

(1) 実施機関名：

弘前大学

(2) 研究課題（または観測項目）名：

（和文）東北北部・北海道南部海陸地域における地震発生場の解明

（英文）Seismotectonics of northern Tohoku and southern Hokkaido regions

(3) 関連の深い建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究

(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化

イ. 内陸地震

(4) その他関連する建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究

(1) 史料・考古・地形・地質データ等の収集と解析・統合

ウ. 地形・地質データの収集・集成と文理融合による解釈

(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化

ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震

エ. 地震発生と火山活動の相互作用の理解とモデル化

3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究

(1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化

ア. 強震動の事前評価手法

(5) 本課題の5か年の到達目標：

東北日本北部～北海道南部海陸地域において地震発生を支配する場の解明に資するため、プレート屈曲部に位置する東北地方北部～北海道南部における地震学的構造の最先端手法の活用および手法開発を含めた研究での洗い直しと、地震発生ポテンシャル評価に寄与するための地殻構造の時間変化の歪に対する感度を海陸の観測網で網羅的に調査する。さらに、これまで十分な調査が行われてこなかった日本海地域における津波堆積物調査を継続し、既存の歴史地震の知見と本計画で得られる浅部構造や現計画までの成果で得られた堆積構造をもとに、大規模数値シミュレーションによる歴史地震震度分布の再現計算を試みる。

(6) 本課題の5か年計画の概要：

**北日本とその周辺における地震発生場の解明と、複合観測網記録解析技術の確立**

東北地方北部は中央日本に比べて陸域の面積が狭く、さらに2000年前後に敷設された基盤的地震観測網の密度が少なく、国内でも特に連続地震観測の疎な地域であった。しかし、2015年以降、下北半島およびその周辺の地震予知総合研究振興会のAS-netが構築され、さらに海域においてはS-netが運用開始されるに至り、大学や気象庁、自治体が維持している観測網も合わせると、日本国内でも有数の稠密観測地域と言えるほど、観測状況が劇的に改善された。しかし一方、これはあくまでも複数観測網の「あわせ技」による達成であり、その成果を地震発生場の解明に最大限に活かすには、互いに測機やその特性の異なる複数観測網の記録を混在させた統合的な解析手法が必然的な一歩となる、と考えられる。

本項目では、このような異種観測網の記録を同一特性の仮想地震計記録に広帯域化する信号処理技術を確立し、それを基盤として、稠密広帯域記録の地震波形解析によって対象地域の浅部地下構造の

推定を行うとともに、広帯域地震波形記録から特徴抽出を行う手法開発を実施する。その成果は特に地震波干渉法解析に基づく対象地域の地震発生場の解明に資するのみならず、今後の他地域における波形解析のモデルケースとなることを目指す。得られる構造と地震波動場数値シミュレーション技術を組み合わせ、「稠密に観測される波動場を説明できる地震発生場と震源メカニズムの解明」に向けた研究を推進する。また、直接アクセスの可能な近隣に深部低周波地震の発生する複数の火山があるという地の利を活かし、直上地震観測を含めた観測的研究と波動伝播計算に基づく数値的研究を継続し、その発生の力学的描像を明らかにする。

### 津波堆積物調査と歴史地震・津波再検討

日本国内における津波堆積物の調査は津軽半島西縁にある十三湖で始まった。2011年東北地方太平洋沖地震以後その調査の重要性が再認識されたが、それ以来の日本海沿岸における津波堆積物の地質学的調査は遅れがちであった。弘前大学の研究グループは現計画の開始前からこれらの調査にあたっており、現計画ではこれを組織的に推進してきた。次期課題においてもハンディコアラやジオスライサーを用いたサンプルの取得と、イベント堆積物の実体顕微鏡観察、粒度分析、主成分元素分析、珪藻分析、年代測定等を行い、当該地域における津波資料を収集する。地質学的証拠から得られた歴史地震の津波像と、これまでの地殻構造探査、本課題における地震発生場解析や現行課題における地震動増幅に寄与する堆積層構造の知見を総合し、地震波動場および津波の数値シミュレーションによりその実態解明を目指す。

