

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)
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



NEWSLETTER

Vol. 03
March 2025

Synergy effect Through Human and Artificial Intelligence Towards New Era in Seismology

トップリーダー対談

見えてきたAIと地震学の連携

～異分野融合が好循環を生む～

$$\begin{aligned}\rho \frac{\partial^2 \mathbf{u}}{\partial t^2} &= (\lambda + 2\mu) \nabla(\nabla \cdot \mathbf{u}) - \mu \nabla \times (\nabla \times \mathbf{u}) + \mathbf{f} \\ L &= - \sum_c \sum_i q_{c,i} \log p_{c,i} \\ (f * g)(t) &= \int_{-\infty}^{\infty} f(\tau) g(t - \tau) d\tau \\ \mathbf{S} = \begin{pmatrix} \Sigma_1 & \dots & 0 \\ \dots & \Sigma_v & \dots \\ 0 & \dots & \Sigma_v \end{pmatrix} & f(\mathbf{M}) = \sum_{k=1}^K w_k \times \text{Wishart}_{\nu_k}(\mathbf{M} | \mathbf{S}_k) \\ \text{Attention}(\mathbf{Q}, \mathbf{K}, \mathbf{V}) &= \text{softmax} \left(\frac{\mathbf{Q}\mathbf{K}^\top}{\sqrt{d_k}} \right) \mathbf{V}\end{aligned}$$



SYNTHA-Seisが先導する 「情報×地震」分野の学際・国際交流

2021年度に出征したSYNTHA-Seisも、ついに着港の時を迎えようとしています。2024年度より、阪大チームの新リーダーとして、情報科学や統計学とその応用研究に数多くの実績がある寺田吉吉先生をお迎えしました。地震分野においても早くも存在感を示しておられ、研究代表者として大変心強い限りです。本号で報告する通り、地震学と情報科学の研究者による共同研究を推進したほか、国際交流協定を締結したカリフォルニア工科大学から3名を東大地震研に招聘し、また本研究課題の若手研究者が同大学に3ヶ月間滞在して共同研究を開始するなど、国内外の「情報×地震」研究者の人的ネットワークを着々と構築しています。最終年度となる2025年度は、人工知能と自然知能の対話・協働によって開発してきた地震データ解析技術を、地震調査研究の現場に提供していきます。「情報×地震」分野の発展と定着を目指すSYNTHA-Seisへのご支援を、最後までどうぞよろしくお願い致します。

博士課程からクラスタリング法を中心とした教師なし学習の統計理論を専門とし、その後、fMRIデータの解析や関数データ解析の研究にも携わってきました。長尾先生のお声がけで初めて地震のデータに触れたのですが、メカニズムが複雑な地震学において、ラベルなしのデータサイエンスは重要課題であり、統計地震学として大変チャレンジングなテーマだと思います。具体的には、観測点のない地点での揺れ予測や即時的被害推定など、情報科学の観点から地震学に貢献できるように励みたいと思います。



研究代表者 長尾大道
東京大学地震研究所 准教授

2002年京大物理学研究科地球惑星科学専攻修了。理学（博士）。日本原子力研究開発機構客員研究員、海洋研究開発機構研究員、統計数理研究所特任准教授を経て、2013年より現職。専門は数理科学と固体地球科学の融合研究。



再委託先機関責任者 寺田吉吉
大阪大学大学院基礎工学研究科 准教授

情報通信研究機構脳情報通信融合研究センター研究員を経て、2016年より大阪大学基礎工学研究科に勤務。2020年より現職。専門分野は統計科学、教師なし学習を中心とした機械学習。

Interview Hiromichi Nagao × Yoshikazu Terada

トップリーダー対談

見えてきたAIと地震学の連携 ～異分野融合が好循環を生む～

研究代表者 長尾大道
東京大学地震研究所 准教授

再委託先機関責任者 寺田吉吉
大阪大学大学院基礎工学研究科 准教授

長尾 このプロジェクトの発足時から寺田先生には研究分担者として関わっていただきました。今回、森川先生から再委託先機関代表を引き継がれて、率直な感想はいかがですか？

寺田 森川先生が再委託先機関代表をされていたことをきっかけに、私自身も地震学に参入する機会を得ました。私は統計学の理論的な部分を研究してきましたが、それをどう応用するのか。統計学の問題自体は応用からくるので、統計学のデータサイエンスの

方法を開発する側として、実際の課題を知ってそこから解決していくプロジェクトの重要な側面に参加できて嬉しく思っています。**長尾** 地震学に関わる前は、どのようなイメージを持っていましたか？

