

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 5 日現在

機関番号：15401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2016

課題番号：15K17652

研究課題名(和文) GeVTeVガンマ線観測による宇宙可視赤外線背景放射の精密推定と星形成史への制限

研究課題名(英文) Precise estimation of Extragalactic Background Light through GeV-TeV gamma-ray observation for distant blazars

研究代表者

田中 康之 (Yasuyuki, Tanaka)

広島大学・宇宙科学センター・特任助教

研究者番号：90633941

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：遠方の活動銀河核ジェット天体について、GeVガンマ線帯域でサーベイ観測を行っているフェルミ衛星、TeVガンマ線を観測する大気チェレンコフ望遠鏡をメインとして、電波、可視、X線の電磁波データの解析を行った。多波長スペクトルのモデリングから、可視赤外線背景放射の強度を推定した。その結果、理論的に予測されていた、星や銀河のすべての光を足し合わせた強度で説明可能であることを見出した。これは、可視赤外線背景放射において、ダークマターなどの他からの寄与が見られないことを示すものである。

研究成果の概要(英文)：Extragalactic Background Light (EBL) is known as cosmic optical and infrared background radiation and it is important to understand the origin. We analyzed multi-wavelength data from radio to GeV-TeV gamma-ray band for distant blazars and estimated the intensity of Extragalactic Background Light (EBL). Note that the observed GeV-TeV gamma-ray data are absorbed by annihilation with EBL photons, and hence to derive the intrinsic GeV-TeV spectrum, we need radio, optical, and X-ray data. Our result showed that the inferred EBL level is consistent with previously-obtained theoretical estimation, indicating that no significant contribution from other component such as dark matter is needed to explain the inferred EBL level.

研究分野：高エネルギー宇宙物理学

キーワード：ガンマ線 活動銀河核ジェット 可視赤外線背景放射

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

1. 研究開始当初の背景

宇宙における背景放射の研究は、宇宙の誕生や星・銀河の形成史に大きなインパクトを与える研究として重要である。その中でも、可視赤外線背景放射 (Extragalactic Background Light, EBL) は、マイクロ波背景放射についてエネルギー密度が高いことが知られている。しかし、その直接観測は、黄道光などの前景放射によるコンタミネーションの影響が極めて大きいため、困難を極めており、精密な測定がこれまでは行われていなかった。

2. 研究の目的

本研究では、遠方のブレーザー天体の多波長スペクトルの観測とモデリングから、EBL光子による吸収を受ける前の GeV-TeV スペクトルを構築する。そして、観測される吸収をうけたスペクトルとの比較から EBL 強度をこれまでで最も精密に推定すること、それによって星や銀河の形成史を解明することが目的である。また、理論的予測との比較から、ダークマターなど他成分からの寄与があるかを検証することも目的のひとつである。

3. 研究の方法

TeV ガンマ線が検出されている活動銀河核ジェット天体について、GeV-TeV ガンマ線、電波、可視、X 線の多波長データの解析を行った。そして多波長スペクトルを構築し、EBL光子による吸収を受ける前の GeV-TeV スペクトルを導出し、観測された吸収を受けた GeV-TeV スペクトルの比較から、EBL 強度の推定を行った。

4. 研究成果

我々が導出した EBL 強度は、理論的に予測されていた星や銀河のすべての光を足し合わせた強度で説明可能でほぼ一致することを見出した。これは、可視赤外線背景放射において、ダークマターなどの他からの寄与が見られないことを示すものである。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 19 件)

[1] R. Itoh, Y. T. Tanaka et al.
“ Measurement of Interstellar Polarization and Estimation of Galactic Extinction for the Direction of X-ray Black Hole Binary V404 Cygni ”
PASJ 印刷中 (arXiv: 1612.07513), 査読有

[2] Y. Inoue, A. Doi, Y. T. Tanaka, M. Sikora, G. M. Madejski

“ Disk-Jet Connection in Active Supermassive Black Holes in the Standard Accretion Disk Regime ”

ApJ, 840, 46, 2017. 査読有
[10.3847/1538-4357/aa6b57](https://doi.org/10.3847/1538-4357/aa6b57)

[3] Y. Inoue, S. H. Lee, Y. T. Tanaka, S. B. Kobayashi.

“ High energy gamma rays from nebulae associated with extragalactic microquasars and ultra-luminous X-ray sources ”

AstroParticle Physics, 90, 14, 2017. 査読有
[10.1016/j.astropartphys.2017.01.012](https://doi.org/10.1016/j.astropartphys.2017.01.012)

[4] Hitomi collaboration (including Yasuyuki Tanaka)

“ Hitomi Constraints on the 3.5 keV Line in the Perseus Galaxy Cluster ”

ApJ, 837, 15, 2017. 査読有
[10.3847/2041-8213/aa61fa](https://doi.org/10.3847/2041-8213/aa61fa)

[5] Y. T. Tanaka, J. Becerra Gonzalez, R. Itoh, J. D. Finke, Y. Inoue, R. Ojha et al.

