

礦物 與博物館

■ 何恭算

礦物記錄地球形成與變遷的歷史，也提供人類經濟建設的物質基礎。博物館透過蒐藏以保存珍貴的礦物標本，以實體展示與網際網路播送的方式，傳遞蒐藏及其所隱含的科學意義，達到推廣礦物科學教育的目的。

大地的結晶

礦物是天然產出的均質結晶物質，具有特定的元素組成與原子排列。組成地球的固態物質，除了地表上少數的土壤外，絕大部分都是岩石，而這些岩石和多數土壤都是由礦物所構成的。

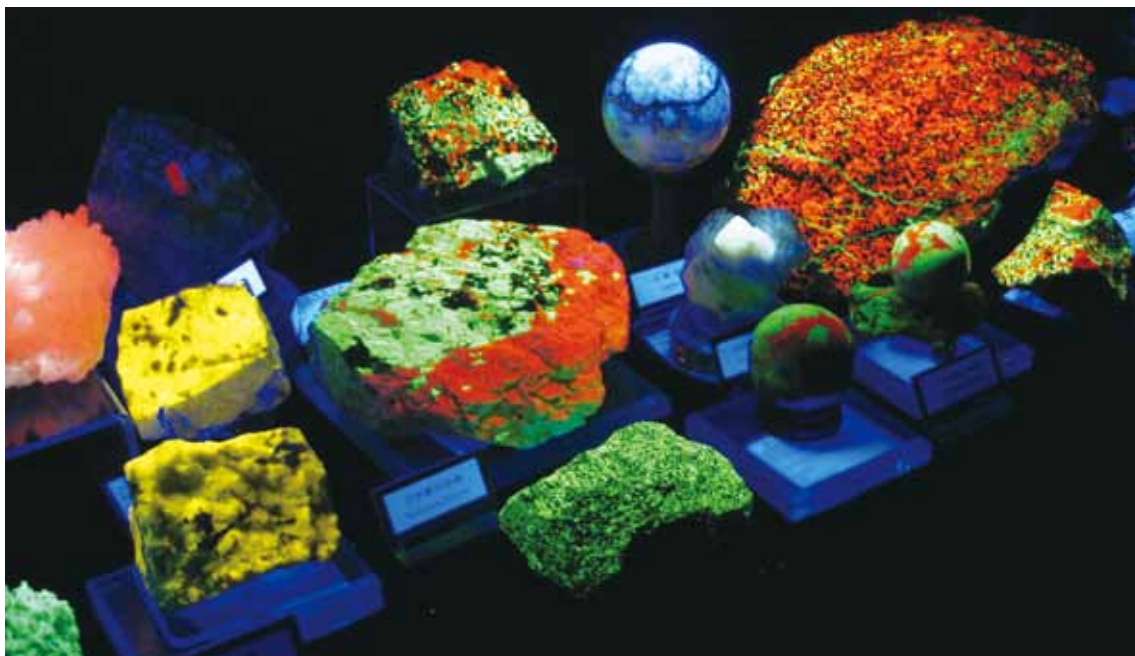
自然界不同的礦物源自組成原子或離子種類的差異，或晶體結構互不相同，但在適合的地質條件下，這些原子或離子所堆砌的均質固體在空間上都能呈現出規則性和對稱性的結晶構造，加上外部包圍著大小不同的光滑晶面，便形成各式各樣的礦物晶體。由於礦物的單晶、連生晶體和集合體有如鬼斧神工般地精雕細琢，總令人讚嘆大自然的神奇。

礦物世界裡的色彩是繽紛多樣的。在眾多礦物中，僅有少數呈現單一色系，絕大多數因混入些許雜質，或晶體的一些缺陷，也可能受到輻射作用影響，致使同種礦物出現多色現象。我們熟悉的石英家族便因顏色不同而分成數個亞種，紫水晶、黃水晶、煙水晶、薔薇石英都是常見的品種。礦物也經常出現星彩、貓眼光或變彩效應，而部分礦物會發出螢光或磷光，更令人嘖嘖稱奇。礦物因具有特殊的光學效應，常帶給人們無限的驚喜與震撼，也總是吸引無數愛好者珍藏。



透明方解石又稱冰洲石，柱面上的生長條紋清晰可見。

在眾多礦物種類中，僅有少數呈現單一色系，絕大多數因混入些許雜質，或晶體的一些缺陷，也可能受到輻射作用影響，致使同種礦物出現多色現象。



在短波段紫外線燈照射下，螢光礦物發出耀眼的光芒。

探索地球的利器

地質學家借助科技的進展，從礦物晶體中尋找證據，來解決一些重要的地質科學問題。茲僅就揭開岩石前世之謎、提供生成年代線索、探討大地構造作用、解析古氣候訊息等方面來說明。

每種礦物都有其穩定的溫壓形成條件，從單一礦物或共生礦物群的出現與否，便可判斷岩體形成的地質環境。以石英為例，在自然界有許多同質異形體，其中柯石英是高壓環境下的產物。在中國東部的秦嶺—大別大陸碰撞縫合帶內，陸續發現超高

