

令和 5 年 6 月 9 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(S)

研究期間：2017～2021

課題番号：17H06129

研究課題名(和文) すばる望遠鏡トモグラフィー補償光学で明かす銀河骨格の確立過程

研究課題名(英文) Establishing processes of galaxy structure revealed by a Subaru tomographic adaptive optics

研究代表者

秋山 正幸 (Akiyama, Masayuki)

東北大学・理学研究科・教授

研究者番号：50425401

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 161,300,000円

研究成果の概要(和文)：複数レーザーガイド星によるレーザートモグラフィー補償光学の開発研究を行った。複数の波面センサーにより大気揺らぎ3次元構造のトモグラフィー推定をおこなうトモグラフィー波面測定ユニットでの測定を実証した。ファイバーレーザー光源を用いた高輝度レーザーガイド星の生成と科学運用を行った。円盤銀河の構造の宇宙論的進化を解明するため、遠方銀河の高空間解像度の撮像データを用いて、銀河の場所ごとのスペクトルエネルギー分布を解析し、円盤銀河の構造進化を説明するために大規模な動径方向の質量輸送は必要ないことを示した。高空間解像度の面分光データと撮像データを組み合わせた解析を行うコードを開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

トモグラフィー補償光学はレーザーガイド星補償光学の性能を制約する円錐効果を低減し、高解像度の観測を実現する次世代の補償光学である。本研究ではトモグラフィー波面測定の実証と高輝度のレーザーガイド星の上空での生成に成功し、これを組み合わせることで、すばる望遠鏡でトモグラフィー補償光学を用いた観測を行うことが可能となった。高解像度のデータを用いた銀河進化の研究により、円盤銀河の進化過程において特に星の系の大規模な動径方向の移動を必要としないことを解明した。高解像度面分光データを解析するコードの開発も完了し、レーザートモグラフィー補償光学を用いた観測により銀河構造の進化過程を解明する手法が整った。

研究成果の概要(英文)：We conducted research and development of a laser tomography adaptive optics system with multiple laser guide stars. Tomographic estimation of the three dimensional structure of the atmospheric turbulence is demonstrated with a tomographic wavefront sensing unit consists of multiple wavefront sensors. Generation and the science operation of the high brightness laser guide star are conducted successfully with a new fiber laser light source. To reveal the cosmological evolution of structures of disk galaxies, spatially-resolved spectral energy distribution analysis is conducted with high spatial resolution imaging data of distant galaxies, the results indicate that large radial transfer of stellar mass is not necessary to reproduce the structural evolution of the disk galaxies. We developed a code to conduct analysis of combined datasets of high spatial resolution integral field spectroscopy and imaging.

研究分野：光赤外線天文学、銀河物理学

キーワード：補償光学 トモグラフィー 銀河構造進化

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

我々の住む銀河系を含む、現在の宇宙の大多数の銀河は、古い星で構成される「バルジ」と若い星で構成される「円盤」の二成分で記述される。このバルジと円盤という銀河の星成分が形作る骨格構造が成立した過程を紐解くことは銀河天文学の目指す究極のゴールである。地上大型望遠鏡の補償光学やハッブル宇宙望遠鏡での遠方宇宙の観測は、銀河の誕生期にある銀河が現在の銀河とは大きく異なる構造を持つことを明らかにした。すばる望遠鏡の補償光学での観測は、星形成をしている銀河は、現在の銀河の円盤に似た見かけを持つが、その面密度は1桁程度高いことを明らかにした(秋山、美濃和、岩田ら 2008)。これらの銀河の電離ガスは円盤特有の回転運動を示すが、速度分散も大きく、乱れた分厚いガス円盤の中で星形成が進んでいることを示唆し(Genzel, 有本ら 2006)、その円盤には星形成を起こす巨大なクランプ構造も見られる(但木、児玉、小山ら 2014)。一方で同時期の宇宙には、すでに星形成が終息した銀河も相当数存在することが明らかになり(小野寺、有本ら 2015)、これらの銀河のサイズは、現在の同質量の銀河と比べて1桁程度小さく、そこから考えられる星密度は3桁近くも高いことがわかっている(超高密度銀河: van Dokkum ら 2008)。

銀河誕生期に見えてきた多様な銀河から、どのようにして現在の銀河に見られる形態が確立してきたのか? 具体的には、乱れた厚いガス円盤の中で形成された星の系はどのような速度構造を持ち、現在の銀河のどの構造に収束するのか? 現在の銀河に見られる速度分散の小さい薄い円盤はいつの時期に確立したのか? 高密度に星が集中する状態から、現在の銀河のバルジの密度が低い状態へと銀河中心部の星の分布はどのように変化してきたのか? 星形成が減衰し、銀河形態が確立してきた時期、赤方偏移1(80億年前)から現在に至る宇宙、の銀河の星成分の空間分布や速度構造を銀河中心部の星の密集領域の構造を分解する1kpcを切る高空間解像度(見かけの0.1秒角に相当)で観測し、これらの疑問を解くことが銀河の形態の起源の観測的な解明となる。

銀河の星成分について、空間分布を明らかにするためには、銀河の質量を担う中質量星からの放射が卓越する近赤外線での撮像観測を行うことが必要であるが、現在、ハッブル宇宙望遠鏡や地上大型望遠鏡のレーザー補償光学の近赤外線撮像観測で達成されている分解能は0.2秒角程度であり、銀河の内部構造は十分には分解されていない。また星成分の動力学構造、速度構造を明らかにするには、静止系で400nm付近、赤方偏移して800nm付近に観測される星の吸収線を面分光観測で捉え、銀河の場所ごとに星の運動を測ることが必要だが、補償光学の高空間解像度観測は近赤外線に限られており、世界的にも可視光での高空間解像度の面分光観測は出来ていない。

2. 研究の目的

本研究では、銀河の形態がどのように確立してきたのか、という問題を解くために必要となる高空間解像度の観測を近赤外線から可視光の広波長域において可能にするため、すばる望遠鏡に実装するレーザートモグラフィ補償光学の開発を行う。sCMOSカメラによる低ノイズでの高速撮像、高出力のファイバーレーザー、電磁アクチュエータによる多素子可変形鏡、トモグラフィ推定、GPGPU並列計算によるリアルタイム高速計算といった補償光学の要素技術の開発は進んでいる。これらの新しい要素技術に基づき、トモグラフィ補償光学による高空間解像度天文学を可能にするのが本研究の目的である。

