

( 1 ) 実施機関名：

東北大学理学研究科

( 2 ) 研究課題(または観測項目)名：

地殻応答による断層への応力载荷過程と断層間相互作用の解明と予測

( 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

(2) 低頻度大規模地震・火山噴火現象の解明

地震

火山

(3) 地震発生過程の解明とモデル化

ア. 地震発生機構の解明

イ. 地震断層滑りのモデル化

(4) 火山現象の解明とモデル化

ア. 火山現象の定量化と解明

イ. マグマ溜まりと火道内過程のモデル化

( 5 ) 総合的研究との関連：

( 6 ) 平成 30 年度までの関連する研究成果(または観測実績)の概要：

これまでに前計画の課題番号：1203 等の研究により、以下が明らかになっている。

臨時観測データ等を用いた詳細な震源分布や応力テンソルインバージョンなどから、秋田県中部(秋田仙北地震震源域付近)・秋田県北部(森吉山付近)・山形・福島県境付近の群発地震活動が東北沖地震に伴う応力変化や間隙流体圧の変化に伴う強度低下により引き起こされた可能性を指摘した。現計画における目標は概ね達成できたと考えるが、GNSS 速度場との比較検討を含め、今後引き続き経緯をモニタリングしていく必要がある。

東北地方中北部領域においては、既存のデータを用いて、地震波速度トモグラフィを行い、断層深部や震源域付近に地震波速度低速度域を見いだした。本課題の予備的な成果として、

1) 長町-利府線断層帯および福島盆地西縁断層帯に沿って、上部・下部地殻に地震波速度低速度異常が分布するが、両断層に対して連続的に分布していない。このことは、これまで両断層の連続性が強く指摘されていないことを支持する。

2) 蔵王山や吾妻山の直下の深部低周波地震震源域付近にはマグマ供給系に対応すると考えられる地震波低速度域が存在する。

一方、島弧を横断する2次元の比抵抗構造では、奥羽脊梁と背弧側の日本海側に地殻深部から浅部まで鉛直に伸びる低比抵抗体が共通して存在する。前弧については福島県南東部(いわき)付近の直下に低比抵抗が存在するが、福島県北部から宮城県南部の沿岸地域下の地殻には低比抵抗体は存在しないといった結果が得られた。

また、仙台平野南部において、反射法地震探査・重力探査を実施し、地震調査委員会による双葉断層帯の北延長に対応する領域で伏在活断層の存在を指摘した。

ただし、現状の観測点分布や測線分布は、地殻上部・浅部の構造を精度良く得るには、密度・配置などが不充分であり、本課題による、より密度の高い観測データを使用し、より詳細な知見を得ることが必要である。

岩石のレオロジーを考慮した東北沖地震の余効変動解析から、余効変動の垂直変動が内陸のレオロジー不均質を反映している可能性を示し、余効変動において岩石レオロジーを考慮する必要があることを示した。しかし、余効変動最初期(地震後5年程度まで)における遷移挙動を決定する力学特性は未だ明らかになっておらず、本研究において引き続き検討を行う。

#### (7) 本課題の5か年の到達目標:

東北地方、特に東北地方太平洋沖地震が発生した後に地震活動の変化が見られた秋田県を中心とする東北地方中北部領域などの領域で、東北沖地震後のひずみ場、地震活動や応力場・地殻流体の挙動に伴う強度の時間変化をモニタリングし、東北地方の陸域地殻の東北沖地震後約12年間の応答(余効変動)について知見を得る。また、活断層が複雑に分布する宮城県中部～山形県南部～福島県北部における地震活動の理解を深め、複雑な断層系における応力・ひずみ蓄積過程や断層間の相互作用の理解に貢献する。

また余効変動のような遷移的な変形挙動を予測する岩石力学的データは乏しく、余効変動の盛衰を占う余効すべりと粘弾性緩和の定量的な区分は未だ困難である。そこで本研究では、広範な上部マントル温度条件下でのカンラン石試料の応力緩和実験も行い、東北沖地震の余効変動を予測する遷移流動挙動のレオロジー解明を目指す。

#### (8) 本課題の5か年計画の概要:

1年目: 長期にわたって継続するための測地観測網・地震観測網の整備を行う。

前計画の課題: 1203 や科研費・新学術領域「地殻ダイナミクス」で設置した臨時観測点を再編し、またこれまでオフラインで行ってきた観測をオンライン化する等、長期観測に対応する。さらに、これまで観測・理解が手薄だった領域の強化として、宮城県中部～山形県南部～福島県北部において臨時地震観測網を整備する。それぞれの観測点間隔は、地震発生層の厚さ(約10-20km)を考慮し、約15km程度とし、また既存観測点の配置を考慮し、計約30点の地震観測点を整備する。比抵抗構造探査については、前年度までに整理・統合したデータを利用し、新潟県村上市 福島県相馬市の二次元測線の解析を進める。実験については、既設の実験機材の整備を行う。領域内の断層浅部・深部構造探査等の結果について既往研究の成果・データ等の収集およびコンパイルを行うとともに、機材調整および測線設定と下見を進める。

