ ，

此為三定差 E_3 。類似地，依實際數值代入可計算出二定差 E_3 ，再

除以「 $A_2 (\frac{a}{R})$ 」所得之值約為 0.6428576...，同樣依據零約術可求

得 0.6428576... 約為 $\frac{9}{14}$ ，如此可得 $E_3 \approx \frac{9}{14} A_2 (\frac{a}{R}) = \frac{4}{35} a^2 (\frac{a}{R})^2$ ，建

部稱此誤差近似值為三泛差 A_3 。再接著以三定差 E_3 減三泛差 A_3 ，

得 $(\frac{s}{2})^2 - Ra - \frac{1}{3} a^2 - \frac{8}{45} a^2 (\frac{a}{R}) - \frac{4}{35} a^2 (\frac{a}{R})^2$ 此為四定差 E_4 。以此類推，

逐次求得至七定差。

綜觀此過程，建部賢弘欲求 $(\frac{s}{2})^2$ ，先求得 $(\frac{s}{2})^2$ 的第一個近似值

Rx ，以及第一個誤差 $E_1 = (\frac{s}{2})^2 - Rx$ ；接著求出此誤差的近似值 $A_1 =$

$\frac{1}{3} a^2$ ，便可得 $(\frac{s}{2})^2$ 的第二個近似值 $Ra + \frac{1}{3} a^2$ ；以及第二個誤差 $E_2 =$

$(\frac{s}{2})^2 - Ra - \frac{1}{3} a^2$ ；然後求出此誤差的近似值 $A_2 = \frac{8}{45} a^2 (\frac{a}{R})$ ，便可得

$(\frac{s}{2})^2$ 的第三個近似值 $Ra + \frac{1}{3} a^2 + \frac{8}{45} a^2 (\frac{a}{R})$ 。以此類推，隨著這個過

程各誤差越來越小，便可不斷求得更精確的半背幕 $(\frac{s}{2})^2$ 近似值。

接著，建部賢弘再依據各差係數，探求係數之間的一般性關係，歸納出奇數項係數為 $a_{2k-1} = \frac{(2k-1)^2}{[2(2k-1)+1] \cdot k}$ ，偶數項係數為 $a_{2k} = \frac{2k^2}{(2k+1) \cdot (4k+1)}$ 。依些規律可求得任意各差之係數。¹³最後，「以逐差各加泛半背幕，為定半背幕」。此過程相當於求出下述關係式：

$$\left(\frac{s}{2}\right)^2 = Ra + \frac{1}{3}a^2 + \frac{8}{45}a^2\left(\frac{a}{R}\right) + \frac{4}{35}a^2\left(\frac{a}{R}\right)^2 + \frac{128}{1575}a^2\left(\frac{a}{R}\right)^3 + \frac{128}{2079}a^2\left(\frac{a}{R}\right)^4 + \dots$$

亦即將弧長相關的 $(\frac{s}{2})^2$ 表示成徑 (R) 與矢 (a) 的無窮級數展開式。並進一步表示成具遞迴關係的術：

$$\left(\frac{s}{2}\right)^2 = Ra + \frac{1}{3}a^2 + D_1 \frac{8}{15}\left(\frac{a}{R}\right) + D_2 \frac{9}{14}\left(\frac{a}{R}\right) + D_3 \frac{32}{45}\left(\frac{a}{R}\right) + D_4 \frac{25}{33}\left(\frac{a}{R}\right) + \dots$$

其中， $D_k = \frac{2 \cdot k^2}{(k+1)(2k+1)} D_{k-1}\left(\frac{a}{R}\right)$ 。

不過，建部賢弘在書中提到：

此術，合半圓時，於矢之多者，用其二差盡二位，用三差盡三位，用四差盡四位。每增用一差(多)盡一位。即是符合關氏所立四乘求背術，……，其意其四乘盡四位，故不密也，而其術廢。¹⁴

意即，此術每增加 1 項，僅多精確 1 位，取至四項也僅能求得精確至小數點後 4 位的近似值，其逼近速度慢。因此，建部賢弘不滿足此公式，認為依此術求弧背的精確速度不夠快，於是再造新公式，求得另一個半背幕的展開式：

¹³ 實際上偶數項與奇數項係數的規律可簡化為 $a_k = \frac{(2k)^2}{(2k+1)(k+1)}$ 。

¹⁴ 建部賢弘，《綴術算經》，引自徐澤林，《和算選粹》，頁 280。

$$\left(\frac{s}{2}\right)^2 = Ra + \frac{1}{3}a^2 + D_1 \frac{8}{15} \left(\frac{a}{R-a}\right) - D_2 \frac{5}{14} \left(\frac{a}{R-a}\right) + D_3 \frac{12}{25} \left(\frac{a}{R-a}\right) - D_4 \frac{223}{398} \left(\frac{a}{R-a}\right) + \dots$$

然而建部賢弘依然認為第二個公式不夠精確：

此術合半圓時，於矢之多者，用其二差盡三位，用三差盡四位，用四差盡五位。每增用一差(多)盡一位者也，……然多乘且不精密，故亦不用而廢。¹⁵

他說明此展開式每增加 1 項計算所得的結果，同樣只會多精確 1 位，且若依據前 4 項之和作計算，僅能求得精確至小數點後 5 位的近似值。雖比前術略佳，但逼近速度仍慢，故亦廢而不用。於是他也再造第三術：

$$\left(\frac{s}{2}\right)^2 = R \cdot a + \frac{1}{3} \cdot a^2 + \frac{\text{一差} \cdot a}{R - \frac{9}{14}a} \cdot \frac{8}{15} + \frac{\text{二差} \cdot a^2}{(a^2 \frac{674308}{26176293} + R^2) - \frac{1696}{1419} \cdot R \cdot a} \cdot \frac{43}{980}$$

此術各項係數明顯較為複雜，且各差之間沒有明顯規律，然而建部認為：

此術，用二差，所盡及原數的五差，用三差，所盡及原數之八差。故以其三差之術合半圓時，察(得)於矢之多者，當盡十許位，即立六件之限求率數，為總術。¹⁶

意即只需此展開式的前 3 項和，即能求得精確至小數點後 10 位的近似值，因此，逼近速度較前兩術快上許多，故建部賢弘以此作為「總術」。

從這些例子不難發現，建部賢弘關心「術」的精確性，也關心據「術」求「數」的逼近速度，為求得更精確的數值以及更精確的術，引發他改造新術的研究動機。由於此類幕級數展開式的發明與使用，一方面增加了計算求得弧長近似值的精確度，同時，也使得和算家得以正確地處理、計算弧長以及圓周率等相關超越數，推廣了可求「數」的範疇。

¹⁵ 建部賢弘，《綴術算經》，引自徐澤林，《和算選粹》，頁 281。

¹⁶ 建部賢弘，《綴術算經》，引自徐澤林，《和算選粹》，頁 283。

1722 年，建部賢弘除了在《綴術算經》提出幕級數展開式公式外，同年所著的《圓理弧背術》則是一本研究弧背術的專書。

該書先利用「 $a^2 - Ra_1 + \frac{Ra}{4} = 0$ 」這個關係式以及二項展開式，求得了二弦矢 a_1 （二分弧對應的小矢）、四弦矢 a_2 （四分弧對應的小矢）、八弦矢 a_3 （八分弧對應的小矢）...之幕級數展開式，再以此求得二斜面幕（二分弧對應的弦長平方）、四斜面幕（四分弧對應的弦長平方）、八斜面幕（八分弧對應的弦長平方）、...進而求得泛半背幕，從而推導出與前述《綴術算經》第一術相同的展開式。¹⁷

（二）《綴術算經》之後的弧背術發展

自《綴術算經》之後，關流許多和算家的著作中，陸續出現弧長相關的幕級數展開式。建部賢弘的孫弟子蜂屋定章於 1728 年著《圓理發起》一書，並在自序中提到：

蓋此圓理者，古人未發之真術，而為萬世不易之定法也。...
惟建部賢弘悟了和漢未發之真術也，嗚呼奇哉妙也矣，真可謂算術之神人也，余遊關子之高弟久留重孫之門下，棲心於圓中爰有年焉，竊推考賢弘之意於是作為此書，欲令好算學之士明悟。¹⁸

由此可見，本書內容是以建部賢弘的研究為基礎，進一步推考創作而得。書中列出了求弧背術：

列矢乘徑四之為原數，列第數幕倍之為乘率，列第數倍之加三個以第數乘之得數加一個為除率，次第如此，三差以上略之，原數加入差術和得數平方開之得背若干。¹⁹

此術相當於下述幕級數展開式：

$$s^2 = 4Ra + \frac{2a \cdot \text{原數}}{6R} + \frac{8a \cdot \text{一差}}{15R} + \frac{18a \cdot \text{二差}}{28R} + \frac{32a \cdot \text{三差}}{45R} + \frac{50a \cdot \text{四差}}{66R} + \dots$$

其中，原數 $D_0 = 4Ra$ 、 k 差 $D_k = D_{k-1} \frac{2k^2}{k(2k+3)+1} \left(\frac{a}{R}\right)$ 。

¹⁷ 參考徐澤林，《和算中源》，頁 311-315。

¹⁸ 引自蜂屋定章，《圓理發起》，1728，自序。

¹⁹ 引自蜂屋定章，《圓理發起》，1728。

乍看之下，此公式與建部賢弘所得的「術」並不相同，但若以現代數學符號視之，此結果等價於建部賢弘《綴術算經》所列的第一個弧背術，亦同於另一個和算家松永良弼於《方圓算經》中所列的求背幕公式。此外，蜂屋定章也意識到求圓周長即求弧背的特例，因此進一步利用上述的弧背幕級數公式，代入計算圓周長。

另一方面，久留島義太的《久氏弧背草》是一本研究「弧背」的專書，²⁰設圓徑為 R 、矢為 a 、 a_1 為二斜矢(二分弧對應的小矢)，

久留島義太首先推得關係式 $4a_1^2 - 4Ra_1 + Ra = 0$ ，接著利用開方綴術進行二項展開式得到公式：

$$s^2 = 4Ra + \frac{1}{3}A_0\left(\frac{a}{R}\right) + \frac{8}{15}A_1\left(\frac{a}{R}\right) + \frac{9}{148}A_2\left(\frac{a}{R}\right) + \frac{32}{45}A_3\left(\frac{a}{R}\right) + \dots$$

等價的結果出現在建部賢弘的《圓理弧背術》與《綴術算經》。

同一時期的關流和算家松永良弼，非常熱衷於圓弧相關問題的研究，他在《方圓算經》、《方圓雜算》以及《圓周率》等著作裡，提出了弧長相關公式。其中《方圓算經》的「弧背率」一節裡，整理並列舉了多個與弧長有關的展開式：²¹

1.求背幕

$$s^2 = 4Ra + \frac{2a \cdot D_0}{6R} + \frac{8a \cdot D_1}{15R} + \frac{18a \cdot D_2}{28R} + \frac{32a \cdot D_3}{45R} + \frac{50a \cdot D_4}{66R} + \dots$$

$$\text{原數 } D_0 = 4Rx \quad k \text{ 差 } D_k = D_{k-1} \frac{2 \cdot k^2}{(k+1)(2k+1)} \left(\frac{a}{R}\right)$$

2.求背數，內元率

$$s = c + \frac{2a \cdot D_0}{3R} + \frac{4a \cdot D_1}{5R} + \frac{6a \cdot D_2}{7R} + \frac{8a \cdot D_3}{9R} + \frac{10a \cdot D_4}{11R} + \dots$$

²⁰ 以下久留島義太相關研究成果，主要參考徐澤林，《和算中源》，頁 324-326。

²¹ 以下 4 個公式參考徐澤林，《和算選粹》與王燕華，《松永良弼《方圓算經》之內容分析》。

$$\text{原數 } D_0 = c \text{ 、} k \text{ 差 } D_k = D_{k-1} \frac{2k}{2k+1} \left(\frac{a}{R} \right)$$

3. 求背數，中元率

$$s = 2\sqrt{Ra} + \frac{a \cdot D_0}{6R} + \frac{9a \cdot D_1}{20R} + \frac{25a \cdot D_2}{42R} + \frac{49a \cdot D_3}{72R} + \frac{81a \cdot D_4}{110R} + \dots$$

$$\text{原數 } D_0 = 2\sqrt{Rx} \text{ 、} k \text{ 差 } D_k = D_{k-1} \frac{(2k+1)^2}{2k(2k+1)} \left(\frac{a}{R} \right)$$

4. 求背數，外元率

$$s = \frac{4Ra}{c} + \frac{a \cdot D_0}{3R} + \frac{2a \cdot D_1}{5R} + \frac{4a \cdot D_2}{7R} + \frac{6a \cdot D_3}{9R} + \frac{8a \cdot D_4}{11R} + \dots$$

$$\text{原數 } D_0 = \frac{4Rx}{c} \text{ 、} \text{一差 } D_1 = D_0 \frac{1}{3} \left(\frac{a}{R} \right) \text{ 、} k \text{ 差}$$

$$D_k = D_{k-1} \frac{2(k-1)}{(2k+1)} \left(\frac{a}{R} \right)$$

第一個求背幕公式，等價於建部賢弘《綴術算經》所提出的第一個半背幕公式。不過松永良弼並未在書中說明造出這些展開式的方法，卻於《方圓雜算》以及《圓周率》記載了許多與求弧長有關的公式，例如《方圓雜算》提出了下述求弧背公式：

$$s = D_0 - D_1 + \sum_{k=2}^{\infty} D_k$$

$$\text{其中， } D_0 = \frac{R^2 c}{(R-a)} \text{ 、 } D_1 = -\frac{4a}{3R} D_0 \text{ 、 } D_2 = \frac{3a}{20R} D_1 \text{ 、}$$

$$D_3 = \frac{2a}{7R} D_2 \text{ 、 } D_4 = \frac{4a}{9R} D_3 \text{ 、 } D_5 = \frac{6a}{11R} D_4 \text{ 、 } D_6 = \frac{8a}{13R} D_5 \text{ 、} \dots$$

至於《圓周率》一書，松永良弼則收集了前人所提出的六個求弧背之術：²²

²² 以下六個公式引自徐澤林，《和算選粹補編》。北京：科學出版社，2009。

$$\text{巧工} : s = c + \frac{(10562a + 7232c)R}{113(97R + 32c - 64a)}$$

$$\text{勞工} : s^2 = \frac{51076R^4a + 110960R^2a^3 - 136185R^3a^2 - 20178Ra^4 - 5190a^5}{12796(R-a)^3}$$

$$\text{頑工} : 4a^2[(\frac{\pi R}{2} - s)^2 - (R - 2a)^2] - (s^2 - c^2)(R - c) = 0$$

$$\text{疏工} : s = [\frac{4\pi}{10}(2c + a)a + c(R - 2a)] / R$$

$$\text{漢之古法} : s = \frac{2a^2}{R} + c$$

$$\text{和之古法} : s = \sqrt{a^2(\pi^2 - 4) + c^2}$$

他在該書中也針對這六個弧背術的優劣進行評論。針對「巧工」之術，松永認為：「作者能知弧術難得，圓中入直，以求真弧背，相并時，作適全圓周之術。巧而雖數親，其術元邪，故不用。」針對「勞工」之術，松永認為：「作者知弧術難得，故依細鍥之術，求真背數條，依垛疊之術而所作也。其術正，而數亦親也，不得止，為用也。」針對「頑工」之術，松永認為：「作者深知，半圓之弧率與徑半之處弧率不等，然不思惟正弧率與傍弧率之別，其術式雖親密也，不可用。」針對「疏工」之術，松永認為：「雖其既非適，遇闕題，或可用者。」至於漢之古法，則認為「此非真術，今不用」。而「和之古法」即前述 17 世紀多數和算書所列公式。

松永認為「世之算師所作偽術甚多」，因而提出兩個弧背真括術：

$$s = \frac{c(315R^2 + 8a^2 - 210Ra)}{315R^2 + 120a^2 - 420Ra}$$

松永實際以數值計算與檢驗後，認為此術：

半徑處，僅合三位。然十分之一處，合七位，足用。故割矢不深時必用是。凡弧背真術，乃割矢深則用差多，能得親密

也。故當知，括術悉矢少徑多時，親也。²³
亦即當弧形之矢長比圓徑小時，可用此術；但當矢長接近半徑時，
此公式的精確程度則較差。第二個公式為：

$$s^2 = \frac{6R^2[(315R - 55a) - \sqrt{5(1984R^2 - 19530Ra - 487a^2)}]}{150R + 13a}$$

松永以數值實際計算、檢驗後評論此術：「於半徑之處，合五位。」
此外，他又認為「然二斜小矢有不盡者，以右之括術，乘除多位，
難也。」即因上述公式用於實際計算時的困難，他進一步提出兩
個依「折術」而得的弧背公式：

$$s = \frac{\sqrt{Ra}(384R + 6ca) - (87Rc + 64a\sqrt{Ra})}{150R}$$

$$s = \frac{(1280R^2\sqrt{Ra} + 50Rca + 16a\sqrt{Ra}) - (325R^2c + 320Ra\sqrt{Ra})}{315R^2}$$

第一個公式於半徑之處，合四位。第二個公式於半徑處，合五位。
以上便是建部賢弘之後的關流和算家，對於弧長公式的研究成果。

(三) 安島直圓《弧背術解》—截弦術與求弧背術

繼松永良弼與久留久義太之後，18世紀後期的關流和算家安島直圓，在求弧長公式的方法上取得了重要的突破。他所著的《弧背術解》，先透過「截弦術」對弓形之弦作分割，進一步利用圖2左圖之中的「矩形面積和」逼近圖2右圖中的「帶直弧積」，²⁴當圖2中「子」的寬度趨近於0時，「矩形面積和」的面積即為「帶直弧積」：

$$\lim_{k \rightarrow \infty} A_k = cR - \frac{1}{6} \frac{Rc^3}{R^2} - \frac{1}{40} \frac{Rc^5}{R^4} - \frac{3}{336} \frac{Rc^7}{R^6} - \frac{15}{3456} \frac{Rc^9}{R^8} - \dots$$

接著，利用帶直弧積與扇形面積的關係，可反推求得弧長的
幕級數展開式：

²³ 引自松永良弼，《圓周率》。

²⁴ 本圖出自安島直圓的《弧背術解》，引自徐澤林，《和算選粹》，頁469。

$$s = c + \frac{c^3}{6R^2} + \frac{3c^5}{40R^4} + \frac{5c^5}{112R^6} + \frac{35c^7}{1151R^8} + \frac{63c^9}{2816R^{10}} + \dots$$

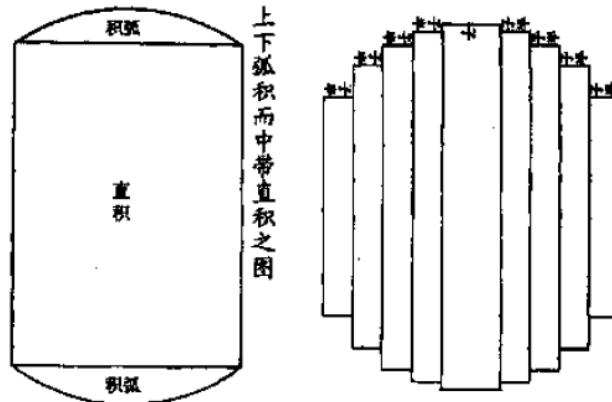


圖 2 安島直圓以「矩形面積和」逼近帶直弧積

上述公式即松永良弼在《方圓算經》所提出的「內元率」。

筆者在下文中簡述安島直圓求得弧長公式的方法。如圖 3 所示，假設圓直徑為 R 、弦長為 c ，安島直圓求 AB 弧長的作法如下：

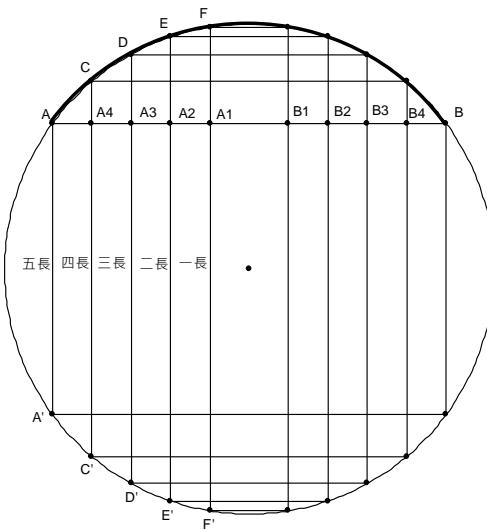


圖 3 《弧背術解》示意圖

首先他以下述方式將 AB 弦截為五段，使得 $\overline{A_1B_1}$ 為 a 、 $\overline{A_2B_2} = 2a$ 、 $\overline{A_3B_3} = 3a$ 、 $\overline{A_4B_4} = 4a$ 、 $\overline{AB} = 5a$ 。²⁵ 圖 3 中的 $\overline{FF'}$ 稱為一長、 $\overline{EE'}$ 稱為二長、 $\overline{DD'}$ 稱為三長、...、 $\overline{AA'}$ 稱為五長。利用勾股定理可得一長 $b_1 = \overline{FF'} = \sqrt{R^2 - a^2}$ 、二長 $b_2 = \overline{EE'} = \sqrt{R^2 - (2a)^2}$ 、...、五長 $b_5 = \overline{AA'} = \sqrt{R^2 - (5a)^2}$ 。

接著，利用開方綴術

$$\sqrt{a^2 - b} = a - \frac{1}{2} \frac{ab}{a^2} - \frac{1}{8} \frac{ab^2}{a^4} - \frac{3}{48} \frac{ab^3}{a^6} - \frac{14}{384} \frac{ab^4}{a^8} \dots , \text{ 可得：}$$

$$b_1 = \overline{FF'} = \sqrt{R^2 - a^2} = R - \frac{1}{2} \frac{Ra^2}{R^2} - \frac{1}{8} \frac{Ra^4}{R^4} - \frac{3}{48} \frac{Ra^6}{R^6} - \frac{14}{384} \frac{Ra^8}{R^8} \dots$$

$$b_2 = \overline{EE'} = \sqrt{R^2 - (2a)^2} =$$

$$R - \frac{1}{2} \frac{R(2a)^2}{R^2} - \frac{1}{8} \frac{R(2a)^4}{R^4} - \frac{3}{48} \frac{R(2a)^6}{R^6} - \frac{14}{384} \frac{R(2a)^8}{R^8} \dots$$

$$b_3 = \overline{DD'} = \sqrt{R^2 - (3a)^2} =$$

$$R - \frac{1}{2} \frac{R(3a)^2}{R^2} - \frac{1}{8} \frac{R(3a)^4}{R^4} - \frac{3}{48} \frac{R(3a)^6}{R^6} - \frac{14}{384} \frac{R(3a)^8}{R^8} \dots$$

$$b_4 = \overline{CC'} = \sqrt{R^2 - (4a)^2} =$$

$$R - \frac{1}{2} \frac{R(4a)^2}{R^2} - \frac{1}{8} \frac{R(4a)^4}{R^4} - \frac{3}{48} \frac{R(4a)^6}{R^6} - \frac{14}{384} \frac{R(4a)^8}{R^8} \dots$$

$$b_5 = \overline{AA'} = \sqrt{R^2 - (5a)^2} =$$

$$R - \frac{1}{2} \frac{R(5a)^2}{R^2} - \frac{1}{8} \frac{R(5a)^4}{R^4} - \frac{3}{48} \frac{R(5a)^6}{R^6} - \frac{14}{384} \frac{R(5a)^8}{R^8} \dots$$

²⁵ 這裡安島直圓並非對弦等分割，而是利用左右配對等分割的方式。

將各長加總可得：

$$5R - \frac{1}{2} \frac{Ra^2}{R^2} (\sum_{i=1}^5 i^2) - \frac{1}{8} \frac{Ra^4}{R^4} (\sum_{i=1}^5 i^4) - \frac{3}{48} \frac{Ra^6}{R^6} (\sum_{i=1}^5 i^6) - \frac{14}{384} \frac{Ra^8}{R^8} (\sum_{i=1}^5 i^8) \cdots$$

再以 a 乘之即得 $a(b_1 + b_2 + b_3 + b_4 + b_5)$ ，此為圖 4 左邊圖形各矩形的面積和，亦即圖 4 右邊帶直弧積的近似面積為：

$$5aR - \frac{1}{2} \frac{Ra^3}{R^2} (\sum_{i=1}^5 i^2) - \frac{1}{8} \frac{Ra^5}{R^4} (\sum_{i=1}^5 i^4) - \frac{3}{48} \frac{Ra^7}{R^6} (\sum_{i=1}^5 i^6) - \frac{14}{384} \frac{Ra^9}{R^8} (\sum_{i=1}^5 i^8) \cdots$$

當分割成 k 段時，則近似面積為：

$$kaR - \frac{1}{2} \frac{Ra^3}{R^2} (\sum_{i=1}^k i^2) - \frac{1}{8} \frac{Ra^5}{R^4} (\sum_{i=1}^k i^4) - \frac{3}{48} \frac{Ra^7}{R^6} (\sum_{i=1}^k i^6) - \frac{14}{384} \frac{Ra^9}{R^8} (\sum_{i=1}^k i^8) \cdots$$

利用垛積術可得近似面積為：

$$A_k = kaR - \frac{1}{2} \frac{Ra^3}{R^2} \left(\frac{2k^3 + 3k^2 + k}{6} \right) - \frac{1}{8} \frac{Ra^5}{R^4} \left(\frac{6k^5 + 15k^4 + 10k^3 + k}{30} \right) - \frac{3}{48} \frac{Ra^7}{R^6} \left(\frac{7k^7 + 21k^6 + 21k^5 + 7k^3 + k}{42} \right) - \frac{14}{384} \frac{Ra^9}{R^8} \left(\frac{10k^9 + 45k^8 + 60k^7 + 42k^5 + 20k^3 + 3k}{90} \right) \cdots$$

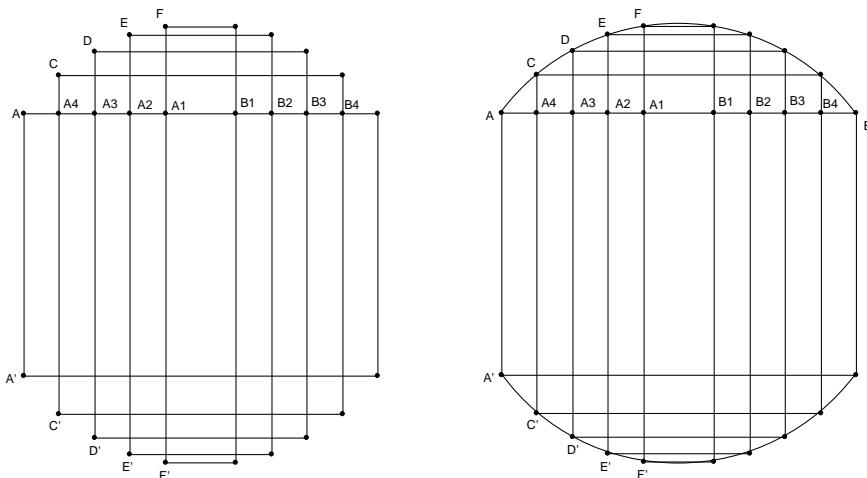


圖 4 帶直弧積與其近似面積

又弦 c 為截數 k 乘 a ，所以將 $c = ka$ 代入上式可整理得：

$$\begin{aligned} A_k = & cR - \frac{1}{2} \frac{R}{R^2} \left(\frac{2c^3 + 3c^2a + ca^2}{6} \right) - \frac{1}{8} \frac{R}{R^4} \left(\frac{6c^5 + 15c^4a + 10c^3a^2 + ca^4}{30} \right) - \\ & \frac{3}{48} \frac{R}{R^6} \left(\frac{7c^7 + 21c^6a + 21c^5a^2 + 7c^3a^4 + ca^6}{42} \right) - \\ & \frac{14}{384} \frac{R}{R^8} \left(\frac{10c^9 + 45c^8a + 60c^7a^2 + 42c^5a^4 + 20c^3a^6 + 3ca^8}{90} \right) - \dots \end{aligned}$$

最後，安島直圓說明：「截數至多，子至少矣，至少之極數者，空也。」亦即上式中的 $\lim_{k \rightarrow \infty} a_k = 0$ ，上式取極限後可得：

$$\lim_{k \rightarrow \infty} A_k = cR - \frac{1}{6} \frac{Rc^3}{R^2} - \frac{1}{40} \frac{Rc^5}{R^4} - \frac{3}{336} \frac{Rc^7}{R^6} - \frac{15}{3456} \frac{Rc^9}{R^8} - \dots$$

此即「帶直弧積」。接著令帶直弧積為甲、中間長方形面積為乙，又因為

$$2\text{ 甲積} - \text{乙} (= 4\text{ 扇形面積}) = \text{弧長} \cdot \text{徑}。$$

所以安島直圓「列甲，倍之，內減乙，餘以徑除之，得弧背」，求得了弧長的幕級數展開式：

$$s = c + \frac{c^3}{6R^2} + \frac{3c^5}{40R^4} + \frac{5c^5}{112R^6} + \frac{35c^7}{1151R^8} + \frac{63c^9}{2816R^{10}} + \dots$$

繼安島直圓之後，在關流數學家和田寧的發展之下，這樣的分割求和積分法（圓理豁術），便成為 19 世紀和算家處理弧長、面積、體積與穿去積等各類幾何問題的重要方法，接著我們以《圓理算經》為例，探討 19 世紀和算家求得弧背術的方法。

(四) 小出兼政《圓理算經》－圓理豁術求弧背術

和田寧是 19 世紀和算發展最重要的奠基者，²⁶也是當時最具影響力的和算家之一，他發明了「圓理豁術（和田寧積分法）」，

²⁶ 和田寧字子永，號算學、圓象、豁通，曾任京都土御門家的算學顧問，拜於關流第五代掌門人日下誠（Kusaka Makoto, 1764~1839）門下學算。

並創製多類圓理表，得以求解許多複雜幾何問題。然而 1836 年發生於三田台町的一場大火，使得和田寧的重要研究成果付之一炬。好在和田寧的研究成果主要透過他的學生們加以記錄、整理而流傳。小出兼政編著的《圓理算經》，保留了和田寧的算學研究成果，該書系統性地整理並提出許多與弧背相關的幕級數公式。《圓理算經》上卷提出了求「弧背各術」的問題，在已知一圓之直徑與弦長的條件下，欲表示出其弧長。假設圓徑為 R 、弦長為 c ，書中求出下列弧背術：

$$s = c + \frac{A_0 \cdot 1^2}{2 \cdot 3} T + \frac{A_1 \cdot 3^2}{4 \cdot 5} T + \frac{A_2 \cdot 5^2}{6 \cdot 7} T + \frac{A_3 \cdot 7^2}{8 \cdot 9} T + \dots$$

$$\text{其中, } A_0 = c \quad A_k = \frac{(2k-1)^2}{2k(2k+1)} A_{k-1} T, \quad T = \frac{c^2}{R^2}.$$

接著，我們以現代符號簡述小出兼政解此問題的方法。首先，假設圓徑為 R 、弦長為 c ，依據小出兼政的「截弦順法」，可將弦「配對等分割」成 n 段，接著檢索截弦順法相應的「矩線表」，以

表示出弧長微元「某背較」 $s_k = \frac{c}{\sqrt{P}} \frac{n}{\sqrt{P}}$ 。某背較即為弧長所對之弦

長，欲以此弦長逼近所求之弧長。

這時，檢八象表（陽商除表一形），可將上式中的 $\sqrt{P} = \sqrt{1 - (\frac{k}{n})^2 T}$ 依二項展開式展開，可得某背較為：

$$s_k = \frac{c}{\sqrt{P}} = \frac{c}{n} \left[1 + \frac{1 \cdot (\frac{k}{n})^2 T}{2} + \frac{3 \cdot (\frac{k}{n})^4 T^2}{8} + \frac{15 \cdot (\frac{k}{n})^6 T^3}{48} + \frac{105 \cdot (\frac{k}{n})^8 T^4}{384} + \dots \right]$$

再檢四成表（疊陽表），疊之求無窮多個弧長微元之和 $\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n s_k$ 即可得所求弧長：

$$s = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n s_k = c \left[1 + \frac{1 \cdot T}{2 \cdot 3} + \frac{3 \cdot T^2}{8 \cdot 5} + \frac{15 \cdot T^3}{48 \cdot 7} + \frac{105 \cdot T^4}{384 \cdot 9} + \dots \right]$$

