

NMA の成果—銀河中心の観測—

奥村幸子*・石黒正人**・坪井昌人**

銀河中心は、我々の銀河系の中心として、また、最も近い銀河中心核として多くの天文学者の興味を集めてきた。特に、ガスやダストのベールに遮られることなく中心核を調べられる電波・赤外線の観測が精力的に行われてきた。野辺山ミリ波干渉計 (NMA) でも、ごく初期の頃から試験観測として我々の銀河中心 “Sagittarius A (Sgr A)” 付近の観測を行った。

これまでの試験及び観測プロジェクト観測は、周波数帯域ごとに次の3つに分けられる。

- a) 22-23 GHz 連続波・アンモニア (NH₃) 輝線による Sgr A 及び 20 km/s 分子雲の観測
- b) 49 GHz 一硫化炭素 (CS; J=1-0) 輝線による 50 km/s 分子雲の観測
- c) 99 GHz 連続波・再結合線による Sgr A の観測

以下では、これらの主な成果を紹介し、最後に銀河中心観測が NMA で果たした役割について触れることにする。

a) 22-23 GHz 連続波・NH₃ 観測

連続波では、Sgr A West を中心に 5' の視野を分解

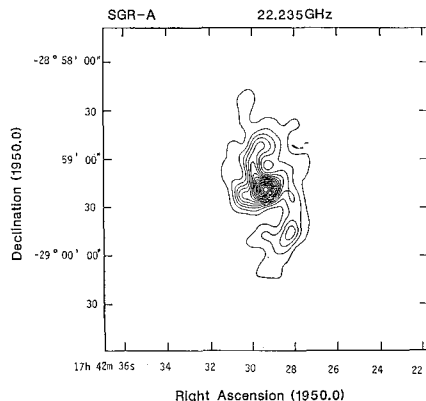


図 1 22 GHz (λ1.35 cm) 連続波でみた Sgr A West の「ミニ-スパイラル」構造

能 6.3" でマッピングし、電離ガスの「ミニ-スパイラル」構造をきれいに描き出した (図 1)。このデータには、VLA などの多素子干渉計で用いられていた「自己校正 (self-calibration)」というデータの較正法が適用され、アンテナの台数が5つの場合でもその方法が威力を発揮することが確かめられた。

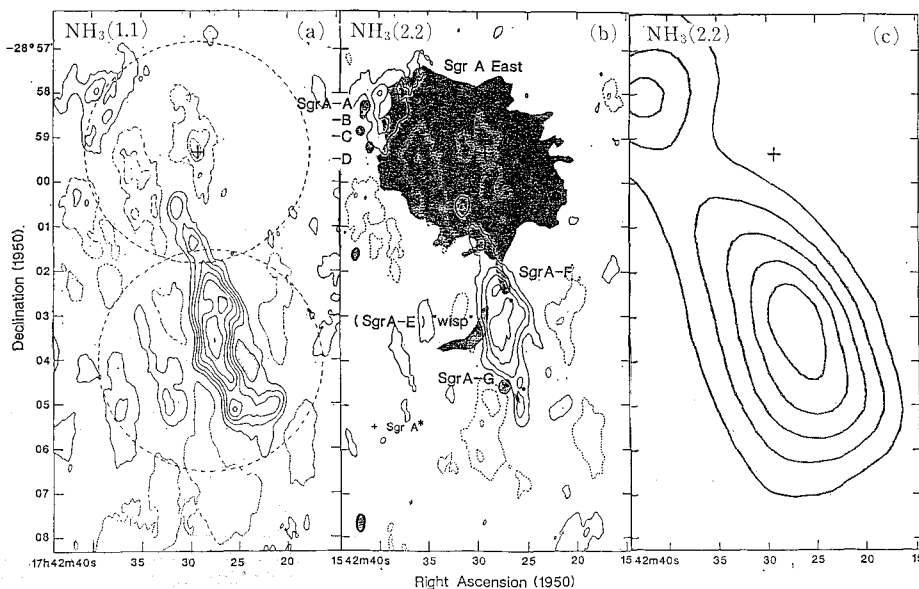


図 2 20 km/s 分子雲の NH₃ (1, 1) (2, 2) 輝線の空間分布。(a) (b) は各々 V_{LSR} が -6.3~55.9 km/s まで

平均した (1, 1) と (2, 2) のクリーンマップ。点線は視野の大きさ (10 m ビームの FWHM) を示す。+印は中心核の電波源 Sgr A*。ハッチは VLA λ6 cm 連続波 (Ho et al. 1985)。分解能は、24"×13"。(c) (b) と同じ速度範囲を積分した 45 m 鏡によるマップで、ビームサイズは 75"。

