

## 論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 号
------	---------

氏 名 久野 光慧

論 文 題 目 原子核乾板を用いた宇宙線ラジオグラフィによる  
クフ王のピラミッドの観測とその解析

### 論文審査担当者

主 査	名古屋大学 未来材料・システム研究所	教授	理学博士	中村光廣
委 員	名古屋大学 素粒子宇宙起源研究所	教授	博士(理学)	飯嶋 徹
委 員	名古屋大学大学院理学研究科	教授	博士(工学)	寺崎一郎
委 員	名古屋大学 素粒子宇宙起源研究所	准教授	博士(理学)	中澤知洋

## 論文審査の結果の要旨

別紙 1 - 2

素粒子物理学分野では標準理論が確立し、現在はそれを越える現象の探索ならびにその応用を模索する段階にあるといえる。宇宙線ラジオグラフィは、地上に降り注ぐ宇宙線ミュオンを素粒子研究のために開発された実験技術で捉え、既存の手法では不可能であった火山などの大型構造体内部を非破壊的に可視化する素粒子計測の応用研究である。

宇宙線ミュオンはそのエネルギーにより貫通する距離が異なる。これまで、10 m サイズの溶鉱炉・原子炉や数 100 m サイズの火山の透視などの原理実証が行われてきたが、対象物の定量的な把握による精密イメージングにはまだ十分とはいえない状況であった。

申請者は、大面積化が容易で、設置場所の自由度が高い原子核乾板を用いて、宇宙線ミュオンの観測点と統計を増やすとともに、宇宙線研究で得られた宇宙線フラックスのモデルを取り込んだモンテカルロシミュレーションを構築し、エジプトにあるクフ王のピラミッドを対象として、その精密イメージングのための研究開発を展開した。

申請者は、まずクフ王のピラミッドの中心部に位置する女王の間とそれに隣接する盗掘穴に設置した原子核乾板による観測結果を、申請者が開発したモンテカルロシミュレーションによる結果と比較し、未知の大空間が存在する事を明らかにした。その解析結果を用いて、三角測量による大空間の位置の評価を行い、大空間は、女王の間に設置した検出器位置から 40 - 50 m の上方に存在し、その長さ 30 m 以上あり、断面の大きさが 4 m × 4 m と大規模であることを明らかにした。

並行してピラミッド北面入り口近くの下降通路から観測を行い、別の廊下状の未知空間が上部に存在する事を明らかにした。この廊下状空間について、位置と形状の詳細解析のために、下降通路の多地点に原子核乾板検出器を新たに設置し観測を行った。この解析の中で、レーザー測量を行った精密な三次元形状モデルのシミュレーションへの組み込み、使用する宇宙線フラックモデルの評価と選定を行い、解析の精密化を行った。またこれら多地点の観測結果と様々な空洞モデルを配置したシミュレーション結果を比較することで、発見した廊下状の空間の位置と形状を～0.1 m の高精度で明らかにした。未知の空間は、下降通路の直上にあり、ピラミッドの入口の切妻屋根の下から垂直方向に、 $1.17 \pm 0.12$  m の位置にあり、切妻屋根の表面から水平方向に  $0.84 \pm 0.05$  m の位置から始まり、 $9.06 \pm 0.07$  m の長さを持つこと、またその空間の高さを  $2.18 \pm 0.04$  m、幅を  $2.02 \pm 0.12$  m と評価した。また単一の直方体構造では説明できないことも示唆し、今後の発掘調査に直接的な指針を与えた。

以上、本研究は、宇宙線ラジオグラフィ用のモンテカルロシミュレーションと解析手法の開発研究により、宇宙線ラジオグラフィの精密イメージングの手法を確立したものであり価値あるものである。また同手法でなされたクフ王ピラミッド内部の二つの未知空洞の発見とその精密計測は、分野を横断する学術的に高く評価できる成果である。参考論文は、原子核乾板の長期特性の改善に関わるものであり、装置開発として意義のあるものとなっている。以上の理由により、申請者は博士(理学)の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。