

(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：

（和文）東北地方をはじめとした沈み込み帯で発生する内陸地震の総合的研究

（英文）Comprehensive study on inland earthquakes occurring in subduction zones, including the Tohoku district

(3) 関連の深い建議の項目：

5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究

(4) 内陸で発生する被害地震

(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

ア. 史料の収集・分析とデータベース化

(3) 地震発生過程の解明とモデル化

(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

エ. 地震発生と火山活動の相互作用の理解とモデル化

2 地震・火山噴火の予測のための研究

(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）

ア. プレート境界巨大地震の長期予測

イ. 内陸地震の長期予測

4 地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究

(2) 地震・火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成のための研究

6 観測基盤と研究推進体制の整備

(1) 観測研究基盤の開発・整備

イ. 観測・解析技術の開発

(5) 令和5年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

主に、課題番号：THK_07「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」・THK_02「流体の寄与に注目した地震断層すべり物理モデルの高度化」及びERI_09「内陸地震発生ポテンシャルの予測を目指した島弧の地殻応答と断層における地殻内流体の影響の解明」の一部として実施された。以下のような成果が得られており、概ね目標を到達することができた。引き続き、研究を継続するとともに、総合的研究として、得られた知見を災害軽減に活用するための方策を検討する。

- ・東北沖地震発生後の群発地震発生域や東北中南部領域に臨時地震観測網を設置し、それらの地域の地震活動や地殻構造を得た。
- ・2011年東北沖地震後の東日本の内陸地震と、東北沖地震による応力変化・流体移動の関係の詳細を明らかにした。
- ・地震波干渉法の手法高度化を行い、2018年胆振東部地震やS-netに適用した。
- ・東北中南部領域や吾妻山での比抵抗構造を求め、マグマや流体の分布と地震活動・地殻変動との関係について検討した。また、地熱地域の水の分布に関する定量的な評価を行った。
- ・民間GNSS観測網(ソフトバンク独自基準点)が地殻変動研究用途に一定程度使用できることを明らかにするとともに、同データの利活用に関する産学連携のコンソーシアムを構築し、データ流通の目処

を付けた。

- ・東北沖地震の余効変動場及びその時系列を説明する3次元レオロジーモデルを構築した。
- ・稠密重力探査により、双葉断層帯北方域においてM7程度の震源断層になり得る伏在断層を確認した。
- ・1804年象潟地震などについて、歴史資料から被害に関する詳細な情報を得ることができた。

(6) 本課題の5か年の到達目標：

内陸やプレート境界上盤・日本海東縁地域で発生する地震の長期評価・強震動予測への貢献や地震活動の推移予測を目指し、活断層（大規模地震）や群発地震を対象とした多項目観測・研究を実施する。「都市圏・生活圏における活断層等で発生する地震や過去の被害地震」、「群発地震などの近年活発な地震活動が見られる地域」、「東北沖地震などプレート境界大地震前後のその影響を大きく受ける時期の活動」について、文理融合の視点を含めて、総合的な観測研究を実施する。「都市圏・生活圏における活断層等で発生する地震や過去の被害地震」として、特に、東北中南部（A地域）を重点的に取り組む地域とする。具体的にはA-1(長町・利府線断層帯～双葉断層帯～福島盆地西縁断層帯・会津盆地東縁/西縁断層帯～長井盆地西縁断層帯を含む領域；例：双葉断層帯北端付近)及びA-2（岩手県南部～宮城県北部にかけて2008年岩手・宮城内陸地震を含む領域；例：北上低地西縁断層帯南部及びその周辺）とする。断層帯端や境界に注目し、断層延長部や接続部での連続性・セグメンテーションとそれらの原因について、浅部構造探査等により得られる断層像と地球物理学的に得られる地殻全体の構造を合わせて全体像を明らかにする。各研究結果を反映させて対象領域内のシナリオ地震の構築とそれに基づくハザード（強震動）評価を行い、歴史地震とその被害も踏まえつつ、ハザード（強震動）評価や被害事例の社会との共有による被害想定的高度化や防災リテラシー向上への活用の方策について検討を行う。

「群発地震などの近年活発な地震活動が見られる地域」は、B地域（東北地方、関東地方などの各群発地震活動域；例：山形・福島県境付近、茨城県北部～福島県南東部付近、栃木県北部）を重点的に取り組む領域とする。各地域の活動の理解の高度化とそれらの相互比較により、応力・地殻内流体・断層（弱面）などの群発地震の推移を支配するプロセスの解明を行い、群発地震が発生する場所の特徴を抽出する。また、群発地震活動が大規模地震に発展する事例の理解のため、群発地震活動と周辺の大規模断層帯等との関係（構造の連続性など）を明らかにする。

A,B両地域及び広域共通の課題として、「東北沖地震などプレート境界大地震前後のその影響を大きく受ける時期の活動」の理解や地殻深部から浅部地震発生域への流体供給路の解明を進め、災害軽減のための基盤となる地震発生場の理解のため、東北地方を始めとした沈み込み帯の内陸地震等の全体像を示す。

(7) 本課題の5か年計画の概要：

長町・利府線断層帯～双葉断層帯～福島盆地西縁断層帯を主要な対象とし、震源断層のシナリオ化、地盤構造と合わせた強震動評価に基づく脆弱性の抽出、対象断層帯周辺自治体の防災計画における課題解決に向けて、以下の4つのサブテーマについて、テーマ間の密接な連携のもと、研究を実施する。

