

出國報告（出國類別：考察）

赴美執行年度礦物標本購藏計畫並 考察自然史博物館地質相關展示



服務機關：國立自然科學博物館

姓名職稱：何恭算 副研究員兼展示組主任

鍾坤煒 約聘技術員

派赴國家：美國

出國期間：2015.1.29 ~ 2015.2.11

報告日期：2015.4.02

摘要

赴美參加「土桑寶石、礦物暨化石展」係執行年度礦物標本購藏計畫，本次共添購來自 21 個國家 60 餘處礦區 77 件礦物標本。這些標本具有自然界罕見礦物品種、本館首次蒐藏礦物新種、呈現雙晶與假象礦物品體、多樣晶體內含物、寶石原礦，以及大宗印度魚眼石及沸石類礦物等特色。此行也順訪位在德州的休士頓自然科學博物館，針對地質相關展示，以及現場營運進行瞭解。親臨參觀該館之展示內涵與展示技巧，以做為未來執行業務之參考。

【關鍵詞】 礦物標本，土桑寶石礦物暨化石展，地質展示，休士頓自然科學博物館

目 次

一、前言	3
二、出差目的	3
三、出差行程	4
四、礦物標本購藏成果	4
五、休士頓自然科學博物館地質展示考察紀要	9
六、結語與建議	14

一、前言

全球每年都有許多規模不等的礦物標本展售會，其中以美國土桑、丹佛、休士頓、德國慕尼黑、日本東京等地，以及近二年崛起的中國大陸長沙礦物珠寶展最負盛名。而一月下旬至二月中旬舉辦的「土桑寶石、礦物暨化石展(Tucson Gem, Mineral and Fossil Show)」，因參展廠商最多，物件最為豐富，堪稱全球規模最大的展售會，每年都吸引大批來自世界各地的博物館從業人員、礦物與化石蒐藏家或一般民眾前往參觀與選購。

國立自然科學博物館（以下簡稱本館）係以自然物與人類遺物為蒐藏範圍，礦物標本一向是重要的蒐藏標的。館藏礦物標本的取得，除了專業人員到野外採集和館外學者或業餘愛好者捐贈外，赴美參加土桑展執行購藏作業，乃是蒐藏博物館級礦物標本的重要管道。目前本館已累積許多來自國內及全球各地的珍貴礦物標本，並已打造成為我國礦物蒐藏的重要寶庫。這些標本不但在研究或教育推廣上是重要的材料和教材，同時在規劃相關特展上更是扮演不可或缺的角色。以本館近年推出的「慾望天堂—寶石特展」、「地質蒐藏精品展—形與型」、「大地瑰寶—礦物與生活特展」等為例，都是以礦物標本為主軸的系列精彩展覽，對於礦物科學之推廣與紮根工作，有著莫大助益。

二、出差目的

本次出差目的有二：一為添購博物館級的礦物標本；二為參觀休士頓自然科學博物館（Houston Museum of Natural Science）地質相關展示。

自然物標本的珍貴在於它是紀錄自然生態與環境的重要物證，透過標本能夠清楚解析物種徵象，亦能解讀諸如地球歷史、生命演化、自然演替等諸多訊息，對於人類探索大自然的奧秘，實具重大意義。礦物是一個具有研究與探索價值的珍貴自然資產，一向是本館標本蒐藏中重要的一環。這些記錄地球形成與變遷的歷史，同時也提供人類經濟建設的物質基礎的標本，由於受限於臺灣地質與地理環境因素，所產礦物種類（約二百餘種）遠不及全球現今已命名的四千六百餘種，加上國內環保意識抬頭，全臺礦產開發之數量與規模都不若以往。因此，為充實本館館藏礦物標本的質與量考量下，參與全球年度展售盛會，實為最佳選擇且能節省大幅公帑的一種方式。

此行除添購礦物標本外，也順訪位在德州的休士頓自然科學博物館，針對地質相關展示，以及其它現場業務進行瞭解。德州向來以盛產石油聞名，現場設置之能源展示，為其特色之一。親臨參觀該館之展示內涵與展示技巧，以做為未來執行業務之參考。

