



p2
蛇眼大小的
演化適應

p3
方證菩提—
生活裡的
菩提種子

p4
打製石鋤的
製作方法

p5
層層成謎的
條帶狀鐵礦

p6
屎有明訊：
恐龍便便裡的名
堂(三)

p7
新臺灣之光—高比
率連接陸地的
海底峽谷
藏身葉子裡的
「綠色蜘蛛」

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」、南投縣鹿谷鄉的「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！

太空劇場新片介紹

南極洲

文—林志隆

太空劇場即將於7月1日起推出新片「南極洲」(Antarctica)。這是一部由英國廣播集團BBC earth與SK films公司聯手製作的全天域球幕影片，拍攝的畫面珍貴、精彩又細緻，炎炎夏日在太空劇場裡觀賞本片，彷彿身歷其境，置身於冰冷荒漠之中，堪稱是消暑的大好去處。

在地球的最南端，有一大塊被冰雪封凍了許久的大陸，叫做南極洲或是南極大陸。在地球的北極點附近就沒有像這樣的大陸存在。我們看到的北極其實是塊浮在海面上的超級大冰塊。南極洲是地球上最杳無人煙的地方，最冷可以到攝氏零下90度，沒有常住居民。它和北極一樣都會有永

晝與永夜的現象，在它的冬季裡，太陽可以4、5個月都不出現，造就了這裡特殊的氣候與生態環境。

南極洲的陸地上看起來很單調，可是在它周圍延伸的冰棚下的海洋裡，卻有極豐富的生態。雖然溫度遠低於攝氏零度，可是鹽分和水壓會產生一種過冷卻現象，讓這裡的海水冰點降

低。但是當溫度真的太低時，冰層則會從表面逐漸向下擴展形成一根根的死亡冰柱，當冰柱觸及海底的時候，原本遍布海底到處遊蕩覓食的海星、海膽以及其他小生物，如果沒發現這危險或是跑錯方向而被冰柱黏住了，就會被封在冰柱裡凍死。

在陸地上，南極的風既冷又強，沒有特異功能的生物根本活不下去。企鵝靠著厚厚的脂肪和蓬鬆保暖的羽毛而得以在這裡生存，其他沒有羽毛的生物就只好靠更厚的油脂，例如象海豹，可是這也讓牠們的體型變得異常龐大。象海豹和企鵝常常在同一個地方混居，牠們通常不吃企鵝，所以相處得還不錯。只是當雄象海豹爭奪地盤時，企鵝們就要閃



遠一點，免得神仙打架小鬼遭殃。而有些種類的海豹會捕食企鵝，企鵝們要下海覓食就得跟海豹們追逐鬥智，讓一旁攝影團隊都不得不為企鵝們捏一把冷汗。

在南極海洋中還有數量極為龐大的南極磷蝦，這是一種體型非常小的浮游生物，卻撐起了南極食物鏈中極重要的一環，像座頭鯨和部分企鵝、海豹都會以牠們為食。而座頭鯨繞著圈圈吐氣泡來捕食磷蝦的方法，更是讓人拍案叫絕。在這一部影片裡，攝影團隊更拍到了有史以來最大的鯨魚聚會，超過150頭座頭鯨在南極群聚開趴圍獵南極磷蝦，而跟著牠們的還有龐大的海鳥和魚群。這樣的場面只有在太空劇場這樣的地方，才能完整呈現和體會它的壯觀。今年暑假，歡迎大家到太空劇場一起觀賞清涼消暑的「南極洲」。



立體劇場新片介紹

雪怪行動—加德滿都

文—林志隆

立體劇場今年7月1日起將推出一部新的立體動畫影片「雪怪行動—加德滿都」，本片將取代目前播放的「勇鼠的奇幻冒險」，而與另一部實境拍攝的「大熊雨林」同場播放。

本片是由法國的10th Ave(第十大道)公司製作出品的一部動畫探險片。劇情從一個在社區大學裡研究雪怪的小助理賽門開始，有一天他的主管告訴他，給他3個月時間去喜馬拉雅山證實雪怪的存在，不然就要把他開除。這件事被碰巧路過的富商馬丁聽到了，富商表示願意贊助他的冒險探奇，之後陸續又有一位夥伴奈莉也想加入，於是他們便帶著一隻很聰明，但是多嘴的八哥潔思敏和一本以前的人留下的日記踏上了旅途。

經歷了漫長的旅程之後，他們到達了尼泊爾的

首都加德滿都，並且找到了跟留下日記的探險隊有關的當地人丹森，然後租了一架小飛機到山區去尋找和日記有關的跡證，卻因為遇上惡劣天氣而被迫在山區迫降逃生。

他們在山中求生的過程中不慎誤入一個不知名的地方，無意間發現了一個雪怪的腳印，可是奈莉卻不見了。其餘兩人循著腳印追蹤，發現奈莉是被一群雪怪帶走了。半夜兩人要去營救奈莉卻被雪人發現了，於是展開了一連串的追逐。在追逐中，兩人意外拯救了一個小雪人，於是和雪怪家族化敵為友。賽門想拍照錄影雪怪們的生活來證實其存在，這樣可讓他功成名就而擠身上流社會，但是雪怪們卻不希望行蹤曝光而受到外界打擾，賽門最後會做出什麼選擇呢？這就要請大家找時間來立體劇場一探究竟了。



蛇眼大小的演化適應

文·圖—廖鎮馨

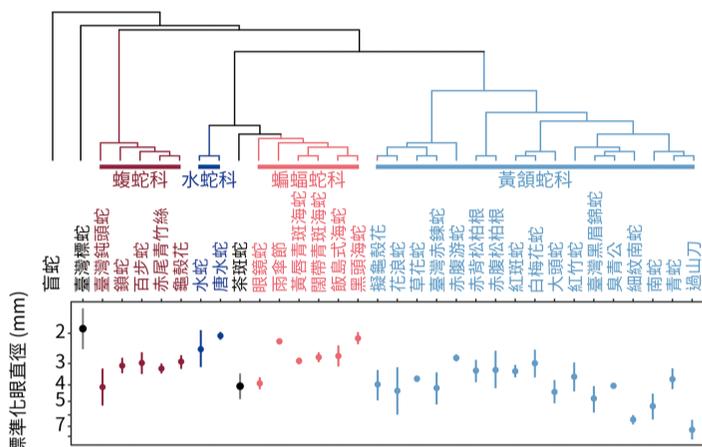


圖1 不同分類群蛇類的親緣關係及相對眼直徑。所選用的四種蛇類頭部特寫照片可以代表從古老的盲蛇演化至蝮蛇科(闊帶青斑)、水蛇科(水蛇)及最晚出現的黃領蛇科(南蛇)，其眼睛大小演化呈現越來越大的趨勢。

