

## 論文審査の結果の要旨

博士後期課程 先端融合科学専攻

オプティクスバイオデザインプログラム

氏名 岡村 諭

本論文は、「スルホコハク酸型界面活性剤によるぬれ現象と固液界面における吸着膜構造の相関」と題し、代表的なスルホコハク酸型界面活性剤である bis(2-ethylhexyl) sulfosuccinate sodium salt (AOT) による巨視的なぬれの挙動と界面エネルギーや界面での吸着膜構造、分子構造の関係について、AOTと疎水鎖構造が異なる2種類の類縁体および最も代表的な陰イオン性界面活性剤であるドデシル硫酸ナトリウム (SDS) に対する結果と比較しながら、論じている。

界面活性剤は、衣類や食器などの洗浄、化粧品や食品、医薬品における混合、分散など、我々の日常生活と産業活動の双方において欠かすことができない化合物の一つであり、今後も継続的に利用され続けることが期待される。したがって、界面活性剤が引き起こす諸現象を分子レベルで理解し、整理して体系化することは、学問と産業の発展に大きく寄与するものと考えられる。AOTは、スルホコハク酸部位を親水基とし、その両末端に枝分かれした疎水鎖を有する二鎖型の陰イオン性界面活性剤であり、その水溶液は固体に対する優れたぬれ性を示すことから、学術的にも産業的にも注目され続けている。しかしながら、そのぬれ性の発現メカニズムの理解や現象の体系化の観点からの検討は十分ではなく、それらの解決が望まれていた。そこで本研究では、AOTによる優れたぬれ性の発現について、界面エネルギーや吸着膜における分子充填構造、分子構造を踏まえて理解し、それらの関係性を明らかにすることが目的として設定されている。

本研究によって得られた主な知見は次のようにまとめることができる。

- 1) 界面活性剤水溶液と疎水性固体や液体油 (トリオレイン) との界面エネルギー、同水溶液 / 固体の界面での油滴の拡張係数や分離挙動が系統的に評価されている。全ての界面活性剤は、それらの水溶液と油滴の界面エネルギーを低下させたが、スルホコハク酸型界面活性剤は、水溶液 / 油の界面エネルギーのみならず、水溶液 / 疎水性固体の界面エネルギーも低下させることを明らかにしている。また、このスルホコハク酸型界面活性剤の特徴は、二本鎖を有することによって界面の吸着単分子膜における炭化水素の密度が増加することが要因であると考察している。
- 2) スルホコハク酸型界面活性剤の中でも、疎水鎖に分岐構造を持つ AOT は、直鎖状の分子構造を持つ化合物に比べて、界面エネルギーを低下させる能力に優れており、臨界ミセル濃度の8倍に相当する濃度の AOT 水溶液では、水溶液と油、疎水性固体の2つの界面エネルギーが大きく低下したことにより、水溶液中の疎水性固体表面に対する油滴の拡張係数の符号が変化すると共に、AOT の水溶液中で疎水性固体表面からトリオレイン液滴が自発的に脱着する現象を確認している。また、油滴の脱着と界面エネルギーの関係は、拡張係数

を用いて整理できることを実験的に明らかにしている。

- 3) AOT と SDS のそれぞれの水溶液中と疎水性固体との界面に形成された吸着膜の構造について、多重全反射赤外分光法と中性子反射率法により解析し、AOT と SDS では吸着膜中でのアルキル鎖の運動性と吸着密度が異なることを明らかにしている。AOT 水溶液／疎水性固体の界面エネルギーの顕著な低下は、吸着膜中における AOT 分子のアルキル鎖の高い運動性と高い吸着密度によるものであると考えられることが示されている。

本論文については、令和 6 年 1 月 23 日に陽東キャンパス総合研究棟 222 教室において、審査委員全員と関連分野の研究者の出席のもとに公聴会が開催され、研究成果の発表と質疑応答が行われた。公聴会終了後に学位審査委員会を開催し、本論文の内容について詳細に検討した。その結果、本研究により界面科学の発展に資する新たな知見が得られたことが認められた。さらに本研究は、工学的価値が高く、研究の独創性および研究内容の学術的レベルにおいて優れていると判断した。よって、本論文を博士（工学）の学位論文に値するものと認める。