

JWSTが捉えた銀河系の果ての星生成

泉 奈都子^{1,2}

〈¹ 岐阜大学 工学部 〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸 1-1〉

〈² 国立天文台 アルマプロジェクト 〒181-8588 東京都三鷹市大沢 2-21-1〉

e-mail: nizumi923@gmail.com



銀河系の果てにある最外縁部は、銀河系の中にありながら、銀河系の形成初期の環境を残している非常に興味深い領域です。この始原的な環境下ではどのように星が生まれるのでしょうか？我々の住む太陽系の近くの環境下とは違いがあるのでしょうか？これらの謎に挑むため、我々はJWSTを用いた近・中間赤外線撮像観測を最外縁部にある4つの星生成領域に対して実施しました。JWSTはその圧倒的な性能により、最外縁部においても、これまで太陽系近傍で取得されたデータと同程度の感度と空間分解能で星生成領域を捉えることを初めて可能にしました。本稿では、この観測の初期成果について詳しく紹介します。

1. 銀河系の果てに見える世界

我々の住む銀河系は渦巻き銀河と分類され、主に中心部のバルジ、銀河円盤、そしてバルジと円盤を包み込むハローの3つの成分で構成されています。この3つの中で銀河円盤は銀河系の最も主要な成分であり、星とガスが集中して分布しています。太陽系もこの円盤に属しています。銀河円盤は半径が20 kpc程度と考えられていますが、半径が18 kpc以上の円盤の端の部分、つまり銀河系の果ての領域を我々は銀河系の最外縁部と呼んでいます。図1は銀河系の想像図と共に最外縁部の範囲を示しています。

最外縁部は我々の住む太陽系の近くとは異なる環境を持つことが知られています。例えば、ガス密度や金属量は太陽系近傍のわずか5分の1から10分の1程度です。ガス密度が低いということは、星の材料となるガスの量が少ないことを示しています。また、主な金属は、核融合反応によって星の内部で生成されたり、超新星爆発の過程で

作られたりするため、金属量は星の誕生と死の繰り返しによって増加していきます。ゆえに、金属量が少ないということは、星生成のサイクルがあ

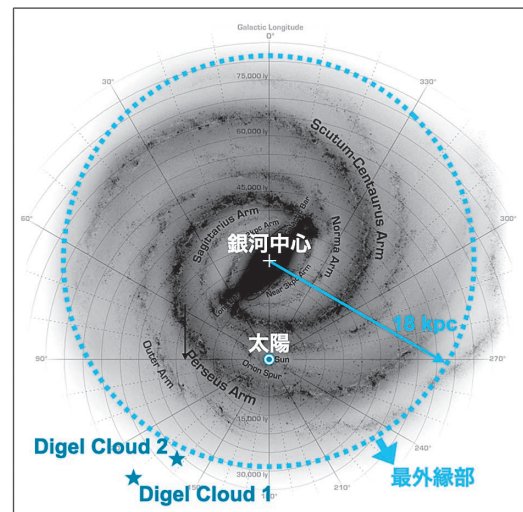


図1 銀河系の想像図 (Credit: NASA/JPL-Caltech)。点線の外側が最外縁部の範囲、水色の星マークは観測のターゲットである Digel Cloud 1, 2 の位置を示します。

まり進んでいないことを示しています。以上より、最外縁部は星がまだ活発に生成されていない静寂な環境であると言えます。このような環境は矮小銀河や銀河系の形成初期の環境と非常に似通っていると考えられています [1, 2]。最外縁部は系外銀河と比べると十分近傍に位置するので*1、始原的な環境において一つ一つの星を容易に分解して観測することができる非常に貴重な環境です。

2. 最外縁部で生まれる星

最外縁部ではどのように星が生まれ、進化していくのでしょうか？太陽系近傍の環境下と比べて、違いがあるのでしょうか？これらの謎に挑むため、我々はこれまで主に地上の大型望遠鏡を用いて最外縁部における星生成領域の発見及びその性質の解明に精力的に取り組んできました [3-6]。特にすばる望遠鏡を用いた近赤外線撮像観測では、生まれたばかりの若い星を多く観測し、質量が太陽の1/10程度のもので検出することに成功しました。そして、星生成領域の性質を調べたところ、星の初期質量関数*2の傾きは太陽系近傍の星生成領域で導出された傾きと比べて大きな違いは見られませんでした。しかし、星の進化の初期段階に存在する星周円盤の寿命は太陽系近傍で導出された値よりも短く見積もられました [4]。

