

2014/03/19更新

オージェマイクロプローブ (AES)簡易マニュアル

光電子分光分析研究室

連絡先 坂入正敏 内線7111

鈴木啓太 内線6363/6882

装置使用の前に

以下のルールを守って下さい。

- 研究室内は土足厳禁、飲食厳禁です。ゴミはきちんと片づけてください
- 装置の故障、不具合を見つけたらすぐにスタッフに連絡して下さい
- 装置を乱暴に扱わないでください
- 研究室の物を勝手に持ち出したり、無くしたりしないでください
- 貴重品の管理は各自でお願いします。長時間部屋から抜ける場合などは、研究室の施錠も各自で行ってください
- ステージの移動操作時、各装置のステージ位置稼働制限を守って下さい。動かし過ぎると試料が検出器にぶつかり、故障します
- ソフトウェア、ハードウェア上のパラメータなどを変更した場合、装置使用後に必ず設定を元に戻してください
- 分析装置PCに直接自分のUSBなど記録メディアを差し込まないでください。当研究室USBを差し込み、解析用PCを迂回させてデータを取り出すか、オージェ解析用PC内のAESネットワークフォルダから直接データを取り出してください。
- 分析室内に導入するものは全て素手で触らないでください。汚した場合は自分で洗浄してください
- 使用者が予約を取って、予約時間通り使用して下さい。予約時間からずれ込む場合は予約を事前に変更して下さい
- 深夜早朝祝休日に使用する場合、使用中のトラブルは全て貴研究室の責任で対応して下さい。なお、緊急連絡先は研究室入口ドアの横に記載してあります
- 初めて使う方は事前にスタッフに連絡を取って、講習を受けてください
- ガスの出やすい試料、大きすぎる試料、壊れやすい試料など、分析室真空度を劣化させる試料を勝手に入れないでください。心配な試料は事前にスタッフにご連絡ください

装置使用の前に



使用記録簿に日時、開始時間、氏名、研究室名、**分析室真空度(使用前)**、試料情報、ナノテク番号を記載してください

ボールペンを無くさないように



分析室真空度、イオン化室真空度の値を確認してください

異常に劣化している場合は**スタッフ**にご連絡ください

平常時: 分析室 $10^{-7} \sim 10^{-8}$ Pa

: イオン化室 $10^{-3} \sim 10^{-4}$ Pa



オージェPCはラックの下です

AESのPC、ソフトウェアは常時立ち上げたままになっています

ディスプレイの電源だけをつけてください

SEMソフトウェア、オージェマスターが消えている場合は立ち上げ直してください



オージェ解析用PCは←左図のPCです

有線でオージェPCと繋がっているのでデータのやり取りをネットワークを介して行えます。解析についてもオージェソフトウェアが入っているので行えます。基本的に解析はこちらで行ってください

試料の準備



オージェ分析ではコンタミ(試料汚染)が分析に強く影響を与えます。出来るだけ清浄な表面を用意して下さい

- ・出来るだけ大気非暴露な環境で保存
- ・超音波洗浄(純水、エタノール、アセトンなど)
- ・エアガンなどで即座に乾燥
- ・断面観察の場合はクロスセクションポリッシャ(CP)で平滑で清浄な断面を出す
- ・埃やゴミをエアーでよく飛ばす

AES試料ホルダーは真空デシケーターに保管してあります。ポンプは常時稼働なので、大気側、ポンプ側バルブを開け閉めして取り出してください

ポンプ側: 閉

大気側: 開



試料の形状に合わせてホルダーを選択し、試料を固定して下さい

ホルダー等真空に引くものは素手で触らない

- ・小型ホルダー(試料サイズ: 厚み 4mm × 12mmφ以下)
- ・大型ホルダー(試料サイズ: 厚み 5mm × 20mmφ以下)
- ・断面観察用ホルダー(試料サイズ: 厚み 7mm × 11mm × 10mm以下)
- ・大型・断面ホルダーはチルト角度制限があり、55度までしか傾けられません。EBSD測定などの際は小型を選択

断面

大型

小型



試料の準備

小型ホルダーの横ネジを外すと、ホルダー蓋部が外れます。蓋部は2種類あります

ホルダーの底と蓋で試料を挟み込むように固定します。厚みがある場合は蓋部を分解してから試料を入れてください

- 固定したらホルダーを振ってみて固定出来ているか確認
- ネジ類はしっかり固定、ネジはなくなさないように

大型ホルダーも分解可能です。蓋は3種類あります

断面観察用ホルダーは試料を左図のように挟み込みます。ホルダー下部に試料を接地した方が安定します

固定が不十分な場合、または粉末試料などはカーボンテープなどで固定してください。

使用後はホルダーを洗浄して下さい

- 試料のドリフトが気になる場合はペーストを使ってください。使った場合は数時間真空引きする事
- カーボンテープ他、銀ペースト、カーボンペースト、銅テープ、普通の両面テープ、瞬間接着材などがあります

試料の導入

上げてから回す



試料導入室ドアのロックを外します。**VENTボタン**を押して導入室を大気に戻します

- VENTボタンを押すと緑に光ります



ホルダーの**下の溝**にフォークを差し込みます

- 使ったらフォークはアルミ箔で包んでください



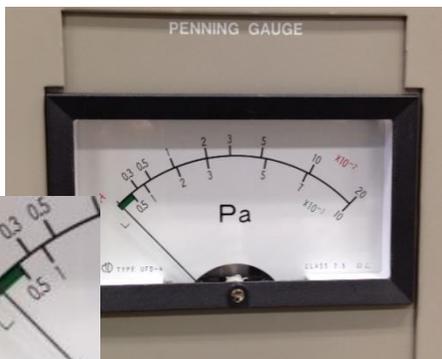
導入室内のフォークにホルダーの**上の溝**を差し込んで、黒いリングを回して「閉」を上にします

手に持ったフォークを抜き取り、ドアを閉め、ロックをかけ、再び**VENTボタン**を押して導入室を真空に引きます

- 長時間導入室を大気に晒さないでください。真空が劣化します

導入室の上から中が覗けます

回しすぎない



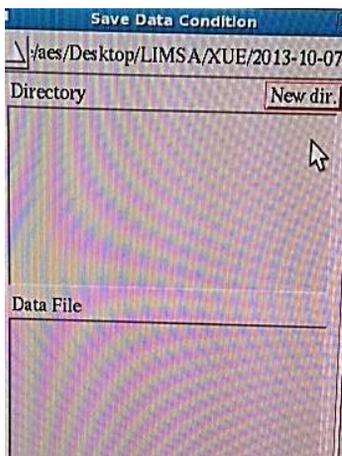
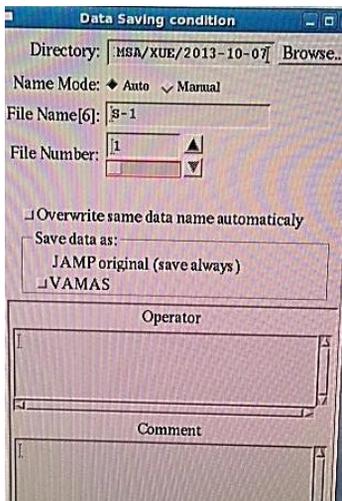
↑これはまだ真空が引けます

導入室でしばらく真空に引き続けます

- 目安: 金属板一枚なら**30分**、粉末試料なら**2時間**ほど

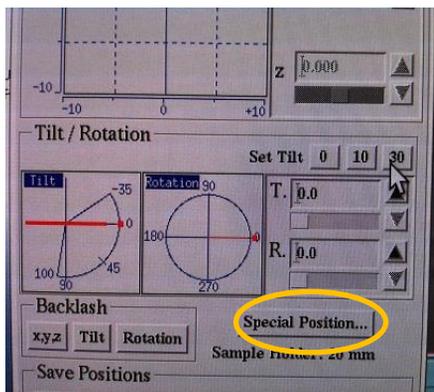
装置のオペレーター板の扉を開け、導入室の真空度を確認します。針が振り切れるまで真空に引いてください

試料の導入



真空を引いている間に、
オージェマスター → file → saving
conditionでデータの保存先、保
存名を決めます

- 画像・スペクトルデータは保存名+連番で自動保存されます
- 保存名は6文字以内です
- ディレクトリ名などに漢字や変な記号、空白を入れると文字化けなどバグが起きます



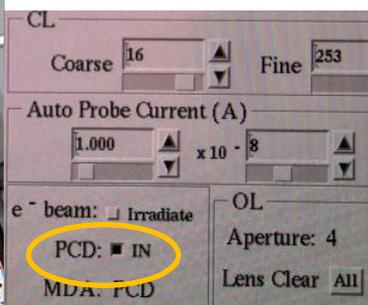
オージェマスター → observation
→ sample manipulation でウィンド
ウを立ち上げ、Special Positionをク
リック

立ち上がったウィンドウから
sample Change Position → Moveを
クリック。New holderからホルダー
の種類を選択し、Close

- 小型 → 12mm 大型・断面 → 20mm

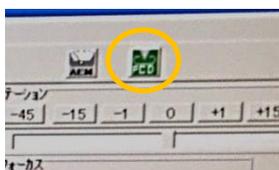


下につける棒を回す

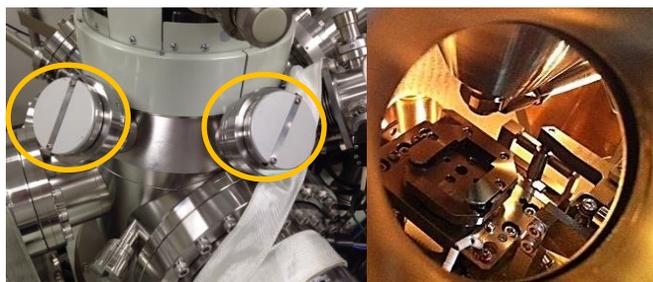


鏡筒横のコックが閉まっている
事、PCDが入っている事、二
次電子検出器がOFFになってい
る事を確認する

- PCDの状態はSEM上のアイコンの色を確認 (灰out緑in) またはオージェマスター → observation → probe conditionからPCDを確認
- コックを閉めると電子線がそこでブロックされます
- SEMのコントロール画面が消えてる場合は
- このアイコンをクリック



試料の導入



分析室の窓を開けます



黒いリングが後ろ端まで来ているのを確認してからV2ボタンを押して分析室へのバルブを開けます

- リングが後ろ端まで来てないと開きません



窓から分析室を覗きながら、黒いリングをゆっくり押し出して試料をステージに入れます。黒いリングを「開」へ回し、フックが外れたのを確認してゆっくりリングを後退させます

V2ボタンを押し、分析室へのバルブを閉めます。窓も蓋をする

分析室の真空度を確認します。真空度が 5.0×10^{-6} Paより悪い場合、ただちに試料を回収して導入室で真空を引き直してください

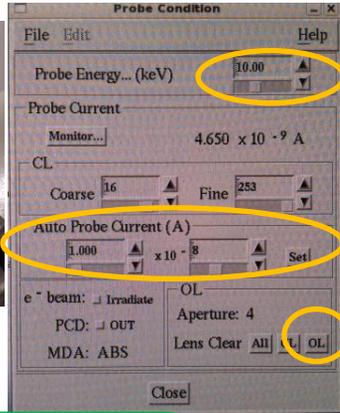
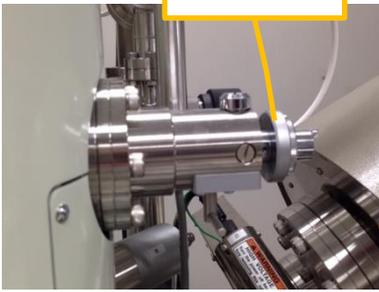
5.0×10^{-6} Paより真空度が良い場合はそのまま真空引きを続け、 10^{-7} Paオーダーまで真空を引いて下さい。引き終わったら真空計をOFF

- 引きが悪いようなら導入室に戻して真空を引いた方が速いです



試料の観察

開いています

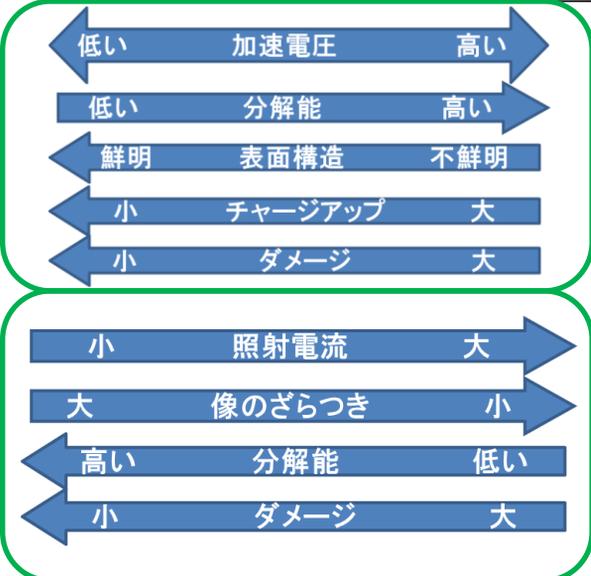


真空が 10^{-7} Paオーダーに到達したら、鏡筒のcockを開けます。オージェマスター→ observation → probe conditionでウィンドウを開き、まずはOL→Lens Clear→OLをクリックして消磁

- 電磁レンズのヒステリシスを消磁します。ヒステリシスが残っていると軸合わせやオージェ分析に支障が出ます。こまめにやりましょう

Probe Energyに電子ビームの加速電圧、Auto Probe Currentに電流値を入力し、Setボタンをクリック

- 普通に使う場合は10kV, 10nAに設定
- PCDが入っていないと設定値になりません
- 電圧値は5kV刻みで入れる
- 電流値大きい方がオージェ分析で強度が取れます
- COMPO・TOPO像を取る場合は大電圧、大電流推奨
- EBSO時は15kV推奨、電流値大き目
- 微小領域を観察する際は電流値下げる



電圧・電流値の設定後、PCDをout
二次電子検出器をon
SEM像が観察できる

観察したい場所へステージコントローラー or sample manipulationで移動

- sample manipulationでの移動を推奨
- ホルダー種類に応じて自動で移動制限してくれます
- コントローラーは移動制限がないのでぶつけないよう注意

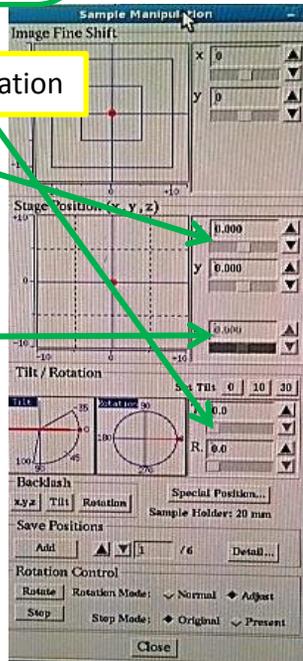
X,Y 移動

Tilt/rotation

HOLD on/off

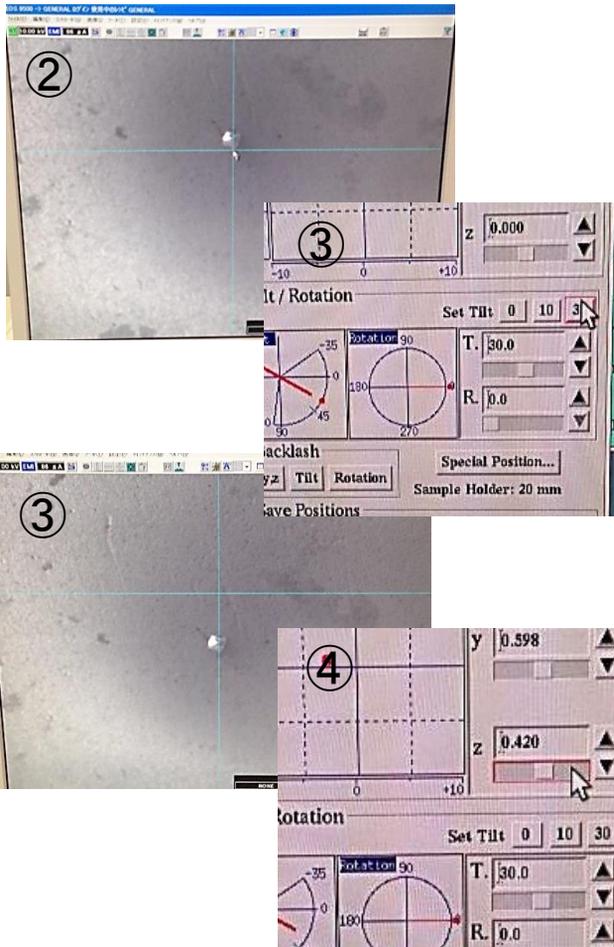
早送り

Z移動



試料の観察

オージェ分析を行う場合 or Ar+イオンガンを使う場合
・ユーセントリック位置へ移動する



- ① tiltを10度に傾ける
- ② 観察する場所でターゲット(見やすいもの)を画面中心に移動させる(xyで)
- ③ tiltを30度に傾ける。その時ターゲットがSEM画面で上に行ったか下に行ったか確認(横の移動は無視)
- ④ 上に行った場合zを下げ、下に行った場合zを上げてターゲットを元の位置まで戻す
- ①~④までを50倍くらいから徐々に上げて1500倍くらいまで合わせる(最後はtilt30度のまま)

