

自己評価報告書

平成 23 年 5 月 9 日現在

機関番号：16301

研究種目：新学術領域研究

研究期間：2008～2012

課題番号：20103003

研究課題名（和文） 高圧下におけるマグマの物性と構造、及びその水の影響

研究課題名（英文） Effect of water on physical property and structure of magma under high pressure

研究代表者

井上 徹（INOUE TORU）

愛媛大学・地球深部ダイナミクス研究センター・教授

研究者番号：00291500

研究分野：高圧地球科学・地球内部物性

科研費の分科・細目：岩石・鉱物・鉱床学

キーワード：地球深部、高温高圧、水、マグマ、構造、物性、放射光、中性子

1. 研究計画の概要

水は地球の重要な揮発性成分の1つであり、その存在はマグマ生成に多大な影響を及ぼす。本計画研究では、水とケイ酸塩や鉄の系を対象とし、水を含んだマグマの構造と物性を理解することを通じて地球内部の活動を理解することを主な目的とする。

特に本計画班の目的は、本研究領域で建設する J-PARC 高温高圧中性子散乱ビームラインを用いて、水（水素）やマグマを見るのに最も適したプローブである中性子を使って高圧下でのマグマの物性や構造、及びその水の影響を解明し、新しい高圧中性子マグマ学を築くことである。

2. 研究の進捗状況

特に本研究領域の目的の1つは、J-PARC に高温高圧中性子散乱ビームラインを建設することであり、その設立に尽力した。毎年のように研究集会を開き、ビームラインの建設に関する議論、及び中性子を用いて行うサイエンスについての議論を行った。その中で、本計画研究班では特に、1) 高温高圧中性子実験を実現させるための技術開発や各種予備実験、及び2) 中性子カメラの検討・導入を担当した。その過程で6-6 加圧方式等の有用性に気付き、その高圧発生技術開発に尽力した。

加えて、中性子実験と相補的な実験である放射光実験を行い、マグマの構造や物性に関する知見を蓄積した。特にターゲットとしては高温高圧下での、1) 含水及び無水ケイ酸塩マグマの構造、2) マグマの粘性の温度圧力依存性の解明、3) X線トモグラフィ法の開発と中性子トモグラフィに向けての準備、4) 含水マグマ・流体の混和不混和現象

の解明（第2 臨界端点について）、5) X線吸収法によるマグマの密度の解明、等の研究に着手した。（代表的な研究成果の項参照）

中性子カメラの予備実験に関しては J-PARC の匠ビームラインで行い、パルス中性子を用い、ブランキングをかけた（エネルギー分解した）画像の収集に成功した。

さらに、中性子実験に用いるアンビル材の開発として SiC をバインダーとした焼結ダイヤモンドの開発に着手した。このアンビルは中性子の透過性がよく、またアンビルの放射化の心配がないので有用である（Co を含まないため）。さらに、WC 超合金アンビルに関しても、一般的に強度の面から Co をバインダーとしたアンビルを用いているが、放射化の心配があり、Ti をバインダーとしたアンビルを適用し、圧力発生実験を行った。結果、非常に有用な結果が得られた。

3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している

研究の進捗状況に書いたように、本計画研究班の役割は順調に達成し、進展してきている。特に放射光を用いたマグマに関する知見の蓄積は、各研究分担者・連携研究者が各自の役割を理解し進めており、この点に関しては「①当初の計画以上に進展している」と評価してもいいと思う。

さらに、中性子カメラの検討・導入も予定通り進めており、今年度内には導入できる見込みである。また高温高圧発生技術開発は当初は我々計画班の役割にはなかったが、この開発も順調に進めている。

ただ、今年3月の大地震により、J-PARC 側も多大なダメージを被っており、中性子利用の実験が少し先にならざるをえないことが

残念である。しかしながら、ビームラインの建設は一朝一夕にできるものではなく、いろいろなトラブルが起こるものである。自然災害は仕方がないが、我々ができるレベルでは、本領域の計画は予定通り順調に進めている。

