

電波源 W49 について

佐藤 文 男*

最近、世界各地の大電波望遠鏡の活躍によって、銀河系内の多くの電波源について、興味ある研究が数多くなされている。そのうちの1つ W49 について研究の歴史をふり返り、その現状を紹介したい。

1. W49 の発見と初期の研究

1958年、オランダのウェスターホート (G. Westerhout) は直径 25 m の電波望遠鏡を使って、周波数 1390 Mc/s (波長 21.6 cm) で銀河面近くの空を観測した。その観測をもとにして、彼は約 80 個の小さい電波源を含むカタログを作った。これらの電波源の中には、それ以前にもっと低い周波数での観測で発見されていたものもあるが、多くはこの観測ではじめて確認されたものであった。ウェスターホートのこのカタログは銀河系内電波源の研究に広く用いられているもので、これに含まれる電波源はウェスターホートの頭文字 W をつけて呼ばれる。ここで取り扱う W49 もその1つで、ウェスターホートの観測で発見されたとされている。

電波源 W49 は銀河系の中心から約 43° の銀河面に位置し、わし座にある。この領域は暗黒星雲の多い所で、W49 の光学天体とみなされるような天体は見つかっていない。

ウェスターホート以後いろいろな周波数での観測がなされて、W49 は比較的平坦なスペクトルを持ち、熱的電波源であろうとみなされていた。熱的電波源とは、電子の自由自由遷移によって電波を放射する水素の電離した領域 (H II 領域) のことである。そのスペクトルは、普通 1000 Mc/s くらいまでは周波数の2乗に比例して増大するが、それより高い周波数域ではほぼ平坦になる。また、ウェスターホートの観測では、W49 は点電波源となっていたが、ケンブリッジのベネット (1962) は、周波数 178 Mc/s (波長 1.68 m) で干渉計を使って観測し (3C カタログ改訂版を作った)、W49 に複雑な強度分布があることを認めた。さらに、カリフォルニア工科大学のウィルソン (1963) は、周波数 960 Mc/s (波長 31 cm) での干渉計による観測から W49 は約 13' 離れた二つの電波源から成ることを確めた。銀河系外星雲と同定された電波源には2つの成分を持つものがたくさんあることから、ウィルソンは W49 も銀河系外電波源であろうと推定した。

2. W49 の距離——21 cm 吸収線の研究 (1)

1963年秋、赤羽氏 (東京天文台) は中性水素原子 (HI) の出す波長 21 cm 線の研究のためオーストラリアへ行った。そこでカー (F. J. Kerr) の指導のもとに取り組んだのが、パークスの 210 フィートの電波望遠鏡による W49 に現われた 21 cm の吸収線の解析であった。

もし W49 がウィルソンの考えたように銀河系外の電波源であるとすれば、銀河系に属する HI ガスの出す 21 cm 線の輪郭全体にわたって吸収が現われるはずである。しかし赤羽氏の解析で明らかにされた吸収の輪郭は、W49 方向の 21 cm 輝線の全輪郭に及ぶものではなかった。つまり W49 は銀河系内の電波源であることが明らかになった。そして、太陽が銀河系の中心から 10 kpc の所にあるとすれば、W49 の距離は 7 kpc 以上で 15 kpc 以下、多分約 15 kpc であろう (このような距離の出し方については後で述べる)、また W49 は、波長 21 cm 付近ではオリオン星雲の約 300 倍の強さの電波を出す強い H II 領域であろうという結論を得た (赤羽・カー、1965)。銀河面にあるこんな遠い H II 領域は、吸収物質に妨げられて光で観測することはできないが、電波はこれらの星間物質によって吸収を受けないから、赤羽・カーの結果は多くの電波天文学者の興味を W49 に向けさせた。そして、以下に述べるようないろいろな現象が観測されるに及んで、この見えない電波源はますますクローズアップされることになった。

3. OH 輝線の発見

赤羽・カーの論文は、「オーストラリア物理学雑誌」(Australian Journal of Physics) の 1965 年 2 月号に載ったが、同年 10 月の「ネイチャー」誌 (Nature) に、カリフォルニア大学のウィバー等のグループと、ハーヴァード大学のズッカーマン等のグループが、W49 の近くに基底状態にある水酸基 (OH) の出す波長約 18 cm の輝線を発見した、という報告が相次いでなされた。この輝線は波長がわずかずつ違った 4 本の線から成るが、観測された各線の強さの比は熱平衡の場合に理論的に予想されたものと異なっていた。その後、多くの研究者によって銀河系内の多くの熱的電波源 (H II 領域) の近くで、OH 輝線が観測され、興味ある事実が次々に報告された。まず各線の強度比は、H II 領域の近くで観測された OH 輝線ではすべて理論値とは異なっている。また OH 輝線はすべて円偏波が強い。輝線を出す領域は非常