最後，再依逐付術，將弧長表示成具遞迴關係的術文形式：

$$s = c + \frac{A_0 \cdot 1^2}{2 \cdot 3} T + \frac{A_1 \cdot 3^2}{4 \cdot 5} T + \frac{A_2 \cdot 5^2}{6 \cdot 7} T + \frac{A_3 \cdot 7^2}{8 \cdot 9} T + \dots$$

其中， $A_0 = c$ 、 $A_k = \frac{(2k-1)^2}{2k(2k+1)} A_{k-1} T$ ， $T = \frac{c^2}{R^2}$ 。

上述的弧長公式即為松永良弼《方圓算經》中的「內元率」公式。求解過程中，小出兼政主要先依據圖形作適當的分割，接著使用了「矩線表」、「八象表（陽商除表一形）」、四成表（疊陽表）三類表，求得弧長之幕級數展開式。小出兼政最後也進一步提出評論：

若欲快求圓周率者，先圓徑一個，而內充容六角，則其面即弦而當半徑，故以五分為弦，依弧術求得弧背，六之，得圓周率有圓弧積線表中可見，變之，則圓積率四段也，是快求真數多位之一術也。凡求積、周二率，其術固多路而不能盡之也。

27

他認為透過弧背術求圓周率近似值是收斂速度較快的方法。

最後，他在《圓理算經》下卷所附的圓弧積線表裡羅列許多與弧長、弧積有關的公式，當中包含了前述松永良弼《方圓算經》中的內元率與中元率等公式。由此來看，18世紀後期至19世紀和算家，主要在求得幕級數公式的方法上作了革新，以新的方法舊題新解，重新獲得了18世紀中期的和算家已求得的弧長公式。

四、方法的革新與知識價值的追求

從關流弧背術的發展過程中可發現，為追求精確程度更佳、逼近速度更快的術（公式、演算法），進而求得更精確的數值，成為推動和算家們進行數學研究的重要動機。如本文所提到，建部賢弘在《綴術算經》造出第一個弧長的展開式，由於此術收斂速度較慢，於是重新造出新公式，直到第三個公式的收斂速度較

²⁷ 小出兼政，《圓理算經》。引自徐澤林，《和算選粹》，頁520。

快，才感到滿意。這顯示出「精確性」的知識價值之於和算家從事數學知識活動的重要性。和算家也藉由追求更佳的弧長公式，不斷舊題新解、一題多解，改良並提出新方法，促進了和算發展以及各類圓理問題的研究，最終創造出正確或更加精確的術。²⁸

筆者整理出關流弧背術發展的過程中，包含關孝和、建部賢弘、安島直圓、小出兼政（即和田寧的研究成果）等和算家使用的分割方式、數學方法、搭配的數學知識，以及公式的正確性等，表列如次（表 2）。

表 2 關流數學家求弧長公式的發展與變革

和算家	關孝和	建部賢弘	安島直圓	小出兼政
分割方式	割圓周	割圓周	截弦	截弦
數學方法	累裁招差法	逐項探，再求規律	積分法	積分法
搭配的數學知識		累遍增約術	垛積術	矩線表 八態(象)表 疊表
公式正確性	近似公式	正確公式	正確公式	正確公式

在關流弧背術發展過程中，和算家兩次打破傳統框架，開創出新的研究方法與研究方向。第一次是關孝和在《題術辨議之法》中曾提到不佳的「邪術」與「權術」。關孝和認為權術類中的「碎術」主要的缺點是「術意不完」，因為該類術文包含了無窮多個步驟。在此數學觀的限制之下，關孝和時代的「術」，是受限於有限步驟的演算法，因而關孝和利用招差法所求得的弧長公式僅包含了有限項，無法正確地求得圓弧長這類與超越數相關的公式。²⁹到了建部賢弘的《綴術算經》所提出的求弧背幕公式，便是可依據規律遞推、潛在包含無窮多項和的公式，打破了關孝和以降的規範，此後各類與開方或圓理問題有關的無窮級數公式－「綴術」

²⁸ 參考黃俊瑋〈從圓周率發展探討和算家的數學知識需求〉，《科學史通訊》，第 40 期，頁 1–17。

²⁹ 參考黃俊瑋，《關流算學研究及其歷史脈絡:1722-1852》，2014。

－成為 18 世紀之後和算重要研究成果。³⁰「綴術」的發明，也使得和算家得以正確且更快速地求得圓周率或弧長等（超越）數的近似值。

關孝和等早期和算家們主要都是透過「等分截圓周」的方式來割圓，以求得圓周率近似值與弧長。建部賢弘在《綴術算經》中亦認同此作法：

假令碎抹圓周者，若等截細截直徑，求每截上下弧弦盡處之左右斜弦，如截數，累並其斜弦求截周時，其所截徑之分等，而周之分不等，然逐倍截數，求探各件截周，也忤其實，故滯於求級數，且不得識圓質之據。故四角以上逐倍角形而截，求截周時，即為等周細截者，其數，順求周之質，故角數逐倍之各件截周，探會增約累遍之法術，速求得級數，而得識圓之據也。³¹

他在書中提出了處理圓理問題的重要「方法論」，並論及解題過程中「順形質」的重要性，其中，他援舉「碎抹圓之屬者，當純索順形質者，不可忤，當所謂削片卻細截時忤，當依圓周碎截卻依直徑碎截時忤，當縱截卻橫截時忤」³²三種情況，說明處理圓理問題時，應當「順形質」以選擇適當的方式。特別是針碎抹圓周（割圓求圓周長時）時，應依截周的方式，將圓周逐步等分以求圓周率與弧長，方為「順形質」、「識圓之據」的方法。此外，他也認為若採取「截徑」的方式處理圓周問題，則反而「忤其實，故滯於求級數」，但若「不順形質者，雖求得真數，或停滯於探極數，或否塞於會術理，求順其形質者，先察理索數、依數玄探而會得

³⁰ 建部賢弘在《綴術算經》之中，開宗明義地將「綴術」定義為「綴而探術，以會得術理也」。書中也提到祖冲之失傳的《綴術》因「學官未能究其深奧，是故廢而不理」。建部也提到自己特地採用祖冲之的「綴」字作為書名，然建部賢弘的「綴術」與祖冲之的「綴術」有何關聯，目前史料無從得知。然而，後來的和算文本與史家們的論述中，把綴術視為各類無窮級數有關的公式。

³¹ 出自建部賢弘，《綴術算經》。引自徐澤林，《和算選粹》，頁 275。

³² 出自建部賢弘，《綴術算經》。引自徐澤林，《和算選粹》，頁 275。

之者也。」³³即解決問題時，若採取不順形質的方式，即便最後能求得正確的值，但可能產生無法理會術理等缺失。

在此價值觀的限制之下，建部賢弘時代的數學家便不從「截徑」的角度切入，處理各類圓周或弧長等問題。然而，18 世紀後期的和算家安島直圓，打破此「順形質」的限制，透過「截徑」的方式處理求弧背術以及求穿去積等問題。無論是安島直圓或是 19 世紀的和田寧等和算家，皆是以「截弦」或「截徑」的方式，透過積分法求得圓周長或弧長之幕級數公式，而非前述「截周」輔以增約術的方式求數值解，從這可看出和算家處理圓弧長相關問題的轉變。

總結來說，18 世紀末期與 19 世紀的和算家勇於打破建部賢弘以「截周一順形質」來碎抹圓周的規範，改以截徑相關的方法作為基礎，輔以當時已臻成熟的數學工具（各類圓理表與開方綴術），始於 18 世紀末安島直圓的截弦法，發揚於 19 世紀和田寧的圓理豁術，和算家得以透過較一般性的分割求和積分法，處理各類圓理難題—包含各類複雜求曲線長、求面積與體積等問題。

五、結語

弧背術的研究，貫串了整個江戶時期的和算發展，其發展脈絡也反應出和算圓理問題發展的典範歷程：從早期有限項但不精確的公式，到正確且精確的無窮級數公式，以及晚期一般性積分法—圓理豁術—的發展與使用。

17 世紀和算著作中的弧長公式多與 $s = \sqrt{c^2 + (\pi^2 - 4)a^2}$ 有關，

且都只是近似公式，關孝和《括要算法》利用插值法，雖求得較精確的弧長公式，但仍只是有限項的近似公式。直到 1722 年，關流的建部賢弘與宅間流的鐮田俊清，分別利用不同的方法，並以無窮級數的形式，正確地表示出弧長相關公式。而後，18 世紀關流和算家們也陸續造出多個弧長相關的幕級數公式。到了 18 世紀末，安島直圓則是採「截弦」的方式，透過「積分法」，先求得

³³ 出自建部賢弘，《綴術算經》。引自徐澤林，《和算選粹》，頁 275。

帶直弧積的展開式，再反推得弧長之幕級數公式，再次引發和算研究方法的變革。到了 19 世紀，圓理豁術（和田寧積分法）則成為和算家求解各類幾何問題的典型方法，藉此和算家可求得弧長與其他幾何量之幕級數公式。

綜觀這段歷史，反映出歷代和算家為學的精神與態度。他們針對弧背術這個問題，不斷地舊題新解、一題多解，除了探求正確的新公式外，過程中更不斷地精益求精，追求精確性更佳、逼近速度更快的公式，展現出他們對「精確性」相關知識價值與知識需求的關懷。因而促進數學研究方法的革新與突破，也帶動了和算的發展，無論是無窮級數公式或積分法的發明，都被廣泛用於其它圓理問題的研究與求解過程。

建部賢弘打破其師關孝和「碎術」的框架，發展出可無限遞推的「綴術」。安島直圓之後的和算家，則透過截徑與截弦的方式對圓弧形作分割求和，雖然抵觸了建部賢弘認為截周求弧長與圓周長才是「順形質」的好方法，反而發展出更一般性的積分方法。

徵引書目

一、史料

- 久留島義太，《久氏弧背草》，收入徐澤林《和算選粹》。北京：科學出版社，2008，頁 252 - 367。
- 千葉胤秀，《算法新書》，1830。
- 小出兼政，《圓理算經》，1842。收入徐澤林《和算選粹》。北京：科學出版社，2008，頁 504 - 650。
- 川井久德，《新弧圓解》，1823。
- 安島直圓，《弧背術解》，收入徐澤林《和算選粹》。北京：科學出版社，2008，頁 467 - 475。
- 松永良弼，《方圓算經》，1739 年，收入徐澤林《和算選粹》。北京：科學出版社，2008，頁 403 - 457。
- 松永良弼，《方圓雜算》，年代不詳。收入徐澤林《和算選粹補編》。北京：科學出版社，2009，頁 349 – 387。

- 松永良弼，《圓周率》。收入徐澤林《和算選粹補編》。北京：科學出版社，2009，頁 388 – 395。
- 建部賢弘，《圓理弧背術》，1722。
- 建部賢弘，《綴術算經》，1722。收入徐澤林《和算選粹》。北京：科學出版社，2008，頁 264 - 284。
- 建部賢弘、建部賢明、關孝和，《大成算經》，1711。
- 蜂屋定章，《圓理發起》，1728。
- 齋藤宜義，《算法圓理鑑》，1834。收入徐澤林《和算選粹補編》。北京：科學出版社，2009，頁 437-451。
- 關孝和，《括要算法》，1711 年。收入徐澤林《和算選粹》。北京：科學出版社，2008，頁 156 - 246。

二、近人著作

(一) 專書

- Annick Horiuchi, *Japanese Mathematics in the Edo Period 1600-1868 : A study of the works of Seki Takakazu (?-1708) and Takebe Katahiro (1664-1739)*. Springer Verlag. 2010.
- Annick Horiuchi, *Japanese Mathematics in the Edo Period (1600-1868)*, Paris, Librairie Philosophique J. VRIN, 1994.
- 平山諦，《關孝和の業績》。東京：恒星社厚生閣，1974。
- 徐澤林，《和算中源-和算算法及其中算源流》。上海：交通大學出版社，2013。
- 徐澤林，《和算選粹》。北京：科學出版社，2008。
- 徐澤林，《和算選粹補編》。北京：科學出版社，2009。
- 徐澤林，《建部賢弘的數學思想》，北京：科學出版社，2013。
- 馮立昇，《中日數學關係史》。山東：山東教育出版社，2009。

(二) 期刊論文

- 小川束，〈松永良弼の綴術について〉，《數理解析研究所講究録》，第 1195 期，2001。
- 下平和夫，〈江戶初期的弧、矢、弦公式〉，《數學史研究》，第 77 期，1978。

- 王燕華，〈松永良弼《方圓算經》之內容分析〉，國立臺灣師範大學碩士論文，2012。
- 林建宏，〈松永良弼《方圓雜算》之內容分析〉，國立臺灣師範大學碩士論文，2013。
- 林美杏，〈建部賢弘之研究-以《綴術算經》為例〉，國立臺灣師範大學碩士論文，2013。
- 徐澤林，〈《豎亥錄》中的圓型平面圖形問題〉，《數學史研究文集》，第三輯，內蒙古大學出版社，1992，頁 153-158。
- 黃俊瑋，〈關孝和與祖沖之的邂逅〉，《HPM 通訊》，第十四卷，第 7、8 期合刊，2011，頁 4-12。
- 黃俊瑋，〈關流算學研究及其歷史脈絡:1722-1852〉。國立臺灣師範大學數學系博士論文，2014。
- 黃俊瑋，〈從圓周率發展探討和算家的數學知識需求〉，《科學史通訊》，第 40 期，2016，頁 1-17。
- 廖傑成，〈《算俎》之內容分析〉，國立台灣師範大學碩士論文，2013。
- 劉雅茵，〈關孝和《括要算法》之內容分析〉，國立台灣師範大學碩士論文，2011。

The development of the formula of the arc length in the Seki School: The innovation of methods and the evolution of epistemology

Jyun-wei Huang¹

Abstract

In this study, I analyze those important texts about the formulae of the arc length in the Edo period, and summarize the context of development about the formulae of the arc length, as well as the power series expansion by Takebe Katahiro, Ajima Naonobu and Wada Yasushi. Before 1722, the formulae of the arc length in Wasan texts were all approximate. In 1722, Takebe Katahiro and Kamada Toshikiyo used different methods to get the power series expansion of the arc length. At the end of the 18th century, Ajima Naonobu created a method of integration: First, they got the area of the arc and then deduced reversely to get the formula of the arc length. Until the 19th century, Wada Yasushi used a general method of integration to obtain the formula of the arc length.

Looking up from the context of development of the formulae of the arc length, we saw that Wasan mathematicians broke the traditional framework twice and created a new research direction, which not only solved the old problems, but also benefitted the solution of other problems. In the process, Wasan mathematicians created and used new methods to solve old questions, and also continued to strive for “better formulae” under the value of knowledge. In this way, the context of development of the formulae of the arc length enriches our imagination of contemporary mathematics research. Wasan mathematicians with the research spirit won the answers to the questions, promoted the innovation of methods, and promoted the knowledge of mathematics development.

Keywords: history of Mathematics, Wasan, Seki School, formulae of the arc length

¹ Mathematics teacher of Taipei Municipal Heping High School

清朝滿語星名的緣起： 以高宗《御製五體清文鑑》為考察範圍***

姜照中*、王磊**

摘要

為了確實地理解清朝滿語星名的緣起，文章主要以語文學的研究方法，考察了被視為「清代滿蒙文詞典中的最高峰」的乾隆《五體清文鑑》中的滿語星名。本研究發現其中雖有不出自漢文化者，但絕大部分都來自漢語。在天文這一重要的意識形態領域，提倡「滿洲舊俗」的清朝一方面以開放、包容的姿態接納了漢文化，另一方面卻未使滿語中出現太多音譯詞。

關鍵詞：清朝、滿族、滿語、五體清文鑑、天文

*** 感謝毛傳慧老師、英家銘老師、吳國聖老師、唐千航老師的指導、幫助。感謝編輯老師、匿名審稿老師的指點。本文的初稿曾宣讀於「近代早期東亞的科學、宇宙觀與宗教」國際學術工作坊（新竹清華大學，2020年11月20-21日）。

* 姜照中，新竹清華大學歷史研究所博士生。研究方向：中國少數民族史、中國少數民族語言。

** 王磊，北京語言大學外國語學部博士生。研究方向：句法學、阿爾泰語系語言。

一、前言

滿族天文傳統中自有一套對星辰的分組、命名體系，與漢族天文傳統的星辰分組、命名體系，即三垣二十八宿星官系統大相徑庭，且至今仍可見於滿族薩滿教中。滿族薩滿教講究「虔誠敬神」，其星座劃分只是口耳相傳，並不形成文字；且因不希望褻瀆神靈，從來不洩露諸星座的形象，以致一般薩滿對它們都不太了解。20世紀60至80年代，學者根據來自一些老薩滿的信息，整理出了《滿族薩滿教星譜》，其中有星座十八，反映了「北緯36°至50°之間秋、冬、春三季天文星象及其變化規律」。學者們更歸納出，其「名稱都來自薩滿教，都是薩滿教星祭中祭拜的星宿神祇」。¹

清朝「首崇滿洲」，又極注意保持國語、騎射等「滿洲舊俗」，在入關前的崇德年間（1636-1643年），太宗就常「恐日後子孫，忘舊制，廢騎射，以效漢俗」。及至乾隆年間（1736-1796年），國家承平已久，高宗目睹滿洲舊俗日趨沒落，又知此「實於國勢之隆替，甚有關係」，便越發提倡，連佩戴割肉小刀、聚餐諸人放盃匙次序等等細枝末節都要加以深究。²

因人民的生產與日常生活皆須以曆法為依據，頒布正朔不僅彰顯了國家擁有的「正統」，³更是其力量在民間的體現。⁴舊時人們多深信天人之間的感應，若星象異常，則視為上天示警，天文在歷朝歷代都很受重視，清朝也不例外。主管天文的欽天監也和

¹ 富育光，〈滿族薩滿教星祭俗考〉，《北方民族》，1988年第1期，頁98-109；郭淑雲，〈薩滿教星辰崇拜與北方天文學的萌芽〉，《世界宗教研究》，2003年第1期，頁122-131。

² 謝貴安，《清實錄研究》（上海：上海古籍出版社，2013），頁613-619。參看，莊吉發，〈滿洲語文在清朝歷史舞台上所扮演的角色〉，收入編委會選編，《紀念王鍾翰先生百年誕辰學術文集》（北京：中央民族大學出版社，2013），頁540-588；于家富，《乾隆朝「國語」保護制度論》（北京：中國政法大學出版社，2013）。

³ 楊念群，〈何處是「江南」：清朝正統觀的確定與士林精神世界的變異〉（北京：生活·讀書·新知三聯書店，2017），頁434。

⁴ 春花，〈論清代頒發漢文《時憲書》始末〉，《滿學論叢》，第6輯（2016），頁170-188。

其他衙門一樣，很注意「首崇滿洲」，不僅主官欽天監監正多為滿洲人，⁵其餘職位也提倡多用滿官，聖祖便說：「觀看天象，關係重大，應令滿官兼看」。⁶

但學者們也發現「滿族或清代天文思想、曆法思想有一個重大的特點，即具有開放性」。⁷那麼，清朝的滿語星名⁸究竟從何而來？是出自「滿洲舊俗」？還是以開放的態度得自「漢俗」或其他文化？

為回答此一問題，我們以乾隆《御製五體清文鑑》(*han i araha sunja hacin i hergen kamciha manju gisun i buleku bithe*) 中的滿語星名作為考察對象。清朝官修滿語詞典，從「清代所有官修滿文詞典的鼻祖」，即康熙年間（1662-1722 年）的《御製清文鑑》開始，選詞不僅顧及「實用性」，更以「全」為原則，聖祖便宣稱該類辭書應「大而天文地理，小而名物象數」，無所不涉。⁹之所以選擇高宗御製的《五體清文鑑》，是因為在清朝官修滿語詞典中，學者們一致認為，「該詞典是詞彙量最豐富的一部」，「是清代滿蒙文詞典中的最高峰」，¹⁰「將清代官修詞典『清文鑑系列』推向了極致」。¹¹

⁵ 薄樹人，〈清欽天監人事年表〉，《科技史文集》，第 1 輯（1978），頁 86-102；史玉民，〈清欽天監天文科職官年表〉，《中國科技史料》，2000 年第 1 期，頁 34-47。

⁶ 朱軾等修，《清聖祖仁皇帝實錄》（北京：中華書局，1985，清皇史宬大紅綾本），卷 15，康熙四年五月二十一日，頁 229a。

⁷ 張佳生主編，《中國滿族通論》（瀋陽：遼寧民族出版社，2005），頁 826。

⁸ 這兒的「星名」概念包括「一顆顆星星的名」、「星座名」、「星宿名」。李維寶、陳久金、馮永利、陶金萍，〈中國傳統星名中的星宿、星官和星座〉，《天文研究與技術》，2017 年第 1 期，頁 132-134。

⁹ 江橋，《康熙《御製清文鑑》研究》（北京：北京燕山出版社，2001），頁 95-97、163。

¹⁰ 春花，《清代滿蒙文詞典研究》（瀋陽：遼寧民族出版社，2008），頁 149-151。

¹¹ 江橋，〈清代民族關係史研究的重要文獻：康熙《御製清文鑑》及其延伸〉，《民族史研究》，第 3 輯（2002），頁 246。江橋指出，自康熙至乾隆年間，清朝官修「清文鑑」中的星名，其數量有相當幅度的增加。江橋，《《御製五體清文鑑》研究》（北京：北京燕山出版社，2017），頁 54-56、70-72。匿名審稿老師更指出，部分星名在不同「清文鑑」中的釋文也有不同。但滿語星名系統（星官系統）的種種歷時變化涉及太多文獻，我們將以另文討論。

為弘揚佛法聖教，編修《清文翻譯全藏經》，高宗開清字經館，翻譯《大藏經》。乾隆《五體清文鑑》便是此一偉業的副產品，大約成書於乾隆五十九年（1794 年）。¹²該書分正編三十二卷、〈補編〉四卷：正編先分部，每部再分類；〈補編〉不分部，祇分類，每類中各條先後列出滿語、藏語、蒙古語、察合台語、漢語詞等五種文字。《五體清文鑑》的所有滿語星名皆收入正編卷一〈天部·天文類〉中。¹³

以下，我們將以語文學的研究方法，分析乾隆《五體清文鑑》中的滿語星名，根據其詞源分為「非譯自漢語」、「音譯自漢語」、「意譯自漢語」、「半音譯半意譯自漢語」等四類，每類中的詞條以其在《五體清文鑑》中的次序排列。每個星名，先寫明它在《五體清文鑑》中的位置（頁、行）、滿語說法和漢語說法，如，16（頁）-4（行）hadaha usiha（滿語說法），北辰（漢語說法）；再逐條進行相應的解說，討論其構詞法、來源。各星在漢族傳統天文學中的情況，需特別討論者，則將結合相應文獻、研究進行考察。為避免贅述，其餘的將引用《中國歷代文獻恆星名數匯總表》加以解釋。¹⁴

二、非譯自漢語的星名

6-2 šun，日。13-2 biya，月。「日」、「月」這兩個詞兒在明代女真語漢字記音中正分別作「受溫」、「別阿」，¹⁵或「順」、「必阿」，¹⁶與滿語的相同；在其他滿-通古斯語中的同義詞也多

¹² 春花，〈《御製五體清文鑑》編者及編纂年代考〉，《滿語研究》，2014 年第 1 期，頁 28-33。

¹³ 清高宗，《御製五體清文鑑》（北京：民族出版社，1957，清乾隆抄本），卷 1，〈天部·天文類〉，頁 16-35。

¹⁴ 該表列出了自《清會典》至《史記》等歷代文獻中的恆星名數，「使沿革概略，歸於一覽」。潘鼐，《中國恆星觀測史》（上海：學林出版社，2009），頁 753。

¹⁵ 賈敬顏、朱風合輯，《《蒙古譯語》《女真譯語》彙編》（天津：天津古籍出版社，1990），《女直譯語》，頁 221。「別阿」原誤作「阿別」。

¹⁶ 劉鳳翥、張少珊、李春敏，《女真譯語校補和女真字典》（上海：中西書局，2019），頁 1-2。

是同源詞。¹⁷可知這兩個詞兒都是滿語的固有詞，亦即這兩個星名都來自「滿洲舊俗」。

16-4 hadaha usiha，北辰。hadaha，「樁」。usiha，「星」。此星名明顯翻自該星的蒙古語名 *altan γadasu odun*「金樁星」，而該蒙古語星名則譯自古突厥語 *altun qaz̥nuq yulduz ~ altun qazuq yulduz*「金樁星」。11世紀的《突厥語大詞典》(*Dīwān Lughāt al-Turk*)便將北辰稱作 *tämür qazuq*、*tämür qaz̥nuq*「鐵橛子」，並解釋說：這是「因為天環繞著它而轉動」。¹⁸以回鶻文抄寫於13—15世紀間的《烏古斯傳》(*oyuz nama*)，也將北辰稱作 *altun qazuq*「金樁子」。¹⁹

17-4 juru sirha，太子、帝星總名。juru，「雙」。sirha，「銀合馬」，即白色帶淡黃色的馬。此星名明顯來自其蒙古語名 *qoyar sirya*「雙銀合馬」，而該蒙古語星名則來自突厥傳統。如哈薩克族便將太子(γ UMi)、帝星(β UMi)兩星分別稱作 *aq boz at*「白灰馬」和 *kók boz at*「青灰馬」，並認為這一雙灰馬被繫在 *temir qazyq*「鐵橛子」上，即北辰上。²⁰

18-2 nadan usiha，七星。明代女真語的漢字記音與此相似，為脫落了-n的「納答兀失哈」。²¹18-3 naihū，北斗。naihū，「星斗」。nadan usiha、naihū二者指的都是北斗。《滿族薩滿教星譜》中的各星官，唯有北斗見於乾隆《五體清文鑑》。該星官在滿族文化中為「夜計時，方位星」，²²多受崇拜。海西女真滿族石姓(石

¹⁷ 王國慶，《滿通古斯語族同源詞研究》(銀川：陽光出版社，2015)，頁251-252。

¹⁸ 麻赫默德·喀什噶里 (*Mahmūd al-Kāshgārī*) 著，校仲彝譯，《突厥語大詞典》，卷3(北京：民族出版社，2002)，頁38、373。

¹⁹ 耿世民譯註，《烏古斯可汗的傳說》(烏魯木齊：新疆人民出版社，1980)，頁17、31。

²⁰ 楊志剛，〈哈薩克語星名的漢譯問題〉，《語言與翻譯》，1988年第4期，頁22-23；畢樽，〈突厥語民族神話概述〉，《突厥語言與文化研究》，第2輯(1997)，頁315。

²¹ 賈敬顏、朱風合輯，《《蒙古譯語》《女真譯語》彙編》，《女直譯語》，頁224。

²² 富育光，〈滿族薩滿教星祭俗考〉，頁103。

克特立)的薩滿神歌中，便有一種大神神歌：〈梯梯庫瞞尼 梯拉庫瞞尼〉，用於對梯梯庫、梯拉庫二瞞尼神(英雄神)的祭祀：

šekederi hala enduringge,	石姓諸神靈，
amba jukten de,	大祭壇上，
ai aniya saman ejen de,	薩滿屬相上，
nadan naihū fonjire de,	七星祈禱上，
beye de singgefi.	身上附。 ²³



- 10 -

圖 1 乾隆《五體清文鑑》書影



圖 2 滿族薩滿請神²⁴

東海女真吉林滿族那姓(那木都魯)的薩滿神歌中更有一首〈喚星詞〉，用於祭星儀式，該神歌唱道：

²³ 宋和平譯註，《滿族薩滿神歌譯註》(北京：社會科學文獻出版社，1993)，〈梯梯庫瞞尼 梯拉庫瞞尼〉，頁 80。

²⁴ 于國華攝，〈室內請神〉，收入宋和平譯註，《滿族薩滿神歌譯註》(北京：社會科學文獻出版社，1993)，附圖頁。

naihū naihū,	北斗星啊，北斗星，
dergi den abka jafaha.	從高高的東邊的天上来。
naihū naihū jihe,	北斗星啊，下來了，
amba mederi ci jihe,	從大海中來，
amba alin ci jihe.	從大山中來。
amba mama endure bedereki,	祈請大祖母神歸來吧，
mini naihū niyalma i boode bedereki.	祈請北斗之星歸來吧。
amba urgun,	大喜呀，
gemu urgun,	皆喜呀，
umesi urgun.	甚喜呀。
naihū,	北斗星啊，
beye hengkilehe hengkilehe.	我們俯身叩拜。 ²⁵

類似涉及北斗的滿族薩滿教文獻還有不少，是故，學者們認為：「北斗七星，為滿族星祭中之最尊」。²⁶由此推知，這兩個星名應出自「滿洲舊俗」。

32-4 eriku usiha，彗星。eriku，「簪籌」。漢語亦將彗星稱作「掃帚星」，但此滿語星名不必來自漢語。一方面由於彗星形似掃帚，將之想像成掃帚頗為合理，另一方面，使用與滿語同屬滿-通古斯語的鄂溫克語的鄂溫克族，雖早先與漢族少有接觸，但也將彗星稱作 esuur œesitt「掃帚星」。²⁷

²⁵ 趙志忠，《滿族薩滿神歌研究》（北京：民族出版社，2010），頁224-226。

²⁶ 劉桂騰，《中國薩滿音樂文化：以東北阿爾泰民族為例的地方敘述》（北京：中央音樂學院出版社，2007），頁41。

²⁷ 杜·道爾基，《鄂漢詞典》（海拉爾：內蒙古文化出版社，1998），頁187。

三、音譯自漢語的星名

17-3 taidzi usiha，太子星。taidzi，音譯自漢語「太子」。不過這個詞兒在滿語裡用得極為普遍，如 hūwang taidzi「皇太子」、taidzi taiši「太子太師」。該星位於紫微垣內，在《晉書·天文志》中已經可見。²⁸

20-4 lohū usiha，羅喉星。「羅喉（前期中古漢語[*la həu]²⁹）」音譯自梵語 rāhu。21-3 gidu usiha，計都星。「計都（前期中古漢語[*keih tuo]）」音譯自梵語 ketu。中古時期，漢族從印度天文引進了十一曜之說。³⁰十一曜即七政、四餘：七政又稱「七曜」，即日、月、五星；四餘又稱「四隱曜」，即羅喉、計都、紫氣、月孛。學者們研究指出，清代時，「羅喉」為月球由北向南運行時與黃道的交點；「計都」為月球由南向北運行時與黃道的交點；「月孛」為「月球繞地橢圓軌道的遠地點」；「紫氣」為「四餘中唯一無天文學上具體相應意義者」，它「與閏餘相關」，「每二十八日行一度」。³¹羅喉、計都又與七曜合稱「九曜」。

但若將標準設得更為嚴格些，把接於音譯成分後的滿語固有詞 usiha 視作以上星名的一部分，則本節中的三個星名便是混種詞 (hybrid)。此種情況在漢語中也一貫常見，如「輕呂劍」、「徑路刀」中的「輕呂（前期上古漢語[*khen g·ra?]）」、「徑路（後期上古漢語[*ke:ŋh ra:h]）」來自古突厥語 qïŋraq「彎刀」；「單于王」中的「單于（後期上古漢語[*djan hʷa]）」來自古突厥語中

²⁸ 潘鼐，《中國恆星觀測史》，頁 753。

²⁹ 採用鄭張尚芳的古漢語擬音。林連通、鄭張尚芳總編，《漢字字音演變大字典》(南昌：江西教育出版社，2012)。

³⁰ 江曉原，《天學真原》(南京：譯林出版社，2011)，頁 290-293；陳於柱，《區域社會史視野下的敦煌祿命書研究》(北京：民族出版社，2012)，頁 42-44、440-441。

³¹ 黃一農，〈清前期對「四餘」定義及其存廢的爭執：社會天文學史個案研究（上）〉，《自然科學史研究》，1993 年第 3 期，頁 241-246；鈕衛星，〈從「羅、計」到「四餘」：外來天文概念漢化之一例〉，《上海交通大學學報（哲學社會科學版）》，2010 年第 6 期，頁 48-57。

