

## 1. 地震発生に至る地殻活動解明のための観測研究の推進

### (1) 日本列島及び周辺域の長期広域地殻活動

地震発生の原因はプレートの相互作用にあるため、プレート運動モデル(マイクロプレートの有無、境界の位置、相対運動速度等)の決定は地震予知研究にとって重要である。また、プレート境界や内部の構造・特性を詳細に調べ、プレート運動に起因する広域の歪・応力が内陸にどのように蓄積・集中していくのかを解明していくことも重要である。このような目的意識のもと、平成~~16~~年度~~17~~年度は以下の観測研究を行う。

#### ア. 日本列島及び周辺域のプレート運動

日本列島周辺のプレート運動を解明するためには、広域のGPS観測データが必要となるため、モンゴルにおいて新規にGPS観測を行うとともにロシア極東地域におけるGPSデータも取得する。さらに2点のGPS観測点を建設し観測を開始するとともにロシア極東地域におけるGPSデータも取得する。また南太平洋で稼働中のGPS連続観測も継続する。さらに、GPSのみならず、SLRの国際共同観測も継続し、またVLBIの国内観測と国際観測を実施する。

#### イ. 列島規模のプレート内の構造と変形

広域の歪・応力の蓄積・集中過程の解明のための手段としては、広域における構造や歪・応力の実態の解明を目的とした観測研究と、歪・応力の蓄積・集中モデルの構築を目的とした特定の領域における集中的観測研究がある。また、構造や応力の推定の高度化のための新手法の開発も重要となる。

~~—広域の構造の解明のため、日本海の震源分布や速度構造の解析を実施し、また海域における活断層の有無を調査するための表層音波探査を実施する。~~

~~さらに西日本において、比抵抗測定の実施に向けた予備調査・予備的解析を実施し、トモグラフィ解析やレシーバー関数解析、変換波・反射波等を駆使した構造推定を行い、沈みこんだフィリピン海プレートの位置やそれに関連すると考えられる地殻深部流体の分布について検討を行う。また、~~ 広域の構造の解明のため、北海道の日本海沖の震源分布や速度構造の解析を実施する。2004年中越地震の震源域を含む中部日本でも、Hi-netやF-net等のデータを用いて列島規模の3次元不均質構造を推定する。西日本においては、比抵抗測定・解析により、沈みこんだフィリピン海プレートと地殻深部流体との関連について検討を行う。 さらに広域のGPS観測とそれに基づく変位速度の解析を継続し、東南海・南海地域については、さらに観測を強化する。

内陸における歪・応力の蓄積・集中過程のモデル化のためには、地殻・上部マントルの物性、特にレオロジー構造の推定が重要となる。この目的のために稠密観測を実施し、また過去の大地震の余効変動の解析を行う。

構造や応力の推定の分解能を上げるためには自然地震の波形データを用いるのがもっとも効率が良いと考えられる。このような観点から地震波散乱強度分布や地震メカニズム解の新しい推定法の開発に着手を推進する。

このような研究を通して、日本列島内陸部への歪・応力の蓄積・集中過程について検

| 討する。

## 1. 地震発生に至る地殻活動解明のための観測研究の推進

### (2) 地震発生に至る準備・直前過程における地殻活動

地震発生に至る準備過程から直前過程を解明することは、地震発生の短期予測実現のために極めて重要である。さらに長期予測の高度化のためには地震発生サイクルとその揺らぎを生み出すメカニズムを解明しなければならない。このような観点から平成~~46~~17年度は以下の観測研究を行う。

#### ア. プレート境界域における歪・応力集中機構

これまでの研究により、プレート境界には、地震間には固着していて地震時に大きくすべる領域(アスペリティ)が存在していることが明らかになってきた。~~このような背景の下、2003年十勝沖地震の震源域周辺や宮城県沖想定震源域、東海地域、東南海・南海沖想定震源域等を中心として、太平洋プレートやフィリピン海プレートの境界におけるアスペリティや準静的すべりの実態を解明する研究を推進する。~~このような背景の下、2003年十勝沖地震震源域～根室半島沖周辺や宮城県沖想定震源域、東海地域、東南海・南海沖想定震源域等を中心として、太平洋プレートやフィリピン海プレートの境界におけるアスペリティや準静的すべり、セグメント構造の実態を解明する研究を推進する。