また、高空間解像度で観測したデータの解析を行い、銀河の内部構造を分解した物理量を導き、その宇宙論的な進化を統計的に明らかにする研究を行うと共に、その解析に必要な解析コードの開発を行う。

3. 研究の方法

すばる望遠鏡において近赤外線から可視光の広波長域において高空間解像度の観測を実現するために、4レーザーガイド星を用いたトモグラフィ波面推定とファイバーレーザーによる高輝度ガイド星という新技術を確立し、すばる望遠鏡において実証することで、レーザートモグラフィ補償光学を可能にする。近赤外線では、すばる望遠鏡の既存の補償光学系であるA0188に、新開発のファイバーレーザー光源を実装して、ガイド星の明るさを10倍明るくすることで、波面測定ノイズを低減し、ストレル比0.5以上の回折限界と言える補償が達成できる。一方で可視光の補償光学では単レーザーでは円錐効果が効き、ガイド星の高輝度化だけでは性能が向上しない。図3-1に示すように4レーザーガイド星によるトモグラフィ補償光学によって円錐効果を無くし、500素子以上の多素子可変形鏡で補償性能を向上することで、初めて可視光での良い補償が達成できる。すばる望遠鏡にレーザートモグラフィ補償光学を実現するシステムとして図3-2に示す構成を検討した。

銀河の内部構造の進化を定量的に明らかにするために、高解像度の撮像データを用いて、銀河内部の場所ごとに星質量や星形成率といった銀河の物理量を導出する。特に円盤銀河に着目してこの解析を行うことで、宇宙史の中で円盤構造が統計的にどのように進化してきたのかを明らかにする。トモグラフィー補償光学と面分光観測を組み合わせた高空間解像度の面分光データを合わせて解析することを想定し、撮像データだけでなく、面分光データも合わせた解析を行うためのコードを開発する。

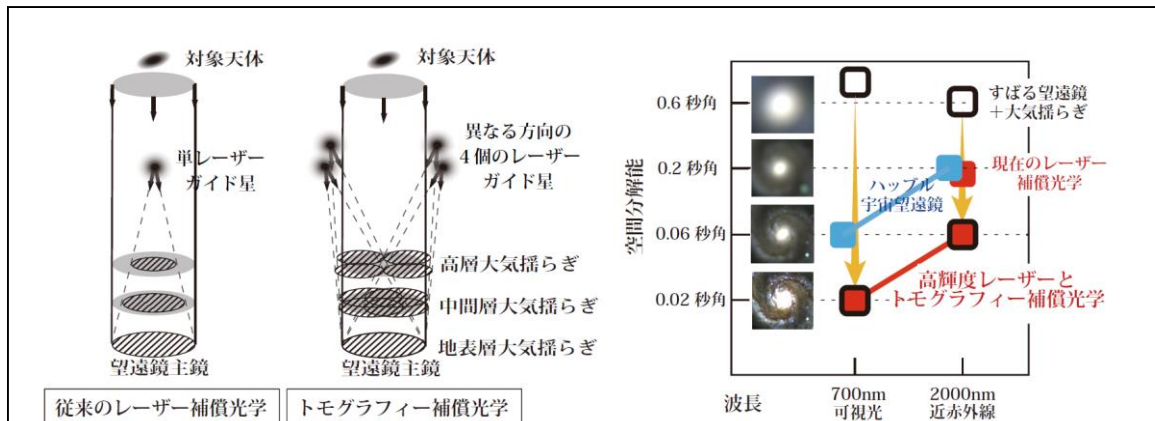
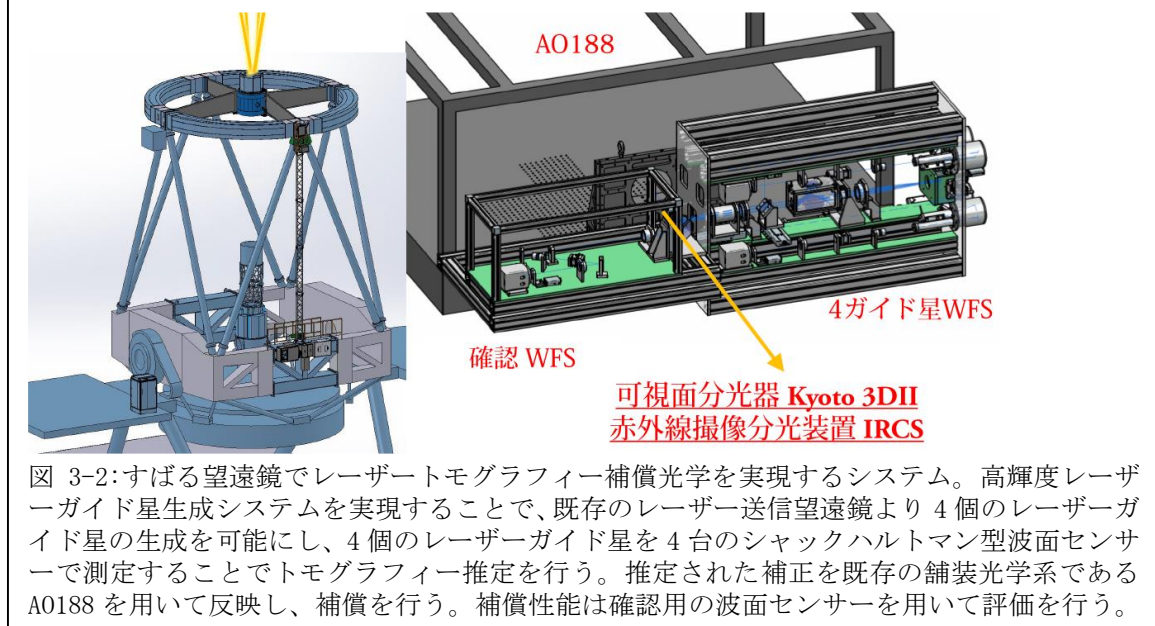


図 3-1: 従来のレーザーガイド星補償光学ではレーザーガイド星が有限の高さにあるため、円錐状の領域しか測定出来ない(円錐効果)。レーザートモグラフィー補償光学では対象天体の光が通る円筒状の領域を4個のレーザーガイド星を用いて測定し、補償精度を向上させる。これにより波長の短い可視光でも補償が有効になる。



