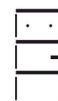


原子分解能分析電子顕微鏡

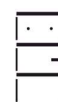
GRAND ARM™を超えたGRAND ARM™ "GRAND ARM™2"の紹介

EMアプリケーション部 1G1T
橋口 裕樹

日本電子株式会社

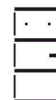


GRAND ARM™2



GRAND ARM™
を超えた
GRAND ARM™

GRAND ARM™2の開発コンセプト



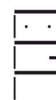
“高分析能力”
高空間分解能に加えて、
高感度元素分析必須

多様な試料の観察・分析”
低～高加速までの
幅広い加速電圧での
使用が必須

“高い安定性”
高分解能、高分析能力
+
高安定度でのデータ取得

“様々なユーザーの使用“
ハイエンドユーザーのみならず、
TEM初心者も使用

GRAND ARM™2の新要素・新機能



エンクロージャ&環境・外乱対策の強化

自社製コレクター“ETAコレクター”搭載

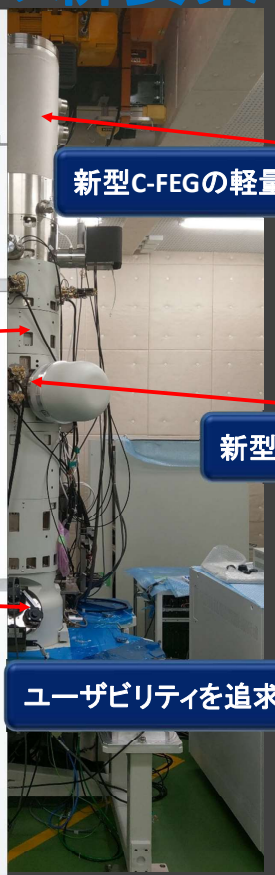
デジタルカメラによるリモート操作環境

耐震動性能向上、電気ノイズ低減

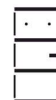
新型C-FEGの軽量化による耐震動性能向上

新型対物レンズ“FHP2”の開発

ユーザビリティを追求した様々な新機能の追加



GRAND ARM™2の新要素・新機能



エンクロージャ&環境・外乱対策の強化

自社製コレクター“ETAコレクター”搭載

デジタルカメラによるリモート操作環境

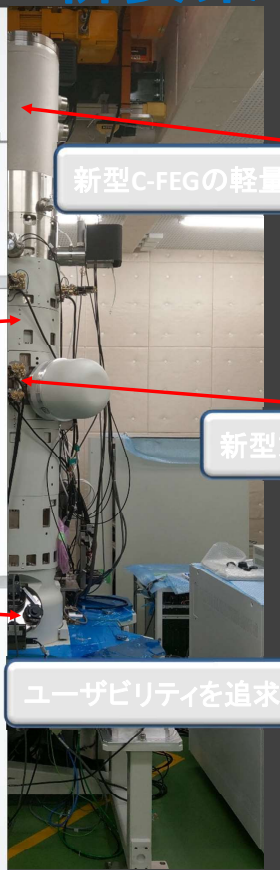
耐震動性能向上、電気ノイズ低減



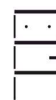
新型C-FEGの軽量化による耐震動性能向上

新型対物レンズ“FHP2”の開発

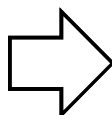
ユーザビリティを追求した様々な新機能の追加



エンクロージャ



JEM-ARM300F



JEM-ARM300F2

装置本体をエンクロージャでシールド

→ 気流や温度変化, 騒音などの環境に左右されにくい装置へ強化

エンクロージャによる耐騒音性能の向上



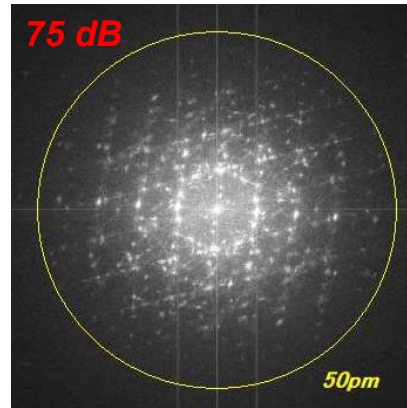
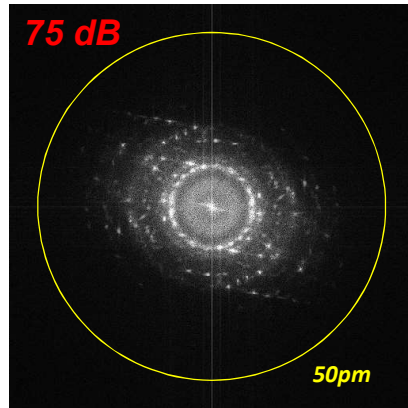
75 dB

テレビや走行中の車内



JEM-ARM300F

JEM-ARM300F2



TEM情報限界～118 pm

TEM情報限界～60 pm



2倍

→エンクロージャにより、音に対して、約2倍の耐久性を獲得。

GRAND ARM™2の新要素・新機能



エンクロージャ&環境・外乱対策の強化

自社製コレクター“ETAコレクター”搭載

デジタルカメラによるリモート操作環境

耐震動性能向上、電気ノイズ低減

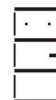
新型C-FEGの軽量化による耐震動性能向上

新型対物レンズ“FHP2”の開発

ユーザビリティを追求した様々な新機能の追加

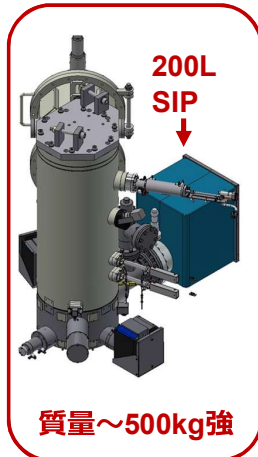


電子銃(Cold FEG)の軽量化



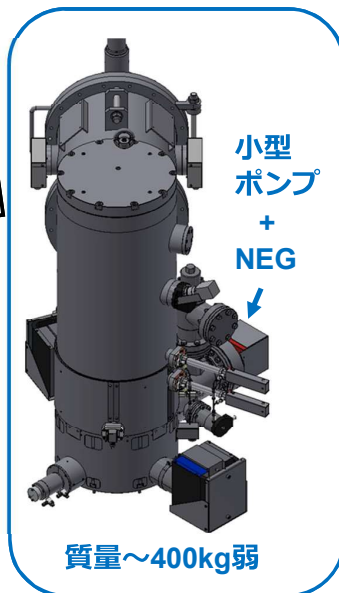
排気速度(O₂, H₂)

