

從砂箱到擴增實境砂箱——在博物館的應用

文、蔣正興 圖、張素菁 詹美律

摘要

砂箱實驗可以模擬許多地質特徵。當我們在砂箱內擠壓砂粒，就會造成一系列的斷層或褶皺，進而瞭解地震的生成原因。一般，我們所學到的地質知識，都是來自書本，但事實上對於地質現象總是一知半解、似懂非懂。然而，最近開發的擴增實境砂箱(Augmented Reality Sandbox)實驗革新了傳統的死板教學方式，透過玩砂的過程，學生們更容易吸收地質的新知識。這兩樣砂箱實驗在博物館展示，皆能夠使觀眾容易了解地質現象的形成過程。

關鍵詞：砂箱實驗、擴增實境、砂箱

筆者在臺大讀書時曾在盧佳遇老師的實驗室進行砂箱實驗，轉眼 20 年，回憶起色彩繽紛的石英砂，歷歷在目，印象非常深刻（圖 1）。砂箱實驗可以模擬許多地質特徵，例如擠壓砂粒，就會造成一系列的斷層或褶皺，進而瞭解地震的生成原因。一般，我們所學到的地質知識，都是來自書本，但事實上對於地質現象總是一知半解、似懂非懂。然而，擴增實境砂箱(Augmented Reality Sandbox)實驗革新了傳統的刻板教學方式，透過玩砂的過程，學生們更容易吸收地質的新知識。

彩妝的地層，擠壓後形成山脈與斷層

地質的實驗，有別於一般小尺度可在實驗室完成的實驗。地質領域最困難的是時間與空間的尺度問題，地質時間常以百萬年為單位，長度更常以公里為單位，要把一條數十公里的斷層拿來實際推擠是無法實現的，一個實驗若要進行好幾年也是難以執行。砂箱實驗將數十公里的地層，尺度縮小到數公尺，甚至到數公分的尺度；原本數公里的堅硬地層，尺度縮小後材料性質類似軟弱的砂，科學家因此解決了比例問題，更驗證出砂箱實驗與岩層破裂的性質類似。岩石受力到一定的程度便會產生破裂，而當作用力持續作用時，破裂面會滑動，此破裂面即是斷層面，我們可以透過砂箱實驗，模擬出斷層的破裂與傾角等地質特徵。地質學家利用彩色的砂子鋪成層層的紋理用以代表地下地層，紋理層的砂子經過推擠而模擬出斷層及高山。

然而，科學家所做的砂箱實驗若建置在博物館，從鋪砂到實際推擠過程，準備時間需要 30 分鐘以上，且每次實驗皆須重新清砂與鋪砂，不易於博物館推行大量人次的現場演示，小朋友也不能與砂同樂。所幸，如果使用小巧輕便的道具，如壓克力盒（長約 2 公分，寬約 1 公分）、木棒等，則可以進行簡單的砂箱實驗，小朋友能夠自己動手做及近距離觀察斷層的形成（圖 2）。

擴增實境砂箱

擴增實境砂箱由加利福尼亞大學戴維斯分校研究中心開發，並由美國國家科學基金會(NSF)提供資金支持計畫進行。擴增實境砂箱是由一臺臺投影機、電腦主機、微軟 Kinect 感應器與砂箱所組成。當使用者將砂雕塑完成時，感應器會偵測其與砂子之間的距離，再由投影機將地形模型的等高線與顏色投影在砂子上（圖 3、4）。有趣的是，每當使用者撥動砂子，感應器能即時測量地形的變化，投影的顏色和等高線也會隨之改變。將物件或手放在砂上約 60 公分處，就會出現神奇的影像，虛擬的雨水傾湧而出，染藍了大地。來博物館的小朋友，可以在

