



アモルファスシリカナノシートの形成機構解明

山本 瑛祐

名古屋大学 未来材料システム研究所

キーワード : ナノシート、アモルファスシリカ、SAXS

1. 背景と研究目的

シリカは地殻上で最もありふれた素材であり、形態制御による有効活用は元素戦略上、重要な課題である。シリカの中でも、分子レベルの薄さを有するアモルファスシリカナノシートはバルクと異なる構造や機械的特性を有するため注目を集めており、その厚みに依存した構造変化や特異物性の発現が期待される。そのような中で、最近我々はクラフト点以下で析出する固体界面活性剤の層間を鋳型とした新たなナノシート合成法を確立し、厚み 0.9 nm のアモルファスシリカナノシートの合成を達成した。しかし、この界面活性剤層間を鋳型とする手法の形成機構が不明瞭であり、更なる精密設計に向けた指針の構築は困難であった。そこで、これまで界面活性剤固体を利用したナノシートの形成機構を調査するべく、申請者は XRD 測定などを実施してきた。しかし、ラボレベルでの汎用装置では解析に十分な情報が得られなかった。一方で、放射光を利用した SAXS 測定は、界面活性剤の解析に多く用いられた実績があり、その X 線散乱や回折を調査することで、層間間隔や集合状態など多くの情報を得ることができると期待される。本研究では、鋳型となる固体界面活性剤の SAXS による構造解析を実施するとともに、層間にシリカ源を導入した際の in-situ SAXS 測定を実施することで、ナノシートの形成機構の解明を狙った。

2. 実験内容

2mol/L 塩酸に対して界面活性剤固体を分散させた溶液をキャピラリーに導入し、SAXS 測定を実施した。さらに、分散液に対してテトラエトキシシランを導入し、界面活性剤シリカ複合体が形成する過程の In-situ SAXS 測定を実施した。

3. 結果および考察

界面活性剤固体の SAXS 測定から、界面活性剤は層状物質であり積層周期が 9.25 nm であることが分かった。塩酸に分散させる前の界面活性剤固体の積層周期よりも、数 nm 間隔が広がっていたことから、塩酸中で界面活性剤固体は膨潤して存在していると分かった。さらに、この膨潤した界面活性剤固体を含む分散液に対してテトラエトキシシランを導入したところ、層間隔が収縮していくことが分かった。これは、層間に加水分解したテトラエトキシシランが導入されることで、層間隔が狭まっていったのだと推測される。以上のことから、界面活性剤固体の層間に直接シリケート種が導入されて、ナノシートが形成したのだと想定される。

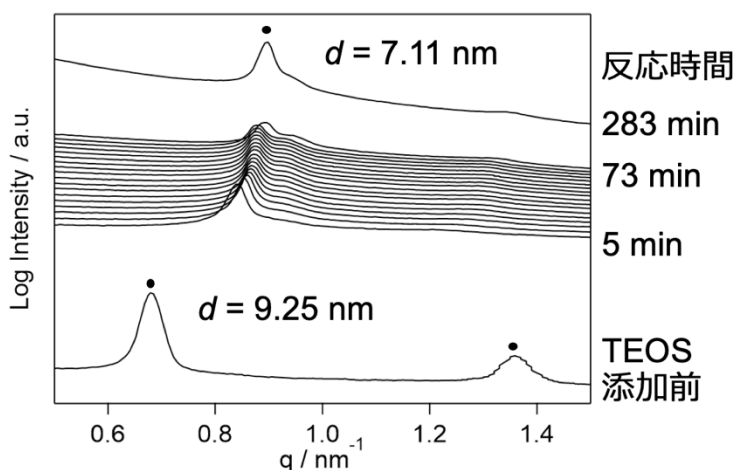


Fig.1 界面活性剤固体の SAXS プロファイルとテトラエトキシシラン添加後の変化