

「台灣校園捕震網」工作坊 Part II： QCN 地震科普

105 年 12 月 22 日

主辦單位：台北北區扶輪社、中央研究院物理研究所、嘉義縣政府教育處

協辦單位：中央研究院地球科學研究所、國立台灣師範大學地球科學系、

德霖科技大學、臺灣符式推廣協會

「台灣校園捕震網」工作坊 Part II — QCN 地震科普

時間：105 年 12 月 22 日

地點：嘉義縣縣府 2 樓電腦教室

時間 \ 內容	活動主題	主持/主講人	備註
13：15－13：30	報到		
13：30－14：45	動手玩地震觀測	中研院地球所 梁文宗博士	
14：45－15：00	休息		
15：00－16：15	好膽你就來 - [最新]即時地震遊戲競賽擂台 (地震科學教育推廣)	中研院地球所 梁文宗博士	
16：15－17：00	他抓得住我：台灣捕震網的現況與未來	中研院地球所 梁文宗博士	

動手玩地震觀測

梁文宗

1. 中央研究院地球科學研究所
2. 台灣地震科學中心

1

公民教育
地震科學與地震防護

- 理解地震如何發生
 - 不迷信、不聽信謠言
- 知道如何觀測地震
 - 瞭解專責單位的地震測報資訊
- 清楚地震災害的種類
 - 對四周的環境變化不至於慌亂
- 知道如何因應地震
 - 採取必要安全措施保護生命與財產
- 蹲低、遮蔽、抓緊
- *drop, cover, hold on*

2

計畫重點項目

台灣捕震網

- 台灣校園地震教育觀測網
- 地震觀測科學基礎設施

雲端學習平台

- 捕震網地震波形資料中心
- 地震科學知識與資訊
- 地震遊戲

地震學園

- 教育資源平台
- 地震科學與地震、海嘯防護
- 多元化教材
- 教學模組

3

大綱

- 為什麼大氣和天文觀測遠比地震觀測吸引人？
 - 談談公民地震學
- 地震觀測網是什麼？
- 捕震網(QCN)地震站的角色
- 台灣捕震網/學習平台/地震學園
 - <http://qcntw.earth.sinica.edu.tw>
- 動手玩地震
 - 認識地震波
 - 定位遊戲/震度遊戲/規模遊戲
 - 指尖的地震vs.掌上的地震
 - 偵探/法醫地震學

4

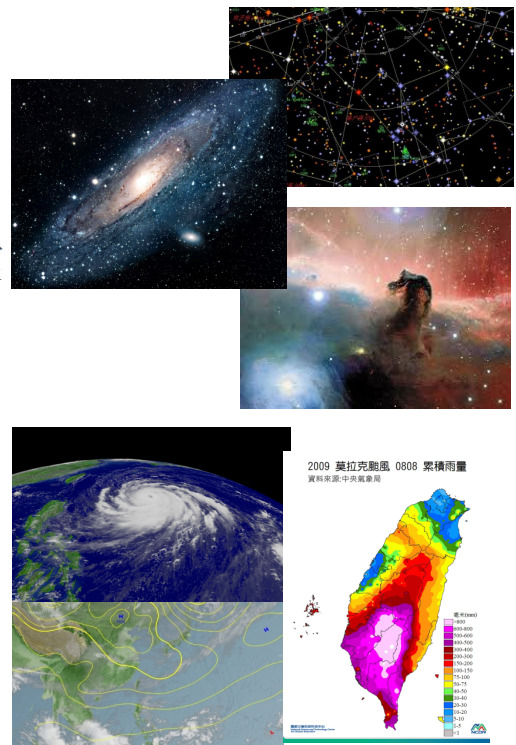
為什麼有大氣、天文社而沒有地震社？

- 趣味vs.災難
- 故事vs.公式
- 觀測影像vs.制式報告
- 舉頭可望明月，但低頭不見地震 (是一種現象而不是物體)
- 地震或地震觀測有什麼趣味性？
- 地震科學的門檻要再降低
- 影像、故事取代報告和公式
- 互動式學習活動
- 線上教學

5

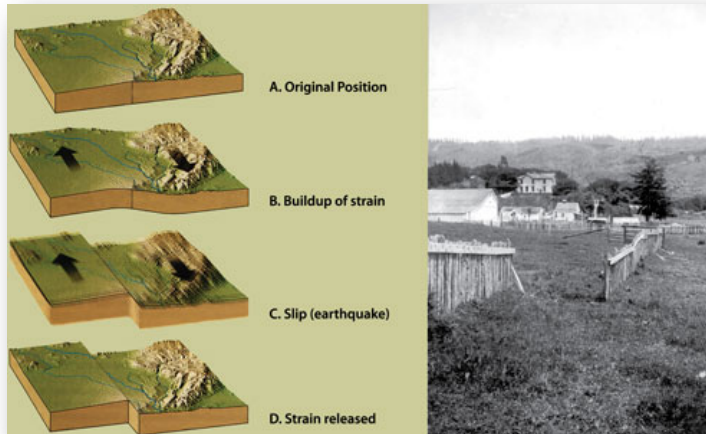
為什麼沒有地震科學研究社？

- 趣味vs.災難
- 故事vs.公式
- 觀測影像vs.制式報告
- 舉頭可望明月，但低頭不見地震
- 地震或地震觀測有什麼趣味性？
- 地震科學的門檻要再降低
- 影像、故事取代報告和公式
- 互動式學習活動
- 線上教學



6

地震究竟是怎麼一回事？



- 斷層間的摩擦力阻止斷層滑移
- 累積的應變克服摩擦力以致斷層間產生瞬間錯動
- 釋放的應變能以彈性波的方式從震源往四面八方輻射出去
- 造成地表搖晃產生地震
- 彈性回跳理論

Elastic Rebound

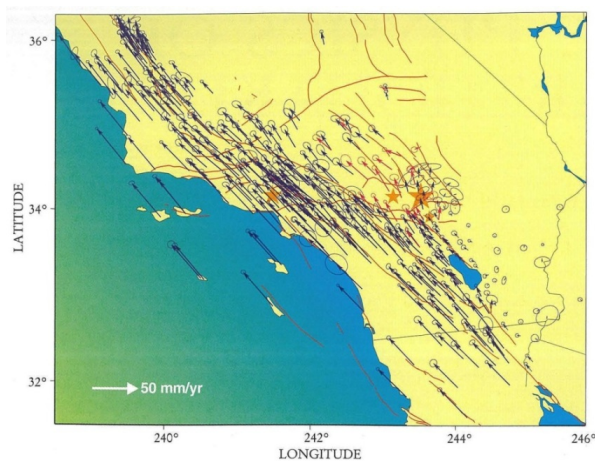
<http://quake06.stanford.edu/centennial/tour/stop11.html>

1906/04/18 05:12 (UT-8)舊金山大地震 Mw 7.8

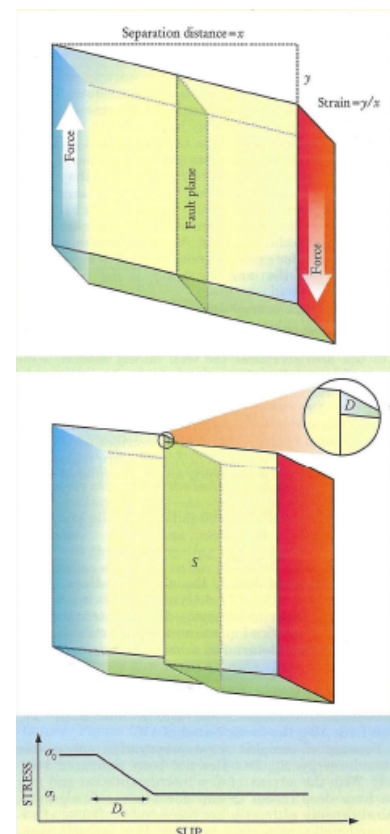
7

震源物理

- 剪切應力、剪切應變
- 岩石強度、斷層強度



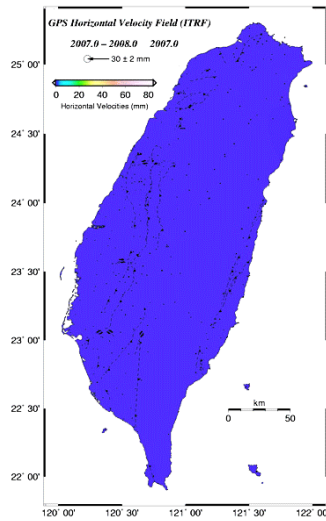
Kanamori & Brodsky, 2011



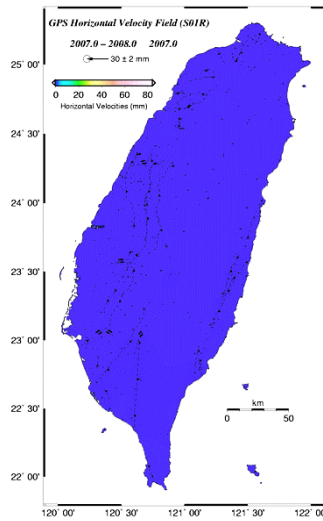
8

GPS Velocity Field (2007-2008)

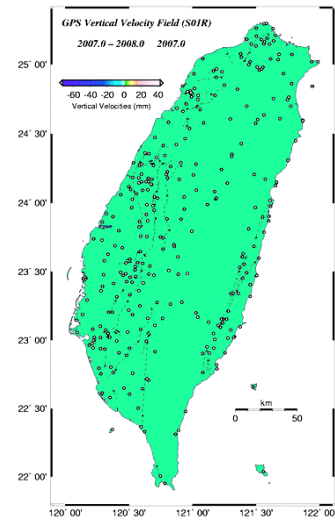
H, ITRF



H, S01R



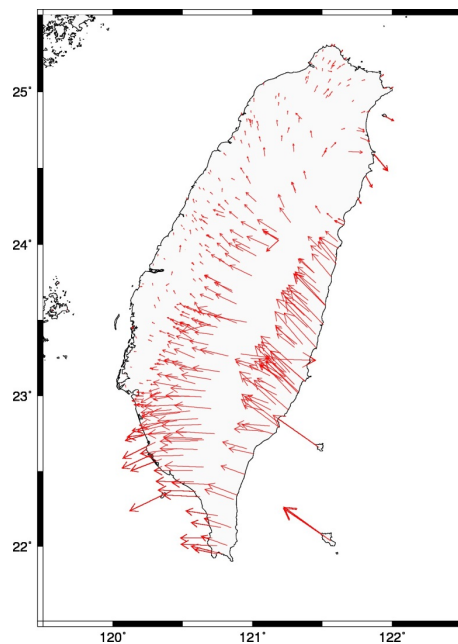
V, S01R



<http://gps.earth.siica.edu.tw> PI: Long-Chen Kuo

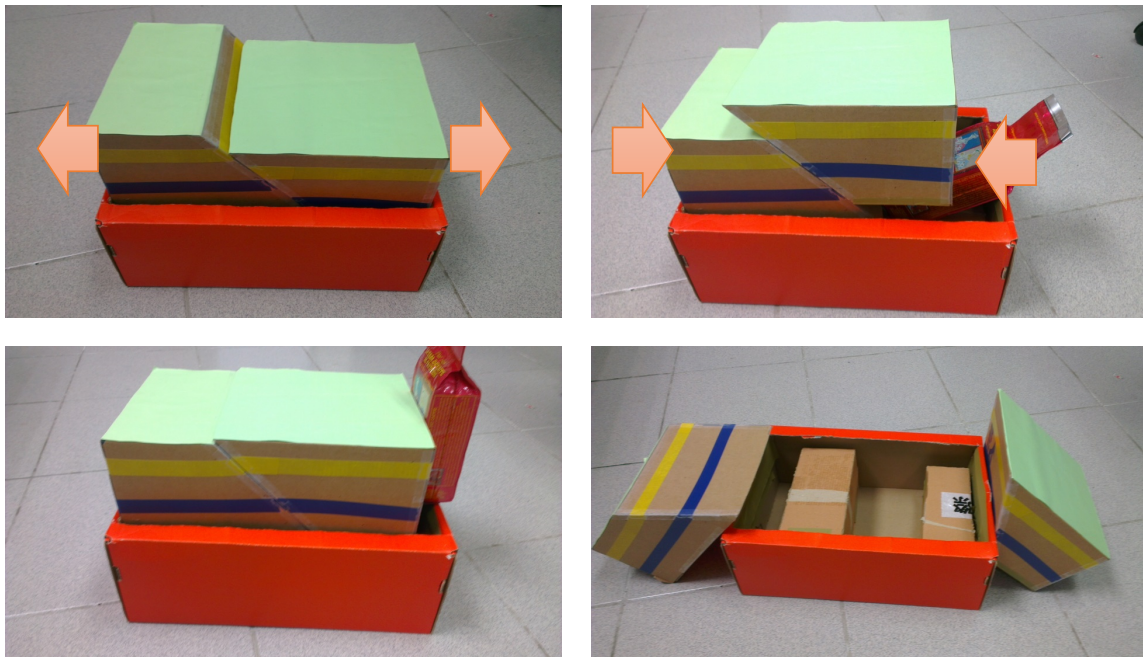
9

台灣的地表變形 (GPS觀測)



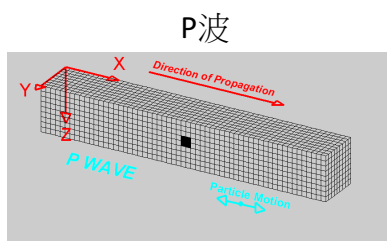
10

區域構造應力與斷層錯動型態

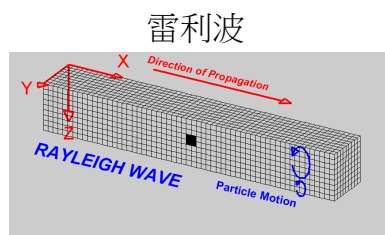
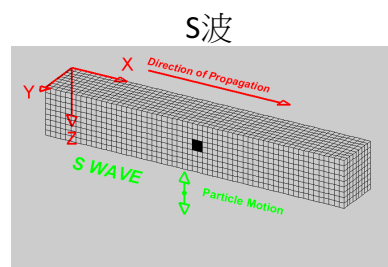


11

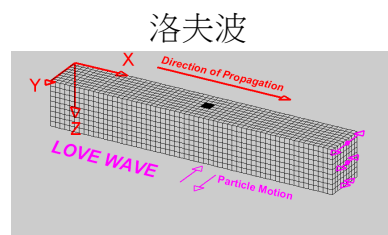
地震波的振動方式



體波



表面波



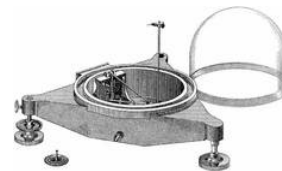
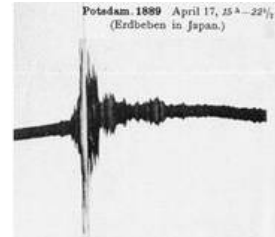
Braile, 2004.

