

《幾何原本》在不同文明之翻譯及命運初探^{*}

陳方正

香港中文大學中國文化研究所

徐光啟與利瑪竇在 1607 年合作翻譯《幾何原本》前六卷，這是中西文化交流史上的里程碑，也是西方科學傳入中國的開端。此事至今恰逢四百周年，自是值得隆重慶祝。但此譯本在當時以及其後三百年間對中國究竟曾經發生何等作用，其意義究竟何在，則頗費思考。本文將略述《幾何原本》在西方科學傳統中之地位，然後對此經典在古羅馬、明清中國、中古伊斯蘭、中古歐洲，以及近代歐洲等五個不同文明中之翻譯過程與迥然相異命運作初步探討，並試圖窺探其不同經歷背後之原因。

《幾何原本》在古希臘科學之地位

《幾何原本》(*Elements*) 赫赫有名，但亦頗受誤解，所以進入正題之前需要先將它的性質、歷史與地位作一簡述。《原本》是歐幾理德 (Euclid) 在公元前 300 年左右編成，共十三卷。歐幾理德本人事蹟無考，我們只可大體推測《原本》是他從雅典帶到埃及亞歷山大城 (Alexandria)，並且間接傳授予「學宮」(Museum) 第一代學者的。當時亞歷山大大帝 (Alexander the Great) 在東征歸途中猝逝 (前 322) 未久，他所建立的龐大帝國為將領分裂成三部份，佔領埃及立國的是最有才能和遠見的托勒密 (Ptolemaios)。他定都亞歷山大城，起用多位希臘學者在王宮內建立學術研究中心與大型圖書館，廣招天下知名學者並多方蒐購圖書，是為「學宮」。這是個奇特的體制：它在地位上是王室機構，在理念上卻以亞里斯多德 (Aristotle) 的呂克昂學堂 (Lyceum) 和柏拉圖 (Plato) 的「學園」(Academy) 為典範，因此學者地位尊崇，其目標純粹以發展學術為主，而似乎全然沒有為王室儲材或者效勞的用意，所以諸如數學、天文、地理、文藝等純學術科目人材輩出，蓬勃發展，但實用性的醫學也同樣興盛。¹

^{*} 此文原為發表於 2007 年 11 月 8-9 日在上海舉行之「紀念徐光啟暨《幾何原本》翻譯四百周年國際學術研討會」上之演講稿，嗣經修訂及補充。

¹ 亞歷山大城學宮的歷史、建制和學術成就見 P. M. Fraser, *Ptolemaic Alexandria* (Oxford: Clarendon Press, 2001), chap. 6-8。

《幾何原本》的重要性在於，它深深影響了學宮第一代多位數理科學大師諸如阿基米德 (Archimedes, 約前 287–前 212)、阿波隆尼亞斯 (Apollonius of Perga, 約前 262–前 190) 和阿理斯它喀斯 (Aristarchus of Samos, 約前 310–前 230)，乃至亞歷山大科學的主流。上述幾位大師在年代上屬於歐幾理德徒孫輩，但工作目標、方法和風格都以《原本》為典範，所以師承關係雖然沒有記載，學術上繼承歐幾理德傳統則甚顯然。他們的撰著精深奧妙，是古希臘科學登峰造極之作，而亞歷山大城後代重要學者如希巴谷斯 (Hipparchus of Nicaea, 約前 190–前 125)、托勒密 (Ptolemy, 約 100–175)、泊布斯 (Pappus, 約 290–350) 等雖然各有很高成就，就風格、方向而言，大體上也都仍然步武他們前進。²

不過，《原本》並非歐幾理德本人著作：原本作者最少有三位，他們都是活躍於公元前四、五世紀的雅典數學家，即與蘇格拉底同時的赫波克拉底 (Hippocrates of Chios, 約前 470–前 410)、與柏拉圖同輩的泰阿泰德 (Theaetetus, 約前 417–前 369)，以及屬於柏拉圖弟子輩的尤多索 (Eudoxus of Cnidus, 約前 395–前 343)。事實上，在公元前四、五世紀間，希臘數學發生了一次根本性革命。刺激此次革命爆發的，是 $\sqrt{2}$ 為無理數 (即其不能夠表達為以自然數建構的分數) 之發現，以及幾何三大難題 (即求圓面積、三分角以及倍立方這三個問題) 之出現。革命的結果是發現了解決幾何學問題的嚴格推理方式，包括比例理論 (theory of proportion) 與歸謬法 (method of exhaustion)，由是得以證明平面與立體幾何學中的大量定理，包括五種正多面體的建構方法、無理數的建構與分類，以及二次方程式的普遍解法。所有這些結果都被歐幾理德系統地編纂到《原本》中去，而且基本上全部納入了相同的論證形式。³

因此《原本》既非原創，亦非初等教材，更非只關乎幾何學，而是公元前 430–370 年間發生於雅典的數學革命之成果彙編，內容包括幾何、算術、數論，以及所謂幾何型代數學；而且，其意義並不止於個別數學成果，更在於其所發展出來的普遍與嚴格論證方法。它是雅典與亞歷山大兩個科學傳統之間承上啟下的樞紐，也是西方古代科學傳統的基礎。所以，《原本》在其他文明的遭遇多少反映了它們對古代西方科學的態度。以下我們通過《原本》的翻譯來看它在多個不同文明中的遭遇。

² 古希臘數學概況見 Thomas Heath, *Greek Mathematics* (Oxford: Clarendon Press, 1965)。

³ 古希臘數學的淵源是個複雜問題，其無理數和幾何學這兩方面起源的論述見 Wilbur R. Knorr, *The Evolution of the Euclidean Elements: A Study of the Theory of Incommensurable Magnitudes and Its Significance for Early Greek Geometry* (London: Reidel, 1975)，但此書似乎過份強調無理數發現的重要性，而忽略了幾何學的舊傳統。此外《幾何原本》還有古巴比倫數學特別是所謂「幾何型」代數學的明顯痕跡，這方面的論述見 Jens Høyrup, *Lengths, Widths, Surfaces: A Portrait of Old Babylonian Algebra and Its Kin* (New York: Springer-Verlag, 2002), chap. 10–11。

東哥特國王重臣的志業

在徐光啟翻譯《原本》之前整整一千一百年即公元 507 年，羅馬的東哥特國王施奧多力 (Theodoric) 命手下大臣卡西奧多魯 (Cassiodorus, 480–570) 以王上名義給一位羅馬貴族青年寫了一封很客氣的信，召他效命朝廷。當時西羅馬帝國已經滅亡，入侵的東哥特 (Ostrogoths) 蠻族在意大利半島建立王國，表面上臣服於東羅馬帝國，實際上擁兵自重，分庭抗禮。這封信詞藻華麗，流傳至今，但頗有誇大之嫌。在其中卡西奧多魯讚揚那位青年的翻譯工作，說它已經令「樂理家畢達哥拉斯和天文學家托勒密好像意大利人一樣能被讀懂；算術家尼高馬可斯和幾何學家歐幾理德〔的著作〕有拉丁文本了；神學家柏拉圖和邏輯家亞理斯多德能夠用羅馬人的言語論學；甚至機械學家阿基米德也披上拉丁外衣還給西西里島老鄉們」。⁴ 其實，那位家世顯赫的青年雖然才學過人，而且的確對希臘學術心往神馳，發憤要將柏拉圖、亞理斯多德的哲學著作以及其他古希臘重要科學典籍全部翻譯成拉丁文，但他此時年方二十七，實際上已經完成的工作恐怕只有數部導論性質的作品和某些經典的部份翻譯而已。更令人歎息的是，他此後踏足仕途，位極人臣 (522)，卻在盛年以通敵叛國被論罪、投獄，其後處死，因而始終未能完成當初有志的翻譯大業。

