

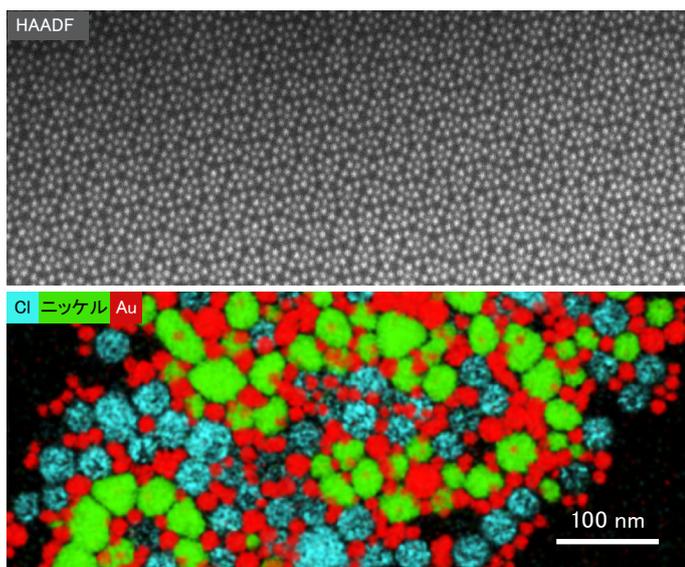
## Talos F200i (S)TEM

### 高生産性と柔軟性の追求—より広範なマテリアルサイエンスへのさらなる展開

Thermo Scientific Talos F200i 走査／透過型電子顕微鏡((S)TEM)では、超高輝度 Cold FEG (X-CFEG) および試料の両サイドに配置された検出面積 100 mm<sup>2</sup> の大面積デュアルEDS検出器「Dual-X」により、高分解能観察とさまざまな分析手法が最高レベルの分析スループットで可能です。

Thermo Scientific Talos™ F200i (S)TEMは、20～200 kVといった幅広い加速電圧での観察を可能にするユニークな電界放出型(走査)透過電子顕微鏡です。マテリアルサイエンス分野の幅広い試料や用途において高度な性能と生産性を実現します。

多彩なアプリケーションに柔軟に対応できるX-TWINポールピースギャップと高い再現性と性能を備えたTEMカラムとの組み合わせにより、高分解能の2Dおよび3D特性評価や、in situ動的観察、回折図形評価などが可能です。Talos F200i (S)TEMが搭載するCeta 16Mカメラは、4k四方の広い視野を確保するだけでなく64ビットプラットフォームにおける高速・高感度のイメージングが行えます。ニーズに合わせた最適なFEGおよびEDSの選択が可能です。検出面積30 mm<sup>2</sup>のシングル検出器から100 mm<sup>2</sup>のデュアル検出器まで、幅広いEDSソリューションをオプション装備できます。



#### 主な特長

多彩なラインナップの高分解能電界放出電子銃(FEG)が利用可能。S-FEG、高輝度X-FEG、または超高輝度X-CFEGのいずれかが選択可能です。X-CFEGは、高品質(S)TEMイメージングと高エネルギー分解能を兼ね備えています。

デュアルEDSテクノロジーを搭載可能。検出面積30 mm<sup>2</sup>のシングル検出器から100 mm<sup>2</sup>のデュアル検出器まで、ニーズに合わせて最適なEDS検出器を選択し、高スループット(または低照射量)の分析を実現できます。

高品質(S)TEMイメージングおよび正確なEDS。Veloxソフトウェアの革新的かつ直観的なユーザーインターフェースを使用して、簡単な操作で高画質のTEM画像または(S)TEM画像を取得できます。Veloxソフトウェア独自のEDS吸収補正により、もっとも正確な定量計算が可能です。

どのアプリケーションに対しても最高レベルのin situ性能。トモグラフィホルダーまたはin situ試料ホルダーの利用可能。高速カメラ、スマートソフトウェア、および当社のワイドギャップX-TWIN対物レンズにより、分解能と分析性能の低下を最小限に抑えた3Dイメージングおよびin situデータ取得を実施できます。

