

彙整分析台灣地震前兆監測資料

主管機關：交通部中央氣象局
執行機構：中華民國地球物理學會
計畫主持人：葉義雄

計畫參與人：顏宏元、陳界宏、羅祐宗、陳俊榕

摘要

地震前兆與預測之研究被認為是一種直接而且有效降低大地震之衝擊之方法，也一直是國際地球科學界長久以來之重要目標。雖然目前還未獲得正面之結果，但經過多年的努力，有不少可能與地震發生有關之前兆現象被觀測到，很值得地震學界作進一步的深入探討。本計畫整合以下四個子計畫所組成，包括高取樣率GPS定位解算及其在地震學之應用研究；GPS應變的建立與應用；重力、地磁變化與地震活動相關性研究；台灣GPS連續觀測資料分析與地震前兆偵測研究。利用現有之豐富資料與人力資源，希望藉由彙整和分析這些完整且系統性的地震活動、GPS、重力和地磁的監測資料，尋找其間的相關性，進而提出有關地震前兆現象之物理機制及資訊。在執行上述子計畫時，我們將繼續收集國內外地球科學界有關地震前兆之相關研究成果，以調整台灣地震預測之未來研究方向。

關鍵詞：全球定位系統、重力、磁力

一、研究目的及意義

地震前兆與預測之研究被認為是一種直接而且有效降低大地震之衝擊之方法。地震發生的主要原因，是由於地層受到大地應力作用，開始變形且累積能量，直到地層無法承受而斷裂，將累積的能量在一瞬間釋放出來，即所謂的地震。地震預測就是希望在地震醞釀過程中，找出相關的蛛絲馬跡。臺灣地區大規模地震發生頻率高且震央位置較為集中，同時台灣擁有非常高密度之各式各樣地球科學觀測系統，故臺灣為世界上少有且絕佳之地震前兆觀測及理論模式研究場所。實際上過去台灣已經有些地震前兆之相關研究與觀測，並且已經獲得不少有意義之結果。

一般認為較可信賴之地震前兆，必須同時仰賴多項觀測結果方可達到預測之目標。本計畫整合多位不同專長之學者專家及多種觀測資料，共同分析各種資料異常現象，同時也針對較大規模之地震發生前後，檢視各種觀測資料是否有前兆現象。

二、研究方法

本計畫主要整合地殼變形前兆之研究人力及彙整其他單位的資料，尋找其間的相關性，以期了解台灣地區在孕震過程所衍生之地震前兆特性與可能的異常現象，進而提出造成地震前兆現象之物理機制。四個子計畫包括：

(1) 子計畫1—台灣GPS連續觀測資料分析與地震前兆偵測研究：目前由中央氣象局、中央研究院、內政部、中央地質調查所及其他機構營運之台灣GPS連續觀測網測站總數已超過370站。台灣GPS連續觀測網持續運轉所蒐集的大量GPS連續觀測資料，可用於偵測微小地形變訊號，以掌握地殼應變累積的時空變化及其與地震活動的相關性。當有大地震發生時，更可精確量測震前、同震與震後變形，提供孕震與發震過程及斷層力學研究的重要素材。

(2) 子計畫2—GPS應變的建立與應用：該計畫在協助中央氣象局，建立GPS數據處理及應變技術，應用於監測短中長期地表變動，並尋找可能的地震前兆的異常應變。利用連續GPS站和井下應變儀觀測資料，計算各地區的GPS應變時間序列，並比對井下應變儀資料，可以用來探討地震與地殼應變間的關係，或是其他因素如颱風、水庫蓄水等因素與地殼應變間的關係，並用來對地殼應力變化的原因做最適當的解釋。

(3) 子計畫3—重力、地磁變化與地震活動相關性研究：本計畫將分重力及磁力兩部份進行。重力方面，選擇橫跨觸口、玉里和池上斷層的重力基點進行重複觀測，以監測該斷層活動所衍生的重力變化。該計畫新增研究方法是選擇強烈應力作用地區，於適當的GPS觀測站進行重力重複觀測，以傅立葉分析法分離研究地區重力場之非潮汐變化的長波長和短波長項，利用重力場產生的散度場計算公式，求出各時段的散度值，並分別繪製出低頻項、高頻項及散度等值線圖，再結合該地區的地震活動和地殼深部構造資料進行綜合分析研究，探討其可能的地震前兆訊息及物理機制。

(4) 子計畫4—高取樣率GPS定位解算及其在地震學之應用：該研究以高取樣率GPS觀測量解算三維位移技術為出發點，並與地震儀觀測進行比對分析，評估高頻GPS作為地震儀之可行性。

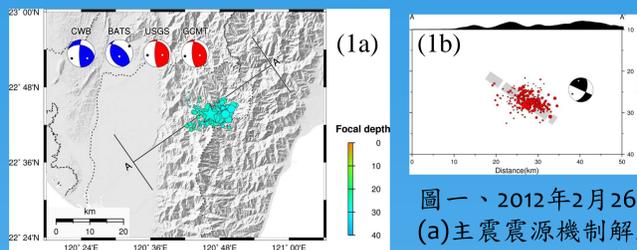
三、結果與討論

本計畫主要整合地殼變形前兆之研究人力及彙整其他單位的資料，尋找其間的相關性，以期了解台灣地區在孕震過程所衍生之地震前兆特性與可能的異常現象，進而提出造成地震前兆現象之物理機制。本計畫也定期召集所有參與計畫研究人員彙報，加強測向的聯繫，利用不同的觀測方法針對同一個地區進行監測，探討影響各項前兆觀測的因素；同一個地震事件是否在所有的監測資料都有前兆現象，釐清沒有前兆的原因；解析與地震有關之前兆現象的物理機制，朝著累積觀測資料及提出物理機制並行且並重。同時也要結合其他單位有關地震前兆即時監測資訊，若有特殊異常情形則召開不定期會議，以掌握最新情勢，進行整體前兆預警的評估。

