

科學史通訊 第三十五期(2011.9)目次

編輯的話	張 潤	3
專論		
生物科學史中「物種」概念的發展	賴伯琦	1
淺談文物保存與持拿方式—以新港奉天宮交趾陶為例	王琤雲	25
古代大型真菌辭源研究(I)：釋“芝”	蘆 笛	37
會友劄記		
日本東京科學博物館考察記	周維強	49
會議報導		
2011 海峽兩岸科學與工藝遺產研討會	張 潤	63
參與廣州有關科技史之研討會紀要	劉昭民	66
書訊		
《中華氣象學史》(增修本) 於 2011 年 1 月出版	劉昭民	67
學界動態		
第三屆國際東亞科學技術與醫學史學會		
竺可楨青年學者獎(Zhu Kezhen Junior Award)報導	編輯部	68
孫小淳率團赴臺考察水運儀象臺並進行天文科普教育交流	王廣超	72
本會活動		
第九屆科學史研討會會議紀要	尹崇儒、黃宇暘	75
99 年度科學史博碩士論文摘要選錄	編輯部	81



編輯的話

張濬

這一年多來，可以說是科學史研討會的「盛產季節」，一連串國內外的科學史研討

會陸續舉行。其中最值得一提是，今年七月份在合肥中國科學技術大學舉行的「第十三屆國際東亞科學史會議」，會中頒發了第三屆竺可楨科學史獎，共有兩人獲獎，分別為新竹清華大學歷史研究所李卓穎助理教授，和中國科學院自然科學史研究所的孫承晨副研究員；本刊很榮幸的邀請他們發表得獎感言，藉此分享他們治學的歷程和獲獎的喜悅。竺可楨科學史獎每三年頒發一次，第一屆是在 2005 年，於德國慕尼黑頒發。

今年十一月 10-11 日即將在高雄舉行的「2011 海峽兩岸科學與工藝遺產研討會」，不僅是對應去年八月初在北京的「2010 海峽兩岸科學與工藝遺產研討會」外，而且是將今年四月份在臺北舉行的「第九屆科學史國際研討會」做了另一類的「彌補」，回應三年前部分委員的提議，是否可以考慮在南部舉辦科學史研討會。今年十一月份在高雄義守大學舉行的「2011 海峽兩岸科學與工藝遺產研討會」，由中國科學技術大學胡化凱教授帶領，與中國科學院自然科學史研究所、內蒙古大學與首都師範大學等四個學術單位，共有 13 位學者與會，相信這是兩岸科學史學術交流的一個新的里程碑。本次研討會除了希望能擴大兩岸科學史的學術交流外，更期盼能夠奠立未來學術合作的基礎。

本期的內容十分豐富，共有賴伯琦、王琤雯和蘆笛三位教授的論著，以及周維強博士對於日本科學博物館的考察報告，劉昭民委員三場科技史研討會的紀要，也有他的新書發表訊息。另外，中國科學院自然科學史研究所孫小淳副所長率團赴臺考察水運儀象臺並進行天文科普教育交流，我們也邀請他提供訪臺紀要。當然本年初所舉辦的第九屆科學史研討會，是慶祝本會成立三十年的盛會，我們也特別請尹崇儒和黃宇暘整理紀錄，以記其勝。

今年是本會創立三十週年，除了感謝前輩篳路籃縷，長年熱忱的服務和付出外，我們更感謝熱愛科學史的讀者，這麼多年對《科學史通訊》支持與鼓勵，期盼大家未來更能不吝指教，讓本刊更上一層樓，不辜負大眾的期望。

生物科學史中「物種」概念的發展

賴伯琦*

引言

「在生物學中，大概沒有像『物種』概念般自始至終存在爭議者。」¹

「什麼是『物種』？在比較生物學中或是演化生物學中，大概沒有任何一個議題是像這樣簡單問題確有極端差異的觀點吧！」²

一、何謂物種？

在自然科學中，物理學探討的物質世界運作的原則與理論，化學則是探討物質世界中所有物質之變化與反應，兩者之中心科學概念皆建立於純粹且穩定的區分或形式上，如物理學之「力」、「物質」與化學之「質子」、「電子」等，而化學亦以「質子」與「電子」之形式確立物質世界之「週期表」。作為自然科學一部份的生物學，也在探索生物物質世界的過程中試圖建立與物理學、化學一般的科學概念，「物種概念」便是探討生物物質現象之重要基礎與區分。

當林奈提出「物種」命名原則時，「物種概念」猶如「週期表」般有系統地建立於完整的物種分類體系中，且以「外部形態」(phenotype)作為基本的區分依據，亦因此依據與物理學、化學間無特定關聯，初步確立生物學之獨特性。然而，生物的「外部形態」卻因其包含眾多物質特性而成爲達爾文鉅著「物種起源」中「變異」是「物種」在演化中的重要特性，從此，生物學家針對「物種」變異與判定「物種概念」之關聯性有眾多的爭議。

* 大葉大學生物資源學系 E-mail: biophilia.lai@gmail.com

¹ 「There is probably no other concept in biology that has remained so consistently controversial as the species concept.」

—Mayr, 1982

² 「What are species? Perhaps no other issue in comparative or evolutionary biology has provoked quite so much disparate opinion as this simple question.」

—Eldredge, 1995

二、早期的物種概念

「物種」概念的出現，與人類觀察自然界的生物有極為密切的關係。仰觀天、俯察地，對於所見自然界生物，進行分門別類的工作時，便是使用「物種」概念。

早在希臘時期，Aristotle 便以「有」／「無」作為動物分類的依據，例如「有毛」／「無毛」、「有血」／「無血」、「四隻腳」／「非四隻腳」等方法作為分類的邏輯，這與現今使用的物種分類檢索表的基本精神相同，也蘊含這近代分類原則中單系群(monophyly)的概念相同。而在 Aristotle 的分類原則下，所謂的「物種」是具有其本身特質的意義，該特質是可以經由觀察發現並察覺其本質性的存在，因此，一旦分類確定，也就是對生物的本質性確認，而不會再有改變。

因此，「本質論」的「物種」概念是指具有同一本質的生物屬於同一「物種」，而該物種的存在是依據相似性所推論得知，所以，這樣的「物種」是具有生物性的「類別(types)」之意，而變異則是本質表現不完善所致³。

「本質論」之「物種」概念在生物科學的發展過程中，一直是重要的分類精神，一直到 18 世紀，才因為「唯名論」哲學思想的出現，而產生新的「物種」概念：「相同事物的類別只是共享一個名稱而已」。因此，生物不在因為本質相同而被認為是同一「物種」，自然界中並不存在「物種」，而只有個體，所謂的「物種」只是對大量相同的個體進行「類聚」的思考成果而已⁴。

「本體論」的「物種」概念強調物種的不變性、穩定性與不可跨越性，但是，面對物種間具有的連續性的變異與演變關聯性的現象，在哲學意涵上是存在矛盾性；而「唯名論」雖然可以迴避物種本質性的差異性，但是在進行「類聚」時所使用的「物種」外形仍然是以「同質性」為主要依據，因此，所強調的「同質」形質不同，便造成不同的「物種」結論，產生不同的分類學體系。

³ 在 17 世紀時，「本質論」物種概念的重要生物學者為 John Ray (1627—1705)，其主張「物種不來自另一物種，不同的物種間永遠保有其不同的特性」。請參閱 Mayr, 1982, *The Growth of Biological Thought*。

⁴ 這種「唯名論」的物種概念流傳於 19 世紀植物學者間，而近年來，藉助電腦資訊科技的進步而興盛之「數值分類」之物種分類理論，也是強調「物種分類」是「分類」的問題，而不是「物種」的問題。請參閱 Mayr, 1982, *The Growth of Biological Thought*。

三、達爾文之前的物種概念

在 17、18 世紀初期的生物分類系統中，「物種」(Species)是具有「差異」的意涵，而「屬」(Genus) 則是眾多差異中之普遍類型。若是從生物分類的觀點探討「物種」概念，生物分學類的奠基者—林奈(Carl Linnaeus, 1707-1778)—認為「物種」是指一群具有外形獨特性的生物實體，其具有特異性、單一形態的、無法突變的且具有繁殖事實者⁵，因此，在林奈所創立分類學名二名法(binomial nomenclature)—由屬名與種名共同組成物種之分類學名—其中，「種名」是一形容詞，形容該物種為具有獨特性之類型，而「屬名」則是一名詞，代表該類型雖具獨特性但普遍上又具有形態類似的一群不同種之生物(Freer, 2003)。然而，林奈並不認為物種會改變，其所創立的分類原則是為已存在的物種建立分類系統，而物種所存在變異現象是環境適應的差異⁶(汪子春等，2003)，而這樣的物種概念也影響拉馬克(Jean-Baptiste de Lamarck, 1744-1829)。

拉馬克認為生物進化的方向是由低級向高級逐漸推移的，這種推移按不同等級而逐漸上升。現在看到的自然界種類繁多的生物類型，是生物按等級向上發展的傾向和環境間長期相互作用的結果，也就是說，生物進化的原因和動力，一是生物按等級向上發展的趨勢，一是外界環境的影響(Lamarck, 1984)。因此，拉馬克的物種概念認為變異是存在的，且有其內在動力使得生物按等級向上發展的傾向(由最高造物主所規定的)，而自然界則以變異與革新的方法保持這樣的物種等級。

達爾文(Charles Darwin, 1809-1882)是大家耳熟能詳的演化論創立者，探討物種的地理分布與其間之演變關係，而在新種產生的演化過程中，「變異(Variation)」是演化的動力，「選汰 (Selection)」則是演化的機制。達爾文試圖經由物種演變的內在動力與外在機制來探討生物演化的理論，而且達爾文在生物演化理論中並不認為生物的「物種」是永恆不變的，然而，弔詭的是，達爾文仍是沿用分類學家的物種概念，撰寫「物種起源」一書⁷。由此可知，在林奈的年代，乃至達爾文的年代，「物種」之區分乃是基

⁵ Mayr 認為共同具有同一本質的生物即屬於同一物種，而同一本質的存在是一具相似性推論而得，因此，對於本質論者而言，物種的定義就是相類似個體的總和。(Mayr, 1982: 256)

⁶ 林奈相信「物種不變」，他的《自然系統》僅僅依照單一性狀，便將植物分為彼此互不相關、界線分明的值群，所以帶有明顯的人為性，並不能反映物種發展的親緣關係。他在《植物哲學》中提到：「變種是為氣候、土壤、炎熱和風力等偶然原因所改變的植物。」(汪子春等，2003，42 頁)

⁷ 提斯·戈德史密特(Tijs Goldschmidt, 1994)曾在《Darwin's Dreampond》一書中提到達爾文對於「棲息在相鄰區域的兩近緣物種，應該是在該區域尚未相連且生活環境有所區隔時便以形成」，

於可辨識之形態特徵、以經驗物質之描述加以定義之。

四、達爾文之後對物種概念的兩次討論

自達爾文之後，「物種」概念在生物演化歷史的觀點下，從不變的「本質性」的界定轉變成「異質性差異」的判定。Mayr (1982) 認為：「生物學的『物種』有三個新的概念。第一、不能將物種視為模式 (types)，而應該視為族群 (populations)，也就是說從本質論轉變為族群思考；其次，不能依照差異程度定義物種，而是應以獨特性、也就是生殖隔離作為依據；不以其內在性質定義物種，而是以其共存的關係為依據。」

隨著生物科學的進展，生物學家瞭解越多不同類型的生物現象與其物種發展歷史後，生物演化學對於物種演變的現象與物種的認定基礎日趨「個別化」(individualization)與「學門化」(disciplinalization)。所謂的「個別化」所指的是哺乳動物的物種概念與無脊椎動物、昆蟲等生物類群間因為物種個別的特性而有不同的判定依據，開花植物與蕨類植物的物種分類方法有所不同，細菌與病毒雖然都是極微小的生物，但是如何區別這類生物的「物種」又是另一種概念；所謂「學門化」則是指因為不同學門的屬性而有不同的物種概念，例如：生物分類學的物種概念主要建立於形態差異，生物演化學家則是注重物種在生物結構的演變過程中所發生的關聯與判別，胚胎發育學之物種概念在於生物發育過程中有那些不同的生活史特徵可供區別，而生態學家則是關切生物族群在生態地域的分佈上與環境互動所產生之差異與物種區分的關聯性如何。「物種」概念已經被生物學家爭論已久，從對物種的概念認知與探究而言，有些生物學家重視「如何區分物種」—對於自然界中生物之變異如何進行分類之區別，而有些生物學家則探討「物種如何形成」—自然界中的物種如何開始、如何演變以得知物種間之歷史性關聯(Cracraft, 2000)。前者，即如同林奈所建立之物種分類觀念，透過對自然界生物的檢視，在相似的生物類型中尋找模式類型 (Typological type) 作為物種區分的基礎，而這樣的「物種」概念，無關乎生物於自然界中的生物關係，如「被區分為同類型 (同種) 之生物群間是否具有歷史性關聯」、「若其餘不同族群間具有外型上的差異時如何判別」等重要之生物性基礎，並未作為該「物種」概念之重要條件，而是以生物型態間之異同程度作為主要的依據，成為「形態物種概念」之濫觴；後者，即如同達爾文重要著作之書名「物種起源」，探討「物種」發生之始、之演變與其間之歷史性關聯。

認為達爾文曾意識到「物種形成的機制」，但是，達爾文並沒有特別談到該機制為何，這是否不只是因為當時對生物之遺傳與演化之間關聯性不清楚，同時也是達爾文受限於「物種應具有本質性」的觀念所致？

(一) 美國科學振興協會在亞特蘭大所舉行的研討會

(A Symposium presented at the Atlanta Meeting of the American Association for the Advancement of Science, December 28-29, 1955)

「物種」概念之形成與演變，因為生物學的研究發展，對於生物形態學、胚胎發育學、生物行為學、生物生理學、遺傳學、生態學的研究發展，生物演化學的理論變革的影響，終於多元而複雜。在 1955 年 12 月 28-29 日，美國科學振興協會在亞特蘭大所舉行的研討會，與會的生物學者主要的討論議題便是「物種問題」(The Species Problem)(Mayr, 1957)，會中探討「物種概念及其定義」以及當時對於植物物種理論與實務、各類動物物種界定的問題與討論，並且當時生物學研究中「基因重組」、「生理生化」、與「胚胎發育」等蓬勃發展的研究領域也提出對「物種概念」的觀點與意見，與會報告成果集結成書，綜合各領域的意見，總結「生物物種」的重要性與困難之處，這也奠定麥爾 (Ernst Mayr)日後「生物物種概念」的立論基礎。

在美國亞特蘭大所舉行有關物種問題的研討會中，Mayr 首先提出林奈對於「物種」之真實性、客觀性與恆久性的主張在生物學歷史中的三個重要性：第一、物種的概念表示對於「物種為自然發生」的信仰結束，取而代之是另一個信仰—物種是具起源的演化歷程—正在散播；第二、「物種」將由哲學家基於形上學精神對物種問題的空論抽離出，取而以「除非個體性存在，否則物種對於自然學者而言只是一個幻象」代之；第三、強調在地自然學者的觀點，並且建立一個對在地性的植物相與動物相皆具有觀察性與實驗性的物種研究基礎。

對於「物種概念」，Mayr 也列出根據選擇基準的不同，列出五種物種概念：「實務的物種概念」(practical species concept)、「型態的物種概念」(morphological species concept)、「基因的物種概念」(genetic species concept)、「無生殖性的物種概念」(sterility species concept)與「生物的物種概念」(biological species concept)。

生物物種概念(Biological Species Concept) 是定義一組生物族群其於自然條件下具有實際或潛在的繁殖能力，且與其他族群相隔離，無關乎其表象是否相似 (Mayr, 1982)。生殖隔離的機制是造成物種族群與其他物種間之繁衍相似度降低以達到瓦解原本共同適應的遺傳系統 (Claridge et al., 1997)。此物種概念所蘊含的生殖隔離機制包括「棲地隔離—族群異地分離」、「行為隔離—即使同域也有不同的行為」、「時間隔離—即使行為相同，其行為發生的時間不同」、「機制隔離—即使行為與發生時間相同，其生殖機制有變異存在」、「配子隔離—即使有機會發生交配行為，也因為配子形態

變異無法完成交配行為」、「雜交易亡—雜交所形成的胚胎易死亡」、「雜交不孕—雜交所形成的胚胎成長後無法順利產生配子繁衍下一代」，在自然選汰下，這些機制演變成具有維持族群隔離的效力，使「物種」得已被區分。

其他領域的研究學者則是其對不同類型生物研究之心得，提出其對於生物物種概念的觀點或批評。

「基因的物種概念」—從基因重組探討「物種」(The Species as a Field for Gene Recombination, H. L. Carson)：從基因重組探討物種對於有性生殖的物種而言是具有意義的探討方式，基因學者可以經由重組基因的系統來研究並描述「物種」，而該系統就是經常被談到的所謂「基因池」(gene pool)。從大的基因池中因為基因重組而產生的差異造成不同程度的隔離現象，由於有性繁殖的形式存在於不同的區域群體，造成當地該時不同的重組系統，因此，物種將因可延展有效的基因重組而造成任一世代的選擇效應，成為一系列成功的世代，而因重組的潛力而對於其他族群具有部分關閉或永遠關閉交流的有效性。

「型態的物種概念」—植物「物種」的理論與實務 (The Plant Species in Theory and Practice, V. Grant)：對於植物學家而言，生物物種概念並非適當的物種概念，良好的物種辨識事實上已經在所有主要的植物類群中被發現，對於具有系統分類困難的典型植物屬別都顯示物種問題主要有幾個不同原因產生：(一) 當物種源於某些族系，而其演變過程是漸進式的，某些族群正處於物種與族系之間不確定的狀態中；(二) 基於生殖隔離效應，某些族群應被認知為物種，但其卻未有容易辨識的獨特特徵；(三) 物種間的隔離可能因為某些中間族群的雜交而未達到完全；(四) 植物經常重現無性生殖方法，致使內部（個體）雜交之內在基因交換與外在生殖隔離喪失，而無法從族群的狀態成為物種的狀態。以上都是生物物種概念應用的諸多困難點，被視為生物單位的「物種」，其客觀真實性不應該受到物種漸變形式或隱蔽種的存在而受到動搖，而如果性別消失，對於生物物種概念而言，就不存在「物種」的界定。因此，唯有透過型態的檢測來判別物種才是有效的，因為型態的表現不僅是保留生殖障礙的形式，同時也是自然雜交現象的呈現。

淡水動物的物種問題(The Species Problem in Fresh Water Animals, J. L. Brooks)：由於淡水動物的基因型相同的條件下，其外表型變異範圍太過廣泛，是造成物種問題的重要來源。從演化的觀點，範圍廣大的外表型變異是物種基因型在環境條件變異極大的淡水水域中生存具成功發育的能力之表現。此外，在淡水水域中，數種變異的物種形式共存時，物種間的辨識是非常重要的，因為數個相近物種共存於水域中，雜交的形成所產生之族群雜交內滲現象(introgression)將造成分類上的困難。

「實務的物種概念」—化石動物的物種問題(The Species Problem with Fossil Animals, J. Imbrie)：儘管生物物種概念是基於變異的、內交的族群基礎，已經大量取代基於型態的物種概念，但是，其應用於化石物種的特質上仍有其爭議之處。化石的物種是取用型態資料，並整合生物地理與古生態學等相關資訊而進行確認，而基於化石的特性，若要應用生物物種概念來判定化石物種，其困難之處在於化石的不完整性。而對分類學家而言，也常因為型態的資料的不連續性而在分類上產生問題。

「無生殖性的物種概念」—原生動物之繁殖系統、生殖方式與物種問題(Breeding Systems, Reproductive Methods, and Species Problem in Protozoa, T. M. Sonneborn)：對於無性生殖的原生動物而言，有兩個主要的物種問題：首先是基因池的概念，對於無性生殖的原生動物而言，並沒有所謂的基因池，因此也沒有在該線索下的物種存在；其次，對於分類學家而言，並未關注於建立有性生殖與無性生殖生物間類似的「物種」可以使用概念。對於無性生殖的物種，雖然型態差異性的掌握具有其本質性意義，但是，生理上的差異已經單獨被使用於許多案例。從 Sonneborn 的觀點，對於有性生殖或無性生殖的生物，使用相似性做為物種的區分必須對相同形式與規模的基因差異性有所認知。要讓分類的原則同時適用於有性生殖與無性生殖的生物是可能的，就是經由設計一個完備的可辨識的、具有顯示與其他群體最少量且不可至換之不連續性的群體，以將「物種」目前的意涵化約至一個，便可在無性生殖設置好物種的界分，也可同時適用於有性生殖物種。

一個胚胎生物學家對於物種概念的觀點(An Embryologist's View of the Species Concept, J. A. Moore)：從地理分佈的生物族系中發展出新物種的演化形式已經被討論許久，結論是這些過程中最重要的觀點在於基因分歧是伴隨著當地環境的適應現象，於此，基因分歧現象與隔離機制的差異有關，那樣的隔離機制是可以避免雜交，且部分理論的觀點認為那樣的隔離機制是由於基因差異性所造成，在基因雜合過程中，不是產生不孕的現象，便是胚胎無法正常發育所形成的隔離機制。

從生理學家的觀點探討物種問題(The Species Problem from the Viewpoint of a Physiologist, C. L. Prosser)：經由生理特質的檢視，經常可以提供自然族群中的變異及許多有用的資訊。自然族群的變異可能已經成功地建立生態型(ecotype)或是族系，更常見的是，當兩個族群的適應性生理差異出現時，通常也是基因差異已經確立之時，那麼，種化現象便出現。許多同系種(sibling species，外形相似但基因已有差異)或是型態相近種(morphologically similar species)通常都可以被辨識出其生理適應性已出現差異。如果不是要探討物種之起源，而只是對於植物或動物發育的適應型態進行探討，使用生理反應做為自然變異的基準是可以做為回答演化關鍵

問題的途徑。

生物物種的困難處與重要性(Difficulties and Importance of the Biological Species , E. Mayr)：對於生物物種應用的困難在於：不是對調查的對象缺乏必要的特質，便是調查的對象正處於演化中途，而資訊的缺乏則是來自對兩性多型性(sexual dimorphism)、年齡差異性或非基因棲地差異性等認知，或是對於族群間生殖隔離的資訊不足所致。而對於處在演化中途的現象是來自「演化的連續性」、「對於生殖隔離的獲得缺乏對應的型態改變」、「型態變異極大卻未形成生殖隔離」以及「相同多態性物種(polytypic species) 在不同的地域族群有不同程度的種化現象」。因此，生物物種的定義在於生殖隔離造成物種之不連續性，但若是沒有性別，就無法適用。

從當年研討會的資料可知，在植物「物種」的理論與實務論點中所使用的便是型態物種概念(Morphological Species Concept)，而「型態物種概念」的定義是一組具有形態相似性的生物體，但與其他組別的生物體間具有可察覺之相異處者，稱為「物種」。對於無性生殖的物種，便是依據其外型特徵、生理結構等作為物種區分的依據，而有性生殖之物種，則是應用林奈的分類原則，主要是以生物之生殖器官構造作為分類的依據，其哲學意涵乃是「生物之繁殖必須經由性別生殖器官間之吻合方能完成」。雖然林奈的「物種」分類以生殖器官為主，但其原則仍是依據「可辨識的外部形態與生理結構」，這是對於「物種」實務問題之經驗性的方法，與其說是「概念」，它更像是一種描述「物種」的技術，然而，對不同物種的分類，卻是依分類學家對外型差異總和之認定來決定之(Claridge et al., 1997)。

認知物種概念(Recognition Species Concept)定義「物種」為一組生物體是具有辨識其他具有潛在交配者。該定義建立於這樣的物種具有獨特的、具種別性的且具可辨識的交配認知系統（交配認知機制），其認知系統為鳴叫聲或是化學訊息，在交配過程中具有認知的辨識功能，因此，可視為一種生殖隔離機制(Paterson, 1985)，經由特定的、具種別性的、新的交配認知系統之演變，成為生物演化中特殊的種化現象，淡水生物的物種問題便是與這樣的物種概念有關。

演化物種概念(Evolutionary Species Concept)是指由「祖先—子孫」關係所建構之單一譜系族群所形成之物種，其保有與其他譜系不同之辨識性，且各自譜系有其各自之演化趨勢與歷史性因果(Wiley, 1981)。而此概念中，所謂「祖先—子孫」譜系之建立除瞭解現存生物類群之特徵外，也需要有化石作為譜系建立時之重要證據，作為譜系建立之連結所需，這也是化石物種概念重要的依據。

(二) 物種概念與親緣理論(Species Concepts and Phylogenetic Theory)