## (7) 令和7年度の成果の概要：

### ・今年度の成果の概要

#### 地震学的調査

青森県およびその周辺地域を対象として、Hi-net と AS-net の統合処理に基づく地震波干渉法解析を継続した。今年度は、SPAC 法を応用した観測点ペア間の位相速度推定により、周波数 0.05~0.2 Hz 帯における Rayleigh 波および Love 波の位相速度分散曲線を網羅的に推定し、トモグラフィ解析によってその空間分布を推定することに成功した。得られた位相速度分布は、それ単独でも地殻浅部構造を反映する情報として有用であり、既知の地盤構造と定性的に整合するとともに、重力異常などの異種データとも対応関係が認められた。これらの結果は、今後実施予定の非線形インバージョン解析において、各トモグラフィグリッド直下の一次元構造を統合した三次元不均質構造を推定するための基礎データとして位置づけられる。

また、ほぼ同一の震源位置および規模を有する複数の地震が、極めて類似した地震波形を生成する事例（繰り返し地震）についても解析を進めた。従来、こうした地震の波形類似度評価には、主として 1~4 Hz 程度の限られた周波数帯域が用いられてきたが、本研究では帯域の異なる複数のフィルタを用いて類似度を計算した。その結果、1~4 Hz 帯域では類似している波形であっても、より高周波数帯域では類似性が低下する事例が多く存在することを明らかにした。さらに、これらをクラスタリング解析した結果、低周波数帯域で類似した波形群が、高周波数帯域では複数のサブクラスタに分岐する場合や、相互の類似性がほとんど認められない場合があることが示された。これらの結果は、震源の空間分布や破壊様式の多様性を反映している可能性があり、今後の検証を通じて繰り返し地震の詳細な理解が進むことが期待される。

### 津波堆積物等の地質学的調査

津波堆積物は高潮や高波で形成される堆積物などと特徴が類似しており、堆積物の観察のみで津波起源であることを証明することは難しい。現状では現世の津波堆積物と類似した堆積学的特徴（例えば、偽礫、層構造、内陸薄層化・細粒化など）を有するか否かによって判断されることが多い。そのため、現世の津波堆積物の堆積構造や形成過程を理解することが重要となるが、日本海側で発生した現世の津波堆積物の研究事例は以外と少ない。そのため、1983年の日本海中部地震で発生した津波堆積物の堆積構造や形成プロセスを明らかにするため、層相観察、粒度分析、碎屑粒子のモード分析、珪藻分析などを実施した。その結果、河川を遡上せず、砂丘を越えて陸域に侵入した津波堆積物は太平洋側で報告されているような特徴的な堆積構造を有することが明らかになった。

また、津波堆積物の調査および津波の浸水シミュレーションから、17世紀と13～14世紀に千島海溝南部で発生した2つの超巨大地震の震源特性の推定を行った。その結果、2つの超巨大地震では破壊領域・すべり量が異なり、千島海溝では同じ地震が繰り返しているわけではないことが明らかになった。

## 測地学・変動地形学的調査

干渉SAR解析に基づき、津軽平野における地殻変動の長期的な傾向を明らかにした。前年の解析で岩木山の西側斜面において、顕著な地すべり性の変位を確認していたが、今年度はそれを対象に時系列解析を実施した。その結果、地すべり性の変位が定常的に進行していることに加えて、2022年夏の大雨に対応し、イベント的に変位していることが示唆された。津軽平野においては、地盤沈下に起因する変位が観測された、これらは、場所により変位の様式が多様であり、過去から一定速度で変位が継続している箇所もあれば、近年加速傾向にある箇所も存在するなどが明らかとなった。

2025年12月8日に発生した青森県東方沖の地震（M7.5）について、GNSS観測データから、断層モデルの推定を行った。その結果、余震の分布とよく対応する断層面が得られた。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

本研究により、建議（1）5イに記載されている「地震観測網のデータを統合する信号処理技術」に関して進展が得られた。複数の観測網が混在する環境下において地震波干渉法を適用することで、当該地域ではこれまでにない高精度な浅部地殻構造推定が実現しつつある。これらの成果は、今後の継続的な研究を通じて、同建議項目に掲げられている「浅部地下構造の推定」および「地震発生場の解明」、さらにはそれらに基づく災害軽減を目的とした現実的な地震動シミュレーションへと発展することが期待される。

