宇宙線研究所の今を伝える

# ICRR NEWS

Explore Universe and Elementary Particles with Multi-Messengers.

No.
113
2022
SPRING

宇宙線研究所の新所長に就任した中畑雅行教授

ICRR NEWS No.113
2022 SPRING

Contents

## Features

*Interview*
01_ 宇宙線研究所の新所長に中畑雅行教授
「宇宙線研究にとって重要な科学的成果を出し続ける」

*Interview*
05_ バトンタッチした梶田隆章前所長
「次世代の研究者を育てることの大切さを思いながら」

*Press Release 2022.4.7*
06_ 135 億年かなたの最遠方銀河の候補を発見

*Press Release 2022.2.22*
08_ 天の川銀河中心のブラックホール天体「いて座 A*」の構造

## Reports

*2022.4.9*
10_ 春の合同一般講演会 約 800 人が参加・視聴
ICRR の播金優一助教、IPMU の吉田直紀特任教授が登壇

*2022.3.30*
12_ 野田浩司准教授の第 18 回日本学術振興会賞
伝達式・記念講演会を開催

*2022.2.28-3.4*
14_ 宇宙・素粒子スプリングスクール 2022 を
オンライン開催

## Topics

16_ 梶田教授が全米科学アカデミーの国際会員に
16_ ICRR レポート「日本と中国の宇宙線共同研究」( 太田周編 ) を発刊

## Information

17_ 人事異動
17_ ICRR Seminar

**Features** *Interview*

# 宇宙線研究所の新所長に中畑（なかはた） 雅行（まさゆき） 教授

# 「宇宙線研究にとって重要な科学的成果を出し続ける」

宇宙線研究所の中畑雅行教授が 2022 年 4 月 1 日、宇宙線研究所の新しい所長に就任しました。中畑教授は梶田隆章前所長と同じくニュートリノ天文学の研究者としてよく知られ、2014 年から神岡宇宙素粒子研究施設長を務め、その翌年からは宇宙線研究所副所長も兼務してきました。中畑新所長に宇宙線研究所の成り立ちや現在の研究内容、さらに当面の課題などについて伺いました。

# 宇宙線研究所

# 宇宙線を使って、宇宙と素粒子の根源的な研究

**中畑新所長**　最初に一言、ご挨拶させて頂きます。本年4月より梶田隆章先生の後任として宇宙線研究所の所長を務めることとなりました。未熟者ではありますが、宇宙線研究所のために精一杯務めさせていただきます。よろしくお願い致します。

――それではまず、宇宙線について教えてください。

**中畑新所長**　宇宙線とは、高いエネルギーをもち、宇宙から飛んでくる粒子のことを言いますが、1912年に発見されて以来、その起源と加速メカニズムの解明を目指して多くの研究が進められてきています。当初の宇宙線研究においては、「宇宙線」とは陽子やヘリウム原子核などの荷電粒子でしたが、近年ではニュートリノ、ガンマ線、重力波（重力子）といった電荷をもたない素粒子も「宇宙線」に加えられ、幅広い研究が進められてきています。

## ニュートリノ、ガンマ線、重力波も新たな観測対象に加えて発展続ける

――宇宙線にはどんな性質があり、宇宙線研究所ではどんな研究に取り組んでますか。

**中畑新所長**　宇宙線は、地球の規模以上の長距離を飛んできたり、極めて高いエネルギーまで加速されていたりするため、地上の加速器実験ではできないような素粒子に関する研究も行うことができます。宇宙線研究所では、こうした宇宙線を使って、宇宙と素粒子の根源的な研究を行っています。

――宇宙線研究所の歴史についても教えてください。

**中畑新所長**　（過去の記録等から勉強した内容ですが）宇宙線研究所の歴史は、1950年に朝日新聞学術奨励金で乗鞍岳に建てられた宇宙線観測用の「朝日の小屋」に始まります。その後1953年に東京大学宇宙線観測所（通称、乗鞍観測所）となりました。この観測所は、わが国初の全国共同利用の施設でした。そして1976年に旧原子核研究所の一部の部門の移管とあわせて現在の名称の東京大学宇宙線研究所となり、全国共同利用の研究所として宇宙線の研究を進めてきました。研究所には、宇宙ニュートリノ、高エネルギー宇宙線、宇宙基礎物理学の各研究部門があり、研究スタッフはどれかの研究部門に所属して研究を行っています。

――宇宙線研究所の実験サイトは世界中に分布しているとホームページには説明がありますが、いかがでしょうか。

**中畑新所長**　研究所は東大の柏キャンパス内にありますが、それと共に研究所は国内に4か所の観測施設（神岡宇宙素粒子研究施設、重力波観測研究施設（以上、岐阜県飛騨市の神岡地下）、乗鞍観測所（乗鞍岳2,770m地点）、明野観測所（山梨県の明野高原））と1つの研究センター（柏キャンパス）、海外に4か所の観測拠点（チベット・ヤンパーチンの高原（4,300m）、アメリカ・ユタの砂漠、スペイン・カナリア諸島ラパルマ（カナリア高エネルギー宇宙物理観測研究施設）、ボリビア・チャカルタヤ山）を持っています。このように研究所では観測しようとする宇宙線の観測に最も適した場所を世界中から探し、そこで研究を行っています。宇宙線研究所は国際共同利用・共同研究拠点であり、毎年150件以上の共同利用研究が国内外の宇宙線関連研究分野の研究者の方々によって行われてきています。したがって、宇宙線研究所の研究成果は国内外の宇宙線研究者との共同研究の成果であると言えます。これらの共同研究を通して素晴らしい成果があがっています。

## 国内4カ所、海外4ヶ所の観測施設・拠点。共同利用研究は年150件以上

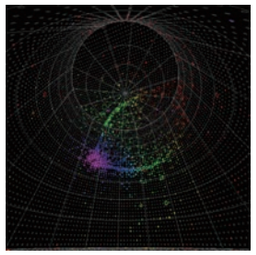
――宇宙線をどのように観測しているのでしょうか。

**中畑新所長**　宇宙線研究所での近年の研究では、感度の高い観測を行うために、大型の装置を使った観測が行われています。神岡宇宙素粒子研究施設では、地下1,000mに設置された5万トンの大型水チェレンコフ宇宙素粒子観測装置（スーパーカミオカンデ）により観測を行っており、宇宙線が大気中で作るニュートリノや太陽からのニュートリノを観測するとともに、東海村で人工的に作ったニュートリノを神岡で受ける実験（T2K実験）も進めています。同じ神岡の地下では、3kmの腕の長さを持つレーザー干渉計（大型低温重力波望遠鏡(KAGRA)）が重力波の観測を目指して感度を向上させています。スペインのラパルマ島には超高エネルギーガンマ線をとらえるためのチェレンコフ望遠鏡アレイ(CTA)が建設されており、直径23mの大口径望遠鏡1号基が既に観測を開始しています。アメリカのユタ州には約700km²（約3,000 km²に拡張中）に粒子検出器を配置して、最も高いエネルギーを持つ宇宙線を探る研究を行っています。このように宇宙線研究所では驚くほど大規模な実験装置によってさまざまな宇宙線観測を行っています。

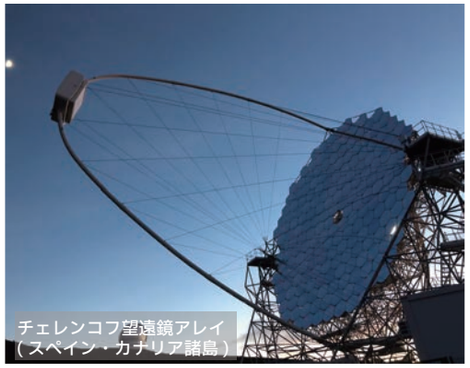
## 驚くほど大きな実験装置を駆使してさまざまな種類の宇宙線を観測する

――中畑新所長ご自身がニュートリノの研究者で、かつてのカミオカンデ実験、その後のスーパーカミオカンデ実験に関わって来られました。スーパーカミオカンデのこれまでの成果についても教えてください。

**中畑新所長**　スーパーカミオカンデ（SK）は、1998年に「大気ニュートリノ振動の発見」という大きな成果をあげ、その研究を主導した梶田隆章先生は2015年にノーベル物理学賞を受賞されました。その後もSKは2001年に「太陽ニュートリノ振動の発見」、2011年に「T2Kによる第3の振動の発見」といった成果をあげ、ニュートリノの質量、混合を解明してきました。あと「CP位相角」が測定されれば、（質量の絶対値を除き）ニュートリノの質量・混合構造の全貌が解明されます。このCP位相角は単なる素粒子の性質にとどまらず、それが有限値を持てば、なぜこの宇宙には「物質」は存在するが「反物質」が存在しないのかという「物質優勢の謎」を解くことができると考えられています。



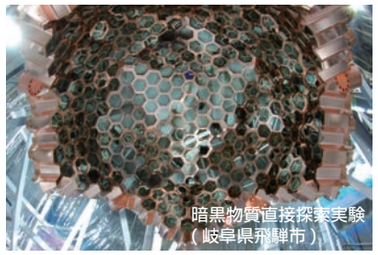
電子型ニュートリノが水と反応し、飛び出した電子が作るリング状の微弱光を光電子増倍管が捉える（T2K実験の観測データより）



