

2023 M7.6菲律賓地震

2023-12-02 22:37:03 (台灣時間)

2023-12-02 14:37:03 (UTC)

台灣地震科學中心 教育推廣委員會

主席：溫怡瑛

委員：馬國鳳、林彥宇、曾泰琳、王昱、陳卉瑄、郭昱廷
景國恩、梁文宗、莊昀叡

小編：吳美芳、孫維芳

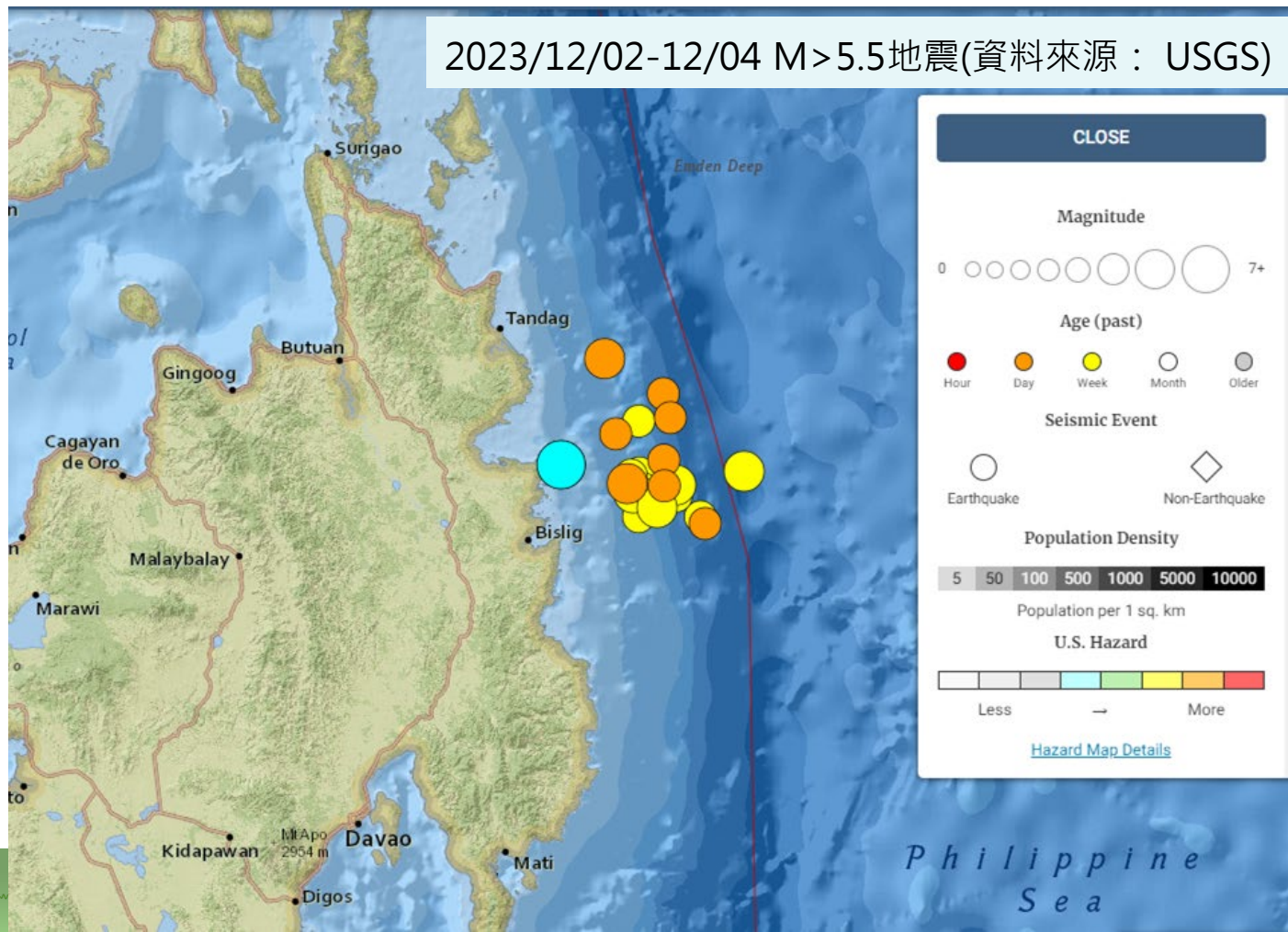
專家：陳伯飛、李元希



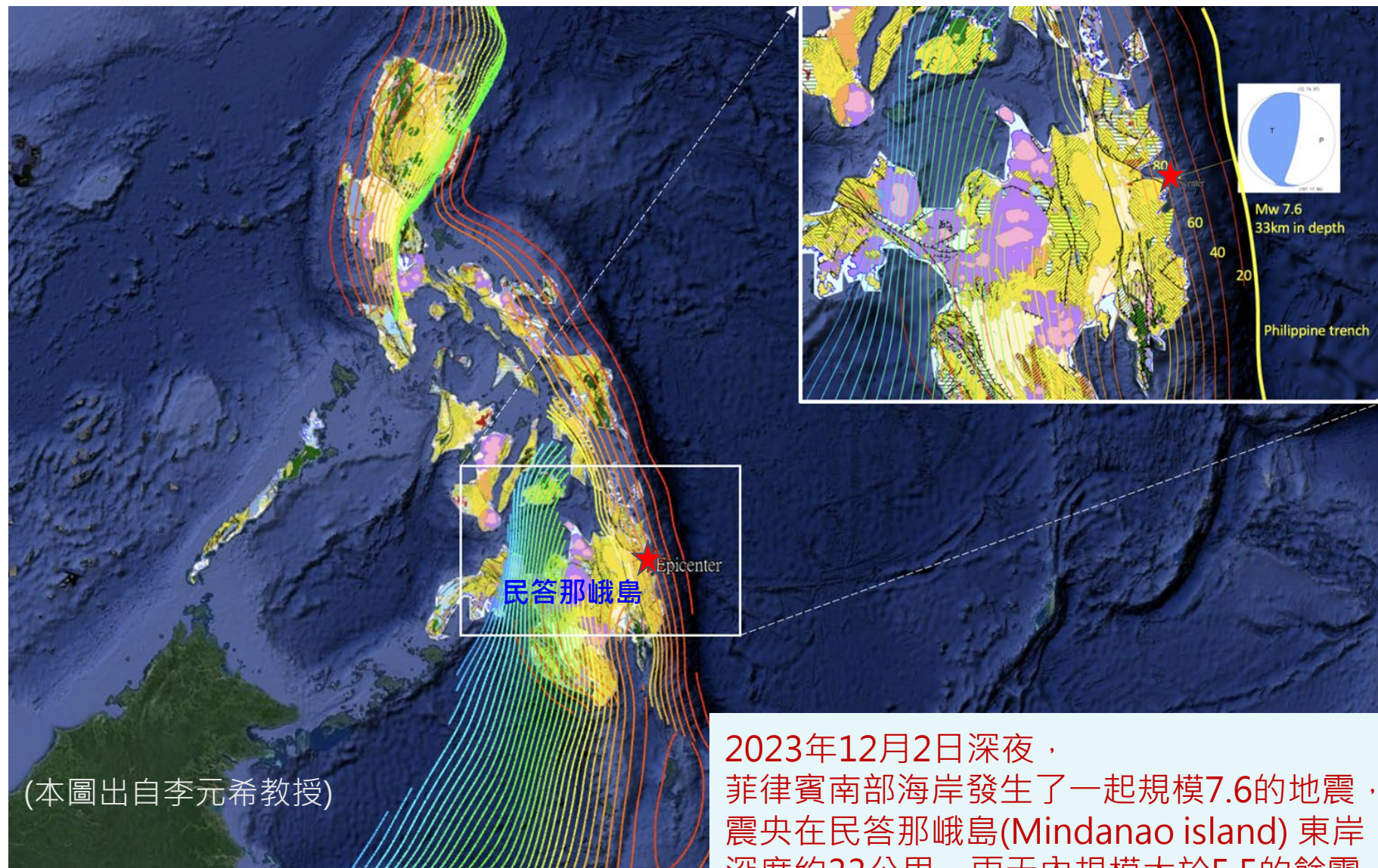
短摘

2023年12月2日菲律賓當地時間晚上10:37於民答那峨島 (Mindanao Island) 外海深度約33 km處發生規模7.6強震，造成至少2人死亡以及多人受傷、建物損壞。之後餘震不斷，兩天內至少有20個規模 >5.5 且深度在45~65km的餘震，其中有5起 $6.2 < M < 6.9$ ，當地也數度發布海嘯警報。

