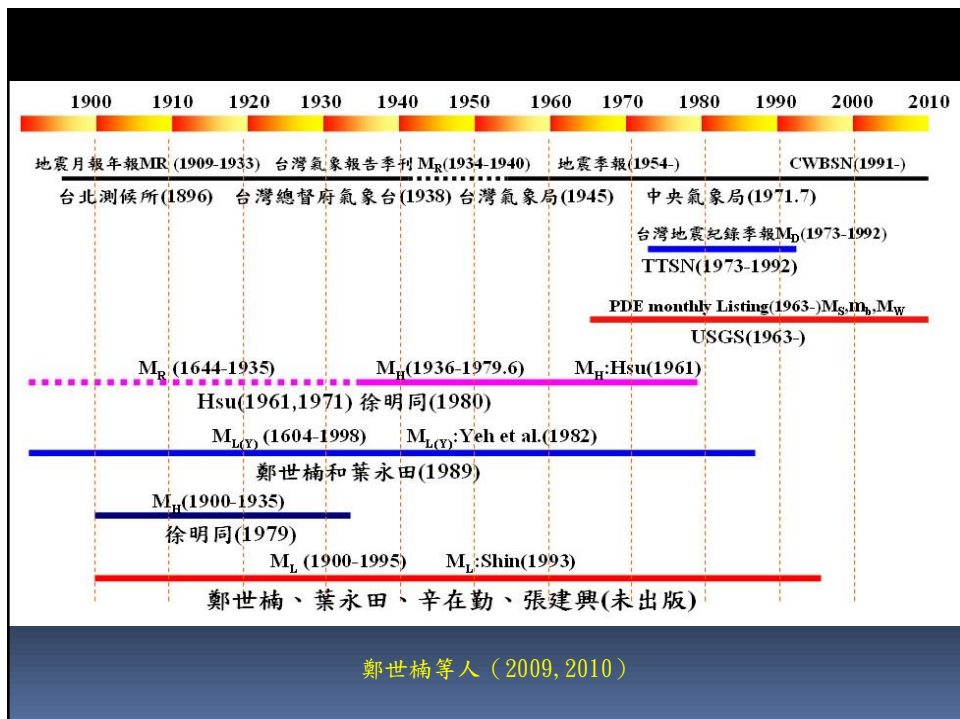


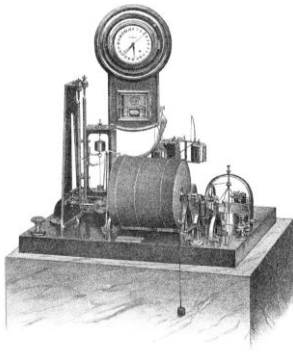
吳逸民 國立台灣大學地質科學系 國家地震工程研究中心

台灣地區地震目錄與強地動之研究



台灣地震儀器計測 (1897~)

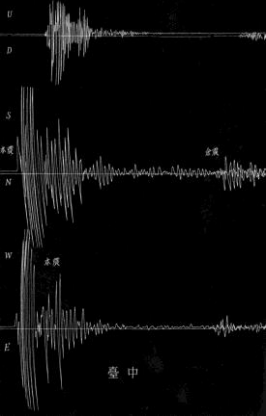
GRAY MILNE SEISMOGRAPH



(1897年台灣第一部地震儀)

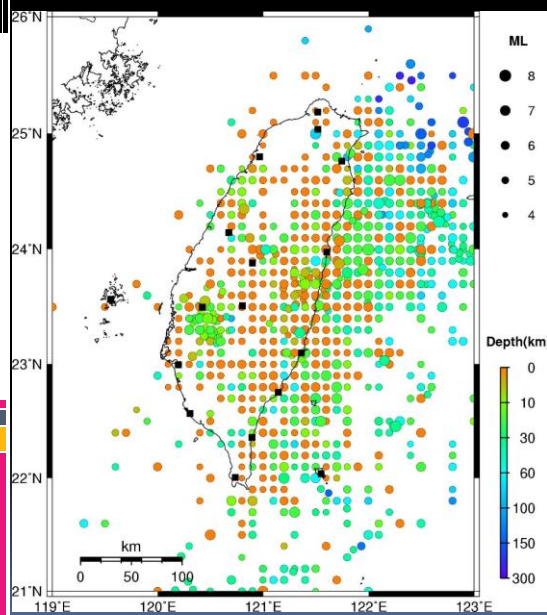


威赫式(Wiechert)地震儀



震波類比式紀錄

台灣地震觀測歷史(1897~1972)

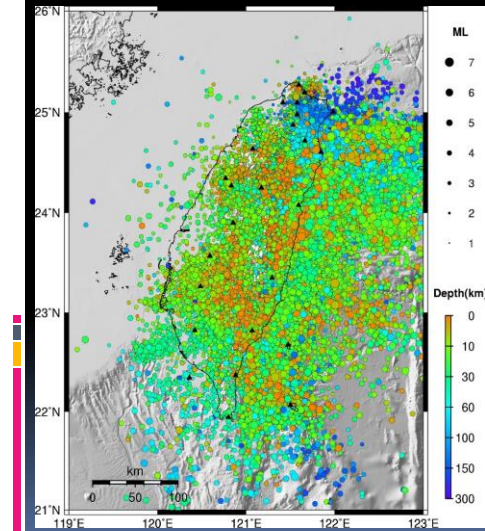


3,055 eqs

台灣地震觀測歷史(1973~1990) TTSN

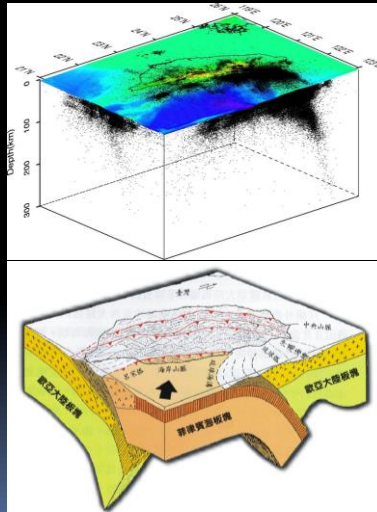
中央研究院地球科學研究所

91,786 eqs

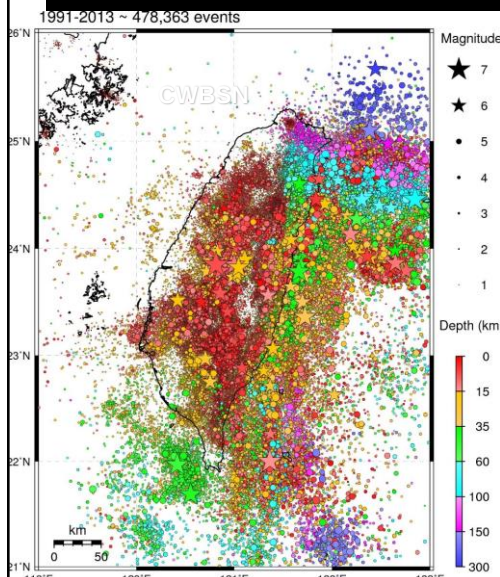


Tsai, Tectonophysics, 1986.

Hsu, M. T., 1971: Seismicity of Taiwan and some related problem. Bull. Intern. Inst. Seis. Earthq. Eng., Tokyo Japan, 8, P.41-160.

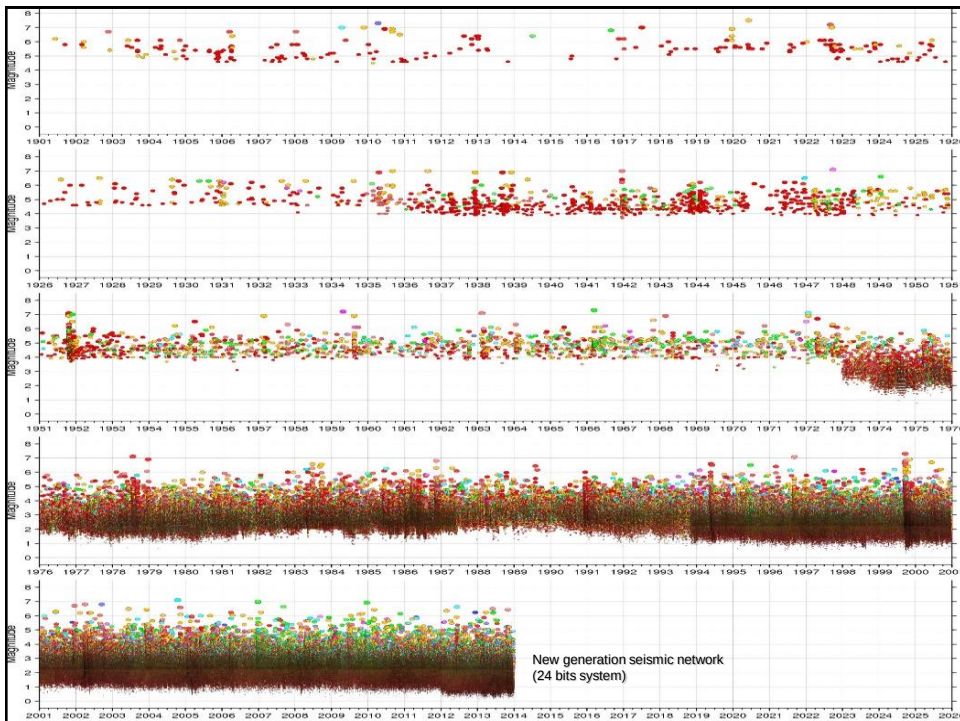
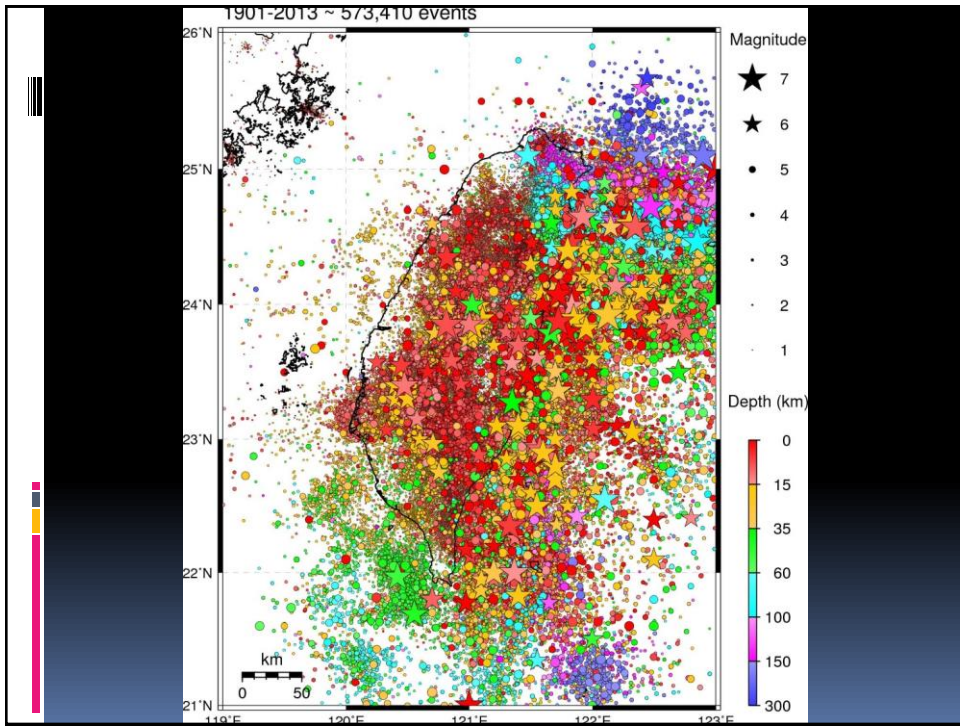


台灣地震觀測歷史(1991~迄今) CWBSN

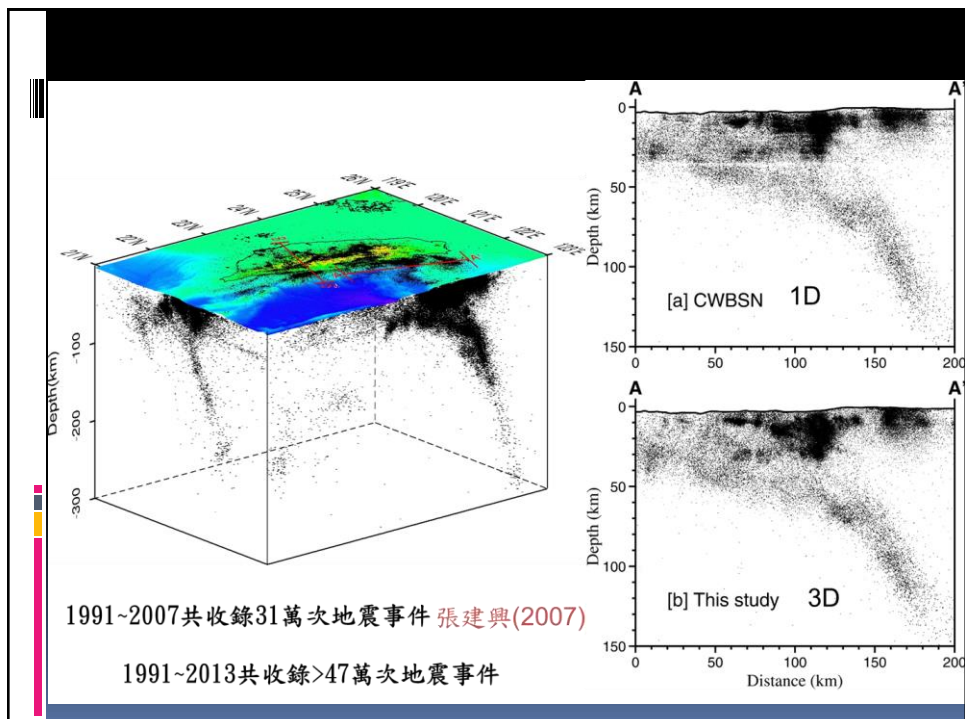
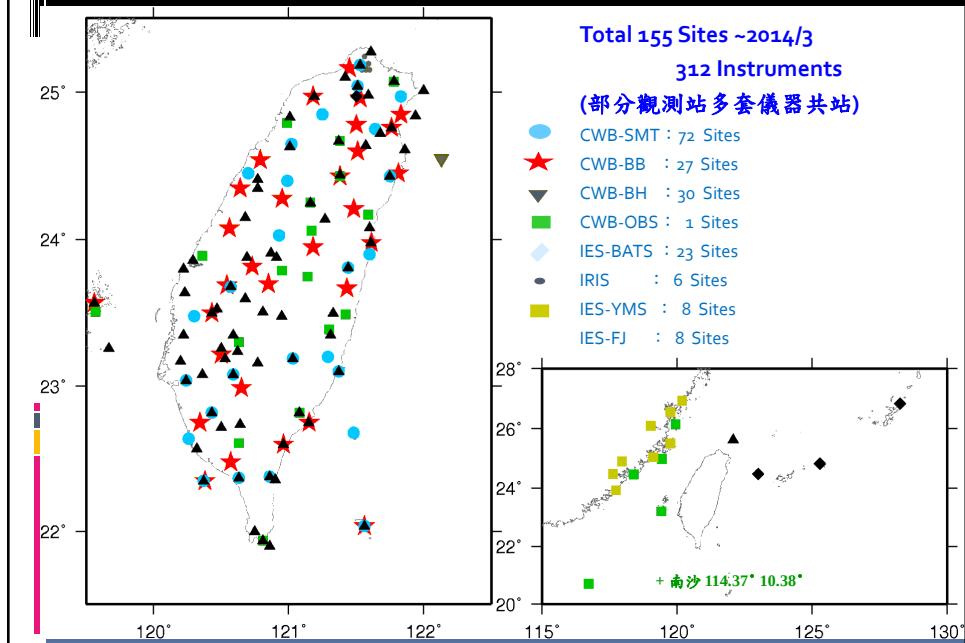


