

深層学習を用いた地震検出と極性判定  
Earthquake Detection and Polarity Determination Using Deep Learning

○加藤慎也・飯尾能久・片尾浩・澤田麻沙代・富阪和秀・水島理恵  
○Shinya KATOH, Yoshihisa IIO, Hiroshi KATAO, Masayo SAWADA,  
Kazuhide TOMISAKA, Rie MIZUSHIMA

Accurate seismic arrival times and the polarities of the P-wave initial motion are required to detect accurate earthquake location and focal mechanism. In recent years, the number of observation data has been increasing. However, since arrival-times picking and the polarities of the P-wave initial motion detection are a very time-consuming task, the workload is increasing as the number of data increases. In this study, we created an arrival-times picking model and a polarities detection model using deep learning to automatically process many seismic waveforms obtained by an aftershock observation and the high-dense observation network (Manaten Network). The model we created is adaptable to both continuous and event waveforms.

We determined hypocenters using arrival times by the model. For continuous waveforms, we used REAL (Zhang et al., 2019) for phase association. For hypocenter determination, we used Hypomh\_ps (Hirata and Matsu'ura. 1987; Kawanishi et al., 2009). In this presentation, we will show the accuracy of the models and the results of the hypocenter determination.

地震波の走時読み取り値は、震源決定や速度構造の推定を行う際に大きな影響を与えることから、正確な読み取りが求められる。また、P波初動の極性はメカニズム解の推定に用いられることから走時読み取り同様に正確な極性判定が求められる。近年、定常観測網や独自の稠密観測網の展開により得られる観測データは増加している。しかし、走時読み取りや極性判定は非常に時間がかかる作業であるためデータ量の増加に伴い作業量も増加している。そのため、近年、深層学習を用いた自動走時読み取りモデル(Zhu and Beroza. 2018)や極性判定モデル(Uchide. 2020)が提唱され、人間による精度と同程度の精度が持つことが報告されている。

本研究では、余震観測や稠密観測網によって大量に得られた地震波形を自動で処理するために、深層学習を用いた走時読み取りモデルと極性判定モデルを作成した。本研究で使用したネットワークは、先行研究で使用されたネットワークモデルを発展させたものであり、走時読み取りモデルには Residual block と Attention block を追加した U-Net を使用し、極性判定モデルには residual block を追加した Convolutional Neural Network を使用した。

走時読み取りモデルには定常観測点の3成分100

Hz サンプリング用モデル、稠密観測点(満点観測網)の3成分250 Hz サンプリング用モデルと余震観測で使用されている上下動成分のみの1成分100Hz サンプリング用モデルを作成した。また、極性判定用は全サンプリング周波数に対応するモデルを作成した。

3成分の走時読み取りモデルには2017年1月～2018年3月までの近畿地方、2015年3月～2015年10月までに山陰地方に設置された地震計で観測された波形を使用し、1成分の走時読み取りモデルと極性判定モデルには Iio et al. (2021) に使用された波形を使用した。いずれも人間が手動で読み取った走時値と極性である。

走時読み取りモデルは、連続波形にもイベント波形にも適応可能である。そこで、本研究では連続波形とイベント波形に対し、作成したモデルで走時読み取りと極性判定を行い、震源を決定した。連続波形に対しては、モデルの走時読み取り値から REAL(Zhang et al., 2019) を使用して、phase association を行った。震源決定には Hypomh\_ps(Hirata and Matsu'ura. 1987; Kawanishi et al., 2009) を使用した。

本発表では、作成したモデルの精度と震源決定を行った結果について発表する。