<http://web.ics.purdue.edu/~braile/edumod/waves/WaveDemo.htm>

12

19世紀末的現代地震觀測儀器

- ◎ 現代地震儀組成：
 - ◎ 感震器、計時器、記錄器
- ◎ 19世紀末期發展出現代觀測儀器
 - ◎ Robert Mallet, 1857(愛爾蘭) 奠基
 - ◎ Filippo Cecchi, 1875(義) 第一部地震儀
 - ◎ William Milne, 1892(英、日) 精密地震儀
- ◎ 第一個遠震地震波形紀錄：Apr. 17, 1889
 - ◎ Von Rebeur-Pacshwitz (Nature, 1889)
 - ◎ 水平擺的光學紀錄
 - ◎ 在德國波茲坦記錄到來自日本規模約5.8的地震
 - ◎ 標示出全球地震觀測時代的來臨



13

觀測地震學

觀測地震學是一門依據分析科學儀器所記錄的地震波形來研究震源(斷層錯動、火山活動、核試爆、雪崩、土石流、冰山碰撞、隕石撞擊、爆炸意外等)、地球結構與其他問題的科學。

地震儀所記錄到的地表位移(u)是震源破裂型態(s)與地球內部結構(E)、場址效應(a)及儀器響應(I)的總和效果。

$$u(r,t) = s(r,t) * E(r,t) * a(r,t) * I(r,t)$$

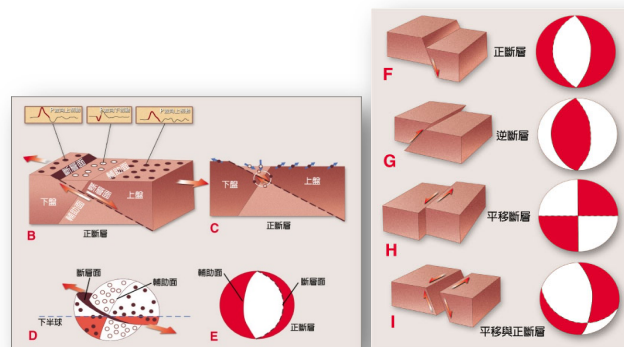
因此，如果我們不明白地震儀器的響應(response)，便無法反推震源的破裂行為或地球的內部性質。

14

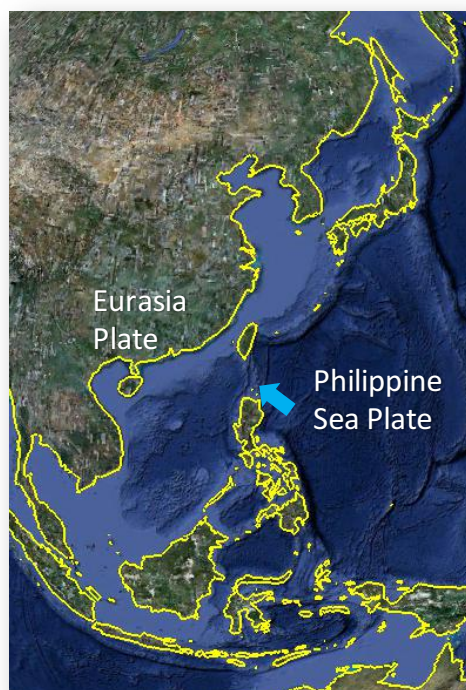
地震觀測的項目

- 地震波相辨識 (P, S和表面波等)
- 波相到時 [定位、地球結構等]
- 振幅大小 [震度、震源破裂、地球結構等]
- P波初動的極性(上下) [震源破裂方式]
- 頻率內涵 [震源和地球內部衰減特性]

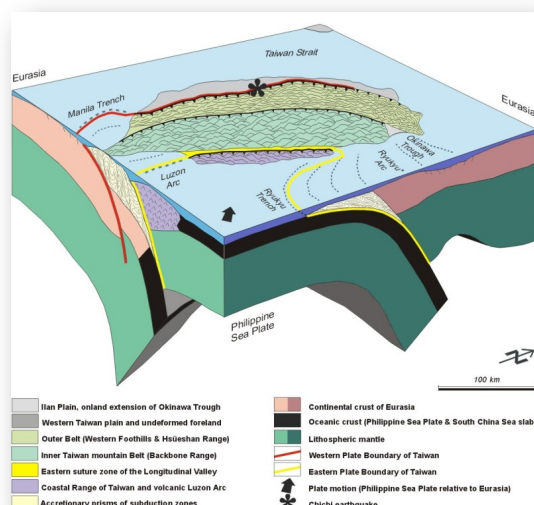
- 全波形
 - 震源物理、地球結構等
- 其他
 - 法醫地震學
 - ...



台灣的地體構造特徵



台灣位處歐亞大陸板塊與菲律賓海板塊之間的聚合邊界上，交互作用劇烈，地表變形顯著，地震頻仍

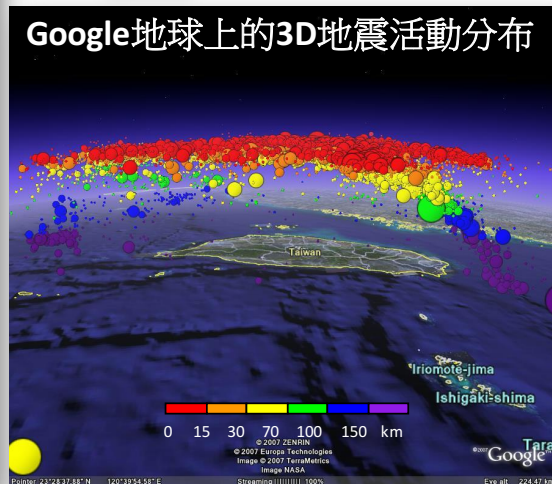
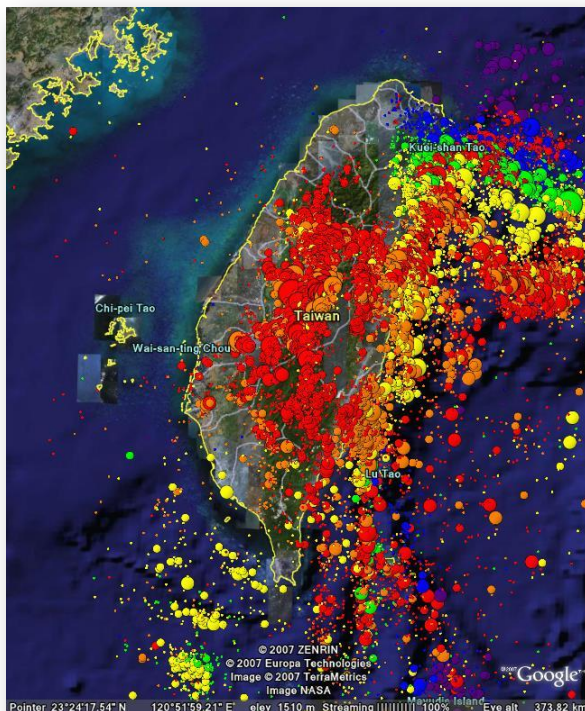


張中白教授提供

台灣的地震活動

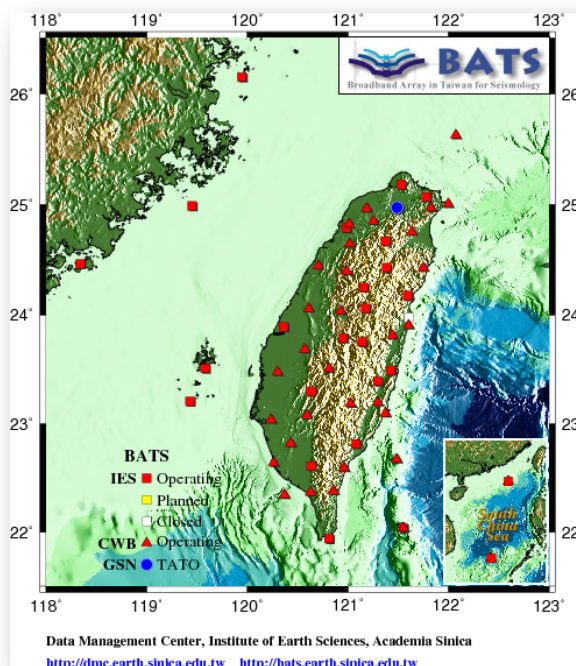
資料來源：中央氣象局

- 1900~1973
- 1973~1990
- 1990~



17

台灣寬頻地震觀測網



地震站的儀器設備

- ✓ 感測器 (sensor)
- ✓ 記錄器
- ✓ 通訊設備

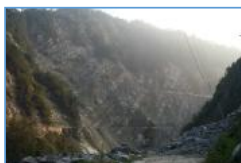
- 機房
- 電源
- GPS時鐘

18

地震站房條件

TDCB

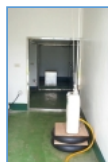
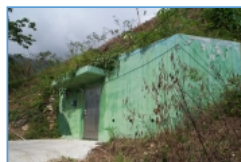
Techi



STS-1

YULB

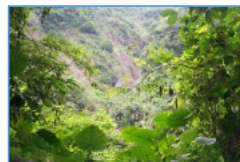
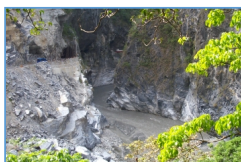
Yuli