* 東大教養 Sachiko Okumura, ** NRO Masato Ishiguro, Masato Tsuboi: Results by the NMA—Observations of the Galactic Center

NH₃ の反転遷移 (1, 1), (2, 2) 輝線の観測では, Sgr A 領域とその南に続く 20 km/s ($M=0.13-0.08$) 分子雲(これは銀河中心に見かけ最も近い分子雲のひとつ)のマッピングを行った. 銀河中心領域の分子雲は, 銀河円盤部にある分子雲に比べて温度が高く, 輝線の線幅も広い. その原因を銀河中心核との関係で探る目的で, 比較的ガス密度の高い領域から放射される NH₃ の反転遷移線を用いて分子雲のガスの詳細な空間・速度分布を求めた.

得られたクリーンマップと, 同じ場所の 45 m 鏡での観測結果を図2に示す. 2視野を結合したマップであるが, 10 m アンテナのビームパターンは補正していない. 図2(b)にハッチで示したのは Sgr A 電波源で, 干渉計で観測した NH₃ 輝線の強い所がその一部を取り囲むように位置している. さらに NH₃ 輝線の分布は北にいく(見かけ銀河中心に近づく)ほど細く伸びている. これらの部分の速度変化を調べてみると, 全体に北へいくほど速度が大きく, 細く伸びた先端では $V_{LSR} \sim 40$ km/s に達する(図3(a)). また, 電波源に囲まれた領域では, 全体的な速度勾配が乱された領域が存在する(図3(b)). これらの結果他に, 30"×30"の領域で求めた NH₃ のラインプロファイルからガスの温度を求め, 分子雲内での変化を調べた. それらをまとめると, 1) 20 km/s 分子雲は Sgr A 電波源の一部と相互作用しており, そのため分子雲内のガスの温度・速度幅が上がっている (Okumura et al. 1989), 2) (20 km/s 分子雲は銀河中心の手前にあると考えられているので), 分子雲内の速度勾配と銀河中心に向かって細長く伸びる構造は, 銀河中心の潮汐力によって形成された可能性がある (Okumura et al. 1990), という結果が得られた.

b) 49 GHz CS ($J=1-0$) 観測

CS ($J=1-0$) 輝線観測では, 45 m 鏡の結果 (Tsuboi et al. 1990 a) から非常に密度が高く, コンパクトな構造が期待される 50 km/s 分子雲のマッピングを行った. この分子雲も見かけ上最も銀河中心に接近している. この結果から, この分子雲も Sgr A East という Sgr A 領域の電波源 (超新星残骸?) と相互作用しており, さらに分子雲の中心にあるコンパクト H II 領域の周りで分子ガスがシェル状に膨張している様子が明らかになった (Tsuboi et al. 1990 b; 図4). 50 km/s 分子雲では, 活発な大質量星形成 (=爆発的星形成?) が起こっているわけである. また, この膨張シェルの形が円に近いことから, 付近の磁場の強さは (銀河中心のラジオアークで推定されている) 1 mGauss よりずっと小さいと考えられる. 銀河中心領域では磁場の強さは一様でなく, むらがあるようだ.

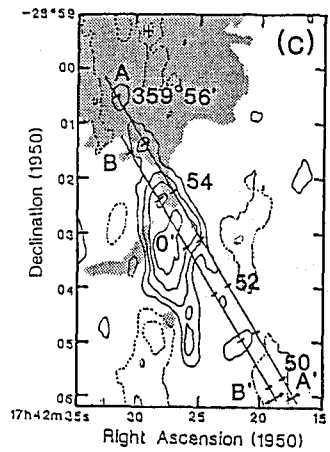
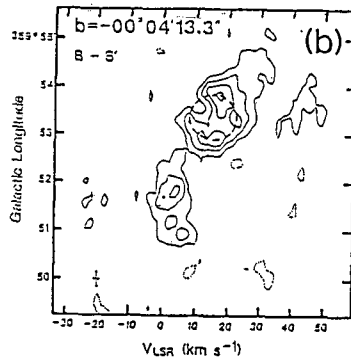
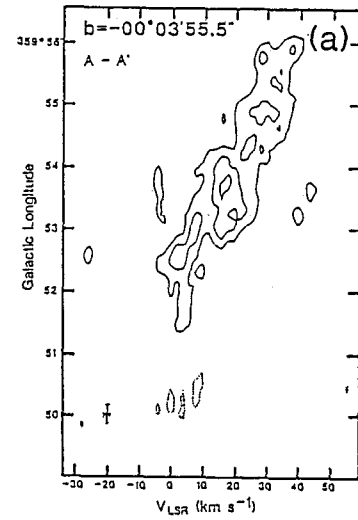


図3 20 km/s 分子雲の NH₃ (2, 2) 輝線の速度分布. (c) は位置-速度図を作成した場所 (銀河面に平行) を示す. (a) (b) は位置-速度図. 速度分解能 2 km/s.

