

震源近傍観測・破壊再現実験による沈み込み帯プレート地震メカニズム研究の新展開 -「次の次の」南海トラフ巨大地震予測に向けて-

① ビジョンの概要

地震・津波・火山災害の多くは沈み込み帯で発生している。数百年に一度の M9 級地震は、世界全体では 10 年に一度発生している。今後 30 年以内の M8～9 級地震発生確率が 60～90% 程度以上とされている南海トラフで、海底および掘削孔内観測・試料採取・破壊実験といった分野融合研究を通じて巨大地震発生予測に挑戦し、甚大な影響をもたらす災害の軽減を図り、世紀を超えた日本・世界の持続可能な発展に貢献する。

② ビジョンの内容

2011 年の東日本大震災では、日本の観測史上最大の地震・津波で 1 万 8 千人の犠牲者を出し、巨大地震災害の脅威を改めて示した。世界でも、2004 年インド洋地震・津波や 2010 年チリ地震・津波など、広域な災害を引き起こしてきた。1950 年以降、M9 超地震は 5 回発生しており、10 年に一度と、頻度は低くない。日本近海でも、千島海溝や南海トラフでは今後 30 年以内に M8 級地震の発生確率が高く、特に南海トラフ地震では最大 30 万人の死者、235 万棟の建物全壊・焼失が想定されている。

日本は世界で最も稠密な地球物理観測網を有し、緊急地震速報や津波警報の高度化に貢献している。これら観測データの解析により科学的な地震予測を実現し、被害軽減を目指すことは地球科学者の責務である。

地震発生の理解には、ミリ単位の破壊開始から数分で 100 km 以上に拡大する破壊伝播まで、多階層の現象を一体的に捉える必要がある。現在、スロー地震などの観測を通して、断層固着状態の把握が進んでいるが、次なる巨大地震を準備過程から破壊に至る過程まで「漏らさず」観測する体制の確立が必要不可欠である。

本提案では、南海トラフ想定震源域において多項目観測を継続し、AI による異常信号の検出およびデータ同化に基づく予測モデルの逐次更新を通じて、「次の」地震の科学的予測に挑戦する。さらに、地震準備過程、直前過程、発生後過程で得られる知見を統合し、それらを「次の次の」地震のより確実な予測へと発展させることにより、日本および世界の持続可能な発展に貢献することを目指す。

③ 学術研究構想の名称

震源近傍観測・破壊再現実験による沈み込み帯プレート地震メカニズム研究の新展開 -「次の次の」南海トラフ巨大地震予測に向けて

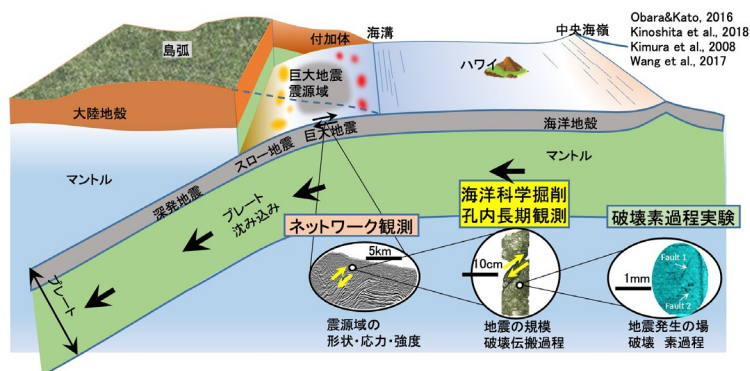


図1 南海トラフ地震発生帯を想定した地下構造と観測のビジョン

④ 学術研究構想の概要

本計画は、構造探査、地震活動監視と再現実験を統合し、地震の動的描像の解明に挑戦する。海底・地下圏での観測網の整備や掘削試料の精密分析を通じ、ナノから広域スケールのデータを統一的な視点で扱うことで、世界に先駆けて予測科学を確立し、日本・世界の持続的発展を可能にする、社会基盤の形成と国土強靱化に貢献する。

⑤ 学術的な意義

日本は最も活動的なプレート収束域に位置する自然災害「大国」である。本構想は、広域地球物理観測で地震発生の「場」を捉え、微視的物質科学で地震の静～動的過程を描像することにより、地震準備段階～破壊終了までを総合的に理解しようとするものである。特に、震源域のごく近傍でのみ検出しうる変動を漏らさず観測すること、そして断層描像、鉱物・岩石・水変質過程を再現することが重点項目となる。さらに観測と実験を結ぶ共通の尺度の例として b 値などを活用し、地震発生要因の解明を進める。これにより、地震学・火山学・測地学・物質科学・地球化学・計算地球科学を統合した「固体地球の予測科学」を創成し、地震・津波被害軽減と固体地球の進化過程を解き明かす新しい科学を切り拓く。

