

## 論文内容の要旨 Abstract of Dissertation

氏名Name 齋藤 啓太

本研究はひも状ミセル水溶液におけるせん断誘起構造(Shear Induced Structure : SIS), シアバンド, 粘度の回転方向依存性と呼ばれる特異現象の発生因子を実験的に明らかにするものである。それぞれの現象に対して流れ場の工夫, 偏光イメージングとレオメトリーを組み合わせるにより諸現象のメカニズム解明を試みた。本論文は全7章で構成されており各章において得られた結果を以下にまとめる。

第1章ではひも状ミセルに発生するSIS, シアバンド, 粘度の回転方向依存性について先行研究で明らかになっている点をまとめ, 本論文で議論すべき点を明確にし, 本研究の目的を述べた。

第2章では本論文の全ての章で用いる実験装置であるレオメータの粘度測定原理, 第5章で用いた非線形波形解析の原理, 第6章で用いる偏光イメージングの原理について説明し, それぞれが本研究においてどのように活用されるかを示した。

第3章および第4章ではSIS形成における支配的因子を明らかにすることを目的とした。第3章では, SISに関する物質的側面から予想した発生要因について議論した。ミセルの空間的移動を抑制することができればSISも抑制されるという仮説を立て, 溶液内のミセル濃度を増加させた。そして高濃度のミセル溶液においてSISの抑制が確認されたことから, ミセルの空間的な余裕がSIS発生に影響を及ぼすパラメータであることを示した。

第4章ではSISに関する流動場の側面から予想した発生要因について議論した。SISの解消に要する時間を実験的に求め, その時間が, SIS形成時の支配的因子であると予想した。これを実証するためにSISの形成と解消のバランスによりせん断粘ちょう化現象と流動不安定性が発生する加速せん断流動試験におけるせん断速度増加率とSIS解消時間の関係を検討した。せん断速度増加率を一定とした実験により得られたせん断応力の極大値を求めゼロせん断粘度で正規化した無次元極大粘度とせん断速度増加率にSIS解消時間の二乗をかけた無次元せん断速度増加率により異なるモル濃度比を有する試料の結果を整理することができることを示した。またSISとシアバンドが同時に形成されている応力振動現象発生時において, 特性時間を求め, 2種類の緩和モードが存在していることを明らかにした。

第5章ではシアバンド構造に大きく関係すると予想される粘度の回転方向依存性現象について議論した。粘度の回転方向依存性とは, ひも状ミセル水溶液において予備せん断を与えたあと, 大振幅せん断振動(Large Amplitude Oscillatory Shear : LAOS)に移行した場合に粘度が回転方向によって異なる, という現象である。本章では予備せん断およびLAOSの流動条件を様々に検討し, 粘度の回転方向依存性現象の発生条件を「予備せん断で安定したシアバンドが形成」され, 「LAOSでシアバンド構造を保持する」だと結論づけた。また非線形波形解析により回転方向依存性が発生している状態の瞬間弾性率, 瞬間粘性率を導出した。その結果, 予備せん断のシアバンド構造が1周期内の局所的な位置ではなく全体に

影響を与え、LAOSによって発現する瞬間弾性率、瞬間粘性率の時間的な変化を定性的に変化させることで回転方向依存性が発生していることを示した。

第6章では、第4章、第5章で議論した、応力振動現象、粘度の回転方向依存性現象について偏光イメージング法を用いて、流路内における複屈折分布を解析し、SISおよびシアバンドの空間的・時間的変化を明らかにした。応力振動現象におけるSISについて、流路内で複屈折分布が移動していくような挙動が確認でき、それらの挙動が流路隙間 $h$ に依存して変化していたことから、第3章で議論したSISの支配的因子である、ミセルの空間的な移動と大きく関係するものと予想された。また粘度の回転方向依存性について、正回転側と負回転側の複屈折の値に大きな差は見られたが、特異構造が形成されている様子はなかった。したがって粘度の回転方向依存性は予備せん断によってミセルの異方性が強められることによって発生する現象であることが明らかになり非線形波形解析で得られた結論を後押しする結果となった。

第7章では本論文の各章で得られた知見をまとめた。

以上からひも状ミセル水溶液に発生するSIS、シアバンド、粘度の回転方向依存性について議論をし、それぞれの現象の発生に対し、支配的因子を明らかにした。