

平成 23 年 6 月 6 日

報道機関各位

国立大学法人東京大学

高圧下で石英ガラスにヘリウムが大量に溶解することを発見

佐藤友子特任研究員（物性研究所；現、広島大学大学院理学研究科・助教）、船守展正准教授（大学院理学系研究科）、八木健彦教授（物性研究所）の研究グループは、石英ガラス（ SiO_2 ガラス）を He 中で加圧した際に、通常の 30%程度しか収縮しないという不思議な現象を発見しました。また、この現象は、ガラスの構造中の空隙へ He が大量に溶解することに起因するものと判明しました。ガラスへのガスの溶解に関する従来の定説とは大きく異なるものであり、希ガス同位体を利用した地球進化のモデルについて再考を促すとともに、新奇物質の創造への新しい可能性を拓くものと期待されます。この成果は、6 月 14 日（英国時間）に英国の科学誌 *Nature Communications* 電子版に掲載されます。

概要

二酸化ケイ素（ SiO_2 ）は、最も主要な造岩成分であり、典型的な酸化物かつ典型的なガラス形成物質でもある。また、日常生活で利用されているガラスも SiO_2 を主成分としている。 SiO_2 ガラスは、その汎用性や機能性などから、物理、化学、物質科学、地球科学を始めとする科学技術の諸分野において極めて重要な物質であり、1930 年代にガラスの構造モデルが提案されて以降、今日に至るまで、数え切れないほど多くの研究が実施されてきた。今回の発見は、それらの研究の中で、全く予見されていなかった現象である。

SiO_2 ガラスは、構造中に多くの空隙を持つため（図 1）、ケイ酸塩としては比較的柔らかいことで知られている。我々は、ダイヤモンドアンビル超高压発生装置を用いた光学顕微鏡観察により（図 2）、 SiO_2 ガラスを He 中で加圧した場合、体積の変化量が通常の 30%程度にとどまることを発見した（図 3）。X 線回折とラマン散乱による構造測定も併せて実施したところ、He 中で加圧した場合の SiO_2 ガラスの空隙は、10 万気圧においても、ほとんど潰れていないことが明らかになった。これらの観察事実は、空隙に He が大量に溶解したことを強く示唆するものである（図 1）。その溶解量は、 SiO_2 1 分子につき He 1 原子以上と見積もられた。

これまで、He の溶解量は、最大で SiO_2 10 分子につき He 1 原子程度であると推定されてきた。さらに、数万気圧という高圧下では、空隙が潰れてしまうために、ガスの溶解量は急激に減少すると考えるのが一般的であった。我々の提示した実験事実は、これらの定説とは大きく異なっており、マントルからの脱ガスや、それに関連する地球進化モデルについて再考を促すものである。また、He は数十万気圧という超高压力下でも非常に柔らかいことで知られ、ダイヤモンドアンビル装置中で試料を静水圧状態に保つための圧力媒体と

して広く用いられている。通常物質に He が溶解する可能性は、これまで想定されておらず注意が必要である。一方、ガスの溶解は、物質が外側からだけでなく内側からも加圧されることを意味しており、通常とは全く異なった圧縮状態が実現される。したがって、He のような小さなガス分子中での加圧は、新奇物質の創造への新しい可能性を拓くものと期待される。

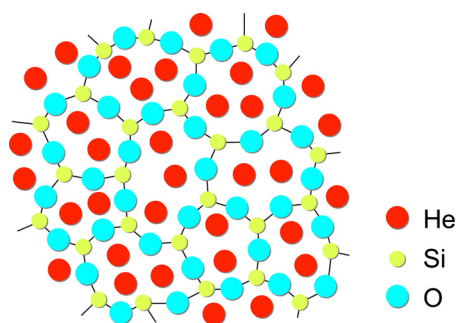


図 1 SiO₂ ガラスの構造。三次元の構造を二次元に投影して模式的に描いたもの。SiO₂ のネットワークの空隙に He 原子が入り込んでいるために収縮が阻害される。

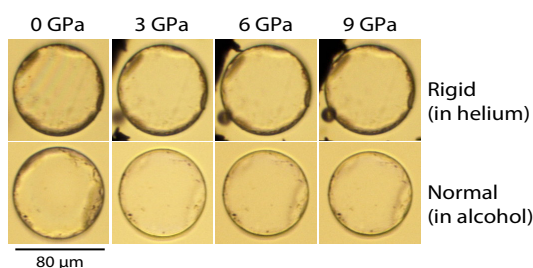


図 2 ダイヤモンドアンビル装置中の試料の光学顕微鏡写真。試料サイズは、常圧では同程度である（直径約 80 μ m）。He 中では通常と比べ、明らかに収縮量が少ない。

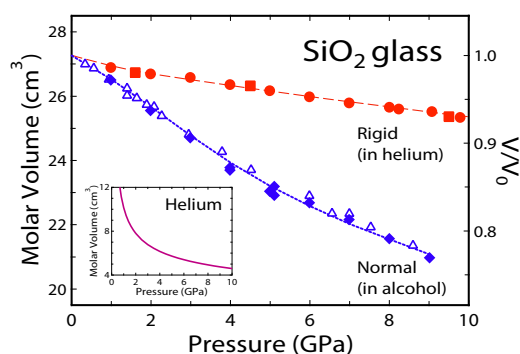


図 3 SiO₂ ガラスの体積の圧力変化。光学顕微鏡写真（図 2 参照）をグラフ化したもの。He 中で加圧した際には、通常の 30%程度しか収縮していない。

謝辞 X線回折測定は、高エネルギー加速器研究機構・放射光科学研究施設 (Photon Factory) に於いて実施された。

発表論文

雑誌名：「Nature Communications」（電子版）（6月14日号）

論文タイトル：Helium penetrates into silica glass and reduces its compressibility

著者：Tomoko Sato, Nobumasa Funamori, and Takehiko Yagi

<http://dx.doi.org/10.1038/ncomms1343>

問い合わせ先

広島大学大学院理学研究科・助教 佐藤友子

TEL : 082-424-7466 FAX : 082-424-0735

E-mail : tomokos@hiroshima-u.ac.jp

東京大学大学院理学系研究科・准教授 船守展正

TEL : 03-5841-4310 FAX : 03-5841-8791

E-mail : funamori@eps.s.u-tokyo.ac.jp

東京大学物性研究所・教授 八木健彦

TEL : 04-7136-3230 FAX : 04-7136-3230

E-mail : yagi@issp.u-tokyo.ac.jp