# エネルギー分散型X線 分析装置(EDS) 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る
- 装置の故障、不具合を見つけたらすぐにスタッフに連絡
- 装置を乱暴に扱わない
- 研究室の物を勝手に持ち出したり、無くしたりしない
- 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う事
- 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り ましょう。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す
- 分析装置PCIに直接自分のUSBなど記録メディアを差し込まない。
   当研究室専用のUSBを利用し、解析用PCを経由してデータを取り 出す事
- 分析室内に導入するものは全て素手で触らない。備品を利用して汚した場合は自分で洗浄する事
- 使用者が予約を取って、予約時間通り使用して下さい。予約の キャンセルは前日までに行う事
- 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。また学生は、装置利用について自分の指導 教官に知らせておく事。緊急連絡先は研究室入ロドアの横に記 載してあります
- 初めて使う方はスタッフに連絡を取って、講習を受けて下さい
- 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。心配な試料 は事前にスタッフにご連絡下さい

## EDS分析の前に

SEMの使用方法については走査電子顕微鏡 (SEM)簡易マニュアルを参照して下さい



EDS分析を始める10分前までにEDS の電源をOnにして下さい



EDS電源Onから10分経過後、EDSソフト「Analysis Station」を立ち上げます

<		×PS オーゴンフ ナノテク関 ナノマイグ フロンティ、 マテリアル 依頼分析 運用管理 2	<u> </u>	指定したプロジェク 新規に作成します	トは存在しません. か? いいえ(N)			
70	ジェクト名 : 🗔	anual					閉	
	Im	an ronan					キャンセル	

新規プロジェクトを作成する か、既存のプロジェクトを呼び 出します

> EDSのデータはプロジェクトという単位 で管理されます。プロジェクトの中にEDS に取り込んだSEM写真と、SEM写真に紐 付けされた分析スペクトルのデータが 置かれていきます。1サンプルごとに新 規プロジェクトを作ってもいいし、複数の サンプル群を一つのプロジェクトで扱っ てもいいです。測定後はプロジェクトを 必ず保存しましょう。プロジェクトフォル ダの中はあまり弄らない方が良いです

解析用PCIこAnalysis Stationがインス トールされています。保存したプロジェ クトを開いてデータを編集出来ます



#### 分析エリアの取り込み







EDS分析を行いたいエリアをAnalysis Station側へ取り込みます

ソフトウェア立ち上げと同時に出てきた 「SSM係数率モニタ」を確認し、cpsの値(X 線の量)を必要な値まで上げるよう、ビーム の加速電圧・スポットサイズを変更します

目安として、スペクトル分析なら5000cps、マッピングなら20000cpsぐらい

加速電圧20kV, SS65ぐらいがベターです。軽元素系主体なら電圧は10kV,15kVがベター

cpsの値が低いとS/N比が悪くなり、ノイズが混じります。 その場合、測定時間を増やす事である程度解消します

フォーカスやコントラストなどを整 えてから「**画像**」アイコンをクリック してSEM像を取り込みます

#### 加速電圧の値について

各元素の各特性X線で励起に必要な加速電圧の 大きさが決まっています。励起出来ていないとEDS 分析出来ないので注意! 励起に必要な加速電圧 については装置の奥に張ってある周期表ポスター を確認して下さい。測定する特性X線のエネルギー の2~3倍程度の加速電圧が良いです。また、加 速電圧の強さは試料の中で電子ビームが透過して 広がるサイズに効いてきます。これは特性X線の発 生領域と同等です。加速電圧が強いと例え点分析 をしていても実際にはその点から深く広くX線を測 定している事になります(平均的には1µmほど)。詳 しくはポスターのCastaingの式を参照下さい

スペクトル分析(収集・定性)



183.840

19.200

Mz Ma Mb Msum VMSU Msum VLLa VLb VLb2 VLb2 VLb2 VLb2 VLb2 VLb2 VLb2

エネルギー

質量吸収係数

1.380 1.774 1.835 2.035 3.548 7.386 8.396 100 45

9.671

11.284

閉じる

69.525 12.100 11.544

0.594

L1 L2 L3 M1 M2 M3 M3 M3 N1 N1 10.207 2.820 2.575 2.281 1.872 1.809

原子量

密度

64 Gd 65 Tb 66 Dy 67 Ho 68 Er 69 Tm 70 Yb 71 Lu 72 Hf 73 To

周期表の「ラベル」アイコンで、選択した元素の特 性x線のラベリング選択が出来ます。全ての種類 の特性X線がラベル付けされていないので、必要に 応じて変更して下さい。特に強度の小さいピークは ラベルを付けないようになっているので不明な微小 ピークがあったらここを確認した方がいいです

スペクトル分析(同定・定量)



