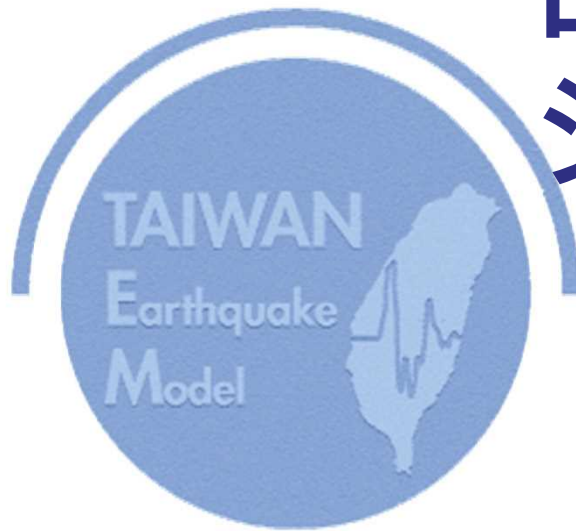




台湾地震災害ポテンシャルに関する分析

馬国鳳

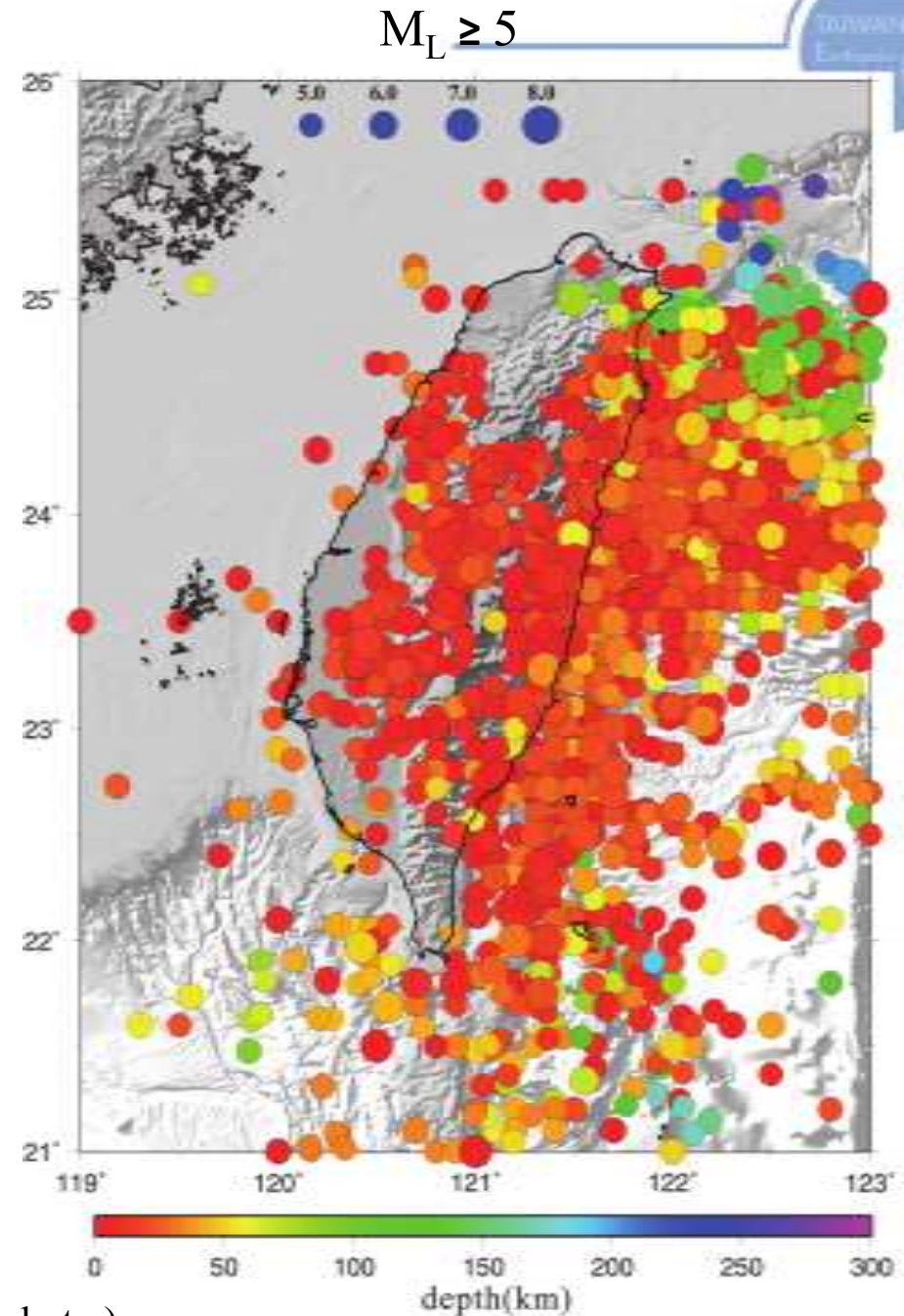
中央大学 地球科学部

感謝：顔銀桐 謝銘哲 中興顧問社
李雅淳 中央大学

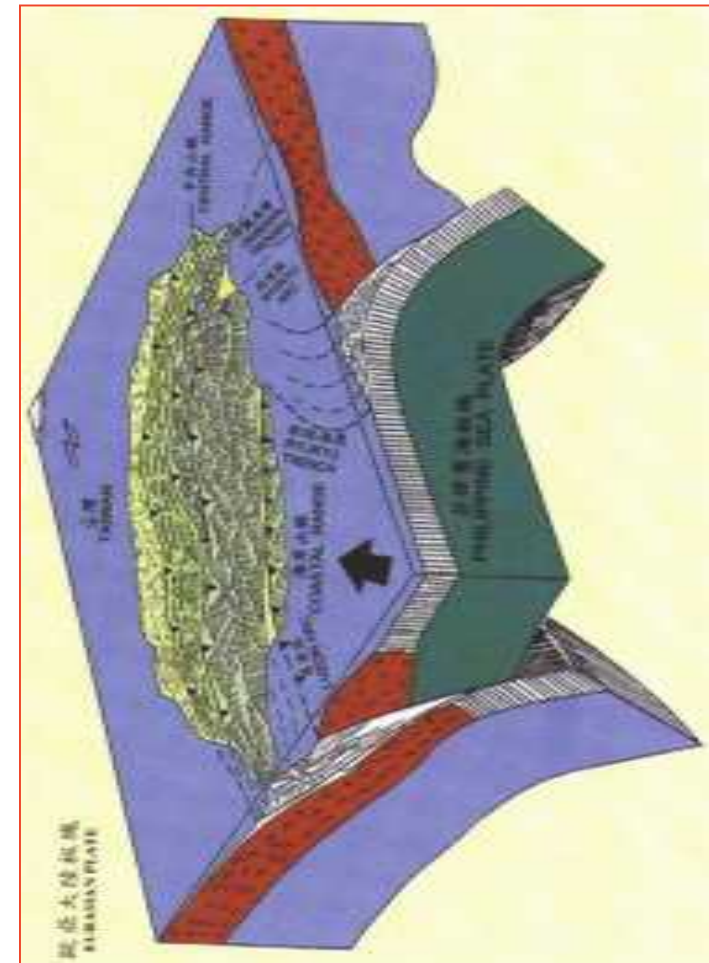
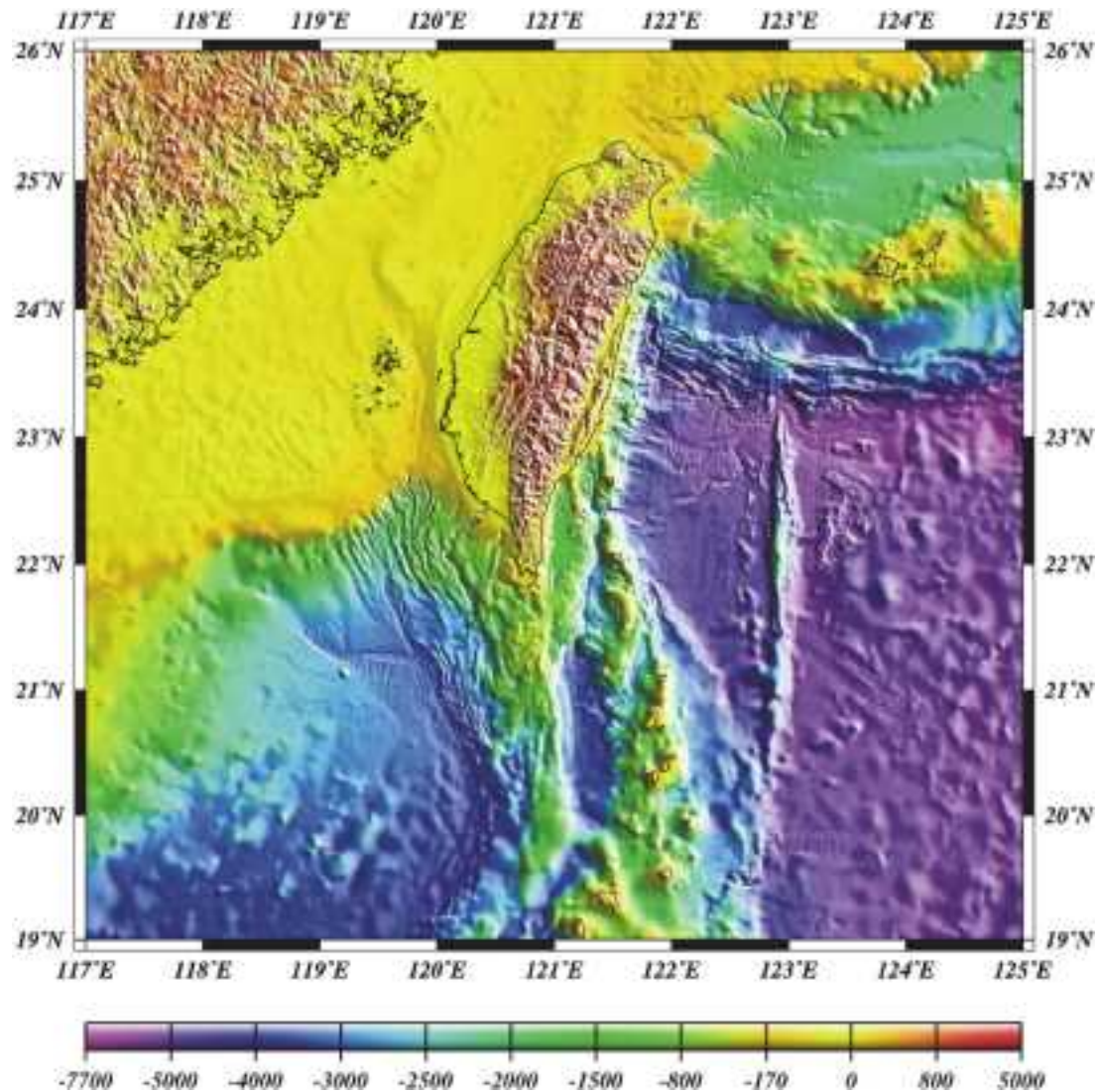
Seismicity 1900.01.01 ~ 2010.02.28

