

高速度ビデオカメラ

High-Speed Video Camera

Hyper Vision HPV-X2



X2

eXtreme Sensitivity eXtreme Recording Speed

- ISO 16,000 – 感度は従来品の6倍でクラス最高*
- 1,000万コマ／秒 – 撮影速度はクラス最高
- 2台のカメラによる同期撮影機能を搭載

* ISO感度は参考値です。



科学技術の進歩の原動力のひとつ、可視化技術。

人の目では見ることのできない、ミクロ領域で起こる事象の拡大観察ができる顕微鏡や、知覚できない波長の光を用いて映像での観察を可能にしたX線撮影装置や赤外線カメラの発明など、可視化技術により医学や工学は飛躍的に進歩を遂げてきました。

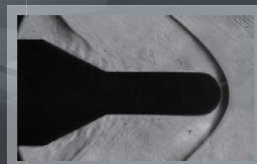
わたしたちの目は20分の1秒より短い時間で起こる事象は捉えられません。このため、人の目では見えない瞬間に起こる事象を記録し、スロー再生によって可視化する高速度ビデオカメラが必要とされてきました。

高速度ビデオカメラHyper Visionシリーズは、超高速領域におけるスタンダードな可視化ツールとして、さまざまな分野で超高速現象の解明に貢献しています。

100万分の1秒以下の時間分解が必要な観測対象の数々

航空・宇宙機器

- ・風洞実験の気流の様子
- ・航空・宇宙材料の高速衝撃試験
- ・高速飛行物体の挙動
- ・衝撃波の発生と伝播



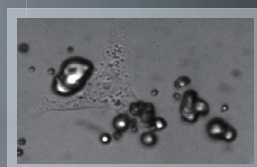
自動車

- ・ボディ材の破壊挙動
- ・エンジンの燃焼過程
- ・燃料噴射装置の噴射過程



先端医療機器

- ・ドラッグデリバリーシステムの薬物放出過程
- ・殺菌、超音波診断に用いられるマイクロバブルの発生・消滅過程



コンシューマ機器

- ・インクジェットのインク吐出過程
- ・スマートフォンのガラス破壊過程
- ・プロジェクタに使用されるMEMSデバイスの挙動



高速度ビデオカメラによる事象の高速記録とスロー再生による可視化技術は様々な分野で広く利用されています。
特に高速な観測対象で、100万分の1秒以下の時間分解が必要な利用分野として次のようなものがあります。

