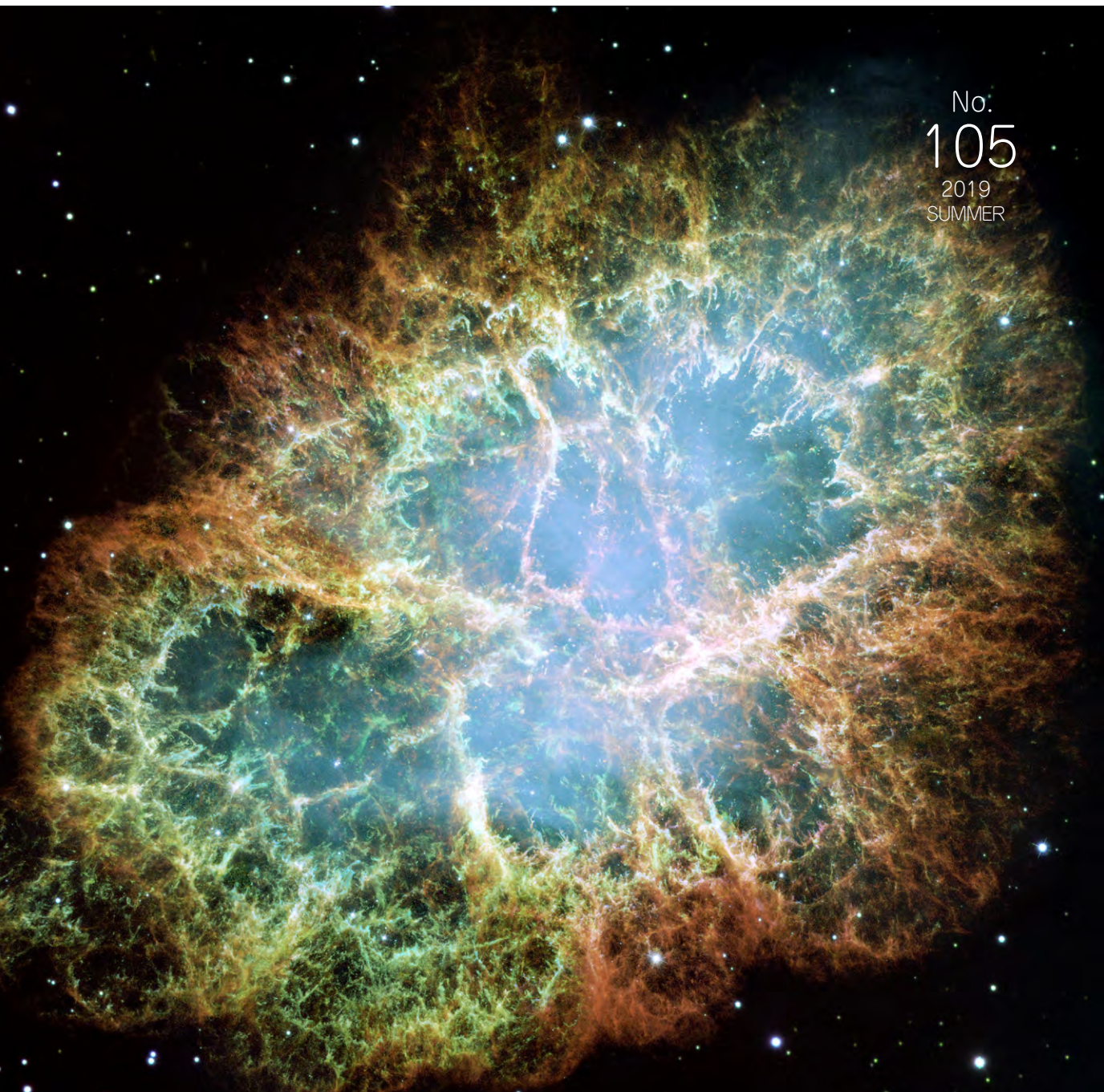


宇宙線研究所の今を伝える

ICRR NEWS

Explore Universe and Elementary Particles with Multi-Messengers.

No.
105
2019
SUMMER



Contents

■ Features

Press Release 2019.7.3

- 01 かに星雲から史上最高エネルギーのガンマ線を観測
日本・中国建設のチベット空気シャワー観測装置で
チベット AS γ 実験グループ
川田 和正 助教に聞く

Press Release 2019.6.21

- 05 銀河の端が見えてきた！
東北大、法政大、東京大、国立天文台の研究チーム
すばる望遠鏡 HSC 撮像のデータを解析

Press Release 2019.3.20

- 07 132 億年前の宇宙で大量の塵を観測！
宇宙初期の星形成史をさかのぼる

■ Reports

- 08 宇宙・素粒子スプリングスクール
3 年生 29 人が参加

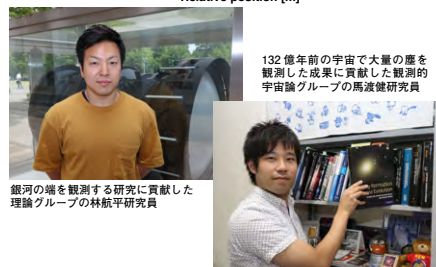
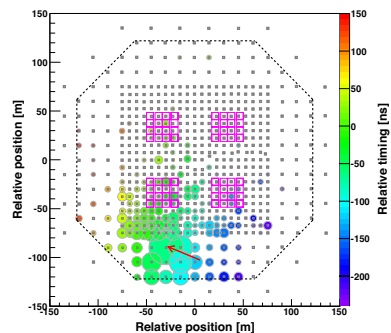
- 10 春の合同一般講演会
ICRR 川崎教授、IPMU 菅井准教授の講演に
約 400 人が聴き入る

■ Topics

- 12 ハイパーカミオカンデ 予算検討会議 (HKFF) の第 2 回会議を開催
12 梶田所長が "IUPAP-TIFR Homi Bhabha Medal and Prize" を受賞
12 銀河進化研究会 2019 で観測的宇宙論グループの 2 人が受賞
12 ICRR 外部評価委員会 2019 を開催
12 カナリア高エネルギー宇宙物理観測研究施設が発足
12 飛騨市神岡町「ひだ宇宙科学館カミオカラボ」がオープン
12 齋藤隆之特任助教が「ガンマ線でみる極限宇宙」をテーマに講演

■ Information

- 13 人事異動
13 ICRR Seminar





記者説明会でプレゼンする川田助教と、それを見守る瀧田正人教授（右）

Features

Press Release 2019.7.3

かに星雲から史上最高エネルギーのガンマ線を観測

日本・中国建設のチベット空気シャワー観測装置で

チベット AS γ 実験グループ 川田 和正 助教に聞く

東京大学宇宙線研究所などの研究チーム^{注1}が参加する日本・中国で建設したチベット空気シャワー観測装置が、かに星雲から最大 450 TeV^{注2}という史上最高エネルギーのガンマ線を放出していることを突き止め、2019年7月3日にプレス発表を行いました。これまで宇宙から到来したガンマ線は75 TeVが最高で、それを5倍以上も上回っており、100 TeV以上の高エネルギーガンマ線天文学の幕開けを告げる発見と言えます。データを解析し、記者会見でも説明した川田助教に、この発見の持つ意味や将来の展望などについて聞きました。

注1. チベット AS γ 実験グループ：Tibet AS γ 実験に参加している共同研究者グループ。次の28の研究機関に所属している91名の研究者からなる。

1. 弘前大学理工学部 2. 南京大学 3. 中国科学院高能物理研究所 4. 中国科学院国家天文台 5. チベット大学 6. 中国科学院大学 7. 河北師範大学 8. 山東大学 9. 西南交通大学 10. 神奈川大学工学部 11. 宇都宮大学教育学部 12. 甲南大学理工学部 13. 早稲田大学理工学術院 14. 横浜国立大学大学院工学研究院 15. 信州大学理工学部 16. 東京大学宇宙線研究所 17. 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所 18. 中国気象局 19. 山東農業大学 20. 清華大学 21. 国立情報学研究所 22. 作新学院大学 23. 山東管理学院 24. 中国石油大学 25. 東京都立産業技術高等専門学校 26. 日本大学生産工学部 27. 湘南工科大学 28. 日本原子力研究開発機構

注2. 電子ボルト(eV)：エネルギーの単位。1電子ボルトは1個の電子が1ボルトの電位差で加速されるときエネルギー。電磁波のエネルギーでは、可視光～数eV、X線～keV、ガンマ線～100keV以上におおよそ対応する。1TeV=10¹²eV