寺田 地震学とは全く接点がなかったのですが、メカニズムがよく分からなかったのですが、メカニズムが難しいというイメージでした、チャレンジングな学問だなと。

長尾 統計学をはじめとする数理・情報系の方々からは、地震研究に軽い気持ちで入

ってきたが、やってみたら思っていたよりも難しかったとよく聞きますが、実際に関わってみてどうですか？手ごわいですか？自分にも何かできそうという感触ですか？

寺田 両方の側面があると思います。自分の専門ではない部分、特に物理系メカニズムは知識がないので難しく、統計学ではまだまだ未開拓の分野です。そこは未だに難しいと感じており、自分がどのように参入できるかわからない部分ですね。ただデータが少ないという問題や単純な平滑化の計算

MESSAGE

Tomoyuki Higuchi

本プロジェクトでは、地震観測データの大規模化・高精度化に対応するためのAI活用による作業の自動化にとどまらず、データ解析のエキスパートの慧眼をAI化することにも注力しています。自動化と知能化を両輪として、現業の作業プロセスの高度化に資する基礎的かつ実用的な手法の開発が着実に進むことを大いに期待しています。さらには、本プロジェクトの成果により、地震のみならずさまざまな自然災害による被害を減ずるシステムが創出されることを願ってやみません。



樋口知之
中央大学理工学部 教授
STAR-E プロジェクトマネージャー



コストの面などは、自分に貢献できる余地があるなと思いました。これはやってみてわかってきたことで、最初から手放しで貢献できるとは思っていませんでした。

長尾 さらに関わっていただけるとしたら、どのようなことができそうですか？

寺田 教師なし学習が重要な役割を担うフェーズがあるのかなと。ラベルなしのデータから意味のあるシグナルの発見するためのツールを作れたら嬉しいですね。

長尾 平田先生も教師なし学習は、かなり手ごわいとおっしゃっていました。そのようなツールができたらかなり強力ですね。

寺田 その他にも、余震時間分布推定については、計算コストの問題を解決し、推定の安定、妥当性を担保できるように拡張したいと思っています。波動場イメージングに使用した高速平滑化手法は、時空間データとくに低周波の動きであれば地震学以外にも活用できる汎用性の高い方法です。

長尾 現在はまだ地震予知は無理ですが、高速に地震計のデータの解析ができれば、地震波動場予測として社会に情報を発信できます。揺れの予測を高速に推定する技術は社会実装までできそうですか？

寺田 できれば自分の作った手法が社会実装されるところまで行きたいですが、自分一人ではできません。関連する研究者や現場の技術者との連携が不可欠です。

長尾 私はずっと地震学者と統計学者の人的ネットワーク構築に尽力してきましたが、今回はその連携がうまくいっているなど

感じます。社会実装は、さらに現業の方を加える必要がありますが、寺田先生のような数理統計学者に大にご言頂いて、基礎から社会実装までの一気通貫型のしくみを構築したいと思っています。基礎研究だけで終わらせるのはもったいないので。

寺田 社会に役に立っている実感が得られるのは、研究者として嬉しいです。自分もそういうのが好きなので。

長尾 ところで今年のノーベル賞で人工知能(AI)に関係するテーマの研究が受賞しました。衝撃でしたね。

寺田 本当に驚きました。物理学賞と化学賞ですからね。ある種のターニングポイントですね。大規模言語モデルを筆頭にAIが日常生活に入り込んできている。想定より5年くらい早い感覚です。今後、どのようにうまくAIを活用していくのかを前提にして考えていかないといけないのかなと思っています。

長尾 AIに関する基礎研究は昔から実施されていましたが、それだけだとなかなか評価を受けない。基礎研究から応用研究を経て社会実装、つまり我々の社会生活に繋がって初めて評価を受ける。また、日本は基礎研究から社会実装に至るまでの距離がまだかなり遠いという印象を受けます。基礎研究と応用研究がすぐに連携できる仕組みを、さらに強化した方がいいのかなと感じます。

寺田 今の新しい技術は常に応用と結びついている。生成モデルは新しいデータモデルの考えで、AIの開発をしている人もどんなアウトプットがあるのかを考えるのが重要です。今の基礎的な研究が何十年後かに重要視されるかもしれないので。

