



ガラス固化体製作用ホウケイ酸ガラスのナノ構造解析

元川竜平, 大場洋次郎

日本原子力研究開発機構 物質科学研究センター

キーワード：ガラス, 小角散乱

1. 背景と研究目的

ガラス固化体の原料となるホウケイ酸ガラスは、ガラスの融点降下を促す Na_2O や Li_2O 、耐水性を向上させる Al_2O_3 、分相を抑制する ZnO/CaO 等が添加されているが、これらの成分がガラスのナノ構造変化に対してどのような影響を与えるかを明らかにした結果は報告されていない。本研究では、ガラスのナノ構造が放射性廃液の取り込み機能に与える影響を明らかにすることを目的としており、その第一段階としてホウケイ酸ガラス中の Na_2O 含有量増加に伴うナノ構造変化を、X線小角散乱 (SAXS) 法を用いて明らかにした。

2. 実験内容

Na_2O 含有量を 0, 2, 4, 10wt% に調整した 4 種のホウケイ酸ガラス試料を作製した後、直径 30 mm、厚さ 0.5 mm に加工したものを SAXS 測定用の試料とした。測定は BL8S3 にて行い、入射 X 線波長 (λ) は 0.92 Å、試料-検出器間の距離は 0.2、2 および 4 m の三箇所を選択した。PILATAS100K を検出器に用い、各試料の測定時間は 120 秒とした。得られた 2 次元散乱データを円環平均することで散乱強度を波数 ($q = 4\pi\sin\theta/\lambda$) に対してプロット (1 次元化) した。

3. 結果および考察

Fig. 1 に SAXS 測定によって得られた結果を示す。波数 0.06 から 0.25 nm^{-1} 付近に観測されたピークは数 10 nm のマイクロドメインが形成され、それらが周期的に分布していることを示す。このマイクロドメイン構造は、ホウケイ酸ガラスがスピノーダル分解を起こすことで SiO_2 リッチ相と B_2O_3 リッチ相を形成したことに対応する。その周期サイズはピーク位置から定量することができ、 Na_2O 添加量の増加に伴い徐々に小さくなる。10 wt% Na_2O 試料ではピークが消失しており周期構造は形成されないことが明らかである。ナトリウムはガラスのネットワーク (化学結合) を切断する効果を有するため、その含有量が一定量を超えた場合スピノーダル分解を起こさないことは想像に難くない。今後は各ガラス試料が模擬放射性廃液を取り込んだ際のナノ構造や力学的強度にどのような影響を与えるか調べる必要がある。

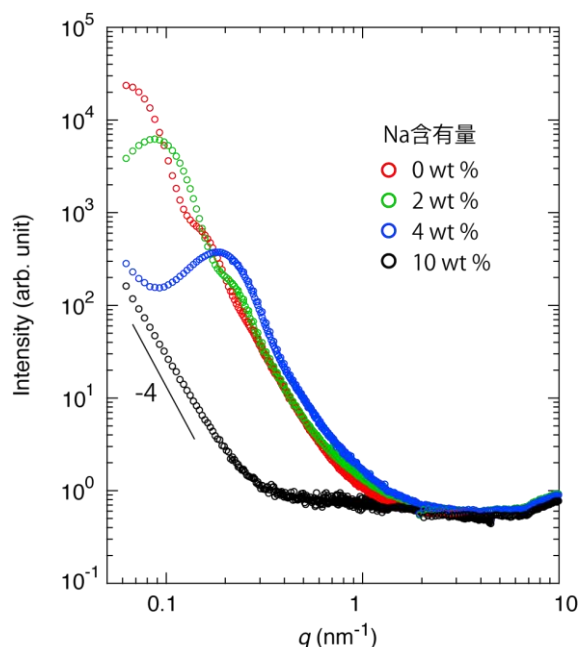


Fig.1 ナトリウムの含有量が異なるガラス固化用ホウケイ酸ガラスの X 線小角散乱プロファイル。