

ポスターアブストラクト:

**1. 島袋 隼士 (雲南大)**

**「21cm線で読み解く宇宙の歴史」**

宇宙暗黒時代から宇宙再電離期へと至る宇宙の歴史を21cm線を軸として探査する方法を紹介する。本ポスター講演は、主に学生や宇宙再電離や21cm線に馴染みのない人向けに基本的な部分を伝える内容である。

**2. 橋本 淳 (ABC)**

**「周惑星円盤が付随する若い惑星の磁場強度の見積もりについて」**

周惑星円盤が付随する若い惑星の磁場強度の見積もりを方法を考案した。惑星の磁場強度が分かった場合に、今後どのような方向に研究を広げればよいのか議論したい。星の場合、ダスト円盤の昇華半径が磁気圏より大きい、惑星や褐色矮星の場合は低光度のためその逆になる。よって、惑星や褐色矮星の場合、SEDフィットから磁気圏の大きさを推定可能である。この時、質量降着率もわかっていれば、磁場の強さを推定可能となる。本ポスター講演では、一例として、DH Tau b (11木星質量)の磁場強度を約100Gと見積もった例を紹介する。

**3. 横山 修一郎 (KMI)**

**「Stochastic gravitational wave background anisotropies from inflation with non-Bunch-Davies states」**

It has been known that stochastic gravitational wave backgrounds (SGWBs) have anisotropies generated by squeezed-type tensor non-Gaussianities originating from scalar-tensor-tensor (STT) and tensor-tensor-tensor cubic interactions. While the squeezed tensor non-Gaussianities in the standard slow-roll inflation with the Bunch-Davies vacuum state are suppressed due to the so-called consistency relation, those in extended models with the violation of the consistency relation can be enhanced. Among such extended models, we consider the inflation model with the non-Bunch-Davies state that has been known to enhance the squeezed tensor non-Gaussianities. We explicitly formulate the primordial STT bispectrum induced during inflation in the context of Horndeski theory with the non-Bunch-Davies state and show that the induced SGWB anisotropies can be enhanced. We then discuss the detectability of those anisotropies in future gravitational wave experiments.

**4. 阿部 裕人 (熊本大)**

**「ファラデーモグラフィを用いたWAT天体3C465の偏波解析」**

WAT天体3C465のVLA観測データを用いて偏波解析を行った結果を紹介します。具体的にはストークスIマップ、偏波強度マップ、視線ごとのFDFなどを掲載します。

## 5. 田村 一稀 (熊本大)

「ファラデートモグラフィを用いた**SNR(MSH15-56)**の偏波解析、及び「磁場推定」  
電波パルサー風星雲を内部に含む超新星残骸MSH15-56にRM-Toolsを用いてファラ  
デートモグラフィを実行した結果について報告する。観測データはASKAPのPOSSUM  
Pilot 2 survey dataを用いた。

## 6. Sawera Gull (Kumamoto Univ.)

「**Revealing Cosmic Magnetism: Understanding magnetic field structure of jet via Radio Observations**」

This research presents a helical jet which is a distinctive structure observed in astrophysical systems, often associated with Active Galactic Nuclei (AGN) and radio galaxies. In radio galaxies, these jets can extend over vast distances, emitting strongly in the radio wavelength. The helical shape of such jets arises from the interplay of magnetic fields, rotation of the central black hole, and external environmental influences. To understand these phenomena, I have constructed a computational model of jet, incorporating magnetic field dynamics and relativistic effects. This model helps to simulate jet behavior and interaction with surrounding media, providing insights into the mechanisms driving jet formation and their role in galactic evolution. This aims to delve into the propagation characteristics of magnetosonic waves, a phenomenon influenced by the Faraday tomography, utilizing radio observations to unravel the mysteries of cosmic magnetism at a deeper level.

