

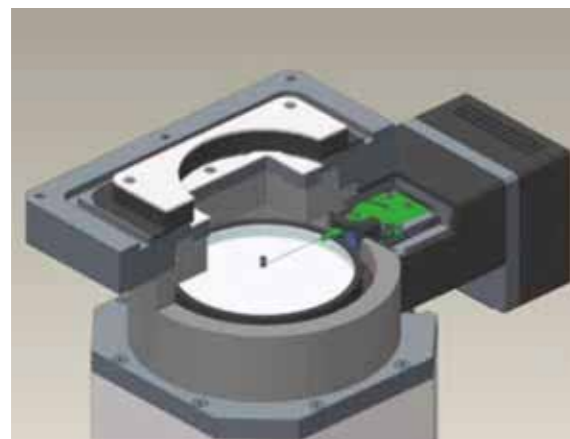
すべての観察を  
TVIPSカメラシステムで  
**COMPLETE SOLUTION FOR TEM IMAGING**

- > 超高感度カメラ
- > 画像処理ソフトウェア
- > STEM

 **TVIPS**  
TIETZ VIDEO AND IMAGE PROCESSING SYSTEMS

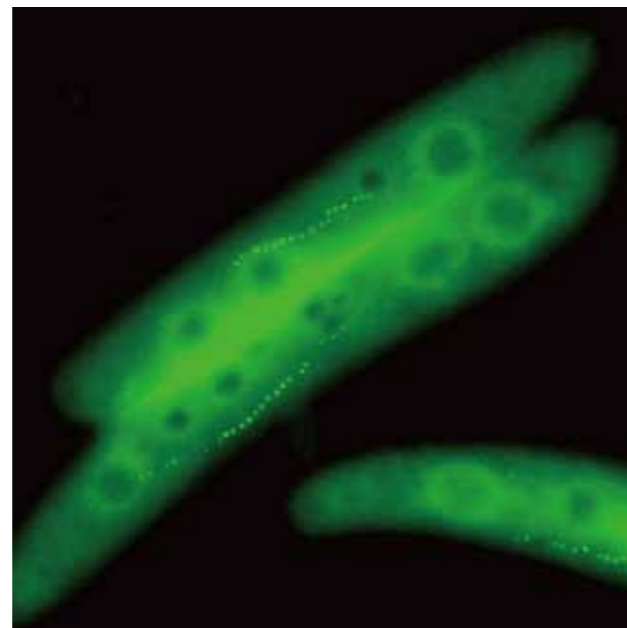


**TVIPS CAMERAS**  
CMOS CAMERAS FOR  
ALL APPLICATIONS  
PAGE 4

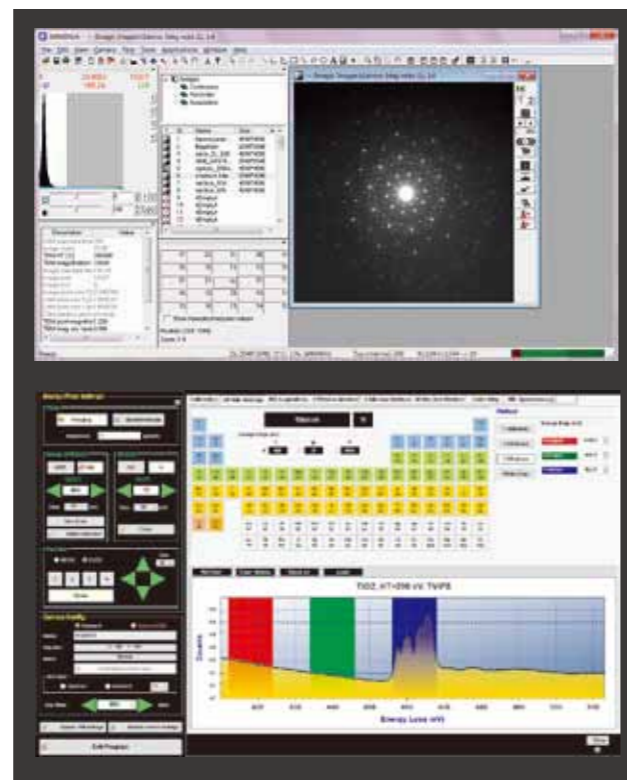


**MOTORIZED BEAMSTOP**  
NEXT-LEVEL DIFFRACTION  
DATA ACQUISITION  
PAGE 7

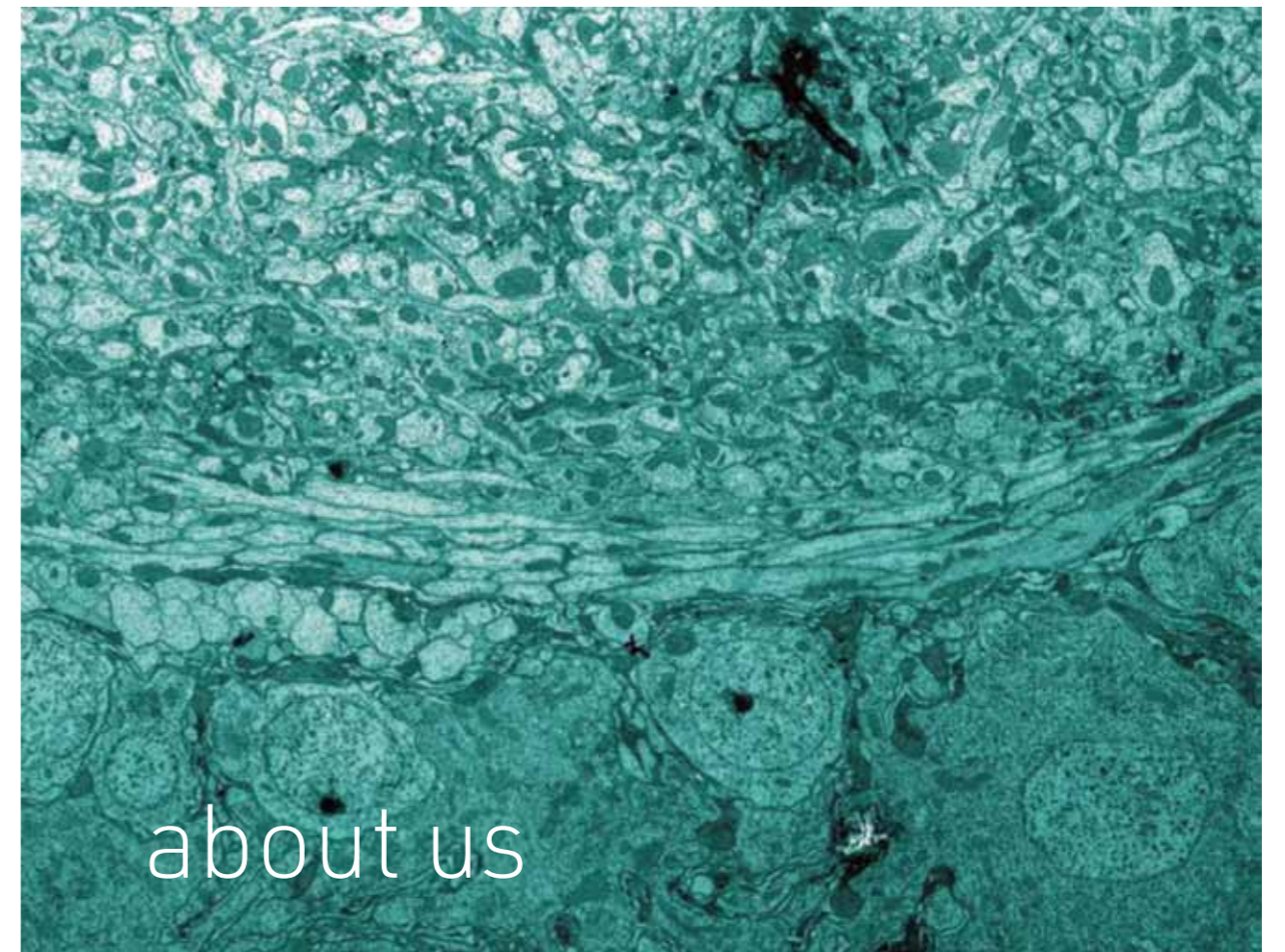
Cover, top right:  
*Nat Protoc.* 2016 May;11(5):895-904.  
doi: 10.1038/nprot.2016.046  
Cover, bottom right:  
A.C.Richardson, Durham University