また、個別の星生成領域を観測するだけでなく、公開されている広域サーベイデータをもとにした星生成に関する統計的な性質を調べる研究も進めています。例えば、Wide-Infrared Survey Explorer (WISE) 衛星による中間赤外線の全天サーベイと、5大学電波天文台 (Five College Radio Astronomical Observatory; FCRAO) による一酸化炭素 (CO) 輝線の銀河面サーベイによ

って検出された分子雲のデータを組み合わせた解析により、星が母体となる分子ガスから変換される効率 (星生成効率) は最外縁部と太陽系近傍で同程度であることがわかってきました [7-9]。

3. JWSTを用いた新しい観測

上記で述べた通り、最外縁部における星生成の様子は少しずつ解明されてきました。さらに理解を深めるために、次のステップとしてJWSTを用いた新しい観測に着手しました。余談ですが、この新しい観測の計画はJWSTが打ち上げられる6年前、つまり2015年から始まっていました。この年にアメリカで開催されたWISE衛星に関する国際研究会 (WISE at 5: Legacy and Prospect) において最外縁部に関する研究成果を発表したところ、JWSTの中間赤外線の観測装置であるMIRIの開発に主に関わっているMichael E. Ressler氏に興味を持っていただきました。そして幸運にも、彼の持つ確約時間観測 (Guaranteed Time Observation: GTO)*3を使って最外縁部にある星生成領域をJWSTで観測しないか、と声をかけていただいたのが始まりです。

JWSTはその圧倒的な性能により、太陽から10 kpc以上離れた最外縁部においても、これまで太陽系近傍で観測されてきた星生成領域と同様の空間分解能・感度で星生成領域を捉えることを初めて可能にしました。例えば、JWSTの優れた感度を用いれば質量が太陽の1/10以下の星も容易に検出できます。太陽系近傍では、主に質量が太陽の1/100から10-100倍の星を用いて初期質量関数を検証しているため [10]、低質量、つまり太陽の1/100から1/10の星の分布についても太陽系近傍と比較することができます。さらに、JWSTの高

*1 銀河系の外縁部と同様に低金属量環境下であることが知られているマゼラン雲までの距離はおよそ50 kpc、他の渦巻き銀河までの距離は1 Mpc以上であることが知られています。

*2 初期質量関数とは、星が生まれる時、どの重さの星がどれくらいの数だけ存在したのかを表す関数です。

*3 確約時間観測とは、望遠鏡やその装置の開発などに貢献した人物、グループに対して割り当てられる観測時間のことです。

い空間分解能により、中間赤外線（3-25 μm ）の観測でも個々の星を分離することが初めて可能となりました。2章で触れたように、近赤外線（0.7-2.5 μm ）を用いると最外縁部の星周円盤の寿命は短く見積もられる傾向にあります。近赤外線（0.7-2.5 μm ）は星周円盤の内側（中心星からの距離： $\sim 0.1-1$ au）からの放射しか捉えていません。対して、中間赤外線（3-25 μm ）はより広い領域（中心星からの距離： $\sim 1-10$ au）からの放射を捉えています [11]。つまり、中間赤外線の方がより円盤の全体像を捉えることができるので、星周円盤全体の寿命を精度よく求めるにはJWSTによる中間赤外線観測が非常に重要です [12, 13]。

4. ターゲット：Digel Clouds 1, 2

JWSTを用いた新しい観測のターゲットとして、2つの分子雲Digel Cloud 1, 2（以下では簡単にCloud 1, 2と表記します）が選ばれました。これらはハーバード・スミソニアン天体物理学センター（Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics）が持つ口径1.2 mの望遠鏡による一酸化炭素（CO）の輝線観測によって1990年代に発見されました [14]。分子雲の詳細な構造は、我々が行った野辺山45 m電波望遠鏡のCO輝線観測によって約1 pcのスケールまで明らかにされています [6, 8]。図2はCloud 1, 2の周辺環境（左図）とその構造（右図）を示しています。2つの分子雲にはそれぞれ強度の高い領域が2つずつあり、Cloud 1a, 1b, 2N, 2Sと呼ばれています。我々のすばる望遠鏡を用いた近赤外線の撮像観測により、すべての領域に生まれたての星の集団である星生成領域が検出され、年齢、星の数、質量といった性質が調べられています [2-4, 6]。中間赤外線についてはCloud 1ではWISE衛星、Cloud 2ではWISE衛星とSpitzer宇宙望遠鏡の画像データが公開されています。