壓變質岩石及礦物相後，證實大陸地殼物質可隱沒到上部地函超過 100 公里的深度，然後經由大陸板塊間的碰撞又被抬升折返地表。這些超高壓變質帶成因史的建立，以柯石英、微鑽石等超高壓礦物的出現，和周遭變質岩內礦物群的紀錄，居功厥偉。

「時間」是探討地球演化歷史的重要關鍵，它不僅揭露某種地質事件在何時發生，也提供發生或演化速率等訊息。一般常用碳十四、鉀—氬、氬—氬、鈷—鋇、鈾—鈾、鈾—鉛、鉛—鉛等放射性定年法，來確定礦物形成年代。而要選用何種礦物做為定年材料？角閃石和雲母

每種礦物都有其穩定的溫壓形成條件，從單一礦物或共生礦物群的出現與否，便可判斷岩體形成的地質環境。

因富含鉀和鈷，適用鉀—氬、氬—氬或鈷—鋇法；含鈷的鉛石和獨居石可利用鈷—鉛法。2001年，科學家便利用鈷—鉛法在澳洲西部發現地球上最老的結晶物質—44億年前的鉛石。

岩石內組成礦物的成分若能靈敏反應溫度及壓力變化，這些共生礦物便可做為地質溫壓計，配合定年資料，就能解決所謂的速率或途徑問題。在變質作用過程中，隨著石榴子石的生長，其成分會與周圍共生礦物發生離子交換而改變，因而造成成分環帶的現象。利用環帶從邊緣至核心的成分變化，可推導溫壓的變化曲線，進而計算這一區發生變質作用的溫壓變化途徑。二十餘年來，地質學家利用石榴子石的生長環帶，成功推估世界主要山脈內岩層過去深埋與抬升的溫度—深度途徑。

研究者從樹木年輪、冰岩心、黃土、湖泊和海洋沉積物、孢粉化石、珊瑚、鐵錳氧化物及洞穴碳酸鈣中，得到許多古氣候的重要訊息。常見的鐘乳石是由霏石或方解石等礦物所構成，具有樹木年輪般亮層與暗層交替組成的同心微層構造。由於這些碳酸鈣沉積時，化學成分會隨著環境的變化而改變，因此透過鐘乳石、石筍等洞穴碳酸鈣各微層的鎂／鈣、鎂／鋁、鋁／鈣等微量元素比值及碳、氧等穩定同位素組成的研究，便可獲得當時的溫度、降水、植生等訊息。

經濟建設的基礎

人類利用礦物由來已久，從舊石器時代的燧石、新石器時代的陶器，到青銅器



澳洲西部的變質礫岩隱藏著地球上最古老的鉛石晶體

時代、鐵器時代，以至今日的高科技時代，絕大多數製造器具與寶石飾品的金屬或非金屬原料，都是從礦物中冶煉或製作而來。因此人類進化的歷程就是一部礦物資源的開發利用史。

時至今日，礦物的運用更加寬廣，不但在食衣住行娛樂方面的日常用品，甚至象徵財富的金銀珠寶，都與礦物息息相關。就材料科學而言，礦物是製作金屬材料、電子材料、陶瓷材料、複合材料最基礎的原料。隨著科技的發展，以礦物具有的特殊物理或化學性質，經由熔煉、鑄造、鍛造、熱處理、粉末冶金等過程所製成的塊材、粉體、膜材、纖維的成品或半成品材料，提供更廣泛的用途。礦物應用所涉及的範圍非常廣泛，大到一艘太空梭，小到

礦物應用所涉及的範圍非常廣泛，大到一艘太空梭，小到電腦內的一個小零件，都可能是從礦物研發出來的材料所製成的。

電腦內的一個小零件，都可能是從礦物研發出來的材料所製成的。

再以石英為例。石英是地表分布最廣、用途最多的礦物之一，品質稍差的可製造玻璃、耐火材料、半導體材料等，品質高的可以製作光學儀器、無線電及石英鐘表的震盪器，甚至做為寶石飾品。

石英可提煉純矽，對微電子工業的重要性不言可喻。把石英和碳一起加熱，得到非常純的矽，再把一片純度高達 99.9999% 的矽晶體裝在一旋轉的棒上，浸入熔融的矽中，旋轉後慢慢拉起，矽便順著晶種結晶方向長成巨大的單晶矽晶棒。矽晶棒再經研磨、拋光、切片後，就成為矽晶片（晶圓）。我們使用的手機、主機板、微處理器、記憶體、數位相機、資訊家電等生活用品，上面布滿積體電路半導體，而積體電路的材料就是矽晶片。微小矽晶片的研發成功，不但開啟積體電路的時代，也奠定了微電子工業的基礎。

