

自己評価報告書

平成23年 4月13日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2008～2011

課題番号：20340116

研究課題名(和文) 超高压条件下におけるケイ酸塩ガラスの密度と構造のその場測定

研究課題名(英文) Measurement of density and structure of silicate glasses under high pressure

研究代表者

船守 展正 (FUNAMORI NOBUMASA)

東京大学・大学院理学系研究科・准教授

研究者番号：70306851

研究分野：超高压物理学・鉱物物理学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・固体地球惑星物理学

キーワード：超高压実験、非晶質物質、SiO₂ガラス

1. 研究計画の概要

本研究は、超高压実験技術の高度化により、SiO₂ガラスを初めとするケイ酸塩ガラスの密度と構造の圧力変化を100GPa領域まで詳細に測定し、その振る舞いを明らかにすることを目的としている。ケイ酸塩ガラスは、地球科学や材料科学における極めて重要な物質であり、その超高压下における振る舞いについては、実験的にも理論的にも多種多様な研究が行われてきた。しかし、本研究で実現を目指している「放射光X線を用いてケイ酸塩ガラスの密度と構造の圧力変化をその場測定する」という直接的な試みは、実験技術的な困難から、比較的低い圧力領域に限られ、超高压条件下において測定に成功したという報告は皆無である。本研究は、これを成功させ、超高压領域におけるガラスの研究のブレークスルーを目指すものである。

2. 研究の進捗状況

計画した超高压技術の高度化には、最初の2年間で成功し、装置技術の専門誌 *Review of Scientific Instruments* の3編の論文として公表した。また、その後、新技術を用いることで得られた SiO₂ガラスの高压下における振る舞いに関する知見を物理学の専門誌 *Physical Review Letters* / *Physical Review B* に公表した。さらに、ガラスに対する実験から得られた知見に基づいて、地球マントル深部におけるマグマ(ケイ酸塩メルト)の浮沈に関する考察を行い地球科学の専門誌 *Earth and Planetary Science Letters* に公表した。

3. 現在までの達成度

当初の計画以上に進展している。

(理由) 進捗状況の欄に記載した論文の出版により当初計画はほぼ完了したと言える。それに加え、現在、SiO₂ガラスの降伏強度の圧力依存性を明らかにするための研究を進めている。また、SiO₂ガラスへのヘリウム的大量溶解という予想外の発見があり、すでに論文を投稿中である。これらの研究成果は高い評価を受け、招待講演や依頼原稿執筆などを行った。

4. 今後の研究の推進方策

これまでに結晶の降伏強度に関する放射光X線を用いた測定は比較的多く報告されているが、ガラスについては、本研究で実施した測定がおそらく初めてのものである。データ解析の手法を確立して論文としてまとめるとともに、得られた知見に基づいて、マグマの粘性に関する考察を行い、地球マントルの理解に貢献したい。

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9件)

- ① T. Sato and N. Funamori, High-pressure structural transformation of SiO₂ glass up to 100 GPa, *Phys. Rev. B*, **82**, 184102, 2010.

- ② N. Funamori and T. Sato, Density contrast between silicate melts and crystals in the deep mantle: An integrated view based on static-compression data, Earth Planet. Sci. Lett., **295**, 435-440, 2010.
- ③ T. Sato, N. Funamori, and T. Kikegawa, High-pressure in situ structure measurement of low-Z noncrystalline materials with a diamond-anvil cell by an x-ray diffraction method, Rev. Sci. Instrum., **81**, 043906, 2010.
- ④ N. Funamori and T. Sato, Comment on "Sixfold-coordinated amorphous polymorph of SiO₂ under high pressure" Sato and Funamori reply, Phys. Rev. Lett., **102**, 209604, 2009.
- ⑤ T. Sato and N. Funamori, Sixfold-coordinated amorphous polymorph of SiO₂ under high pressure, Phys. Rev. Lett., **101**, 255502, 2008.
- ⑥ T. Sato and N. Funamori, High-pressure in situ density measurement of low-Z noncrystalline materials with a diamond-anvil cell by an x-ray absorption method, Rev. Sci. Instrum., **79**, 073906, 2008.
- ⑦ N. Funamori and T. Sato, A cubic boron nitride gasket for diamond-anvil experiments, Rev. Sci. Instrum., **79**, 053903, 2008.

[学会発表] (計 12 件)

- ① 船守展正 (招待), ナノビームによる極高圧下における惑星科学, PF 研究会「ERL サイエンスワークショップ II」, 2011 年 4 月 27-28 日, つくば市 (予定).
- ② 船守展正 (招待), 石英ガラスの 100GPa 領域までの構造変化, 日本物理学会第 66 回年次大会, 2011 年 3 月 25-28 日, 新潟市.
- ③ T. Sato (invited), N. Funamori, T. Kikegawa, and T. Yagi, High-pressure behavior of SiO₂ glass, IUCr Commission on High Pressure 2010 Meeting, September 19-23, 2010, Gatlinburg, U.S.A.
- ④ N. Funamori (invited), Measurement of density and structure of disordered

materials under high pressure, Gordon Research Conference 2010, High Pressure Research at, June 27 - July 2, 2010, Holderness, U.S.A.

- ⑤ T. Sato and N. Funamori, The density and structure of SiO₂ glass under high pressure: Implications for silicate melts in the deep mantle, AIRAPT-22, July 26-31, 2009, Tokyo, Japan.

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称 :
 発明者 :
 権利者 :
 種類 :
 番号 :
 出願年月日 :
 国内外の別 :

○取得状況 (計 0 件)

名称 :
 発明者 :
 権利者 :
 種類 :
 番号 :
 取得年月日 :
 国内外の別 :

[その他]