

**P25b**            **SPH 法を使って解く 星周円盤のダイナミクス**

今枝 佑輔 (東大理)、犬塚 修一郎 (国立天文台)

SPH 法を使って星周円盤の流体運動を長時間にわたって解くときに生じる困難と、その解決法について報告する。

惑星系形成過程の後期段階において、巨大惑星が周囲の原始惑星系円盤からガスを捕獲して成長していく問題を考える時には、原始惑星系円盤のダイナミクスを数十ケプラー時間に渡って追うことが必要とされる。しかしながらこのような高マッハ数のシア運動を含んでいる問題を、従来の SPH 法をそのまま使って解くと、実際には軸対称性が維持されると考えられるような問題ですら正しく時間発展が追えない。例えば中心星の周りに軸対称で、かつ自己重力が無視できるような星周円盤は、1 ケプラー時間のうちに密度分布が初期値から大きく逸脱してしまう。この逸脱は、場合によっては  $\frac{\Delta\rho}{\rho} \sim 10$  にも達することがある。この現象は温度 0、即ち音速が 0 のモデルの場合においても生じることから、流体運動の不安定性によるものではない。従来の SPH 法は軸対称な計算コードになっていない為に数値的な Shear Viscosity が入ってきてしまうという、計算スキームが本来持っている性質によるものである。

そこでこの困難を解決するために、従来の SPH 法に対して以下の改良を加えた。

- 粒子の広がりを平均粒子間隔よりも大きくとる。(3 倍以上)
- 粒子の方位角方向の広がりを稼ぐために、非等方的な楕円体のカーネルを使う。

ところが、ただ単純に広がりを大きくとるだけでは、粒子同士がクラスターを作ってしまうという現象が生じてしまうことが分かった。これは計算精度を保つという観点からは好ましくない。そこで力を計算する際のカーネルには、更にこの現象を回避できるようなものを選んだ。

これにより初めて、星周円盤のダイナミクスを SPH 法を使って数ケプラー時間以上にわたって計算することができるようになった。なお上に述べた困難は、高マッハ数の流体がシア運動をしているような問題を非軸対称な計算スキームで計算する時に共通に現れる現象である。そのためここで報告する解決法は、降着円盤や銀河中心核、銀河円盤の運動を SPH 法を使って解く場合にもそのまま適用することが可能である。