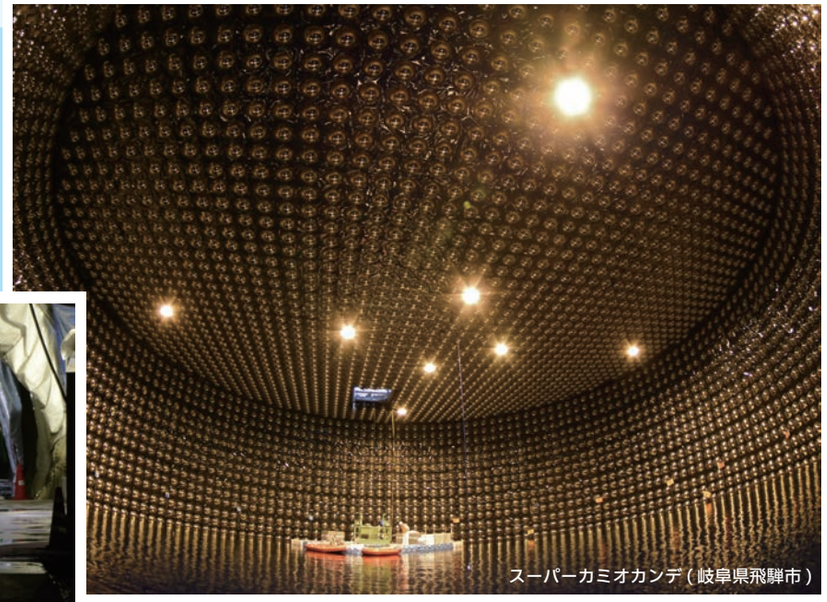
チェレンコフ望遠鏡アレイ（スペイン・カナリア諸島）

明野観測所（山梨県北杜市）

テレスコープアレイ実験（米国・ユタ州）



暗黒物質直接探索実験（岐阜県飛騨市）

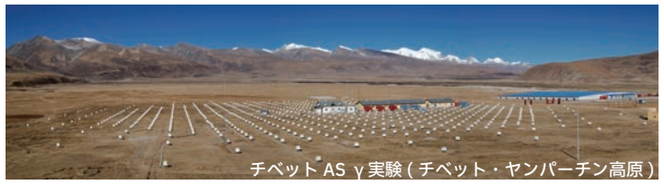


スーパーカミオカンデ（岐阜県飛騨市）

アルパカ実験（ボリビア・チャカルタヤ山）

大型低温重力波望遠鏡KAGRA（岐阜県飛騨市）

乗鞍観測所（岐阜県高山市）



チベットAS γ実験（チベット・ヤンパーチン高原）

CP 位相角の測定のためには、スーパーカミオカンデの約 10 倍となる次世代の測定器（ハイパーカミオカンデ）が必要です。そのため、宇宙線研究所では、カブリ数物連携宇宙研究機構、理学系研究科、地震研究所と共に次世代ニュートリノ科学連携研究機構を立ち上げ、この組織を中心にハイパーカミオカンデを推進していくことになりました。幸いにも 2019 年度補正予算、2020 年度予算でハイパーカミオカンデの建設が認められました。2027 年の実験開始を目指して、東大内の次世代ニュートリノ科学連携研究機構、そして共同ホスト機関である高エネルギー加速器研究機構と協力し、ハイパーカミオカンデの建設が進行しています。

ハイパーカミオカンデの建設工事が行われる岐阜県飛騨市神岡町の坑道

――これまでの研究で最もうれしかったことは何だったでしょうか？

**中畑新所長**　やはり 1987 年に観測された大マゼラン星雲での超新星爆発にともなうニュートリノの発見です。当時は博士課程 3 年の学生でしたが、その発見の瞬間には興奮しました。

## 超新星爆発からのニュートリノ観測「発見の瞬間には興奮しました !!」

――宇宙線研究所にとって当面の課題はどんなことでしょうか。

**中畑新所長**　宇宙線研究所にとって重要な科学的成果を出し続けていくことだと思っています。宇宙線研究所はこれまでも多くの成果を出してきていますので、そんなに容易なことではないのですが、それに向かって頑張っていきたいと思っています。成果を出し続けていくためには宇宙線関連分野の研究者の皆さん、大学、国からの支持・支援が必要です。今後ともよろしくお願い致します。

――新型コロナウイルス感染症の感染防止についてはいかがでしょうか。

**中畑新所長**　2020、2021 年度は、新型コロナウイルス感染症まん延により、共同利用研究を行う所外の研究者をほとんど受け入れることができませんでした。政府のまん延防止等重点措置が今年 3 月に解除され、海外の研究者の受け入れや、実験サイトへの出張もようやく始まりますが、本格的な再開には時間を要することが予想されます。一日も早くコロナウイルスが収束し、多くの皆様と共同利用研究を進められる日が戻ってくることを祈っています。

## 「研究者、大学、国から支援得られるよう努力」

### 【中畑新所長のプロフィール】

中畑　雅行 ( なかはた まさゆき )
宇宙線研究所所長

長野県松本市の生まれ。専門は天体素粒子物理学。小柴昌俊特別栄誉教授の研究室に所属し、1 年先輩の梶田隆章前所長とともに、大学院生時代から岐阜県飛騨市神岡町でのカミオカンデ実験に参加。1987 年に超新星爆発からのニュートリノ観測に遭遇。その翌年、カミオカンデに於ける太陽ニュートリノの観測を研究テーマに博士号を取得した。1988 年から 3 年間、ドイツハンブルグにて電子陽子衝突実験（HERA) に参加。1994 年からスーパーカミオカンデにて研究し、2003 年に宇宙線研究所神岡宇宙素粒子研究施設の教授に就任、2014 年から同施設長、2015 年からは宇宙線研究所副所長を兼務してきた。2001 年に鈴木洋一郎氏とともに仁科記念賞、2009 年には井上学術賞を受賞。2014 年からはスーパーカミオカンデグループ代表者を務めている。

代表的な研究成果論文は下記の通り。

Super-Kamiokande Collaboration (S. Fukuda et al.), “Solar B-8 and hep Neutrino Measurements from 1258 days of Super-Kamiokande Data”, Phys.Rev.Lett. 86 (2001) 5651-5655.

KAMIOKANDE-II Collaboration (K. Hirata et al.), “Observation of a Neutrino Burst from the Supernova SN1987A”, Phys.Rev.Lett. 58 (1987)1490-1493.





# バトンタッチした梶田前所長「多くの次世代の研究者を育てることの大切さを思いながら・・・」

**宇宙線研究所の所長としては最長の 14 年間を務め、2022 年 4 月、中畑雅行新所長にバトンタッチした梶田隆章前所長にお話を伺いました。**

――梶田前所長は 2008 年から 14 年間、宇宙線研究所の所長を務められました。宇宙線研究所の所長としては最も長い任期でした。退任にあたり一言お願い致します。

**梶田前所長**　宇宙線研究所の内外、そして東京大学の内外の多くの皆様に支えられて、どうにか所長としての仕事を終え、退任することとなりました。この場をお借りして皆様に御礼申し上げます。本当にありがとうございました。

――どんな 14 年間だったでしょうか。

**梶田前所長**　繰り返しになりますが、多くの皆様に支えられてなんとか仕事をこなしてきたという感じです。研究所の皆さんが研究に専念できる環境を整えて研究を進めることと、大学の研究所として多くの次世代の研究者を育てることの大切さを思いながら仕事をしてきました。しかし、実際にできたことは限られていたように思います。

――在任中の 2015 年にはご自身がノーベル物理学賞を受賞しました。宇宙線研究所の所長として仕事をしつつ、依頼講演にも応じるなど多忙な日々が続いたのではないかと思います。

**梶田前所長**　実際 2015 年の秋以降は本当に忙しくなってしまい、それまで以上に皆様にいろいろと仕事をお願いしながらやっと職務をこなしたように思います。どうもありがとうございました。

2015 年ノーベル物理学賞を受賞した直後、柏キャンパスで歓迎を受ける梶田前所長

――2016 年には宇宙線研究所若手支援基金を設立し、多くの個人・団体に寄付をいただくことができました。

**梶田前所長**　近年日本で問題になっている若い研究者の待遇を少しでも良くしたいという思いで、この基金を立ち上げました。多くの個人あるいは団体の皆様にご寄付をいただき深く感謝しています。そのなかでも特に飛騨市からはふるさと納税を利用して、毎年若手支援基金にご寄付をいただいており、基金の安定的な財源として本当にありがたく思っています。

――2020 年春からは新型コロナウイルス感染症の影響を受け、宇宙線研究所も一時は研究活動を制限せざるを得なくなるなど、難しい局面もあったかと思います。

**梶田前所長**　この 2 年間は新型コロナウイルス感染症まん延予防のため、今までとは違った形で研究所の運営を考える必要があり、難しさを感じていました。特に人と人との接触が厳しく制限されるなか、研究所を活性化させるための有効な対策を打つことができず、無力感を感じていました。一刻も早く現在のパンデミックが終息して、普通に人と会って研究の話ができる日が再び来ることを祈っています。

