

## 2 (2) 首都直下地震

「首都直下地震」総合研究グループリーダー 酒井慎一  
(東京大学情報学環・東京大学地震研究所)

### 1. はじめに

首都直下地震に関しては「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第2次）の推進について（建議）」の中で「分野横断で取り組む総合的研究」の一つとして位置づけられている。この総合研究は前計画から始まった新しいカテゴリーで「地震学・火山学的な見地のみならず災害科学的な重要性も鑑みて、複数の実施項目を横断する総合的な研究として推進する。総合的な研究を通して、専門分野の枠を超えた学際連携を現状よりも一層進め、地震学・火山学の成果を災害の軽減につなげるための方策を提案する。」とされ、他の8つの計画部会とは違った観点から結び付けた体制で研究が進められている。

第5章「研究を推進するための体制の整備」（2）分野横断で取り組む総合的研究を推進する体制の項では「首都直下地震は、一旦発生すれば首都機能や我が国の経済活動全体に深刻なダメージを与える可能性が高い。想定される多様な震源について、発生メカニズムや発生可能性を評価する研究を進める。詳細な地盤構造や多様な震源モデルによる揺れの予測に、稠密観測データや地震史料の情報を反映し、新たな地震動予測手法の開発を目指す。また、複雑な地殻構造を用いた大規模数値シミュレーションに基づいて、地震動を高精度に予測する手法を高度化する。さらに、各項目の研究成果を有機的に結び付け、高度に集約化された社会環境下での防災リテラシー向上に資する総合的研究を実施する。」と書かれ、首都直下地震ならではの総合的な成果が期待されている。

しかし、地震・火山現象の解明のための研究、地震・火山噴火の予測のための研究、地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究、地震・火山噴火に対する防災リテラシーの向上のための研究の4分野に、広くまたがるような総合的な研究課題は存在しない。そのため今年度は、それぞれの研究課題の中から首都直下地震に関連したものを集め、それら同士をつなげていくことを本総合研究グループの目標とした。

### 2. 令和2年度の成果

産業技術総合研究所は、房総半島南部沿岸の海岸段丘について年代測定値の統計処理を行うことで、離水年代の検討を行った（産業技術総合研究所 [課題番号：AIST08]）。

東北大学は、東北地方・北海道下の上面地震帯の深さ 100-130 km で発生する6つの地震クラスターについて、波形相関走時差 DD 法による精密震源推定およびメカニズム解を推定した。その結果、全てのクラスターが 1-2 km 四方の領域で発生する、主に逆断層型の地震活動であることがわかった。5つのクラスターでは正断層型地震も伴い、それらは逆断層の震源より浅い側で多く発生した。こうした圧縮場にもかかわらず発生する正断層型地震は、地殻物質のエクロジャイト化による引張場の形成が原因であると解釈した。エクロジャイト化に伴う引張場の形成は極めて局所的であることが示唆される。また、中部日本下の深さ 350 km で発生する深発相似地震5グループ 11個の震源を hypoDD

により再決定し、メカニズム解を調べた。波形と P 波極性分布の類似性、震源の相対位置関係に基づくと、各々の地震はグループごとに共通の断層面上で発生しているが、震源は共通断層面上の別々の場所に位置することがわかった。さらに、応力降下量と地震波放射エネルギーの関係性を調べると、相似地震であっても放射効率・応力降下量ともにばらつきがあり、物理パラメーターの多様性が見られた。これは同一スラブの同じ深さ（環境）の地震や共通断層面上の深発相似地震において、破壊の進展プロセスに対する thermal instability の寄与が異なる可能性を示唆する。その要因として、断層表面における鉱物粒径の違い、初期粘性、断層の成長度などが考えられる（東北大学大学院理学研究科 [課題番号：THK\_06]）。

千葉大学は、2000年から2010年に房総半島（清澄観測点）と伊豆（清越観測点）で観測された磁場データについて調査し、観測点付近で発生したある程度の大きさ以上の地震とULF磁場異常の出現には有意相関があることを示した。また、データの地震前兆性について、確率利得（PG）と確率差（D）を導入して、予測パフォーマンスを定量化し、2か所のULF磁場観測点の最適な予測パラメーターを調査した。その結果は磁場異常に基づく地震予測がランダムな推測よりも大幅に優れ、房総半島（清澄観測点）と伊豆（清越観測点）で観測された磁場データに潜在的に有用な前兆情報が含まれていることを示した。また、先行情報は明確な震源距離（R）とターゲット地震イベントのサイズ（ $E_s$ ：観測点が受信する地震エネルギー）に依存することを示した。伊豆の清越観測点および房総の清澄観測点での最適なRおよび $E_s$ パラメーターは、それぞれ約（100 km、 $10^{8.75}$ ）と（180 km、 $10^{8.75}$ ）であることがわかった。これらの結果は、地震電磁気現象を理解するのに役立ち、ULF電磁アプローチに基づく運用予測モデルを改善することができる。この研究で提案された方法論は予測方針を評価し、短期的な地震予測のために他の種類の測定を最適化するのにも役立つ可能性がある（千葉大学 [課題番号：CBA\_01]）。