JEM-ARM300F



質量~500kg強

JEM-ARM300F2



質量~400kg弱

200L SIP

200L / s

5L SIP + NEG pump 300L / s

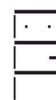
小型ポンプ採用により100kg強の軽量化

→耐振動性能の向上

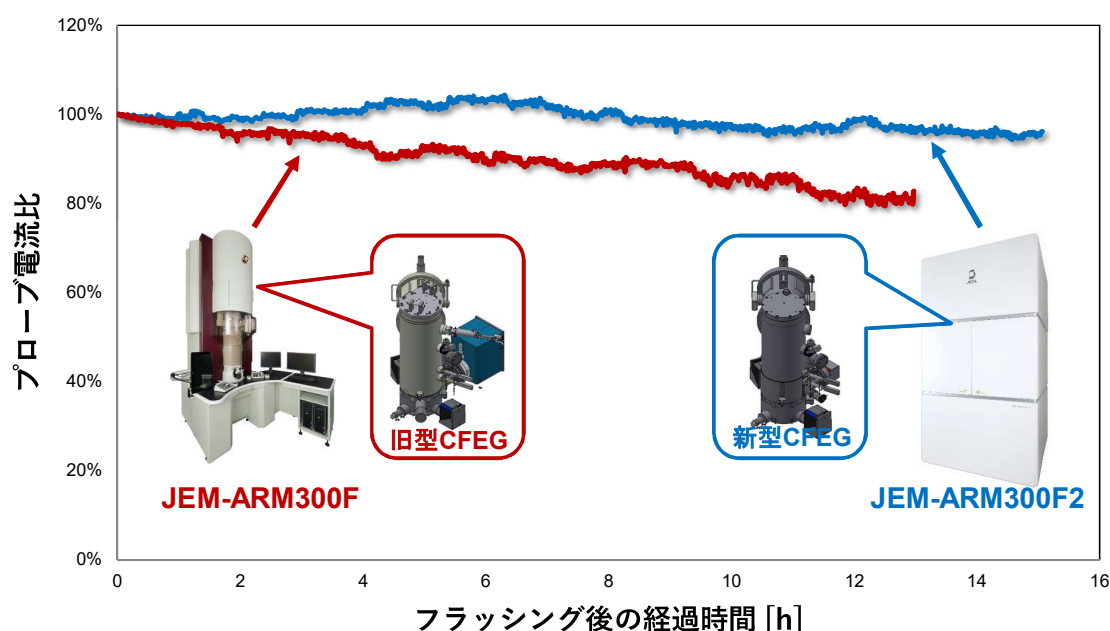
軽量化によって、クレーンを立てる必要なし

→エンクロージャー備え付け
クレーンでメンテナンスが可能

プローブ電流安定度の向上

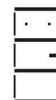


プローブ電流安定度



→エミッタ付近の排気量強化により、真空度が向上し、
新型CFEGのプローブ電流安定度が向上

GRAND ARM™2の新要素・新機能



エンクロージャ&環境・外乱対策の強化

新型C-FEGの軽量化による耐震動性能向上

自社製コレクター“ETAコレクター”搭載

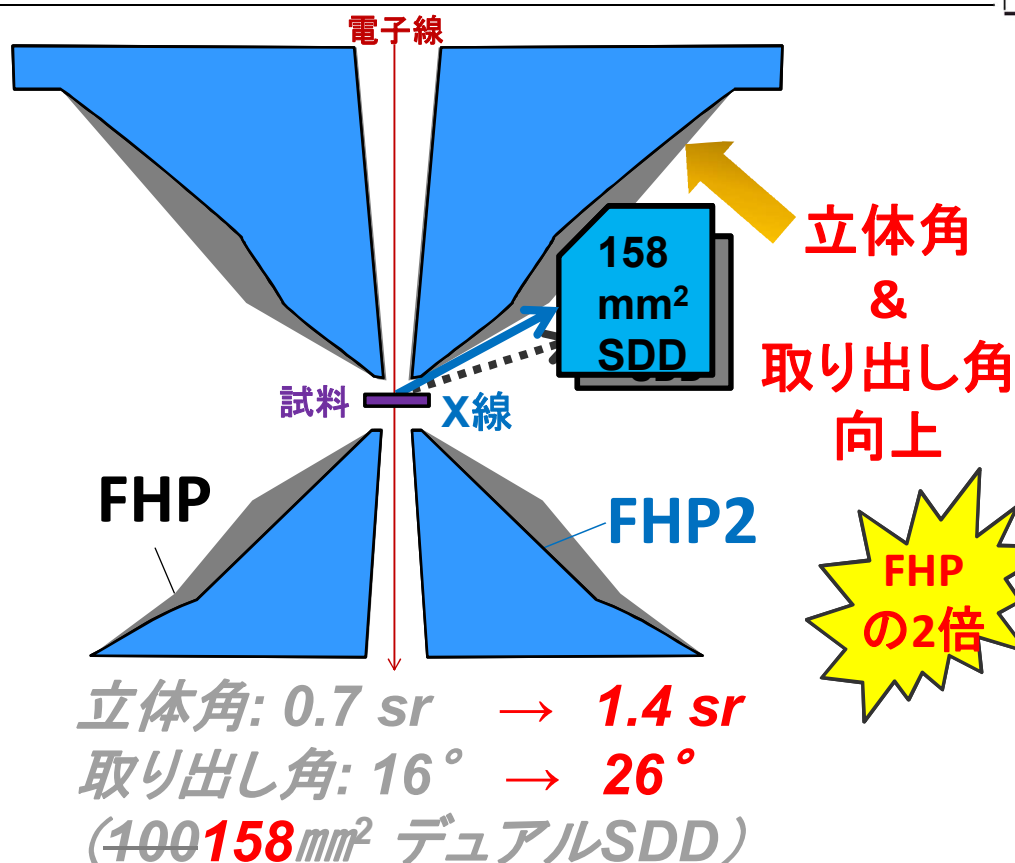
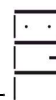
新型対物レンズ“FHP2”の開発