チベット高原・標高 4300m に設置されている空気シャワー観測装置

ガンマ線の最大エネルギーは 450 TeV

——チベット実験について教えてください。

◆チベット AS γ (エー・エス・ガンマ) 実験は、中国のチベット自治区の羊八井 (ヤンパーチン、標高 4,300 m) に建設した空気シャワー観測装置を使ったものです。この観測装置は、超高エネルギー宇宙線を観測するため、1990 年に設置されたもので、東京大学宇宙線研究所、中国科学院高能物理研究所など日本と中国の研究者 91 人の国際共同研究グループにより運営されています。



地下に設置されている注水前の水チェレンコフ型ミュオン検出器

——装置の改良で、ガンマ線が識別できるようになったというのは本当ですか。

◆宇宙からやってくる宇宙線、ガンマ線ともに、大気圏に入ると空気の分子と衝突を繰り返して、多くの二次粒子を作ります。これを地上に広がる地表アレイで観測し、宇宙線のエ

ネルギーと到来方向を計測するのですが、地表アレイによる観測だけでは、元が宇宙線なのか、ガンマ線なのか、区別が付きません。そこで、ガンマ線が作る空気シャワーにはミュオン粒子がほとんど含まれないことを利用し、この二つを区別することにしました。具体的には、空気シャワーに含まれるミュオン粒子を計測するため、2014 年に地下 2.4m のプールを設置し観測を開始しました。地下のプールでは、空気シャワーに含まれるミュオン粒子以外の宇宙線はほとんど遮断されます。地下のプールに飛び込んだミュオン粒子は、チェレンコフ光^{注3}を発生させるため、これをプールに設置した光電子増倍管^{注4}で観測すれば、ガンマ線が作る空気シャワーを見つけられるという仕組みです。

ガンマ線で宇宙線の起源の謎にせまる

——実験の結果について教えてください。

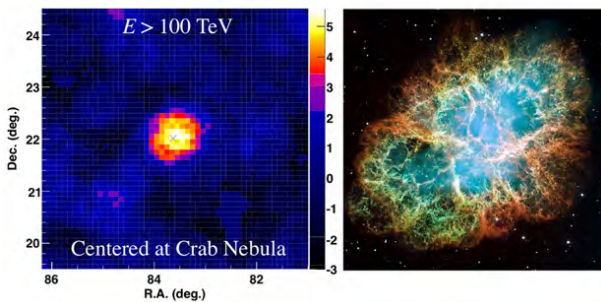
◆2014 年から約 2 年間のデータを解析した結果、地球から約 7000 光年離れた「かに星雲」から約 20 個の 100 TeV を超えるガンマ線が来ていることがわかりました。100 TeV 以上のエ



本郷キャンパスの伊藤国際学術研究センターで開かれた記者説明会

02 注3. チェレンコフ光：電荷をもった粒子の速度が(水や空気の)媒質中の光速を超えるときに放射される青白い光のこと。

注4. 光電子増倍管：超高感度の光センサー。光電効果を利用して微弱な光を電子に変換し、増幅させ電気信号に変換する。光子1個から検出可能。



チベット空気シャワー観測装置で見たかに星雲方向の100TeV以上のガンマ線イメージ(左)とハッブル宇宙望遠鏡による可視光イメージ(右) ©NASA

エネルギー領域で、他の宇宙線による雑音を千分の1以下に抑えられたことによる成果です。ガンマ線のエネルギーは最大450 TeVにも達し、人類史上で最も高いエネルギーのガンマ線の観測となりました。

—100 TeV以上のガンマ線を探す理由を教えてください。

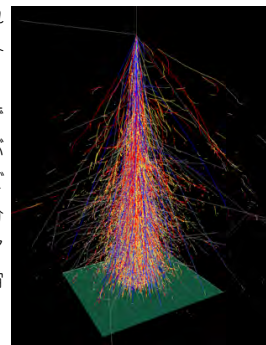
◆宇宙線は1912年、オーストリア生まれの物理学者、ビクトール・ヘスが発見しました。その9割は陽子(水素の原子核)で、見つかったから100年以上が経過していますが、それらがどこで作られ、どのように加速されて地球まで到達するのかは、まだよくわかっていません。

これまでの観測から、低いエネルギーの宇宙線ほど数が多く、高いエネルギーの宇宙線ほど減っていることが分かっています。しかし、4000 TeV (4×10^{15} 電子ボルト)のところには膝のような折れ曲がり部分(Knee)があり、そこからずっと低いエネルギーの宇宙線の一部は銀河系内の超新星爆発の残骸から来て

注5. 宇宙マイクロ波背景放射: 宇宙空間を2.725ケルビン(K)の黒体輻射で満たしている電磁波。宇宙初期(ビッグバン)の名残と考えられている。

いる実験的な証拠があります。また、それよりエネルギーの大きな宇宙線は銀河系外からのものだろうと推定されています。

問題はKneeエネルギーの宇宙線の起源ですが、4000 TeVの宇宙線が星間物質とぶつかると、パイ中間子を出し、それがすぐに400 TeVのガンマ線に崩壊することが分かっています。このことから、このガンマ線が観測できれば、Kneeエネルギーの宇宙線の起源を知ることができます。



—ガンマ線を観測すれば、宇宙線の起源がわかるのはなぜでしょうか。

◆宇宙線の大部分である陽子は、プラスの電荷があり、銀河系内の磁場で大きく曲げられ、地球に降ってきます。このためどこから来たのかがよくわかりません。しかし、ガンマ線は中性のため磁場で曲げられることなく、まっすぐに地球に向かってきます。だから到来方向を突き止めれば、その天体の方向が分かるのです。

—かに星雲は宇宙線の起源と特定できたのでしょうか。

◆いいえ、残念ながら違うようです。超高エネルギーのガンマ線は以下のような過程を経て生成されたと考えられます。

(1) 超新星爆発後の数百年間に、電子が星雲中で超高エネルギー(1000 TeV = 1 PeV)まで加速される、(2) 加速された電子が宇宙全体を一樣に満たす宇宙マイクロ波背景放射^{注5}と衝突する、(3) 宇宙マイクロ波背景放射は超高エネルギーの電子により叩き上げられ450 TeVのガンマ線になる、というものです。

このシナリオが正しいとすると「かに星雲」は私達の知る限

Features

り“銀河系内最強の電子の天然加速器”と考えて良いでしょう。因みに、世界最大の人工電子加速器の最大ビームエネルギーは0.1 TeVで「かに星雲」はその約1万倍のエネルギーまで電子を加速できることになります。

—陽子の加速と、電子の加速と何が違うのですか。また、どうして電子による加速だと分かるのでしょうか。

◆理論の研究者が計算したシミュレーションのモデルがあり、そのエネルギー分布を確認すると、陽子が加速された結果として出たガンマ線ではなく、電子が加速された結果、生まれたガンマ線であると推定された、ということです。

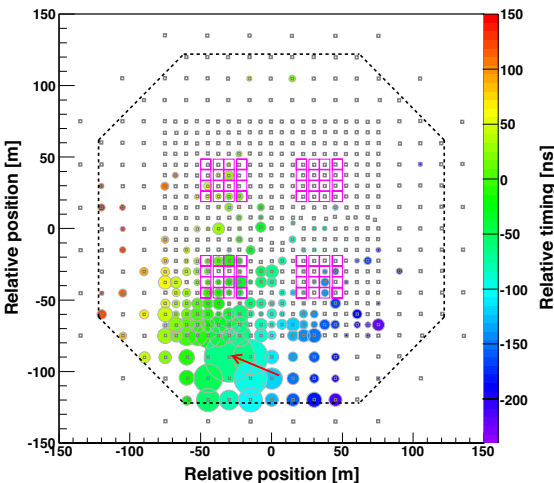
—これまで見つからなかった理由はどんなことが考えられますか。

◆100 TeVを超える超高エネルギーガンマ線の到来頻度は、50,000 m² 辺り 2000 時間（本装置のおおよその面積と、1 年間あたりのかに星雲の観測時間）に 10 回程度と低いものでした。超高エネルギーガンマ線を観測する地上のチェレンコフ望遠鏡^{注6}は、高い空間分解能を持ちますが、観測は月のない天気の良い夜に限られます。一年を通じて連続した観測が可能で、大面積かつ高いガンマ線選別能力を持つチベット実験だからこそ、低い頻度のガンマ線を捉えることができたのです。

