

## マイクロカプセルの破壊を観察

High-speed photography of the destruction of a microcapsule

### ■はじめに

#### Introduction

肉眼や通常のビデオカメラでは見ることができない高速現象を可視化する高速度ビデオカメラが今注目を集めています。最先端医療技術分野のひとつとして、ドラッグ・デリバリー・システム(DDS)と呼ばれる医工学技術の研究開発が盛んに行われています。DDSは微小な樹脂製マイクロカプセルに封入された医薬を口腔・食道、また血管を経て患部に運び、マイクロカプセルが患部に到達した時点で超音波振動により破壊させることによってその場で患部に集中して投薬するという革新的な医療システムです。この技術開発では、マイクロカプセルの材料、その大きさ、並びに与える超音波振動の強度や周波数の違いなどによって、どのように効果的な患部への直接投薬ができるかを見極めることが重要な開発テーマとなっています。

今回ご紹介するのは、同志社大学工学部・超音波エレクトロニクス・応用計測研究室で行われているマイクロカプセルの移動と局所破壊の研究の一端です。同研究室では、高速で振動する微小なマイクロカプセルの挙動を観察するために島津高速度ビデオカメラ

HPV-1をご利用いただいております。

高速度ビデオカメラ HPV-1 (Fig.1) は撮影速度 100 万コマ/秒という超高速撮影能力を有しており、撮影速度に関係なく 8.1 万画素(320x260 ピクセル)の高精細な撮影が可能のため、微小なマイクロカプセルの高速移動や破壊プロセスを詳しく観察することが可能となり、医工学分野の応用技術開発に不可欠なハイエンドツールとしてますます期待が高まっています。



Fig.1 高速度ビデオカメラ HPV-1  
High-speed video camera HPV-1

### ■観察実験系

#### Experimental set-up for observation

Fig.2 にマイクロカプセルが局所破壊する瞬間を撮影するための撮影実験系を示します。

今回の実験では、拡大倍率約 100 倍の精密長距離顕微鏡を使用して、マイクロカプセルの挙動を拡大(0.4mm×0.4mm の範囲)撮影しています。また照明装置は、連続光型キセノンランプが使用されています。光学系により集

光し、高速度ビデオカメラから見てサンプルの後方から照射し、サンプルの影絵が撮影されました。

サンプルは水溶液中の直径約 0.05mm の PVC (Polyvinyl Chloride) 製マイクロカプセルです。サンプル容器の下方に設置された超音波発生装置により高周波振動するマイクロカプセルが撮影対象です。

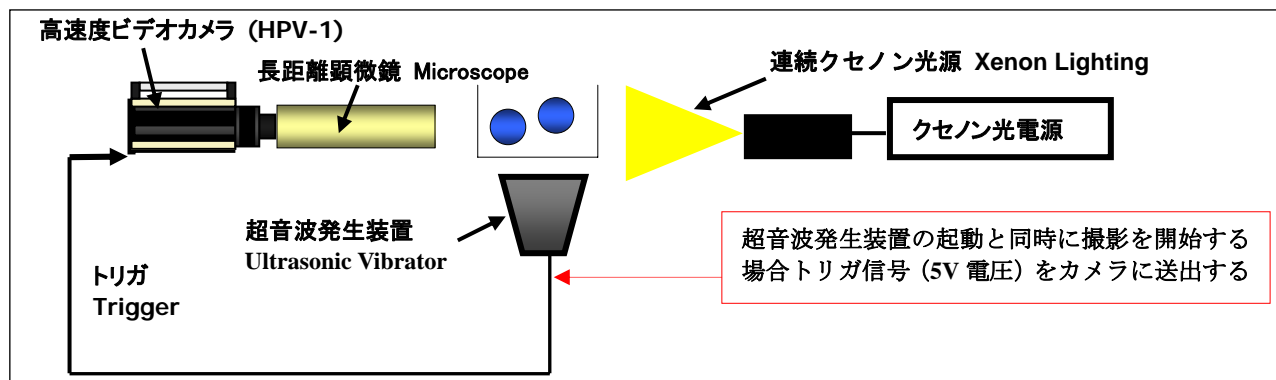


Fig.2 撮影実験系  
Schematic layout of the setup for the microcapsule behavior

## ■ 観察結果

### Result of observation

Fig.3 は、約 27kHz の超音波振動発生装置により水溶液中で振動、破壊するマイクロカプセルの様子を撮影したものです。撮影速度は 25 万コマ/秒であり、振動初期から 4 $\mu$  sec 毎の画像を抜粋したものです。この図では、球形のマイクロカプセルが次第に変形し、最終的には完全に破壊に至る時系列の全体像、並びにマイクロカプセルがどのような形態の分裂・分散プロセスを経るのかというマクロ挙動がわかります。

Fig.4 も同様の条件でマイクロカプセルの様子を撮影したのですが、撮影速度を最速の 100 万コマ/秒に上げて破壊プロセスを 1 $\mu$  sec 毎に捉えた画像です。超

