

コア/マントルプレソーラーグレインの不均質生成

Heterogeneous Condensation of Core-Mantle Presolar Grains in Carbon-rich AGB stars

千貝 健[1], 山本 哲生[2], 小笹 隆司[3]

Takeshi Chigai[1], Tetsuo Yamamoto[1], Takashi Kozasa[2]

[1] 名大・理・地球惑星, [2] 名大理・地球惑星, [3] 北大・理・地球惑星

[1] Earth and Planetary Sci., Nagoya Univ, [2] Earth and Planetary Sci., Hokkaido Univ

<http://dust.eps.nagoya-u.ac.jp/~chigai/>

隕石中から抽出されたコア/マントルプレソーラーグレインのコア/マントルサイズ比が大きいのは, TiC 粒子の成長の途中で graphite が TiC 粒子表面に不均質凝縮し TiC コアの成長を妨げた, という原因が考えられる. 2成分系の不均質凝縮論を炭素星の星周領域に応用し, どのような物理条件でどのようなコア/マントルグレインが形成されるかの計算を行なった. その結果 隕石中から抽出されたコア/マントルプレソーラーグレインの条件(コアサイズ, マントルサイズ, コアマントルサイズ比, 凝縮の順序)を再現する粒子が典型的な炭素星の星周領域で形成されることがわかった.

Chigai et al., (1999, Astrophysical Journal 510, 999) は, 炭素星星周領域での TiC コア/graphite マントルグレインの生成条件を, TiC が完全に成長した後に graphite が TiC を核として凝縮するという仮定のもとに宇宙元素存在度の Ti/O 比から期待されるコアマントルサイズ比は $r(\text{mantle})/r(\text{core})=3.5-16.3$ (ただし, 炭素星星周領域の C/O 元素存在度比を 1.01-2.0 と仮定) であるという結論を出した.

一方, TiC コア/graphite マントルプレソーラーグレインの分析により, コアサイズとマントルサイズ, コアとマントルのサイズ比等が調べられている. それぞれの値は以下である. コアサイズ $r(\text{core})=2.5-62.5$ nm, マントルサイズ $r(\text{mantle})=0.15-0.75$ μm , 個々のグレインのコアマントルサイズ比 $r(\text{mantle})/r(\text{core})=10-30$ (Bernatowicz et al., 1996).

理論値が分析値よりも小さいということの原因として, 1) 炭素星星周領域の Ti/O 元素存在度比が宇宙元素存在度比よりも小さい. 2) 炭素星星周領域の C/O 元素存在度比がかなり大きい. 3) TiC 粒子の成長の途中で graphite が TiC 粒子表面に不均質凝縮し, TiC コアの成長を妨げた. ということが考えられる.

1) の場合, Ti/O 比が宇宙元素存在度比の 10 分の 1 であった場合, $r(\text{mantle})/r(\text{core})=9-34$ (ただし, 炭素星星周領域の C/O 比を 1.01-2.0 と仮定) と, ほぼ分析値になる. 2) の場合, C/O=10 ならば $r(\text{mantle})/r(\text{core})=33$ (ただし, 宇宙元素存在度の Ti/O 比を仮定) となる.

本研究では特に 3) に注目し, 2成分系の不均質凝縮論を炭素星の星周領域に応用してどのような物理条件でどのようなコア/マントルグレインが形成されるかの計算を行なった. その結果を隕石中から抽出されたコア/マントルプレソーラーグレインの条件(コアサイズ, マントルサイズ, コアマントルサイズ比, 凝縮の順序)と比較することにより, 隕石中から抽出されたコア/マントルプレソーラーグレインが典型的な炭素星の星周領域条件で形成されることがわかった. また, これらの粒子は Chigai et al. (1999) の結果に比べて, 広い範囲の物理条件で形成可能であることがわかった.