**UNIVERSAL SCAN GENERATOR**  
MANIPULATE THE BEAM FOR  
ADVANCED ANALYSES  
PAGE 6



**IMAGING SOFTWARE**  
FULL CONTROL OF CAMERA AND TEM,  
AUTOMATIZATION AND ANALYSIS  
PAGE 8



- 
- 1987 Hans R. Tietzによりドイツ・ガウティン（ミュンヘンより20 km南西）にて創業

---

  - 1991 1k スローキャンCCDカメラを初商用化

---

  - 1993 トモグラフィソフトウェアパッケージを初商用化

---

  - 1996 2kスローキャンCCDカメラを初商用化

---

  - 2001 4kスローキャンCCDカメラをリリース

---

  - 2006 世界初8k CMOSカメラをリリース（**TemCam-F816**）

---

  - 2009 4k CMOSカメラをリリース（**TemCam-F416**）

---

  - 2011 2k CMOSカメラをリリース（**TemCam-F216**）

---

  - 2012 UNIVERSAL SCAN GENERATOR (USG)をリリース

---

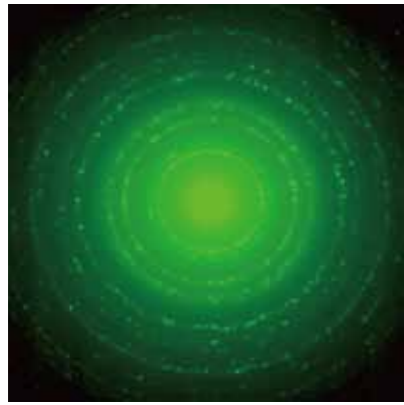
  - 2014 モータ駆動型ビームストップ/回折トモグラフィツールをリリース

---

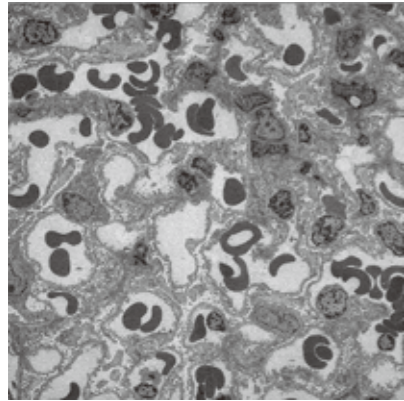
  - 2017 次世代4k CMOSカメラをリリース（**TemCam-XF416**）

---

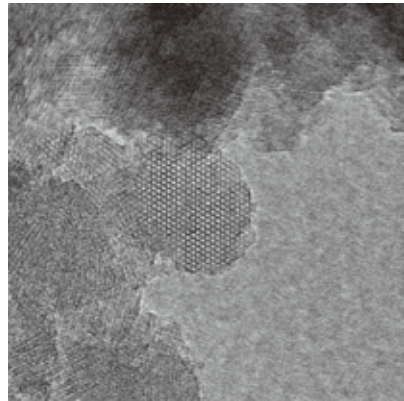
  - 2018 **TemCam-XF416のリトラクタブルモデル**をリリース予定



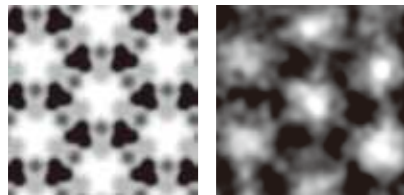
アルミニウム回折パターン



腎臓超薄切片

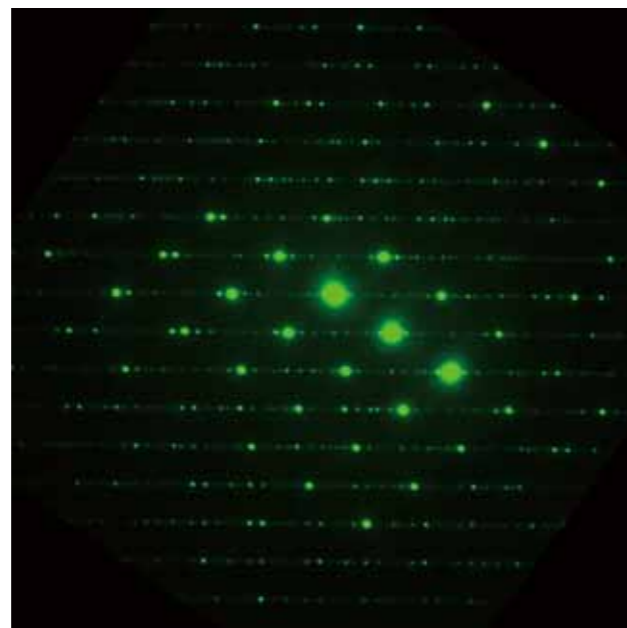


金属-有機複合体 (MOF)

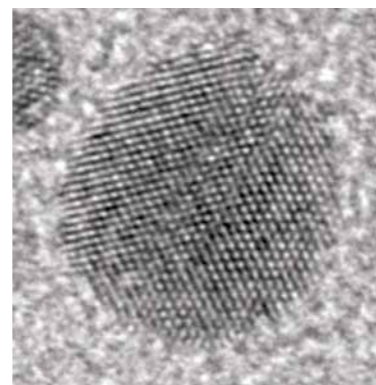


イミダゾールと金属  
(左) シミュレーションマップ  
(右) 実電子顕微鏡像

## TemCam-XF416 (ボトムマウント型)



塩化ビスマス(BiClO)回折パターン



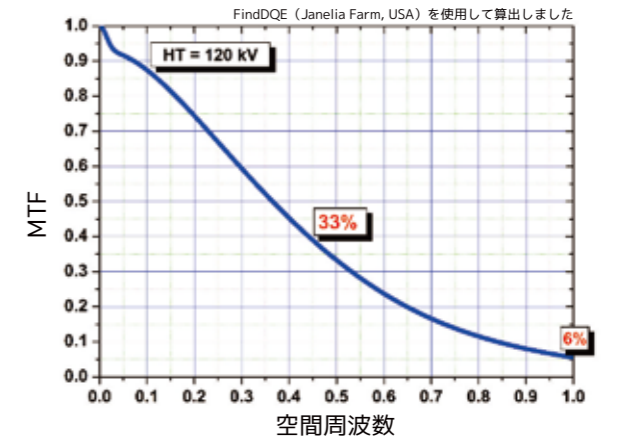
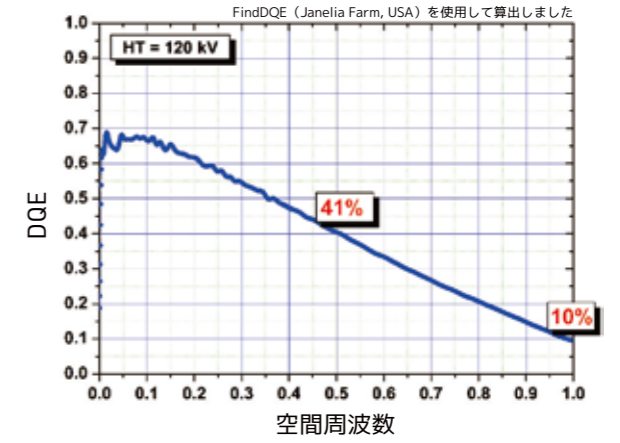
金ナノ粒子

# TemCam-XF416

TemCam-XF416は、TVIPSがお届けする最新型のCMOSカメラです。新たなカメラを開発するにあたり、センサチップデザインをはじめから見直すことで、既存のカメラが持つ、単一電子検出感度 (Single Electron Sensitivity; SEE) を維持したまま、ダイナミックレンジを拡張、フレームレートも10倍高速化しました。

4096 × 4096ピクセル (約1,600万画素) から構成される、63.5 × 63.5 mm<sup>2</sup>の広視野と、広いダイナミックレンジ、速いフレームレートで、XF416は様々なアプリケーションに貢献します。

高速撮影の実現により、ドリフト補正や*in situ*研究に威力を発揮します。フルフレーム、フルセンサエリアでリアルタイムドリフト補正を行えば、ビームに脆弱な試料もクリアに撮影することが可能です。また、通常の電子線強度の画像を、複数枚連続撮影し画像処理することで、センサの限界を超えたダイナミックレンジを獲得できます。



### XF416 (4K)

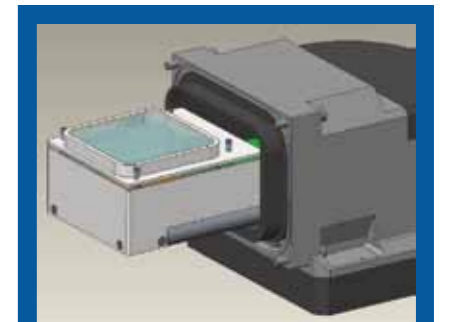
画素数	4096 × 4096 pixel
画素サイズ	15.5 × 15.5 μm <sup>2</sup>
素子サイズ	63.5 × 63.5 mm <sup>2</sup>