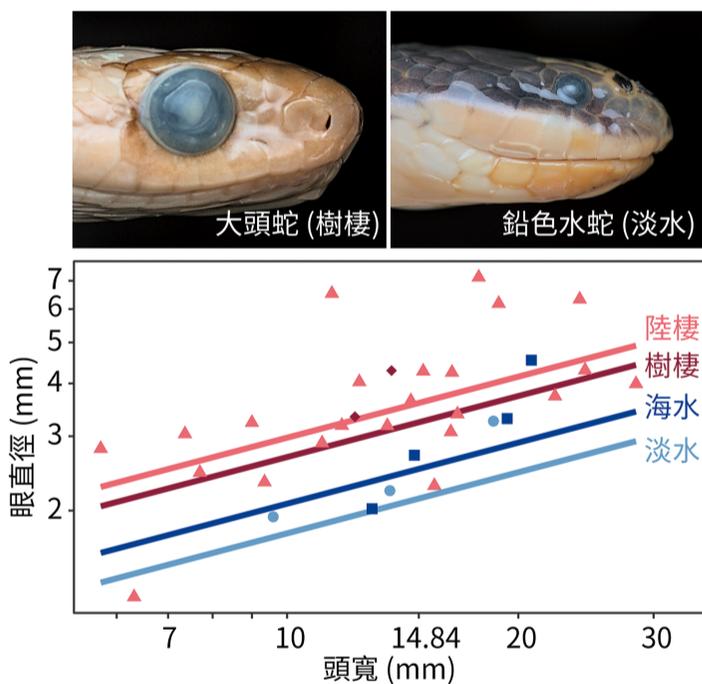


圖2 不同棲地類型蛇類的相對眼直徑比較。所選用的二種蛇類頭部特寫照片呈現陸棲及樹棲蛇類的眼大小明顯大於水生生物種。

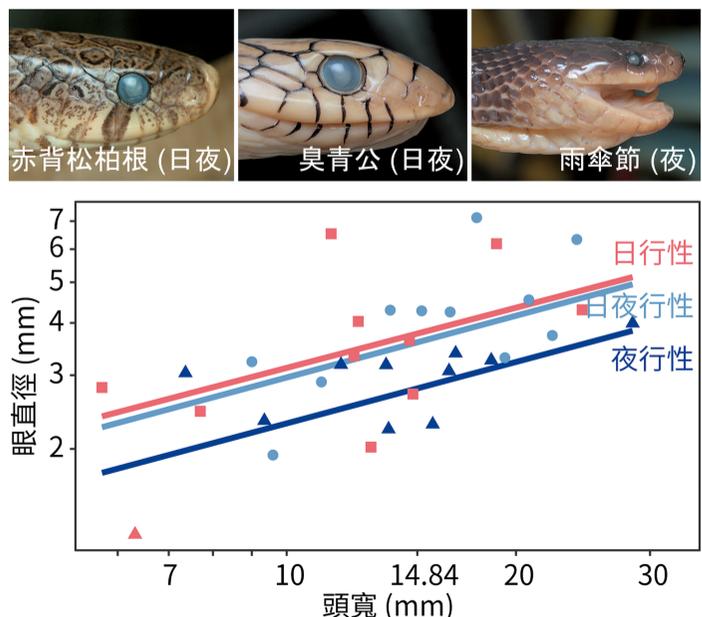


圖3 不同活動時間蛇類的相對眼直徑比較。以三種蛇類頭部特寫照片代表夜行性蛇類具有較小的眼睛。

視覺的重要性

動物的感官主要經由幾種不同的傳遞媒介，包括固體振動對應觸覺，空氣振動對應聽覺，化學分子飄散對應嗅覺，而可見光波段的電磁波對應視覺。對大多數動物而言，眼睛的視覺功能可接收涵蓋可見光波段的電磁波。眼睛大小與視覺功能有很大的關係，眼睛越大能有更好的視力、敏感度及動態分辨率，原因是具有較大的晶體、視網膜和進光量。視覺功能又往往與動物的生存環境、條件與覓食方式有關。許多夜行性捕食者具有大眼睛，例如貓頭鷹、小型貓科動物。這是利用大眼睛來收集更多的光子以因應夜間昏暗環境而提高視覺訊噪比的手段。

一般認為，蛇類是由穴居的蜥蜴演化而來。由於洞穴中光源不足，限制了視覺功能發展的空間，所以現生的穴居盲蛇眼睛退化成只具有感受明暗的功能並包埋於皮下。在蛇類的祖先離開洞穴到達地面後，面對開闊的新環境，牠們強化了其他感官功能而得以捕食獵物或躲避天敵。其中最令人注目的是增強了化學分子的感受能力，例如以頻繁的吐信動作收集空氣中的化學分子以增強嗅覺功能；有些類群則增強了紅外線的感知能力，例如蝮蛇科具有感受紅外線的頰窩，能在夜間偵測獵物。但在視覺方面呢？由過去的研究中得知，蛇類在偵測評估環境時高度依賴視覺。許多蛇類具有視桿和視錐細胞，能夠感知光強和顏色。在黃領蛇科中，夜行性物種的眼睛比晝行性物種的眼睛大，而棲息在樹上的物種眼睛往往比陸生或半水生物種的眼睛大。這些現象皆暗示了不同環境提供的光線強度可以驅動蛇眼的演化。針對某些蛇類的研究指出，蛇眼睛的大小與青蛙在其獵物中的佔比呈正相關，也就是較大的眼睛有利於蛇類的覓食功能。基於視覺在蛇的覓食行為中的重要性，了解蛇眼的演化可以讓吾人更深入了解眼睛形態的多樣化及其如何調節在不同棲地下的捕食者與獵物間的相互作用。

蛇眼大小的演化趨勢

由科博館黃文山學術副館長領導的研究團隊以科博館35年來所累積收集的千餘件蛇類館藏標本為研究材料，測量了33種臺灣本土蛇類物種之眼睛直徑與頭寬，並根據物種間的親疏遠近、棲地類型、活動時間及覓食方式等因子進行比較性分析，試圖解開蛇眼大小的演化大方向。但由於各物種間的頭部大小非常歧異，絕對眼直徑並無法反應蛇類眼大小的投資比例。因此，該研究以頭部寬度為基準而比較其相對的眼直徑，並同時考慮了親緣關係上的不獨立性。

該研究成果主要歸納出幾點。其一，蛇類隨著演化分支在往不同棲地類型與習性發展的過程中，眼睛的大小確實有所變化。大體上來說，越晚近的類群(圖1)、地表及樹棲的物種(圖2)及日間活動(圖3)的物種具

有較大的眼睛；相對地，較原始的類群、水生及夜行性物種的眼睛較小。這樣的結果證實蛇類往地表的演化過程，其視覺能力受到天擇壓力的影響而增強，亦進一步提高牠們探索和利用環境中資源的能力。

值得注意的是，越晚近的類群(如黃領蛇科)具有較大的眼睛並不只是因為其具有較大的頭部，而是該類群具有較正向的異速生長。這表明了黃領蛇科投資了更高的能量比例於眼睛的發育。至於不同棲息環境(圖2)及活動時間(圖3)的物種之間，牠們眼直徑的差異則不是由於眼大小與頭寬的生長速率不同所造成，而主要是受限於牠們的頭部空間所致。鑑於直接決定視覺功能和視力極限的是眼睛的絕對大小，在淡水中覓食或夜行性蛇類必須讓頭變大或是抑制頭骨中其他重要器官的發育，才能與陸棲或日行性物種有相同視力，但這是很昂貴的投資。又因為在水中或夜間環境中的光照十分有限，投資在其他感覺系統(例如嗅覺)可能比投資在視覺系統會更有效率。另外，許多夜間活動靈活的動物(例如壁虎、水禽或靈長類動物)雖也具有大眼睛，與本研究的結果相背。這可能是因為上述活動靈活的動物必須依賴良好的視覺以保證在夜間活動的行為不受低照度的限制，但蛇類移動能力並非十分靈活，增加夜間視覺功能投資的邊際效益並不好，倒不如發展其他感覺系統較為有利。

該研究亦比較了蛇類不同覓食方式(主動型與伏擊型)及是否具有頰窩對眼大小的關聯性，結果顯示覓食方式與有無頰窩與眼大小無明確關聯。這表示不同覓食方式的蛇類可能具有相似的視覺需求以及藉由視覺系統取得的獵物信息與通過紅外線感知的信息同樣重要。

老標本的新價值

科博館多年來除了向大眾展示展品，也持續蒐集各學門生物標本。該研究所採用的近1200件蛇類標本，幾乎都是來自科博館館藏中的臺灣本土物種，佔了目前科博館蛇類收藏總量的92%，並涵括了六成的臺灣本土蛇類物種數。有些標本甚至收藏了超過30年。能在30年後成為重要的學術研究成果，展現了科博館身為自然史博物館蒐藏標本的功能。

科博館的研究能量與典藏在過去已經提供許多大學生與研究生在專業研究訓練上的支持與材料，但對於中小學學生及公民科學家的學術支持則不甚關注。自108年起實施的「十二年國民基本教育課程綱要總綱」中，自然科學教育的各個階段皆應重視並貫徹「探究與實作」的學習精神及方法，其目的為刺激中小學學生主動探索及實驗操作，以養成科學論證的溝通能力。本研究也受惠於中學生及公民科學家提供標本及收集資料，並由館內研究人員指導學生進行實作，顯現了科博館的研究與典藏資源對於非專業人士親身探究科學並參與學術研究的可能性。

