

## 東京大学生産技術研究所 第 64 回定例記者会見開催のお知らせ

1. 発表日時：2007 年 7 月 4 日（水） 10：30 ~ 12：00
2. 発表場所：東京大学 生産技術研究所 総合研究実験棟（A n 棟）3 階大会議室  
〒153-8505 目黒区駒場 4-6-1 駒場 ・リサーチキャンパス  
<http://www.iis.u-tokyo.ac.jp/map/index.html>
3. 発表タイトル：何でも撃てるピコリットル液滴射出ノズルを開発  
高速レオロジー測定、極微量化学分析への応用に成功 -

4. 発表者：酒井 啓司

### 5. 発表概要：

当研究室では耐薬品性に優れ、安価・ディスポーザブルなピコリットル液滴射出の開発に成功いたしました。液滴が射出され、さらにそれらが衝突・回転・吸着などする様子を高速でビデオ撮影し、これまで計測できなかった超高速変形下の液体物性計測を行っています。さらにこれまでの常識を超える極微量化学分析などに応用が期待できます。

### 6. 発表内容：

#### はじめに

このたび酒井研究室では、ピコリットル程度のきわめて微小な液滴を自在に形成し、これを使っての極微世界や超高速変形下での流体物性測定、あるいはナノリットル程度の極微量化学分析に向けた基本技術を開発いたしました。これらの技術は今後産業上の様々な応用が期待され、すでに専門機器メーカーとの共同事業として、実用・製品化に向けた研究が進められています。

会見では人間の細胞程度の極微の液体粒子が、ノズルから高速射出される映像や、複数の液滴が超高速で衝突する映像、また 100  $\mu$ m 立方の中で起こる化学変化の様子など、様々な動画を公開します。これらの映像は、動画として配信・放映して頂くことも可能です。

#### 微小液滴技術の動向

インクジェットに代表される微小液滴射出技術は、いまや印刷・加工・エレクトロニクス・バイオ分野などの微小プロセスの基幹要素技術として重要な位置を占めてい

ます。現在その一滴のサイズは1ピコリットルを切り、生物細胞の大きさを下回るまでになっています。液滴技術は、流体材料が分子レベルまで容易に分割可能であるという特質を最大限に活用できる、きわめて有望な技術なのです。

一方で、微小液滴を形成射出するノズルの主要部分は、金属、樹脂、微細孔をもつシリコンなど耐薬品性には必ずしも優れてはいない材料群により構成されており、適用できる液体の種類には限界がありました。例えば、酸を入れれば金属が溶け、アルカリによってシリコンが溶け、さらに有機溶剤は樹脂部分を侵す、というふうに現実には水を主成分とする材料を想定した技術でした。このためより多くの種類の液体微粒子を作るためには、耐薬品性に優れた液滴射出ノズルの製作が不可欠でした。

### 新開発ガラス液滴ジェットノズル

当研究室で開発したピコリットルノズルは、試料液体の接する流路がすべてガラスで構成されており、きわめて耐薬品性に優れたものとなっております。また粘度にして水の50倍程度の高粘性試料なども射出でき、適用可能な材料群の幅が飛躍的に広がりました。このノズルで生物細胞程度（ $\sim 10\ \mu\text{m}$ ）の大きさの液滴を、初速  $1\text{m/s}$   $\sim 10\text{m/s}$  の範囲で打ち出します。

### 液滴マニピュレーションによる超高速レオロジー測定

このような微小系では非常に高い歪変形が実現されます。たとえば半径  $10\ \mu\text{m}$  の液滴2個が速度  $10\text{m/s}$  で正面衝突したときの歪速度は実に  $10^6$  / 秒、これは1cmの直径の水道管をロケットのスピードで水が流れる変形速度に匹敵します。このような高速変形でも、極微の世界の特徴としてレイノルズ数が小さく、乱流を起こすことなく繰り返し現象を観察することができるのです。この原理を応用して、液滴の衝突や回転による変形の映像から、超高速レオロジーの測定を行うことに成功しました。

### 極微量化学滴定への応用

さらにこの技術は、極微量化学分析への応用が期待されます。測定視野が小さいということで、これまでの定量分析とは質的にまったく異なった原理による測定が可能となりました。これはこのノズルからピコリットルの試薬を、毛細管中に導入したナノリットルの試料に向けて射出し、試料中の物質の濃度測定を行うというもので、

それぞれの量を従来技術の百万分の一に低減し、環境負荷を大幅に減らそうというものです。

この技術はまた、従来法と異なり「混ぜる」という操作を必要としません。反応領域の大きさがせいぜい数 100 ミクロンであるために、すべて分子の拡散によって反応を進行させます。この技術により、例えば「流れない液体」であるゲル中物質の定量測定が可能になります。ゲルは最近様々な領域で用いられており、例えば携帯電話が急速に小型化したのも電池の電解液をゲル化して液漏れをなくしたおかげです。燃料電池や電気泳動など、多様な工業用途におけるゲル中濃度測定は、今後の必須技術であり、今回の成果はこれを可能にします。

すでに分析機器の専門メーカーである京都電子工業(株)と製品化に向けた共同研究が進められており、8月末の分析展 2007 では、新製品コンセプトの公開を計画しています。

**7 . 発表雑誌 :**

なし

**8 . 注意事項 :** 本件の記事掲載に関しては、2007 年 7 月 4 日 (水) 12 時以降 (記者会見終了後) をお願いいたします。

**9 . 問い合わせ先 :**

酒井 啓司  
東京大学生産技術研究所  
177-0054 目黒区駒場 4-6-1  
Tel: 03-5452-6121  
Fax: 03-5452-6120  
e-mail: ksakai@iis.u-tokyo.ac.jp

