



田村陽一准教授, 佐野栄俊特任助教, 山本宏昭助教, 立原研悟准教授

- *田村陽一 准教授 *Yoichi Tamura, Assoc. Prof.*
- 立原研悟 准教授 *Kengo Tachihara, Assoc. Prof.*
- 山本宏昭 助教 *Hiroaki Yamamoto, Assist. Prof.*
- 佐野栄俊 特任助教 *Hidetoshi Sano, Assist. Prof.*

私たちの研究室は、電波によって星間空間に漂う物質を観測し、「銀河・宇宙の起源」を解き明かそうとしています。星間物質は様々な分子や原子、固体微粒子（ダスト）からなり、温度が低く、可視光を放射しません。かわりにそれらが放つ微弱な電波を観測することで星間物質の分布や物理状態を明らかにし、そこで起きている様々な現象を調べます。

電波望遠鏡 NANTEN 2

分子ガスの観測に用いる装置は高精度の電波望遠鏡です。図1に示す望遠鏡はNANTEN2と呼ばれ、南米チリ共和国の北部、標高4,800mのアタカマ高地に設置され、A研主導のもと、世界6カ国、10の大学の共同研究として運営されています。アタカマ高地はたいへん乾燥しており、年間の晴天率が80%をこえる、天文観測にとって理想的な場所です。口径4メートルと小型ですが、広い視野と高いサーベイ能力に特長があります。特にデータの質を左右するのは受信機の感度です。私たちは、超伝導を利用した最先端の高感度受信機システムを、他大学や国立天文台と共同で開発しています。さらに望遠鏡の観測・制御システム、データ解析ソフトウェアも独自に開発しています。

電波観測で探る宇宙

電波による分子輝線の観測によって、星間分子雲の物



図1：チリ・アタカマ高地に設置されているNANTEN2望遠鏡。

理状態や運動をつぶさに調べることができます。ミリ波帯の電波を用いると、星形成の母体である高密度な分子雲コアに加えて、それらを取り巻く低密度で淡く広がる分子ガスを調べることができます。またサブミリ波帯の観測により、分子雲コアの奥深くに埋もれる高密度/高温領域をピンポイントで探ることができ、誕生した星が星間物質に及ぼす影響を調べることができます。これにより、例えば分子雲が別の分子雲と衝突し、巨大な星団の形成を誘発することを明らかにしました（図2）。

他波長のデータとの比較研究

本研究室が1996年から2003年までチリ・ラスカンパナ

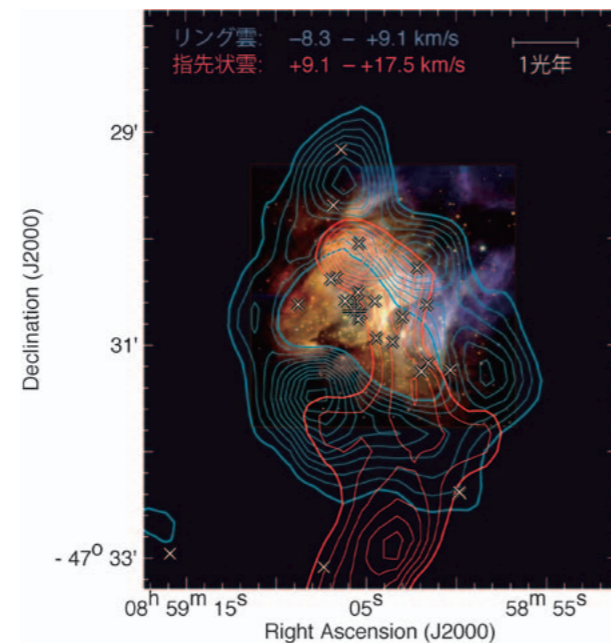


図2：大規模星団RCW38の光学写真と、その周囲に存在する2つの速度からなる分子雲の分布。+印は大質量星の位置を示す。指先状に見える赤方偏移した分子雲がもう一方と衝突し、星団の形成を促したと考えられている。