Year	Events No.	P arrivals	S arrivals	Polarity No.
1991	4,933	63,157	30,970	27,422
1992	4,520	68,506	31,070	18,208
1993	5,446	79,527	47,576	18,425
1994	17,961	192,383	104,225	26,706
1995	14,803	175,697	99,454	25,326
1996	16,977	185,054	113,905	26,030
1997	15,649	169,447	118,730	22,215
1998	14,981	161,639	118,532	25,967
1999	49,928	505,205	416,231	57,158
2000	24,322	285,274	226,274	34,617
2001	16,244	190,932	150,666	20,681
2002	28,097	321,470	264,770	27,800
2003	25,450	298,656	231,963	34,605
2004	21,783	248,736	196,195	28,951
2005	22,093	246,968	199,986	30,189
2006	18,059	239,893	192,543	23,264
2007	16,421	227,411	179,659	21,343
2008	18,388	237,823	190,235	23,862
2009	20,359	265,024	207,240	28,058
2010	23,273	281,816	238,438	28,271
2011	21,795	251,793	223,645	26,790
2012	31,372	474,151	394,594	36,316
2013	45,509	797,369	715,413	42,987
Totally	478,363	5,967,931	4,692,314	655,191



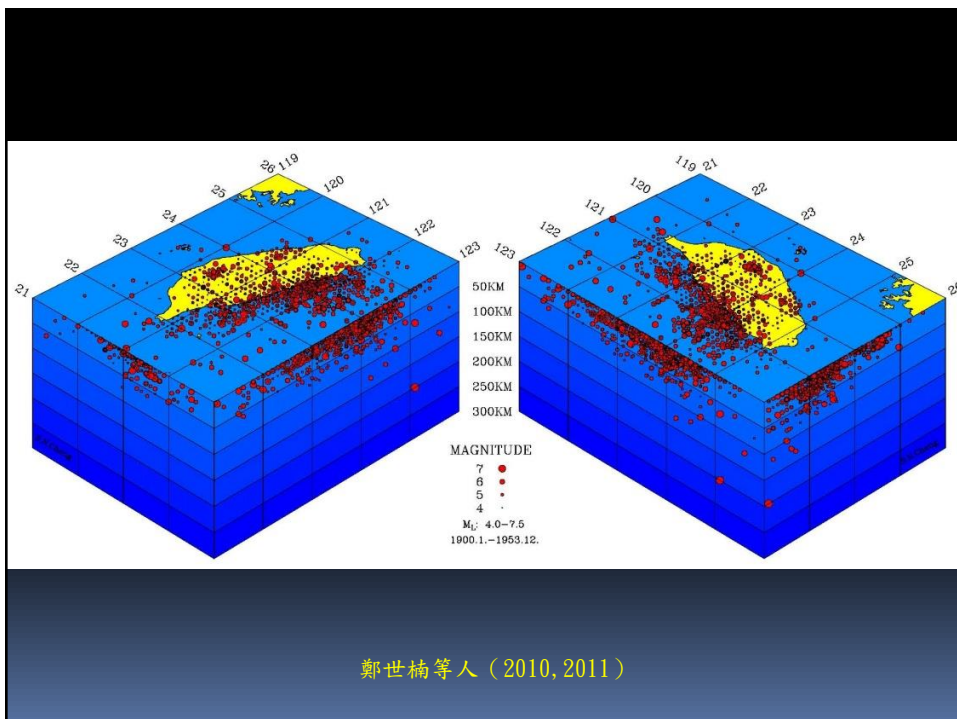


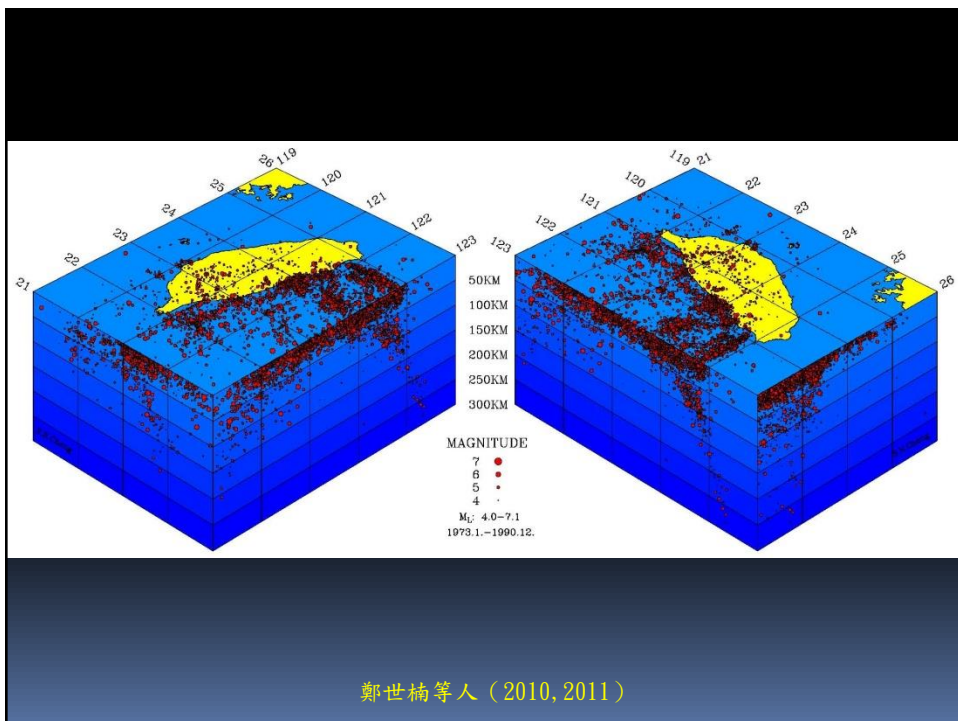
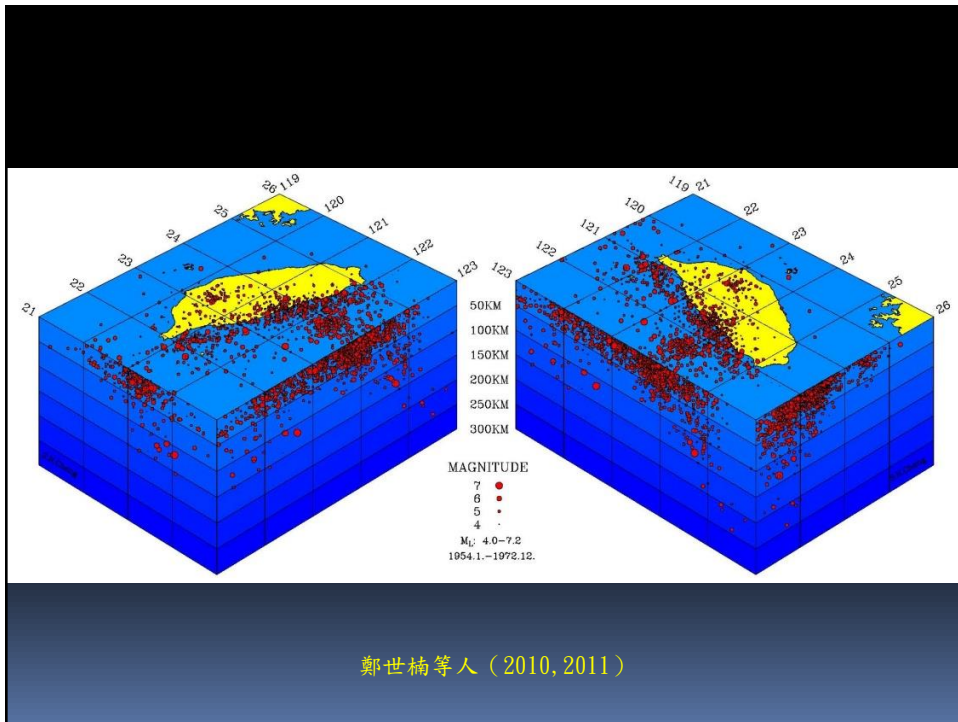
Seismic networks in operation-CWBSN24

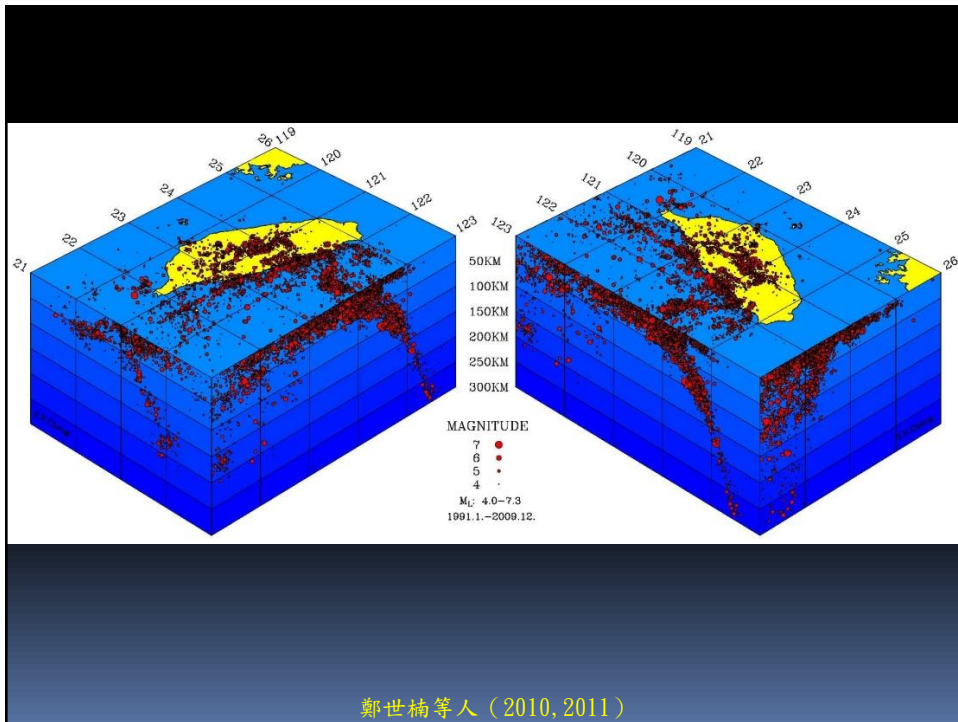


地震目錄的整理

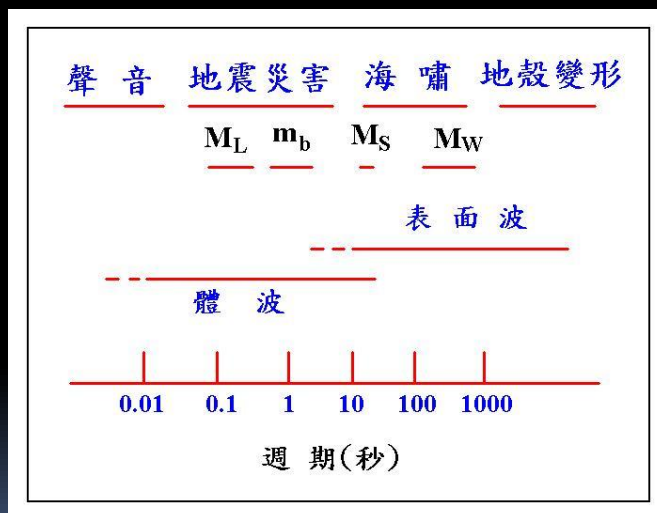
- 鄭世楠等人 (2010, 2011)
- 建置完成台灣地區1900-2009年近震規模大於或等於4.0的地震目錄，同時以震矩規模做為描述地震大小的參數。1900-1978年間36個大地震重評估其地震規模，同時完成1941年中埔地震系列、1951年花東縱谷地震系列、與1954-1972年間地震重新定位與規模評估，震源分布亦有明顯改善。



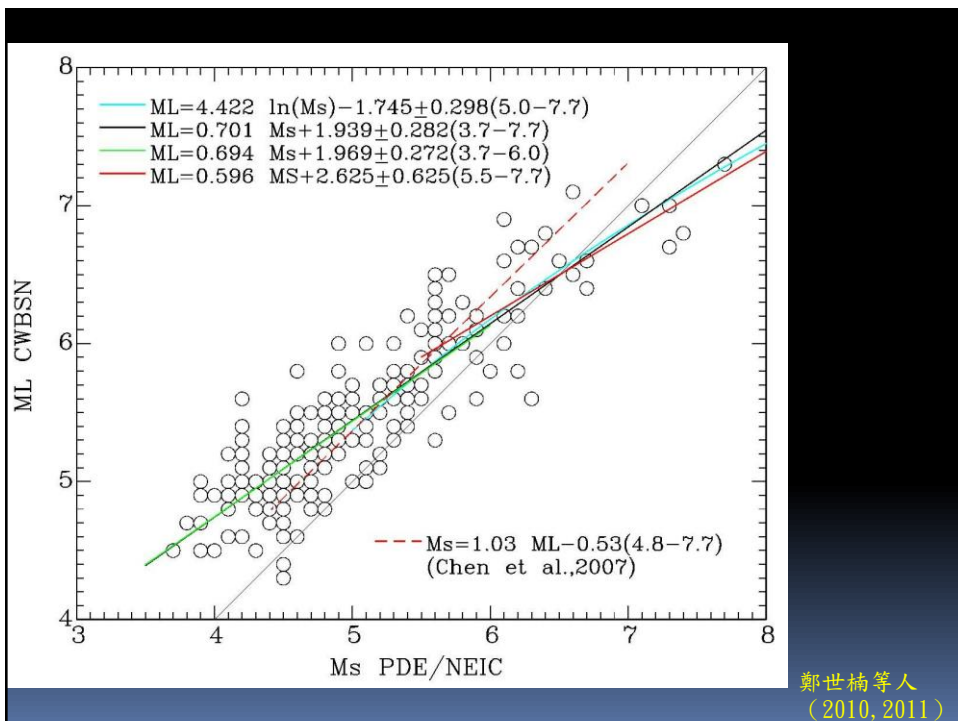
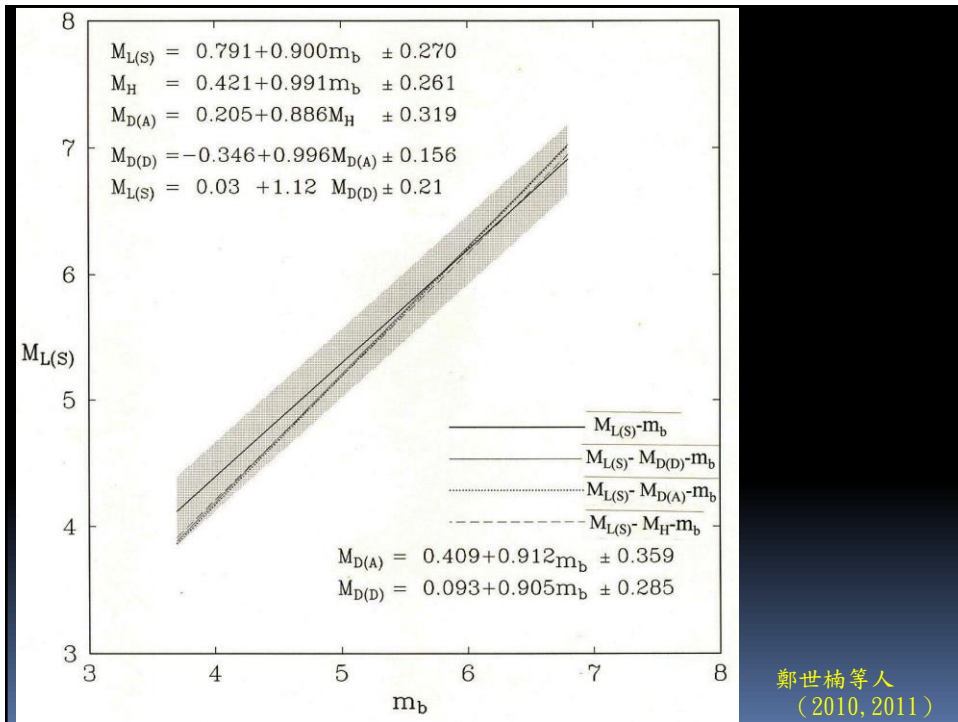


