

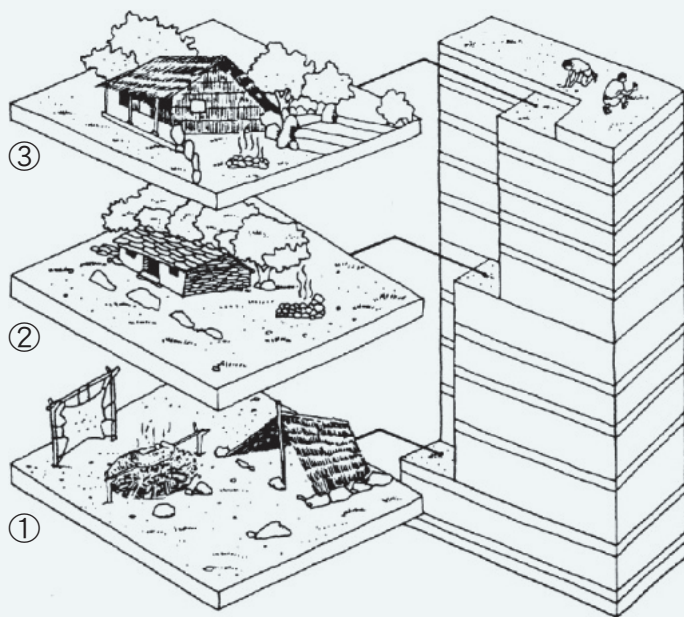
科技考古學的能與不能

陳光祖

進行科技考古研究時，除了要盡量避免實驗誤差、儘量量化，並改良研究資料的各種量度、符合實驗分析可檢驗再現等基本要求外，還要避免對分析結果做過度解釋，以提供考古學研究古代社會正確的科技分析資訊。

考古學的特點

中華民族有尊古好古的傳統，金石學或古器物學研究的歷史十分長久，但現代的考古學源起於西方。考古學的英文 archaeology 由 archaeo-（古）與 -ology（學）組成，原意就泛指與古代有關的學問。19世紀後，是指古物、古蹟的研究。現代意涵的考古學，則是利用發掘手段，收集古代人群的各種遺留，主要是物質遺留，並據以重建古代人類的行為、生活型態、社會樣貌，進而探究人類文化發展、變遷及其機制的學問。



埋藏不同時代遺留的地層如同一頁頁的無字天書，有賴考古學家揭露解讀。（圖片來源：劉益昌）

考古學是收集各種遺留，並據以重建古代人類的行為、生活型態、社會樣貌，進而探究人類文化發展、變遷及其機制的學問。



考古學家常被誤解為盜墓者或是研究恐龍的古生物學家

考古學是研究古代人類遺留的學問，不同時代的古代人類遺留，隨著時間流逝被一層一層疊埋在地下，如果未經後代擾亂，會有秩序地年代早的在下、年代晚的在上，如同書一般規則地排列。這些有秩序的無字書頁，有賴考古學家以系統性、科學性的方法一層層一頁頁地揭露，才不會把不同時代的遺留攪混在一起。

考古學家的工作

部分人士對考古學有不同的想像，有的以為研究恐龍的是考古學家，有的批評考古學家是盜墓者，有的欣羨考古學家是歷經艱險終獲寶物的浪漫尋寶人，有的則以為考古學家是有錢的古董愛好收藏者，其實這些都是誤解。

考古學家是研究人類的，研究恐龍化石是古生物學家的工作。考古學家不專門挖墓，發掘古代墓葬也是小心翼翼，留意各種遺物的組合關係。19世紀末至20世紀上半，確實有一些考古學者為公私機構收集古董，但這不是現代考古學的樣貌。考古學家可能經常發掘出精緻稀有且具高度世俗價值的古代遺留，但考古學家的工作守則是不可收藏古物，絕大多數考古學家都奉為圭臬。

考古學家的工作是根據古代物質遺留以重建古代人類行為與當時的社會文化，經常需要回答的問題可以慣用的5W1H說明。即**What**，出土遺留的內容為何？包括出土器物的材質與功能、古人的食物種類等；**When**，古代遺存的相對與絕對年代；**Who**，物質遺留的文化屬性與族群歸屬、

族群互動與交流的對象等；**Where**，遺址分布與遺物流通的範圍、器物或其製作原料的產地等；**Why**，選擇居址的因素、文明演變或衰落的機制等；**How**，遺物的製作工藝、遺址如何形成等。

考古學家經常必須借助理論推導、近現代民族誌資料的類比、實驗模擬重現，以及科學技術的分析協助，還原過去人類的行為。其中，借助數理科學及生命科學方法與設備的科技考古學，對此可發揮很大的作用。