119°E~123°E, 21°N ~26°N

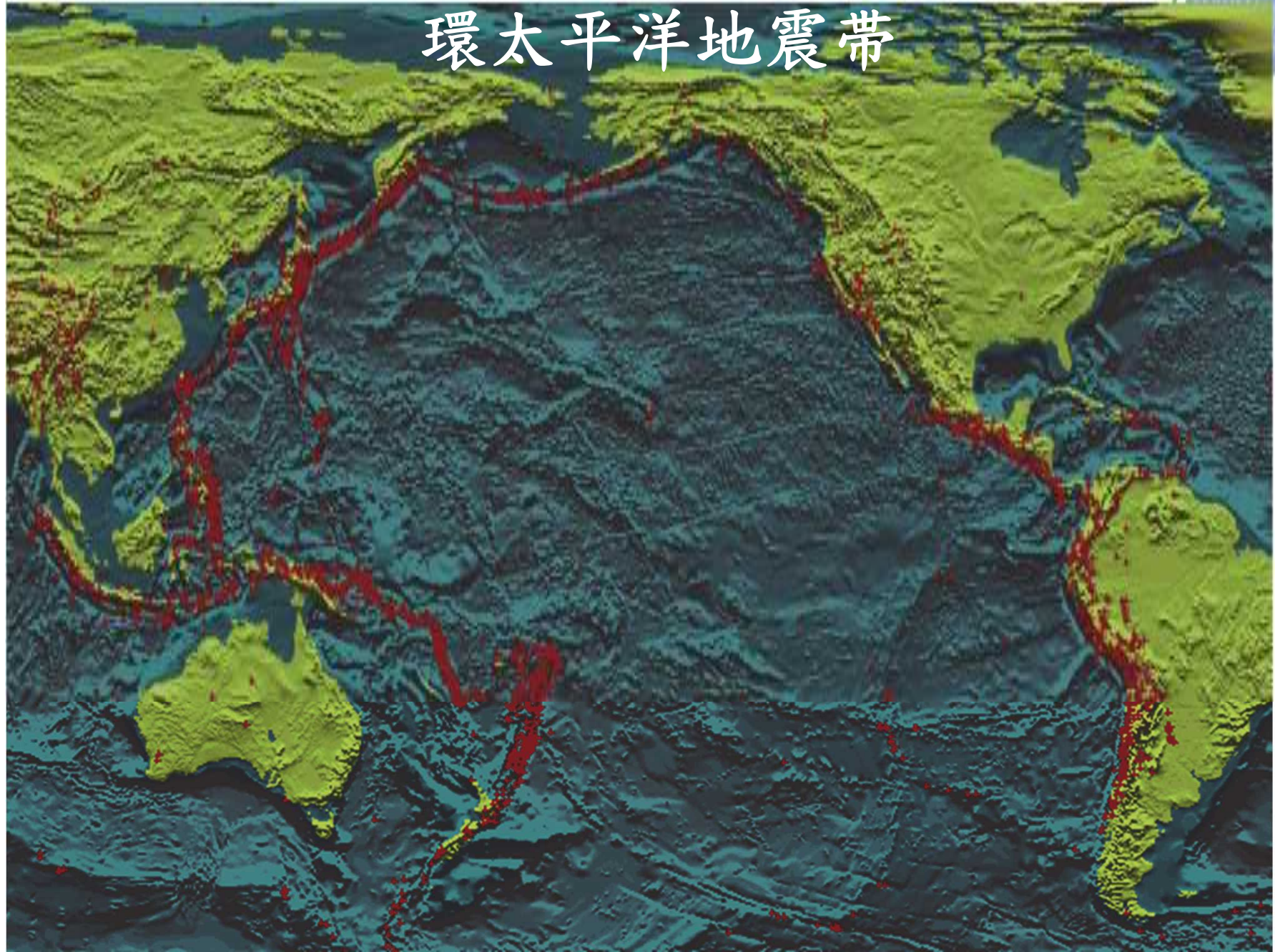
M_L	地震発生回数	年平均の発生回数
$M_L < 3$	385998	3509
$3 \leq M_L < 4$	56303	512
$4 \leq M_L < 5$	9856	90
$5 \leq M_L < 6$	1843	17
$6 \leq M_L < 7$	184	2
$7 \leq M_L < 8$	39	0.4
$M_L \geq 8$	1	

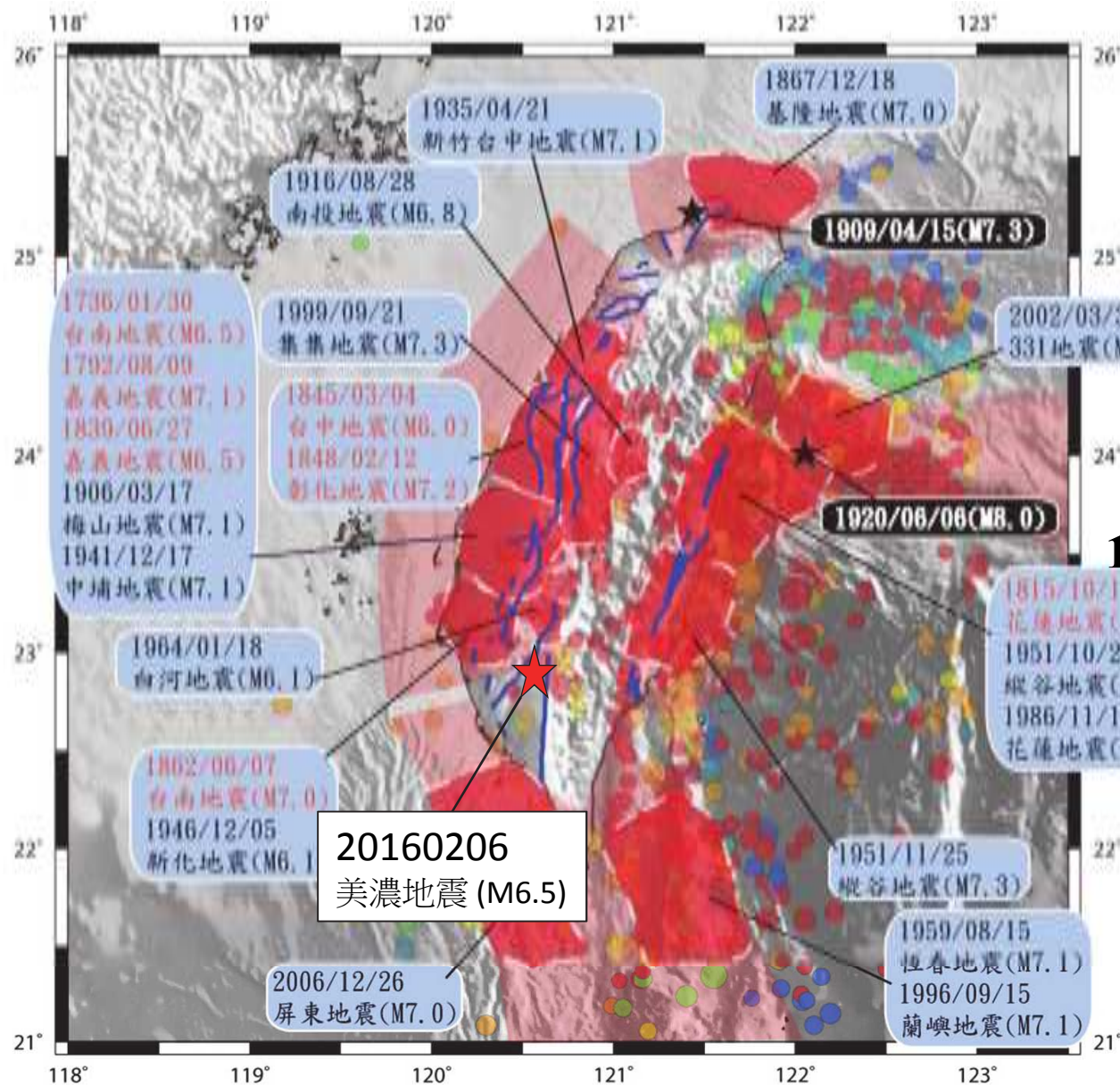


Bathymetry and Tectonic Setting near Taiwan



環太平洋地震帶





1600年以降の
被害をもたらした
大地震
及び
1975年-2010年までの
M>5の地震

Importance of
Studying historical earthquakes

台湾地震モデル: 台湾の地震被害ポテンシャル Taiwan Earthquake Model (TEM) 2013~



Hazard ハザード (PSHA 2015)

(faulting & shaking)

- Active faults/Seismogenic Structure 活断層 地震発生メカニズム
- Historical earthquakes 過去に起きた地震
- Geodetic strain 測地学的歪み
- Ground motion prediction equation and simulation 地震動予測式及びシミュレーション
- Shaking amplification in soil and basins 表層地盤による地震波の増幅

Risk リスク (deaths & damage) (NCDR)

- Exposure 曝露
- Population
- Buildings
- Remote sensing
- Vulnerability 脆弱性
- Damage data
- Fragility functions

社会的インパクト Social Impact (change actions)

- Decision tools 政策による防災・救助
- Urban scenarios シミュレーションによる防災・救助
- Risk transfer tools 保険によるリスク移転
- Building design codes 耐震技術

中央大学地球科学部 馬国鳳 教授
成功大学地球科学部 饒瑞君 教授

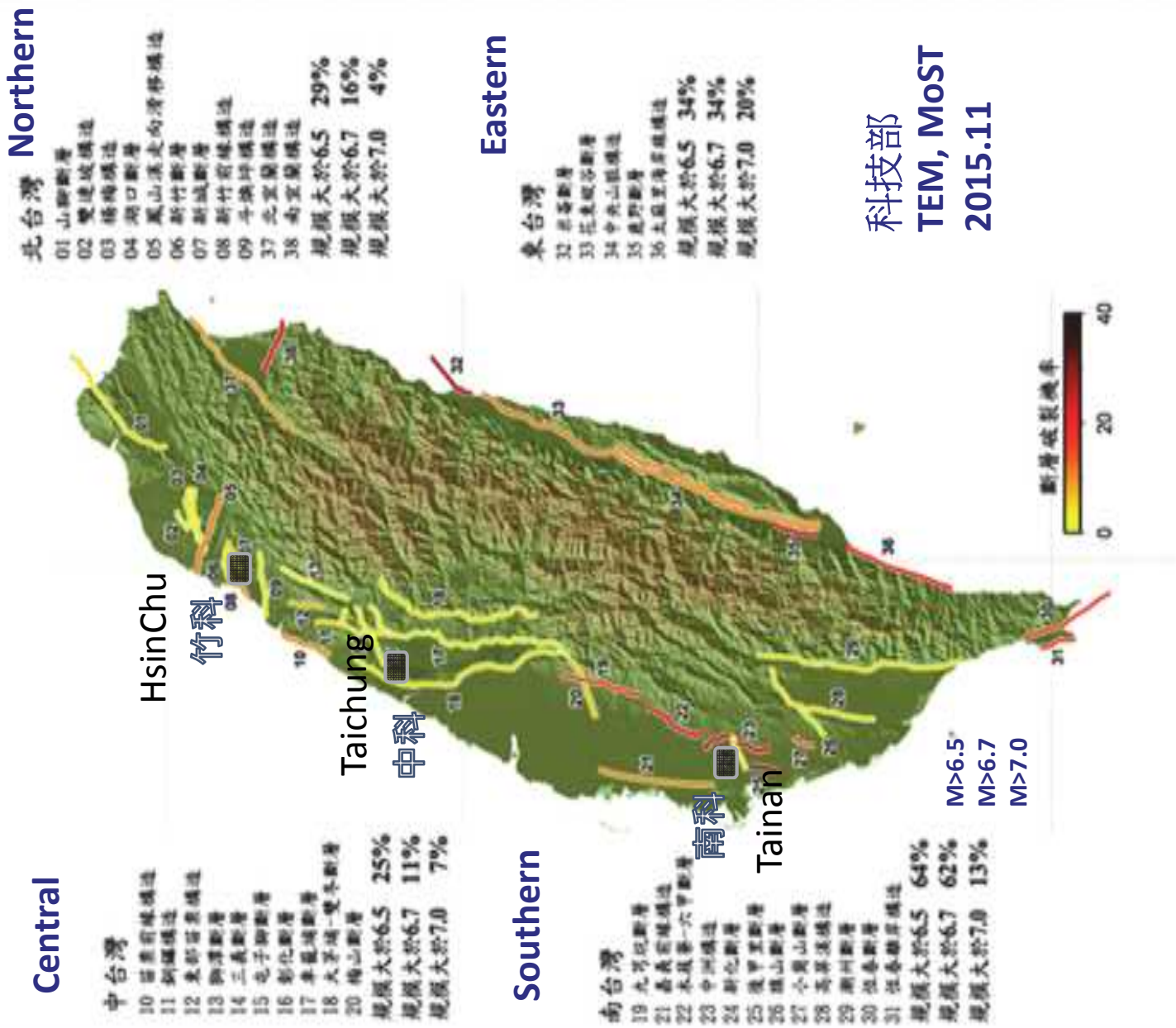
Global Earthquake Model, GEM, OpenQuake

台湾・日本・ニュージーランド
による地震ハザード評価の国際的共通認識確立



Probability on earthquake potential in next 30 years from seismogenic structure

未來30年台灣孕震構造之發震機率圖

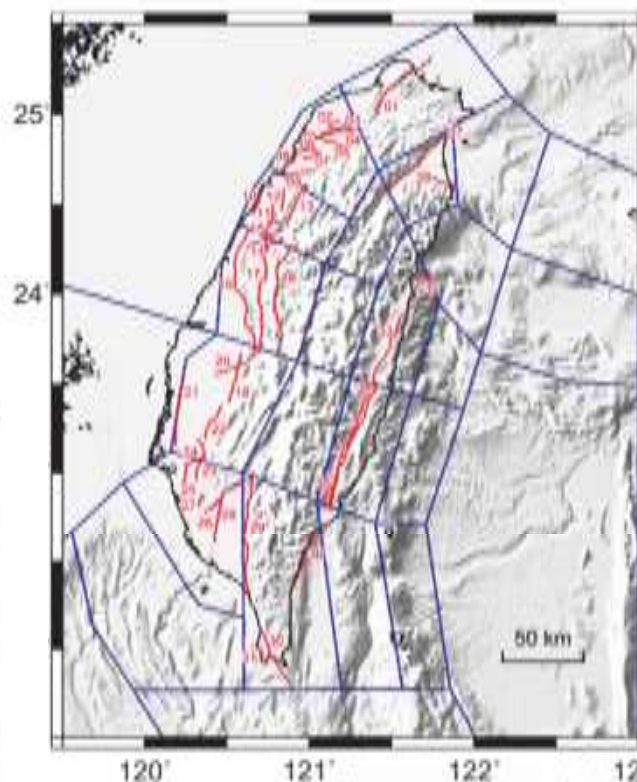


此計算參考台灣地震模型所提供之孕震構造參數。
孕震構造13,15,16,17,20,22,24,32,33採用布朗過程時間模型
(BPT)，其餘孕震構造使用泊松模型(Poisson)估算。



