

2024 年度日本天文学会林忠四郎賞

氏 名： 井岡 邦仁 (いおか くにひと)

現 職： 京都大学 教授

受賞対象題目： 高エネルギー突発天体の理論的研究

Theoretical studies on high-energy transients

井岡邦仁氏は、ガンマ線バースト (GRB) や高速電波バースト (FRB) に代表される宇宙最大の突発天体の研究を中心とした高エネルギー宇宙物理学の分野において、世界をリードする重要な研究成果を数多く挙げてきた。特に、GRB の off-axis モデル、FRB を用いた宇宙論、そして GRB の中心エンジンの長時間活動等について、極めて独創的な研究を行ってきた。井岡氏の理論研究は観測的にも数多く検証されており、高エネルギー宇宙物理学に加えてマルチメッセンジャー天文学の発展に多大な貢献をしている。

井岡氏は、長年に渡って GRB の理論研究を牽引し世界トップの業績を挙げてきた。GRB は宇宙で最も明るい突発的電磁波現象が起こる天体で、ローレンツ因子が 100 を超える相対論的ジェットから強光度のガンマ線が放出される。この四半世紀の間に観測の進展とともに GRB の研究は急速に発展し、今やマルチメッセンジャー天文学ばかりでなく、天文学や物理学の様々なテーマにまたがる大変大きな分野になっている。井岡氏はこの GRB 研究の発展に大きく貢献してきた。その一つに、GRB からのガンマ線が特定方向にジェット状に放射する可能性に関して、最も早い時期にいわゆる off-axis モデルを提唱した。井岡氏らは、地球に届くジェットがその中心から様々な角度を向いて観測される点に注目し、その光度やスペクトル等の観測量が見る角度によってどのような依存性があるかを世界に先駆けて解析し、観測量間の相関をうまく説明することに成功した (Ioka & Nakamura 2001, ApJ, 554, L163)。

井岡氏は、この off-axis モデルに基づいて、GRB の多様性の統一的理解、ならびに重力波の電磁波対応天体の理解に関して重要な貢献をしてきた。前者では、GRB を大きな角度から見ると X 線で輝くバーストになり、X 線フラッシュとよばれる現象が説明できることを示し、代表的モデルのひとつとして世界的に評価されている (Yamazaki, Ioka & Nakamura 2002, ApJ, 571, L31)。後者では、2017 年に連星中性子星合体 (GW170817) に付随して観測された GRB が、井岡氏らが提案した off-axis モデルによって自然に説明できることを示し、この重力波電磁波対応天体の標準的なモデルとして広く受け入れられている (Ioka & Nakamura 2018, PTEP, 043E02; Ioka & Nakamura 2019, MNRAS, 487, 4884)。これらの研究成果は、井岡氏の当該分野におけるこれまでの研究の蓄積が基盤となっており、現在のマルチメッセンジャー天文学の時代において大きく結実したと言える。

井岡氏はさらに、GRB においていわゆる分散量度 (dispersion measure) を用いて、宇宙におけるバリオン密度や再電離の歴史を決定できることを示した (Ioka 2003, ApJ, 598, L79)。分散量度とはプラズマ中にある自由電子の柱密度であり、この中を伝わる電磁波到達の遅延時間測定によって決定できる。これまで銀河系内のパルサーなどから分散量度が測られてきたが、井岡氏はこれを宇宙全体に適用できることを提案した。特に、宇宙におけるバリオンの総量に対する制限に有効な方法であり、その重要性から既にこれまで 236 回の被引用がある (NASA/ADS) (なお、同時期に井上進氏によっても独立に同様の手法が提案され、両者の論文が共に引用されてきた)。その後、この宇宙の分散量度は、電波突発天体の中で最も輝度の高い謎の天体である FRB に対して実際に測定された。最近では、数十個の FRB で母銀河が同定されたものに対して、観測された分散量度と赤方偏移が井岡氏の提案した関係式と整合的であることが

わかってきており、これは宇宙のバリオンにはミッシングなものはないということを示唆している。FRB 自体の放射モデルに関する研究も含めて、井岡氏はこのように当該分野において非常にインパクトの高い研究論文を発表してきた。

井岡氏は、GRB の中心エンジンの長時間活動についても重要な理論予言を行っている。定説モデルでは GRB の残光現象の時間変動がバーストから経過した時間より短いことを示し、もしこれを破る時間変動が観測された場合は、中心エンジンの活動が続いている証拠になることを指摘した (Ioka, Kobayashi & Zhang 2005, ApJ, 631, 429)。これはその後 Swift 衛星による観測で実際に発見され、すなわち井岡氏が発表したように中心エンジンは数秒ではなく数日も活動していることが明らかになった。井岡氏はさらに中心エンジンの長時間活動を説明できるブラックホールモデルの考察 (Kisaka & Ioka 2015, ApJ, 804, L16)、長時間活動からのキロノバにおける放射性崩壊以外のエネルギー源 (Matsumoto, Ioka, Kisaka & Nakar 2018, ApJ, 861, 55)、重力波イベント後の年スケールの X 線超過現象の観測可能性 (Ishizaki, Ioka & Kiuchi 2021, ApJ, 916, L13) 等の研究も行っている。