「物種」，在哲學意涵上，是被化約為一個個體或是一個類階，然而，將「物種」個體化或是類階化是否適當，並不只是一個哲學思考的議題，同時也具有「物種」於演化中所扮演的角色之重要意義 (Bock, 1986)。新種在生物演化的起源是由一物種之族群中分化而來，前述之「物種」概念中，不論是形態的變異或是基因的突變，都可被歸納為族群行為之不同層級之現象。如同達爾文所啟發之演化生物學，物種的演化歷程主要是基於族群內突變的發生與各種選汰力量作用而行程，新種之形成來自長時間新突變出現的累積，使得次族群(subpopulations)由原初的族群中分化而來。然而，越多基因突變的性狀被發現，要定義「物種」概念就越困難。當生物遺傳物質 DNA 的分子結構於 1953 年被卻確立後，生物學進入「分子生物時代」，所有生物學的物質現象似乎得到與物理學、化學同樣純粹且穩定的形式，藉此生物科學的新進展，使得 1966 年 Hennig 所提出的「親緣系統」(Hennig, 1966) 重新被廣泛地討論，並隨著電腦資訊運算能力的日益強大，許多過去因為龐大資料而無法被探討的理論，都隨著新的研究方法而受到重視。然而，「物種概念」之「外部形態」爭議的並沒有因為「分子生物」的發展獲得平息，反而因純粹穩定的「生物分子」與複雜多樣的「外部形態」間並無特定關聯性，使得生物學的「物種概念」進入爭論的新紀元。在仟禧年所出版的物種概念與親緣理論(Species Concepts and Phylogenetic Theory, 2000)，由建立親緣物種概念(The Phylogenetic Species Concept) 學者之一 Quentin D. Wheeler 博士，與丹麥動物學博物館 Rudolf Meier 博士共同邀請當時幾位著名的「物種概念」建立者一同展開世紀論戰，以親緣理論 (Phylogenetic Theory) 為基礎下進行「生物物種概念」、「親緣物種概念」、「演化物種概念」的全面探討。

親緣物種概念(Phylogenetic Species Concept)強調「物種」層級親緣關係之重要性(Hennig, 1966)，所謂親緣關係是指在可相互比較的生物個體中具有特徵之獨特組合而可被判定為最小族群或子嗣的集合體之意(Nixon and Wheeler, 1990)，因此，「親緣物種概念」可以被定義為「物種乃是共享祖先特徵但卻能個別地被區分之最小群組之生物體」。在親緣物種概念下，「物種」間之關聯性與區分性可經由外部形態、發育生活史、生理化學成分等各種資料進行分析以建構。而因應親緣物種概念的興起，曾經出現的物種概念，例如：生物物種概念與演化物種概念，以及親緣物種概念內部觀點的分歧與演變，都同時面對系統分類所蘊含之物種親緣關係，及其所反應之生物演化歷程，因此，面對相同的物種位階及其內涵等議題，幾種目前受到重視與應用的物種概念提倡者一同進行方法上與意義上等相關討論。

「生物物種概念」(The Biological Species Concept, E. Mayr)

在此，Mayr 除重申其對生物物種概念的原始定義外，並深究其所提出之生殖隔離機制不僅只是生殖相關的生物現象上產生差異而有隔離效應，可以涵蓋「型態」所有的意涵外，也可以應用在基因的層次上：所謂族群間之隔離機制效應是指其族群間之小基因池是獨立的，不產生交流。因此，在這樣延伸的意涵中，生物物種概念便能涵蓋生物間之「物种認知」、「演化關聯」(隔離機制的形成是漸進式的、具有譜係關聯性的)、「相同多態性的物种之區分」(經由基因池間的差異現象做為區分依據)、「無性生殖生物的分類」(亦是經由基因池的概念可以做為其物种概念的依據)等過去多項難題，而這樣的物种概念對於分子時代的生物演化與親緣關係研究，亦具有其完整的生物科學意涵。

「Hennig 的物种概念」(The Hennigian Species Concept, R. Meier and R. Willmann)

由 Hennig 所提出的物种概念是指所有個體經由遺傳關聯性連結所建立之具有生殖潛力的群體，而這樣的群體應該被稱為「物种」。如今，這樣的物种概念被修改為「物种是在繁殖上被隔離的自然族群，或自然族群的部分群體，這些在繁殖上被隔離的群體是源自於主要族群在種化事件的分解而來，且因為滅絕或是種化而存在」的意涵，並稱之為 Hennig 的物种概念。在這樣的物种概念中，生殖隔離的必要性是荒謬的，因為經由基因交流，所謂的生殖隔離將自內部被融合，而 Hennig 使用融合與可內在交換的隔離現象做為物种的思考方向，是著眼於探討在時間尺度下，如何設立物种的界線。生物的演變便是物种的演化，次群體及親緣重建都是基於演化確實發生的假設上，因此，演化與親緣關係都是歷史歷程，因此，一個物种概念作為親緣系統分類時必須涵蓋物种的歷史的維度性，即時間與空間的維度與物种間的發展關聯性。因此，在 Hennig 發展他對物种的觀點時提出單系親緣群概念(monophyletic group)：單系親緣群包含一主支物种(stem species)及其所有的子嗣，其子嗣將由種化過程可被區分為「物种」，而主支物种與子嗣物种則形成親緣關係與演化歷程，並可做為分類階層之系統意涵。

非型態單系親緣物种概念(The Phylogenetic Species Concept: Monophyly, Apomorphy and Phylogenetic Species Concepts, B. D. Mishler and E. C. Thieriot，又稱為 M-T 親緣物种概念)

這種親緣物种概念是依親緣上生殖階層的分類結果而使得其定義較為複雜：一物种是先前親緣分類中可辨識之最小分類群，而這些被群組

為物種的生物體則是因為單系親緣關係(monophyly)的證據。分類群是依物種重新建構，而非更高的分類階層，其原因是物種乃最小的單系群，其在生物歷程之重要性是可以依其單系親緣關係之支持度進而處理其的後代親緣問題。由此關聯性建構的親緣關係之系統架構稱為「親緣系統樹」(phylogenetic tree)，然而，任意將既有的名稱放置於系統親緣樹上，對某些特定的位階而言是獨斷的，基於單系親緣關係的群組則較為恰當，但那樣的關係能否被認同，仍然與特徵同質性(character homology)之輔助的決定以及在他人相信單系親緣假說之前所需之支持有關。提供一個分類方法的主要理由是給予單系親緣群組一個名稱以便於操作，然而，並非所有發現的單系親緣群組都必須或應該被賦予名稱，因為某些單系親緣群組是演化上無關緊要的狀態，像是非型態性的中性選擇現象。且最小的單系親緣群組並非必定有個體發育的意涵，而可以是比林奈命名的分類階層更小。因此，這樣的物種位階應用是無法自動進行系統分類，而是必須仰賴個別的判定。

親緣物種概念(The Phylogenetic Species Concept, Q. D. Wheeler and N. I. Platnick，又稱為 W-P 親緣物種概念)

此種親緣物種概念是將「物種」定義為一群可經由特定特徵組成而察覺的族群或後代的最小集合體，這個概念所呈現的是單位物種概念。一度，親緣物種概念是從前科學二名法、林奈分類法與有機演化的基本單位，但隨著演化歷程的多樣化，從無性生殖的克隆狀態(clonal asexual forms，單一個體無性生殖繁衍而形成群體的狀態)到有性生殖生物，親緣物種則是呈現演化歷程的最終產物。由 Wheeler 與 Platnick 所提出之親緣物種概念是試圖建立個普遍性的物種概念，如同其他物種概念一般，W-T 親緣物種概念也是提出一個物種自我永存(self-preservation)的假設，因此，這個物種概念主要目標是認知永存的生命類型(kinds of life)多於類型相似性(kinds of like kind)，從最初對物種的分辨方法，親緣物種概念對於物種的分辨是以支序分析方法為主，其所需準備的特徵必須是對辨識物種而言具極端性且不須知其確定性(確定是某個物種所有的特徵)，而對於極端性特徵的假說是提供檢約(parsimony)基準之嚴格應用為主，那將具有最佳的測試性。而在進行 W-T 親緣物種概念應用時，不需要選用物種的全數進行研究，而部分的研究則是必要的，而當這樣假說可以區分出單一物種時，那麼這個物種概念就可以如假說般具有作用而廣泛應用，做為具有鑑別性的測試。

演化物種概念 (The Evolutionary Species Concept, E. O. Wiley and R. L. Mayden)

一個演化物種是一群生物所組成的實體(entity)，經過時間與空間散佈後，該實體保有與其他實體不同的同一性(identity)，且該實體有其自身獨立的演化命運與歷史趨勢。因為，演化物種是邏輯上個體具有其起源、存在與終結現象，而演化物種是在親緣系統中有功能的實體，且物種與種間的關係可以經由圖像式刻意的線條連結呈現其演變的歷史歷程。有性生殖物種可能顯現與其他遺傳關係之部分生物體有統合型式，但卻與存在其他類階的部分生物體沒有直接關聯性或是無關聯性，乃是因為在演化的歷程中，這樣的有性生殖物種是以生殖型式做為物種延續與演變的重要方式，如果有統合的生殖型式，則表示其部分生物體間因為實體延續而分享同一性。而對於無性生殖物種而言，物種可謂是從單一個體祖先所形成之克隆群體，這與多細胞個別生物可以由減數分裂關聯性產生具有同一性的後代，有類似之處，所以在兩種不同交配形式，因其繁的歷程的相似處，可以做為有性生殖與無性生殖物種概念上普遍的立基點。上述所謂在演化的過程中保有物種的同一性，並非模式狀態的相似性，而是指個別特質的狀態，因為同一性的保持必須經由個體間交換基因的狀態決定。所以，個體的基因交換所產生的後代必然是獨立的，所以必然有其獨立的趨勢，這樣的趨勢正是演化的現象，也是物種的演化歷程之所在，也就是說一個演化的物種有其自身的演化命運。

經由系統分類學的發展歷史，企圖在眾多物種概念中群尋求共通的意涵是相當困難的，其困難可被歸納為以下的幾個原因 (Hull, 1997)：

(1) 對於個別研究的生物類群，所出現的變異未必出現在其他生物類群，因此，系統分類學家，不論對或是錯，總會相信其所研究生物類群的特徵必須被使用在物種概念上，例如：生活史、變異的形式或是特徵差異性的延伸等。

(2) 系統分類學家因為其不同的興趣或目的，對於「物種」這個詞彙給予不同的意義。例如：有些系統分類學家關切對於描述「變異」的意義來做為分類上的多樣性，有些則是重視物種為演化單位的意義，這樣不同探究物種的途徑，總是影響對於物種概念意涵的選擇。

在 Mayr 的生物物種概念中，其所強調的生殖隔離現象，即使加入基因池的概念可以使其生物物種概念更加完整，但是，其所建立之基因池差異性所代表的生殖隔離判定，如何確定基因池的組成及規模卻是極具爭議性；而 Hennig 的物種概念雖然可以跳脫生殖隔離的判斷困境，回歸到自然生物現象的關聯性上，並得以從演化的歷程來探討物種概念，但使用如此的物種概念之前，必須判定「繁殖上被隔離的自然族群」之組成與規模，

而當這樣的判定確認後，其「物種」的區分已經在判定的過程中被認定（尤其是如果種化事件與滅絕事件無法確認時），Hennig 的物種概念只是對於那樣的物種區分進行再檢驗以確認而已；若要避免 Hennig 的系統分類方法中可能造成獨斷的預設的情形，M-T 親緣物種概念則完全不先區別生物個體的群聚，而是完全以單系親緣群組來判定，似乎是最為合理與簡化的親緣系統分類方法所決定的物種概念，但是，誠如 M-T 親緣系統物種概念所談到的應用難處：不同的生物類群需要進行個別的判定，那麼，在親緣關係是演化歷程的同義概念下，不同生物類群為何需要進行個別的判定，而無法以普遍性的方法判定；若從普遍性的判定方法，同是親緣物種概念的 W-T 模式正是以此途徑試圖建立「物種」為「可經由特定特徵組成而察覺的族群或後代的最小集合體」，使用極端性但不具有決定性的特徵進行檢約分析，因為極端性的特徵具有區分效力的極大化，與檢約方法進行分析，可以獲得的親緣辨識力較高，且具有方法上的普遍性，但是，何謂「極端性而無物種確定性」的特徵？而以檢約理論對於特徵的演變歷程是否充裕？若是這兩個重要的物種概念基礎動搖，這樣的物種概念豈非又成為難以「永存」的物種「概念」；演化物種概念在相當程度上具有濃厚的哲學意味，其原則性的說明不僅可以區分物種之同一性，也同時對物種的演化歷程與個體間的關聯性提出「雖分未分，似合非合」的統整性觀點，並將物種與整體之特殊關聯性應用於有性生殖物種與無性生殖物種間的相似性上，提出「雖繁衍方式不同，但其繁殖意義相同」的重要見解，然而，演化物種概念的卻因為「物種」與「個體所形成的群體」間有何條件可以做為「種化」的判斷依據，而難以成為「可操作」的概念。

五、「物種」概念意涵的歷史

探尋「物種」概念的意涵，是生物學家在生物世界認識過程中始終在尋找「物種」之「本體」所在。當林奈氏提出「物種」命名原則時，是以「外部形態」作為基本的區分依據，系統性地建立完整的物種分類體系，猶如「週期表」般。然而，生物的「外部形態」卻因其包含眾多物質特性而成為達爾文鉅著「物種起源」中「變異」是「物種」在演化中的重要特性，因此，生物學家針對「物種」變異與判定「物種概念」之關聯性有許多不同的認知與見解，「物種」之意義也因而不盡相同。

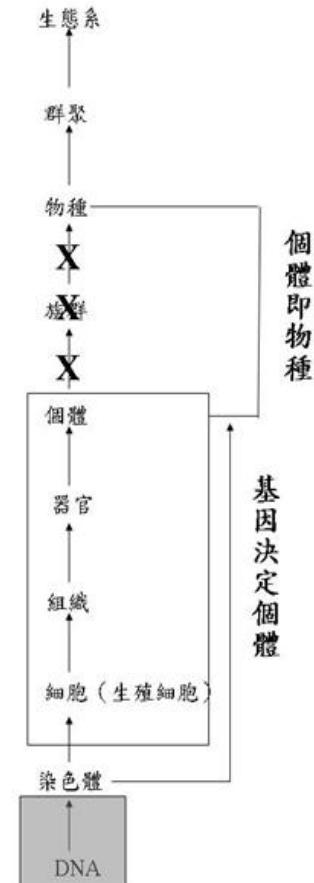
由生物層級(Hierarchy)與「物種」之關聯性（圖一），過去生物科學所討論的幾種主要的物種概念，可被歸納如圖二至圖七。圖二為「物種不變之物種概念」



圖一：生物層級圖

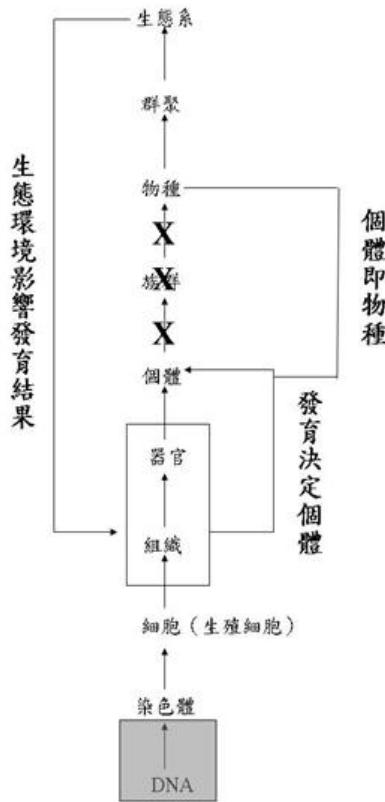


圖二：物種不變之物種概念，可由個體代表物種

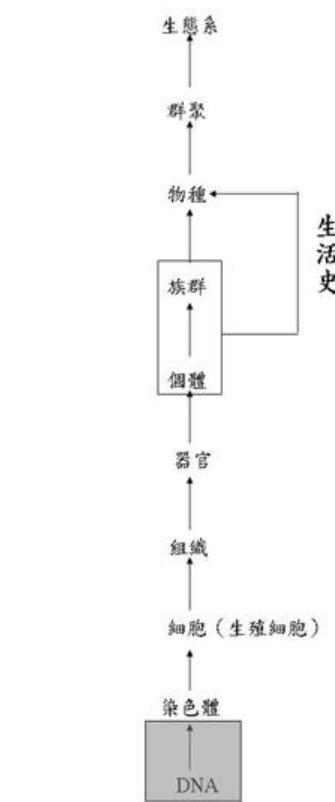


圖三：基因之物種概念，基因決定個體，故可作為物種概念

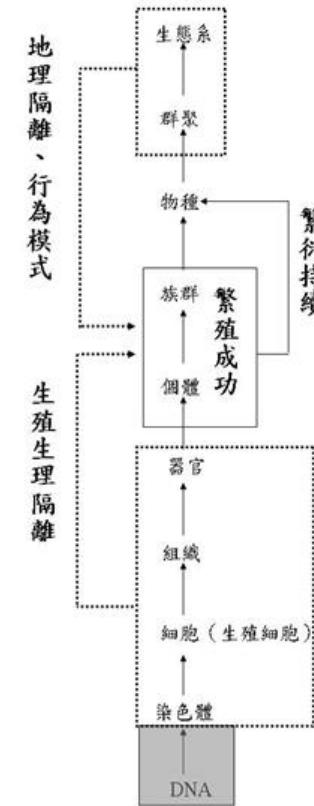
(第三節所提到的「植物物種」，即「型態的物種概念」，亦即達爾文之前之物種概念)；圖三為「基因之物種概念」(第三節所提到的「從基因重組探討物種」，即「基因的物種概念」)；圖四為「胚胎發育之物種概念」(第三節所提到的「原生生物之繁殖系統、生殖方式與物種問題與胚胎生物學家對於物種概念的觀點」，包含「無生殖性的物種概念」)；圖五為「生活史之物種概念」(第三節所提到的「淡水動物的物種問題」)；圖六為「生物物種概念」與物層級間的關係；圖七則是「親緣物種概念」，在生物層級中，親緣的概念是物種發生的歷史關聯性，因此，所有高於物種的層級關聯性也都是建構於物種以下所有資訊的分析與整合。



圖四：胚胎發育之物种概念圖，個體胚胎發育過程與生理結構的改變，是物种間辨識的主要概念

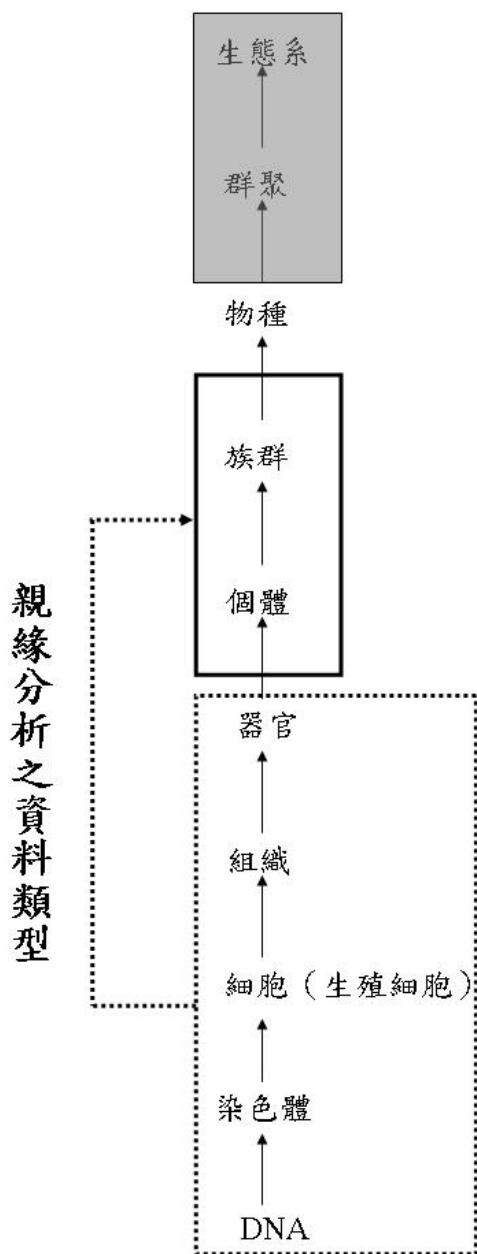


圖五：生活史之物种概念圖，生物之物种差異來自其個體發展為族群之整體生活史變異性



圖六：生物物种概念圖，生物之物种形成必須是繁殖成功的結果與繁衍延續的自然現象，因此，在生物層級中所有的存在類型都是決定物种存在的機制

由以上的幾個物种概念圖示中，以型態的資料（不論是外形、胚胎或、生理或基因的形質表現）所發展的物种概念，建立於「物种不變」的基礎上，即使物种發生變異也都是外在環境的影響所致，因此，物种的本質便是個體「型態」的特質，個體間的關聯性便預設地成為同一性的關聯，如此，物种的概念是具有不變性與可建構系統性；然而，以生物間之關連性具有其歷史性與自身（物种與個體）之獨特性作為物种概念的重要依據者，便注重個體間之互動與關聯性，此時，個體之獨特性不再是最重要的，個體間的關聯性（族群所呈現之統整現象）便成為該物种概念（生活史物种概念、生物物种概念親緣物种概念）不可或缺的特質，致使物种概念變成不再固定不變、充滿爭議性，而所建構物种間之系統關係反而成為對物种概念的挑戰。



圖七：親緣物種概念圖，由個所組成的族群，才能作為物种概念的基礎，因此，所有個體的資訊總和，成為分析個體間差異性的重要依據

因此，倘若個體單獨以目前之形態作為「物种」之區分，實有其不足之處，但若要以生物之分子結構作為其間「物种」之判別，豈非又與「形態區分物种」走入相同之困境。生物科學分子時代的來臨，雖然提供生物研究依個重要的且有力的工具，但是，由以上幾個不同的物种概念圖中，在 DNA 的資訊與功能尚未瞭解之前，大部分的物种概念仍舊是延續林奈時代所建立之「物种不變」的觀點，這樣的「物种不變」之物种概念，在生物科學中許多學門的概念都在實際科學操作過程中所約定形成的，如

「分類學 (Taxonomy)」⁸、「分類方法 (Classification)」⁹、「系統關聯 (Systematics)」¹⁰、「親緣關係 (Phylogenetics)」¹¹等 (Hennig, 1966; Blackwelder, 1967; Wiley, 1981)，而「物種」是其基本而不變的假定預設概念：同「種類」(kind) 的生物，物以「類」聚，成為「物種」。倘若，物種之判定標準是決定「物種何以為物種」之基準，而物種判定標準卻因方法與生物特性充滿差異性，當生物科學發展歷程中，越是近代的觀點，其差異越明顯(de Queiroz, 1999; 1998)，那麼「物種概念」是否終將如某些生物學家所宣稱的：「我們應該停止浪費時間試圖解決物種問題」¹²，因為，普遍性適用原則似乎很難應用於「物種概念」 (Apagow, 2005)。

在生物科學的進展中，「物種」的問題總是在方法上被閃躲，但是，若追究其哲學意涵，則有無可避免的難題。如果物種「不論從親緣的分析或是型態的分析，只要是一系列的繁衍族群所形成的整體」，則可將目前生存的物種與化石物種視為同一物種，而窮盡地說，世界上只有一個物種，因為生命的起源應該只有一個。但是，真是如此嗎？也就是說，生物學家因為研究目的或是以操作實用性做為定義「物種」概念的基礎，那麼如果將時間的差異加入「物種」的定義中，則可得「任何一個時間存在的一系列繁衍族群所形成的整體」，將因為時間可無限劃分而有無窮的物種。因此，排除個別實用的顧慮，從本文中兩次「物種概念」的探討與爭論中可以發現，其爭論焦點是在物種的「本質性」，而「本質論」(essentialism)正是有關自然類別的標準哲學觀點 (Ereshefsky, 2007; Sober, 2000)。「本質論」認為每一個自然個體都可以其自身獨特的性質加以界定，且這些獨特的性質是若且唯若地只出現在該自然物體上，這對於化學與物理所涉及的物質定義一致，例如碳 (C12)的原子序是 6 (即質子數量，其一莫耳重量

