

令和 4 年 5 月 27 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(A)（一般）

研究期間：2017～2020

課題番号：17H01111

研究課題名（和文）精密構造形成論へ：宇宙におけるバリオン、メタル、ダストの分布

研究課題名（英文）Towards Precision Structure Formation Theory: cosmic distribution of baryons, metal, and dust

研究代表者

長峯 健太郎（Nagamine, Kentaro）

大阪大学・理学研究科・教授

研究者番号：50714086

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 34,400,000円

研究成果の概要（和文）：当グループで開発している宇宙論的流体コードGADGET3-Osakaに新たな物理モデルを導入して大規模構造形成シミュレーションを実行した。特に、星形成、超新星爆発フィードバック、ダストの形成/破壊などの新しいモデルを実装した。宇宙論的なlight coneデータを作成し、中性水素によるライマンアルファ吸収、銀河とHIの相関、パワースペクトル、バイアスなどの解析を行なった。銀河周辺のライマンアルファ吸収の度合いが大質量銀河の方が小質量銀河よりも強いことを見出し、超新星爆発フィードバックの影響が30%程度であることを定量的に評価した。またN体計算の結果にHIを効率よく分布させるモデルも開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

精密宇宙論の時代において、宇宙の構造形成をより正確に理解するためにはダークマターとバリオンの分布をしっかりと把握し、フィードバックの影響を解明しなければならない。本研究は近い将来に日本が主導するすばるPFS観測に向けて、この問題に理論的側面からアプローチし、宇宙における中性水素と銀河の分布に迫った。また、宇宙の構造形成をより深く理解することは、究極的には「我々はどこからきたのか？」という人類の根源的な疑問に答えることに繋がり、この宇宙における我々の居場所をより明確にするものである。

研究成果の概要（英文）：New physical models were implemented in the cosmological hydrodynamic code GADGET3-Osaka, which is being developed by our group, to run large-scale structure formation simulations. In particular, we implemented new models for star formation, supernova feedback, and dust formation/destruction. Cosmological light cone data were generated and analyzed for Lyman-alpha absorption by neutral hydrogen, galaxy-HI correlations, power spectra, and biases. We found that the degree of Lyman-alpha absorption around galaxies is stronger in massive galaxies than in less massive galaxies, and quantitatively evaluated the effect of supernova feedback to be about 30%. We also developed a model to efficiently distribute HI in the N-body simulations.

研究分野：宇宙物理学

キーワード：銀河形成 宇宙論 ダークマター 超新星爆発 フィードバックモデル 星形成

1. 研究開始当初の背景

観測的宇宙論はこの20年間に爆発的進展を遂げ、いわゆる「精密宇宙論」と呼ばれる時代に突入した。1990年代半ばにCOBE、その後21世紀に入ってからWMAP、Planckなどの衛星計画によって宇宙背景放射の精密な観測が行われ、宇宙論パラメータが10%以内の精度で決まり、ダークマターとダークエネルギーに支配された Λ cold dark matter(CDM)モデルが標準宇宙モデルとなった。一方で、銀河光度関数の宇宙論的進化などの構造形成は未だに完全には理解されていない。今後10年間の研究は精密宇宙論をベースに、宇宙の構造形成をより精密に把握していく『精密構造形成論』へと向かっている。具体的にはダークマター、ガス、星、メタル、ダストがこの宇宙にどのように分布しているのかを精密に把握するというミッションである。

ダークマターとガス(バリオン)分布に関しては、'80-'90年代に一定の研究の進展があり、宇宙論的シミュレーションと天文観測の協調により、 Λ CDM宇宙における物質分布の理解が深まってきた。特に、銀河の2点相関関数やLyman- α forest (以後LAF)と呼ばれるクエーサー吸収線系の統計的解析がなされ(e.g., Davis et al. 1985; Cen et al. 1994)、銀河間物質(Intergalactic medium; IGM)がフィラメント状(cosmic web)に分布していることが示唆されてきた。

21世紀に入ると、Sloan Digital Sky Survey (SDSS)などの大規模サーベイにより Ly-limit system (LLS), Damped Ly α system (DLA)などの中性水素(HI)柱密度が高い吸収線系の大規模サンプルが手に入り(e.g., Prochaska et al. 2004)、銀河とIGMの相互作用やMg II, C IVなどの金属分布が研究の焦点となっていった。

これらの先行研究により、深い吸収線系に対応するガスが高赤方偏移の銀河ディスクやその周辺にあるガス(Circum-galactic medium; CGM)に対応していて、金属吸収線は超新星爆発や巨大ブラックホールによってメタルが吹き飛ばされるフィードバック過程について重要な情報を与えてくれることがわかってきた。こうした吸収線系から得られる情報は星形成とは独立なため、銀河の光度に頼った観測に比べて無バイアスであるという大きな天文学的メリットがある。

また最近では、クエーサーよりも高密度に分布する高赤方偏移の星形成銀河を背景光源として、影絵のようにIGMの空間分布をトモグラフィ(水素のLy α 吸収線を利用)によって調べることが可能になってきている。すばる望遠鏡では、現在SUMIREプロジェクトの初段階のHSC撮像サーベイが進行しているが、次に多天体分光装置PFSが2023年から稼働し、その広視野・高分解能を活かした大規模IGM tomography観測が始まる予定である。この世界に先駆けたtomography観測データを宇宙論的に解釈するためには、宇宙論的シミュレーションによる理論モデルが不可欠であり、それはPFSの主要観測パラメータ(背景光源数や最適波長など)を決定するためにも重要な役割を果たす。宇宙論パラメータの推定に重要な役割を果たすバリオン音響振動スケールも最近BOSSプロジェクトが検出したが(Slosar et al. 2013)、その研究においても宇宙論的シミュレーションが決定的な役割を果たしている。

2. 研究の目的

すばる望遠鏡のIGM tomography観測に対応する理論的予測を行い、『精密構造形成論』に先鞭をつける。そのために宇宙論的流体シミュレーションを実行し、宇宙における全物質の3次元分布を時系列で追い、そのデータを今後の観測プロジェクトに役立てる。超新星爆発と巨大ブラックホールからのアウトフローが、IGMをメタルとダストで汚染する過程や効率を明らかにする。大規模シミュレーションの結果から、擬似LAFデータを作成・解析し、紫外線背景輻射場の影響、LAFのフラックス分布関数、パワースペクトル、HIのバイアスなどを詳細に調べて、すばるPFS観測の主要パラメータの決定にも貢献する。

