

# EBSD

AZtechKL

EBSD Acquisition and Analysis



TKD IPF map of strained Cu. Step size 4 nm  
Courtesy: Saritha Samudrala and Kevin Hemker.

OXFORD  
INSTRUMENTS

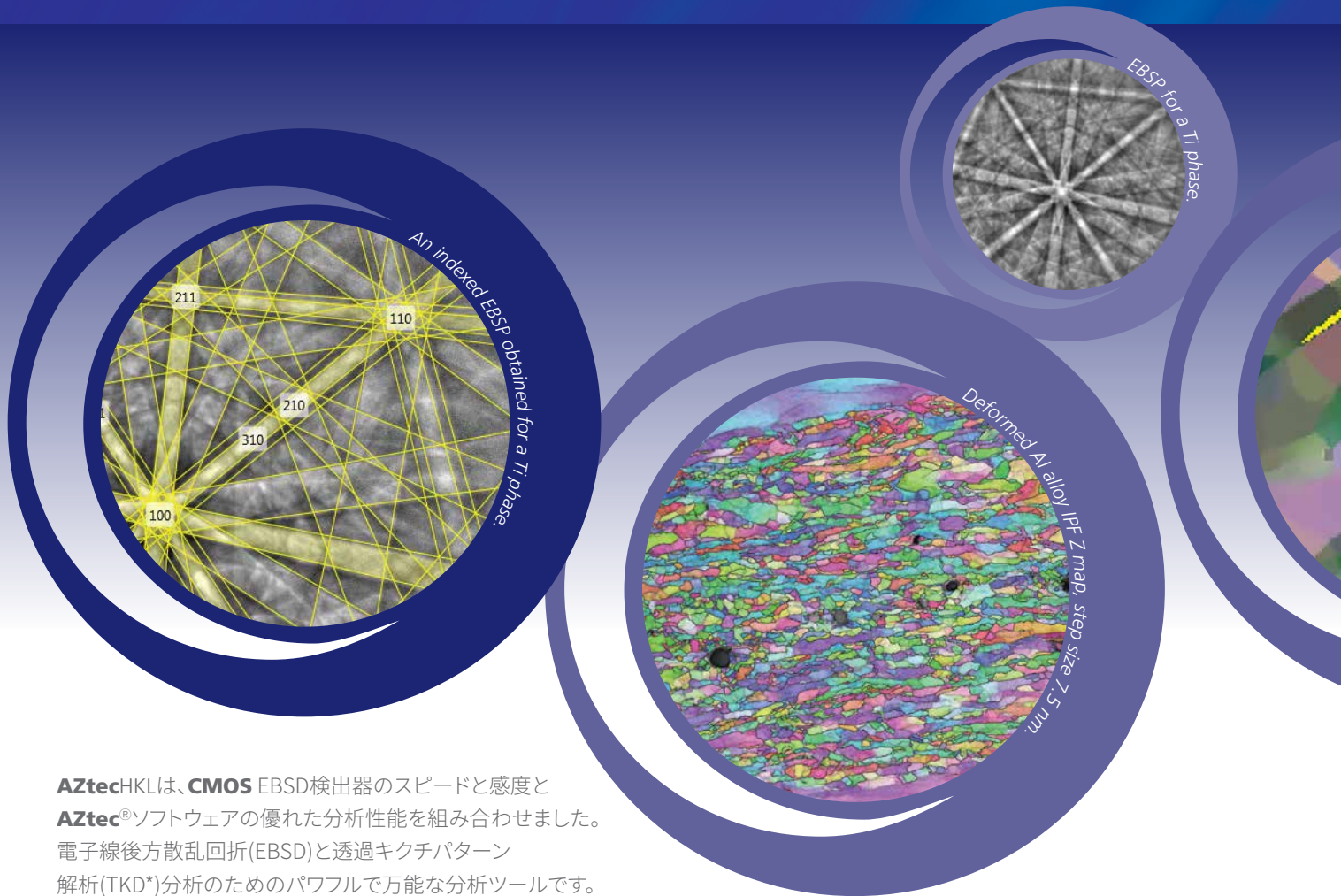




# EBS D

## AZtecHKL

### The ultimate EBSD system



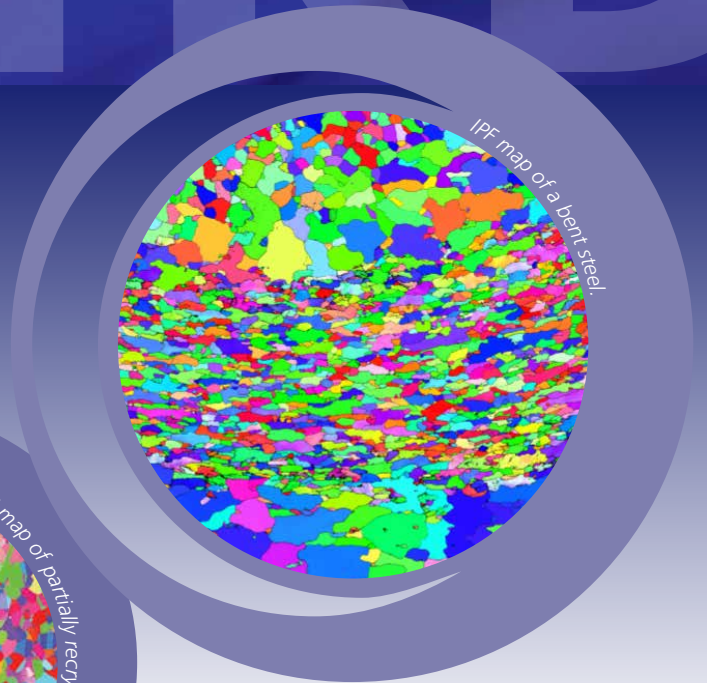
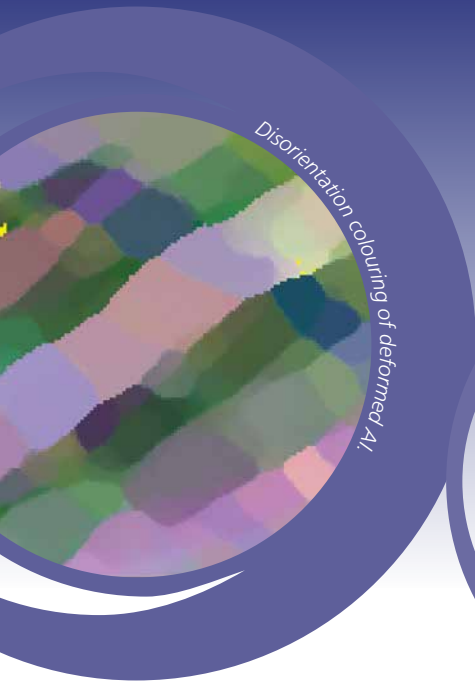
**AZtecHKL**は、**CMOS** EBSD検出器のスピードと感度と **AZtec®**ソフトウェアの優れた分析性能を組み合わせました。電子線後方散乱回折(EBSD)と透過キクチパターン解析(TKD\*)分析のためのパワフルで万能な分析ツールです。