三、出差行程

本趟行程於 1 月 29 日出發，從桃園機場搭機，經美國舊金山再轉往亞利桑那州土桑市。30 日起連續六天執行礦物標本購藏計畫，首先到礦物標本各主要展售會場瞭解市場現況，然後再依據事前擬定之購藏計畫，著手進行礦物標本之選購作業。2 月 4 日至 6 日開始進行標本細部包裝及委託運輸等事宜，期間添購包裝所需材料，再著手標本細部包裝。當完成包裝後，便聯繫貨車取貨，並隨同前往貨運行，待標本逐箱確認，完成委託運送回臺手續。2 月 7 日從土桑市搭機轉往德州休士頓，參觀休士頓自然科學博物館之地質相關展示。2 月 9 日從休士頓搭機返臺，途經日本東京成田機場，於 2 月 11 日晚上約 10 點返抵國門。本次全程共計 14 天，依原訂時間順利完成各項計畫。

四、礦物標本購藏成果

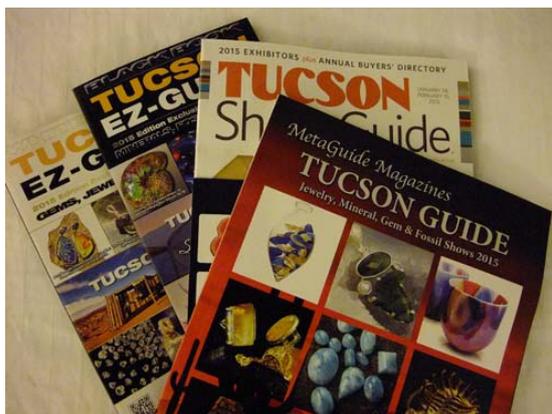
由於礦物（包括寶石）標本分散許多場地（圖一、圖二），首先，我們經由展售指引（Show guide）瞭解各會場之展出廠商與大致銷售內容（圖三），再依據擬定之購藏方向，進行篩選與購買（圖四）。



圖一 礦物標本展售會場之一



圖二 寶石展售會場之一



圖三 各類展售指引



圖四 現場陳列各類礦物標本

經過仔細挑選、與廠家議價、記錄基本資料、細部包裝、辦理保險、聯繫貨運，再經由內陸及海運運輸（圖五、六）、報關、拆箱、整理、拍照、登錄等程序，圓滿完成年度購藏計畫。



圖五 標本細部包裝後載送至貨運行



圖六 標本裝入木箱準備運送回台

本次共計購買產自 21 個國家 60 多個礦區的 77 件礦物標本。茲將這些標本的特色，概略說明如下：

1. 增添館藏礦物新種

隨著鑑定儀器的日新月異，同時人類探勘的觸角更趨多元，自然界新命名的礦物種類也不斷增加。為求豐富館藏礦物的種類，添購新種一直是我們努力的目標之一。本次添購的鈣鈦礦（Perovskite；圖七）、迪閃石（Deerite）、鈣鎂電氣石（Uvite）、板晶石（Epididymite）、纖矽鉛鈉石（Elpidite）、六方錒銀礦

(Allargentum；圖八)、菱鋇鎂礦 (Benstonite) 等礦物，均是本館首次蒐藏。



圖七 鈣鈦礦



圖八 六方銻銀礦

2. 珍貴罕見礦物

這裡所指的罕見礦物包括在自然界極為稀少的種類，或是該種礦物的顏色或形狀相當特殊而少見的。水磷鋁鉛礦 (Plumbogummite)、菱鋇礦 (Stromtianite)、菱鎂礦 (Magnesite)、方沸石 (Analcime；圖九)、鈣鐵輝石 (Hedenbergite)、板鈦礦 (Brookite)、霓石 (Aegirine)、磷銅礦 (Libethenite)、赤銅礦 (Cuprite；圖十) 等礦物屬於前者；而綠褐雙色的魚眼石 (Apophyllite)、藍色螢石 (Fluorite)，以及未經加熱處理的天然黃水晶 (Citrine) 則歸納為後者。



圖九 方沸石



圖十 赤銅礦與自然銅共生

3. 奇特假象晶體 (Pseudomorphs)

在自然界中經常可以發現礦物晶體因周遭環境發生變化，使得原有礦物的成分被熔體或溶液內某些元素所取代而轉變成另一種新礦物。此種保留原礦物的形態，但成分已經改變且形成另一種礦物者，我們稱它為「假象晶體」。本次添