* 東京天文台

F. Sato: On the radio source W49.

に小さく、1つのH II領域にいくつか存在するものが多い(W49では2つ)。ダイーター・ウィーバー・ウィリアムズによれば、NGC 6334では10日ばかりの間にOH輝線の強度が著しく変化していた。この事実からNGC 6334の近くのOH線源の大きさは0.01 pcより小さいであろうという。

OH輝線はそれ自体解明すべき問題をたくさん含んでいるが、W49についてはOH輝線の発見によって、赤羽・カーによる距離決定の際の不確かさが除かれたことに注目したい。つまり、W49に付随したOH輝線源の視線速度が、ドップラー効果による波長のずれから測られ、それから求めたOH輝線源の、従ってW49の距離は 14 ± 1 kpcとされた(ズッカーマン・リリー・ペンフィールド, 1965)。この距離の求め方については後に述べる。

4. 水素再結合線の観測

OH輝線の発見に続いてアメリカ、グリーンバンクにある国立電波天文台(NRAO)のメッツガー(P. G. Mezger)等は、水素原子において主量子数 $n=110$ から $n=109$ への遷移の際に出る再結合線(H109 α 線)を、W49をはじめとする多くのH II領域で検出することに成功した。H109 α 線は静止周波数5008.9 Mc/s(波長6 cm)である。彼等はこれをNRAOの直径140フィートの電波望遠鏡を用いて観測し、ドップラー効果による波長のずれから各H II領域の視線速度を求めた。この測定値と銀河系の回転のモデルから各H II領域の距離を求め、これらのH II領域の分布の状態を明らかにした。W49の視線速度は $+7.4 \pm 2.0$ km/secで(この速さで遠ざかっている)、これは回転のモデルから、距離14.1(-0.5, +0.4) kpcまたは0.5(± 0.5) kpcに当たるが、赤羽・カーによる21 cm吸収線の結果と併せ考えると、明らかに前者を採るべきである(その上、もし後者だと

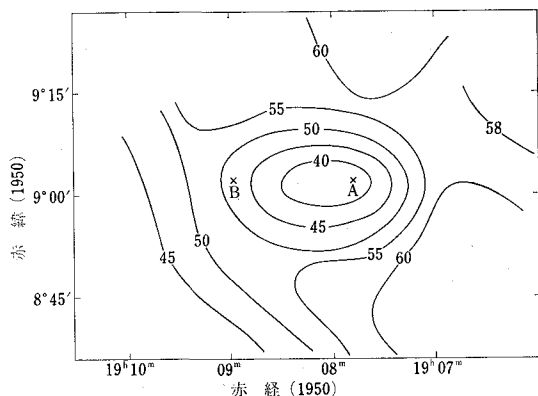
すれば、多分光でも観測可能であろう)。

これまで述べてきたことは、21 cm吸収線の研究にしても、OH輝線やH109 α 線の検出にしても、すべてW49の二つの電波源のうち、波長21 cm付近では強い電波を出している方についてであった。これは熱的電波源W49Aと呼ばれている。ここで目を転じてもう一方の電波源W49Bを調べることにする。

