

太陽 水星 金星 地球

火星

木星

土星

天王星

衛星エウロパの温度地図

木星をまわる衛星エウロパの表面温度地図を、アルマ望遠鏡が初めて描き出すことに成功しました。エウロパは全体が氷でおおわれた天体ですが、その表面には裂け目や破碎地形があること知られており、長年にわたって続けてきた表面活動の結果だと考えられています。今回得られた温度地図は、エウロパの謎に満ちた歴史を紐解く手がかりになります。

冷たい輝きを放つ天王星の環

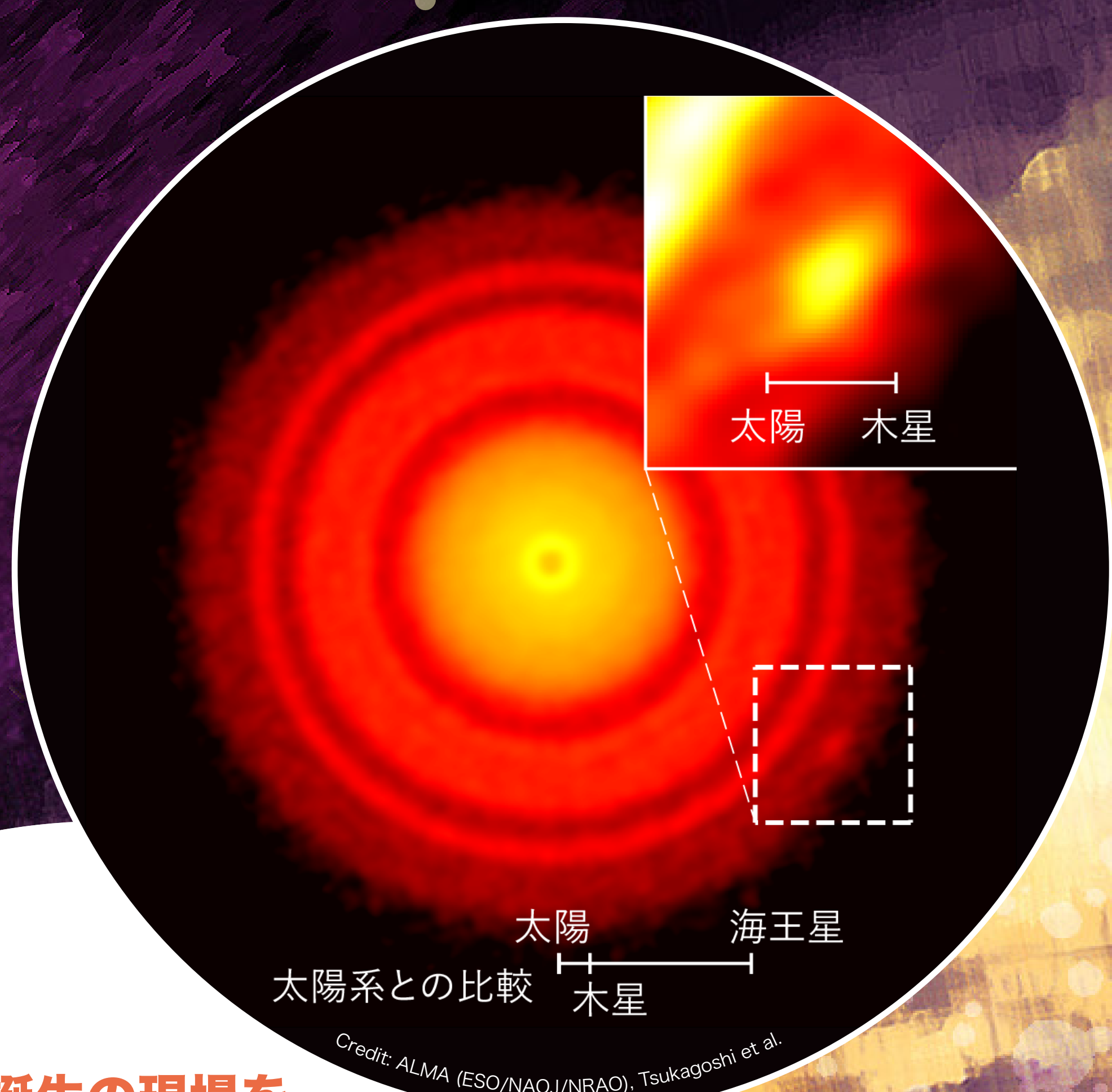
アルマ望遠鏡によって、天王星の環が撮影されました。アルマ望遠鏡がキャッチしたのは、環を構成する粒子が放つ電波でした。この観測から、環の温度がマイナス196℃であること、土星の環とは違ってマイクロメートルサイズの粒子が環に含まれないことなどがわかりました。

土星の衛星タイタンに アクリロニトリルを発見

土星の衛星タイタンは厚い大気を持ち、原始地球に似ているとも指摘されています。アルマ望遠鏡による観測から、タイタンの大気のアクリロニトリル(C_2H_3CN)が大量に含まれていることがわかりました。低温のタイタン表面のようにメタン(CH_4)が液体で存在している場所では、アクリロニトリル分子が数多く連なって膜のような構造を作るとも考えられています。生命を形作る細胞膜の起源を考えるうえで、興味深い観測結果です。