方證菩提—生活裡的菩提種子

文·圖—廖仁滄

臺灣街頭常常可見身上配戴串珠的人，這些人不一定是佛教徒，也不一定把串珠當做念誦佛號時的計數工具，卻因為各種原因而在手上或胸前戴這些珠子。

眾多珠子材質中，所謂的「菩提子」被認為對於修行的幫助最大，大唐天竺三藏實思惟譯所譯的《佛說校量數珠功德經》中即有「若菩提子為數珠者。或用掐念或但手持。數誦一遍其福無量。不可算數難可校量。」的記載。但菩提子不是取材自菩提樹(*Ficus religiosa* L.)，因為它的果成熟軟爛，種子也過於細小，都不適合做為串珠使用，最常被取用的是薏苡(*Coix lacryma-jobi* L.)。

在《文玩菩提子把玩與鑑賞》一書中，廣義的文玩菩提子包含了大自然中其他天然植物所孕育而生的種子、果實、根莖等。《佛珠收藏鑑賞指南》一書中更是記載了214種菩提子，不少取材自日常生活中可以看到的植物，例如櫻桃菩提子是用櫻桃(*Cerasus pseudocerasus* (Lindl.) G. Don)的果核洗淨拋光後製成，麻藤菩提子是磨去表面尖刺的楓香(*Liquidambar formosana* Hance)聚合果。

以下介紹幾種取材於生活相關植物的菩提子：



圖1 泰國販售羅望子果實的攤位，右下圖為羅望子果實與種子。

四角菩提子

植物：羅望子

學名：*Tamarindus indicus* L.

隨著新住民移入，來自世界各國的多元文化與臺灣已有的文化逐漸融合，其中最顯明的例子之一就是街頭多了販售異國美食的小吃店，各大賣場裡也常常可以看到過去不常見的食材。

來自東南亞國家的料理中，常常可以嚐到一種獨特的酸甜味道，這個味道來自羅望子的果肉。這種植物其實早在1896年就已經從印度被引種到臺灣，但過去大多做為景觀樹木栽種，很少當做食材，只有少數人會撿拾果實來嚐鮮，要像泰國這樣將羅望子放在攤位上販售，在臺灣幾乎是看不到(圖1)。現在只要大賣場辦理泰國商品展售，羅望子幾乎是一定會出現的要角。

泰國人除了吃羅望子的果肉之外，也會把它的種子穿洞後當成佛珠佩戴在手上。臺灣市場上偶而也可以看到，直接就叫它羅望子，但在中國市場上有時可以聽到叫它「四角菩提子」。羅望子雖然種子堅硬且產量大，但形狀變化非常大，一般做手串都要特別挑選外表四方，顆粒飽滿的種子來做，如果沒有親眼看過原籽的人，可能就因此產生誤會。

羅望子的梵文是Amla，音譯庵羅果，很早

就出現在佛教相關典籍之中，例如《大唐西域記》：「風壤既別，地利亦殊，花草果木，雜種異名，所謂庵羅羅果、庵羅羅果、末杜迦果、跋達羅果、劫比他果、阿末羅果……」要注意的是，文中的庵羅羅果與阿末羅果雖然發音與庵羅羅果相近，但卻是不同種的植物。

科博館的羅望子栽種在植物園熱帶雨林溫室中。

蜜蠟菩提子

植物：巴西橡膠樹

學名：*Hevea brasiliensis* (Willd. ex A.Juss.) Müll.Arg.

蜜蠟是遠古時代的樹脂化石，與琥珀的成因相同，屬於有機寶石，溫潤如蠟的質地相當受人們歡迎，也被許多佛教徒視為珍貴的寶物。

蜜蠟菩提子也被稱為蜜蠟果，因為顏色與質感類似蜜蠟而得名。它的價格不貴，所以常常被拿來當成類似蜜蠟的配件使用。

蜜蠟菩提子就是打磨過的巴西橡膠樹種子(圖2)。很多人對於巴西橡膠樹種子的印象就是長得像鳥蛋，淺褐的底色上散布著不規則的深褐條紋，看起來十分可愛，市場上有人就以「鳥蛋果」



圖2 蜜蠟菩提子手串(蜜糖手工作室褚美秀提供)，右下圖為巴西橡膠樹種子。

為名販售。所以有些人知道蜜蠟菩提子就是打磨過的巴西橡膠樹種子時，都會覺得難以置信。

巴西橡膠樹所代表的橡膠產業對人類生活的影響非常大，人們的鞋底、汽車的輪胎都是以橡膠為原料，臺灣在日本時期曾經試著發展這項產業，後來效益不大，巴西橡膠樹也就少見大面積的栽培了，只有在某些植物園或公園綠地才可以看到。

蜜蠟菩提子的質地輕脆，盤玩時不能太用力，要小心別把它捏碎。

科博館巴西橡膠樹栽種於植物園熱帶雨林溫室中。

佛心菩提子

植物：蘇鐵

學名：*Cycas revoluta* Thunb.

市面上各式各樣的菩提子名稱常會讓人混淆，「鐵樹籽菩提子」就是其中之一。

圖3右邊那顆就是鐵樹籽菩提子，也被稱為鐵樹籽，外型像鐵樹而得名，但它跟真正的鐵樹完全沒有關係，而是棕櫚科羅非亞椰子屬(*Raphia*)植物的果實。一

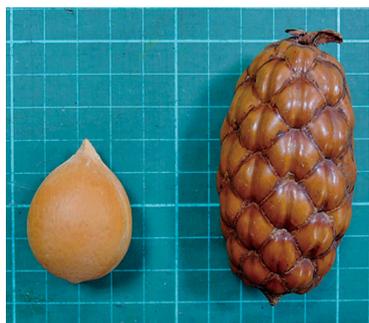


圖3 佛心菩提子(左)與鐵樹籽菩提子(右)

般所說的鐵樹大多是指蘇鐵，但蘇鐵的種子文玩界卻不叫做鐵樹籽，而是叫它「佛心菩提子」，以形狀類似心臟而得名。盤玩的時候可以帶著原



圖4 內圈為未加工的石栗種子，外圈為加工後的阿修羅菩提子。

本的紅色種皮，也可以去除種皮後再盤。但種皮放久容易被蛀，一般很少人會留下種皮來。

市面上有另外一種佛心果菩提子，帶著白玉般的溫潤質感，那是把埃及薑果棕(*Hyphaene thebaica* L.)種子加以打磨而來。

阿修羅菩提子

植物：石栗

學名：*Aleurites moluccanus* (L.) Willd.

阿修羅是六道眾生之一，據說男性長得很醜，女性都是美女。

阿修羅菩提子指的是石栗的種子。這種菩提子的原籽外觀像石頭，質地也很沉重，但會因打磨的程度不同而呈現出漆黑、深褐、黃白等各種帶著光澤的美麗色彩。

石栗在臺灣過去也大多做為景觀樹木栽培，但近幾年在新住民的影響下，有些市集也可以看見它的去皮種子，讓人買回去做為食材使用。通常人們買回去之後，會把它跟其他香料一起放在淺碟型的石臼上，然後用石杵把這些東西通通混合磨細做為香料，煮熟後食用。但這種傳統做法比較費力，現代大多直接倒進食物料理機打碎攪拌。(圖4)



圖5 一帆風順菩提子原籽為蛋黃果種子

一帆風順菩提子

植物：蛋黃果

學名：*Pouteria campechiana* Baehni

一帆風順菩提子是因為外型像船而得名，取材自蛋黃果的種子，一般很少做成手串，而是單獨一顆打洞後加上流蘇等飾品，掛在車上保佑平安。

蛋黃果也被稱為仙桃，是一種水果，特殊的口感讓它的評價很兩極。市面上的仙桃菩提子不是它，而是蟠桃的種子。(圖5)

鬼角菩提子(牛頭馬面菩提子)

植物：四角菱及近似種

學名：*Trapa quadrispinosa* Roxb.