3. 研究の方法

精密構造形成論の確立に向けて、銀河形成・星形成・超新星フィードバック・ダストの形成/破壊などの物理モデルを含んだ宇宙論的流体シミュレーションを実行し、すばるPFSによるLy α tomography観測のための計画立案および理論的予測を行う。そのベースとなる様々な物理モデルに関して、当研究グループによるこの10年間の蓄積を土台にして本研究でさらに飛躍させる。大規模構造を含む大きな領域をカバーする宇宙論的流体シミュレーションに仮想的な天文観測の視線を打ち、Ly α 吸収線の計算を行い、フラックス分布関数、パワースペクトルなどを計算する。また、可能な限り観測結果との比較も行い、超新星フィードバックの効率や紫外線背景輻射場の宇宙論的進化などを明らかにする。

4. 研究成果

本研究の初段階では、まずダストの形成・破壊のモデルと超新星爆発フィードバックのモデルをGADGET3-Osakaコード(当研究室にて以前から開発している宇宙論的流体シミュレーションN-body/SPHコード)に導入した。以下に順番にテーマ別に研究成果を説明する。

4-1. ダストの形成・破壊モデルの構築と導入、宇宙論的シミュレーションへの応用

まず、Aoyama et al. (2017)において Hirashita (2015)の2コンポーネントモデルを孤立銀河系に導入し、テストを行った。このモデルでは、星によるダスト形成、超新星爆発の衝撃波によるダスト破壊、金属降着による成長、ダスト粒子の合体と破砕などの効果を考慮している。その結果、妥当な計算量の範囲内で非常に近似の良いモデルが導入できて、銀河内部でのダストの形成・破壊を大小2つのダストのカテゴリーに切り分けて扱うことができるようになった。これにより、天の川銀河のような銀河内部において、時間的・空間的にどのように大小のダスト分布や減光曲線が変化するか、吟味できるようになった。Hou et al. (2017)では天の川銀河の減光曲線が再現できることを示し、その時間的変化、密度や金属量への依存性などの物理的背景を明らかにした。

さらに Aoyama et al. (2019)及び Hou et al. (2019)では、孤立銀河系でテストしたモデルを宇宙論的シミュレーションに拡張して(100Mpc/h)³の共同体積の領域を計算し、 $z \sim 0-3$ の銀河観測(特にサブミリ波観測)と比較し、銀河のダスト質量関数や宇宙全体のダスト質量密度の進化などについて、一定の成功を収めた。

また、Aoyama et al. (2020)では2コンポーネントモデルからさらに一歩進めて、ダストの分布関数をより細かい32ビンで扱うものにアップデートし、その進化を含む計算を実行することに成功した。これによって大小2つだけではなく、より細かいダスト分布関数の進化が計算できるようになり、当初大きなダストが主に形成され、それが徐々にプロセスされることにより小さなダストが増えていき、最後に幂関数的な分布が実現されることを明らかにした。

4-2. 超新星爆発フィードバックモデルと宇宙論的流体シミュレーション

従来の宇宙論的シミュレーションでは分解能がそこまで良くなかった(\geq 数kpc)ので、銀河全体の星質量や星形成率などを利用したフィードバックモデルが多用されてきたが、徐々に解像度が上がっていくにつれて(≤ 1 kpc)、局所的な物理量(例えばガス密度や温度など)を用いたより物理的な星形成モデルとフィードバックモデルが望まれていた。そこで、Shimizu et al. (2019)では Sedov-Taylor 解をベースとした熱的・運動力学的フィードバックの両方を考慮したモデルを開発し、GADGET3-Osaka コードに導入して孤立銀河系においてテストした。宇宙論的進化を計算した。そこでは化学進化モデル CELib (Saitoh 2017)、一様背景紫外線場モデルも用いている。物理的モデル依存性を見るために、self-shielding 効果の有無、超新星フィードバックの有無、銀河風モデルの変更、背景紫外線場モデルの変更などのバリエーションを考慮し、合計5つのランを実行した。以下にこれらのランの解析結果について説明する。

4-3. LAF, 中性水素と銀河分布の相関、そしてバイアス

シミュレーションのスナップショットから実際の天文観測に対応する宇宙論的な light cone データを作成し、LAF をポストプロセスで計算した(図1参照)。そして、Nagamine et al. (2021)では LAF のフラックス分布関数、1次元パワースペクトル $P_{LD}(k)$ などを計算して観測と比較した。 $P_{LD}(k)$ については微妙な形のずれはあるものの、全体的な赤方偏移依存性と概形は再現できた。より直接的な結果として、銀河周辺の HI による吸収の度合い (flux contrast, η_F) を銀河中心からの距離の関数として図2に示す。星質量の大きな銀河ほど、より強い吸収の度合いを銀河周辺で起こしていることがわかった。一方、小質量銀河は全体的により低密度領域に存在し、周辺の HI 量も少ないため吸収の度合いも弱い。全体のサンプルに小質量銀河が多数含まれると、そちらにシグナルが引きずられ、平均的な結果は下方に出ることがわかった。また、動径が大きい領域では全ての線が一定値に漸近し、 Λ CDM モデルにおける銀河間物質分布(つまり大規模構造)が観測と整合的であることが示された。

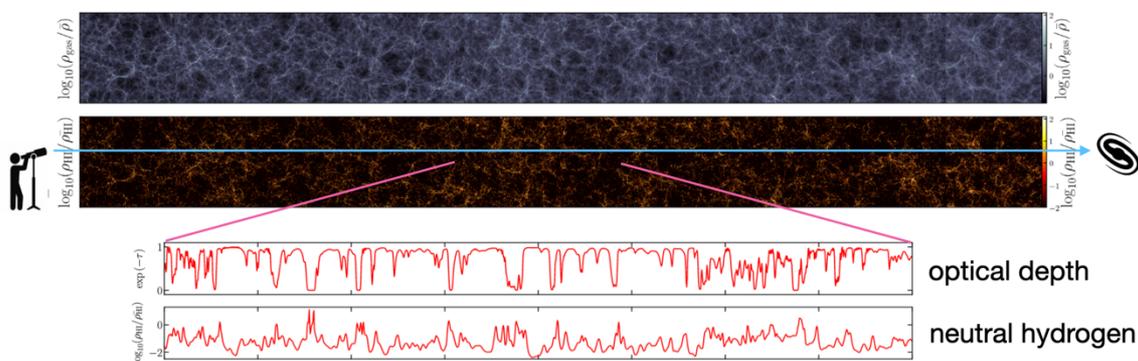


図1：宇宙論的な light cone データ。上部二つのパネルはそれぞれ高さ 100Mpc/h、長さ 1Gpc/h、奥行き 10Mpc/h (comoving) をカバーしており、下二つのパネルはその一部に対応する LAF データ (光学的厚みと HI 密度)。