	標準読み出しモード	高速読み出しモード
読み出しレート	32 × 16 MP/s	32 × 32 MP/s
フレームレート (ローリングシャッタ)	25 fps, 4k × 4k 50 fps, 2k × 2k 100 fps, 4k × 1k 200 fps, 4k × 512	50 fps, 4k × 4k 100 fps, 2k × 2k 200 fps, 4k × 1k 400 fps, 4k × 512
読み出し時間	4k × 4k, 40 ms	4k × 4k, 20 ms
露光時間	2 ms - 60 s	2 ms - 60 s

デジタル出力	16 bit, on chip CDS
ダイナミックレンジ (通常読み出し時)	20 000:1
1電子に対するS/N比	~30:1 @ 120kV ~25:1 @ 200kV ~20:1 @ 300kV

分解能*	
NTF @ Nyquist	~13% (200kV)
NTF @ Nyquist/2	~35% (200kV)
MTF @ Nyquist	4% @ (200kV)
MTF @ Nyquist/2	27% @ (200kV)
DQE @ Nyquist	~4% (200kV)
DQE @ Nyquist/2	~28% (200kV)

\*数値はシンチレータおよび電子顕微鏡により異なります  
値はご使用の状況に応じて変化することがあります



2018年発売予定

TemCam-XF416R  
リトラクタブルモデル

Thermo Fisher Scientific社および  
Gatan社製マウントにも対応

TemCam-F216



TemCam-F816



## TemCam-F216

TemCam-F216はTVIPSが提供する、最も小さなCMOSカメラです。2k×2k(400万画素)のセンサで構成され、コストパフォーマンスに優れています。

F216は、ハイエンドなF816カメラや以前のF416カメラと同じアーキテクチャを採用しており、感度やダイナミックレンジなど、センサ性能はハイエンドカメラと全く同じです。そのため、単一電子イベントをクリアに観察できるだけでなく、幅広いダイナミックレンジを有しています。

TVIPSが提供する他のカメラと同様に、F216カメラは光ファイバによるシンチレータとのカップリングを採用しているため、安定性に優れています。アプリケーションに応じて、シンチレータをカスタマイズすることが可能で、目的に応じた分解能や感度への最適化を行った後にお届けします。

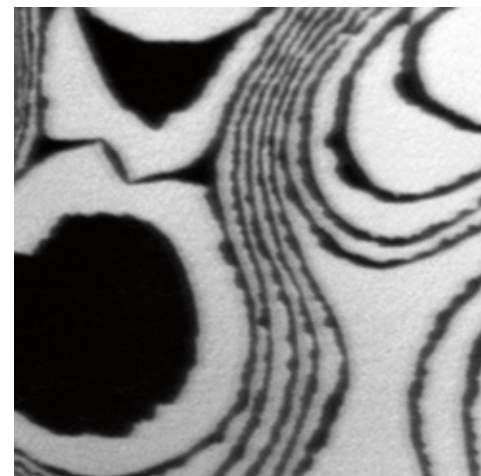
## TemCam-F816

TemCam-F816は、TEM用フィルムの視野を超えた世界初のデジタルカメラです。8k × 8k(6,400万画素)から構成される128 × 128 mm<sup>2</sup>のセンサは、フォトリソの性能を凌駕します。

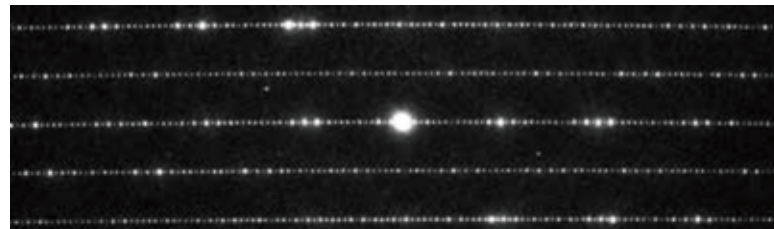
F816は、単粒子解析データ取得、連続切片のスクリーニングなど、広視野が必要な観察を高いスループットで実現し、TEMアプリケーションの卓越した可能性を広げます。

この広視野・高分解能のカメラを使用すれば、一枚の撮影データで、試料から最大限の情報を引き出すことが可能になります。

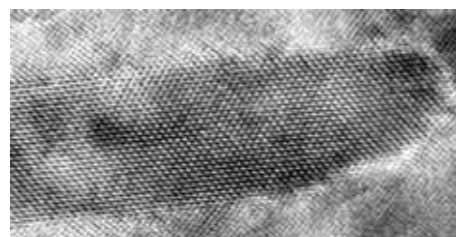
	F216 (2K)	F816 (8K)
画素数	2048 × 2048 pixel	8192 × 8192 pixel
画素サイズ	15.6 × 15.6 μm <sup>2</sup>	15.6 × 15.6 μm <sup>2</sup>
素子サイズ	31.9 × 31.9 mm <sup>2</sup>	127.8 × 127.8 mm <sup>2</sup>
読み出しレート	2 × 10 MP/s	8 × 10 MP/s
フレームレート	4.5 fps, 2k × 2k, RS 8.5 fps, 2k × 1k, RS	0.4 fps, 8k × 8k 8.5 fps, 8k × 1k, RS
デジタル出力	16 bit, off chip CDS	16 bit, off chip CDS
ダイナミックレンジ (通常読み出し時)	10 000:1	10 000:1
1電子に対するS/N比	~14:1 @ 120 kV ~12:1 @ 200 kV	~10:1 @ 120 kV ~8:1 @ 200 kV
分解能 NTF@Nyquist NTF@Nyquist/2	~15 % (200 kV) ~30 % (200kV)	~10 % (200 kV)
取り付け位置	on-axis	on-axis
対応加速電圧	20-300kV	20-300kV



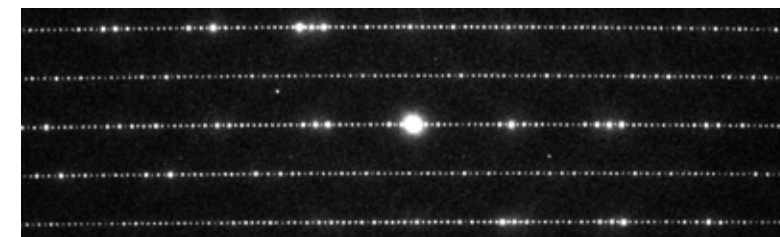
低エネルギー電子顕微鏡画像 (LEEM)



