

簡易型静的・動的接触角計の装置開発と学生実験への導入

Development of simple static/dynamic contact angle meter and introduction to laboratory experiments

○栗山 健二¹、芦澤 雅人¹、中本 順子¹、下村 勝¹、鈴木三男² (1. 静岡大、2. 福島高専)

○Kenji Kuriyama¹、 Masatu Ashizawa¹、 Junko Nakamoto¹、 Masaru Shimomura¹、 Mitsuo Suzuki

(1. Shizuoka Univ. 2. Fukushima NCT.)

E-mail: masuda.kenji@shizuoka.ac.jp

回転ステージと USB マイクロスコープを利用した簡易型静的・動的接触角計を開発した (Fig.1)。次に、実験教材として本学工学部 3 年次電子・物質実験に導入した。この静的・動的接触角計は操作が簡便であり、安価で製作できることから、学生実験に導入しやすい利点がある。動的接触角の測定では、2 次ベジエ曲線によるフィッティング法を提案する。固体表面を傾斜させると水滴は滑落を開始する。水滴の下側を前進接触角 θ_a 、上側を後退接触角 θ_r と呼ぶ。水滴が滑落する最小の傾斜角のことを滑落角 α と呼ぶ。Fig.2 にこれらの関係を示す。水滴が固体表面に留まろうとする力が付着力 F であり、式 (1) で表される。

$$F = m g \sin \alpha / 2 \pi r \quad (1)$$

式中の F は付着力、 m は液滴質量、 g は重力加速度、 r は液滴半径、 α は滑落角である。水滴にはたらく力の釣り合いより、滑落角 α と気体-液体界面の表面張力 γ_L 、前進接触角 θ_a 、後退接触角 θ_r の間には、式(2)の関係が成り立つ。

$$m g \sin \alpha = 1/2 \pi r \gamma_L (\cos \theta_r - \cos \theta_a) \quad (2)$$

付着力 F は、式 (2) より円形の縁の部分に沿って単位長さ ($2\pi r$) あたりに働く力として式 (3) で定義できる。

$$F = m g \sin \alpha / 2 \pi r = 1/4 \gamma_L (\cos \theta_r - \cos \theta_a) \quad (3)$$

Fig.2 に滑落法による動的接触角の解析図を示す。動画を再生し流れ出す (滑落) 瞬間に一時停止させ、スクリーンショットを撮影する。ベジエ曲線の解析には、パブリックソフトウェアの ImageJ を使用した。角度ツールを用いて、滑落角 (α) $\angle EAB$ の角度を求める。ImageJ のツールの Bezier Curve tool を用いて、端点 A を始点に水滴の形状にフィッティング (黄線) させると、自動的に接線 AC が引かれる。同様に、端点 B を始点に接線 BD が引かれる。角度ツールを用いて、前進接触角 (θ_a) $\angle BAC$ および、後退接触角 (θ_r) $\angle ABD$ 、の角度を求める。吸着半径の求め方を Fig.3 に示す。直線ツールで 2 端点間に直線を引く。ImageJ のツールウィンドウに length という値が直線の長さとして、ピクセル数 (pixel) で表示される。液滴の下部に方眼紙の目盛りが張り付けてあるので、同様に 5mm のピクセル数を求め、1mm 分として吸着直径を mm 単位に換算する。



Fig.1 Static/dynamic contact angle meter.

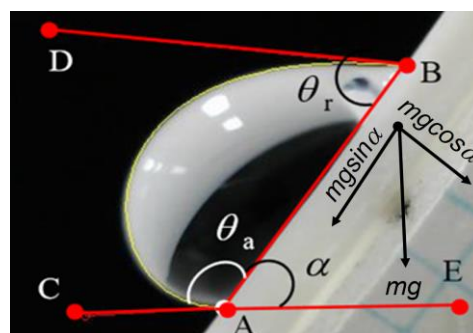


Fig.2 Dynamic contact angle measurement.

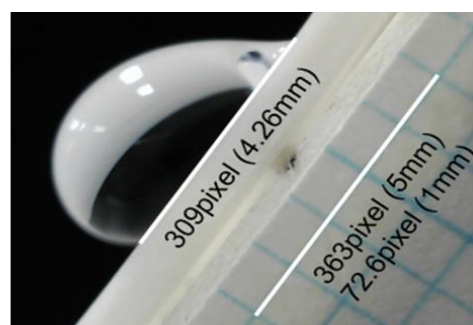


Fig.3 Determination of absorption radius.