また、上記の5つのランによる物理的モデル依存性を吟味した結果、銀河周辺 $\approx 100\text{kpc}$ の領域で、 η_F に対して30%ほどの影響があることがわかった。

Momose et al. (2021)においては、銀河とHIの相関関数をIGM tomography観測CLAMATOプロジェクト(Lee et al. 2014)と同様に計算し、その結果がダークマターハロー質量に強く依存することを示した。これは銀河バイアスを反映していると考えられる。Liang et al. (2021)においても同様の計算を行い、銀河の密度過剰とflux contrastの間の正の相関を、実際の観測データとシミュレーションの両方で検出した。

Ando et al. (2019)では、将来の水素21cm探査とバリオン音響振動(Baryonic Acoustic Oscillation; BAO)を念頭に、HIとダークマター分布のパワースペクトル、相互相関関数、バイアスのスケール依存性、赤方偏移歪曲効果などを吟味した。Ando et al. (2021)では、ダークマターハローにHIガスを割り当てるモデルを開発し、パワースペクトルやバイアスの再現性について解析した。このモデルでは、通常のビリアル半径の外側にあるHIも考慮することによって、BAOスケールまでHIパワースペクトルがより正確に再現できることがわかった。

一方、Sinigaglia et al. (2021)では、ダークマター・バリオン・HIガス・温度分布を階層的に利用することによって、ダークマター分布にバリオンを割り当てる「Bias Assignment Method (BAM)法」を開発し、N体シミュレーションだけからHIの2点相関と3点相関関数をより短時間で効率的に計算することに成功した。Sinigaglia et al. (2021)ではその手法をさらに機械学習的な手法を用いて発展させてHydro-BAM法を開発し、LAFのパワースペクトルをFluctuating Gunn-Peterson近似よりも正確に計算できることを示した。これは、LAFをより正確に記述するためには、バリオンの電離度などの熱的性質まで考慮しなければならないことを示唆している。

4-4. まとめ

後半の主要な成果としては、 Λ CDMモデルに基づいた宇宙論的流体シミュレーションを実行し、LAFやIGM tomographyという観測結果との直接比較をすることによって、宇宙の中性水素分布や物理的モデルの影響について制限をつけた。特にflux contrastの銀河質量依存性とバイアスについては、将来PFS観測を解釈する上で非常に重要になる結果である。今後は金属吸収線についても同様の解析を実行し、さらに精密な制限をモデルに加えていくことが必要である。さらに活動銀河核によるフィードバックを実装し、銀河と巨大ブラックホールの共進化を宇宙論的な視点から総合的に解いていく必要がある。また、前半に達成したダストの形成・破壊モデルについても、今後水素分子やCO分子も扱えるように拡張していき、ダストと同時に分子雲の形成も扱えるようにすることで、より統一的な星形成モデルにアプローチすることができるようになる。

<引用文献>

- Ando, R., et al. 2019, MNRAS, 484, 5389
 Ando, R., et al. 2021, MNRAS, 507, 2937
 Aoyama, S., et al., 2017, MNRAS, 466, 105
 Aoyama, S., et al., 2018, MNRAS, 478, 4905
 Aoyama, S., et al., 2019, MNRAS, 484, 1852
 Aoyama, S., et al., 2020, MNRAS, 491, 3844
 Cen, R., et al. 1994, ApJL, 437, L9
 Davis, M., et al. 1985, ApJ, 292, 371
 Hirashita, H., 2015, ApJ, 447, 2937
 Hou, K.-C., et al. 2017, MNRAS, 469, 870
 Hou, K.-C., et al. 2019, MNRAS, 485, 1727
 Lee, K.-G., et al., 2014, ApJL, 795, L12
 Liang, Y., et al., 2021, ApJ, 907, 3

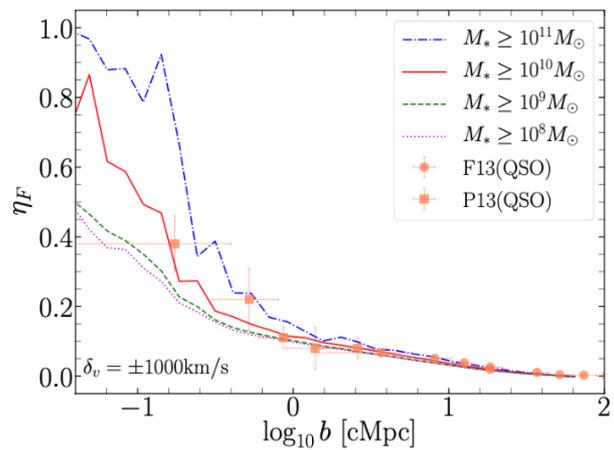


図2: Flux contrastを銀河中心からの距離の関数として示したもの。異なる星質量サンプルからの結果について4本の線が示されている。

Momose et al. 2019, ApJ,
Momose et al. 2020, ApJ,
Nagamine, K., et al. 2021, ApJ, 914, 66
Prochaska, J. 2004, PASA, 116, 62
Saitoh, T., 2017, AJ, 153, 85
Shimizu et al., 2019, MNRAS, 484, 2632
Sinigaglia et al. 2021, ApJ, 921, 66
Sinigaglia et al. 2022, ApJ, 927, 230
Slosar, A. et al. 2013, JCAP, 4, 26

