

(1) 実施機関名：

東京大学地震研究所

(2) 研究課題（または観測項目）名：

宇宙線観測による構造探査技術の高度化

(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：

3. 新たな観測技術の開発

(3) 観測技術の継続的高度化

イ. 地震活動や噴火活動の活発な地域における観測技術

(5) 本課題の5か年の到達目標：

宇宙線など透過力の強い素粒子を用いて火山体のラジオグラフィー（透過像撮影技術の技術開発を行い、火山体や活断層の密度構造の高空間分解能・実時間モニタリングを目指す。特に有珠山、北海道駒ヶ岳、浅間山、桜島、薩摩硫黄島等の火山で、開発機器を用いた試験観測を行い、技術の性能確認および問題点の把握を行う。同時にこの新技術によって得られる結果を、独立の手法である絶対重力連続観測によって検証する。

(6) 本課題の5か年計画の概要：

平成 21 年度は、FPGA（プログラマブルロジックデバイス）を用いたデータ取得システム等を完成させる。より深部の密度構造を明らかにするための S/N 比の向上を目指した試験観測を有珠山、桜島等で実施する。絶対重力観測は桜島で連続観測を実施し、連続観測を続けるためのノウハウを蓄積する。

平成 22 年度は、カロリメータ方式による、宇宙線雑音低減の試験観測のためのプロトタイプを製作し運用する。同時に必要となるソフト開発を実施する。同方式を大型化したときに想定される課題を洗い出す。絶対重力観測は桜島で連続観測を継続する。宇宙線による火山体のイメージ変化と、絶対重力変化とを照合し、整合性をチェックする。

平成 23 年度は、前年度試作したプロトタイプを大型したモデルを製作する。

平成 24～25 年度は、23 年度に製作した大型モデル、及び絶対重力計を用いて、活動的な火山の 1 ないし 2 を同時観測する。観測イメージの変動から、活動の推移予測を試みる。

(7) 平成 22 年度成果の概要：

平成 22 年度はカロリメータ方式による新型宇宙線ミュオン検出器のテスト機とそれをコントロールするソフトウェアの製作を行い、性能試験を行った。カロリメータ方式とは、高い仰角から降り注ぐ荷電粒子のシャワーによって生じる偽ミュオントラックを、線形解析方法を用いて取り除く新しいミュオン検出方式である。具体的には少ないチャンネル数（ 2×2 ）を用いた POP(proof of principle) 観

測で得られた結果をもとに、さらにチャンネル数(6×6)に拡張してより精度の高いテスト実験を行った。その結果、カロリメータ方式が、従来の2枚カウンター方式と比べて、宇宙線雑音を有効的に低減させる効果があることが確認できた。

一方、ミュオン観測によって桜島火道形状が拘束されつつあり、その情報と絶対重力連続観測から、22年度1年間のマグマ頭位の時間変化を求めたところ、火山活動との対応が明らかになってきた。

以上のことから、22年度計画は達成された。

(8) 平成22年度の成果に関連の深いもので、平成22年度に公表された主な成果物(論文・報告書等) :

Tanaka, H.K.M., H. Taira, T. Uchida, M. Tanaka, M. Takeo, T. Ohiminato, Y. Aoki, R. Nishiyama, S. Daigo and H. Tsuji, 2010, Three-dimensional computational axial tomography scan of a volcano with cosmic ray muon radiograph, J. Geophys. Res., 115, B12, 332.

Yamashina, Y., T. Yamashina, H. Taira, and H.K.M. Tanaka, 2010, Development of a cost effective plastic scintillator for cosmic-ray muon radiography of a volcano, Earth Planets Space, 62, 2, 173-178.

Uchida, T., H.K.M. Tanaka, and M. Tanaka, 2010, Development of a muon radiographic imaging electronic board system towards a stable solar power operation, Earth Planets Space, 62, 2, 167-172.

Tanaka, H.K.M., T. Uchida, M. Tanaka, H. Shinohara and H. Taira, 2010, Development of a portable assembly type cosmic-ray muon module for measuring the density structure of a column of magma, Earth Planets Space, 62, 2, 119-130.

Taira, H. and H.K.M. Tanaka, 2010, Possible space and power effective muon sensor module for imaging a volcano, Earth Planets Space, 62, 2, 179-186.

田中宏幸, 2010, ミュオンを用いた断層のイメージング, 地震ジャーナル, 50, 95-99.

(9) 平成23年度実施計画の概要 :

平成22年度のテスト実験で得られた結果をもとにカロリメータ検出面積を実用的なサイズにまで拡張する。ただし、検出面積を単純に増やすだけでは、宇宙線雑音以外の雑音効果が相対的に増えてくるため、それを軽減するために工夫が必要である。そのため、時間コントロールされた回転架台及びデータ収集装置を組み合わせることにより、リファレンスデータをリアルタイムにとり続けるシステムを開発する。宇宙線雑音及び検出効率の空間/時間依存性を抑えた新しい検出システムを完成させる。また、桜島でのミュオン・絶対重力観測を継続する。

(10) 実施機関の参加者氏名または部署等名 :

東京大学地震研究所 大久保修平・武尾実・田中宏幸

北海道大学大学院理学研究院 大島弘光

京都大学防災研究所 井口正人

産業技術総合研究所 篠原宏志

他機関との共同研究の有無 : 有

高エネルギー加速器研究機構素粒子原子核研究所 田中真伸

(11) 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 : 東京大学地震研究所 地震火山噴火予知研究推進センター

電話 : 03-5841-5712

e-mail : yotik@eri.u-tokyo.ac.jp

URL :

