

2023 年度日本天文学会林忠四郎賞

氏名：高田 昌広（たかだ まさひろ）

現職：東京大学 教授

受賞対象題目：すばる望遠鏡データを用いた精密宇宙論の探求

Exploring Precision Cosmology with Subaru Data

高田昌広氏は、すばる望遠鏡を用いた精密宇宙論の研究に長年取り組み、特にすばる望遠鏡の広視野カメラ Hyper Suprime-Cam (HSC)を用いたアンドロメダ銀河の高時間頻度観測による原始ブラックホール探査や、すばる望遠鏡 HSC 戦略枠サーベイの宇宙論解析において主導的役割を果たし、世界をリードするインパクトの高い研究成果を上げた。後者については、高田氏の弱重力レンズ宇宙論分野における先駆的な理論研究の成果が応用されており、理論面での貢献も大きい。これらの研究により、日本の天文学の特に宇宙論分野の発展に寄与し、さらに後進の育成にも多大な貢献をなしている。

高田氏の代表的な研究業績の一つが、アンドロメダ銀河の高時間頻度観測による原始ブラックホール探査の研究である。初期宇宙に大きな密度ゆらぎが存在すると、そのゆらぎの重力崩壊によって、原始ブラックホールが生成される可能性がある。このような原始ブラックホールが生成されると、冷たいダークマターとして宇宙の構造形成に主要な寄与を成すと考えられている。高田氏は、HSC の稼働後まもなく、アンドロメダ銀河の HSC 観測によって、太陽質量の 10^{-11} から 10^{-6} 倍の原始ブラックホールを非常に効率よく探査できるという着想を得て、共同利用時間を PI として申請することで観測時間を取得した。そして、当時大学院生であった新倉氏らとの共同研究で観測データ解析を主導し、上記の質量範囲の原始ブラックホールのダークマター説を世界で初めて棄却した (Niikura, Takada, et al. 2019, Nature Astronomy, 3, 524)。さらに高田氏らは、OGLE (Optical Gravitational Lensing Experiment) の天の川銀河バルジ領域の5年間のモニターデータをもとに太陽質量の 10^{-5} 倍の原始ブラックホールの存在量に強い制限を課した (Niikura, Takada, et al. 2019, Phys. Rev. D, 99, 083503)。この一連の研究はきわめて独創的かつ国際的に大きなインパクトを与えた研究であり、自身の研究も含めて (Kusenko et al. (alphabetical, incl. Takada) 2020, Phys. Rev. Lett. 125, 181304) 数多くの理論研究や観測研究を誘起することとなった研究業績である。

高田氏は、長年にわたって弱重力レンズの理論研究に取り組み、多くの優れた研究業績を上げている。弱重力レンズ場の二点相関関数やパワースペクトルなどの統計解析によって、宇宙の密度ゆらぎの振幅などの重要な宇宙論パラメータが測定され、標準宇宙論モデルの確立や検証において主要な役割を果たしている。一方、高田氏は弱重力レンズ場の非ガウス性に着目した研究に精力的に取り組み、Jain 氏との一連の共同研究によって非ガウス性を定量付ける統計量の一つ、三点相関関数の重要性を世界に先駆けて指摘し、注目を浴びた (Takada & Jain 2004, MNRAS, 348, 897)。高田氏はさらに非ガウス性の研究を推し進め、Hu 氏との共同研究によって、観測領域の有限性が観測量であるパワースペクトルに与える影響について、非ガウス性の観点から理論的かつ統一的に取り扱う解析的手法を考案した (Takada & Hu 2013, Phys. Rev. D, 87, 123504)。この論文のタイトルにも使われている「super survey covariance」は、現在ではこの研究分野の共通語として定着しており、現在の宇宙論サーベイデータの解析においてはこの効果を考慮することが必須になるなど、大きなインパクトを与えた理論研究業績である。さらに高田氏は、弱重力レンズと銀河の測光的赤方偏移を組み合わせ宇宙の構造形成の時間進化を探る重力レンズトモグラフィーの

先駆的な理論研究でも知られ、例えば大栗氏との共同研究により、トモグラフィーを利用し測光的赤方偏移の不定性を自己較正するアイデアを提唱した (Oguri & Takada 2011, Phys. Rev. D, 83, 023008)。

高田氏は、弱重力レンズ宇宙論に関するこれらの理論研究の業績を背景として、2014 年から観測を開始した HSC 戦略枠サーベイにおいて主導的役割を果たしている。戦略枠サーベイの科学目標の策定やサーベイデザインの研究において中心的な役割を果たし、HSC 戦略枠サーベイの実現に本質的な貢献を行った (Aihara et al. (alphabetical, 責任著者: Takada, Strauss) 2018, PASJ, 70, S4)。サーベイ開始後は、若手研究者を多く含む国際チームを率い、弱重力レンズ効果から宇宙論観測量を精密に測定し標準宇宙論モデルを徹底検証する研究を主導した (Hikage et al. (incl. Takada in the first tier) 2019, PASJ, 71, 43; Miyatake, Sugiyama, Takada, et al. 2022, Phys. Rev. D, 106, 083520)。これらの解析において、上記の super survey covariance や測光的赤方偏移の自己較正など、高田氏の理論研究の成果が多方面で活用されたことは特筆に値する。解析の結果、HSC 戦略枠サーベイと宇宙背景放射からの予言の間に、密度ゆらぎの振幅に対して 2σ 程度の矛盾が存在する可能性が示された。競合サーベイの結果も同様の 2σ 程度の矛盾を示していることから、この矛盾は S_8 問題と呼ばれ、現在では宇宙論研究における最重要テーマの一つとして、幅広い理論研究や観測研究が行われており、大きな研究の潮流を作っている。

このように、高田氏は重力レンズの理論研究およびすばる望遠鏡を駆使した観測研究によって、国際的に高く評価される多数の研究成果を挙げ、宇宙論分野の発展に大いに貢献した。さらに、間もなく稼働を開始するすばる望遠鏡の広視野多天体分光器 Prime Focus Spectrograph (PFS) においても、高田氏はサイエンス検討グループを牽引し国際共同研究プロジェクトを主導するなど (Takada et al. 2014, PASJ, 66, R1)、今後さらなる国際的な活躍が期待できる。

以上の理由から、高田氏に対して、2023 年度林忠四郎賞を授与することとした。