井岡氏は、GRB からの宇宙線加速と高エネルギーニュートリノ放射に関する先駆的な理論研究も発表しており (Murase, Ioka, Nagataki & Nakamura 2006, ApJ, 651, L5; -- 2008, PRD, 78, 023005; Murase & Ioka 2013, PRL, 111, 121102)、世界的に高く評価されている。

井岡氏は、これらの先駆的な理論研究の展開に加えて、多くの国内・国際会議を主催・共催してコミュニティに貢献している。また、様々な大規模実験、特に CTA (Cherenkov Telescope Array) と呼ばれる国際計画に対して理論家としてホワイトペーパーの準備や多くの研究会を企画してきた。さらに、KAGRA, DECIGO 計画, HiZ-GUNDAM 計画にも理論的な立場から貢献している。

このように、井岡氏は高エネルギー突発天体の理論研究において国際的に高く評価される研究成果を数多く挙げており、圧倒的な存在感をもっている。また、井岡氏の研究業績にはその指導力によって学生や若手研究員との共同研究も含まれており、日本の高エネルギー宇宙物理学を将来に渡って発展させる中心的な力となっている。

以上の理由から、井岡氏に対して、2024 年度林忠四郎賞を授与することとした。

2024 年度日本天文学会欧文研究報告論文賞

論文題目 : Precision radial velocity measurements by the forward-modeling technique in the near-infrared

著者名 : Teruyuki Hirano (平野照幸), Masayuki Kuzuhara, Takayuki Kotani, Masashi Omiya, Tomoyuki Kudo, Hiroki Harakawa, Sébastien Vievard, Takashi Kurokawa, Jun Nishikawa, Motohide Tamura, Klaus Hodapp, Masato Ishizuka, Shane Jacobson, Mihoko Konishi, Takuma Serizawa, Akitoshi Ueda, Eric Gaidos, and Bun'ei Sato

出版年等 : Vol. 72 (2020), No. 6, article id. 93

地球以外の生命を宿せる惑星を見つけることは、天文学における悲願の一つである。そのために、近年、M型星が注目されている。M型星は、数が多いことに加え、低温で小さいため、ハビタブル・ゾーンが星の近くに存在する。したがって、視線速度法などの間接法でハビタブル・ゾーン内に存在する惑星を探すための格好のターゲットとなる。M型星周囲の惑星を視線速度法で探すためには、M型星が明るく輝く近赤外線領域における分光観測が効率的だが、地球大気の吸収・放射やそれらが時間変動する影響などが大きく、その実現は困難であった。

すばる望遠鏡に取り付けられた InfraRed Doppler (IRD) 分光器は、近赤外線の Y , J , H バンドを同時にカバーして視線速度 (RV) を測定できる画期的な装置である。本論文では、IRD によって精密な RV 測定を実現するための手法とパイプラインが提案されている。IRD のデータを模倣した理論スペクトルを用いて数値シミュレーションを行い、ゆっくりと回転する中後期 M 型星に対して 2 m s^{-1} 以下の RV 精度を達成できることを示した。また、実際の IRD 観測データに適用し、forward modeling を用いた地球大気の影響の軽減と併せて、得られた近赤外スペクトルから RV 情報を高精度に抽出できることを示した。これらの結果は、近赤外線領域の RV 観測について、新たな道筋を切り拓いたものと言える。さらに、本論文で述べられた手法は他の観測装置で得られた近赤外スペクトルにも適用可能なものである。実際、IRD 以外の他のグループからの引用もされていることを見ても、本論文の手法が世界的に注目されていることがわかる。なお、2024 年 12 月 22 日現在の本論文の被引用数は 45 (NASA/ADS) となっている。

以上の理由により、2024 年度日本天文学会欧文研究報告論文賞を授与することとした。

2024 年度日本天文学会欧文研究報告論文賞

論文題目 : The origins and impact of outflow from super-Eddington flow

著者名 : Takaaki Kitaki (北木 孝明), Shin Mineshige, Ken Ohsuga, and Tomohisa Kawashima

出版年等 : Vol. 73(2021), No. 2, pp. 450–466

コンパクト天体への超臨界降着や噴出流は、銀河中心に存在する超巨大ブラックホール (BH) の形成や成長の理解において重要となるのみならず、超光度 X 線源の放射過程の理解の上でも必要不可欠な現象である。従来の輻射流体シミュレーションによって、BH への超臨界降着流および回転軸方向への噴出流が達成されることが報告されていたが、それらは計算コストの制約から現実的ではない初期条件や境界条件が課されていた。