科技考古學所為何事

科技考古學是考古學的分支，是以科學態度與方法，借助科學儀器及設備，研究考古出土的各種遺物、遺跡、堆積物和遺址本身，以獲得古代工藝技術、物品流通貿易、古環境重建、古病理學或生存年代等各種深層資料的學科。科技考古學可以發現直觀之外的資訊，有如在實驗室內對出土遺物進行微觀的「考古發掘」工作。人類事務錯綜複雜，所製造或擁有的物質文化各式各樣，考古學者無法樣樣精通，勢必需要多學科的協助，才能加大加深考古資料解讀的能力，提供更豐富的科學依據與研究資訊。

例如，要了解古人所吃的食物種類，可能需要動物學、植物學鑑定，甚至有機質與同位素組成分析研究；如果要分析出土的裝飾品或生產工具來自何處，必須借用地球化學的成分分析方法；如果要知道金屬刀劍的

製作方式，必須倚賴冶金學、材料學；要知道墓葬主人的性別年齡、死亡原因與健康狀況，要借助醫學與法醫學；要了解古代族群的遷移與彼此關係，要利用分子生物學的古DNA分析；要重建古人生存的環境，要利用生態學、地質學等的成果。

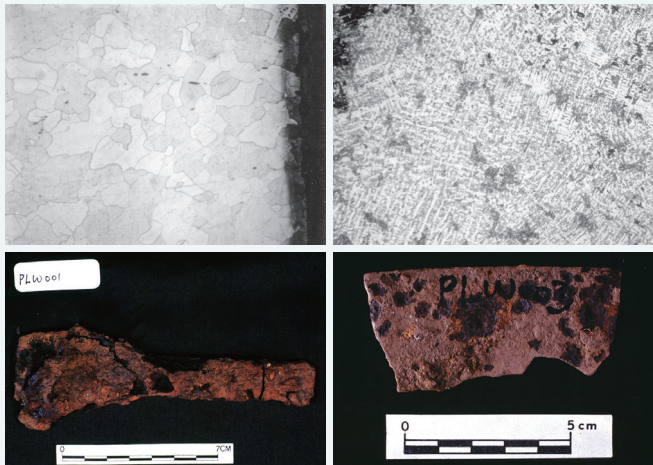
採用科學概念與分析方法研究考古遺留，很早就開始了。17世紀中葉，英國學者分析 Oldbury 出土的磨製石斧，確認是來自十數英里外的石材所製，這是科技考古工作較早的嘗試。但做為考古學與自然科學的中介學科，科技考古學是一門年輕且正在發展中的學問，大量引介了自然學科的分析方法及發展成果，其研究內容、工作對象、分析方法、處理資料的方式等都在持續擴展中，並隨著相關自然學科進展，不斷轉化成科技考古學的一部分。

在十三行遺址的應用

淡水河口的十三行遺址是個擁有大型煉鐵活動的金屬器時代聚落，存在的年代大約距今 1,800 ~ 400 年間，出土豐富的冶鐵生產的廢料—鐵渣。分析這些鐵渣的顯微組織與化學成分，可以確認其原料就是來自該地海濱沉積的磁鐵礦砂，所使用的方法與中國傳統的煉鐵方式不同。中國傳統高爐煉鐵是在較高的溫度下，讓鐵元素吸收碳成為熔點較低的鐵碳合金，從而變成鐵水流出，可以持續操作但需要大量的人力維持高爐的溫度，產出的是帶有合金組織的質硬性脆的生鐵。

人類事務錯綜複雜，所製造或擁有的物質文化各式各樣，考古學者無法樣樣精通，勢必需要多學科的協助。

科技考古學經常需要對標本取樣，並操作貴重儀器設備，可以提供傳統考古學方法之外更多的訊息，但僅依靠少量分析勢必出現見樹不見林的現象。



花蓮普洛灣遺址出土的兩件鐵器的顯微金相組織，可能屬於十三行文化的一個地方類型。左側小斧具有典型純鐵單晶的金相組織，是本地生產鍛造的鐵斧；右側的鐵片是鐵鍋的殘件，有明確的生鐵樹枝狀組織，是來自中國大陸的舶來品。

十三行先民採用的方法，是在簡易的煉爐中以一氧化碳為還原劑，把氧化鐵礦在固態下還原為純鐵，鐵礦中所含的雜質因熔點較低而熔化分離，得到的是如海綿組織般的軟質元素鐵，可以鍛打成器。這是一種技術門檻較低的煉鐵方法，可以由少數人達成，但產出的鐵必須打破煉爐才能取出，生產率低且無法持續操作。

從出土鐵渣與鐵器分析，我們知道十三行聚落先民的煉鐵技術與中國並無直接關係，而與東南亞煉鐵方法較為相似。且十三行聚落不僅生產並外銷鐵，也接受外界傳入的中國商品，包括以鑄造方式生產的鐵鍋。

