

## 誘電偏向制御を応用した微小液滴径の計測

## Measurement of Droplet Volume Applied Dielectric Deflection Technique

東大生研, °石綿 友樹, 美谷 周二郎, 酒井 啓司

IIS, the Univ. of Tokyo, °Tomoki Ishiwata, Shujiro Mitani, Keiji Sakai

E-mail: ishiwata@iis.u-tokyo.ac.jp

近年, インクジェット技術の発展とともに高速な変形下での液体の物性測定への要求が高まっている. 特に界面活性剤が含まれている液体では界面活性分子の表面吸着に伴い表面エネルギーが時間変化するため, 高速プロセスの設計ではこのエネルギーの時間変化を事前に測定しておくことが必要である. このような中, 我々は液滴の振動モードを観察することで表面張力の時間変化を高い時間分解能で測定する手法を開発した. 液滴の表面張力 $\sigma$ は角振動数 $\omega$ を用いて $\sigma = \rho R^3 \omega^2 / 8$ と表される. ここで $\rho$ は密度,  $R$ は液滴半径である. このように表面張力を測定するためには液滴径を測定する必要があるが, インクジェットで生成される液滴は半径が  $10 \mu\text{m}$  と非常に小さく顕微鏡観察などの光学的手法での直接測定では精度が確保できない. そのため, これまでの研究では流量換算により液滴径の測定を行っているが, 平均化された液滴径しか測定できないことやインクジェット装置そのものに流量を計測する装置を組み込まねばならず応用性が低いことなどの問題点があった.

そこで本研究では, 吐出された液滴を空中で制御することによって液滴径を計測する手法を開発した. 本手法では誘電相互作用を用いた飛翔制御法, およびレーザー散乱による液滴の落下速度の計測という 2 つの制御・測定技術を利用する. 一般に空気中を落下する液滴は空気抵抗を受けるため, 特定の時間を過ぎると重力とつり合い終端速度となる. このときの空気抵抗をストークス抵抗とすると, 液滴径は終端速度 $v$ , 空気の粘度 $\eta$ を用いて

$$R = \sqrt{\frac{9\eta v}{2\rho g}} \quad (1)$$

となる. しかしながら, 本研究で扱うインクジェット装置では複数の液滴が連続的に生成され空気中を飛翔するため液滴が受ける空気抵抗はスリップストリームの効果によりストークス抵抗とならない. そこで, 連続的に飛翔する複数の液滴のうち一つだけを抽出し落下させる. 本研究では誘電偏向制御を用いて孤立液滴を生成し, 落下速度の測定を行った. 図 1 は液滴を偏向制御した際の顕微鏡画像である. 液滴は図の上方から下方へと飛翔しており, 飛翔経路上にはトラップを設置している. 偏向電極を用いてわずかに進行方向を変化させトラップからはずすことで, 特定の液滴を抽出し孤立させている. この孤立した液滴の落下速度をレーザーによる Mie 散乱光を利用し測定したところ  $5.5 \text{ cm/s}$  となった. ここから式(1)を用いて液滴径を求めると  $21 \mu\text{m}$  となるが, これは本実験で用いたインクジェットノズルの直径が  $30 \mu\text{m}$  であることから妥当な値である.

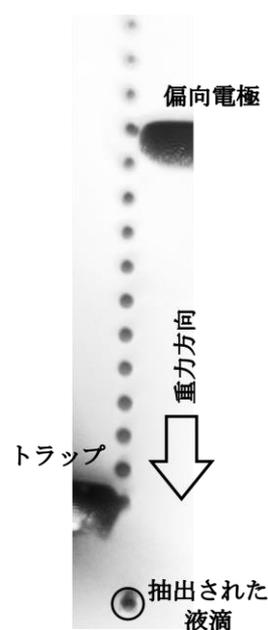


図 1. 孤立液滴の生成