⁸ 分類學是作為日常區分生物種類 (kinds) 的一門科學，包括處理與檢定標本、出版資料、研讀文獻與分析標本所顯示之變異。

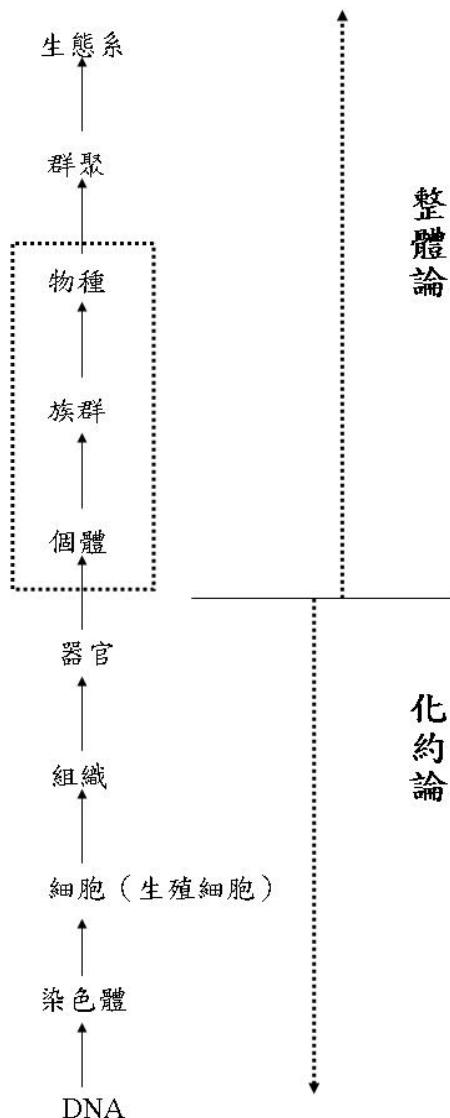
⁹ 分類是將生物個體 (individuals) 安排至不同的群組 (groups) 內，再將不同的群組整合入一個系統內 (此即「分類」之意含)，其系統內有關種類 (kinds) 的資料足以確定其層級位置，並可以對照出其他種類之層級位置。

¹⁰ 包含分類 (Classification) 與分類學 (Taxonomy) 及有關生物種類 (kinds) 與資料累積後所能探討的所有層面。也就是研究生物體之種類與多樣性有關不同種類之獨特性、分類性與其演化。

¹¹ 具有祖先子嗣關聯之生物類群。

¹² 對於物種保育的實務觀點而言，生物學家 Agapow 認為：「普遍性適用原則 {“all size fit all” solution} 解決物種問題是基於對於「正確」的物種 (“right” species) 做出判定依據後，不論是擴大物種概念應用的範圍或是將物種統整於一個說明下，可能都會因為方法學分析結果的變動性而被終止，而最困難的是將那樣模稜兩可的物種界定轉換成為立法者、決策者與一般人可以運作的指導方針。」(Apagow, 2005: 70-71)

爲 12 克，除質子外，還有 6 個中子，而每莫耳的中子與質子重量皆各爲 1 克），代表只有碳具有如此的原子序，即使有碳 14 這樣的物質存在，其質子數仍然是 6，並不因爲中子數增加而有本質上的差異（但有性質上的差異）。若以相同的邏輯進行物種概念之分析與探討，便是將物種的本質化約至最小的單元與組成，經由 DNA 的資料進行物種概念的界定，然而，這樣的探討便是「親緣物種概念」中所重視的生物個體或族群間如何經由單系群的建立判定物種的有效性，而必須面對「需要多少資訊的差異性才能夠建立物種的獨特性」與「需要多少資料的相似性才能界定物種之同一性」兩難的困境。反觀各類生物的「物種」，如 1955 年亞特蘭大所舉行的研討會上各領域生物學家所提出的「物種」類型看來，並沒有一種「物種」的本質性可以被歸納出來，而 Mayr 所提出的生物物種概念，與其說是「本質性」概念，不如說是「生物性」機制—區分物種的操作型定義。



圖八：化約論是以個體內更小的單位之生物性質定義物種概念，而整體論則是將物種概念視為個體總和或更大尺度的狀態

若如同 Sober(2000)所指出的：「即使本質論在有關於化學元素的觀點上具有意義，但並不意味著應該採取本質論做為生物學物種的詮釋。我已經提出相對於本質論的另一選擇，那就是物種為歷史實體；其意味著兩生物體為同種是因為其之歷史關聯，而非其相似性。」

從 Sober 的論點可以說是將「物種」視為「個體」，而在個體的延續歷史中來界定「物種」間的不同。這樣的論點便是系統學 (Systematics) 的觀點，也是 2000 年出版的物種概念與親緣理論一書所爭論的焦點。雖說物種的界定是以個體發展的歷史來界定，可以合理地說明物種的出現與消失是因為同一歷史發展出的整體（多種型態變異的物種）中有一小部分或一大部分在過程中消失，那麼消失的如果是與始祖型態相近者便是生物演化歷程中的「滅絕」，而所留下與始祖不盡相同者便是新的物種，但是，如果與前述例子相同的變異產生，但未發生「滅絕」事件者，又該如何以相同原則來界定「物種」？在不斷演變的生物世界中，「改變」與「存在」／「滅絕」之間所引發的系統學爭議，因缺乏本質性而產生困境，而這樣的困境又因為「本質論」面對生物物種不斷演變的事實無法統整而進退維谷。

在廿世紀初期至中期的生物科學發展，著重在對生物世界現象的認識與界分，到仟禧年前後，生物科學面對物種問題已經從自然現象的探究內化至人類的知識系統，透過生物系統學的探究，「物種概念」已經不再只是建構自然生物界的秩序而已，也是試圖建立生物科學本身的內化理論與哲學架構。

六、物種概念對於生物科學的重要性

生物學具有三個向度，第一個向度是研究物種於所有生物組構中之所有層級關係，從分子、到細胞、到生物體、到族群、以及到生態系，第二個向度是生物圈中所有物種之多樣性，第三個向度是各物種之歷史及比較物種間在演化上之遺傳演變與環境變異。¹³

—E. O. Wilson (2005)

¹³ 「Biology is a science of three dimensions. The first is the study of each species across all levels of biological organization, molecular to cell to organism to population to ecosystem. The second dimension is the diversity of all species in the biosphere. The third dimension is the history of each species in turn, comprising both its genetic evolution and the environmental change that drove the evolution.」

儘管，對物種概念的哲學探討不斷地提出「物種是否真實存在？」的問題¹⁴，但是，從 Wilson 的一段話中提到生物學所應具有的三個向度中，每個向度都與「物種」有關，可見「物種」在生物科學中具有極為重要的地位：從第一個向度來看，「物種」是生物科學架構、研究與教育的基本單位，其包含目前所興盛發展的分子生物學、細胞生物學、生物醫學、及過去生物學中重要的生理學與胚胎發育學、乃至生物族群、生態系與生物圈的學科內容基礎，是整個生物科學對於自然界所有生物認知與理解的重要「生物單位」。在第二個向度中，「物種」是生物分類學所研究的成果，是目前最熱門的「生物多樣性」概念中的主軸，從對物種的分別與判定，進而成爲生物保育研究與實務必須釐清的基本區分，誠如對各種文明古蹟的真偽判定對於保護措施的擬定是不可或缺一般，「物種」的確認也是生物多樣性的基礎，也是生物保育策略擬定的關鍵資訊。而第三向度所談到「物種」的重要性是生態學研究必要的基本對象，是生物演化學討論的基本單元，是生物生理學研究中不同生理類型之基本組成，乃至人類學研究中對於人類演化的討論、文化（生物行爲）演變研究中不可迴避的基本概念。

因此，如何確立「物種」，建立「物種概念」，對於生物科學的進展，確實是有其根本的必要性。

「提出『物種』本質之正確說明仍是困難的」¹⁵

「物種」的本質具有雙重性質：「個體內」與「個體間」。「個體內」的特質是存活與繁殖的基礎，而「個體間」的特質則是「物種」傳衍的基礎；「個體」是「物種」的單元，而「物種」是「個體」的總和。因此，如何給「物種」與「個體」間相同的辨識依據——同一性(Identity)，是提出「物種」本質困難之處：一群多細胞組成的生物，如果細胞間具有差異性，何者可以代表整體？如果使用人身上的器官或組織來界定「人」之個

¹⁴ 在 Ayala 與 Arp(2010) 所編輯的「Contemporary Debates in Philosophy of Biology」中有兩篇探討「物種是否真實？(Are Species Real?)」，昆蟲學家 M. F. Claridge 與植物親緣系統學家 B. D. Mishler 分別闡述他們的觀點：Mishler 認為「物種在某種意義下是具有真實的實體 (real entities)」但是對於物種是否具有「類階標準」(ranking criterion)，則是經由各種分析方法所取得的實用分類結果，其所謂「實用」則是因應分類、親緣、生態、演化或保育的需求，因此是自由類階的分類方法 (free-ranking classification)；然而，Claridge 則認為之所以有物種的問題，是因為「物種概念」與「物種類群」經常造成混淆，「物種類階」是分類學家依據其所偏好的物種概念對物種的描述與辨識結果，而「物種概念」則是對於物種形成的看法與觀點，其經常與物種的演化與分化共同討論。

¹⁵ The source of this problem is the difficulty of providing a correct account of the nature of species.

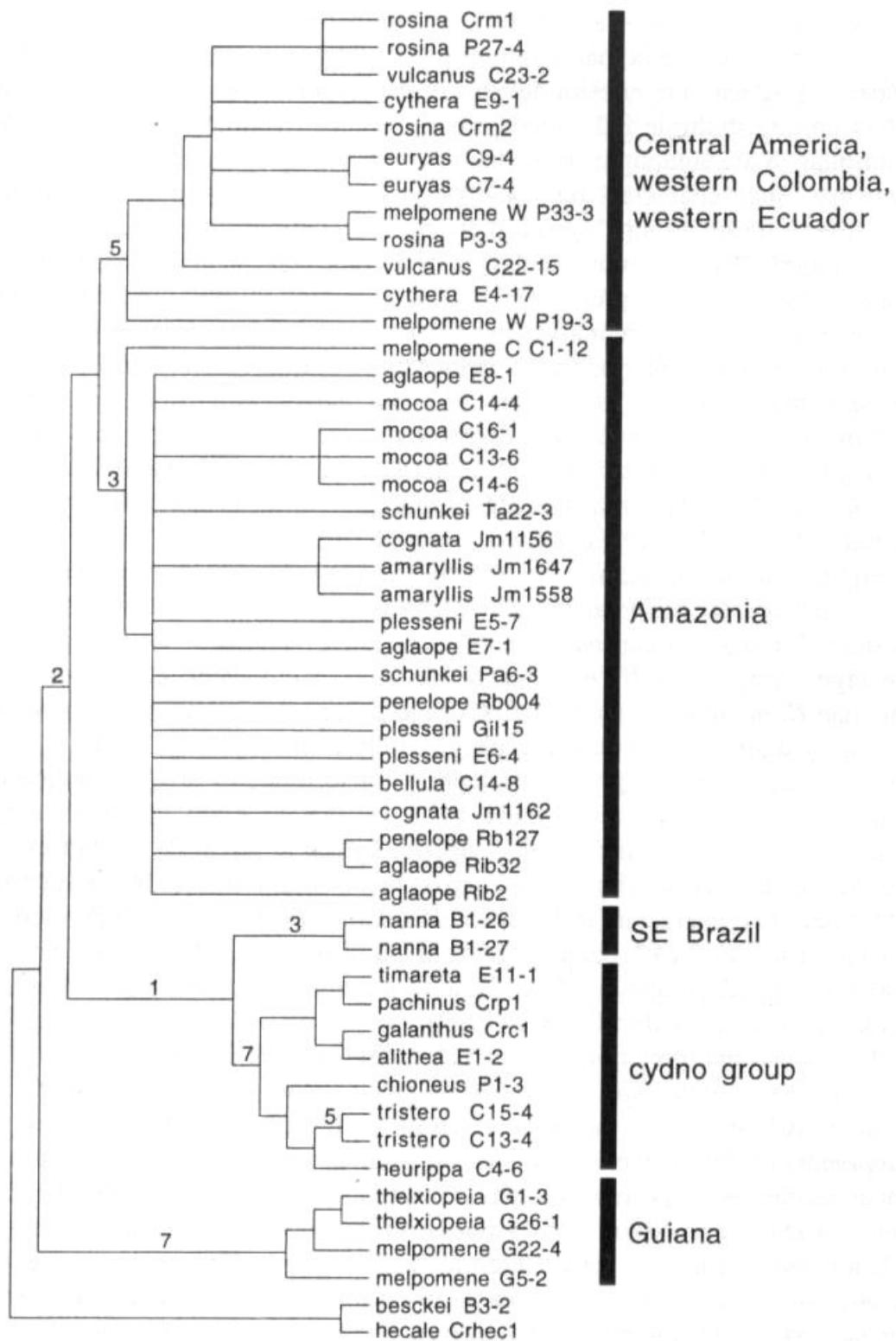
體性，應該用哪一個器官？心臟？腦部？

對於「物種」所具有的雙重性質，Mayr 的「生物物種概念」是同時包含此兩種性質的完整概念¹⁶：從細胞層次的差異性到個體以上之互動關聯性，都有物種辨識的機制。雖然，對於無性生殖的單細胞生物物種、即可已經由培育之染色體多倍體植物物種而言，仍有其難以排解之困難，但是，在「生物物種概念」下，不僅可以歸納出實用的物種分類依據，也保留物種變異性以探討物種的演化歷程與歷史。但是，若希望達到林奈當年對物種分類的期望：建立具有物種獨特性的分類系統，DNA 的資訊具有如同化學元素之電子、質子與中子，其 A、G、C、T 所組成之遺傳語言系統中是否可由其所蘊含之生化訊息歸納出個別獨特的性質，以作為物種概念建立之分子基礎，尚未可知。

若可將生物獨特性化約至 DNA，便需將 DNA 的訊息化約至具有辨識獨特性之統一特質：經由統一特質的不同組合，可以建立獨特性辨識的系統，就像週期表一般。目前對於 DNA 訊息的瞭解，初步的轉譯系統（DNA 至 RNA 至酵素分子）已具有統一性，然而，這樣的轉譯系統中仍有基因間的交互作用、細胞間的訊息傳遞、以及細胞間訊息傳遞所造成的個體變異現象，皆未能將其獨特性化約為統一的系統。倘若，生物科學對於物種概念的研究仍舊只能以統一的轉譯系統進行獨特性的研究¹⁷，將無法建立較完整（如 Mayr 所建立之「生物物種概念」般）分子時代的物種概念。

¹⁶ Mayr 的「生物物種概念」也是從早期細胞生物學興起後，一直到以 DNA 資訊作為物種概念建立的分子時代，一直被生物學家所討論的物種概念，其完整性與重要性可見一斑。

¹⁷ 目前使用 DNA 資訊所進行的物種親緣研究，經常面臨使用分子演化的模型所得到的親緣分析結果與傳統型態分類的結果不一致。如下頁圖，取自 DeSalle, R., G. Gilbet 與 W. WhHeeler 於 2002 年所編輯之「Molecular Systematics and Evolution: Theory and Practice」一書，14 頁，框線所標示出的是一種蝴蝶 *Heliconius cnydo*，它的分析結果竟是在蝴蝶 *Heliconius Melpomene* 的分類群中，而且比分佈於 Guiama 的 *Heliconius Melpomene* 族群與其他地區同種蝴蝶的親緣關係更接近。所謂的傳統分類結果經常是利用物種之生殖器官的型態相似度為主要的分類依據，這樣的外表型態依據基本上既符合「型態物種概念」，也符合「生物物種概念」的精神，反觀 DNA 的資訊，經常是片對的，而且以 DNA 的資訊是否能推衍至大分子（例如：蛋白酵素）的關聯性，尚有分子理論與分析模型的不完整性存在。



參考書目與文獻

1. Apagow, P-M. 2005. Species: demarcation and diversity. In *Phylogeny and Conservation* (ed. A. Purvis, J. L. Gittleman and T. Brooks). Cambridge University Press. UK.
2. Ayala, F. J. and R. Arp. 2010. Contemporary Debates in Philosophy of Biology. Balckwell Publishing Ltd. West Sussex, UK.
3. Blackwelder, R. E. 1967. *Taxonomy: A Text and Reference Book*. John Wiley & Sons, Inc. New York.
4. Bock, W. J. 1986. Species concepts, speciation and macroevolution. In *Modern Aspects of Species* (eds K. Iwatsuki, P. H. Raven and W. J. Bock). University of Tokyo Press. Japan.
5. Claridge, M. F., H. A. Dawah and M. R. Wilson. (eds) 1997. *Species: The Unit of Biodiversity*. Chapman & Hall. London.
6. Cracraft, J. 2000. Species concepts in theoretical and applied biology: a systematic debate with consequences. In *Species Concepts and Phylogenetic Theory* (eds Q. D. Wheeler and R. Meier). Columbia University Press. New York.
7. Darwin, C. 1964. *On the Origin of Species*. Harvard University Press.
8. DeSalle, R., G. Gilbet and W. WhHeeler.(eds) 2002. Molecular Systematics and Evolution: Theory and Practice. Birkhäuser Verlag, Basel, Switzerland.
9. De Queiroz, K. 1999. The general lineage concept of species and defining properties of the species category. In *Species: New Interdisciplinary Essays* (ed R. A. Wilson). The MIT Press. Cambridge. Massachusetts. U.S.A.
10. De Queiroz, K. 1998. The general lineage concept of species, species criteria, and the process of speciation: A conceptual unification and terminological recommendations. In *Endless Forms: Species and Speciation* (eds D. J. Howard and S. H. Berlocher). Oxford University Press. Oxford. UK.
11. Eldredge, N. 1995. Species, selection, and Paterson's concept of the specific-mate recognition system. In *Speciation and the Recognition Concept* (eds D. M. Lambert and H. G.. Spencer). Baltimore. U. S. A.
12. Ereshefsky, M. 2007. Species, taxonomy, and systematics. In *Philosophy of Biology* (eds. M. Matthen and C. Stenphens). Elsevier B. V. Netherland.
13. Freer, S. (trans.) 2003. *Linnaeus' Philosophia Botanica*. Oxford University Press. Oxford. UK.
14. Goldschmidt, T. 1994. *Darwin's dreampond: drama in Lake Victoria*. Prometheus.

- Amsterdam. The Netherlands.
15. Hennig, W. 1966. *Phylogenetic Systematics*. University of Illinois Press. Urbana.
 16. Hull, D. L. 1997. The ideal species concept – and why we can't get it. In *Species: The Unit of Diversity* (eds. M. A. Claridge, H. A. Dawah and M. R. Wilson). Chapman & Hall. London.
 17. Lamarck, J. B. 1984. *Zoological Philosophy*. The University of Chicago. Chicago and London.
 18. Mayr, E. 1982. *The Growth of Biological Thought*. Harvard University Press. Cambridge. Massachusetts. U.S.A.
 19. Mayr, E. 1957. *The Species Problem*. Arno Press. New York. U.S.A.
 20. Nixon , K. and Q. D. Wheeler. 1990. An amplification of the phylogenetic species concept. *Cladistics* 6: 211-223.
 21. Paterson, H. E. H. 1985. The recognition concept of species. In *Species and Speciation* (ed E. S. Vrba). Transvaal Museum. Pretoria. South Africa.
 22. Rosenberg, A. 1985. *The Structure of Biological Science*. Cambridge University Press. New York.
 23. Sober, E. 2000. *Philosophy of Biology* (2nd ed.). Westview Press. U.S.A.
 24. Wheeler, Q. D. and R. Meier. (eds) 2000. *Species Concepts and Phylogenetic Theory*. Columbia University Press. New York.
 25. Wiley, E. O. 1981 *Phylogenetics: The Theory and Practice of Phylogenetic Systematics*. John Wiley & Sons, Inc. New York.
 26. Wilson, E. O. 2005. Introductory essay: Systematics and the future of biology. In *Systematics and the Origin of Species* (eds J. Hey, W. M. Fitch and F. J. Ayala). National Academy of Sciences. U. S. A.
 27. 汪子春、趙雲鮮、李鳳生、石鏡寰。2003。洞見生命的 10 大生物學家。世潮出版社。臺北。

淺談文物保存與持拿方式： 以新港奉天宮交趾陶為例

王淨雯*

摘要

臺灣的博物館專業日益發展的今日，尊重、愛護文物的概念，逐漸深入大眾的心中。每一件文物、藝術品都擁有獨一無二的價值，但不論是博物館或學者專家及藝術品擁有者，都不願意隨意的持拿或移動。因持拿及移動所帶來的高風險，極可能使文物暴露在危險裡。每當文物進行典藏研究、展覽佈卸展、與借展、建築文物拆卸時，文物的持拿方式必須被重視且不可忽略。筆者肇因於個人博物館實習經驗，觸動對於文物持拿方式的探究之心。如何持拿文物對於文物才是安全與正確之法？並發揮保護文物的功能和使欲持拿文物者有施行參考。

本研究採實際操作之法，進行文物持拿方式的研究，並輔以文獻分析。實際操作持拿案例為嘉義縣新港奉天宮交趾陶，並提出文物持拿前、中、後所需注意的事項，並為新港奉天宮進行文物編目、登錄造冊、文物持拿材料準備、文物包裝及保護箱盒製作等一系列文物保存方式。希冀為新港奉天宮文物館和未來相關文物持拿者提供施行參考與建議。

關鍵詞：文物持拿 低溫釉陶 交趾陶 藏品 新港奉天宮

* 國立故宮博物院登錄保存處助理研究員。

一、前言

臺灣地區宗教建築林立，其中尤以寺廟建築甚多，早期寺廟建築本體多用交趾陶及剪黏作為裝飾，近年寺廟建築裝飾，不講究者，選擇以水泥灌漿塑造，多失美感。本文以新港奉天宮交趾陶（民國八十八年 921 大地震前寺廟建築交趾陶）為例，進行文物保存與持拿的資料蒐集與案例討論，藉由交趾陶為低溫釉陶的特性，作為文物遷移時，須考量文物保存及持拿的注意方向，並為臺灣特有交趾陶及相關的低溫釉陶可能面臨文物保存問題，為交趾陶的文物持拿建立的基本施行原則，將此類文物在遷移的過程中可能受到的損傷降至最低，並提供文物保存概念於日後博物館或廟宇的執行參考。

二、臺灣交趾陶歷史發展介紹

臺灣早期民間信仰及一般百姓生活上的重要節慶，修建寺廟是地方上的大事，尤其在清末、日治時期（大正年間，1912-1926）生活較為安逸及穩定之時。昔日臺灣寺廟的裝飾工程，最重要的就是交趾陶的裝飾，例如水車堵¹、山牆²、燕尾脊³、規帶⁴排頭⁵、印斗下方、墀頭、正殿牆堵、龍虎堵、中脊⁶及鳥踏⁷等區域，多為交趾陶的裝飾之處。搭配山水背景或花鳥流水、忠孝節義的故事，是臺灣寺廟當中不可或缺的建築藝術。交趾陶在寺廟建築的裝飾部位，以三殿式的廟宇格局來說，從步口、三川殿⁸至鐘鼓樓一路往內至正殿、過水廳到後殿，都充滿交趾陶的蹤跡。龍邊與虎邊的交趾陶通常都是左右對稱且題材相映。寺廟建築的屋頂的造型通常都極盡華麗，更是大型交趾陶裝飾的部位，也象徵符合廟宇神明的身分地位。

交趾陶之定名眾說紛紜，最廣為流傳的說法是：日本人在嶺南地區購得中國裝印泥盒子，可裝日本茶道器具（日本塊香品）。之後日本人到中

¹ 簷口下的牆堵裝飾，呈水平連續帶狀，上常置泥塑或交趾陶。

² 建築物左右兩側上端像山形的牆壁。

³ 又稱燕仔尾，多用在廟宇及官宅彎曲的屋脊上，兩端翹聳如燕尾。

⁴ 又稱垂脊，位於屋頂上面前後隨瓦垂下的脊。

⁵ 位於規帶下的末端，常放置剪黏，交趾人物或亭臺樓閣。

⁶ 又稱正脊，屋頂中央最高的屋脊。寺廟常在此置「雙龍搶珠」、「雙龍護塔」或「福祿壽三星」的裝飾。

⁷ 山牆上以磚砌成的凸出水平線條，作用原為防止牆面滲雨，現已演變為裝飾帶。

⁸ 又稱前殿。「三川」即「三穿」，係廟宇的第一殿，因多開三個門，故稱三川殿，其門稱為三川門，此殿的外觀最華麗，裝飾最繁複，為廟宇藝術的表現所在。

南半島也發現很多這樣規格的印泥盒子，透過江戶時代的船員而傳入日本，因此日本人便稱此為「交趾燒」。約在明治年間(1868-1911)，因日人出國考察人數日增，發現中南半島的「交趾燒」是來自中國廣東石灣窯，同時臺灣嘉義地區亦傳說葉王是跟隨廣東師傅來學習燒製陶器的技術，因此日人稱嘉義地區燒製陶「尪仔」為「交趾燒」。

