

11 - 8 情報科学を活用した地震調査研究 - 背景と現況 -

Earthquake Research Utilizing Information Science -Background and Current Status-

東京大学地震研究所

Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

21 世紀初頭に始まった第三次人工知能 (AI) ブームは留まることを知らず、各分野において AI は普遍的な手法となりつつある。地震学においても 2017 ~ 2018 年頃から急速に AI が浸透し¹⁾、地震波形連続データからの地震波検測²⁾³⁾、初動極性の自動判定⁴⁾、地震波伝播や地殻変動の物理シミュレーションの代替モデルの構築⁵⁾⁶⁾などに応用展開されている。わが国では、2017 年より AI をはじめとする最先端情報科学技術の活用により地震研究を発展させるための大型プロジェクトが複数実施されており、今では「情報×地震」が一分野として形成されたと言っても過言ではない。

科学技術振興機構 CREST 研究課題「次世代地震計測と最先端ベイズ統計学との融合によるインテリジェント地震波動解析」(研究代表者: 平田直, 研究期間: 2017 ~ 2022 年度) は、東京大学を中心に構築された情報科学と地震学の専門家の人的ネットワークの下、地震研究に資する多数の情報科学技術を創出し、わが国における「情報×地震」分野の創成に大きく寄与した。その後、国内 5 機関を中心に実施された文部科学省「情報科学を活用した地震調査研究プロジェクト」(STAR-E プロジェクト) によって「情報×地震」分野は全国に展開され、東京大学研究課題「人工知能と自然知能の対話・協働による地震研究の新展開」(研究代表者: 長尾大道) では、地震波検測⁷⁾⁸⁾、不確実性評価付き初動極性判定⁹⁾、歴史記象からの低周波微動検出¹⁰⁾などのための種々の深層学習モデルを開発した。後継プロジェクトとして発足した文部科学省「情報科学を活用した地震活動・地震動評価技術の高度化」(STAR-E NEXT プロジェクト) (研究代表者: 長尾大道, 研究期間: 2026 ~ 2030 年度) には国内 10 機関以上が参画し (第 1 図)、これまでに開発した「情報×地震」技術の現業機関への展開、さらにはわが国が世界の「情報×地震」分野をリードしていくことが期待されている (第 2 図)。

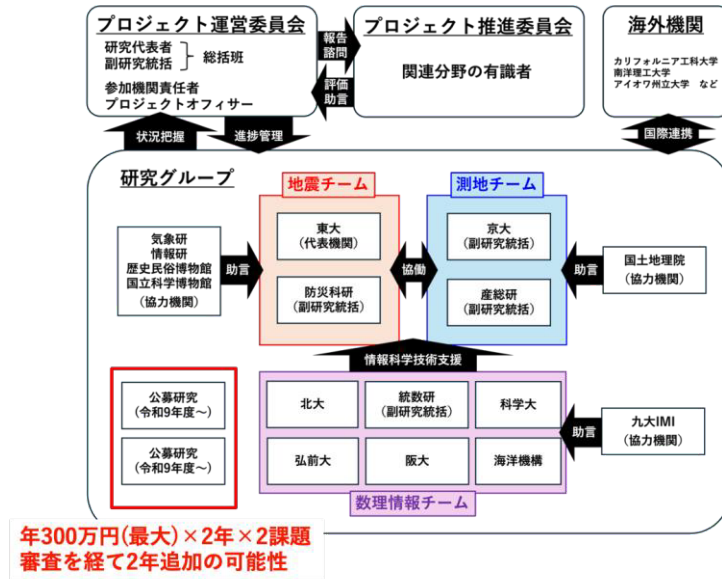
平田 直・長尾 大道

HIRATA Naoshi, NAGAO Hiromichi

参考文献

- 1) Mousavi and Beroza (2022), *Science*, **377**, eabm4470. Deep-learning seismology.
- 2) Ross et al. (2018), *Bull. Seismol. Soc. Am.*, **108** (5A), 2894-2901. Generalized seismic phase detection with deep learning.
- 3) Zhu and Beroza (2018), *Geophys. J. Int.*, **216** (1), 261-273. PhaseNet: a deep-neural-network-based seismic arrival-time picking method.
- 4) Uchide (2020), *Geophys. J. Int.*, **223** (3), 1658-1671. Focal mechanisms of small earthquakes beneath the Japanese islands based on first-motion polarities picked using deep learning.
- 5) Zou et al. (2024), *Geophys. J. Int.*, **239** (3), 1469-1484. Deep neural Helmholtz operators for 3-D elastic wave propagation and inversion.

