

氏 名	くるま だ けん いち 車 田 研 一
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	論 工 博 第 3445 号
学位授与の日付	平 成 11 年 5 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	Static and Dynamic Aspects of Spontaneously Formed Mesoscopic Structure in Amphiphile-Concentrated Microemulsions—— Approaches from Experimentally Obtained Static and Dynamic Behavior —— (両親媒性物質が濃厚なマイクロエマルジョン中における自発形成型メゾ構造の静的及び動的側面—実験的に測定される静的及び動的挙動からのアプローチ)

論文調査委員 (主 査)
教 授 谷 垣 昌 敬 教 授 原 田 誠 教 授 東 谷 公

論 文 内 容 の 要 旨

液相中に会合性両親媒性の分子集合体によって形成されるメゾスケールの構造の抽出媒体や固体メゾスコピック構造転化でのテンプレートとしての工学的応用性を確立・拡大するためには両親媒性物質が濃厚な領域における溶液構造を理解することが重要であるが、それらは平衡系・非平衡系いずれにおいても一般的に時間発展型の構造を取るため種々の顕微鏡観察などの直接測定法が不可能である。本論文は実験的に測定されうる種々の静的・動的挙動からメゾ溶液構造を推測する方法論を得るために、両親媒性物質濃度が低い領域では球状とひも状という全く異なった形態をとる二種類の系に対してその濃厚領域における様々な挙動を複数の実験手法で把握し、それらの結果から統合的に静的・動的な溶液構造の側面を解釈・構築することを試みたものであり、6章から構成されている。

第1章では本研究の背景・意義について述べている。

第2章では静的構造と溶液物性の関連性について実験的な研究を行い、その物理的解釈論を展開している。静的側面を捉える種々の溶液物性の結果から両親媒性物質が稀薄な領域での分散型単位分子集合体構造は濃厚な領域においてもその形態をとどめ、例えば球状組織を与える系に対してはハードスフィア流体、ひも状組織を与える系に対しては高分子溶液論の枠組みであるネットワーク型構造をもった流体構造へのモデル化が可能であることが示された。更に高分子溶液に対して確立されている静的スケーリングをマイクロエマルジョンの系に敷衍することを試み、分岐フラクタル状の溶液構造を示唆している。

第3章では稀薄領域で球状分散体構造をとるジエチルヘキシルスルホコハク酸ナトリウム系の濃厚マイクロエマルジョンに対して動的物性の実験的検討を行っている。

第4章では稀薄領域でその強会合性から円筒状または紐状の単位組織構造を形成するジエチルヘキシルりん酸ナトリウム系の濃厚マイクロエマルジョンに対して動的物性の実験的検討を行っている。上記の2章の内容を纏め比較することにより、動的側面に対しては実験結果は上記の単純化されたモデルから乖離を示すことが示されている。球状組織を形成する系では濃厚な球状粒子の分散系で重要になる粒子間流体力学的相互作用が剛体球系のようにはたらず、結果的に構造更新のダイナミクスが著しく緩慢になることを述べている。またネットワークを形成する系では紐状単位組織が集散的に形成する構造が通常の拡散的挙動よりも著しく緩慢な構造緩和を引き起こすことが示唆されている。

第5章では直接的な把握が困難な動的挙動の *in situ* の測定手法としての光子相関法のマイクロエマルジョン系への応用を企図しており、このような不均一媒体に対する実験手段および実験のアウトプットとしての光子相関関数の適切な解釈法を考察している。

第6章では本研究で得られた結果をまとめている。

論文審査の結果の要旨

機械的な加工技術の限界よりも小さいメゾスケール (10^2 nm 以下のスケール) の材料設計において重要な役割を果たすことが期待される複雑流体の溶液構造は、その直接的把握の困難さゆえに流体物性の見地からの構造探索のアプローチが構築される必要がある。本論文はメゾ構造を有した複雑流体である両親媒性物質の濃度が非常に高い領域でのマイクロエマルジョン系のメゾ構造を溶液物性から静的或は動的な物理化学の見地に立って推測する手法の提案の研究成果をまとめたものである。得られた主な成果は以下の通りである。

1. 静的メゾ構造と溶液物性との関連性に関して実験的検討を行い、両親媒性物質が稀薄な領域での分散型単位分子集合体構造は濃厚な領域においても溶液構造に強く反映されることを示した。

2. 稀薄領域で球状分散体構造をとるマイクロエマルジョンの濃厚領域での動的物性を実験的に検討し、組織間引力的相互作用が溶液構造のダイナミクスに協同現象的な緩和モードをもたらす可能性を示唆した。

3. 稀薄領域で円筒状あるいはひも状構造の分散型単位構造を形成するマイクロエマルジョンの濃厚領域での動的物性を実験的に検討し、濃厚領域で形成されると考えられるネットワーク構造の緩和のダイナミクスを現象論的なレベルで考察し、特有の協同モード的なダイナミクスの存在を示唆した。

4. 複雑流体の溶液構造のダイナミクスの *in situ* 測定法としての動的光散乱法の実験的な出力である光子相関関数の物理的に有意な解釈を行うための複雑流体中でのダイナミクスを表式化し、今後の更なる実験的検討によるメゾスケールでの流体のダイナミクス研究の展望をまとめた。

以上本論文は構造型流体として将来的な工学的展望を有するマイクロエマルジョンの構造の物理的描像を実験的に得る手法を広汎に検討しており、学術上、実際上の寄与するところが少なくない。よって本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。また平成11年3月23日、論文内容とそれに関連した事項に関して試問を行った結果、合格と認めた。