

銀河・銀河団分科会

GALAXY M@STER —うっうー！てっぺん目指します—と*’ワ’)と—

日時	<p>7月29日 14:30 - 16:30</p> <p>7月30日 13:30 - 14:00 (招待講演:井上 茂樹 氏), 14:00 - 14:30 (招待講演:馬場 淳一 氏), 14:30 - 15:45</p> <p>7月31日 9:00 - 10:15, 14:30 - 15:00 (招待講演:廿日出 文洋 氏), 15:00 - 16:00 (招待講演:松下 恭子 氏), 17:15 - 19:00</p>
招待講師	<p>井上 茂樹 氏 (韓国天文宇宙科学研究院)「円盤銀河の何が問題か? - 天の川銀河から遠方銀河まで -」</p> <p>馬場 淳一 氏 (東京工業大学)「渦巻銀河ダイナミクス理論の進展と天の川銀河」</p> <p>廿日出 文洋 氏 (国立天文台)「塵に埋もれた宇宙の星形成」</p> <p>松下 恭子 氏 (東京理科大学)「「すぎく」衛星による銀河団外縁部の観測」</p>
座長	<p>馬渡 健 (東北大学 D2)、本間 英智 (東北大学 D1)、大橋 聡史 (東京大学 M2)、嶋川 里澄 (総研大 M2)、世古 明史 (京都大学 M2)、豊内 大輔 (東北大学 M2)</p>
概要	<p>本分科会では、銀河系、近傍銀河、遠方銀河、銀河団全般について、観測・理論の両面において活発な議論を行いたいと考えている。近年、地上の大型望遠鏡や宇宙望遠鏡の活躍、または SDSS 等の大規模サーベイによりこれまで知られていなかった様々な銀河の描像が明らかになってきた。この流れは、ALMA、HSC の本格運用の開始や GAIA、JWST、TMT、GMT といった次世代望遠鏡の登場によってより一層加速することが期待される。一方で、理論的研究もより効率の良い計算手法の開発と計算機の性能向上とが相まって急速に発展している。これによって様々な銀河の性質を計算機上で再現出来るようになり、理論から多くの観測事実を検証することが可能になっている。このようにこれからは銀河・銀河団を研究する上で非常に恵まれた時代であり、これから研究者を目指す我々に用意された可能性は無限である。だからこそ若い今のうちに近傍・遠方、理論・観測等の垣根を越え、理解を深めることは重要ではないだろうか。本分科会が、参加者にとって銀河・銀河団研究の現状を見つめ直し、自身の研究活動の可能性が広がる場になることを期待する。</p> <p>注) AGN ホスト銀河と AGN と銀河の共進化については銀河・銀河団分科会で扱います。</p> <p>注) AGN のブラックホールとしての挙動やジェットに注目する場合はコンパクトオブジェクト分科会で扱います。</p> <p>注) 球状星団を1つの系としてみる場合などは銀河・銀河団分科会で扱います。</p> <p>注) 系外銀河内の星形成あるいは銀河系内の kpc スケールに関連する星形成活動は銀河・銀河団分科会で扱います。</p> <p>注) Gpc 以上の大スケールの構造形成は銀河・銀河団分科会では扱いません。Mpc 以下のスケールの構造形成は、その構造をトレースするものが銀河である場合 (例えば銀河団) は銀河・銀河団分科会で扱います。</p>

井上 茂樹 氏 (韓国天文宇宙科学研究院)

7月30日 13:30 - 14:00 A(サファイア)

「円盤銀河の何が問題か？－天の川銀河から遠方銀河まで－」

「我々が住んでいる天の川銀河は最も観測しやすい銀河であり、そのため円盤銀河は最も理解の進んでいる銀河の種類である」という文言がよく耳目に触れる。私自身も研究提案書などを書く際には似たような文章をついつい書いてしまう。だが、はたして本当にそう言えるだろうか？例えば、実は銀河中心距離や銀河回転速度の測定は、宇宙年齢や暗黒エネルギー密度などの宇宙論パラメータの測定よりも精度が悪かったりする。天の川銀河のバルジの質量も観測ごとでバラバラだったりもするし、thick disc や球状星団といった、古くから存在がわかっているながら形成プロセスが未だに不明な構造もある。そもそも力学的に低温な構造である銀河円盤は、銀河同士の激しい衝突・合体を基調とする階層的構造形成論とは一見すると相反するものであるとも言えるし、一体どのようにして形成されたのであろうか？

夏の学校は若い学生さんが多く集まる場であり、まだ研究テーマも決まっていような参加者も多いと思います。そんな場ではより多くの人に話題を提供できるような広く浅い内容の方が良いかもしれないと考えました。本講演では円盤銀河研究の現状や今後の展望に関して、天の川銀河から遠方宇宙の銀河形成段階にいたるまで、円盤銀河に関するできるだけ広い範囲をレビューする予定です。出来るだけ新しい話題を紹介し、若い人たち（私もまだ若いはずですが）が今後解決して行くべき円盤銀河形成論の問題点を紹介する予定です。

馬場 淳一 氏 (東京工業大学)

7月30日 14:00 - 14:30 A(サファイア)

「渦巻銀河ダイナミクス理論の進展と天の川銀河」

渦巻銀河の渦状腕を形成し維持する物理機構は、銀河物理学の最大の謎の一つである。その最も有力な説に「密度波仮説」がある (Lin & Shu 1964, 1966)。これは恒星系円盤を連続体と見なし、渦状腕を恒星系円盤の表面を伝わる定常的な「疎密波」とする仮説である。Lin & Shu によるきつく巻き付いた渦状腕の局所線形近似による密度波の分散関係の導出を契機に、その後、大局モード解析、減衰や励起機構の解析など、恒星系渦状腕に関する様々な理論研究が行われてきた。しかし、密度波の物理過程については未解決の問題も多く、十分に解明されたとは言いがたい。

一方で、今後、天の川銀河の恒星系の大規模撮像・分光サーベイやアストロメトリが進み、個々の星の位相空間データから、渦状腕構造に関して科学的研究が行われることになるだろう。したがって、古典的な線形・定常・連続体という扱いから脱却し、非線形・非定常・多体系の視点から、渦巻構造の持続性と維持・増幅機構、渦状腕と星間ガスの相互作用などの解明を試みるのが、渦状腕構造の真の解明、そして渦巻銀河ダイナミクスの新展開へと導くと考えられる。

このような研究背景のもと、私は特に渦巻銀河・棒渦巻銀河のダイナミクスに着目し、恒星系円盤の重力多体系ダイナミクスと、星間ガスの自己重力、放射冷却や加熱過程、星形成や超新星爆発といった重要なプロセスを組み込んだ銀河円盤全体の高精度3次元数値シミュレーションを行い、天の川銀河の棒状構造や渦状腕構造や multi-arm 型渦巻銀河のダイナミクスなどに関する研究成果を挙げてきた。本講演ではこれまでの渦状腕研究をレビューしながら、最新の天の川銀河の大規模シミュレーションの紹介や今後の計画を述べる予定である。

廿日出 文洋 氏 (国立天文台)

7月31日 14:30 - 15:00 C(広瀬鳴瀬)

「塵に埋もれた宇宙の星形成」

遠方宇宙における星形成活動の研究は、これまで主に可視光や近赤外線を使って進められてきました。しかし、可視光や近赤外線はダストによって大きく吸収を受けるため、宇宙における星形成活動の多くが見逃されている可能性があります。そこで重要なのがミリ波・サブミリ波です。ダストに吸収された星の光は、赤外線～ミリ波・サブミリ波の波長帯で再放射されます。このダストからの放射を観測することによって「埋もれた」星形成活動を暴き出すことができます。

私たちのグループは、南米チリにあるアステ望遠鏡 (Atacama Submillimeter Telescope Experiment; ASTE) を用いてサーベイ観測を行い、1000 個を超えるミリ波・サブミリ波で明るい銀河「サブミリ波銀河」を検出しました。サブミリ波銀河はダストに厚く覆われた巨大な銀河で、星形成率は数 $100\text{--}1000 M_{\odot} \text{ yr}^{-1}$ という非常に活発な活動を行っています。その激しい星形成や赤方偏移分布 ($z \sim 2\text{--}3$) などの特徴から、現在の宇宙に存在する大質量楕円銀河の祖先ではないかと考えられており、銀河進化を研究する上で重要な種族です。

一方で、サブミリ波銀河は特殊な銀河であり、宇宙に存在する銀河の全体像を捉えるには、ミリ波・サブミリ波で暗い、より「一般的な」銀河を観測する必要があります。そこで期待が寄せられているのがアルマ望遠鏡 (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array; ALMA) です。現在建設と並行して初期科学運用が行われていますが、既に世界最高性能のミリ波・サブミリ波望遠鏡です。私たちのグループは、アルマ望遠鏡を使って従来よりも約 10 倍暗い銀河を検出し、個数密度を測定しました。検出された銀河はサブミリ波銀河と比較して穏やかな星形成活動をしていると考えられます。従来見つけていた爆発的星形成銀河と、一般的な星形成をつなぐ銀河が検出されたことは、銀河の形成過程や宇宙の星形成活動を明らかにする上で大きな前進です。

本講演では、ダストに埋もれた星形成活動のこれまでの研究、および今後の展望についてお話しします。

松下 恭子 氏 (東京理科大学)

7月31日 15:00 - 16:00 C(広瀬鳴瀬)

「「すぎく」衛星による銀河団外縁部の観測」

銀河団は、重力的に束縛されたものとしては宇宙で最大の構造であり、冷たい暗黒物質の重力により形成される。銀河団の力学的進化の時間スケールは宇宙年齢と同程度である。よって、銀河団は現在も、宇宙の大規模構造のフィラメントに沿った銀河団同士の合体や小さな系の降着により成長を続けていると考えられている。銀河団では、バリオンのほとんどは、数千万度の高温プラズマとして、銀河団を満たしている。そのため、銀河団はバリオンが主要な役割をはたす熱的、化学的進化の実験室ともいえる。バリオンが冷えて星が形成され、銀河が形成される。超新星爆発や活動銀河核の放出するエネルギーが銀河の外のバリオンにフィードバックされ、銀河団ガスの温度やエントロピーを増加させる。さらに、超新星爆発によって合成された重元素が銀河間空間に供給される。したがって、銀河団ガスの温度やエントロピー、重元素の分布を調べることで、銀河団の熱的な歴史や星形成史を探ることができる。

