



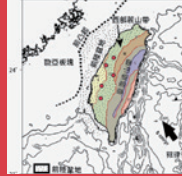
再傳捷報，臺灣首次多點聯合觀測海外天體 (TNO) 掩星成功



國立自然科學博物館植物標本館 (蒐藏庫) 概況



考古動態最前線！大肚營埔遺址搶救發掘速報



前陸盆地與地震的關聯



這顆恐龍蛋是誰的?!
目前命名的恐龍已經近 2000 種，但確定是誰下的恐龍蛋卻不超過 20 種。



屎有明訊：
恐龍便便裡的名堂 (十一)

玉兔迎新春

活動櫥窗



玉兔迎新春

文—張鈞翔·圖—陳沐希、黃姿菁

寒流來襲、冷風颼颼，時而冬陽高照、和風徐徐之際，玉兔年翩然來到 (圖 1)，揮別寅虎，喜迎卯兔，今年歲次癸卯年，祝大家新春愉快，恭喜發大財！

兔子跑得快

相傳十二生肖的順序是玉皇大帝向森林的動物發出宣告，以前來報到的奔跑速度決定生肖次序，於是廣大的動物群飛奔而來，由前 12 名入選。兔子能夠排在第 4 名的前段班，顯然奔跑速度頗佳。的確兔子很能跑，牠的時速每小時可達 70 公里，這樣的速度，比起人類百米健將的衝刺每小時約 47 公里的速度，我們是遠遠追不上兔子。龜兔賽跑的故事裡，兔子仗勢著自己的速度，先偷懶睡大覺，一覺醒來竟然輸給了緩步前行的烏龜。這個寓言故事，就是以兔子的擅於奔跑，對照烏龜的緩慢步伐，襯托出我們不能仗恃托大的隱喻……。

當您走到了科博館的生命科學廳，就在北極熊的正前方，可以看到一隻全身雪白的雪兔，模樣可愛極了，顯然牠能夠適應冰天雪地的惡劣環



圖 1 玉兔迎新春 (陳沐希 繪)

境。當您走地球環境廳的芸芸眾生，在中國東北溫帶林裡，您可以看到一隻山野兔，隱身在叢林裡，就是為了不讓捕食者發現。在對面的加拿大凍原裡，您也可以發現一隻在凍原草地奔跑的北極兔，牠可以隨著四季變換毛色，以做為保護色躲避天敵。再轉身走個幾步到了美國索諾蘭沙漠，您又可發現一隻豎起耳朵的傑克兔，隨時警覺地偵測敵人在哪裡？

所以從冰天雪地的冰冷環境，到多變嚴酷的凍原，再到林相茂密的森林環境，甚至到炎熱乾燥的沙漠地區，您都可以看到廣大兔子家族在截然不同的生態環境裡討生活。臺灣多樣的自然環境也提供了兔子們良好的棲地，在人類文化廳之「古代人說故事」展區中，可見城市考古出土的野兔遺骸，訴說了當時的環境中，野生動物們與先民的生活關係緊密。直到現在臺灣野兔，仍然是生態當中重要的一環，在正在展出的「張牙舞爪」特展中也能一窺牠的風采。相信很多年紀稍長的觀眾在成長經驗中，都曾在鄉間林地或稻田，突然目擊竄過的臺灣野兔。

（圖 2）很多小朋友從小在家裡就養著寵物兔，知道兔子愛吃紅蘿蔔，喜愛卡通影片中的兔寶寶、童話書裡的彼得兔，兔子跟我們其實是非常的親近。

兔子的特異功能

在哺乳動物的世界中，兔子屬於兔形目，牠有 4 顆上門牙、2 顆下門牙，有別於老鼠（嚙齒目）的 2 顆上門牙、2 顆下門牙。牠的門齒會不斷地成長，所以兔子的啃食能力很強，需藉由不斷地啃食磨牙，才能夠讓自己的牙齒不至於過長。兔子的骨骼靈巧，手掌腳掌著地，四技能夠靈活伸曲（圖 3），所以兔子的行動快速。而兔子的新陳代謝速率很快，需要



圖2 看到臺灣野兔，令人倍感親切。(黃姿菁 攝)



圖3 兔子的全身骨架(黃姿菁 攝)

不斷的吃才能使身體獲得足夠能量，在殘酷的大自然中，兔子不斷地在逃命，也要不斷地吃與不斷地咀嚼，而為了充分利用植物中的營養，兔子還能夠將自己排出來的大便，再重新吃進肚子裡，為的就是充分利用在糞便中尚未完全消化的植物養分，這實在是不可思議！

兔子非常的機靈，因為周圍的天敵眾多！牠發展出喇叭狀膨大的耳朵，就是在蒐集周遭的聲響，而發達的耳朵也能夠排熱，幫助兔子跑得快、跑得久，所以兔子的耳朵兼具雷達與散熱器的功能。兔子為了躲避天敵，除了要跑得快之外，還要會躲避與變換棲地巢穴，牠們會在草地與樹幹鑿洞棲身躲避，所以留下了耳熟能詳的「狡兔三窟」歷史典故與「守株待兔」成語。

來趟科博館尋兔之旅

新春期間，歡迎您來科博館走走，在生命科學廳、地球環境廳、特展室，以及人類文化廳之古代人說故事展區，皆可找到來自世界各地包括臺灣在內的兔子標本蹤跡，也可以學習許多關於兔子的自然科學知識，邀請您全家大小來趟新春尋兔之旅！

再傳捷報，臺灣首次多點聯合觀測海外天體(TNO)掩星成功

文·圖－林志隆

海王星外天體 (Trans-Neptunian Object, 簡稱海外天體, TNO) 是指位於海王星軌道之外的太陽系小天體，是 1992 年才被證實存在的一個新族群，加上距離遙遠、光度黯淡、觀測困難等因素，所以我們連它們的位置、軌道、週期等基本條件都知道甚少，掩星觀測是目前能夠對它們精確觀測的最佳方式。

2022 年 12 月 24 日耶誕夜臺灣地區時間晚上 9 點 27 分左右，筆者與臺中市天文學會的幾位會員 (吳秉勳、林佑佳老師在惠文中學天文臺，林士超老師及林孟宸同學在興大附中天文臺) 以及中央大學鹿林山天文臺的林忠義博士、蕭翔耀先生使用一米望遠鏡 (LOT)，成功地完成了一次多點聯合觀測編號 19521 的海外天體卡厄斯 (Chaos) 掩星。這是亞洲第一次成功多點觀測 TNO 掩星，到目前為止全世界也只有數十次紀錄，在觀測成功後已經引起一個由歐洲 (西班牙、法國、比利時等) 以及巴西組成的國際團隊 (稱為卡厄斯掩星團隊，Chaos occultation team) 注意，並邀請臺灣同好們提供數據加入他們的研究，將彙整多次數據進行更詳細研究。

海外天體是 1992 年首次被發現並確認存在的一個新族群，是近年天文研究的一大熱門議題。卡厄斯則是 1998 年發現的新天體，軌道在海王星 (約 30 個天文單位，AU) 之外，離太陽的平均距離約為 40 個 AU (大約 60 億公里)，本次觀測前估計其直徑約為 600 公里，在 TNO 中已經算是大個子了。

這類天體的研究目前主要還是靠掩星觀測，因為即使是目前最好的詹韋太空望遠鏡 (JWST)，在這樣距離之外只要偏一個畫素就差了幾萬公里，而卡厄斯的



圖 1 CORA 團隊的預報圖中心經過菲律賓南部
(取材自 CORA 預報網站)

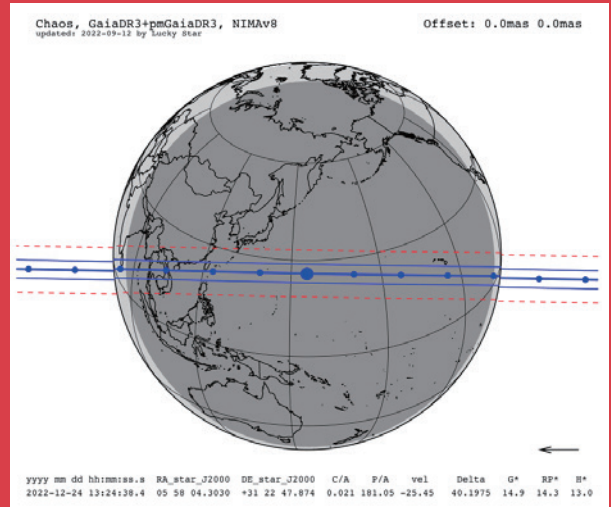


圖 2 Lucky-star 團隊的預報則是中心線通過臺灣南部近海
(取材自 Lucky-star 預報網站)

直徑只有 600 公里左右，所以傳統方法完全無法判別其形狀以及精確位置。可是利用掩星觀測法，我們這一次已經可以將其位置從誤差幾萬公里定位到 20 公里以下，至於大小形狀也會有極大的提升，這會對下一次預計於 2023 年 3 月發生在歐洲的掩星事件預報之精確度有極大提升。

這一次聯合觀測的前因是大家在臉書社群裡討論之前 10 月 6 日觀測成功的海衛一 (崔頓, Triton) 掩星，以及 12 月 19 日週期彗星 29P 掩星於嘉義的近距離錯失。吳秉勳老師從眾多預報網站中搜尋發現一個簡稱 CORA 的網站，預測臺灣在耶誕夜可能會發生一次卡厄斯掩食一顆 14.6 等恆星，然後發布在臉書 (FB) 的臺灣掩星觀測網上面，邀集大家一起觀測。

雖然 CORA 預報的網站顯示這一個事件最可能發生的位置在菲律賓南邊，但是因為這種預報的精確度通常還有很大誤差，臺灣地區的同好們在一番討論後決定不妨一試。同時，24 日當天吳老師在 lucky-star 的網頁找到另一個預報它的路線可能會通過臺灣，更加強了大家的興趣。根據 CORA 跟 lucky-star 的預報，這個事件會發生在臺灣時間 12 月 24 日晚間 9 點 26 分多，我們推算如果偏向臺灣的話可能會有約 50 秒的誤差，這和我們後來觀測到的結果頗為吻合。

當天晚上，筆者在自家屋頂、林士超及林孟宸在興大附中天文臺、吳秉勳及林佑佳在惠文中學天文臺，聯合 70 餘公里外的鹿林山天文臺一米望遠鏡一起進行了觀測。當晚 9 點多大家紛紛傳回了觀測成功的好消息，4 個點全部都觀測到了這次的掩星事件，這是亞洲第一次多點聯合觀測到海外天體掩星，截至目前全世界也只有十幾次成功的紀錄。2009 年第一次跟 2010 年第二次成功觀測到海外天體掩星的時候，其成果甚至登上了科學界至高無上的 "Nature" 期刊。

觀測成功之後，精確的數據分析還在陸續進行，鹿林天文臺的林忠義博士與以西班牙為首的國際團隊—卡厄斯掩星團隊 (Chaos occultation team) 的 JL Ortiz 博士取得聯繫，得知他們在 2020 年以及 2021 年已經分別對卡厄斯成功做過多點掩星觀測，我們這一次是全世界第 3 次。他們原本想聯繫我們觀測這次事件，只是因為不知道怎麼和臺灣同好聯繫而作罷，沒想到臺灣同好竟然自己組織了觀測並獲得如此豐富的成果，因此很樂意邀請我們提供數據加入他們的研究，並且期待未來能繼續與他們保持合作。

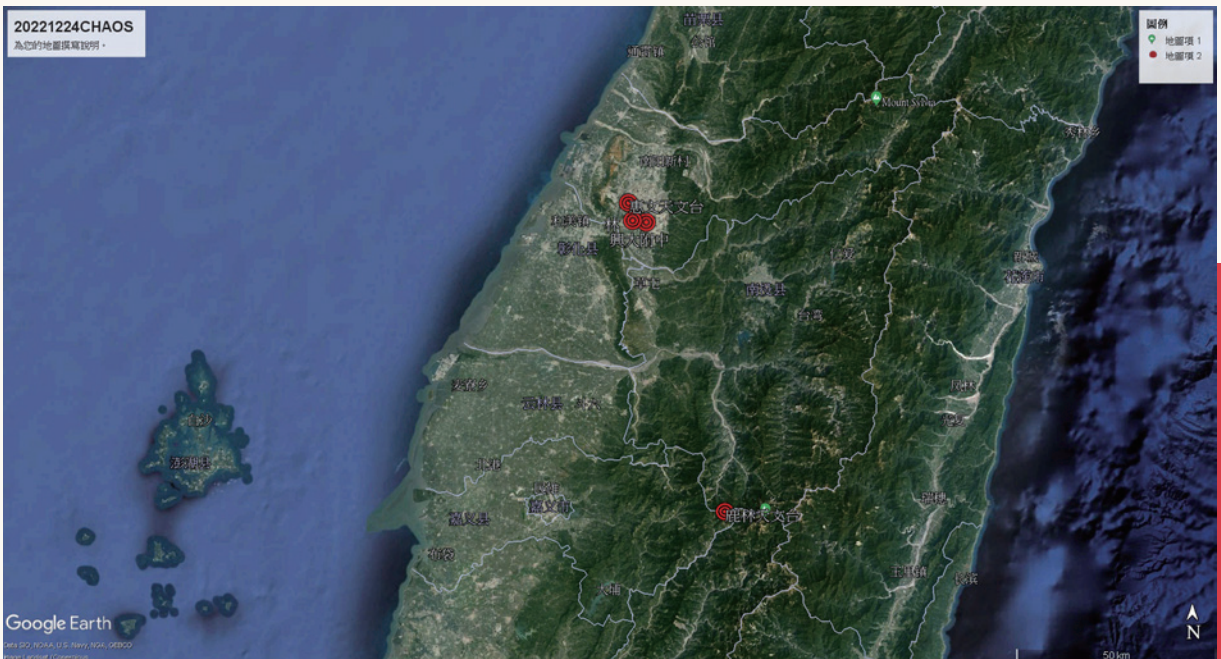


圖 3 這次的 4 個觀測點，其中 3 個都在臺中市，南邊的是鹿林天文臺。(林志隆 攝)

