

SIT040-P01

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 10:30-13:00

火星マンツルの部分融解実験とシャーゴツタイトの生成条件 Melting experiments of the Martian mantle and origin of shergottite

長與 陽子^{1*}, 松影 香子¹

Yoko Nagayo^{1*}, Kyoko Matsukage¹

¹ 愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター

¹ Ehime University, GRC

これまでに火星の内部構造は、人工衛星によるデータや探査機から得られた火星土壌の組成、また火星隕石（SNC 隕石）の組成から見積もられてきた。SNC 隕石の1つである玄武岩質シャーゴツタイトは、火星表層に近い場所でマグマが固化したものと考えられている。これら SNC 隕石と太陽系で最も始原的な組成を持つコンドライト隕石の組成を対比して、Dreibus and Wanke (1985) は火星マンツル組成モデルを提唱した。彼らのモデル組成（DW）を使って、今までに圧力 1.5 GPa と 4.7-5.0 GPa で融解実験が行われた（Bertka and Holloway, 1994 ; Agee and Draper, 2004）。しかし、彼らの実験で得られた初生メルト組成は玄武岩質シャーゴツタイトから計算された初生マグマの組成と比べて、1.5 GPa では特に Al 含有量が多く、5.0 GPa では Mg, Fe 含有量が多く、Si 含有量が少なかったため、シャーゴツタイトの起源が DW マンツル組成であることは証明できなかった。また両者の実験結果の間では、ソリダス、リキダスの温度に大きな矛盾がある。本研究では 1.0, 2.5, 5.0 GPa において DW 組成の部分融解実験を行い、DW マンツル組成がシャーゴツタイトの起源になりうるか否かを考察する。

出発物質は、Dreibus and Wanke (1985) の火星マンツル組成モデルをもとに $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-Cr}_2\text{O}_3\text{-FeO-MgO-CaO-Na}_2\text{O}$ の 8 成分を試薬合成したものを使用した。高温高压実験は、5.0 GPa において愛媛大学のマルチアンビル高压発生装置 ORANGE1000 を用い、1.0, 2.5 GPa においては東京工業大学のピストンシリンダー（ET 型, Boyd England 型）を使用した。実験温度は 1300-1750 °C、保持時間は 1-24 時間で行った。分析には、SEM-EDS を用いて化学組成分析および鉱物相の同定を行った。溶融度は画像処理プログラムを用いて反射電子像から液相と固相とを区別し、それらの面積比から求めた。

高温高压実験により、1.0, 2.5, 5.0 GPa それぞれの条件で DW 火星マンツルの部分溶融関係と鉱物組み合わせが決定された。本実験結果では、5.0 GPa において 1500 °C あたりで溶け始め 1750 °C で全溶融する。これは過去研究よりもおよそ 100 °C 低い結果となった。また 2.5 GPa では 1400 °C 程度、1.0 GPa では 1300 °C 弱で溶け始め、過去研究のソリダス温度よりやや高くなったが、その差は小さい。また、1.0 GPa ではスピネルが過去研究より 100 °C ほど高い領域でも安定に存在した。本実験で求めた DW マンツルの部分融解液とシャーゴツタイトの化学組成を比べたところ、Si 含有量は多く、シャーゴツタイトの初生マグマ組成に近くなったものの、Mg/(Mg + Fe) 原子比がやや高くなった。Ca や Al に関しては、2.5 GPa と 5.0 GPa における部分融解液の組成トレンドの間にシャーゴツタイトの初生マグマ組成がくる。以上より、DW マンツルが玄武岩質シャーゴツタイトの始源物質だとすると、その初生マグマの生成条件は 2.5-5 GPa（火星の深さ約 200-400 km）ではないかと推測する。

キーワード: 火星, マンツル, シャーゴツタイト, 部分融解, 高温高压実験

Keywords: Mars, mantle, shergottite, partial melting, high pressure and temperature experiments

SIT040-P02

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 10:30-13:00

高压下での Fe-C 融体の密度測定とその外核への適用 Density measurement of liquid Fe-C at high pressure and Implication for Earth's Outer core