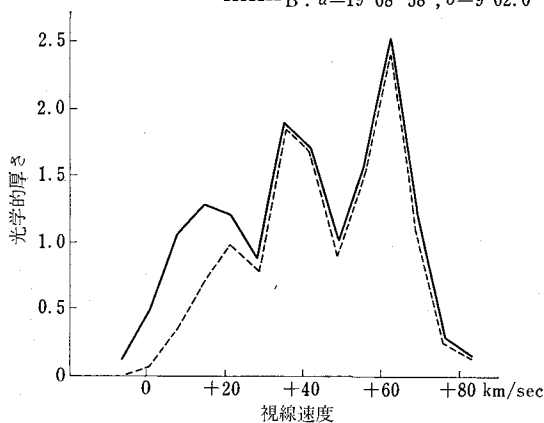
5. W49Bの正体

オーストラリアから帰った赤羽氏は森本氏(東京天文台)と協力して、茨城県十王町にある国際電信電話株式会社の直径20 mのパラボラアンテナを使って、周波数4170 Mc/s(波長7.2 cm)でW49の観測を行なった。その結果をパークスの1420 Mc/sでの連続波観測とつき合わせてみた。両方の観測ともW49の二つの電波源を分解することはできないが、1420 Mc/sではW49Bの存在を示すふくらみのはつきりと認められるが、4170 Mc/sではそれがずっと弱くなっている。熱的電波源では、1420 Mc/sと4170 Mc/sとでは、電波源の強さはほとんど変化しないのが普通であるが、非熱的電波源(高エネルギー電子が磁場の中を運動する時に電波を放射する)では、周波数が高くなるに従って電波は弱くなる。従って、W49Bは非熱的電波源らしいという結論を、1964年秋には得ていたが、4170 Mc/sの観測にいろいろな誤差がからんでいて、公表をためらっていた。そのうちに、NRAOのバースとメッツガーは、「スカイ・アンド・テレスコープ」誌1966年1月号に、同じNRAOのポーリーエートスとウェイドが、300フィートの電波望遠鏡による観測から、W49Bは非熱的電波源であることを確かめた、という報告をした。以前、平坦な1つのものと思われていたW49のスペクトルは、実は熱的な

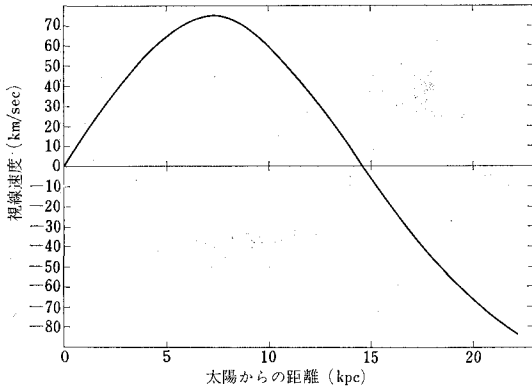
—— A: $\alpha=19^{\circ}09'44''$, $\delta=9^{\circ}02'0''$
 - - - - B: $\alpha=19^{\circ}08'58''$, $\delta=9^{\circ}02'0''$



第1図 視線速度 $+15.5$ km/secでの21 cm線の強度分布(パークス)



第2図 W49A, B方向でのHIガスの光学的厚さ



第3図 W49 方向での太陽からの距離と銀河系の回転による視線速度との関係

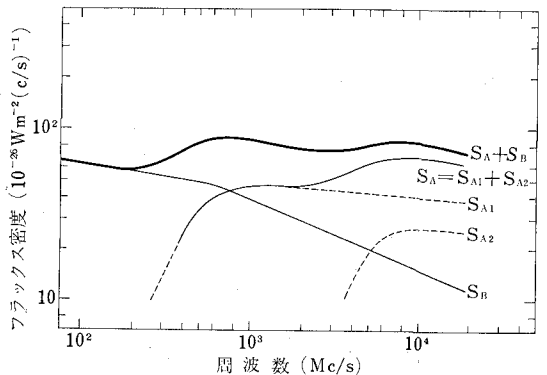
ベクトルと、非熱的なスペクトルの合成されたものであることがはっきりした。

6. W49B の距離——21 cm 吸収線の研究 (2)

次に問題になるのは非熱的電波源Bの距離、つまり、BはAにくっついていて、ほぼそれと等しい距離にあるかどうかである。この問題を解明するために、赤羽氏等の要請に基づいて、パークスの210フィート電波望遠鏡を使った観測が、1966年春カーによって行なわれた。W49のA、B両成分とそのまわりの約20点で21cm線の輪郭が得られた。このデータの解析は1966年夏、赤羽・森本両氏と筆者によって行なわれた。第1図に視線速度+15.5 km/secにおける21cm線の強度分布を示す。この図から明らかなように、210フィート電波望遠鏡ではW49A、Bを分解することはできない。しかし筆者等はW49A、B両成分の位置で、吸収に寄与しているHIガスの光学的厚さ(吸収原子の量と考えてよい)を求めた。その結果を第2図に示す。この視線速度は主として銀河系の回転角速度が外側ほどおそくなっていることによると考えられる。銀河系の回転速度は、太陽より内側(中心からの距離が10kpc以下)では21cm線の観測から、また太陽より外側ではシュミットのモデルから知られている。W49の方向について、これらに基づいて求めた距離と視線速度の関係を第3図に示す。この図からわかるようにW49の方向では太陽から遠ざかるにつれて視線速度は大きくなり、距離約7kpcの所で最高視線速度75 km/secに達する。さらに遠ざかると、視線速度はだんだん小さくなり、14.6 kpc(銀河系の中心からの距離が10 kpc)の所で0になり、その後は視線速度は負になる。つまり、太陽からの距離が14.6 kpc以下の所では1つの視線速度に2つの距離が対応する。先に述べた赤羽・カーによるW49の距離の決定では、21cm線

