

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2007～2010

課題番号：19540274

研究課題名(和文) 超高エネルギーガンマ線天文学の全貌の開拓

研究課題名(英文) View on the whole status of VHE Gamma-Ray Astronomy

研究代表者

木舟 正(KIFUNE TADASHI)

東京大学・宇宙線研究所・名誉教授

研究者番号：19540274

研究代表者の専門分野：数物系科学

科研費の分科・細目：物理学・素粒子・原子核・宇宙線・宇宙物理

キーワード：ガンマ線、宇宙線、宇宙の超高エネルギー現象、粒子天体物理学、宇宙の非熱過程

#### 1. 研究計画の概要

$10^{20}$ eV(電子ボルト)に達するエネルギーをもつ宇宙線の起源を探りつつ、宇宙の進化・発展の物理過程と非熱的超高エネルギー粒子の関係を考察する。超高エネルギーガンマ線観測によって、超新星残骸や銀河団の構造形成等における超高エネルギー粒子のふるまいを推察する。

電波からX線、ガンマ線の多波長にわたる高エネルギー天体物理学と超高エネルギー粒子やニュートリノなどを観測手段とする粒子天体物理学との間の「橋渡し」となる超高エネルギーガンマ線天文学の今後の研究のシナリオを展望・構築する。

#### 2. 研究の進捗状況

(1)「超高エネルギーガンマ線天文学の全貌」を考察する第一段階として、超高エネルギーガンマ線天文学の現状のレビュー論文を、海外の3人の研究者との共著論文として完成した。これまでに検出されている約70個の超高エネルギーガンマ線源の特徴を整理しカタログとしてまとめた。その結果に基づき、

活動銀河や超新星残骸などの天体と超高エネルギーガンマ線との関係についての考察を行った。

(2) わが国における超高エネルギーガンマ線天文学の今後の展望・戦略のために「TeVガンマ線による近傍銀河の系統的研究：物理的意義と観測可能性」について考察し日本物理学会で報告した。すなわち、

近傍銀河内に閉じ込められた宇宙線と超高エネルギーガンマ線放射との関係、すなわち近傍の銀河(normal galaxies)内の宇宙線強度とガンマ線強度

銀河の形成・進化と宇宙線との関係、ガンマ線強度と銀河質量の大きさ、暗黒物質からのガンマ線強度

銀河系外空間の宇宙線強度、 $10^{20}$ 電子ボルト領域の最高エネルギー宇宙線や宇宙背景放射の関係

などについて整理・検討した。

(3) 超高エネルギーガンマ線源のデータの取り扱い方の違いが解析結果に与える影響について考察した。すなわち、超高エネルギー

ガンマ線源の位置、広がり大きさ、ガンマ線強度の観測データが

銀河円盤内宇宙線による拡散ガンマ線の影響を受け

宇宙線粒子による雑音を補正するために使用するデータセットの選び方、データ解析の方法や望遠鏡の特性に依存する、

ことを指摘した。具体的な例として、パルサー星雲 PSR B1706-44 について、オーストラリアに於いてこれまで行ってきた観測データの解析結果に対して検討を加え、子の天体が広がりを持ったガンマ線源であることを確認・報告した。

### 3. 現在までの達成度

「 おおむね順調に進展している

～ やや遅れている」である。

(理由)

TeV ガンマ線源の数は急激に増大しつつある。超高エネルギーガンマ線天文学の多様な側面の、どの点に焦点を絞っていくべきか、観測データの解釈を進めつつ今後の方針を見極めていく必要がある。

### 4. 今後の研究の推進方策

- (1) 近傍銀河内に閉じ込められた宇宙線強度と超高エネルギーガンマ線のエネルギースペクトル、強度、検出可能性、
  - (2) 銀河の形成・発展・進化において非熱的超高エネルギー現象が果たす役割、
  - (3) 銀河系外宇宙線の強度との関係
- などについて考察を深めたい。その結果を、今後の我が国に於ける超高エネルギーガンマ線観測を推進する方針、とくに国際協力による全世界的計画の推進との関係に役立たたい。

### 5. 代表的な研究成果

(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5件)

R.Enomoto, J.Kushida, T.Nakamori, T.Kifune et al., "CANGAROO-III Observation of TeV Gamma Rays from the Vicinity of PSR B1706-44", *Astrophysical Journal*, 703, 1725-1733, 2009, 査読有

R.Enomoto, J.Kushida, T.Nakamori, T.Kifune et al., "CANGAROO-III search for Galactic Sources" *Proceedings of 31st International Cosmic Ray Conference(Lodz, Poland)*, 1-4, 2009, 査読無

F.Aharonian, J.Buckley, T.Kifune and G.Sinnis, "High energy astrophysics with ground based gamma ray detectors", *Reports on Progress in Physics*, 71, No9, 096901-096956, 2008, 査読有

Kabuki, S. et al., "CANGAROO-III Search for Gamma Rays from Centaurus A and the Centauri Region", *Astrophysical Journal*, 668, 968-973, 2007, 査読有

Enomoto, R. et al., "CANGAROO-III Search for Gamma Rays from SN 1987A and the Surrounding Field", *Astrophysical Journal*, 671, 1939-1943, 2007, 査読有

[学会発表](計2件)

木舟 正「TeV ガンマ線による近傍銀河の系統的研究: 物理的意義と観測可能性」, 日本物理学会、2009年3月27日、立教大学 物理学会 XD 会場

T.Yoshida, S.Yanagita and T.Kifune "Emissions from supernova remnants in the presence of small scale random and large scale regular magnetic fields", 30th International Cosmic Ray Conference, 2007年7月, Merida, Mexico

[図書](計0件)

[産業財産権]

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

[その他]

ホームページ

<http://icrhp9.icrr.u-tokyo.ac.jp/>