此人就是羅馬科學家波伊提烏 (Boethius, 480–524)。他才華堪與西塞羅 (Cicero, 前 106–前 43)、瓦羅 (Varro) 等先哲匹敵，拉丁文譯作留存後世的，有亞理斯多德的《範疇篇》、《解釋篇》，以及波傅理 (Porphyry) 的《範疇篇引論》和相關評論；但在科學方面，卻只得算術、幾何、天文、樂理亦即「四藝」等方面的初等教材，其中可能包含《幾何原本》前六卷的相當部份，但並沒有完整譯作。⁵ 這是令人驚訝更甚於遺憾的

⁴ 轉引自 William H. Stahl, *Roman Science: Origins, Development, and Influence to the Later Middle Ages* (Westport, CT: Greenwood Press, 1962), pp. 196–97。

⁵ 波伊提烏的著作大部份源流不明，因為到中世紀都被後來的譯作所吸收或者取代，因此他到底完成了哪些作品是個相當複雜的問題。不過，他並沒有完整的歐幾理德或者托勒密譯作。有關他科學著作的論述見 Stahl, *Roman Science*, pp. 198–202；Heath, *Greek Mathematics*, vol. 1, pp. 359–60。有關他亞理斯多德譯作的論述見 C. H. Haskins, *Studies in the History of Medieval Science* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1924), chap. 10–11。有關波伊提烏《幾何原本》翻譯的考證與討論，主要見 Menso Folkerts, *Essays on Early Medieval Mathematics: The Latin Tradition* (Aldershot, Hampshire: Ashgate Variorum, 2003), Papers VII–IX；idem, *The Development of Mathematics in Medieval Europe: The Arabs, Euclid, Regiomontanus* (Aldershot, Hampshire: Ashgate Variorum, 2006), Papers III, IV，其中 Paper III 的論述最全面，Paper IV 附有《原本》歷代各種譯本的源流傳承圖。Folkerts 的論文考證綦詳，但文中提到的手稿、抄本都只涉及《幾何原本》的一至五卷和十一至十三卷，而且所佔份量不多，因此至終 Folkerts 只能夠說「所以，波伊提烏無疑是作了歐幾理德的拉丁翻譯。誠然，這些佐證〔指卡西奧多魯的信〕沒有說波伊提烏是翻譯了《原本》十三卷或者十五卷的部份或全部。……但是，如現存樣本顯示，毫無疑問，最初五卷的部份屬於〔他的〕翻譯。……這翻譯必然是作於公元 500 年。而我們對〔翻譯〕原文所知就只有這麼多了」。見 *Essays*, Paper VII, p. 187。

事情，因為《幾何原本》出現於公元前 300 年，從公元前二世紀開始羅馬貴族就已經接觸到希臘學術，並且對之頗為尊重，乃至感到嚮往，他們自己亦不乏各種百科全書式的科學編著，到公元前後羅馬帝國更將希臘和埃及收歸版圖。然而，像《幾何原本》這麼重要和基本的希臘典籍自出現以至羅馬帝國滅亡為止的八百年間，卻從未翻譯成拉丁文，而即使有部份的翻譯也不曾流行或者發生影響。雖然西塞羅提到過這本著作，其後歷代羅馬學者大概也都知道，並且粗略研習此書，但認真有意翻譯它的則以西羅馬帝國滅亡之後的波伊提烏為第一人，可惜他天不假年，齋志以歿。

而且，這並非例外：幾乎所有其他重要希臘學術典籍，包括柏拉圖的《對話錄》、亞理斯多德大部份作品、阿基米德全部作品，當時都未嘗有拉丁譯本。為甚麼呢？因為「對希臘人來說，大眾手冊是科學的下等，但在羅馬，科學知識只有一個等級——手冊的等級。即使是路克萊修、西塞羅、辛內加和普利尼這些求知慾最旺盛的羅馬人也都以從手冊獲得希臘科學知識為滿足」；⁶「理論幾何學對於羅馬人沒有吸引力，他們只是對它在計算和測量方面有用的那些部份感興趣」。⁷因此，無可否認，古希臘與拉丁文明之間是有巨大鴻溝的。⁸對於重視社會經濟因素亦即科學發展「外史」的學者來說，談論一個民族對何種學術「感興趣」或者是否受其「吸引」可能意義不大。但不爭的事實是：在雅典和亞歷山大城發展得那麼燦爛的希臘科學到了羅馬帝國時代卻逐漸停滯萎縮，失去動力與創新精神，然後蛻變為評註、編纂之學，即所謂「繁瑣與虛偽學術——文獻抄襲以及可輕易消化的資料之大事盜用，其來源或不註明，或出於假冒」，因此從「羅馬對於科學知識的態度以及接受方式，我們就可以窺見他們未能將希臘科學傳遞給西方世界的道理。這是個悲劇，更可以視為其文明的最大缺陷」。⁹

有學者以社會因素來解釋希臘科學之重理論而輕實用，以及其無法通過應用而進一步發展，認為這是由於其奴隸制度使得節省勞力成為不必要。¹⁰但羅馬社會同樣大規模使用奴隸，那麼其重實用而輕理論，令希臘科學無法繼續發展的現象就無法解釋了。誠然，基督教興起對希臘學術有抑制作用，但那來得太晚，只可以說是加速了希臘科學在帝國後期即四至六世紀的衰落，而不能夠解釋它在帝國最初二百年的停滯——我們要記得，公元二世紀中葉的天文學大師托勒密 (Ptolemy) 已經是無師友弟子，終身獨立蒼茫的人物了。因此，倘若說重軍事、法律和實用技術的羅馬

⁶ Stahl, *Roman Science*, pp. 71–72.

⁷ Heath, *Greek Mathematics*, vol. 1, p. 359.

⁸ 有關西塞羅和羅馬人對《幾何原本》態度的討論，並見 *The Thirteen Books of Euclid's Elements*, trans. Edward Heath (New York: Dover, 1956), vol. 1 pp. 91–92。

⁹ Stahl, *Roman Science*, pp. 252, 260.

¹⁰ Benjamin Farrington, *Science and Politics in the Ancient World* (London: Allen and Unwin, 1946).

人出於氣質、文化之格格不入而無法吸收、承受希臘人對於抽象理論和玄思冥想的嚮往，前者在政治上的宰制遂令後者的學術衰亡，那最少是真相之一部份吧。¹¹ 我們可以借用西方科技史學者懷特 (Lynn White, Jr.) 評論李約瑟 (Joseph Needham) 言簡意賅的一句話：「文化特徵都是堅韌不拔的。」¹² 那正好解釋了希臘科學在羅馬世界的困境。

融入世界科學主流？

波伊提烏與徐光啟時代相差千載，地域相隔萬里，兩人都生於末世，都是才學超群，位至內閣大臣，都是虔誠基督教徒，也同樣有志學術大業，並且與《幾何原本》結下不解之緣，真可謂古今東西相輝映的兩位有為有守之奇才。相比之下，徐光啟倒是幸運得多：明末政治雖然黑暗，他又長期處於險惡黨爭的邊緣，卻始終沒有捲入鬥爭漩渦而得以善終。他一生做了無數工作：致力農政、水利、練兵、籌邊、著書立說，等等，卻在中年和利瑪竇合作，僅僅以一年光陰完成《幾何原本》前六卷的翻譯，晚年更完成了修曆的大部份工作。這不但為其後一個多世紀間西方數學、天文學輸入中國開先河，也刺激了許多中國學者如方中通、梅文鼎、王錫闡等研究、講論數理天文之風。¹³

