

（令和 3 ～ 7 年度事業）

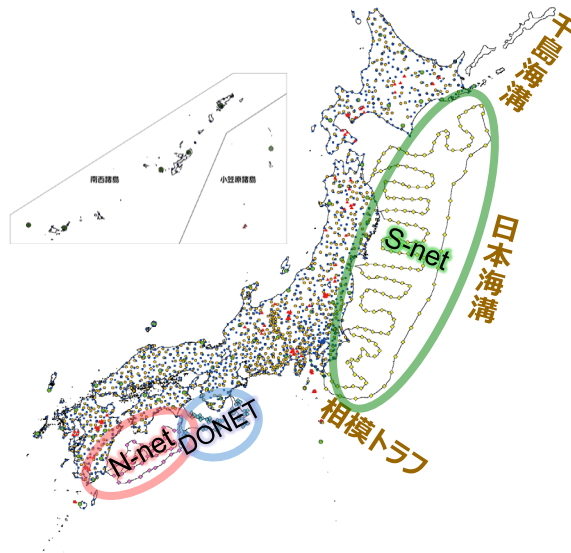
**情報科学を活用した地震調査研究プロジェクト
これまでの取組・成果と今後の課題**

学術調査官 / 東京大学 准教授 五十嵐 俊博

地震調査研究推進本部30年間の主な成果

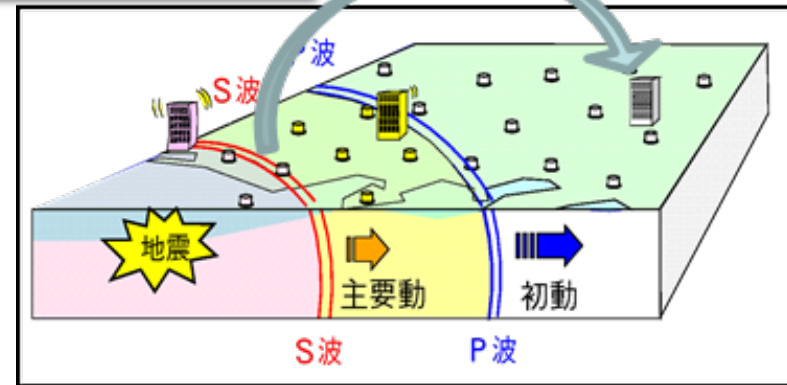
- 総合基本施策等に基づき、観測網の整備、調査観測・研究を推進するとともに、長期評価、地震動予測地図をはじめとした地震に関する総合的評価を実施。