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計36件（うち査読付論文 36件 / うち国際共著 28件 / うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 Sinigaglia Francesco, Kitaura Francisco-Shu, Balaguera-Antolinez Andres, Shimizu Ikkoh, Nagamine Kentaro, Sanchez-Benavente Manuel, Ata Metin	4. 巻 927
2. 論文標題 Mapping the Three-dimensional Ly Forest Large-scale Structure in Real and Redshift Space	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 230 ~ 230
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ac5112	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 Sinigaglia Francesco, Kitaura Francisco-Shu, Balaguera-Antolinez A., Nagamine Kentaro, Ata Metin, Shimizu Ikkoh, Sanchez-Benavente M.	4. 巻 921
2. 論文標題 The Bias from Hydrodynamic Simulations: Mapping Baryon Physics onto Dark Matter Fields	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 66 ~ 66
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ac158b	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 Ando Rika, Nishizawa Atsushi J, Shimizu Ikko, Nagamine Kentaro	4. 巻 507
2. 論文標題 Reconstructing HI power spectrum with minimal parameters using the dark matter distribution beyond haloes	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 2937 ~ 2948
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stab2284	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 Yajima Hidenobu, Abe Makito, Khochfar Sadegh, Nagamine Kentaro, Inoue Akio K, Kodama Tadayuki, Arata Shohei, Dalla-Vecchia Claudio, Fukushima Hajime, Hashimoto Takuya, Kashikawa Nobunari, Kubo Mariko, Li Yuexing, Matsuda Yuichi, Mawatari Ken, Ouchi Masami, Umehata Hideki	4. 巻 509
2. 論文標題 FOREVER22: galaxy formation in protocluster regions	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 4037 ~ 4057
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stab3092	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 Roca-Fabrega Santi, Kim Ji-hoon, Hausammann Loic, Nagamine Kentaro, Lupi Alessandro, Powell Johnny W., Shimizu Ikkoh, Ceverino Daniel, Primack Joel R., Quinn Thomas R., Revaz Yves, Velazquez Hector, Abel Tom, Buehlmann Michael, Dekel Avishai, Dong Bili, Hahn Oliver, et al.	4. 巻 917
2. 論文標題 The AGORA High-resolution Galaxy Simulations Comparison Project. III. Cosmological Zoom-in Simulation of a Milky Way-mass Halo	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 64 ~ 64
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ac088a	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 Nagamine Kentaro, Shimizu Ikkoh, Fujita Katsumi, Suzuki Nao, Lee Khee-Gan, Momose Rieko, Mukae Shiro, Liang Yongming, Kashikawa Nobunari, Ouchi Masami, Silverman John D.	4. 巻 914
2. 論文標題 Probing Feedback via IGM tomography and the Ly Forest with Subaru PFS, TMT/ELT, and JWST	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 66 ~ 66
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/abfa16	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 Momose Rieko, Shimasaku Kazuhiro, Nagamine Kentaro, Shimizu Ikkoh, Kashikawa Nobunari, Ando Makoto, Kusakabe Haruka	4. 巻 912
2. 論文標題 Catch Me if You Can: Biased Distribution of Ly -emitting Galaxies according to the Viewing Direction	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal Letters	6. 最初と最後の頁 L24 ~ L24
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/2041-8213/abf04c	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 Momose Rieko, Shimizu Ikkoh, Nagamine Kentaro, Shimasaku Kazuhiro, Kashikawa Nobunari, Kusakabe Haruka	4. 巻 911
2. 論文標題 Connection between Galaxies and HI in Circumgalactic and Intergalactic Media: Variation according to Galaxy Stellar Mass and Star Formation Activity	5. 発行年 2021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/abe1b9	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 Momose Rieko, Shimasaku Kazuhiro, Kashikawa Nobunari, Nagamine Kentaro, Shimizu Ikkoh, Nakajima Kimihiko, Terao Yasunori, Kusakabe Haruka, Ando Makoto, Motohara Kentaro, Spitler Lee	4. 巻 909
2. 論文標題 Environmental Dependence of Galactic Properties Traced by Ly Forest Absorption: Diversity among Galaxy Populations	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 117 ~ 117
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/abd2af	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 Liang Yongming, Kashikawa Nobunari, Cai Zheng, Fan Xiaohui, Prochaska J. Xavier, Shimasaku Kazuhiro, Tanaka Masayuki, Uchiyama Hisakazu, Ito Kei, Shimakawa Rhythm, Nagamine Kentaro, Shimizu Ikkoh, Onoue Masafusa, Toshikawa Jun	4. 巻 907
2. 論文標題 Statistical Correlation between the Distribution of Ly Emitters and Intergalactic Medium HI at z=2.2 Mapped by the Subaru/Hyper Suprime-Cam	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 3 ~ 3
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/abcd93	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 Arata Shohei, Yajima Hidenobu, Nagamine Kentaro, Abe Makito, Khochfar Sadegh	4. 巻 498
2. 論文標題 Starbursting [O iii] emitters and quiescent [C ii] emitters in the reionization era	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 5541 ~ 5556
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/staa2809	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 Mukae Shiro, Ouchi Masami, Cai Zheng, Lee Khee-Gan, Prochaska J. Xavier, Cantalupo Sebastiano, Ono Yoshiaki, Zheng Zheng, Nagamine Kentaro, Suzuki Nao, Silverman John D., Misawa Toru, Inoue Akio K., Hennawi Joseph F., Matsuda Yuichi, Mawatari Ken, Sugahara Yuma, Kojima Takashi et al.	4. 巻 896
2. 論文標題 Three-dimensional Distribution Map of HI Gas and Galaxies around an Enormous Ly Nebula and Three QSOs at z= 2.3 Revealed by the HI Tomographic Mapping Technique	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 45 ~ 45
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ab8db7	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 Aoyama Shohei, Hirashita Hiroyuki, Nagamine Kentaro	4. 巻 491
2. 論文標題 Galaxy simulation with the evolution of grain size distribution	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 3844 ~ 3859
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stz3253	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 Fujimoto Seiji, Ouchi Masami, Ferrara Andrea, Pallottini Andrea, Ivison R. J., Behrens Christoph, Gallerani Simona, Arata Shohei, Yajima Hidenobu, Nagamine Kentaro	4. 巻 887
2. 論文標題 First Identification of 10 kpc [C ii] 158 μ m Halos around Star-forming Galaxies at $z = 5-7$	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 107 ~ 124
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ab480f	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 Arata Shohei, Yajima Hidenobu, Nagamine Kentaro, Li Yuexing, Khochfar Sadegh	4. 巻 488
2. 論文標題 Radiative properties of the first galaxies: rapid transition between UV and infrared bright phases	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 2629 ~ 2643
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stz1887	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 Hou Kuan-Chou, Aoyama Shohei, Hirashita Hiroyuki, Nagamine Kentaro, Shimizu Ikkoh	4. 巻 485
2. 論文標題 Dust scaling relations in a cosmological simulation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 1727 ~ 1744
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stz121	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 Ando Rika, Nishizawa Atsushi J, Hasegawa Kenji, Shimizu Ikkoh, Nagamine Kentaro	4. 巻 484
2. 論文標題 Redshift space distortion of 21cm line at $1 < z < 5$ with cosmological hydrodynamic simulations	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 5389 ~ 5399
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stz319	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 Shimizu Ikkoh, Todoroki Keita, Yajima Hidenobu, Nagamine Kentaro	4. 巻 484
2. 論文標題 Osaka feedback model: isolated disc galaxy simulations	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 2632 ~ 2655
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stz098	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 Aoyama Shohei, Hirashita Hiroyuki, Lim Chen-Fatt, Chang Yu-Yen, Wang Wei-Hao, Nagamine Kentaro, Hou Kuan-Chou, Shimizu Ikkoh, Chung Hui-Hsuan, Lee Chien-Hsiu, Zheng Xian-Zhong	4. 巻 484
2. 論文標題 Comparison of cosmological simulations and deep submillimetre galaxy surveys	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 1852 ~ 1864
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stz021	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 Hou Kuan-Chou, Aoyama Shohei, Hirashita Hiroyuki, Nagamine Kentaro, Shimizu Ikkoh	4. 巻 485
2. 論文標題 Dust scaling relations in a cosmological simulation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 1727 ~ 1744
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stz121	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 Ando Rika, Nishizawa Atsushi J, Hasegawa Kenji, Shimizu Ikkoh, Nagamine Kentaro	4. 巻 484
2. 論文標題 Redshift space distortion of 21cm line at $1 < z < 5$ with cosmological hydrodynamic simulations	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 5389 ~ 5399
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stz319	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 -

