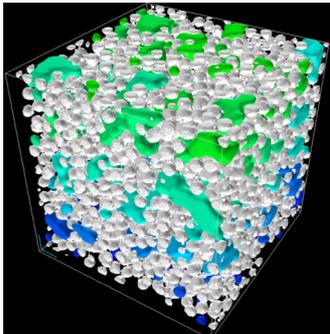


高温高圧処理を用いたシリカガラスの超低損失化

北海道大学・AGC 株式会社 小野 円佳



シリカガラスは極めて「スカスカ」な物質である。Si と O のイオン半径を基にシリカガラス 1 cm³ 中の原子の占める体積を求めると 0.38 cm³ と見積もられる。つまり、シリカガラスの体積の 6 割以上は原子のない、ただの空間から構成されている。図 1 は分子動力学計算から原子構造を求め、空間(空隙)を描いたものである。シリカガラスの大半が空隙によって占められていることがわかるだろう。このため、ガラスの特性を理解する際に、空隙部分の理解

図 1 : シリカガラスの空隙部が有用な可能性がある。我々は、陽電子消滅法 (PALS) を用いてガラスの空間構造、即ち「空隙」のサイズを調べる試みを行ってきた。

我々はシリカガラスを高温状態で凍結し、構造凍結温度(仮想温度 T_f と呼ばれる)が 1000 ~ 1400 °C の温度範囲で異なるガラスを用意した。この範囲ではシリカガラスは T_f が高いほど密度が高い。PALS で測定される空隙径も、 T_f の上昇に伴って増大した。すなわち、図 2 に模式的に描いた様に、シリカガラスでは、 T_f が高くなると原子のある密度の高い部分はより高密度に、原子のない低密度な部分は空間的に増大し、屈折率差の増大が生じることがわかった。このような屈折率の不均質化は T_f の上昇に伴うシリカガラスのレイリー散乱増大と深く関係がある。そこで PALS で測定された空隙が散乱体として振る舞うと仮定したところ、レイリー散乱損失の T_f 依存性が半定量的に説明できた¹⁾。この知見から、PALS で観測される空隙が小さくなれば、レイリー散乱係数を抑制できると考え、シリカガラスに圧力を印加して空隙を小さくする試みを行った。熱間等方圧加工装置を用いて熔融状態で圧力を印加し、急冷して圧縮シリカガラスを得、これらのガラスのレイリー散乱強度を測定したところ、レイリー散乱強度が最も小さいもので、0.34 dB/km/ μm^{-4} 、1.55 μm における散乱損失に換算すると 0.07 dB/km となり、現在報告されている光ファイバの最低をはるかに下回る極めて小さい値となった²⁾。レイリー散乱損失は、光通信ファイバの損失の 8 割以上を占めることから、今回得られたガラスは、超損失の光通信ファイバへの展開が期待される。

参考文献

- [1] M. Ono et al. Appl. Phys. Lett. 101 (2012) 164103.
- [2] M. Ono et al. Opt. Exp. 26 (2018) 7942.

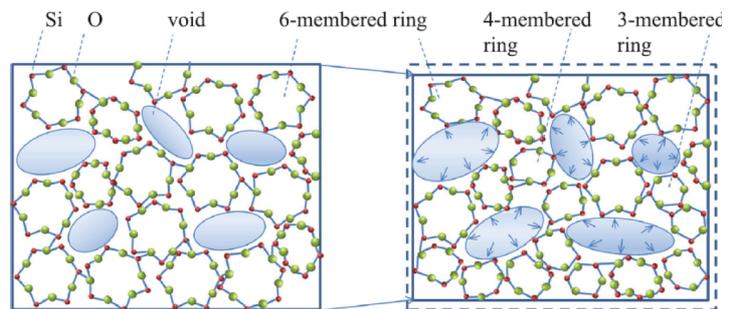


図 2 シリカガラスの仮想温度の変化に伴うネットワーク構造と空隙の変化を説明する模式図