下山 裕太^{1*}, 大谷 栄治¹, 寺崎 英紀¹, 西田 圭佑¹

Yuta Shimoyama^{1*}, Eiji Ohtani¹, Hidenori Terasaki¹, Keisuke Nishida¹

¹ 東北大学理学部地球惑星物質科学科

¹Tohoku University

地球外核には Fe-Ni 系合金に H, C, O, S, Si などの軽元素が含まれているとされ、軽元素の効果により密度が純鉄と比べて 10% 程度軽減しているとされている (e.g. Poirier, 1994)。しかし未だに外核にどの元素がどの程度で含まれているかはよく分かっておらず、高温高压下での溶融鉄合金の密度測定は地球科学における重要なテーマの 1 つである。また、PREM モデルと溶融 Fe-Ni 系の V_P 測定 (Hixson et al., 1990) との比較により V_P は外核中の方が純鉄よりも速いことが言われている。つまりは、外核に含まれる軽元素は純鉄の密度を減少させる効果と V_P を増加させる効果という 2 つの効果を合わせ持つこととなる。したがって、外核の軽元素を決定する制約要素としてはこれら 2 つの効果を満たすかどうかで判別することができる。

外核に含まれる候補として挙げられている軽元素の中で、炭素は宇宙存在度からみて H(水素) に次ぐ 2 番目に多い元素であり、2-4wt% 程度地球核に含まれることが示唆されている (Wood, 1993)。溶融鉄の密度に対する炭素の効果は少ない。したがって本研究では Fe-C 系の密度測定を行い、鉄の密度への炭素の効果を求め、その依存性から炭素の核中における存在可能性を探ることが本研究での目的となる。

実験手法は浮沈法を用いた。試料は共融点組成に近い Fe-3.5wt%C を使った。圧力は 5-9 GPa, 温度は 1923 K の一定条件で行った。高压発生には東北大学 3000ton マルチアンビルプレスを用いた。

実験結果から、Fe-3.5wt%C は 5-9 GPa の範囲で 7.1-7.5 g/cm³ の範囲の密度を取ることが分かった。この結果を溶融鉄及び Fe₃C の密度と比較を行った所、本結果は溶融鉄と Fe₃C の中間付近の値となり調和的な結果となった。また体積弾性率 K の計算を行ったところ、Fe₃C の体積弾性率よりも高い傾向を示した。

キーワード: 高温高压, 密度, バルク音速, Fe-C 融体

Keywords: high pressure, density, Bulk sound velocity, liquid Fe-C

SIT040-P03

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 10:30-13:00

波形インバーンによる南太平洋下の最下部マントルS波速度構造推定 Waveform inversion for S-velocity structure in the lowermost mantle beneath the Southern Pacific

長谷川 慶^{1*}, 小西 健介¹, ゲラー ロバート¹, 富士 延章³, 河合 研志²

Kei Hasegawa^{1*}, Kensuke Konishi¹, Robert J. Geller¹, Nobuaki Fuji³, Kenji Kawai²

¹ 東大地惑, ² 東工大地惑, ³ トゥールーズ大学 UPS-OMP; CNRS,IRAP

¹EPS, University of Tokyo, ²EPS, Tokyo Institute of Technology, ³Universite de Toulouse,UPS-OMP;CNRS,IRAP

We conduct waveform inversion for the vertical profile of shear velocity in the D" layer beneath the Southern Pacific. We use the transverse component of relatively long period broadband waveforms (20-200s), obtained from IRIS for earthquakes from 1993 to 2010. We find lower S-velocity relative to PREM in the depth range from 0-150km above the core-mantle boundary (CMB), and higher S-velocity relative to PREM in the depth range from 150-300km above the CMB. This is consistent with a phase transition from perovskite to post-perovskite. The average S-velocity in D" is the same as or slightly faster than PREM, which is roughly consistent with previous global D" velocity models.