長年の謎だった宇宙線の起源に迫る

—宇宙線の起源をめぐる謎の行方はどうなるのでしょうか。

◆チベットと同様の方法で、ガンマ線由来の宇宙線を捉えるALPACA 実験が、いよいよ今年から南半球のポリビアで始まります。銀河の中心にあると思われる巨大ブラックホールの中心から、Knee 領域の超高エネルギー宇宙線がやってくると考えられており、銀河中心の観測に有利な南半球に同様の検出器を



最高エネルギーガンマ線 (449TeV) の空気シャワー検出マップ。色付の円は検出位置、円の面積：その検出器の粒子数、円の色：粒子の到着時間（青が早い、赤が遅い）。矢印の先端と方向は空気シャワーの中心と到来方向を表している。

設置すれば、そこからのガンマ線を捉えられる可能性があります。それが陽子加速の理論と一致すれば、長年の謎だった宇宙線の起源が発見されることになります。新たな成果をぜひ期待してくださいね。

チベット AS γ 実験を巡るこれまでの経緯

1989年	中国チベット自治区羊八井高原に、高エネルギー宇宙線の空気シャワー (AS) を観測する地表アレいを建設
1990年	地表アレいだけで観測を開始
1993年	太陽と月による宇宙線の遮蔽現象「太陽の影」と「月の影」を独立に世界初観測
1999年	地表アレイタイプの観測装置として「かに星雲」からのガンマ線を世界初観測
	地表アレいの高密度部分を大規模に拡張
2006年	はくちょう座方向に新しい宇宙線強度の超過を発見
2007年	小型の地下水槽型ミュオン検出器の実証実験に成功
2008年	Knee 領域の宇宙線エネルギースペクトルを高精度で測定
2013年	「太陽の影」と太陽活動の相関を発見、これを利用した太陽近傍磁場モデルの検証に成功
	宇宙線とガンマ線を区別するため、大面積の地下水槽型ミュオン検出器を建設
2014年	地表アレいとミュオン検出器とのハイブリッド観測を開始
2019年	史上最高エネルギーのガンマ線を観測したことを報告

川田 和正 (かわた かずまさ) プロフィール

1975年、大阪生まれ。2003年甲南大学大学院自然科学研究科物理学専攻博士後期課程単位取得退学、2004年甲南大学にて博士(理学)の学位を取得。東京大学日本学術振興会特別研究員 PD、東京大学宇宙線研究所特任助教を経て、2018年4月に助教に就任。研究テーマは極高エネルギー宇宙線の起源、超高エネルギーガンマ線天文学や宇宙線による太陽磁場の探査などで、宇宙線研究所では TA 実験、チベット AS γ 実験、ALPACA 実験という高エネルギー宇宙線研究部門に属する宇宙線研究のすべてのプロジェクトに携わっている。

【論文情報】 本論文は *Physical Review Letters (PRL)* の "Editors' Suggestion" および "VIEWPOINT" にも選ばれました。

雑誌名: *Physical Review Letters*
論文タイトル: First Detection of Photons with Energy Beyond 100 TeV from an Astrophysical Source

著者: M. Amenomori,¹ Y. W. Bao,² X. J. Bi,³ D. Chen,⁴ T. L. Chen,⁵ W. Y. Chen,³ Xu Chen,³ Y. Chen,² Cirenima,⁵ S. W. Cui,⁷ Danzengluobu,¹ L. K. Ding,³ J. H. Fang,³ K. Fang,³ C. F. Feng,⁸ Zhaoyang Feng,³ Z. Y. Feng,⁹ Qi Gao,⁵ Q. B. Gou,³ Y. Q. Guo,² H. H. He,³ Z. T. He,⁷ K. Hibino,¹⁰ N. Hotta,¹¹ Haibing Hu,⁵ H. B. Hu,³ J. Huang,³ H. Y. Jia,⁹ L. Jiang,³ H. B. Jin,⁴ F. Kajino,¹² K. Kasahara,¹³ Y. Katayose,¹⁴ C. Kato,¹⁵ S. Kato,¹⁶ K. Kawata,¹⁶ M. Kozai,¹⁷ Labaciren,⁵ G. M. Le,¹⁸ A. F. Li,¹⁹ S. H. J. Li,⁵ W. J. Li,³ Y. H. Lin,³ B. Liu,² C. Liu,³ J. S. Liu,³ M. Y. Liu,⁵ Y.-Q. Lou,²⁰ H. Lu,³ X. R. Meng,⁵ H. Mitsui,¹⁴ K. Munakata,¹⁵ Y. Nakamura,³ H. Nanjo,¹ M. Nishizawa,²¹ M. Ohnishi,¹⁶ I. Ohta,²² S. Ozawa,¹³ X. L. Qian,²³ X. B. Qu,²⁴ T. Saito,²⁵ M. Sakata,¹² T. K. Sako,¹⁶ Y. Sengoku,¹⁴ J. Shao,³ M. Shibata,¹⁴ A. Shiomi,²⁶ H. Sugimoto,²⁷ M. Takita,¹⁶ Y. H. Tan,³ N. Tateyama,¹⁰ S. Torii,¹³ H. Tsuchiya,²⁸ S. Udo,¹⁰ H. Wang,³ H. R. Wu,³ L. Xue,⁹ K. Yagisawa,¹⁴ Y. Yamamoto,¹² Z. Yang,³ A. F. Yuan,⁵ L. M. Zhai,⁴ H. M. Zhang,³ J. L. Zhang,³ X. Zhang,² X. Y. Zhang,⁹ Y. Zhang,³ Yi Zhang,³ Ying Zhang,³ Zhaxisanzhu,⁵ and X. X. Zhou⁹ (The Tibet AS γ Collaboration)

DOI: 10.1103/PhysRevLett.123.051101

(名前の横の数字は、1 ページにある注 1 の所属機関名を示す)



注 6. チェレンコフ望遠鏡：空気シャワーが大気中で放射するチェレンコフ光を捉えて高エネルギーガンマ線を観測する装置。

TeV ガンマ線領域での感度が高く、空間分解能が良い。

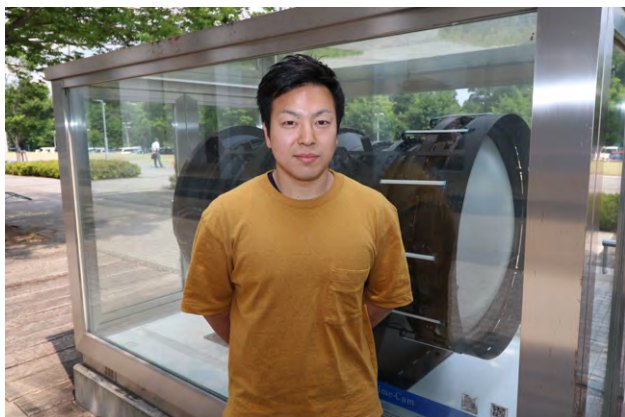
Press Release 2019.6.21

銀河の端が見えてきた！

東北大、法政大、東京大、国立天文台の研究チーム すばる望遠鏡 HSC 撮像のデータを解析

東北大学、法政大学、東京大学、国立天文台などのメンバーからなる共同研究チームは、すばる望遠鏡の超広視野主焦点カメラ Hyper Suprime-Cam (HSC) が撮像したデータを用いて、私たちの住む銀河系の最遠端、すなわち銀河系を形作る星ぼしの世界の境界をはじめに見極めることに成功し、6月21日にプレスリリースを行いました。その境界までの距離は半径約52万光年もあり、銀河系中心から太陽系までの距離（約2万6千光年）の20倍にもなることがわかりました（図1）。このような銀河系の端まで広がる星ぼしは、年齢が120億年前後の最長老で、銀河系の形成初期に生まれたものであることから、銀河系がどのように形成されたかを知る上で大変重要な手がかりを与えてくれます。

東京大学宇宙線研究所の学振特別研究員、林航平さんが、この研究を理論的な側面で支えました。



研究成果に貢献した東京大学宇宙線研究所の学振特別研究員、林航平さん（東京大学柏キャンパスのすばる望遠鏡 HSC の模型前で撮影）

私たちが住む銀河系は、大きく分けて天の川にあたる銀河系円盤部とそれを取り囲むハローと呼ばれる広大な領域から構成されています。天の川には太陽を含めた約1000億個の星が円盤状に分布していて、年齢は数10億年の比較的若い星でできています。一方、ハローには年齢が120億年前後の古い星が約10億個、球状星団が約150個ほど存在していて、天の川の部分を囲む広大な領域に渡って分布しています。つまり、ハローには銀河系の形成初期に生まれた星があり、銀河系が形成された当初はその大きさは現在の天の川の部分に比べて大変大きな状態であったこととなります。これは銀河系が初期に多くの小銀河の合体を経て形成され、その痕跡が年齢の古い星の広がった分布として残っているからです。

