

国土強靱化に向けた海底広域変動観測プロジェクト

課題・必要性

- ▶ 平成23年の東北地方太平洋沖地震発生以降、プレート沈み込み帯や平成28年の熊本地震に代表されるように広域的な地震・火山活動が活発化していることを踏まえ、次の災害のリスクを的確に把握・評価するとともに、切迫する南海トラフ巨大地震の地震・津波発生予測の高精度化は喫緊の課題。
- ▶ アクセスの困難さやデータ取得・伝送技術の問題から海域での地殻変動観測、海底下3次元構造情報は不足しているが、連続リアルタイム観測が可能な海底ケーブル観測網の完成や、3次元地震探査システムを有する海底広域研究船「かいめい」が就航したことにより、上記課題解決に不可欠な調査・観測を実現可能とするプラットフォームが整備されている。

事業概要

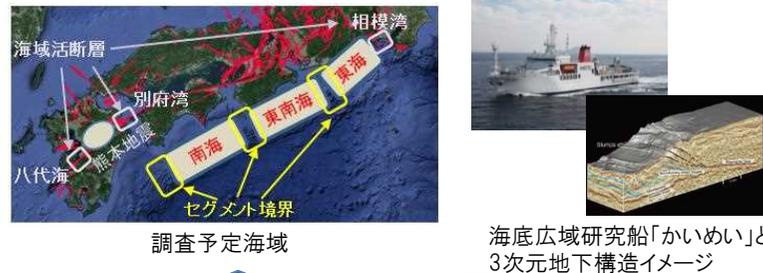
①連続リアルタイム海底地殻変動観測技術の開発・展開

従来観測の難しかった震源域直上でのプレート境界の固着状況の変化やプレート内を含むスロースリップイベント等を、水圧計、傾斜計、「ちきゅう」の掘削孔を活用した長期孔内観測装置等により観測し、海底ケーブル観測網を通して連続かつリアルタイムで把握



②海底活断層の高精度広域調査

連動性評価に重要な南海トラフのセグメント境界、津波地震を引き起こす可能性がある日本海溝アウターライズ域の潜在断層、及び沿岸域の海底活断層等の緊急性・重要性が高い海域の高精度海底下構造調査を実施

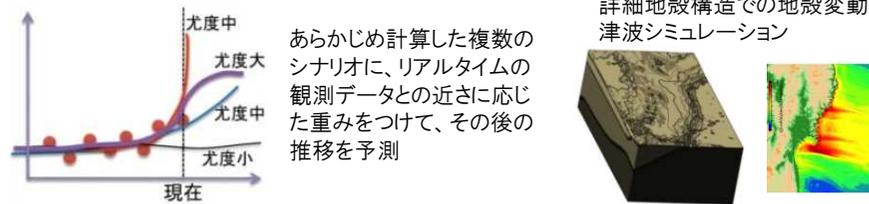


想定実施・連携体制



③新たな調査・観測結果を取り込んだより現実的なシミュレーション及び推移予測手法の開発・評価

プレート内部変形を含む連続リアルタイムの地殻変動データを逐次同化する手法開発・評価を実施するとともに、調査によって得られるより現実的な地殻構造を取り入れたモデルを構築し、さらに高精度な地殻変動・津波シミュレーションを実施



成果の社会実装



目指す成果

- ▶ 連続リアルタイム海底地殻変動データの同化による地震発生準備から破壊に至る過程の予測 ⇒ 巨大地震(特に連動地震)発生予測の高精度化
- ▶ アウターライズ地震、プレート内断層にも対応した津波発生・伝播シミュレーションの実施 ⇒ 自治体等が提供する津波浸水即時予測の高精度化
- ▶ 3次元データに基づく海底活断層の連続性、セグメント化を評価した活断層マップの作成 ⇒ 海底活断層による津波浸水評価の高精度化 等

サブテーマ①:連続リアルタイム海底地殻変動観測技術の開発・展開

目的

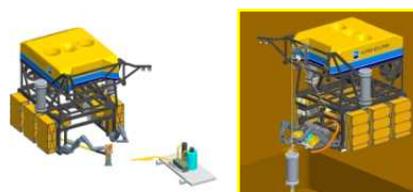
- ▶ 南海トラフにおける津波発生リスクの高い波源域の定量的評価や、海底下プレート境界におけるひずみ蓄積過程及びプレート間の相対運動の定量的把握による地震発生予測の高精度化のため、連続リアルタイム海底地殻変動観測を実現させるための技術開発を行う。
- ▶ また、熊本地震のような周辺地震発生に伴う南海トラフ地震の発生リスクの変動評価のために、連続リアルタイム地殻変動観測データの取得を行う。