生産性の向上。きわめて安定性に優れたカラム、SmartCamを用いたリモート操作、およびコンスタントパワー対物レンズにより、高速モード切替と加速電圧変更を実現しました。マルチユーザー環境に最適な迅速かつ容易なモード切り替えMapsソフトウェアまたは自動粒子ワークフロー(APW)パッケージをオプション装備すると、高分解能で広い領域を取得・分析できます。夜間運転も可能で、システム時間を最大限利用できます。

もっとも高いデータの再現性。日常のTEM調整(フォーカス、ユーザーセントリック位置、ビームシフト、コンデンサー絞りのセンタリング、ビームチルトピボットポイント、ローテーションセンターなど)はすべてAlign Genieソフトウェアで自動化されており、常に最適なイメージング条件からスタートできます。高い再現性で実験を繰り返すことができるため、ツールではなく研究そのものに集中できます。

高速かつ広視野のイメージング。広視野4k x 4k Ceta CMOSカメラにより、加速電圧範囲全体にわたって高感度かつ高速のライブデジタルズームが可能です。

コンパクト設計。本装置は小型で設置面積が小さいため、狭い空間にも設置しやすく、インフラ整備費用やサポート費用を削減できます。

Talos F200i (S)TEMは、マルチユーザー環境や複数分野にまたがる環境で使用できるよう設計されており、また標準搭載の Thermo Scientific Velox™ソフトウェアのユーザーインターフェースが、Thermo Scientific TEMプラットフォームすべてと共通のため習熟が容易で、初心者ユーザーにとって最適な装置です。最適で再現性のよい装置条件が得られるように、日常的なTEMの調整はすべて自動化されています。この自動化は初心者オペレーターが本装置の操作を容易に習得できるだけでなく、マルチユーザー環境での結果の均一化、さらに熟練オペレーターにはデータが得られるまでの時間の短縮化を可能にします。

### フレキシブルなEDS分析

エネルギー分散型X線分析装置(EDS)検出器(オプション装備)によって、元素分析が可能になります。Talos F200i (S)TEMには、検出面積30 mm<sup>2</sup>のシングル検出器から100 mm<sup>2</sup>大面積デュアル検出器まで、幅広いEDSラインナップからの選択が可能です。取得した分析結果は独自の吸収補正が可能なVeloxソフトウェアで解析が行えるため、より正確な定量結果が得られます。VeloxソフトウェアとDual-Xの組み合わせでは、自動EDSトモグラフィーも可能になります。

### 生産性向上

画像取得時のドリフトや振動、その他の不安定要因は、像質を低下させます。このような悪条件での観察では、短い露光時間しか選択せざるを得なかったり、電子線照射による損傷が生じたりするため、高画質な(S)TEM画像を得ることが難しくなります。ドリフト補正フレーム積算(DCFI)では、高コントラストと高いSN比を兼ね備えたイメージングが可能になります。積算微分位相コントラスト法(iDPC)をオプション装備すると、低照射量であっても、軽元素と重元素を同時に、正確かつ高い信頼性で可視化できます。また、特にマルチユーザー環境やマルチ材料環境で生産性をさらに高めるために、コンスタントパワー対物レンズと低ヒステリシス設計によって、再現性の高いモード切替と加速電圧変更を可能にしました。

Talos F200i (S)TEMでは、学習用オンラインヘルプもご利用いただけます。マウスをコントロールパネル上に移動してF1キーを押すと、関連する情報が表示されます。

### マテリアルサイエンスへのさらなる展開

当社の高輝度X-FEGまたは超高輝度X-CFEGに、高速Dual-X EDS検出器を組み合わせると、電子線に敏感な材料などさまざまな試料に対して、低照射量での元素分析が可能になります。