――今後についても一言お願い致します。

**梶田前所長**　私個人としては、所長として得難い経験を数多くさせていただき、たいへん光栄に思っています。退任後も宇宙線分野をはじめ学問の発展に少しでも貢献していきたいと考えています。

*Press Release* 2022.4.7

# 135 億光年かなたの最遠方銀河の候補を発見

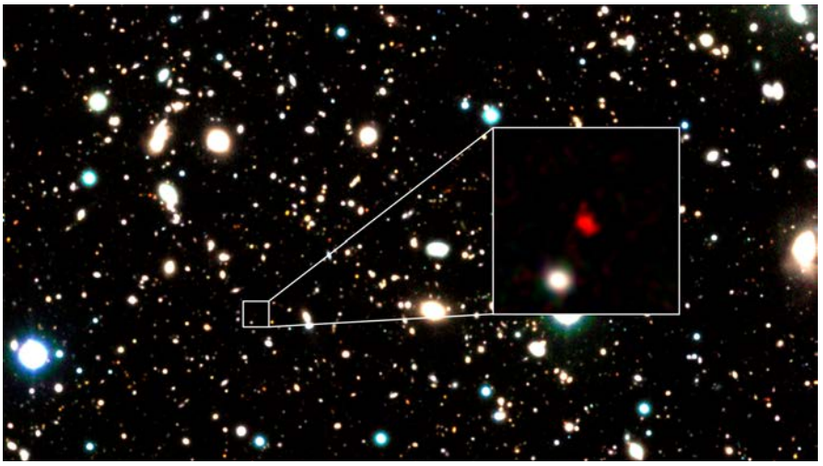


図１：研究チームが発見した、観測史上最遠方の銀河候補 HD1 の擬似カラー画像。拡大図の中心にある赤い天体が、今回発見された最遠方銀河候補 HD1 です。VISTA 望遠鏡による３色の観測データを合成することで、画像に色をつけています。（クレジット：Harikane et al.）

東京大学宇宙線研究所の播金優一助教、早稲田大学理工学術院先進理工学部の井上昭雄教授を中心とする国際研究チームは、135 億光年かなたの宇宙に存在する明るい銀河の候補、HD1 を発見しました。この発見は HD1 のような明るい天体が、ビッグバン後わずか 3 億年の宇宙に既に存在していたことを示唆しています。この銀河候補は昨年末に打ち上げられたジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡の第 1 期観測のターゲットになっており、分光観測により正確な距離が確認されれば、これまでの記録を塗り替える最遠方の銀河になります ( 注 )。本成果を記した論文は、4 月 8 日に米国の天文学誌『アストロフィジカル・ジャーナル』(The Astrophysical Journal) の電子版に掲載されました。

最遠方銀河の観測は、単に人類の知の地平線を広げるだけでなく、天文学的には宇宙で最初に誕生した初代銀河の形成を知る上でも重要です。初期宇宙において銀河がいつどのように生まれたのかを理解するために、天文学者たちはより昔、つまりより遠方の銀河を探してきました。これまで見つかった銀河の中で最も遠方のものは、ハッブル宇宙望遠鏡が発見した 134 億光年かなたの銀河、GN-z11 でした。しかしさらに遠方の 135 億光年かなたの銀河は、これまで候補すら見つかっていませんでした。これは 135 億光年かなたの銀河からの光の波長は宇宙の膨張のために 1.7 マイクロメートルよりも伸びてしまうため、ハッブル宇宙望遠鏡のカバーする 1.7 マイクロメートルまでの波長では観測が難しかったためです。

そこで播金優一助教らは、ハッブル宇宙望遠鏡よりも長い波長をカバーしている地上望遠鏡の観測データを用いて、GN-z11 よりも遠方の宇宙に存在する銀河を探査しました。研究チームをリードした播金優一助教はこう語ります。「135 億光年かなたの銀河を探すには現状では長い波長をカバーしている地上望遠鏡の画像を使う必要があるのですが、このような試みはこれまで行われてきませんでした。これは地上望遠鏡はハッブル宇宙望遠鏡に比べて感度が悪く、普通は暗いと考えられている遠方銀河の探査には不向きだと思われていたためです。しかし我々は最近の複数の研究結果から明るい遠方銀河も実は存在するのではないか、と仮説を立て、地上望遠鏡の画像データを使って 135 億光年かなたの銀河を探し始めました。」

すばる望遠鏡、VISTA 望遠鏡、UK 赤外線望遠鏡、スピッツァー宇宙望遠鏡の合計 1200 時間以上の観測によって得られた 70 万個以上の天体データから、135 億光年かなたの最遠方銀河の候補天体、HD1 が発見されました。「70 万個以上の天体から HD1 を見つけるのはとても大変な作業でした。」実際に HD1 を発見した播金優一助教は話します。「銀河の探索条件を変えながら何度も画像データを調べ上げて、数ヶ月かけてやっと HD1 に出会うことができました。HD1 の色は赤く、135 億年前の銀河の予想される特徴と驚くほどよく一致しており、見つけた時には少し鳥肌が立ちました。銀河のスペクトルモデルを使った詳細な解析を経て、私たちは HD1 は 135 億年前の銀河だという解釈が最も妥当だと結論づけました。しかし確証を得るためには、正確な距離を測ることのできる分光観測が必要です。」

そこで研究チームは酸素輝線を検出するために、ALMA 望遠鏡を用いて分光観測を行いました。分光観測をリードした井上昭雄教授はこう語ります。「我々は酸素輝線が予想される周波数に弱いシグナルを見つけました。シグナルの有意度は 99.99% です。もしこのシグナルが本物なら、HD1 は 135 億光年かなたに存在していることの証拠になりますが、99.9999% の有意度がないと確証は持てません。一方でシグナルが弱いことは酸素が少ないこと、つまり HD1 はできたての初代銀河のような性質を持つことを示しているのかもしれません。」HD1 は非常に明るく、これは HD1 のような明るい天体がビッグバン後わずか 3 億年の宇宙に既に存在していたことを示唆しています。HD1 の存在は、これまでの銀河形成の理論モデルでは予言されていませんでした。HD1 に関する観測的な情報は限られており、物理的な性質は謎に包まれています。非常に活発な星形成をしている銀河だと考えられますが、一方で活動的なブラックホールだという説もあります。どちらの説でも非常に興味深い天体です。

【掲載論文】
雑誌 : The Astrophysical Journal
タイトル : “A Search for H-Dropout Lyman Break Galaxies at z~12-16”
執筆者 : Yuichi Harikane, Akio K. Inoue, Ken Mawatari, Takuya Hashimoto, Satoshi, Yamanaka, Yoshinobu Fudamoto, Hiroshi Matsuo, Yoichi Tamura, Pratika Dayal, L. Y. Aaron Yung, Anne Hutter, Fabio Pacucci, Yuma Sugahara, and Anton M. Koekemoer
DOI 番号：10.3847/1538-4357/ac53a9
URL：右の QR コードから

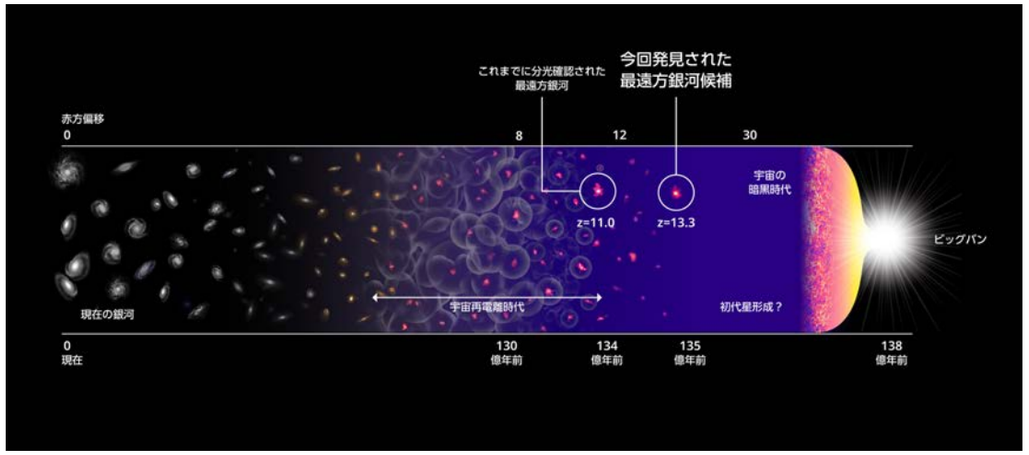



図２　発見された最遠方銀河候補と宇宙の歴史。最遠方銀河候補 HD1 は推定赤方偏移 z=13.3 と、GN-z11（赤方偏移 z=11.0）よりも約 1 億光年遠い宇宙に存在すると予想されています。（クレジット :Harikane et al., NASA, ESA, and P. Oesch (Yale University)）

