

( 1 ) 実施機関名：

名古屋大学

( 2 ) 研究課題(または観測項目)名：

精密制御信号システム(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

( 3 ) 最も関連の深い建議の項目：

3. 新たな観測技術の開発

( 3 ) 観測技術の継続的高度化

ア. 地下状態モニタリング技術

( 4 ) その他関連する建議の項目：

1. 地震・火山現象予測のための観測研究の推進

( 1 ) 地震・火山現象のモニタリングシステムの高度化

ウ. 東海・東南海・南海地域

2. 地震・火山現象解明のための観測研究の推進

( 2 ) 地震・火山噴火に至る準備過程

( 2-2 ) 火山噴火準備過程

ア. マグマ上昇・蓄積過程

( 5 ) 本課題の 5 か年の到達目標：

本課題では、平成 21 年からの 5 か年において、前計画で確立した精密制御信号システムの技術の高度化を行うとともに、地下の状態の時間変動のモニタリングの実証に重点を置く。

1. モニタリング技術の高度化

精密制御信号の送信技術は確立されたので、目標とする地下の地震波伝播特性の時間変化の検出精度を高めるための高度化を行う。震源関数の推定手法及び浅部の環境変化による擾乱を除去する手法を高度化する。また、目標に向かって信号を照射するために震源アレイの技術を高度化する。さらに、地震計アレイによる解析手法についても高度化する。

2. 火山におけるモニタリング技術の開発

火山における噴火準備過程の能動的モニタリング手法を確立する基礎研究を実施する。火山を対象とした場合の信号の伝達効率や伝達特性に関する理論的検討、震源・観測点配置、変動源の検出手法やモニタリング手法の開発を行う。また、現行の震源装置に加え、より低い周波数帯域の地震波信号の送信が可能な震源について検討する。

( 6 ) 本課題の 5 か年計画の概要：

1. モニタリング技術の高度化

平成 21 年度においては、複数のアクロス震源装置の発震信号を制御して震源アレイを構成する手法の高度化に着手する。

平成 22 年度においては、震源関数の推定手法及び浅部の環境変化による擾乱を除去する手法の高度化に着手する。

平成 23 年度においては、地震計アレイによる解析手法の高度化に着手し、Hi-net 観測点などのデータを用いて実証する。

高度化された手法は順次モニタリングに反映させ、平成 24 年度以降においては、定常的モニタリングを実施する。

## 2. 火山におけるモニタリング技術の開発

平成 21 年度においては、火山における噴火準備過程の能動的モニタリング手法を確立する基礎研究を実施する。

平成 22 年度においては、火山を対象とした場合の信号の伝達効率や伝達特性に関する理論的検討、震源・観測点配置の検討、変動源の検出手法やモニタリング手法の開発を行う。

平成 23 年度以降において、現行の震源装置に加え、より低い周波数帯域の地震波信号の送信が可能な震源について検討する。

計画期間中に実際の火山における能動的モニタリングの実施を目指し、可能になった場合はモニタリングの実施に集中する。

### (7) 計画期間中(平成 21 年度～25 年度)の成果の概要：

5 年間の研究期間中アクロス震源の連続運転に努めた。この間、淡路アクロス震源では漏水対策と制御システムの更新、周辺設備の部品交換、震源装置の修理、豊橋アクロス震源では、震源基礎の改良工事、震源装置の部材の破損や制御機器の老朽化による故障への対応を行った。また、豊橋アクロス震源の一部を桜島へ移設した。新設する設置候補地の選定、機器の設置と調整に関する技術的検討、新規導入した電源・制御盤による豊橋アクロス震源の再構成を行った。これらの経験により技術的な知見を蓄積することができた。

#### 1. モニタリング技術の高度化に関する研究成果は以下の通りである。

震源関数の推定手法および浅部の環境変化による擾乱を除去する手法の高度化については、豊橋アクロス震源の近傍、深度 10m の地点にボアホール型 3 成分加速度計を 2 か所設置し、オンラインでデータを取得してモニターを行っている。また、豊橋アクロス震源の近傍約 100m にある地震観測点 (NU.MIK) において 2 年間の伝達関数の日変化を調べた。日々の伝達関数の変動を相互相関係数と走時に着目して検討し、走時の変動に年周期的な変動と短期的な変動が見られること、短期的な変動は降雨とよく対応し、降雨翌日のステップ状の遅れと緩やかな回復でモデル化できることがわかった。