銀河団の力学的半径であるヴィリアル半径は、大規模構造と銀河団の境界ともいえる。よって、ヴィリアル半径に近い領域では、最近の銀河団進化の情報を保持しているはずである。そもそも、銀河団のほとんどの暗黒物質と銀河団ガスは銀河団の外縁部に存在している。2005年に打ち上げられた日本の X 線天文衛星すぎくは低く安定するバックグラウンドを誇る。すぎく衛星を用いて、銀河団のヴィリアル半径までの銀河団全体の高温ガスの物理量を求めることが可能となった。このすぎく衛星の成果を紹介する。

銀河 01a NICT 鹿島-小金井基線 VLBI を用いた S/X 帯での Sgr A* 強度モニター観測

竹川 俊也 (慶応義塾大学 M1)

活動銀河核のエネルギー源は銀河中心の数百万から数十億太陽質量の超巨大ブラックホールが作り出す莫大な重力エネルギーであり、一般にその中心核光度は 10^{42} erg/s 以上と非常に明るい。一方で、我々の住む銀河系も中心に 400 万太陽質量の超巨大ブラックホール Sgr A* を有するが、その光度は 10^{33} erg/s 程度と桁違いに低い。その原因として考えられるのが異常に小さい質量降着率と放射の非効率性である。近年そのブラックホールに落ちつつあるガス雲 G2 が発見され [1]、最新の予想では G2 cloud が Sgr A* に最接近するのは来年の 3 月とされている。G2 cloud の落下は銀河系中心ブラックホールの周囲の環境に変化をもたらし、それに伴った激しい活動現象が期待されている。人類は未だブラックホールに物が落ちる様子の一部始終を観測したことがなく、これは極めて貴重な経験である。そこで私は、普段活動性を示さない電波での光度変動を捉えようと情報通信研究機構 (NICT) の鹿島-小金井基線 VLBI システムを用いて 8GHz(X 帯) および 2GHz(S 帯) での Sgr A* の強度モニター観測を今年 2 月から実施している。Narayan らのモデルに従えば、S/X 帯では G2 cloud 落下に伴った大きな強度変動が期待され [2]、その変動の様子から銀河系中心ブラックホールの構造にある程度制限をつけることができる。DOY129 の時点では 8GHz での Sgr A* の強度は 0.49 ± 0.05 Jy で安定しており、際立った変化は確認されていない。なお 2GHz ではフリッジが検出できていないが、G2 cloud の落下に伴い今後検出できることが期待される。今後もできる限り多くこのモニター観測を行い、少なくとも来年の 5 月まではこの観測を継続していく予定である。

1. Gillessen, S. et al. 2012, Nature, 481, 51
2. Sadowski, A. et al. 2013, arXiv/1301.3906

銀河 02a Sagittarius Stream structure 方向の halo stars による Milky Way oblate halo structure の示唆

鈴木 雄太 (東北大学 M1)

私は銀河系の形状・構造を主としてキネマティックな情報から探求していくことを始めたところである。今回は Newby et al. 2013 が解析に用いた、Sagittarius Stream 構造方向に見える星のうち実際にはその構造に属しておらず銀河系のハロー (恒星ハロー) に属していると判断されるものの空間分布のデータを、疑似的に再現し、彼らがこの分布を得るために用いた Hernquist halo (stellar halo) model と異なる 2 つの halo model にフィッティングのし直しを行った (NFW model, Einasto model)。その結果、信頼性の点において多少の解析結果の不確かさがあるにせよ、halo model の関数形を一意に決定するフリーパラメータを物理的に意味のあるものとしてそれぞれのモデルで得ることができた。とくに、ハローの力学的な形状を表すと解釈される軸比 q の値に関しては、どちらのモデルに対しても $q=0.5$ がベストフィットし、Newby et al. 2013 が解析の結果見積もった $q=0.53$ と consistent であると判断されると考える。今後はこの結果を他の研究、より具体的には rotation curve を説明するベストフィットハロー/ディスクモデルを見積もる研究

といったものに生かしていく予定である。

銀河 03a 銀河面上からの軟 X 線背景放射の研究

佐藤 寿紀 (首都大学東京 M1)

0.4~1.0 keV の軟 X 線背景放射は、その 40 % が銀河系外由来の成分 (CXB) であり、銀河面領域においては高密度の星間ガス ($> 10^{21}$ cm $^{-2}$) により、その成分からの寄与はほぼ完全に吸収されると考えられた。しかしながら、ROSAT による X 線全天サーベイの結果は、その吸収による減少分はたかだか 20 % であり、むしろその埋め合わせとなる未知の放射源の存在がすることを示唆している (McCammon & Sanders 1990)。

時代は移り 2000 年代、軟 X 線バンドに高い感度を持つ Suzaku による ($l, b = (235^\circ, 0^\circ)$) 方向の観測で、高銀緯にはみられない ~ 0.9 keV の衝突電離平衡プラズマで近似できる bump 状の放射を発見し、この成分が少なくともこの領域においては CXB の減少を埋め合わせていることを示した (Masui et al. 2009)。

そして現在、我々は Suzaku の銀河面領域を観測したアーカイブデータを用いることで、新たに 14 領域から同様の放射を検出し、この bump 状放射が銀河面上に一様に存在する”新たな軟 X 線背景放射”であることを示唆する結果を得た。

1. Masui, K., Mitsuda, K., Yamasaki, N. Y., Takei, Y., Kimura, S., Yoshino, T., & McCammon, D. 2009, , 61, 115
2. McCammon, D., & Sanders, W. T. 1990, , 28, 657
3. McCammon, D., et al. 2002, , 576, 188

銀河 04a 2 点相関関数を用いた活動銀河核の住環境への示唆

水野 翔太 (京都大学 M1)

活動銀河核 (AGN) とは、銀河核中心にある巨大ブラックホールに大量のガスが降着し、明るく輝く現象である。AGN の空間クラスタリングの性質は、AGN の存在するダークマターハローの性質を反映するため、AGN の住環境を理解する上で貴重な情報をもたらす。本発表はまず、X 線で選択された AGN の 2 点相関関数の現状についてレビューする。X 線での観測は、AGN の種族のうち多数を占める「隠された AGN」(2 型 AGN) に対しても、完全性が高く効率的な探査を実現する。cosmic variance の影響を避けるためには、広い面積を十分な深さで多波長探査する必要がある。そのような探査領域として、COSMOS と Subaru/XMM-Newton Deep Survey (SXDS) が知られている。相関関数の大きさが 1 となる距離を「相関長」とよび、クラスタリングの強さを表す指針となる。Gilli et al.(2009) は、COSMOS 領域の X 線 AGN を用いて赤方偏移パラメータ $z \sim 1$ における相関関数を計算し、その相関長を $r_0 = 8.6h^{-1}$ Mpc と求めた。これは、同じ赤方偏移における大質量銀河 ($\geq 3 \times 10^{10} M_\odot$) の相関長とほぼ同じであった。また、サンプルを 1 型 AGN と 2 型 AGN にわけて調べたところ、それぞれの相関長は誤差の範囲で一致し、両者を同じ種族とする「AGN 統一モデル」と矛盾

しない結果となった。さらに Λ CDM モデルから得られるダークマター相関関数と AGN 相関関数とを比較することにより、AGN の住むダークマターハローの質量の下限値を $2.5 \times 10^{12} h^{-1} M_{\odot}$ と求めた。SXDS 領域には $z \sim 1.5$ に大規模構造が存在し、COSMOS より高赤方偏移側での空間相関の調査が可能である。また分光同定率が高く (Akiyama et al. 2013, in prep.), より大きなサンプルを用いた精度よい議論が可能である。本発表では、我々の進めている、SXDS 領域における AGN 相関関数の研究結果についても報告する。

1. Gilli, R., et al. 2009, A&A, 494, 33
2. Peebles, P. J. E. 1980, The Large Scale Structure of the Universe (Princeton: Princeton Univ. Press)

銀河 05a 銀河の激動進化期における分子ガス探査

世古 明史 (京都大学 M2)

銀河は星やガス、ダストの集合体である。星は分子ガスが集まった分子雲内で作られることを考えると、銀河内の分子ガスを調べることは銀河進化の理解に不可欠であると言える。また、ダストも大質量星の超新星爆発に伴って増加していき、水素分子形成や星間空間の冷却を通して星形成に重要な役割を果たすため、銀河進化に大きく寄与する。近年、感度の良い電波望遠鏡により遠方銀河の分子ガスの観測がようやく行われるようになってきている。またハーシェル宇宙望遠鏡の深い観測により遠方銀河のダストの研究も可能になっている。

本発表ではアタカマ大型ミリ波サブミリ波干渉計 (ALMA) と野辺山 45m 宇宙電波望遠鏡を用いて行った、銀河の激動進化期 ($z \sim 1.5$) にある星形成銀河の分子ガス観測の結果を報告する。観測対象の一部はハーシェル宇宙望遠鏡によるダスト放射の観測も行われており、分子ガス質量とダスト質量の比の赤方偏移進化について制限を加えることができた。また ALMA の高分解能観測から、楕円銀河の形成過程と考えられる結果も得られ、それについても紹介する。

1. Tacconi, L. J. et al. 2013, ApJ, 768, 74
2. Inoue, A. K. 2003, PASJ, 55, 901
3. Daddi, E. et al. 2010, ApJ, 713, 686

銀河 06a High Redshift における銀河の環境依存性

加藤 裕太 (東京大学 M1)

