

日本学士院賞 受賞者 宮崎 聡



専攻学科目 宇宙物理学

生年 昭和四〇年 九月

略歴 昭和六三年 三月

平成 五年 三月

同 五年 三月

同 六年 四月

同 八年 四月

同 一八年 二月

同 三一年 八月

令和 四年 四月

東京大学理学部物理学科卒業

東京大学大学院理学系研究科博士課程修了

博士（理学）（東京大学）

米国ハワイ大学天文学研究所（日本学術振興会海外特別研究員）

国立天文台開発実験センター助手

国立天文台先端技術センター助教授

国立天文台先端技術センター教授

国立天文台ハワイ観測所教授・所長（現在に至る）

日本学士院賞 受賞者 大栗真宗



専攻学科学目 宇宙物理学

生年 昭和五三年 一月  
略歴 平成一二年 三月  
同 一六年 七月  
同 一六年 七月  
同 一六年 九月  
同 一八年 七月  
同 一二年 七月  
同 一三年 四月  
同 一五年 八月  
同 一五年一〇月  
令和 四年 二月

東京大学理学部物理学科卒業

東京大学大学院理学系研究科博士課程修了

博士（理学）（東京大学）

米国プリンストン大学博士研究員

米国スタンフォード大学博士研究員

国立天文台研究員

東京大学カブリ数物連携宇宙研究機構特任助教

東京大学大学院理学系研究科助教（令和四年一月まで）

東京大学カブリ数物連携宇宙研究機構准科学研究员（併任、令和四年一月まで）

千葉大学先進科学センター教授（現在に至る）

博士(理学) 宮崎 聡氏及び博士(理学)

大栗真宗氏の「重力レンズ効果を用いた

宇宙論研究の開拓推進」(共同研究) に

対する授賞審査要旨

暗黒物質と暗黒エネルギーの存在はこの半世紀の多様な天文学的観測から得られた重要な発見である。だが、その実態の解明は物理学・宇宙論の大きな課題として残されている。暗黒物質は光らない

ため直接見ることはできない。しかし、銀河や銀河団に付随して恒星やガスの総質量の約五倍もの大量に存在し、重力を及ぼすことから、むしろ宇宙の構造形成の主役と考えられるようになってきた。

暗黒物質の正体としては、小質量星や原始ブラックホールなど光らない天体、ニュートリノなどの既知の素粒子あるいはアクシオン、ファジーダークマターなど未確認の素粒子の可能性が考えられ、これまでには様々な観測的・実験的検証がされてきたが特定には至っていない。

一般相対性理論から導かれる強い重力レンズ効果は、クェーサーなどの点光源が手前の銀河の重力レンズ効果で、複数像に見えた

り、増光して見える現象であり、弱い重力レンズ効果は遠方の銀河からの光が経路上の重力場によりわずかに曲げられることにより画像に歪みが生じる現象である。

天文学的スケールで分布する暗黒物質を調べるのに重力レンズ効果が使えるというアイデアは理論的に提案されていたが、強い重力レンズ効果でクェーサーの多重像が見える現象が一九七九年に確認されたのを皮切りに、ハッブル宇宙望遠鏡などの画像から銀河団による弱い重力レンズ効果でその背景にある遠方の銀河の画像が歪められる現象の解析にも注目が集まるようになった。

宮崎 聡氏は一九九〇年代にすばる望遠鏡の主焦点の広視野 CCD カメラ *Suprime-Cam* の開発に主要メンバーとして参画し、二〇〇〇年の初観測画像から、銀河団構造に付随する暗黒物質ハローの重力場による弱い重力レンズ効果で背景にある遠方銀河の画像の歪むのを精密に測定し、二〇〇二年にはその歪み分布から逆問題を解いて暗黒物質の分布を描きだすことに成功した。得られた暗黒物質分布は実際に X 線や光で同定された銀河団の分布に良く対応していることなども示され、暗黒物質の探査法を具体的に実証した。