然而，很令人惋惜，這中西方科學的歷史性遭遇雖然被席文 (Nathan Sivin) 稱為「十七世紀中國科學革命」，但它為中國科學帶來的，卻並非意想中的突破與大發展，而是「傳統天文學之復興、遺忘方法之重新發現」和「新古典主義」。¹⁴ 研究《原本》的專書《歐幾里德在中國》結論也相同：「它〔《幾何原本》〕的衝擊很有限，徐光啟百年之後人人研習此書的希望也沒有實現。」「引進西方數學的主要後果是本土數學傳統之復興」。¹⁵ 不過，在這點上，以其開創性的多卷本鉅著《中國科學技術史》震驚學術界的李約瑟卻有全然不同的獨特見解。他宣稱：「西方與東方的數學、天文學、物理學一旦發生接觸就很快結合了。到了明末即公元 1644 年，中國與歐洲的數學、

¹¹ 希臘科學為何衰落以及到底是從何時開始衰落是龐大和複雜的問題，前人對此有大量討論，其綜述見 H. Floris Cohen, *The Scientific Revolution: A Historiographic Enquiry* (Chicago: University of Chicago Press, 1994), pp. 247–60。

¹² Lynn White, Jr., contribution to Review Symposia, *Isis* 75, no. 1 (March 1984), p. 177.

¹³ 有關《幾何原本》的中譯，包括利瑪竇在數學上的師承、利、徐二人的背景與交誼、譯本出現後所引起的反應與產生的影響等等，Peter M. Engelfriet 的專著 *Euclid in China* (Leiden: Brill, 1998) 有詳細論述。

¹⁴ N. Sivin, “Why the Scientific Revolution Did Not Take Place in China—Or Didn’t It?” *Chinese Science* 5 (1982), pp. 62–63.

¹⁵ Engelfriet, *Euclid in China*, pp. 449, 451.

天文學和物理學之間已經再沒有任何可覺察的分別；它們已經完全熔結，它們融合了。」¹⁶ 這是個相當驚人的說法，因為他所謂「融合」(coalesced)，所指其實只不過是諸如南懷仁 (Ferdinand Verbiest, 1623–1688) 為北京天文臺建造新觀測儀器，第谷 (Tycho Brahe, 1546–1601) 的觀測儀器採用了中國傳統的赤道座標裝架等個別事例而已。無怪史景遷 (Jonathan Spence) 評論他這觀點的時候劈頭就說：「可以相當肯定地論證，在二十世紀以前中國還未曾真正進入普遍有效的現代科學之世界。」¹⁷ 張奠宙在中國科學現代化過程的討論中也有完全相同看法：「現代中國數理科學的起點在哪裏？不是李善蘭。李善蘭可以說是中國傳統數學的光輝終點，但中國現代數學和物理學卻很難從李善蘭的工作中成長起來。」他跟著舉出李善蘭所用、摻雜了大量漢字的微積分公式。那相當令人震驚，因為從大約十八世紀初開始，歐洲數學符號就已經標準化了，而那對數學、物理學的發展是不可或缺的。¹⁸ 事實上，十五、六世紀歐洲代數學進步的主要關鍵之一，就是符號、算式的演變與改進。

為甚麼現代科學在耶穌會士的積極引進和中國士大夫乃至皇帝的熱心研習、鑽研之下，卻始終未能夠在中土滋長，而必須等到三百多年後，當西方科技的優勢已經再不容否認或者漠視，以及大批英美留學生歸國之際，才能夠在神州大地生根、發芽？史景遷在上述評論中提出了三方面具體原因，包括清政府的壓制政策、官僚體制的掣肘，以及由教士本身行為、目的所產生的問題等等。但在這一切背後顯然還有更根本原因，那就是傳統文化之根深柢固和自足性：它雖然並不完全排斥外來文化，卻有力量抑制這些因素，阻止它們顛覆早已形成的基本格局——當然，佛教的傳播和流行是顯著例外。¹⁹ 例如，《幾何原本》初度傳入中國並非在明末，而是在元代：1350 年左右編成的《秘書監志》所開列的「北司天臺」藏書目錄中就已經包括《幾何原本》，但它大概並未翻譯成中文，也沒有引起學者注意。²⁰ 甚至，中國與西方的科學交流也並非以元代為開端，事實上從南北朝末年開始，印度數學就已經隨佛教傳入中國，但同樣未能發生影響。例如，天和、貞元年間傳入的婆羅門天文經、「聿斯經」先後亡佚。太史監瞿曇悉達 (Gautama Siddharta) 在開元年間編的《開元占

¹⁶ Joseph Needham, *Clerks and Craftsmen in China and the West: Lectures and Addresses on the History of Science and Technology* (Cambridge: Cambridge University Press, 1970), p. 398.

¹⁷ Jonathan Spence, contribution to Review Symposia, *Isis* 75, no. 1 (March 1984), pp. 180–81. 有關李約瑟整個「中國科學在十七世紀已經融合於世界主流」論題的批判，尚見 Cohen, *Scientific Revolution*, pp. 466–71。

¹⁸ 張奠宙：〈中國數理科學百年話舊〉，《二十一世紀》(香港)，第七期(1991年10月)，頁79。

¹⁹ 佛教之能夠成為例外的原因也是很顯然的：西域佛教徒的傳道熱忱，它正當中國大一統皇朝政治體系崩潰的四百年來華，以及它傳播時間之長久等等，都可能是最主要因素。

²⁰ 首先發現此事的，當是李儼《中國算學史》(上海：商務印書館，1937年初版，1955年修訂重版)，頁138–39。《秘書監志》有臺灣商務印書館《四庫全書珍本五集》的影印本，該目錄見卷七〈司天監〉所列的〈北司天臺申本臺合用文書〉。

經》除了保存大量星占學資料以外還包括自梵文翻譯出來的《九執曆》，以及關於希臘數學、印度數碼的記載。它在南宋亡佚，萬曆年間在佛像中重新發現，流傳至今。²¹然而，這大量載諸史冊，而且已經翻譯成中文的外來新觀念、新方法，也同樣未曾在隋唐四百年間對中國數學發生顯著影響，更不要說導致突破了。²²

在上述背景下，西方數理科學在明末清初能夠有限度地傳播、發展，已經可以說是難能可貴的現象，但它能夠有此令人驚喜的「殊遇」，主要還是傳教士處心積慮，鍥而不捨，以之作為突破中國文化藩籬的傳教工具所造成。雖然徐光啟、李之藻乃至康熙皇帝的才智，以及他們對西學的好奇、熱心都不必懷疑，但他們也絕未曾視西學為頭等大事——譬如說，是值得為之而學習拉丁文和西方語言，或者為之（無論是親自或者遣使）遠渡重洋，皓首窮經的終身志業。所以，西學的傳播、發展一方面受制於傳教士的意圖與能力，另一方面則格於士大夫的靜態文化觀而缺乏動力。在此雙重限制下，西學既不可能進入中國主流文化的核心，即像佛學那樣與儒學分庭抗禮，更未能在社會上散播開來，即通過俗文化土壤吸取人才。《幾何原本》全書的翻譯居然要等到二百五十年後的李善蘭才得以完成，就是這尷尬狀況的最好證明。因此，認為中國科學在清代已經融入世界主流，也就是跟上西方科學自牛頓（Issac Newton, 1643–1727）發表《自然哲學之數學原理》以來一日千里的發展，那委實是不知從何說起。