観測網の整備



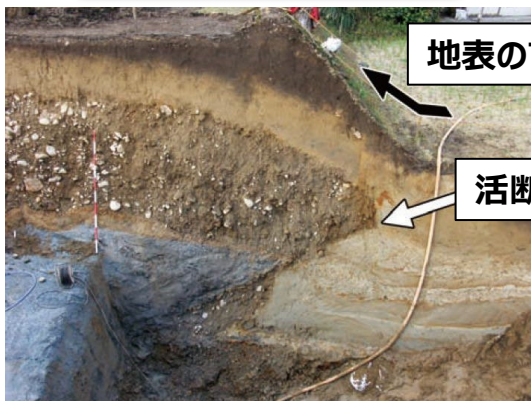
陸域に稠密かつ均質な
基盤観測網を整備
海域にも観測網を展開

緊急地震速報



緊急地震速報の根幹となる即時震源推定技術を確立

活断層調査など



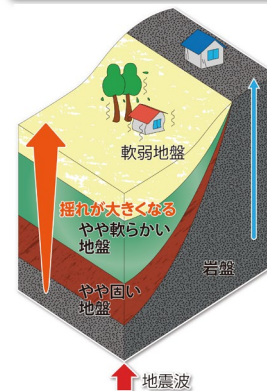
過去の地震発生履歴等を調査

長期評価



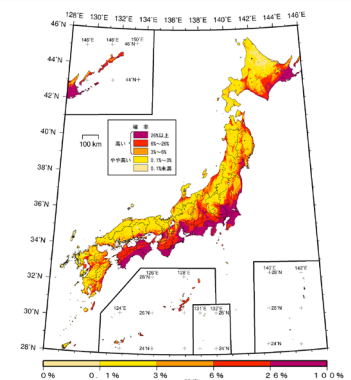
地震の規模や地震の
発生確率を予測

地下構造



地盤の揺れやすさ
のデータを整備

地震動予測地図



地震による強い揺れに
見舞われる可能性を評価

地震調査研究の現状と事業の目的

STAR-Eプロジェクト: Seismology TowArD Research innovation with data of Earthquake

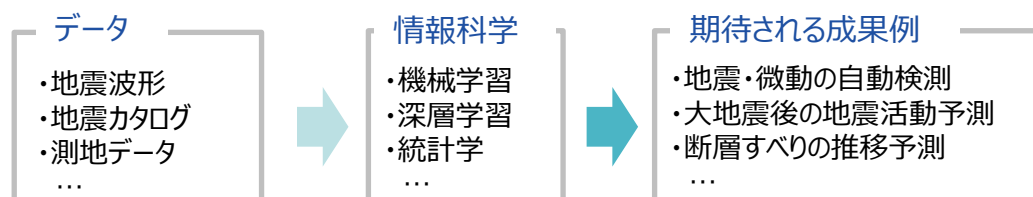
- 地震調査研究推進本部の発足（平成7年）以来、全国稠密な地震計の設置、全国地震動予測地図の作成等、防災に資する調査研究を推進してきている。
- 【地震調査研究の基本計画（第3期目／令和元年5月）】①これまでの地震調査研究の成果により集められた多様かつ大規模なデータが、十分に活用されているとは言えない状況。②地震調査研究の分野においても、IoT・ビッグデータ・AIといった情報科学分野の科学技術を活用することが重要。
- 従来からの地震調査研究に情報科学を採り入れた新たな展開を促進し、地震学に革新的知見をもたらすため、これまで蓄積されてきたデータをもとに、最新の情報科学を活用した調査研究等を行う。その際、地震学の次代を担う若手研究者の育成も視野に、プロジェクト外の研究者への広報・周知を図る。

事業概要

情報科学×地震学

情報科学と地震学が融合した研究テーマを公募、蓄積してきた莫大なデータ等を活用した新たな地震調査研究を支援するとともに、「情報科学×地震学」研究分野全体の発展を目指す。

情報科学を活用した地震調査研究イメージ

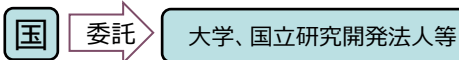


採択研究課題 革新的・独創的な研究テーマを掲げた5課題を採択

- ・ 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（東京大学）
- ・ 信号処理と機械学習を活用した地震波形ビッグデータ解析による地下断層の探索（産業技術総合研究所）
- ・ データ同化断層すべりモニタリングに向けた測地データ解析の革新（東北大学）
- ・ 地震データの不完全性に対応した地震活動およびそれにもなう揺れの準リアルタイム時空間予測に関する研究開発（防災科学技術研究所）
- ・ 長期から即時までの時空間予測とモニタリングの新展開（統計数理研究所）

事業スキーム

委託先機関：大学・国立研究開発法人等
事業期間：令和3～7年度



関連する主な政策文書

- ・『国土強靱化基本計画』（R5.7.28 閣議決定）
先端的な情報科学を用いた地震研究の高度化を進める

プロジェクト実施体制

PM：プロジェクトマネージャー
PO：プロジェクトオフィサー
TA：テクニカルアドバイザー

プロジェクト運営委員会（PM, PO）

…プロジェクト運営方針の決定



研究進捗会
(PM, PO, TA)

アドバイザーミーティング
(TA)

採択研究課題の推進

プロジェクトポータル

研究フォーラム
(外部有識者講演会)

若手研究者向け
イベント

採択外研究者も含めた支援

「情報科学×地震学」分野全体の発展

- ・『地震調査研究の推進について』（R元.5.31 地震調査研究推進本部）
記載：近年のIoT、ビッグデータ、AIといった情報科学分野を含む科学技術の著しい進展も踏まえ、従来の技術による調査研究に加え、新たな科学技術を活用して、防災・減災の観点から社会に対して更なる貢献をしていくことが期待されている。