鬼角菩提子跟一帆風順菩提子一樣都是很少拿來盤玩的菩提子，大部分是做成驅邪鎮宅的掛件使用。

鬼角菩提子是野生菱角的果實，每顆都有四個角，從某些角度看起來像牛的頭，如果其中兩個角斷掉了又很像馬的臉，因此得到牛頭馬面菩提子的別名。(圖6)



圖6 鬼角菩提子原籽

打製石鋤的製作方法

文—劉克茲、張朝欣·圖—張朝欣

「打製石鋤」是史前人耕田挖土和除草的工具，也是臺灣最常見的石器，有些考古學者沿襲日治時代的說法，稱之為「打製石斧」；也有些學者採取折衷的說法，稱之為「斧鋤形器」；不過從功用上看，這種石器應該是鋤而不是斧。一般的打製石鋤，呈扁平的長條形，一面常帶石皮，刃部略帶弧形，刃端一般比頂端（綁柄的一端）略寬，形狀有點像牛舌餅，要綁在短木柄上，以單手操作，適合在斜坡農地使用；也有尺寸較大的打製石鋤，比較笨重，必須裝上長木柄，以雙手操作，可能是在平坦的農地上使用。本文試著復原臺灣史前時代打製石鋤的製作方法，以張朝欣先生學習打製石鋤二十幾年的心得筆記為基礎，由我裁剪潤色成文。打製石鋤裝柄方法的復原，則是根據陳志誠先生的模擬操作，由我簡單描述而成。

選擇石材

臺灣史前時代製作打製石鋤的石材，一般使用青灰色的變質砂岩；南部有些石鋤用橄欖石玄武岩製作，材料可能來自澎湖；北部則有些石鋤用安山岩或硬頁岩做；山區的史前居民常使用凝灰岩或板岩等材質做石鋤。因為史前人對打製石鋤的需求量相當大，使用時也容易折斷，所以多半是在當地或鄰近地區取材，較少去很遠的地方找石材。本文示範如何用河灘上的鵝卵石（中礫）做打製石鋤，材料是最常見的變質砂岩。

打剝石片

要製作打製石鋤，通常必須先打剝一塊合適的石片做為基礎材料。以下說明常用的打剝石片方法：

1. 首先在河灘上，找一塊大小及材質合適的鵝卵石，如果要做長約10~15公分的石鋤，大概需要找一塊長約20~30公分、厚約7~10公分形狀偏扁的鵝卵石。
2. 找一塊巨礫做為石砧，必須要有一個適合砸擊的平面，材質最好是堅硬的變質砂岩。
3. 雙手握住鵝卵石的兩端，將設定做為衝擊點的一點，用力往石砧上砸擊。



圖1 在石砧上砸擊後所產生的石片、石核以及砸擊位置上面的衝擊碎屑

砸擊的結果，會將鵝卵石分解成3部分，並在石砧上留下衝擊疤。各部分的特徵如下：

1. 石片：脫落的石片，呈橢圓形，一面帶有石皮，另一面是破裂面。由斷面看，帶有砸擊點的一邊較厚，相對的一側較薄。
2. 石核：從鵝卵石上打下石片，原來的母體就稱為「石核」。石核上的凹缺，可以和脫落的石片完全密合，但在砸擊點會形成一處小缺口。
3. 衝擊碎屑：在石砧上，鵝卵石撞擊的位置，會



圖2 以石槌打剝石片，箭頭方向為施力方向。

留下一小堆三角錐狀的粉碎石屑。把石屑掃掉，可看見石砧表面有一處衝擊疤。

製作打製石鋤

製作打製石鋤，只是利用石槌連續打剝石片的邊緣，打下許多小碎石片來，使石片越來越接近製造者心目中石鋤的形狀。石槌是在河床上挑選出來的天然礫石，質地以堅硬的變質砂岩或硬頁岩較好，使用前不加工，也不裝柄，表面帶有滾磨光滑的石皮，大小、形狀與重量，都適合一隻手握持使用，形狀多為長橢圓形、卵圓形或扁球形。

打製石鋤的過程如下：

1. 觀察橢圓形石片，選擇合適製作的石鋤型態。
2. 以慣用手（通常是右手）握住石槌，連續打擊石片邊緣稍偏內側的地方，剝下小碎石片。
3. 以非慣用手（通常是左手）握住石片，配合石槌的打剝轉動並調整角度。為了避免受傷，建議初學者戴手套，或是透過毛巾握住石片。
4. 先打剝石片的一側，固定一面朝上，由一端向另一端依序打剝，然後翻轉另一面朝上，重複之前的打剝過程。
5. 打剝石片的兩端成頂部與刃部。
6. 翻轉到未修整的一側，重複步驟4。
7. 利用石槌輕敲，將石鋤兩側的尖銳突起處打平。並不是每一群史前人都會這麼做，例如臺灣中部地區新石器時代中期的牛罵頭文化人，通常會仔細修整打製石鋤的兩側；而新石器時代晚期的營埔文化人大部分不加修整，使打製石鋤的兩側帶有如犬牙交錯狀的波浪紋。
8. 針對石鋤的刃部及頂部做最後的修整，將刃部由兩面打剝成中鋒，頂部打成弧頂或是平頂。
9. 石鋤打剝完成後，利用乾硬的泥土塊打磨石器表面，將打製過程中產生的碎屑去除，同時可以使石鋤表面較為平滑，避免後續裝柄時割壞綁繩。

打製石鋤時，每用石槌打一下，就會剝落一塊小碎石片，這些小碎石片的特色如下：

1. 從側面看，這些小碎石片大部分都是楔形石



圖4 打剝下來的小碎石片

片，帶打擊點的一側最厚，逐漸往另一側變薄。

2. 從正面看，小碎石片略呈近長橢圓形到圓形的不規則外形。
3. 隨著打剝過程累積，往往在打剝石片上會保留著前次打剝造成的打擊疤。

石鋤裝柄

打製完畢的石鋤，和現代的鐵鋤一樣，必須裝上木柄才能使用。木柄的做法，是找木質較硬的樹，取樹枝分叉且粗細合適的地方，砍下一段來，剝去樹皮，晾到乾透，再整修成需要的形狀。用繩子把石鋤牢牢綁在木柄上，也可能像新幾內亞的原住民一樣，用藤皮編織成套子，把石鋤箍在木柄上，然後就可以拿去挖地或除草了。由於製作一支木柄遠比打製一件石鋤費事，所以判斷在史前時代，若石鋤挖地時折斷了，使用人立刻就可以再打製一件，換裝到原來的木柄上繼續使用。

能夠完整地復原製作打製石鋤，使我們對臺灣史前人的生活方式，能有更深一層的了解。

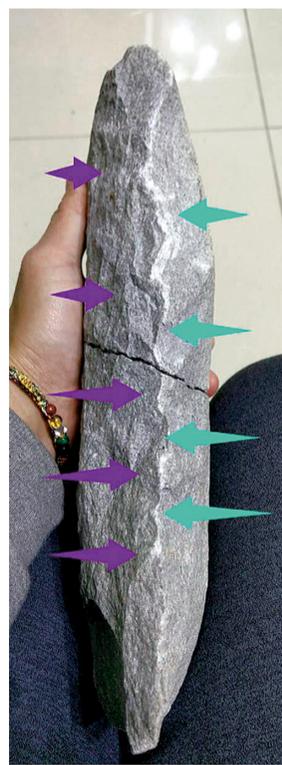


圖3 打剝的順序



圖5 打製完成的石鋤



圖6 裝柄的打製石鋤

層層成謎的條帶狀鐵礦

文—陳君榮·圖—陳君榮、宮守業



圖1 德國森肯堡博物館 (Senckenberg Museum) 所展示的條帶狀鐵礦，超過3公尺高。



圖2 森肯堡博物館條帶狀鐵礦近照，原本水平的層狀結構發生強烈變形。

條帶狀鐵礦 (Banded Iron Formation, 簡稱 BIF)

是目前開採鐵礦石最主要的來源，主要分布於美國、格陵蘭、非洲、澳大利亞、俄羅斯、中國、印度等地的古老沉積岩層中。在中-微觀尺度上常可見黑色及紅色條帶狀 (薄層) 交替出現，單個薄層的厚度一般為幾毫米 (mm) 至幾厘米 (cm)，偶爾可達數十厘米 (cm)。其中黑色部分主要的礦物是磁鐵礦和赤鐵礦，紅色部分主要的礦物是細晶或隱晶狀石英，因含有豐富細小的赤鐵礦及氫氧化鐵而成紅色，又稱碧玉 (jasper)。另外，有時也可見金黃色具纖維結構的薄層，是由纖維狀的鐵鈉閃石 (又稱青石綿) 與石英交互生長而成，因具有閃爍仿絲質的光澤，而有虎眼石 (Tiger's eye) 的稱號。上述這些層狀結構的形成過程及變化與早期地球的環境演化息息相關，且仍有許多問題尚未解決。條帶狀鐵礦具有經濟價值、特殊的外觀及地質意涵，因此在自然史博物館中常常可以看到它們的蹤跡。德國森肯堡博物館 (Senckenberg Museum) 甚至直接將超過3公尺高的巨大條帶狀鐵礦放在戶外公園展示，雖然原礦外觀顏色黯淡並不特別引人注目，但其一面經切割後即呈現出精彩的條帶狀紋理及變形組構，強烈對比令人驚豔 (圖1、2)。