観察場所を大きく動かした場合はもう一度ユーセントリック位置の修正を行った方がいいです
 ユーセントリック位置からずれてるとイオンガンでうまく削れません、オージェ分析の強度も出にくいです(出来ない訳ではない)

ネジ緩める



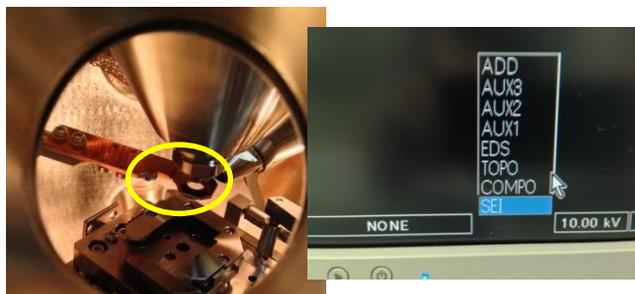
・反射電子検出器の使い方 (COMPO・TOPO像観察)

分析室真空計をOnにし、窓を開けて、AES本体の後ろ側にある黒いバルブを、ネジを開けてからIN側へ止まるところまで回す。中に反射電子検出器が入るのを確認する

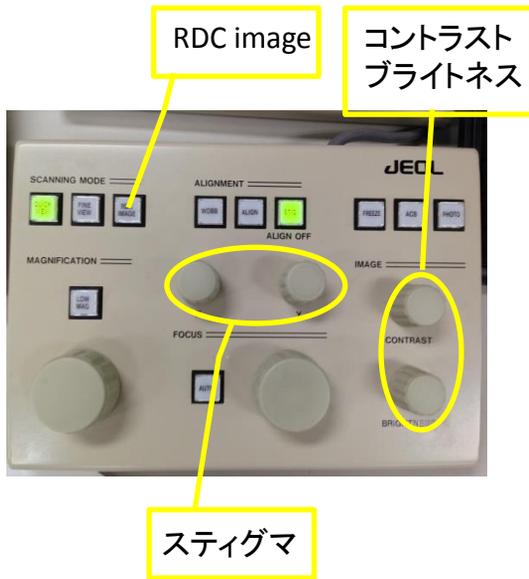
試料にぶつけないよう必ず目視確認

SEMソフトウェアの右下、SEIの表示をクリックして、COPMO・TOPOを選択

電圧・電流が小さいとかなり見難いです
 TOPO像は画面の上に光源があるような陰影が付きやす
 COMPO像は重い組成が明るく、軽い組成が暗く見えます
 どちらも大体100nmぐらいまでの深さを見てます



軸合わせと撮影



軸合わせはスキャンモードをRDC imageに切り替えてやりましょう

コントラスト・ブライツネスを調整し、フォーカスとスティグマを軽く合わせます

- スティグマがずれているとアンフォーカス時のぼやけ方が一方向に伸びたようになります

次にHTウォブラをONにし、つまみを回して周期的に観察像をぼかします。ぼやけ方を確認して対物絞りのXYの調整を行います

- ぼやける時に観察像の位置自体がずれている場合は対物絞りXYがずれています
- 対物絞りの番号は通常4番で高倍率観察用になっています。絞りの番号を小さくすれば、電流値をさらに上げる事が出来ますが、空間分解能が下がります

絞りの調整が出来たらもう一度フォーカスとスティグマを調整します

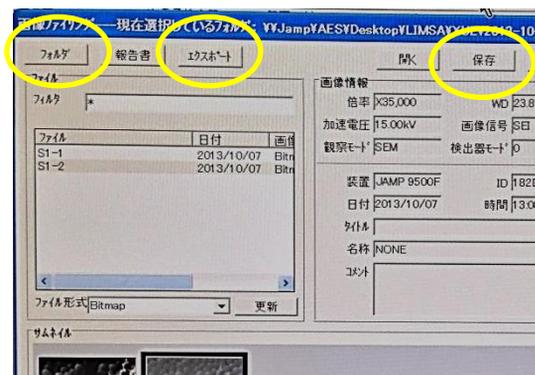
・コントローラーの説明

FINE VIEWでスキャンスピードを遅くし、精細な像が取れます。スピードは2段階あり、ボタンで切り替わります

FREEZEを押すとスキャンが1周終わった時に像が固定出来ます

PHOTOを押すとFINE VIEWが始まり、1周後にFREEZEされ、SEM像を保存するウィンドウが立ち上がります

- 自分のフォルダを選択し、エクスポート or 保存
- SEM右下のバーや倍率を画像に載せる→エクスポート



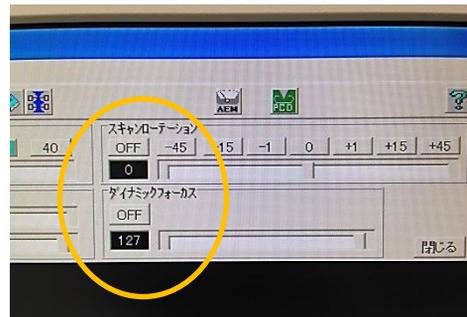
試料観察で使う機能

モードの番号を上げていくとSEM像が見やすくなります

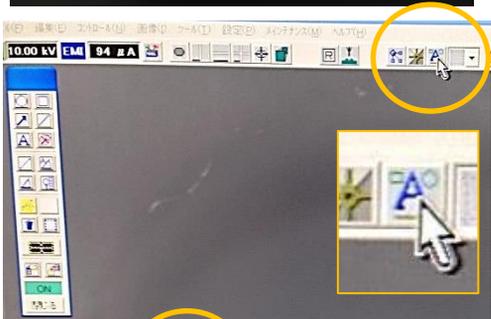
- 二次電子検出器に電場をかけて検出効率を上げています。オージェ分析時は0番に戻しましょう



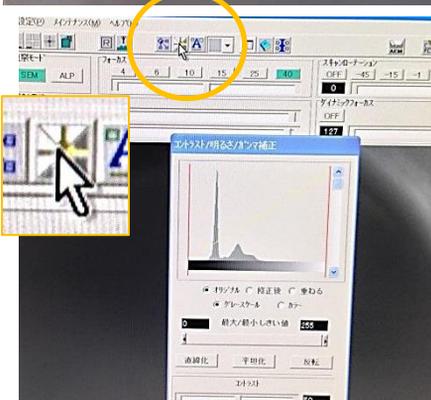
スキャンローテーションをONにしてスクロールを操作すると、像が回転します
ダイナミックフォーカスをONにしてスクロールで適切なレベルにすると高低差のあるものでも全体のピントが合いやすくなります



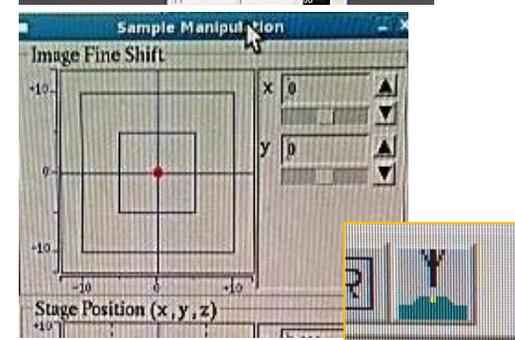
パレットボタンをクリックするとSEM像上にテキスト書き込みや、ルーラーで物のサイズなどを測ってスタンプ出来ます



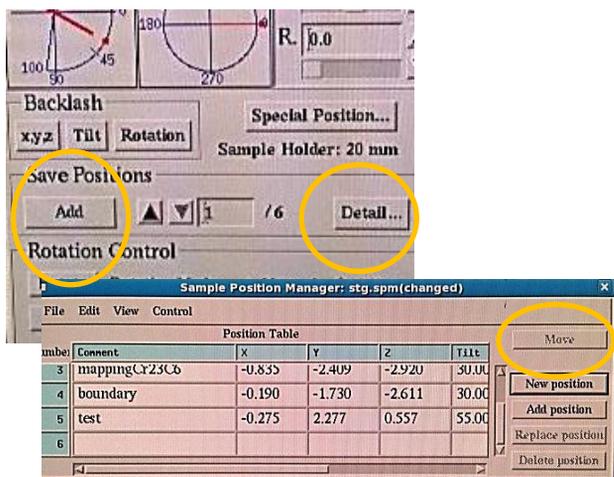
像の見え方を変える場合にはこのボタンをクリックします。コントラスト、ブライトネス、ガンマ値を調整出来ます



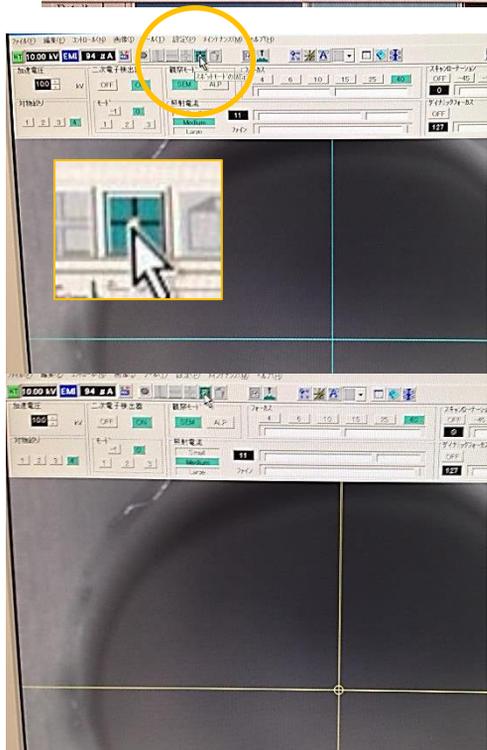
ステージ移動なしに、SEM像上でマウスドラッグして像を動かす事が出来ます。動かせる範囲はSample ManipulationのImage Fine Shiftの範囲までです。初期値(原点)に戻す場合は、←左図のアイコンをクリックします



試料観察で使う機能

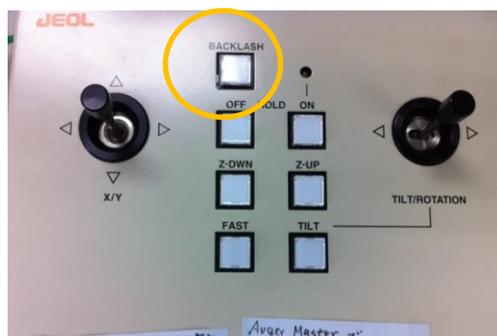


現在のステージ位置を記憶させたい場合は、Save PositionsのAddをクリックします。複数のポイントを記憶出来ます。呼び出す際はDetailをクリックし、テーブル中のNumberを選択し、Moveをクリックします



スポットボタンを押すと青色の十字が像上に出てきます。もう一度押すと十字が黄色に変わり、ビームがスキャンモードからスポットモードに変わります。十字のターゲット部分のみビームを照射します。その間、像はフリーズします

- 低倍率だとスポット位置が若干ずれます
- スポットモードでビームを照射しながら簡易的にオージェ分析にける事が出来ます→分析点指定をscanに変更



試料を観察中に像が動いてしまう場合

- BACKLASHボタンを押しBACKLASHを解消する
- 分析室に導入してしばらく待つ
- 帯電が起きていないか確認、起きないように電圧電流値を調整
- 試料セッティングをやり直す

Ar+エッチング

オージェ分析に入る前に、試料のコンタミネーションを除去します。Ar+のビームを試料に撃ちこみ、最表面を削ります

- 化学状態分析を行いたい場合にはこの工程は避けた方が無難です。ビームの影響で材料の還元、アトミックミキシングなどが起こる可能性があります



向かって右の真空計

Arガスの導入

分析室真空度を確認！真空度が悪い場合は導入しない

1. イオンガンの真空計でAVCをON
2. Arガスバルブを反時計回りにゆっくり回し、イオンガンの真空計で約 $9.0 \times 10^{-2} \text{ Pa}$ まで上げる

- 通常6時の方向に目印があり、一回転ほどでその値になります。出し過ぎに注意！

3. オートバルブコントローラーの電源を入れる
4. オージェマスター→AES→Ion Gun ConditionでAuto Valve Controlにガス圧7.5と入力し、Setをクリック
5. ガス圧が指定の値に落ち着くのを待つ

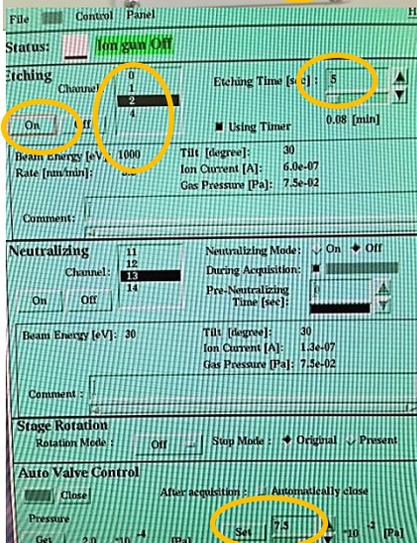


オートバルブコントローラー

Ar+イオンを照射

1. エッチングの条件をチャンネル番号から選択
2. エッチング時間を指定
3. 二次電子検出器をoff、PCDをinにする
4. EtchingのOnボタンをクリックすると照射される

- SEM像を中心におおよそ1×1mmの範囲が削れます



帯電しやすい試料について

試料の導通が取れないような試料の場合、電子ビームの照射により試料がマイナス電位に帯電します

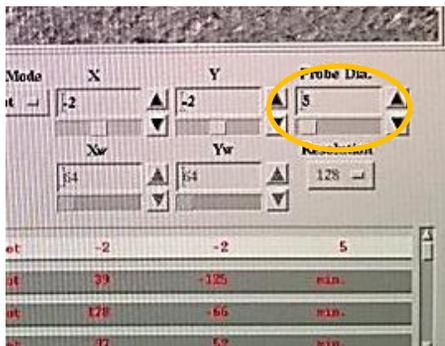
SEM像及びスペクトルの取得が困難になります。オージェでは分析深さが非常に浅い為、カーボンや金の蒸着も分析上困難なので他の手で帯電を緩和する方法を取ります



・試料、ステージのセッティング

カーボンテープやペーストを利用して試料の導通を取る。アルミホイルで分析箇所以外をマスクする。絶縁体のゴミや過度な凹凸を除去する

ステージを高傾斜する事で2次電子の放出量を増やし、-電位を緩和する



・照射電流、スペクトル取得の設定

出来るだけ電圧、電流量を下げる

・ 実用的には5kV、1nAぐらいです

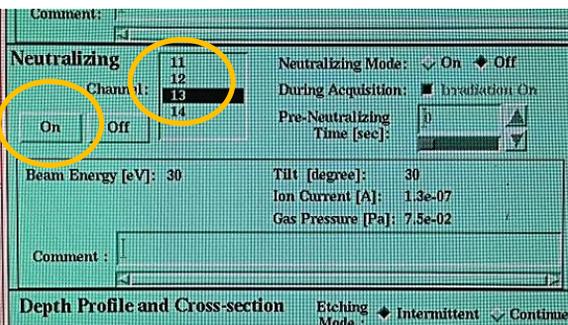
スペクトルを取る際はプローブ径を大きくする。積算時間を下げてスイープ回数上げるorデフォーカスして測定する

・中和電子銃を利用する

低速のAr+イオンを照射する事で-電位を緩和します

Ar+エッチングを参照にArガスの導入、ガス圧調整を行ってからオージェマスター→AES→Ion Gun Conditionで

Neutralizingメニューで中和電子銃のChannelを設定し、Onボタンをクリック照射したままスペクトルを取得します



Ch11からCh14まで各種ビーム設定の用意があります

オージェ分析

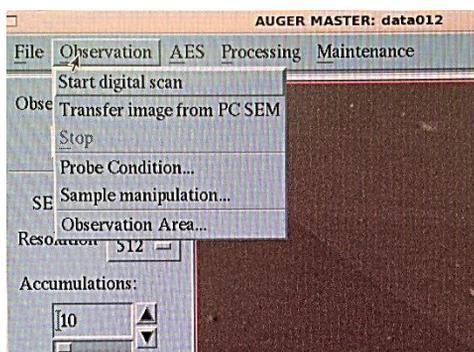
分析方法には主に以下のような種類があります

- **wide scan** — 広いエネルギー範囲でスペクトルを取得、主に元素分析用
- **split scan** — 特定元素のエネルギーエリアだけを測定、主に状態分析用
- **line profile** — 線分析。特定元素のpeakとbackgroundの強度を取得し、ラインプロファイルを作成
- **spectrum line profile** — 線分析。特定元素のエネルギーエリアを測定し、強度を計算、ラインプロファイルを作成
- **depth profile** — 深さ方向分析。Ar+エッチングとスペクトルスキャンを繰り返す
- **auger image** — 特定元素のpeakとbackgroundの強度を取得し、元素マッピングを作成

