

暑期實務分享

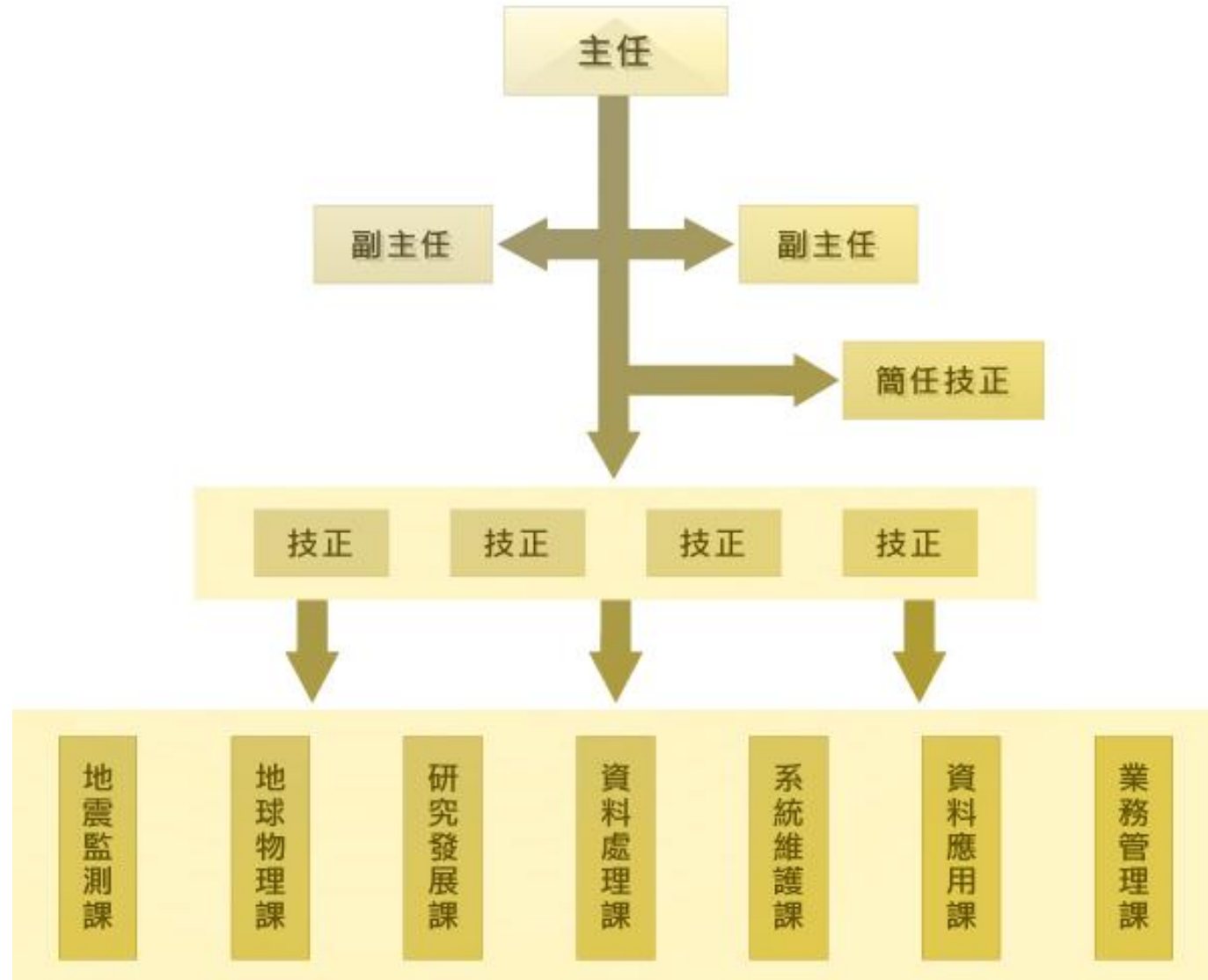
地科四 于子桓

大綱

- 地震中心業務
- 主要學習內容
- 專題研究分享

地震中心業務簡介

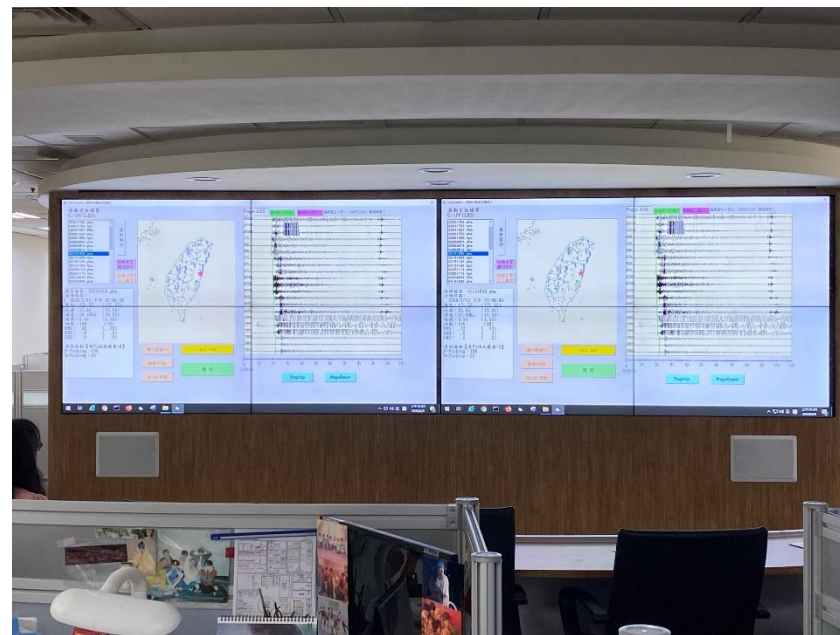
地震測報中心組織架構圖



主要學習內容

主要學習內容

- 地震定位
- Python
- GMT
- 專題研究



專題研究分享

媽祖三期儀器校正及可用性評估

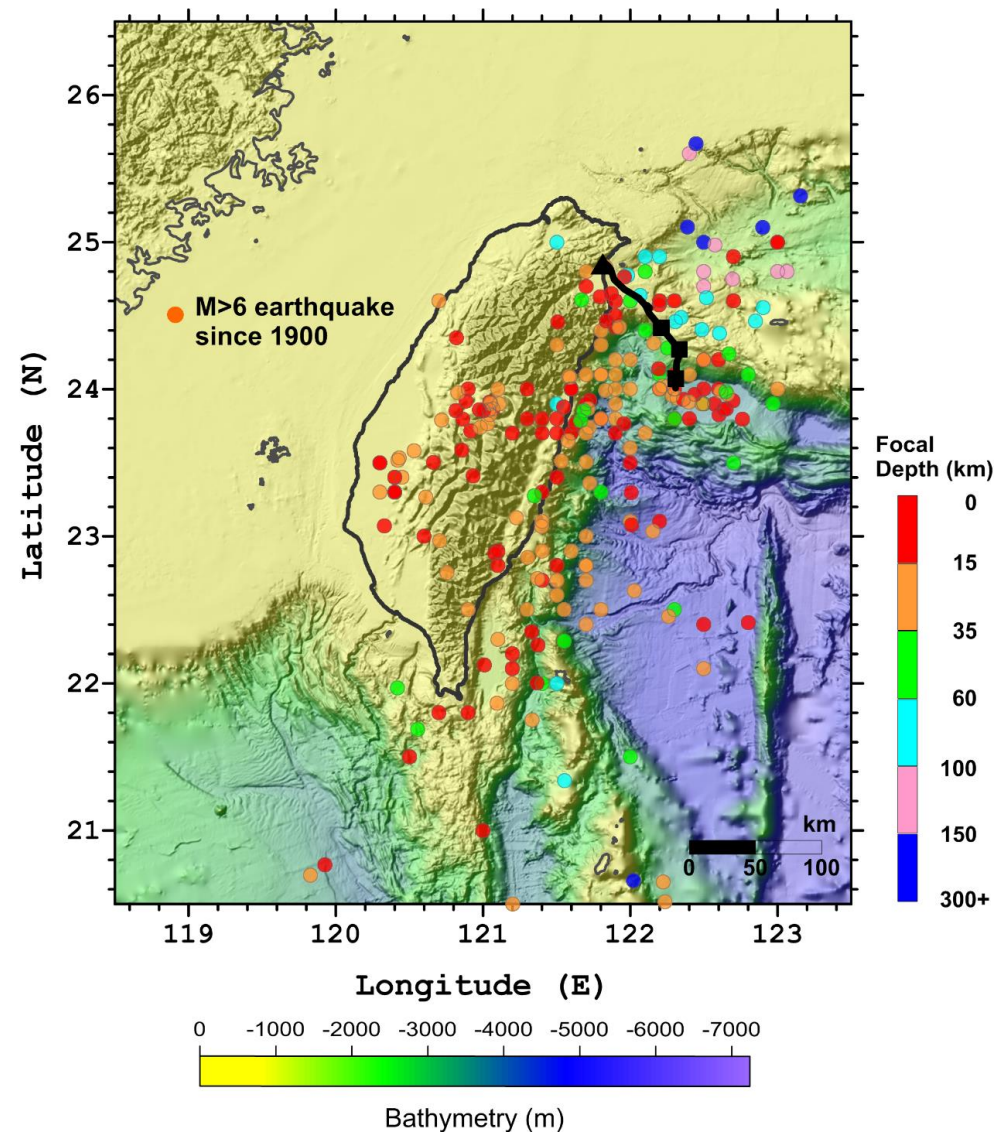
內容大綱

- (一)媽祖計畫
- (二)地震資料
- (三)角度修正
- (四)有無OBS測站比較
- (五)訊號分析
- (六)理論震度與觀測震度比較
- (七)速度計及加速度計相互比較
- (八)溫度計及壓力計展示

