

活動的銀河の観測

田原 博 人*

野辺山 45 m 電波望遠鏡を使った連続波観測は 10 GHz を除くとまだ本格的とはいえず、受信機の様子を眺めながら立ちあげを兼ねた観測をしている状態である。連続波観測は天候によって大きな影響を受けるので、限られた時間ではなかなかまとまった観測ができないのが実状である。こうした中で連続波によるいくつかの観測が行われているが、ここでは銀河中心核の活動に関連するものから、興味ある結果を紹介する。

1. 短波長における $\log N - \log S$

高周波数になるとスペクトルのフラットな電波源が顕著になる。このような電波源の多くがクエーサーであることから、10 GHz における $\log N - \log S$ を調べると、クエーサーの宇宙論的な進化が明らかになると考えられる。こうした目的で $\log N - \log S$ の観測を始めた。 $\log N - \log S$ の観測をするには、一定の天域を最小検出強度を考慮して電波源の探索するのが普通であるが、10 GHz 以上の高い周波数になるとビームも小さく、電波源自体も少なくなるため、サーベイは時間のかかる観測になる。例えば 45 m 望遠鏡で試験的に $1.5^\circ \times 0.5^\circ$ の範囲を 2 時間かけて観測してみた結果、信頼される電波源の最小検出強度は 50 mJy がやっとで、せいぜい 1, 2 個のみが見つかる程度である。この調子ではなかなか統計的な話にはできない。

そこでまづ我われは 10 GHz 近くで、最小検出強度の低い完全サンプルをもとに、その電波強度を 10 GHz で観測すれば、極端に右上がりなスペクトルをもつ電波源がなければ、その周波数における統計的な完全サンプルを得ることができることに着目した。

観測は NRAO 5 GHz サーベイの電波源の中からスペクトル指数 $\alpha < 0.5$ ($S \propto \nu^{-\alpha}$) の電波源を対象とした。このような弱い電波源について 5~10 GHz にかけてスペクトルを求めたのは我われの観測が最初で、特に右上がりの極端なものではなく 10 GHz で 60 mJy 以上について完全サンプルが得られたことになる。電波強度が 500 mJy 以下の弱いところは我われの観測結果を用い、強いところは他のデータを利用して得られた $\log N - \log S$ を示したものが図 1 である。500 mJy 以下になると数が急激に下がり、電波の強いクエーサーはすでに赤方偏移で上限に達していることを示している。

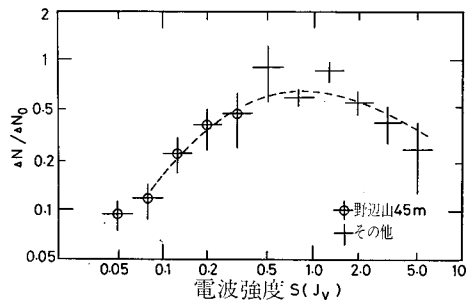


図 1 フラットな電波スペクトルをもつ電波源の 10 GHz における $\log N - \log S$. $N_0 = 50 S^{-1.5} \text{ sr}^{-1} \text{ Jy}^{-1}$ とした。

2. マルカリアン銀河 MRK 421 の多周波同時観測

銀河中心核における電磁波の発生機構を明らかにする目的で、電波から X 線にかけてマルカリアン銀河 MRK 421 の同時多周波観測を行った。色々な周波数で同時にスペクトルをきめることはこれまであまり例がないので、今回の観測でスペクトルが決めることは大いに意義のあることである。さらにこの観測期間にバーストでも発生すれば、いろいろな波長域でどのように変動が関連しているか興味あるデータが得られることになる。

野辺山以外の観測は電波が Michigan, X 線が「てんま」、紫外線が IUE, 可視光が堂平・岡山・Mt. Lemon, 赤外線が UKIRT と上松で行った。

45 m 望遠鏡で一番安定なデータが得られる 10 GHz はディツクススイッチが使えなかったり、43 GHz は受信機系に問題があり、90 GHz はさらにポインティングの問題がある。急いで 22 GHz を立ち上げてみたもののテスト観測も殆どしていないといった状況であった。時間と労力をかけた割には得られたデータは少なかったが、10, 22, 43 GHz で一応のデータを出すことができた。図 2 は 1 月末と 3 月初めの各スペクトルを電波から X 線にわたって示したものである。近赤外から X 線にかけて 3 月は 1 月末に比べてファクター 1.3~2 近く減少していることがわかった。しかし赤外から電波にかけては変化がみられなかったのが特徴的である。電波から X 線にかけての電磁波が同じ領域をみているのかどうか問題もあるが、いわゆるシンクロトロン自己コンプトン機構でスペクトルを解釈する場合、超高速ジェットモデルでなければならない必然性はなさそうである。今回の共同観測は観測結果の他に、はじめての本格的な共同観測であ