新潟大学は、安政2年（1855）10月2日の江戸地震の被害の境界地域を検討するため、武蔵国多摩郡蔵敷村（東京都東大和市）の名主内野左衛門が記した『里正日誌』所収「安政二卯年十月二日大地震略記」を中心に検討した。地震発生時に横山町二丁目（日本橋）にいた左衛門が、翌日夕刻に帰宅するまでの道程で実見した被害状況の記事を分析した結果、四ツ谷通り下町の割から中野宿（中野区）までのあたりが被害の境界となることを明らかにした。この境界地域は、村岸・矢田（2016）で被害の境界とした甲州道中の代田橋（世田谷区）付近と対応している（新潟大学 [課題番号：NGT\_01]）。

東京大学地震研究所は、これまで3次元差分法によるK-NET、KiK-net強震波形記録と地震波伝播シミュレーションとデータ同化した波動場を初期値として、高速計算から未来の時刻の長周期地震動を予測する手法開発を進めてきた。この同化波動場は、時間を反転させた運動方程式を用いた逆伝播シミュレーションにより、初期波動場（震源）のイメージングにも有効である。そこで、大地震の震源即時推定に向け、強震観測データと地震波逆伝播シミュレーションのデータ同化に基づく震源イメージングの有効性を検討した。本手法はデータ同化を行わない従来のBack Projection法やTime Reversal法（Migration法）に比べて、観測データの誤差（粗い観測点間隔による波動場構築の限界を含む）と波動伝播シミュレーションの誤差（地下構造モデルの不確定性による）の両方を適切に考慮した、高解像度の震源イメージングが期待できる。本手法を用いて2004年

新潟県中越地震と2008年茨城県沖地震のKiK-netデータを用いた震源イメージングを行ない、発震時に震源近傍に初期波動場が良好に再構築されることを確認した。また、データ同化を行わない従来のイメージング方法に比べてシャープな震源像が求まることや、Synthetic波形データを用いたより深い地震（40 km、80 km）のケースでも震源イメージングが適切に実行可能であることを確認した（東京大学地震研究所[課題番号:ERI\_14]）。

東京大学地震研究所は、根津周辺における稠密観測を開始した。現代の地震観測で得られる知見を史料の分析結果と結びつけ、歴史地震の震度を検証および定量化する狙いで、安政江戸地震の揺れの検証を目的のひとつとし、同地震の被害史料の分析から被害場所が特定できた地点とその近隣地点を観測点にした。2020年9月より根津神社、天王寺、寛永寺、不忍池とその周辺地域へ観測点を徐々に追加していき、2020年12月上旬に観測点数は19点となった。一部のデータを用いた暫定的な結果では、観測点ごとの卓越周波数や振幅の違いが確認できている（東京大学地震研究所[課題番号:ERI\_15]）。

東京大学情報学環は、令和2年度において（1）住民の災害に関する意識調査分析（ドラマ『パラレル東京』や関連するNHKスペシャルを軸とした、首都直下地震や災害に関する調査の解析）と、（2）地震災害等の発生確率、被害想定、関連する災害情報などに関する住民調査を実施した。（1）では、実施したパネル調査の結果を解析し、首都直下地震と防災についてのキャンペーン報道による影響や効果を分析し、報告につなげた。（2）では、2020年11月には、地震災害等、災害情報や防災に関する全国を対象としたアンケート調査を実施した（東京大学情報学環[課題番号:III\_01]）。

そのほか、2021年1月22日に首都直下地震に関する意見交換会をオンラインで行った。関連する課題の研究者たち十数名が集まり、それぞれの研究成果を紹介した。今後の総合研究としての研究計画の進め方を議論し、まずは連携できる課題同士を探すところから始めることとしたが、コロナ禍で上手くいかない点もあったことが報告された。

### 3. 今後の展望

首都直下地震が発生した場合には、我が国の首都機能や経済活動全体に深刻なダメージを与える可能性が高いことから、分野横断的に取り組む総合的な研究として推進するテーマの一つとされてきた。ただ、広い分野にまたがるような総合的な研究課題がないため、研究課題の中から首都直下地震に関連した研究成果を集めて統合させることを、本総合研究グループの目標とする。

### 成果リスト

特になし