⑥ 国内外の研究動向と当該構想の位置付け

地震・火山噴火予知研究は、昭和 40 年代から全国の大学・研究機関が気象庁や地方自治体等の防災関係機

関と組織的な研究を推進してきた。日本では、高感度地震観測網、全国強震観測網、GNSS 連続観測システム、日本海溝海底地震津波観測網や南海トラフ地震・津波観測監視システム等の稠密観測網により、大地震後の余効変動、スロー地震などが世界に先駆けて発見された。また、IODP（国際深海科学掘削計画）により、日本海溝や南海トラフで掘削・孔内観測が行われ、プレート境界断層の高速滑り履歴やスロースリップ検知など、顕著な成果を挙げている。物質実験では、高知コアセンターが破壊実験を主導してきた。近年、高圧下の鉱物構造・物性実験に基づく静的な地球内部構造研究から、地震メカニズムを含めた地球内部の動的現象の解明に向けた放射光 X 線実験の開拓が進んでいる。

本構想では、南海トラフ地震震源域でこれらの手法を投入して統合的に解析する。特に地震現象を近傍で観測して、地震過程全体の理解・予測につながると期待される。

⑦ 社会的価値

災害大国日本は、地震・火山災害軽減に関して国民の期待が大きい。本構想は海底ケーブル網と孔内観測所を連動させ、掘削や再現実験により地震発生の本質を解明し、世界をリードする予測研究を推進する。南海トラフ地震対策としての緊急性は高く、人文社会学・工学など多分野との連携により、持続可能な社会基盤の構築と国土強靱化に貢献する。

⑧ 実施計画等について

<実施計画・スケジュール>

●ケーブル接続型掘削孔観測システムの製作・設置・観測

1～2年目：センサー・システムの設計・製作・陸上孔内試験

3～10年目：システムの海底孔内設置（南海トラフ等5か所）・試験運用

●地震発生帯掘削

1～10年目：室戸沖・日向灘・熊野灘、日本海溝地震発生帯断層先端部掘削・長期孔内観測（JTRACK）

●震源物質等を用いた地震破壊再現実験

1～2年目：分析拠点整備

3～8年目：震源資料による破壊再現実験

●データ解析手法の開発

●地震過程モデル構築

<実施機関と実施体制>

東京大学地震研究所（地震研）、海洋研究開発機構（JAMSTEC）、高知コアセンター（KCC）の3拠点をハブとして推進する。

観測研究では、孔内観測所の開発・試験は JAMSTEC が進める。中でも光ファイバーを地震計・歪計として活用する研究は地震研と JAMSTEC 両方で進める。物質研究は、高知大学と JAMSTEC で共同運営する KCC を核として、緊密に連携しつつ実施する。地震研内に企画部を持つ地震・火山観測研究推進協議会、日本地球掘削科学コンソーシアム、国際深海科学掘削計画と密接に協力し、国内・国際連携基盤を最大限に活用する。

<所要経費> 総額 115.9 億円

●設備備品費 51 億円

●消耗品費 1 億円

●旅費 3.8 億円

●人件費 9.2 億円

●調査観測・実験等役務 48.1 億円

●運用費 2.8 億円

⑨ 連絡先

望月 公廣（東京大学地震研究所）

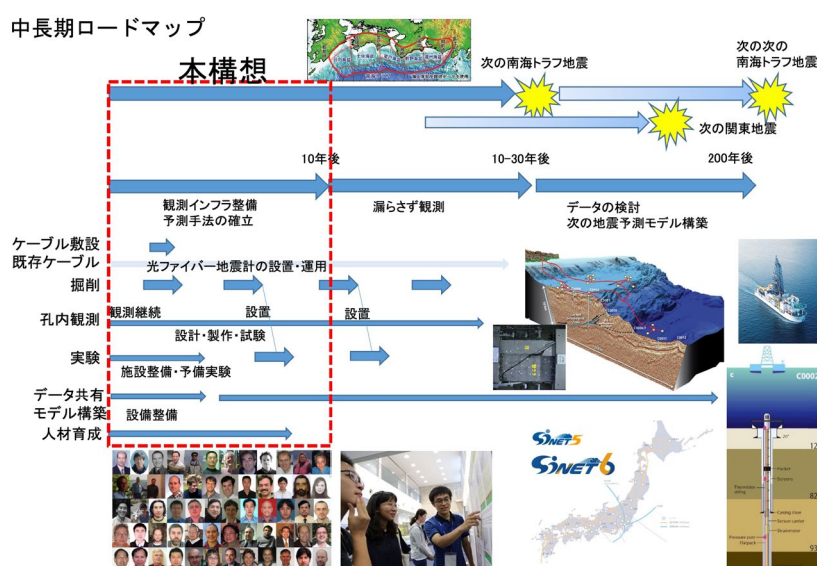


図2 本構想およびその後の研究推進に関する中長期ビジョン