2年目以降: 測地観測網・地震観測網の整備および比抵抗観測を進める。各項目において整備した観測網や実験装置を利用し、過去に設置した観測点のデータと合わせて、各解析・実験を順次進める。

ひずみ分布やメカニズム解・応力場・地殻流体および強度分布・震源分布・地震活動を精度良く推定しそれらの時空間変化を捉える。

さらに、宮城県中部～山形県南部～福島県北部において臨時地震観測データを活用し、震源分布・応力場・地震波速度構造を精度良く推定する。Matched Filter 法などを用いて、気象庁の一元化処理など定常観測網では検出できない地震活動を抽出する。宮城県・福島県沖の S-net のデータを併用し、沿岸域の地震活動や地殻構造の推定を行う。既往の断層浅部・深部構造探査結果を踏まえ、領域内の断層構造探査を行う。飯豊山や朝日岳周辺で得られている MT データもコンパイルし、宮城県中部～山形

県南部～福島県北部の3次元地殻比抵抗構造を高解像度で推定する。得られた地震学的構造と比抵抗構造などとの比較を行うとともに、地震活動・ひずみ場や応力場の時空間分布との関係を明らかにする。長町-利府線断層帯と仙台平野南部の伏在活断層を含む双葉断層帯の関係について、それぞれの断層帯の接合部付近(福島県新地町～宮城県山元町)において重力探査を実施する。それぞれの断層帯の端部において断層と直交する方向に複数本の測線を設定する。またそれぞれの断層帯間においても断層の走向と直交する測線を設定し、測定を行うことにより、地下構造の連続性を明らかにする。また、既往反射法地震探査データ等と比較を行う。

得られた観測結果を基に以下の検討を行う。長町-利府線断層帯と福島盆地西縁断層帯の連続性について、検討を行う。長町-利府断層帯と双葉断層帯の関係(連続性の有無)について、検討を行う。福島盆地西縁断層帯と会津盆地東縁・西縁断層帯の関係について、東北中部(岩手山～横手盆地東縁断層帯・北上低地西縁断層帯～栗駒山)で得られている東北脊梁部の構造モデル(いわゆる長谷川モデル)との比較を行う。吾妻山や蔵王山などこの領域に分布する火山の構造と各断層帯との関係について検討を行う。

上記の地震観測による応力やGNSSによるひずみの時空間分布について数値モデルによる余効変動・地殻応答の再現を行う。その際に使用するレオロジー構造モデルを、比抵抗構造や地震波速度構造を考慮し作成する。特に、微細組織を制御した人工カンラン岩試料(多結晶および単結晶)を用いて、地震による応力変化を模したクリープ試験、応力ステップ試験を行い、遷移流動挙動の力学特性を測定する。微細組織観察と力学データの解析と既存のカンラン岩のレオロジーデータを組み合わせ、遷移流動挙動を表現するレオロジーモデルの探求を行い、遷移挙動の素過程解明を行う。

東北沖地震からの時間が経過するにつれて、余効変動はより広域に生じるものと考えられる。東北地方のみならず、より広域の構造モデルも作成し、モデル化を行う。

(9) 実施機関の参加者氏名または部署等名:

岡田知己、松澤暢、高木涼太、吉田圭佑、内田直希、市來雅啓、三浦哲、武藤潤、矢部康男、山本希、太田雄策、日野亮太

他機関との共同研究の有無: 有

建築研究所(芝崎文一郎)

岩手大学(岡田真介)、東北大学災害科学国際研究所(福島洋)、北海道大学(勝俣啓、高橋浩晃)、弘前大学(前田拓人)、名古屋大学(山中佳子)、京都大学防災研究所(片尾浩)、九州大学(松島健)、鹿児島大学(八木原寛)、秋田大学(坂中伸也)、東大地震研(上嶋誠、大園真子)、東京工業大学(小川康雄)、産業技術総合研究所(山谷祐介)

(10) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署等名: 東北大学大学院理学研究科 地震・噴火予知研究観測センター

電話: 022-225-1950

e-mail: zisin-yoti-aob@grp.tohoku.ac.jp

URL: www.aob.gp.tohoku.ac.jp

(11) この研究課題(または観測項目)の連絡担当者

氏名: 岡田知己

所属: 東北大学大学院理学研究科 地震・噴火予知研究観測センター