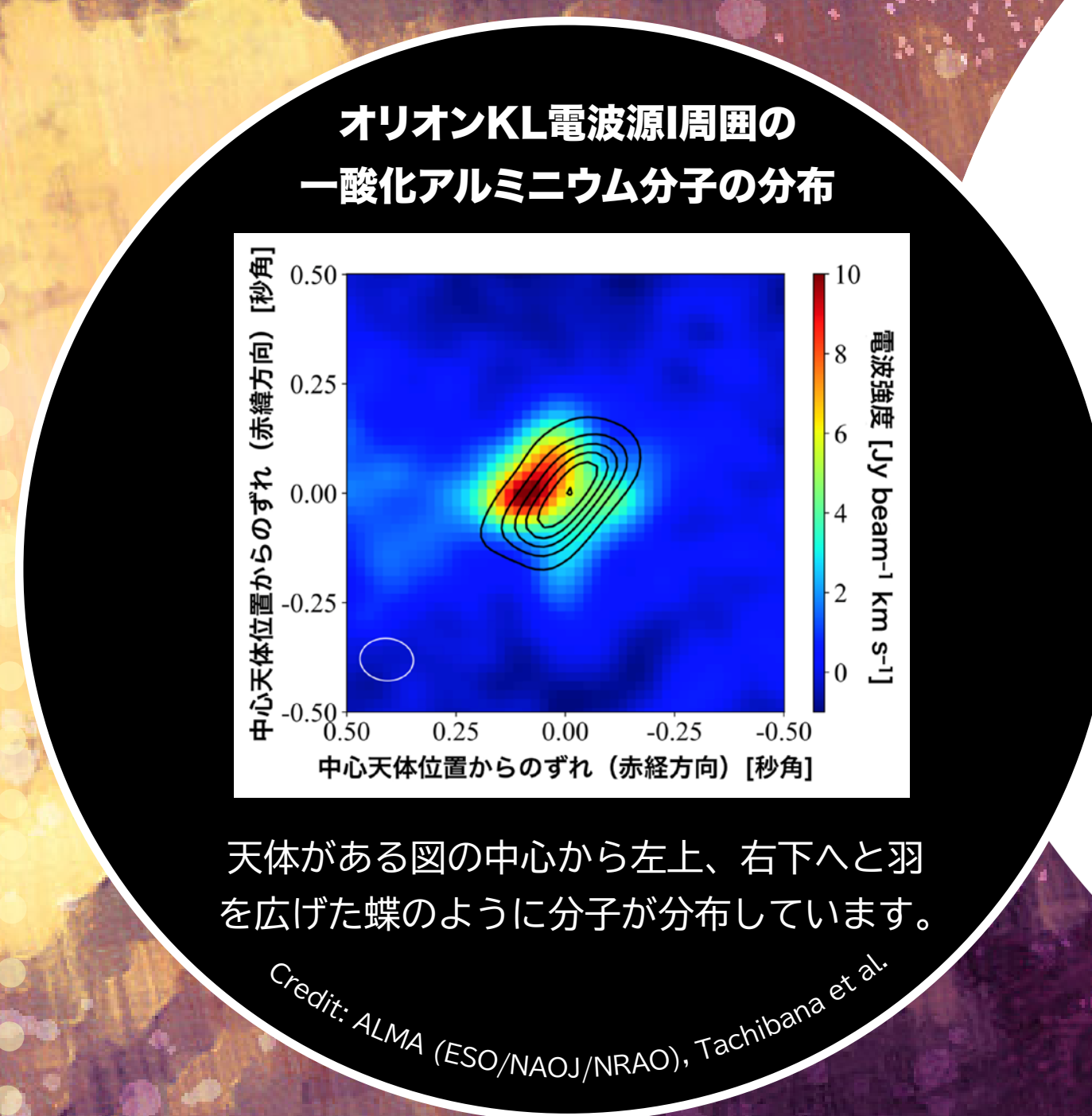
アルマ望遠鏡観測成果

海王星



惑星誕生の現場をピンポイントで特定

若い星うみへび座TW星を取り巻く塵とガスの円盤（原始惑星系円盤）をアルマ望遠鏡で観測したところ、円盤の一部に電波の強い場所が見つかりました。これは、円盤内で作られた海王星サイズの惑星を取り巻く「周惑星円盤」か、あるいは円盤内にできたガスの渦に溜まった塵の集合体（惑星の種）のいずれかと考えられます。どちらにしても、まさにここに惑星ができている、あるいはこれから惑星が作られることを示す、重要な観測結果です。