(一)媽祖計畫

(一)媽祖計畫

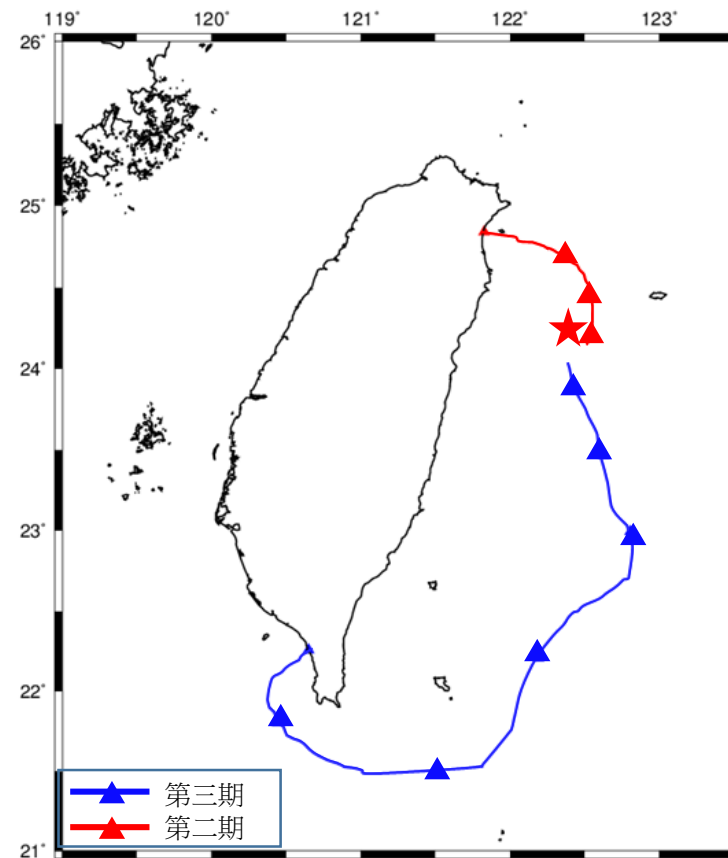
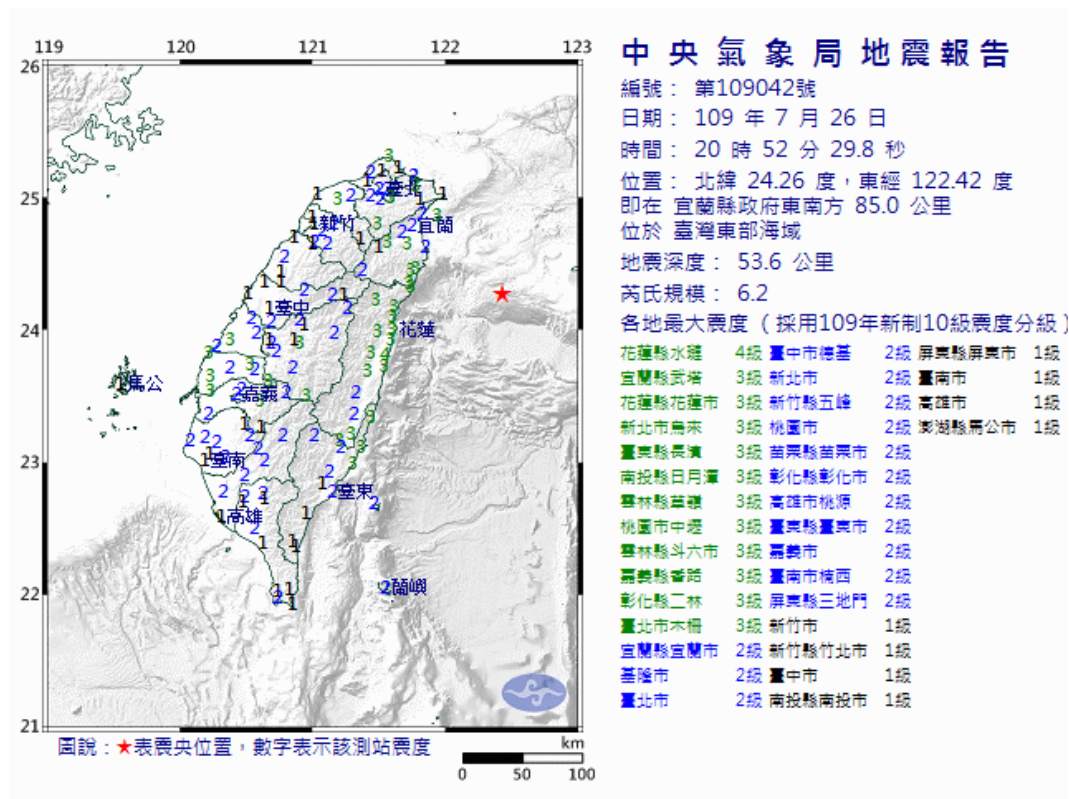
- 加強地震監測系統
 - 擴大地震觀測網範圍
 - 提升定位準確性
 - 提升外海地震預警速度
- 建立海嘯監測系統
 - 海嘯壓力計即時監測



(二)地震資料

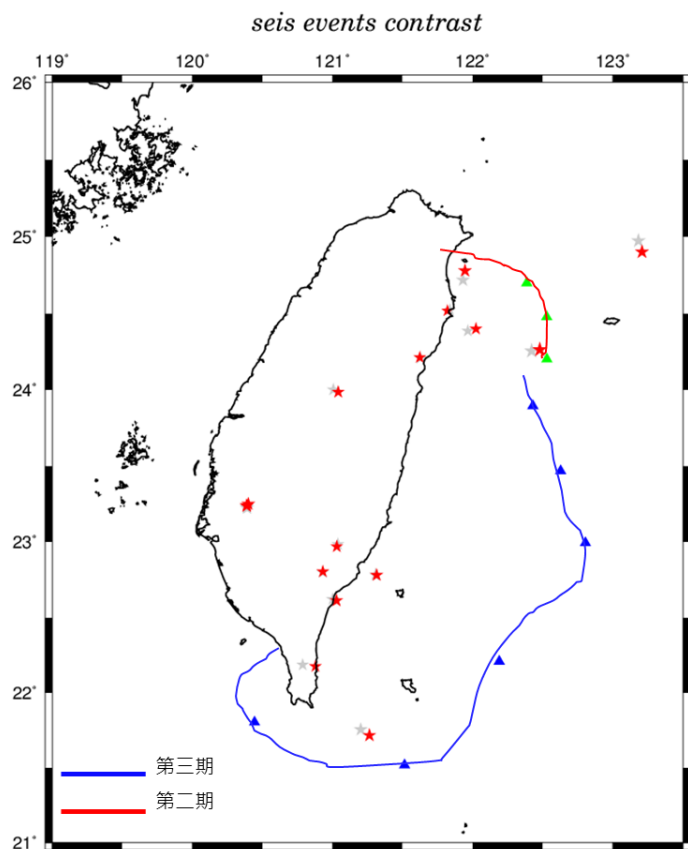
(二)地震資料

• 編號042地震



(二)地震資料

- 7-26 ~ 8/26 有感地震

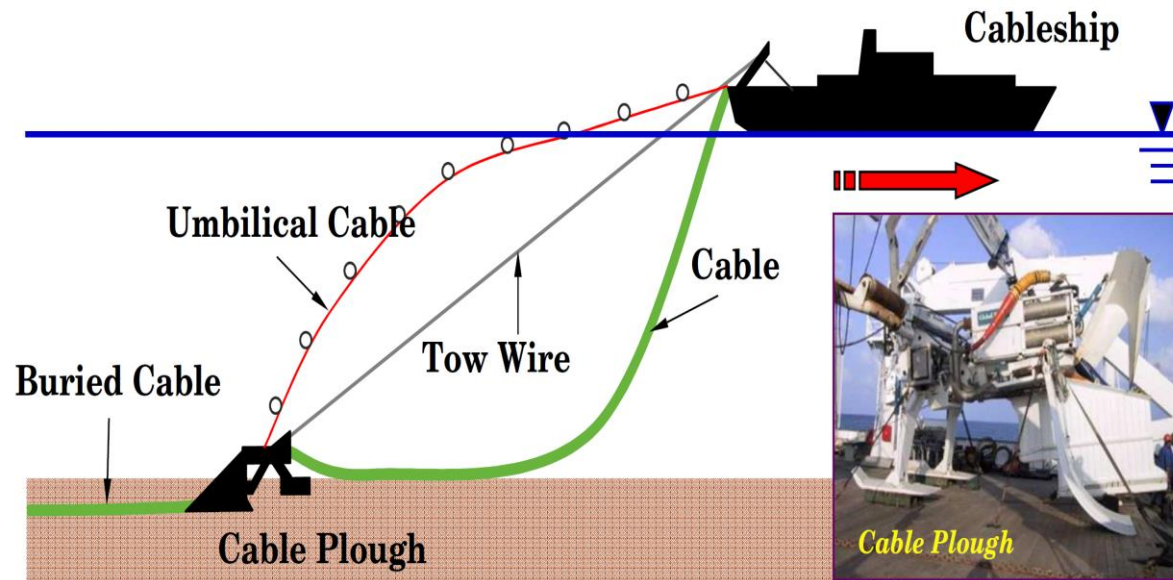


Time(UTC)	lon	lat
07/26/12:52	122.42	24.26
07/31/01:42	121.97	24.39
07/31/09:18	121.01	24.00
08/02/09:56	120.79	22.19
08/03/21:53	121.84	24.52
08/08/23:24	121.04	22.98
08/11/01:01	121.93	24.72
08/11/05:29	121.20	21.76
08/11/19:50	121.31	22.78
08/17/01:14	120.93	22.80
08/19/00:33	120.39	23.23
08/19/00:41	120.39	23.23
08/19/03:13	120.39	23.22
08/19/08:17	121.00	22.62
08/25/07:57	121.63	24.21
08/26/22:15	123.18	24.97

(三)角度修正

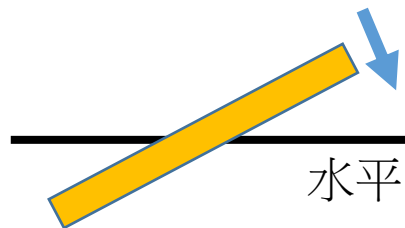
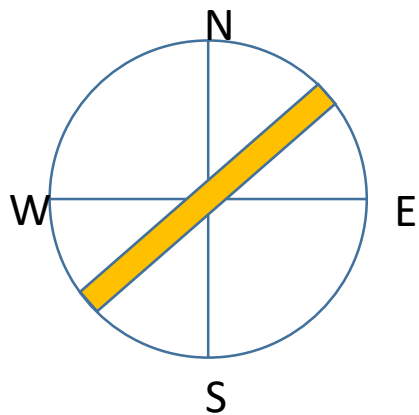
(三)角度修正