デジタルカメラによるリモート操作環境

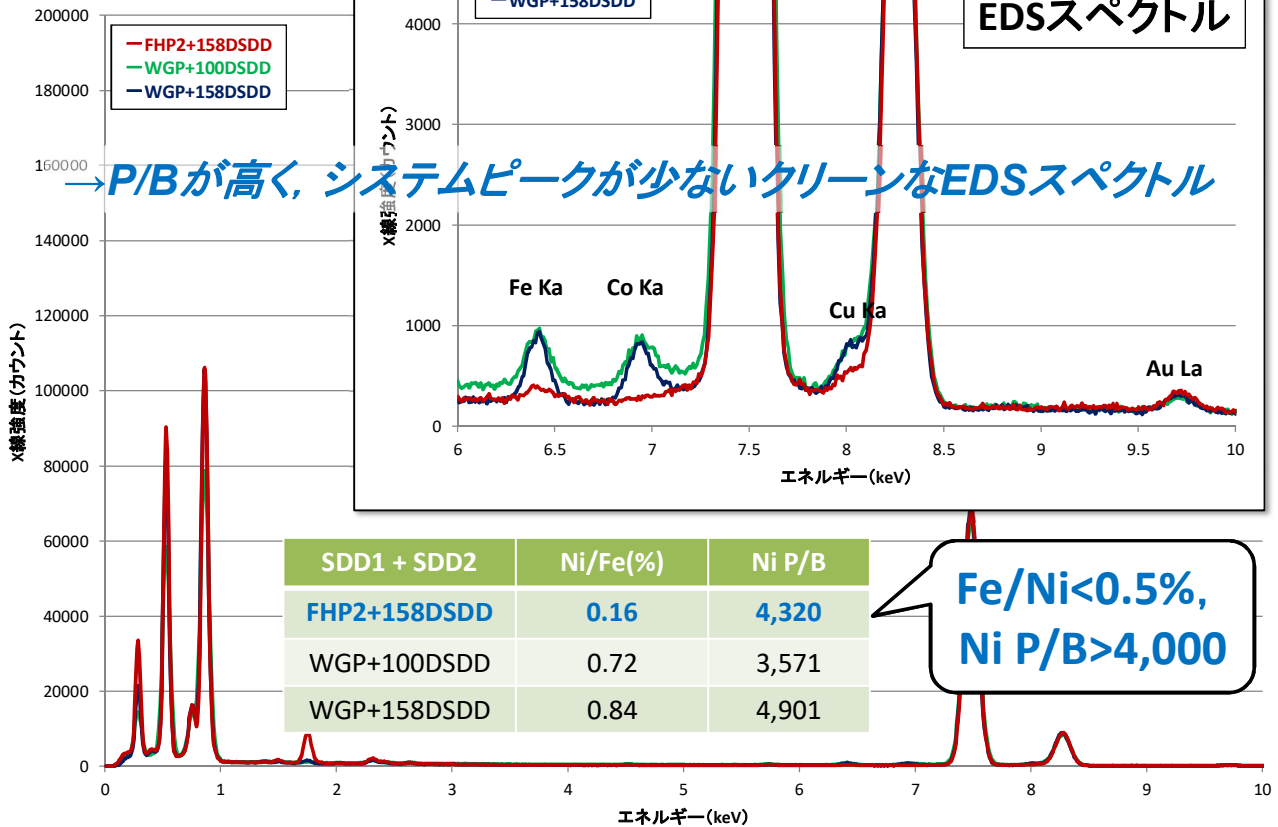
ユーザビリティを追求した様々な新機能の追加

耐震動性能向上、電気ノイズ低減

FHP2: 新型対物レンズ



Spurious Peak & Ni P/B比結果



GRAND ARM™2の新要素・新機能

エンクロージャ&環境・外乱対策の強化

新型C-FEGの軽量化による耐震動性能向上

自社製コレクター“ETAコレクター”搭載

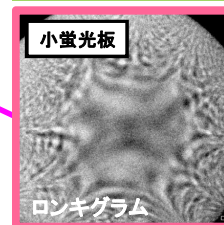
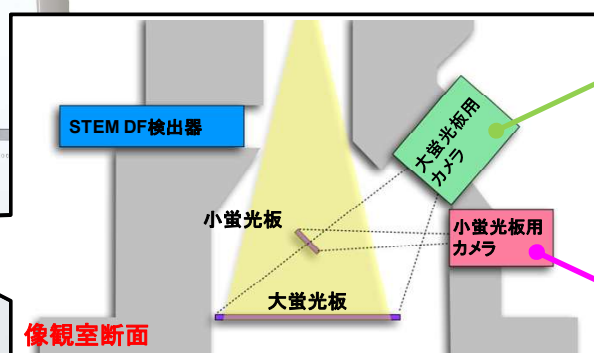
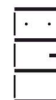
新型対物レンズ“FHP2”の開発

デジタルカメラによるリモート操作環境

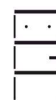
ユーザビリティを追求した様々な新機能の追加

耐震動性能向上、電気ノイズ低減

デジタルカメラによるリモート操作 暗室不要！別室から操作可能！



GRAND ARM™2の新要素・新機能



エンクロージャ&環境・外乱対策の強化

自社製コレクター“ETAコレクター”搭載

デジタルカメラによるリモート操作環境

耐震動性能向上、電気ノイズ低減

新型C-FEGの軽量化による耐震動性能向上

新型対物レンズ“FHP2”の開発

ユーザビリティを追求した様々な新機能の追加



耐環境性能の強化



- ・レンズ水冷ホースの最適化
- ・照射系レンズ固定法の最適化
- ・P/P固定方法の最適化
- ・冷却フィン取付方法の最適化

振動低減

- ・照射系レンズ電気安定度の強化
- ・排気系ポンプ電気接地法の最適化

電気ノイズ低減

→ 振動, 電気ノイズ低減による空間分解能の向上
高安定化により、データ取得の容易化

GRAND ARM™2の新要素・新機能



エンクロージャ&環境・外乱対策の強化

自社製コレクター“ETAコレクター”搭載

デジタルカメラによるリモート操作環境

耐震動性能向上、電気ノイズ低減

新型C-FEGの軽量化による耐震動性能向上

新型対物レンズ“FHP2”の開発

ユーザビリティが向上する様々な新機能の追加



使いやすさが向上する便利 & 自動化機能



◆ 初心者でも安心して使えるさまざまな自動機能:

- JEOL COSMO™による自動収差補正
- 自動加速電圧変更・コンディショニング
- オートビームシャワーモード

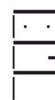
◆ 使いやすさを向上させた新便利機能:

- ステージ & 絞り移動回転補正
- TEM→STEMモード切替時のコマ収差ドリフトを低減する新TEMモード
- ±90度回転を実現する新型ゴニオステージ



GRAND ARM™2

使いやすさが向上する便利 & 自動化機能



◆ 初心者でも安心して使えるさまざまな自動機能:

- JEOL COSMO™による自動収差補正
- 自動加速電圧変更・コンディショニング
- オートビームシャワーモード

◆ 使いやすさを向上させた新便利機能:

- ステージ & 絞り移動回転補正
- TEM→STEMモード切替時のコマ収差ドリフトを低減する新TEMモード
- ±90度回転を実現する新型ゴニオステージ

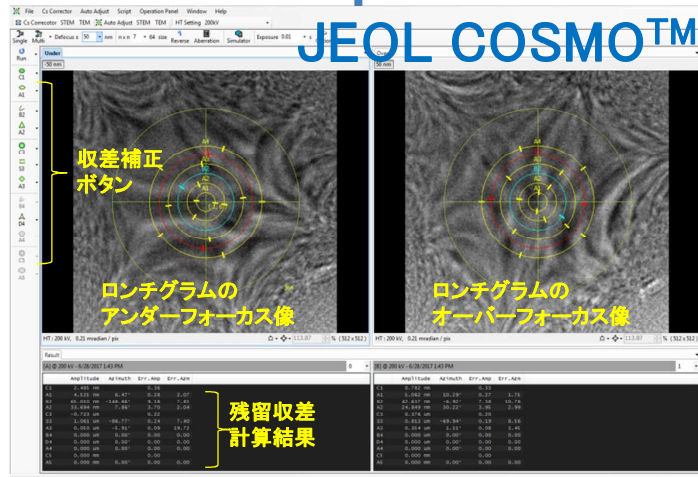


GRAND ARM™2

JEOL COSMO™による自動収差補正機能



収差をフィードバック補正



収差補正器

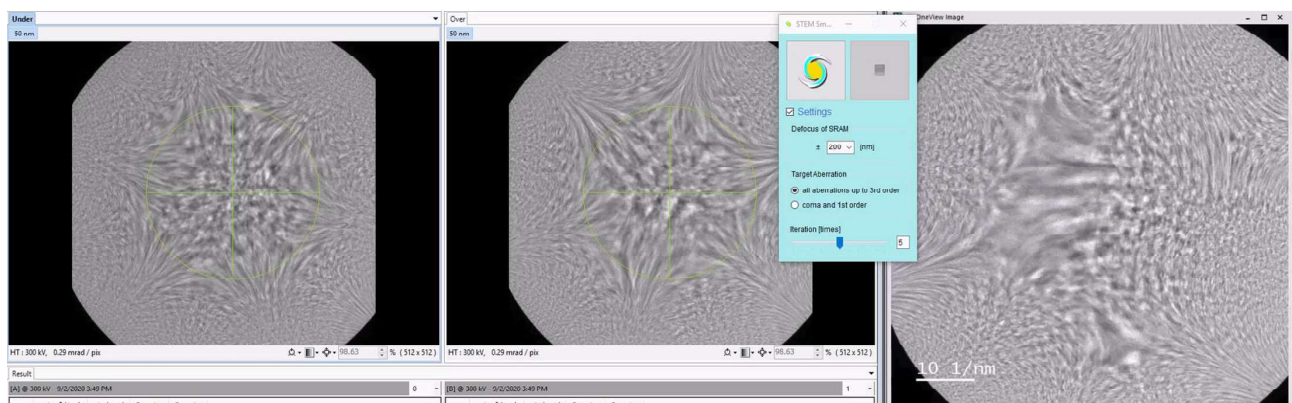
GRAND ARM™2

カメラ

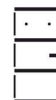
アンダーフォーカス
とオーバーフォーカスの
ロンチグラム像から
残留収差を自動計算