高速で変化するマイクロカプセルの動的な挙動変化が克明に記録されており、変形や破壊に要する精密な時間の測定や状態解析が可能になります。

この例のように、従来技術では数値解析によるシミュレーションでしか状態変化を予測できなかった分野において、実際の現象を可視化するという直接的な方法によって、より現実的な応用技術の開発が可能になったと言えます。

【画像提供：同志社大学 教授 渡辺 好章先生】

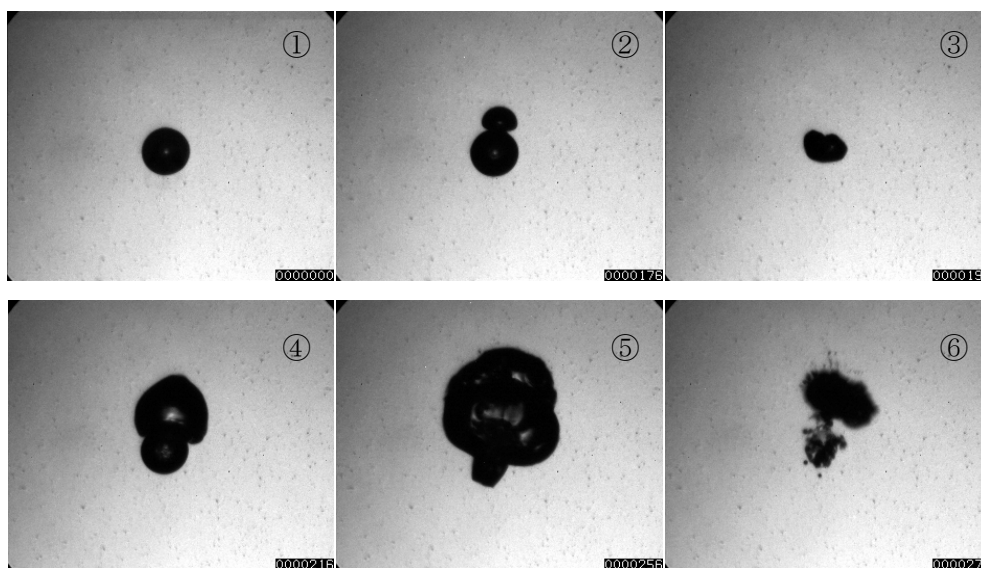


Fig.3 マイクロカプセルが破壊する様子(撮影速度 25 万コマ/秒)  
A microcapsule destruction by supersonic wave vibration. Frame rate: 250,000 frames per second.

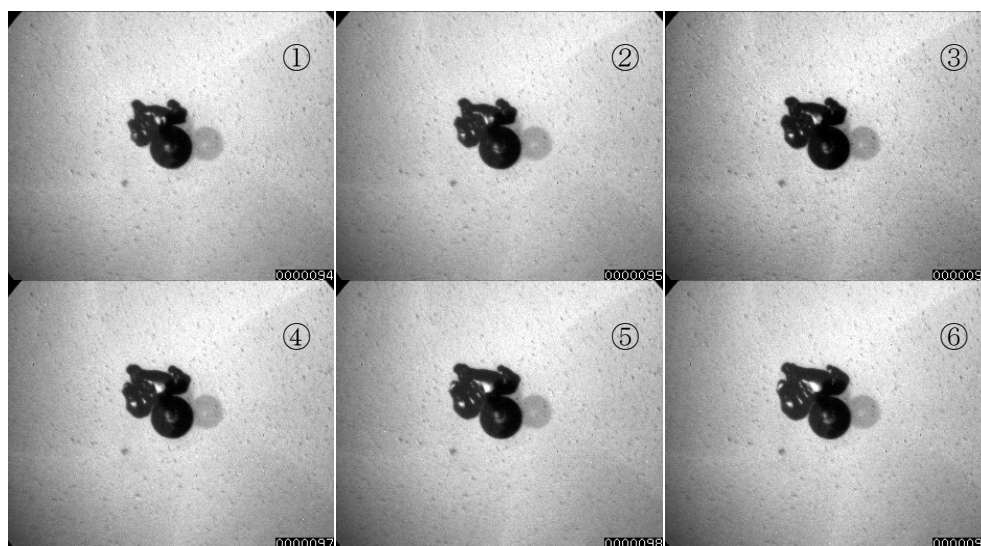


Fig.4 マイクロカプセルが破壊する様子の連続 6 コマ (撮影速度 100 万コマ/秒)  
A microcapsule destruction by supersonic wave vibration. Frame rate: 1,000,000 frames per second.

初版発行：2007 年 4 月

**島津製作所** 分析計測事業部

事業戦略室

●東京 TEL (03)3219-5633  
●京都 TEL (075)823-1346

※本資料は発行時の情報に基づいて作成されており、予告なく改訂することがあります。改訂版は右に示す島津 WEB で閲覧できます。

会員制情報提供サービス「Shim-Solutions Club」にご登録下さい。  
<https://solutions.shimadzu.co.jp/>  
いろいろな情報提供サービスが受けられます。