SIT040-P04

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 10:30-13:00

マントル深部鉱物の第一原理格子熱伝導計算 Ab initio lattice thermal conductivity of deep mantle minerals

出倉 春彦^{1*}, 土屋 卓久², 土屋 旬¹

Haruhiko Dekura^{1*}, Taku Tsuchiya², Jun Tsuchiya¹

¹ 愛媛大・上級研究員センター, ² 愛媛大・地球深部研

¹SRFC, Ehime Univ., ²GRC, Ehime Univ.

The core-mantle boundary heat flow depends on the thermal conductivity of the base of Earth's lower mantle. Direct measurement of thermal conductivity of minerals remains technically challenging at the deep mantle condition. On the other hands, *ab initio* computational technique based on the density functional theory (DFT) allows us to examine microscopic process of the transport phenomena including the lattice thermal conduction. Earlier theoretical works calculated the lattice thermal conductivity of MgO with *ab initio* molecular dynamics (MD) simulation or direct evaluation of third-order anharmonic force constants to compute phonon-phonon interaction (Nico de Koker, Phys. Rev. Lett. **103**, 125902, 2009, X. Tang and J. Dong, Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. **107**, 4539, 2010). However, in these approaches, the simulation cell is often insufficient to accurately calculate the long wave-length phonon-phonon interactions. This leads to a lack of the decay channels for the phonons. For a more reliable way, the anharmonic coupling between phonon modes can be calculated within density functional perturbation theory (DFPT). In this approach, the higher-order force constants are calculated based on the perturbative scheme taking care only of the primitive cell. In this presentation, we show the phonon decay and the lattice thermal conductivity of MgO in the lower mantle conditions.

Research supported by Senior Research Fellow Center, Ehime University.

キーワード: 第一原理計算, 格子熱伝導, フォノン-フォノン相互作用, マントル深部鉱物

Keywords: first principles calculation, lattice thermal conductivity, phonon-phonon interaction, deep mantle minerals

SIT040-P05

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 10:30-13:00

下部マントル条件における過剰含水 MORB 中の含水相 Hydrous phase in water-saturated MORB at the lower mantle conditions

石尾 恵朋^{1*}, 近藤忠¹, 亀卦川卓美²

Keiyou Ishio^{1*}, Tadashi Kondo¹, Takumi Kikegawa²

¹ 大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻, ² 高エネルギー加速器研究機構

¹Graduate School of Science, Osaka Univ, ²IMSS KEK

これまでの研究によって遷移層条件における物質中でも高い貯水能力をもち、その貯水量が現在の地表における海水量の数倍になりうるという実験的結果が示唆されている。そして、海洋地殻の表層部を構成する MORB (中央海嶺玄武岩) が含む含水鉱物が地表から地球内部へと水を輸送しているのではないかとされている。

日本の下の海洋プレートは、遷移層と下部マントルとの境界付近で滞留していることが地震波によって観測されているが、Slab の中には下部マントルと外核との境界付近にまで沈み込むものも観測されている。

我々は、過剰含水条件下における MORB について LHDAC(Laser Heated Diamond Anvil Cell) を用い、70GPa, 1700K にいたるまでの高温高压条件下における放射光 X 線その場観察実験を行い、マントル深部条件での含水条件に関して調べた。その結果、Phase D の生成を確認し、Ca-perovskite, Mg-Perovskite, Stishovite, CF-Phase と共存していることを確認した。また、Phase D が 60GPa 以上の条件では、安定に存在できないことを確認した。

これまでの含水 MORB 組成の実験では、Phase D が見つかったという報告はなされていない。本実験では過去の実験と比較し、水が極端に大量に含まれた状態での実験を行ったため、その大量の水の存在によって Phase D が安定な相として存在し得たのではないかと考えられる。

今回の結果から水が十分に存在する環境下においては、遷移層から下部マントルに水を輸送する物質として、最大で 19wt.% 近い水を含むことができる Phase D が候補の一つとなりうることを示唆された。

キーワード: レーザー加熱式 DAC, 中央海嶺玄武岩, 含水鉱物, Phase D, 下部マントル, 高エネルギー加速器研究機構

Keywords: LHDAC, MORB, Hydrous minerals, Phase D, Lower mantle, KEK

SIT040-P06

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 10:30-13:00

下部マントルにおける水のリザーバーとしての Mg, Si を固溶する δ -AlOOH Mg, Si-bearing delta-AlOOH as a reserver of water in the lower mantle