的君主頭銜*tarqa ~ tarqan；「贊普王」中的「贊普（前期中古漢語[*tsanh phuo']）」來自藏語中的君主頭銜 btsan po。

四、意譯自漢語的星名

5-4 sunggari bira，天河。bira，「河」。在清代，sunggari 並不作為一個單獨的詞兒使用，往往和其他的詞兒形成固定搭配，如 sunggari ula「松花江」。因此，這兒的 sunggari，其語義並不十分清楚。

17-1 abkai ten i usiha，天極星。abka 意為「天」，-i 為屬格格助詞，意為「的」，abkai，「天的」。ten，「極」。顧名思義是「天的極的星」，即北極星，位於紫微垣內。³²

17-2 han usiha，帝星。han，「君主」。該星位於紫微垣內，可見於《史記·天官書》。³³

18-1 uldengge usiha，景星。uldengge 為形容詞，意為「明亮的」，來自於名詞 ulden「晨光」加上形容詞派生後綴-ngge。「景星」並非是某顆固定的星體，被稱作「景星」者見於天明之時，代表了國家政治的清明。故《史記·天官書》稱：「天精而見景星。景星者，德星也。其狀無常，常出於有道之國」。³⁴

18-4 abkai šurdejen usiha，帝車。abkai，「天的」。šurdejen 疑為由動詞詞根 šurde-「旋轉」、名詞 sejen「車」經截搭(blending)而成。帝車即北斗，位於紫微垣內。因它圍繞著北極星（帝）旋轉，故又名「帝車」。正如《史記·天官書》所說的「斗為帝車，運于中央，臨制四鄉」。³⁵

³² 潘鼐，《中國恆星觀測史》，頁 753。

³³ 潘鼐，《中國恆星觀測史》，頁 753。

³⁴ 司馬遷，《史記》(臺北：鼎文書局，1981)，卷 27，〈天官書〉，頁 1336。

³⁵ 司馬遷，《史記》，卷 27，〈天官書〉，頁 1292。

19-1 elderi usiha，瑤光。elderi 意為「發光的」，如，elderi moo 「扶桑木」。「瑤光」又做「搖光」，為紫微垣內北斗七星中的一顆。³⁶

19-2 da ujui usiha，太乙星。da，「根本；起始」，如，da mafa 「高祖」。ujui，「頭的」。「太乙」又做「太一」，該星在紫微垣內，早見於《史記·天官書》。³⁷

漢文化中有五星一說，即木、火、土、金、水，且五星與五行同名、相應。是故，《史記·天官書》說：「天有五星，地有五行」。³⁸滿語五星星名皆翻自漢語。19-3 moo usiha，木星。moo，「木」。19-4 tuwa usiha，火星。tuwa，「火」。20-1 boihon usiha，土星。boihon，「土」。20-2 aisin usiha，金星。aisin，「金」。20-3 muke usiha，水星。muke，「水」。

21-1 šušu sukdungga usiha，紫炁星。šušu，「紫」。sukdun 意為「氣」，-ngga 為形容詞派生後綴，sukdungga 意即「有氣的」。21-2 biyai dašuran usiha，月孛星。biya 意為「月」，-i 為屬格格助詞「的」，biyai，「月的」。dašuran，「禍害」。

21-4 ten i šanyan usiha，太白。ten，「極」。i 為屬格格助詞「的」。šanyan，「白」。此即金星。《史記正義》引《天官占》稱：「太白者，西方金之精，白帝之子」。³⁹

22-1 durgiya，亮星。星名 durgiya，沈啟亮修於康熙年間(1662-1722 年)的《大清全書》寫作 duwargiya。durgiya 和 duwargiya 不同的拼寫方式體現的語音區別，應來自方言差異。duwargiya 很可能來自 duwargiyan，「明鑒、洞然」。《大清全書》又說：「duwargiyan usiha，明星。參商二星」。⁴⁰這兒乍看起來有點兒奇怪：為什麼

³⁶ 潘鼐，《中國恆星觀測史》，頁 754 頁。

³⁷ 潘鼐，《中國恆星觀測史》，頁 754 頁。

³⁸ 司馬遷，《史記》，卷 27，〈天官書〉，頁 1342。

³⁹ 司馬遷，《史記》，卷 27，〈天官書〉，頁 1322。

⁴⁰ 沈啟亮著，早田輝洋、寺村政男編，《《大清全書》增補改訂·附滿洲語漢語索引·滿洲語索引篇》(東京：東京外國語大學アジア・アフリカ言語文化研究

「亮星」、「明星」與「參商二星」的所指 (signified) 相同呢？根據上古至今的傳統觀點，「參」、「商」分別指參宿、心宿，在天球上，當參宿在西方落下時，心宿正好在東方升起。⁴¹明清時期，「參」、「商」常常被分別用來指稱「曉見」的金星（啟明星）和「昏見」的金星（長庚星）。⁴²而金星又被稱作「亮星」、「明星」。該詞條的藏語部分為 *skar chen* 「大星」；蒙古語、察合台語部分分別為 *čolmon*、*čolpan*，二者都來自古突厥語 *čolpan*，這些星名的所指都是金星。

29-4 *ilmoho usiha*，伐星。「伐」也作「罰」，《史記·天官書》說明：在參宿中「有三星，兌，曰罰，為斬艾事」。⁴³雖暫不知 *moho* 的來源，但 *ilmoho* 中的 *il-* 應來自 *ilan* 「三」。⁴⁴

30-1 *aidahan i sencehe*，天豕星。*aidahan*，「公野豬」。*i* 為屬格格助詞「的」。*sencehe*，「下頰」。根據《史記·天官書》，「奎曰封豕」，又根據《史記正義》：「奎，天之府庫，一曰天豕，亦曰封豕」，⁴⁵知此天豕星即奎宿。

30-2 *eldengge saracan usiha*，華蓋。*elden* 意為「光」，-*ngge* 為形容詞派生後綴，*eldengge* 意即「有光的」。*saracan*，「傘蓋」，這個詞兒為名詞 *sara* 「傘、蓋」加上名詞性後綴 *can* 構成的。華蓋在紫微垣內，見於《晉書·天文志》。⁴⁶

30-3 *kūwaran faidan usiha*，勾陳。*kūwaran*，「（軍）營」。*faidan*，「（軍）陣」。此一說法出自漢代大學問服虔的《漢書》

所，2004），頁 131；Erich Hauer and Oliver Corff, *Handwörterbuch der Mandschusprache*, 2. (Wiesbaden: Harrassowitz Verlag, 2007), p. 120.

⁴¹ 謝世俊，《中國古代氣象史稿》（武漢：武漢大學出版社，2016），頁 170。

⁴² 張岱，《夜航船》（清觀術齋抄本），卷 1，〈天文部·星〉，頁 9b。

⁴³ 司馬遷，《史記》，卷 27，〈天官書〉，頁 1306。

⁴⁴ 或認為 *il-* 來自 *ilan*，-*moho* 來自 *tomoho*。E. von Zach, “Einige Ergänzungen zu Sacharow's Mandžursko-Russki Slowarj”, *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens*, 14.1(1911), p. 6.

⁴⁵ 司馬遷，《史記》，卷 27，〈天官書〉，頁 1305。

⁴⁶ 潘鼐，《中國恆星觀測史》，頁 759。

注：「鈎陳，紫宮外營陳星」。⁴⁷30-4 hayaha meihe usiha，騰蛇。hayambi 意為「盤旋」，hayaha 為其形動詞形式。meihe，「蛇」。勾陳、騰蛇與四象合稱「六神」。四象即青龍、白虎、朱雀、玄武，分別是四方星宿的合稱，象徵四方。四象的成立頗早，約在周初。⁴⁸勾陳、騰蛇兩星座分別象徵上、下：勾陳在紫微垣，見於《史記·天官書》；騰蛇在室宿，見於《晉書·天文志》。⁴⁹

31-1 niyalma usiha，人星。niyalma，「人」。人星在危宿，見於《晉書·天文志》。⁵⁰

31-2 igeri usiha，牽牛。igeri，疑以 igan（同 ihan）「牛」接名詞後綴-ri。陽性元音 a 在這兒成了陰性的 e，如下文的 sindubi 「心宿」中所見。此後綴用例，如 hengke「瓜」→ hengkeri「瓞」，且常用於造詞，如 turi「豆」、pingguri「蘋果」、ingtori「櫻桃」。31-3 jodorgan usiha，織女。jodorgan 應為動詞詞根 jodo-「編織」、sargan「妻子」的截搭形式。31-4 sunggartu usiha，河鼓。sunggartu 應與 sunggari 同源，疑都有「銀河」之意。牽牛、織女、河鼓都在牛宿，皆見於《史記·天官書》。⁵¹

32-1 nimaha usiha，魚星。nimaha，「魚」。32-2 eihume usiha，龜星。eihume，「龜」。魚星、龜星都在尾宿，皆見於《晉書·天文志》。⁵²

32-3 eyere usiha，流星。eyere 為動詞 eyembi「流」的形動詞形式。

34-1 jaksangga ten，紫極。jaksan 意為「霞」，-ngga 為形容詞後綴，因此 jaksangga 意為「有霞的」，jaksangga ten 指紫微垣。

⁴⁷ 班固、班昭、馬續，《漢書》（臺北：鼎文書局，1986），卷 87 上，〈楊雄傳上〉，頁 3523。

⁴⁸ 潘鼐，《中國恆星觀測史》，頁 43。

⁴⁹ 潘鼐，《中國恆星觀測史》，頁 753、760。

⁵⁰ 潘鼐，《中國恆星觀測史》，頁 759。

⁵¹ 潘鼐，《中國恆星觀測史》，頁 758。

⁵² 潘鼐，《中國恆星觀測史》，頁 758。

35-1 jaksangga gurung，紫宮。jaksangga，「有霞的」。gurung，「宮」。jaksangga gurung 亦指紫微垣。gurung 這個詞兒可能是個極古的借詞，來自漢語「巷」。漢語「巷（前期上古漢語[*gro:ŋs]）」～藏語 grong「村鎮、聚落」，「巷」既是小路、胡同的通稱，也可特指宮中的巷子，如「巷伯」便是執掌宮巷的官名。⁵³滿語 gurung 與漢語「巷」的音節結構為何不同？因為滿語不允許在一個音節內出現輔音叢，所以必須在 g、r 中間加一個元音隔開，滿語「絲」 sirge 中來自漢語「絲（前期上古漢語[*slui]）」的 sir-，⁵⁴也是在 s、r 間加了個元音 i；又如古突厥語「獅子」arslan > 蒙古語「獅子」arslan 進入滿語後必須變為 arsalan。

前已見六神中之勾陳、騰蛇，可更常見的四象竟不在〈天部·天文類〉中。四象之中的玄武被寫作「神武」，見於卷十九〈僧道部·神類〉。⁵⁵2656-3 ferguwecuke horonggo enduri，神武。ferguwecuke，形容詞「（神）奇的」；horonggo，形容詞「有威的」；enduri，「神」。其餘的三個則可見於〈補編〉卷二〈神類〉：⁵⁶4653-2 šanyan tasha enduri，白虎；šanyan，「白」；tasha，「虎」。4655-4 fulgiyan gasha enduri，朱雀；fulgiyan，「紅」；gasha，「鳥」。4656-1 niowanggiyan muduri enduri，青龍；niowanggiyan，「綠」；muduri，「龍」。值得注意的是，此四者被稱作 enduri「神」，且被歸為「神類」，即所指的是四象之神，而非天文學上的四象。至於為何天文學上的四象不見載於是書，目前尚無法斷定其原因，推測可能是為避聖祖諱。⁵⁷

⁵³ 「毛萇注詩云：『巷伯，內小臣也。掌王后之命於宮中，故謂之巷伯』」。范曄，《後漢書》（臺北：鼎文書局，1981），卷 70，〈孔融列傳〉，頁 2266。

⁵⁴ 此種處理漢語複輔音聲母的方式也見於其他東北亞語言，如朝鮮語「風」 param < 漢語「風（前期上古漢語[*plum]）」，朝鮮語「馬」 mal < 漢語「馬（前期上古漢語馬[*mra:?]）」。潘悟雲，〈朝鮮語中的上古漢語借詞〉，《民族語文》，2006 年第 1 期，頁 3-11；潘悟雲、王奕樺、葛佳琦，〈中韓兩國古代文化交流的印證：語言學視角〉，《廣西師範大學學報（哲學社會科學版）》，2018 年第 1 期，頁 76-83。

⁵⁵ 清高宗，《御製五體清文鑑》，卷 19，〈僧道部·神類〉，頁 2656。

⁵⁶ 清高宗，《御製五體清文鑑》，補編卷 2，〈神類〉，頁 4653-4656。

⁵⁷ 受漢文化的影響日趨強烈，「清之避諱，自康熙帝之漢名玄燁始」。當時，寫「玄」字或缺筆，或以他字代替。如「玄武門」便被改成了「神武門」。陳垣，《史諱舉例》（上海：上海書店，1997），頁 122；張瑩，〈淺議清朝的避

五、半音譯半意譯自漢語的星名

此處的「半音譯半意譯」意指在處理原詞時，將原詞的一部分音譯，另一部分意譯。如漢語「蒲類海」、「婆悉海」來自古突厥語 bars köl，「蒲類（後期上古漢語[*ba: rus]）」、「婆悉（前期中古漢語[*buə sirt]）」音譯了 bars，「海」意譯了 köl；漢語「扎陵湖」來自藏語 mtsho skyar ring，「扎陵」音譯了 skyar ring，「湖」意譯了 mtsho；漢語「松花江」來自滿語 sunggari ula，「松花」音譯了 sunggari，「江」意譯了 ula。

星宿原為標明月球位置而設。漢族有二十八宿，印度也有二十七或二十八「宿」（nakṣatra）。漢族的二十八宿約完備於戰國初，它應與印度的同源，或即來自印度，⁵⁸後被分入四方四象。⁵⁹角、亢、氐、房、心、尾、箕七宿為東方青龍；斗、牛、女、虛、危、室、壁七宿為北方玄武；奎、婁、胃、昴、畢、觜、參七宿為西方白虎；井、鬼、星、柳、張、翼七宿為南方朱雀。前輩學者也研究過二十八宿的滿語星名是如何造成的，或說：「滿文均以漢字音為第一個音節」，⁶⁰或展示了它們是如何以漢語詞、滿語詞截搭構成的。⁶¹但對此二十八星名的解讀仍有補充，乃至修正的餘地。

現將二十八宿滿語星名逐一詳細解說如下，其中漢字的滿文記音依江橋的《《御製五體清文鑑》研究》，即出自乾隆《御製滿珠蒙古漢字三合切音清文鑑》（*han i araha manju monggo nikan hergen ilan hacin i mudan acaha buleku bithe*）者標出。⁶²

⁵⁸ 謂（國諱）制度》，收入武斌主編，《多維視野下的清宮史研究：第十屆清宮史研討會學術論文集》（北京：現代出版社，2013），頁 116-117。

⁵⁹ Max Müller, *On Ancient Hindu Astronomy and Chronology* (Oxford, 1862), pp. 34-45.

⁶⁰ 潘鼐，〈中國恆星觀測史〉，頁 13、59-62。

⁶¹ 江橋，〈清代多文種合璧文獻二三例〉，收入編委會選編，《紀念王鍾翰先生百年誕辰學術文集》（北京：中央民族大學出版社，2013），頁 670-671。

⁶² 杜佳烜、唐千航，〈滿語截搭構詞法研究〉，《吉林師範大學學報（人文社會科學版）》，2021 年第 2 期，頁 30-35。

⁶³ 江橋，〈《御製五體清文鑑》研究〉，頁 101-108。

22-3 gimda，角。gi-，漢語「角」（滿文記音 giyo）的聲母、介音。-mda，來自滿語 nimada「蛟」。

22-4 k'amduri，亢。k'a-，漢語「亢」（滿文記音 k'ang）的聲母、韻腹。-mduri，來自滿語 muduri「龍」。

23-1 dilbihe，氐。di-，漢語「氐」（滿文記音 di）的整個音節。-lbihe，來自滿語 elbihe「貉」。

23-2 falmahūn，房。fa-，漢語「房」（滿文記音 fang）的聲母、韻腹。-lmahūn，來自滿語 gūlmahūn「兔」。

23-3 sindubi，心。sin-，漢語「心」（滿文記音 sin）的整個音節。-dubi，來自滿語 dobi「狐」。

23-4 weisha，尾。wei-，漢語「尾」（滿文記音 wei）的整個音節。-sha，來自滿語 tasha「虎」。

24-1 girha，箕。gi-，漢語「箕」（滿文記音 gi）的整個音節。-rha，來自滿語 yarha「豹」。

24-2 demtu，斗。de-，漢語「斗」（滿文記音 deo）的聲母、韻腹。-mtu，來自滿語 tontu「獬豸」；在截搭時，tontu 中的 n 發生了逆異化，變成了 m。

24-3 niohan，牛。nio-，漢語「牛」（滿文記音 nio）的整個音節。-han，來自滿語 ihan「牛」。

24-4 nirehe，女。ni-，漢語「女」（滿文記音 nioi）的聲母、介音。-rehe，來自滿語 ferehe「蝙蝠」。

25-1 hinggeri，虛。hi-，漢語「虛」（滿文記音 hioi）的聲母、介音。-nggeri，來自滿語 singgeri「鼠」。

25-2 weibin，危。wei-，漢語「危」（滿文記音 wei）的整個音節。-bin，來自滿語 cibin「燕」。

25-3 šilgiyan，室。ši-，漢語「室」（滿文記音 ši）的整個音節。-lgiyan，來自滿語 ulgiyan「豬」。

25-4 bikita，壁。bi-，漢語「壁」（滿文記音 bi）的整個音節。-kita，來自滿語 dokita「翁」。

26-1 kuinihe，奎。kui-，漢語「奎」（滿文記音 kui）的整個音節。-nihe，來自滿語 niohe「狼」。

26-2 ludahūn，婁。lu-，朝鮮語漢字音「婁」 ru 的整個音節。⁶³滿語漢字音主要有漢語、朝鮮語漢字音兩個層次，如與「婁」同韻的字兒，「州」，滿語「州」jeo < 漢語「州」、滿語「義州」eiju < 朝鮮語漢字音「義州」 ūiju；「豆」，滿語「豆」 turi 的詞根 tu- < 朝鮮語漢字音「豆」 tu。且有時，以朝鮮語漢字音記錄漢語乃是常例，如滿語「漳州」jangju，其中的 ju 明顯不來自漢語，而來自朝鮮語漢字音。⁶⁴-dahūn，來自滿語 indahūn「狗」。

26-3 welhūme，胃。we-，漢語「胃」（滿文記音 wei）的聲母、韻腹。-lhūme，來自滿語 ulhūma「雉」。

26-4 moko，昴。m-，漢語「昴」（滿文記音 mao）的聲母。-oko，來自滿語 coko「雞」。

27-1 bingha，畢。bi-，漢語「畢」（滿文記音 bi）的整個音節。-ngha，來自滿語 gaha「鴉」。

27-2 semnio，觜。se-，漢語「觜」的整個音節。⁶⁵-mnio，來自滿語 monio「猴」。

⁶³ 《三合切音清文鑑》中，漢語「婁」的滿文記音為 leo。江橋，《《御製五體清文鑑》研究》，頁 105。

⁶⁴ 王弈樺、葛佳琦，〈滿語中的朝鮮語漢字音漢源詞研究〉，《民族語文》，2019 年第 1 期，頁 43-54。

⁶⁵ 《三合切音清文鑑》中，「觜」的滿文記音為 dzui。江橋，《《御製五體清文鑑》研究》，頁 106。但「觜」有不圓唇的 (zī)、圓唇的 (zuī，又寫作「嘴」) 二音，作星名時通常如乾隆《五體清文鑑》一般，用前者。

27-3 šebnio，參。še-，漢語「參」（滿文記音 šen）的聲母、韻腹。-bnio，來自滿語 bonio「猿」。

27-4 jingsitun，井。jing-，漢語「井」（滿文記音 jing）的整個音節。-situn，來自滿語 tungsitun「犴」。

28-1 guini，鬼。gui-，漢語「鬼」（滿文記音 gui）的整個音節。-ni，來自滿語 honin「羊」。

28-2 lirha，柳。li-，漢語「柳」（滿文記音 lio）的聲母、介音。-rha，來自滿語 sirga「獐」。

28-3 simori，星。si-，漢語「星」（滿文記音 sing）的聲母、韻腹。-mori，來自滿語 morin「馬」。

28-4 jabhū，張。ja-，漢語「張」（滿文記音 jang）的聲母、韻腹。-bhū，來自滿語 buhū「鹿」。

29-1 imhe，翼。i-，漢語「翼」（滿文記音 i）的整個音節。-mhe，來自滿語 meihe「蛇」。

29-2 jeten，軫。je-，漢語「軫」（滿文記音 jen）的聲母、韻腹。-ten，來自滿語 beten「蚯蚓」。

經過仔細的爬梳、分析，我們發現，二十八宿滿語星名的造成能總結出四條規則。

一、其基礎是漢族最遲於遼宋時期便已頗為流行的「禽星」或「星禽衍法」的一類說法。此類說法即將二十八宿名、七曜名、二十八動物名三者配合，具體為：「角木蛟、亢金龍、氐土貉、房日兔、心月狐、尾火虎、箕水豹、斗木獬、牛金牛、女土蝠、虛日鼠、危月燕、室火豬、壁水㺄、奎木狼、婁金狗、胃土雉、昴日雞、畢月鳥、觜火猴、參水猿、井木犴、鬼金羊、柳土獐、星日馬、張月鹿、翼火蛇、軫水蚓」。⁶⁶

⁶⁶ 陸佃，《埤雅》（明成化刻嘉靖重修本），卷 1，〈釋魚·蛟〉，頁 10a-b。

二、在翻譯方法上，對二十八宿名採用音譯，而對二十八動物名採用意譯，因此二十八宿滿語星名都是半音譯半意譯的。音譯自漢語的部分為二十八宿漢語星名的整個音節，或其音節的一部分，至少為聲母。意譯自漢語的部分來自與二十八動物相應的滿語詞。

三、在構詞方式上，二十八宿滿語星名的基本構成方式為漢語星名音譯的前一部分後加滿語動物名的後一部分。是為構詞法中的截搭。

四、構詞時考慮到了滿語的語音特點。比方考慮了元音和諧，如在 sindubi 一詞中，把 dobi 中的陽性元音 o 改成了陰性元音 u。又考慮了音節結構，如在 semnio、jabhū 二詞中，monio、buhū 分別省略了第一個元音 o、u，這樣就形成了滿語常見的(C)VCCV 的音節結構。

從以上的分析可以看到，二十八宿滿語星名都是半音譯半意譯的，其特徵鮮明，不僅體現了清朝對新名詞創製的嚴格的規劃性，還體現了滿族人的創造力、他們對漢族文化的深刻理解。

而在家神跳神活動中，滿族石姓薩滿有一種〈順星〉神歌。其中說：

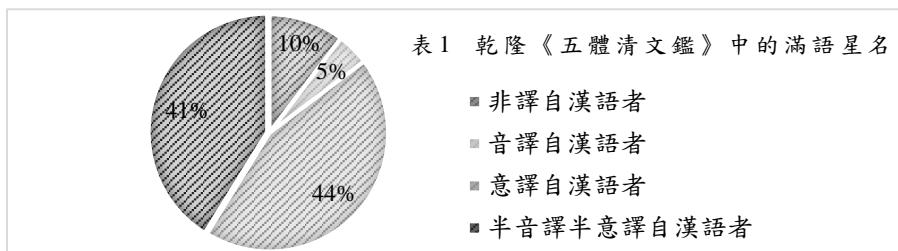
den i ejen ioihūwang han,	高高的主君玉皇帝，
nadan naihū haha usiha,	七星北斗星君，
sunjaci naihū hafan usiha,	第五斗星官，
orin jakūci tokdon usiha,	二十八宿星官，
geren usiha akdafi.	各位星君保佑。 ⁶⁷

既然在薩滿教的神歌中能與滿族自己的七星北斗並列，則來自漢族的二十八宿概念不僅為清朝官方接受，也進入了滿族民間文化之中。

⁶⁷ 宋和平譯註，《滿族薩滿神歌譯註》，〈順星〉，頁 274。

六、結論

除去玄武、白虎、青龍、朱雀四象之神，本文共討論了星名六十八，其中非譯自漢語者七、音譯者三、意譯者三十、半音譯半意譯者二十八。非譯自漢語者，有兩個明顯展示了透過蒙古語帶來的突厥文化因素。在「前言」中已知天文學是個素來極受重視的意識形態領域，而在此領域，清高宗《御製五體清文鑑》中的滿語星名有三種特點：一、純粹的音譯詞少，祇有三個，且若將這三個算作混種詞，則無一個純粹的音譯詞；二、滿語固有詞也少，祇有五個；三、來自漢語者為絕大多數，有六十一個。



如此，我們能得到三條結論：一、絕大部分清朝滿語星名來自漢語，體現了清朝、滿族積極接納各族文化的開放姿態。二、清朝多以意譯、半音譯半意譯等方式處理來自漢語的星名，故其滿語星名中純粹的音譯詞少，讓人清楚地看到了其語文規劃工作的審慎、細緻。三、清朝的滿語星名多來自漢語，又有蒙古語帶來的突厥因素、漢語帶來的印度因素，足可見所謂「某族文化」祇是方便、權宜的說法，各族文化既沒有絕對的邊界，也不是不變的存在。

為何清朝要將大量漢語星名譯成滿語，即採用漢族傳統對星空的劃分、對天體的命名？目前，我們雖然尚未找到能用來直接回答此一問題的材料，但可從滿、漢雙方的情況做些推論。上文已見，滿族傳統的星辰分組、命名體系依附於薩滿教而存在；該體系秘密、長期不著文字。這樣一來，對非薩滿教內部的人士而言，此體系難以掌握，故使用範圍頗為有限。漢族傳統的星辰分組、命名體系，即三垣二十八宿星官系統自三國時代便已建立，歷史悠久。這一系統不僅被歷朝歷代納為官方標準，且擁有豐富

的文獻、廣泛的影響力。如此，清朝將大量漢語星名譯成滿語的舉動實在合理：一方面能步武前朝，沿用三垣二十八宿星官系統，彰顯清朝的正統地位；另一方面也能將擁有此廣泛影響力的星官系統化為己有。

徵引書目

一、傳統文獻

司馬遷，《史記》，臺北：鼎文書局，1981。

朱軾等修，《清聖祖仁皇帝實錄》，清皇史宬大紅綾本，北京：中華書局，1985。

沈啟亮著，早田輝洋、寺村政男編，《《大清全書》增補改訂·附
滿洲語漢語索引》，東京：東京外國語大學アジア・アフリカ
言語文化研究所，2004。

范曄，《後漢書》，臺北：鼎文書局，1981。

班固、班昭、馬續，《漢書》，臺北：鼎文書局，1986。

耿世民譯註，《烏古斯可汗的傳說》，烏魯木齊：新疆人民出版
社，1980。

張岱，《夜航船》，清觀術齋抄本。

清高宗，《御製五體清文鑑》，清乾隆抄本，北京：民族出版社，
1957。

陸佃，《埤雅》，明成化刻嘉靖重修本。

麻赫默德·喀什噶里 (Mahmūd al-Kāšgārī) 著，校仲彝譯，《突厥
語大詞典》，卷 3，北京：民族出版社，2002。

賈敬顏、朱風合輯，《《蒙古譯語》《女真譯語》彙編》，天津：
天津古籍出版社，1990。

二、近人專書、專章

于家富，《乾隆朝「國語」保護制度論》，北京：中國政法大學
出版社，2013。

于國華攝，〈室內請神〉，收入宋和平譯註，《滿族薩滿神歌譯
註》，北京：社會科學文獻出版社，1993，附圖頁。

王國慶，《滿通古斯語族同源詞研究》，銀川：陽光出版社，2015。

- 江橋，〈清代多文種合璧文獻二三例〉，收入編委會選編，《紀念王鍾翰先生百年誕辰學術文集》，北京：中央民族大學出版社，2013，頁 668-679。
- 江橋，《《御製五體清文鑑》研究》，北京：北京燕山出版社，2017。
- 江橋，《康熙《御製清文鑑》研究》，北京：北京燕山出版社，2001。
- 江曉原，《天學真原》，南京：譯林出版社，2011。
- 宋和平譯註，《滿族薩滿神歌譯註》，北京：社會科學文獻出版社，1993。
- 杜·道爾基，《鄂漢詞典》，海拉爾：內蒙古文化出版社，1998。
- 林連通、鄭張尚芳總編，《漢字字音演變大字典》，南昌：江西教育出版社，2012。
- 春花，《清代滿蒙文詞典研究》，瀋陽：遼寧民族出版社，2008。
- 張佳生主編，《中國滿族通論》，瀋陽：遼寧民族出版社，2005。
- 張瑩，〈淺議清朝的避諱（國諱）制度〉，收入武斌主編，《多維視野下的清宮史研究：第十屆清宮史研討會學術論文集》，北京：現代出版社，2013，頁 110-132。
- 莊吉發，〈滿洲語文在清朝歷史舞台上所扮演的角色〉，收入編委會選編，《紀念王鍾翰先生百年誕辰學術文集》，北京：中央民族大學出版社，2013，頁 540-588。
- 陳於柱，《區域社會史視野下的敦煌祿命書研究》，北京：民族出版社，2012。
- 陳垣，《史諱舉例》，上海：上海書店，1997。
- 楊念群，《何處是「江南」：清朝正統觀的確定與士林精神世界的變異》，北京：生活·讀書·新知三聯書店，2017。
- 趙志忠，《滿族薩滿神歌研究》，北京：民族出版社，2010。
- 劉桂騰，《中國薩滿音樂文化：以東北阿爾泰民族為例的地方敘述》，北京：中央音樂學院出版社，2007。
- 劉鳳翥、張少珊、李春敏，《女真譯語校補和女真字典》，上海：中西書局，2019。
- 潘鼐，《中國恆星觀測史》，上海：學林出版社，2009。

- 謝世俊，《中國古代氣象史稿》，武漢：武漢大學出版社，2016。
- 謝貴安，《清實錄研究》，上海：上海古籍出版社，2013。
- Hauer, Erich and Oliver Corff, *Handwörterbuch der Mandschusprache*, 2., Wiesbaden: Harrassowitz Verlag, 2007.
- Müller, Max, *On Ancient Hindu Astronomy and Chronology*, Oxford, 1862.

三、期刊論文

- 王弈樺、葛佳琦，〈滿語中的朝鮮語漢字音漢源詞研究〉，《民族語文》，2019 年第 1 期，頁 43-54。
- 史玉民，〈清欽天監天文科職官年表〉，《中國科技史料》，2000 年第 1 期，頁 34-47。
- 江橋，〈清代民族關係史研究的重要文獻：康熙《御製清文鑑》及其延伸〉，《民族史研究》，第 3 輯，2002，頁 229-250。
- 李維寶、陳久金、馮永利、陶金萍，〈中國傳統星名中的星宿、星官和星座〉，《天文研究與技術》，2017 年第 1 期，頁 132-134。
- 杜佳烜、唐千航，〈滿語截搭構詞法研究〉，《吉林師範大學學報（人文社會科學版）》，2021 年第 2 期，頁 30-35。
- 春花，〈《御製五體清文鑑》編者及編纂年代考〉，《滿語研究》，2014 年第 1 期，頁 28-33。
- 春花，〈論清代頒發漢文《時憲書》始末〉，《滿學論叢》，第 6 輯，2016，頁 170-188。
- 畢樞，〈突厥語民族神話概述〉，《突厥語言與文化研究》，第 2 輯，1997，頁 301-322。
- 郭淑雲，〈薩滿教星辰崇拜與北方天文學的萌芽〉，《世界宗教研究》，2003 年第 1 期，頁 122-131。
- 富育光，〈滿族薩滿教星祭俗考〉，《北方民族》，1988 年第 1 期，頁 98-109。
- 鈕衛星，〈從「羅、計」到「四餘」：外來天文概念漢化之一例〉，《上海交通大學學報（哲學社會科學版）》，2010 年第 6 期，頁 48-57。

- 黃一農，〈清前期對「四餘」定義及其存廢的爭執：社會天文學史個案研究（上）〉，《自然科學史研究》，1993年第3期，頁240-248。
- 楊志剛，〈哈薩克語星名的漢譯問題〉，《語言與翻譯》，1988年第4期，頁22-25。
- 潘悟雲，〈朝鮮語中的上古漢語借詞〉，《民族語文》，2006年第1期，頁3-11。
- 潘悟雲、王奕樺、葛佳琦，〈中韓兩國古代文化交流的印證：語言學視角〉，《廣西師範大學學報（哲學社會科學版）》，2018年第1期，頁76-83。
- 薄樹人，〈清欽天監人事年表〉，《科技史文集》，第1輯，1978，頁86-102。
- Zach, E. von, "Einige Ergänzungen zu Sacharow's Mandžursko-Russki Slowarj", *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens*, 14.1, 1911, pp. 1-25.

