

## 1 (1) 地震火山現象のモニタリングシステムの高度化

### 1. 研究課題

- ア-1. 地震活動・火山現象のモニタリングシステムの高度化(東大地震研)
- ア-2. 常時微動や後続波を用いた地下構造モニタリング法の研究(東北大学)
- イ-1. 特定地域の地殻活動モニタリングシステムの高度化(東大地震研)
- イ-2. 比抵抗連続観測による阿蘇中岳火口浅部熱水系モニタリングの高度化(京大理)
- イ-3. 宮城県沖プレート境界の多項目・高精度モニタリングによる大地震発生過程の解明(東北大学)
- ウ-1. 東海地方における地殻活動モニタリングの高度化(東大地震研)
- ウ-2. 東南海・南海地域および日本海溝・千島海溝周辺の地殻活動モニタリングの高度化(東大地震研)
- ウ-3. 四国から紀伊半島にかけての前弧域周辺の応力場の時空間変化(高知大学)
- ウ-4. 駿河-南海トラフ周辺における多項目統合モニタリング(名古屋大学)
- ウ-5. 南海トラフにおける巨大地震発生の予測高度化を目指した複合的モニタリング手法の開発(京大防災研)

### 2. 研究目的

地震・火山現象の予測精度を向上させるため、全国共通に応用可能なモニタリングシステムの高度化のための研究を進める。また特に地震発生や火山噴火の可能性の高い地域を対象とした、その地域の特性に即したモニタリングシステムの高度化を進める。さらに、東海・東南海・南海地域においては、各種の機動的観測を実施するとともに既存のデータを用い、予測シミュレーションと連携するためのモニタリングシステムの高度化を実施する。

### 3. 実施計画

全国においては、地震データの流通を更に推し進め、流通データを用いた研究を促進するとともに、自然に発生している震動を利用した受動モニタリングの応用も進める。特定地域においては、宮城県沖、糸魚川静岡構造線、南関東、伊豆半島周辺において総合的なモニタリングの高度化を進める。特に宮城県沖については、固着・すべりの定量的モニタリングの高度化を進める。さらに火山における比抵抗モニタリングの高度化も進める。東海・東南海・南海地域においては、プレートの形状を明らかにするなど多項目の機動的観測を通じた総合的なモニタリングをすすめて、予測シミュレーションと連携できる具体的なデータの取得を目指す。

## 1(2-1)地震発生予測システム

### 1. 研究課題

- ① プレート境界地震のための地殻活動予測シミュレーション・データ同化システムの構築(名大・環境)
- ② 予測シミュレーションモデルの高度化のための手法開発(東大・地震研)
- ③ 地震発生予測のための地震活動評価手法の基盤構築(東大・地震研)
- ④ 地震発生頻度のリアルタイム予測(京大・防災研)

### 2. 研究目的

プレート境界地震を対象として、第2次計画までで開発された予測シミュレーションとモニタリング、観測データベース、データ同化システムを有機的に結合した予測システムの全体設計およびプロトタイプ構築、将来的に予測シミュレーションの高度化を目的とした新たな手法の開発を実施し、本格的な地震発生予測システムの構築に向けた準備を整える。また地震活動に関する統計的な予測の高度化を目的として、異なる予測手法の比較を行うための共通基盤を確立するとともに、予測実験を通して手法の検証を行う。

### 3. 実施計画

本研究計画の中心課題は課題①である。その年次計画の概要は以下の通りである。

平成21年度は、予測システムの全体設計やデータ同化手法について検討を進めるとともに、第2次計画で開発した予測シミュレーションモデルを南海トラフ、日本海溝等の具体的な対象に適用しモデルを構築

する。小繰り返し地震の解析手法を開発する。

平成 22 年度は、データ同化手法の開発・試験を行うとともに、不均質粘弾性構造や断層間相互作用を考慮した予測モデルの高度化を進める。小繰り返し地震と GPS データを組み合わせたプレート間すべりの推定手法を開発する。

平成 23 年度は、データ同化の解析事例を増やして手法を高度化するとともに、予測モデルの高度化を継続し、日本周辺のプレート境界の摩擦特性の推定を行う。小繰り返し地震と GPS データからプレート境界のすべりの時空間発展を推定する。

