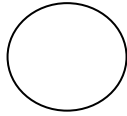


岡山大学 惑星物質研究所 共同利用・共同研究 成果報告書

受入年度：2021 年度 前期・後期・随時



提出日：2022年 4月 21日

共同利用の種類： 国際共同利用・一般共同利用・設備共同利用・ワークショップ

課題名： 川井型マルチアンビル装置による深部マントル研究の新展開

共同研究員氏名： 桑原 秀治

所属・職名： 愛媛大学、地球深部ダイナミクス研究センター・助教

分担者氏名： 芳野 極

分担者所属・職名： 岡山大学、惑星物質研究所

## 研究報告・ワークショップ実施報告：

### 【研究目的】

本研究では強親鉄性元素、とりわけ Pt, Pd, Ru, Ir の 4 元素に関する高圧下での金属鉄－ケイ酸塩液相間分配を実験的に制約し、地球マントルで推定されているこれら 4 元素の絶対量およびこれら元素の相対存在度(Pt/Ir, Pd, Ir, Ru/Ir)の起源を明らかにすることを最終的な目的としている。本申請課題では、これまで考慮されてこなかった強親鉄性元素量とその分配係数に与える影響を明らかにすることを目的としている。

### 【実施内容】

惑星物質研に設置されているマルチアンビル高圧発生装置(1000 トンプレス)を用いて圧力 24 GPa、温度 2400°Cにおける金属鉄－ケイ酸塩液相間の Pt, Pd, Ru, Ir 分配実験を 3 回行った。出発試料は金属鉄および Cl コンドライト組成から金属成分を除いた酸化物から成るケイ酸塩(SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, FeO, MgO, CaO, Na<sub>2</sub>O)を質量比で 3:7 になるよう調製したものに、数 100ppm~3 wt.%の強親鉄性元素を添加した複数の試料を用いた。出発試料は単結晶 MgO カプセルに封入し、実験を行った。

実験後の回収試料は研磨したのち、惑星物質研に設置されている電界放出型走査型電子顕微鏡(JEOL JSM 7000F)を用いて組織観察を行い、電子線プローブマイクロアナライザ(JEOL JXA-8800)を用いて化学組成分析を行った。実験回収試料中の強親鉄性元素の分析は東京大学地殻化学実験施設の平田岳史教授の研究室に設置された誘導結合プラズマ質量分析(ICP-MS)にて行った。

### 【研究成果】

24 GPa, 2400°Cにおける金属鉄－ケイ酸塩液相間の Pt, Pd, Ru, Ir の分配係数に関するこれら元素の量の効果を比較した結果を図 1 に示す。図 1 は急冷回収試料中の金属鉄とケイ酸塩の強親鉄性元素量をそれぞれ縦横軸にとり、比較したものである。対象元素が理想的なふるまいをする場合(元素同士の化学相互作用がない場合：ヘンリー則が成り立つ)、金属鉄とケイ酸塩に含まれる強親鉄性元素の量は出発試料に添加した量に比例するはずである(図 1 の破線矢印上に位置する)。我々の実験結果からは数 100ppm~数 wt%強親鉄性元素を添加した出発試料では比較的、ヘンリー則を満たすような結果が得られた一方で、数十 wt%程度の強親鉄性元素を出発試料に含めた先行研究(Mann et al., 2012, GCA)とは大きく異なる実験結果が得られた。具体的には本実験で得られた Pd を除いた Pt, Ru, Ir の金属鉄－ケイ酸塩液相間の分配係数は先行研究と比べて一桁、二桁程度低かった(図 2 に示す)。これら元素の圧力依存性はそこまで高くないことと、温度条件が同じであることを考えると、こうした違いを生んだ原因はもしかしたら、数十 wt%の強親鉄性元素を含む試料では元素間の化学的相互作用が大きくなり、非理想的なふるまいの効果が大きくなることによるものなのかもしれない。最近の研究によると、硫化鉄－ケイ酸塩液相間の Pt, Pd 分配でも同様の結果が報告されており(Zhang and Li, 2021, Nat. Commun.)、これまで考えられていたよりも強親鉄性元素は地球型惑星の核に分配されなかった可能性が指摘されている。もちろん、本実験で示唆された結果は推測の域を出ないので、今後追加実験を行うことで