基準日2015年1月1日

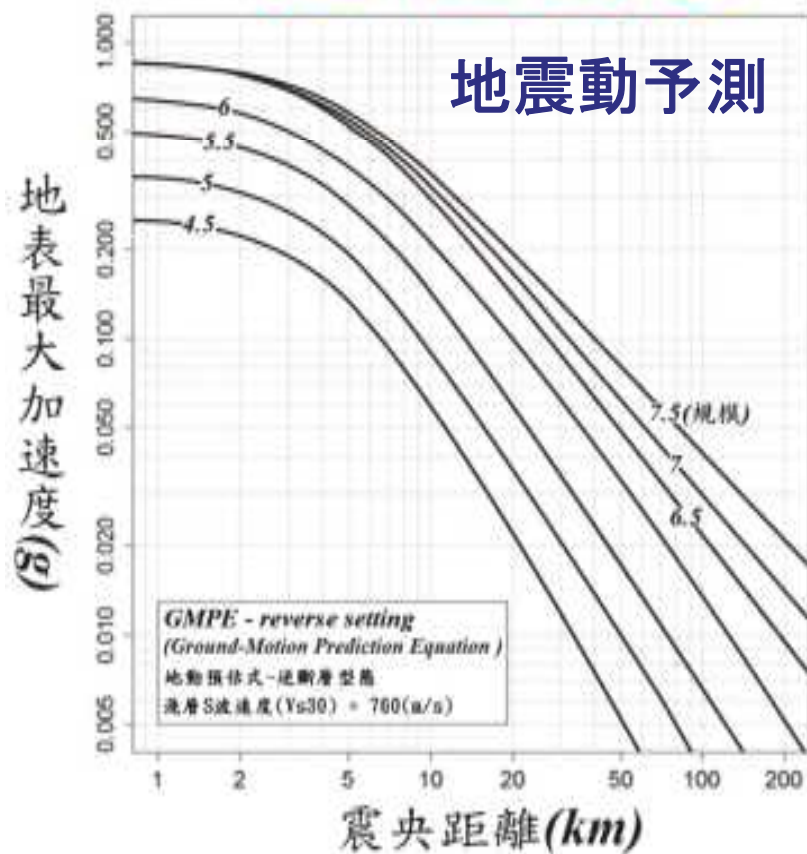
活斷層型地震



海溝型地震



地震動予測



發生確率
地震動確率
(震度確率)

未來30年台灣孕震構造之發震機率圖

Northern

Central

中台灣
 10 苗栗石碇構造
 11 銅鑼構造
 12 東部苗栗構造
 13 獅潭斷層
 14 三義斷層
 15 屯子斷層
 16 彰化斷層
 17 車籠埔斷層
 18 大茅埔-雙冬斷層
 20 梅山斷層
 規模大於6.5 25%
 規模大於6.7 11%
 規模大於7.0 7%

HsinChu

竹科

Taichung

中科

Southern

南台灣
 19 九芎坑斷層
 21 嘉義新港構造
 22 水尾-六甲斷層
 23 中洲構造
 24 新化斷層
 25 後寮里斷層
 26 旗山斷層
 27 小崗山斷層
 28 高屏溪構造
 29 潮州斷層
 30 社寮斷層
 31 恆春斷層構造
 規模大於6.5 64%
 規模大於6.7 62%
 規模大於7.0 13%

南科

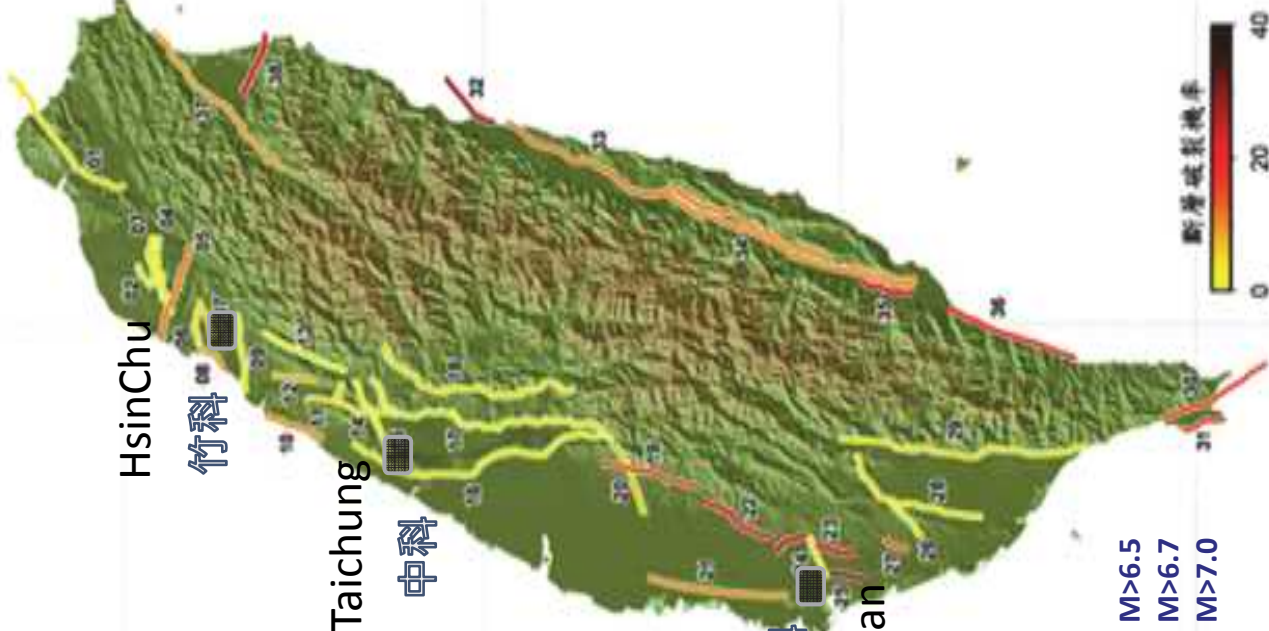
Tainan

M>6.5
 M>6.7
 M>7.0

Eastern

東台灣
 32 北港斷層
 33 花蓮縱谷斷層
 34 中央山脈構造
 35 鹿野斷層
 36 太麻里海岸構造
 規模大於6.5 34%
 規模大於6.7 34%
 規模大於7.0 20%

北台灣
 01 山腳斷層
 02 雙連坡構造
 03 梧梅構造
 04 湖口斷層
 05 鳳山溪走向滑移構造
 06 新竹斷層
 07 新成斷層
 08 新竹前緣構造
 09 斗煥坪構造
 37 北宜斷層
 38 南宜斷層
 規模大於6.5 29%
 規模大於6.7 16%
 規模大於7.0 4%



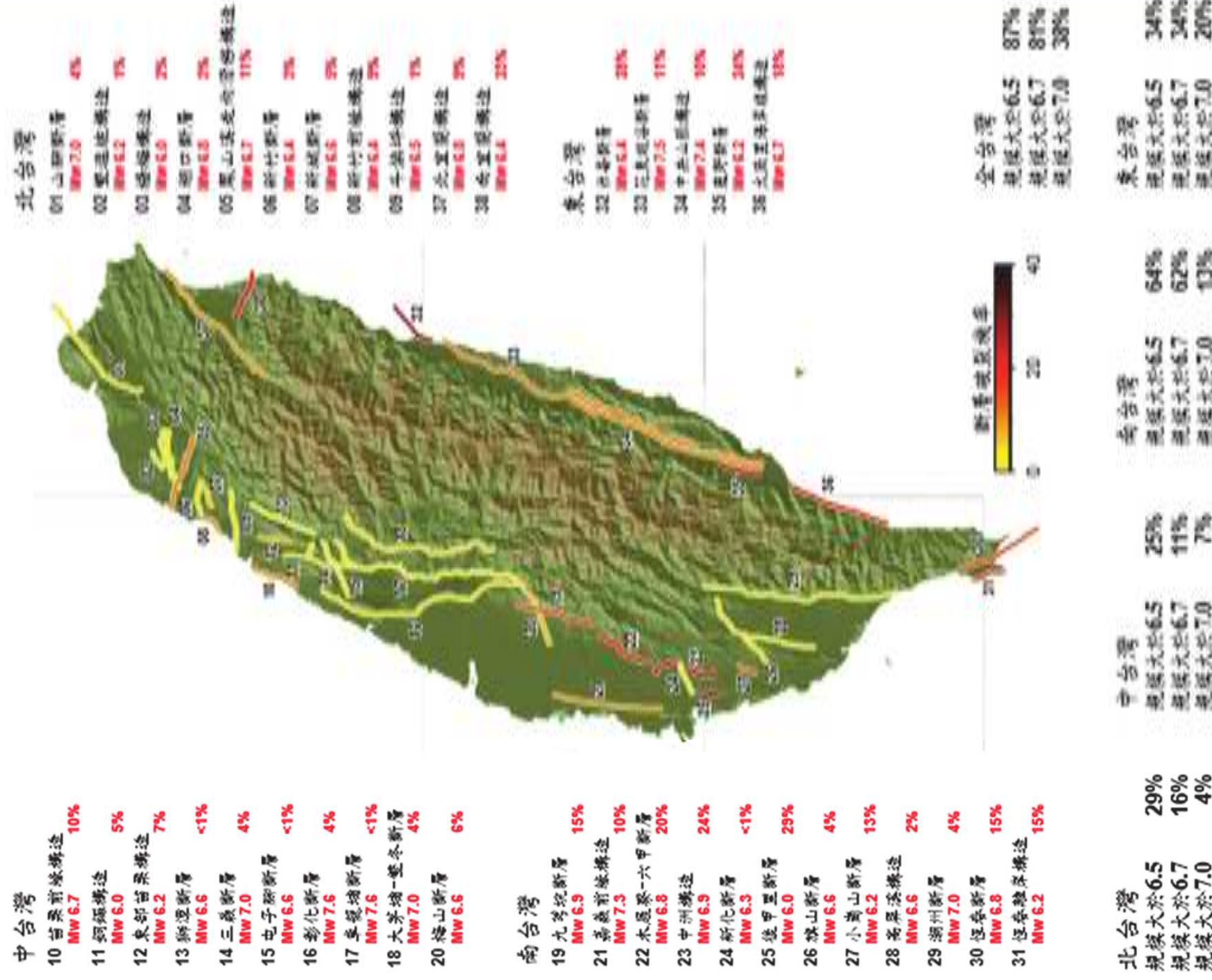
科技部
 TEM, MoST
 2015.11

此計算參考台灣地震模型所提供之孕震構造參數。
 孕震構造13,15,16,17,20,22,24,32,33採用布朗過程時間模型
 (BPT)，其餘孕震構造使用泊松模型(Poisson)估算。



基準日2015年1月1日

未來30年台灣孕震構造之發震機率圖

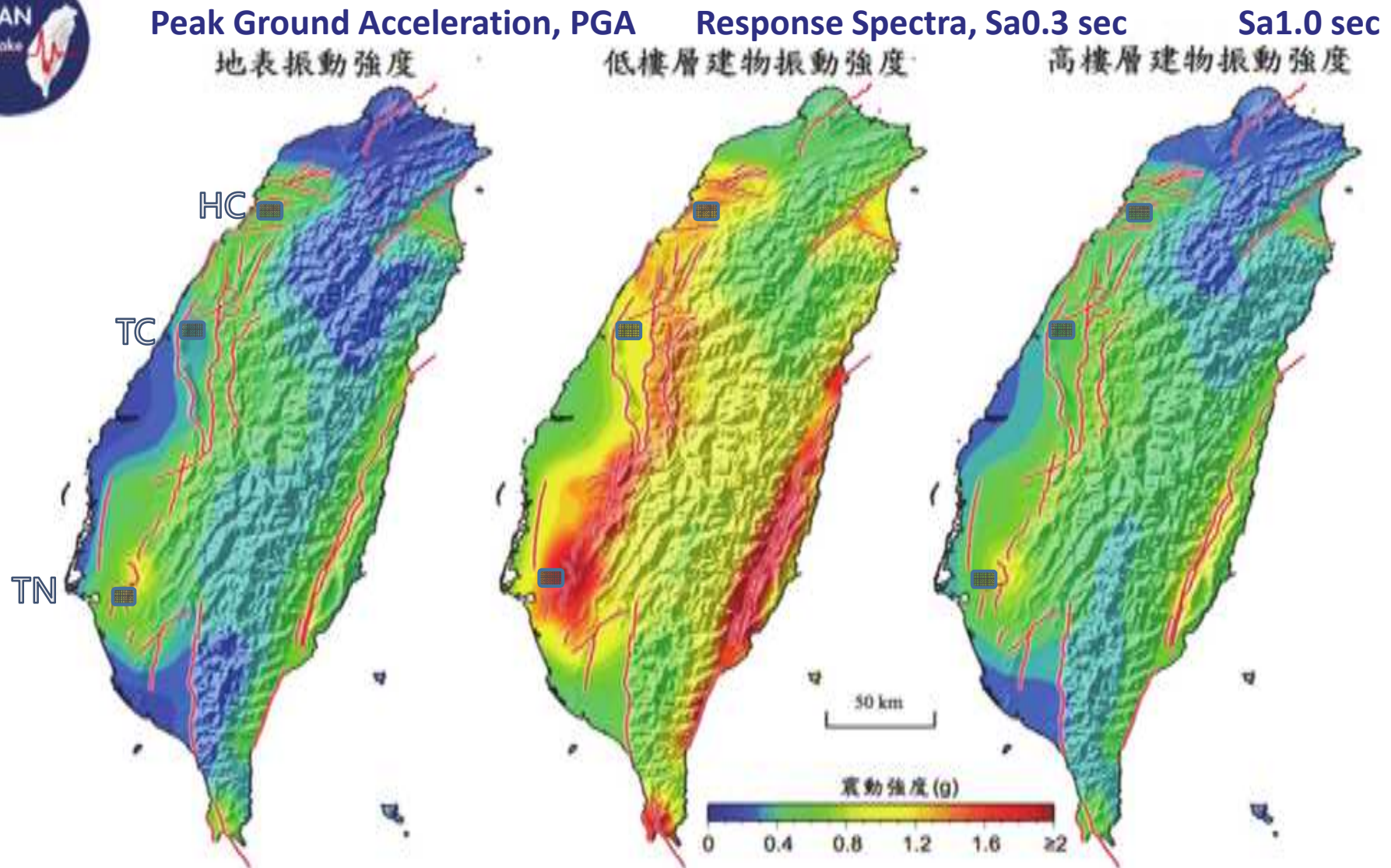


紅色標示各孕震構造可能發生之最大規模與其發震機率。此計算參考台灣地震模型所提擬之孕震週邊參數。孕震構造13,15,16,17,20,22,24,31,33採用本期週邊時間模型(BPT)，其餘孕震構造使用泊松模型(Poisson)估算。