ロンチグラム像の取得

JEOL COSMO™による自動収差補正機能

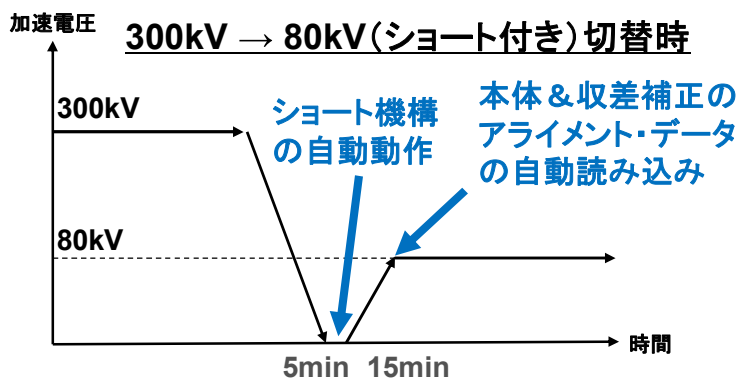
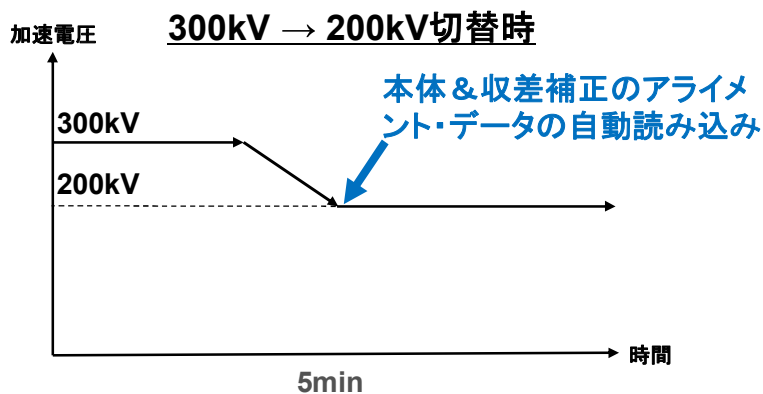


加速電圧自動切替

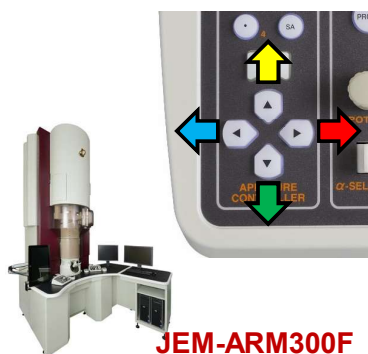
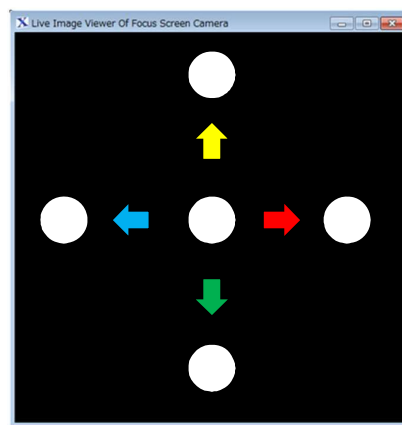
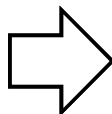
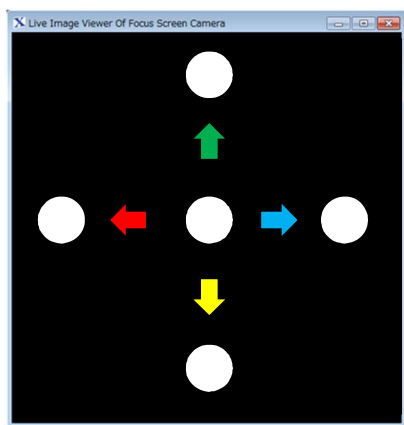
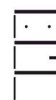


