

出國報告（出國類別：國際會議）

## 參加第六屆國際地質災害研究研討會

服務機關：交通部中央氣象局

姓名職稱：蔡旻倩技士

派赴國家：德國

出國期間：107年3月2日至11日

報告日期：107年5月21日

## 摘要

國際地質災害研究研討會係以地球科學天然災害為主題，每 2 年由不同國家舉辦 1 次之國際性研討會。2016 年第五屆研討會在臺灣舉行，而今年（2018）則移至德國德勒斯登，這個非常富有文化特色的城市。此會議廣邀各國從事地球科學天然災害與防災相關之研究學者，供大家發表研究成果與互相交流的機會。中央氣象局（以下簡稱本局）發展地震預警與地震前兆等相關工作與研究由來已久，且成果豐碩，其中在地球物理相關研究方面已有不錯的成績，因此本局地震測報中心蔡旻倩技士受邀參加此次國際研討會，並發表口頭論文如下：「THE STUDY OF SEISMOGENIC STRUCTURES IN TAIWAN WITH THE AID of GNSS and InSAR DATA: IMPLICATIONS FOR SEISMIC HAZARD ASSESSMENT」。參與本次國際研討會可以瞭解國際上地球科學發展，且於地震預警，地震前兆分析等技術開發，與實際防災應用的情形與效益，有助本局未來業務規劃之參考。本文將介紹研討會過程及最新研究成果，並提供研討會後心得及建議。

## 目次

一、目的 .....	4
二、過程 .....	8
三、與會心得 .....	17
四、建議 .....	19
附錄一、與會點滴及照片 .....	20

## 一、目的

臺灣位於歐亞板塊之大陸邊緣以及菲律賓海板塊之呂宋島弧間，晚中新世以來的斜向聚合，頻繁的地震活動與快速大地形變顯示臺灣正處於活躍的構造運動中（圖 1），近百年來臺灣地區所曾發生多次重大災害性地震，例如：1906 年梅山地震，1941 年中埔地震，1964 年白河地震，1999 年之集集地震等（圖 2）。全球衛星定位系統（Global Positioning System, GPS）原是美國海軍於 1973 年為了軍事導航及定位的需要而研發，其發展至今已三十多年。隨著美國 GPS 與俄羅斯 GLONASS 現代化計畫展開及歐盟 Galileo 衛星即將發射，宣告著 GNSS 時代來臨。GPS 使用者在全世界任何時間與地點皆可將位置定到公分級的精度。而定位精度的提升，開發了許多新的應用領域，近年來，全球衛星定位系統已成為地殼變形及地體動力學研究的利器。除了常見的民用導航外，也可用於標準鐘校時、衛星軌道定位、電離層研究、大氣層水氣含量模擬、局部地層下陷觀測、地殼形變監測、或是地震前兆的相關研究。

中央氣象局地震觀測網（Central Weather Bureau Seismic Network, CWBSN）在 1991 年後進入細緻化的地震觀測時代，根據 CWBSN 各測站檢測震波之能力，其觀測效能已進入微震觀測程度，擁有相當豐富的地震資料可用於速報、分析或研究。在 GPS 連續觀測網方面，中央氣象局自 2001 年起與中央研究院地球科學研究所合作建立「臺灣 GPS 連續觀測網」，至今有超過 200 個連續觀測站。整體而言，目前全臺由不同單位所建立運轉中的連續觀測站近 400 站（圖 3），對比其他國家測站密度相當高。因此，如何有效地運用地殼形變與地震觀測資料，並進一步探討分析地殼形變與地震活動間之關連性，進而達到區域地震潛勢評估、天然災害防治、地震前兆訊號偵測及斷層活動度分析，且藉由會議間之討論交流，以期進一步改進與推廣本局相關研究成果，為本次與會之主要目的。

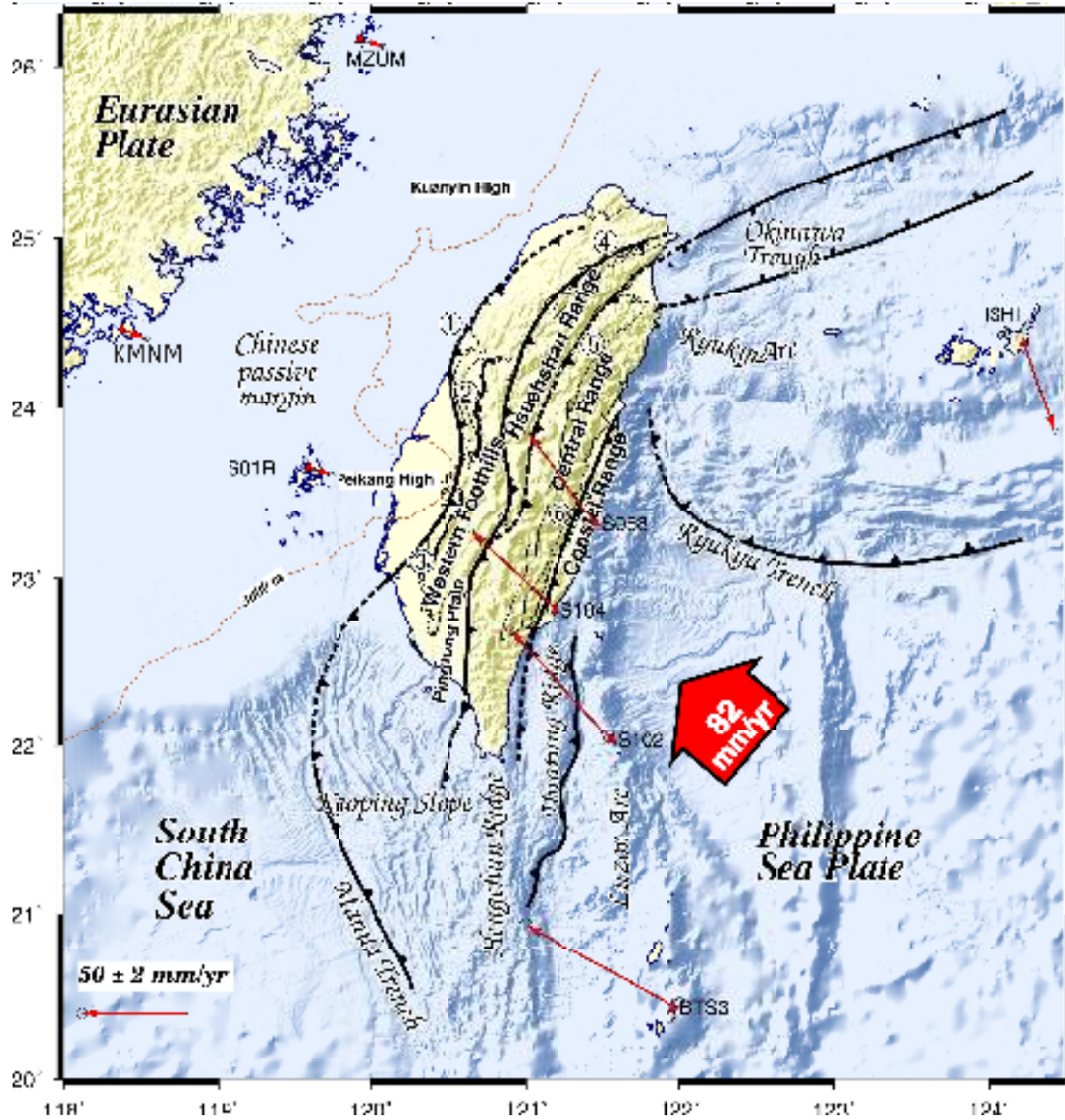


圖 1、臺灣地體構造圖。臺灣位於歐亞板塊之大陸邊緣以及菲律賓海板塊之呂宋島弧間，晚中新世以來的斜向聚合，頻繁的地震活動與快速大地形變，顯示臺灣正處於活躍的構造運動中。