在臺灣發展的交趾陶，大致可分為兩系，依釉色效果來分，清代同光年間(1862-1887)以葉王交趾陶為主，光緒年間(1875-1908)至民初則以洪坤福（約生於 1880-1890 間）一系為主。洪坤福為廣東石灣陶師柯訓（約 1908-1911 抵臺）的弟子，柯訓為自廣東延請來臺製作交趾陶的師傅，目前雲林縣北港鎮朝天宮尚有合約。

三、新港奉天宮交趾陶文物保存狀況

新港奉天宮庫房目前保存因九二一大地震修復寺廟建築，而拆除舊有的交趾陶及剪黏，將這些交趾陶與剪黏存放於大型塑膠收納箱裡。筆者曾向新港奉天宮的工作人員詢問，無人可確定這些交趾陶及剪黏的施作匠師還有與製作年代，僅約略推測施作時間約在民國五十年代，施作匠師有可能是洪坤福的再傳弟子及其子孫，林萬有先生及其兒子林武雄先生。

新港奉天宮交趾陶及剪黏總箱數一共有四十四箱，其中一箱交趾陶，共存十件交趾陶，在民國九十七年(2008)由新港奉天宮庫房管理者林柏奇清潔、整理，轉交給國立新港藝術高級中學的文物陳列室展示。新港奉天宮庫房，目前存放著四十三箱交趾陶與剪黏。民國九十八年(2009)筆者前往進行田野調查及實務操作時，新港奉天宮將四十三箱交趾陶與剪黏，置放庫房位於虎爺殿、先賢功德祿位、關聖帝君殿樓上。

四、文物保存前須準備之工具

本文建議之文物保存及持拿準備工具，因考量中小型博物館經費未盡充裕關係，以易取得且經濟實惠為主。

(一) 準備工具

1. 手套

持拿文物時須戴手套，以防止手上髒汙及汗水沾附到文物的表面。手套材質多樣，應選擇手套表面細緻且不帶鉤，不易刮傷文物，也不容易造成摩擦，持拿交趾陶建議使用無粉的薄手套，以防止手套上的粉狀物沾黏在文物表面。若未戴手套，手上的髒污及汗水極有可能沾附在交趾陶表面，

造成釉面的傷害，如釉料脫落、髒汙滲入釉面、釉色失真，將進而影響交趾陶文物長久的保存。

材質：無粉 PVC 手套

尺寸：S.M.L

長度：9"、12"

規格：無粉

2. 羊毛刷

由於新港奉天宮交趾陶自廟宇建築拆下後，並未清理即包裝保存，故筆者使用純天然羊毛刷，將交趾陶上的灰塵清擰下來。

材質：純羊毛、木頭把柄未上漆。

3. 鈍頭鑷子

新港奉天宮交趾陶拆卸下後，承包單位在交趾陶上黏貼一般紙標籤，註記自廟宇建築何處拆下，由於紙標籤直接黏於交趾陶之上，長久對交趾陶而言，是種破壞，故筆者將以鈍頭鑷子輕撕下標籤，亦可使用竹籤輕挑起紙標籤。對於輕撕標籤此動作，筆者建議可使用酒精水⁹先行濕敷於紙標籤上，如此輕撕標籤時，動作小心謹慎，以避免使得釉料隨著標籤脫落。

材質：不鏽鋼

尺寸：長 10 公分、15 公分

4. 棉花、棉花棒

筆者利用鑷子將標籤撕下後，若留有殘膠，可用棉花或棉花棒沾水濕潤，輕微濕敷標籤上，使殘膠脫落。

⁹ 水裡含酒精，酒精百分比為 40，可使揮發較快且殘膠易脫落。博物館界亦有使用丙酮作為溶劑，使標籤紙更易被取下，為此筆者曾向國立故宮博物院登錄保存處岩素芬教授請教丙酮使用方法，岩教授建議筆者以酒精水作為溶劑更為恰當。原因有：1.筆者所處的新港奉天宮未有先進儀器可測試丙酮對於交趾陶釉面的安全性。2.丙酮屬於燃點低的溶劑，筆者所處工作室位於頂樓，又正逢夏季，嘉義天氣炎熱，為避免儲存丙酮位置溫度炎熱，造成自燃現象，以文物安全為要，選擇酒精水為溶劑的首選。

5. 尺

丈量交趾陶長、寬、高尺寸，材質為塑膠，表面光滑，可避免刮傷文物。

6. 口罩

每位有機會觸碰文物的人員，都應以口罩遮住口、鼻，以防交談時，或有偶發的身體反應，避免口沫噴向文物。材料選擇從最一般的紙口罩至不織布皆可。

7. 夾鏈袋

筆者利用夾鏈袋裝交趾陶細碎的殘件，殘件先使用無酸紙包裹後，再裝進夾鏈袋中，在袋外註明殘件編號。夾鏈袋尺寸有 5 號 10x14 公分、6 號 17x12 公分。

(二) 控制溼度輔助材料

1. 砂膠乾燥劑

交趾陶文物包裝箱完成後，筆者取適當劑量置於塑膠收納箱盒中，用來吸收濕氣。藍色砂膠粒若變為粉紅色表示吸濕已飽，可經由加熱或日曬還原再使用。砂膠乾燥劑的使用劑量公式：一立方公尺(m^3) = 20 公斤(kg)，使用目的乃為吸收儲存文物空間多餘的水氣，用來降低空氣中的濕度，達到文物材質所需的理想相對濕度。

2. 濕度指示卡

用來指示保存箱盒內溼度參考，溼度指示卡上藍色標記轉為粉紅色即表示，箱盒內溼度已達顯示刻度。濕度指示卡可經由吹風機加熱，由粉紅色還原成藍色便可再使用。

(三) 無酸包裝材料

1. 無酸包裹紙

無酸、不含木質素，pH7-7.5，超薄輕質較脆，厚度為 1.5 mil，Unbuffer - 無碳酸鈣緩衝劑處理的包裹紙適合包裝於有機材料。筆者使用無酸包裹紙，做為包裝交趾陶的第一層，使用無酸性包裝材，以保護文物不受酸性損傷。

2. J-Lar無酸性透明膠帶

無酸性自黏背膠，聚丙烯基底，超薄、完全透明不變黃。筆者使用無酸性透明膠帶，黏貼無酸包裹紙，作為包裝交趾陶第一層無酸性包裝。

3. 無酸性吊卡

由 6"無酸棉線及無酸卡片組成。可書寫文字敘述，再綁於藝術品器物上，具有索引標籤的功能。筆者使用無酸性吊卡書寫編號，並綁在交趾陶上，以避免必須使用具有黏貼性的標籤或直接書寫編號於文物上的問題。

尺寸：3x1.5cm（長x寬）(3/4"x7/8")

4. 無酸性記號筆

無酸性，0.75mm，為油性不溶於水、速乾、防水、持久不掉落，可書寫在光碟、投影片、玻璃、金屬、聚酯或塑膠材質、保存頁及底片照片上。筆者使用無酸性記號筆來書寫無酸性吊卡，並另外書寫編號於無酸包裹紙上，使得與交趾陶第一層包裝的材料，皆為無酸材質。

（四）一般包裝材料

1. 氣泡布

因新港奉天宮民國九十七年曾至國立歷史博物館展覽，因此使用展覽完畢後，廟方整理乾淨的氣泡布，作為交趾陶外層包裝氣泡布，氣泡布為單層氣泡。厚 0.5mm。

2. 塑膠發泡墊

同樣使用回收自國立歷史博物館展覽後的襯墊，大小形狀不一，由筆者挑選適當大小來做為交趾陶與塑膠收納箱盒之間的填充空間緩衝材。厚 1.0~1.5cm。

3. 塑膠收納箱盒

塑膠收納箱盒，可防水，兩側有提柄，底部有四個滑輪，方便搬運，可壓可疊，為新港奉天宮使用的文物保存箱。此次筆者使用的塑膠收納箱一共有三個尺寸，分別是大型收納箱 80 公升、中型收納箱 60 公升、小型收納箱 40 公升。

五、交趾陶實際案例

張飛交趾陶，筆者挑選的原因在於張飛手持兵器，兵器可活動抽取出來，在筆者整理的一百零四件文物中，僅此件交趾陶組件手中兵器仍嵌插在交趾陶手中。張飛的坐騎－烏錐馬表情活靈活現，在交趾陶匠師刻意設計之下，使得張飛的兵器刀面會頂到烏錐馬面部的凹陷處，如此一來兵器不容易位移，交趾陶整體感覺非常傳神，如入三國兵荒馬亂之境。

張飛交趾陶與烏錐馬是藉由水泥來黏著，水泥黏著張飛與馬和固定廟宇建築為同一點，黏著部位不大，使得張飛交趾陶固定在廟宇建築上更顯立體。

張飛交趾陶的持拿方式是，首先確認張飛手中的兵器是否會移動，若會移動需稍為協助固定，再行持拿，以避免持拿間造成交趾陶表面的傷害。此件張飛交趾陶兵器，嵌插在張飛手中且可活動，因此持拿前需要稍為固定。持拿這件交趾陶時施力位置避開突出部位，因器型整體重量平均，可一隻手在上，一隻手托，也可雙手托住持拿或是雙手平拿，即可安全持拿。

筆者特別提出此案例討論之處，因兵器長久被張飛交趾陶握於手中，已產生鏽蝕的現象，連帶張飛雙手握處交趾陶表面沾染上鏽蝕的顏色，並已滲入交趾陶。最後筆者處理方式先將兵器抽出，全部包裹上無酸紙，使兵器與交趾陶隔離，避免鏽蝕影響。因兵器屬於可活動式，因此插在張飛手中，兵器刀面與烏錐馬面部有磨擦，雖然交趾陶匠師原先設計烏錐馬面部凹陷處給兵器固定，但兵器可轉動，所以烏錐馬面部仍受到兵器摩擦，產生刮痕，此一問題，透過兵器刀面包裹無酸紙，降低兵器對烏錐馬面部的釉色刮傷。突出部位和斷裂處一樣使用無酸紙來包裹，增加一層保護，避免細微突出部位損傷，或刮傷交趾陶表面。筆者先將每個交趾陶殘件用無酸紙包裹，然後置入交趾陶的氣泡布與無酸紙包裝之間，一同再用氣泡布包裝，如此可避免殘件的散失。張飛交趾陶置入保存箱盒後，背後空隙大，筆者利用襯墊堆高，當作張飛交趾陶的支撐架，放入保存箱盒後可避免搬運及移動，使得交趾陶位移而產生碰撞。中型保存箱盒內放入矽膠乾燥劑及溼度指示卡一張。



圖1 張飛交趾陶



圖2 上下手托持拿照



圖3 鐹蝕與馬面部兵器摩擦白點處

(圖1至圖3，嘉義縣新港奉天宮二樓庫房，民國98年9月11日攝)

六、小結

文物保存有三大面向：首先，是預防性的保存；其次是善後性的保存；再者是應用科學保存文物方法。雖說三者面面俱到，才能使文物保存發揮到最大的功效。但時常因為現實狀況，如經費、人力、設備材料的考量下，而必須在其中做取捨，如此預防性的文物保存，就顯得相對重要。當我們對進行研究、展示、清點、出借，都有機會持拿文物。持拿文物在文物搬運、包裝、運送流程當中僅是小小環節，卻是文物移動中風險最高的，且最容易被忽略的。

文物持拿的前、中、後注意事項

文物持拿前、中、後都有應該注意的事項，筆者將整理交趾陶的實務經驗與持拿文物的心得，綜合成表格，可供未來持拿文物者的施行參考。雖是持拿交趾陶的注意事項，但仍可運用在一般持拿文物的通則上。

表1 文物持拿注意事項表

文物持拿前注意事項	<ol style="list-style-type: none"> 1. 規劃文物持拿路線。 2. 清空文物持拿路線的障礙。 3. 預備持拿文物的工作臺。 4. 雙手首飾、手錶等摘下，頸上工作證收入口袋中。 5. 雙手配戴手套。 6. 工作臺上必須備有襯墊、無酸材等。 7. 檢查預計持拿文物的部位，是否穩固。
文物持拿中注意事項	<ol style="list-style-type: none"> 1. 聚精會神，不要交談。 2. 文物持拿，若兩人一同合作，由一人控制動作。 3. 持拿文物時動作輕緩，不急不躁。 4. 雙手持拿文物，重量及重心平均。 5. 不可單手提拿文物。 6. 文物持拿部位須堅固。
文物持拿後注意事項	<ol style="list-style-type: none"> 1. 將文物置放工作檯上，待確定放穩後，才離手。 2. 文物持拿後仍需再次檢查文物狀況。

在經費許可下，筆者建議可用無酸材來作為置放文物的保存箱盒，內襯裡為無酸材質的織品類襯布，襯布內可填塞棉花，因棉花好形塑，可符合交趾陶多變化的器型，搭配文物的形狀。亦可使用錦盒作為保存箱盒，內襯依然使用無酸材質來填塞文物。或者將無酸材料，中心依照文物器型挖空，作為保護文物的箱盒。

每一件文物都有自身的保存箱盒，因臺灣位於地震帶，不時發生有感地震，為求文物安全上的考量，筆者建議在儲存文物的空間裡，挑選金屬來製作櫃子置放保存箱盒，如鐵櫃。因金屬類材料不會釋放出酸性物質，屬性中性，對文物保存較為安全。可將櫃子固定於地面，防止地震搖晃，對文物產生震動。

在持拿文物上，也可增添些許工具，更可保障移動文物時的安全，且可協助移動體積較龐大或是重量較重的文物。可考量手推車，手推車功能在於移動的機動性佳，可協助中大型文物的搬運。手推車可分為直立式、平臺式等類。以筆者親身經驗所見，美國紐約大都會博物館於展覽佈展期間，不論文物體積大小，所有文物一概由技工使用手推車作為移動文物的工具，而不親持文物。惟到展櫃前，才由技工親手將文物自手推車內持拿出來，置入展櫃。藉由手推車的移動文物是安全且便捷的方式。

工欲善其事，必先利其器，為保障文物的安全，持拿文物前、中、後都必須將所有工作程序一一準備妥當、材料準備充分，為文物持拿時的風險降至最低，文物持拿方式成為既定規範，以供中小型文物館及所有需要文物持拿者參考。

陸 參 考 書 目

1. 文物保存維護研會，《文物預防性保護與急難處理》，臺北：行政院文化建設委員會，民國 85 年。
2. 任莉莉，《博物館藏品徵集與登錄管理之研究》，臺北：文史哲出版社，民國 81 年。
3. 李知宴，《中國釉陶藝術》，香港：輕工業出版社、兩木出版社，民國 78 年。
4. 李乾朗，《臺灣廟宇裝飾》，臺北：傳藝中心籌備處，民國 90 年。
5. 李乾朗，《臺灣建築閱覽》，臺北：玉山社出版公司，民國 85 年。
6. 林德政主修，《新港奉天宮志》，嘉義：財團法人新港奉天宮董事會，民國 82 年。
7. 財團法人嘉義縣新港奉天宮，《奉天宮導覽手冊》，嘉義：財團法人嘉義縣新港奉天宮。
8. 財團法人嘉義縣新港奉天宮，〈新港奉天宮折頁〉，嘉義：財團法人嘉義縣新港奉天宮。

9. 張世賢,《如何作好預防性文物保存》,臺北:行政院文化建設委員會,民國 89 年。
10. 張臨生,《如何進行博物館藏品徵集編目與收藏管理》,臺北:行政院文化建設委員會,民國 89 年。
11. 陳姿吟,〈洪坤福〉,《臺灣大百科》,行政院文化建設委員會,民國 94 年,檢索日期:民國 97 年 12 月 25 日。<http://taipedia.cca.gov.tw/index.php?title>
12. 陳世仁,「臺灣廟宇、瓦屋、剪花、泥塑、湧湯、門派之確認」,〈五虎將洪坤福在臺灣傳承之門生弟子〉,民國 94 年 10 月 22 日,檢索日期:民國 98 年 1 月 2 日。<http://csr.hfy.tw/doc/>
13. NPS ,Chapter6: “Handling, Packing, and Shipping,” Museum Handbook Part1, 1999.檢索日期:98 年 1 月 2 日。
<http://www.nps.gov/history/museum/publications/MHI/CHAP6.pdf>
14. NPS ,“Preservation of Low-Fired Ceramic Objects,” Conserve O Gram, 2002 ,檢索日期:98 年 12 月 8 日
http://www.nps.gov/history/museum/publications/conserveogram/cons_toc.html
15. P. O'Neill, John, The Care And Handling of Art Objects, New York: The Metropolitan Museum of Art, 1987.
16. Watterson ,Bill, “Handling”, The New Museum Registration Methods, Washington D.C. : American Association of Museum, 1998.

Discuss on the Conservation and Handling of Objects: The Case of Hsinkang Feng-tien Temple's Koji Ceramics in Jiayi County

WANG Chengwen

Abstract

Nowadays, with the growth of professional museum studies, people in Taiwan have gradually developed concepts on respecting and treasuring objects collected. Every object and artifact has its own unique value in the world. However, the staffs of museum, scholars, artifacts owners, or whoever would not be able to move or handle objects recklessly. We should not neglect how we handling object whenever the objects are used to do collections research, exhibit install and de-install, out of museum loaning, decoration of architecture de-install. Personal interned at Museum experience motivated the author to write this essay. What the safest and most correct ways of handling objects might be and how objects should be protected. This essay could also be referred to handling.

The objects handling research is adopted from practice and literature review of methodology. The sample pieces of the case study sample are the Koji Ceramics of Hsinkang Feng-tien Temple. Describe the affair should be considered during the process of objects handling. It could consider as a reference and proposal for Hsinkang Feng-tien Temple and future carrier by cataloguing, registration, preparing handling materials, packing objects and prepare storage container for Hsinkang Feng-tien Temple.

Keywords: Handling, Low-temperature glazed pottery, Koji Ceramic, collections, Hsinkang Feng-tien Temple

古代大型真菌辭源研究（I）：釋“芝”

蘆笛*

摘要

大型真菌是一類子實體能為人的肉眼所見的真菌。中國古代字典、韻書以及其他部分著作對多種大型真菌的名稱及其意義都有記載，部分書籍還繪有圖片。對這些文字和圖片記載的研究能很好地揭示古人對大型真菌的認識過程，以及大型真菌在當時人們的實際生活和社會意識層面所扮演的角色。在中國古代文獻中，“芝”是諸多大型真菌之中最為人們所重視，也是記錄最為豐富和複雜的。本草學著作對“芝”的記載為研究其分類和藥性提供了很好的參考資料，而道教典籍中對的“芝”的描述則較為駁雜，需細心考辯其真偽。除去荒誕的資料之後，總的來說，古代所說的“芝”和現代真菌分學上的靈芝科(Ganodermataceae)的大型真菌並不完全對等，還包括一些非靈芝科的傘菌目(Agaricales)的大型真菌。此外，古人對“芝”的功效、栽培、觀賞等方面也給予了關注。

關鍵詞：大型真菌 辭源 說文解字 六芝 靈芝

* 南京農業大學，南京 210095。E-mail: ludiresearch@126.com。

大型真菌不是現代真菌分類學上的一個概念，而是指子實體為肉眼可見的一類真菌，其中可食用的大型真菌統稱為食用菌，而有毒的則稱為毒菌。大型真菌隸屬於擔子菌亞門（Basidiomycotina）和子囊菌亞門（Ascomycotina）。中國古代辭典和其他古籍裡有不少和大型真菌有關的字或詞，其中有些字、詞還在繼續被現在的人們所廣泛使用，而有些則已不為人們所熟悉。同時，有些尚在使用中的相關字、詞的古今音義已發生了變化。從這些和大型真菌有關的字、詞的古今音義的變遷之中，可以管窺古人對大型真菌的認識過程。現以“芝”字為始，考釋如下。

一、「芝」字古音義

《爾雅·釋草》云：“茵，芝。”郭璞注：“芝，一歲三華，瑞草。”^[1]《玉篇》云：“茵，芝也，一年三秀。”又云：“芝，止而切，瑞草。”^[2]芝，篆體作“𠂔”。《說文解字》云：“芝，神艸也，從艸從之。”徐鉉注“芝”音云：“止而切。”^[3]《廣韻》云：“芝，芝草。《論衡》曰：‘芝生於土，土氣和故芝草生。’古《瑞命記》曰：‘王者仁慈，則芝草生也。’”並注“芝”音云：“止而切”^[4]《字彙》云：“芝，章移切，音支，瑞草。”^[5]《正字通》云：“芝，章伊切，音之，瑞草，無根而生。”^[6]《集韻》^[7]、《類篇》^[8]注“芝”音云：“真而切。”《康熙字典》引《正韻》注“芝”音云：“旨而切。”^[9]

由以上可知，“芝”字的古今讀音相同，讀作“zhī”。“芝”和“茵”¹二字同義，雖不能確定就是現在所說的靈芝（*Ganoderma lucidum*），但大致可認為是靈芝科(Ganodermataceae)的大型真菌。“一歲三華”和“一年三秀”的描述，指出了靈芝科大型真菌在一年之中能多次生長出子實體的現象。以靈芝為例，其溫度適應範圍較寬，菌絲在 10-38°C 範圍內均可生長^[10]，而處於這樣溫度範圍的時期在一年之中是較長的，靈芝子實體釋放出孢子後，孢子可繼續在適宜的溫度下萌發生長，進而再次形成子實體。《論衡》認為“芝生於土，土氣和故芝草生”（此語不見於今本《論衡》），即芝在土壤上生長，是土氣調和的結果。這指出了芝的生長環境，因為靈芝科的大型真菌一般生長在闊葉樹林的樹幹、朽木或木樁附近的土壤；同時它對其生長現象的解釋也帶有樸素唯物主義思想，比《瑞命記》“王者仁慈，則芝草生也”的見解有很大進步。此外，《正字通》對芝“無根而生”的描述則通過觀察認識到了大型真菌沒有植物那樣明顯的根。

¹ “茵”音“qiú”。清代學者郝懿行認為“茵”是“菌”字之訛誤，其在《爾雅義疏》中說：“‘茵’字不見它書，孫氏星衍嘗致疑問。餘按《類聚》九十八引《爾雅》作‘菌，芝。’蓋‘菌’字破壞作‘茵’耳。”筆者按，此說證據不足。“茵”字使用不廣，並不能說明此字就是另外一個結構和意思相近的字的訛字，且《藝文類聚》的引文把“茵”寫作“菌”的例子則具有兩面性，因為《藝文類聚》也可能是在引用時把“茵”錯寫作“菌”所致。

至於認為芝是“瑞草”和“神艸”的觀點，則和漢代黃老思想的盛行以及後來道教的興起有很大關係。如《漢書·藝文志》在“神仙家”類著錄《黃帝雜子芝菌》十八卷^[11]；《隋書·經籍志》子部“五行”類著錄《芝英圖》一卷、“醫方”類著錄《芝草圖》一卷和《種神芝》一卷^[12]；《新唐書·藝文志》丙部子錄“醫術”類著錄《種芝經》九卷和《芝草圖》一卷^[13]；《宋史·藝文志》子類“神仙類”著錄《靈寶服食五芝精》一卷和《餌芝草黃精經》一卷、“醫書類”著錄有《神仙玉芝圖》二卷和《芝草圖》三十卷（題孫思邈撰，或系偽託）^[14]。道書《雲笈七簽》也錄有《芝英玉女圖》、《神仙采芝開山圖》、《采芝開山圖》（三者見《符圖部二》）、《神芝圖》（《紀傳部·紀一》）、《芝圖》（《紀傳部·傳四》）。這些圖籍現已失傳，但從書名可見其中部分（或全部？）圖籍在對芝的解讀之中混入了道家的思想。

古籍中的“芝”字並非全指靈芝科的大型真菌，還包括一些非靈芝科而形態相似的傘菌目（Agaricales）的大型真菌。《列子·湯問》雲：“朽壤之上有菌、芝者，生於朝，死於晦。”^[15]這裡的“芝”具有“生於朝，死於晦”的特性，顯然不是靈芝科的大型真菌，而是其他子實體存在時間較為短暫的大型真菌。不過此處已注意到適宜大型真菌生長的腐殖質豐富的環境。《禮記·內則》還提到“芝柵菱楨棗”²等食物，鄭玄注：“皆人君燕食所加庶羞也。”^[16]這說明“芝”很早就為人所食用了。然而此處的“芝”可能也不是靈芝科的大型真菌，因為後者子實體為木栓質，雖可食用，卻口感不佳，味苦，並非一種美味。另外，收錄于《道藏》正一部亦字型大小的《太上靈寶芝草品》^[17]共記錄了 127 種芝，每種芝都附圖。雖然其中有許多荒誕不經的臆想出的芝，但從附圖中可以發現，道教徒眼中的“芝”實際上包括傘菌（見圖 1）；其中的“木芝”、“火芝”、“辟精芝”等甚至連大型真菌都談不上（很有可能系杜撰），而“水芝”則完全是一種符籙。