塩化酸化ビスマス (BiCiO) 回折像



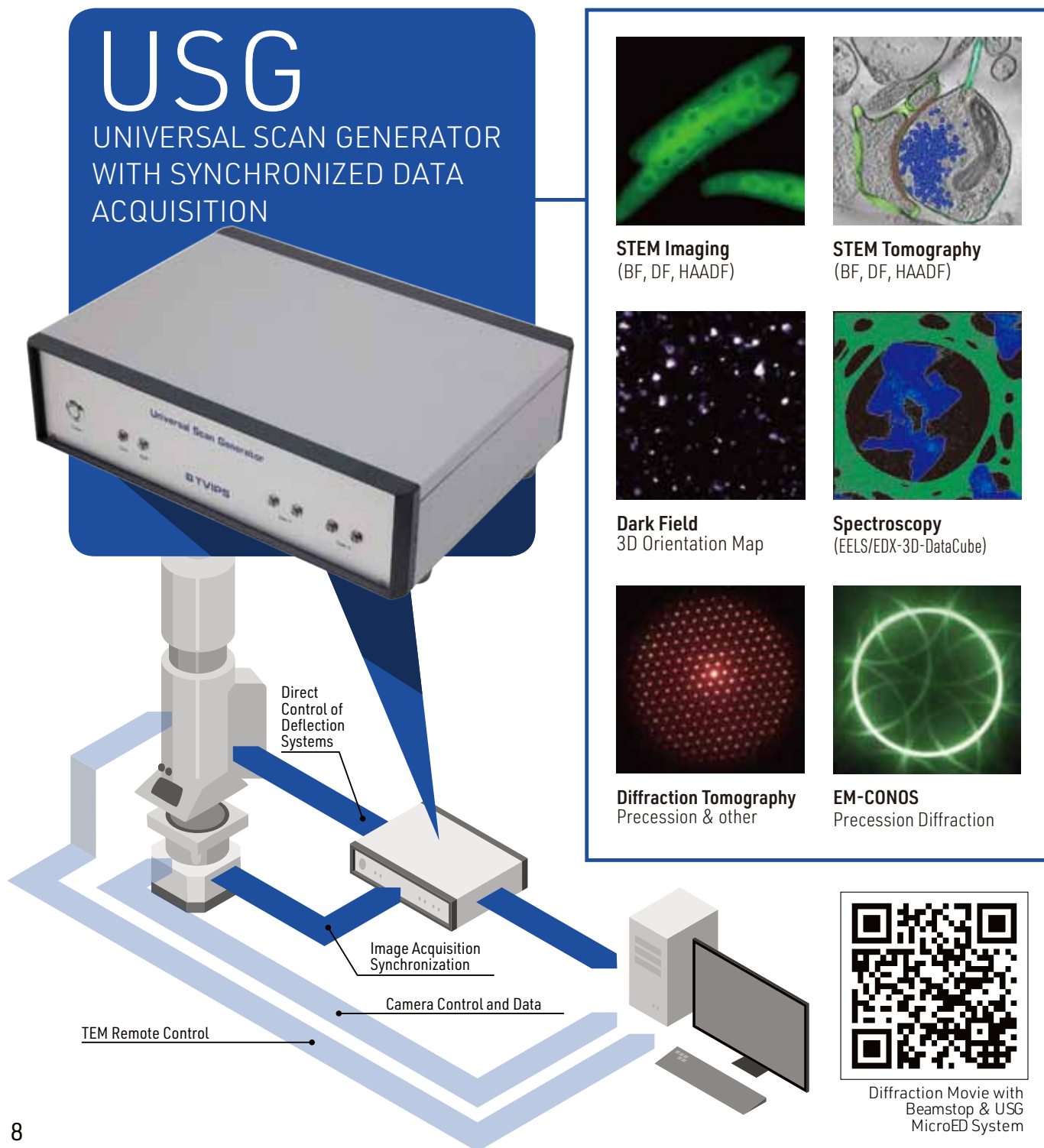
鉄



TVIPSカメラシステムは、JEOL, Thermo Fisher Scientific/FEI/Philips, HITACHI, ZEISS など様々なTEMに対応しています。また、SerialEMやLeginonなど、サードパーティソフトウェアによるコントロールも可能です。さらに、TVIPSが提供する、カメラソフトウェアのEM-MENUは、Direct Electronイメージングシステムで利用することができます。

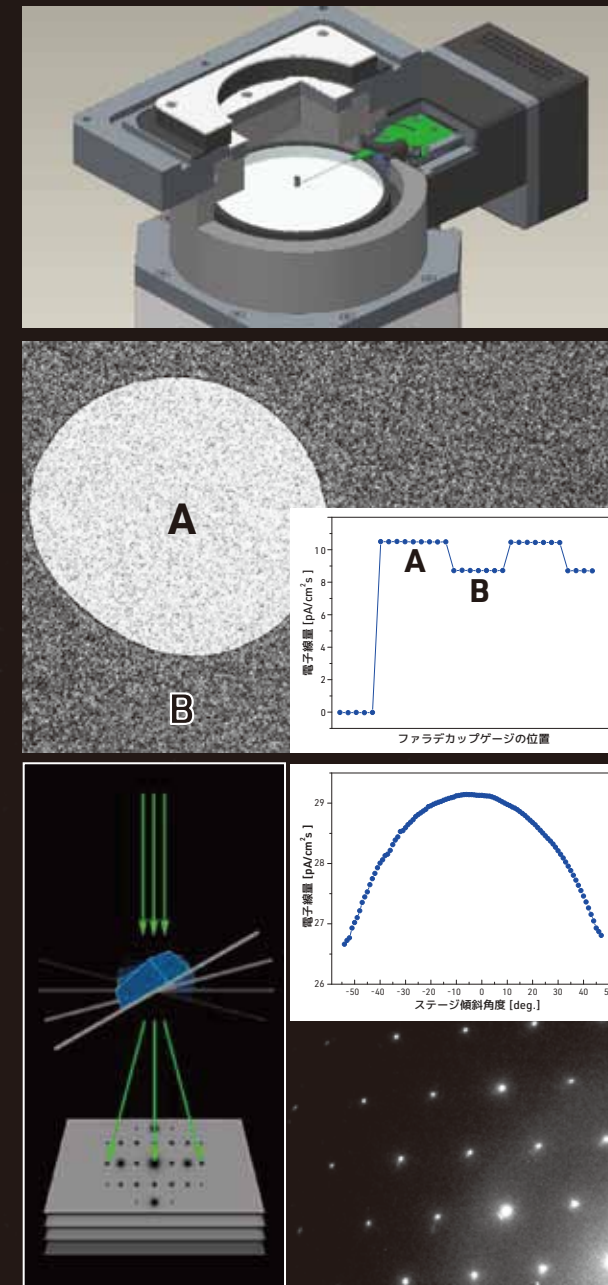
## USG

Universal Scan Generatorは、電子ビームをコントロールすることで、観察の可能性を広げる強力なツールです。偏向コイルとカメラへの同時アクセスにより、迅速なデータ取得が可能になり、STEM, EELSデータキューブやMicroEDなどのアプリケーションに、新たな道を切り開きます。さらにUSGはランダムに配向したナノ結晶の高分解能構造決定を可能にする、プリセッション回折マッピング手法にも応用できます(Crystal Orientation Maps)。



## MOTORIZED BEAMSTOP

TVIPSでは、新規にカメラ内蔵型の電動ビームストップを開発しました。より小さなビームストップを採用したことで、ビームストップに隠れるエリアが劇的に狭くなり、次世代の回折像取得が可能になりました。また、ビームストップには、ビーム電流を測定する機能も搭載されています。



電動ビームストップは、高速型 piezoアクチュエータをアブソリュート式エンコーダにより制御しています。これにより、1秒以下でのビームストップのポジショニングが可能です。