2022 年是臺灣掩星觀測戰果豐碩的一年，因為在卡厄斯掩星之前，團隊中的多位成員也曾在 10 月 6 日成功觀測到一次海王星的衛星，海衛一（崔頓，Triton）掩食一顆 14.6 等星，甚至偵測到了海衛一大氣造成的減光效應。這一次的觀測結合了美國、日本、臺灣及中國（北京）等多個團隊跨國合作，臺灣因為地理位置的特性提供了極具關鍵性的多組數據，可以大大提升整體研究的科學價值，目前也將與美國麻省理工（MIT）的團隊進行合作，由於這一次的成果太過豐碩，待整理完畢再與大家分享。

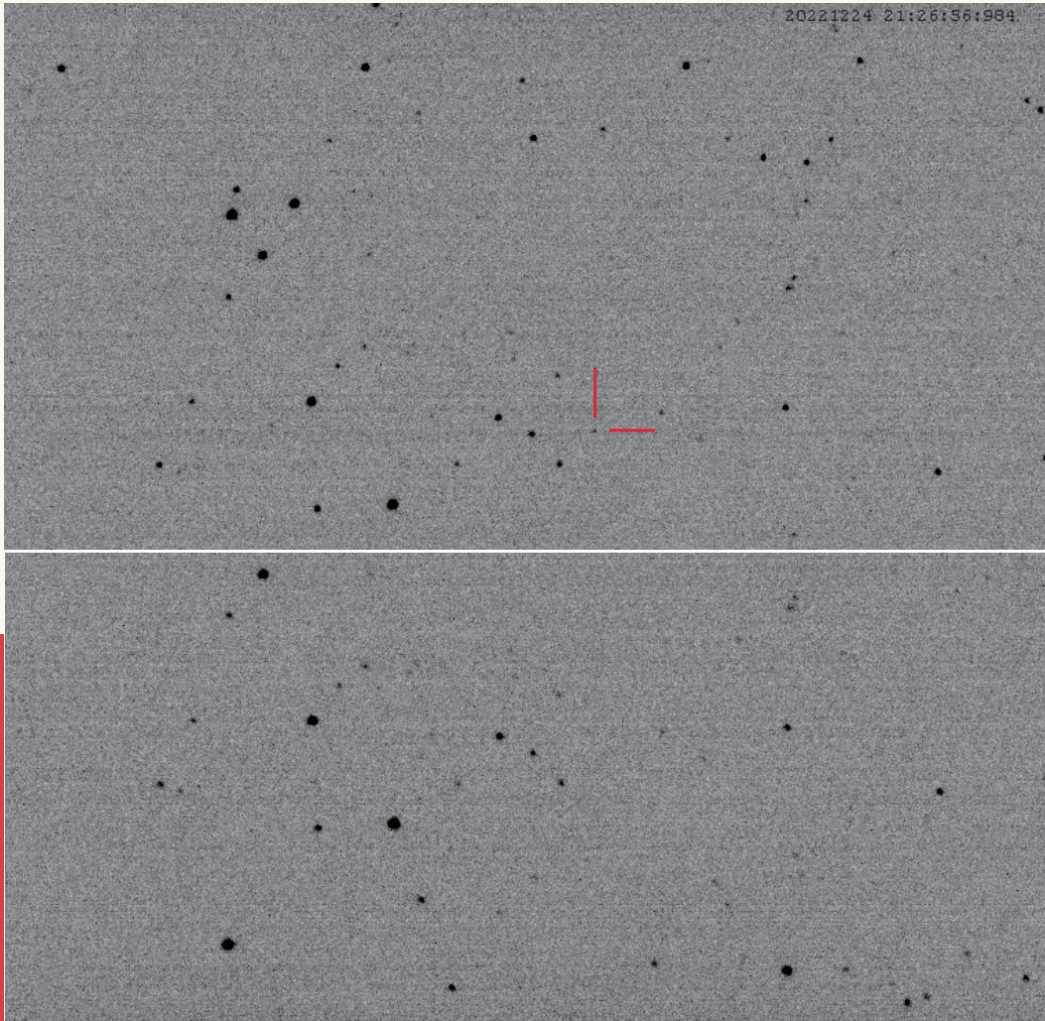


圖 4 科博館林志隆博士觀測截圖，上圖是還未掩星之前，紅線交會所指就是將被遮掩的 14.6 等星，在下圖中那顆星已經看不見了。(林志隆 攝)

國立自然科學博物館 植物標本館（蒐藏庫）概況

文·圖—楊宗愈

國立自然科學博物館（以下簡稱科博館）植物標本館（又稱為蒐藏庫，成立於 1983 年，國際標本館代號：TNM）已成立 31 年，自成立後開始蒐藏標本到 1995 年時，維管束標本蒐藏量維持在 1 萬 9,000 件左右，自 1996 年起向大陸地區購買標本後，當年底即到達 3 萬 4,000 多件，之後持續購買、交換及與其他國家交換標本，至 2022 年底，維管束植物標本已達 26 萬 6,666 件。

由於 TNM 成立較晚，相較臺灣最有歷史的植物標本館—行政院農委會林業試驗所植物標本館（成立於 1904 年，國際標本館代號：TAIF）、國立臺灣大學植物標本館（成立於 1929 年，國際標本館代號：TAI）及中央研究院生物多樣性中心植物標本館（成立於 1961 年，國際標本館代號：HAST）等 3 館，我們是非常年幼的。所以在當時館長李家維教授首肯、支持及鼓勵下，即準備開始向中國大陸購買標本。中國大陸維管束植物約為 3 萬多種，其西南地區物種分布（包括川、黔、滇）就佔了 1/3 強，能在短時間內獲得最大效果，所以當時目光就朝向中國西南地區，除了目標是購買、交換西南地區的標本，安排前往該地區採集也是一個重點。以此不到中國大陸 1/10 面積的地區而能蒐集到多種的植物，是非常值得的。在此 20 多年間，雲南地區標本除了各個州及縣、市外，較有規模的尚有此角莫西山地區及高黎貢山地區（亦即所謂橫斷山脈）等物種標本，目前已蒐藏有 2 萬 2,229 件雲南地區標本。其他省分因為購買單位關係，所以排列下來：廣東省有 1 萬 4,228 件，江西省有 9,796 件，而採集地是中國大陸地區者，TNM 共蒐藏了 7 萬 6,241 件植物標本（圖 1）。



圖 1 採自雲南地區的杜鵑花屬植物標本(楊宗愈 攝)

植物標本館的經營雖然不需要投注許多經費，但是必須「持續不斷」，在亞熱帶地區的植物標本館，除了消毒與除蟲是每年必須進行的工作外，比較大的問題就是空間。一些原本設有植物標本館的大學因為空間不足，再加上植物分類學門教師不足，所以就有一些植物標本館被捐贈出來，例如國立中山大學植物標本館、國立東華大學植物標本館均贈與 TAIF，而國立成功大學生物系植物標本館及私立東海大學植物標本館之標本，均贈與我 TNM，前者有 1 萬 1,507 件，後者有 7,789 件。

在自然史研究的過程中，野外採集、標本館蒐藏、植物園種植、研究發表，這一系列的過程幾百年來沒有大變動過。科博館在近 10 年內，前後主持或參與了一些「國際合作計畫」，前往索羅門群島、寮國、越南等各地進行自然資源採集，植物標本主要存放於 TNM，活體則是與辜嚴倬雲植物保種中心（簡稱 KBCC）合作，保存於該中心。目前採自索羅門群島地區的植物標本有 1 萬 3,357

件（圖 2）、寮國地區植物標本有 143 件及採自越南地區植物標本有 343 件。之後因執行科技部（前國科會）冷凍保種計畫，所有冷凍保存材料的物種，其存證標本均保存於 TNM，共計 4,087 件（圖 3）。



圖 2 採自索羅門群島地區的植物標本（楊宗愈 攝）



圖 3 冷凍保種保存材料的存證標本（楊宗愈 攝）

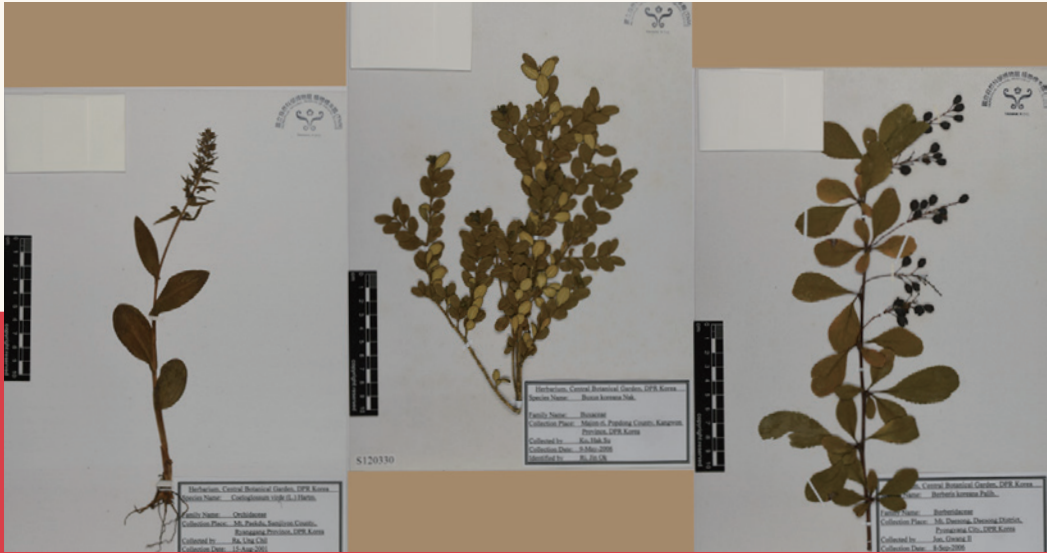


圖 4 採自北韓地區植物標本（楊宗愈 攝）

在經營標本館數十年間，也曾經遇到一些幸運之事。在 2006 年前往大陸採集時，先在昆明植物所參與 EABGN 舉辦第一屆的東亞植物園網絡會議。會議中有來自北韓的植物學者，幾番交談之下，他們願意販售一批標本給我們。返回臺灣之後，經王秋美博士協助匯款等事宜，這批 521 份標本（圖 4）在一年半後才抵達 TNM。後來才知道，原來當時北韓標本不能直接郵寄臺灣，需經過大陸轉寄。再經過數年後，有二位南韓學者來 TNM 徵集朝鮮半島植物標本影像，我才知道除了中國大陸的少數標本館外，世界上沒有幾個標本館蒐藏有北韓地區的植物標本！在 2007 年執行國科會徵集散佚海外臺灣模式標本影像時，前往俄羅斯聖彼得堡科馬諾夫植物研究所植物標本館（國際標本館代號：LE）時，意外發現 S. Yano 於 1896 年採自臺灣的標本，之後除了查詢到 S. Yano 就是矢野勢吉郎，還申請到國科會的臺俄合作計畫，很幸運地得到 LE 交換贈送給我們 200 件矢野勢吉郎於 1896 ~ 1897 年採自臺灣的標本（圖 5）。而這批「古董級」的標本，目前只有 LE、日本北海道大學植物標本館（國際標本館代號：LE）、東京大學植物標本館（只有 2 件；國際標本館代號：TI）及我們 TNM，所以其珍貴性是不言而喻。

最後是我們曾向臺灣許多碩、博士生徵集過他們研究的存證標本，即使沒花沒果的存證標本，我們都可以蒐藏。在 1997 年前往法國自然史博物館植物標本館研究時，對方知道筆者專門研究毛茛科鐵線蓮屬植物後，在筆者返回臺灣後贈送了幾件法國神父 J.-M. Delavay 於 19 世紀末採自雲南地區的模式標本，雖然有些只是複等價模式或複集模式標本 (isosyntype)，但應該也是目前 TNM 蒐藏中最古老的幾份植物標本 (圖 6)。

