

高温高圧処理を施したシリカガラスの高エネルギーX線を用いた構造解析

Structure of the hot-compressed silica glass analyzed by using high-energy X-ray diffraction measurement

北大電子研¹, NIMS², AGC³ ○(M2)田邊泰人¹, (P) Khurelbaatar Zagazusem¹, Melbert Jeem¹, 藤岡正弥¹, 小原真司², 小野円佳^{1,3}, 西井準治¹

Hokkaido Univ. RIES¹, NIMS², AGC Inc.³ ○(M2) Yasuhito Tanabe¹, (P) Zagazusem Khurelbaatar¹, Jeem Melbert¹, Masaya Fujioka¹, Shinji Kohara², Madoka Ono^{1,3}, Junji Nishii¹

E-mail: tanabe@es.hokudai.ac.jp

【緒言】コロナ禍により、光ファイバー通信を主としたグローバルネットワークの重要性が増している。ネットワークの更なる拡充には、伝送損失の低い光ファイバーが有利である。このため、ファイバーの材料に用いられるシリカガラスの光散乱損失を下げる必要がある。従来、シリカガラスの仮想温度を下げることで光散乱損失を低減してきたが^{1,2}、この方法による損失低減は頭打ちになっていた³。これに対して、ガラスを高温高圧下 (1800°C, 0.2 GPa) で処理すると、構造揺らぎによる光散乱損失が低減することが近年報告された⁴。本研究では、温度と圧力による影響を明らかにするため、より高い圧力下でガラスを処理し、高エネルギーX線を用いて構造を調査した。

【実験方法】シリカガラスに対して高温高圧下 (950–1800°C, 0.2–4.0 GPa) で30分間処理した後、急冷することで試料を得た。処理は固体を媒体とし、マルチアンビルを用いて行った。得られた試料を1 mmの厚さに研磨し、透過配置にて高エネルギーX線回折実験をSpring-8のビームラインBL04B2 ($E = 61.2$ keV)を行った。

【結果と考察】実験データを解析することにより得られた構造因子 $S(q)$ を Figure. 1 に示す。横軸は波数 $q = (4\pi/\lambda)\sin\theta$ (λ は波長、 2θ は入射角) である。常圧のシリカガラス (reference) の $q = 1.5 \text{ \AA}^{-1}$ 付近に現れる第一ピーク (First Sharp Diffraction Peak: FSDP) の先鋭化は、ガラス構造内の中距離秩序の発達

を示している。常圧では、FSDPの低波数側に小さいピークを確認した。このピークは、周期が $8 \text{ \AA}$ に相当する構造秩序であるが、圧力上昇に伴い、徐々に減少し、消滅した。これは、ガラス構造の中距離秩序の発達に關係する可能性がある。分子動力学計算から求めたモデル⁵を初期構造として、リバースモンテカルロ (RMC) 法を用いて、X線回折データの再現を試みた結果を、当日議論する。

【参考文献】 [1] S. Sakaguchi *et al.*, *J. Non-Cryst. Solids*, **220**, 178 (1997).

[2] K. Saito *et al.*, *Appl. Phys. Lett.*, **83**, 5175 (2003).

[3] H. Kanamori, *SEI Technical Reviews*, **91**, 15 (2020).

[4] M. Ono *et al.*, *Opt. Express*, **26**, 7942 (2018).

[5] Y. Yang *et al.*, *NPJ Comput. Mater.*, **6**, 139 (2020).

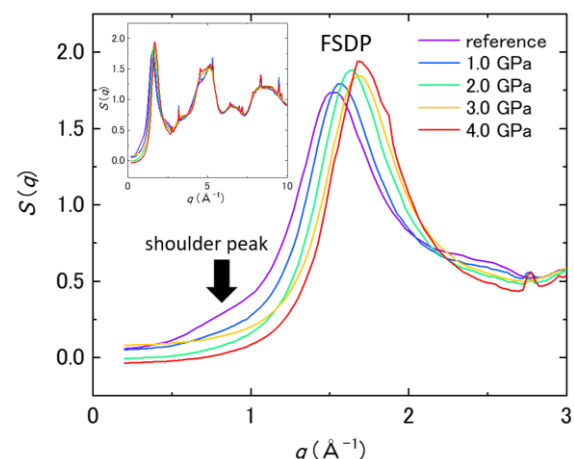


Figure.1 X-ray structure factors $S(q)$ for SiO_2 glass under different pressures. Samples were quenched under 950°C and 1.0 to 4.0 GPa, respectively.