

参 考 文 献

- 1) G. Hasinger, M. Schmidt and J. Truemper, A & A, **246**, L2 (1991).
- 2) G. Hasinger, Proc. of 28th Yamada Conf., eds. Y. Tanaka and K. Koyama, (1991), in press.
- 3) J. Mather et al., Ap. J. **354**, L 37, (1990).
- 4) T. Shanks et al., Nature **353**, 315, (1991).

$z = 2.2867$ の銀河 IRAS F 10214+4724 の CO 輝線の観測

赤方偏移 $z = 2.286$ の非常に明るい IRAS 天体 F 10214+4724 から、CO ($J = 3 \rightarrow 2$) 輝線が検出された。検出された輝線強度から、我々の銀河の約 15,000 倍の量の分子ガスを含むものと推定される。この天体が爆発的星生成を起こしている銀河だとすると、赤外高光度とガスとダストの豊富さなどから、原始銀河である可能性がある。この天体を電波干渉計や大口径の光学赤外望遠鏡で高分解能観測すれば、銀河の形成、進化の研究に貴重な情報を与えるだろう。

1. 赤方偏移 $z = 2.286$ の天体に一酸化炭素輝線を検出!

米国の国立電波天文台 (NRAO) のブラウンとバンデンバウト¹⁾は、IRAS F 10214+4724 を同天文台キットピークの直径 12 メートルのミリ波望遠鏡で観測し、CO ($J = 3 \rightarrow 2$) 輝線が 105.2331 GHz に赤方偏移したものの検出に成功した。

この天体は、ローワンロビンソンら²⁾が、赤外線天文衛星 IRAS による微光天体カタログの天体の赤方偏移を測定するサーベイによって発見した、全光度が $10^{14} L_{\odot}$ と異常に明るい^{*}1 銀河状の天体である。彼らが求めた赤方偏移 $z = 2.286$ は、現

在の宇宙年齢の 80 % 以上昔の姿を観測していることに相当する。

観測は、1991 年 7 月 3 日から 11 日にかけて行われた。これは、雨の多い夏の閉鎖期間に入る直前に行われたため、雑音温度は約 600 K (SSB) と、同望遠鏡にしては、悪い値である。2 偏波同時受信の受信機で 16.7 時間の積分時間をかけて行われ、バンド幅 16 MHz (速度幅 45.6 km s^{-1} に相当) 当りの雑音温度 0.4 ミリ K が得られた。この検出によって、CO の検出された銀河の赤方偏移の記録は、一挙に十倍近く更新された。

図 1 は、こうして得られた輝線スペクトルの形である。 $z = 0.6910$ の電波銀河 3C 380 を 20.7 時間積分観測して正しくベースラインが得られていることを確認した。

2. 原始銀河か!?

観測された輝線強度は 21 Jy km s^{-1} で、宇宙論の減速パラメータ $q_0 = 0.5$ 、ハッブル定数 $H_0 = 100 h \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$ を仮定すると、CO 全光度は、 $1.9 \times 10^9 h^{-2} L_{\odot}$ になる。これは、観測衛星 COBE によって観測されたわれわれの銀河の CO ($J = 3 \rightarrow 2$) 輝線光度の 15,000 h^{-2} 倍である。

一方、この天体の CO 光度と IRAS の観測から求めた赤外線光度との関係は、一般の渦状銀河で成り立っている関係とほぼ一致する。この天体の赤外の赤外超高光度のエネルギー源としては、爆発的星生成によって生まれた大質量星からの紫外線と、クェーサーとが候補として考えられるが、このことは、この天体が銀河であり、エネルギー源が爆発的に生まれた大質量星であるという説に有利な証拠である (クェーサーだとしたら星間物質の量と相関はない)。ただし、この天体のエネルギー源がダストに囲まれたクェーサーであるという説も捨てきれない^{*}2。

