

## 2015 年度日本天文学会林忠四郎賞

宮崎 聡 (みやざき さとし)

現職：国立天文台・准教授

受賞対象となる研究：「すばる望遠鏡用広視野カメラの開発と、それを用いた観測的宇宙論の推進」

宮崎聡氏は、1996 年から当時東京大学の岡村定矩氏と国立天文台関口真木氏が提案したすばる主焦点カメラ(Suprime-Cam、以下 SC)の CCD と読み出し回路の開発担当としてプロジェクトに加わった。その後、全体構造の設計や装置の最終組上げと試験観測の重責を担うなど、SC の開発と観測的研究に多大な貢献をした。SC は大口径・広視野・高結像性能という特徴を兼ね備え、高赤方偏移天体の探査を初め、日本における光赤外線天文学の基幹装置として、多くの輝かしい成果を生み出してきた。氏を主著者とする SC の装置論文(Miyazaki et al. 2002, PASJ, 54, 833;2015 年 12 月 26 日時点での被引用数 466) は、SC の優れた性能とその研究成果のインパクトの強さを示したものとして広く知られている。

宮崎氏は SC を用いて、弱重力レンズ効果からダークマター分布を求める研究を行ってきた。弱重力レンズは信号が微弱で、装置起因の雑音の特性を正確に把握する必要がある。装置開発者の強みを活かして解析方法に工夫を重ね、信頼性の高い分布図を発表した。しかし、宇宙論的に有意な情報を得るには観測天域が圧倒的に不足していた。そのため氏はすばる望遠鏡の次世代広視野カメラとして Hyper Suprime-Cam (以下 HSC)を提案した。HSC の実現のためには高感度 CCD の新規開発と SC よりもはるかに広い視野を持つ補正光学系の設計などが必要であった。新しい完全空乏型の CCD 開発においては国内の製造会社との共同開発を進め、長波長での高感度化と低フリッジ性能を達成した。この画期的な CCD は海外の望遠鏡にも使われ、さらに X 線用に改良した CCD は Astro-H のカメラにも採用された。

プリンストン大学と台湾グループとの共同研究を通じて HSC の予算のめどがつき、その開発が本格化すると、国立天文台に HSC プロジェクト室が設置され、宮崎氏は室長として強いリーダーシップを発揮することとなった。装置の基本概念の構想から、基礎開発、観測、データ解析、研究に至るまでの一連のプロセスにおいて一貫してプロジェクトリーダーとしての責任を担った。氏は天文学の目的を設定して、それを達成するために装置を開発し成果を出すという明確な研究姿勢のもと、装置開発では優れた実験家として自ら大きく貢献し、国内企業などとも緊密に連携して研究者、エンジニア、テクニシャンからなる混成チームを率いた。

HSC は 2013 年 1 月に本格的な試験観測が始まり、調整が進められた。その結果、SC と同等の高い結像性能を 7 倍の広さを持つ視野全体において実現した。この装置は 2014 年 2 月からすばる戦略観測や共同観測に供されている。HSC が当初の目標の高い性能を達成できたのは宮崎氏の装置要素やシステム全体に対する深い理解とプロジェクトリーダーとしての高い指導力と強い牽引力によるものである。

宮崎氏は、SC と HSC を用いて弱重力レンズ効果によるダークマター分布に関する研究を主導してきた。光学系や検出器系でも像のゆがみは発生するが、これを計測し、適切に除去する手法の開発なくして、ダークマターの精度の高い分布を得ることはできない。宮崎氏は弱重力レンズによる

大規模サーベイの PI として、これらの解析手法をも確立させ、大口径・高結像性能を兼ね備えた HSC によって、ダークマターが極めて信頼度高く直接検出できることを示した。

SC の実績を踏まえ、さらに広い視野と高い感度を持つ HSC は、天文学分野において日本が世界に誇る主力装置の一つとなった。その国際的評価と今後の期待も極めて高い。これは宮崎氏なくしては成しえなかった成果である。

以上の理由により、宮崎聡氏に 2015 年度の日本天文学会林忠四郎賞を授与する。

## 2015 年度日本天文学会欧文研究報告論文賞

論文題目 : Photopolarimetric Monitoring of Blazars in the Optical and Near-Infrared Bands with the Kanata Telescope. I. Correlations between Flux, Color, and Polarization

著者名 : 池尻 祐輝 (Yuki Ikejiri) 他 12 名

(Yuki Ikejiri, Makoto Uemura, Mahito Sasada, Ryosuke Ito, Masayuki Yamanaka, Kiyoshi Sakimoto, Akira Arai, Yasushi Fukazawa, Takashi Ohsugi, Koji S. Kawabata, Michitoshi Yoshida, Shuji Sato, and Masaru Kino)