- 海陸地震測站差異

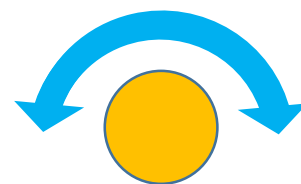


(三)角度修正

- 方向軸旋轉



$$\psi = \tan^{-1} \frac{-X}{\sqrt{Y^2 + Z^2}}$$

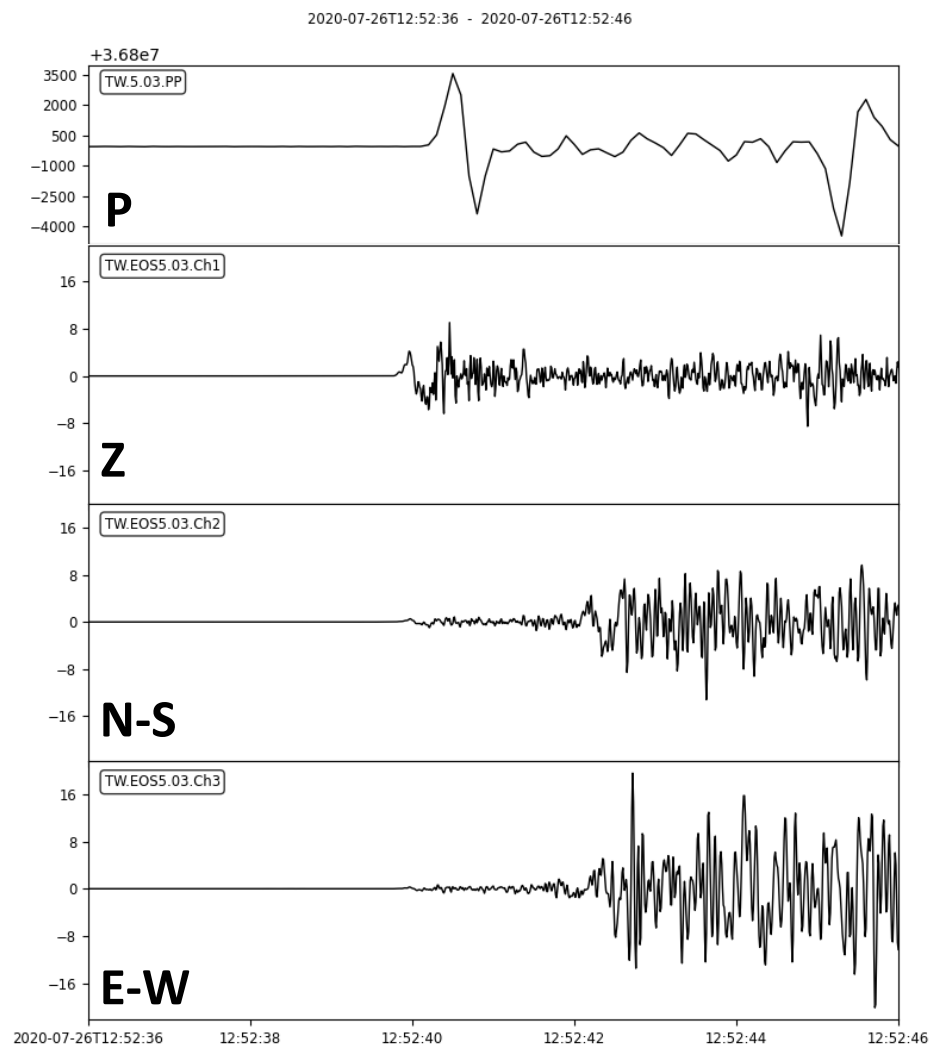
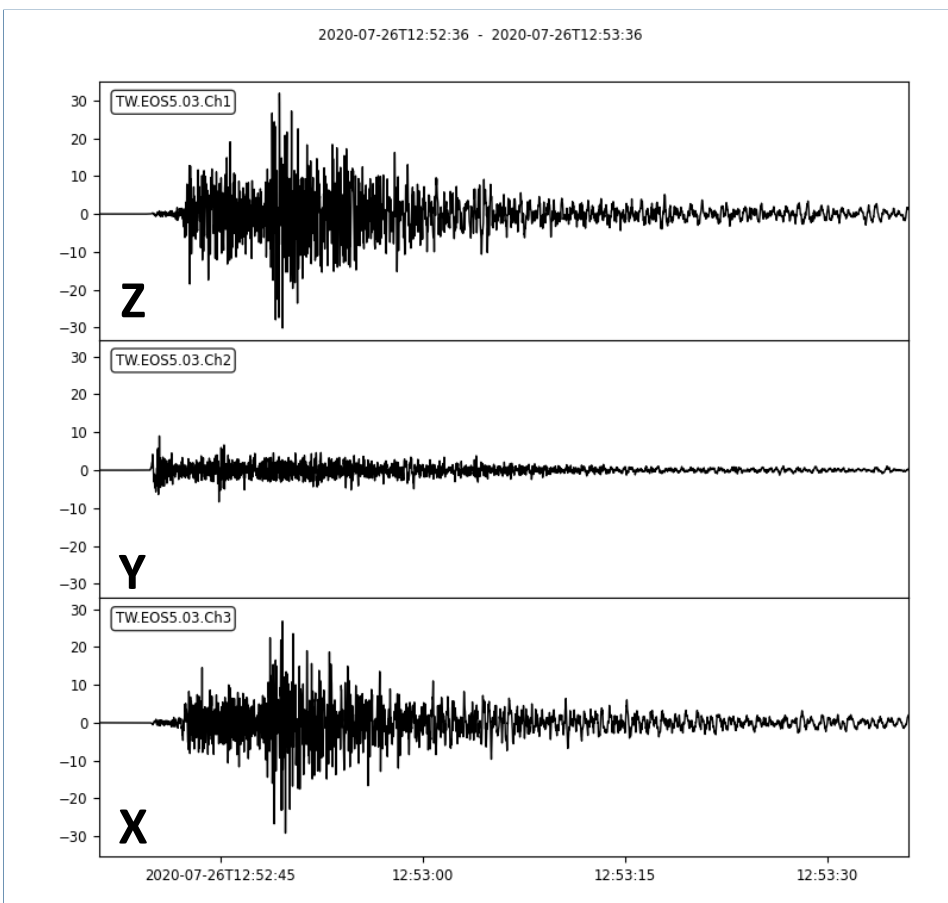


$$\phi = \tan^{-1} \frac{Y}{Z}$$

$$\begin{pmatrix} \mathcal{D}_E \\ \mathcal{D}_N \\ \mathcal{D}_Z \end{pmatrix}_{corrected} = \begin{pmatrix} \cos(\theta - 90^\circ) & \sin(\theta - 90^\circ) & 0 \\ -\sin(\theta - 90^\circ) & \cos(\theta - 90^\circ) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos(-\psi) & 0 & -\sin(-\psi) \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin(-\psi) & 0 & \cos(-\psi) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(-\phi) & \sin(-\phi) \\ 0 & -\sin(-\phi) & \cos(-\phi) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \mathcal{D}_x \\ \mathcal{D}_y \\ \mathcal{D}_z \end{pmatrix}_{observed}$$

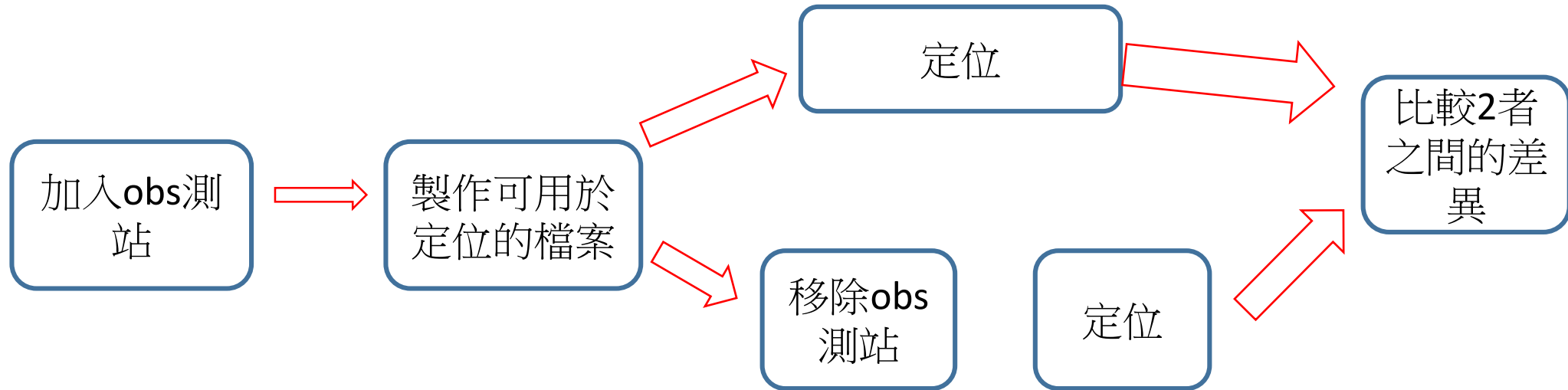
(三)角度修正

- 修正前後比較(EOS5)





