

Development of a muography system to survey large scale structures

中居, 勇樹

<https://doi.org/10.15017/4059988>

出版情報 : 九州大学, 2019, 博士 (理学), 課程博士
バージョン :
権利関係 :

氏 名	中居 勇樹			
論 文 名	Development of a muography system to survey large scale structures (大規模構造体を調査するための宇宙線ミュオン透視システムの開発)			
論文調査委員	主 査	九州大学	准教授	東城 順治
	副 査	九州大学	教 授	川越 清以
	副 査	九州大学	教 授	若狭 智嗣

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

火山・原子炉・ピラミッド等に代表される大規模構造体の内部状態を調査する手法として、近年、宇宙線ミュオンを用いた透視技術であるミュオグラフィが注目を浴びている。二次宇宙線として地上に降り注ぐミュオンは、物質に対する透過力が強く、構造体を通した場合、その密度に依存した透過率を示す。中居氏は、ミュオグラフィに用いるシステムの独自開発に成功し、その実証試験と将来の応用研究の可能性を示した。

博士論文では、ミュオグラフィの原理から歴史的経緯、現代的な応用、動向・課題を簡潔に本質的な内容がまとめられている。本研究では、阿蘇火山の米塚スコリア丘を典型的な対象規模として、システムの要求性能と課題を検討し、その提案・設計・製作を行った。システムの基幹部であるミュオン検出器では、従来の技術と比較して単純化・低コスト化を実現するため、プラスチックシンチレータと SiPM 光検出器を用いた。SiPM 光検出器は総数 288 個あり、その多チャンネル信号読み出し回路を実装した。また、応答に温度特性があるため、各光検出器に温度モニターも実装した。火山等の構造体の野外測定に対応するため、ソーラーパネルと発電機を併用した独立駆動する電源装置も設計・開発を行った。システム全体の省電力化のため、特にミュオン検出のためのトリガー生成に用いる論理回路は独自設計を行い、省電力化に成功した。さらに、データ解析手法では、モンテカルロシミュレーションを用いた likelihood による新しい粒子識別手法を提案し、宇宙線に含まれる電子・陽子の背景事象を削減することに成功した。

システムの動作実証試験を行うため、伊都キャンパス内の建造物を透視し、視野範囲を変更することにより、建造物の位置が予想取りに移動することを確認した。また、システム設置場所から比較的距離がある山体を透視し、その密度分布を測定した。山体までの距離があることにより、低エネルギーのミュオンに由来する背景事象が混入しているが、理解できる範囲での密度測定に成功した。最終実証試験として、伊都キャンパスに隣接する池の浦古墳を透視し、予想される密度分布を測定することに成功した。これらの結果に基づき、応用研究として、阿蘇火山の米塚スコリア丘の透視について、モンテカルロシミュレーションを用いた評価により、現実的な計画で測定可能であることを示した。

以上の結果、独創的な宇宙線ミュオン透視システムの開発を完成させ、大規模構造体への応用研究の可能性を切り拓いた。

よって、本研究者は博士（理学）の学位を受ける資格があるものと認める。