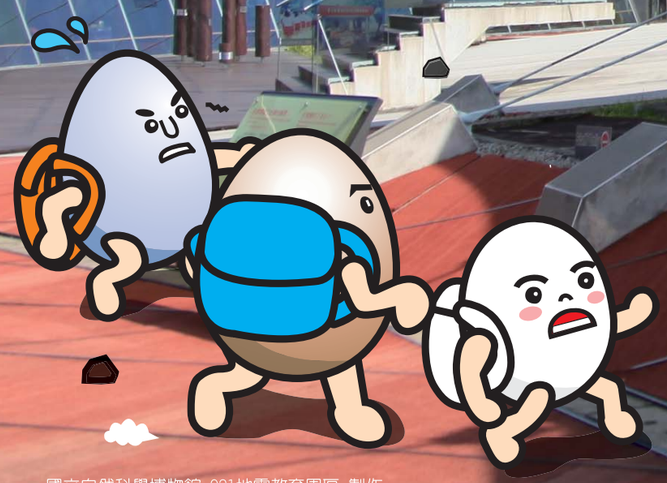
目擊斷層

在兩個板塊的聚合擠壓之下，臺灣島出生了，同時也造成臺灣地質先天的脆弱。臺灣東部地區為板塊隱沒帶，向來地震頻繁，而陸地長期處在高壓之下，每隔一段時間就會突然破裂，引發地震，並造成斷層。

引發九二一地震的元凶，稱為車籠埔斷層，長度將近一百公里，它也通過了園區所在地。現在就來看看它的真面目吧。

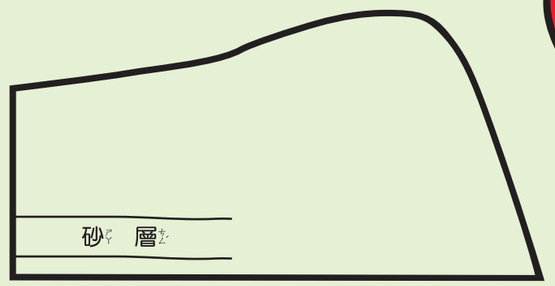


國立自然科學博物館 921地震教育園區 製作
行政院國家科學委員會 99年科普活動計畫（編號 NSC 99-2515-S-178-001）
「地震與工程科學之國小科普教材研發 - 以九二一地震教育園區導覽學習為例」