基準日 2015年1月1日

今後50年に地震被害ポテンシャルが10%を超える所 National Seismic Hazard Map
(10% exceedance in 50 years on ground motion, 475 years return period)

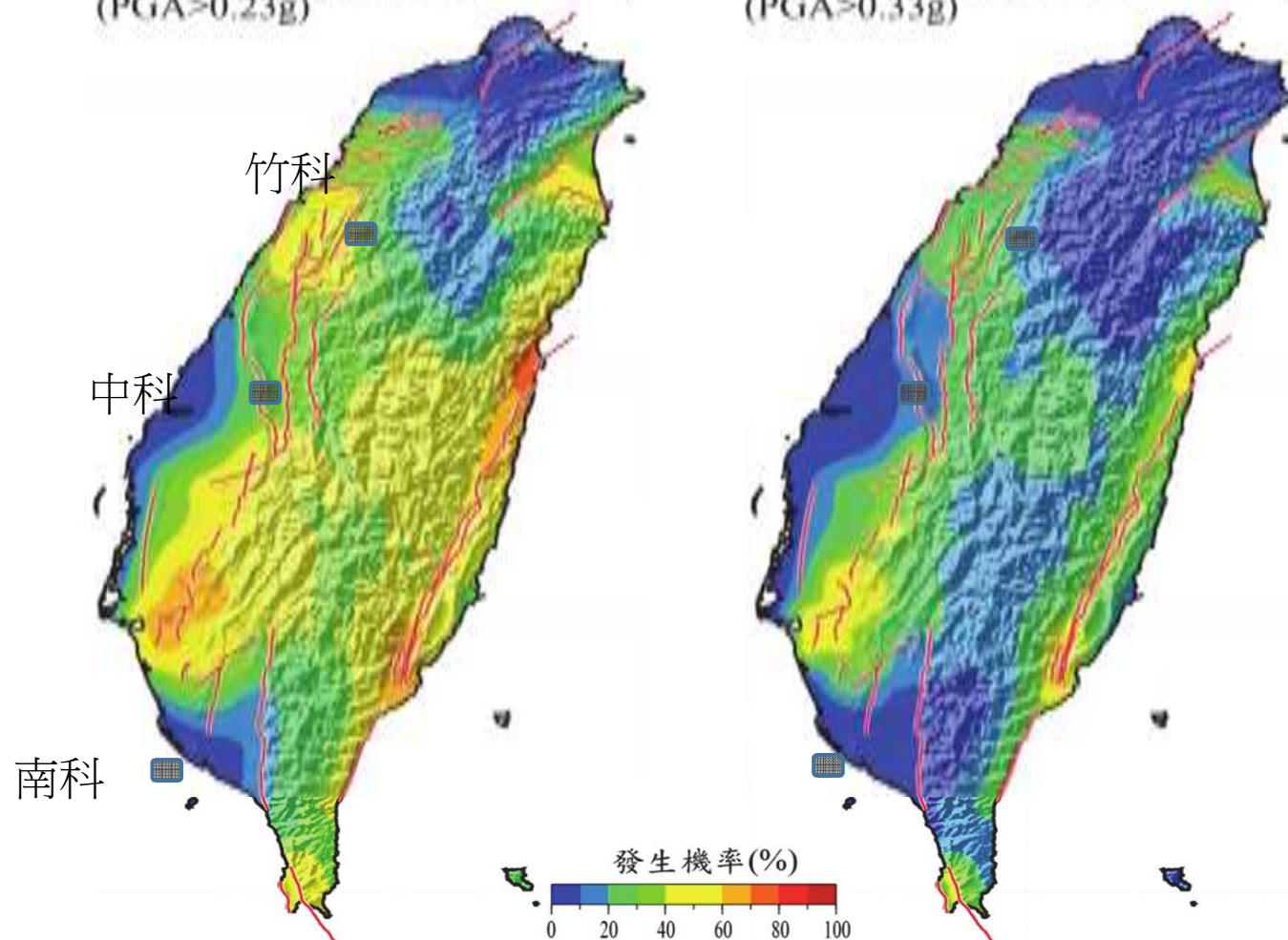


以台灣地震模型之斷層參數，評估台灣地區地表振動強度(PGA)低樓層建物振動強度(Sa0.3)，以及高樓層建物振動強度(Sa1.0)，在50年內超越機率10%之可能振動強度值分佈圖。

地表振動強度機率分布圖

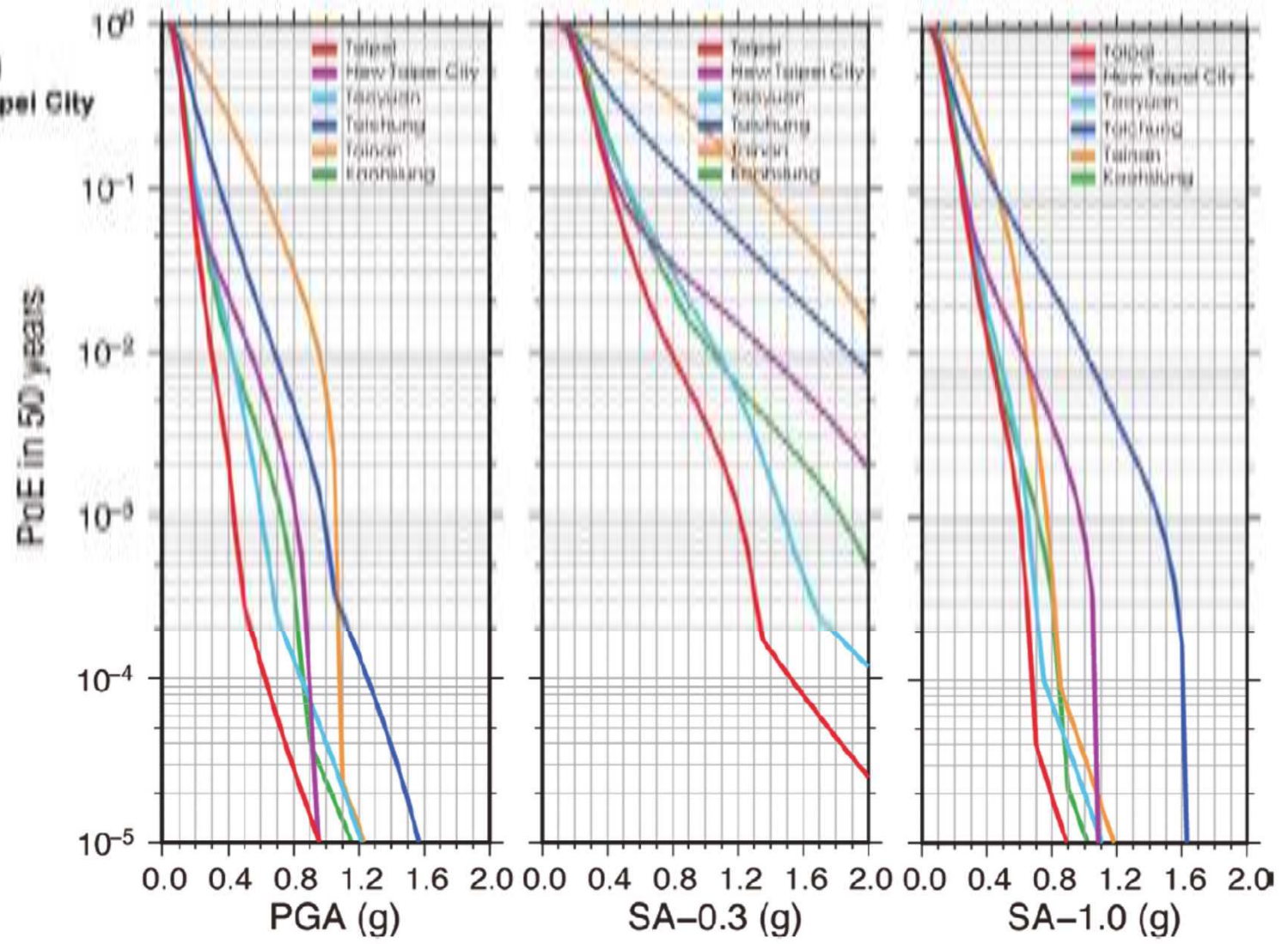
地表震度達到五級以上
(PGA>0.23g)

地表震度達到六級以上
(PGA>0.33g)