出版年等 : PASJ Vol. 63, No. 3, pp. 639–675, 2011 June

本論文は、活動銀河核の一種である「ブレーザー」の可視光・近赤外線域での時間変動について研究したものである。その最も重要な功績は、多数のブレーザーのフレア現象を小口径望遠鏡を用いて長期測光偏光モニター観測することにより、その普遍的な特徴を確立したことである。

ブレーザーはジェット放射に起因する高い偏光が観測されることから、ジェット中の磁場の情報を得ることができる貴重な天体とされてきた。一方で、先行研究では天体毎、フレア毎に異なる特徴が報告され、普遍的な描像が得られていなかった。本論文では広島大学の「かなた望遠鏡」を使い、約 40 天体のブレーザーの偏光測光モニター観測を行った結果、観測頻度の高さと観測期間の長さにおいて質・量ともに前例のないデータサンプルを得ることに成功した。このデータから、ほとんどのフレア期には天体が青く（スペクトルがハードに）なることが示された。これは多くのフレアの原因が放射領域のみかけ速度の変化ではなく、衝撃波形成による粒子加速であることを示唆する。先行研究とは異なり、十分なデータによって降着円盤からの寄与や長期的な変動成分を考慮することで初めて得られた知見である。同様に、フレア期の偏光の挙動についても調べ、色と比べてフレアとの相関が弱いことを明かにした。これは、ブレーザーの偏光には複数の成分が存在し、その挙動は単純な偏光度・方位角という観測量だけでは記述できず、ストークスパラメータの QU 平面での軌跡として議論することが重要であることを例証した。本論文に触発され、他の研究グループでもブレーザーの偏光観測に特化したプロジェクトが開始されている。また、本論文のサンプルには狭輝線セイファート I 型銀河も含まれており、フェルミ衛星による同種天体のガンマ線検出もあって、この天体群の多波長同時観測による研究の契機となった。

本論文は ADS によれば 46 件の被引用がある。この内、著者のグループ以外が主著である論文は 34 件あり、すなわち全体の 7 割超が他グループによる論文である。本論文で使用したデータはまだ公開はされていない（個別の共同研究でデータを共有することはあるとのこと）ため、引用はデータの出典に関するものよりも、論文中で報告している科学的知見に関するものと判断される。このように本論文は、ブレーザーの研究に新たな展開をもたらし、その波及効果が今後も見込まれる。

以上の理由により、本論文に 2015 年度日本天文学会欧文研究報告論文賞を授与する。

論文題目 : Asteroid Catalog Using AKARI: AKARI/IRC Mid-Infrared Asteroid Survey

著者名 : 臼井 文彦 (Fumihiko Usui) 他 12 名

(Fumihiko Usui, Daisuke Kuroda, Thomas G. Müller, Sunao Hasegawa, Masateru Ishiguro, Takafumi Ootsubo, Daisuke Ishihara, Hirokazu Kataza, Satoshi Takita, Shinki Oyabu, Munetaka Ueno, Hideo Matsuhara, and Takashi Onaka)

出版年等 : Vol. 63, No. 5, pp. 1117–1138, 2011 October

太陽系の形成と進化を知る上で、微惑星の生き残りである小惑星の性質を明らかにすることは重要である。小惑星は 70 万個近く発見されているが、その全容はいまだに解明されていない。「はやぶさ」に代表される惑星探査の時代に突入したことで、小惑星の観測的研究の意義は一層増している。探査機からは対象天体の詳細情報が得られるが、探査できる対象は非常に限られるため、その普遍性・特殊性を太陽系の中で位置付けて議論するには、多くの天体の網羅的かつ統計的な観測的研究が必要である。

これまで小惑星は、大きさという基本的な物理量ですら限定的にしかわかっていなかった。本論文は、日本の赤外線天文衛星「あかり」の全天サーベイデータを用いて、小惑星約 5000 個の直径を決定し、カタログ化し、小惑星の基礎データを提供したものである。小惑星の熱放射を中間赤外線で見えることで、表面反射率に依存せず天体の大きさを精度よく求めたのである。特筆すべきは、「あかり」の 1 年半連続した観測により、2 AU 以遠の小惑星帯で観測領域に抜けがなく、小惑星帯の総質量の 98% 以上を占める 20 km 以上の天体を網羅している点である。観測バイアスのない実測値が得られるこのカタログは、今後の小惑星研究の基礎をなすものである。