分析の為に設定しなければならない事、やっておかなければならない事は主に以下のようになります

1. **分析エリアの取り込み** — オージェマスターに分析エリアを取り込ませます
2. **分析条件の設定** — 分析モードの設定、測定するエネルギー範囲、ステップ、積算時間、積算回数、オートプローブトラッキング間隔を決めます
3. **分析箇所の設定** — 分析する場所をpointかareaで指定、分析時のビームのスポットサイズも指定出来ます
4. **ROIの設定** — 測定する元素の指定やpeak & backgroundを指定します
5. **イオン銃の設定** — イオンビームの出力や照射時間を設定、帯電時に使用する中和銃の設定も行います
6. **Auto probe trackingの設定** — 試料が動いた場合、取得時の写真と比べてビームをずらす事により、元の測定位置に修正します。試料が動きやすい&高倍率&長時間での測定の場合に使います
7. **予備測定** — 本測定の前にスペクトルを収集し、安定したスペクトルが出ているか確認します。データには残りません
8. **本測定** — データが取得出来ます。積算回数などを途中で変更する事が出来ます

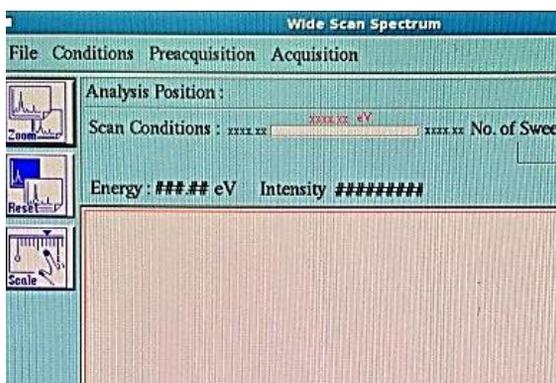
オージェ分析 wide scan



1. 分析エリアの取り込み

オージェマスター→ Observation → Start digital scanでSEM像がオージェに取り込まれます

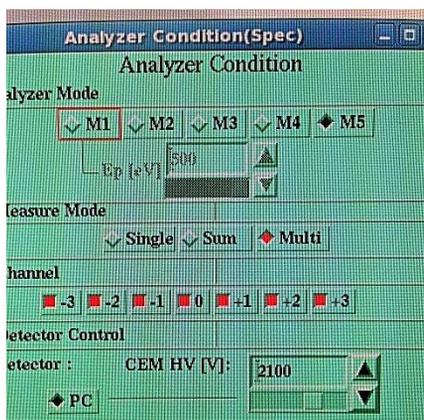
- 解像度、積算回数、取り込み範囲を左のメニューで変更できます



2. 分析条件の設定

オージェマスター→ AES → Spectrum → Wide Scan Spectrumでwide scan用のウィンドウが立ち上がります

Wide scan Spectrum → Condition → Analyzerでコンディションウィンドウが立ち上がります



・Analyzer mode選択

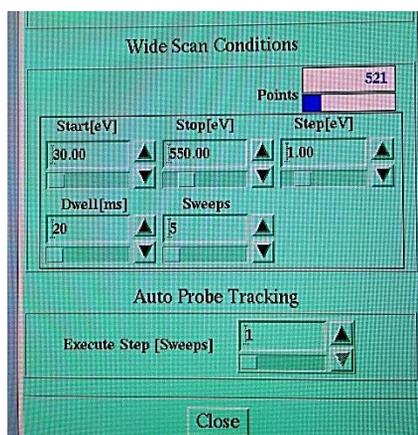
M1: エネルギー分解能が測定エネルギー値によらず一定、パスエネルギーを指定する。値が小さいほど分解能良い
M2~M5: エネルギー分解能が測定エネルギー値に比例して下がる。M2の分解能が0.05%でM5だと0.6%となり、番号順で悪くなるが逆に強度は高くなる。M2,3は主に化学状態分析時、M4,5は組成分析時に使用

・Wide Scan Conditions設定

測定したいエネルギー範囲指定

ステップ間隔、積算時間、積算回数指定

- 積算回数は測定中に変更可能なのでスペクトルを見ながら適宜必要な回数に変更しましょう



・Auto Probe Tracking設定(利用時)

Probe trackingを何回ごとに行うか設定

設定が終了すると測定にかかる時間がWide Scan Spectrumウィンドウ左下に表示されます

オージェ分析 wide scan



3. 分析箇所の設定

Wide scan Spectrum → Condition → Analysis Position でオージェマスターに取り込んだ画像から分析箇所を指定します

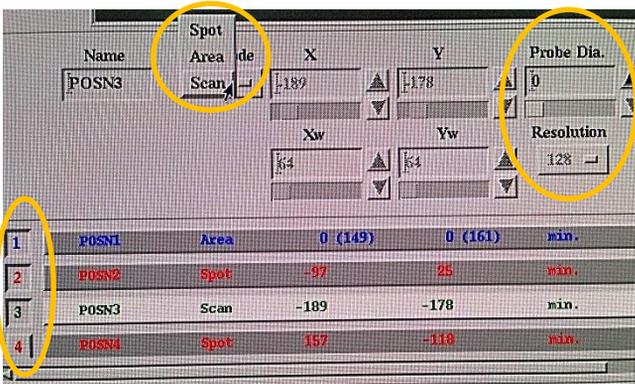
- 過去に取った画像を読み込んで指定する事も可能

・分析箇所の指定

チェックボックスを押す

Scan mode選択

- Scanを選ぶとSEMの設定に準拠します。1番にScanを選んでSEMでスポットモードを使い、preacquisitionで簡易的に分析が出来ます



分析箇所を指定

Probe Dia. Resolutionの指定

- probe dia.を0にしていると現在のビーム径になります(大体10nm)。それ以外の値を入れると指定したビーム径(μm)に広がり、広範囲に分析する事で平均的で安定したスペクトルが取得出来ます。resolutionは主にラインプロファイル、マッピングの際に分析箇所をどのくらいの解像度で分析するかで設定します

6. Auto probe trackingの設定(利用時のみ)

予め、Image Fine Shiftを原点に戻してオージェマスターへのSEM像取得を行っておくこと。この機能はImage Fine Shiftを使って位置修正を行うので、初めから動けるエリアぎりぎりの位置にいると上手く使えません

オージェマスター → AES → Probe tracking control をクリック

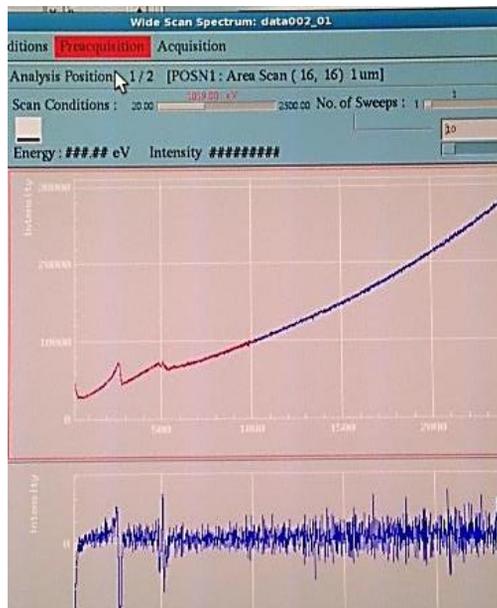
File → ReloadでSEM像を取り込む

AutoをOnに切り替える

解像度と積算回数を適当な値に指定

Correct Pos.を押して正常に働くか確認

オージェ分析 wide scan



7. 予備測定

Wide Scan Spectrum → Preacquisition
→ Startで予備測定が始まります

- 上側に測定スペクトルが表示され、下側にその微分形が表示されます。青色が一つ前の測定で赤色がリアルタイムの測定です。スペクトルの形状が安定していれば本測定に移れます。この測定データは残りません。Stopしないと永遠に続きます。出来れば全ての分析点を予備測定して確認してください。Preacquisition→Restartから分析点を変更出来ます

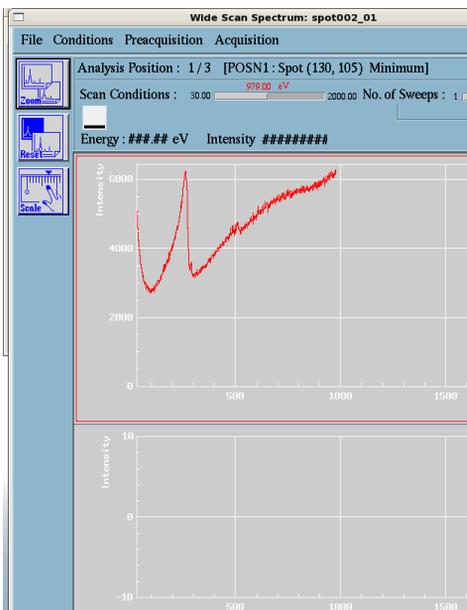
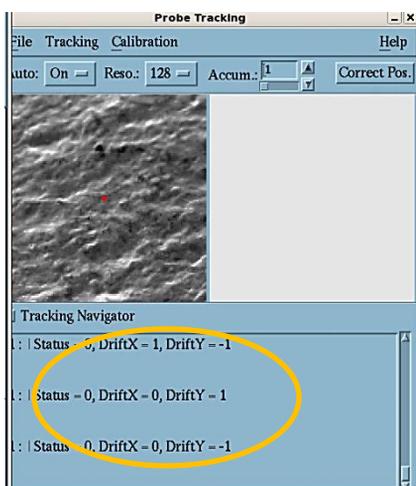
・スペクトルがいつまでも安定しない場合

- ✓ 試料が動いている
 - ✓ チャージが起きている
 - ✓ 試料がビームのダメージで変質している、還元している
 - ✓ 分析点が相の間になっている
 - ✓ コンタミネーションが付着している
- 等々が起きている可能性があるので除外していきましょう

・Auto probe trackingを使う場合

予備測定中にもAuto probe trackingが働くので、Image fine shiftで一回の修正でどのくらい移動しているか確認

- X,Y軸の移動量の合計が概ね4以下になるようにprobe trackingをかける間隔を調整するか、試料のドリフトが収まるまで予備測定を続ける。移動量が大きすぎる状態で本測定を行っても分析位置がかなりずれている事になります



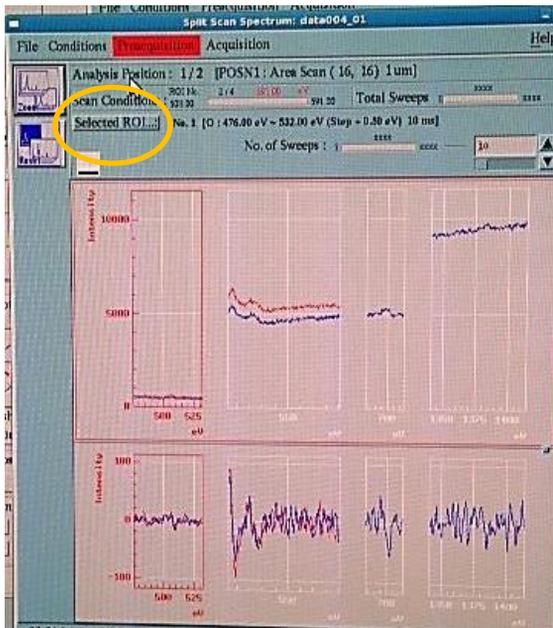
8. 本測定

Wide Scan Spectrum → acquisition
→ Startで本測定が開始されます

途中で止める場合はStopを選択。
Pauseで止めると電流量やステージ位置などのパラメータを変更後、再開出来ます

- 装置にもたれかかったり、大声で騒いだりすると分析位置がずれます。静かにしましょう

オージェ分析 split scan



Selected ROIをクリックすると測定予定の元素のスイープ回数を変更出来ます

2. 分析条件の設定

オージェマスター→AES→Spectrum→Split Scan SpectrumでSplit scan用のウィンドウが立ち上がります

Analyzer Conditionの設定はwide scanを参照

4. ROIの設定

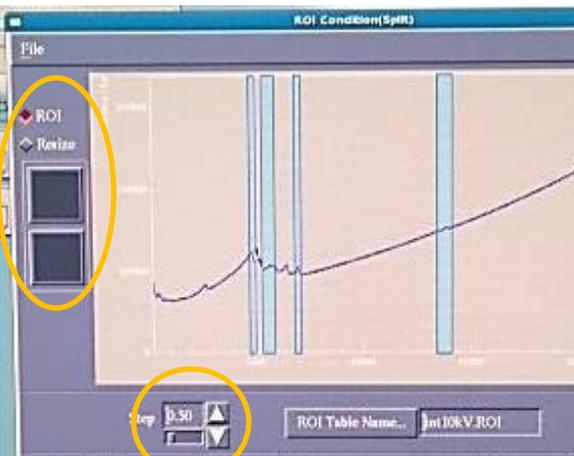
Split Scan Spectrum→Conditions→ROI Condition(split)でウィンドウが立ち上がります

一つ前に取ったスペクトルが表示されます。下のテーブルから測定したい元素を指定し、番号のボタンをクリックします。スペクトル上に測定する範囲が水色で囲われます

- 無い場合は適当な番号を選んで新たにNameに元素を入力しEnter、さらにEnterボタンをクリックすると元素を新規登録出来ます

スペクトルを確認しながら各元素の測定範囲を調整します。水色のバーを操作するか、登録テーブルに入力してください。他、積算時間やスイープ回数、Step幅も指定します

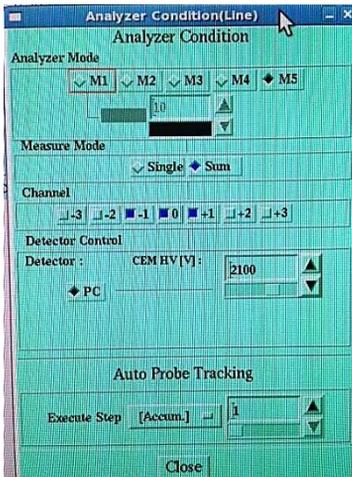
- 登録テーブルの数値入力は最後にEnterボタンをクリックしないと反映されません
- スペクトルの表示拡大はResizeをクリックしてからマウスで拡大が出来ます。ROIの設定に戻る場合はROIをクリックします。また別のスペクトルを参照したい場合はFileからデータを指定して開き直せます



| Name | Start | Stop | Step | Points | Dwell | No. of Sweeps |
|-------|---------|---------|------|--------|-------|---------------|
| Al | 1341.00 | 1414.00 | 0.50 | 147 | 100 | 10 |
| Si | 1560.00 | 1650.00 | 0.50 | 181 | 100 | 100 |
| P | 350.00 | 450.00 | 0.50 | 201 | 100 | 10 |
| O | 478.00 | 532.00 | 0.50 | 113 | 10 | 10 |
| Au | 1934.00 | 2200.00 | 0.50 | 413 | 20 | 10 |
| Pt | 1950.00 | 2060.00 | 0.50 | 221 | 20 | 100 |
| Zn+Cu | 50.00 | 100.00 | 0.50 | 101 | 20 | 30 |

あとはwide Scanと同様です

オーディエ分析 line profile



2. 分析条件の設定

オーディエマスター→AES→Line Profile→Line ProfileでLine Profile用のウィンドウが立ち上がります。Analyzer modeとAuto Probe Trackingを設定します

4. ROIの設定

基本的な操作はsplit scanを参照

ここではLine Profileの強度を作るPeakとBackgroundを2つの方法で設定します。強度の定義についてはInt.Def.から選択します。基本(P-B)/Bで問題ありません

- Bで割る事で、分析箇所の凹凸による影響を緩和しています

・PB別(Separate)法

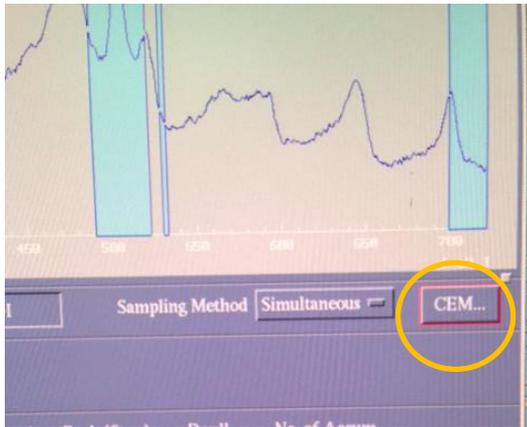
Sampling MethodでSeparateを指定

測定する元素を設定後に、各元素について、PとBを、それぞれピーク的位置とバックグラウンドのエネルギー位置に指定します。スペクトル上の水色のバーでは左側バーがピーク、右側バーがバックグラウンドになります。Pのエネルギー値、Bのエネルギー値のところだけを順次測定する事になります。

- PB同時法に比べて設定が楽です。ピークが見えていれば問題なく取れますが、PB同時法より測定時間を食います。Pが小さく、右上がりのBよりも強度が低い場合などは取れません。またPとBの設定を後から変更する事が出来ません