JEM-ARM300F2

目的の加速電圧を設定して、スタートボタンを押すだけで、自動で昇圧（ショート機構にも対応）。アライメントファイルも自動で読み込まれ、余計な操作は不要



絞り操作時の回転補正機能（TEM）

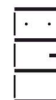


絞りの操作方向と絞りの移動方向が不一致

絞りの操作方向と絞りの移動方向が一致

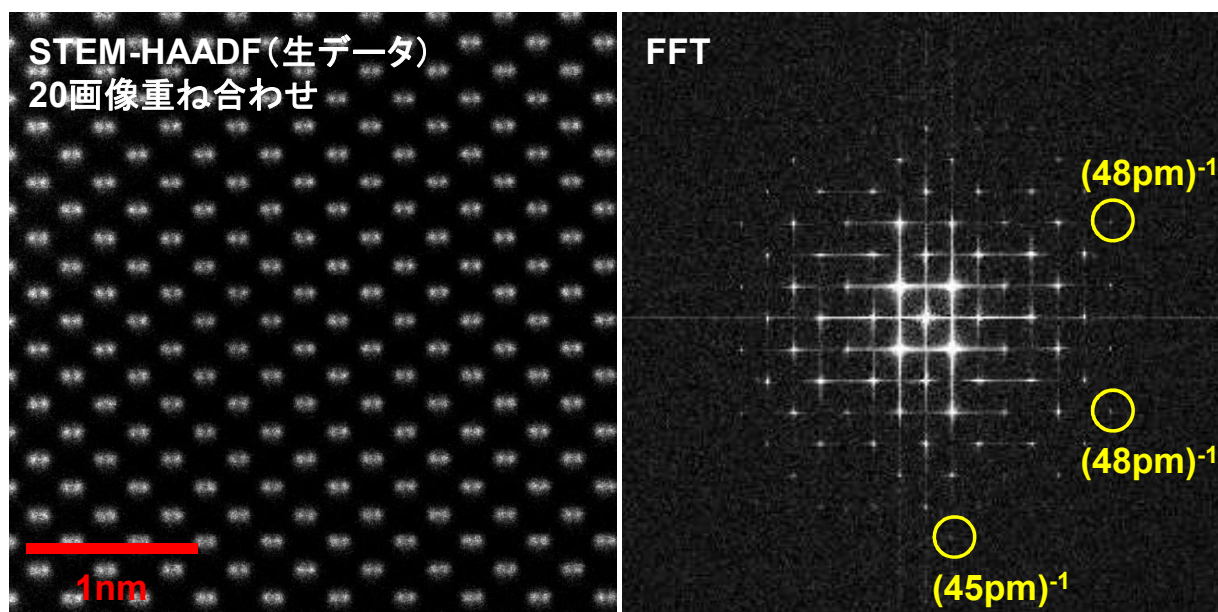
操作性向上！





応用データ

GRAND ARM™2 (FHP2) : 超高空間分解能



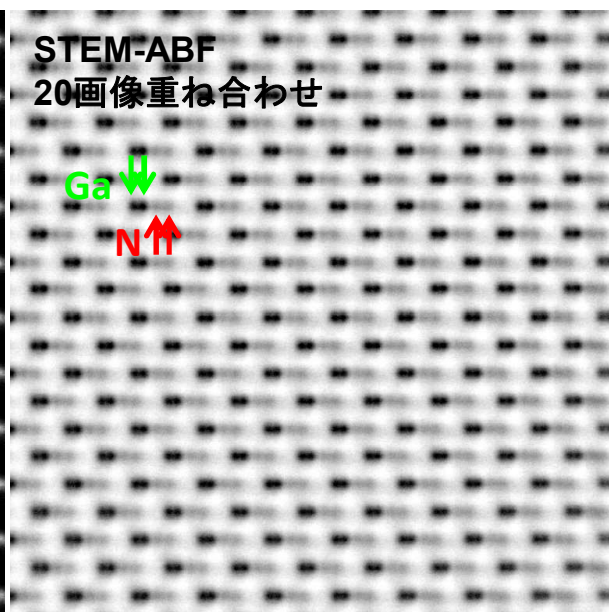
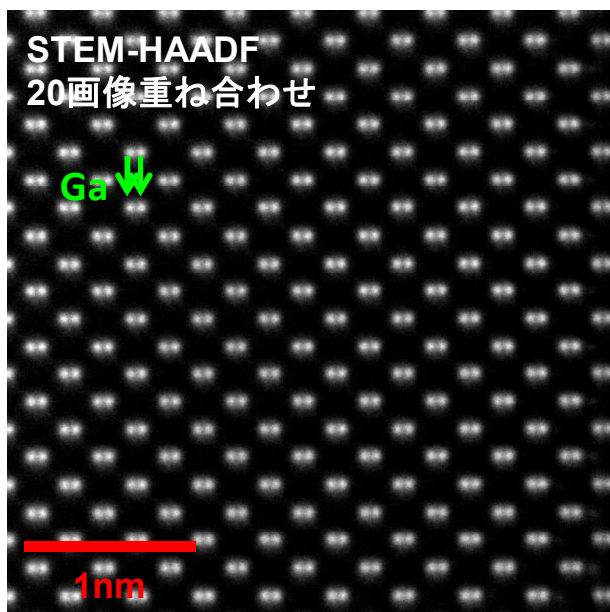
FHPの超高空間分解能を維持!

STEM分解能 (w/ ETAコレクター) <58pm

試料: GaN[211]

加速電圧: 300kV

GRAND ARM™2(FHP2): 超高空間分解能

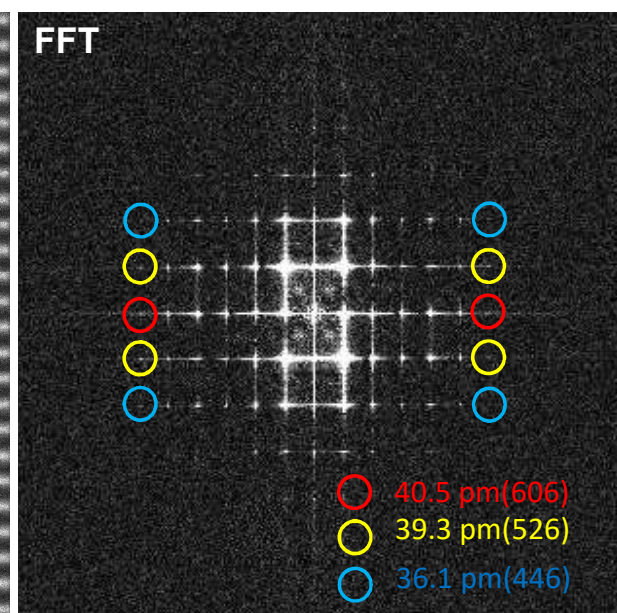
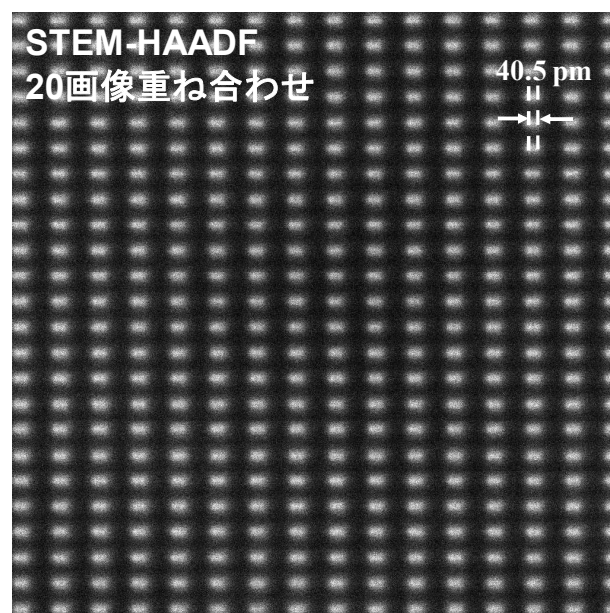


FHPの超高空間分解能を維持!
ABFにて窒素サイトも可視化

試料: GaN[211]

加速電圧: 300kV

GRAND ARM™2(FHP2): 超高空間分解能

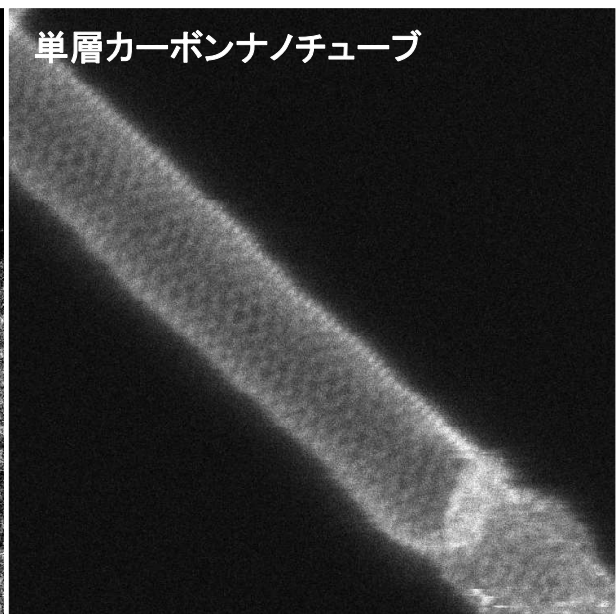
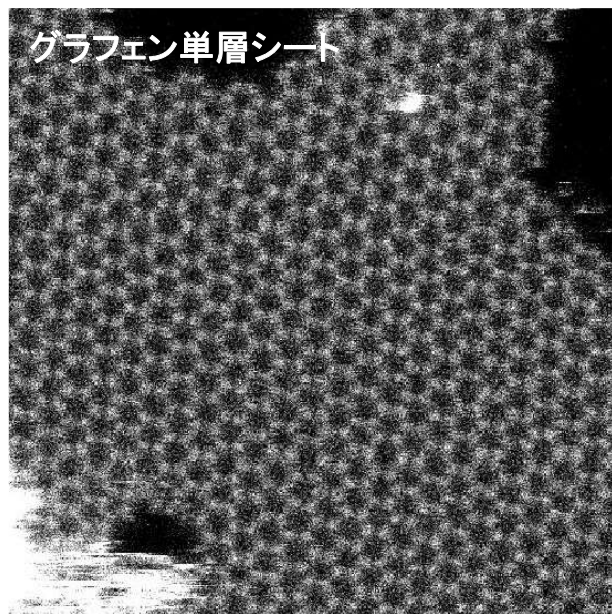


世界最高レベルの分解能 40.5 pmを達成

試料: GaN[212]