民答那峨島東側外海雖然發生過多次 $M > 7$ 的地震，但在歷史紀錄中，災害最大的是1976年發生在西岸的 $M 8.0$ Moro Gulf地震，造成重大災情。本篇即時報導彙整此次 $M 7.6$ 菲律賓地震之震源特性，概述此區域歷史地震活動與構造背景。



地震資訊



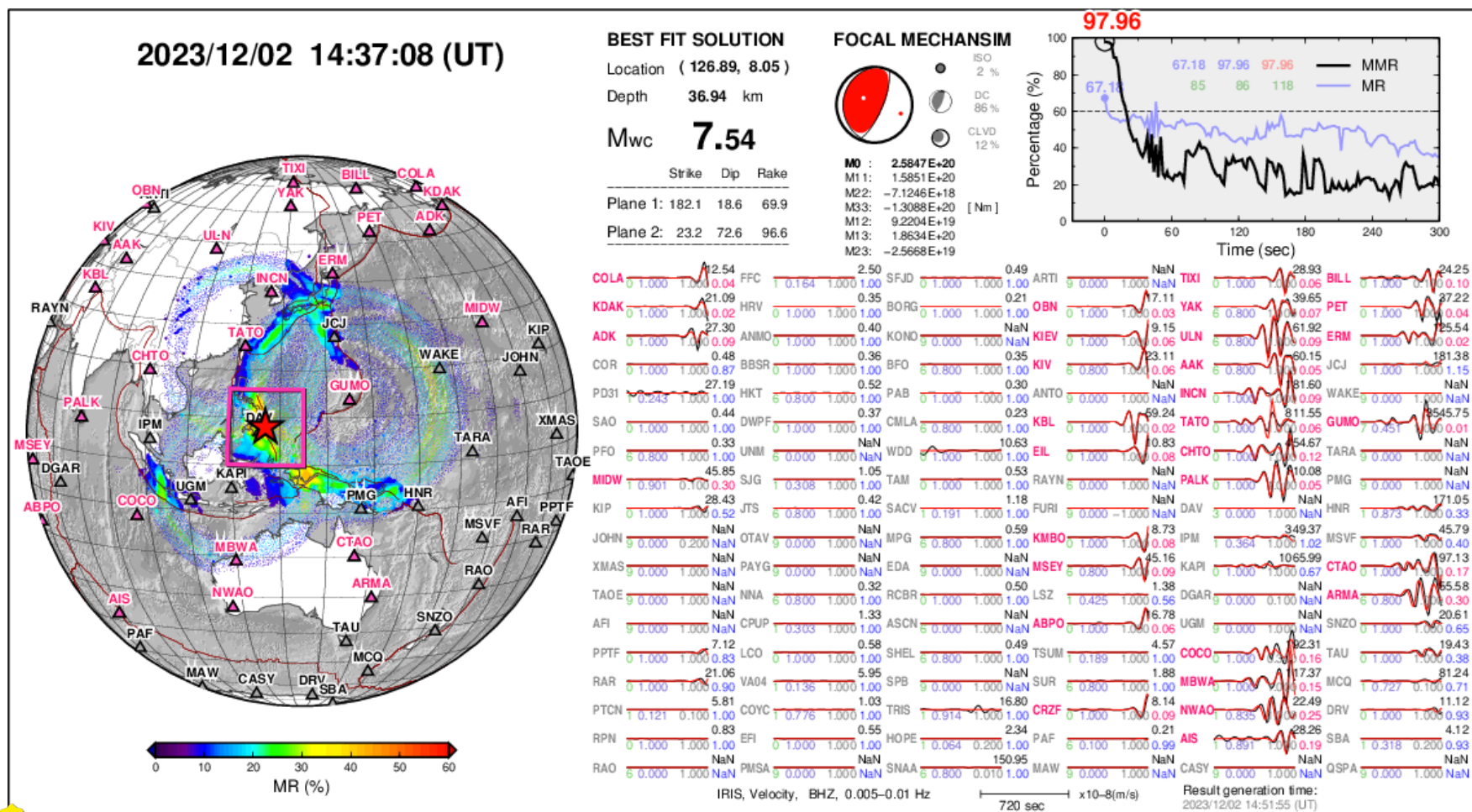
(本圖出自李元希教授)

2023年12月2日深夜，菲律賓南部海岸發生了一起規模7.6的地震，震央在民答那峨島(Mindanao island) 東岸，深度約33公里。兩天內規模大於5.5的餘震超過20起，皆集中於民答那峨島外海，其中規模最大的餘震為6.9。

全球即時震源機制解 (GRMT)

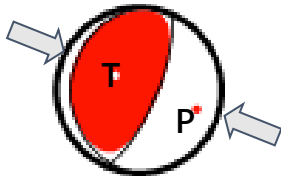
由中研院地球所發展的解算系統，每兩秒鐘就能根據分布全球的地震測站波動紀錄，解算一次對應的地震位置和震源機制解。在這次事件中亦發揮快速解算的效果。

(註：地震位置和發震時間為最佳解的中央位置和時間，即centroid location/time)

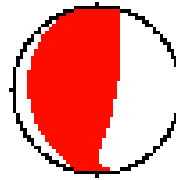


此即時監測平台由 中研院李憲忠博士 研發 (測試網址尚未對外開放)

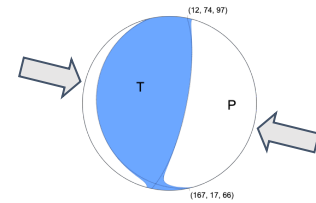
M 7.6 菲律賓地震之震源機制與參數比較



GRMT
(IES)



GCMT
(Global CMT)



W-Phase
(USGS)

Plane	Strike	Dip	Rake
NP1	182.1°	18.6°	69.9°
NP2	23.2°	72.6°	96.6°

Plane	Strike	Dip	Rake
NP1	166°	21°	67°
NP2	11°	71°	99°

Plane	Strike	Dip	Rake
NP1	12°	74°	97°
NP2	167°	17°	66°

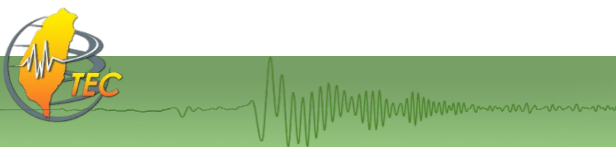
資料來源	深度	規模
GRMT	36.94 km	Mwc 7.54
GCMT	30 km	Mw 7.6
USGS W-phase	32.8 km	Mww 7.60