² 芝柵，有人認為是同一物，有人認為二者不同。孔穎達疏：“芝柵者，庾蔚雲：‘無華葉而生者曰芝柵。’盧氏雲：‘芝，木芝也。’王肅雲：‘無華而實者名柵，皆芝屬也。’庾又雲：‘自牛脩至姜桂凡三十一物。’則芝柵應是一物也。今春夏生於木，可用為菹，其有白者不堪食也。賀氏雲：‘柵，軟棗，亦雲芝，木椹也。’以芝柵為二物。鄭下注雲‘三十一物’，則數芝柵為一物也，賀氏說非也。”筆者按，孔穎達固守鄭玄注，其說非。“柵”為不同於“芝”的一類大型真菌，筆者將另擬專文詳考。

 <p>《爾雅音圖》中的芝</p>	<p>赤芝味如仙老服智補結平珊瑚 不中益主心胃年忘增慧告如神久慧質中告仙服智補結平珊瑚 延年之青蓋赤裏其莖白其味酸春甲日取食之今人不老仙矣</p> 	<p>青帝玉芝生於名山之中大樹之下黃雲覆之青蓋赤裏其莖白其味酸春甲日取食之今人不老仙矣</p> 
	<p>延年之青蓋赤裏其莖白其味酸春甲日取食之今人不老仙矣</p> 	
<p>延年之青蓋赤裏其莖白其味酸春甲日取食之今人不老仙矣</p>  <p>六六身顏氣節主紫神良肺鼻肺欬防白月之不色盤係耳芝仙經安強氣逆味急八皆老久筋神鬚味身魂志道上半白月然延食膏益利革不緩急利氣平如柔素年輕好精關溫光久勇口益主藏</p> 	<p>芝 諸</p> 	<p>北方芝生於名山之陰黑蓋莖三枝並生其味甘美食之仙矣入水不溺不老得八萬年有黑牛守之</p> 
<p>《本草綱目》中的芝³</p>	<p>《本草原始》中的赤芝、黑芝、青芝、黃芝、白芝、紫芝</p>	<p>《太上靈寶芝草品》中的青帝玉芝和北方芝</p>

圖 1 部分古籍中關於“芝”的圖

³ 金陵本《本草綱目》附圖中的“諸芝”圖甚為粗糙，其所繪形態已簡陋到不可辨識的地步。此處“諸芝”圖，采自《本草綱目》明崇禎十三年武林錢蔚起六有堂重刻本。

二、古人對「芝」的分類和描述

古人有認為芝是一類草的，故有“芝草”、“瑞草”之稱。《爾雅》在訓詁動植物時，把對象分為草、木、蟲、魚、鳥、獸、畜 7 類，芝被歸入其中的草類。《爾雅音圖》^[18]中有一幅和芝相關的圖（見圖 1）。

在本草學著作中，芝通常按顏色分為 6 類：“赤芝”、“黑芝”、“青芝”、“白芝”、“黃芝”、“紫芝”，即所謂“六芝”。這種分類法由《神農本草經》⁴最早提出^[19]，梁陶弘景《名醫別錄》^[20]、唐蘇敬等《新修本草》^[21]、宋《開寶本草》^[22]、宋代唐慎微《證類本草》^[23]、元劉文泰等《本草品匯精要》^[24]、明李時珍《本草綱目》^[25]、明李立中《本草原始》^[26]（見圖 1）等本草學著作也採用這種分類法。其中《新修本草》、《開寶本草》、《本草品匯精要》和《本草原始》將芝歸入草部；而《本草綱目》則將芝歸入菜部。中國的本草學著作的撰述態度嚴謹，資料豐富，又多有實踐驗證，因此可以說是研究中國古代植物的巨大寶庫。但由於時代的局限，其中也有不少迷信和不加考辨而因襲的成分，如《神農本草經》對赤芝、黑芝、青芝、白芝和黃芝的描寫中，均認為其具有“神仙”的功效，而後世本草學著作大多因襲《神農本草經》對六芝的描述。

本草學著作中的六芝，趙繼鼎研究認為：赤芝為靈芝 (*Ganoderma lucidum*)；黑芝可能為假芝屬的種類，尤以假芝 (*Amauroderma rugosum*) 最相似，或者為多孔菌屬的黑柄多孔菌 (*Polyporus melanopus*)；青芝可能為雲芝 (*Coriolus versicolor*)；白芝可能是苦白蹄 (*Fomitopsis officinalis*)；黃芝可能為硫礦菌 (*Laetiporus sulphureus*)；紫芝即為現在的紫芝 (*Ganoderma sinense*)^[27]。其中，對赤芝和紫芝的鑒定為一般學者所接受，但其餘四種因其他相關文獻與本草學中的記載不盡相同，尚需詳考。《中藥大辭典》認為，根據現代文獻和所見標本，《神農本草經》中所說的六芝的原植物多為赤芝和紫芝^[28]。在趙繼鼎和張小青主編的《中國真菌志第十八卷靈芝科》中，主張靈芝科 (*Ganodermataceae*) 下設靈芝屬 (*Ganoderma*)、假芝屬 (*Amauroderma*)、雞冠孢芝屬 (*Haddowia*) 和網孢芝屬 (*Humphreya*) 4 個屬，其中靈芝屬由靈芝亞屬（55 種）、樹舌靈芝亞屬（20 種）和粗皮靈芝亞屬（1 種）3 個亞屬組成，靈芝亞屬又由靈芝組（29 種）和紫芝組（26 種）構成^[29]。

⁴ 《神農本草經》“赤芝”條雲：“一名丹芝。味苦，平，無毒。治胸中結，益心氣，補中，增智慧，不忘。久食輕身，不老，延年，神仙。生山谷。”其中“智慧”一詞為梵語“般若”（Prajñā）意譯。《大智度論》卷四十三雲：“般若者，一切諸智慧中最為第一，無上無比無等，更無勝者，窮盡到邊。”佛教謂超越世俗虛幻的認識，達到把握真理的能力。“智慧”一詞的出現，說明《神農本草經》的最後編訂不會早于東漢佛教傳入中國之前。

清代陳淏子在《花鏡》中將各種“花”分爲花木類、花果類、藤蔓類、花草類等 4 類，“靈芝”被歸入其中的“藤蔓類”^[30]。《花鏡》中的“靈芝”共有 41 品，包括五色芝 5 品、木芝 11 品、草芝 13 品、石芝 7 品和肉芝 5 品。

《花鏡》云：“靈芝……非市食之菌，乃瑞草也。種類不同，惟黃、紫二色者，山中常有。其形如鹿角，或如傘蓋，皆堅實芳香，叩之有聲。”這種描述較接近於真實，其中所謂“黃、紫二色者”，可以理解爲赤黃色的靈芝 (*Ganoderma lucidum*) 和紫色的紫芝 (*Ganoderma sinense*)，這兩種芝也是如今日常生活中所最爲常見的。其中所說的“形如鹿角”的芝，可能即鹿角靈芝 (*Ganoderma amboinense*)。靈芝等芝類真菌有自然香氣，因數實體木栓質，有硬度，於是輕叩即有聲音。

《花鏡》也較爲詳細地記載了靈芝的栽培方法：“道家植芝法，每以糯米飯搗爛，加雄黃鹿頭血，包曝幹冬筍，候冬至日，埋於土中自出。或灌藥入老樹腐爛處，來年雷雨後，即可得各色靈芝矣。”其中糯米富含蛋白質、澱粉和脂肪，鹿血中含多種無機鹽，冬筍幹可爲腐生型的芝類真菌的菌絲生長提供基質。其中的“藥”，由於道家密不外傳，因此不知爲何物，但應該是富含營養的物質；而“老樹腐爛處”也是有利於芝類真菌菌絲生長的。但需要注意的是，用這種方法栽培“靈芝”，成功的幾率並不是很大，因爲倘若環境中沒有“靈芝”孢子或菌絲，那麼就不會生長出子實體。記錄栽培芝類真菌的文字在《本草綱目》中即已出現：“方士以木積濕處，用藥傅之，即生五色芝。嘉靖中王金嘗生以獻世宗。”^[25]，不過其中的“藥”不知究竟是由哪些材料配成，而在《花鏡》中則得以窺見。

《花鏡》對“靈芝”的園藝觀賞作用也有涉及：“雅人取置盆松之下，蘭蕙之中，甚有逸致，且能耐久不壞。”此外，《花鏡》也記載了靈芝的服食方法：“服食家多採歸以籜盛置飯甑上，蒸熟曬乾，藏久不壞，備作道糧。”

宋代陳景沂在《全芳備祖》中將其所研究的植物分爲花、卉、草、木、農桑、蔬、藥等 7 類，其中“芝草”被歸入卉類^[31]；明代王象晉在《群芳譜》中把“群芳”分爲穀、蔬、果、茶、竹、桑麻葛、棉、藥、木、花、卉等 11 類，芝被歸入卉類^[32]。《群芳譜》詳細記載了保存芝以及制盆景之法：“靈芝，仙品也。山中采歸，以籜盛置飯甑上，蒸熟曬乾，藏之不壞。用錫作管，套根插水瓶中，伴以竹葉、吉祥草，則根不朽。上盆亦用此法。”

對於道教典籍中提及的芝，研究時需十分謹慎。《道藏》中收錄有兩種關於芝的典籍：《種芝草法》（收錄於洞神部眾術類，一卷）^[33]和《太上靈寶芝草品》（收錄於正一部亦字型大小，一卷）。《種芝草法》的主要內容，是分別于立春、立夏、立秋、季冬之日，在東山、南山、西山、北山之陰掘坑，埋入曾青、丹砂、黃金、雄黃等物，百日之後即可採獲青芝、赤芝、黃芝、紫芝。它雖題名《種芝草法》，但該書是一種方術之作，其

中所記載的栽培“芝”的方法實屬臆造^[34]。對於《太上靈寶芝草品》，在其127種“芝”中，除了一些傘菌外，充斥著外形怪誕多樣的“芝”（見圖2），這是道教徒想像的結果，而非對自然環境中芝類等大型真菌的真實的描寫。



圖 2 《太上靈寶芝草品》中部分荒誕的“芝”

晉代葛洪《抱樸子·內篇》之《仙藥》篇雲：“五芝者，有石芝，有木芝，有草芝，有肉芝，有菌芝，各有百許種也。”並對這五類芝都作了詳細的描述^[35]：

石芝者，石象芝生於海隅名山，及島嶼之涯有積石者，其狀如肉象有頭尾四足者，良似生物也，附于大石，喜在高岫險峻之地，或卻著仰綴也。赤者如珊瑚，白者如截肪，黑者如澤漆，青者如翠羽，黃者如紫金，而皆光明洞徹如堅冰也……

及夫木芝者，松柏脂淪入地千歲，化為茯苓，茯苓萬歲，其上生小木，狀似蓮花，名曰木威喜芝。夜視有光，持之甚滑，燒之不然……。

草芝，有獨搖芝，無風自動，其莖大如手指，赤如丹，素葉似覓，其根有大魁如鬥，有細者如雞子十二枚，周繞大根之四方，如十二辰也，相去丈許，皆有細根，如白髮以相連，生高山深谷之上，其所生左右無草……牛角芝，生虎壽山及吳阪上，狀似蔥，特生如牛角，長三四尺，青色……龍仙芝，狀如升龍之相負也，以葉為鱗，其根則如蟠龍……麻母芝，似麻而莖赤色，花紫色。紫珠芝，其花黃，其葉赤，其實如李而紫色，二十四枝輒相連，而垂如貫珠也。白符芝，高四五尺，似梅，常以大雪而花，季冬而實。朱草芝，九曲，曲有三葉，葉有三實也。五德芝，狀似樓殿，莖方，共葉五色各具而不雜，上如偃蓋，中常有甘露，紫氣起數尺矣。龍銜芝，常以仲春對生，三節十二枝，下根如坐人……。

肉芝者，謂萬歲蟾蜍，頭上有角，領下有丹書八字再重……千

歲蝙蝠，色白如雪，集則倒懸，腦重故也……千歲靈龜，五色具焉，其雄額上兩骨起似角……行山中，見小人乘車馬，長七八寸者，肉芝也，捉取服之即仙矣。風生獸似貂，青色，大如狸，生於南海大林中，張網取之，積薪數車以燒之，薪盡而此獸在灰中不然，其毛不焦，斫刺不入，打之如皮囊，以鐵錘鍛其頭數十下乃死，死而張其口以向風，須臾便活而起走，以石上菖蒲塞其鼻即死……凡此又百二十種，此皆肉芝也。

菌芝，或生深山之中，或生大木之下，或生泉之側，其狀或如宮室，或如車馬，或如龍虎，或如人形，或如飛鳥，五色無常，亦百二十種，自有圖也。

根據以上描述，對“石芝”來說，蘇軾也作有《石芝詩並引》^[36]，云：

予昔夢食石芝⁵，作詩記之，今乃真得石芝於海上，子由和前詩見寄。
予頃在京師，有鑿井得如小兒手以獻者，臂指皆具，膚理若生。予聞之隱者曰：此肉芝也。與子由烹而食之，追記其事。複次前韻。

土中一掌嬰兒新，瓜指良是肌骨勻。見之怖走誰敢食，天賜我爾不及賓。旌陽遠遊同一許，長史玉斧皆門戶。我家韋布三百年，祇有陰功不知數。跪陳八簋加六瑚，化人視之真塊蘇。肉芝烹熟石芝老，笑唾熊掌喫雕胡。老蠹作繭何時脫，夢想至人空激烈。古來大藥不可求，真契當如磁石鐵。”

這種像肉狀的，外形像人或動物體一部分的“石芝”究竟為何物，目前尚無定論，但根據“石芝”的外形描述，可以肯定它不是靈芝科的大型真菌。有人認為“石芝”是一種分類地位尚未明確的腹菌或塊菌等^[37,38]，可備一說。對於木芝，謂茯苓 (*Poria cocos* (Schw.) Wolf) “上生小木，狀似蓮花”，這“小木”可能即茯苓菌核上生長出來的子實體，至於稱“夜視有光，持之甚滑，燒之不然”則可能是想像之辭(茯苓子實體是不發光的)。草芝中的“獨搖芝”即必須與蜜環菌屬 (*Armillariella*) 真菌伴生的蘭科植物天麻 (*Gastrodia elata* Bl.)^[39,40]。草芝中的其餘種類，或過於簡略而尚需詳考，或荒誕不經。至於“肉芝”和“菌芝”，則臆想之辭甚明。《抱樸子》之《遐覽》篇記載有《木芝圖》、《菌芝圖》、《肉芝圖》、《石芝圖》、《大魄雜芝圖》等圖籍，

⁵ 按指蘇軾另一首詩《石芝並敍》，敍雲：“元豐三年五月十一日癸酉夜，夢游何人家。開堂西門有小園古井，井上皆蒼石，石上生紫藤如龍蛇，枝葉如赤箭，主人言此石芝也。餘率爾折食一枝，眾皆驚笑，其味如雞蘇而甘，明日作此詩。”詩雲：“空堂明月清且新，幽人睡息來初勻。了然非夢亦非覺，有人夜呼祁孔實。披衣相從到何許，朱欄碧井開瓊戶。忽驚石上堆龍蛇，玉芝紫筍生無數。鏘然敲折青珊瑚，味如蜜藕和雞蘇。主人相顧一撫掌，滿堂坐客皆盧胡。亦知洞府嘲輕脫，終勝嵇康羨王烈。神山一合五百年，風吹石體堅如鐵。”

今已不存^[41]。

唐段成式《酉陽雜俎》^[42]卷二《玉格》篇提到的“仙藥”中有“三十六芝”，還提到句曲山有“龍仙”、“參成”、“燕胎”、“夜光洞鼻”、“料玉”等五芝，食用之後能獲仙職；《物異》篇提到“螢火芝”；《廣動植類之四》篇提到“參成芝”、“夜光芝”、“隱辰芝”、“鳳腦芝”、“白符芝”、“五德芝”、“菌芝”、“石芝”、“威喜芝”；《續集·支植下》提到“石桂芝”等多種芝。這些名目的芝，多帶有濃厚的道教色彩，虛實難辨。例如《廣動植類之四》篇雲：“天寶初，臨川郡人李嘉胤所居柱上生芝草，形類天尊，太守張景佚截柱獻之。”柱上生芝並不稀奇，但此處說芝的形狀像道教文化中的“天尊”，則可知其屬臆造，即便“天尊”像人形，那麼像人形的芝類真菌也是不存在的。

三、結束語

在中國主流文化中，芝與靈芝通常可以互換，狹義指靈芝 (*Ganoderma lucidum*)、紫芝 (*Ganoderma sinense*)，廣義則把形態、色澤與之類似的大型真菌都囊括在內，包括在趙繼鼎先生所設的靈芝科 (Ganodermataceae) 中。在《爾雅》、《禮記》、屈原《山鬼》（“采三秀兮於山間”，王逸注雲：三秀，謂芝草也）等先秦時期的文獻中，對芝的描述毫無神秘色彩。然而隨著漢以後道教文化的發展，芝被加入許多的虛幻的闡釋，從而上升為一個符號。根據以上文獻的記載，道教文化中的芝，虛實難辨，只有很少一部分才能被確知是一些傘菌目(Agaricales)的大型真菌，其餘則是臆想的產物或其他不相干的生物。筆者認為，古代道教徒不可能不認識靈芝這種連老百姓都視為祥瑞的東西，例如《花鏡》中記載的“道家植芝法”，是有可能栽培出靈芝和其他大型真菌的。然而正是由於靈芝已為眾所熟知，因此為炫人耳目，故在道書中誇大其辭，生造出許多根本就不存在芝。著名道書《雲笈七簽》錄有《芝英玉女圖》、《神仙采芝開山圖》、《采芝開山圖》（三者見《符圖部二》）、《神芝圖》（《紀傳部·紀一》）、《芝圖》（《紀傳部·傳四》），這些圖籍雖已不傳，但想來即便流傳至今，也並不一定比《太上靈寶芝草品》更有研究價值。幸而本草學著作在很大程度上彌補了這個缺憾，既有文字描述，也有相關圖片。又由於本草學著作的撰寫目的主要在於治病救人，因此撰寫者對包括本草植物在內的藥物的考察遠比其他類型的著作細心和詳細，為研究古代“芝”的真正面目提供了最為寶貴的文獻資料。本草學之中的“六芝”，除其中的赤芝和紫芝的鑒定已為學界所接受外，其餘四芝雖已有趙繼鼎先生開拓式的考證，但尚有不少值得進一步探討之處，有待來者完善。

參考文獻

- [1] (晉)郭璞注. 爾雅[M]. 四部叢刊本
- [2] (梁)顧野王撰, (宋)陳彭年等增刪. 玉篇[M]. 四部叢刊本
- [3] (漢)許慎撰, (宋)徐鉉校定. 說文解字[M]. 北京: 中華書局, 1981: 15
- [4] (隋)陸法言撰, (宋)陳彭年等重修. 廣韻[M]. 四部叢刊本
- [5] (明)梅膺祚. 字彙[M]. 上海: 上海辭書出版社, 1991
- [6] (明)張自烈. 正字通[M]. 康熙九年刊本
- [7] (宋)丁度等. 集韻[M]. 北京: 文物出版社, 1996
- [8] (宋)司馬光. 類篇[M]. 上海: 上海古籍出版社, 1988: 13
- [9] (清)張玉書等. 康熙字典[M]. 上海: 漢語大詞典出版社, 2002: 987
- [10] 蘭進, 徐錦堂, 賀秀霞. 藥用真菌栽培技術[M]. 北京: 中國農業出版社, 2001: 234
- [11] (漢)班固. 漢書[M]. 北京: 中華書局, 1999: 1397
- [12] (唐)魏徵等. 隋書[M]. 北京: 中華書局, 1982: 997-1051
- [13] (宋)歐陽修等. 新唐書[M]. 北京: 中華書局, 1975: 1509-1573
- [14] (元)脫脫等. 宋史[M]. 北京: 中華書局, 1977: 5171-5325
- [15] 楊伯峻. 列子集釋[M]. 北京: 中華書局, 1985: 156
- [16] (漢)鄭玄注, (唐)孔穎達疏, 龔抗雲整理, 王文錦審定. 禮記正義[M]. 北京: 北京大學出版社, 1999: 843-847
- [17] 佚名. 道藏(第34冊)[M]. 北京: 文物出版社, 上海: 上海書店, 天津: 天津古籍出版社, 1988: 316-337
- [18] (晉)郭璞. 爾雅音圖[M]. 北京: 中國書店, 1985
- [19] 馬繼興主編. 神農本草經輯注[M]. 北京: 人民衛生出版社, 1995: 84-88
- [20] (梁)陶弘景集, 尚志鈞輯校. 名醫別錄[M]. 北京: 人民衛生出版社, 1986: 14
- [21] (唐)蘇敬等撰, 尚志鈞輯校. 新修本草[M]. 合肥: 安徽科學技術出版社, 1981: 147-148
- [22] (宋)盧多遜等撰, 尚志鈞輯校. 開寶本草[M]. 合肥: 安徽科學技術出版社, 1998: 145-146
- [23] (宋)唐慎微撰, 尚志鈞等校點. 證類本草[M]. 北京: 華夏出版社, 1993: 179
- [24] (元)劉文泰等. 本草品匯精要[M]. 北京: 人民衛生出版社, 1982: 258-260
- [25] (明)李時珍. 本草綱目[M]. 北京: 人民衛生出版社, 1975: 1711-1712
- [26] (明)李立中. 本草原始[M]. 萬曆四十年刊本
- [27] 趙繼鼎. 我國古籍中記載六芝的初步考證[J]. 微生物學通報, 1989, 16(3): 180-181
- [28] 江蘇新醫學院編. 中藥大辭典[M]. 上海: 上海人民出版社, 1977: 1180-1182
- [29] 趙繼鼎, 張小青主編. 中國真菌志第十八卷靈芝科[M]. 北京: 科學出版社, 2000: 25-27
- [30] (清)陳淏子, 伊欽恒校注. 花鏡[M]. 北京: 農業出版社, 1979: 243-246
- [31] (宋)陳景沂. 全芳備祖[M]. 北京: 農業出版社, 1982: 1045-1052

- [32] (明)王象晉纂輯, 伊欽恒詮釋. 群芳譜詮釋[M]. 北京: 農業出版社, 1985: 294
- [33] 撰人不詳. 道藏(第 19 冊) [M]. 北京: 文物出版社, 上海: 上海書店, 天津: 天津古籍出版社, 1988: 335-336
- [34] 蘆笛. 評道教典籍《種芝草法》的自然史價值[J]. 浙江食用菌, 2010, 18(1): 56-59
- [35] (晉)葛洪撰, 王明校釋. 抱樸子內篇校釋[M]. 北京: 中華書局, 1996: 197-202
- [36] (宋)蘇軾著, (清)王文誥輯注. 蘇軾詩集[M]. 北京: 中華書局, 1982: 2001-2003
- [37] 陳士瑜. 石芝·太歲·地孩兒——菌蕈稗史鉤沉之一[J]. 食用菌, 1990, (3): 42-43
- [38] 林曉民, 李振岐, 侯軍. 中國大型真菌的多樣性[M]. 北京: 中國農業出版社, 2004: 280
- [39] 林曉民, 李振岐, 侯軍. 中國大型真菌的多樣性[M]. 北京: 中國農業出版社, 2004: 5
- [40] 蘆笛. 天麻、赤箭、徐長卿、鬼督郵名實考[J]. 中醫文獻雜誌, 2009, 27(4): 31-34
- [41] (晉)葛洪撰, 王明校釋. 抱樸子內篇校釋[M]. 北京: 中華書局, 1996: 333
- [42] (唐)段成式. 西陽雜俎[M]. 四部叢刊本

Study on the Origins of the Ancient Characters on Macrofungi (I): Interpretation on “Zhi”

LU Di*

Abstract

Macrofungi are the various fungi whose fruitbodies can be observed by naked eyes. Some of them are recorded by ancient Chinese dictionaries and some other books, not only by words, but sometimes also by illustrations. Study on the characters and illustrations about macrofungi do help to unveil ancient people's cognitive process on them as well as the role of macrofungi in people's life and social consciousness at that time. “Zhi” are the most frequently mentioned macrofungi in ancient Chinese books, and the records about them are the most abundant and complicated among the numerous kinds of macrofungi. The records of them in the herbal books are beneficial to the study on their classification and therapy while the records of them in the Taoist books, which is mixed with valuable and forged content, are more confused. In general, “zhi” in ancient books do not completely accord with the macrofungi of the *Ganoderma* genus in modern fungi taxonomy; some other kinds of macrofungi of Agaricales are also included. Besides, ancient people also put attention on the medical effects, the methods of cultivation, and the ornamental value of “Zhi”.