加速電圧: 300kV

GRAND ARM™2(FHP2)の低加速電圧性能

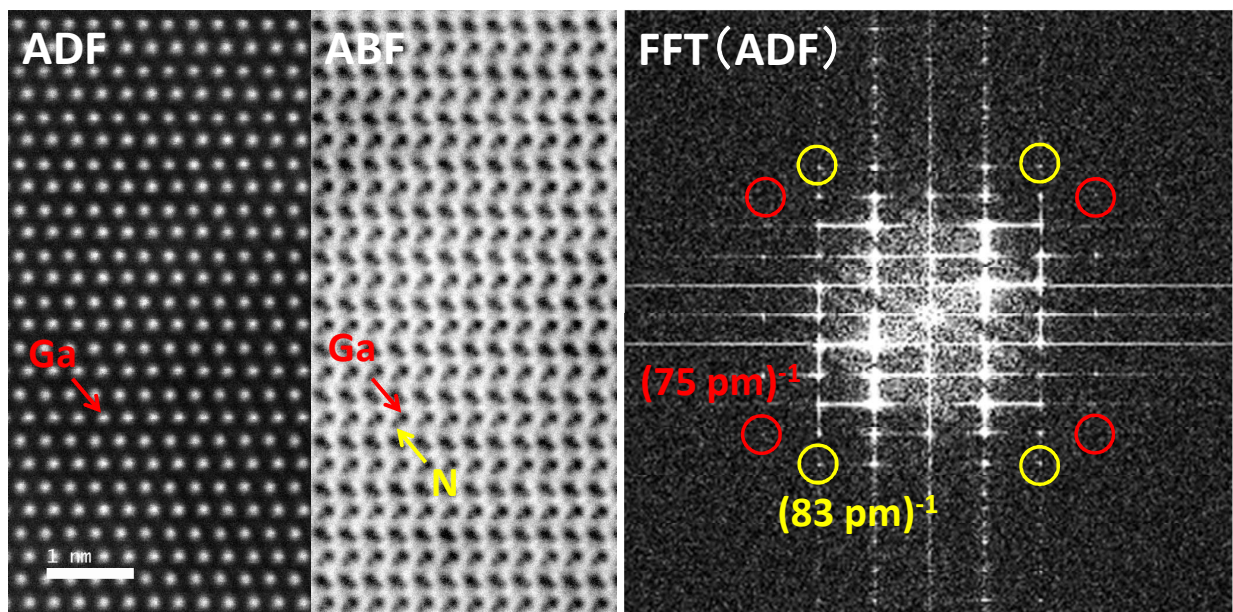


色収差係数の小さなFHP2では、
低加速電圧においても高空間分解能を維持!

試料: グラフェン単層シート, 単層カーボンナノチューブ

加速電圧: 80kV

GRAND ARM™2(FHP2)の低加速電圧性能

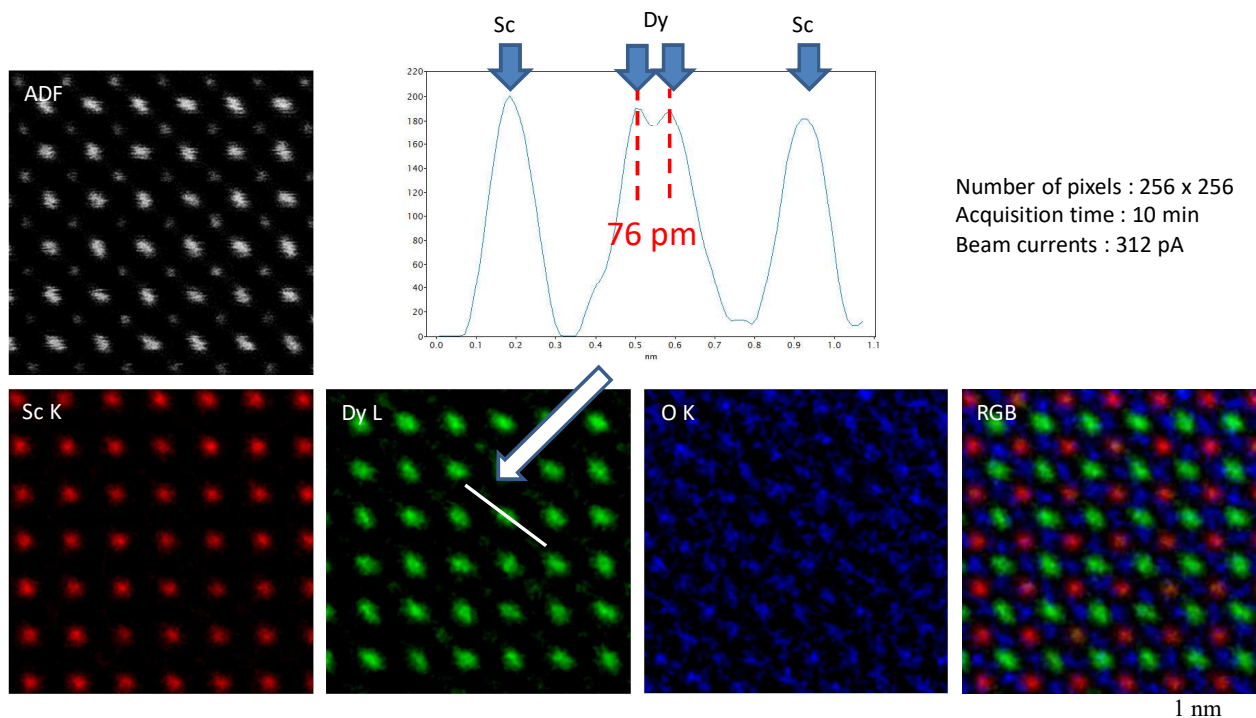


色収差係数の小さなFHP2では、
低加速電圧においても高空間分解能を維持!

試料: GaN[110]