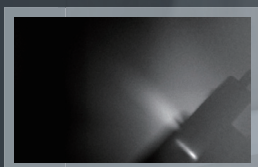
半導体

- ・プラズマ発生装置のプラズマ挙動
- ・半導体デバイスの破壊過程観察



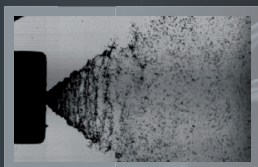
産業機器

- ・溶接装置や工作機器の加工過程観察
- ・生産設備の動作エラー解析



素材・材料

- ・微粒化によるナノ素材製造過程
- ・金属の変性過程



スポーツ用品

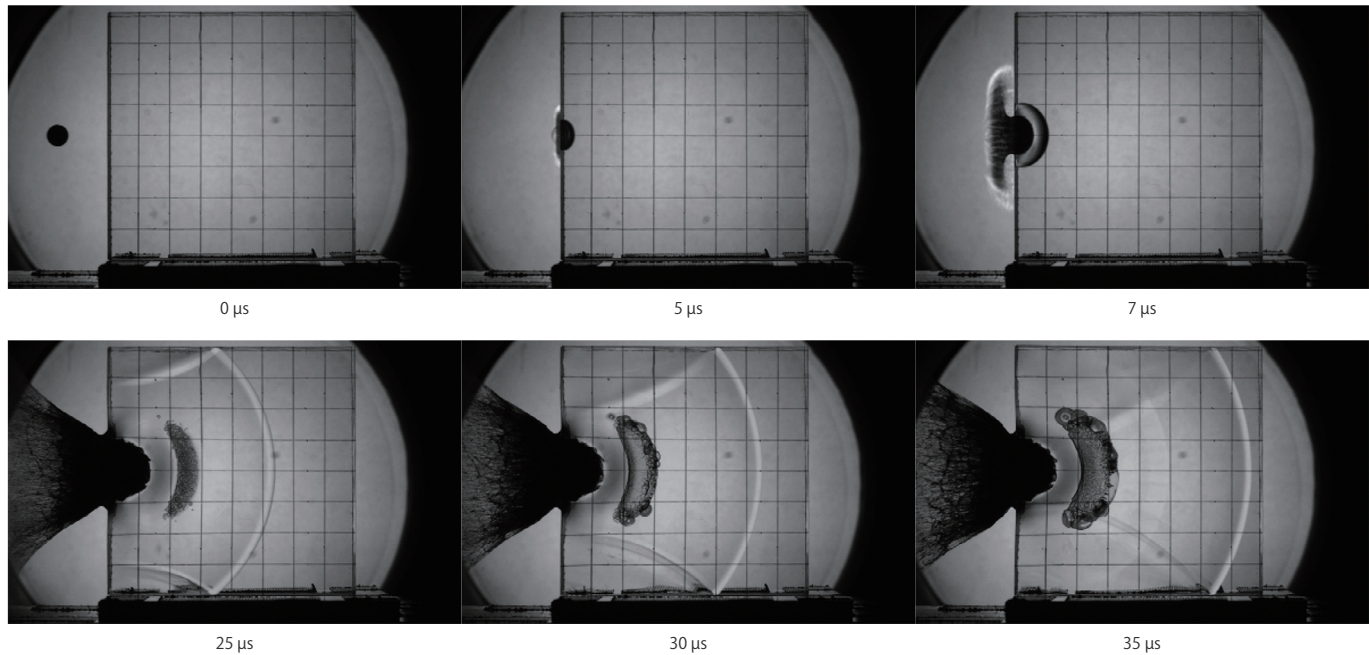
- ・運動解析
- ・スポーツ用具の開発



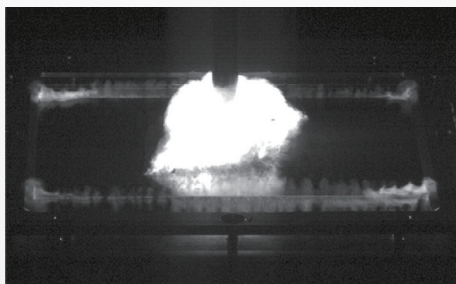
航空・宇宙分野

- 風洞実験の気流の様子
- 航空・宇宙材料の高速衝撃試験
- 高速飛翔物体の挙動
- 衝撃波の発生と伝播

透明積層材と樹脂球の高速衝突



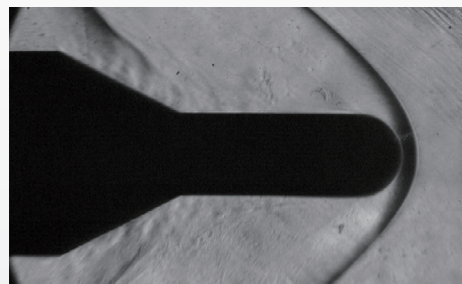
CFRPの雷撃試験



撮影速度: 100万コマ/秒
視野幅: 約150 mm

航空機の構成材料として採用が進む炭素繊維強化プラスチック (CFRP) の被雷による損傷挙動を調べるための雷撃試験の様様です。CFRPの繊維方向に沿って走る雷電流により樹脂が瞬時にガス化する様子を捉えています。

超音速風洞実験



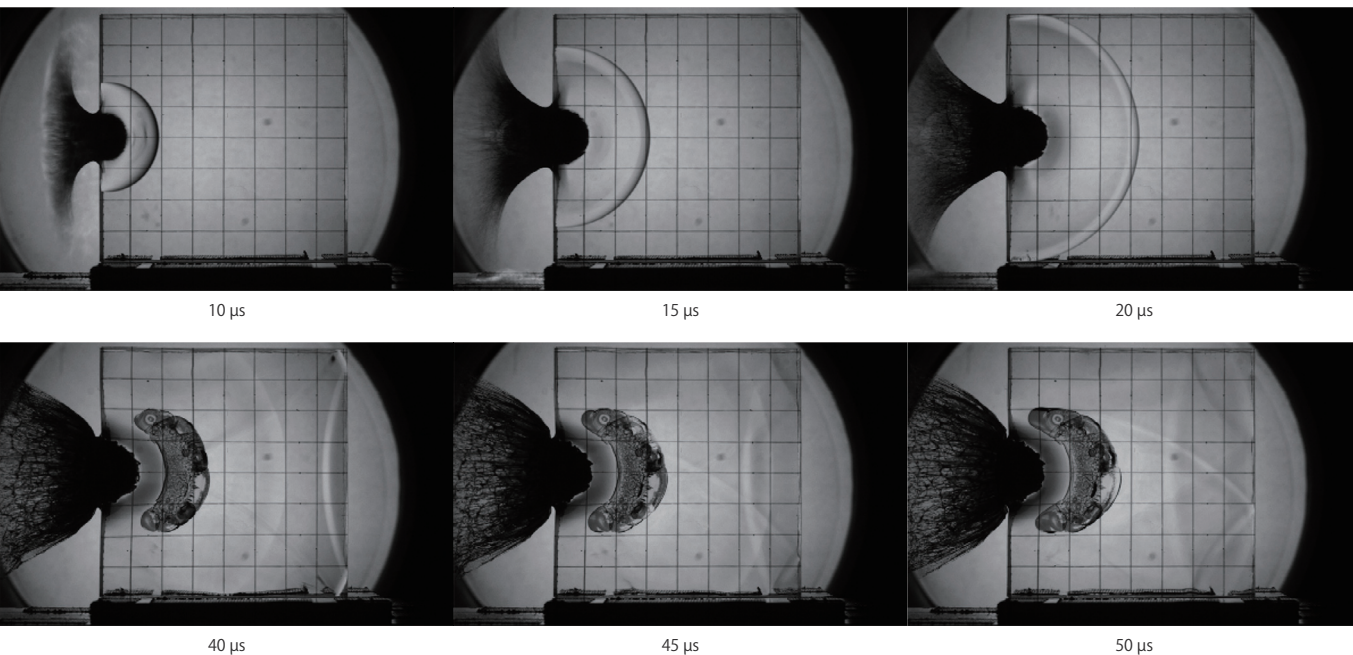
撮影速度: 20万コマ/秒
視野幅: 約80 mm

超音速旅客機から発生する衝撃波はソニックブームと呼ばれる轟音を地上にもたらすため、これを低減するための空力設計が研究されています。画像はマッハ2の超音速風洞実験の様子で気流の微妙な変動を高速度カメラによって捉えています。

地球の衛星軌道上には宇宙ゴミと呼ばれる人口衛星やロケットの破片が高速で周回しており、運航中の宇宙船等へ衝突し、破損させてしまうことが問題となっています。

また、近年、航空機の部品材料の炭素繊維強化プラスチック (CFRP) への置き換えが進んでいますが、航空機は飛行中に鳥や雹の衝突や被雷に見まわれるため、材料の耐衝撃性及び被雷による損傷挙動をあらかじめ調べておく必要があります。

このような航空・宇宙材料の開発においては、高速飛翔体による材料の破壊挙動や高速衝撃下の材料の変形・破壊挙動を調べるために、高速度カメラが使用されています。その他、推力発生装置の開発、風洞実験による空力設計、雷撃試験による損傷挙動観察、衝撃波や爆轟波など高速波動現象の基礎研究に高速度カメラが用いられています。



撮影速度: 200万コマ/秒
視野幅: 約150 mm

透明積層材 (ポリカーボネート) のブロックと樹脂球 (ナイロン球) の高速衝突による破壊過程の画像です。衝突によって発生した応力波によりブロック内にクラックが発生・成長していく様子を捉えています。

