

CRYSTA

製品仕様

	CRYSTA PI-1P	CRYSTA PI-5WP
外観		
システムの特徴	超高速偏光イメージング	PCメモリへのリアルタイム転送およびSDK付属
撮像素子	偏光高速度イメージセンサ	
偏光素子	直線偏光子	位相子 + 直線偏光子
偏光動作波長域 (nm)	520 ~ 570	
画素階調 (bit)	12	
最高有効画素数 白黒撮影時	1024 × 1024	848 × 680
最高有効画素数 偏光撮影時 <sup>※1</sup>	512 × 512	424 × 340
最高有効画素数撮影速度 (コマ/秒)	60 ~ 7000	15 ~ 250
最高撮影速度 (コマ/秒)	1,550,000	10,000
最短露光時間 (nsec)	369	2.893
レンズマウント	GタイプFマウント/Cマウント	Cマウント
PC接続・制御インターフェイス	1000BASE-T	PCI Express
保存データ形式	RAW、AVI、BMP、CSV他 <sup>※2</sup>	
AC電源電圧 (V)	100 (200V希望は別途相談)	
AC電源周波数 (Hz)	50 ~ 60	
AC消費電力 (VA)	130	600 (制御PC含む)
DC電源電圧 (V)	20 - 36	12
DC消費電力 (VA)	130	20
標準メモリサイズ (GB)	32、64	32
記録時間 (秒)	2.98 (7500 コマ/秒 時)	11.46 (250 コマ/秒 時)
カメラ (ヘッド) 外形寸法 (mm)	カメラ : 153 × 165 × 243 (WHD)	カメラヘッド : 74.4 × 74.5 × 62.35 (WHD)
カメラ (ヘッド) 重量 (kg)	カメラ : 7.4	カメラヘッド : 0.48
カメラヘッドケーブル長 (m)	-	5、15
トリガ方式	TTL、接点、ソフトウェアトリガに対応	

<sup>※1</sup> フォトロン製ソフトウェアで偏光解析を実施する場合の解像度です。<sup>※2</sup> 保存データ形式は使用するソフトウェアによって異なります。詳細はお問い合わせください。

\* 日本国外での使用をご検討の際は、輸出規制対象製品も含まれますので、必ず弊社にご相談ください。



お問い合わせ

E-mail : opt@photonic-lattice.com

記載の意匠や仕様は、予告なしに変更されることがあります。  
 記載の製品名等は、各社の登録商標または商標です。  
 本製品を正しく安全にご使用いただくため、「取扱説明書」をよくお読みください。  
 記載の画像、グラフ等はイメージです。実際のものとは異なる場合があります。