平成 24 年度は、予測シミュレーションと連携したデータ同化実験のためのシステムを開発するとともに、摩擦特性の推定を継続し、与えたパラメータの不確定性に伴う予測結果の振る舞いについて調べる。プレート境界におけるすべりの時空間発展から摩擦特性に関する情報を抽出する。

平成 25 年度は、予測シミュレーションとデータ同化システムを連携させた予測システムのプロトタイプを稼働させるとともに、予測シミュレーションにおける予測誤差の評価を行う。地震活動データの同化手法に関して検討する。

課題②は、課題①との連携を図りながら、将来予測シミュレーションの高度化につなげるため、間隙流体、媒質不均質、破壊現象の時空統計性等に注目した新たな手法開発を進める。課題③と④は、情報を交換しつつ、地震活動評価のための地震カタログ整備、地震活動評価手法の開発、実データに基づく各種予測手法の妥当性の検証、これらの作業を効率的に実施するためのインフラ整備等を実施する。

## 1(2-2)火山噴火予測システム

### 1. 研究課題

#### ア. 噴火シナリオの作成

伊豆大島、桜島、有珠山の噴火シナリオの試作（東大・地震研）

#### イ. 噴火シナリオに基づく噴火予測

噴火シナリオに基づく推移予測の試行（東大・地震研）

### 2. 研究目的

これまで火山噴火予測では、火山噴火の時期、場所についてはある程度成功しているが、噴火規模、様式、推移の予測は、噴火事象の科学的な解明が不十分である。そのため、科学的に解明されていない事象に関しては過去の噴火事象の発現頻度を参考にし、科学的に解明された事象については観測データに基づいた科学的な予測を行うことにより、噴火予測を次第に高度化させて行くべきである。本研究では、噴火履歴研究成果と、噴火準備過程や噴火過程に関する最近の研究成果を取り入れて、日本のいくつかの火山の噴火シナリオを作成し、それを評価することを試みる。

### 3. 実施計画

平成 21 年度に、噴火予知研究にとって役に立つ噴火シナリオのプロトタイプを案出し、それに準じて火山噴火予知連絡会伊豆大島部会で作成した「伊豆大島噴火シナリオ」を改訂し、平成 23 年度までに今後活動の活発化が予想される桜島、平成 25 年度までに噴火履歴研究と火山観測研究の蓄積の大きい有珠山について噴火シナリオを試作する（研究ア）。また、作成した噴火シナリオを適用した場合にどの程度に予測が適合するか明らかにする（研究イ）。

## 1(3)地震火山現象に関するデータベースの構築

### 1. 実施課題

- (ア) 全国ひずみ・傾斜データの流通と一元化（北大理・他）
- (イ) 日本列島の地殻構造データベースのプロトタイプ構築（京大防災研・他）
- (ウ) 古い地震記象の整理およびデータベース構築（東大地震研）
- (エ) 歴史地震記録の電子化（京大防災研・他）
- (オ) 日本列島地殻活動総合相関評価システムの研究（名大環境・他）

### 2. 実施内容

ひずみ計・傾斜計のデータを統一フォーマットで全国流通・一元化・公開して日本列島全域にわたるアレー観測網を構築する(ア)。南海トラフや西南日本内陸を中心とする地殻活動予測シミュレーション等の基盤とするため、日本列島全域にわたる地殻構造モデルを収集・数値化し、日本列島の地殻構造データベースのプロトタイプを設計構築する(イ)。過去の大地震について古い地震記象や津波・測地記録などの所在情報とそのスキャンデータをデータベース化し、研究者が必要なときに迅速に利用できるようなシステムを構築・維持する(ウ)。劣化しつつある歴史地震記録を電子化し、データベースを構築するとともに貴重な資料の保存管理を行う(エ)。日本列島の地殻構造やその活動をモニタしていると考えられる観測データを収集し、それらに潜在する地殻の現象を反映している成分あるいは指標を抽出し、地殻活動モニタリングのためのあらたな指標を探索する(オ)。

### 3. 年度ごとの実施内容

**平成 21 年度：**全国の関係機関での流通方式についての検討会を実施するほか、試験データの流通、データサーバの設置を行う(ア)。データベース化するデータの検討および共通フォーマットの開発を行うとともに、データベース化する資料の収集を開始する(イ)。所在データベースの作成やデータの電子化ならびに公開を進める(ウ)。阿武山観測所の未処理データに加え、阿蘇観測所のウィーヘルト地震計の記録のデータベース化を開始する(エ)。各種地殻情報の算出と可視化を行うとともに、地殻活動指標の相関評価システムの構築を行う(オ)。