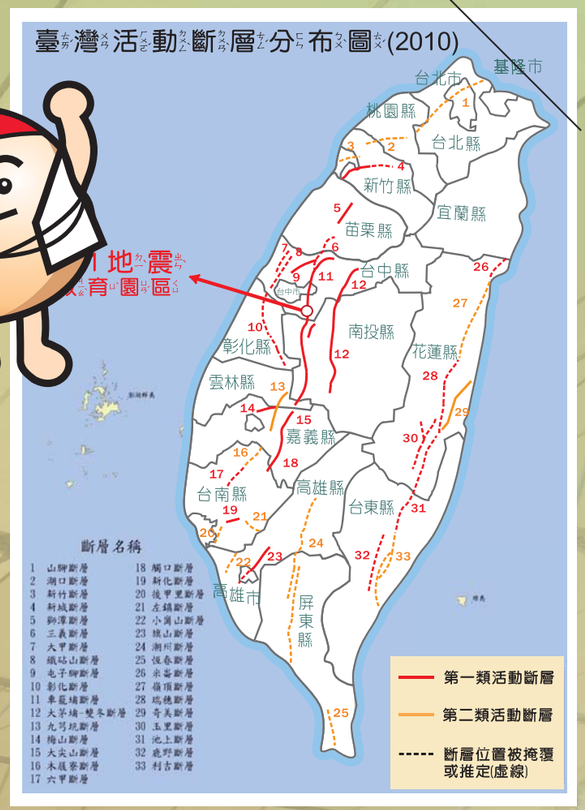
斷層剖面，我也會畫！

請完成斷層剖面右半邊的「砂層」上下界線

保存館中這個「土堆」，是原地把周圍的土壤挖除後，所保留的斷層剖面，你所站的地方，地震前其實是在地底下呢！



臺灣斷層知多少？



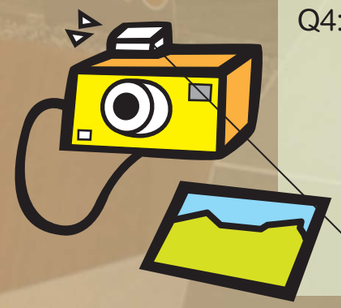
車籠埔斷層線兩側哪一邊高？

保存館有三個斷層現場，斷層的哪一側的地面較高？請觀察，並在下圖中勾選作答

斷層館建築，像什麼？

斷層館與斷層上的鋼纜與薄膜，造型象徵何種意義？

- ☐ 蝙蝠的翅膀，象徵福氣
- ☐ 針線與紗布，象徵斷層縫合
- ☐ 純粹保護斷層，無特別意義



快問快答

Q1: 臺灣活動斷層已知有幾條？

☐ 33 ☐ 44

Q2: 臺灣斷層走向大約為

☐ 東-西 ☐ 南-北

Q3: 車籠埔斷層是

☐ 東側抬升 ☐ 西側陷落

Q4: 車籠埔斷層未經過哪個縣市？

☐ 台中市
☐ 苗栗縣
☐ 台北市

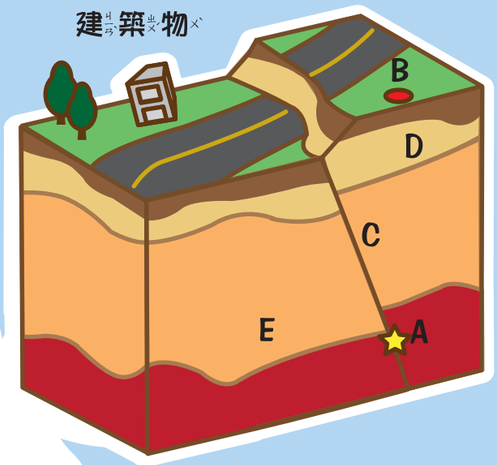
車籠埔斷層保存館

地牛X檔案

在瞭解了地震的由來之後，EGG MEN 也發現，每一次地震，科學家就會建立一個地震檔案，把重要的數據與資料記錄下來，這個檔案就好像是「地牛的身分證」，可以方便地震資料的整理和存放。我們來看看，地震有哪些「身分」資料可以記錄？

專有名詞大考驗

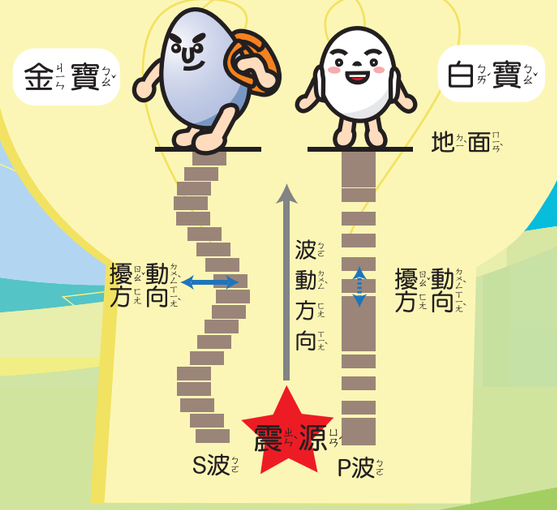
把圖中 A 至 E 填入括弧，並將地震術語與正確的意義相連。



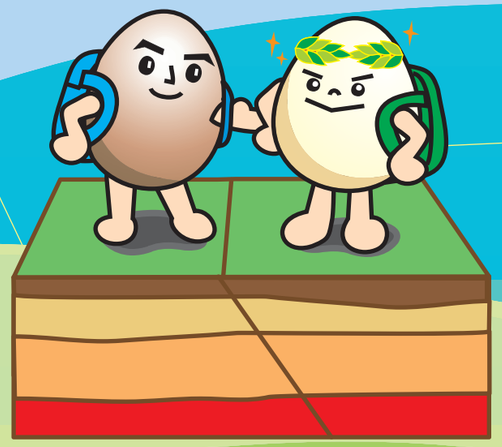
	規模	● 斷層面以上的地盤
	震度	● 地震能量的傳播
( )	震央	● 震源正上方的地面
( )	上盤	● 地表某處的搖晃程度
	地震波	● 斷層面以下的地盤
( )	斷層面	● 地震產生的能量大小
( )	震源	● 地盤相對移動的破裂面
( )	下盤	● 地震發生的源頭

地震波是什麼？

震源的物質受到擾動後，周遭的物質跟著受到牽連，使擾動向外傳播，就形成了波。



藍寶　綠寶



地震前

九二一地震「身分證」填填看！

快問快答

Q1. S 波讓金寶感受到 □ 水平移動 □ 垂直移動

Q2. P 波讓白寶感受到 □ 水平移動 □ 垂直移動

Q3. P 波比S波快，所以地震時我們常先感受到 □ 水平移動 □ 垂直移動

斷層有三種。連連看！

正斷層 ●	● 綠寶降低
逆斷層 ●	● 綠寶升高
平移斷層 ●	● 兩寶橫向遠離

地震科學展示區

打洞區

【目擊斷層】輔導者參考指南

導覽前

本單元主要配合九二一地震教育園區－車籠埔斷保存館的斷層保存區進行參觀學習，展區相對位置如右圖中編號4-1-4-3與編號5所屬範圍區域。

◆ 本指南中五種符號，代表意義如下：

- 目的：說明該主題學習之目的
- 位置：說明該主題相關展品所在位置
- 輔導建議：提供輔導者引導學習者之建議參考
- 小知識：提供輔導者進一步之相關知識
- 答案：提供題目之答案

