

天の川銀河中心にある分子雲の“速度計測”

酒 井 大 裕

〈東京エレクトロン テクノロジーソリューションズ株式会社

〒023-1101 岩手県奥州市江刺岩谷堂字松長根 52〉

e-mail: daisuke2.sakai@tel.com



私たちが住む天の川銀河の中心から数百pcにわたる領域には、銀河の形成過程を調べたり現在の星形成理論をより一般的に発展させていくうえで有用な観測対象となる分子雲領域（Central Molecular Zone: CMZ）が広がっている。太陽系が存在する天の川銀河の円盤部分では恒星や星間ガスは円運動に近い運動で天の川銀河の中心を回っているが、CMZに属する分子雲は円運動から大きく外れた特異運動を持つと考えられている。私たちは超長基線電波干渉計（VLBI）を用いた位置天文観測を通してCMZ中の分子雲の位置と運動を測定するプロジェクトを進めている。本稿で紹介するのはその1つ目の成果となるSgr B2に対する研究成果であり、CMZの中で正の銀経方向の端に位置しているSgr B2は天の川銀河の中でも屈指の星形成領域だ。今後さらに多くの位置天文観測の結果を加えることで現在提案されているさまざまなCMZの軌道モデルについて切り分けが進むことが期待される。

1. 天の川の中心

「先生は中にたくさん光る砂のつぶの入った大きな両面の凸レンズを指しました。『天の川の形はちょうどこんなのです。…（後略）』」宮沢賢治の『銀河鉄道の夜』の冒頭、ジョバンニらが授業を受ける場面でこう書かれている。宮沢賢治がこの作品の初稿を書いたのは1924年と言われており、今から約100年前のことだ。しかもその後続く文章には太陽系が銀河の中心にないことが既に理解されていることがわかる記述も見られる。天文学の世界でもちょうどこの頃から天の川銀河やその中心と太陽系との位置関係について考えられ始めていた。時は流れ、現代では観測や理論の発展により100年前に比べると遥かに多くのことがわかってきた。

天の川銀河は我々が住む太陽系が属する銀河で、バーと呼ばれる棒状の構造と複数の渦巻き状

の腕を持つ棒渦巻銀河であり、その中心には超大質量ブラックホールが存在していると考えられている[1]。言わずもがな、天の川銀河の中心は宇宙に数ある銀河のどれよりも我々の近くに存在する銀河中心だ。このことから天の川銀河中心では、中心ブラックホールの性質のみならずブラックホールと銀河全体との関係性を探るために研究が行われてきた。その1歩目となるのは、天の川銀河のバー構造のさらに内側の領域における星やガスの分布と運動を知ることだ。しかし、私たちが住む太陽系が天の川銀河の中に存在してしまっているがゆえに、天の川銀河の中心部分を俯瞰的に観測することができない。こういった、対象が近すぎるがゆえに生じる問題が私たちを困らせてきた。

そしてさらに、星間空間に存在するダストの影響で可視光や赤外線では光の減衰を大きく受けるため、観測的に得られる情報が非常に限られると

いう問題もある。こういった問題を乗り越え、星やガスの分布と運動を知ることができれば、銀河の外側から内側にどのように物質が運ばれブラックホールに落ちていくのか、あるいは逆にブラックホールの活動が内側から外側へ向かってどのように銀河に影響を与えているのかを知ることができるようになる。

2. 中心分子雲領域

天の川銀河の中心から約200 pcの半径ところにCentral Molecular Zone (CMZ) と呼ばれる、分子雲が多く存在する領域がある。CMZに属する分子雲は円盤部の分子雲とはさまざまな点で特徴が大きく異なる。基本的な物理量である温度、密度、圧力は天の川銀河の円盤部に比べて1桁以上大きく、検出される分子輝線の速度幅も10倍程度広い。この領域の構造や領域内の天体の分布は天の川銀河の中央部にあるバー構造の重力ポテンシャルの影響を受けたものであると考えられているが、それでは説明しきれない天体や現象も存在しており全体の形状や形成メカニズムについては議論が続いている。CMZに属する天体の3次的な分布や運動は、そこで起きている現象を調べる上での基本的な情報で、より精度よく測定するために様々な理論的・観測的な手法を通して研究が行われている。運動学的な理解が進んでいけば、天の川銀河の円盤部から中心ブラックホールへ向けたガスの降着プロセスやブラックホールからのフィードバックについてより具体的に調査ができるようになる。

天の川銀河のCMZについて、その構造や運動以外で特筆すべき特徴は星形成活動に関するものだ。星形成の研究は主に私たちから距離が近い太陽近傍の天の川銀河円盤部に対して進められ、星間ガスの量と星形成効率の間に確かな相関性が認められてきた。しかしながら、天の川銀河中心でのガスの量と星形成活動はこの相関関係から外れていることが知られており、ガスの量から期待さ

れるよりも10分の1程度の少ない数の星しか生まれていない [2].