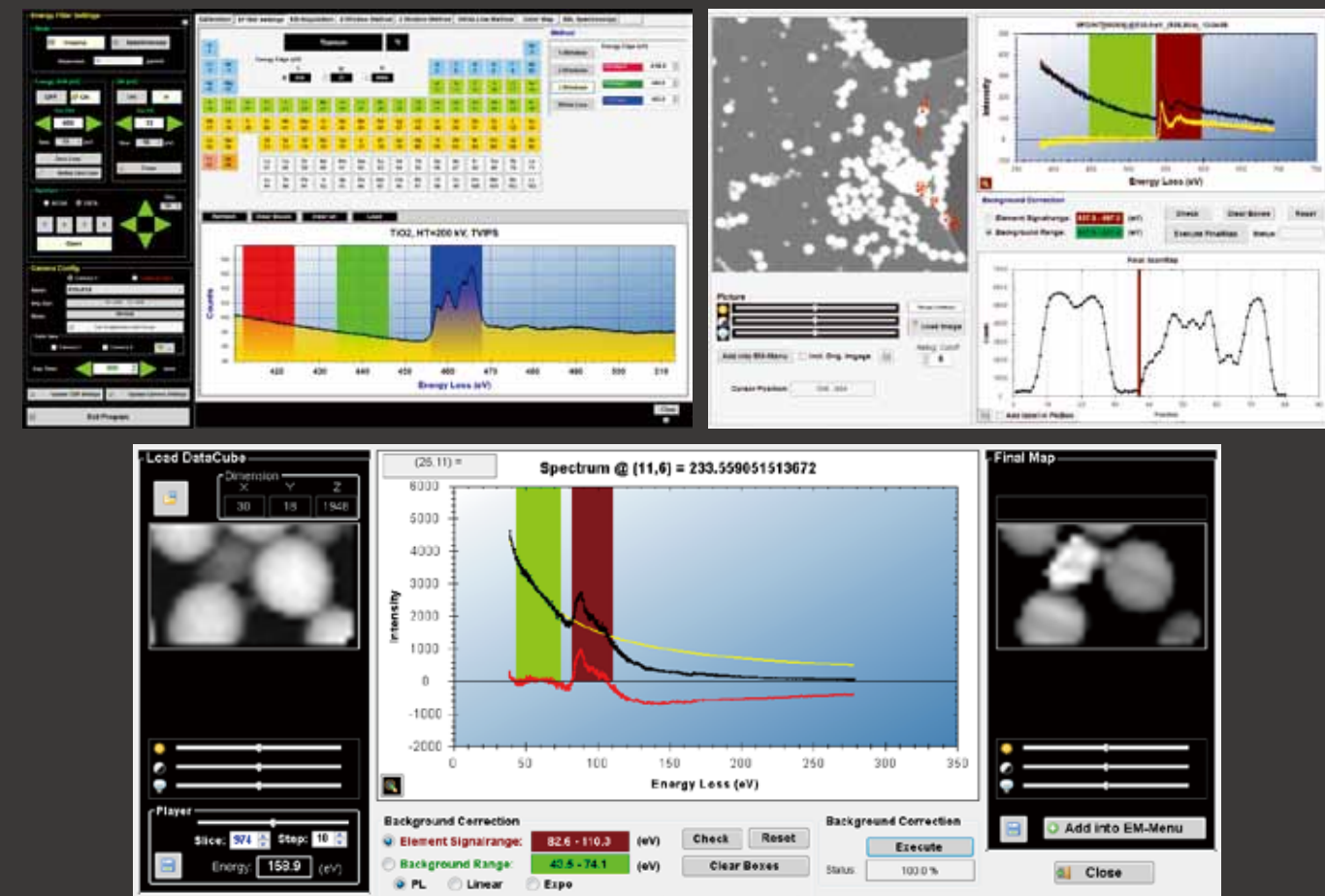
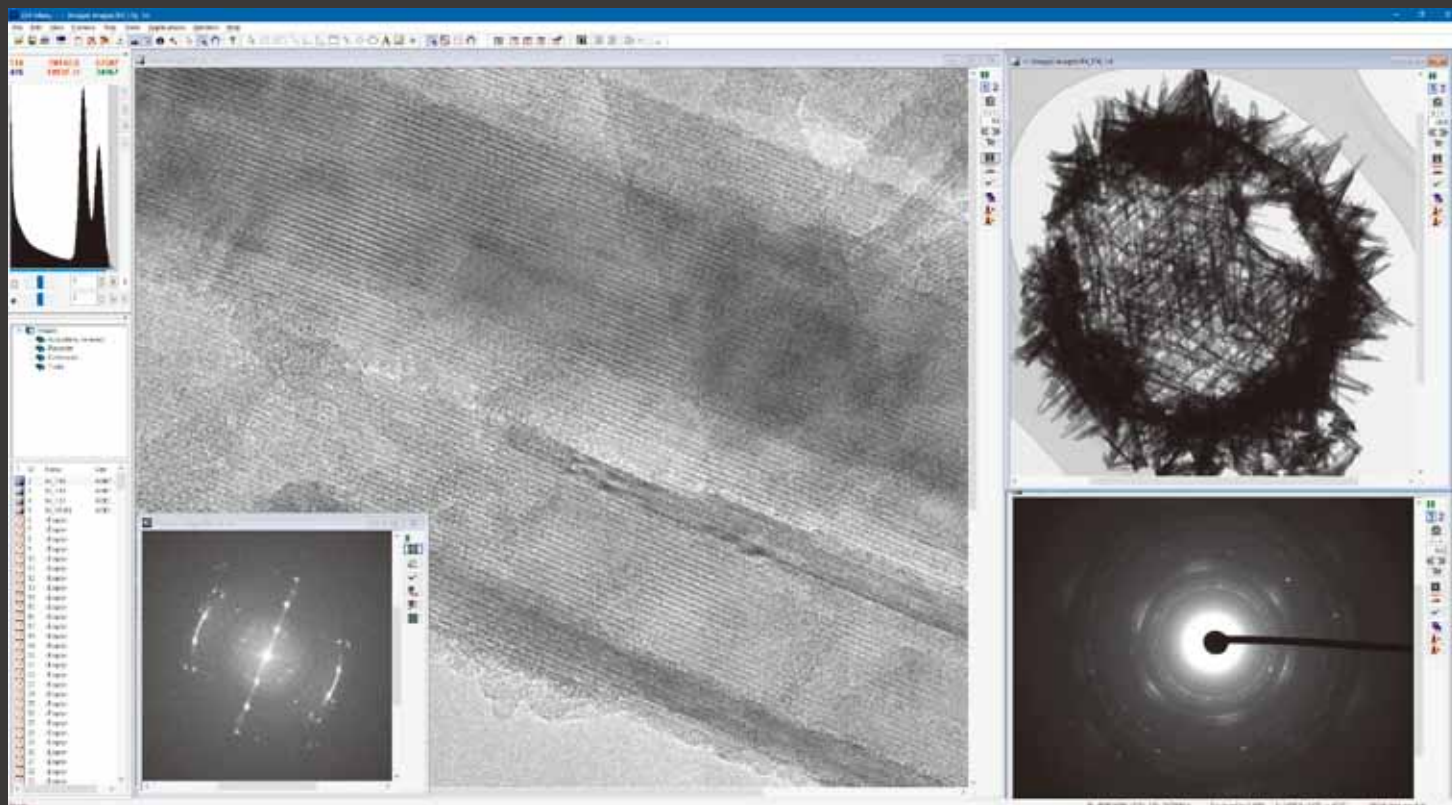
ビームストップとシンチレータとの間は、わずか数ミリメートルの距離です。ビームストップをカメラ直前に置くことにより、ポストマグニフィケーションの影響をほとんど受けず、ビームストップによる失われる回折像の領域を最小限に抑えます。

ビームストップにはファラデカップを内蔵しており、ゼロ次回折の電子線強度を、リアルタイムで測定することが可能です。また、この強度データは画像のメタデータとして保存されます。ビームストップとファラデカップの組み合わせにより、定量的なデータ測定が可能となり、回折トモグラフィ実験などで威力を発揮します。

ビームストップのポジショニングは、自動・手動ともにユーザフレンドリなGUIにより行えます。任意の位置をソフトウェア上で登録することすれば、いつでも、かんたんに、登録された位置へとビームストップを移動させることが可能です。また、APIを提供しているので、ユーザの用途に応じたデータ取得に貢献します。

TemCam-XF416のオプションとしてご利用になれます。

一般的なTEM内蔵型ビームストップと  
TVIPSカメラ内蔵型ビームストップのサイズ比較



## IMAGE ACQUISITION AND ANALYSIS

TVIPSカメラシステムのための中央管理・解析ソフトウェア

EM-Menuは、カメラから出力されるRAWデータを集中管理し、アプリケーションを提供するためのソフトウェアです。カメラやユーザの好みに応じて、自在にカスタマイズ可能で、快適な撮影環境を提供します。さらに、EM-MenuのAPIを通じて、外部の高度なアプリケーションや、カスタムソフトウェアを使用・開発できます。

- ◆ 高い線形カメラ応答を得るための、ユニークなフラットフィールドアルゴリズム
- ◆ 撮影条件ごとや画像種別によってウィンドウを切り替えられるviewport機能
- ◆ 観察対象や表示環境に応じて、撮影画像のコントラスト・明るさを自由自在に調節
- ◆ 取得したデータを見やすく管理
- ◆ 撮影データは、8-bitまたは16-bitのTIFFフォーマットで保存
- ◆ 電子顕微鏡やカメラの撮影条件を画像データに付加して保存
- ◆ 実画像&フーリエ画像双方に対応可能な、高度なキャリブレーション・測定ツール
- ◆ 専用のシャッターボックスがビームブランクやシャッターを正確に制御
- ◆ 様々なシリーズ観察手法に対応（時間シリーズ、ビーム/ステージ傾斜シリーズ、フォーカスシリーズ）
- ◆ 洗練されたシリーズ取得アライメント機能
- ◆ 高速撮影が可能なバーストモード
- ◆ 自動タイリングおよび画像間位置合わせ機能
- ◆ オートフォーカス、ナビゲータ、ROIのセンタリング機能
- ◆ リアルタイムドリフト補正
- ◆ COMやVBScriptを使った外部コントロール用インターフェースを提供

Microsoft Windows 10 64bit OSに対応  
GPUによる高速処理に対応  
コンパクトなデスクトップPCで動作

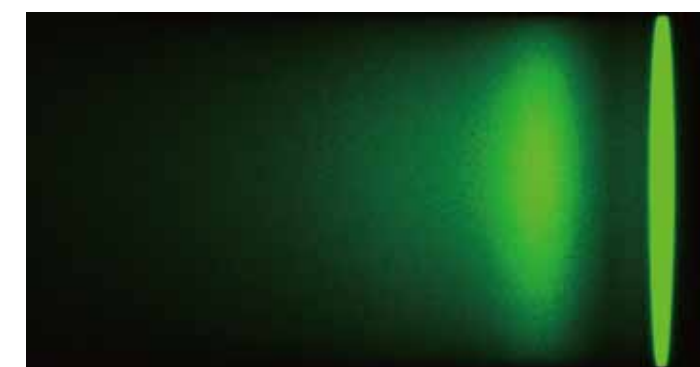


## ONE-STOP SOLUTION FOR EFTEM

既存のエネルギーフィルタを活かした、分析TEMアプリケーションソフトウェア

EM-Spectroは、お使いのエネルギーフィルタを活用して、分析TEMを可能にします。直観的でユーザフレンドリな操作画面により、電子分光結像法（ESI）や電子エネルギー損失分光法（EELS）をTVIPSカメラ上で可能にします。