車籠埔斷層線兩側，哪一邊高？

現場觀察車籠埔斷層造成的地面變化

觀景窗(4-1)、斷層剖面(4-2)、與戶外跑道(4-3)

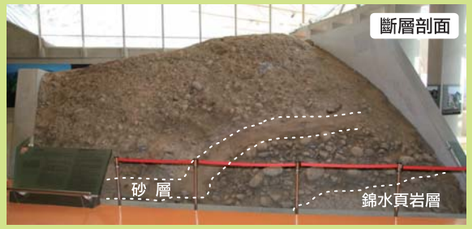
在地球科學展示區之後，可向學習者說明，在車籠埔斷層保存館，有三個地方可見到實際的斷層現場，分別是觀景窗河堤(平面圖4-1)、斷層剖面(平面圖4-2)、與戶外跑道(平面圖4-3)。

(1)觀景窗河堤：

首先，在地球科學保存區之後，可觀察到地面一條橘色地帶是用來標示車籠埔斷層線經過展場內的地帶，在它的左側就是觀景窗，可見到館外的「乾溪」的堤防被斷層破壞的樣貌，如以上照片。輔導者可請學習者從題目中的平面圖與現場進行比對，在斷層線兩邊較高的那一側的答案方格中打勾，說明車籠埔斷層一邊的地盤整個抬起，將河堤截斷。

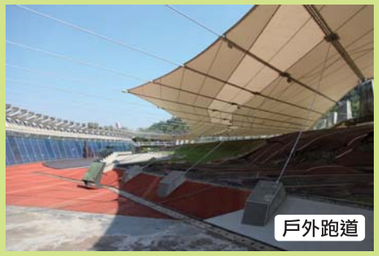
(2)斷層剖面：

輔導者接著可繼續沿樓梯而下，往斷層剖面方向行進，並說明車籠埔斷層當時就是以這個走向進入學校操場。為了瞭解斷層在地下的構造，才將這個地方的土石挖開，只留下這個斷層剖面。



輔導者可向學習者說明，地球的地層在自然情況下，應為水平一層一層地沉積。接著請學習者觀察，剖面中的砂層是否為平的？待學習者回饋後，說明斷層的活動，將整個右半邊的地層抬起，才造成眼前的現況，而中間轉折的部分，就是斷層的位置。請學習者在「車籠埔斷層哪邊高？」的題目上勾選作答，並在「斷層剖面，我也會畫！」畫出剖面右半邊的砂層。

(3)戶外跑道：



順著斷層剖面左側的出口，可通往保存館後段，此時可見右側為一片連續的玻璃帷幕牆，牆外就是戶外跑道。輔導者可引導學習者通過玻璃門到戶外區集合，向學習著指示斷層從剖面繼續前進，穿過眼前的PU跑道，造成約2公尺的地面高差。接著介紹斷層的保護結構，是以「鋼纜」拉著「薄膜」，跨過斷層上方，與保存館主建築頂端連接。說明主建築象徵「針」、鋼纜象徵「線」、跨過斷層象徵「縫合」傷口、而薄膜有如「紗布」，整體意象為縫合大地的傷口。最後請學習者回答「車籠埔斷層線兩側，哪一邊高？」與「斷層館建築，像什麼？」兩題。

臺灣斷層知多少？

認識臺灣的斷層　活動斷層分佈圖面板(平面圖編號5)

參觀完戶外斷層後，輔導者可引導學習者沿原玻璃門回到室內，前往對面的展示面板。請學習者觀察面板上的實線及虛線，也就是臺灣的活動斷層線，並說明所謂的活動斷層，是指10萬年以來曾發生錯移的斷層。說明2010年中央地質調查所認定的活動斷層有33條；臺灣斷層多為南北走向，東側抬升，乃兩板塊東西夾擊的結果。接著指出車籠埔斷層的位置(面板中編號11號)。請學習者針對「快問快答」Q1~Q4作答，其中Q4需根據學習單的臺灣行政區劃來作答。向學習者說明九二一地震就是因車籠埔斷層再次的錯動所引發的強大發能量釋放，造成地表將近百公里的破裂（竹山桶頭至卓蘭），也穿過了園區(前霧峰鄉光復國中)。