本論文では、初期ケプラー回転半径をシュヴァルツシルト半径の 2340 倍と、従来の計算よりも 1 桁程度かそれ以上大きな値を初期条件として設定し、広い計算ボックスを採用した二次元輻射流体シミュレーションの長時間計算を行うことで、より現実的な設定において超臨界降着や噴出流が発生するかを調査し、その構造を詳しく調べた。結果として、準定常的な超臨界降着流が形成された一方で、噴出率は BH 降着率の 15%程度にも満たないことが見出された。これは、当該分野で広く信じられてきた値よりも大幅に小さい値である。また、噴出流は 140 シュヴァルツシルト半径内のガスに主に起因し、140 から 230 シュヴァルツシルト半径内のガスは、系から脱出することなく円盤に落ち、再び BH に向かって降着することが明らかとなった。さらに、シミュレーションから得られた噴出流の力学的エネルギー光度と等方的な X 線光度との比が超光度 X 線源の観測値をよく再現することも示された。なお、2024 年 12 月 22 日現在の本論文の被引用数は 46 (NASA/ADS) となっている。

このように、本論文はより現実的な設定に基づく大規模輻射流体シミュレーションによって超臨界降着流ならびに噴出流の性質を詳しく定量化した研究であり、その結果の学術的な価値は高い。また、星質量 BH から活動銀河核の超巨大 BH、さらには広くコンパクト天体に及ぶ多様な系に適用可能な高い汎用性を持つ理論的枠組みであり、様々な降着現象への応用が期待される。

以上の理由により、2024 年度日本天文学会欧文研究報告論文賞を授与することとした。

2024 年度日本天文学会研究奨励賞

氏 名：Nugroho, Stevanus（ぬぐろほ、すてふぁぬす）

現 職：アストロバイオロジーセンター 特任研究員

受賞対象題目：すばる望遠鏡の高分散分光によるウルトラ・ホットジュピター大気中の
新分子検出と温度逆転層の発見

Detection of new molecules and the discovery of a temperature inversion layer in the
atmosphere of an ultra-hot Jupiter through high-dispersion spectroscopy using the
Subaru Telescope

惑星大気学の目的の一つは、中心星からの輻射エネルギーの吸収とその分配、それによって形成される大気構造や駆動される大気運動を理解することである。そこでは、光化学が重要な役割を果たし、物理と化学が密接に絡み合う非常に興味深い研究対象である。その代表的な現象の一つが「温度逆転」である。地球では、地表から高度が上がるにつれて気温が低下するが、高度約 10 km を超えると逆に温度が上昇する。これは、高度 30–50 km に豊富に存在するオゾンが太陽紫外線を吸収し、それによって大気が加熱されるためである。温度逆転層は、オゾン層を欠く金星や火星の大気では見られないが、木星を含む太陽系の4つの巨大惑星では確認されている。これは、メタンなどの炭化水素が太陽紫外線や赤外線を吸収することが要因である。一方、中心星の近傍を周回する木星型系外惑星（ホットジュピター）では、温度が非常に高いため炭化水素は熱力学的に安定でなく、太陽系の巨大惑星と同様のメカニズムが適用されない。このため、ホットジュピターの大気に温度逆転層が存在するか否かは、系外惑星研究における重要な未解決問題の一つとされていた。

Nugroho 氏は、太陽系には存在しない極端な環境下にある系外惑星の大気特性の理解に向けて、ホットジュピターの大気に温度逆転層が存在するかという問いに取り組み、重要な成果を挙げてきた。温度逆転層が存在する場合、分子による輝線放射の増加に伴い、理論上、系外惑星の輻射スペクトルに emission-like の特徴が現れる。このことを検証するため、Nugroho 氏は、すばる望遠鏡の高分散分光装置（HDS および IRD）を用いた革新的な手法で超高温ホットジュピター WASP-33b を観測し、温度逆転層の存在を実証した。ホットジュピターのように中心星の近傍を周回する惑星では、惑星光が中心星光に埋もれてしまい、直接分離することが困難である。特に温度が高く惑星光が大きい WASP-33b であっても、惑星光は中心星光の約 1/1000 と非常に小さい。この課題を解決するため、Nugroho 氏は、惑星の公転運動に伴うスペクトルの周期的変化に着目し、独自に開発したデータ解析手法を用い、理論スペクトルと観測スペクトルの相互相関を取ることで、惑星光を分離することに成功した。これにより、惑星大気中の分子を特定し、その温度構造を制約するための新しい手法を確立した。

