

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 5 日現在

機関番号：16301

研究種目：新学術領域研究（研究領域提案型）

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） Physical property and structure of magma under high pressure, and the effect of water

## 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

研究成果の概要（和文）：J-PARC における高温高圧中性子ビームラインの建設に伴い、高温高圧中性子実験用のセル開発、及び中性子カメラの導入に対する各種検討を行った。同時に高温高圧下での放射光 X 線その場観察実験や急冷回収実験により、地球内部における水の影響や生成されるマグマの構造、物性に関する実験的研究を遂行した。本プロジェクト研究により高温高圧中性子実験が可能となり、またマグマの構造、密度、粘性等の新たな知見が得られた。

研究成果の概要（英文）：We have developed the cell assembly for high temperature high-pressure neutron experiment and also installed a neutron camera with various examinations together with construction of the high temperature high-pressure neutron beamline in J-PARC. In addition, we have performed experimental studies about the effect of water and the structure and the physical properties of magma generated in the Earth interior by in-situ synchrotron X-ray observation and quench experiment under high temperature and high pressure. The high temperature and high-pressure neutron experiment was enabled by this project research, and new knowledge, such as structure of magma, density, and viscosity, was acquired.

## 交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	4,200,000	1,260,000	5,460,000
2009 年度	11,400,000	3,420,000	14,820,000
2010 年度	20,900,000	6,270,000	27,170,000
2011 年度	53,500,000	16,050,000	69,550,000
2012 年度	11,400,000	3,420,000	14,820,000
総計	101,400,000	30,420,000	13,1820,000

研究分野：超高压地球科学

科研費の分科・細目：岩石・鉱物・鉱床学、固体地球物理学

キーワード：高圧、中性子散乱、中性子イメージング、水、非晶質、含水ガラス、マグマ、放射光 X 線

## 1. 研究開始当初の背景

地球深部でのマグマ生成は地球内部の物質移動や進化過程に決定的な役割を果たしてきており、そのマグマの構造や物性を明らかにすることは極めて重要な研究課題である。また、地球内部でマグマの生成が可能であるためには、その融点を著しく下げる水の

存在が必要不可欠であり、このような含水マグマの構造化学的な性質を調べることが重要となる。しかしながら、地球深部でのマグマの性質を調べる場合、高温高圧下でのその場観察実験が必要であり、その困難さからあまり多くの研究はされてきていない。

近年、放射光光源の高輝度化に相まって、

放射光 X 線を用いて高温高压下でのマグマの X 線散乱実験が可能となってきた。我々グループメンバーはダイヤモンドカプセルを用いることにより、世界に先駆けて含水マグマの構造解析に着手し、マントルで生成するマグマの構造変化を 6GPa の圧力付近まで明らかにしてきた。しかしながら、X 線では水素原子は見る事が出来ないため、それを見る事が可能な高压下での中性子散乱実験の実現を熱望していた。

一方、イメージングの分野でも放射光光源の高輝度化に相まって高压装置内の試料を X 線イメージで見る研究が新たな展開を見せ、融体の粘度測定、元素拡散実験、弾性波速度測定、変形実験などが高压高温下で行われるようになってきた。ところが、研究の進展とともに X 線イメージングの限界も見えてきた。特に問題なのは、X 線イメージでは平均原子量にもとづいたコントラストを観察するため、マグマ（珪酸塩を主成分とする含水融体）やフルイド（水を主成分とする含水珪酸塩融体）を、周囲の固相と区別して見る事が難しい点である。特に高压下では両者の区別がつかなくなる「第 2 臨界点」の存在が示唆されており、これらを区別して見る事は極めて重要となる。中性子は原子核と相互作用し、X 線の電子との相互作用とは異なるので、特に含水物質を見る場合、中性子の方が有利であり、そのイメージングの実現を熱望していた。

このような状況の下、J-PARC の大強度パルス中性子施設に高温高压中性子散乱ビームラインを建設するプロジェクトが立案され、そのビームラインに日本の高压コミュニティの独壇場であるマルチアンビル型高压発生装置の導入が本新学術領域研究の採択により可能となった。