1. 著者名 Shimizu Ikkoh, Todoroki Keita, Yajima Hidenobu, Nagamine Kentaro	4. 巻 484
2. 論文標題 Osaka feedback model: isolated disc galaxy simulations	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 2632 ~ 2655
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stz098	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 Aoyama Shohei, Hirashita Hiroyuki, Lim Chen-Fatt, Chang Yu-Yen, Wang Wei-Hao, Nagamine Kentaro, Hou Kuan-Chou, Shimizu Ikkoh, Chung Hui-Hsuan, Lee Chien-Hsiu, Zheng Xian-Zhong	4. 巻 484
2. 論文標題 Comparison of cosmological simulations and deep submillimetre galaxy surveys	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 1852 ~ 1864
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stz021	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 Aoyama Shohei, Hou Kuan-Chou, Hirashita Hiroyuki, Nagamine Kentaro, Shimizu Ikkoh	4. 巻 478
2. 論文標題 Cosmological simulation with dust formation and destruction	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 4905 ~ 4921
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/sty1431	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 Arata Shohei, Yajima Hidenobu, Nagamine Kentaro	4. 巻 475
2. 論文標題 Gas clump formation via thermal instability in high-redshift dwarf galaxy mergers	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 4252 ~ 4262
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/sty122	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 -

1. 著者名 Aoyama Shohei, Hou Kuan-Chou, Hirashita Hiroyuki, Nagamine Kentaro, Shimizu Ikkoh	4. 巻 478
2. 論文標題 Cosmological simulation with dust formation and destruction	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 4905 ~ 4921
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/sty1431	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 Arata Shohei, Yajima Hidenobu, Nagamine Kentaro	4. 巻 475
2. 論文標題 Gas clump formation via thermal instability in high-redshift dwarf galaxy mergers	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 4252 ~ 4262
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/sty122	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 Li-Hsin, Hirashita Hiroyuki, Hou Kuan-Chou, Aoyama Shohei, Shimizu Ikkoh, Nagamine Kentaro	4. 巻 474
2. 論文標題 Populating H2 and CO in galaxy simulation with dust evolution	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 1545 ~ 1563
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stx2863	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 Spinoglio L., et al.	4. 巻 34
2. 論文標題 Galaxy Evolution Studies with the SPace IR Telescope for Cosmology and Astrophysics (SPICA): The Power of IR Spectroscopy	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Australia	6. 最初と最後の頁 e057 ~ 70
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/pasa.2017.48	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 Yajima Hidenobu, Nagamine Kentaro, Zhu Qirong, Khochfar Sadegh, Vecchia Claudio Dalla	4. 巻 846
2. 論文標題 Growth of First Galaxies: Impacts of Star Formation and Stellar Feedback	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 30 ~ 43
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/aa82b5	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 Hou Kuan-Chou, Hirashita Hiroyuki, Nagamine Kentaro, Aoyama Shohei, Shimizu Ikkoh	4. 巻 469
2. 論文標題 Evolution of dust extinction curves in galaxy simulation	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 870 ~ 885
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stx877	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 Aoyama Shohei, Hou Kuan-Chou, Shimizu Ikkoh, Hirashita Hiroyuki, Todoroki Keita, Choi Jun-Hwan, Nagamine Kentaro	4. 巻 466
2. 論文標題 Galaxy simulation with dust formation and destruction	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 105 ~ 121
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stw3061	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 Aoyama Shohei, Hirashita Hiroyuki, Lim Chen-Fatt, Chang Yu-Yen, Wang Wei-Hao, Nagamine Kentaro, Hou Kuan-Chou, Shimizu Ikkoh, Chung Hui-Hsuan, Lee Chien-Hsiu, Zheng Xian-Zhong	4. 巻 484
2. 論文標題 Comparison of cosmological simulations and deep submillimetre galaxy surveys	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 1852 ~ 1864
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stz021	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 Shimizu Ikkoh, Todoroki Keita, Yajima Hidenobu, Nagamine Kentaro	4. 巻 484
2. 論文標題 Osaka feedback model: isolated disc galaxy simulations	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 2632 ~ 2655
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stz098	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 Ando Rika, Nishizawa Atsushi J, Hasegawa Kenji, Shimizu Ikkoh, Nagamine Kentaro	4. 巻 484
2. 論文標題 Redshift space distortion of 21cm line at $1 < z < 5$ with cosmological hydrodynamic simulations	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 5389 ~ 5399
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stz319	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 Hou Kuan-Chou, Aoyama Shohei, Hirashita Hiroyuki, Nagamine Kentaro, Shimizu Ikkoh	4. 巻 485
2. 論文標題 Dust scaling relations in a cosmological simulation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 1727 ~ 1744
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stz121	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80件（うち招待講演 27件 / うち国際学会 26件）