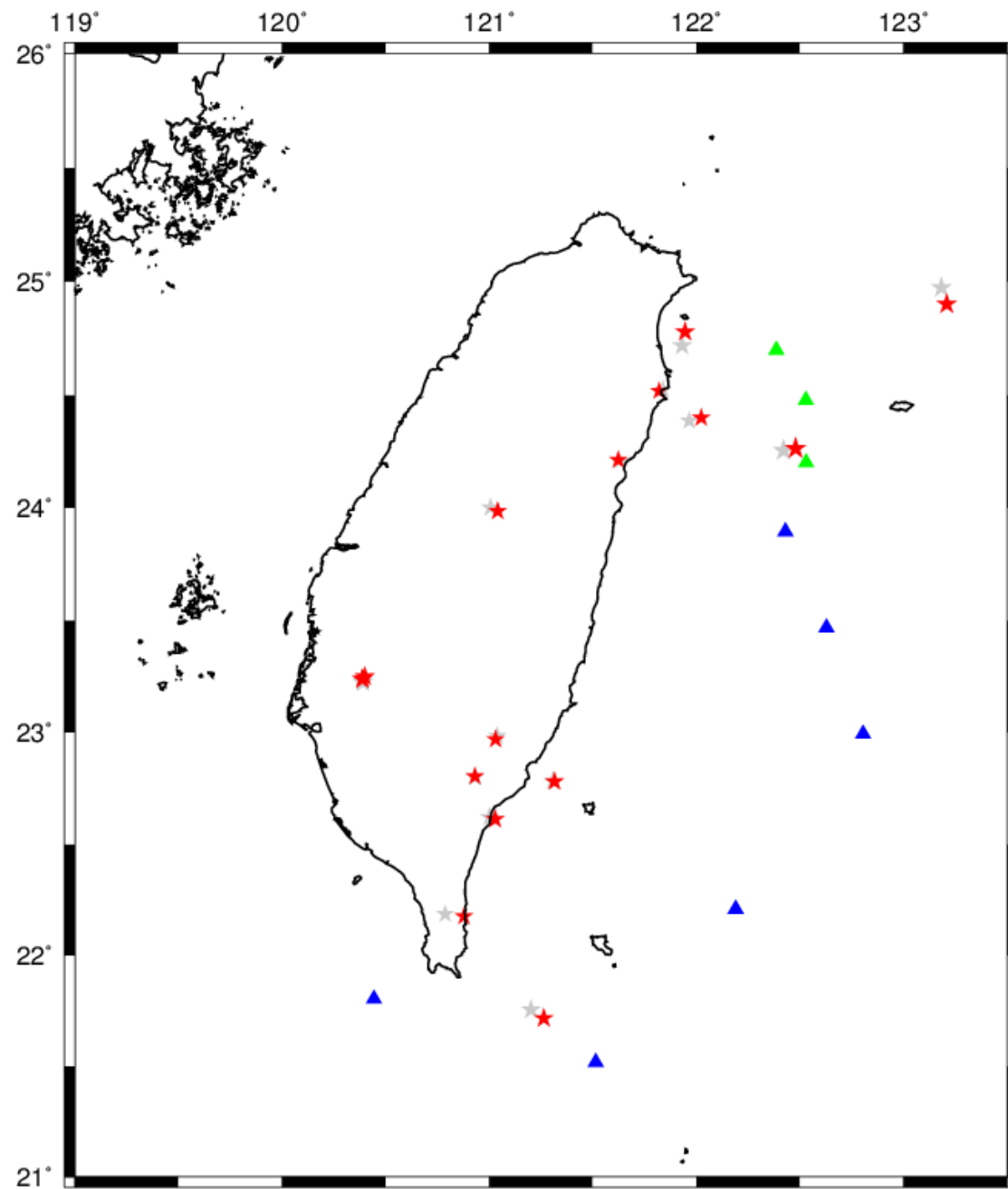
(四)有無OBS測站比較

(四)有無OBS測站資料比較



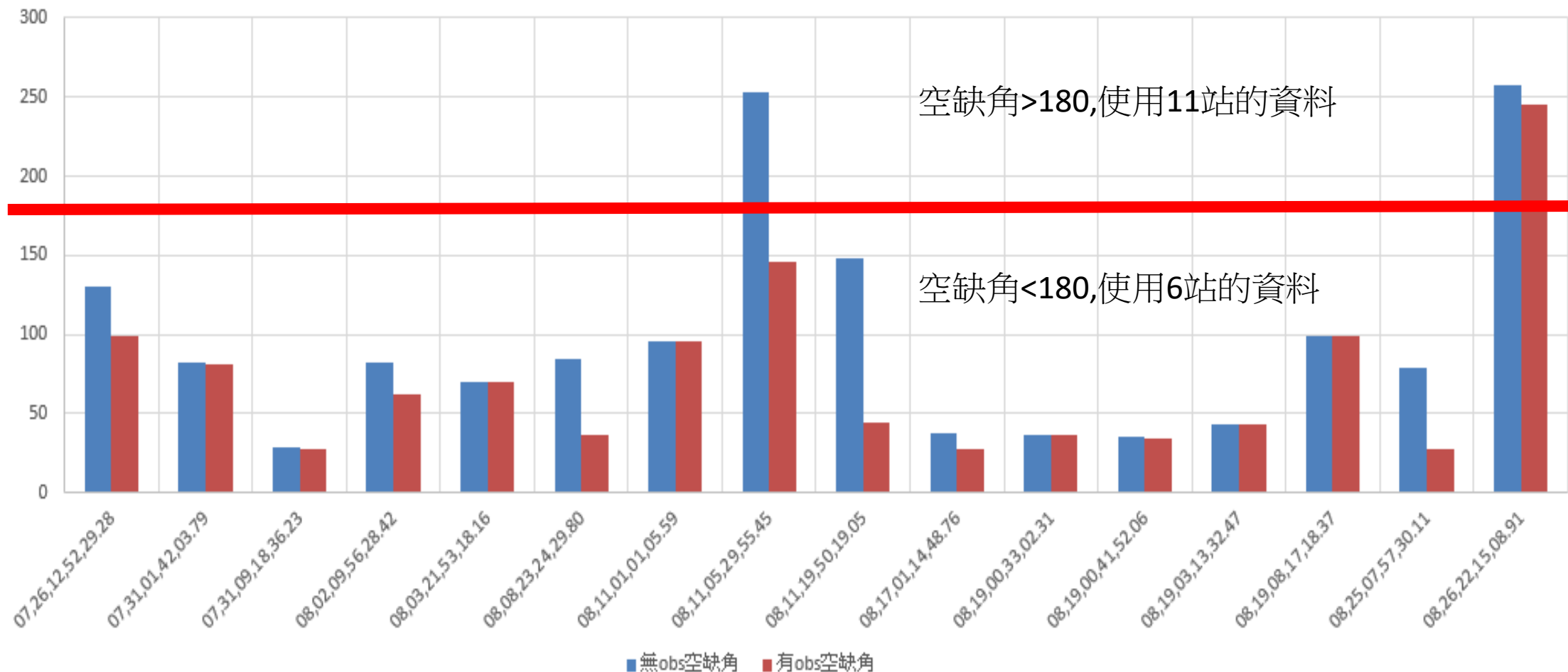
seis events contrast

-  加入obs測站，重新定位的震央
-  未加入obs測站，定位的震央
-  3期海纜測站
-  2期海纜測站

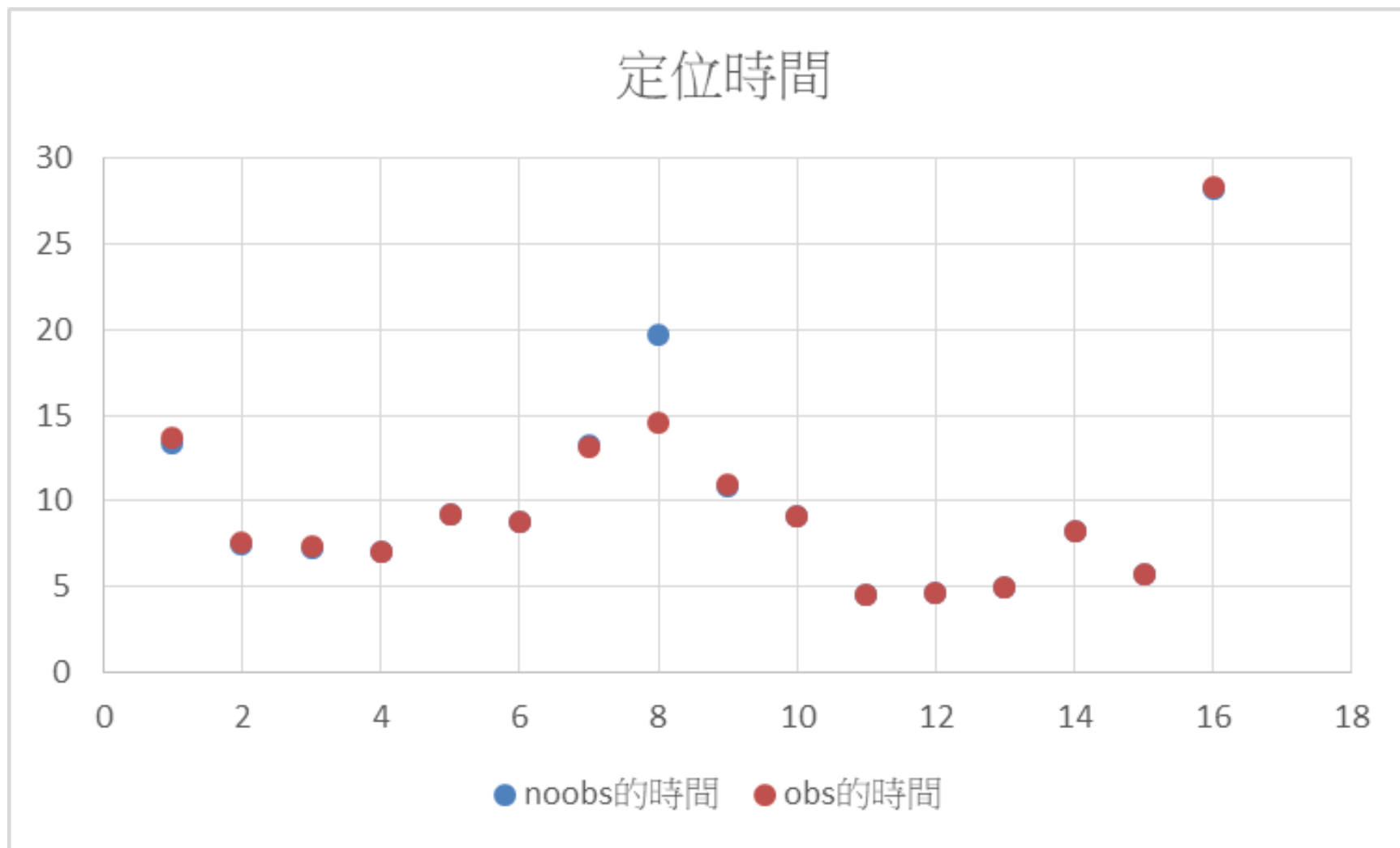


(四)有無OBS測站資料比較

有無OBS測站的空缺角比較



(四)有無OBS測站資料比較



(五)訊號分析

(五)訊號分析