Cloud 1は銀河中心から約22 kpc（我々から約16 kpc）の距離にあり、銀河系内で発見されてきた星生成領域の中で最も外側に位置すると考えられています。また、図2の左上の図が示すように直径が1 kpcを超える非常に大きな水素原子ガス雲のシェル（殻）構造に付随しています。Cloud 1とこのシェル構造は銀河系とその周囲に存在する高速度雲^{*4}との衝突によって形成された可能性があり [6, 16]。高速度雲と銀河系の相互作用は銀河系の進化にも深く関わっていると考えられているため、星生成だけでなく銀河進化という観点でもCloud 1は非常に興味深い天体です。

Cloud 2はCloud 1に比べて分子雲の質量が大きく、より多くの星が生成されています。すばる望遠鏡の観測データを用いて初期質量関数などの検証が行われており [3]、JWSTを用いた追観測を行うのに適した天体です。また、Cloud 2は超新星爆発によって形成された膨張シェル構造に付随しているため、超新星残骸からの圧縮によって誘発・生成された領域と考えられています。Cloud 2Nの近くにはMR 1と呼ばれる孤立した大質量星（B型星）と水素の電離領域（HII領域）が存在しており、これらもCloud 2における星生成に影響を与えている可能性があります [2]。

5. 観測設定

今回の観測は上記で紹介した、Michael E. Ressler氏が持つCycle 1 GTOの一環として2023年1月に行われました（Program ID: 1237）。ターゲットはCloud 1a, 1b, 2N, そして2Sに位置する星生成領域です。本観測では、JWSTに搭載されている4つの観測装置の中から、1-5 μm の波長帯の撮像観測のためにNIRCam、5-28 μm の波長帯の撮像観測のためにMIRIを使用しました。使用したフィルターの数はNIRCamで6つ（F115W^{*5}, F150W,