HD1 はその天文学的な重要性が認められて、去年に打ち上げられたジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡の第 1 期観測のターゲットになっています。播金優一助教はこの宇宙望遠鏡による観測も主導しています。「HD1 はジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡の分光器の 1 つ、NIRSpec により観測が行われる予定です。もし分光観測により正確な距離が確認されれば、GN-z11 より 1 億光年遠い、これまでの記録を塗り替える最遠方の銀河になります。ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡では他にもワクワクするような観測がたくさん予定されており、今から観測が非常に待ち遠しいです。」

※今回の研究は、科学研究補助金 ( 番号 17H06130, 19J01222, 20K22358, 21K13953) 、国立天文台 ALMA 共同科学研究事業 2020-16B によるサポートを受けています。

( 注 ) 今回見つかった銀河候補 HD1 の推定赤方偏移は z=13.3 でした。赤方偏移は宇宙論的距離を表す際に使われる指標です。Planck 観測機チームが 2015 年に公表した宇宙論パラメータ (Planck Collaboration 2016, “Planck 2015 results. XIII. Cosmological parameters”, “TT,TE,EE+lowP+lensing+ext” in Table 4; H0 =67.74 km/s/Mpc, Ω m=0.3089, Ω Λ =0.6911) を用いて赤方偏移から距離を計算すると 134.8 億光年となり、HD1 は 134.8 億年前に存在していたことになります。一方で宇宙は膨張していますので、現在の宇宙では我々とこの銀河候補の距離は 134.8 億光年以上になります。参考として GN-z11 は赤方偏移が z=11.0 で、133.8 億光年かなたの宇宙に存在しています。また今回の研究では HD1 の他に、134.4 億光年かなた ( 赤方偏移 z=12.3) に存在する銀河の候補、HD2 も見つかっており、こちらもジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡による観測が行われる予定です。

さらに詳しくは
web ページへ。

本プレスリリースは、東京大学宇宙線研究所、早稲田大学、国立天文台、名古屋大学、鳥羽商船高等専門学校、筑波大学、University of Groningen、Center for Astrophysics, Harvard & Smithsonian による共同発表です。

*Press Release* 2022.2.22

# 天の川銀河中心の巨大ブラックホール天体「いて座 A*」の構造

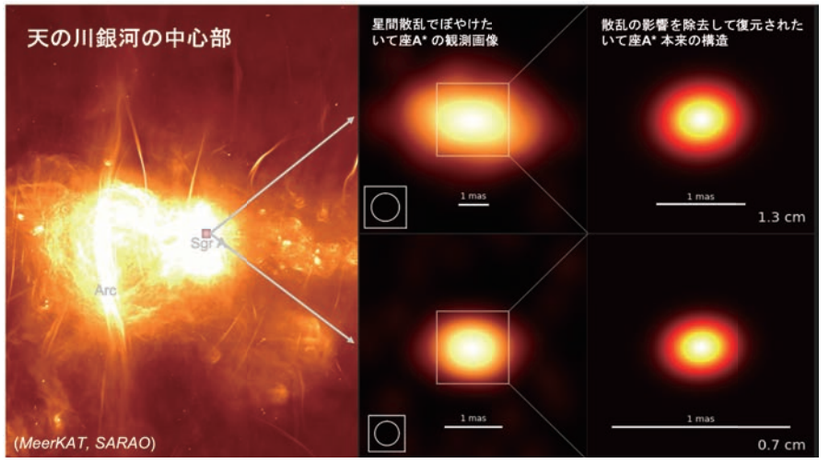



図１：左：天の川銀河の中心方向の様子（MeerKAT/SARAO）。右：東アジア VLBI 観測網によって得られたいて座 A* の構造（上側が波長 1.3cm 帯、下側が波長 7mm 帯による画像）。各波長とも、左側の画像が星間散乱によってぼやけた「生の」観測画像であり、右側の画像が散乱の影響を除去して復元されたいて座 A* の本来の構造。画像上の横線の長さ「1mas」は約 0.0001 光年に相当します。

天の川銀河の中心にひそむ巨大ブラックホール天体「いて座 A*( エースター )」に降着するガス流 ( 降着円盤 ) に非常に高いエネルギーの非熱的電子 ( 注 1) が含まれ、しかもその回転軸 ( もしくは微弱なジェットの噴出方向 ) がほぼ地球に向いている可能性があることが、スペインのアンダルシア天体物理研究所の趙壹濟 ( チョウ・イルジェ ) 氏が率いる国際研究チームによる研究で明らかになりました。本研究における日本の貢献は大きく、国立天文台水沢 VLBI 観測所などが展開する東アジア VLBI 観測網による波長 1.3 センチと 7 ミリ帯の電波観測データが使われ、東京大学宇宙線研究所、工学院大学、計算基礎科学研究拠点などが計算機シミュレーションによる解析で参加しています。研究論文は、米国の天体物理学専門誌「アストロフィジカル・ジャーナル」の 2022 年 2 月 22 日付け電子版に掲載されました。

天の川銀河の中心にある電波源「いて座 A*」は、周辺の星々の運動の様子からコンパクトで大質量な天体が存在していることが発見され、2020 年のノーベル物理学賞受賞につながった天体です。このコンパクトな天体は、太陽の約 400 万倍の質量をもつ巨大ブラックホールと考えられています。いて座 A* は地球から 2 万 6 千光年の距離にある最も近い巨大ブラックホールであり、その性質を調べるのに最も適した天体として注目されています。しかし、いて座 A* の観測には、銀河系内に存在する星間ガスによる散乱によって天体の電波画像がぼやけてしまう問題が知られていました。そこで研究チームは今回、過去の観測データに基づく星間散乱モデルを考慮し、東アジア VLBI 観測網（EAVN）によるいて座 A* の電波観測画像を注意深く補正することで、いて座 A* の本来の構造を求めました。その結果、その固有形状は、波長 1.3cm 帯と 7mm 帯でともにほぼ円形であることが分かりました（図１）。

「星間散乱の影響を補正する前のいて座 A* の形状は、東西方向により細長くなっています。今回の東アジア VLBI 観測網による観測で、この形状の伸びのほとんどが星間散乱の影響によるものであることが明らかになりました。」と本研究をリードしたアンダルシア天体物理研究所の 趙 壹濟 ( チョウ･イルジェ ) 氏は述べています。

東アジア VLBI 観測網は、日本 11 台、韓国 4 台、中国 6 台の計 21 台の電波望遠鏡から構成されています。今回は、そのうちの 10 台を波長 1.3cm (22GHz) 帯で、8 台を波長 7mm (43GHz) 帯で使用しました(図２)。本観測は、東アジア VLBI 観測網コンソーシアム傘下の活動銀河核サイエンスワーキンググループの大規模観測プログラムの一環として、また、イベントホライズンテレスコープ（EHT）の多波長キャンペーン観測の一環として、2017 年 4 月に実施されました。

同じく 2017 年 4 月に実施されたオランダのラドバウド大学のサラ・イッサオウン氏らによる 3mm 帯での観測データと組み合わせて、いて座 A* 固有の大きさ・明るさと観測波長との関係を明らかにしました。時間差 2 日以内というほぼ同時期の VLBI 観測データでこの関係を得たのは初めてのことです。より短い波長でも同じ関係があると仮定すると、波長 1.3mm 帯におけるいて座 A* の大きさと明るさを予測することもできます。「東アジア VLBI 観測網の観測結果は、いて座 A* のブラックホール影の初撮影を目指す EHT2017 のデータ解析に大きく貢献するものです。」と EHT コラボレーションの星間散乱ワーキンググループのコーディネーターを務めるアンダルシア天体物理研究所の趙光耀 ( ジャオ・ガンヤオ ) 氏は述べています。

東京大学宇宙線研究所の川島朋尚氏は、国立天文台天文シミュレーションプロジェクトのスーパーコンピュータ・アテルイ II を用い、巨大ブラックホール「いて座 A*」の降着円盤における理論計算を担当しました。

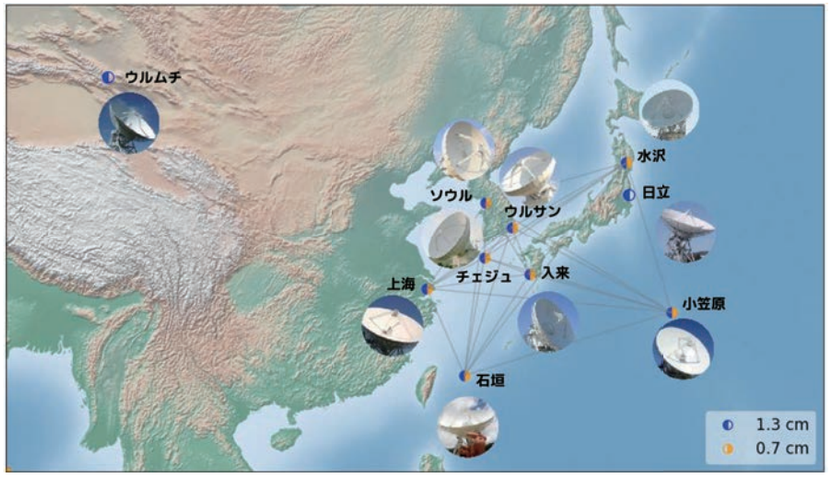



図２　今回の観測で用いた東アジア VLBI ネットワークの電波望遠鏡と観測周波数帯。

「観測で得られた『いて座 A*』の固有サイズと降着円盤の理論シミュレーションと比較すると、巨大ブラックホールへのガス降着流には相対論的エネルギーまで加速された非熱的電子が含まれていることが示唆されます。ほぼ円形の形状からは、ガス降着流の回転軸がほぼこちらに向いていると考えられます。今後の非熱的電子の加速に関する研究の発展を通じて、銀河中心領域で観測されるガンマ線の放射源や、更には宇宙線の加速源の理解にもつながっていくかもしれません。」

