

コンドリュールの形成理論：衝撃波加熱モデル

A Chondrule Formation Theory: Shock-Wave Heating Model

中本 泰史 [1]; 三浦 均 [2]

Taishi Nakamoto[1]; Hitoshi Miura[2]

[1] 東工大; [2] 東北大・理

[1] Tokyo Tech; [2] Department of Earth Sciences, Tohoku University

コンドリュールとは、コンドライト隕石中に数多く見られる大きさ 1mm ほどの球粒組織であり、主にシリケイトから成っている。コンドライト隕石中に占める体積が 80%にも達する場合もあり、始原的コンドライト隕石の母天体である小惑星の過半の質量を占めていると思われる。したがってコンドリュールは、太陽系初期に大量に形成されたと思われる、その形成過程を紐解くことは、太陽系初期の様子を解明することにつながると考えられる。

コンドリュールは主に球状をしていて溶融を経験した形跡もあることから、シリケイト組成の前駆体ダスト粒子が溶融し、表面張力によって球状になったと考えられている。しかし一方、太陽系形成期においてシリケイトが溶融するほどの高温状態を作り出す加熱メカニズムが何であるかは、未解明のまま残されている問題である。

私たちは、コンドリュールを形成する加熱メカニズムとして衝撃波加熱モデルを考えている。原始太陽系星雲のガス中に、なんらかの原因で衝撃波が発生したとする。すると、そこに漂っていたダスト粒子は高速のガス流に伴うガス摩擦などによって加熱される。これによりシリケイトダスト粒子が加熱されて溶融しコンドリュールが形成されると考えるのが、衝撃波加熱モデルである。

理論モデルが自然現象を正しく再現しているかどうかを判断するためには、広範な観測・測定結果と理論モデルの結果が一致していることが必要である。私たちは衝撃波加熱コンドリュール形成モデルを用い、コンドリュールに見られるいくつかの特徴・観測結果との比較を行ってきた。私たちがこれまで調べた点については、衝撃波加熱コンドリュール形成モデルは観測結果をよく再現することがわかった。それらには、次のようなものが含まれる：シリケイトダスト粒子が溶融すること、昇温中の温度変化率、温度降下中の温度変化率、コンドリュールの最大サイズ、最小サイズ、3次元形状が球から少しずれることとその程度。

現在わたしたちが力を注いでいるテーマの一つは、複合コンドリュールの形成過程である。複合コンドリュールとは、複数のコンドリュールが融合してダルマのような形状をしているものである。これは、2個以上のコンドリュールが溶融中に衝突して形成されるものと思われる。コンドライト隕石中の全コンドリュールのうち、複合コンドリュールは約 5%ほどを占める。しかし、ダスト粒子を溶融するまで加熱する現象の中でこれほどの割合を作り出すためには高い衝突頻度が必要であり、それは言い換えると、コンドリュールの数密度が比較的高い状態になっていることを示唆している。私たちは衝撃波加熱コンドリュール形成モデルの中で、そのような高い数密度状態が実現され、複合コンドリュールが形成されるかどうかを現在、検討している。これまでのところ、高い数密度が実現することはそれほど容易ではなさそうだが、可能性は低くないことなどが分かってきた。

衝撃波加熱コンドリュール形成モデルの、今後の課題ももちろんたくさんある。モデルによって再現できるかどうか調べられていない観測や測定結果がまだまだある。たとえば、コンドリュールの化学組成の特徴や、同位体分布、コンドリュール内の空隙量などがそれらにあたる。これらを調べていくと、コンドリュール形成領域の物理・化学状態の解明に迫ることができるのではないだろうか。私たちはそう考え、近い将来、これらのテーマにも取り組みたいと考えている。