- ◆ 直観的なキャリブレーションルーチン
- ◆ 自動ゼロ位置キャリブレーション
- ◆ 自動スペクトル検出
- ◆ プレーンテキストとしてのスペクトルデータ書き出し
- ◆ 一般的なESI取得法をサポート  
例) 2,3-window法, 厚さ測定
- ◆ ESIデータの自動アライメント
- ◆ 電子顕微鏡撮影中に、EELSデータ同時処理  
例) バックグラウンド除去処理, フーリエフィルタ, 逆畳み込み
- ◆ カメラとシンクロしたシグナルにより、データキューブを高速取得
- ◆ STEM-EELSデータ取得のドリフト補正
- ◆ 広いスペクトルの取得が可能で、分解能向上やデータ取得の効率化



**SPECTRO**

EM-Spectroは以下のEFシステムに対応しています：  
JEOLインカラムエネルギーフィルタ  
Zeissインカラムエネルギーフィルタ  
CEOSポストカラムエネルギーフィルタ

# EM-Tools

## Low-dose撮影自動化の洗練されたソフトウェアパッケージ

EM-Toolsは4つのモジュールから構成され、様々なlow-doseアプリケーションデータ取得を自動化するために開発されました。倍率間の位置ずれを補正可能なナビゲーション機能や、TEMの自動チューニング、単粒子解析用/トモグラフィ用データセットを自動取得するためのプログラムが含まれています。

### EM-Navi

Low-doseアプリケーション用ナビゲーションツール

このモジュールは、low-doseアプリケーションのために開発されました。倍率ごとの位置ずれをソフトウェアが補正するので、試料への電子線照射を最低限に抑えつつ観察領域を探ることができます。さらに、フォーカスおよびトラッキングを観察領域から離れた位置で行うことで、電子線に弱い試料の観察に最適です。

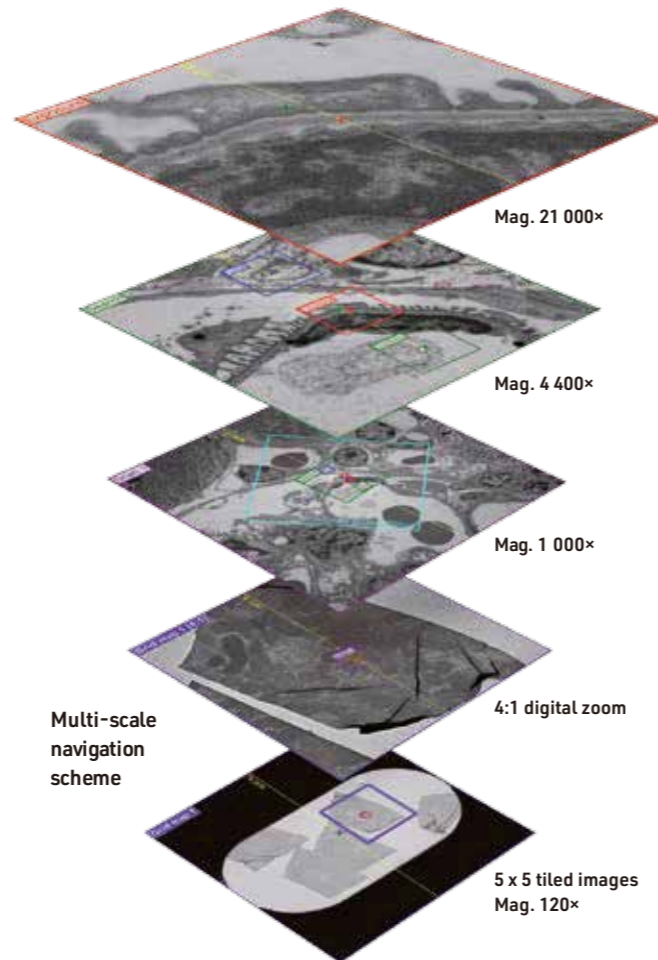
- ◆ Low-dose観察におけるナビゲーション機能
- ◆ 倍率変更時にも追従する位置補正機能
- ◆ オートフォーカス機能
- ◆ 自動ビームセンタリング機能
- ◆ オートユーセントリック調整機能
- ◆ TEM/STEMの両モード、および同時使用に対応

### EM-SPC

単粒子解析プロジェクトのための自動データ取得

EM-SPCモジュールは、単粒子解析法のために大量のデータセットを自動取得するソフトウェアです。撮影位置は、カーボン膜穴を自動検出します。さらに、氷の厚さや均一性を基準として、全自動または半自動で撮影エリアを決定することができます。

- ◆ ユーセントリシティやフォーカス、ドリフトを自動検出
- ◆ 穴あきグリッドの膜穴位置をソフトウェアが検出し、100 nm以下の精度でセンタリング
- ◆ EM-NAVIと連携することで、ROIを容易に設定
- ◆ 膜穴の大きさや配置に応じた、スポットスキャンパターンを提供（四角形、六角形、三角形）
- ◆ フォーカスシリーズや露出時間シリーズに対応
- ◆ TEMの不安定性を補償するために、非点や収差の補正を自動で実行
- ◆ Quantifoilや手作り膜穴グリッドなど、様々なカーボンフィルムパターンに対応
- ◆ TEM標準やサードパーティのクライオリフィルシステム（www.simpleorigin.us）に対応