Keywords: Macrofungi; Origins of Characters; *Analytical Dictionary of Characters*; Six types of “Zhi”; *Ganoderma lucidum*

* Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China.

日本東京科學博物館考察記

周維強*

緣起

國立故宮博物院積極推動文物數位化建設，其發展可分為三個進程：「數位典藏計畫」係將文物數位化建檔，建立成資料庫管理系統；「數位博物館計畫」結合數位典藏所產生之豐碩成果，完成多種國際語文版全球資訊網和各類型主題網站，並進行數位化加值行銷；「數位學習計畫」提供線上文物學習的機制（故宮 E 學園），客製化文物學習課程。第三階段「數位學習計畫」中，鑑於雙向式學習和即時反饋的需要，亟需參考具有前瞻性的互動裝置(Interactive Installation)設計。

互動裝置之設計，包含了使用者(user)與系統(system)的雙向接觸，使用者透過介面來理解和操作系統，系統則透過介面傳達訊息給使用者。由於扮演雙向溝通的角色，互動裝置人機介面設計(Human-Computer Interaction, HCI)的良窳，關係著系統運作的成敗。隨著電腦的普及和網路科技興起後，人機介面的設計需要也隨之方興未艾。其中，螢幕、互動裝置和服務是互動設計的三個最重要的類別，也是最需要良好人機介面設計的對象。

日本向為東亞之科技、經濟與文化大國，其政府和民間對於博物館經營管理與創新不遺餘力。而東京地區的科學博物館，更為收藏、應用、展示互動裝置之重鎮。因此，筆者於民國 99 年底，赴日本東京地區四所科學博物館：東京互動藝術中心(NTT ICC)、Panasonic Center Tokyo RiSuPia、Sony ExploraScience、日本科學未來館等 4 所進行訪查，本文將介紹所參訪之各館特色與互動裝置。

各館介紹

(一) 東京互動藝術中心(NTT ICC)

地址：〒163-1404 東京都新宿区西新宿 3-20-2 東京オペラシティタワー4 階

開放時間：11:00-18:00

網址：<http://www.ntticc.or.jp/>

日本的科學博物館中，日本電信電話株式會社東京互動藝術中心(NTT ICC，以下簡稱東京互動藝術中心) 極富盛名，號為全球四大之一。該館位於新宿之

* 本會委員，國立故宮博物院圖書文獻處助理研究員。

Tokyo Opera City Tower 大樓，建成於 1997 年 4 月 19 日，以紀念日本電話業務發展一百年。從 1990 年開始規劃，經過 8 年開館之間，ICC 舉辦了藝術與科學相關的活動，並出版季刊，為開館暖身。ICC 成立的目的，在於促進一個核心主題，即「溝通」的技術與藝術對話，並成為一個藝術家與科學家連結的和交換資訊的平臺。

館內展出了各國藝術家關於互動藝術的展覽品，對於聲、光、色、電等設計元素的種種運用十分巧妙。步入開放空間中，首先可見藝術家將二十世紀重要的科技產品發明，以時間為序，放入地板中，只要循序前進即可瞭解二十世紀的科技產品進程。該館的展示分為兩大部分，一是開放空間展示的常設展，共有 10 個作品，二是特展，主題是 *Vibrations of Entities*，共有 6 個作品，展期為 2010.10.13-2011.2.27。經實際操作體驗，選出常設展的 6 項作品，特展部分則選介 2 項作品。

1. The G-G-G Tokyo Outlet: One world - three players



圖：聆聽人造衛星所發射的電磁波訊號。

作品名：The G-G-G Tokyo Outlet: One world - three players

創作時間：2004.10

創作者：Jens BRAND(1968-)

由藝術家 Jens BRAND

(1968-)於 2004 年 10 月所創作。

在地球外圍軌道上運行的一千多個人造衛星，是服務人類「溝通」最重要的通訊工具之一，這些衛星的軌道雖然是固定的，但由於衛星所發出的電波經過地表的高度不同會有變化（如高山和海洋），紀錄這些電波，然後透過三種裝置，即 G-Player, G-Pod 和 g-turns.com 網站，的記錄和播放，可以聆聽這些來自衛星的聲音。

2. Morel's Panorama

作品係由 FUJIHATA Masaki 於 2003 年創作，他是東京藝術大學電影與新媒體研究所的教授。作者讀了 Adolfo BIOY CASARES 的小說 *The Invention of Morel*，因而激發了這個創作。作者將全景攝影機安裝於展廳的中央，這種相機可以將捕捉到的影像以軟體轉化成圓柱形，並投射於牆面上。作者想要展示出，觀眾也是被觀看的概念。



圖：用銅導線和磁場展示電視的成像的原理。注意館員的手勢和
左側磁板的光影。

作品名：A Parallel Image

創作時間：2008

創作者：Gebhard SENGmüller 與 Franz Büchinger



圖：ICC 的熱門展覽 Juggler，利用旋轉和閃光製造動態變化。

作品名：Juggler

創作時間：1997

創作者：Gregory Barsamian

3. A Parallel Image

作品是藝術家 Gebhard SENGmüller 和維也納籍的電子工程師 Franz Büchinger 在 2008 年所創作。在感光板上共裝設有 2,500 個感光鼓(photoconductor)，感光鼓會因感應的光度不同而產生不同的電阻，而另外一塊平行板，則裝有等數的燈泡，兩塊板子上的感光鼓和燈泡以銅電線相連接，因此從燈泡可以觀察出感光鼓的感光變化。這個展覽展示出訊號如何不流失的轉換成另一種模式。同時，根據展覽說明指出，作者意圖促使觀眾思考，當某些思維還未被發現時，人們的期望是否會在傳達給他人時受到壓抑。

4. Juggler

作品是由 Gregory Barsamian 於 1997 年所設計的。觀眾可以見到雜耍者將電話話筒丟進空中，逐漸變成奶瓶、盒裝牛奶、骰子、骨頭，最後成為一個降落傘落下，如此週而復始。這一視覺效果，是利用人類眼睛視覺暫留的生理現象，配合不斷閃爍的閃光燈，和高速旋轉的籠架，使得這些靜止的物體有如動畫。

5. The Tenth Sentiment

由 KUWAKUBO Ryota 於 2010 所創作。這個作品是利用一輛有頭燈的火車模型，行駛於暗室之中，在火車軌道的附近，放置了許多小物體（絕大多數是來自日本的百元商店的雜貨），經過火車頭燈的照射，這些小物體會被投影放大於四周牆上，這些較大的牆面投影會使得觀眾覺得是自己在搭乘火車時，向窗外望見的景色。

6. For maria anechoic room version

由 SHIBUYA Keiichiro 和 evala 合作，於 2009 年 10 月完成。本作品是在一個消音室中(anechoic room)，安裝了一個 24.4 聲道音響系統。此一音響系統，共裝設了 3 層，每層 8 個揚聲器，同時於房間內的四角安裝低音揚聲器，故名為 24.4 聲道。藉由電腦的控制，製造出聲、光和高速閃光的空間。

特展主題是 Viberations of Enties，較有特色的作品是 Supernatural 和 claisen flask。

1. Supernatural

第一項作品是由 exonemo (由 SEMBO Kensuke 和 AKAIWA Yae 二人組成的工作室) 於 2009 年 10 月所創作，藉由「超自然的力量」，分隔於展示場和設計師工作室兩地的兩個半個湯匙透過虛擬空間，和諧的結合在一起。

2. Claisen flask

作品 Claisen flask 是 SHIMIZU Jio 於 2007 年創作。以 Claisen flask 為名，是因為利用了德國有機化學家萊納・路德維希・克萊森(Rainer Ludwig CLAISEN, 1851-1930)所發明的克萊森燒瓶 (Claisen flask，一種常見的化學燒瓶)，作者將燒瓶以電動方式旋轉，並用固定的綠色光源，透過一組多鏡片透鏡，照射燒瓶，使得牆上出現幻化多變的投影。

(二) 松下東京展示館 Panasonic Center Tokyo

基本資訊

地址：〒135-0063 東京都江東区有明 3 丁目 5 番 1 号

開放時間：10:00-18:00，週一休館。

票價：三樓收費，成人 500 日圓。

展示空間：共三層樓，一樓：AVC 網路創意展示廳，二樓：環境創意展示廳，三樓：RiSuPia (探索樓層)，四樓不對外開放。

網址：<http://panasonic.net/center/tokyo/> <http://risupia.panasonic.co.jp/risupia/F3/index.html>



Panasonic Center Tokyo 是一個商業的科學展覽中心，松下集團在東京、大阪和京都設有中心，以呈現其「綠色創新」(Green Innovation Company)的企業形象，絕大多數是介紹自己生產產品的綠色科技和設計理念，參觀這一部份不用收費。而 RiSuPia 位於 Panasonic 展覽館的 3 樓，則是專業的科學博物館。

1. PDA 導覽器和餐桌上的電腦

該中心的 PDA 導覽器十分特別，入場後，每個展品旁都立有光柱，觀眾只要利用導覽器對準光柱按鈕，導覽器自然會出現英文或日文的聲音和文字解說，十分便利。同時在館內附設的餐廳 E-feel，每個餐桌上都有觸控電腦，觀眾可以隨意的瀏覽博物館網站和 Panasonic 的公司網站。



圖：附設 E-feel 咖啡館外造景。

2. Future Life Wall

館內的特色之一是展示了 Future Life Wall，等於是大尺寸的電子黑板，惟其介面已大幅美化。在導覽員的介紹下，可知目前的用途是以此作為閱讀互動式電子書。最初的畫面是一面書架，可從書架中取出想要瀏覽的電子書，然後進行互動式閱讀。



圖：Future Life Wall 的展示，可從左側的書架中，點選主題書籍出來，以展示互動內容。



圖：濃濃聖誕風格的 Future Life Wall 形象牆。



圖：利用投射科技進行「七巧板」拼圖遊戲。

3. 大型七巧板

「大型七巧板」是電腦先將亂數選出的拼圖結果呈現在牆面上的布幕，觀眾須利用地面的各種顏色三角形放入布幕光影區，以拼湊出電腦所要求的形狀，觀眾排定後，電腦即可同步辨識排列結果是否正確。

4. 質數曲棍球

在互動遊戲模式中，桌上曲棍球(Table hockey)是很重要的一種類型。觀眾透過手上的圓盤，撞擊桌面上的球體，視桌面上的球進入球門內的多寡和分數來決定勝負。在 RiSuPia 中，館方將這種模式與質數的觀念結合，參與遊戲的人必須將非質數的球撞開，而讓質數的球進入球門內得分。值得注意的是，RiSuPia 的桌面並沒有實體的球，而是利用了投影科技，直接將球投影於桌面上，透過感應方式，來判斷撞擊的結果。經現場測試，運作毫無遲滯感，效果十分令人驚豔。

5. 幻影箱(Zoetrope)

幻影箱與 NTT ICC 展覽作品 Juggler 設計原理相同的「幻影箱」，尺寸只有四分之一左右。它是 1834 年由英國數學家 William George Horner 發明，於十九世紀末開始流行，英文稱為 "Zoetrope"，源自希臘文字根，前部的 "zoe" 指 "life"，後部的 "trope" 指 "turn"。它是一種基於視覺暫留的原理，產生動態的幻影，可以說是現代卡通的前身。傳統幻影箱是一個中空的開放式圓柱體，內部附著連續的靜態圖案，當圓柱體轉動時，觀眾觀看快速旋轉圖案形成的動態畫面。

與 Juggler 不同的是，幻影箱不是利用網框，而是利用環繞軸心的垂直葉面。高速轉動時，由於葉面的邊緣是動態圓弧形，因此可見壁虎上下爬動外，也可見樹葉婆娑，且光源也不似 Juggler 刺眼，確實是經過改良的親切作品。

6. 函數射擊(Function Shooting)

畫面有一函數式，觀眾的左右手分別控制 X 軸和 Y 軸的數值，使函數式變為直線或是曲線。當函數式和其線條於螢幕出現，觀眾必須調整 X 軸和 Y 軸的數值，利用直線或曲線來串連以消除位於特定座標的光點。遊戲規則是在時限內消除越多光點積分越高。這一互動裝置大大的簡化了幾何與代數的關係，可使觀眾容易明瞭兩者的關係。

7. 水分子的飛行(Water Flight)

水的循環是人類得以生存的重要基礎，從基礎教育中，我們雖然大略知道水分子從海洋到大氣循環的過程。但情境式的互動可以使觀眾身歷其境，透過觀眾對面的大型螢幕，設計者也補充了水分子在特定高度和壓力下的狀態，並有語音說明。因此觀眾只要站立在水分子的飛行的感應區中，就可以模仿水分子從海洋蒸發，在大氣層內各種高度的變化。這是一個兼具大氣科學、環境保護意識的互動裝置。

8. 光的畫布(Light Canvas)

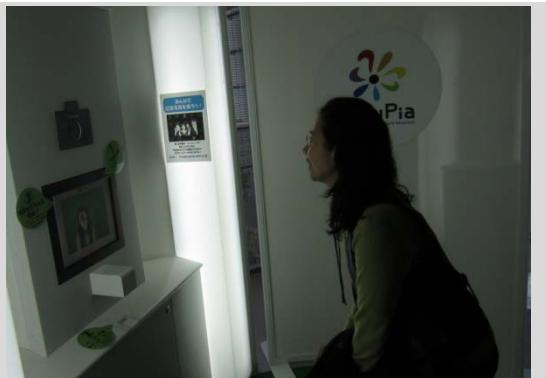
三原色光模式(RGB color model)是一種加色模型，以三種原色，即紅色、綠色和藍色的色光以不同的比例相加，產生多種多樣的色光。其命名來自於三種相加原色的首字母：Red (紅)、Green (綠) 和 Blue (藍)。RiSuPia 的巧思，在於將三原色光模式，透過一個訊號發射器，設計成著色遊戲。螢幕會先投射出一個描線圖，而觀眾則利用訊號發射器發射紅色、綠色或藍色光來著色，顏色的疊加可產生不同的顏色變化。

9. 網路大頭貼

大頭貼是 1995 年由 ATLUS 與 Sega 公司合作的「Print Club」自動快照機改裝後誕生，是一種具有多功能的個人快照機，使用者除可照像外，也可自由的在照片中加入邊框、花紋、文字及各式各樣的圖案。在個人主義高張的時代，這種提供即時客製化的互動裝置，一直受到年輕族群的高度歡迎。使用者在按鈕攝影與簡單的影像編輯後，照片可即時輸出為大小不一的組圖。一般市面的付費大頭貼會輸出有背膠相紙，方便使用者黏貼在個人用品上。但 RiSuPia 的網路大頭貼是觀眾在博物館內免費拍攝後，也可選擇背景，然後取得一組帳號密碼，回家後便能上網登錄觀賞，並下載。省去了輸出相紙的種種問題。



圖：利用射擊模擬器對投射的圖案進行塗色。



圖：博物館內拍攝網路大頭貼，拍攝後，可選擇背景，並取得一組帳號密碼，回家後便能上網登錄觀賞。

Panasonic Center Tokyo RiSuPia 館是兼具簡易進步之多媒體導覽系統，精緻炫麗的展場空間，多元的數位科技呈現，生動的教育推廣應用等特色的科學展館。館內陳列的互動裝置，具有強化基礎教育和重視使用者經驗兩個特色。前者如壁虎、水分子的飛行、光學園；後者如七巧板、質數曲棍球、網路大頭貼等等常見的遊戲模式。滿足一般觀眾容易操作和理解，知識內涵深入淺出的需要。

除此之外，令人印象深刻的還有展場一旁協助的服務人員，除熱心指導操作外（系統上已有詳細說明，對外國人來說較需額外提示），在互動成功後，不時可見導覽人員鼓勵的掌聲或讚許的微笑，這使我們在科學館參觀中以遊戲獲取知識的同時（寓教於樂），也能帶著滿足愉悅的參觀經驗而歸。

(三) Sony ExploraScience：探索聲音、光、娛樂等科學的科學博物館

地址：〒135-8718 東京都港区台場 1 丁目 7-1 メディアージュ 5F

開放時間：11:00-19:00，週一休館。

票價：成人 500 日圓，3-15 歲 300 日圓，2 歲以下免費入館。

展示空間：共一層樓，與御台場同一建築，並未挑高。

網址：<http://www.sonyexplorascience.jp/>

注意事項：禁止攝影。

Sony ExploraScience(以下簡稱 ExploraScience)展示的性質與 Panasonic Center Tokyo RiSuPia 館很類似，館區位於御台場百貨公司的 5 樓，緊鄰著台場著名的夜景景點彩虹橋，是博物館與商業結合的另外一種範例。ExploraScience 按聲音、光、娛樂等主題將展區分割成三大部分。該館入口形象牆以彩色馬賽克為主調，讓人聯想起螢幕的畫素，並可呈現出科學繽紛發展的意象。

ExploraScience 的導覽器也很有特色，是採用索尼著名的掌上遊戲機 PSP(PlayStation Portable)為模型。考慮互動裝置與本院發展的相關性，我們特別考察了其中三項較值得注意的互動裝置設計：Stylish Bone (形象骨文)、Smile Ranking (笑容排名) 和 Holowall Table (手影桌子)。



圖：Sony ExploraScience 的形象牆，以彩色馬賽克為主調，讓人聯想起螢幕的畫素，並呈現出繽紛的科學意象。

1. Stylish Bone（形象骨文）

Stylish Bone 是透過書寫簡單漢字，將文字識別結合圖像及聲音資料庫，還原出該漢字原有圖像的變換系統。在展場中設立了一面高 1.6 公尺，寬約 2 公尺的觸控螢幕，其右下方有兩行字，上行為：木、花、人、犬、馬、羊、鳥、魚、車等名詞，下方則為笑、走、叫、歌、飛、鳴、泳、風等動詞。其左下方有書寫區，如在書寫區寫了「人」，則下方的動詞會反白出現人可用的動詞，螢幕上方會同步出現動畫。如寫「車」，則只有「走」可選。選定後並會發出字的讀音，在動畫區顯示動畫。同樣類型的設計，未來可在漢字博物館中加以應用並實踐。

2. Smile Ranking（笑容排名）

近年來透過人臉資料庫的日趨完善，使得臉形辨識技術和笑臉辨識技術的應用日漸普及。在人機介面、家庭視訊保全、或是生物偵測技術之臉部辨識方面，都有廣泛的應用。尤其是近年來數位相機上，為了能使相機能對焦於被攝者的臉部，幾乎已經將臉部辨識作為相機的內建裝置。辨識笑臉是辨識人臉原理的延伸，也是使用事先收集的大量笑臉資料進行統計學上的分析和判定，而笑容的程度是可以被量化的，這個互動裝置就是通過「笑臉度」的分數來決定勝負。

3. Holowall Table（手影桌子）

和 NTT ICC 展覽作品 **A Parallel Image** 的原理類似，只是感光鼓被換成了紅外線攝像機。手所產生的影子形狀被桌子內部的紅外線攝像機捕捉後，會投射出相應的 CG 畫像。總共有 12 種動物的影像，可供 3 人同時使用。

4. 3D Beyond the Edge

3D 影像技術是近年來螢幕科技的重要發展之一，國內外高科技廠商均十分重視這一領域的發展。尤其是隨著家庭電視的尺寸日漸擴大，大螢幕所產生的娛樂效果，除了影像規格的不斷提升外，不論是裸視或是戴眼鏡的 3D 技術，已成為現有的商品主流之一。Sony 是以影像科技著稱的科技公司，旗下的液晶螢幕產品向來是市場中的高級品。在 3D Beyond the Edge 這個特展廳中，Sony 展示了它的 3D 技術商品，包含了各種電腦、顯示器，甚至是電子遊戲，等於是替 Sony 作置入性行銷。

(四) 日本科學未來館(Miraikan)

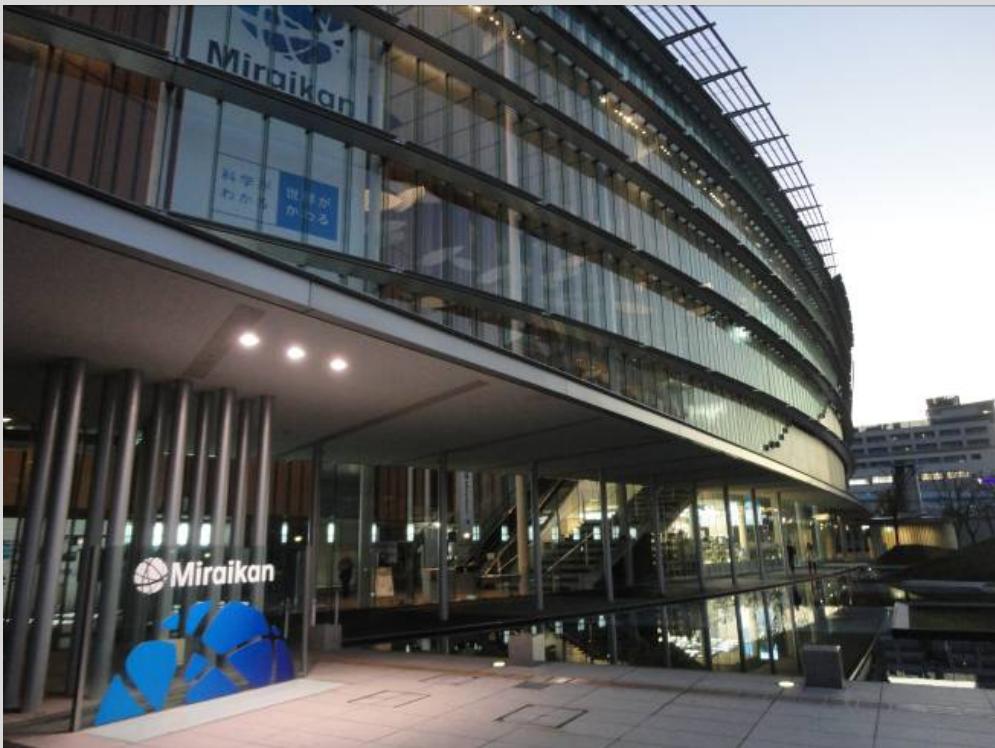
地址：〒135-0064 東京都江東区青海 2-3-6

開放時間：10:00-17:00

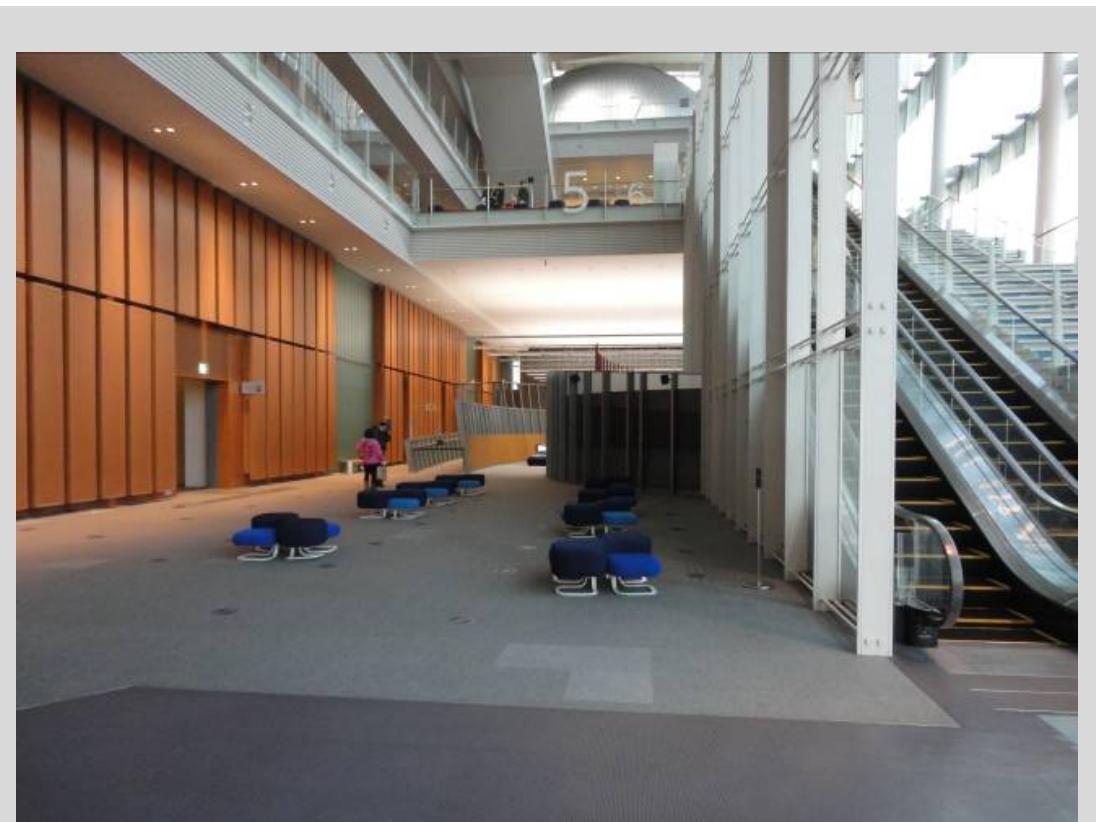
票價：成人 600 日圓，18 歲以下 200 日圓

網址：<http://www.miraikan.jst.go.jp>

本館設於人工島台場地區，展覽廳依樓層劃分，共有五層，建築雄偉而具有未來感，展廳挑高亦有五米以上。允許照相，對於觀眾十分友善。該館的特點是以「未來」作為訴求，與一般博物館收藏過往之陳跡不同，收藏了大量與日本科學主流發展有關的文物、圖像和裝置，並報導其未來性，此一收藏觀念是十分先進而特殊的，可以滿足促進國民科學教育和科學普及的需求。