ADS によれば論文の被引用件数はすでに 48 件で、カタログデータのダウンロードは 6000 件を超えている。これは、研究者が多くない小惑星分野としては驚異的な数であり、世界的に高く評価されていることを示している。小惑星のアルベド分布 (Usui et al., ApJ 2013)、C 型小惑星の物質学的特徴 (Kasuga et al., AJ 2013, 2015) など本論文の著者らの成果をはじめ、このデータを使った研究から注目すべき成果が続々と得られている。なお、小惑星 (24984) 1998 KQ42 に筆頭著者の名前から Usui と命名されたのも、この成果が国際的に認められた証左と言える。このように、世界レベルのデータが日本の天文観測衛星によって得られた意義、また「あかり」のデータのカタログ化を他の分野に先駆けていち早く行い、世に出した意義は非常に大きい。

以上の理由により、本論文に 2015 年度日本天文学会欧文研究報告論文賞を授与する。

## 2015 年度日本天文学会研究奨励賞

奥住 聡 (オクズミ サトシ)

現職：東京工業大学・准教授

受賞対象となる研究：「微惑星形成を中心とした惑星形成に関する理論的研究」

系外惑星が数多く発見され、宇宙には惑星が遍在することが明らかになってきた。その一方で、太陽系の惑星を含むそうした惑星の形成過程には謎が多い。奥住氏は微惑星形成を中心とした惑星形成に関する諸問題に取り組み、微惑星形成や原始惑星系円盤の進化の理解を大きく前進させる、次を含む多くの優れた研究業績を上げた。

### (1) ダストの内部構造進化を考慮した微惑星形成に関する研究

惑星は原始惑星系円盤に含まれるマイクロメートルサイズの塵粒子（ダスト）がキロメートルサイズの微惑星になるという過程を経て形成されると考えられているが、この過程にはさまざまな障壁があることも知られており、微惑星形成は惑星形成論における未解明の重要問題であると認識されている。微惑星形成の困難の一つは、メートルサイズにまで成長したダスト集積体が、原始惑星系円盤のガス抵抗の影響で中心星の方向に急速に落下してしまうという「ダスト落下問題」である。奥住氏はこの問題に対し、まず、合体成長するダスト集積体の内部が密でないことを考慮し、内部密度の進化を記述する経験式を導いた。次にそれを利用して、ダスト集積体の衝突合体と落下、および内部密度進化の3つの素過程を同時に考慮した微惑星形成シミュレーションを世界に先駆けて実施した。その結果、低密度のダスト集積体が急速に合体成長して質量が増大する現象を発見し、これにより、惑星形成領域（中心星から10AU程度以内）においてダスト落下が回避されることを明らかにした(Okuzumi et al. 2012, APJ, 752, 106)。この業績は微惑星形成の可能性を示す有力なシナリオを提示するものであり、天文学における第一級の価値がある成果である。

### (2) 原始惑星系円盤の磁気乱流強度の定量モデル化と惑星形成への応用に関する研究

原始惑星系円盤ガスの乱流運動は円盤ガスの降着を導くだけでなく、円盤内のダストや微惑星の破壊的衝突も引き起こす。したがって、乱流強度の定量的理解は惑星形成の解明にとって本質的に重要な問題である。奥住氏は磁気乱流強度の円盤パラメータ依存性を調べる系統的なシミュレーションを実施し、円盤を貫く大局的な磁場が強い場合は円盤ガスの電離度が低くても強い乱流が生成されることを明らかにして、従来からの理解を覆した(Okuzumi&Hirose 2011, APJ, 742, 65)。さらにこの結果を用い、微惑星形成途上のダストが衝突破壊されないための条件、および、微惑星の暴走成長が起こり原始惑星が形成されるための条件を調べ、それらが円盤大局磁場の強度に大きく依存することを突き止めた(Okuzumi&Hirose 2012, APJL 753, L8)。この研究成果は、星・円盤形成における磁束の輸送がその後の惑星形成を決定づけるというこれまでに見えない興味深い視点を提供するものである。

このように奥住氏の近年の業績は、惑星形成と原始惑星系円盤の理解を大きく前進させるものであり、同氏の天文学に対する寄与は顕著である。以上の理由により、奥住聡氏に2015年度日本天文学会研究奨励賞を授与する。

小野 宜昭 (オノ ヨシアキ)

現職：東京大学宇宙線研究所・助教

受賞対象となる研究：「銀河進化と宇宙再電離の観測的研究」

高赤方偏移宇宙の観測による初期宇宙環境と銀河の形成・進化の研究は現代天文学の最も重要なフロンティアの一つである。小野宜昭氏は、すばる望遠鏡やハッブル宇宙望遠鏡などを用いた深宇宙探査観測によって高赤方偏移宇宙のフロンティアを拡大し、宇宙再電離や銀河の形成と進化の研究において大きな貢献を行った。特に以下の2つの成果は特筆に値する。

