

iSALEを用いた微惑星衝突計算

脇田茂¹, 松本侑士¹, 押野翔一¹, 長谷川靖紘²

¹ 国立天文台 天文シミュレーションプロジェクト, ²カルテック/ジェット推進研究所

原始太陽系星雲内で微惑星が原始惑星へと成長する過程では、多数の微惑星衝突が起こっていると考えられる。始原的な隕石であるコンドライト隕石中に含まれるコンドリュールと呼ばれるmmサイズの球形物質は、固体が一度溶融してから液滴が固まって形成されたものと考えられている。コンドリュール形成を起こすような加熱メカニズムには様々な過程が提案されており、その一つに微惑星が天体に衝突した際に形成されたとも考えられている。Johnson et al. (2015) では微惑星が原始惑星に衝突する際の速度が 2.5 km/s 以上の衝突速度の際にコンドリュールが形成されることを示し、そのような衝突速度が達成される原始太陽系星雲内での場所と時間をMonte Carlo計算で調べた。

我々は彼らとは異なるアプローチ、半解析的な方法による微惑星衝突時のコンドリュール形成可能性を探る研究を行った (Hasegawa et al. 2016)。その結果、先行研究で提示された閾値である衝突速度 2.5 km/s を超えるような衝突は原始惑星形成後に生じ、ある円盤質量モデルの場合では2au付近では微惑星形成から約300万年以内にコンドリュールが形成されるような衝突が起こることがわかった。これは、コンドリュールの年代測定の観察事実 (Connely et al. 2012) にあうような結果となる。

しかしながら、原始惑星が分化している場合に起きた衝突では、未分化の組成を持つコンドリュール形成は困難であることが予想される。そこで、未分化である微惑星同士の衝突時にもコンドリュール形成が生じるかを調べた (Wakita et al. submitted)。衝突微惑星は直径10kmと固定し、被衝突天体である微惑星の直径を10 km ~ 50 km、衝突速度を 1.0 km/s ~ 4.0 km/s と変えてiSALEを用いた数値計算を行った。その結果、衝突速度が 2.5 km/s の場合では微惑星同士の衝突であっても溶融した物質が生じ、コンドリュールが形成されることが判明した。また、衝突速度が早くなるにつれて生じるコンドリュールが増えること、被衝突天体のサイズによっても複雑に変化することがわかった。さらには、微惑星の表面からわずか400m程度の深さからコンドリュールが生じていること、被衝突天体のサイズが大きくなるにつれて衝突天体よりも被衝突天体からより多くのコンドリュールが生じることを示した。このことは、被衝突天体となる微惑星や原始惑星の表面物質組成が重要であることを示唆する。

また、最近ではコンドライト隕石に含まれる水質変質による二次鉱物が微惑星衝突によって生じたとの報告がある (Zhang et al. 2016; Tait et al. 2016)。このような水質変質鉱物を含むような微惑星への衝突を探る目的で行った計算結果についても報告を行う。