大平 格^{1*}, 大谷 栄治¹, 境 毅², 宮原 正明¹, 平尾 直久³, 大石 泰生³, 西嶋 雅彦⁴

Itaru Ohira^{1*}, Eiji Ohtani¹, Takeshi Sakai², Masaaki Miyahara¹, Naohisa Hirao³, Yasuo Ohishi³, Masahiko Nishijima⁴

¹ 東北大学大学院理学研究科地学専攻, ² 融合領域研究所・東北大学, ³ 高輝度光科学研究センター, ⁴ 東北大学金属材料研究所

¹ Faculty of Sci., Tohoku Univ., ² IIAIR Tohoku Univ., ³ JASRI, ⁴ IMR

地球の下部マントルは主に MgSiO_3 -ペロブスカイトで構成されている。また下部マントルには、沈み込むスラブの含水鉱物によって水が輸送される。これらスラブ中の含水鉱物は、下部マントルではそのほとんどが分解・脱水してしまう。しかし、 δ -AlOOH は、核マントル相当の温度圧力条件でも安定に存在し、下部マントル深部へ輸送される水のリザーバーと成りうる (e.g., Sano et al., 2008)。しかし、実際の下部マントルにおいて δ -AlOOH が MgSiO_3 -ペロブスカイトと共存するのかについては明らかにされていない。本研究では、含水の MgSiO_3 - Al_2O_3 - H_2O 系での高温高压での実験を行い、その結果から δ -AlOOH と MgSiO_3 -ペロブスカイトが下部マントルで安定に存在する可能性について検討する。

実験にあたり、まず組成が 70 mol.% MgSiO_3 -30 mol.% Al_2O_3 のゲル試料を合成した。それに水を 1.5wt.% または 7.0 wt.% の水を含ませ、出発試料とした。

高温高压の発生にはレーザー加熱式ダイヤモンドアンビルセルを用いた。高温高压実験後に急冷した試料の X 線回折実験を SPring-8 の BL10XU で行い、その結果から、delta-AlOOH と MgSiO_3 -ペロブスカイトが 68 GPa、2000 K までの条件で安定に共存することが確認された。また、回収試料の化学組成の分析は、STEM-EDS (JEM-3000F) を用いて行った。68 GPa、2000 K から回収した試料の化学組成分析の結果から、delta-AlOOH と共存する MgSiO_3 -ペロブスカイトに含まれる Al_2O_3 量は 3.1(12) mol.% と非常に乏しく、この delta-AlOOH には約 50mol.% MgSiO_3 成分が固溶することが判明した。これとは対照的に、無水の MgSiO_3 - Al_2O_3 系の MgSiO_3 -ペロブスカイトは、少なくとも 25mol.% の Al_2O_3 を含みうる (e.g., Liu, 1977)。よって、含水系における MgSiO_3 -ペロブスカイト中の Al_2O_3 量は、 δ -AlOOH の存在により無水系における MgSiO_3 -ペロブスカイト中の Al_2O_3 量と比べて、劇的に少なくなることが示された。また、含水系における MgSiO_3 -ペロブスカイト中の Al_2O_3 量は、パイロライト中の Al_2O_3 量と比べても少ない。これは、下部マントルのような組成でも delta-AlOOH がペロブスカイトと共存可能であることを示している。

結論として、マントル地温勾配に沿った温度条件でも、少なくとも 1.5 wt.% の水があれば、下部マントルで delta-AlOOH と MgSiO_3 -ペロブスカイトが共存しうることが示された。

キーワード: 地球下部マントル, MgSiO_3 -ペロブスカイト, delta-AlOOH

Keywords: Earth's lower mantle, MgSiO_3 -perovskite, delta-AlOOH

SIT040-P07

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 10:30-13:00

Influence of iron on the plastic properties of MgSiO_3 post-perovskite: a first-principle study.

Influence of iron on the plastic properties of MgSiO_3 post-perovskite: a first-principle study.

