

甘禮有博士演講心得

史地四 U11104006 林圻蓁

這次甘禮有博士的演講主題聽起來雖然很專業，但博士用很多生活化的比喻和圖片，讓我對地震學的研究方式有更清楚的概念。原來我們平常看到的地球剖面圖，並不是直接「挖」出來的，而是靠地震波像醫學斷層掃描一樣，一層一層地「看」進地球裡面。博士說，地球半徑大約有六千多公里，但人類最深的鑽井只到十二公里，幾乎可以忽略不計，所以地震波就成了我們了解地球內部的「眼睛」。

博士先介紹了「層析成像」這個概念。他說這個技術原本用在醫學上，後來被應用到地球科學，用來描繪地下的速度構造。演講中他提到兩個關鍵詞：「正演問題」和「逆推問題」。正演是從已知的模型出發，預測地震波會怎麼傳；而逆推就是根據實際測到的波形，去反過來推測地下長什麼樣子。這讓我覺得地震學其實很像解謎遊戲——我們只有有限的線索（地震資料），但要還原出整個地球的內部結構，既要懂物理，又要靠電腦運算。

在講到「全波形逆推」(FWI) 時，博士讓我印象特別深。他提到這是一種比傳統旅時層析法更精準的做法，因為它不只看地震波到達的時間，還會考慮整個波形的振幅、相位等細節。聽起來像是把「只聽聲音」變成「看完整影片」的差別。博士展示了他在 Cascadia 倾衝帶和台灣做的實際成果，利用 GPU 平行運算把遠震資料轉換成三維速度模型，能清楚看到地殼厚化、傾衝帶、甚至岩漿庫的位置。當他提到台灣北部的大屯火山群和龜山島下方都觀察到低速異常區時，我覺得非常驚訝——原來我們腳下的世界有那麼多還沒被完全理解的活動。

博士也分享了研究上的難題。他說，地球物理的「逆推」問題常常是「病態的」，意思是可能有很多不同的模型都能解釋同一組資料。因此他們會用到一些數學方法，像是讓模型的各種參數之間（例如密度、 V_p 和 V_s ）有一定的關聯性，這樣反演出來的結果才會更穩定。博士提到他們的研究引入「模型共變矩陣」，能讓密度和 V_p/V_s 比的分佈更真實。這讓我想到，如果未來能把這種分析方法和人工智慧結合，也許 AI 可以幫忙自動學習不同地區的震波特徵，讓反演速度更快、結果更準。

他還談到「週期跳躍問題 (cycle-skipping)」這個聽起來很有趣但又很關鍵

的挑戰。簡單來說，如果模型一開始離真實情況太遠，反演可能會收斂到錯的答案。因此要從長週期、低頻的資料開始，逐步往高頻細節修正。這讓我想到其實很多學習過程也是這樣——要先掌握整體輪廓，才能慢慢補上細節。博士還提到這些模擬要用到多張 NVIDIA V100 GPU 同時運算，讓我第一次真切感受到地球科學研究背後龐大的運算需求。

整場演講聽下來，我最大的收穫是：原來地震學不只是研究災害，還能幫我們「看見」地球內部的樣子。博士的講解讓我覺得這門學問其實很有創造性——它把看不見的東西，變成能被觀測與理解的模型。這也讓我想到，若能把這些地震成像技術和 GIS 或 AI 整合，也許未來可以建立更即時的地殼監測系統，甚至提早預測地震發生的潛勢。

最後，我心裡也有一個小疑問：博士提到台灣觀測站的分佈對成像結果有影響，那如果某個區域的測站比較少，會不會造成那裡的圖像比較模糊？我自己猜想，也許未來可以用模擬補足這些空缺，或用 AI 去「學」出缺少資料的部分，就像影像修復那樣。這雖然只是我個人的想法，但讓我更確定——地球科學的研究，其實充滿了創新與想像的空間。