~~そのため、海陸合同の構造探査や地震観測を行い、固着強度を支配するプレート境界の構造や境界付近の物質の性質を探る。準静的すべり域と固着域の時空間分布を把握するために、GPS観測点を強化し、小規模な固有地震(相似地震：小繰返し地震)解析の高度化を行う。特に東海地域で進行している非定常すべり(東海スロースリップイベント)の時空間分布の解明は、準定常すべりの理解に重要である。また固着域、特にその下限の位置の推定は、地震予知のみならず地震時の被害予測にとっても重要である。海底地殻変動観測については基準局を増強し、また、沿岸域における高精度絶対重力測定や差分干渉SAR解析を実施することで、海底から海岸線に至る領域の地殻変動観測をさらに高度化する。プレート境界浅部プロセスを解明するために、海底諸観測を通じて、海底下のマントルや地殻からもたらされる物質や熱の輸送過程に関する観測研究を行う。~~そのため、海陸合同の構造探査や地震観測等を行い、固着強度を支配するプレート境界の構造や境界付近の物質の性質を探る。準静的すべり域と固着域の時空間分布を把握するために、GPS観測点を強化し、小規模な固有地震である相似地震(小繰返し地震)の解析の高度化を行う。特に東海地域で進行している非定常すべり(東海スロースリップイベント)の時空間分布の解明は、準定常すべりの理解に重要である。また固着域の分布や島弧の詳細な構造の推定は、地震予知のみならず地震時の被害予測にとっても重要である。海底における地殻変動観測および沿岸域における高精度絶対重力測定や差分干渉SAR解析等を継続し、海底から海岸線に至る領域の地殻変動や地殻内流体・熱の輸送に関する研究をさらに高度化する。一方、深部低周波微動とそれに同期するスロースリップイベントの同時観測により、これらのイベントの発生に及ぼすプレート境界深部プロセスの役割の解明を図る。

## イ．内陸地震発生域の不均質構造と歪・応力集中機構

—地震予知のための新たな観測研究計画(前計画)において、内陸の特定の領域に歪・応力が集中して地震発生に至るモデルが提案された。地震予知のための新たな観測研究計画(第二次)においては、このモデルの検証と高度化が重要課題となる。この目的のために、詳細な不均質構造と歪・歪速度の時空間変化の推定、および応力集中を作り出す不均質構造の鍵となると考えられる地殻内流体の分布を把握する研究を推進する。

そのため、まず日本で最大の歪集中帯である新潟-神戸歪集中帯に位置する跡津川断層およびその周辺において高密度な地震・GPS観測および比抵抗測定を行う。またそれ以外の地震多発域においても、稠密GPS観測と地震観測を行い、断層面やその周辺の特性の解明を図る。また、過去に発生した大地震の震源過程の解明をめざした解析手法の高度化を行う。地質学的時間スケールの変形と地球物理学的時間スケールの変形の関連を解明するために、大規模な褶曲域や活断層域において浅部反射法構造探査を実施する。一方、地殻内流体の分布と挙動および地震発生との関連を調べるために、過去の大地震域や将来の想定震源域を中心として比抵抗測定を行う。伊豆半島北東部～東部にかけて地磁気全磁力観測を実施し、地殻内流体や地殻応力との関係を検討する。また、流体の分布を反映していると考えられる地殻内地震反射面を解析する手法の高度化を図る。さらに、流体の挙動と誘発地震との関係や断層強度回復過程の解明のために、野島断層において注水実験を行う。とそのデータ解析を行う。また2004年中越地震の震源域周辺の構造・応力場についての解析を進め、それ以外の地震多発域においても稠密GPS観測と地震観測を行い、断層面やその周辺の特性の解明を図る。さらに、過去に発生した大地震の震源過程の解析を進め、低周波地震(微動)の解析手法の開発も行う。一方、地殻内流体の分布と挙動および地震発生との関連を調べるために、過去の大地震域や将来の想定震源域を中心として比抵抗測定を行う。伊豆半島北東部における地磁気全磁力観測を継続し、地殻応力との関係を検討する。また、地殻構造を求める手法の改良を行い、低周波地震の起きている場所と地殻構造不均質性の関連について調べる。さらに、流体の挙動と誘発地震との関係や断層強度回復過程の解明のために、野島断層における注水実験の解析を進める。

## ウ．地震発生直前の物理・化学過程

—地震発生直前において生起すると考えられている不可逆的な物理・化学過程を解明することは、地震の直前予測にとって極めて重要である。このため、地震学的直前過程、流体の挙動の地震発生との関係、および電磁気学的時間変化と地震発生との関係に関する研究を推進する。

