

光ファイバーセンシング技術 (DAS)の鉄道地震防災への活用

鉄道沿線の既設光ケーブルによるDASで、地震発生直後に即時かつ高精度に震源及びマグニチュードを推定するとともに、沿線の地震動加速度を高密度に把握できる手法を開発しました。

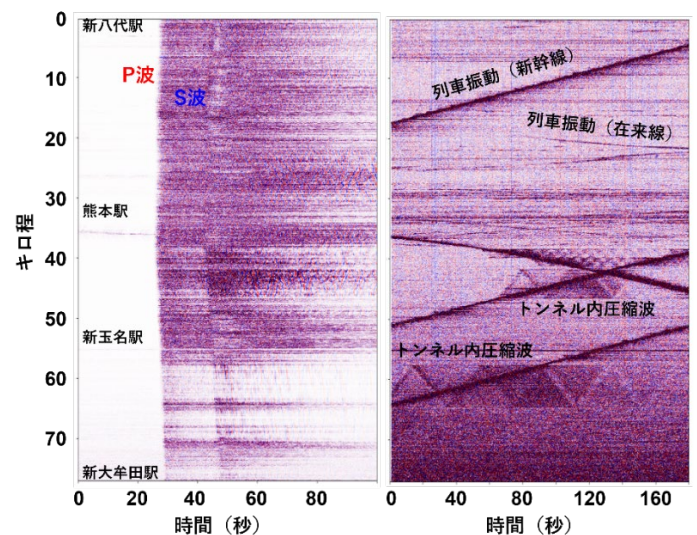
研究の背景と目的

- 従来の鉄道における地震観測システムは、沿線に数十kmごとに地震計を配置し、地震波の到来や沿線の揺れの分布を把握しています。
- 本手法により、鉄道沿線等の既設通信用光ファイバーケーブルを地震動を捉えるひずみセンサーとして活用することで、即時性と精度を両立した地震警報の発令や、鉄道沿線の揺れの高密度な把握による早期の運転再開判断支援が可能となります。

研究成果

- DASを用いた早期地震警報手法を開発**しました。多数のデータを用いた震源推定結果を逐次更新することにより即時性確保および精度向上に成功し、最初のP波検知から2秒以内に震源を推定できます。推定した震源は、気象庁の詳しい震源と比べても、**誤差10～30km程度の精度を保持**しています。また、DASの振幅情報を補正しマグニチュードの**誤差 ± 0.5 程度**を達成しました。
- 構造物応答やケーブルカップリング(密着度合い)を補正する手法を開発し、**DASで取得したひずみ速度から地表面加速度を高密度に、倍半分程度の精度で推定することに成功**しました。

DASで取得した地震波(左)と列車振動(右)