Nugroho 氏は、可視域での観測を通じ、WASP-33b の大気中に温度逆転層の存在を確認するとともに、大気中にガスとして存在する酸化チタン (TiO) を検出した (Nugroho et al. 2017, AJ 154, 221)。TiO は可視光や紫外線をよく吸収する。このことから、大気を加熱する吸収体として TiO が機能している可能性を明確に示した。TiO が温度逆転層を形成する可能性については理論モデルや低分散分光観測でも示唆されていたが、Nugroho 氏の研究は高分散分光観測によって直接的に示した世界初の例である。また、Nugroho 氏は、同じ手法を用いて WASP-33b の大気中に鉄原子 (Fe I) の輝線を検出し、温度逆転層における追加の観測的証拠の発見に成功した (Nugroho et al. 2020, ApJL 898, L31)。

Nugroho 氏は、さらに、近赤外域での高分散分光観測により、WASP-33b の大気中に OH 分子を初めて

検出した (Nugroho et al. 2021, ApJL 910, 9)。OH は H_2O の熱解離によって生成されるため、この発見は WASP-33b が形成過程で H_2O を獲得した証拠となる。また、Nugroho 氏らは、OH 線が大気 of 非局所熱平衡状態 (non-LTE) の診断にも新たな道を拓くものであることを指摘した。実際、Nugroho 氏の指導の下で大学院生が、この天体でこれまでに検出されたシグナルから LTE 診断を行っている (Wright, Nugroho et al. 2023, AJ 166, 41)。シグナルの小さい系外惑星の大気中でこのような大気状態の解析をできることは、非常に重要な発見であり、今後の系外惑星大気研究の発展につながるものである。

Nugroho 氏の一連の研究は、ホットジュピターの大気における温度逆転層の存在とその形成機構の解明に多大な貢献を果たしただけでなく、中心星光から惑星光を分離して分子や原子を検出する観測技術と解析手法においても独創的かつ革新的である。その成果は世界的に高く評価されており、関連する論文はすでに数百回引用されている。さらに、Nugroho 氏の研究は、他の研究者による追試や新たな理論モデルの構築を通じて、系外惑星大気研究の発展を大きく牽引しており、この分野における研究の指針となる存在である。

インドネシア出身の Nugroho 氏は、東北大学大学院で博士号を取得後、英国に渡り、ESO の VLT に搭載された高分散分光器 ESPRESSO を用いた研究などを行った。滞在中、系外惑星大気の観測技術を深化させるとともに、ヨーロッパでの人脈を広げ、国際的な研究ネットワークを構築した。その後、日本に戻り、現在はアストロバイオロジーセンターに所属している。Nugroho 氏は、インドネシアや中国の留学生の指導にも積極的に取り組み、日本と東アジア地域の草の根レベルでの協力関係の強化にも尽力し、日本における研究活動を基盤としてアジア全体の天文学を活性化しているといえる。

以上の理由により、Stevanus Nugroho 氏に 2024 年度日本天文学会研究奨励賞を授与する。

2024 年度日本天文学会研究奨励賞

氏 名：藤林 翔（ふじばやし しょう）

現 職：東北大学 学際科学フロンティア研究所 助教

受賞対象題目：連星中性子星合体における質量放出・重元素合成の理論的研究

Theoretical studies of mass ejection and heavy element nucleosynthesis in
binary neutron star mergers

2017 年に重力波望遠鏡 Advanced LIGO と Advanced Virgo によって検出された重力波イベント GW170817 は、人類が観測した史上初の中性子星合体による重力波であった。電磁波による追観測では、電波・可視赤外・X 線・ガンマ線の幅広い帯域で対応天体が発見され、マルチメッセンジャー天文学の潮流が生み出される大きなきっかけの一つとなった。

中性子星合体は、宇宙における重元素合成において重要な意味をもつ。中性子星合体における物質放出と速い中性子捕獲反応 (r 過程) により、重元素が合成されると考えられてきており、実際に、電磁波観測でそのシナリオが検証されつつある。しかしながら、2017 年当時の数値計算では、合体から数 10 ミリ秒 (力学的タイムスケールの 100 倍程度) までの計算しか行うことができず、また、電磁波対応天体の明るさを説明できないという問題があった。藤林氏は、こうした問題を解決する数値計算手法を独自に開発し、それにより、中性子星合体における質量放出・重元素合成の一般的な描像を確立することに大きく貢献した。