巨大原始星の周りに酸化アルミニウムを発見

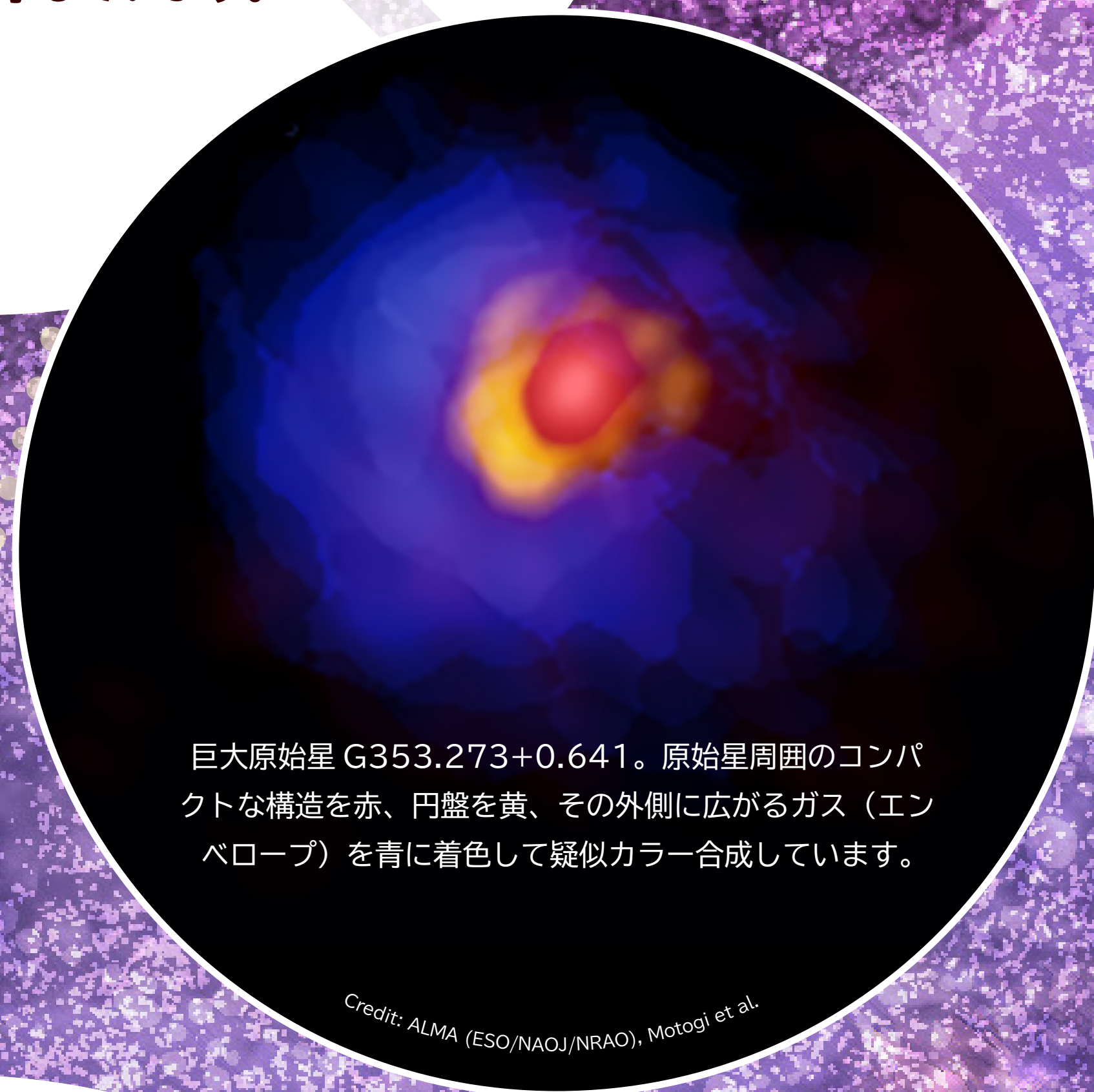
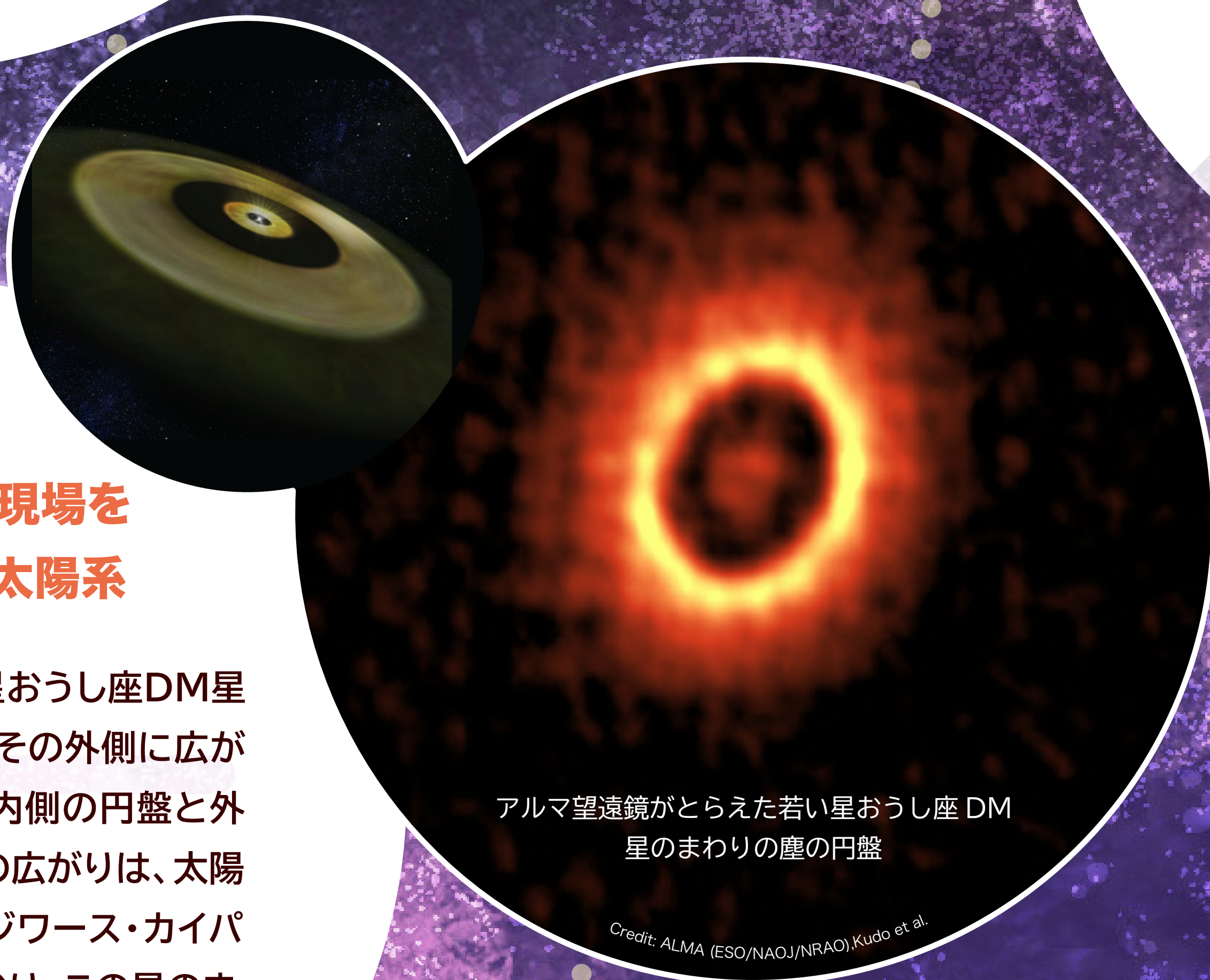
巨大原始星オリオンKL電波源Iの観測から、原始星の近くに酸化アルミニウム（AlO）が発見されました。星から離れたところではAlOが見つからなかったことから、低温の場所ではAlOが塵に取り込まれていると考えられます。若い星のまわりで金属分子の分布を調べることは、惑星の材料となった鉱物の起源を知るうえで重要です。