では一体、このハローはどこまで広がっているのでしょうか。言い換えると、銀河系はその昔どのような空間領域で銀河形成が行われていたのでしょうか。これは、森の中にいて森全体の広がり調べることと同じで、森の中にある木々（銀河系の中にある星ぼし）を隅々まで見通して決定する必要があり大変難しい作業になります。この目的には、ハロー全体に広がり、かつハローの端にあっても同定できるような明るい目印となる星を使うと便利です。そのようなものとして、青色水平分枝星^{注1} やこと座 RR 型変光星^{注2} と呼ばれる星があり、絶対等級^{注3} が明るくてどれもほぼ一定なので銀河系の中の標準光源として使用することができます。これまでこれらのタイプの星を用いて銀河系ハローの地図作りが行われてきましたが、これまでの観測では口径2.5メートルから4メートルの中口径望遠鏡が使われていて、銀河系ハローの端にある見かけ上暗いものまでなかなか観測することができませんでした。

大口径のすばる望遠鏡と HSC (超広視野焦点カメラ) が威力を発揮

このような暗い星の探査には、8.2メートルという大口径を持つすばる望遠鏡と超広視野焦点カメラ HSC の組み合わせが

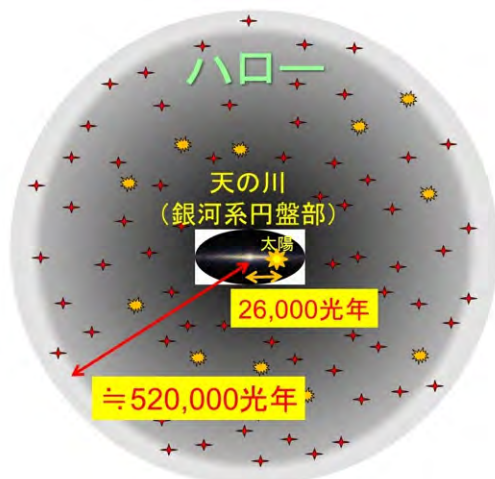


図1：銀河系の概念図。天の川にあたる銀河系円盤部には太陽を含めた約1000億個の星が円盤状に分布しています。銀河系中心と太陽までの距離は約2万6千光年です。天の川（銀河系円盤部）のまわりにはハローと呼ばれる広大な空間領域があって、年齢が120億年前後の古い星が約10億個、球状星団が約150個ほど分布しています。今回の研究から、このハローの半径が約52万光年にもなることがわかりました。©東北大学

注1. 青色水平分枝星：太陽よりも軽く年齢が古く進化が進んだ星で、その中心部でヘリウムが核融合反応を起こして輝いています。
注2. こと座 RR 型変光星：半日程度の周期で変光し、ハローなどの古い恒星系に存在する典型的な変光星です。
注3. 絶対等級：天体の絶対的な明るさで、距離10パーセク（32.6光年）に置いた時の見かけの明るさを基準とします。

銀河境界までの距離は半径約 52 万光年

威力を発揮します。なぜなら、ハローの端にあるとても暗い天体でしかも数も減っていくものを発見するためには、広い視野を今までよりも暗い等級まで探査する必要があり、すばる望遠鏡と HSC は世界で最も効率の良い組み合わせだからです。私たちの研究グループでは、銀河系ハローの地図を作るための星として青色水平分枝星に着目し、HSC の戦略枠プログラム（通称 SSP: Subaru Strategic Program）で行われている広域測光サーベイのデータを解析しました。このタイプの星を同定するには、まず HSC-SSP の観測データの中から点源である銀河系内の恒星らしいものを選び、さらにこの中から複数の測光バンド^{注4}を組み合わせて、青色水平分枝星の候補天体を抽出します。この方法では、他の点源天体（A 型スペクトルの主系列星で通称青色はぐれ星、白色矮星、クエーサー、ならびに星と見分けのつかない遠方銀河）を天体の色の情報からうまく取り除く必要があります。注意深い統計解析が必要になります。

この HSC-SSP データに基づいて詳しいビッグデータの統計解析を行い、銀河系ハローにおける青色水平分枝星の大域的な分布を解明したのは、当時東北大学大学院博士課程前期在籍の福島徹也さんです。福島さんは、HSC-SSP の測光観測で用

- 青色水平分枝星
- 青色はぐれ星

られる g, r, i, z バンド^{注5}のデータを組み合わせた天体の色の情報から、青色水平分枝星の候補天体を確率的に導出するプログラムを開発しました（図2）。この方法では、太陽系からおよそ 120 万光年の距離まで星の性質を詳しく調べることができるので、今までの探査の 4 倍もの距離までとらえることができます。

ちなみに、これまで行われてきた銀河系ハローの地図作りでは、距離にしてせいぜい 32 万光年くらいまでしか到達できなかったのが、銀河系の端までは届きませんでした。福島さんの解析で得られた青色水平分枝星の空間分布（銀河系中心からの距離を変数とした数密度分布）は、図3に示すように銀河系中心からの距離とともに減少する傾向を示します。さらに、半径が約 52 万光年のところで急激に数が落ちていきますので、このあたりが銀河系ハローの境界になっている可能性が高いという結果となりました。

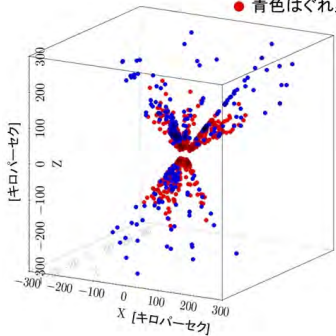


図2：青色水平分枝星（青色）と青色はぐれ星（赤色）の空間分布。HSC-SSP は太陽系から見て特定の方向だけ観測しているの、太陽系から扇形の分布に見えています。©東北大学

銀河の形成進化、ハローの解析方法について議論、理論的側面から支える

銀河の形成進化やハローの解析方法について、理論的な側面から議論し、研究を支えたのが宇宙線研究所理論グループの林航平・学振特別研究員です。林研究員は、今回得られた青色水

平分枝星の空間分布を基に、開発中のすばる超広視野分光観測（PFS）による速度分布・化学組成の観測から、銀河系およびダークマターの謎に迫ろうとしており、「銀河系がいつ頃現在の姿になり、ハローが出来上がったのかを知るための、すばる PFS を用いたサーベイデザイン（観測計画）の構築にも役立つ成果です」とコメントしています。

この研究プロジェクトを統括する千葉征司さん（東北大学教授）は、このような銀河系ハローの分布は、銀河系初期に矮小銀河と呼ばれる小銀河が合体を繰り返し壊されながら銀河系が形成される過程を反映していると指摘しています。特に、その空間的な大きさは、銀河系を包むいわゆるダークマターの広がり（ダークハローとも呼ばれる領域）に匹敵しており、銀河系が矮小銀河を含む小さなダークハローの合体によって形成される過程を理解する上で大変重要な要素です。ちなみに、銀河系のすぐ傍にあるアンドロメダ銀河のハローに関する観測研究も進んでおり、今の所アンドロメダ銀河中心から約 53 万 8 千光年の距離までアンドロメダ銀河のハロー領域が広がっていることが確認されています。アンドロメダ銀河ハローは銀河系ハローと様々な面で違っていることが多く、これは銀河系と異なる合体史を経て形成されたことを反映していると考えられています。

すばる望遠鏡では、HSC-SSP の広域観測サーベイを現在も実行中で、今回の研究成果はサーベイの途中段階のデータから得られました。HSC-SSP の進行に従って、今後もっと多数の銀河系ハローの青色水平分枝星を検出することが予想され、銀河系ハロー地図はさらに精密化され、銀河系の形成史に関する重要なヒントが得られるものと期待できます。

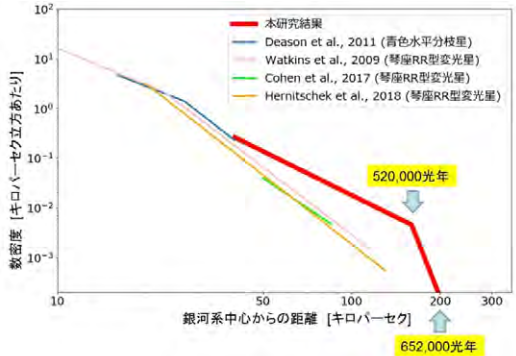


図3：銀河系ハローにおける青色水平分枝星とこと座 RR 型変光星の数密度分布。赤い実線が今回得られた青色水平分枝星の分布で、銀河系中心から 52 万光年の場所で急激に減少しています。他の色の線は先行研究の結果で、内側で数密度の減少率が外側の今回の結果と比べて急になっている傾向があります。これは、内側と外側のハローでその形成機構が違うことを示唆し、数値シミュレーションでも同様の傾向が報告されています。©東北大学