本地震之震源深度在35公里左右，地震矩規模(M_w)為7.6。

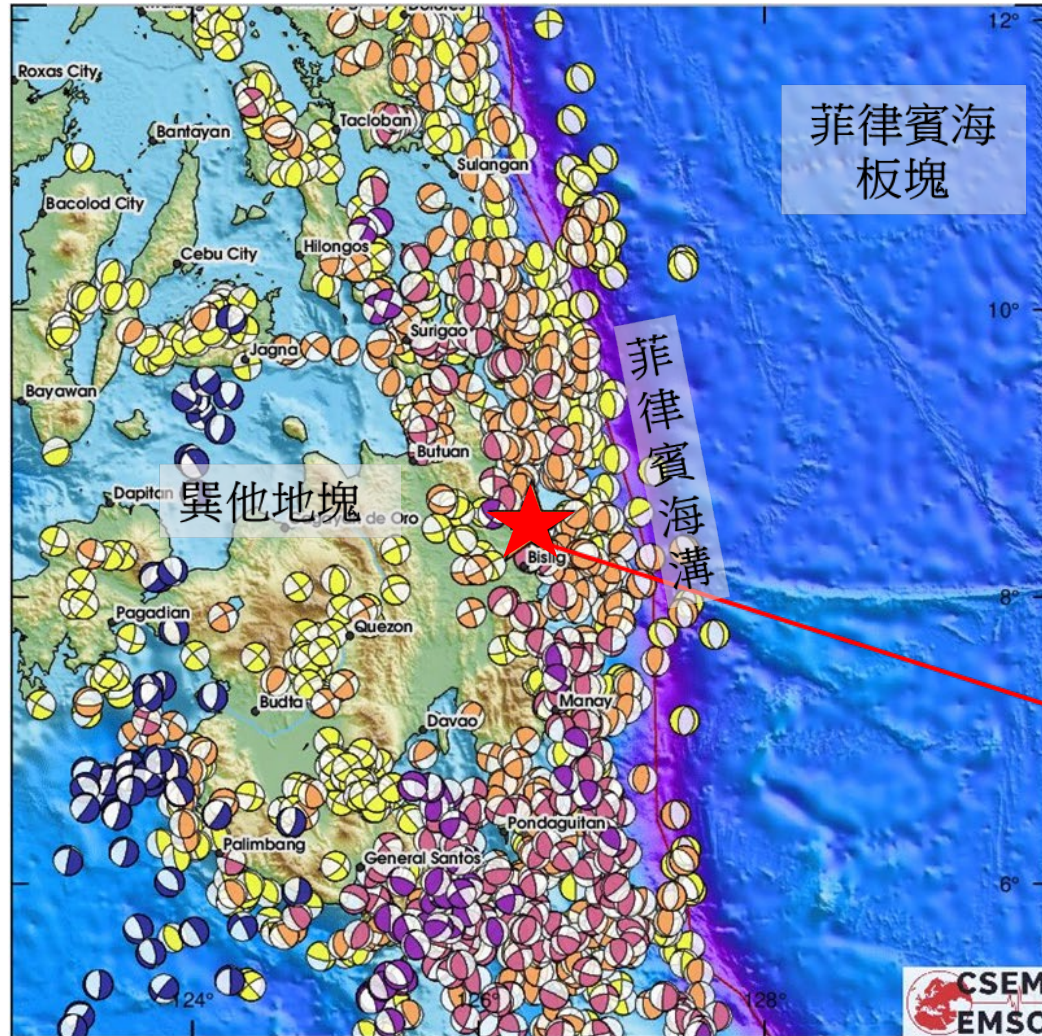
各單位的震源機制球結果一致，斷層面解顯示此為逆衝型地震，由於發生在菲律賓海溝(Philippine Trench)的西側，最可能的斷層面為約20度向西低傾的板塊交界面，或上盤裡的低角度逆衝斷層。主壓應力呈西北-東南，符合板塊聚合方向。

看懂斷層面解：

https://bats.earth.sinica.edu.tw/Doc/beach_ball_ch.html

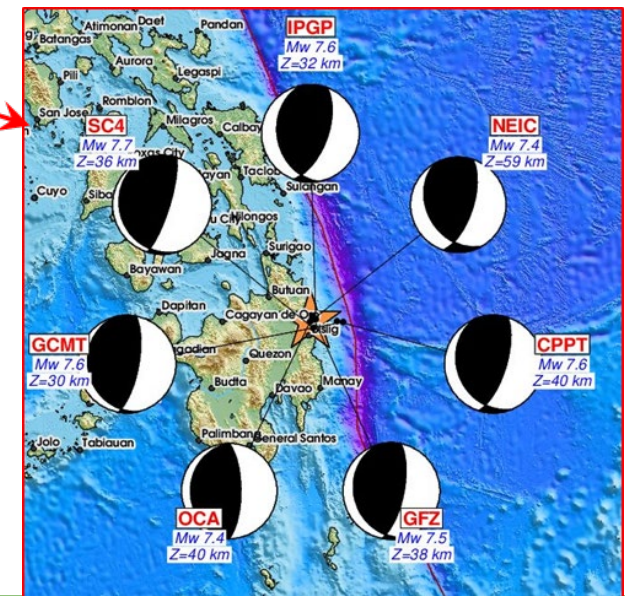


區域的震源機制



菲律賓海板塊沿著海溝向西隱沒至巽他地塊之下，海溝以西的地震斷層機制解(海灘球)，多呈現一西傾的低角度逆衝斷層，走向平行海溝，說明此乃隱沒作用孕發的板塊間逆衝地震 (Interplate Thrust Earthquake)。本次發生的地震亦有相同的特徵。

2023/12/02 震源機制



圖片來源：EMSC

文字來源：中央大學 陳伯飛教授

餘震序列

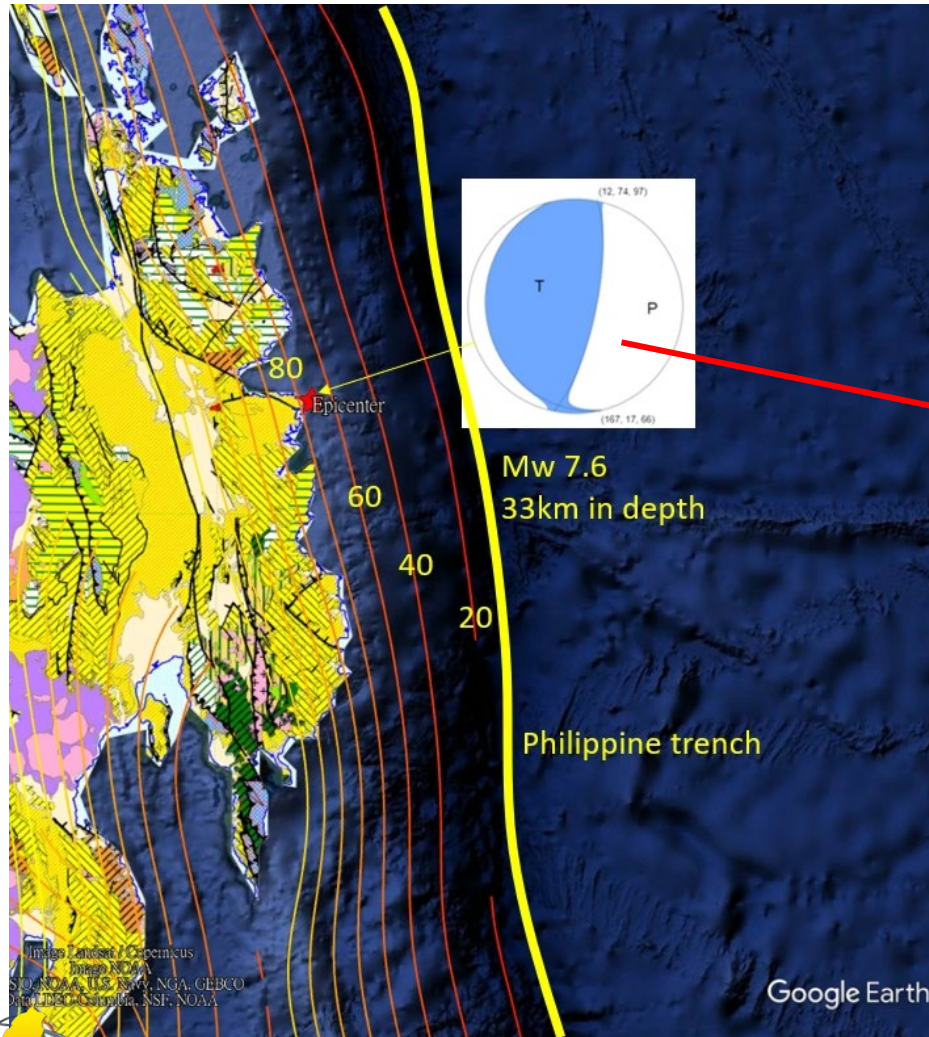
主震(黑圈)後幾個小時內持續發生規模4~6的餘震(紅圈)，發生位置均偏向主震東邊，靠近菲律賓海溝位置。據此推斷此地震發生後，隱沒帶上的應力環境重新調整，引發餘震。