CO の輝線強度と分子ガスの総量との比が、

^{*}1 われわれの銀河の約 10,000 倍で、単一天体としては新記録。

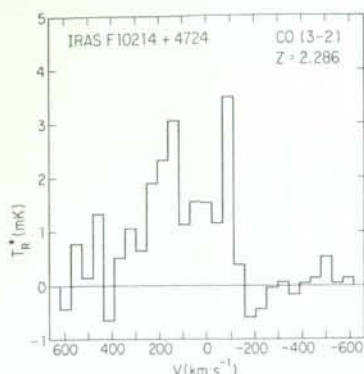


図1 IRAS F10214+4724のCO ($J=3\rightarrow 2$) 輝線のスペクトル、横軸の速度は、 $z=2.286$ を仮定して周波数をドップラー速度に変換したものである。

我々の銀河の分子量で成り立っている比と同じであると仮定^{*3}すると、この天体の分子ガス質量は $1.8 \times 10^{18} h^{-2} M_{\odot}$ になる。分子ガスの拡がり g 、可視光で観測されるサイズ $4''$ (15 kpc に相当) と同じと仮定すると、分子ガスの面密度は $90,000 h^2 M_{\odot} \text{pc}^{-2}$ にもなる。従って、この天体の分子ガスの拡がり g が光で見た大きさよりも数倍大きいとしても、分子ガスの面密度は $10^3 M_{\odot} \text{pc}^{-2}$ を大きく越えるので、重力不安定性の時間スケールを考えると、爆発的星生成を起こすと考えられる。

いっぽう、CO 輝線のドップラー幅と、光学観測で得られた天体の大きさ ($4''$) から力学的に求めた質量は、 $7.4 \times 10^{10} h^{-1} / \sin^2 i M_{\odot}$ であり、フェイスオン^{*4}であるか、あるいは分子ガスは光で見えるよりも拡がっているのではないかと考えられ

^{*2} ソイファーらは、 $H\alpha$ 線が近赤外線の K バンドに赤方偏移したものを検出した⁴⁾。しかし、エネルギー源が爆発的星生成によるものか、クェーサーによるものかについての決定的結論は得られなかった。

^{*3} この仮定には、温度が高い分子雲や、重元素存在量が小さい環境では、成り立っていない可能性がある⁵⁾。また、もともと CO ($J=1\rightarrow 0$) 輝線強度と分子ガスの総量との関係であったものを CO ($J=3\rightarrow 2$) 輝線に援用しており、この点も、問題である。ただし、後者の問題による誤差は、せいぜい数倍あることが、いくつかの近傍の銀河の観測から推定される。

る。もし、分子ガスの拡がり g が $4''$ を大きく越えるとする、通常の銀河よりもずっと大きいことになり、分子ガスはまだ重力収縮過程にあるのかもしれない。このことと、赤外で極めて明るいこと、ガスとダストが豊富に存在すること、光で見た形が不定形であることは、原始銀河に予想される特徴である。ただし、最初の爆発的星生成をとらえたものではない、というのは、CO と星間ダスト起源の遠赤外線が検出されたということは、既に、星の内部で重元素が合成されそれが星間空間に放出されたことを示すからである。

3. 今後の課題

これまでに得られた情報だけでは、この天体が銀河形成のどの段階にあるかは、わからない。分子ガスがどの程度広がっているかもわからないし、星生成、ダスト形成がどの程度進行した段階であるか、原始ガス雲が収縮の段階にあるか否かも未解決である。CO 輝線をミリ波干渉計で高分解能観測すれば、星間ガスの分布についての重要な手がかりが得られるであろう。また、他の分子輝線や [CI] などの原子の輝線、また、さまざまな偏移の輝線を観測することによって、星間物質の状態を知ることができ、この天体のエネルギー源が何であるかを考える上で、大きな手がかりが得られるものと考えられる。

石附澄夫、坂本 和 (東大理)

参考文献

- 1) Brown, B. L. and Vanden Bout, P. A. A. J. **102**, 1956 (1991)
- 2) Rowan-Robinson, M. *et al.* Nature **351**, 719 (1991)
- 3) Wright, E. L. *et al.* ApJ **381**, 200 (1991)
- 4) Soifer, B. T. *et al.* ApJ **L 381**, L55 (1991)
- 5) Malonay, P. The Interstellar Medium in Galaxies. eds. Thronson, H. A. Jr. and Shull, M., Kluwer Academic Publishers (Dordrecht) (1990)

^{*4} 回転する天体を回転軸方向からみる場合をフェイスオン、赤道方向からみる場合をエッジオンという。 i は回転軸と視線方向のなす角度である。