中性子星合体からの物質放出を調べるには合体後 1 秒程度にわたる長時間の計算を行う必要がある。しかし、連星合体の数値シミュレーションにおいては、1 マイクロ秒程度の時間解像度が要求されるため、1 秒に渡って空間 3 次元で合体のダイナミクスを追うことは計算機資源の観点から非現実的であった。そこで藤林氏は、空間 3 次元の連星合体シミュレーションの結果を初期条件として用い、軸対称とみなせる合体後の進化を 2 次元のシミュレーションに焼き直して実行する独自の手法を開発した (Fujibayashi et al. 2017, ApJ, 846, 114)。これにより、関連する物理過程を余すことなく考慮しつつも、長時間のシミュレーションが可能となった。藤林氏は、世界に先駆けて、中性子星合体後の長時間シミュレーションを行い、粘性加熱によって放出される物質の質量が、重力トルクや衝撃加熱によって動力的時間スケールで放出される物質の質量を凌駕することを明らかにし (Fujibayashi et al. 2018, ApJ, 860, 64)、電磁波対応天体の明るさを自然に説明することにも成功した。中性子星合体からの質量放出について新しい描像を明らかにしたこれらの論文は世界的にも高く評価され、2024 年 12 月現在で被引用数はそれぞれ 100 件、200 件を超えている。

藤林氏は、これらの先駆的な成果に基づいて、さまざまな質量の中性子星合体における質量放出と重元素合成を網羅的に研究してきた。まず、中性子星合体後に大質量中性子星が数秒にわたって長く生き残る場合、放出物質中の中性子過剰度は低く抑えられ、 r 過程が十分に進まないことを明らかにした (Fujibayashi et al. 2020, ApJ, 901, 122)。このような場合、 r 過程元素の組成比は、太陽系組成とはかけ離れたものとなる。したがって、藤林氏の結果は、中性子星合体が r 過程元素の主要な起源であるならば、合体後に大質量中性子星が長時間存続するようなケースはまれでなければならないことを意味する。一方、中性子星合体によって形成された大質量中性子星が、ただちにブラックホールに崩壊するケースについても、藤林氏は重要な研究成果を挙げている。この場合には、粘性加熱によって放出される物質の質量が、力学的時間スケールで放出される物質の質量の数倍にとどまり、放出物質の中性子

過剰度も適度に低く保たれることを明らかにした (Fujibayashi et al. 2023, ApJ, 942, 39)。その結果、このケースでは、太陽系の r 過程元素組成を再現できることを示した。藤林氏のこれらの一連の研究成果は、中性子星合体における質量放出・重元素合成の一般的な描像を確立するものであり、宇宙における重元素の起源解明に向けたマイルストーンとなるものである。

藤林氏の研究は、ニュートリノ相互作用、磁気流体不安定性によって生じる粘性、中性子星内部を記述する物理素過程のすべてを考慮したうえで、重力場の基礎方程式としてアインシュタイン方程式を数値的に解くという極めて複雑な数値計算に基づくものである。藤林氏について特筆すべき点は、そのような複雑な計算を単に実行するだけでなく、その結果を深く吟味し、常に簡潔な物理的解釈を与えてきた点である。例えば、藤林氏は、自らのシミュレーション結果を丁寧に解析することで、粘性加熱による膨張の時間スケールと弱い相互作用時間スケールが等しくなり、弱い相互作用が実効的に効かなくなるタイミングによって、放出物質の中性子過剰度が決まることを示した (Fujibayashi et al. 2020, PRD, 101, 083029)。これは、弱い相互作用によるニュートリノ吸収が放出物質の中性子過剰度を決めるという、従来の定説を覆すものである。この結果は、ニュートリノ吸収の影響が少ない、中性子星合体直後にブラックホールが形成されるような場合にも、放出物質の中性子過剰度が低くなり、幅広い重元素合成が起こることを示唆するものである。このように藤林氏は、今後も分野をリードする研究を推進する人材であると期待される。

以上の理由により、藤林翔氏に 2024 年度日本天文学会研究奨励賞を授与する。

2024 年度日本天文学会研究奨励賞

氏 名： 札本佳伸（ふだもと よしのぶ）

現 職： 千葉大学先進科学センター 特任助教

受賞対象題目： 遠方銀河の多様な物理的性質の観測的解明

Revealing diverse physical properties of distant galaxies by observations

星の材料となるガスやダストは銀河の形成進化において重要な役割を果たす。複雑な銀河の物理的性質を理解するためには、主成分である星だけでなくガスやダストの成分を捉える、広い波長にわたる観測、およびその内部構造を分解する高空間分解能観測が必要となる。銀河形成の初期にあたる赤方偏移3を超える遠方宇宙の銀河におけるガスやダストについては観測機器の感度・分解能による制限から理解が進んでいなかった。アルマ望遠鏡やジェームズウェッブ宇宙望遠鏡による観測はこれらの遠方銀河の星、ダスト、ガスの情報を捉え、銀河形成に関する新たな描像につながっている。札本氏は独自の視点に基づいてそれらの望遠鏡を駆使した観測的研究を行い、これまでの常識を覆す遠方銀河の多様な物理的性質の発見を報告している。