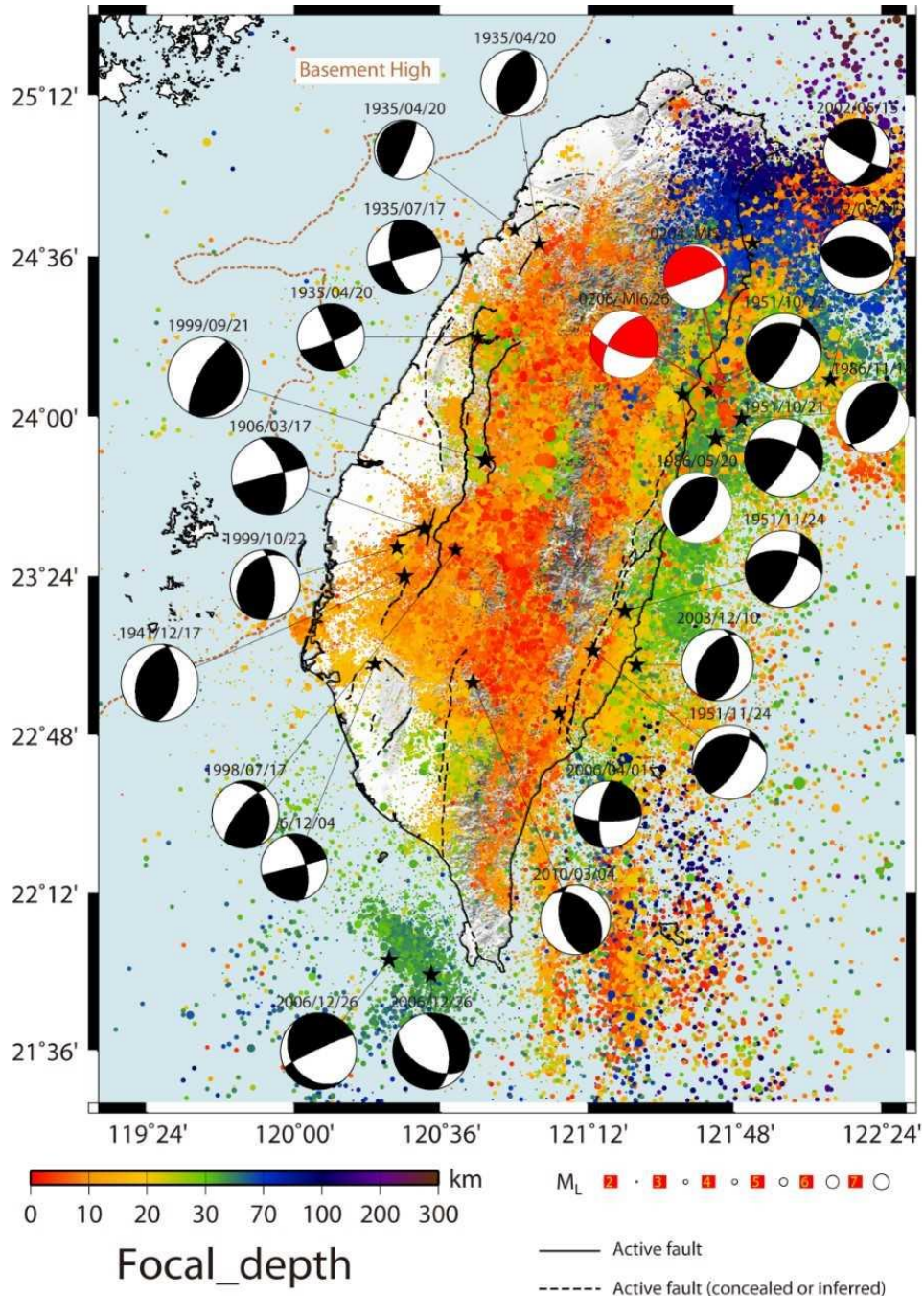


圖 2、二十世紀臺灣地區災害性地震之震央分布圖。圖中紅色星號為地震震央位置，大小分別代表不同規模，可見大部分地震發生在東部與中西部地區（臺中—嘉義—臺南地區），東部地區的地震型態通常為典型隱沒帶地震，深度較深。大部分的淺源地震，還是以臺灣中西部為主。圖中顯示過去一世紀以來臺灣發生過 20 次以上的災害性地震。