事業概要

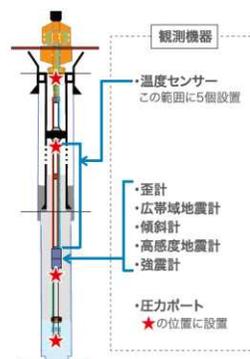
連続リアルタイム海底地殻変動観測の実現



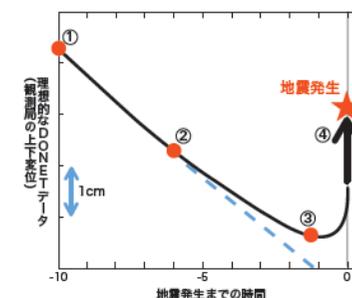
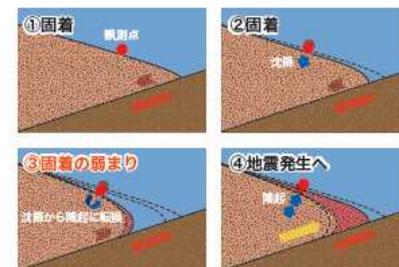
海底地殻変動観測システムイメージ



ROVを用いた津波計(水圧計)校正及び海底地殻変動観測センサ設置のイメージ



南海トラフに設置されている長期孔内観測装置



想定される水圧計の観測データ
これによりひずみの蓄積状況等を把握

(1)水圧観測による連続海底地殻変動観測技術の開発

通常は水面の変位を圧力変化から検出する津波計として用いられている水圧計の校正技術を開発し、長期観測データの校正・評価を行うことで、水圧計による地殻変動上下成分の連続観測を実施する。

(2)海底地殻変動観測センサの開発

海底での傾斜変動観測機能を持つ海底地殻変動観測センサ及び海底に埋設する技術を開発し、地殻変動傾斜成分の連続観測を実施する。

(3)深部孔内地殻変動観測網の展開

歪計、傾斜計、間隙水圧計、広帯域地震計等から構成される長期孔内観測装置を地球深部探査船「ちきゅう」により掘削孔に設置し、海底下深部の安定な環境を利用した微小な地殻変動の高精度連続観測を実施する。

⇒海底面広域観測と海底下高精度観測を統合して実施することにより、スロースリップ等の極微小な地殻変動を含む広域的なプレート境界固着状態及びその変化を把握することで、巨大地震の準備過程の理解を深め、巨大地震の発生予測の高精度化に貢献する。

サブテーマ①:連続リアルタイム海底地殻変動観測技術の開発・展開

(1)水圧観測による連続海底地殻変動観測技術の開発

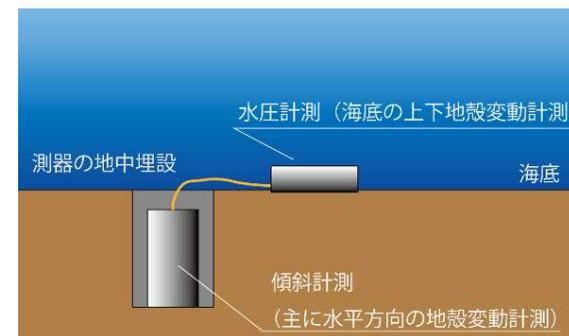
- ▶ 地震に関する総合的な調査観測計画(平成26年8月27日地震調査研究推進本部決定)において、海底地殻変動観測の連続観測化及びリアルタイム化を図る手法の一つとして、津波計(水圧計)による観測の重要性が指摘されている。
- ▶ 海底ケーブル観測網で用いられている津波計(水圧計)は、水面の変位を圧力変化から検出するために用いられているが、長期運用に伴いドリフト誤差が発生する。これを高精度な地殻変動観測に利用するためには、海底に設置した津波計(水圧計)の観測値を校正する技術の開発が必要となる。
- ▶ そこで、海底の設置現場に運搬可能で、かつ陸上から海底まで運搬する間、水圧や温度変化による圧力変化の影響を受けず、圧力保持する機能を有する校正用水圧計を開発する。
- ▶ これをROVにより設置海域に運搬し、DONET等の津波計(水圧計)を校正することで、機器固有のドリフト成分を除去し、海底地殻変動(上下成分)の連続リアルタイム観測を行う。
- ▶ また、海底面水準点を開発・展開し、固着域の境界部分に発達している分岐断層帯等の高密度な海底地殻変動の観測を行う。