**Dependent Origination of the Qing Dynasty's Manchu Star
Names: A Study Based on the Emperor Gaozong's *han i araha*
*sunja hacin i hergen kamciha manju gisun i buleku bithe***

JIANG Zhaozhong* and WANG Lei**

Abstract

The Qing dynasty's Manchu star names included in the emperor Gaozong's *han i araha sunja hacin i hergen kamciha manju gisun i buleku bithe* (御製五體清文鑑) accomplished in the emperor Gaozong's reign, the Qianlong period, and considered as "the best of the Manchu-Mongolian dictionaries in the Qing dynasty" are philologically examined in order to fundamentally understand the composition of the Qing Dynasty Manchu star names. This paper claims that, although several of the star names have non-Chinese origin, most of them have close connection with Chinese. Thus, in astronomy an important ideological field, on the one hand, the Qing dynasty promoting "Manchu traditions" open-mindedly embraced Chinese culture, on the other, it prevented Chinese transcribed words in Manchu from emerging massively.

Keywords: the Qing dynasty, the Manchus, Manchu, *han i araha sunja hacin i hergen kamciha manju gisun i buleku bithe* (御製五體清文鑑),
astronomy

* Institute of History, Hsinchu Tsing-Hua University.

** Faculty of Foreign Studies, Beijing Language and Culture University.

清末家蠶微粒子病自中國的引入與蔓延 —反思晚清「閉關」政策的困境與導致的危機

毛傳慧*

摘要

十九世紀末，中國蠶業爆發微粒子病（la pébrine）所引起的蠶瘧，導致擁有數千年歷史的中國蠶業瀕臨崩潰，而引起維新人士和清末官員的關注。1897年成立蠶學館，從法國和日本引進新式養蠶法，為世界蠶桑史的重要轉折點。

近代中國蠶業改良受到當代學者們的關注。然而，學者們較少注意到的是：1840年代初，法國即出現繭收不穩定的現象，於1850年代初爆發幾乎摧毀法國蠶業的蠶瘧。蠶病隨著購買蠶種（蠶卵）商人的足跡，傳播至歐亞大陸的其他蠶區。1859年春，天津條約簽訂後不久，兩位義大利蠶學家在法國政府、奧匈帝國和英國王室的支持下，帶著確定感染微粒子病的蠶卵前往中國進行養蠶實驗和觀察，以期製作及購買歐洲蠶業所需蠶種，並尋找可能遏制蠶瘧蔓延的方法。然而有效的防治方法須待1867年巴斯德（Louis Pasteur, 1822-1895）發明遏制微粒子病傳播的「袋製種法」。

有關微粒子病在中國的發生，幾位學者根據中國蠶書的記載，認為宋元時期即已存在。然而以微粒子病的高傳染性和「遺傳性」，何以在之後的數百年間未見威脅，卻在上文提及的養蠶實驗之後爆發，並快速蔓延呢？本文將考察清末義大利蠶學家到湖州進行蠶桑實驗的背景，及其與中國蠶業發生微粒子病的關聯，並觀察清人對此事件的認知與態度，進而反思清朝「閉關」政策的困境與導致的危機。

關鍵字：蠶瘧（蠶微粒子病）、閉關政策、巴斯德（Louis Pasteur, 1822-1895）、
葛斯德拉尼（G. B. Castellani, 1820-1877）、蠶桑改良

* 國立清華大學歷史所教授。本文曾於2018年6月2日於「台灣世界史討論會第四十一回」會議中宣讀，經修改後完成，感謝李尚仁、張谷銘兩位研究員的評點與提問，以及兩位匿名審查學者的修改意見。

一、前言

十九世紀四〇代末，法國出現繭收量出現不穩定的現象，到了五〇年代初繭產量已經微乎其微，蠶桑業急速衰落，瀕臨崩潰。為了讓境內蠶桑業得以延續，商人們遠赴他鄉購買蠶種（即蠶卵）以更新品種，同時尋求遏制蠶病的方法；然而所到之處，蠶病亦隨之迅速蔓延。經過二十多年的研究，學者們確定為微粒子病（la pébrine，清末文獻以「粒瘤病」稱之）¹引起的這場蠶瘟，於清末亦幾乎導致中國蠶業的頽敗，而迫切需要向西方和日本學習新興的蠶桑學和新式養蠶法，為世界蠶桑史的重要轉折點。²

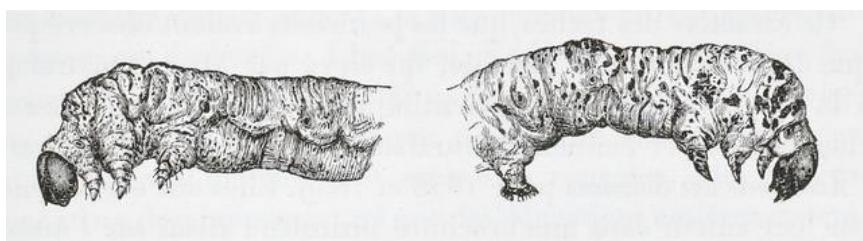


圖 1a：染有微粒子病的家蠶。引自 Louis Pasteur, *Études sur la maladie des vers à soie*, t. I. Moyen pratique assure de la combattre et d'en prévenir le retour (Paris : Gauthier-Villars, 1870), p. 15.

蠶微粒子病是由名為 Nosema Bombycis Nageli 的原蟲所引起的家庭蠶疾病，感染微粒子病的家庭蠶發育受阻，成長速度不一，蠶體逐漸出現黑色、像胡椒粉般的微小斑點，而有「萎縮病」（l'atrophie）、「胡椒病」等稱呼（圖 1）。大多數罹患微粒子病的家庭蠶在成熟前即已夭亡，即便得以結繭、甚至羽化成蛾，外觀多

¹ 衛杰編纂《蠶桑萃編》卷十四，6a（光緒二十六年（1901）浙江書局刻本，《四庫未收書輯刊》肆輯，第貳拾參冊，北京：2000）。

² 筆者在〈從晚清蠶書看西方對中國蠶桑技術的影響〉(Hans Ulrich Vogel and al. (éd.), *Studies on Ancient Chinese Scientific and Technical Texts*, 鄭州：大象出版社，頁 255-264)一文中，對近代中西方的蠶桑技術交流有扼要的敘述，並將焦點置於西方蠶桑技術的引進（頁 255-259）；而另一篇論文〈清末民初的蠶桑改良－「傳統」與「現代」之間〉（收入藍克利主編《中國近現代行業文化研究－技藝和專業知識的傳承與功能》（北京：國家圖書館，2010），頁 45-68）中，則對晚清蠶桑絲綢業的相關研究做了概略的介紹，並對微粒子病的爆發和傳播以及清末民初新式養蠶法的引進中國有系統的分析。

畸異變形。少數貌似健全的成蛾，可能帶有傳播微粒子病的孢子，若用以製種，孵化的幼蠶可能因沾染孢子而受病，因此被認為具有「遺傳性」(héritaire)。³然而綜觀中國蠶桑文獻，雖早在十二世紀初即有蠶殭病和符合膿病症狀的記載，⁴卻未見類似十九世紀微粒子病的大型蠶瘧或蠶病長期肆虐，導致繭收不穩定或蠶繭歉收的記錄。且宋元時期蠶桑技術快速提升，⁵中國蠶絲業朝向「專業化」發展，明末清初時主要集中於長江三角洲、黃河下游流域、四川盆地和珠江流域等幾個區域，⁶特別是嘉湖地區「桑麻遍野，繭絲綿苧之所出，四方咸取給焉」，⁷所產生絲不僅提供中國境內織造上等絲綢所需的原料，更是海外商人爭相購買的商品。雖然有些學者認為，陳旉《農書》中記載的「焦尾」可能就是微粒子

³ 據法國昆蟲學家葛杭-梅訥威勒 (Félix Édouard Guérin-Méneville, 1799-1874) 於 1849 年的觀察，感染微粒子病 (maladie des corpuscules，即 la pébrine) 的蠶或蛾身上帶有微粒 (corpuscule)，因訂名為「微粒子病」。受法國政府委託研究微粒子病的巴斯德發現染病蠶蛾所產的卵亦沾染微粒，因此具有遺傳性 (Louis Pasteur, *Études sur la maladie des vers à soie* 蠶病研究, t. II. *Notes et documents*, Paris : Gauthier-Villars, 1870, p. 214)。巴斯德對該病的研究與發現的歷史有簡略的介紹 (Louis Pasteur, *Études sur la maladie des vers à soie*, t. I. *Moyen pratique assuré de la combattre et d'en prévenir le retour*, p. 23-31)。微粒子病在《蠶桑萃編》卷十五〈外記·日本蠶務〉中，又以其音譯為「伯撤蠶之病」。

⁴ 陳旉《農書》有「黃肥」、「亮頭」、「白紅僵」等蠶病的記載（陳旉《農書》卷下〈用火採桑之法篇第四〉7b-8a，知不足齋叢書本，嚴一萍 選輯，《百部叢書集成》，板橋：藝文印書館，1968）；《農桑輯要》有「白殭」、「紅殭」等蠶病的觀察（《農桑輯要》卷四〈分壘捺論〉，20b，《續修四庫全書·子部 農家類 975》，據上海圖書館藏元後至元五年刻明修本影印，上海：上海古籍，1995，頁 132）；而宋應星則有「蠶將病，則胸上放光，通身黃色，頭漸大而尾漸小」，類似膿病的描述（宋應星《天工開物》，1637，卷二〈病症〉27b-28a）。蠶書作者們都將蠶病的發生歸因於蠶沙堆積發熱、蠶室濕度過高、溫度未良好掌控和突然吹進冷風等人為因素。

⁵ Mau Chuan-hui, “A Preliminary Study of the Changes in Textile Production under the Influence of Eurasian Exchanges during the Song-Yuan Period”, in *Crossroads — Studies on the History of Exchange Relations in the East Asian World*, vol. 6, pp.145-204.

⁶ Mau Chuan-hui, “Sericulture and its Complementary: Wild Silk Production in China’s Seventeenth and Eighteenth Centuries”, in Dagmar Schäfer, Luca Molà, Giorgio Riello (eds), *Seri-Technics: Historical Silk Technologies*, Max Planck Institute Open Access Series, 13, Berlin: Max Planck Institute, 2020, p. 43-60.

⁷ 張瀚 (1510-1593)《松窗夢語》卷四〈商賈記〉(蕭國亮點校，《明清筆記叢書》，上海：上海古籍出版社，1986），頁 75。

病，⁸那麼以微粒子病高度的傳染性和遺傳性，何以在數百年間未見此病蔓延的相關記載，卻在晚清時爆發，並快速蔓延，甚至一度險些摧毀此一具有數千年歷史的農業手工業生產呢？

清末蠶微粒子病的發生以及因此而推動的蠶桑改良受到學者們的關注，⁹但大部分學者都忽略了 1858 年天津條約簽訂後不久，兩位義大利蠶學家深入位於通商口岸範圍外的湖州，為了尋找恢復歐洲蠶業的方法，從歐洲攜來確定感染微粒子病的蠶種進行養蠶實驗一事。由於相關紀錄僅見於歐洲文獻，因此本文將以西文史料為核心，參照中、日文文獻，考察清末義大利蠶學家進入中國進行育蠶實驗的背景及其與光緒年間爆發蠶病之間的關聯，並藉此探討清人對此事件的認識與態度。

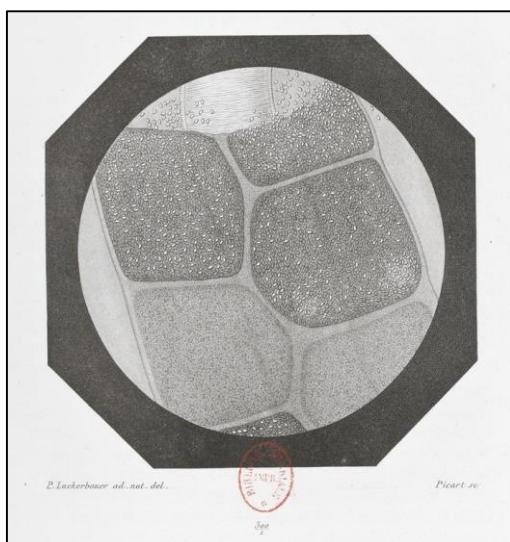


圖 1b：嚴重感染微粒子病家蠶絲腺最上端佈滿微粒，引自 Louis Pasteur, *Études sur la maladie des vers à soie*, t. I, 頁 29 前圖版。

⁸ 如章楷和余秀茹認為陳旉《農書》中的「焦尾」可能是微粒子病，並推論蒲松齡（1640-1715）《農桑經》（1705）中的「焦娘」和董升榮《育蠶要旨》中的「癟娘」指的可能也是微粒子病，詳章楷、余秀茹，《中國古代養蠶技術史料選編》（北京：農業出版社，1985），頁 158，註 1 和註 8）。

⁹ 如李平生〈論晚清蠶絲業改良〉（《文史哲》，1994.3.，頁 90-97）等。近幾年，因微粒子病而致的中西交流和蠶桑改良再度引起學者們的關注，一些學者也開始關注義大利科學考察在湖州的活動，如宋元明〈晚清中西蠶學知識的交流與互動—以蠶微粒子病防治為中心〉（《中國農史》，2018.3.，頁 21-30）。

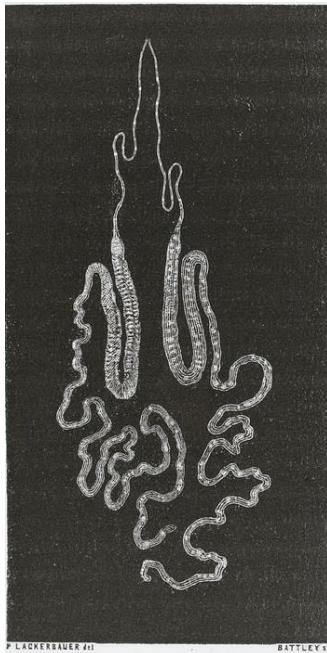


圖 1c：佈滿微粒子的家蠶絲腺。Louis Pasteur, *Études sur la maladie des vers à soie*, t. I, 頁 75。

二、中國蠶桑知識對法國蠶桑發展的作用

根據考古研究發現，早在秦漢以前，絲綢就以輕柔、溫暖、鮮豔、華麗等特質受到各國君主、貴族的喜愛，成為「絲綢之路」上重要的商品。為了減少換取絲綢而致的貴金屬外流，歐亞大陸各國君主積極派遣人員跋山涉水，不辭危險，前往大陸的極東端，探索蠶絲生產的「秘密」。隨著商隊和傳教士的足跡，蠶桑技術終於第六世紀中葉被引進拜占庭帝國。¹⁰ 緣於各國鼓勵蠶桑絲織手工業的政策、因戰爭而致的工匠和人口遷徙，以及伊斯蘭勢力的擴張，蠶桑業輾轉傳播至伊比利亞半島，並於十三世紀末進入法國南部山區（圖 2）。¹¹

¹⁰ 有關蠶桑絲綢手工業在歐亞大陸的傳播，可參考 Luce Boulnois, *La route de la soie : dieux, guerriers et marchands* (Genève: Olizane, 2010)，該書有 Helen Loveday 的英譯本 *Silk Road : Monks, Warriors & Merchants on the Silk Road* (Hong Kong: Odyssey Publications, 2003) 和耿昇的中譯本《絲綢之路》(濟南市：山東畫報，2001)。

¹¹ Emmanuel Le Roy Ladurie, *Les paysans de Languedoc* ([法國南部]朗格多克地區的農民), Paris : Mouton / La Haye, 1966, t. I, p. 216.

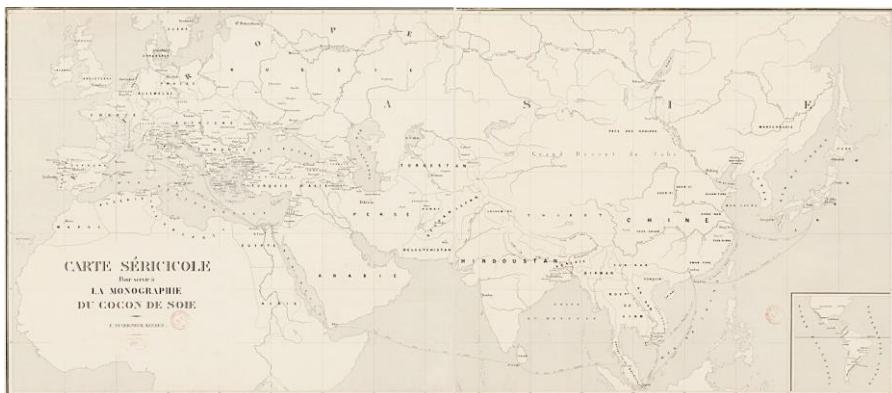


圖 2：E. Duseigneur-Kléber, *Carte séricicole pour servir à la monographie du cocon de soie*, 1872, Ge 087152 (source gallica.bnf.fr).

十五世紀下半葉，法國國王路易十一（1461-1483 在位）為減少國家財富外流、發展國家經濟，延聘義大利工匠到里昂創立絲織作坊。¹²在克服了早期引進絲綢業時遭遇的種種困難後，里昂絲綢手工業於十七世紀初獲得技術上的重大突破，並超越其技術來源的義大利，而得以於十八世紀初執歐洲絲綢工業牛耳。然而，絲產不足和絲質欠佳的嚴重問題（桑葉品質不佳且產量不足、蠶的高死亡率和繭收量低，以及欠缺優良繅絲技術而致的生絲品質低落）使得法國絲織業必須依賴生絲進口而無法在價格上具有競爭力。此外，較之有「麵包樹」（l’arbre à pain）之稱的栗子樹，栽桑養蠶的收入微薄而不穩定，妨礙桑樹栽培在法國南部推廣。有鑑於此，法國政府一方面想方設法提高絲綢織造技術與絲綢品質，一方面鼓勵莊園主和博物學者們多方嘗試，尋求提昇蠶桑技術的管道。由於製種技術的不足，每隔三、四年，法國蠶家即需購買外來蠶種以更新品種：西班牙和義大利北部的城邦—米蘭，為早期法國蠶桑業者購買蠶種和獲取先進技術的主要來源地。¹³

¹² 當時里昂市集有來自義大利的絲綢商人前來販賣精美的織品，為該城市增加許多財富，里昂執政官擔心絲綢作坊的成立將引起義大利商人的不滿而拒絕前來，因此對法國國王的決策採取消極抵制的方式。筆者(Mau Chuan-hui)的博士論文：“L’industrie de la soie en France et en Chine de la fin du XVIII^e au début du XX^e siècle : échanges technologiques, stylistiques et commerciaux 十八世紀末至二十世紀初法國和中國的蠶桑絲綢業：技術、風格交流和貿易”(Paris: EHESS, 2002)對法國蠶桑絲綢業的建立與發展，有詳細的分析論述，特別是論文第一、第二和第六章。

¹³ 「蠶種」即蠶卵；「製種」即選擇品質良好的蠶繭，出蛾、配對，讓母蛾產卵，以提供日後育蠶所需蠶卵的過程。家蠶若近親交配，產下的蠶卵雖可繼續養

十七世紀中葉，路易十四（1643-1715 在位）的內政大臣科羅貝（J.-B. Colbert, 1619-1683）著手整頓法國財政，並推行振興國家經濟與對外貿易的政策，將絲綢手工業發展為「國家工業」（*Industrie d'état*）即為主要計畫之一，而引進、吸收蠶桑絲織先進國家—特別是有「絲綢搖籃」之稱的中國的知識技術，是其中的一項重要策略。十七世紀上半葉，葡萄牙王室出現財政困難而無法繼續派遣傳教士到遠東，法國王室藉此契機向羅馬教皇請求派遣耶穌會士前往中國傳教，獲得許可。1685 年，路易十四「國王的數學家」（mathématiciens du Roi）搭乘護送暹羅使團返國的船隊輾轉抵達中國，從而展開近一個世紀中國蠶桑絲綢手工業的實地考察，並將大量蠶桑文獻寄送回法國。¹⁴1735 年，杜赫德（Du Halde, 1674-1743）在其出版的《大中華帝國誌》（*Description de la Chine*）中刊載了殷弘緒（Francois Xavier Dentrecolles, 1664-1741）神父摘錄自徐光啓（1562-1633）《農政全書》中有關蠶桑生產技術的法文翻譯，¹⁵開啟了法國和其他歐洲學者接觸中國蠶桑技術的大門，並引起歐洲蠶桑業者和博物學者對中國蠶桑知識的高度關注。其中影響最大的應該是蠶網的使用：藉由此器具的使用，蠶農可快速地清除蠶沙（蠶的排泄物）和廢棄物（沒有吃完的桑葉碎屑、蠶的蛻皮等）、擴充蠶座（隨著蠶的成長增加蠶箔的數量

殖，其後代致病的機率將大為提高。為防止家蠶「弱化」，一些農學家、蠶學家，多建議蠶農每隔三到四年即購買外國蠶種，以更新品種，如 Olivier de Serres（1539-1619），*La cueillette de la soye, par la nourriture des vers qui la font, échantillon du Théâtre d'Agriculture*, Édition annoncée par Matthieu Bonafous (Paris : Librairie De M^{me} V^{ve} Bouchard-Huzard. 1843, p. 19-21)。

¹⁴ 毛傳慧，〈近代早期法國的遠東貿易與國家工商業發展－「傳教、貿易與科技考察」政策〉（《季風亞洲研究》第八期，2019，頁 1-62）概略介紹了科羅貝發展法國國家工業和貿易的一系列措施，以及對中法文化技術交流與貿易的影響（有關克羅貝的蠶桑絲織政策，詳頁 18-22）。

¹⁵ 該書的法文全文為：*Description géographique, historique, chronologique, politique, et physique de l'Empire de la Chine et de la Tartarie chinoise: enrichie des cartes générales et particulières de ces pays, de la Carte générale et des Cartes particulières du Tibet et de la Corée* (Paris: chez P. G. Le Mercier, 1735)。有關蠶桑知識技術的記載與圖像，見該書第二冊。法國學者藍莉（Isabelle Landry-Deron）對杜赫德編纂的這部鉅著做了詳盡的歷史背景和內容的分析探討，詳氏著，*La preuve par la Chine, La Description de J.-B. Du Halde, jésuite, 1735* (Paris: École des hautes études en sciences sociales, 2002)，2015年出版許明龍的中譯本《請中國作證：杜赫德的中華帝國全志》（北京：商務印書館）。

和面積，以給予適當的活動空間，避免家蠶堆疊），不僅大幅度節省人力和時間，且減少搬運過程中可能對蠶體造成的傷害，有效降低家蠶的死亡率，提高繭收量，很快受到法國蠶學家的提倡和業者的接納。在此之前，法國蠶農普遍堆積蠶沙和未食盡的桑葉，藉由這些殘餘物的堆積發酵生熱，提高蠶座的溫度，殊不知因而導致病菌孳生、蠶病發生頻仍。蠶網的使用不僅僅是新蠶具的引進，更重要的是反映了法國博物學者和蠶農們對於家蠶習性的認識和蠶桑知識的提升。¹⁶

十八世紀下半葉開始，法國和義大利許多博物學者和蠶桑業者根據已譯成法文的中國蠶桑知識，對家蠶的生長和所需環境條件進行觀察實驗。法國南部修道院長索瓦哲的博希葉（Pierre Augustin Boissier de Sauvages，1710-1795）對家蠶生長的過程和變化進行細緻的觀察，並依照中國人育蠶的方法進行實驗，獲得顯著的成果，進而設計通風、方便溫度調節和光線控制的蠶室。博希葉尤其推崇中國蠶書所提倡的、利用蠶室加溫以縮短家蠶生長週期，同時提高絲產、減少桑葉消耗的「催養法」（éducation hâtée）。¹⁷透過這些實驗與觀察，法國自然學者（naturaliste）對家蠶型態、習性和生命週期有更進一步的認識，對昆蟲生態也有更好的掌握。十九世紀初，卡密爾·博威（Camille Beauvais, ca 1781-1852）¹⁸在法國國王查理十世（Charles X, 1824-1830）的贊助下，於巴黎近郊的試驗農場「榭拿赫牧羊場」（bergeries des Sénart, Seine et Marne）建立蠶室，進行桑樹培育與養蠶的實驗。博威借助當時先進的科學儀器（如溫度計、濕度計等），系統而深入地對

¹⁶ 博希葉（Pierre Augustin Boissier de Sauvages，1710-1795）建議只有在蠶沙和碎葉累積到兩指高，或將手放在表面感到潮濕時，才予以清除（Pierre Augustin Boissier de Sauvages, *Mémoire sur l'éducation des vers à soie*, Avignon: J.-J. Niel, 1788, p. 118）。有關中國蠶桑知識與技術對法國的影響，除上文提及的著述外，可參考 Mau Chuan-hui, “Enquêtes françaises sur la sériciculture chinoise, fin XVII^e-fin XIX^e siècles” 十七世紀末至十九世紀末法國對中國蠶桑業的調研（*Documents pour l'Histoire des Techniques*, Centre historique de documentation des techniques, 2007, nouvelle série n° 14, p. 24-36）。該論文對十九世紀法國蠶桑業的發展亦多探討，下文不再標示。

¹⁷ Pierre Augustin Boissier de Sauvages, *L'art d'élever les vers à soie. Ouvrage précédemment donné sous le titre de Mémoire sur l'éducation des Vers à soie*, nouvelle édition, Avignon : chez J. J. Niel, 1788, p. 35。該書對於催養法的各個環節有較詳細的介紹。

¹⁸ Sylvanus Urban, *Gentleman's magazine*, new series, vol. xxxviii, 1852, p. 319.

中國的桑種、蠶種和蠶桑知識與技術進行分析研究，終於發展出超越義大利的「法國蠶學學派」(école française de la sériciculture)，成為當時蠶學界權威。多位對蠶學和科學新知感興趣的人士，如丹吐魯 (Vincenzo Dandolo, 175-1819)¹⁹在參考中國傳統養蠶方法後，設計便於調整溫度、濕度和光線的大型蠶室，達赫燮 (Jean-Pierre-Joseph d'Arcet 或 Darct, 1777-1844) 則發明了強制通風 (ventilation forcée) 的系統。²⁰1820-30 年代，法國蠶桑業開始蓬勃發展，大型蠶室如雨後春筍般出現於南部蠶區（圖 3）。

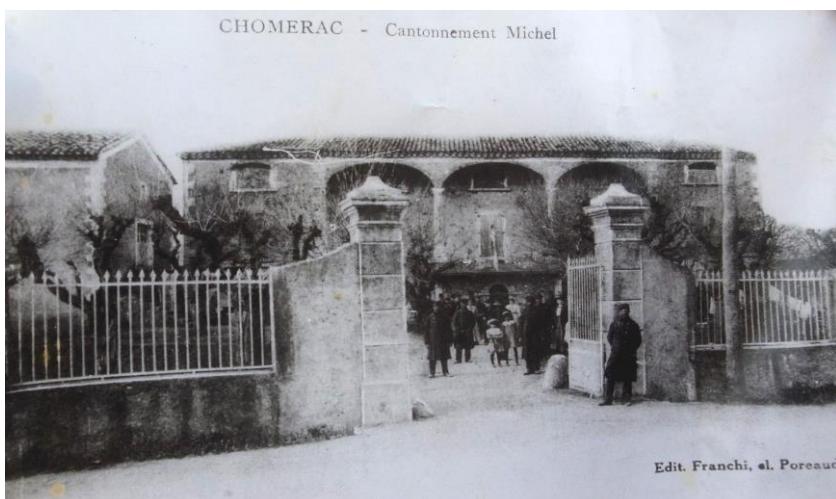


圖 3：1830 年代建於法國著名蠶區阿赫岱胥 (Ardèche) 省岫梅哈克 (Chomérac) 鎮的大型新式蠶室 (感謝 Philippe Garel 提供照片)。

¹⁹ Vincenzo Dandolo，義大利化學家，米蘭學會成員 (Institut de Milan)，曾是 Dalmatie 的總管理官 (administrateur général)，著有 *Dell'arte di governare i bachi da seta : per trarre costantemente da una data quantità di foglia di gelso la maggior copia di ottimi bozzoli e dell'influenza sua sull'aumento annuo di ricchezza domestica e nazionale* (Milano : Per Sonzogno e Comp., 1815), Fontaneilles 將之譯成法文 *De l'art d'élever les vers à soie* (Paris : Tournachon-Molin et Seguin, 1819，之後曾多次再版：1825, 1830, 1837, 1839, 1845 和 1861 年版本)。光緒二十四年 (1898) 年由傅蘭雅等口譯，汪振聲筆述：《丹吐魯蠶書》，江南製造局出版。齊赫男的碩士論文〈《丹吐魯蠶書》研究〉(合肥：中國科學技術大學，2013) 對該書有初步的背景介紹與探討，但未提及該書內容與中國蠶桑的淵源。

²⁰ 法國化學暨工業家，1835 年發明設有機械通風的蠶室，鼓勵工業學會在其快報中有詳細說明介紹 (*Bulletin de la Société d'Encouragement*, n° CCCLXX, février 1836, p. 61-68.)

對中國蠶桑知識技術推崇備至的博威更敦請法國政府將傳教士寄送回國的中國蠶書（如王禎《農書》、徐光啟《農政全書》、宋應星《天工開物》等）翻譯成法文，以更深入而全面地探討與利用中國的蠶桑知識與經驗，進而加速提昇法國蠶桑業的技術與生絲產量。農商部部長因此委託法蘭西學院中國語言暨文學教授（professeur de langue et de littérature chinoises au Collège de France）儒蓮（Stanislas Julien，1799-1873）將當時收藏於法國圖書館的中國蠶桑文獻翻譯成法文。為了正確地翻譯蠶書內容，儒蓮與義大利北部杜林的皇家農業園園長（directeur du jardin royal d'agriculture de Turin）馬提爾·伯納富斯（Matthieu Bonafous，1793-1852）保持密切的書信往來，將大量中國蠶桑文獻內容摘錄翻譯、分類整理後，於 1837 年出版《桑蠶輯要》(*Résumé des principaux traités chinois*)²¹ 一書，提供法國和歐洲博物學者豐富而系統的中國傳統蠶桑知識與技術。

然而，十九世紀上半葉法國蠶桑業快速發展的同時，開始出現各種蠶病嚴厲肆虐與威脅的跡象。1840 年代初，法國繭產量開始出現不穩定的現象，農業部長委託當時有名的昆蟲學家、巴黎皇家農業學會（Société royale d'agriculture de Paris）會員葛杭-梅訥威勒（Félix Édouard Guérin-Méneville, 1799-1874）進行研究，以探討蠶病致病的原因，尋求防止蠶病發生和杜絕傳染的方法。葛翰隨即前往法國南部的養蠶試驗場，與博威的學生侯貝河（Eugène Robert）合作，結合理論與實務進行一系列的實驗。雖然兩人的研究很快地便發現了蠶殼病（muscardine）發生的原因和預防方法，但對於更具毀滅性的「胡椒病」仍束手無策。

1854 年，法國蠶繭大豐收的翌年，²² 蠶瘧爆發，繭收量直線跌落，絲織業必須仰賴亞洲生絲入口才得以繼續運作。此前，微

²¹ 翌年，美國出版該書的英文譯本：*Summary of the Principal Chinese Treatises upon the Culture of the Mulberry and the Rearing of Silk Worms*, Washington : published by Peter Force, 1838.

