

Discovery of a Scattering Disk around the Low-Mass T Tauri Star FN Tauri

低質量 T タウリ型星 FN Tau に付随する原始惑星系円盤の発見

工藤智幸(総研大), 田村元秀(国立天文台), et al.
ApJ **673**, L67 (2008)

われわれの太陽系はどのようにして誕生したのだろうか? 惑星系形成過程の解明は、天文学において最も重要なテーマの一つである。惑星誕生の様子を知るためには、太陽以外の恒星とその星周構造を観測することが必要となってくる。原始惑星系円盤(以下、円盤)は、星の形成過程において母体となる分子雲が角運動量をもつことから必然的に作られる構造である。つまり、星形成過程の副産物である円盤の進化を探ることが、太陽系のような惑星系の形成過程を探ることにつながる。円盤進化のシナリオを描くには、空間構造を詳細に調べることが不可欠だが、これまでに実際に直接撮像された円盤は数少なく、統計的議論するにはいまだ不十分である。

そこで、われわれは原始惑星系円盤を検出するため、すばる望遠鏡を使い、おうし座分子雲(距離約 140 pc)に付随する前主系列星の近赤外線撮像観測を進めてきた*。

その中の一つ、FN Tau は非常に低質量($\sim 0.1 M_{\odot}$)の古典的 T タウリ型星である。これまでに高解像度撮像はなく、スペクトルエネルギー分布(SED)から間接的に円盤の存在が示唆されていたのみであった。

今回、われわれは高コントラストコロナグラフ装置 CIAO と補償光学 AO を用い、この天体の周囲に半径 260 AU のほぼ face-on 円盤を初めて検出することに成功した。これは M 型星における円盤の最初の直接観測である。円盤の表面輝度は半径の -2.5 乗で減少しており、他の T タウリ型星と比べ散乱光の寄与が大きいことから、フレアした形状をもつ円盤であることが示唆される。本撮像観測から得られた半径と傾きを用い、過去の可視光〜ミリ波に至る測光も含め、円盤のモデルを用いて質量を推定すると $0.007 M_{\odot}$ (主星質量の 6%)となった。これは数木星質量の惑星を形成するに十分な質量だが、面密度分布から惑星形成理論をもとに「形成される惑星の質量」を推定すると、巨大ガス惑星よりもかなり小さいことがわかった。

本結果は、現在までに最も軽い恒星に付随する最も軽い円盤の直接撮像例であり、M 型星における惑星形成を調べるうえで、今後最も重要な天体となるだろう。

* この研究は、文部科学省科学研究費特定領域研究「太陽系外惑星科学の展開」によるサポートを受けています。

Transients from Initial Conditions Based on Lagrangian Perturbation Theory in N -Body Simulations

Lagrange 的摂動論に基づく N 体シミュレーションの初期条件に関する考察

立川崇之(工学院大 CPD センター),
水野俊太郎(東大 RESCEU)
J. Cosmol. Astropart. Phys. **712**, 14 (2007)

近年、観測における宇宙論パラメーターの決定精度が高まりつつあり、それに応じた理論的予測にも高い精度が要求されてきている。宇宙の大規模構造の非線形進化を取り扱う宇宙論的 N 体シミュレーションにおいて、複雑な重力多体系をいかに正確に効率良く解くかという点については、ここ数年における進展が著しいものの、どのようにして妥当な初期条件を設定するか、という点については今まであまり注意が払われていなかった。

従来、 N 体シミュレーションの初期条件は、線形摂動論ではあるものの Lagrange 的描像であるために密度ゆらぎの準非線形領域を記述できる Zel'dovich 近似 (ZA) によって与えられてきた。しかし、摂動論で初期条件を与えた場合、より高次の非物理的な減衰項を初期条件で落とすことができない。そのため、たとえその後の発展が数値的に正確に解けたとしても、その減衰項の影響が消えるまでは高次の物理量の正しい値が得られない。このような高次の物理量を含み、今後の観測において重要になると思われているものに、非線形成長によって生じる密度揺らぎの非ガウス性がある。

そこで、われわれは 3 次までの Lagrange 的摂動論を用いた初期条件から N 体シミュレーションを行い、密度揺らぎの非ガウス性に対する非物理的な減衰項の影響を系統的に調べた。その結果、初期時刻を $z > 30$ とすれば、2 次の摂動論に基づく初期条件からの非物理的な減衰項の影響がなくなるのに対し、ZA に基づく初期条件からのものは初期時刻を $z > 80$ としてもなくなることがわかった。

非ガウス性の最初の兆候である確率分布関数の skewness, kurtosis は、準非線形領域においては 3 次の Lagrange 的摂動論で正確に表されること、通常の N 体シミュレーションでは数値誤差がたまらないように、 $z \sim 50$ あたりを初期時刻に設定していることなどを考慮に入れると、今回のわれわれの結果は N 体シミュレーションにおける 2 次の Lagrange 的摂動論に基づいた初期条件の有用性を強く支持している。