←のようにピークとバックグラウンドにPとBを設定します

オージェ分析 line profile



・PB同時(Simultaneous)法

Sampling MethodでSimultaneousを指定
PB同時法ではPとBを別個に測定せず、
7つある検出器にそれぞれ担当を決めさ
せて一度に取得します

元素を指定後、CEMボタンをクリックする
とP/B Simultaneous Conditionが立ち上が
ります。

| Name | Peak (Start) | Back (Stop) | Dwell | No. of Accum. |
|------|--------------|-------------|-------|---------------|
| Li | 1.85 | 56.35 | 3 | 20 |
| O | 415.00 | 429.00 | 3 | 10 |
| P | 415.00 | 429.00 | 3 | 10 |
| Fe | 680.70 | 725.00 | 3 | 10 |
| Mn | 523.00 | 586.00 | 3 | 20 |
| Al | 1340.00 | 1420.00 | 3 | 10 |
| S | 130.00 | 180.00 | 3 | 20 |

・CEMの設定

測定する元素のピークとバックグラウンド
が見えやすいように表示の幅を調整
analyzer ModeをM1に変更し、Epの値を
RangeがPとB両方が-3chから3chの間に収
められる幅になるよう整える

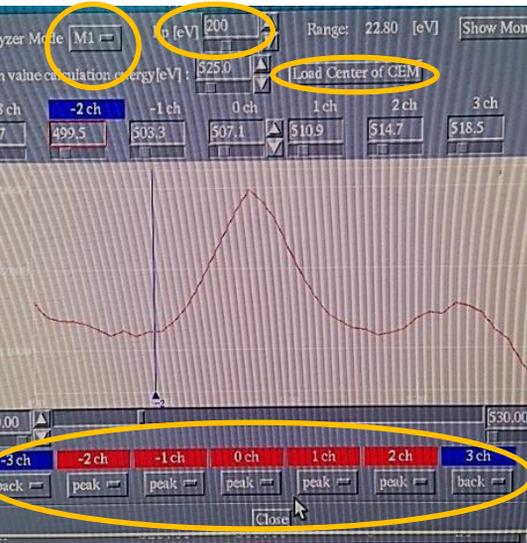
- 3chから3chまでの7channelは各検出器の名称です。
下の数値は各検出器が測定するエネルギー値です。
Ep(パスエネルギー)を変えると7つの検出器が測定す
る全体のRange(エネルギー幅)が変わり、測定するエ
ネルギー値も変わります

各チャンネルのエネルギー値を整えてそ
れぞれP担当、B担当を割り振る

最後にLoad Center of CEMをクリック

- 各検出器でゲインにばらつきがあるので中央のチャ
ンネルを使ってこれを補正しています

順次、各元素でCEMを設定する



个上のような場合は-3chと3chをBと指定、他をPと設定すると良いで
す。基本的に0chをピーク中心に持ち込み(スペクトル上のバーを動か
す事で指定出来ます)、Epに適切な値を入れて-3chと3chをBに届くよ
うにすると良いでしょう。ピークが低エネルギー側に裾野を広げるタイ
プの場合は高エネルギー側だけをBにして残りをPにするなどもアリで
す。またPBの他Noneを指定して測らないという事も設定出来ます

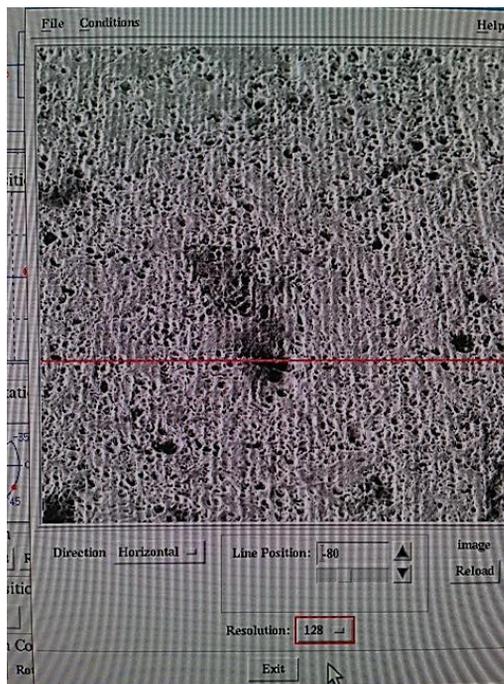
オージェ分析 line profile

3. 分析箇所の設定

Line Profile → Condition → Analysis Position でオージェマスターに取り込んだ画像から分析するラインを指定します

Directionで縦軸か横軸かを指定し、Resolutionで解像度を指定します

- 例えばSEM像全体が5 μ mほどの幅で解像度を128に設定すると1stepあたり40nmごととなります。オージェの分析径はおおよそ10~20nmなのでstep幅はこれ以上小さくてもあまり精度が良くないです

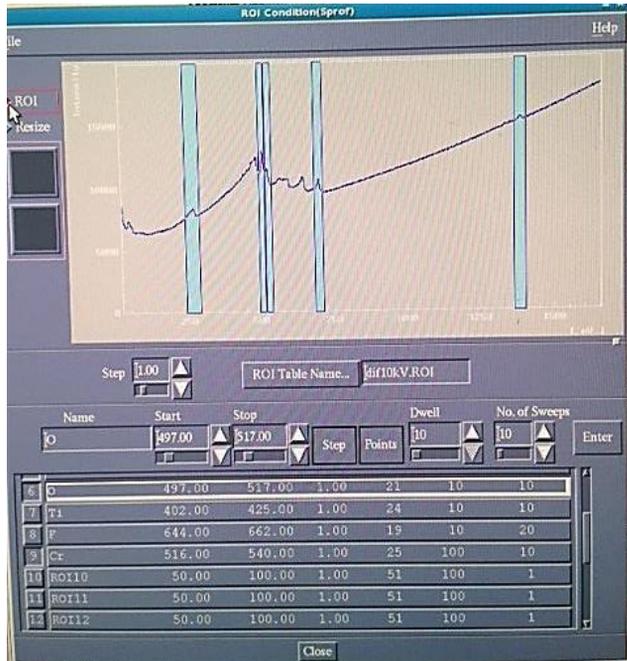


あとはwide scanと同じです。予備測定はありません

本測定を始めると上には測定している各元素のP(赤)、B(青)の強度/ピクセルのグラフが表示されます。下には各元素の定義された強度/ピクセルのグラフが色分けされて表示されます。Select PBをクリックすると積算回数を各元素ごとに変更出来ます

- 例えば(P-B)/BはPB同時法ではBを2点以上で取っている場合、Bで一次線形関数を作成し、各Pの強度を差し引いた後、平均のBで割り算しています。その結果をスキャン度に積算しています。Processingでデータを読み込む時とinvestigatorでデータを読み込む時でマッピングの絵の様相が変わる場合がありますが、これはprocessingでは上記の計算とは異なり、P,Bそれぞれの全積算の合算とチャンネル数比を用いた強度算出をしている為です。Investigatorでは測定度にBの一次線形関数の作成を行っている強度計算をしており、試料凹凸の影響をきちんと補正した結果を表出しやすいです。またInvestigatorではノイズレベルの信号と閾値で判断されたピクセルを強度0として像を作ります

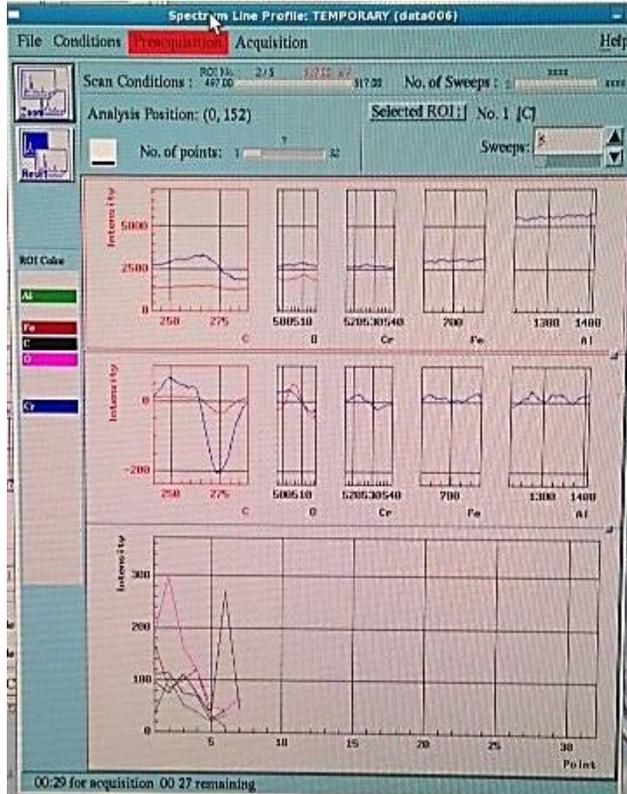
オーディエ分析 spectrum line profile



Spectrum Line ProfileはLine Profileと異なり、PとBだけを取得するのではなく、各元素のスペクトルを収集後、微分形からピークの強度を読み取り、各ピクセルの分布を表示します

- スペクトルを取得する為、時間がかかりかかります
- PとBの指定が困難である場合(スペクトルが安定しない、ピーク強度が小さいなど)、スペクトルを波形分離にかけて線分析する場合などはこちらを使います

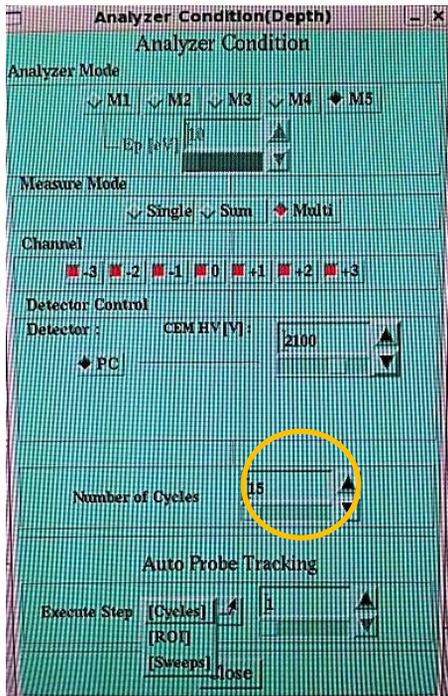
1~3. wide scan, Line profile 参照
4. ROIの設定はsplit scanを参照
6~8. wide scan参照



上段が取得しているスペクトル
中段がスペクトルの微分形
下段が微分形を元にした強度/ピクセルのグラフで、左側のピクセルから徐々に線分析が進んでいきます

- スペクトル中の微分形の極大-極小値の差分が強度になります

オージェ分析 depth profile



1. 分析エリアの取り込み

wide scan参照。必ずユーセントリック位置に合わせてください

2. 分析条件の設定

オージェマスター→AES→Depth profile→Depth profileでウィンドウが立ち上がります。Analyzer ConditionでAnalyzer mode, Number of Cycles, Auto Probe Trackingを設定します(利用時)

- Number of CyclesはAr+エッチングと分析のセットを何回行うかです。なお、初回は必ずAr+エッチングなしの分析になります
- Auto Probe Trackingはステップの種類をCycles、ROI、Sweepsから選択出来るので動きすぎない間隔に指定してください
- どのくらいの深さ間隔で削って分析していくべきかですが、オージェは表面から2nmまでの深さから出てくる電子が全体の9割を占めています。なので2nm刻みでデプスプロファイルを実行出来ればほぼ取りこぼしがないと言えます。各チャンネルエッチングレートと材料のエッチングレートを勘案してCyclesやetching timeを適切に指定してください
- またAr+エッチングを用いて化学状態の相違を見たい場合はAr+エッチングによる影響での化学状態の変化がないかどうか検証する必要があります

3. 分析箇所の設定 wide scan参照

4. ROIの設定 split scan参照

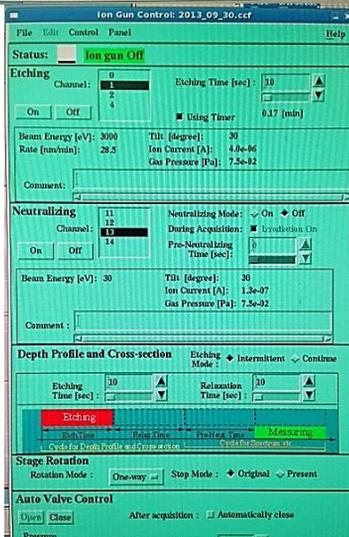
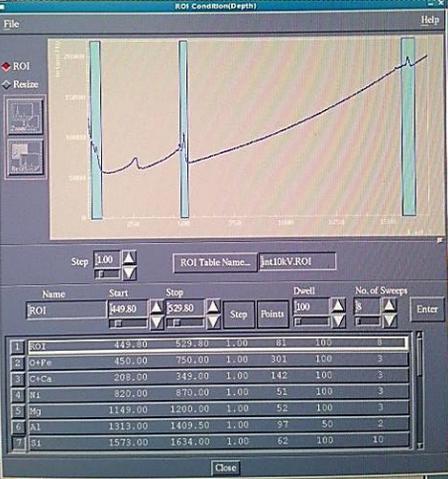
5. イオン銃の設定

Ar+エッチングを参照してArガスの導入、ガス圧の調整を行います

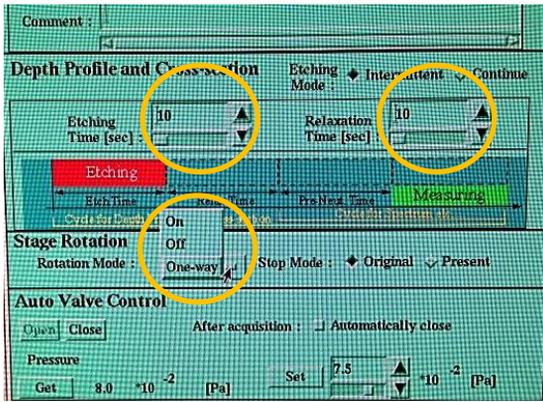
Depth profile→Conditions→Ion Gun Controlでエッチング設定ウィンドウを立ち上げます

上部のEtchingメニューでエッチング条件のChannel番号を選択します

- 使えるのは1,2,4のどれかです。隣の秒数は指定しません



オージェ分析 depth profile

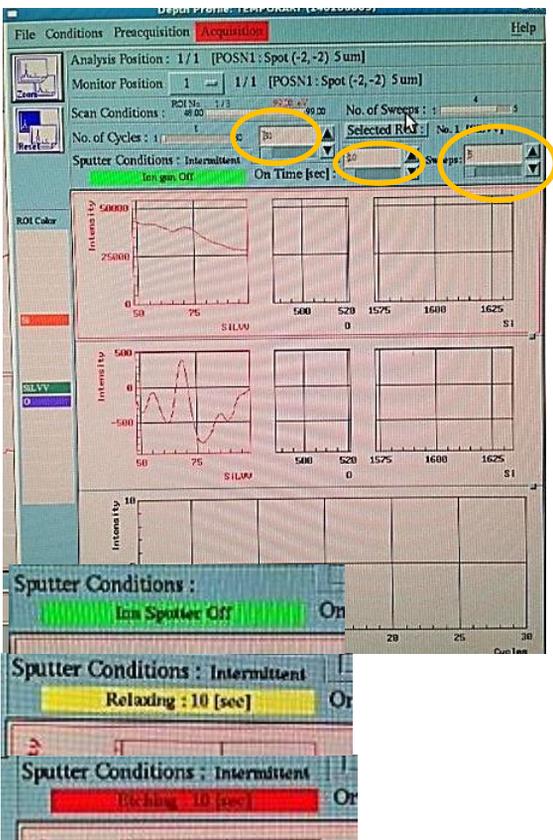


中段にあるDepth Profile and Cross-sectionでEtching TimeとRelaxation Timeを入力

- Relaxation TimeはAr+エッチング後に用意される電場の緩和時間です。大体10秒で問題はないと思います。予備測定でスペクトルが安定しているかチェックして下さい

Stage RotationでOnかOffかOne-wayのどれかを選択

- Ar+エッチングを一方向から照射し続けると表面が荒れやすい為、ステージを回転させながら照射する事で荒れを軽減させます。OnよりOne-wayの方が元の位置に戻りやすいですが、どっちみち結構ずれるので細かい分析位置を指定している場合はOffを推奨します。表面のどこを測定しても問題ない場合はOne-wayを選択して下さい



6. Auto probe trackingの設定

- wide scanを参照、ステージを回していると画が追えない可能性が高いです

7. 予備測定

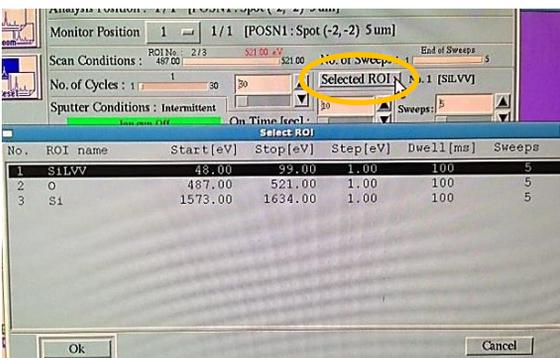
- wide scanを参照。エッチングは行われません

8. 本測定

Acquisitionでstartします。上段に各ROIのスペクトル、中段に微分形、下段に各ROIが色付けされてIntensity/cycleのグラフが出てきます