この研究成果は、科学研究費補助金 JP25287062, JP16H01086, JP17H01101, JP18H04334, JP18H04359, JP18J00277, JP18J11326 の支援を受けています。

【論文情報】

雑誌名：日本天文学会論文研究報告（PASJ: Publication of the Astronomical Society of Japan）
論文タイトル：The stellar halo of the Milky Way traced by blue horizontal-branch stars in the Subaru Hyper Suprime-Cam Survey
著者：Tetsuya Fukushima, Masashi Chiba, Mikito Tanaka, Kohei Hayashi, Daisuke Homma, Sakurako Okamoto, Yutaka Komiyama, Masayuki Tanaka, Nobuo Arimoto and Tadafumi Matsuno

注4. 測光バンド：天体の光度を測定する際の波長帯を指します。

注5. g, r, i, z バンド：HSC で用いられている測光バンドの名称で、それぞれの有効波長は 0.48 μm, 0.62 μm, 0.77 μm, 0.89 μm です。

132 億年前の宇宙に存在した大量の塵^{ちり}を観測！ 宇宙初期の星形成史をさかのぼる



©ALMA (ESO/NAOJ/NRAO), NASA/ESA Hubble Space Telescope, Tamura et al.
アルマ望遠鏡とハッブル宇宙望遠鏡がとらえた132億光年の距離に位置する銀河MACS0416_Y1の観測画像(右)と想像図(左)。

名古屋大学大学院理学研究科の田村陽一准教授、竹内努准教授、東京大学の馬渡健研究員、大阪産業大学の橋本拓也研究員、井上昭雄准教授が率いる研究チームは、南米チリにあるアルマ望遠鏡^{注1}を使い、地球から132億光年離れた銀河に大量の塵と酸素を発見し、3月21日にプレスリリースを行いました。塵が見つかった銀河としては、観測史上2番目に遠い記録です。

大量の塵の検出は、それよりも前の時代に多くの星が生まれ、そして死んでいったことを示しますが、アルマ望遠鏡の観測により、この銀河に含まれる塵の総量は太陽質量の400万倍に及ぶことがわかりました。さらに、ハッブル宇宙望遠鏡等による観測結果を合わせたところ、この銀河は宇宙誕生から3億年が経過した頃に生まれ、6億年が経過した頃に再度活発な星形成活動を起こしていることが明らかになりました。

138億年の歴史を持つ宇宙の中で、最初の星や銀河はいつどのように生まれたか、また、私たちのまわりにある元素がどのようにして作られたかは、現代天文学の最も基本的な謎のひとつです。人類はタイムマシンを持っていませんが、広大にひろがる宇宙空間のより遠くを観測することで、より昔の宇宙を調べることができます。それは、遠くの天体からの光が地球に届くまでに長い時間がかかるため、地球でいま観測することのできる光は遠い昔に天体を出発したものだからです。天文学者たちは、さまざまな高性能望遠鏡を用いて遠方天体を観測し、宇宙の歴史を紐解こうとしています。

ビッグバンで宇宙が生まれた直後、この宇宙に存在する元素は水素とヘリウム、そして、ごくわずかのリチウムだけでした。その後、宇宙に広がるガスが重力によって集まることで星が生まれ、その星の中で核融合反応が起きることで水素からヘリウム、炭素、酸素などの重い元素が次第に作られてきました。そして星が一生を終えて爆発するときに、さまざまな元素が宇宙にまき散らされます。こうした過程が繰り返されることによって、宇宙には徐々に重い元素が蓄積されていきます。すなわち、遠方宇宙における重い元素の存在量を調べることは、宇宙初期の星の形成史を解き明かすことにつながります。

こうした背景のもとで、名古屋大学大学院理学研究科の田村陽一准教授、竹内努准教授、東京大学宇宙線研究所の馬渡健研究員、大阪産業大学の橋本拓也研究員、井上昭雄准教授らの研究チームは、アルマ望遠鏡を使って MACS0416_Y1 と呼ばれる銀河を観測しました。この銀河はNASAのハッブル宇宙望遠鏡による観測で発見されたもので、地球から見るとオリオン座の隣にあるエリダヌス座の位置する方向、132億光年の距離に位置しています。つまり、いま私たちが見ているのは、この銀河の132億年前の姿、言い換えれば、宇宙誕生から6億年後の姿に相当します。研究チームは、この銀河に含まれる大量の塵や酸素が放つ光をアルマ望遠鏡でとらえることに成功しました。塵と酸素が検出された銀河としては、観測史上2番目に遠い銀河です^{注2}。研究チームが観測結果から見積もったところ、太陽の400万倍という大量の塵がこの銀河に存在していることがわかりました。

MACS0416_Y1に大量の塵と酸素が検出されたことは、宇宙誕生から6億年という比較的短い時間に、この銀河ですでに多くの星の生死が繰り返されたことを示しています。宇宙誕生後10億年未満の時代の銀河に理論的予想を大きく超える量の塵が存在するという問題は、これまで指摘されてきましたが、今回の発見によってより早期の宇宙でも大量の塵が存在することが確実となりました。

では、この銀河の星形成史はどのような経緯をたどったのでしょうか。アルマ望遠鏡による電波観測で求められた塵の量と、ハッブル宇宙望遠鏡やスピッツァー宇宙望遠鏡などによる赤外線強度の測定から推定される星の性質および総量をうまく説明できる星形成モデルを構築することに、研究チームは成功しました。生まれて3億年程度の星と、今まさに生まれたばかりの星の2つの世代がこの銀河に共存していれば、観測結果とうまく整合するのです。この銀河では、ビッグバン後およそ3億年が経過した頃に最初の活発な星形成が進み、その活動がいったん落ち着いたあと、ビッグバン後およそ6億年の頃に再び活発な星形成活動が起き始めている、と言えます。今回観測したのは、この2度目の星形成活動であると研究チームは考えています。

この研究は、日本学術振興会科学研究費助成事業(No. 17H06130, 17H04831, 17K0098, 17H01110, 18H04333, 17K14252)の支援を受けています。

【論文情報】

雑誌名: The Astrophysical Journal
論文タイトル: Detection of the Far-infrared [O III] and Dust Emission in a Galaxy at Redshift 8.312: Early Metal Enrichment in the Heart of the Reionization Era
著者: 田村陽一, 馬渡健, 橋本拓也, 井上昭雄, Erik Zackrisson, Lise Christensen, Christian Binggeli, 松田有一, 松尾宏, 竹内努, 浅野良輔, 須永夏帆, 清水一敏, 岡本崇, 吉田直紀, Minju M. Lee, 流谷隆俊, 谷口義明, 梅畑豪紀, 廿日出文洋, 河野孝太郎, 太田一陽
DOI: 10.3847/1538-4357/ab0374



注1. アルマ望遠鏡: 南米チリのアタカマ砂漠に建設された巨大な電波望遠鏡。日本を含む東アジア、北米、欧州とチリの国際協力で運用され、66台のパラボラアンテナを組み合わせることで1台の巨大な電波望遠鏡として機能させることができる。人間の目には見えないミリ波・サブミリ波と呼ばれる電波を観測し、星の材料となる低温のガスや塵の観測に大きな威力を発揮している。
注2. 2番目に遠い銀河: 塵と酸素が検出された銀河で観測史上最も遠いものはアルマ望遠鏡で観測された A2744_YD4。今回観測された MACS0416_Y1 との差は600万光年程度とごくわずか。



Reports

宇宙・素粒子スプリングスクール2019 全国から大学3年生 29人が参加

2019年3月9日、スクール最終日に記念撮影

大学3年生の理系の学生が集まる、宇宙・素粒子スプリングスクール2019が、3月5日から4泊5日、東京大学柏キャンパスの宇宙線研究所で開かれ、29人が参加しました。参加した学生たちは六つのグループに分かれ、プロジェクト研究に挑戦しました。