- (1)檢視斷訊訊號

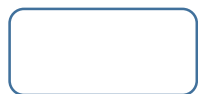
目前檢視7/21~8/22的訊號，只有7/22有斷訊情況發生

- (2)波形訊號和局內收錄資料比較

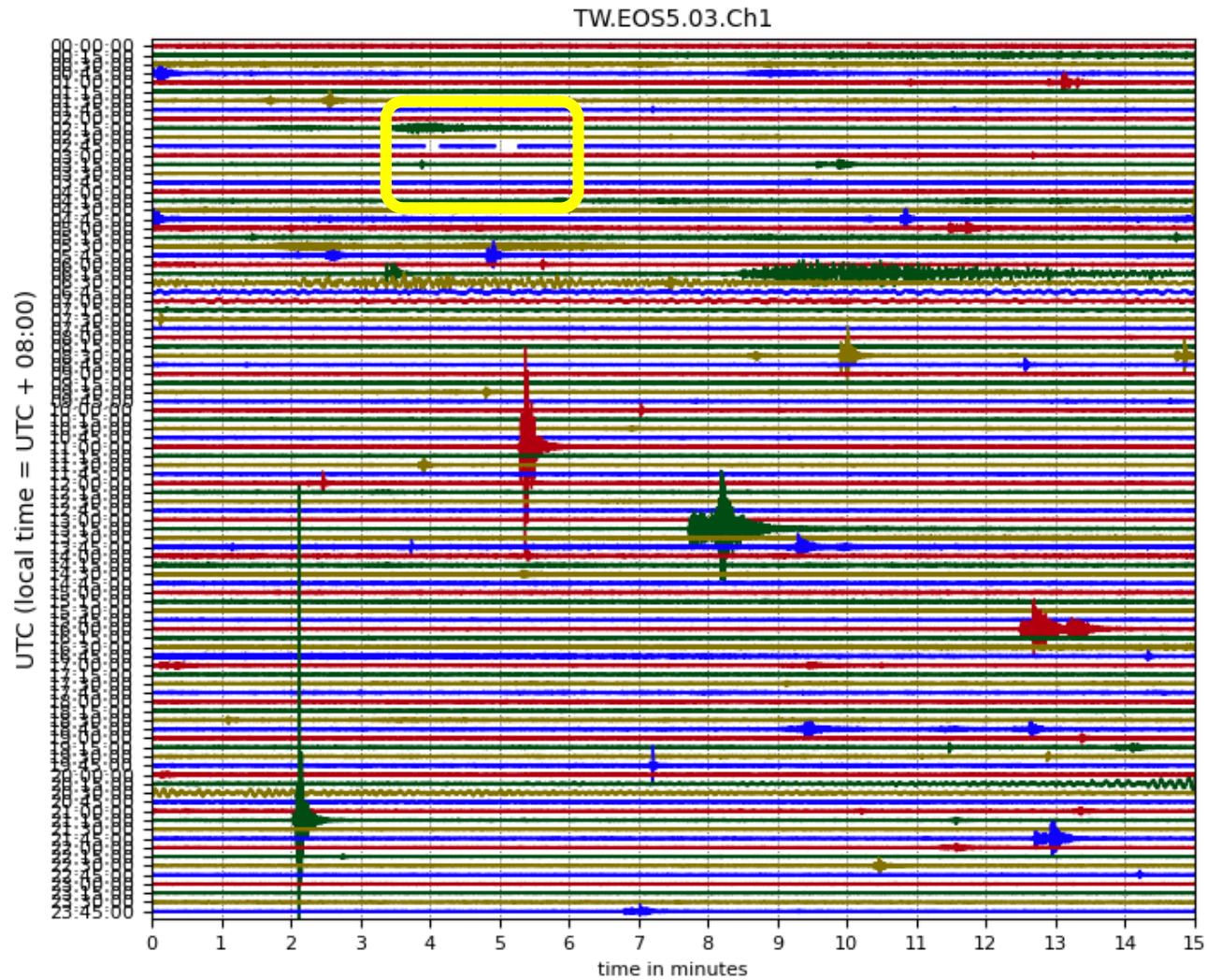
有感地震--



只有海纜觀測有--

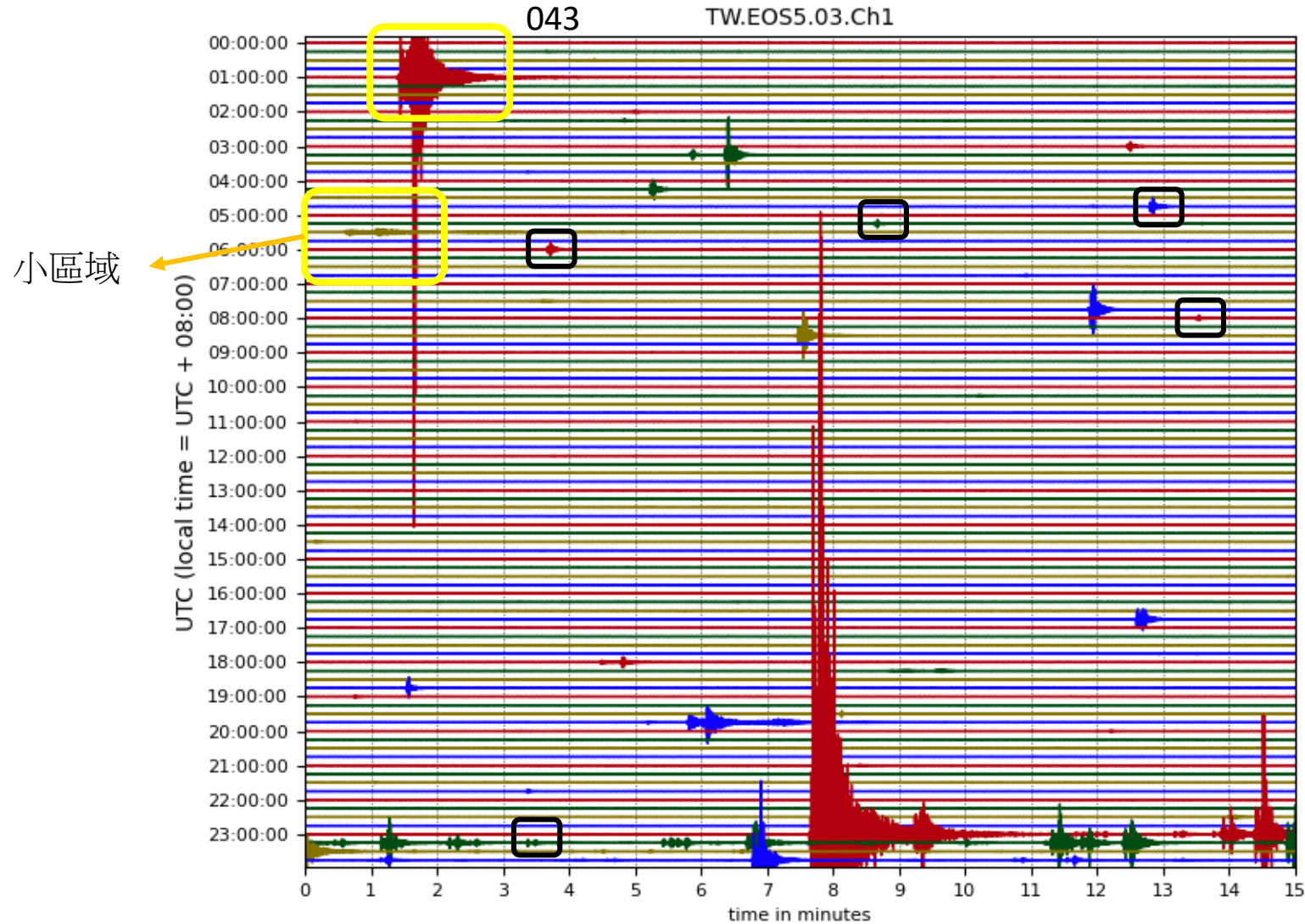


(五)訊號分析--斷訊訊號



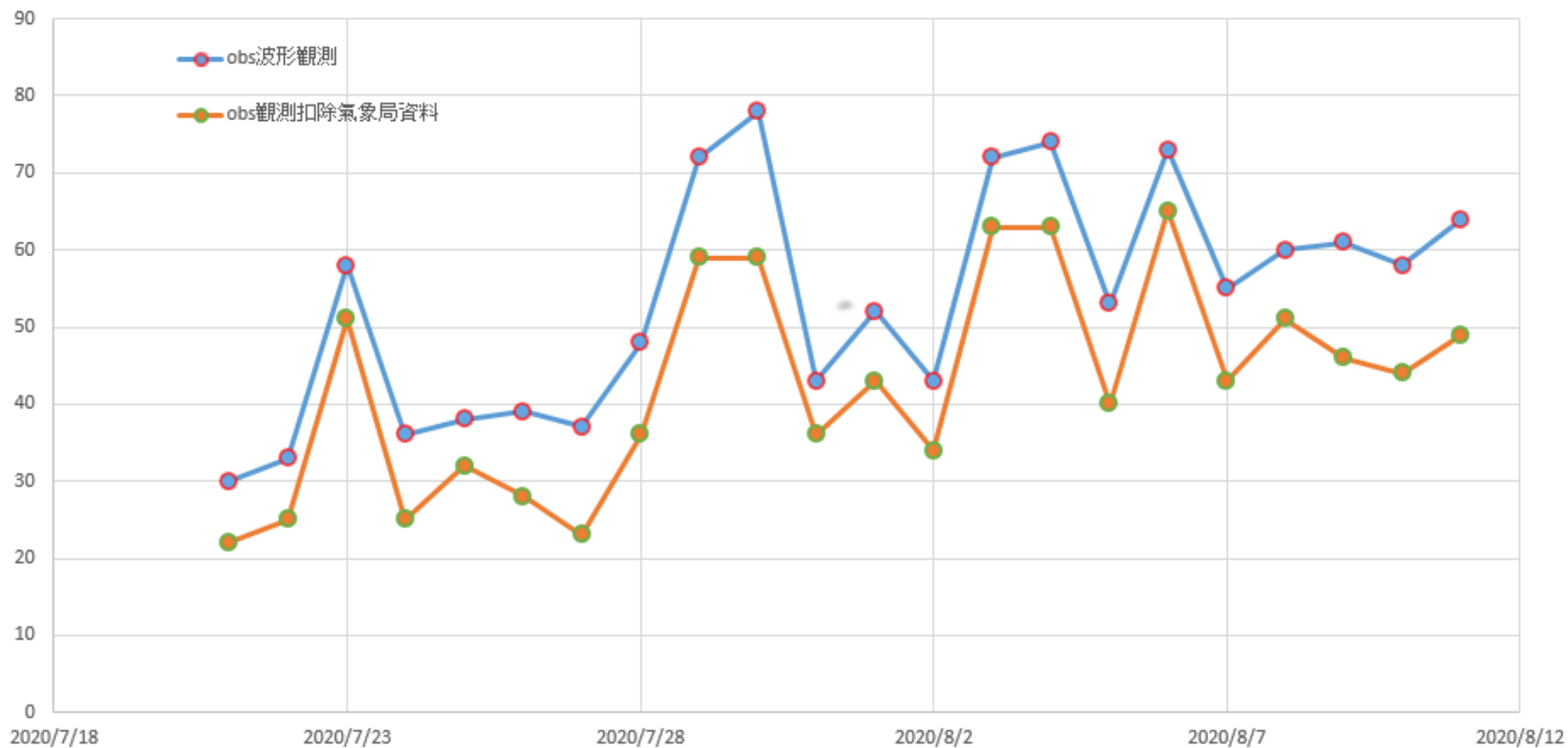
2020/07/22

波形訊號和局內收錄資料比較(EOS5)