大質量原始星を取り巻くガス円盤の姿

巨大原始星G353.273+0.641は、地球から見ると原始星のまわりの円盤を真上から見る位置関係にあります。アルマ望遠鏡による詳しい観測で、巨大原始星を取り巻くガス円盤の構造をこれまでになくはっきり描き出せました。これによって、円盤のさらに外側から円盤に向かってどんどんガスが流入していること、円盤のガスも中心の原始星に流れ込みやすい状態になっていることも明らかになりました。すでに太陽の10倍の質量を持つ巨大原始星が今も大きく成長していることを示しています。

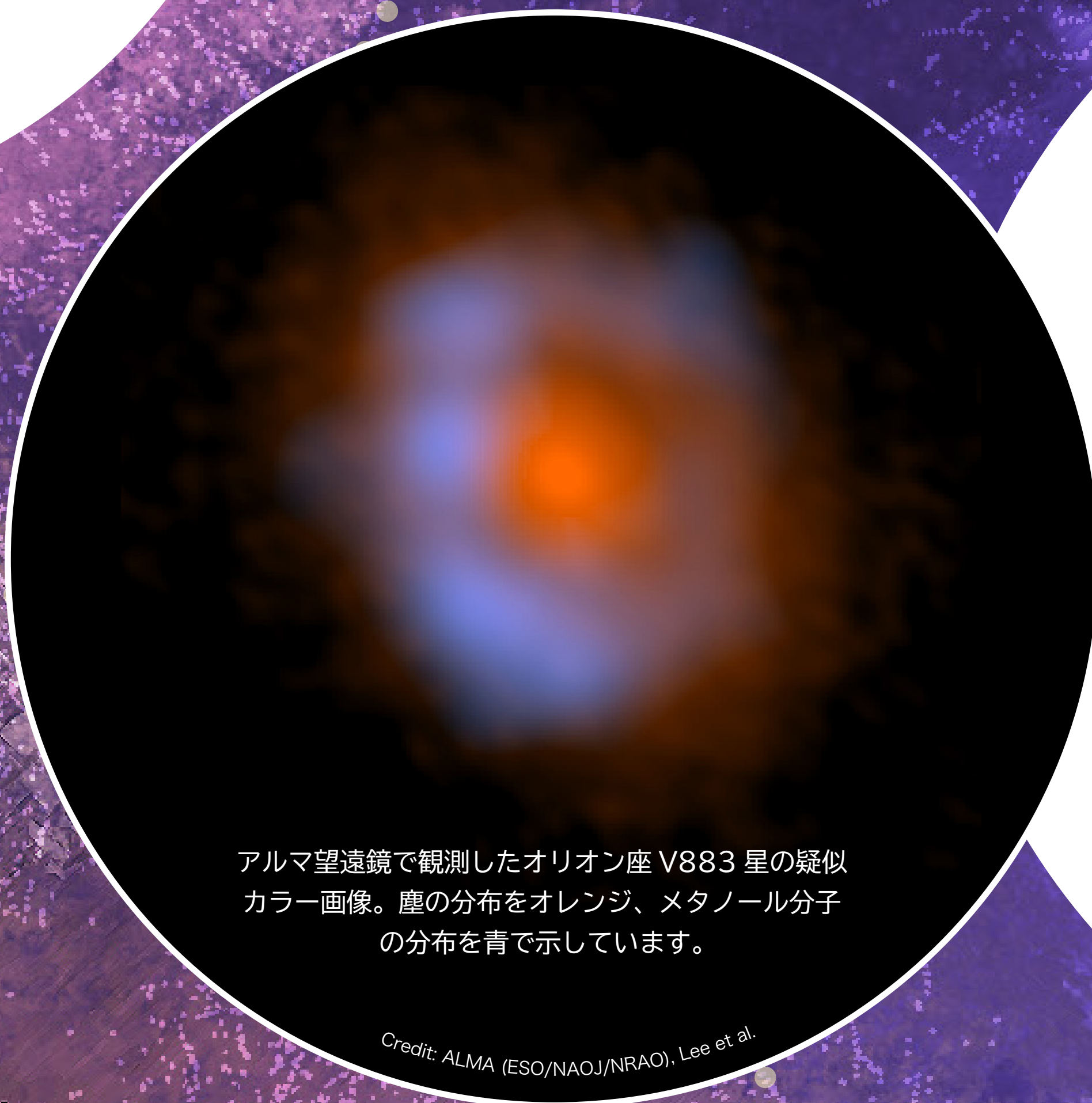
地球型惑星の形成現場を描き出す原始ミニ太陽系

アルマ望遠鏡によって、若い星おうし座DM星のまわりの二重の塵の円盤とその外側に広がる淡い塵が発見されました。内側の円盤と外側の円盤、さらにその外の塵の広がり、太陽系の小惑星帯と天王星、エッジワース・カイパーベルトの広がりによく似ており、この星のまわりでは太陽系に似た惑星系がこれから作られるのかもしれません。