STS-2

NACB

Taroko



STS-2

19

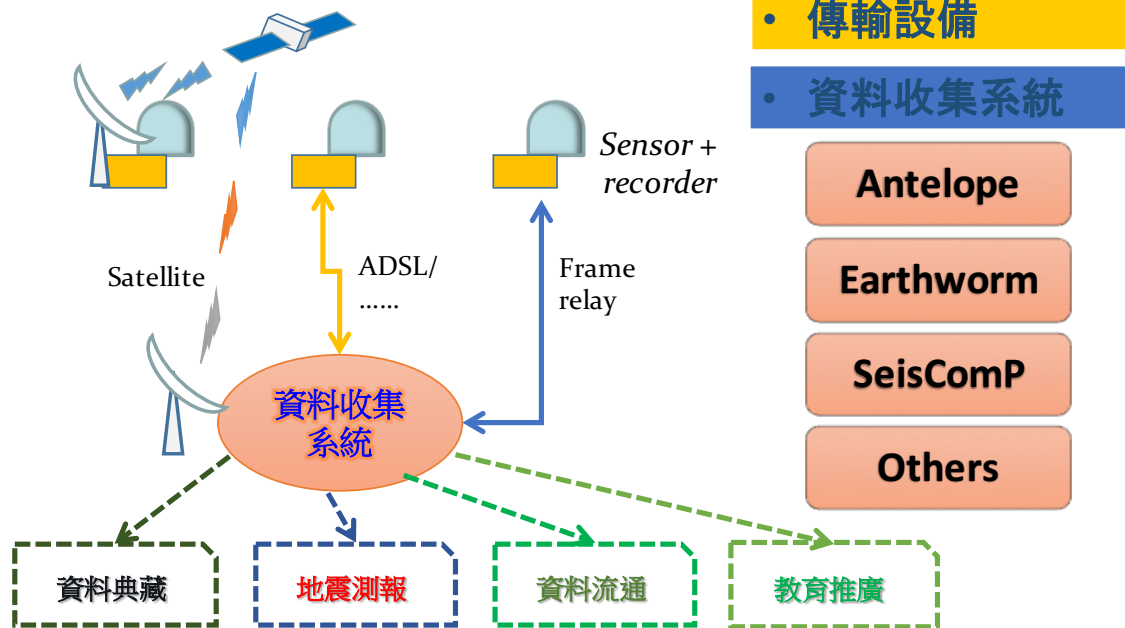
地震儀的種類

- 寬頻地震儀
- 短周期地震儀
- 強地動地震儀
- 長週期地震儀
- 超高頻地震儀
- 海底地震儀

- 應變儀
- 傾斜儀
- 水位計
- 重力儀
- 其他

20

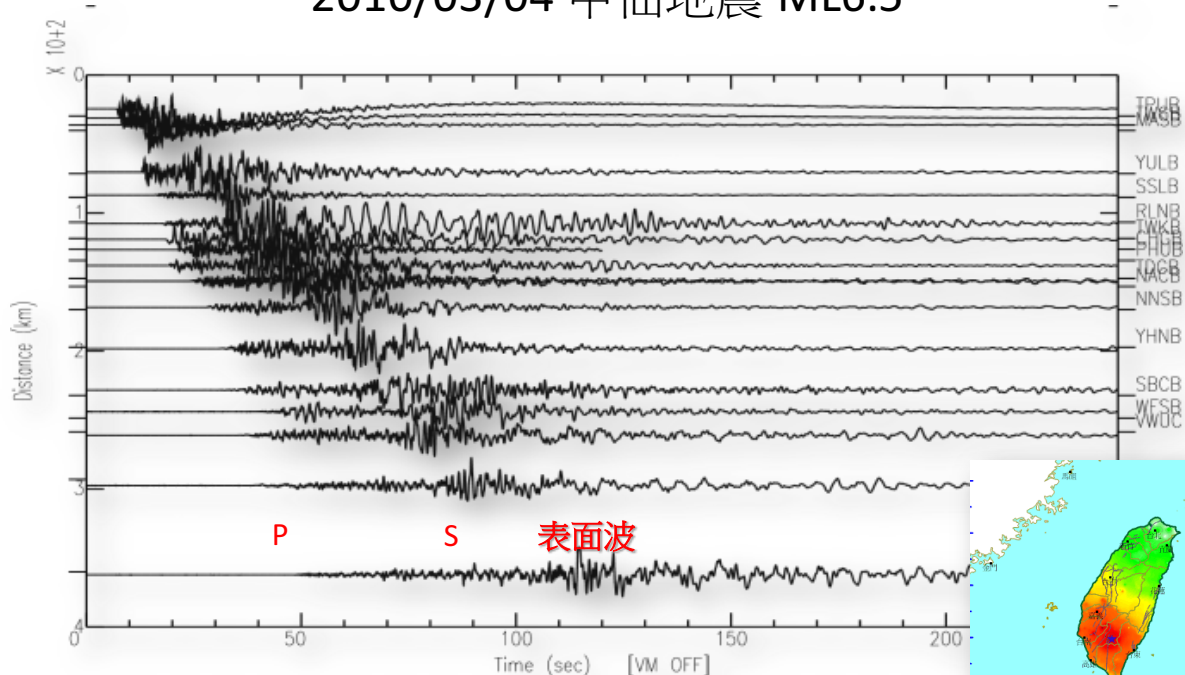
區域地震觀測網



21

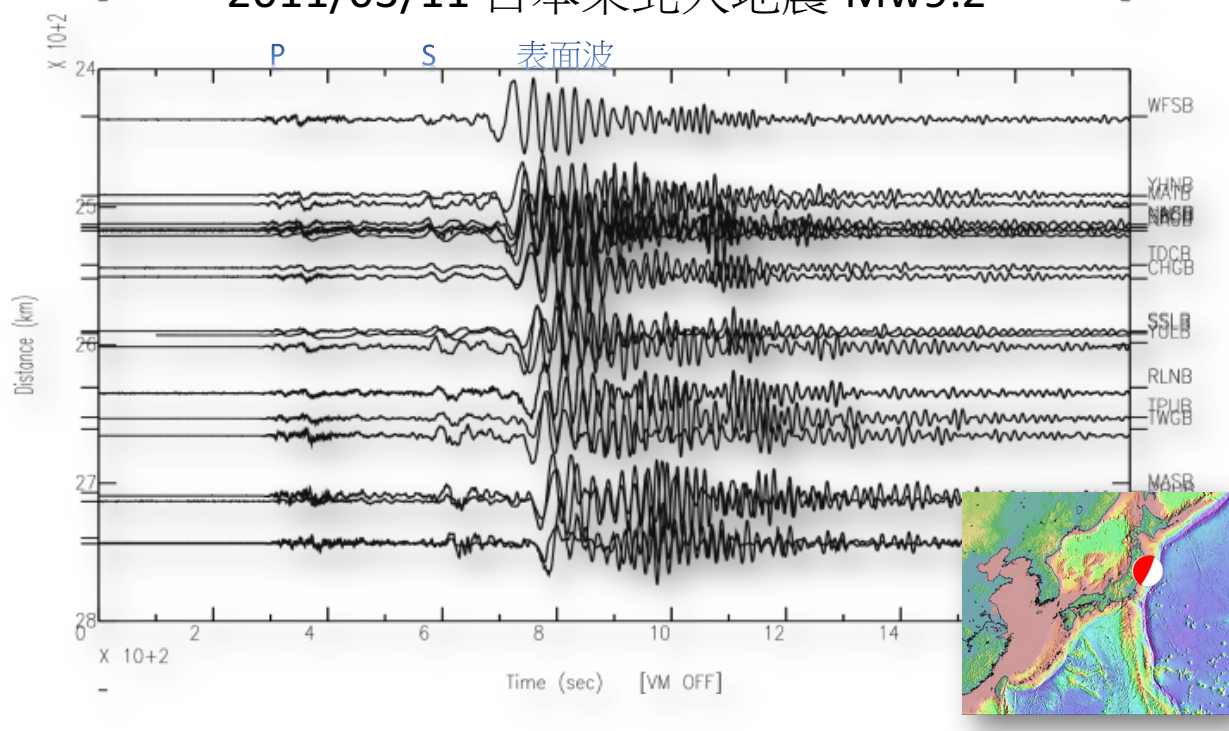
地震波形範例一

2010/03/04 甲仙地震 ML6.5



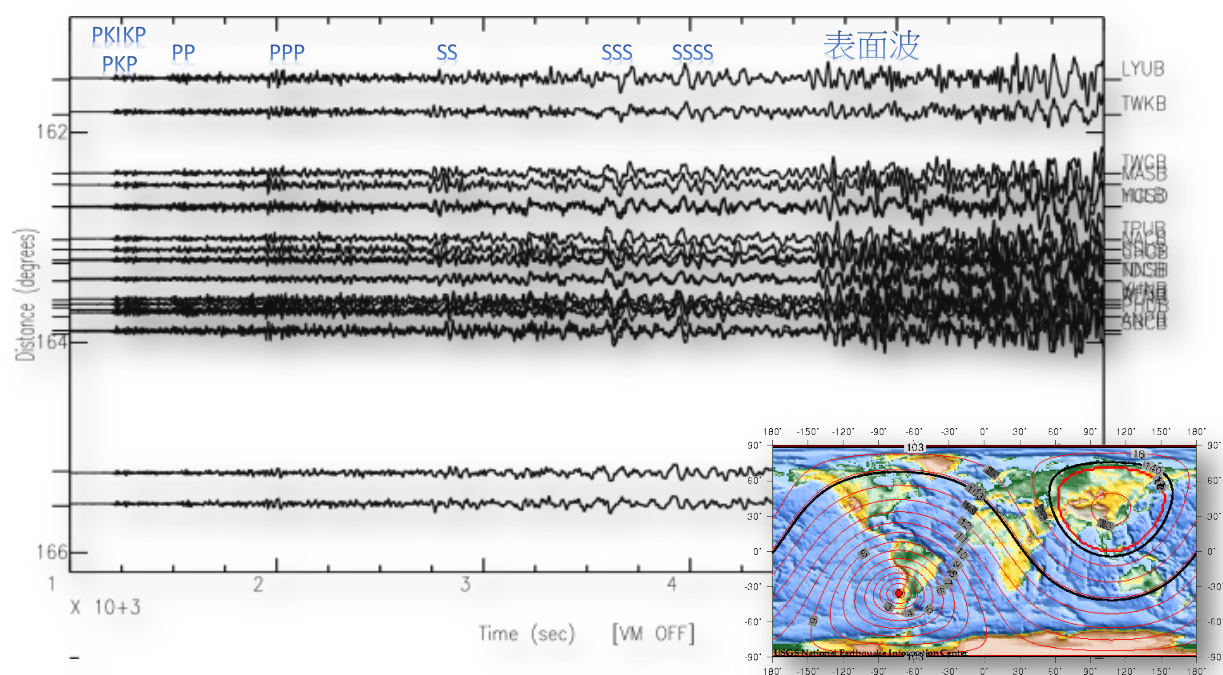
地震波形範例二

2011/03/11 日本東北大地震 Mw9.2



地震波形範例三

2010/02/27 智利大地震 Mw8.8



地震波相的傳遞路徑

探測地球內部最佳的工具：地震波

Figure 3.5-5: Illustration of various body wave phases.

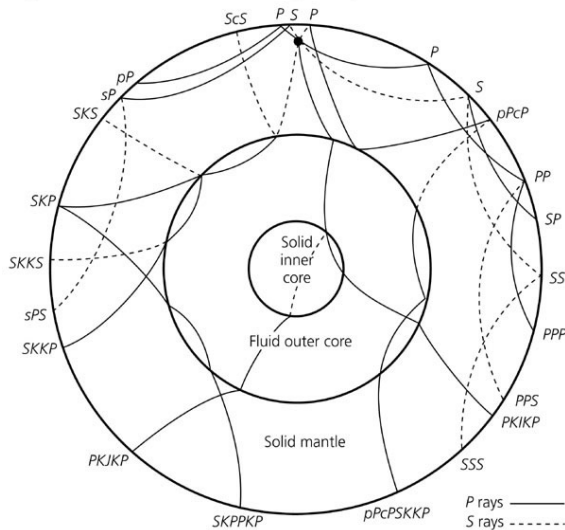
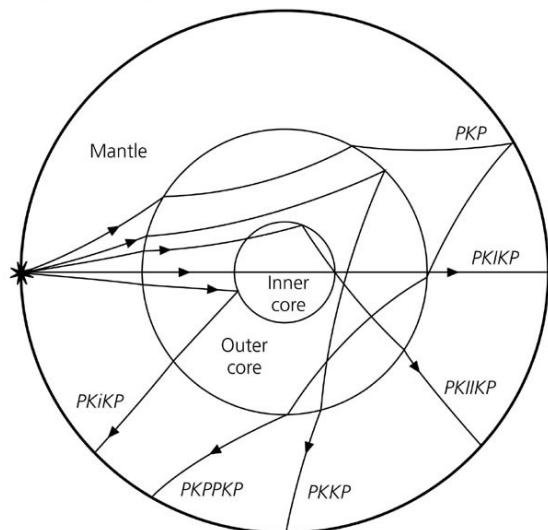


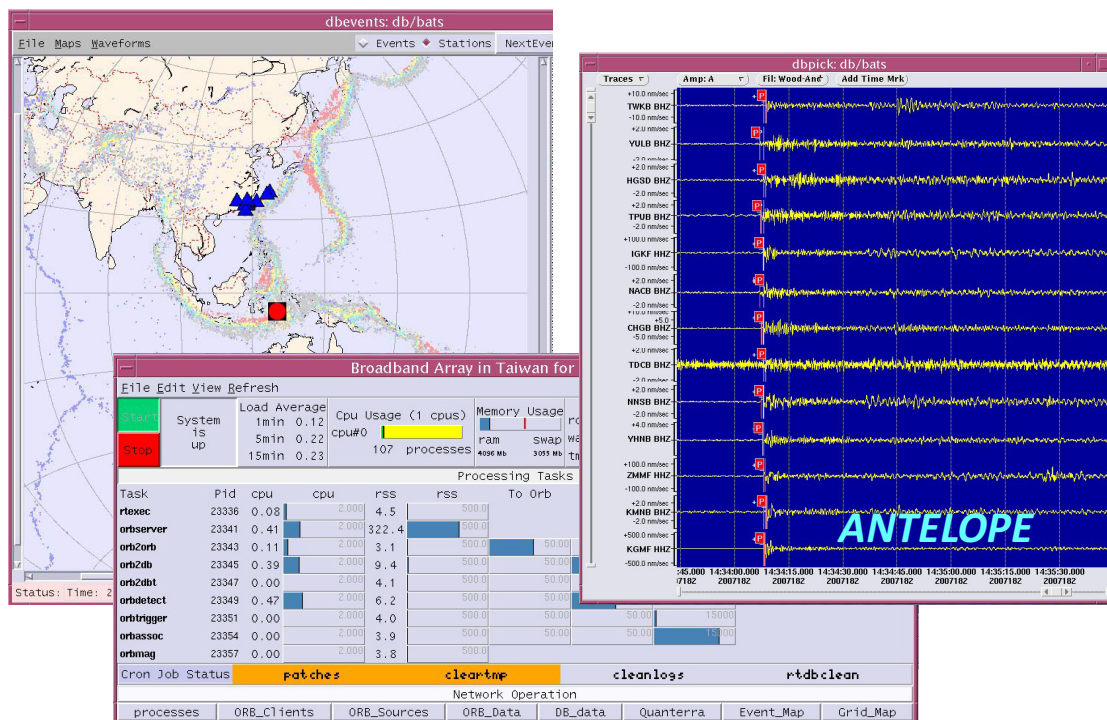
Figure 3.5-10: Ray paths for additional core phases.



Seth Stein and Michael Wysession, Blackwell Publishing, 2003

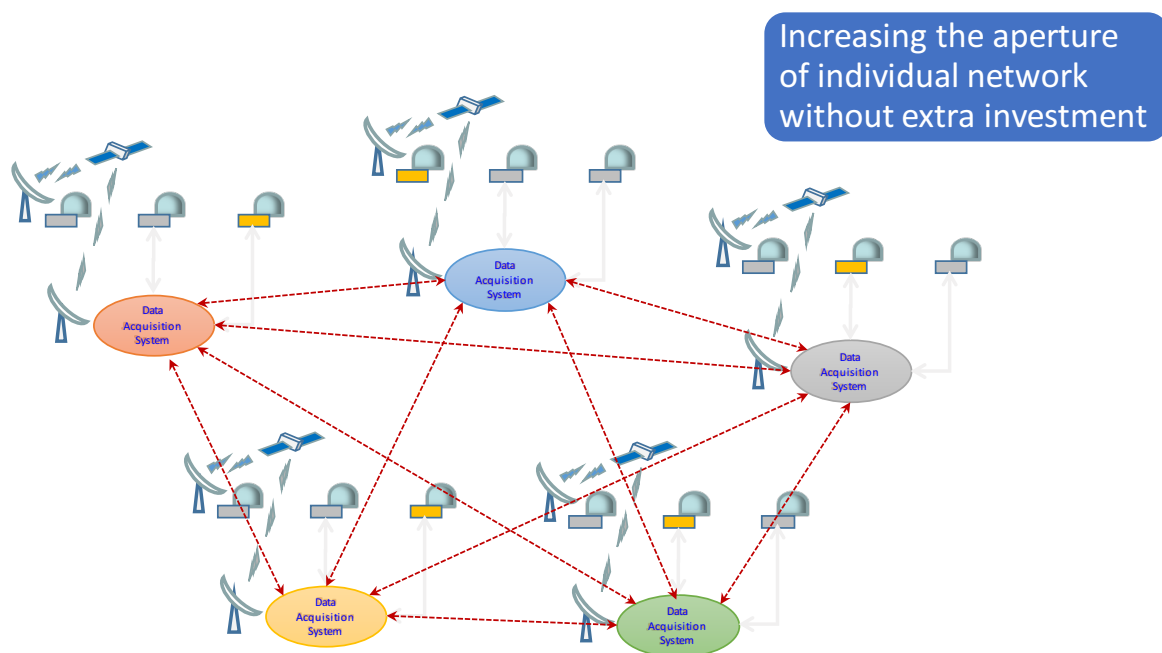
25

地震資料收集與處理系統



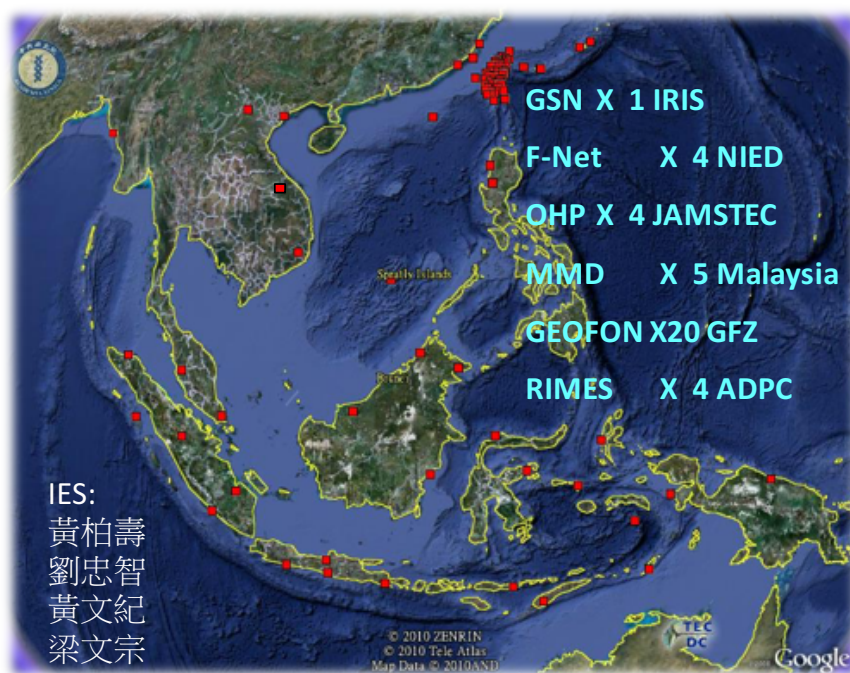
26

資料中心即時地震資料交換 (I)



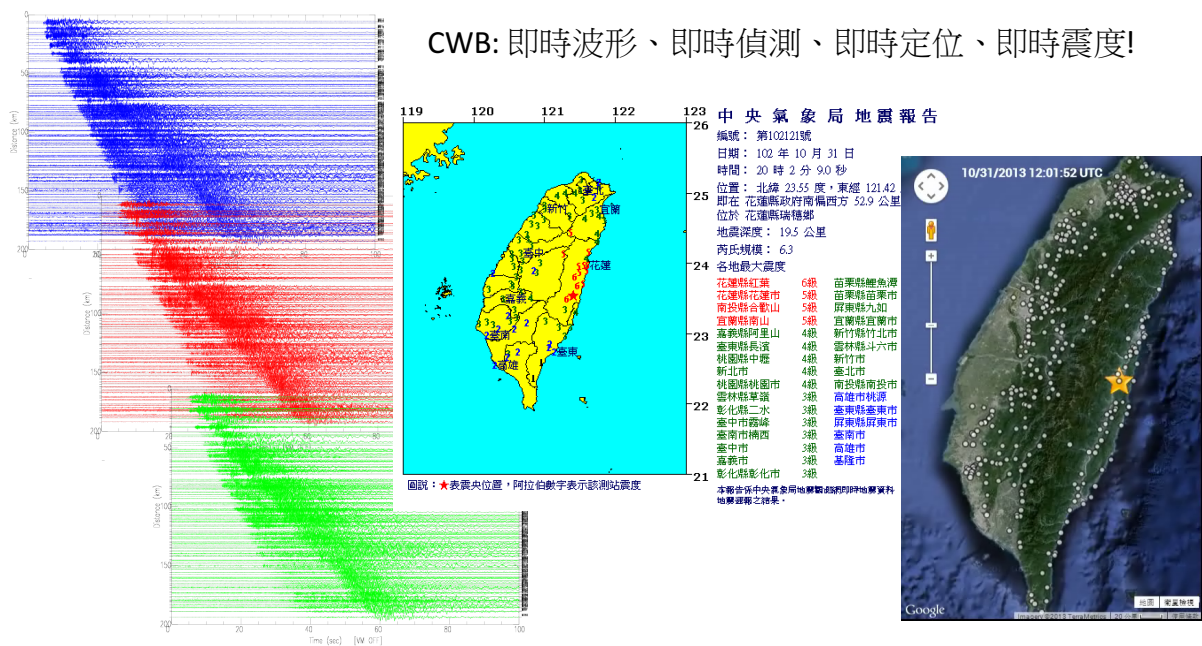
27

資料中心即時地震資料交換 (II)



