

## 機械学習を用いた津波誘導磁場検出手法の開発と実観測データによる検証

#美田 千璃<sup>1)</sup>, 南 拓人<sup>1)</sup>, 杉岡 裕子<sup>1)</sup>, 藤 浩明<sup>2)</sup>

<sup>(1)</sup> 神戸大学・大学院・理学, <sup>(2)</sup> 京都大学・大学院・理学, <sup>(3)</sup> 京都大学・大学院・理学・地磁気センター

## Development of machine learning model for detection of tsunami magnetic signals in seafloor magnetic data

#Chiaki Mita<sup>1)</sup>, Takuto Minami<sup>1)</sup>, Hiroko Sugioka<sup>1)</sup>, Hiroaki Toh<sup>2)</sup>

<sup>(1)</sup> Graduate School of Science, Kobe University, <sup>(2)</sup> Graduate School of Science, Kyoto University, <sup>(3)</sup> Data Analysis Centre for Geomagnetism and Space Magnetism, Graduate School of Science, Kyoto University

Tsunami magnetic fields arise when conductive sea water moves in the Earth's main magnetic field as a tsunami wave (e.g., Tyler, 2005). It has been revealed that tsunami electromagnetic fields are observed prior to the arrival of tsunami wave heights, which is useful for estimating tsunami wave heights and the direction of tsunami propagation (e.g., Lin et al. 2021). Therefore, this phenomenon is expected to be applicable to tsunami early warning systems. However, there are some problems: the observation of tsunami electromagnetic fields is restricted to significant tsunami events because signal-to-noise ratio must be large enough to detect signals, and it is difficult to visually identify tsunami electromagnetic signals.

We attempted to detect tsunami electromagnetic fields using machine learning to solve these problems. As a first step, we focused on building machine learning models to determine whether the data includes tsunami electromagnetic fields or not. We selected supervised learning, which is one of the machine learning methods and prepared a large amount of training data. The training data consists of two types: one includes tsunami magnetic components, and the other does not. We calculated the tsunami magnetic components in the data by a numerical simulation method for tsunami electromagnetic fields (Minami et al. 2017), while we used the observation data when certain events did not involve tsunami electromagnetic fields. We associated these two types of data with their corresponding answer labels, and then they are training datasets. The answer labels are scalar values of 0 or 1; we set tsunami magnetic data as 1 and non-tsunami magnetic data as 0. We fed these datasets into the machine learning model and conducted training iterations. In the 1D-CNN model, a high accuracy of 85% was recorded on the test datasets (which were separated from the training datasets to validate the model's performance). Accuracy, in this context, represents the correspondence between the input data and the answer labels. In this research, we inputted the real observation data into our machine learning model and assessed its performance. In addition, besides our existing model designed for 1-minute sampling data, we developed a new machine learning model designed for 2-minute sampling data. It enabled us to utilize data observed at the northwest Pacific (NWP) observation point, which included tsunami electromagnetic fields associated with the 2006 and 2007 Kuril Islands earthquakes. As a result, our model successfully detected tsunami magnetic signals within the data at NWP for that period. In this presentation, we will report more detailed our model's performance.

津波誘導磁場とは、良導体である海水が津波として運動する際に、地球主磁場を横切ることによって生じる磁場変動のことである (e.g., Tyler, 2005)。津波誘導磁場については、津波波高に先行して観測されること、津波誘導磁場が津波波高や伝播方向の推定に役立つことが明らかとなり、津波早期警戒への応用が期待されている (e.g., Lin et al. 2021)。しかしながら、これまでに報告された津波誘導磁場の観測例は S/N 比の大きくなる巨大津波イベントに限定されてきた。津波誘導磁場の津波早期警戒への応用のためには、目視による津波誘導磁場の同定が困難な津波イベントにおいても、津波誘導電磁場を検出する手法を確立することが重要である。

本研究では、上の要請に応えるため、機械学習を用いて磁場時系列中の津波誘導磁場を検出することを試みた。研究の第一段階として、津波誘導磁場の有無を判別する機械学習モデルの作成に取り組んだ。機械学習の一種である教師あり学習を採用し、機械学習モデルの学習用データを大量に作成した。学習用データは、津波誘導磁場成分を含むものと、含まないもの 2 種類を同数作成した。磁場データの津波起因成分は、津波電磁場シミュレーション (Minami et al. 2017) により作成し、平時の観測磁場データを、津波起因成分を含まない磁場データとして使用した。これら 2 種類のデータそれぞれに正解ラベルを付し、学習用データとして機械学習モデルに与え、訓練を繰り返した。ここでの正解ラベルとは、0 か 1 のスカラー値で、津波誘導磁場を含むデータに 1 を、含まないデータに 0 を付した。1 次元畳み込みニューラルネットワークを用いた機械学習モデルでは、テストデータ (訓練用データとは別に取り分けた、機械学習モデルの性能検証のためのデータ) に対して約 85% と高い正解率を記録した。ここでの正解率とは、与えた入力データと正解ラベルとの一致率である。本研究では、作成した機械学習モデルを実際の磁場観測データに適用して、津波誘導磁場の検出精度を確かめた。2006, 2007 年千島沖地震に伴って発生した津波イベントを対象に、毎分値データを用いて作成した機械学習モデルをフィリピン海で得られた磁場データに、また、毎 2 分値データを用いて作成した機械学習モデルを北西太平洋海底観測点 (NWP) で得られた磁場データに適用した。その結果、NWP において、津波誘導磁場現象発生に該当する期間に、津波誘導磁場が存在するという検出結果を得た。本発表では、実際の磁場観測データによって検証した機械学習モデルの検出精度について、より詳しく報告する。