

銀河系内で見つかった 超光速現象

GRS 1915+105 は、銀河系内の強い X 線源として知られている。これを VLA 干渉計を用いて観測すると、中心天体から吐き出された 2 つの電波源が異なる方向に光速以上の見かけの速度で遠ざかる、超光速現象が発見された。クエーサーでは達成できない高空間分解能で超光速現象を観測することで、銀河中心核に対する理解が深まるだろう。

超光速現象の発見

1970 年代初め、クエーサー 3C 279 と 3C 273 の VLBI 観測で、2 つの電波源が方向をほぼ一定に保ちながら、中心天体から光速以上の速度で広がる「超光速現象」が発見された。もちろん、本当に光速を越えることは相対論で禁止されているので、観測者から見た見かけの速度が高速を越えているということだが、当時、この超光速現象について、いろいろな解釈がなされた。

その中で現在最も有望視されているのは、相対論的な速度を持ったビームによる説明だ。中心天体から光速に近い（でも光速を越えない）速度で吐き出されたプラズマの雲の、観測者に平行な速度成分のローレンツ変換を考えると、実際の速度が光速の 98 パーセントで、見かけの速度が最大で光速の 7 倍になり超光速現象を説明できる。また光速に近い運動になると、もともと等方的な強度分布であっても、光行差のために観測者からは細いビーム状に見え、強度も角度に大きく依存する。

この超光速現象は 1970 年代に系外天体でたくさん観測されたが、天体が太陽系からあまりにも遠いため、詳しいことはよくわかっていない。

系内 X 線源 GRS 1915+105

GRS 1915+105 は銀河系内の強力な X 線源¹⁾で、1 周期で平均した X 線のエネルギーがブラックホール候補天体はくちょう座 X-1 と比べて 10 倍も強いことから、中心には中性子星か、ブラックホールがあると考えられている。

Mirabel と Rodriguez はこれに対応する電波源を、アメリカの VLA 干渉計で観測した²⁾。強い電波バーストの後、1 対の電波源が中心天体から反対方向に遠ざかっていく様子が観測された。(図 1)

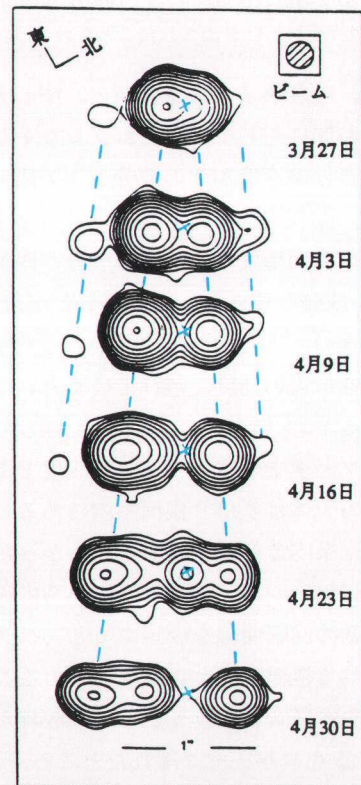


図 1 波長 3.5cm 連続波で見た GRS1915+105 の、1994 年 3 月 27 日～4 月 30 日間のコントアマップ。中心天体の位置を×で示した。最初の 4 回は、明るい電波源の前に、同じ速度で遠ざかる成分が観測された。4 月 23 日に再びバーストが起こり、4 月 30 日に中心天体の南側に新しい電波源が現れた。

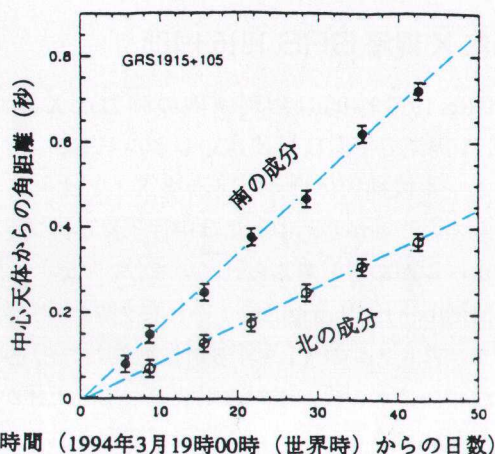


図2 明るい1対の電波源の、中心天体からの距離変化。南の成分を●で、北の成分を○で示した。この2成分は、同じ時刻：1994年3月19日20時（世界時）に吹き出されたことがわかる。

図2に、吹き出された電波源の、中心天体からの距離を時間に対してそれぞれプロットした。遠ざかる見かけの速度が北の成分と南の成分で異なっている。固有運動や相対論的効果も考慮に入れた見かけの表面輝度から、南の成分が観測者に近づき、北の成分が遠ざかっていることがわかった。

また先程の、中心天体から2つの電波源が反対方向に光速に近い速度で離れていくというモデルを適用すると、太陽系からの距離の上限が13.7キロパーセクと求まり、しかも銀経45度であることから、この天体はやはり銀河系内にあるということになる。系内で超光速現象が見つかったのは、このGRS 1915+105が初めてだ。系内天体の場合、銀河系の回転曲線を仮定するとスペクトル線から得られる視線速度から距離を求めることができる。中性水素原子の波長21 cm吸収線から、太陽から12.5キロパーセク離れたところ、視線方向と70度の角度をなす方向に、光速の92パーセントの速度で、1対の電波源が動いているという結果が得られた。

系内ジェットとクエーサーを結ぶかけ橋

高速度の電波ジェットを伴う天体は、遠くにあ

るクエーサーだけではなく、系内天体でも観測されている。その代表として、SS 433³⁾が挙げられるが、GRS 1915+105のジェットと比べて小規模だ。SS 433はGRS 1915+105に対して、X線光度で3桁、ジェットの単位質量あたりの運動エネルギーで40倍小さい上に、ジェットの速度も光の26パーセント程度で、あまり相対論的速度とは言えない。

とはいうものの、この2つの天体の間には、電子の運動エネルギーとX線のプロファイルから察するに、電子の運動にはおそらくコンプトン散乱が関与している、という共通点がある。

一方、GRS 1915+105は、クエーサーと同じメカニズムがもっと小さなスケールではたらいっている、小型クエーサーと考えることもできる。そういう点で、この天体は、SS 433とクエーサーの中間的位置づけにあると考えられる。

今まで、超光速現象を理解するためには、クエーサーでは遠すぎて空間分解能が足りないし、系内天体のジェットではエネルギーが低すぎる、という状態だった。今回、クエーサーと系内天体間のギャップを埋める系内での「超光速小型クエーサー」が見つかったことで、銀河中心核の謎解明に一步近づけることを期待したい。

佐藤功美子（東大理）

参考文献

- 1) Catro-Tiago. A. et al. 1994, *Astrophys. J. Suppl.*, 92, 469
- 2) Mirabel. I. F. & Rodriguez. L. F. 1994, *Nature*, 371, 46
- 3) Margon. B. A. 1988, *Astron. Astrophys. Rev.*, 2, 507