

技術研修：水滴の静的・動的接触角の実験装置開発  
と電子物質科学科学生実験への導入の試み

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2019-09-19 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 中本, 順子, 芦澤, 雅人, 増田, 健二 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://doi.org/10.14945/00026803">https://doi.org/10.14945/00026803</a>

# 技術研修：水滴の静的・動的接触角の実験装置開発と電子物質科学科学生実験への導入の試み

中本順子、芦澤雅人、増田健二  
静岡大学 技術部 教育研究第一部門

## 1. はじめに

本学3年次の電子物質科学科学生実験では、「接触角法による固体の表面張力の測定」を行っている。本研修では、教材開発の一環として、従来水滴の静的接触角に加えて動的接触角が測定できる実験装置を試作した。さらに、実験テキストの作成など、学生実験に導入するための一連のプロセスとして、教材開発技術の習得を目的とした研修を実施したので報告する。

## 2. 研修内容

### 2.1 教材開発

はじめに、電子物質科学科学生実験で実施している「接触角法による固体の表面張力の測定」を実際に行い、どのような改良が必要か、どのような実験装置を製作するのか、などの検討を行った。動的接触角を測定するためには、固体表面を徐々に傾斜させる仕組みが必要である。Z軸ステージを用いて傾斜角を徐々に変化させる方法を試みたが、傾斜角度領域が狭すぎるといった問題等があり、これを回転ステージに変えることで解消することができた。また、滑走する水滴のデータ取得については、USBマイクروسコープをノートパソコンに接続し、Windows10の標準アプリのWebカメラ機能を利用して動画を撮影する方法を用いた。さらに、取得した動画像のデータ整理の方法を検討した。

### 2.2 実験装置の試作

回転ステージを用いて固体表面を徐々に傾斜させる仕組みを設計し、試作した。図1に装置の外観を示す。傾斜角を変化させ、マイクروسコープを用いて水滴が滑落する瞬間の動画を撮影し、液滴が滑落する寸前の滑落角( $\alpha$ )および前進接触角( $\theta_a$ )と後退接触角( $\theta_r$ )を測定できるように工夫した(図2)。液滴が固体表面に止まろうとする力が付着力 $F$ であり、式(1)で表される。

$$F = \frac{mg \sin \alpha}{2\pi r} = \frac{1}{4} \gamma_L (\cos \theta_r - \cos \theta_a) \quad (1)$$

$m$ :液滴質量,  $g$ :重力加速度

$r$ :液滴半径,  $\gamma_L$ :固体の表面張力



図1 試作した動的接触角計

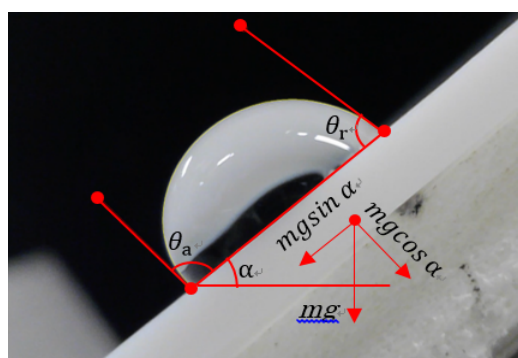


図2 動的接触角の解析

## 2.3 実験とデータ解析

研修の様子を図3と図4に示す。試作した実験装置で水滴の静的接触角を撮影した。次に、回転ステージを用いて試料台を傾斜させ、水滴の動的接触角の動画を撮影した。試料基板として、カップリング剤で処理したガラス、未処理ガラス、ポリエチレン、テフロンの4種類を用意した。接触角測定は、ImageJ（パブリックドメインのソフトウェア）を用い、参加者は実際にデータの解析を行い原理の理解を深めた。滴下する液滴（5～30 $\mu\text{l}$ ）は、純水とリン酸トリクレジルの2種類を用いた。4種類の試料基板に液体を滴下して実験を行い、試料基板と液体の種類別に液適量の最適条件を検討した。また、ガラス基板表面を改質するために使用しているカップリング剤の試薬濃度を変化させて、最適な濃度を求めた。

## 2.4 学生実験テキストの作成

学生実験テキストは、3年生が理解できるような内容であること、授業時間内に全ての実験を終えることができることなどのポイントを抑えながら作成した。原理や実験方法、解析法では、図や表を使ってわかりやすく纏めた。作成した実験テキストに従って実際に実験を行い、改良を重ねて完成させることができた。

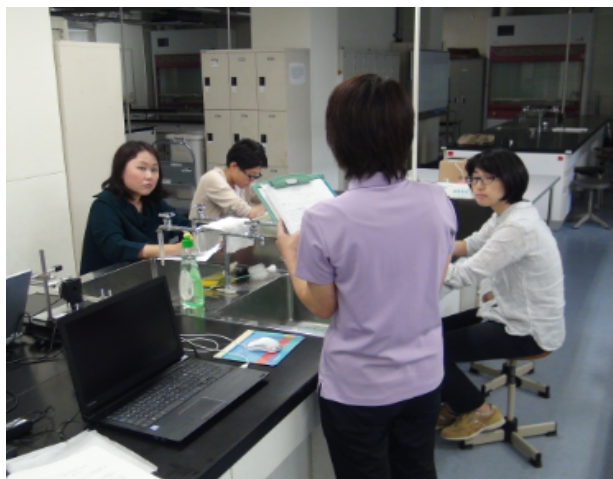


図3 実験の説明

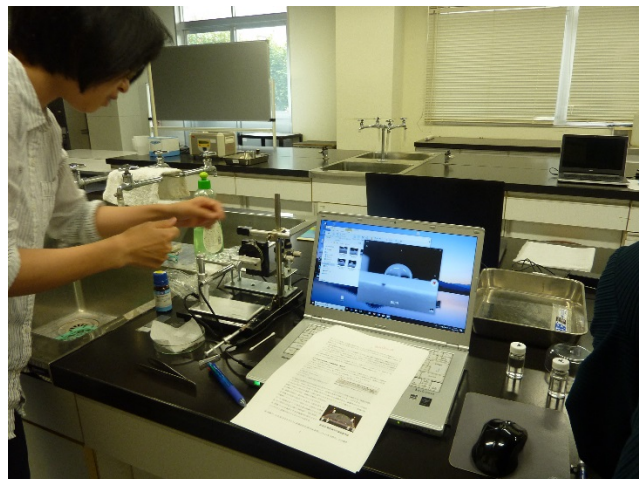


図4 実験とデータ解析

## 3. まとめ

動的接触角測定では、滑落角が測定領域の範囲内に納まるような液滴量を試料ごとに決定することができた。データ解析は、ImageJ解析ソフトのBezier Curve Toolによりベジエ曲線を水滴の形状にフィッティングする方法で、容易に正確に角度を測定し、静的接触角法による各固体の表面張力と、動的接触角法による付着力 $F$ を求めることができた。この研修において、液滴の半径を求める方法をスタッフと研修参加者全員でアイデアを出し合い、その場で装置に改良を加えることによって、容易に半径を測定できるようになったことは大きな成果である。研修参加者から非常に有意義であったとの感想をいただき、実りある研修になったと思う。機会があれば、学生実験に利用できる新たな装置開発に挑み、今回のような技術研修を続けていきたい。

最後に、本研修に際して助言を頂いた電子物質科学科の下村勝教授、およびスタッフとしてご尽力くださった増田健二技術専門職員、芦澤雅人技術職員、そして研修にご参加くださった三宅亜紀技術専門職員、上田瑞恵技術職員、清水ひかる技術職員に深く感謝いたします。