宮崎氏はこの成功を礎に、すばる望遠鏡の主焦点に CCD 素子一六枚を敷き詰める第二世代の超広視野カメラ *HSC (Hyper Suprime-Cam)* を開発する計画を立案し、二〇一二年に世界最大の

視野と画質を誇るHSCを完成させた。さらには完成したHSCを用いて三三〇夜にわたる大規模撮像観測により暗黒物質と暗黒エネルギーの解明に迫る計画をチームで立案し、この観測計画の代表者として二〇一四年から七年がかりで観測を遂行した。HSCは現在世界で最大の視野と感度を備えた宇宙探査カメラとなっており、その公開データは暗黒物質の研究だけでなく様々な研究に世界中で利用され大きな成果を挙げている。

大栗真宗氏はスローンデジタルスカイサーベイ画像の重力レンズ効果を受けたクエーサー像からレンズ天体となる銀河の暗黒物質分布を解析する手法の開発を手始めに、すばる望遠鏡やハッブル宇宙望遠鏡などの観測データから重力レンズ効果による様々な現象を具体的に解析する研究を推し進めてきた。二〇〇二年の宮崎氏の研究を更に精密化した弱い重力レンズ効果の解析から、暗黒物質の三次元空間分布とその数十億年にわたる時間進化を読み解き、暗黒物質が合体し集合化する現象が見られることを初めて明らかにした。

また赤方偏移一程度の多数の銀河の分布から求めた膨張宇宙モデルが、赤方偏移一〇〇〇の時代の宇宙背景放射の分析から得られたモデルと一致しないことを指摘した。

大栗氏はさらに、遠方の超新星爆発が重力レンズ効果で時間遅延のある複数像として発現することを予言し、その予言通りに一年後

に増光現象が確認され、世界を驚かせた。弱い重力レンズ効果が干渉する火線上では増幅効果が無限大となることに着目した解析から、通常では見ることができない遠方の単独初代星の検出にも成功するなど、重力レンズ研究の新しい拡がりを示す数々の成果を挙げ、国際的に注目されている。

一連の研究成果は、宮崎氏がHSCを開発し暗黒物質の解明などを目指した戦略的観測を遂行して得られた膨大な観測データの中に秘められたもので、その質と量は世界の追従を許さない状況にある。HSCによる観測は宇宙の加速膨張を測定する欧州のEuclid宇宙望遠鏡計画や米国のルービン望遠鏡計画からも連携を期待されており、日本の観測天文学を世界トップレベルに牽引した功績も大きい。大栗氏はその貴重な観測データを重力レンズ効果の視点から独創的に精密な解析を行うことで、宇宙に備わった重力レンズ効果による増幅機能を巧みに利用することで、人類の作る大型望遠鏡の感度でも到達しえない、宇宙初期の恒星を直接観測できることを示すなど、世界のこの分野の研究をリードしている。