*4 高速度雲とは、銀河回転とは全く違った運動をする中性水素のガス雲で、銀河系に向かって落ち込むような速度を持っています。

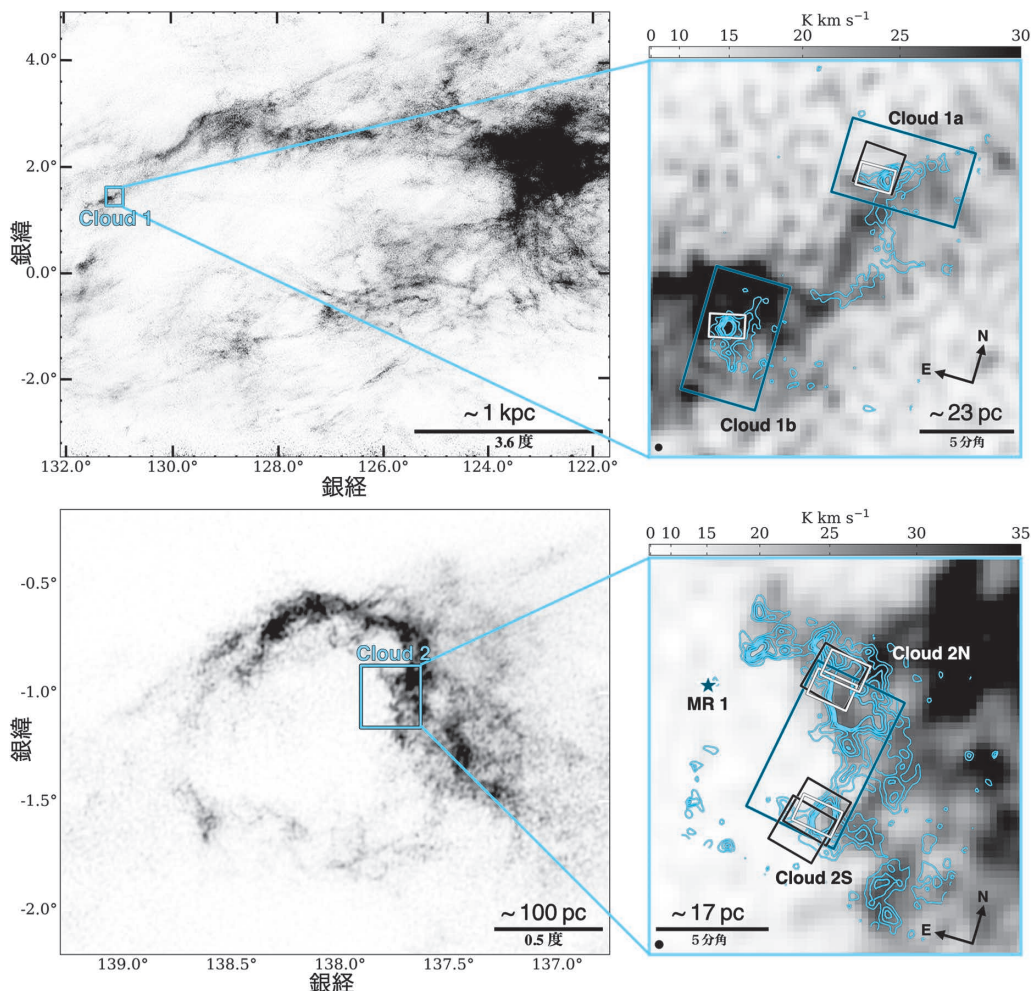


図2 Digel Cloud 1, 2周囲の水素原子ガスの分布(左)とDigel Cloud 1, 2自体の分子雲構造(右). 背景はカナダ銀河面サーベイ (Canadian Galactic Plane Survey) [15] によって取得された水素原子ガスの分布, 水色のコントア(等高線)は野辺山45 m電波望遠鏡を用いて得られた一酸化炭素(CO)ガスの分布を示しています[6, 8]. 右図の青, 黒, 白色の四角はそれぞれすばる望遠鏡, JWSTのNIRCam, そしてJWSTのMIRIを用いた観測の視野を示しています. 右図の左下にある黒色の丸は野辺山45 m電波望遠鏡の空間分解能(約17秒角)に対応します.

F200W, F356W, F405N, F444W), MIRIで3つ(F770W, F1280W, F2100W)の合計9つです. 近赤外線は地上望遠鏡でよく使用されているフィルター, そして中間赤外線はWISE衛星, Spitzer宇

宙望遠鏡で使用されたフィルターと同等であるため, これらの望遠鏡で観測された太陽系近傍の星生成領域との比較研究に適しています. また, Cloud 2Nと2Sの間隔がちょうどNIRCamとMIRI

*5 フィルター名にある数字はフィルターがカバーしている波長域の中心値を示しており, 例えばF115Wの115は $1.15 \mu\text{m}$ に対応しています. また, フィルター名の最後尾にあるW, Nはフィルターがカバーする波長域の広さ(WはWide, NはNarrow)を示しています.

の観測視野の間隔と一致していることを利用して、Cloud 2NのMIRI、Cloud 2SのNIRCamの同時観測を行いました。これにより観測効率を上げることができましたが、それでも割り当てられた8時間内にすべてのターゲットを十分な感度で観測することができなかつたため、Cloud 1bにおいてはMIRIを用いた観測のみ実行しました。

6. データ解析手法とその結果

観測されたデータの解析には、公開されているJWST解析用パイプラインを使用しました。パイプラインを実行する際のパラメータ設定については基本的に初期設定値を使用しましたが、いくつかのパラメータに関しては、より精度の高い座標校正や宇宙線の除去を行うために、最適なものに変更しました。さらに、観測装置由来のノイズを除去するために独自の解析手法を確立しました。

観測視野内には数千もの天体が検出されたため、各天体の検出とその明るさの測定(測光)は解析用スクリプトを用いてすべて自動的に実行できるようにしました。この解析用スクリプトは、JWSTが公開している解析手法を我々の観測データの特性に合わせて改良したものです。特に、今回検出された星の分布は非常に混み合っているため、Point Spread Function (PSF) 測光の手法[17-19]を採用しました。これは、視野内のいくつかの任意の星の輝度プロファイルからPSFモデルを作成し、測光したい天体のピークフラックスにスケールリングして測光する方法です。ただし、モデル作成のために選出する星は正確なプロファイルを取るために周囲から孤立した天体である必要があります。MIRIのデータに関してはPSFモデルを作成できるほど十分な数の孤立した天体が視野内になかつたため、JWSTが公開しているシミュレーションで得られたPSFモデルを使用しました[20]。

以上の解析によって得られたデータの限界等級はNIRCamで約26等級、MIRIで約20-23等級で

す(共にAB等級)。これらの値は誤差が0.1等級以下(シグナルとノイズの比が10以上に対応)の場合で検出可能な最も暗い天体の等級の値を示しています。我々が過去に行なったすばる望遠鏡を用いた観測の限界等級と比較すると、驚くべきことに本観測では感度が約10-80倍も向上しています。また、空間分解能は近赤外線の波長域ではすばる望遠鏡のデータと比較すると約5-7倍、中間赤外線の波長域ではSpitzer宇宙望遠鏡のデータと比較すると約6-13倍も向上しています。