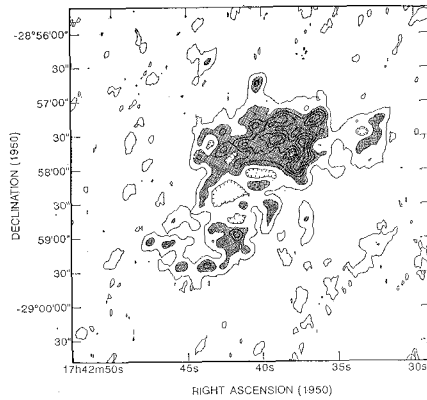


図4 50 km/s 分子雲の CS ($J=1-0$) 輝線の空間分布。速度 57.4~67.0 km/s まで平均したクリーンマップ。

c) 99 GHz 連続波・再結合線の観測

100 GHz 帯の高分解能観測が可能になったことから、「ミニスパイラル」の電離ガスの詳しい空間・速度構造を描き出す目的で 99 GHz の連続波及び再結合線 ($H40\alpha$) の観測を行った。99 GHz では 10 m アンテナの視野が $1'$ なので、Sgr A West をカバーするため南北に 2 視野のデータを取った。連続波のプレリミナリな解析で、 $2.9'' \times 1.4''$ の分解能で「ミニスパイラル」の北側の電離ガスの分布が得られた (グラビア写真 3)。現在、2 視野分の連続波・再結合線のデータ解析が進行中である。

このように銀河中心の観測は、NMA で新しい周波数帯が開拓されるごとに行われてきた。新しい周波数で、「ミニスパイラル」をマップし中心核 Sgr A* のフラックスを測ることで、我々はシステムや解析プログラムのチェックを行ってきたといえる。特に、初期の 22 GHz の NH_3 観測では、野辺山ミリ波干渉計で精度のよいマップを得るための最適パラメータを決めるのに解析の大部分を費やした。そのため、干渉計のデータ解析をしたことのない人に「干渉計は難しい、マップを作るのに時間がかかる」という印象を与えたかも知れない。しかし、現在ではこのとき蓄積されたノウハウが生かされ、最近のめざましい CO の観測成果に結び付いている。銀河中心は、NMA にとって観測成果だけでなく、様々なプラスアルファをもたらしたと考えるのは筆者だけであろうか。

参考文献

- Ho et al. 1985 Ap. J., 288, 575.
 Okumura et al. 1989 Ap. J., 347, 240.
 Okumura et al. 1990 submitted to Ap. J.
 Tsuboi et al. 1990a submitted to P.A.S.J.
 Tsuboi et al. 1990b submitted to P.A.S.J. Letter.

データでみる 科学の素顔

理科年表

平成3年版

国立天文台 編

ポケット版……… 定価 1,100円

机上版……… 定価 2,200円

科学知識として、日常に必要な種々の定数、資料を暦・天文・気象・物理化学・地学・生物の各分野にわたり完全集約。本年度版も、改訂を加えさらに充実!

主な改訂内容

- '91年金環食・皆既食 ●セレス、パラス、ジュノー、ヴェスタ、予報データ ●バップルスペースステレスコープ/宇宙の大構造と宇宙黒体輻射 ほか

甦った科学のタイムカプセル

復刻版 理科年表

—大正十四年発行・初版本—

東京天文台 編 A6 定価 2,575円

好評 重版出来!

双眼鏡で 星空ウォッチング

村山定男 監修 白尾元理 著 B6 定価 2,060円

アウトドアライフの必需品である双眼鏡を使った天体観測のガイドブック。選び方、使い方から太陽系の天体や、星雲、星団など初心者からマニアまで楽しみ方を紹介。

※定価は消費税込みです

丸善 (出版事業部)

〒103 東京都中央区日本橋 3-9-2 第二丸善ビル
 営業 (03)272-0391 編集 (03)272-0393