

メンバー

教授：徂徠和夫，助教（ISP）：Dragan SALAK, D2：清水一揮，D1：Suphakorn SUPHAPOLTHAWORN, M2：瀧元健伸，濱響子，M1：浜田佳澄，半田宙也，B4：戸松勇登，邨瀬史伎

研究成果

近傍銀河の分子ガスの大規模撮像観測 COMING (CO Multi-line Imaging of Nearby Galaxies, 研究代表者：徂徠)プロジェクトで得られたデータに加え，アタカマ大型ミリ波サブミリ波干渉計（ALMA）で撮られたアーカイブデータを用いて，近傍銀河の大局的な星生成を分子ガスの分布や性質から明らかにするとともに，分子ガス量を高精度にまた複数の方法で見積もることを目指した研究（科研費基盤研究C「星間ガス質量の高精度な導出とそれを用いた銀河の大局的星生成過程の定量的理解」）を中心に進めた。近傍の棒渦巻銀河M 83について，ALMA望遠鏡で取得された一酸化炭素分子（ $^{12}\text{C}^{16}\text{O}$ ）の複数のスペクトル線画像から励起解析を進め，銀河の中心付近における分子ガスの物理状態を推定した。その結果，温度・密度がほぼ同程度にもかかわらず星生成活動を伴わない領域が存在すること，その差異を生む要因が分子雲同士の衝突にある可能性を見出した。また，COMINGで撮られた銀河約 30 天体について，分子ガスのデータをVLA望遠鏡で撮られた原子ガスのデータと比較した。その結果，分子ガスが支配的な銀河の内側の領域と原子ガスが支配的な銀河の外側の領域では，星生成率が異なる一方で分子ガスの星生成効率には違いが見られないこと，原子ガスの星生成率は内側の領域の方がやや高いことが明らかになった。さらに，比星生成率は両領域でほぼ同じであり，以上のことから，星生成の活発さを決定している要因が原子ガスから分子ガスへの転換である可能性を見出した。

また，ALMA望遠鏡を用いた赤方偏移が 6 の遠方のクエーサーの観測から，OHラジカルの輝線・吸収線を検出することに成功した。スペクトル線輪郭の詳細な解析から，これは平均で 700 km s^{-1} に近い速度で噴出する分子ガスアウトフローであること，質量流出率が高くこのアウトフローが星生成活動を終焉に向かわせている可能性を指摘した。

これらの観測的研究と同時に，筑波大学等と共同で南極大陸内陸部高地においてテラヘルツ波による天文観測を実現する計画を進めており，試験機として持ち込む口径 30 cmの小型望遠鏡の整備を進めた。当該年は，30 cm望遠鏡に搭載する電波分光計の性能測定とデータ取得プログラムを製作した。また，データ整約ソフトウェアも継続して製作した。

成果発表

<原著論文>

- ・ *Romano, M., Nanni, A., Donevski, D., Ginolfi, M., Jones, G. C., Shivaiei, I., Junais, Salak, D., Sawant, P., “Star-formation-driven outflows in local dwarf galaxies as revealed from [CII] observations by Herschel”, *Astronomy & Astrophysics*, 2023, Vol. 677, A44:1-22

- ・ *Hashimoto, T., Inoue, A.K., Sugahara, Y., Fudamoto, Y., Fujimoto, S., Knudsen, K.K., Matsuo, H., Tamura, Y., Yamanaka, S., Harikane, Y., Kuno, N., Ono, Y., Salak, D., Ishii, N. “Big Three Dragons: Molecular gas in a bright Lyman-break galaxy at $z=7.15$ ”, *The Astrophysical Journal*, 2023, Vol.952, pp.48:1-10
- ・ *Liu, D., Schinnerer, E., Saito, T., Rosolowsky, E., Leroy, A., Usero, A., Sandstrom, K., Klessen, R.S., Glover, S.C.O., Ao, Y., Beslic, I., Bigiel, F., Cao, Y., Chastenet, J., Chevance, M., Dale, D.A., Gao, Y., Hughes, A., Kreckel, K., Kruijssen, J.M.D., Pan, H.-A., Pety, J., Salak, D., Santoro, F., Schrubba, A., Sun, J., Teng, Y.-H., Williams, T. “CI and CO in nearby spiral galaxies. I. Line ratio and abundance variations at ~ 200 pc scales”, *Astronomy & Astrophysics*, 2023, Vol.672, A36:1-22