まず南アフリカ金鉱山における半制御実験を通じて、至近距離による破壊核形成過程を観測することを目指す。また、長野県西部の断層破砕帯周辺において稠密・高サンプリングレートの地震観測を行い、破砕帯内外の詳細な構造と発震機構解に基づく応力分布の推定を行う。流体が地震発生に果たす役割を解明するために、伊豆地域等で実施してきた電磁気観測と重力繰り返し観測を継続する。地震発生前の電磁気的現象の有無について検討するために、主として北海道においてULF帯の磁場・電場観測とVHF帯電波観測を行うとともに、そのような現象が生じる可能性を検討するための比抵抗構造探査

~~ならびに電磁波伝播についてのシミュレーションも実施する。またプレート固着域の変化に伴う比抵抗変化や地殻応力増加に伴う地磁気変化の有無の検証を行う。~~

地震発生直前において生起すると考えられている不可逆的な物理・化学過程を解明することは、地震の直前予測にとって極めて重要である。このため、地震学的直前過程、流体の挙動と地震発生の関係、および電磁気学的時間変化と地震発生の関係に関する研究を推進する。

まず南アフリカ金鉱山における半制御実験を通じて、至近距離による破壊核形成過程を観測することを目指す。また、長野県西部におけるこれまでのデータの解析から応力分布と減衰構造を調べ、それらと地震発生の関係について検討する。流体が地震やスローイベントの発生に果たす役割を解明するために、伊豆地域等で電磁気観測と重力観測を継続する。地震発生前の電磁气的現象の有無について検討するために、十勝沖地震震源域の比抵抗構造を調べ、またコントロールされた信号を用いて電波の伝播異常について検討を行う。また地磁気全磁力観測と自然電位観測を行い、地磁気異常と地殻活動や地殻内流体との関係について検討する。

## エ．地震発生サイクル

プレート境界や活断層に発生する大地震については、前計画において Brownian Passage Time (BPT) 分布モデルと呼ばれる新しい統計モデルが導入され、地震発生サイクルに基づく統計的長期予測の高度化がなされた。この統計モデルでは地震発生の周期性を前提としているが、孤立したアスペリティの破壊によるプレート境界型地震であれば、そのような周期性が生じることも観測や数値シミュレーションにより示された。地震予知のための新たな観測研究計画(第二次)今次計画ではこれらの統計モデルと物理モデルとを統合し、より信頼性の高い長期予測の実現を目指す。

~~統計的モデルの高度化のために、まず、別府湾において活断層の音波探査を行う。南海トラフ・相模トラフにおいてはピストンコアやサイズミックデータを分析し、さらに北海道～南千島での過去の巨大地震による津波と地震記象データを国内外で収集し、地震発生履歴の解明を図る。また、日本の主要断層のセグメント区分の実施とそれに基づく断層パラメータの地域的分布の推定およびセグメント境界の構造的特徴の抽出を行う。~~一方、現在考えられている地震発生サイクルを越える巨大地震のサイクルの有無を検証するために、三陸～常磐海岸において津波痕跡および海岸昇降履歴の調査を行う。地震発生のサイクルとその揺らぎを物理学的モデルによって検討するために、地震間や地震と準静的すべり間の相互作用を、小規模な固有地震の解析によって解明する。また、連鎖的地震発生におけるトリガリング機構の検討と、近傍の地震発生による応力の揺らぎにともなう地震発生サイクルの揺らぎを定量的に解析する。過去の活動の規則性と多様性を検討するために、別府湾や南海トラフ沿岸域、三陸海岸から常磐海岸にかけての地域等において音波探査や津波堆積物の調査を行う。さらに北海道～南千島での過去の巨大地震による津波と地震記象データを国内外で収集し、特に 1973 年と 1894 年の根室沖地震の違いについて検討する。

一方、多数の活動セグメントから構成される大規模断層系から発生する地震、および固有規模以下の地震の発生予測に関する研究に着手する。また、動的・静的な断層相互作用

に関する研究を進めるほか、広域地震テクトニクスに基づいた内陸地震発生予測についての研究を開始する。

また、相似地震（小繰り返し地震）のカタログ作成とその高信頼度化を推進し、GPSデータと相似地震の両方を同時に使った準静的すべりの時空間分布の解析手法の開発に着手する。さらに準静的すべりを介したアスペリティの破壊の相互作用について、シミュレーションによる研究を行う。