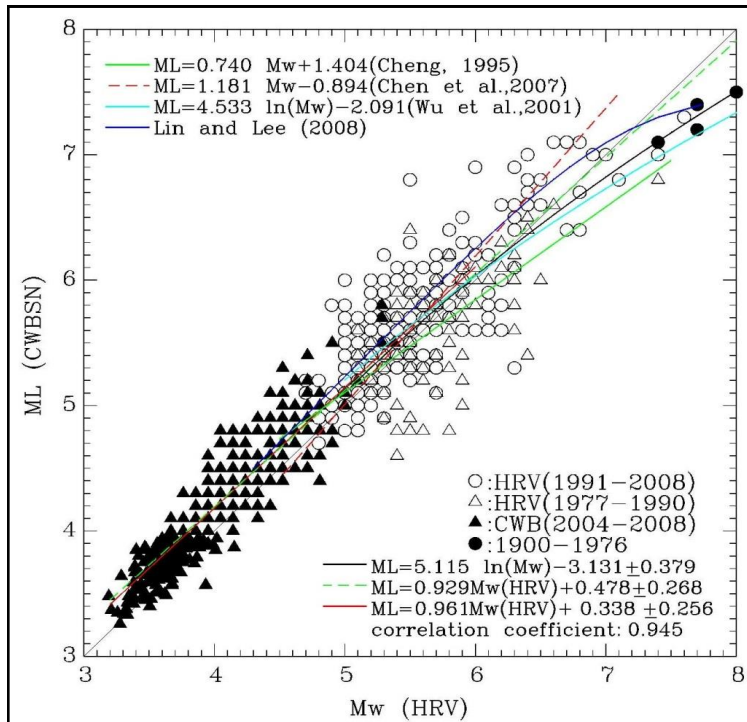


地震規模轉換問題

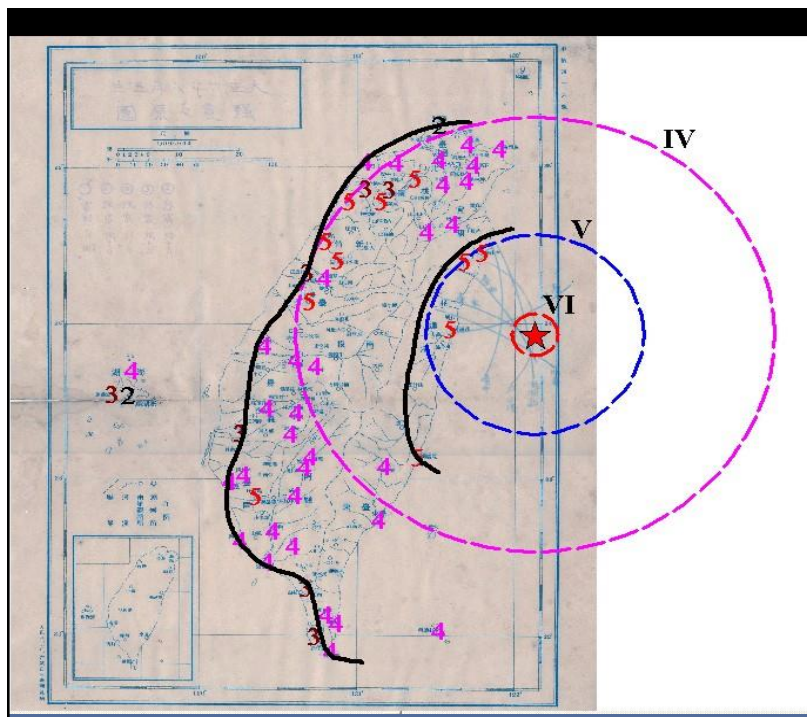


鄭世楠等人 (2010, 修改自 Lay and Wallace, 1995)

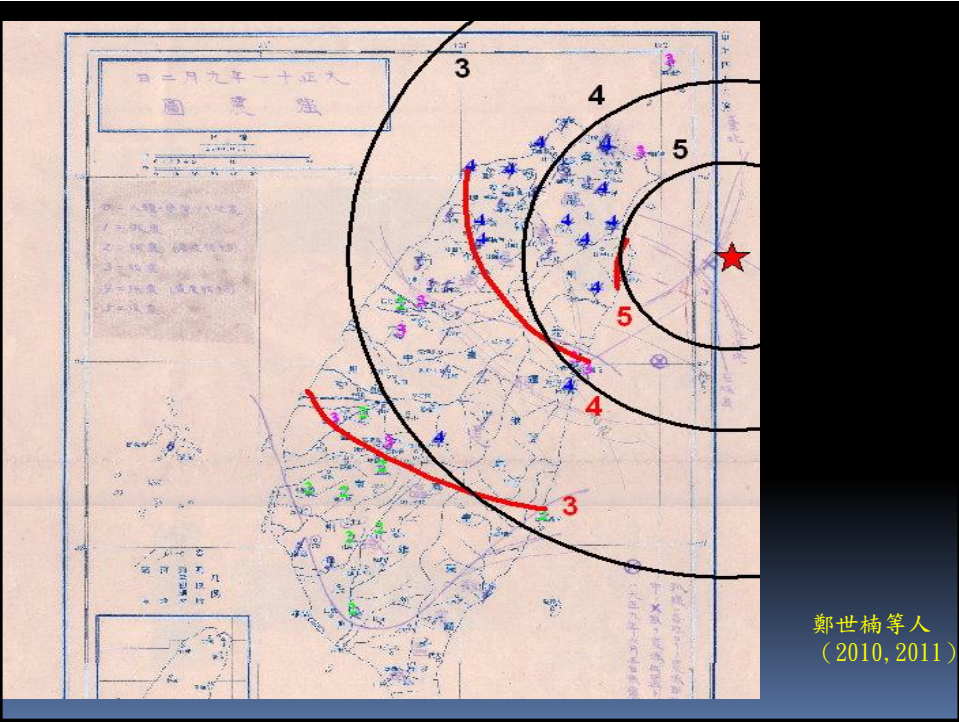




鄭世楠等人
(2010, 2011)



鄭世楠等人
(2010, 2011)

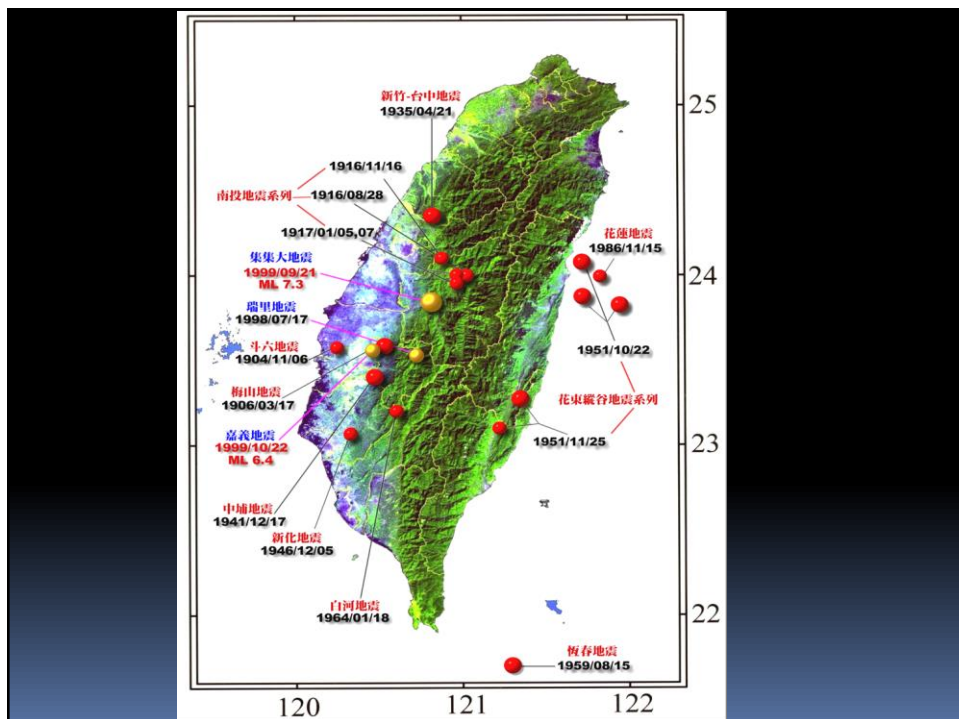


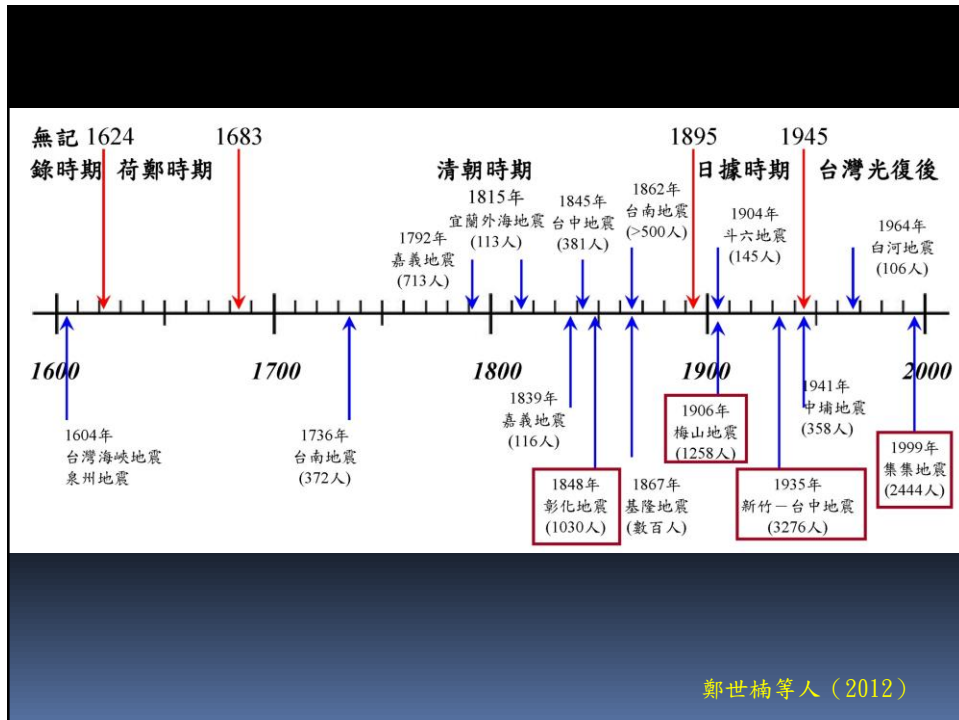
Date	Lat.	Lon.	Dep.	M_L	M_W	M_{L1}	M_{H1}	M_S	M_{S1}	M_C	M_{th}
19000515	21.5	120.5	0	6.6	6.7	7.0	6.8		(7.0)		
19060316	23.55	120.45	6	6.7	6.9	7.1	7.1	6.8	7.0		7.1
19080111	23.7	121.4	10	6.7	6.9	7.3	7.3	6.8	7.3		7.3
19090414	25.1	121.475	72	7.0	7.4	7.3	7.3	(7.1)	7.3	7.3	7.3
19091121	24.4	121.8	20	7.0	7.4	7.3	7.3	7.3	7.3		7.3
19100412	25.1	122.9	200	7.3	7.8	7.8	8.3	(7.6)		7.8	8.3
19100617	21.	121.	0	6.9	7.1	7.0	7.0		7.0		
19100901	22.7	121.7	20	6.9	7.1	7.0	5.8	7.0	6.5		7.1
19100901	24.1	122.4	20	6.7	6.9	7.1	7.3	6.8	6.5		7.3
19170704	25.0	123.0		7.0	7.4	7.7		7.3	7.7		7.7
19191220	22.8	121.7	20	6.9	7.1	7.0	7.0	7.0	7.0		7.0
19200605	23.925	122.125	25	7.5	8.0	8.0	8.3	8.0	8.0	8.0	8.3
19220901	24.575	122.350	9	7.2	7.7	7.6	7.6	7.6	7.6		7.6
19220914	24.6	122.3	20	7.0	7.3	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2
19350420	24.35	120.82	5	6.9	7.2	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1
19350904	22.5	121.55	20	7.0	7.3	7.2	7.2	7.2	7.2		7.2
19360822	22.0	121.2	30	7.0	7.4	7.3	7.1	7.3	7.2	7.3	7.2
19371208	23.1	121.4	20	6.9	7.1	7.0	7.0	7.0	7.0		7.0
19380907	23.8	121.8	0	6.9	7.1	7.0	7.0	7.0	7.0		7.0
19381206	22.9	121.6	7.0	6.9	7.1	7.0	7.0	7.0	7.0		7.0
19411216	23.4	120.475	12	7.0	7.3	7.1	7.1	7.2	7.1		7.1
19470926	24.8	123.0	110	7.1	7.5	7.2	7.4	(7.4)		7.4	7.4
19511021	23.875	121.625	4	7.1	7.5	7.3	7.3	7.4	7.3	7.3	7.3
19511022	24.075	121.725	1	7.0	7.3	7.1	7.1	7.2	7.1		7.1
19511022	23.825	121.950	18	6.9	7.1	7.1	7.1	7.0	7.1	7.1	7.1
19511124	23.275	121.350	36	7.0	7.4	7.3	6.2	7.3	7.3		7.3
19570223	23.900	121.850	17	6.9	7.2	7.1	7.3	7.1	7.2		7.3
19590426	24.725	122.475	135	7.2	7.6	7.5	7.7	(7.5)	7.5		7.7
19590815	21.750	122.333	20	6.9	7.2	7.1	6.8	7.1	7.0		
19630213	24.475	122.225	26	7.1	7.3*	7.4	7.2	7.4	7.0		7.3
19660312	24.050	123.000	42	7.3	7.7*	7.8	7.5	7.8	7.5		8.0
19680226	22.925	121.575	10	6.9	7.2	7.1	7.0	7.1	6.8		7.2
19720125	22.550	122.100	61	7.1	7.4*	7.5	7.3	7.4	7.5		8.5
19720125	23.050	122.325	16	6.9	7.1	7.0	7.1		7.0		7.7
19780723	22.352	121.329	6.1	7.1	7.3	7.4	7.2	7.4			
19781223	23.297	122.005	4.1	6.9	7.0	7.0	6.9	7.0			

鄭世楠等人
(2010, 2011)

歷史性災害地震

- 台灣地區有關歷史性災害地震(1897年儀器設置以前)主要有徐明同(1980, 1983)、Lee et al.(1976)、Tsai(1985)、鄭世楠和葉永田(1989)，但所涵蓋的時間不一，用來描述地震大小的尺度亦不盡相同，其中以徐明同(1980)、鄭世楠等(1995)二個版本為主，也廣為各界使用，目前中央氣象局地震資料庫即以鄭世楠等(1995)版本為主。

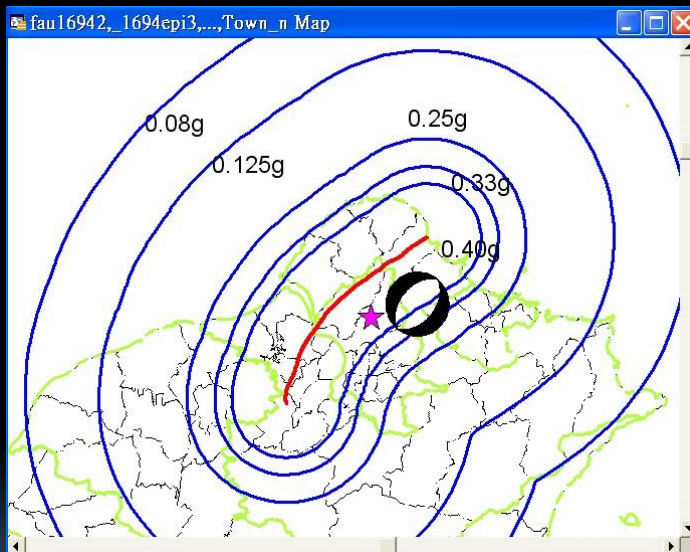




1694年康熙台北湖事件

- 康熙36年(1697年)郁永河奉命來台採硫在其所著的「裨海紀遊」裡記載：…前望兩山夾峙處，曰甘答門，水道甚隘，入門，水忽廣，濶為大湖，渺無涯涘。…張大云：『此地高山四繞，周廣百餘里，中為平原，惟一溪流水，麻少翁等三社，緣溪而居。甲戌四月，地動不休，番人怖恐，相率徙去，俄陷為巨浸，距今不三年耳』。指淺處猶有竹樹梢出水面，三社舊址可識。滄桑之變，信有之乎？

鄭世楠等人 (2012)



