

(1) 実施機関名：

東京大学地震研究所

(2) 研究課題（または観測項目）名：

（和文）経験的アプローチによる大地震の確率予測の高度化

（英文）Improvements of probabilistic earthquake forecast by empirical approach

(3) 関連の深い建議の項目：

2 地震・火山噴火の予測のための研究

(2) 地震発生確率の時間更新予測

イ. 観測データに基づく経験的な予測と検証

(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

(3) 地震発生過程の解明とモデル化

2 地震・火山噴火の予測のための研究

(2) 地震発生確率の時間更新予測

ア. 地震発生の物理モデルに基づく予測と検証

3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究

(4) 地震・火山噴火の災害誘因予測・リスク評価を防災情報につなげる研究  
地震

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

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

(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：

様々な統計地震学的予測モデルのプロスペクティブ予測実験。重力変化が地震に数年先行した事例。機械学習による固着滑り実験の同化・予測。室内実験微小破壊波形からの深層学習を用いた高精度震源決定。歴史資料の地震検知率の時間帯依存性。いくつかの大きな歴史地震の不存在の指摘。活断層データと地震活動データを併用した大地震の予測手法。長期静穏化現象の予測性能の交差検証と新たな検出法の開発。地震活動潮汐関連の変調による予測の性能評価。中期的b値低下の新たな事例。比較的大きな地震直後の地震活動推移の事例研究。ETASパラメタの事後分布を用いたロバストな大地震確率予測手法。大地震直後の中小地震の検出漏れを補完してETAS予測を続けるアルゴリズムの開発。地震活動の季節性の検出。前震識別モデルの改良およびETASとの予測性能比較。前震・余震活動における流体移動の役割を示唆するいくつかの観測事実。超長波帯電磁パルスが地震2日前に震源近傍で集中発生した事例。背景地震活動度や余震生産性と、構造・歪み速度・余効すべりなどの相関。地震の滑り方向と応力場の整合性。地震破壊の停止に関するいくつかの理論的・観察的アイデア。余震活動の経験的モデルと物理的なモデルの比較。地震活動指標や予測発生確率を常時更新・表示するシステム。地震活動予測モデルのパラメタ変更を自動的に行うアルゴリズム。

(6) 本課題の5か年の到達目標：

地震活動など様々な観測データにみられる異常の地震先行性を、対象範囲を拡大して評価し、地学情報等と比較して異常の由来の解明を進める。機械学習等も取り入れて、予測手法の性能の向上をはか

るとともに、入力する地震活動データの質・量を向上させるための技術開発を行う。地震発生確率の長期間にわたる予測値時系列の特徴を、地震予報として社会実装した場合に期待される効果という観点からレビューする。

#### (7) 本課題の5か年計画の概要：

以下、サブテーマごとに記述する。

A. (1-3年目)中期的なb値低下および静穏化の巨大地震に対する先行性を全世界の沈み込み帯で調査する。(3-5年目)機械学習手法等も取り入れて、多数の活動指標の組合せによる中期予測手法の最適化、および新たな活動指標の探索を行う。

B. (1-3年目)潮汐や地震動による地震トリガ現象の調査をより多くの地域で行う。(4-5年目)トリガの受け易さと地震発生確率の相関を調査する。また、応力場の時空間変動と地震発生確率の相関も調査する。

C. (1-3年目)様々な地域で前震識別手法の有効性を調査する。機械学習等も用いて前震識別の性能向上を試みる。(4-5年目)高精度カタログを用いて、小地震の前震現象を調査する。(1-5年目)ETASなど統計地震学的確率予測モデルの改良は継続的に行う。詳細に観測された地震活動事例については、随時詳細な解析を行い、因果メカニズムを推測する。

D. (1-3年目)中規模地震発生や群発時など地震活動が活発な時期におけるb値等の地震活動指標の推移と続発地震の関係を事例調査する。(3-5年目)同じ時期の統計地震学的発生確率予測モデルと比較する。

E. (1-2年目)一元化データを用いて既存の深層学習検測器の再訓練を行う。(3-5年目)一元化データの豊富なデータを活かし、より表現力のある深層学習検測器を作成して、後続プロセスを含めてカタログ作成手法を向上させる。(1-5年目)歴史史料からの地震活動推定については、随時行う。また、精密なカタログを用いた地震活動指標値の確率密度分布、その異常と大地震の関係の再調査も随時行う。

F. (1-3年目)巨大地震直前の電離層異常について、同様形態の異常の平時出現率を求める。また、先行性が指摘されている関東地域のGNSS変位異常についても、原データに立ち戻って異常の由来を調べる。(3-5年目)前者については、太陽活動との関連を調べ、地殻活動由来でありうる異常の平時頻度を求める。後者については、異常の由来を参考に予測性能の向上を試みる。

G. (1-3年目)ETASを用いた常時確率計算システムを過去のデータに適用し、性能評価を行うとともに、特に高い確率が出た事例と、大地震直前期に出ていた確率を洗い出し、成功、空振り、見逃しの年表を作る。(3-5年目)上記の年表について人間の感覚での講評を行う。また、中期的先行現象と合わせた場合の予測確率時系列を作成する。(1-5年目)常時更新確率計算の地図表示プラットフォームにCSEPで検証してきたいくつかのモデルを組み込む。

#### (8) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

中谷 正生（地球計測系研究部門）、鶴岡 弘（日本列島モニタリング研究センター）、加藤 愛太郎（地震予知研究センター）、福田 淳一（地震予知研究センター）、中川 茂樹（日本列島モニタリング研究センター）

他機関との共同研究の有無：有

勝俣 啓（北海道大学）、直井 誠（北海道大学）、Enescu Bogdan（京都大学大学院理学研究科）、長尾 年恭（東海大学）、織原 義明（東京学芸大学）、楠城 一嘉（静岡県立大学）、岩田 貴樹（県立広島大学）、井筒 潤（中部大学）、弘瀬 冬樹（気象研究所）、Zhuang Jianchang（統計数理研究所）、野村 俊一（早稲田大学）、石辺 岳男（地震予知総合研究振興会）、永田 広平（気象大学校）

#### (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：東京大学地震研究所 地震・火山噴火予知研究協議会 企画部

電話：03-5841-5787

e-mail：yotikikaku@eri.u-tokyo.ac.jp

URL：https://www.eri.u-tokyo.ac.jp/YOTIKYO/

(10) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：中谷正生

所属：東京大学地震研究所