4. 研究成果

レーザートモグラフィー補償光学の開発研究においては、複数の波面センサーにより大気揺らぎ3次元構造のトモグラフィー推定をおこなうトモグラフィー波面測定ユニットでの測定を実証し、ファイバーレーザー光源を用いた高輝度レーザーガイド星の生成と科学運用を行うことができた。これらを組み合わせることですばる望遠鏡でのレーザートモグラフィー補償光学による観測が可能となった。また高空間解像度の撮像データの場所ごとのスペクトルエネルギー分布を解析し円盤銀河の構造の宇宙論的進化を解明する研究を進め、高空間解像度の面分光データと組み合わせた解析を行うコードを開発した。またトモグラフィー推定の事前情報として大気揺らぎの高度分布を測定する方法の開発を行った。

トモグラフィー補償光学開発：トモグラフィー波面測定の確立

トモグラフィー波面測定ユニットの開発研究では、はじめに試作機となる単体の32×32素子シャックハルトマン波面センサーを組み上げ、すばる望遠鏡の赤外ナスマス焦点に搭載して既存の補償光学であるAO188と組み合わせた測定実験を行った。この波面センサーでは検出器として浜松フォトニクスで開発された低ノイズ高速読み出しのsCMOSカメラを用いることで、800Hzの高速での波面測定を実現した。さらにsCMOSの特徴であるローリングシャッター読み出しの波面測定への影響の評価や読み出しの特徴を生かしたより時間遅延の小さい波面測定を実現する読み出し手法の試験を行った(論文4)。後述する高輝度レーザーガイド星と組み合わせた試験観測により、レーザーガイド星による波面測定の手法についても確立した。

試作機での測定実験と並行して、32×32素子 Shack-Hartmann 波面センサーを4台並べたトモグラフィー波面測定ユニットの設計および製作と組み上げ調整を行った(図4-1、論文1、論文12)。推定の精度評価のための確認用の波面センサーについても組み上げを完了した(図および写真の左側のユニット)。大気揺らぎの効果を模擬する実験室の光学系からの光をトモグラフィー波面測定ユニットに導入し、トモグラフィー波面測定の実証試験も行った(図4-2)。この測定実験により地表付近のみを想定した大気揺らぎの場合には想定通りに4台の波面センサーでの測定と確認用波面センサーでの測定が一致することが確認できた。

トモグラフィー波面推定では大気揺らぎの高度分布の情報を事前情報として与えることが有効である。Shack-Hartmann 波面センサーで得られる情報を用いて、大気揺らぎの高度分布を推定する手法を実証し(論文8、論文10)、すばる望遠鏡に搭載した試験観測により実証にも成功した。

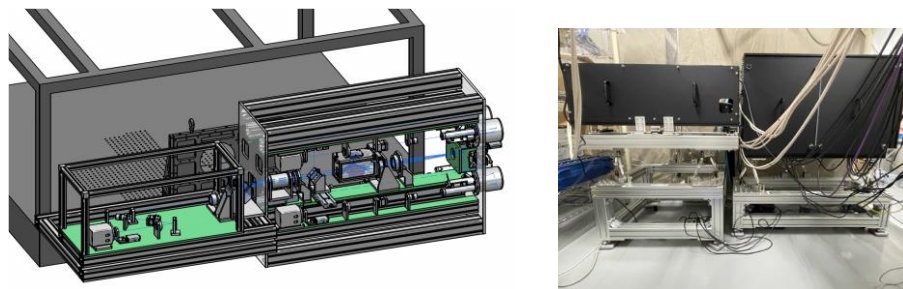


図 4-1：トモグラフィー波面測定ユニット図面(左)と実際に組み上げた光学系(右)。

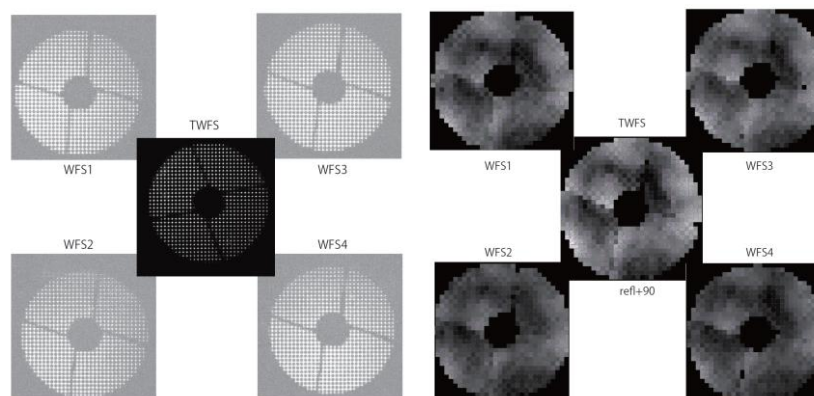


図 4-2：トモグラフィー波面測定用の4個の波面センサーでの測定(4隅)と確認用波面センサーでの測定(中央)の比較。地表付近のみ想定した大気揺らぎの場合には同じ大気揺らぎのパターンが測定されることを確認した(右:波面センサー画像、左:大気揺らぎ推定結果)。

レーザーガイド星開発：高輝度レーザーガイド星生成システムの観測運用開始

トモグラフィー補償光学を実現するにあたってもう一つの柱は高輝度のファイバーレーザーを用いた4レーザーガイド星の生成システムである。ハワイ観測所の美濃和陽典(研究分担者)を

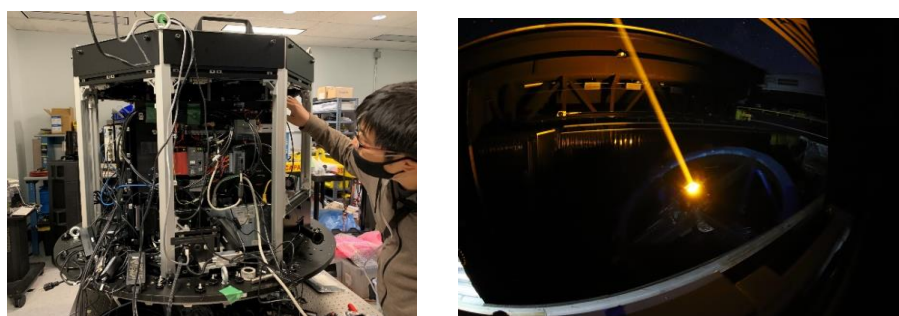


図 4-3：新しく組み上げられたレーザーガイド星送信光学系(左)とすばる望遠鏡に搭載してのレーザーガイド星生成試験(右)。

中心として開発を進め、2018年度にはファイバーレーザーのハワイ観測所での調整作業を完了し、ファイバーレーザーの出力として20W以上が得られていることが確認された(論文19)。望遠鏡下部に取り付けられるファイバーレーザー光源と望遠鏡筒頂部に取り付けられるレーザー送信望遠鏡を結合するためのリレー光学系のすばる望遠鏡への取り付けを行い、2022年3月にレーザーガイド星の生成実験を行った(図4-3)。このシステムにより従来の明るさの5倍を超える明るさのレーザーガイド星が生成されている(すばる望遠鏡ホームページよりニュースリリース)