東京営業所 〒101-0051 東京都千代田区神田神保町1-105 神保町三井ビルディング  
 TEL 03-5281-0073

<https://www.photonic-lattice.com/>

 Photonic Lattice

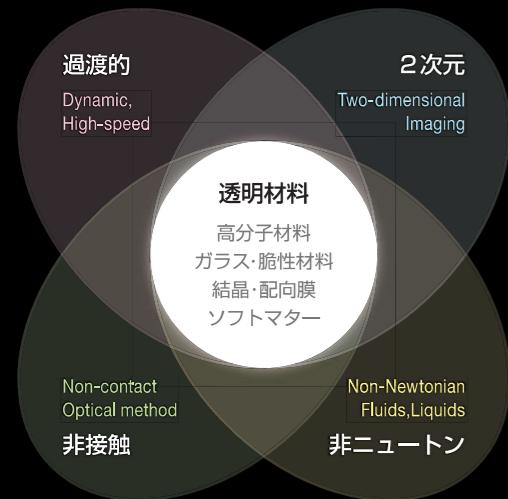
# CRYSTA

世界最高速!※ 秒間100万枚の偏光イメージング



# 透明材料の「内部応力」と「配向構造」を可視化できる、世界最高速の偏光高速度カメラ

CRYSTAは、2014年の販売以来、50システム以上の販売実績があります。



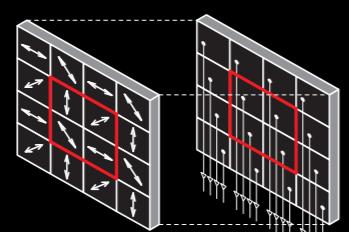
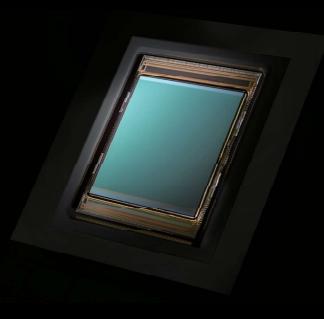
## 偏光は様々な物理量や物性の測定、および可視化が可能



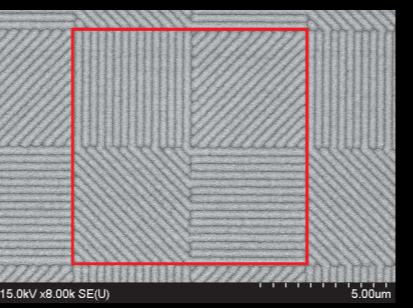
偏光は「振動方向が規則的な光」であり、目視では認識できない光の状態です。光の偏光状態は透過した物体の内部構造や反射した物体の表面形状などによって変わるため、対象物への入射・出射前後の偏光状態を求ることで、様々な物理量の測定や現象の可視化へ応用できることが知られています。さらに、この「偏光」に「高速度イメージング」の技術が合わさることで、例えば、透明材料の加工時に工具へ加わる負荷を画像から検討したり、衝撃試験や流動現象における応力の伝播・緩和過程を可視化する、配向膜の空間的な性能の均一性を非接触で定量的に計測する、など従来では想像もできなかつたような新しい画像計測が可能となります。

## 独自のコア技術「偏光高速度イメージセンサ」

画素毎に方位の異なるフォトニック結晶型マイクロ偏光子アレイを実装したイメージセンサであり、(株) フォトロンと(株) フォトニクスによる共同開発によって完成しました。これまで偏光計測に不可欠であった偏光板の回転動作を不要にし、1度の露光で偏光計測に必要な光強度情報を取得できる特徴を有します。さらに、独自の画素並列読み出し回路と偏光素子を直結することで繰り返しサンプリング速度を従来比1000倍以上に向上させた、全く新しいイメージセンサです。



マイクロ偏光子アレイ 高速度イメージセンサ



隣接4画素のSEM写真

### 材料加工時の内部応力分布可視化と加工条件の解析

### 衝撃破壊・割れにおけるクラック周辺部の応力伝播の評価

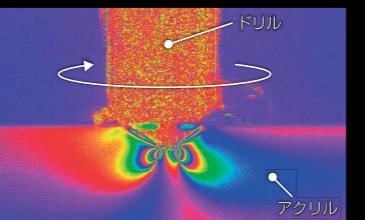
### 液晶・結晶材料に対する結晶軸・配向状態の動的観察

### 粘弾性体・ソフトマターで生ずる流動性応力分布の可視化

## 透明材料や透明成形品の研究開発へ、従来にない新たな評価指標を

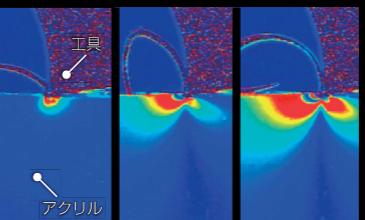
CRYSTAは、樹脂やガラスをはじめとする透明材料や複雑流体の「位相差 (nm)」と「主軸方位 (°)」の分布を計測することができます。位相差は材料内部における応力の強さや配向度合いに比例し、主軸方位は構造が配向している向き（配向角）を意味しています。また、モノクロ高速度カメラとしても使用することが可能なため、様々な研究開発分野において新しい評価技術として活用されています。CRYSTAを使うことでどのような検討が可能になるのか、具体的な事例を紹介します。