**平成 22 年度：**試験データ流通の問題点についての改良および、データサーバの問題点の改良を行う(ア)。データベース化するデータの検討および共通フォーマットの開発を継続するとともに、データベース化する資料の収集と数値化、データ公開サーバの設計およびデータ搭載を開始する(イ)。21年度に引き続き、所在データベースの作成やデータの電子化ならびに公開を進める(ウ)。主として阿蘇観測所のウィーヘルト地震計の記録のデータベース化を継続する(エ)。21年度に引き続き、各種地殻情報の算出と可視化を行うとともに地殻活動指標の相関評価システムの構築を行う(オ)。

**平成 23 年度：**データ流通の本格的運用を開始するとともに、リアルタイム津波予測システムの概念設計を開始する(ア)。22年度に続き、データベース化するデータの検討および共通フォーマットの開発を継続するとともに、データベース化する資料の収集と数値化、データ公開サーバの設計およびデータ搭載を行う(イ)。22年度に引き続き、所在データベースの作成やデータの電子化ならびに公開を進めるとともに、過去に研究者が論文等に掲載した記録や国外にある遠地の古い記録の収集等を

行う（ウ）。22年度に引き続き、阿蘇観測所のウィーヘルト地震計の記録のデータベース化を継続する（エ）。関連する研究者との情報共有をはかり、新知見の付与に貢献する（オ）。

**平成 24 年度：**データ流通の本格的運用を継続するとともに、リアルタイム津波予測システムのプロトタイプを試作する（ア）。22年度、23年度に続き、データベース化するデータの検討および共通フォーマットの開発を継続するとともに、データベース化する資料の収集と数値化、データ公開サーバの設計およびデータ搭載を行う（イ）。23年度に引き続き、主に、過去に研究者が論文等に掲載した記録や国外にある遠地の古い記録の収集等を行う（ウ）。別府観測所の地震計の記録のデータベース化を開始する（エ）。23年度に続き、関連する研究者との情報共有をはかり、新知見の付与に貢献する（オ）。

**平成 25 年度：**データ流通の本格的運用を継続するとともに、その問題点について改良する。また、リアルタイム津波予測システムのプロトタイプを運用する（ア）。データベース化する資料の収集と数値化を継続するとともに、データの試験公開を行う（イ）。24年度に引き続き、主に、過去に研究者が論文等に掲載した記録や国外にある遠地の古い記録の収集等を行う（ウ）。24年度に引き続き、別府観測所の地震計の記録のデータベース化を開始する（エ）。24年度に続き、関連する研究者との情報共有をはかり、新知見の付与に貢献する（オ）。

## 2. (1) 日本列島及び周辺域の長期・広域の地震・火山現象

日本列島で地震・火山活動はどのようにして生じるのか、その大枠の理解なしでは、地震・火山噴火予知の実現は難しいと考えられる。そのような考え方のもの、長期的あるいは広域の地震・火山現象を理解するために、主として下記の観測・研究を実施する。

**ア. 列島及び周辺域のプレート運動，広域応力場：**地震火山活動の原因となる歪・応力を生み出す広域のプレート運動を解明するために、サハリンやモンゴル，中国といった近隣地域および大規模な構造線周辺において GPS 観測を実施する。

**イ. 上部マントルとマグマの発生場：**沈み込んだスラブから供給される水によってマグマがどのように生成，上昇していくのかを明らかにするために，微小地震，地殻変動，岩石実験，といった総合的研究を進め，スラブとマントルウェッジで生じている諸過程のモデル化を行う。

**ウ. 広域の地殻構造と地殻流体の分布：**地震現象と火山現象を統一的に理解するために，地震・火山活動域の構造の特徴を抽出する。このために，特に微小地震観測と比抵抗測定を地震や火山活動の活発な領域で行う。

**エ. 地震活動と火山活動の相互作用：**地震と火山現象の総合的な理解を進めるために，地震発生に伴う応力変化が火山活動に及ぼす影響や火山の存在が地震活動に及ぼす影響等を解明するための観測・研究を行う。特に地震と火山の相互作用が顕著に見られる九州地域，伊豆周辺のフィリピン海プレート北縁，飛騨山脈を中心とする領域で重点的な観測・研究を行う。