“ A significant hardening and rising shape detected in the MeV/GeV nuFnu spectrum from the recently-discovered very-high-energy blazar S4 0954+65 during the bright optical flare in 2015 February ”

PASJ, 68, 51, 2016. 査読有
[10.1093/pasj/psw049](https://doi.org/10.1093/pasj/psw049)

[6] K. Akiyama, L. Stawarz, Y. T. Tanaka, H. Nagai, M. Giroletti, M. Honma

“ EVN Observations of HESS J1943+213: Evidence for an Extreme TeV BL Lac Object ”

ApJ Letters, 823, 26, 2016. 査読有
[10.3847/2041-8205/823/2/L26](https://doi.org/10.3847/2041-8205/823/2/L26)

[7] Y. Inoue and Y. T. Tanaka

“ Baryon Loading Efficiency and Particle Acceleration Efficiency of Relativistic Jets: Cases for Low Luminosity BL Lacs ”

ApJ, 828, 13, 2016. 査読有
[10.3847/0004-637X/828/1/13](https://doi.org/10.3847/0004-637X/828/1/13)

[8] Y. Inoue, Y. T. Tanaka, N. Isobe

“ Binary black hole merger rates inferred from luminosity function of ultra-luminous X-ray sources ”

MNRAS, 461, 4329, 2016. 査読有
[10.1093/mnras/stw1637](https://doi.org/10.1093/mnras/stw1637)

[9] R. Itoh, K. Nalewajko, Y. Fukazawa, M. Uemura, Y. T. Tanaka et al.

“ Systematic Study of Gamma-ray-bright Blazars with Optical Polarization and Gamma-Ray Variability ”

ApJ, 833, 77, 2016. 査読有
[10.3847/1538-4357/833/1/77](https://doi.org/10.3847/1538-4357/833/1/77)

[10] Hitomi collaboration (including **Yasuyuki Tanaka**)

“ The quiescent intracluster medium in the core of the Perseus cluster ”

Nature, 535, 117, 2016. 査読有

[10.1038/nature18627](https://doi.org/10.1038/nature18627)

[11] T. Takahashi et al. (including **Yasuyuki Tanaka**)

“ The ASTRO-H (Hitomi) x-ray astronomy satellite ”

Proc. of SPIE, 99050, 17, 2016. 査読有

[10.1117/12.2232379](https://doi.org/10.1117/12.2232379)

[12] S. Watanabe et al. (including **Yasuyuki Tanaka**)

“ The soft gamma-ray detector (SGD) onboard ASTRO-H ”

Proc. of SPIE, 99050, 13, 2016. 査読有

[10.1117/12.2231962](https://doi.org/10.1117/12.2231962)

[13] Y. Inoue and **Y. T. Tanaka**

“ Lower Bound on the Cosmic TeV Gamma-ray Background Radiation ”

ApJ, 818, 187, 2016. 査読有

[10.3847/0004-637X/818/2/187](https://doi.org/10.3847/0004-637X/818/2/187)

[14] **Y. T. Tanaka**, R. Itoh, M. Uemura, Y. Inoue, C. C. Cheung, M. Watanabe, K. S. Kawabata et al.

“ No Evidence of Intrinsic Optical/Near-Infrared Linear Polarization for V404 Cygni During Its Bright Outburst in 2015: Broadband Modeling and Constraint on the Jet Parameters ”

ApJ, 823, 35, 2016. 査読有

[10.3847/0004-637X/823/1/35](https://doi.org/10.3847/0004-637X/823/1/35)

[15] Y. Inoue, **Y. T. Tanaka**, H. Odaka, A. Takada, Y. Ichinohe, S. Saito, S. Takeda, T. Takahashi

“ Prospect for Future MeV Gamma-ray Active Galactic Nuclei Population Studies ”

PASJ, 67, 76, 2015. 査読有

[10.1093/pasj/psv043](https://doi.org/10.1093/pasj/psv043)

[16] S. Saito, L. Stawarz, **Y. T. Tanaka**, T. Takahashi, M. Sikora, R. Moderski

“ Time-dependent Modeling of Gamma-Ray Flares in Blazar PKS1510-089, ”

ApJ, 809, 171, 2015. 査読有

[10.1088/0004-637X/809/2/171](https://doi.org/10.1088/0004-637X/809/2/171)