### 内部応力



精密加工時の応力分布

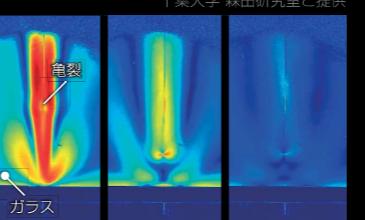
詳細はp.04へ  
加工応力の空間的な分布を高精度に可視化、材料・工具に加わる瞬間的な負荷の増減から切削性能や加工精度を評価できます。



超音波加工による応力特性

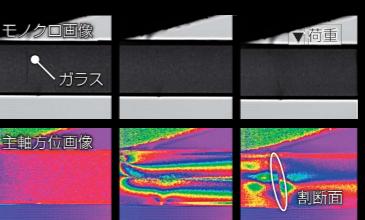
各種信号として同期し撮影することができます。工具先端部に集中する応力が刻一刻と変化する様子を撮影することに成功しました。

### 応力伝播



レーザによるガラス割断

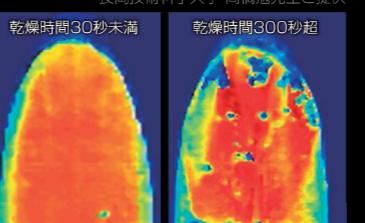
詳細はp.05へ  
き裂が進展していく周辺での応力伝播を高精度に可視化することで、現象をより明確に評価し、品質の推定に応用できます。



ガラス割断時の主軸方位

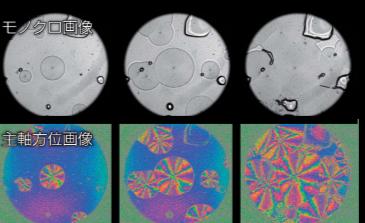
高速度カメラでさえ可視化が難しいような現象でも、偏光で材料の内部状態を可視化することにより新たな知見が得られます。

### 配向状態



塗布膜の配向特性評価

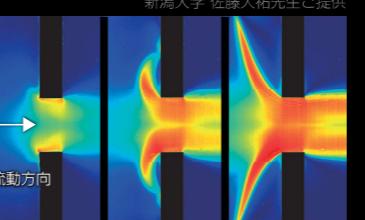
詳細はp.06へ  
液晶膜を異なる条件下で乾燥させた際の位相差分布。点計測では把握ができなかった欠陥や乾燥過程の変化も評価可能です。



高分子球晶の配向状態

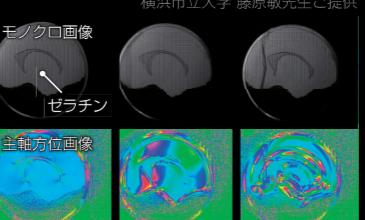
結晶の主軸方位を色として定量的に表示。高分子材料をはじめとし、SICなどの結晶軸や格子歪みを評価することもできます。

### 流動異方性



マイクロ流路内の流動異方性

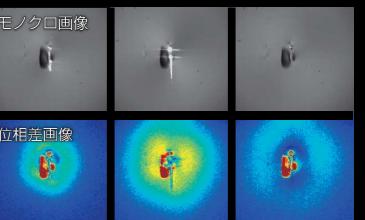
詳細はp.07へ  
顕微鏡にCRYSTAを取り付け、微小な流れ場における流動異方性や応力緩和の過程を定量的に計測することも可能です。



生体材料のダメージ解析

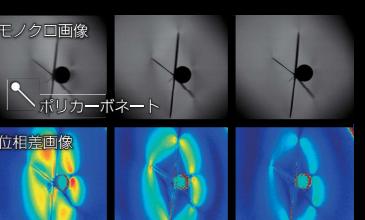
CRYSTAは医療分野にも応用されています。この画像は脳を模したゼラチンモデルを使い、脳中での力の反響を可視化した例です。

