

## コアを形成する物質のパーコレーション閾値

### Critical melt fraction for percolation of core-forming materials

# 芳野 極[1], Michael J. Walter[2], 桂 智男[1]

# Takashi Yoshino[1], Michael J. Walter[2], Tomoo Katsura[2]

[1] 岡大・固地研, [2] 岡大・固地研センター

[1] ISEI, Okayama Univ, [2] ISEI, Okayama Univ.

金属コアの珪酸塩マントルからの分離は、地球誕生初期の一大イベントである。珪酸塩と金属合金は初期的に隕石のような混合物であったとすると、コア形成には珪酸塩と金属合金の分離の過程が要求される。金属の分離の過程として粒界の浸透流とストークス沈降の2つが考慮される。今までの研究から、オリビンマトリックスに対する鉄合金は大きな二面角（100度以上）を示すので、メルトの粒界を通じた浸透流によるコア形成のモデルは概ね否定されてきた。しかしながら、金属合金メルトの体積分率がパーコレーションにとっての critical melt fraction (CMF) を超えていたならば、CMF より過剰な金属メルトは負の浮力によって粒界の浸透流として移動可能であり、それ以下の金属メルトは粒界のコーナーや稜部に残ることが推定される。それゆえ、CMF の決定は地球誕生初期のコア形成モデルを考慮する上で極めて重要である。

我々は San Carlos olivine と FeS の量比の異なるいくつかの出発物質を 1573K、1.5-3GPa で焼結させ、ほぼ構造平衡に達した試料の電気伝導度を測定した。絶縁体に近い San Carlos olivine と良導体である FeS の電気伝導度のコントラストは、FeS メルトの連結度を評価するのに有利である。連結度を評価するために、実験は3種類の方法で行われた。

1. ピストンシリンダー型高圧発生装置を用いて高温高圧下（1573K、1.5GPa）で試料を焼結し、回収された試料を常温・常圧下で試料の電気伝導度を2極法で測定した。

2. ピストンシリンダー型高圧発生装置を用いて高温高圧下（1573K、1.5GPa）で試料を焼結し、回収された試料をマルチアンビル型高圧発生装置で試料の常温・高圧下で電気伝導度を2極法で測定した。

1と2の焼結実験ではサンプルカプセルとしてグラファイトが使用されているが、電気伝導度測定時は試料からグラファイトを取り除いた。

3. キュービックアンビル型高圧発生装置で高温・高圧下で電気伝導度を4極法でその場測定した。サンプルカプセルとして絶縁性のいい BN が、電極としてグラファイトが使用された。ただし、BN は高温で電気伝導度がよくなるため試料の実際の抵抗をマスクしてしまうので、焼結した試料は BN の抵抗が十分に高くなる低温 773K 付近で比較された。

測定された電気伝導度と melt fraction の間にはいずれの測定方法に関わらずべき乗の関係が得られた。その結果、1の方法で得られた CMF は 20 vol.%程度であった。2の方法で得られた CMF は 10 vol.%程度であった。3の方法で得られた CMF は 3 vol.%と 6 vol.%の間に制約された。

1と2の方法で得られた CMF を比較すると常圧で測定した試料は高い CMF を示すことが分かる。この結果は、ピストンシリンダー型高圧発生装置で試料を quench する際に発生したマイクロクラックの存在によって、常圧での測定では連結が切れたままである可能性を示唆する。次に2と3の方法で得られた CMF を比較すると常温で測定した試料は高い CMF を示す。これは、常温での試料への加圧はマイクロクラックを閉じさせるのには成功したものであると思われるが、逆に構造平衡に達したサンプルを破壊して連結度を低下させる可能性は否定できない。それゆえ、CMF の決定法に関し、3の方法がもっとも有効な手段であると思われる。

3の方法の結果から critical melt fraction が 3 vol.%と 7 vol.%の中間の 5 vol.%程度と仮定すると、微惑星程度の小天体において鉄合金が融点を越えたとき過剰な金属メルトはかんらん石に富むマトリックスから分離してコアを形成することが可能である。地球の現在の金属コアは 15 vol.%程度を占めているので、実にその 2/3 近くは、マグマオーシャンを必要とすることなくプロトコアを形成しうることが示唆される。もし、このようなプロトコアが形成したとすると重力ポテンシャルエネルギーが熱エネルギーに変換され、正のフィードバック効果により金属コアの形成を暴走的に促進することが予想される。