国外の状況を見ると、高压中性子散乱は英国の ISIS やフランスの ILL で、トロイダルセルを用いた実験が先行しているが、このセルでは温度と圧力を同時にあげるとは困難である。例えば、圧力が 5GPa なら 2300K、10GPa でなら 1500K というのが高压下での最高温度の記録である。本新学術領域研究のプロジェクトではマルチアンビル型高压発生装置を用いるため、15 GPa、2000K の達成が可能である。また、原理的には 25GPa、2300K の到達も将来的には可能である。地球内部のマグマや溶融鉄の高温高压その場観察を目指す場合、温度にして 1000K、圧力にして 2-3 倍程度の実験可能領域の拡大は、従来トロイダルセルで行われてきた研究の限界を大きく打ち破ることができる。

## 2. 研究の目的

まず、一番大きな目標は J-PARC において

高温高压中性子実験を可能にすることでである。そして J-PARC の中性子や放射光施設の放射光 X 線を利用しマグマ及び溶融鉄の高温高压下でのその場観察を行うことにより構造の圧力や組成による変化を解明し、さらに各種の物性変化と対応させることにより、マグマや溶融鉄が地球深部進化に果たした役割を解明することを目的とする。特に、マグマや溶融鉄の生成やその物性には、水あるいは水素は大きな影響を与えることが知られているので、この水の影響を解明することを最重要課題とする。具体的には、15 GPa までのマントル遷移層までの圧力条件で、1) 回折による含水マグマの構造の解明、2) その構造と物性（密度や粘性等）の関係の解明、3) イメージングによるマグマの状態観察、特に部分溶融状態での結晶と固相との濡れの状態、また、第 2 臨界点の存在の解明、が主なテーマとなる。

本新学術領域研究の最終目標は、高強度パルス中性子源を用いて、今まで X 線では見る事が不可能であったマグマ中の水素原子を見ることである。そして、中性子実験と従来の放射光 X 線実験を組み合わせることにより、水素までを含んだ全元素を用いた地球内部物質の構造と物性の理解を進めることである。特に影響が大きいにも関わらず、従来直接見る事の出来なかった水素原子の位置を理解することは大きな進展となる。しかしながら高温高压中性子実験はすぐに行えるようになるわけでもなく、ビームライン建設や将来可能となる中性子実験のための予備実験と並行して、急冷回収実験や放射光 X 線その場観察実験を通じて、高温高压下でのマグマの構造や物性についての知見を広げていくことも重要な目的とする。

## 3. 研究の方法

「総括班」を中心として、計画研究の全班が協力して J-PARC での高温高压中性子ビームラインの建設にあたることになり、本マグマ班もこれに協力して世界で唯一の大型マルチアンビル型高压発生装置を有した中性子高温高压ビームラインの実現に向けて尽力する。これには、中性子用に適した高压発生プレスの選定から、中性子実験に特化した高压発生セルの開発及び予備実験、イメージングカメラの導入及び予備実験、等の各種評価実験を含む。同時に、中性子散乱とは相補的な手法（放射光 X 線回折実験や分光学的な測定）を用いた実験を行い、中性子実験でターゲットとするべき物性や構造の変化などの興味深い現象が予想される温度圧力条件などを押さえていく。重点的テーマは、1) マグマの構造、2) マグマの物性、3) マグマの状態観察に関する研究である。

#### 4. 研究成果

##### 1) 中性子実験に特化した高压セルの開発

加圧システムとして6-6加圧システムを採用し、中性子実験に特化した高压セルの開発を行った。アンビルとしては中性子による放射化の問題のため、従来のCoを焼結助材としたWCの代わりに、Niを焼結助材としたWCを用いることとし、各種予備実験を行った(Coは放射化した際半減期が長いがそれに比べNiは半減期が短く扱いやすいため)。また、中性子実験では可能な限り試料容積を確保することが重要であるため、従来放射光X線実験で用いてきた底面18mm□のアンビルを26mm□のアンビルに大型化することにより、より高荷重がかけられる設計にした。このシステムで十分試料容積を確保した状態で、上部マントル条件下での実験が可能になった。