R6年度までの主な研究成果と課題等（地震検出、発生確率予測等）

課題1：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（東京大学地震研究所）

最終年度・将来

背景

主な取組

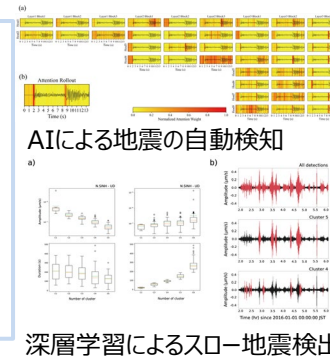
これまでの主な成果

地球内部の様々な要因の震動のうち、**地震動を自動的に分類・検出する技術が不十分**。

- ①人工知能による地震波の検知手法の開発
- ②人間の頭脳に基づく従来の地震波の検知技術の高度化
- ①と②の両方を比較・検証。

- AI技術により**地震多発時も迅速な地震の自動検出**が可能なモデルを開発。
- 深層学習によるスロー地震の自動検出モデルを開発。

・AIによる地震の自動検出モデルおよび深層学習によるスロー地震の自動検出の検証
（任意の観測点の地震波形データを使った性能検証による地震検出の高精度化）



課題4：地震データの不完全性に対応した地震活動およびそれともなう揺れの準リアルタイム時空間予測に関する研究開発（防災科学技術研究所）

背景

主な取組

これまでの主な成果

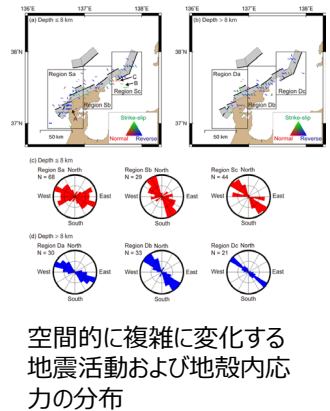
最終年度・将来

大地震の直後は、大きな揺れに小さな揺れが埋没し、**観測データが不完全になり、地震の発生予測に影響**。

情報科学の知見を、地震観測データや地震学・地震工学の専門知識と組み合わせ、大地震直後の地震などの発生予測手法を開発。

- 地震多発時にも時空間での地震の発生確率を迅速に予測**するモデルを開発。
- 従来困難だった、データ数がないときの、**観測点ごとの揺れの特性**を示せる可能性。

・地震多発時にも**時空間での地震発生確率を迅速に予測**。
 ・**任意の観測点の地震動**（揺れの特性や波形）の**予測**。



課題5：長期から即時までの時空間予測とモニタリングの新展開（統計数理研究所）

背景

主な取組

これまでの主な成果

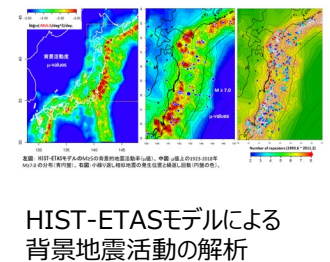
最終年度・将来

地震は地域によって特性のある複雑な現象のため、**予測が難しい**。特に、一つの地震だけで大地震発生の確率を予測することは困難。

地震発生時に、同時に複数事象・要素を観測・シミュレーションすることで、地震の予測精度を高める手法を開発。

- 地球規模の地震を直接解析するシミュレーションモデルを開発。
- 海外のデータや多様なデータを活用した解析のノウハウを蓄積。
- 標準的ETASモデルに**外部励起要因を考量する解析モデル**を開発。

