

出國報告（出國類別：考察）

參加土桑展示會暨購藏地質標本



服務機關：國立自然科學博物館

姓名職稱：何恭算 副研究員兼地質學組主任

董國安 研究助理

派赴國家：美國

出國期間：2007.1.27 ~ 2007.2.9

報告日期：2007.3.18

目 次

摘要	2
一、前言	3
二、出差目的	4
三、出差行程與工作成果	4
四、購藏標本類別與特色	5
五、考察參觀紀要	9
(一) 矽化木森林國家公園	9
(二) 巴林杰隕石坑	11
(三) 洛杉磯自然史博物館	12
六、結語與建議	14

-

摘要

本次為執行年度標本購藏計畫赴美參加「2007 年土桑礦物、寶石及化石大展」，共購得以礦物為主的地質標本 168 件，其中包括博物館級的展示標本、自然學友之家供民眾比對用的科教標本，以及珍稀精緻的典藏研究用標本。另外，順道參訪位於亞歷桑那州境內之矽化木森林國家公園、巴林杰隕石坑兩大地質地景現址，同時順道參訪加州洛杉磯自然史博物館的地質展示，以作為執行相關業務之參考。

【關鍵詞】 土桑展示會、地質標本、矽化木森林國家公園、巴林杰隕石坑、洛杉磯自然史博物館

一、前言

每年一月下旬至二月中旬在美國亞歷桑那州土桑市所舉行的「土桑寶石、礦物暨化石展 (Tucson Gem, Mineral and Fossil Show)」，是世界上最大型的寶石與礦物展售會。自 1955 年起，原僅由 8 位礦物商人及當地業餘礦石玩家所發起展示個人蒐藏品的小展覽，隨著展售標本日益精美，參加人數逐漸增加。目前每年超過十萬名來自世界各地礦主、寶石商人、岩礦蒐藏家、古生物學者及對地質標本有興趣愛好者參與此一盛會。

在展售會期間，土桑市區內各大旅館的大廳、房間、戶外帳棚（圖一），甚至在停車場的 RV 車內也都陳列各式各樣的寶石、礦物及化石標本。一般而言，高價位的寶石場地，需辦妥識別證方得進入參觀選購（圖二），相較之下，精緻的礦物或化石，則多集中在大型旅館內，可隨意進出。由於許多世界級精美的地質標本在當地展售，所以每年都吸引世界知名的自然史博物館從業人員前來參觀並選購標本。



圖一 大型紫水晶和黃水晶晶洞在戶外展售



圖二 寶石展售會場一隅

二、出差目的

精緻地質標本常形成並保存於特殊地質環境，如祖母綠主要出產於哥倫比亞、紅寶石主要產於緬甸、鑽石主要產於南非、蘇聯、澳洲等，前往參加土桑展售會，可直接與來自世界各地礦場老闆聯繫交易。再者，地質標本皆為歷經千萬年大自然孕育所形成，其中博物館級精品更屬稀少採集不易，往往成為世界各大自然史博物館所爭購蒐藏。

本館開館已滿二十年，與國外具有百年歷史的大型自然史博物館的地質標本蒐藏相比，仍有相當的差距，然而參加此項展售會卻可在較短時間內蒐藏一些世界級的精美地質標本（圖三），可說是比較符合成本效益的蒐藏方式，期許透過此一管道，不斷累積世界級的地質標本，以朝向世界一流博物館的目標而努力。



圖三 產自羅馬尼亞呈兩世代生長的煙水晶，部分晶體被白雲石所覆蓋

三、出差行程與工作成果

（一）出差行程

本次前往美國主要執行地質標本年度購藏計畫，根據過去經驗，在土桑展正式開幕之前，會在加州與亞利桑那州交界處之水晶鎮（Quartzsite）開辦一場規模較小的展售會，在那裡往往有些新產出的礦物公開展售，所以我們從洛杉磯租車先去水晶鎮選購標本，再前往土桑市。由於在土桑所進行之購藏工作相當順利，加上天空作美，一切作業比預定時間還早完成，於是利用空檔順道前往位於亞歷桑那州境內之矽化木森林國家公園和巴林杰隕石坑，以及加州之洛杉磯郡立自然史博物館進行與地質相關之地景遺址和礦物展示的考察。

（二）工作成果

鑑於本館過去多次派員實際參與選購標本的經驗，對於購買標本的相關作業已經十分熟稔，因此，今年赴美執行購藏作業，雖過程緊湊，但也十分順利。在事先掌握相關資訊，並依循本館研擬之標本購藏優先順序下，在眾多標本中精心挑選（圖四），並與礦物商逐一進行議價，花費最少，添購最佳的標本是我們的目標，因此，標本的成交價格往往是原價的 7 折、6 折、甚至對折。