ス)。新しいレーザーガイド星を用いた補償光学については既存の補償光学系A0188を用いた観測が共同利用に供され、すばる望遠鏡の科学運用に用いられている。

高空間分解能観測データを用いた銀河内部構造の進化の研究

銀河内部構造の宇宙論的進化を解明する研究として、ハッブル宇宙望遠鏡のデータを生かし、撮像データを用いて銀河内部の星形成率と星質量の分布を多数の銀河について推定することで、銀河円盤部の星質量分布の宇宙論的進化を解明した(論文17、論文22)。赤方偏移1(80億年前)の宇宙から現在の宇宙にかけて、円盤銀河の円盤部の星質量には増加が見られるが、その星質量増加は推定される星形成率の積分で説明されることを示しており、この結果は円盤構造の進化において動径方向の星移動の効果が大きくないことを表すものであった(図4-4)。また更に遠方の赤方偏移2.5(100億年前)の銀河に対して補償光学と狭帯域撮像を組み合わせた観測を行い、銀河内部の星形成率の分布を解明することに成功している(論文16)。

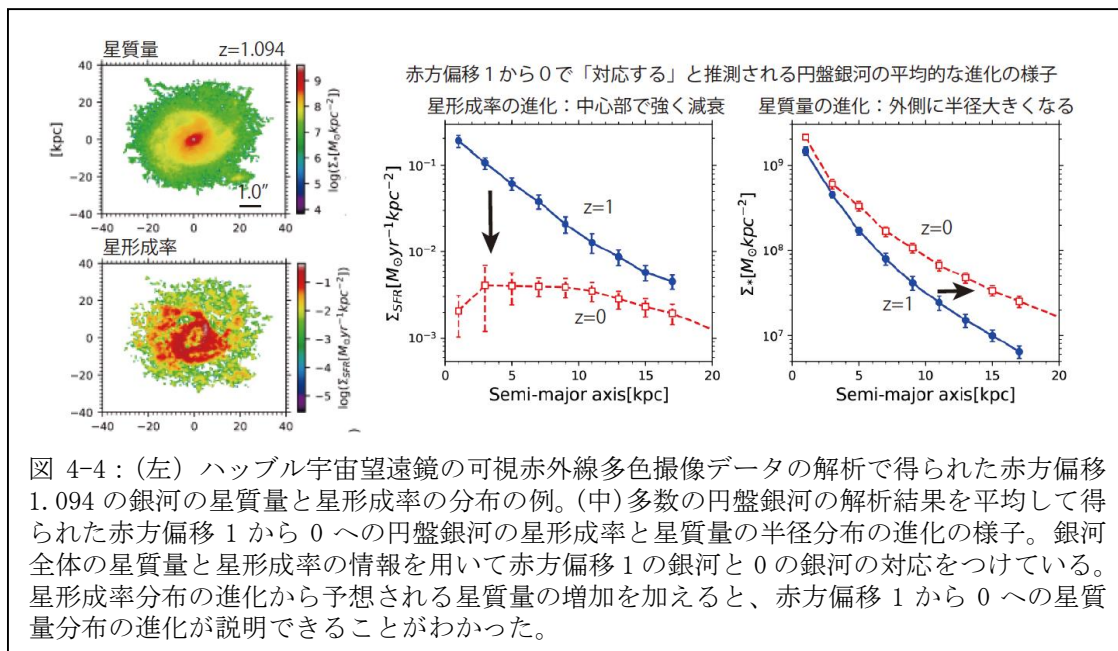


図 4-4: (左) ハッブル宇宙望遠鏡の可視赤外線多色撮像データの解析で得られた赤方偏移 1.094 の銀河の星質量と星形成率の分布の例。(中) 多数の円盤銀河の解析結果を平均して得られた赤方偏移 1 から 0 への円盤銀河の星形成率と星質量の半径分布の進化の様子。銀河全体の星質量と星形成率の情報を用いて赤方偏移 1 の銀河と 0 の銀河の対応をつけている。星形成率分布の進化から予想される星質量の増加を加えると、赤方偏移 1 から 0 への星質量分布の進化が説明できることがわかった。

高解像度の多波長撮像データを用いて銀河内部の物理量の分布を推定するコード piXedfit の開発を進め、近傍銀河の多波長データへの適用を行った(論文 6、論文 7、論文 9)。最新版のコードでは撮像データだけでなく、高解像度の面分光データと組み合わせた解析が可能となっており、トモグラフィ補償光学と面分光観測による観測データにも適用できるコードとして確立し、すでに Github より公開されている。

大気揺らぎ強度の高度分布の測定する方法の開発

レーザートモグラフィ補償光学において大気揺らぎ 3 次元構造を推定するためには、大気揺らぎ強度の高度分布が重要な事前情報となる。我々はシャックハルトマン波面センサーに見られるスポットの明滅を用いることで、従来の MASS 法よりもはるかに多くの空間スケールでのシンチレーションの測定を行うことができ、それにより必要な高さ分解能での測定が行えることに気づいた(図 4-5)。Shack-Hartmann MASS (SH-MASS) と名付けたこの方法を東北大学 50cm 望遠鏡に取り付けたシャックハルトマン波面センサーを用いて、大気揺らぎ高度分布の推定を実証することに成功した(論文 8、論文 10)。さらに、すばる望遠鏡にシャックハルトマン波面センサーを取り付け大気揺らぎ高さ分布の測定実験を行った(図 4-6)。