いて座 A* の電波放射は、降着流とジェットのどちらから来ているのかという疑問については、長らく議論が続いています。今回の研究によって降着流シナリオについての理解が進展しましたが、ジェットシナリオでも観測結果を説明することが可能です。「シナリオを絞り込むためには、東アジア VLBI 観測網の 2 周波数同時受信機による今後の観測が鍵のひとつとなるでしょう。」と東アジア VLBI 観測網の活動銀河核サイエンスワーキンググループのコーディネーターを務める工学院大学の紀 基樹氏は述べています。

EHT コラボレーションの多波長観測ワーキンググループのコーディネーターを務める国立天文台水沢 VLBI 観測所の秦和弘氏は、「本研究成果は波長 1.3mm 帯でブラックホール撮影を目指す EHT にとっても大きな弾みとなる成果です。EHT によるいて座 A* の観測成果も楽しみに待っていてほしい。」と述べています。

【掲載論文】
雑誌 : Astrophysical Journal
タイトル : “The intrinsic structure of Sagittarius A* at 1.3 cm and 7 mm”
執　筆　者 :Ilje Cho, Guang-Yao Zhao, Tomohisa Kawashima, Motoki Kino et al.
DOI 番号 : /10.3847/1538-4357/ac4165
URL : 右の QR コードから

脚注
注 1:　非熱的電子とは、何らかの方法によって通常の熱運動をしている電子よりも高いエネルギーにまで加速された電子の集まりを指します。

さらに詳しくは
web ページへ。

本プレスリリースは、国立天文台水沢 VLBI 観測所、東京大学宇宙線研究所、工学院大学、計算基礎科学連携拠点による共同発表です。

Reports No.1 2022年4月9日

# 春の合同一般講演会 ハイブリッド開催 約800人が視聴

宇宙線研究所とカブリ数物連携宇宙研究機構(Kavli IPMU)が主催する春の合同一般講演会(柏市教育委員会共催、柏市後援)が4月9日、柏市のアミュゼ柏で開催され、YouTube中継とアーカイブ配信も含め、約800人が二人の講演やクロストークに耳を傾けました。

挨拶する中畑所長

春のテーマは「はるかなる銀河と宇宙の謎」で、宇宙線研究所の播金優一助教が「最大の望遠鏡で銀河観測の最前線に挑む」、Kavli IPMUの吉田直紀特任教授(東京大学大学院理学系研究科教授)が「最大の望遠鏡と最速のコンピュータで宇宙の謎に挑む」と題し、それぞれ講演。二人の対談(クロストーク)及び質疑応答も行われました。

最初に登場した中畑雅行所長は「新型コロナウイルス感染症のまん延等重点措置が解除され、こうしてみなさんとご一緒にオンサイトでの講演会を開催することができるようになりました。ただし、残念ながらコロナが完全に消えたわけではありませんので、会場では感染防止のために徹底した対策を行い、出席者も定員の半分以下の150人に減らして実施致します。会場を希望しながら抽選で外れてしまった方々には、たいへん申し訳なく思いますが、それらの方々も含め、多くの方がYouTubeによるオンライン中継でご参加いただけることになりました。本日は大学院生のスタッフも加え、カメラを何台も置いて、会場の様子をリアルタイムでお伝えします。会場の熱気を少しでも感じて頂ければと思います。本日はお二人の講演を聞きながら、遠い宇宙に思いを馳せ、そして楽しんでもらえればと思います」とあいさつしました。

播金助教は、自身の研究について、国立天文台やNASAなどの大望遠鏡を使って遠方の宇宙にある銀河を調べることと説明し、「なぜ遠方の銀河なのかといえば、遠くの宇宙の銀河を見れば昔の銀河の姿がわかり、138億年という宇宙の歴史の中で銀河がどのように進化してきたかを知ることができるからです」と述べました。また、地球から昔の銀河を観察すると、遠いために暗く、数が少なく、宇宙の膨張に伴って赤方偏移していることから、大きな望遠鏡で宇宙の広い領域を、近赤外の波長までカバーして観察する必要があるとし、国立天文台のすばる望遠鏡やアルマ望遠鏡、NASAのハッブル宇宙望遠鏡、その後継として打ち上げられたジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡を使って観測することを明かしました。

とくに、ハワイ・マウナケア山頂に設置されたすばる望遠鏡は、満月が9個分という広い視野(ハッブル宇宙望遠鏡の約1000倍)を発揮するハイパー・シュプリーム・カムが取り付けられ、410万個を超える世界最大の銀河サンプルを集めていることに言及し、「私たちが想像していた以上に、明るい銀河がたくさん見つかっています。銀河を探索する私たちの研究プロジェクトはゴールドラッシュ(GOLDRUSH)という名前で、苦労して付けた良い名前のおかげもあり、海外の研究者の間でも知られています」と語りました。すばる望遠鏡の発見の中には、銀河が密集している変な場所があるといい、130億年前の銀河が12個も密集している「z66OD原始銀河団(巨大ガス雲天体ヒミコを一部に含む)」を例として挙げました。

最遠方の銀河については、すばる望遠鏡では130.6億年前のSXDF-NB1006-2までが限界で、より赤外の波長まで探索できるハッブル宇宙望遠鏡を使った探査で、さらに昔の133-134億年前の銀河候補(MACS1149-JD1、GN-z11)が見つかったことを述べました。MACS1149-JD1は、吉田特任教授を含む日本の理論チームが提案していたアルマ望遠鏡を使った酸素の電波輝線の観測で、133億年前の銀河と確認されました。「昔の銀河は若いと思われていましたが、年老いた星の存在を示すスペクトル段差があることから、これが135億年前に誕生した古い銀河である可能性が浮かびました。一方、現在の最遠方銀河はGN-z11(134億年前)ですが、驚くほど明るく、もっと昔にこの銀河の祖先が生まれ、成長してGN-z11になったのではないかという示唆が得られました」と播金助教。

## ICRR 播金優一助教 HD1は予想もしなかった発見

講演する播金助教

さらに、遠方の銀河を探索しようと、播金助教は2.1マイクロメートルの赤外光を捉えることができるイギリスのVISTA望遠鏡の観測データを使い、とうとう134.8億年前の銀河の候補HD1を発見。「見つけたときは衝撃でした。その波長や明るさが、135億年前の銀河の理論モデル予想と驚くほど一致しており、少し鳥肌が立ちました。しかし、ALMA望遠鏡の観測では酸素輝線が予想以上に弱く、優位度も99.99%と、最終的な確認に必要な99.9999%には及びません。生まれたばかりの銀河なのかも知れませんが、最終的な結論はジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡の観測を待つしかないと思います」

ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡は、ハッブル宇宙望遠鏡の後継として、昨年12月25日にNASAによって打ち上げられました。2022年6月ごろから観測を開始する予定で、播金助教らの研究チームがHD1の観測を提案し、約4倍の競争率を勝ち抜いて第一期観測の枠を勝ち取りました。播金助教は「ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡は感度が10倍以上も向上していて、遠方銀河が赤く、暗いという課題を両方とも一気に解決します。135.3億年くらいまではいけると思いますので、最遠方銀河の記録は更新されるでしょう。水素とヘリウムしかない銀河や吉田先生が理論予測したファースト・スターも見つかるかも知れません」と期待を込めました。

＊＊＊　＊＊＊　＊＊＊

吉田特任教授は、ハッブル宇宙望遠鏡の観測で見つかった最遠方の星「エアレンデル(明けの明星)」が、太陽質量の50倍以上もあり、ダークマターの重力レンズ効果で1000倍にも増光していたという最近のニュースを冒頭に取り上げたうえで、ビックバンから138億年という宇宙の歴史をイラストで概観。「灼熱から宇宙暗黒の時代、そして最初の星(ファースト・スター)、銀河、ブラックホールと生まれ、現在の我々の惑星や生命が誕生しました。こうした宇宙の歴史をいろいろな望遠鏡を使うことで知ることができます」と述べました。