## 7. 高橋 慶太郎 (熊本大)

「建設地の歴史を知ろう！」

ウェビナーでお届けしている「建設地の歴史を知ろう！」のこれまでの内容(オーストラリアの歴史)をまとめます。

## 8. 大野 知希 (名古屋大)

「深層学習**CNN**を用いた**RFI**の除去および観測データの科学研究利用」

電波観測を行う際に人工的な電波信号であるRFI(Radio Frequency Interference)や観測機器由来の電気信号であるEMI(Electric Magnetic Interference)が観測データ内に混入すると、データの低質化や損失が起こる。RFIやEMIは強度や線幅に関して様々であり一概に特徴づけることが困難であるため、ハードウェア的な方法では十分に除去しきれない。そのため私の研究では、機械学習の画像認識によって観測データ内のRFIのソフトウェア的な除去を行う。RFIを特定の時間と周波数において検出するだけでなく、周辺の値を利用してデータ補完を行うことで、最終的には科学研究に利用できるようにすることを目指す。

画像認識のモデルとしては、Akeret et al.(2017)で示されたU-Netを用い、教師データとして、HERAプロジェクトのシミュレーション観測データ作成パッケージhera\_simを用いる。本研究では臼田宇宙空間観測所の64 mパラボラアンテナで観測されたOH吸収線のデータ

に対してのRFI除去を目的としているが、将来的には他の観測所でも利用できるようなアルゴリズムの構築を目指している。

#### 9. 山本 宏昭 (名古屋大)

##### 「臼田64m鏡のL帯、S帯の天文観測に向けた整備」

我々は宇宙航空研究開発機構が臼田宇宙空間観測所にて運用している口径64mの通信アンテナを用いた、L帯、S帯の天文利用についての整備を行っている。L帯に関しては世界と伍する性能を持つ受信機の開発、S帯については臼田64m鏡に搭載されている受信機での天体の試験観測を行っている。ポスターではこれらの詳細について報告する。

#### 10. 伊東 拓実 (熊本大)

##### 「MWA超低周波電波におけるドリフトスキャン観測のデータ解析」

Cosmic Dawnからの21cm線を観測することは、宇宙初期の天体形成などを研究する上で非常に重要である。しかし高赤方偏移からの21cm線は、系外電波源や天の川といった前景放射に隠されている。21cm線の検出に向けて、これらの前景放射の処理は非常に重要である。

前景放射の除去には、前景放射が周波数方向に滑らかであることを利用するため、観測データにおけるゲインの大きな変動などは問題となる。今回はMurchison Widefield Array(MWA)のUltra low bandにおけるドリフトスキャン観測のデータを用いて、観測領域ごとのゲインの変動や、変動による前景放射除去への影響について報告する。

#### 11. 松野 なな (総研大)

##### 「MRC0600-399ジェットと銀河団磁場の相互作用における熱伝導の寄与」

銀河団は、銀河団同士の衝突を繰り返しながら成長する。衝突によってコールドフロントが形成され、その近傍には10microG程度の揃った強い磁場が集積する (Markevitch et al.,2000)。銀河団Abell 3376内の電波銀河MRC 0600-399から放出されたジェットは、このコールドフロント面上の磁場によって折れ曲がった後、磁場に沿って100kpcほど伝搬しながら、シンクロトロン放射を放出していると考えられている (Chibueze, Sakemi, Ohmura et al.,2021)。Chibueze, Sakemi, Ohmura et al.,2021 内で行われた、三次元の電磁流体シミュレーションによって、電波放射領域N1及びN2の再現が行われた。我々は、コールドフロントに沿った電波放射領域であるN3において、運動エネルギーフラックスよりも熱流フラックスが10倍以上大きいことに着目し、熱伝導を含めた二次元電磁流体シミュレーションを行った。その結果、熱伝導の寄与によってコールドフロント上の磁場が二倍程度強くなり、コールドフロントに沿ったシンクロトロン放射を一部説明できることがわかった。また、熱伝導により、ジェットは銀河団中の磁力線に沿って非等方的に熱エネルギーを失うため、非軸対称な構造になり、幅も細くなるなど、大きく形状が変化することがわかった。これらの結果は、銀河団内の磁場及びガス密度構造に対する熱伝導の重大な影響を示しており、本講演では熱伝導係数に対する依存性も議論する。