Sputter ConditionsにはAr+イオンガンの状態が表示されます

測定中に上部メニューでCycle、各ROIのSweep、エッチング時間を変更する事が出来ます



オージェ分析 auger image

1. 分析エリアの取り込み

- ほぼ間違いなく長時間測定になるのでSEMの取り込みはImage Fine Shiftを初期値に戻してAuto probe trackingの機能が使えるようにしてから行ってください

2. 分析条件の設定

オージェマスター → AES → Auger Image → Auger Imageでウィンドウが立ち上がります。Analyzer modeとAuto Probe Trackingを設定します

3. 分析箇所の設定

Auger Image → Condition → Analysis areaでオージェマスターに取り込んだ画像から分析する領域を指定します

Selectionで全体か領域指定かを選びます。指定する場合はマウスでドラックします。Resolutionで解像度を指定します

- 領域指定をしている場合は領域のピクセル数がResolution右横に表示されます。解像度を倍にすると測定時間は4倍です

4. ROIの設定

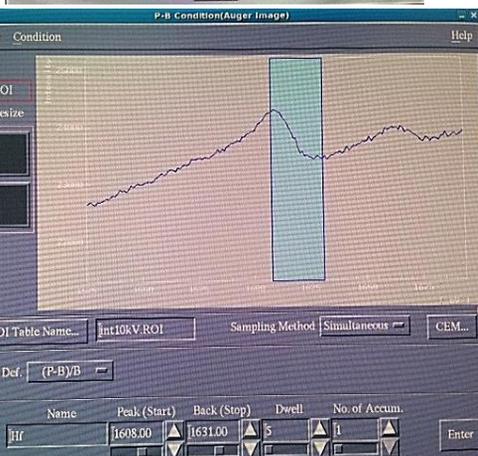
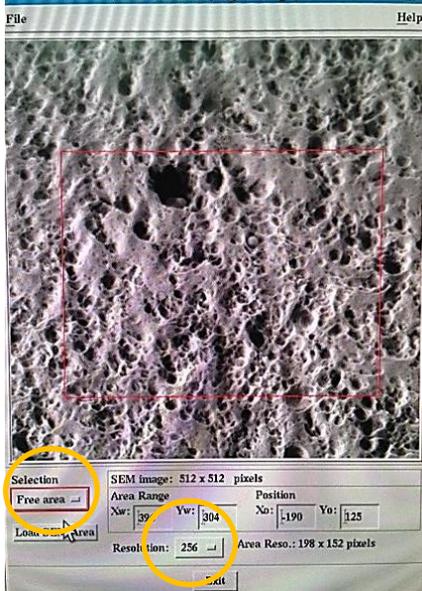
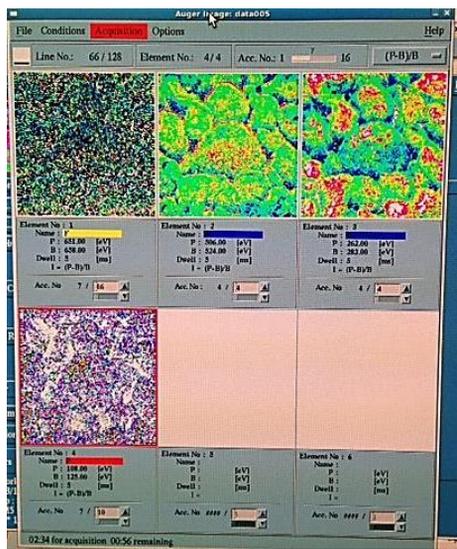
split scan, line profileを参照

PとBを取得して強度の定義に従い、画を作ります。PとBの取得方法はPB別法、PB同時法から選べます

- PB別法よりPB同時法をお勧めします。PB別法は倍の時間がかかりますのでマッピングだとおさら長時間測定になります。またマッピングのPB同時法による測定だとimage investigatorであとから各チャンネルのP及びBの設定を変更する事が可能であり、analyzer modeの違いによるピーク、バックグラウンドのズレによるP,Bの取得ミスをお程度修正出来ます

6. Auto probe trackingの設定 wide scan参照

8. 本測定 各元素のスキャンの一回目が終わってからデータを操作する事が出来ますので、PBの設定が問題ないかどうかimage investigatorで確認してください(PB同時法の場合)



終了の仕方

- まず初めに

ハードウェア・ソフトウェア上の各パラメータを始めの状態に戻します
(対物絞り番号、電圧電流値、SEMモード番号、Analyzer Mode、Auto Probe Trackingなど)

- Ar+イオンガンを使っている場合

試料の取り出しより先にArガスの導入を止めてください

- ・オートバルブコントローラーの電源を切る
- ・冷却時間として3分待つ
- ・Arガスバルブを時計回りに1回転回す(6時の方向に戻す)
- ・イオンガンの真空計のAVCボタンをOFF

- 反射電子検出器を利用またはEBSD測定をしている場合

ステージの試料交換位置への移動の前に反射電子検出器及びEBSDカメラを抜いて元に戻して下さい。特にEBSDカメラは必ず先にカメラを抜いて下さい

- ステージを試料交換位置へ移動

導入時と同様にsample manipulation → special positionを選択し、Moveをクリックしてホルダー選択

- 試料の取り出し前

2次電子検出器はOFF、PCDはIN、鏡筒のコックは閉じます。分析室の真空計をONにし、分析室の窓から中を覗けるようにします

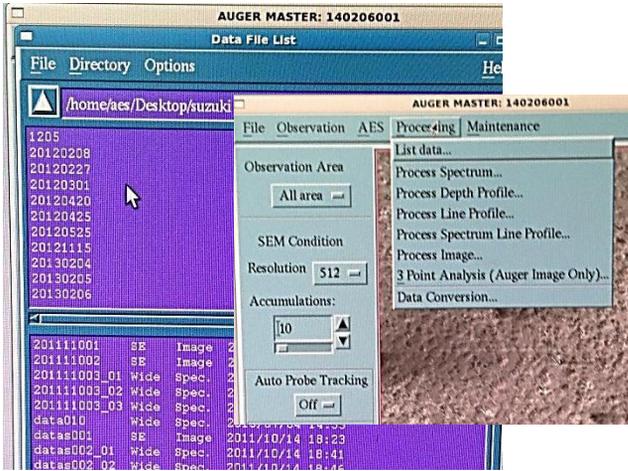
- 試料の取り出し

V2ボタンを押してV2バルブ解放、黒いリングを押し出し、開→閉へ回してからリングを引き抜いてから再びV2ボタンを押します。必ず目視確認する事。試料導入室のロックを外し、VENTボタンで大気へ戻します

- 試料の取り出し後

試料導入室をまたVENTし、必ず真空中に引き直してください。ホルダーは洗浄後、デシケーターへ。データは研究室のUSBで取り出すか、オージェ解析用PCのネットワークからアクセス、PCはSEMソフトウェア、オージェマスターは開いたまま、ディスプレイの電源だけ消して下さい。分析室真空度をチェックし、記録簿に残りの項目を記入。机にゴミを残さないでください

分析データの保存・編集



- ・データの呼び出し
オージェマスター→Processing→List dataから自分のフォルダを選択し、呼び出すデータをクリックします
- ・下部のデータ一覧にデータの種類について記載あり



- ・画像データの編集・保存
SEM像やマッピング像など画像データは最大4つまでウィンドウに開けます。左側に良く使うコマンドが載っています。下部には像取得時の諸設定が載っています

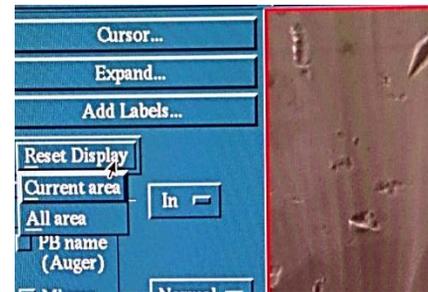
良く使う機能について紹介します



Cursor: 画像中にマウスを置くとそのピクセルの強度が出る



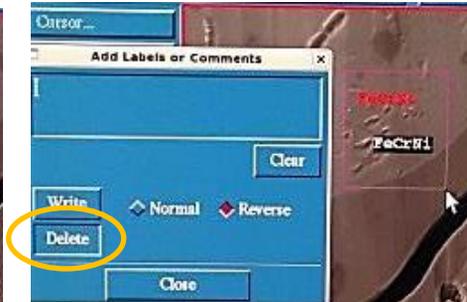
Expand: 画像中の一部をドラッグ操作で拡大出来ます



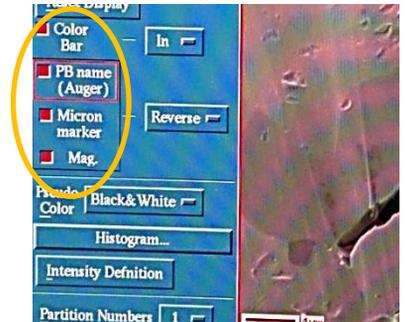
Reset Displayで元絵に戻します



Add Labels: 画像中に文字を載せられます。Writeを押して画像の載せたい場所でクリックします

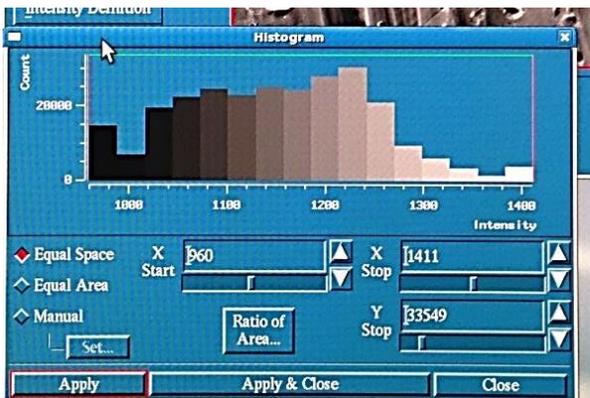


ラベルを消したい場合はDeleteを押して消したい文字をドラッグ操作で囲みます



左のトグルボタンで画にカラーバーやスケールや倍率を追加します

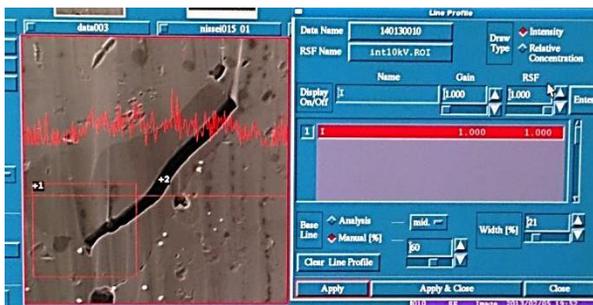
分析データの保存・編集



Histogram:画像の色調を変更出来ます



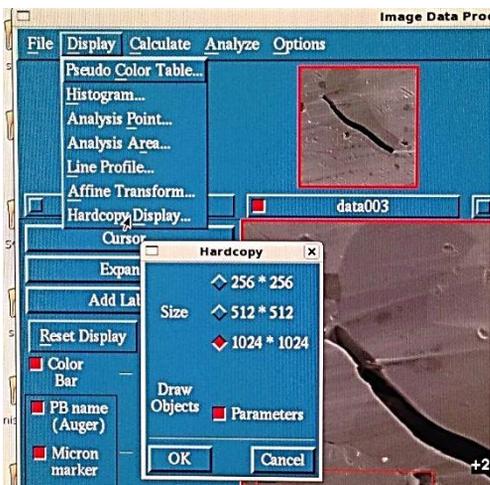
Display→Analysis point 及びarea:画像中に分析点、分析エリアを載せる事が出来ます。載せたい分析データを読み出してApplyして下さい。マーカーの名前を変更する事も出来ます



Display→Line Profile:画像中に線分析の分析位置及び測定結果を載せる事が出来ます。載せたいデータを読み出してApplyします。載せ方を変更する事が出来ます



Display→Affine Transform:画像の拡大、移動、回転が出来ます

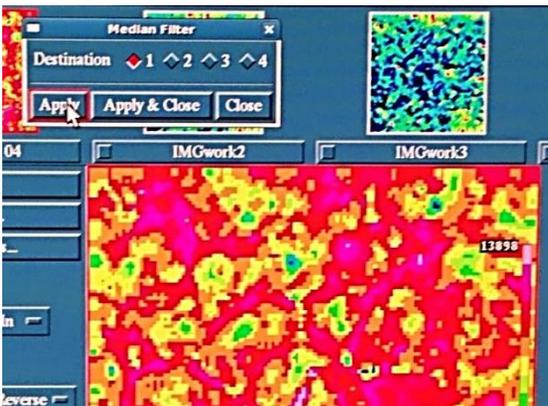


Display→Hardcopy Display:画像を出力します。取得時のパラメータを付けるか選択出来ます

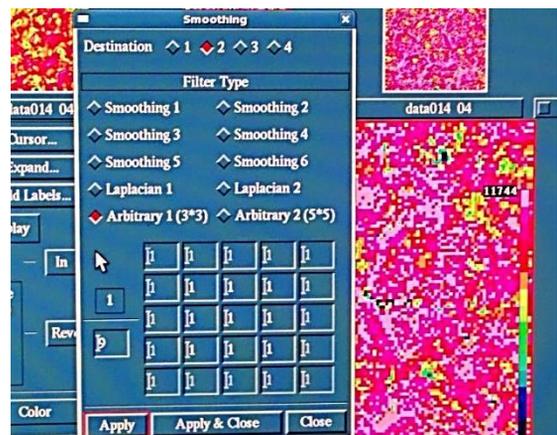


出力した画像上で右クリックしながら、出てきたSave windowというコマンドにマウスをドラックすると画像を保存するメニューが出てきます。pngの形式で画像の保存が出来ます

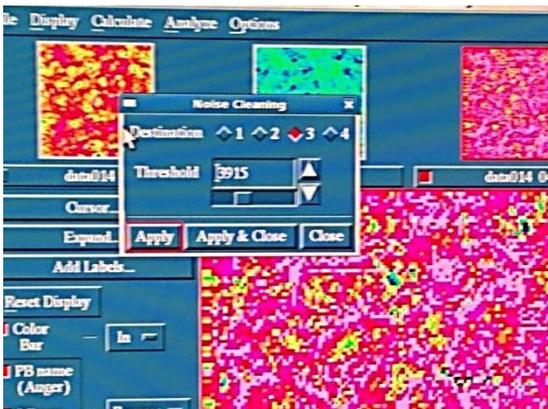
分析データの保存・編集



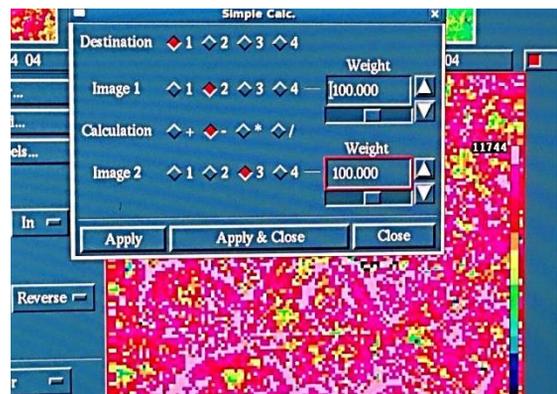
Calculate→Median Filter:画像をぼかさずに突発的なノイズを除去します



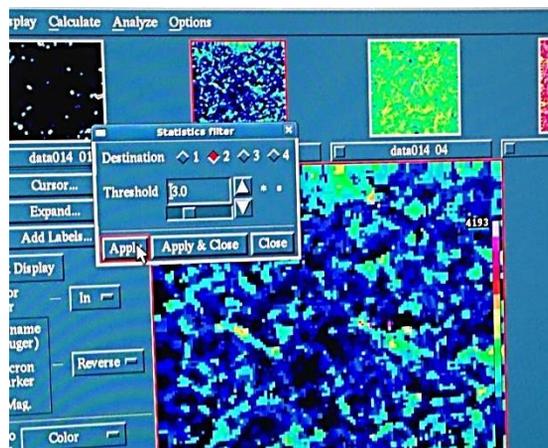
Calculate→Smoothing:スムージング処理をします。いくつかフィルタの種類があります



Calculate→Noise Cleaning:注目するピクセルを周囲8ピクセルの強度平均値との差が閾値より大きければそのピクセル強度を平均値に変更してノイズを除去します



