

## 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 内田 裕義

論 文 題 目

Search for WIMP-<sup>129</sup>Xe inelastic scattering

in the XMASS large low background liquid Xe detector

(大型低バックグラウンド液体キセノン検出器 XMASS を用いた

WIMP-<sup>129</sup>Xe 非弾性散乱事象の探索)

論文審査担当者

主 査

名古屋大学太陽地球環境研究所 教 授 博士 (理学) 伊藤 好孝

委 員

名古屋大学現象解析研究センター 教 授 博士 (理学) 飯嶋 徹

名古屋大学大学院理学研究科 教 授 博士 (理学) 久野 純治

名古屋大学太陽地球環境研究所 准教授 理学博士 増田 公明

東京大学宇宙線研究所 准教授 博士 (理学) 森山 茂栄

## 論文審査の結果の要旨

暗黒物質は銀河団の運動や銀河の回転曲線から存在が示唆され、最新の衛星観測等の結果から、宇宙のエネルギーの約4分の1を占めると考えられる。しかし、通常の物質との相互作用が極端に小さいことから直接観測が難しく、間接的な存在の証拠しかない。暗黒物質の正体は質量数 GeV から数 TeV 程度の未知の素粒子と考えられ、Weakly Interacting Massive Particles (WIMPs) と呼ばれる。

申請者が参加している XMASS 実験は、約 1 トンの液体キセノンを用い、WIMP によってキセノン原子核が反跳されることで生じるシンチレーション光を 642 本の光電子増倍管で観測し、暗黒物質の信号として捕える。この原子核反跳のエネルギー分布は数 keV 領域の低いエネルギーに連続的に広がり、検出器内部の放射性核種の低減や定量的評価に加え、そこから放出される放射線との弁別が本質的に重要な鍵となる。

本論文は 2010 年 12 月から 2012 年 5 月までの XMASS-I データを用いて WIMP- $^{129}\text{Xe}$  非弾性散乱事象による暗黒物質探索を行った結果である。申請者は、WIMP の非弾性散乱により  $^{129}\text{Xe}$  原子核が励起する事象に着目し、基底状態に落ちる時に放出される 39.58keV のガンマ線の探索を行った。この手法では、約 40keV の比較的高い単色エネルギーガンマ線が検出対象であり、検出器内の放射性核種由来のバックグラウンド事象との弁別に有利である。申請者は、この非弾性散乱事象の計算を行って、期待される信号を検出器シミュレーションにより予想し、実験データに有意な信号があるかどうかの探索を行った。このとき、各光電子増倍管の光量情報、時間情報を駆使したデータ解析によりバックグラウンド事象のさらなる低減を行い、40keV 領域ではこれまでで最も低いバックグラウンド環境を達成した。有効体積 41kg の液体キセノンに対して全 165.9 日間のデータを解析した結果、非弾性散乱事象の有意な信号は見られず、WIMP- $^{129}\text{Xe}$  非弾性散乱断面積の 90%CL 上限値として、50GeV の質量を持つ WIMP に対して 90%C.L. で 3.2pb 以下を得た(図 1)。これは、先行研究である DAMA グループによる従来の制限を改善し、特に WIMP 質量が 80GeV 以上の領域ではこれまでで最も厳しい制限である。

この結果は、XMASS 検出器の優れた低バックグラウンド環境を、申請者による優れた解析手法によって最大限に活用した成果であり、他の先行研究に比べて 2 桁低いバックグラウンド環境を達成した事は大いに評価される。

以上の業績により、申請者は博士(理学)の学位を授与される資格があるものと認められる。

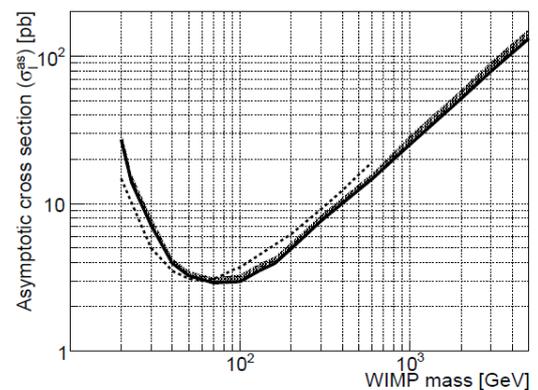


図 1 WIMP- $^{129}\text{Xe}$  非弾性散乱断面積の上限値