**10 . 用語解説 :**

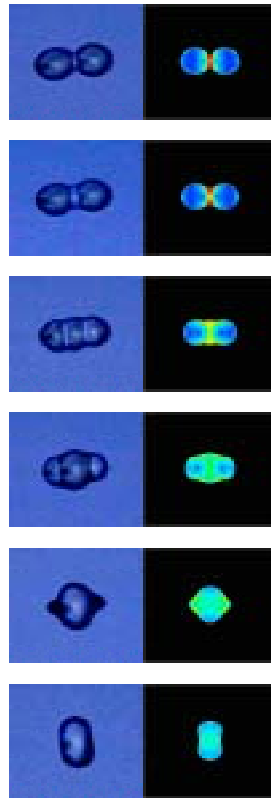
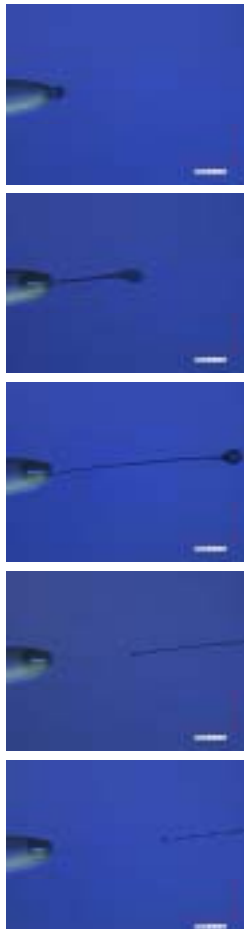
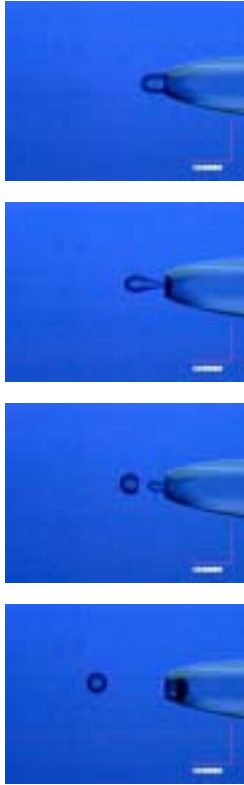
特になし

**11 . 添付資料 :** 詳細は下記 URL

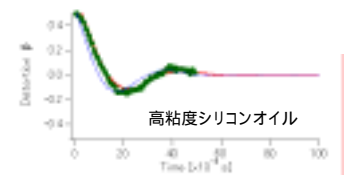
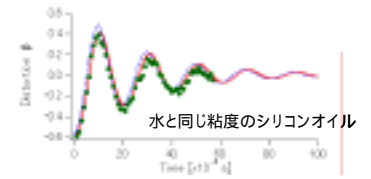
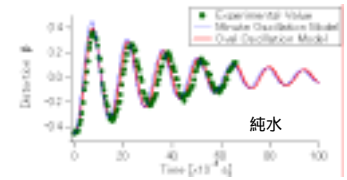
( <http://sakailab.iis.u-tokyo.ac.jp/kaiken0704.pdf> ) でご覧になれます。

## 高速レオロジー測定

「何でも撃てる液滴ノズル」からの液滴射出（左：単一粒子射出、右：長い尾を引かせる。）

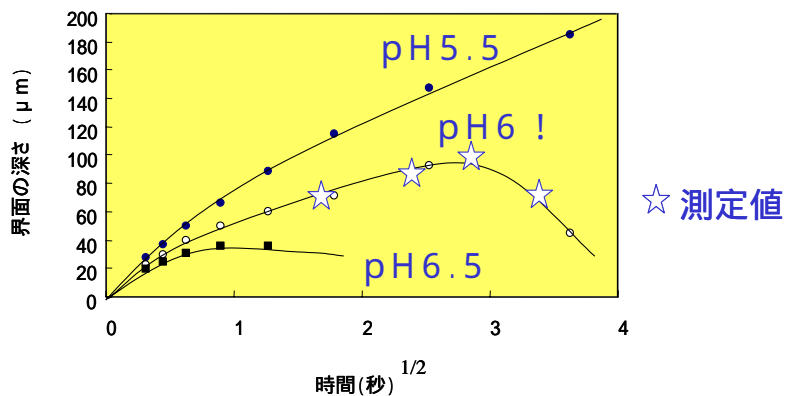
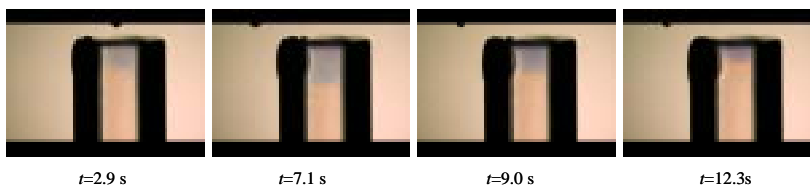


ふたつの「何でも撃てる液滴ノズル」を用いた、超高速液滴衝突実験（左：実際の映像、右：流体数値シミュレーションの結果）このときの歪速度は直径1 cmの水道管の中を秒速10 km（第一宇宙速度！）で水が流れるのと同じ。



各種液滴の高速振動を示すグラフ。この振動数と減衰から、高速宙下の表面張力と粘性が求められる。様々なモデルとの比較を行った。

## ピコリットル滴定による極微量濃定



ピコリットル試薬（水酸化ナトリウム水溶液）をナノリットル試薬（塩酸溶液+リトマス液）に射出した後の反応の時間変化。分子の拡散により反応が進行し、数10秒で濃度測定が可能。