学術講演（国際学会・国際シンポジウム）

<一般講演> 《口頭発表》

- ・ *Salak, D., “Galactic outflows traced by THz molecular lines”, Antarctica Astronomy Workshop: China-Japan Meeting, 2023年12月16日, 筑波大学
- ・ *Salak, D., Hashimoto, T., Inoue, A.K., Donevski, D., Bakx, T.J.L.C., Tamura, Y., Sugahara, Y., Kuno, N., Miyamoto, Y., Fujimoto, S., Suphapolthaworn, S., “ALMA reveals a molecular outflow in the reionization-epoch quasar J2054-0005 by OH 119 um observations”, Resolving the Extragalactic Universe with ALMA & JWST, 2023年11月9日, 早稲田大学

《ポスター発表》

- ・ *Salak, D., Hashimoto, T., Inoue, A.K., Bakx, T.J.L.C., Donevski, D., Tamura, Y., Sugahara, Y., Kuno, N., Miyamoto, Y., Fujimoto, S., Suphapolthaworn, S., “Molecular outflow in the quasar J2054-0005 at $z=6.04$ revealed by ALMA OH 119 um observations”, ALMA at 10 years: Past, Present, and Future, 2023年12月4-8日, Puerto Varas, Chile, オンライン
- ・ *Suphapolthaworn, S., Sorai, K., Salak, D., “Molecular gas physical conditions in the central kpc of M 83”, 35th URSI General Assembly and Scientific Symposium (URSI GASS 2023), 2023年8月19-26日, 札幌コンベンションセンター
- ・ *Salak, D., Nakai, N., Sorai, K., Miyamoto, Y. “Molecular wind in the nearby starburst galaxy NGC 1482 revealed by ALMA CO (1-0) observations”, Asia-Pacific Regional IAU Meeting (APRIM 2023), 2023年8月7-11日, ビッグパレットふくしま
- ・ *Suphapolthaworn, S., Sorai, K., Salak, D., “Molecular gas physical conditions in the central kpc of M 83”, Asia-Pacific Regional IAU Meeting (APRIM 2023), 2023年8月7-11日, ビッグパレットふくしま

- Suphapolthaworn, S., *Awiphan, S., Chatchadanoraset, T., Kerins, E., Specht, D., Naharutai, N., Komonjinda, S., Robin, A.C., “Earth through the looking glass: how frequently are we detected by other civilizations through photometric microlensing?” , Asia-Pacific Regional IAU Meeting (APRIM 2023), 2023 年 8 月 7-11 日, ビッグパレットふくしま