²² 1853 年，法國繭產量高達 26,000,000 公斤，養蠶農家遍佈 64 個省（當時共 86 省），1856 年銳減至 7,500,000 公斤，1865 年減至 5,500,000 公斤。Pierre Clerget, « Les industries de la soie dans la vallée du Rhône », *Les Études rhodaniennes*, vol. 5, n° 1, 1929, p. 4.

粒子病隨著商人購買蠶種的足跡，蔓延至鄰近蠶區，接著從義大利、伊利里亞王國（Illyrie）傳播至布加勒斯特（Bucharest）和高加索（Caucase）等地，並快速東進，席捲整個近東與中東地區的蠶區。在厚利驅使之下，許多義大利探險家甘冒生命危險，遠赴東方，更從日本走私進口蠶種。²³有些蠶學家則萌生前往印度和絲綢搖籃的中國進行實驗的構想，希望進口健康的蠶種，並尋得遏止蠶病的方法。

三、義大利學者在湖州的蠶桑實驗 與晚清中國蠶瘟的發生與蔓延

1858 年 6 月 26 日，清廷與英、法、俄、美等國簽訂天津條約，增開牛莊（今營口）、登州（後改名煙臺）、台灣（今台南安平舊港）、淡水、打狗（今高雄）、雞籠（今基隆）、潮州（汕頭）、瓊州、南京、鎮江、漢口和九江等港口為通商口岸，英、法等國人可在內地遊歷和傳教。²⁴一些熱衷蠶業且嚮往科學新知的貴族

²³ 江戶時期（1650-1842）日本採取鎖國政策，驅逐傳教士、限制對外貿易的通商口岸，直到 1854 年與美國簽訂日美和親條約為止。然而，日本政府以死罪嚴格禁止蠶種的出口，直到 1864 年法國才以外交手段獲得日本蠶種的進口（L. Pasteur, *Études sur la maladie des vers à soie*, t. I. p. 39 ; Mau Chuan-hui, “Marché et nouvelle matière textile : la recherche de vers séricigènes sauvages en Chine et en France”, in Pilar Gonzalez-Bernaldo, Liliane Perez, éds, *Les savoirs-mondes, mobilités et circulation des savoirs depuis le Moyen Age*, Rennes: Presses universitaires de Rennes, p. 247）。

²⁴ 清朝於 1684 年開海以來，雖設立粵、閩、浙、江等海關，然跨洋而來的歐洲商人之貿易活動主要侷限於廣州，以及「租借」給葡萄牙的澳門，且所有交易都必須透過行商進行，而為推崇「自由貿易」的歐洲海商詬病，埋下第一次鴉片戰爭的遠因；1839 年林則徐（1785-1850）焚煙事件為觸發戰爭的導火線。清軍戰敗後，於 1842 年 8 月 29 日與英簽訂南京條約，開放五口通商，美、法隨即仿效，先後派遣使團與清廷簽訂「中美望廈條約」和「中法黃浦條約」，享受與英國同等的待遇。鑑於基督宗教可能在與中國的交流和貿易中扮演重要角色，法國全權大使拉萼尼（Théodore de Lagrené, 1800-1862）在望廈條約的基礎上，將准許於通商口岸建置教堂的條款納入黃浦條約。1845 年 10 月換約前夕，巧妙地使用外交手腕與清朝欽差大臣耆英（1787-1758）簽訂《附加協定》(convention supplémentaire)，以保證歐洲傳教士的安全。有關清朝對外貿易政策、廣東行商研究，以及討論鴉片戰爭的論述頗豐，不在此一一羅列，相關研究及法國於 1843 年派遣法國大使暨全權代表拉萼尼來華簽訂中法黃浦條約之背景和過程，詳 Mau Chuan-hui, “La mission en Chine de Lagrené et sa signification 拉萼尼訪華使團及其意涵”，收入 Mau Chuan-hui, Pierre-Etienne Will (eds), *Missions au pays de la soie : l'ambassade*

業主因此興起前往中國，在享有盛名的蠶桑重鎮進行養蠶實驗，同時考察中國傳統蠶桑技術，以尋找防治蠶病方法的構想。

天津條約簽訂後不久，在奧地利大公馬西密里安諾（Ferdinand Maximilien, 1832-1867）²⁵的贊助下，兩位義大利蠶學家：葛斯德拉尼（G. B. Castellani）²⁶伯爵和斐爾斯（Gherardo Freschi, 1805-1883）伯爵向法國皇家動物馴養學會（Société impériale zoologique d'acclimatation）提出到中國進行科學實驗的計畫，希望獲得學會的支持與協助。1858 年 9 月 17 日在馴養學會副會長圖恩·德·呂依（Édouard Drouyn de Lhuys, 1805-1881）和該會會員、同時也是奧地利皇帝參議（conseiller de l'Empereur d'Autriche）的德波歐騎士（Chevalier Debrauz）引薦之下，緊急召開委員會，成員包含：旅華法國遣使會（Congregation de la Mission，或稱 les Lazaristes）傳教士古伯察（Évariste Huc, 1813-1860）、曾跟隨拉萼尼使團（l'ambassade Lagrené）附屬商業考察團訪華的郎都（Natalis Rondot, 1820-1902）、²⁷巴黎外方傳教會（Missions étrangères de Paris）傳教士裴賀尼（Paul-Hubert Perny, 1818-1907），²⁸以及上文提及的法國著名的昆蟲學家葛杭-梅訥威勒等人。

Lagrené en Chine (1843-1846) entre science, commerce et diplomatie 出使絲綢之國——科學、商業與外交之間的拉萼尼使團（Paris: Ed. Collège de France, coll. IHEC, 2018），頁 59-105。

²⁵ 奧地利哈布斯堡家族成員，1857 年 9 月 6 日至 1859 年 4 月 20 倫巴第-維尼西亞王國副王（vice-roi）。倫巴第地區的絲綢手工業在歷史上享有盛名。

²⁶ 法國家圖書館的人名資料庫根據 Castellani 著述的封面將其名字標示為「C. B.」，然內頁為「G. B.」。經查詢 Castellani 的名字為 Giovanni Battista。

²⁷ Natalis Rondot 尚有倪恩、洪都等音譯寫法。

²⁸ 裴賀尼在 1850-1860 年期間被派遣至貴州教區，1862 年調往重慶府，直到 1868 年前往上海，翌年返法。曾寄回巴黎自然史博物館大批植物標本，然其對昆蟲學的興趣，較諸植物學更為高昂。1851 年，曾寄回法國五個寄食橡樹的野蠶繭，梅訥威勒根據從這些蠶繭羽化的成蛾，將之命名為 *Saturnia Pernyi*。1858 年皇家動物馴養學會出版了裴賀尼一篇有關貴州橡蠶的文章：“Monographie du ver à soie du chêne au Kouëi-tchéou”。1870 年，寄回法國 *Saturnia Pernyi* 的蠶卵，作為實驗之用。詳 Mau Chuan-hui, “Marché et nouvelle matière textile : la recherche de vers séricigènes sauvages en Chine et en France”, p.235-249; Perny, Paul-Hubert (1818-1907) (<https://plants.jstor.org/stable/pdf/10.5555/al.ap.person.bm000346462>, 2021.05.11 查詢)。

葛斯德拉尼和佛列斯基向委員們說明前往中國進行科學考察的計畫與目的，除了在當地進行養蠶實驗以外，還預計在中國購買並製作足夠滿足歐洲蠶農所需數量的蠶種，以更新歐洲蠶種（*regénérer la graine de ver à soie*），同時在「具有四十個世紀經驗」的中國蠶區進行實地觀察，以提出復興蠶業的有效方法。²⁹葛氏的計畫不僅獲得歐洲王室，如義大利北部倫巴第-維尼西亞王國（Regno Lombardo-Veneto，當時附屬於奧匈帝國）以及英國和法國政府的支持，法國多個以絲綢工業聞名的城市，如里昂、聖·蒂提揚（Saint-Étienne）、尼蒙（Nîmes）的商會和學會，如皇家暨中央農業學會（Société impériale et centrale de l'agriculture）、國家工業鼓勵學會（Société d'encouragement pour l'industrie nationale）、各蠶桑地區學會和農業組織等均表支持，並提供贊助。此外，委員會建議兩位伯爵與旅華的學會會員和政府人員—特別是法國駐上海領事敏體呢（Charles de Montigny, 1805-1868）保持密切聯繫，並為他們寫了多封介紹信給法國在華的傳教團體，如香港的巴黎外方傳教會、上海耶穌會、寧波遣使會，以及龐貝主教（l'évêque de Bombay）和印度其他國家的天主教傳教士。此外，皇家動物馴養學會特別要求兩位伯爵在執行科學實驗的同時，觀察桑蠶在野外的放養和野蠶飼育的狀況。

當時義大利一位農學家希多勒費（Cosimo Ridolfi, 1794-1865）在得知葛斯德拉尼等人籌劃將確定已染有微粒子病的蠶種帶到中國和印度進行實驗後，透過杜林農業學院（Società Agraria di Torino，今 Accademia di Agricoltura di Torino）提出警告：³⁰

²⁹ Félix Édouard Guérin-Méneville, *Rapport sur le projet de voyage en Chine de MM. Les comtes Castellani et Freschi ayant pour objet d'étudier les vers à soie dans ce pays et d'y faire faire de la graine pour essayer de regénérer nos races atteintes depuis quelques années par l'épidémie de gattise*. Extrait des *Bulletins de la Société impériale zoologique d'Acclimatation*, numéro de novembre 1858.
出版於 1858 年 10 月 11 日的 *Moniteur universel*.

³⁰ 轉引自 Claudio Zanier, *Alla ricerca del seme perduto, Sulla via della seta tra scienza e speculazione (1858-1862)* (Milano : Franco Angeli, 1993) , p. 110 : « forse l'amore di conoscere il vero potrà fare un triste regalo alla China portandovi un'infezione che si spèra colà sconosciuta, ed in questo caso si verificherà ancora una volta che il male sta accanto al bene, ed il pericolo accanto all'utile ».

這種對了解事實真相所抱持的熱情，可能將送給中國一份可悲的禮物，將中國蠶業不存在的傳染病引進這個國家。若此，將再一次證明惡與善相伴；危險永遠伴隨著實用。

可惜的是，此識言未能改變葛斯德拉尼等人將確實染病的蠶種帶到中國進行實驗的決心。1859 年的春天，甫抵中國的葛斯德拉尼一行人在敏體呢的協助下，帶著上海道台代為聘雇的蠶師一同抵達中國蠶桑業的首府—湖州，在近郊的寺廟中安置科學儀器與設備進行養蠶試驗。葛斯德拉尼讓隨行的義大利助理和來自上海的蠶師分別以歐洲和中國的方法育蠶，進行對照研究；自己則在口譯的伴隨下，每天到附近的蠶區觀察、訪問（圖 4）。為確保不受中國蠶農的欺騙，葛斯德拉尼特別挑選三家蠶戶進行訪談，以便比對，同時對當地不同社會階層的人士進行口頭調查。



圖 4 葛斯德拉尼拜訪湖洲蠶家，蠶種紙正置於床上褥中催青，引自 G. B. Castellani, *De l'éducation des vers à soie en Chine faite et observée sur les lieux*, 頁 57。

葛氏在報告中自述：初抵中國時，為避免引起風波，他以迂迴的方式或隱晦的字眼，旁敲側擊地詢問清朝和歐洲的官員和人民，以了解湖州蠶業是否受到萎縮病的侵擾。待確認清朝官員和人民對歐洲蠶廬一無所知之後，就毫不掩飾地直接提出他想了解的兩個問題：一是中國蠶桑文獻或傳統中，是否存在因蠶桑過密

而傳播的傳染病？或發生植桑面積擴張而蠶繭產量卻反而減少的蠶病？二是在葛氏抵華的前幾年，亦即中國與歐洲通商之後，是否發現中國蠶業受到不知名蠶病的侵擾，或是絲繭產量反而不敷出口需求的現象？自 1852 年開始，法國從上海進口生絲，第二個問題的提出顯然基於歐洲微粒子病隨著商人足跡傳播的經驗。

經過五十多天在湖州的養蠶實驗、實地觀察和對當地蠶家的訪問，以及使用放大鏡對當地蠶、蛾進行檢測之後，葛斯德拉尼總結出「萎縮病並不存在於中國」(*l'atrophie n'existe pas en Chine*) 的結論。³¹與此同時，葛氏透過幾位消息提供者獲知中國蠶的體表可能因寄生蠅產卵而出現黑點，進而發現未見於歐洲蠶業的蠅蛆病。雖然葛氏對自己的科學知識和科學儀器相當自豪，且毫不隱藏他對沈溺於吸食鴉片的中國蠶師的輕視，但面對後者傑出的育蠶技術和成果，卻又不得不承認中國養蠶法的優越。在其報告中，葛氏提出多種值得效仿的中國蠶桑技術，特別建議大量使用燒成炭的焦糠和石灰以除濕、殺菌的方法。然而，葛斯德拉尼雖然完成在湖州製種的計畫，但品質似乎不盡完善。此後數年間，法國曾多次嘗試從中國進口蠶種，但成果均不理想。1864 年檢驗出部分的中國蠶種帶有微粒子病病毒後，不得不從當時唯一未受感染的日本引進蠶種。³²據此推測：在葛斯德拉尼離開湖州後不久，微粒子病即開始在當地傳播，並迅速擴散。在此之前，中國的蠶種應該尚未感染微粒子病，或者感染得甚為輕微。不過，可能是因為中國家蠶馴化已久，且發展出非常細膩繁複的養蠶法，因此中國蠶在法國的養殖成果不甚理想。

³¹ G. B. Castellani, *De l'éducation des vers à soie en Chine faite et observée sur les lieux* 在中國育蠶和實地觀察報告 (Paris : F. Amyot, libraire-éditeur, 1861), p. 107-109. 有關蠅蛆病的內容，見頁 111-118。

³² Louis Pasteur, *Études sur la maladie des vers à soie*, t. VI, p. 14 ; 290。從法國自 1858 年開始，法國透過上海總領事敏體呢 (1858 年 7 月 5 日晉升為上海總領事；1859 年 2 月調為廣州總領事，同年五月返法) 進口中國蠶種，直到 1865 年因部分蠶種帶有病毒而改自日本進口。根據《蠶桑粹編》輯錄的內容，在日本尚未開放蠶種出口以前，以義商為主的西國商人每年派員至日本購買蠶種，1860 至 1865 年出口蠶種紙張數突然增加，1863 年計出口三萬張，1864 年增加為三十萬張，1864 年陡升至二百五十萬張。(《蠶桑萃編》卷十五〈外記·日本蠶務〉, 2b-3a, 頁 752)。

透過葛氏在湖州的科學實驗，可以注意到幾個疑點：天津條約雖然增開了牛莊、登州等十多個通商口岸，湖州卻未在開放之列，即便英國和法國人也僅能在內地遊歷，不得在一地長期停留。那麼身為義大利人的葛斯德拉尼如何得以公然在湖州進行近兩個月的養蠶實驗和實地的觀察、訪談呢？

1859 年 1 月 11 日葛氏一行人離開義大利後不久，³³ 法國駐上海領事敏體呢在神權教務鐸德，傳道安岡壘思和翻譯官李梅的陪同下，於咸豐八年十二月十三日（1859.01.16）親赴浙江拜見巡撫胡興仁（1799-1873）。³⁴ 次年三月十六日（1859.04.18）敏體呢再度登門拜訪；而這一次，除了李梅以外，還有葛斯德拉尼、斐爾斯和利斯根等人隨行，³⁵ 向浙江巡撫「求准其差夷人往湖州府看民間蠶桑，以便該國學習」。胡興仁以其「仰慕中華蠶政，并無他意，是以飭杭嘉湖道葉堃³⁶ 轉飭該地方官，妥為彈壓，並飭令只准三四人往觀，數日即回上海」³⁷ 為由，奏請文宗咸豐皇帝，並於四月一日奉硃批奏准。因此，葛斯德拉尼到湖州觀察蠶桑是經由法國領事遵循外交程序、照會地方官員，並獲得當朝皇帝硃批准許而得以成行的，但僅准許逗留「數日」。

事實上，葛斯德拉尼在湖州的逾期停留曾引起當地官府的關注。根據他在報告中的敘述：抵達湖州幾週之後，有一天湖州知府突然出現在他做實驗的寺廟中，要求他們一行人立刻離開。而在在此之前，知府已多次函告葛斯德拉尼，提醒其行為不符條約內

³³ G. B. Castellani, *De l'éducation des vers à soie en Chine faite et observée sur les lieux*, p. 5.

³⁴ 胡興仁，字恕堂，湖南長沙人，曾任四川按察使、廣西布政使、甘肅布政使，咸豐八年調任浙江巡撫（1858.9.4.-1859.10.3），錢寶甫《清代職官年表》（北京：中華書局，1980），第二冊，頁 1701-1702；(<http://ssop.digital.ntu.edu.tw/QueryByPerson.php?person=胡興仁&submit=送出>，2021 年 5 月 11 日查詢）。

³⁵ 菲爾斯原計畫前往印度進行科學考察，然甫抵印度，即發現當地蠶桑已受微粒子病感染，於是轉往上海與葛斯德拉尼會合，詳 G. B. Castellani, *De l'éducation des vers à soie en Chine faite et observée sur les lieux*, p. 5-6，註 1。

³⁶ 葉堃（1807-1860），字青原，福建閩縣人，河道總督葉觀潮子，捐運判分發浙江，道光十五年補署浙江金華縣知縣，曾任浙江省鎮海縣、鄞縣、平湖縣等地知縣，台州府知府，咸豐八年至十年任杭嘉湖道。（<http://archive.ihp.sinica.edu.tw/tts.cgi/ttsquerynew?0:0:mctauac%2818389%29@NO>，2021.05.11 查詢）

³⁷ 中央研究院近史所檔案館，《外交部門 01-01-013-04-055：籌辦夷務始末胡興仁片》。

容：「〔天津〕條約尚未換約，即便已經換約，條款也僅允許外國人在中國境內旅行，而非停留一地」。³⁸然而葛斯德拉尼卻強勢地回答知府，宣稱：³⁹

無論您做什麼、或說什麼，我都不會離開這兒。您〔可以〕想像我的堅持對您而言，將是多麼嚴重的事件。因為我受到歐洲最強大國家〔法國〕的保護，估計您不敢以武力對付我。在各種嚴峻的條件下，我認為對您而言最明智的作法，就是在收到北京的敕令之前，確保不會發生任何對您不利的事情。此外，我建議您記下我向您提出的聲明：我絕不會在一個月內離開此地的。

之後，葛氏再次提醒知府：公文往返湖州與北京之間所需的時間，遠較他在湖州完成任務所需時間來得長，與其冒著引起法國和清廷關係緊張而給自己製造不必要麻煩的風險，不如讓他安安靜靜地完成試驗。此後，葛斯德拉尼被湖州知府奉為上賓，直到他離開湖州轄境，官府還派遣四艘小艇將之護送到浙江省邊界，以確定其離境。

葛氏停留湖州期間，正值清廷疲於與英、法兩國確認條約內容，以及與北方的俄國交涉條約的緊張時刻。⁴⁰可以想見清朝朝野對於西方勢力的忌憚，以及極力維護對外關係和平的戒慎恐懼。從上述葛氏與地方官員的交涉中，也可觀察到他對清朝制度的熟悉，於奏摺上呈的過程與往返京城所需的時間瞭若指掌。有停泊外海軍隊做後盾的法國駐上海領事的支持，葛氏展現出強勢的一面，顯現殖民主義擴張時期，歐洲菁英利用清廷接連在兩次鴉片

³⁸ G. B. Castellani, *De l'éducation des vers à soie en Chine faite et observée sur les lieux*, p. 9, 註 2 : « que les traités n'étaient pas encore ratifiés, et, en admettant même la ratification comme un fait accompli, ces traités permettaient à l'étranger de voyager dans l'intérieur, mais non de fixer sa demeure »。

³⁹ 全上, p. 9-10, 註 2 : « Quoi que vous fassiez, quoi que vous disiez, je ne bougerai pas [d']ici. Songez que mon obstination est un cas grave pour vous ; car, protégé par les gouvernements les plus puissants de l'Europe, je suis bien persuadé que vous n'oserez pas employer la force contre moi. Dans les cas graves, je crois que votre devoir est de ne pas vous compromettre avant d'avoir reçu des ordres de Pékin. Aussi je vous conseille d'écrire que je vous ai déclaré que je ne partirais pas avant un mois, et de demander ce que vous devez faire ».

⁴⁰ 文慶等纂輯《籌辦夷務始末》四，〈咸豐 卷 33-37〉(據復旦大學圖書館藏民國十九年故宮博物院影印清內府抄本影印，上海：古籍，2008)。

戰爭中挫敗後，對英、法兩國和西方勢力的畏懼心理，以及地方官員處於列強和朝廷間的尷尬地位和戒慎恐懼的心態，罔顧條約內容，在中國境內逾期停留進行實驗。此外，葛斯德拉尼得以在育蠶期間參訪湖州蠶家，是否意味著當地蠶農並未依照文獻所載禁忌，如《清嘉錄》：「三四月為蠶月，紅紙黏門，不相往來，多所禁忌」；⁴¹以及蠶書作者的一再叮囑：育蠶期間，「一切生人及不潔人均不得入」⁴²蠶室的警告呢？葛氏在其報告中對於湖州蠶忌非常不以為然，特別是蠶農以此為由拒絕他的參訪。然而，少數蠶家對於蠶俗和禁忌的信奉不敵金錢贈予的誘惑，而接受葛氏和通譯的參觀訪問。⁴³

葛斯德拉尼離開湖州後不久，江南地區淪為太平軍對抗清軍的主戰場，三織造所在地的南京、蘇州和杭州，以及因蠶桑聞名的王江涇均受到連天戰火嚴重的破壞。⁴⁴1864 年亂事平定後，江南地區滿目瘡痍，尤以浙江所受蹂躪最甚。⁴⁵同治三年十二月（1865.1.），新任浙江巡撫馬新貽（1821-1870）⁴⁶至各地體察各屬情形後奏報：「杭、嘉、湖、金、衢、嚴六府，及紹屬之諸暨一縣，或被賊佔踞最久，或為賊往來熟徑，雖受害輕重不同，而敗屋頽圮、荒烟蔓草，數十里無人迹者，蓋所在皆然，目睹心傷，

⁴¹ 顧祿《清嘉錄》，道光庚寅（1830）刻本影印，卷四〈立夏三朝開蠶黨〉，3a 〈《中國風土志叢刊（34）》，揚州：廣陵書社，2003，頁 189）。

⁴² 高銓《蠶桑輯要》，道光十一年（1831）王青蓮刻本，卷上，23b 〈避油煙臭穢喧雜〉，in《續修四庫全書》978，（上海：上海古籍出版社，1995），頁 184。

⁴³ 葛氏在報告中提及當地人對他們的好奇，他們的住處周圍總有好奇的眼睛，走在湖州路上時，身後總跟隨一群當地民眾，特別是孩童。G. B. Castellani, *De l'éducation des vers à soie en Chine faite et observée sur les lieux*, p. 12-13.

⁴⁴ 1860 年 2 月，太平軍李世賢進入湖州地區，經多次圍攻，於 1862 年 5 月共下湖州，在天京陷落以後，成為較大的據點。在清軍與太平軍反覆而激烈的戰役中，湖州府傷亡慘重。

⁴⁵ 經濟學會編校，《浙江全省財政說明書·歲入部》，in《晚清財政說明書》（武漢：湖北人民出版社，2015），頁 7。該文獻於宣統元年（1909）開始編頂，翌年基本完成。詳劉德成〈清末《財政說明書》及其史料價值〉，《檔案與建設》，2016.4，頁 53。

⁴⁶ 馬新貽，字穀山，山東省曹州府菏澤縣人（今山東省菏澤市），咸豐元年（1851）出任安徽建平縣知縣，經多次遷升，同治三年（1864）至六年掌浙江巡撫，後調升閩浙總督等職（<http://npmhost.npm.gov.tw/ttscgi2/tsquery?0:0:npmauac:TM%3D%B0%A8%B7s%B6M> 2021 年 5 月 25 日查詢）。

焦灼萬狀」。⁴⁷為了快速恢復人口與地方經濟，大量移民自鄰近省份—特別是湖南一帶遷入。然而蠶桑知識與傳統隨著蠶戶避難他鄉，或死於戰火和瘟疫而嚴重流失。⁴⁸《吳興農村經濟》指出：「洪楊亂後，湖州人口大減，土地荒蕪，雖經招民墾殖，但來者多為湘人，不善育蠶，蠶桑事業惟本地人能為」。⁴⁹新移民雖然可以很快習得栽桑養蠶的一些方法，並在短期之內獲得不錯的成果，然對於蠶室清潔和家蠶發育期間光線、溫濕度的調節之種種措施和細節可能尚不熟悉，而增加蠶病滋生、傳播的機會。

作為清軍對抗太平天國戰役主戰場的蘇南、浙北地區，被災最慘，直至同治間仍未完全復員。位於太湖西南岸的長興縣，自「庚申以來，邑內桑圃荒蕪，屋宇器具十去八九，而育蠶家結茅為屋，蠶多屋窄，舉家露宿。蠶婦雖餧粥不給，晝夜餒飼，無倦容。飢寒之中，繼以勞苦，往往有因蠶致病不起者」。⁵⁰看蠶的蠶母忍飢受凍，無避風雨的屋宇，很難達到傳統蠶桑文獻所倡議的，由蠶母著單衣（沒襯裡的衣服）憑藉自身的感受，將蠶室的溫度和濕度調整為適合家蠶生長的狀態；⁵¹且蠶室狹小，與理想乾淨、

⁴⁷ 馬新貽，《馬端敏公奏議》，卷三〈辦理墾荒新舊比較荒熟清理庶獄折，同治五年八月二十二日〉，頁 49a-b（《清末民初史料叢書》第四十三種，據清光緒二十年校刊本影印，光緒甲午冬月閩浙督署校刊，成文出版社，1968，頁 316-317）。

⁴⁸ 宋代木雕印刷技術快速發展，加上國家蠶桑政策的推動，出現了為數不少的官方或私人撰寫、編纂的蠶桑文獻，系統地記錄豐富的蠶桑知識與技術。然而技術的描述並不容易，且蠶桑技術繁複多元，文本無法詳盡記錄各地的所有技術。一些細緻的實作經驗、記憶與心得、長期培育出的桑種和蠶種，以及累積於生活中的「蠶俗」，隨著經驗豐富、技術優良蠶農的亡佚而消失。相關議題值得系統性而慎密的分析探討。

⁴⁹ 中國經濟統計研究所編，《吳興農村經濟》，收入李文海編《民國時期社會調查叢編·農村經濟卷》〔二編〕，上（福州：福建教育出版社，2009），頁 766.

⁵⁰ 趙定邦，〔同治〕《長興縣志》，同治十三年（1874）修，光緒十八年增補刊本，卷八〈蠶桑〉，4b（《中國方志叢書：華中地方》，臺北：成文，1983，頁 682）。

⁵¹ 傳統蠶桑文獻有關蠶室的預備工作和建置，以及蠶母看蠶和調節蠶室的工作內容多有描寫，可參考毛傳慧，〈宋元時期蠶桑技術的發展與社會變遷〉，祝平一主編《中國史新論·科技與中國社會分冊》（臺北：中央研究院/聯經出版社），頁 299-351，特別是頁 330-341。巴斯德認為中國傳統養蠶技術以蠶母檢視、管理蠶室的方式是最簡單、實用且準確的（Louis Pasteur, *Études sur la maladie des vers à soie*, t. IV., p. 237.）。

通風、明暗度合宜的蠶室相去甚遠。同治時期重修的《湖州府志》對當地的育蠶條件也有類似的批評：「今湖中所謂蠶室，甚草草，一不能禦風，二不能留暖氣，傷寒者則僵死，傷熱者則破囊」。⁵² 蠶桑條件蕭條破敗的情景甚至持續到光緒末年，一不具名的日人在蘇州、無錫等地視察蠶業後，感慨於此享有蠶桑盛名地區的蠶家對於養蠶環境之不講：「不設蠶房，凡育蠶子多在住房之內。所謂住房亦頗不潔，多係土壁、瓦壁，無地板且多無樓。窗戶亦不多，故不能疏通空氣，欲使室中乾燥亦大難焉」。⁵³

自五口通商以來，蠶桑之利提供重建粵匪亂後國計民生之所需，官軍之餉的壓力亦藉此而得以舒緩，光緒初年以來，朝野上下積極勸課農桑。然而桑園面積雖然快速擴張，卻未見生絲出口量的增長，終於引起官紳們的關注，然為時已晚：1890 年代末，江浙兩省「業已傳染殆徧，幾無不病之蠶」。⁵⁴ 由於清廷對於微粒子病引起的蠶瘧一無所知，且湖州向為中國蠶桑中心，各地官員在鼓勵蠶桑時，多延聘湖州蠶師攜帶蠶種和桑種前來教導，蠶病也隨之快速傳播。在蠶桑政策的雷動風行下，桑樹不僅在通省各地廣泛種植，且植桑密度也相對增加，更助長了蠶病的蔓延。

此外，我們注意到：成書於嘉慶十三年（1808）的《蠶桑輯要》輯錄了諸多蠶病的徵狀、病因和預防方法，其中名為「花頭」—「亦稱癩癩頭」的蠶病，症狀與微粒子病頗為相似，「蠶生黑點，或遍身、或一二處，…… 食而不繭，老即自斃」，⁵⁵ 然而該書作者高銓，或稍後出現的蠶書及相關文獻，並未留下導致蠶繭歉收或整個蠶室因染病而無法繼續養蠶的記載。如同大部分蠶桑文獻的

⁵² 宗源翰（1834-1897）修、陸心源（1838-1894）纂，《〔同治〕重修湖州府志》（同治壬申年（1872）開雕于湖州愛山書院，甲戌（1874）冬竣工），卷三十〈輿地略·蠶桑上〉，1b。該方志有關蠶桑的部份由烏程人汪日禎撰寫，後「略加增損，別編四卷，名之曰《湖蠶述》，以備單行」（《湖蠶述》，序）。

⁵³ 麥仲華，《皇朝經世文新編》戊戌年（1898）敘，卷七〈農政·中國蠶務情形記〉，31a-b（永和：文海，1973），頁 541-542。

⁵⁴ 《農學報》第七十七期，〈稟牘〉。

⁵⁵ 高銓，《蠶桑輯要》，卷下，17b（《續修四庫全書》978，頁 200）。1872 年成書的《〔同治〕重修湖州府志》有類似的記載（卷三十〈輿地略·蠶桑上〉，5a）：「一曰花頭蠶，生黑點，或遍身、或一二處，統名花頭，亦稱癩癩頭……能食而不繭，老則斃而已」。

作者一般，高銓將花頭的發生歸因於未能勤於替換蠶箔、清除蠶沙、碎葉而致的發酵生熱所造成的損傷。由於許多蠶病的特徵非常類似，蠶身上的黑點可能如上文葛氏用放大鏡檢測出的蠅蛆病，或如章楷所言「受桑毛蟲毒毛所蟄」。⁵⁶此外，如果《蠶桑輯要》所載的花頭確是微粒子病，為何嘉慶年間未見傳播，而是在葛斯德拉尼在湖洲科學實驗之後出現，並在太平天國之亂，才突然爆發，且一發不可收拾呢？若此，是否也意味著傳統蠶桑技術在杜絕傳染性蠶病的蔓延有其成效呢？此議題值得系統性地深入研究，將於日後另文討論。

四、法國蠶桑業者對中國蠶瘟的關懷與措施

1865年，科學院院士（membre de l'Académie des sciences）巴斯德（Louis Pasteur, 1822-1895）接受拿破崙三世（Napoléon III, 1852-1870在位）委派，加入萎縮病病原的探討和尋找促進、繁榮法國蠶業方法的研究小組，到法國南部最重要的蠶區—加爾省（Gard）進行研究。兩年後，巴斯德發現：幾乎摧毀法國和歐洲蠶業的蠶瘟是由名為 *Nosema Bombycis* Nageli. 的微孢子蟲（Microsporidia）所引起的，巴斯德同時也發現微粒子病具有「遺傳性」的特點，認為如果用來製種的種蛾身上不帶孢子，即可製出健康的無毒蠶種，於是發明了使用顯微鏡檢查蛾體的「袋製種法」（grainage cellulaire, 圖5），⁵⁷將帶有微粒子病蛾所產的卵廢棄不用，有效遏止蠶瘟的蔓延。

然而法國蠶農在蠶瘟肆虐的十幾、二十年間，陸續將桑樹砍伐殆盡。即便巴斯德發明避免微粒子病發生的袋製種法，放棄蠶桑業多年的法國農民因栽桑的投資且無法立即獲得收益，加上養

⁵⁶ 章楷、余秀茹，《中國古代養蠶技術史料選編》，頁158，註9。

⁵⁷ 巴斯德所發明袋製種法的目的，在嚴格淘汰已感染微粒子病母蛾所產的蠶卵。袋製種法的操作方法，在製作蠶種時，先將產卵的棉布或蠶種紙的一角縫製成袋狀，待母蛾產卵後，放在其所產卵的蠶種紙的小袋中（圖5），然後以顯微鏡檢測母蛾磨碎後製成的抹片。如果檢驗出有微粒子病的蹤跡，則將母蛾和其所產蠶卵一併銷毀，而沒有微粒子病蹤跡的母蛾所產的，為無毒蠶卵（Pasteur, *Études sur la maladie des vers à soie*, t. II. *Notes et documents*, t. II, p. 50）。

蠶的辛苦，以及在亞洲進口生絲的競爭下日益微薄的生絲利潤，對於重新投資桑樹栽培、再度投入昔日的黃金工業的選擇卻步不前，即便法國政府提供獎勵，農民們對於重拾栽桑養蠶的工作仍意態闌珊。1860年代，里昂逐漸取代倫敦成為歐洲的生絲市場，此與英國企業家放棄經濟效益日漸低落的絲綢紡織工業轉向新興的鋼鐵工業有密切關係。而中國手工繅製價格較便宜的生絲滿足法國半手工絲織業者對原料的需求，成為其主要原料的供應市場。法國絲綢業者對中國的蠶桑生產、生絲品質與出口量均付予特別的關注。⁵⁸

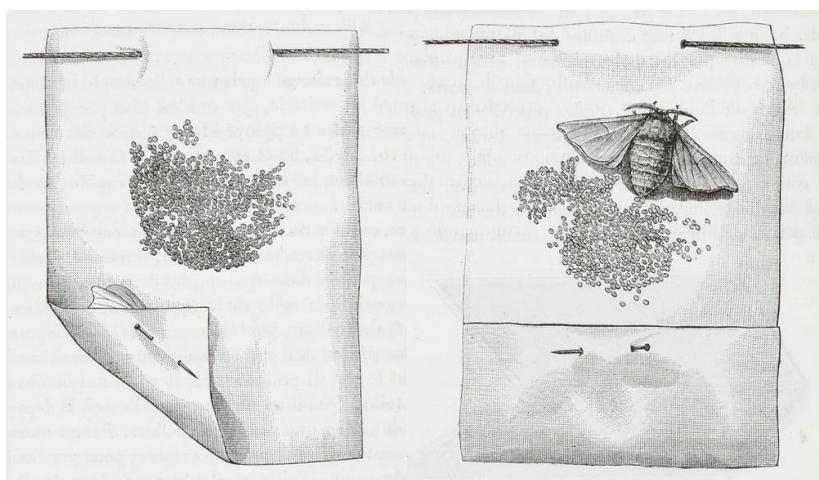


圖 5a-b. Louis Pasteur, *Études sur la maladie des vers à soie*, t. I., 頁 200-202.