Jean et al. (2006) 衰減式 $M_w 7.0$ $M_L 6.8$

鄭世楠等人 (2012)

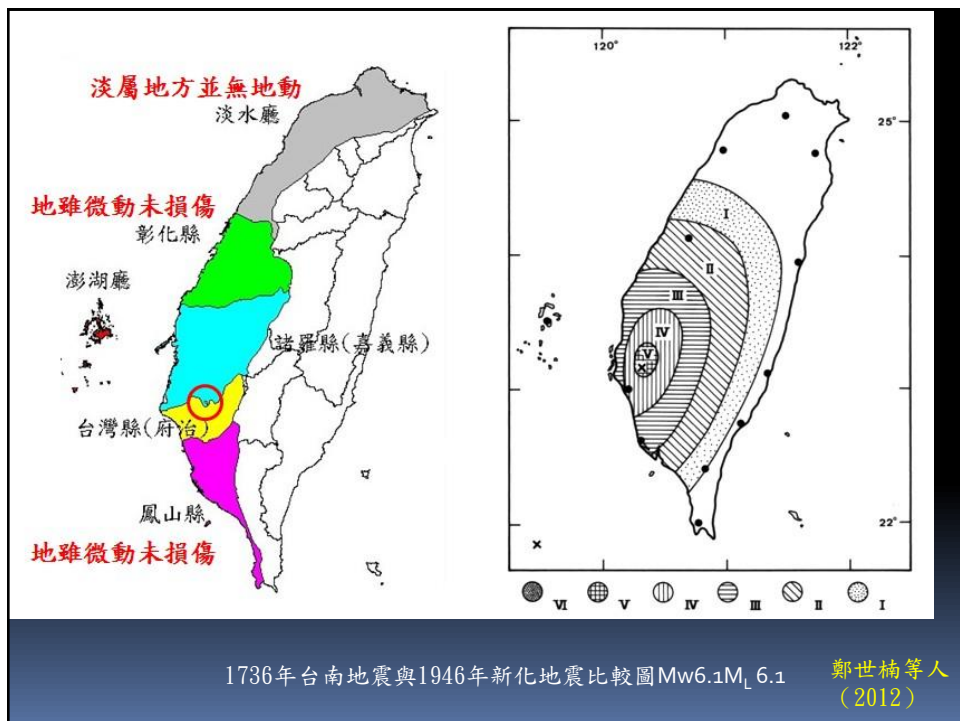
1736年台南地震

- 1736年1月30日01:00-03:00(雍正13年12月18日丑時)台南地區發生強烈災害地震。匯整奏摺(圖7)與文獻記載如下：
- 台灣縣：與諸邑交界之新化里及大穆降倒壞房屋142間，歪斜12間，壓斃男婦大口62名，小口44名，壓傷男婦大小口共9名。
- 諸羅縣：與台邑交界之善化里東西保，并新化里保，倒壞房屋556間，歪斜235間，壓斃男婦大口164名，小口102名，壓傷男婦大小口共120名。
- 鳳山知縣與彰化縣：邑地方，地雖微動，人口房屋俱未損傷
- 淡水廳：淡屬地方，並無地動

鄭世楠等人
(2012)

奏為
查臺灣地處海濱時有地動之事茲於雍正
拾叁年拾貳月拾捌日午時地動為時數久且
反震時方他動之下波湧澎湃全省大震
等隨將有無倒塌房屋損傷人口之處概行核
府縣確查具報去後今據臺灣府知府徐治
民報據臺灣縣知縣林興河報稱適查邑屬地
方僅有與諸邑交界之新化里及大穆降倒壞
房屋壹百肆拾貳間至斜查拾貳間壓斃男婦
大口陸拾貳名小口肆拾肆名壓傷男婦大小
口共玖名據諸羅縣知縣陸鶴報稱適查邑屬
地方僅有與臺邑交界之善化里東西保并新
化里保倒壞房屋伍百伍拾陸間至斜查貳百叁
拾伍間壓斃男婦大口壹百陸拾肆名小口壹
百零貳名壓傷男婦大小口共壹百貳拾名其
淡水同知今陞臺灣府知府徐治民報據淡水
地方並未地動又鳳山縣知縣錢沐彰化縣知
縣秦士聖各報稱該邑地方地雖微動人口房
屋俱未損傷各等因前來除被壓人口房屋災
飭該地方官一面加意撫恤并報督撫外理合
繕摺奏
聞為此謹
奏
雍正拾叁年拾貳月 奏 日 巡視臺灣道 鄭世楠 等 謹 奏

鄭世楠等人
(2012)



1792年嘉義地震

- 乾隆57年6月22日未、申二時連次地震(1792年8月9日13:00-17:00)，災害統計如表一所示，匯整奏摺與文獻記載如下：
- 鳳山縣：阿公店街倒壞營房3間、店房2間，阿里港街坍倒草房8間，傷斃民人1名
- 台灣縣：倒壞民屋五十四間，傷斃男婦三口
- 嘉義縣：東西北三門倒壞民房十分之八，南門倒壞民房十分之四
- 彰化縣：民房坍倒十居其六
- 淡水廳：末時地震，城鄉各處，並無倒壞房屋，損傷人口

鄭世楠等 (2012)

根據台灣采訪冊「祥異·地震」：…打貓北堡蘆竹畔莊，許陳之收租館在焉。是日地震甚，館基四壁如故，而堂中塌地尺餘。壁北積出比常猶高尺許。…又館前數百步，有韓家田四坵，約三分許，因是日地之震也，而田亦塌，四至之岸在焉。(所見)…梅子坑地最高險，兩山夾一小徑，採樵人及販炭、鬻果實者，皆經此徑，是日地震，一樵者先行，地忽裂，樵者墜其中，地旋復合，已成天葬矣。隨後者驚駭異常，歸以述之(所聞)。1792年嘉義地震與1906年震度分布相當累同，故地震參數參考1906年梅山地震的結果： 23.583°N ， 120.533°E ，深度15.0公里， $M_L=6.7$ ， $M_W=6.9$ ，斷層面解：走向 75° ，傾角 90° ，滑移角 -141° (鄭世楠，1995)。若1792年嘉義地震與梅山斷層的錯動相關，則1792年嘉義地震與1906年梅山地震相隔114年，1906年梅山地震距今已105年，顯示梅山地震震源區值得我們進一步加強觀測與留意。

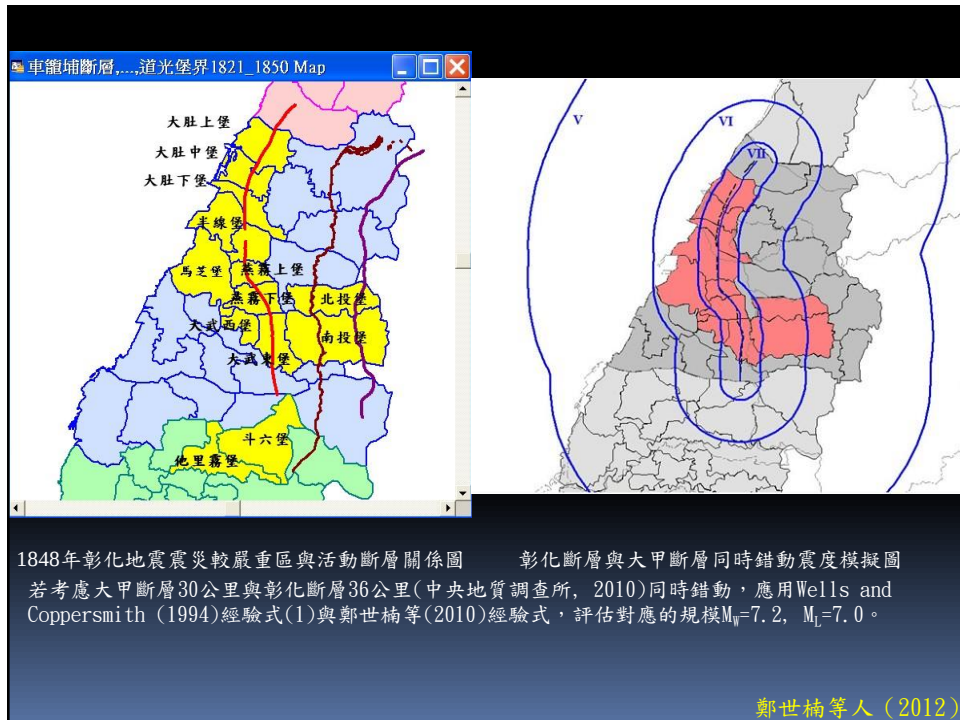
鄭世楠等 (2012)



1848年彰化地震

- 道光28年11月8日(1848年2月12日)辰時(07:00-09:00)，台澎地震，泉郡至福州省垣，皆於8日同時並震。其中以彰化縣、鹿港廳災情最重，嘉義縣次之，台灣縣又次之，該四廳縣，陡遭地震，計及二百餘里，倒坍房屋為數不少，壓斃民人亦復甚多。鳳山縣、淡水廳、噶瑪蘭廳、澎湖廳，雖俱同日微有震動，並無傷損，亥時(21:00-23:00)微震，23日(2月27日)亥時(21:00-23:00)又震三、四次。統計被震各處內，惟彰化、鹿港為最重，嘉義次之；又惟彰化之大肚上、中、下，大武郡東、西，燕霧上、下，南、北投保，鹿港之馬芝遴、半線保為最重，其餘各保又次之。共造成1,030人死亡，22,664戶全倒。

鄭世楠等人
(2012)



1867年基隆地震

- 同治6年11月23日(1867年12月18日)基隆外海地震有詳細的記載, 淡水廳志詳異考: (同治6年)冬11月, 地大震。...23日, 雞籠頭、金包裏沿海, 山傾地裂, 海水暴漲, 屋宇傾壞, 溺數百人。Alvarez, Formosa.....「1867年12月18日, 北部地震更烈, 災害亦更大, 基隆城全被破壞, 港水以已退落淨盡, 船隻被擱于沙灘上; 不久, 水又復回, 來勢猛烈, 船被衝出, 魚亦隨之而去。沙灘上一切被沖走。原本建築良好之屋宇, 亦被衝壞, 土地被沙淹沒, 金包裏地中出聲。水向上冒, 高達四十尺; 一部分土地沈入海中。基隆港內, 有若干尺面積地方, 其下落已較原來為深。此係據若干歐洲商人證實報告。
- 馬偕博士 From Far Formosa(P.53)基隆聽到隆隆聲, 港口的海水後退直到所有的魚在泥地或水坑蠕動與掙扎, 女人與小孩急忙衝進撿拾難得地誘人的禮物, 岸上尖銳的叫聲警告他們海水回來了, 如同戰爭猛烈的攻擊, 海水衝過原先的邊界, 清除位於岸邊低地的房屋, 海嘯造成異常的大災禍。金包里有感地震稻田陷落3尺, 噴出硫磺水並淹沒土地。

鄭世楠等人 (2012)

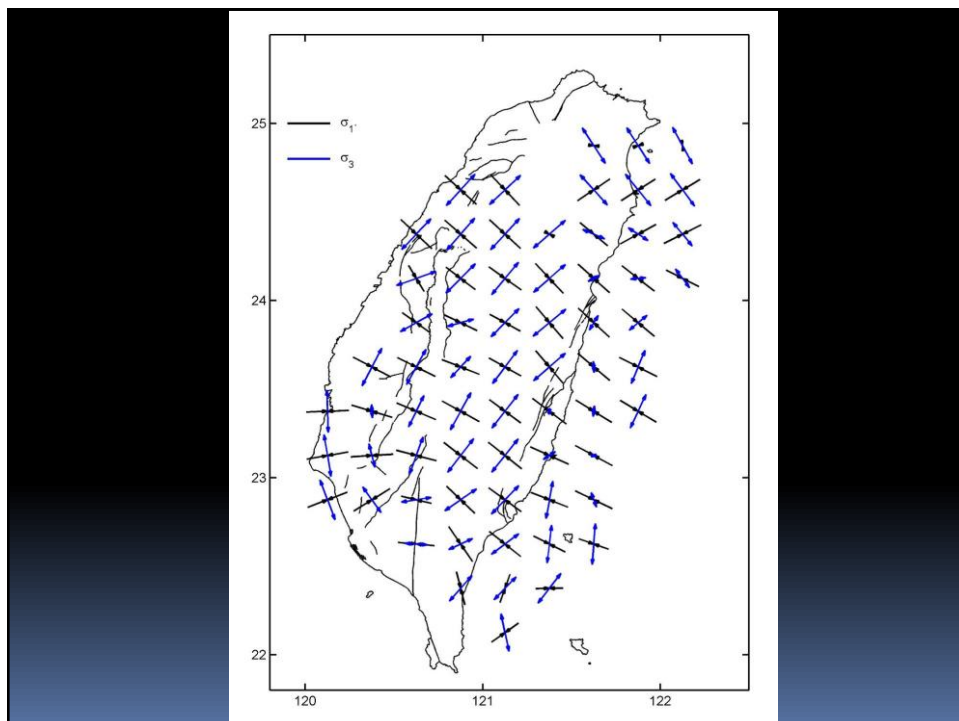
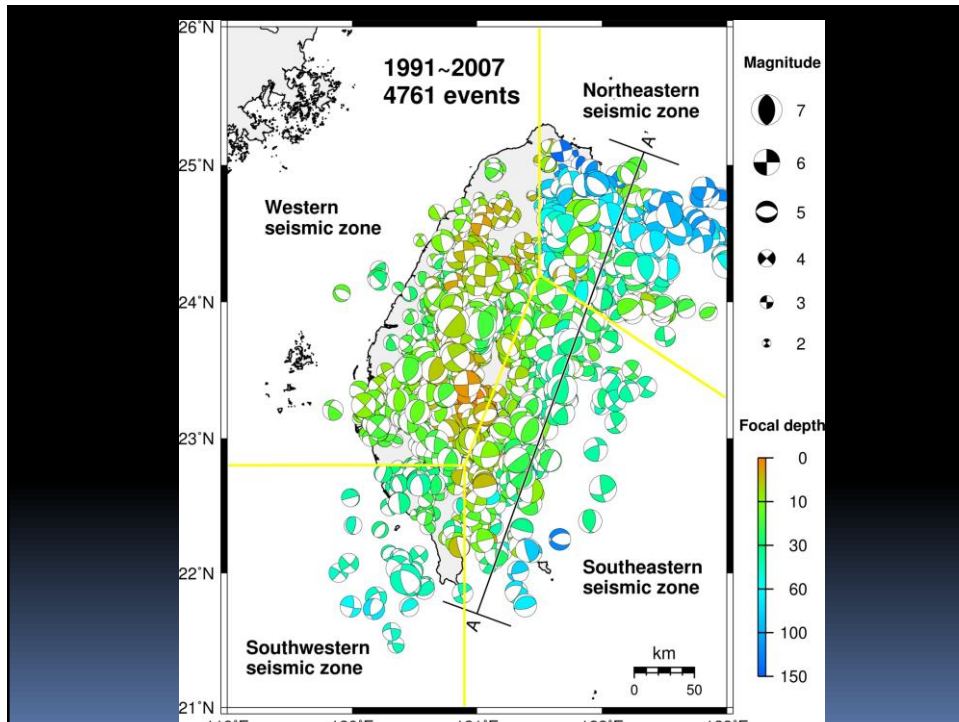
台灣地區歷史地震重定位一覽表