急増光した若い星のまわりに多数の有機分子を発見

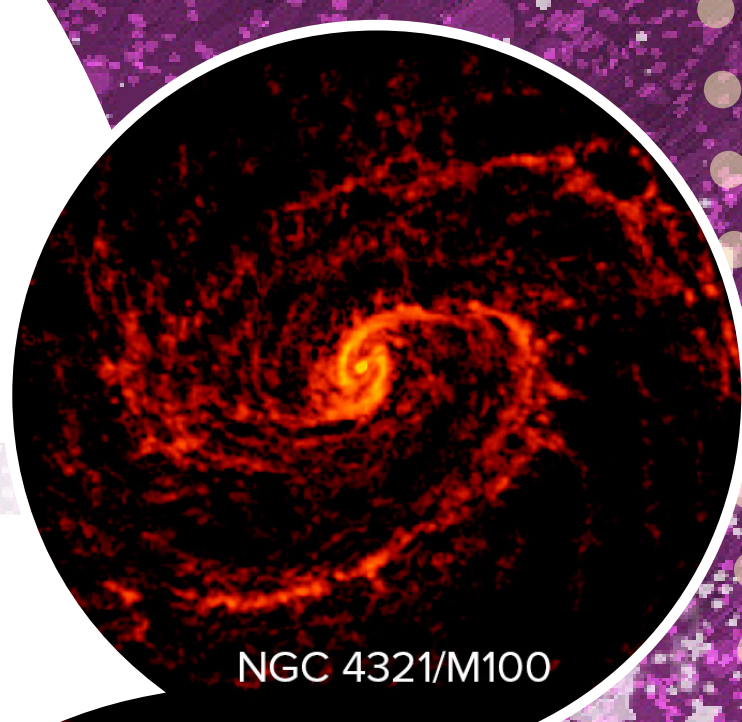
若い星オリオン座V883星のまわりの円盤を観測し、複雑な有機分子であるメタノール（CH₃OH）、ギ酸メチル（CH₃OCHO）、アセトニトリル（CH₃CN）、アセトン（CH₃COCH₃）などを発見しました。この星は一時的な急増光の最中にあり、もともと氷に閉じ込められていた分子が、氷が解けたことでガスとして放出されたのです。この成分は太陽系の彗星と似ていることもわかり、惑星誕生現場にどんな分子が存在したかを明らかにする重要な成果です。



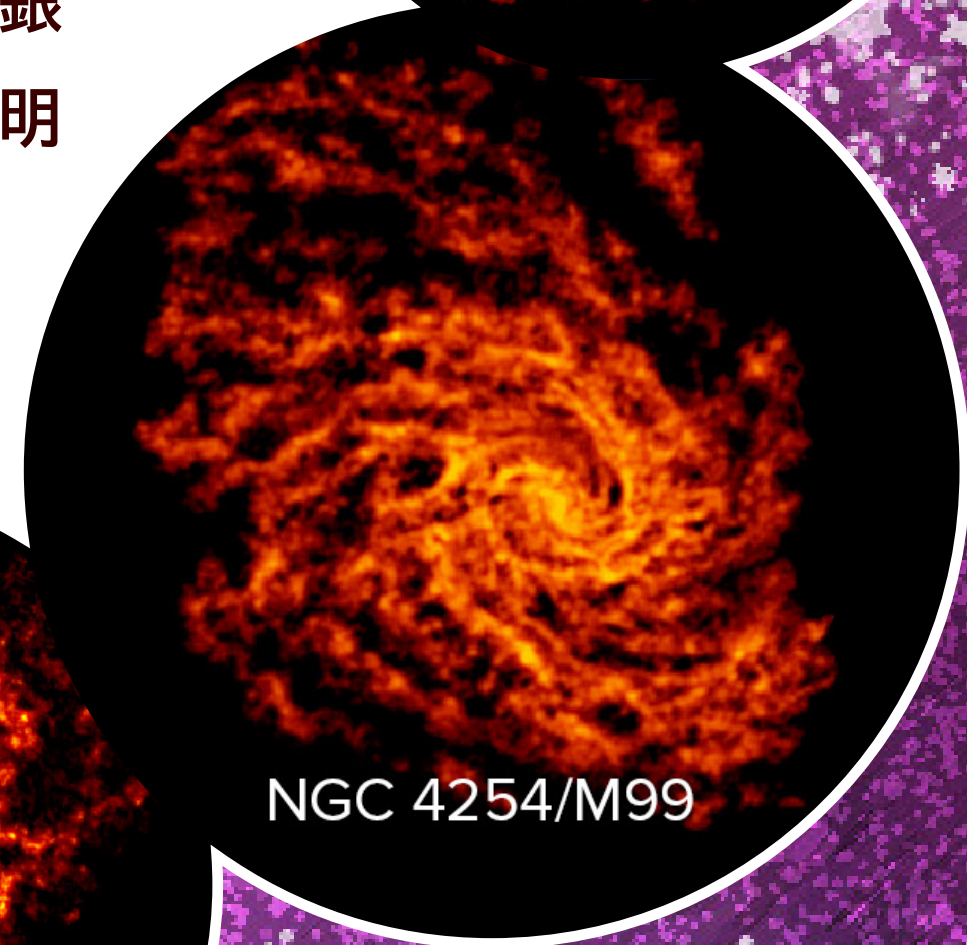
74個の銀河に 3万個の星の工場

750時間もの観測時間を使って74個の銀河をアルマ望遠鏡で観測し、銀河の中に広がるガスと塵の雲(星の工場)の分布が明らかになりました。発見された「星の工場」は3万個にも及び、銀河内でどのように星が生まれるかを明らかにできると期待されています。