購之礦物標本中，有多件假象晶體，包括分別取代磁黃鐵礦的假象砷黃鐵礦（Pseudo-Arsenopyrite）和假象黃鐵礦、分別取代方解石的假象菱鋅礦（Pseudo-Smithsonite；圖十一）和葡萄石（Prehnite；圖十二），以及取代錒銀礦的假象六方錒銀礦（Pseudo-Allargentum）等。



圖十一 假象菱鋅礦



圖十二 假象葡萄石

4. 有趣雙晶結構

同一種礦物有兩個單晶規則地長在一起，且晶體間呈鏡像關係的，或是一個單晶旋轉 180° 之後，與另一個單晶重合或者平行等對稱關係者，我們稱它為雙晶（twin crystals）。雙晶依據單晶間接觸的關係，可進一步區分為接觸雙晶和穿插（或貫穿）雙晶兩大類。本次添購標本中，挑選的紫鋰輝石（或稱孔賽石，Kunzite；圖十三）和黃鐵礦（圖十四），分別具有接觸雙晶和穿插雙晶的特點，可說是一時之選。



圖十三 紫鋰輝石具接觸雙晶結構



圖十四 黃鐵礦具穿插雙晶結構

5. 多變晶體內含物

礦物晶體的內含物（又稱包裹體）可能是固態晶體，或是液態液包體（Fluid inclusion），甚至是氣態的形式存在。這些內含物有些是礦物結晶時混入的雜質，有些是與礦物之間存在著共生的關係。石英因內含物種類的差異，往往會使石英（或水晶）有不同的顏色。以本次添購標本為例，石英因含有細小鈣鐵輝石（Hedenbergite；圖十五）而呈綠色，含有微細赤鐵礦則呈黃橙色。此外，紫水晶內有諸多黃磷鐵礦（Cacoxenite）內含物聚集，方解石因含有硫錫鉛礦（Plumosite；圖十六）而呈深綠色等，各具特色。



圖十五 石英內含細小鈣鐵輝石



圖十六 方解石內含硫錫鉛礦

6. 廣蒐印度魚眼石及沸石類礦物

印度德干玄武岩內賦存大量的沸石類礦物，是在火山後期從熱液中所結晶出來的產物。通常在較高溫度的情況下，歷經長時間的作用，熱液與岩石（尤其是玻璃質）會發生溶解。典型的熱液作用是水溶液在較高溫的熔岩內溶出礦物質，然後在溫度較低的地方沈澱、晶出。在熔岩冷卻期間，熱液發生分異作用，一些富含矽的溶液，便可形成如玉髓之類的隱晶質石英，而大部分洞穴內的沸石類礦物是在 250 至 40°C 下形成的。

長久以來，印度沸石類系列礦物總是受到蒐藏家高度的青睞，這次我們走訪休士頓自然科學博物館，其附屬之 Sugar land 分館近期也展示來自印度德干高原上的精美礦物。此行我們蒐藏一些極具特色的魚眼石（Apophyllite；圖十七），以及包括白鈣沸石（Gyrolite）、纖維鈣矽酸石（Okenite）、中性針沸石（Mesolite）、輝沸石（Stilbite）、桿沸石（Thomsonite；圖十八）、絲光沸石（Modernite）、鈣沸石（Scolecite）、鈉沸石（Natrolite）等各種沸石類礦物。



圖十七 魚眼石



圖十八 榉沸石與魚眼石共生

7. 耀眼的寶石原礦

市面上所見由礦物切磨而成的寶石，多以裸石呈現，而產在圍岩內或是與其它礦物共生的寶石原礦，觀眾較少目睹。由於寶石原礦能夠呈現有如自然界般相同的產狀，更具研究、教育與展示價值。在本次添購的標本中，有呈淡紫至淺粉紅色的摩根石（Morganite；圖十九）和紫鋰輝石（Kunzite）、淡褐色的鈣鎂電氣石（Uvite；圖二十），以及在強光照射下呈現深紅透明的鐵鋁榴石（Almandine）等，都是讓人眼睛為之一亮的寶石類礦物。



圖十九 摩根石原礦



圖二十 鈣鎂電氣石可研磨成寶石

五、休士頓自然科學博物館地質相關展示考察紀要

休士頓自然科學博物館(Houston Museum of Natural Science)的前身 Houston Museum and Scientific Society 於 1909 年設在 City Auditorium 內，在 1929 年搬至休士頓動物園，1964 年再遷移至現址：赫曼公園（Hermann park）的東北角（圖二十一）。館內設置了古生物廳（Hall of Paleontology）、寶石與礦物廳（Hall of