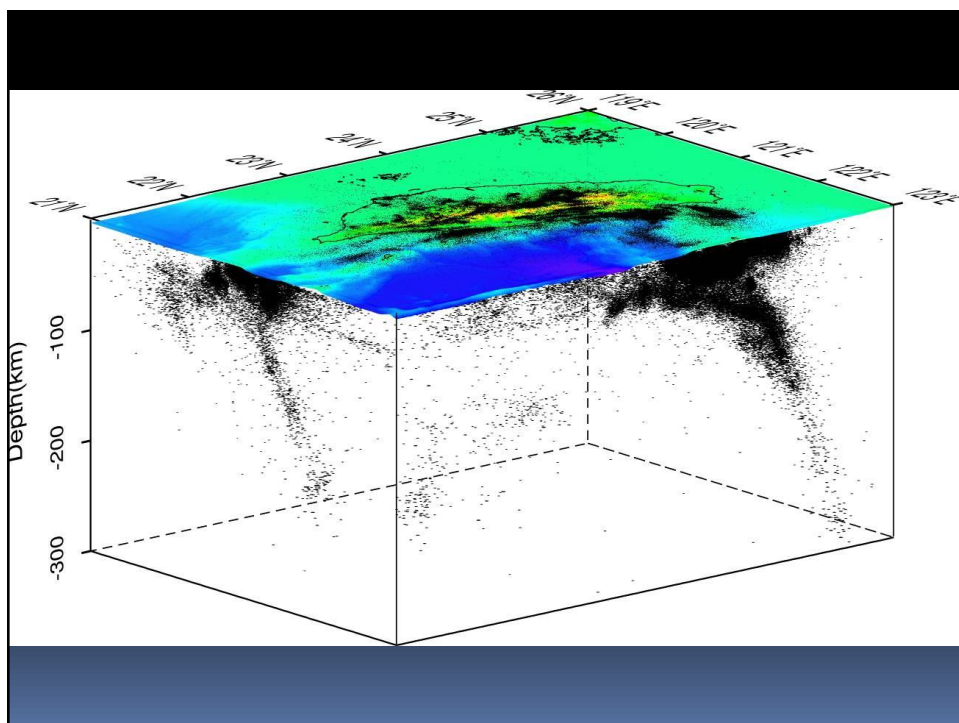
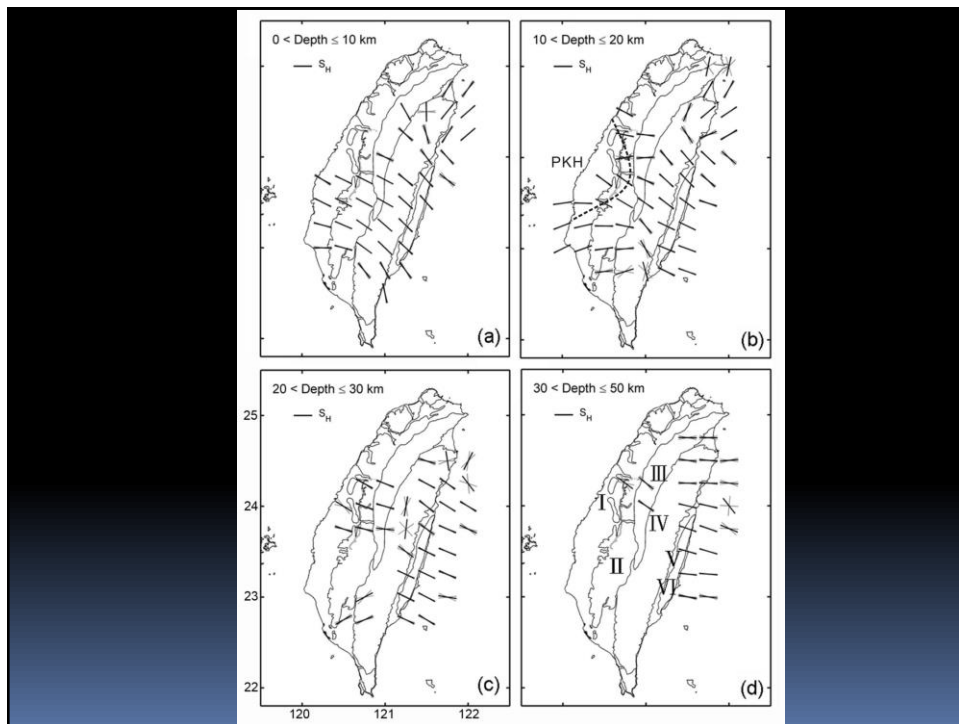
編號	日期	地震名稱	震央位置		深度	規模		人員傷亡		房屋損毀	
			緯度	經度		M _L	M _W	死亡	受傷	全倒	受損
01	1604/12/29	泉州地震	25.000	119.500	25	7.5	7.9				
02	1736/01/30	台南地震	23.070	120.330	5	6.1	6.1	266	120	556	235
03	1792/08/09	嘉義地震	23.583	120.533	15	6.7	6.9	713	781	24190	
04	1815/10/13	宜蘭外海地震	24.725	122.475	135	7.2	7.6	113		243	
05	1848/02/12	彰化地震	24.120	120.580	10	7.0	7.2	1030		22664	
06	1867/12/18	基隆地震	25.330	121.830	5	7.0	7.2	數百			

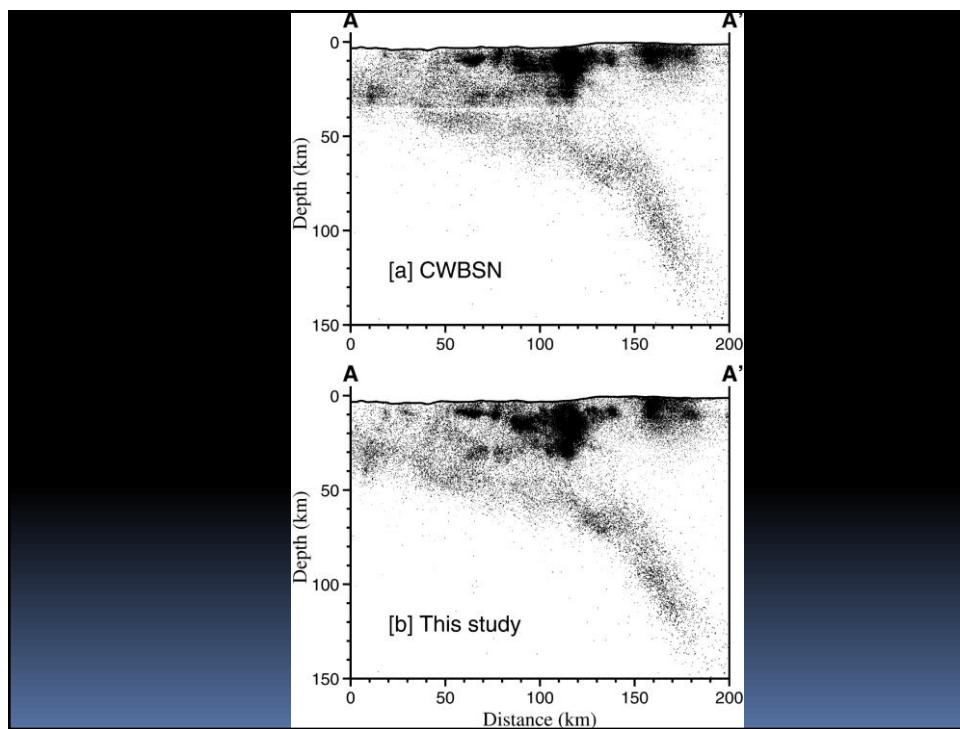
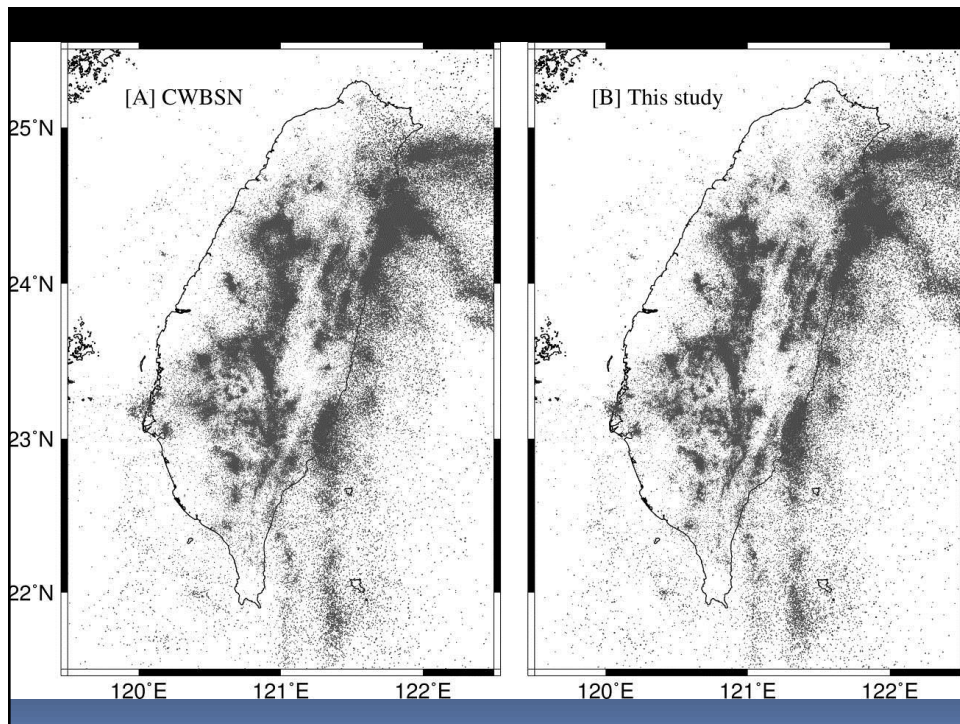
鄭世楠等人 (2012)

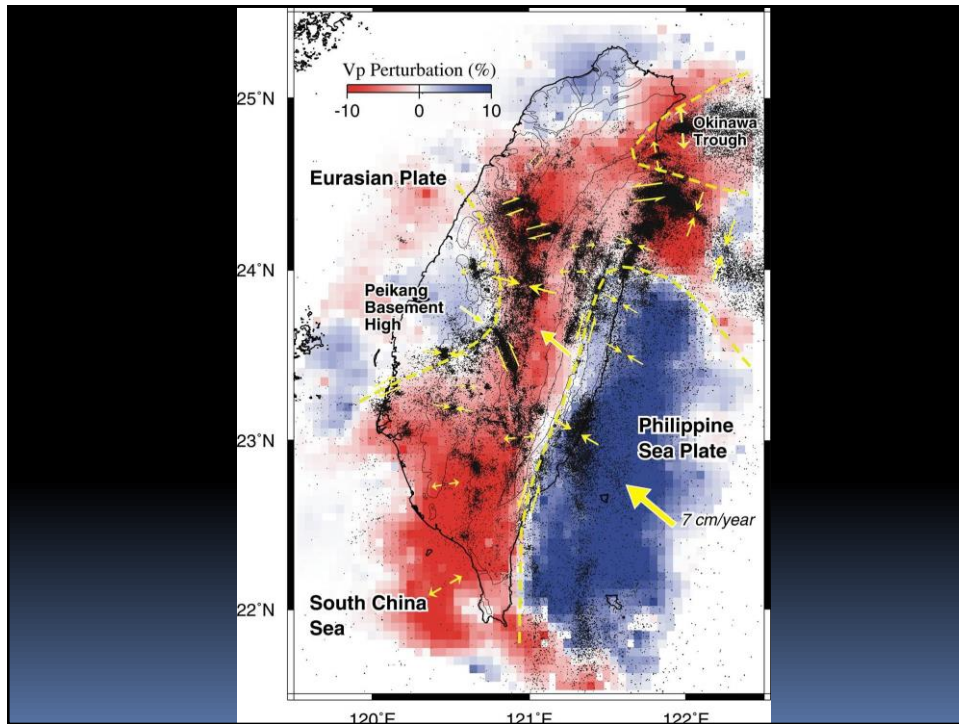
地震目錄的應用

- **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.
- **Wu, Y. M.**, C. H. Chang, L. Zhao*, T. L. Teng and M. Nakamura (2008). A Comprehensive Relocation of Earthquakes in Taiwan from 1991 to 2005, *Bull. Seism. Soc. Am.*, **98**, 1471–1481.
- **Wu, Y. M.***, Y. J. Hsu, C. H. Chang, L. S. Teng and M. Nakamura (2010). Temporal and spatial variation of stress field in Taiwan from 1991 to 2007: Insights from comprehensive first motion focal mechanism catalog, *Earth and Planetary Science Letters* **298**, , 306–316.



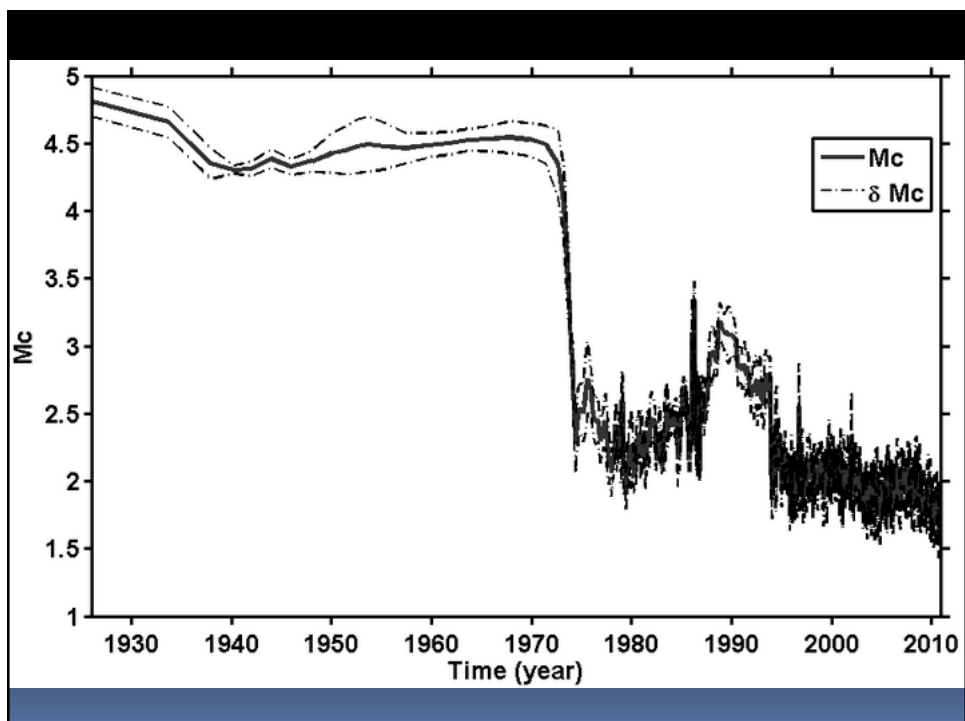
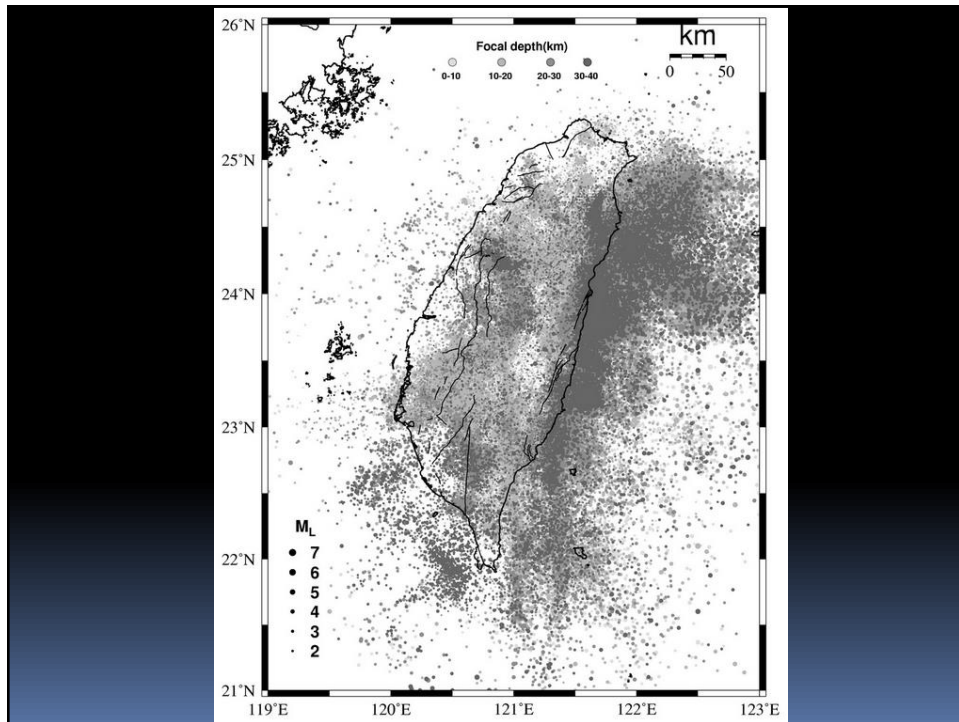


