

金属微粒子と両性イオンミセルとの親和性と構造変化

高貝慶隆¹⁾, 楠裕翔¹⁾, 上田祐生²⁾, 元川竜平²⁾

Yoshitaka TAKAGAI, Yuto KUSUNOKI, Yuki UEDA, Ryuhei MOTOKAWA

¹⁾福島大学 ²⁾原子力機構

(概要)

福島第一原子力発電所(1F)の原子炉内に含まれる放射性微粒子について多くの関心が寄せられている。微粒子が水溶液中で分散状態を維持するためには、何らかの分散剤もしくはキャッピング剤が必要である。それが存在しない場合には微粒子は凝集し沈殿する。放射性微粒子を回収し、測定するためには、金属微粒子と何らかの分散剤が必要となる。

これまでに、分離・回収の観点から両性イオン界面活性剤を利用する曇点抽出法について研究してきており、その過程で金属微粒子と両性イオン界面活性剤ミセルとの親和性が非常に大きいことを見出している。

その両性イオン界面活性剤とは、第四級アンモニウム基(カチオン)と硫酸エステル基(アニオン)を親水基にもつベタイン型界面活性剤(C_n -APSO₄)であり、 C_n -APSO₄ ミセルが金属ナノ粒子の表面電位を完全に打ち消すことなく、つまり、凝集沈殿させることなく、水中に分散している微粒子の状態(形状・サイズ)を維持しつつ、親和性を維持していることが実験的に判明している。

ミセル径などの C_n -APSO₄ に関する基礎的なミセルの情報は、これまでの中性子小角散乱(SANS)測定により明らかとなった。しかし、相分離後の C_n -APSO₄ から構成される界面活性剤相の構造は明らかとなっていない。そこで、微粒子を取り込んでいないフリーベースの界面活性剤相と放射性微粒子(今回は安定同位体の粒子)を取り込んだ界面活性剤相の状態をそれぞれ SANS-J で測定することで、回収保管を行う上で重要な示唆が得られると考える。

キーワード：界面活性剤，曇点抽出法，微粒子

1. 目的

本研究では、JRR-3 の SANS-J を用いて実験を行った。試料は、相分離後の界面活性剤相を対象とした。小角散乱の Guinier 領域から C_n -APSO₄ が形成する会合体のサイズと、Porod 領域から水/界面活性剤間の界面構造に関する情報がそれぞれ得られる。これらの情報から界面活性剤相中の C_n -APSO₄ のパッキング状態などの情報を把握することを目的とした。

2. 方法

両性イオン界面活性剤は 2 種類の 3-(alkylammonio) propyl sulfate(C_n -APSO₄)を自家合成して使用した。これらは疎水基の構造を変化させたものであり、具体的には、ジメチル- C_8 -APSO₄、ジメチル- C_9 -APSO₄ を合成・精製したものを使用した。また、 C_n -APSO₄ は重水(D₂O)に溶かすことで調製した。装置は、集光型偏極中性子小角散乱装置を使用した。また、試料は石英製試料セル(厚み 2 mm)に封入した。

3. 結果及び考察

測定試料は、事前に金ナノ粒子(AuNPs)を曇点抽出し、抽出後の界面活性剤相を石英製セルに封入した。また、AuNPs を取り込んでいないフリーベースの界面活性剤相についても準備し、石英製セルに封入した。温度と界面活性剤相の構造の関係を検討するため、フリーベースの界面活性剤相については、測定温度を 25~70°C とした。AuNPs を取り込んだ試料については、低温だと均一状態を保つことが難しいと予想されたため、70°C で測定した。いずれの試料も測定時には均一な状態であることを目視で確認した。検出器は、2 m, 4 m, 10 m および PMT の位置にセットし、測定した。2 m, 4 m および 10 m での測定結果は、いずれの試料でも解析可能な散乱強度を得られた。PMT での測定結果は、ジメチル- C_9 -APSO₄ を 25°C で測定したときのみ解析可能な散乱強度が得られた。それ以外の試料は、解析できる十分な散乱強度が得られなかった。解析可能な散乱強度が得られた試料について、散乱ベクトルの大きさ q に対して散乱強度 $I(q)$ をプロットしたグラフを作成した。

作成したグラフについて、空セルの散乱や溶媒である重水の散乱を差し引き、測定対象(C_n -APSO₄)のみの散乱が反映されたグラフにした。その後、Igor 上で wave の統一や大きく外れた値の除去を行った。これらの操作により、いずれのデータについても詳細なデータ解析を進められる手はずを整えた。今後は、ギニエプロットの作成などのデータ解析を進め、界面活性剤相の内部における C_n -APSO₄ の構造について検討を進めたい。

4. 引用(参照)文献等