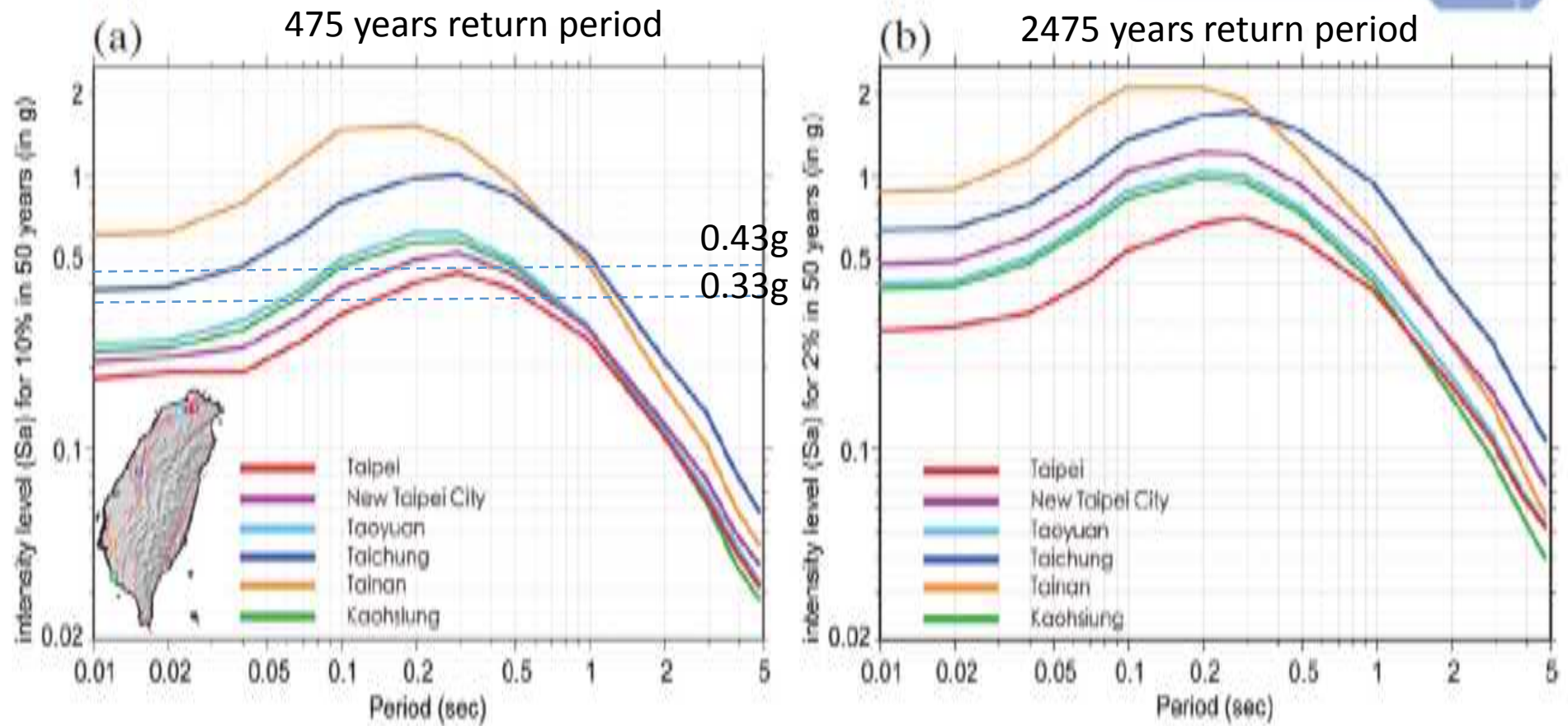


本圖表示地表振動強度PGA達0.23g以上及PGA達0.33g以上之機率分布圖。

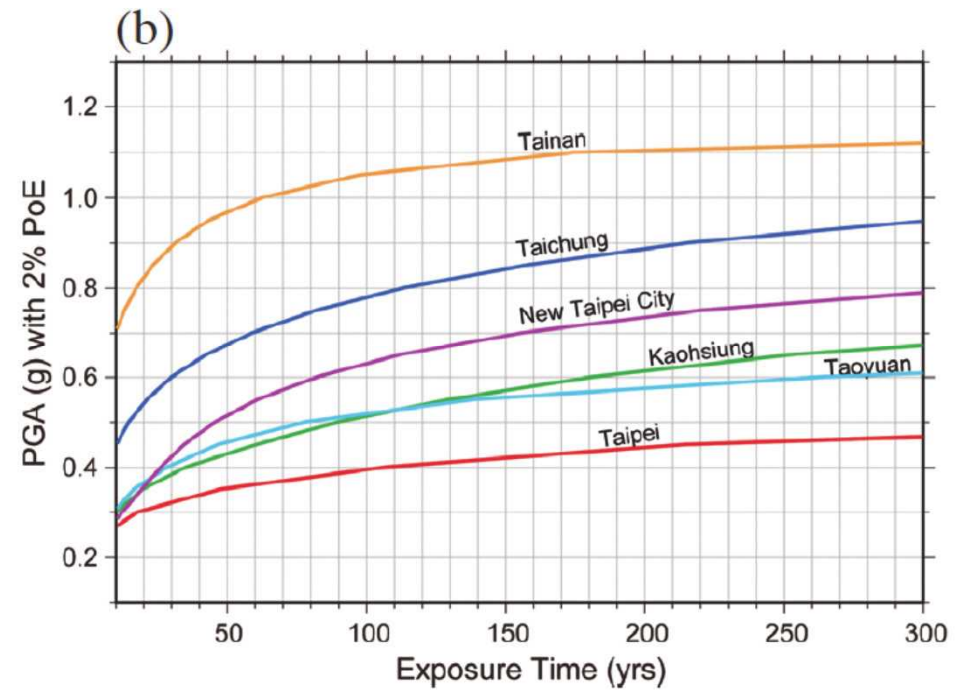
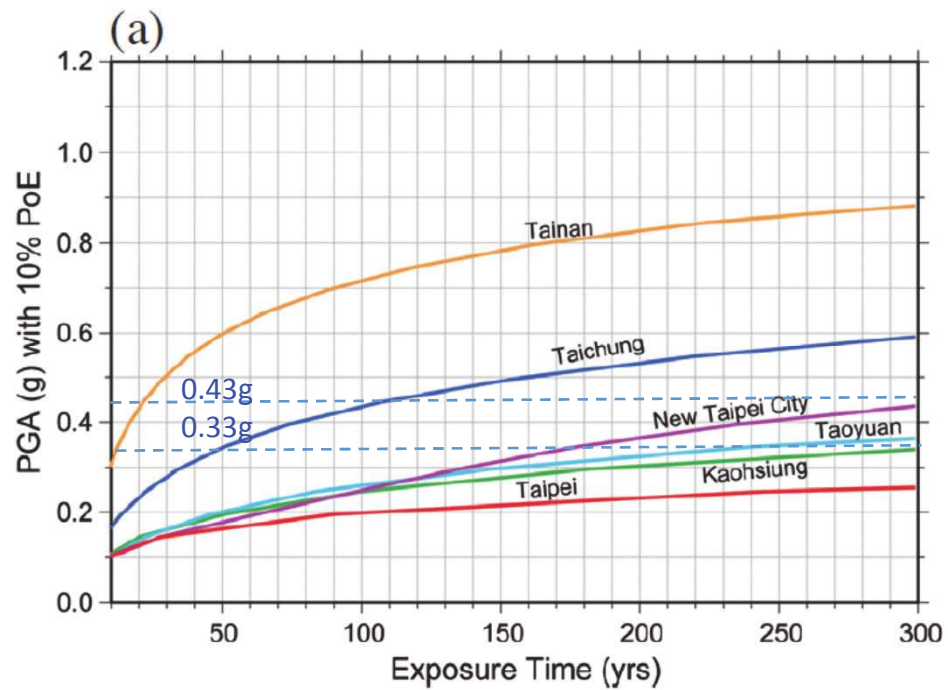
*PGA(peak ground acceleration):最大地表加速度值



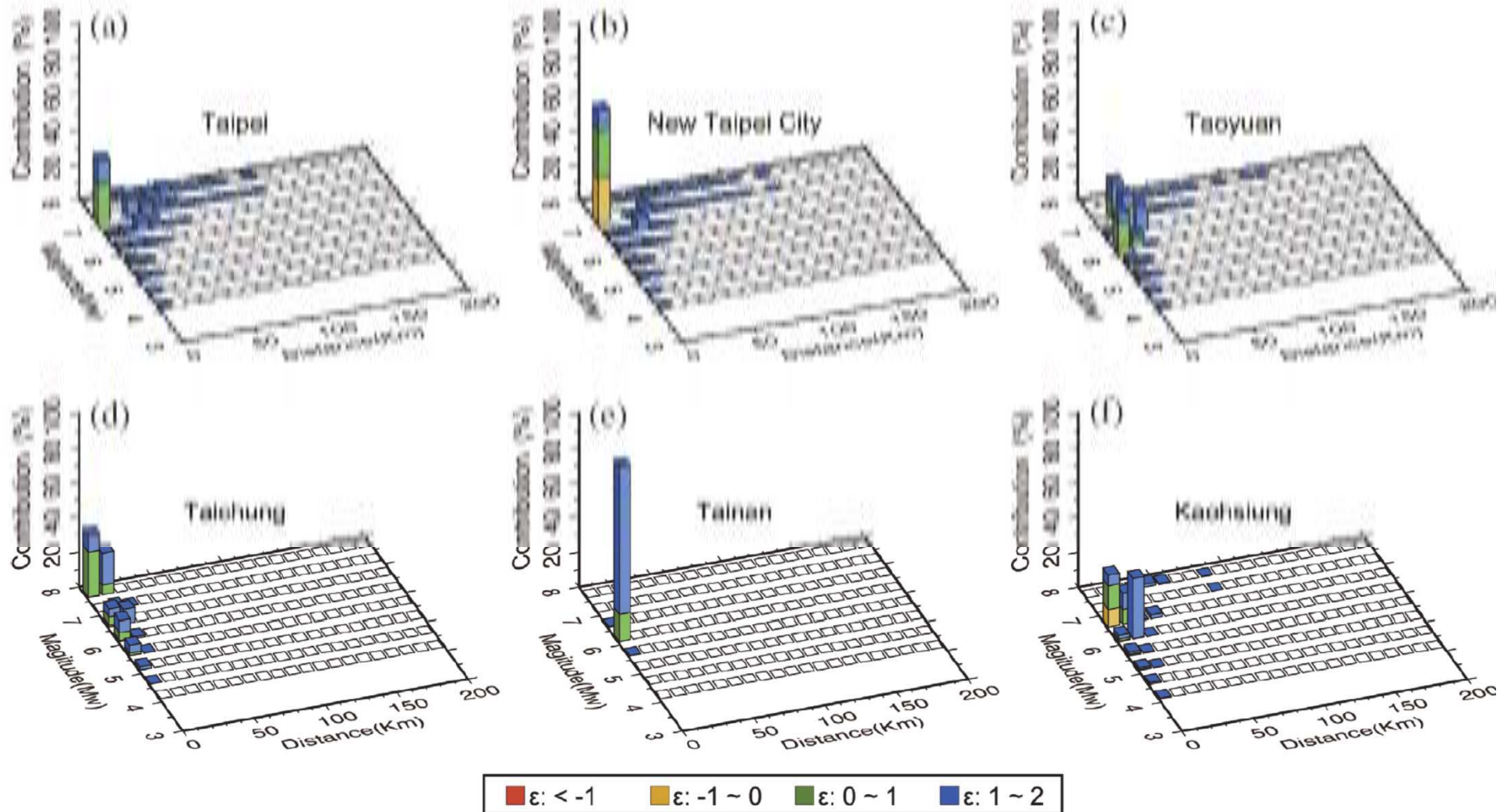
Sa Intensity level with period



PGA with Exposure time



Disaggregation in Magnitudes and Distances



Taiwan Seismic and GPS Network since 1991

計算プログラム設定 (2002~)

台湾地震・地球物理学観測ネットワーク



Broadband Stations > 60
Strong Motion Stations > 900
Short-Period + Boreholes Stations
Continuous GPS ~ 400
Strainmeters ~ 15

© 2010 Europa Technologies
Data © 2010 MIRC/JHA
© 2010 Kingway Ltd.
© 2010 ZENRIN

lat 23.913044° lon 120.849689° elev 511 m



©2009 G

1999/09/21 01:47:16.0

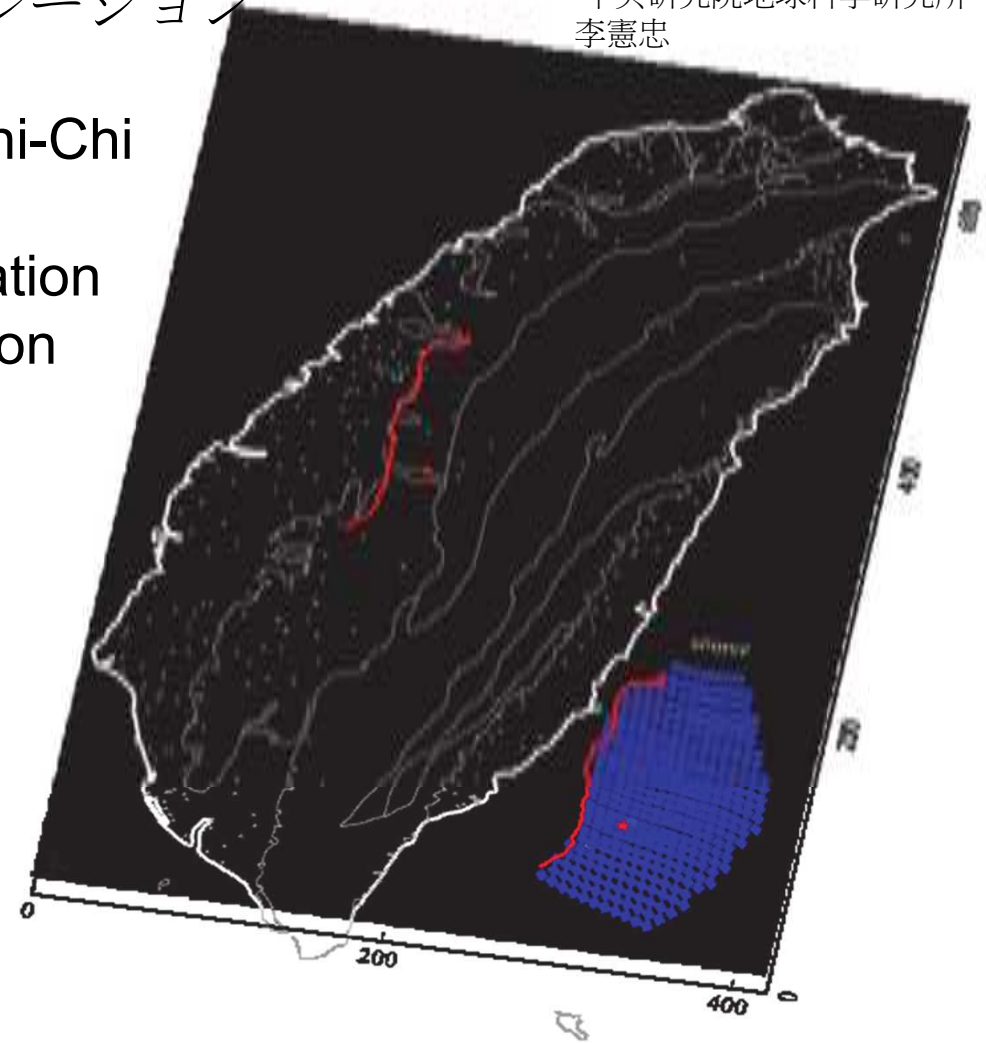
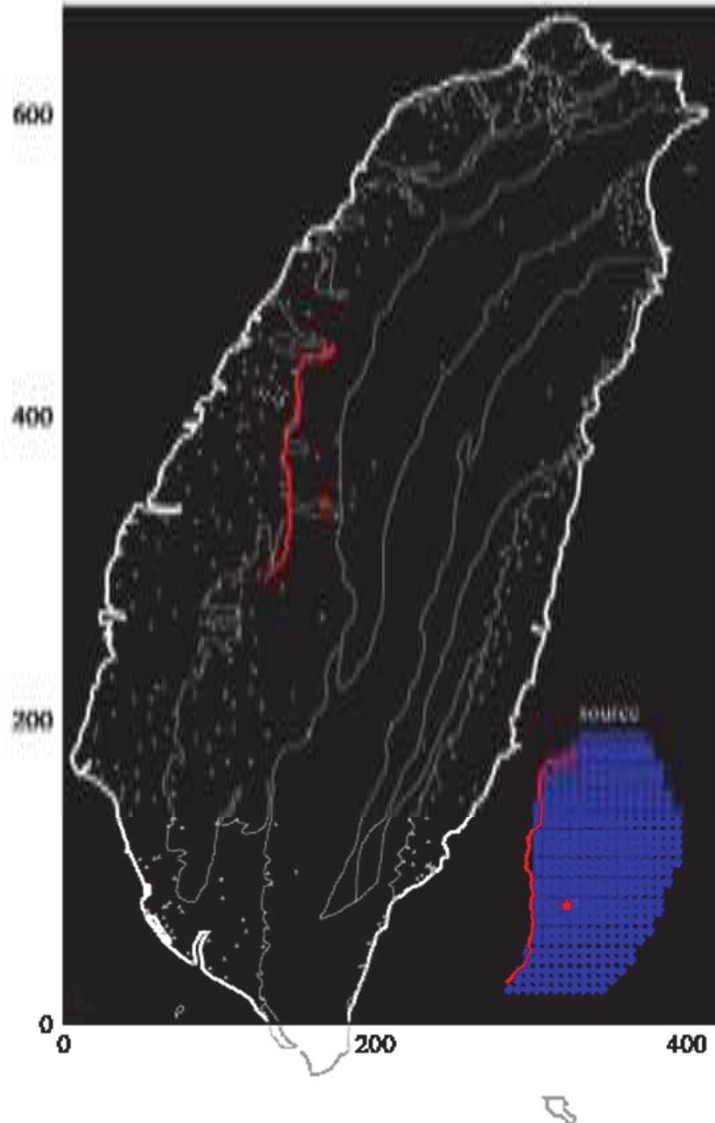
After Initial Time : 000.0sec