**オ. 地震発生サイクルと長期地殻歪：**地球物理学的手法のみならず地形・地質学や津波堆積物等の知見も総動員して，地震発生サイクルと長期地殻歪の詳細を解明する。

この中でも、(ウ)と(エ)が本項目の柱となるものであり、各年度における主要な計画を以下に説明する。

**平成21年度：**地震と火山の相互作用が顕著に見られるフィリピン海プレート北縁の領域において、大規模な海陸構造探査を行う。これにより深部構造が明らかになり、(エ)地震・火山相互作用のメカニズム解明に役立つと期待される。また、(ウ)地震と地殻流体の関係を解明するために、非火山性群発地震が多発している和歌山地域において稠密な微小地震観測を実施する。

**平成22年度：**(ウ)地殻流体の地震・火山活動に及ぼす影響と(エ)地震と火山の相互作用の解明を目的として実施する。飛騨山脈地域における地震・電磁気観測において、深部の地殻流体分布の解明をめざして電位差観測網を設置する。

**平成23年度：**(エ)地震と火山の相互作用が顕著に見られる別府・島原地溝帯において、制御震源を用いた大規模な構造探査実験を行う。これにより地溝帯における地震・火山活動とその相互作用をモデル化するために有用な地下深部構造が得られると期待される。

**平成24年度：**各種観測・研究手法の高度化を行う。

**平成25年度：**研究のまとめ

## (2)(2-1) 地震準備過程

### ア. アスペリティの実体

アスペリティ・マッピングのための地下構造推定の高度化のため、海陸統合地震波探査を推進する。フィールド 太平洋プレート境界域、フィリピン海プレート境界域等。

H22年度およびH25年度に、海陸プレート境界域において、制御震源地震探査を自然地震観測、海底ケーブル観測、GPS音響測位等による地殻変動観測及び電磁氣的観測との密接な連携のもとに実施する。これらの観測結果を統合し、当該領域の構造及びその不均質性、流体の分布特性と地震発生様式及びプレート境界・地震断層面におけるすべり分布との関連性を明らかにし、アスペリティの空間規模及び分布及びプレート間固着を明らかにする。その他の年度も含めて、構造探査域において、海底地震計観測網を構築し、長期にわたる地震活動の把握を行う。これらにより、アスペリティと非アスペリティ領域の構造・状態の違い、およびアスペリティ周辺の応力状態の空間変化を明らかにする。H23年度にはプレート境界を陸の観測で捉えられる紀伊半島において構造探査を実施する。

### イ. 非地震性滑りの時空間変化とアスペリティの相互作用

ゆっくり滑りの発生過程の理解、および、非地震性滑りと地震活動との関係の解明のため、海域の地殻変動観測網の充実や海底ゆう水量計による観測等により、地下・海底下における流体挙動の理解を深めるとともに、小地震活動を用いたすべり・応力集中過程のモニタ技術の開発も行う。

### ウ. 歪集中帯の成因と内陸地震発生の準備過程

歪集中帯の成因と内陸地震発生の準備過程の解明のために、高密度の稠密自然地震観測・電磁氣的観測・GPS観測・制御震源探査等による内陸の不均質構造とその変形の徹底的な調査、および総合的な解析・モデリングを行う。フィールド：濃尾断層系、跡津川・阿寺・養老断層、近畿地方中北部、北海道の火山

フロント，東北地方脊梁，宮城県北部，山陰地方の地震帯，福岡県西方沖地震・警固断層等

断層域の上部地殻・下部地殻及び上部マントルの不均質構造と，下部地殻（及び上部マントル）で進行している可能性の高い運動の特性を，総合的観測（稠密自然地震観測・電磁氣的観測・GPS 観測・制御震源探査）から明らかにする．全国合同観測を行う濃尾断層系においては，地震観測及びGPS 観測はできるだけ長期間行うことが望ましいので，H21-22 年度に観測点を迅速に設置する．自然地震による tomography をまず行い，その成果がおよびその他の観測項目が軌道に乗った H24 年度に制御震源探査を実施する．