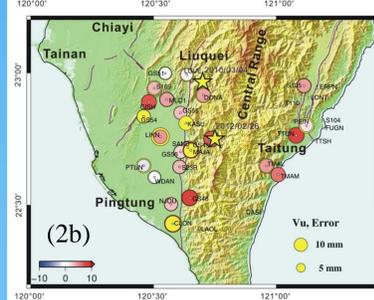
四、結論

五、參考文獻
Chen, C.H., Yeh, T.K., Liu, J.Y., Wang, C.H., Wen, S., Yen, H.Y., Chang, S.H., 2011. Surface Deformation and Seismic Rebound: implications and applications. *Surv. Geophys.* 32 (3), 291-313, doi:10.1007/s10712-011-9117-3.
Ma, K. F., C.T. Lee and Y. B. Tsai, The Chi-Chi, Taiwan earthquake: large surface displacements on an inland thrust fault, *EOS*, 80, 605, 1999.
Wu, Y. M., L. Zhao, C. H. Chang, and Y. J. Hsu (2008) Focal mechanism determination in Taiwan by genetic algorithm. *Bull. Seism. Soc. Am.*, 98, 651-661.
陳界宏，葉大綱，溫士忠，汪中和，劉正彥 (2011)。地震時間、地點、震級與深度的短臨預測，中華民國地球物理學會暨中華民國地質學會學術研討會，台北。
張伯宏，劉天銘 (1995)。地殼波浪運動與中國西部地震的遷移：以河西—祁連山地區為例，*高原地震*，7(4)，24-31。

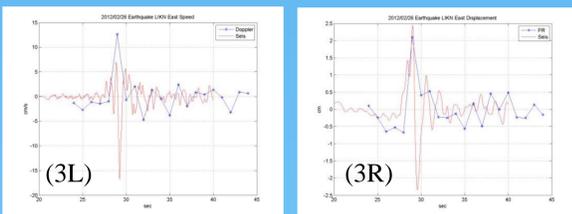
圖一、2012年2月26日霧台地震，



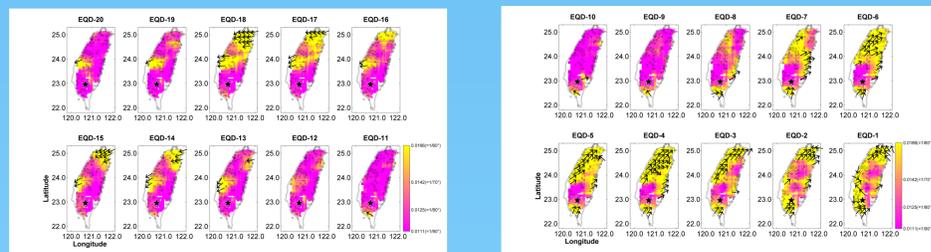
圖一、2012年2月26日霧台地震，(a)主震震源機制解及餘震分布(藍點)，(b)A-A'剖面之地震分布(張建興，2012/3/15中央氣象局霧台地震報告)。



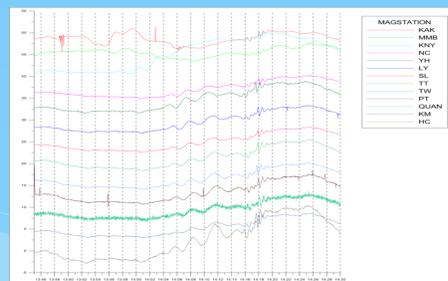
圖二、2012年2月26日霧台地震同震位移量。(a)黑色箭頭代表由GPS觀測得到各測站之水平位移量及其95%信心區間誤差橢圓。紫色實線為地表主要斷層，黃色星號代表2010年3月4日甲仙及2012年2月26日霧台地震震央位置。(b)GPS觀測之垂直位移量，紅色圓圈代表抬升，藍色圓圈代表下降，黃色圓圈代表一倍標準偏差之範圍。



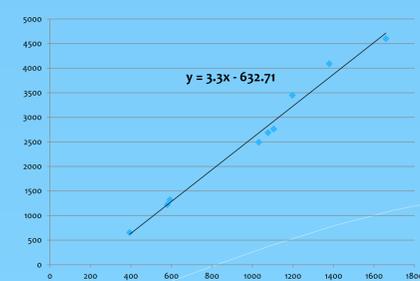
圖三、里港GPS與地震儀向東速度(圖左)與位移(圖右)比較圖。



圖四、甲仙地震前20天至地震當天的GPS指標變化。GPS指標為一空間移動範圍內殘差方向平均角度差的倒數。



圖五、台灣、福建泉州與日本磁力站於0311地震發生後置14點30分的地磁資料。低頻訊號：大陸、日本都有，擾動開始時間與距離有關；而高頻訊號：所有測站都是在14點16分記錄到，應該是空間來的擾動。



圖六、每個磁力測站記錄到異常訊號開始時間與磁力測站到震央距離作圖，可以得到此異常訊號的傳播速度為3.3 km/sec。