長尾 ここでも社会実装までの橋渡しが必要ですね。ほかに課題はありますか？

寺田 AIブームではあるけれど、クラシカルな問題として、地震データは足りていない部分があります。

長尾 同感です。そこにAIの力を使いたい

のです。どのような観測データが新たに必要かをAIが分析し、未取得の観測データをAIが予測して、それをまたAIが解析するという循環ができると良いなと思います。また、AIのもう一つ大きな課題として、AIは答えは教えてくれるが、思考過程は教えてくれないという点があります。地震波形から地震関連イベントを検出するAIを開発する研究者もいますが、物理的な解釈に重きを置く地震研究者もいる。AIはこのことにどう応えていけるのでしょうか。

寺田 AIは部分的にどこに注目して検出したのかは示せるけど、背後のメカニズムの説明にはまだ至っていないですね。AI分野ではXAIが盛り上がっていますが、多くの手法は局所的な線形モデルを用いた説明にとどまり、システム全体の振る舞いを解釈するには不十分であるのが現状です。特に地震は物理的な動きなので、数値解析やモデルの性質解析をしている人達と協力してやっていかないといけないのかなと思います。

長尾 今後は、地震学だけでなく火山学などの他の分野にも展開できるよう、手法を改良していきたいと思っています。まずは、技術としてすでにある教師なし学習を取り入れる。そして地震学の人たちの「なぜ」に答えられるようなイノベーションと一緒に考えていきたいと思っています。

寺田 一緒に盛り上げていきましょう。





01 混合ウィシャートモデルに基づく マルチプル・クラスタリングによる 低周波地震検出のための観測点選択

近年、地震学において、通常地震波よりも周波数の低い微小地震（以下、低周波地震）が注目されています。低周波地震は通常地震よりもゆっくりと振動し、継続時間が長い特徴を持っています。地震を起こす断層がゆっくり滑ることと関連していると考えられ、特に、プレート境界上で発生する低周波地震は大地震を引き起こすひずみ蓄積との関係が指摘されています。しかし、観測される地震波形の振幅は小さく、1つの観測点で検出することは容易ではありません。したがって低周波地震を効果的に検出するには、複数観測点の波形データを同時に解析する必要があります。理想的には、低周波地震ごとに必要十分な数の観測点を選択して検出すればよいわけですが、予め、そうした観測点を特定することは困難で、そのための手法は確立されていません。本研究では、低周波地震分類という新しい視点からこうした観測点選択の問題に取り組みました。

具体的には、低周波地震が発生した際に特定の観測点間の地震波形の類似度（クロス相関）が高くなることに着目し、「マルチプル・クラスタリング」と呼ばれる機械学習法を用いて、低周波地震検出のための観測点選択を試みました（文献1）。マルチプル・クラスタリング手法の特徴は、複数の低周波地震イベント間で地震波形の類似性を示す観測点群、及びイベント分類モデルを同時に推定することができる点です。図1にこの手法についての模式図を示しました。この図では赤三角が観測点を表し、観測点間の波形類似度が高い観測点間を青線で結んでいます。例えば、観測点A、B、D、Eを選択すれば、地震EQ1、EQ2、EQ3、EQ4が検出でき、観測点C、Fを選択すれば地震EQ5とEQ6が検出できること示しています。実際の低周波地震から得られるデータ

徳田智磯

東京大学地震研究所 特任助教

2012年ルーヴェン大学博士課程 (PhD in Psychology) 修了後、沖縄科学技術大学院大学、国際電気通信基礎技術研究所 (ATR) において神経科学データの解析手法開発に携わる。2022年度より現職。



では、このような観測点と低周波地震イベントの関係が模式図ほど明瞭であるとは限りませんが、マルチプル・クラスタリング手法を用いることによりデータから最適な観測点群の組み合わせ、及び複数の低周波地震クラスタを推定することができます。この手法は神経科学分野におけるクラスタ分析のために開発され、MRI脳画像データを用いた精神疾患分類に応用されました（文献2）。神経科学と地震学という全く異なる分野であるにもかかわらず、解析対象を抽象化した数式表現では同じ問題設定になっていることから、こうした異分野間で同様の手法が適用できることになります。

この解析では、2015年に東北地方の88観測点で観測された173低周波地震に対して10分間の波形データ（スペクトログラム）を用いました。観測点間の波形類似度を算出し、マルチプル・クラスタリング手法を適用したところ、11の観測点群に分けられることがわかりました（図2）。その中には低周波地震をうまく検出できないような観測点群（例えば、図2の観測点群4）もありましたが、観測点群と検出された低周波地震の位置は概ね対応しており（例えば、観測点群1）、適切に観測点選択がなされていることがわかりました。さらに興味深い点は、イベント分類モデルによって複数の低周波地震クラスタを同定できたことです。こうしたクラスタは背後にある低周波地震発生メカニズムと関係している可能性があります。今後は、この手法をさらに精緻化させるとともに、選択された観測点群、及び得られた低周波地震分類モデルを用いて、これまで地震カタログに記録されていない低周波地震の検出を行うとともに、クラスタの背後にある低周波地震発生メカニズムの違いを検証していければと思っています。