東京大学 杉田直彦先生ご提供



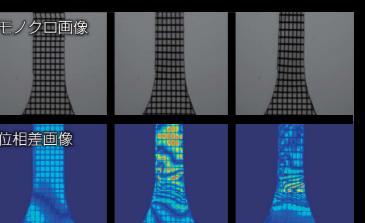
ガラスのレーザ加工

レーザによる穴あけ加工時の応力分布。応力集中の発生から周囲への伝播・緩和までを計測、加工条件の評価に応用できます。



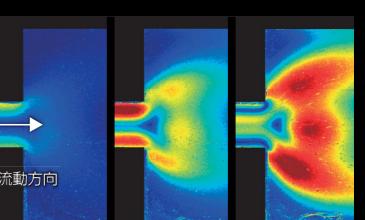
脆性材料の衝撃割れ

衝撃試験における応力伝播を高精度に撮影。脆性材料や高速な破壊現象に対しても効果を発揮し、有効な計測が可能となります。



伸張時の材料特性評価

CRYSTAを引張試験機と組み合せることで、局所的な応力分布や厚みの不均一性を高い時間分解能で計測することができます。



高分子液体の流れ可視化

樹脂成形過程における流路形状の検討など、応力を可視化することで不良箇所の特定や改善等にも応用されています。



精密加工における被削材内部の位相差分布を高速度かつ高倍率に観察

### 導入事例① 「透明材料×内部応力」

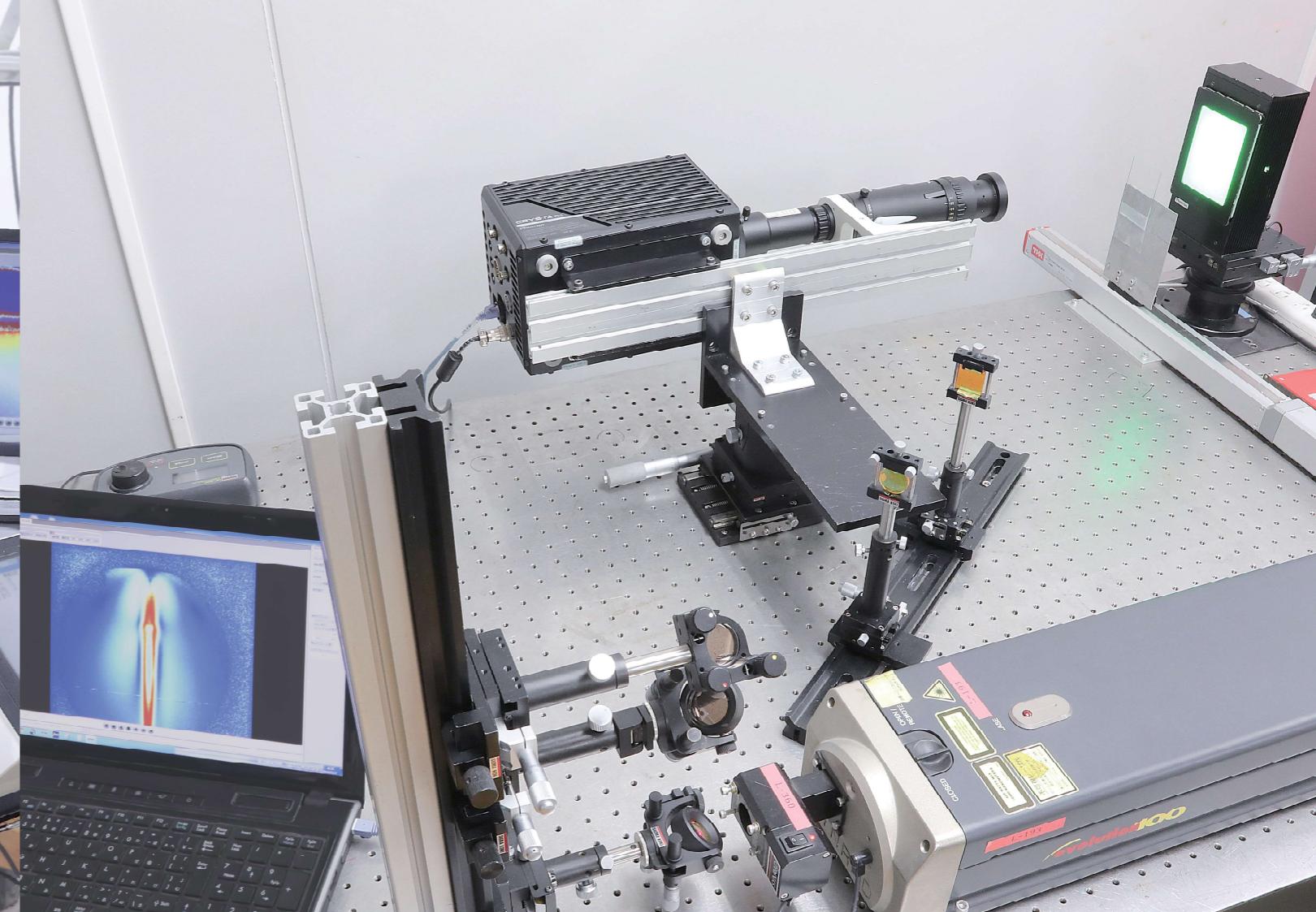
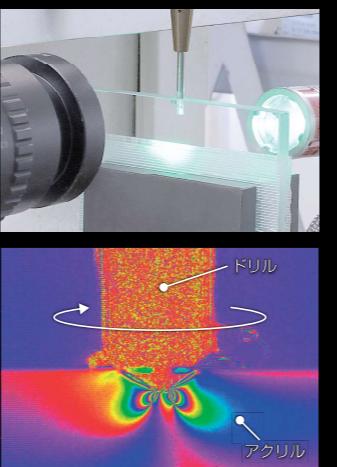
## 高速加工現象の応力分布を可視化