M7.6主震後1.5小時，幾乎在同一時間分別發生M6.4與M6.9的地震

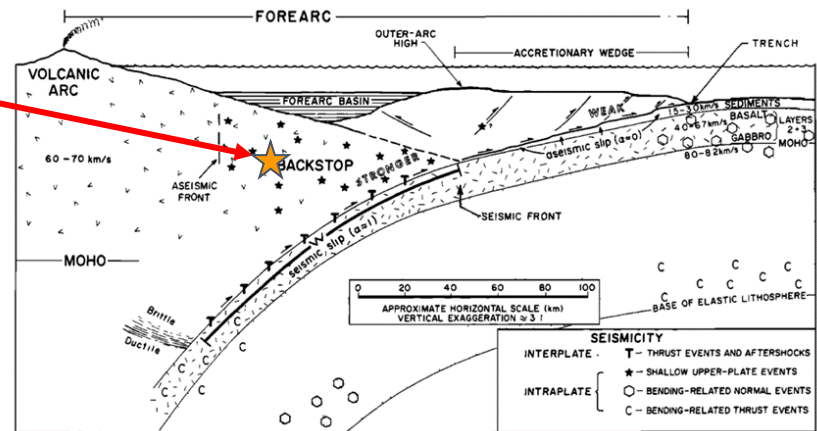


主震震源位置之構造意義

這次2023年M 7.6地震的震源深度約為35公里，而發生位置隱沒帶板塊邊界深度為約75公里，依其深度推估其可能為隱沒帶上磐斷層系統的地震。

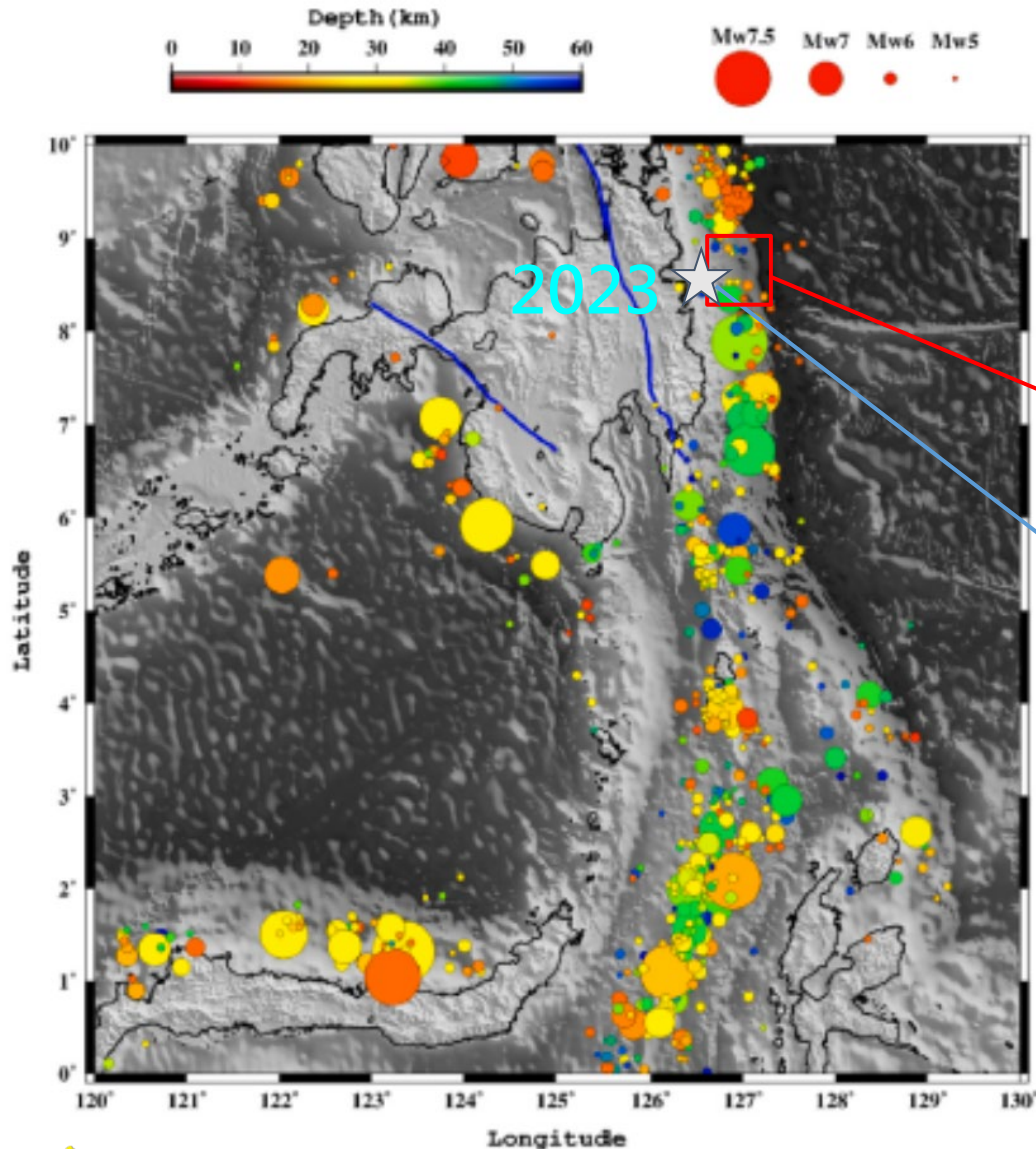


然而，震源機制解卻比較像是典型的板塊介面上的地震(見第6頁)，考量此處之定位誤差大、餘震範圍廣且構造複雜，地震發生原因仍有探討空間。



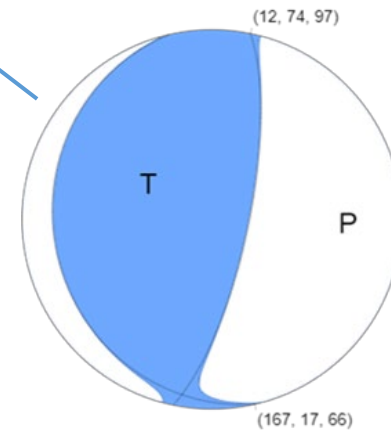
資料來源與解釋：中正大學 李元希教授

2023年地震發生於隱沒帶地震空白區



雖然本地震可能並非位於板塊隱沒介面之上，但若僅考慮震央的空間分布特性，本地震則發生在可能的地震空白區(Seismic Gap)。

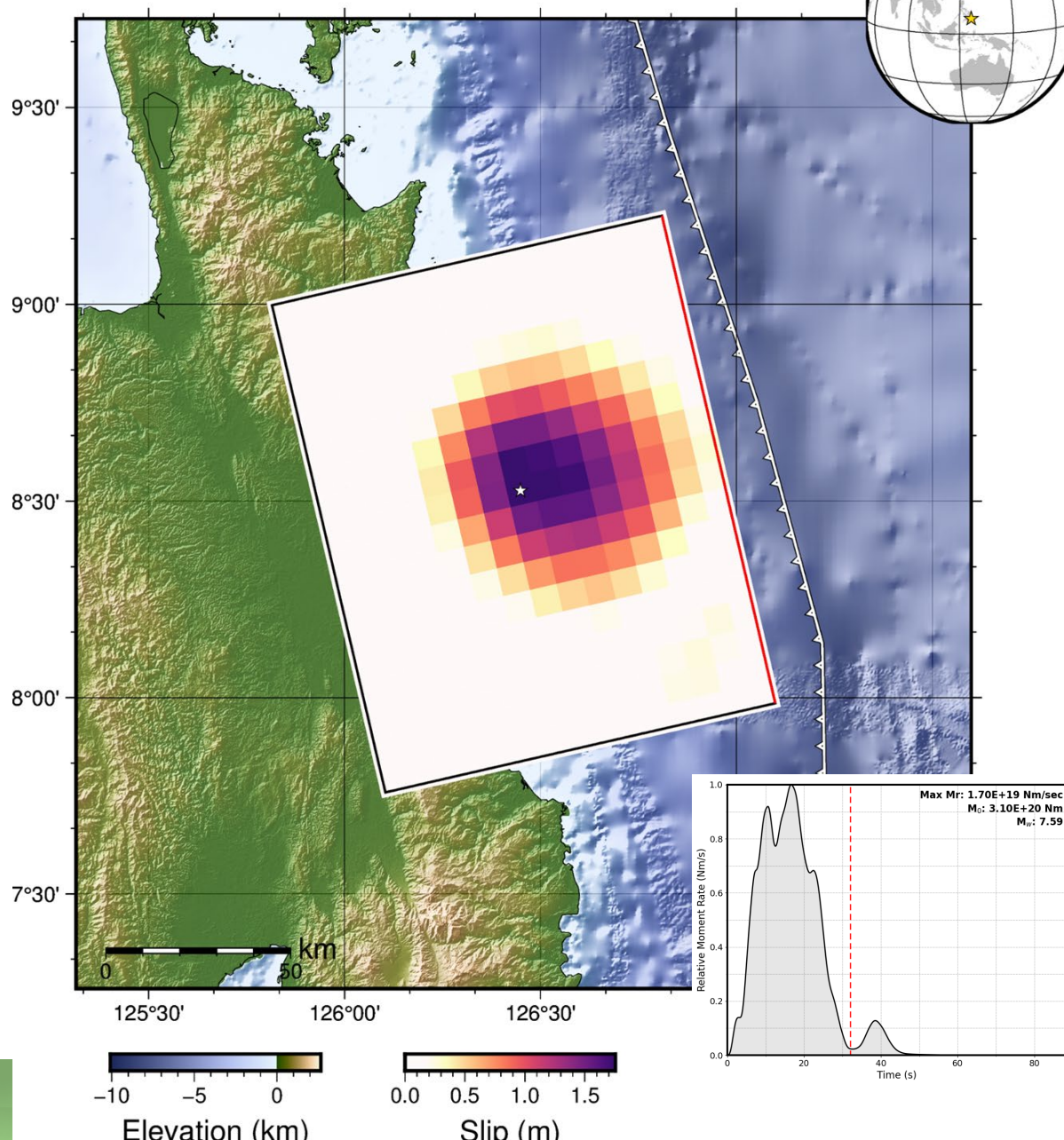
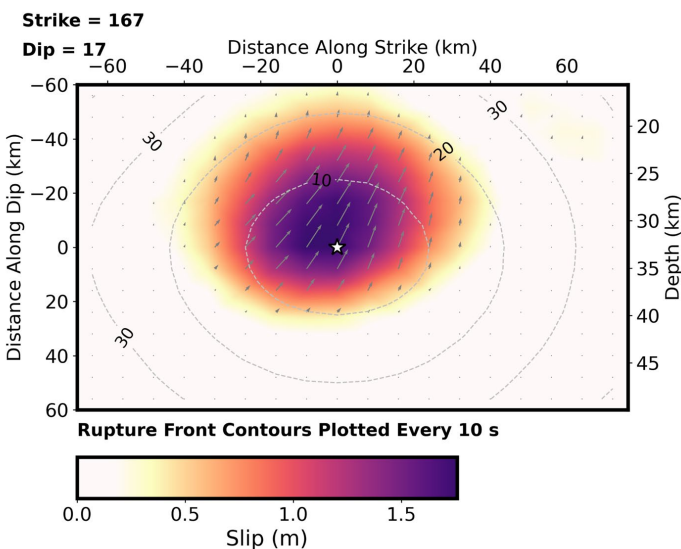
地震空白區