### Mapsソフトウェア

TEMおよびEDS用のThermo Scientific™ Maps™ソフトウェアでは、試料全体の直観的な画像ナビゲーションや、複数のイメージングプラットフォームを跨いだ結果のスムーズな相関分析ができます。広領域を高解像度でイメージ取得するために、Mapsソフトウェアでは自動でイメージを取得し、つなぎ合わせて、優れたイメージ品質で試料の対象エリア全体を記録します。たとえば、数千平方マイクロンの範囲にわたるナノ粒子の自動特性評価を実行することができます。Mapsソフトウェアは、複数システム間でも、また単一システムのみでも使用することができます。そして他の顕微鏡(SEM、microCT、光学顕微鏡など)からの画像のインポートやオーバーレイ、アライメントをサポートします。たとえば、低倍TEM像やSEM像からHRTEM像へのズームングが可能になり、これによって重要なコンテキスト情報や相関情報が得られます。近年、高分解能かつ広範囲の相関イメージングに対するニーズが高まっていますが、これは相関イメージングによってナノ粒子・触媒試料・金属析出物についての有意な統計データを取得できるからです。

APWパックでは、上述したメリットを備えた上に、Avizo2Dソフトウェアを用いた専用処理PC上での独自処理が追加されています。これにより、ナノ粒子の粒径、領域、周長、形状、係数、接触などのパラメーターの自動測定が可能です。完全自動無人ソフトウェアパックを用いると、Talosの24時間稼働、非常に優れた統計結果、操作バイアスがないために著しく向上した再現性が得られます。解析用PCでは、Avizo2Dのレシピ設定を簡単かつ柔軟に行うことができ、ナノ粒子、析出物、その他の微小構造に対して多くの応用が可能です。

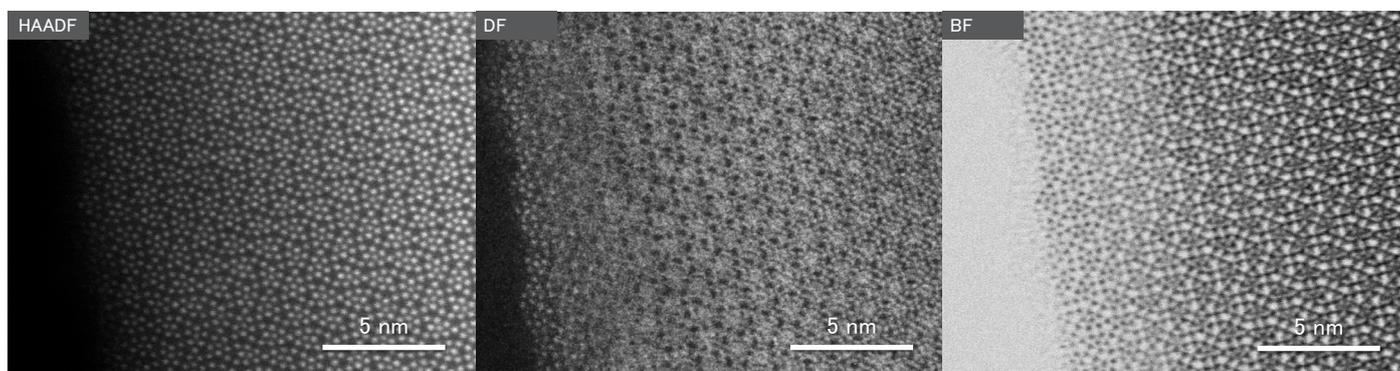


図1. [001]方向から観察したタングステンニオブ酸カリウムのHAADF(高角環状暗視野)、DF(暗視野)、およびBF(明視野)のHRSTEM像。Talos F200i (S)TEMの柔軟性と安定性が示されています。

