

提 案 者 河野義生（関西学院大学）
テ ー マ 名 火星深部マグマの理解に向けた鉄に富むかんらん岩
組成ケイ酸塩融体の密度・粘性率測定

○研究の背景

NASA の InSight 探査機により観測された地震波の解析から、火星深部の核-マントル境界にケイ酸塩マグマ層が存在することが発見され、その物質科学的理解が火星内部の状態・進化とダイナミクスを議論する上で重要な鍵であると考えられている。火星深部において重力的に安定な高密度のケイ酸塩マグマの候補として、鉄に富むかんらん岩組成融体が予想されているが、その密度・粘性率の理解は未だ乏しいのが現状である。地球惑星科学におけるこれまでのケイ酸塩融体の物性研究では、地上の火山で噴出するような SiO_2 に富むケイ酸塩融体の密度・粘性率測定は 1 気圧高温下で数多く行われてきたが、一方、火星深部で予想されているような、 SiO_2 量が少なく、鉄に富むかんらん岩組成融体の密度・粘性率測定は、次の 2 点の実験技術的困難さにより、これまでほとんど行われていない。(1)一般的な電気炉の温度発生限界（約 1600°C ）のため、融点の高いかんらん岩組成の溶融実験が困難かつ、温度を変化させた温度依存性測定が困難な問題。(2)電気炉実験で一般的に使用される容器は、鉄を多く含むケイ酸塩組成融体と強く反応する問題。また、高圧実験を用いた浮沈法による密度測定や落球法による粘性率測定も行われてはいるが、高圧実験では、ある 1 組成試料について、ある 1 圧力温度条件下における密度・粘性率データが得られるのみであるため、密度・粘性率の組成依存性・温度依存性の決定が困難である。一方で、静電浮遊炉は、高融点のかんらん岩組成を溶融させることが可能であり、さらに連続的な温度依存性データを取得可能な優位性がある。加えて、浮遊した融体試料の実験により、試料中の鉄と容器の反応の問題も解決できる。本テーマの先行テーマ「低重合度のケイ酸塩融体における粘性、密度の温度依存性測定（Silicate Melt）」では、静電浮遊炉を用いた地球惑星科学のケイ酸塩マグマ実験の開拓を目的とし、単純な MgO-FeO-SiO_2 組成のケイ酸塩融体の密度・粘性率測定を行い、これに成功している。

○研究の目的

本研究は Silicate Melt 実験の成功を基に発展させた継続実験である。単純な MgO-FeO-SiO_2 組成を用いた Silicate Melt 実験に対し、本研究では地球惑星マントルの主要構成組成であるかんらん岩組成のケイ酸塩融体の密度・粘性率測定を行い、特に Fe 量と SiO_2 量の組成変化が密度・粘性率に及ぼす影響と、密度・粘性率の温度依存性を明らかにする。宇宙実験により得られる鉄に富むかんらん岩融体の密度の組成依存性・温度依存性データと、これまで報告されているケイ酸塩融体の圧縮曲線モデルを組み合わせることにより、鉄に富むかんらん岩融体の密度モデルを構築する。そして、火星マントルの密度構造モデルとの比較から、火星の核-マントル境界において重力的に安定なかんらん岩マグ

マ組成を解明する（図 1）。さらに火星深部マグマの輸送特性を理解することを目指す。

○研究の意義

本研究により得られる密度・粘性率データは、火星のみならず地球やその他の地球型惑星内部のマグマの理解においても重要な基礎データとなる。加えて、静電浮遊炉実験は、地上の火山マグマの研究などにも有用である可能性があり、より広範囲な地球惑星科学分野への波及効果も期待される。

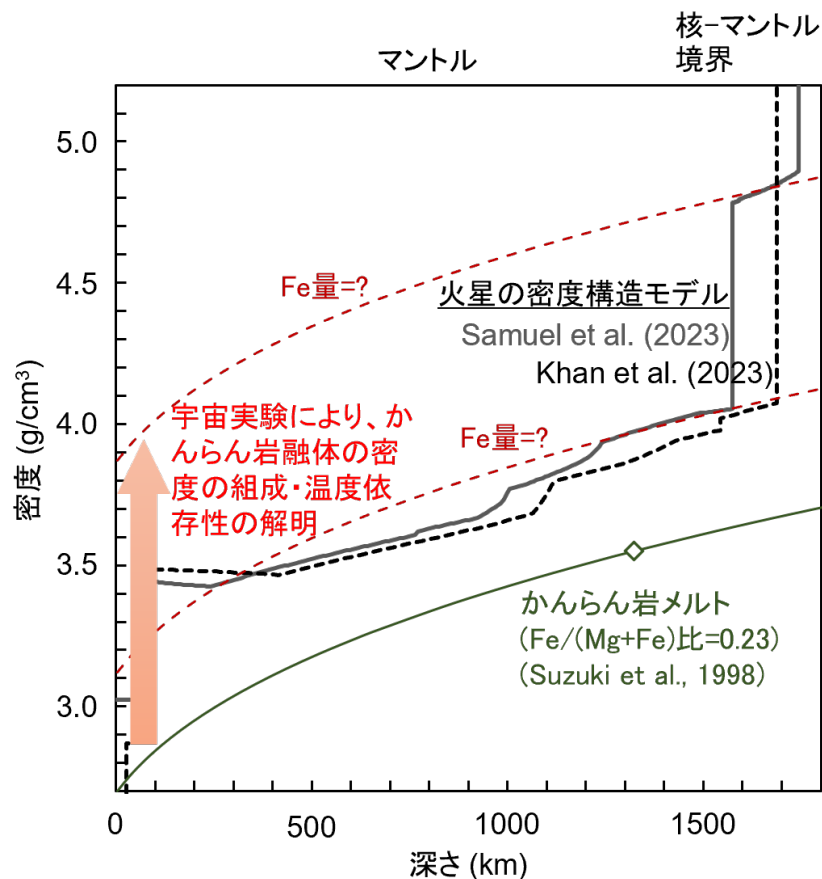


図1. 火星内部の密度構造モデルと、過去の高圧実験研究(Suzuki et al., 1998, Phys. Earth Planet. Inter., 107, 53-61)で報告されている $\text{Fe}/(\text{Mg}+\text{Fe})$ 比=0.23組成かんらん岩融体の圧縮曲線モデル。