高速衝突の実験の様子

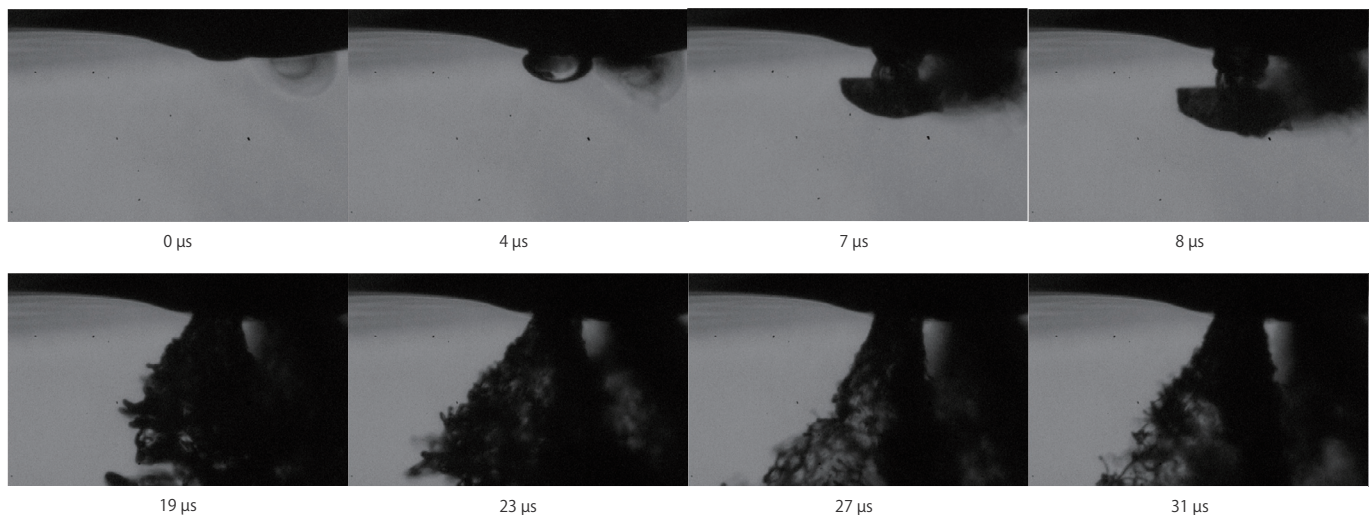
ガス銃から秒速3.5 kmで射出された樹脂球と透明積層材との高速衝突の様子をカメラとストロボ光源を対向させるバックライト方式で撮影しています。



自動車産業分野

- ボディ材の破壊挙動
- エンジンの燃焼過程
- 燃料噴射装置の噴射過程

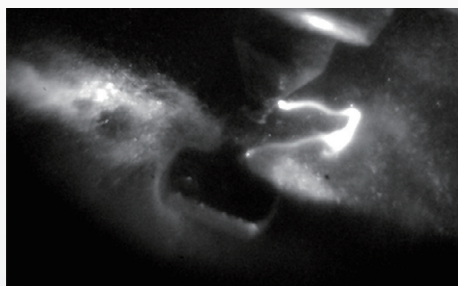
自動車エンジンの燃料噴射ノズル（インジェクタ）



撮影速度：200万コマ／秒
視野幅：約1.2 mm

エンジンの燃料噴射ノズルから液体燃料を噴射し、均一な径の微粒子へ変える微粒化過程の解析は、高出力かつ高効率なエンジンの開発に欠かせません。画像はノズル先端の細孔から高速噴射された液体燃料が、円錐状の膜を形成し、液滴へと変化していく様子を捉えています。
(岡山大学・河原先生ご提供)

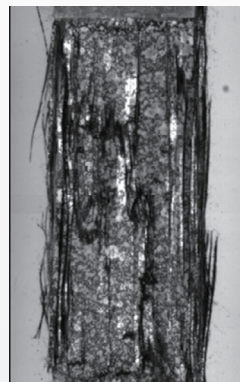
点火プラグ



撮影速度：100万コマ／秒
視野幅：約30 mm

点火プラグの電極間で発生する火花放電の様子を撮影しています。画像の左から右へ向かって噴射されている燃料の影響によって火花形状が大きく曲げられていることがわかります。
(岡山大学・河原先生ご提供)

炭素繊維強化プラスチック(CFRP)の高速引張試験



撮影速度：1,000万コマ／秒
視野幅：約10 mm

高速引張試験機によるCFRP破断の様子を捉えました。CFRPは限界荷重で瞬時に破壊するため、その過程を詳細に観察するためには1,000万コマ／秒の撮影速度が必要となります。

高出力かつ高効率な自動車エンジンを開発するためには、エンジンの構成部品である燃料噴射装置（インジェクタ）の燃料噴射過程や点火プラグによる燃料着火過程などを詳細に観察・解析することが必要となります。

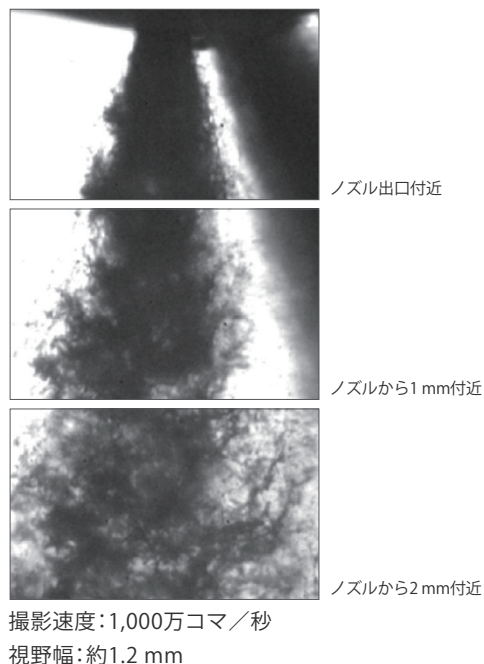
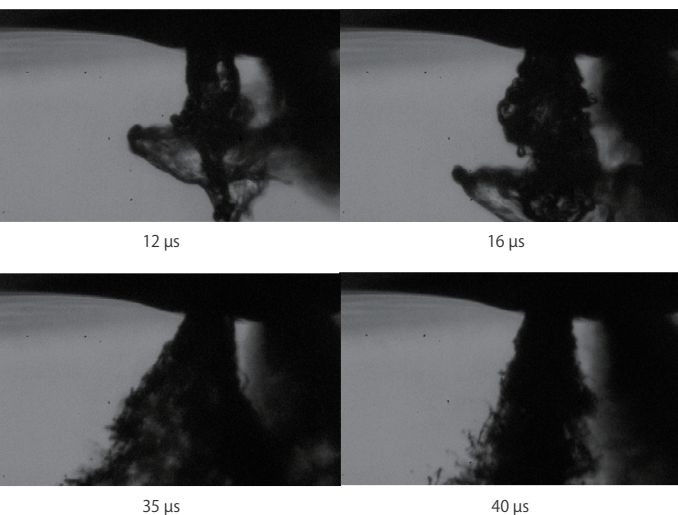
また、軽量で高強度な炭素繊維強化プラスチック（CFRP）のような新しい材料を用いた自動車ボディの開発が盛んに行われていますが、このような新規材料の開発においては、