Spectroscopic identification of a protocluster at $z = 2.300$: environmental dependence of galaxy properties at high redshift (Steidel et al. 2005) をレビューする。本論文に述べられている HS 1700+643 という領域について現在行っているの解析についても可能であれば講演で触れたいと考えている。以下に本論文の概要を示す。

銀河形成の過程はラージスケールの環境に強く依存する。たとえばラージスケールの中でも最も高密度な領域は最も早い銀河形成をすると期待される。銀河クラスターの統計的な観測が数多く行われ、より赤く、星質量が大きい銀河は、より強くクラスタリングしているということが示されてきた。近傍宇宙における早期型銀河やクラスターの性質や、中間赤方偏移における“フィールド”(高密度領域ではない領域) に注目する

ことで、これらの銀河の銀河形成の時期や違いを環境の関数として調べようという試みが過去 30 年間続けられてきた。これらの研究は事実上、早期型銀河はそのほとんどの星を $z > 2$ で作り上げ、その後は穏やかな進化をしているということを示したが、銀河形成の環境依存性という点に着目した結果はあまり得られなかった。

本論文では、まず $z = 2.72$ の QSO HS 1700+643 フィールドにおいて赤方偏移 $z = 2.3 \pm 0.4$ の範囲で星形成銀河を探索するために行われた赤方偏移サーベイから、 $z = 2.300 \pm 0.015$ に銀河の高密度領域を発見した。分光観測から同定されたこの高密度領域の銀河を含むトータル 72 の銀河の遠紫外線から近赤外線までの詳細な SED モデリングの結果と、我々が得た K_s バンドのデータと *Spitzer*/IRAC 測光観測データを用いた結果、この領域は $z \sim 0$ で質量 $\simeq 1.4 \times 10^{15} M_{\text{sun}}$ のピリアライズされたリッチ銀河クラスターになるという結論を得た。またこの高密度領域にある銀河は、高密度領域の外にある銀河と比べて、星の質量と年齢が ~ 2 倍大きいということが分かった。この結果は高赤方偏移において銀河の性質をラージスケールの環境の関数として初めて直接的に比較したものである。今回の結果はラージスケール (> 10 Mpc) において見られる高密度領域における構造形成の加速というシンプルな理論的予測に一致している。この原始銀河団は、 $z = 2.30$ までに $> 10^{11} M_{\text{sun}}$ を持つような古い星が支配的な銀河を多数含んでいると考えられる。

1. Steidel et al. 2005. *Astrophys. J.*, 626:44-50, 2005 June 10
2. Shapley et al. 2005. *Astrophys. J.*, 626:698-722, 2005 June 20
3. Adelberger et al. 2004. *Astrophys. J.*, 607:226-240, 2004 May 20

銀河 07a Abundance Matching による $z \sim 7$ の銀河の性質と進化の研究

川俣 良太 (東京大学 M1)

近年、観測技術が向上してきたことにより、 $z \sim 7$ から 8 の銀河の性質が明らかになってきた。大きさが測られている銀河の中で、最遠方なのは $z \sim 7$ の銀河である。これらの銀河は、非常にコンパクトで星生成が活発であることが分かっている。この研究では、その大きさが測られた $z \sim 7$ の銀河についてより詳細な性質を調べていく。この研究で用いる Abundance Matching と呼ばれる手法は、銀河の明るさとそのダークマターハローの質量の間の対応関係を求めるものである。これにより $z \sim 7$ の銀河のハロー質量を求め、星生成率やハロー半径と組み合わせることによって、この銀河の性質を明らかにした。すると、この銀河は近傍の銀河に比べ、材料となるガスの多くがまだ星となっていないことが分かった。さらに Λ CDM モデルによってハローを進化させることにより、このハローが現在の宇宙で銀河団スケールに成長していることも明らかになった。

1. Oesch.P.A., et al.2010, ApJ, 709, L21
2. Kennicutt. R. C. Jr. & EvansN. J. II Annu. Rev. Astron. Astrophys. 2012. 50:531
3. Mo.H.J.&White.S.D.M.2002, Mon.Not.R.Astron.Soc., 336, 112

銀河 08b SEDS/UDS 領域における $K - [3.6]$ 赤銀河探査 $z > 5$ の passive 銀河? ~

馬渡 健 (東北大学 D2)

我々は Spitzer Extended Deep Survey (SEDS) の観測領域の一つである UDS 領域において、 $K - [3.6]$ の色で赤い銀河の探査を行った。同領域は可視から近赤外にいたるまで多波長に渡って様々なサーベイが行われてきた領域である。特に広視野かつ深い赤外観測の組み合わせ (SEDS と UKIDSS) は、 $z > 5$ の赤い銀河を含む新しい銀河種族の探査を可能にするものと考えられる。我々は $K - [3.6] > 1.3$ の赤い色を持つ天体を計 65 天体選出し、それらの性質について調べた。これらのサンプルの中には (1) $z > 5$ の受動進化期に入りつつある大質量銀河 (2) あらゆる赤方偏移のダストで赤い銀河 (3) $z \sim 5$ の星形成/輝線銀河 (4) AGN の 4 種類の銀河が含まれると予想される。我々は $[3.6] - [4.5]$ と $K - [3.6]$ の 2 色図上での分布や MIPS/24 μm 検出の有無などを用いて、 $K - [3.6]$ 赤銀河の物理性質によるグループ分けを試みた。その結果、比較的信頼性の高い $z > 5$ の passive 銀河候補を計 10 天体選出した。我々のサンプルは先行研究である $H - [4.5]$ 赤銀河に比べて、数が多い/性質に制限がつけやすい、といった利点があり、重要なサンプルと位置づけられる。

1. Ashby, M. L. N. et al., 2013, ApJ, 769, 80
2. Caputi, K. I. et al. 2012, ApJ, 750, 20
3. Huang, J.-S. et al. 2011, ApJ, 742, 13

銀河 09a アンドロメダ銀河のダークハロー構造

林 航平 (東北大学 D2)

アンドロメダ銀河は、銀河系に最も近い大質量円盤銀河である。この質量スケールにおけるダークハロー構造を解明することは、銀河の形成と進化におけるダークマターの役割を知る上で重要になる。

アンドロメダ銀河ダークハロー構造に関する研究では、ハロー領域に分布している球状星団や矮小銀河の視線方向の空間分布と速度情報に基づいて一般的に解析される。ところが、これまでの先行研究ではダークハローの総質量に焦点を当てており、さらに採用するモデルとして恒星系やダークハローの密度分布を最も簡単な球対称と仮定したものしか無かった ([1] など)。一方で、Cold Dark Matter (CDM) 理論に基づく階層的構造形成シミュレーションの結果からは、銀河系スケールのダークハローの形状は非球対称であり、その形状はダークマターの合体・集積の歴史を反映していることが示唆されている ([2] など)。

そこで我々は、Hayashi & Chiba (2012)[3] で構築した軸対称モデルを採用し、それをアンドロメダ銀河における最新の球状星団と矮小銀河の運動データに適用して、ダークハローの形状に対する議論を行った。その結果、アンドロメダ銀河ダークハローは、円盤に対して垂直方向に長軸を持つプロレイトな形状をしている確率が高いことがわかった。さらに矮小銀河がその長軸方向に非等方に分布していることから、その方向にダークマターがフィラメント状に存在し、それに沿って物質降着が行われた間接的証拠を得ることができた。この結果は銀河系スケールにおける CDM 理論の予測と一致しており、アンドロメダ銀河ハローの力学進化に重要な知見を与える事ができた。

1. Watkins et al. 2010. MNRAS, 406, 264

2. Libeskind et al. 2005. MNRAS, 363, 146
3. Hayashi and Chiba 2012. ApJ, 755, 145

銀河 10a 棒渦巻銀河における巨大分子雲の形成と進化

藤本 裕輔 (北海道大学 D1)

我々は棒渦巻銀河における巨大分子雲の形成と進化を調べるため、棒渦巻銀河 M83 をモデルとした三次元の高分解能シミュレーションを行った。50kpc のシミュレーション領域に対して、分解能は約 3pc である。我々は棒状構造部、渦状腕、円盤領域などの棒渦巻銀河の各領域における巨大分子雲の性質と、巨大分子雲の進化を追うことで得られる分子雲衝突の頻度などを調べた。分子雲衝突の頻度は領域によって大きく異なり、棒状構造部、渦状腕、円盤領域の順で高いことがわかった。また、各領域における巨大分子雲の性質もわずかに異なり、棒状構造部や渦状腕では分子雲の重力的な束縛が円盤領域に比べてわずかに弱いことがわかった。我々は、観測で示唆されている棒渦巻銀河における星形成活動の違いを分子雲衝突頻度の違いで説明できる可能性があることを明らかにした。

1. Nimori, M., Habe, A., Sorai, K., et al. 2012, MNRAS, 393
2. Momose, R., Okumura, S. K., Koda, J., & Sawada, T. 2010, ApJ, 721, 383

銀河 11a ダストによる吸収と再放射を考慮した銀河のスペクトルエネルギー分布モデルの構築

河北 敦子 (名古屋大学 M1)

銀河の構成要素である星は進化の過程で核融合反応により重元素を形成する。そして、星で生成された重元素が宇宙空間に放出されることにより、銀河自体もその化学組成を変化させていく。これを銀河の化学進化と呼ぶが、これは星形成の歴史 (星形成史) に密接に関係しており、銀河進化について理解する上で非常に重要である。星は進化の各段階で星間空間に重元素を放出し、その多くは星間空間で固体微粒子 (ダスト) として存在している。ダストは紫外線や可視光を吸収し、それを赤外線として再放射する性質がある。本研究では、星の放射に対するダストによる吸収とダスト粒子が吸収したエネルギーの再放射を考慮することにより、化学進化と整合的な銀河のスペクトルエネルギー分布 (SED) モデルを作成した。ダストによる吸収のモデルとして Calzetti et al. (2000), Cardelli et al. (1989), Pei (1992) を、またダストによる再放射には Dale et al. (2001), Dale & Helou (2002) の経験的モデルを採用した。作成した SED モデルから、銀河年齢の関数として銀河内の重元素量が求まり、ダストの減光、再放射も重元素量と整合的に計算できる。さらにこれを用いることで、高赤方偏移銀河の星形成率や金属量、ダスト量など、重要な物理量を推定することができる。

