

津波が作った磁場から波高がわかる

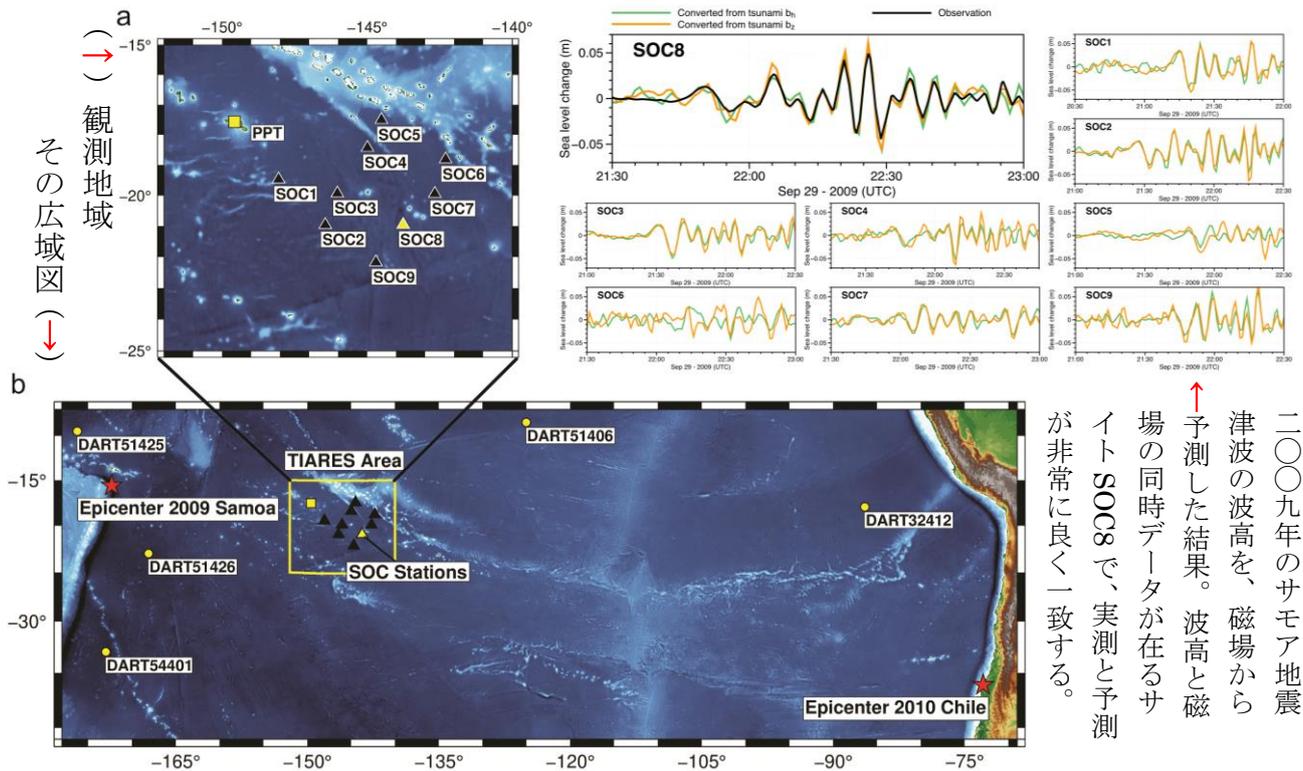
—海底で観測された磁場と津波波高の直接比較—

概要

京都大学大学院理学研究科 藤 浩明 准教授と 林 智恒 同博士課程学生らの研究グループは、①津波に伴う磁場変化が津波そのものより早く現れること、②津波により発生した磁場から精度良く津波の波高が予測できること等を明らかにしました。

藤 准教授らの研究グループは、2011年に世界で初めて「津波が観測可能な電磁場を伴うこと」を海底観測により実証しました (Toh et al., 2011)。本研究ではそれをさらに発展させ、津波の波高と海底磁場の同時観測データを用いて、津波とそれが作る磁場の位相と振幅の関係を解明しました。この結果は、磁場が津波に非常に敏感であることを示し、津波の早期警戒法の改善に今後役立つものと考えられます。

本成果は、2021年10月18日に米国の国際学術誌「Journal of Geophysical Research: Solid Earth」に掲載されました。尚、オンライン掲載は、2021年11月9日でした。また、2022年12月21日には、掲載学術誌の発行元であり地球惑星物理学分野の有力な学会である米国地球物理学連合 (AGU) から注目すべき新しい研究として記者発表 (<https://news.agu.org/press-releases/>) されました。



1. 背景

津波が観測可能な電磁場を伴うことを初めて教えてくれたのは、2006年11月と2007年1月に千島海溝で相次いで発生した双子**地震津波**¹のデータでした（Toh et al., 2011）。本研究グループでは、それぞれの震央から7~800 km離れた海底観測点で得られた電磁場データを解析し、これら二つの津波が共に