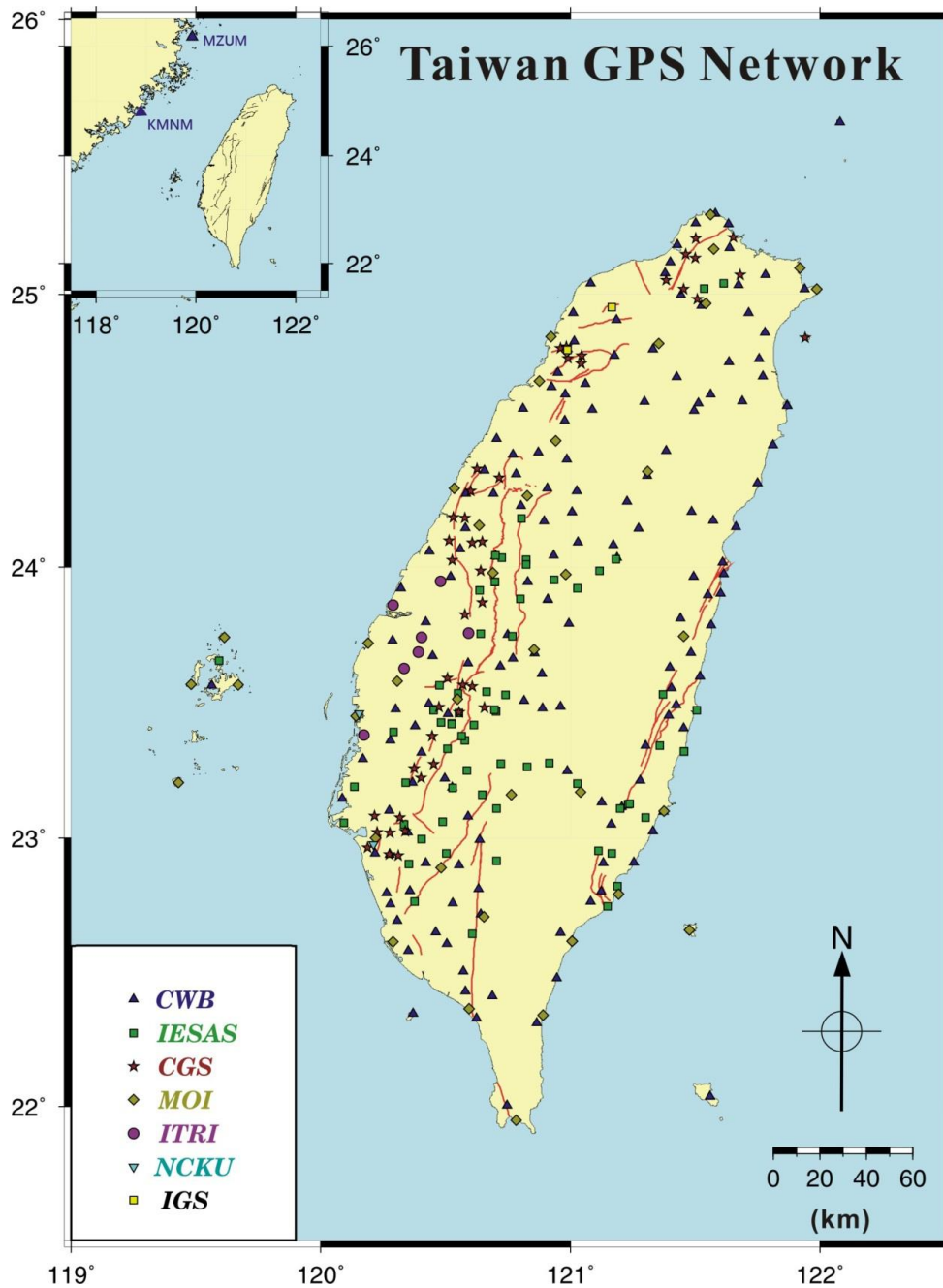


圖 3、臺灣 GPS 連續觀測網測站分布圖。不同圖形與顏色符號，分別代表不同單位之測站。其中包含交通部中央氣象局（CWB）、中央研究院地球科學研究所（IESAS）、經濟部地質調查所（CGS）、內政部國土測繪中心（MOI）、工業技術研究院（IRTI）、國立成功大學（NCKU）以及 IGS（International GPS Service）。

## 二、過程

第六屆國際地質災害研究研討會（會議網頁：<http://igrs.co/>）今年於德國德勒斯登市舉辦，該會議每兩年舉辦1次，廣邀各國從事地球科學天然災害與防災相關之研究學者，供大家發表研究成果與互相交流的機會，本局地震測報中心蔡旻倩技士應本屆會議主席 Thomas Streil 教授之邀請，前往德國與會。

今年會議舉辦地點，德國德勒斯登市是德國薩克森自由州的首府為一個非常富有文化特色的城市，亦是該國東部重要的文化、政治和經濟中心；位於德國的東南方，易北河谷地，南面離捷克邊界僅30公里，距捷克首都布拉格150公里，北面距離德國首都柏林200公里，離西北方薩克森州另一個大城市萊比錫100公里。德勒斯登的城市人口超過56萬（2016年），都會區人口共有125萬，而德勒斯登所在的薩克森三角城市聚集區共有320萬人，被列為德國主要大城市之一。殘留的考古學上的蹤跡可以證明，後來成為城市區域的地區在石器時代已有人類定居。在可考的文字紀錄中，德勒斯登最早於1206年被提及，並被發展為帝侯及後來的皇家領地，之後更成為歷史上的薩克森王國的首都，擁有數百年的繁榮史、燦爛的文化藝術，和無數精美的巴洛克建築（德勒斯登的巴洛克風格），被譽為歐洲最美麗的城市之一。作為重要的文化中心，德勒斯登又被稱為「易北河上的佛羅倫斯」。在第二次世界大戰以前，德勒斯登也是德國照相機、鐘錶製造和高級食品的生產中心，是德國最發達的工商業城市之一。在第二次世界大戰時，該市遭到盟軍的大規模空襲，城市面貌已經面目全非。不過自1990年德國重新統一後，德勒斯登再度成為德國東部的文化、政治和經濟的中心，再度成為一個擁有豐富旅遊資源的城市。本次會議舉辦地點為德勒斯登市中心博物館，會場位於藝術與美的博物館內，為科學增添了幾分文化美術氣息。



蔡旻倩技士出國與會行程表如下：

日期	地點	工作摘要
107年3月2日 至3月3日	桃園-德國德勒斯登市	3月2日於臺灣桃園國際機場出發，於3月3日上午在德國法蘭克福機場轉機後抵達德國德勒斯登市，並搭乘交通工具至市中心旅館。
107年3月4日 至3月9日	德國德勒斯登市	參加第六屆國際地質災害研究研討會，並發表論文，題目為：「The Study of seismogenic structures in Taiwan with the aid of GNSS and InSAR data: implications for seismic hazard assessment」。
107年3月10日 至3月11日	德國德勒斯登市-桃園	3月10日一早於德勒斯登出發，搭乘8：15AM飛機至德國法蘭克福國際機場轉機，在搭乘華航班機返國。於3月11日上午抵達臺灣桃園國際機場。

第六屆國際地質災害研究研討會相較於其他大型性會議（例如：美國地球物理科學年會，AGU）規模雖不大，但卻給予每位講者充分的口頭發表時間與討論時間。比起一般大型會議只有15分鐘的論文發表時間，本會議有更多意見與技術交流的機會。蔡技士其發表內容摘要如下（圖4）：

**THE STUDY OF SEISMOGENIC STRUCTURES IN TAIWAN  
WITH THE AID of GNSS and InSAR DATA:  
IMPLICATIONS FOR SEISMIC HAZARD ASSESSMENT**

Min-Chien Tsai<sup>1\*</sup>

1. Seismological Center, Central Weather Bureau, Taipei, Taiwan (R.O.C).  
([minchyen@scman.cwb.gov.tw](mailto:minchyen@scman.cwb.gov.tw))

Taiwan is located at the convergent plate boundary between Philippine Sea Plate and Eurasian Plate, with rapid crustal deformation and high active seismic activity. Many disastrous earthquakes occurred in the Taiwan area during the past century. In SW Taiwan, the horizontal velocity increases from about 40 mm/yr at Chianan to 55 mm/yr in the Kaoping area with a counterclockwise rotation, and approximately half of 80 mm/yr plate convergence rate is accommodated on the fold and thrust belt in the area. The anomalous high strain accumulations across major structures in SW Taiwan are revealed by the Continuous GNSS and SAR interferometry. A dense continuous GNSS array composed of more than 400 stations was established by the Central Weather Bureau of Taiwan and the other Institutes after the 1999 Chi-Chi Earthquake. GPS and SAR interferometry suggest that the Chishan fault is connected to the splay fault bordering the lower- and upper-slope of the accretionary wedge; it could be a major seismogenic, out-of-sequence thrust fault in SW Taiwan responsible for large magnitude earthquakes. This setting resembles that of the Nankai accretionary wedge (Japan). Thus the assessment of major seismogenic structures by considering strain accumulation between the frontal décollement and out-of-sequence thrusts is a crucial topic. In this study, we will use continuous GNSS and InSAR data to re-assess the seismogenic potential of the Chishan fault and the implications for the natural hazards in SW Taiwan.

