

## 広域観測・微視的実験の拠点連携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

### ① 計画の概要

沈み込み帯周辺地域では、地震・火山噴火など生活を脅かす事象が厚さ 100km のプレートの沈み込みにより発生する。本計画は、マスタープラン2014 によるプレートの構造・地震活動探査とプレート物質を用いた地震過程再現実験を統合した、ネットワーク型拠点を構築し、 $\mu\text{m}$ ~100km スケール横断研究により、プレートの全レオロジー断面を作成し地震の動的描像に挑戦する。

このため、観測網が不足している海底・地下圏で地震・地殻変動稠密観測網を、巨大地震発生の切迫性が高い南海トラフ域に優先的に整備する。海洋地殻・マントル最上部への超深度掘削により試料採取するとともに、微視的地震過程を再現するため、次世代量子ビームライン(放射光・中性子)を構築する。

実施主体は、東大地震研(ERI)/地震・火山噴火予知協(ネットワーク観測)、海洋機構/J-DESC(超深度掘削)、愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター(GRC)(量子ビーム実験)をハブとして推進する。ERIは地震・火山科学の、GRCは先進超高压科学の共同利用・共同研究拠点として稼働中である。

地震津波観測網は1990年代以来DONET・S-net・Hi-net・F-net・GEONET等、日本周辺に整備が進み、大規模システム展開へ見通しが立っている。データは全国の研究者が活用できる状況にある。超深度掘削は、マントル到達を視野に海洋地殻上部掘削(ハワイ沖等)の準備が進んでいる。量子ビーム実験では、SPring8のパートナーユーザー採択、及びJ-PARCのパルス中性子源構築の大型科研費を獲得している。

本計画により飛躍的に強化される観測・実験体制を駆使し、世界に先駆けて地震発生等の予測科学研究を行う。社会学・工学と連携し持続可能な社会基盤の形成と国土強靱化に貢献する。

### ② 学術的な意義

東日本大震災等にもみられるように、我が国は地球上で最も活動的なプレート収束域に位置する海洋国家であり自然災害「大国」である。プレート全深度レオロジー断面の構築と、地震の動的過程描像により、プレート境界地震(浅部~やや深発地震まで)のメカニズムの理解が飛躍的に進展し、その科学的予測の発展に貢献すると期待される。

第一に、沈み込むプレートの運動を、マントルとの力学的相互作用とそれ以外の要因(水の存在、鉱物の変形・変質など)に基づいて解くことができ、発生する地震メカニズムが予測できる。第二に、先駆的高圧放射光X線実験により、100km深度までの条件下で、微小スケール(mm)で岩石の破壊実験を行い、cmスケールの岩石破壊実験・摩擦実験では困難だった、何が破壊を起こすのか、破壊の瞬間に何が起きるのかをその場で直接モニターすることがブレークスルーをもたらす。封圧下・微視的スケールでの震源決定、断層描像、鉱物・岩石・水変質過程を全て実現できるのは、日本ではGRCのみである。

実験における微小スケールでの地震の特性と、実際の地震の特性を統合するための共通の尺度として、b値(地震の規模と回数の関係の尺度)が有効である。b値を用いた比較研究により、地震発生要因(例えば水)の特定に大きな進展が期待できるが、そのための高精度観測・実験が可能なのは本計画のみである。

本計画の進展により、地震学、火山学、測地学、物質科学、地球化学、放射光実験学、計算地球科学を統合した新たな「固体地球の予測科学」の創成に繋がる。また、地震発生の原動力となるプレート運動の根本的理解が進み、その成果はマントルダイナミクスモデルに組み込まれ、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。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

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。平成26年からは社会への貢献を目指した「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」が開始され、引き続いて平成31年度から「同(第2次)」が開始される。

日本周辺の沈み込み帯掘削研究は、1970年代から国際共同で推進されている。最近ではIODP(国際深海科学掘削計画)として日本海溝や南海トラフ等で行われており、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。またマントル掘削の実施も国際的に承認されている。

高圧放射光X線実験は、GRCを中心として世界に先駆けた実験を主導してきた。高圧下における鉱物の構造・物性実験を基にした静的な地球内部構造の研究から、動的な高圧放射光X線実験の開拓が進められており、「大容量プレスを活用した動的地球深部科学の開拓(GRC河野ほか)」がSPring8のパートナーユーザー課題として採択された。また、J-PARCで供用ビームライン(BL)として運営されている高圧中性子BLは大型外部資金を複数獲得して実現した。

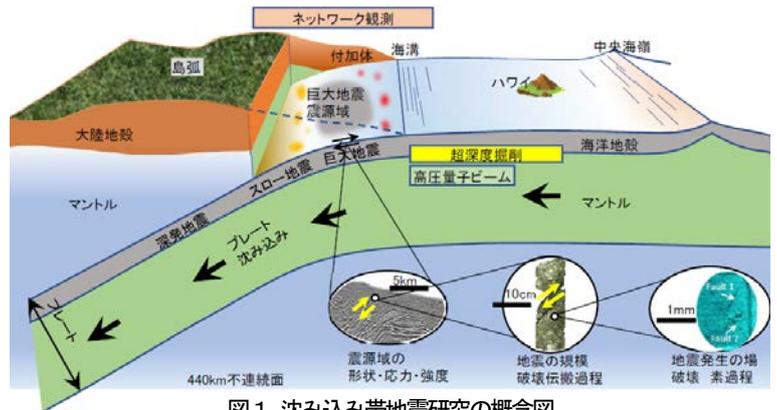


図1 沈み込み帯地震研究の概念図

#### ④ 実施機関と実施体制

本計画では、東京大学地震研究所(ERI)/地震・火山噴火予知研究協議会(予知協)(ネットワーク観測担当)、海洋研究開発機構(JAMSTEC)/日本地球掘削科学コンソーシアム(J-DESC)(超深度掘削担当)、愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター(GRC)(量子ビーム実験担当)をハブとして推進する。ネットワーク型拠点を構築し、定期的に研究集会・企画委員会を開催するとともに、学会セッションを主催する。