Calculate→Simple Calc.:画像間の四則演算処理をします。Weightは重み付け係数です

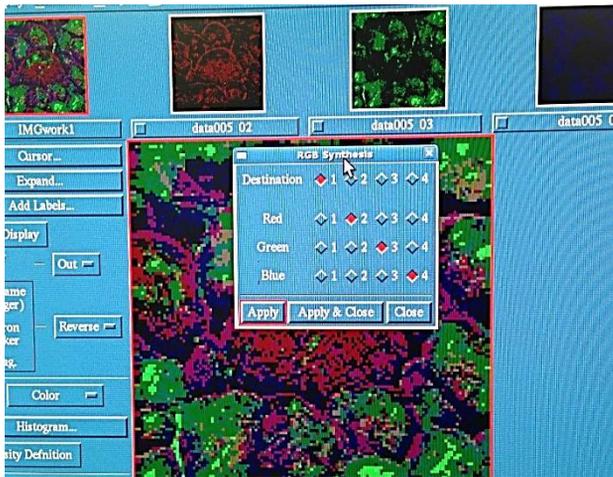


Calculate→Statistic Filter:強度の分散値 $v(P-B)$ の係数倍の閾値より低ければノイズと判断し、そのピクセル強度を0にします

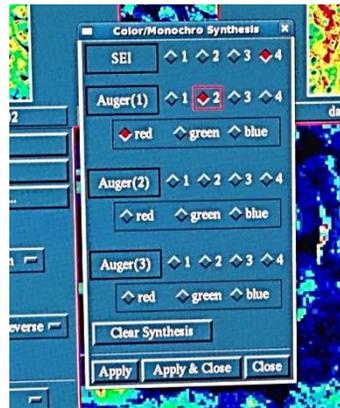


Calculate→Gaussian Statistical Filter:ガウスぼかし処理とアンシャープマスク処理後にStatistic Filterを行います。平滑化しつつ輪郭が強調され、かつノイズを消します。閾値の係数は2.0ぐらいがいいです

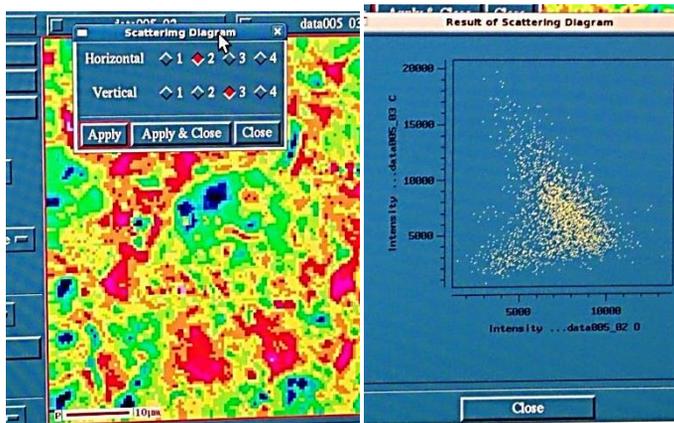
分析データの保存・編集



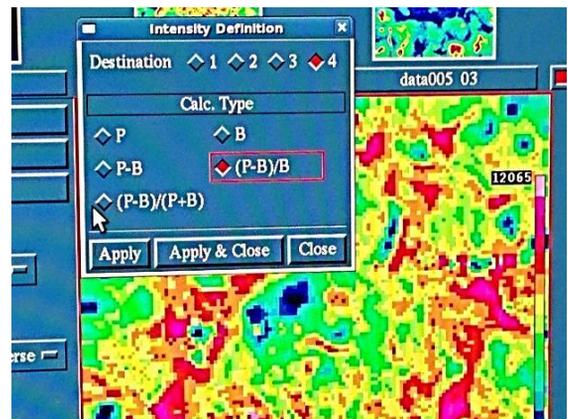
Analyze→RGB Synthesis: マッピングデータを複数開いた状態で、各元素を赤青緑で重ね合わせた画像を作成出来ます



Analyze→Color/Monochrome Image Synthesis: SEM像及びマッピングを開いた状態で、SEM像上に各元素のマッピング像を色分けして重ねます



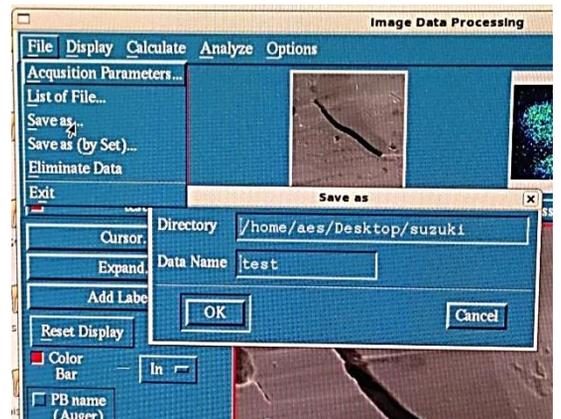
Analyze→Scattering Diagram: 二つの画像を開いた状態で、その画像間の各ピクセル間で散布図を作成します。相分析に使えます



Analyze→Intensity Definition: マッピングの強度の定義を変更します

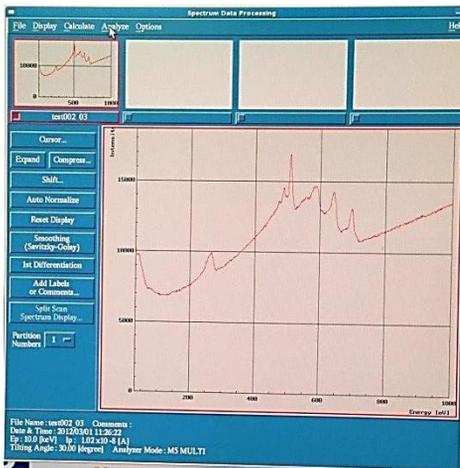


Analyze→Quantitative Analysis: マッピングの強度分布にRSFの値を用いて定量マップ化させます(atm%)



編集した画像はFile→Save asで保存出来ます

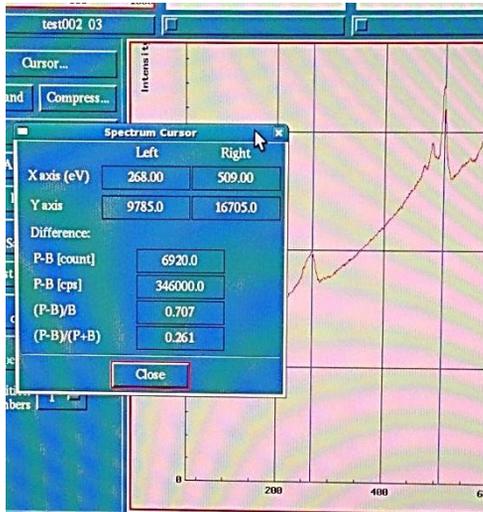
分析データの保存・編集



・スペクトルデータの編集・保存

スペクトルデータも画像と同様にList dataから開きます。左側に良く使うコマンドが載っています。下部には像取得時の諸設定が載っています

以下に良く使う機能を紹介します



Cursor: スペクトル上の2本のカーソル位置からエネルギー値や各定義の強度を読み取れます

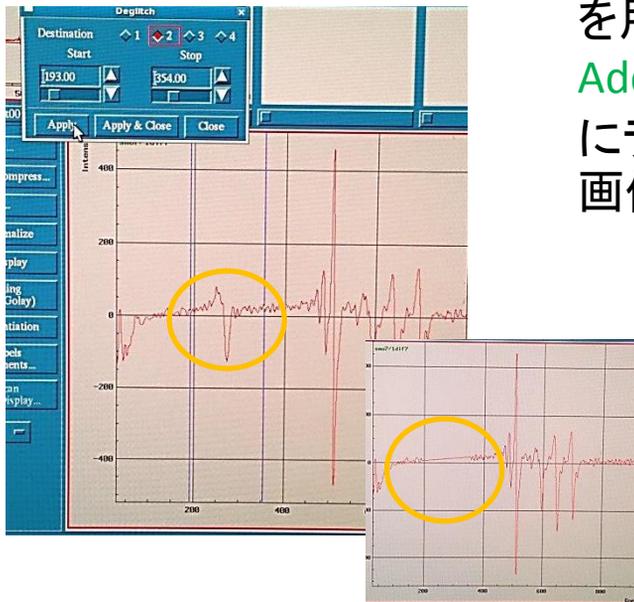
Expand: マウสดラッグでスペクトルの一部を拡大表示出来ます

Reset Display: 表示を元に戻します

Smoothing: 7点のデータ点数を用いて平滑化させます

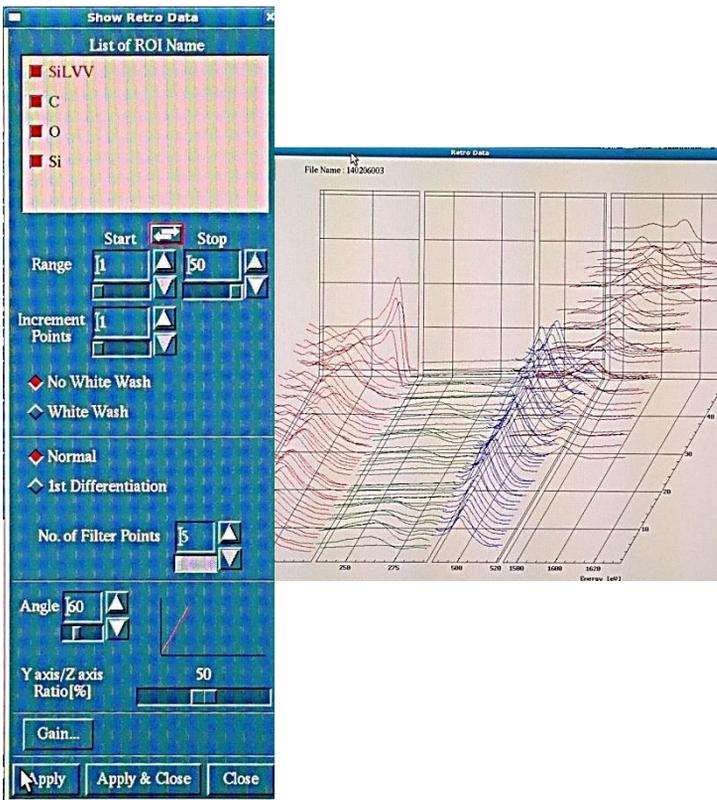
1st Differentiation: 7点のデータ点数を用いて微分化させます

Add labels or Comments: スペクトル中にラベルやコメントを記入出来ます。画像データの編集・保存を参照



Calculate→Deglitch: スペクトルのスパイクノイズを取り除きます (このピークは別にノイズではありません)

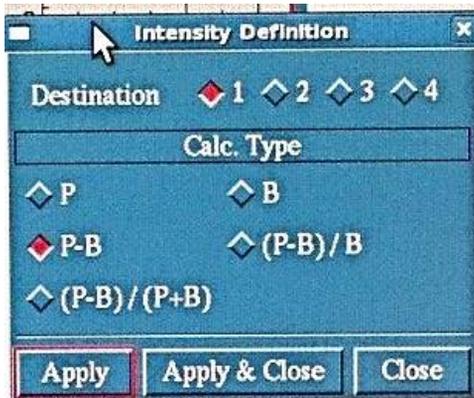
分析データの保存・編集



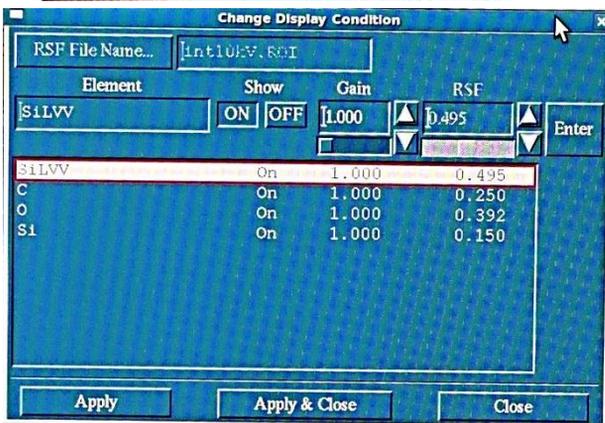
Depth profileやline profileなどのデータの場合は以下のような機能があります

Display→Show Retro Data: 左図のようなグラフ作成のための各種設定をします

- Range設定
- increment数指定(何個飛びにスペクトルを表示するか)
- White Washの選択(隠れ線かどうか)
- 積分形微分形選択
- 表示角度、Y/Z軸の調整
- スペクトル拡大表示の設定

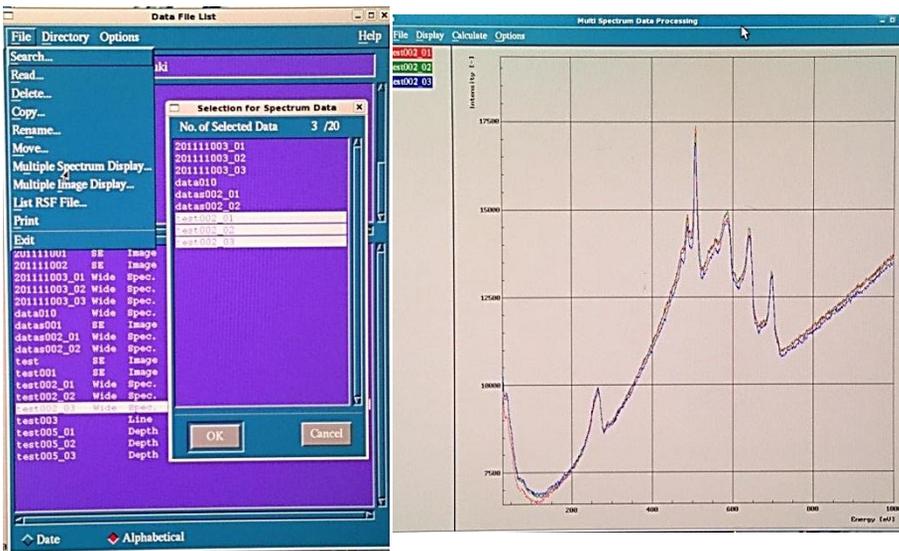


Display→Intensity Definition: 強度の設定を変更します。選択後、Applyをクリック



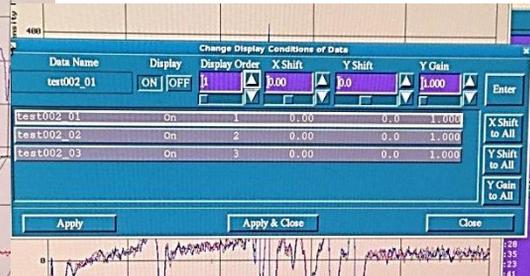
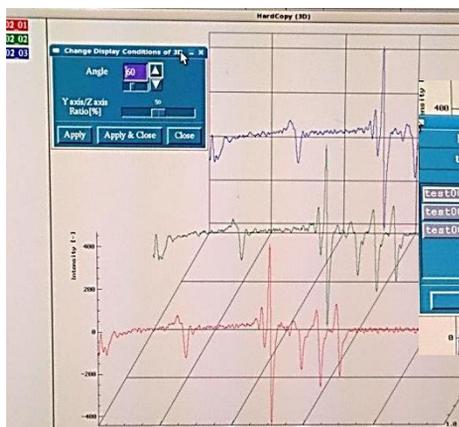
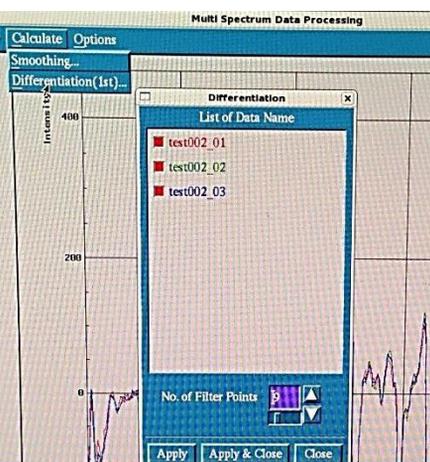
Display→Change Display Condition: 表示するprofileのON,OFF、Gainの変更、RSFの変更を行います。変更後にEnterをクリックして反映されます

分析データの保存・編集



複数のスペクトルを重ねて表示したい場合はオージェマスタ→ Processing →List data → File → Multiple Spectrum Displayでデータを選択すると色分けされて表示されます

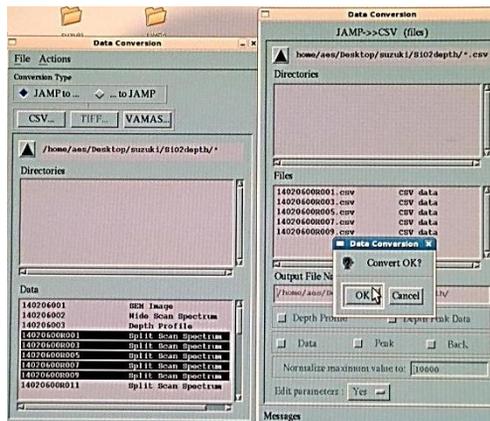
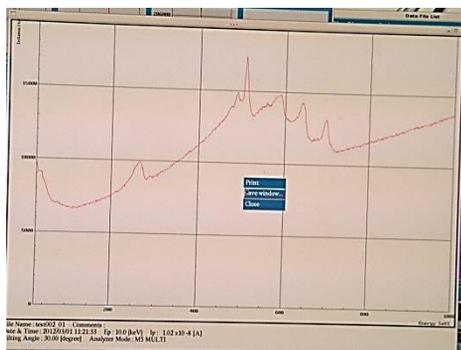
Display、Calculateメニューから微分化して表示したり、拡大縮小、重ね方の変更などが出来ます