921地震 地震波伝播 シミュレーション

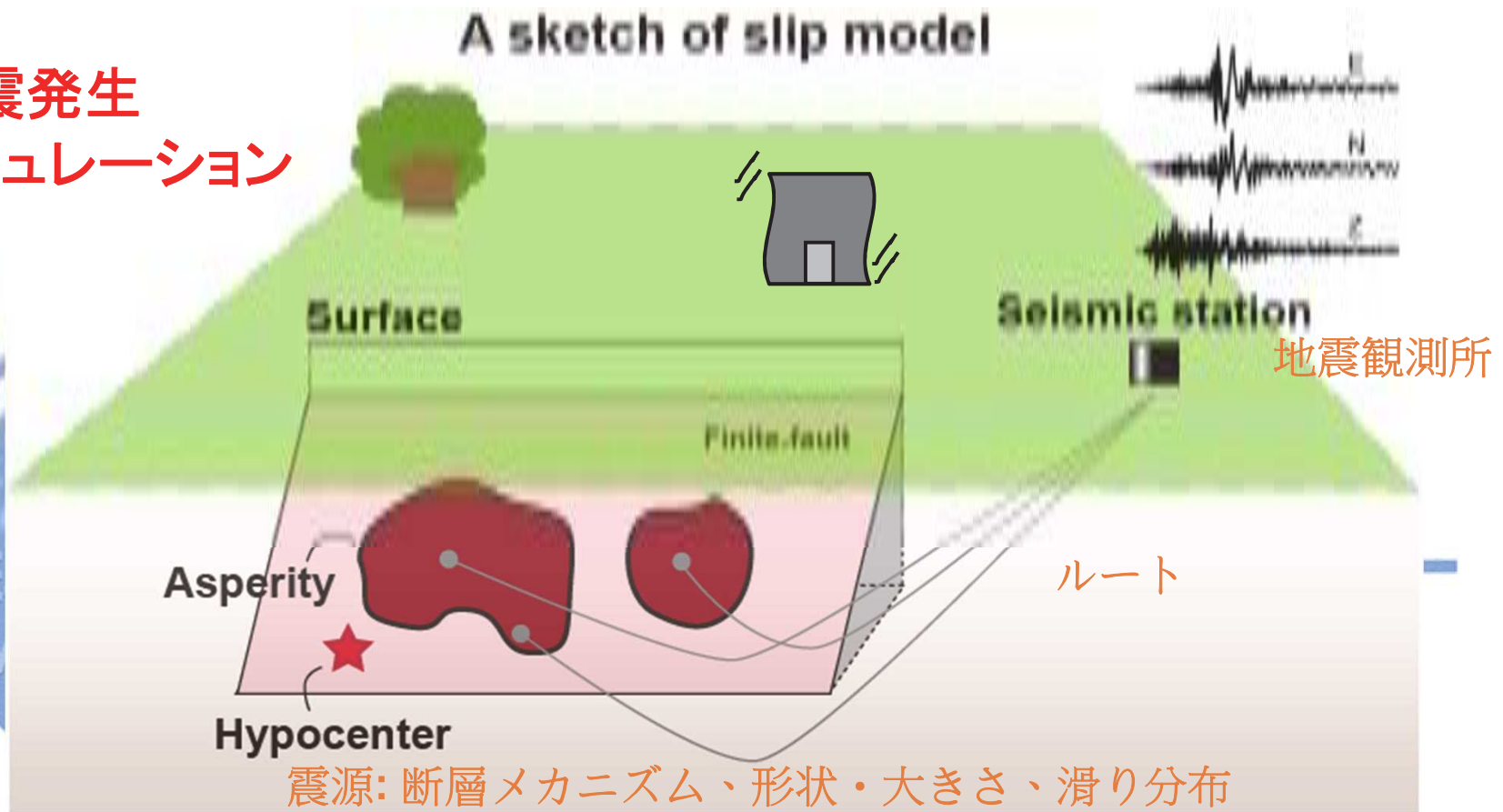
中央研究院地球科学研究所
李憲忠

1999 Chi-Chi wave propagation simulation



Lee et al., 2005

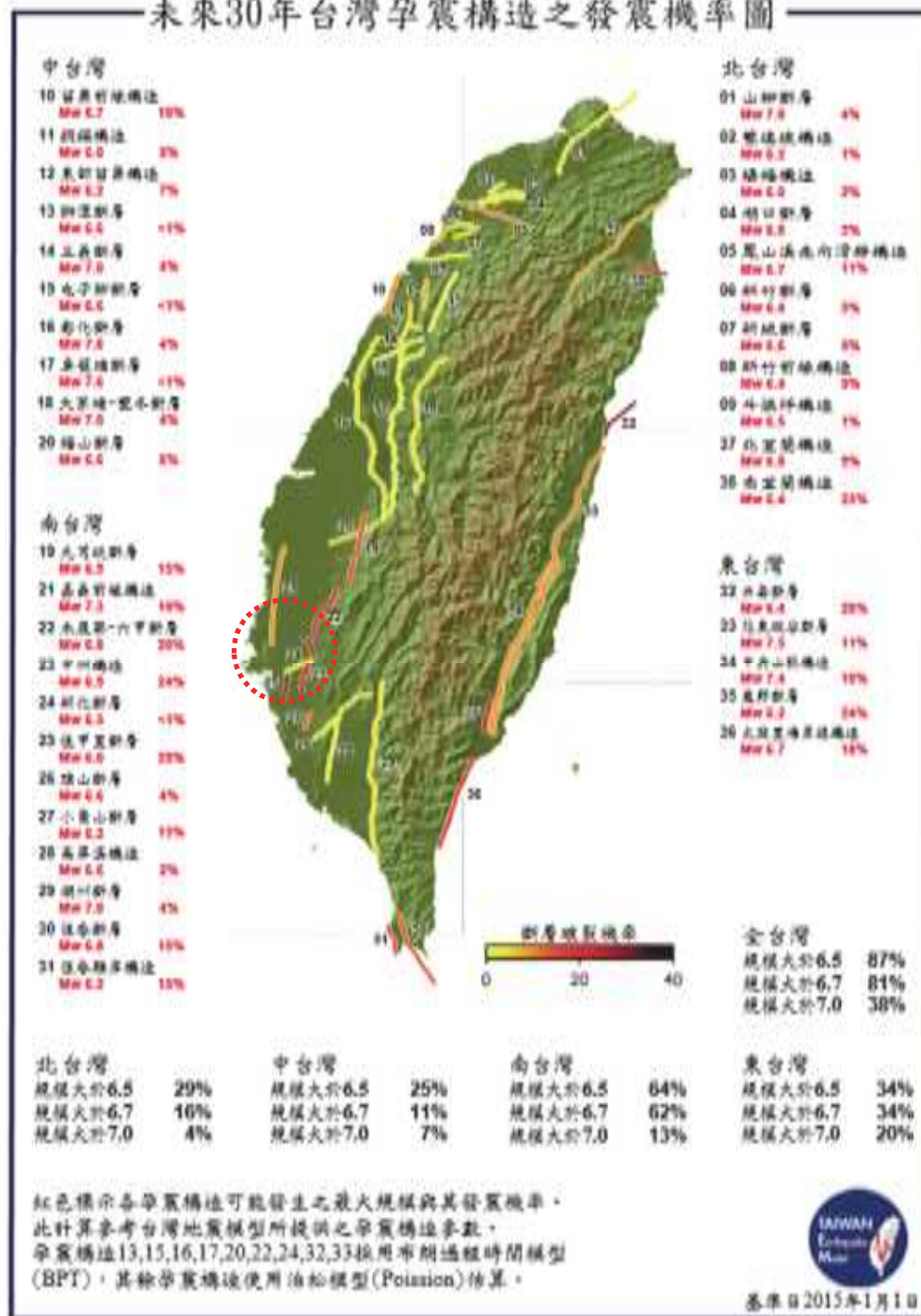
地震発生 シミュレーション



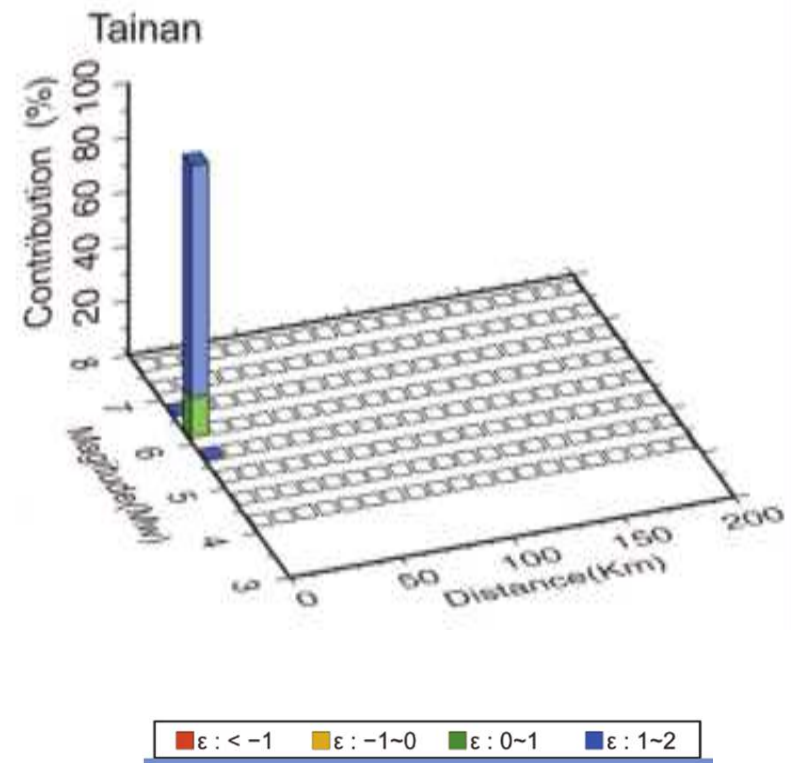
Strong-motion simulation is more precise when considering asperity distance to site. (Cohee et al., 1991)

Predicting strong ground motions with a “Recipe”. (Irikura, K., 2006)