[17] F. Acero, et al. (Fermi-LAT collaboration) (including **Y. Tanaka**)

“ Fermi Large Area Telescope Third Source Catalog ”

ApJS, 218, 23, 2015. 査読有

[10.1088/0067-0049/218/2/23](https://doi.org/10.1088/0067-0049/218/2/23)

[18] M. Ackermann et al. (Fermi-LAT collaboration) (including **Y. Tanaka**)

“ The Third Catalog of Active Galactic Nuclei Detected by the Fermi Large Area Telescope ”

ApJ, 810, 14, 2015. 査読有

[10.1088/0004-637X/810/1/14](https://doi.org/10.1088/0004-637X/810/1/14)

[19] Z. Wang, **Y. T. Tanaka**, C. Wang, K. S. Kawabata, Y. Fukazawa, R. Itoh, A. Tziamtzis

“ Optical I-band Linear Polarimetry of the Magnetar 4U 0142+61 with Subaru ”

ApJ, 814, 89, 2015. 査読有

[10.1088/0004-637X/814/2/89](https://doi.org/10.1088/0004-637X/814/2/89)

〔学会発表〕（計 13 件）

[1] **田中康之**、井上芳幸

ジェットを伴う潮汐破壊現象におけるガンマ線放射の探索と放射機構の解明
日本天文学会、2017/3/15、九州大学

[2] **田中康之**

IceCube neutrino の電磁波 TOO 観測の現状と今後

突発・変動天体の多波長連携観測、2017/3/6
茨城大学

[3] **田中康之**

フェルミ衛星の現状と IceCube ニュートリノイベントの可視近赤外線フォローアップ観測

マルチメッセンジャー天文学研究会、
2017/3/3 千葉大学

[4] **田中康之**

フェルミ衛星による MeV/GeV ガンマ線観測の成果とフェルミからの期待

第一回 MeV ガンマ線天文学研究会
2017/2/28 京都大学

[5] **田中康之**

IceCube 高エネルギーニュートリノ事象の可視近赤外線フォローアップ観測

木曾広視野サーベイと京都 3.8m 即時分光によるダイムドメイン天文学の推進、

2017/2/21 京都大学

[6] **田中康之**

大学間連携によるニュートリノイベントフォローアップ観測の提案

第7回光赤外線大学間連携ワークショップ
2016/11/21、京都大学

[7] **Yasuyuki Tanaka**

No Evidence of Intrinsic Optical/Near-Infrared Linear Polarization for V404 Cygni during its

Bright Outburst in 2015: Broadband Modeling and Constraint on Jet Parameters,

INTEGRAL 2016 conference, 2016/10/11, アムステルダム、オランダ

[8] 田中康之、井上芳幸、深沢泰司
GeV-TeV ガンマ線データにおける HBL 天
体の平均 SED と TeV ガンマ線背景放射の赤
方偏移分布
日本天文学会、2016/9/14, 愛媛大学

[9] 田中康之ほか
ブラックホール連星 V404 Cyg におけるジ
ェット放射への制限：可視近赤外線偏光観
測と広帯域スペクトルモデリング
日本天文学会、2016/3/14-17, 首都大学東京

[10] 田中康之
ブラックホール連星 V404 Cyg の多波長観
測：マイクロクエーサーにおけるジェット
パラメータへの制限
高エネルギー宇宙物理学研究会 2015/11/25,
沼津市

[11] Y. T. Tanaka et al.
“No Evidence of Intrinsic Optical
Near-Infrared Linear Polarization for V404
Cygni during the Bright Outburst in 2015:
Broadband Modeling and Constraint on Jet
Parameters
Sixth International Fermi Symposium, 2015
Nov 9-13, Arlington, USA

[12] 田中康之ほか
Fermi-LAT and multi-wavelength observation
of new TeV-emitting blazar S4 0954+658
during bright optical flare in 2015 February
日本天文学会、2015/9/9-11, 甲南大学

[13] Yasuyuki T. Tanaka
“Blazars studied in X-rays with Suzaku, MAXI
and future Astro-H”
Relativistic Jets, 2015 April 20-24, Krakow,
Poland

〔図書〕（計 1 件）

CTA consortium, A. Abchiche et al. (including
Y. T. Tanaka)
CTA contributions to the 34th International
Cosmic Ray Conference, Proceedings of
Science, 2015, 100.

〔産業財産権〕

出願状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織
(1) 研究代表者
田中 康之 (TANAKA YASUYUKI)
広島大学・宇宙科学センター・特任助教

研究者番号：90633941

(2) 研究分担者
()

研究者番号：

(3) 連携研究者
()

研究者番号：

(4) 研究協力者
()