1. 発表者名 Fukushima Keita, Nagamine Kentaro, Shimizu Ikkoh
2. 発表標題 Star Formation and Chemical Enrichment in Protoclusters
3. 学会等名 Galaxy Cluster Formation II (GCF 2021) - Virtual Workshop (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 長峯健太郎
2. 発表標題 銀河理論からGREX-PLUSに期待されるサイエンス
3. 学会等名 GREX-PLUSサイエンス検討会FY2021 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 福島啓太、長峯健太郎、松本明訓、大内正己、斎藤 貴之、平居悠
2. 発表標題 形成初期銀河での化学組成比進化
3. 学会等名 2022年春季天文学会年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 N. Ledos, S. Takasao, K. Nagamine
2. 発表標題 Effect of heat conduction onto cold streams accretion inside circumgalactic-medium of massive high redshift galaxies
3. 学会等名 2022年春季天文学会年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 A. Wiliardy, K. Nagamine, et al.
2. 発表標題 AGN Feedback Model in Galaxy Simulation
3. 学会等名 2022年春季天文学会年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 R. Teraguchi, K. Nagamine, et al.
2. 発表標題 Cold Streamによる銀河へのガスの供給と星形成率の関係
3. 学会等名 理論懇シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 K. Nagamine
2. 発表標題 Dust in Galaxy Simulations
3. 学会等名 Workshop on Cosmic Dust (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 K. Nagamine
2. 発表標題 Galaxy, SMBH formation (including Reionization)
3. 学会等名 NAOJ Future Symposium -- beyond the wavelengths (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 K. Nagamine
2. 発表標題 Anatomy of Cosmic Gas: galaxy clusters, SN / AGN / CR feedback (大規模構造と銀河形成の観点から)
3. 学会等名 「高エネルギー現象で探る宇宙の多様性」, 宇宙線研究所共同利用小研究会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 K. Nagamine
2. 発表標題 Galaxy Formation & Metallicity Distribution
3. 学会等名 Metal-poor Universe 2021 (金属欠乏宇宙2021) (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 K. Nagamine
2. 発表標題 Probing Feedback via Ly forest & IGM tomography
3. 学会等名 IGM-Galaxy Workshop 2021 (銀河-銀河間物質研究会) (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 A. Williardy, K. Nagamine, R. Cen
2. 発表標題 AGN Jet Feedback Model for Galaxy Simulation
3. 学会等名 2021年秋季天文学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Y. Oku, K. Tomida, K. Nagamine, K., I. Shimizu
2. 発表標題 多相アウトフローを考慮した超新星フィードバックモデルの構築
3. 学会等名 2021年秋季天文学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Fukushima, K., Nagamine, K.
2. 発表標題 原始銀河団中銀河の Ly α 放射とその星形成史
3. 学会等名 2021年秋季天文学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 安藤梨花, 西澤淳, 長峯健太郎, 清水一紘
2. 発表標題 21-cm線観測によるBAO解析のための理論的枠組みの構築
3. 学会等名 2021年秋季天文学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Oku, Y., et al.
2. 発表標題 Osaka Feedback Model II: modeling feedback based on high-resolution simulations
3. 学会等名 AGORA Workshop 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 K. Nagamine
2. 発表標題 Probing Feedback by Lya forest and IGM tomography
3. 学会等名 AGORA Workshop 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 A. Williardy, K. Nagamine, R. Cen
2. 発表標題 AGN Feedback Model for Galaxy Simulation
3. 学会等名 2021年春季天文学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Y. Oku, K. Tomida, K. Nagamine, K., I. Shimizu
2. 発表標題 超新星残骸の時間発展を考慮した超新星フィードバックモデルの構築
3. 学会等名 2021年春季天文学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Fukushima, K., Nagamine, K.
2. 発表標題 原始銀河団領域での星形成・化学組成比進化
3. 学会等名 2021年春季天文学会年会
4. 発表年 2021年

1 . 発表者名 J. M. Norris, K. Nagamine, I. Shimizu
2 . 発表標題 Probing the IGM via Mock Metal Observations at $z=2.0\sim 3.0$
3 . 学会等名 CfCA Users' Meeting
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 A. Williardy, K. Nagamine, R. Cen
2 . 発表標題 AGN Feedback Model for Galaxy Simulation
3 . 学会等名 CfCA Users' Meeting
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 N. Ledos, S. Takasao, K. Nagamine
2 . 発表標題 Development of a Riemann-type solver for the hyperbolic formulation of anisotropic heat conduction for magnetohydrodynamic code
3 . 学会等名 CfCA Users' Meeting
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 Y. Oku, K. Tomida, K. Nagamine, I. Shimizu
2 . 発表標題 Modeling Supernovae Based on High Resolution Simulations
3 . 学会等名 CfCA Users' Meeting
4 . 発表年 2021年