未來30年台灣孕震構造之發震機率圖



- 台南の地震危険度は主にマグニチュード6規模及び震源の深さ10 km以内の地震。

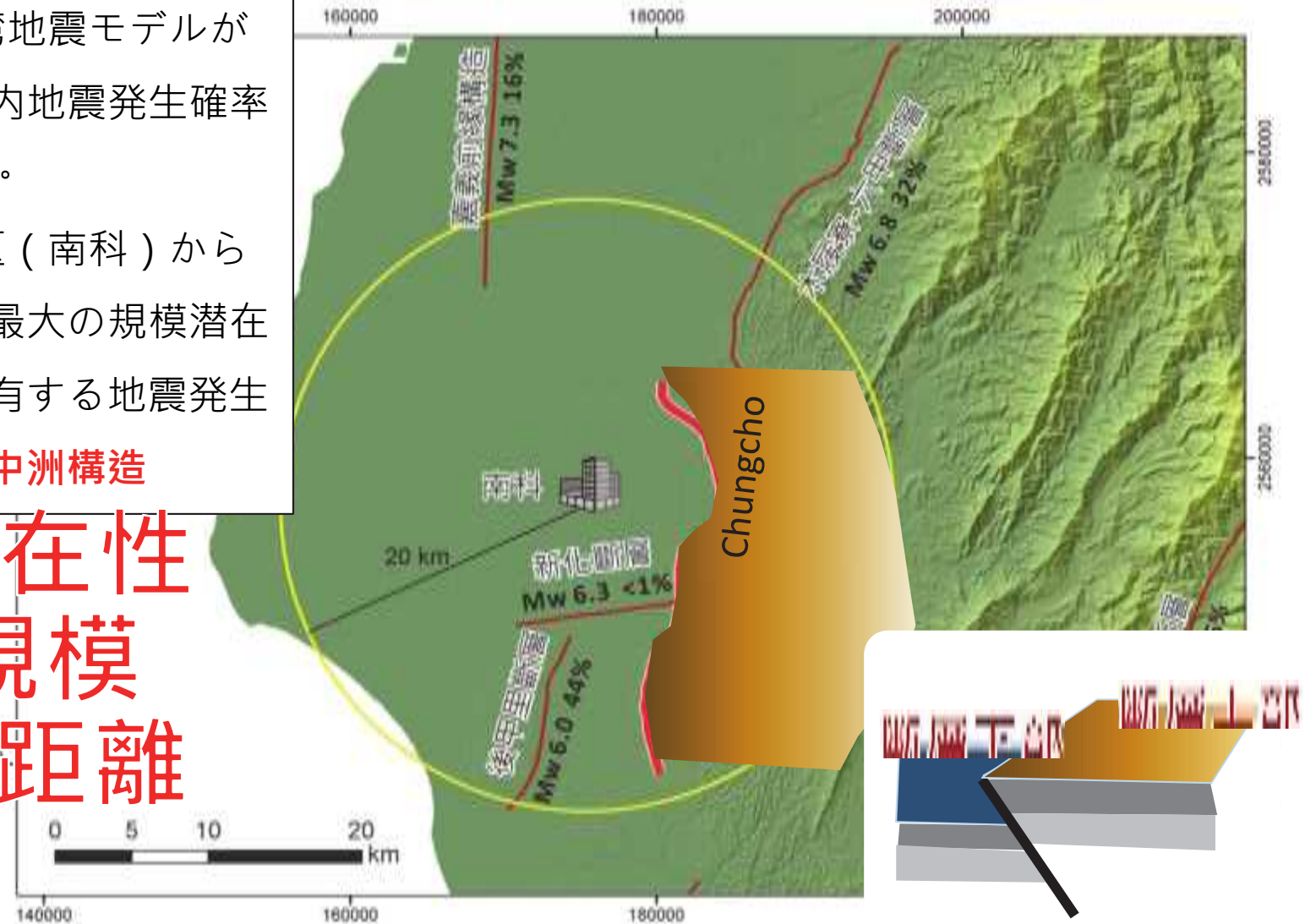


地震発生シミュレーション:時系列地震波及び応答スペクトル Earthquake Scenario: Chungcho structure



- 科技部の台湾地震モデルが公表した50年内地震発生確率データによる。
- 台南科学園區（南科）から半径20km内で最大の規模潜在性と発生率を有する地震発生メカニズム - 中洲構造

高潜在性
大規模
近距離



代表的な分析となる中洲地震発生メカニズム

Scenario Simulation from the Chungchou Structure

- Ground motion simulation (up to ~ 0.8 Hz)
- 3-D velocity model (Kuo-Chen *et al.*, 2012)
- ETOPO1 topography

0.10 [sec]



Vector Norm of Ground Velocity



weak



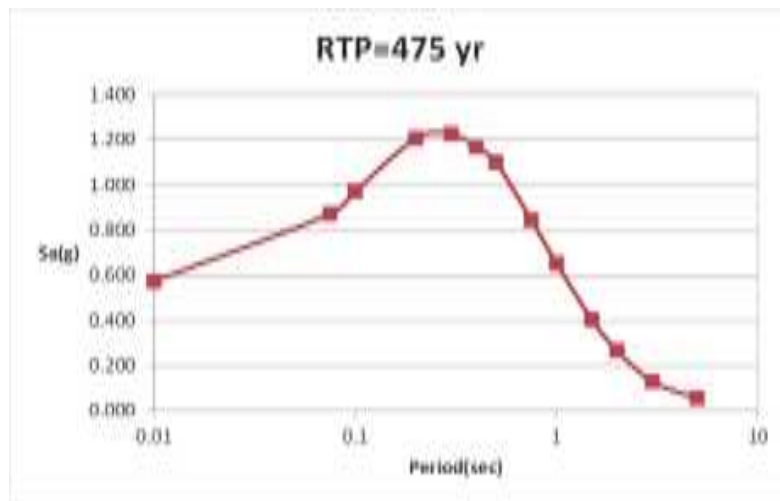
strong

危険度分析結果

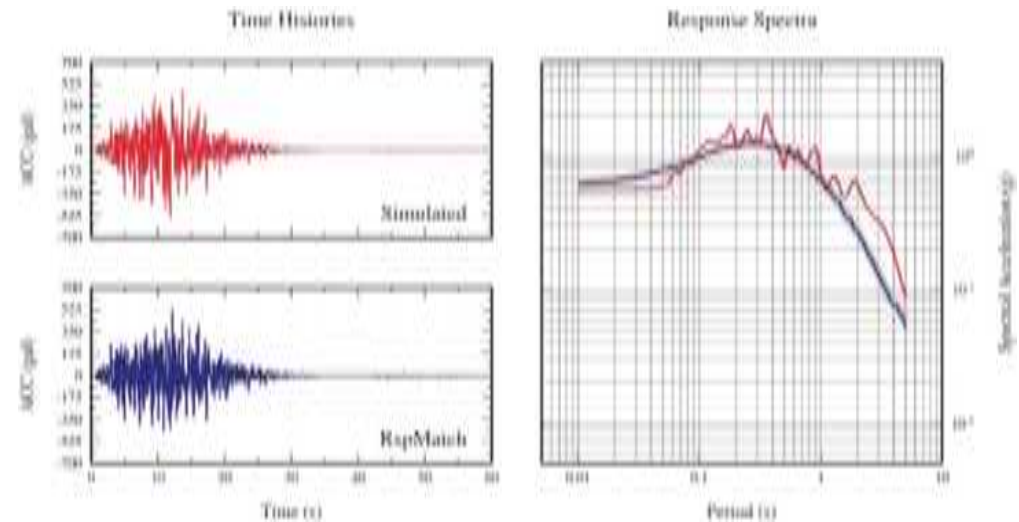
ー 475年間平均危険度応答スペクトル分布とその反応地震動継続時間



475年間平均危険度応答スペクトル分布と反応地震動継続時間。
メカニズム設計の参考データ。



475年間平均危険度
応答スペクトル分布
Response Spectrum

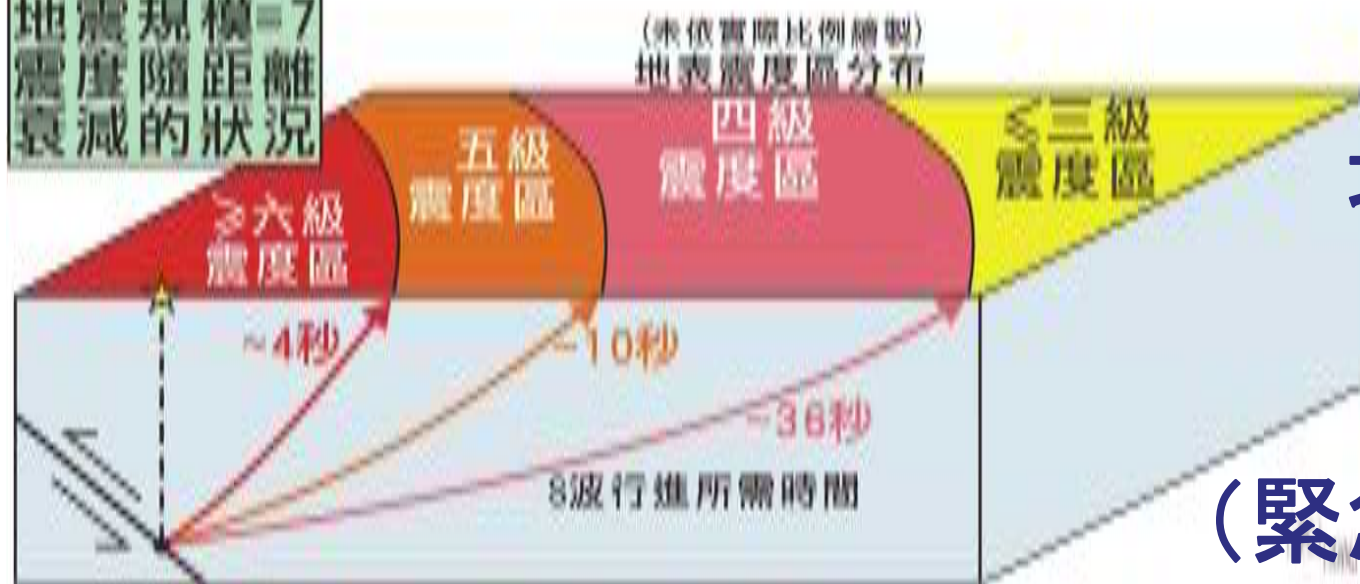


ID_01反応地震動継続時間の
仮想状況シミュレーション
Case of ID_01





情境1：
地震規模=7
震度隨距離
衰減的狀況

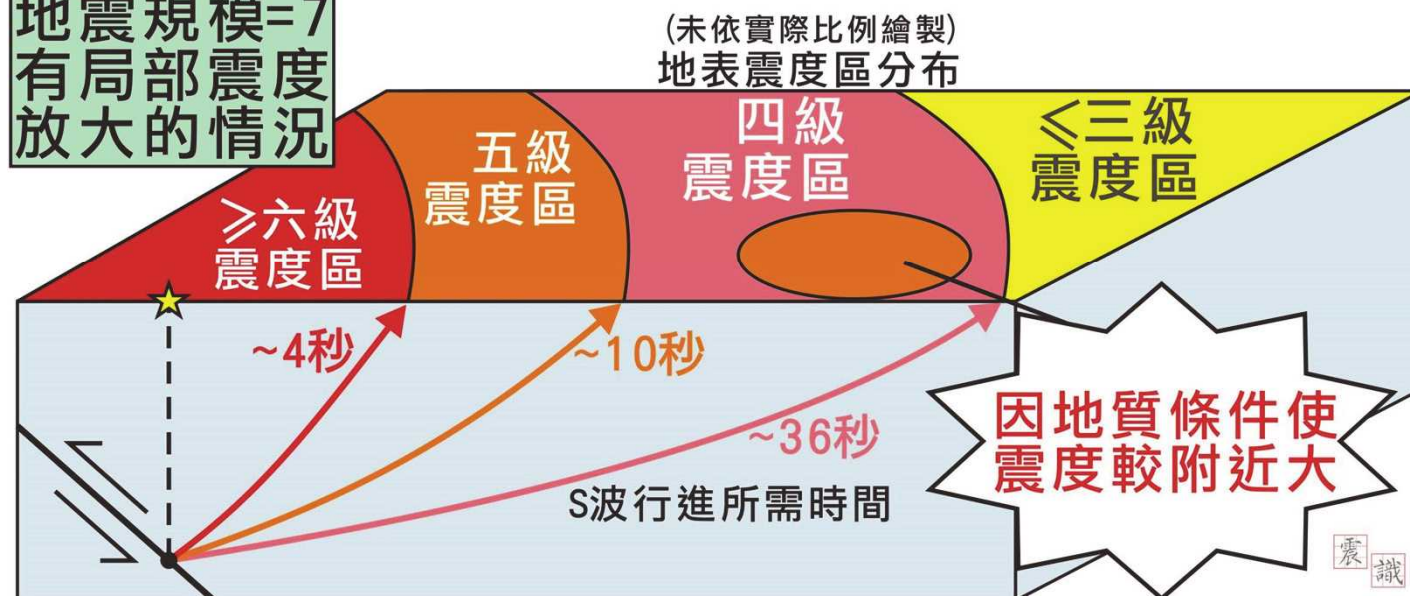


地震警報

EEW

(緊急地震速報)

