

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 橋本大輝

論文題目 Constraint on Annihilating Dark Matter with
Stacking of Local Faint Objects

(近傍低輝度銀河の大規模カタログを用いたスタッキング解析による対消滅ダークマターの制限)

論文審査担当者

主査	名古屋大学素粒子宇宙起源研究所	准教授	博士(理学)	市來 淨與
委員	名古屋大学大学院理学研究科	教授	理学博士	杉山 直
委員	名古屋大学素粒子宇宙起源研究所	教授	博士(理学)	久野 純治
委員	名古屋大学大学院理学研究科	准教授	博士(理学)	戸部 和弘
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

宇宙に存在する銀河団や大規模構造といった大スケールにおける構造はダークマターの重力が支配的であることが分かっている。しかし、その正体は未だ不明であり、現代の物理学において最大の問題の一つである。

宇宙物理学分野では、銀河系近傍の銀河中に存在するダークマターの対消滅シグナルを探索することで、ダークマターの性質を探る研究が行われてきた。とくに、対消滅時には γ 線の放出が期待されることから、銀河等の天体中のダークマター対消滅に由来する γ 線量の予測を観測と比較することで、対消滅断面積の情報が得られる。現在では、近傍の矮小銀河を用いた研究によって、断面積に対して最も厳しく、系統的不定性の少ない対消滅断面積の上限が得られている。

申請者は、断面積の上限を新たに絞り込むため、低表面輝度銀河 (LSBG) を用いることを考察した。この種族の銀河を用いる利点の 1 つは、より質量の小さな矮小銀河と同様に、統計的に星形成活動が穏やかなためその活動に付随した γ 線が生じにくく、系統的不定性が少ないことである。また、LSBG の視直径が 1 分角以下であり、 γ 線点源として扱えることも系統的不定性が少ない理由である。2 つ目は、次世代望遠鏡によって膨大な数の LSBG が発見されると予測されている点である。これにより、将来的にはより近傍の LSBG を用いた解析や統計誤差を減らした対消滅シグナルの探査が可能となる。

一方で、LSBG は極めて暗いため、現在までに発見された LSBG の大部分は赤方偏移が未測定であるが、対消滅による γ 線量の定量化には、その天体までの距離が必要となる。そこで申請者は、赤方偏移クラスタリング法を使って各天体の距離情報を補うことを試みた。赤方偏移クラスタリング法は、赤方偏移が既知の天体サンプルと未知の天体サンプルとの間の 2 点角度相関を測定することによって、赤方偏移未測定のサンプル全体の赤方偏移分布を推定する手法である。

申請者は、銀河探査プロジェクト DES のデータから得られた約 24000 個の LSBG サンプルに対してこの手法を用いることで距離分布を見積もり、天体毎にその分布に従った距離をランダムに付与することで、各天体に距離情報を与えた。次に Fermi 衛星によって観測された GeV γ 線強度を用いることにより、質量 $100 \text{ GeV}/c^2$ をもつダークマターの消滅断面積に対し 95% の信頼度でおよそ $3 \times 10^{25} \text{ cm}^3/\text{s}$ の上限値を得た。ランダムな距離の付与による各天体の GeV γ 線量のばらつきや、ハロー質量及び質量分布の不定性を含めた統計的不確かさは 60% 程度であった。

本研究を通して申請者は、赤方偏移未測定の大規模 LSBG サンプルに対し、赤方偏移クラスタリング法によって測定した距離分布を用いて、各 LSBG のダークマター対消滅による γ 線量を定量化した。これに Fermi 衛星によって得られた宇宙 GeV γ 線観測データを組み合わせて尤度解析を行うことで、ダークマター対消滅断面積に上限値を与えることに成功した。この結果は天体サンプル数が十分に多ければ、各天体の距離の情報を用いることなしに、全体の距離分布を使用することで、断面積の上限が得られることを初めて明らかにした研究として高く評価できる。また参考論文は、 γ 線観測データと大規模構造データとの相互相関を用いて統計的に銀河団からの γ 線を検出したものであり、価値の高いものである。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。