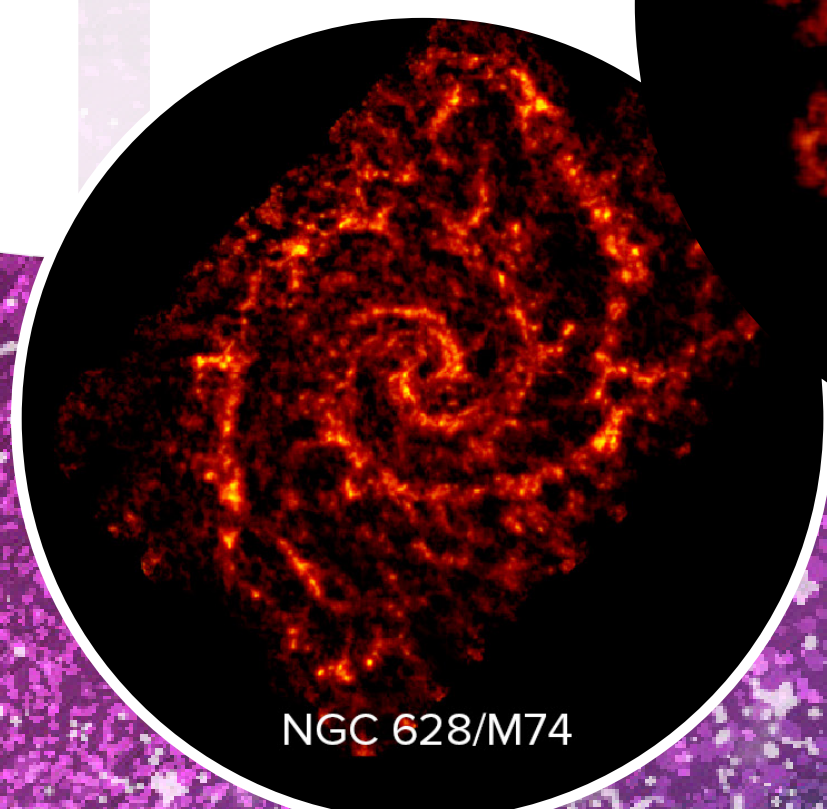
Credit: ALMA (ESO/NAOJ/NRAO); NRAO/AUI/NSF, B. Saxton



NGC 4321/M100



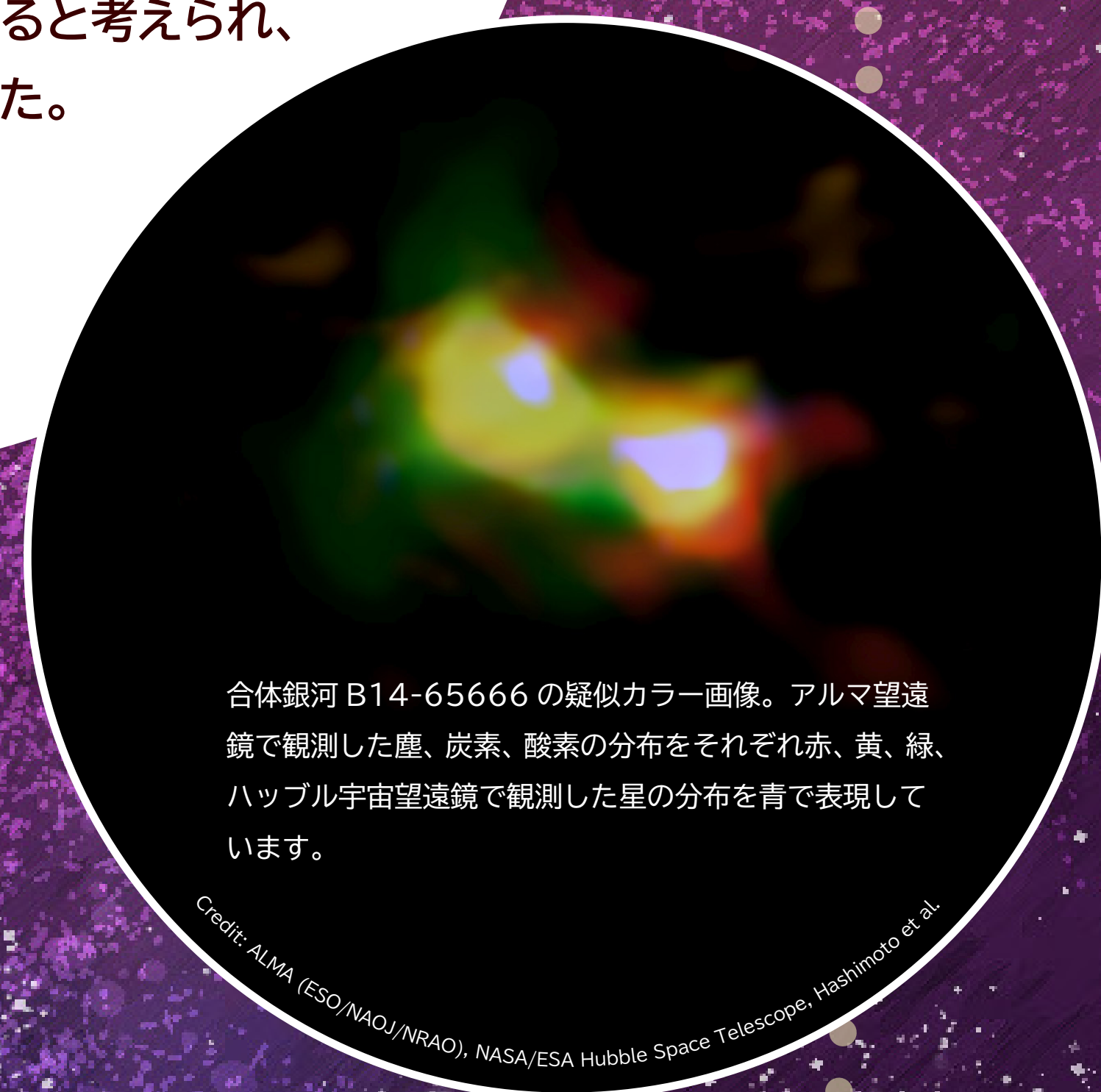
NGC 4254/M99



NGC 628/M74

観測史上最遠の 合体銀河の証拠をとらえた

地球から131億光年の距離にある天体B14-65666を観測し、酸素、炭素、塵が放つ電波を検出することに成功しました。ハッブル宇宙望遠鏡の観測で、この天体の中にはふたつの星の集団があることがわかっており、アルマ望遠鏡でも、酸素、炭素、塵がふたつの塊に分かれていることがわかりました。これらはまさに合体しつつあるふたつの銀河であると考えられ、合体銀河の最遠記録となりました。