所以，徐光啟表面上比波伊提烏幸運，實際上兩人命運相差不遠：他們雖然才學超卓，意志堅定，對《幾何原本》心往神馳，但畢竟都還缺乏斡旋乾坤之大力來扭轉各自的文化傳統與時代。

傾蓋如故的緣份

古人云「白首如新，傾蓋如故」，這話用來形容羅馬、伊斯蘭兩大文明與《幾何原本》之間有宵壤之別的不同緣份，可以說是再貼切不過。從沙漠出來建立伊斯蘭帝國的阿拉伯人本來並沒有深厚文化，他們在帝國最初百年間（約 650–750）可以說尚處於摸索階段，但隨後遷徙到新都巴格達的阿拔斯皇朝（Abassid Caliphate）則在文化上大事革新，也就是發動了一場龐大的翻譯運動，其目標在於將全部希臘哲學、科學、醫學（文學、歷史卻不在其列）典籍翻譯成阿拉伯文，也就是將希臘科學整體移植到伊斯蘭文明中來。這場運動前後延續足足兩個半世紀（750–1000），其歷時之悠久，規

²¹ 此書有現代版本：瞿曇悉達（編）、李克和（校點）：《開元占經》（長沙：岳麓書社，1994年）。

²² 有關中國傳統數學體系抗拒外來影響的整體討論見陳方正：〈試論中國數學發展與皇朝盛衰以及外來影響的關係〉，原載《中國文化研究所學報》（香港），新第八期（1999年），頁251–66；收入所著《站在美妙新世紀的門檻上》（瀋陽：遼寧教育出版社，2002年），頁631–59。

模之浩大，影響之深遠，大概只有魏晉以迄隋唐的佛經翻譯運動差可比擬。在此運動的基礎上，伊斯蘭科學從九世紀初開始蓬勃發展，其後一直延續到十五世紀，前後歷時七個世紀之久，而且範圍遍及數學（包括代數、幾何、三角）、天文學、光學、醫學、化學（即煉金術）等等，其成果有相當大部份是原創而超越希臘科學的。這樣，伊斯蘭科學在希臘科學與歐洲科學之間擔起了承上啟下的功能，成為西方科學不可分割的一部份。²³

上述翻譯運動的第一個目標，仍然是《幾何原本》。它大概在八世紀中葉初次被譯出，但可能不十分準確，譯本沒有流傳。九世紀是翻譯運動的高潮，其間《原本》先後兩度被翻譯：即在 820–830 年間由哈扎 (al-Hajjāj ibn Yūsuf) 翻譯，跟著由宮庭翻譯官和御醫胡奈恩 (Hunayn ibn Ishaq) 率領兒子伊薩克 (Ishaq ibn Hunayn)、姪兒胡拜舒 (Hubaysh ibn al-Hasan) 還有其他學者所組成的隊伍，以精細互校的方式從希臘原文直接譯出，²⁴ 其後天文學家撒必特 (Thabit ibn Qurra) 還對此譯本重新作了精細校訂。胡奈恩和撒必特都精通阿拉伯、敘利亞和希臘三種語文，而且工作非常認真仔細。從流傳至今的兩個阿拉伯抄本看來，翻譯的確十分完善。最後，到了十三世紀，馬拉噶學派 (Maragha School) 的創始者，出生於伊朗的天文學家納舒爾圖西 (Nasir al-Din al-Tusi) 又留下了一部重新編撰的《幾何原本》。²⁵

《原本》的翻譯對伊斯蘭科學的萌芽產生了相當刺激作用：九世紀的早期數學家如金迪 (al-Kindi)、穆薩三兄弟 (Banu Musa)、撒必特等都精熟幾何學而且有所闡發，他們對於平行公理的研究尤其深入，這影響了十一世紀的奧馬卡音 (Omar Kayyum) 和十三世紀的納舒爾圖西，乃至作出開創性研究的十八世紀歐洲學者錫克利 (Giovanni Sacherri)。當然，阿拉伯學者喜愛也擅長計算，他們在數學上的主要貢獻是在代數學和三角學。但幾何學和《原本》對他們仍然非常重要，因為這是他們在天文學上大事發展和作出獨特貢獻所不可或缺的基礎。²⁶

²³ 阿拉伯翻譯運動的綜述見 De Lacy O'Leary, *How Greek Science Passed to the Arabs* (New Delhi: Goodword Books, 2001); Dimitri Gutas, *Greek Thought, Arabic Culture: The Graeco-Arabic Translation Movement in Baghdad and Early 'Abāssid Society* (London: Routledge, 1998)。

²⁴ 有關胡奈恩戲劇性的生平見 O'Leary, *How Greek Science Passed to the Arabs*, pp. 164–70。

²⁵ 哈扎的譯本已經亡佚，胡奈恩—撒必特譯本的兩個抄本現藏牛津大學博德利恩圖書館 (Bodleian Library)，圖西的重撰本則有繁簡兩個不同版本流傳，兩者都曾經印行。《幾何原本》的阿拉伯譯本綜述見 Heath, *Greek Mathematics*, vol. 1, pp. 361–62；至於這方面的詳細討論見 Heath, *Euclid's Elements*, vol. 1, chap. 7。

²⁶ 有關伊斯蘭數學和天文學見 J. L. Berggren, *Episodes in the Mathematics of Medieval Islam* (New York: Springer-Verlag, 1986); Roshdi Rashed, *The Development of Arabic Mathematics: Between Arithmetic and Algebra*, trans. A.F.W. Armstrong (Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic, 1994); George Saliba, *A History of Arabic Astronomy: Planetary Theory During the Golden Age of Islam* (New York: New York University Press, 1994)。

伊斯蘭翻譯運動主要是歷代哈理發 (Caliph) 與大臣動用傾國之力來推行的長期政策，因此成效顯著。例如，第四代哈理發拉昔 (Harun al-Rashid, 786–809 在位) 有系統地派遣使者到各地 (包括東羅馬帝國首都拜占庭) 高價搜購手稿；下一代的馬孟 (Abd Allah al-Ma'mun, 813–833 在位) 則以亞歷山大的「學宮」為模範，建立圖書館、天文臺，以及在 830 年成立稱為「智慧宮」(*Bayt al-Hikma, House of Wisdom*) 的研究所，廣為招攬學者參與翻譯和學術工作，聚集了前述的胡奈恩、穆薩兄弟、金迪、代數學家柯窪列茲米 (al-Khorwarizmi) 等一時俊彥。然而，翻譯希臘典籍，發展哲學、科學這些高度抽象而沒有明顯實用價值的學問，怎麼可能成為由沙漠游牧民族所建立的伊斯蘭帝國之基本國策呢？這顯然不可能像「傾蓋如故」那麼偶然和簡單。此問題曾經引起大量討論與爭辯，迄今未有定論，解釋途徑大致有文化與政治背景兩個方向。就文化而言，在伊斯蘭教出現之前，希臘文明曾經有三趟向東方擴散的歷史，其中最早、規模最大、影響最深遠的是亞歷山大大帝長達十年 (前 334–前 323) 的東征與大量建造以亞歷山大命名的城市 (即 Alexandria)。東征之後出現的塞琉西後繼王朝 (Seleucid dynasty) 延綿三個世紀，為西亞地區希臘文明的傳播與滋長作好準備。至於後來兩波擴散則分別發生於公元第五、六世紀，它們都起因於正在形成中的正統基督教會對於教義論爭中失敗一方的迫害，這導致小批希臘學者包括哲學家、科學家、醫生等帶同典籍往東遷徙到敘利亞、波斯一帶定居，從事講學、行醫。因此，在阿拔斯皇朝之前千年間，中東、伊朗、阿富汗都已經為希臘文化所滲透。²⁷ 阿拉伯人在此廣大地區建立帝國，受此文化深刻影響是很自然的。