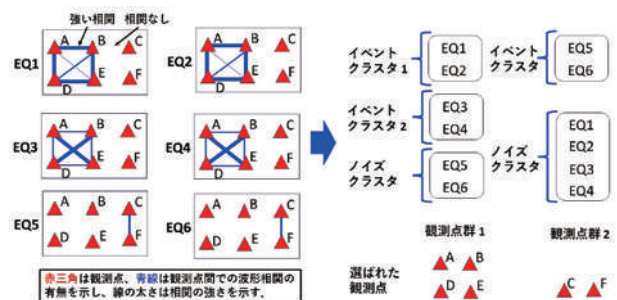


図1: マルチプル・クラスタリング手法の模式図。観測点A-F、地震イベントEQ1-6について、波形相関のある観測点群（青線で結ばれた観測点）を同定し、対応する地震イベントとノイズの分類を行う。例えば、観測点群1（観測点A、B、D、E）において、EQ1、EQ2、EQ3、EQ4はA、B、D、E間で波形相関があるため地震イベントに分類する。さらに、相関のパターンによってイベントクラスタ1（EQ1、EQ2）、及びイベントクラスタ2（EQ3、EQ4）に細分類する。一方、EQ5、EQ6は波形相関がないためノイズに分類する。同様にして、観測点群2（観測点C、F）では、EQ5、EQ6をイベントクラスタに分類し、EQ1、EQ2、EQ3、EQ4をノイズクラスタに分類する。

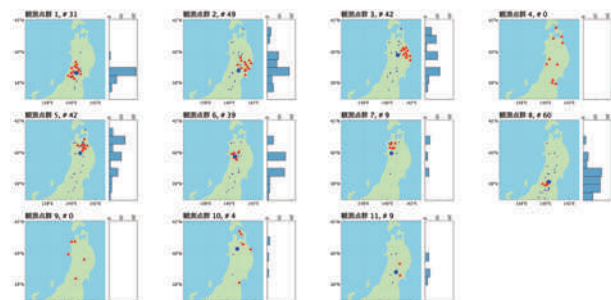


図2: マルチプル・クラスタリング手法によって選ばれた観測点群、及び検出された低周波地震の震央位置。観測点群ごとに、選ばれた観測点の位置を赤三角、低周波地震震央を青点、震央中央値を青円で図示した。各グラフに付随したヒストグラムは低周波地震の緯度分布を示す（緯度はグラフ左の緯度座標に対応）。また、検出された低周波地震数をグラフのタイトルに表記した。

参考文献:

- [1] 徳田智磯・長尾大道. 2023. 混合ウィシャートモデルに基づくマルチプル・クラスタリングによる低周波地震検出のための観測点選択. 応用統計学、特集号「機械学習とその応用」、52(2), 99-112. doi.org/10.5023/jappstat.52.99
[2] Tokuda, T., Yamashita, O., Yoshimoto, J. 2021. Multiple clustering for identifying subject clusters and brain sub-networks using functional connectivity matrices without vectorization. Neural Networks: 142, 269-287. doi.org/10.1016/j.neunet.2021.05.016

02 RMSと階層的クラスタリングによる 微動テンプレートカタログの作成

Gerardo Manuel Mendo Pérez

東京大学地震研究所 特任研究員

専門は、地震学、火山地震学、火山音響。地震波検出のための新しい手法の開発を研究しています。



スロー地震は通常地震よりも継続時間が長いという特徴を持つ断層すべり現象の一種です。スロー地震は主に沈み込み帯で観測され、大地震の発生に関係していると考えられています。2002年に発見されて以来、この現象の発生過程に隠された謎を解き明かそうと研究が進められてきました。スロー地震（LFEと微動）は、背景ノイズに近い比較的小さな振幅のため、その検出方法が課題になっています。これまでLFEおよび地殻微動を検出し、その位置を特定するための様々な方法が開発されてきました。最もよく使われているのは、エンベロープ相関法（Obara, 2002）、修正エンベロープ相関法（Mizuno and Ide, 2019）、およびマッチドフィルタ法（テンプレートマッチング法）（Shelly et al., 2006）です。テンプレートマッチング法は大変有用な手法ですが、テンプレート波形のカタログを必要とし、検出できるのはカタログに含まれる波形と類似したものに限られます。この問題に対処するため、本研究では、テンプレートマッチング法を補完する手法として、教師なしクラスタリングに基づく手法を提案しました。提案手法はYou Only Search Once (YOSO) と呼ばれ、テンプレートマッチングを行うアルゴリズムに入力する微動波形を自動的に抽出します。