**AZtecHKL**は、EBSDの最先端研究をされる専門のお客様にもご満足いただける、比類のない正確さとフレキシブルな革新的技術を内蔵しています。ガイド化されたワークフローに従ってデータ収集と解析を実行でき、ルーチンワークでも高い品質のEBSD分析結果が得られます。

EBSDとTKD\*解析は、**AZtecSynergy**によりエネルギー分散型X線分析(EDS)と一体化されています。これにより微細構造と組成データをインタラクティブに解析し、より深い洞察と解釈を可能にします。**AZtecSynergy**は究極の材料解析システムです。

\*TKD : Transmission Kikuchi Diffraction

Unmatched in breadth and accuracy, **AZtecHKL** is a must for anyone serious about EBSD analysis...



### Fast and powerful

- 最新の**CMOS** EBSD検出器の性能を最大限に引き出し、高速かつ高感度のデータ収集を可能にします。
- リアルタイムでデータを収集、処理、表示します。
- 64ビット処理のパワーとマルチタスクソフトウェアで、収集中のデータをインタラクティブに処理可能です。

### Easy to use

- システム設定とデータ収集のワークフローがガイド化され、正確な結果をいつでも誰でも得られます。
- 自動バックグラウンド収集などのインテリジェントなツールで、全ての試料で正確な結果が得られます。

### Flexible

- 専門的なお客様には、難しい分析のための微調整が可能です。
- 強力な再解析ツールで収集後もデータを最適化できます。
- カスタマイズ可能なレポート機能でデータと結果を表示できます。

### Innovative

- 特徴的なTru-I<sup>®</sup>アルゴリズムで、EBSPをより正確に指数付けできます。
- EBSDとEDSデータを同時収集し、似通った結晶構造でもEDSデータにより区別します。
- “Refined accuracy indexing”<sup>\*</sup> によって0.05°の優れた角度分解能を達成します。
- 標準でパワフルなツールが含まれています。例えばTKD用に最適化された指数付けルーチンや応用データ解析モジュール等です。

<sup>\*</sup> Patent pending

# Ease of Use

## EBSD with built-in intelligence - as standard



### インテリジェント EBSD

データ収集と解析に最適化されたシステムは、これまでよりも簡単でかつ自動的に使えます。

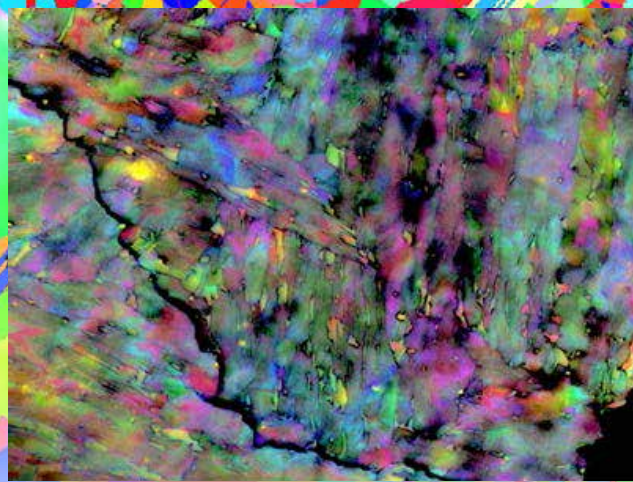
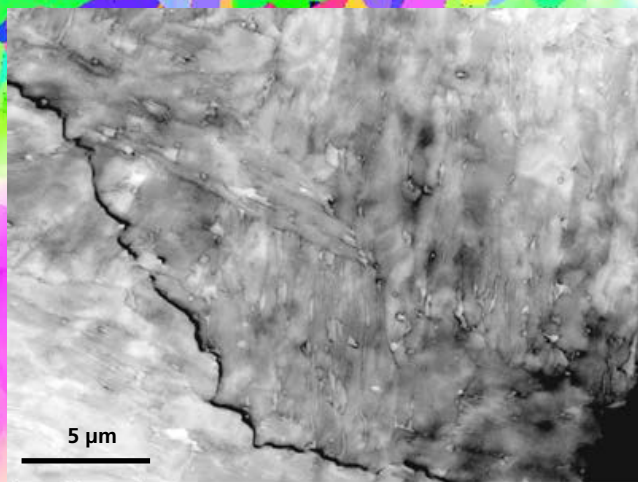
インテリジェントな機能がシステムに組み込まれ、オペレーターが収集条件を変更しても、EBSDパターンを容易に収集できます。

- **AutoCalibration** - ジオメトリの変化(例:ワーキングディスタンスや検出器距離)を基にしたキャリブレーションパラメータを自動で計算する洗練された収集ルーチン。さらに低倍率でのビームの角度ずれを補正します。

- 自動露光時間 - 検出器設定を最適化し、収集条件に合わせたEBSPの信号-ノイズ比を最大化します。
- ダイナミックバックグラウンド補正 - 条件変更に合わせてパターン毎の収集ルーチンを補正します。これは原子番号の違いによって引き起こされる信号強度やスクリーンの変化を自動的に補正します。

- 検出器制御がユーザーインターフェースに内蔵され、セットアップと操作を容易にします。
- インタラクティブ - 加速電圧やプローブ電流、倍率、傾斜などのSEM条件を変えても再調整することなく、自動的に最適化されたEBSPを収集できます。
- ステップノート - 分析画面上にヘルプを表示し、ユーザー定義の手順をAZtecに組み込み可能です。  
- 初心者の方や設定ルーチンに従った操作を必要とされる方に最適です。