至於政治原因其實也離不開文化。簡單的說，就是作為新皇朝主人的阿拔斯家族長期盤踞伊朗東部哥拉桑地區的梅爾夫 (Merv)，最早數代哈理發也都在該地成長，並且有波斯血統，深受其思想、文化影響。他們大量起用伊朗人，並且承襲伊朗前薩桑皇朝 (Sassanid dynasty, 226–642) 的統治觀念、架構和官僚組織。在此背景下，以薩桑皇朝繼承者自居的阿拔斯諸哈理發自感文化淺薄，要通過翻譯來建立阿拉伯學術，提高伊斯蘭帝國的文化地位與聲望，和凝聚不同族群的人心，是非常自然的。更何況，這種做法還有薩桑皇朝的先例可依循。因此，翻譯運動很可能是由重要現實政治考慮所觸發的。²⁸ 不過，這運動也還有其他解釋。例如，有學者認為，阿拔斯皇朝的高等官職在早期為少數具有波斯和希臘文化背景的家庭盤踞，但皇朝遷往巴格達之後其阿拉伯化為勢所必然，此等家族為了繼續宰制政壇，遂推動長期

²⁷ 塞琉西帝國與中東以及波斯希臘化的關係是個相當複雜的問題，F. E. Peters, *The Harvest of Hellenism: A History of the Near East from Alexander the Great to the Triumph of Christianity* (London: Allen and Unwin, 1972), chap. 6 對此有詳細討論；至於後兩趟擴散見 O'Leary, *How Greek Science Passed to the Arabs*。

²⁸ 此觀點的論證見 Gutas, *Greek Thought, Arabic Culture*, pp. 28–52。

和全面的翻譯運動，以將希臘文化的追求固定為國策，藉此通過文化優勢來保持其特殊地位。²⁹

無論如何解釋，阿拉伯翻譯運動顯然與文化背景和皇朝政治有不可分割的關係。不但中東和伊朗的深遠希臘文化背景為開展這樣運動的必要條件，而且更切近的政治動機也一樣：通過翻譯來追求更高等的希臘文化，成為了鞏固帝國或者家族地位的有效手段。不過，這樣自上而下的大規模文化移植雖然成功，但也有無可避免的內在限制，那就是產生與原有文化即伊斯蘭教義的緊張與衝突，以及它始終不能夠融入伊斯蘭民間社會。事實上，這類問題在九世紀初翻譯運動全面展開之際就已經出現，後來更成為伊斯蘭科學發展的制約因素，³⁰但這問題不是我們能夠在此討論的了。

待從頭收拾舊山河

現在，讓我們回到《幾何原本》的翻譯。在錯失波伊提烏的歷史性機會之後，它終於翻譯成拉丁文已經是 1120 年即歐洲中世紀的事情，亦即蹉跎了六百年。首先完成此工作的是英國的阿德拉 (Adelard of Bath, 約 1080–1160)；大約三、四十年後意大利的吉拉德 (Gerard of Cremona, 約 1114–1187) 再次翻譯此書；過了一個世紀，意大利學者坎班納斯 (Johannes Campanus of Novara, 約 1220–1296) 於 1255–1259 年間第三度翻譯《原本》，新譯參考了多種阿拉伯資料以及阿德拉的最早譯本，其後成為權威定本，1482 年更成為最早的印刷本。但這三個早期拉丁譯本都以阿拉伯譯本為底本，即此一點，已經足以說明伊斯蘭科學對於歐洲中古學術具有何等重要的橋樑作用。³¹不過，上述譯本其實只反映了《原本》翻譯的最主要和粗略輪廓，實際情況要遠遠比此複雜。例如，我們知道，在阿德拉和吉拉德之間其實還有另外兩個譯本，其一為來自巴爾幹的赫爾曼 (Hermann of Carinthia) 所作，它只包括卷一至十二，而且只有存於巴黎的孤本；另一譯本則可能是坎班納斯譯本出現之前最有影響力的：它有數十抄本流傳，但內容不一，顯然是分好幾個階段編纂而成，最可能的作者是英國人羅

²⁹ 此說見 George Saliba, *Islamic Science and the Making of the European Renaissance* (Cambridge, MA: MIT Press, 2007), chap. 2, 特別是 pp. 58–72。

³⁰ 這觀點見 Aydin Sayili, *The Observatory in Islam* (New York: Arno Press, 1981), pp. 407–29; F. E. Peters, *Aristotle and the Arabs: The Aristotelian Tradition in Islam* (New York: New York University Press, 1968), pp. 71–78。但這只是一般學者的觀點，它並不為沙理巴接受，見 Saliba, *Islamic Science*, chap. 7。

³¹ 有關阿德拉見 Haskins, *History of Medieval Science*, pp. 20–42；關於吉拉德，見“Gerard of Cremona,” in *Dictionary of Scientific Biography*, ed. Charles C. Gillispie (New York: Scribner, 1970–1990)；關於坎班納斯見同書(以下簡稱 *DSB*) “Campanus of Novara”。

伯特 (Robert of Chester)。除此之外，在 1175 年左右西西里島還出現過一個直接由希臘原文翻譯的拉丁文本。這一譯本雖然不很流行，卻為中古最重要的數學家費邦那奇 (Fibonacci) 所引用，而且還影響了坎班納斯的譯本。³²

正如在伊斯蘭世界一樣，《原本》的翻譯也並非孤立事件，而是另一場持久、浩大、影響深遠的翻譯運動之標誌——或者更應該說是其進軍號角。說來奇特，這運動是由歐洲對伊斯蘭教徒的進逼發起反攻而觸發：在 1050–1100 年間，法國北部的諾曼人 (Normans) 以武裝移民方式驅逐意大利南部與西西里島的伊斯蘭教徒；西班牙北部的基督教小王國在法國協助下收復西班牙中部重鎮多勒多 (Toledo)；羅馬教皇號召的第一次十字軍也開始東征，後來佔領了巴勒斯坦北端的安提俄 (Antioch)，並且一度收復耶路撒冷。這幾方面的軍事成功令拉丁歐洲初度直接掌握當時比之更高等的伊斯蘭文化——也就是說，有大量阿拉伯學者連同其科學、哲學典籍落入歐洲人手中。³³ 當時由於北方蠻族不斷入侵而造成的大混亂與文化倒退時期 (約 500–1000) 結束未久，這些新學術之出現激起了歐洲學者通過伊斯蘭文化來追尋失落的古代典籍之巨大熱情，比阿拉伯翻譯運動晚大約四百年的歐洲翻譯運動亦即所謂「早期文藝復興」於焉誕生。阿德拉可謂此運動的先鋒，而吉拉德則是將畢生奉獻於此運動，成就也因此最為卓越的主將。他赴多勒從頭學習阿拉伯文，然後花四十餘年功夫譯出近百種數學、天文學、哲學、醫學等各方面的重要典籍。當時投身此翻譯運動的，還有來自全歐洲的大量學者，其工作地點以西班牙為主，但西西里島、安提俄、君士但丁堡等地也都非常蓬勃，一時可謂風起雲湧。³⁴ 中古歐洲在文化上的復興，包括「經院哲學」(scholastic philosophy) 的發展、科學的萌芽、大學體制的出現等等，都是拜此翻譯運動所帶來新學問、新思想、新風氣所賜。因此，中古歐洲學術之復興主要是通過吸收伊斯蘭學術而實現的。