#### 12. 吉浦 伸太郎 (国立天文台)

##### 「SKALowによる21cm線と他波長観測のシナジー」

SKA1 Lowの主要な観測ターゲットである宇宙再電離以前の21cm線と他の観測量との相互相関解析について紹介する。たとえば、日本を含む多くの研究グループが、SKA1 Lowおよびその先行機を用いた高赤方偏移銀河との相関の実現可能性について議論している。他にも、宇宙マイクロ波背景放射 (CMB) におけるkinematic Sunyaev-Zel'dovich効果や近赤外線背景放射、X線背景放射との相互相関も提案されている。こうした相関解析は、再電離源の特定、再電離史の制約、ガス温度の進化の追跡といった宇宙再電離の進化や物理において重要な知見をもたらすと期待されている。また、相互相関の大きな利点の1つに、21cm観測における前景汚染に対する耐性が高い点がある。本ポスターではこれまで実施してきた相互相関に関する研究を紹介する。さらに、すばる望遠鏡のPFSなど今後の高赤方偏移銀河サーベイとSKA1 Lowの相互相関解析について検討し議論する。

### 13. 吉浦 伸太郎 (国立天文台)

#### 「TREED project: 宇宙再電離から暗黒時代の21cm線グローバルシグナル測定」

本ポスターでは低周波21cm線観測をターゲットにしたTREED(The REciever Exploring Dark-ages)projectの紹介を行う。本プロジェクトでは、地上の望遠鏡や小型衛星から宇宙再電離以前の21cm線グローバルシグナルを検出することを目的に、受信機やアンテナ、理論モデルの開発などを行っている。これまでに、ブレードダイポールやログスパイラルアンテナの作成、雑音源を備えた受信機の作成、暗黒時代21cm線モデルの作成、FEKOを組み合わせた前景放射モデル作成などを行ってきた。本ワークショップでは、これまでに検討したアンテナや観測戦略、作成したアンテナや受信機、測定試験の結果の詳細を報告する。

### 14. 内田 舜也 (名古屋大)

#### 「銀河形成における環境依存性: 解釈可能なAIを用いたハロー性質からの予測」

現在の銀河形成の理解では、銀河はダークマターハロー部で形成され、存在している。そのため、ハロー(サブハロー)の性質や分布は銀河性質と密接に関連しており、例えば stellar-to-halo mass relationなどが知られている。一方で、銀河は孤立した天体ではなく、その性質は多様な環境に大きく依存している。例えば、銀河団やクラスター内部の銀河は、様々な環境による効果からガス含有量の変更を受け、銀河の星形成活動に相関があることが知られている。またこの相関は、より大きなスケール (ハローのビリアル半径より大きい距離; 1~4 Mpc) でも知られている(galactic conformity)。したがって、銀河形成の理解において、銀河とその空間分布との関係を明確に理解することが重要である。本研究では解釈可能な機械学習モデルを用いて、銀河周囲の情報を特徴付けるフレームワークの構築を試みた。まずハローの性質から銀河の性質(星質量、星形成率)を予測するモデルを訓練した後、説明可能なAI手法(SHAP)を用いて、銀河の性質が環境の影響をどの程度受けるのかを議論し、環境と銀河の性質との相関関係について調べた。