28

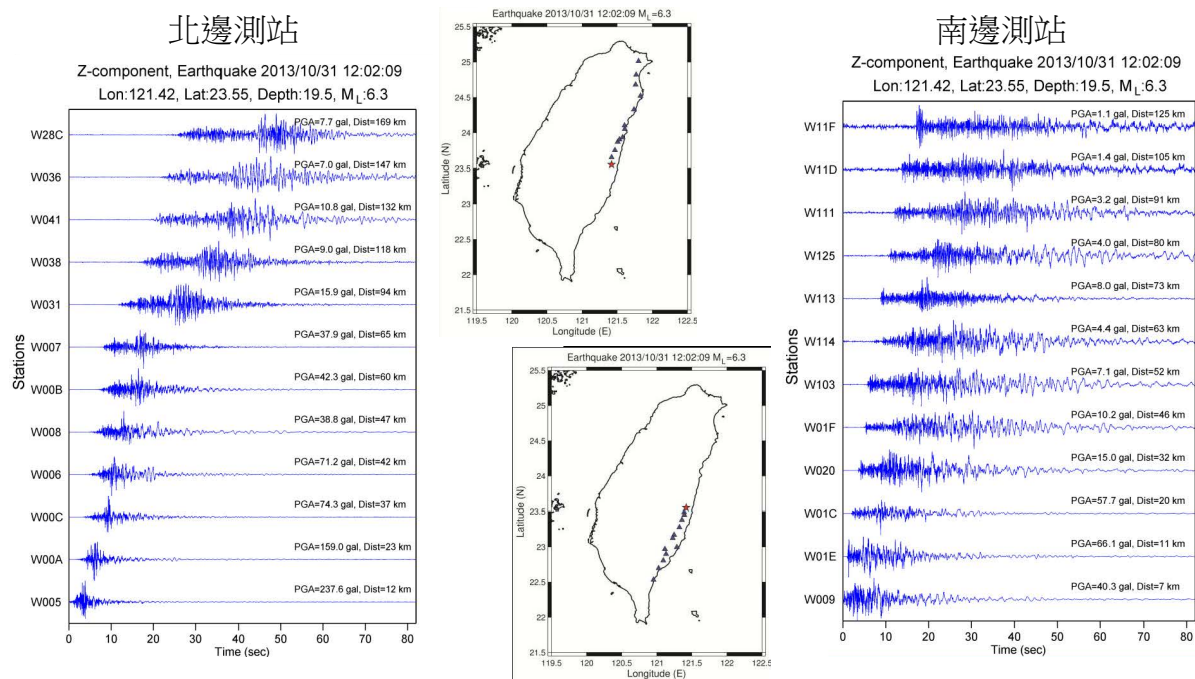
範例一：地震速報



29

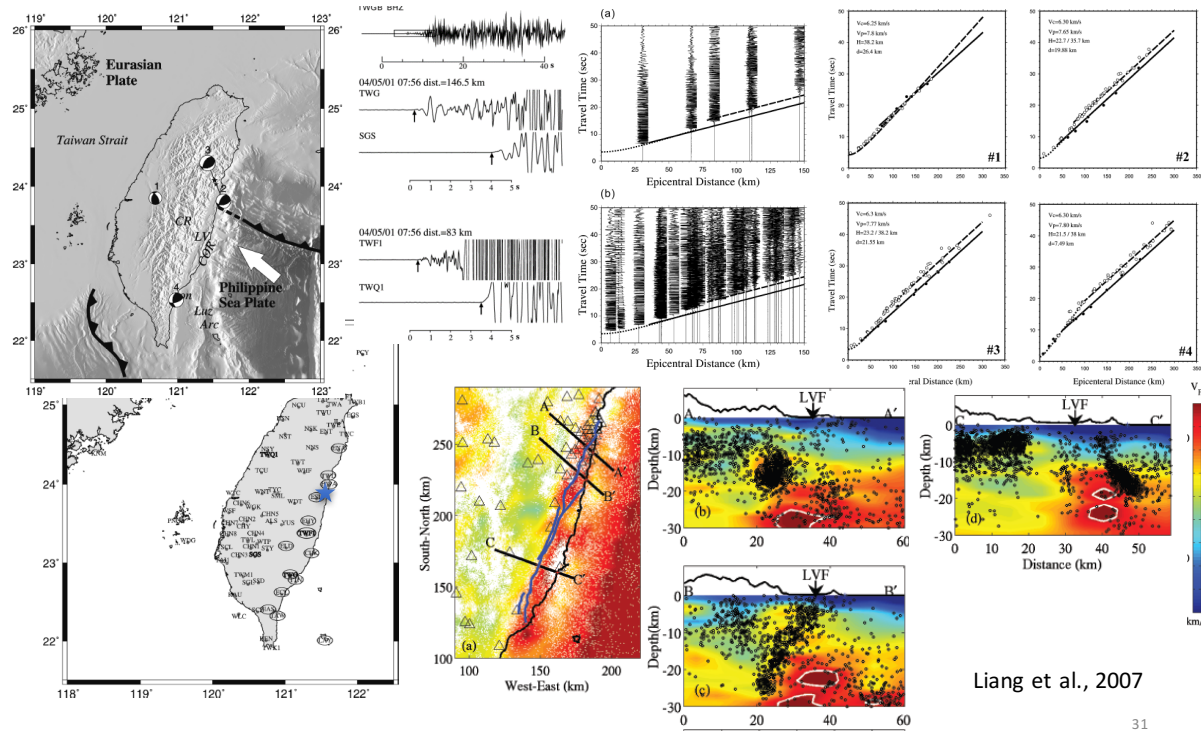
範例二：地震破裂的方向性

2013瑞穗地震



30

範例三：P波走時異常的涵義



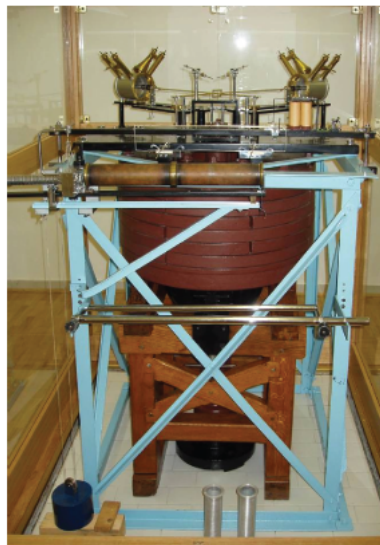
31



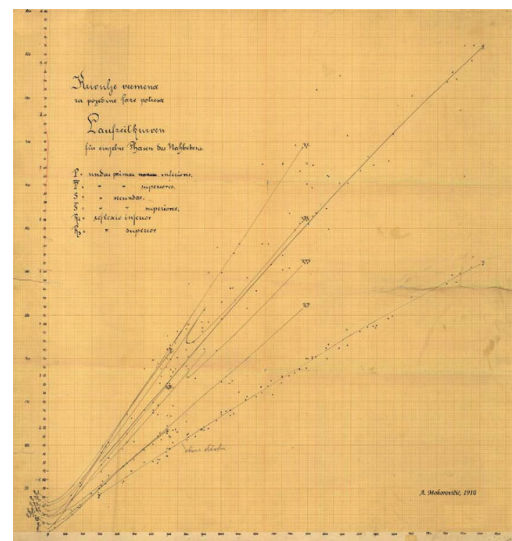
Andrija Mohorovicic



Eos, Vol. 93, No. 7, 14 February 2012



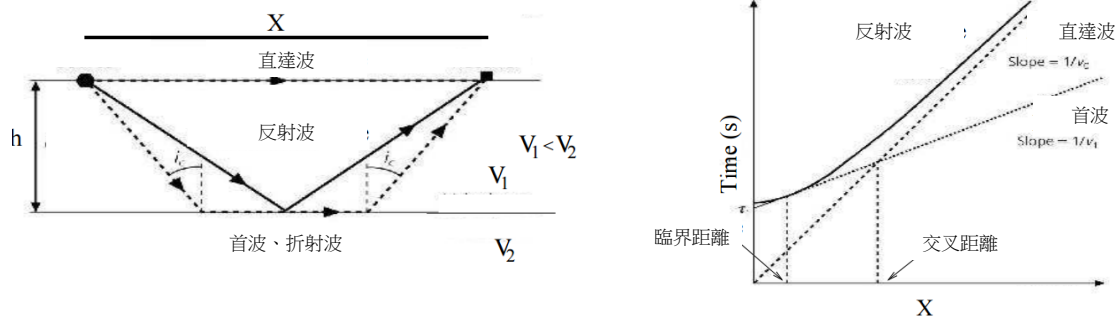
▲ The Wiechert horizontal seismograph (1,000 kg) that Mohorovićić installed in 1909. A few months later the instrument recorded the famous Kupa Valley earthquake of 8 October 1909. It was moved from the old Observatory building to its present location in 1983. Today it is exhibited (next to the "small" Wiechert of 80 kg and the vertical, 1,200-kg instrument) in the A. Mohorovićić Memorial Rooms, completely restored and in perfect operating condition.



▲ Mohorovićić's travel-time curves for local and regional distances from 1910. Observed onset times are marked with dots, full lines are the theoretical travel-time curves for individual (Pg, Sg) and normal (Pn, Sn) phases, as well as for the main crustal reflections for the best-fitting model of the crust and the upper mantle.

Herak & Herak, (SRL) 2007³²

地震波的折射與反射



$$T = X/V_1$$

直達波走時

$$T = 2\sqrt{(X/2)^2 + h^2}/V_1$$

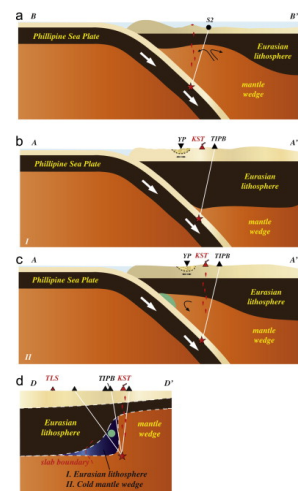
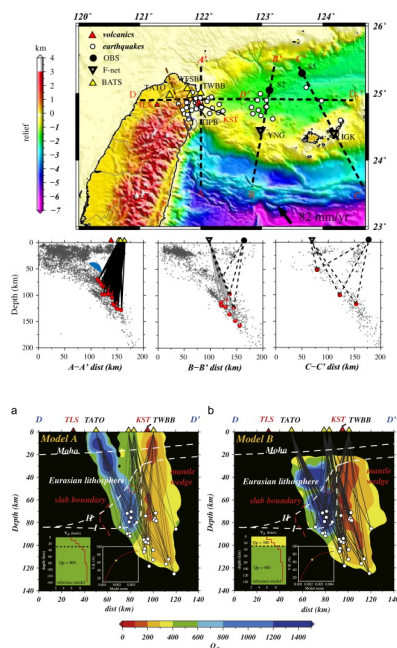
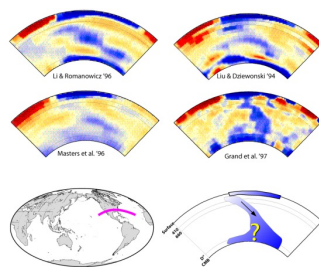
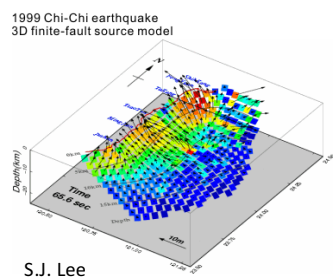
反射波走時

$$T = \frac{X}{V_2} + \frac{2h}{V_1 V_2} \sqrt{V_2^2 - V_1^2}$$

折射(首)波走時

33

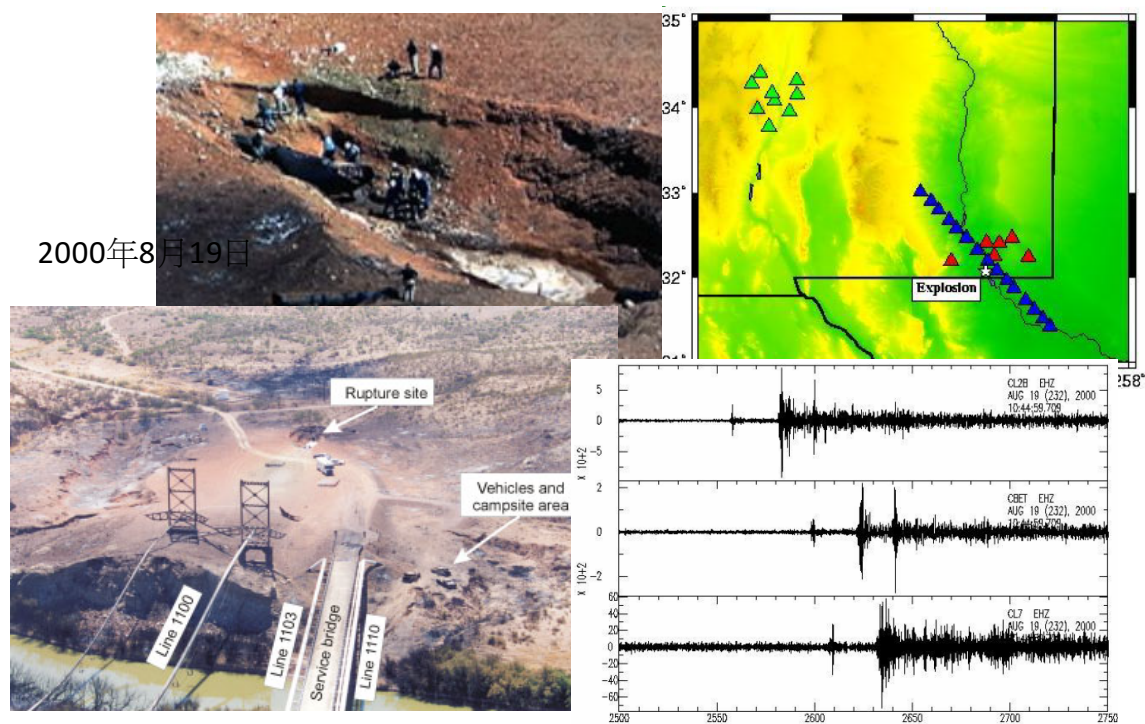
範例四：述說地球的故事



Ko, Kuo et al, 2012

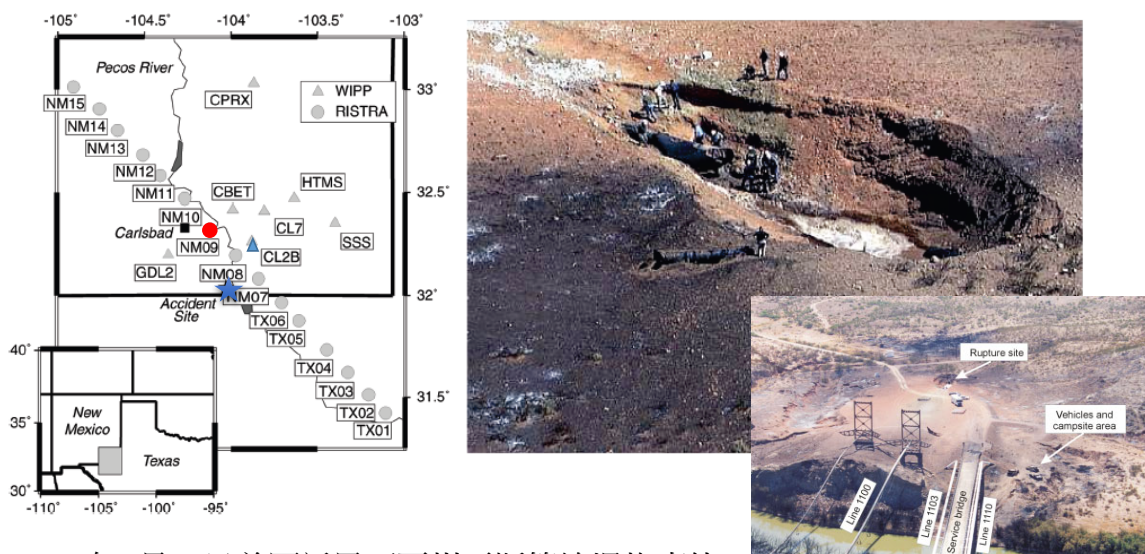
34

範例五：美國瓦斯管線爆炸案



美國新墨西哥州瓦斯管線爆炸事件

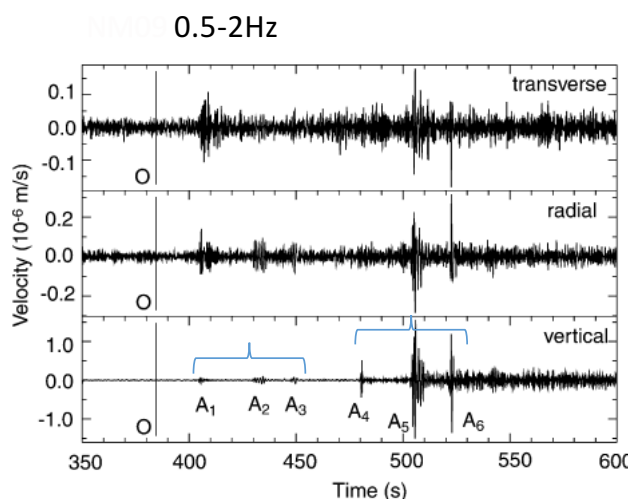
Koper et al., 2003



2000年8月19日美國新墨西哥州瓦斯管線爆炸事件
鄰近的地震測站與爆炸坑現場遺跡

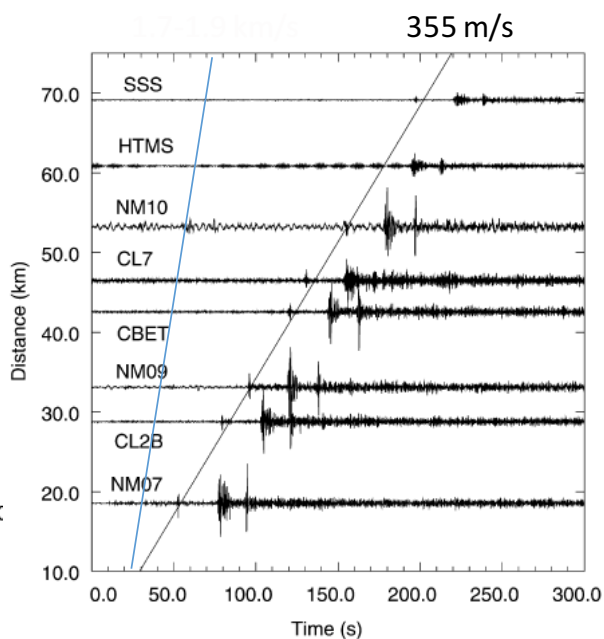
爆炸的地震訊號

Koper et al., 2003



A1:管線爆炸
A2:初次點火
A3:二次點火?