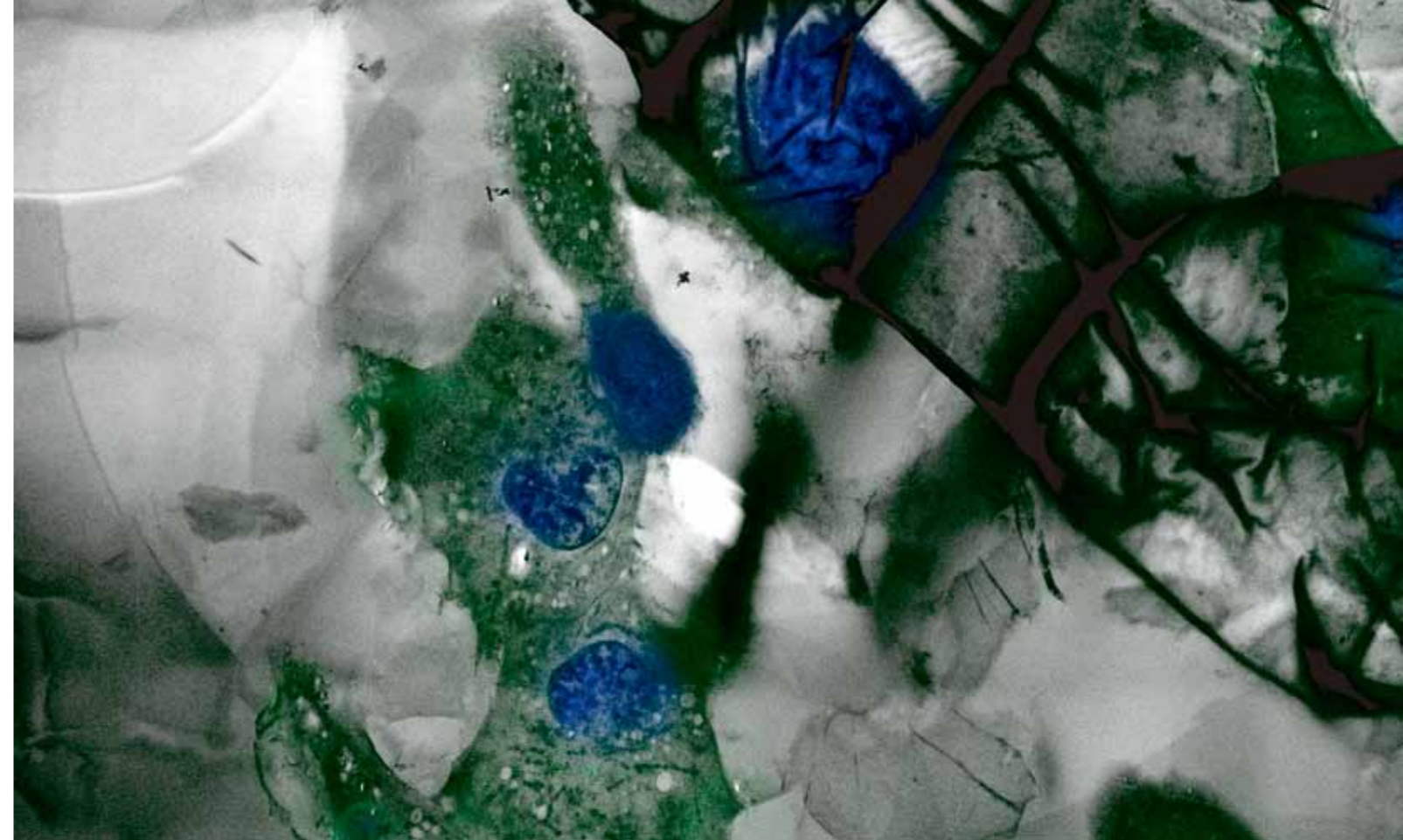


### EM-Tomo

トモグラフィシリーズのための自動データ取得

Low-dose撮影で、傾斜シリーズを自動取得するためのソフトウェアモジュールです。

- ◆ 傾斜シリーズの取得
- ◆ 傾斜による試料のズレを補正
- ◆ TEM/STEMの双方で使用可能
- ◆ オートフォーカス、オートビームセンタリング、オートユーセントリックハイト機能
- ◆ 線形/Saxton/ユーザ定義など様々な傾斜スキームに対応
- ◆ バッチトモグラフィ機能
- ◆ タイリング機能
- ◆ TEM標準やサードパーティのクライオリフィルシステム（www.simpleorigin.us）に対応



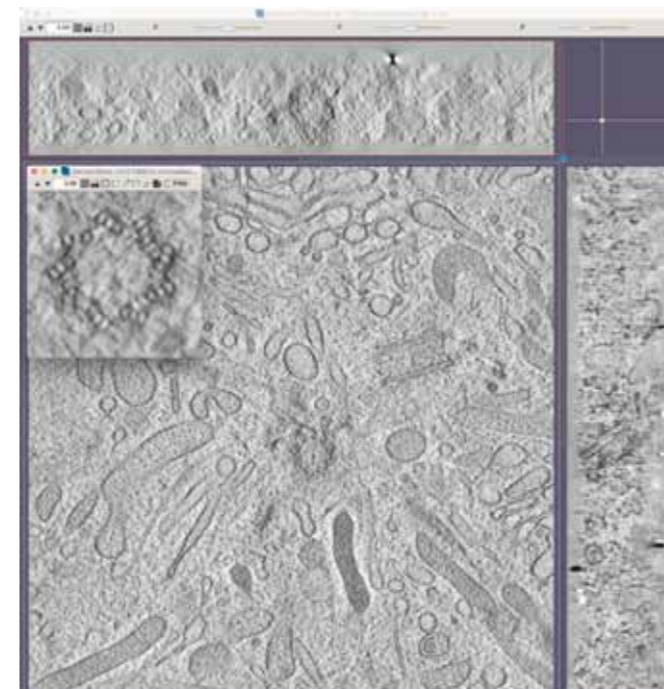
Courtesy of: Reinhard Rachel, Ralph Witzgal, Korbinian Bürger

### EM-Align

全自動TEMチューニング

高分解能観察のために、コマフリー軸に平行な照射系が理想的です。EM-Alignでは、ビームティルト像シリーズを取得し、非点や収差を評価、最適化します。

- ◆ Zemlin tableauを取得し収差を測定
- ◆ 二次の非点収差補正とコマフリー軸へのアライメント



### EM-CLEM

TEMと光学顕微鏡を結びつけるソフトウェアモジュール

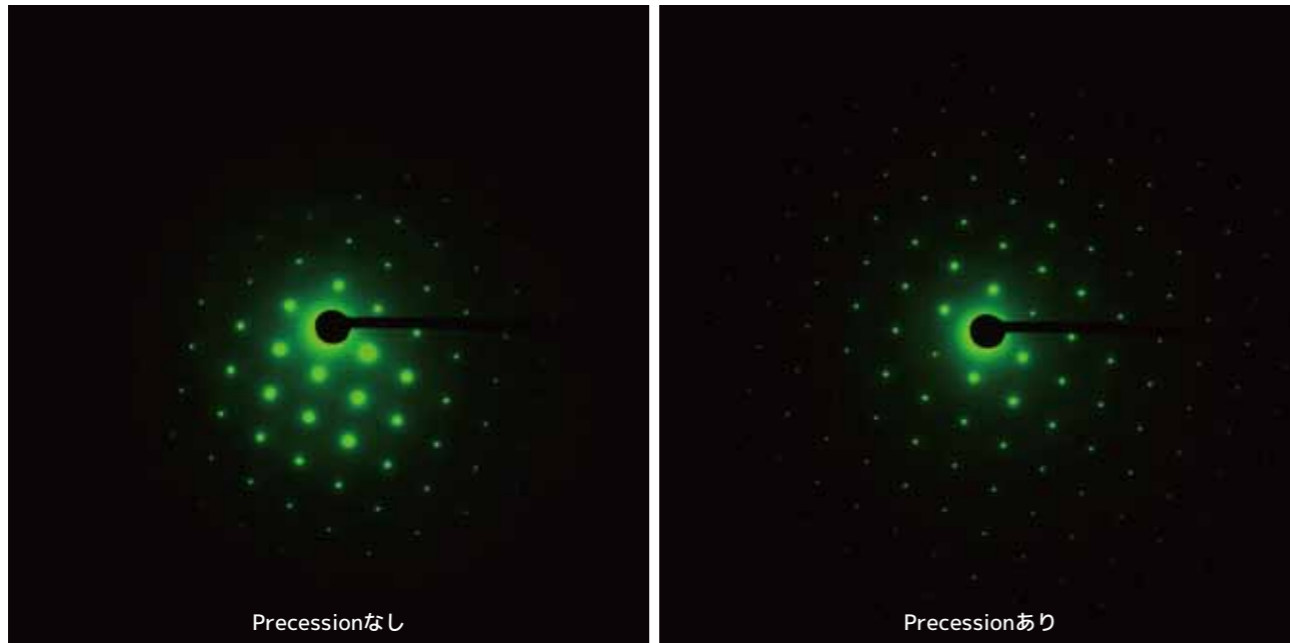
TEMと光学顕微鏡画像を結びつけることにより、光学顕微鏡のROIをTEMで詳細に観察することが可能となります。これにより、光学顕微鏡と電子顕微鏡画像に隠れた意味を最大限に引き出すことができます。

- ◆ 目印を使用した半自動のアライメントシステム
- ◆ 電子顕微鏡画像と光学顕微鏡画像の位置情報を簡単に関連付け
- ◆ 電子顕微鏡画像と光学顕微鏡画像の重ね合わせ画像を保存することが可能



STEM tomogram of amyloid fibers

Scientific Reports  
doi: 10.1038/SREP43577



3°のビームprecessionを使用した場合と、使用していない場合のシリコン結晶回折像比較

#### ディフラクション研究への応用

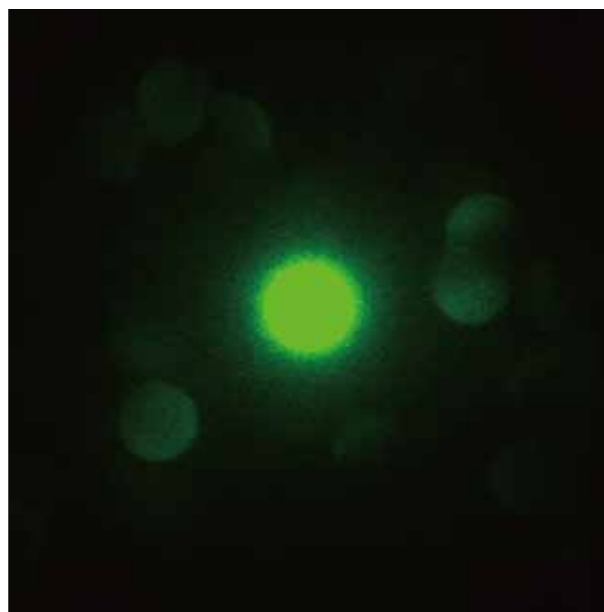
XF416の高感度・低ノイズ・高ダイナミックレンジ・堅牢性により、回折パターンを使用した研究にも最適です。