圖4、蔡技士口頭發表之摘要全文內容。

與會過程中，學習到許多新的知識，可以運用於局中業務，內容分述如下：

(一) GNSS連續觀測資料解算與品質管控：

於解算軟體方面，目前氣象局有兩套GNSS資料解算系統，一為GAMIT/GLOBK軟體，另一則為2014年引進之GIPSY/OASIS（GPS Inferred Positioning System/ Orbit Analysis and Simulation Software），兩套軟體在解算的功能與結果上各優劣有不同。為確保解算成果之正確性，將針對不同的解算需求而實行不同的解算策略之成果做比較，其中包含解算框架的差異、固定站選取的差異等等，力求標準化解算流程，並將解算策略公開於成果報告中，以供後續資料使用者使用。另外雜訊研究（noise analysis）與分析是提升資料品質的一種方法。在多數GPS時間序列的研究中，僅將觀測資料的誤差視為與觀測時間無關（time independent）的白雜訊（white noise，或稱全頻等幅雜波），因為白雜訊的數值模型及計算較為容易，藉由大量觀測資料即可削減其影響，但若不考慮與時間相關（time dependent）之色雜訊（color noise）的存在，將會低估地殼形變速度的誤差值。尤其是地殼形變率較低的地區測得的GPS 位移量很小，若低估誤差可能會導致地殼形變大小及方向上的錯估，這時考慮色雜訊的影響就格外重要。因此，分析GNSS時間序列上的誤差類型及雜訊特性，建構適合的模型，以期正確估算各項模型參數及其誤差值，進而計算地殼形變量或運動速率。另外，本局目前所有GNSS連續觀測站都有進行透空度圖和QC時間序列的繪製來監控資料品質。以上方法都可以有效確立解算結果之正確性，以期未來找出可能的震前異常，並做為臺灣地區地震潛勢評估之依據。

(二) 地震監測技術之交流：

臺灣為地震頻繁的國家且目前的地震監測技術已經成熟，由地震發布時效與精確度皆可得知相同訊息。尤其是於東部外海所布設的海底電纜地震觀測站，增加了地震觀測的有效涵蓋區域，大幅提升臺灣地區東部外海的地震定位精度，也發揮了相當的地震預警功效。目前本局正推動的地震監測主要業務，強震即時警報系統在本次會議中，獲得一致好評。臺灣於1999年發生的921集集地震目前也為德國天然災害防災與研究的重點。集集地震造成車籠埔斷層將近100公里長的破裂，劇烈的地殼變形造成了兩、三千人死亡，臺灣當初於30秒內就達到地震發布。快速且精確的地震發布用於防災是相當重要的一環，當大

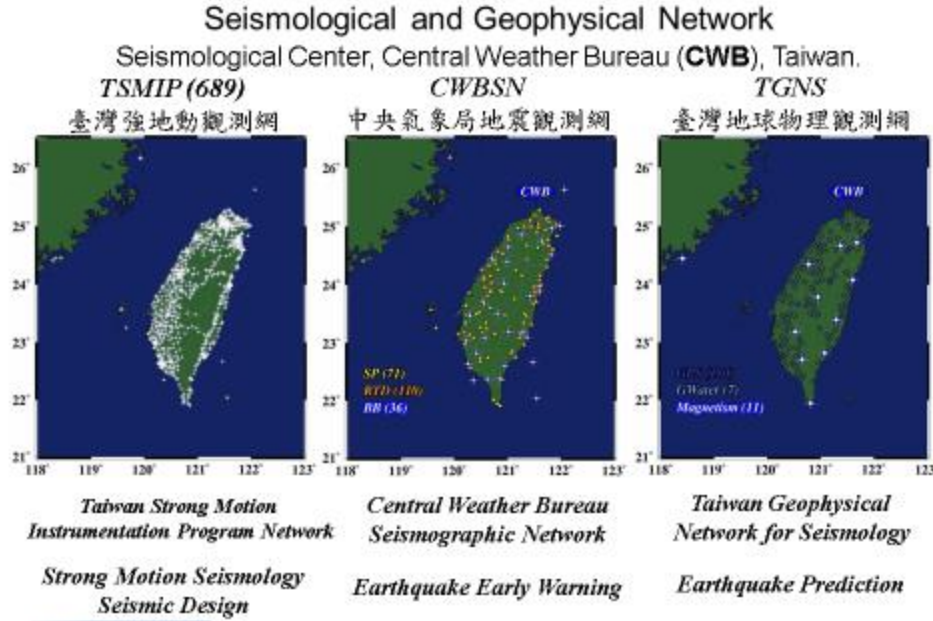
地震來臨時，快速地將地震訊息傳送給防救災單位，可以有效減少災損與傷亡，而德勒斯登地震不多，但卻是一個相當重要的科學研究中心，擁有許多研究人員，該市經常被稱為「德國矽谷」。德勒斯登工業大學是世界上最古老的科技大學之一，2012年位列德國11所精英大學之一，因此對於此技術可運用於相關減災科技特別有興趣。

### （三）GNSS基線變化前兆異常探討：

基線泛指測站與測站兩兩相對所得到長度變化，蔡技士以選定之臺灣西南部地區40條以上跨斷層的基線作時空分析之研究。但在做基線分析時，需要考慮到的重要因素為測站本身品質是否良好，因此在選定測站時，環境品質之控管很重要。垂直向的基線精度非常差，因此在未來用於本局作業中，只採用水平分量（東西與南北分量）做基線分析為佳。當基線於時間序列中用簡單的線性回歸估算其斜率，當斜率為正值時表示伸張（extension），負值則表示縮短或壓縮（shortening）。跨斷層的基線不僅可以瞭解斷層於時間序列中表現的行為，若有更進一步的研究，還可以用於大地震前異常等相關研究。另外，基線的變化分析來自於原始資料，而應變率的估算則來自處理過且經過許多修正之速度場估算而得，若兩者結果一致且可相互配合，則可能得到應變在大地震來臨前於時間域或空間域的異常，進而找出高孕震潛能地區。

### （四）地震前兆與地球物理資料觀測之應用

地球物理資料與前兆觀測息息相關，雖說目前仍無地震預測的方法，但藉由地球物理資料觀測地震前兆卻是有可能的。本次與會的許多研究學者中，對地震前兆多有著墨，有許多更是地化學者，因此地球物理觀測方法是重要的。以本局目前有的地球物理觀測資料，可細分為：GPS連續觀測資料、地震地下水觀測、重力觀測、磁力觀測、電離層監測及應變儀觀測等，這些亦是日本地球物理觀測資料的重點項目。圖5為臺灣地區目前本局所有之地震與地球物理資料觀測網。其各有不同的用途，可用於強震監測、地震發布與前兆觀測。



