



研究領域名 **ダークマターの正体は何か？-広大なディスカバリースペースの網羅的研究**

東京大学・カブリ数物連携宇宙研究機構・教授

むらやま ひとし  
村山 斉

領域番号： 20A203 研究者番号：20222341

【本研究領域の目的】

ダークマターはその存在が確実であり、宇宙の星や銀河を作った立役者だが、その正体は不明である。今までは素粒子物理学の要請から、約2桁の質量範囲の WIMP パラダイムに研究が集中していたが、2010年代の実験・観測で制限が厳しくなり、WIMP 以外の候補への関心が高まっている。本研究領域では、ダークマターの質量で90桁にわたる広大なディスカバリースペースを網羅的にカバーするため、今までにない多角的な方法で理論から宇宙観測・地上実験にまたがる研究領域を拓くことを目指す。

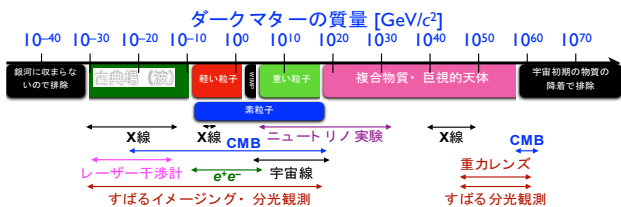
【本研究領域の内容】

本研究領域では、宇宙の物質の大部分を占めるダークマターの正体を徹底的に解明するために、サイエンスの柱として、「軽いダークマター」、「重いダークマター」、「巨視的ダークマター」を立てた。

提案のポイント：ダークマターは**存在するが、未知の物質**

今までの探索は**ごくわずかな質量範囲**に限定

ニュートリノ 電子陽子 細菌 蚊 人間 富士山 地球 太陽



今まで理論的な偏見に囚われて見てこなかった

ディスカバリースペースにアタック

日本の**ダークマター研究を変革**

既存分野の壁を破る**横断的研究**

既存施設を本来の目的とは異なる形で**有効活用**

図1:ダークマターの候補質量範囲と本領域の関係

理論研究計画（研究項目 A01-A03）では、初期宇宙におけるダークマターの生成機構、実験・観測の提案、さらに理論から導かれる新しい物理を研究する。実験計画研究（B01-B06）では、世界をリードするアイデアに基づく実験・観測の実現、あるいは世界最高の宇宙観測データでダークマターの正体に迫る。具体的には、レーザー干渉計（B01）、すばる分光観測（B02）、広視野かつ高時間分解能天体イメージング（B03）、X線領域の革新的な観測技術（B04）、電子陽電子加速器（B05）、宇宙マイクロ波背景放射（B06）による観測・実験のダークマター研究を実現、展開する。さらに、量子重力理論などのトップダウン的アプローチでダークマターの存在、物理を自然に説明できる究極理論を探る計画研究（C01）、大規模

数値シミュレーションを用い、異なるダークマター候補が及ぼす宇宙の構造形成への影響を調べる計画研究（C02）を配置し、サイエンス間、計画研究間の協奏を実務的に促す。このような組織で、研究計画をまたがるトップダウン型理論研究（C01、C02）とボトムアップ型理論研究（A01-A03）から指針を得て、世界に先駆けた独自の地上実験・宇宙観測の計画研究（B01-B06）によりダークマターの正体の解明を目指す。

【期待される成果と意義】

本研究領域の設定期間内に、今までない世界初のダークマターの制限が求められる。テーブルトップの実験によるアクシオンと新しいゲージボソンについて、日本初の若手のアイデアによる探索を行う。また、JAXA が打ち上げる新しい X 線衛星である XRISM により、ダークマターの崩壊による単色 X 線を探索する。既にすばる望遠鏡に搭載されている HSC という世界最高性能のカメラを用いて、ダークマターの分布の世界最大の3次元分布地図を作り、また原始ブラックホールなどの天体サイズのダークマターを探索する。一方、2023年から観測を開始する現在建設中のすばる超広視野多天体分光器 PFS を使い、矮小銀河の観測から、ダークマターの自己相互作用やドブロイ波長に制限を加える。この PFS データから、 $\gamma$  線によるダークマター対消滅の探索についても、その解釈を精緻化する。また、公開される宇宙マイクロ波放射のデータを用い、新たな解析を行うことにより、アクシオンや宇宙晴れ上がり時のダークマターの対消滅の効果を探索する。そして、既に稼働を開始した Super KEK-B 加速器での実験に新たなトリガーを組み込むことで、ダークフォトン、SIMP などのダークマターを探索する。これらは期間内に新しい結果が発表できるはずである。

【キーワード】

ダークマター：暗黒物質。質量は持つが、光学的に直接観測できない物質で、銀河系内にあまねく存在し、物質とはほとんど相互作用しない。観測事実から間接的にその存在が確実とされるが、いまだ正体不明の物質で、宇宙の星や銀河を作った立役者。

【領域設定期間と研究経費】

令和2年度-6年度 1,130,500千円

【ホームページ等】

<http://member.ipmu.jp/DarkMatter/>