1) 活断層などで発生する大規模地震の発生ポテンシャル評価や地震シナリオ構築

これまでなされた研究、例えば、2008年岩手・宮城内陸地震で見られたような地震発生層内の地震波速度高速度域や地震発生層下の地震波速度低速度域の広がりや震源域との広がりとの関係など、発生したM7クラス等の大規模地震の詳細を調べるとともに、その知見を踏まえ、注目すべき活断層帯や発生した大規模地震及びその周辺等での地震発生ポテンシャル評価を行う。これまで評価されている活断層帯の長さやセグメンテーションについて、浅部構造探査・高密度地震観測/電磁気探査/地殻変動観測からなる、多項目観測により検証を行う。断層浅部の分岐やダメージゾーンなどの幾何学的構造と挙動、内陸活断層における地震発生層内での断層の端や複数の断層の連続性、地震発生層下部を含む断層への応力ひずみ蓄積の高精度把握を行う。地域史料群を活用した地形復元による歴史地震災害の詳細な実態解明を行い、構造や震源分布の比較による震源の描像を行う。断層及びその周囲の構造や応力の不均質性及びその意味を明らかにするとともに、地震の放射エネルギー・破壊パターンの複雑性と地震発生テクトニクスとの関係を踏まえ、対象とする活断層帯や領域でのシナリオ地震の提案と地盤構造の精緻化による強震動予測の高度化を目指す。歴史地震による被害の解明とあわせ、将来発生が予測される災害（リスク）について、その予防や防災意識の啓発による被害軽減への方策について検討を行う。

2) 群発地震などの地震活動の推移予測に向けた理解の高度化

東北沖地震後に発生した内陸の群発地震などを対象に、詳細な震源分布・地震波速度・速度異方性・比抵抗構造などの推定や物質科学的研究により、発生場の理解をさらに進める。群発地震や前震活動の背景地震活動度は、地震活動推移の把握・予測のための鍵となる地殻内の応力変化・流体圧変化・非地震性滑りに関する貴重な情報源となる。推定した背景地震活動度のモニタリング及びモデリングに基づき、地震活動の推移の把握・予測を試みる。また、群発地震活動を端緒とした大規模地震の発生理解のため、群発地震活動と周辺の断層等の関係を明らかにする。

3) 東北沖地震前後の地震活動や地殻変動のモニタリングと数値モデルによる再現及び予測

東北日本沖合から内陸域までの応力場・断層構造の全体像の解明及び東北沖地震の余効変動の詳細な理解と余効変動により変化する地震活動評価を目的とした、観測・実験・モデルからなる総合研究を実施する。東北沖地震との比較として、プレート境界大規模地震である1611年慶長地震や1896年三陸地震津波などの前後の内陸等の地震活動についても検討を行う。

4) 上記に関わる物理・化学的素過程を明らかにする研究

応力や流体圧の時空間変化・地震発生に関与した流体量と流体の移動速度について、さらに地震発生層内やその深部での非弾性変形に与える水の影響について、物理的・物質科学的視点で研究を行う。弾性や摩擦係数に異方性が認められる環境が応力インバージョンに与える影響を実験的に評価する。年次計画：2024年度～2028年度にわたり各研究を随時実施する。地震観測については、第2次計画において整備した臨時観測網を継続し、新たな地震活動域や観測点の空白域に新たに臨時観測網を整備する。加えて、短期稠密観測を双葉断層北部等、各地域で実施する。2024年度は能登半島地震震源域を対象とした稠密地震観測を各大学との合同観測として実施する。2027年度には双葉断層北部等においてDASを用いた超稠密観測を実施する。比抵抗構造探査については、2024～2027年の4年間に双葉断層北部や山形県-福島県県境付近等を対象とした稠密探査を行う。浅部重力構造探査については、現計画で実施した双葉断層帯の検討を進めるとともに、同様の脊梁および前弧側の活断層の理解を深めるため、北上低地西縁断層帯南部の出店断層及びその南側の一関-石越撓曲線に至る活断層について、2024～2025年度に、既存の反射法地震探査測線に沿って探査を実施することにより、正断層構造と重力異常の対応を確認したのち、2026～2028年度に、岩手県一関市付近に複数の東西測線を設定して探査を実施する。以上の知見を踏まえた、震度等の評価・予測を、双葉断層北部などで行う。得られた評価・予測を適切に社会と共有するための手法構築のため、対象となる断層等の周辺の自治体において、2025年度に既存の強震動予測地図の理解を測り本課題で提示する評価及び予測の情報を適切なものとするとともに2028年度に提示する情報の共有の有効性の確認を、それぞれアンケート調査により実施する。

(8) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

岡田知己, 矢部康男, 市來雅啓, 太田雄策, 内田直希, 高木涼太, 吉田圭佑, 中原恒, 武藤潤, 三浦哲

他機関との共同研究の有無：有

岡田真介（岩手大学）, 芝崎文一郎（建築研究所）, 土屋範芳（八戸高等専門学校）, 福島洋（東北大学災害科学国際研究所）, 蛭名裕一（東北大学災害科学国際研究所）, 大園真子（北海道大学）, 勝俣啓（北海道大学）, 山中佳子（名古屋大学）, 片尾浩（京都大学防災研究所）, 松島健（九州大学）, 坂中伸也（秋田大学）, 加藤愛太郎（東京大学地震研究所）, 白井嘉也（東京大学地震研究所）, 岡崎啓史（広島大学）, 北村真奈美（産業総合技術研究所）, 朝比奈大輔（産業総合技術研究所）

(9) 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：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：https://www.aob.gp.tohoku.ac.jp

(10) 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