1870年代末，在上海設置繅絲廠的法國蠶絲業者注意到中國蠶桑業的異常現象：在清廷蠶桑政策的大力推動下，桑林面積雖然不斷擴大，然而出口生絲的數量卻不見增長。1878年，美國旗昌洋行 (Russell & Co.) 決定在上海設立蒸汽繅絲廠，邀請剛結束協助日本明治政府創設富岡蒸汽繅絲廠契約的法國技師保羅·

⁵⁸ 法國在清末的蠶桑改革扮演重要的角色，與蒸汽繅絲的引進和絲綢生產的工業化有密切的關係，有關清末民初的蠶桑改良，詳見毛傳慧〈清末民初的蠶桑改良－「傳統」與「現代」之間〉，收入藍克利主編《中國近現代行業文化研究－技藝和專業知識的傳承與功能》(北京：國家圖書館，2010)，頁 45-68。

布魯納（Paul Brunat, 1840-1908）⁵⁹來華籌劃蒸汽繅絲廠的創立。布魯納來滬後，經常利用地緣之便考察附近蠶區的生產狀況，確定江浙一帶嚴重感染蠶微粒子病的事實。1883年，布魯納希望藉著與直隸總督兼北洋通商大臣李鴻章（1823-1901）會面的機會，上書給這位權傾一時的大臣，報告中國蠶業遭受蠶病嚴厲威脅的狀況以及採取緊急措施的急迫性。遺憾的是，布魯納的警告未能引起以中國傳統蠶桑絲織業為傲的直隸總督之重視。在此之前，里昂商會駐巴黎代表郎都曾於1878和1879年兩度去信海關總稅務司赫德（Robert Hart, 1835-1911），請其展開中國的蠶桑絲織業的全面調查。⁶⁰

海關總稅務司赫德（Robert Hart, 1835-1911）隨即要求各地海關展開對中國蠶桑絲織業的全面觀察。此後郎都繼續與駐鎮江的德國海關康發達（F. Kleinwachter）保持聯繫，並於1886年康發達自德國返華，擔任寧波稅務司後密切合作，展開對江浙一帶蠶病的深入調查。康發達一方面邀請當地蠶家填寫問卷調查，並要求在送回填妥的表格上附上蠶卵、蠶繭、蛾和蠶絲等樣本，一方面聘請蠶師從市場上購買蠶種，在海關府邸進行養蠶的實驗，最後，將蠶家寄來的樣本連同海關府邸育蠶實驗的樣本，一齊寄到法國進行檢驗分析和試養，結果確認浙江地區的蠶業普遍受到微粒子病和膿病的侵擾。在郎都的建議下，康發達上書總理各國事務衙門陳述說明江浙地區罹患蠶病已深，並提出改良中國蠶業的方案，可惜清朝官員仍未體認到此事的嚴重性而置之不理。⁶¹面對中國當局的漠視，郎都和康發達決定逕行派遣人員至法國蒙伯葉（Montpellier）養蠶公院學習巴斯疎（即巴斯德）及西國養蠶各法，之後再向清廷要求償還他們預墊的經費。1889年，康發達選派在其海關署邸進行養蠶試驗的工人江生金，以及工部局推派的同文館成績最好的學生金炳生，於光緒十五年（1889）二月十五

⁵⁹ 布魯納為法國里昂的技師，於1872年接受明治政府的聘請，負責在富岡創立蒸汽繅絲廠的事務。1875年約滿，受美國旗昌洋行聘請轉往上海，籌劃創立繅絲廠事宜。

⁶⁰ 洋關關員的考察報告於1881年，由海關稅務司以專號出版：*China, Imperial Maritime Customs, II. Special Series : N° 3, Silk (Shanghai : Statistical Departement of the Inspectorate General, 1881)*。

⁶¹ 康發達的改良方案見其撰寫的《蠶務圖說》（格致匯編館，1889）。

自上海啟程，並於三月二十五日一同進入法國南部蒙伯里業的蠶學研究中心接受現代蠶學訓練。然而根據法國教席的觀察，江生金和協助翻譯法語的金炳生均缺乏現代科學知識的基礎，無法領略蠶學理論，只能學習到使用顯微鏡選種的方法。⁶²同年十一月十七日返回上海後，江生金在法國習得的袋製種法一直沒有發揮的機會，直到百日維新（1898）之後，才短暫地在甫成立的蠶學館中擔任教習。

五、中國當局的蠶絲改良措施

事實上，康發達派遣江生金到法國學習蠶法的同年，格致匯編館即已出版了他的《蠶務圖說》，採用西法以推廣農業的想法也為一些曾參與洋務運動、或擁護維新運動的士人，以及與歐美商人往來的買辦所支持。⁶³鄭觀應（1842－1922）在其《盛世危言》中就已經論及康發達將蠶師送到法國學習新法，以及試圖改良中國蠶桑絲織業一事，並說明康氏「曾倩華人到外國學習，盡得其法，并購備機器，欲在滬仿行，格於當道未准，其機器尚存格致院中。」⁶⁴可見康發達與格致書院應有密切的往來。鄭氏對法國的蠶桑組織與使用顯微鏡檢測微粒子病製種的方法，也有粗略的介紹：⁶⁵

法人郎都近創育蠶會，用顯微鏡測試，凡蠶身有黑點者，謂之病蠶，即去之。講求日精，故所養之蠶較中國恆出三倍。

光緒十七年（1891），薛福成（1838-1894）出使英、法、義、比四國時，曾與郎都晤面，並將面談的內容載於日記中。除了法國蠶桑業的生產狀況，以及上文提及的郎都與康發達合作調查浙江蠶業以外，對法國使用顯微鏡檢視、淘汰病蠶進行微粒子病防

⁶² 詳康發達，《蠶務條陳》。收入衛杰編纂的《蠶桑萃編》卷十四，20a-25a。

⁶³ 如以「商戰」著稱的鄭觀應即已提出如何具體利用西學、西法以提高中國農、工生產力、增加與歐美日等國商業競爭能力的籌劃。

⁶⁴ 鄭觀應，《盛世危言》，卷八〈農事〉，頁二十。作者在初刊本自序該書作於光緒十八年（1892），但自同治年間，鄭氏即有「救時」之論。吳相湘推斷〈農事〉一篇的定稿最晚當在光緒十七年以前，見鄭觀應，《盛世危言增訂新編影印本》（臺北：學生書局，1965）序，頁二。有關鄭觀應變法思想研究，詳見劉廣京〈鄭觀應《易言》－光緒初年之變法思想〉，《清華學報》，1970, 8.1-2., 頁 373-418；夏東元，《鄭觀應》（廣東人民出版社，1995）。

⁶⁵ 鄭觀應，《盛世危言初編》，卷五〈商務〉。

治的方法均有較確切之描述，並建議將蠶種寄到法國檢測，同時採購顯微鏡，以便在中國推行：⁶⁶

巴黎育蠶會教習郎都來謁，近來西國經營蠶業，先以顯微鏡視蠶身之有黑點者，即知其所生之子皆不可用。凡蠶子亦可用顯微鏡辨其有用無用。各國設有養蠶學堂，講求日益精微〔…〕。據稱中國數年前寄到蠶子皆已有病，此等蠶子約重八兩，所出之蠶，計可收絲二十五斤。現在意、法等國揀擇精良，其蠶子約重八兩，所出之蠶，計可收絲七十五斤，最多有收至百斤者。〔…〕而中國收絲僅得西人四分之一者，以蠶子未經揀擇也。不但此也，蠶子之病者不去，則次年所出之蠶有病，即所產之蠶子亦皆有病，以一化百，一百化萬，恐中國之蠶務日漸衰息。〔…〕欲救其弊，莫如每年多寄蠶子到巴黎育蠶會中代為查驗精揀，然後寄還分給江浙民家，並勸令各購顯微鏡一具，華民果能漸自辨別，且知其實有明效，則互相傳習風氣益開，中國蠶務方可保也〔…〕」

光緒二十二年（1896）春，林啟（1839-1900）出任杭州太守後成立蠶學館，才開始有系統地引進西法。林啟上任前，已注意到浙江蠶桑收成每況愈下的現象，且已耳聞康發達試圖改良中國蠶桑一事，於是四下探訪獲得《日本蠶書》和康發達的《蠶務條陳》。⁶⁷次年，林啟懇請浙江巡撫廖壽豐（1836-1901）發欵試辦，於西湖金沙港創立了中國第一所蠶業學校：蠶學館，「以除微粒子病，製造佳種，精求飼育，傳授學生，推廣民間為第一要義」，⁶⁸並於1898年開始對外招生，聘請江生金擔任首任教習。⁶⁹然江生金任職數月後離職，極可能即因其缺乏相關基礎知識的緣故。杭州知府於是央請日本駐杭領事代為延聘日本農學士擔任教席，自

⁶⁶ 薛福成，《出使英法義比四國日記》，卷五〈十九日記〉（湖南：岳麓，1985）。薛氏的敘述略有失真之處，例如將顯微鏡對蛾的檢視誤為對蠶身的觀察；法國從十三世紀開始即有的蠶桑業，在薛氏筆下其生絲生產始於十九世紀末。

⁶⁷ 蕭文昭也注意到向為出口大宗的絲、茶出現出口數銳減的現象，於光緒二十三年（1897）七月二十六日由刑部代遞條陳，提出整頓絲茶，設立茶務學堂和蠶桑公院以保利權之議（衛杰編纂的《蠶桑萃編·奏疏》，3b）。

⁶⁸ 《農學報》四十一，〈浙江蠶學館表〉；《農學報》二十一，〈浙江蠶學館招考章程〉。

⁶⁹ 《農學報》四十一，〈浙江蠶學館表〉。

此而後，該職位一直由日人擔任。蠶學館尚派遣學生到日本學習，並自日本進口新式製種法和養蠶所需的顯微鏡、溫、濕度計等科學儀器和消毒水。⁷⁰

蠶學館除了招收學生、培養人才外，還著手翻譯日本和歐洲蠶書，如法國的《喝茫蠶書》⁷¹和《試驗蠶病成績報》（杭州蠶學館譯，上海務農會印）等。此外，還售製使用顯微鏡製作的無毒蠶種，並獲得很好的迴響：創校的頭幾年，就收到 500 張蠶紙的訂單，而當時蠶學館製種的數量僅達數十張之數。⁷²1901 年開始，蠶學館派遣畢業生至餘杭、嘉興、湖州、寧波、紹興等鄰近蠶鄉設立分校，引起傳統製種場場主的恐慌，於是聯合當地鄉紳向新任巡撫任道鎔（1823－1906）請願，要求停止蠶學館的辦理。在維新派士人的支持之下，林啟提議進行新、舊養蠶法的競賽：傳統製種場以其所製蠶種，根據傳統養蠶法飼育；蠶學館則以新法製造蠶種、以新法養蠶，如果新法成績不如傳統養蠶法，則聽從當地士紳上書所請，停止對蠶學館的經費支持。1902 年春競賽的結果，蠶學館獲得決定性的勝利，⁷³而得以繼續引進新法、訓練和培養專業的蠶桑人員。

雖然蠶學館積極引進蠶桑新法，但每年培養的數十名學生實不敷各地所需，且畢業學生的能力似乎也相當有限。孫寶瑄（1874－1924）與友人邵季英、昌士等談論養蠶之法的內容時，昌士即為蠶學館培養人才成果有限而發出感慨：⁷⁴

⁷⁰ 從日本進口的顯微鏡為德國製造。明治六年（1873），日本政府派遣佐佐木長淳至奧國參加萬國博覽會，並在當地的蠶業試驗場學習蠶學及顯微鏡使用法和微粒子病毒檢驗法等（佐佐木長淳《微粒子病蠶之顛末》，東京：丸山舍，明治四十年，頁 1）。

⁷¹ 喝茫勒窩旁著，鄭守箴譯，《喝茫蠶書》，上海農學會：《農學叢書》。鄭守箴為船政學堂第三屆畢業生，留學法國學習製造、算學、化學、格物等學科（沈岩，《船政學堂：中國近代第一所高等學院》，台北：書林，2012，頁 182。簡體版：北京：科學，2007）。蠶學館與同時成立的務農會（或稱農學會）有密切關係。該學會發行的《農學報》內容多支持蠶學館文字，對蠶桑新法和儀器的引進，以及蠶桑技術改良的推廣有推助瀾之功。

⁷² 《農學報》四十，〈蠶館成蹟〉。

⁷³ 朱新予，求良儒，〈蠶學館－中國第一所紡織學校〉，《中國紡織史資料》（1981.3，頁 37－43）。蠶學館於光緒三十四年（1908）更名為「浙江中等蠶桑學堂」，民國初年改為「浙江省立甲種蠶業學校」，後又改為「浙江省立高級蠶業中學」。

⁷⁴ 孫寶瑄，《忘山廬日記》（上海：古籍出版社，1983），頁 607。

吾杭設蠶學館三年，僅成就一人，姓梁名有立，字立群，其人年三十餘，于蠶學殆得其三昧，屢出新法，為人育蠶破獲奇效。

在普遍缺乏自然科學基礎知識培養的情況下，且大多以學習資質較為一般的學生報考，⁷⁵因此多數蠶學館的畢業生可能均似江生金一般，僅能學習顯微鏡操作以檢測微粒子病毒、製作蠶種的技術，而於蠶學原理難有更進一步的理解與研究。新式製種法需要價格高昂的儀器（如：顯微鏡），也是西法普及所須面對的困難。雖然光學知識和鏡片製作技術早已引進中國，但清末的中國還不具備自製顯微鏡的能力，因此須從日本進口德製儀器。

1880 年代，機械繅絲在上海和廣州附近開始快速發展，為了收購大量鮮繭以確保絲廠營運，業主多以高價收購蠶繭，刺激新興蠶區的興起，吸引婦女或無蠶桑傳統的農家加入養蠶的行列。由於這些新投入蠶桑生產的蠶農不具自己繅絲的能力與工具，只能將蠶繭在收成後儘快賣給繭行。⁷⁶清末的政局動盪，加諸國際生絲競爭激烈，絲價明顯滑落，且生絲外銷作為清末財政稅收的重要來源之一，更須承擔日益繁複的各項稅額，如釐金、絲捐、繭稅等，蠶桑利潤亦隨之大幅跌落。微妙的是，養蠶往往淪為沒有其他謀生方式的貧苦農民和婦女的營生工具。在此情況下，蠶農想方設法減少成本、增加賣繭的收入，無法顧及改善養蠶的條件，遑論購置採行新法所需的器材：如溫度計、溼度計等，而新法所製蠶種也較傳統製種的成本為高，對蠶農而言無疑增加了沉重的負擔，成為新法傳播的障礙。

⁷⁵ 鄒景衡（1901-1992）在其自序中提及，因「興趣在博物及史地，於是英文及數學常落人後。適校中分科，凡畢業後不擬再深造者，該入農科。」（鄒景衡，《蠶桑絲織雜考》，上輯，臺北：1981，頁 3-4）。雖為作者謙詞，但也反應了當時社會普遍的心態。

⁷⁶ 蠶蛹一旦羽化成蛾、破繭而出，污染、破損的蠶繭即失去商品價值，賣不到好價錢，因此無法自行繅絲的蠶家只能勉強接受繭行提出的價格，而換取的報酬有時甚至不足以回收購買蠶卵、桑葉的開支。

蠶桑改良和新式養蠶法的推廣，以及微粒子病和膿病等對蠶業有嚴重破壞行的蠶病，直到民國初年才在中國合眾蠶桑改良會和民國政府持續的努力下有了令人滿意的成果。⁷⁷

六、結論

十九世紀中葉，以微粒子病為主的蠶瘧席捲法國和歐亞大陸大部分蠶區，為了尋找健康的蠶種和遏止蠶病的方法，葛斯德拉尼於 1858 年中法天津條約簽訂後、尚未換約之前，在英、法、奧等國政府的支持下，不顧學者提出的警告，攜帶確定感染微粒子病的蠶種到湖州進行製種和科學實驗。葛氏離開之後不久，湖州成為清軍攻打太平天國的主要戰場之一，1865 年戰役結束，法國在同一年檢測出部分上海輸出的蠶種染有微粒子病，日本成為唯一蠶種進口國。然而自始至終，以具有悠久歷史的蠶桑業自豪的清廷官員對於歐亞大陸西端蠶病肆虐卻一無所知，即便生絲出口對清廷財政有莫大幫助，仍僅遵循傳統勸課推廣蠶桑的策略，未能積極協助戰後凋敝的江南地區，改善蠶農地生活條件，以及作為蠶室的居室的狀況。

由於十九世紀中葉清廷仍嚴格實行「閉關」政策，除了少數幾位涉外的官員以及與歐美商人往來的通事，大多對於境外訊息全然不知。1859 年，天津條約簽訂後，浙江總督仍以天朝懷柔遠人的心態，慷慨應允葛斯德拉尼前往湖洲看蠶，「以便該國學習」，給予微粒子病毒隨著葛氏的行囊進入蠶桑重鎮—湖州的機會。太平天國之亂平定的同一年，法國檢測出部分中國輸出的蠶種帶有微粒子病，並將結果刊登於 1870 年巴斯德出版的《蠶病研究》中，而清朝官員仍渾然未知地在全國各地積極推廣蠶桑政策，而將湖州的蠶種、桑種分送至各地，無意間加速病毒的傳播。基於對傳統蠶桑技術的驕傲與自信，且當時絲繭產量尚未出現明顯滑落的現象，因此清朝大臣如李鴻章等忽視蠶業暴露在微粒子病侵擾的事實，漠視法國蠶桑業者提出的警告，而錯失派員前往法國學習

⁷⁷ 詳毛傳慧〈清末民初的蠶桑改良—「傳統」與「現代」之間〉收入藍克利主編《中國近現代行業文化研究—技藝和專業知識的傳承與功能》(北京：國家圖書館，2010)，頁 45-68.

新式蠶法的契機，以至於 1890 年代，整個中國蠶業罹患蠶病已深，再採取挽救的措施為時已晚，而必須從日本引進新法。反觀日本在 1865 年開放蠶種出口前，即有歐洲商人前來購買，因而得以了解微粒子病的嚴重性，於 1871 年派員前往奧地利學習顯微鏡製種法以及新式養蠶法。為滿足歐美市場對生絲品質的要求，提高生絲貿易帶來的收入以提供富國強兵政策所需的經費來源，翌年更邀請法國技師到富岡創建蒸汽繅絲場，同時建立運輸原料和成品的鐵道，以及相關現代化設施的建置。

雖然兩位學者的外審意見均認為微粒子病的引進與「閉關」政策沒有直接關聯，然而從本文所舉實例看來，清朝長期閉關政策的施行導致朝野上下普遍對域外知識和時事的缺乏，特別是對於幾乎導致歐洲和歐亞大陸蠶業毀滅的微粒子病之嚴重性和新式養蠶法毫無所知，而對於微粒子病毫無防備，直到病毒感染至劇才被動地引進新式養蠶法，需要花費更多的財力與人力復興蠶業。晚清的國力不足以強制將域外人士摒於門外，貫徹「閉關政策」的施行，反而造成事實的隱瞞，將自己陷於更大的危險之中，可見訊息掌握的重要性，此點可從葛斯德拉尼與杭州知府的對話中獲得證實。

從新式養蠶法的學習中可見外語能力和基礎知識的重要性，光是學習顯微鏡的操作和製種法不足以徹底學習新法，只有在掌握良好的外語能力和紮實的基礎知識下，才能快速地吸收新知，並在前人的研究成果上更上層樓。而良好技術的維持與發展也需要在適當的條件下才得以實踐，操作人員的基本生活所需和健康的維持，以及適當的設備，都是不可忽視的條件！

徵引書目

檔案

中央研究院近史所檔案館，《外交部門 01-01-013-04-055：籌辦夷務始末 胡興仁片》

原版或影印古籍

中、日文文獻

《農學報》，上海農學會（1897-1906）。

文慶，《籌辦夷務始末》，上海：古籍，2008。

司農司，《農桑輯要》，收入《續修四庫全書·子部農家類 975》，

據上海圖書館藏元後至元五年刻明修本影印，上海：上海古籍，1995，頁 77-188。

汪日禎，《湖蠶述》，光緒六年吳興汪氏刻本，收入《續修四庫全書》978，上海：上海古籍出版社，1995，頁 293-348。

佐佐木長淳，《微粒子病蠶之顛末》，東京：丸山舍，明治四十年（1907）。

宗源翰（1834-1897）修、陸心源（1838-1894）纂，《〔同治〕重修湖州府志》，同治壬申年（1872）開雕于湖州愛山書院，甲戌（1874）冬竣工。

高銓《蠶桑輯要》，道光十一年（1831）王青蓮刻本，收入《續修四庫全書》978，上海：上海古籍出版社，1995，頁 171-211.

馬新貽，《馬端敏公奏議》，《清末民初史料叢書第四十三種》，據清光緒二十年校刊本（光緒甲午冬月閩浙督署校刊）影印，臺北：成文出版社，1968。

孫寶瑄，《忘山廬日記》，上海：古籍出版社，1983。

陳勇，《農書》，知不足齋叢書本，嚴一萍 選輯，《百部叢書集成》，板橋：藝文印書館，1968。

康發達，《蠶務圖說》，格致匯編館，1889

康發達，《蠶務條陳》，收入衛杰編纂的《蠶桑萃編》第十四卷，收入《四庫未收書輯刊》肆輯，第貳拾參冊，北京：2000。

麥仲華《皇朝經世文新編》戊戌年（1898）敘，永和：文海，1973。

張瀚（1510-1593）《松窗夢語》，蕭國亮點校，《明清筆記叢書》，上海：上海古籍出版社，1986。

經濟學會編校，《浙江全省財政說明書》，收入《晚清財政說明書》，武漢：湖北人民出版社，2015

趙定邦，〔同治〕《長興縣志》，同治十三年（1874）修，光緒十八年增補刊本，《中國方志叢書：華中地方》，臺北：成文，1983.

喝茫勒窩滂著，鄭守箴譯，《喝茫蠶書》，上海農學會：《農學叢書》。

鄭觀應，《盛世危言增訂新編影印本》，臺北：學生書局，1965。

薛福成，《出使英法義比四國日記》，湖南：岳麓，1985。

顧祿《清嘉錄》，道光庚寅（1830）刻本影印，《中國風土志叢刊（34）》，揚州：廣陵書社，2003。

西文文献

- Boissier de Sauvages, Pierre Augustin (1710-1795) , *Mémoire sur l'éducation des vers à soie*, Nîmes : Gaude, 1763 ; Avignon : J.-J. Niel, 1788.
- L'art d'élever les vers à soie. Ouvrage Précédemment donné sous le titre de Mémoire sur l'éducation des Vers à soie*, nouvelle édition, Avignon: chez J. J. Niel, 1788.
- Castellani, G. B., *De l'éducation des vers à soie en Chine faite et observée sur les lieux*, Paris : F. Amyot, libraire-éditeur, 1861.
- China, Imperial Maritime Customs, II. Special Series : N° 3, Silk*, Shanghai : Statistical Department of the Inspectorate General, 1881
- Halde, J.-B. Du, *Description géographique, historique, chronologique, politique, et physique de l'Empire de la Chine et de la Tartarie chinoise: enrichie des cartes générales et particulières de ces pays, de la Carte générale et des Cartes particulières du Tibet et de la Corée*, Paris: chez P. G. Le Mercier, 1735.
- Guérin-Méneville, Félix Édouard, *Rapport sur le projet de voyage en Chine de MM. les comtes Castellani et Freschi ayant pour objet d'étudier les vers à soie dans ce pays et d'y faire faire de la graine pour essayer de régénérer nos races atteintes depuis quelques années par l'épidémie de gattise*, Extrait des *Bulletins de la Société impériale zoologique d'Acclimatation*, numéro de novembre 1858.
- Julien, Stanislas, *Résumé des principaux traités chinois sur la culture des mûriers et l'éducation des vers à soie*, Paris : Imprimerie Royale, 1837(英譯本 *Summary of the Principal Chinese Treatises upon the Culture of the Mulberry and the Rearing of Silk Worms*, Washington : published by Peter Force, 1838) .
- Luppi, Géminien, *L'art d'élever les vers à soie* par l'abbé Boissier des Sauvages, nouvelle édition tirée de l'édition de 1788, ordonnée et annotée à l'usage des sériculteurs modernes, Lyon : Le Moniteur des soies, 1881.
- Pasteur, Louis, *Études sur la maladie des vers à soie*, t. I. Moyen pratique assure de la combattre et d'en prévenir le retour; t. II. *Notes et documents*, Paris : Gauthier-Villars, 1870.
- Serres, Olivier de (1539-1619) , *La cueillette de la soye, par la nourriture des vers qui la font, échantillon du Théâtre d'Agriculture*, Edition annoncée par Matthieu Bonafous, Paris : Librairie De M^{me} V^e Bouchard-Huzard. 1843.

Urban, Sylvanus, *Gentleman's magazine*, new series, vol. xxxviii, 1852

中文專書、專章

中國經濟統計研究所編，《吳興農村經濟》，收入李文海編《民國時期社會調查叢編·農村經濟卷》〔二編〕，上，福州：福建教育出版社，2009。

毛傳慧〈從晚清蠶書看西方對中國蠶桑技術的影響〉，Hans Ulrich Vogel and al. (éd.), *Studies on Ancient Chinese Scientific and Technical Texts*, 鄭州：大象出版社, 2006，頁 255-264。

—〈清末民初的蠶桑改良—「傳統」與「現代」之間〉，收入藍克利（主編），《中國近現代行業文化研究—技藝和專業知識的傳承與功能》，北京：國家圖書館，2010，頁 45-68。

—〈宋元時期蠶桑技術的發展與社會變遷〉，祝平一主編《中國史新論·科技與中國社會分冊》，臺北：中央研究院/聯經出版社，2010，頁 299-351。

沈岩，《船政學堂：中國近代第一所高等學院》，台北：書林，2012（簡體版：北京：科學，2007）。

章楷、余秀茹，《中國古代養蠶技術史料選編》，北京：農業出版社，1985。

夏東元，《鄭觀應》，廣東人民出版社，1995。

鄒景衡，《蠶桑絲織雜考》，上輯，臺北：1981。

錢實甫，《清代職官年表》，北京：中華書局，1980。

中文期刊論文

毛傳慧〈近代早期法國的遠東貿易與國家工商業發展--「傳教、貿易與科技考察」政策〉，《季風亞洲研究》第八期，2019，頁 1-62。

李平生〈論晚清蠶絲業改良〉，《文史哲》，1994.3.，頁 90-97。

朱新予，求良儒，〈蠶學館—中國第一所紡織學校〉《中國紡織史資料》，1981.3，頁 37—43。

宋元明〈晚清中西蠶學知識的交流與互動—以蠶微粒子病防治為中心〉(《中國農史》，2018.3.，頁 21-30。)

劉廣京〈鄭觀應《易言》—光緒初年之變法思想〉，《清華學報》，1970, 8.1-2., 頁 373—418。

劉德成〈清末《財政說明書》及其史料價值〉，《檔案與建設》，2016.4，頁 53-54。

西文專書

- Bell, Lynda S., *One industry, two Chinas, Silk Filatures and Peasant Family Production in Wuxi County, 1865-1937*, Californie : Standford University Press, 1999.
- Boulnois, Luce, *La route de la soie : dieux, guerriers et marchands*, Genève : Olizane, 2010, 該書有 Helen Loveday 的英譯本, *Silk Road : Monks, Warriors & Merchants on the Silk Road*, (W. W. Norton & Co Inc, 2005) 和耿昇的中譯本：《絲綢之路》，(濟南市：山東畫報，2001)。
- Landry-Deron, Isabelle. *La preuve par la Chine, La Description de J.-B. Du Halde, jésuite, 1735*, Paris: École des hautes études en sciences sociales, 2002 (中譯本：藍莉，許明龍譯《請中國作證：杜赫德的中華帝國全志》，北京：商務印書館，2015).
- Le Roy Ladurie, Emmanuel. *Les paysans de Languedoc*, Paris : Mouton / La Haye, 1966.
- Mau Chuan-hui, Pierre-Etienne Will (eds), *Missions au pays de la soie : l'ambassade Lagrené en Chine (1843-1846) entre science, commerce et diplomatie*, Paris: Ed. Collège de France, coll. IHEC, 2018.
- Mau Chuan-hui, “La mission en Chine de Lagrené et sa signification”, in Mau Chuan-hui, Pierre-Etienne Will (eds), *Missions au pays de la soie : l'ambassade Lagrené en Chine (1843-1846) entre science, commerce et diplomatie*, Paris: Ed. Collège de France, coll. IHEC, 2018.
- “Marché et nouvelle matière textile : la recherche de vers séricigènes sauvages en Chine et en France”, in Pilar Gonzalez-Bernaldo, Liliane Perez (éds), *Les savoirs-mondes, mobilités et circulation des savoirs depuis le Moyen Age* (Rennes: Presses universitaires de Rennes, p. 235-249).
 - “Sericulture and its Complementary: Wild Silk Production in China's Seventeenth and Eighteenth Centuries”, in Dagmar Schäfer, Luca Molà, Giorgio Riello (eds), *Seri-Technics:*

- Historical Silk Technologies*, Max Planck Institute Open Access Series, 13, Berlin: Max Planck Institute, 2020, p. 43-60.
- Zanier, Claudio, *Alla ricerca del seme perduto, Sulla via della seta tra scienza e speculazione (1858-1862)*, Milano : FrancoAngeli, 1993.