科博館於 2023 年元旦舉辦植物蒐藏庫開箱大揭秘，一份標本不應只是一份貼在紙上的乾燥標本。標本，除了時間、空間外，其實還可以提供一些資訊和做許多研究，更可以講出許多故事。歡迎持續關注科博館蒐藏庫開箱訊息喔。



圖 5 矢野勢吉郎於 1896 ~ 1897 年採自臺灣的植物標本 (楊宗愈 攝)

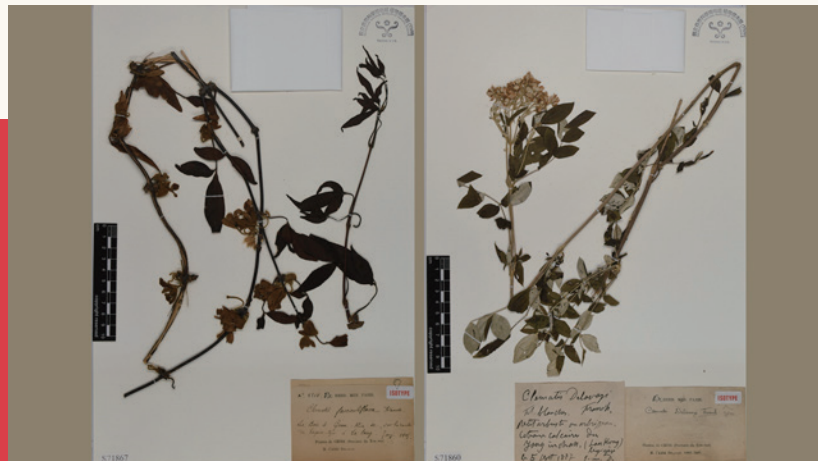


圖 6 法國 Delavay 神父於 19 世紀採自雲南地區的鐵線蓮屬植物模式標本 (楊宗愈 攝)

考古動態最前線！ 大肚營埔遺址搶救發掘速報

文·圖—李作婷

營埔遺址是臺灣考古界很有名的考古遺址，除了它是中部新石器時代晚期文化—營埔文化的命名遺址之外，也因為這裡出土了很多中部黑陶文化最具代表性的考古遺物而聞名。像是大型磨製的巴圖形石斧、獸足陶鼎、拍印紋飾陶器和彩繪紋飾陶器等等。

傳說出土過很多大石斧的考古遺址

營埔遺址發現於 1943 年，由日本學者國分直一報導、記錄，日治時期開始就進行多次調查與試掘。當時，在此處發現的文化遺物，以黑色陶器最受矚目，共伴赤褐色夾砂陶器，以及無砂粒的磨光黑陶，黑色和赤色彩繪陶、陶鼎足等都很具特色，當時國分氏曾認為和中國龍山黑陶類似。1964 年，臺大宋文薰在此



圖1 科博館典藏最大的巴圖形石斧，在人類文化廳「古代人說故事」展區展出中。(李作婷 攝)

處發掘，該次發掘最引人注目的是，出土一片印有稻殼印痕的陶片，成為中部首次發現史前時代有稻米栽培的重要證據，目前應是典藏在臺灣大學。當時所得的碳十四定年資料，大約是距今 3500-2300 年前，是我們對中部黑陶文化年代最早的認識。

營埔遺址另一個有名的遺物是大型磨製石斧，也就是被稱為「巴圖形石器」的扁平石斧。該器特殊之處在於，器長超過 30 公分以上，甚至達 90 公分長，通體磨製、拋光，使用變質岩製成。器身斷面呈略扁凸透鏡狀，圓刃且刃端寬，尾端窄，有的器身有稜，有的尾端呈雙角狀；據說出土時，常是數件、數十件排列集中出土。1964 年美國學者柯思莊 (Jonathan H. Kress) 曾從當地農民手中獲得 9 件，1970 年代，科博館劉克竑亦曾在該處居民楊國森手上得見兩件，據楊所言，出土時原有數十件，已分送他人。這類大型石器，出現在距今 3300-1700 年前之間，分布廣及北部、西海岸中部及南部。其用途目前推測是做為農耕用石犁，或是儀式性石器。本館典藏兩件完整的巴圖形石斧，最大一件長達 50 公分，已在本館人類文化廳二樓「古代人說故事」展區展出 (圖 1)。只是採集來源可能並非中部，而是南部的遺址。

住在大肚溪岸捕魚的營埔人

營埔遺址的搶救計畫，是科博館考古隊這兩年執行的一大重點考古調查計畫。由民間機構委託，因應臺中市重要公共建設開發所進行 (圖 2)。考古遺址依照其重要



圖2 搶救發掘計畫的標示牌 (李作婷 攝)

性的劃分，在遭遇土地開發時，會有不同的因應措施。搶救考古，是將考古遺址內的遺物和現象，進行異地保存，可說是僅次於「原址保存」的第二高級保存處置手段。科博館曾在 1998 年於此處進行過一次試掘調查，發現了許多兩縊型石網墜、少量玉器和獸足形陶鼎足等。兩縊型石網墜是一種用長條石子加工製成的漁網用墜子，在長石頭兩端各磨出一道線狀凹槽，推測是用來繫縛在手拋網底部的網繩上(圖 3)。由於遺址緊鄰大肚溪畔，石網墜的出土正說明了此處的史前漁撈活動型態。另外，玉器雖然是新石器時代常見的裝飾品，但是對於不產玉的中部西海岸地區，其來源卻很耐人尋味。據說可能是源自埔里盆地的大馬璘遺址，該遺址是中部很具代表性的玉器加工遺址。沿大肚溪往上游來到愛蘭臺地，就到達該遺址。而從大馬璘遺址往東行越過中央山脈後，就是花蓮壽豐山玉礦區。關於玉器流通的另一說法，當然也可能當時已有海上交通路線，而玉器就是透過船運傳遍全臺灣，包括來到中部西海岸。營埔遺址出土的玉器，屬於閃玉質，多半是玉環、玉吊飾等小型飾品，以及小型的方形石鏹，這也是屬於新石器時代晚期的文化特徵之一(圖 4)。

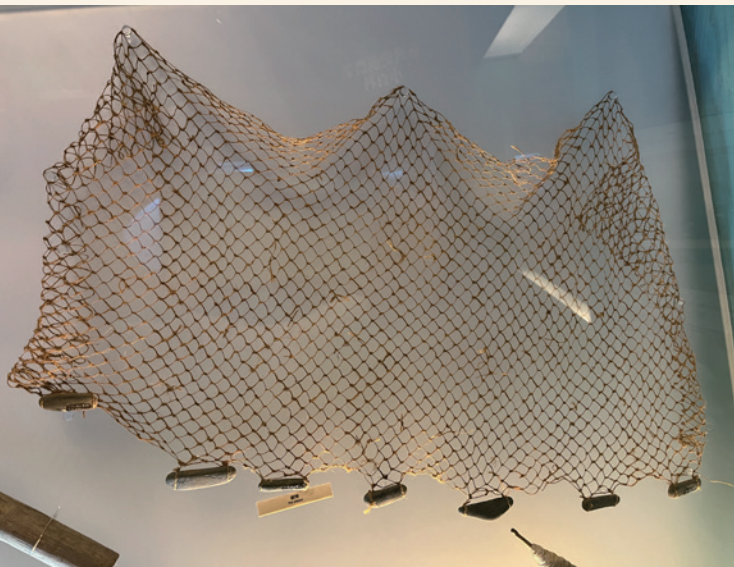


圖 3 網墜的復原使用模型，在科博館人類文化廳「農業生態」展區展示中。(李作婷 攝)



圖 4 營埔遺址出土的小型玉器(李作婷 攝)

揭開冰山的一角，發現更多史前迷因

這次的搶救計畫，從 2022 年開始進行，發掘的範圍僅限於河堤道路上的工程範圍內，屬於營埔遺址的邊緣區域。也正因為如此，雖然遺物現象遠較中心區域零星，但是正好位於史前營埔人生活區的臨河地帶，也出現了許多有趣的層位現象和堆積遺物。首先，這次的發掘至今，已經可以確定遺址內不只有營埔文化一個文化層。其上層在距今 600-700 年前，曾有番仔園文化人在此活動，並且留下器身厚重的亮橘紅色廣口陶器（圖 5），屬於鐵器時代晚期，只是此層堆積多半被現代柏油路的給配礫石層擾亂了。另一方面，營埔文化層以下，持續出土牛罵頭文化典型的連杯殘件、圈足、卵形小罐等，都是質薄、夾砂，橘紅色的陶器。屬於新石器時代中期的牛罵頭文化層，很可能常常被深掘的營埔時期灰坑活動打破和擾亂，堆積較不穩定。



圖5 番仔園文化晚期的橙紅色厚重陶器（張志戎 攝）

儘管是遺址範圍的邊緣地帶，這裡主要的史前堆積，還是屬於營埔文化的遺留。文化層仍有 50 公分厚，出土灰黑、黑褐色夾砂陶器為主。目前復原出一件侈口長腹罐，器腹上甚至有一個人為琢打成的長方形孔，用途尚不明 (圖 6)。其他也有發現紅色彩繪網格狀紋飾的陶環殘件 (圖 7) 和各種拍印紋飾陶片、獸足形陶鼎足等等。獸足陶鼎的完整器形目前尚未確認，器身是罐形或是鉢形？仍有待這次調查整理復原的結果。在整理中觀察到，有拍印紋飾的陶器，器形較無紋者更多樣，可能有直腹罐、廣口大罐等。現在的階段還不了解紋飾陶器在營埔文化陶器群中的角色，加上此處出土的紋飾陶都很破碎，拼合上難度較大。史前水井，



圖 6 營埔文化的侈口長腹罐，器腹有一長方形大洞。(張志戎 攝)



圖 7 彩陶紋飾陶環 (李作婷 攝)

是這個調查區中很特殊的現象。上方開口處很寬，呈喇叭狀，下方驟縮成直圓筒狀，深達 2 公尺 (圖 8)。井中有堆積碎陶片和炭屑，推測水井廢棄後也被當成垃圾坑棄置物品。根據水井出土位置來看，正位在當時河階地的邊坡處，井底是砂層，以下進入礫石層。此砂層、礫石層，現今雖然和旁邊的河水面高差達 3 公尺，然而，史前時代的河階高度應該較低，故當時水井深度已到達地下水層面。

營埔遺址的未解之謎，消失的大肚王國和看不見的史前墓葬

營埔遺址所在的大肚區，傳說是大肚社的所在地，而遺址位在大肚臺地尾端，大肚溪北岸，和康熙臺灣輿圖上繪製的地點重合，可說是呼聲最高的大肚社社址候補地。此處上層出土的橙紅色厚重陶器，是否和該社的起源相關，值得繼續深入了解。另外，中部地區已經發現的營埔文化遺址，至今始終未發現過墓葬出土。考古學家推測或許營埔人是採用了火葬的方式，因此沒有留下墓塚或遺骸。目前這個說法，也仍待未來繼續發掘調查。



圖8 營埔文化的水井現象 (李作婷 攝)

前陸盆地與地震的關聯

文·圖—蔣正興

前陸盆地的由來

前陸盆地早期稱做前淵盆地 (foredeep)，因盆地位在山前的深淵而得其名，後來稱前陸盆地 (foreland basin)。前陸盆地的形成，主要是因為板塊的擠壓成山，再由逆衝斷層與造山帶的荷重，將造山帶周圍地區壓成彎曲下陷的盆地，造山帶沉積物搬運到此盆地堆積所形成。以臺灣為例，臺灣前陸盆地位在臺灣造山帶與臺灣海峽前凸起之間，這區間受到板塊擠壓及地殼彎曲之力，皆有可能以斷層錯動的形式發生地震 (圖 1)，由於臺灣造山帶重壓歐亞板塊，地殼彎曲沉陷之

