

X34a 軸対称磁場による銀河渦状腕の不安定化とクランプ形成

井上 茂樹 (カブリ数物連携宇宙研究機構 / 東京大学), 吉田 直紀 (東京大学)

高赤方偏移では「ジャイアントクランプ」と呼ばれる巨大な星団をもった円盤銀河が観測される。我々は先行研究 (Inoue & Yoshida 2018) において、線形摂動理論に基づいた渦状腕に対する重力不安定解析を考案し、渦状腕の分裂によってクランプ構造が形成されるとするシナリオを提唱した。我々のモデルにおいては、従来のトゥームレ不安定を仮定するモデルよりも、クランプと親銀河の質量比の観測をよりうまく説明できることを示した。また、我々の線形解析から、渦状腕の力学状態を不安定性パラメータによって定量的に表すことができ、シミュレーションの結果に適用することで力学的に不安定な場合は渦状腕の分裂を予測できることを示した。

本研究ではその重力不安定解析を発展させ、軸対称磁場による効果を取り込んだ。軸対称磁場は角径方向に伝搬する摂動に対してコリオリ力を打ち消す効果がある。コリオリ力は渦状腕を安定化する効果があるため、軸対称磁場は不安定化の効果があると言える。これまでの他の研究では、こうした効果を円盤部分におけるトゥームレ不安定の文脈で議論してきたが、我々の研究では渦状腕の不安定に対して議論することができる。本研究では孤立系円盤の MHD シミュレーションにおいて渦状腕の分裂を調べ、その振る舞いが線形摂動理論で正確に予測できるかを調べた。結果、シミュレーション中で見られる渦状腕の分裂は、軸対称磁場が強いほど起こりやすく、また我々の線形解析で予測することが可能であることが分かった。つまり、軸対称磁場を考慮しても、渦状腕の分裂は線形過程であると言える。

さらに、線形解析モデルから、渦状腕の分裂から形成するクランプの予想される質量は、磁場の有無に関わらず実際の観測と一致する値であり、クランプの質量は磁場の強度に対してほとんど影響を受けないことが分かった。