伊斯蘭翻譯運動是宮庭現象，也就是說它是在歷代君主、大臣、政府贊助、支持甚至直接推動下發展，這是它不能夠深入社會整體，因此沒有廣泛群眾基礎的原

³² 有關這些細節見 Folkerts, *Development of Mathematics*, Paper III, pp. 4–5, 10–18。赫爾曼和羅伯特是同在西班牙工作的親近朋友，有關赫爾曼見 Haskins, *History of Medieval Science*, chap. 3，有關羅伯特見同書 pp. 120–24。西西里島當時由於君主大力推動而成為希臘文化與翻譯中心，在該地直接從希臘文翻譯成拉丁文的典籍除了《原本》以外，還有《大匯編》和多種亞里斯多德作品，見同書 chap. 9。不過，《原本》的西西里希臘—拉丁譯本是 1961 年方才發現，所以此書沒有提及。

³³ 有關歐洲在羅馬教會的推動和組織下通過諾曼武士對伊斯蘭教徒所作的大規模反擊，見 David C. Douglas, *The Norman Achievement, 1050–1100* (London: Eyre and Spottiswoode, 1969)。

³⁴ 「早期文藝復興」的觀念最早是由哈斯堅 (C. H. Haskins) 在 *Studies in Medieval Culture* (1921; reprint, New York: Frederick Ungar, 1965) 提出來。此書與同一作者的 *History of Medieval Science* 雖然出版多年，但整體而言，仍然是歐洲翻譯運動最好的綜合論述。

因。中古歐洲的翻譯運動和科學發展則有完全不同型態：它基本上以來自社會中上層的個別學者為原動力，雖然他們也往往得到掌握地方權力的大主教乃至國王贊助。到了十三世紀，從座堂(cathedral)學校演變出來的大學蓬勃發展，逐漸成為社會體制的一部份，個別學者因而找到獨立於王權乃至教會以外的安身立命之所，連帶他們所研習的學問也因此得以深入民間，這很有可能是歐洲科學的發展得以後來居上的重要原因之一。³⁵

歐洲民間學者對古代學術的熱情到底從何而來，卻很耐人尋味。為甚麼十二世紀的阿德拉、羅伯特、吉拉德、「蘇格蘭人」米高(Michael Scot)等會有那麼執著的決心、嚮往去尋求阿拉伯人所掌握的學問，甚至為此長年離鄉別井，和經年累月研習艱難的阿拉伯文(徐光啟被認為有極強烈求知欲，但與他們顯然無法相比)？在當時，他們通過像麥克羅比烏(Macrobius)、馬丁卡佩拉(Martianus Capella)、伊西多爾(Isidore of Seville)、拜德(Bede the Venerable)等五至八世紀拉丁學者所承受的古代科學是非常貧乏和零碎的，完全說不上精妙和具有魅力。那麼，到底是這些微弱的古舊文化線索吸引了他們，是阿拉伯人所顯示的文化優勢激發了他們，還是分裂、動盪的社會環境鼓勵他們轉向異邦尋求奧妙新知呢？當然，可能所有這些因素都同時發生作用。迄今為止，有關這問題的討論還不是很多，但它顯然值得深入探討。

吉朋的《羅馬帝國衰亡史》宣稱：「在公元第二世紀，羅馬帝國包括了地球上最美好的地方，以及人類最文明的部份。」「倘若要在世界歷史上找出人類最幸福和繁榮的時期，那麼我們會毫不遲疑，將之定為自董密善〔Domitian〕之死至康茂德〔Commodus〕登基之前」。³⁶ 他所頌揚的這八十多年盛世(96-178)正當托勒密在世，因此可以想像，自公元前一世紀的西塞羅以至上述期間的羅馬貴族，無論在政治或者文化上都是感到相當自信自豪，基本上不假外求。他們雖然也欣賞希臘文明的靈巧與魅力，但絕不會認為需要以它來改變立國之本。同樣，徐光啟雖然生於風雨飄搖的明末，就文化傳統而言恐怕也有同樣的自足和安全感。相比之下，九世紀的阿拔斯君主、學者和十二世紀的歐洲學者在心靈深處則很可能感到自卑和謙虛得多，渴求新知以提升自己的欲望也旺盛得多。《幾何原本》在此四個文明中的不同命運，以及它對此四個文明所產生的不同效應，可能便是由此截然相反的心態所造成。

³⁵ 其實，在此觀點背後還有更深一層問題，因為歐洲大學與更早出現的伊斯蘭的高等學院(madrasah, medrese)頗為相似，而且前者的某些制度(例如頒發學位的辦法，以及資助貧苦學生的舍堂)是由後者演變而來，那麼何以兩者後來有全然不同的發展呢？對此重大爭論及其影響的論述，見George Makdisi, *The Rise of Colleges: Institutions of Learning in Islam and the West* (Edinburgh: Edinburgh University Press, 1981); idem, *The Rise of Humanism in Classical Islam and the Christian West* (Edinburgh: Edinburgh University Press, 1990), pp. 5-15。

³⁶ Edward Gibbon, *The Decline and Fall of the Roman Empire* (1932; reprint, New York: Random House, n.d.), vol. 1, pp. 1, 70.

《幾何原本》與現代科學

現代科學革命以牛頓 1687 年發表的《自然哲學之數學原理》為標誌，但起點則在 1543 年。如所周知，當年哥白尼 (Nicholas Copernicus) 發表《天體運行論》，為解剖學奠基的維沙理 (Vesalius) 發表《論人體結構》。較少受注意的是，意大利數學家泰塔利亞 (Nicolo Tartaglia) 在同一年出版《幾何原本》意大利文譯本，這是它第一個歐洲現代語文譯本。兩年後即 1545 年，另外一位意大利數學家卡丹奴 (Girolamo Cardano) 出版方程式論《大法》，其中載有高次 (即三次和四次) 代數方程式的普遍解法。因此在 1543 至 1545 三數年間，歐洲數理科學和醫學都出現大突破。但這突破點背後，有長達一個世紀 (1450–1550) 之久的數理科學復興熱潮：就天文學和密切相關的三角學而言，哥白尼的工作是以維也納大學的波耶巴赫 (Georg Peurbach) 和拉哲蒙坦那 (Regiomontanus) 為先導；就數學而言，泰塔利亞和卡丹奴的前驅是與文藝復興畫家交往密切的巴切奧理 (Luca Pacioli)，和首先發現三次方程解法的波隆那數學家費羅 (Scipione Ferro)，而所有這些前輩科學家都活躍於十五至十六世紀之間。³⁷

在這個數理科學熱潮中，《幾何原本》仍然是關注的焦點。不過，討論這點之前我們還得花相當篇幅說明上述熱潮的文化與時代背景，那其實頗為複雜，這裏只能勾勒一個最簡略輪廓。首先需要強調的是：歐洲中古科學 (屬十二至十四世紀) 和近代科學 (屬十五至十六世紀) 雖然時代相連接，但特徵與精神則截然相異。大體上歐洲中古科學受基督教會、經院哲學與亞理斯多德學說籠罩，數學和天文學不發達，科學探究集中於所謂「月球下」(Sub-lunar) 現象即光學與動力學，地域以巴黎和牛津為中心。³⁸ 近代科學則受文藝復興精神和柏拉圖理念鼓動，著重數學和天文學，地域向東轉移到德國和意大利，特別是以佛羅倫斯、波隆那、巴度亞為中心的北意大利平原。³⁹ 具體而言，《幾何原本》和《大匯編》雖然在十二世紀就已經有多個拉丁文譯本，但是研習的人不多，充分了解者更是鳳毛麟角。因此所謂「早期文藝復興」雖然導致歐洲科學再度萌芽，卻並沒有直接促成現代科學出現。