4. 今後の研究の推進方策

今年3月の大地震により、J-PARC側も多大なダメージを被ったが、本計画研究班の計画は特に予定を変更することなく進めていく。

特に、今年度は中性子カメラの導入を行う。そしてこのカメラを使用し、中性子トモグラフィを実現させたいと考えている。

さらに、今後も、1) ビームライン建設に向けての尽力、2) 中性子を用いた高温高压実験技術開発、及び3) 放射光実験等でのマグマの構造・物性に関するデータの蓄積を行う。そして、J-PARCで中性子実験が可能になれば、以下の実験を行う。

1) 高压下での含水マグマの中性子散乱実験、それによる含水マグマの構造解析、高压下での構造(配位数)変化、及び水の役割

2) 高压下での含水マグマの中性子イメージング、それによる含水マグマの混和不混和現象の解明(第2臨界端点について)

これらの研究を中性子を利用して行った例は過去になく、極めてインパクトの強い研究結果が得られると考える。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計81件)

- ① Mibe, K., T. Kawamoto, K.N. Matsukage, Y. Fei and S. Ono, Slab melting versus slab dehydration in subduction-zone magmatism, Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 2011 (in press)
- ② Yamada, A., Y. Wang, T. Inoue, W. Yang, C. Park, T. Yu, and G. Shen, High-pressure X-ray diffraction studies on the structure of liquid silicate using a Paris-Edinburgh type large volume press. *Review of Scientific Instruments*, **82**, 015103, 2011.
- ③ Suzuki, A., Ohtani, E., Terasaki, H., Nishida, K., Hayashi, H., Sakamaki, T., Shibasaki, Y., Kikegawa, T., Pressure and Temperature dependence of the viscosity of a NaAlSi₂O₆ melt. *Physics and Chemistry of Minerals*, **38**, 59-64, 2011.
- ④ Urakawa, S., H. Terasaki, K. Funakoshi, K. Uesugi, S. Yamamoto, Development of high pressure apparatus for X-ray microtomography at SPring-8. *J. Phys. : Conf. Ser.*, **215**, 012026, 2010.,

⑤ Inoue, T., T. Wada, R. Sasaki, and H. Yurimoto, Water partitioning in the Earth's mantle, *Phys. Earth Planet. Inter.*, **183**, 245-251, 2010.

⑥ Terasaki, H., S. Urakawa, K. Funakoshi, N. Nishiyama, Y. Wang, K. Nishida, T. Sakamaki, A Suzuki, E. Ohtani, In situ measurement of interfacial tension of Fe-S and Fe-P liquids under high pressure using X-ray radiography and tomography techniques, *Phys. Earth Planet. Inter.*, **174**, 110-226, 2009.

[学会発表] (計85件)

- ① 井上徹, 浦川啓, 大高理, 鈴木昭夫, 三部賢治, 山田明寛, 中性子利用へ向けたマグマ研究, 第51回高压討論会, 仙台, 2010年10月
- ② 寺崎英紀, 浦川啓, 舟越賢一, 上杉健太朗, 中塚明日美, 大谷栄治, 高温高压下におけるFe-Ni-Sメルトの3次元分布, 第51回高压討論会, 仙台, 2010年10月
- ③ 浦川啓, 亀掛川卓美, 高温高压下におけるMgアルミノ珪酸塩メルトの構造, 第51回高压討論会, 仙台, 2010年10月
- ④ Yamada, A., Inoue, T., Kikegawa, T., In-situ structural investigation of hydrous and anhydrous NaAlSi₃O₈ melt at high pressure, IMA2010, Budapest, Hungary, August 25 2010.
- ⑤ Suzuki, A., Ohtani, E., Ando, R., Terasaki, H., Sakamaki, T., Funakoshi, K., Viscosity of basaltic magma at high pressure, IMA2010, Budapest, Hungary, August 2010.
- ⑥ 井上徹, 山田明寛, 川添貴章, 西山宣正, Yang Cuiping, 曾我部昭人, 6-6加圧方式を用いた放射光X線その場観察実験と中性子実験への有用性, Japan Geoscience Union Meeting 2010, Chiba, Japan, May, 2010.
- ⑦ 三部賢治, 川本竜彦, 小野重明, ペリドタイト-CO₂-H₂O系の第2臨界端点について, Japan Geoscience Union Meeting 2010, Chiba, Japan, May, 2010.

[その他]

平成21年度日本鉱物科学会賞受賞

(井上徹)

本新学術領域研究ホームページ:
http://yagi.issp.u-tokyo.ac.jp/shingaku_jutsu/index.html