地球大氣海洋缺氧的鐵證

目前普遍認為形成條帶狀鐵礦的環境必須滿足幾個先決條件：(1) 水體須含有大量二價鐵，鐵質來源可能是大陸邊緣岩石風化的產物，也可能與海底火山活動有關。(2) 水體須是缺氧的，因為在溶解氧存在的情況下，二價鐵會在數小時或數天內氧化成三價鐵，並產生不溶於水的氧化鐵沉澱物。這會使得二價鐵不易從其來源大量地運輸到沉積盆地。(3) 水體不能富含硫化

氫，因為這會導致二價鐵以黃鐵礦的形式沉澱出來。(4) 在沉積盆地中必須存在一種活躍的氧化機制，將儲層的二價鐵穩定地轉化為三價鐵。

條帶狀鐵礦僅在前寒武紀的地層中廣泛分布，形成年代起始於38億年前，集中於28~18億年前，而在18億年前就突然缺失，一直到8~6.8億年前才又再次出現，而寒武紀之後就再也沒有出現過。顯示條帶狀鐵礦形成的這些地質年代，其當時的海洋與大氣環境是有利於二價鐵遷移與富集的缺氧狀態，與現今地球的富氧情況大不相同。澳大利亞西部的 Jack Hills 條帶狀鐵礦形成於距今30億年前，即揭示早期地球的大氣和海洋是相當缺氧的 (圖3)。

都是藍綠菌的功勞？

藍綠菌是最早進行有光合作用的生物，藍綠菌行光合作用而釋出氧氣，會使海水中的二價鐵氧化成三價鐵，並進一步形成不溶於水的 (氫) 氧化鐵而沉澱下來。所以，過去藍綠菌一直被認為是條帶狀鐵礦形成的功臣。當溶於水中的二價鐵全被氧化殆盡，條帶狀鐵礦便無法生成而消失。然而科學家們發現除了有氧的光合作用外，仍有其他機制可以造成二價鐵氧化。在富含鐵的地下水滲漏和淡水溪流中，常見的鐵氧化細菌可透過氧化二價鐵形成氫氧化鐵的過程中獲得能量，而且其氧化的速率比非生物氧化速率快50倍以上。因此條帶狀鐵礦的大量形成，也可能與當時在海洋中廣泛存在的鐵細菌有著密切關係。

除了有氧光合作用外，學者也提出無氧光合作用的鐵氧化機制。無氧光合作用使用二價鐵而不是 H_2O 做為電子供應者，因此產生的是三價鐵而不是氧分子。細菌可以利用光及豐富的二價鐵，在沒有氧分子存在的情況下形成三價鐵。如此一來，在太古宙海洋，光可以穿透幾百米的水深並有效氧化二價鐵，讓熱液流中的二價鐵還沒上升到海水表面即已氧化並沉澱。另外，也有學者提出非生物的氧化機制，在早期沒有微生物作用的情況下，透過紫外光線輻射來氧化二價鐵或透過改變海水的 pH 值，也可能促成條帶狀鐵礦的形成。目前學著們對於條帶狀鐵礦的起源是屬於生物還是非生物成因仍在爭論，但大多認為對早期



圖3 澳大利亞西部的 Jack Hills 條帶狀鐵礦，形成於30億年前。原本水平的層狀結構經變質作用而發生強烈的扭曲變形。(宮守業攝)

和中期所沉積的條帶狀鐵礦而言，藍綠菌和氧氣並非扮演最重要的角色。

層層疑問

條帶狀鐵礦中鐵質層與矽質層交替出現的成因目前也尚無定論。一派說法認為與周期性的季節變化有關，溫度及微生物的活動隨季節的不同，其鐵氧化速率也不同，氧化速率較快時主要沉澱鐵質層，反之則主要沉澱矽質層。另一派說法則認為一開始鐵質與矽質並沒有明顯的分層，層狀分帶是沉積後才逐漸形成，亦即含矽與鐵的混合物質，在成岩過程中因元素遷移能力不同而逐漸分層。另外值得注意的是，現今鐵質層中的赤鐵礦或磁鐵礦並非在沉澱發生時即產生，而是由初始沉澱產物 (氫) 氧化鐵經脫水或微生物反應之後，以及後期的變質作用轉變而成。相同的，矽質層中的石英或碧玉則可能是由矽酸凝膠轉變而來。最近針對澳洲西部條帶狀鐵礦的研究，發現三價鐵初始沉澱物可能為同時含有矽與不同價態的鐵蛇紋石 (greenalite; 化學式為 $(Fe^{2+}Fe^{3+})_{2-3}Si_2O_5(OH)_4$)。富含鐵蛇紋石的泥漿在成岩階段會轉變成富含菱鐵礦 ($FeCO_3$) 的層帶，最後再被相對穩定的磁鐵礦 ($Fe^{2+}Fe^{3+}_2O_4$) 與赤鐵礦 ($Fe^{3+}_2O_3$) 所取代。因此條帶狀中礦物相的分布與形成機制可能遠比過去認為的複雜許多。

澳大利亞西部的 Marra Mamba 條帶狀鐵礦紋理多變、色彩繽紛，其金黃色的纖維狀組構更是有虎眼之王的美譽，此美麗的標本背後同時也意涵著其所遭受的地質歷程極為複雜 (圖4、5)。在欣賞如此宛如藝術的天然傑作時，不妨也試試解讀其中所蘊含的地球奧秘。



圖4 澳大利亞西部的 Marra Mamba 條帶狀鐵礦，形成於25億年前。標本中間黃綠色區域可見縱向纖維狀組構，具有虎眼效應。血紅色為細晶粒赤鐵礦；灰色為粗晶粒赤鐵礦；黃色為細晶粒針鐵礦；褐色為粗晶粒針鐵礦；綠色為藍色鐵鈉閃石和黃色針鐵礦的混合物。(宮守業攝)



圖5 德國波昂大學礦物學博物館展示的 Marra Mamba 條帶狀鐵礦，標本長達2公尺，重約150公斤。中間層所夾金黃色纖維狀組構具有虎眼效應。

屎有明訊：恐龍便便裡的名堂(三)

文—鄭明倫·圖—鄭明倫、Wikimedia CC (WCC)

脊椎動物從5.18億年前的寒武紀遠祖(如海口魚 *Haikouichthys*，圖1)，經過兩億多年的演化，走過泥盆紀(4.19-3.59億年前)的魚類時代、石炭紀(3.59-2.99億年前)的兩棲類時代，到了二疊紀(2.99-2.52億年前)，羊膜動物(amniotes)開始興盛起來(最早出現於3.18億年前的石炭紀)。由於胚胎有羊膜保水(圖2)，不再需要依水繁殖，羊膜動物乃逐漸演化為真正的陸地動物。牠們進一步分化為合弓類(synapsids，哺乳動物和其遠親遠祖)和蜥形類(sauropsids，現生的爬行動物與鳥，及其遠親遠祖，包含恐龍)(圖3)。前者不僅多樣性高，體型與食性的變異也大，佔據更多生態棲位(niche)，因此二疊紀被認為是(第一次)合弓類時代。前半期的優勢類群為基龍(edaphosaurids)與楔齒龍(sphenacodontids)(圖4)等具有背帆、類似蜥蜴的動物，後半期則為牙齒有分化、



圖1 雲南澄江生物群的海口魚想像復原圖(Talifero/ WCC，經過裁切)



圖2 科博館生命科學廳的生命登上陸地單元對羊膜動物生殖的簡介



圖4 科博館生命科學廳的異齒龍(或稱長棘龍，*Dimetrodon*)模型。雖然中文名帶有龍字，屬於楔齒龍科(Sphenacodontidae)，實際上卻跟哺乳類的關係比較近。