### 「被削材内部応力の可視化による切削現象の解析」

長岡技術科学大学 工学部 精密加工・機構研究室 磯部浩巳先生

準静的な二次元切削加工現象は、古くから理論的・解析的および実験的に検証が行われている。しかし、実際の加工は動的に変化し、特にガラス加工時におけるクラックの発生は瞬間的な現象である。このような加工状態を測定する方法としては、工具動力計が一般的に用いられる。これは刃物台や被削材固定台と工作機械の間に設置し加工抵抗を測定するものであるが、個々の切れ刃や砥粒が、どのように応力を発生させ、被削材を加工しているかはわからない。特に、ダイヤモンド電着砥石を用いたガラス加工における加工条件の最適化は、試行錯誤によることが多い。その理由は、工具動力計の計測では、いつ、どの砥粒が、どのように欠損を生じさせたかがわからなく、発生する現象も偶発的であるためである。

これに対して、CRYSTAを用いた応力測定手法では、工具表面に多数ある砥粒の中から、どの砥粒がどのように加工しているかをオンマシンで計測することができた。さらに、CRYSTAのもつ優れたトリガ入出力機能を駆使することにより、超音波帯域における加工現象の同期撮影にも成功した。



レーザによるガラス割断加工における位相差分布の長作動距離計測

### 導入事例② 「ガラス・脆性材料×応力伝播」

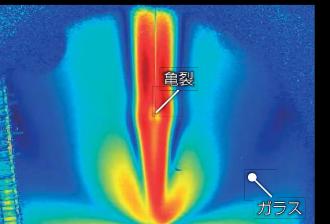
## ガラスの亀裂進展過程を評価

### 「高速偏光計測によるガラス割断面品質のリアルタイム推定」

千葉大学大学院 工学研究院 加工物理学研究室 森田昇先生、比田井洋史先生、松坂壮太先生

電子機器等に使用されるガラス基板は割断法によって所望の形状に分割されることが多く、機器の小型化・薄型化にともなって、破断面の品質向上が強く求められている。割断されたガラスの破面形態は、形成される亀裂の進展挙動に依存し、亀裂進展挙動はガラスの内部応力場によって決定される。従って、偏光計測法によって亀裂進展時のガラス内部応力場を把握することができれば、割断面の品質を推定することが可能となる。

