

1427 素粒子ミュオンを用いた火山透視技術の可用化プロジェクト

担当者 田中宏幸(ht@eri.u-tokyo.ac.jp)

・実施機関（代表機関）名

東京大学地震研究所

・研究目的

現在、専門性が高いミュオン観測装置の可用性を大幅に向上させることにより、人を選ばず効率的に観測できる火山のモニタリングシステムの構築を目指す。可用化させたミュオン観測装置を素粒子物理学者だけではなく、火山学者ユーザに波及させ、多種多様な火山に対してミュオグラフデータベースの構築をめざすことで、火山現象の解明のための研究、火山噴火の予測のための研究、火山現象のデータベースへの情報付加へとつなげる。

近年、宇宙線ミュオンを利用する巨大物体内部における密度コントラストのイメージング技術の方法（ミュオグラフィ）が発展してきたことで、火山浅部の密度構造（密度の空間分布）をこれまでになく、高い空間分解能でマッピングできるようになってきた。宇宙線ミュオンを利用するイメージング技術は検出器の設置高度以深の探査ができないといった原理的短所を持つが、その一方で、弾性波や電磁波を用いる従来の構造探査法と比較して、プローブ自体の直進性が良いため（つまり経路を確実に同定できるため）、原理的には空間分解能を自由にコントロールでき、かつ得られるイメージが100%の再現性を持つ（素粒子物理学者でも火山学者でも同じ結果が得られる）。ここで、再現性とはいかなる境界条件にもよらず、同じ結果が常に得られるということの意味する。これは、ミュオン経路の直進性に加えて、初期フラックスの物体透過に伴う変動が密度長（密度×経路長）という一つの物理パラメータのみによるため、インバージョン解析解が100%収束するからである。

ところが、従来のミュオグラフィ解析では、素粒子物理学に特有な莫大な数の事象の中から信号を見つけ出す（つまり背景雑音の中からシグナルを取り出す）解析方法がとられ、火山学者のユーザにとってのミュオグラフィ技術の敷居を高くし、結果としてミュオグラフィのプロバイダもユーザも素粒子物理学者だけに限られていた。この限界を乗り越える方法が、当研究開発のテーマである「素粒子ミュオンを用いた火山透視技術の可用化プロジェクト」である。

近年、東京大学地震研究所は文科省特別経費「ミュオン透視技術高度化プロジェクト」及び現研究計画により、技術開発を進めてきた結果、背景雑音の中からシグナルのみをハードウェア的に取り出す方法（カロリメータ方式）を開発することに成功した。このように、すでに実績が上がっているカロリメータ方式の装置を導入することで、装置の組み立て、運用に対する可用性をドラスティックに向上させる可能性が広がった。「素粒子ミュオンを用いた火山透視技術の可用化プロジェクト」では、取得したデータの自動解析ソフトウェアやイメージャなどのソフトウェア的な開発を行い、現在展開している“従来方式の”ミュオン定常観測点にこれらを導入することで、ミュオンイメージング非専門家によるデータ取得・イメージングを定常的に実施できる環境を整備することを目的とする。

この計画は長年に亘り地震研究所が世界に先駆けて開発してきた「ミュオグラフィ」の拡張的体系化と位置付けられる。地震研究所が、全国共同研究ネットワークの枠組みの中で提案する当計画以外に、ミュオグラフィの技術水準、そしてこれまで素粒子物理学者に限られてきた本技術のアプリケーションユーザを大きく拡大し、より一層多様な火山研究者による新たな視点や手法による横断的な技術の向上、及びデータベースの強化を行っていくことは困難である。

(7) 実施体制（担当者、参加人数、共同研究の有無、「有」の場合は参加機関名も）

実施主体となる機関は東京大学地震研究所であり、平成 22 年に東京大学の全学支援の下、同研究所に設置された「高エネルギー素粒子地球物理学研究センター」が、本研究計画の推進にあたる。地震研究所は、「地震・火山科学の共同利用・共同研究拠点」として、文部科学大臣の認定を受けていることから、その機能を活用して、全国共同研究を円滑に実施する体制が整っている。これまでに、この共同研究を核にして、ミュオグラフィユーザ/開発者コンソーシアムが形成され、国内外から 50 名余の参加人数となっている。ミュオグラフィに関わる技術開発は、高エネルギー加速器研究機構素粒子原子核研究所及び東大物理学専攻と提携し、装置の可用性の高度化を行う。ミュオグラフィ定常観測点への導入及び装置の運用はまず、地震研究所火山噴火予知研究センターが中心となって進めるが、随時これまでに火山のミュオグラフィ共同研究を実施してきた大学（北大・東北大・東工大・名大・京大・九大ほか）や研究独立法人（産総研ほか）へとすそ野を広げ、地震研究所の共同利用機能を活用して、広く関係する火山学研究者の参加を求める。