それぞれプロジェクト研究に参加

「ニュートリノ物理」グループは、アクリル水槽と小型光電子増倍管(PMT)を用いて、荷電粒子が水中を通過する際に放出するチェレンコフ光を観測する実験を行い、さらにニュートリノ起源の上向きミュオン事象を探索して、その結果を分析しました。実験ではアクリル水槽の底に九つのPMTを十字に並べるユニークな装置を製作して宇宙線ミュオンからのチェレンコフ光の検出に成功し、チェレンコフ光の放出角度の検証を行いました。残念ながらニュートリノ起源の事象は検出できませんでしたが、指導した奥村宏准教授は「時間が足りない中、よく頑張りました。PMTの並べ方などの実験方法について学生が積極的に議論し、協力して実験を進めていきました。期待以上の成果が出せたと思います」と話しています。



発表の組み立てについて議論する「観測的宇宙論」グループ

「観測的宇宙論」グループは、すばる望遠鏡HSCとSDSSの観測データから深層学習を用いた分類により、近傍の極重元素量欠乏銀河(EMPG)の候補天体4つを選び出し、その性質を分析しました。このうち1つの天体は、重元素量が太陽のたった2%と驚くほど低く、このEMPGを発見した3人のメンバーの頭文字をとりEMPG-SKYと名付けられました。EMPG-SKYは渦巻銀河に銀河間ガスが落ち込む様子が初めて確認できるもので、大内正己准教授は「スプリングスクールが始まる前は、どのような研究になるかわかりませんでしたが、メンバーの気づきと頑張りのおかげでとてもインプレッシブな研究結果になりました。また、大変ではありましたが、皆で楽しく研究できたことも収穫です」と話しました。



08 水槽とPMTの実験装置を組み立てる「ニュートリノ物理」グループ



◀宇宙線測定の実験装置を組み立てる「最高エネルギー宇宙線」グループ

▶小さなマイケルソン干渉計で実験中の「重力波天文学」グループ



「最高エネルギー宇宙線」グループは、TA 実験で実際に使用しているプラスチックシンチレータ、PMT、光ファイバーなどを用いて Mini TA SD 検出器を手作りし、宇宙線を観測する実験を行いました。その結果、 μ 粒子の信号を検出し、さらに単体では存在しないとされるクォークを探索する考察を行いました。塔隆志准教授は「装置作り、データ収集、解析と成果発表までたくさんの技術を短期間で習得し、メンバー間でうまく分担して研究をやり遂げました。今回使った技術は素粒子測定の基本としてどこでも役に立つ基礎技術です。これからの研究にできれば宇宙線研究に役立ててください。最高エネルギーチームは最高のチームワークでした」とコメントしました。

「高エネルギーガンマ線天文学」グループは、CTA と同種のチェレコンフ望遠鏡 MAGIC のデータを解析し、到来方向の分析から、活動銀河核 (AGN) からのガンマ線と特定。さらに、その中心部にあるブラックホールの質量を、太陽質量の 6000 倍から 10 億倍まで、その大きさを地球の直径の 2 倍から太陽系直径の 3 倍までと推定しました。指導した特任助教の Daniela Hadasch さんは「高エネルギー宇宙物理学はとても新しい分野です。メンバーたちには、英語で講義を受ける、新しい解析方法を習得するという 2 つの試練がありました。短い時間で、よくここまで素晴らしいプレゼンテーションに仕上げたのに関心しています。全てのメンバーに自主性があり、日を追うごとに学生たちのパフォーマンスが上がっていくのを見るのが楽しみでした」と語りました。

「超高エネルギー宇宙線」グループは、地表に降り注ぐ μ 粒子の寿命を、PMT と三枚のプラスチックシンチレータだけの実験装置で推定する実験を行い、その結果を分析しました。シンチレータ素材である炭素の原子核に引きつけられ吸収される μ^- の効果についても考察し、理論と 1σ の差で一致する結果を導くことに成功。指導にあたった川田和正助教は「限られた時間の中で、様々な誤差の原因を追求し最終結果に至れたのは

非常に良かったです。装置の組み上げ、観測までは順調でしたが、ROOT を用いたデータ解析では悪戦苦闘でなんとか崩壊ミューオンの抽出に成功しました。発表会前日は、夜遅くまでチーム一丸となって議論し、資料を作成していた姿が印象的でした」と話しています。

「重力波天文学」グループは、大型低温重力波望遠鏡 KAGRA が重力波を検出する仕組みを卓上のレーザー干渉計で学習した後、LIGO が 2015 年に観測したデータを用いて、小質量ブラックホール連星の合体を探索する解析に取り組みました。その結果、太陽質量の 0.5 倍から 1 倍の範囲には有意な重力波信号が含まれていないことを明らかにしました。指導した田越秀行教授は「データ解析では、重力波信号探索を python のコーディングからやってもらいました。皆さん余り経験がないにも関わらず、大変よくやられて素晴らしいかと思えます」と話しました。



データ解析を試みる「高エネルギーガンマ線天文学」グループ

最優勝賞に 2 グループ 「ニュートリノ物理」と「観測的宇宙論」

最終日に各グループによる 20 分間のプレゼンテーションが行われ、審査の結果、「ニュートリノ物理」（写真上）と「観測的宇宙論」（写真下）の各グループが最優秀賞を受賞しました。



実験装置を組み上げ、データを眺む「超高エネルギー宇宙線」グループ



春の合同一般講演会を開催 約400人が聴き入る

柏アミューゼ クリスタルホール

ICRR の川崎教授、Kavli IPMU の菅井特任准教授が講演

宇宙線研究所とカブリ数物連携宇宙研究機構 (Kavli IPMU) の合同一般講演会が4月13日、柏市のアミューゼ柏で開かれ、事前に申し込みで当選した約400人が会場に詰めかけ、二人の講師のトークに熱心に耳を傾けました。

柏市での一般講演会は、研究成果を地元の方々に知ってもらおうと、宇宙線研の本部が柏キャンパスに移転した2000年ごろから毎年開かれ、Kavli IPMU が設立された後の2009年度からは合同一般講演会と名前を変え、年2回のペースで開かれてきました。今回のテーマは「宇宙の始まりについて考える」で、宇宙線研究所副所長の川崎雅裕教授が「原始ブラックホール～宇宙最初の1秒間に生まれるブラックホール」、Kavli IPMU の菅井肇特任准教授が「宇宙が生まれた時～原始重力波が残してくれたプレゼント」と題し、それぞれ講演し、二人の対談(クロストーク)も行われました。

梶田所長「皆さんとひと時、宇宙の始まりについて考えたい」

冒頭、梶田隆章所長は「今回は今までで一番多くの応募がありました。さらに天気も良く、ブラックホールを見たとかいうニュースも直前にあったおかげで、多くの方にお集まり頂きました。皆さんとひと時、宇宙の始まりについて考えたいと思いますので、よろしくお願い致します」とあいさつ。



挨拶する梶田所長

Talk 1 宇宙線研究所・川崎雅裕教授

観測された巨大ブラックホール 原始ブラックホールの起源説も

川崎教授は、原始ブラックホールについて、「宇宙初期にあった密度揺らぎの領域が重力崩壊し、生成されたブラックホールのことで、1971年にS・Hawking博士が予言したものです」と説明。生成される原始ブラックホールの質量は、この密度揺らぎのサイズによって決まり、太陽質量の 10^{-5} から数100倍まで幅があることも明らかにしました。

そのうえで、米国のレーザー干渉計重力波観測所(LIGO)が2015年に重力波を初観測した二つのブラックホールの衝突合体(一つが太陽質量の30倍ほど)や、初めての直接撮影に成功したM87銀河の中心にある超巨大ブラックホール(太陽質量の約60億倍)は、「星の重力崩壊で生成する通常のブラックホール(太陽質量の数倍から10倍ほど)と比較すると重過ぎることから、原始ブラックホールそのものか、原始ブラックホールが次々に合体して生成されたことが考えられます」と主張しました。

ダークマター・暗黒物質の 正体を説明できる可能性も

さらに、川崎教授は、原始ブラックホールと謎の暗黒物質の性質が似ていることから、暗黒物質が原始ブラックホールである可能性を指摘し、Kavli IPMUの研究者も参加して行われた、すばる望遠鏡による探索についても言及しました。

「原始ブラックホールが通過すると、マイクロレンズ効果で星の明るさが変化します。この現象を利用し、すばる望遠鏡でアンドロメダ銀河を観測し、暗黒物質としての原始ブラックホールを探索する試みが行われましたが、見つかりませんでした。しかし、探索できる質量域 (10^{17} から 10^{22} グラム) はまだ残っています。インフレーションが2回連続で起きるダブルインフレーションという理論モデルなら、暗黒物質を説明するブラックホールやLIGOが観測したブラックホール連星を作ることができます」