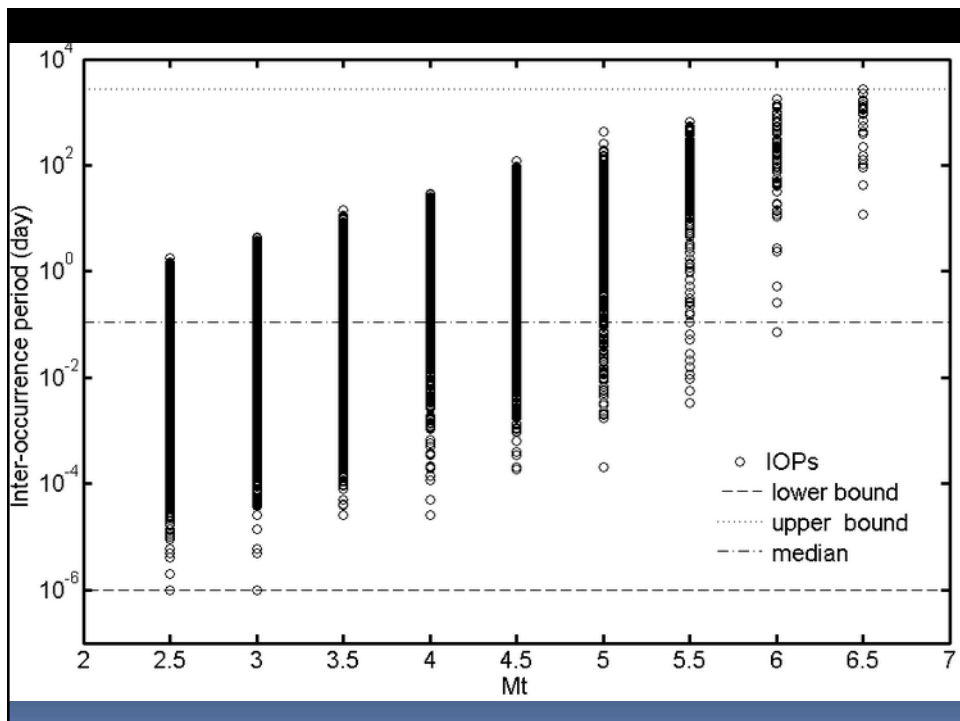
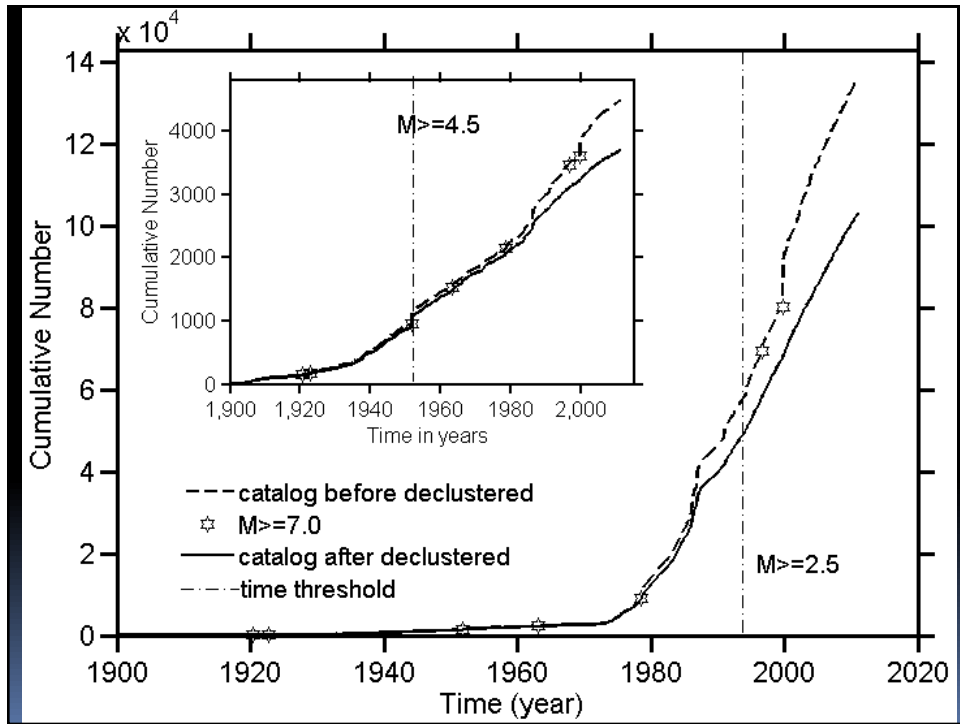


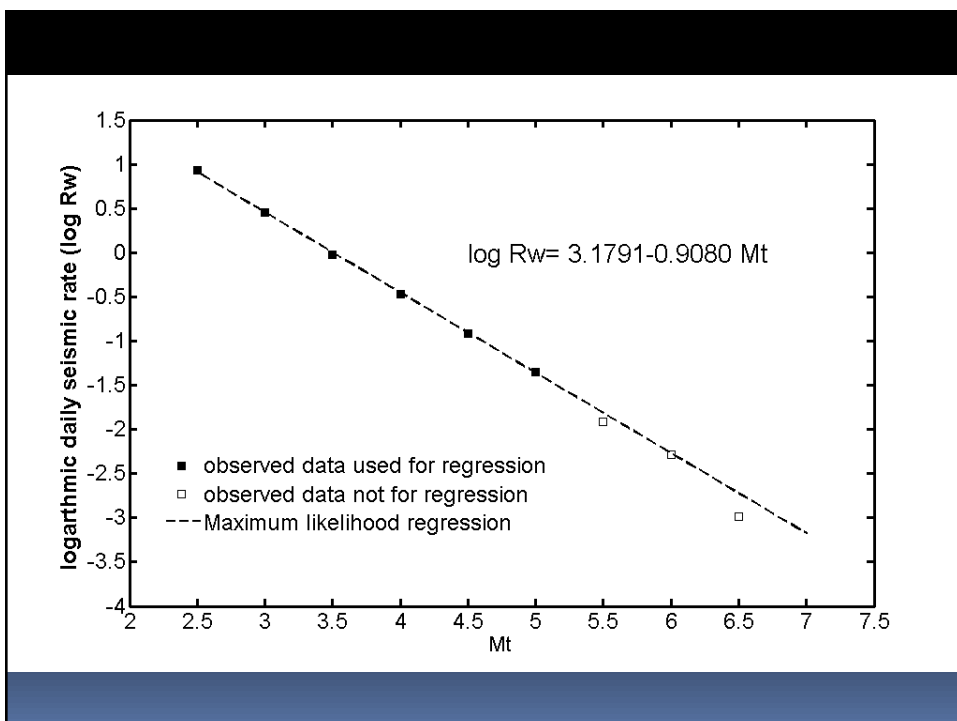
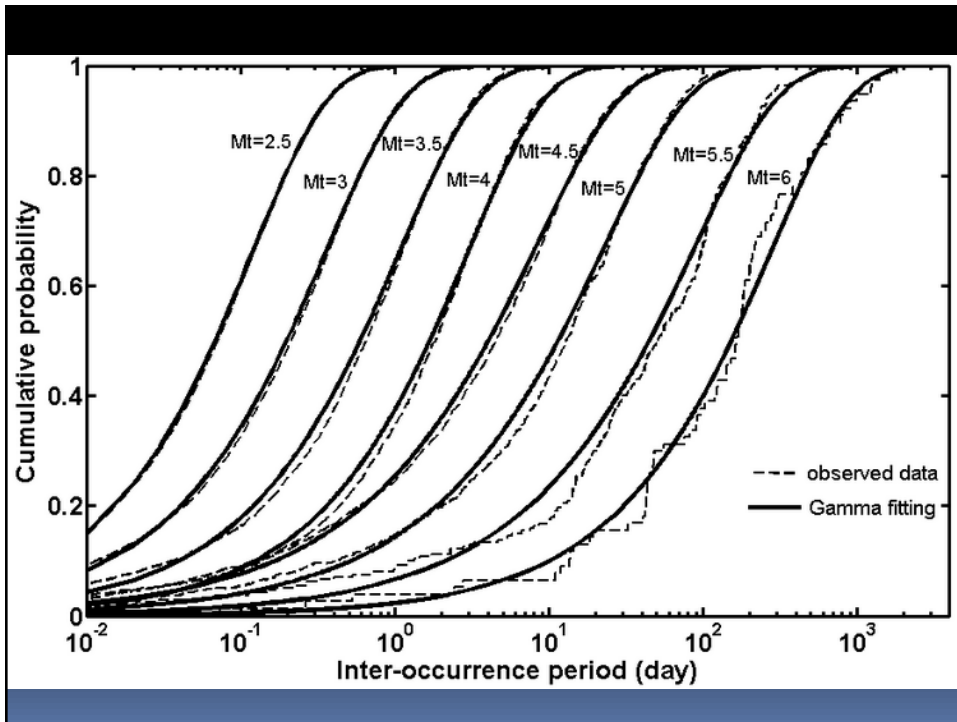


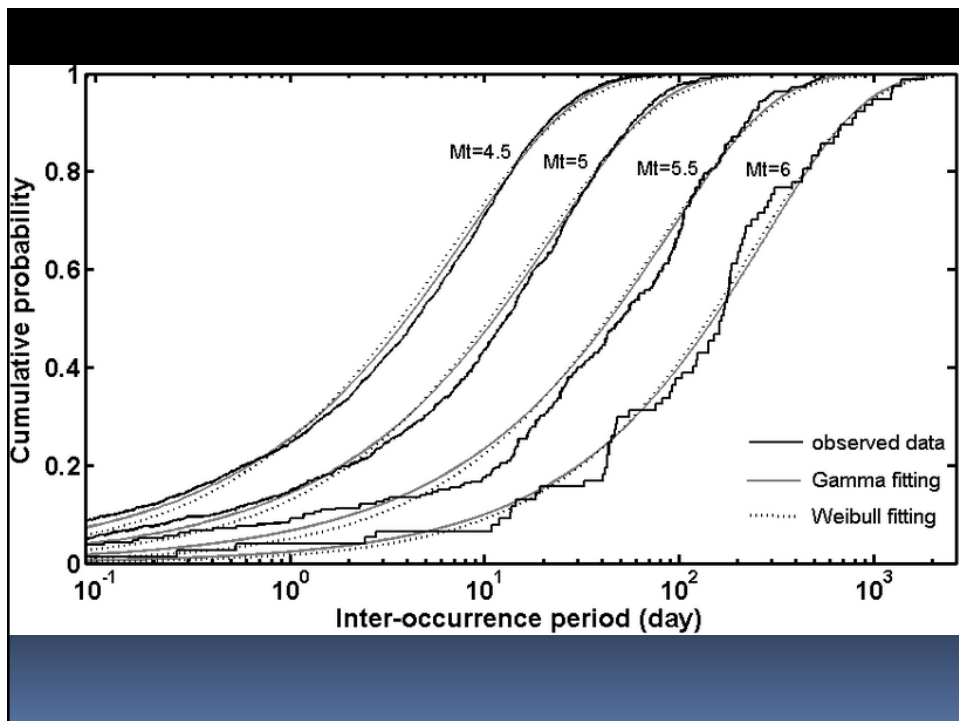
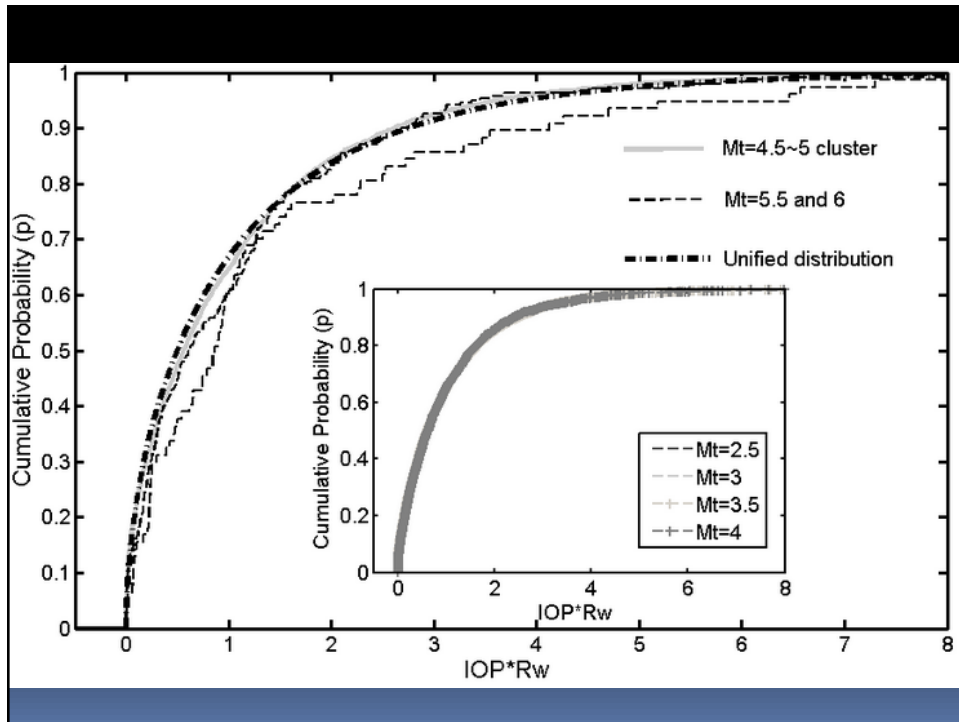
地震回復週期之探討

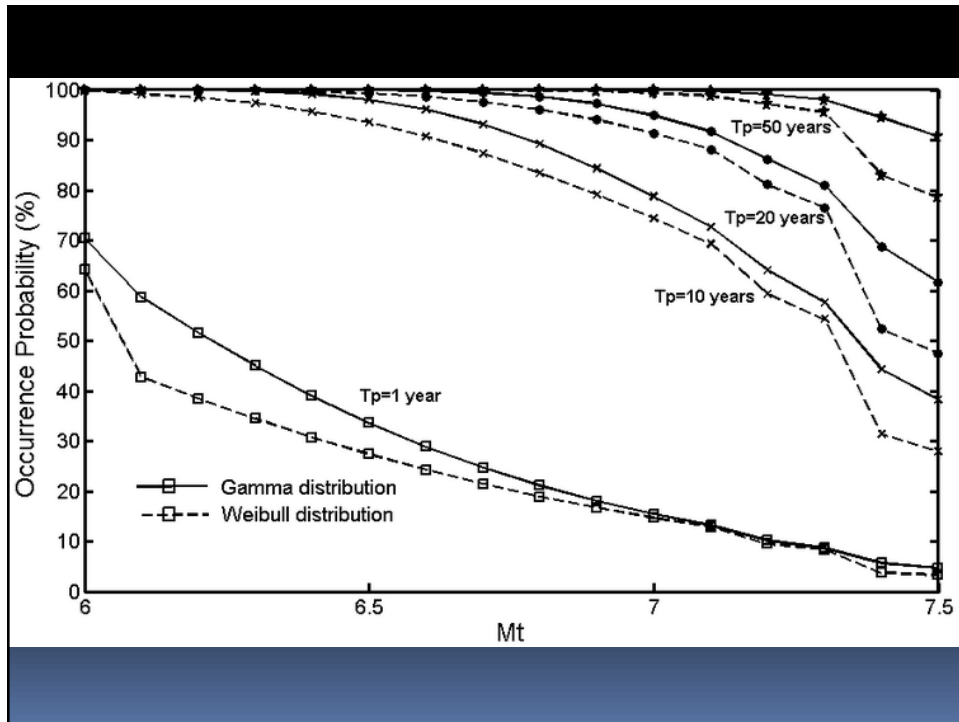
- Chen, C. H., J. P. Wang, Y. M. Wu*, C. H. Chan, and C. H. Chang (2013). A study of earthquake inter-occurrence times distribution models in Taiwan, *Natural Hazards*, **69**, 1335-1350, doi: 10.1007/s11069-012-0496-7.