#### エ. スラブ内地震の発生機構

スラブの構造やスラブ表面の位置，スラブ内地震の精細な震源分布・震源過程を調べ，スラブ内流体に着目して，構造と地震活動の対応関係を解明する．フィリピン海プレートと太平洋プレートの衝突によるスラブ内の変形を解明，スラブ内地震の発生に至る過程をモデル化，スラブ内大地震が発生する可能性の高い領域を同定も行う．

## 2(2-2)火山噴火準備過程

### 火山噴火準備過程研究計画

#### 1. 実施課題

1. 桜島火山における多項目観測に基づく火山噴火準備過程解明のための研究(京大・防災研)
2. 活動的火山の噴火履歴と噴出物の物質科学的解析による噴火準備過程の解明(北大・理)
3. 地震波トモグラフィと高サンプリング GPS 観測に基づくマグマ上昇・蓄積過程の研究(東北大・理)
4. 水蒸気爆発発生場における火山性流体の化学組成と比抵抗構造のモニタリング(東工大)

#### 2. 目的

火山噴火準備過程研究計画では，地球物理学的な観測研究に基づくマグマの上昇蓄積過程の把握とそのモデル化，および地質学的調査研究に基づく噴火履歴の解明とマグマの発達過程の研究を2つの柱とし，両者をあわせて考察することにより噴火シナリオの作成に資することを目的とする．

#### 3. 実施内容

マグマ蓄積過程にあることが確実な桜島において，地殻変動解析や地震，電磁気，火山ガスなどの多項目観測とマグマ供給系を含む火山体の構造や状態及びそれらの時間的変化を把握するための探査を5年間集中的に実施し，マグマ蓄積の物理過程を明らかにする(課題1)。さらに，岩手山などにおいてGPSの稠密連続観測を実施して，マグマ蓄積過程の多様性とその要因の解明を試みるとともに火山の深部構造を明らかにする(課題3)。また，マグマ性噴火だけでなく水蒸気爆発の準備過程の研究として草津白根山において噴火発生場における火山流体の分布や状態，及びそれらの変動を明らかにする(課題4)。一方，地質学的調査研究として，伊豆大島，桜島，有珠山などを対象に集中的な地質調査，浅部のボーリング・トレンチ調査，噴出物の化学分析及び年代測定を実施して，噴出量階段図を作成し，噴火の規則性を理解するとともに，噴出物の分析からマグマ混合や分化過程などを明らかにする(課題2)。

## 2(3-1)地震発生先行過程

### 1. 目的

地震発生先行過程研究計画では、地震発生準備過程から直前の非可逆的な物理・化学過程を捕捉・理解して、予測シミュレーションモデルにおける時間精度の向上に資することを目的とする。そのために、地震発生の物理の観点から、直前の非可逆過程が期待される項目についての観測データの質的向上をはかることと、そのような観測現象と地震発生の物理的因果関係を明らかにするための研究を2本の柱とする。

### 2. 実施内容

地震直前に電波伝播異常が繰り返し観測されている北海道地域において、異常の位置を特定するための観測の高度化をはかり、また、候補となるいくつかのメカニズムについてのモデリングによる評価をおこなう(課題1)。また、地震活動が活発な伊豆・伊豆諸島の電磁気観測を整備維持し、DC-ULF帯での先行的電磁氣的現象を検証するとともに、異常の位置を特定するための新たなデータ解析手法を開発する(課題2)。また、過去に震央方向からの先行電磁波の到来が観測されているVLF帯でより信頼性の高い波源位置標定ができる観測システムを開発する(課題3)。地球化学的先行現象については、同位体計測システムを小型化して、断層帯における観測を実現し、断層内およびマントル起源流体の移動量を決定することで、地球化学データが地震発生過程の情報を反映するメカニズムを明かにする。(課題4)。

微小地震活動と大地震発生の関連については、既存のデータの信頼性を吟味し、活動の高次の特性を抽出する解析を行なう(課題5)とともに、地震サイクルで期待される応力の不均質性の変化などで力学的に解釈するモデルを提案する(課題6)。また、地震波干渉法等の地殻の力学的状態の変化を検出する新手法を開発する(課題7)。さらに、近年近畿地方北部でいくつかの地殻活動が同期的に変化しているが、この詳細を稠密な観測でとらえるとともに、類似の変化のあった兵庫県南部地震前後のデータを再解析する。また、地殻流体の関与が示唆されているので、電磁気学的・水文学的調査をあわせておこなう(課題8)。また、既知の応力条件下で多数おこる鉱山の誘発地震を詳細に解析して応力パラメタの地震サイクルにともなう変化をあきらかにする(課題9)。