圖四 旅館房間內陳列待售礦物標本

在出發赴美之前，便針對本館收藏、研究、展示、科教之需，擬定蒐藏計畫，作為此次土桑展示會執行礦物標本選購依據。當購買標本告一段落之後，我們便依據標本之特性、大小選擇不同的包裝材料及處理方式進行細部包裝，以確保每一件標本在



圖五 在貨櫃廠房內標本裝箱作業情形

運送期間都能安然無恙。在一切包裝就緒之後，便進行內陸運輸、出口及保險等相關事宜，完成此趟地質標本之購藏作業（圖五），而這趟共計添購地質標本 168 件。

四、購藏標本之類別與特色

本次購買之地質標本，一部份將置放在本館自然學友之家供民眾比對學習之用，以利推廣地質科學教育，另一部份則是以展示及蒐藏之需要者，列為優先購置標的。在權衡本館現有館藏地質標本，並配合未來可能推出之展示主題的考量下，本次購藏標本之特色，說明如下：

(一) 礦物顏色之美

礦物的絢麗色彩，包括各色礦物；一種礦物，多種顏色；呈色離子相同，顏色不同等均是蒐藏標的，而具有貓眼光(Chatoyancy)、星彩(Asterism)、變彩(Change of color)、螢光和磷光等特性之礦物，亦是展示的重要一環。

在本次蒐藏系列中，有顏色耀眼但館藏較缺乏者，例如：黃色砷鉛礦、天藍色天河石(圖六)、金黃色金紅石、粉紅色鈷方解石、綠色霰石，而鈹方鈉石、霰石、糜稜岩礦等會發出螢光的標本，也列入購藏。



圖六 天河石與煙水晶共生

(二) 礦物形狀之美

正長石、石榴子石、符山石能夠展現礦物六大晶系的礦物，均是一時之選，而自然銀、自然銅、黃銅礦、榉沸石(圖七)、輝沸石、鈣沸石等乃是表現單晶或集合體型態的代表性礦物，石英和煙水晶多世代生長，黃鐵礦與方解石之表層覆蓋(Coating) 關係等礦物形態的變化，以及辰砂的火焰雙晶，金紅石與螢石的礦物多形體等，這些標本足以說明礦物多樣性，亦是本次購買的特色之一。



圖七 產自印度的榉沸石

(三) 礦物的晶體化學分類(Mineral crystallo-chemical classification)

礦物是依自然元素、硫化物和硫鹽、鹵化物、碳酸鹽、硼酸鹽、氧化物和氫氧化物、硫酸鹽及硝酸鹽、磷酸鹽/砷酸鹽/釩酸鹽/錳酸鹽/鉬酸鹽/鉻酸鹽、矽酸鹽等晶體化學的特性來加以分類，為呈現礦物的豐富度與完整

性，本次繼續增添尚未收藏的種類，包括自然鈹、自然砷、板鈦礦（圖八）、輝鐵錒礦、霓石、桿沸石、黃錫礦、鉻鎂鋁蛇紋石、雙色藍寶石、斜鎂綠泥石等稀有礦物。



圖八 呈薄片狀的板鈦礦

（四）礦物的成長過程與形成環境

為呈現礦物成長、礦物共生、晶體包裹物、礦物的形成環境（包括火成礦物、沉積或次生礦物、變質礦物、熱液型礦物、蒸發型礦物）等標本，本次購藏具有生長條帶的電氣石晶體，有不同的礦物或內含物的各類石英晶體（圖九），代表礦物共生的電氣石、螢石、長石、煙水晶等。



圖九 藍色水晶內含針狀電氣石

（五）礦物與生活

礦物在日常生活中被廣泛應用，依其類型可分為金屬型礦物（可供提煉金、銀、銅、鐵、鎳、鋅、鈷、鈦、錳、銻、錫、鎢、鉛、鈇、鉻等元素的礦物）、非金屬型礦物、寶石或半寶石礦物等。本次添購一些金屬型礦物（例如：自然銀（圖十）、方鉛礦、輝銻礦、自然銅、金紅石、白鐵礦）和非金屬型礦物（例如：白雲母、辰砂、螢石、重晶石）外，同時也購置了



圖十 自然銀晶體

雙色藍寶石、紅色綠柱石、青金石等寶石或半寶石之原礦標本。

(六) 比對學習用標本

本批為充實自然學友之家之地質標本種類，以提供民眾近距離觀察、觸摸、比對之用，涵蓋範圍包括化石及礦物兩大領域，數量達 81 件，在化石部分計有各類三葉蟲及足跡、樹葉、海蝓蝦、擬平鬃蟲、海百合、獅頭蟲、鯊魚牙齒、座延種子蕨、海星、角石、中鬣、各類菊石、星角石、原微角石、蝦、原微角石、雙瓣類等；在礦物方面則有橄欖石、各類石英、孔雀石、矽鋅礦、鋅鐵尖晶石、黃鐵礦、方解石、青金岩、綠松石、軟錳礦、藍銅礦等種類。