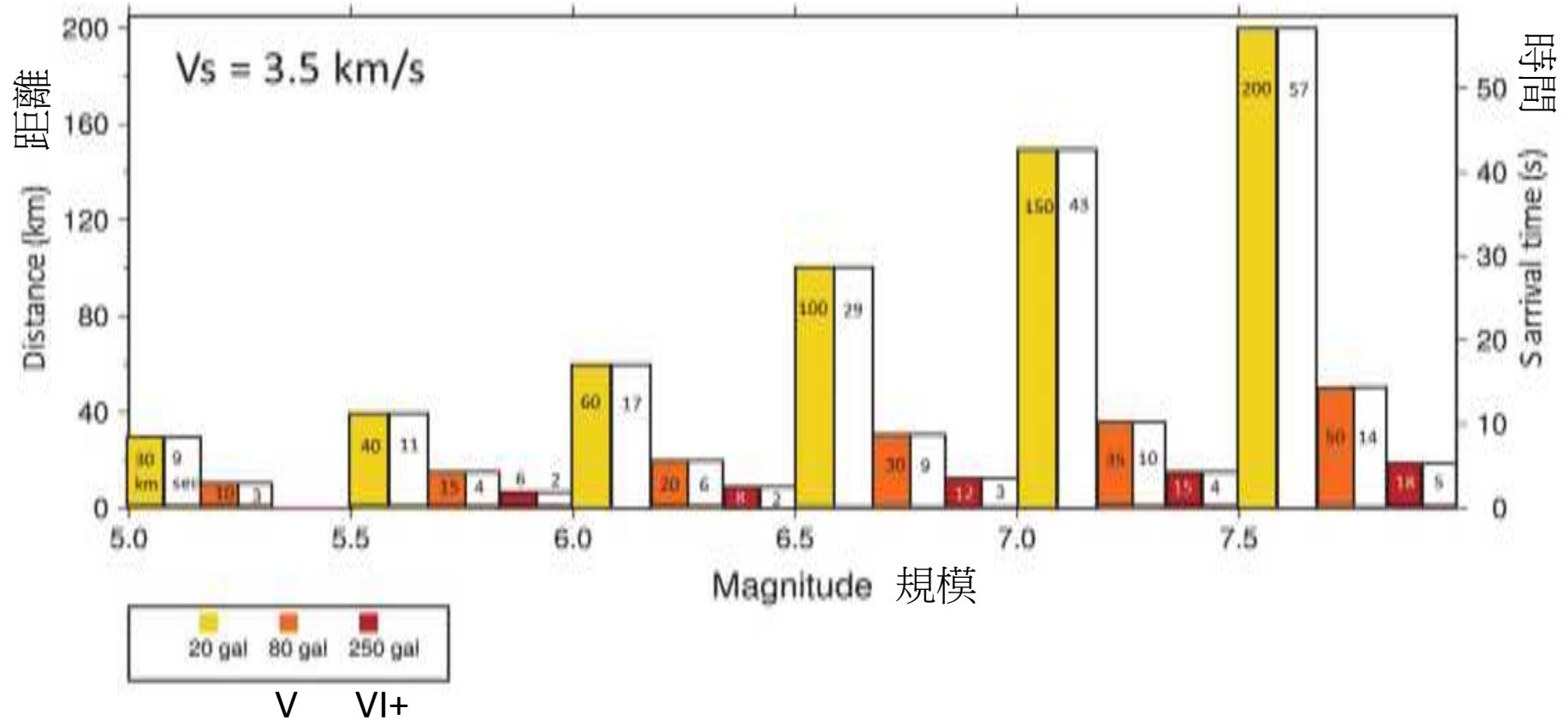
情境2：
地震規模=7
有局部震度
放大的情況



オンサイト型
地震警報

広域型
地震警報

理想的な地震警報発表時間

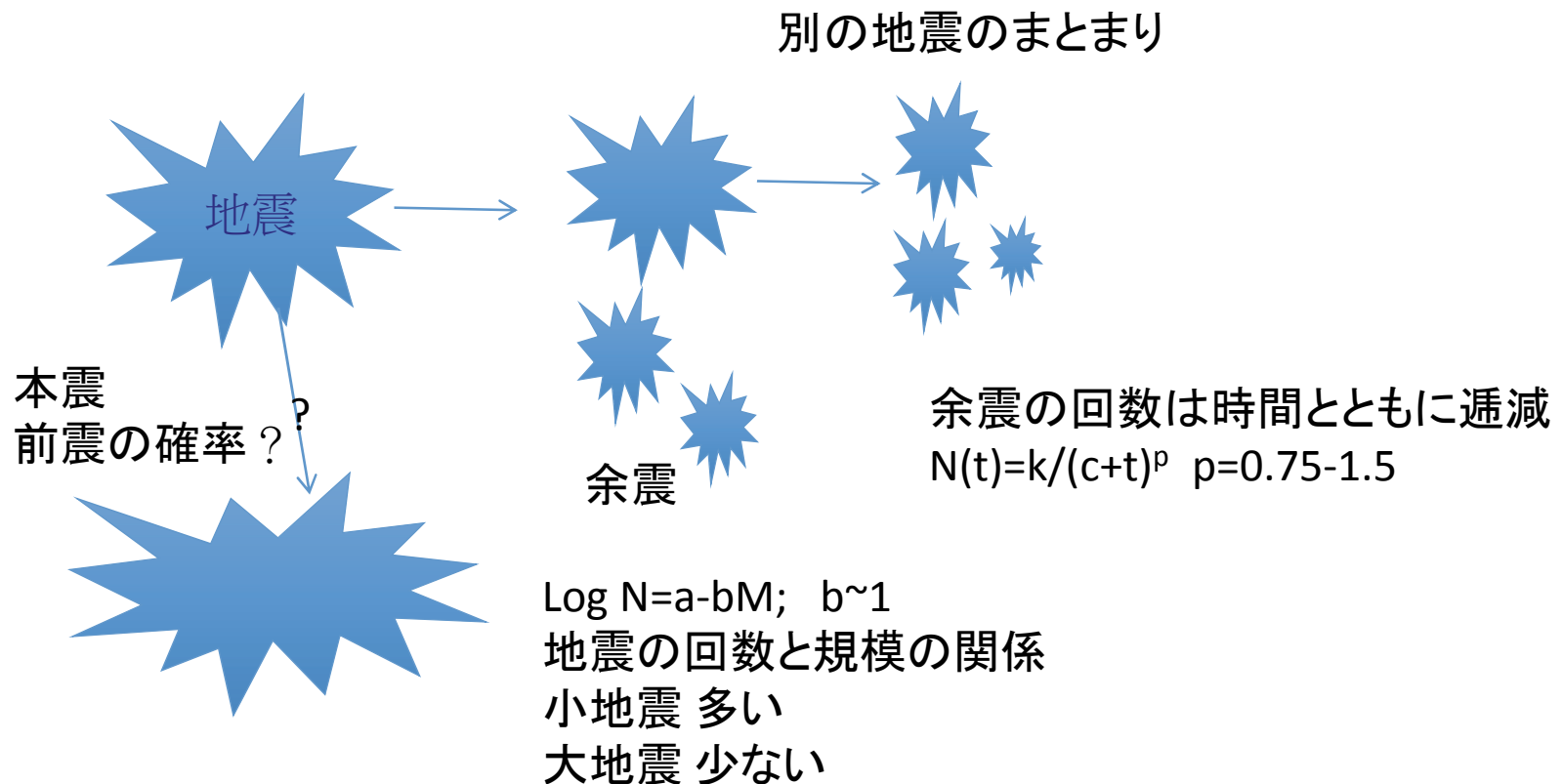


*テクノロジーの持続的進化で警報からの猶予時間を確保。
スマートGPS、スマート情報、自動制御

地震：本震（前震）余震の一連のまとめり
時間経過による地震活動確率変化を評価

=> 余震活動予測

余震の地震動数値予測



結論 – 国家政策の方向性と先進的な計画 Conclusions



地震動ポテンシャル及び危険度分析

Science – Engineering – Industry

(social-economic impact)

- 関連技術と地質調査研究資料を一体化。地震危険度分析結果と関連パラメータの確定、並びに地球科学と地震工学両領域の一体化への共通認識の確立。防災・救助へのニーズ応じたきめ細かい地震災害ポテンシャル情報の作成。
- ⇒ 定性的から定量的な地震危険度分析により重要インフラの地震ハザード及びリスク分析を提供する。
インダストリー4.0 防災 4.0 New era on Disaster Reduction
- ⇒ 地震による社会経済への影響を減少させる。
デジタル防災(データをベースとする対策)

『震識』 SNSブログ

<https://www.facebook.com/quakeledge/>

(Sendai Framework for Disaster Risk Reduction, SFDRR)



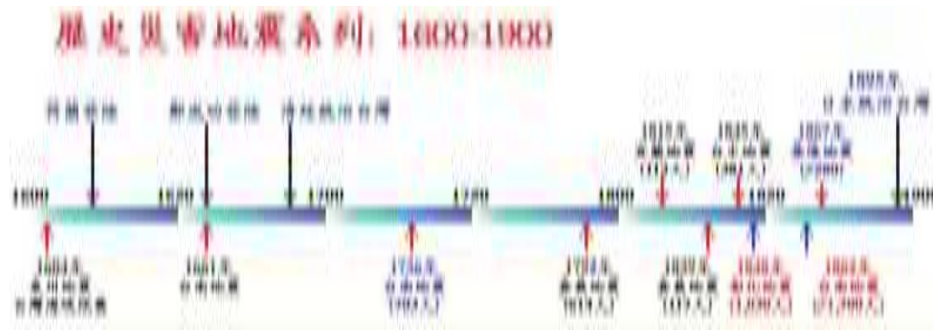
台灣地震科学センター



國立中央大學



國立陽明交通大學



Echo from the Past 塵封的裂痕

歷史地震 第三講

1906年梅山地震
主持人 / 中正大學地環系 石瑞銘 教授
103/6/21 Sat. 3:30PM

1862年台南地震
主持人 / 成功大學地科系 饒瑞鈞 教授
103/2/22 Sat. 3:30PM

1906梅山地震科學與談會
主持人 / 中正大學地環系 石瑞銘 教授
103/6/21 Sat. 3:30PM

1862台南地震科學與談會
主持人 / 成功大學地科系 饒瑞鈞 教授
103/2/22 Sat. 3:30PM

網址: <http://tec.earth.sinica.edu.tw/>
地點: 嘉義市立博物館 一樓觀劇室
600嘉義市忠孝路275-1號

報名網址: <http://goo.gl/SnzS83>
連絡電話: 02-27839910#317
主辦單位:

協辦單位:

贊助單位:

Echo from the Past 塵封的裂痕

歷史地震 第三講

1862年台南地震
主持人 / 成功大學地科系 饒瑞鈞 教授
103/2/22 Sat. 3:30PM

1862台南地震科學與談會
主持人 / 成功大學地科系 饒瑞鈞 教授
103/2/22 Sat. 3:30PM

網址: <http://tec.earth.sinica.edu.tw/>
地點: 台南市立博物館 一樓觀劇室
70050台南市中西區公園路21號

報名網址: <http://goo.gl/aGKEHG>
連絡電話: 02-27839910#317
主辦單位:

協辦單位:

贊助單位:

1862 台南地震



新興街重修福德祠碑
現存放於神興宮(民生路二段21號)



修造台澎提學道署初記 修造台澎提學道署再記
(現存放於台南市民族文物館) (中央圖書館臺灣分館)



八甲溪灣告示：地高者崩裂，低者湧出瘠滷黑沙，崩陷不堪耕種，無力墾復。(現存放於台南歸仁區八甲代天府)
(土壤液化，相當罕見的石碑)



重修記：同治壬戌夏五月，逢大地震傾圮殆盡，中殿亦仍依然無故(現存放於台南關廟區山西宮)

新化十八嬈—因地震而引起的繞境活動

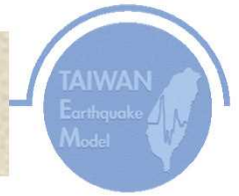
清同治元年5月11日，新化大部份房舍幾乎全倒。相傳大地震之後，新化婦女在每年元宵節之後行為開始「豪放」，難以自我約束，也就是台語所謂的「嬈」。通常從農曆元月16日開始漸漸出現癡兆，經17日，到18日最為明顯，接著才又漸漸恢復正常。當時地方上即有句俗諺「盤籬笆，爬豬稠，沒嬈凍未條」（台語）。於是庄民請示媽祖，媽祖降駕指示，在現今「中正路」與「中山路」交叉口附近，俗名「三角湧仔」的地方，是個「八卦蜘蛛穴」，蟄伏著一隻蜘蛛精，由於地震驚擾了這隻蜘蛛精，因此作怪地方。朝天宮為了有效鎮

壓蜘蛛精，於是召集八保角頭廟宇，如此含朝天宮共七座廟宇，每年元宵過後舉辦俗稱「新化18嬈」的神明繞境活動。大約從西元1868年左右開始舉行，一直到1936年之後，日本當局推行皇民化運動其間才停止，前後持續約70年左右(南瀛新象月刊 2006年7月號)

2009年台南縣政府公告為縣定民俗文化資產，三年一度的新化十八嬈繞境祈福活動



結論 – 国家政策の方向性と先進的な計画 Conclusions



地震動ポテンシャル及び危険度分析

Science – Engineering – Industry

(social-economic impact)

- 関連技術と地質調査研究資料を一体化。地震危険度分析結果と関連パラメータの確定、並びに地球科学と地震工学両領域の一体化への共通認識の確立。防災・救助へのニーズ応じたきめ細かい地震災害ポテンシャル情報の作成。
- ⇒ 定性的から定量的な地震危険度分析により重要インフラの地震ハザード及びリスク分析を提供する。
インダストリー4.0 防災 4.0 New era on Disaster Reduction
- ⇒ 地震による社会インパクトを減少させる。
デジタル防災(データをベースとする対策)

『震識』 SNSブログ

<https://www.facebook.com/quakeledge/>

(Sendai Framework for Disaster Risk Reduction, SFDRR)



ありがとうございました。



Thank You



