

P215a 原始惑星系円盤における輝線の圧力広がり の発見とガス面密度の直接的制約

吉田 有宏 (総合研究大学院大学/国立天文台), 野村 英子 (国立天文台), 塚越 崇 (足利大学), 古家 健次 (国立天文台), 植田 高啓 (MPIA, 国立天文台)

惑星系の形成過程を議論する上で、原始惑星系円盤ガスの空間分布は最も重要なパラメータの一つである。それにもかかわらず、円盤ガスを構成する水素分子は低温下ではほとんど放射を出さないため、その観測的制約は非常に難しい。本研究ではアルマ望遠鏡のアーカイブデータを解析し、TW Hya 円盤の中心部から放射される CO 分子輝線のスペクトルが、線中心から ± 10 km/s 程度にまで非常に大きく広がったウィングを持つことを発見した。このウィングは既存のモデルでは説明できず、我々は複数の可能性を吟味した上で、CO 分子と周囲の水素分子の衝突によって生じる圧力広がりによるものであると結論付けた。圧力広がりによるウィングが円盤から検出されたのは初めてであり、ウィングの放射強度がガス空間密度に依存することを利用して、ガス面密度分布を直接的に見積もることができた。その結果、TW Hya 円盤のガス面密度は中心星から 5 au の場所で最小質量円盤モデルの 8 倍に達し、中心星から 5 au 以内の領域には 7 木星質量に相当するガスが存在することがわかった。TW Hya は、若い星の中では比較的古いにもかかわらず、惑星系形成に十分なガス質量を保持しているといえる。さらに、同じ領域で、気相中の水素分子に対する CO 分子の存在度が星間空間での値から 100 分の 1 程度に減少していることもわかった。CO のスノーラインは中心星から 20 au 程度の位置にあると考えられるため、この結果は、CO が CO₂ や有機物などの比較的揮発性の低い物質へ変換され、ダスト表面に存在していることを示唆する。加えて、中心星から 20 au 付近には、ガス面密度に 2 桁に及ぶジャンプがあることが示唆された。これは、円盤内の乱流発生機構として提案されている磁気回転不安定性の不活性領域外縁に対応する可能性がある。