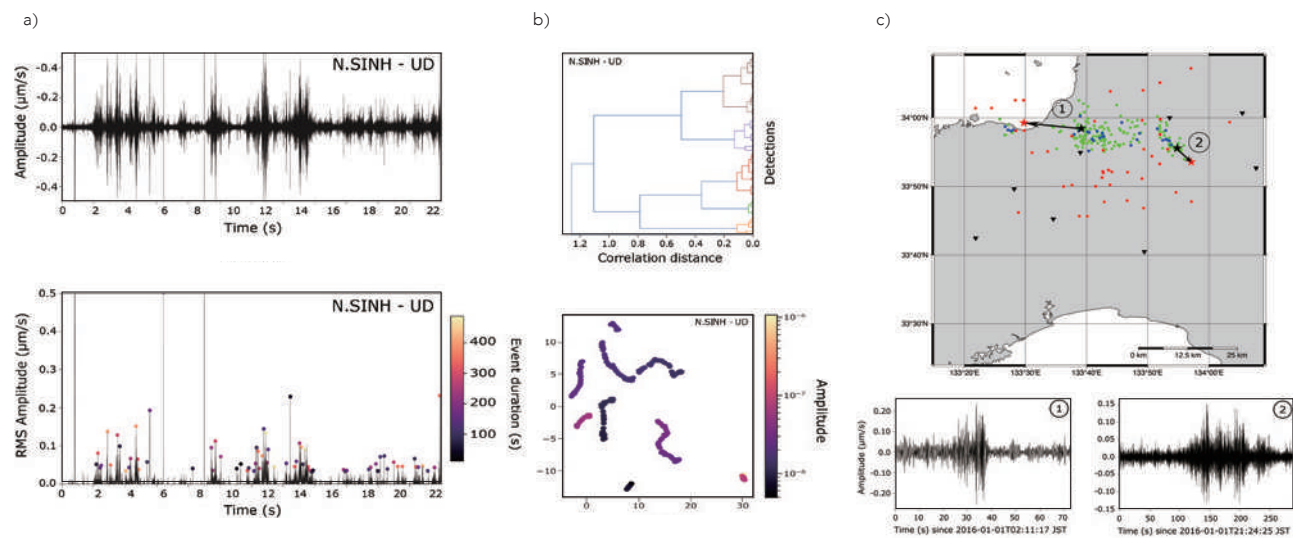
YOSOは次の3つのステップから構成されています。

- 1) 周波数1~10Hzの範囲でフィルタリングされた地震波の二乗平均平方根(RMS)エンベロープを推定することにより微動イベントを検出する
- 2) RMS振幅減衰を評価することにより各イベントの継続時間を推定する
- 3) 振幅比、継続時間比、相関係数を用いて、凝集型階層的クラスタリングを適用し、検出したイベントを分類する

YOSOの特徴のひとつは、すべてのテンプレート波形の継続時間を

正確に推定できる点です。ブラウン運動モデル(Ide, 2008)で生成した人工波形を用いて継続時間の推定性能を確認した後、Hi-net 四国中央部観測点で得られた地震波形記録にYOSOを適用しました（下図a）。2016年1月1日の記録から160余りの微動イベントが検出され、振幅と継続時間に基づいてクラスタリングを行い、約7~9のクラスタが得られました（下図b）。Silhouette係数、Davies-Boulin指数、Calinski-Harabasz指数の3つの指標でクラスタリングの品質評価を行ったところ、振幅比と継続時間比を使った場合のクラスタ構造は明瞭でしたが、相関係数を用いた場合は明瞭なクラスタ構造は得られませんでした。また、振幅比を使った場合は、局所地震、広域地震、微動を明確に区別できる一方、継続時間比を使った場合は局所地震と微動を区別できないことがわかりました。さらに、振幅情報をASL法(Battaglia and Aki, 2003)に適用することによりYOSOで検出した微動の震央分布を求め、同日のMizuno and Ide (2019)微動カタログおよびNIED震源カタログの震央と比較しました（下図c）。YOSOでは正確な震央を同定することはできませんでしたが、検出された波形が連続した微動の一部であることがわかりました。これらのイベントの規格化エネルギーは 10^{-9} ~ 10^{-11} の範囲にあり、微動に対応していることが示唆されました。