また、宇宙初期に空間が急激に膨張したというインフレーション宇宙モデルについて、川崎教授は「ビックバンモデルの不都合な点を解決し、さらに宇宙初期の量子的な揺らぎと、宇宙背景放射(CMB)のマクロな揺らぎの観測値が一致することが発見され、インフレーションからビックバン、CMBという現在の標準宇宙モデルが完成しました」と解説しました。

Talk 2 Kavli IPMU・菅井肇特任准教授

宇宙背景放射の偏光パターンからインフレーションの痕跡を捉える

続いて登壇した菅井特任准教授は、実験・観測を専門とする研究者の立場から138億年の宇宙の歴史を概観しました。

まず、光の速さが無限ではないことを地上で実証したA. Fizeau博士の実験を挙げ、「地球から見ている月は1.3秒前、太陽は8分19秒前の姿であるように、遠くにあるものほど昔のものを見ていることとなります」と説明。続いて、観測される光の波長のズレから、遠くの銀河ほど速く遠ざかっているとE. Hubble、G. Lemaître両博士の成果にも触れ、「この法則は、宇宙空間が一樣等方に膨張していると考えることによって説明できます。どの位置も特殊ではないことから、遠くを見ることにより、宇宙の歴史をひも解くことができるのです」と解説しました。

そのうえで、熱い宇宙(ビックバン)から少しずつ冷え、飛び回っていた電子が陽子に結び付き光が直進できるようになった、宇宙誕生38万年後に、人類に届く最初の光である宇宙背景放射(CMB)が生まれたこと、さらに、その様子を説明するためにインフレーション宇宙モデルが考え出されたことを紹介し、「インフレーションは電磁波で直接見ることは出



定員400人の会場をほぼ埋め尽くし、講演に聴き入る参加者たち

来ませんが、その痕跡なら捉えられと考え、LiteBIRD計画を進めています」と語りました。

「原始重力波による偏光を観測するための技術を知ってほしい」

LiteBIRDは、冷却望遠鏡を積んだ人工衛星を打ち上げ、宇宙初期の時空のゆらぎがインフレーションによって引き伸ばされることにより生じたとされる重力波(原始重力波)の痕跡を、CMBに刻まれた偏光の空間的渦巻パターンとして捕らえる国際共同研究計画で、2020年代後半の観測開始が計画されています。

コメンタの一人として計画を進める菅井特任准教授は「この原始重力波の波長は宇宙全体レベルの長さで、LIGOなどで直接捉えることは出来ません。しかし、この原始重力波がCMBに作用し電子による散乱に非対称性を生じさせることによって発生する渦巻き状の偏光パターンを捉えます。宇宙の最初に起きた現象がCMBの放出される時代またはそれを越えて生き残っていてくれているおかげです」と述べ、偏光を観測するための技術について説明しました。

熱雑音を抑えるために望遠鏡をマイナス268℃まで、また高感度超電導検出器のためにさらに極低温まで冷却する機構、観測装置の窓にあたる半波長板が、超電導磁気軸受により浮上回転しながら信号偏光を認識しやすく加工する仕組み、表面での反射を防ぐために「蛾の眼」と同じ構造の凹凸をサファイヤ半波長板表面に施していることなどを紹介。最後に研究グループ全体の望みとして「宇宙が誕生時に震えていたという最初の鼓動を感じたい」という言葉を引用して締めくくりました。

川崎教授「最初は電気電子に進学しようかと・・・」 菅井特任准教授「ワークライフバランスには苦労し・・・」

「研究者が小説家になりたいと思いましたが、小説家の方は憧れに過ぎず、高校の時に本格的に研究者を目指すことを決めました」「ワークライフバランスには苦労しており、家族にも迷惑をかけているかも知れません。日米欧の研究者でテレビ会議をすることがよくあり、日本の夜中や明け方に時間が設定されると、生活パターンが崩れてしまうこともあります」などと、エピソードを披露しました。



会場からの質問も40件以上が寄せられ、用意したホワイトボードは質問を書き込んだ付箋で一杯になりました。

「研究者が小説家になりたいと思いましたが、小説家の方は憧れに過ぎず、高校の時に本格的に研究者を目指すことを決めました」「ワークライフバランスには苦労しており、家族にも迷惑をかけているかも知れません。日米欧の研究者でテレビ会議をすることがよくあり、日本の夜中や明け方に時間が設定されると、生活パターンが崩れてしまうこともあります」などと、エピソードを披露しました。



クロストークでお互いに質問

クロストークでは、二人が壇上上がり、「研究者になるう」と思った時期と理由について教えてください。」「観測が始まるまでに時間を要する研究を行なっている時、どうやって物理的モチベーションを維持していくのでしょうか」「ワークライフバランスはどうしているのでしょうか」

※ QR コードで Web ページの記事が閲覧できます。

Topics

2019年7月26日

梶田隆章所長が "IUPAP-TIFR Homi Bhabha Medal and Prize" を受賞

梶田隆章所長が7月26日、米国ウィスコンシン州で開かれた第36回宇宙線国際会議の開幕セッションで、IUPAP-TIFR Homi Bhabha Medal and Prize を受賞しました(写真は名古屋大・伊藤好孝教授の提供)。梶田所長の受賞理由には「ニュートリノ物理における先導的な成果など宇宙線物理学への多大な貢献をしたこと」があげられています。

同賞は、Bhaba-Heitler カスケード理論や電子・陽電子の Bhabha 散乱で知られるインドの Homi Jehangir Bhabha 博士に因み、国際純粋・応用物理学連合(IUPAP)とタタ基礎研究所(TIFR)が2010年、設立しました。

2019年6月5-7日

銀河進化研究会 2019 菅原さんにポスター最優秀賞 播金さんに口頭発表最優秀賞

観測的宇宙論グループの菅原悠馬さん(博士課程3年)が、6月に東京大学柏キャンパスで開かれた「Galaxy Evolution Workshop(銀河進化研究会)2019」で、ポスター最優秀賞を受賞しました。今春まで同グループに所属



していた国立天文台の特別研究員の播金優一さんも口頭発表最優秀賞を受賞しています。



2019年5月15-17日

ICRR 外部評価委員会 2019 を開催



宇宙線研究所の研究活動を外部有識者が評価する「ICRR 外部評価委員会」が5月15日から3日間、柏キャンパスの宇宙線研究所で開かれました。評価委員会では、研究プロジェクトの各代表が研究成果・R&D実績、将来計画に関する発表を行い、評価委員により聞き取りが行われました。大学院生・若手研究者の集団インタビューも行われ、多くの質問が出されました。また、ランチやコーヒープレイクには、評価委員と宇宙線研究所の研究者との交流も行われました。

2019年4月1日

カナリア高エネルギー宇宙物理観測研究施設が発足

チェレンコフ宇宙ガンマ線グループが主導し、日米欧の国際共同研究で進めるCTA(チェレンコフ・望遠鏡・ア

レイ)プロジェクトの拠点となる宇宙線研究所附属研究施設「カナリア高エネルギー宇宙物理観測研究施設」が4月1日、スペイン・カナリア諸島ラパルマに設置されました。



2019年3月27日

飛騨市神岡町「ひだ宇宙科学館カミオカラボ」でオープニングセレモニー

飛騨市神岡町の道の駅「宙ドーム・神岡」に、宇宙線研究所のスーパーカミオカンデやKAGRAなどのプロジェクトを紹介する「ひだ宇宙科学館カミオカラボ」が完成し、3月27日、梶田隆章所長らが参加してオープニングセレモニーが開かれました。飛騨市、岐阜県などの地元関係者のほか、企業版ふるさと納税に賛同して寄付を行った三井金属鉱業などの企業、宇宙線研の関係者など100人以上が出席しました。



2019年3月21日

齋藤隆之特任助教が「ガンマ線でみる極限宇宙」をテーマに講演～西東京市・多摩六都科学館のサイエンスカフェ

チェレンコフ宇宙ガンマ線グループ(CTAグループ)の齋藤隆之特任助教が登壇するサイエンスカフェ「ガンマ線でみる極限宇宙」が3月21日、西東京市の多摩六都科学館の学習室で開かれ、36人の一般市民が参加しました。



2019年6月27日

ハイパーカミオカンデ第2回予算検討会議 12カ国が具体的な「貢献」を議論

2020年の本格建設開始を目指すハイパーカミオカンデ(以下HK、岐阜県飛騨市神岡町)について、関係各国が議論する第2回予算検討会議(HKFF)が6月27日、東京大学本郷キャンパスで開かれました(=写真)。HKの建設に向け、日本政府は2019年度に調査費を予算化しましたが、今回の会議で日本も含め12カ国が、貢献内容を具体的に表明しました。

