

令和元年5月29日現在

機関番号：82401

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2018

課題番号：16K13813

研究課題名(和文)ガンマ線天体を用いた宇宙近赤外線背景放射の起源の探査

研究課題名(英文) Probing the origin of the near infrared background excess using gamma-ray emitting objects

研究代表者

井上 芳幸 (Inoue, Yoshiyuki)

国立研究開発法人理化学研究所・数理創造プログラム・上級研究員

研究者番号：70733989

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的はブレイザー天体のガンマ線スペクトルを用いて、宇宙近赤外背景放射の超過成分の起源を探ることにある。そのために、以下の研究を遂行した。1) ブレイザーの放射スペクトルのモデル化、2) 超過成分も含めたガンマ線吸収量の見積もり、3) ガンマ線データを用いた超過成分の探査である。2) までは完遂したが、3) においては、距離決定まで至らなかった。今後は、距離を制限することを目指す予定である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ガンマ線という新たな手法を用いることで、近赤外線背景放射超過成分の存在可能な距離を制限できる可能性を示した。つまり、宇宙物理学における観測においてもっとも基本的な情報である「距離」であるが、本研究は超過成分の距離の情報を得る研究の端緒となった。今後、距離が制限できれば、そのエネルギーなどを議論することが初めて可能となり、起源の特定に向けて大きく前進出来ることが期待される。

研究成果の概要(英文)：The goal of this research is to probe the origin of the cosmic near-infrared background excess using extragalactic gamma-ray objects. For this aim, we have 1) constructed a spectral model for blazar radiation spectra, 2) estimated the gamma-ray attenuation level including the excess assuming various redshift evolution, 3) tried determining the redshift distribution of the excess using the gamma-ray data of blazars. Due to the quality of the data, we could not determine the redshift distribution of the excess itself. For the next step, we are going to constrain the redshift distribution using the current data sets.

研究分野：天文学

キーワード：高エネルギー天文学 活動銀河核 宇宙背景放射

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

宇宙背景放射は宇宙を満たす微弱な放射であり、宇宙史を理解するための基本要素である。中でも、宇宙可視・赤外線背景放射は銀河からの光の集積と考えられ、銀河形成の理解に重要な示唆を与えてきた。しかし、近年の観測から近赤外線領域において、銀河だけでは説明できない超過成分が報告されている(図 1)。この超過成分の起源はわかっておらず、超過成分は宇宙のどこに存在するのか?という基本的な問いに対する答えすらわかっていない。そこで、新たな手法による超過成分の探査法確立が課題となっている。

ここで遠方レーザーからやってくるガンマ線は、その伝播中に可視赤外線背景放射との電子陽電子対生成反応により吸収される。この吸収量を通して背景放射強度を見積もる手法が近年ガンマ線天文学において確立されてきた。これまで申請者らは銀河由来のガンマ線吸収量の予言や最遠方ガンマ線レーザーの発見に取り組み、ガンマ線から背景放射をはかる手法の研究に取り組んできた。また、申請者は超過成分が初代星由来である可能性についても、最新の宇宙再電離およびガンマ線観測のデータを用いて棄却している。

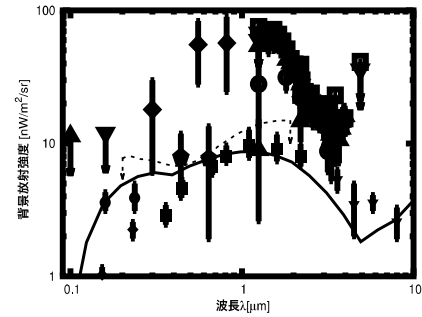


図 1: 近赤外線背景放射。中抜が、観測データ。中塗が銀河成分。太線が申請者の銀河モデル。破線がガンマ線からの制限。

2. 研究の目的

本研究では、申請者のこれまでの経験を活かし、ガンマ線観測から超過成分が存在する「距離」を決定し、近赤外線背景放射の超過成分の起源解明の端緒とする。2 年間で以下の 2 つの(1)、(2)のテーマに挑戦した。