#### Precession マッピング

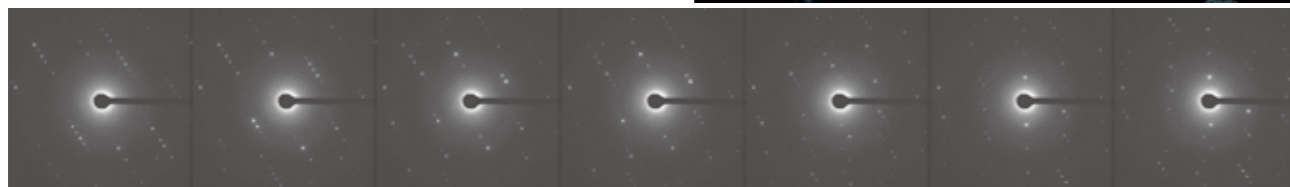
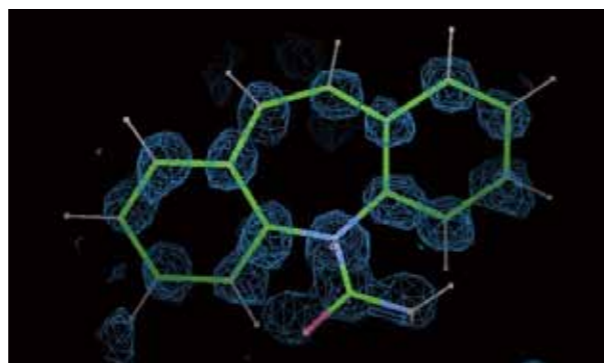
USG (Universal Scan Generator) とXF416を組み合わせることにより、TEMのビーム/イメージ偏向コイルとカメラの読み出しを同期することが可能になります。これにより、容易にprecession電子回折像、傾斜シリーズの取得が多重散乱の影響を抑えた、疑似的なキネマティック回折像を得ることが可能になります。また、precession電子プローブを利用して、結晶方位マッピングのために、試料上の領域をスキャンすることもできます。

#### MicroED

TVIPSでは、MicroEDデータセットを取得するために最適なソフトウェアパッケージを提供しています。ゴニオメータの制御による連続ステージ傾斜や、ビームピポットと離散ステージ傾斜によるデータセット取得の両方に対応しており、迅速で容易なデータの取得を可能にします。



マッピングイメージングにおけるprecession CBEDパターン



カルバマゼピン (carbamazepine) の電子回折傾斜シリーズ像と再構成構造

加熱による蒸着金の結晶成長  
[http://www.tvips.com/media/Au\\_Islands\\_heated.mp4](http://www.tvips.com/media/Au_Islands_heated.mp4)

#### In situ

XF416は高感度・低ノイズ、そして速いフレームレートを活用して、*in situ*実験に貢献します。

*In situ*パッケージを使用すれば、4kx4kでの撮影を50fpsの速度（1秒間に50枚）で、サブフレームイメージングでは最大400fpsの速度で現象を記録することができます。さらに、コンピュータに搭載されているメモリを上限とした、リングバッファ機能により、イベントを逃さずに記録します。

ホルダ温度や、張力などの実験データも画像情報と一緒に記録されるので、データ管理がより一層楽になります。

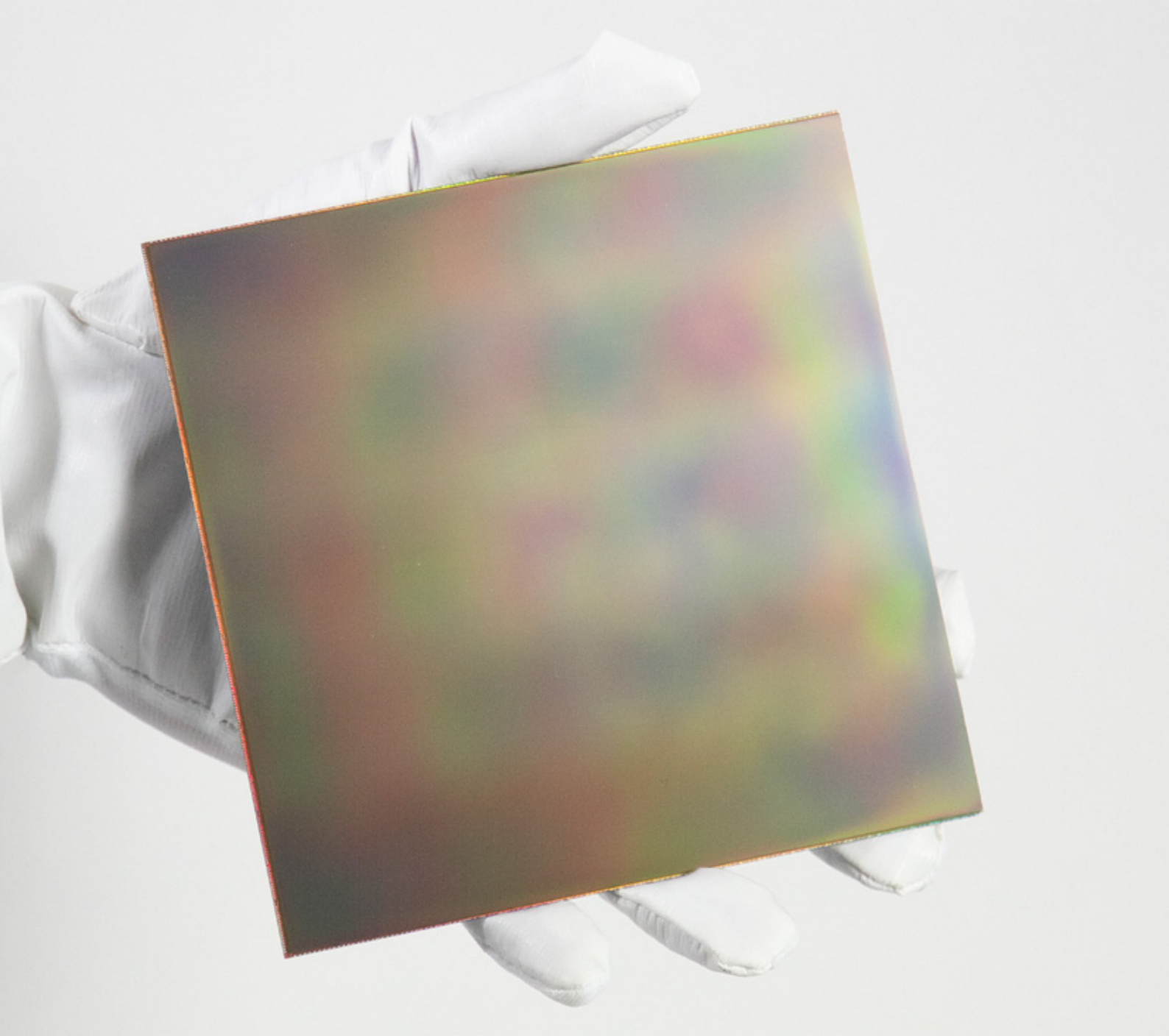
ムービー作成機能を使用すれば、撮影した必要な部分のみを切り出して、ドリフト補正を行ったり、標準のビデオファイルとして書き出したりすることができます。さらに、書き出すデータにはフレーム番号や、タイムスタンプ、スケールバー、種々の測定条件などのメタデータを画像上に焼きこむことが可能で、論文執筆やプレゼンテーション作成の負担を軽減します。

加熱によるニッケル試料の構造変化  
[http://www.tvips.com/media/Ni\\_Islands\\_heated.mp4](http://www.tvips.com/media/Ni_Islands_heated.mp4)

TVIPSカメラシステムは、DENSsolutionsの *in situ*ホルダに対応しています







**TVIPS GmbH [Germany H.Q.]**

Eremitenweg 1  
D-82131 Gaunting  
Germany

Phone: +49 89 850 65 67

Fax: +49 89 850 94 88

E-mail: [info@tvips.com](mailto:info@tvips.com)

Web: [www.tvips.com](http://www.tvips.com)

**TVIPS Japan G.K. [Japan Office]**

〒105-0003

東京都港区西新橋1-2-9

日比谷セントラルビル14階

Phone: +81-(0)50-3701-6567

E-mail: [info@tvips.com](mailto:info@tvips.com)



**株式会社 アド・サイエンス**

〒102-0071

東京都千代田区富士見2-7-2ステージビルディング13階

TEL 03-6824-4510 <https://www.ads-img.co.jp>

**TVIPS**  
TIETZ VIDEO AND IMAGE PROCESSING SYSTEMS