圖五、中央氣象局地震與地球物理資料觀測網。

#### (五) 持久性散射體合成孔径雷達干涉 (PS-InSAR) 之防災應用

偵測地表變形的測量方法很多，如地面測量、航空攝影測量、全球衛星定位系統及空載光達 (Light Detection And Ranging; LiDAR) 等，皆可用來研究變形前後的地貌變化。而遙測學上另有一項以合成孔径雷達干涉技術 (Interferometry SAR; InSAR) 及合成孔径雷達差分干涉技術 (Differential InSAR; DInSAR) 來產製數值地形模型 (Digital Terrain Model; DTM) 與形變量測的方法，其受雲、霧及水氣等的影響量小，提供大範圍的量測資訊，可較快速得到突發的地表起伏變化 (如山崩、地震) 及緩慢的地表起伏變化 (如地層下陷) 等。所謂InSAR 是利用同一地區不同時間所拍攝之兩幅影像進行干涉處理，可產生高精度之DTM，其主要概念為解算影像像對中，對應像元間雷達回波訊號之振幅 (Amplitude) 與相位 (Phase)，並回復 (Unwrapping) 影像像對之間的相位差，即可獲得大面積之DTM。合成孔径雷達差分干涉法 (Differential Interferometry Synthetic Aperture Radar, DInSAR) 為利用2至4幅不同時間、相同區域之InSAR影像獲得此時間差內目標物的位移。因干涉影像的相位資料包含了形變位移及地形效應，因此藉由相減此兩張InSAR影像消除原始地形效應，便可獲得此時間差內目標物的變形位移變化。DInSAR量測地表位移的相位變化遠大於地

形造成的相位差，因此此技術對於測量地表變形具有相當高之敏感度和精度，可獲得公分級的準確度，現今多用於監測同震變形（例如2016美濃地震同震變形）、火山噴發與地層下陷等地表變形。但臺灣地區由於地形高低起伏及植被的影響，易因雜訊過高而較不易產生良好的干涉圖，對長時間的變遷監測而言，可能無法確保良好正確的成果，因合成孔徑雷達影像品質的好壞受時間基線、空間基線、影像Doppler中心頻率差異及地形坡度等影響，當雷達影像品質不好時便會失去影像同調性，進而影響結果之精度，因此便改良發展出合成孔徑雷達差分干涉此技術。

本研究學者所使用之合成孔徑雷達干涉技術(Interferometry Synthetic Aperture Radar, InSAR)為利用衛星繞行軌道的方式，拍攝同一地區不同時間的SAR影像，SAR影像紀錄了振幅及相位之複數資料(Complex Data)，振幅反應回波的強度，與地表坡度及平滑程度有關，相位反應天線和地面目標物的距離、大氣延遲效應及電磁波和地表的交互作用。利用振幅比對可做影像套和，再利用相位資料處理干涉，因距離變化會造成雷達波訊號產生相位差(phase difference)，此相位差會以干涉條紋(fringe)的形式呈現，便可利用相位值的差異來獲取地表三維資訊，並且利用衛星側視的三角幾何條件，以干涉技術(Interferometry)獲得地表高程資料。

美國SEASAT 衛星發射升空，揭開了SAR 時代的序幕。SEASAT 為美國JPL/NASA（Jet Propulsion Laboratory/National Aeronautics Space Administration）第1個以雷達影像來研究地球的太空任務，於1978年6月28日發射，但於同年10月10日後因電路系統故障而停止運作。1991年歐洲太空總署發射裝置VV 極化(即雷達波垂直發射垂直接收)、C 波段合成孔徑雷達系統之ERS-1 衛星，在ERS-1 之早期任務中（1991 - 1995年），使用者可選擇重複週期為3天、35天或168天之SAR影像對。而在1995年ERS-2發射後，其與ERS-1所組成的協力式任務（Tandem Mission），可提供僅相差1天的影像對，此任務主要目的是希望藉此獲得全球的地表SAR 觀測資料，並能在縮短資料時間間隔之情形下，增廣其大地監測應用領域，但ERS-1已於2000年3月停止運作。ENVISAT 為歐洲太空總署為延續ERS-1/2 之地球觀測任務，於2002年3月所發射之衛星（圖6）。ENVISAT 為一太陽同步衛星，飛行高度約800 km，重覆觀測週期為35天(同ERS-1/2)。ENVISAT 上共載有10個載具，其中包括一合成孔徑雷達系統，名為ASAR（Advanced SAR），為多極化雷達。而ALOS衛星於2006年1月24日發射成功，並於同年2月16日拍攝第一幅影像（圖7）。ALOS衛星為日本地球觀測



衛星計畫中，負責針對陸地區域進行觀測的衛星，其主要工作為製圖、環境監測、災害監測及自然資源調查等。ALOS衛星為一太陽同步衛星，平均航高691.6 km，軌道與赤道傾斜角 $98.2^\circ$ ，其軌道週期為46天，並可高速處理大量之資料，及提供高精確度之衛星拍攝位置及姿態。

