

P220a 原始惑星系円盤ダストは白か黒か？ CO 輝線ウィングによるアルベドの測定

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), 土井 聖明 (総合研究大学院大学/国立天文台)

原始惑星系円盤中に存在するダスト粒子の光学特性を観測的に制約することは、ダストの組成、サイズ、ポロシティなどの物質的性質を解明するために重要である。本講演では、ミリ波帯における散乱アルベドに着目する。円盤からのダスト連続波放射は、光学的に厚い場合には、散乱により減光することが知られている。ダスト連続波の放射強度はダストの温度とアルベドが縮退した量であり、その観測のみからは両方を同時に決定することはできない。したがって、アルベドのモデル非依存な観測的制約はこれまでなされていなかった。

我々は、この問題を解決するため、同じ分子の複数のエネルギー準位からの光学的に薄い輝線放射を用いることを着想した。光学的に薄い分子輝線放射の異なる準位間の強度比は、温度のみの関数であるため、複数の準位の輝線を観測することで、中心面近くのガス温度をダストアルベドとは独立に決定することができる。さらに、そのガス温度と中心面ダスト温度はほぼ等しいと仮定できるため、ダストの放射強度からアルベドを求めることができる。光学的に薄い放射としては、一酸化炭素分子輝線の圧力広がりによるウィングを用いることができる。我々は、この手法を ALMA による TW Hya 円盤中心部の CO J=2-1, 3-2 輝線観測と多波長連続波観測に適用し、波長 0.45 – 3.1 mm におけるアルベドのスペクトルをモデル非依存に得ることに初めて成功した。アルベドは波長 0.9 mm のピークで 0.9 程度の高い値を示し、円盤ダストは「白い」ことがわかった。また、これは円盤観測の解釈によく用いられている DSHARP ダストモデル (Birnstiel et al. 2018) において、最大ダストサイズを 300 μm とした場合と整合的であった。講演ではダストの物質的性質のさらなる制約可能性についても議論したい。