この不整合の原因を突き止めることは、太陽近傍の研究によって発展してきた星形成理論をより一般的な環境で使用可能な理論に発展させることを意味する。さらに、近年の研究ではCMZの物理環境は宇宙初期の銀河で見られるものに近いことが主張されている [3]. しかし、宇宙初期の銀河は天の川銀河の中心に比べて桁違いに距離が遠く、個々の星形成について観測的に調べることは極めて難しい。一方で天の川銀河のCMZは距離が近く、このような特殊な条件下にある星形成を研究できるほとんど唯一の領域だといえる。

近年では、CMZでの星形成活動がこの領域の特異な運動と関係しているという研究成果も報告されており、構造・運動に関する研究とそこでの星形成の研究を組み合わせることで天の川銀河中心の環境についての理解が進められつつある [4].

3. 複数のCMZモデル

CMZがどのような形をしており、その中を分子雲などの天体がどのように運動しているかについてはこれまで多くのシナリオが提唱されてきた。1970年代には一酸化炭素から発せられる電波輝線の観測によって得られた分子雲の速度構造を解釈するためにh88回転膨張モデルが提唱された [5, 6]. その後、理論の発展と観測精度の向上により天の川銀河のバー構造の影響によって形成される共鳴軌道に沿った分子雲の分布と運動のモデルが広く受け入れられてきた [7]. 天の川銀河の棒状構造と並行な方向に伸びたx1軌道群から落ちてきた分子雲が、より内側にあるx1軌道に対して垂直方向に伸びたx2軌道群の外側に溜まりCMZを形成しているという解釈だ (図1). 2000年以降はこの理論的な解釈をベースとし、観測的な特徴と照らし合わせてさまざまなモデルが構築されてきた。図2に天の川銀河の軸方向から見た3つの代表的なモデルを表す簡易的なイラ

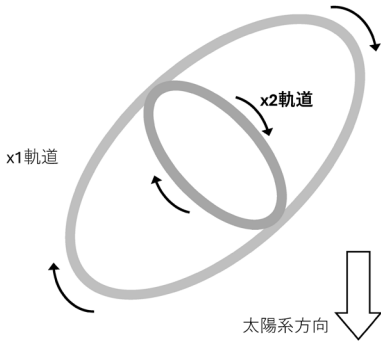


図1 天の川銀河の中心部を軸方向から見たもの。天の川銀河棒構造に並行なx1軌道群のうち最も内側の軌道とその内側に存在すると考えられているx2軌道群のうち最も外側の軌道。図中のx2軌道上にCMZの分子雲が存在すると考えられている。