・多様なデータを扱う解析について、蓄積したノウハウを共有し、情報科学を活用した地震調査研究分野へ貢献。



R6年度までの主な研究成果と課題等（断層、地殻変動関連）

課題2：信号処理と機械学習を活用した地震波形ビッグデータ解析による地下断層の探索（産業技術総合研究所）

背景

内陸地震は地下の活断層によって生じるため、断層の位置や規模を知ることが重要だが、**深部の断層は観測が難しく十分に分かっていない。**

主な取組

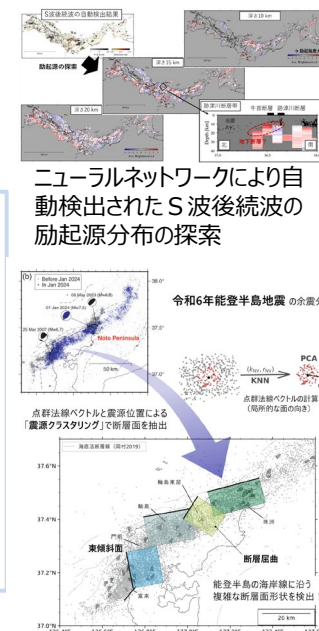
通常と異なる形で地震波が観測される事例では、地下の断層が影響していると考えられているため、特殊な地震波を用いて断層の形状の把握を目指す。

これまでの主な成果

- 後続波**の検出で従来は困難とされていた、**複数の連結・連動する断層を推定**できる解析モデルを開発。
- 情報科学を用いて震源の分布から**断層面やその形状**を推定する手法を開発。

最終年度・将来

- ・解析モデルにより推定された断層の**既存断層との比較や、地震学的知見**に照らして考察。
- ・ボーリング調査等が難しかった地下の断層の形状がより明確に把握でき、**ハザードマップの改良や地震発生確率の高精度化**に貢献。



令和6年能登半島地震 (Mw 7.5)の余震分布から断層面検出を行った結果 (Sawaki et al., 2025)

課題3：データ同化断層すべりモニタリングに向けた測地データ解析の革新（東北大学）

背景

現在の測地データには解析等の妨げとなるノイズが含まれており、短期間での断層の動きを計測する場合、この**測地データのノイズを取り除くのが困難。**

主な取組

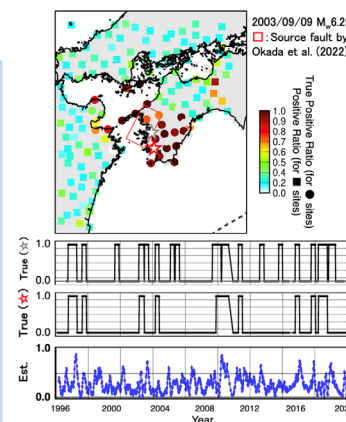
- ・統計学や機械学習を活用し、断層の動きの推定を高度化。
- ・数値シミュレーションに実測データを取り入れることで、短期間での断層の動きを予測する方法を開発。

これまでの主な成果

- 測地データの解析技術を開発し、短期間の測地データから断層の動き（すべり）検出するモデルを開発。
- 四国西部で発生したイベントについて、スリップイベントの把握能力の評価。
- 断層すべりの予測**より詳細な時系列を把握できる可能性を示した。