Display→Display Conditions of Data: 各スペクトルごとに強度拡大やシフトなどを変更出来ます

Calculate→Differentiation: 微分の点数を指定して微分出来ます
 Display→Hard copy display→3D Display: スペクトルを3次元表示出来ます

Calculate→Differentiation: 微分の点数を指定して微分出来ます



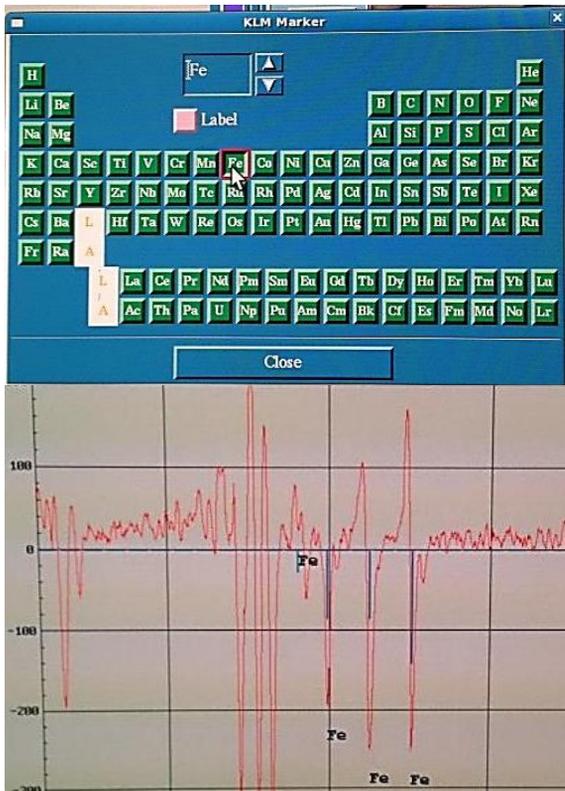
スペクトル画像データの保存はDisplay→Hardcopy Displayから右クリックでSave windowを選びます。 .png形式です

編集データの保存はFile→Save asで行います。スペクトルを.csv形式でほしい場合はオージェマスタ→ processing → Data Conversionで変換したい形式やデータを選択して行えます

分析・解析について

ここでは各種ソフトウェアを利用した一般的な解析について説明します。AESには元素同定・簡易定量などを行うオージェマスター、波形分離を行うspectra investigator、マッピングの設定変更を行うimage investigatorの三種類のソフトウェアがあります

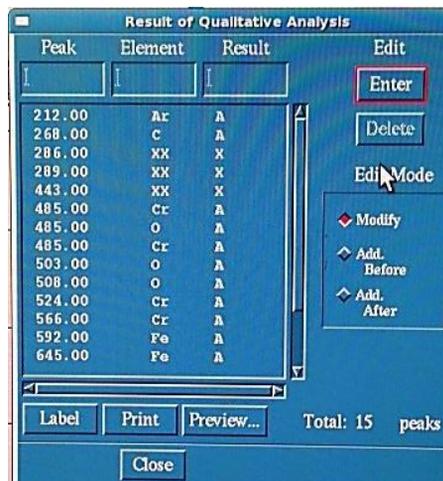
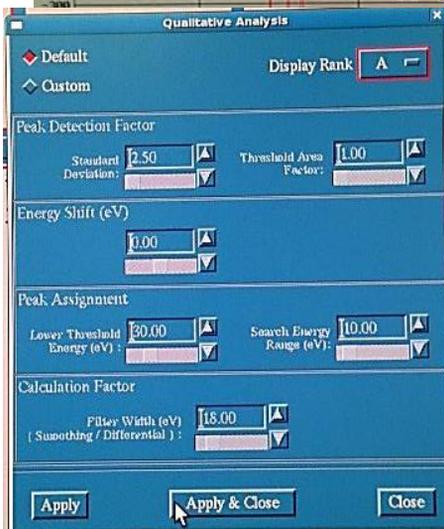
・オージェマスターでの解析



processingでスペクトルデータを開き、Analyzeメニューから選びます

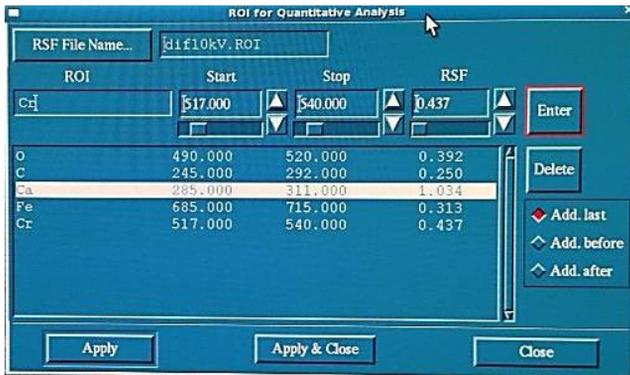
KLM Marker: 元素を選択するとピークのラインが表示されるので容易に元素同定が出来ます。Labelボタンを押すと元素名がスタンプされます。積分形でも微分形でも同定出来ます

N(E) Qualitative Analysis: ピークの元素同定を自動で行います。積分形のワイドスキャンのみ可能



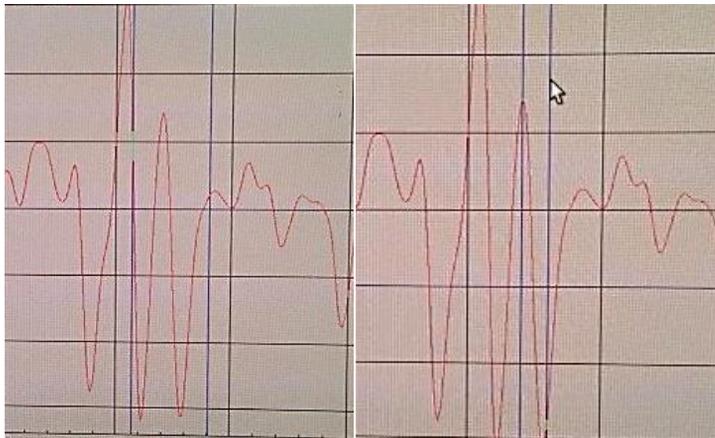
Display Rankで同定の確度の表示を変更。Applyで同定し、リストが表示されます。同定されないピークはX表示になります。リストはEditボタンで変更出来ます。Labelボタンでスタンプします

分析・解析について



Quantitative Analysis: 相対感度因子(RSF)法により定量を行います

ROIに定量する元素を入力すると、強度を測るエネルギー範囲とRSFの値が出てきます。Enterボタンでリストに載ります。リストから消す場合はDelete。Applyボタンで定量計算結果が表示されます



↑Crのエネルギー範囲にOのピークが入ってます

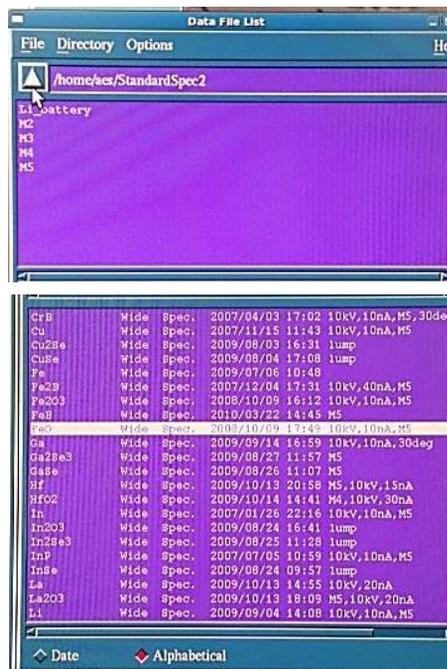
↑微分形の場合はピークの極値を捉えてください

リスト上の元素をクリックすると、強度を測るエネルギー範囲が青線で表示されます。デフォルトのエネルギー範囲だと別のピークが含まれる事もあり、強度の値が大きく見積もられる事があるので調整して下さい。青線を動かしてからEnterを押すと変更出来ます

- ピークが別の元素と被っている場合は強度が大きく見積もられるので定量値はずれ込みます。その場合は波形分離にかけるか、被っていない別のピークをRSFの値を調整して定量にかけると良いです

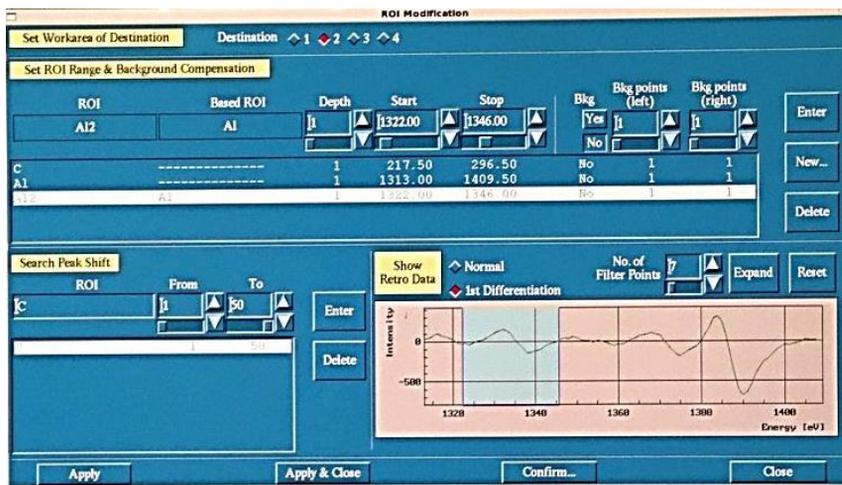
Auger Electron Peak Energy Table (Differentiated spectrum)

ピーク値の一覧表(微分形)やスペクトルのハンドブックが用意してあります



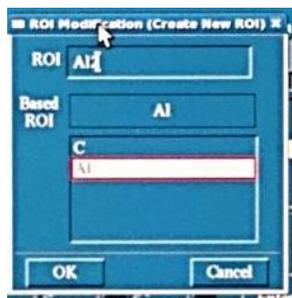
aesディレクトリ下に各元素の標準スペクトルのデータがあります(StandardSpec2)。測定時のアナライザーモードに合わせたディレクトリ(M2からM5)を選び、一覧からデータをクリックするとスペクトルを確認出来ます

分析・解析について



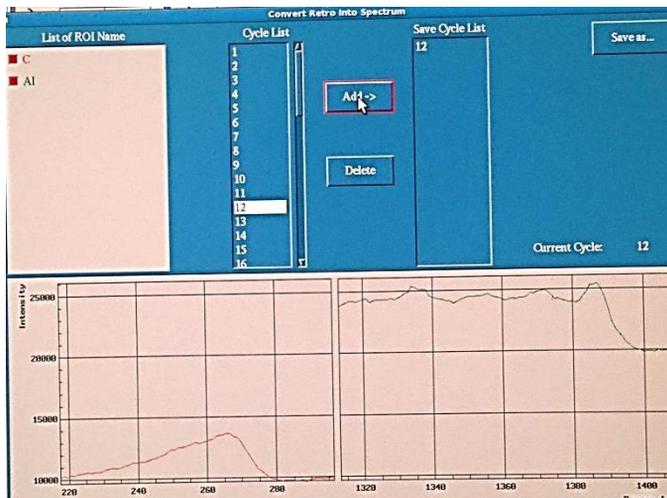
Depth profileデータの場合

ROI Modification: ROIの設定条件を変更出来ます。ROIの範囲の変更や一つのROIで2つのピークを取っておいて分離する事が出来ます



- 変更したいROIを選んで右下のスペクトルを見ながら青のラインを動かしてEnterし、Apply
- ROIを追加(分離)する場合はNewをクリックしてROI名を入れ、元となるスペクトルを選択、範囲等を指定しEnter後、Apply
- 左下のsearch peak shiftにROIとprofile範囲を指定してEnter、Applyした後にConfirmボタンを押すとpeak shift量の一覧で出ます

| ROI | Depth | Start | Stop | Shift |
|-----|--------|--------|-------|-------|
| 1 | 217.50 | 296.50 | 0.00 | |
| 2 | 217.50 | 296.50 | 0.00 | |
| 3 | 217.50 | 294.50 | -2.00 | |
| 4 | 217.50 | 294.50 | 0.00 | |
| 5 | 217.50 | 293.50 | -1.00 | |
| 6 | 217.50 | 295.50 | 2.00 | |
| 7 | 217.50 | 295.50 | 0.00 | |
| 8 | 217.50 | 295.50 | 0.00 | |
| 9 | 217.50 | 296.50 | 1.00 | |



Retro to Spectrum: depth profileのスペクトル群から個別のスペクトルを抽出して保存したい場合に使います。保存したいCycleを選択し、AddでSave Cycle Listに載せて右上のSave asで保存します

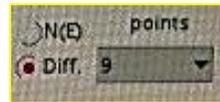
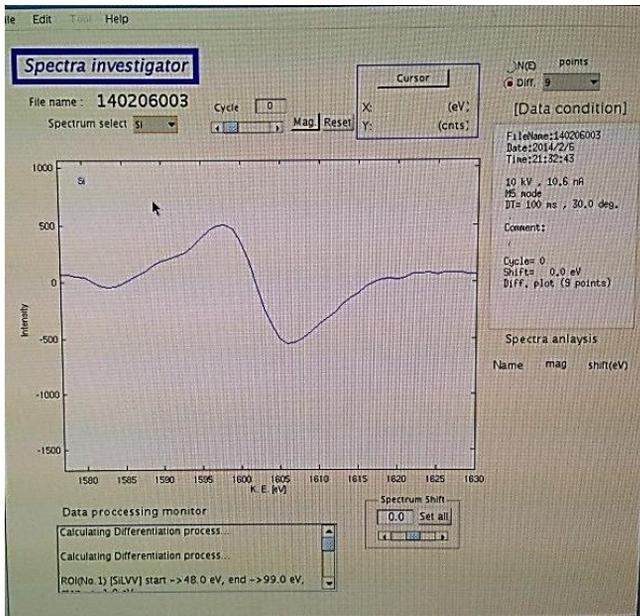
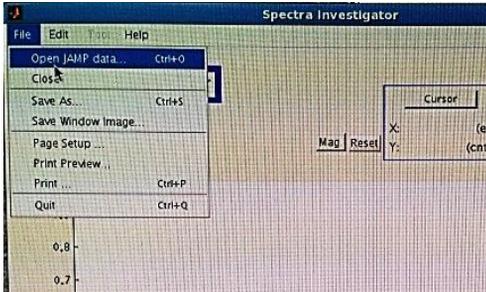
分析・解析について

・Spectra investigatorを使った解析

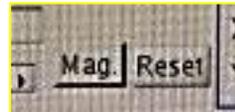


Spectra investigatorを開き、File→Open JAMP dataからスペクトルデータを開きます

以下に主に使う機能を紹介します

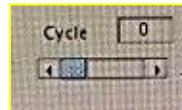


スペクトルを積分形・微分形表示に変更します

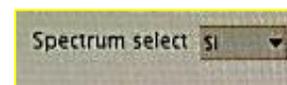


Mag.を押してからスペクトルの拡大したいところをクリックすると拡大表示します。拡大したい範囲を囲む事で拡大エリアを指定出来ます

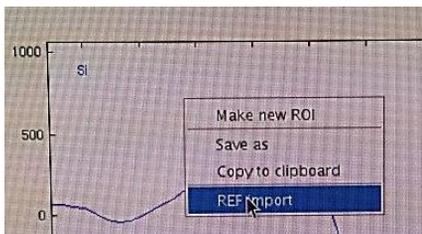
グラフ軸上をダブルクリックすると表示範囲を数値入力で変更出来ます



Depth profileの場合表示するCycleを変えられます



Split scan、Depth profileの場合、表示する元素を変えられます



スペクトル上で右クリックすると左図のメニューが表示されます

Make new ROI: depth profileで指定したROIの範囲を変更して新しく登録します

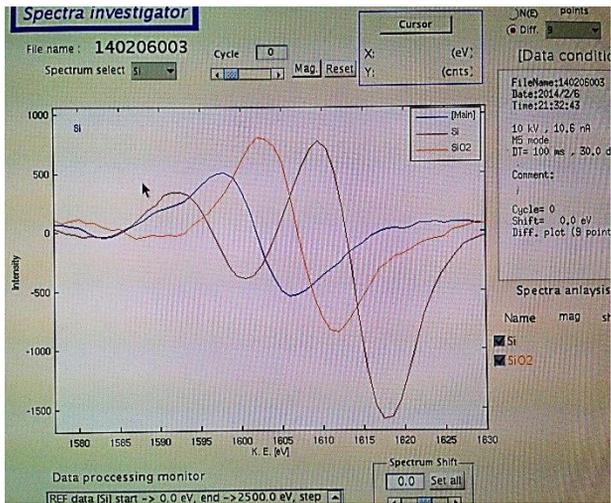
Save as: スペクトルをファイルに保存します。画像や数値ファイルとして保存出来ます