1. 発表者名 福島啓太、長峯健太郎、清水一紘
2. 発表標題 原始銀河団領域での星形成・化学組成比進化
3. 学会等名 CfCA Users' Meeting
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 K. Nagamine
2. 発表標題 Metal & Dust in Cosmological Hydrodynamic Simulations
3. 学会等名 Dust2020 in Marseille, The Rise of Metals and Dust in Galaxies through Cosmic Time (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Fukushima, K., Nagamine, K., Shimizu, I.
2. 発表標題 原始銀河団中ガスのLy 放射と金属組成比分布
3. 学会等名 2020年秋季天文学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 A. Williardy, K. Nagamine, R. Cen
2. 発表標題 AGN Feedback Model in GADGET3-Osaka: Cosmological Simulation
3. 学会等名 2020年秋季天文学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Y. Oku, K. Tomida, K. Nagamine, I. Shimizu
2. 発表標題 高分解能シミュレーションに基づいた超新星フィードバックモデルの構築
3. 学会等名 2020年秋季天文学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 J. M. Norris, K. Nagamine, I. Shimizu
2. 発表標題 Synthetic Metal Observations of $z=2.0$ IGM within Osaka Feedback Model Simulations
3. 学会等名 2020年秋季天文学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 K. Nagamine
2. 発表標題 銀河形成理論レビュー (Galaxy Formation: theory review)
3. 学会等名 銀河・銀河間物質研究会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Y. Oku, K. Tomida, K. Nagamine, I. Shimizu
2. 発表標題 Modeling Supernovae Based on High Resolution Simulations
3. 学会等名 銀河・銀河間物質研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 福島啓太、長峯健太郎、清水一紘
2. 発表標題 原始銀河団中ガスの金属組成比進化
3. 学会等名 銀河・銀河間物質研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kentaro Nagamine
2. 発表標題 ISM and Galaxy Formation from a theoretical / numerical perspective
3. 学会等名 "The interstellar medium of high redshift galaxies" workshop, Sexten Center for Astrophysics, Italy (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Y. Oku, K. Nagamine, I. Shimizu
2. 発表標題 Towards Modeling Supernovae in Galaxy Formation Simulation
3. 学会等名 CfCA Users' Meeting, NAOJ, Tokyo, Mitaka (Jan 2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 K. Fukushima, K. Nagamine, I. Shimizu
2. 発表標題 宇宙論的流体計算による原始銀河団ガスの組成比進化
3. 学会等名 CfCA Users' Meeting, NAOJ, Tokyo, Mitaka (Jan 2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Y. Oku, K. Nagamine, I. Shimizu, K. Tomida
2. 発表標題 銀河形成シミュレーションでの超新星のモデル化に向けて
3. 学会等名 第32回 理論懇シンポジウム「天文学・宇宙物理学の変遷と新時代の幕開」, NAOJ, Tokyo (Dec 25-27, 2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Nagamine
2. 発表標題 Galaxy Formation at High-Redshift
3. 学会等名 Galaxy Formation and Evolution Across Cosmic Time, ASIAA, Taiwan (Dec 8-13, 2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Nagamine
2. 発表標題 Evolution of SMBH in Cosmological Simulations & AGN feedback
3. 学会等名 Keihan BH workshop, Osaka U. (Nov 23) (invited talk) (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Y. Oku, K. Nagamine, I. Shimizu
2. 発表標題 Towards Modeling Supernovae in Galaxy Formation Simulation
3. 学会等名 初代星・初代銀河研究会2019, Nagoya U. (Nov 2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Fukushima, K. Nagamine, I. Shimizu
2. 発表標題 原始銀河団中ガスのメタル進化
3. 学会等名 Astronomical Society of Japan annual meeting, Kumamoto Univ. (Sep 2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Nagamine
2. 発表標題 Dark Matter & Galaxy Formation
3. 学会等名 新学術「地下宇宙」領域研究会 (Unraveling the History of the Universe and Matter Evolution with Underground Physics), Osaka Univ. (Aug 24-25, 2019) (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Fukushima, K. Nagamine, I. Shimizu
2. 発表標題 原始銀河団中ガスのメタル進化
3. 学会等名 サマースクール「コンパクト天体基礎講座」、Hiroshima (Aug 2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Y. Oku, K. Nagamine, I. Shimizu
2. 発表標題 シミュレーションによるダークマターハローへの質量降着と星形成率の関係の考察
3. 学会等名 Galaxy-IGM workshop 2019, Hokkaido (Aug 2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Fukushima, K. Nagamine, I. Shimizu
2. 発表標題 原始銀河団中ガスのメタル進化
3. 学会等名 Galaxy-IGM workshop 2019, Hokkaido (Aug 2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S. Arata, H. Yajima, K. Nagamine, et al.
2. 発表標題 Galaxy evolution and radiative properties in the early Universe: multi-wavelength analysis in cosmological simulations
3. 学会等名 Proceedings IAU Symposium No. 352 "Uncovering early galaxy evolution in the ALMA and JWST era", Viana do Castelo, Portugal, June 2019 (arXiv:1908.01438) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Fukushima, K. Nagamine, I. Shimizu
2. 発表標題 Evolution of metal composition ratio of gas in protocluster
3. 学会等名 6th Galaxy Evolution Workshop, IPMU, U.-Tokyo (Jun 5-7, 2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Nagamine
2. 発表標題 Direct Collapse to SMBH Seeds with Radiation Transfer
3. 学会等名 SMBH research workshop, Kyoto Univ. (May 29-30, 2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kentaro Nagamine
2. 発表標題 Galaxy Formation at High-Redshift in the ELTs & JWST Era
3. 学会等名 Extremely Big Eyes on the Early Universe (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Arata, S., Yajima, H., Nagamine, K.
2. 発表標題 初代銀河の多波長輻射特性 II: 金属輝線強度と銀河進化の関係
3. 学会等名 日本天文学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kentaro Nagamine
2. 発表標題 「理学研究とクラウド利用のニーズ: 理論宇宙物理学の例」(Needs for Cloud Usage in Scientific Research: an example from theoretical astrophysics)
3. 学会等名 Cyber HPC Symposium 2019 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kentaro Nagamine
2. 発表標題 Dark Matter & Structure Formation in the Universe
3. 学会等名 FPUA2019 workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kentaro Nagamine
2. 発表標題 Galaxy Formation in the next decade: theoretical point of view
3. 学会等名 Subaru-EAO workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kentaro Nagamine
2. 発表標題 Galaxy Formation & Dark Matter
3. 学会等名 第31回理論懇シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kentaro Nagamine
2. 発表標題 Direct Collapse to SMBH seeds in Cosmological Halos with Radiation Transfer
3. 学会等名 IAU Symposium 341, Panmodel-2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kentaro Nagamine
2. 発表標題 Direct Collapse to SMBH seed with Radiation Transfer
3. 学会等名 Are AGN Special?, U. of Durham, (国際学会)
4. 発表年 2018年