材料が衝撃を受けた際の変形・破壊挙動を観測し、解析することが必要となります。

また、近年は高速度カメラによって撮影した材料の変形挙動を画像解析ソフトを使って解析し、材料の2次元あるいは3次元歪み分布を動的に解析することも行われています。

その他、エンジンの燃焼プロセスやエアバックの挙動を観察するために、高速度カメラが利用されています。

燃料の微粒化過程



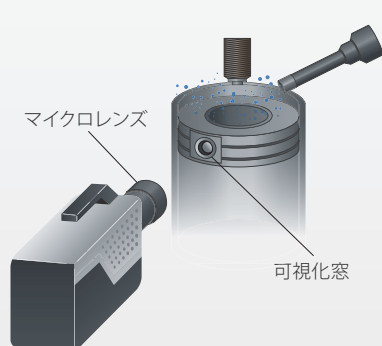
燃料噴射ノズルから放出された燃料がノズルから離れるに従って微粒子へ変化していく様子を撮影しています。

(岡山大学・河原先生ご提供)

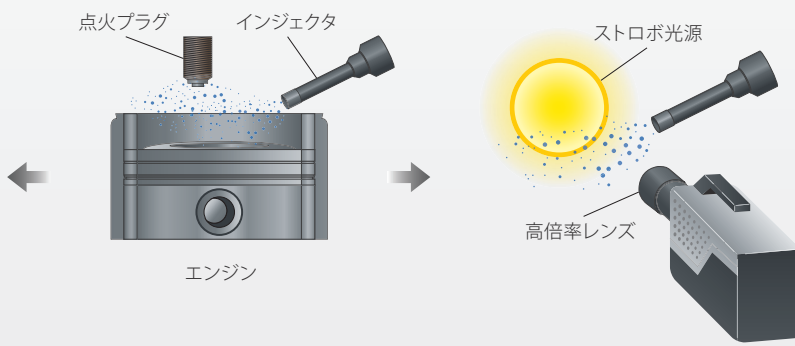
エンジンの構成部品の観察・解析方法

点火プラグの放電やインジェクタの燃料噴射の様子は、部品単体での観察や可視化エンジンと呼ばれる、内部観察できる窓を設置したエンジンの観察によって、詳細に解析することができます。

可視化エンジンによる点火プラグ放電観察



インジェクタの燃料噴射観察



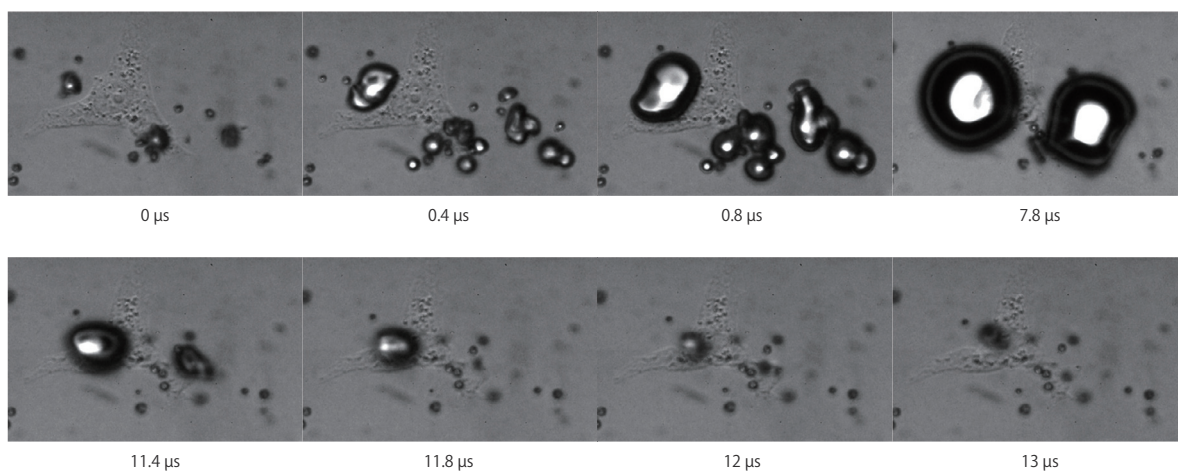
Hyper Vision HPV-X2
High-Speed Video Camera

- ドラッグデリバリーシステムの薬物放出過程
- 殺菌、超音波診断に用いられる
マイクロバブルの発生・消滅過程

医療・バイオ分野において、マイクロバブルと呼ばれる大きさ1～100ミクロンの微細気泡のダイナミクスを利用した研究が進んでいます。
流体中のマイクロバブルが超音波の照射により膨張・収縮後、消滅する過程において、マイクロジェットと呼ばれる局所的で高速な流れが発生しますが、この現象を利用して細胞に細孔をあけ、遺伝子や薬剤を直接細胞中へ導入する研究が

行われています。
マイクロバブルは非常に微細である上、膨張・収縮や崩壊の過程は極めて高速であるため、その挙動の解析には高感度かつ高速なカメラが必要となります。
また、超音波発生装置による超音波の挙動観察などにも高速度カメラが用いられています。

