

機械学習法を用いた 早期地震検知手法

早期地震警報の精度および即時性向上による地震時の走行列車安全性向上のため、機械学習法を用いた早期地震検知手法の開発を行った。試験用地震計を試作し、連続正常動作を確認した。

研究の背景と目的

- 早期警報用地震計は、地震動と列車振動などのノイズを識別しつつ、被害が想定される場合には可能な限り早く、かつ高い精度で警報を出力する必要がある。そこで、機械学習法を活用した新たな早期地震検知手法の開発を行った。
- 一方、機械学習モデルによる処理は従来に比べて演算負荷が大きくなる場合があり、地震計への実装に向けた課題の一つとなる。そこで、機械学習の特長に基づいて簡略化したフローで実装可能な新しい地震警報手法を提案した。

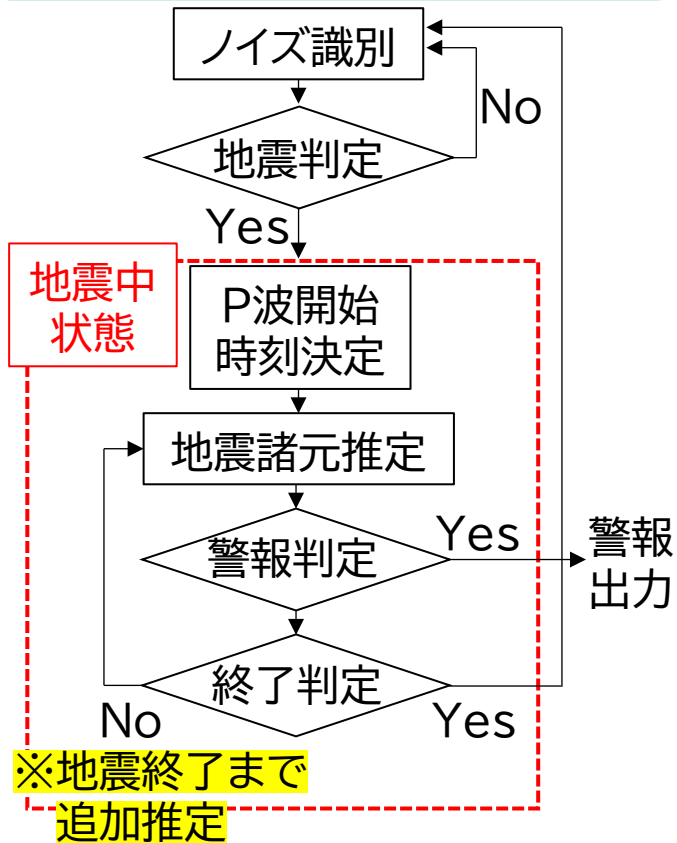
研究成果

- 【成果①】 従来の早期地震検知手法では、ノイズ識別や地震諸元推定などを組み合わせた処理フロー（従来フロー）を用いる。成果①では、従来フローの各処理手法を個別の機械学習モデルに置き換えることで推定精度向上を行った。
- 【成果②】 成果①のアプローチでは、地震時に急激に処理負荷が上昇する課題があった。そこで【成果②】では、従来フローの各処理を統合し、単一の機械学習モデルで警報判定を行う方法を提案した。沿線S波警報のしきい値超過を予測する機械学習モデルを構築し、しきい値超過の予測精度、ならびに警報の即時性が高いことを確認した。さらに、単一モデルによって警報判定までを完結する処理が可能であり、地震計への実装も容易である。
- 【成果③】 構築した機械学習モデルを実装した試験用地震計を開発した。動作確認試験を実施し、半年間以上の連続正常動作を確認した。

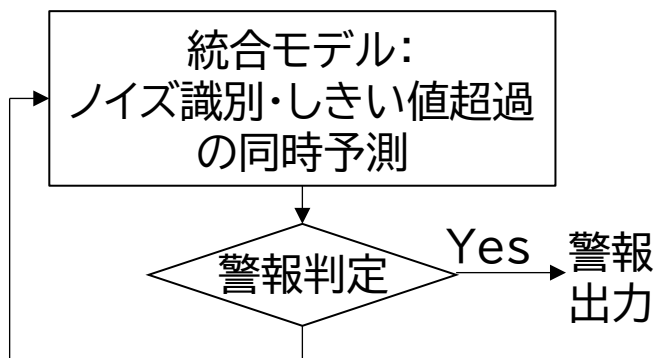
今後の展開

- 2025～2027年度実施の研究テーマにより、新幹線システムに導入可能な早期警報用地震計の開発を目指す。

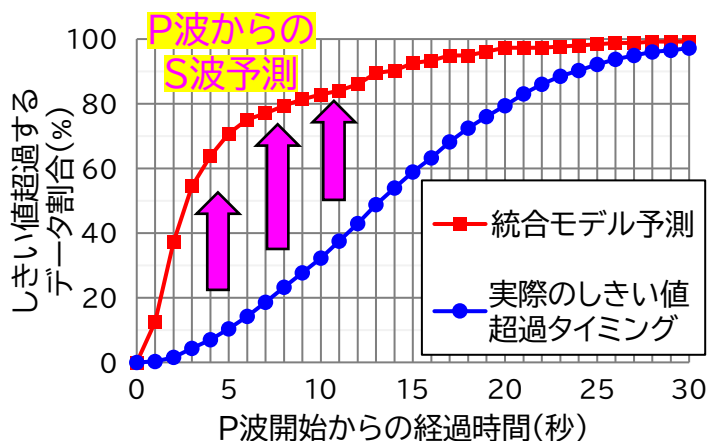
早期地震検知手法の 従来処理フロー【成果①】



処理を統合させた機械学習 モデルによる処理フロー【成果②】



統合機械学習モデルによる 警報出力タイミング【成果②】



ノイズ識別精度【成果①】

	旧手法 (B-Δ 地震計)	現行手法 (C-Δ 地震計)	機械 学習法 (LSTM)
非地震動	90.0%	90.0%	98.2%
地震動	82.4%	89.8%	98.2%

精度は、再現率(Recall)。
「非地震動」には、常時微動および
列車振動を含む。

統合機械学習モデル による識別精度【成果②】

データ種別	統合モデル予測
しきい値超過 ありの地震動	99.6%のデータで 超過あり判定 (警報出力)
しきい値超過 なしの地震動	88.6%のデータで 超過なし判定
非地震動(常時 微動および列車 振動)	99.9996%のデータ で超過なし判定 (ノイズ判定)

精度は、再現率(Recall)。

日野土木実験所での試験用地震計の 動作確認試験の様子【成果③】