圖：日本科學未來館的外貌。



圖：日本科學未來館的大廳



圖：俯瞰日本科學未來館大廳。



圖：日本科學未來館別出新裁的休息沙發。



圖：以自動售票機購票，於各樓層之入口感應票卡，即可入場，此為利用科技之便，省卻經營人力。



圖：日本科學未來館展示的太空站廁所。



圖：日本科學未來館展示的日製火箭引擎。



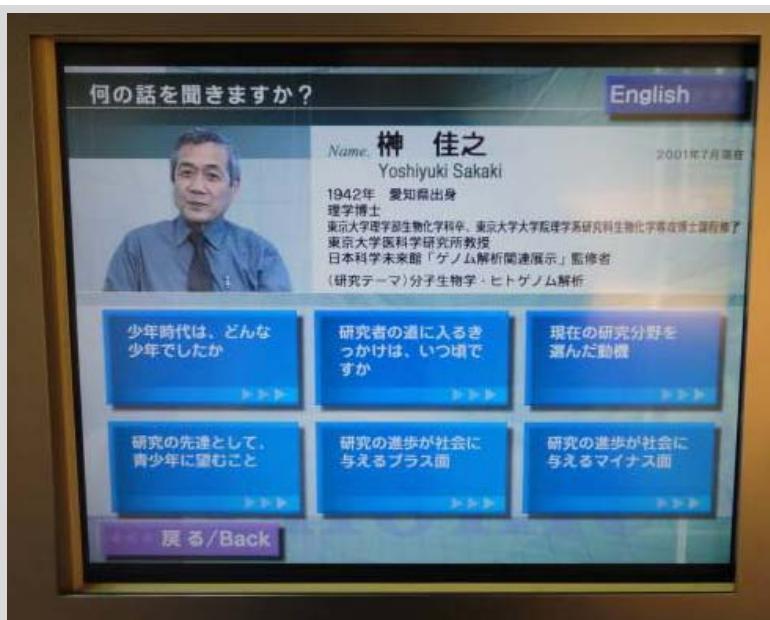
圖：日本科學未來館展示的稻米生物科技。

此外生物科技方面也展示了人類的遺傳科學和稻米的品種改良，內容深入簡出，一目了然。



圖：日本科學未來館展示的生命科學展廳。

同時，館內也設計了與科學家對話的互動媒體。除播放日本傑出科學家從事科學研究歷程的自述，透過互動介面，觀眾可以瞭解傑出科學家的少年生活，決定投身科學等等問題。未來本院可以參考此一互動媒體方式，建立本院的文物介紹多媒體裝置。



圖：日本科學未來館請資深科學家將學習科學以及研究科學的歷程分享，用多媒體問答集的方式鼓勵青年學子學習科學。

三、取法

日本是亞洲較早起步建置博物館的國家，其相關法令、博物館管理和展示科技一直是我國取法的重點之一。在短短的四天的學習和觀摩行程中，我們深感日本的科學博物館的展品和設施，確實能夠提供我們一些反思之處。雖然，五天之內不可能深入探究每一個作品和裝置，只能夠透過導覽人員的推薦和自己的親身經驗中，選擇較有特殊性的互動裝置加以紀錄和檢討，因而令我們稍感遺憾。但在回國後，為撰寫出國報告而進行的閱讀和蒐集資料，又利用相關網路資源，如各博物館的官網，以補充臨場記憶的不足，使我們逐漸了解到此行的重要性。

近年來互動裝置已經成為博物館和美術館重要的藝術創作和教育應用的項目，近年來國內外舉辦了多次與互動裝置藝術作品有關的展覽。同時，政府也投入了大量的資源在各種公共空間中建置互動裝置。此外，由於學校中的多媒體設計學科日漸成長茁壯，也舉辦各種互動裝置展，推廣互動裝置藝術的應用。互動裝置藝術的應用和發展，實是二十一世紀重要的藝術創作風潮之一。而臺北國際花卉博覽會夢想館和上海世界博覽會臺灣館的成功，說明了互動裝置已成為當代藝術文化推廣的指標性和重要性元素。

隨著電腦科技的發達和網路建設的普及，觀眾比以往更要容易獲得知識，因此本院不應滿足於作為 content provider 的角色，而應在完善提供知識的方式領域中成為 knowledge Coordinator，以溝通技巧（優良人機介面設計）和多媒體科技滿足觀眾在知識饗宴的愉悅感。因此，了解並充實對於多媒體設備的認識，實是本院策展相關同仁應有的見識。

鑑於國內建置互動裝置的環境日漸成熟，如何利用社會資源和學術資源，使本院能夠與時俱進，互動裝置社群的營造與共生是極為重要的課題。個別的互動裝置規劃設計固然重要，如何能夠整合成一脈理清晰的發展方略，同時在實體和虛擬博物館雙向發展，是需要前瞻性的規劃。



一、學術構想與宗旨

本會自成立以來，即大力推動與國際和兩岸之學術交流與合作。1990年2月24日，本會曾邀請中國科學院院士席澤宗教授在南港中央研究院數學研究所演講：「中國科技史研究的回顧與前瞻」，以歷史的縱深，揭開了兩岸科學史交流的先例，自此兩岸學術交流與互訪不斷。

兩岸科學史交流雖日漸增溫，但大多數的交流活動屬於傑出學者的個別邀請。除了2001年，由淡江大學歷史和化學兩系所聯合舉辦「全球華人科學史國際學術研討會」外，難能可貴的邀請了眾多大陸傑出科學史學者前來對話，但隨著當時兩岸關係的逐漸冰凍，未能夠繼續擴大。近年來兩岸關係逐漸正常化，去年8月中旬中國科學院自然科學史研究所首先在大陸北京及西安兩地圓滿舉行完成了首屆「海峽兩岸科學與工藝遺產研討會」，本會、成功大學和南台科技大學等學校組成20餘人與會，並出版《2010海峽兩岸科學與工藝遺產研討會》論文集，更開創了兩岸科學史交流的新史頁，也促進在臺灣舉辦兩岸科學史學術會議的契機。

高雄市向為臺灣對外之重要門戶，是國內第二重要的院轄市及最重要國際港口城市，自2007年舉辦世界運動會後，再加上ECAFA簽訂，高雄市作為國際指標性的都市的地位益形重要。然而，以往受限於本會成員的地緣關係，絕大部份的科學史活動都在北臺灣舉行。因此，在南臺灣舉辦具國際指標性學術領域的學術會議或合作，正是本會亟欲推動的重要方向。尤其是科學史和科學教育是高雄長期以來關注的學術領域，如國立高雄科學工藝博物館曾舉辦「李約瑟與戰時的中國科學」特展，甚獲好評，去年亦曾與本會合作舉辦科學史會講座。能結合高雄市科學史和科學教育單位，一起推升科學史的兩岸學術活動，實為雙贏之舉。

義守大學通識教育中心近年來對於科學史課程推廣不遺餘力，每一學

期至少有兩門科學史或科技史課程，而且也獲得教育部優質通識課程獎勵補助。此次，能在高雄義守大學舉辦「2011 海峽兩岸科學與工藝遺產研討會」，又正值本會成立三十週年，除了將展現科學史的學術成就外，更希望本次會議能匯聚更多的科學史國際菁英學者，作為前進南臺灣科學史學術研究活動之灘頭堡，並擴大兩岸科學史之交流。

為能持續加強海峽兩岸科學與技術史研究的交流與合作，並共同致力促進科學技術史的學科建設和人才之培養，本會將於 2011 年 11 月 10 日至 11 日在高雄義守大學舉行「2011 海峽兩岸科學與工藝遺產研討會」。會中除邀請大陸知名科學史學者，如現任中國科學院自然科學史研究所所長張柏春教授等十餘人發表論文，更歡迎學界先進和舊雨新知，惠賜大作，共襄盛舉。

二、會議日期

中華民國 100 年 11 月 10-11 日（星期四-五）

三、會議地點

義守大學國際會議廳（行政大樓）

四、學術委員會

劉廣定（本會委員、國立臺灣大學化學系）
李國偉（本會委員、中央研究院數學研究所）
顏鴻森（本會委員、國立成功大學機械工程學系）
張柏春（中國科學院自然科學史研究所）
韓 琦（中國科學院自然科學史研究所）
張 浩（本會主任委員、義守大學通識教育中心）

五、籌備委員會

黃瑞初（義守大學通識教育中心主任）
周維強（本會委員、國立故宮博物院圖書文獻處）
關曉武（中國科學院自然科學史研究所）
林聰益（本會委員、南台科技大學機械工程學系）
張 浩

六、秘書組

總幹事：周維強
秘書：劉惠青（義守大學通識教育中心）
助理：尹崇儒、黃宇暘

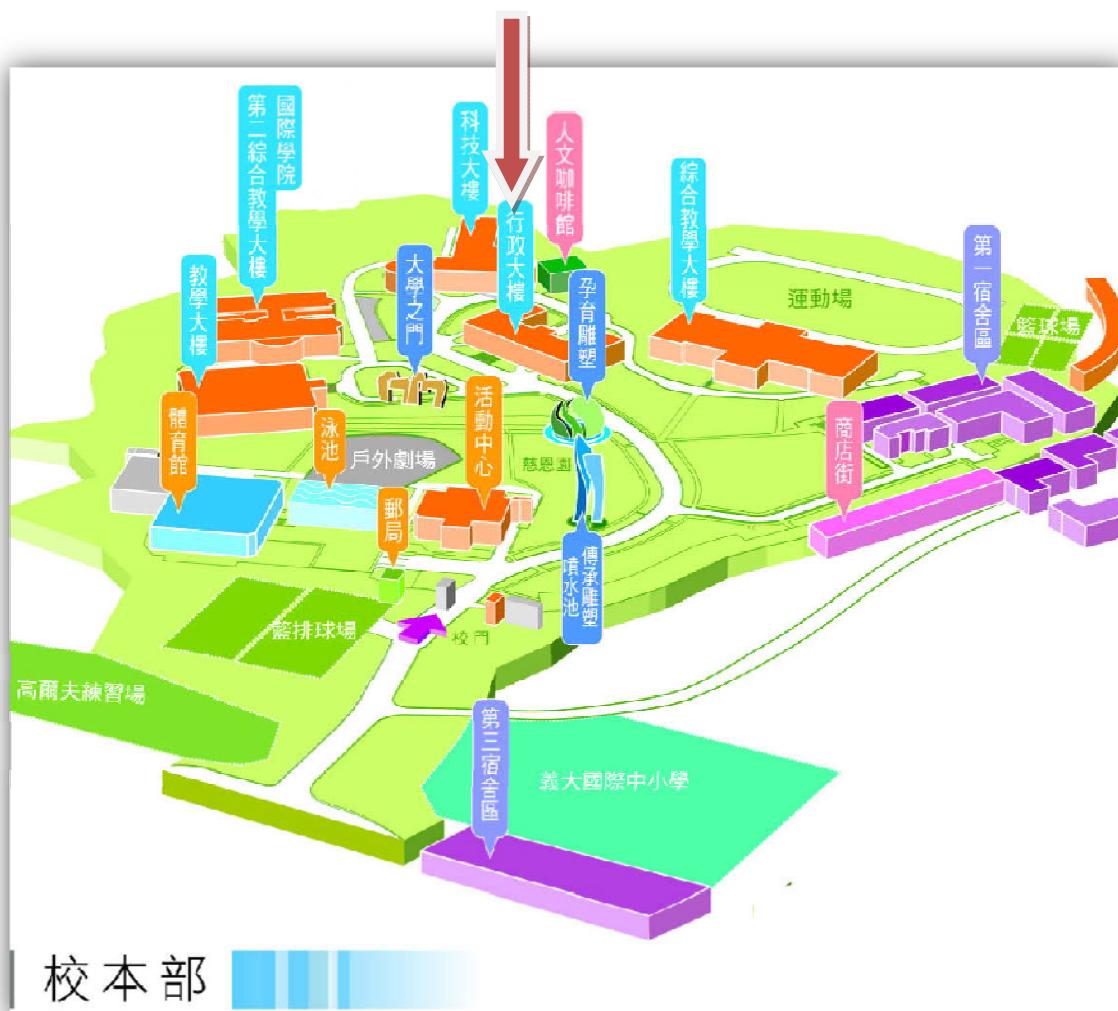
七、相關資訊

網 址：http://www4.isu.edu.tw/sites/chsas_taipei/presentation2.html
聯絡人：義守大學通識教育中心 劉惠青小姐
電 話：(07) 657-7711 轉 5204
傳 真：(07) 657-7056
E-mail: hcliou@isu.edu.tw

八、交通資訊

◎高鐵左營站至校本部

在高鐵左營站前搭乘義大客運，大約每 15~30 分鐘一班車
(最外面的公車月台 5 號，會看到紫色的車牌)



參與廣州參加有關科技史之研討會紀要

劉昭民

筆者自 2010 年 9 月至 2011 年 1 月曾先後三度前往廣州參加與科技史有關之研討會，並發表論文，茲將這三次研討會之內容約略介紹如下。

一、第十屆東亞農業史國際學術研討會

東亞農業史國際學術研討會係由中國農業歷史學會，日本農業歷史學會、韓國農業歷史學會逐年輪流主辦的國際學術研討會，2010 年輪到中國主辦，並由華南農業大學承辦，時間是 9 月 24 至 26 日，參加的代表約 120 人左右，發表之論文共 73 篇，分成歷史上的水稻、歷史上的水利、歷史上的水運三組進行，筆者撰文〈臺灣日據時代至 50 年代蓬萊米之栽培史〉一文參加，大意是日人磯永吉博士考慮到陽明山竹子湖之氣候和日本九州相似，於是他就先在竹子湖試種梗稻，成功地適應當地氣候，並縮短秧苗期，培育成「龜治」、「神力」和臺灣在來米雜交育種成為蓬萊米之經過。大會會後還安排參觀廣東省博物館、西漢越南王墓博物館、夜遊珠江等活動。

二、暨南大學主辦『國際視野下的中西交通史研究』學術研討會

由廣州暨南大學、中國海外交通史研究會、泉州海外交通史研究會主辦，廣州暨南大學華僑華人研究院承辦之『國際視野下中西交通史研究』學術研討會是在 2010 年 12 月 21 日至 23 日舉行，參加的專家學者有 60 人左右，發表的論文有 54 篇，另有《朱杰勤文集》首發式及大會主旨報告，所以議程不算少，論文包括陸上交通、海上航行、絲路、東洋及中西交通史、鄭和下西洋等等，內容很豐富。筆者發表〈以史實印證西漢時代張騫通西域之貢獻〉一文，首先介紹張騫之生平，再就《史記》第一百二十三〈大宛列傳〉、第六十三和《漢書》卷六十一張騫李廣利傳互相比較，可見《漢書》卷六十一張騫李廣利傳內容引自《史記》〈大宛列傳〉，本文並將古國之今地地名列出來，證明張騫通西域之貢獻。

大會還安排會後參觀廣東省博物館、陳家祠，以及夜遊珠江等活動。

三、中國災害史研討會

第八屆中國災害史研討會係由中國災害防禦協會災害史專業委員會、華南農業大學人文學院及經濟管理學院等單位所主辦，並於 2011 年 1 月 5 日至 7 日在廣州華南農大紫竹賓館舉行完畢，參加的代表和學生有數十人，但是發表之論文只有 23 篇，可算是一個小型的研討會，筆者發表〈臺灣 400 年來大水災之分析〉一文，主要是將清朝以來的豪雨和大水災列舉出來，並將災情報導出來，然後將洪澇水災之原因加以分析，認為是由西北颱、9 字型颱風雲帶，6 字型颱風雲帶，加上地形舉升作用而造成大暴雨。

大會還安排參觀黃埔軍校、廣州孫中山大元帥府、陳家祠等並夜遊珠江。

新書書訊

劉昭民委員之著作《中華氣象學史》(增修本)ISBN 978-957-05-2565-6 已於 2011 年 1 月出版

本會委員劉昭民教授曾於 1980 年 9 月由臺灣商務館出版《中華氣象學史》一書，經多年銷售，早已告罄。作者乃將原書錯誤加以改正，並增資料和圖片，並增補 1980 年後之臺灣氣象大事年表，全書引述古文亦經白話文解釋，對於各朝代氣象學術和氣象思想均加以考證、解釋和評述，可以看出中國古代先民對降水理論以及其他氣象學思想、氣象觀測儀器和觀測工具發明，天氣預報的方法，對各種天氣現象之認識和解釋等等，均有極大之貢獻。全書共 25 萬餘字，為國內第一本氣象學史專書，可供研究我國古代氣象史和科技史者參考。

自我介紹與得獎感言

李卓穎

我目前服務於國立清華大學歷史研究所。今年以 "Contending Strategies, Collaboration among Local Specialists and Officials, and Hydrological Reform in the Late-Fifteenth-Century Lower Yangzi Delta" *East Asian Science, Technology and Society* 4:2 (2010): 229-253 一文，得到愛丁堡大學 Francesca Bray 教授的推薦而獲得「竺可楨科學史獎」(Zhu Kezhen Award)，很榮幸也很歡喜。

這篇文分析十五世紀末，官員與地方水利專家為了因應江南地區日益衰敗的水利機制，而協力形成了新的策略。此一策略採取經常維持的模式以取代慣常的危機處理做法，並且認為修築圩岸比疏濬大水道具有更高的優先性。在官員與水利專家共同打造此一新策略時，他們不僅仔細考量了前例，也在組織協作、穩定資金、動員勞動力等具體面向上，重新界定了國家與人民的責任，也將負擔重新分配到豪富身上，從而使國家能在水利事務中扮演更為積極的角色，並以此讓地方社會受益。本文經增修翻譯之後，以〈新方案與十五世紀晚期江南水利改革〉為題，刊載於 2010 年十二月的《明代研究》。2012 年春天，中文版也將被收入北京中華書局的《環境・社會》叢書中。中、英文全文可分別自以下連結下載：

http://ming.his.ncnu.edu.tw/ming/MSV/Vol_15/04LeeZY.pdf

<http://www.springerlink.com/content/357288pj52032851>。

2007 年，我畢業於哈佛大學，之後前往國立新加坡大學做一年的博士後研究，2008 年回臺便進入清華工作。2009-2011 年同時主持兩項研究計畫（國科會專題計畫與清華大學增能計畫），並曾獲得本校學術卓越獎與優良教師獎。2011 年八月起，則將擔任為期三年的國科會專題計畫（優秀年輕學者研究計畫）主持人。研究與教學兼顧，雖然頗為辛苦，但也都很令我欣喜。

我的研究興趣主要有兩個方面：國家與地方精英在公共事務中的關係，以及廣義的思想文化史。在前一個興趣之下，除了出版上述的論文之外，也正著手撰寫專書。在後一個興趣之下，與紐約州立大學的 Charles Hartman 教授合撰的 “A Newly Discovered Inscription by Qin Gui: Its Implications for the History of Song Daoxue”，刊登於 2010 年十二月的 *Harvard Journal*

of Asiatic Studies (《哈佛亞洲學刊》);今年六月則有〈地方性與跨地域性：從「子游傳統」之論述與實踐看蘇州在地文化與理學之競合〉一文，刊登於《中央研究院歷史語言研究所集刊》。

二十年前我初次接觸科學史，當時的喜悅之情，到現在還常常在我心中閃耀。在那之前和之後，我依然在我最傾心的思想史以及社會文化史中優遊，但是一直都有一個夢想：希望有一天思想史與社會文化史的研究，也能對科學史研究有意義。二十年來，這個夢想讓我從越來越多懷有類似想法的科學史家那兒得到啟發。今天我得這個獎，之所以格外高興的原因，便在於基於我的夢想所做出的一點成果，得到了科學史家們的肯定，也終於能為我向來所受益的領域，提供一點微薄的回饋。

最後，我希望將這個獎獻給我的家人、師友和學生。特別是我 2004 年過世、來不及看到我取得博士學位的父親李覺敏先生。

獲獎感言

孫承晨

2011 年 7 月，在合肥召開的第十三屆國際東亞科學史會議上，我有幸以《明清之際西方光學知識在中國的傳播及其影響：孫雲球〈鏡史〉研究》（《自然科學史研究》，2007 年第 3 期，363-376 頁）一文獲得由國際東亞科學技術與醫學史學會(ISHEASTM)頒發的第三屆“竺可楨青年學者獎”(Zhu Kezhen Junior Award)，感到十分的高興。借此機會，我要再次向韓琦研究員、王冰研究員、戴念祖研究員、周維強博士和毛志輝先生表示誠摯的謝意，感謝他們在撰寫此文的過程中給予的熱情指點和大力幫助；還要感謝國際東亞科學技術與醫學史學會授予我這個特別的榮譽。

《鏡史》一書是無意中在上海圖書館發現的。當時，只是覺得很驚喜，因為我大概知道包括李約瑟、王錦光在內的幾輩學者對此書一直尋而未果；但對其價值並未有深刻的認識。隨著研究的進展，我才不斷體會到此書的重要性：如與湯若望《遠鏡說》的關係，李漁《十二樓》對其中內容的轉載，以及書中所反映的物質文化和視覺文化，這些均為明清之際西方光學知識傳華過程中的關鍵環節，對深入理解明清之際的光學史、藝術史及物質文化史有重要的價值。同時，我還試圖通過《鏡史》一書回答這樣一個問題：西方的眼鏡在元明時期便已傳入中國，並得到一定程度的流傳，但何以要到明清之際才有人成功仿製？其原因很大程度上是因為中國古代沒有關於透鏡的屈光學知識。直到明清之際這些知識通過傳教士傳入中國，中國人在研習西方光學知識和器物的基礎之上，方成功仿製各種各樣的光學器具。

在撰寫此文的過程中，最大的體會就是發現的意外和研究的樂趣。無論是科學研究還是歷史研究，常有意外發現的例子。2007 年初，當“鏡史”兩個字出現在上海圖書館的網路目錄上時，確實讓我感到有些意外，因為據我之前的瞭解，一般都認為此書已佚。在此，應該感謝網路所帶來的便利。李漁《十二樓》中光學知識與《鏡史》的關係，也是後來看郭永芳先生“清初章回小說《十二樓》中的一份珍貴光學史料”一文，經過比較，才發現李漁基本上是轉載了《鏡史》中的相關片段，頗有助於瞭解當時光學知識的流傳。這些意外的發現，以及一個個假設的證實或證偽，都讓人興奮不已，感到無窮的趣味。

這篇因意外發現而寫成的文章，也正處於我的主要研究領域之內。我現在中國科學院自然科學史研究所工作，主要研究明清時期的中西科學交流史，具體而言，則是探討當時的西方自然哲學、科學儀器是如何通過傳教士的改造和中國士人的變形而獲得傳播的。雖然這個領域近些年已有非常迅猛的發展，但在開拓中西史料、運用新方法等方面仍然有很大的空間，希望今後能得到各方師友的指教，並不斷獲得進步。



孫小淳率團赴臺考察水運儀象臺 並進行天文科普教育交流

王廣超

2011 年 8 月 5 至 12 日，應臺中自然科學博物館、高雄天文學會和嘉義天文學會之邀，中國科學院自然科學史研究所副所長孫小淳研究員率團赴臺灣考察臺灣專家復原的蘇頌水運儀象臺，研討進一步的科學復原研究，並與臺方交流天文科普教育。參訪團一行共 6 人，包括：自然科學史研究所天文學史研究專家甯曉玉副研究員和王廣超博士，國家天文臺二部主任汪克敏研究員，開封市政府秘書長屯汴京先生，和開封市科學技術局局長牛西嶺先生。此次參訪活動是“蘇頌水運儀象臺科學復原研究項目”的一次重要學術活動，該項目由中國科學院自然科學史研究所、國家天文臺、北京清華大學、開封市政府共同合作實施。