Gems & Minerals)、能源廳 (Energy Hall)、古埃及廳 (Hall of Ancient Egypt)、美洲廳 (Hall of the Americas)、非洲野生動物廳 (Hall of African Wildlife)、德州野生動物廳 (Hall of Texas Wildlife)、軟體動物廳 (Hall of Malacology)、化學廳 (Chemistry Hall) 等常設展場，以及鯊魚、水晶與瑪瑙雕刻品、野生生態攝影等特展，還有太空劇場 (圖二十二)、立體劇場、蝴蝶館等大型場館，全館約有 10,700 平方公尺的展出面積，每年超過 200 萬訪客參觀，堪稱美國南部最具規模和最受歡迎的自然史博物館。

除了上述場館之外，近年分別在休士頓西南 Brazos Bend 州立公園內設立天文觀測站 (George Observatory)，在 Sugar Land 地區也設有分館。



圖二十一 休士頓自然科學博物館入口



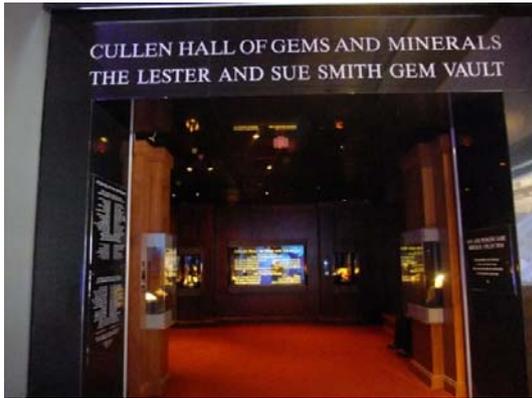
圖二十二 圓頂建築為球幕太空劇場

茲將該館與地質相關的展示，概述如下：

1. 寶石與礦物廳

廳內展覽許多礦物結晶標本和珍貴寶石，有別於一般大型博物館將標本以主題方式來鋪陳，該廳各展櫃或展區是以捐贈者 (個人或基金會) 為單元依序展出，缺乏礦物背後的科學性詮釋。

廳內燈光昏暗，柔和燈光僅投射到標本上，標本旁放置號碼，相對應的礦物名稱與產地標示於兩側燈箱上 (圖二十三、二十四)。部分標本正做更替，有些標本已被移走，有些卻是物件與名稱不相吻合。無論如何，展場的標本數量繁多，也相當精美，除了各類寶石裸石或飾品外 (圖二十五)，多件碩大的自然金 (圖二十六)、六方柱狀的海藍寶石、鮮紅豔麗的菱錳礦、深藍色澤的水矽鈣鈣石、顏色多變的電氣石、產自中國大陸湖南的輝銻礦、、、等，都令人印象深刻。



圖二十三 寶石與礦物廳入口



圖二十四 礦物標本展出一隅



圖二十五 祖母綠飾品



圖二十六 自然金標本（右）

2. 古生物廳

此項常設展在 2012 年 5 月開幕，為該館高人氣的展覽。展場面積超過 2,700 平方公尺，展出 60 餘座大型古生物骨架，以及一千多件化石和仿真複製品，堪稱美國最大的古生物展館之一。整個展覽的故事軸線是依照地質年代順序依序陳列，從寒武紀大爆發之前的物種—疊層石揭開序幕，進入古生代之後，最具代表的古生物包括三葉蟲、海百合、珊瑚，以及蕨類、石松等，一一浮在眼前，展品中以三葉蟲為最大宗，標本跨越不同地質年代，精緻而多樣。在歷經大滅絕事件（extinction event）之後，進入了中生代，魚龍、鸚鵡螺、魚類、箭石、、紛紛登場，當然，龐然大物的各類恐龍（圖二十七），更以不同姿態，雄霸一方。緊接著映入眼簾的是新生代要角，包括蟹、魚、蛙、龜等魚類和兩棲爬行類，扇貝、洞熊、長毛象等，展廳盡頭則以史前人類獵補長毛象的場景作為故事的結尾