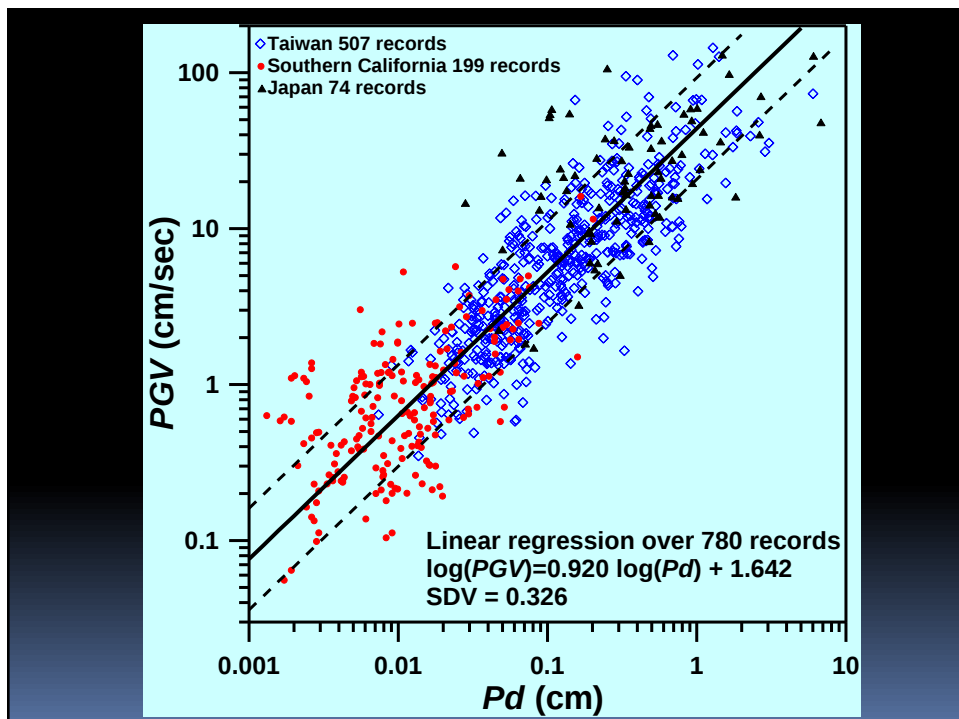
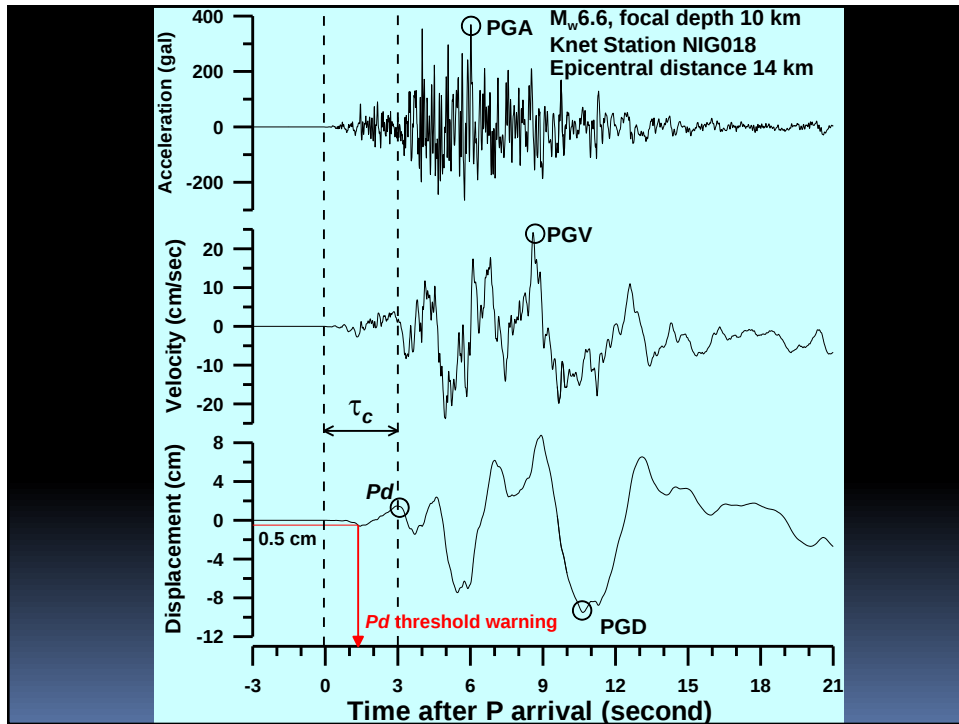




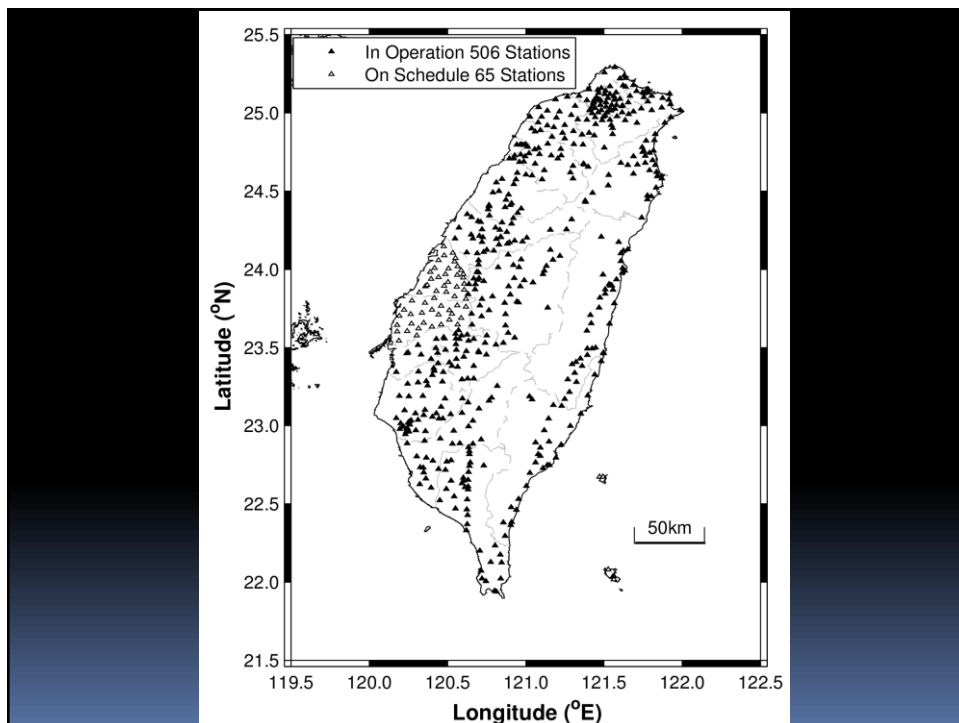
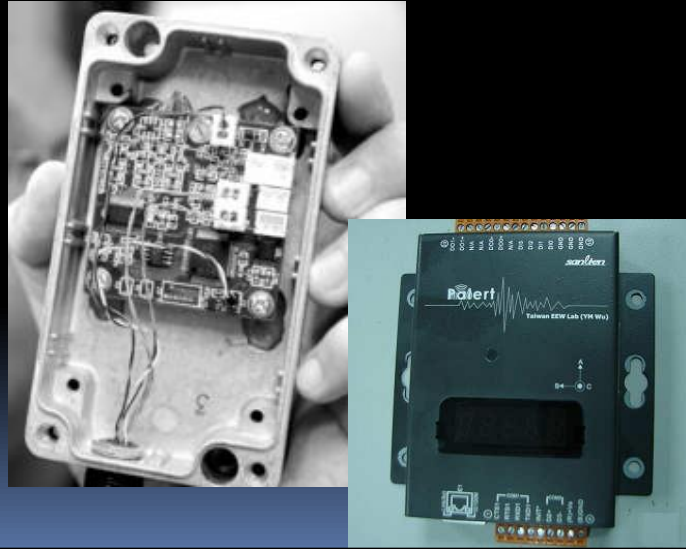


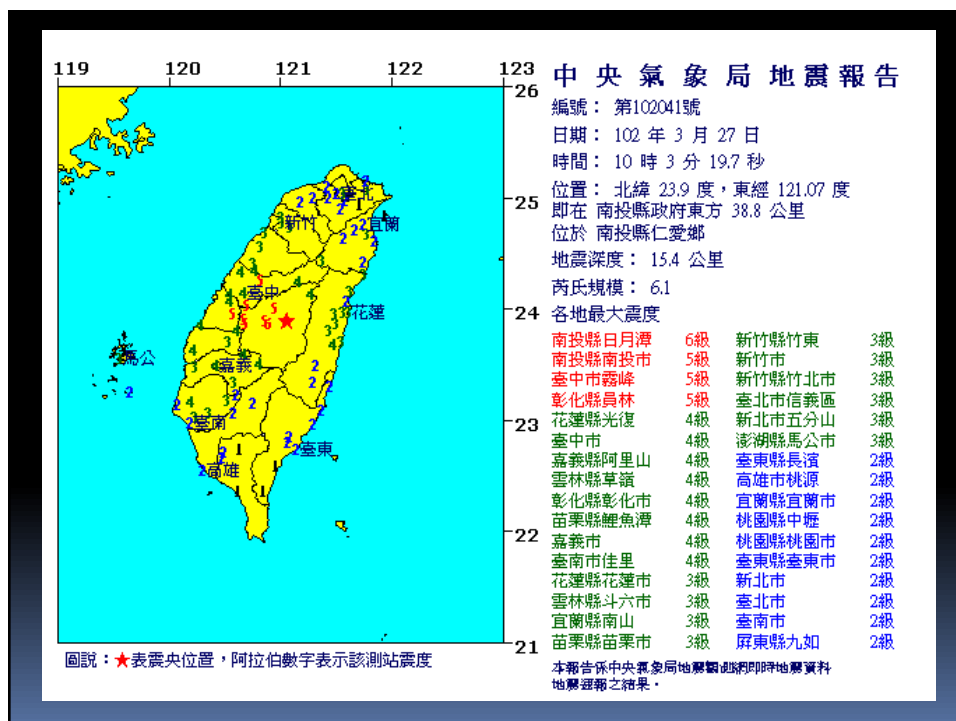
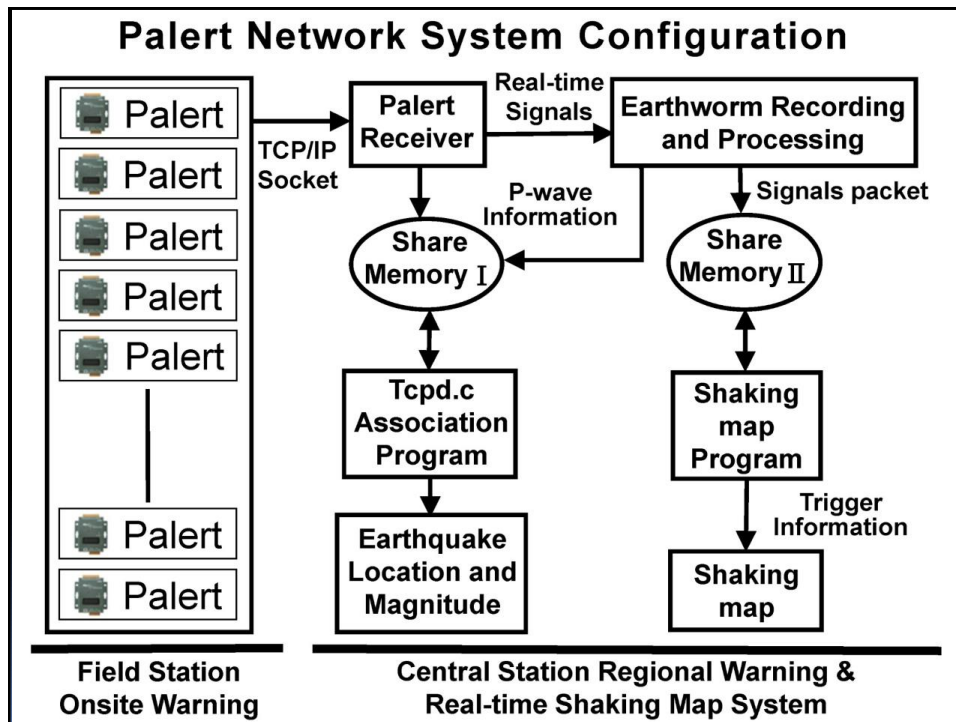
DEVELOPMENT OF REAL-TIME SHAKE MAP USING LOW COST SENSORS IN TAIWAN

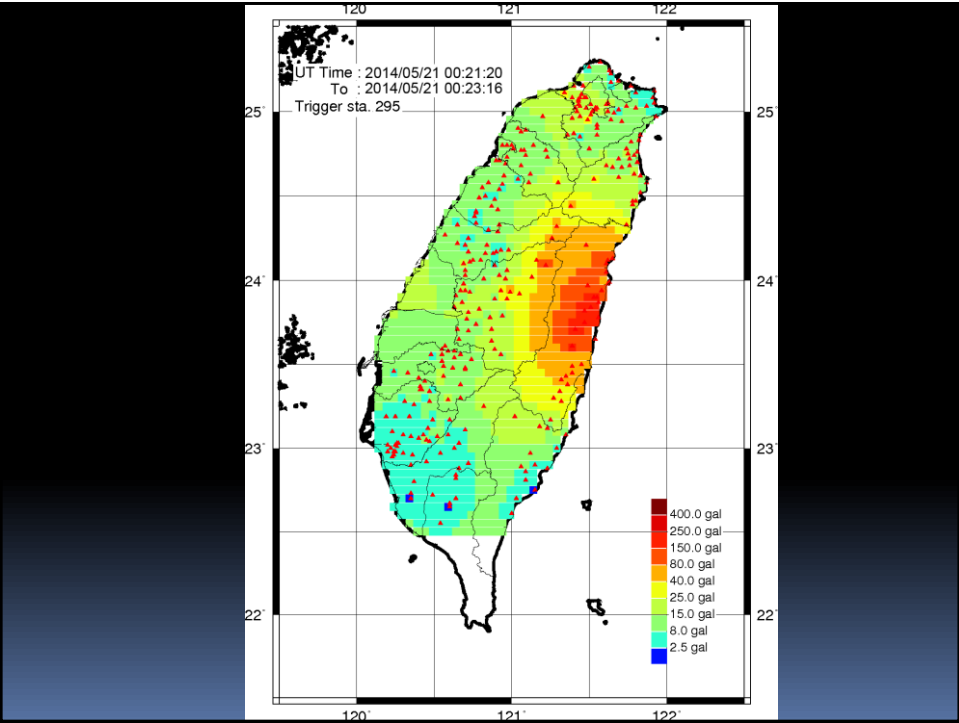
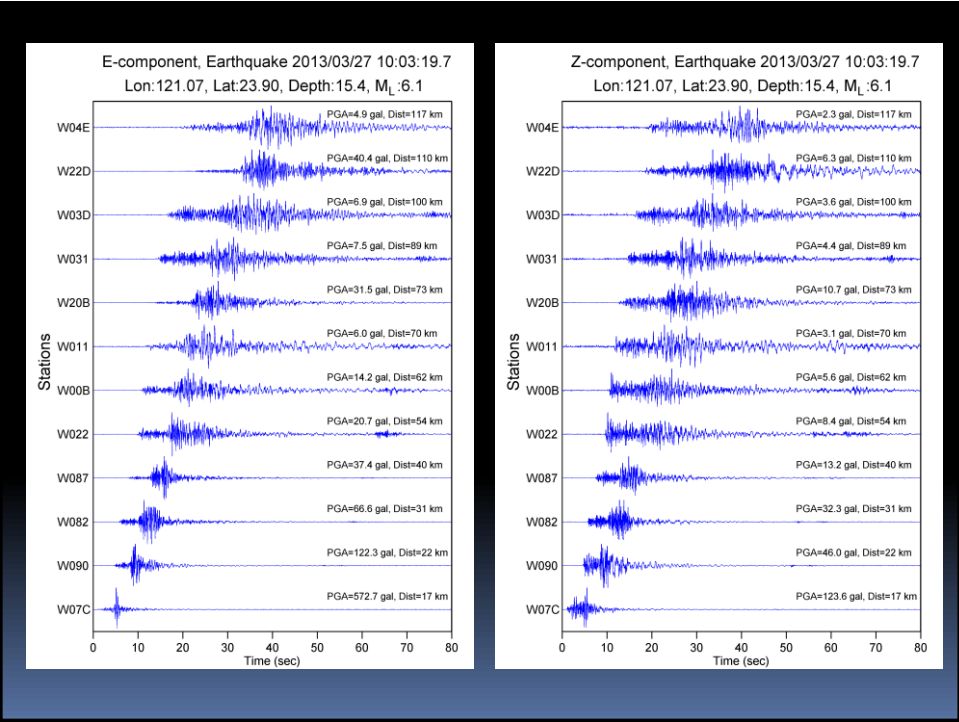
Yih-Min Wu
Geosciences, National Taiwan University
NCRE, National Applied Research Laboratories

