

## 水銀中の微小気泡崩壊過程を高速撮影

High-speed photography of the mercury bubble collapse process

## ■ はじめに

## Introduction

さまざまな産業分野で高速現象の可視化が注目されていますが、その一例として原子力産業分野における「安全性をより向上させるための研究事例」を紹介いたします。

原子力利用の分野において、中性子を発生させるために光速に近い速度の陽子を中性子源(液体水銀)ターゲットに衝突させる際に、衝突部分と周囲の温度差から生じる圧力波が液体水銀中に誘発されます。この圧力波により発生する衝撃的な力が水銀ターゲット容器の内表面への負荷を与えることと、水銀気泡の生成・崩壊による急激な圧力変動が容器を破損させることが懸念されています。

この水銀気泡の生成・崩壊現象は数十マイクロ秒と、非常に瞬間的な現象であることから、その解析を行なうために高速度撮影が有効となります。

島津高速度ビデオカメラ HyperVision HPV-1 (Fig.1) は、最高撮影速度 100 万コマ/秒という超高速撮影能力を有しており、このような高速現象の撮影ならびに現象解析の手法として最適です。



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

## ■ 観察実験系

## Experimental set-up for observation

Fig.2 に液体水銀中における微小気泡(マイクロバブル)生成・崩壊を観察するための撮影実験系概念図を示します。

今回の撮影では、光学レンズをベローズにより高速度ビデオカメラと接続し、水銀中における微小気泡(マイクロバブル)の生成・崩壊の様子を拡大して撮影

できるようにしました。

照明にはメタルハライドランプを用い、撮影開始のためのスタートトリガ信号には、電磁式衝撃圧負荷発生装置への印可電圧を流用することにより撮影を行っています。

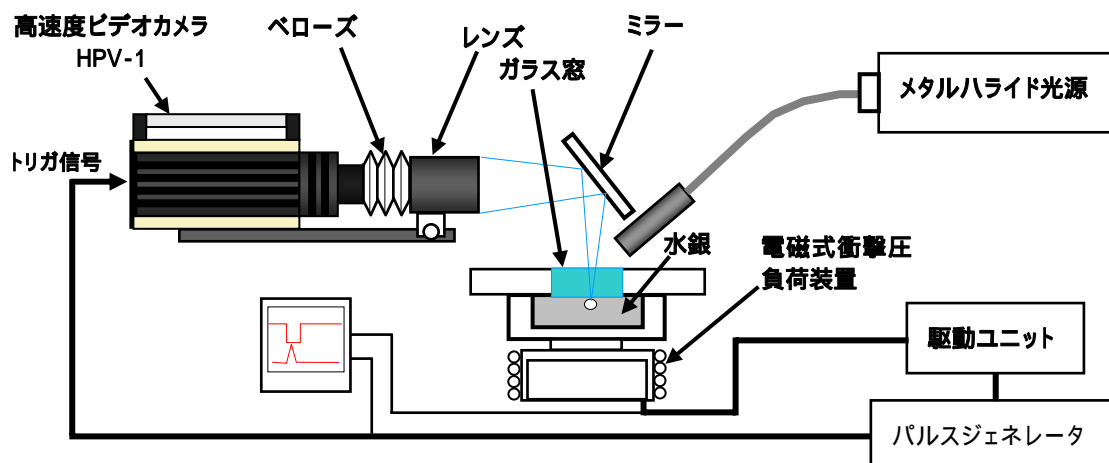


Fig.2 水銀気泡観察の撮影実験系  
Schematic layout of the setup for mercury bubble

## ■ 観察結果

### Result of observation

Fig.3 は、前項の観察システムにより撮影速度を 25 万コマ/秒として、水銀微小気泡(マイクロバブル)の崩壊過程の様子を撮影したものです。

各画像の左上に示している数値は、最右下の画像を基準とした時刻(経過時間)です。また、図中における矢印及び破線は、それぞれジェットの出射及び衝撃波の伝播を示しています。

これを見ると、水銀気泡の崩壊していく様子やその形状の変化、またその際の噴出ジェットの様子並びに衝撃波の様子が克明に撮影できています。

今回の撮影画像をベースに数値計算を行い、衝撃波などに対する容器の耐損傷性を向上させるための新表面処理技術が開発され、これにより安全性の確保へ向けた研究に大きく貢献しました。