最終年度・将来

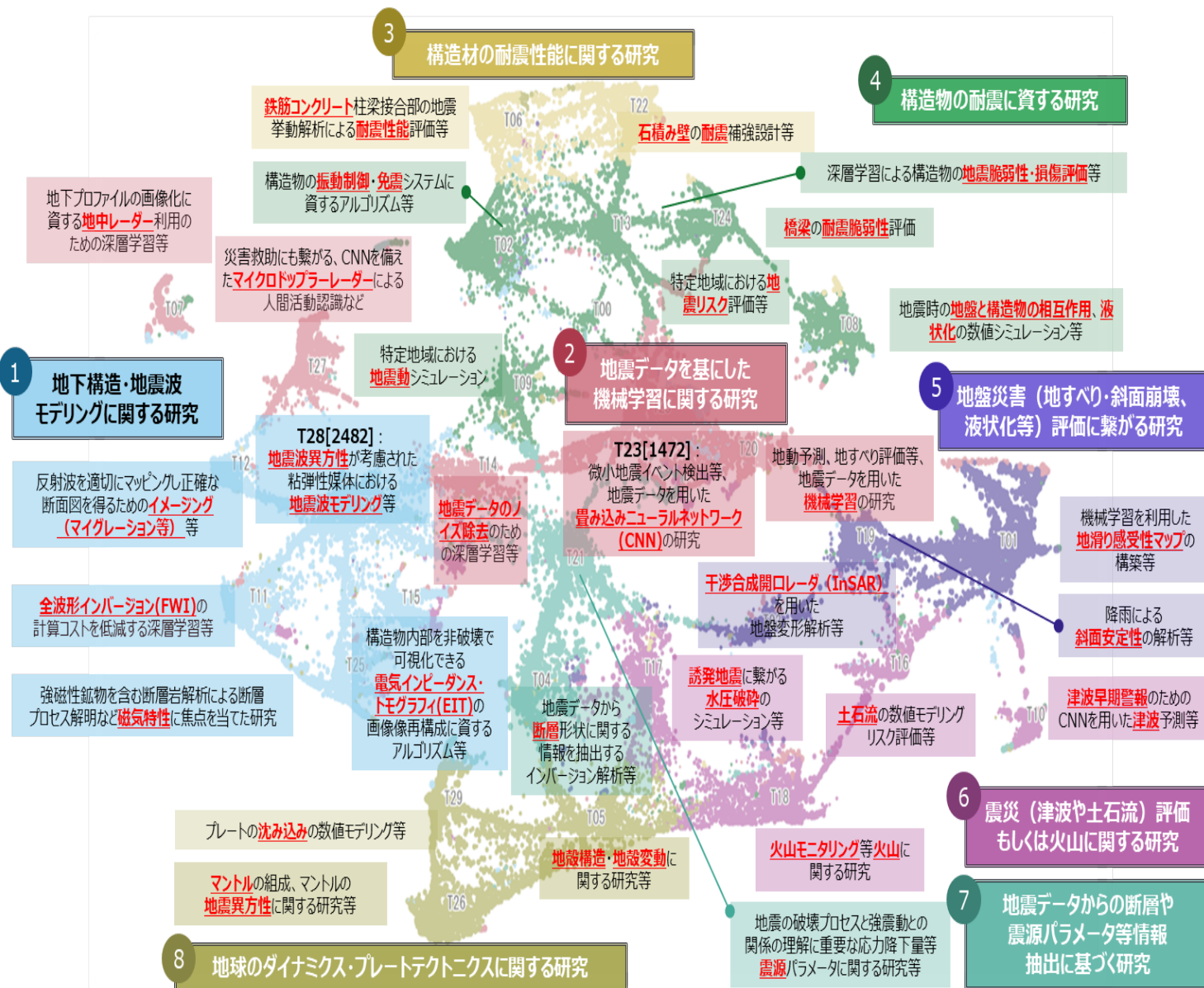
- ・活用・改善検討にむけた実務官庁との意見交換。
- ・測地データに基づいた、プレートの状態や動きの予測、大地震発生にどのような影響を与えるかなどの評価に貢献。



GNSS時系列実データの機械学習による短期的スロースリップイベントの把握能力の評価

R6年度までの主な研究成果（まとめ）

地震学×情報科学分野の世界の論文動向 (日本は、観測データに基づく[4][5][6][7]で論文多数)



【成果 | 解析モデルの開発、分野の確立】

・従来からの地震調査研究に情報科学を取り入れ、地震波の自動検知、地震発生域の時空間での発生予測、断層すべりやそれに伴う地殻変動検知など、**各解析モデルを構築**した。
・観測データを活用した「地震学×情報科学」の分野を確立しつつある。

【課題 | 解析モデルの活用】

・一部成果は、**実務官庁（気象庁・国土地理院）と意見交換を開始**しており、実装にむけた推進が必要である。
・今後、地震本部などでの**活動評価**
・**地震動評価**へ活用が課題である。

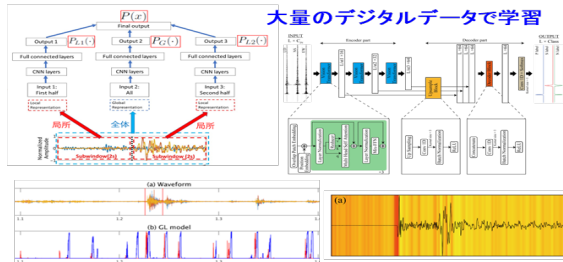
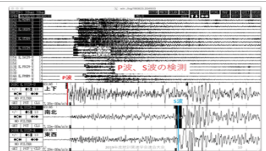
主な研究成果・社会実装に向けた取組例