YOSOについて、いくつかの課題も見えてきました。第一に、階層的クラスタリングの結果はクラスタリングパラメータに非常に敏感であり、また、クラスタ内の要素は観測点によって異なる可能性があります。第二に、微動の発生源を特定するのは容易ではありません。今後は、微動発生源を同定する技術を開発し、手法をさらに改良していきたいと思っています。YOSOが従来のテンプレートマッチング法を改善し、テンプレート波形がなくとも正確に微動を検出する有望な手法になるものと期待しています。



03 Vision Transformerを用いた 地震波走時読み取りモデルの開発

地震波形データの解析は、地震学において非常に重要な研究分野です。特に、地震波形からP波やS波の到着時刻を特定する「フェーズピッキング」は、地震カタログの作成や震源決定、地震活動のモニタリングに欠かせない技術です。しかし、観測される波形データは膨大であり、人手による解析には多くの時間と労力が必要です。この課題を解決するために、人工知能(AI)や深層学習(Deep Learning)を活用した自動解析技術が近年注目されています。本研究では、新しいフェーズピッキングモデル「SegPhase」を開発し、日本国内の高密度地震観測ネットワークで得られるデータの効率的かつ高精度な解析を目指しました。

SegPhaseは、Vision Transformer(ViT)と呼ばれる最新の深層学習技術を地震波形解析に応用しています。ViTはもともと画像認識のために開発された技術で、広範囲にわたる特徴を捉える能力を持ちます。この技術を活用することで、従来の畳み込みニューラルネットワーク(CNN)を用いたモデルよりも高い精度を実現しています。ViTの重要な構成要素であるマルチヘッド自己注意機構(MHSA: Multi-Head Self-Attention)は、SegPhaseの特徴抽出を支える鍵となる部分です。MHSAは入力データ内の重要な箇所を柔軟に学習し、P波やS波の到着点、ノイズ部分、コーダ波など、地震波形内の特定領域に注意を集中させることが可能です。複数の「ヘッド」が異なる特徴を並行して抽出し、波形データの多様なパターンを包括的に学習します。浅い層では波形全体に注意を分散し、深い層ではP波やS波の到着点といった地震学的に重要な特徴に集中します。この構造により、SegPhaseは局所的な特徴と全体的な特徴の両方を効率的に学習し、高い精度でのフェーズピッキングを実現します。また、注意マップの可視化を通じて、モデルがどの部分に注目しているのかを明確に示し、解析プロセスの理解を深めることも可能です。

加藤 慎也

東京大学地震研究所 特任研究員

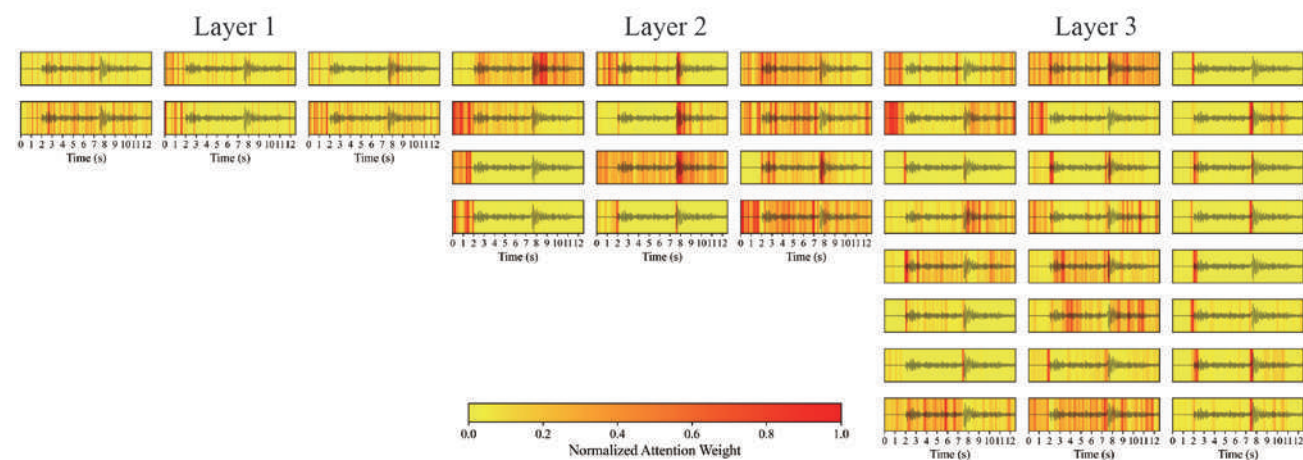
2023年京都大学博士号取得。専門は深層学習を用いた地震波自動処理や地殻構造の推定。