移動型校正用水圧計をROVにより運搬し、海底で稼働中の水圧計の現場校正を行う際のイメージ

(2)海底地殻変動観測センサの開発

- ▶ 地震に関する総合的な調査観測計画(平成26年8月27日地震調査研究推進本部決定)において、「ゆっくり滑り」等の過渡的地殻変動現象の観測手法の一つとして、連続観測化が比較的容易な傾斜計による観測の重要性が指摘されている。
- ▶ そこで、連続的に地殻変動を観測できるシステムとして、海底で傾斜を高精度に観測できるセンサの開発・展開を行う。これをDONETと接続することによって海底地殻変動(傾斜成分)の連続リアルタイム観測を行う。
- ▶ また、海底におけるこれまでの観測実績に基づき、底層流に影響を受けず、地中におけるより安定性を確保した海底傾斜観測を実現するため、ROVによりセンサを海底面からより深い深度に埋設する技術の開発を実施する。



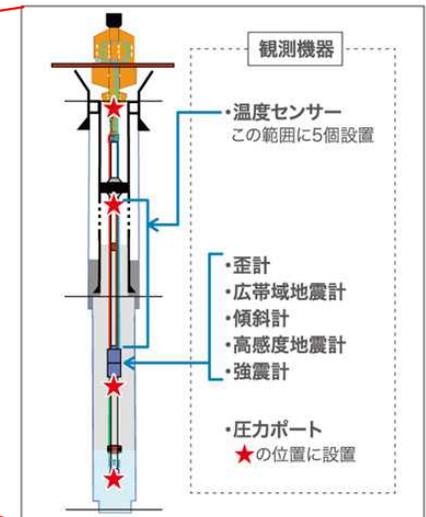
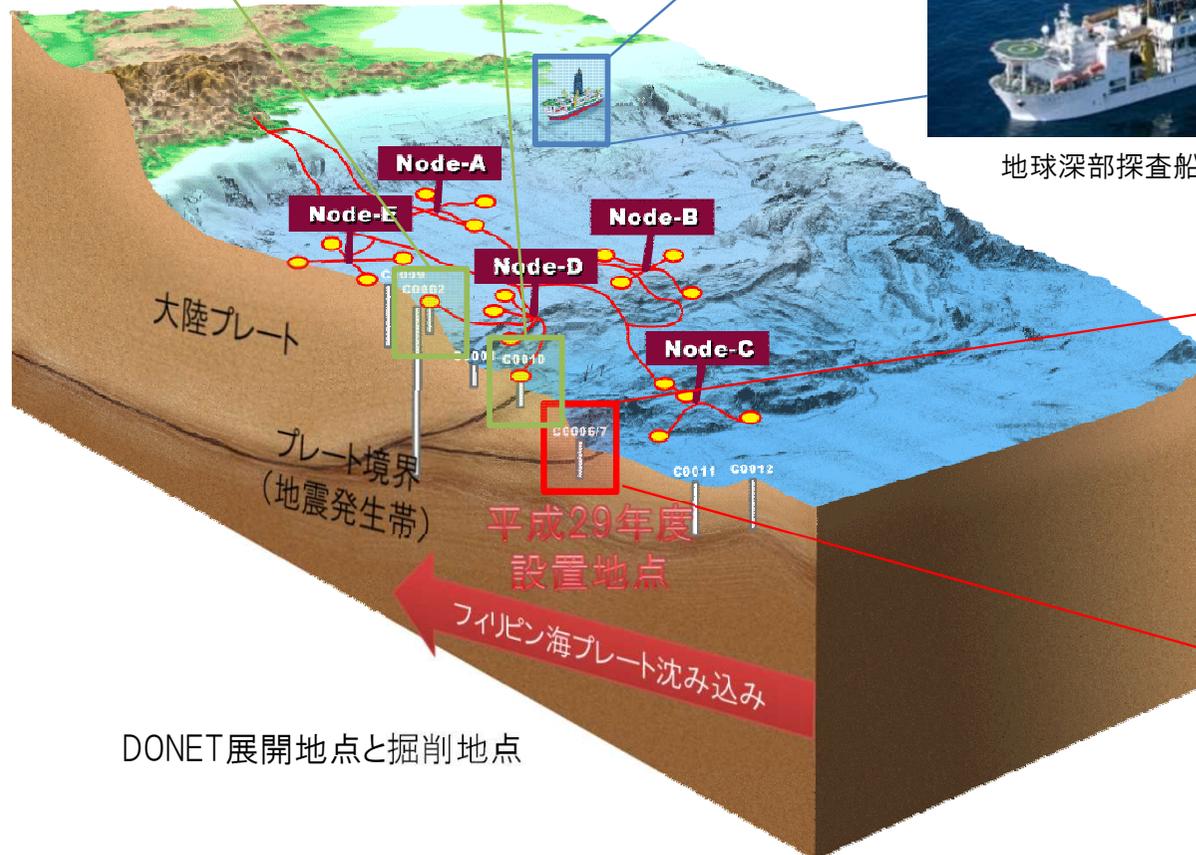
深部埋設による海底地殻変動観測センサのイメージ