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：東京大学地震研究所 長尾大道准教授)

地球内部の様々な要因の震動のうち、地震動を自動的に分類・検出する技術が不十分。

波形信号データ

現代の地震計で得られたデジタルデータから、地震波を検出する深層学習モデルを開発



P波・S波の高精度検出や検出結果の可視化が可能に!!

- ①人工知能による地震波の検知手法の開発
- ②人間の頭脳に基づく従来の地震波の検知技術の高度化
- ①と②の両方を比較・検証。

○AI技術で地震と判定した振動が、従来結果と整合することが確認され、地震の自動検出のベースとなる手法が示された。

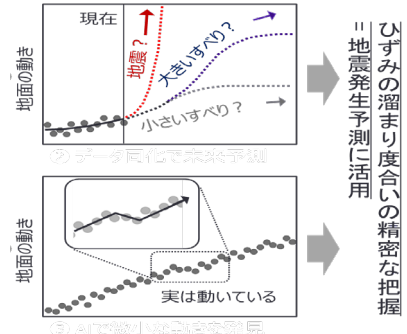
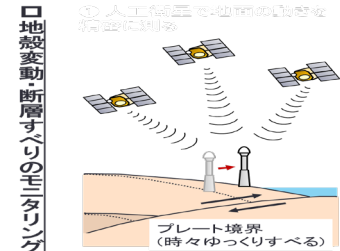
【取組中の課題】

- ・自動検知により地震多発時も迅速な分類・検出（ほぼリアルタイム）。
- 【将来に向けて】
- ・任意の観測点の地震波形データを使った性能検証による地震検出の高精度化。

データ同化断層すべりモニタリングに向けた測地データ解析の革新
(研究代表者：東北大学 加納将行助教)

現在の測地データには解析等の妨げとなるノイズが含まれており、微小な地殻変動の検出や断層の動きの正確な把握が課題。

- ・統計学や機械学習を活用し、地殻変動の検出や断層の動きの推定を高度化。
- ・数値シミュレーションに実測データを取り入れ、短期間での断層の動きを予測する方法を開発。



○測地データの解析技術を開発し、従来は困難であった、短期間の地殻変動（すべり）をより正確に検出することに成功した。

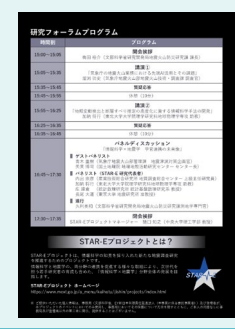
【取組中の課題】

- ・測地データに基づいた、断層の動きの予測、大地震発生にどのような影響を与えるかなどの評価。
- 【将来に向けて】
- ・短期的ゆっくり滑りの検出手法を長期的ゆっくり滑りへ応用・展開

【普及イベント】

第4回研究フォーラム「情報科学×地震学 学官連携の未来像」（昨年12月23日開催）

- 社会実装や実務官庁との連携可能性についてパネルディスカッションを実施
- 実務官庁からの登壇者
 - ・溜瀝功史 気象庁地震火山部地震火山技術・調査課 調査官
 - ・青木重樹 気象庁地震火山部管理課 地震津波対策企画官
 - ・矢来博司 国土地理院地理地殻活動研究センター センター長