明らかにする必要がある。

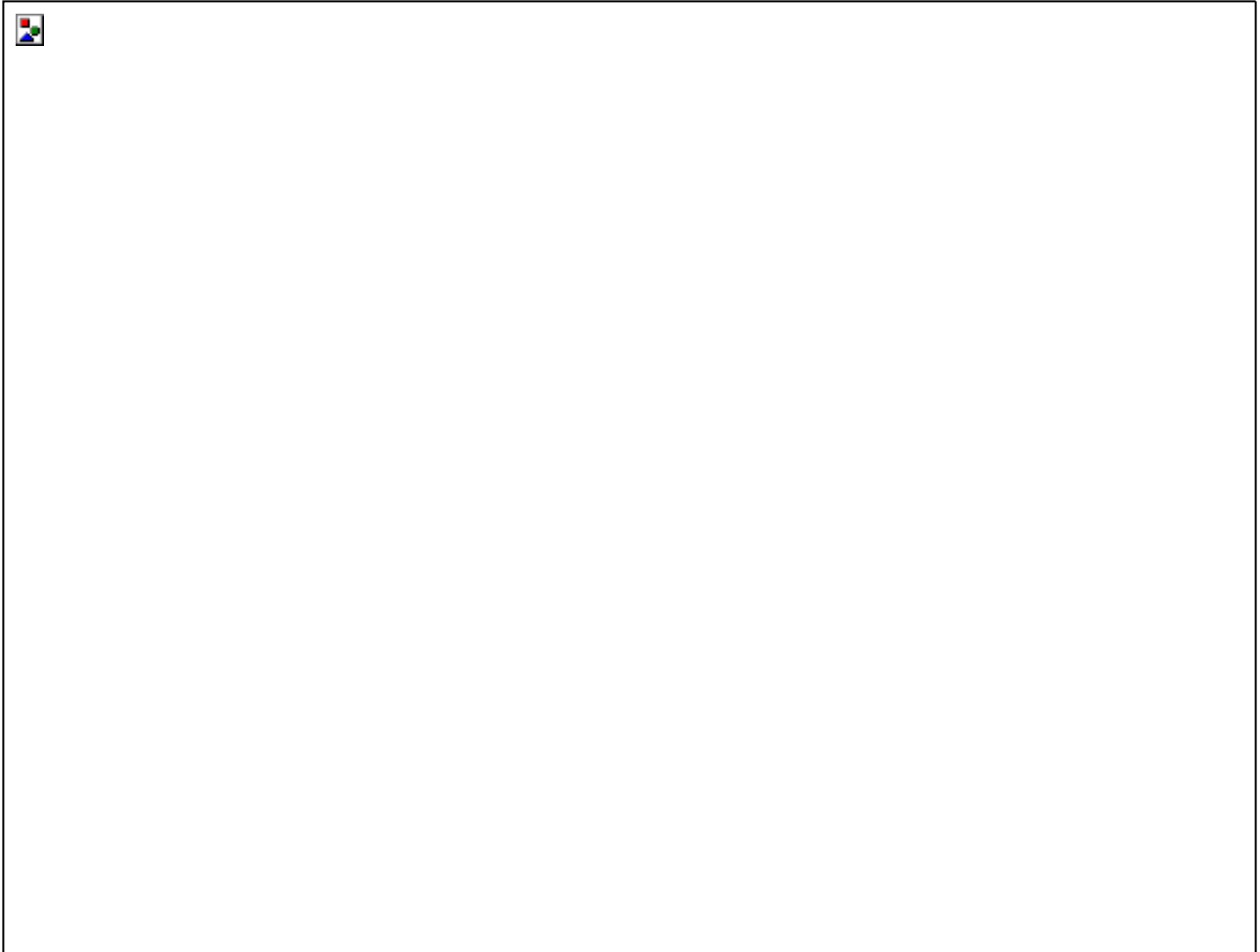


図 1. 金属鉄-ケイ酸塩液相間の Pt, Pd, Ru, Ir の分配係数におよぼす強親鉄性元素量の効果. 1k3422 と 1k3424 は本研究によるもの、Z541 は 18 GPa, 2400°Cにおける先行研究 (Mann et al., 2012, GCA)の結果である。



図 2. 金属鉄－ケイ酸塩液相間の Pt, Pd, Ru, Ir の分配係数におよぼす強親鉄性元素量の効果. 1k3422 と 1k3424 は本研究によるもの、Z541 は 18 GPa, 2400°Cにおける先行研究 (Mann et al., 2012, GCA)の結果である。

- 1) 以下、研究報告を自由形式で記入して下さい。ただし、研究目的、実施内容、研究成果を含むように記述して下さい。足りない場合は2ページ以降を追加して下さい。
- 2) ワークショップについては、ワークショップ実施報告を記入して下さい。また、プログラム、要旨、参加者リスト等の内容が分かるものを添付して下さい。
- 3) 分担者氏名および分担者所属・職名欄は必要に応じて追加して下さい。