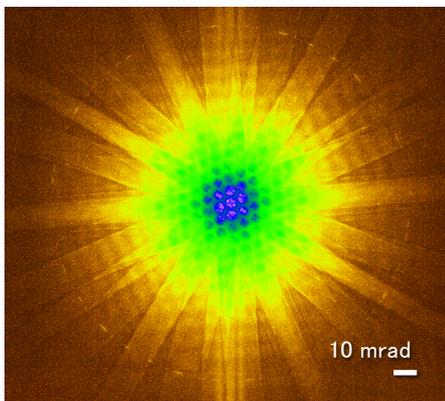


図2. 短カメラ長で得られたシリコンの[011]方向からのCBED(収束電子回折)パターン。Talos F200i (S)TEMの柔軟性とCeta 16Mカメラの広いダイナミックレンジが示されています。

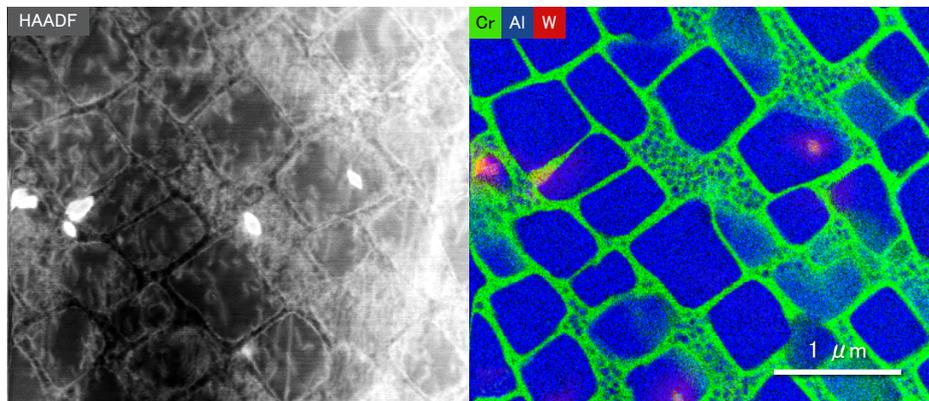


図3. Bruker X-flash 30検出器を用いて得られた、ニッケル-アルミニウム超合金のHAADF STEMおよびEDSマッピングの例。

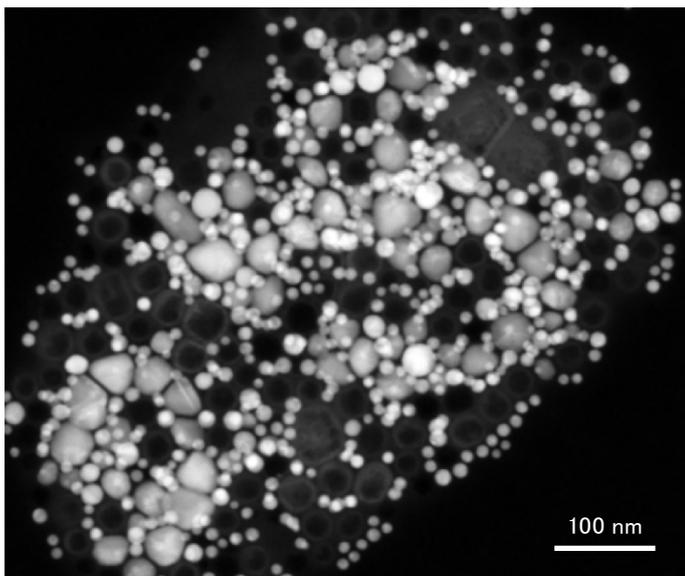


図4. 金 - ニッケル合金ナノ粒子にBruker X-flash 100デュアル検出器「Dual-X」を適用し、1分未満で取得した広範囲かつ高分解能のHAADF STEMおよびEDSマッピングの例。試料提供: J. Bursik (Institute of Physics of Materials, Brno)。