- (1): 近赤外線背景放射超過成分から期待されるガンマ線吸収量の見積もり
- (2): レーザーの多波長スペクトルを用いた超過成分の存在距離の決定

3. 研究の方法

本研究では、レーザーの多波長スペクトルを用いて、宇宙近赤外線背景放射の超過成分の距離分布を決定を試みた。まずレーザーの多波長スペクトルモデルを構築し、超過成分の様々な距離分布を仮定し、対応したガンマ線吸収量を調べた。さらに、申請者の銀河由来のガンマ線吸収量を組み合わせ、レーザーに与えるガンマ線吸収の影響を決定した。そして、導出したガンマ線吸収量を組み合わせ、レーザーの多波長、特にガンマ線スペクトルに与える影響を調べ、電波からガンマ線までの多波長スペクトルと放射モデルを比較することで、観測データを最もよく再現する超過成分の距離分布の決定を試みた。

4. 研究成果

レーザーの放射スペクトルのモデル化については、2016 年度に報告したとおり、モデル化に取り組み、論文出版に至っている。("Baryon Loading Efficiency and Particle Acceleration Efficiency of Relativistic Jets: Cases For Low Luminosity BL Lacs", Yoshiyuki Inoue, Yasuyuki T. Tanaka, 2016 ApJ, 828, 13)

超過成分も含めたガンマ線吸収量の見積もりについては、2017 年度に、様々な赤方偏移進化を仮定した際の見積もりを終えている。

また 平行して、Axion-like Particle を考慮にいれた場合、将来のガンマ線望遠鏡でのレーザー観測、特にガンマ線吸収にどのような影響があるかも調べ、次世代ガンマ線

望遠鏡 CTA で期待されるガンマ線ブレーザーの検出数予測とともにおこなった。これらの結果は、"Cherenkov telescope array extragalactic survey discovery potential and the impact of axion-like particles and secondary gamma rays", Andrea De Franco, Yoshiyuki Inoue, Miguel A. Sanchez-Conde, Garret Cotter 2017 Astroparticle Physics, 93, 8 として出版されている。

最終年度に、これらをもとに実際のデータに対するフィッティングを行い、超過成分の赤方偏移進化の決定を試みた。20 弱の天体データを用いているが、残念ながら現状の観測データから超過成分の赤方偏移の決定には至らなかった。科研費の期間は終わってしまったが、今後の研究の方針として、赤方偏移進化への制限を課すことを目標に解析をやり直している。

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 2 件)

[1] Cherenkov telescope array extragalactic survey discovery potential and the impact of axion-like particles and secondary gamma rays", Andrea De Franco, Yoshiyuki Inoue, Miguel A. Sanchez-Conde, Garret Cotter 2017 Astroparticle Physics, 93, 8 (査読有)

[2] Baryon Loading Efficiency and Particle Acceleration Efficiency of Relativistic Jets: Cases For Low Luminosity BL Lacs", Yoshiyuki Inoue, Yasuyuki T. Tanaka, 2016 ApJ, 828, 13 (査読有)

〔学会発表〕(計 1 件)

[1] 井上芳幸, Mass Loading Efficiency and Particle Acceleration Efficiency of Relativistic Jets: Cases For Low Luminosity BL Lacs, 日本天文学会, 2016 年 09 月 14 日~ 2016 年 09 月 14 日, 愛媛大学

〔図書〕(計 1 件)

[1] CTA Consortium 2019 including Yoshiyuki Inoue, Science with the Cherenkov Telescope Array. Edited by CTA Consortium. Published by World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 213 pages

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

名称 :

発明者 :

権利者 :

種類 :

番号 :

出願年 :

国内外の別 :

取得状況 (計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6．研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：
ローマ字氏名：
所属研究機関名：
部局名：
職名：
研究者番号（8桁）：

(2)研究協力者

研究協力者氏名：
ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。