

# 格子法による3次元ジャイアントインパクト

## シミュレーション

森蘭宏太, 阿部豊, 玄田英典 (東大・地惑)

小久保英一郎 (国立天文台)

現在、月の起源として、ジャイアントインパクト説 (巨大衝突説) が有力である。この説では火星サイズの原始惑星が原始地球に衝突し、主に衝突天体のマントル物質が原始地球周回上にばらまかれ円盤 (原始月円盤) が形成され (e.g., Canup, 2004)、それらが集積して月ができたとするものである (e.g., Ida et al. 1997)。どのような円盤が形成されるかについては、SPH法 (Smoothed Particles Hydrodynamics method) と呼ばれる流体コードが主に用いられ研究されてきた。SPH法は流体を粒子として扱って計算する方法で、密度が高く、物質が沢山存在している場所には多くの粒子が存在し、密度が低く、物質があまり存在していない場所はあまり粒子が存在しないという特徴がある。

原始月円盤を考える時のSPH法の問題として、原始月円盤は全体の数%の質量しかないのに円盤を形成する領域には全体の粒子数の数%しか粒子がなく、さらにそれらの粒子の広が

りはディスクの半径程度になり、円盤の解像度が非常に低くなってしまいうという問題があげられる。この問題を解決するために Wada, Kokubo and Makino (2006) は、数値計算方法に粒子法ではなく格子法を用い空間全体で等しい解像度を実現し、円盤部分での解像度をあげることを試みた。その結果、円盤領域ではSPH法の10-20倍の解像度を得ることができ、円盤領域での詳しい様子をシミュレーションすることが出来た。彼らが用いた状態方程式は仮想的なものであったが、円盤物質が気体的に振る舞うような状態方程式を用いた場合、これまでのSPH法によるシミュレーションでは見られなかった円盤領域でのスパイラル状の衝撃波などによって円盤物質が徐々に失われてしまい、その後形成される月の質量が小さくなってしまいうという示唆が得られた。この結果は、月の起源そのものに影響するため、きわめて重要なものであったが、彼らが用いた状態方程式は仮想的なものであり、蒸発の効果などは入ってなく、

SPH法での計算と異なる状態方程式なので手法による違いを正確に見積もったわけではない。また、そのためSPH法との詳細な比較も行われていない。

そこで、本研究では彼らの結果をさらに発展させるため、同様の格子法によるシミュレーションコードを作成し、SPH法でもよく用いられてきた状態方程式に蒸発の効果が入っている

る Tillotson の状態方程式を用いてシミュレーションを行った。蒸発の効果が入っているが Wada et al のような衝撃波による大規模な角運動量減少はなく、放出物は月質量を維持できるという結果を得た。また SPH 法と格子法を同等の条件で計算したところ、格子法では放出物は放出物が球状に分布し SPH 法とは異なった様子の原始月円盤になるという結果が得られている。(図)

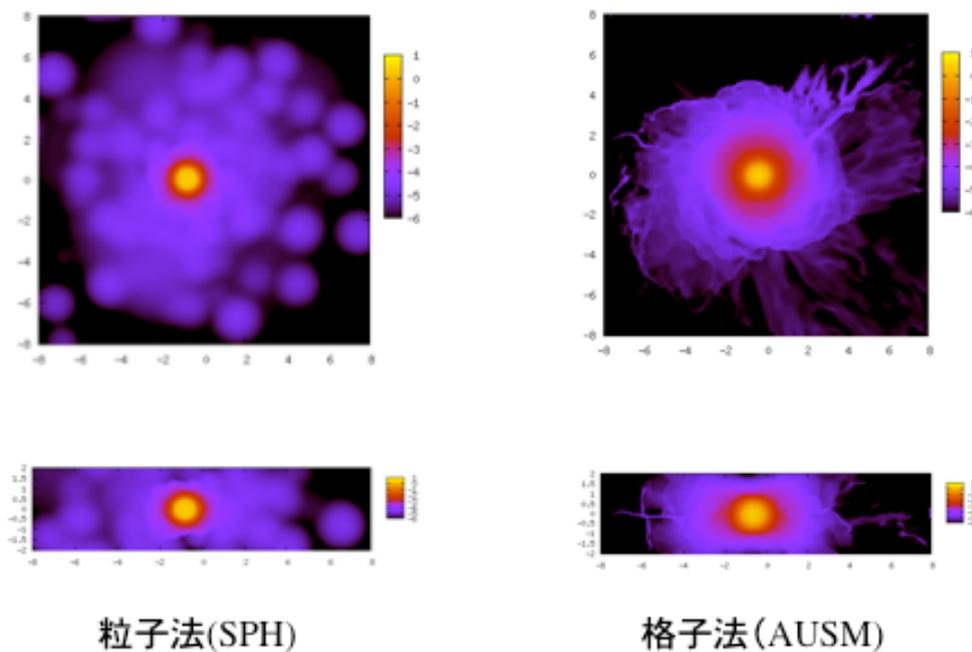


図 衝突後100時間後の円盤密度

左：粒子法での xy 面,xz 面 右：格子法での xy 面,xz 面

縦軸、横軸は長さを惑星直径で規格化

密度は log 表示、 $2.68\text{g/cm}^3$  で規格化