非地震性滑りと地震発生の関連について、観測されたこれらの時空間分布を摩擦モデルで再現することをめざす(課題10)。さらに、震源至近距離観測によって小さな歪みイベントが観測されている深部鉱山での地下観測を高度化し、それらの定量的詳細像を決定し、様々な地質条件での破壊核形成過程を比較する(課題11)。

## 2(3-2)地震破壊過程と強震動

### 1. 実施課題

- ア. 断層面の不均質性と動的破壊特性
- イ. 強震動・津波の生成過程

### 2. 目的

大地震の断層面の不均質性と動的破壊特性及び強震動・津波の生成過程を理解するために、震源解析および震源物理に基づく破壊過程の研究を推進する。強震動の生成に関わる断層滑りの動的特性とアスペリティ内の微細構造との関係を調査する。大津波生成に関わる震源過程と海底地形の影響を評価する。断層破壊の動的特性と、不均質な地下構造を用いた大規模数値シミュレーションに基づく、強震動・津波の予測手法の開発を目指す。

### 3. 実施内容（5カ年計画）

(H21年度) 研究体制の整備 地震破壊過程と強震動研究のための研究体制整備として、震源過程インバージョン手法の整備（マルチスケール解析、ソースイメージング法、地殻変動、高サンプリングGPSの活用）、動的破壊計算コードの改良、大規模地震波伝播・強震動計算コードの改良と超並列計算機への適用研究を進める。主要平野の堆積盆地モデルを整備するとともに、高密度強震観測および古地震記録の収集を進める。津波高精度リアルタイム予測のために、2003年十勝沖地震における海底水圧変化と海面水位変動の関係を詳しく調査する。

(H22年度) 初期解析 高精度震源過程インバージョン法を用いて、内陸地震～海溝型地震の不均質震源解析を実行する。宮城県沖地震などについて、アスペリティの繰り返し滑りの関係を明らかにするほか、南アフリカ金鉱山の震源ごく近傍地震から破壊伝播速度の推定や、東海沖のゆっくり滑りの解析を行う。震源逆解析の高度化に向けて、異なる地下構造モデルと解析手法を用いたベンチマークテストを実施する。大阪平野や筑紫平野等の部地下構造モデルを用いた長周期地震動の計算を実施する。高精度強震動計算のために、FDM 計算コードの高度化（ノンスタンダード FDM の開発など）をはかる。津波生成過程の理解のために、2004年紀伊半島南東沖の地震津波について、沖合津波波形データから津波励起源を推定し、沿岸の津波波高の予測を行う手法や、長周期～超長周期地震波波形データを用いた断層モデル推定の有効性と課題を調査する。

(H23年度) ケーススタディ、中間まとめ 高精度震源過程インバージョンの適用例を内陸地震および海溝型地震について増やし、断層面の不均質性動的破壊特性の一般化をはかるとともに、アスペリティ領域と余震活動、大地震直前の地震分布や地震波速度構造との対比から、アスペリティ領域の特徴を抽出する。動的破壊特性とアスペリティの対応をまとめる。Hi-net データ解析により地殻内の短波長不均質構造の地域性を明らかにし、2007年新潟県中越沖地震等の広帯域強震動シミュレーションと観測データの波形比較からモデルの有効性を評価する。2006年千島列島沖地震や2004年紀伊半島南東沖の津波解析の事例を増やし、線形長波近似による誤差の評価と、震源過程インバージョンへの適用の有効性と限界をまとめる。

(H24年度) 追加解析・多面的考察 プレート境界型地震についてアスペリティ領域を比較し、アスペリティの階層構造を詳しく調査するための追加解析を行う。そして、中小地震の震源分布を利用した高分