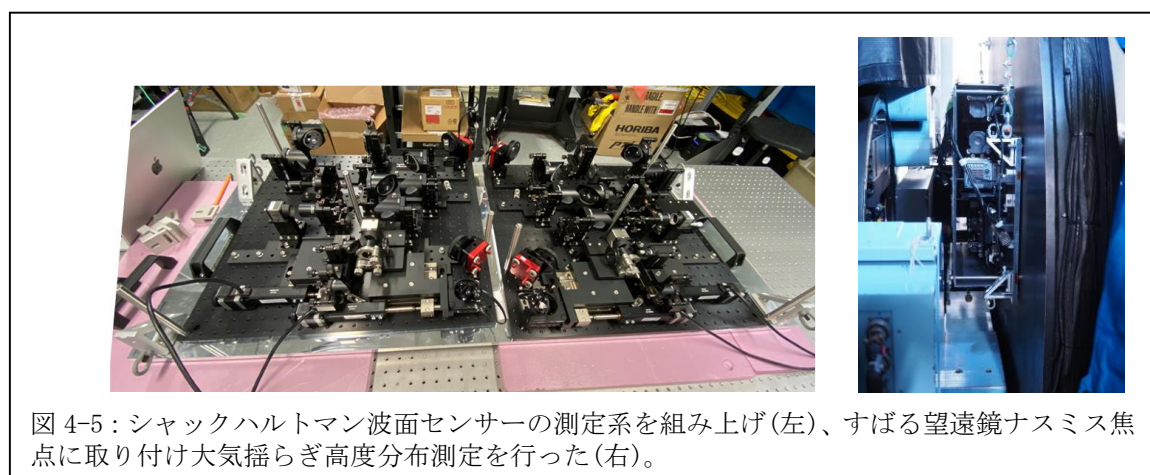


図 4-5: シャックハルトマン波面センサーの測定系を組み上げ(左)、すばる望遠鏡ナミス焦点に取り付け大気揺らぎ高さ分布測定を行った(右)。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計41件（うち査読付論文 29件 / うち国際共著 30件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Terao Koki, Akiyama Masayuki, Minowa Yosuke, Ono Yoshito, Ogane Hajime, Akasawa Takumi, Oya Shin, Yamamuro Tomoyasu	4. 巻 12185
2. 論文標題 ULTIMATE-START: current status of the Subaru Tomography Adaptive optics Research experiment	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proc.SPIE	6. 最初と最後の頁 6L
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1117/12.2629652	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Tanaka Yoko, Minowa Yosuke, Ono Yoshito ., Terao Koki, Yoshida Hiroshige, Akiyama Masayuki, Martinez Rey Noelia, Herrald Nicholas, d'Orgeville Celine, Rigaut Francois, Vaughn Israel, Chandler David, Haynes Dionne, Schofield Warrick	4. 巻 12185
2. 論文標題 Optical design of the Wavefront sensing in the ULTIMATE-Subaru Ground Layer Adaptive Optics system	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proc.SPIE	6. 最初と最後の頁 6M
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1117/12.2629581	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Minowa Yosuke, Ono Yoshito, Tanaka Yoko, Yoshida Hiroshige, Terao Koki, Koyama Yusei, Ali Sadman, Tanaka Ichi, Hattori Takashi, Okita Hirofumi, Hayano Yutaka, Oya Shin, Motohara Kentaro, Yanagisawa Kenshi, Yoshida Michitoshi, Akiyama Masayuki, Kodama Tadayuki, Ogane Hajime, 他12名	4. 巻 12185
2. 論文標題 ULTIMATE-Subaru: GLAO preliminary design overview	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proc.SPIE	6. 最初と最後の頁 21
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1117/12.2629749	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Ogane Hajime, Akiyama Masayuki, Cranney Jesse, Rigaut Francois, Martinez Rey Noelia, d'Orgeville Celine, Minowa Yosuke, Ono Yoshito	4. 巻 12185
2. 論文標題 Aliasing effect of rolling shutter readout in laser guide star wavefront sensing	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proc.SPIE	6. 最初と最後の頁 0N
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1117/12.2629689	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Tokoku Chihiro, Ozaki Shinobu, Moriya Takashi, Yanagisawa Kenshi, Motohara Kentaro, Ouchi Masami, Tominaga Nozomu, Tanaka Masaomi, Ono Yoshito, Minowa Yosuke, Hayano Yutaka, Koyama Yusei, Ali Sadman, Tanaka Masayuki, Akiyama Masayuki, 他6名	4. 巻 12184
2. 論文標題 NINJA : an LTAO assisted optical and near-infrared spectrograph of Subaru Telescope	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proc.SPIE	6. 最初と最後の頁 7R
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1117/12.2627749	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ogane Hajime, Akiyama Masayuki, Oya Shin, Ono Yoshito	4. 巻 503
2. 論文標題 Atmospheric turbulence profiling with multi-aperture scintillation of a Shack-Hartmann sensor	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 5778 ~ 5788
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stab105	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Abdurro'uf, Lin Yen-Ting, Wu Po-Feng, Akiyama Masayuki	4. 巻 254
2. 論文標題 Introducing piXedfit: A Spectral Energy Distribution Fitting Code Designed for Resolved Sources	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal Supplement Series	6. 最初と最後の頁 15 ~ 15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4365/abebe2	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Abdurro'uf, Lin Yen-Ting, Hirashita Hiroyuki, Morishita Takahiro, Tacchella Sandro, Wu Po-Feng, Akiyama Masayuki, Takeuchi Tsutomu T.	4. 巻 935
2. 論文標題 Dissecting Nearby Galaxies with piXedfit. II. Spatially Resolved Scaling Relations among Stars, Dust, and Gas	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 98 ~ 98
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ac7da4	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Abdurro'uf, Lin Yen-Ting, Hirashita Hiroyuki, Morishita Takahiro, Tacchella Sandro, Akiyama Masayuki, Takeuchi Tsutomu T., Wu Po-Feng	4. 巻 926
2. 論文標題 Dissecting Nearby Galaxies with piXedfit. I. Spatially Resolved Properties of Stars, Dust, and Gas as Revealed by Panchromatic SED Fitting	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 81 ~ 81
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ac439a	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Ogane Hajime, Akiyama Masayuki, Oya Shin, Ono Yoshito H.	4. 巻 11448
2. 論文標題 Atmospheric turbulence profiling with a Shack-Hartmann wavefront sensor	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proc.SPIE	6. 最初と最後の頁 7P
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1117/12.2562320	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Terao Koki, Akiyama Masayuki, Oya Shin	4. 巻 11448
2. 論文標題 Measurements of image quality and surface shape of microlens arrays for Shack-Hartmann wavefront sensors	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proc.SPIE	6. 最初と最後の頁 65
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1117/12.2562199	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Akiyama Masayuki, Minowa Yosuke, Ono Yoshito H., Terao Koki, Ogane Hajime, Oomoto Kaoru, Iizuka Yuta, Oya Shin, Mieda Etsuko, Yamamuro Tomoyasu	4. 巻 11448
2. 論文標題 ULTIMATE-START: Subaru tomography adaptive optics research experiment project overview	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proc.SPIE	6. 最初と最後の頁 10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1117/12.2560872	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Chen Xiaoyang, Akiyama Masayuki, Ichikawa Kohei, Noda Hirofumi, Toba Yoshiki, Yamamura Issei, Kawaguchi Toshihiro, Abdurro'uf, Kokubo Mitsuru	4. 巻 900
2. 論文標題 Tracing the Coevolution Path of Supermassive Black Holes and Spheroids with AKARI-selected Ultraluminous IR Galaxies at Intermediate Redshifts	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 51 ~ 51
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/aba599	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Chen Xiaoyang, Akiyama Masayuki, Noda Hirofumi, Abdurro'uf, Toba Yoshiki, Yamamura Issei, Kawaguchi Toshihiro, Kokubo Mitsuru, Ichikawa Kohei	4. 巻 71
2. 論文標題 Discovery of a strong ionized-gas outflow in an AKARI-selected ultra-luminous infrared galaxy at $z = 0.5$	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 29
