

## 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：基盤研究 (A)

研究期間：2008~2012

課題番号：20244086

研究課題名 (和文) 地球内部での水及び二酸化炭素の挙動とその分布

研究課題名 (英文) Distribution and behavior of H<sub>2</sub>O and CO<sub>2</sub> in the Earth' s interiors

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、高温高圧実験、揮発性成分、水、二酸化炭素、マグマ、流体、放射光実験

## 1. 研究計画の概要

水及び二酸化炭素は地球の重要な揮発性成分の1つであり、その地球深部での存在は鉱物の物性に多大な影響を及ぼしている。現在の地球の活動では、沈み込むスラブによりこれらの揮発性成分は地球深部へ運搬されており、その脱水及び脱二酸化炭素により、地球深部でのマグマの生成のシナリオが提唱されている。しかしながら、その地球内部でのそれらの存在量、及びその分布は全くと言っていいほど明らかにされていない。本研究では、これら揮発性成分の地球深部での影響を高温高圧実験から明らかにし、「地球内部での水及び二酸化炭素の挙動とその分布」を明らかにすることを目的とする。そして「これらの揮発成分を考慮した地球内部像」を構築することを目的とする。

## 2. 研究の進捗状況

研究計画調書に書いた通り、5年の研究期間内に以下のことの解明を目指している。

- 1) マントル中の地震学的不連続面に及ぼす水、及び二酸化炭素の影響
- 2) 含水マントルの弾性波速度測定
- 3) 水、及び二酸化炭素を含んだ部分熔融物質の弾性波速度測定
- 4) マントル鉱物間の水、及び二酸化炭素の分配
- 5) 水、及び二酸化炭素に富んだ高圧流体相の振る舞い

上記の5つの項目において、今までに特に水の影響を中心に解明に取り組んだ。1)に関してはオリビンの高圧相転移境界における水の影響 (Inoue et al., 2010)、2)に関しては現在進行中であるが、hydrous

wadsleyiteの焼結体作成、及びその試料の弾性波速度測定、3)に関しては部分熔融体の弾性波速度測定に向けての技術開発 (Kono et al., 2011)、4)に関してはカンラン石高圧相間の水の分配 (Inoue et al., 2010)、5)に関しては高圧熔融実験によるマグマ・流体相の含水量の決定、及び含水鉱物の脱水分解反応に伴う鉱物生成のカイネティクスと組織 (Inoue et al., 2009)に取り組んだ。さらに地震学者との共同研究により、我々が明らかにしてきた物性パラメータと地震学的観測結果を組み合わせることにより、沈み込むスラブ近辺での温度・含水量分布を明らかにした (Yamada et al., 2009; Suetsugu et al., 2010)。

加えて我々の高圧実験技術や分析技術を活用した各種の共同研究も遂行した。その共同研究は、高温高圧新規物質合成実験、放射光X線その場観察実験、X線回折装置や電子顕微鏡、ラマン分光装置等を利用した試料分析と広範囲に及んでいる。

## 3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。

2に記載しているように、計画調書に書いた内容に関しては、現在までに当初の予定通り、十分な成果を出してきている。研究業績数に現れているように、「①当初の計画以上に進展している」と言ってもいいかもしれない。さらに、当初の計画に加えて、各種の共同研究により、研究領域を広範囲に広げて行えた。特に地震学者や物性物理学者との共同研究により、当初の計画以上の成果が得られている。

#### 4. 今後の研究の推進方策

従来通りの方向性で研究を進めていくとともに、今後はさらに積極的に論文執筆作業（成果公表）に取り組んでいく。さらに、水の影響についてまだ研究すべきことが多く残っており、なかなか二酸化炭素の影響にまで着手できていないが、今後はこの二酸化炭素の影響についても明らかにしていく。

加えて、新しい方法として、中性子利用実験にも取り組んでいく。特に水素の情報を見るためには中性子はX線よりも優れており、放射光X線散乱実験と中性子散乱実験により、お互いに相補的な情報が得られる。従って、この中性子の利用は地球科学の発展の鍵となると考えられ、今後に向けて、その利用を積極的に進めていく。

#### 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 63 件)

- ① 井上 徹, 高温高压実験によるマントル鉱物における水の影響に関する研究. *岩石鉱物科学*, **40**, 13-26, 2011.
- ② Kono, Y., A. Yamada, Y. Wang, T. Yu and T. Inoue, Combined ultrasonic elastic wave velocity and microtomography measurements at high pressures. *Review of Scientific Instruments*, **82**, 023906, 2011.
- ③ 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.
- ④ Inoue, T., T. Wada, R. Sasaki, and H. Yurimoto, Water partitioning in the Earth's mantle, *Phys. Earth Planet. Inter.*, **183**, 245-251, 2010.
- ⑤ Inoue, T., T. Ueda, Y. Tanimoto, A. Yamada and T. Irifune, The effect of water on the high-pressure phase boundaries in the system  $Mg_2SiO_4$ - $Fe_2SiO_4$ , *J. Phys.: Conference series*, **215**, Art. No. 012101, 2010.
- ⑥ Higo, Y., Y. Kono, T. Inoue, T. Irifune, and K. Funakoshi, A system for measuring elastic wave velocity under high pressure and high temperature using a combination of ultrasonic measurement and the multi-anvil apparatus at SPring-8, *Journal of Synchrotron Radiation*, **16**, 762-768, 2009.
- ⑦ Inoue, T., I. Yoshimi, A. Yamada and

T. Kikegawa, Time-resolved X-ray diffraction analysis of the experimental dehydration of serpentine at high pressure, *J. Mineral. Petrol. Sci.* **104**, 105-109, 2009.

[学会発表] (計 48 件)

- ① 井上 徹, 平成 21 年度日本鉱物科学会賞第 5 回受賞者講演, マントル鉱物に及ぼす水の影響に関する高温高压実験による研究, 日本鉱物科学会 2010 年年会・総会, 島根大学, 2010 年 9 月
- ② Inoue, T., Katsuda, M., Yurimoto, H., Water contents of majorite garnet, Al-bearing perovskite and Al-bearing stishovite generated in pyrolite- $H_2O$  systems, IMA2010, Budapest, Hungary, August 2010.
- ③ Inoue, T., Yurimoto, H., Water partitioning and the effect of water on high pressure phase transformation of olivine, American Geophysical Union Fall Meeting 2009, San Francisco, CA, USA, 2009/12
- ④ 井上 徹, 徳永雄哉, 5GPa での Pyrope-enstatite- $H_2O$  系における高压熔融実験と液相不混和の存在, 日本鉱物科学会 2009 年年会・総会, 北海道大学, 2009 年 9 月.
- ⑤ T. Inoue, A. Okabayashi, The water content and stability of magma generated at the bottom of the Earth's upper mantle, Joint AIRAPT-22 & HPCJ-50, Tokyo, Japan, July, 2009.
- ⑥ 井上 徹, 岡林 亜実, 小嶋 花奈 The  $H_2O$  content of magma generated above 410 km seismic discontinuity. 国際セッション、日本地球惑星科学連合 2009 年大会, 幕張, 2009 年 5 月
- ⑦ T. Inoue, M. Katsuda, H. Yurimoto, Partitioning of  $H_2O$  in the mantle transition zone and lower mantle. AGU Fall meeting, San Francisco, USA, December, 2008

[その他]

平成 21 年度日本鉱物科学会賞受賞 (2010 年 9 月) (井上 徹)

研究成果等データベースは以下の所属研究センターホームページを参照。

<http://www.ehime-u.ac.jp/~grc/>