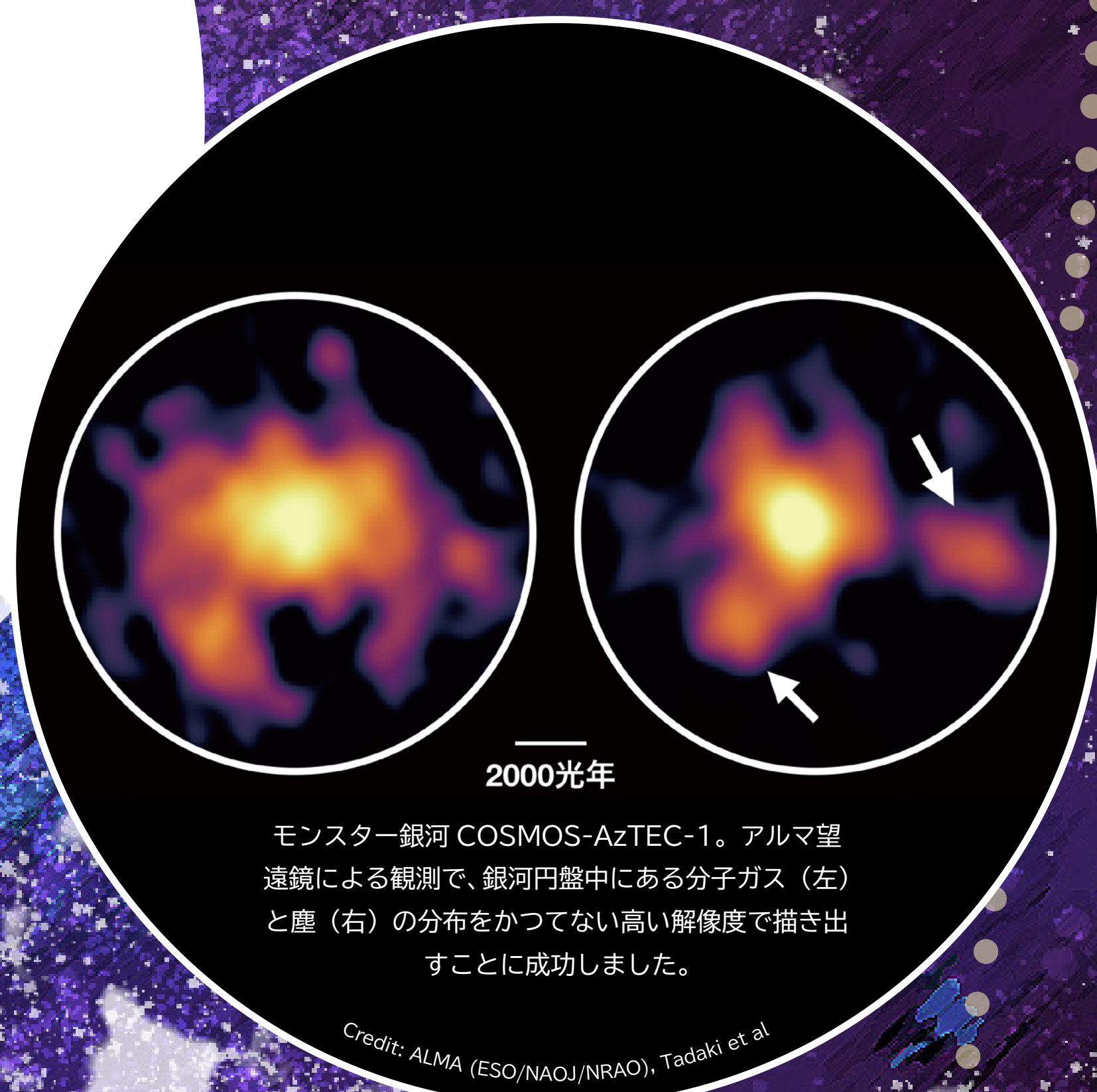


合体銀河B14-65666の疑似カラー画像。アルマ望遠鏡で観測した塵、炭素、酸素の分布をそれぞれ赤、黄、緑、ハッブル宇宙望遠鏡で観測した星の分布を青で表現しています。

Credit: ALMA (ESO/NAOJ/NRAO), NASA/ESA Hubble Space Telescope, Hashimoto et al.

爆発的に星を作るモンスター銀河

124億光年かなたにあるモンスター銀河COSMOS-AzTEC-1をアルマ望遠鏡で観測しました。アルマ望遠鏡の高い性能を活かして、これまで最も詳細なモンスター銀河の分子ガス地図を描くことができました。その結果、銀河の中心部だけでなく、数千光年離れたところにも巨大なガスのかたまりを発見しました。さらにガスの動きを調べたところ、このガス塊がつぶれやすい、つまり星が生まれやすい状態になっていることがわかりました。



2000光年

モンスター銀河COSMOS-AzTEC-1。アルマ望遠鏡による観測で、銀河円盤中にある分子ガス(左)と塵(右)の分布をかつてない高い解像度で描き出すことに成功しました。

Credit: ALMA (ESO/NAOJ/NRAO), Tadaki et al.