地震資料收錄

地震數量

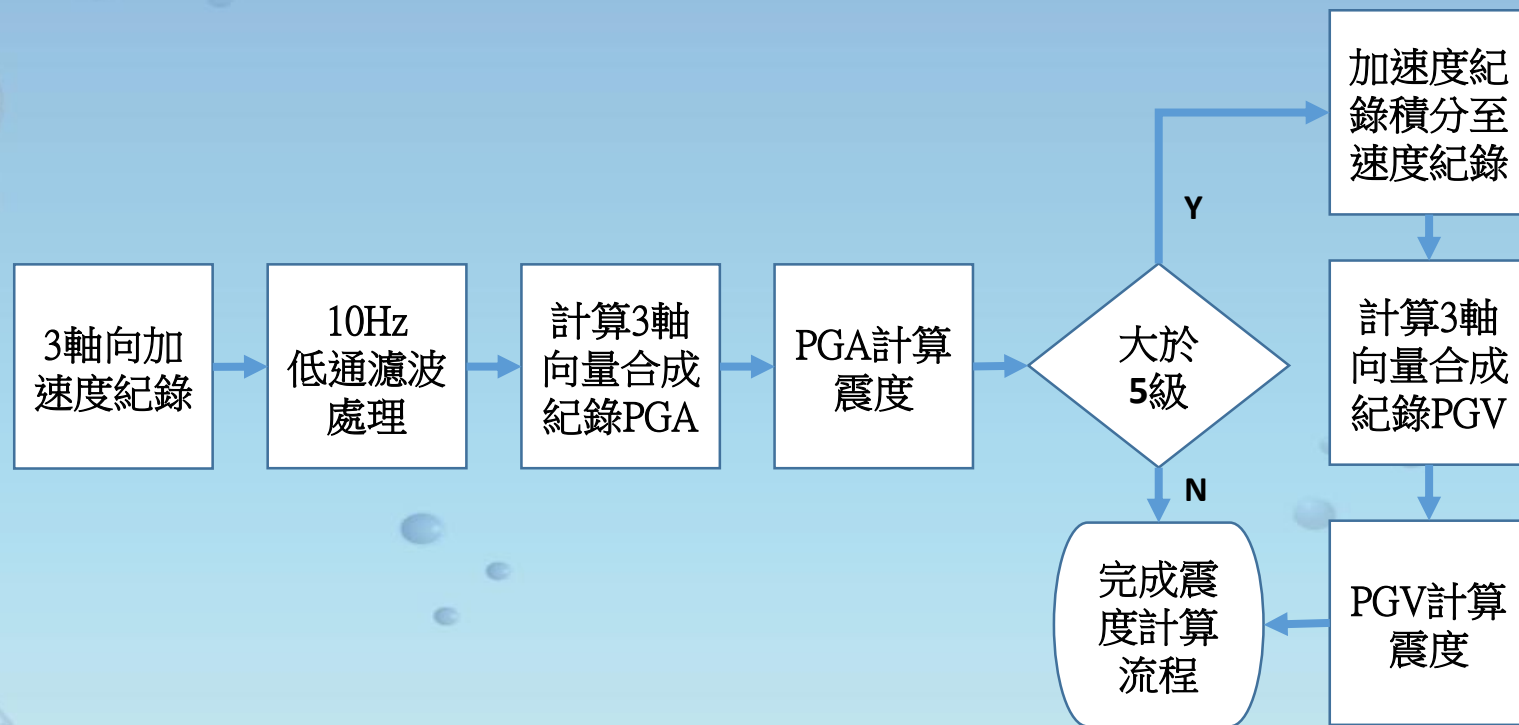


(六) 理論震度與各項儀器 觀測震度之相互比較



新地震震度分級方案

新地震震度計算流程圖





新地震震度分級方案



計算震度對照PGA與PGV換算表

☀ 依據 $I = 2.00 \times \log_{10}(PGA) + 0.70$ (徐明同, 1979) 與 $I = 2.14 \times \log_{10}(PGV) + 1.89$ (吳逸民等, 2004) 關係式, 透過四捨五入並稍做微調方便記憶後所劃定。

計算震度 階級	0級	1級	2級	3級	4級	5弱	5強	6弱	6強	7級
PGA (cm/sec ²)	<0.8	0.8~ 2.5	2.5~ 8.0	8.0~ 25	25~ 80	80~ 140	140~ 250	250~ 440	440~ 800	>800
計算震度 階級	0級	1級	2級	3級	4級	5弱	5強	6弱	6強	7級
PGV (cm/sec)	<0.2	0.2~ 0.7	0.7~ 1.9	1.9~ 5.7	5.7~ 15	15~ 30	30~ 50	50~ 80	80~ 140	>140

PGA理論衰減公式

最大地動加速度，單位為gal（公分/秒²，cm/sec²）。

$$PGA = 1.657 \times e^{1.533 \times M_L} \times r^{-1.607} \times S_i \times P_{adj}$$

(蕭乃祺)

$$r = \sqrt{(epi_dist)^2 + (focal_dep)^2}$$

epi_dist：震央距離，單位公里

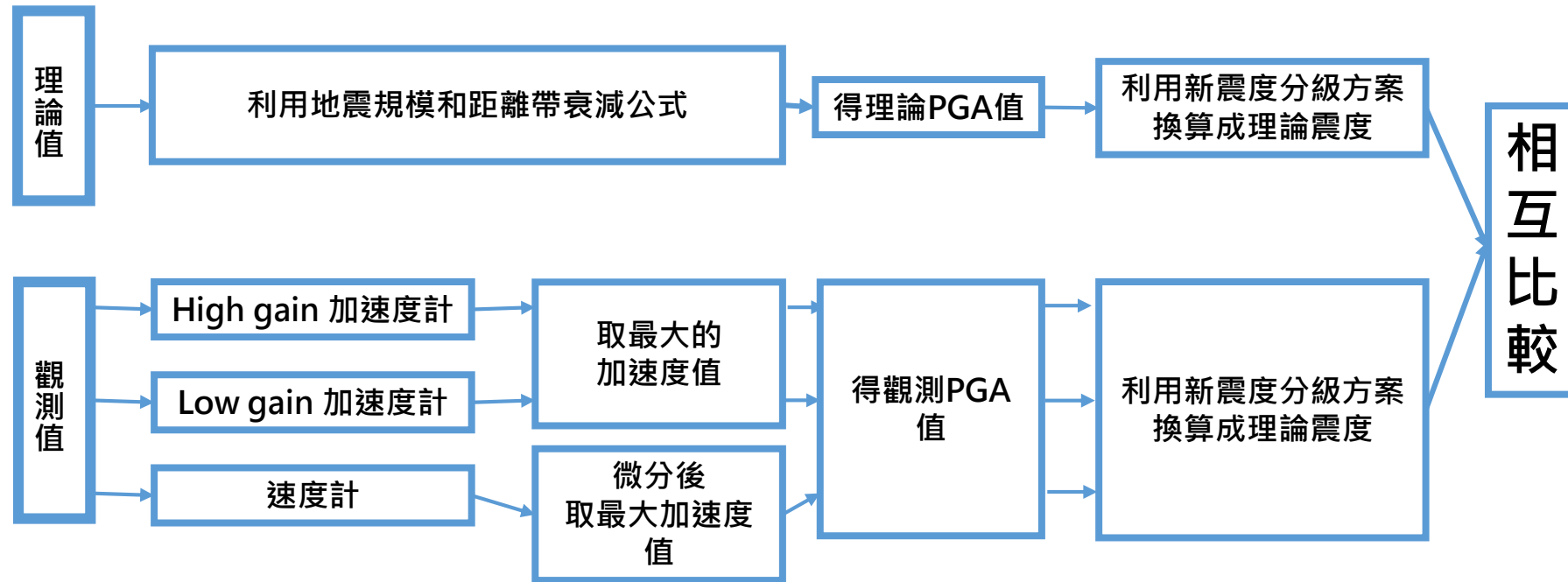
focal_dep：震源深度，單位公里

M_L ：地震規模，沒有單位

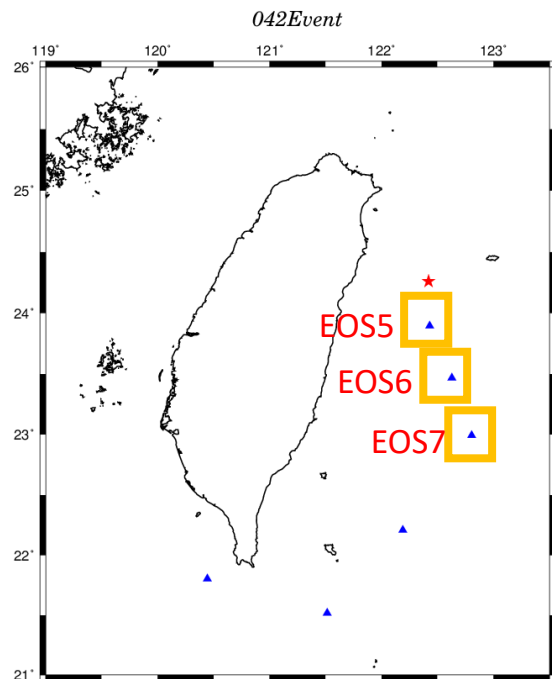
S_i ：鄉鎮市區場址效應

P_{adj} ：地震PGA修正量

分析流程

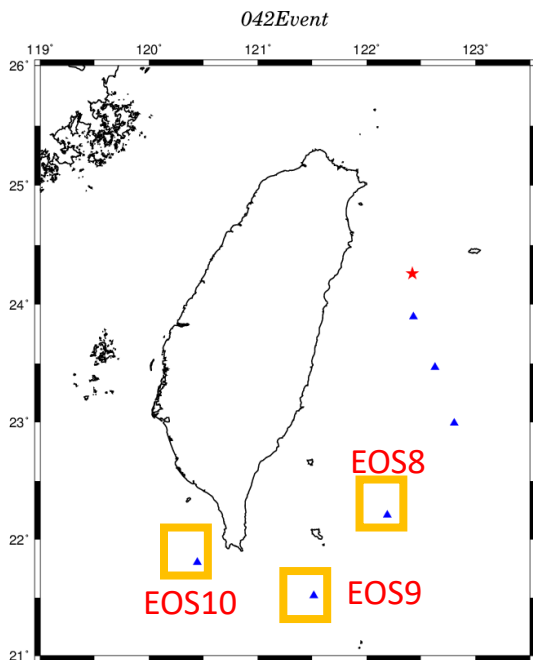


編號地震042



EOS 5	理論PGA	4級	27.5432698389 gal
	High gain	4級	25.2135587895 gal
	Low gain	4級	25.4642265671 gal
	速度微分最大值	3級	17.3937363958 gal
EOS 6	理論PGA	3級	12.8960647004 gal
	High gain	3級	15.4964243547 gal
	Low gain	3級	15.4545540956 gal
	速度微分最大值	2級	5.43727993673 gal
EOS 7	理論PGA	2級	6.78807364759 gal
	High gain	3級	10.8439000673 gal
	Low gain	3級	10.8960309048 gal
	速度微分最大值	2級	3.21991781914 gal

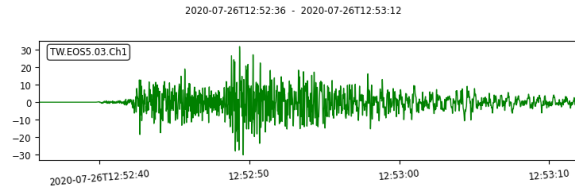
編號地震042



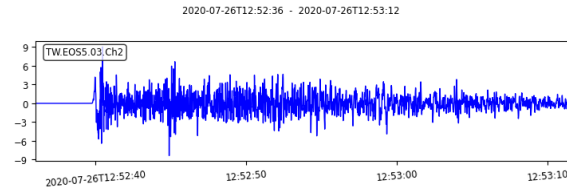
EOS 8	理論PGA	2級	3.44342727495 gal
	High gain	2級	4.48295311642 gal
	Low gain	2級	4.48968517045 gal
	速度微分最大值	1級	2.35154218103 gal
EOS 9	理論PGA	1級	2.06628794882 gal
	High gain	1級	1.7345496118 gal
	Low gain	1級	1.75281220441 gal
	速度微分最大值	0級	0.802014267279 gal
EOS 10	理論PGA	1級	1.86639405172 gal
	High gain	0級	0.528981897473 gal
	Low gain	0級	0.525718189089 gal
	速度微分最大值	0級	0.035622806304gal

