

審査の結果の要旨

白旗 麻衣

多くの銀河の中心には、太陽の数百万倍から数億倍の質量をもつ巨大ブラックホールが存在すると考えられ、そこに質量降着が起きて強い電磁波が放射されるものを、活動銀河核 (AGN) と呼ぶ。AGN に降着する物質は、最終的には平たい円盤を形成するが、より遠方では、濃い低温の分子ガスから成る「分子トラス」を形作ると考えられる。中心ブラックホールをこのトラスの極方向から見た天体は、現象論的な分類による 1 型 AGN に対応し、赤道方向から見たものが 2 型 AGN であると解釈できる。しかし、この分子トラスの形状や物理状態は、従来ほとんど未知であった。

分子トラスの診断には、存在量が多くかつ電気双極子をもつ分子として、一酸化炭素 (CO) が有用である。2 型 AGN では、ブラックホールからの放射がトラスを通過するさい、CO 分子の回転振動遷移により、スペクトルの赤外線領域 (4.6 μm 帯) に吸収線群が生じると期待される。この遷移は、振動量子数が 1 つ変化すると同時に、回転量子数が ± 1 だけ変わるもので、吸収線の深さから一酸化炭素分子の柱密度が推定できる。さらに遷移始状態の回転量子数の違いは、吸収線の波長の違いとして同定できるので、一連の、吸収線群が検出できれば、それらの強度比から CO 分子の回転準位の占拠数、したがって温度が推定できる。第 1 章では、こうした背景が述べられる。

CO の回転振動遷移吸収線は、これまで諸外国で探査が試みられていたが、まだ検出に成功した例は無かった。そこで申請者は 5 個の 2 型セイファート銀河と、5 個のダストに埋もれた LINER (低電離輝線放射) 型銀河を選び、「すばる」望遠鏡の赤外線撮像分光装置 (IRCS) 装置を用いて、合計 9 夜にわたって観測を行った。第 2 章では、これら 10 天体の選択の根拠が述べられ、第 3 章では「すばる」IRCS による観測の実際と、基本的なデータ解析が記述される。この観測の結果、申請者は 5 個のダストに埋もれた LINER 型銀河のうち、IRAS 08582+3915、UGC 05101、NGC 4418 の 3 天体から世界で初めて、CO の回転振動遷移による吸収線群を検出することに成功した。いっぽう 5 個の 2 型セイファート銀河からは、吸収線は検出されなかった。

第 4 章ではもっとも明瞭な結果が得られた IRAS 08582+3915 を代表に選び、詳しい赤外線分光の解析結果が記述される。CO の吸収線群は 4.90 ~ 5.15 μm の波長帯域に、

P系列（回転量子数が1だけ減少）のものが19本、R系列（回転量子数が1だけ増加）が4本も検出された。吸収線のプロファイルはいずれも幅広で、複雑な構造をもち、とくに母銀河に対し約160 km/sに青方偏位した成分が強い。これは200 km/sに達する速度幅をもち、かつP系列では第16励起準位まで検出されていることから、吸収体の温度は約270 Kと推定された。COの柱密度は $2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-2}$ 、水素分子に換算すると $1 \times 10^{22} \text{ cm}^{-2}$ となった。これに加え、+200 km/sに赤方偏移した、より高温（約700 K）の吸収成分も存在している。第5章ではUGC 05101の観測結果が紹介されるが、基本的にIRAS 08582+3915の結果に酷似している。

第6章では、これら2天体の結果に、NGC 4418からの検出や、他の銀河での上限値などを加えて、CO吸収線の観測結果に解釈が加えられる。青方偏移した成分は高温なので、AGNの照射を受けたガスによる吸収と考えられる。吸収体が衝突により高温になるには、ガス密度が高くてはならないが、その割に柱密度は低いので、吸収体の視線方向の厚みはきわめて薄いと推論される。これらを総合すると、ブラックホールからのX線や紫外線は、まずAGNから1パーセク付近で分子トラスに吸収され、ダストの放射する赤外線に変換され、ついでこの赤外線の連続スペクトルが、その外側に存在するCO分子により吸収され、吸収線群を形成すると解釈できる。吸収体の位置はAGNから10 pc付近と考えられ、2型セイファート銀河でCO吸収線が見られないのは、対応する領域でCOが解離しているためと解釈できる。吸収線のプロファイルは分子トラスのケプラー回転では説明が難しく、したがって160 km/sという速度の起源は、今後の課題となっている。

以上のように申請者は、世界で初めてCO回転振動遷移に伴う吸収線の検出に成功し、AGNを取り囲む分子トラスの位置や物理状態に、新しい知見をもたらした。よって本研究は博士（理学）の学位を授与するに値することを、審査員の全員一致により確認した。本研究の一部は、中川貴雄氏らとの共同研究であるが、その中で申請者は、観測の実施やデータ解析などで中心的な役割を果たしており、共同研究者からの同意承諾書も完備している。