講演する吉田教授

さらに、ビッグバンのさざなみとも表現される宇宙初期のゆらぎが、重力の源(暗黒物質:タークマター)の存在によって少しずつ成長し、現在の宇宙大規模構造が形成される様子をコンピュータでシミュレーションした映像も示し、「こうした状況が、マイクロ波背景放射、遠方銀河、そして宇宙大規模構造の観測結果から導き出されてきました」と吉田特任教授。それでも、「暗黒の時代からガスが集まり、星などの天体が生み出される最初の様子がよくわかっていません」としつつ、ファースト・スターが生まれるまでをシミュレーションした映像も披露。太陽質量の30倍、60倍など重い星が生まれているという計算結果にも触れ、「重力波観測でも太陽質量の30倍のブラックホールと40倍のブラックホールが合体し、70倍のブラックホールが誕生するという観測結果が得られており、こんな重いブラックホールがどのように成長したのか謎でした。もしかすると、このシミュレーションの結果のようにファースト・スターが重かった可能性があります。うまくすればジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡の観測で見えるのではと期待を膨らませています」と語りました。

## Kavli IPMU 吉田直紀特任教授 ファースト・スター発見に期待

後半には、吉田特任教授が最近、力を入れて取り組んだ、理研のスーパーコンピュータ「富岳」を使った宇宙初期のニュートリノの運動を解析するシミュレーションについて説明[1]。ニュートリノに重さがあることを実験的に証明し、2015年ノーベル物理学賞を受賞したICRRの梶田隆章教授の成果に続き、6次元空間・400兆個の格子点を使った「別物」というプログラムの一部も披露し、「707万個のCPUプロセッサを用いたシミュレーションのプログラムは全く別物で、皆さんがオリンピックに夢中だった昨年7月に『富岳』の全体を3日間も借り切って走らせました。その結果、かなりの高速で宇宙を飛び交うニュートリノが物質の周りに少しずつ集まっていく様子が分かり、ニュートリノの温度が場所によって異なることや、ニュートリノの質量がゼロから1.0. eVまでの幅で、生成される宇宙の大規模構造に生じる微妙な差を突き止めることに成功しました」と吉田特任教授。次世代の宇宙観測により、ニュートリノの質量を決定できる可能性があることを明らかにしました。

吉田特任教授は、ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡だけではなく、2021年にチリで運用を開始した大型シノプティックサーベイ望遠鏡(LSST)、2027年に運用開始を見込んでいる30メートル地上望遠鏡(TMT)など、これから新しい望遠鏡で観測が本格化し、遠方宇宙、太陽系外惑星、時間変動天体などの観測が進んでいく見通しを示したうえで、「観測とスーパーコンピュータのシミュレーションにより、今後何年にもわたり、次々に成果が出てくると思います。ぜひ楽しみに待っていてください」と呼びかけました。

[1]「富岳」による宇宙ニュートリノのシミュレーションは、スパコン界のノーベル賞、2021年ゴードン・ベル賞ファイナリストに選出されました。

後半のクロストークなどの詳細はWebページをご覧ください。

# 野田 浩司 准教授 第 18 回日本学術振興会賞
# 受賞伝達式・記念講演会を開催

宇宙線研究所の高エネルギー宇宙ガンマ線グループに所属する野田浩司准教授が第 18 回日本学術振興会賞を受賞したことを受け、宇宙線研究所が主催する受賞伝達式と記念講演会が 3 月 30 日、柏市の柏の葉カンファレンスセンターで開かれ、オンラインも合わせて関係者約 50 人が出席しました。( 肩書きは当時のまま記載しています )

司会を務める佐川副所長

受賞理由を説明する中畑副所長

祝辞を述べる梶田所長

今回の伝達式・記念講演会は、新型コロナウイルス感染症の拡大を受けた政府のまん延防止特別強化措置が首都圏などに発出され、2 月に予定されていた授賞式が中止になったため、梶田隆章所長 ( 当時 ) が呼びかけて実現しました。

中畑雅行副所長 ( 当時 ) による受賞理由の説明を受け、梶田所長が野田准教授に表彰状を授与し、受賞を祝福する秋篠宮文仁親王のおことばを読み上げました。さらに梶田所長は、受賞に繋がった成果「ガンマ線バースト (GRB) からのテラ電子ボルト領域超高エネルギーガンマ線放射の研究」について、「野田先生は多国籍のチームを率い、月が出ている状況下でのデータの取り扱いなど、観測に伴う様々な困難を克服して解析をまとめ、論文として出版したと聞いています。もちろん研究というものは、長い時間の積み重

### 梶田所長「多国籍チームを率い、観測に伴う様々な困難を克服し、解析まとめた」

ねの上に成果が出るものです。GRB190114C からのガンマ線の観測自体は短時間でなされたものですが、野田先生は長く、GRB からの TeV ガンマ線の観測を目指して研究を進められてきたことが、今回の観測と受賞に繋がったと理解しています。また、受賞理由にある GRB160821B からの TeV ガンマ線信号の観測も重要です。中性子連星合体によると考えられるショート GRB から、TeV ガンマ線が放出されるというのは驚きの結果で、突発天体現象での粒子加速現象の理解への重要なデータを与えたと思います。中性子連星合体は重力波源として主要な天体現象であり、そこからの超高エネルギーガンマ線の観測は、マルチメッセンジャー天文学を切り開く新たな展開としても重要だと思います。今後もご活躍を期待しています」と祝辞を述べました。

さらに、高エネルギー宇宙ガンマ線グループを率いる手嶋政廣教授は「野田先生、受賞おめでとうございます。GRB の観測も素晴らしいことですが、データ解析チームを率いた野田先生は非常に素晴らしい仕事をされました。1 月 15 日の朝、大学に来てみると野田先生が部屋に来て、とても興奮して『来ましたよ、来ましたよ』と。部屋に連れていかれると、ものすごいガンマ線のピークが立っていました。将来、教科書に出るくらいの本当に素晴らしい GRB でした。GRB の観測は、MAGIC、そして CTA の目標であり、それを成し遂げたのは本当に素晴らしいと思います」と語りました。　来賓として招待された東海大学の西嶋恭司教授も「私が初めてラパルマで MAGIC のシフトを担当した時、野田先生と一緒でした。当時は砂嵐の影響を補正する仕事をしており、それが MAGIC のライブタイムの増加に貢献したと思います。その後、野田先生は GRB の観測に軸足を移され、MAGIC と CTA の主要メンバーとして活躍しました。月光下でのデータ解析など、地味だけれど周到な準備をしたことが、チャンスを捉えることにつながったのだと思います。今回の受賞は、野田先生の卓越した研究業績が認められた証でもありますし、同時に最近はニュートリノ関係の物理にも興味を持たれているようですが、幅広い意味でのマルチメッセンジャー天文学の中で世界をリードする研究者になってくれることを期待しています。野田先生のますますのご活躍と宇宙線研究所の発展を期待しつつ、お祝いの言葉と致します」と述べました。

祝辞を述べる手嶋教授

祝辞を述べる西嶋教授

梶田所長から賞状などを授与される野田准教授

オンラインも含めた記念撮影

＊＊＊　＊＊＊　＊＊＊　＊＊＊

記念講演会で野田准教授は、東京大学の大学院生時代に宇宙線研究所に所属。梶田所長を主査に博士論文「ガンマ線バーストからのニュートリノ放射制限」で博士号を取得してから名古屋大学、イタリアの国立核物理研究所 (INFN)、ドイツのマックスプランク研究所 (MPI)、スペインの高エネルギー物理学研究所 (IFAE) でのポスドクを経て、2018 年に准教授として ICRR に復帰した経歴を紹介し、「今回が研究生活で初めて、個人で頂いた賞です」と語りました。GRB については、宇宙で最も激しい爆発現象で、大きな星の死 ( 超新星爆発 ) や中性子星同士の合体に関係していると考えられるとしつつ、いつどこで起きるかわからず、すぐに暗くなってしまうため、人工衛星によるアラートと、地上の望遠鏡からの追尾観測が 1990 年代後半に実現するまでは、十分な観測さえも困難だったことを

記念講演を行う野田准教授

### 野田准教授「研究者として初めて個人で頂いた賞」

述べました。さらに、地上のチェレンコフ望遠鏡が、ガンマ線が作る空気シャワーを捉える仕組み、GRB 観測に成功したスペイン・ラパルマ島にある MAGIC 望遠鏡を詳しく紹介。「秒速 7 度で方向を変えることができ、全方向に 30 秒以内に向けられます。ここまで高速で回転できる大気チェレンコフ望遠鏡は世界で MAGIC と CTA の LST だけです」と説明しました。

2005 年から 15 年間で 105 の GRB を捉えたという MAGIC について、「2016 年の観測では 99.7% 以上の確率でガンマ線という結論を得ましたが、まだ低すぎて発見とは見なされませんでした。シンクロトロン放射以外のメカニズムの存在もはっきりしなかったです」。それが一変したのは 2019 年 1 月 14 日の GRB190114C の観測で、日本でヘルプシフトに入っていた野田准教授と、現地で観測シフトに入っていた高橋光成さん ( 名古屋大学 ISEE 特任助教、当時は ICRR 研究員 ) の二人で交わした緊迫したチャットメールのやり取りを披露。

「4 時間後に『GRB からの数百 GeV ガンマ線を高い信頼度で初めて観測』という速報を送ってからしばらくは祝福メールが飛び交い、返信はほぼ不可能となりました。しかし、実はこれはさらに大変な日々の始まりでした」