CRYSTAは高い時間分解能で複屈折位相差を計測できることから、割断の際のガラス内部応力場の可視化手法として非常に有効である。我々は、亀裂進展挙動によって位相差変動の特徴が異なることに着目し、亀裂形成直後にリアルタイムで破断面形態を推定する手法を提案してきた。CRYSTAの高い時間分解能を活用すれば、破断面不良を即座に把握することができるため、ガラス基板の製造・加工工程における歩留まり向上に貢献できるものと考えられる。





精密加工における被削材内部の位相差分布を高速度かつ高倍率に観察

### 導入事例① 「透明材料×内部応力」

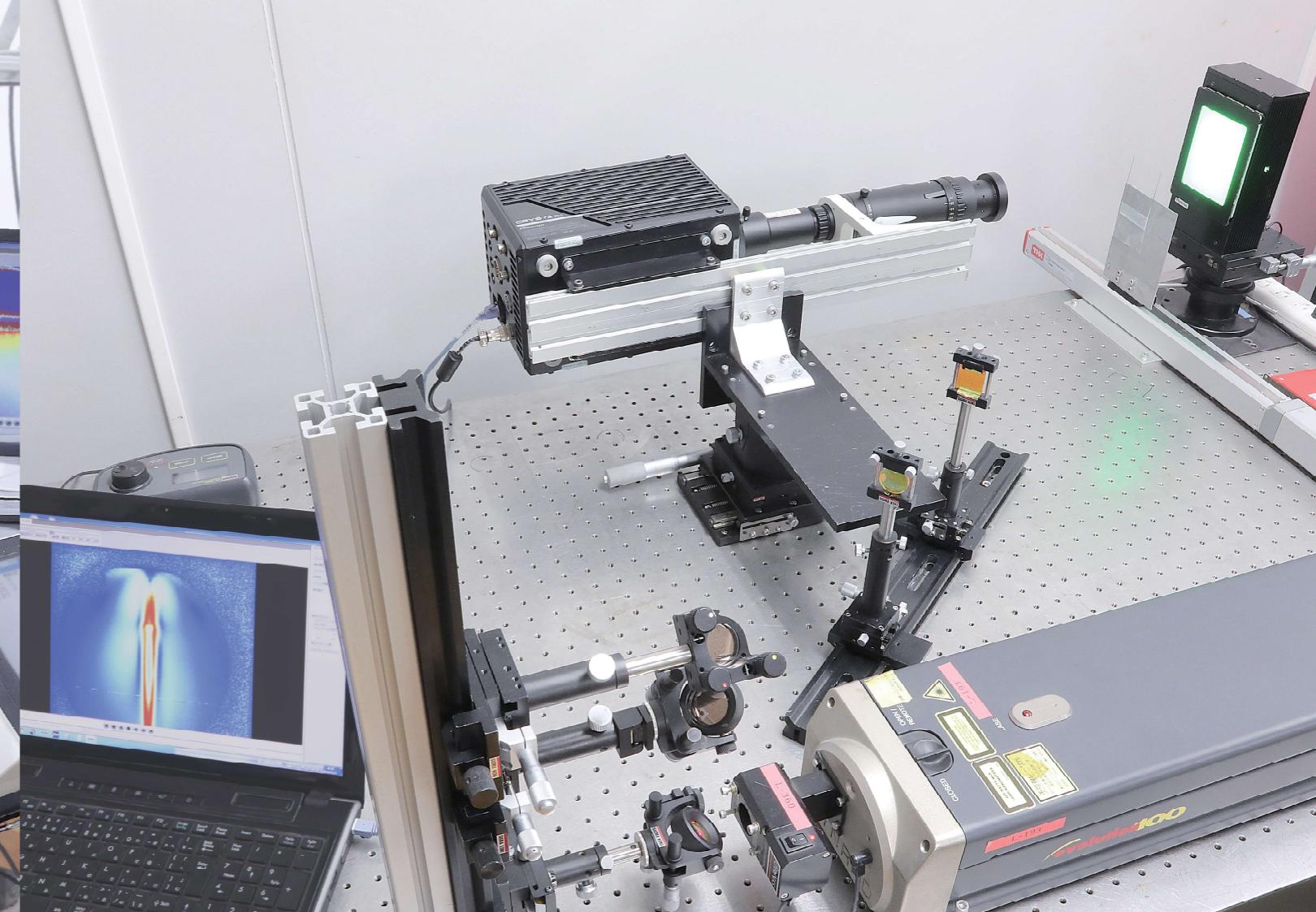
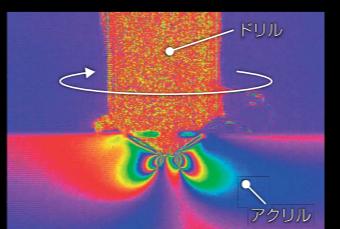
## 高速加工現象の応力分布を可視化