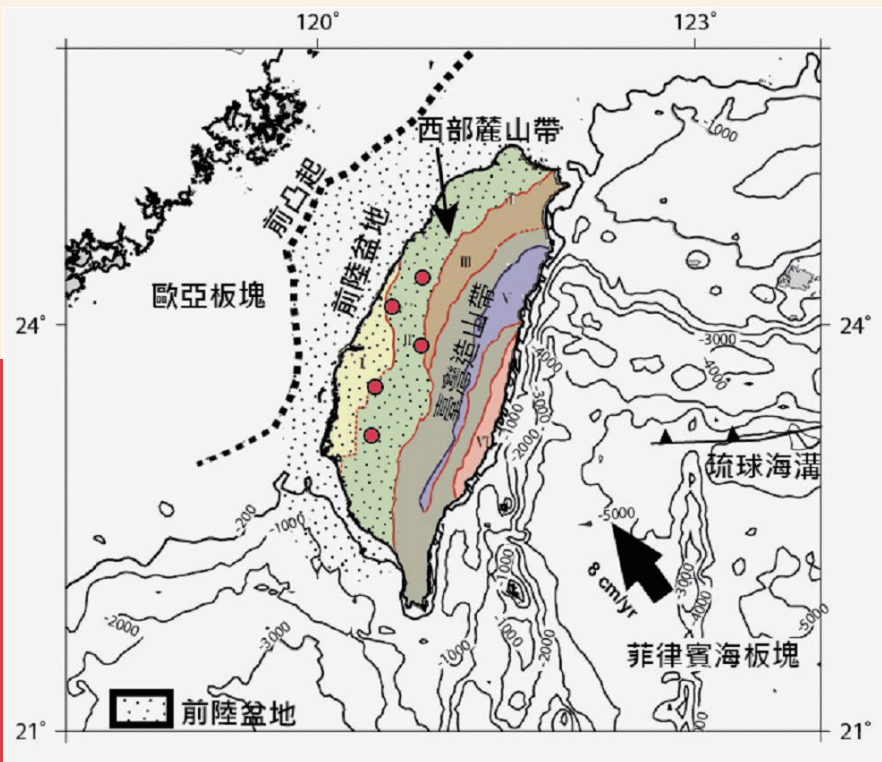


圖 1 臺灣前陸盆地分布於臺灣海峽前凸起到臺灣造山帶之間。臺灣歷史重大傷亡地震 (死亡人數 >1000)，各地震由北而南分別為 1935 年新竹臺中地震、1848 年彰化地震、1999 年集集地震、1906 年梅山地震及 1862 年臺南地震之震央位置。(蔣正興繪)

處堆積形成之臺灣西部前陸盆地，此盆地主要分布在臺灣海峽、西部海岸平原及西部麓山帶。

盆地的主要特徵是四周高，中央低，因形狀如盆而得名。例如臺北盆地，北側為大屯火山群，西鄰林口臺地，南接雪山山脈，東南邊則是松山丘陵，中央是一片平坦的沖積平原，稱為臺北盆地。但臺灣西部麓山帶怎會是前陸盆地？明明是丘陵地形，跟盆地有什麼關係呢？暫時撇開這個問題，我們先了解許靖華院士在地中海的研究，許院士在 1983 年出了《古海荒漠》一書，描述他在地中海中取得許多的岩心，從岩心中得知地中海廣布蒸發岩的存在，因蒸發岩是在海水蒸發而乾涸時堆積下來所形成，他推論地中海曾經乾涸如同陸上的沙漠，從蒸發岩證據推測地中海的古沉積環境。反觀臺灣，我們要先了解臺灣西部麓山帶的沉積環境，才能得知臺灣西部麓山帶演變的歷史，而現在的臺灣西部麓山帶是因為前陸盆地沉積物受到持續的擠壓而形成現在的丘陵地形（圖 2）。

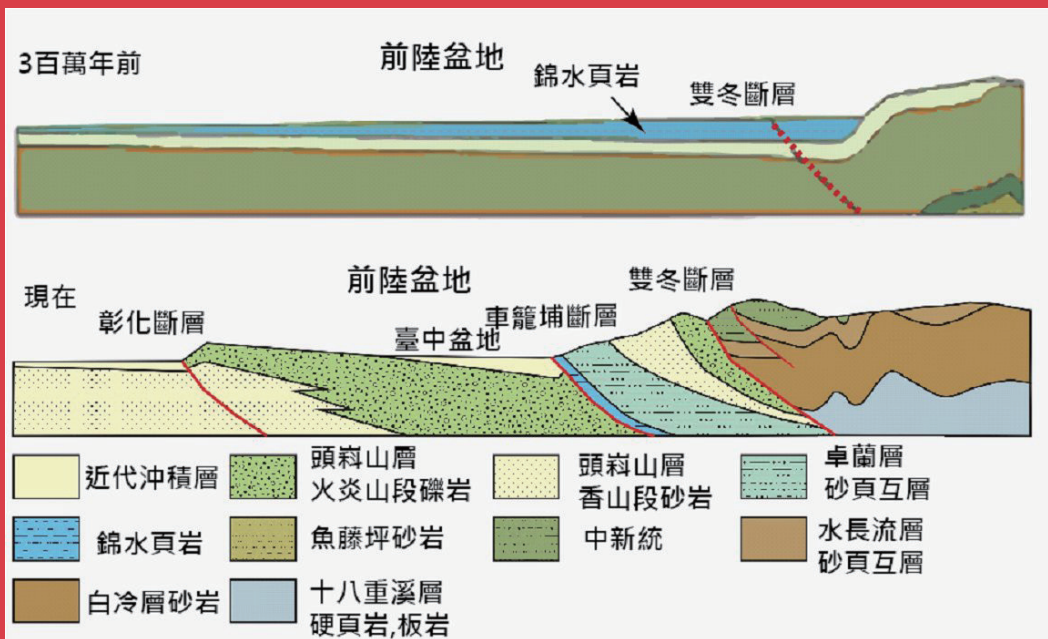


圖 2 臺灣中部前陸盆地的演化。(資料來源：陳文山)

臺灣前陸盆地演化

陳文山等人研究顯示，臺灣中部盆地的形成主要跟彰化斷層、雙冬斷層及車籠埔斷層的錯動有關，300 萬年來，先是形成雙冬斷層，板塊持續擠壓陸續往西形成斷層，先後擠出車籠埔斷層、彰化斷層 (圖 2)。到了現在，臺灣西部麓山帶及海岸平原正是板塊擠壓的逆衝斷層最西側的地區。此區域的地層主要是錦水頁岩、卓蘭層與頭嵙山層，層序上呈現向上變粗與變淺的層序，可以知道前陸盆地由深到淺的填充歷史。錦水頁岩沈積時在前陸盆地的早期淺海或略深的沉積環境，後來堆積卓蘭層的砂岩及頁岩，最後堆積頭嵙山層的礫岩相，反映前陸盆地逐漸被沉積物填充，沉積環境由卓蘭層的淺海環境進入頭嵙山層的陸相環境。

臺中盆地屬於臺灣前陸盆地的其中一個小盆地，東以西部麓山帶為界，西和大肚臺地、八卦臺地為界，東側邊界就是大名鼎鼎的車籠埔斷層，盆地西邊也臨彰化斷層，臺中盆地的建造過程是這兩條斷層活動跟沉積物堆積相互作用所形成。前陸盆地內鄰近斷層帶，往往震災特別嚴重，例如 1999 年 921 地震，震災主要集中在鄰近斷層帶的地質敏感區。臺灣西部前陸盆地位於人口稠密的平原、盆地、丘陵等地區，當前陸盆地周圍斷層活動則會引發地震，將造成嚴重傷亡及財產損失。

分布在臺灣西部前陸盆地的地震，雖比不上臺灣東部外海的地震頻繁。但臺灣大規模的歷史災害地震皆發生在前陸盆地之中，特別在構造與沉積同時作用的西部麓山帶內的盆地，因為居住在前陸盆地周圍的人口特別密集，鄰近的斷層一旦活動將會造成重大災害。

這顆恐龍蛋是誰的？！

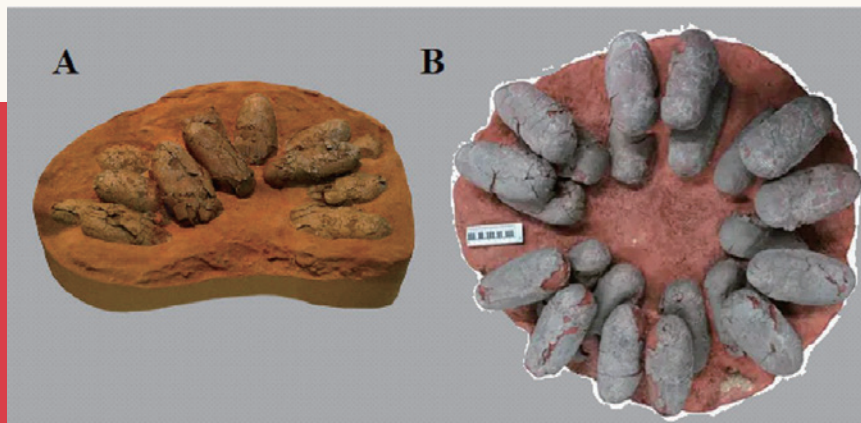
目前命名的恐龍已經近 2000 種，但確定是誰下的恐龍蛋卻不超過 20 種。

文·圖—楊子睿

最早正式的恐龍蛋化石的科學紀錄可能可以追溯到 19 世紀中期（1859 年），大約是距離恐龍（Dinosauria）這個名詞出現的 15 年後。然而當時發現的恐龍蛋，事實上科學家並不清楚它是恐龍所下的蛋，因為在化石埋藏的過程中，很多恐龍蛋要不是已經孵化了，便是內部尚未有完整發育的小恐龍，因此很難鑑定恐龍蛋的歸屬。

1923 年，位於美國紐約的美國自然史博物館（American Museum of Natural History）在蒙古國的一次野外挖掘中，發現一具趴伏在一窩長形蛋窩上的恐龍（圖 1A），因為當時對於蛋的歸屬不了解，所以根據當時在戈壁沙漠發現原角龍（*Protoceratops*）的經驗，美國自然史博物館的科學家認為長形蛋是原角龍的蛋，也因此將這具趴伏於蛋窩上的恐龍命名為嗜角竊蛋龍（*Oviraptor philoceratops*，意為吃角龍類的偷蛋者）。

圖 1 (A) 美國自然史博物館在 1923 年於蒙古戈壁沙漠發現的竊蛋龍蛋窩（原先被認為是原角龍的）。注意該蛋窩是底面朝上，因此在早期竊蛋龍的蛋窩重建圖中，經常出現蛋是向中央傾斜的版本。但事實上竊蛋龍蛋窩中的蛋是向周邊傾斜，如圖 1(B) 所示。（楊子睿 攝）



然而這樣的連結一直到了1994年，同樣是美國自然史博物館的學者Mark A. Norell在“Nature”上報導了一件同樣來自蒙古國戈壁沙漠的恐龍蛋標本，令人驚奇的是，該恐龍蛋內有一小恐龍胚胎的遺骸！而且其骨骼形態明顯不是原角龍的骨骼，而是竊蛋龍的骨骼。因此，在過了70年的誤會後，竊蛋龍終於洗刷清白，不是一個會偷其他恐龍蛋的恐龍了。然而，仍然有許多學者認為，根據竊蛋龍像鸚鵡一般的嘴喙看來，還是沒有辦法百分之百排除牠們會吃蛋的可能性。

隔年1995年，同樣是Mark A. Norell又在“Nature”報導了另外一件標本，這件標本有著一具成體骨骼臥伏於一窩長形蛋的蛋窩之上，在1994年的標本證實該類長形蛋屬於竊蛋龍後，1995年這件標本使得古生物學家再度驚豔，根據該標本表現出來的形態，古生物學家認為這代表著跟現生類似的孵蛋行為。至此，竊蛋龍不僅洗刷了汙名（雖然牠的名字因為優先權無法更改），而且搖身一變變為慈祥和藹的母親。

除了有找到竊蛋龍胚胎蛋以及臥伏於蛋窩之上的成體標本外，另外一類與現生鳥類親緣關係也相當接近的傷齒龍類（troodontids）也有類似的標本報導。在美國蒙大拿州的Two Medicine層，發現了大量的長形蛋，但這些蛋裡面也曾經發現過胚胎，但最早在1988年的報導中，卻是將它們歸類於鳥臀類的山奔龍。後來在2002年由David J. Varricchio的重新鑑定下，將它們改歸為蜥臀類的傷齒龍。爾後蒙大拿州立大學的古生物家也發現了傷齒龍孵蛋的證據。

除此之外，舉凡鴨嘴龍類、蜥腳形類的大椎龍與鼠龍，以及新蜥腳類的泰坦巨龍類等，也都根據胚胎蛋的發現而將恐龍種屬與蛋連結起來。來自中國科學院古脊椎與古人類研究所的趙資奎研究員在1975年時，提出利用蛋殼的顯微結構建立了一套副分類學（Parataxonomy），方便不同的古生物學家彼此溝通，雖然這套副分類學能夠命名所有的恐龍蛋，但沒有胚胎蛋的發現之前，僅能做為科學討論與溝通的工具。例如在蒙古國的戈壁沙漠以及中國河南省西南邊與湖北省北部交壤的地區，大量產出一種特別的蛋種—樹枝蛋，古生物學家過去咸認為其為鐮刀龍類所產的蛋，但仍有疑慮。原因是在2008年古生物學家



圖2 Terry Manning所清修的鐮刀龍胚胎蛋(楊子睿攝)