總之，礦物是人類倚賴的珍貴資源，尤其在邁向尖端科技時代，以新材料發展帶動歷史向前推進的潮流中，材料之母—礦物—必會扮演更為吃重的角色。

博物館的礦物蒐藏

一座自然史博物館蒐藏並保存自然物和人為物，旨在做為自然界演進和人類社會發展的見證。

綜觀世界先進國家大型的自然史博物館，都蒐藏並展示礦物標本。區域所產的礦物是不可或缺的物件，民眾透過標本、文字與相關影像或影片的介紹，對當地礦物及礦產的特性、成因、分布、開採歷史、經濟價值及對社會的影響，有更深一層的認識。知名的大型自然史博物館更把蒐



赤鐵礦（上）和針鐵礦（下）都是煉鐵的重要原料。

科博館所珍藏的礦物標本，除規劃不同主題在現場展示與教學外，並努力把珍貴的礦物資源做更有效的保存與加值應用，以提供學術界、教育界及社會大眾使用。



北投石是唯一以台灣地名命名的礦物

藏的觸角擴及全球各地，美國史密森機構（Smithsonian Institution）所屬的國家自然史博物館就是典型的代表，它以擁有豐富的自然物聞名於世，它的礦物和寶石蒐藏更是睥睨群倫。

在我國經濟發展歷程中，本土礦產也曾扮演重要的角色。金瓜石與瑞芳礦區的金礦創下年產量近 4,300 公斤的紀錄，在遠東地區獨占鰲頭。台灣閃玉（又稱軟玉）也寫下輝煌紀錄，在 1975 年全盛時期年產 1,461 公噸，占當時全球產量的 90%。然而，現今社會環保意識抬頭，礦區數量已屈指可數，開挖規模日漸萎縮，欲取得代表性或完整性的礦物標本更加困難，因此保存的工作益顯重要。

礦物標本一向是國立自然科學博物館（科博館）的重要蒐藏標的，歷經二十多年的努力，目前累積數量已近 4,000 件。標本主要來源是館內同仁到野外採集、教授及民間業餘收藏家捐贈、國內外選購等。

在系列館藏礦物中，有採自台灣本土的，也有蒐集自世界各地的。代表性的蒐藏包括台灣本地的北投石、自然金、硫砷銅礦、閃玉、澎湖文石，珍貴的鋰蒙脫石模式標本，人見人愛的鑽石、紅寶石、藍寶石、祖母綠、海藍寶石等原礦及其裸石。此外，還有許多自然界難得一見的稀罕標本，耀眼奪目的螢光礦物，氣勢非凡的碩大晶體，以及形色俱佳的典藏珍品。

礦物蒐藏數位化

博物館對蒐藏品先分類、編目與鑑定，建立完整的蒐藏管理系統，再送入蒐藏庫保存與管理。近年來，隨著資訊科技的蓬勃發展，不但改變人與人溝通的方式，同時對知識的呈現與管理，以及資訊的散播與儲存，產生巨大的變化。為了妥善保存國家珍貴的自然標本和人文物件，並使蒐藏資源能做有效的加值應用，國科會於 2002



碩大寶石級紫水晶洞是科博館典藏的珍品

年起推動「數位典藏國家型科技計畫」，科博館是執行機構之一，礦物蒐藏數位化就是重要的一環。

科博館所珍藏的礦物標本，除規劃不同主題在現場展示與教學外，並努力把珍貴的礦物資源做更有效的保存與加值應用，以提供學術界、教育界及社會大眾使用。在國科會經費支持下，積極發展典藏多媒體資料庫、標本資源庫、知識庫為底層主軸以利開發應用，並與岩石和化石數位化成果，以及動物、植物、人類等領域的資源庫連結，共同建構「自然與人文數位博

物館」，民眾可透過網際網路公開瀏覽、查詢使用。

在礦物資源庫中，以礦物標本為主要數位化素材，把典藏品拍照、掃描，建立基本資料格式標準，並發展詮釋知識單元。目前資源庫中依數位化類型與功能的不同，分別建構了標本庫、知識庫、主題展示、3D 多媒體、台灣礦物及學習資源等單元。

國內參與礦物數位典藏計畫的機構除科博館外，尚有臺灣大學地質科學系和臺灣博物館。數位典藏總計畫辦公室為提供使用者檢索與搜尋典藏數位化成果，建置跨



科博館展場內的礦物影像帷幕是典藏數位化的成果

機構與跨主題的數位典藏聯合目錄 (<http://catalog.digitalarchives.tw>)，藉由網路媒體的傳輸，和全民分享國家重要資源。國家典藏的數位化，可以有效提升知識的累積、傳承與運用，是知識經濟的重要基礎。

礦物的形色之美吸引眾人目光，在讚嘆大自然奧祕的同時，也觸動一探究竟的好奇心。現今的博物館一方面融入最新的科學發現或科技發展成為展示或教學的素材，一方面引進現代科技的研發成果，提

升研究、展示與教學品質。博物館有豐富的蒐藏為後盾，輔以多面向的展示手法及寓教於樂的教學與學習環境，營造出普羅大眾既感興趣又樂於造訪的地方。

何恭算

國立自然科學博物館地質學組