#### (1) 赤方偏移7以上の銀河の分光観測にもとづく宇宙再電離の研究

すばる望遠鏡はその世界最大級の口径と写野の広い主焦点カメラにより深宇宙探査を得意としているが、小野氏らはそのサーベイデータから同定した候補の中から2012年に当時最遠方であった赤方偏移=7.2 の銀河の分光同定に成功し、高赤方偏移銀河の記録を更新した。これとともに、ライマンブレイク銀河の中でライマンアルファ輝線を放射する銀河の割合( $X_{Ly\alpha}$ )が赤方偏移6から7に掛けて有意に小さくなっていることから、この時期に宇宙の中性度が大きくなったことを示した。さらに、この割合( $X_{Ly\alpha}$ )は紫外光度の低い銀河ほどこの時期の減少度が大きいことも見出した。これは宇宙再電離が(紫外光度の高い銀河のある)密度の高い領域から低い領域へと進んだとするインサイドアウトシナリオを支持する世界で初めての報告である(Ono et al. 2012, ApJ, 744, 83)。

#### (2) 赤方偏移8を超える宇宙での銀河のサイズ進化の研究

銀河の形態やサイズの進化の研究は銀河形成史の理解に本質的であり、過去の研究から赤方偏移7に至るまで遠方ほど銀河のサイズは小さくなることが報告されていた。しかし、データの感度が十分ではなかったために、赤方偏移7については極めて明るい銀河しか調べられていなかった。小野氏はハッブル宇宙望遠鏡の主要な深宇宙探査プロジェクトであるUDF12の銀河の形態を調べる国際研究グループをリードし、UDF12の近赤外画像を解析して測光的赤方偏移が8を超える候補銀河の構造を明らかにした。測光的赤方偏移が7から10にある“銀河の典型的光度”(L\*)以下の候補銀河のサイズは極めて小さくて半光度半径が300-400pc程度しかなく、かつ、これまで赤方偏移7までしか報告されていなかった“遠方ほど銀河のサイズは小さくなる”という傾向が赤方偏移が8を超えても続いていることを示したものである(Ono et al. 2013, ApJ, 777, 155)。この研究成果は、初めて赤方偏移8を越える銀河のサイズ進化を調べたものであり、その後続くハッブル宇宙望遠鏡を用いた遠方銀河のサイズ進化研究の先駆的なものとなった。

このように小野氏の近年の業績は、初期宇宙に関する重要な研究成果であり、当該研究分野の進展に大きく寄与している。以上の理由により、小野宜昭氏に2015年度日本天文学会研究奨励賞を授与する。

田中 雅臣 (タナカ マサオミ)

現職：国立天文台理論研究部・助教

受賞対象となる研究：「重力波天体の電磁波放射に関する研究」

重力波の直接検出は天文学・宇宙物理学における最重要課題の一つである。現在建設が進む重力波望遠鏡Advanced LIGO、Advanced Virgo、そしてKAGRAによって、連星中性子星の合体からの重力波が検出されることが期待されており、本格的な重力波天文学が始まろうとしている。しかし、重力波の検出だけでは、その到来方向を正確に決定することができないため、重力波天体の研究を行うためには、電磁波天文学と連携した「マルチメッセンジャー天文学」が必須である。田中雅臣氏は重力波天体からの電磁波放射に関して、次を含む極めて優れた研究業績を上げた。

連星中性子星合体は鉄よりも重い元素(r-process元素)を放出し、その放射性崩壊エネルギーによって電磁波放射が起きると考えられている。しかし、そのような特殊な状況のシミュレーションが困難であったため、電磁波放射の性質には大きな不定性があった。田中氏は世界で初めて、現実的な元素組成を加味した連星中性子星合体の電磁波輻射輸送シミュレーションに成功した。その結果、これまでの理解を大きく覆し、爆発後1日以上たった後の電磁波放射はこれまで考えられていたよりも約10倍暗いこと、その電磁波放射は10日間ほど続き、可視光の長波長側から赤外線にピークを持つという結論を導いた(Tanaka & Hotokezaka 2013, APJ, 775, 113)。この結果が発表されたのと同時期に、中性子星合体が引き起こしたと考えられているショート・ガンマ線バーストGRB 130603Bに付随して、予想された通りの近赤外線放射が発見され、田中氏の成果は大きく注目されることになった。田中氏の一連のシミュレーション結果は、重力波が検出された後にどのような電磁波観測を行うべきかの指針となるもので(Tanaka et al. 2014, APJ, 780, 31)、実際に世界中の観測グループによって使われている。田中氏自身も、自らの理論的予言に基づいて東京大学木曾観測所シュミット望遠鏡や国立天文台すばる望遠鏡を用いての突発天体観測に参加しており、突発天体・重力波天体の探査観測において中心的な役割を果たしている一人である。

このように田中氏の近年の業績は、重力波天体からの電磁波放射に関する重要な研究成果であり、当該研究分野の進展に大きく寄与している。以上の理由により田中雅臣氏に2015年度日本天文学会研究奨励賞を授与する。