曾描述過一件鐮刀龍胚胎的標本（圖2），但是卻沒有描述該胚胎蛋的蛋殼結構，也因此完全無法確認樹枝蛋類是否為鐮刀龍蛋所產，有待後續研究陸續發掘。

前述的胚胎蛋多為蜥臀類的恐龍蛋，然而鳥臀類的恐龍胚胎蛋紀錄相對較少。例如上個世紀大量被盜賣至海外的中國恐龍蛋，有非常多的圓形蛋被認為是鴨嘴龍所產。在上個世紀的蒙大拿州古生物學家，曾經報導了第一件鴨嘴龍類的胚胎蛋（慈母龍），然而與鐮刀龍類的情況相同，當時並未詳細描述其蛋殼的顯微結構。因此鴨嘴龍類蛋的身分至今未明。直到筆者2021年發表了一件來自江西的鴨嘴龍類胚胎蛋化石，才首次證實原來鴨嘴龍蛋的蛋殼結構雖然與泰坦巨龍類不太相同，但蛋的外表形態也是圓形蛋。（圖3）

除了胚胎蛋以外，也有一些比較特異埋藏的標本能夠提供恐龍與恐龍蛋連結的線索，然而這種標本少之又少。在2005年，國立自然科學博物館的程延年研究員與國際團隊，發表了一件藏於竊蛋龍類骨盆內的雙卵標本，骨盆與蛋的大小比例說明沒有其他蛋存在的可能性，且蛋殼表面沒有被酸蝕的痕跡，這說明了這兩顆蛋不是被吃掉的蛋，而是該恐龍還未產下的蛋，因此可做為恐龍與恐龍蛋連結的證據。此外，該標本更進一步證實竊蛋龍一次是下兩顆蛋，與牠們的蛋窩成

對排列的形態相同。若我們將恐龍放到演化的系譜上看，現在仍然存活著的距離恐龍親緣關係最為接近的兩類—鱷類與鳥類，前者有成對輸卵管，每個輸卵管可下多顆蛋；後者則多僅剩下單邊輸卵管，且一次僅下一顆蛋，而竊蛋龍則是仍具有成對輸卵管（鱷類的特徵），但每個輸卵管僅形成一顆蛋（鳥類的特徵），說明竊蛋龍的生殖生物學即位處鱷類與鳥類的中間過渡形態。然而目前該標本的發現僅解決了蛋數減少的問題，古生物學家仍在全力尋找，恐龍與鳥間的演化歷程中，是在何時丟失了一邊的輸卵管，又，原因為何？

古生物學家也曾在美頷龍類的中華龍鳥的腹腔中發現過疑似卵的結構，但因為原始文章並沒有針對該卵形結構進行描述與研究，且沒有岩石薄片證實該蛋的蛋殼結構，因此是不是真的是蛋仍有待商榷。

許多人至今仍在尋找暴龍的蛋，也有許多人宣稱曾找到過，但後來都證實其實是竊蛋龍類中巨盜龍的蛋。希望在不久的將來，古生物學家能夠找到更多的胚胎蛋，一解過去恐龍生殖生物學的大量謎題。



圖3 筆者於2021年發表的鴨嘴龍類胚胎蛋(楊子睿 攝)

屎有明訊： 恐龍便便裡的名堂（十一）

文—鄭明倫·圖—各類Creative Commons (CC)、科博館數位典藏

海洋啟示錄

生物演化史上除了五次較為人知的大滅絕，還有更多規模較小的全面性或區域性滅絕，而且幾乎都伴隨著海洋缺氧事件 (Oceanic Anoxia Events, OAEs)。

OAEs 多半源自岩漿活動或洋底甲烷水合物 (methane clathrate) 解凍，使大量溫室氣體在短期內釋出至大氣，導致全球性 or 大區域的快速暖化。這加速了水文循環，降水增加，造成陸地物質風化與沖刷增強，河流與逕流將過量營養帶入海洋，特定菌類因而大量孳生與生產，緊接著發生嚴重缺氧，甚至透光帶硫化缺氧酸化，底棲生物大量死亡，之後被埋藏而形成富含碳的黑色頁岩 (圖 1)。

The Volcanic Greenhouse Scenario

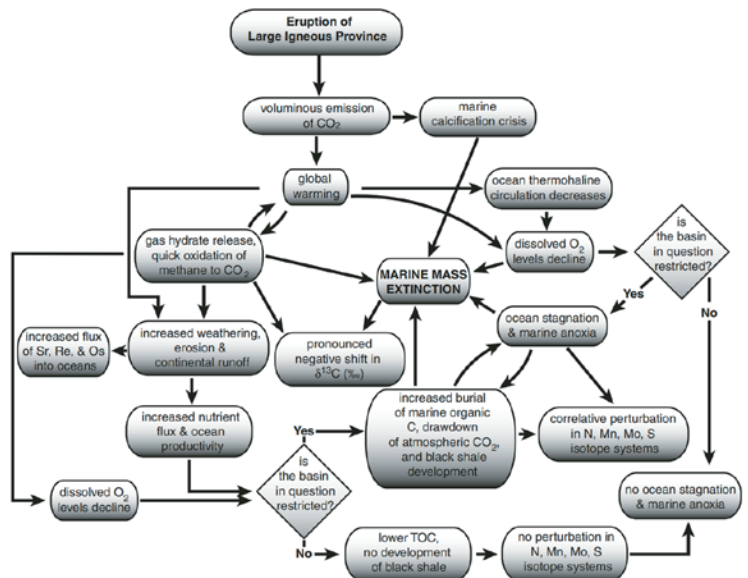


圖 1 大火成岩區岩漿活動釋放大量溫室氣體所引發的暖化 / 海洋缺氧 / 滅絕事態過程，及相關的沉積跡證與地球化學的元素變動趨勢。(Caruthers et al 2014/ GSASP 505, CC)

OAEs 不僅表現在生物地層改變與沉積地層學跡證，地球化學 (geochemistry) 分析也被普遍用來推測知古氣候學與古海洋學的具體變化，例如海相碳酸鹽沉積 (生物外殼、石灰岩等) 所含的穩定碳同位素比值 ($\delta^{13}\text{C}$)，可得出生物生產量與埋藏量相對變化趨勢、二氧化碳分壓與水體酸鹼度等資訊；穩定氧同位素比值 ($\delta^{18}\text{O}$) 可推測溫差；鎂鈣比 (Mg/Ca) 與錳鈣比 (Mn/Ca) 分別反映海溫與溶氧量；元素同位素比如銻 ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)、銱 ($^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$) 等的異常波動可分辨是地表或水下的岩漿活動，以及陸源物質被沖刷入海的狀況；鉀 (K)、釩 (V)、鈦 (Ti) 等元素濃度可反映海平面升降；汞 (Hg) 可測知火山活動等。

藉這些科技與方法，科學家逐漸能掌握事件前、中、後的氣候與海洋環境特徵，進而模擬推論起因、過程與影響。

波瀾再起

科學家在 1976 年建立了 OAEs 的概念，並指出白堊紀曾有多次紀錄。1980 年發現在早侏羅世托阿爾期也發生過 (Toarcian OAE，簡稱 T-OAE，又稱簡金斯事件 Jenkyns Event)。此一時期全球各地地層出現黑色頁岩是個顯著特徵。

近年研究則顯示 T-OAE 其實是前後約一千萬年 (1.86-1.76 億年前) 的環境擾動的高峰期，從普林斯巴期中後期延續到阿林期 (圖 2)，從海洋生物相可以看到階段性的滅絕與復甦。一般認為岡瓦納南部卡路 - 費拉大火成

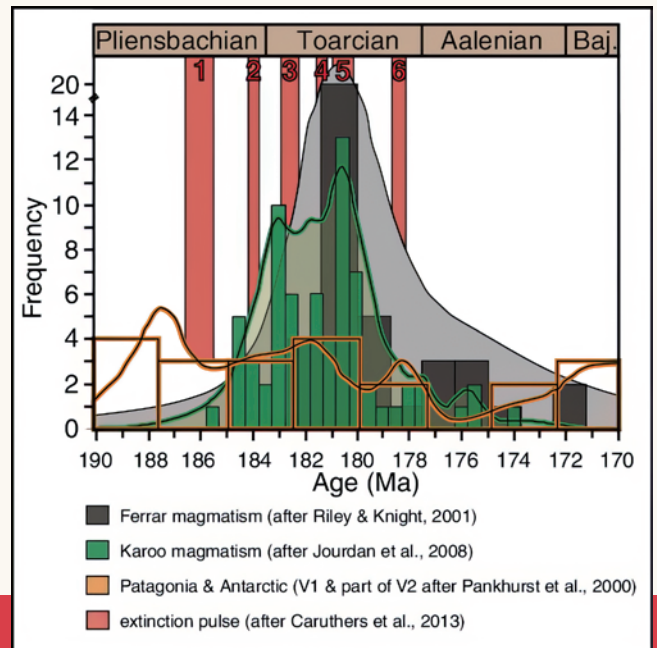


圖 2 早侏羅世晚期的環境擾動。縱軸為岩漿活動頻率，橫軸為時間 (1.9-1.7 億年前)；橙色空心柱為南美與南極的火山活動期，綠色柱為卡路 LIP 的活動期，暗灰色柱為費拉 LIP 的活動期，不同顏色峰線反映各 LIP 活動頻度趨勢；磚紅色柱為階段性滅絕事件，發生在普林斯巴期與托阿爾期。(Caruthers et al 2014/ GSASP 505, CC)

岩區 (Karoo-Ferrar LIP) 的岩漿活動是事件元凶。這個 LIP 橫跨現今非洲南部 (卡路) 與南極洲 (費拉) ，有時也將南美巴塔哥尼亞的充艾克區 (Chon Aike LIP) 併入 (圖 3) 。精確定年顯示較小的充艾克最早開始活動，並持續很久；接著是卡路，最後是費拉，其活動高峰與 T-OAE 重疊。這些火山活動也伴隨著岡瓦納在南邊開始裂解。

事件最盛期時，估計赤道海溫上升達 10°C。整起事件造成 15~20% 科級與屬級的海洋生物滅絕，微生物、有孔蟲、珊瑚、菊石、箭石、雙殼貝、腹足類、

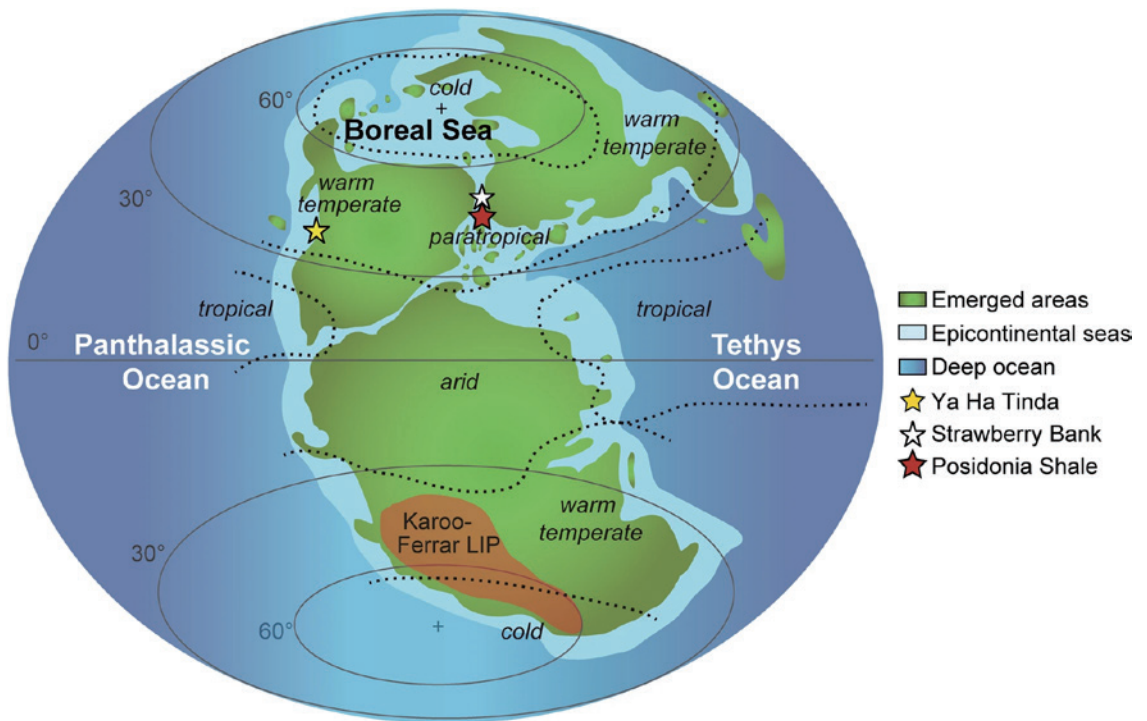


圖 3 T-OAE 後的全球氣候概念圖。古赤道到南北緯 30 度間的陸地為乾燥炎熱，海洋為熱帶；南北緯 30 到 60 度間的陸地為暖溫帶，海洋為亞熱帶；60 度以上為寒帶；星號是此時期海洋生物的三個特異埋藏化石庫 (Konservat-Lagerstätten)；褐色區為岡瓦納南部的大火成岩區。(Sinha et al 2021/ Scientific Reports CC)