複数のアクロス震源装置で震源アレイを構成する手法については、豊橋アクロス震源周辺で観測を実施し、制御した 2 台の震源の記録を位相をずらせて足し合わせる処理により、伝達関数の振幅を震源からの方向によって変化させ、特定の方向への信号を強めることができることを確認した。

地震計アレイによる解析手法の高度化については、愛知県内の 2 か所(新城市鳳来および豊田市下山)において地震計アレイ観測を実施した。これらの連続地震記録から、一部周波数帯域が重複している東海地域の 3 か所(土岐、森町、豊橋)のアクロス震源からの信号を周波数領域で分離できること、分離した信号がそれぞれの震源の方向から到来していることが確認でき、アレイ観測の有効性が示された。

研究計画後半における本格的なモニタリングにあたり、連続地震波形データの自動処理システムを構築した。中部・東海地方の約 100 点の Hi-net 及び名古屋大学の定常地震観測点の記録を日々自動処理している。また、H25 年度にはこれまでに収集した連続地震波形データを過去に遡って処理を進めた。次の東海スロースリップの発生に備え、監視を行うための検討を開始した。Hi-net 観測点の連続観測記録を用いて、スロースリップの監視を行うためのプレート境界からの反射波を観測可能な観測点の選定とデータスタッキング期間を見積もった。

#### 2. 火山を対象とした噴火準備過程の能動的モニタリング

桜島火山を対象としてアクロス信号の伝達効率や伝達特性に関する理論的検討を実施し、不均質に

よる散乱が大きいと考えられる火山を対象とした場合でも観測可能であるとの見通しを得た。H24年度に科学研究費補助金の支援を受けて、豊橋アクロス震源を桜島火山へ移設し、整備、試験運転を経て、連続運転を開始した(図1)。懸念された火山灰の震源装置への影響は今のところ問題となっていない。桜島島内の地震観測点および島外のHi-net観測点等の地震記録を解析し、アクロス信号を確認した。H25年までにおける連続観測の結果、伝達関数の変動が観測されており、火山活動との関連、降雨等の気象条件や潮汐などによる影響について検討している(図2)。

新しい技術開発については、低周波数送信において回転型震源よりも有利と考えられる直線加振方式について、淡路および栃木県大谷において加振装置を用いた一定周波数加振、任意波形加振の実験を行った。H25年度には新たな設計コンセプトに基づく可搬可能な比較的小型の回転型アクロス震源の製作を行った。

(8)平成25年度の成果に関連の深いもので、平成25年度に公表された主な成果物(論文・報告書等):  
宮町宏樹・八木原寛・山岡耕春・渡辺俊樹・國友孝洋・井口正人・為栗健・三ヶ田均・清水洋・竹中博士・生田領野, 2013, 桜島火山におけるアクロスを用いた能動的モニタリング 観測報告2, 日本地球惑星科学連合2013年大会, SVC48-P16.

Yamaoka, K., H. Miyamachi, M. Iguchi, T. Watanabe, T. Kunitomo, H. Yakiwara, R. Ikuta, 2013, Active monitoring at Active Volcano - Performance of ACROSS at Sakurajima volcano, International Association of Volcanology and Chemistry of the Earth's Interior, 19-24, July, 2013. Kagoshima, Japan, 4A2.2C-O13.

Miyamachi, H., K. Yamaoka. M. Iguchi, H. Yakiwara, T. Kunitomo, T. Watanabe, R. Ikuta, 2013, Active monitoring at Active Volcano - Monitoring temporal change of transfer function in Sakurajima volcano, Japan, International Association of Volcanology and Chemistry of the Earth's Interior, 19-24, July, 2013, Kagoshima, Japan, 4W.2C-P14.