資料來源與解釋：中央大學 陳伯飛教授
(Chen et al. 2020)

震源破裂特性

根據USGS解算結果顯示，這次M 7.6菲律賓地震發生在一北北西-南南東走向且低角度往西南傾的斷層面上，呈圓形破裂，區域在深度20-40公里之間，主要是逆衝型態的錯動，釋放能量時間大約30秒，造成最大斷層滑移量約2公尺。



資料來源：USGS



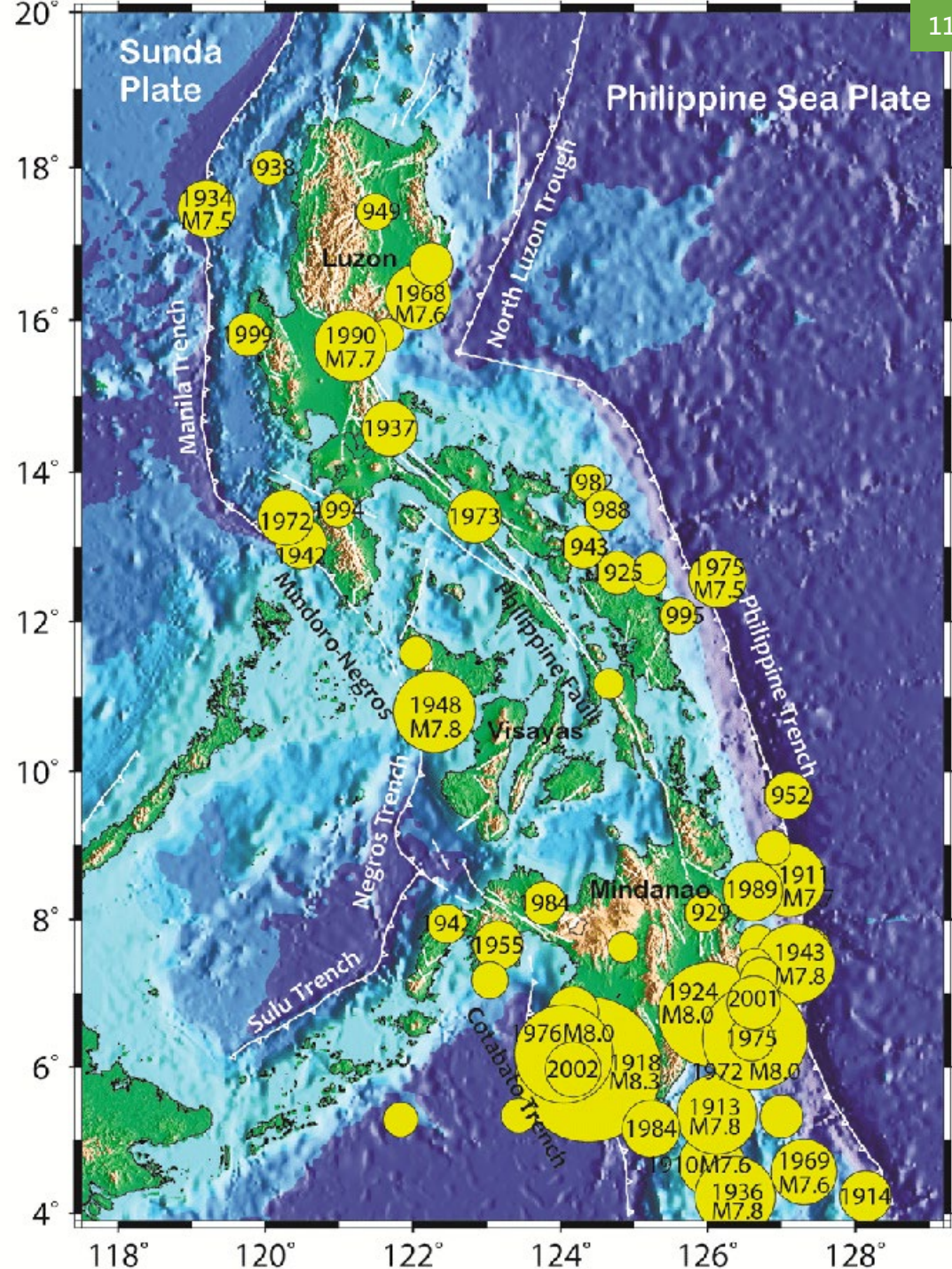
歷史地震

1900-2009年間，菲律賓規模大於7.0的地震如圖所示(ISC-GEM Catalogue)。2023年M 7.6地震為於 8.527°N , 126.449°E

菲律賓海板塊和巽他板塊(過去被認為是歐亞板塊的一部分)的聚合形成了菲律賓海溝和北呂宋海槽，造成菲律賓的活躍斷層系統和火山活動，也因此規模大於7的地震發生頻繁。

此圖亦可看出菲律賓海溝過去一百年中的地震活動度遠高於馬尼拉海溝。

資料來源：Punongbayan et al. (2015)