##### 2) 中性子カメラの導入

数年間に渡る検討・議論の末、本ビームラインに特化した中性子イメージング用のカメラを導入した。基本的には、入力面には濃縮ホウ素B-10を反応膜として用い、 $^{10}\text{B}(n, \alpha)$ 反応で発生した $\alpha$ 線でCsI蛍光体を発光させるシステムを採用することにした。この方式では、 $\alpha$ 線の飛程は約4 $\mu\text{m}$ であるため、従来用いられてきたGdタイプよりも高空間分解能で高精細なイメージングが可能とされている。(GdタイプとはGd(n, $\gamma$ )反応で $\gamma$ 線と内部転換電子が放出され、その内部転換電子がCsI蛍光体を発光させるシステムで、その発光に寄与する内部転換電子の飛程は約20 $\mu\text{m}$ とされている。)また、パルス中性子である特徴を生かすため、時間分解(すなわちエネルギー分解)した画像も収集できるようにブランキング機能を掲載した装置にした。画像の明瞭さをできるだけよくするためには、カメラの入力面は高压装置に可能な限り近づける必要があり、そのための工夫も施した。

##### 3) 含水SiO<sub>2</sub>ガラスの中性子回折実験と中性子イメージング予備実験

最終年度にほぼJ-PARC, PLANETビームラインが完成し、中性子実験が可能となったことに伴い、コミッショニングの一環として、最初に重水素(D)置換した含水シリカガラス及び含水アルバイトガラスの回折パターンを約10GPaの圧力条件下まで収集した。この測定により、高压下での測定であるにも関わらず、非常にきれいな中性子散乱パターンが収集できることが明らかになり、散乱ベクトル $Q(\text{\AA}^{-1})$ が30~40程度までの振動パターンが収集可能であることが明らかとなった。加えて、中性子試料合成用の新しいセルを開発し、高压下における大量の含水ガラスの合成を可能とした。

中性子イメージングでは、無水及び含水シ

リカガラスにより水による吸収が明瞭に観察され、含水物質のイメージングが可能であることが示された。また、中性子はPtカプセルを透過することにより、X線回折やイメージングでは使用することが難しいPtカプセルを中性子回折やイメージングでは使用可能であることが明瞭に示された。一方で、試料をカメラから離せば離すほど中性子の発散のためイメージ画像にぼやけが生じるが、入射スリット系を調整することにより、より中性子の発散を抑えたぼやけの少ない画像の撮影に成功した。

##### 4) 高温高压回収実験、及び放射光X線その場観察実験により以下の研究を遂行した。

アンビル材としての大型SiC-diamondの合成及びその応用に関する研究(論文①)

高压下における含水マグマの構造に関する研究(論文④)

高压下におけるマグマの粘性に関する研究(論文⑤)

高压下におけるイメージング(マグマの状態観察)に関する研究(論文⑥)

高压下における密度測定に関する研究(論文⑬)

高压下におけるトモグラフィーに関する研究(論文⑭)

地球内部における水の分配に関する研究(論文⑮)

#### 5. 主な発表論文等

(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18件)

①大高理、舟越賢一、下埜勝、Diamond-SiC複合体焼結体のHIP合成と高压アンビルへの応用。材料, 61, 407-411, 2012.

<http://dx.doi.org/10.2472/jsms.61.407>

②Terasaki, H., S. Urakawa, D.C. Rubie, K. Funakoshi, T. Sakamaki, Y. Shibasaki, S. Ozawa, E. Ohtani, Interfacial tension of Fe-Si liquid at high pressure: Implications for liquid Fe-alloy droplet size in magma oceans, Physics of Earth and Planetary Interiors, 202-203, 1-6, 2012.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.pepi.2012.05.002>

③Terasaki, H., E. Ohtani, T. Sakai, S. Kamada, H. Asanuma, Y. Shibasaki, N. Hirao, N. Sata, Y. Ohishi, A. Suzuki, K. Funakoshi, Stability of Fe-Ni hydride after the reaction between Fe-Ni alloy and hydrous phase ( $\delta$ -AlOOH) up to 1.2 Mbar: Possibility of H contribution to the core density deficit, Physics of Earth and Planetary Interiors, 194-195, 18-24, 2012.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.pepi.2012.01.002>