A4-A6:
聲波耦合的表面波

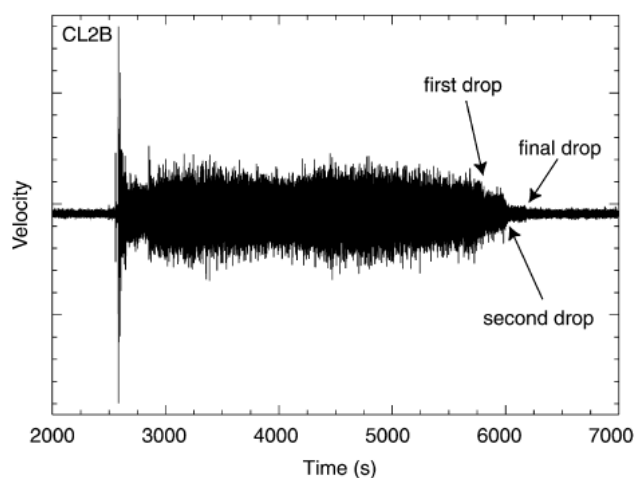


37

爆炸、燃燒、熄火的過程

Koper et al., 2003

地震觀測站是唯一的現場目擊證人，
地震學家讓證據說話！**法醫地震學**



根據地震訊號推論的過程：

- 1.11:26:19 瓦斯管線爆炸
- 2.洩氣後瓦斯蔓延
- 3.11:26:44 營火點燃爆炸起火
- 4.11:27:02 疑似第二次點火?
- 5.熊熊烈焰引發轟鳴，持續一個小時
- 6.上游閥門關閉滅火

38

捕震網 Quake-Catcher Network

捕震網(QCN, Quake Catcher Network)是一個「志工型」的地震觀測網，由美國的史丹佛大學(Stanford University)以及加州大學溪邊分校(U.C. Riverside)兩位年輕學者共同發起，希望藉由日漸普及的筆電內建加速度計和簡易且低價的小型USB微機電(MEMS)強震儀，搭配連上網路的電腦，建立一個世界最大、造價卻很便宜的強震觀測網。除了研究和教育用途之外，也可用於即時警報和地震減災上。

Cochran et al., 2009 (SRL)
Chung et al., 2011 (SRL)



捕震網 Quake-Catcher Network

「捕震網」仰賴網路志工的協助，透過開放式網路計算平台的調配，將各地的地表振動訊息送達台灣「捕震網」雲端系統。這些資訊可與所有志工分享。



台灣校園捕震網 QCN-Taiwan

- *Bring seismology to school and home!*

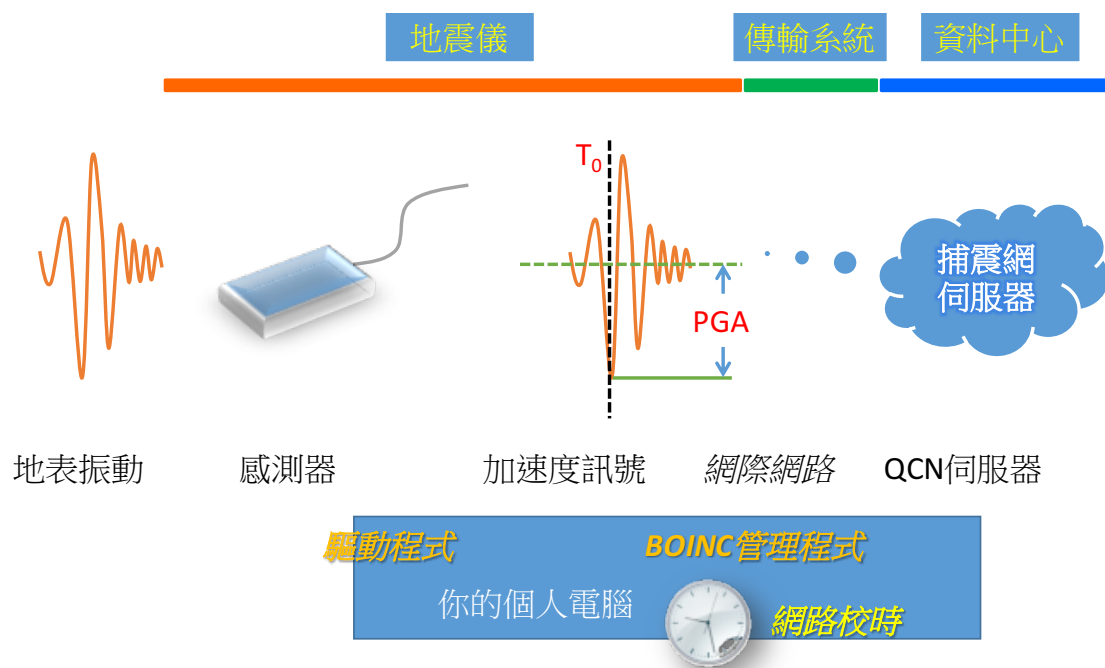
- QCN Sensor



- QCNLive 隨堂教學

- 三分量、加速度
- 振幅、週期
- 創意觀測(樂隊演奏的響度與主頻率、結構物的共振頻率, ...)
- 其他

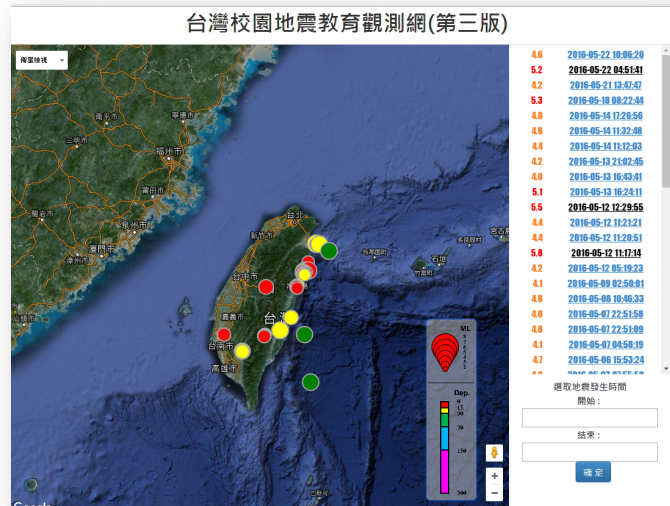
QCN志工地震站



台灣校園捕震網波形資料庫

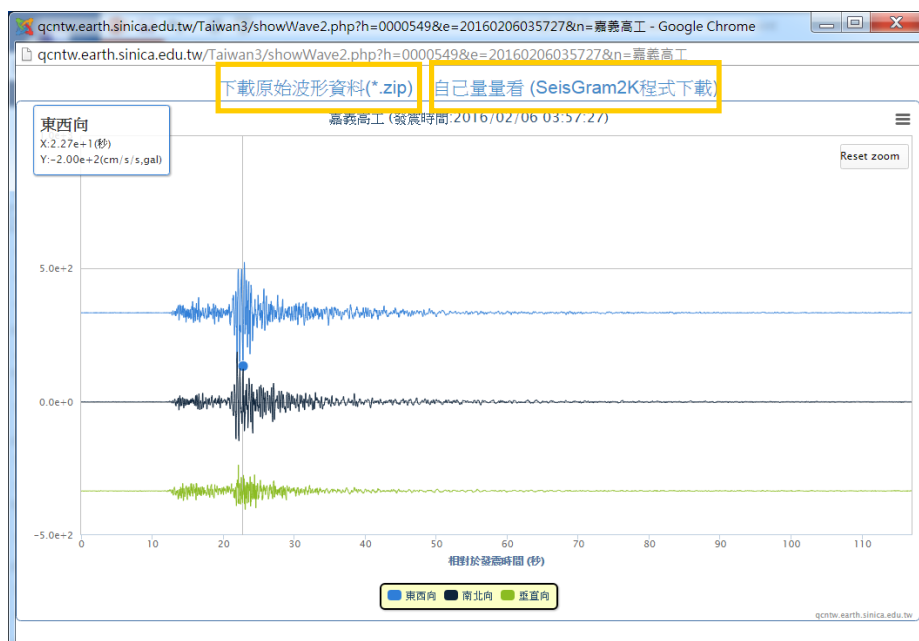
- <http://qcntw.earth.sinica.edu.tw/Taiwan3>

- 流覽波形
 - 先選地震
 - 再選測站
- 下載波形
 - Zipped SAC 檔案
- 檢視波形
 - SeisGram2K



43

嘉義高工QCN測站記錄的美濃地震波形



44

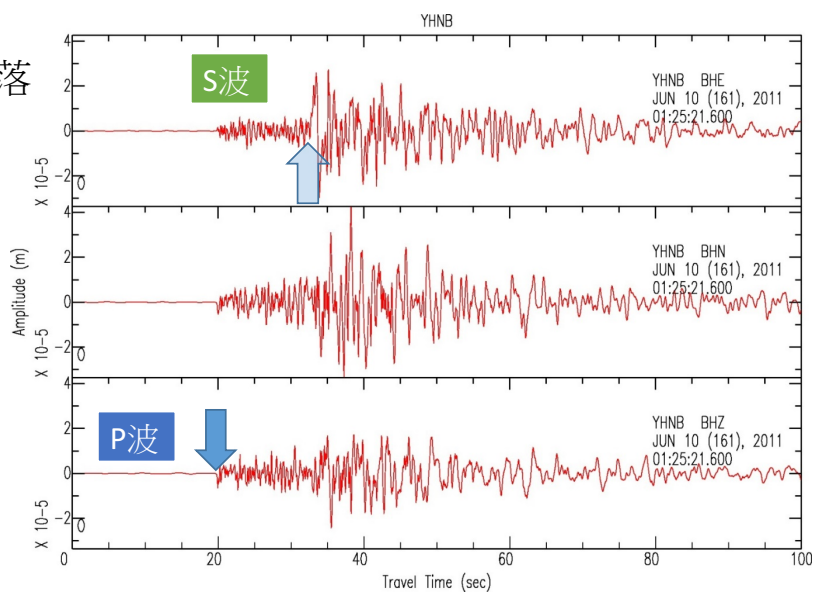
動手玩地震

- 認識地震波
 - QCN Live和BOINC (注意：QCN Live無法與BOINC同時執行！)
- 定位遊戲/ 震度遊戲/ 規模遊戲
- 遊戲競賽(地震學園)
- 線上系統(Palert, RMT, ROS, TECDC-FM)
- 地震活動/紙模型
- 地震桌遊
- 台灣捕震網
 - 至學習平台申請加入 (<http://qcntw.earth.sinica.edu.tw>)
 - BOINC 程式平台 (software platform)
 - 台灣捕震網波形資料庫開放

45

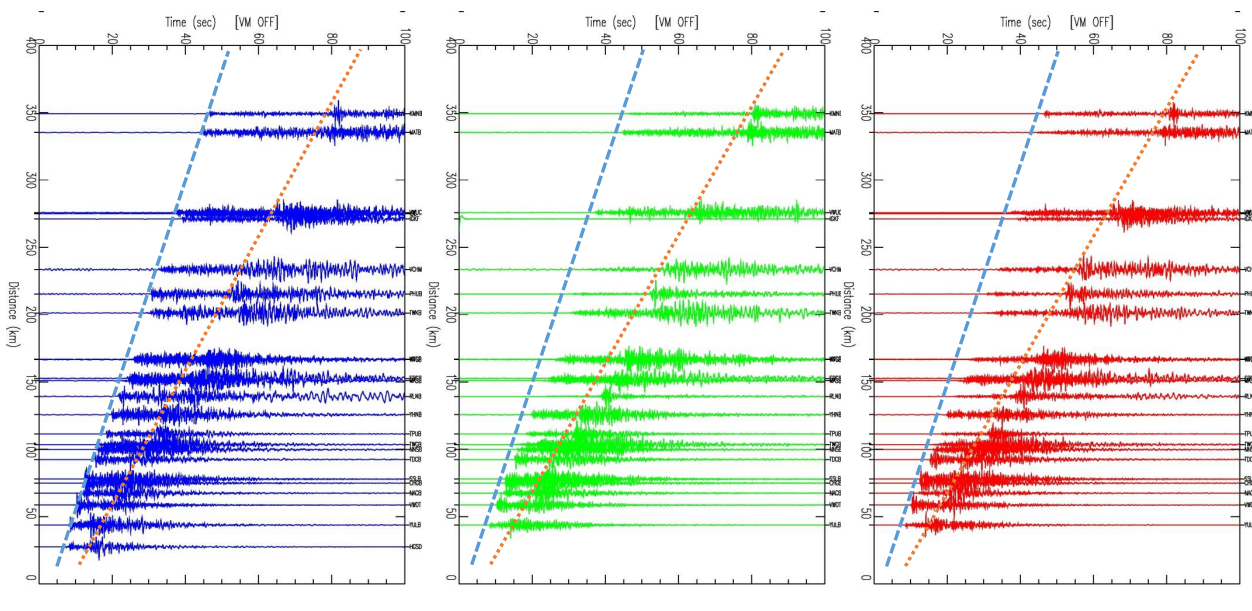
地震波形的範例

- 桃園縣復興鄉爺亨部落
- 花蓮外海的淺震
- 距離約125 km
- 三個運動方向的波形

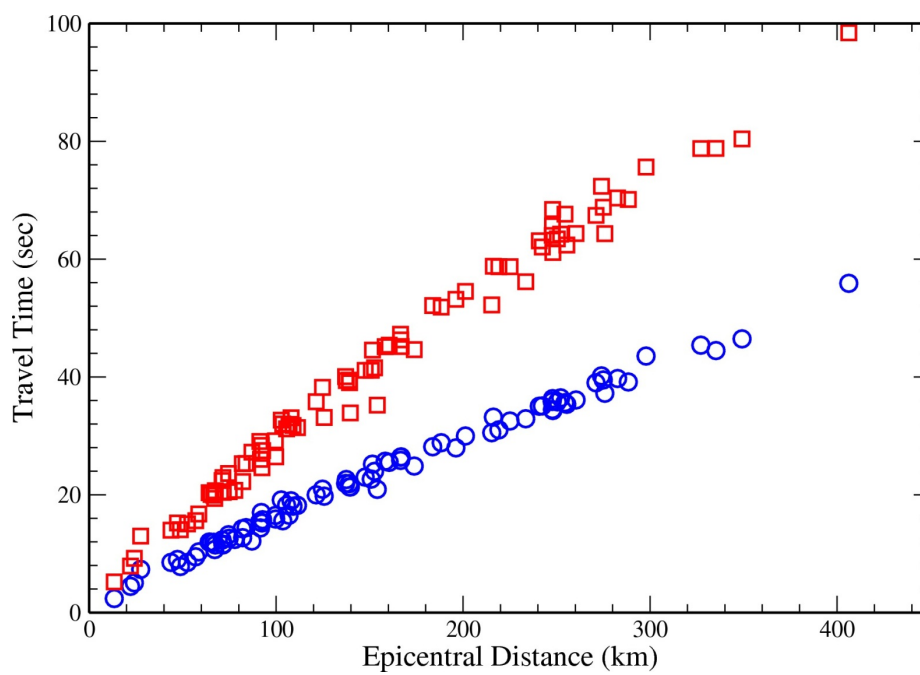


震波走時圖 (I)