震度分布圖

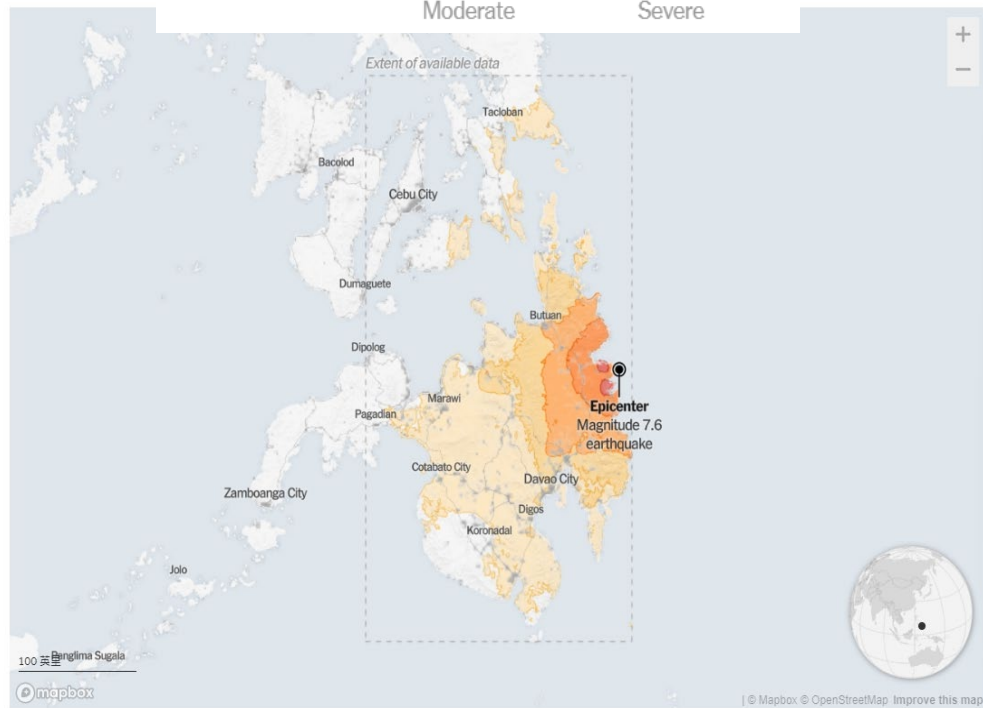
所幸這次M 7.6地震發生在外海，根據地震規模與斷層破裂計算，這次地震的強烈地振動在許多區域仍達到MMI震度7級。

Shake intensity



Moderate

Severe



The New York Times

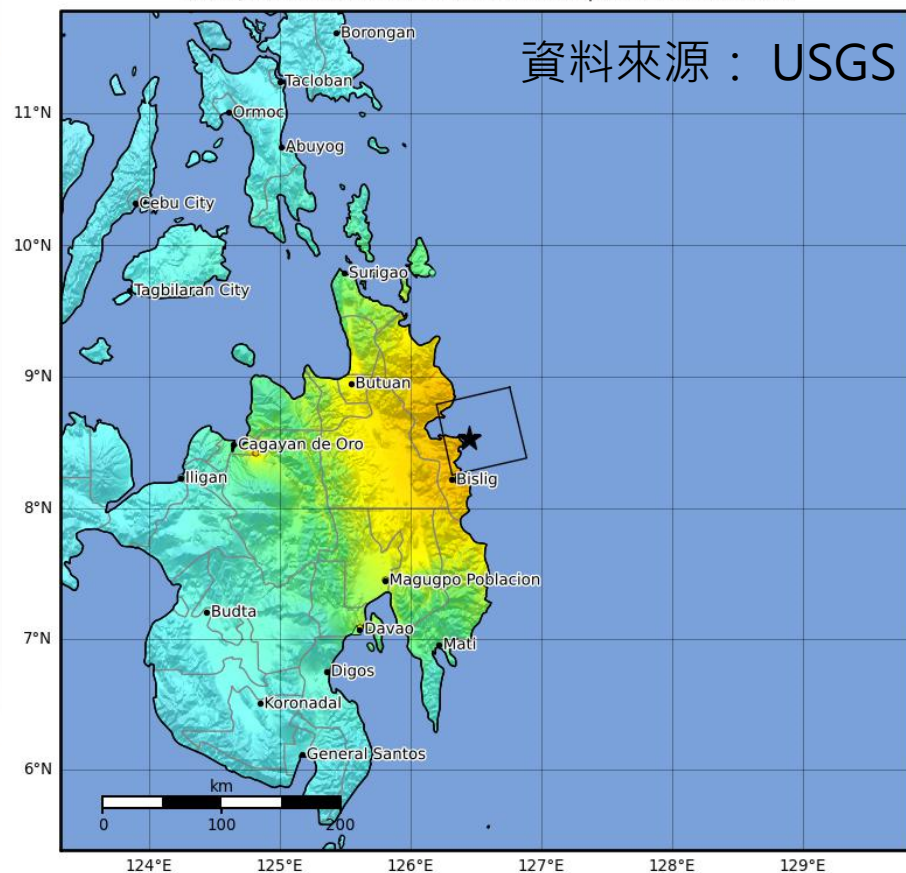
資料來源：

<https://www.nytimes.com/interactive/2023/12/02/world/asia/earthquake-philippines.html>



Macroseismic Intensity Map USGS
ShakeMap:
Dec 02, 2023 14:37:03 UTC M7.6 N8.53 E126.45 Depth: 32.8km ID:us7000lff4

資料來源：USGS



SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
DAMAGE	None	None	None	Very light	Light	Moderate	Moderate/heavy	Heavy	Very heavy
PGA(%g)	<0.0464	0.297	2.76	6.2	11.5	21.5	40.1	74.7	>139
PGV(cm/s)	<0.0215	0.135	1.41	4.65	9.64	20	41.4	85.8	>178
INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

Scale based on Worden et al. (2012)

△ Seismic Instrument ○ Reported Intensity

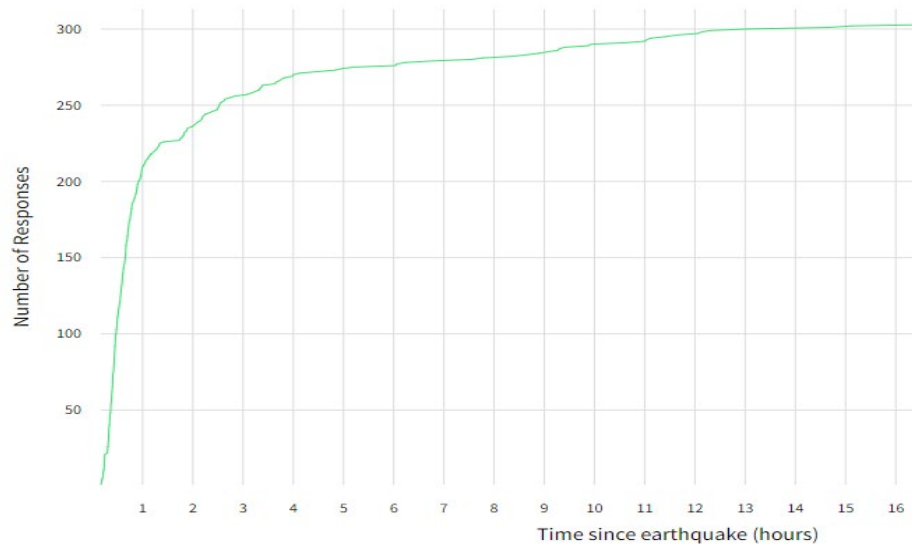
Version 5: Processed 2023-12-03T22:43:22Z