マルテンサイト鋼TKDのFSD暗視野像  
左: スタンダード像、 右: カラー像

## 微細構造イメージング

最大5つの前方散乱電子検出ダイオード (FSD)を搭載した**CMOS**検出器は前方散乱電子像や後方散乱電子像を収集可能で、方位や組成情報を容易に画像化できます。(オプション)  
それぞれのダイオードから同時に収集された画像がミックスされ、必要に応じてカスタマイズ可能です。さらにFSDイメージはカラー表示も可能です。

Now everyone can  
achieve reliable results

## Image registration (オプション)

すべての**AZtec**の画像は、試料のナビゲーションと再分析に使用可能です。画像の位置情報は収集中に自動で登録され、注目するポイントの視野を再分析するために、**AZtec**が電子顕微鏡のステージを移動させます。

試料のナビゲーションと再分析は素早く簡単で、より多くの時間をデータ収集に集中させることができます。手動で登録した画像でも、サンプルの特定のエリアを後日再分析したり、別のSEMでも再分析に使うことができます。

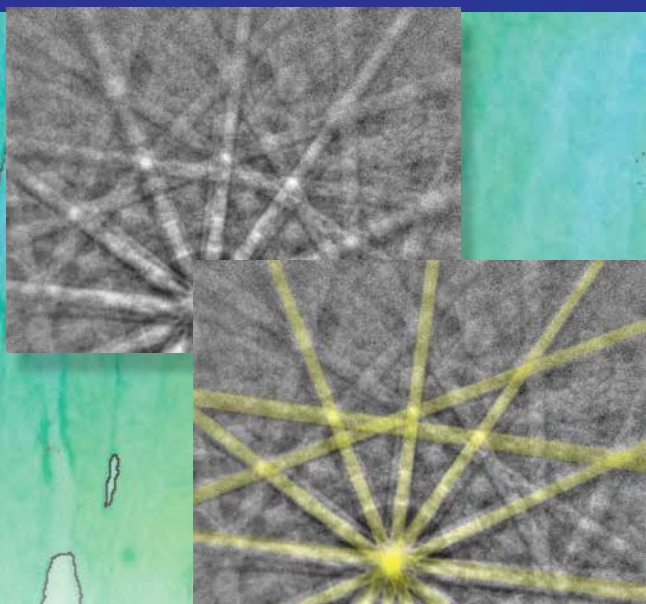
## レポート機能

**AZtec**はお客様が望む形式でレポートを表示作成します。

- **Fast**: インターフェースから直接レポート作成します。  
- 右クリックひとつで簡単にデータをe-メールで発信できます。
- **Flexible**: お客様のお好きな形式と解像度でデータを出力します。
- **Structured**: 各アプリケーションに合わせた包括的なレポートテンプレートリストにより、クリック一つで専門的なレポートを印刷できます。



## Intelligent indexing, superior accuracy



ステンレス鋼中の金属間化合物相から得られたパターン。正方晶構造で大きな格子定数を持ち、バンドは狭く正確に検出が難しい試料です。**AZtec**は正しくバンドを検出しています。

### インテリジェントバンド検出

インテリジェントなバンド検出ルーチンは、指数付けに最適なキクチバンドを決定します。この自動ルーチンはEBSPのバンドの強度と位置を、Tru-I指数付け前のパターン前処理に適用します。バンド検出の改善はより高いヒットレートに繋がります。これは特に不明瞭なバンドとなる材料やパターンクオリティが低い場合に重要です。

### Tru-I 指数付け

オックスフォード・インストルメンツのTru-I指数付けエンジンは、EBSDパターンを、正確で信頼性が高かつ自動で指数付けします。

**AZtec**のクラス指数付けは、4つのキクチバンドのグループを使い、指数付けルーチンの元とします。

このルーチンはデータのクリーンアップを必要とせずとも最高の有効ヒットレートを達成します

- 優れたグレインバウンダリ分解能
- この方式は、バンド数の設定を変えても変化しません。

### 磁場補正 (オプション)

セミアンレンズ型の電子顕微鏡は、EBSPを歪め、パターンセンターをシフトさせる磁場を発生させます。

**AZtec**はこの問題を自動で補正する特長と特許を有します。

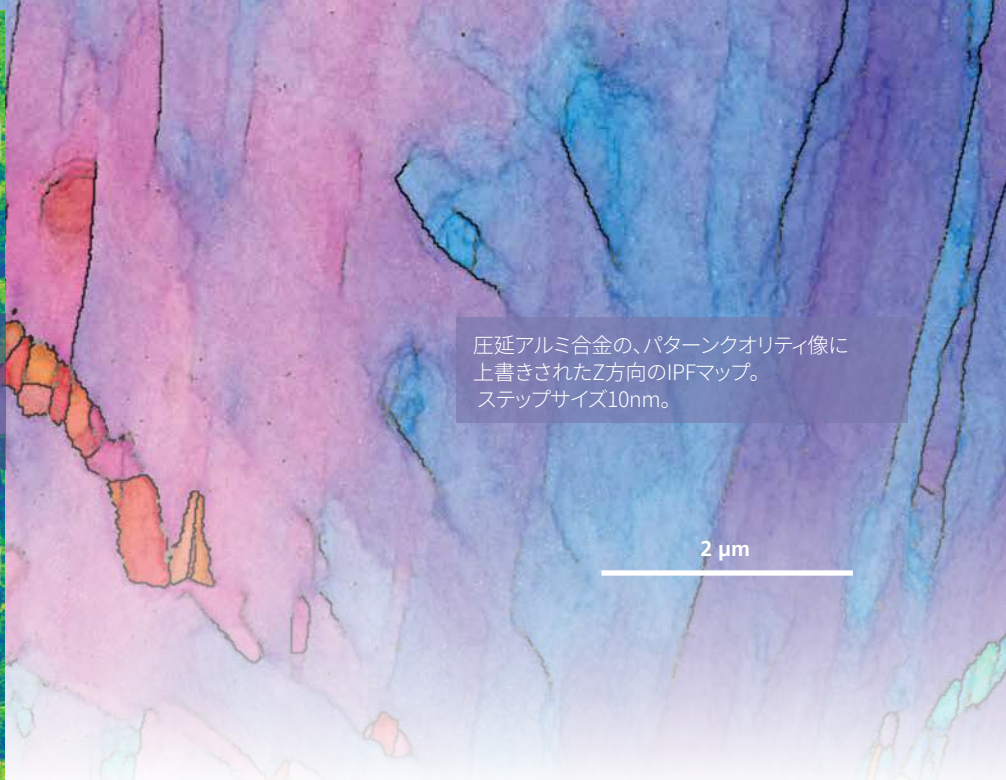
### 結晶相データベース

- **AZtecHKL**はICSDと標準的なHKLデータベースを内蔵しています。
- NISTとAmerican Mineralogistデータベースをオプションで用意しています。