以上のとおり、一連の研究を牽引し重力レンズ天文学を開拓した宮崎 聡氏と大栗真宗氏による業績は日本学士院賞授賞に相応しいと判断した。

宮崎 隆氏 中野龍文

- 1) "Subaru Prime Focus Camera – Suprime-Cam", **Miyazaki, S.**, Komiyama, Y., Sekiguchi, M., *et al.*, 2002. PASI, 54, 833–853.
- 2) "Searching for Dark Matter Halos in the Suprime-Cam 2 Square Degree Field", **Miyazaki, S.**, Hamana, T., Shimazaki, K., *et al.*, 2002. *ApJ Lett.*, 580, 97–100.
- 3) "A Subaru Weak-Lensing Survey: I. Cluster Candidates and Spectroscopic Verification", **Miyazaki, S.**, Hamana, T., Richard S. E., *et al.*, 2007. *ApJ*, 669, 714–728.
- 4) "Properties of Weak Lensing Clusters Detected on Hyper Suprime-Cam's 2.3 square degree field", **Miyazaki, S.**, Oguri, M., Hamana, T., *et al.*, 2015. *ApJ*, 807, 22–33.
- 5) "Hyper Suprime-Cam: System Design and Verification of Image Quality", **Miyazaki, S.**, Komiyama, Y., Kawamoto, S., *et al.*, 2018. PASI, 70, S1 (1–26).
- 6) "The Hyper Suprime-Cam SSP Survey: Overview and Survey Design", Ahara, H., Aritoto, N., Armstrong, R., ..., **Miyazaki, S.**, ..., Oguri, M., *et al.*, 2018. PASI, 70, S4 (1–15).
- 7) "A Large Sample of Shear-selected Clusters from the Hyper Suprime-Cam Subaru Strategic Program S16A Wide Field Mass Maps", **Miyazaki, S.**, Oguri, M., Hamana, T., *et al.*, 2018. PASI, 70, S27 (1–23).
- 8) "Two- and Three-dimensional Wide-field Weak Lensing Mass Maps from the Hyper Suprime-Cam Subaru Strategic Program S16A Data", Oguri, M., **Miyazaki, S.**, Hikage, C. *et al.*, 2018. PASI, 70, S26 (1–14).
- 9) "Cosmology from Cosmic Shear Power Spectra with Subaru Hyper Suprime-Cam First-year Data", Hikage, C., Oguri, M., Hamana, T., ..., **Miyazaki, S.**, *et al.*, 2019. PASI, 71, 43.
- 10) "Hundreds of Weak Lensing Shear-selected Clusters from the Hyper Suprime-Cam Subaru Strategic Program S19A Data", Oguri, M., **Miyazaki, S.**, Li, X., *et al.*, 2021. PASI, 73, 817–829.

大栗真裕氏 中野龍文

- 1) "Gravitational Lens Time Delays: A Statistical Assessment of Lens Model Dependencies and Implications for the Global Hubble Constant", **Oguri, M.**, 2007. *ApJ*, 660, 1.
- 2) "Gravitationally Lensed Quasars and Supernovae in Future Wide-Field Optical Imaging Surveys", **Oguri, M.** and Marshall P. J., 2010. *MNRAS*, 405, 2579–2593.
- 3) "Direct Measurement of Dark Matter Halo Ellipticity from Two-dimensional lensing Shear Maps of 25 Massive Clusters", **Oguri, M.**, Takada, M., Okabe, N., *et al.*, 2010. *MNRAS*, 405, 2215–2230.
- 4) "Combined Strong and Weak Lensing Analysis of 28 Clusters from the Sloan Giant Arcs Survey", **Oguri, M.**, Matthews, B. B., Hakon, D., *et al.*, 2012. *MNRAS*, 420, 3213–3239.
- 5) "Detection of the Gravitational Lens Magnifying a Type Ia Supernova", Quimby, R. M., **Oguri, M.**, More, A., *et al.*, 2014. *Science*, 344, 396–399.
- 6) "Measuring the Distance-Redshift Relation with the Cross-Correlation of Gravitational Wave Standard Sirens and Galaxies", **Oguri, M.**, 2016. *Phys. Rev. D*, 93, 083511.
- 7) "Effect of Gravitational Lensing on the Distribution of Gravitational Waves from Distant Binary Black Hole Mergers", **Oguri, M.**, 2018. *MNRAS*, 480, 3842–3855.
- 8) "Understanding Caustic Crossings in Giant Arcs: Characteristic Scales, Event Rates, and Constraints on Compact Dark Matter", **Oguri, M.**, Diego, J. M., Kaiser, N., *et al.*, 2018. *Phys. Rev. D*, 97, 023518.
- 9) "Cosmology from Cosmic Shear Power Spectra with Subaru Hyper Suprime-Cam First-Year Data", Hikage, C., **Oguri, M.**, Hamana T., *et al.*, 2019. PASI, 71, 43.
- 10) "A Comprehensive Study of Galaxies at  $z \sim 9$ -16 Found in the Early JWST Data: Ultraviolet Luminosity Functions and Cosmic Star Formation History at the

Preionization Epoch", *Harikane, Y., Ouchi, M., Oguri, M., et al., 2023, ApJS, 265, 5.*