この後、野田准教授を待っていたのは、解析に意欲を見せたイタリア、スペイン、ドイツ、日本の約 10 人からなるデータ解析チームを主導するタフな仕事でした。解析チームは普段は多くても 3 人ということですが、史上空前の成果を解析したいと考えた研究者は多く、さらにカメラ振動、月光下での観測、短時間の解析だったことなど課題もあったため、解析の取りまとめには半年近くを要しました。同じ年の 9 月に富山市で開かれた国際会議 TAUP で、野田准教授が初めて公表したのは、この観測で TeV を超えるガンマ線 8.3 個を検出したという成果で、シンクロトロン放射の予想上限を大きく超えるエネルギーのガンマ線が捉えられており、11 月には英科学誌 Nature に論文を掲載することができました。さらに世界中から 23 の望遠鏡チームが参加し、多波長による観測を合わせて解析した結果、シンクロトロン放射とは別の第 2 の成分 ( 逆コンプトン散乱の可能性 ) がきれいに見え、Nature に 2 本目の論文を掲載することができました。

また、MAGIC で観測したショート GRB の一つ、GRB160821B について解析したところ、月・天気ともに悪条件ながら 0.5TeV 以上のエネルギーのガンマ線が捉えられた可能性 ( 兆候 ) が判明し、2021 年 2 月に米学術誌 Astrophysical Journal に発表。ショート GRB について、「とにかく観測･検出数を増やし、KAGRA など重力波実験との同時観測を目指したいです。そのためには高感度のチェレンコフ望遠鏡で長期間の観測が必須で、CTA の出番だと思います」とし、2018 年に完成した大口径望遠鏡 1 号基 ( LST 1) と、2022 年から始まる LST 2-4 の 3 基の建設について期待を込めました。

### 「( ショート GRB は ) 高感度の CTA、LST の出番」

野田准教授は最後に、MAGIC 望遠鏡の高速回転と軽量化デザインの「父」である Eckart Lorenz 博士に論文を捧げるという献辞を示したうえで、「梶田所長、手嶋先生を始め皆様のおかげで素晴らしい賞を頂きました。梶田所長在任の 14 年間、私も宇宙線研の内外でいろいろありましたが、この受賞を経て、ようやく研究者になれたような気がします。今後も精進しますので、ご指導ご鞭撻お願い致します。この度は本当にありがとうございました」と感謝の言葉を述べました。

詳細は Web ページを参照

Reports No.3 2022 年 2 月 28 日から 3 月 4 日

# 宇宙・素粒子スプリングスクール 2022 大学 3 年生 31 人の参加でリモート開催

**宇宙・素粒子の分野で大学院への進学を希望する大学 3 年生のための「宇宙・素粒子スプリングスクール 2022」が 2 月 28 日から、東京大学宇宙線研究所を拠点にオンラインで開催され、全国から 31 人が参加しました。**

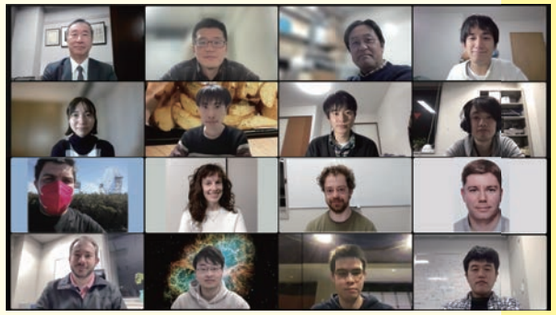
「ニュートリノ物理」グループは、スーパーカミオカンデ (SK) で使用しているものより小型の直径 20 センチの光電子増倍管 2 基とプラスチック製の水槽などの材料を用いて、反電子ニュートリノ事象であるディレイド・コインシデンス反応 ( 逆ベータ崩壊 ) を観測する実験装置のセットアップに挑みました。実験装置の組み立てなどは指導教員らが SK のある神岡鉱山の地下構内で行い、学生は Zoom によるリモートで参加しました。竹田敦准教授は「反電子ニュートリノに現実的な感度をもつ簡易な検出装置を作るのは難しい課題だが、検出器の原理については このような簡易な検出器でも十分に学ぶことができる。さらに検出器の感度を良くするにはどうすればよいかを学生が主体的に考えて、短い期間の中で実際に感度を上昇させることができたことは良い経験になったと思う」とコメントしました。

「重力波天文学」グループは、アメリカの LIGO (Livingston と Hanford)、イタリアの Virgo の観測データがこれまでに観測した約 90 の重力波信号から数個を選び、合体後のブラックホールが出している固有の振動モード ( 準固有振動 :QNM) を解析して、ブラックホールの質量、スピンの決定を試みる「QNM 班」、離心率を考慮した重力波形データを解析し、コンパクト連星系の形成モデルを探索する「離心率班」の二つに分かれ、それぞれ解析に取り組みました。田越秀行教授は「時間が少ない中、皆さん大変頑張りました。もし離心率の兆候が統計的に有意であると確認されれば、学術論文にできる素晴らしい成果です」とコメントしました。3 日目には内山隆准教授の案内で、KAGRA サイトのリモート見学会がライブ中継で行われ、オンラインながらトンネル内の KAGRA 検出器を間近に体験しました。

「観測的宇宙論」グループは、すばる望遠鏡の観測データから機械学習を用いるなどして選んだ、宇宙初期の形成初期銀河と似た性質を持つ近傍の 6 つの極金属欠乏銀河に対して、精密な面分光データの分析を行いました。このうち 4 つの極金属欠乏銀河については力学質量とガス質量、星質量、そこから計算した暗黒物質質量を推定。これらの相対比較を行ったところ、3 つの銀河の暗黒物質の割合が宇宙平均 (80%) より多く、金属量が大きいと推定される銀河ほどガス質量の比率が少ないなど、Λ CDM モデル ( 暗黒物質が密度揺らぎを成長させ、宇宙の大規模構造を作ったとの仮説 ) に基づく銀河形成の描像と矛盾しない結果を得ました。大内正己教授は「観測データから様々な物理量を引き出し、学生さん達が天体の物理状況をワイワイ議論するなかで、面白い発見ができました」と話しました。

「最高エネルギー宇宙線」グループは、TA 実験などで実際に使用している地表粒子検出機 ( プラスチックシンチレータ、光電子増倍管 ) を柏キャンパスの実験室の四隅に設置し、5 日間にわたり、宇宙線が大気の分子にぶつかって出来る空気シャワーを観測する実験を行いました。学生は Zoom で実験にリモート参加。得られた 1568 イベントの宇宙線の到来方向を計算して解析し、「宇宙線は赤経赤緯に対して等方的である」との仮定に矛盾しない結果を得ました。また、イベントの時刻と到来方向を、既存の観測データから作られたガンマ線バースト (GRB) のデータベースと照らし合わせ、GRB が作り出した空気シャワーの信号の候補について評価。埜隆志准教授は「実験装置を実際に触れることができなかったけれど、装置の較正、自分で書いたプログラムでの空気シャワー解析、最後は GRB やブラックホール蒸発の可能性の議論まで幅広く研究の体験をできたと思います。一人一人が自分の担当を追求し、最後にまとまった成果に仕上げてくれました」とコメントしています。

「高エネルギーガンマ線天文学」グループは、カニ星雲の中心にある天体について、Fermi 衛星による周期的パルス放射の観測データや、チェレンコフテレスコープアレイ (CTA) の大口径望遠鏡 (LST)1 号基による定常ガンマ線の観測データを解析することで、その正体に迫るという課題に取り組みました。さまざまな考察からカニ星雲の中心にある天体が、中性子星かブラックホールである可能性を導き出しました。齋藤隆之助教は「完全リモートで、時間も限られている中で、学生たちは積極的に質問、議論をし、解析について理解を深めてくれました。ガンマ線天文学の面白さが少しでも伝わったのであれば嬉しい限りです」と語りました。



「超高エネルギー宇宙線」グループは、宇宙線が大気中で作る空気シャワーで生まれ、地表に降り注ぐ μ 粒子を、PMT と三枚のプラスチックシンチレータとアルミニウムを挟んだ装置で捉え、その寿命を推定する実験をリモートで行いました。真空が甘くなり、アフターパルスが出る原因となっていた古い光電子増倍管を交換し、μ 粒子の寿命を再測定したところ、アフターパルスの影響を完全に取り除くことはできませんでしたが、より理論値に近い結果が得られました。指導にあたった川田和正助教は「オンライン実習となりデータ解析に重点を置きましたが、参加者全員が高エネルギー研究に広く用いられている解析ツール「ROOT」を使いこなせるようになりました。学生同士の議論の中でデータ解析による問題点も指摘され、それを系統誤差として計算し追加できた点は良かったと思います。磁場による電荷弁別については、具体的な実験セットアップまでは詰められませんでしたが、実現の可能性の議論は非常に楽しめたと思います。」と話しています。