(七) 大型標本 (Main pieces)

展示效果佳且具代表性者，例如：透石膏 (圖十一)、紫水晶洞、葡萄石、白雲母等，這些都可作為未來相關展示主題的焦點。



圖十一 大型透石膏晶體，標本大小為
70x70x65 公分，重達 200 公斤

五、考察參觀活動紀要

(一) 矽化木森林國家公園 (Petrified Forest National Park)

矽化木森林國家公園位於亞利桑那州東北方，40 號州際高速公路穿越其中，園區內有兩億兩千五百萬年前生長在淺溪與沼澤地的松柏類大樹 (Araucarioxylon)，由於受到火山灰掩埋覆蓋後，二氧化矽和其它微量元素 (如：鈾、鉻、錳、鐵、鈷等) 滲進樹幹中，並經歷悠久歲月岩化而形成木化石 (圖十二)。長久以來大片的木化石靜靜的躺在那兒，直到 1848 年美墨戰爭結束美國取得這塊土地後，美國陸軍測量人員才發現該處的木化石寶藏，消息傳出大批遊客與商人紛紛進入，並利用火車一車廂一車廂的運出販賣。後來經過環保熱心人士多年的奔走抗議，1906 年才設立矽化木森林紀念園區，直到 1962 年再成立國家公園，使得大自然的資產得以保存下來。

整座國家公園可分為南、北兩段重要地質景點 (圖十三)，簡略介紹如後：



圖十二 矽化木公園南端入口出，可見大量七彩矽化木



圖十三 矽化木森林國家公園園區導覽圖

南段景點介紹

園區最南邊乃是矽化木堆積如林的所在，也是最精華的區段。當我們從南方入口來到碧玉森林 (Jasper Forest) 與水晶森林 (Crystal Forest) 兩個最大的木化石集中地時，看到滿山遍野散佈著斷裂成一段段的木化石，或躺或立，有大有

小，在耀眼的陽光照射下，木化石散發出五顏六色的瑪瑙化光彩。園區中有一座木化石橋（圖十四），又稱瑪瑙橋（Agate Bridge），它是當年印地安人通行的工具，然而在大自然洗禮下，如今已有多處裂痕，爲了保持橋的樣貌，在木化石的底部特地用水泥護墩加以強固，遊客無法在橋面行走，我們也只能遠望。另有一處是由木化石所搭建的房舍（圖十五），也是印地安人的傑作，就地取材創造出特殊風格的建築。



圖十四 瑪瑙橋一景



圖十五 矽化木屋

北段景點介紹

藍坪（Blue Mesa）、坪（Mesa）或臺地是指有平坦頂端的山丘但是邊緣卻極陡峭，這種地形常見於亞利桑那州。在不毛之地有著崎嶇嶙峋又像極了九層糕的地形，「彩繪沙漠（Painted Desert，圖十六）」爲本段的景點特色，沿路北上有好幾個景點，例如：Tiponi Point、Lacey Point、Chinde Point、Kachina Point 等，由各格據點望去都是如彩繪（或說著色）般的沙漠。一般的沙漠多半是灰或棕的單調色系，但是在這裡的沙漠卻呈現藍綠黃白紅的斑斕色彩，此乃地層中含有不同礦物質的緣故，經過氧化作用和冰



圖十六 彩繪沙漠一景

水的沖刷，造就了出一層層紅、白、灰相間不同的顏色，這種景象就有如諸神以大地為畫布所創作的奇景。

在岩層之間也留下一些古老人類所遺留下來的痕跡，例如：在報紙岩（Newspaper Rock）景點有當年當地原住民在岩石上刻畫的牛、羊、蜥蜴及其他怪異的圖案（圖十七），其中代表何種意涵？令人費解。



圖十七 報紙岩岩石上刻畫的各式圖案

（二）巴林杰隕石坑（Barringer Meteor Crater）

位於亞利桑那州中部的巴林杰隕石坑（經度為 $111^{\circ} 01'W$ 、緯度為 $35^{\circ} 02'N$ ），是目前廣泛被確認地表上由隕石撞擊所形成地質構造（圖十八）。在 2005 年 3 月 10 日出版的英國《自然》雜誌，介紹了美國亞利桑那大學傑伊·梅洛詩教授和英國倫敦帝國大學的加雷思·科林斯的文章。他們解開了困擾科學家多年的亞利桑那州巴林傑隕石坑形成之謎。