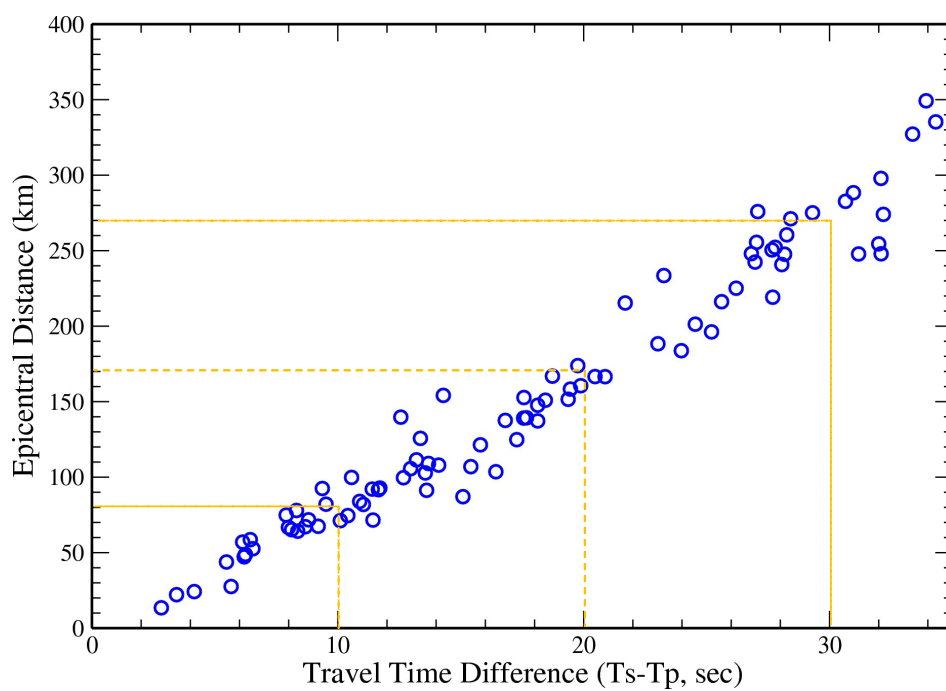
P、S波到時與震央距約略呈線性的關係



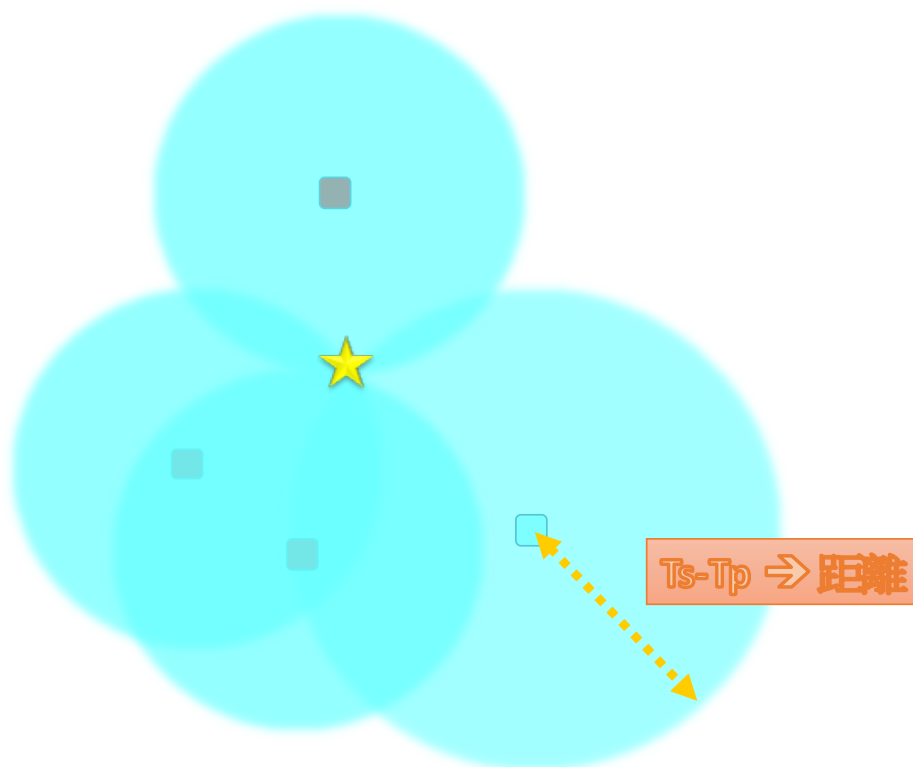
震波走時圖 (II)



P波和S波的走時差與震央距的關係



地震震央定位



水平加速度峰值的衰減公式

- 台灣最通用的衰減公式: Campbell (1981)

$$PGA = c_1 e^{c_2 M} [R + c_4 e^{c_5 M}]^{-c_3} [e^{c_6 F} e^{c_7 S} e^{\epsilon}]$$

最大水平
加速度值

規模定義
 $\ln(Y) \propto cM$

幾何擴散效
應 ($C_3 > 1$)

斷層
型態

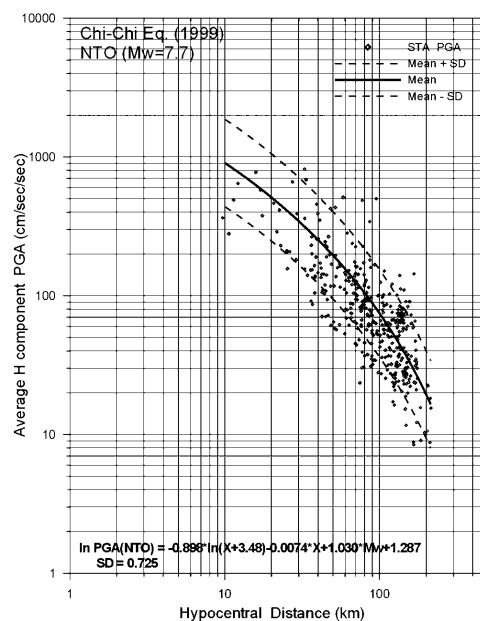
場址
效應

隨機
誤差

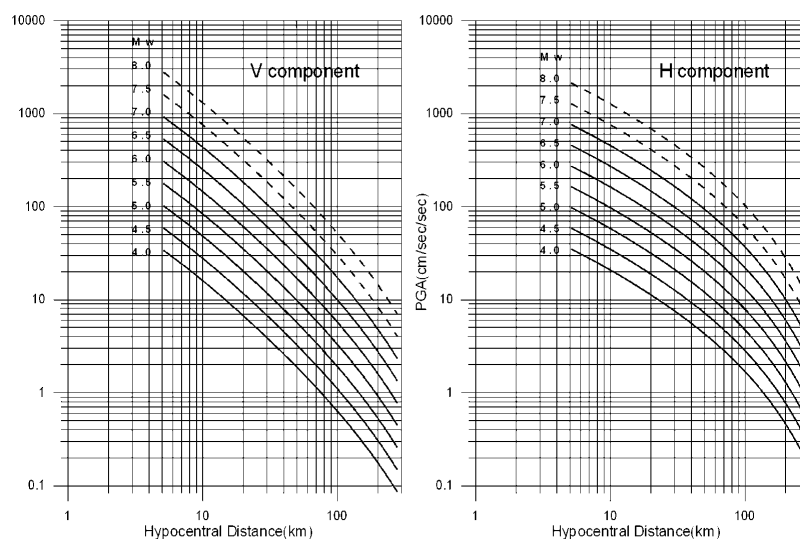
衰減公式 - I

相較於利用地表的位移量，測量地震站的最大加速度值 (Peak Ground Acceleration) 也可以用來估計規模。右圖是台灣1999年集集地震的水平最大加速度值與震源距的關係，實線是Liu and Tsai (2005)估計Mw=7.7的衰減式。

集集地震水平最大加速度值
隨震源距離的衰減情形(取自
Liu and Tsai, 2005)。



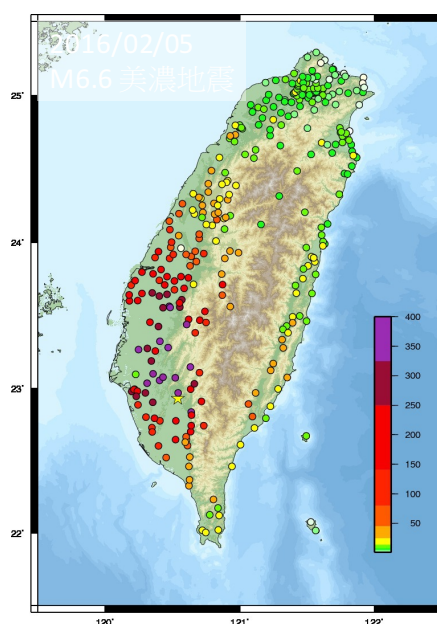
衰減公式 - II



上圖是Liu and Tsai (2005)得出的不同規模地震，垂直向與水平向PGA隨震源距離衰減的關係。

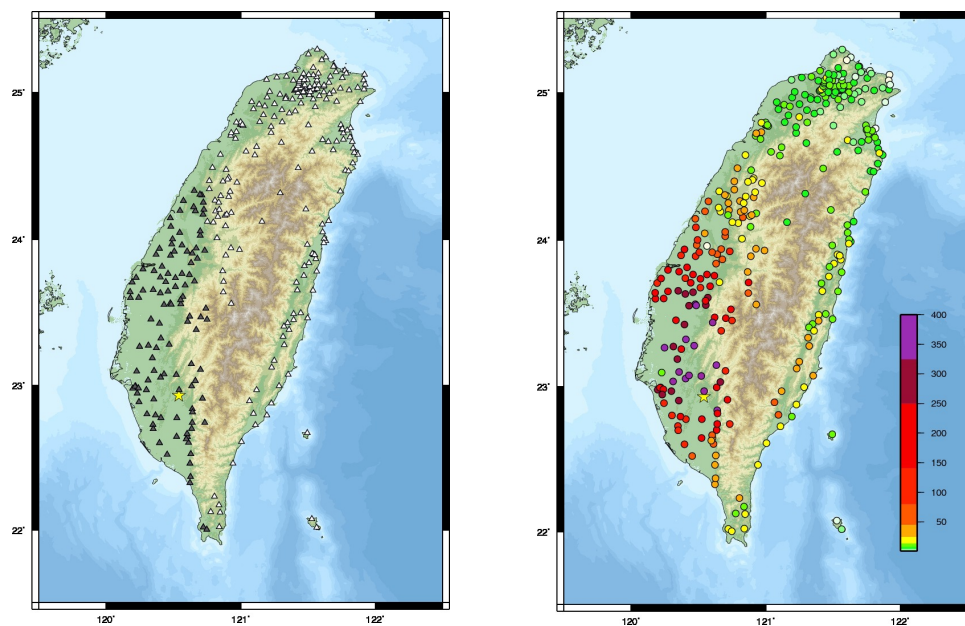
決定規模的「盲點」

- 震源輻射效應
- 破裂方向性
- 沖積層放大效應
- 盆地效應
- 衰減特性
- 其它



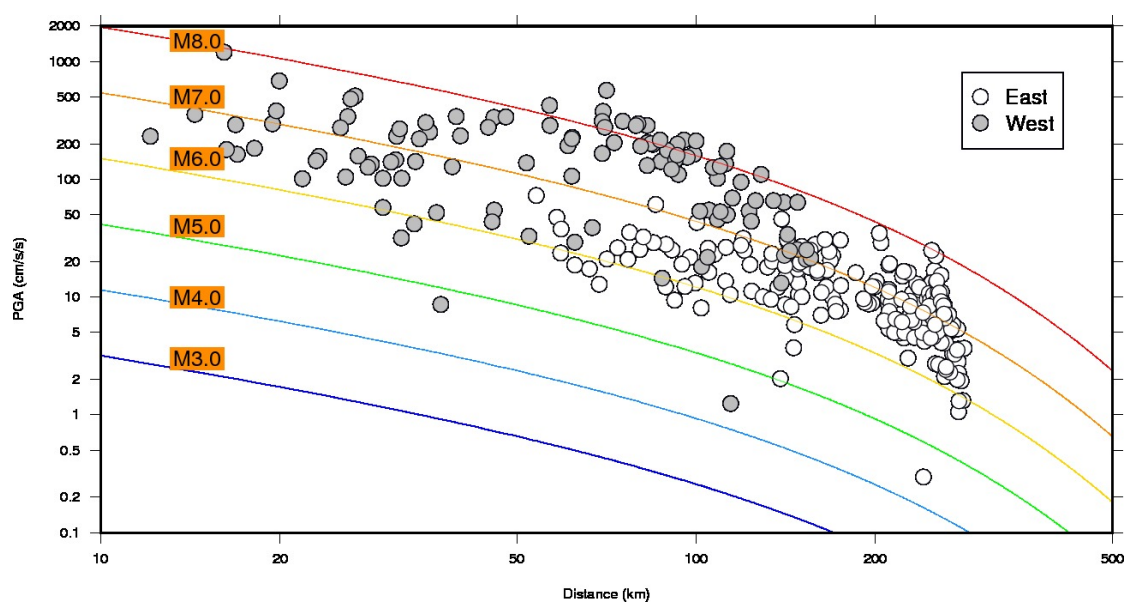
決定規模的「盲點」

- 測站修正！



55

決定規模的「盲點」:場址效應



56

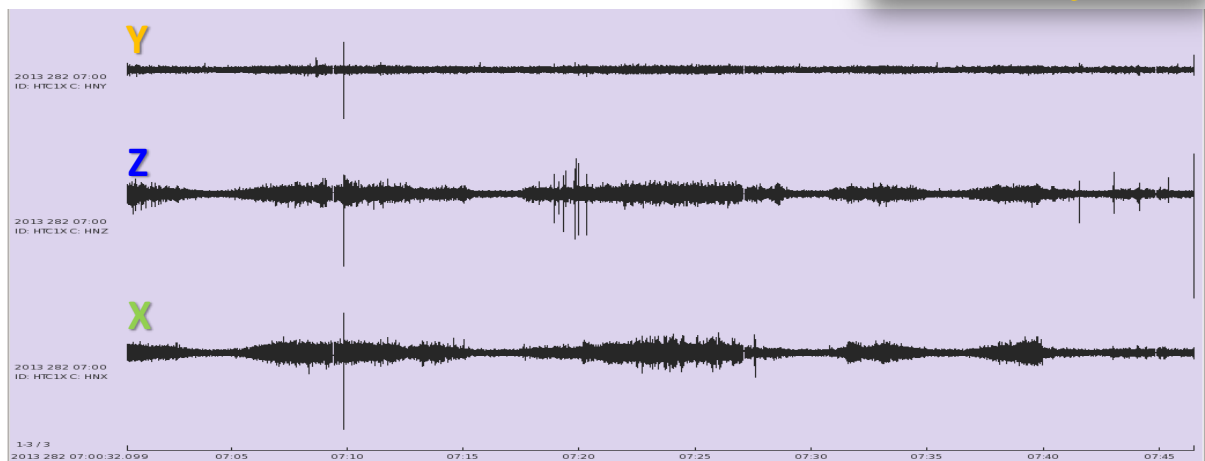
公民震度回報系統

• <http://tesis.earth.sinica.edu.tw/DYFI/>

- 收集民眾對地震的感受與觀察，估計當地震度
- 個人經歷
- 室內觀察
- 戶外觀察
- 地震引起的災害回報

57

高鐵行車加速度變化



0226	17:30	-	-	18:15	-	-	18:58	19:06
0728	17:36	17:49	18:09	18:35	19:03	19:16	19:29	19:36
1530	-	-	-	18:49	19:15	19:27	19:40	19:48
車次	左營站	台南站	嘉義站	台中站	新竹站	桃園站	板橋站	台北站