## 1. 地震発生に至る地殻活動解明のための観測研究の推進

### (3) 地震破壊過程と強震動

断層面上のアスペリティ分布やその周辺の応力分布が得られれば、大地震発生に先立って、地震時における破壊開始点や破壊伝播の挙動を推定できる可能性がある。一方、強震動の生成には震源過程のみならず波動伝播の影響も大きいため、実際の地下構造における波動伝播の推定の高度化や半経験的予測手法の高度化も強震動予測にとって重要である。このような観点から、平成16年度17年度は以下の観測研究を実施する。

#### ア. 断層面上の不均質性

強震動生成に一番大きく関係するアスペリティの分布やその特性を調べる研究を推進し、強震動予測の高度化を図る。

具体的には、過去の地震波形の解析によりアスペリティの微細構造やアスペリティの連動破壊の条件を調べ、またプレート境界および断層周辺の構造や、地震活動とアスペリティ分布との関係を調べる。この際にはデータを蓄積しやすい中小規模の地震も対象にし、また地震時にはバリアとなると考えられるスローイベント発生域のマッピングも行う。さらに、アスペリティの実体に迫り、断層の応力と強度の絶対値を見積もるために、精密温度モニタリングを実施し断層発熱モデルおよび断層破壊モデルの作成を目指す。このようなアスペリティの分布を高精度で推定し強震動予測に有効に役立てるためには、震源過程解析の高度化が必要であるため、3次元地下構造を考慮した解析手法の高度化と解析時間の短縮化を図る。また、過去の大地震の波形記録のない断層や地表に兆候の少ない断層についてその性質を明らかにするために、地震波速度、重力、比抵抗、微小地震活動等の測定・観測およびデータ解析を実施する。

具体的には、過去の地震の波形や地震活動の解析等によりアスペリティの微細構造を含む断層周辺やプレート境界の構造を調べ、地震活動とアスペリティ分布との関係を解明する。また地震時にはバリアとなると考えられるスローイベント発生域のマッピングを行うために既存の観測点の高度化と処理の統合化・自動化をはかる。さらに、断層掘削孔井内の精密温度モニタリングを継続し、断層発熱モデルおよび断層破壊モデルの作成に着手する。このようなアスペリティの分布を迅速に推定し強震動予測に有効に役立てるために、震源過程解析時間の短縮化を図る。また、過去の大地震の波形記録のない断層や地表に兆候の少ない断層についてその性質を明らかにするために、2004年中越地震の震源域周辺等を実験地として選定して、構造調査を実施し、自然地震等のデータから不均質性を検出する新たな技術開発の可能性について検討する。

#### イ. 地震波動伝播と強震動予測

強震動予測を高度化するために、詳細な地下構造のモデルを構築し、それを元にした強震動シミュレーションを実施する。また、このような構造モデルおよびシミュレーション結果の検討を進めるために既往データの収集整理と強震観測網の整備にも努める。また、スラブ内地震とプレート境界型地震の強震動の違いに関する研究も推進する。や地震動予測手法の高度化をはかる。また、このような構造モデルおよびシミュレーシ

ン結果の検討を進めるために既往データの収集整理を行い、地震波伝播特性や観測点地盤特性の影響の評価を進め、強震動予測に必要なデータや計算結果のデータベース化を促進する。

~~—地震発生時に破壊過程を迅速に解析し、大地震発生場の評価、地震直後の対応に役立つことを目指す。~~

地震発生時には破壊過程を迅速に解析し、大地震発生場の評価、地震直後の対応に役立つことを目指した研究も推進する。

# 1. 地震発生に至る地殻活動解明のための観測研究の推進

## (4) 地震発生の素過程

地震発生予測の高度化のためには、アスペリティの実体やアスペリティの相互作用、非地震性すべり、摩擦・現象のスケーリング則等について理解を深める必要がある。また、地殻活動をシミュレーションによって推定するためには、モデルに含まれているパラメータを観測可能な物理量から換算しなければならない。このような観点から、~~平成~~ 16平成17年度は以下の観測・実験・研究を行う。

### ア. 摩擦・破壊現象の物理・化学的素過程

~~—岩石破壊実験やすべり実験を行い、既往のモデルに基づく数値実験との比較を行うことにより、モデルの高度化や新しいモデルの構築を目指す。また、反射探査実験による断層面の状態変化抽出の可能性を検討するために、模擬断層における弾性波透過実験を実施し、さらにその実験の高度化を図る。地殻活動に伴う電磁気現象の発現の可能性を検討するための実験や数値実験も推進する。さらに、岩石の変形・破壊・すべりにおける温度・水・ガス等の影響および岩石破壊に伴うガス放出の機構の解明にむけた実験を実施する。~~