がん細胞に近接する微細気泡の超音波による崩壊過程



撮影速度：1,000万コマ／秒
視野幅：約130 μm

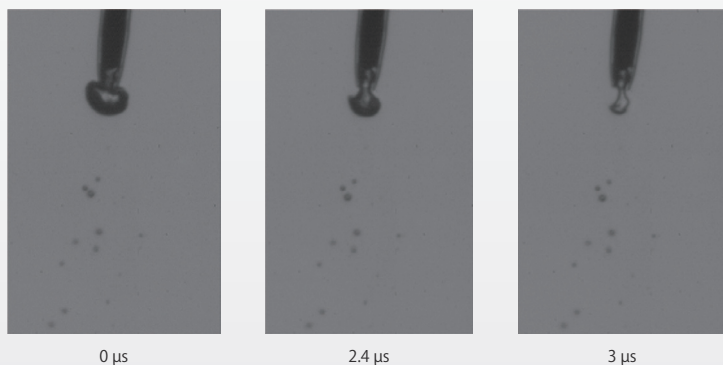
薬剤と微細気泡を封入したマイクロカプセルをがん細胞の近くまで誘導し、超音波照射によりカプセルを破壊して、薬剤をがん細胞中へ導入する、ドラッグデリバリーシステムの研究がすすめられています。画像はがん細胞に近接する微細気泡が膨張・収縮し崩壊する過程で、細胞へ機械的な影響を及ぼす様子を撮影しています。

(北海道大学・人間情報工学研究室で提供)

微細気泡の高速収縮

微小な管の先端で放電により発生した微細気泡が収縮し消滅する様子を捉えています。微細気泡消滅時に発生する高速な流れを利用したマイクロメスなどの応用が研究されています。

(芝浦工業大学・山西研究室で提供)



撮影速度：500万コマ／秒
視野幅：約0.2 mm

コンシューマ機器分野

- ▶ インクジェットのインク吐出過程
- ▶ 強化ガラスの破壊過程
- ▶ プロジェクタに使用されるMEMSデバイスの挙動

モバイル情報機器に使用される強化ガラス等の脆性材料の破壊過程の観察、インクジェットプリンタのインク吐出過程やプロジェクタに使用されるMEMSデバイスの挙動などのマイクロ領域における高速現象の観測に高速度カメラが利用されています。

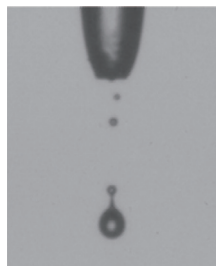
インクジェットプリンタ



0 μs



23.2 μs



32.4 μs

インクジェットプリンタの開発においては、ノズルから吐出される微細なインクを拡大し、その挙動を詳細に観察する必要があり、高速度カメラが用いられます。

(金沢大学・榎本先生ご提供)

撮影速度: 500万コマ/秒

視野幅: 約0.2 mm

半導体・産業機器分野

- ▶ プラズマ発生装置のプラズマ挙動
- ▶ 半導体デバイスの破壊過程観察
- ▶ 溶接装置や工作機器の加工過程観察
- ▶ 生産設備の動作エラー解析

エッチング装置やスパッタリング装置などのプラズマ応用機器のプラズマの挙動、レーザ加工機、放電加工機、切削加工機の加工過程などの高速現象の観察・観測に高速度カメラが利用されています。また、半導体デバイスの絶縁破壊瞬間の観察など故障モード解析にも利用されます。

レーザアブレーション成膜装置



0 μs

0.8 μs

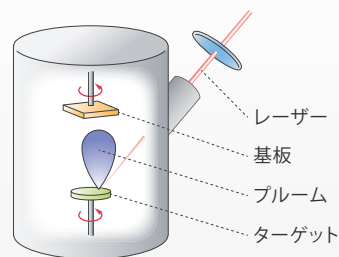
撮影速度: 1,000万コマ/秒

視野幅: 約50 mm

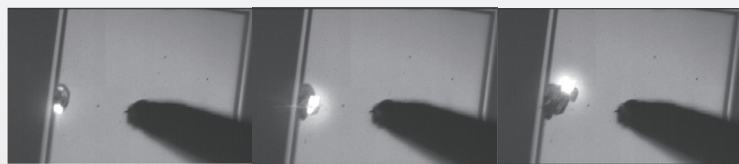
レーザパルスを標的物質に照射すると、物質表面がはぎ取られ(アブレーション)、プルームと呼ばれる発光を伴った粒子が飛び出します。レーザアブレーション成膜装置はこの現象を利用しており、膜を形成したい基板を標的物質と対向して配置し、アブレーションによって発生した粒子を基板上へ堆積して製膜します。画像は左から水平に照射されたレーザパルスによるプルームの発生・消滅過程を観察したものです。

(京都大学・田部研究室ご提供)

レーザアブレーション成膜装置



半導体デバイスの絶縁破壊



0 μs

64 μs

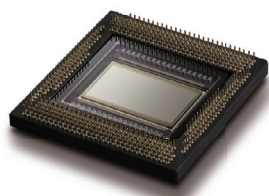
147 μs

撮影速度: 100万コマ/秒 視野幅: 約0.8 mm

半導体集積回路の基本であるMOS(金属-絶縁膜-シリコン)デバイスの故障発生の様子です。絶縁破壊により金属の薄膜電極が閃光を発しながら絶縁膜から剥離していく様子を捉えています。

(東北大学・須川研究室ご提供)

進化した次世代バーストイメージセンサFTCMOS2

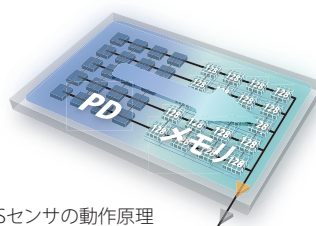


超高速撮影を可能にするバースト方式

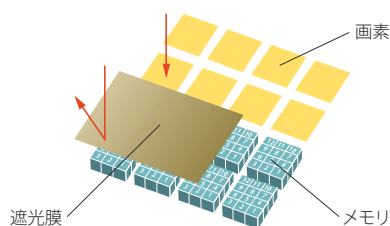
一般的な高速度カメラは、映像を記録するメモリがイメージセンサの外部にあり、画素数に対して圧倒的に数が少ない信号出力線を経由し、画素からメモリへ映像信号をシリアル転送する順次読み出し方式であるため、100万コマ/秒以上の超高速撮影は実現困難です。