西文期刊論文

- Clerget, Pierre, « Les industries de la soie dans la vallée du Rhône », *Les Études rhodaniennes*, vol. 5, n° 1, 1929, p. 1-26.
- Mau Chuan-hui, “Enquêtes françaises sur la sériciculture chinoise, fin XVII^e-fin XIX^e siècles”, *Documents pour l'Histoire des Techniques*, Centre historique de documentation des techniques, 2007, nouvelle série n° 14, p. 24-36.
- “A Preliminary Study of the Changes in Textile Production under the Influence of Eurasian Exchanges during the Song-Yuan Period”, in *Crossroads — Studies on the History of Exchange Relations in the East Asian World*, vol. 6, pp.145-204.

學位論文

- Mau Chuan-hui, “L’industrie de la soie en France et en Chine de la fin du XVIII^e au début du XX^e siècle : échanges technologiques, stylistiques et commerciaux 十八世紀末至二十世紀初法國和中國的蠶桑絲綢業：技術、風格交流和貿易”, Paris: EHESS, 2002.

網站

- Duseigneur-Kléber, E., *Carte séricicole pour servir à la monographie du cocon de soie*, 1872, Ge 087152 (source gallica.bnf.fr)
- Perny, Paul-Hubert (1818-1907) (<https://plants.jstor.org/stable/pdf/10.5555/al.ap.person.bm000346462>)
- 胡興仁，<http://ssop.digital.ntu.edu.tw/QueryByPerson.php?person=胡興仁&submit=送出>

馬新貽，[http://npmhost.npm.gov.tw/ttscgi2/ttsquery?0:0:npmauac:
TM%3D%B0%A8%B7s%B6M](http://npmhost.npm.gov.tw/ttscgi2/ttsquery?0:0:npmauac:TM%3D%B0%A8%B7s%B6M)

葉堃，[http://archive.ihp.sinica.edu.tw/ttscgi/ttsquerynew?0:0:mcta
uac:%2818389%29](http://archive.ihp.sinica.edu.tw/ttscgi/ttsquerynew?0:0:mcta)

The introduction of the silkworm's *pébrine* disease into late Qing China and its spread: Reflection on the Chinese “Seclusion policy” and the difficulties and dangers it caused

MAU Chuan-hui*

Abstract

This paper deals with the case of Italian experts in sericulture who carried out silkworm breeding experiences in Huzhou, and the relationship between this event and the silkworm epidemic in the late Qing China. The author aims to consider the difficulties met and consequences caused by the “Seclusion policy” of Chinese government. At the end of the 19th century, China saw the outbreak of *pébrine*, or “pepper disease,” an epidemic disease of silkworms representing a considerable danger to Chinese sericulture. This incident attracted the attention of reformers and civil officials of Late Qing China. In 1897 a sericulture school was established in Hangzhou, and new methods of rearing silkworms were introduced from France and Japan. Some time earlier, at the beginning of 1840s, the cocoons harvested in France appeared unstable, and ten years later there was an outbreak of silkworm epidemic which almost wiped-out the entire French sericulture. In order to purchase eggs for continuing silkworm breeding, merchants advanced towards the East of the Eurasian continent and eventually spread the illness. In the spring of 1859, a few months after the signature of the Treaty of Tientsin (June 1858), two Italian experts in sericulture, Giovanni Battista Castellani (1820-1877) and Gherardo Freschi (1805-1883) , brought with them silkworm eggs affected by the pepper disease for carrying out experiments in Huzhou. In doing so, they hoped to obtain a sufficient quantity of silkworm eggs for the use of European silk farmers for breeding, and to find out solution for stopping the disease. But one had to wait till 1867 when Louis Pasteur(1822-1895) invented the method named *grainage cellulaire*(cellular egg production) for solving effectively the problem. Based on Chinese primary sources related to sericulture, some modern scholars believed that the *pébrine* existed in China since the periods of Song (960-1279) and Yuan (1271-1368) . Since the *pébrine* is highly contagious and hereditary, one may ask why Chinese historical records and treatises on sericulture did not contain any descriptions of silkworm diseases of large scale, and why its outbreak happened soon after the passage of Italian experts in Huzhou and spread so quickly in the Late Qing period?

Keywords: silkworm epidemic (*pébrine*, “pepper disease”), “Seclusion policy” of the Qing dynasty,

L. Pasteur, G. B. Castellani, sericulture reform

* Professor and Director, Institute of History, National Tsing Hua University

不肖生小說中的獵具

張之傑*

清代史學家章學誠說：六經皆史。其實任何文獻都可成為史料，尤其是小說。蕭伯納曾說：「歷史除了人名以外，都是假的；小說除了人名以外，都是真的。」小說記載了許多史書所不載的世俗事物。

最近閒著沒事，將業強出版社印行、范伯群編「民初都市通俗小說叢書」（10冊，1993年出版）找出來看看。我在這部叢書的第一冊《武俠鼻祖——向愷然》書名頁上寫著「文艾購贈，八七年秋」。那時（1998年）我在編少兒百科全書（其後因故未能出版），特別請老同事朱文艾寫了一批稿子。文艾知道我喜歡通俗文學，將稿費買了這部叢書送給我。

這部叢書我最喜歡其中三冊：《武俠鼻祖——向愷然》、《偵探泰斗程小青》、《俠盜文怪孫了紅》。向愷然，即不肖生，以劍俠小說《江湖奇俠傳》聞名，其實他的短篇更值得一看。在《武俠鼻祖——向愷然》這本集子裡，有一篇〈皋蘭城上的白猿〉（頁166-175），記述甘肅皋蘭縣出現一隻白猿，搶掠婦女，為禍地方，巡撫懸賞一千兩捉拿，獵戶們躍躍欲試，於是有了下列文字：

各獵戶都將平日獵野獸的器具，如窩弓、弩箭、陷戶、鋪地錦、滾網之類的東西，一處一處裝設起來。這些獵具，雖是中國獵戶歷代相傳下來的陳腐東西，或者不及西洋用科學知識製造出來的厲害，然即就這些陳腐不堪的東西，研究起來，也實在不能不佩服古人心思巧妙的所在。

中國的窩弓、弩箭，原是古人從在戰場上所用的武器仿造出來。不過戰場上所用的箭頭上沒有毒藥，獵戶用的都有毒藥，並且那毒還非常厲害，真有見血封喉的力量。

* 本會委員。

在下曾聽獵人說過，獵家用的毒藥，製法異常秘密，從來不肯傳授給非同業的人。藥中有一樣最難取辦的，就是蘆蜂尾上的毒水。蘆蜂比黃蜂大兩三倍，人若是被他螯著了，立時就痛得昏死過去。須一個時辰以後，才得恢復原狀。所以使人痛得這們厲害，就是因為他尾的毒水螯進皮肉之內，可見得這種水的毒很厲害了。

不過這種水，既然毒得厲害，卻如何能弄得到手，可供人製造毒藥呢？即此一端，就不能不佩服古人心思的巧妙。要取蘆蜂尾上的毒水，須預備數十個豬尿泡，都吹得鼓起來。等到乾了以後，乘沒有一些兒星月之光的黑夜，取毒水的人身上須穿定做的厚棉衣服，頭臉手腳都得完全蒙著，祇露兩眼在外。古時沒有玻璃，便用琉璃片遮護。

右手握一個火光很明亮的火把，左手抓幾個尿泡，到白日尋著的蘆蜂窩跟前去。蘆蜂的性質和黃蜂一樣，也是拼死命擁護蜂王。黑夜一見了火光，以為是侵害他蜂王的來了。一齊飛出窩來，圍繞著拿火把的人亂螯。針針螯在尿泡上，約莫尿泡裡螯的毒水已夠用了，尿泡已不似初時鼓起來，就攢下火把回來。每個尿泡裡能得著一滴毒水，再加上幾味藥，配合起來，敷在箭頭上。無論如何兇狠的異獸，一中這毒箭，不能逃三五步就得躺下。

陷戶也是從古代戰爭時所用的陷坑化出來的，但是戰爭時所用的陷坑大，獵家所用的陷戶小。陷坑上面是鋪些泥土，陷戶是木板做成，形式和平常所用的門框差不多。木板中間，安有機扭。野獸踏在上面，木板一翻，就掉下去，木板仍舊翻過來。若有野獸接著走來，又可以繼續翻下去。不像陷坑祇能使用一次。

然而，這都沒什麼了不得的巧妙。最巧最合用的是鋪地錦、滾網兩種。鋪地錦是絲製的網，每一個網眼裡裝一個極鋒利的鐵鈎，用時平鋪在扼要的地方，野獸誤走進了網，祇要掛動一個鐵鈎，全網的鐵鈎都牽動了，祇須一刻兒工

夫，野獸一身都被網住了，如蒼蠅落在蜘蛛網裡一般。不過製一副鋪地錦得費不少的錢，沒多大財力的獵戶，不能置備這種獵具。

極容易的是滾網，製造方法也極簡單，就是用麻繩和棉線織成，一片見方五六尺的網，兩邊繫在兩根杉木條上，揀扼要的地方，將兩根木條分左右帶點兒俯勢豎起。網中間掛一塊香餌，離地約尺來高。野獸沒有辨別的知識，一見香餌必啣著一拖。杉木條豎在地上當然不豎得堅牢，被這一拖，網原是帶著俯勢的，拖得倒下來正正的罩在野獸的身上。野獸到了這時候，沒有不東西亂躡的。越躡越將杉木條牽了攏來。野獸的腳，也被網絆住了。此時惟有倒地亂滾，越滾越緊，到不能動彈了才住，因此謂之滾網。

引文中的蘆蜂，可能指某種胡蜂（黃蜂，*Vespa*）。胡蜂以大虎頭蜂（*Vespa mandarinia*）體型最大，惟通常在地下坑洞中營巢。按，蘆蜂，現指蜜蜂科、蘆蜂屬（*Braunsapis*），體型和蜜蜂相若。中國幅員廣大，名物並不統一。引文中的蘆蜂究為何物，已無從細究。以蘆蜂毒汁製作藥箭，可能是某地區所有，各地應有各自的配方。

不肖生沒介紹窩弓和弩箭，大概是常事不書之故。然而，對今人來說，弩箭尚屬常事，窩弓就不是常事。先父曾對我說過，窩弓用來獵殺大型野獸，是一種架設在草叢中的伏弩。野獸觸動消息（機關），弩箭就會朝著觸動處射出，幾乎萬無一失。

《水滸傳》第四十九回「解珍解寶雙越獄，孫立孫新大劫牢」。該回前半部敘說登州城外有座山，有猛虎傷人。登州知府招集獵戶，捉捕山上大蟲。眾獵戶中，以解珍、解寶兄弟武藝最強。兄弟倆以窩弓射殺猛虎，滾落毛太公後院。兄弟倆前往討取，毛太公抵賴，兄弟倆找官府評理，卻被關進大牢。以下一字不易，抄錄解珍、解寶以窩弓獵殺猛虎一段的原文。

那弟兄兩個，當官受了甘限文書，回到家中，整頓窩弓藥箭，弩子叉，穿了豹皮，虎皮套體，拿了鐵叉，兩個逕奔登州山上，下了窩弓，去樹上等了一日。不濟事了，

收拾窩弓下去。次日又帶了乾糧，再上山伺候。看看天晚，弟兄兩個，再把窩弓下了，扒上樹去。直等到五更，又沒動靜。兩個移了窩弓，卻來西山邊下了。坐到天明，又等不著。兩個心焦，說道：「限三日內要納大蟲，遲時須用受責。卻是怎地好！」兩個到第三日夜，伏至四更時分，不覺身體困倦。兩個背廝靠著且睡，未曾合眼，忽聽得窩弓發響。兩個跳將起來，拿了鋼叉，四下裡看時，只見一個大蟲，中了藥箭，在那地上滾。兩個著鋼叉向前來。那大蟲見了人來，帶著箭便走。兩個追將向前去。不到半山裡時，藥力透來，那大蟲當不住，吼了一聲，骨碌碌滾將山下去了。

引文中說：下了窩弓、收拾窩弓下去、移了窩弓，可見是事先架設好的，可以印證先父的說法。戰前我們家鄉山東省諸城縣尚有獵戶，先父應該見過窩弓。至於藥箭，沒聽先父說過。戰前我們家鄉已沒有虎，較大型的野獸是狼、獾和狐。捕捉這些野獸，大概用不著藥箭吧。

功頌千秋：慶祝蘇頌一千年

邱韻如*

一、前言

2020 年 12 月 10 日是北宋科學家蘇頌誕辰一千年，他的故鄉同安，以及他終老的鎮江，都舉辦盛大活動慶祝。

蘇頌（1020-1101），字子容，出生於福建泉州同安縣葫蘆山（今屬廈門市同安區），因父親蘇紳葬於潤州丹陽（今江蘇鎮江市），而遷徙到潤州並終老於此。蘇頌在朝為官五十餘載，歷任五朝，最後官拜丞相，不僅為官清廉剛正，在本草醫藥、天文儀器、機械圖紙、星圖繪製等等都有開拓性的成就。《宋史·蘇頌傳》稱他「自書契以來，經史、九流、百家之說，至於圖緯、律呂、星官、算法、山經、本草，無所不通」。本文僅介紹其科學成就，不贅述其詩文、政治、傳家等方面功績。

二、科學成就 博洽古今

（一）圖文並茂的《本草圖經》

仁宗皇祐五年（1053），蘇頌被召入朝中，任館閣校勘，¹負責編校古籍。蘇頌在集賢院校理任上，與同時代的藥物學家掌禹錫、林億等編輯補註及校正了好幾部本草著作，在編纂《嘉祐補注神農本草》過程中，深感現有本草著作中的混亂和錯訛，且缺乏圖示，因此主動向朝廷建議蒐集各地本草繪製圖形，加以文字說明，使後人用藥有所依據。經三年編纂，於 1061 年完成圖文並茂的《本草圖經》21 卷。可惜此巨著在蘇頌身後亡佚，其內容只

* 長庚大學通識中心副教授，本會委員。

¹ 「館閣」為北宋分掌圖書經籍和編修國史等事務的昭文館、史館、集賢院三館和秘閣、龍圖閣等閣的總稱。

能散見於後代諸家本草，其中李時珍的《本草綱目》作了較多的保留和借鑑，但也未能窺其全貌。

(二) 水力天文鐘：水運儀象台

哲宗元祐元年（1086），蘇頌拜刑部尚書，遷吏部兼侍讀，²奉詔製作渾儀。這座水運儀象台是一座自動化的天文鐘，高約 12 米，寬 7 米，結構分成三層，渾儀、渾象、司辰，貫以一機，激水轉輪，不假人力。哲宗賜名「元祐渾天儀象」，《宋史·蘇頌傳》記述：

既又請別制渾儀，因命頌提舉。頌既邃於律曆，以吏部令史韓公廉曉算術，有巧思，奏用之。授以古法，為臺三層，上設渾儀，中設渾象，下設司辰，貫以一機，激水轉輪，不假人力。時至刻臨，則司辰出告。星辰躔度所次，占候則驗，不差晷刻，晝夜晦明，皆可推見，前此未有也。

靖康之難（1127）金兵將汴京洗劫一空，包含「元祐渾天儀象」等數項天文儀器被擄至燕京，沿途顛簸與緯度的變化，造成儀器使用問題，最終毀于蒙金戰亂。

(三)《新儀象法要》與「水運儀象台」復原

雖然「元祐渾天儀象」原件早已不復存在，所幸其說明書《新儀象法要》得以流傳後世。這部科技著作所繪製的天文儀器、星圖和機械傳動等六十幅圖，是世界保存至今的最早最完整的機械圖紙。許多裝置都是世界先驅：錨狀擒縱器是世界上最早的機械鍾表裝置；隨天體運動的遊儀窺管，是現代天文台的追蹤機械的雛型；水運儀象台觀測室活動屋板，是現代天文台圓頂的前身。

1994 年，台中自然科學博物館中國科學廳所展示的「水運儀象台」，是近代首次全功能、原尺寸，按圖索驥依據蘇頌《新儀象法要》成功復原製作。南台科大「古機械研究中心」也有 1/3 比

² 哲宗登基時僅 9 歲，由高太皇太后執政。元祐八年(1093)，高太皇太后去世，十月哲宗親政。

例的複製品。³2012 年，按原比例仿製的蘇頌水運儀象台，在廈門同安蘇頌公園落成。

(四) 假天儀

「假天儀」是近代天象儀的鼻祖，和渾儀不同，人可以進入內部仰頭觀看。南宋朱弁（1085-1144）描述：

大如人體，人居其中有如籌象，因星鑿竅，依竅知星，以備激輪旋轉之勢，中星昏曉應時皆見於竅中。星官、曆翁聚觀駭歎，蓋古未嘗有也。（《曲洧舊聞》卷八）

《新儀象法要》未見假天儀的描述。元代郭守敬(1231-1316)也有一台名為「玲瓏儀」的假天儀。⁴關於此儀，主要見郭守敬的部屬楊桓（1234-1299）的《玲瓏儀銘》：

萃於用者，玲瓏其儀，十萬餘目，經緯均布，與天同體，協規應矩，遍體虛明，中外宣露，元象森羅，莫計其數。宿離有次，去極有度。人由中闕，目即而喻。（《元文類》卷十七，欽定四庫全書）

三、承前啟後 繼往開來

(一) 本草典籍修訂

印刷術開展於晚唐及五代時期，到宋代更為蓬勃發展。宋太祖開寶六年（973），首席太醫劉翰等九人，在唐代《新修本草》的基礎上，同時又參考多部本草典籍，稱為《開寶新詳定本草》，隔年又修訂成《開寶重定本草》。本書是宋代第一部官修藥典本草，也是中國乃至世界上第一部刻版印刷的藥物學典籍，在中國中醫藥發展史上具有重要地位。太宗淳化三年（992）藥物處方《太平

³ 2017 年 3 月，筆者參加在南台科技大學承辦的第十一屆科學史研討會，有幸參訪「古機械研究中心」，由林聰益教授親自導覽，瞭解他們復刻製作的古天文儀器。

⁴ 北京古觀象台有一玲瓏儀仿製品，球面上鑿有許多小孔，筆者曾入內仰頭觀看。

聖惠方》100 卷刊印。⁵仁宗嘉祐二年（1057）下令成立校正醫書局，對當時尚存的唐代以前醫學典籍進行系統全面的考證與校勘，以雕版印刷而頒行全國。校正醫書局的首要任務是修訂《開寶重定本草》，於嘉祐五年（1060）完成，賜名《嘉祐補註神農本草》。

在編修《嘉祐本草》的過程中，為使後人用藥知所根據，便於醫家辨認和藥農採集，仁宗據校正醫書所奏請，於嘉祐三年（1058）詔令諸路州縣蒐集藥物，逐件畫圖，或差送樣本入京，以憑照證繪圖。在此基礎上，蘇頌於嘉祐六年（1061）整理編撰成《本草圖經》21卷。

嘉祐三年十月，校正醫書所奏：竊見唐顯慶中，詔修本草，當時修定注釋《本經》外，又取諸藥品，繪畫成圖，別撰圖經，辨別諸藥，最為詳備，後來失傳，罕有完本。欲望下應系產藥去處，令識別人，仔細詳認根、莖、苗、葉、花、實，形色大小，並蟲、魚、鳥、獸、玉石等，堪入藥用者，逐件畫圖，並一一開說，著花結實，採收時月，及所用功效；其番夷所產，即令詢問榷場市舶商客，亦依此供析，並取逐味一、二兩，或一、二枚封角，因入京人差送，當所投納，以憑照証畫成本草圖，並別撰圖經，與今本草經並行，使後人用藥，有所依據。（蘇頌《本草圖經》序）

該書繪製了大量的藥草圖形，並加以文字說明，與《嘉祐本草》相互補充，相得益彰，這一部承前啟後的著作，是中國史上第一部刻版藥物圖譜，為後來李時珍的《本草綱目》奠下堅實的基礎。

（二）北宋的渾儀與渾象

哲宗元祐元年冬十一月，蘇頌奉昭定奪新舊渾儀。他帶人考察了當時的渾儀，包括韓顯符所造的「至道銅候儀」和周琮等所

⁵ 本書為北宋以前中醫學集成著作，由王懷隱等奉敕編纂，歷時 14 年編成，宋太宗親自作序。

造「皇祐儀」還堪用，沈括所造「熙寧儀」則已無法使用。⁶至於渾象，張思訓（947-1017）於太平興國年間所造的「太平渾儀」，已經損壞，且不得其制法。他在《新儀象法要》〈進儀象狀〉寫道：

臣領先准元祐元年冬十一月詔旨定奪新舊渾儀，尋集日官及檢詳應前後論列干證文字，赴翰林天文院太史局兩處，對得新渾儀係至道皇祐中置造，並堪行用，舊渾儀係熙寧中所造，環器怯薄、水趺低墊、難以行使。...。渾天象，歷代罕傳，...國朝太平興國初，巴蜀人張思訓首創其式以獻，太宗皇帝召工造於禁中，踰年而成，詔置文明殿東鼓樓下，題曰太平渾儀，自思訓死，機繩斷壞，無復知其法制者。

《宋史·天文志·儀象》記載被金國擄走的五儀：

太平興國四年正月（979年），巴中人張思訓創作以獻。...。其制：起樓高丈餘，機隱於內，規天矩地。下設地輪、地足；又為橫輪、側輪、斜輪、定身關、中關、小關、天柱；七直神，左搖鈴，右扣鐘，中擊鼓，以定刻數，每一晝夜，周而復始。又以木為十二神，各直一時，至其時則自執辰牌，循環而出，隨刻數以定晝夜短長；...。開元遺法，⁷運轉以水，至冬中凝凍遲澀，遂為疏略，寒暑無准。今以水銀代之，則無差失。....按舊法，日月晝夜行度皆人所運行。新製成于自然，尤為精妙。以思訓為司天渾儀丞。

銅候儀，（至道元年冬十二月）司天冬官正韓顯符所造，其要本淳風及僧一行之遺法。顯符自著經十卷，上之書府。銅儀之制有九：...

熙寧七年七月，沈括上《渾儀》、《浮漏》、《景表》三議。....

⁶ 沈括雖然晚蘇頌 10 年出生，但是比蘇頌早了近 20 年改良天文儀器。1072 年，沈括任司天監，負責校正天文儀器與訂定新曆法，當時製作的熙寧渾儀，才十多年竟已不堪使用！

⁷ 係指唐玄宗開元 11 年（723 年）一行和梁令瓚改良張衡的渾天儀，增加報時裝置：利用齒輪帶動兩個木人，可以自動地每刻擊鼓、每辰敲鐘。稱為水運渾象。

元祐間蘇頌更作者，上置渾儀，中設渾象，旁設昏曉更籌，激水以運之。三器一機，吻合躔度，最為奇巧。宣和間(1119-1125)，又嘗更作之。而此五儀者悉歸於金。

上述第一段張思訓這台稱為太平渾儀的「水運渾象」，⁸文字與《新儀象法要》極為類似。此儀器對蘇頌水運儀象台的設計影響不可謂不大。

(三) 北宋星圖測繪

北宋曾進行七次的大規模恆星測量，分別在太宗太平興國年間(976-984)、真宗大中祥符3年(1010)、仁宗景祐年間(1034-1038)的《楊惟德星表》與皇祐年間(1049-1054)《周琮星表》、神宗元豐年間(1078-1085)，蘇頌完成測天儀器之後的哲宗紹聖2年(1095)及徽宗崇寧年間(1102-1106)。⁹

蘇頌渾象以及所繪數幅紙本星圖，是根據元豐的數據。現存於蘇州博物館的「蘇州石刻天文圖」，雖是南宋淳祐七年(1247)所刻，但所繪之星圖也是元豐年間的恆星測量結果，共刻恆星1431顆。¹⁰

(四) 朱熹倡建蘇頌祠

南宋紹興23~26年(1153-1156)，南宋大儒朱熹(1130-1200)任同安縣主簿兼領學事，於縣學倡建蘇頌祠，呈〈乞立蘇丞相祠堂狀〉；蘇公祠建成時，撰《蘇丞相祠記》：

趙郡蘇公，道德博聞，號稱賢相，立朝一節，始終不虧。
(朱子《晦庵集》卷二十)

熹少從先生長者¹¹遊，聞其道故相蘇公之為人，以為博洽古今，通知典故，偉然君子長者也。(朱子《晦庵集》卷七十七)

⁸ 以水銀運轉，解決了冬天水結冰影響儀器運作的問題

⁹ 潘鼎(1989)：《中國恆星觀測史》，學林出版社。

¹⁰ 歐洲直到14世紀文藝復興以前，觀測的星數不過1022顆。

¹¹ 係指朱熹的老師李侗(1093-1163)，學者稱延平先生，與朱熹之父朱松同師羅從彥。

《宋史·天文志》寫道：其後朱熹家有渾儀，頗考水運制度。朱熹不僅用渾儀觀測天象，也有不少關於天文的論述，¹²可能與他和蘇頌的淵源不無關係。

四、千年蘇頌 慶祝活動

(一) 出生地同安：蘇頌國際文化節

蘇頌的出生地，現今的廈門同安區自 1988 年舉辦「蘇頌水運儀象台誕生 900 週年紀念活動」之後，從 2012 年至今，每年舉辦「蘇頌國際文化節」。2020 年 12 月 10 日更盛大舉辦「紀念蘇頌誕辰 1000 週年暨第九屆蘇頌國際文化節」，以「千秋唯頌 五洲共光」為主題：借助蘇頌誕辰 1000 周年的契機，同安慶祝活動有以 1:1 複製還原的「假天儀」在同安科技館亮相、《北宋科學巨匠蘇頌》科教片發佈、《蘇頌全集》首發等。

科教片《北宋科學巨匠蘇頌》介紹蘇頌與水運儀象台，採訪多位研究蘇頌的專家，並實赴長春、¹³蘇州、廈門三地拍攝與採訪。全球首發的《蘇頌全集》，包含《蘇魏公文集》、《丞相魏公譚訓》、《新儀象法要》與《本草圖經》等四大部分。

(二) 終老家鄉鎮江：紀念蘇頌千年誕辰

千年誕辰當天，在鎮江有一場「紀念蘇頌千年誕辰、弘揚科
技創新精神」研討會，邀請數位學者從不同視角詮釋蘇頌創新精神、紫金山天文臺副台長吳雪峰以《從水運儀象台到天文大科學裝置—天文學發展的歷史和未來》作主題報告，慶祝活動為「蘇頌紀念堂」進行了揭牌儀式，中科院自然科學史研究所所長張柏春等學者贈送鎮江圖書館、鎮江地方誌館和蘇頌紀念堂贈送《水運時轉》、《蘇頌精神長青》、《新儀象法要》等書。下午由蘇頌研究領域相關專家學者、鎮江市歷史文化名城研究會、蘇頌研究會及鎮江蘇頌後裔進行座談交流會。

¹² 樂愛國：《朱熹：一位被遺忘的天文學家》，《東南學術》，2002 年第 6 期。

¹³ 拜訪長春師範大學蘇頌研究所所長管成學教授。

五、結語

蘇頌是如此的科技人物，筆者卻在看到活動報導，才後知後覺得知蘇頌千年誕辰，以及更多與其相關的研究及活動訊息。筆者過去在探討渾儀渾象時，曾對水運儀象台進行了一些瞭解，還特別到台中科博館重新複習了這台儀器。在研究星圖時，也看過蘇頌的星圖，對於其在本草方面的研究，則渾然不知。

真希望台中科博館能有持續相關的慶祝活動，藉由其復原的「水運儀象台」，帶領大眾認識這位科技巨星。有幸的是，筆者查到台中科博館在 2019 年的駐館藝術家謝常明，以水運儀象台做了科學繪圖的影片，但紙本尚未出版。

距離現今約一千年的北宋，是中國科技最發達的朝代。蘇頌的科學成就，在當時是世界首屈一指。在印刷術盛行下，科學繪圖也得以發展。蘇頌編纂本草及天文儀器文獻，圖文並茂，前者讓醫者得以辨識，後者讓後人得以復原製作。可惜科學繪圖的發展最後還是落後於西方，讓我們原本超前的成就，節節敗退。

十年後，2031 年，沈括也將屆千年誕辰，屆時鎮江¹⁴應該也有大型慶祝。我們是否應該開始規劃他的千年誕辰慶祝活動呢？

參考資料

1. 中國江蘇網：憶千年蘇頌，揚創新之風 鎮江舉辦紀念蘇頌千年誕辰活動，2020/12/11
2. 台中科博館：水運儀象台 X 謝常明_駐館藝術家 EP3：
<https://www.facebook.com/watch/?v=2296904393883712>
3. 陳雅玲（1996）：復原「水運儀象台」—圓一個李約瑟未完成的夢，《台灣光華雜誌》，1996 年 6 月。
4. 廈門日報：紀念蘇頌誕辰 1000 周年 蘇頌國際文化節隆重啟幕，2020/12/10
5. 蘇頌：《新儀象法要》，欽定四庫全書。

¹⁴ 元祐三年（1083），沈括移居到潤州(今江蘇鎮江)的「夢溪園」，和蘇頌一樣終老於鎮江。

張柏春主編：《中國傳統技術的新認知》叢書

編輯部



本系列叢書書影

本叢書為近年來中國科技史研究者在水運儀像臺、指南針、鄭和寶船等古代科技探討的最新研究成果，包含指南針模擬、鄭和下西洋航海技術、寶船仿真設計、擒縱機構復原設計等新成果，可幫助現代人對中國科技史的深入理解。本系列叢書由山東教育出版社發行。

本叢書包含以下四冊：

黃興：《指南新證——中國古代指南針技術實證研究》。ISBN: 9787570109661

林聰益：《水運時轉——中國古代擒縱調速器之系統化復原設計》。ISBN: 9783330820999

蔡薇、席龍飛、李鍊：《跨洋利器——鄭和寶船的技術剖析》。ISBN: 9787570109685

陳曉珊：《長風破浪——鄭和下西洋航海技術研究》 ISBN: 9787570110001

第十二屆科學史研討會紀實

編輯部

第十二屆科學史研討會由國際科學史與科學哲學聯合會科學史組中華民國委員會與清華大學歷史研所主辦、中央研究院與清華大學人社中心協辦，於3月26（五）至27日（六）假清華大學人社院A302會議室舉辦。本次研討會題目為「跨文化歷史中的科學技術與醫療」。大會在清華大學研發長曾繁根特聘教授與人社中心主任黃一農院士對本研討會肯定與支持的致詞中揭開序幕，全體大合照之後正式開始論文的發表。



大會實體參加者開幕大合照，前排左二為清大研發長曾繁根教授，左三為人社中心主任黃一農院士

限於防疫措施，域外人士無法入境，會議採實體與遠距同步進行。本次會議除有數十位臺灣學者加之外，許多國際學者也透過視訊發表論文參與討論。第一天早上的論文發表涉及數學史與中西交流下的現代科學，第一場的數學史由琅元教授開場，論文主題為「Mathematical treaties from Dunhuang」，以敦煌佛院發現

的數學文獻為題，進行嚴謹分析與討論其中的數學問題。在琅元教授之後，英家銘教授的「大眾數學知識的意外載體－日本寺社中的算額」從日本神社與佛寺中的算額著手，探討其中的數學文化價值。之後鄧崇林先生也報告他對古代指南車的想法。