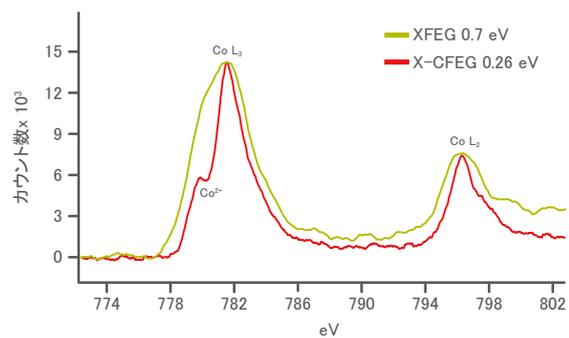
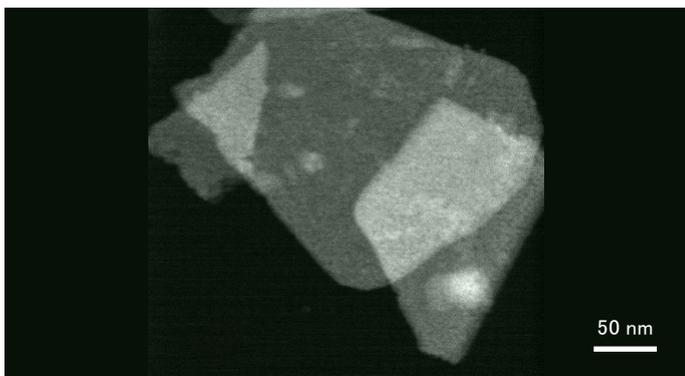
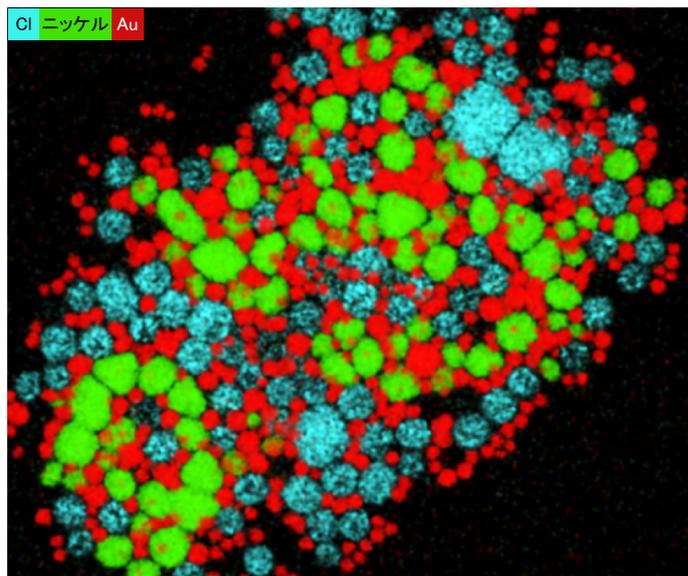


図5. X-CFEGは他の電子銃よりも、輝度、線源サイズ、エネルギー分散の点において優れています。ここに示したのは酸化コバルトのSTEM画像およびEELSスペクトルで、エネルギー分解能は $<0.26$  eV(赤色)。同一試料をX-FEGで分析し、エネルギー分解能は $0.7$  eV(緑色)。X-CFEGの微細構造が視認しやすくなっており、 $\text{Co L}_3$ 上の肩として見える $\text{Co}^{2+}$ が明らかになっています。このショルダーは緑色のスペクトルでは確認できません。結果は、 $200$  kVにおいて、それぞれX-CFEG(赤色)およびX-FEG(緑色)を搭載したTalos F200を用い、Gatan ContinuumおよびPanther STEMで測定されたもの。

