

NGC 4258 の高速・水メーザの発見

2. 系外銀河中心核で見つかる超強力メーザ

野辺山 45 m 鏡で系外銀河の観測を続けていた中井直正たちは NGC 4258 の水メーザのスペクトル中にあらたな高速成分を発見した。銀河本体に対して±約 1000 km/s の視線速度をもつメーザ輝線は何を意味するのか？

宇宙メーザは系外銀河からも発見されている。その中には我々の銀河内の最強メーザ源の百倍、千倍のエネルギーを放射するものが存在する。これらは銀河の中心核から放射され、超長基線電波干渉計 (VLBI) の 1 ミリ秒角をきる空間分解能をもってしても点状にしか見えない。メカニズムも良く分からない。例えば NGC 1068, NGC 3079, NGC 4258 ではそれぞれ太陽の 350, 520, 120 倍のエネルギーを放射する強力水メーザが見つかった。

1. 宇宙に満ちるメーザ現象

1965 年、観測中の電波望遠鏡から奇妙なスペクトル線が検出された。水酸基 (OH) 分子のだす波長 18 センチの電波が異常に強くしかも鋭いピークをもって検出されたのである。宇宙メーザの発見であった。メーザ (Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation) はレーザーと基本的に同じ現象で、ただ強力な光のかわりに電波が放射される。以降、水 (H₂O)、一酸化珪素 (SiO)、メタノール (CH₃OH) などの分子線でメーザ現象が確認された。宇宙メーザはオリオン星雲のような星生成領域、ミラ型や長周期変光星といった老いた星のまわりなどの分子ガス中で起こる。タウンズが 1954 年に地上でメーザを発明する以前から、宇宙のあちこちで自然現象としてメーザが存在していたのである。

3. 偶然の発見は超広帯域電波分光計から

中井直正たちは系外銀河の強力水メーザのモニター観測を野辺山 45 m 鏡を用いて行っていた。発見はその時の偶然の器械設定から起こった。野辺山には世界一の超広帯域分光計がある。一度に 320 MHz の周波数域を 37 kHz の周波数分解能で観測できるのだ (水メーザの周波数 22 GHz では、約 4500 km/s の速度域を約 0.5 km/s の速度分解能で観測できることになる)。モニター観測には 40 MHz 程度の帯域で充分なのだが、余った分光計チャンネルを前後の周波数に割り当てて観測をしていたのだった。こうして“余分なチャンネル”から発見されたのが図 1 中にしめす高速成分

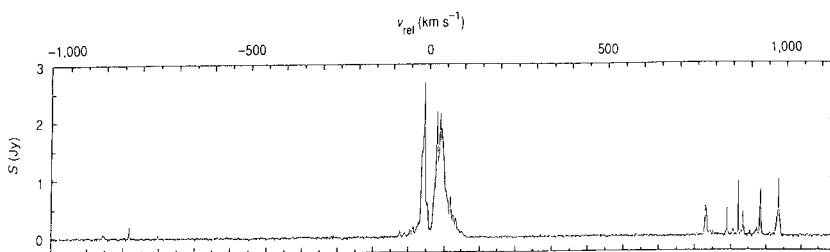


図 1 NGC4258の高速・水メーザ。中央は既知の成分。その±約1000km/s はなれたところに見えるのが、新発見の高速・水メーザ。
銀河本体に対する相対視線速度
強度

である。中央にあるのが既知の水メーザで NGC 4258 の中心核から放射されている。この既知成分に対して +750 km/s から +1000 km/s のあたり (図中右側) にスパイク状に数本の輝線が、そして -850 km/s あたり (図中左側) にも小さい輝線がみえる。既知の水メーザ (中央) が太陽の 100 倍程度のエネルギーを放射しているのに比べ、新発見の高速成分は全部合わせて 20 数倍程度である。

この高速度成分はどこからでているのか？ 銀河中心核ではなく NGC 4258 の銀河円盤からかもしれない。中井直正たちは 45 m 鏡の向きを少し変えて受信強度が変わるか試した。そして既知成分と 12 秒角 (380 パーセク) 以内で位置が同じであることを確かめた。その後精密に調べようと、超長基線電波干渉計 (VLBI) 観測を行った。郵政省・通信総合研究所 (茨城県・鹿島) の 34 m 鏡と国立天文台・野辺山 45 m 鏡を用いて観測し、高速成分も既知成分と ±50 ミリ秒角 (2 パーセク) 以内のところから出ていることが分かった。新発見の高速成分も銀河中心核と関わる現象らしい。

4. ブラックホール？ 解釈はいろいろ

銀河中心核とくれば、きっと巨大ブラックホールがあって、そこへ落ちていく物質が降着円盤となってまわりを回転している。ブラックホールに落ちそこねた物質がなんらかのメカニズムで加速され強力なジェット流を作り出す、という描像が一般的だ。新発見の高速水メーザはこの描像のどこかにはめこめるのであろうか？

銀河中心核のまわりをケプラー運動する分子ガス円盤があり、ここが高速水メーザの源だとする。約 1000 km/s という速度のケプラー運動、軌道半径 1 パーセクを仮定すれば、中心には太陽質量の 2 億倍のブラックホール！があることになる。

連続波電波でみると NGC 4258 の中心部から外に延びる構造がある。光の観測でもジェット状のものがみえる。もし高速水メーザが中心核から

噴き出す物質の流れで起きているとすれば、銀河の傾きを補正して実速 3000 km/s の最高速分子ガス流の発見！ということになる。

いままで新発見スペクトルを「水メーザの高速運動成分」と決めつけてきたが反論もある。

ひとつは「別種の分子からの輝線」説である。周波数を調べると HDO や HO³⁷Cl が疑われる。だがこれらは星間空間では発見されていないし、あっても強い輝線になるとは考えにくい。

もうひとつは「ラマン散乱」説である。正体は水メーザなのだが星間プラズマのなかでのラマン散乱によって周波数がシフトしているのだという考えである。たしかに運動によるドップラー効果だけが周波数シフトの原因とは限らない。

5. 決め手はスペース VLBI?

既知の強力水メーザの説明さえ憶測の域を出ない。今回の高速成分の登場で系外銀河の中心核に見えるメーザのなぞは深まるばかりである。宇宙メーザの理論家は既知成分、高速成分を統一的に説明するモデルを作る楽しみを得たことになる。観測家は決定的証拠を得ようと燃えあがることになる。既知成分や中心核との位置関係、高速成分の固有運動が分かれば謎はかなり解けるだろう。

それには地上の VLBI ではきびしい。アンテナを宇宙に配置して分解能をあげるスペース VLBI が必要だ。VSOP は日本が世界に先駆けて準備しているスペース VLBI 衛星である。1995 年頃打ち上げられる。口径 10 m 足らずのアンテナだが野辺山をはじめ地上の巨大電波望遠鏡群と組み合わせることで、NGC 4258 の水メーザの正体を探れると期待したい。

参 考 文 献

1) Nakai et al. 1993 *Nature* **360**, 45.

三好 真 (国立天文台野辺山)