④Yamada, A., T. Inoue, S. Urakawa, K. Funakoshi, N. Funamori, T. Kikegawa and T. Irifune, In situ X-ray diffraction study on

pressure-induced structural changes in hydrous forsterite and enstatite melts. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 308, 115-123, 2011.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.epsl.2011.05.036>

⑤ Suzuki, A., E. Ohtani, H. Terasaki, K. Nishida, H. Hayashi, T. Sakamaki, Y. Shibazaki and T. Kikegawa, Pressure and Temperature dependence of the viscosity of a NaAlSi<sub>2</sub>O<sub>6</sub> melt. *Physics and Chemistry of Minerals*, 38, 59-64, 2011.

DOI: 10.1007/s00269-010-0381-4

⑥ Mibe, K., T. Kawamoto, K.N. Matsukage, Y. Fei and S. Ono, Slab melting versus slab dehydration in subduction-zone magmatism. *PNAS*, 8177-8182, 2011.

DOI:10.1073/pnas.1010968108

⑦ 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.

DOI: 10.2465/gkk.110111

⑧ 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.

<http://dx.doi.org/+10.1063/1.3514087>

⑨ Urakawa, S., R. Matsubara, T. Katsura, T. Watanabe, T. Kikegawa, Stability and bulk modulus of Ni<sub>3</sub>S, a new nickel sulfur compound, and the melting relations of the system Ni-NiS up to 10GPa, *American Mineralogist*, 96, 558-565, 2011.

DOI: 10.2138/am.2011.3578

⑩ Terasaki, H., S. Kamada, T. Sakai, E. Ohtani, N. Hirao, N. Sata, Y. Ohishi, Liquidus and solidus temperatures of a Fe-O-S alloy up to the pressures of the outer core: Implication for the thermal structure of the Earth's core, *Earth and Planetary Science Letters*, 304, 559-564, 2011.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.epsl.2011.02.041>

⑪ Terasaki, H., Y. Shibazaki, T. Sakamaki, R. Tateyama, E. Ohtani, K. Funakoshi, Y. Higo, Hydrogenation of FeSi under high pressure, *American Mineralogist*, 96, 93-99, 2011.

DOI: 10.2138/am.2011.3628

⑫ 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, *Physics of Earth and Planetary Interiors*, 174, 220-226, 2009.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.pepi.2009.01.004>

⑬ Terasaki, H., K. Nishida, Y. Shibazaki, T. Sakamaki, A. Suzuki, E. Ohtani and T. Kikegawa, Density measurement of Fe<sub>3</sub>C liquid using X-ray absorption image up to 10 GPa and

effect of light elements on compressibility of liquid iron, *Journal of Geophysical Research*, 115, B06207 2010.

DOI: 10.1029/2009JB006905

⑭ Urakawa, S., H. Terasaki, K. Funakoshi, K. Uesugi and S. Yamamoto, Development of high pressure apparatus for X-ray microtomography at SPring-8. *Journal of Physics: Conference Series*, 215, 012026, 2010.

DOI:10.1088/1742-6596/215/1/012026

⑮ Inoue, T., T. Wada, R. Sasaki, and H. Yurimoto, Water partitioning in the Earth's mantle, *Phys. Earth Planet. Inter.*, 183, 245-251, 2010.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.pepi.2010.08.003>

⑯ 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<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>-Fe<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>, *J. Phys.: Conference series*, 215, Art. No.012101, 2010.

DOI:10.1088/1742-6596/215/1/012101

⑰ Suzuki, A., High-pressure X-ray diffraction study of ε-FeOOH. *Physics and Chemistry of Minerals*, 37(3), 153-157, 2010.

DOI:10.1007/s00269-009-0319-x

⑱ 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.