### 15. 中西 裕之 (鹿児島大)

#### 「前積分型デジタルバックエンドの開発」

これまでデジタルバックエンドでは分光したのちに積分するのが通常であったが、我々は分光する前の時系列データを先に積分したのちに分光するという新しいデジタルバックエ

ンドを提案し、開発した。これにより従来型のバックエンドよりも周波数分解能の高いスペクトルを得ることができる。

#### 16. 岡松 郁弥 (佐賀大)

##### 「Dark Age Consistency in the 21 cm Global Signal」

本研究では、宇宙の暗黒時代の21cm線グローバルシグナルに焦点を当て、新しい観測量「暗黒時代整合性比」を提案する。この観測量は $\Lambda$ CDMモデルにおいて一定の値を取る一方、 $\Lambda$ CDMを超えるモデルでは異なる値をとる。いくつかの非標準的なモデルを例に、この観測量の有用性について議論する。また、新しい観測量を用いて、モデルパラメータを制限する可能性についても議論する。

#### 17. 丹 海歩 (総研大/国立天文台)

##### 「Effect of stellar wind by companion star on the acoustic wave propagation in SS433 jet」

SS433はA型超巨星とコンパクト星からなると推定されるX線連星であり、らせん状のジェット噴出が観測されている。

本研究では、SS433ジェットにおける中心天体から1AU(0.01pc)の領域に着目し、伴星による星風とジェットの相互作用の効果の影響を調べた。

乱流は、A型超巨星の典型速度 $\sim 100\text{km/s}$ 、O型の典型速度 $\sim 1000\text{km/s}$ に相当する力学エネルギーを持つKolmogorov乱流速度場をambientに与えた。

結果、shocked-ambient領域の音波の伝播に有意な差が見られた。

本講演では、乱流を印加しないNTモデルとのジェット伝播の比較やshocked-ambient領域の音波の解析結果を議論する。

#### 18. Nobleson Kunjappy (Kumamoto Univ.)

##### 「The Indian Pulsar Timing Array: Data Release 2」

The Indian Pulsar Timing Array (InPTA) employs unique features of the upgraded Giant Metrewave Radio Telescope (uGMRT) to monitor dozens of the International Pulsar Timing Array (IPTA) millisecond pulsars (MSPs), simultaneously in the 300-500 MHz and 1260-1460 MHz bands. This dual-band approach ensures that any frequency-dependent delays are accurately characterized, significantly improving the timing precision for pulsar observations, which is crucial for pulsar timing arrays. We present details of InPTA's second data release that involves 7 yrs of data on 27 IPTA MSPs. This includes sub-banded Times of Arrivals (ToAs), Dispersion Measures (DM), and initial timing ephemerides for our MSPs. A part of this dataset, originally released in InPTA's first data release, is being incorporated into IPTA's third Data Release which is expected to detect and characterize nanohertz gravitational waves in the coming years. The entire dataset is reprocessed in this second data release providing some of the highest precision DM estimates so far and interesting solar wind related DM variations in some pulsars. This is likely to characterize the noise introduced by the dynamic inter-stellar ionised medium much

better than the previous release thereby increasing sensitivity to any future gravitational wave search.

## 19. 山下 由莉 (名古屋大)

「2次元フーリエ空間上の非線形磁気流体方程式の数値計算による原始磁場の減衰機構の解明」

原始磁場は天体の存在しない最終散乱面以前で生成されたとされる磁場である。この磁場は磁場を生成する天体の存在しないボイド領域内の磁場を説明できる起源の候補とされている。

原始磁場は生成後、ニュートリノや光子を通じて熱に変換され減衰する。先行研究 jedamzik et al, 1998では磁場を空間的に一様な背景磁場と摂動磁場の2つに分けたモデルを採用し、線形磁気流体数値計算を用いることでこの原始磁場の時間減衰を追っていた。しかし一様な磁場は空間的に等方性を破るため正確なモデルではない。そこで我々は磁場を摂動項のみで表すモデルを採用した。背景磁場を除いた結果、摂動項同士の積が現れるため非線形方程式を扱う必要性が生じる。非線形磁気流体数値計算の結果、先行研究に比べて減衰効果が弱くなることが示唆された。これは非線形方程式に特有のモードカップリング効果によるものと思われる。