当社が採用するバースト方式は、イメージセンサに記録枚数分

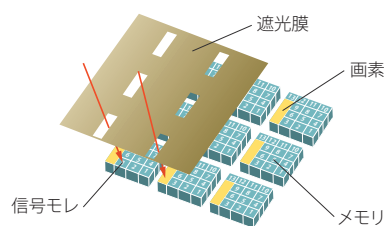
FTCMOSセンサの動作原理



のメモリを内蔵させ、さらに画素とメモリを1対1に配線で接続し、画素からメモリへ映像信号を完全パラレル転送することによって、1,000万コマ/秒の超高速撮影を実現しています。順次読み出し方式のように、信号出力線の本数に制限されることなく、超高速・高解像度撮影が可能です。



次世代CMOS技術によるバーストイメージセンサ



従来のCCD技術によるバーストイメージセンサ

CMOS技術に基づく次世代バーストイメージセンサ

従来のバーストイメージセンサは、CCD技術に基づいており、画素に隣接してメモリを配置しているため、画素からメモリへの信号リークによる画質の低下という問題がありました。

そこで、当社のバーストイメージセンサFTCMOSは、CMOS技術

を採用し、画素とメモリを空間的に分離して配置することによって、信号リークのない高画質を実現しました。

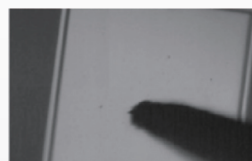
さらに、FTCMOS2においては、新しいCMOSプロセスの採用によりFTCMOSに対して光感度を6倍に向上させています。

※FTCMOSセンサ、FTCMOS2センサは東北大学 須川成利教授との共同研究により開発しました。特許登録：04931160、04844853、04844854

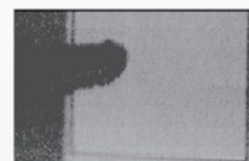
従来比6倍の高感度化による信号対ノイズ比の向上

FTCMOS2を搭載するHPV-X2は当社従来製品に対して光感度が6倍に向上しました。高感度化による信号対ノイズ比の向上によって、同じ光学系で撮影した場合、従来品と比べてノイズの少ないクリアな画像が得られます。

新型FTCMOS2イメージセンサ



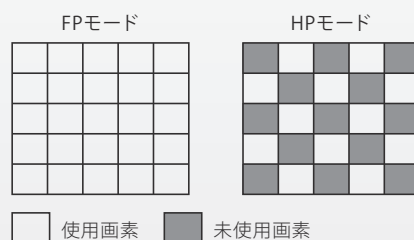
従来型FTCMOSイメージセンサ



FPモードとHPモード

- FTCMOS2センサは10万個の画素と1280万個のメモリを有します。
- FPモードは10万個の画素に対して各々128個のメモリを割り当てます。
- HPモードは5万個の画素に対して各々256個のメモリを割り当てます。
- HPモードの最高撮影速度は1,000万コマ/秒、記録枚数は256でFPモードの倍ですが、解像度は半分の5万画素になります。*

	HP (Half Pixel) モード	FP (Full Pixel) モード
最高撮影速度	1,000万コマ/秒	500万コマ/秒
解像度	5万画素	10万画素
記録枚数	256	128



※ソフトウェアで画像を表示する際または画像データを保存する際、HPモードの未使用画素はソフトウェアで補完処理され、10万画素相当として表示または保存されます。

2台のカメラによる高速同期撮影機能

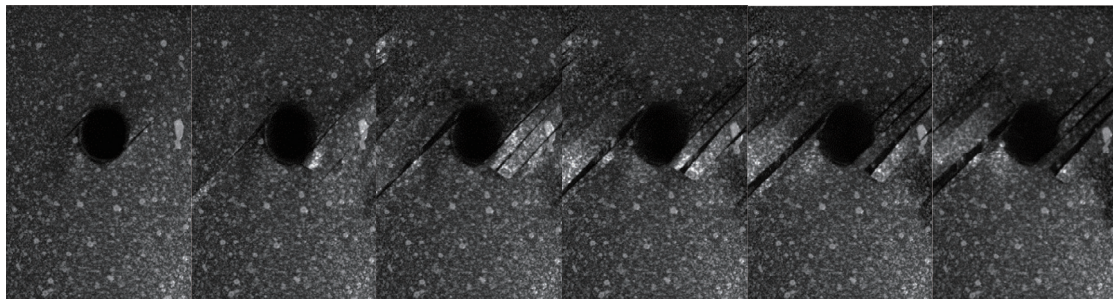
1,000万コマ／秒のフレームレートで2台のカメラによる正確な同期撮影が可能のため、高速現象を2方向から同時に撮影することができます。また、市販の画像解析ソフトと組合せて3次元画像解析が可能です。