博物館裡盡情撥弄砂子，親自塑造出山脈河流的地形，並經由降雨模式來觀測雨水匯集成河，河流在河谷內奔走的情境（圖 5）。

擴增實境砂箱在博物館的功用並不只是單純的遊樂器材，通過導覽員的指導，觀眾可以從中學學習到很多地球科學的相關知識。例如，透過模擬各種地形，可以瞭解水文與地形的關係；模擬洪水氾濫，可以提供都市規劃的參考；模擬居家附近的流域，可以更加認識家鄉的地理。除了具有傳播知識的優點外，擴增實境砂箱實驗的進行也是很便利的（不像傳統的砂箱需要繁複的步驟），既不耗時，更可以達到塑造多種地形的效果，再加上酷炫的光影特效，絕對能成為博物館內最吸引遊客的科教道具，更是推廣地理及地科知識的最佳利器。

近年來氣候變遷加劇，短時間的強降雨造成世界各地的災情，有如國家地理頻道「洪水來臨前」劇情一般，如何能在短時間看到強降雨的畫面，思考地球的危機與預防的迫切性，不妨來霧峰 921 地震教育園區進行一趟「AR 砂箱之旅」。



圖 1. 筆者在 20 年前進行的傳統砂箱實驗，砂箱兩側的拉張可形成一系列的垂直斷層。



圖 2. 利用簡易文具進行砂箱實驗，經過側向擠壓可形成逆斷層。

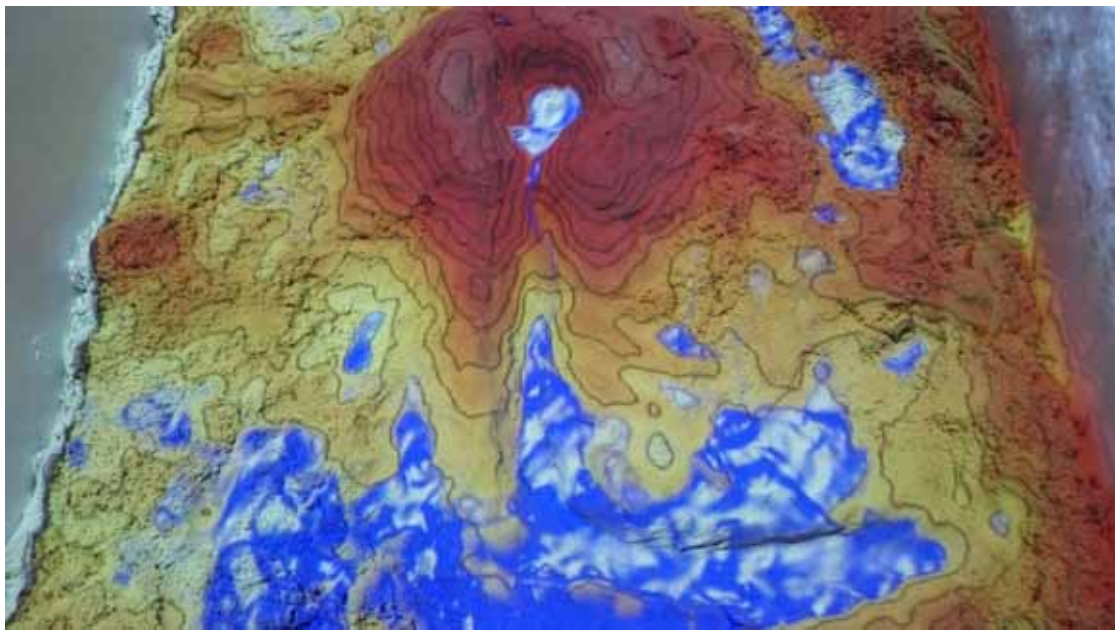


圖 3. 利用擴增實境模擬山脈及河流，暖色系代表山脈地形，藍色表示河流及湖泊。

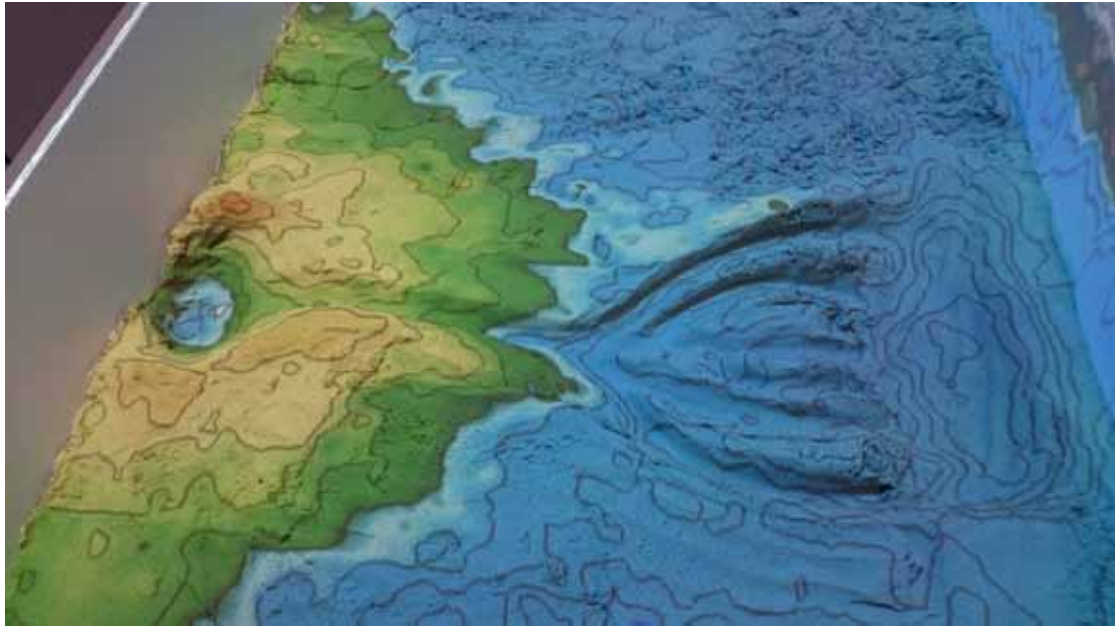


圖 4. 利用擴增實境建構河流與海谷的地形

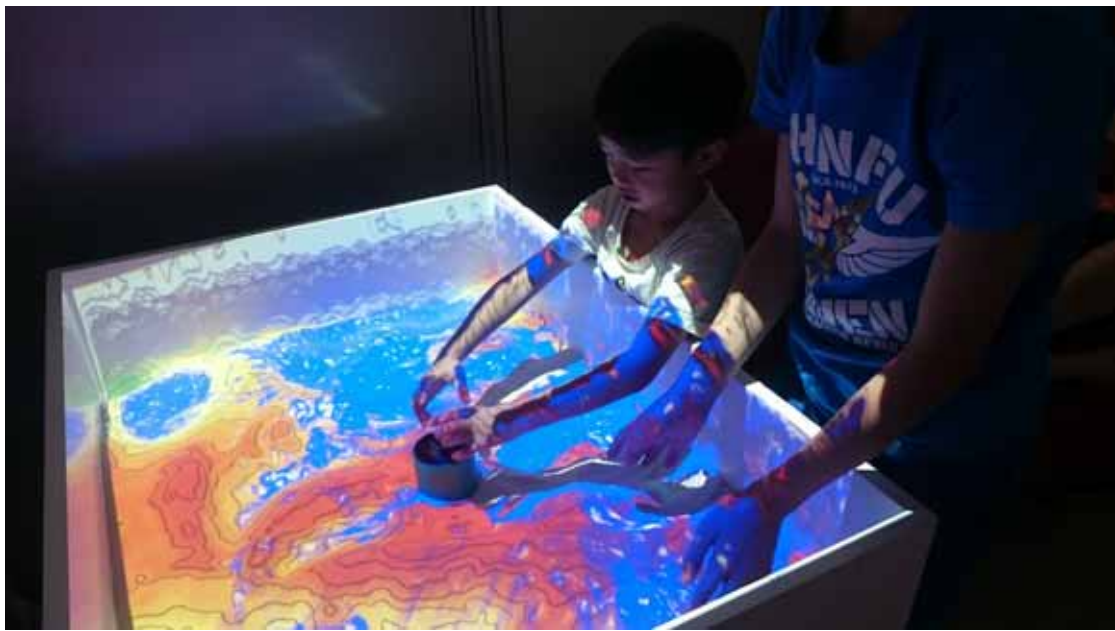


圖 5. 小朋友動手進行擴增實境砂箱實驗，能夠與砂同樂並獲得地科相關的知識。