³⁷ 有關波耶巴赫和拉哲蒙坦那見 Ernst Zinner, *Regiomontanus: His Life and Work*, trans. Ezra Brown (Amsterdam: North-Holland, 1990)；有關巴切奧理見“Luca Pacioli,” in *DSB*；有關哥白尼見 Angus Armitage, *Copernicus: The Founder of Modern Astronomy* (New York: Thomas Yoseloff, 1957) 以及“Copernicus,” in *DSB*。

³⁸ 歐洲中古科學的綜述見 Edward Grant, *Physical Science in the Middle Ages* (Cambridge: Cambridge University Press, 1977)。

³⁹ 文藝復興數學和天文學的整體綜述見 Carl B. Boyer, *A History of Mathematics* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 1985), chap. 15；至於此時期科學發展的人文背景包括正文所提到多位科學家的生平、交遊，則見 Paul L. Rose, *The Italian Renaissance of Mathematics* (Genève, Switzerland: Librairie Droz, 1975)。

這兩個時期的學風為甚麼如此之不同呢？因為十四至十五世紀間的英法百年戰爭和大瘟疫對牛津和巴黎兩所大學造成沉重打擊，它們的學術領導地位自此一蹶不振，歐洲科學傳統亦因而在 1380 至 1450 年間出現明顯斷層。科學傳統在十五世紀下半復興，但精神、方向卻全然改變，主要原因是自十四世紀末以來奧圖曼帝國對東羅馬帝國步步進逼，君士但丁堡最終在 1453 年陷落，導致大量希臘學者帶同大量珍貴典籍遷徙和定居西方，由是在鄰近的北意大利城邦掀起一股強大的希臘（特別是柏拉圖）熱潮，這成為歐洲（在早期文藝復興之後）向古代文明回歸的「第二波」。它除了數理科學復興以外還有另外一個體現，那就是意大利的文藝復興。這運動所產生的一個重要後果是，當時由於繪畫所需而發展了透視法，連帶引起對於數學的重視，由是對數理科學復興也生出推波助瀾之功。⁴⁰

最後，從中國傳入歐洲的印刷術在十五世紀蓬勃發展，這對於科學傳播和發展也有巨大促進作用。它以德國的古騰堡(Johann Gutenberg)在 1450 年開設印刷店為濫觴；至於科學出版方面，則以天文學家拉哲蒙坦那在十五世紀七十年代親自開辦印刷工場並監督一切相關事務為先聲。後者所出版的波爾巴赫《新天文理論》(1472)和自己所編纂之《星曆》(1474)都風行一時，多次再版。這兩者對哥白尼有直接影響，而《星曆》更可能是哥倫布西航時候所倚賴的主要工具書。不幸的是，拉哲蒙坦那剛及不惑之年(1475)就猝然去世，他雄心勃勃的大規模出版計劃因而夭折。⁴¹不過，科學出版卻已經由於他的倡導而蔚然成風，吹遍整個歐洲，而最先受關注的典籍仍然是《幾何原本》。

德國的拉道爾特(Erhard Ratdolt)在 1475 年到威尼斯設立印刷店，經營十一年後才返回本城奧古斯堡(Augsburg)。他在 1482 年出版的第一部科學著作便是十三世紀的坎班納斯《幾何原本》拉丁文譯本。隨後，人文學者湛布爾提(Bartolomeo Zamberti)在 1505 年出版了從希臘原文翻譯出來的《原本》，此譯本風行一時，在半個世紀內重印五六版之多。不過，巴切奧理仍然認為坎班納斯的舊譯本較新本優勝，因此又在 1509 年為舊譯本出版修訂本；然後這兩個譯本在 1516 年被合併出版。到了 1533 年，格林尼亞斯(Simon Grynaeus)終於在巴塞爾出版了希臘文原文的初版。如上文

⁴⁰ 奧圖曼帝國進逼對東羅馬帝國的希臘學者與典籍之西移的影響見 C. M. Woodhouse, *George Gemistos Plethon: The Last of the Hellenes* (Oxford: Clarendon Press, 1986)。文藝復興時期透視法之重要性及其與科學之關係見 Kim H. Veltman, *Linear Perspective and the Visual Dimensions of Science and Art* (Munich: Deutscher Kunstverlag, 1986); E. Panofsky, *Renaissance and Renascences in Western Art* (New York: Harper and Row 1972), pp. 118–33。

⁴¹ 印刷術對於歐洲文化的重大影響見 Elizabeth L. Eisenstein, *The Printing Press as an Agent of Change* (Cambridge: Cambridge University Press, 1979)，有關科學出版部份見 vol. 2, chap. 6–8；拉哲蒙坦那的出版事業見 Zinner, *Regiomontanus*, pp. 110–30。

提到，十年後泰塔利亞出版了第一個意大利文譯本。至於公認最完善的拉丁文譯本則由哥曼典諾 (Federico Commandino) 在 1572 年出版，此譯本在 1575 年再次翻成意大利文。哥曼典諾是數學家，出身意大利烏爾賓諾 (Urbino) 世家，以翻譯古希臘科學典籍為終身志業。他是歐洲「第二波」翻譯運動的殿軍，也是其最有成就的人物。至於《原本》第一個英譯本則由後來成為倫敦市長的比靈斯萊 (Henry Billingsley) 於 1570 年出版，它篇幅宏富，裝幀精美，書前還附有探險家、煉金師與魔法師狄約翰 (John Dee) 的著名長篇序言。⁴²

但長達一個世紀 (1480–1580) 之久的《幾何原本》修訂、翻譯、出版之風對於數學、科學到底有何實際影響呢？就數學而言，十六世紀上半葉是代數學大發展與突破時期，但代數的中心觀念是數目與計算，幾何學所關注的則是空間形體，在解析幾何學出現之前這兩者關係並不很密切，因此《原本》與這一階段數學關係並不太大。然而此風對於半個世紀後即在十六世紀下半葉興起的「分析學」，則顯然有孕育、誘導、促進之功，因為所謂分析學，其目標基本上就是幾何形體測量，亦即各種曲線長度、曲面面積，以及其所包含面積和體積之計算 (包括各種形體重心之計算)，以及曲線的切線方向之確定等等。其實，這就是微積分學的濫觴。這方面的研究由可曼典諾開先河，但真正作出重要貢獻的則以荷蘭的史特文 (Simon Stevin) 和意大利的瓦勒利奧 (Luca Valerio) 為首，在他們之後向微積分學進軍的十七世紀歐洲數學家諸如刻卜勒 (Johannes Kepler)、卡瓦利艾理 (Bonaventura Cavalieri)、費馬 (Pierre de Fermat)、窩理斯 (John Wallis) 等不可勝數，牛頓只是集大成並且獲得最後突破者而已。⁴³