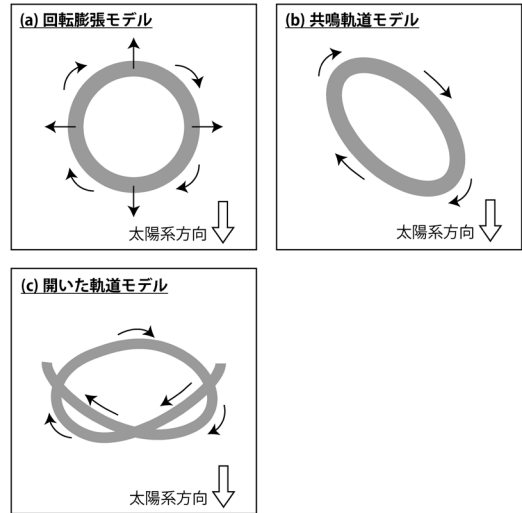


図2 提案されたCMZの軌道と運動モデルの例。(a) 回転膨張モデル。(b) 共鳴軌道モデル。(c) 開いた軌道モデル。

ストを示している。これらは閉じたモデルと開いたモデルの2つに大別できる。前者は赤外線観測によるダストの分布をもとに提唱されたモデルである(図2a, b) [8]。このモデルでは分子雲はリングのどの部分でも約 80 km s^{-1} の軌道速度で運動しており、前述のx1軌道とx2軌道が交差するポイントで分子雲の衝突が発生し星が形成される。後者のモデルは分子雲で構成されるリングが閉じておらず開いた軌道を取るというものだ(図2c) [9]。前者のモデルとは異なり軌道上で速度は一定ではなく天の川銀河中心に近い位置では速度が速く、遠い位置では遅くなる。この影響で減速が起きる場所ではガスが圧縮されてそこで星形成がトリガーされる。

これらのモデルを構築するうえでの共通点は、分子輝線の視線速度の情報をもとに奥行き方向の位置関係を推定していることだ。視線速度の情報をもとにした奥行き方向の位置推定にはあらかじめ軌道の形を仮定する必要があるため、提示した3つのモデルのように全く異なる形状であっても属する天体の天球面上の位置や視線速度の情報に対して矛盾のないモデルが存在しうる。そのため、これらのモデルを切り分けるうえでは既存の

情報に加えて追加の情報が必要となる。この追加の情報としてはさまざまなものが考えられる。先行研究でも、輝線の吸収量を用いた天体の前後位置関係の推定や、X線反射星雲の到達時間からの天体位置推定などが行われている [10, 11]。その中で、我々は電波望遠鏡同士の距離を数千kmまで離すことにより極めて高い空間分解能を達成可能なVLBI (Very Long Baseline Interferometry) 観測を実行した。その精密な位置測定能力を活かし、天球面上の位置と視線速度に年周視差による距離情報と固有運動を加えた6次元情報を用いたCMZの軌道・運動の解明を目指している。

4. 天の川銀河中心でのVLBI位置天文観測

このような背景から、我々はCMZ領域の天体の位置関係や3次元的な動きを捉えるために、極めて高い精度で天体の位置を測定できるVLBIを用いて位置天文観測を行うことを計画した。用いた望遠鏡は日本国内のVLBI観測網: VERA (VLBI Exploration of Radio Astrometry) である。VERAは位置天文観測に特化しており、2つの天

体を同時に観測可能なデュアルビームの受信システムを搭載している。これによりターゲット天体と位置の基準となる背景系外電波源を同時に観測することができる。相対VLBI観測では基準天体に対するターゲット天体の信号の位相のズレから位置を測定するため、「ターゲット天体と基準天体からの信号が通過する地球の大気が同等である」とみなせることが重要である。そのため、ターゲット天体に対して天球面上で十分近い基準天体を選ぶ必要がある。

通常の相対VLBI観測では大気の状態が変化しない短い時間スパンで望遠鏡を駆動して2つの天体を切り替えて観測する必要がある。この時間スパンは観測する周波数帯によって異なるが、22 GHz帯では2-3分程度の短い時間間隔で切り替える必要がある。天体の切り替えには30秒から1分程度かかるため、天体切り替え時の望遠鏡の駆動時間によるタイムロスが大きくなる。さらに、切り替え前後の大気の変動の影響を少なからず受けてしまう。VERAでは2天体を同時に観測するため駆動ロスはなく、大気の影響も回避し、高い位置決定精度で観測することが可能だ。

ターゲット天体の条件は、「VERAの合成ビームよりもサイズが小さく点源として見えること」と「VLBIで観測可能な高い輝度をもつこと」。1つ目の条件は天体の構造の変化による天体位置の不確定性を避けるために必要なものである。2つ目の輝度に関する条件はVLBIがその特性により感度が低く熱的な放射は検出できないことが要因だ。さまざまな分子から特定の環境で発せられるメーザー放射がこれらの条件を満たし、VERAでの観測に適したターゲットとなっている。私たちはその中でも水分子から発せられる22 GHz帯のメーザー放射に対して観測を実施した。この周波数の水メーザー放射は星形成領域や晩期型星からのアウトフローに付随して発生すると考えられている。

一方の基準天体は、年周視差が無視できるほど十分遠方の天体である必要があるため、通常遠方

のクエーサーが選択される。我々が行う天の川銀河中心に対する観測では、巨大ブラックホール・いて座A* (Sgr A*) から投影距離で約 0.67° 離れた位置にあるJ1745-2820を基準天体として使用した。