札本氏はアルマ望遠鏡を用いた観測により遠方銀河におけるダストに隠された星形成活動の直接的な制限を得ることに成功した。これまでの研究では、遠方銀河の星形成活動を制限するために静止系紫外光が用いられ、紫外光に強く影響するダスト吸収を補正するために、近傍銀河から得た経験則がすべての赤方偏移に適用できると仮定されていた。札本氏は、アルマ望遠鏡のアーカイブデータと大型プログラム ALPINE のデータを組み合わせて遠方銀河からの遠赤外線放射の解析を行い、赤方偏移 3 から 6 における銀河の、ダストに隠された星形成活動やダスト減光則の直接的な制限を得た (Fudamoto et al. 2017, MNRAS, 472, 483; Fudamoto et al. 2020, A&A, 643, A4)。それまでになかったサンプル数の統計で幅広い赤方偏移の銀河についての研究を行うことで、遠方宇宙の星形成銀河では、ダスト減光則が現在の宇宙の銀河とは異なることを初めて確認した。この結果は、銀河内のダストサイズ分布やダスト組成が、赤方偏移に依存し統計的に進化していることを示唆している。またダストに隠された星形成活動が赤方偏移6に向かう遠方宇宙では急速に下がっていく様子を初めて確認した。

さらに札本氏はアルマ望遠鏡の大型プログラム REBELS のデータを解析することで、ダストにより隠されながらもその星形成率や星質量は一般的な星形成銀河と似通っており、爆発的星形成の兆候もないいたって「普通」の性質の銀河の発見にも成功した (Fudamoto et al. 2021, Nature, 597, 489)。それまではダストによって紫外線が強い吸収を受けサブミリ波でのみ観測が可能なダストに埋もれた銀河は、サブミリ波銀河などに代表されるスターバースト銀河といった特異な銀河に限定され、星形成の主系列銀河と呼ばれる一般的な星形成銀河はダストによる吸収を強く受けていないとされてきた。これにより静止系紫外線による探査を行うことで宇宙全体の星形成に大きく寄与する銀河の多くは検出できると想定されてきた。札本氏が発見した銀河種族は、静止系紫外線で発見される一般的な星形成銀河とサブミリ波銀河など特異な銀河をつなぐ第3の銀河種族を宇宙再電離期で発見したことになる。これらのダストに隠され、静止系紫外線での検出が困難な銀河がきわめて狭い探査体積で発見されたこと、銀河の性質が一般的な星形成銀河と変わらないことから、これらの銀河は遠方宇宙の星形成活動の重要な段階を捉えたものと考えられる。

これらの札本氏のアルマ望遠鏡データを用いた遠方宇宙の銀河のダストの性質やダストにより隠された

星形成に関する研究は独自性の高い成果として世界的にも注目され、2024年12月現在でそれぞれ100件を超える引用がなされている。

また、札本氏は重力レンズ現象の拡大増光効果を活用した遠方銀河の内部構造の研究でも多数の成果をあげている。特に銀河団背後の重力レンズ効果を受けた遠方銀河についてアルマ望遠鏡やジェームズウェッブ宇宙望遠鏡の観測データに基づいた研究を精力的に行っている。例えば重力レンズ銀河団SMACS J0723.3-7327のジェームズウェッブ宇宙望遠鏡初期観測データを用いた研究でこれまでのハッブル望遠鏡などの観測では捉えられていなかった、赤方偏移2から3に存在する、きわめて赤い色を持った渦巻銀河を新たに発見した (Fudamoto et al. 2022, ApJ, 938, L24)。また、銀河団領域の強い重力レンズによって20倍程度に大きく増光された赤方偏移6.2の銀河MACS0308-zD1のアルマ望遠鏡での観測により[C II]158 μm 輝線の検出に成功し、その輝線の空間分布が銀河の領域よりも広がっていることから銀河からのガスの噴出流、銀河風の存在を突き止めた (Fudamoto et al. 2023, ApJ, 961, 71)。

さらに札本氏は重力レンズ現象を用いることで、中間赤方偏移にある銀河を構成する個々の星を40個以上検出することにも成功している (Fudamoto et al. 2024, Nature Astronomy, 2025 Jan. 6 issue, arXiv:2404.08045)。2022年と2023年に撮影された銀河団アーベル370のジェームズウェッブ宇宙望遠鏡の画像の差分を取ることで、銀河団の背後の赤方偏移0.725の銀河内に存在する、重力マイクロレンズにより時間変動した個々の星を捉えた。これらの個々の星の色の解析から、観測された星の大半は温度が3500K程度の赤色超巨星であることが分かった。重力レンズ効果を用いた遠方の銀河の中の個々の星の観測は2018年に初めて観測例が報告されて以降、ハッブル宇宙望遠鏡やジェームズウェッブ宇宙望遠鏡による検出が報告されていたが、それぞれの銀河で1、2個の発見に留まっていた。札本氏の解析により、一つの遠方銀河からこれまでより1桁以上多い数の個々の星が発見されたことで、遠方銀河を構成する星の統計的議論を行う手法が初めて開かれたことになる。この発見を報告した論文はプレプリントが公表されてから8か月の2024年12月現在ですでに12回引用され、新しい研究の潮流を生み出しつつあり、今後のさらなる研究の発展と展開が大いに期待される。