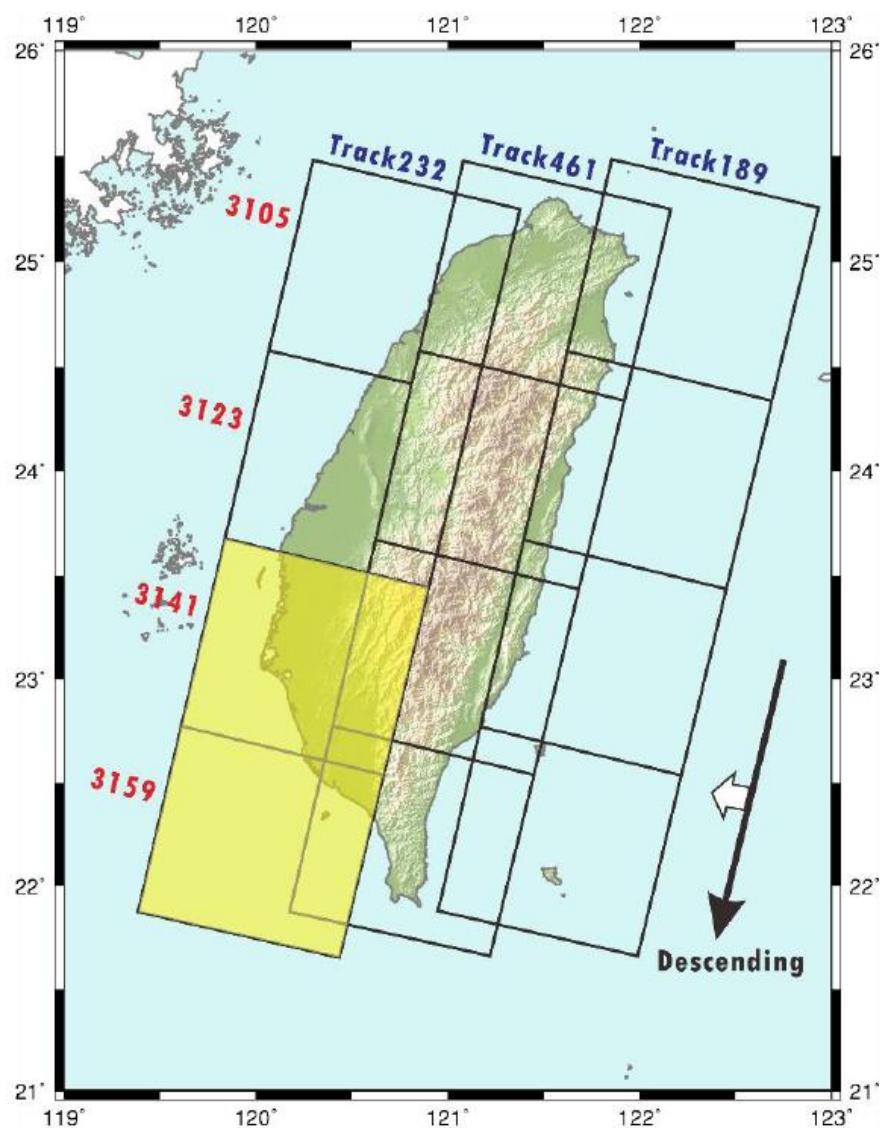


圖6、ERS-1/2及 ENVISAT衛星選取區域涵蓋示意圖（降軌），以本圖為例，衛星軌道239，像幅編號3141及3159。

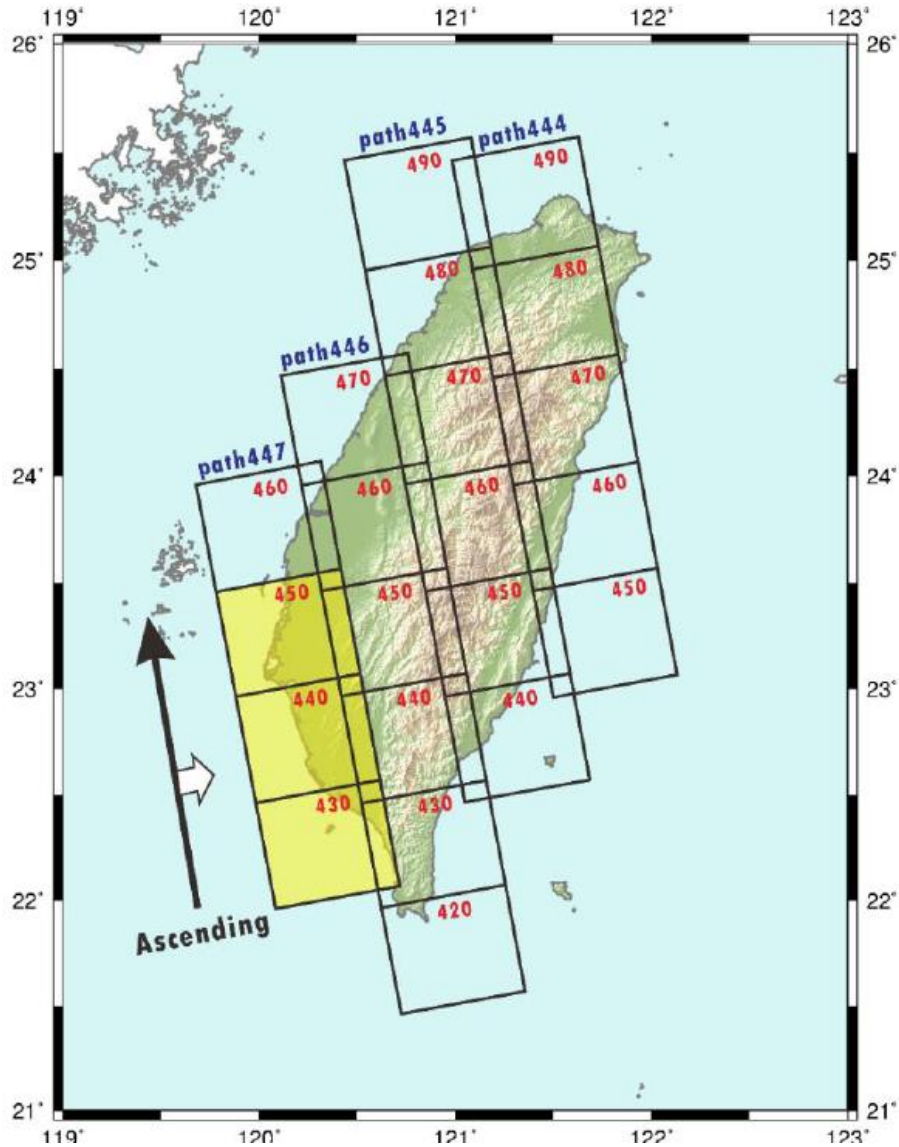


圖7、ALOS衛星選取區域涵蓋示意圖（升軌），以本圖為例，衛星軌道 447，像幅編號 430至 440。

簡而言之，上述方法若配合時間變化作分析，可瞭解應力型態轉變與構造之間的關連性，進而評估該區之地震潛能。配合台灣地區之地震活動分析結果、地質構造概況，若能進一步使用不同地殼變形模式逆推，將有助於瞭解對臺灣不同地區之可能構造形式或分析斷層活動度，進一步評估該區之地震潛能，作為提供地震危害度分析之重要依據。

### 三、與會心得

臺灣位於歐亞板塊之大陸邊緣及菲律賓海板塊之呂宋島弧間，頻繁的地震活動與快速大地變形顯示臺灣正處於活躍的構造運動，具有極大潛能發生致災性地震。自二十世紀以來，臺灣曾經發生多次規模大於6的地震，例如1906年梅山地震、1941年中埔地震及1964年白河地震等。尤其是西部麓山帶區域有一系列逆衝斷層，其中1999年9月21日所發生的集集地震，破裂長達100公里之車籠埔斷層亦屬於前述之變形前緣逆衝斷層帶，更是臺灣地區活動地震帶之一。於地質構造學上，前緣逆衝斷層及隱伏逆衝斷層的發育所造成的地殼破裂及地殼形變危害性最大。本局的優勢在於擁有豐富的地震觀測資料與地球物理觀測資料，相較其他無地震之國家，為天然科學的實驗室。

連續觀測的GPS資料可以有效的用於震前、同震和震後形變之相關研究，獲知地殼應變累積、能量釋放過程及震源斷層之力學性質。另外，GPS時間序列的資料中也包含了許多有用的訊息，除了最顯著的板塊運動訊號之外，還有許多可能源自固體潮、季節更替之不同週期的微小變化，或是時間相關的誤差、斷層無震滑移的訊號等。藉由GPS 資料分析座標變動與時間、空間的關係，配合時間序列分析（Time series analysis）及其他相關研究，可掌握臺灣地區地殼變形的時空變化。而地震資料本身直接提供了有利證據用為判定活動斷層的位置，尤其是存於地殼中的盲斷層（Blind fault），致災潛能最高。