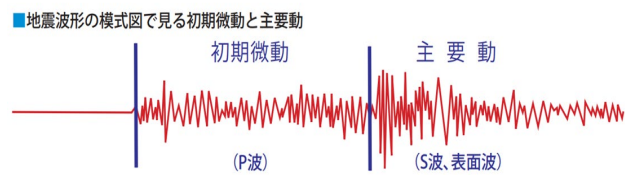


これまでの成果を踏まえたAIの活用可能性（地震活動評価プロセスを例としたイメージ）

例：大地震発生後の地震活動の見通しの評価

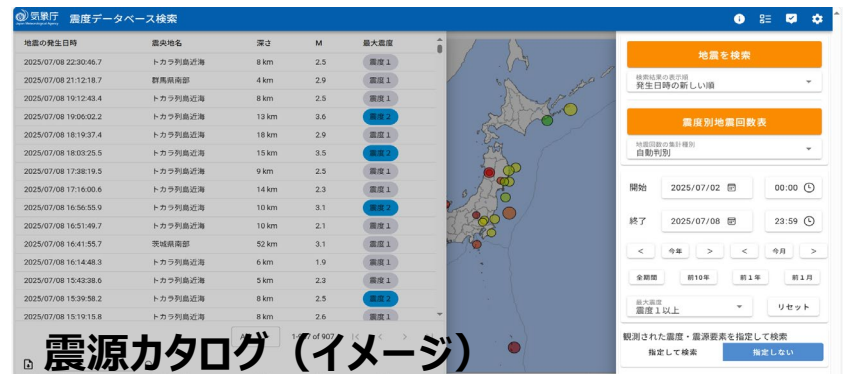
（地震多発時の迅速かつ高精度な地震の把握・今後の見通しの評価にAIを活用？）

Step 1：各地点で観測された地震波形からP波・S波を読み取ることで震源の位置を特定し、日時、場所、深さ、マグニチュードなどの情報をまとめた震源の一覧（震源カタログ）を作成。



【従来】
カタログの作成には相当の時間
（多発時:約1週間～約1年）

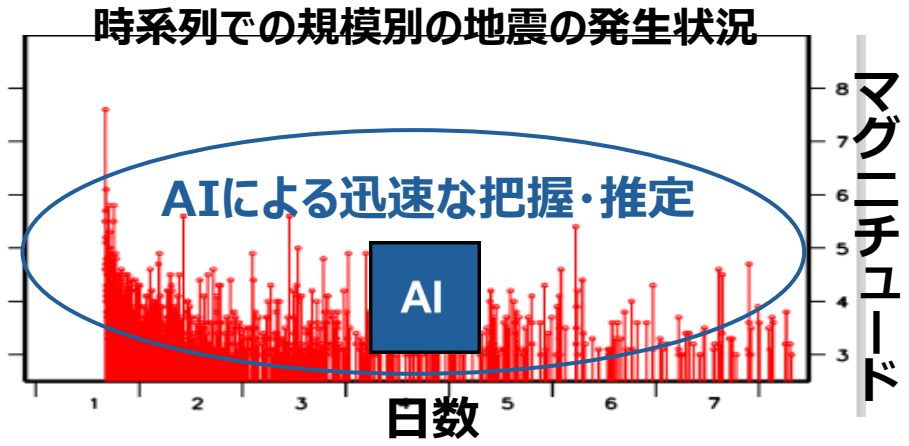
【STAR-Eの成果】
AIを活用することで、
迅速化（24時間以内）の作成が可能に。



Step2：大地震後の震源域内の「地震の大きさ」と「回数」を把握。

【従来】
カタログに基づき把握

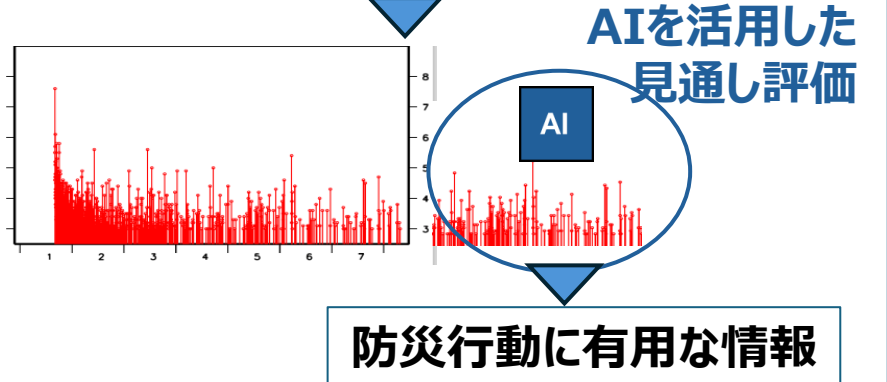
【STAR-Eの成果】
地震多発により従来の
カタログで把握できてい
ない地震も推定