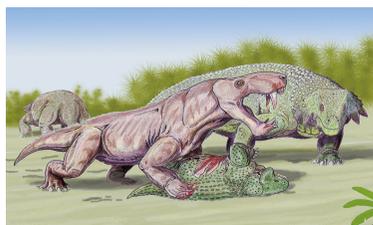


圖5 獸孔類的亞氏狼蜥獸(*Inostrancevia alexandri*)獵食植食性的副爬行動物(Parareptilia)卡氏盾甲龍(*Scutosaurus karpinski*)的想像生態圖。二者在二疊紀末期共存於現今俄羅斯。注意前者之牙齒分化和有著較直立的四肢(Dmitry Bogdanov/ WCC)。

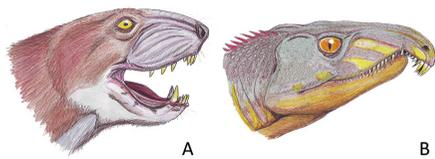


圖6 俄羅斯Vyazniki出土的二疊紀兩類大型糞化石，可能分別由獸孔類Whaitsiidae如*Megawhaisia patrichae*(A)和主龍型類古鱷科(Proterosuchidae)的*Archosaurus rossicus*(B)所遺留。兩者成體估計可達3公尺長，是當地的頂級捕食者(Dmitry Bogdanov/ WCC，經過編輯拼貼)。

四肢更加直立的獸孔類(therapsids)(圖5)。

早期的合弓類與蜥形類可能也留下了糞化石。在俄羅斯Vyazniki的二疊紀晚期地層便發現兩款不同形態的陸生動物糞化石，內含微生物、寄生蟲卵、骨頭碎屑，甚至疑似毛髮。其中一型有10公分長，內含的骨頭被消化的程度較低，意味其消化時間較短，代謝較快，推測可能是大型肉食性獸孔類，如獸頭類(therocephalians)(圖6A)所遺留；另一型最大約6公分長，骨頭被消化程度極高，疑似由蜥形類的主龍型類(Archosauriformes)古鱷科(Proterosuchidae)的主龍(*Archosaurus*)(圖6B)排遺。第一型樣本中還含有疑似主龍幼體的尖牙，推測這兩類頂級捕食者除了獵食小型的食蟲性和中型的植食性動物外，還包含對方的幼體。

2.52億年前發生了生命演化史上最嚴重的一次大滅絕，導致95%的海洋生物(如三葉蟲)與70%的陸地生物消失，也標記著古生代(二疊紀)的結束、中生代(三疊紀)的開始(圖7)。由於大量物種滅絕致使食物鏈崩潰，三疊紀初期的陸域生態經過約3000萬年才恢復過來。合弓類的整體多樣性大幅降低，只有在南邊的岡瓦納古陸(Gondwana)延續，主龍類(Archosauria)則逐漸發達起來。

在上述的Vyazniki附近的地層，科學家還察覺到有趣的現象。他們整理二疊紀晚期與三疊紀初期的糞化石多樣性，歸納出9種形態型，推測的

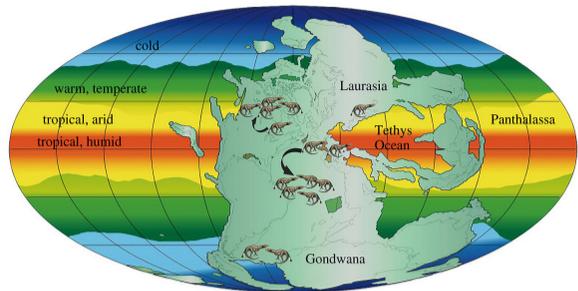


圖7 科學家推測的二疊紀末/三疊紀初的地球環境。北方的勞亞古陸與南方的岡瓦納古陸併合為盤古大陸(Pangea)，赤道附近變得過熱，生物無法生存，而向更北或更南的區域移動(Massimo Bernardi/ WCC)。

產出者有鯊魚、輻鰭魚、肺魚、兩棲動物、早期的爬蟲、古鱷類、獸頭類等生活在海水、淡水、水際、陸地上的動物。九型糞化石在二疊紀末期或多或少都有出現，但是三疊紀初期只剩3種，而且很少。換句話說，糞化石的多樣性也反映了北邊的勞亞古陸(Laurasia)在二疊紀末大滅絕生物多樣性驟減、三疊紀初期尚難恢復的現象。

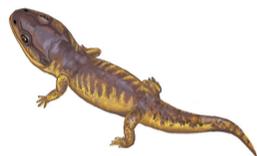


圖8 澳洲三疊紀早期Arcadia地層發現的小型離片椎類兩棲動物*Nanolania anatopretia*想像復原圖(Smokeybjb/ WCC)

至於南邊的岡瓦納古陸，屬於三疊早期、澳洲昆士蘭的Arcadia Formation地層，出土形態和數量相當豐富的糞化石。其中一型為長條狀，內含許多輻鰭魚的魚鱗和肺魚的鱗片與牙骨板(tooth plate)，應為爬行動物的糞便。有趣的是，當地有許多離片椎類兩棲動物(temnospondyls，圖8)化石，但在糞化石內含物中全無殘跡，不太合理。不過科學家同時也注意到，糞化石中的輻鰭魚鱗沒有硬鱗質(ganonine，主成分為含鈣的磷酸鹽)覆蓋，據此推測糞便產出者有極強的胃酸，在消化過程中能去鈣化(decalcify)，將骨頭軟化後完全消化掉，導致糞化石中「屍骨無存」。現生鱷魚就有這種本事(胃酸可達pH值1.5)。科學家根據上述證據推論，這可能是食魚性古鱷科(或是原蜥科Prolacertidae)所遺留。糞化石中也出現藍綠菌遺跡，推測當地當時的氣候應該是溫暖乾燥，水域會週期性地乾涸。

在三疊紀約5千萬年時間裡，陸域動物相發生了巨大的轉變。三疊紀早期，主龍類的祖先出現，進一步分化為偽鱷類(pseudosuchians)和鳥蹠類(avemetatarsalians)兩大支系。到了三疊紀中期，主龍類的多樣性快速增加，並擴張到各類棲地，到三疊紀後期已成為最優勢的羊膜動物，特別是偽鱷類。陸地動物相由原先二疊紀的合弓類優勢轉變為三疊紀的爬行動物優勢，被稱為三疊紀接管(Triassic takeover)。合弓類的獸孔類在岡瓦納古陸仍維持高多樣性，直到三疊紀中後期。哺乳類的直系祖先也在這個時期出現，是小型、食蟲性、掘穴而居的夜行性類群，這樣的形態和生態持續了一億多年時間，直到中生代結束。(待續)。