- 2台のカメラによる2方向同時撮影
- 市販の画像解析ソフトと組合せた3次元画像解析

引張試験による炭素繊維強化プラスチック（CFRP）破断の様子を2方向同時撮影

撮影速度：100万コマ／秒

正面



0 μ s

15 μ s

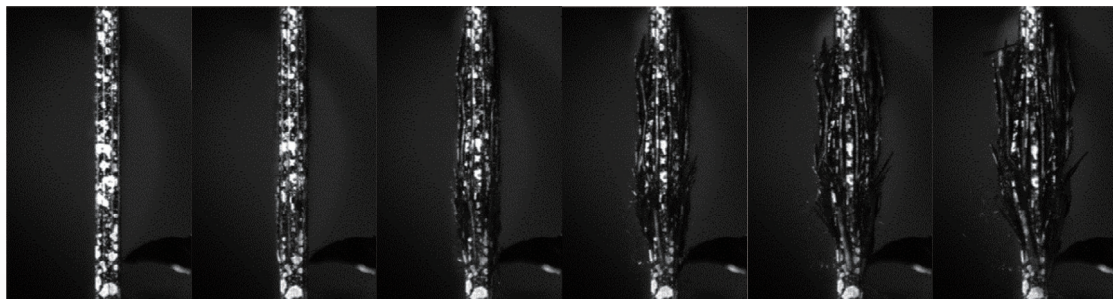
30 μ s

45 μ s

60 μ s

75 μ s

側面



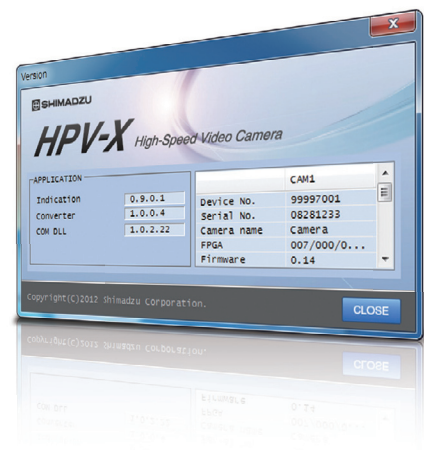
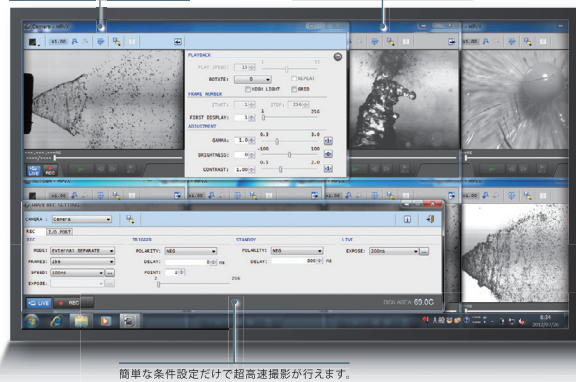
Hyper Vision HPV-X2
High-Speed Video Camera

Windowsで動作する制御ソフトウェアが付属

- Windowsで動作する制御ソフトウェアが付属しており、カメラ本体とPCをLANケーブルで接続し、簡単な設定をするだけで、すぐに高速撮影を開始できます。
- 撮影した画像は、専用フォーマットの他、AVI、BMP、JPEG、TIFF等の汎用フォーマットで保存できます。

ライブモニタ機能により、撮影条件設定がスピーディに行えます。

8画面が同時に表示できるので撮影データの比較が容易です。



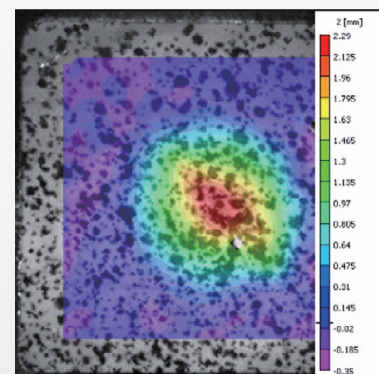
市販の画像解析ソフトウェアと組合せて使用できます

- 撮影画像を汎用フォーマットで保存し、市販の画像解析ソフトウェアへ読み込ませることによって、高速現象の画像解析や数値解析を実施できます。
- 特に、材料試験時の試験片の歪み分布を得るために、デジタル画像相関法 (Digital Image Correlation=DIC) の原理に基づく市販の歪み分布解析ソフトウェアを使用することができます。

CFRP薄板の高速3次元歪み計測

ガス銃により射出された超音速の鋼球が炭素繊維強化プラスチック (CFRP) の薄板へ衝突した際の薄板の変形挙動を、2台の高速度カメラを用いてステレオ撮影した後、DIC解析ソフトウェアによって解析しました。薄板に対して垂直方向の歪み分布の時間変化を解析することができます。

(名古屋大学・田邊研究室ご提供)



仕様

P/N : S348-00021-41
品名 : HPV-X2

カメラ本体		
レンズマウント	ニコンFマウント ¹⁾	
撮像素子	FTCMOS2イメージセンサ	
撮影速度 ²⁾ (フレームレート)	HPモード	1,000万コマ／秒、500万コマ／秒
	FPモード	500万コマ／秒
	モード共通	200万コマ／秒～60万コマ／秒は撮影速度可変 (1/(10 ns) 単位)
記録枚数	HPモード	最大256枚
	FPモード	最大128枚
解像度	HPモード	5万画素 (千鳥格子画素配列) ³⁾
	FPモード	10万画素 (400 (水平) × 250 (垂直))
色表現・階調	モノクロ・10ビット ⁴⁾	
露光時間 ⁵⁾	1,000万コマ／秒は50 ns固定、500万コマ／秒は110 ns固定	
	200万コマ／秒～60万コマ／秒は、最小200 nsから10 ns単位で可変	
外部トリガ入力	2 CH (TRIGIN, STANDBY) TTLレベル (5 V) 正極性、負極性どちらでも可	
撮影モード	内部トリガ、外部トリガ、連続トリガ	
同期機能	2台接続により同期撮影可能	
オプション用出力	2 CH (露光開始タイミング、トリガ検知タイミングなどを設定により出力)	
トリガポイント設定	第2フレーム以降の任意のフレームに設定可能	
インターフェース	1000 Base-T/100 Base-TX 1ポート	
外部モニタ用出力	NTSC出力	
データ記憶形式	10ビット専用形式、BMP、AVI、JPEG、TIFF (8ビット、16ビット形式サポート)	
電源ユニット		
電源定格	AC単相 100V±10%、200 VA、50/60 Hz 入力	
制御PCの必要な仕様 (弊社にご用命下さい)		
OS	Windows 7 Professional (64bit) Service Pack 1以降 ⁶⁾	
CPU	インテルCorei5 以上	
メモリ	4 GB 以上	
HDD	250 GB 以上	
画面サイズ	1366×768以上	
インターフェース	1000 Base-T/100 Base-TX	
外部記憶装置	DVD-RW	
その他デバイス	マウス、キーボード	
環境条件		
使用温度範囲	5～40℃	
使用湿度範囲	35～75%Rh、ただし結露なきこと。	
保存温度範囲	0～50℃	
保存湿度範囲	20～80%Rh、ただし結露なきこと。	
大きさ・質量		
カメラヘッド	160 (W) × 330 (D) × 260 (H) mm、約6.4 kg	
電源ユニット	150 (W) × 392 (D) × 185 (H) mm、約5.2 kg	
カメラ-制御PC間インターフェースケーブル長さ	約2 m	
カメラ-電源ユニット間ケーブル長さ	約2.8 m	