高温高压下の実験を行い、プレート境界に存在すると考えられている蛇紋岩や粘土鉱物について摩擦・破壊構成則のパラメータの測定を開始し、また、臨界すべり変位まですべる過程での面の状態の変化を明らかにすることを目的とした種々の実験を行う。さらに、弾性波照射による断層面の状態変化を検出する手法の開発を進め、ガウジの塑性変形の透過波動に果たす役割について検討する。地殻活動に伴う電磁気現象の発現の可能性や地球潮汐のような微小な外部擾乱が地震活動に及ぼす影響を検討するための実験も推進する。さらに、岩石の変形・破壊・すべりにおける温度・水・ガス等の影響および岩石破壊に伴うガス放出の機構の解明にむけた実験を実施する。

また、室内実験と自然地震の中間スケールである南アフリカ鉱山における実験観測によりA E（微小破壊）発生や摩擦特性のスケール依存性について検討する。

### イ. 地殻・上部マントルの物質・物性と摩擦・破壊構成則パラメータ

~~様々な温度・圧力・間隙圧等の条件の下での岩石の変形・破壊・すべり実験を行い、それらの条件と摩擦・破壊構成則パラメータの変化やA E（微小破壊）、弾性波の速度・減衰、物性等との関係の解明を進める。さらに、それらの結果とフィールドにおける観測・研究による結果とを比較することにより、実際の断層における物性や破壊過程についての理解を深める事を目指す。一方、南海トラフ近傍においては、実際のプレート境界の物質を掘削する計画が進められており、それが十分な成果を上げられるようにするために、掘削予定地点での様々な調査を実施する。弾性波の速度・減衰・異方性、電気伝導度、物性等との関係の解明を進める。さらに、それらの結果とフィールドにおける観測・研究による結果とを比較することにより、実際の断層における物性や破壊過程についての理解を深める事を目指す。~~

一方、南海トラフ近傍におけるプレート境界の物質を掘削する計画がI O D Pによっ

て進められており、それが十分な成果を上げられるようにするために、掘削予定地点近傍での反射法地震波探査を実施する。

## 2. 地殻活動の予測シミュレーションとモニタリングのための観測研究の推進 (1) 地殻活動シミュレーションモデルの構築

地殻活動シミュレーション研究の目標は、隣接するプレート同士が複雑に相互作用する日本列島域を一つのシステムとしてモデル化し、常時観測網からの膨大な地殻活動データをリアルタイムで解析・同化することにより、プレート相対運動に起因するひずみエネルギーの蓄積から準静的な破壊核の形成を経て動的破壊の開始・伝播・停止に至る大地震発生過程の定量的な予測を行うことにある。

上記の目標を達成するために、日本列島及びその周辺域を対象とした地殻活動予測シミュレーションモデルを開発する。また稠密な観測が行われている特定の地域において、より詳細な地域モデルを開発し、活動予測シミュレーションを行う。さらに、これらのシミュレーションモデルを継続的に高度化していくために、地震発生の物理・化学過程に関する基礎的なシミュレーション研究を推進する。平成17-6年度は以下の計画で研究を行う。

### ア. 日本列島域

地殻・マントルの弾性-粘弾性構造、プレート境界の3次元形状、断層摩擦構成則を考慮した日本列島域の地殻活動シミュレーションモデルのプロトタイプを「地球シミュレータ」上に完成させる。

平成16年度までに具体的には、複数の要素モデルで構成される地殻活動シミュレーションモデルのプロトタイプを「地球シミュレータ」上にできあがったので、平成17-6年度は、地殻変動や地震活動データのインバージョン解析により、プレート境界面の摩擦特性を定める。同一の3次元地殻・マントル構造モデルの上に、海洋プレートの沈み込みに伴う準静的なひずみエネルギー蓄積シミュレーションモデルと動的な地震破壊伝播シミュレーションモデルを独立に開発し、システム結合する。こうして開発した地殻活動シミュレーションモデルを「地球シミュレータ」上で走らせ、コードの最適化を行うとともに、プレート境界の摩擦特性を規定するパラメタに依存するシステムの挙動特性を定量的に明らかにする。

### イ. 特定の地域

#### →三陸沖プレート境界型地震発生サイクル・シミュレーションモデルの構築

均質無限弾性体および半無限均質弾性体中の地震サイクルシミュレーションプログラムを用いて、三陸沖および駿河・南海トラフ沿いの過去の巨大地震発生履歴、最近の大地震の震源過程、GPSデータから推定されるプレート境界の固着分布などを説明するようなプレート境界面上の摩擦パラメタ分布を推定する。さらに、より現実的なモデルを構築するために、曲がったプレート境界面での地震サイクルシミュレーションのた