(七)-1 速度計微分與加速度計波形比較

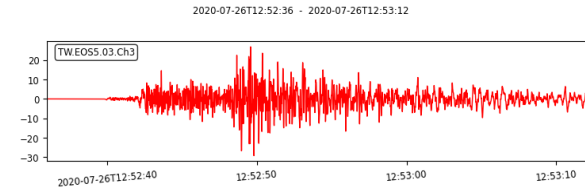
(七)-1 速度計微分與加速度計波形比較 (EOS 5)



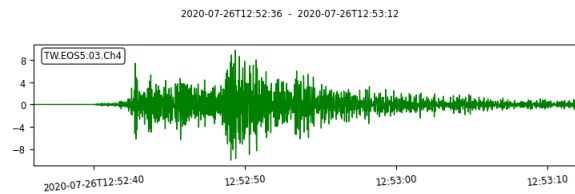
High gain z



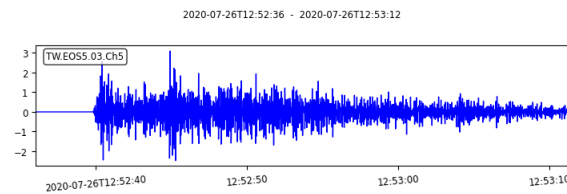
High gain y



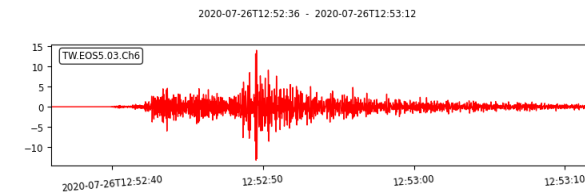
High gain x



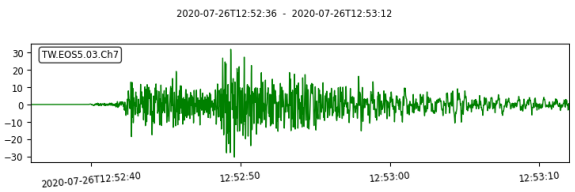
速度微分 z



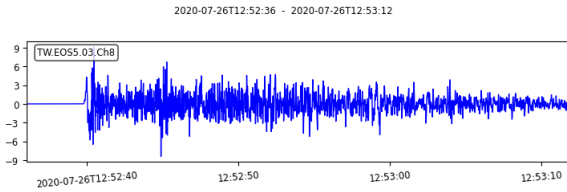
速度微分 y



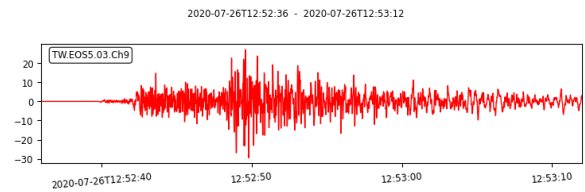
速度微分 x



Low gain z



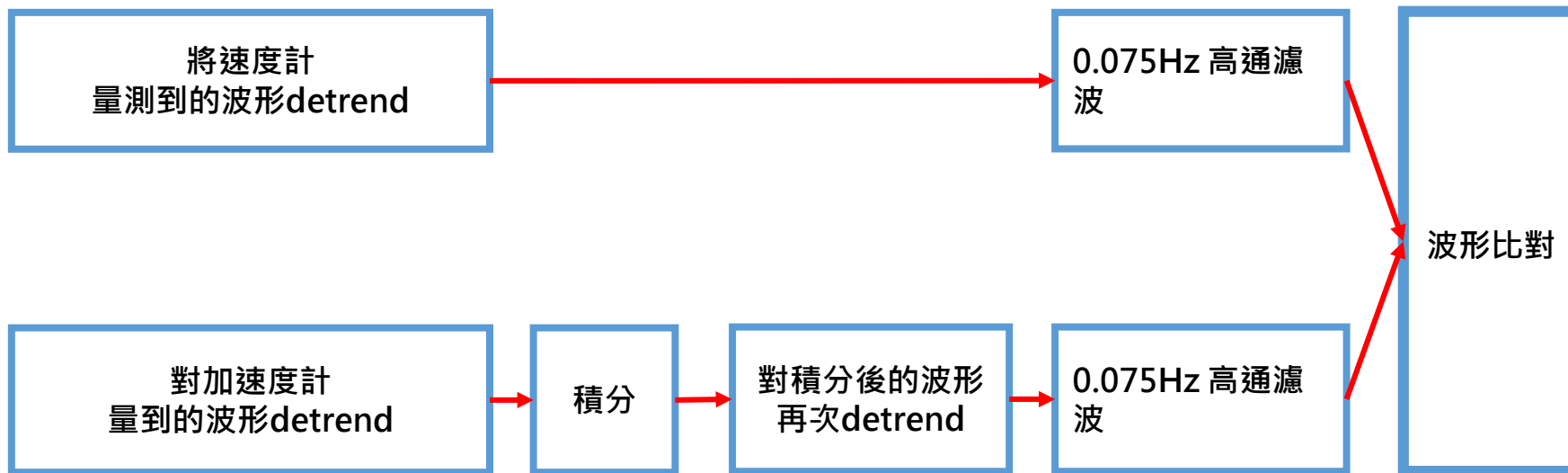
Low gain y



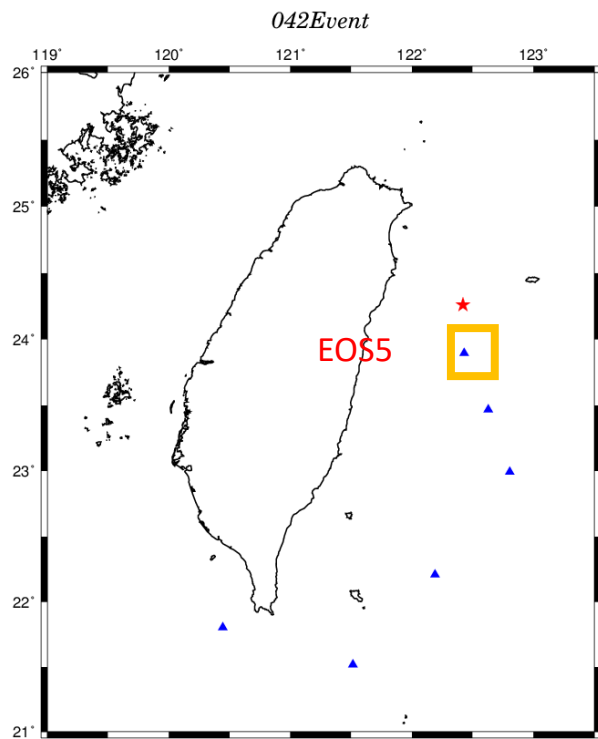
Low gain x

(七)-2 加速度計積分與速度計 波形比較

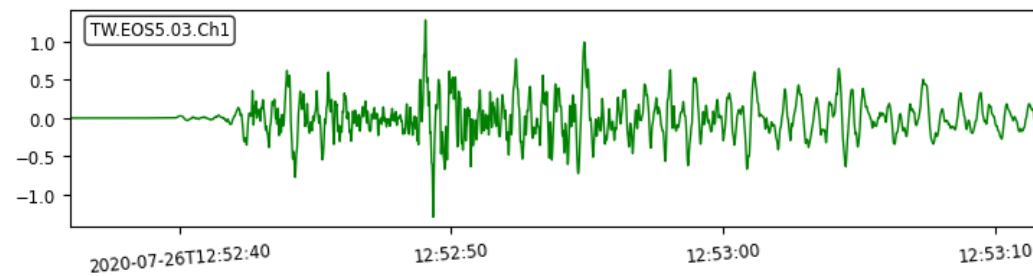
分析流程



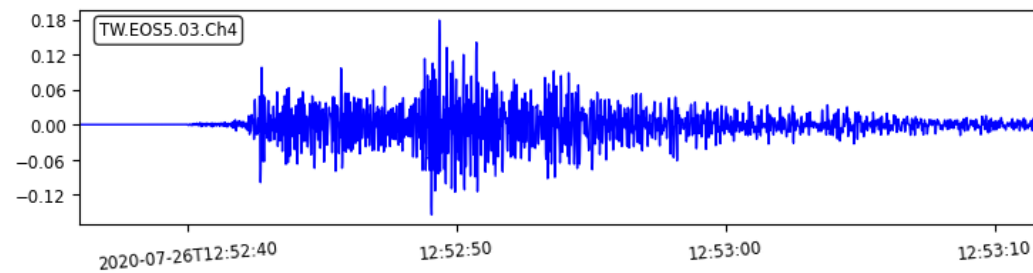
(七)-2 加速度計積分與速度計波形比較



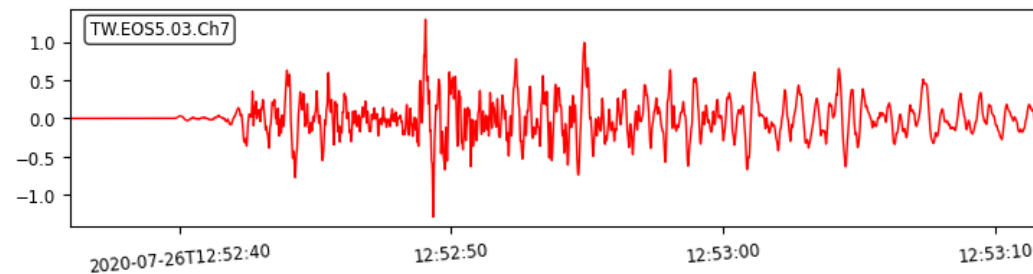
2020-07-26T12:52:36 - 2020-07-26T12:53:12 High gain 積分