車籠埔斷層線兩側，哪一邊高？

斷層剖面，我也會畫

斷層館建築，像什麼？： 針線與紗布，象徵斷層縫合

臺灣斷層知多少？快問快答：

Q1：33　Q2：南-北　Q3：東側抬升　Q4：台北市

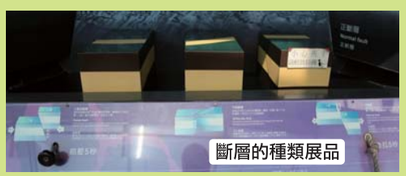
地牛X檔案

認識地震科學相關知識　地震科學展示區(平面圖編號5)

完成臺灣斷層的面板資訊後，在保存館後段沿著牆為車籠埔斷層沿線的損壞照片與地震科學的互動展品。首先，本頁之學習內容主要為整合性知識，無法在特定展品獲得全部答案，因此輔導者必須根據先前的學習，或直接以提供的答案，來引導學習者進行逐題的作答。

輔導者可向學習者說明，每一個地震都會有一個檔案，記錄地震的相關資料，就好像每隻地牛有個身分證一樣。現在，就來看看921地震的身分證，有哪些檔案資料，請學習者先根據先前的學習印象作答，再逐題引導答案。在「專有名詞大考驗」，先引導學習者將圖中的A~E，填入5個地震術語前方的括弧，建議在每一題填寫後，一併與地震術語後對應的意義相連。待完成5個術語後，再將剩下的3個術語與對應的意義相連。

輔導者可在「地震波如何傳達」的展品前進行「地震波是什麼？」的答題，先根據學習單的說明講解P波和S波的差異（可以小知識中提供的學生一路縱隊的方式來操作），主要強調波傳過程的擾動方向與波前進方向，兩者不同，以及P波較S波快。隨後進行「快問快答」。最後在「斷層的種類」展品，進行「斷層有三種。連連看！」請學習者操作展品，觀察三種斷層上盤與下盤的變化，進而回答三個問題



地震波：波是能量傳遞的一種形式。當我們將石頭投入水中，水波會以石頭入水位置為中心，向外逐漸擴大，並擾動浮在水上的物體。地震波就有如水波；水面上受影響的物體，就像地震中受到影響的地物。波的前進並不是物質的前進，事實上，每個地方的水，只在原地擾動，隨後又恢復平靜，只是一前一後擾動的時間差，產生波前進的錯覺。

P波與S波：地震波的型態與地盤物質受擾動的方式有關，當擾動的來源是壓力，稱為壓力波或P波(Primary wave)。 壓力波的物質受擾動方向與波前進方向平行，就像學生排成一路縱隊，每位學生搭在前方同學背上，然後最後一位學生往前推擠，這時學生就會一個接著一個跟著推擠前方的同學，產生一個前進的波形，此時，學生推擠移動的方向與波前進方向平行。

當擾動方式為橫向拉扯時， 稱為剪力波或S波(secondary wave)。剪力波中的物質擾動方向與波前進方向垂直，如同上述的一路縱隊，如果最後一位學生是蹲下，那麼前方同學也會跟著被往下拉，如此形成一個前進的波形，此時學生移動方向為向下，但波向前行進，兩者互相垂直。當地震開始時，P波與S波同時產生，但因P波前進速度較快，對於遠離震源的地區，會先感受到P波，接著才是S波，當震源夠深時，P波向上傳遞，會讓地面產生明顯的垂直向振動，S波則讓地面產生明顯的水平向振動。

斷層：所謂的斷層，是指地層破裂錯移後的不連續現象。這個不連續的面，稱為斷層面，斷層面以上的地盤，稱為「上盤」，反之為「下盤」。斷層的型態大致有3種， 與地層的受力有關；當地層受到水平向擠壓，上盤會沿著斷層面向上滑動抬升，稱為「逆斷層」。若地層受到的是拉開的力量(張力)時，上盤會沿著斷層面向下滑落，稱為「正斷層」。若地層受到的是橫向切力時，此時斷層兩側的地盤只有橫向錯移，沒有上下的移動，稱為「平移斷層」。

九二一地震「身分證」填填看！

專有名詞大考驗

規　模		斷層面以上的地盤
震　度		地震能量的傳播
(B) 震　央		震源正上方的地面
(D) 上　盤		地表某處的搖晃程度
地震波		斷層面以下的地盤
(C) 斷層面		地震產生的能量大小
(A) 震　源		地盤相對移動的破裂面
(E) 下　盤		地震發生的源頭

地震波是什麼？快問快答

Q1. 水平移動
Q2. 垂直移動
Q3. 垂直移動

斷層有三種。連連看！

正斷層	綠寶降低
逆斷層	綠寶升高
平移斷層	兩寶橫向遠離