* 宇都宮教大教育 Hiroto Tabara: Observations of Active Galaxies

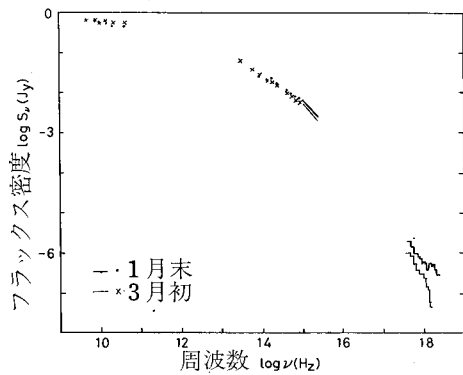


図2 MRK 421 の電波から X 線にかけての同時スペクトル。

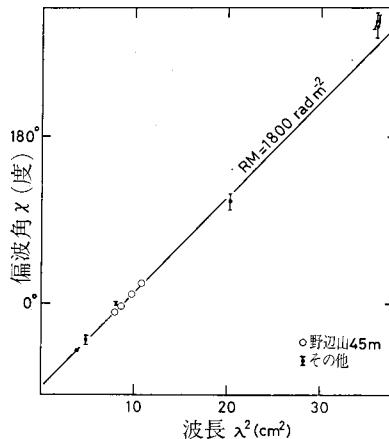


図3 クェーサー 3C 119 で発見された大ファラデー回転の例

りデータの扱いなどいろいろな経験をつむことができたことは大きな収穫であった。

3. 偏波観測

45 m 電波望遠鏡の計画当初から連続波の目玉の一つが分光偏波観測であった。この観測はある周波数帯を多チャンネルに分けて、それぞれ独立に偏波の情報を得るもので、従来いろいろな波長の観測を総合して得られる電波のファラデー回転の大きさ (RM, rotation measure) が一回の観測で一度に得られるという特徴をもつ。偏波の試験観測を始めたのは昨年8月である。初めは下部機器室にインターホンをつけ、コンソールからの指示に従って2分おきに手でポラライザーを回すといったものであった。その後計算機でコントロールできるようになったが、時々サボるため目がはなせない。また全強度との切りかえのために、いちいち下部機器室まで行かなければならないといった不便は今も残っている。

偏波観測に関する装置の特性がだんだん蓄積されるとともに、いくつかの興味ある成果が得られた。銀河系中心部の偏波成分の発見については別の所でのべる。ここでは、BL Lac 型天体の観測結果およびいままで例にない大きな RM をもつ銀河系外の電波源を発見したので、それらを紹介することにする。

BL Lac 型天体の激しい時間変動は中心核に非常に近いところから電波が放出されていることを示している。この電波は中心核の強い磁場と高い電子密度の影響を受けたり、中心核から銀河を通りぬける途中で我々の銀河面と同じような影響を受けると 1000 rad m^{-2} を越える大きな RM が観測されるかもしれない。今回40個近くの BL Lac 型天体について観測してみたが、期待したような特に大きな RM は無く、 100 rad m^{-2} を越えるものは非常に少ないことが明らかになった。BL Lac 型銀河自体は強いシンクロトン放射をしていることから、中心

核は磁場が弱いというより電子密度が小さいとみた方が良さそうである。また BL Lac 型天体はガスの少ない E 型銀河とみられること、ジェットが銀河面に垂直に伸びていることなどから、電波は銀河磁場の影響を受けにくいのではないかと理解される。

RM の最も大きな例として、Vir A の 870 rad m^{-2} がある。我われの観測でも Vir A の大きな RM を確認できたが、さらにクェーサー 3C 119 が図3に示すような $\text{RM} = -1800 \text{ rad m}^{-2}$ であることがわかった。3C 119 の RM はもともと 45 rad m^{-2} であることが知られていたが、これは RM を求める手続とも関連がある。一般に RM を求めるさい、その取りうる範囲にある制限を置いて、その範囲のなかで最も良くあうものを選んでいため、間違っって小さな値をとってしまったのである。3C 119 は $\theta = 161^\circ$, $b = -4^\circ$ と比較的銀河面に近いので、銀河磁場の影響を受けている可能性がある。しかし 161° は銀河中心と反対の方向で、一般に銀河磁場に起因する RM は小さいところである。また規則的な磁場のため RM が大きくなるのであれば、減偏波は起こらないはずであるが、3C 119 の場合かなり強い減偏波をおこすことなどから、電波源内かそのごく近傍に起因したものであると思われる。その他に 3C 129 や 147 でも 1000 rad m^{-2} をこえる可能性がある。

このような大きな RM が存在していることは、今回45 m の観測で初めて明らかになったことであるが、今後本格的な観測が進めば、低い周波数の観測結果から得られる偏波の性質と違った新しい観点が開けることになり今後大きな期待がもてる。

☆ ☆ ☆