- (1) 地震波の到来では有意な電磁場変化を示さない
- (2) 津波の予想到達時刻付近では大きな電磁場変化が観測される
- (3) この電磁場変化は観測装置が揺れたために作られたものではない

等の性質を示すことを発見しました。それまで、2004年末に発生したインド洋大津波をきっかけに「津波は有意な自然電磁場を伴うのではないか」という理論的予測はあったものの（Tyler, 2005; Manoj et al., 2010）、海底観測データを用いてそれを実証したのは千島の双子津波の例が初めてでした。

その後、2011年3月の東北地方太平洋沖地震の際に発生した津波については、三次元の数値シミュレーションを含む複数の研究結果（Zhang et al., 2014; Minami et al., 2017）が提出されましたが、電磁場と津波波高の同時データが無かったために、津波の波高と電磁場成分間の振幅比や位相差（波高と電磁場のどちらが早く、どちらが遅いか）については未解明のままでした。

2. 研究手法・成果

そこで本研究では、南太平洋のタヒチ周辺海域で観測された海底磁場と津波波高の同時データ（Suetsugu et al., 2012）に着目し、両者の**振幅と位相**²関係を詳しく解析しました。その結果、

- A) 海底の磁場三成分データは津波に非常に敏感で、波源から数千 km 離れた場所でも検出される
- B) 海底磁場の鉛直成分は、津波より早く変化する
- C) 海底磁場の鉛直成分と水平成分は、どちらも二次元の解析解（Tyler, 2005; Minami et al., 2021）を使って津波の波高に精度良く変換できる

等の点が、2009年にサモアで、また、2010年にチリで発生した両地震津波の解析から新たに明らかになりました。

これまでの研究と違って、海底磁場と津波波高の同時観測データを使用した所に、本研究の新しさがあります。また、特に海底で観測される磁場の鉛直成分をモニターしていれば、津波の到来をいち早く検出できるだけでなく、その波高も鉛直磁場（または磁場水平成分）の観測値から直接推定できることが、本研究の重要な成果の一つとして挙げられます。

3. 波及効果、今後の予定

本研究により、磁場から推定した津波の波高を、津波の波源推定や伝播予測に応用することが可能になりました。また、海底磁場の成分観測結果を、津波の伝播方位の推定に利用することもできます。海底磁場を用いた波高推定には、海底下の電気的構造を予め知っておく必要がありますが、それには津波発生前の自然電磁場変化を使用した**海底下電気伝導度構造**³の決定が有効です。今後、津波の波源推定や伝播予測に海底磁場データも用いられるようになれば、現行の津波早期警戒法に質的転換をもたらす可能性があります。

4. 研究プロジェクトについて

- 予算の出資者： 日本学術振興会（科研基盤 C: 19K03993), China Scholarship Council (201806330085)
関連研究機関： 神戸大学理学研究科惑星学専攻

<用語解説>

- ¹**地震津波**：地震によって引き起こされる津波。多くは震央が海域にある場合に生ずる。ただし、津波自体は、地震でしか発生しない訳ではなく、海底の地滑り等でも励起されることがある。
- ²**振幅と位相**：波の最大高さを振幅と呼び、波がいま山に差しかかっているのか、あるいは、谷に当たるのかなど、波の現在の状態を表す角度を位相（角）と言う。
- ³**海底下電気伝導度構造**：海底下の岩石は絶縁体ではなく、ある程度電気を通し、その程度（電気伝導度）は深さによっても変化する。こうした地下構造を、海底下電気伝導度構造と呼ぶ。

<研究者のコメント>



The meaning of this study is that we confirmed **the tsunami magnetic field** arrives earlier than the tsunami wave itself and can be converted into the corresponding tsunami sea level change very accurately. It implies that the tsunami magnetic field can give us an effective way to improve the present tsunami early warning method. This result is actually based not only on the simultaneous observation of both sea level change and magnetic field at the French Polynesian seafloor but also on many previous works. Like Newton said, “I am standing on the shoulders of Giants”. I wish this study also would

林 智恒 [Lin Zhiheng] help other researchers.

<論文タイトルと著者>

タイトル： Direct Comparison of the Tsunami-Generated Magnetic Field With Sea Level Change for the 2009 Samoa and 2010 Chile Tsunamis
(2009年サモアおよび2010年チリ津波時の海面水位変化と津波によって生成された磁場の直接比較)

著者： Zhiheng Lin, Hiroaki Toh and Takuto Minami (林 智恒, 藤 浩明, 南 拓人)

掲載誌： Journal of Geophysical Research: Solid Earth DOI: 10.1029/2021JB022760