

金属の分離を考慮した微惑星の初期熱史

Early thermal evolution model of planetesimals considering silicate-metal separation

千秋 博紀[1]; 松井 孝典[2]

Hiroki Senshu[1]; Takafumi Matsui[2]

[1] JAMSTEC, IFREE; [2] 東大・院・新領域

[1] IFREE, JAMSTEC; [2] Grad. Sch. of Frontier Sci., Univ. of Tokyo

太陽系は太陽を取り巻く原始太陽系円盤から作られた。太陽系円盤が冷却するにつれて塵や氷が析出し、円盤の中心面に沈降する。沈降した固体成分の密度が大きくなると重力不安定が生じ、数~数十キロメートルサイズの微惑星が形成される。微惑星はお互いに衝突合体を繰り返して月~火星サイズの原始惑星を作り、原始惑星はやがて互いに衝突をして現在見られるような大きな惑星となる。原始惑星から惑星が作られるプロセスでは、惑星の熱進化は衝突で開放される重力エネルギーによって決められる。一方で、脱出速度がそれほど早くない微惑星の熱史には、 ^{26}Al や ^{60}Fe といった単寿命放射性核種の崩壊熱が大きな影響を持つ。さらに原始惑星の形成の初期段階では、微惑星同士がそれほど大きくない相対速度で衝突するため、原始惑星の内部エネルギーは衝突してくる微惑星の持っている内部エネルギーの和で決まる。そのため、原始惑星の熱進化を考える場合には、同時に衝突してくる微惑星の熱進化も考慮に入れる必要がある。ところで、惑星の熱進化を考える際、衝突や内部熱源の影響の他に分化も大きな影響を持つ。特に金属とシリケートとの分離は、単に内部構造が変わるだけでなく、重力エネルギーの開放による発熱、衝撃波の伝播の仕方が変わることによる衝突加熱の効率の変化などを通してその後の熱史に大きな影響を与え得る。また、同位体分別によって、分化の証拠が残される。更に、すでにコアとマントルに分化している微惑星が原始惑星に衝突すると、コアは金属塊として、速やかに原始惑星の中心部に運ばれる可能性がある。つまり惑星のコアの起源を考える際には、金属とシリケートの分離を考慮にいれた微惑星の熱史モデルが必要となる。以上から我々は、重力不安定によって短時間のうちに形成された微惑星が、その後どのような熱進化(および金属とシリケートの分化)をたどるのかを数値的に求めるコードを開発し、さまざまなパラメタセットでのシミュレーションを行なった。金属とシリケートの分化のメカニズムとしては浸透流を考え、微惑星を構成するシリケート粒子の焼結も考慮している。その結果、シリケートの焼結が効かない場合、質量が 10^{16}kg よりも大きな微惑星では金属は浸透流によってシリケートから分離し、中心に金属コアを形成することが示された。これに対し焼結を考慮した場合には、シリケートの融点が達成されるまで金属コアは形成されない。これは焼結が進むことで空隙率が低下し、浸透流の速度が落ちるためである。焼結が生じる温度は、金属の融点よりも十分低いと考えられる。我々の計算結果によれば、微惑星や隕石母天体のように小さな天体の内部では、浸透流によるコアの形成は起こらなかったのかもしれない。