の吸収が視線速度0から、期待される最高速度までにあたって現われていたので、7kpcよりは遠いが、負の視線速度ではほとんど吸収が見られなかったので、約15kpcより速くはないとされた(OH輝線やH109 α 線による距離の決定も第3図に基づく)。

第2図において、視線速度+15、+40、+60 km/sec付近にあるピークはそれぞれ、W49より手前にある、銀河系の三本の渦状腕に相当する。この図を見て明らかなことは、視線速度が+20 km/secより大きい所では、A、B両方向の光学的厚さが大体一致しているが、+20 km/secより小さい所では、A方向の光学的厚さがB方向のそれよりかなり大きいことである。吸収は視線速度+80 km/sec近くまでであるから、電波源BもA同様、7kpcより遠いことは明らかである。従って+20 km/sec以下の光学的厚さの違いは、第3図から距離約13kpcより遠くにあるHIガスによるものと思われる。つまりW49Bは、約+20 km/secの視線速度を持ち、距離約13kpcの所にあることになる。Bの方向の+20 km/sec以下の視線速度の光学的厚さに寄与しているHIガスは、太陽からの距離約1.5 kpc以下にあるものであろう。W49Aの距離は、約14 kpcであるから、Bはそれより約1 kpcだけわれわれに近く位置していることがわかる。さらに0から+20 km/secの間の各視線速度での、A、B両方向の光学的厚さの差の総量から、視線方向にのびた単位断面積の円柱内にあるHI原子の数の差を求めると、約 3×10^{21} 個/cm²となる(HIガスのスピン温度を150°Kとして)。銀河系の渦状腕の中では、HIガスの平均密度は1個/cm³であるから、上の値は長さ約 3×10^{21} cmの円柱、つまり約1 kpcの距離の違いを表わすことになる。W49A、Bは、ともに直径が高々数十 pcであるから、約1 kpcのへだたりがあるということは、この2つの電波源はたまたま同じ方向に見えているだけで、実際には無関係な電波源であると結論してよいと思われる。



第4図 W49 のスペクトル (メツガー・シュラムル・ター吉安, 1967)

この結果は、佐藤・赤羽・カーの連名で、「オーストラリア物理学雑誌」の1967年4月号に載った。しかし前年の秋、上記のような結論を聞いて、それに反対の見解を表明していた NRAO のメッツガーは早速 W49 の徹底的な究明に乗り出してきた。

7. W49A の2成分とそのスペクトル

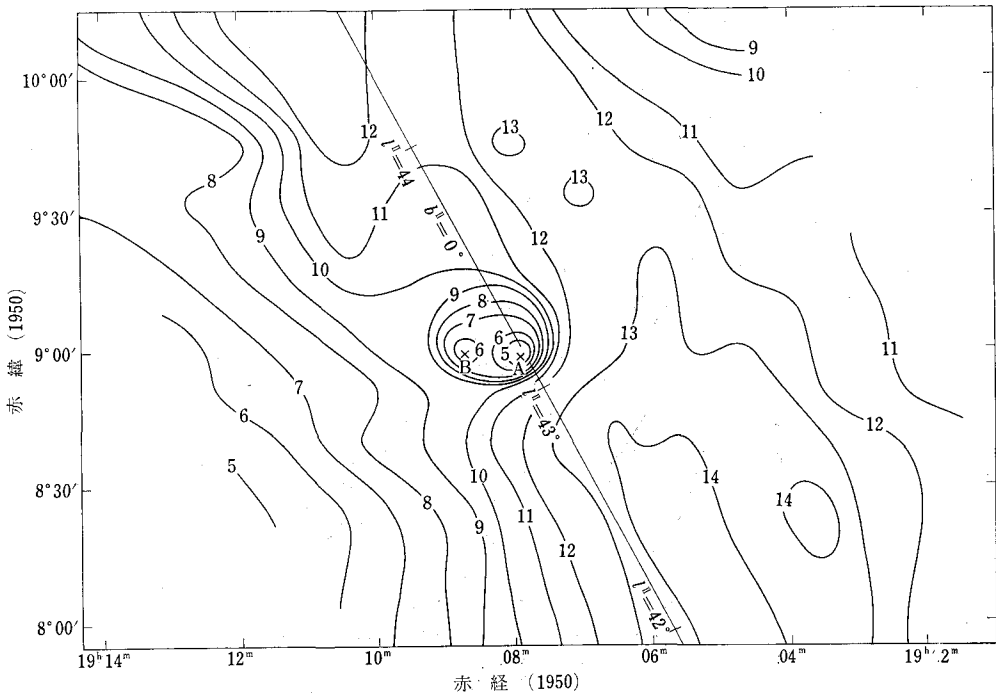
メッツガーはまず、プエルトリコのアレシボ電離層観測所 (AIO) のタージアン、NRAO のシュラムと協力して、AIO の 1000 フィート、NRAO の 300 フィートと 140 フィート等の巨大電波望遠鏡を使って、195 Mc/s から 15375 Mc/s の間のたくさんの周波数で W49 を観測してフラックス密度を測定した。それに他の人達による観測値を合わせて、周波数 81.5 Mc/s (波長 3.7 m) から 15375 Mc/s (波長 1.95 cm) までの広い周波数域にわたるスペクトルを出した。これを第4図に示す。