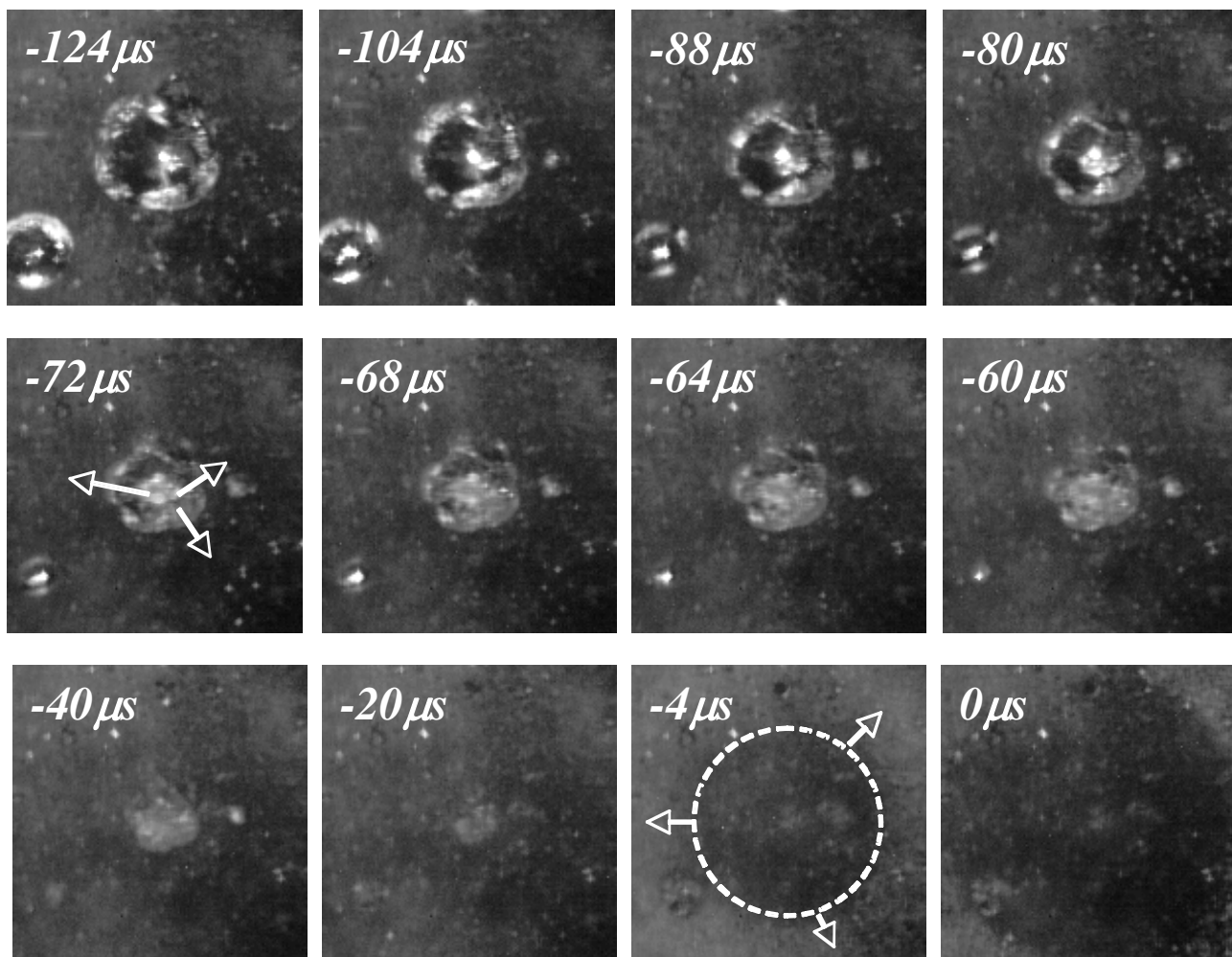


Fig.3 水銀気泡崩壊過程の様子(撮影速度 25 万コマ/秒)  
The mercury bubble collapse process. Frame rate: 250,000 frames per second.

**2mm**

資料ご提供：日本原子力研究開発機構 様

初版発行：2007 年 6 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。