

銀河系中心部の偏波ローブの発見

井 上 允*

1. はじめに

1984年夏から、10 GHz の偏波計によるテスト観測が開始された。これは当観測所にとって最初の偏波観測であった。夏は水蒸気が多く、短波長の観測には適しないこと、この夏は URSI (電波科学連合) の総会他がヨーロッパで開かれて多数の人が出かけたので、比較的望遠鏡が空いていた。おかげでいろいろな性能テストや、興味深い天体の観測が行えた。そのなかには電波銀河等で大きなファラデー回転を持ったもの、カニ星雲のファラデー回転が短波長で折れ曲っていることや、これから述べる銀河系中心部の異様な構造の発見などがある。以下に偏波観測の立ち上げの状況もまじえて述べていく。

2. 銀河系中心部

我々の銀河系の中心部は射手座 A, 射手座 B2 などという名で、ジャンスキーを持ち出すまでもなく電波天文学にとって古くから馴染みがあった。近年は種々の分子が観測され、それらの運動から 250 パーセクリングや 2 パーセクリング等、中心核の活動 (爆発?) の跡を示すものが発見された。分子雲が互いにどのように関連しているか、また分子雲のディスクがどのように傾いて回転し膨張しているのかなどいろいろと議論があるようである。

そのような折、昨年の夏英国の科学雑誌ネイチャーに、VLA と 45 m 鏡の観測による銀河中心部のマッピングが同時に発表された。VLA は中心核付近数十パーセクの範囲の観測で、中心核の東側の、電波アークとして知られていたものの微細構造を明らかにした見事なものであった。銀河中心核 (射手座 A) から銀河面を斜めに北東側にのび、そこから鎌の刃のように銀河面を貫いて南下する構造があり、この刃の部分電波アークと呼んでいる。VLA の観測はこの鎌の刃と柄の部分は何本かの細いフィラメント状の構造になっていることを示した。ネイチャーの同じ号に載った 45 m 鏡の発見は、この鎌の刃の北側から出て、大きく 1 度にも伸びるループ状の構造で、ループの先は銀河中心核の西側射手座 C にまでつながっている (本号祖父江氏の記事参照)。このループの型は、ギリシャ文字の Ω (オメガ) によく似

ていて、その左足が鎌の刃の北側から始まり、右足が射手座 C につながる。この Ω ループも鎌の刃も特に対応する分子雲はなく、どう運動しているのかはもろもろどうして出来たかも謎である。しかしその形状は銀河中心部で起っている (或は以前に起った) 何か爆発的な現象との関連を予想させる。特に鎌の刃や柄のフィラメント状の構造は磁力線を示しているように見える。もし磁力線があればそこから放射される電波はシンクロトロン放射で、偏波していることが予測される。また Ω ループはスケールは小さいが電波銀河やクェーサーの中心核から吹き出るジェットを類推させる。一般にジェットはシンクロトロン放射で、やはり偏波をしている。同時に発表されたこれら 2 つの構造は偏波観測の対象として非常に興味深いものであった。

3. 磁場を求める——分光偏波計

偏波の測定他に、45 m 鏡の偏波計は磁場についての重要な量を測定することが出来るようになってきている。一言でいえば、波長の異なる 4 チャンネルの偏波計で構成されているのだが、これで磁場が測れるというのは多少の説明が必要になる。シンクロトロン放射の場合、直線偏波をしていて、その偏波面は磁力線に対し垂直である。従って偏波の方向 (偏波角) を計れば磁力線の向きがわかる。ところが一般に、我々が計る偏波面は磁力線に必ずしも直角でなく、ずれてしまう。この現象はファラデー回転と呼ばれ、観測する波長が長い程ずれが大きくなり、また磁場の強さなどにも関連する。しかしファラデー回転を逆に利用して、異なる波長毎に偏波角を測定してやればどれだけずれたかがわかり、もとの磁力線の向きがわかる。また、ずれの大きさから磁場の強さなどがわかる。10 GHz (波長 3 cm) の受信機は非常に帯域が広く、これに対応して偏波計も受信機の帯域をカバーする性能を持っている。広い波長範囲をいくつかの波長帯に分割して、それぞれの波長毎の偏波角を計るという目的には、これらはうってつけのものであった。

4. 偏波ローブ

昨年秋、偏波の素性のわかったクェーサー等の電波源を観測して、システムの偏波特性がある程度わかってきたところで、銀河中心部のマッピング観測を行うことになった。クェーサー等は点状の電波源であるためにマッピングの必要はなく、それなりの観測方法も出来上って

* 東京天文台 Makoto Inoue: Discovery of Highly Polarized Lobes near the Galactic Center