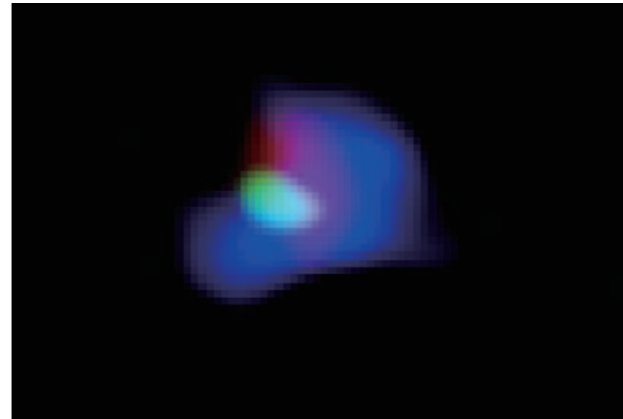


図3：ALMA望遠鏡によって撮像された131億光年の遠方銀河が放射する電離酸素輝線（緑）の画像。赤・青は、それぞれ大質量星からの紫外線と電離水素ガス放射を示す。

ス天文台で運用していた「なんてん」望遠鏡により、天の川銀河の銀河面と、最も近い系外銀河である大マゼラン星雲の分子ガスの分布を、これまでにない分解能で明らかにしました。このデータは世界最高の質・規模を誇っており、例えばガンマ線の観測結果と比較することで、宇宙線陽子と星間陽子の衝突を起源とする拡散ガンマ線の放射モデルを提案しました。他にもSpitzer衛星やHerschel衛星などの赤外線データとの比較から、二重螺旋状ジェットや磁気浮上ループなど、特異な構造を示す銀河系中心部の活動性も調べています。

NASCO計画

水素原子ガスや赤外線、ガンマ線等の観測は全天をカバーしている一方で、分子ガスの観測は銀河面に集中したものばかりでした。この現状を打破すべく、これまでのデータをはるかに凌駕する新しい分子ガスサーベイ計画、NANTEN2 Super CO survey as legacyを遂行しています。このサーベイは専用開発した受信機をNANTEN2に搭載し、全天の70%という超広域でCO分子をくまなく探査する、天文学史上初の試みです。そこで明らかになる高感度な分子雲の地図と、Planck衛星で得られたダスト放射、水素原子ガスからの21cm線スペクトルデータなどを組み合わせ、銀河系全体にわたる星間物質全体の性質を明らかにします。

大学院での研究

修士課程ではまず、NANTEN2による観測をリモートで行い、そのデータ解析の方法を学びます。他にも野辺山45m望遠鏡やASTE望遠鏡、ALMAなどの国内外にある望遠鏡を積極的に使用します。私達の銀河系やマゼラン雲などの系外銀河、さらには100億年以上過去の銀河における星形成や星間物質の進化など、テーマは多岐にわたっています。また電波望遠鏡の装置・システム開発も重要な研究テーマです。チリ・アタカマ砂漠の観測所まで赴き、NANTEN2望遠鏡の運用も行います。

最近の博士論文は「銀河系中心部の二重螺旋星雲に付随する星間分子雲についての多輝線CO観測による研究(2016)」、『Accurate Determination of the Hydrogen Column Density in the Local ISM Based on the Planck Dust Optical Depth(2016)』、『ミドルエイジ超新星残骸における星間ガスとガンマ線放射の観測的研究(2016)』、修士論文は「大マゼラン雲における銀河間潮汐相互作用が誘発する大質量星形成(2018)」、『NANTEN2 115/230GHz帯2周波同時観測マルチビーム受信機の開発(2018)』などがあります。



A研のメンバー

電波観測できりひろく豊かな天体形成の歴史

サブミリ波を使って遠方の宇宙、すなわち若かりし宇宙のすがたを解き明かす研究が、昨年度から新たにスタートしました。星間物質は、あらゆる天体の材料です。本研究では、その星間物質の観測に長けたサブミリ波に着目し、138億年にわたって繰り返されてきた天体形成と物質進化の多様性豊かな歴史を明らかにしようとしています。たとえば、ビッグバン後数億年ごろの宇宙黎明期における原始銀河の探査、それらの銀河に対する酸素原子・炭素原子・ダストをプローブとした重元素合成史の解明、重力レンズ効果を利用した遠方銀河の高精細観測、宇宙大規模構造のなかで劇的に成長をとげる銀河と超大質量ブラックホールの観測的研究などに取り組んでいます（図3）。

さらに、こうした遠方宇宙の開拓を加速させる新たな技術開発も推進しています。たとえば、超伝導共振器技術にもとづく新しいコンセプトの超広帯域分光器DESHIMAをオランダや国内の大学・機関と共同開発し、宇宙論的体積をサーベイする計画や、大型望遠鏡の変形・ブレを実時間で補正するための光学システム「ミリ波補償光学」の開発など、2020年代の電波天文学を牽引する技術の創出に挑戦しています。また、これらの技術を基盤とした口径50m級の次世代大型電波望遠鏡(LST)計画を、国立天文台や他の大学とともに推進しています。

<http://www.a.phys.nagoya-u.ac.jp/ae>

*連絡先 ytamura@a.phys.nagoya-u.ac.jp FAX 052-782-3951

教授：0/准教授：2/助教：2/PD：9/DC：4/MC：15