7. 先行研究との比較

図3はCloud 1a、Cloud 2Sにおけるすばる望遠鏡とJWSTの近赤外線における比較画像を示しています。Cloud 1aは、我々から16 kpcと非常に離れたところに位置しており、すばる望遠鏡の観測でも密集している若い星が検出されてはいましたが、その数は僅か20天体程度でした。しかし、JWSTの空間分解能と感度によりその数は約2倍に増加しました。Cloud 2Sについては、検出された天体の数が増加しただけでなく密集した星の

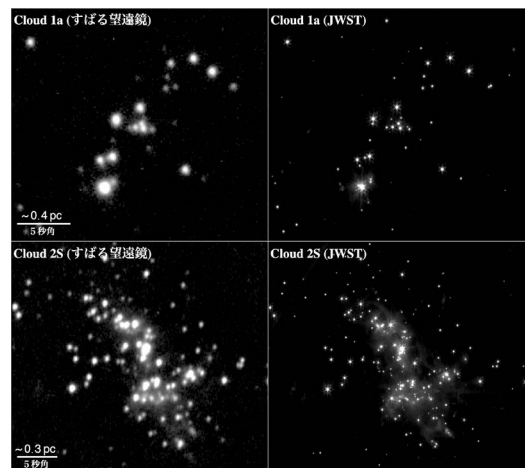


図3 Cloud 1a (上)、2S (下)におけるすばる望遠鏡(左)とJWST(右)の比較画像。すばる望遠鏡で使用したフィルターはKs(中心波長は $2.2\ \mu\text{m}$)、JWSTで使用したフィルターはF200W(中心波長は $2.0\ \mu\text{m}$)です。

周囲に広がる淡い構造も明確に検出されました。このような近赤外線における淡い構造は大質量星が生成されるような領域でよく見られていますが、Cloud 2Sの中に大質量星は見つかっていないため、なぜこのような構造があるのか非常に興味深いです。

図4はCloud 1b, Cloud 2NにおけるWISE衛星もしくはSpitzer宇宙望遠鏡とJWSTの中間赤外線における比較画像を示しています。Cloud 1b, 2Nともに、JWSTによる観測によってこの波長域において初めて星を一つ一つ分解して検出することが可能となりました。また、星生成領域を囲むように広がった淡い構造は周囲にある星間ダストの分布を示しています。この構造もJWSTによって初めて非常に鮮明に描き出されました。

検出したすべての天体において、前主系列星^{*6}のモデル (Isochrone model) [21] と限界等級の値を用いて星の質量検出限界を見積もったところ、F115WからF444Wのデータ (1.15–4.44 μm の波長域) において、これまでの観測の約10倍に及ぶ約1/100太陽質量に達しました。より長い波長だと感度は落ちてしましますが、それでもF770Wのデータ (7.7 μm) において約1/10太陽質量に達しています。

今回の観測では暗い星を含んだ多くの星が新たに検出されただけでなく、Class 0天体と呼ばれる星の進化段階で一番初期にある天体の候補や、若い星から噴き出されたアウトフローもしくはジェットの構造、そして星生成領域を取り囲む特徴的な星間ダストの構造などを鮮明に捉えることに成功しました。これらの構造について、次の章で詳しく紹介します。