<http://dx.doi.org/10.2465/jmps.081022d>

[学会発表] (計 38 件)

1) Inoue, T., Yurimoto, H., The maximum water storage capacities in nominally anhydrous minerals in the mantle transition zone and lower mantle, AGU Fall Meeting 2012, San Francisco, December 3, 2012

2) 井上徹, 有馬寛, 服部高典, 佐野亜沙美, J-PARC BL11 "PLANET"ビームライン設置の中性子カメラ予備実験, 第53回高压討論会, 大阪大学会館, 2012年11月9日

3) 服部高典, 佐野亜沙美, 塩家正広, 山田明寛, 有馬寛, 井上徹, 稲村泰弘, 伊藤崇芳, 小松一生, 鍵裕之, 永井隆哉, 飯高敏明, 内海渉, 片山芳則, 八木健彦, J-PARC 超高压中性子回析装置 (PLANET) の性能, 第53回高压討論会, 大阪大学会館, 2012年11月9日

4) 山田明寛, 井上徹, 亀卦川卓美, 無水, 含水 KAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub> メルトの圧力による構造変化, 第53回高压討論会, 大阪大学会館, 2012年11月8日

5) Inoue, T., Neutron camera test experiment installed in J-PARC BL-11 "PLANET" beamline, IUCrHP2012/ QuBS2012, Mito, Japan, September 25, 2012