## 20. 成瀬 元希 (名古屋大)

「輻射場によるミニハローの21cm吸収線シグナルへの影響」

現在の宇宙論研究において、標準宇宙論モデルの正確さを検証することは重要なテーマの1つであり、そのためには特に小スケール側の構造形成の調査が必要となる。観測による制限が未だ不十分なおよそ100kpcより小さいスケールでは、宇宙再電離期以前に多く存在するとされるミニハローが良き対象となり、それらは21cm吸収線によって直接捉えることが可能だと考えられる。しかし、ミニハローの質量や形成時期での輻射といった物理過程に21cm吸収線の光学的深さが敏感であり、それらの関係性が不明瞭である。

本研究では、特にミニハローが形成時期に受ける輻射場と21cm吸収線光学的深さの大きさへの影響、またそこから推測できる光学的深さの頻度分布などの吸収線シグナルについて考察していく。

## 21. 藤井 友香 (国立天文台)

「SKAによる系内惑星と系外惑星の磁気圏および大気の観測」

本講演では、惑星班が検討しているSKAを用いた惑星観測をいくつか紹介する。具体的には、

- (1) 木星や土星の磁気圏からの非熱的電波放射の詳細観測による粒子加速機構の理解
- (2) 系外惑星系からのオーロラ電波観測による惑星磁気圏や内部の特徴付け
- (3) 金星や木星からの熱放射の詳細観測による大気構造の理解

この中の一部は、サイエンスブックの該当チャプター内で共著の形で議論する予定である。

## 22. 加納 龍生 (名古屋大)

### 「遠方銀河におけるダスト放射進化とクランプ構造の解析」

銀河進化の研究において、銀河内のダストは、スペクトルエネルギー分布 (SED) や星形成史など、さまざまな物理的側面で重要な役割を果たす。ダスト進化を調べるため、本研究ではダスト進化と化学進化の両方を考慮した包括的なモデルを採用した。このモデルを用いて、近傍銀河のSEDを計算するための銀河SEDモデルを構築した。しかし、高赤方偏移銀河 ( $z \sim 8$ ) にこのSEDモデルを適用すると、銀河の特性の違いにより観測されたSEDを再現するためにいくつかの修正が必要となる。本研究は、現在のSEDモデルの理論的な側面を調整し、非常に高赤方偏移銀河の観測で得たSEDに適合させることが目的である。放射過程の計算において若い星々の周りに存在する分子雲、いわゆるクランプ (ダストクランプ) を球形と仮定した。遠方銀河は一般にコンパクトであるため、クランプ内の密度は近傍銀河よりも高いと考えられる。そのため、クランプ半径の依存性を銀河全体とは異なる形で調整し、クランプ内のダスト数密度を増加させることによって、高いダスト放射を実現し、観測値と一致させた。このアプローチにより、より正確なシミュレーションが可能となり、遠方銀河は近傍銀河よりもダストの数密度が高く、したがってより多くのダスト放射を行っていることが示唆された。

## 23. 五十嵐 太一 (国立天文台)

### 「磁気流体シミュレーションによるMRC 0600-399ジェットの3次元構造」

衝突銀河団Abell3376のコールドフロント付近では、銀河団に付随するAGNから噴出したジェットが折れ曲がるのがMeerKatにより観測された。これは、コールドフロント付近に形成された大局的な磁場によりジェットが曲げられたためであることが数値シミュレーションにより示された (Chibueze+’23)。本講演では、数値シミュレーションをもとにこのジェットの3次元構造について議論する。

## 24. 山形 大青 (名古屋大)

### 「多様体学習を用いた高次元銀河観測データの物理的解釈」

近年、天文学におけるデータの高次元化により、天文学者がその特徴を直感的に捉え、物理的解釈を加えることが困難になっている。この課題に対処するため、銀河が高次元データ空間中で低次元の多様体上に分布している様子を解析する研究が進められている。先行研究では、遠紫外から近赤外までの11バンドの測光データに対して、多様体学習アルゴリズムであるUMAPを適用することで、銀河が11次元光度空間中で2次元の平面上に分布していることが発見された。さらに、この2次元平面は恒星質量と星形成率の二つの物理量で特徴づけられることが示され、多様体学習を用いた高次元銀河データの解析を天文学物理学に用いることの有用性が実証された。