本局之地震觀測網在1991年後進入細緻化的地震觀測時代，觀測效能已進入微震觀測程度。尤其於2005後開始建置的新一代地震觀測網，除著手更新現有即時地震觀測站之外，更新建置了高品質的井下地震儀觀測站與東部海域海底地震觀測站，大幅提升地震紀錄品質與擴展地震監測範圍，豐富的資料可用於地震速報、防災或是研究，且可偵測到的最小地震規模（最小完整地震規模， $M_c$ ）下降至1.5以下。發生於2016年高雄地區的美濃地震，就是一個相當好的例子。該區的地殼形變速度極快約50~55 mm/yr，但卻極少有地震，過去的研究都認為是一個不易孕震的區域，然卻發生了地震導致大樓倒塌及100多人死亡的事件，美濃地震與集集地震就是一個類似的例子。2018年發生在花蓮外海的地震也造成了17人的死亡與上百人受傷，建築物倒塌等等。若能藉由正確估計震前、間震與同震之地殼形變並將其應用於地震活動分析中，找出臺灣各區的構造形式與可能的高孕震潛能地區，於未來更可應用於前兆觀測與探討。

在本次會議中對於上述方面，的確獲得許多資訊並體會到學習是無邊無盡的一條路。若將本次的與會心得可以精簡成四點，可以簡述如下：

1. 介紹本局在地震監測、速報、預警與地球物理的最新成果及未來方向。
2. 介紹本局之全球衛星定位系統連續觀測網資料之解算、分析，與前兆相關應用於防災相關之研究成果。
3. 瞭解國際上地球科學發展，尤其在地震前兆分析技術的開發以及實際防災應用的情形與效益，作為本局未來業務規劃之參考。
4. 藉由與國內外學者的討論交流，開啟未來可能合作的契機。

藉此機會與有關此領域的各國專家學者互相討論，不僅可做為研究上的參考，還了解到許多各國學者目前正在研究的議題，充分啟發我們研究的靈感，得知我們未來所需努力的方向。另外，本人也看了許多其他研究領域的海報，尤其是地球化學方面的討論，未來可以運用在火山監測上，真的非常有趣。本次會議收穫豐碩，2年後第七屆的研討會將在俄羅斯舉行，希望還有機會可以參加。

## 四、建議

參與本次研討會，綜整獲得之創新資訊與心得後有以下幾點建議，可供作為本局未來研究參考之方向。

- (一) 臺灣相較其他國家地震頻繁，在地震監測與地震預警系統方面之實務經驗及維運技術已經相當成熟，若未來可以持續加強國際技術交流，可有效提升我國相關防災知識與技能，進而提升我國於國際社會中防災領域的地位。
- (二) 就地球物理資料方面，地球化學往往與火山監測或地震前兆等息息相關，但我們卻缺乏這方面分析之人才，因此如何新增相關人才是本局目前有待加強的地方。
- (三) 相較於其他國家，臺灣擁有更高之全球衛星定位系統（GPS）連續觀測紀錄，因此相當受用於活動板塊界之地殼形變觀測與大區域構造之探討。若未來能對於GPS連續觀測資料與分析方法有進一步的交流機會，互相激盪出更多研究模式，或許能找出地殼形變與大區域構造之關聯。
- (四) 地殼變形與地震活動之相關性探討：經時間序列分析後之GPS連續觀測資料，或是持久性散射體合成孔徑雷達干涉（PS-InSAR）技術，可以用於解釋板塊活動、監測斷層活動、計算區域應變場與山崩土石流之監測。考慮斷層活動與降雨量（流體）之間也有相關性，而斷層活動又與地震活動相關度甚高，若能更進一步的利用綜合反演模式模擬，配合地震活動度分析結果，可有效了解臺灣各地區可能之孕震機制，提供孕震過程及震源力學研究的重要資訊，做為地震潛能評估之依據。

## 附錄一、與會點滴與照片

(一) 會議舉辦場地，為德勒斯登市的一個美術博物館（附圖1）。大議場為博物館四樓，富麗堂皇且吊滿水晶燈（附圖2），非常獨樹一格的議場。



附圖1、會議議場外觀（入口處）。



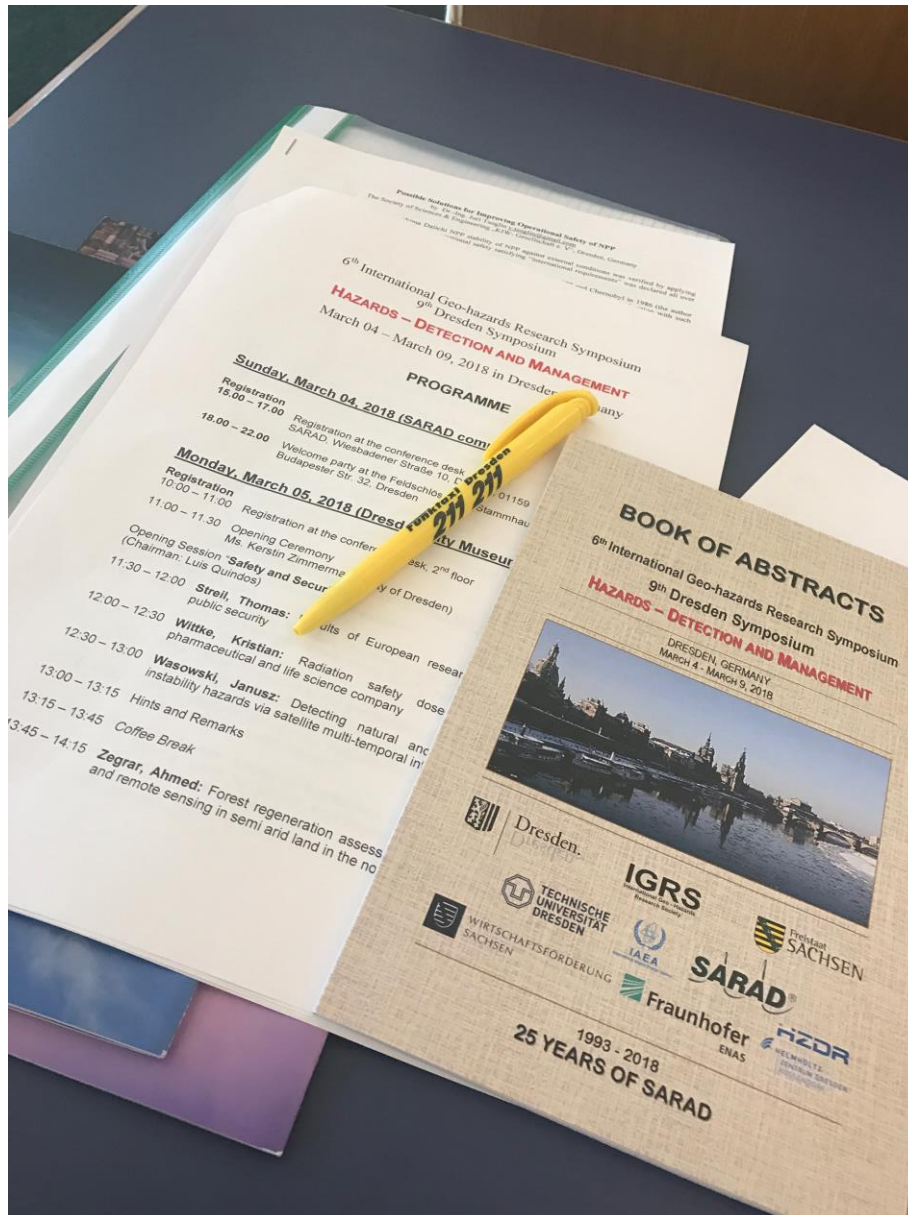


附圖 2、會議議場內部，充滿文化氣息。

(二) 由於本次是受邀演講，住宿地點安排在所謂的青年旅社，這是吾人生平第一次住青年旅社，但卻不失溫馨可愛（附圖 3），也可以放心工作（附圖 4）。住宿地點與會場有段距離，需搭乘巴士才可到達，當地的巴士票非常有趣，你可以買 1 天票，或是 1 星期票，還有更短的 1 小時票，泛指在這票卷時間內，你可搭乘或轉成市區任何一個線路（附圖 5）的巴士。當地計程車並不多，也不如臺灣可以隨招隨停，需到特殊的計程車搭車處碰運氣，或是請旅館幫你叫車，否則非常難找到車的。