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psz002	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Toba Yoshiki, Yamashita Takuji, Nagao Tohru, Wang Wei-Hao, Ueda Yoshihiro, Ichikawa Kohei, Kawaguchi Toshihiro, Akiyama Masayuki, Hsieh Bau-Ching, Kajisawa Masaru, Lee Chien-Hsiu, Matsuoka Yoshiki, Noboriguchi Akatoki, Onoue Masafusa, Schramm Malte, Tanaka Masayuki, Komiyama Yutaka	4. 巻 243
2. 論文標題 A Wide and Deep Exploration of Radio Galaxies with Subaru HSC (WERGS). II. Physical Properties Derived from the SED Fitting with Optical, Infrared, and Radio Data	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal Supplement Series	6. 最初と最後の頁 15 ~ 15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4365/ab238d	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Oh Kyuseok, Ueda Yoshihiro, Akiyama Masayuki, Suh Hyewon, Koss Michael J., Kashino Daichi, Hasinger Gunther	4. 巻 880
2. 論文標題 An Observational Link between AGN Eddington Ratio and $[N ii] \lambda 6583/H$ at $0.6 < z < 1.7$	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 112 ~ 112
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ab288b	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Schramm M., Rujopakarn W., Silverman J. D., Nagao T., Schulze A., Akiyama M., Ikeda H., Ohta K., Kotilainen J.	4. 巻 881
2. 論文標題 A Catastrophic Failure to Build a Massive Galaxy around a Supermassive Black Hole at $z = 3.84$	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 145 ~ 145
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ab2cd3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Minowa Yosuke, Koyama Yusei, Ono Yoshito H., Tanaka Ichi, Hattori Takashi, Clergeon Christophe S., Akiyama Masayuki, Kodama Tadayuki, Motohara Kentaro, Rigaut Francois, d'Orgeville Celine, Wang Shiang-Yu, Yoshida Michitoshi	4. 巻 11203
2. 論文標題 ULTIMATE-Subaru: enhancing the Subaru's wide-field capability with GLAO	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceeding SPIE	6. 最初と最後の頁 0G
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1117/12.2560539	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Abdurro'uf, Akiyama Masayuki	4. 巻 479
2. 論文標題 Evolution of spatially resolved star formation main sequence and surface density profiles in massive disc galaxies at $0 < z < 1$: inside-out stellar mass buildup and quenching	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 5083 ~ 5100
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/sty1771	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Matsuoka Yoshiki, Onoue Masafusa, Kashikawa Nobunari, Strauss Michael A, Iwasawa Kazushi, Lee Chien-Hsiu, Imanishi Masatoshi, Nagao Tohru, Akiyama Masayuki, et al.	4. 巻 872
2. 論文標題 Discovery of the First Low-luminosity Quasar at $z > 7$	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 L2 ~ L2
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/2041-8213/ab0216	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Schulze Andreas, Silverman John D., Kashino Daichi, Akiyama Masayuki, Schramm Malte, Sanders Dave, Kartaltepe Jeyhan, Daddi Emanuele, Rodighiero Giulia, Renzini Alvio, Arimoto Nobuo, Nagao Tohru, Puglisi Annagrazia, Trakhtenbrot Benny, Civano Francesca, Suh Hyewon	4. 巻 239
2. 論文標題 An FMOS Survey of Moderate-luminosity, Broad-line AGNs in COSMOS, SXDS, and E-CDF-S	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal Supplement Series	6. 最初と最後の頁 22 ~ 22
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4365/aae82f	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Matsuoka Yoshiki, Strauss Michael A., Kashikawa Nobunari, Onoue Masafusa, Iwasawa Kazushi, Tang Ji-Jia, Lee Chien-Hsiu, Imanishi Masatoshi, Nagao Tohru, Akiyama Masayuki, et al.	4. 巻 869
2. 論文標題 Subaru High-z Exploration of Low-luminosity Quasars (SHELLQs). V. Quasar Luminosity Function and Contribution to Cosmic Reionization at $z = 6$	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 150 ~ 150
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/aaee7a	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Yamashita Takuji, Nagao Tohru, Akiyama Masayuki, He Wanqiu, Ikeda Hiroyuki, Tanaka Masayuki, Niida Mana, Kajisawa Masaru, Matsuoka Yoshiki, Nobuhara Kodai, Lee Chien-Hsiu, Morokuma Tomoki, Toba Yoshiki, Kawaguchi Toshihiro, Noboriguchi Akatoki	4. 巻 866
2. 論文標題 A Wide and Deep Exploration of Radio Galaxies with Subaru HSC (WERGS). I. The Optical Counterparts of FIRST Radio Sources	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 140 ~ 140
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/aae1ac	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Minowa Yosuke, Clergeon Christophe S., Ono Yoshito H., Hattori Takashi, Hayano Yutaka, Rigaut Francois, d'Orgeville Celine, Akiyama Masayuki, Tanaka Yoko, Wung Matthew, Mieda Etsuko	4. 巻 10703
2. 論文標題 Current status of the laser guide star upgrade at Subaru Telescope	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of the SPIE	6. 最初と最後の頁 3P
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1117/12.2314093	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Rigaut Francois, Minowa Yosuke, Akiyama Masayuki, Ono Yoshito H., et al.	4. 巻 10703
2. 論文標題 A conceptual design study for Subaru ULTIMATE GLAO	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of the SPIE	6. 最初と最後の頁 24
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1117/12.2314085	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Ono Yoshito H., Minowa Yosuke, Clergeon Christophe S., Mieda Etsuko, Guyon Olivier, Lozi Julien, Akiyama Masayuki, Rigaut Francois, Hayano Yutaka, Oya Shin	4. 巻 10703
2. 論文標題 On-going and future AO activities on Subaru Telescope	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of the SPIE	6. 最初と最後の頁 0M
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1117/12.2312379	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Matsuoka Yoshiki, Iwasawa Kazushi, Onoue Masafusa, Kashikawa Nobunari, Strauss Michael A., Lee Chien-Hsiu, Imanishi Masatoshi, Nagao Tohru, Akiyama Masayuki, et al.	4. 巻 237
2. 論文標題 Subaru High-z Exploration of Low-luminosity Quasars (SHELLQs). IV. Discovery of 41 Quasars and Luminous Galaxies at $5.7 < z < 6.9$	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal Supplement Series	6. 最初と最後の頁 5~5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4365/aac724	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Toba Yoshiki, Nagao Tohru, Wang Wei-Hao, Matsuhara Hideo, Akiyama Masayuki, Goto Tomotsugu, Koyama Yusei, Ohya Youich, Yamamura Issei	4. 巻 840