★ Epicenter □ Rupture

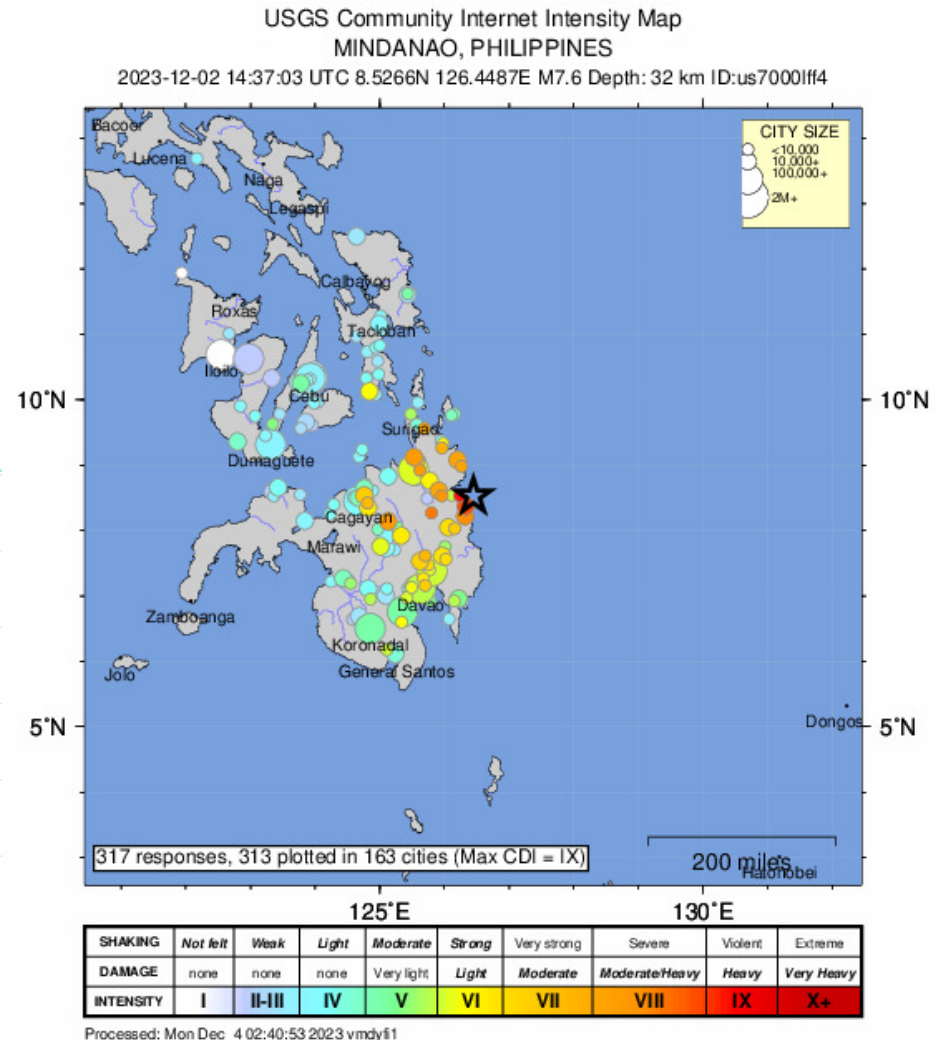
網路社群震感分析與回報

透過美國地質調查所(USGS)的”你感覺到地震了嗎”(DYFI)網路回報工具，可以發現主要的強地動皆位於該島的東側海岸，且在震央北側有明顯的震度分布，但災區網路通信一切正常。主震發生後一小時內就有超過2百筆的回報。

Responses vs. Time Plot



資料來源：USGS

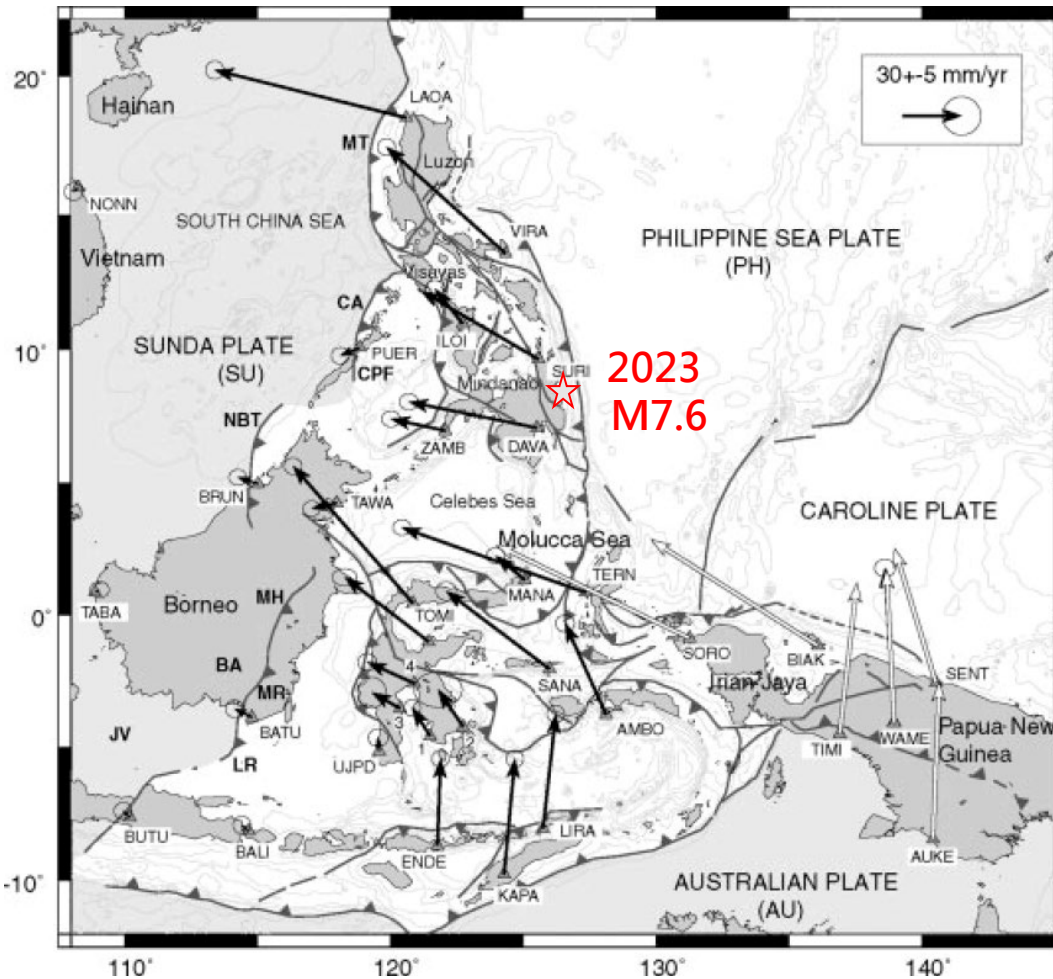


重大歷史地震： 1976 Mw 8.0 Moro Gulf Earthquake

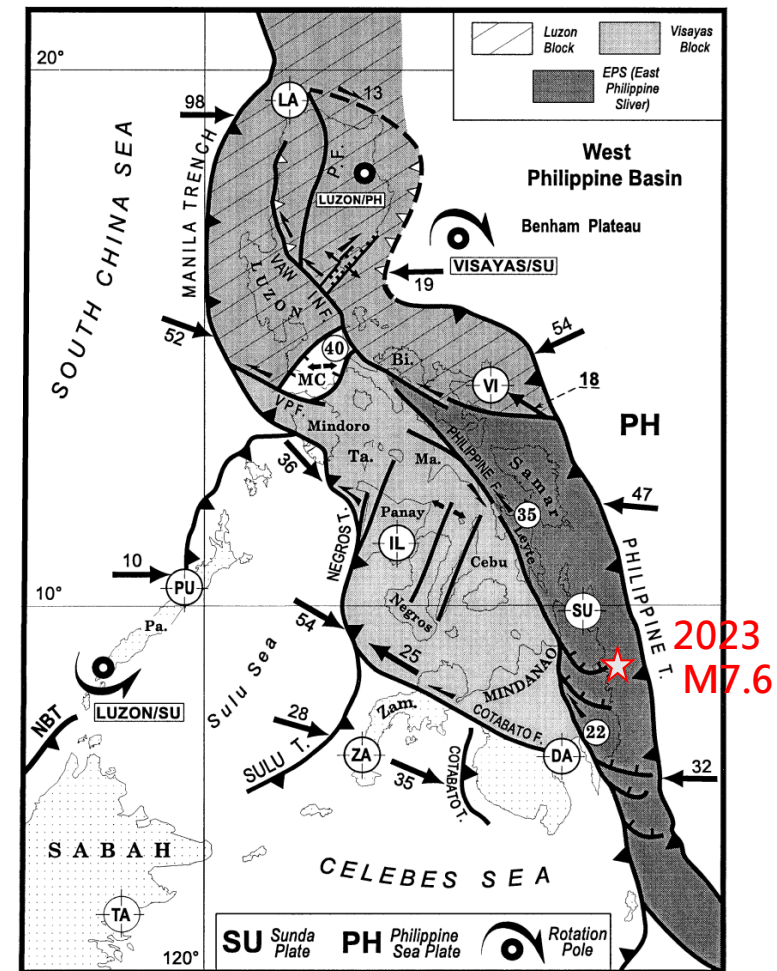
1976年8月17日00:11分，菲律賓民答那峨島西部海岸線附近發生地震矩規模8.0之Moro Gulf地震。此地震及其造成的海嘯導致8000人傷亡，為菲律賓史上傷亡最大之地震之一。然1976年地震與Cotabato海溝活動相關，而2023年M 7.6地震與民答那峨島東部菲律賓海溝活動較有關係。