棘皮動物等都出現明顯更替 (turnover)(圖 4)，但地球化學證據也指出這在各地有程度上的差異。陸地上，孢粉學跡證顯示普林斯巴期的後期原本是適應溫暖潮濕氣候的多樣植物相，但在事件之中與之後，轉變為乾溼交替或溫暖乾燥，植物多樣性縮減，適應較乾燥氣候的針葉樹成為優勢。這無可避免地衝擊到陸地植食動物，特別是食量大的植食恐龍。

風雨前的寧靜

早侏羅世初期到中期 (赫塘到普林斯巴期) 約 1800 萬年間，演化出不少新屬種的恐龍，但主要是由三疊紀延續下來的類群分化而來，外加少數新科成員，與現身不久、但已廣泛分布的初期鳥臀類恐龍。

以蜥腳形類為例，晚三疊世的板龍科、黑丘龍科*、萊森龍科、大椎龍科和近蜥龍類 (Anchisauria) 都延續到早侏羅世 (見 422 期連載十)，其中又以後兩者最繁盛：大椎龍類有萊氏龍 (*Leyesaurus*)、遠食

* 印度出土的蘭普魯龍 (*Lamplughsaura*) 被列為黑丘龍科或是近蜥龍類，若為後者，則黑丘龍科無早侏羅世成員。

圖 4 德國霍爾茨馬登 (Holzmaden) 的托阿爾階黑色頁岩層 (Posidonienschiefer) 出土的棘皮動物海百合化石。由於海洋缺氧，生物死後未被取食或分解即被埋藏，因此黑色頁岩往往成為特異埋藏化石庫，保存狀態極優的海洋生物化石。美國休士頓自然科學博物館館藏。(Daderot 2012/ Wikimedia CC)



龍 (*Adeopapposaurus*)、祿豐龍 (*Lufengosaurus*)、冰河龍 (*Glacialisaurus*) 等；近蜥龍類如鼠龍 (*Mussaurus*)、雲南龍 (*Yunnanosaurus*)、星宿龍 (*Xingxiulong*) 等。萊森龍科有巨雷龍 (*Ledumahadi*) 與雷前龍 (*Antetonitrus*)，板龍科則只剩易門龍 (*Yimemosaurus*)。新出現的科有 2：火山齒龍科的起源不明，在早侏羅世已相當多樣；馬門溪龍科只有四川的通安龍 (*Tonganosaurus*) 出現於早侏羅世，比同科其他成員早了 1500 萬年。

牠們可被歸為四大類，一是所謂的原蜥腳類 (prosauropods)，如板龍科與大椎龍科；二是蜥腳類的基部類群 (basal sauropods)，如萊森龍科與火山齒龍科；三是形態更衍化的真蜥腳類 (eusauropods)，只有通安龍；第四類是介在前二類之間、關係尚不清楚者，如近蜥龍類與黑丘龍科。

這些草食獸們在頭骨、下顎、牙齒、大小與行動方式上各有不同，形態空間比晚三疊世時增加不少 (圖 5)。例如巨雷龍估計長達 9 公尺，重 12 噸，是當時

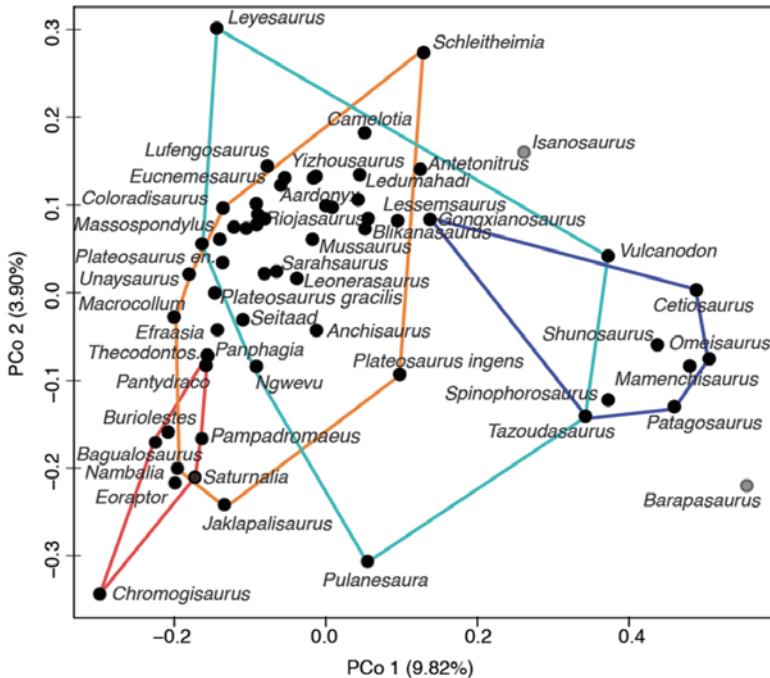


圖 5 蜥腳形類從晚三疊世到早侏羅世的形態空間變化。從卡尼期 (紅) 到諾瑞 - 瑞替期 (橙) 經歷首度大擴張；托阿爾期之前 (淺藍) 是另一波更大的擴張，但與前者有相當重疊，意味新舊成分都有；托阿爾期之後形態空間 (深藍) 縮小，但與之前的重疊也小，顯示新成分的成功與舊成分的式微。(Apaldetti et al 2021/ Scientific Reports CC)

最大的恐龍 (圖 6)，但牠們的前肢有點外彎，不似真蜥腳類有柱狀的直立四肢；遠食龍則不比人大，體重不足 100 公斤，主要以二足行動。各類群都有自己的生態棲位，有分化的取食偏好，例如原蜥腳類的牙齒小，珐瑯質也薄，無法咀嚼，偏好軟嫩多汁的葉片；蜥腳類基部類群則反之，牙大又有厚珐瑯質，咀嚼功能較佳，能處理堅韌且營養較低的針葉。

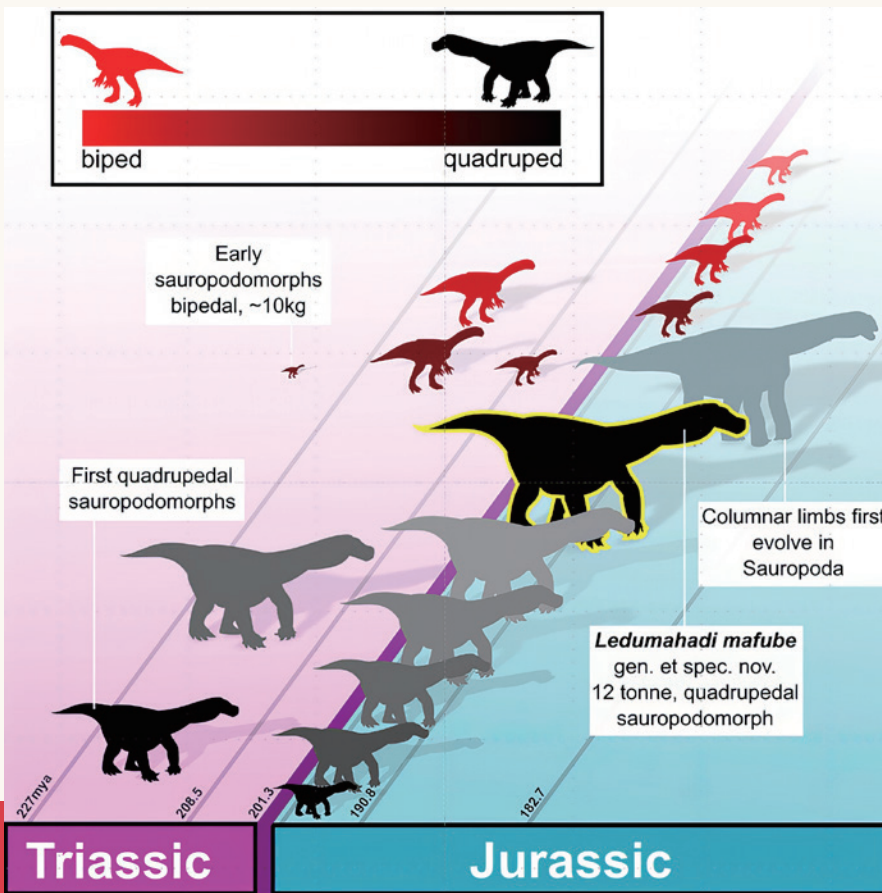


圖 6 三疊紀到侏羅紀蜥腳形恐龍體型與四肢的演變。卡尼期的初期類群重約 10 公斤，二足行走；諾瑞期時多樣性增加，體型變大，開始出現四足行動類群；到辛涅繆爾期，二足 / 四足與各種大小類群並存。巨雷龍是當時的巨獸，也是彎曲四肢者所達到的最大體型；柱狀四肢的蜥腳類在普林斯巴期出現，並在 T-OAE 後成為主流。(McPhee et al 2018/ Current Biology CC)

中場大風吹

在托阿爾期之前，可謂蜥腳形恐龍的戰國時代，新舊類群與各種形態組合並存，各有擅場。T-OAE 的氣候變遷造成植被劇烈改變，使得大多數支系若非消亡便是殘喘，只有蜥腳類一枝獨秀，甚至其基部類群（上述第二類）也沒撐多久，就讓位給了新出現的鯨龍科 (Cetiosauridae)、沉重龍類 (Gravisauria) 等真蜥腳類（圖 7、8）。一般認為真蜥腳類的構造幫了大忙，特別是取食與運動結構，讓牠們能快速適應針葉樹為主的植被並有效率地移動。

體型普遍小得多，但同為植食性的鳥臀類並未倖免。畸齒龍科、小盾龍、腿龍、賴索托龍等都近乎絕跡，由殘存支系演化出來的新類群要到一千萬年後的中

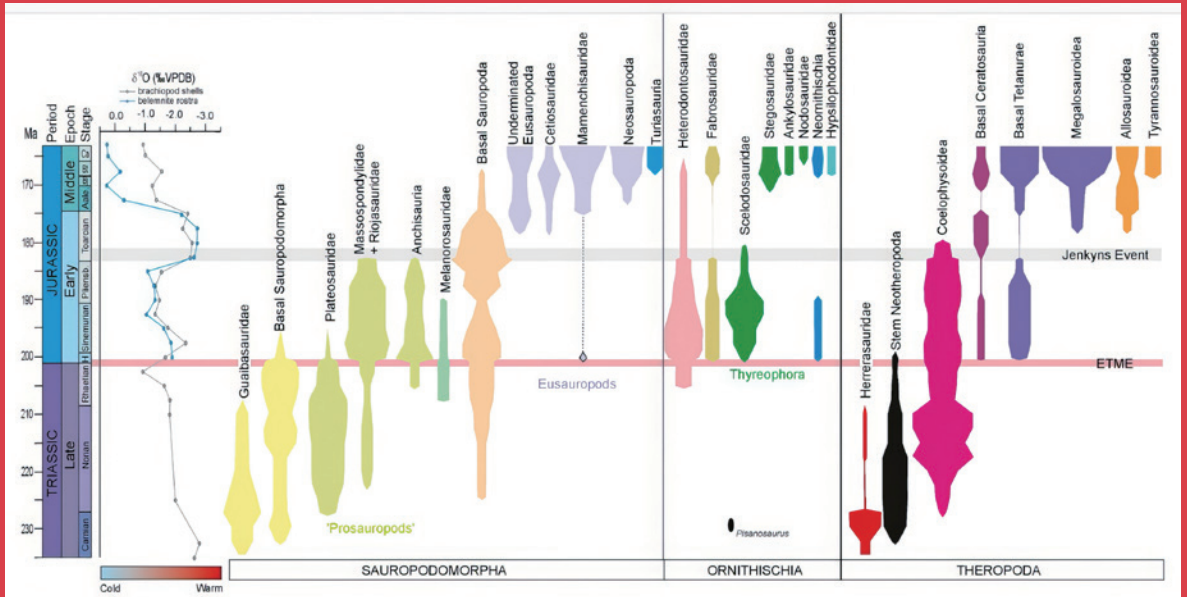


圖 7 晚三疊世卡尼期初 (2.35 億年前) 到中侏羅世卡洛夫期末 (1.63 億年前) 的海洋碳酸鹽所含穩定氧同位素比值 ($\delta^{18}\text{O}$) 變化，與 3 大類恐龍主要支系的地質時間分布。粉紅色帶為三疊紀末大滅絕 (ETME)，灰色帶為 T-OAE (= 簡金斯事件)。 $\delta^{18}\text{O}$ 的灰色與藍色折線分別是腹足類外殼與箭石類鈣質鞘測得的數值，在 T-OAE 皆呈降低，顯示海溫升高，到中侏羅世才恢復。恐龍各支系的粗細對應所含的屬的數量。三大類群在 ETME 與 T-OAE 後皆出現改朝換代，在後者更為明顯。(Reolid et al 2022/ Earth-Science Reviews CC)