巴林杰隕石坑得名于美國採礦工程師巴林杰，他是在 1903 年提出這個方圓 4100 英尺、深度為 570 英尺的隕石坑，並非前人認為的火山口，而是大約 5 萬年前撞擊地球而形成的隕石坑。過去科學家估計，撞擊地面的速度為每秒鐘 15 公里到 20 公里，但是令科學家長期不能解釋的是，在這樣高速的撞擊下，隕石坑周圍本應該出現熔化了的岩石痕跡，但卻一直找不到證據而成為一個謎。



圖十八 巴林杰隕石坑全景

傑伊·梅洛詩二人使用數學模型對巴林杰隕石坑形成過程進行推演。他們認為首先是一顆 30 萬噸重、直徑 40 公尺的隕石進入地球大氣層，在 14 公里高度，該岩石的一半粉碎為碎片，而另一半仍保持完整。當到達上空 5 公里高度時，原先的碎片形成了一個直徑為 200 公尺的碎片雲，形狀如同一塊大烙餅。而沒有粉碎的那一半以大約每秒鐘 12 公里的速度墜入地面，發生了威力相當於 2.5 噸黃色炸藥的大爆炸，形成了隕石坑。傑伊·梅洛詩 2 人的重要結果就是這個每秒鐘 12 公里的碰撞速度，這一速度固然不小，但卻不足以導致地表岩石熔化，因此，人們在巴林杰隕石坑周圍很難發現岩石熔化的痕跡。

巴林杰隕石坑舉世聞名，也是現今世界上保存最完整者之一，筆者過去僅在書籍媒體中一睹它的風采，此次有機會親眼目睹，的確令人震撼。坑口四周碎石堆疊，坑壁還留下許多撞擊的蛛絲馬跡，在展示場內也陳列一些撞擊的證物，面對現地遺址的保存和相關專題的展示，讓人感到不虛此行。

（三）洛杉磯自然史博物館

洛杉磯自然史博物館（Natural History Museum of Los Angeles County）於 1913 年開放，是美國西部最大的自然史博物館。展區分三個樓層，展示內容涵蓋動物、植物、化石（圖十九）、礦物及北美土著文化。礦物寶石廳坐落於一樓，雖然該廳在 1978 年對外開放將屆三十載，部分展櫃略顯老舊，其展示手法亦相當傳統，但是由於展品相當豐富而精緻，燈光照明的設計也極為用心，因此，在展場裡參觀者看不到刺眼的光源，觀眾的視覺焦點完全集中於標本上。



圖十九 恐龍骨架展示

礦物寶石廳計有（1）加州礦物及金礦展示區；（2）礦物系統分類展示區；（3）

礦物基本特性展示區；(4) 隕石區；(5) 精緻礦物區 (圖二十)；(6) 觸摸區；以及 (7) 寶石區等展示單元。當我們步入展廳映入眼簾的就是當地所產的重要礦物，尤其是加州金礦學世聞名，更是各方矚目的焦點。礦物分類展示乃是世界各大自然史博物館之礦物廳中少不了的單元，亦是學生或一般民眾重要的學習場所，位在展場一側有一道長長的牆面，鋪陳著各形各色的標本 (圖二十一)，讓人驚豔。寶石區更是觀眾的最愛，在此駐足良久的觀眾最多，展場內展出各類知名寶石，例如：鑽石、紅寶石、藍寶石、祖母綠、海藍寶石、綠柱石、碧璽 (電氣石)、托帕石 (黃玉)、蛋白石等等，琳琅滿目，而每一個展示櫃都是一個小主題，配合一小段文字介紹，更添增它的可看性。有關寶石的物理特性和生長環境則另闢主題單元介紹，部分輔以影片或顯微影像觀察，多媒體的搭配，讓展場更生動活潑，無形中也提高觀眾的學習興趣。



圖二十 精緻礦物展示



圖二十一 礦物分類展示

整體而言，該館位處洛杉磯大都會，平日參觀人潮相當多，館內不但有許多世界一流的收藏品，研究人員也有計畫的到世界各地採集與蒐藏。展場有新的特展或有計畫的進行常設展的更新，也是持續吸引遊客的主要原因。

六、結語與建議

- (1) 蒐藏乃是博物館永續經營的基石，為持續充實博物館級的地質標本，前往國外參加大型的地質展售會實為理想而有效的管道。每年元月底在美國舉辦之「土桑礦物寶石化石大展」，為世界同性質展售會中規模最大者，不論在質量或是價格上，均為最佳的選擇。因此，筆者建議本館持續編列相關經費，以便增購世界級的地質標本，厚植館藏。
- (2) 在執行年度標本購藏計畫的同時，除了與礦物商取得第一手資訊和掌握地質標本市場脈動外，宜鼓勵執行計畫之同仁順道參訪知名地質遺址或地質相關博物館之展示與蒐藏，廣蒐相關資料，增進專業智能，拓展視野，以為執行相關業務時之重要參考。