8. 新たに検出された構造

8.1 Class 0天体候補

Cloud 1a, 2Nの星生成領域において、F115W,

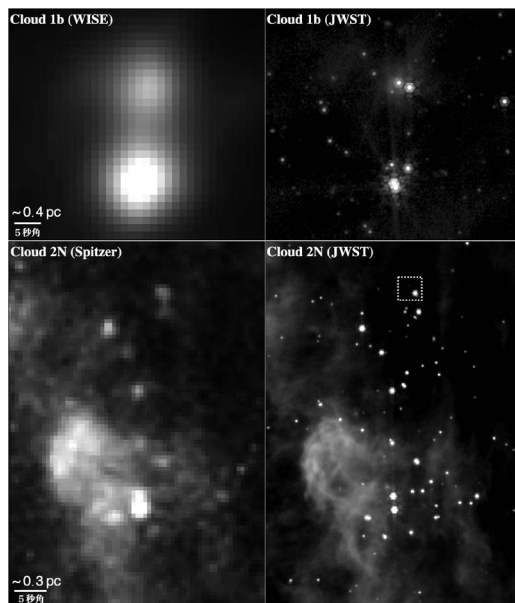


図4 Cloud 1b (上), 2N (下) におけるWISE衛星もしくはSpitzer宇宙望遠鏡 (左) とJWST (右) の比較画像。Cloud 1bにおいてWISE衛星で使用したフィルターはW3 (中心波長は12 μm)、JWSTで使用したフィルターはF1280W (中心波長は12.8 μm) です。Cloud 2NにおいてSpitzer宇宙望遠鏡のフィルターはIRAC Ch4 (中心波長は8 μm)、JWSTで使用したフィルターはF770W (中心波長は7.7 μm) です。右下の図の内部の白色の波線の四角は、図5で紹介しているClass 0天体候補の場所を示しています。

F150Wのデータでは検出できないのに、それよりも感度の劣る長い波長帯、特にF2100Wのデータでは明確に検出できる天体が見つかりました。Cloud 2Nで見つかった例を図5に示しています。このような、近赤外の波長帯よりも中間赤外線の波長帯の方が圧倒的に強度が高い天体は非常に若い星、おそらくClass 0天体である可能性があります [22]。これまで最外縁部ではClass 0天体は発見されたことはありませんでした。JWSTのように中間赤外線においても十分な空間分解能と感度をもつ望遠鏡のおかげで初めてこのような非常

^{*6} 前主系列星とは、星が生まれた後、主系列星に向かって進化している段階にある若い星のことです。

に若い星の研究が進められるようになったと言えます。

8.2 アウトフロー、ジェット構造

Cloud 1b, Cloud 2Sの星生成領域において、バウショックと呼ばれるアーチ状の構造がいくつか検出されました。これらの構造は若い星から放出されるアウトフローもしくはジェットであると考えられます。図6の左図はCloud 2Sで見つかった構造、右図はその中でもより構造が明確に検出さ

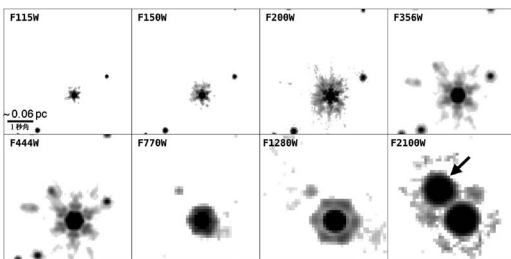


図5 Cloud 2Nに位置するClass 0天体候補の各フィルターにおける画像。黒色の矢印が候補の場所を示しています。この画像で表示されている領域は図4の右下図内部の白色の波線で囲まれた領域に対応しています。

れている例（候補1，候補2）について、複数のフィルターの拡大図を示しています。観測データからはバウショック構造だけでなく、それに付随するノットと呼ばれる結び目のような構造も共に検出されています。Cloud 2Sは非常に複雑な構造をしているため、現時点では一体どの星からこのアウトフローもしくはジェットが放出されているのかわかりません。候補1, 2において最も近くに位置する星から距離を見積もったところ、それぞれ少なくとも0.5 pc, 0.8 pc離れたところにある星から放出されていることが確認できました。

最外縁部におけるアウトフローもしくはジェット構造の検出の例はこの天体を除くとわずか一例です [23]。さらに星生成領域全体における複数のアウトフロー／ジェットの分布をとらえたのは今回が初めてです。これらの構造の性質（速度、年齢など）をより詳細に明らかにするために、電波望遠鏡を用いた追観測を検討しています。