## （8）令和7年度の成果に関連の深いもので、令和7年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

長尾優樹・岡田里奈・梅田 浩司・小林祐登・鎌滝孝信（2025）1804年象潟地震に伴う津波堆積物. 地質学雑誌, 131(1), 155-164., 査読有, 謝辞無

Okada, R., Umeda, K., Motegi, K., Kamataki, T. and Amano, T. (2025) Sedimentary Diversity of Tsunami Deposits in a River Channel Associated with the 2024 Noto Peninsula Earthquake, Central Japan. Geosciences 15(4), 153., 査読有, 謝辞無

Ioki, K., Sawai, Y., Namegaya, Y., Matsumoto, D., Tanigawa, K., Shimada, Y., Tamura, T. and Okada, R. (2026) Difference in slip patterns between two prehistoric giant earthquakes along the southern Kuril Trench. Geophysical Research Letters, 53, e2025GL118295., 査読有, 謝辞無

小岩圭吾・道家涼介（2026）干渉SAR解析による津軽平野の地盤沈下, 東北地域災害科学研究, 印刷中, 査読無, 謝辞無

楠美 紀公・前田 拓人・平野 史朗（2026）, 東北地方日本海東縁の地震におけるS波エンベロープ拡大現象, 東北地域災害科学研究, 印刷中., 査読無, 謝辞無

片岡俊一（2026）八戸市低地部2箇所の地震基盤までの地下構造推定, 東北地域災害科学研究, 印刷中, 査読無, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

永田篤規・梶田展人・安藤卓人・梅田浩司ほか（2025）：一ノ目潟の年縞堆積物に挟まれるイベント堆積物の識別, 日本地球惑星科学連合2025年大会, HCG21-P10.

道家涼介・佐ノ木哲・富永英治・黒澤英樹（2025）干渉SARによる岩木山西側斜面の変位, 日本地球

惑星科学連合2025年大会, HDS11-03.

片岡俊一・小岩圭吾： 津軽大橋付近の地下構造の推定, 土木学会第45回地震工学研究発表会, 論文番号512.

楠美紀公・前田拓人・平野 史朗, 東北日本背孤側におけるS波エンベロープ拡大推定の安定性, 日本地球惑星科学連合2025年大会, 幕張, SSS09-P08, 2025-05-30.

齋藤孝輝・平野史朗・前田拓人, 気仙沼沖の繰り返し地震波形の高周波数帯域における相違, 日本地球惑星科学連合2025年大会, 幕張, SSS12-P04, 2025-05-28.

(9) 令和7年度に実施した調査・観測や開発したソフトウェア等のメタ情報：

(10) 令和8年度実施計画の概要：

地震学的調査については地震波干渉法に基づく表面波位相速度分散曲線から3次元S波速度構造の推定を試み, 近地地震表面波の数値シミュレーションに基づくモデリングからその妥当性の検証を行う。高周波地震波の相関解析は解析対象を広げ, より網羅的な解析からその特徴の抽出を図る。

地質学的調査に置いては, 東北日本弧・千島弧の島弧会合部沿岸で発生した現世の津波堆積物の調査を実施するとともに, 一ノ目潟のイベント堆積物の調査結果の取りまとめを行う。

測地学的調査に置いては, 干渉SAR解析に津軽地域で得られた, 岩木山や地盤沈下にもなう変位については, シミュレーションやモデル解析を実施し, そのメカニズムや原因を明らかにする予定である。青森県東方沖の地震については, 地震にともなう生じた変位について, より稠密な観測データを用いて, 内陸部の火山における不均質性を示す挙動がないかなど注視していく予定である。

(11) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

前田 拓人（弘前大学大学院理工学研究科）, 梅田 浩司（弘前大学大学院理工学研究科）, 道家 涼介（弘前大学大学院理工学研究科）, 平野 史朗（弘前大学大学院理工学研究科）

他機関との共同研究の有無：有

鎌滝 孝信（岡山理科大学）

(12) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：弘前大学大学院理工学研究科

電話：0172-39-3608

e-mail：tktmyd@hirosaki-u.ac.jp

URL：

(13) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：前田 拓人

所属：弘前大学大学院理工学研究科