サブテーマ①:連続リアルタイム海底地殻変動観測技術の開発・展開

(3)深部孔内地殻変動観測網の展開

- 歪計、傾斜計、間隙水圧計、広帯域地震計等から構成される長期孔内観測装置を地球深部探査船「ちきゅう」により掘削孔に設置し、海底下深部の安定な環境を利用した高精度観測を実施し、微小な地殻変動(超低周波地震やスロースリップ等)と固着域への影響の定量的な把握を行う。
- 平成29年度は、「ちきゅう」により東南海地震の震源域において、巨大津波を引き起こす可能性があるプレート境界浅部を掘削し、長期孔内観測装置を設置するとともに、DONETと接続することによって連続リアルタイム観測を行う。また、平成30年度に別の掘削孔に設置する長期孔内観測装置の製作を行う。
- なお、本掘削は日米欧が主導し、世界26か国が参加する多国間国際協力プロジェクト「国際深海科学掘削計画(IODP)」の枠組の下、各国研究者の英知を結集し実施するものである。

長期孔内観測装置設置済みの2地点
○地震発生帯直上 ○巨大分岐断層浅部



掘削孔内に設置する長期孔内観測装置のイメージ

サブテーマ②: 海底活断層の高精度広域調査

目的

- ▶ 南海トラフ地震発生帯では、破壊域のセグメント化やその連動による超巨大地震の発生など複数のシナリオが想定されている。しかしそのセグメント境界は複雑に変形しており、正確な断層情報は得られていない。そのため海溝型巨大地震断層の大規模3次元調査を行い、3次元的な断層情報を取得する。
- ▶ 熊本地震は内陸活断層で発生した地震であるが、その活動は広域的な地質境界全体に広がり、別府湾や八代海に拡大していく可能性も指摘されている。また同様に活断層の海域への延長は首都圏沿岸域といった人口密集地近傍でも指摘されている。そのため沿岸域の高精度3次元調査を行い、活断層分布を把握し、海域活断層評価に資する情報を取得する。
- ▶ 海溝沖合のアウトサイズ域ではM8クラスの正断層地震が危惧されており津波を励起することが想定されるが、同海域の断層情報は皆無であり、アウトサイズ地震への対応は遅れている。そのため広域2次元調査を行い、S-netによる津波浸水予測に資するアウトサイズ域の断層情報を取得する。

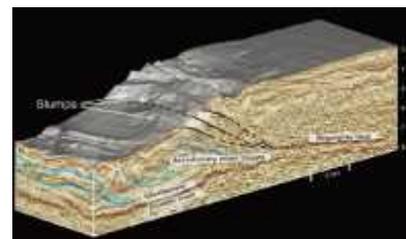
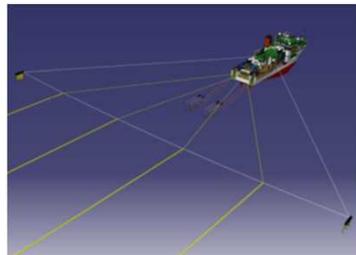
事業概要