注 1) 全てのFマウントレンズが装着できることを保証するものではありません。

注 3) 保存される画像は400 (水平) × 250 (垂直) 画素になります。

注 5) 露光時間の設定値は目安であり、すべての撮影速度で正確な露光時間比を保証するものではありません。

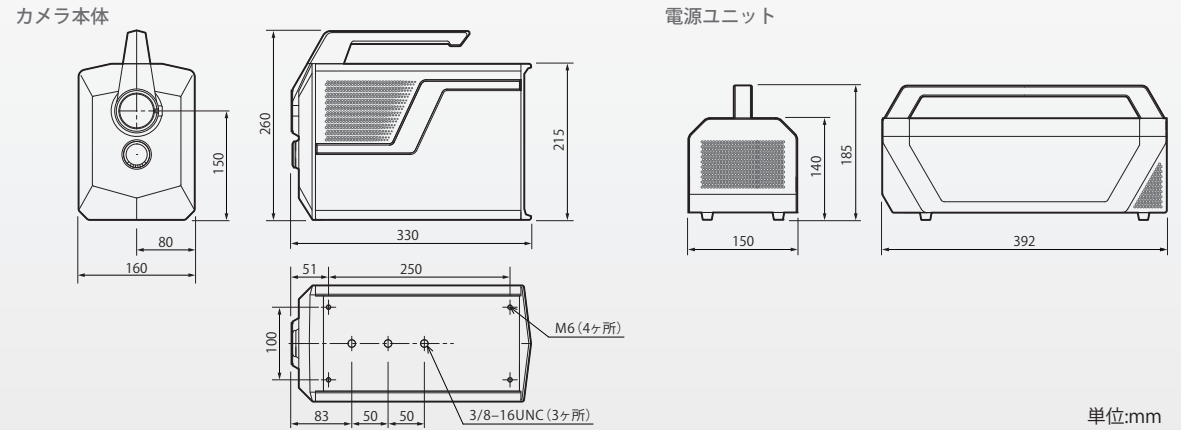
注 7) 本装置で使用しているFTCMOS2イメージセンサは精度の高い技術によって製造されていますが、欠陥画素が存在することがあります。これは製品の欠陥ならびに故障ではありませんので予めご了承下さい。

注 2) 撮影速度は参考値であり、撮影フレーム間の正確な時間間隔の値を保証するものではありません。

注 4) 10ビットはデータ形式を示すもので、データの精度を保証するものではありません。

注 6) Windowsは米国、およびその他の国におけるMicrosoft社の登録商標です。

外形寸法



精密万能試験機の最上位モデル

精密万能試験機 オートグラフ
AG-Xplusシリーズ



動的強度特性・破壊形態の材料評価装置

高速衝撃試験機 ハイドロショット
HITSシリーズ



＜輸出管理令に関して＞

本製品は外国為替及び外国貿易法（以下、外為法という）の規定により、リスト規制貨物に該当します。
本製品を輸出または国外へ持ち出す場合は、外為法の規定により、
経済産業大臣へ輸出許可申請の手続きを行ってください。
手続きの際に必要な書類につきましては、当社営業所にご相談ください。

Windows は、米国Microsoft Corporation の米国およびその他の国における登録商標です。

本文中には、TM、®マークは明記しておりません。

トラブル解消のため補修用部品・消耗品は純正部品をご採用ください。
外観および仕様は改良のため、予告なく変更することがありますのでご了承ください。

分析計測事業部 604-8511 京都市中京区西ノ京桑原町1

株式会社 島津製作所

東京支社 101-8448 東京都千代田区神田錦町1丁目3
(03) 3219-(官公庁担当) 5631・(大学担当) 5616・(会社担当) 5735

関西支社 530-0012 大阪市北区芝田1丁目1-4 阪急ターミナルビル14階
(06) 6373-(官公庁・大学担当) 6541・(会社担当) 6661

札幌支店 060-0807 札幌市北区北七条西2丁目8-1 札幌北ビル9階 (011) 700-6605

東北支店 980-0021 仙台市青葉区中央2丁目9-27 プライムスクエア広瀬通12階 (022) 221-6231

郡山営業所 963-8877 郡山市堂前町6-7 郡山フコク生命ビル2階 (024) 939-3790

つくば支店 305-0031 つくば市吾妻3丁目17-1
(029) 851-(官公庁・大学担当) 8511・(会社担当) 8515

北関東支店 330-0843 さいたま市大宮区吉敷町1-41 明治安田生命大宮吉敷町ビル8階
(048) 646-(官公庁・大学担当) 0095・(会社担当) 0082

横浜支店 220-0004 横浜西区北幸2丁目8-29 東武横浜第3ビル7階
(045) 311-(官公庁・大学担当) 4106・(会社担当) 4615

静岡支店 422-8062 静岡市駿河区稲川12丁目1-1 伊伝静岡駅南ビル2階 (054) 285-0124

名古屋支店 450-0001 名古屋市中村区那古野1丁目47-1 名古屋国際センタービル19階
(052) 565-(官公庁・大学担当) 7521・(会社担当) 7532

京都支店 604-8445 京都市中京区西ノ京徳大寺町1
(075) 823-(官公庁・大学担当) 1604・(会社担当) 1602

神戸支店 650-0033 神戸市中央区江戸町9-3 栄光ビル9階 (078) 331-9665

岡山営業所 700-0826 岡山市北区磨屋町3-10 住友生命岡山ニューシティビル6階 (086) 221-2511

四国支店 760-0017 高松市番町1丁目6-1 住友生命高松ビル9階 (087) 823-6623

広島支店 730-0036 広島市中区袋町4-25 明治安田生命広島ビル15階 (082) 248-4312

九州支店 812-0039 福岡市博多区冷泉町4-20 島津博多ビル4階
(092) 283-(官公庁・大学担当) 3332・(会社担当) 3334

グローバルアプリケーション開発センター

京都 604-8511 京都市中京区西ノ京桑原町1 (075) 823-1153

東京ハイテクプラザ 101-8448 東京都千代田区神田錦町1丁目3 (03) 3219-5857

<http://www.an.shimadzu.co.jp/test/>