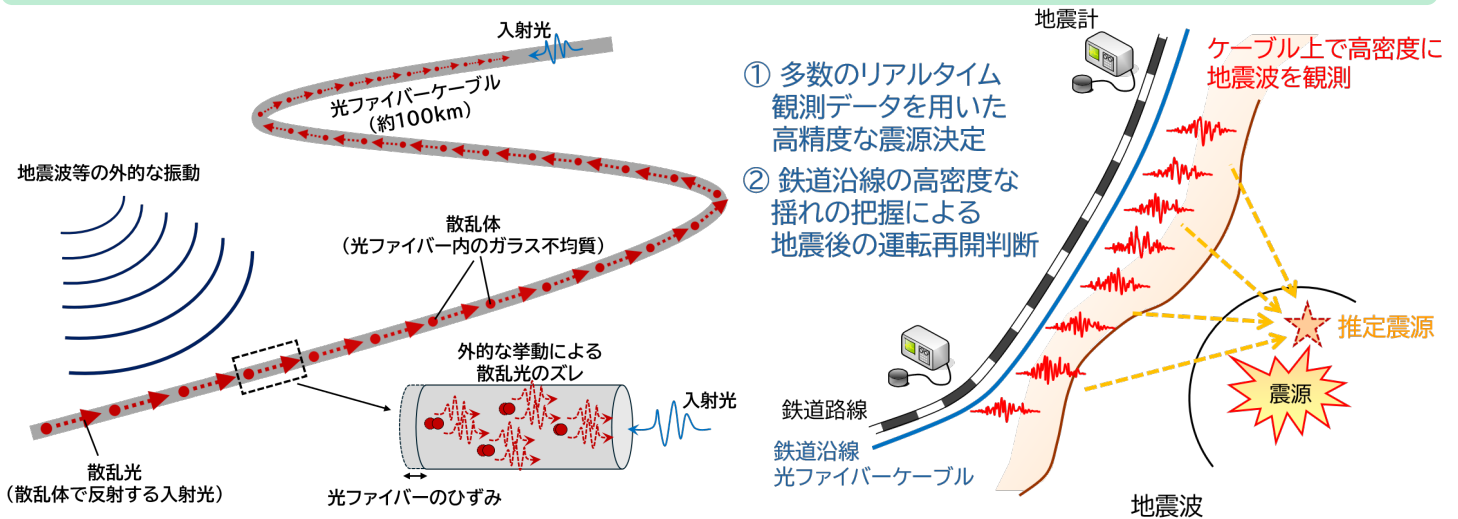


今後の展開

- 2026～2028年度実施の研究テーマにおいて、早期地震警報と運転再開判断支援を一体化したDASによる鉄道用地震防災システムの開発・導入に向け、現場での検証試験を行うとともに、**リアルタイム稼働システムのプロトタイプを構築**します。

本研究の一部は、国土交通省の鉄道技術開発費補助金を受けて実施しました。特許第7764345号、特開2024-172157,特開2025-151343,特開2025-158726,特願2025-085106

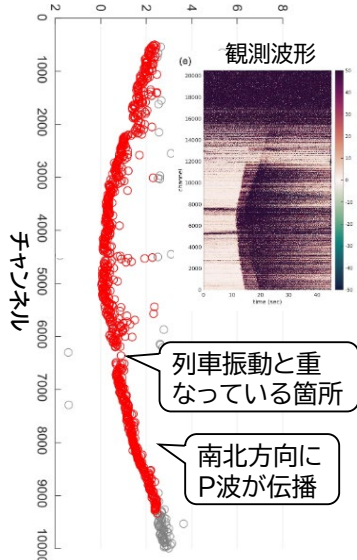
光ケーブルを活用したセンシング技術(DAS)と鉄道地震防災への活用



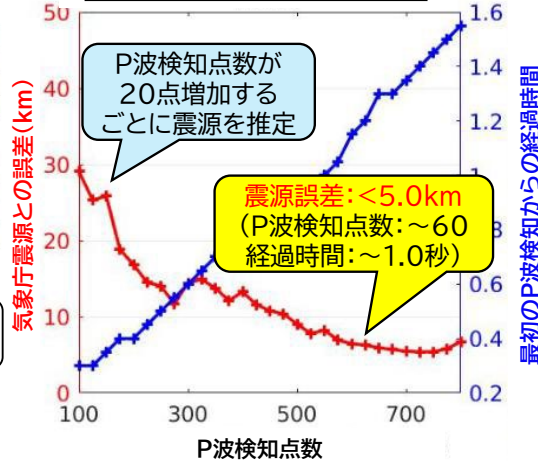
DASによる即時的かつ高精度な早期地震警報手法

DASによるP波検知

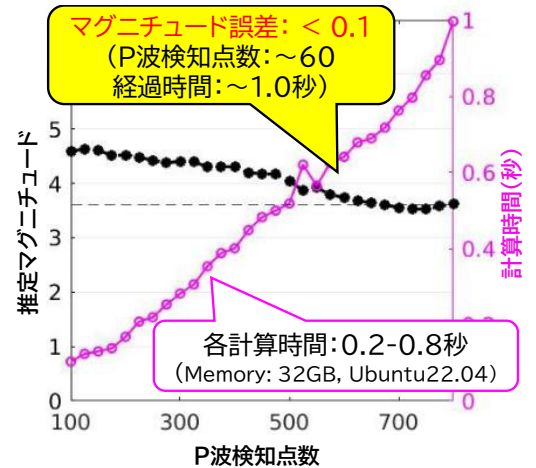
最初P波検知からの時間経過(秒)



震源誤差推移と時間経過



推定マグニチュードの時間変化と計算時間推移



高密度な地表面加速度把握: カップリング(左)と構造物応答(右)の補正