2020-07-26T12:52:36 - 2020-07-26T12:53:12 速度計

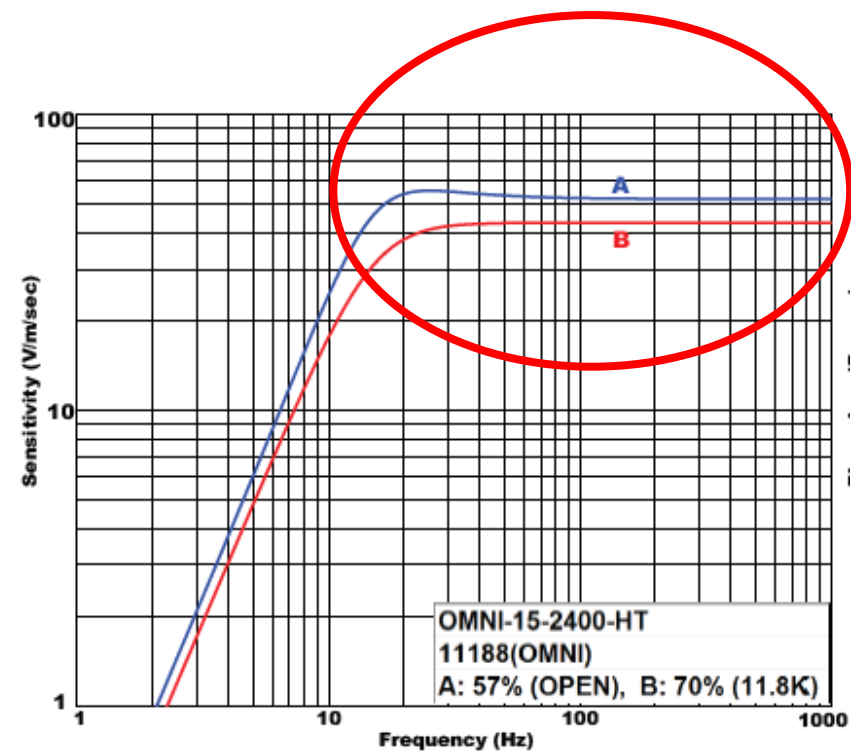


2020-07-26T12:52:36 - 2020-07-26T12:53:12 Low gain 積分



小結

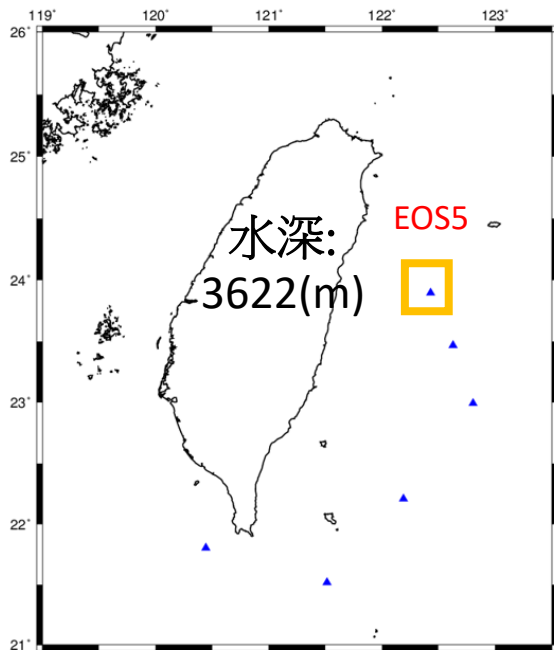
- 波動相近但速度計較為高頻
 - 推測原因:速度計對高頻訊號較為靈敏



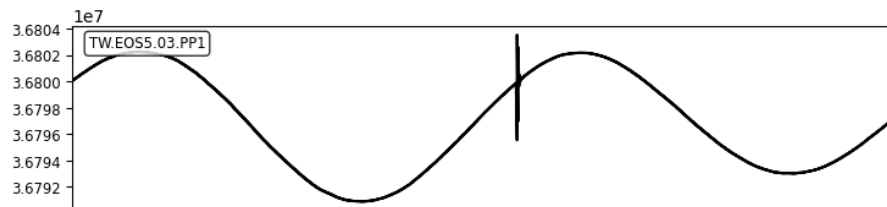
(八)溫度計及壓力計展示

2020/7/26

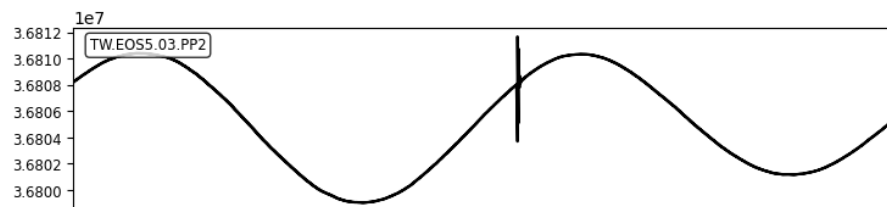
溫度計與壓力計全日圖



2020-07-26T00:00:00 - 2020-07-26T23:59:59.9



2020-07-26T00:00:00 - 2020-07-26T23:59:59.9



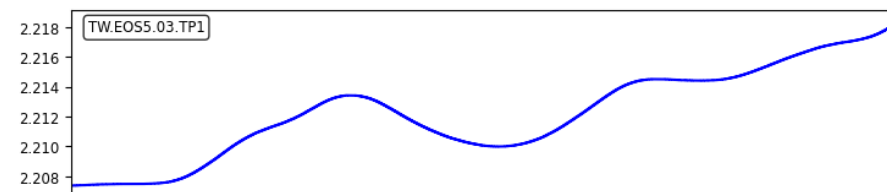
2020-07-26T00:00

06:00

12:00

18:00

2020-07-26T00:00:00 - 2020-07-26T23:59:59.9



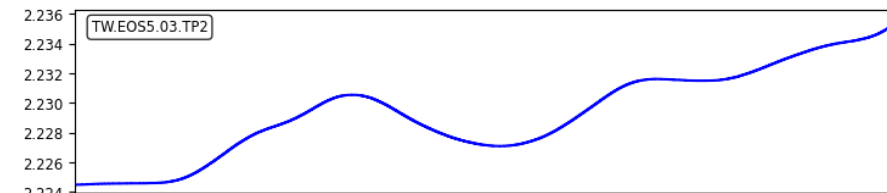
2020-07-26T00:00

06:00

12:00

18:00

2020-07-26T00:00:00 - 2020-07-26T23:59:59.9



2020-07-26T00:00

06:00

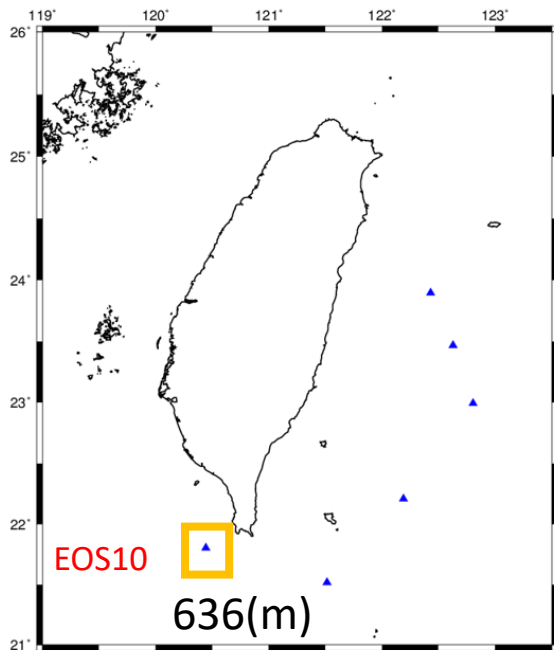
12:00

18:00

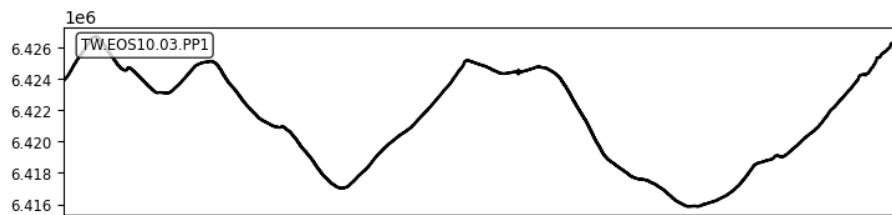
壓力計

溫度計

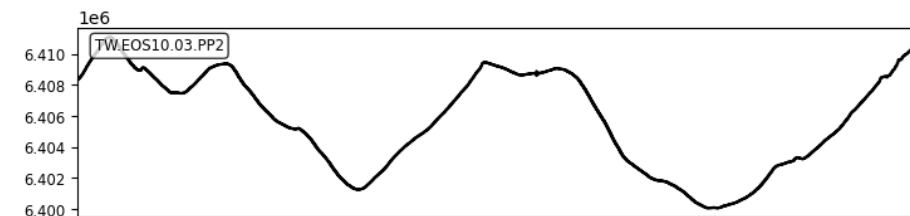
溫度計與壓力計全日圖



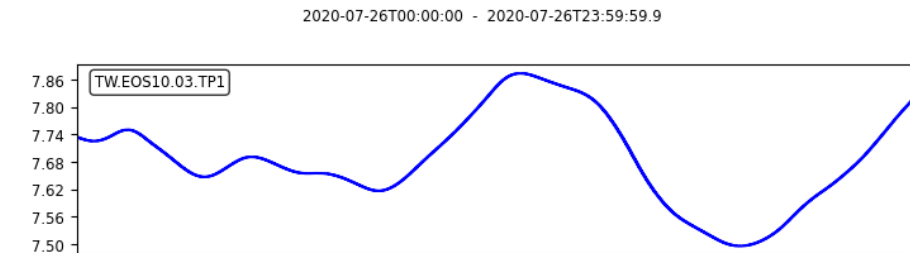
2020-07-26T00:00:00 - 2020-07-26T23:59:59.9



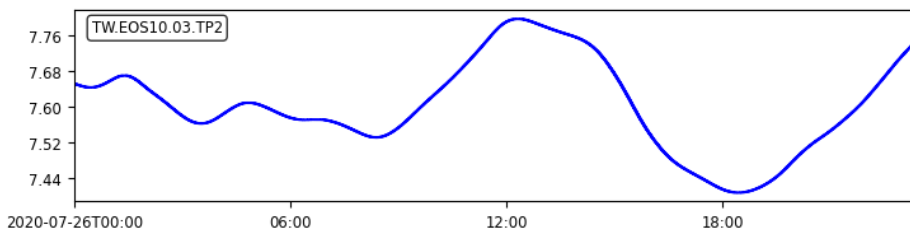
2020-07-26T00:00:00 - 2020-07-26T23:59:59.9



2020-07-26T00:00:00 - 2020-07-26T23:59:59.9



2020-07-26T00:00:00 - 2020-07-26T23:59:59.9



2020-07-26T00:00:00 - 2020-07-26T23:59:59.9

壓力計

溫度計

總結

- 壓力計可作為P波到時及初動方向參考
- 預警時間縮短
- 地震包覆性有效提升
- 偵測到更多小型海底地震
- 訊號穩定且大致上連續
- 速度計量測到之數值可用性待確認
- 除速度計以外之儀器可用性高

結語

媽祖(MACHO)計畫第三期
海底地震儀校正及檢驗

媽祖(MACHO)計畫第三期
海底地震儀校正及檢驗

謝謝大家