解能アスペリティマッピングに挑戦する。南アフリカ金鉱山での本格解析から、断層高生息や破壊成長抵抗などの動力学的破壊過程を記述する構成関係を明らかにするための観測データを増やす。2次元および3次元的に複雑な場での地震繰り返しシミュレーションを実行し、断層不均質性パラメータとの関連を定量化する。3次元地下構造を用いた震源過程インバージョンを実施し、不均質震源モデルの深化をめざすとともに、従来の1次元、2次元地下構造モデルに基づくインバージョンの問題点を明らかにする。

(H25年度) 研究成果まとめ 5年間の研究により得られた震源過程の不均質性と、不均質地下構造モデルを組み込んだ高精度地震動モデルを構築し、超並列計算機を用いた大規模地震波伝播・強震動シミュレーションを実施する。加えてハイブリッドグリーン関数法を用いた内陸地震、スラブ内地震の強震動予測法も完成させる。高サンプリング GPS による地震波形データと沖合津波計データを併合し、津波波高の予測を随時改善するリアルタイム推定法を完成を目指す。

## 2(3-3)火山噴火過程研究課題実施計画

### 1. 研究課題

- ア. 機動的多項目観測による火山爆発機構の研究 (東北大・理)
- イ. 火山噴火過程における火山ガス挙動の観測：ガス蓄積過程とガス放出推移の理解 (東大・理)
- ウ. 試掘探査を基軸とした有珠山における浅部噴火発生場の検証研究 (北大・理)
- エ. 浅間山における火道内部構造の解明に基づく噴火過程の研究 (東大・地震研)
- オ. 噴火推移および事象に関する発生予測の数値的検討 (東大・地震研)

### 2. 研究目的

火山噴火の発生する火山における、地球物理学のおよび物質科学的な稠密多項目の機動観測及び定常観測のデータを解析し火山噴火過程を定量化すると共に、モデル化を行う。また、地球物理学の観測および試錘等により得られる火山浅部構造の物質科学的分析に基づき、噴火発生場の環境と噴火様式の関連を調べる。以上の観測データ解析、物質科学的分析結果に加えて、過去の火山活動の推移や噴火履歴を精査することにより、火山噴火規模や様式、推移を支配する要因の理解を深める。

### 3. 実施計画

諏訪之瀬島やスメル山など小爆発を繰り返す火山において機動的な観測を実施し、火道内マグマ圧の時空間分布を測定すると共に、火山噴火現象をモデル化する(計画1)。近年新たに開発された観測技術を導入し、火山ガス放出挙動を定量的に測定し、噴火活動との関連性を明らかにする(計画2)。有珠山で試掘探査および空中磁気測量等の多項目の観測を実施し、水蒸気爆発発生場、貫入マグマ構造等の火道浅部構造を明らかにする(計画3)。多項目の地球物理学の観測、宇宙船観測による火道内部のイメージングを浅間山で実施し、火道浅部内部構造を解明する(計画4)。過去の噴火事象の推移を調べ、国内の火山についての噴火確率予測を検討する(計画5)。

## 2(4)地震発生・火山噴火の素過程

「地震発生・火山噴火の素過程」は以下の4小項目からなる。

- ア. 岩石の変形・破壊の物理的・化学的素過程
- イ. 地殻・上部マントルの物性の環境依存性
- ウ. 摩擦・破壊現象の規模依存性
- エ. マグマの分化・発泡・脱ガス過程

小項目ア. では、室内実験により、低速摩擦すべりと高速摩擦すべりの素過程の解明を試みる。各種計測が比較的容易な低速摩擦すべり実験では能動のおよび受動の高周波震源をもちいて摩擦接触面の微視的素過程の解明を目指す。高速摩擦すべり実験では、すべり速度や印加応力、試料の岩種、背景温度などの条件を変えた実験を行い、摩擦溶融の生成過程を明らかにする。さらに、下部地殻に想定されている延性変形集中帯の生成機構を解明するために、高温高压下での岩石変形実験を行う。また、地殻流体の基本的性質を理解するために、様々な温度・圧力条件で地殻流体の物性測定を行う。

小項目イ. では、地震波速度や電気伝導度などの観測量から地震発生場の構成物質や物性分布を推定するための実験を行う。地殻・上部マントルに相当する温度・圧力条件下で主要な岩石・鉱物の弾性波速度や電気伝導度の測定を行う。また、無欠陥の合成試料をもちいた実験を行い、実験に用いる試料に内在する亀裂などが測定に及ぼす影響を評価する。さらに、南海トラフ等でえられた掘削試料をもちいた測定も行い、断層近傍の岩石物性を明らかにする。

