

平成22年度共同利用実施報告書(研究実績報告書)

1. 共同利用種目 (該当種目にチェック)

- 特定共同研究(A) 特定共同研究(B) 特定共同研究(C) 一般共同研究
 地震・火山噴火予知研究 施設・実験装置・観測機器等の利用
 データ・資料等の利用 研究集会

2. 課題番号または共同利用コード 2010-G-01

3. プロジェクト名、研究課題、集会名、または利用施設・装置・機器・データ等の名称

和文: 圧力下における含水珪酸塩マグマの構造

英文: _____

4. 研究代表者所属・氏名 岡山大学・大学院自然科学研究科 浦川 啓(地震研究所担当教員名) 三部賢治

5. 利用者・参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること)

氏名	所属・職名	利用・参加内容または 施設,装置,機器,データ	利用・参加期間	日 数	旅費 支給
浦川 啓	岡山大学・准教授	内熱式ガス圧装置			無

6. 研究内容 (コンマ区切りで3つ以上のキーワードおよび400字程度の成果概要を記入)

キーワード: マグマの構造, 含水マグマ, 珪酸塩ガラス

マントル中に多量の水の存在が示唆されており, 地球深部におけるマグマの挙動への水の影響の解明が待たれている。マグマの移動を規定する密度と粘性は構造と関連しているため, マグマの構造に関する研究はマその物性研究の基本となる。本研究では含水石英ガラスの中性子回折からガラス中に水素(水)がどのように含まれているかを解明しようというものである。平成22年度は, 内熱式ガス圧装置を用いて重水を含む石英ガラスの合成実験を行った。その結果, 0.2GPa, 1500°Cで3時間熔融させた後急冷することで, 重水を約4wt%含むガラスの合成に成功した。しかし, ラマン分光から重水の役9割が軽水に置換されており, 合成中のD-H置換を抑制する必要があることがわかった。含水石英ガラスの中性子回折実験は2011東北地方太平洋沖地震により実験施設(J-PARC)が被害を受けたことにより行うことができなかった。今後はD置換率の高い含水石英ガラスの作成とともに, 放射光X線と中性子を用いた回折実験からガラスの構造解析を進める。

7. 研究実績報告 (公表された成果のリスト*¹または2000~3000字の報告書)(*¹論文タイトル, 雑誌・学会・セミナー等の名称, 謝辞への記載の有無, ポイント数, 電子ファイル添付のこと)

平成 22 年度一般共同研究

圧力下における含水珪酸塩マグマの構造

岡山大学大学院自然科学研究科 浦川 啓

マグマの発生, 集積, 噴火プロセスには, 高压下におけるマグマ物性が深く関与している。 SiO_4 四面体の重合度によってマグマの粘性が変化することから明らかなように, マグマ物性はその構造と強く関連づけられており, 化学組成だけでなく, 温度・圧力によっても変化する。したがって, 地球深部でのマグマ物性の解明には, 圧力下におけるマグマの構造研究が不可欠である。一方, 水は, 少量がマグマ中に溶け込むだけでその物性に大きな変化をもたらすため, 特に沈み込み帯などのマントルにおけるマグマの移動プロセスでは重要な意味を持つと考えられる。このため, 高压下における含水マグマの物性と構造は興味深い問題ではあるが, 特にその構造については現時点ではよくわかっていない。マグマの構造中に水素がどのように取り込まれているかを明らかにするには, 中性子をプローブに用いた高温高压その場観察実験が有効な研究手法である。われわれの目標は茨城県東海村の中性子施設J-PARCに現在建設中の高温高压中性子ビームラインPLANETを用いた実験的研究から高温高压状態のマグマの構造を直接研究することである。本研究課題では, 実際の高圧その場観察の前に, 含水ガラスを用いた予備的中性子回折実験をJ-PARCで行うことを目的としている。