Copy to clipboard: 画像をコピーします

REF import: 波形分離する時に使うスペクトル(標準スペクトル)を読み込みます。標準スペクトルのデータはhome/aes/standard spec2以下にあります。

Analyzer modeを測定条件と合わせてください

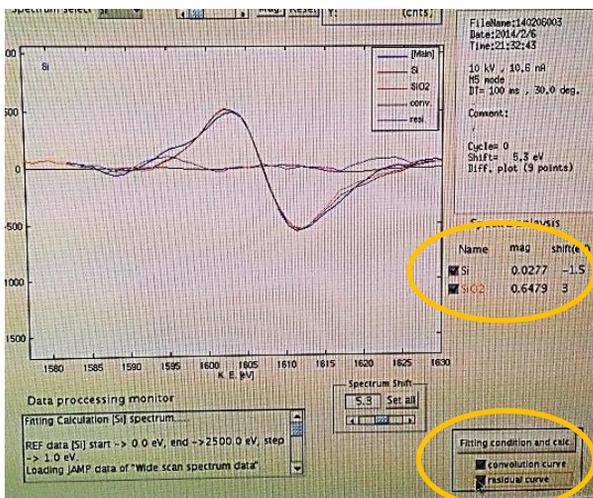
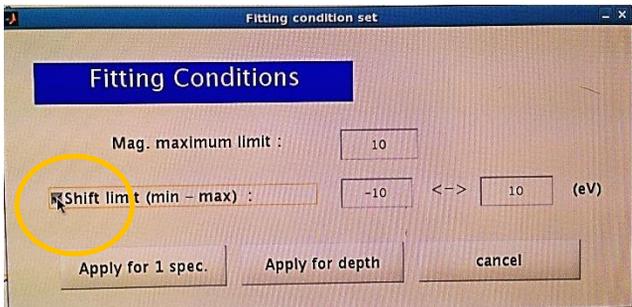
分析・解析について



・波形分離、化学状態分析について

重なったスペクトルの分離や化学状態を同定する上で、測定したスペクトルを標準スペクトルでフィッティングさせます

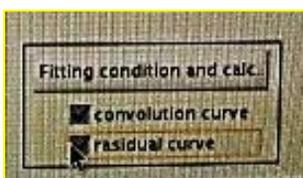
1. Mag.を使ってスペクトルを拡大表示します。表示してる範囲が計算範囲になります
2. REF importで必要な標準スペクトルを呼びます
3. 右下のFitting condition and calc. をクリック
4. Shift limitをチェックマークをつけ、Applyします
5. Spectra analysisリストに結果が表示されます。



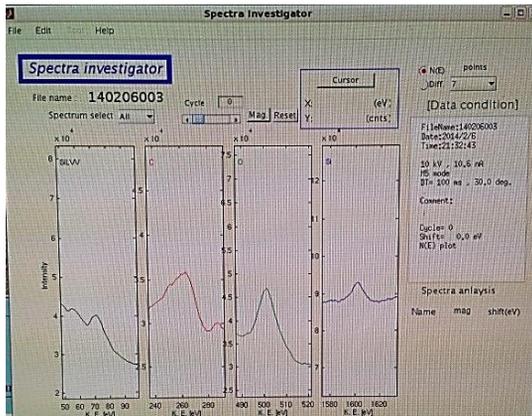
- mag.が重み係数でshiftはfittingした際のエネルギーシフトです。Convolution curve, residual curveにチェックマークをつけるとグラフ上に合成したスペクトルや差分を表示出来ます。真っ当な波形分離が出来ているか差分などを見て確認してください

例えばこのSiピークのほとんどがSiO₂の状態であると出ています。メタルSiと酸化Siの定量をする場合はSiO₂のmag値を1/3した値とSiのmag値を使い、百分率に規格化して下さい。SiO₂標準スペクトルのSiが33.3atm%だからです。標準スペクトルに存在する元素の割合をmagに掛けるのを忘れないように

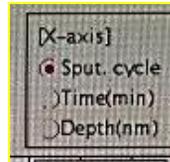
| Spectra analysis | | |
|--|--------|-----------|
| Name | mag | shift(eV) |
| <input checked="" type="checkbox"/> Si | 0.0277 | -1.5 |
| <input checked="" type="checkbox"/> SiO ₂ | 0.6479 | 3 |



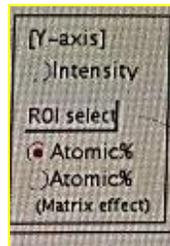
分析・解析について



Depth profileデータを開くと各ROIのスペクトルとprofileが表示されます
以下で良く使うprofile機能を紹介します

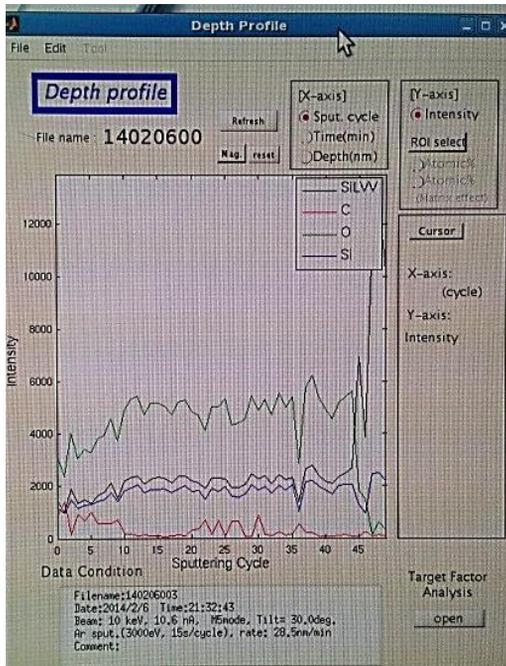


X-axis: X軸の表示を切り替えます



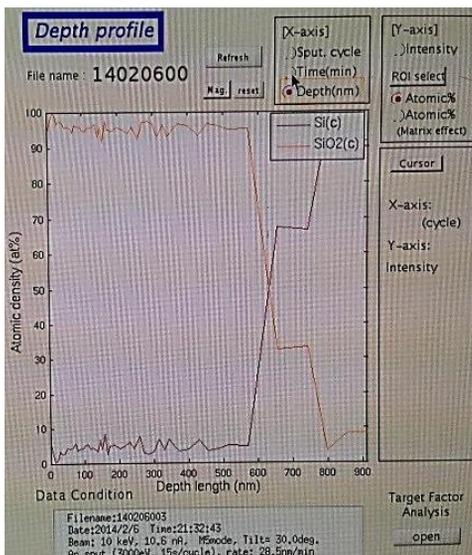
Y-axis: Y軸の表示を切り替えます

- マトリックス効果を補正したatm%を出す事も出来ます



| ROI Name | RSF value |
|---|-----------|
| <input checked="" type="checkbox"/> SiLVV | 0 |
| <input checked="" type="checkbox"/> C | 0.12118 |
| <input checked="" type="checkbox"/> O | 0.36547 |
| <input checked="" type="checkbox"/> Si | 0.23817 |
| <input checked="" type="checkbox"/> Si(c) | 0.23817 |
| <input checked="" type="checkbox"/> SiO2(c) | 0 |

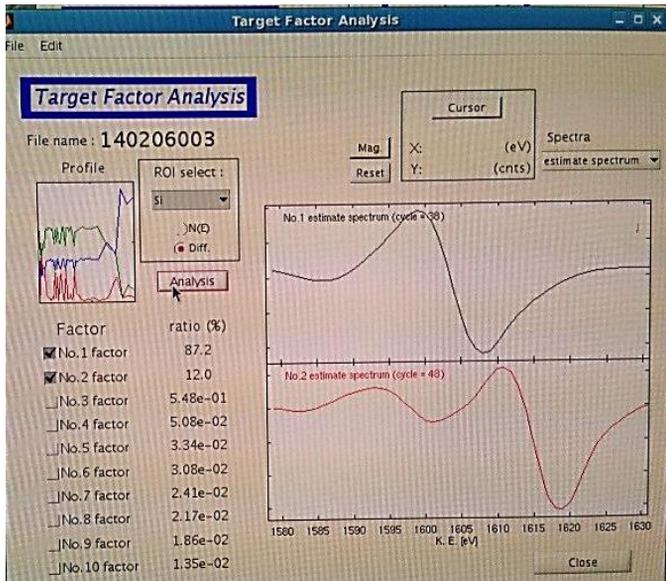
ROI select: グラフに表示する元素を選択します。相対感度因子を入力出来ます



depth profileデータを波形分離にかけてそれぞれのprofileに書き直す事が出来ます

1. 波形分離する元素をSpectrum selectで選択
2. 微分表示にし、REF importで標準スペクトルを呼び出し、波形分離する(apply for depth選択)
3. Profileに分離した波形の強度によるprofileが表示されます

分析・解析について



Depth profileデータで波形分離をかけたい時、その標準スペクトルを測定したそのdepth profileデータから用意する事が出来ます

- 例えばシリコンウェハのデプスプロファイルデータを波形分離して酸化Si-メタルSiのプロファイルを描きたい時、標準スペクトルを利用せずにデプスプロファイルのスペクトル群からもっとも酸化Siスペクトルっぽいもの、もっともメタルSiスペクトルっぽいものを計算から見つけ、それらのスペクトルでスペクトル群の波形分離をかけるみたいなことです

Target Factor Analysis: depth profileのスペクトル群から、いくつかの成分でそれらのスペクトルが構成されているか見つけます

1. profileウィンドウの右下にあるopenをクリック
2. ROI selectで元素選択、微分形表示にする
3. Analysisボタンをクリック。結果が表示されます。右グラフには各構成スペクトル及びnumberとcycle数が、左リストに構成スペクトルの寄与率が表示されます

構成スペクトルを標準スペクトルとして利用する為にスペクトルを保存します

1. Spectra investigatorウィンドウで積分表示を選択
2. 標準スペクトルに利用するCycle数をcycleに入力する
3. 表示されたスペクトル上で右クリックしsave asでJAMPフォーマットで保存
4. 保存したスペクトルをREF importで呼び出し波形分離

このように波形分離に使う標準スペクトルを自分で測定したものを利用するのが一番良いやり方です。Depth profileに限らず通常の波形分離でも出来るだけ自分で標準試料を用意し、標準スペクトルを作成した方が良いと思います。その際には試料の測定条件と標準試料の測定条件を一致させましょう(逆に言うとデータベースの標準スペクトルを使う場合は標準スペクトルの測定条件に合わせた試料分析を行うべきです。条件が違って補正はしていますが補正にすぎません)

分析・解析について

・Image investigatorを使った解析

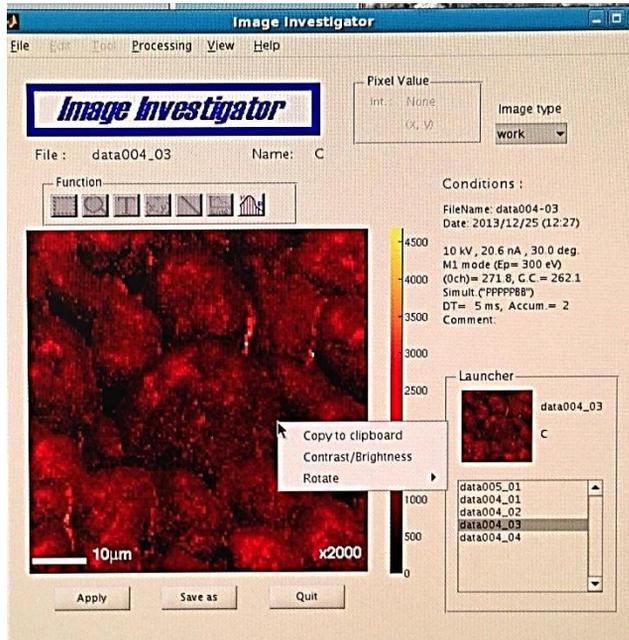
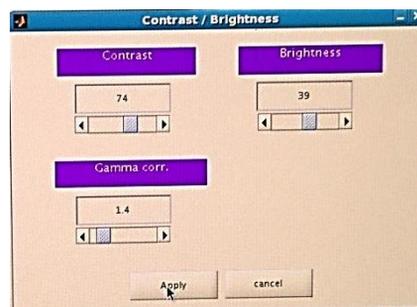
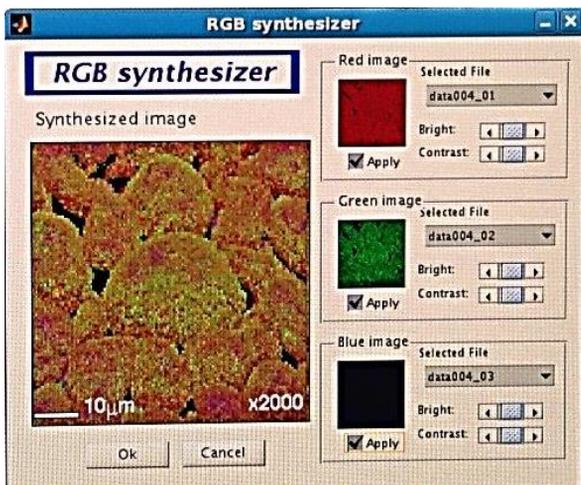


image investigatorを使ってマッピングデータの編集を行う事が出来ます。特にPB同時法で測定したデータではP,Bの変更、試料のドリフトにより失敗したマッピングの積算を無しにする事が出来ます

以下で良く使う機能を紹介します

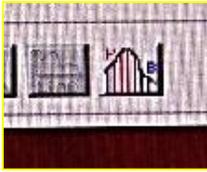


Contrast/Brightness: 色調の変更をします。画像中で右クリックし、Contrast/Braightnessを選択します



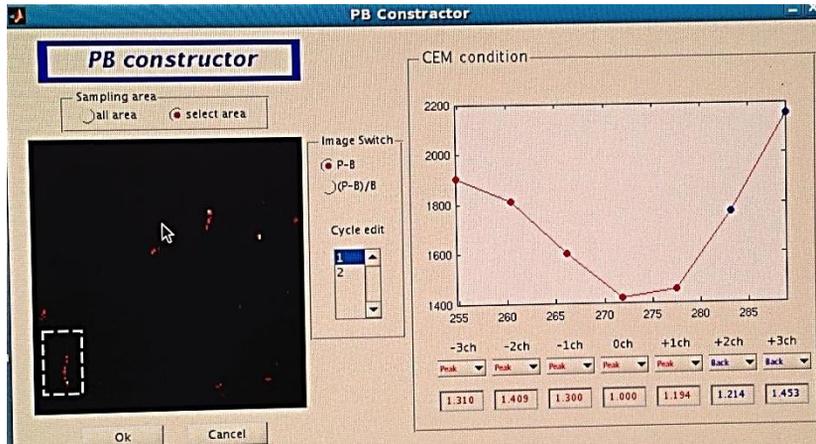
RGB synthesizer: 3つのマッピングデータを色付けて重ね合わせます
重ね合わせるマッピングデータを全て呼び出してLauncher一覧に載せてからProcessing→RGB synthesizerを選択します。Selected Fileで重ねるデータを選択し、Applyにチェックマークをつけ色調を調整してOkをクリックして保存して下さい

分析・解析について



・各channelのPB設定の変更

PB同時法で測定したデータを読み出してから右のアイコンをクリック

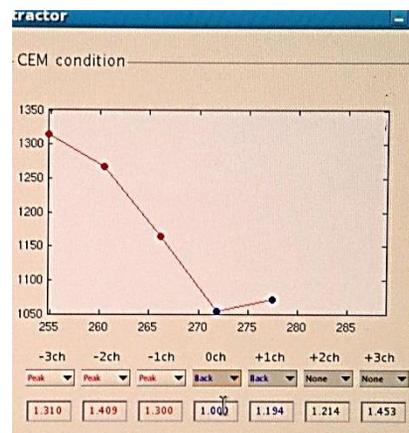
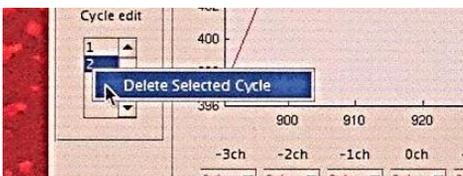


Sampling area: CEM

conditionに表示される各チャンネルの強度に反映するデータ範囲を指定します。Select areaを選択して画像中をマウสดラッグするとその範囲内のデータがCEM conditionに反映されます。

Image Switch: 強度をP-B、(P-B/B)から選択します。Cycle editでscan回数を指定するとその積算分のみのマッピング像が表示されます。失敗したscan回を積算から削除したい場合はscan回を選択して右クリックするとdeleteが選べます。最後にOkをクリックするとPB constructorのマッピング像に反映されます

CEM condition: 各チャンネルのPB設定を変更出来ます。Peak, Back, Noneから選択出来ます。設定が終わったらOkをクリックしてPB constructorにマッピング像に反映させます



例えば上図の場合は+2ch,+3chに別のピークが出てきているので左図のようにチャンネルを再設定した方が良くもかもしれません