めのプログラムを開発する。

東海地域においては、三宅島・神津島の火山活動による大きな地殻変動が東海地方の  
スロースリップに与える影響をシミュレーションにより評価する。

一・南海トラフ沿い巨大地震発生サイクル・シミュレーションモデルの構築

フィリピン海プレートの3次元形状を考慮した弾性モデル、プレート境界付近を細かいメッシュで分割した3次元不均質粘弾性大規模有限要素プロトタイプモデル、すべり速度・と状態に依存する摩擦則を現実のプレート形状に即した断層面モデル、考慮した準静的地震サイクル・シミュレーションモデル、すべり依存の摩擦則に支配される現実的な横ずれやプレート境界型断層における動的破壊伝播シミュレーションモデルを地球シミュレータ上などで構築する。それらにより南海トラフ巨大地震発生サイクルシミュレーションを実行し、破壊伝播の開始点、破壊セグメント、1944年東南海地震の前の掛川における地殻変動の原因などを考察する。また2000年三宅島・神津島の大規模地殻活動と東海地方のスロースリップとの関連についても考察する。

フィリピン海プレートの3次元形状に対応する単純セルモデルを構築し、過去の南海トラフ巨大地震を再現するような摩擦パラメタ分布を探索する。また3次元不均質粘弾性大規模有限要素モデルで、プレート境界単純セルにおけるすべり応答関数を計算する。その応答関数を用いて、プレート境界セル面上に摩擦パラメタを分布させ、すべりと状態に依存する摩擦則を用いた準静的地震サイクルシミュレーションモデルを大型計算機に構築する。さらに内陸活断層においても単純セルモデルの検討を行い、南海トラフ巨大地震と内陸地震の相互作用を扱う単純セルプロトタイプモデルを構築する。

ウ．予測シミュレーションモデル高度化

予測シミュレーションの結果に大きな影響を与える断層面の摩擦構成則パラメタを適切に推定する。GEONETデータを用いた弾性係数逆解析手法による応力場再構築や、GPSデータによってとらえられた余効変動やスロースリップの逆解析によって摩擦パラメタの推定を行う。また断層破碎帯での摩擦熱による流体圧変化および流体の移動、微小亀裂の相互作用、断層間の動的相互作用等の動的破壊素過程の影響を定量的に調べ、断層の破壊過程や幾何学的複雑さの成因を探る。

## 2. 地殻活動の予測シミュレーションとモニタリングのための観測研究の推進 (2) 地殻活動モニタリングシステムの高度化

地殻活動予測シミュレーションへのデータ提供とシミュレーション結果の検証、および地震発生時における即時対応のためにモニタリングデータは重要である。平成17-6年度は、日本列島全域、東海地域、東南海・南海地域などを対象として次のような観測研究を行う。

### ア. 日本列島全域

GEONET等GPSによる地殻活動監視の継続と、GPSのデータを用いた日本列島の歪・応力の空間分布と時間変化のモニタリング手法を開発する。またリアルタイムでGPSデータを取得できる様になりつつあることに対応し、リアルタイム解析システムを整備する。地震活動も地殻活動監視のために重要なデータであり、データ品質向上、3次元不均質構造の精度向上、それらなどを用いた震源決定精度の向上、初動解やCMTによる発震機構の自動化および決定精度の向上を図るとともに、およびそれらを用いた地殻活動とくに応力モニタリング手法開発、長周期波動のモニタリング、プレート境界の応力蓄積解放モデル構築等を実施開発する。西南日本で発生している低周波地震についてもモニタリングシステムの高度化と解明を進める。その他、潮位、GPS測量、水準測量や地磁気観測を継続するとともに、観測の高度化を図る。