「かいめい」によるマルチスケール地震発生帯構造調査



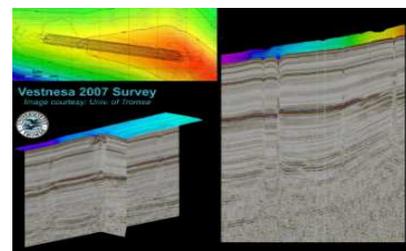
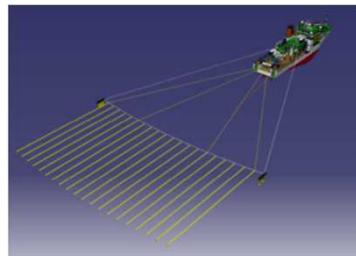
海底広域研究船「かいめい」
科学目的では国内初となる
3次元地震探査システムを導入

海溝型巨大地震断層の大規模3次元調査



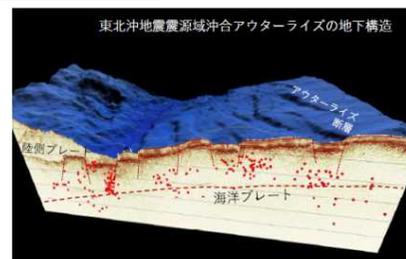
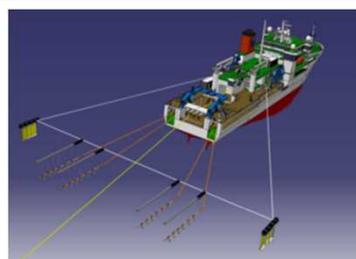
▶ 南海トラフ巨大地震発生の発生予測及び連動性評価の高精度化