銀河 12a Baryonic Tully-Fisher relation and star formation rate

小林 将人 (名古屋大学 M1)

We investigated the relation between rotational velocity, baryonic mass, and star formation rate (SFR) for several sample galaxies, and found a fundamental plane in three dimension on which those galaxies are located. In order to understand the galaxy evolution, we first need to investigate physical properties of galaxies. Many discussions have already been made and shown as a form of scaling laws that connect two physical properties of galaxies, such as the Tully-Fisher relation, the baryonic Tully-Fisher relation, star-formation main sequence, the Schmidt-Kennicutt law, and so on. In reality, however, they exist separately. Therefore, when it comes to understanding and determining the galaxy evolution, it is essential to combine those scaling laws to construct a unified theory that explains the galaxy evolution universally in terms of their physical properties. In this study, we compiled observational data for 130 galaxies to confirm the baryonic Tully-Fisher relation (BTFR), star-formation main sequence, and lastly found a fundamental plane in three dimension described by $\log \text{SFR} = -3.78 \log V_{\text{rot}} + 1.99 \log M_{\text{bar}} - 11.2$. This would be the first step to see what properties we need to concern primarily to establish the unified theory.

1. Tully, R.B., & Fihser, J.R. 1977, A&A, 54, 661
2. McGaugh, S.S., & Schombert, J.M., & Bothun, G.D., & Blok, W.J.G. 2000, APJ, 533, L99
3. Ishikawa, H.J. 2013, Master Thesis, Nagoya University

銀河 13a ALMA を使った NGC1068 における高密度ガスの物理状態診断

谷口 暁星 (東京大学 M1)

本研究では、ALMA の初期科学観測 (Cycle 0) における 2 型セーフアート銀河 NGC1068 の Band3, 7 での高感度観測によって、高密度ガストレーサー分子である ^{13}CO , CS, C^{18}O を高い S/N 比で検出した。今回の観測によって得られたのは、 $^{13}\text{CO}(J=1-0)$, $^{13}\text{CO}(J=3-2)$, CS($J=2-1$), CS($J=7-6$), $\text{C}^{18}\text{O}(J=1-0)$, $\text{C}^{18}\text{O}(J=3-2)$ の 6 輝線である。さらに、既存の干渉計では感度不足のため困難であった、NGC1068 の中心領域 (~ 5 arcsec) をこれらの輝線で 2 つのノットに空間分解することに成功し、各ノットにおける 6 輝線の輝線強度比を求めることができた。東側のノットにおける $^{13}\text{CO}(3-2)/^{13}\text{CO}(1-0)$ の輝線強度比は輝線温度換算で 3.7 ± 0.5 であった。これは近傍の星形成領域として最大規模の 30 Doradus における比と同程度に高いことが示され、中心領域の数 100pc スケールという広範囲にわたって高い輝線強度比が得られたことは興味深い結果である。この結果の意味する物理状態を解析するために 6 輝線の輝線強度を RADEX を用いて non-LTE 解析した結果、ガスが高密度であり、かつ中心領域内の空間分布が非対称であることが示された。これはガスが高温高密度であり、かつ AGN からのショックのような非対称な加熱機構を示唆するものである。

1. Krips, M., Martín, S., Eckart, A., et al. 2011, ApJ, 736, 37
2. Tsai, M., Hwang, C., Matsushita, S., Baker, A. J., Espada, D. 2012, ApJ, 746, 129

銀河 14a X 線観測衛星「すざく」を用いた低光度 AGN (NGC 1566, NGC 4941) の観測

川室 太希 (京都大学 M2)

銀河中心の巨大ブラックホールを囲むとされているドーナツ状に分布したダスト (ダストトラス) は、降着円盤へのガス供給源であり、活動銀河核 (AGN; Active Galactic Nucleus) の観測的性質を決定する重要な構造物である。また、トラスが中心核からの X 線に照らされて発生するコンプトン反射成分は、10 keV 以上の宇宙 X 線背景放射 (CXB; Cosmic X-ray Background) に大きく寄与することが知られている。CXB の起源を定量的に理解するためには、トラスの形状・水素柱密度が、AGN 光度に対してどのような依存性をもつかを確立する必要がある。X 線観測衛星「すざく」によって得られる AGN の広域同時 X 線スペクトルは、トラスの幾何学構造を探るために非常に有効であるが、低光度 AGN ($L_X \sim 10^{42} \text{ erg s}^{-1}$) については、その硬 X 線サンプルの少なさから、これまで十分に調べられてこなかった。今回、我々は、X 線観測衛星 *Swift*/BAT 58 か月カタログの中から、十分な硬 X 線強度をもちながら、これまで広域 X 線スペクトルの取得がされていなかった低光度 AGN NGC 1566 (type 1; $z=0.0050$) と NGC 4941 (type 2; $z=0.0037$) を「すざく」により追求観測し、両天体から過去最高精度のデータを取得した。「すざく」と BAT 70 か月カタログによって得られた 0.5–195 keV のスペクトルは、(吸収を受けた) 直接成分、周辺ガスからの散乱成分、コンプトン反射成分、および星生成起源と考えられる光学的に薄いプラズマからの放射成分の和でよく説明できた。観測されたスペクトルからはトラス起源と考えられる鉄の K 狭輝線が検出され、Ikeda et al. (2009, ApJ, 692, 608) による数値モデルとの比較から、NGC 4941 においてトラスの開口角が $\theta_{\text{oa}}=50\text{--}70^\circ$ であると推定した。この結果は、統計的に示唆されている低光度 AGN では、トラスが小さくなるという結果と一致している。

1. Kawamuro, T., Ueda, Y., Tazaki, F., & Terashima, Y. 2013, accepted for publication in ApJ.
2. Burlon, D., Ajello, M., Greiner, J., et al. 2011, ApJ, 728, 58

銀河 15a X 線と可視光を用いた XMM-LSS 領域におけるクェーサー候補天体の選出

馬場崎 康敬 (名古屋大学 M1)

遠方に存在するクェーサーの探査は、超大質量ブラックホールの進化を理解する上で重要な観測的アプローチとなっている。クェーサー探査によく使われる方法として、光学望遠鏡で得られた等級を用いて候補天体を選出する色選択と呼ばれる方法がある。しかし、この方法で選出した天体には、 $\text{Ly}\alpha$ 輝線の強い銀河や星などのコンタミネーションが多い。そこで、本研究では色選択の際に、AGN 探査に有効な X 線の情報も用いて、X 線天文衛星 XMM-Newton と光学望遠鏡 Canada-France-Hawaii Telescope による観測が行われている XMM-LSS 領域からクェーサーの可能性がより高い天体の選出を試みた。X 線スペクトル解析を行うために 0.5–10 keV のカウントが 60 以上であるという条件を課し、CFHT の g , r , i , z バンドの等級を利用し、 $z \sim 4$ と $z \sim 5$ のクェーサー候補天体をそれぞれ 17 個、12 個を選出した。選出した天体と既知のクェーサーを (1) X 線スペクトルをべき関数で表したときのべき (光子指数) の値、(2) 天体の X 線光度、(3) クェーサーに知られる U_V / X 線

の光度比と Uv 光度の間にある相関関係、という観点から比較した所、 $z \sim 4$ と $z \sim 5$ のクェーサー候補天体で、それぞれ 16 個、12 個が既知のクェーサーの性質と合致した。これにより、X 線天体を伴う可視光天体からクェーサー候補天体の選出を行うことはクェーサー探査に対して有効であることが分かった。

1. Ikeda, H., et al. 2011, ApJ, 728, L25 [1]
2. Ikeda, H., et al. 2012, ApJ, 756, 160 [2]
3. Pierre, M., et al. 2007, MNRAS, 382, 279 [3]

銀河 16a クェーサー変動の様々な相関

松本 恵未子 (甲南大学 M1)

Sloan Digital Sky Survey(以下 SDSS) で分光器で観測された 25,000 以上のクェーサーサンプルがある。そのサンプルデータを使ってクェーサーの振幅と周期、赤方偏移、光度、X 線、紫外線、電波の相関関係について調べた研究について紹介する。

銀河 17a すざく衛星によるケンタウルス座銀河団の重元素分布の決定

阿部 雄介 (東京理科大学 M1)

我々の身の周りには鉄、酸素などの元素は恒星内部で合成され、恒星の超新星爆発によって宇宙空間にばらまかれ、銀河内だけでなく銀河外にまで広がっている。重力で束縛された宇宙最大の系である銀河団にはこれまで合成された元素が閉じ込められていると考えられているため、銀河団ガスの元素分布を調べることは宇宙の元素合成史を探る手がかりになっている。Ia 型超新星爆発では鉄、ケイ素、硫黄などが合成され、II 型超新星爆発では酸素、マグネシウム、アルゴン、ケイ素、硫黄、鉄などが合成される。