- 6) Okazaki et al. (2025), *J. Geophys. Res. Machine Learning and Computation*, **2**, e2024JH000474. Physics-informed deep learning for forward and inverse modeling of inplane crustal deformation.
- 7) Tokuda and Nagao (2023), *Geophys. J. Int.*, **235**(2), 1163-1182. Seismic-phase detection using multiple deep learning models for global and local representations of waveforms.
- 8) Katoh et al. (2025), *Earth Planets Space*, **77**, 118. SegPhase: Development of arrival time picking models for Japan' s seismic network using the hierarchical vision transformer.
- 9) Katoh et al. (2025), *Geophys. J. Int.*, **243**(1), ggaf324. PoViT-UQ: P-wave polarity and arrival time determination using vision transformer with uncertainty quantification.
- 10) Kaneko et al. (2023), *J. Geophys. Res. Solid Earth*, **128**(2). Detection of deep low-frequency tremors from continuous paper records at a station in southwest Japan about 50 years ago based on convolutional neural network.



研究代表者
長尾大道 (東京大学地震研究所)

副研究統括
久保久彦 (防災科学技術研究所)
※定例会担当
加納将行 (京都大学防災研究所)
※若手研究者合同勉強会担当
今西和俊 (産業技術総合研究所)
※地震調査委員会連携担当
矢野恵佑 (統計数理研究所)
※学会セッション企画戦略担当

参加機関責任者
寺田吉彦 (大阪大学基礎工学研究科)
宮武勇登 (大阪大学D3センター)
宮本崇 (東京科学大学)
直井誠 (北海道大学)
平野史朗 (弘前大学)
縣亮一郎 (海洋研究開発機構)

第 1 図 文部科学省 STAR-E NEXT プロジェクト実施体制図。

Fig. 1 Research organization of the MEXT STAR-E NEXT Project.

・背景

地震分野に人工知能が導入されてから10年近くが経とうとしており、これまでに開発された「情報×地震」技術の垂直・水平展開が期待されている。

・目的

最先端情報科学技術によって、過去・現在・未来の地震関連現象を超高時空間解像度で描像し、「情報×地震」分野を世界的にリードする。

・実施しようとする研究内容

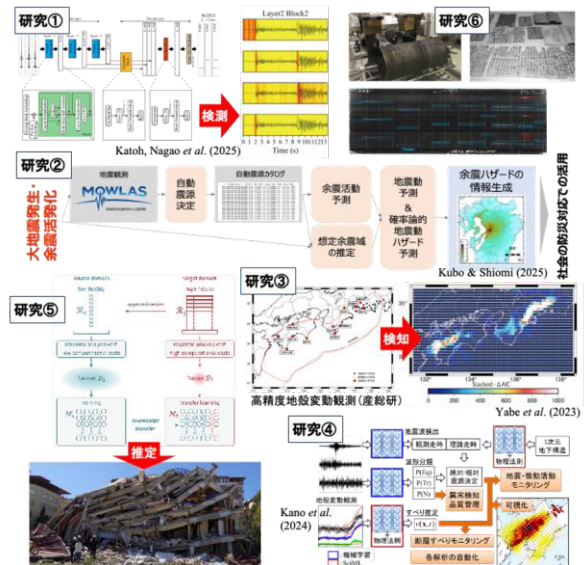
- ①地震・スロー地震のイベントカタログ作成技術の高度化
- ②大地震の影響を考慮した地震活動および地震ハザードの短中長期評価の高度化
- ③微弱地殻変動検出のための測地データ自動解析手法の開発
- ④断層すべり等の高度な推移予測モデルの開発
- ⑤被害予測に向けた地震動伝播予測技術の開発
- ⑥歴史記録や歴史資料から過去の地震関連現象や知見を発見する情報科学技術の開発
- ⑦次世代型科学的AI技術の開発
- ⑧未知の地震関連現象を発見するための情報科学技術の開発
- ⑨「情報×地震」分野の国際連携強化と若手人材育成

・研究の手法・進め方

参加機関を地震・測地・数理情報の3チームに分け、有機的なチーム間連携により各研究項目を推進する。各種委員会および研究代表者・副研究統括で構成する総括班により、プロジェクト全体の進捗管理を行う。

・見込まれる成果（社会実装等）の概要

地震発生直後のAIデータ解析に基づく地震調査委員会への情報提供、およびAI地震動伝播予測に基づく各種構造物の被害推定など。



第 2 図 文部科学省 STAR-E NEXT プロジェクト実施概要。

Fig. 2 Overview of the MEXT STAR-E NEXT Project.