熱的電波源 A のスペクトル S_A の特徴は、周波数 1400 Mc/s 付近と、9000 Mc/s 付近の2カ所で極大になることである。メッツガー等はこれを次のようにして2つのスペクトルに分解し、それぞれに別の熱的電波源 (H II 領域) が対応するという。熱的電波源のスペクトルは、高周波数域では周波数の -0.1 乗で変化することが理論的にわかっているから、 S_A において 2000 Mc/s 以上の周波数域へ、それ以下の周波数域のスペクトルをこの勾配で外挿して、これを電波源 A 1 によるものとする。こ

うして出した A 1 のスペクトル S_{A1} を、測定されたスペクトル S_A から差引いて点線で示した S_{A2} を求めた。1400 Mc/s 付近の極大は A 1 に、9000 Mc/s 付近の極大は A 2 によるものである。メッツガー等によれば A 2 は直径 1 pc より小さく、電子密度は 10^4 個/cm³ より大きい領域で、そのまわりを直径 14.4 pc 平均電子密度 234 個/cm³ の A 1 がとりまいているという (これらの値を出す際、電子温度として、H109 α 線の観測から求めた 6000°K を使っている)。

スペクトルの解析だけでは A 1, A 2 の存在の証拠としては不十分なので、メッツガー等はより直接的な証拠として波長 2 cm 分解能 2' で得た強度分布図を発表した。それを見ると A は完全には分解されていないが、等温度線は2つ以上の成分の存在を示すようなゆがんだ楕円形をしている。もっと分解能のいい機械で観測すれば完全に分解されるだろうという。

高密度の電波源 A 2 はどういう物理状態にあるか。メッツガー等によると A 2 を電離するためには、6個から11個の O5 型星が必要である。そして、ここで A 2 としているものの実体は、これらの若い星のまわりをとりまいている電離ガスの殻——繭 (cocoon)——であろうという。さらにメッツガー等は、OH 輝線源の1つが波長 2 cm の電波の強度分布のピークの近くにあることに注目して、OH 輝線源が星の生成に関連があるのではなかろうかと考えている。なお、メッツガーは W49A2 のよ



第5図 視線速度 +17 km/sec での、21 cm 線の強度分布 (グリーンバンク)

うな、若い小さくて高密度のH II領域を、W3 (IC1795) や W75 (CygX の中の一つの電波源) でも観測して、いずれもその近くにOH輝線源があることを指摘している。

ここまで研究を進めたメッツガー等は、ここで非熱的電波源BをAと同じ距離に置くことにする。その根拠は、

(1) 銀河系の中で、熱的電波源と非熱的電波源が集団をなしている例は多い。その一つであるW51では、パートンによる21 cm吸収線の解析から、熱的電波源と非熱的電波源はほぼ同じ距離にあることがわかった。W49において、互いにへだたったA, B両成分が、たまたま視線上で一致する確率はかなり小さいであろう。

(2) Aは、低密度の成分A1でも平均密度は234個/cm³である。そして、電離は直径14.4 pcの領域までしか進んでおらず、その外側には、まだ電離していない濃いHIガスがあるであろうと考えられる。佐藤・赤羽・カーがA, B両成分の吸収に寄与しているHI原子の数の差とした 3×10^{21} 個/cm²は、Aのまわりに平均密度25個/cm³、厚さ40 pcの殻があるとすれば説明できる。BはこのHIガス殻の外側、Aの中心から距離51 pcの所にある。