きた。偏波のマッピングはどうやれば効率良く必要十分な情報が得られるか確信はなかったが、とにかく銀河系中心核と電波アークを含む比較的小さな領域を観測することにした。アンテナで天空を走査するのに同期して1分毎に偏波計を回転させるのだが、初期には偏波計のコントロールが計算機で行なえず、その都度手で角度設定をして回さなければならなかった。1回の観測で数時間は付いて、1分毎の駆動を続けるのだが、けっこう気を使って疲れる作業であった。この為にマスター論文のかかった人が1人スレブになり、我々はこれをマスタースレブモードの観測と呼んだ。

結果は目出度くマスター論文にまとめられ、PASJ に投稿された。電波アーク上銀河面より数分角南にコンパクトな偏波成分と、アークの北側延長上 Ω ループの左足の部分に 20 分角にもわたるジェット状の偏波成分(偏波ローブ)が発見された。電波アークに添った偏波はなかった。その後更に広い範囲をマッピングするプロジェクトが始まり、その途中結果を図1に示す。

偏波ローブは電波アーク上のコンパクトな偏波成分に対しほぼ対称に南北に伸びている。さながら電波銀河によく見られるコア・ダブルローブ構造であるが、コアの部分に電波強度で特に強いものは何もない。もう一つ注目されるのは、 Ω ループの右足にあたる所、図のほぼ中

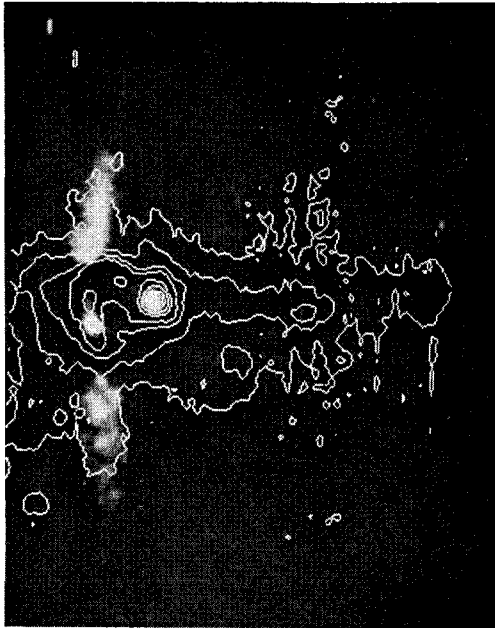


図 1 偏波強度の分布をグレイスケールで示す。図の左側上下にのびているのが偏波ローブ。白線は電波強度のコントラストを示し、図の中央を左右にのびているのが銀河面。コントラストのピークで偏波も強い所が銀河中心核だが、偏波成分はこの電波強度が非常に強いことによるニセモノ。

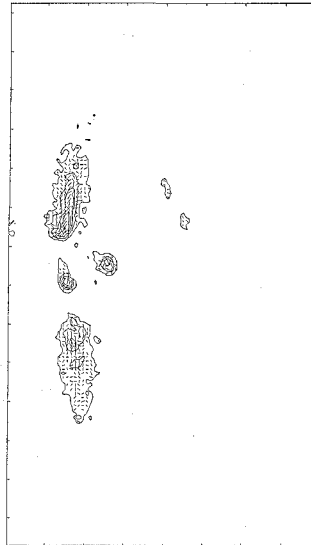


図 2 磁場の方向を天空上に写影したもの。コントラストは偏波強度を示す。

央北側、コントラストは上に少しのびている部分が、左足に比べ偏波成分が殆んどない点である。精度のいい観測はまだだが、左足は 60% も偏波しているのに対し、右足はたかだか数% 以下である。

さて、前に述べたように我々の観測は偏波強度だけではなく、磁場の構造も明らかになる。図2の棒線は天空上に写影した磁場の方向である。コントラストは偏波強度を示している。偏波ローブの形にそって南北に磁場が向いているのが明らかだが、さらに視線方向の磁場の向きについて、北のローブでは全体にこちら向き(紙面に垂直に手前向き)、真中のコンパクトな部分はむこう向き、南のローブは大部分はむこう向きだが多少複雑な様子を示していることがわかった。

5. 偏波ローブ??

銀河面から少し離れて電波アーク上にポツンとある偏波成分と、それから南北に対称にのびる偏波ローブ、銀河系中心部に表れたこれら3つの偏波成分は、その形状からみて互に関連していることは間違いないと思われる。しかし何故こんな形をしているのか、3つの成分はどう関連しているのか、また電波アークや Ω ループとはどういう関係か、磁場はいったいどうつながっていて、どういう役目を果たしているのか等々疑問は次々に起きてくる。またこの領域は特に銀河系の中心部であり、そこで一体何が起ってこれらの構造が出来たのかなど興味はつきない。

観測はもっと精度を上げるものや、広い領域をマッピングするもの、高い分解能のもの等が色々と計画されている。上の疑問にすぐには答えられないだろうが、重要なヒントになるような観測を今後期待したい。