会議には、アルメニア、ブラジル、カナダ、フランス、イタリア、韓国、ポーランド、ロシア、スペイン、スイス、英国、そして日本の計12カ国から政府機関関係者および研究者約45人が参加しました。

会議の冒頭、梶田隆章 宇宙線研究所長/次世代ニュートリノ科学連携研究機構長が、「HK計画の実現には参加国の貢献が不可欠です。今回の会議では、各国に貢献できる内容について表明をいただき、今後の方針について議論できればと思います」とあいさつ。この後、Eligio Lisi イタリア国立核物理研究所(INFN) Bari 教授による基調講演「Mapping the Neutrino World」が行われ、HK実験におけるニュートリノ研究に対し、大きな期待が述べられました。

この後、挨拶に立った西井知紀 文部科学省研究振興局学術機関課長は、「文部科学省においてもハイパーカミオカンデの科学的意義や国際競争の激しさは理解しており、現在実施中の可能性調査の結果を踏まえ、戦略的・長期的な視点をもって、必要な支援に努める所存です」と述べました。これに引き

続き、五神真 東京大学総長は、「文部科学省と共に必要な経費の確保に最大限の努力をしているところです」との挨拶しました。

さらに梶田隆章所長と齋藤直人 高エネルギー加速器研究機構教授/J-PARC センター長により、各機関の準備状況や予算化への取り組みが報告されました。また、東京大学・素粒子物理国際研究センターの森俊則教授が、6月25日、26日に開催された、HK計画について科学技術や運営の面から提言を行うアドバイザー委員会(HKAC)の見解を報告しました。こ

こでは、①ハイパーカミオカンデが重要な科学目的を持つ世界的なプロジェクトであることに加え、②国際的な参加の重要な機会であること、③実現に向けた準備状況が大きく進展していること、④日本が中核となるインフラ施設の整備に責任を持つこと、⑤国際協力が不可欠であることなどを指摘。

日本によるインフラ等の最新整備計画の説明の後、ブラジル、カナダ、フランス、イタリア、韓国、ポーランド、ロシア、スペイン、スウェーデン、スイス、英国から、貢献予定についての表明(EOI)が行われました。この中には、大型水槽内に設置する高性能光センサーやそのカバー、電子回路、計算機システム、校正装置、地磁気補償コイル等の開発・製造に加えて、前置検出器やビームラインの改良・新設などが含まれています。さらに、出席者から各国における検討状況の報告、プロジェクトに対する質疑応答が行われ、会議の総括を議論して閉会しました。(翌28日には東海村のJ-PARC 視察を行いました。)



Information

人事異動

発令日	氏名	異動内容	職
2019.2.16	木下 典子	採用	用務補佐員
2019.3.31	岸本 康宏	退職	准教授
2019.3.31	西村 康宏	退職	助教
2019.3.31	加藤 陽	任期満了	特任助教
2019.3.31	廣瀬 榮一	任期満了	特任助教
2019.3.31	佐古 崇志	退職	特任研究員 (研究所研究員)
2019.3.31	中野 佑樹	任期満了	特任研究員 (研究所研究員)
2019.3.31	佐藤 和史	任期満了	特任研究員 (アロウイ外研究員)
2019.3.31	牛丸 司	定年退職	技術職員
2019.3.31	田島 典夫	任期満了	技術補佐員
2019.3.31	野邑 俊也	任期満了	技能補佐員
2019.3.31	南方 久和	受入終了	協力研究員
2019.3.31	生田目 金雄	転出	事務長
2019.3.31	近藤 仁美	転出	係長
2019.4.1	荻尾 彰一	委嘱	客員教授
2019.4.1	木村 誠宏	採用	准教授 (クロスアポイントメント)
2019.4.1	佐古 崇志	採用	特任助教
2019.4.1	竹本 康浩	採用	特任助教
2019.4.1	平松 尚志	採用	特任研究員 (ICRR フェロー)
2019.4.1	伊藤 博士	採用	特任研究員 (研究所研究員)
2019.4.1	原田 了	採用	特任研究員 (研究所研究員)
2019.4.1	奥富 弘基	採用	特任研究員 (アロウイ外研究員)
2019.4.1	鈴木 資生	受入開始	学振特別研究員
2019.4.1	織井 安里	受入開始	協力研究員
2019.4.1	廣瀬 榮一	受入開始	協力研究員
2019.4.1	倉知 昌史	採用	特任専門職員
2019.4.1	早河 秀章	昇任	技術専門職員
2019.4.1	牛丸 司	再雇用	技術職員
2019.4.1	渡辺 慎二	転入	事務長
2019.4.1	小林 豊輝	昇任	副事務長
2019.4.1	山田 隆治	転入	専門員
2019.4.1	山末 亜紀子	転入	係長
2019.4.1	工藤 直美	契約開始	派遣職員
2019.4.16	藤本 征史	採用	特任研究員 (アロウイ外研究員)
2019.4.30	横澤 孝章	退職	特任研究員 (アロウイ外研究員)
2019.5.1	横澤 孝章	採用	特任助教
2019.5.1	杉本 久美子	採用	特任専門職員
2019.5.1	中村 健蔵	採用	特任専門職員
2019.5.7	BALLMER, Stefan Werner	採用	特任教授 (外国人客員)
2019.5.7	TINIakov, Petr Guennadievich	採用	特任教授 (外国人客員)
2019.5.7	TKACHEV, Igor	採用	特任教授 (外国人客員)
2019.5.16	宮川 治	昇任	准教授
2019.6.1	坂井 亜紀子	採用	学術支援専門職員
2019.6.1	萩原 綾子	採用	学術支援専門職員
2019.6.6	TINIakov, Petr Guennadievich	任期満了	特任教授 (外国人客員)
2019.6.6	TKACHEV, Igor	任期満了	特任教授 (外国人客員)
2019.6.30	PRONOST, Guillaume	退職	特任研究員 (研究所研究員)
2019.6.30	藤本 征史	退職	特任研究員 (アロウイ外研究員)
2019.6.30	中島 一美	契約終了	派遣職員
2019.7.1	PRONOST, Guillaume	採用	特任助教
2019.7.1	小野 和美	契約開始	派遣職員
2019.7.25	BALLMER, Stefan Werner	任期満了	特任教授 (外国人客員)
2019.8.2	PANEQUE, David	採用	特任教授 (外国人客員)

(H31.2.2~R1.8.2)

ICRR Seminar

2019.3.11

Dr. Jishnu Suresh (ICRR)
"Efficient technique to probe Stochastic Gravitational Wave Background Anisotropy with ground-based detectors"

2019.3.25

Dr. Felix Riehn (Lab. Inst. Fisica Experim. Particulas)
"Interactions of ultra-high energy cosmic rays"

2019.4.1

Mr. Karl Ziemelis (Chief Physical Sciences Editor, Nature)
"Inside Nature"

2019.4.9

Dr. Ievgen Vovk (Max Planck Institute for Physics)
"Highlights from the MAGIC telescope observations"

2019.5.9

Dr. Ippei Obata (ICRR)
"Axion Dark Matter Search with Interferometric Gravitational Wave Detectors"

2019.5.20

Dr. Igor Tkachev (Institute for Nuclear Research of the Russian Academy of Sciences)
"Axion stars: formation, death and astrophysical implications"

2019.6.3

Dr. Peter Tinyakov (Universite Libre de Bruxelles)
"Solar mass black holes and dark matter"

2019.6.18

Dr. Yuta Michimura (Department of Physics, U. Tokyo)
"Current status and future prospects of KAGRA gravitational wave telescope"

2019.6.21

Dr. Allard Jan van Marle (Ulsan National Institute for Science and Technology)
"Using combined Particles-in-MHD-Cells to model particle acceleration in astrophysical shocks"

2019.8.8

Dr. Noemie Globus (New York University)
"Understanding the ultra-high energy cosmic-rays"

ICRR NEWS No.105 2019 SUMMER

編集・発行：東京大学宇宙線研究所広報室

📍 住所 〒277-8582 千葉県柏市柏の葉 5-1-5

☎ TEL 04-7136-3102 (代表)

✉ E-mail icrr-pr@icrr.u-tokyo.ac.jp

🌐 URL www.icrr.u-tokyo.ac.jp



東京大学
宇宙線研究所
Institute for Cosmic Ray Research

ICRR NEWS No.105 2019 SUMMER

編集・発行：2019年8月15日 東京大学宇宙線研究所広報室