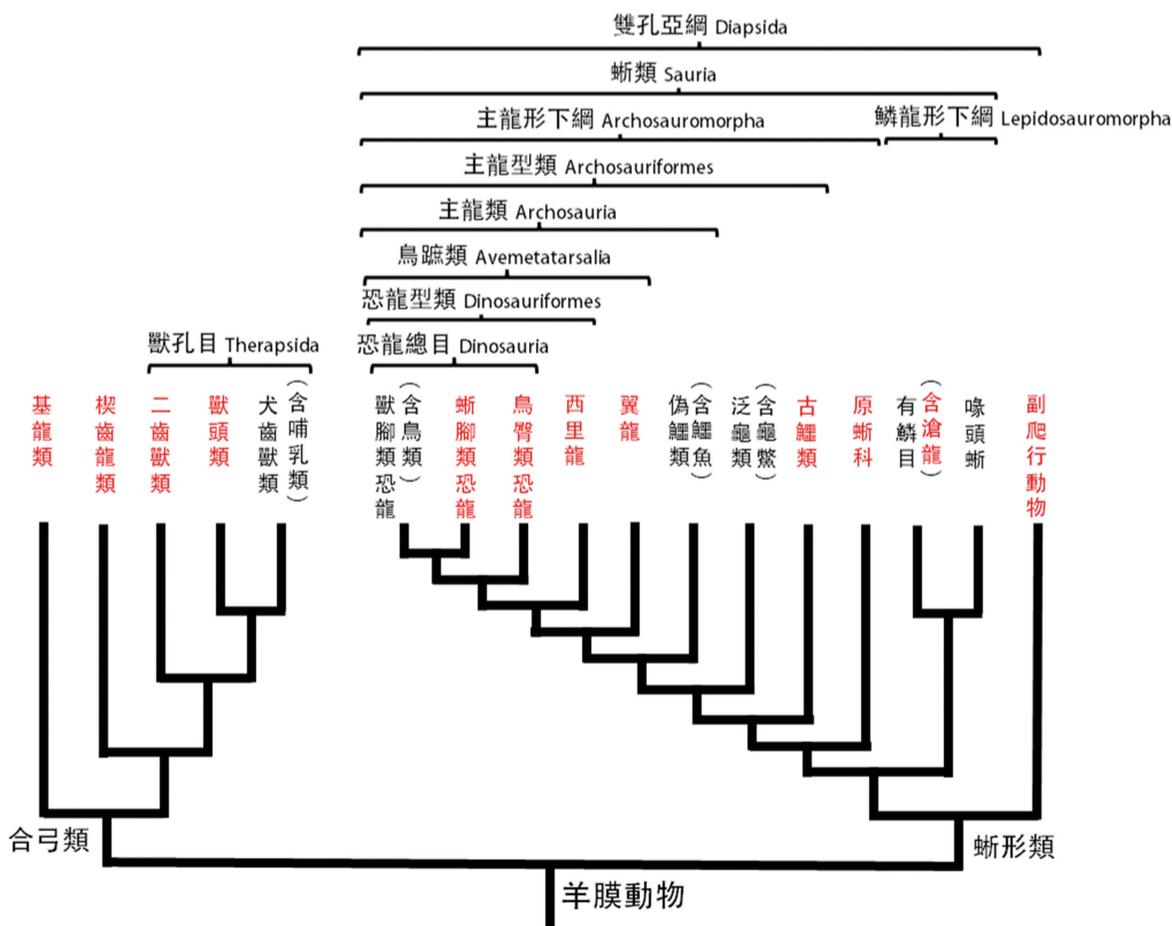


圖3 極度簡化的羊膜動物譜系關係圖，僅呈現本文與日後連載出現的類群。紅字代表該類群已完全滅絕。泛龜類的位置仍有爭議；魚龍和蛇頸龍的位置爭議更大，未列入本圖。

新臺灣之光—高比率 連接陸地的海底峽谷

文·圖—蔣正興

大約兩萬年前的末次最大冰期(Last Glacial Maximum)時，海平面(sea level)比現在低約120公尺，那時的臺灣海峽大部分都是陸地範圍，因此臺灣周圍的陸上河流可以到達古海岸線，且陸地沉積物可以傳輸到更遠的地方，甚至可透過海底峽谷將沉積物傳輸到深海(圖1)。後來全球氣候持續暖化，海平面逐漸上升，約在5000-7000年期間海平面上升到現今位置，臺灣海峽則被淹沒，海岸線向陸地方向遷移到現在的位置。因為海平面上升的結果，造成世界上大部分的海底峽谷的頭部不再靠近河口或岸邊，海底峽谷由於缺乏陸地沉積物輸入，這些峽谷變得不活躍且喪失傳輸沉積物的功能。Bernhardt and Schwanghart(2021)調查世界4633條海底峽谷頭部，其中2765條(60%)峽谷被歸類為斜坡峽谷，1702條(37%)峽谷為切割陸棚峽谷，798條(17%)峽谷歸成120公尺等高線峽谷，只剩183條(4%)峽谷為海岸相連的峽谷。在現今相對高海平面時期，世界上只有4%的海底峽谷與海岸相連及3%的海底峽谷仍能與陸上河流相連並保持活躍。

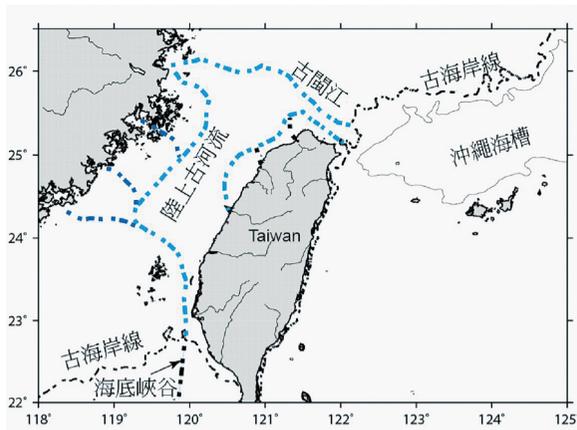


圖1 末次最大冰期時臺灣周圍的古海岸線與古河流分布。(修改自 Boggs et al., 1979; Chiang et al., 2022)

舉例來說，臺灣與日本間的沖繩海槽底部存在大量長江帶來的沉積物，證明古長江曾經直接連接海底峽谷，將遠處青藏高原的沉積物經由古長江及海底峽谷傳輸到沖繩海槽的底部。也就是在上次末次最大冰期時，古長江曾經橫跨約500公里的東海陸棚直接到達沖繩海槽附近，但經歷海平面上升後，古長江因為在平坦的東海陸棚被海水淹沒。且因大陸棚缺乏地形坡度的變化，無法經由重力作用來搬運沉積物，這條通道於是開始阻塞淤積，也無法繼續傳輸沉積物到深海。世界上的大河也多因為海平面上升而無法與海底峽谷相連，只能將陸上的沉積物運送到河口處而無法進入深海。

比較全世界海底峽谷，在臺灣周圍的13條底

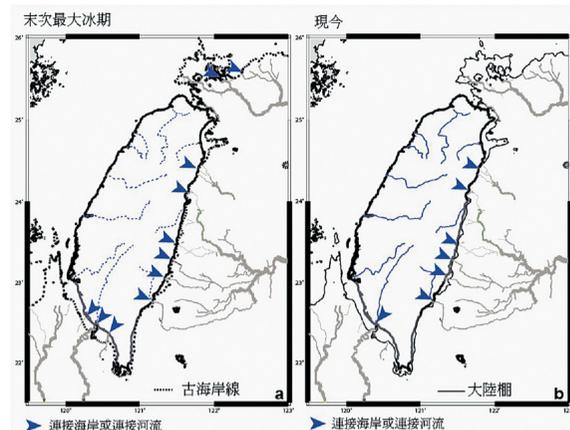


圖2 左圖是末次最大冰期(約2萬年前)臺灣周圍海底峽谷與古海岸線分布，當時有11條海底峽谷與海岸相連；右圖是現在臺灣周圍海底峽谷分布，仍有7條海底峽谷與海岸相連。(修改自 Chiang et al., 2022)

峽谷中竟然有7條($n=7$, 54%)海底峽谷仍然與海岸相連，以及5條海底峽谷仍能與陸上河流相連($n=5$, 38%)，遠高於世界的平均值，創造出新臺灣之光(圖2)。Chiang and Yu(2022)的研究顯示，臺灣的海底峽谷自末次最大冰期以來仍能與海岸相連的關鍵控制因素是由於臺灣的高隆起速率、狹窄大陸棚、坡度陡峭、地震頻率高、颱風侵臺次數多、沉積物供應量大等因素，導致大量沉積物經由海底峽谷輸送到周圍的深海。在臺灣東部邊緣的地震頻率較高，地震促使海底峽谷谷壁崩塌而形成濁流，有利海底峽谷向源侵蝕及便於沉積物的搬運，造就臺灣東部6條都是與海岸相連的海底峽谷。頻繁的地震是臺灣周圍海域出現與海岸相連的海底峽谷另一個重要因素。

藏身葉子裡的 「綠色蜘蛛」

文·圖—王明仁

「螫肢動物」是節肢動物的一個分支，包括蜘蛛、蠶(馬蹄蟹)、蜂蠍和海蜘蛛等，其特徵為口器前有「螫肢」，部分物種的螫肢中空，連結到毒腺，可以將毒液注入其他生物體內。在家裡、室內和戶外庭園都存在的「蜘蛛」，具有兩個體節，8隻步足，但沒有咀嚼器官。大致可分為「結網型蜘蛛」和「遊獵型蜘蛛」，前者會結網，做為棲息之所(例如黑綠鬼蛛、簷下姬鬼蛛和人面蜘蛛等)，而後者不結網，故居無定所(例如盲蛛、高腳蜘蛛和蠅虎等)。