(9)実施機関の参加者氏名または部署等名:

名古屋大学環境学研究科(山岡耕春、渡辺俊樹)

他機関との共同研究の有無:有

静岡大学理学部(生田領野)、鹿児島大学理学部(宮町宏樹)

東京理科大学(佐伯昌之)、気象庁気象研究所(勝間田明男、3名)

(10)公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署等名:名古屋大学環境学研究科附属地震火山・防災研究センター

電話:052-789-3046

e-mail:

URL:<http://www.seis.nagoya-u.ac.jp/>

(11)この研究課題(または観測項目)の連絡担当者

氏名:渡辺俊樹

所属:名古屋大学環境学研究科附属地震火山・防災研究センター



図 1. 桜島アクロス震源装置

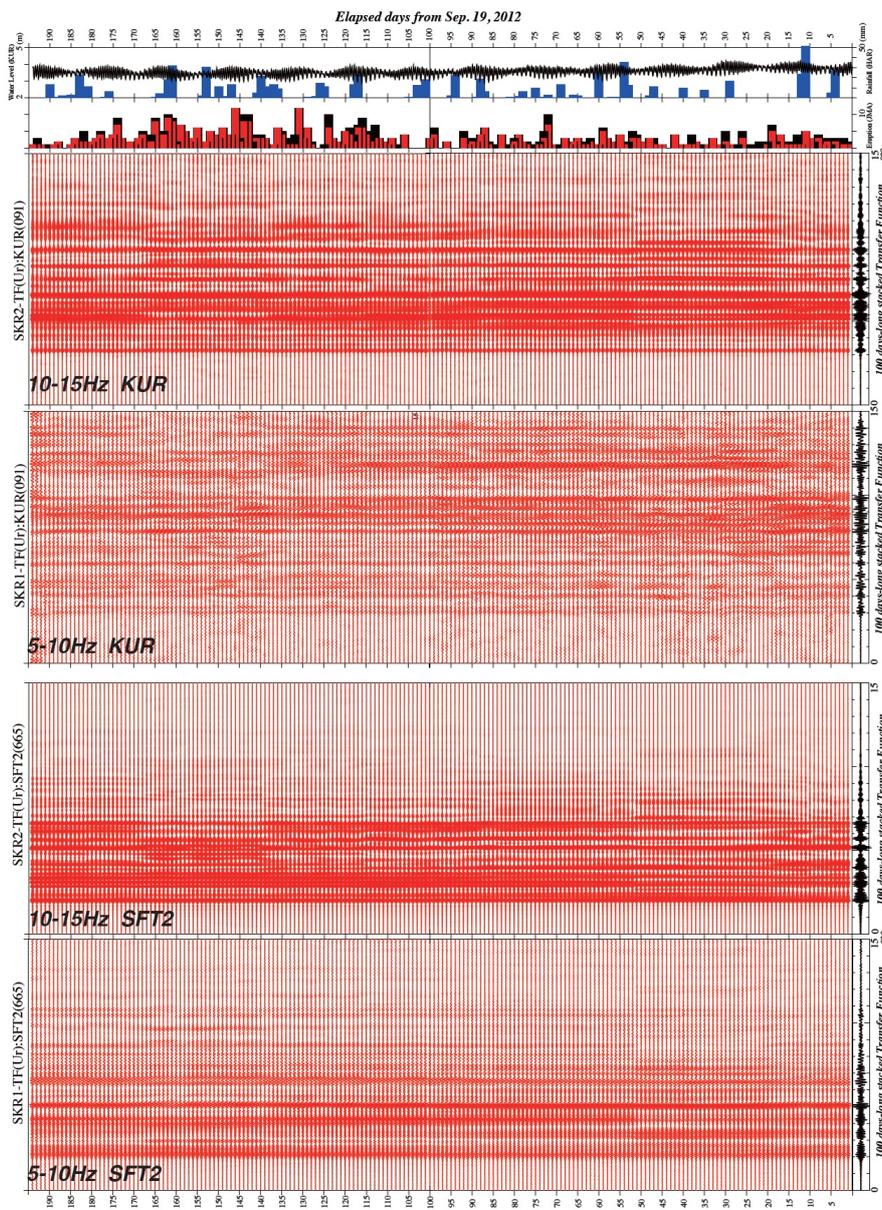


図 2. 桜島島内の観測点における伝達関数の変化