在淇武蘭遺址的應用

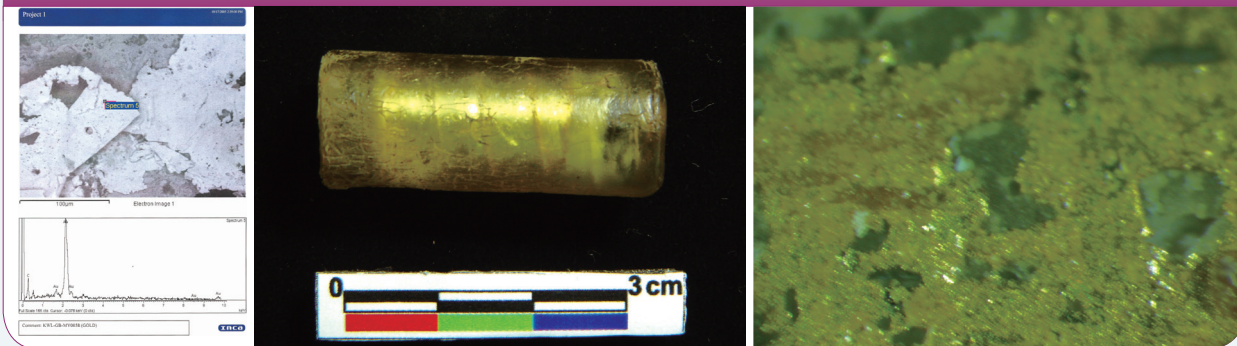
宜蘭縣礁溪鄉淇武蘭遺址的晚期文化層是噶瑪蘭舊社遺留所在，聚落存在的時間大約距今 600 ~ 100 年前。淇武蘭舊社發掘的墓葬出土大量包括中國貿易陶瓷、大型瑪瑙珠與玻璃珠等外來器物，顯示這是蘭陽平原上一個十分富庶的聚落。

出土玻璃珠中有一種十分特殊的管狀珠，形狀大小如同一個 AA 電池，帶金黃色半透明又有金屬夾層。選取這種玻璃珠的破片，利用掃描電子顯微鏡結合能譜分析，分析其化學成分並觀察其製作工藝。確定上下兩層都是含鉛很高的玻璃，中間的金屬是相當純的金箔，厚度大約 $10\mu\text{m}$ 。製作方式並非吹製或鑄鑄，而是捲製的方式。這種玻璃珠製作難度較高，所需材料也較貴重，雖然尚無法找到它們的生產地點，但可確定的是，這種玻璃珠是價值不菲的貴重物品，在噶瑪蘭族群應具有表彰身分的社會價值。

科技考古學的限制

如果說考古學研究殘缺的物質證據，分析、推導、還原過去的事實真相，與警察辦案方法類似，那麼科技考古學分析、鑑識出土遺物的採樣標本，提供其成分、產地等資訊，獨立研究或提供考古學分析研究的佐證，就像我國刑事鑑識中心或美國 CSI 的工作一般。從事科技考古學研究，首先要有考古學的問題意識，依據要解決

淇武蘭遺址含金屬箔鉛玻璃珠



淇武蘭遺址出土數百件夾金屬箔鉛玻璃珠，以掃描式電子顯微鏡結合能譜分析，確認金屬夾層是厚度約 10 μm 且成分很純的金箔。

的問題，選擇合適的分析對象與分析方法，並採取合適的分析設備或軟體，在檢驗實驗結果的可信度，排除一切可能誤差之後，分析討論要回歸考古學問題。

科技考古學經常需要對標本取樣，花時間進行前處理，並操作貴重儀器設備，因此分析較為深入，可以提供傳統考古學方法之外更多的訊息，但也經常受經費、設備、人力與時間的限制，往往僅能針對某一種材質入手，無法全面關照所有出土遺留。如果要重建整個古代社會狀況，還是要靠傳統考古學方法綜合整體資料，僅依靠科技考古的少量分析，勢必出現見樹不見林的現象。

實驗分析是既耗時、花費又高的研究工作，對於發掘出土動輒幾千片，甚至上萬片的陶片，勢必無法全數進行科技考古工作，只能選取少數標本。因此，如何有意義、具代表性地取樣就成為重要的研究策略。最常見的取樣策略，是根據發掘者整理出土遺物時所採用的分類方法為之，但難免會受到發掘者主觀的影響。

此外，在進行出土器物製作地點或材料來源的研究時，必須建立可能的器物製作或材料來源地點的基礎資料，才可能在充分資料比對下獲得肯定的答案。但比對資料庫中的每一筆資料都是實驗分析的結果，同樣受到經費、設備、人力與時間的限制。

科技考古學固然可以提供更深層的資訊，分析資料帶有科學光環，但因為前述的限制，在進行科技考古研究時，除了要儘量避免實驗誤差、儘量量化，並改良研究資料的各種量度、符合實驗分析可檢驗再現等基本要求外，也必須體認科學研究的或然性、不全面性，宜避免對分析結果做過度解釋，以提供考古學研究古代社會正確的科技分析資訊。

陳光祖

中央研究院歷史語言研究所