2. 論文標題 Far-infrared Properties of Infrared-bright Dust-obscured Galaxies Selected with IRAS and AKARI Far-infrared All-sky Survey	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 21,10p
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/aa6d0a	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Abdurro'uf, Akiyama Masayuki	4. 巻 469
2. 論文標題 Understanding the scatter in the spatially resolved star formation main sequence of local massive spiral galaxies	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 2806 ~ 2820
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stx936	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ikeda H., Nagao T., Matsuoka K., Kawakatu N.a M., Akiyama M., Miyaji T., Morokuma T., Kajisaw	4. 巻 846
2. 論文標題 An Optically Faint Quasar Survey at z=5 in the CFHTLS Wide Field: Estimates of the Black Hole Masses and Eddington Ratios	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 57 ~ 57
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/aa83ae	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ueda Y., Hatsukade B., Kohno K., Yamaguchi Y., Tamura Y., Umehata H., Akiyama M., et al.	4. 巻 853
2. 論文標題 ALMA 26 arcmin2 Survey of GOODS-S at One-millimeter (ASAGAO): X-Ray AGN Properties of Millimeter-selected Galaxies	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 24,11p
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/aa9f10	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Ono Yoshiaki, Ouchi Masami, Harikane Yuichi, Toshikawa Jun, Rauch Michael, Yuma Suraphong, Sawicki Marcin, Shibuya Takatoshi, Shimasaku Kazuhiro, Oguri Masamune, Willott Chris, Akhlaghi Mohammad, Akiyama Masayuki, et al.	4. 巻 70
2. 論文標題 Great Optically Luminous Dropout Research Using Subaru HSC (GOLDRUSH). I. UV Luminosity functions at z=4-7 derived with the half-million dropouts on the 100 deg2 sky	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 S10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psx103	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Harikane Yuichi, Ouchi Masami, Ono Yoshiaki, Saito Shun, Behroozi Peter, More Surhud, Shimasaku Kazuhiro, Toshikawa Jun, Lin Yen-Ting, Akiyama Masayuki, Coupon Jean, Komiyama Yutaka, Konno Akira, Lin Sheng-Chieh, Miyazaki Satoshi, Nishizawa Atsushi J, Shibuya Takatoshi, Silverman John	4. 巻 70
2. 論文標題 GOLDRUSH. II. Clustering of galaxies at $z=4-6$ revealed with the half-million dropouts over the 100 deg ² area corresponding to 1 Gpc ³	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 S11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psx097	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Toshikawa Jun, Uchiyama Hisakazu, Kashikawa Nobunari, Ouchi Masami, Overzier Roderik, Ono Yoshiaki, Harikane Yuichi, Ishikawa Shogo, Kodama Tadayuki, Matsuda Yuichi, Lin Yen-Ting, Onoue Masafusa, Tanaka Masayuki, Nagao Tohru, Akiyama Masayuki, Komiyama Yutaka, Goto Tomotsugu, Lee Chien-Hsiu	4. 巻 70
2. 論文標題 GOLDRUSH. III. A systematic search for protoclusters at $z=4$ based on the > 100 deg ² area	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 S12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psx102	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Shirasaki Yuji, Akiyama Masayuki, Nagao Tohru, Toba Yoshiki, He Wanqiu, Ohishi Masatoshi, Mizumoto Yoshihiko, Miyazaki Satoshi, Nishizawa Atsushi J, Usuda Tomonori	4. 巻 70
2. 論文標題 Clustering of galaxies around AGNs in the HSC Wide survey	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 S30
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psx099	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Onoue Masafusa, Kashikawa Nobunari, Uchiyama Hisakazu, Akiyama Masayuki, Harikane Yuichi, Imanishi Masatoshi, Komiyama Yutaka, Matsuoka Yoshiki, Nagao Tohru, Nishizawa Atsushi J, Oguri Masamune, Ouchi Masami, Tanaka Masayuki, Toba Yoshiki, Toshikawa Jun	4. 巻 70
2. 論文標題 Enhancement of galaxy overdensity around quasar pairs at $z=3.6$ based on the Hyper Suprime-Cam Subaru Strategic Program Survey	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 S31
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psx092	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Uchiyama Hisakazu, Toshikawa Jun, Kashikawa Nobunari, Overzier Roderik, Chiang Yi-Kuan, Marinello Murilo, Tanaka Masayuki, Niino Yuu, Ishikawa Shogo, Onoue Masafusa, Ichikawa Kohei, Akiyama Masayuki, et al.	4. 巻 70
2. 論文標題 Luminous quasars do not live in the most overdense regions of galaxies at $z=4$	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 S32
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psx112	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 He Wanqiu, Akiyama Masayuki, et al.	4. 巻 70
2. 論文標題 Clustering of quasars in a wide luminosity range at redshift 4 with Subaru Hyper Suprime-Cam Wide-field imaging	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 S33
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psx129	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Akiyama Masayuki, He Wanqiu, et al.	4. 巻 70
2. 論文標題 The quasar luminosity function at redshift 4 with the Hyper Suprime-Cam Wide Survey	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 S34
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psx091	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Matsuoka Yoshiki, Onoue Masafusa, Kashikawa Nobunari, Iwasawa Kazushi, Strauss Michael A, Nagao Tohru, Imanishi Masatoshi, Lee Chien-Hsiu, Akiyama Masayuki, et al.	4. 巻 70
2. 論文標題 Subaru High- z Exploration of Low-Luminosity Quasars (SHELLQs). II. Discovery of 32 quasars and luminous galaxies at $5.7 < z < 6.8$	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 S35
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psx046	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Terashima Yuichi, Suganuma Makoto, Akiyama Masayuki, Greene Jenny E, Kawaguchi Toshihiro, Iwasawa Kazushi, Nagao Tohru, Noda Hirofumi, Toba Yoshiki, Ueda Yoshihiro, Yamashita Takuji	4. 巻 70
2. 論文標題 X-ray-bright optically faint active galactic nuclei in the Subaru Hyper Suprime-Cam wide survey	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 S36
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psx109	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計17件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 5件)

