

## 論文の内容の要旨

論文題目 レーザーピックアップ法による複雑系流体の表面物性研究

氏名 平野 裕美子

### 《はじめに》

表面張力や粘弾性は、流動性のある複雑系を記述する最も基本的な物理量であり、それらの測定は物性を理解する上で非常に重要である。しかしながら従来の測定法は接触式であったり精度を上げるためには大きな外力が必要であったり、また長時間を要するなど、簡便で汎用性の高いものであるとは言い難い。本研究ではよりセンシティブな測定を可能とするために、光を用いた流体物性測定装置を開発した。これにより高粘性液体の高速な粘性・表面張力の測定や、ゲル表面波の測定に成功した。

### 《レーザーピックアップ法とは》

屈折率の異なる2種類の媒質の界面を光が透過するとき、光の運動量は各媒質の屈折率に比例するために媒質界面でその運動量に差が生じる。この運動量差を補償するために界面には屈折率の低い側へ圧力が働き結果として界面を変形させようとする。界面にはこの放射圧以外に界面張力と重力が働き、これらの力が釣り合うように界面が変形する。界面の持ち上がり量は典型的には数 nm 程度と微小であるが、中心の曲率は  $0.1\text{m}^{-1}$  程度ありレーザー光で十分に検出可能である。

### 《高粘性液体の粘性・表面張力測定》

光を集光して変形領域を小さくすることにより、粘性の高い液体に対しても高速な測定が可能となる。光照射に伴う変形速度と変位の絶対値から、抵抗となる粘性と駆動力である表面張力を独立に測定する装置を作製した。さらに光照射に伴う表面の動的応答を流体力学方程式より導き、物性既知の液体の液面挙動が理論的に計算される緩和応答と非常によく一致することを確認した。この手法により  $10^1 \sim 10^6 \text{cSt}$  というきわめて広い領域の粘性と表面張力の同時測定を秒オーダーの計測時間で行うことが可能となった。

### 《ゲル表面波の測定》

本手法はゲル表面波測定にも有用である。マクロには固体、ミクロには液体の性質を示すゲルは、その表面に表面張力波とレイリー波が伝播しうる。両者は波数によって棲み分けられており、高波数では表面張力波が、低波数ではレイリー波が伝播していることを本測定によって確認した。これにより非接触な弾性率測定のみならず、既存の測定法では不可能であったゲル表面張力の測定を可能とした。

また表面張力波とレイリー波の中間領域では、表面波速度がバルク中の弾性横波を超えるため漏洩波モードが現れることが予測されている。本研究では光ピックアップ法およびプリオン光散乱法を用いてこれら三つのモードが存在すること、またこれらの分散関係が滑らかに接続することを確認した。