### イ. 東海地域

東海地震が想定されている地域で、より高度な地殻活動監視のための研究開発を行う。

具体的には、高密度なGPS観測網を設置し、GEONETと統合処理をして、現在進行中の東海スロースリップイベントをより詳細に解析する。また海域での海底地殻変動観測を進め、陸上と併せて駿河湾地域での地殻変動検出精度向上を目指す。東海地震のプレスリップ検出の鍵となる体積歪計や傾斜計の誤差要因の解明とノイズレベル低減を進め、異常検出能力の向上をはかる。とともに地下水観測網においても増強・高度化し、によるプレスリップ検出能力の検証を行うとともに変動メカニズム解明も進める。これらのデータを総合してプレスリップ検出に生かすためにすべりシミュレーションによる変動量推定を行う。重力変化、SAR、電磁気変化、地下水溶存ガスなどのデータを用いたモニタリング手法の高度化を図る。溶存ガスについては地下を移動するメカニズムについても研究を進める。東海地域における繰り返し水準測量、や歪、や傾斜、絶対重力の連続観測を継続する。観測された地殻活動についてもデータベースとしてすると同時に解析も行う。また新たな観測として、アクロス震源装置の設置、海水温観測、小型レーザー変位計等の試験観測を行う。

#### ウ．東南海・南海地域

この地域では比較的近い将来の巨大地震発生が懸念されており、東海に比べて遅れていたモニタリングの高度化を図るとともに高密度諸観測を推進する。東南海・南海地域は震源域のほとんどが海域にあるため、音響結合方式による海底地殻変動観測を増強する。陸上においても、歪・地下水位の観測を拡充する。とくに歪・応力・間隙水圧の関連を明らかにして地殻変動連続モニタリングの精度向上を図る。水準測量を実施して地殻の上下変動をとらえるとともにSARやGPSのデータを用いた解析を行う。またこの地域全体にわたって発生している深部低周波微動のモニタリングを行う。

#### エ．その他特定の地域

大地震の発生が非常に切迫していると考えられている宮城県沖地震の震源域、内陸で最も地震発生の確率の高い糸魚川—静岡構造線断層帯の震源域、地震が発生すると首都圏に甚大な影響を与えると考えられる南関東地域、首都圏に次ぐ人口密度である関西地域、長期にわたって地震や火山活動が活発な伊豆半島東部および伊豆諸島における、地殻活動モニタリングシステムの高度化を行う。特に宮城県沖においては相似地震とGPSデータを用いた準静的すべりモニタリング新しい手法を実用化する。西南日本に置いては低周波地震・微動と活断層との関係の解明も進める。また全国の活断層周辺等において置いて地殻変動観測・測量を実施する。突発的に地震が発生した場合にも各種観測・測量を実施する。

## 2. 地殻活動の予測シミュレーションとモニタリングのための観測研究の推進

### (3) 地殻活動情報総合データベースの開発

地殻活動予測シミュレーションモデルの開発には、基礎となるデータベースが必須である。また地殻活動モニタリングシステムからの大量・多項目のデータを準リアルタイムで地殻活動予測シミュレーションにデータ同化の手法で取り込むためには、効率的なデータ解析処理法を開発し、それを解析システムに実装することが必要である。そのために、地殻活動予測シミュレーションモデルの開発に資すると同時に地震予知研究の効率化にも有効な、過去資料およびリアルタイムデータのデータベース化を実現する。また大量の観測データを地殻活動予測シミュレーションに有効に生かすためのデータ解析システムを構築する。平成17-4-6年度には以下の計画で研究を行う。

#### ア. 日本列島地殻活動情報データベースの構築

現在、ほとんどの観測データは即座にデジタルの形で記録されるが、過去の記録は紙の上だけに残っているものも多い。~~特に過去の地震波形は膨大に残されているが、紙記録で残っているために利用が煩雑であることが問題となっていた。~~それらの波形記録の利用を促進するため電子ファイル化やマイクロフィルム化とデータベース化をすすめる。また地磁気データに関しても過去のデータを含めてデジタル化するとともにデータベース化を進める。

現在デジタル記録は即座に公開され、研究進展に貢献しているので、観測施設の維持管理とともにデータベースの追加・更新を進める。

地震活動の変化は地殻活動を表す重要なデータであり、時間・空間的にできるだけ均質なデータベースとして公開する必要がある。そのために一元化処理による全国地震カタログを作成するとともに、1950年代までの過去にさかのぼって、現在と同一手法による震源再計算をおこなう。~~その結果、より均質な震源カタログが整備されると考えられる。~~また全国の地震観測施設から集められた地震データを効率的に収集・処理・蓄積を行う。

日本列島全体をカバーする重力データは、地殻の不均質を知るために重要な情報なのであり、データの測定・収集・整理を進めるとともに一般公開を推進する。

日本列島の活断層データも地震予知研究における重要なデータである。ウェブで公開している日本列島の活断層データに関してデータベースさらなる高度化をおこなう化を行うとともにウェブ上での公開を行う。また都市圏の活断層調査を進めるとともに、活断層の位置情報をGISをベースとしたシステムに乗せるための化にむけて断層の位置情報の整備等の研究開発を実施する行う。

