

別紙 1-1

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 吉本 雅浩

論 文 題 目 原子核乾板の超高速自動飛跡読み取り装置 HTS

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	大学院理学研究科	教授	博士(理学)	金田 英宏
委員	名古屋大学	宇宙地球環境研究所	教授	理学博士	田島 宏康
委員	名古屋大学	大学院理学研究科	准教授	博士(理学)	居波 賢二

論文審査の結果の要旨

原子核乾板は放射線の飛跡をサブミクロンの位置精度で 3 次元的に記録できる飛跡検出器である。その高い位置分解能を生かし、チャーム粒子の研究、タウニュートリノの発見、ニュートリノ振動の最終検証などで素粒子物理学に貢献してきたが、それを可能にしたのは名古屋大学における自動飛跡読み取り装置の発明と実用化であった。

今日原子核乾板の用途は素粒子物理学にとどまらず、 γ 線天体の精密観測を目指す世界最大口径の気球搭載型宇宙ガンマ線望遠鏡計画 (GRAINE) や、大型構造物を透視する宇宙線ミュオンラジオグラフィへと拡大を見せており、読み取り能力も史上最大の原子核乾板実験 OPERA で使用された読み取り装置 (SUTS) の約二桁上の年間 1000 m^2 が要請されている。申請者らはこの要求を実現出来る次世代の自動飛跡読み取り装置 Hyper Track Selector (HTS) の開発を行った。

開発の要点の一つは、従来比 600 倍の広視野の実現と、その広視野を読み出すための撮像系ならびにその処理系の実現にあった。申請者は、5 mm \times 5 mm の広視野をカバーするために、2 M ピクセルの撮像素子 72 個を組み合わせたモザイクカメラを構築し、素子ごとに読み取られる飛跡情報を同期させ、サブミクロンの精度で一つの座標系に統合する手法を実現した。温度変化などによる時間変動を、実際の飛跡情報を用いて動的に補正する手法も開発し、サブミクロン精度での広視野計測を可能とした。また認識する飛跡の角度空間の拡大に伴い、入射角の大きい飛跡に付随して発生する偽飛跡を除去する手法の開発も行った。

開発した HTS は GRAINE の 2015 年フライトデータの読み出しに活用され、申請者はその実データを用いて、入射角 $|\tan\theta| < 1.6$ の角度領域で 97 % 以上の検出効率と、 $|\tan\theta| < 0.1$ で 2.5 mrad の角度精度を達成しており、実用に十分な性能を有していることを実証した。さらに飛跡の絶対角度に対するステージの位置の不定性や平面性、光軸の傾きの影響を評価し、その補正を行い、角度精度の向上を実現した。またステージを移動する際に発生する振動を打ち消すためのカウンターステージの応答特性を評価し、読み取り速度を最大化する制御方法を実現した。その結果、SUTS の約 70 倍の 4700 $\text{cm}^2/\text{時}$ の読み取り速度を達成し、GRAINE 計画やミュオンラジオグラフィの次期計画で予定している照射面積 1000 m^2 の解析に十分な読み取り速度を実現した。

これらの開発研究は、原子核乾板自動飛跡読み取り装置の速度を二桁近く向上させ、将来の原子核乾板を用いる基礎研究・応用研究推進の原動力となるものであり、高く評価できる。また参考論文は、HTS を用いた最初の物理実験・観測に関するもの、ならびに申請者が並行して開発に関与した暗黒物質検出実験の高分解能読み取り装置の開発に関わる論文であり、いずれも価値あるものである。よって申請者は博士 (理学) の学位を授与されるにふさわしいと認められる。