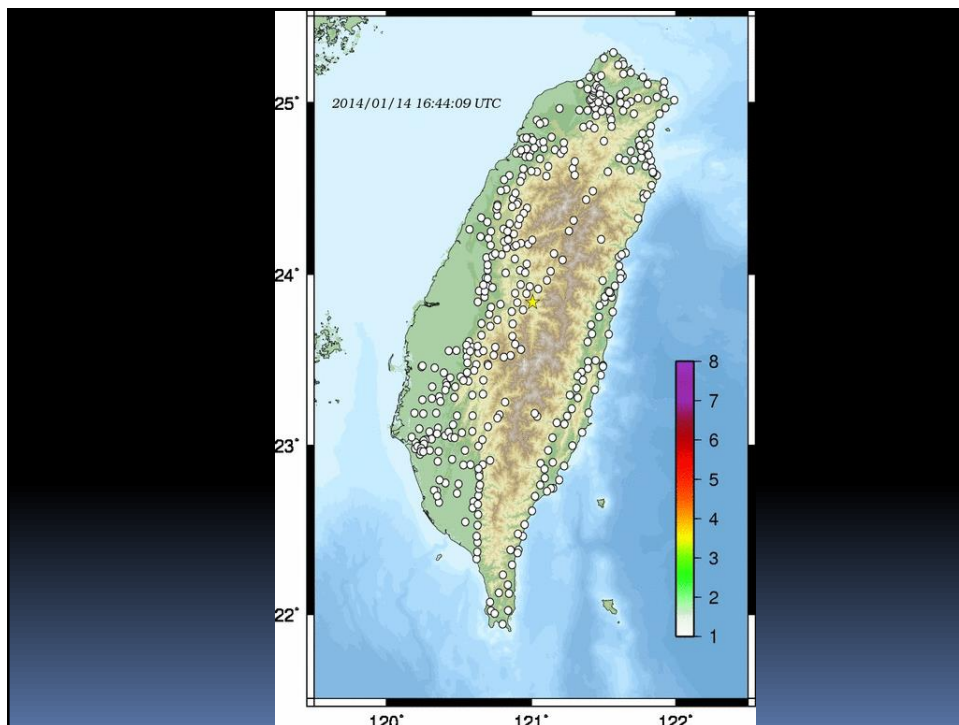
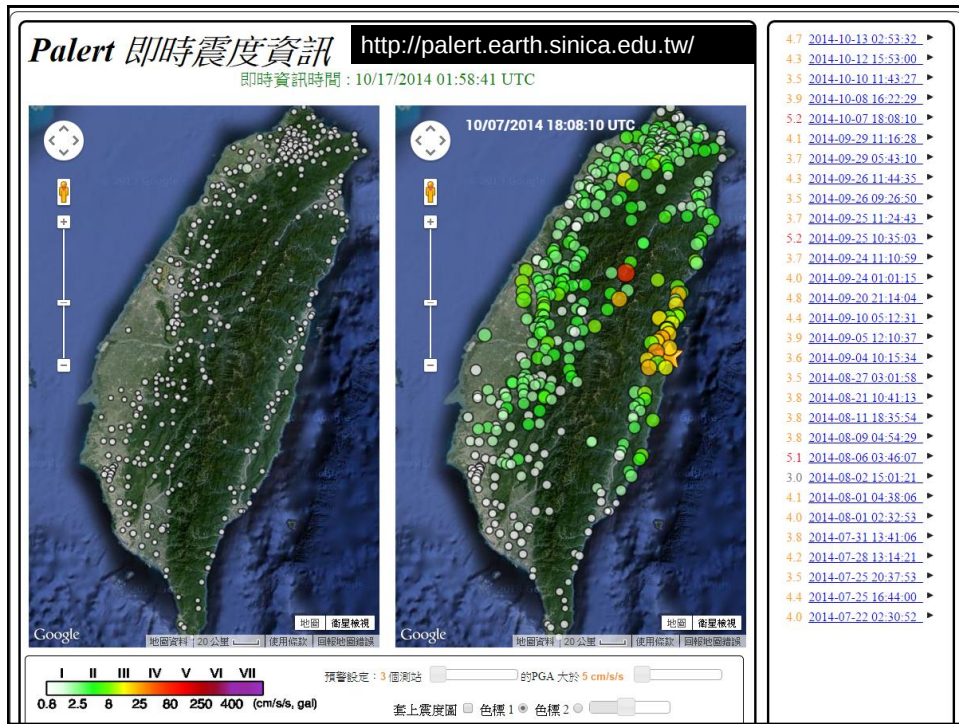


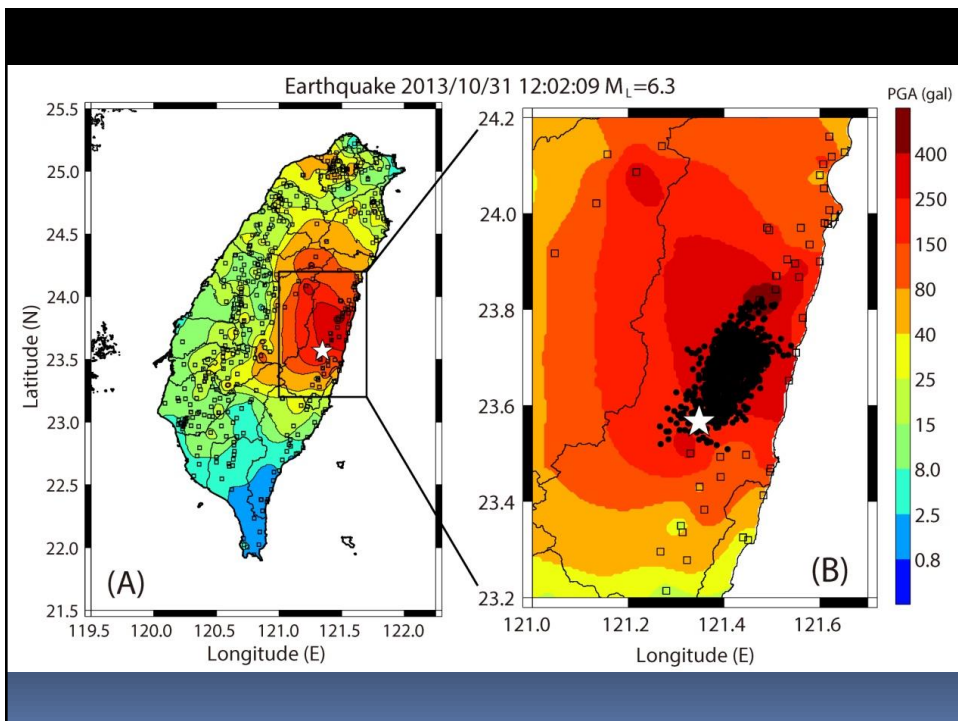
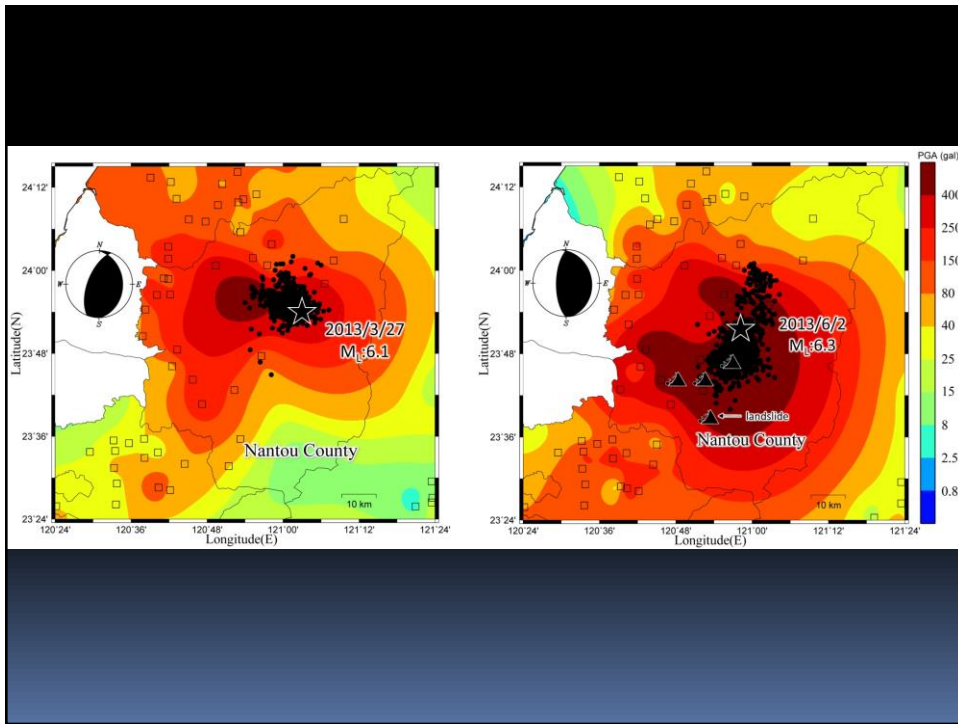
Combination with modern MEMS sensor. Cheaper device may install to every building to give warning within three seconds after P arrival after a large earthquake occurs.

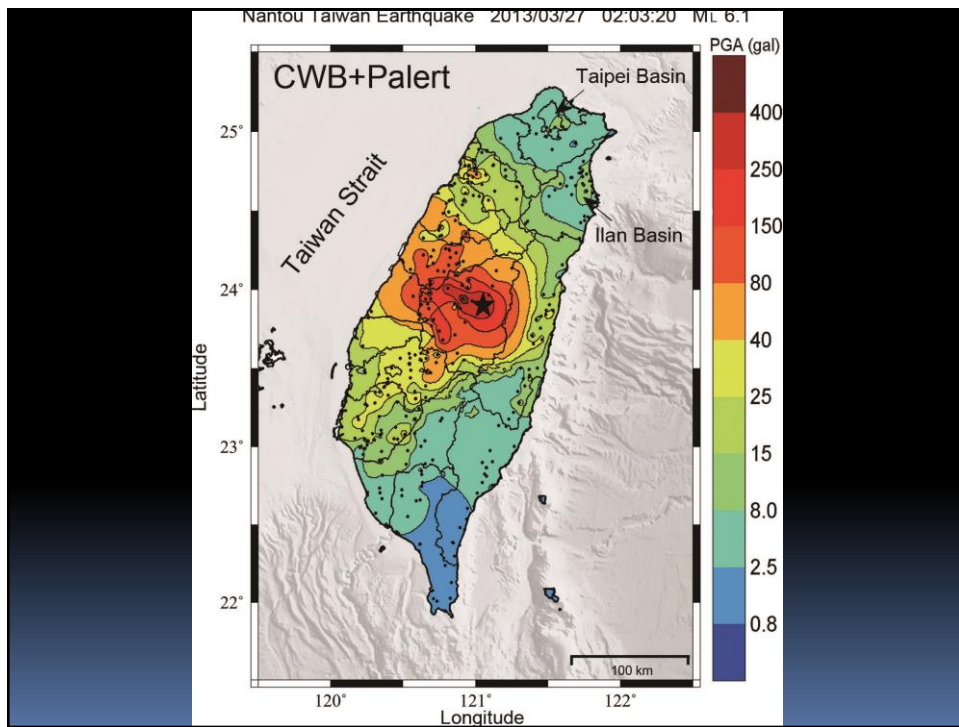
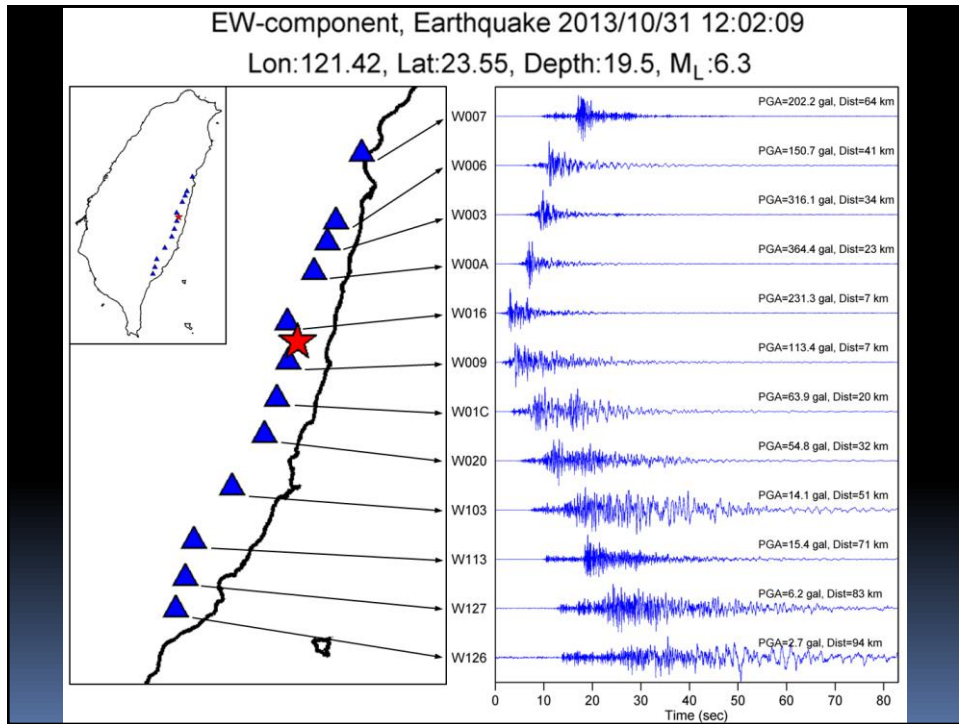


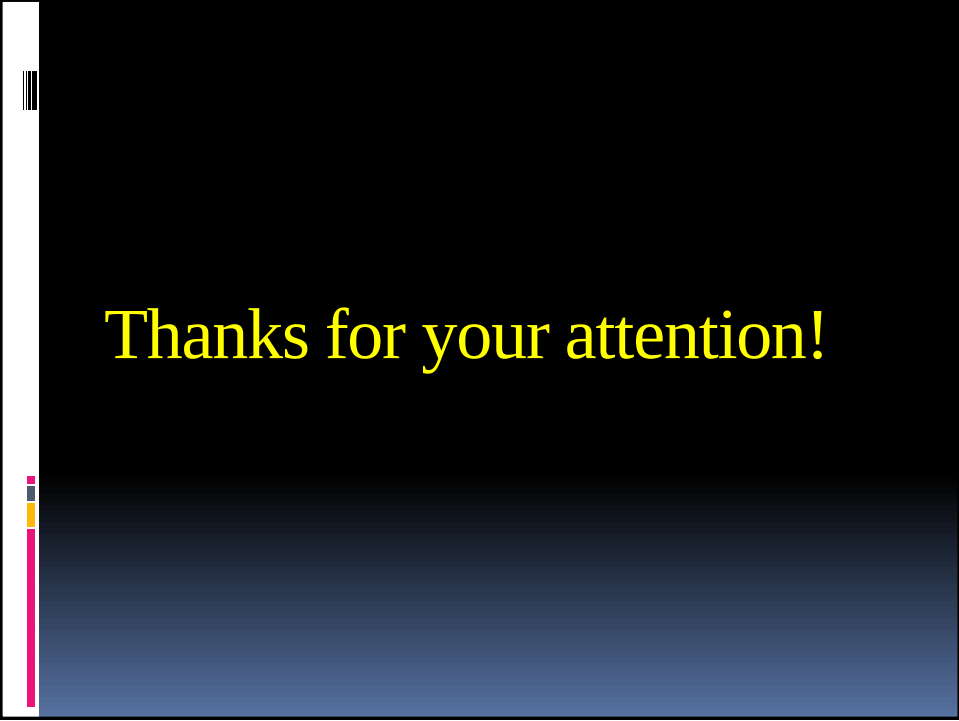












Thanks for your attention!