### 「被削材内部応力の可視化による切削現象の解析」

長岡技術科学大学 工学部 精密加工・機構研究室 磯部浩巳先生

準静的な二次元切削加工現象は、古くから理論的・解析的および実験的に検証が行われている。しかし、実際の加工は動的に変化し、特にガラス加工時におけるクラックの発生は瞬間的な現象である。このような加工状態を測定する方法としては、工具動力計が一般的に用いられる。これは刃物台や被削材固定台と工作機械の間に設置し加工抵抗を測定するものであるが、個々の切れ刃や砥粒が、どのように応力を発生させ、被削材を加工しているかはわからない。特に、ダイヤモンド電着砥石を用いたガラス加工における加工条件の最適化は、試行錯誤によることが多い。その理由は、工具動力計の計測では、いつ、どの砥粒が、どのように欠損を生じさせたかがわからなく、発生する現象も偶発的であるためである。

これに対して、CRYSTAを用いた応力測定手法では、工具表面に多数ある砥粒の中から、どの砥粒がどのように加工しているかをオンマシンで計測することができた。さらに、CRYSTAのもつ優れたトリガ入出力機能を駆使することにより、超音波帯域における加工現象の同期撮影にも成功した。



レーザによるガラス割断加工における位相差分布の長作動距離計測

### 導入事例② 「ガラス・脆性材料×応力伝播」

## ガラスの亀裂進展過程を評価

### 「高速偏光計測によるガラス割断面品質のリアルタイム推定」

千葉大学大学院 工学研究院 加工物理学研究室 森田昇先生、比田井洋史先生、松坂壮太先生

電子機器等に使用されるガラス基板は割断法によって所望の形状に分割されることが多く、機器の小型化・薄型化にともなって、破断面の品質向上が強く求められている。割断されたガラスの破面形態は、形成される亀裂の進展挙動に依存し、亀裂進展挙動はガラスの内部応力場によって決定される。従って、偏光計測法によって亀裂進展時のガラス内部応力場を把握することができれば、割断面の品質を推定することが可能となる。

CRYSTAは高い時間分解能で複屈折位相差を計測できることから、割断の際のガラス内部応力場の可視化手法として非常に有効である。我々は、亀裂進展挙動によって位相差変動の特徴が異なることに着目し、亀裂形成直後にリアルタイムで破断面形態を推定する手法を提案してきた。CRYSTAの高い時間分解能を活用すれば、破断面不良を即座に把握することができるため、ガラス基板の製造・加工工程における歩留まり向上に貢献できるものと考えられる。