以上の理由により、札本佳伸氏に2024年度日本天文学会研究奨励賞を授与する。

2024 年度日本天文学会天文教育普及賞

【授賞者】 加藤 恒彦 (かとう つねひこ)・立教大学 特任教授

【活動名】 4次元デジタル宇宙ビューワーMitaka の開発

Mitakaとは、最新の観測データや理論モデルを用いて、太陽系から天の川銀河、大規模構造といった、宇宙の階層構造をリアルタイムに可視化するソフトウェアである。Mitakaでは、仮想空間中の宇宙の中で、地球から飛び立ち、観測されている宇宙の果てまでを自由に移動して、天体の運動や構造を観察することができる。科学的な正確さを保ちつつ、視覚的に魅力的な「宇宙旅行」を、直感的で簡単な操作によって実現できるソフトウェアであり、しかもこれがフリーソフトとして一般公開されていることから、研究者による一般向け講演会での活用にとどまらず、プラネタリウムなどでの商業的な投影や、学校などにおける教育の場まで、幅広く活用されている。Mitakaの普及によって、天文学の教育・普及が大きく前進し、多くの一般市民が宇宙の広がりや天体の動きを実感し、天文学への関心を深めることに貢献している。Mitakaの出現と普及により、国内における天文教育普及は大きく変わったと言っても過言ではない。

Mitakaは、広い業界で幅広く活用され、一般の人々に天文学の魅力を伝えることに大きく貢献している。開発当初の目的であった国立天文台4次元デジタル宇宙シアターでの公開に加え、日本科学未来館（東京都江東区）やイミロア天文学センター（米国ハワイ島）など、国内外の多数の科学館・プラネタリウムでの常設公開が行われているほか、最近の学校教育のICT化の流れの中で、「（実験・観察が困難なため）天文は難しい」と言われ続けている教育現場でも高い教育効果が確認されつつある（松村(2021), 天文教育, 33(3), 4）。加えて、多くのテレビ番組やYouTube上の動画でも活用され一般の方が作成し公開している「宇宙の大きさを体感できる動画 (<https://www.youtube.com/watch?v=jM02C3uSBXY>)」等では、再生回数は1200万回以上、コメントも3万件以上あり、普段は宇宙と接点がない層へのアウトリーチにも貢献している。また、Mitakaは令和2年度の科学技術分野の文部科学大臣表彰の科学技術賞（理解増進部門）を受賞するなど、高い評価を受けている。

Mitakaは、国立天文台4次元デジタル宇宙プロジェクトによって、三鷹構内の4次元デジタル宇宙シアターで上映するために開発されたソフトウェアで、独立行政法人科学技術振興機構 計算科学技術活用型特定研究開発推進事業（ACT-JST）「4次元デジタル宇宙データの構築とその応用」（2001–2004年）、および、文部科学省科学技術振興調整費 産学官共同研究の効果的な推進プログラムにおける実施課題「4次元デジタル宇宙映像配給システムの構築」（2004–2007年）の成果物である。もともとは国立天文台の業務として開発されたソフトウェアであるが、開発開始時から現在に至るまで、プログラム開発・テスト、データ処理・データ生成、理論モデル作成、マニュアル作成、ウェブ作成のほぼ全てを加藤氏が個人で貢献し続けている。現在でもユーザーの声を取り入れての機能拡張（VR対応、多言語対応、コマンド実行機能の追加、小惑星や探査機のモデルや軌道の追加など）などのバージョンアップが継続的に行われており（2024年末の最新バージョンは2023年3月24日公開のVer.1.7.4a）、2020年にダウンロード数が累計100万件を超えるまでに広く普及していることの大きな要因である。その意味で、加藤氏本人の20年にわたる尽力が、本来の業務を大きく超えて、国内における天文教育普及に対して多大な貢献を果たしているといえる。よって、加藤恒彦氏に2024年度日本天文学会天文教育普及賞を授与する。

2024 年度日本天文学会天文教育普及賞

【授賞者】 一般社団法人 星つむぎの村

【活動名】 インクルーシブな社会を目指す天文教育普及活動

星つむぎの村は、『「星を介して人と人をつなぎ、ともに幸せを作ろう」をミッションにプラネタリウム、星空観望会、星や宇宙に関するワークショップなどを展開している団体』である。これらの活動は、代表理事の跡部・高橋両氏とともに、村人と呼ばれる約200名のボランティアメンバーによって行われている。現法人の設立は2017年であるが、その活動は高橋氏が山梨県立科学館に勤務していた時代に立ち上げたボランティアグループ「星の語り部」にまで遡り、その活動期間はすでに20年を超えている。