「予知協」は、ERIが中核となり、国立大学(北海道大、弘前大、秋田大、東北大、東京大、東工大、名古屋大、京都大、高知大、鳥取大、九州大、鹿児島大)、私立大学(東海大、立命館大)、研究開発法人(JAMSTEC、防災科学技術研、産業技術総合研)、省庁(国土地理院、気象庁、海上保安庁)他が実施する。GNSS観測は、神奈川県温泉地学研究所を中心として大学等(高知工業高専、名古屋大、弓削商船高専)が参加する研究グループで実施する。

掘削研究は、掘削孔・コアを用いた研究を主導している国立大学(東北大、東京大、筑波大、神戸大、金沢大、名古屋大、高知大)・JAMSTECを中核としたJ-DESCにより遂行するIODPと密接に協力し、国内・国際連携基盤を最大限に活用できる。

量子ビーム実験は、GRCが高圧放射光実験分野における共同利用・共同研究拠点「先進超高压科学研究拠点PRIUS」として、国内外研究グループとの共同研究を推進している。高圧中性子BLでは、東京大地球化学実験施設が主導している。

#### ⑤ 所要経費

##### ●設備費 481 億円

海底地震津波観測ケーブルシステム(6点)：240 億円

製作費 180 億円、設置費 60 億円

ケーブル接続型掘削孔観測システム(75点)：110 億円

GNSSブイ観測システム(3点)：21 億円

陸上次世代型稠密地震・火山観測システム(千点規模)：10 億円

掘削コア分析解析拠点整備・維持：10 億円

高圧量子ビーム実験拠点：90 億円

分析拠点整備・維持 20 億円 放射光BL建設 30 億円

高圧実験装置 20 億円 次世代中性子BL建設 20 億円

##### ●調査観測費(役務) 160 億円

長測線構造探査：5 億円 ボーリング調査・用船費：5 億円

超深度掘削に係る事前調査・掘削調査経費：3カ所×50 億円=150 億円

円

##### ●運営費：20 億円

海底ケーブルシステム運営費：2 億円/年×5年=10 億円

拠点研究機関運営(人件費を含む)：2 億円/年×5年=10 億円

合計 661 億円

#### ⑥ 年次計画

##### ●海陸ネットワーク観測

2019-2020 年度：システム設計と製作、ルート決定(構造探査・ボーリング調査)

2021-2025 年度：システムの海底敷設・設置

2026-2028 年度：試験運用

##### ●超深度掘削

2019-2022 年度：拠点整備、南海トラフ地震発生帯掘削・ハワイ沖掘削検討

2024-2028 年度：マントル最上部掘削

##### ●高圧量子ビーム実験

2019-2025 年度：分析拠点整備、放射光BL建設、高圧実験装置製作・設置、次世代中性子BL建設

#### 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。科学技術白書でも「我が国が直面する重要課題への対応」に地震、火山、津波などに関する調査観測や災害対応能力の強化に関する研究開発の推進が掲げられている。本計画により整備される海底ケーブル観測網や、S-net、DONET、孔内データを連動した高次空間観測網、そして超深度掘削・量子ビーム実験によるプレート物質を用いた地震過程再現により、沈み込み帯の地震発生の本質に迫り、世界に先駆けて新しい地震発生等の予測研究を推進する。この評価システムは、今後予想される南海・東南海地震の防災対策へ寄与し、社会的な重要性・緊急性が極めて高い。また近年の火山噴火の頻発も社会的な問題で、巨大カルデラの形成や噴火予測の研究が期待され、持続可能な社会を探究する「Future Earth」の課題にも貢献できる。以上、人文社会学・工学との連携により、持続可能な社会基盤の構築と国土強靱化(SDGs「住み続けられるまちづくりを」)に貢献する。

#### ⑧ 本計画に関する連絡先

平田 直(東京大学・地震研究所)

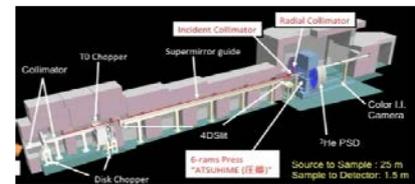
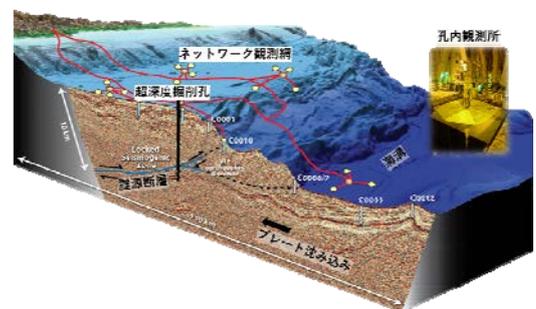


図2 拠点整備の例

上：ネットワーク観測網、下：量子ビームライン