# Application specific routines

Powerful, sophisticated, and all provided as standard



## Refined accuracy

標準で内蔵されるこの革新的なアルゴリズムは、これまでのEBSD解析を拡張し、これまで以上の精度を達成します。

- 指数付け後にキクチバンドの位置をリファインし、最も正確な方位解析をします。
- クラス最高の解析精度を提供します。
- リアルタイムで動作します。
- 0.05°の角度分解能
- グ레인バウンダリ評価がさらに正確になり、サブグ레인構造を明らかにします。

## 結晶相の識別

**AZtec**は似通った構造の結晶構造を正しく識別します。

- 結晶相のグルーピングとバンド幅の比較により、**AZtec**は似通った結晶構造を持つ結晶相を区別します。
- この技術は、従来の指数付けでは格子パラメータの類似性によって結晶相の識別が不可能な結晶構造に適用されます。

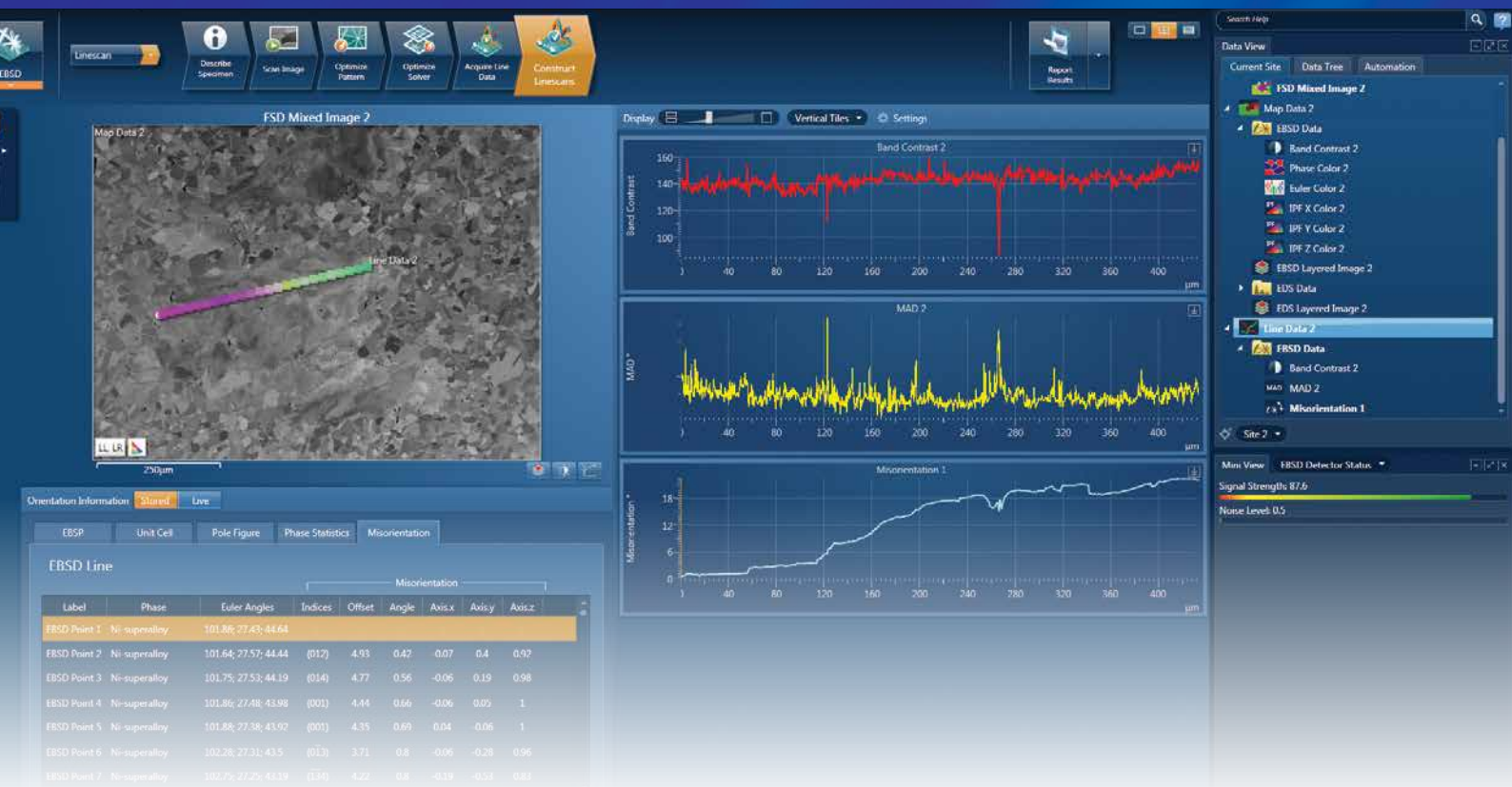
## TKD (オプション)

**AZtec**はTKD分析に最適です。最適化されたTKDモードを標準で内蔵し、ナノメートルスケールでも正確なマップを収集します。透過モードで収集されたEBSPは投影歪みがありますが、この革新的な技術は、それらのパターンを正確に検出し、最高のヒットレートを提供します。

- 特別な**AZtec**のハードウェアやソフトウェアを必要としません。
- 専用の試料ホルダを用意しています。(オプション)

# Routine analysis

## Point analysis, linescans, mapping



### ポイント分析

未知試料を素早く評価し、最適な設定を見つけるために使用します。ポイント分析は、電子顕微鏡像を基にして試料やグレインの方位の概要が得られます。非導電性試料や非常に大きなグレインサイズを持つ試料など、全視野マッピングを必要としない場合に有効です。

- SEMビームを位置決めし、特定のポイントからEBSPを取得します。
- EBSPの確認とソリューションをリファインし、方位を測定します。
- 選択したポイント間のミスオリエンテーションを計算します。