圖 1 參訪團成員與臺中自然博物館專家在水運儀象臺模型前合影

8 月 5 日，參訪團乘坐班機抵達臺北。次日上午，一行 6 人參觀了臺

北故宮博物院，下午來到臺中自然科學博物館，在館長孫維新教授和館長特別助理莊美玲女士的帶領下參觀了其中的自然史博物館。新竹清華大學科學史專家琅元副教授、毛傳慧副教授、研究生施玲瑄，臺灣大學 10 多名學生一併參觀。8 月 7 日上午，孫館長帶領參觀了館中陳列的按 1:1 大小復原的水運儀象臺模型，進入內部認真觀察。然後在館學術廳召開研討會，就水運儀象臺的復原問題與臺方專家進行了討論。據介紹，臺中自然博物館陳列的模型依據蘇頌所撰《新儀象法要》的文獻內容復原而成，是世界上第一座功能完備且依據原尺寸而建的木樣模型。此模型的施工圖出自時任臺中自然博物館助理研究員郭美芳女士之手，1991 年底由廣仁營造公司建構木閣，林建成先生製作“渾儀”、“渾象”，1993 年 8 月成功展示。此模型充分展示了我國古聖先賢在天文觀念、機械製造方面的傑出成就。在整體木樣的營建方面，尤其值得借鑒。



圖 2 孫小淳研究員和高雄天文學會理事長陳宗慶先生互贈紀念品

8 月 7 日和 8 日，參訪團一行分別抵達嘉義和高雄，與嘉義市天文協會和高雄天文學會就兩岸天文科普教育問題進行交流。參與交流的嘉義市天文協會的成員有：協會理事長李榮彬博士；臺灣省汽車工會聯合會常務理事郭通榮先生；名譽理事賴玉成先生；總幹事黃傳俊先生。高雄天文學會的成員有：學會理事長陳宗慶先生；常務理事莊明陽先生；常務理事李致誠先生；理事林子端先生；監事林志峰先生；理事鄭鴻生先生；總幹事鄭文光先生。兩岸天文科普教育一直有著很好的傳統，交流頻繁。此次訪問交流期間，雙方同意進一步加強交流合作，提升天文科普的水準，特別

是要把天文學的歷史和文化內容融入到天文科普活動之中。

8 月 8 日晚，孫小淳研究員、甯曉玉副研究員和王廣超博士會見臺灣科學技術史學會主任委員、義守大學副教授張澔先生，就兩岸科技史交流問題進行討論。在得知參訪團此行的主要目的後，張澔先生建議我們去臺南參觀陳列于樹穀生活科技館前的水運儀模型，此模型由南台科技大學林聰益教授主持修建。於是，8 月 9 日上午我們臨時改變行程，在取得林聰益教授的聯繫方式後趕奔南台科技大學，與林教授一同到樹穀生活科技館參觀水運儀象臺模型。與臺中自然博物館的原樣復原不同，樹穀生活科技館陳列的儀象臺只有樞輪及及控制系統部分。這一部分是水運儀象臺的核心，包括水運系統和水輪秤漏裝置。按林教授的介紹，其復原的模型構造、尺寸、形制皆符合《新儀象法要》的記載。整座水運儀以青銅為主要材料，運用了傳統工藝，與原物大小相同。其中“秤漏控制”部分的設計尤其值得借鑒。



圖 3 孫小淳研究員在水運儀前贈送林聰益副教授紀念品

8 月 10-11 日，參訪團一行由高雄經臺東、花蓮返回到臺北。11 日晚，受清華大學歷史研究所毛傳慧副教授和臺北故宮博物院周維強博士之邀參加宴會，就兩岸科學史交流問題進行了融洽的交流。8 月 12 日晚，參訪團乘坐班機回到北京，圓滿地完成了考察任務。

第九屆科學史研討會會議紀要

尹崇儒 黃宇暘

民國100年4月9、10日，中央研究院科學史委員會（下稱科學史委員會）舉辦了第九屆科學史研討會，會中請到了臺灣大學化學系名譽教授劉廣定先生前來進行專題演講：百年來的中華民國化學研究。劉教授以宏觀的角度審視我國的化學研究歷程，並詳係介紹各項重大研究發現、成果，主題契合民國百年，使大會有了一美好的開端。



圖1 臺灣大學化學系名譽教授劉廣定專題演講

繼〈百年來的中華民國化學研究〉專題演講後，會議進行的是以數學史為主題的論文發表，由國立臺灣師範大學數學系榮譽教授洪萬生主持。首先由城地茂、劉伯雯解說〈西漢以前算書群與《周髀算經》的直角三角形：《周髀算經》的夏至之日晷與《數》第0304，0457簡〉，確切的指出中國數學史在《九章算數》現世之前的數學發展高度。其次是英家銘講解〈從《算學正義》與《九章數解》看韓國史上的數學正典〉，討論韓國數學家南秉吉心目中的數學正典。最後是張耀祖闡述〈秦九韶大衍求一術的近代應用〉，解釋古代數學對今日科技發展的幫助。



圖 2 左起，報告人張耀祖、英家銘、劉伯雯、城地茂和主持人洪萬生。

第二場次的主題為醫療專業化及醫技發展，由劉士永先生主持。首先由朱瑪瓏解說〈同行相嫉：梅威令醫生與其他洋醫關於中國人西醫教育的爭議〉，說明中國人最初學習西醫面臨的壓力，以及日後的貢獻。其次由巫潔濡報告〈公醫制度：日治臺灣醫學教育的濫觴〉，探討公醫制度與醫學教育之間的交互影響，提升該制度的貢獻與意義。最後由吳燕秋說明〈戰後臺灣墮胎技術發展史(1945-1984)〉，討論臺灣學發展過程中，各種墮胎術在不同時代的消長，並從中探討臺灣人的墮胎觀念。



圖 3 左起，報告人吳燕秋、巫潔濡與朱瑪瓏，主持人劉士永。

第三場次的主題為生物學史，主持人為傅大為先生。先是由李學勇講述〈七十年(1940-2010)學習接受達爾文學說的回憶：物不競人競，天不擇人擇〉，以自身學習經歷解釋達爾文學說，並提出個人的心得感想。其次為劉昭民報告〈臺灣日據時代(1895-1945)植物學之研究〉，講述日本植物學家在臺五十年的成就與貢獻。最後是由賴伯琦報告〈後達爾文時期物種概念發展史〉，旨在闡述「物種概念」的發展軌跡與重要性。



圖 4 左起，報告人賴伯琦、劉昭民和李學勇，主持人傅大爲。

今日最後一場次的主題為古機械的研究與教學，由科學史委員會主任委員張灝教授主持。這場次的三項研究，是南臺科技大學機械工程系教授林聰益帶領李宜倫、林育昇、曾聖超等學生進行的研究計畫中的三個部分，分別為〈龍骨水車的分類與其構造〉、〈臥軸式風力翻車的構造分析〉、〈水運儀象臺之水運儀的復原製造〉，講述內容為復原宋代科技的經過，以及分享研究發現。



圖 5 左起，報告人曾聖超、林育昇、李宜倫和林聰益，主持人張灝。

議程結束後，主辦單位特別舉辦晚宴，招待所有與會人員，席間討論熱烈，更勝今日之會議，觥籌交錯間又激盪出更多的議題與心得。

研討會的第二日，討論主題主要為四個單元，分別為「醫藥及其應用」、「科學哲學與科學教育」、「水利史與博物館學」和「軍事史和其他」。開場時，本會主委張灝教授宣讀議程變更事項後，表示希望參與報告的學者可在討論後共同留影，為今日的活動揭開序幕。

第一個單元，是由國立成功大學歷史學系陳恒安教授擔任主持，陳老師表示，很高興在歷史學研究中能看到和醫學有關的新題目。

首先報告的是陳韻如小姐。陳小姐的研究由比較抗瘧藥方來探討瘧的流行和宋代水稻栽種率之間的關係。另外透過分析常山、青蒿與砒霜這三

種抗瘧藥物的藥方組成、製方過程，可以得知宋代醫學的進步及瘧在宋朝時受重視的程度。

其次由魏嘉宏先生主講，其報告指出義大學學者帕西尼和德國學者柯霍曾於十九世紀先後證實霍亂弧菌會導致瘧疾，帕西尼更分離出霍亂弧菌並提出醫療方法，但此貢獻卻未被當時的國際衛生會議所注意，是值得重視的一個課題。

第三位主講人的研究領域較為特殊，是國立臺灣大學法律研究所的林政佑先生。林先生指出，指紋技術在日治時期被發現可以適於紀錄和辨識犯罪人口，並在殖民地臺灣先行推行，隨後才回流擴及日本。這種殖民地與母國間新技術的推行擴散關係，也包含著現代法律的反思和批判。



圖6 左起，報告人林政佑、魏嘉宏和陳韻如，主持人陳恒安。

第二個單元係由本會委員陳德勤主持，首先報告的是陳正凡老師，其研究環繞著中華民國第一位科學教育博士趙金祁。其主張科學和人文平衡，並提出「三維人文科技通識架構」，影響了大批科學教育工作者。陳老師並利用口述歷史稿件與回憶錄，試圖架構出趙氏對臺灣科學教育史的意義。

其次林明聖先生則是透過臺灣詩中的降雪記載，用來驗證明清小冰期對臺灣的影響。藉由大量對臺灣地區詩文中對降雪的描述，將紀錄有臺灣下雪的詩作分為五個時期。最後更指出小冰期對極南的臺灣確有影響，而第五時期中陳培桂等人的成詩期間，最為接近中國十九世紀的第六冰期。

第三個報告主題是由陳怡靜小姐與吳明德先生，共同報告的〈空氣動力車史〉。壓縮空氣動力既乾淨且無汙染，但卻因儲存器材的限制而消失於歷史中。報告人表示未來技術成熟的壓縮空氣技術，應可有效取代汽油與電池，成為新一代的汽車動力。

本單元的最後一個報告主題，是一個較為大眾化的題目－〈記錄資訊的輪子〉，也是由吳明德和陳怡靜報告。文章中對人類文明演變作了一個簡單的回顧，如原始文明製陶用的陶轆、工業時代的唱機、資訊時代的磁碟機等，無一不與輪子相依。並以此引伸出科技的創新實有其根基。



圖 7 左起，報告人吳明德、陳怡靜、林明聖和陳正凡，主持人陳德勤。

前兩個單元報告完畢後，中午所有與會學者則是移駕至二樓會議廳餐敘，會場中則是播放〈鄭和下西洋〉的影片供來賓觀賞。午餐後，第三個單元「水利史與博物館學」則多由目前任職於國立故宮博物院的學者進行報告。

首先是圖書文獻處的副研究員鄭永昌先生主講。鄭先生透過該處所藏的清代軍機處檔附圖，來說明使用木龍是如何地改變了十八世紀中國河道周邊的地貌環境。並指出中國人如何在不開鑿新運河的情況下，利用較為省工的木龍來預防河道淤塞，並影響了河道周遭的環境生態。

其次則是由該院登錄保存處的助理研究員陳東和先生報告，陳先生指出，宋代官窯產品各有特色。南宋還創出在同一龍窯中不同窯位進行多層次的高溫燒成，以製作出美麗的多層釉。這種技術不僅解釋了南宋瓷器的高度藝術價值，也點出南宋官窯的發展過程中，技術和審美趣味之間的關聯。

第三位報告人沈建東先生則透過長江中下游新石器時代晚期的玉器，說明在傳統的玉器工藝史研究中，打樣設計是常被忽略的一環。從構圖出發來看，大溪、馬家浜與崧澤文化的玉器，彼此間有著相似的構圖與圓半徑。顯示古人對接圓、同心圓等可能已經有技術層面上的瞭解與掌握。

本單元的最後一位報告人為林加豐先生。林先生指出，《中國水利史稿》書中曾指李冰在修築水利以前，寶瓶口等處至少已有雛形，但此說的前提是岷江未曾改道過。林先生透過比較秦漢以來岷江水尺的變化與《水經注圖》和《大清輿地圖》等圖發現矛盾，說明古今岷江曾有改道的情況。



圖 8 左起，報告人林加豐、沈建東、陳東和和鄭永昌。

本次研討會的最後一個單元，是「軍事史和其他」，由淡江大學化學系主任吳嘉麗老師主持。

首先由李其霖先生報告，李先生解釋船隻用的頭巾與插花可以用來增加船舶的速度和穩定。但清乾隆後，政府禁止民用船舶使用，避免這種技術流出影響海疆安全。直到近代為止頭巾和插花技術的發展，與清朝海防政策有相當的關連。

第二位報告人則是周維強先生，題目為清代的子母砲。周先生指出子母砲源於明代透過葡萄牙人獲得的佛郎機銃。而康熙朝數次重大戰役勝利，皆和使用大量火器有密切關聯。到康熙與雍正間為了防止地方坐大，則將造砲權力收回中央，影響了後來子母砲的發展。

最後一位報告人則是主委張澔老師，報告內容為晚清江南製造局訂購之化學書籍。張老師指出甲午戰爭以前，江南製造局的翻譯書籍是引進西方化學知識最重要的機構。透過探討這批書籍，可以得知選譯的標準，藉此來看該局與清末翻譯化學書籍在華的影響。



圖 9 左起，報告人張澔、周維強與李其霖。

在張澔主委的報告完畢後，本會隨後於學術活動中心的餐廳設宴，與諸位蒞臨學者來賓餐敘，第九屆科學史研討會遂在愉快的氣氛中閉幕。

98-99 年度科學史博士論文摘要選錄

南秉吉(1820-1869)對古典算學的重新詮釋

國立臺灣師範大學數學系

研究生：英家銘 指導教授：洪萬生、左台益

關鍵詞：東算 南秉吉 中西數學融合 論證風格 借根方 天元術
正典

摘要

本篇論文討論韓國朝鮮王朝末期數學家南秉吉(1820-1869)的算學研究。南秉吉共寫下七部算學著作，是當時朝鮮算學家中的代表。這七部著作為《緝古演段》、《無異解》、《測量圖解》、《算學正義》、《劉氏勾股述要圖解》、《九章術解》、《玉鏡細草詳解》，其中《劉氏勾股述要圖解》是南秉吉對勾股術的專著，《算學正義》是包含東算所有重要主題的教科書，其餘五部均為對古典中算內容的注解或討論。

朝鮮王朝末期的算學家，其算學知識來自兩個傳統。其一為中國宋元時期傳入高麗王朝，基於籌算的算學著作，後來被朝鮮王朝保留並列為算學取才科目。其二為中國明清時代的算學家與耶穌會傳教士所編著之西方數學著作，以康熙時代編纂之中西數學融合的百科全書《數理精蘊》為代表。從南秉吉的算學研究內容，也可以看出這兩個傳統的融合。南秉吉的勾股理論研究主要來自《數理精蘊》；幾何圖形均為類似歐氏幾何之頂點標號靜態圖形；論證風格則透過《數理精蘊》間接受到巴蒂版《幾何原本》的影響，強調以直覺理解。南秉吉的代數研究，聚焦於基於籌算的宋元代數方法「天元術」，與耶穌會傳教士傳入清國之代數方法「借根方」之間的差別。南秉吉早期認為兩種方法無異，但到晚年學習過「四元術」後，則較傾向使用「天元術」。

南秉吉的對古典中算內容的注解或討論，也充分展現這種融合的傳統。以《九章術解》為例，他使用「四率比例」注解今有術與盈不足術，而「四率比例」正是中西數學融合的例證。此外，他使用類似歐氏幾何的圖形，但在解題時也用到接近「出入相補」的手法。另外，他在生涯早期完全以借根方解天元術，後期則用借根方為天元術背書之後再將之

擴充至四元術。

綜觀南秉吉的算學研究，發現他大多是用《數理精蘊》為代表的中西融合算學知識重新詮釋古典算學。借用西方正典的概念，筆者認為，南秉吉在生涯早期希望以清帝國與朝鮮共同認定的數學正典《數理精蘊》來詮釋古典算學的知識，到生涯後期則希望寫出朝鮮自己的正典，在大多數數學主題保留《數理精蘊》的知識，但在代數方面強調天元術與四元術，最後編成《算學正義》。南秉吉所代表的，是 19 世紀初葉至中葉，朝鮮算學家以當代知識重新詮釋古典算學的努力。

德國克虜伯與晚清火炮——貿易—仿製模式下的技術轉移

中國科學院自然科學史研究所

研究生：孫烈 指導教授：張柏春

關鍵詞：克虜伯 晚清 火炮 技術轉移 貿易 仿製 兵器工業

摘要

19 世紀末至 20 世紀，西方工業化國家主導的國際市場得以確立，在殖民狂潮的裹挾之下，現代工業品和技術向全球擴散，一些非工業化國家或地區也開始了以工業化為主要特徵之一的現代化轉型。德國在完成了統一並進入到工業化國家的行列之後，德國政界、工商界利用其在軍事和兵工領域的優勢，積極推動克虜伯等軍火巨頭開展與中國的貿易。與此同時，晚清興起以兵器工業為先導的自強運動和軍事變革，由此引發了一場引進和仿製西方現代武器裝備的熱潮。在這樣的背景之中，克虜伯技術開始向晚清轉移。

基於克虜伯歷史檔案和部分中文、德文的文獻，本文詳細考察了克虜伯與晚清交往的歷程與主要影響。在此基礎上，分析了雙方技術轉移的內容、形式、性質及特點。全文共分為六章，前五章分別側重歷史背景、軍火貿易、漢譯書籍、火炮和彈藥的仿製、克虜伯火炮在晚清陸海軍中的裝備與使用五個方面，最後一章根據提出的“貿易—仿製”的模型，研究本案例中技術轉移的路徑、角色和主要特徵。

第一章“歷史背景：德國克虜伯與晚清中國”。較為詳細地梳理了克虜伯的家族及企業的歷史和發展特點；簡要回顧了從 19 世紀 60 年代到 20 世紀末，克虜伯與中國交往的歷史，並討論歷史背景和影響因素。晚清時期是中國與克虜伯之間互動最為頻繁，彼此影響也最為顯著的階段。克虜伯在作為中國的交易夥伴的同時，也一直被中國人視作學習的

對象。

第二章“軍火貿易：克虜伯軍火輸華”，是全篇的重點之一。貿易是克虜伯軍火來華的唯一途徑，也是克虜伯技術向中國轉移的最重要的管道。本章分三個部分：第一節交待官吏對克虜伯的積極態度，論述晚清引進克虜伯裝備與技術的目的；第二節從外交官、留學生和李鴻章個人的三個角度切入，解釋晚清與克虜伯的互動過程及複雜局面；第三節著重討論洋行與掮客主導的軍火貿易及其影響。

第三章“書本知識的輸入：漢譯克虜伯書籍”，是全篇的重點之二。在克虜伯技術的轉移中，書本知識的傳播扮演了一個並不重要的角色。本章分火炮譯著和彈藥譯著兩個方面，從解讀《克虜伯炮說》、《克虜伯炮彈造法》等譯著的具體內容入手，推測原書的性質和用途。最後，在考證江南製造局翻譯館、譯者的基礎上，討論了這些漢譯著作特殊的成書背景。研究表明，譯著所傳遞的資訊，儘管能夠在一定程度上滿足中國人瞭解和使用歐洲近代火炮的需要，卻偏離了晚清兵工發展的實際需求。

第四章“技術引進與消化吸收：克虜伯彈藥與火炮的仿製”，是全篇的重點之三。晚清許多兵工廠都製造過克虜伯彈藥與火炮的仿製品，其中尤以江南製造局最為突出。本章第一節考察了栗色火藥、無煙火藥、炮彈製造的製造工藝及其與克虜伯技術的關係；第二節在厘清前裝炮、舊式後裝炮和新式後裝炮的技術脈絡的基礎上，指出滬造仿克氏 75mm 後裝鋼質山炮的出現，不是直接的技術引進的結果，而是在已有基礎上對相關產品和技術的吸收和模仿。

第五章“裝備與運用：克虜伯火炮與晚清軍隊”，從艦炮、海岸炮和陸戰炮三個方面，梳理了晚清海軍和陸軍裝備克虜伯火炮的狀況。大量引進克虜伯火炮及其技術，在很大程度上是當時的軍事變革所需。受戰術、訓練、彈藥供給等因素的影響，這些進口軍事裝備發揮的作用有限。由於缺乏駐廠軍代表等制度，晚清軍隊的需求與兵工廠的生產脫節，使用技術對仿製技術的提高意義不大。

第六章“貿易—仿製模式下的技術轉移”，作為全篇的結語。本章在前五章的基礎上，以歷史分期、技術轉移的內容為綱，給出克虜伯技術向晚清轉移的清晰的時間主線和發展脈絡。基於對本案例技術轉移的路徑、角色和利益鏈的分析，文章認為貿易與仿製是兩條主線。在多種因素的作用下，技術本土化的結果並不理想，克虜伯與晚清之間的技術轉移還存在較大的缺環。在這樣一則技術轉移的案例中，技術的供方——克虜伯是西方現代技術型企業的代表，而受方則是傳統農業文明仍居於主流的東方帝國。因而，案例本身又具有典型的東西方之間跨文化技術轉移的特徵。

貿易與仿製是克虜伯技術向晚清轉移的兩條主線。該案例研究表明，異質文化影響技術轉移供方與受方的技術選擇；供方與受方技術貿易的有無，以及受方的文化轉型的程度，決定了技術轉移的進程和結果。

數：筭、術、圖——宋元籌筭之文本傾向

中國科學院自然科學史研究所

研究生：朱一文 指導教授：郭書春、田淼

關鍵詞：籌筭 筮籌 術 筮圖 文本 筮書

摘要

中國數學史源遠流長，是中國科學技術史研究基礎最好、成就最大的學科之一。長久以來，傳統的內史路徑著眼於運用現代數學方法闡釋中國數學的成就、貢獻及其歷史演進。然而，這往往會導致對古代數學復原不夠的情況。筭籌是古代主要的數學工具，籌筭是筭籌的運作過程。它與現代數學經常同歸殊途。另一方面，宋元是中國數學的全勝時期。同時運用筭籌和文本數學工具是其顯著的特徵和興勝的原因之一。有必要重新審視文本工具對於數學發展的作用。本文在前人研究的基礎上，以籌筭為研究物件，從筭、術、圖關聯互動之新視角，探討籌筭的演進與特色，揭示籌筭發展的動因，展現宋元籌筭之文本傾向。

筭筭——利用筭籌解決數學問題，同時包括兩個方面：數之計算和運筭之術。前者即加、減、乘、除、開方五種計算。後者即依據術文運作筭籌。因之，筭籌並非純粹的計算工具。儘管如此，使筭籌成為純粹的計算工具卻是籌筭發展的一個方向。中唐以後，興起乘除捷法，宋賈憲又極大推進開方術，於是籌筭的計算功能大為加強。楊輝有集大成之總結，其少量計算筭圖可視作筆算。秦九韶利用朱墨二筆開方，導致“實常為負”。此一歷程的終點是一種更優的計算工具——珠盤的盛行。筭籌為數量有限之工具，故籌筭固有實用性、經濟性要求，並導致其機械化和技藝性特徵。譬如，約分不得已有副置筭籌之繁。通分則只列一公分母，化分為整。《九章筭術》經分“同而通之”和少廣“通而同之”，恰為兩個不同通分過程。宋代造紙術和印刷術的發展推動了文本數學工具的運用，改觀了籌筭的局面。譬如，魏劉徽提出方程之互乘相消法，須更置筭籌。賈憲利用文字記數筭圖，免去“更置”，卻又有數字增大之繁。秦九韶反復利用筭圖，可達劉徽“雖布筭不多，然足以筭多”之期望，終致方程消元演算法之徹底改變。筭圖具有筭籌全部功能，卻無筭籌之數量限制，是為一個更強大數學工具，利用筭圖對籌筭機械化特徵有所突破。秦氏《數書九章》明代趙琦美家鈔本之筭圖各數字間又有

連線，以表運算意義，以展運籌之術，接近現代運算子號之作用。李治《測圓海鏡》中，天元細草居算草之位；在《益古演段》中，則被提升至法術之位。位置之變化反映出李治對於天元術之看法。天元術本應是籌算方法，其非細草而不能使人知曉，表明天元術文本傾向之原因。天元細草可視作算書體例演進之頂點，表明筭式、文字符號首次成為術文的必須。

事實上，從本文的分析框架來看，籌算有其獨特的發展動因。作為數之計算的工具，筭籌優於文本，珠盤又優於筭籌。作為運籌之術的工具，筭籌優於珠盤，文本又優於筭籌。籌算處在兩者平衡之中。計算技術的進步使得平衡的局面被打破。一方面，計算逐漸成為古代數學一個獨立的門類。另一方面，筭圖、筭式、連線、文字符號參與運籌之術，使得文本逐漸成為數學家不可或缺的數學工具。從筭籌到文本，呈現了古代數學向現代數學轉化的一個側面。