最終日の 3 月 4 日午後、各グループは 30 分間のプレゼンテーションを行い、審査の結果、「最高エネルギー宇宙線」グループが最優秀賞を受賞しました。

スプリングスクールは毎年春、大学 3 年生を対象に開かれます。詳しくはこちらの Web ページをご覧ください。

# Topics

2022 年 5 月 3 日

## 梶田教授が全米科学アカデミーの国際会員に

**全米科学アカデミーは 2022 年 5 月 3 日、120 人の会員と 30 人の国際会員を新たに選定したことを Web 上で発表し、国際会員の一人として梶田隆章教授が選出されたことがわかりました。**

全米科学アカデミー (National Academy of Science : NAS) は、1863 年に設立されたアメリカ合衆国の科学アカデミーで、自然科学 ( 社会科学を一部含む ) で顕著な功績を持つ科学者を、会員及び国際会員に選出し、科学、技術及び医学に関し、政府とは独立に助言を行うほか、学術の発展に寄与する事業を行うことを主な目的としています。NAS によると、新たに選出されたメンバーを加え、現時点で 2512 人の会員と、517 人の国際会員がおり、梶田教授のようなノーベル賞の受賞者も約 190 人含まれています。

詳しくはこちらのページをどうぞ。

2022 年 4 月 14 日

## ICRR レポート「日本と中国の宇宙線共同研究」( 太田周編 ) を発刊、Web 公開

**宇宙線研究所などの研究者が、中国と共同で進めてきた宇宙線の共同研究について、これまでの歴史をまとめた ICRR レポート「日本と中国の宇宙線共同研究」をこのほど発刊し、PDF 版の Web 公開もスタートしました。**

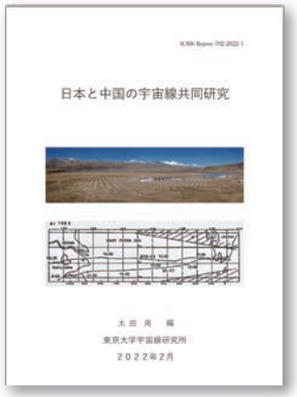
梶田隆章教授 ( 前宇宙線研究所所長 ) が、古くから日中共同研究に携わってきた宇都宮大学の太田周名誉教授に「日中共同研究を宇宙線研究所のアーカイブスに加えたい」と協力を依頼したことがきっかけとなり、2019 年 10 月に関係者が集まってフォーラムを開催。記録と記憶の確認を行い、さらにアーカイブ室の中村健蔵氏 ( 高エネルギー加速器研究機構名誉教授 ) が古い文献や記録を掘り起こすなど、編纂に向けた準備が進められてきました。

レポートでは、日中国交回復前から行われてきた研究者たちの交流、国交正常化後の 1977 年から行われた日本から中国への訪問、さらに中国から日本への訪問など、1980 年から始まったチベット地区における日中共同研究の歴史を豊富な写真とともに振り返っています。

中国との共同研究であるチベット ASγ 実験は、チベット高原（標高 4,300m）に設置した宇宙線空気シャワー観測装置を改造して高エネルギー宇宙ガンマ線の観測を行い、世界で初めて sub-PeV ($10^{14}$eV =100TeV 以上 ) の拡散ガンマ線を検出。PeV 領域の宇宙線の起源が銀河系内にあることを解明した成果により、瀧田正人教授 (2022 年 4 月から宇宙線研究所副所長 ) が仁科記念賞を受賞しています。

レポートを編纂した太田名誉教授は「日中交流は、戦後の日本の科学史的な新たな動きの一つです。時に太く、また時に細くなりましたが、最近に至るまで着実にその流れを築いてきました。昨年は共同研究の一つ、『チベットにおける空気シャワーの実験』における高エネルギー拡散ガンマ線の観測に対し、仁科記念賞が授与されたことは象徴的な出来事でした。空気シャワー観測、太陽中性子観測、東シナ海横断気球、CALET 実験の研究の場に居た方々しか知りえない事柄と雰囲気を詳細に記録していただきました。このレポートから何らかの新たな知見が得られれば幸いです。ご支援をいただいた日中双方の多くの方々に感謝申し上げます。」とコメントしています。

本レポートは他の宇宙線研究所の歴史資料と合わせ、PDF ファイルにて Web 公開されています。閲覧は年次資料・報告書のページからどうぞ。






# Information

### 人事異動

| 発令日 | 氏名 | 異動内容 | 職 |
|---|---|---|---|
| 2022.3.28 | ALICIA LOPEZ ORAMAS | 受入開始 | 学振外国人特別研究員 |
| 2022.3.31 | 吉井　譲 | 任期満了 | 特任教授（短） |
| 2022.3.31 | PRONOST GUILLAUME | 任期満了 | 特任助教 |
| 2022.3.31 | 斉藤　芳男 | 任期満了 | 特任研究員(シニアフェロー) |
| 2022.3.31 | 鈴木　敏一 | 任期満了 | 特任研究員(シニアフェロー) |
| 2022.3.31 | 大原　謙一 | 退職 | 特任研究員(シニアフェロー) |
| 2022.3.31 | 梅原　豪紀 | 退職 | 特任研究員(ICRR フェロー) |
| 2022.3.31 | 成川　達也 | 任期満了 | 特任研究員(研究所研究員) |
| 2022.3.31 | 竹中　彰 | 受入終了 | 協力研究員 |
| 2022.3.31 | 杉本　久美子 | 任期満了 | 特任専門職員（URA） |
| 2022.3.31 | 大岡　秀行 | 任期満了 | 学術専門職員 |
| 2022.3.31 | 野手　綾子 | 任期満了 | 学術専門職員 |
| 2022.3.31 | 丸山　達也 | 任期満了 | 技術補佐員 |
| 2022.3.31 | 大坂　眞理子 | 任期満了 | 用務補佐員 |
| 2022.3.31 | 丹郷　眞代美 | 任期満了 | 用務補佐員 |
| 2022.3.31 | 渡邊　慎二 | 転出 | 事務長 |
| 2022.3.31 | 石塚　泰史 | 転出 | 神岡地区担当課長 |
| 2022.3.31 | 舟田　真也 | 転出 | 事務室係長 |
| 2022.4.1 | 中畑　雅行 | 兼務・命 | 所長 |
| 2022.4.1 | 田島　康宏 | 委嘱 | 客員教授 |
| 2022.4.1 | 青野　由利 | 委嘱 | 客員教授 |
| 2022.4.1 | 成川　達也 | 採用 | 特任助教 |
| 2022.4.1 | 浅井　健人 | 採用 | 特任研究員(ICRR フェロー) |
| 2022.4.1 | 野口　陽平 | 採用 | 特任研究員(ICRR フェロー) |
| 2022.4.1 | 藤田　慧太郎 | 採用 | 特任研究員(研究所研究員) |
| 2022.4.1 | 和田　知己 | 採用 | 特任研究員(研究所研究員) |
| 2022.4.1 | 大島　仁 | 採用 | 特任研究員(プロジェクト研究員) |
| 2022.4.1 | 大谷　フランシス | 受入開始 | 協力研究員 |
| 2022.4.1 | 峰　俊一 | 採用 | 学術専門職員 |
| 2022.4.1 | 大岡　秀行 | 採用 | 学術専門職員（短） |
| 2022.4.1 | 野手　綾子 | 採用 | 学術専門職員（短） |
| 2022.4.1 | 田村　明子 | 採用 | 技術補佐員 |
| 2022.4.1 | 山口　弘和 | 採用 | 技能補佐員 |
| 2022.4.1 | 美濃島　梓 | 採用 | 用務補佐員 |
| 2022.4.1 | 舟坂　執 | 採用 | 用務補佐員 |
| 2022.4.1 | 松本　康男 | 転入 | 事務長 |
| 2022.4.1 | 池田　洋 | 転入 | 神岡地区担当課長 |
| 2022.4.1 | 山末　亜紀子 | 昇任 | 上席係長 |
| 2022.4.1 | 加藤　大地 | 転入 | 事務室係長 |
| 2022.4.1 | 福原　奈々 | 昇任 | 主任 |
| 2022.4.5 | LOVELL CHRISTOPHER | 受入開始 | 学振外国人特別研究員 |
| 2022.4.16 | 三代木　伸二 | 昇任 | 教授 |
| 2022.4.30 | BRONNER CHRISTOPHE | 任期満了 | 特任助教 |
| 2022.4.30 | 三代　浩世希 | 退職 | 学術専門職員（短） |
| 2022.5.1 | 太田　律子 | 採用 | 学術専門職員（URA） |

（R4.3.16 ～ R4.5.1）

### ICRR Seminar

2022.4.27

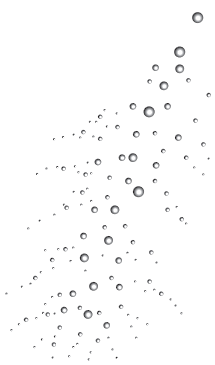
Dr. Alicia López-Oramas (Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), JSPS visitor) “RS Ophiuchi: the first nova detected at very high energies”

2022.5.18

Dr. Yanis Liodakis (Gruber Fellow, Finnish Center for Astronomy with ESO, University of Turku and JSPS fellow visiting IPMU) “The Hunt for Extraterrestrial Neutrino Counterparts”

ICRR NEWS No.113
2022 SPRING
編集・発行：2022 年 5 月 20 日　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.113
2022 SPRING
編集・発行：2022 年 5 月 20 日　東京大学宇宙線研究所広報室