### ラインスキャン

グレイン内または試料を横断する方位変化に使用します。

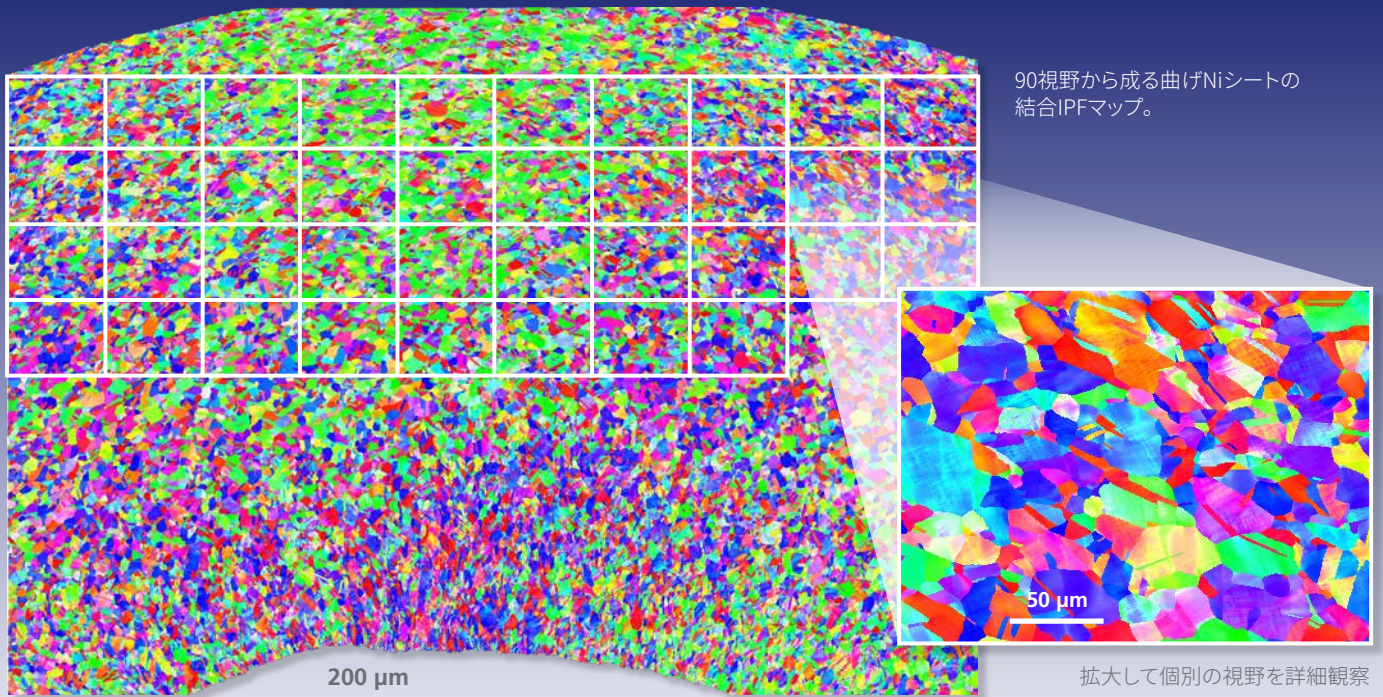
- 任意の方向でスキャンするラインを定義できます。
- 収集するステップサイズとパターン数を設定します。
- 複数のラインスキャンを自動で収集します。
- ラインスキャン結果と方位データをリアルタイムで表示します。

### EBSDマッピング

微細構造の理解に重要な、結晶相とグレイン方位の空間分布を表示します。

- **AZtec** はEBSDマップを高速で正確に収集します。
- 結果はリアルタイムで表示されます。
- インタラクティブマップ分析ツールが、分析エリアやステップサイズ、予想される収集時間の設定に役立ちます。





## MapQueue (オプション)

複数の電子顕微鏡像やマップ、ラインスキャンの収集を自動化します。

- 異なる分析領域や異なる試料を、自動で収集できます。
- 複数のデータセットを異なる設定で収集可能です。
- EBSDとEDSデータ同時収集を自動化できます。

## Large Area Mapping (LAM) (オプション)

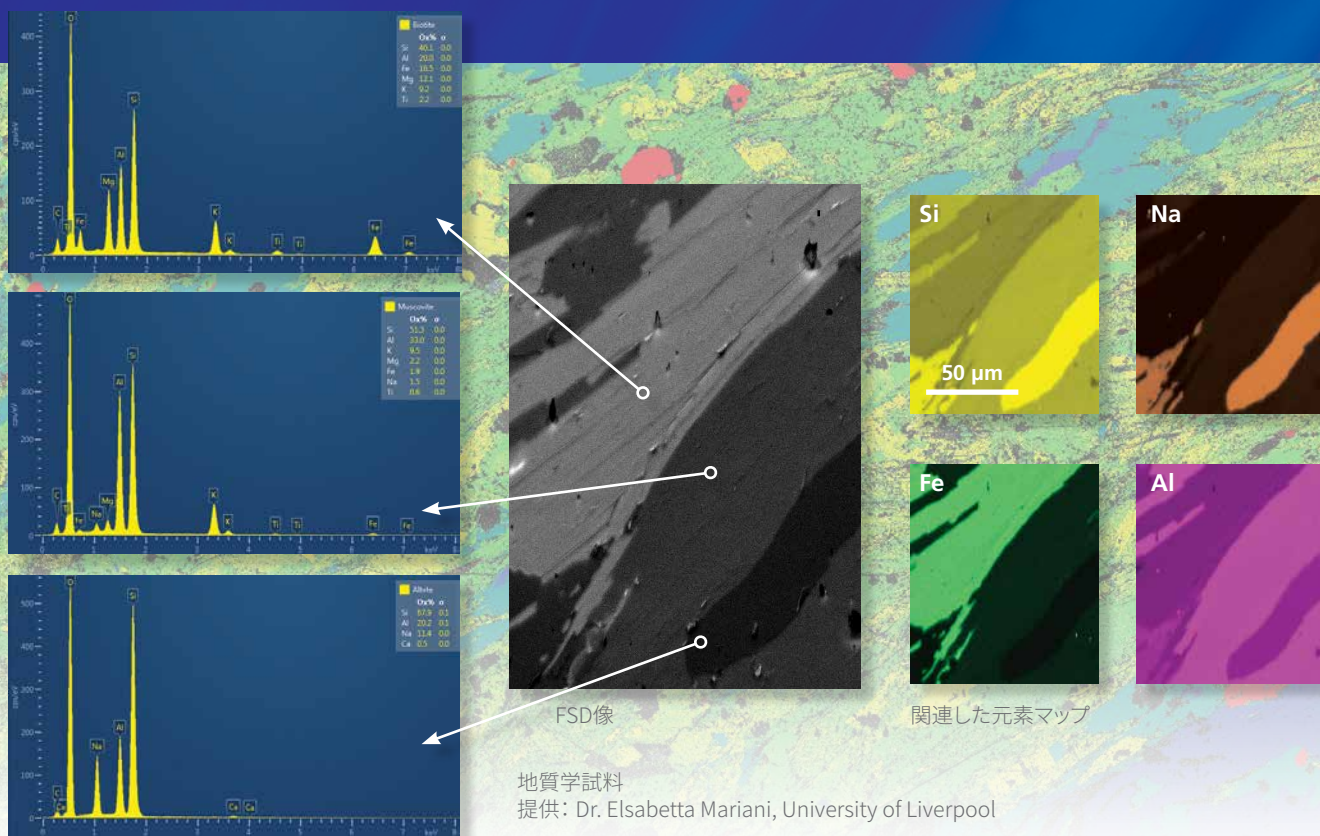
AZtecは試料の広い領域から高分解能電子顕微鏡像やEDS/EBSDマップを無人で収集できます。最大10,000視野を、8k イメージ分解能と4k EBSD分解能で収集可能です。これらはリアルタイムで自動整列され、単一の分析領域として解析可能なデータセットを生成します。