菲律賓周圍速度場及主要構造區塊之相對活動



相對於Sundaland的GEODYSSSEA
GNSS速度場（黑色箭頭）。



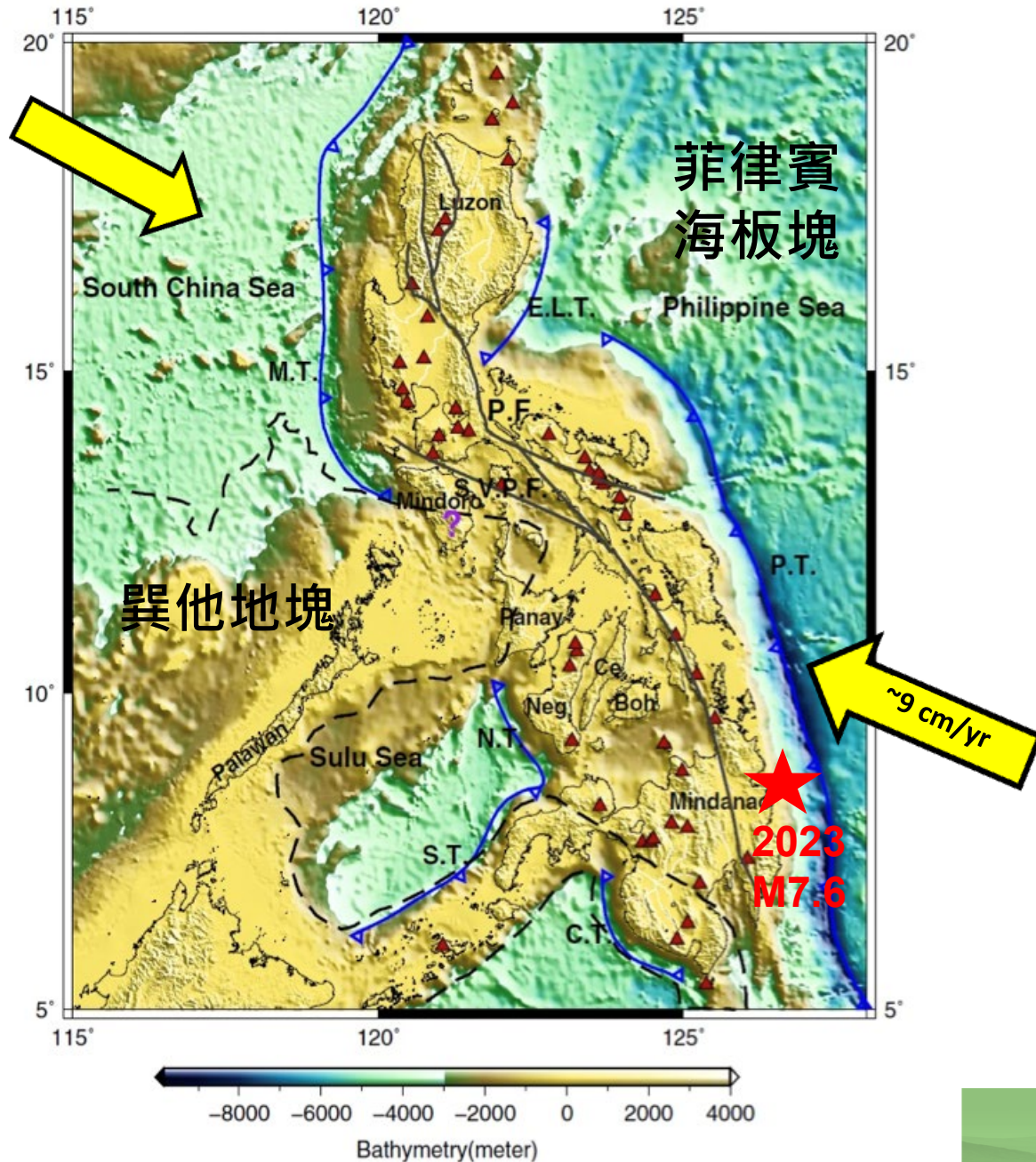
菲律賓主要構造邊界及活躍的
移動區塊分佈。



地質背景、構造

菲律賓群島地處巽他地塊 (Sunda Block) 和菲律賓海板塊的碰撞邊界。兩板塊於此以每年大約9公分的速率、西北東南方向聚合作用，主要由沿著馬尼拉海溝(MT)的向東隱沒、菲律賓海溝(PT)的向西隱沒、及縱切菲律賓群島的左移菲律賓斷層(PF)，共同吸收，常以地震方式釋放累積應變。

資料來源與解釋：中央大學 陳伯飛教授 (Chen et al. 2015)



新聞、災害照片



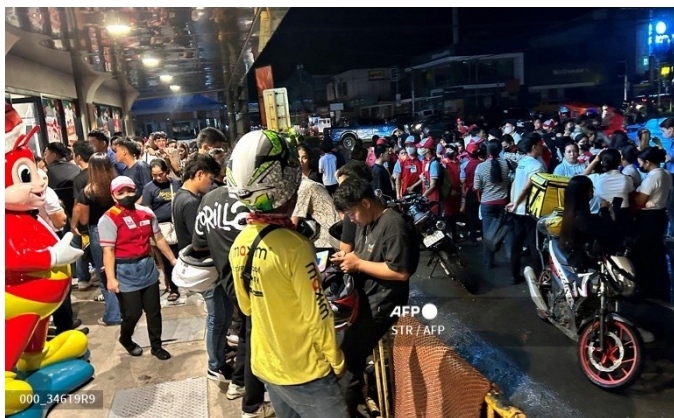
菲律賓南部民答那峨島(Mindanao)地震發生後，人們聚集在疏散中心。圖：路透社(<https://www.reuters.com/world/asia-pacific/philippines-lifts-tsunami-alert-after-magnitude-74-earthquake-2023-12-03/>)



菲律賓強震發生後，美國海嘯警報系統、日本氣象廳、菲律賓火山暨地震研究所等均警告沿岸地區恐遭海嘯襲擊。日本氣象廳指出，凌晨3時到4時左右，日本沿海地區觀測到20至40公分左右的海嘯波，根據日媒直播的沿海畫面，這些區域的海平面並未出現明顯變化。

。圖：NHK

(<https://www3.nhk.or.jp/news/html/20231203/k10014276221000.html>)



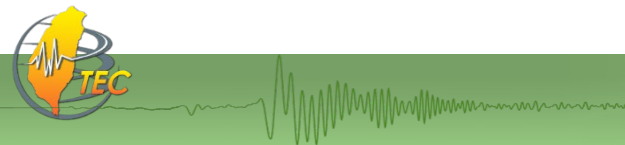
居民從建築物內撤離後聚集在街道上。圖：AFP(<https://u.afp.com/5i5z>)



強震導致建築物倒塌。圖：AFP(<https://u.afp.com/5i5r>)

參考文獻

- Chen, P.-F., Olavere, E. A., Wang, C.-W., Bautista, B. C., Solidum, R. U., & Liang, W.-T. (2015). Seismotectonics of Mindoro, Philippines. *Tectonophysics*, 640–641, 70–79. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2014.11.023>
- Chen, P.-F., Chien, M., Bina, C. R., Yen, H.-Y., & Antonio Olavere, E. (2020). Evidence of an east-dipping slab beneath the southern end of the Philippine Trench (1°N–6°N) as revealed by ISC-EHB. *Journal of Asian Earth Sciences*: X, 4, 100034. <https://doi.org/10.1016/j.jaesx.2020.100034>
- Punongbayan, B. J. T., Kumagai, H., Pulido, N., Bonita, J. D., Nakano, M., Yamashina, T., Maeda, Y., Inoue, H., Melosantos, A. A., Figueroa, M. F., Alcones, P. C. M., Soriano, K. V. C., Narag, I. C., Solidum, R. U., & Jr. (2015). Development and Operation of a Regional Moment Tensor Analysis System in the Philippines: Contributions to the Understanding of Recent Damaging Earthquakes. *Journal of Disaster Research*, 10(1), 25–34. <https://doi.org/10.20965/jdr.2015.p0025>
- Rangin, C., Le Pichon, X., Mazzotti, S., Pubellier, M., Chamot-Rooke, N., Aurelio, M., Walpersdorf, A., & Quebral, R. (1999). Plate convergence measured by GPS across the Sundaland/Philippine Sea Plate deformed boundary: the Philippines and eastern Indonesia. *Geophysical Journal International*, 139(2), 296–316. <https://doi.org/10.1046/j.1365-246x.1999.00969.x>



更多的TEC資源等你來用

- 我想知道更多地震

https://tec.earth.sinica.edu.tw/specialEQ_list.php

- TEC 近期活動

https://tec.earth.sinica.edu.tw/news_list.php?id=2

- 台灣地震科學中心(TEC) 主頁

<https://tec.earth.sinica.edu.tw/>