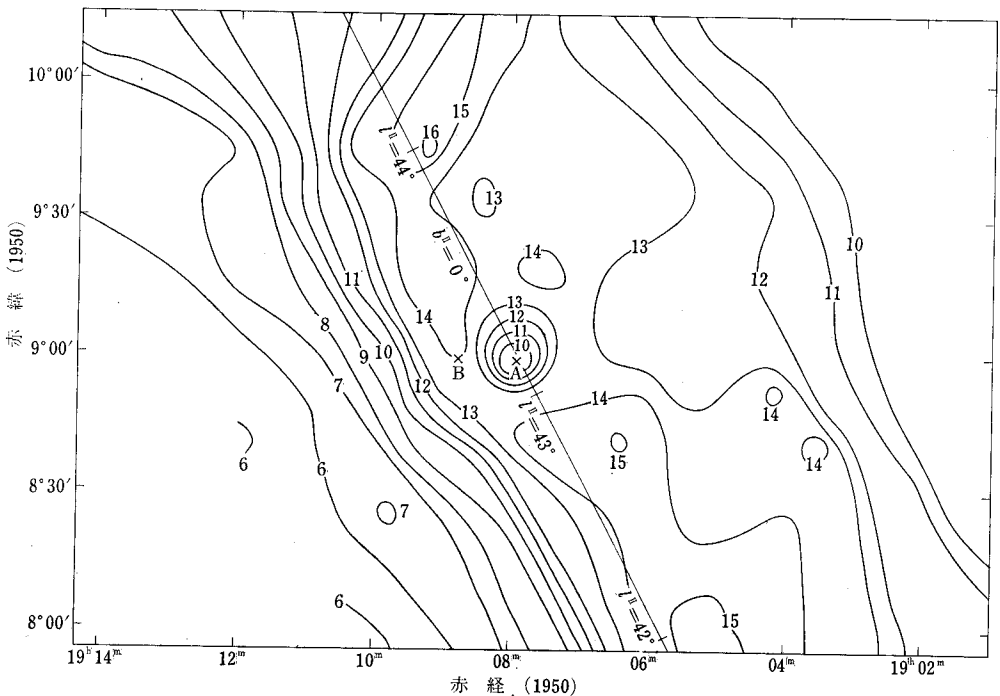
このようにして、BをAにくっつけたメッツガー等は、Bが超新星の残がいであるとすれば、Bは同じく超新星

の残がいであるCasAにくらべて、(i) 大きさは3倍で、(ii) 1000 Mc/sでの平均表面輝度は50分の1で、(iii) スペクトルはかなり平らである、という結果を得た。これらのことからW49Bはかなり古い天体で、もとはCasAよりずっと強い電波源であったであろうという。

以上が、メッツガー・シュラムル・タージアンの研究の概要である。われわれの21 cm吸収線の解析が、彼等の関心をW49に向けさせて、これだけの研究をなさしめる一因になったとすればわれわれの仕事も生きてこよう。ただ、われわれの結論が簡単にしりぞけられたのは甚だ残念であった。われわれは彼等を納得させるに足る強力な根拠を示すことができなかった。A, B方向の吸収原子の数の差の解釈では、水かけ論に終る。

8. メリーランド・グリーンバンクの21 cm線の観測

1966年8月ミュンヘンで国際電波科学連合 (URSI) の総会が開かれた。それに出席した赤羽氏は、ぼう大な量の21 cm線の観測データを持ち帰った。それは今はアメリカのメリーランド大学にいるウェスターホートがNRAOの300フィートの電波望遠鏡を使って観測したものであった。この電波望遠鏡は波長21 cmでは分解能が10'で、今のところ単一望遠鏡では最高の分解能を持つ。観測した範囲は、銀河赤道をはさんで $\pm 1^\circ$ 、銀河系の中心から 11° から 235° にわたる細長い帯状の部分である。300フィート電波望遠鏡は子午線にそってしか



第6図 視線速度 +12 km/sec での、21 cm線の強度分布 (グリーンバンク)