- セットアップウィザードが手順を示し、ルーチン作業で大面積マップの収集を可能にします。
- 収集中でも全てのデータが確認でき、ズームして詳細を見ることができます。
- 各ピクセルのEBSPは保存可能で、各視野や結合したデータから収集後に抽出も可能です。
- 全領域または選択した領域を結合したオイラーマップ、結晶相マップ、IPFマップを生成することができます。

# POWER

## Integrated EBSD and EDS analysis

### AZtecSynergy



### AZtecSynergy

(AZtec EDSシステムが必要です)

EBSDとEDSの同時収集は正確な結晶相の識別を可能にし、包括的なデータセットを試料の同一領域から簡単かつ高速で収集できます。

AZtecHKL (EBSD)とAZtecEnergy (EDS)を統合し、AZtecSynergyは究極の材料評価システムとなります。

### PhaseID

(AZtec EDSシステムが必要です)

EBSDとEDSの結合により、未知の結晶相を識別します。

- 試料の1つの結晶相からEDSスペクトルとEBSDパターンを同時に収集します。
- 強力で高速な結晶相検索ツールを使い、組成から候補の結晶相を識別します。
- Tru-IとTru-Qアルゴリズムで正確に結晶相を決定します。
- 収集済のマップに適用し、不明または見逃した結晶相を識別します。

### Synergyマッピング

(AZtec EDSシステムが必要です)

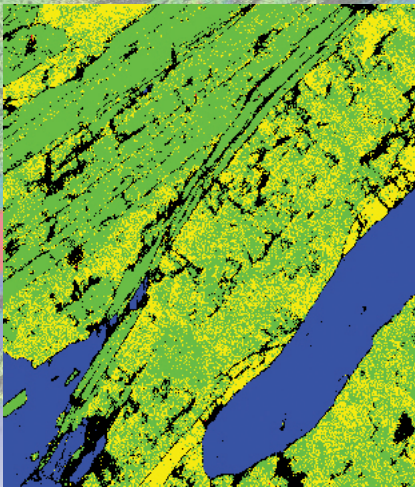
正確で完璧なリアルタイム試料評価が可能です。EBSDとEDSデータは同時かつ高速で収集されます。

- 1つのユーザーインターフェースで統合データを収集・表示します。
- 妥協のない統合データを同時に収集します。
- EBSDとEDS結果を表示します。

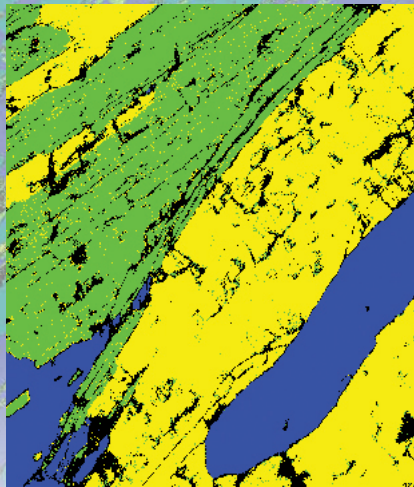


## The power of *intelligent* integration

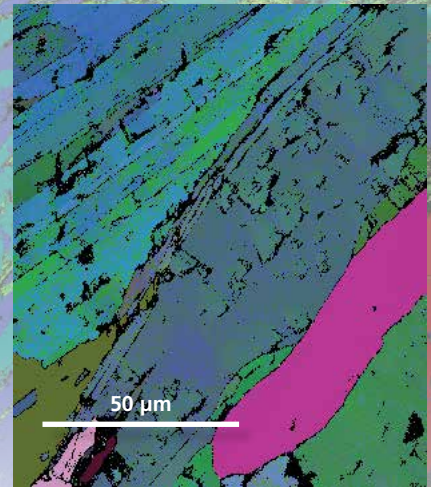
Muscovite    Albite    Biotite



従来のEBSDによって得られた結晶相マップ。BiotiteとMuscoviteマイカは非常に似通った結晶構造のため区別が不十分です。



...EDSデータを使用することにより、TruPhaseは2つの鉱物相を自動で識別しています。



オイラーマップ\*はグレインの方位を表示しています。

\*オイラーマップ: オイラー角の違いを色で表す方位マップのひとつ

### TruPhaseマッピング

(AZtec EDS システムが必要です)

洗練されたマッピングツールで、異なった組成で類似の結晶構造を持つ結晶相を正確に指数付けします。EDSスペクトルの統計的相関関係を使い、正しいEBSDソリューションが選択されます。

- データを収集中にリアルタイムでTruPhaseを適用します。
- TruPhaseは収集した後や事前に収集したデータにも適用可能です。

### AZtecSynergy LAM

(オプション)