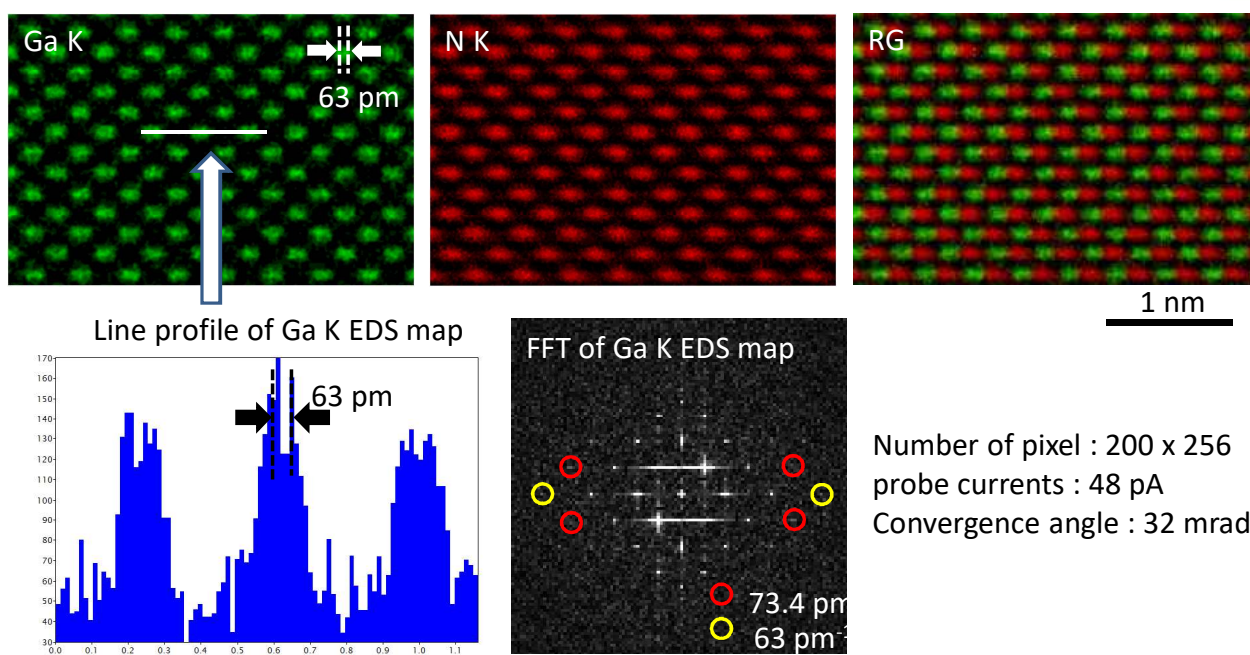
加速電圧: 60kV

FHP2+158mm² デュアルSDDによる原子分解能EDSマップ



Dyのダンベル構造(76 pm)を明瞭に分離

FHP2+158mm² デュアルSDDによる原子分解能EDSマップ

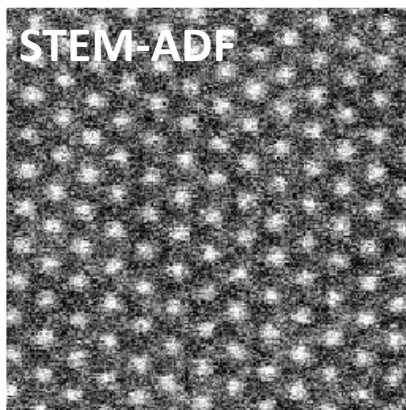


**NとGaの両方の原子カラムを可視化し、
EDS空間分解能~63 pmを達成**

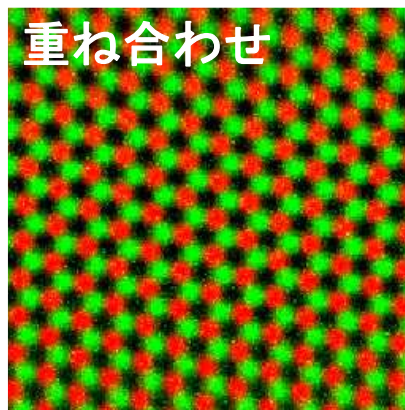
試料: GaN[211]

加速電圧: 300kV

FHP2+158mm² デュアルSDDによる低加速電圧EDS性能



STEM-ADF



重ね合わせ

Number of pixel : 256 x 256
probe currents : 30 pA
Acquisition time : 10 min



S Kα



W Ma

2次元単層シートでさえも原子カラムマップ可能！

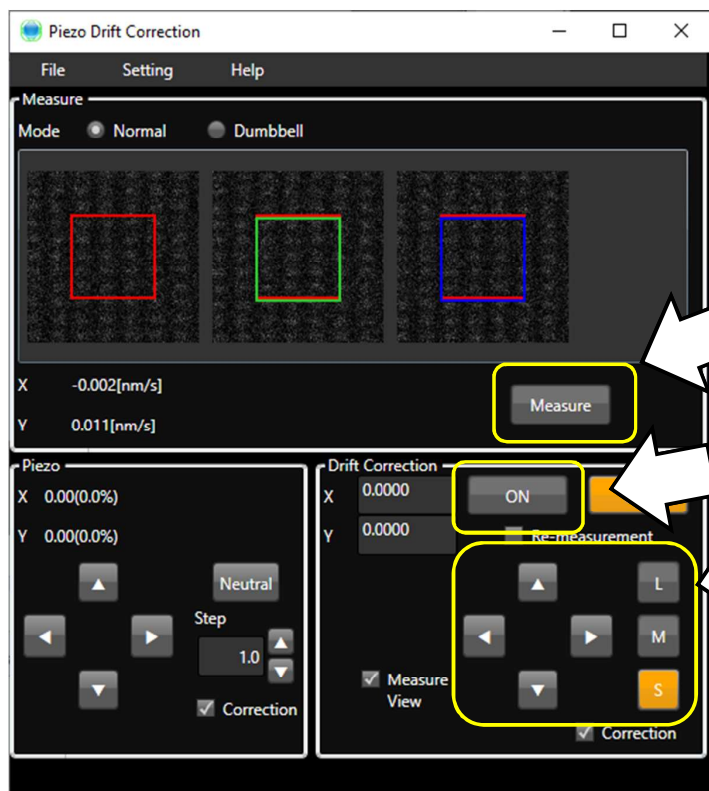
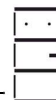
試料: WS₂

加速電圧: 80kV



新しい機能の紹介

ピエゾドリフト補正



ピエゾ素子を用いたドリフト補正機能

現在のドリフト量を測定し、カウンターで
ピエゾ素子を動かして試料ドリフトを
なくす機能

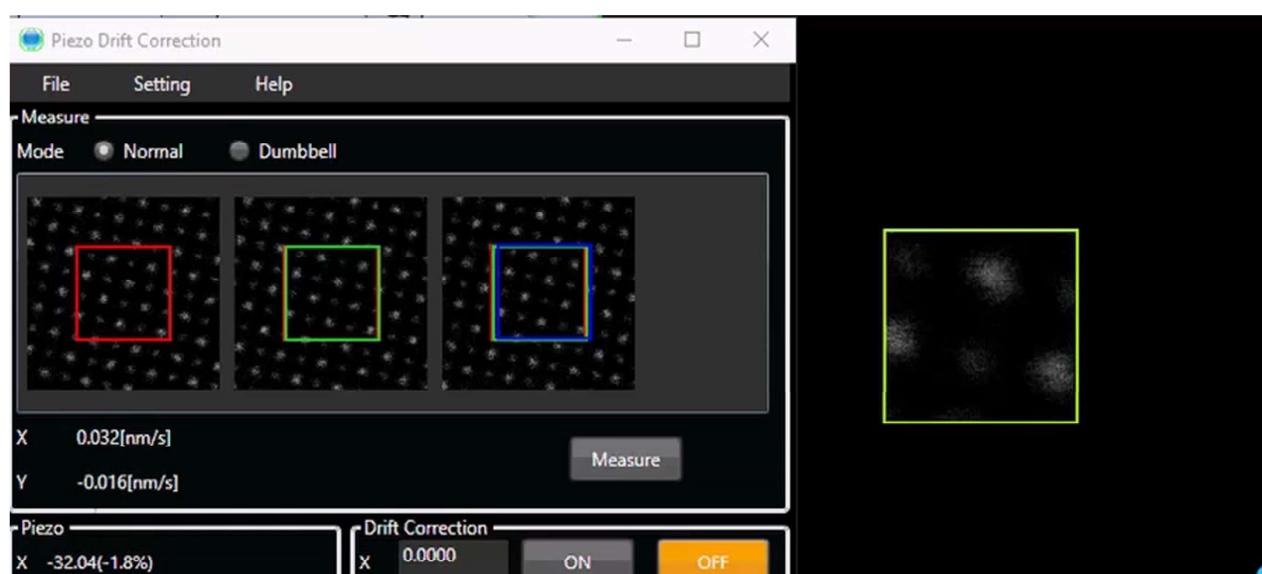
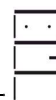
STEP 1
Measureをクリックして、今の
ドリフト量を測定