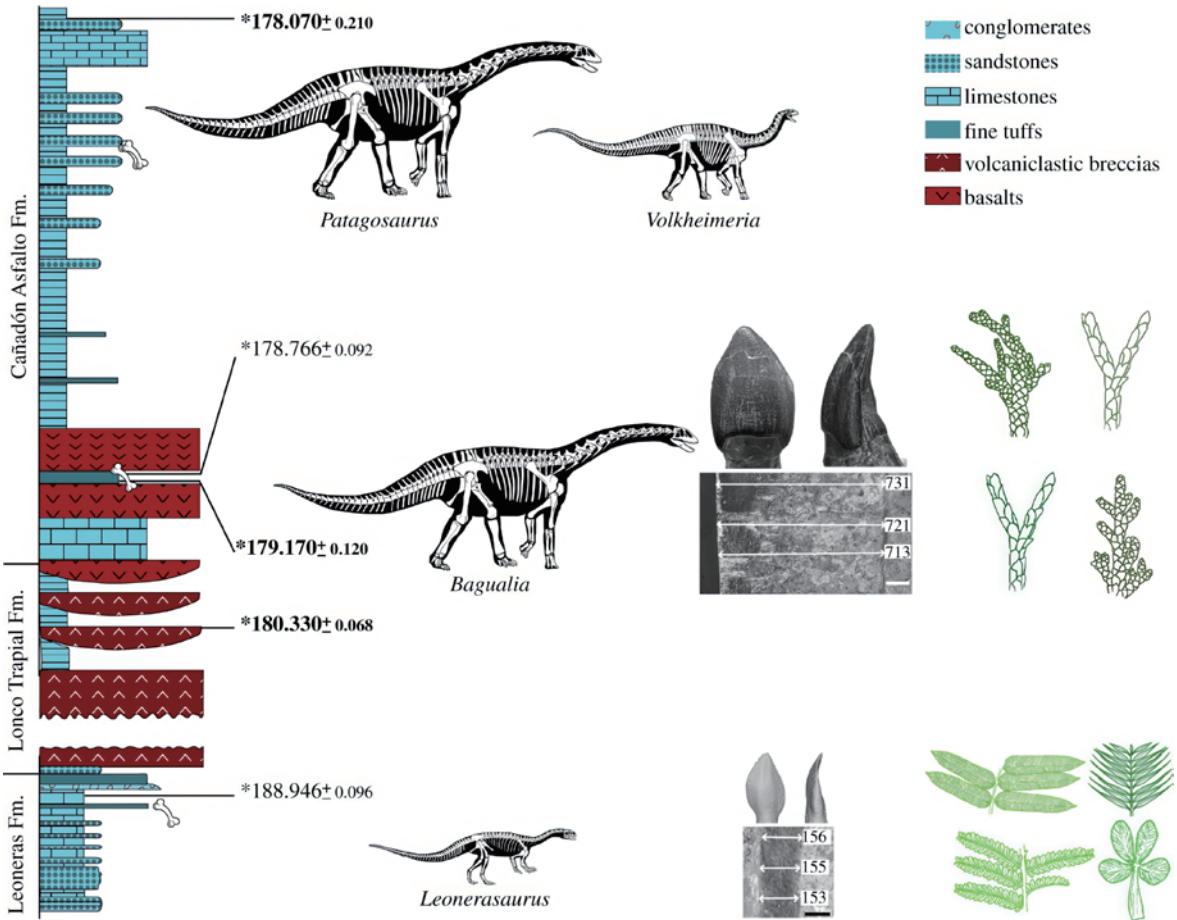


圖 8 阿根廷巴塔哥尼亞中部的 Cañadón Asfalto Basin 從普林斯巴階到托阿爾階的蜥腳形類恐龍、牙齒與植物列舉。紅底白折線是火山噴發碎屑構成的角礫岩層 (volcaniclastic breccias)，紅底黑折線則是岩漿溢流形成的玄武岩層。T-OAE 之前有近蜥龍類的利奧尼拉龍 (*Leonerասaurus*)，其右是鼠龍的牙齒側視與正視，方塊為珫瑯質厚度 (單位 μm)；植物有大型雙扇蕨 (dipteridacean ferns)、種子蕨與蘇鐵等多樣的大葉片類群；T-OAE 間出現真蜥腳類的野馬龍 (*Bagualia*)，牙齒大且珫瑯質厚；植物以南洋杉類、掌麟杉與松柏類等鱗葉針葉樹為主；T-OAE 後的巴塔哥尼亞龍 (*Patagosaurus*) 與弗克海姆龍 (*Volkheimeria*) 皆為真蜥腳類。(Pol et al 2020/ RSPB CC)

侏羅世才現身 (圖 7、9)；獸腳類中較古老的腔骨龍類、雙脊龍類，以及初期堅尾龍類 (basal Tetanurae)，也在事件後式微。雖然體型較大的皮亞尼茲基龍科 (圖 7、10) 和原始的角鼻龍類 (basal ceratosaurs) 興起，但到托阿爾期結束時，也讓位給了更大型的斑龍類 (megalosauroids) 與異特龍類 (allosauroids) 等中侏羅世代表性的掠食者。

近 50 年來，在亞、非、南美洲對下侏羅系恐龍的挖掘與研究大有斬獲，但中侏羅系的恐龍至今依然較少。學者同意此乃已知的地層露頭有限，挖掘取樣不足所致。根據既有知識，三疊紀以來的舊支系到中侏羅世 (1.74~1.63 億年前) 都已退場，換上比較典型的類群，蜥腳形類只剩四足行動的大傢伙，獸腳類多半是高大的掠食獸，也有疑似虛骨龍類 (coelurosaurs) 與馳龍類 (dromaeosaurs) 等小型靈活恐龍的蹤跡；典型的鳥臀類開始出現，但尚未興盛起來。



圖 9 中國四川發現的華陽龍 (*Huayangosaurus*) 是初期的劍龍類，生活於中侏羅世末的卡洛夫期，距今約 1.65 億年前，比大家熟知的劍龍 (*Stegosaurus*) 早約 2000 萬年，但體型小得多。(Nobu Tamura 2011/ Wikimedia CC)

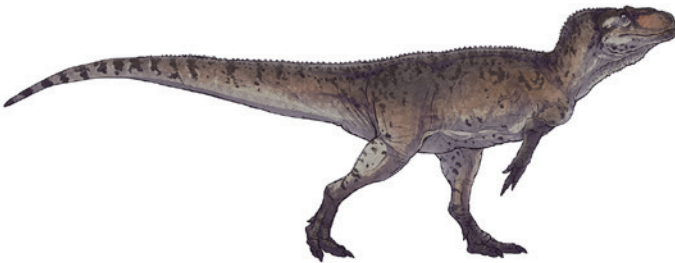


圖 10 在阿根廷發現的皮亞尼茲基龍長約 4.5 公尺，重約 450 公斤，是中型的獸腳類恐龍。生活於 1.79 億年前的托阿爾期末期。(Paleocolour 2017/ Wikimedia CC)

抽屜裡的秘密

中侏羅系的龍糞或食渣化石研究不多，除了前期（連載十）的鳥臀類胃含物，在此介紹兩個英國的案例。

第一例採自約克郡羅斯貝里丘 (Roseberry Topping, Yorkshire) 的索特維克層 (Saltwick Formation)，屬阿林階 (1.7 億多年前)，1920 年代出土後便躺在博物館抽屜裡，直到 1970 年代才被檢視。樣本有兩份，第一份含 250 多顆糞粒，面積約 1 m^2 ，厚 5 mm，糞粒直徑約 1 cm。內含物主要是植物表皮碎片，九成五是蘇鐵葉片與葉柄 (圖 11)，少數為茨康 (Czekanowskia) 葉片 (圖 12) 與本內蘇鐵的種皮。另一份的糞粒稍小，但形態與內含物類似，應是較年幼的同類所遺留。

糞便內含物顯示植物不很高，且符合當地化石植物相。內含物的蘇鐵種子也與 2017 年在阿根廷發現的鳥臀類的胃含物類似，加上該地層有鳥臀類足跡化石，因此很可能是鳥臀類的糞化石。這也支持龍屎可能具有傳播種子的功能。

第二例源自牛津郡柯林頓 (Kirtlington, Oxfordshire) 的森林大理石層 (Forest Marble Formation)，屬巴通階 (約 1.67 億年前)。業餘的地質學家 Eric Freeman 在 1970 年代開始挖掘當地廢棄採石場的新露頭，發現數量及多樣性極高的早期哺乳動物牙齒與碎



圖 11 英國約克郡的糞化石內含物主要為類梳毛羽葉蘇鐵 (*Ptilophyllum pectinoides*)。圖為曼徹斯特博物館所藏葉片化石。(akhenatenator 2015/ Wikimedia CC)



圖 12 茨康或稱線銀杏，是生活於中生代的種子植物。圖為科博館所藏的中國內蒙物種葉片化石。(科博館數位典藏)

骨，如柱齒獸類 (docodontids)、三瘤齒獸類 (trylodontids)、摩根錐齒獸類 (morganucodontids) 與孔奈獸類 (kuehneotheriids) 等。當地一躍成為英國知名的中生代哺乳動物化石床 (Kirtlington mammal bed)。一同發現的還有少數鱷類、翼龍、鳥臀類及獸腳類恐龍的牙齒 (圖 13)。

可惜這些化石全是物種混雜的斷簡殘篇，無法拼湊出主人的全貌。但有趣的是，許多殘骸在地層中是成堆出現的。Freeman 注意到堆內的牙齒組成差異大於堆間，且多半是難以被消化的堅硬部位，當中一塊下顎骨上還有兩個圓形小凹陷碎裂，應是取食者的齒痕。他推論這些原可能是糞便的內含物，糞便分解後殘骨尚聚集成堆時被掩埋，或被水流搬運而堆積成堆。內含物反映出該地的哺乳動物組成，可算是糞化石內含物群落 (coprocoenosis)。

由於殘骸中混有少數肉食恐龍的牙齒，Freeman 也推測「始作俑者」可能是年幼的斑龍 (*Megalosaurus bucklandii*) 或其他小型獸腳類。若是如此，此乃中生代恐龍捕食哺乳動物的最早例證，不過這仍有待更多佐證判明。(待續)

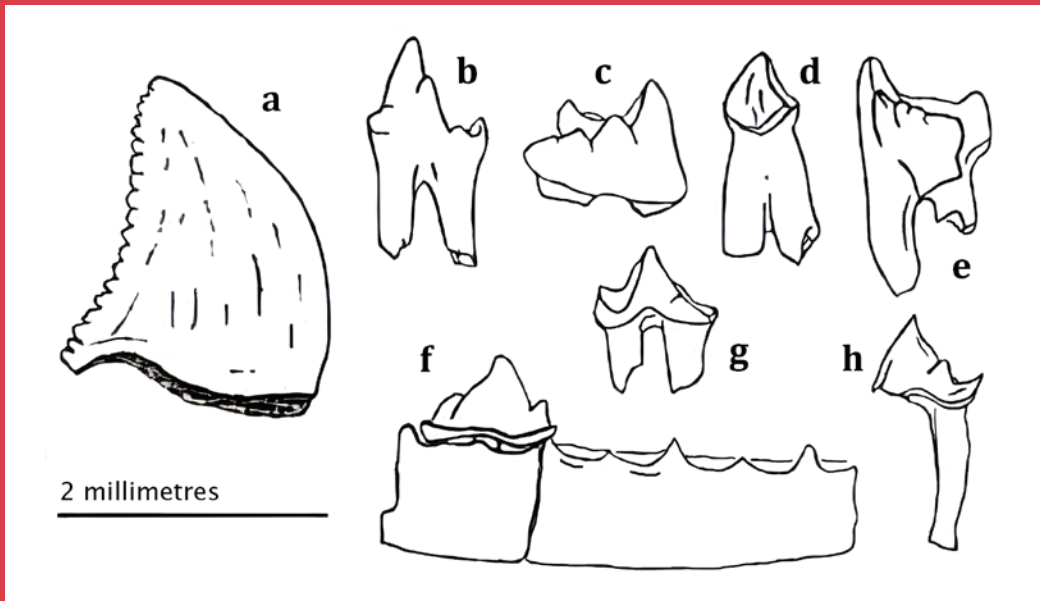


圖 13 英國牛津郡出土的恐龍牙齒 (a)、哺乳動物牙齒 (b-d, g-h) 與下顎 (f) 化石。(Freeman 2019/
Mercian Geologist, CC。經去背處理)

活動櫥窗

一般觀眾

【開館日】

「那一刻—琥珀的記憶」特展定時解說

琥珀可以是寶石，也可以是承載科學資產的寶庫。顏色變化萬千，一如其內可能包覆的千萬種生物。

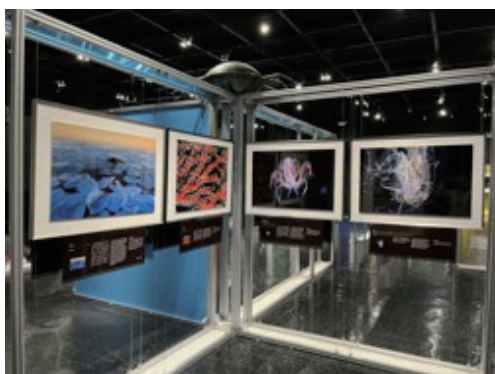
- 時間：即日起至112/2/19· 11:00、14:00
- 地點：本館第一特展室
- 費用：免費(需自行購票入館)



