

高温高压シリカガラスの更なる低損失化に向けた研究 - 分子動力学シミュレーションと構造安定性の実験的評価 -

Simulation and Experimental studies of Structure-stability of Hot-compressed silica glass toward lower Rayleigh Scattering loss

北海道大学電子研¹, AGC², ペンステート大学³ ○小野 円佳^{1,2}, (B)田邊 泰人¹, 藤岡 正弥¹,
(P)Yongjian Yang³, John Mauro³, 西井 準治¹

RIES, Hokkaido Univ.¹, AGC², PennState Univ.³, °Madoka ONO^{1,2}, (B)Yasuhito TANABE¹, Masaya FUJIOKA, (P)Yongjian YANG³, John MAURO³, Junji NISHII¹

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

【はじめに】光ファイバーの光損失の80%はレイリー散乱に由来する。近年、高温高压下で合成されたシリカガラスにおいて、レイリー散乱が抑制されることが報告された^[1]。報告では、ガラスを圧力媒体とし温度1800°C、常圧~0.2 GPaの圧力範囲で等方加圧したガラスを調べており、圧力増加に伴う散乱の低下が観測された。更に高压処理を行うことで散乱が更に抑制される可能性がある。しかし、0.2 GPa以上の高压処理には固体媒体を使う方法が一般的で、この場合均質な試料のサイズが限られ、散乱測定が困難であった。そこで本研究では、計算シミュレーションと実験による構造解析の2つの方法から、レイリー散乱の圧力依存性を推測した。

【シミュレーション】シリカガラスの高温圧力特性を表すのに適した SHIK ポテンシャル^[2]を用いて分子動力学計算を行った。得られたガラス構造から密度揺らぎを求め、レイリー散乱係数 α_{scat} を計算したところ、4 GPa 付近で極小を取ることが予測された。

【構造安定性の実験的評価】顕微ラマン分光法を用いて、シリカガラスの不安定な構造である三、四員環構造の数密度（それぞれ D_1 : 490 cm^{-1} 及び D_2 : 605 cm^{-1} のピーク強度が反映する）の圧力依存性評価を行った。0.7 GPa 以上の試料はマルチアンビルセルを用いて温度1100°Cで合成した。両ピークとも、1.0 GPa 付近で強度が極小となった。このことから、実験からはシリカガラスは1.0 GPa 付近で最も安定な構造を持ち、レイリー散乱も極小となる可能性が示唆された。

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

[2] Sundararaman *et al.* *J. Chem. Phys.* 148, 194504 (2018)

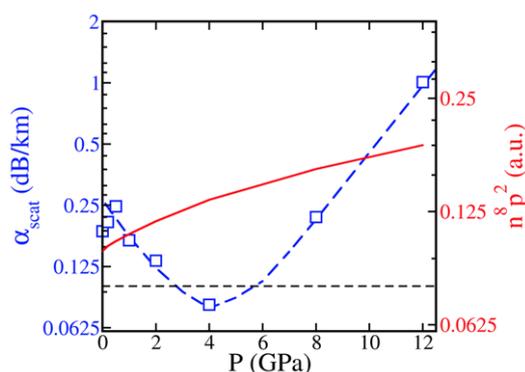


Fig.1 Simulation: calculated Rayleigh scattering coefficient α , with its component $n^8 p^2$, where n is the refractive index and p is the photoelastic coefficient against pressure.

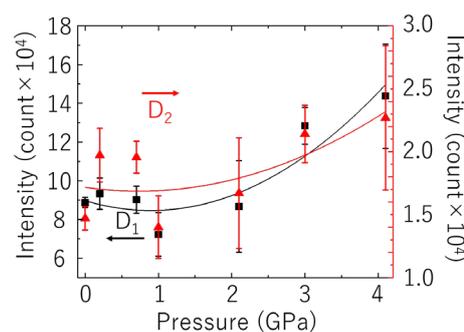


Fig.2 Experimental: Pressure dependences of intensity of D_1 (black) and D_2 (red) Raman peaks.