附圖 3、可愛小巧乾淨的青年旅社，出乎意外比一般旅社還乾淨。



附圖 4、議程與筆記。議程表只有 A5 大小，非常環保。





附圖 5、德勒斯登市區巴士線路圖。

(三) 每個報告都精彩。當然吾人也是受邀發表者，不過每個報告都很有趣，也認識許多不同國家的學者。其中提及德勒斯登是技術科技的城市，因此生平第一次發表演說時帶的麥克風，像電視節目主持帶的無線麥克風，果然不失為科技城市。吾人發表過程中討論很豐富（附圖 6、7），大家對臺灣有了更進一步的瞭解，我覺得是這次出國最大的收穫與貢獻。會場的中場休息有準備水和飲料，布置得有點現代化，但有趣的是無論是餐館或是會場，都非常喜歡使用黃色與綠色（附圖 8）。



附圖 6、蔡技士發表演說中。



附圖 7、論文發表完後發問討論時間，照片中發問者為 Vivek Walia 研究員，目前在臺灣國家地震工程研究中心工作。



附圖 8、中場休息（coffee break）大家還是非常熱烈的討論。

（四）其他的點點滴滴。雖然本次會議不是超大型會議，但是仍有破冰典禮（在啤酒工廠，德國最有名就是啤酒）與晚宴（BBQ 還可以唱歌跳舞），非亞洲典型或大型會議可以想像的，當然散會之後天還亮著，會場附近有許多老教堂或城堡，可以去放鬆一下享受異國風情與文化特色。我在最後放了一張投影片的相片，大意是許多事情並不真的眼見為憑，要看你從那個觀點看，我想這就是科學的有趣吧！總是多面向，給我很多啟發（附圖 9~12）。





附圖 9、與會人員全體合照。晚宴派對（BBQ）前的合影，大家都笑得很開心。

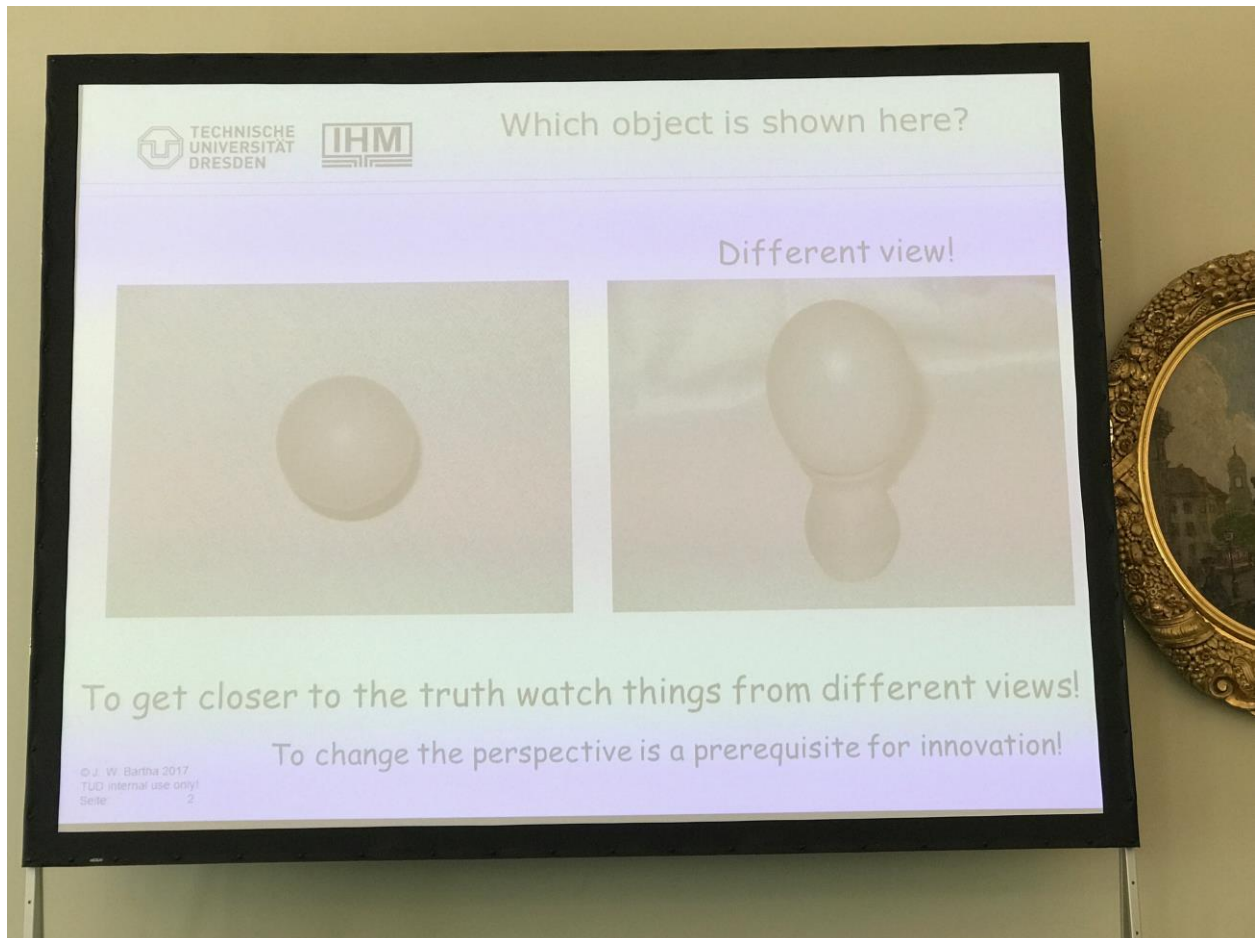


附圖 10、會後到會場附近散步，發現了測量點還是忍不住拍照，測地學果然還是讓我哪都忘不了，此基準點位在一城堡的高牆上。



附圖 11、閉幕式。主辦單位為每一位辛苦的工作人員獻上花，且會議期間正值婦女節，我們這些女性外賓也都沾了光拿到一小束花，非常貼心的會議。





附圖 12、有趣的投影片。只要你想，不同觀點是可以看到不同事物的，科學有趣的地方就在這裡！