すざく衛星によって観測されたデータを用いて、ケンタウルス座銀河団の約 0.48 ビリアル半径まで銀河団ガス中の元素分布を調べた。ビリアル半径は銀河団の平均密度が宇宙の臨界密度の 180 倍となる半径のことで、ケンタウルス座銀河団において 1 ビリアル半径 ($= 1.95 h_{100}^{-1} \sqrt{kT} / 10 \text{keV}$) (Markevitch et al. 1998) は 1.74 Mpc ($kT = 3.88 \text{keV}$) (Furusho et al. 2001) である。本研究において、0.27 ビリアル半径までは酸素、マグネシウム、ケイ素、硫黄、アルゴン、カルシウムの元素分布が求まり、0.48 ビリアル半径までは鉄の元素分布が求まった。元素分布は太陽の元素組成を基準にしており、以後 solar を使い、水素を 1 としたときの元素個数比のことをアバンダンスと呼ぶ。ケンタウルス座銀河団をいくつかの円環領域に区切って各元素アバンダンスの半径分布を描くと、0.1 ビリアル半径から中心に向かって Si, S, Ar, Ca, Fe のアバンダンスは増加していて、酸素、マグネシウムのアバンダンスは一定の値をとっている。0.1 ビリアル半径より外側の領域の元素の分布は、全て 0.5 solar に近づいていく傾向があった。また、超新星爆発の理論モデルと解析で得られた各元素アバンダンス鉄アバンダンス比を比較すると、0.04 ビリアル半径より外側では、太陽組成に近いという事が明かとなった。銀河団ガスに含まれる鉄の質量とその中に含まれる銀河光度の比 (鉄質量-銀河光度比) から、現在の銀河団内の鉄元素の拡散史を知ることができる。他の銀河団との比較を行うと他の銀河団同様、鉄質量-銀河光度比は中心から外側に向かうに連れて増

加し、0.2 ビリアル半径で最大になり、それより外側では誤差の範囲で一定になった。このことから、ケンタウルス座銀河団の銀河の分布は、銀河団ガスに比べて、相対的に中心に集まってきている事がわかる。また、現在の超新星爆発発生率で銀河団が宇宙年齢をかけて鉄を合成してきたと仮定すると、解析結果の鉄質量に満たなかった。これは、過去に置ける超新星爆発発生率が高かったことを示唆している。

1. Matsushita et al. 2007
2. Sakuma et al. 2011

銀河 18a AWM7 銀河団外縁部の高温ガスの重元素分布と星形成史

横田 佳奈 (東京理科大学 M1)

銀河団とは、銀河が数百から数千個集まったものであり、宇宙年齢をかけて成長し重力的に束縛されている宇宙最大の天体で、宇宙で合成されてきた炭素より重い元素 (重元素) の多くを閉じ込めていると考えられている。重元素は星の内部で合成され、超新星爆発によって宇宙空間にばらまかれた。Ia 型超新星は、白色矮星の連星系で鉄などの多くの元素を生成する。II 型超新星は、太陽の 10 倍以上重い星で主に酸素などの比較的軽い元素を生成する。このように超新星の種類により合成される元素の組成比が決まるので、どのような元素がどれだけ存在するのかが分かれば、Ia 型と II 型の割合などを考えることができる。つまり、銀河団の重元素を考えると、宇宙全体の重元素、そしてその重元素を合成した星がどれだけできるかを考えることができる。

また、銀河団の高温ガスからの熱放射が X 線で観測される。放射されるエネルギースペクトルは、熱自動放射と元素の特性 X 線からなる。高階電離した元素のイオンに束縛された電子のエネルギー遷移による輝線を見てガスに含まれる重元素量を調べることができる。

今回の講演では AWM7 銀河団の解析結果を報告する。Sato et al. (2008) では X 線天文衛星「すざく」を用いた X 線強度中心から東西におよそ 0.3 ヴィリアル半径の観測の解析が行われたが、「すざく」は低いバックグラウンドが特徴のため X 線で暗い外側領域まで観測され今回初めて銀河団の勢力範囲であるヴィリアル半径まで解析できるようになった。

本研究では AWM7 銀河団の X 線強度中心からヴィリアル半径までの銀河団ガスの温度や含まれる鉄の量の半径分布を調べた。銀河団ガスの温度は中心から上がり 0.1 ヴィリアル半径から外側へ向かって下がる、電子数密度は中心から外側へ向かって下がる、しかし同じ半径でも東西の方が南より高い値であったため、AWM7 銀河団は銀河が連なる東西のフィラメント方向へ広がっていると考えられる。またヴィリアル半径までの鉄と銀河の質量比から、鉄は過去に大量に合成され現在銀河より相対的に広がって分布していることもわかった。Sato et al. (2008) の結果より、Ia 型と II 型の両方の超新星爆発で合成されるケイ素と鉄の比が半径によらず一定であったため、求められた爆発回数比 Ia 型:II 型=1:3 を外側でも成り立つと仮定し、鉄の質量から超新星爆発の回数を算出したところ Ia 型が約 140 億回、II 型が約 420 億回であることがわかった。また、AWM7 銀河団より巨大な Perseus 銀河団と比較すると同様に鉄は過去に大量に合成され現在銀河より相対的に広がって分布しているとわかったため (Matsushita et al. 2013)、どの銀河団でもこれまで同じような過程で鉄を合成してきたと考えられる。今回の講演では、銀河団の重元素分布の解析結果から星形成史について議論する。

1. Sato, K., Matsushita, K., Ishisaki, Y., et al. 2008, PASJ, 60, 333
2. Matsushita, K., Sakuma, E., Sasaki, T., Sato, K., & Simionescu, A. 2013, ApJ, 764, 147

銀河 19a (講演キャンセル)

銀河 20a XMM-Newton 衛星による低表面輝度銀河団 A2328 と A1631 のエントロピー測定

新郷 沙耶 (奈良女子大学 M1)

銀河団は自己重力系としては宇宙で最大の天体である。一般に銀河団は大量のダークマターを含み、その重力ポテンシャルにガスが落ち込んで、次第に中心集中した分布になると考えられている。したがって銀河団は進化するにつれて X 線表面輝度が上昇し、かつガス加熱によってエントロピーが高くなると予想される。

しかし、ROSAT 衛星や XMM-Newton 衛星の観測により、表面輝度が低い一方でエントロピーが高いという特異な銀河団が数個発見された。この過剰なエントロピーの原因は従来の加熱機構のみでは説明が難しく、詳細はまだ解明されていない。

この原因を探るため、本研究では XMM-Newton 衛星を用いて低表面輝度銀河団 A2328 ($z = 0.1475$) と A1631 ($z = 0.0462$) の X 線スペクトル解析を行い、エントロピー分布を求めた。その結果、エントロピーは中心でそれぞれ $\sim 300 \text{ keVcm}^2$, $\sim 400 \text{ keVcm}^2$ と求められた。これは重力的な加熱を考えた理論予測値と比べて、およそ 2 倍大きい。また、どちらの銀河団もガス密度が低く不規則な形態をしていることから、これらの銀河団は進化の初期段階にあるのではないかと考えられる。このことからエントロピー過剰の原因として、ガスの加熱に対して中心集中が遅れている可能性がある。

1. Ota, N., et al. 2013, A&A, accepted
2. Pratt, G. W., et al. 2010, A&A, 511, A85
3. Trinchieri, G., et al. 2012, A&A, 545, A140

銀河 21a 初代星は銀河ハローのどこにいるのか?

須藤 佳依 (甲南大学 M2)

宇宙初期に生まれた初代星は、理論的研究により、太陽の数百倍の質量を持った巨大な恒星になっていったのではないかと考えられている。しかし、巨大な恒星のみならず、 $100M_{\odot}$ 以下の星が複数形成されるという新しいシミュレーションの結果が発表された (Clark et al 2011, Hosokawa et al. 2011, Greif et al. 2012)。この結果は、初代星形成の理論の進展に大きな影響を与え、初代星が現在でも生き残っているかもしれないという可能性を示唆するものとなった。そこで、本研究では宇宙で最初に誕生した初代星のホストであるミニハローが、ハロー同士の合体を通じ、現在の矮小銀河のハローにどのように取り込まれていくのか、その過程を高精度の宇宙論的な N 体シミュレーションを用いて調べることを試みた。その結果、初代星を含むミニハローの中にあるものはそのまま矮小銀河の中に取り込まれ、また一部は潮汐力によって引き伸

ばされて銀河ハローの内部に広がることがわかった。本講演ではこれらのミニハローに含まれている初代星を、次世代の観測装置を用いて観測することが可能なかどうかを検証し、その結果を報告する。

1. Clark, P. C., Glover, S. C. O., Smith, R. J., et al. 2011, Science, 331, 1040
2. Greif, T. H., Bromm, V., Clark, P. C., et al. 2012, American Institute of Physics Conference Series, 1480, 51
3. Hosokawa, T., Omukai, K., Yoshida, N., & Yorke, H. W. 2011, Science, 334, 1250

銀河 22a Overview of the Chemical and Dynamical Evolution of Dwarf Spheroidal Galaxies

平居 悠 (東京大学 M1)

矮小楕円体銀河 (dSph) の化学動力学進化モデルについて、最近の研究成果を紹介する。近年の観測で、天の川銀河周辺における矮小楕円体銀河の星の金属量が明らかにされつつある [e.g., 1]。一方、N 体/Tree-SPH コードにガスの冷却、星形成則、化学進化、超新星フィードバック効果を導入することで、高い分解能で矮小楕円体銀河の化学動力学進化をシミュレーションすることが可能になった。最新の化学動力学進化計算は、矮小楕円体銀河: Fornax, Sculptor, Sextans, Carina, Leo II の金属量を再現し、銀河の初期質量と初期中心密度が化学動力学進化に重要な役割を果たしていることを明らかにした [2,3]。しかし、矮小楕円体銀河の動径方向の金属分布は観測を再現できず、ISM の混合や、銀河の衝突が化学動力学進化に及ぼす影響を調査することが必要である。本講演では、最新の化学動力学進化シミュレーションの成果を紹介し、矮小楕円体銀河の化学動力学進化を考察する。さらに、現在の矮小楕円体銀河化学動力学進化モデルの問題点を指摘し、今後の研究課題を示す。

1. Tolstoy E., Hill V. and Tosi M. 2009. ARA&A 47, 371
2. Revaz Y., Jablonka P., Sawala T., et al. 2009. A&A 501, 189
3. Revaz Y. and Jablonka P. 2012. A&A 538, A82