Arnaud Metsue^{1*}, Taku Tsuchiya¹

Arnaud Metsue^{1*}, Taku Tsuchiya¹

¹Geodynamic Research Center, Ehime

¹Geodynamic Research Center, Ehime

The D" layer is one of the most enigmatic part of the Earth's interior and has major implications for its dynamics. This layer is characterized by a strong and inhomogeneous seismic anisotropy. This latter could be produced by combining the single-crystal elastic anisotropy and crystal preferred orientation (CPO) of $(\text{Mg,Fe})\text{SiO}_3$ post-perovskite phase. Some experiments have been done on the plasticity of poor-Fe-bearing and pure MgSiO_3 post-perovskite and lead to textures of deformation dominated by the (100) and (110) slip planes (Merkel et al., 2007) and by the (001) slip plane (Miyagi et al., 2010). On the other hand, theoretical calculations on the dislocations mobility on pure MgSiO_3 (Carrez et al., 2007; Metsue et al., 2009) suggested a texture dominated by the (010) slip plane. These results cannot explain the seismic observations in the whole D" layer. Consequently, in order to understand the seismic anisotropy of the whole D" layer, one should determine the effects of incorporated elements, such as iron, on the plastic properties of the post-perovskite phase.

In this study, we present the results of an atomic-scale computational study on the plastic shear of pure and Fe-bearing MgSiO_3 post-perovskite at 120 GPa. We determine the response of 4 potential slip planes, (100), (010), (001) and (110), under a plastic shear through the calculation of the Generalized Stacking Faults (GSF) energies. The values of the GSF energy are obtained by shearing half of an infinite crystal over the other half for every slip plane, similarly to our previous studies for the post-perovskite phase (Carrez et al., 2007; Metsue et al., 2009). The calculation of the GSF energies provides also an estimation of the ideal shear stress (ISS); the maximum resolved shear stress that a perfect crystal can suffer without plastically deforming (Paxton et al., 1991). The GSF energies are determined with *ab initio* calculations based on the internally consistent LDA+U technique (Tsuchiya et al., 2006) to describe accurately the local interactions between the d-states in Fe. The U parameter is optimized at 120 GPa by using the linear response theory based on the constrained total energy variational principle (Cococcioni and de Gironcoli, 2005, Phys. Rev. B). In this study, Fe is incorporated as substitutional single-point defects close to the glide plane. Iron is treated with different oxidation states (+2 or +3) and different spin states (low or high). As a main result, we show that the incorporation of iron in the post-perovskite phase leads to a decrease of the ideal shear stress for all slip systems. In addition, the slip systems that exhibit the lowest ISS are the same in pure and Fe-bearing MgSiO_3 post-perovskite.

Research supported by the Ehime Univ. G-COE program Deep Earth Mineralogy and JSPS Research Grants Nos. 20001005 and 21740379.

キーワード: post-perovskite, first-principle calculations, Stacking fault

Keywords: post-perovskite, first-principle calculations, Stacking fault

SIT040-P08

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 10:30-13:00

沈み込んだ大陸地殻物質の 660 km 不連続面付近における高圧相転移 High-pressure transitions of subducted continental crust at around 660-km discontinuity

石井 貴之^{1*}, 梶谷 浩¹, 赤荻 正樹¹

Takayuki Ishii^{1*}, Hiroshi Kojitani¹, Masaki Akaogi¹

¹ 学習院大理

¹ Gakushuin Univ.

沈み込むスラブは地球内部に地球表層の物質を運び、マントルダイナミクスに様々な影響を与えていると考えられている。スラブを構成する主な物質は海洋地殻とその下部の harzburgite、peridotite であるが、大陸地殻や大陸性・海洋性堆積物がスラブと共にマントル深部に沈み込む可能性が示唆されている。これら上部大陸地殻物質 (Upper Continental Crust (UCC)) の高圧相関係は上部マントル最上部～下部マントル上部までの範囲で研究されてきた (Irfune et al., 1994, Wu et al., 2009) が、マントルダイナミクスを解明するために重要な地球内部 660 km 不連続面付近の相関係はまだ詳しく調べられていない。本研究では、660 km 付近での UCC の高圧相関係を調べた。