58

台灣地震科學資料中心

- [台灣地震科學雲端學習平台](#)
- 認識地震 如何觀測地震？
 - [P波與S波](#)
 - 定位遊戲 [[http://dmc\(or tecdc\).earth.sinica.edu.tw/openhouse/game/](http://dmc(or tecdc).earth.sinica.edu.tw/openhouse/game/)]
 - [震度遊戲](#) / [Palert即時震度](#)
 - [規模遊戲](#)
 - [APPs](#)
- 台灣的地震分布
 - [紙模型](#)
 - [IRIS 台灣地震瀏覽器](#)
 - [Google Earth模型](#)
- 全世界的地震分布
 - [IRIS全球地震監測\(SeisMon\)](#)
 - [IRIS地震瀏覽器](#)

59

台灣地震科學資料中心

- [台灣地震科學雲端學習平台](#)
- 認識地震 如何觀測地震？
 - [P波與S波](#)
 - 定位遊戲 [[http://dmc\(or tecdc\).earth.sinica.edu.tw/openhouse/game/](http://dmc(or tecdc).earth.sinica.edu.tw/openhouse/game/)]
 - [震度遊戲](#) / [Palert即時震度](#)
 - [規模遊戲](#)
 - [APPs](#)
- 台灣的地震分布
 - [紙模型](#)
 - [IRIS 台灣地震瀏覽器](#)
 - [Google Earth模型](#)
- 全世界的地震分布
 - [IRIS 全球地震監測 \(SeisMon\)](#)
 - [IRIS 地震瀏覽器](#)
 - [USGS 全球地震](#)

60

進階地震資訊系統

- 台灣即時自動地震震源機制解
 - [RMT](#) (real-time moment tensor monitoring system)
 - [TECDC Focal Mechanisms](#)
- 台灣線上即時地震模擬器
 - [ROS](#)
- [台灣捕震網](#) (QCN-Taiwan)
- [台灣校園地震教育觀測網](#)
- [台灣地震學園](#) (地震科學教育資源平台)
- [台灣地區寬頻地震觀測網](#) (BATS)
- [氣象局地球物理資料服務系統](#) (GDMS)
- [台灣地區即時地震科學資訊系統](#) (TESIS)
- [公民震度回報系統](#) (DYFI@TESIS)

61

謝謝！

62

地震科學與福爾摩斯

earthquake Science & Sherlock Holmes

梁文宗
中央研究院地球科學研究所

福爾摩斯是什麼人？

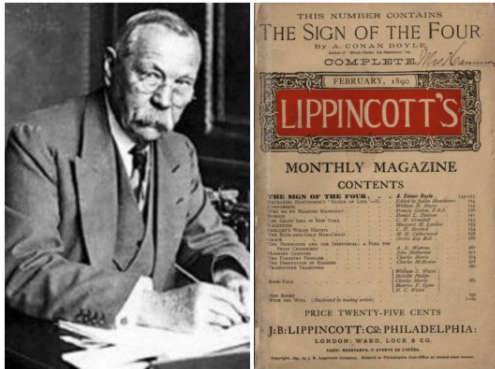
一名神探：

超人的**觀察能力**與各個領域**豐富的知識**，再**搭配**華生的醫學知識，**科學辦案**成了主要，甚至是唯一偵破案件的原因。

CSI: 犯罪現場調查



福爾摩斯是什麼人？



英國作家**柯南道爾**在19世紀結束前創造了**福爾摩斯(1887-1927)**這個角色

<http://punchline.asia/archives/19556#prettyPhoto>

如何成為一名偵探？



敏銳的
觀測系統

大膽的
推論

小心地
求證

超大容量
知識資料庫

嘿嘿！
叫我神探

地球所午夜奇談。。。

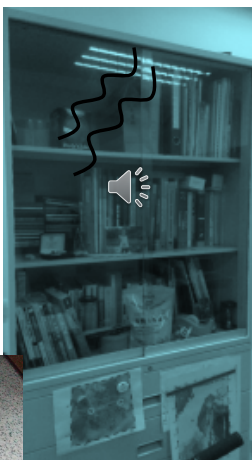
第一個神秘案件

半夜的玻璃撞擊聲竟然是.....

1. 地震作怪？
2. 風在作怪？
3. 助理作怪？
4. 阿飄作怪？

到底誰在作怪？

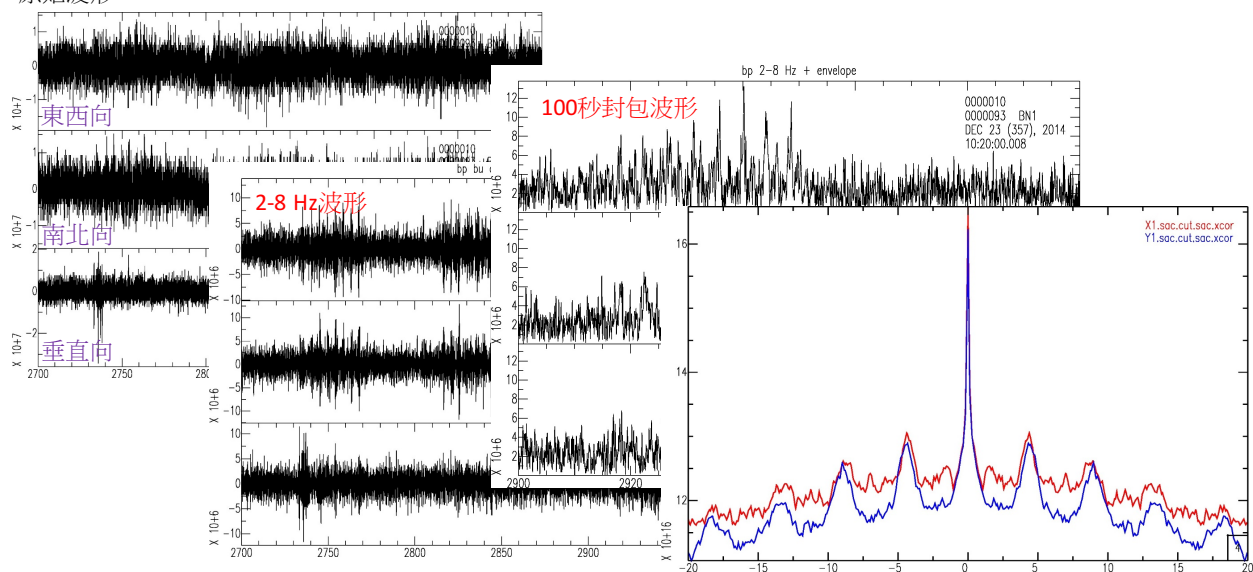
台灣捕震網
微機電(MEMS)地震儀



- 玻璃每4 - 5秒發出一
次撞擊的怪聲
- 持續一分鐘後間歇
30秒鐘

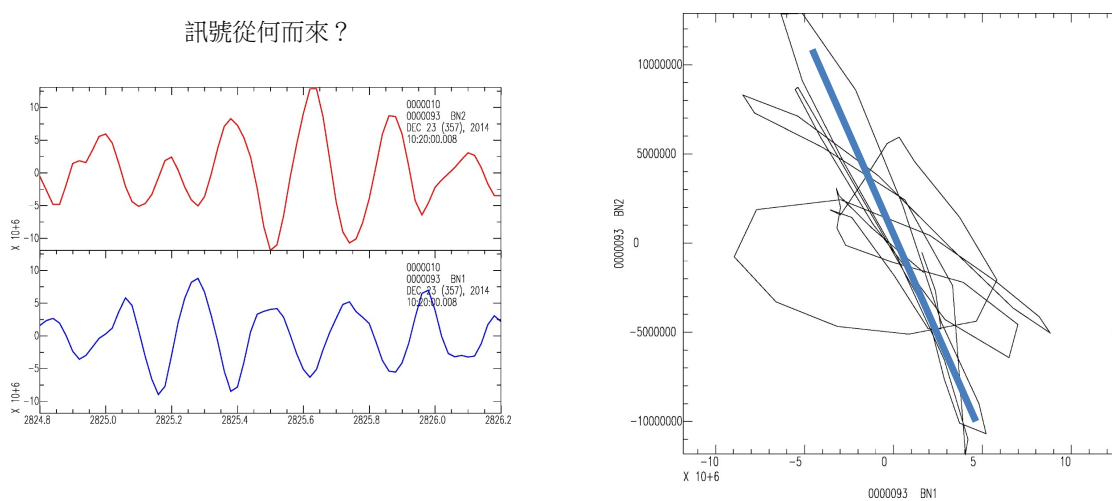
讓證據/資料說話！

原始波形



兇手到底是誰？

訊號從何而來？



輸電線路下地工程打樁！

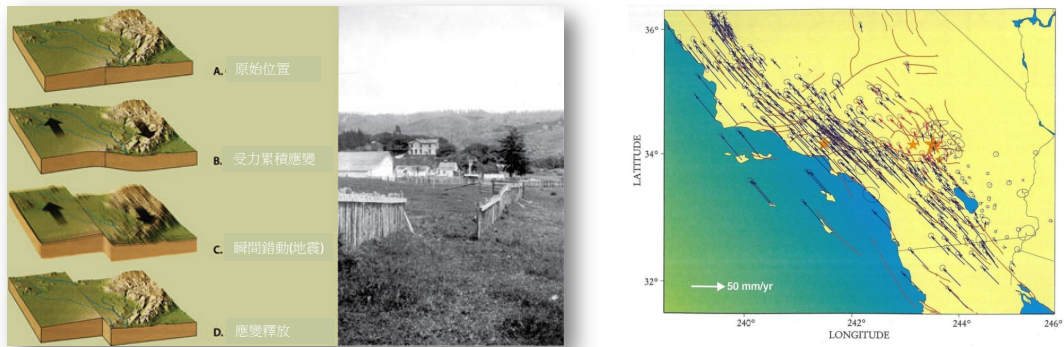


不該出現地震的地方地震了。。。

第二個神秘案件

地震會在哪些地方出現？

構造應力持續作用的板塊邊界地帶



加州大地的真實兇手

The San Andreas Fault 聖安大列斯斷層



USGS Open-File Report 2010-1333 and CGS Special Report 221, Fig. 5D

好萊塢的加州大地震

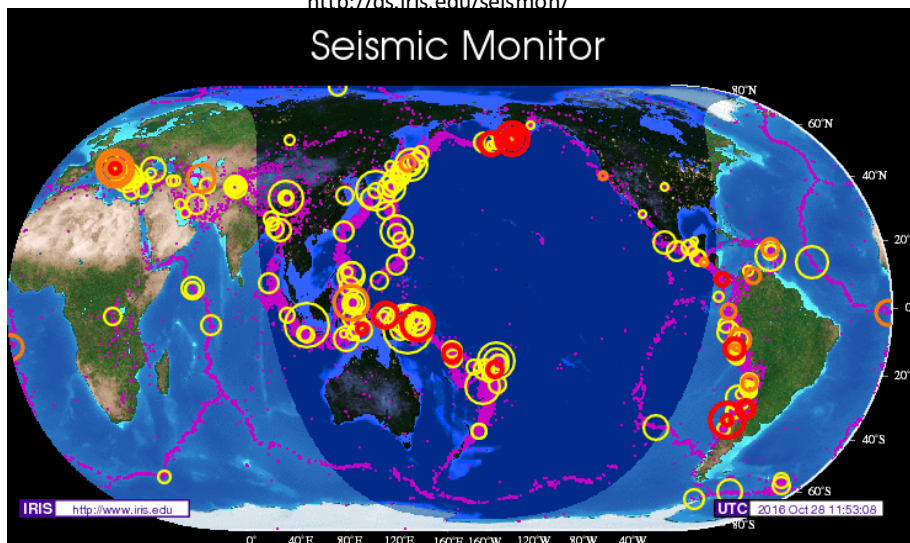
The San Andreas (2015)



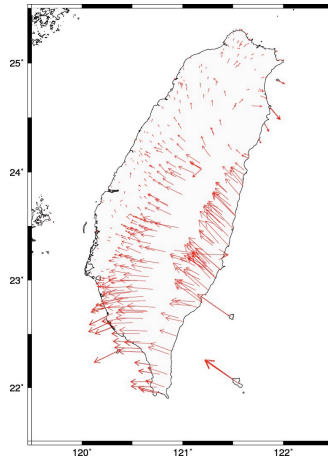
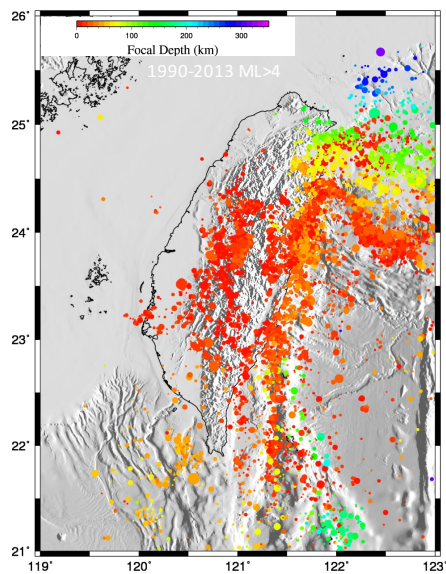
全球地震監測

<http://ds.iris.edu/seismon/>

Seismic Monitor



台灣的地震與地殼變形



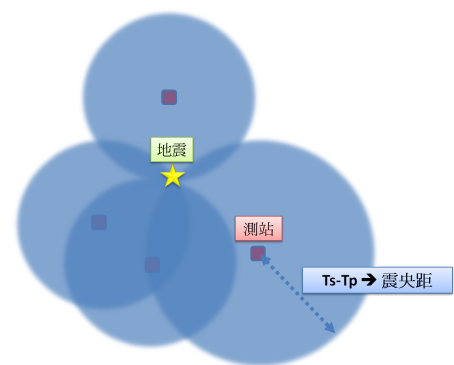
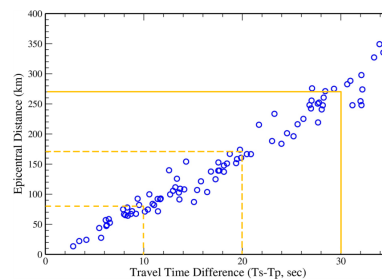
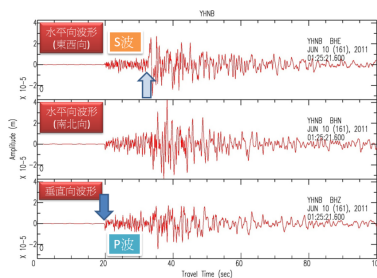
哪些地方的地殼變形較為顯著？