SegPhaseの性能は、従来のモデルと比較することで評価されました。従来のCNNベースのモデルと比較すると、SegPhaseはより人間が手作業で特定した到着時刻に近い結果を出しました。特に、ノイズ環境下や複雑な波形構造を持つデータに対しても、ViTの注意機構が高い適応性を発揮し、信頼性の高い結果を示しました。また、出力確率値(SegPhaseがその予測にどれだけ自信を持っているかを示す目安)や震源までの距離、信号対雑音比(SNR)などの条件に応じた解析でも、SegPhaseは安定した精度を維持しました。さらに、SegPhaseを用いて地震カタログを作成した結果、より多くの小規模地震を検出することが可能になり、震源分布の解析精度が向上しました。特に、出力確率値のしきい値を下げることで、出力確率値が高くモデルが自信を持って判断している結果が有効活用され、検出可能な地震の数が増加し、トモグラフィ解析や地殻構造の詳細な理解に寄与する可能性が示されました。

一方で、SegPhaseには課題もあります。特に、複数の地震波が重なる波形データでは検出精度が低下することが確認されています。この問題に対応するため、モデルの規模を拡大し、より多様なデータで訓練を行う必要があります。SegPhaseは訓練データが多ければ多いほど性能が良くなるので、継続的なモデルの学習によってSegPhaseの性能向上が期待されます。

SegPhaseの導入により、大規模な地震観測データの自動解析が可能になりました。この技術は、高密度観測ネットワークのデータ処理や小規模地震の検出、さらに詳細な震源決定に貢献します。将来的には、P波初動の極性判定やその他の解析要素を統合し、より包括的な地震波形解析モデルを目指します。この研究は、地震防災や減災のための新たな技術基盤を提供する重要な一歩となると期待されます。



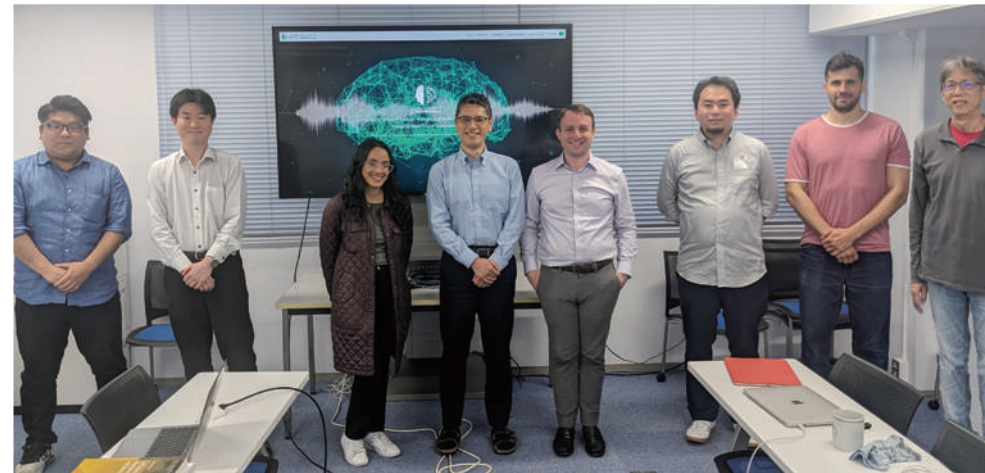
黒線で示される地震波を入力した際の全てのヘッドにおける注意マップを表示しています。Layerは層の数を示しており、Layer1が最も浅い層でLayer3が最も深い層です。注意マップは、最大値に正規化された注目度を表しています。正規化された注目度が1に近い値(赤)は、モデルがより強く注目していることを示しています。



INTERNATIONAL EXCHANGE



国際交流



Sep. – Dec.
2024

アメリカ滞在記

加藤 慎也

東京大学地震研究所 特任研究員

2024年9月から12月中旬にかけて、California Institute of Technology(Caltech)のSeismo Labに滞在し、Zachary E. Ross博士と共同研究を行いました。この研究では、深部低周波地震のように地震波の到着時刻の決定が難しいイベントに対して、深層学習を活用した新しい震源位置決定手法の開発を目指しています。具体的には、深層学習モデルを用いて地震波の波動伝播を再現し、それを基に震源位置を推定する方法を探索しました。