観測結果の紹介に移る前に、位置天文観測がCMZの軌道やその中での各分子雲の位置関係の決定という目的に対してどのような役割を持ちうるか少し具体的に述べておきたい。位置天文学でユニークに取得可能な情報は主に年周視差と固有運動の2つの情報であり、それぞれ天体の距離と速度に関して他の方法では得難い情報を仮定の少ない方法で与えてくれる。太陽近傍での年周視差計測を含む位置天文観測では、年周視差からの距離と天体位置の3次元位置情報と、固有運動に輝線からの視線速度を加えた3次元速度情報を組み合わせた6次元の位置・速度情報を獲得できる。しかしながら、現代のVLBIによる年周視差の測定限界はまさに天の川銀河中心までの距離程度であり、年周視差については十分な精度で測定することは難しい。実際、距離測定の精度としては現状の装置での最もよい精度である数十 μ 秒角程度で年周視差の測定が達成できたとしても約10%程度の精度であり、天の川銀河中心の距離(約8.3 kpc)に対して実スケールに変換しても800 pc程度の距離誤差は残る。これは、CMZのサイズが約200 pcであることを思い出すと、CMZの中での分子雲同士の位置関係を年周視差のみから突き止めるには不十分である。

年周視差の測定結果に利用価値がないわけではなく、天の川銀河中心天体とそれ以外の前景・背景を区別するために利用される。私たちが天の川銀河中心方向を観測するとき、銀河の中で最も星やガスが多い方向を見通しているため様々な距離にある天体が同一の視野内に混ざり込む可能性がある。天の川銀河の中心方向以外を対象とする場合、銀河の回転速度を用いた運動学的距離をもとに天体の奥行き方向の位置関係を大まかに推測す

る。しかしながら、中心方向を観測するときには視線方向が天体の銀河回転の方向に対して直行しているため、天の川銀河中心方向を見たときに見通している(1) 中心に対して前景にある天体(2) 天の川銀河中心の天体(3) 中心に対して背景にある天体の視線速度がゼロ付近に集中し運動学的距離によって天体の距離を推定することは難しい。

そのため、天の川銀河中心のCMZのスケールで天体の位置の同定を行うには、(1) 年周視差を用いて前景・背景天体との切り分けを行い、(2) 固有運動を用いて仮定した軌道モデルとの整合性からモデルの選択・修正を行う、という2つのステップが必要になる。

5. Sgr B2での水メーザー観測

CMZの中で水メーザー放射は星形成が進行中の分子雲起源であると考えられている。私たちはその中でもっとも激しく星形成している分子雲Sgr B2に付随する水メーザーを対象として観測を行った。年周視差と固有運動の測定のため観測は2ヵ月に1度程度の頻度で、2014年から2017年にかけて全15回行われた。位置基準天体として使用した系外電波源J1745-2820はSgr B2から離角が 0.33° 離れた位置にあり、Sgr B2と同時にデュアルビーム受信システムで観測している。

私たちの住む天の川銀河中心に対する位置天文観測プロジェクトの1つ目の天体としてこの天体を選んだ理由は、(1) 非常に活動的な星形成領域でターゲットとなる水メーザーの強度に時間変動はあるが検出可能な強度が維持されていること。(2) 軌道モデルの中でのSgr B2の運動を比較すると、固有運動で有意な違いが現れると期待されることである。そのため、固有運動の測定結果を用いることで、視線速度のみでは切り分けが難しかった軌道モデルの制限へ向けて示唆を得られる可能性があると考えた。

Sgr B2は天の川銀河の中でも最も活動的な星形成領域の1つである。星形成が比較的抑制されて

いる天の川銀河中心領域においてSgr B2での星形成は特異的だ。この領域はさらに細分化され、広範囲のエンベロープと呼ばれる分子雲の中に高密度なコアが存在する。そのコアは3個並んでいてSgr B2N, B2M, B2Sと呼ばれている(図3左)。天球面上で約45秒角間隔で並んでおり、天の川中心までの距離8.3 kpcを仮定すると、約2 pcの間隔で並んでいることになる。それぞれの性質については本稿では詳しくは述べないが、Sgr B2NはB2Mよりも年齢が若く、複雑な有機分子からの輝線が多く検出されている。一方、Sgr B2Mではより進化したHII領域のような大きな構造が多く確認されている。Sgr B2Sを含む3ヵ所全てから水メーザーは検出されているが、我々は中央のSgr B2Mに付随している水メーザーについてモニター観測を実施した。