銀河 23c アウトフローガスの変動とキューサーの光度の時間変動の関係性

堀内 貴史 (信州大学 M2)

キューサーの降着円盤から吹き出すアウトフローガスに見られる時間変動の原因を探るべく、昨年からキューサーの光度と吸収強度の同時モニター観測を、木曾と岡山で行っている。アウトフローを平行に見込む際に観測される BAL キューサーに対しては、連続光と吸収強度の変化に相関が見られないことがすでに確認されているが [1]、降着円盤をより深く見込む際に観測されると考えられている NAL/mini-BAL キューサーについては両者の関係は明らかになっていない。そこで、mini-BAL と NAL をもつキューサーに対する同様な観測を通じ、BAL, mini-BAL, NAL の発生場所に求められる環境の違いを解明する。NAL をもつキューサー 1 天体については、すでに有意な変光傾向を示すことが確認されており、このことは現在最も有力視されている電離状態変動シナリオを支持する可能性が低いことを示している。

1. Gibson, R. R., Brandt, W. N., Schneider, D. P., & Gallagher, S. C. 2008, *ApJ*, 675, 985

今回はこの論文の紹介と、この先に行うべき観測について述べる。

1. A dust-obscured massive maximum-starburst galaxy at a redshift of 6.34(Riechers et al.2013)

銀河 24c 活動銀河核における連続光光度と広輝線領域サイズの関係の補正

野間 千菜美 (東北大学 M1)

近傍銀河の中心付近の恒星やガスの運動から、銀河の中心には大質量ブラックホールが存在するという証拠が得られていて [1]、そのブラックホールの質量は銀河の性質 (luminosity や質量、恒星の速度分散など) と関係していることが知られている [2,3]。こういった関係は銀河の形成や進化を知る手がかりになると考えられるため、様々な種類や redshift の銀河に対してより多くのサンプルを得て正確に関係を決めることは非常に重要である。中心の光度が明るく恒星やガスの運動を観測できない活動銀河核 (AGN) について、中心のブラックホールの質量の見積もりによく使われるのは “reverberation mapping” 法である。この方法では輝線の連続光変光に対する遅延時間から輝線放射領域 (BLR) のサイズを見積もり、その遅延時間と輝線幅を用いてブラックホールの質量を決定することができる。こういった方法で求められた BLR のサイズと luminosity の間にも良い関係が得られていて、この関係を使えば luminosity と輝線幅を観測すればブラックホールの質量を見積もることができ、したがってより簡単に遠方の天体に対しても多くのサンプルを得ることができる。これまでは主に可視の luminosity と BLR のサイズの関係であったが、今回は 46 天体のデータを用いて新しいパラメータ ($H\beta$ の luminosity) を加え、luminosity と BLR のサイズの関係の補正することを考える。可視と $H\beta$ の luminosity を使った BLR のサイズとの関係は、いずれか一方との関係よりも 2~3 割ほど分散が減少し、多少の改善が見られた。

1. Kormensy, J., & Richstone, D. 1995, *ARA&A*, 33, 581
 2. Magorrian, J., et al. 1998, *AJ*, 115, 2285
 3. Gebhardt, K., et al. 2000a, *ApJ*, 539, L13

銀河 25c 塵に覆われた高赤方偏移大質量スターバースト銀河の探査

小山 舜平 (東京工業大学 M1)

現代の大質量早期型銀河はダストに覆われた激しいスターバースト、すなわち星形成の爆発的増加を通して、その構成質量や重元素の大部分を獲得したといわれている。しかし、ビッグバンの後のどの時代からそのような初期大質量スターバーストが存在していたのかということは、未解決な問題である。塵の多い、大質量スターバースト銀河の赤方偏移分布の測定は、選択効果を負っているために実際より低く偏ってしまっていると長い間思われていたが、実際、最近になって赤方偏移 $z=5$ 程度のスターバースト銀河が複数発見されており、このことが確認されている。Riechers et al. (2013)[1] では、 $z=6.34$ にある大質量スターバースト銀河 HFLS3 をサブミリ波カラーによる選択法によって発見した。この銀河には、高励起かつ科学的に進化した星間物質が太陽の 1,000 億倍あり、また、星形成率は天の川銀河の 2,000 倍にも上る。これは今までで最高の観測値となっている。

銀河 26c レンズクエーサーを用いた多視線分光観測による MgII 吸収体の物理的諸性質の解明

小山田 涼香 (信州大学 M2)

本研究はレンズクエーサーの多視線スペクトルを用いた MgII 吸収線の同定を行った。銀河に付随すると思われる MgII 吸収体を多方向から捉えることによって、吸収体のサイズや分布を明かにするのが目的である。本研究では Gemini/GMOS (R~1000) でロングスリット分光観測した 5 つのレンズクエーサーの高分散分光データの解析を行った。その結果をもとに視線ごとの吸収線の差異を見つけ出し、吸収体の物理量について考察した。極端な例として、あるクエーサーに関しては 2 視線のうち片方の視線にしか吸収線が現れていないレンズ像があることがわかった。今後は検出された全ての MgII 吸収線の情報をもとに、吸収線の物理量、位置、分布と付随する銀河との相関関係を解明する予定である。そこから、今回の研究結果が銀河進化や銀河内の星形成史においてどのようなモデルを示すことが可能なかを議論する。

1. Smette et al. 1995, *A&AS*, 113, 199
 2. Churchill et al. 2005, *IAUC*, 199, 24
 3. Nielsen et al. 2013, *arXiv*, 1304, 6716

銀河 27c Uncovering reionization with gravitationally lensed galaxies at $z=5-10$ in Hubble Frontier Fields

石垣 真史 (東京大学 M1)

暗い銀河はその大きな数密度ゆえに宇宙の再電離を引き起こした主要な電離光子源であると考えられているが、再電離期のような高赤方偏移の暗い銀河を観測するのは容易ではない。そこで本研究では Hubble Frontier Fields の銀河団 Abell 2744 を用いてそのような赤方偏移 5-10 の銀河を探査する。Hubble Frontier Fields(HFF) とは 2013 年秋からハッブル宇宙望遠鏡 (HST) によって撮像される 6 つの銀河団の領域であり、Abell 2744 はそのうち 1 年目に観測される銀河団である。銀河団による重力レンズ効果によって背後の天体の像は増光されるため、見かけの AB 等級が 28.7-29 の非常に暗い天体でも検出することが可能となり、光度関数の暗い天体での値に制限を与えることができる。HFF のデータが出てくるまでに、すでに HST によって撮像されている Hubble Legacy Archive のデータを用いて、Abell 2744 の質量分布を求める予定である。

銀河 28c $z\sim 1$ 星形成銀河内部の星形成領域の分解

増田 貴大 (東北大学 M2)

$z \sim 1$ の宇宙における星形成率密度は、現在の宇宙に比べて桁ほど高い値であった事が分かっている (Hopkins&Beacon(2006) など)。また、この時代に激しく星形成を行なっているような銀河は、その実に 90% が massive で disk-like な形態を持っていた事が示されている (Konishi et al. 2009)。しかし、このような銀河の星形成領域を数 kpc スケールで調べた仕事はほとんどなく、この時代の銀河の星形成活動が銀河内部のどの領域のどのようなモードで起こっているかはまだ議論の余地が残っている。よって、この時代の星形成を担っていた銀河がその内部のどのような場所で星形成を行なっていたのかを調べることは、銀河の進化を考える上で重要である。この研究では、HST による CANDELS 計画によって得られた $0.8 < z < 1.8$ の比較的 massive な銀河 ($M_* > 3 \times 10^{10} M_\odot$) の画像に対し、各ピクセルごとに SED fitting をする事で銀河内部の星形成領域の分布を空間分解して捉えた。まず最初に、HST によって得られた GOODS-South 領域の合計 8 バンドの画像を用いて、約 2kpc の分解能で星質量、年齢、E(B-V)、SFR などの map を作成した。次にこの map を元に、銀河中心から 3kpc を境にして銀河の中心部と外縁部での星質量と星形成率を足し合わせることで星形成率密度および星質量密度を計算し、その時間発展を調べた。星形成率密度を見たところ、外縁部は中心部に比べ数倍高い星形成率密度を持っているものの、この redshift の間での時間発展は中心部・外縁部ともにほとんど無かった。一方で星質量密度については、時間とともに中心部・外縁部ともに増加する傾向が見られた。特に星質量密度の増加は銀河の中心部で大きく、その増加量は星形成率密度で説明される質量増加よりも大きいという結果が得られた。講演ではこの結果を踏まえ、この時代の銀河で星質量分布が確立する過程について議論する。

1. Konishi et al. 2011 PASJ 63,363
2. Wuyts et al. 2012 ApJ 753,114

銀河 29c $z=3.1$ 原始銀河団の MOIRCS 近赤外線分光観測

久保 真理子 (東北大学 D3)

我々は $z = 3.1$ SSA22 原始銀河団のすばる望遠鏡 MOIRCS (Multi-Objects Camera and Spectrograph) による深い近赤外撮像データから星質量に基づいて原始銀河団銀河候補を選び、MOIRCS 多天体分光観測を行った。65 天体を観測し、約半数の同定に成功した。 $[O_{III}]\lambda\lambda 5007$ 輝線からこれほど大量の天体を分光同定したのは世界でも初の例である。うち 24 天体は $z_{\text{spec}} \approx 3.1$ であり、確かに原始銀河団銀河であった。これにより原始銀河団で既に大質量銀河が形成されつつあることが明らかになった。また、SSA22 領域の Ly α Blobs、サブミリ源の対応天体のそれぞれ複数の対応天体について $z_{\text{spec}} \approx 3.1$ だと示した。これらは multiple major merger の途中であると考えられる。

銀河 30c MOIRCS Spectroscopy: Scrutinizing over 70 Galaxies in Two Proto Cluster at $z > 2$

嶋川 里澄 (総合研究大学院大学 M2)

Local cluster galaxies have characteristic properties represented by color-magnitude relation and density-morphology relation for exam-

ple. In proto-clusters at $z \geq 2$, however, such relations break down because the galaxies are just forming[1]. Therefore those proto-clusters are the unique laboratories to directly investigate the origin of environmental dependency seen in the local universe. With this motivation, we have conducted a spectroscopy of 2 rich proto-clusters, PKS1138-262($z = 2.16$)[2] and USS1558-003($z = 2.53$)[3] with Subaru/MOIRCS in S13A. We target about 100 star-forming galaxies of selected by our previous narrow-band imaging surveys, and we have newly identified over 72 galaxies as cluster members. In this poster, we will show velocity structures of the 2 proto-clusters, and characteristics of PKS1138 which we have found by line flux and ratio. In PKS1138, the galaxies that locate at intermediate density regions show significantly higher star-formation rates compared to the main sequence. It suggests that they are key populations under the influence of the environmental effects.

