

# 衝撃波加熱モデルにおけるコンドリュールの最大サイズ：液体表面のはぎ取りによる最終サイズ

## MAXIMAL SIZE OF CHONDRULES IN SHOCK-WAVE HEATING MODEL: FINAL SIZE THROUGH A STRIPPING OF LIQUID SURFACE

# 加藤 貴昭[1]; 中本 泰史[2]; 三浦 均[3]

# Takaaki Kato[1]; Taishi Nakamoto[2]; Hitoshi Miura[3]

[1] 筑波大・数物; [2] 筑波大・計科セ; [3] 筑波大・数物

[1] Pure and Applied Sciences, Univ. of Tsukuba; [2] CCS, Univ Tsukuba; [3] Pure and Applied Science, Univ. of Tsukuba

地球に落下する隕石の多くはコンドライト隕石であり、コンドリュールはその主要構成要素である。鉱物学的特徴から、コンドリュールは加熱・溶融し、再固化して形成されたと考えられている。コンドリュールの一つの特徴は、そのサイズ分布がある範囲に限られていることである：すなわちその直径は、およそ0.1mmから1mmの間に分布している。コンドリュールの成因についてはこれまでも多くのモデルが提案されているが、広く受け入れられているものはまだない。しかし、コンドリュール形成モデルは少なくとも、サイズ分布の特徴を説明し得るものでなければならない。

衝撃波加熱モデルはコンドリュールの持つ多くの特徴を説明し得るモデルとして、現在のところ、もっともらしいモデルであると考えられている。原始太陽系星雲中に衝撃波が発生すると、衝撃波後面においてダストとガスとの間に相対速度が発生する。この相対速度の結果、ダストにはガス摩擦が作用し、ダストは加熱を受けて溶融すると考えられる。完全に溶けたダストに対しては、その内部の運動・変形・圧力分布などが、線型近似を用いた流体力学方程式を解くことによって調べられている(Sekiya et al. 2003, Uesugi et al. 2003)。一方、より強い動圧が働いた場合には液滴が破壊されることが予想されるが、液滴の表面張力と動圧との関係から、コンドリュールの最大サイズが見積もられた(Susa & Nakamoto 2002)。それによると、衝撃波加熱モデルで形成されるコンドリュールの最大サイズは1-10mm程度と思われる。

従来の衝撃波加熱モデルでは、ダスト内部の温度は一樣であると仮定されていた。しかし実際には、ダストは表面から加熱を受け熱が内部に熱伝導によって伝わるため、内部の温度は非一樣に分布すると思われる。この場合、表面付近のみが溶融し内部には固体コアが残るような状況が実現すると予想される。

本研究では、コア-マントル構造を持つダストに対する流体力学方程式を線型近似のもとに解析的に解いた。そして、液体マントルの変形・内部流・圧力分布などを求めた。さらに、液体マントルが固体コアに及ぼす力を評価し、固体コアが液体マントルから飛び出す可能性、言い換えると、液体マントルが固体コアからはぎ取られる可能性について調べた。この現象は、次の3つの時間尺度の大小関係から理解することが出来る：すなわち、加熱、熱伝導、および流体運動の3つの時間尺度である。その結果、大きさがおよそ1-2mm以上のダスト粒子では、液体マントルのはぎ取りが起こることがわかった。このはぎ取りは、加熱が継続している時間よりも短い時間で起こる。したがって、ガスとの摩擦による加熱が作用している間、ダスト粒子の液体表面のはぎ取りが継続的に起こっていると思われる。この場合、最終的にコンドリュールを形成し得るサイズは、はぎ取りが起こらなくなるサイズである。すなわち、最終的に形成されるコンドリュールの最大サイズは、1-2mm程度になると考えられる。

私達はさらに、部分溶融したダスト粒子の液体マントルのはぎ取り現象と完全溶融したダスト粒子の分裂とを比較した。その結果、液体マントルのはぎ取りに対する臨界サイズの方が分裂に対する臨界サイズよりも小さいことがわかった。したがって、コンドリュールの最大サイズは分裂ではなく、はぎ取り現象の方で決まると思われる。ここで推定された最大サイズ(1-2mm)は、実際に見られるコンドリュールのサイズと調和的である。