

〈天体列伝(29)〉

W49A

オリオン分子雲北部は活発な星形成領域だと言われてますが、我々の銀河系の中にはこれよりもはるかに活発な星形成活動を示す領域があります。W 49 A はいて座 B 2, W 51 と並んでこの銀河系中もっとも活発な星形成領域で、この領域では短期間に1ダース以上の大質量星が形成されています。最近の高分解能の電波観測から、その形成メカニズムが明らかになりつつあります。

W 49 の観測は電波天文学の歴史？

W 49 の観測は電波天文学の歴史でもあります。1958 年、Westerhout は電波源のサーベイ観測の報告を発表しました。カタログの 49 番目に分類された電波源なので彼の頭文字の後に番号がついています。しかし、彼の観測していた周波数は低かったため、この電波源は熱的な電波源なのか非熱的な電波源なのかを区別することができませんでした。Westerhout によって分類された天体はおもに O 型あるいは B 型星のような質量が大きく、周りの水素ガスが電離された領域から放射される熱的な電波源と超新星残骸などで磁場の周りを電子が運動して放射される非熱的な電波源の 2 種類です。その後、十分な分解能を持たないために、一つと思われていた電波源が 12 分角離れた 2 つの電波源からなっていることがわかり、それぞれ、W 49 A と W 49 B と名前が付けられました。さまざまな周波数を使い観測された結果、W 49 A は熱的な電波源、W 49 B は非熱的な電波源であることがわかりました。当初はこの 2 つは互いに関係しているものとも考えられましたが、水素原子の放射する再結合線のドップラー速度の違いから、見かけ上近いだけであることがわかりました。いま

では W 49 A と W 49 B は名前こそほとんど違いますが、全く異なる場所の星形成領域と超新星残骸を表し、両者とも有名な天体となっています。

パワフルな活動を示す W 49 A

W 49 A はその後の電波の連続波の分解能の高い観測から主に北の W 49 N と南の W 49 S の 2 つの電波源を持つことがわかってきました。それぞれ水メーザー源を伴い、それぞれ、オリオン KL 天体の 1 万倍と 300 倍の強さを持ちます。赤外線放射光度は太陽の光度の 1000 万倍近くに達しています。更に 80 年代に入って VLA 干渉計を使った観測から W 49 S は単独の O 型星による電離領域であることが、W 49 N は 10 個以上のコンパクト H II 領域が存在し、それぞれが、O 型星であることがわかりました。そして、その広がりから 1 万年以内にほぼ同時に形成されたものであると推測されました。

W 49 A は連続波だけではなく、70 年代以降の分子線の観測には必ずといってよいほど頻繁に登場する天体です。速度分解能の向上により、分子線のスペクトルの形の解釈が問題となってきました。W 49 A の一酸化炭素のスペクトルの形は 2 つのピークを持ち、その中間の速度では深くぼみを持っています。当初、この 2 つのピークはそれぞれ別の分子雲だと考えられていました。水素の再結合線の速度はその中間の速度に対応していたので、2 つの速度を持つ分子雲どおしの衝突により爆発的な星形成が起きたのだと考えられました。しかし、一酸化炭素は光学的に厚い分子線なのでそれは自己吸収により 2 つのピークが見えるだけであるという主張もあり、スペクトル線の形の解釈により星形成のシナリオが異なることとなりました。そのような状況の下、我々のグループが野辺山の 45 メートル電波望遠鏡を用いて一酸化炭素とその同位体のスペクトル線を用いて観測した結果、2 つのピークに見えるスペクトル線の形

は観測する分子にもよりますが、太陽に対して4 km/sec と12 km/sec の速度で遠ざかっている2つの速度成分を持ち、なおかつ自己吸収を伴うものであることが明らかになりました。そして、巨大分子雲の質量に匹敵する太陽の10万倍もの質量がわずか3パーセクの中に閉じこめられているコアを形成していることがわかりました。このようなコアは重力的に不安定であり、100万年以内に収縮してしまうこととなります。また、アメリカのHat Creekの電波干渉計による観測で、W 49 Aの分子雲コアは外部が自由落下していることが示されました。

分子雲のコアはどうやってできた?

太陽程度の質量を持つ星が形成される場合には、分子雲から分子雲コアは自己重力によって形成され、収縮してゆくのですが、大質量星を形成するような分子雲コアは自己重力以外の力が必要なのです。大質量星の形成にはそれらを作る分子雲コアが分子雲の衝突によるもののほか、銀河の渦状腕の衝撃波、超新星の爆発による衝撃波、近くの大質量星の紫外線による衝撃波などの外部の

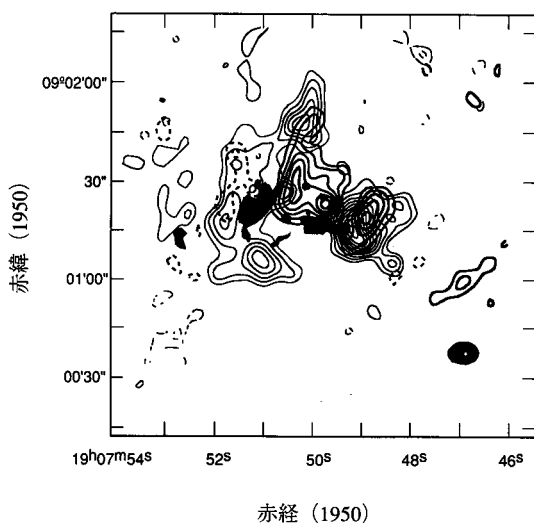


図1 W49Aの一酸化炭素の分布(太線は4km/sec成分と細線は12km/sec成分)。青部分は5GHz連続波の分布(Dickel and Gossによる)。

引き金を伴っているものと考えられていますが、まだ、確たる証拠は挙がっていませんでした。最近、いて座B2領域の分子雲が衝突している証拠が見つかり、その衝突の縁でいて座B2の星形成を引き起こす分子雲コアが形成されたことが明らかになりました。さて、W 49 Aの分子雲コアはいて座B2領域と同じように形成されたのでしょうか。W 49 Aは当初から分子雲の衝突により形成されたものだという仮説は出されていたのですが、その証拠はありませんでした。私たちのグループは分子雲の衝突の証拠を探すべく野辺山の5素子電波干渉計を使って観測した結果、その証拠と言うべきものを発見しました(図1)。

観測と理論の共同成果

最近の理論、特に数値シミュレーションの成果が分子雲同士の衝突に関する描像の理解を深めています。スーパーコンピュータによる分子雲同士の衝突のシミュレーションは観測の結果を解釈する際に非常に役に立ちます。分子雲同士の衝突は時間経過がとても長いので、観測からは時間変化を見ることはできません。数値シミュレーションの結果は、この天体がどのような状態であるのかを予測する際に大きなヒントとなるのです。

銀河の星形成

爆発的星形成は元来、系外銀河の活動性を説明するものとして提唱されましたが、その微視的過程については観測的になんら実証されていません。爆発的星形成に本質的な役割を果たしているのが、大質量で高密度の重力的に不安定な分子雲コアであるというW 49 Aでの観測結果は、銀河の星形成についての知見を更に深めるものになるかもしれません。

宮脇亮介(福岡教育大)