1. Kodama T., Bower R. G., 2001, MNRAS, 321, 18
2. Koyama Y., et al., 2013, MNRAS, 428, 1551
3. Hayashi M., et al., 2012, ApJ, 757, 15

銀河 31c 野辺山 45m 鏡を用いた不規則銀河 IC10 の HCN および CO 分子輝線観測

瀬川 陽子 (北海道大学 M2)

不規則銀河は渦状腕や棒状構造を持たないため、そのような力学的構造による影響を受けない環境下での星形成過程を解明する上で非常に重要である。不規則銀河の中にはこのような星形成を誘発する構造を持たないにも関わらず、非常に活発な星形成活動をしているものがあるが、そのメカニズムについては解明されていない点も多い。

本研究の観測対象は典型的な不規則銀河の 1 つである IC10 で、距離 950kpc という非常に近傍に位置している。IC10 は低金属量である不規則銀河の中でも ^{12}CO 分子輝線で比較的明るく、過去に行われた観測では IC10 内で観測された分子雲のサイズや線幅が銀河系内の分子雲とあまり変わらないことがわかっている。しかし、 H_2 の表面密度に対する星形成率の表面密度 (星形成効率) は近傍にある他の渦巻銀河や不規則銀河に比べ高い。この高い星形成率を支えるためには星のもととなる高密度分子ガスが多量に存在することが期待されるため、本研究では分子雲をトレースすることのできる CO(臨界密度 10^2cm^{-3}) と、分子雲内の密度の濃い領域をトレースすることのできる HCN(同 10^{4-5}cm^{-3}) 分子輝線の観測を行い、その輝線強度比を導出した。

観測は国立天文台野辺山 45m 鏡を用いて今年の 3 月と 5 月に行った。観測点は Ohta et al. (1988) および Leroy et al. (2006) をもとに CO の強度が強く、かつ星形成段階の異なる領域を 3 点を選出した。この観測点のうち最も CO の強度が強く活発な星形成が見られる点では、HCN/CO 比は 0.04 程度となった。一方、CO の強度が強いにも関わらず星形成の指標が見受けられない点では、0.014 という低い上限値を得た。本講演ではこの結果について議論する。

銀河 32c 赤外線銀河内の埋もれた活動銀河核の探査

市川 幸平 (京都大学 D2)

赤外線銀河は、赤外線で非常に明るく輝いている銀河であるが、その膨大なエネルギー源が星生成由来なのか、それとも活動銀河核 (AGN) 由来なのかは、ダストに隠されているため、判別することは難しい [1]。我々は、可視光線で活動銀河核の兆候がない近傍の赤外線銀河 ($z < 0.2$) に対して、あかり衛星を用いて $2.5\text{--}5\ \mu\text{m}$ スペクトルを取得した。さらに、このバンド内に寄与する成分として、星直接成分の黒体放射、AGN によって温められたダスト (トーラス) 由来の黒体放射を考え、トーラス由来の温度が $T > 200\text{K}$ となるものを、埋もれた AGN の指標とした。この方法により、赤外線光度があがるにつれて、埋もれた AGN をもつ赤外線銀河の割合が多くなることを、幅広い赤外線光度幅 ($10^{10}L_{\odot} < L_{\text{IR}} < 10^{13}L_{\odot}$) で示すことに成功した。

1. Sanders and Mirabel. 1996, ARA&A, 34, 749S

銀河 33c N-body simulation for evolution of spiral arms

熊本 淳 (東北大学 M1)

孤立系の円盤銀河を想定した N 体シミュレーションを行ない、spiral arms の形成と進化の様子調べる。シミュレーションの結果として現れた spairal arms を思わせる構造について、logarithmic spiral を想定したフーリエ解析を行い、その進化の様子を解析する。解析の結果、spiral arms の構造は時間変化していることを発見した。spiral arms は形成されながら徐々にピッチ角を小さくし、さらにピッチ角を小さくしながら消えていった。この進化の過程は swing amplification を思わせる。銀河が数回転するまでの間は形成と消滅を繰り返したが、その後は形成されなくなった。

銀河 34c すばる望遠鏡 FMOS による COSMOS 領域の近赤外線分光サーベイ: $z \sim 1.6$ 星形成銀河の $\text{H}\alpha$ 輝線に基づく星形成率とダスト減光

柏野 大地 (名古屋大学 M2)

本講演ではすばる望遠鏡 FMOS を用いて行った、 $z \sim 1.6$ における星形成銀河の近赤外線分光サーベイの成果を発表する。我々の目的は、 $\text{H}\alpha$ 輝線に基づいた星形成率 (SFR) と星質量 (M_*) の関係を定量化することである。星形成銀河については、この 2 つの物理量の間にはタイトな関係があることが多くの先行研究により確認されており、**星形成主系列**と呼ばれている [1,2,3]。しかし、用いる星形成率指標やサンプルセレクションにより微妙に異なった結果が得られており、本質的な星形成主系列を明らかにするためにも、指標の影響や互いの関係を明らかにするためにも、異なる指標やサンプルで $\text{SFR}-M_*$ 関係を定量化し、それらを比べることが重要である。さらに、赤方偏移とともに星形成主系列がどのように進化するのかを明らかにすることは銀河の形成と進化の解明においてとても重要なことである。しかし、星形成史のピークである $z \sim 1.6$ という時代に対しては、よく理解され精度の良い星形成率の指標

である $\text{H}\alpha$ 輝線が分光観測が困難な近赤外領域にシフトしてしまい、これまででは不定性の大きな指標を使わざるを得なかった。しかし、FMOS の本格稼働により、 $\text{H}\alpha$ に基づく星形成率の見積もりが可能になった。星形成率を導くためにはダスト減光を補正する必要があるが、これは同じく FMOS で観測した $\text{H}\beta$ と $\text{H}\alpha$ の比 (Balmer decrement) を使って精度よく求めることができる。しかし、 $\text{H}\beta$ は弱く、個々のオブジェクトに対しては有意な検出がほとんど得られないため、星質量でビン分けしてスペクトルをスタックすることで、平均的な $A_{\text{H}\alpha}-M_*$ 関係を求め、これが低赤方偏移の SDSS 星形成銀河と非常によく似ていることを明らかにした。我々は、この関係を用いてダスト補正を行い、約 200 のスペクトルから先行研究とコンシステントな $\text{SFR}-M_*$ 関係を求めた。この研究はこれまで難しかった近赤外分光観測を行い、ダスト減光の補正から星形成の導出までを FMOS で観測した $\text{H}\alpha$ 輝線フラックスに基づいて行った初めての研究である。

1. Noeske, K. G., Weiner, B. J., Faber, S. M., et al. 2007, ApJ, 660, L43
2. Daddi, E., Dickinson, M., Morrison, G., et al. 2007, ApJ, 670, 156
3. Elbaz, D., Daddi, E., Le Borgne, D., et al. 2007, A&A, 468, 33

銀河 35c The two-dimensional power spectrum analysis of far-infrared galaxies detected by AKARI

鈴木 智子 (名古屋大学 M2)

銀河の持つ多様な形態・性質は、銀河の存在している環境に大きく影響を受けている。そのため、銀河の存在する環境、つまり銀河がどのような空間分布をしているのかを知ることは、銀河進化を理解する上で非常に重要となる。銀河の空間分布の性質を議論する際には、パワースペクトルという統計量がよく用いられる。パワースペクトルは、波数 k を持つ波が銀河分布の密度ゆらぎに対してどの程度寄与しているのかを表す統計的指標である。本研究では、特に遠赤外線の波長帯で観測される銀河に注目し、その空間分布のパワースペクトルを求めた。遠赤外線の主な放射源は銀河内に存在するダストであり、遠赤外線では明るく輝く銀河は宇宙における星形成活動性のよいトレーサーとなっている。そのため、これらの銀河の空間分布の持つ性質を知ることは、星形成銀河が宇宙空間においてどのように分布しているのかを理解することにもつながる。

本研究では、赤外線天文衛星 AKARI の遠赤外線の波長帯で観測された全天探査のカタログを用いて、その空間分布の 2 次元のパワースペクトルを求めた。全天カタログから銀河のデータを選別し、それらを銀河座標で北と南それぞれ 4 つの領域に分けた。各領域について平面近似を用いてパワースペクトルを求め、最終的に北と南でそれぞれ平均をとった。得られたパワースペクトルはべき乗則でよく近似され、そのべきの値は北と南でほとんど変わらないことが分かった。本講演では、用いたデータと解析方法に関して詳細に述べると共に、IRAS のカタログを用いた先行研究との比較を行う。

1. Hamiltom, A. J. S., & Tegmark, M., 2002, MNRAS, 330, 506
2. Pollo, A., Takeuchi, T. T., Suzuki, T. L., & Oyabu, S., 2013, Earth, Planets, & Space, 65,273

銀河 36c 野辺山 45m 電波望遠鏡を用いた銀河系外縁部における分子雲サーベイ

松尾 光洋 (鹿児島大学 M2)

