

Improvement of the Single Station Algorithm in Earthquake Early Warning Using Machine Learning Technique

*Shunta NODA¹, Masato UKAI¹

1. Railway Technical Research Institute

気象庁の緊急地震速報や新幹線の早期地震警報システムでは、それぞれの観測点ごとに震央距離・方位やマグニチュードを推定するアルゴリズムが使用されている（以下、単独観測点処理；例えば、Yamamoto & Tomori [2013]）。単独観測点処理における問題として、他の地震計のデータを使わずに独立して推定を行うため、震央距離などの推定精度が低いという点が挙げられる（ただしその代わり、警報の即時性が高いなどのメリットがある）。

以前の新幹線早期地震警報システムでは、震央距離の推定においてB- Δ 法と呼ばれる手法を使用していた（Odaka et al. [2003]）。現在はこの手法を更新し、C- Δ 法と呼ばれる手法の使用が始まっている（岩田・他 [2016]）。この手法は、P波の極初動部分（1秒）の10Hz以上の加速度振幅の立ち上がり（＝傾き：Cと呼ぶ）が震央距離 Δ と負の相関を持つことを利用したものである（Okamoto & Tsuno [2015]）。

本研究では、単独観測点処理において、このC- Δ 法の代わりにニューラルネットワーク法（例えば、He et al. [2016]）を用いて震央距離を推定し、推定精度の検証を行った。手法の適用にあたって学習させたデータは、（国研）防災科学技術研究所の強震観測網K-NETで観測されたMj4.0以上かつ震央距離200km以内の16,562個（データ全体の80%）の上下動成分加速度データ（P波開始から2秒間）である。検証に使用したデータは同条件の4,161個のデータである（学習に使用していない残り20%のデータ）。なお学習用と検証用のデータは無作為に分割している。なお、ここでは検証のため、P波開始時刻は手動で検出したデータを用いている。

ここではニューラルネットワーク法として、畳み込みニューラルネットワーク法（He et al. [2016]）を用いた。これにより推定された震央距離の精度は、対数誤差RMSで約0.25となった。C- Δ 法による震央距離の推定精度は同指標で約0.31であるため、畳み込みニューラルネットワーク法の使用により、精度が約19%向上することが明らかになった。なお岩田・他[2016]は、B- Δ 法（Odaka et al. [2003]）からC- Δ 法へ手法を更新した際、6%程度推定精度が向上することを指摘しているが、本研究ではこれと比較してさらに大きな精度改善が期待される結果を示している。

今後はさらなる震央距離推定手法の改善、震央方位やマグニチュードなどへの適用性の検証、および新幹線早期地震警報システムへの機械学習法の導入に向けた検討を継続する計画である。