8.3 星生成領域を取り囲む星間ダストの構造

図7はCloud 2N, 2SにおけるF1280Wデータの画像であり、広がった淡い構造は星間ダストの分

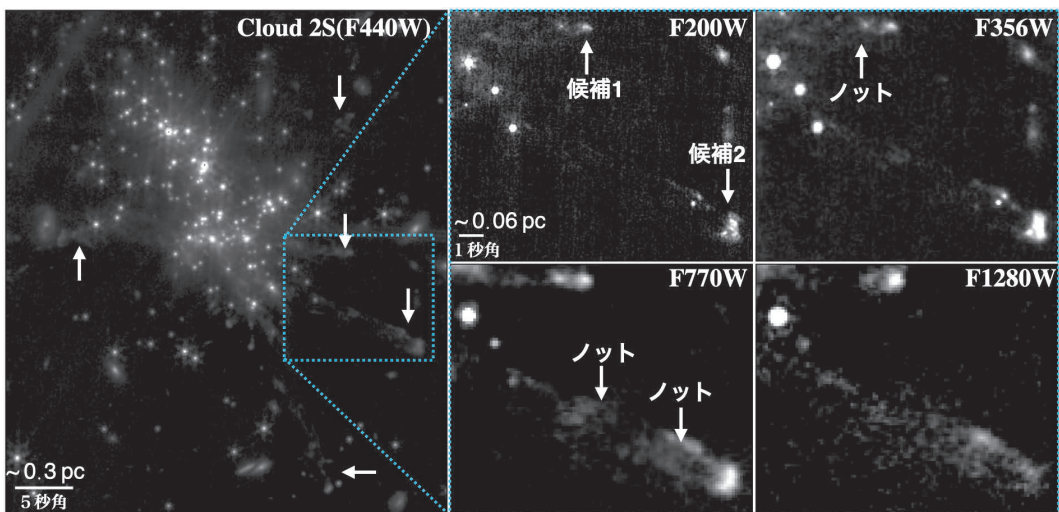


図6 Cloud 2Sで検出されたアウトフローもしくはジェットの構造。左図は星生成領域全体のF444Wフィルターの画像で、アウトフローもしくはジェットの候補の場所を白色の矢印で示しています。右図は候補の中でも顕著な例2つ（候補1，候補2）における、他のフィルター（F200W, F356W, F770W, F1280W）データによる拡大図です。

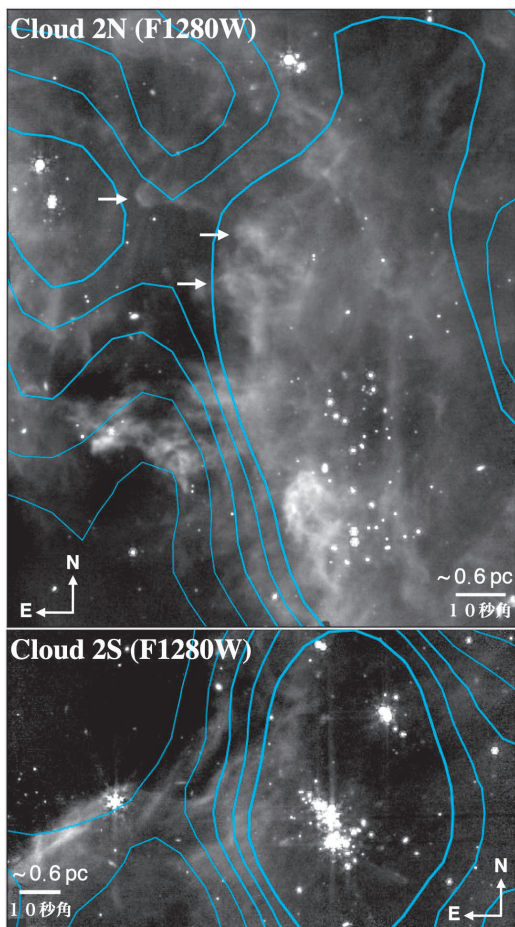


図7 Cloud 2N (上), Cloud 2S (下) とその周囲における F1280W データの画像. 上図の白色の矢印は, 柱状構造が明確に検出されている例を示しています. 水色のコンタは野辺山 45 m 電波望遠鏡を用いて得られた分子雲の分布を示しており, 図2の右図で示されたものと同じものです.

布を示しています. 図4で示したように, JWST の優れた空間分解能のおかげで最外縁部における複雑な構造を捉えることに初めて成功しました.

Cloud 2N では太陽系近傍の星生成領域で見られるような柱状の構造が見られています. この柱状構造は, 図2で示した Cloud 2N の東側にある大質量星と電離領域から放射される紫外線によって形成されたと考えられます. Cloud 2S では2N

とは異なり, フィラメント状の構造が見られます. フィラメントは南東から北西に伸びており, 長さは約3-4 pcです. この構造の違いはMR 1, 電離領域からの距離に起因していると考えられます.

さらに, Cloud 2N, 2Sともに, 星間ダストの分布は野辺山45 m電波望遠鏡によって取得された分子雲の分布の, 特にその東側とよく一致していることが確認されました. この分布から, 分子雲の東側の温度もしくは密度が高いことが示唆されます. これはCloud 2における星生成がその東側にある超新星残骸からの圧縮によって誘発されているというシナリオと矛盾しません. 今後は, ハワイにあるサブミリ波干渉計SMA (The Submillimeter Array) で取得した, より空間分解能の高い電波のデータと比較して, 星間ダストと分子雲の位置関係を詳細に検証していきます.

