

## 衝撃波加熱モデルにおける複合コンドリュールの形成過程について

## Compound Chondrule Formation in Shock-Wave Heating Model

# 中本 泰史 [1]

# Taishi Nakamoto[1]

[1] 筑波大

[1] Univ. of Tsukuba

コンドリュールは、大多数のコンドライト隕石中に見られる半径0.1-1mm程度の球状珪酸塩鉱物である。これらは、原始惑星系円盤内の前駆体ダスト粒子が加熱を受けて短時間だけ熔融し、その後すぐに再固化して形成されたと考えられている。ところが一般に、原始惑星系円盤内はシリケートダストを熔融するような高温にはない。たとえば、1AU付近の円盤のガス温度は100-300K程度であり、コンドライト隕石の起源であると考えられている小惑星帯ではそれ以下である。にもかかわらず、シリケートダストが熔融するような高温を経験するために、円盤内に何らかの一時的な加熱現象が存在したと考えられている。その加熱現象の正体は依然不明のままだが、衝撃波加熱機構が有力な可能性として検討されている。

衝撃波加熱機構とは、原始惑星系円盤中に発生した衝撃波によって円盤ガスとダストの間に相対速度が生じ、それに伴うガス摩擦によってダストが加熱を受けるといった過程である。これまでの研究により、適当な性質を持つ衝撃波が存在したとすると、コンドリュールの持ついろいろな性質をうまく説明することが出来ることわかってきた。たとえば、シリケートダストが短時間のうちに熔融し、適当な時間で冷却・再固化したこと(温度履歴)、コンドリュールのサイズ、コンドリュールの3次元形状、などである。ただし、衝撃波の成因についてはまだよくわかっていない。

ところで、コンドリュールの中には2個以上の独立なコンドリュールが合体して形成されたと思われる複合コンドリュールと呼ばれるものが、全コンドリュールの約5%ほど存在する。これらは、少なくとも一方が熔融していたときに衝突して形成されたと考えられる。したがって複合コンドリュールの形成条件を明らかにすることは、コンドリュールそのものの形成過程を明らかにする上でも重要な意味を持つと思われる。しかし従来の複合コンドリュール形成研究には衝撃波加熱モデルを前提としたものはほとんどなく、あっても単に前駆体ダスト粒子の数密度を見積もる程度の議論であった。本研究では、衝撃波加熱モデルに基づき、複合コンドリュールの形成可能性をより詳しく検討する。

一般に2個の粒子が衝突して合体するためには、いくつかの物理量が適当な条件を満たす必要がある。たとえば、数密度、相対速度、衝突断面積、継続時間、これらの積が衝突数になる。また、衝突時の相対速度が大きすぎると、合体ではなく破壊が起こると思われる。これらを衝撃波加熱現象で起こり得る状況に照らして、複合コンドリュールの形成可能性を調べる。

衝撃波に突入した前駆体ダスト粒子(以下、1次粒子と呼ぶ)の数密度と速度は、主に衝撃波後面でのガス摩擦による減速過程によって決まる。各粒子の減速はサイズに依存し、サイズが異なると、その相対速度は数km/sにも達する。この場合には相対速度が大きすぎるので、粒子は破壊されると考えられる(Nakamoto & Miura 2004)。しかし、各粒子が十分減速された後では相対速度は十分に小さくなり、その時の衝突は合体につながる。過冷却現象が起こる得るので、十分減速されてガス摩擦加熱がなくなった後もダスト粒子が熔融状態になっている場合があるからである。

次に、衝撃波後面で粒子密度が増大する場合を考える。1次粒子は衝撃波後面のガス圧により機械的分裂をしたり、部分的に溶けた液層から液滴を放出したりする。さらには、1次粒子同士の高速衝突によって破壊され、分裂片を放出する。このようにして衝撃波後面で生成されるダスト粒子を2次粒子と呼ぶことにすると、それらは生成過程により、局所的数密度が高い場所に存在することになる。さらに、それらの間の相対速度、および、2次粒子と1次粒子の相対速度も小さいことが期待される。したがって、2次粒子同士、あるいは1次粒子と2次粒子が衝突して合体し、複合コンドリュールを形成する可能性が十分にあることが分かる。

以上のような過程はそれぞれ複雑なので複合コンドリュールの形成率の定量的な評価は容易ではないが、衝撃波加熱モデルに基づきある程度のオーダーを見積もることが出来る。それらの結果によれば、衝撃波加熱モデルにおいて複合コンドリュールが形成される可能性が十分にあることがわかった。