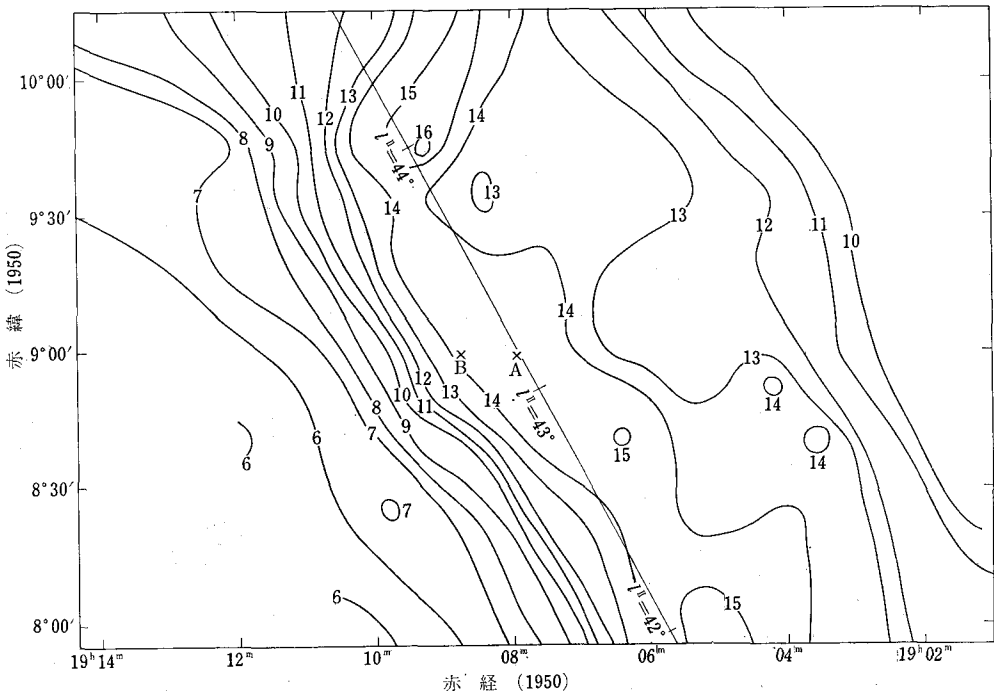
動かさないので、望遠鏡を目的の天体の赤緯方向に固定しておいて、その天体の子午線を通過する際に観測する。従って得られるデータは赤緯一定で、赤経方向に走査したもので、つまり赤経方向には連続であるが赤緯方向にはとびとびのものである。ウェスターホートは、いずれ赤緯間隔 6' のデータをそろえたい考えだそうだが、1966年の第1版は広い範囲をカバーしているとはいえ、ある領域では赤緯間隔 1° のデータしかないという不完全なものであった。さいわいにして W49 の領域では赤緯約 10' 間隔のデータがそろっている。これを調べてみると、パークスの 210 フィート電波望遠鏡（分解能 14'）では分解できなかった W49A, B に現われた吸収の孔が二つはっきり認められた。第5図は視線速度 +17 km/sec での 21 cm 線の強度分布である。パークスの観測による強度分布図（第1図）とくらべると、分解能のちがいがはっきりする。

メツガー等の、W49A, B はほぼ等距離にあるという見解を聞き及んだ筆者は、1967年夏ウェスターホートのデータに本格的に取り組んだ。そして視線速度 +10 km/sec から +14 km/sec にかけて、W49A ではかなり強い吸収がおこっているが、B ではほとんど吸収が見られないことがわかった。このようなことはパークスの観測からはわからなかったことで、アンテナの分解能と受信機の周波数域の分解能がよくなったために明らかになった事実である。視線速度 +12 km/sec での強度分布を

第6図に示す。A の位置では、21 cm 線の強度は明らかに下がっているが、B によると考えられる強度変化は認められない。つまり A の手前には、+12 km/sec 付近の視線速度を持つかなり濃い H I ガスがあるが、B の手前にはそのようなガスはほとんどないことがわかる。さらに W49 の周辺の 21 cm 線の強度分布を調べてみると、W49 の左上と右下にはかなり強い部分がある。もし W49A による吸収がないとしたら、21 cm 線の強度分布は多分第7図のようになるであろう。つまり上に述べた 21 cm 線の強い部分は、本来ひと続きの大きい H I ガスのかたまりで、それが W49A が向う側にあるために 2 つにわかれて見えるのであろう。

シュミットによれば、銀河系の H I ガスの層の密度が最大の場所の半分に減る点での厚さは約 220 pc で、これは銀河系のどの部分でもほぼ一定であるという。さて第7図において、ごく大ざっぱにはいて 12 (アンテナ温度 60°K) の等温度線が、上の述べた H I ガス層の厚さ (220 pc) を表しているとしてよいであろう。そうするとこの幅は今の場合約 1° であるから、約 14 kpc 彼方の H I ガスの層を見ていることになる。つまり今注目している大きい H I ガスのかたまりは、この距離にある銀河系の渦状腕の一部であろうと考えられる。距離約 14 kpc は、視線速度 (+12 km/sec) と銀河系の回転から出した距離と大体一致する。(第3図参照)。