應變能累積越久，發生地震所釋放的能量可能愈大

現在[一樓中庭]有3D台灣地震紙模型展示

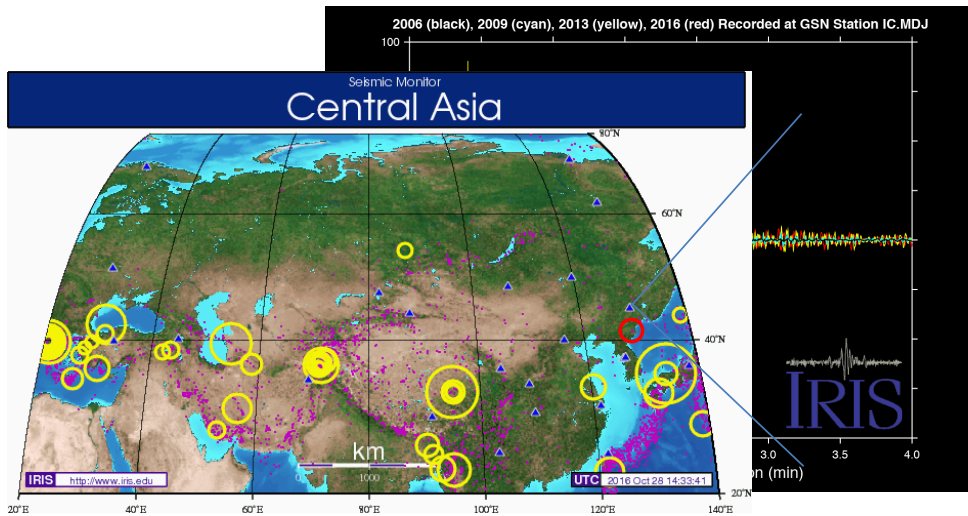
地震定位遊戲

- <http://tecdc.earth.sinica.edu.tw/openhouse/game/>



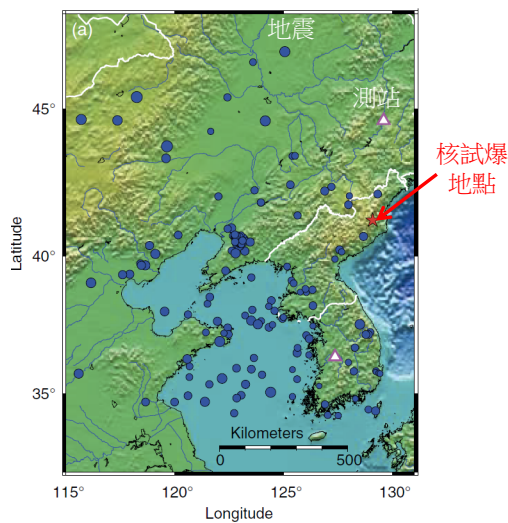
活動：人體地震波製造機

北韓施放超級煙火(核試爆)

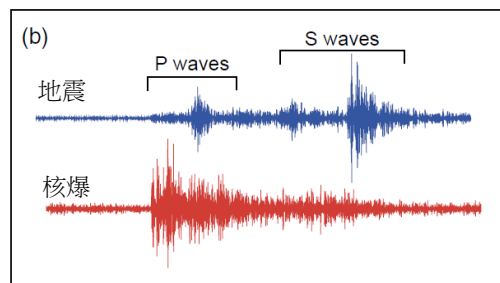


5.1

一眼就能看出是不是核爆？

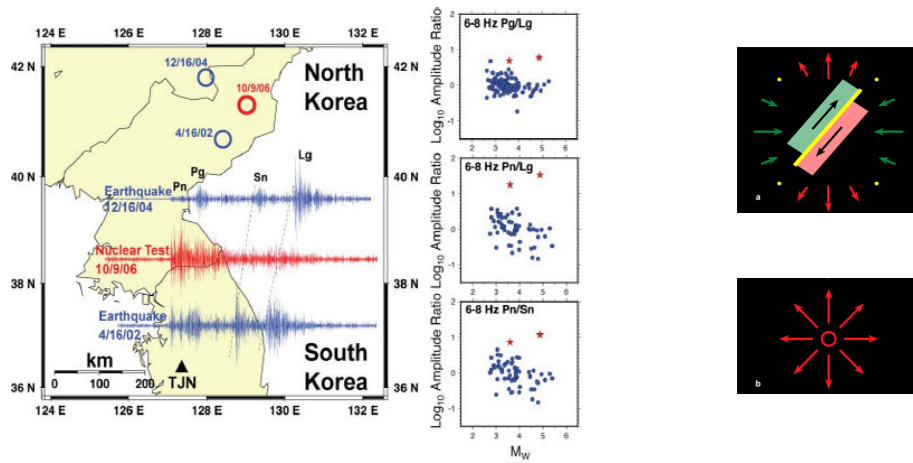


這是北韓在2006-10-09的首次試爆地點(紅星) · 它的波形和鄰近許多地震活動(藍圈)怎麼分辨？



<https://str.llnl.gov/Mar09/pdfs/03.09.01.pdf>

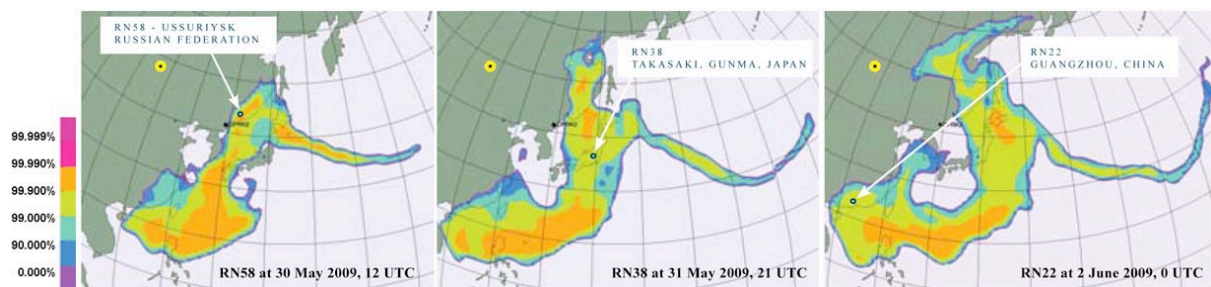
一眼就能看出是不是核爆？



關台灣什麼事？

- 核子汙染？

Atmospheric Transport Modeling
Basis for Concluding 2009 North Korean Test Was >99.9% Contained



礦坑坍塌事件疑雲。。。

第三個神祕事件

2007-08-06美國猶他州礦坑災難

- 200



2007年八月六號清晨，在美國猶他州的Crandall Canyon 礦坑突然崩塌，這時有10個礦工還在裡面工作.....

四個較靠近地面的人成功逃離，他們回憶：發生得太快，這個塌陷造成的空氣推力，把卡車都「吹」走了...

http://www.usarray.org/files/docs/Education/Utah_Mine_Collapse.pdf

兇手是誰？

不久之後，媒體蜂擁而至。

礦區的擁有者堅持：

這不是礦坑不穩，一定是地震造成的！

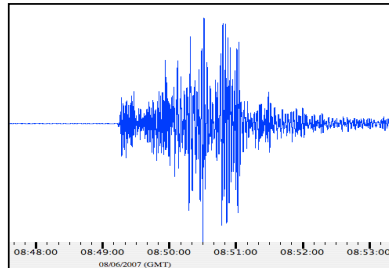


AP PHOTO/Rex Bowmer

updated 3:40 p.m. EDT, Mon August 6, 2007

6 miners trapped in Utah coal mine collapse

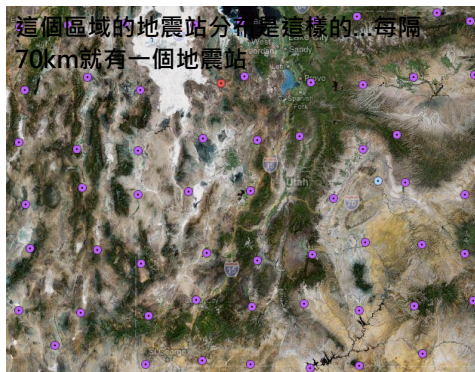
估計規模達 3.9



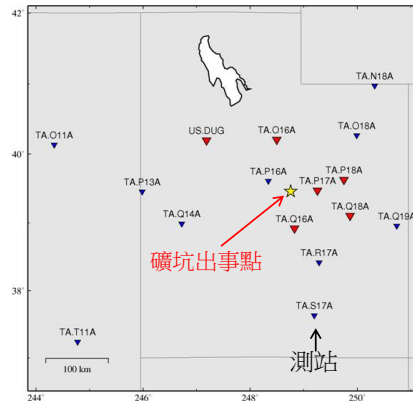
這次事件釋放的能量，依據地動訊號的最高振幅，初步估計等同於規模3.9的地震

地震儀：沉默的「目擊者」

正巧，當時美國西部USArray的數百個地震儀，正全程記錄下這起礦區災難...



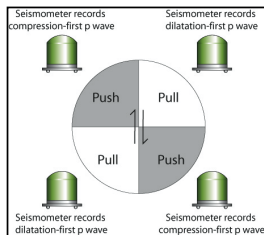
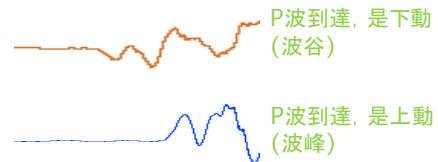
地震學家在三天內，詳細的分析周遭16個地震站所記錄的訊號



「法醫」地震學家

他們說，如果想要知道誰是兇手，看第一個到達的波就可以了！
原理是這樣的：

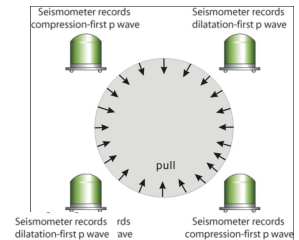
分析第一個到達的P波，看它是波峰(上動)，還是波谷(下動)。如果是波峰，代表震源傳到這裡，是”推”的力；如果是波谷，代表震源傳到這裡，是”拉”的力。如果紀錄顯示，震央附近有上動區和上動區，會對應到斷層的活動；若P波初動全部都是相同的下動，那就是礦坑自己發生塌陷。



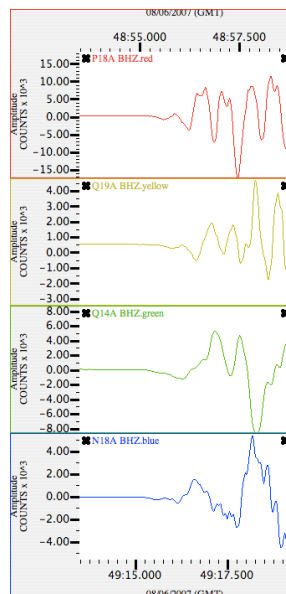
斷層錯動

Seismometer records dilatation-first p wave

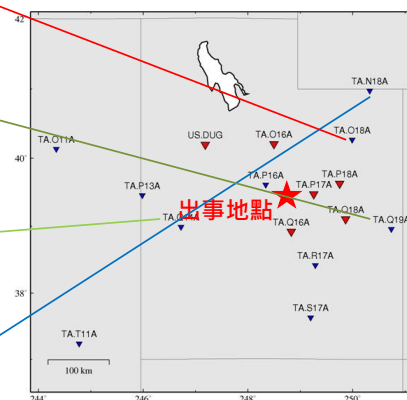
礦坑塌陷



證據確鑿！



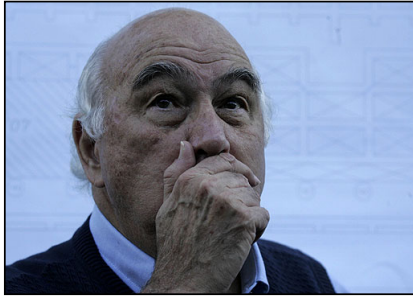
他們紀錄的P波初動都是下動！



水落石出。。。。

結果發現，這起事件是礦坑崩塌，不是地震所觸發！

國會調查在2008年五月抵定，指出礦區職員確有疏失，不該在出事地點搬移煤炭，而聯邦礦業局也不該批准這個工作任務。



AP PHOTO/Rick Bowmer

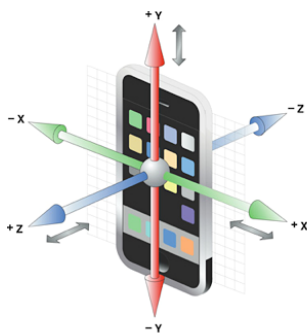
追蹤手機的震動訊號發現。。。。

最後一題：高鐵偵探事件

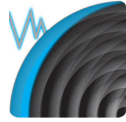
手機裡的加速度地震儀

iOS: *iSeismometer*

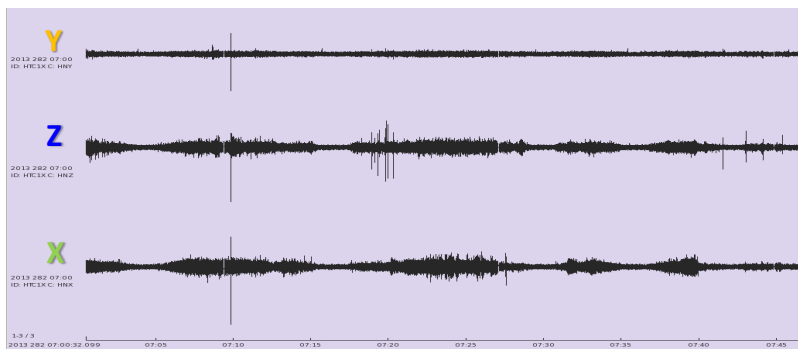
Android: *Accelerometer Monitor*



Accelerometer



高鐵行車加速度變化



0226	17:30	-	-	18:15	-	-	18:58	19:06
0728	17:36	17:49	18:09	18:35	19:03	19:16	19:29	19:36
1530	-	-	-	18:49	19:15	19:27	19:40	19:48
車次	左營站	台南站	嘉義站	台中站	新竹站	桃園站	板橋站	台北站

我搭哪一班高鐵回台北？

你也可以回報地震的訊號。。。

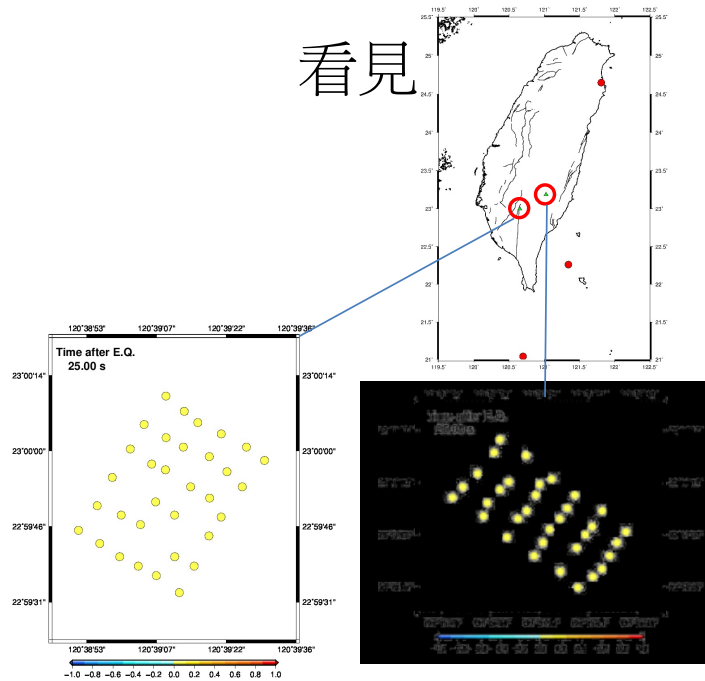
生活即科學：公民地震學

公民地震學

- 台灣地震科學中心 (TEC, Taiwan Earthquake Research Center)
- TEC-CEO
- 台灣地震科學資訊系統 (TESIS)

- 台灣捕震網 (QCN-Taiwan)
- 台灣地震學園
- 你震了嗎？地震震度回報系統 (TESIS-DYFI)
- 地震科學志工回報系統 (TSER) ...建構中...

看見



謝謝

法醫地震學就是地震學家扮演福爾摩斯的角色，在沒有目擊證人的情況下，根據地震波形訊號來抽絲剝繭，恢復事件始末的原來面貌，甚至可做為呈堂證供。

加入地震學的行列，你，也可以是地震神探 **福爾摩斯**！