STEP 2
ONをクリックすると、ドリフト量に
合わせてピエゾ素子が動く

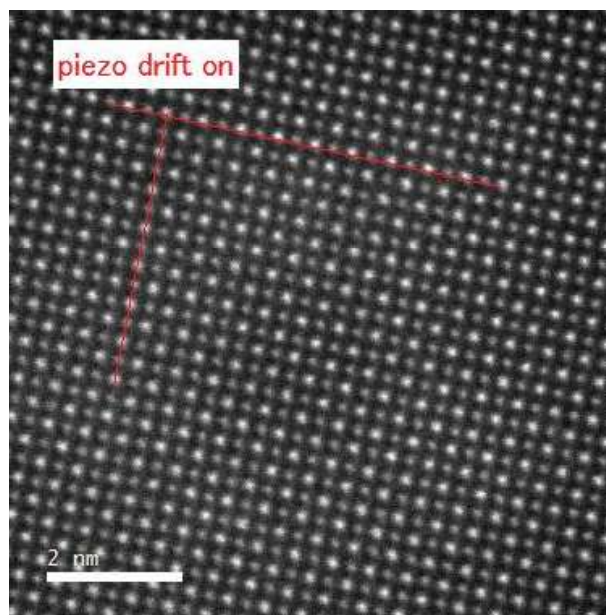
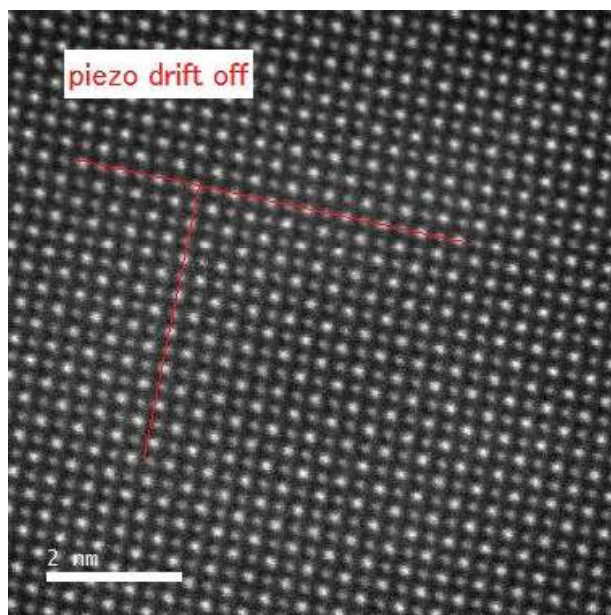
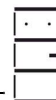
マニュアルで補正も可能

2click(2STEP)で
ドリフトレスが実現

ピエゾドリフト補正

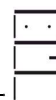


ピエゾドリフト補正の効果

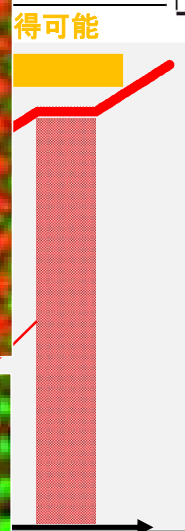
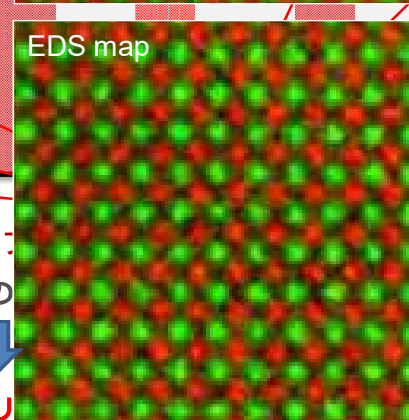
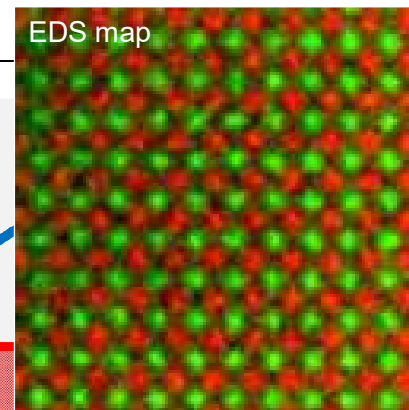
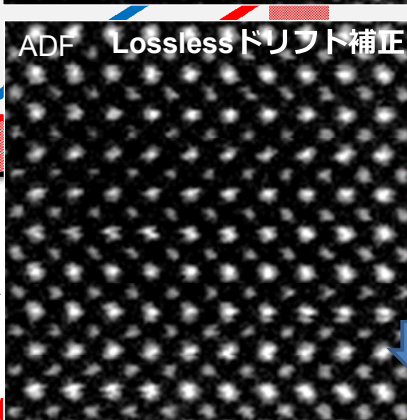
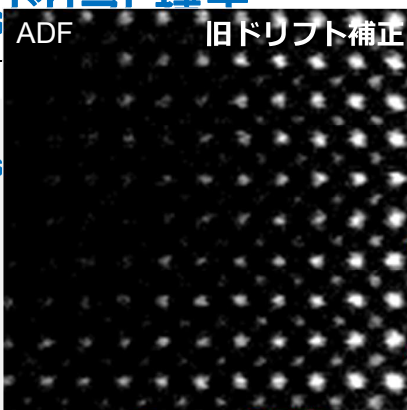


ドリフトレスにより、どんな時でも安定して
 データが取得可能

Losslessデータ取得



Cumulative X-ray intensity

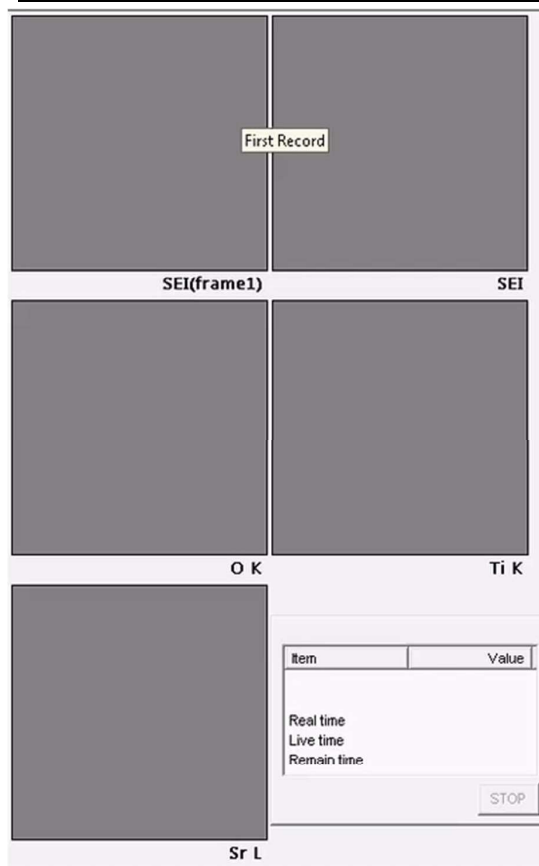


補正

取得する必要なし

短時間+ダメージ低減によるデータ取得可能

Losslessドリフト補正



Condition

Number of pixels : 256 x 256

Dwell time : 0.01 msec

Probe currents : 100 pA

10sでSr、Tiが明瞭に観察できる
60sでOが明瞭に観察でき、180sで
十分なS/Nでの原子分解能分析が
可能



FHP2 + Losslessドリフト補正で
誰でも簡単にダメージレスで素早く
原子分解能EDSマップが取得可能

JEM-ARM300F2の新要素・新機能



・ 高分析能力

新型C-FEG + FHP2による高分解能観察 + 分析

・ 多種多様な試料の観察・分析に対応

低加速から高加速電圧での観察・分析に対応

・ あらゆるユーザーに便利な自動・補助機能

JEOL COSMO™による自動収差補正に始まり、
様々な機能による、ユーザー補助システム

・ 高い安定性

エンクロージャーによる防音、振動、
また、電気ノイズ低減によるデータ取得の
容易化



JEM-ARM300F2の新要素・新機能



新機能

- ・ ピエゾドリフト補正
- ・ losslessドリフト補正



更なる高安定化により
データ取得の容易化、簡易化

コロナの影響で来社が非常に難しい状態となっておりますが、
Webデモも受け付けております。

ご興味がある方はぜひ、弊社の営業にお問い合わせください。