フィリピン海プレート北縁データベースの開発をすすめる、GPS等のデータを用いた解析ツールを含めたインタラクティブなシステムを開発する。

#### イ.地殻活動データ解析システムの開発

地震や地殻変動のデータを効率的に解析するためのシステムを高度化する。すでに公開されているGPS・水準測量等の表示・解析を行うシステムの高度化を進めるとともに、現在注目すべきスロースリップイベントが進行している静岡県西部関東および東海地域の地震や地殻変動観測データの整備を進める。

### 3. 新たな観測・実験技術の開発

地震予知のためには、地下深部の応力・歪・流体の分布やその時間変化を知る必要がある。「新たな観測・実験技術の開発」では、地震予知実現のために、今まで不可能だった「種類」の計測、不可能だったおよび「場所」での計測、従来を超える「精度」の計測に必要な技術開発を進めている。平成17-16年度には下記の項目において、次のような研究開発を進める。

#### (1) 海底諸観測技術の開発と高度化

プレート境界における巨大地震の発生予測のためには、海底における地殻変動を含めた諸観測が本質的に重要である。GPS - 音響測距結合方式による海底測位の計測システム及び解析手法の開発においては、繰り返し精度の向上を図るために、キネマティックGPS測位の精度向上とともに海洋音速構造の時空間変動を考慮した解析手法の開発を行う。また多項目センサー搭載による海底観測の複合化をするめるとともに、海底設置型や海底ボアホール内に設置するための歪計・傾斜計・圧力計・地震計の高度化に関する研究を行う。また海底での連続観測に必要な海底ケーブルと多種のセンサーを用いたリアルタイム長期海底観測技術の開発と高度化を行う。

#### (2) ボアホールによる地下深部計測技術の開発と高度化

地表付近は気温変化や降雨による観測データへの影響が大きいため、ボアホールを用いた地下深部での計測技術開発が必要となる。また震源破壊核に近づいて地殻応力や断層物質を直接測定するためにも重要な技術である。地下は1kmあたり30度温度が上昇する。そのような深部の高温の環境でも安定して動作する測定装置を光ファイバーを用いて開発する。また地下深部で精度良く応力を計測するために、修正水圧破碎法、乾式破碎法、オーバーコアリング法の研究開発を行う。またボアホールに設置することのできる内での信頼性の高い広帯域地震計や強震計の開発を行う。

#### (3) 地下構造と状態変化をモニターするための技術の開発と高度化

地震の発生予測のためには、地震波速度構造、散乱体や地下流体の分布など、地下流体や固着状態の変動などを示す観測量を、従来の技術よりはるかに高い分解能でモニターすることが重要である。そのために正弦波精密制御震源装置やインパルス精密制御震源装置を用いた、能動的な地下モニター技術の開発を行う。インパルス震源装置については長期連続観測を継続し、長期計測の信頼性を検証する。正弦波震源装置については、ボアホール内に設置できる震源装置を開発するとともに、プレート境界からの反射波検出に向けた実証実験を東海地域においておこなう研究開発を行う。繰り返し測定の変動要因となるまた周辺岩盤特性のを含めて震源とみなした震源関数の研究を行う。また

マントルヘリウムフラックスの時空間変化測定に関する基礎的研究を実施するとともに適切な観測地点の選定を行う。地殻ひずみを高精度で計測するためのレーザー変位計についても基礎的研究を行う。

#### (4) 宇宙技術等の利用の高度化

近年の宇宙技術利用の飛躍的進展により、日本列島全域をほぼ均等に覆うGPS観測網の構築が進み、広域地殻変動の常時モニタリングが十分に可能となりつつある。GPSネットワークは従来の観測からは得られなかった非常に重要な情報を我々にもたらしており、宇宙技術利用をさらに高度化することが地震予知研究にとって重要である。人工衛星の利用は地震等のデータ通信にとっても重要であるので、低消費電力・低価格の衛星通信装置の開発に着手する・試験運用を行う。また陸域観測技術衛星(ALOS)の打ち上げを控え、干渉SAR(合成開口レーダー)解析技術の高度化を図る。キネマティック測位法を含めてGPS測位法についても、気象要素、距離依存性、解析技術等誤差要因の解析を進め、さらなる高精度化を行う。また人工衛星に比べて機動性のある航空機を用いた3次元レーダー映像からの地殻変動推定手法開発を行う。