学術講演（国内学会・国内その他）

<一般講演>《口頭発表》

- *Tomatsu, Y., “Observation of short-timescale visible variable of AGNs with Tomo-e Gozen” , 第 3 回筑波大学-北海道大学合同研究会, 2023 年 12 月 14 日, オンライン
- *瀧元健伸, “Interim Report on My Study of the Multi-line Analysis about Molecular Gas Outflow in NGC 4945” , 第 3 回筑波大学-北海道大学合同研究会, 2023 年 12 月 14 日, オンライン
- *Salak, D., Hashimoto, T., Inoue, A.K., Donevski, D., Bakx, T.J.L.C., Tamura, Y., Sugahara, Y., Kuno, N., Miyamoto, Y., Fujimoto, S., Suphapolthaworn, S., “ALMA reveals a molecular outflow in the reionization-epoch quasar J2054-0005 by OH 119 um observations” , 第 3 回筑波大学-北海道大学合同研究会, 2023 年 12 月 14 日, オンライン
- *Handa, C., “Development of the spectrometer for Antarctic 30 cm submillimeter telescope” , 第 3 回筑波大学-北海道大学合同研究会, 2023 年 12 月 14 日, オンライン
- *Sorai, K., “Development of Automatic Reduction Tools for Observational Data of Radio Astronomy (AURORA)” , 第 3 回筑波大学-北海道大学合同研究会, 2023 年 12 月 14 日, オンライン
- *清水一揮, 「渦巻銀河における形態学的特徴の検出手法の開発」, 第 3 回筑波大学-北海道大学合同研究会, 2023 年 12 月 13 日, オンライン
- *Hama, K., “Contribution of atomic gas for star formation in nearby galaxies” , 第 3 回筑波大学-北海道大学合同研究会, 2023 年 12 月 13 日, オンライン
- *浜田佳澄, “Estimating molecular gas in galaxies by mid-infrared” , 第 3 回筑波大学-北海道大学合同研究会, 2023 年 12 月 13 日, オンライン
- *邨瀬史伎, “Preparation for observations of infalling gas from galactic halos” , 第 3 回筑波大学-北海道大学合同研究会, 2023 年 12 月 13 日, オンライン
- *Suphapolthaworn, S., “Spatially resolved dust properties and variations of CO-to-H₂ conversion factor in NGC 3627” , 第 3 回筑波大学-北海道大学合同研究会, 2023 年 12 月 13 日, オンライン
- *本多俊介, 瀧口風太, 岩田将輝, 橋本拓也, 久野成夫, 新田冬夢, 斉藤弘雄, 小山徹, 加藤良寛, 石川みなみ, 青木美和, 茅野太一, 瀨田益道, 中井直正, 半田宙也, Dragan

SALAK, 徂徠和夫, 清水一揮, 八嶋裕, 永井誠, 梅本智文, 松尾宏, 小嶋崇文, 伊王野大介, 鶴澤佳徳, 石井峻, 西堀俊幸, 長崎岳人, 折笠成宏, 他南極天文コンソーシアムメンバー, 「南極 30cm サブミリ波望遠鏡 - ドームふじ観測拠点 II での観測に向けた準備状況」, 日本天文学会 2023 年春季年会, 2023 年 9 月 22 日, 名古屋大学

- ・ * 清水一揮, 徂徠和夫, 「渦巻銀河における形態学的特徴の検出手法の開発」, 日本天文学会 2023 年春季年会, 2023 年 9 月 20 日, 名古屋大学
- ・ * 渡邊祥正, 西村優里, 原田ななせ, 柴田和樹, 徂徠和夫, 久野成夫, 坂井南美, 山本智, 「棒渦巻銀河 NGC 3627 における様々な分子種の分布の主成分分析」, 日本天文学会 2023 年春季年会, 2023 年 9 月 20 日, 名古屋大学
- ・ * 濱響子, 徂徠和夫, 「近傍銀河における分子ガス-原子ガス比と星生成の関係」, 日本天文学会 2023 年春季年会, 2023 年 9 月 20 日, 名古屋大学
- ・ * 清水一揮, 徂徠和夫, 「近傍渦巻銀河の構造同定および分子ガスの速度分散と星生成効率の多様性」, 日本天文学会 2023 年春季年会, 2023 年 3 月 15 日, 立教大学
- ・ * 柴田和樹, 渡邊祥正, 久野成夫, 徂徠和夫, 「NGC 3627 における星形成活動性と分子ガスの物理状態の関係」
- ・ * Salak, D., Hashimoto, T., Inoue, A.K., Donevski, D., Bakx, T.J.L.C., Sugahara, Y., Tamura, Y., Kuno, N., Miyamoto, Y., “Molecular outflow in the reionization-epoch quasar J2054-0005 revealed by OH 119 um observations”, 日本天文学会 2023 年春季年会, 2023 年 3 月 14 日, 立教大学

科研費、助成金等の取得状況

- ・ 科研費基盤研究(C)(一般)「星間ガス質量の高精度な導出とそれを用いた銀河の大局的星生成過程の定量的理解」(研究代表者：徂徠和夫, 2020 年度-2023 年度)

その他

- ・ 徂徠和夫 クロスアポイントメント 筑波大学数理物質系 (2022 年 10 月-2023 年 3 月)