我々は野辺山 45m 電波望遠鏡およびマルチビーム受信機 BEARS を用いて $^{12}\text{CO}(J=1-0)$ 輝線のサーベイを行い、その観測から銀河系外縁部における分子雲のリストを作成して CO-to- H_2 変換係数 (X_{CO}) を求めた。銀河系における X_{CO} についての研究は数多くされており、銀河系半径が大きくなるにつれて大きくなるという研究 (Arimoto et al. 1996) があるが銀河系半径 $R=11\text{kpc}$ 程度までしか X_{CO} は求められておらず、 $R=11\text{kpc}$ 以遠でも動径変化が見られるのかは明らかではない。そこで我々は銀経 l が $212^\circ 5$ から $214^\circ 0$ 、銀緯 b が $-0^\circ 25$ から $0^\circ 25$ の範囲を野辺山 45m 電波望遠鏡およびマルチビーム受信機 BEARS を用いて $^{12}\text{CO}(J=1-0)$ 輝線の OTF 観測を行った。これにより得られた 3次元マップから CLUMPFIND (Williams et al. 1994) を使用して分子雲のリストを作成し、それぞれの分子雲のサイズや線幅などを求めた。その結果、銀河定数 (R_0, Θ_0) = (8.0kpc, 217km/s) として運動学的距離を求めると $R = 8 - 15\text{kpc}$ に存在する分子雲を検出できた。また Solomon et al. (1987) よりサイズが小さい分子雲のサイズ線幅関係を得ることができた。求めたサイズと線幅からビリアル質量を計算し、それと分子雲の積分強度を用いて X_{CO} を決定した。その結果、 X_{CO} は Arimoto et al. (1996) の結果と連続的に銀河系半径とともに大きくなる傾向があることがわかった。

銀河 37c 銀河の FDF

田代 雄一 (熊本大学 M1)

宇宙での磁場観測の一つに Faraday rotation を用いるものがある。これを応用して、FDF(Faraday dispersion function) という概念が Burn によって導入された。これと Faraday depth を用いると、磁場や放射領域に関する情報を得ることが出来る。従来、Faraday depth 空間における銀河の FDF を簡単のため正規分布としてきたが、我々はここに着目し Faraday depth 空間での銀河の FDF の形を探っていく。

1. M. A. Brentjens (1,2), A. G. de Bruyn (2,1), ((1) Kapteyn Astronomical Institute, (2) ASTRON), arXiv:astro-ph/0507349v2
2. Takuya Akahori (1,2), Dongsu Ryu (3), Jongsoo Kim (1), B. M. Gaensler (2), arXiv:1303.1595 [astro-ph.GA]

銀河 38c Hyper Suprime-Cam を用いた銀河団進化の解明

玉澤 裕子 (東京大学 M1)

銀河団は宇宙で最も重い力学系であり、宇宙の構造形成の鍵となる。この銀河団がどのように形成・進化したかは観測的にあまり理解されていない。私は、すばる望遠鏡の次世代超広視野可視光カメラ Hyper Suprime-Cam (HSC) の探査データを用いて形成過程にある銀河団 (原始銀河団) を多数検出し、統計的に銀河団進化を明らかにする。HSC 探査により従来の 30 倍以上の天域を観測して、得られた多色のデータか

ら遠方銀河の空間分布を調べ、密度超過から原始銀河団の候補を見つける。この手法により、1 年目の HSC 探査から原始銀河団の候補が赤方偏移 4 - 5 で数百個得られると期待されている。この原始銀河団サンプルを用いて、次の 2 つの目標を達成する。1) 原始銀河団候補同士の自己相関関数と構造形成モデルを比較することで原始銀河団のダークハロー質量を世界に先駆けて見積もる。2) 原始銀河団と現在の銀河団を比較することで、銀河団の平均ダークハロー質量に対する星質量比の進化を調べる。これにより銀河団の形成過程においてダークハロー質量と星質量のどちらが先に集積したかを明らかにする。本研究の特徴は、HSC 探査の広領域・高感度データによって、初めて高赤方偏移銀河の分布から無バイアスで多数の原始銀河団候補を選び出すことができる点である。これにより得られる原始銀河団候補の数は従来の探査の約 100 倍におよび、上記のような自己相関関数の解析や銀河団質量比の進化を初めて調べることができる。

銀河 39c MAXI/GSC の全天 X 線マップを用いた暗い X 線源の調査

鈴木 和彦 (日本大学 M1)

MAXI/GSC の観測によって得られた全天 X 線マップに天体名を追加したものを作成した。作成した全天 X 線マップを見ると天体名が表示されない X 線源らしい増光がいくつかあり、それらの解析を試みた。本研究の目的はそれらが本当に天体起源であるかを確かめることと、対応天体の同定である。実際にいくつか確かめてみると MAXI 公開用カタログには無い既知天体であった。今日、判明した天体について報告する。確認できた天体はほんのわずかであり、今後は残りの X 線源を銀河面付近を中心に解析していく。

1. Kazuo Hiroi et al., 2013, THE 37-MONTH MAXIGSC SOURCE CATALOG IN THE HIGH GALACTIC LATITUDE SKY
2. 谷口義明・岡村定矩・祖父江義明, 2007, 「シリーズ現代の天文学 銀河 I 銀河と宇宙の階層構造」日本評論社

銀河 40c コールドダークマターハローのコア-カスプ問題が超新星爆発で解決できるか?

加藤 一輝 (筑波大学 M1)

コア-カスプ問題に関する論文、Navarro, Eke and Frenk (1996) 及び Ogiya and Mori (2011) のレビューを行う。コア-カスプ問題とは、理論で得られたダークマター (DM) ハローの中心密度がカスプ状の分布を示唆しているのに対して、観測ではコア状の分布をしているという矛盾である。Navarro, Eke and Frenk (1996) では球対称な矮小銀河からガスが放出するモデルを N 体計算し、DM ハロー中心のカスプがコアに遷移することを示した。一方、Ogiya and Mori (2011) では、ガス放出の time scale と系の粒子数に注目して計算が行われていて、結果として、Navarro, Eke and Frenk (1996) の計算は十分な精度がないことと、ガス放出の time scale が短いほうが中心密度をより平坦にすることを示した。しかし、どのような time scale の場合でも中心にカスプが残るため、Ogiya and Mori (2011) は、ガスの放出は DM ハロー中心のカスプをコアにする効果的なメカニズムではないと言及している。

1. Ogiya, G. , and Mori. M. 2011, ApJ, 736L, 20
2. Navarro, J. F. , Eke, V. R. , and Frenk, C. S. 1996, MNRAS, 283, L72

銀河 44c 衝突銀河団 CIZA J1358.9-4750 の「すざく」による観測

加藤 佑一 (東京大学 M1)

2つの銀河団がお互いの重力により引き合い衝突している銀河団のことを衝突銀河団という。衝突が初期の銀河団の観測例は少なく、現在知られているものは Abell399-401、Abell222-223 だけである。我々は、銀河面近くに最近発見された初期衝突銀河団の候補天体 CIZA J1358.9-4750 を、X 線衛星「すざく」で観測した。CIZA J1358.9-4750 は南西と北東にそれぞれ銀河団がある。それらが衝突しているかどうかを調べるため、それぞれ銀河団の領域とその2つを結ぶ領域を2つに分け、計4つの領域の解析を行った。南西と北東の銀河団のそれぞれの赤方偏移と温度をみると南西の赤方偏位は0.081、一方北東のほうは0.074であり、温度はそれぞれ6.1 keV, 4.8 keVであった。さらにそれらを結ぶ領域の温度を調べて平均してみると7.7 keV程度になった。この温度は北東と南東の銀河団よりも高くなっており、2つの銀河団が衝突することより起きた衝撃波によるものだと考えられる。これらの事実から、北東と南西にある2つの銀河団は、衝突の初期の段階にあるものと考えられる。

銀河 41c 銀河風研究のための流体シミュレーションコード開発

村田 貴紀 (筑波大学 M1)

本研究では、将来的に銀河の形成進化過程における銀河風の影響について調べることを目的としている。現在は銀河風の数値流体シミュレーションを行うため、リーマン近似解法の一つである HLLC 法のコードの開発を行っている。本発表では HLLC 法の概念と空間時間一次精度で実装したシミュレーションコードのテストについて報告する。

銀河 42c 局所銀河群における新たな形成シナリオに関する論文紹介

加藤 美保子 (東北大学 M1)

Ibata et al. (2013) によって、M31 (アンドロメダ銀河) の周りに矮小銀河が平面構造 (Vast Thin Disk of Satellites; VTDS) を作っていることが発見された。他にも局所銀河群には VPOS (Vast Polar Structure) と呼ばれる銀河系周りの平面構造や、潮汐相互作用によるストリームといった構造が見られる。過去の銀河衝突モデルと比較して、このような構造の起源について新たな解釈をもたらした Hammer et al. (2013) による論文 “The vast thin plane of M31 co-rotating dwarfs; An additional fossil signature of the M31 merger and of its considerable impact in the whole Local Group” を紹介する。

1. Hammer et al. 2013
2. Ibata et al. 2013

銀河 43c 宇宙初期の構造形成における化学組成の変化

渡辺 拓 (京都大学 M2)

微小な宇宙の初期ゆらぎは徐々に成長して宇宙に構造を形成する。ゆらぎははじめ線形摂動として扱えるが、ゆらぎが大きくなると非線形成長を始める。非線形成長において、十分大きく成長したゆらぎは、自らの重力により崩壊し、いずれビリアル平衡に達する。ビリアル平衡に達したガスが輻射冷却により重力による自由落下時間よりも早く冷えることができれば、さらに重力崩壊が進み、構造を形成することができる。

ここでは輻射冷却の冷却率の計算に必要なビリアル化後のガスの化学組成の変化を、様々な反応経路を考慮して計算する。

1. Rees & Ostriker 1977. 1977MNRAS.179..541R
2. Tegmark et al. 1997. 1997ApJ...474....1T