Step 3：大地震後の震源域内において、今後、どれくらいの大きさの地震が発生するか、見通しを評価。

【従来】
発生確率の算出には相当の
時間（約数日）

【STAR-Eの成果】
AIを活用することで、高度化・
迅速化（数分）が可能に。



情報科学を活用した地震調査研究プロジェクト（STAR-E）

情報科学を活用した地震活動・地震動評価の高度化・迅速化にむけて

観測網の充実とその成果

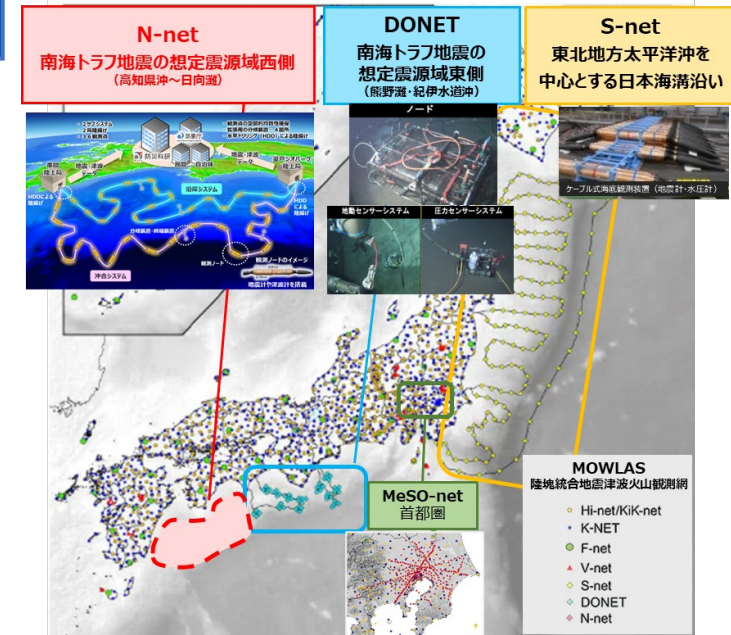
【観測網の充実と信頼度の高い大規模データの取得】

地震調査研究推進本部の発足（平成7年）以来、網羅的な地震観測網（Hi-net, GEONET等、震度観測点等）が整備され、さらに、東日本大震災の後、海底地震・津波観測網（S-net, DONET, N-net等）が整備された。

【成果】

これら観測網による観測データにより、

- ・**防災上**は、震度の即時的把握、緊急地震速報、津波警報などのリアルタイム情報を伝達を可能にし、社会に貢献している。さらに、長期評価にも貢献している。
 - ・**学術的**には、これらのデータを用いて、「低周波地震（微動）、短期的・長期的ゆっくり滑り」が日本で発見され、現在では世界的に研究されている。
- また、かつてノイズとされていた地表の振動データを活用して地殻の構造を調べる手法が開発された。



今後の方向性

- ①これまでの地震調査研究の成果により集められた多様かつ大規模で信頼性の高いデータを、更に徹底活用。
- ②情報科学×地震学の共同研究で、急速に発展している情報科学技術（IoT・ビッグデータ・AI・生成系AI）を導入促進。

【地震分野からの声＝新しい解析手法の重要性】

- ・観測網の整備により、非常に大量で良質な観測データが得られたことで、低周波地震（微動）の発見や、ノイズとされていた地表の震動データを活用した地殻の構造を調べる手法が開発された。
- ・最新の情報科学技術を導入することにより、新しい解析手法が発見され、未知の現象の発見に繋がる可能性が期待できる。

【情報科学分野からの声＝生成AIに関わる最新技術の活用など】

- ・国立研究機関の持つ質の高いデータベースにもとづいた精度高い推論情報提供技術の開発
- ・複数データベース間の統合的解析手法の確立
- ・LLMを通した、これまで開発してきたソースコードの効果的・効率的統合とバージョン管理。