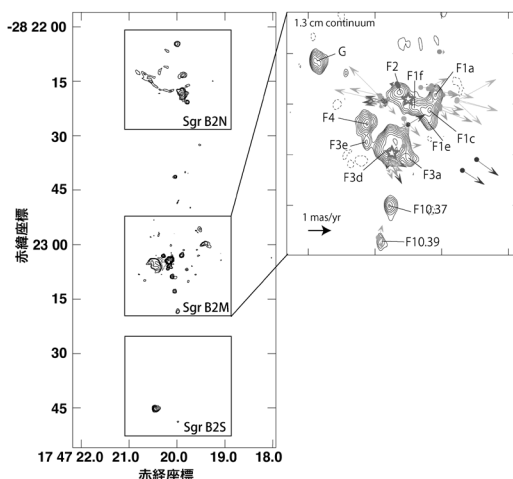


図3 (左) ALMAによる波長3 mmの電波連続波イメージ。Sgr B2領域の中の3つのコアSgr B2S, M, Nが約45秒角の間隔で南北に並んでいる。(右) Sgr B2Mから発せられた水メーザーの位置と運動を示している。星が生まれている場所から発せられているアウトフローに付随した水メーザーの動きが見られる。矢印の始点が水メーザーの検出位置であり、方向と長さは固有運動を示している。背景の等高線は米国の電波干渉計VLAによって観測された波長1.3 cmでのダスト放射の強度。アルファベットはダスト放射により検出されたHII領域を示している。

Sgr B2の水メーザーについては過去に米国のVLBI観測網であるVLBAによって位置天文観測が行われており、Sgr B2Nに対して 0.128 ± 0.015 mas, Sgr B2Mに対して 0.130 ± 0.012 masという高い精度の年周視差の結果が得られている [12]. 一方で、固有運動についてはアウトフローに付随するという水メーザーの性質から見積もられる数 10 km s^{-1} 程度の内部運動の影響が考慮されておらず、天の川銀河中心に対するSgr B2分子雲の運動をとらえるという目的に対しては精度が不十分だった。

図3(右)はVERAによって検出されたSgr B2Mでの水メーザーの分布で矢印は内部運動の大きさと方向を表している。矢印の大きさの平均値は 1.14 mas yr^{-1} で、天の川銀河中心の距離では 43 km s^{-1} に相当する。図に示されているように、水メーザーの運動は等高線で見えているHII領域から外側に向かって膨張するような運動を示している。22 GHz帯の水メーザーは衝撃波領域で励起すると考えられているため、水メーザーは膨張しているHII領域とその外側の分子雲との間の相互作用を反映している可能性が高い。

水メーザーが発生しているHII領域を特定するために、「水メーザーがHII領域に付随しており、その中心に対して双極的あるいは球対称に放射状に運動をしている」という仮定をおいて解析を行った。その結果、Sgr B2Mには少なくとも2つ以上の水メーザーが付随するHII領域が存在することを突き止めた。モデルを使って推定した水メーザー発生源は図3(右)の星マークで示している。1つは北側のHII領域F1f、もう1つは中央のHII領域F3dの近くにあり、F1fからは東西方向に、F3dからは南北方向に水メーザーがアウトフローに付随して検出されている。

電波再結合線で得られた視線速度の情報を考慮すると、2つのHII領域は視線速度が異なり物理的には相互作用していないと推測される。メーザーの内部運動の詳細な研究は、より多くの観測エポックのデータを用いた解析と高解像度な分子

輝線イメージを組み合わせることで可能になると期待される。

6. 年周視差による距離の測定

図4はSgr B2M領域の水メーザー放射の位置天文観測の結果である。(c)は年周視差の測定結果であり、結果は 0.133 ± 0.038 masであった。これは距離に変換すると $7.5_{-3.0}^{+1.7} \text{ kpc}$ であり、水メーザーが天の川銀河中心の距離にありSgr B2に物理的に付随していることを支持している。図4で取得した水メーザーの固有運動は、メーザーの発生源の星形成領域自体の天の川銀河中心に対する運動に、天の川銀河中心に対する太陽の運動と星形成中心に対するメーザーの運動(内部運動)が加わっている。私たちが得たいのは星形成領域自体の運動で、これを得るには残りの2つの寄与を推定して取り除く必要がある。太陽の運動は過去の研究によって既にわかっているが、問題はメーザーの内部運動で、これを推定する必要がある。

