

## 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 梅本 篤宏

論 文 題 目

原子核乾板を用いた暗黒物質方向探索実験の高感度化の研究

### 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	名古屋大学大学院理学研究科	准教授	博士(理学)	市來淨與
委 員	神戸大学大学院理学研究科	准教授	博士(理学)	身内賢太郎

## 論文審査の結果の要旨

別紙 1-2

宇宙の暗黒物質の直接検出と正体解明は現在の科学の重要課題の一つである。天の川銀河に束縛されている暗黒物質は、その衝突によって生じる反跳原子核を捉えることで直接検出が可能であると考えられており、現在稼働中の多くの実験は、地球の公転に伴う反応数の季節変動を捉えることでその検出を狙っている。しかし、検出したとする実験(DAMA 等)がある一方、その探索範囲を排除したとする実験(XENON 等)があり混沌とした状況にある。

申請者は、暗黒物質の衝突により生じた反跳原子の飛跡をとらえるために超微粒子原子核乾板 (NIT: Nano Imaging Tracker) を用い、その反跳方向に太陽系の固有運動による偏りが見られることを利用する方向性検出実験実現のための研究を行った。

まず反跳飛跡の画像をフーリエ変換し波数空間で処理する手法を考案し、角度異方性の少ない画像処理フィルタを開発した。従来手法では楕円率を画像の輪郭認識により計算していたが、ピクセル位置と輝度情報の二つを使うことで情報量を増やし、40 nm 球形粒子に対して、従来手法で楕円率 1.4 まで広がっていたものを 1.2 以下に抑え光学形状の認識精度を向上させた。並行して光学シミュレーションを導入し、間隔と方向を変えて生成した 2 個の 40 nm の球形粒子の光学像を用いて楕円率と粒子間距離の相関性について評価し、相関性の向上と角度による楕円率のばらつきを 13% から 1% へ抑えることが出来ていることを確認した。

また NIT を構成する AgBr(I) 微結晶のサイズを 40 nm から 70 nm とすることで飛跡の輝度を約 3 倍向上させ、100 keV の炭素飛跡に対して、楕円率 1.3 以上の閾値で検出効率を 18% から 35% へ改善した。30 keV の飛跡に対しても方向認識を実証し、方向性探索実験の中では最も低いエネルギーの閾値での探索を可能とし、低質量領域 $\sim 10 \text{ GeV}/c^2$  の暗黒物質の方向性探索を可能とした。加えて塗布前の乳剤を  $0.22 \mu\text{m}$  フィルタで除去する手法を考案し、背景事象となる非物理的な不純物量を 1/10 に減少させた。

これらの成果をもとに、NIT を赤道儀に搭載した地上実験と、背景事象を理解するために $\gamma$ 線遮蔽を施した地上実験 (いずれも標的重量 50 mg、1 ヶ月照射) を行った。その結果、時間に比例して増加する背景事象が、外来性の環境 $\gamma$ 線、宇宙線ミュオンならびに NIT 検出器中に含まれる  $^{14}\text{C}$  をはじめとする放射線源からの電磁成分により引き起こされていることを定量的に明らかにし、その低減に関して次期探査実験への指針を示した。

以上の様に本研究は、NIT を用いた暗黒物質の方向性探索実験を進展させるものであり、暗黒物質研究の進展に寄与するものである。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。