

SMP044-P02

会場:コンベンションホール

時間:5月25日 14:00-16:30

低密度 SiO₂ のヘリウム中での異常な圧縮挙動 Anomalous behavior of low-density SiO₂ in helium under high pressure

佐藤 友子^{1*}, 八木 健彦¹, 岡田 卓¹, 後藤 弘匡¹, 高田 啓人², 若林 大佑², 中山 和也², 船守 展正²
Tomoko Sato^{1*}, Takehiko Yagi¹, Taku Okada¹, Hiroitada Gotou¹, Hiroto Takada², Daisuke Wakabayashi², Kazuya Nakayama²,
Nobumasa Funamori²

¹ 東大物性研, ² 東大理

¹ISSP, Univ. Tokyo, ²Dept. EPS, Univ. Tokyo

SiO₂ の結晶およびガラスに関する研究は、地球科学の最も古典的で重要な課題の一つである。高圧下におけるこれらの物質の振る舞いは、地球科学だけでなく材料科学、凝縮系物理学的にも重要な課題であり、これまでに数多くの研究がなされてきた。クリストバライト・トリディマイト・クオーツなどの常圧下で観察される SiO₂ 結晶、および、液体を急冷して得られる SiO₂ ガラスは、SiO₄ 四面体を基本単位とした三次元ネットワーク構造を持っている。クオーツの密度が 2.65g/cm³ (常圧値、以下同様) であるのに対し、高圧下で安定な六配位の結晶であるスティショパイトの密度が 4.29g/cm³ であることを考えると、四配位の結晶・ガラスの構造は、かなり多くの空隙を含んでいると考えられる。これらの空隙に、ヘリウムや水素といった小さなガス分子が入り込んだならば、圧縮挙動の変化や新奇構造の出現が期待される。今回、四配位の SiO₂ の中でも、特に低い密度を持つ SiO₂ ガラス (2.20g/cm³) とクリストバライト (2.33g/cm³) を、ヘリウムを圧力媒体とし、ダイヤモンドアンビル装置を用いて加圧した結果を報告する。

SiO₂ ガラスの体積の圧力依存性は、顕微鏡写真から判読したバルク試料のサイズの変化から測定された [Meade & Jeanloz, 1987]。10GPa までの加圧を行った結果、メタノール・エタノール圧力媒体中と比べ、体積変化が非常に小さいことが明らかになった。小さなヘリウムの分子が、空隙に大量に入り込むことで、空隙の収縮を阻害していることが強く示唆される。溶解量は 10GPa において SiO₂ ガラス 1mol あたりヘリウム 1mol 以上と見積もられた。また、X 線回折測定の結果、SiO₂ ガラスの第一ピーク (FSDP) 位置の圧力変化量が通常と比べ極めて小さいことが明らかになった。FSDP は、非晶質の中距離構造を反映するピークであり、SiO₄ 四面体からなる環の整列の周期と対応すると考えられている [Elliott, 1991; Mei et al., 2008]。この結果は、体積変化が非常に小さいことと調和的である。ラマン散乱測定の結果も、他の圧力媒体で行われた実験の結果と大きく異なっていた。

クリストバライトについては、X 線回折測定のみ実施された。10GPa 付近において d 値の大きい領域に新しい回折線が出現し、未知の相への転移が観察された。ヘリウムの溶解により体積が増加した可能性が示唆される。20GPa 以上では、さらに別の未知相への転移が観察された。この相の回折線は非常にブロードであった。この圧力領域では、アルゴン等の圧力媒体を用いた実験で、スティショパイトに類似の相への転移が報告されている [Yamakata & Yagi, 1997]。この未知相も、六配位の構造を持っているかもしれない。今後、二つの未知相の構造を決定するため、より精度の良いデータの測定を試みる予定である。

References

- C. Meade & R. Jeanloz, Phys. Rev. B 35, 236-244 (1987).
- S. R. Elliott, Nature 354, 445-452 (1991).
- Q. Mei et al., Phys. Rev. B 78, 144204 (2008).
- M. Yamakata & T. Yagi, Proc. Japan Acad. 73, B, 85-88 (1997).