超巨大ブラックホールを 取り巻くドーナツ構造

コンパス座銀河の中心部の観測から、そこにある超巨大ブラックホール周辺のガスの分布と動きが明らかになりました。観測結果とスーパーコンピュータ・シミュレーションを比較することで、超巨大ブラックホールを回りながら落ちていく分子ガスと、超巨大ブラックホールの近くから巻き上げられる原子ガス流が存在することがわかりました。これらは、ブラックホールのまわりを分厚いドーナツのように取り囲んでいると考えられます。

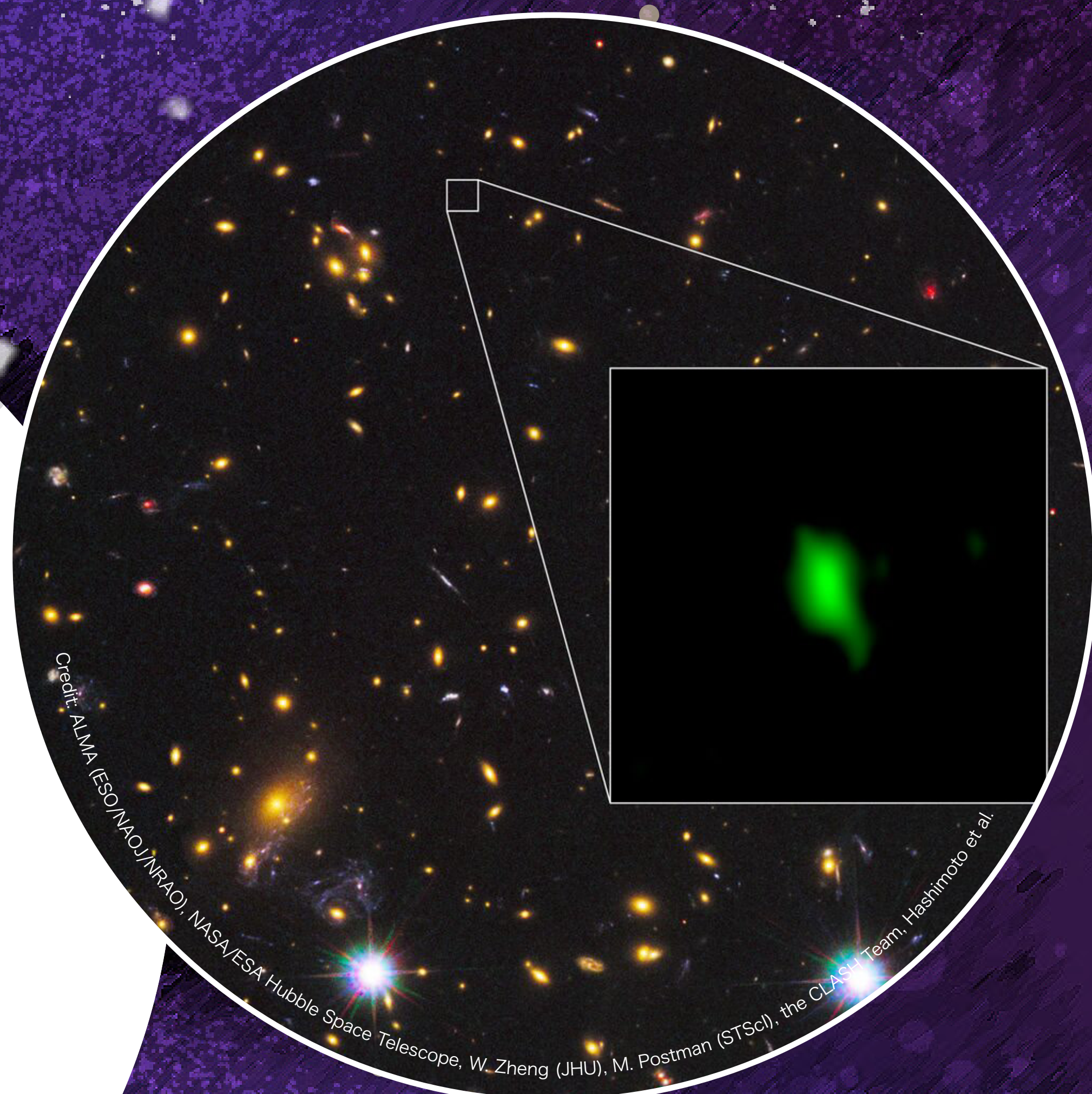


コンパス座銀河の中心部。オレンジ色で一酸化炭素の分布を、水色で炭素原子の分布を示しています。

Credit: ALMA (ESO/NAOJ/NRAO), Iwata et al.

132.8億光年かなたの銀河に 酸素を発見

遠方銀河MACS1149-JD1をアルマ望遠鏡で観測し、この銀河に含まれる酸素イオンが出す光の検出に成功しました。また、この銀河が地球から132.8億光年の距離にあることも判明しました。今回の発見は、酸素が検出されたもっとも遠い銀河の記録を更新するものでした。ビッグバンが起きた138億年前には宇宙には水素とヘリウムしかなく、酸素は宇宙に生まれた星の中で作られ、星の死を経て宇宙空間にばらまかれました。今回の発見から、132.8億年前にはすでに多数の星が死んでいたこと、宇宙最初の星はさらに2~3億年前に生まれていたことを明らかになりました。



Credit: ALMA (ESO/NAOJ/NRAO), NASA/ESA Hubble Space Telescope, W. Zheng (JHU), M. Postman (STScI), the CLASH Team, Hashimoto et al.

M87ブラックホール

Credit: EHT Collaboration

1億光年

100億光年

132.8億光年