9. まとめ

JWSTのおかげで銀河系最外縁部という銀河の果てにおいても, 星が生成され, 進化していく様子を初めて鮮明に捉えることができました. 空間分解能と感度はこれまでの太陽系近傍の星生成領域で取得されたデータと同程度なので, 銀河系外縁部で生まれる星の性質やその生成・進化の過程が太陽系近傍と同じかどうかを今後検証していきます. 取得したデータをより詳しく解析して星の初期質量関数や進化のタイムスケールなどを調べていくだけでなく, 電波のデータなども組み合わせることで分子ガスから星が生成される様子を包括的に理解していきたいと考えています. さらに, 今回新たに検出したアウトフローもしくはジェットなどの構造の性質をより詳細に明らかにするために, 新しい観測も計画しています. 以上に挙げた解析や観測で得られた結果についても近いうちにご報告できればと思っております.

謝辞

本稿の内容は筆者の投稿論文 [24] をまとめた

ものです。JWSTの観測のPIであるMichael E. Ressler氏をはじめ、共同研究者であるRyan M. Lau氏、Patrick M. Koch氏、齋藤正雄氏、小林尚人氏、安井千香子氏ほか有意義な議論をさせていただいた多くの方々に改めて感謝致します。また、JWSTのデータ解析に関して大きなお力添えを頂いた森下貴弘氏、Morten Andersen氏にこの場を借りてお礼申し上げます。最後に、本稿執筆の機会を与えてくださった編集委員の小山翔子氏に感謝いたします。

参考文献

- [1] Ferguson, A. M. N., et al., 1998, AJ, 116, 673
 [2] Kobayashi, N., et al., 2008, ApJ, 683, 178
 [3] Yasui, C., et al., 2008, ApJ, 675, 443
 [4] Yasui, C., et al., 2009, ApJ, 705, 54
 [5] Yasui, C., et al., 2010, ApJ, 723, L113
 [6] Izumi, N., et al., 2014, ApJ, 795, 66
 [7] 泉奈都子, 2016, 天文月報, 109, 851
 [8] Izumi, N., et al., 2017, AJ, 154, 163
 [9] Izumi, N., et al., 2022, ApJ, 936, 181
 [10] Bastian, N., et al., 2010, ARA&A, 48, 339
 [11] Dullemond, C. P., & Monnier, J. D., 2010, ARA&A, 48, 205
 [12] Robitaille, T. P., et al., 2006, ApJS, 167, 256
 [13] Robitaille, T. P., et al., 2007, ApJS, 169, 328
 [14] Digel, S., et al., 1994, ApJ, 422, 92
 [15] Taylor, A. R., et al., 2003, AJ, 125, 3145
 [16] Morras, R., et al., 1998, A&A, 334, 659
 [17] Anderson, J., & King, I., 2000, PASP, 112, 1360
 [18] Bradley, L., et al., 2019, astropy/photutils: v0.7.2,
 [19] Bradley, L., et al., 2022, astropy/photutils: 1.6.0,
 [20] Perrin, M. D., et al., 2014, Proc. SPIE, 9143, 91433X
 [21] Baraffe, I., et al., 2015, A&A, 577, A42
 [22] Fischer, W. J., et al., 2016, ApJ, 827, 96
 [23] Shimonishi, T., et al., 2021, ApJ, 922, 206
 [24] Izumi, N., et al., 2024, AJ, 168, 68

JWST Observations of Star-Forming Clusters in the Extreme Outer Galaxy

Natsuko IZUMI^{1,2}

¹Faculty of Engineering, Gifu University, 1-1 Yanagido, Gifu, Gifu 501-1193, Japan

²ALMA Project, National Astronomical Observatory of Japan, 2-21-1 Osawa, Mitaka, Tokyo 181-8588, Japan

Abstract: The Extreme Outer Galaxy (EOG) is a very interesting region that preserves the environment of the early stages of our Galaxy formation. How do stars form in this primordial environment? Are there any differences from the environment of the solar neighborhood? To answer these questions, we used JWST to perform near- and mid-infrared imaging observations of four star-forming regions discovered in the EOG. Because of its unparalleled power, JWST has made it possible for the first time to detect star-forming regions with sensitivity and spatial resolution comparable to those previously observed in the solar neighborhood, even in distant locations such as the EOG. I will present the first results of this observation in detail.