しかし、この研究で使用されたデータにはダストからの放射情報が含まれておらず、発見された2次元銀河多様体上では、ダストにまつわる物理過程をすべて考慮した議論をすることが困難であった。そこで本研究では、従来の11バンドに中赤外から遠赤外の4つのバンドを加えた15バンドの測光データに対してUMAPを適用し、新たな多様体の発見を行った。本研究で新たに発見された多様体は3次元構造をもち、この構造は恒星質量と星形成率、およびダスト量の3つのパラメータにより特徴づけられることが確認された。多様体学

習は、今後さらなる高次元化が進む天文データへ適用可能であり、SKA観測データの理解にも寄与することが期待される。

## 25. 曹 愛奈 (名古屋大)

### 「銀河の物理量の推定に基づく異なる星形成史モデルの比較」

銀河の恒星質量や星形成率などは、星形成を理解するための基本となる物理量である。これらの物理量を推定するための代表的な手法としてSEDフィッティングが用いられる。SEDモデルには星形成史(SFH)モデルも含まれているが、SFHモデルの事前分布は推定される物理量に大きな影響を与える。この問題を解決するために様々なアプローチが試されているが、最良のアプローチについては依然として多くの議論が続いている。

本研究では、UniverseMachine(Behroozi et al. 2019)のシミュレーションデータを用いることで異なる星形成史モデルが、銀河の恒星質量や金属量などの物理的情報量の結果に与える結果を評価した。SEDフィッティングを実行するために種族合成コードBAGPIPES(Carnall et al. 2018)を用いて、推定される物理量とシミュレーションデータを比較した。その結果、パラメトリックSFHモデルはノンパラメトリックSFHモデルと比べて物理パラメータの事後分布が広がる傾向があった。これは、パラメトリックSFHモデルによるパラメータ空間の探索に対する制約が強くなり、データに基づいてパラメータ範囲を狭く推定することが困難であるからだと考える。またポスター発表では、宇宙全体の星形成史の振る舞いをよりよく再現できているモデルについて議論する。

## 26. 出口 真輔 (国立天文台)

### 「深層学習を用いたファラデーキューブからの星間磁場の特徴量抽出」

天の川銀河の星間ガスに付随する磁場は銀河系内外における事象とその観測に影響を与えるため、多岐にわたる研究分野において重要な役割を担う。よって、天の川銀河磁場の三次元構造を詳細に理解することは非常に重要である。そのような磁場は星間ガスからのシンクロトロン偏波とそのファラデー回転により調べることができる。特に低周波・広帯域の偏波の観測により、ファラデー深度空間で偏波放射成分を分離するファラデートモグラフィという技術があり、視線ごとにファラデースペクトルが得られる。天球面上の二次元的な位置と組み合わせることで三次元情報であるファラデーキューブが得られる。一般にファラデーキューブの解析は、ファラデー深度方向の特徴量を取り出すことで二次元に次元を落とした上で行われる。これは解析を単純化する代わりに、ある程度の情報損失という犠牲を伴うはずである。本研究では深層学習を用いて三次元ファラデーキューブと二次元マップに含まれる情報量を比較した。ポスターでは用いた磁場モデル、ネットワークモデル、結果について紹介する。

## 27. 酒見 はる香 (山口大)

### 「SKAによるULXの偏波観測」

SKAのAA4を用いたULXバブルからの偏波の検出可能性について検討する。

## 28. Asa Satyagraha (東京理科大)

## **「Development of Analytical Model Generalized for Exoplanetary Auroral Radio Emission」**