- 6) 井上徹, 有馬寛, 服部高典, 佐野亜沙美, J-PARC BL11 "PLANET"ビームライン設置の中性子カメラテスト実験, 日本鉱物科学会 2012 年年会・総会, 京都大学, 2012 年 9 月 19 日
- 7) Inoue, T., Yang, C., Suenami, H., Yabuki, T., Yurimoto, H., The water storage capacities and the effect of water on the high pressure phase transformation boundaries of mantle minerals, Joint 2012 COMPRES Annual Meeting and High-Pressure Mineral Physics, Lake Tahoe, CA, USA, July 11, 2012
- 8) Hattori, T., Sano-Furukawa, A., Arima, H., Utsumi, W., Katayama, Y., Nagai, T., Inoue, T., Kagi, H., Yagi, T., New high pressure neutron beamline PLANET in J-PARC, Joint 2012 COMPRES Annual Meeting and High-Pressure Mineral Physics, Lake Tahoe, CA, USA, July 11, 2012
- 9) Inoue, T., Arima, H., Terasaki, H., Hattori, T., Sano, A., Neutron camera installed in BL11 "Planet" beamline in J-PARC, Japan Geoscience Union Meeting 2012, Chiba, Japan, May 23, 2012
- 10) Yamada, A., Inoue, T., Yagi, T., Developments of 6-6 type compression for high-pressure neutron diffraction at PLANET, Japan Geoscience Union Meeting 2012, Chiba, Japan, May 23, 2012
- 11) Hattori, T., Sano-Furukawa, A., Arima, H., Utsumi, W., Inoue, T., Kagi, H., Yagi, T., Take off of the J-PARC high-pressure neutron diffractometer PLANET, Japan Geoscience Union Meeting 2012, Chiba, Japan, May 23, 2012
- 12) Inoue, T., Yabuki, T., Yurimoto, H., Water contents of Al-bearing minerals in the mantle transition zone and the lower mantle, Joint Symposium of Misasa-2012 and Geofluid-2 "Dynamics and Evolution of the Earth's Interior: Special Emphasis on the Role of Fluids", Misasa, Tottori, Japan, March 21, 2012. (invited)
- 13) Inoue, T., Yabuki, T., Yurimoto, H., The relationship between water content and Al-content in the MTZ and the lower mantle minerals, AGU Fall Meeting 2011, San Francisco, CA, USA, December 5, 2011.
- 14) 山田明寛, 河野義生, ユウ, トニー, ワン, ヤンビン, 井上徹, 圧力による  $\text{GeO}_2$  ガラスの密度と弾性的性質の変化, 第 52 回高圧討論会, 沖縄キリスト教学院, 2011 年 11 月 11 日
- 15) 服部高典, 有馬寛, 佐野亜沙美, 内海渉, 井上徹, 鍵裕之, 八木健彦, J-PARC 超高压中性子回折装置 (PLANET) の概要と建設状況 2, 第 52 回高圧討論会, 沖縄キリスト教学院, 2011 年 11 月 9 日
- 16) 井上徹, 矢吹智美, 坂本尚義,  $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$  系における Al に富んだ高圧相の含水量, 第 52 回高圧討論会, 沖縄キリスト教学院, 2011 年 11 月 9 日
- 17) Inoue, T., Yabuki, T., Yurimoto, H., Water contents of Al-bearing minerals in the MTZ and the lower mantle, AIRAPT 23(International Conference on High Pressure Science and Technology), Mumbai, India, September 29, 2011
- 18) Hattori, T., Arima, H., Sano-Furukawa, A., Utsumi, W., Katayama, Y., Nagai, T., Inoue, T., Kagi, H., Yagi, T., Here comes the first beam and terrible Earthquake at J-PARC new high-pressure neutron diffractometer PLANET, AIRAPT 23(International Conference on High Pressure Science and Technology), Mumbai, India, September 28, 2011
- 19) 井上徹, 浦川啓, 大高理, 鈴木昭夫, 三部賢治, 寺崎英紀, 山田明寛, 有馬寛, パルス中性子を用いたマグマ研究に向けて, Japan Geoscience Union Meeting 2011, Chiba, Japan, May 24, 2011
- 20) 有馬寛, 井上徹, 阿部淳, 服部高典, 高温高圧マグマ科学に向けた中性子カメラ実験, Japan Geoscience Union Meeting 2011, Chiba, Japan, May 24, 2011
- 21) 服部高典, 有馬寛, 佐野亜沙美, 阿部淳, 内海渉, 永井隆哉, 鍵裕之, 飯高敏晃, 片山芳則, 井上徹, 八木健彦, 超高压中性子回折装置 PLANET first beam 受入れました! Japan Geoscience Union Meeting 2011, Chiba, Japan, May 24, 2011
- 22) 山田明寛, 川添貴章, 西山宣正, 井上徹, 八木健彦, 高压中性子回折に向けた大容量 6-6 型加压方式の開発, Japan Geoscience Union Meeting 2011, Chiba, Japan, May 24, 2011
- 23) 山田明寛, 河野義正, Wang, Y., 井上徹, 非晶室物質の圧力下における弾性波速度と体積の同時測定, Japan Geoscience Union Meeting 2011, Chiba, Japan, May 23, 2011
- 24) 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 回高圧討論会, 仙台, 2010 年 10 月 21 日.
- 25) 山田明寛, 井上徹, 亀卦川卓美, 高压下における含水  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$  メルトの構造, 第 51 回高圧討論会, 仙台, 2010 年 10 月 21 日.
- 26) 山田明寛, 井上徹, 亀卦川卓美,  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$  メルトの圧力誘起構造変化に及ぼす水の影響, 日本鉱物科学会 2010 年年会・総会, 島根大学, 2010 年 9 月 25 日
- 27) 有馬寛, 服部高典, 阿部淳, 佐野亜佐美, 内海渉, 鍵裕之, 小松一生, 永井隆哉, 飯高敏晃, 片山芳則, 井上徹, 八木健彦, 超高压中性子回折装置 PLANET の概要と現状, 日本物

理学会 2010 年秋季大会, 大阪府立大学, 2010 年 9 月 24 日

28) 井上 徹, 平成 21 年度日本鉱物科学会賞第 5 回受賞者講演, 日本鉱物科学会 2010 年年会・総会, 島根大学, 2010 年 9 月 24 日

29) Inoue, T., Water contents of majorite garnet, Al-bearing perovskite and Al-bearing stishovite generated in pyrolite-H<sub>2</sub>O systems, IMA2010, Budapest, Hungary, August 2010.

30) 井上 徹, 山田明寛, 川添貴章, 西山宣正, Yang Cuiping, 曾我部昭人, 6-6 加圧方式を用いた方射光 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 23, 2010.

31) 服部高典, 有馬 寛, 阿部 淳, 佐野亜沙美, 内海 渉, 永井隆哉, 鍵 裕之, 飯高敏晃, 片山芳則, 井上 徹, 八木健彦, J-PARC 超高温中性子回折装置 PLANET の概要と現状, Japan Geoscience Union Meeting 2010, Chiba, Japan, May 2010.