1 . 発表者名 Kentaro Nagamine
2 . 発表標題 Direct Collapse to Supermassive Black Hole Seeds with Radiation Transfer
3 . 学会等名 Sakura CLAW Ly-a Conference, Univ. of Tokyo (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Arata, S., Yajima, H., Nagamine, K.
2 . 発表標題 Radiative property and detectability of the first galaxies
3 . 学会等名 Sakura CLAW Ly-a Conference, Univ. of Tokyo (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Kentaro Nagamine
2 . 発表標題 PFS Galaxy Evolution Survey. III: Modeling for PFS using cosmological simulations: feedback, metals, and IGM
3 . 学会等名 日本天文学会、PFS special session (招待講演)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Arata, S., Yajima, H., Nagamine, K.
2 . 発表標題 Radiative Properties of the First Galaxies: rapid transition from blue to red
3 . 学会等名 IAU Symposium 341, Panmodel-2018 (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1. 発表者名 Kentaro Nagamine
2. 発表標題 Galaxy Formation in the next decade: theoretical point of view
3. 学会等名 Subaru-EAO workshop, NAOJ (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年 ~ 2019年

1. 発表者名 Kentaro Nagamine
2. 発表標題 Galaxy Formation & Dark Matter
3. 学会等名 31st Rironkon Symposium (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kentaro Nagamine
2. 発表標題 Probing Feedback and Metal Enrichment with AGORA & Subaru PFS
3. 学会等名 Santa Cruz Galaxy Workshop & AGORA workshop joint session, Univ. of California, Santa Cruz (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Arata, S., Yajima, H., Nagamine, K.
2. 発表標題 Radiative property and detectability of the first galaxies
3. 学会等名 Sakura CLAW Ly-a Conference, U. of Tokyo, Hongo, Tokyo (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kentaro Nagamine
2. 発表標題 PFS Galaxy Evolution Survey. III: Modeling for PFS using cosmological simulations: feedback, metals, and IGM
3. 学会等名 ASJ Spring 2018 meeting, PFS special session, Astronomical Society of Japan, Chiba Univ. (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Arata, S., Yajima, H., Nagamine, K.
2. 発表標題 Gas clump formation in high-redshift galaxies and their radiative properties
3. 学会等名 30th Rironkon Symposium, U. of Tokyo
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kentaro Nagamine
2. 発表標題 Getting bored with Lambda CDM? -- Structure Formation and Dark Matter
3. 学会等名 International workshop on "Axion physics and dark matter cosmology", Osaka Univ. (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kentaro Nagamine
2. 発表標題 Formation of First Galaxies & Dust
3. 学会等名 "Distant Galaxies from the Far South", Bariloche, Argentina (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kentaro Nagamine
2. 発表標題 Modeling for PFS using Cosmological Hydrodynamic Simulations
3. 学会等名 PFS collaboration meeting, IPMU (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kentaro Nagamine
2. 発表標題 Impact of Star Formation and Stellar Feedback on First Galaxies and beyond
3. 学会等名 Fall annual meeting, Astronomical Society of Japan, Hokkaido Univ.
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Nakamura, R., Nagamine, K., Shimizu, I.
2. 発表標題 Cold Flows in Galaxy Formation
3. 学会等名 Fall annual meeting, Astronomical Society of Japan, Hokkaido Univ.
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Nakamura, R., Nagamine, K., Shimizu, I.
2. 発表標題 Cold Flows in Galaxy Formation
3. 学会等名 Galaxy-IGM workshop, Oshamanbe, Hokkaido
4. 発表年 2017年

1 . 発表者名 Fujita, K., Nagamine, K. et al.
2 . 発表標題 Studying SN feedback with absorption lines using cosmological simulation
3 . 学会等名 Galaxy-IGM workshop, Oshamanbe, Hokkaido
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Kentaro Nagamine
2 . 発表標題 Cosmological Hydro Simulations and Subaru PFS survey
3 . 学会等名 Santa Cruz Galaxy Workshop & AGORA workshop joint session, Univ. of California, Santa Cruz (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Kentaro Nagamine
2 . 発表標題 PFS and Cosmological Hydrodynamic Simulations
3 . 学会等名 PFS internal review meeting, MPA, Germany (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Kentaro Nagamine
2 . 発表標題 Impact of Feedback on High-z Galaxy Formation using Cosmological Hydrodynamic Simulations
3 . 学会等名 APRIM 2017 conference, Taiwan (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1. 発表者名 Kentaro Nagamine
2. 発表標題 Dark Matter & Structure Formation in the Universe
3. 学会等名 FPUA2019 workshop, OIST, Okinawa (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kentaro Nagamine
2. 発表標題 「理学研究とクラウド利用のニーズ：理論宇宙物理学の例」(Needs for Cloud Usage in Scientific Research: an example from theoretical astrophysics)
3. 学会等名 Cyber HPC Symposium 2019, Cybermedia Center, Osaka U. (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Arata, S., Yajima, H., Nagamine, K.
2. 発表標題 初代銀河の多波長輻射特性 II: 金属輝線強度と銀河進化の関係
3. 学会等名 ASJ Spring 2019 meeting, Astronomical Society of Japan, Hosei Univ.
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kentaro Nagamine
2. 発表標題 Galaxy Formation at High-Redshift in the ELTs & JWST Era
3. 学会等名 "Extremely Big Eyes on the Early Universe", K-IPMU, U.-Tokyo (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Kentaro Nagamine	4. 発行年 2018年
2. 出版社 World Scientific Publishing	5. 総ページ数 328
3. 書名 Numerical Simulations in Cosmology, Encyclopedia of Cosmology	

〔産業財産権〕

〔その他〕

personal webpage http://astro-osaka.jp/kn/

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
研究協力者	清水 一紘 (Shimizu Ikkoh)		
研究協力者	青山 尚平 (Aoyama Shohei)		
研究協力者	平下 博之 (Hirashita Hiroyuki)		

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
研究協力者	百瀬 理恵子 (Momose Rieko)		
研究協力者	西澤 淳 (Nishizawa Atsushi)		
研究協力者	柏川 伸成 (Kashikawa Nobunari)		
研究協力者	大内 正己 (Ouchi Masami)		
研究協力者	矢島 秀伸 (Yajima Hidenobu)		

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