小項目ウ. では、室内実験でえられる各種知見を地震発生場に適用することの妥当性を検証するため、天然の地質構造において1cm級から100m級までの破壊現象を震源直近で観測することができる南アフリカ大深度金鉱山をテストフィールドとして多項目観測を行う。

小項目エ. では、噴火現象の多様性を支配するマグマの分化・発泡・脱ガス過程を解明するために、現在の噴火および過去の噴火による噴出物の分析やマグマの上昇・減圧過程のモデル化、火山爆発のアナログ実験などを行う。

各課題計画の進行状況に応じて年度ごとに機動的に配分額の調整を行うため、重点課題経費として一定額を、現時点では配分先を特定せずに部会に保留する。

### 3. 新たな観測技術の開発

#### 1. 目的

これまでに実施が不可能であった観測を実現するための様々な機器・手法開発およびその周辺技術の開発を5年間で行う。その際、「特に地震発生・火山噴火予測のためのモニタリング研究に資する開発」を念頭に置き、開発が完了した技術はモニタリングへ逐次投入する。

#### 2. 実施課題と内容 (◎は重点課題)

- ◎GPS/音響結合方式等による海底地殻変動観測技術 (東北大・名大)  
条件によらず2~3cmの精度を達成し、5年間の観測で1cm/yrの精度で変位速度場を推定  
1cm程度の精度による海底圧力計による上下変動観測の実現
- ◎次世代インライン式海底ケーブル地震計による海底実時間観測システム (東大地震研)  
海底地震・上下変動・津波のリアルタイム観測のための機動・多点観測用ケーブルシステム
- ◎次世代の機動的な海底地殻変動・海底地震観測に向けた観測技術の高度化 (東大地震研)  
絶対圧力、傾斜観測の実現；空間・時間的な観測空白域や高い信号強度、広い帯域への対応
- ◎干渉合成開口レーダー解析の高度化 (東大地震研・北大・東北大・名大・京大防災研・九大)  
未解決の諸問題を解決し、干渉合成開口レーダー解析の高度化の推進
- ◎高サンプリングGPS観測・解析技術の高度化と火山観測への応用 (東北大学)  
GPSを広帯域地殻変動センサとして利用した火山活動域近傍における連続観測の実現
- ◎無人ヘリコプターによる火山近傍観測システムの開発 (東大地震研・千葉大)  
地形・磁気観測、機器設置、火山灰試料採取等による観測の質と量の飛躍的向上
- ◎衛星赤外画像による噴火推移の観測と類型化に関する研究 (東大地震研)  
衛星の可視・赤外画像によるリアルタイム観測と解析アルゴリズムの高度化
- ◎宇宙線観測による構造探査技術の高度化 (東大地震研・北大・東大理・名大理・京大防災研)  
火山体での試験観測と重力との検証実験
- ◎アクロスによる地下の高精度常時モニタリング技術の高度化 (名大、静大、鹿児島大)  
反射波の走時・反射強度の変化によるプレート境界面のモニタリング (東濃、豊橋、森町)  
断層帯のモニタリング (野島断層、サンアンドレアス断層を視野に)  
火山活動および噴火準備過程のモニタリング (桜島)
- ◎新世代通信データ伝送システムの開発 (九大・北大・東大地震研・京大理)  
無線や光ファイバーを用いた小型低消費電力低価格のデータ伝送システム
- ◎電磁誘導観測による噴火予知手法の開発研究 (東工大)  
人工的に制御された電流ループソースを用いた火口直下の流体の精密モニター
- ◎小型絶対重力計の開発 (東大地震研)  
火山体に設置可能な低消費電力・堅牢な小型絶対重力計の開発
- ◎光技術を利用した大深度ボアホール用地震地殻変動観測装置の開発 (東大地震研)  
高温・高圧環境下で高精度観測が可能となるセンサの開発
- ◎精密弾性波計測による微小応力変化測定手法の開発 (東大地震研)  
精密に制御されたパルスを発振源とした震源を用いて岩盤内透過波の性質を精密に計測
- ◎深部地殻応力測定手法開発研究 (東大地震研)  
地殻応力の直接計測が困難である3km以深での地殻応力の直接評価手法