天然のマグマは多くの成分を含んでおり, その構造はあまりにも複雑すぎるため, 回折実験から構造を解析するには適さない。そのため, 単純な組成のモデル物質の研究から研究をおこなう。まず, 最初にもっとも基本的な構造である石英ガラスに水が含まれる場合について中性子回折実験を行うこととした。無水の石英ガラスについては J-PARC の NOVA ビームラインで既に行われており, 精度の高いデータが得られている。含水石英ガラスを合成し, これを NOVA で測定することにより, 無水石英ガラスと比較可能な中性子回折データを得ることが期待される。そこで, 地震研究所の三部博士とともに含水石英ガラスの合成に取り組んだ。石英ガラスに含ませる水は, 中性子散乱長の大きい重水を用いた。約 5 wt%の重水を含んだ石英を白金カプセルに封入し, 地震研究所の内熱式ガス圧装置を用いて, 0.3GPa, 1250°Cで熔融させた後, 急冷しガラス化した。回収したガラスを顕微鏡で観察すると実験条件によって, 石英の結晶と透明なガラスが混在している場合と, ガラス全体が白濁している場合に分かれた。前者は水の量が不足しており全溶解に至らなかったことを示しており, 後者は相分離した流体水を包有物として含んでいた。数ヶ月にわたり合成を試みたが, 純粋な含水石英ガラスを合成することはできなかった。

含水石英ガラス合成の失敗の原因は地震研究所の内熱式ガス圧装置で実験可能な温度限界が $\text{SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$ 系の共融温度をわずかに超えるところにあるためであった。そこで, より高温を発生可能な岡山大学地球物質科学研究センターのガス圧装置を使用して含水石英ガラスの作成を続けた。出発試料は石英と重水をモル比 9 : 1 で混合した含水量

3. 57wt%とした。ガス圧装置を用いてPtカプセルに封入した試料を 0. 2GPa, 1500°Cの条件で 3 時間、熔融状態で保持した後、急冷してガラス化した。回収試料は結晶や気泡を含まない透明で均一なガラスであった。また、実験の前後で回収試料の質量にほとんど変化が見られないので、回収ガラス中の含水量は出発試料とほぼ同じであると考えられる。しかし、回収ガラスのラマン分光でO-HとO-Dの伸縮振動の強度を測定したところ、D₂Oの約 90%がH₂Oで置換されていることがわかった。内熱式ガス圧装置の内部にはH₂Oが存在しており、Ptカプセルを通して水素と重水素の置換反応が進行したものと考えられる。合成した含水石英ガラスは重水素含有量が低いので、中性子回折実験用としては理想的な試料ではない。試料中の重水素濃度を上げるためには、試料の熔融保持時間の短縮やカプセル改良によりHの侵入を防ぐ対策が必要である。

J-PARC の物質生命科学実験施設 NOVA ビームラインで、合成した含水石英ガラスの中性子回折実験を行うことを計画した。NOVA はアモルファス試料の中性子回折に特化したビームラインで広い Q 領域の S(Q) データを得ることができる。ここに、パリー-エジンバラプレスを持ち込むことで、室温高圧下のガラスの中性子回折実験が可能である。しかし、2011 東北地方太平洋沖地震が発生し、J-PARC も被災して被害を受けたため、予定していた中性子回折実験ができない事態となった。

平成 22 年度は目的としていた中性子回折実験を実行できなかったことは悔やまれるが、水素の置換という試料合成における問題点を洗い出すことができた。次年度は、この点を改善してより重水素濃度の高い試料の合成を行い、その中性子回折実験を目指す。しかし、J-PARC の被害は大きく復旧の見通しは立っていない。そこで、放射光を使った含水石英ガラスの X 線回折実験を先行して行い、リバースモンテカルロ法で詳細な構造解析を行う。中性子と X 線は相補的なツールであり、リバースモンテカルロ法では両方のデータを使用すると更に精度の高い構造解析が可能となる。