大面積マッピングはEBSDとEDSデータの同時収集にも簡単にご使用いただけます。

- 大面積で収集した全データを表示し、拡大して詳細に観察できます。
- 収集したデータセットから各データを抽出できます。
  - X線マップ、EDSレイヤーマップ、AutoPhaseMap
  - IPF、オイラー角、結晶相の各マップ
  - 個々のEBSPとスペクトル

### AutoLock

ドリフト補正は高解像度マップには必須の機能です。AutoLockは内蔵されたドリフト補正機能で、EBSDとEDSを同時に補正します。

AutoLockは予測型と反応型を組み合わせた特徴的なドリフト補正アルゴリズムです。

- 試料傾斜の有無に関わらず適用されます。
- EBSD、TKDともに補正します。
- 分析中の補正状況を表示します。

# Re-Analysis

## Reprocess your data away from the SEM



### 再解析

パワフルでフレキシブルなデータ再解析ツールを内蔵しています。保存済みのパターンを有するデータセットは実機でもオフラインでも再解析可能です。設定の最適化や結晶相の追加と削除など追加データを収集することなく再解析が可能です。

- **Phase ID** との併用 - 試料中の全ての結晶相を識別することなくデータを収集します。収集後、任意のポイントからEBSPとEDSスペクトルを抽出します。

- 設定の最適化 - パターンソルバー設定を収集後に確認・改善し、各パラメータを最適化します。
  - バンドとリフレクタ数
  - ハフ分解能
  - EBSPの解析領域
  - 最高の角度精度をもつRefine Accuracyアルゴリズム
- 再マッピング - マップは最適化された設定や異なる結晶相リストで再解析可能です。また選択した領域のみを再解析し、詳細な画像の作成や再解析時間の短縮が可能です。
- **TruPhase** - ライブで収集したデータと同じように収集済みのデータにも適用できます。

### リアルタイム解析

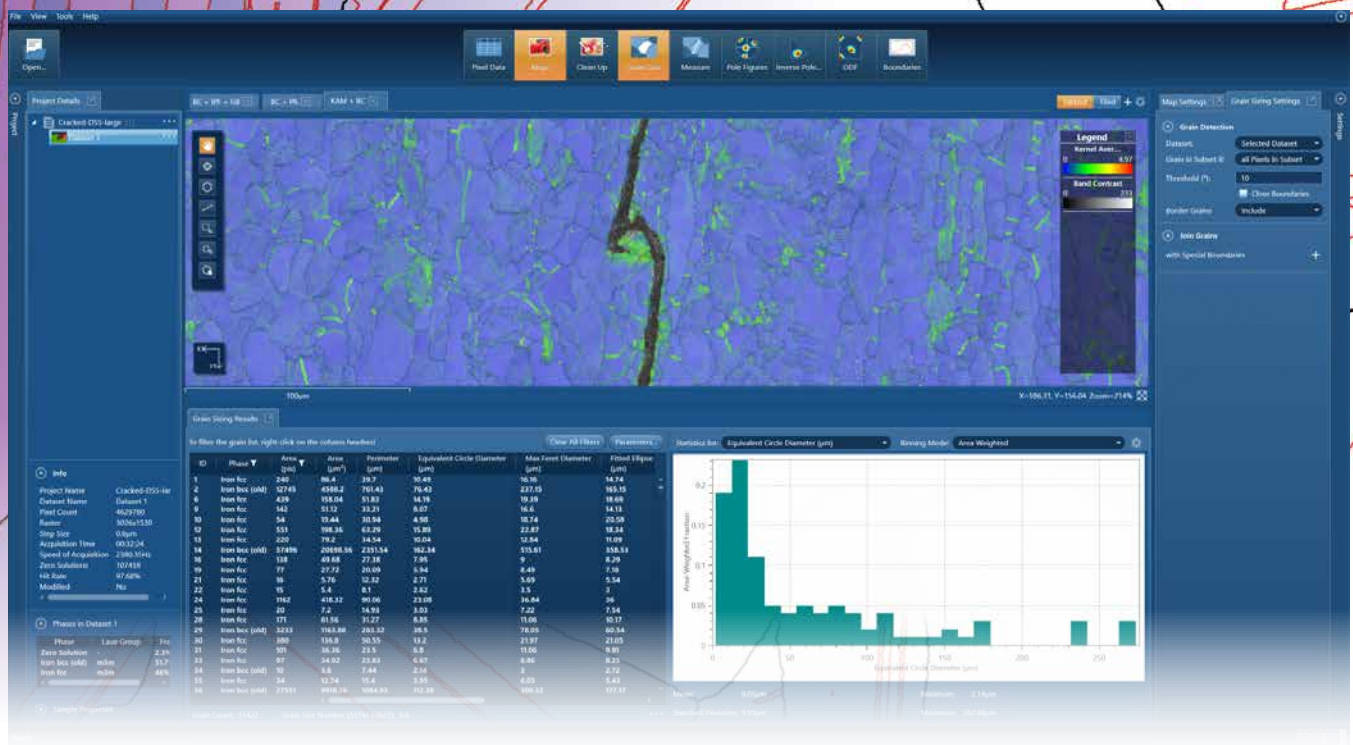
- オイラーマップ、逆極点図 (IPF) マップ、結晶相マップ - リアルタイムで作成可能です。データは収集中に表示され解析できます。
- 極点図と逆極点図 - 全11のラウエグループに対応して全データセットやサブセットから生成されます。データはユーザー定義形式でカスタマイズされ、結晶学的方位を解析できます。

マップや画像は簡単に注釈を付けられ、カスタマイズ可能なレポート形式で出力可能です。



# AZtecCrystal : Data processing software

Extensive data processing tools aid data interpretation



## 大容量・高速データ処理

- CMOS搭載EBSD検出器で取得した大容量データを高速で処理します。
  - 最大6400万ポイントデータを処理可能
- 従来のオイラー角を使ったマトリクス計算より高速処理可能なクォータニオンを使うことにより、データ処理時間を飛躍的に短縮しています。
  - グ레인解析
  - 方位や結晶相、テクスチャ、局所方位差など、様々なEBSDマップ
  - ミスオリエンテーションプロファイル
  - 極点図・逆極点図解析
  - ODF解析を使った集合組織解析
  - ヤング率やせん断弾性率等の材料特性を計算