最後，牛頓與《幾何原本》也有千絲萬縷關係。他在劍橋的數學老師巴羅 (Isaac Barrow) 對此書非常重視，曾於 1655 年出版過一個拉丁文譯本，在 1660 年即牛頓進劍橋大學之前一年又出版相應英譯本。進入劍橋之初的青年牛頓對這貌似簡易的經典本來不屑一顧，以致在有關考試中表現欠佳，後來由於巴羅的忠告才對此書刮目相看，其後不但悉心研習而且日益重視。如所周知，他和萊布尼茲各自獨立發現了微積分學，亦即他稱為「流數法」(method of fluxions) 者。然而，他撰寫經典力學鉅著《自然哲學之數學原理》的時候卻沒有應用簡便有力的流數法，除了極少數例外，基本上都是應用更困難繁複的「綜合法」(synthetic method)，亦即類似於《幾何原本》的證題方式，以致在與萊布尼茲爭奪微積分學發明權的時候長期落於下風。這奇特的

⁴² 有關《幾何原本》的拉丁文與其他歐洲現代語文的翻譯以及出版，包括希臘原文本的編輯與出版之整體歷史，見 Heath, *Euclid's Elements*, vol. 1, chap. 8。有關拉道爾特見 Eisenstein, *The Printing Press*, pp. 587–88；有關湛布爾提見 Rose, *Renaissance of Mathematics*, pp. 50–52；同書 chap. 9 是有關哥曼典諾的專章，pp. 205–6 則是有關其《原本》翻譯的部份。

⁴³ 微積分學發展史見 Carl B. Boyer, *The History of the Calculus and Its Conceptual Development* (New York: Dover, 1959)。

做法當是由於新出現的流數法基礎尚未穩固，也無法嚴格證明（事實上此問題直到十九世紀方才基本解決）。至於「綜合法」則是他素來熟習，其嚴謹可靠，結論無可爭辯亦是公認，故此令他對之深具信心吧。⁴⁴ 這樣，《原本》與現代科學之誕生也結下了不解之緣。

總 結

《幾何原本》是公元前 430 至 370 年間西方第一次科學革命的總結，也是二千年西方科學傳統的核心。輝煌的亞歷山大科學和伊斯蘭科學都以此書為基礎與起點。《原本》在中古歐洲被亞理斯多德與經院哲學掩蓋，但現代科學革命仍然是由於在文藝復興時期歐洲學風向古希臘回歸，而《原本》再度為學者重視、研習，才得以起動。在這個意義上，《原本》在公元九世紀翻譯成阿拉伯文，十二世紀翻譯成拉丁文，十五至十六世紀再被多次翻譯和印刷出版，都是科學發展的主要觸發點。牛頓《原理》的撰寫雖然千頭萬緒，其基本結構仍然以《原本》為依歸。那也就是說，自古希臘以至十七世紀為止，《原本》在西方科學中始終具有無與倫比的權威性和重要性。另一方面，羅馬文明忽略《原本》，和中華文明接觸到《原本》但不為所動，都可以說是對本身文化過於堅定自信所致，這和新興而尚未有深厚文化累積的伊斯蘭帝國看古希臘文明，或者脫離所謂「黑暗時代」未久的歐洲看當時已經富強先進多個世紀的伊斯蘭文明，心態是完全不一樣的。

在阿基米德和托勒密之後，牛頓《原理》的出版應該說是《幾何原本》最光輝的時刻，但也是完成使命走進歷史的時刻。在十八世紀來臨之際，代數學、解析幾何學和微積分學都已經成熟，而嚴謹、美妙的幾何證題方式則已經過時。不幸的是，名聲如日中天的牛頓和他的仰慕者對此全然未能察覺，仍然大力宣揚《原理》所採用的古老數學方法。另一方面，歐陸伯努利 (Bernoulli) 學派的歐拉 (Leonhard Euler) 於 1736 年出版《力學》，以分析法全面改寫牛頓的質點力學，又於 1748 年出版《無限分析法導論》，提供了第一本系統微積分學教材，這兩者的符號、理念、程序都迅速成

⁴⁴ 關於牛頓見下列傳記：Gale E. Christianson, *In the Presence of the Creator: Isaac Newton and His Times* (New York: Free Press, 1984); Richard S. Westfall, *The Life of Isaac Newton* (Cambridge: Cambridge University Press, 1993); A. Rupert Hall, *Isaac Newton: Adventurer in Thought* (Cambridge: Cambridge University Press, 1996)，特別是此書 pp. 212–13 有關牛頓《原理》基本上使用綜合法的討論。關於該問題以及牛頓與萊布尼茲爭奪微積分學發明權的始末，並見 Niccolò Guicciardini, *Reading the Principia: The Debate on Newton's Mathematical Methods for Natural Philosophy from 1687 to 1736* (Cambridge: Cambridge University Press, 1999)，特別是 chap. 2–4, 9；同書 p. 100 對於牛頓在與萊布尼茲爭議中的處境有深刻分析。

為現代物理學和數學典範，而綜合法則日漸被拋棄、遺忘，以致今日只有專家才能解讀牛頓鉅著的論證。⁴⁵ 現代科學進展一日千里，令偉大開創者如牛頓也未能逃脫落伍的命運，這是第一個但絕非最後一個例子。

2008年3月12日於用廬

⁴⁵ 這戲劇性轉變（它其實遠比此處所說複雜）見 Guicciardini, *Reading the Principia*, pp. 169–261。天文物理學家錢德勒塞卡 (S. Chandrasekhar) 的 *Newton's Principia for the Common Reader* (Oxford: Clarendon Press, 1995) 是為今日一般科學工作者所撰寫的《原理》導讀。

A Study of the Translation and Fate of the *Elements* in Different Civilizations

(A Summary)

F. C. Chen

The *Elements* compiled by Euclid and transmitted to Alexandria in 300 B.C.E. was the fruit of the Greek mathematical revolution of 430–370 B.C.E., and as such became the core and foundation of Hellenistic science as well as Western scientific tradition up to the seventeenth century. This study made a brief survey of its encounters with the following five civilizations: the Greco-Roman, the Chinese, the Islamic, Medieval Europe and early modern Europe, particularly its reception by these civilizations and the history of its translation into Latin, Arabic, modern European languages and Chinese, respectively. The Romans never attempted to translate the *Elements* into Latin until Boethius, who made a major effort but did not seem to have completed the task, and in any case made no impact whatever. The Chinese translation by Xu Guangqi and Matteo Ricci in 1607 did gain considerable attention and indeed started an initial wave of interest in Western studies. Yet, contrary to Needham's assertion, in the end this encounter only led to a revival of traditional mathematics while modern developments entirely passed China by until the early twentieth century. On the other hand, Arabs and Medieval Europeans did make serious and repeated translations of the *Elements* into Arabic and Latin respectively. These efforts then blossomed into massive translation movements which in turn triggered important scientific movements. Although medieval science was stultified by Aristotelianism and then cut short by the Hundred Years' War and the Black Death, a second revival in Greek (especially Platonic) studies and in mathematics during the fifteenth and sixteenth centuries eventually brought about the seventeenth-century scientific revolution. The translation of the *Elements* again figured prominently throughout this revival, and was important even for Newton and his *Principia*. It is conjectured that the radically different fate of the *Elements* in different civilizations resulted from cultural attitudes arising from self-perception, that is, the Arabs and medieval Europeans were conscious of their relative inferiority *vis-à-vis* the Greek and the Islamic civilization, respectively, while the Romans and Chinese were self-assured and supremely confident of their own culture.

關鍵詞：《幾何原本》 翻譯 徐光啟 中古歐洲 伊斯蘭文化

Keywords: *Elements*, translation, Xu Guangqi, Medieval Europe, Islamic civilization