UCC 組成試料は、SiO₂ (66.07 wt%)、TiO₂ (0.50 wt%)、Al₂O₃ (15.21 wt%)、K₂O (3.40 wt%)、FeO (4.50 wt%)、MgO (2.20 wt%)、CaO (4.20 wt%)、Na₂O (3.90 wt%) を混ぜ合わせ作成した。高圧実験には、マルチセル法を用いた。二つの穴のあいた Re カプセルに UCC と圧力マーカー (Mg₂SiO₄、MgSiO₃、MgAl₂O₄ の内 1 つ) を詰め、6-8 型マルチアンビル高圧発生装置を用いて、圧力 20.1～28.0 GPa、温度 1200～1800 °C、2～3 時間保持後、急冷回収した。試料中の相の同定には微小領域 X 線回折装置、組成分析には SEM-EDS を用いた。

1400 °C 以上では 21 GPa まで garnet 相 (Gt) + clinopyroxene 相 (Cpx) + KAlSi₃O₈-hollandite 相 (Hol) + stishovite 相 (St) + CAS 相 (CAS) が安定であった。21 GPa 以上で calcium ferrite 相 (CF) + St + Gt + Ca-rich perovskite (Cpv) + CAS の組み合わせとなった。Gt、CAS は約 24 GPa 以上で完全に分解し、CF + Hol + St + Cpv の組み合わせとなった。1200 °C 以下では CAS は現れなかった。また、23～24 GPa 以上では、回収試料が崩れやすくなり、高圧下で Hol(I) → (II) 転移が起きている可能性がある。今後、高圧実験の結果から、各温度・圧力条件でマスバランス計算を行い、pyrolite マントルと密度の比較を行い、マントル中の物質移動に与える影響を考察する予定である。

キーワード: 大陸地殻, 660km 不連続面, スラブ, 高圧実験, パイロライト

Keywords: continental crust, 660km discontinuity, slab, high pressure experiment, pyrolite

SIT040-P09

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 10:30-13:00

時間的に安定な大陸リソスフェアが考慮された三次元マントル対流の数値シミュレーションモデル

A numerical model of three-dimensional mantle convection with long-lived cratonic lithosphere

吉田 晶樹^{1*}

Masaki Yoshida^{1*}

¹ 海洋研究開発機構地球内部ダイナミクス領域

¹IFREE, JAMSTEC

The continental lithospheric mantle assists in the long-term survival of continental crust at Earth's surface and has a thick root or keel that extends hundreds of kilometers into the upper mantle. Geochemical and geochronological studies have revealed that some old cratons have survived at the Earth's surface for periods of more than three billion years despite later tectonic disturbances. The cratons are the keel of the continental lithosphere, and continental assemblages referred to as supercontinents have probably cyclically formed several times during Earth's history (see Yoshida and Santosh, 2011, Earth-Science Reviews).

However, in the numerical modeling of mantle convection, it is a challenging task to construct a numerical model to realize the longevity of cratonic lithosphere. Here, the dynamic role of a weak (low-viscosity) boundary zone (WBZ) between cratonic and oceanic lithospheres in the longevity of the cratonic lithosphere is investigated. The WBZ is assumed to consist of weak materials, deforming with time by mantle convection force. The three-dimensional numerical model presented herein makes it possible to model the cratonic lithosphere that survives for a sufficiently long geological timescale. An important factor in the longevity of cratonic lithosphere is the localized rheological (viscosity) contrast between the cratonic and oceanic lithospheres, i.e., the presence of a weak (low-viscosity) boundary zone (WBZ) that surrounds the cratonic lithosphere. The WBZ protects the cratonic lithosphere from being stretched by the surrounding convection force. This implies that the mechanical contrast between floating cratonic and oceanic lithospheres has played a significant role in the longevity of cratonic lithosphere itself throughout Earth's history. In addition to the presence of a WBZ, the higher viscosity of the cratonic lithosphere itself effectively contributes to the stability of the cratonic lithosphere.