## EBSD解析の新スタンダード

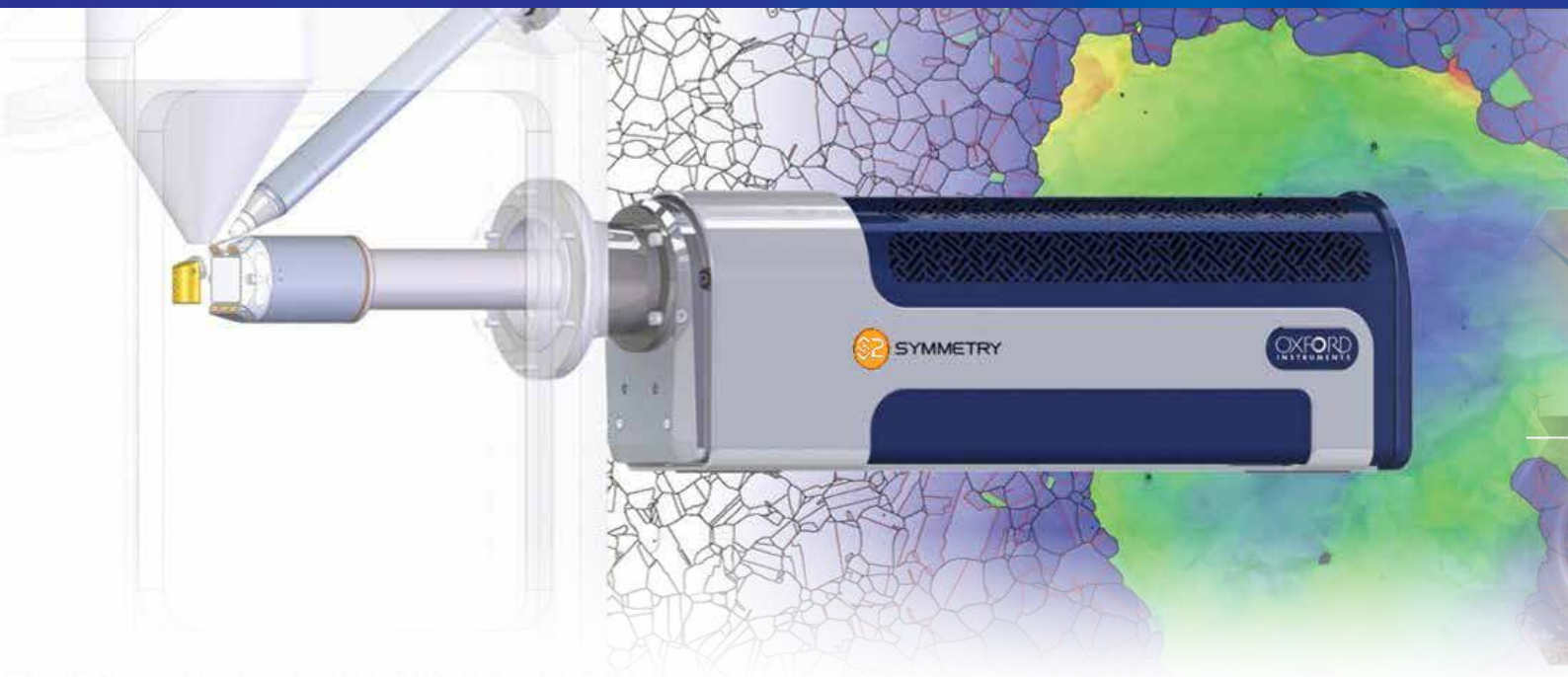
- AZtecCrystal**は、これからEBSD分析を始められる方でも、複雑な設定や操作をすることなく、解析を行うことができます。またEBSDに熟練された方も複雑な解析をより短時間で行うことができます。
- **AZtec**からシームレスに起動
  - 単独の解析ソフトウェアとしても起動可
  - 操作画面を使いやすいようにカスタマイズ可能。マルチモニターにも対応
  - サブセットを使用して、より詳細なデータ解析に対応

- 解析したマップデータをPowerPointや画像ファイルとして出力
  - 作成した全マップをPowerPointへ一括出力可能



# CMOS EBSD Detectors

## Superior hardware design



### Symmetry S2 CMOSカメラ搭載 超高速EBSD検出器

Symmetry S2はEBSD分析に最適化したCMOSイメージセンサーを搭載し、高速・高感度分析を実現します。

Symmetry S2は高速と高感度を兼ね備え、どんな試料においても最高の性能を発揮します。データ品質を低下させることなく高速分析を実現します。

Symmetry S2の高感度は、複雑な酸化物や薄膜など、分析が難しい試料においても、高いデータ品質でより速い分析が可能です。

- 最大毎秒4500ポイントの高速分析
- EDS同時分析でも毎秒4500ポイントを達成
- 全ての分析で高感度・高スループットを実現
- 最高速分析時でも高いパターン解像度
- 低加速電圧に対応
- 高い角度分解能 0.05°
- 洗練された機構設計
- 検出器挿入・チルトのモーター駆動
- 非接触衝突センサー内蔵
- カラーFSD像出力





	C-NANO	C-SWIFT	SYMMETRY S2
メガピクセルスクリーン解像度	✓	—	✓
400 pps	✓	✓	✓
1000 pps	—	✓	✓
>4500 pps	—	—	✓
近接センサー	✓	✓	✓
ハンドセット	OP	OP	✓
チルト機構	—	—	✓

OP:オプション

## C-Nano CMOS搭載EBSD検出器

C-NanoはSymmetry技術を採用したエントリーレベルのCMOS搭載EBSD検出器です。

- 最大毎秒400ポイントの収集スピード
- 高いパターン解像度
- 5kVの低加速電圧に対応
- 高いパターン解像度が必要とされるひずみ解析等に最適
- 角度分解能 0.05°
- 非接触衝突センサー内蔵
- カラーFSD像出力

## C-Swift 高速CMOS搭載EBSD検出器

C-SwiftはCMOSを搭載したEBSD検出器の標準機です。

- 最大毎秒1000ポイントの収集スピード
- 高速分析に対応
- 工程管理や品質管理等のルーチン業務に
- グ레인解析等の高速で多くのポイントを分析する必要がある試料に最適
- 角度分解能 0.05°
- 非接触衝突センサー内蔵
- カラーFSD像出力