メーザーの内部運動はその分布と運動を用いて推定した。前節で述べたように、Sgr B2Mでは少なくとも2つのHII領域の膨張運動に水メーザーが付随しており、それぞれのHII領域の中心に対して対称に運動していると考ええる。このような仮定を置くことで年周視差の測定に使用したメーザー放射がSgr B2Mの中でどれだけ内部運動を持っているかを推定した。その結果得たメーザースポットの内部運動は東西方向と南北方向にそれぞれ $(\mu_{\alpha} \cos \delta, \mu_{\delta}) = (0.13 \pm 0.16, 0.13 \pm 0.09) \text{ mas yr}^{-1}$ であった。この「内部運動」と前述の「天の川銀河中心に対する太陽の固有運動」を差し引くことで得た「Sgr B2Mの天の川銀河中心に対する固有運動」は天球面上での銀河座標で $(\mu_{\text{gc}}, \mu_{\text{bgc}}) = (2.86 \pm 0.18, 0.75 \pm 0.08) \text{ mas yr}^{-1}$ となった。年周視差から得た距離の結果と視線速度を組み合わせ、図5に示した座標系での3次元運動は $(V_x, V_y, V_z) = (-120 \pm 7, 63 \pm 5, 27 \pm 5) \text{ km s}^{-1}$ という結果となった。

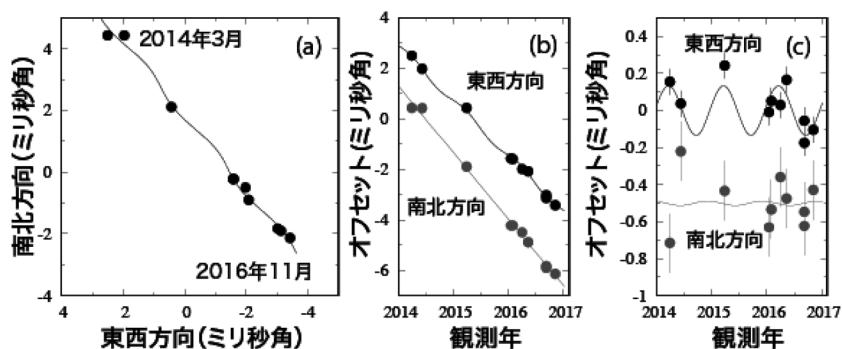


図4 VERAによる位置天文観測の結果. (a) 2014年から2016年までのSgr B2Mの水メーザーの天球面上での位置の変化. (b) 東西・南北方向の位置変化を時間に対して示したもの. (c) 位置変化から年周視差による成分のみを抽出したもの.

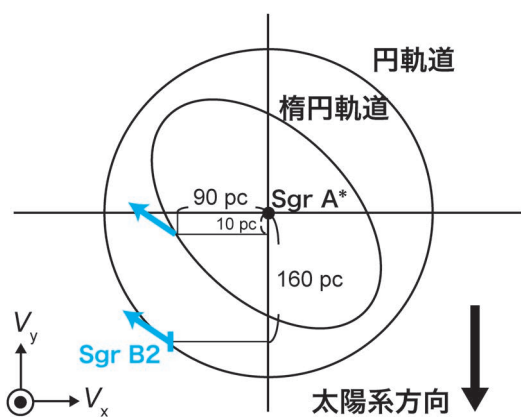


図5 円軌道と楕円軌道を仮定した時のCMZの中でのSgr B2の推定位置.

7. Sgr B2Mの“速度計測”

年周視差の測定によって得た固有運動と、Sgr B2M全体でのメーザーの分布と運動の測定から得た年周視差測定した水メーザーの内部運動の情報を組み合わせて、天の川銀河中心に対するSgr B2Mの位置と中心に対する運動を求めた. 今回は天の川銀河中心CMZに対して2つの非常にシンプルな軌道モデルを仮定し、その中でのSgr B2の位置を上記の情報から推測した. 1つは最もシンプルな円軌道で、もう1つは共鳴軌道モデルの内側の軌道のように楕円形に伸びた軌道である. 両方のケースの軌道とSgr B2の推測位置

は図5に示されている. 円軌道の場合、Sgr B2の位置は天の川銀河中心から約160 pc、楕円軌道の場合は約10 pc手前側にあるという結果が得られた. 天の川銀河中心に対するSgr B2の相対速度はどちらの場合も 138 km s^{-1} であった. これは先行研究によって予測されている値と矛盾しないものであり、図2で提示した3つのモデルで予測されているSgr B2の3次元速度の予測の中では「開いた軌道モデル」での予想値に最も近い値であった.