琅元教授闡述敦煌佛院中的數學問題

上午第二場是中西交流下的現代科學，邱韻如教授以鄭復光《鏡鏡詫癡》為焦點，討論中國近代幾何光學的理論建構，而張林老師則討論民國時期「科學中國化」思潮及其影響。上午的論文發表不僅獲得場內觀眾的掌聲，也引起與會人員的熱情發問。用過午膳後，特別邀請台灣師範大學退休教授洪萬生發表演講，洪教授以「從圭竇形談起：《測量全義》初探」為題，聚焦於《測量全義》出現的「圭竇形」，探討東西數學交流與演變的歷史。第一天下午的論文領域包括博物學史與天文史。博物學史的部分由張澔教授的「金石識別與其底本－從化學開始」開場，對於晚清出現的《金石識別》，張澔教授做了新的考證，指出該底本並非 1857 年美國康乃狄克州出版的版本，而是 1867 年英國倫敦 Trueber 出版社出版。接著賴伯琦教授從生物物種概念分析中西文化思想中的自然觀。第三位發表者陳德勤老師則讓大家看到中文古籍中許多有趣的鰐腳類動物圖像。天文史的場次，由歐陽亮老師首先分享鄭和航海圖之傘型導航星官「華蓋」，接著姜照中博士

生的「Gold Stake Impaling the Heaven–Turkic North Pole Star Terminology Influencing Chinese Astronomy」則透過突厥文文獻與中文文獻，探討突厥的星象學如何影響中國的天文學。最後，由來自法國國家科學研究中心（CNRS）的 D.P.Morgan（墨子涵）教授從巴黎與現場連線，透過視訊發表「Cultural Drift and Cultural Contact in Astronomy within a Divided China, 317–618 CE」的研究成果。墨子涵教授討論張子信（?–577）於南北朝時期的星象學研究，並分析戰亂中的中國地區傳統如何藉由軍事征服相互結合，進而影響後世的科學研究。經過一整天的研討會，與會人員移駕至水漾餐廳享用晚宴，在激烈討論中結束第一天的活動。



墨子涵教授視訊發表中國天文學史的論文

第二天早上的論文側重於科學文獻分析以及疫病與保健，第一場的科學文獻分析由韓學宏教授的「由動物學角度探索《山海經》的動物」打頭陣。《山海經》記載了許多奇異的動物與動物行為，韓學宏教授認為這是《山海經》的編著者缺乏現代動物學相關知識，導致觀察與傳述過程中出現錯誤解讀與聯想，因此透過現代動物學的角度重新解讀《山海經》提及的奇怪動物。接著劉

韋廷博士以元明《仙傳外科秘方》為例，深入討論道教醫療知識。最後郭幼為老師則從出土醫藥文獻討論秦漢時代的本草學。在第二場疫病與保健的部分，林秀玉教授討論細菌與益生菌概念在臺灣的發展。第二位劉昭民教授的「自古以來的冷期氣候和瘟疫大流行之關係」分析中國自古以來文獻記載的流行瘟疫，得出瘟疫爆發都與冷期氣候有密切關係，且爆發時間多發生於冬季天氣寒冷之時。第三位王微老師則討論中國中古時代的抗疫良方。

午餐之後接著是第二天下午的論文，著重近代醫學體系、農業與手工業。在近代醫學場次，儘管發表人不在現場，何邦立醫師藉由電話發表「論林可勝的研究精神態度與影響」一文，丁澤麗教授以視訊深入淺出地講述「近代中國紅十字會婦幼衛生事業的變遷特點」，最後龐境怡教授也分享了有趣內容：「近代中國的新藥傳播與治療市場－以「606」上市後的性要廣告為視角」。藉由民國初年報刊雜誌上的廣告，龐境怡教授分析德國製梅毒特效藥砷製劑 606 如何進入中國社會，並比較本土生產的「口服 606」，得出西醫西藥在中國的普及與推廣已經由單純的「技」趨向背後深層的醫學觀念。最後一場是農業與手工業。「世界進化中的蠶桑絲織－發明、傳播與在地化」由毛傳慧教授發表，除了肯定中國對於家蠶 (*Bombyx mori*) 飼化的貢獻，毛傳慧教授比較中國與歐洲法國的蠶桑業，指出蠶桑業在世界化的過程中受到地方文化的影響，如中國利用河水「浴種」，而法國則是使用紅酒「浴種」。接下來，張凱清同學發表「美濃客家與記憶所繫之處——烤菸技術史的媒介研究」一文。最後李招瑩教授分享與藝術史相關的論文：「以《御制耕織圖》為主題的中國風茶盤貝爾丹的珍奇室對當時陶瓷風格的影響所提供的模型」。當論文發表結束，與會者的熱情卻仍未澆熄，綜合座談中發言與交談此起彼落。最後在毛傳慧教授的宣布下，本次研討會於 3 月 27 日晚上 6 點準時結束。兩天的學術研討會完滿落幕。



毛傳慧教授分析比較中國與法國的「浴蠶」方法

儘管受到疫情影響，許多與會者無法前來現場，但透過科技的幫助，反而促使更多人於線上參加研討會。本次研討會主題多元，涵蓋面向廣泛，涉及數學、中西科學交流、博物學、天文、農業等。在為期兩天的會議中，學者們熱烈交流彼此心得，期許下一屆科學史研討會再次發表新的研究成果。

附錄：議程

清華大學人文社會學院 3 月 26 日 (星期五)	
08:00-09:00	報到
09:00-09:10	開幕與大合影
【1-1 場】 數學史與數學應用	主持人：張澔
09:10-10:40	Alexei Volkov (琅元) : Mathematical treatises from Dunhuang 英家銘：大眾數學知識的意外載體—日本寺社中的算額 鄧崇林：中華古科技之指南車的跨領域研究
【1-2 場】 中西交流下的現代科學	主持人：陳德勤
10:40-12:10	邱韻如：幾何光學的學習與理論創建 —以鄭復光《鏡鏡詒癡》為例 張林：民國時期「科學中國化」思潮及其影響
12:10-13:00	午餐
【大會演講】	
13:00-14:00	洪萬生：從圭竇形談起：《測量全義》初探
【1-3 場】 博物學史	主持人：傅大為
14:00-15:30	張澔：金石識別與其底本—從化學開始 賴伯琦：中西文化思想中自然觀之辨析 —以生物的物種概念為例 陳德勤：中文古籍鰐腳類動物圖像探究
15:30-16:00	茶敘
【1-4 場】 天文史	主持人：王憲群
16:30-18:00	歐陽亮：鄭和航海圖之傘型導航星官「華蓋」 Jiang Zhaozhong (姜照中) : Gold Stake Impaling the Heaven—Turkic North Pole Star Terminology Influencing Chinese Astronomy D. P. Morgan (墨子涵) : Cultural Drift and Cultural Contact in Astronomy within a Divided China, 317–618 CE
18:00-19:30	晚宴

清華大學人文社會學院 3月27日（星期六）	
09:00-09:30	報到
	【2-1 場】科學文獻分析 主持人：張哲嘉
09:30-11:00	韓學宏：由動物學角度探索《山海經》的動物 劉韋廷：道教醫療知識探究 ——以元明《仙傳外科秘方》為例 郭幼為：出土醫藥文獻所見植物藥的歷史文化因素蠡測
11:00-11:15	茶敘
	【2-2 場】疫病與保健 主持人：毛傳慧
11:15-12:45	林秀玉：細菌與益生菌概念「行腳」到臺灣在地 劉昭民：自古以來的冷期氣候和瘟疫大流行之關係 王微、郭幼為：屢值疫癟 當得藥物 ——中古時期戰「疫」的良藥佳方
12:45-14:30	午餐（一般參加者） 科技史委員會議
	【2-3 場】近代醫學體系 主持人：郭文華
14:30-16:00	何邦立：論林可勝的研究精神態度與影響 丁澤麗：近代中國紅十字會婦幼衛生事業的變遷特點 龐境怡：近代中國的新藥傳播與治療市場 ——以「606」上市前後的性藥廣告為視角
	【2-4 場】農業與手工業 主持人：林聰益
16:00-17:30	毛傳慧：世界進化中的蠶桑絲織—發明、傳播與在地化 張凱清：美濃客家與記憶所繫之處 ——烤菸技術史的媒介研究 李招瑩：以《御制耕織圖》為主題的中國風茶盤 ——貝爾丹的珍奇室對當時陶瓷風格的影響所提供模型
17:30-18:00	閉幕及綜合座談
18:00-19:30	晚宴

國立清華大學「通識人物」系列講座

編輯部

國立清華大學自 2020 年春季起，推出一系列「通識人物」科普演講，向大學生與社會大眾介紹歷史上知名跨域典範學者，同時亦可達到推廣科技史研究的目的。上半年首先推出「通識人物 - 達文西」系列講座活動共 6 場（下文第 1-6 場），從藝術、科技、生物、宗教等領域深入探討達文西，多面向地剖析這位文藝復興巨擘及其成就，廣受清華師生與社會人士的好評。下半年繼續推出「通識人物 - 沈括」系列講座活動共 7 場（下文第 7-13 場），講題包含天文物理、數學、曆法、水利工程、古生物學、醫學、書畫等領域，介紹沈括這位宋帝國全才學者，與他被英國科學史家李約瑟盛讚為「中國科學史上的座標」的著作 -《夢溪筆談》。^{*}

1. 達文西與其所處的時代（2020.03.12）



* 感謝國立清華大學通識教育中心提供講座資料，更多資訊請參閱
<http://cge.nthu.edu.tw/activityreview-2/>

首場由本會主委，清華大學歷史所所長毛傳慧教授分享「達文西與其所處的時代」。正如毛老師開場時所言，大部分人都知道達文西是著名畫作〈蒙娜麗莎〉、〈最後的晚餐〉的作者，但對於達文西的成長背景及其所處的時代卻相當陌生。西元 1452 年，達文西出生於義大利佛羅倫斯省托斯卡納鎮，後來在義大利羅馬、波隆那、威尼斯及米蘭工作，生命的最後三年則在法國度過。達文西的畫作熱情活潑，畫風多彩多姿，畫作中的人物的筆法圓潤，看不到尖銳的線條。達文西與文藝復興時期三傑之一的米開朗基羅是強烈的競爭對手，其畫作風格與待人處事也截然不同，由其著名畫作〈最後的晚餐〉可看出當時宗教對於國王、貴族、教會及社會的影響極大。達文西生前留下大批的素描手稿及紀錄，有成名作品，也有很多未完成的作品。講者透過分享達文西的一生，從出生成長背景、畫作風格、人員遷徙等說明當時整個社會現象與其所處的時代。

2. 達文西與人體解剖學（2020.03.19）



第二場由中研院史語所退休研究員王道還老師分享「達文西與人體解剖學」。王老師講述達文西年幼時在鄉下祖母家生活，十多歲時才到佛羅倫斯，其藝術觀點係由大自然而起、並向大自然學習。談到達文西，勢必就要回顧西方文藝復興時代。1543 年，是科學史重要的一年，堪稱重要里程碑，重要著作《人體的構造

與機能》、《人體解剖學》相繼問世，16世紀可稱是解剖學的輝煌年代，藝術與科學上有了極為重大的突破，從人體解剖學可觀察到古希臘與羅馬的藝術遺產。達文西是文藝復興時代藝術典範，自13-14歲時就進入很有名的畫室當學徒，學習雕塑、繪畫及建築等。講者透過人體解剖學觀察達文西，說明畫家不僅僅是解剖學的繪圖師，畫家就是解剖學家。達文西與人體解剖有密切的關係，從事人體解剖學研究。從達文西的大量手稿、解剖圖、文字記錄及未完成的作品，可解讀為達文西缺乏紀律，有藝術家氣質，注意力不集中等特點。達文西是罕見的天才，但其完成的作品極少，被稱為達文西之謎。

3. 達文西與數學（2020.03.31）



第三場由清華大學數學系教授陳國璋老師分享「達文西與數學」。陳老師對達文西的多項畫作研究歸納出達文西與數學之間的聯繫，達文西精通透視法，與數學家盧卡·帕喬利的友誼深厚，達文西對比例與幾何問題的熱忱，對當代流行知識有推波助瀾的作用。講者分析達文西〈三王朝拜〉草圖，顯示達文西在數學化的架構下進行藝術創作。〈最後的晚餐〉也是透視法的經典範例。達文西著迷於關於形狀轉換的幾何問題，包括古希臘三大幾何問題中的方圓問題：利用尺、規，求作一個正方形，使其面積和給

定的圓面積相等，他的筆記留下許多等面積形狀轉換的嘗試。他在 1505 年宣布要寫關於這個問題的書：《幾何學遊戲》，最後僅留下筆記。許多文獻未明確紀錄達文西是否刻意使用黃金比例，但流行知識中描述了達文西作品中隱藏著許多黃金比例的實例。在達文西筆記的最後一頁，他仍執著於研究保持面積不變的幾何問題。

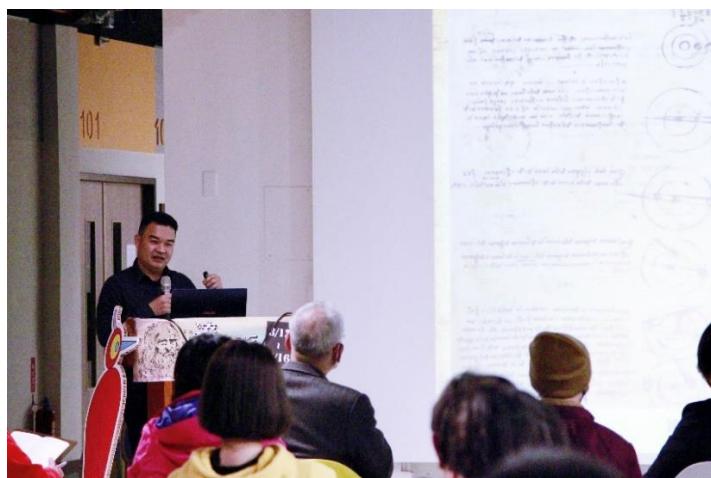
4. 達文西創作中的藝術、科技與科學（2020.04.07）



第四場由清華大學藝術中心主任邱誌勇老師分享「達文西創作中的藝術、科技與科學」。邱老師引述德國哲學家康德、美學家謝林、黑格爾等人對於藝術與科學的之間的見解，說明藝術、科技與科學之間的關聯性。達文西曾稱繪畫是一種科學，而他在科學與藝術上的成就，也印證了藝術、科技與科學之間有密切的關係。講者以達文西的畫作分析其畫風，從科學的角度觀看，分為六種空間透視的立體技法：線性秀視法、空氣遠近法、明暗塑造法、比例後縮法、重疊法、前縮法等。達文西的畫作也呈現出文藝復興時代的四種繪畫技法：換色法、明暗對照法、暈塗法和統合法。從達文西的各項畫作中觀察出達文西喜歡從實驗歸納，而不是從理論原則演繹，而且喜歡以素描方式記錄對人體的研究，達文西是人類文明史上的全人，其超人之處不僅在藝術與雕刻上，

同時在建築、工程、科技、植物學、地理學、解剖學等各領域都有劃時代的貢獻。

5. 那些達文西未解的謎（2020.04.14）



第五場由清華大學材料系副教授陳柏宇老師分享「那些達文西未解的謎－談材料科學工程與仿生」。陳老師先由達文西的幾幅畫作及一些作品草圖，引領聽眾初步了解達文西在各領域的研究和貢獻，並且由此延伸出「跨領域」的想法，並引用瓦勒里的佳句，好奇與熱忱是美好事物的起源，而領域是人們定義出來的界線，所以能限制自己學習的只有自己。從達文西鳥類觀察的草圖中，對於重力、作用力與反作用力等力學的不同看法，藉由對於鳥類的觀察，達文西預言了兩百多年後的白努力定律。從材料科學工程看達文西的作品，基本的滑輪、槓桿操作到模擬鳥類飛行的撲飛器，降落傘等，想法雖然有些夢幻，但也不見得不能達成，因此講者將這些內容總結為達文西未完成的飛行夢。講者除了從材料科學角度分析達文西的作品，也介紹材料的演進及材料選擇的重要性。陳老師的研究顯示一隻四公克的蜂鳥和十一公斤的老鷹的羽毛微結構相似，另以啄木鳥為例，探討啄木鳥在啄樹時如何達到抗衝擊的效果，除了舌骨退化，包覆頭骨的骨頭結構、多段不同的微結構是非常值得作為仿生材料研究的參考。

6. 從神秘瞥見永恆 (2020.04.16)



第六場由清華大學物理系教授王道維老師分享「從神秘瞥見永恆—談達文西的宗教繪畫」。王老師透過達文西作品〈聖母子與聖安妮〉、〈救世主〉為例，引領聽眾欣賞達文西獨特的繪畫風格，了解達文西的創作背景及當時宗教對社會及藝術的影響。儘管達文西在科學、工程、解剖等領域皆有傑出的貢獻，但真正使他名留青史的卻是他的藝術作品。達文西繪畫能力出名，來自各地的訂單邀約不斷，然而真正留下的作品卻只有二十餘幅，扣除完成度不高的作品，僅十幾幅作品，其中有一半以上與宗教相關。14 世紀到 17 世紀的文藝復興、宗教改革、科學革命分別代表了藝術、信仰及科學的創新，平民人性的藝術表現開始普及，達成了自我、自然與上帝間難得的平衡。講者解說達文西的傑作〈聖母子與聖安妮〉表現出兒時的耶穌與瑪莉亞及其母親安妮親暱溫馨的互動，使用三角構圖使畫面更平穩，多處可以看到黃金比例的構圖。〈救世主〉是目前唯一一張由私人收藏的達文西畫作。在鑑定的過程中因為發現了修改的痕跡，大大提升畫作是真跡的可信度。圖中的救世主是基督，是神之子也是人。臉的輪廓與五官描繪得很模糊，顯示了這幅畫的不凡。

7. 從文藝復興到新視野（2020.12.03）



第七場是下半年沈括系列的開始，由陽明交通大學榮譽教授傅大為老師分享「從文藝復興到新視野—《夢溪筆談》與中國北宋的科技與人文」。傅老師認為宋代為中國中世紀後期的文藝復興，相較於唐代經由門閥士族模式培育出來的貴族階層，宋代透過科舉考試而選拔出來的新士人階級，是一批愛好古代知識與技術的知識分子。沈括的《夢溪筆談》是這個時代的產物，涵蓋範圍豐富。現代對於《夢溪筆談》的研究，共有三個階段變化。第一階段的核心在於鉤沉出《夢溪筆談》中足以和西方科學相應的古代科學紀錄；第二階段為在科學史的脈絡中，透過分析《夢溪筆談》中的科學紀錄、算術方法，去理解古代人解決某些科學問題的方式與思考邏輯；第三階段的研究，部份受到了孔恩的影響，將《夢溪筆談》全書視為一個完整的知識體系，不止是「科學」的思考而已，透過全本式的閱讀，思考、學習其對於知識分類的方式與使用的語言，進而對《筆談》有更深的理解。

8. 氣候變遷的調適策略（2020.12.08）

第八場由臺灣大學土木工程學系教授李鴻源老師分享「氣候變遷的調適策略—人與環境的平衡」，李老師以全球變遷所帶來的諸多挑戰為核心，從沈括所處之宋代談起，橫跨至現代，並由近

年來之全球氣候暖化現象、水資源循環的問題切入，帶領我們一起探究，面對近一世紀以來的全球環境、氣候等劇烈變化，身處於台灣土地上的人們，其與國家、政府如何在世界政治、經濟、國土規劃的角度進行思考與面對。



9. 夢溪話穹蒼（2020.12.10）

第九場由清華大學天文研究教授江國興老師分享「夢溪話穹蒼」。江老師談到天文學在古代相當重要，不但指示農業活動的時機，也是古代指引方向的工具。曆法在古代也象徵權力，每當改朝換代之時，新的皇帝會下令修改曆法，展現萬人之上的至高權力。此外，古代中國相信，上天會藉由天文異象指示皇帝該做什麼事，因此司天監成了皇帝與上天溝通的橋樑，沈括一項著名的成就是創立《奉元曆》。此外沈括也提出了《十二氣曆》，基本上跟我們現在使用的陽曆是相同的。沈括在《夢溪筆談》卷八描述了他如何增進曆法的準確性。在此以前，古代曆法只是單純參考前人並進行計算以改進。沈括提出如果要實際增進曆法準確性，必須要輔以天文觀測！沈括累積了三年的數據並進行整理和計算，才修訂了新的曆法。綜觀沈括此人，雖然在政治上有所爭議，

但作為一位科學家，他對工作的熱情、執著，擁有科學精神，以及知人善任仍然是我們可以學習的對象。



10.是誰在夢溪與你筆談？（2020.12.15）



第十場由臺灣大學歷史系教授張嘉鳳老師分享「是誰在夢溪與你筆談？」張老師由沈括所處的時代、個人經歷、著作的特色與目的等多面向來認識歷史上的沈括，並從宋代醫療文化的特色觀察沈括的《夢溪筆談》與《良方》。《夢溪筆談》是屬於筆記型式的文本，是文人匯集經驗與見聞的成果，展現他們的學識、博

學強記與談論的能力，也是彼此之間傳遞訊息的平台。《良方》讓人印象深刻的主要是本草知識，沈括介紹許多藥品，進行考證，說明採摘、炮製、使用時機與功效，以及各地出產藥物的品質等，並參考其他的相關著作，也曾提到自己與親友的使用經驗，證明療效。此外，《良方》中也記載士大夫交換藥方的情況，與他的親友的醫病經驗。藉由沈括的著作，並且將之還原到當代的歷史脈絡時，我們看到的沈括是一位非常典型的士大夫，既是科學的高材生，更是文武通才，也留下重要的醫療文化紀錄。

11. 算術不患多學（2020.12.17）



第十一場由清華大學歷史所副教授英家銘老師分享「算術不患多學—沈括的數學漫遊及其影響」，英老師首先介紹《夢溪筆談》中的幾個基本數學條目，再介紹有趣的「隙積術」。這個方法本質上是高階等差級數，可用於解決物品堆疊數量的問題，英老師提到沈括使用中國古代計算體積的方法來計算物體堆疊，是一種轉換思考的方式。數學很重視講真實世界的問題轉換成抽象的數學模型去解決，沈括某種程度也做到了這件事。最後英老師分享的沈括的數學學習哲學，就是學習算術不怕多，重點是要靈活運用，化繁為簡。

12.古生物發現大異彩（2020.12.22）



第十二場由清華大學生命科學系教授李家維老師分享「古生物發現大異彩—由沈括談起」，李老師講到，生在 1031 年的沈括，其《夢溪筆談》基本反應北宋的科學水平，他被譽為中國科學史中最卓越的人物，他曾根據太行山的螺蚌化石、地層沉積推定斷層形成原因，此乃文明史上第一次從化石角度，做出關於海陸變遷的推論，他甚至能根據竹筍化石，推測出該地劇烈的氣候變遷，他最終被冠上古生物學家的稱號。本次講座李老師透過器物與圖樣談及人類對世界的想像，進而擴及貴州、非洲，乃至於北極古生物考古的經驗分享，在在傳達探索知識都是透過數輩、數代逐步累積傳承，並不懈思索新可能，才能對未知踏出微小的步伐，也是全方位才能的沈括之眼，對通識教育的啟發。

13.沈括和藝術的理性時代（2020.12.24）

本年度最終場，由前任國立故宮博物院器物處處長蔡玫芬研究員分享「沈括和藝術的理性時代」，蔡老師以沈括與藝術相關的論述為中心，述說其在太常寺、禮部任職而提出禮器的形制討論、在陝西任官而有石油製墨的創發，以及其藝術品的收藏與理論。本次演講主要談論藝術史上與沈括相關的三件主題：石油製墨、對古代禮器的考訂、對繪畫的體悟。演講中並以今日傳世的文物作延伸說明。



綜觀整年度 13 場演講，講者群以東西方兩位全才型的人物出發，向大學師生與社會大眾介紹人類文明發展的脈絡與科學史的有趣之處，對於推廣通識教育與科學史研究相信會有許多正面的影響。未來本會也將繼續協助清華大學舉辦類似的科學史系列講座，以提升科學史的研究風氣。

古物揭密—文物科學鑑識在故宮

時間：2021 年 8 月 1 日至 10 月 16 日

地點：國立臺灣科學教育館三樓西側特展區
臺北市士林區士商路 189 號

近年來國立故宮博物院因應文物保存修復、展覽、工藝史研究、出版及文物徵集之需要，文物科學鑑識分析與研究扮演了不可或缺的角色，也協助了解決與釐清相關問題，如龍藏經、西清續鑑鏡匣的保存與工藝技術；象牙球、轉心瓶、青銅器等內部結構與製作工藝；玉石寶石的鑑識；陶瓷、顏料與染料的研究分析等。

為使各年齡層社會大眾對文物科學鑑識有所認識，本次展覽以「利用科技為古物揭密」為主軸，以深入淺出的方式，結合牆面輸出、動畫影片、互動式多媒體等形式，呈現本院近來文物科學鑑識成果，推廣老少咸宜的文物與現代科技交會的科普知識。

本展覽藉由故宮元老毛公鼎—毛爺爺，以及大偵探阿幅的導引，進入古物揭密的秘殿：「探究齋」、「實驗閣」與「解密樓」，透過多元的展示方式，帶領民眾經歷一場生動有趣的教育探索之旅，達到寓教於樂的效果；希望吸引親子、學生及一般社會大眾發現故宮文物不易窺探的一面，讓觀眾在文物科學鑑識相關知識之外，也能從不同的角度發現古文物的身世傳奇與多面向內涵。



109 年學術演講紀要

科學文化權威的黎明：《天演論》與甲午戰後的保教之辯

主講：中研院近史所雷祥麟研究員

時間：2020 年 10 月 17 日（六）15:00-16:00

地點：國立清華大學人文社會學院 A302 教室

紀錄：國立清華大學歷史所碩士生王紫蓉

雷祥麟老師首先簡短介紹此次題目的發想由來，源自協助籌辦「五四運動 100 週年」紀念活動的延伸。由於學界長久以來將嚴復翻譯的《天演論》歸類為「社會達爾文主義」的著作，而非一部「科學」著作，故雷教授提出是否可以想像《天演論》為一部「科學」著作並重新審視它在「科學史」上的意義。雷教授就此問題查閱達爾文、嚴復、康有為等人的相關著述，指出他們都未使用「社會達爾文主義」一詞，何以《天演論》被冠以「社會達爾文主義」的標籤？他推測多數研究者可能受到美國的歷史學者 Richard Hofstadter 的影響所致。其次，嚴復更創立「西學格致」的詞彙試圖翻譯「西方科學」的概念，雷教授進一步援引沈國威教授在《嚴復與科學》內的論點，舉出《天演論》反覆出現「格物」與「格致」等辭彙，可以證明該著述含括「西方科學」的內涵。雷教授接著談及嚴復與張之洞兩人各別提出的「西學格致」和「西藝」的聲明，顯示兩人都高度肯定西方科學，但在「保教」、「倫理關係」等議題上意見分歧，以至於提出截然不同的意見。最後雷教授總結嚴復的「天」演是朱熹的「天」，而嚴復對西學的態度應該與利瑪竇的角度相似，為嚴復的想法提出新的見解。

重建西夏文文獻中的的科學史

主講：清華大學歷史所吳國聖助理教授

時間：2020 年 10 月 17 日（六）16:00-17:00

地點：國立清華大學人文社會學院 A302 教室

紀錄：國立清華大學歷史所碩士生王紫蓉

吳國聖老師以自身投入西夏文文獻的考察的經驗，為大家介紹西夏文研究的現況。他指出中國出土的西夏文史料中，有不少雕版印刷的書目，由於受限於當地的氣候，西夏人雕板用的木頭應該仰賴貿易進口；此外，西夏文的文字雖為仿照漢字創製而成，但西夏文筆畫偏多且比漢字繁雜。其中較為驚豔的是西夏文史料內竟保留活字印刷的版子，吳教授進一步說明這些活字的周圍有印染現象以及邊框的痕跡，足以證明為活字印刷的版子。此外，西夏文史料內有不少可作為科學史或醫學史研究的題材，例如榆林窟的壁畫，或是《天盛律令》裡面收錄豐富的藥材清單，其中有運用濕紙綑綁大黃並置入灰中悶烤，藉以治療婦科血瘕的藥方，而此藥方也出現在元代朱丹溪的著述中。最後吳教授勉勵對此領域有興趣的後進，盡可能直接閱讀西夏文原文，較能避免落入過往的相關研究中存在的誤讀現象。

The History of Science Newsletter VOL.44 (2020.12)

Contents

Foreword	MAU Chuan-hui.....I
Articles	
The development of the formula of the arc length in the Seki School: The innovation of methods and the evolution of epistemology	HUANG Jyun-wei.....1
Dependent Origination of the Qing Dynasty's Manchu Star Names: A Study Based on the Emperor Gaozong's han i araha sunja hacin i hergen kamciha manju gisun i buleku bithe.....	JIANG Zhaozhong and WANG Lei.....29
The introduction of the silkworm's pébrine disease into late Qing China and its spread: Reflection on the Chinese "Seclusion policy" and the difficulties and dangers it caused.....	MAU Chuan-hui...53
Research Notes	
Hunting tools in Bu Xiao Sheng's novels.....	ZHANG Zhijie.....89
Celebrating a thousand years of Su Song's birth.....	CHIU,Yun-Ju.....93
Works on the History of Science	101
Conferences and Activities	
The 12th Conference on the History of Science.....	103
"Great Figures of General Education" talk series.....	111
Antiquities revealed: Scientific scrutiny of cultural relics in National Palace Museum.....	123
Committee Activities	125
Contents	127

本刊稿約

一、 緒論

- (一) 本刊為國際科學史與科學哲學委員會科學史組中華民國委員會（簡稱：中央研究院科學史委員會）所屬刊物。其宗旨為提升科學史研究，推廣科學教育和促進科學普及。
- (二) 本刊國際標準期刊號（International Standard Serial Number，簡稱 ISSN）：2227-1063。
- (三) 編輯委員會：本會主任委員邀請，曾任本會主委或教授以上之本會委員出任，任期與主委相同。委員會負責協商本刊之發展方向，並執掌監督學術審查制度。
- (四) 編輯部：聯繫編輯出版事務與官方網站之經營。

二、 投稿須知

- (一) 本刊公開徵求以下稿件，來稿類別與欄目如下：

- 1. 學術專論：以刊登兩萬字以內，與各類科學技術及科技相關發展史的論文為主。來稿先經編輯部形式初審後，製成初審報告，送交編輯委員會討論。編輯委員會檢視稿件及初審報告，決定是否進行審查。如決定送交審查，則由編輯委員會推薦審查人，進行雙匿名審查。審查後，如獲採用，作者須按照編輯委員會意見修改，通過後即予以刊登，並致贈當期通訊三冊。獲本刊採用後，會收錄於相關資料庫中。
- 2. 學術劄記：五千字之初登稿，由編輯委員會進行審查，
- 3. 學界動態：報導海內外科學史界的新聞。報導實際參與學術會議的見聞與評論，主要關注即將召開的學術會議，歡迎各籌備單位主動提供會議訊息。
- 4. 出版消息：包含新出版之學術新書核心出碩博士論文摘要。凡欲刊登新書介紹者，請寄該書一冊至本刊編輯部，以提供編輯採訪必要資料刊登。

- (二) 投稿學術專論、學術劄記和研究史請附中、英論文題目、摘要（500字以內）、關鍵詞（五個）和作者姓名、服務單位及職稱。其他欄目則請附中、英論文題目和作者姓名、服務單位及職稱。並請提供聯繫方式。
- (三) 來稿電子檔請以 Microsoft Word 檔投遞，橫向排列，且須附列完整之參考書目並註明頁碼。
- (四) 一稿多投，曾於網路發表之文章與學位論文，本刊不予接受。於研討會宣讀之論文，如該會議有出版論文集及出版計畫，亦不予接受。

- (五) 文責需由作者自負。

三、 編輯部權利：編輯部得就來稿酌修體例、格式及圖板，並要求作者提供圖像來源及授權。

四、 作者權利

- (一) 無稿酬，致贈獲刊載之作者當期刊行本三冊。
- (二) 作者擁有來稿之著作人格權，並同意轉讓本刊著作財產權。

五、 文章授權

- (一) 同意授權本刊出版、再刷、翻譯、轉載。
- (二) 同意本刊數位化來稿，並轉授權其他合作資料庫。

六、 編輯聯絡方式

30013 新竹市光復路二段 101 號 國立清華大學人文社會學院歷史研究所毛傳慧教授收。

電子郵件請逕寄：chmau@mx.nthu.edu.tw

THE HISTORY OF SCIENCE NEWSLETTER

2020.12

VOL.44



IUHPS/DHS, COMMITTEE FOR HISTORY OF SCIENCE OF THE ACADEMIA SINICA, TAIPEI