Ross博士の研究グループは、地震学分野でいち早く深層学習モデルを活用した研究を進めており、滞在中にはRoss博士から最新の深層学習技術に関する詳細な解説や実践的な助言をいただき、大きな助けとなりました。この共同研究は現在も継続していますが、この共同研究を通じて、深層学習を地震学に応用する可能性をさらに広げるための重要な知見を得ることができました。また、研究に関する知見以外にもCaltechへの滞在中に研究への取り組み方や学術的な議論の進め方について、多くの刺激を受けました。Ross博士をはじめとする研究グループのメンバーとの意見交換や、Caltechならではの自由闊達な研究環境は、私自身の研究視野を大きく広げる貴重な機会となりました。

今回はCaltechへの滞在のほかに、New Yorkでの地震研究所100周年ワークショップにも参加し、Lamont-Doherty Earth Observatory(LDEO)の研究者の方たちに私の研究内容を紹介し、議論を行いました。私の研究についても、LDEOの研究者の方から貴重なフィードバックをいただき、新たな視点やアイデアを得ることができました。

この滞在経験は、私の研究活動における新たな方向性を示してくただけでなく、研究に対する意欲と情熱をさらに高める契機となりました。今後もこの共同研究を進めるとともに、今回得られた知見や経験を活かし、地震学分野における課題解決に貢献していきたいと考えています。



**Caltech Ross先生と学生2名 地震研来訪** [2024.4.3-22]

金曜セミナー講演、特別セミナー講演、研究ミーティングを実施

日本地球惑星科学連合(JpGU)2024年大会 [2024.5.26-31]

ユニオンセッション「AI地球惑星科学」

セッション「最先端ベイズ統計学が拓く地震ビッグデータ解析」を開催

第38回人工知能学会全国大会(JSAI2024) [2024.5.28-31]

オーガナイズドセッション「地震研究と人工知能」を開催

地震研サマースクール [2024.8.7-9]

3日間の講義と演習カリキュラムを実施

2024年度統計関連学会連合大会 [2024.9.1-5]

企画セッション「地震ビッグデータ解析の最前線」を開催

地震学会2024年度秋季大会 [2024.10.21-23]

特別セッション「情報科学との融合による地震研究の加速」を開催

応用統計シンポジウム2024 [2024.11.17]

松井秀俊教授、廣瀬慧教授の講演

AGU24 Annual Meeting [2024.12.9-13]

ワシントンD.C.にて開催 地震研究所ブース出展

地震研スプリングスクール [2025.3.19-28]

3日間の講義と演習カリキュラムを実施

AWARDS 受賞



[2024.5.9] 応用統計学会 優秀論文賞 長尾大道准教授 徳田智磯特任助教



[2024.5.26] GeoSciAI2024 地震分野 最優秀賞 加藤慎也特任研究員

AGU24参加報告

報告者 楠井俊朗

東京大学大学院情報理工学系研究科 修士2年

2024年12月 米ワシントンD.C.にて開催されたAGU Annual Meetingに(初!)参加しました。地球科学の最前線で活躍している研究者らの貴重な講演を拝聴する機会に加え、私自身も、深層学習を用いて低周波微動のエンベロップを数理的にモデル化する手法についてポスター発表を行い、多くの参加者と活発な議論を行いました。最初は英語でのコミュニケーションに不慣れな部分もありましたが、ポスター発表に積極的に参加したことで、多くの研究者と直接意見交換を行う機会を得られました。その中で頂いた意見や質問は、今後の研究を進める上でとても参考になりました。特に、統計的手法や深層学習を地震研究に応用している研究者との交流は、刺激的で大変意義深いものでした。ベイズ的手法や物理深層学習を活用した興味深い地震研究に出会い、また研究の詳しい話についても伺うことができました。これらの研究者とは是非今後も繋がっていきたいです。AGUは世界最大の地球科学全般を対象とした学会であり、地震学以外にも幅広いテーマで数多くの発表が行われていました。その多様性に圧倒される一方で、他分野の発表からも多くの刺激を受けました。空き時間には他の地球科学分野の口頭発表を聴講しました。私は数理的手法全般に強い関心があるため、地震学以外の分野での新たな手法にも触れることで、これらを地震研究にどう活用できるかを考える視点を得ることができました。このような異分野の研究との交差も、学会参加の大きな意義であると感じた国際学会体験でした。