海域活断層の高分解能3次元調査



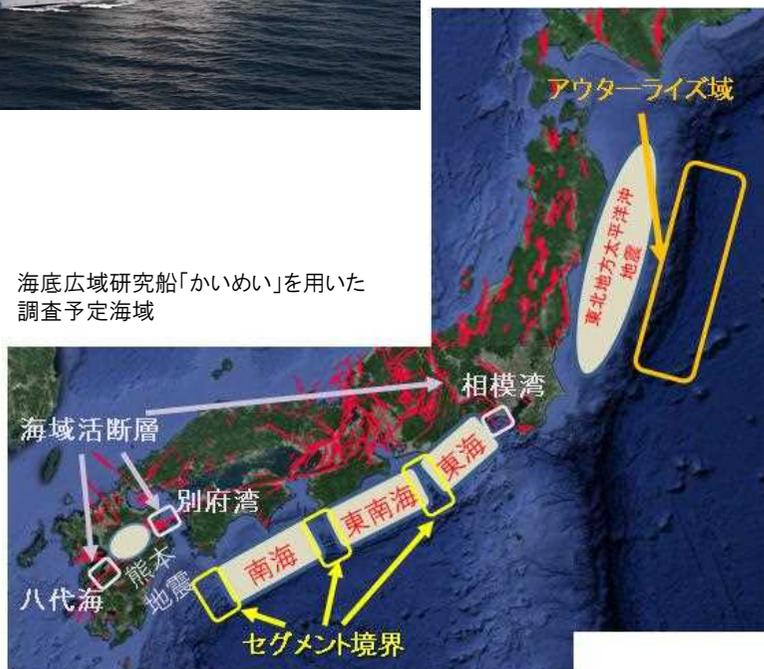
▶ 海域活断層による津波浸水被害予測の高精度化

アウトサイズ津波地震断層の広域調査



▶ アウトサイズ地震に対応した津波発生・伝播シミュレーションの実現

海底広域研究船「かいめい」を用いた調査予定海域



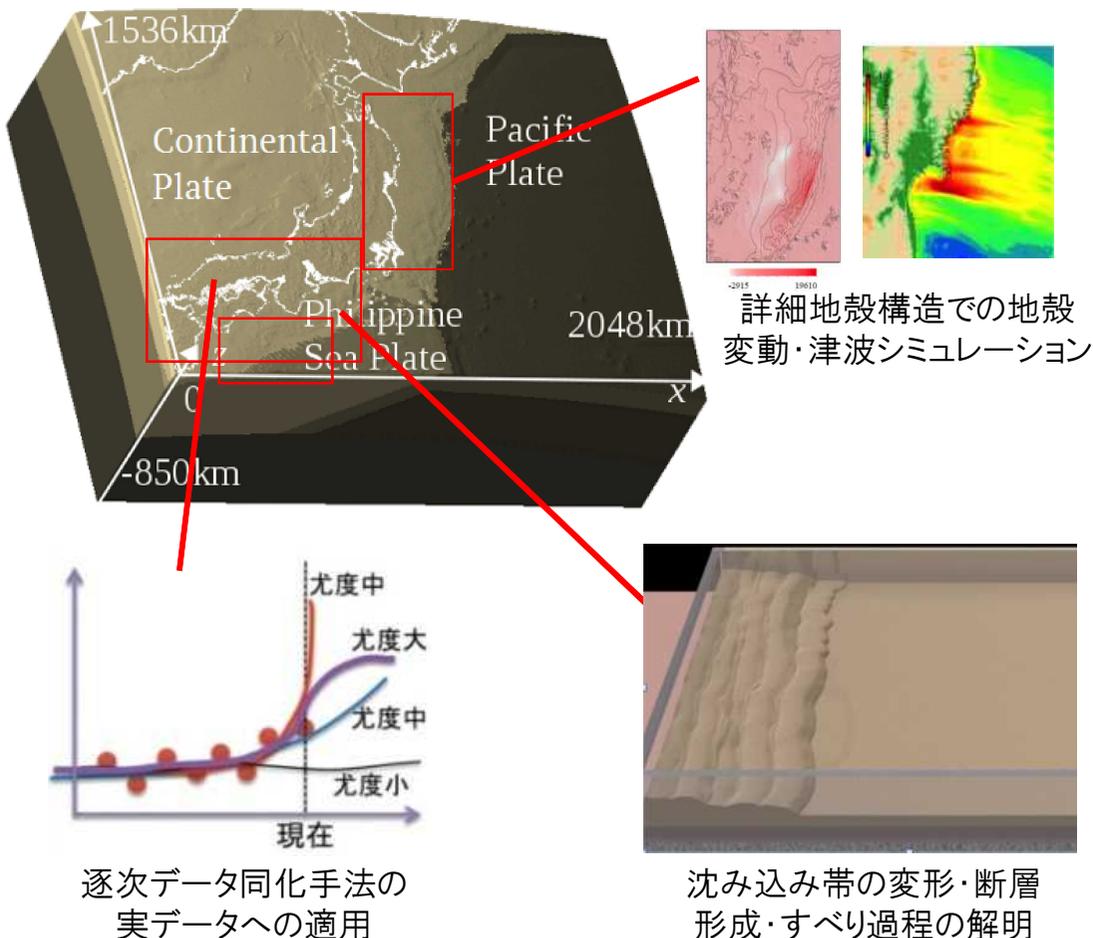
サブテーマ③: 新たな調査・観測結果を取り込んだモデルの高度化及び将来予測手法の構築

目的

- ▶ 南海トラフ巨大地震の長期評価の改善と、東海(あるいは南海)地震発生後に連動発生する連動地震の発生予測の高精度化を実現するため、巨大地震発生の準備過程や地震発生後のプレート境界の固着状態の変化、プレート内部を含む変形・断層すべり等の連続リアルタイム観測データをモデルに同化する手法の開発を行う。
- ▶ 巨大地震にともなう揺れや津波の予測の高精度化のため、現実的な地殻構造やプレート内部での変形・断層形成・すべり過程及びそれらによる地殻変動を取り入れた三次元的なモデルを構築するとともに、高精度な地殻変動・津波シミュレーションの実施する。

事業概要

リアルタイム観測データの同化手法開発と3次元不均質粘弾塑構造のモデル化



従来の地震発生モデルはプレート境界の断層すべり・地震しか扱えないが、巨大地震の十年程度前から起こる先行現象はプレート内での変形・断層すべりにも見られ、今後の海底観測で捉えられた際に、現状ではデータを予測に生かすのが困難

1. プレート境界すべりを対象に開発した連続リアルタイムの地殻変動データを同化する手法を、海底で取得される実データに適用・評価する
2. プレート内部での変形・断層形成・すべり過程の解明と、それらによる地殻変動を扱えるモデルの構築
3. 探査で得られるより現実的な地殻構造を取り入れたより高精度な地殻変動・津波シミュレーションの実施

- ・サブテーマ1から海底地殻変動実データ取得
- ・サブテーマ1へ新たな観測項目や観測点配置提案
- ・サブテーマ2から詳細地殻構造データ取得
- ・サブテーマ2へモデルによる3次元変形過程解明

- ▶ 南海トラフ巨大地震の長期評価の改善
- ▶ 巨大地震(特に連動地震)発生予測の高精度化
- ▶ 津波の事前・即時予測の高精度化