活動は出張プラネタリウム、星空観望会、手作りワークショップ、クリエイト・アート活動など多岐にわたるが、特筆すべきは2007年に高橋氏が山梨大学医学部附属病院の院内学級で初めて病院内でのプラネタリウムを実現させてからの方向性である。その後2014年からは「病院がプラネタリウム」プロジェクトを立ち上げ、その年に計15の病院で出張プラネタリウムを実現させた。これを皮切りに病院関連施設、当事者団体、支援学校を含め新型コロナ感染拡大前の2019年には年100件に達した。「生まれてから一度も星を見たことがない人たちも、誰もが満天の星と深淵な宇宙にひきこまれ、瞳を輝かせる」のを見て、その活動を続けてきたが、さらに自宅や病院の病室からさえ出られない人向けに「フライングプラネタリウム」も開始した。投影装置を事前に該当場所に送り、インターネットを通じたライブ配信あるいはインターネットがない環境では事前に録画した動画を再生し、夜空を天井に投影する仕組みであり、離れた場所にいる人でも同じ星空を共有できるシステムであり、コロナ禍でも活動を継続させた。2021年150件、2022年130件、2023年には147件という実績となっている。

星つむぎの村の活動は、本物の星空を見せる場を作ることにまで発展している。慢性疾患や難病と闘う子どもたち、あるいは人工呼吸器など医療的なケアの必要な子どもたちなど、通常の形では外出困難な子どもたちが、実際の星を見たり、自然とふれあったりすることができる宿泊コテージ「星つむぐ家」を、クラウドファンディングを活用して山梨県に建設し、2024年1月から宿泊受け入れを行っている。

このような星つむぎの村の活動は、ありたい未来社会をみんなで作り上げてゆく社会運動のひとつであると言える。国際天文学連合（IAU）が2018年に策定した「戦略計画2020-2030」の5つの目標の中の3つは、「天文学のインクルーシブな発展を促進する」、「市民の天文学への関わりを促進する」、「学校教育レベルで天文学の利用を推進する」である。星つむぎの村の活動はIAUのこの目指す方向とも合致し、天文教育普及の新しいあり方、天文学と社会の関係の新しいあり方を示す先進例といえる。よって、星つむぎの村に2024年度日本天文学会天文教育普及賞を授与する。

2024 年度日本天文学会天文教育普及賞

【授賞者】 村松 修（むらまつ おさむ）・コスモプラネタリウム渋谷/元五島プラネタリウム解説員
【活動名】 プラネタリウムによる天文教育普及への長年の貢献

村松修氏は、東京・渋谷を拠点に長く天文教育普及に貢献したプラネタリウム解説員である。村松氏が長期に勤務した天文学博物館五島プラネタリウムは1957年に開館し、2001年の閉館まで、日本における天文普及の中心的な存在として活動した。日本天文学会は、閉館時において、その長年の功績により、同館に特別に感謝状を授与している。

村松氏は、1974年に五島プラネタリウムに採用され、解説員として歯切れの良い解説とテンポの良い語り口で、多くのファンを惹きつけ、彼の解説目当てに訪れる来館者が後を絶たなかった。

五島プラネタリウムが2001年に閉館した際には、同館の多くの天文資料が渋谷区に寄贈され、その管理を担う役割として渋谷区天文資料担当となった。単に資料を管理するだけでなく、五島プラネタリウムが閉館することによって拠点を失った地域の人々のために天文講座や観望会を企画・開催した。村松氏の活動は、2010年に開館した「コスモプラネタリウム渋谷」へと繋がっていった。現在も村松氏はコスモプラネタリウム渋谷のコンサルタントとしてプラネタリウムの投影解説を続けており、多くのファンを魅了し続けている。

また、村松氏は1986年以降、多くの小惑星の発見に携わったほか、1993年には串田・村松彗星を共同発見し、日本天文学会から天体発見賞を受賞している。さらに、同年にはシューメーカーレヴィ第9彗星の木星衝突を指摘し、この功績は中野主一氏とともに高く評価されている。これらの活動を通じて、村松氏は常に天文教育や観測技術の最前線に立ち続け、それを解説にも生かしてきた。瀬名秀明氏の小説「虹の天象儀」ではストーリーに必要なプラネタリウムに関する事項について著者の取材に丁寧に対応し、作品の厚みに貢献するとともに、村松氏自身も登場人物のモデルとなった。

村松氏の業績は、日本のプラネタリウムを通じての天文学の普及や教育を語るときに欠かせないものであり、その活動に影響を受けて天文教育普及活動を行っている人も多い。村松修氏の半世紀にわたるこれまでの功績を称え、2024年度日本天文学会天文教育普及賞を授与する。