年周視差・固有運動測定によるCMZの分子雲軌道の研究は、今回のSgr B2の研究によって始まったところだ. 今の時点でCMZの分子雲の中で私たちが有している3次元速度の測定データはSgr B2のみであり、CMZのモデルの切り分けに対して言えることは多くはない. 今後CMZの他の分子雲に付随するメーザー天体の位置天文観測を実行していき、データ点数を増やしていくことで目的を達成していけると考えている. 特に本稿で紹介したSgr B2とはCMZ中で位置が離れている天体に対して測定を行うことでより効率的に軌道モデルに制限をかけられる. たとえば、CMZの負の銀経の端にあるSgr C分子雲やSgr CからSgr B2までに伸びるダストリッジ領域に付随している分子雲に対してVLBI位置天文観測を行うことでCMZ軌道内の速度変化を正確に追えると期待される.

8. ま と め

今回私たちはVERAを使って高精度な位置天文観測から天の川銀河中心の分子雲領域にあるSgr B2の年周視差の測定と固有運動の測定に成功した．年周視差の測定結果は 0.133 ± 0.038 masであり，距離にすると $d = 7.5_{-3.0}^{+1.7}$ kpcであった．また，HII領域の外縁に付随して膨張する運動を持つSgr B2の水メーザーの内部運動を詳細なマッピングによって補正し，正確な3次元の速度を手に入れることに成功した．結果として，Sgr B2はSgr A*に対して正の銀経方向に約 120 km s^{-1} で離れるように動き，視線速度の情報を組み合わせると天の川銀河中心に対する相対速度 138 km s^{-1} を得た．シンプルな軌道モデルを仮定した結果，Sgr B2が天の川銀河中心から10–160 pc手前側に位置していることが示唆された．

本稿で紹介した観測に加えて新たな観測をVERAや東アジアVLBI観測網を用いて実施している．これらの観測データの解析によって今後CMZの多くの星形成領域について年周視差による距離や3次元運動の測定が達成できれば，CMZの軌道モデルの切り分けに大きく貢献することが期待される．

参 考 文 献

- [1] <https://astro-dic.jp/barred-spiral-galaxy-2/> (2025.6.21)
- [2] Barnes, A. T., et al., 2017, MNRAS, 469, 2263
- [3] Kruijssen, J. M. D., & Longmore, S. N., 2013, MNRAS, 435, 2598
- [4] Henshaw, J. D., et al., 2023, ASP Conf. Ser., 534, 83
- [5] Kaifu, N., et al., 1972, Nat. Phys. Sci., 238, 105
- [6] Scoville, N. Z., 1972, ApJL, 175, L127
- [7] Binney, J., et al., 1991, MNRAS, 252, 210
- [8] Molinari, S., et al., 2011, ApJL, 735, L33
- [9] Kruijssen, J. M. D., et al., 2015, MNRAS, 447, 1059
- [10] Sawada, T., et al., 2004, MNRAS, 349, 1167
- [11] Ryu, S. G., et al., 2013, PASJ, 65, 33
- [12] Reid, M. J., et al., 2009, ApJ, 705, 1548

Speed Measurement for a Molecular Cloud in the Galactic Center

Daisuke SAKAI

Tokyo Electron Technology Solutions LTD., 52 Matsunagane, Esashiiwayado, Oshu, Iwate 023-1101, Japan

Abstract: The Central Molecular Zone (CMZ), which serves as valuable observational targets for investigating the galaxy formation process and advancing current star formation theories. Molecular clouds belonging to the CMZ are thought to exhibit peculiar motions that deviate significantly from circular motion. We introduce the first result of this effort, focusing on VLBI astrometric observations of Sgr B2, located at the positive Galactic longitude edge of the CMZ. By incorporating additional observations in the future, it is expected that we will be able to further distinguish between the various CMZ orbital models currently proposed.