There appears to be a relationship between the horizontal size and longevity of the cratonic lithosphere. The results of the present study are consistent with the fact that there are no Archean cratons of sizes larger than the scale of mantle convection in present-day Earth. Cratons that are sufficiently smaller than the convection scale are likely stable over the long geologic timescale, even if the continental keel is extensively eroded by younger magmatic and subduction-erosion processes.

キーワード: マントル対流, 数値シミュレーション, 大陸リソスフェア, 超大陸, プレート運動, レオロジー

Keywords: mantle convection, numerical simulation, cratonic lithosphere, supercontinent, plate motion, rheology

SIT040-P10

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 10:30-13:00

含水上部マントルの部分融解実験と Mg および Si に富んだ大陸マントルの成因 Melting experiment of hydrous upper mantle and origin of Mg- and Si-rich cratonic mantle

家久 真梨子^{1*}, 松影 香子¹

Mariko Iehisa^{1*}, Kyoko Matsukage¹

¹ 愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター

¹GRC.Ehime University

地球は水の惑星である。例えば Ringwood (1977) によると、地球形成時には地球に存在した水はおよそ 2wt% であると推定されており、初期地球は水を含んでいた可能性がある。一方初期地球の地球において、始めに安定化した大陸がクラトンであるとされている。そしてその下には最大で深さ約 300km にもおよぶ非常に厚いマントルリソスフェアが存在することが知られている。多くの記載岩石学的研究 (例えば Boyd, (1989)) によると、クラトン下のマントルは海洋やオフクラトンのマントルに比べて Mg と Si に富んでいるという特徴的な化学組成を有している。その化学的特徴を説明するために様々なモデルが考えられているが、その 1 つに、含水条件下における高压でのマントルの部分融解プロセスが考えられている (Matsukage, 2009)。本研究では、このモデルを検証するため、仮想的なマントル組成のパイロライト (Ringwood, 1977) に水を加え、高压で融解実験を行った。過去の含水パイロライトの実験では pt のカプセルと実験試料が反応してしまうことにより、融点が高くなったなどの問題点があった。本実験では Pt のチューブで作ったカプセルの中に Re の拍で包んだ試料を入れ、鉄の問題を回避するようにした。

出発物質は以下の主要 10 成分+H₂O になるように合成した。Al₂O₃, SiO₂, CaCO₃, Fe₂O₃, TiO₂, Cr₂O₃, Na₂CO₃, K₂CO₃, NiO の粉末を秤量、混合し、大気圧中 1000 °C で脱ガスを行った。その後、酸素分圧が QFM にコントロールされた還元炉において 1500 °C で溶かし、急冷してガラス化したものに MgO および Mg(OH)₂ の粉末を加え、2wt% と 8wt% の異なる含水量の出発物質になるように調整した。高温高压実験には、愛媛大学設置のマルチアンビル型高压発生装置 (ORENGE 1000) を使用し、5GPa、7GPa の圧力において 1000~1600 °C の温度範囲で実験を行った。

本研究では部分融解時の溶け残り側の固相の相関係を明らかにし、融解度が変化したときの固相の化学組成変化を検討した。H₂O が 2wt% の場合は、低温側で安定だったが相が温度を上げ、融解度が上がるにつれて cpx, gar, opx, ol の順番に溶けていくこと、圧力を上げると各鉱物の安定領域が高温側に広がった。一方、H₂O 8wt% の場合、低温側で安定だった相が、cpx, gar, ol, opx の順に溶けていくこと、opx の安定領域が圧力を上げるにつれて ol より広くなることが分かった。このことから水を多く含むことで 7GPa において ol より opx の方が難溶融性になることが分かる。実際、クラトン下からのマントルゼノリスの組成はその他の地域のマントルゼノリスに比べ opx/ol の割合が高く、この実験結果から初期地球の大陸生成に水が大きく影響していたのではないかと考えられる。

キーワード: 含水パイロライト, 高温高压実験, 大陸, クラトン, 部分融解

Keywords: hydrous pyrolite, high pressure and temperature experiments, continent, craton, partial melting