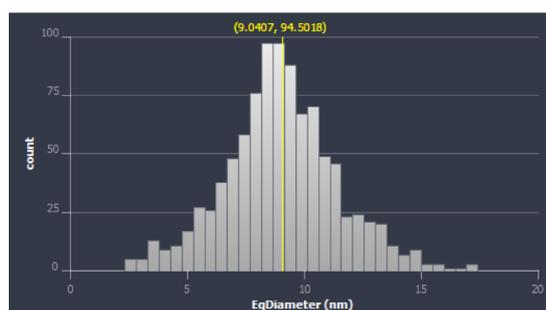
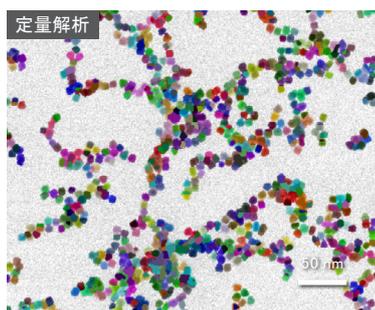
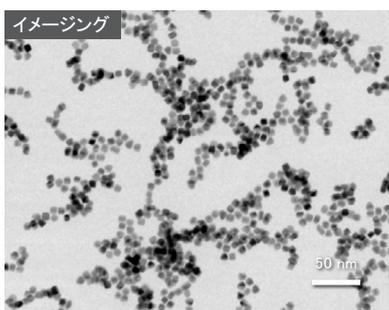


図6. 自動粒子解析ワークフローの例: Pt-Rh粒子解析: サイズ、領域、周長、形状係数、接触など。試料提供元: B. Gorman教授およびR. Richards教授、Colorado School of Mines。

主な仕様	
TEM線分解能	≤0.10 nm
TEMインフォメーションリミット	≤0.12 nm(S-FEG/XFEG) および≤0.11 nm(X-CFEG)
LACBED(大角度収束電子回折)の最大収束角	≥100 mrad
最大回折角度	24°
STEM分解能	≤0.16 nm(S-FEG/XFEG) および≤0.14 nm(X-CFEG)
EDS	サイドエントリー格納式
電子銃のタイプ	電界放出電子銃、高輝度電界放出電子銃、または超高分解能・冷陰極電界放出電子銃(X-CFEG)

## 詳細仕様

TEM	
線分解能	≤0.10 nm

オペレーティングシステム	
XXユニット	XXユニット
コントローラー	Windows™ 10
遠隔操作	遠隔操作可

真空システム	
エアロックポンピング	オイルフリーおよび防振
冷却トラップ	標準
長時間持続デューワー	オプション、最低4日間のホールド時間(再充填間)

STEMイメージング※	
STEM分解能	≤0.16 nm(S-FEG/XFEG)および≤0.14 nm(X-CFEG)
検出器	HAADF検出器および/またはビーム軸上(On-axis)BF/DF検出器

エネルギー分散型X線分析装置(EDS)※	
検出器サイズ(Bruker X-flash検出器)	30、100、デュアル100
格納式	あり。電動式
EDSエネルギー分解能	129 eV

試料操作	
Z軸移動による総移動距離(標準ホルダー)	±0.375 mm
最大αチルト、トモグラフィーホルダー(広視野ホルダー)使用時	±90°
試料ドリフト(標準ホルダー)	≤0.5 nm/分

CETA 16Mカメラ※2	
センサー	4096 x 4096 14 μmピクセルのCMOS
標準フレームレート	4k x 4k:1 fps 2k x 2k:8 fps 1k x 1k:18 fps 512 x 512:25 fps
取り付け位置	ビーム軸上、ボトムマウント、格納式
フレームレート、Ceta 16Mカメラスピード強化※	4k x 4k:40 fps 2k x 2k:80 fps 1k x 1k:160 fps 512 x 512:320 fps
専用Ceta 16Mカメラ解析用コンピューター※	4 TB、高速データオフローディング
Ceta 16Mカメラのストレージサーバー※	72 TB、高速データオフローディング

※1オプション

※2オプション:STEMのみのイメージングおよび/または分析が必要な場合は装置構成から取り外すことが可能。

詳細は、[thermofisher.com/talos](https://thermofisher.com/talos)をご覧ください

thermo scientific