32) 山田明寛, 井上 徹, YangbinWang, Changyong Park, Guoyin Shen, 川添貴章, 西山宣正, 大容量プレスを使用した珪酸塩メルトの高温 X 線回折実験, Japan Geoscience Union Meeting 2010, Chiba, Japan, May 23, 2010.

33) 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, December 2009

34) Yagi, T., Nagai, T., Inoue, T., Katayama, Y., Iitaka, T., Earth Science Based on High-Pressure and High-Temperature Neutron Experiments - A New Project Using J-PARC -, AIRAPT-22 & HPCJ-50, odaiba, Tokyo, Japan, July 2009.

35) 山田明寛, 井上徹, 圧力による含水 NaAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub> メルトの構造変化, 日本鉱物科学会 2009 年年会・総会, 北海道大学, 2009 年 9 月.

36) Inoue, T., Okabayashi, A., The water content and stability of magma generated at the bottom of the Earth's upper mantle, AIRAPT-22 & HPCJ-50, odaiba, Tokyo, Japan, June 26-31, 2009. (invited)

37) 井上徹, 浦川啓, 大高理, 川本竜彦, 鈴木昭夫, 三部賢治, 舟越賢一, 船守展正, 寺崎英紀, 中村美千彦, 新学術領域研究「中性子地球科学」マagma班概要, 日本地球惑星科学連合 2009 年大会, 幕張, 2009 年 5 月.

38) 八木健彦, 永井隆哉, 井上徹, 片山芳則, 飯高敏晃, J-PARC を用いた高温高压中性子実験と地球科学, 日本地球惑星科学連合 2009 年大会, 幕張, 2009 年 5 月

[その他]

ホームページ等

<http://yagi.issp.u-tokyo.ac.jp/shingakujutsu/index>

.html

新学術領域研究「高温高压中性子実験で拓く地球の物質科学」ニュースレター

No.1 (2009.6.26), No.2 (2009.12.29), No.3 (2010.6.30), No.4 (2011.1.1), No.5 (2011.6.30), No.6 (2012.1.6), No.7 (2012.7.5), No.8 (2013.2.1)

<http://yagi.issp.u-tokyo.ac.jp/shingakujutsu/news%20letter.html>

## 6. 研究組織

### (1)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

### (2)研究分担者

浦川 啓 (URAKAWA SATORU)

岡山大学・大学院自然科学研究科・准教授  
研究者番号: 30201958

大高 理 (URAKAWA SATORU)

大阪大学・大学院理学研究科・准教授  
研究者番号: 40213748

鈴木 昭夫 (SUZUKI AKIO)

東北大学・大学院理学研究科・准教授  
研究者番号: 20281975

三部 賢治 (MIBE KENJI)

東京大学・地震研究所・助教  
研究者番号: 10372426

川本 竜彦 (KAWAMOTO TATSUHIKO)

京都大学・大学院理学研究科・助教  
研究者番号: 00303800 (2008-2009 年)

有馬 寛 (ARIMA HIROSHI)

東北大学・金属材料研究所・助教  
研究者番号: 60535665 (2011-2012 年)

### (3)連携研究者

川本 竜彦 (KAWAMOTO TATSUHIKO)

京都大学・大学院理学研究科・助教  
研究者番号: 00303800 (2010-2012 年)

舟越 賢一 (FUNAKOSHI KEN-ICHI)

(財)高輝度光科学研究センター・  
副主幹研究員

研究者番号: 30344394

船守 展正 (FUNAMORI NOBUMASA)

東京大学・大学院理学研究科・准教授  
研究者番号: 70306851

寺崎 英紀 (TERASAKI HIDENORI)

大阪大学・大学院理学研究科・准教授  
研究者番号: 50374898

中村 美千彦 (NAKAMURA MICHIIHIKO)

東北大学・大学院理学研究科・教授  
研究者番号: 70260528

山田 明寛 (YAMADA AKIHIRO)

愛媛大学・地球深部ダイナミクス研究センター・COE 助教

研究者番号: 00543167 (2009-2012 年)