

## 円盤回転則の変化を考慮した惑星による円盤面密度ギャップの形成 Gap formation by a planet in a protoplanetary disk considering the change of disk rotation law

金川 和弘<sup>1\*</sup>, 田中 秀和<sup>2</sup>, 武藤 恭之<sup>3</sup>, 谷川 享行<sup>2</sup>, 竹内 拓<sup>4</sup>

Kazuhiro Kanagawa<sup>1\*</sup>, Hidekazu Tanaka<sup>2</sup>, Takayuki Muto<sup>3</sup>, Takayuki Tanigawa<sup>2</sup>, Taku Takeuchi<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 北海道大学大学院理学学院宇宙理学専攻, <sup>2</sup> 北海道大学低温科学研究所, <sup>3</sup> 工学院大学基礎・教養教育部門, <sup>4</sup> 東京工業大学理工学研究科地球惑星科学専攻

<sup>1</sup>Department of cosmosciences, Gradient School of science, Hokkaido University, <sup>2</sup>Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, <sup>3</sup>Division of Liberal Arts, Kogakuin University, <sup>4</sup>Department of Earth and Planetary Sciences, Tokyo Institute of Technology

原始惑星系円盤内で数地球質量以上に成長した惑星は、その重力で円盤ガスをはねのけることで、惑星軌道付近にガス密度の減少した、いわゆる円盤ギャップを形成する。さらに惑星が重くなりギャップが深くなると、惑星軌道内側への円盤ガス降着を阻害し、円盤内側でガス密度が大幅に減少したインナーホールが形成されると考えられている。円盤ギャップ構造やインナーホールは最近の星周円盤観測により多く発見されているが、これらの観測結果とそこに存在する惑星を直結する定量的な理論モデルは未だ存在していない。

本研究では、従来の密度波理論をもとにした惑星円盤重力相互作用モデルを用いて、惑星軌道付近の1次元粘性円盤進化の方程式を解くことで、惑星によるインナーホール及びギャップ形成モデルの構築を目指している。ギャップの形成に伴い、ギャップ内の急峻な円盤ガスの圧力勾配によって円盤回転速度はケプラー回転からずれる。そのずれは音速程度にもなるが、従来のギャップ形成モデルでは、この効果は見落とされてきた。本研究では、このギャップ内の円盤回転速度の変化を考慮し、それと無矛盾にギャップ面密度分布を決定するよう定式化を行い、これを解くことで円盤回転則の変化がギャップの構造に与える影響を調べ、以下の結果を得た。

(1). 円盤の回転速度の変化はギャップの粘性角運動量輸送を促進する効果があり、従来のギャップ形成モデルよりもギャップが浅くなることが明らかになった。重い惑星でより深いギャップが形成される場合には、この効果はより顕著になり、従来のモデルより何倍もギャップ内面密度を上昇させる効果がある。

(2). ギャップが十分深い場合においては、回転円盤の安定性条件であるレイリー条件を破るところまで円盤回転則が変化する。そのような場合レイリー条件をぎりぎり満たす中立安定な構造が実現されると考えられる (Tanigawa & Ikoma 2007)。この効果は粘性角運動量輸送を促進し、円盤ギャップをさらに浅くすることも明らかにした。

本講演では上記の結果に加え、数値流体シミュレーションと我々にモデルの比較についても報告したい。

キーワード: 原始惑星系円盤, 円盤-惑星相互作用, 円盤進化, ギャップ形成

Keywords: protoplanetary disk, disk-planet interaction, disk evolution, gap formation