(圖二十八)。



圖二十七 三角龍骨架



圖二十八 史前人類獵捕長毛象的場景

綜觀古生物整個展廳，係將同一時代的物種，以生態場景作為舞台，將原本生硬而冰冷的化石，在科學研究基礎下，透過設計者的巧思與巧妙的燈光照明，展現了昔日捕食者和被捕食者之間，為了生存競爭中而進行追捕、獵食、逃亡、打鬥的過程。雖然展示空間設計並不花俏，可是卻讓展品在地質年代軸線串接下，生動而活潑。栩栩如生的模擬場景，讓觀眾留下深刻印象。

3. 能源廳

在展廳門口設有法國物理學家傅科為證明地球自轉而設計的傅科擺（Foucault's Pendulum）計時裝置，吸引不少訪客駐足圍觀。廳內展示能源類別、探索能源發展和各類能源之儲量、開採與利用之情形（圖二十九）。由於該館所在之德州，為美國石油工業重鎮，因此，關於石油地質和石油探勘之介紹尤其詳盡，包括震測剖面所顯示的地下地質構造、各類鑽探岩芯所使用之鑽頭等（圖三十），讓觀眾清楚知道石油和天然氣相關產業的應用和諸多先進探勘的技術。

整個展場採用動態互動學習的方法，包括使用電腦多媒體、觸控裝置和虛擬實境等方式，以提升參觀者的興趣。而為了介紹石油形成和開採的情境，場內專設油井鑽探實境模擬電梯（Geovator）乙部，觀眾進入後，電梯彷彿會逐漸下降穿越不同地層，配合四周之景像變化，輔以聲音及旁白導覽，讓參觀者有如身臨其境的感覺。



圖二十九 能源廳展場一隅



圖三十 鑽採用的各式鑽頭

整體而言，休士頓自然科學博物館之屬性與本館雷同，因此，不論是現場展示或諸如溫室（蝴蝶館）、太空劇場、立體劇場等設施之建立，都十分相似。蝴蝶館為三層樓高的密閉式玻璃建築（圖三十一），內部仿造熱帶雨林氣候的型態，除了熱帶雨林植生外，還有大量蝴蝶飛舞其間，可供近距離的觀察比對，是一處充滿生氣的互動展示空間。與蝴蝶館相連有一小型昆蟲與蝴蝶標本展示（圖三十二），觀眾除了觀看各類標本外，還可親眼目睹玻璃櫥窗內蝴蝶破繭而出的過程，此項活體展示相當具有吸引力。



圖三十一 三層樓高的溫室蝴蝶館



圖三十二 蝴蝶標本展示(右)

另一方面，為瞭解該館劇場營運情形，我們也抽空觀看在立體劇場放映的一部 3D 影片：Tiny Giants。這部描述兩種老鼠分別在森林和沙漠不同生態體系

中的生活以及遭遇到不同動物或天敵而進行的獵食、打鬥、逃脫等過程，富知識性與趣味性，非常值得在本館立體劇場放映。而該館不論是太空劇場或立體劇場都有兩部以上影片輪流播放，未來本館各劇場數位化之後，在可運用經費考量下，或許可考慮變更現有兩部影片輪播方式，以提供觀眾更多的選擇。

本次有機會參訪美國這座知名自然科學博物館，透過各個展場的巡禮，以及觀察參觀學生與展品間的互動與討論，發現每座自然史博物館雖有它的不同特色，但不變的是能提供民眾一個進入基礎科學教育的橋樑。科學教育的向下扎根，不僅在學校課本上，博物館更扮演著不可或缺的角色。而如同諸多歐美各大博物館一樣，各個展廳從籌設到營運所需經費並非來自政府的撥款，而是由私人、各種基金會或民間企業捐款贊助的。因此，各展廳的入口牆面，甚至展區物件都標示捐贈來源。由於許多經費取自於民間，博物館與民眾的關係也非常密切，博物館甚至在閉館之後，也租借適當場地以作婚禮或主題派對之用。

六、結語與建議

- (1) 「土桑寶石、礦物及化石展」為全球規模最大的地質標本展售會，有來自不同國家或礦區新的或珍稀的礦物標本。參加年度土桑展售會，除可掌握市場脈動、瞭解市場行情外，更可精選值得蒐藏與展示的博物館級地質標本。此一重要地質標本來源，宜持續並優先列入年度執行項目。
- (2) 休士頓自然科學博物館之屬性與本館相近，諸多面向值得學習。該館立體劇場正放映以動物生態為主題的影片，拍攝與製作水準均屬上乘。類似此種兼具知識與娛樂效果的影片，本館在現有經費考量下，可斟酌引進放映。