



中空シリカナノ粒子における SiO₂ の局所構造解析

石井 健斗, 藤 正督

名古屋工業大学 先進セラミックス研究センター

キーワード：中空ナノ粒子, シリカ, 局所構造

1. 背景と研究目的

中空シリカナノ粒子(HSNPs)は内部が空洞化された粒子であり、ポイド核とシリカ殻からなるコアシェル構造を形成している。その特異な構造から低熱伝導性や低誘電性、高比表面積などの様々な特長を有しており、これら機能性を他の材料に付与するための添加剤としての応用が期待されている。中空粒子の一般的な合成法であるテンプレート法では、中空部を形成するための粒子テンプレート表面にシリカコーティングを行い、テンプレートコアとシリカシェルからなるコアシェル構造を形成する。その後、コア部のテンプレート粒子を溶解除去することで中空構造が形成される。シリカコーティングはテトラエチルオルトシリケート(TEOS)等のアルコキシド系シリカ前駆体を用いたゾルゲル法により行われる。本研究では、中空シリカナノ粒子の合成条件が粒子の骨格を構成するシリカシェルの局所構造に与える影響について評価した。

2. 実験内容

中空粒子のテンプレート粒子にはコロイド状炭酸カルシウム粒子、ポリアクリル酸を主成分とするエマルジョン液滴を用いた。これらをそれぞれエタノールに分散し、TEOS を滴下後に 24h 攪拌し、テンプレート粒子にシリカコーティングを施した。その後、炭酸カルシウムテンプレートとする系においては塩酸を添加しコア粒子を溶解除去し、その後蒸留水による洗浄操作を行った。エマルジョンテンプレートとする系においては蒸留水により溶解除去した。その後、どちらの系においても、蒸留水による洗浄操作を 2 回行うことで溶解成分の残渣の除去を行った。最終的に遠心分離により得られた固形分を 180°C で減圧乾燥を行うことで目的物の中空シリカナノ粒子を得た。

3. 結果および考察

Fig.1 に合成した中空ナノ粒子の Si の K 吸収端近傍の X 線吸収スペクトルと動径分布関数を示す。炭酸カルシウムをテンプレートとして合成した粒子のスペクトルには 1845eV 付近に他のスペクトルにはみられないシヨルダーがみられた。これは Si-O 骨格構造の不連続性や欠陥構造に由来する Si-O 結合距離の変化によるものであり、テンプレート由来の Ca イオンがシリカ合成過程に影響を及ぼしたと考えられる。一方で、エマルジョン液滴をテンプレートとする中空粒子は中実のアモルファスシリカ粒子と同様なスペクトルを示し、特異的な点は確認されなかった。

謝辞

本研究の一部は知の拠点あいち重点研究プログラムIV期(2022-2024)及び JSPS 科研費 JP23H01801 の助成のもと実施した。

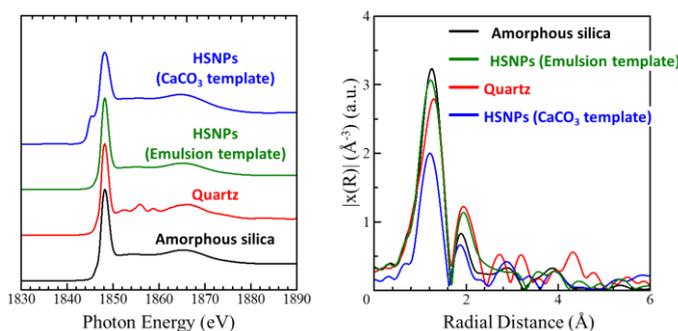


Fig. 1 Si K-edge X-ray absorption spectra (left) and radial distribution function (right) of the HSNPs.