1. 発表者名 大金 原, 秋山 正幸
2. 発表標題 Shack-Hartmann光学系を用いた大気乱流分布測定 すばるでのオンスカイ試験
3. 学会等名 日本天文学会2023年春季年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 大金 原, 秋山 正幸, Jesse Cranney, Francois Rigaut, Noelia Martinez Rey, Celine D'Orgeville, 美濃和 陽典, 大野 良人
2. 発表標題 レーザーガイド星波面センサーにおけるローリングシャッター読み出しの影響
3. 学会等名 日本天文学会2022年春季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hajime Ogane, Masayuki Akiyama, Yoshito Ono, Yosuke Minowa, Shin Oya, Koki Terao
2. 発表標題 Atmospheric Turbulence Profiling for Precise Laser Tomographic Adaptive Optics
3. 学会等名 Sending and Imaging through Scattering and Fluctuating Field in Biology, Telecommunication, and Astronomy (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Masayuki Akiyama, Yosuke Minowa, Yoshito Ono, Koki Terao, Hajime Ogane, Takumi Akasawa, Shin Oya
2. 発表標題 High Resolution Astronomy with Laser Tomography Adaptive Optics
3. 学会等名 Sending and Imaging through Scattering and Fluctuating Field in Biology, Telecommunication, and Astronomy (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hajime Ogane, Masayuki Akiyama, Jesse Cranney, Francois Rigaut, Noelia Martinez Rey, Celine D'Orgeville, Yosuke Minowa, Yoshito Ono
2. 発表標題 Rolling Shutter Wavefront Sensor Effects for ULTIMATE-Subaru Ground Layer Adaptive Optics
3. 学会等名 WAVEFRONT SENSING IN THE VLT/ELT ERA VII (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Terao, K., Akiyama, M., Minowa, Y., Ono, Y., Ogane, H., Akawasa, Y., Oya, S., Yamamuro, T.
2. 発表標題 ULTIMATE-START:current status of the Subaru Tomography Adaptive optics Research experiment
3. 学会等名 SPIE Astronomical Telescope + Instrumentation (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Ogane, H., Akiyama, M., Cranney, J., Rigaut, F., Martinez Rey, N., D'Orgeville, C., Minowa, Y., Ono, Y.
2. 発表標題 Aliasing effect of rolling shutter readout in laser guide star wavefront sensing
3. 学会等名 SPIE Astronomical Telescope + Instrumentation (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 秋山正幸
2. 発表標題 高精度補償光学のための大気揺らぎのトモグラフィー
3. 学会等名 レーザー学会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大金原、秋山正幸、大屋真、大野良人
2. 発表標題 補償光学系を用いた大気揺らぎの高さ分布推定法の開発
3. 学会等名 日本天文学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大野良人、秋山正幸、寺尾航輝ほか
2. 発表標題 ULTIMATE-START: 数値シミュレーションを用いたレーザー トモグラフィー 補償光学の性能評価
3. 学会等名 日本天文学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 寺尾航輝、秋山正幸ほか
2. 発表標題 シャックハルトマン型波面センサー用マイクロレンズアレイの集光効率測定
3. 学会等名 日本天文学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 寺尾航輝、秋山正幸ほか
2. 発表標題 ULTIMATE-START:すばる望遠鏡レーザートモグラフィー補償光学の開発(IV)
3. 学会等名 日本天文学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大本薫、秋山正幸ほか
2. 発表標題 焦点面像を用いた補償光学装置の非共通光路収差の推定法の評価
3. 学会等名 日本天文学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大金原、秋山正幸ほか
2. 発表標題 補償光学系波面センサーによる大気揺らぎの高さ分布のリアルタイム推定
3. 学会等名 日本天文学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 満田和真、秋山正幸、櫻井大樹、大金原、大本薫、美濃和陽典、大屋真、大野良人、山室智康
2. 発表標題 すばる望遠鏡レーザートモグラフィー補償光学の開発(II)
3. 学会等名 日本天文学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大金原、秋山正幸、満田和真、大屋真
2. 発表標題 シャックハルトマン波面センサーを用いた大気シンチレーション測定
3. 学会等名 日本天文学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 秋山正幸, 鈴木元氣, 渡邊達朗, 櫻井大樹, 児玉忠恭 (東北大), 美濃和陽典, 小山佑世, 岩田生, 早野裕, 大屋真, 高遠徳尚, 田中賢幸 (国立天文台), 菅井肇 (東京大), 有本信雄 (ソウル大), ULTIMATE-Subaruチーム
2. 発表標題 すばる望遠鏡レーザトモグラフィー補償光学の開発
3. 学会等名 日本天文学会秋季年会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

広視野補償光学系の開発 https://www.astr.tohoku.ac.jp/~akiyama/index_Res_TMTinst.html 広視野補償光学の開発 https://www.astr.tohoku.ac.jp/~akiyama/index_Res_TMTinst.html 補償光学系の開発 http://www.astr.tohoku.ac.jp/~akiyama/index_Res_TMTinst.html
--

6. 研究組織			
	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	岩田 生 (Iwata Ikuru) (40399275)	国立天文台・TMTプロジェクト・准教授 (62616)	削除 2022年3月7日

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	小山 佑世 (Koyama Yusei) (40724662)	国立天文台・ハワイ観測所・准教授 (62616)	
研究分担者	高遠 徳尚 (Takato Naruhisa) (50261152)	国立天文台・ハワイ観測所・教授 (62616)	削除 2021年8月17日
研究分担者	有本 信雄 (Nobuo Arimoto) (60242096)	国立天文台・ハワイ観測所・名誉教授 (62616)	
研究分担者	美濃和 陽典 (Minowa Yosuke) (60450194)	国立天文台・ハワイ観測所・准教授 (62616)	

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	大野 良人 (Ono Yoshito)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関		
オーストラリア	オーストラリア国立大学		