この渦状腕による吸収が A にだけあって B にはないと



第7図 W49 がなかったときに期待される視線速度 +12 km/sec での、21 cm 線の強度分布

いう事実は、すでに述べたようにAは渦状腕の向う側にあるがBはその手前であることを示している。A、B相互のへだたりはどのくらいであるか確かなことはわからない。パークスの観測から出した1 kpc という値は正しくないかも知れない。しかしA、Bは約 14 kpc の距離にある銀河系の渦状腕の主要部分を間にはさんで位置していて、その間のへだたりはお互いの大きさにくらべてかなり大きいであろうと結論できよう。

また、もしメッツガー等が主張するように、Aのまわりに厚さ 40 pc の濃い H I ガス殻があるとすれば、距離は約 14 kpc であるから約 10' の幅に見えるはずである。300 フィートの電波望遠鏡の分解能は 10' であるから、Aの吸収の孔のまわりに 21 cm 線の強い所が観測されて然るべきであろう。しかし筆者の手許にある観測データは、アンテナのサイドローブを消すための操作がほどこされているので、そのためにメッツガー等のいう殻による 21 cm 線の強度の高まりが消されているのかもしれない。なおオーストラリアで、W49 の 21 cm 線での干渉計による観測がなされているそうであるから、そのうちこの付近の H I ガスの状態に関して、もっとはっきりした情報が得られるであろう。

とにかく、メリーランド・グリーンバンクの 21 cm 線の観測データの解析の結果は、佐藤・赤羽・カーが、パークスのデータから得た結論——W49A、Bは物理的に関係の

ある 2 重電波源ではない——を支持するものであった。

以上が W49 研究の概要である。最後にエピソードを 1 つ。

1968年4月、メッツガー氏はオーストラリアへの途上、日本に立寄った。一日、東京天文台の人達と、お互いの仕事のことなどを話し合った。W49についても話題にのぼった。筆者が、メリーランド・グリーンバンクのデータから得た前述の結果に対しては、W49Aが銀河系の回転運動からずれた特異運動をしているとか、Aのまわりに、特異運動をする高密度の H I ガス殻があるというようなことをいって、W49A、Bは等距離にあるという自説に固執していた。しかし任意の速度を持つ H I ガス殻を考えるならば、W49を太陽系のすぐそばに持ってくることも可能になるだろう。これでは話になるまい。また Cyg X 領域（白鳥座にあり、直径約 6° の範囲に、20数個から数十個の電波源が集まっていて〔電波源の数は観測する周波数と機械と観測者によって違う〕、その大部分は距離約 1.5 kpc から 2 kpc くらいの所にあると考えられている）に含まれる電波源に現われた 21 cm 線の吸収について、筆者が話したとき、メッツガー氏は、Cyg X 領域の電波源の中には、2 kpc よりうんと遠いものがあることが、水素の再結合線の観測からわかった、というコメントをした。そのとき W49A、Bもまたその種の電波源だという森本氏のことばに、彼は無然たる表情をした。

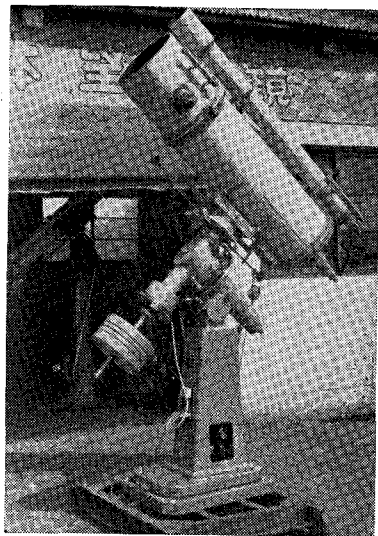
西村製の反射望遠鏡

- | | |
|----------|------------------------------------|
| 30cm “A” | カセグレン・ニュートン兼用
10cm 屈折望遠鏡 (f/15) |
| “B” | カセグレン焦点
15cm 屈折望遠鏡 (f/12) |
| 40cm “A” | カセグレン・ニュートン兼用
15cm 屈折望遠鏡 (f/15) |
| “B” | カセグレン焦点
20cm 屈折望遠鏡 (f/12) |

株式会社 西村製作所

京都市左京区吉田二本松町27
電話 (771) 1570, (691) 9589

カタログ実費90円郵券同封



30 cm 反射望遠鏡

ニュートン・カセグレン兼用