「無界∞鏡相：第6+7屆科學攝影」特展

2013年啟動的科學攝影活動，將公民的科學能量透過攝影技藝公諸於世，本次展出第6、7屆科學攝影得獎作品101組。

- 時間：即日起至112/3/19
- 地點：本館第二特展室
- 費用：免費(需自行購票入館)



科畫博物

以科學繪圖為主題的「科畫博物」特展，是取「刻」畫與「科」畫諧音，展現其雙重意涵。

- 時間：112/1/19-112/12/3
- 地點：本館第三特展室
- 費用：免費(需自行購票入館)

「想入啡啡：細說咖啡」特展定時解說

咖啡，是許多人每日生活必備飲品，甚至具有健康保養的功效，咖啡產業蒸蒸日上，形成世界性的咖啡文化和精品時尚代名詞。

- 時間：即日起至112/4/30·11:00、14:00
- 地點：本館第四特展室
- 費用：免費(需自行購票入館)



藥魔鬼怪速速退散－民俗反毒特展VS袖珍與放大3D反毒特展

毒品害人不淺，不但會傷害個人的身心健康，也會導致家庭破裂，甚至危及社會的穩定。此特展採跨界民俗的形式，透過將毒品訊息結合民間習俗文化，創造出不一樣的民俗反毒特展。

- 時間：即日起至112/2/28
- 地點：本館人類文化廳2樓迴廊
- 費用：免費(需自行購票入館)



張牙舞爪特展定時解說

介紹臺灣哺乳動物之牙齒、足爪、食痕與排遺。

- 時間：即日起至112/10/1・10:00、15:00
- 地點：本館立體劇場前廳
- 費用：免費(需自行購票入館)



會員好禮新登場!!!

紅利點數300點起，即可兌換文創商品，活動詳請參閱會員[官網公告](#)。

- 時間：即日起
- 地點：綜合服務中心

科學中心物理演示

星期二、三：奇妙的光

星期四、五：氣球物理

星期六、日：跳躍的音符

- 時間：11:00、15:00
- 地點：本館科學中心4樓
- 費用：免費(需自行購票入館)

宇宙奇航常設展導覽

天文學場域之展場導覽活動

- 時間：10:00、14:00
 - 地點：本館科學中心3樓
 - 費用：免費(需自行購票入館)，需[報名](#)。
-

恐龍也要迎財神

過年接財神，恐龍也要迎財神！過年期間一直到元宵節，歡迎大小朋友一起到科博館扮財神，開心過新年~恭喜發財，科博館旺旺來！

- 時間：2/1-2/5·9:00-17:00
- 地點：本館生命科學廳
- 費用：免費(需自行購票入館)

標本物件探索趣

自然學友之家有琳瑯滿目的標本和文物，您來探索了嗎？本活動將引領您進入標本探索的世界，讓您對標本有更進一步的認識！

- 時間：9:00-17:00
- 地點：本館自然學友之家
- 費用：免費(免入館門票及活動費用)



亞馬遜河魚餵食導覽(象魚)

介紹亞馬遜河流域的魚類及其習性

- 時間：星期二、四、六、日·15:30
- 地點：本館植物園
- 費用：免費(需自行購票入館)



亞馬遜河魚餵食導覽(食人魚)

介紹食人魚的習性

- 時間：星期三·15:30, 星期六·10:30
- 地點：本館植物園
- 費用：免費(需自行購票入館)



熱帶雨林溫室定時導覽

介紹熱帶雨林的生態環境及其中的植物特徵

- 時間：11:00、14:00
- 地點：本館植物園
- 費用：免費(需自行購票入館)

排灣族文化與植物

利用植物園戶外場域介紹排灣族常利用的民族植物及族語名稱，內容包含傳統美食介紹、編織藝術創作、歌謠樂教學等。

- 時間：2月3、5、10日 9:00-12:00，2月12日 9:00-17:00
- 地點：本館植物園
- 費用：半日100元，全日300元，需[報名](#)。

環境永續教室教學

結合多媒體視聽設備、標本、模型及實驗器材等，創造獨特的情境教室與觀眾互動，課程內容涵蓋地球科學與環境科學兩大領域。

- 時間：2/21-28，當日場次以活動行事曆公告為準
- 地點：本館地球環境廳
- 費用：免費(需自行購票入館)

【週末假日】

「年年有魚？」臺語課程活動

以推廣臺灣海鮮選擇指南，引導民眾懂得選擇永續海鮮並學習常見海鮮的臺語說法。

- 時間：2/19· 14:00-16:00
 - 地點：本館地球環境廳
 - 費用：免費(需自行購票入館)
-

太魯閣族文化與植物

利用植物園戶外場域介紹太魯閣族常用的民族植物及族語名稱，內容包含族語歌謠教唱、傳說故事講述及圖騰漆藝作品製作。

- 時間：2/11·9:00-12:00，2/19·14:00-17:00
- 地點：本館植物園
- 費用：100元，需[報名](#)。

斷層挖一襪

利用襪子不同顏色來表示西半部主要地層-錦水頁岩、卓蘭層及頭嵛山層，並以遊戲互動演示地層錯動及斷層的表演。

- 時間：2/5、2/6·14:20
- 地點：車籠埔斷層保存園區
- 費用：免費(需自行購票入館)

科博館「紫色市集」春季伴你逛展

春天輕鬆看展同時，戶外市集正式營運：可走逛選購外，還有音樂表演、免費借草地野餐墊、節慶特別活動，並用行動支持公益團體哦！

- 時間：2/4至4/30期間之國定假日(全)·11:00-18:00
- 地點：本館戶外廣場
- 費用：免費(免入館門票及活動費用)

臺灣野望國際自然影展

播放第12屆臺灣野望國際自然影展影片

- 時間：2/11、2/12·10:00、14:00
 - 地點：本館生命科學廳
 - 費用：免費(免入館門票及活動費用)
-

親子

【週末假日】

「北極熊教我們的事」親子遊學團

透過館內展示標本與教材，認識北極熊的特徵與生活習性並思考環境與氣候變遷對北極熊的影響與人類的關聯。

- 時間：2/27·9:30-11:30，14:00-16:00
- 地點：本館地球環境廳
- 費用：免費(需自行購票入館)

芝麻開門

由資深具有熱忱的導覽志工透過解說方式帶領觀眾領略展品物件之美。

- 時間：10:00、14:00
- 地點：本館展示廳
- 費用：免費(需自行購票入館)

教師

「北極熊教我們的事」魔力繪本練功坊

藉由學習繪本相關知識、如何詮釋文字與解釋畫作、如何利用繪本進行展演、親手製作簡易的繪本，讓參與者有自信地在人群前說故事。

- 時間：2/4-5·9:30-16:30
- 地點：本館科學教室二
- 費用：200元，需[報名](#)。

「都市裡的公民科學：都市奇獸的秘密走廊」教師研習

藉由108課綱重視的探究與實作課程，引領教師以周遭生活環境議題為重點，積極關注、思考、研究及發展友善環境的行動。

- 時間：2/1・9:00-17:00，2/6・9:00-14:00(線上)
- 地點：本館科學中心
- 費用：免費(免入館門票及活動費用)

學生

【開館日】

探索顯微鏡下的微觀世界

介紹複式顯微鏡原理與操作方式，以及引導觀察生物組織的玻片標本與自製微小生物玻片，享受探索微觀世界的樂趣！

- 時間：9:30、10:30、13:30、15:30
- 地點：本館自然學友之家
- 對象：小學3年級以上
- 費用：免費(免入館門票及活動費用)，
需現場報名。



探索標本箱

以海洋生物－海膽為主題，透過繪本小故事與有趣任務，啟發好奇心與觀察力，利用標本比對與書籍查詢，從中探索海膽的日常。

- 時間：9:00-17:00
- 地點：本館自然學友之家
- 對象：小學3年級以上
- 費用：免費(免入館門票及活動費用)

動物追蹤術

透過闖關遊戲與五感體驗，學習觀察野生動物的技巧，理解觀察到的現象，並實作體驗，翻製動物腳模，學習分辨與配對動物的足跡。

- 時間：2/1、2/7、2/8·9:30-11:30
 - 地點：本館幼兒科學園
 - 對象：大班至小二(103年9月2日至106年9月1日出生的小朋友)
 - 費用：300元，需[報名](#)。
-

活動與教學資訊

幼兒科學園教學
及參觀

自然學友之家探索

動手做

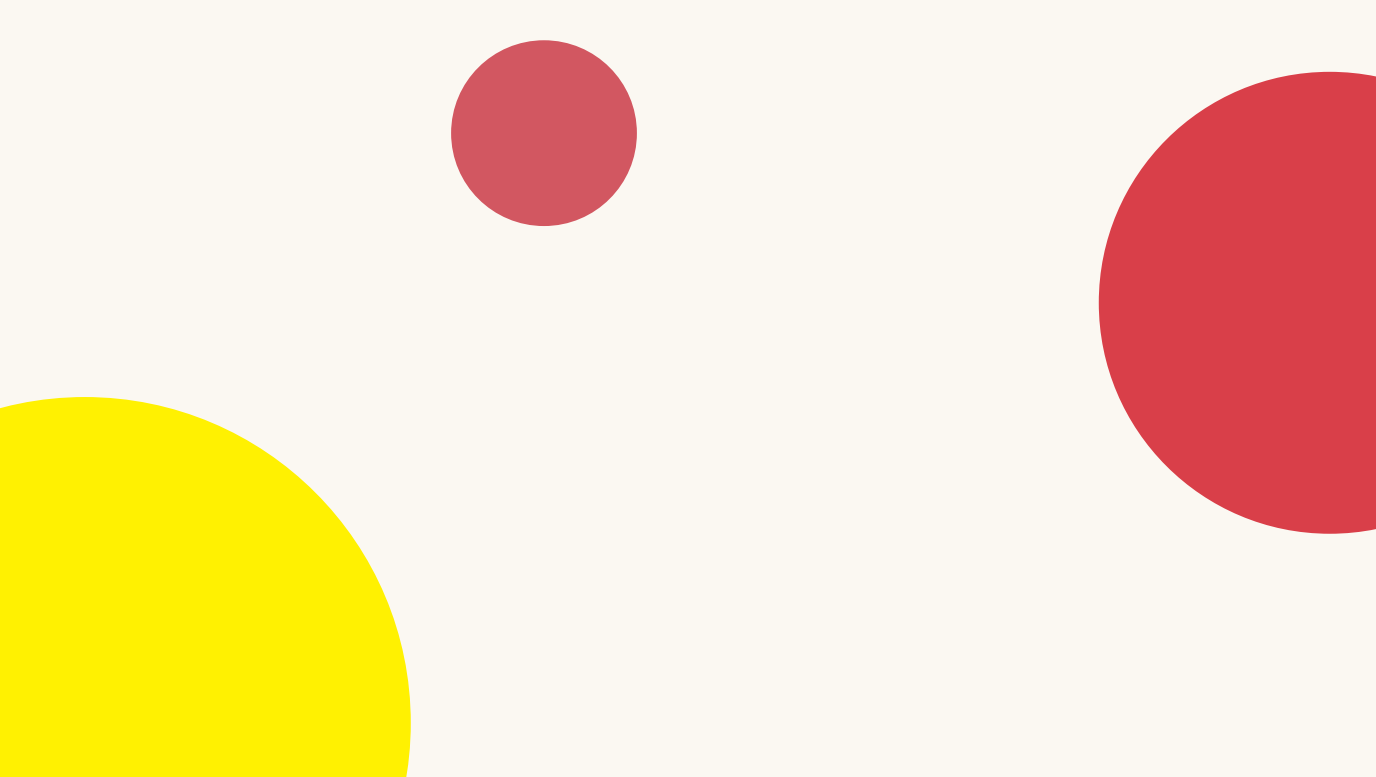
團體預約導覽

演示教學

環境教育教學

數位典藏與學習中心
體驗活動

科博揪咪秀



國立自然科學博物館，除了臺中市北區的本館館區外，尚包括位在霧峰區的「921 地震教育園區」、南投鹿谷鄉的「鳳凰谷鳥園生態園區」及竹山鎮的「車籠埔斷層保存園區」。各區除了生動有趣的常設展及特展之外，尚包括世界級的現地保存遺址、戶外的現生動植物活體展示及大自然景觀，呈現出豐富、多元的博物館面貌，歡迎您的光臨！

發行人 / 焦傳金

國立自然科學博物館發行

40453 臺中市館前路 1 號

Tel +8864.2322.6940

ISSN: 16825225 GPN: 2007500037