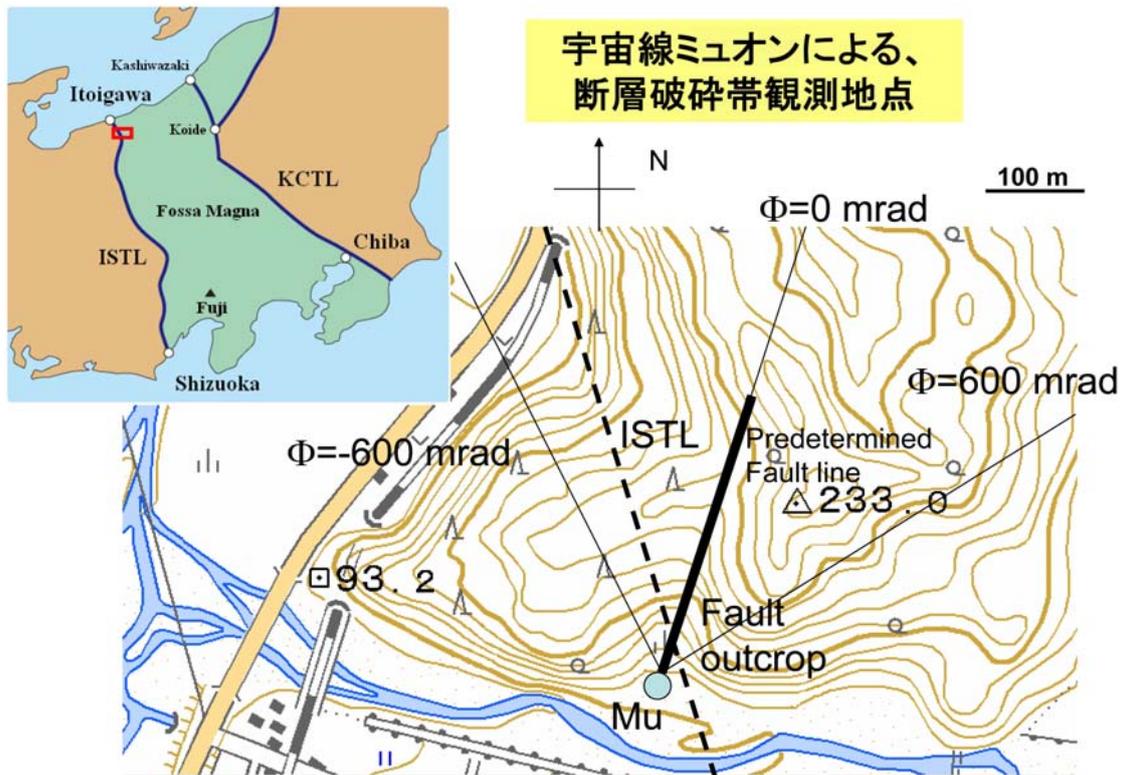


図1. ミュオンによる断層破碎帯観察サイト
糸魚川市の断層破碎帯露頭の位置

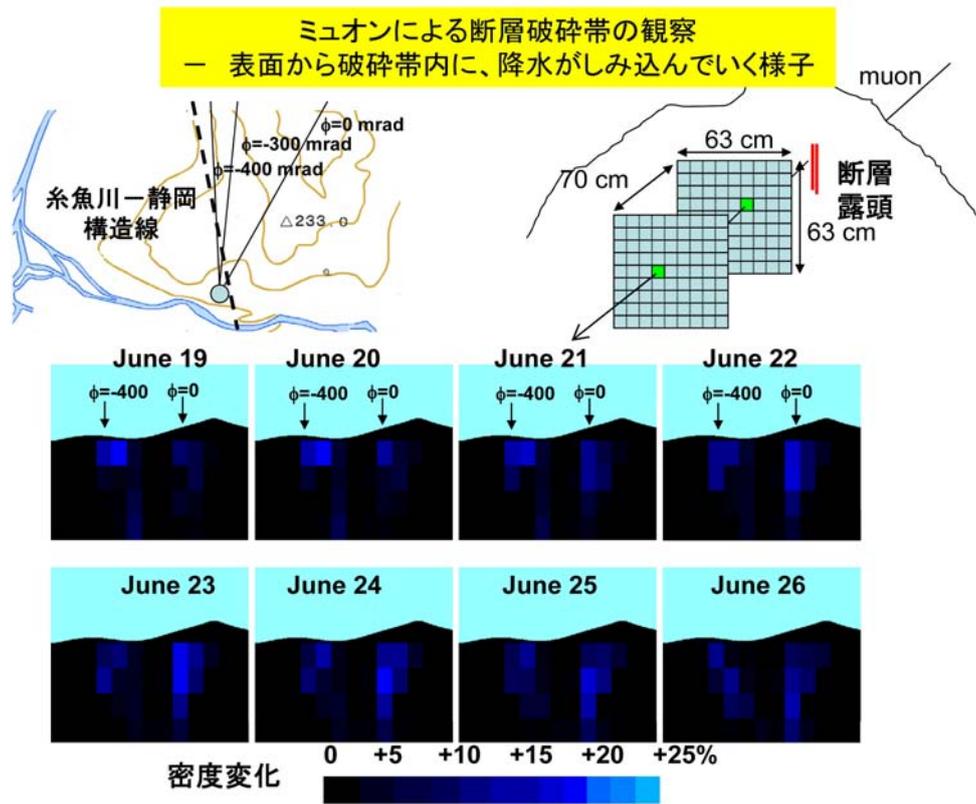


図 2. ミュオンによる断層破碎帯の観察

表面から破碎帯内に、降水がしみこんでいく様子が、毎日の透視画像（密度変化画像）からとらえられている。