今天帶大家來認識一種奇妙的蜘蛛。走在科博館戶外庭園，偶爾會遇到葉子上面結有類似蜘蛛網狀的東西，仔細一看，裡面竟然藏著一隻蜘蛛！本文分享這一種藏身葉子裡的蜘蛛—黑綠鬼蛛，看看牠的外觀如何？有什麼特別的生態行為？



圖1 藏在綠葉中的蜘蛛



圖2 黑綠鬼蛛的雌蛛

為了讓大家看清楚藏在綠葉中的蜘蛛，特別在影像中做「數位透視處理」，示意這個在樹葉上面平鋪的白色蜘蛛網裡面，躲藏的綠色蜘蛛(圖1)，實際上只能從巢的正面缺口，依稀看見牠的蹤影，隱密性極高。

黑綠鬼蛛(*Araneus*

mitificus)，屬於金蛛科鬼蛛屬，雌蛛體長約0.6至1公分(圖2)，雄蛛約0.5至0.6公分。黑綠鬼蛛又名「黑綠圓蛛」，屬於結網型蜘蛛，分布於臺灣、越南、緬甸、泰國、新加坡、印尼、菲律賓、日本、巴基斯坦、印度、孟加拉、巴布亞紐幾內亞和中國大陸等地區。普遍棲息在平地至低海拔山區的矮灌木中。夜間，牠們會在樹葉上築薄幕狀的巢，網呈圓形，用來捕食小昆蟲，白天會在蜘蛛網附近的巢室中休息。黑綠鬼蛛的外觀和「五紋鬼蛛」相似，惟後者的體型稍大和腹背面無明顯的黑色斑紋。

黑綠鬼蛛可用腳勾住網絲，倒掛著身體，牠忙著抽絲結網，編織好的圓形的蜘蛛網，就成為牠的「獵場」，用來捕食蚊、蠅、蝶和蛾等小昆蟲(圖3)。



圖3 蜘蛛抽絲結網

本文的觀察個體是黑綠鬼蛛的雌蛛，腹部呈寬圓形，腹背白色，腹正面草綠色。腹背邊緣環繞黃色的斑紋，後端有4個黑色的塊斑，外圍夾雜黃色的橫條斑紋及數條黑色的細條紋。從蜘蛛腹背面特寫可以發現，白底中有一個下彎的弧形大黑斑和2個點斑，組成了類似一個有大鬍子的人臉，像不像某種洋芋片食品的商標圖案？(圖4)如果把影像旋轉180度，原來下彎的大黑斑，又呈現類似「微笑」的模樣，顯得十分特殊而逗趣，故黑綠鬼蛛又有「微笑蜘蛛」



圖4 特殊逗趣的腹背面外觀



圖5 頭部正面特寫

的稱號。黑綠鬼蛛的頭、胸部呈黃褐色，8隻步足呈綠色或黃綠色，從蜘蛛的頭部特寫影像中可以觀察到有8枚類似黑芝麻的黑色複眼，排成2列，位於頭部前端(圖5)。

「絲疣」(圖6)是蜘蛛用來吐絲的器官，無論是結網型還是非結網型的蜘蛛，蜘蛛絲先於體內由腺體分泌，再由細管輸送到身體後方的絲疣。蜘蛛身上具有許多細微的突出物，稱為「吐絲管」，吐絲管連結到不同功能的絲腺，它們的形狀大小不一。



圖6 腹部正面特寫

黑綠鬼蛛雖然普遍分布於臺灣的平地到低海拔的山區、田野、公園和校園，但多年來在科博館園區內，筆者僅遇到3個觀察個體，並不多見，而且均為雌蛛，尚未遇過雄蛛，希望能發現雄蛛，以便進一步觀察和比較。

「蜘蛛」種類繁多，總給人一種神秘的感覺，許多人甚至看了會害怕，躲得遠遠的，但是牠們一樣是自然生態中的成員，和許多生物一樣生活在我們的周遭，除了幾種毒性較強的物種要注意，不要靠近和避免被被螫咬外，多多認識蜘蛛的相關常識，就能瞭解其實牠們並沒有那麼可怕！更何況「蜘蛛絲」的應用，對人類生活還有莫大的貢獻呢！值得我們繼續觀察和探討。

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圍的千萬種生物。



- 時間：111/5/6-112/2/19 · 11:00、14:00
- 地點：本館第一特展室
- 費用：免費(需自行購票入館)

「眼不見『微菌』—微真菌」特展定時解說

藉由放大的內生真菌、菌根菌、植物病原真菌、地衣及蟲生真菌等來認識生態系中無所不在的微真菌，並探討它和其他生物以及人類生活的密切關係。



- 時間：即日起至11/27 · 10:00、13:00
- 地點：本館第三特展室
- 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11/6
- 地點：本館第二特展室
- 費用：免費(需自行購票入館)

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：每日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：每日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，請洽本館線上服務之團體報名頁面預約<https://apply.nmns.edu.tw/mp.asp?mp=2>

劇場教室教學

教案結合多媒體視聽設備、標本、模型及實驗器材等，課程內容涵蓋地球科學與環境科學兩大領域。

- 時間：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)

【週間及週末】

象魚餵食秀



在展演動物餵食時段，進行亞馬遜河流域所產魚類的深度解說與相關環境教育。

- 時間：每週二、四、六、日 · 15:30
- 地點：本館植物園
- 費用：免費(需購買熱帶雨林溫室門票)

食人魚餵食秀

於食人魚進食時段，進行食人魚及燈科魚類的深度解說與相關環境教育。



- 時間：每週三 15:30、週六 10:30
- 地點：本館植物園
- 費用：免費(需購買熱帶雨林溫室門票)

【週末假日】

臺灣野望國際自然影展

精選 Wildscreen 影展的得獎或入圍作品，提供您更寬廣的生態視野，並且掌握全球自然環境的脈動。

- 時間：6/3、5、11、18、26 · 15:00-16:00
- 地點：本館地球環境廳
- 費用：免費(需自行購票入館)

「那一刻—琥珀的記憶」特展講座：侏羅紀公園孰真孰假？分子古生物學的最新進展！

從1993年電影侏羅紀公園至今，在複製恐龍的這條漫長路上，科學家已經走了多遠？本講座將帶領大眾探討最前沿的古生物學新知！

- 時間：6/25 · 14:00-15:50
- 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】

「一期一繪」活動

本活動精選海洋議題繪本進行導讀，提醒身處四周環海的我們，海洋其實與我們日常生活息息相關；並藉由動手創作的過程，提供親子互動的機會。

- 時間：6/4 · 14:00-16:00
- 地點：本館地球環境廳

QR code 專區



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

- 費用：每組 200元(不含門票)，需報名，網址：<https://apply.nmns.edu.tw/public/activity/948/actAbbr.asp>

投粽慶端午

端午節包粽子是傳統活動，先解說竹山特產「竹」，再利用竹葉來包粽子，接著進行比賽，將粽子擲出，看看誰的分數最高。

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

學生

【開館日】

動手做(國小K-6年級，中學7-9年級)

電磁擺、太陽計時器、礦物的晶形。

- 時間：6/8、11、12、15、25、26 · 週三 14:00、週六及日 10:00、14:00
- 地點：本館科學教室一
- 費用：100~200元。需報名，網址：<https://apply.nmns.edu.tw/public/activity/957/actContent.asp?actId=957>

探索顯微鏡下的微觀世界(國小3年級以上)

本活動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：每日 10:30-11:30、14:30-15:30
- 地點：本館自然學友之家
- 費用：免費(免入館門票及活動費用)，需現場報名。

探索標本箱—海膽(國小3年級以上)

透過繪本小故事與有趣的任務活動，啟發觀眾的好奇心與觀察力。快來解鎖標本箱，挑戰有趣的探索任務，從中認識海膽的日常。



- 時間：每日，自由參加。約需40-60分鐘
- 地點：本館自然學友之家
- 費用：免費(免入館門票及活動費用)

標本物件探索趣(國小3年級以上)

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：每日，自由參加
- 地點：本館自然學友之家
- 費用：免費(免入館門票及活動費用)

【週末假日】

小心地滑(國小K-6年級)

本活動主要是讓觀眾透過手作「自走動物」，並模擬邊坡災害發生的情況，提醒觀眾正視邊坡災害，以及水土保持的重要性。

- 時間：9:30-11:00、13:30-15:30
- 地點：921地震教育園區
- 費用：150元(不用報名，直接前往活動地點)