スペクトルウィンドウ左下のアイコン 類でスケールを変更出来ます

自動定性では判別がつかない微 小なピークについては自分でピー ク同定を行う必要があります



不明なピークの位置をマウス クリックして十字カーソルを呼 び出し、「同定」アイコンをクリッ クするとピークのエネルギー位 置に特性X線を持つ元素の候 補テーブルが現れます

元素を選んで登録すると定性 結果として登録されます

「定量」アイコンで定性した元素の相対定量値の結果を確認出来ます。確認出来たら「了解」をクリックし、スペクトルウィンドウを閉じる際に変更を保存すると定量結果がデータとして登録されます



#### スペクトル分析(保存・条件)

		>	
イル名(N):	無題.emsa	保存(S)	9.0(
イルの種類(T):	EMSA/MAS Format(*.emsa)	キャンセル	
1 000	EMSA/MAS Format(*.emsa) EMF Format(*.emf)	//	
	JPG Format(*.jpg) CSV Format(*.csv)		

				-¦- 003	- 200	um	+ 00	4		
		<			200	/ Jann		£2.≣PU	50	- V
3 (tal.)				🔹 🤞 (tal.)						▼ 設定
ファイル名	タイプ	キーワード	更新日時		0	Mg	Si	K	Ca	合計等量約
间 視野000_000000	IMG1	IMG1	2017年10月							
4,視野000_000000	EDS	EDS	2017年10月		43.42	3.16	31.06	15.29	7.08	100.00
4,視野000_000000	EDS	EDS	2017年10月		43.49	3.11	31.17	15.17	7.06	100.00
4, 視野000_000000	EDS	EDS, SEQ	2017年10月	001	44.10	3.14	31.93	13.71	7.12	100.00
4. 視野000_000000	EDS	EDS, SEQ	2017年10月	002	44.11	3.08	31.96	13.62	7.23	100.00
4_,視野000_000000	EDS	EDS, SEQ	2017年10月	003	44.05	3.10	31.89	13.81	7.14	100.00
4_; 視野000_000000	EDS	EDS, SEQ	2017年10月	004	44.12	3.09	31.99	13.69	7.11	100.00
- 視野000_000000	EDS	EDS, SEQ	2017年10月	005	44.07	3.06	31.92	13.72	7.22	100.00
質量	<b></b> ≣%	ó <i>,</i>	子	%t	١. L	遅・	べ	ま	f	

サンブル 2017F000 視5F		自加画像取得(G 双集(S) たビ快(D) を送入析(Q) たサアッゴスペク 二子解析(D) と新(L)	) 			<sup>変重</sup> C 自動 ZAF注 分類 OBase (	( )簡易定 スペクト	<ul> <li>手動</li> <li>量/単体</li> <li>ルで検索</li> </ul>	s []	<b>周期律表</b> 定量条件 分類条件		+ 002	
		リルアイ作成。 P正(5) 制定条件設定(5) 計条件設定(2) 計条件設定(2) 能化物の表(2) - Factorのテーブ, 周期表(5)	2) 1) 1/(K)		- <b>対象</b>	• <b>全て</b> ≑−ワ−	ē ;	○ 選択	C	再開		+ 004 8	2¥f0
9									1010-0				
(al)	/-1	l+	THE COM	1.00		01	01	-	eil	Ant/AP Bat	1 43884/2	1 SEM	
(なし) アイル名 タ	17	キーワード   MQ1	更新日時 2017年10日	3%		c	0	AI	Si	승計(質量%)		積度	
(なし)  アイル名   タ  現野000_000000.   M	イプ G1	キーワード IMG1	更新日時 2017年10月。 2019年12月	J-F		C	0	AI	Si	合計(質量%)	分類名	積度	
(なし) マイル名 タ 視野000_000000 IM 視野000_000000 EI お野1000_000000 EI	15 161	キーワード IMG1 EDS EDS	更新日時 2017年10月。 2019年12月 2019年12月	37		C 10.76 10.67	0 46.00 45.89	AI 022 0.19	Si 43.02 43.24	合計(質量%) 100.00 100.00		積度	
(なし) マイル名 多 現野7000_000000. IM 現野7000_000000. E1 現野7000_000000. E1 現野7000_000000. E1	イプ 1G1 1G 1G	キーワード MG1 EDS EDS EDS、SEQ	更新日時 2017年10月。 2019年12月 2019年12月。 2019年12月。	×モ 001		C 10.76 10.67 8.94	0 46.00 45.89 46.47	AI 0.22 0.19 0.14	Si 48.02 43.24 44.45	合計(質量%) 100.00 100.00 100.00		積度	
(なし、) アイル名 多 現野7000_000000. E 現野7000_000000. E 現野7000_000000. E 現野7000_000000. E 現野7000_000000. E	イプ 1G1 1S 1S 1S	キーワード MG1 EDS EDS EDS SE0 EDS SE0	更新日時 2017年10月。 2019年12月。 2019年12月。 2019年12月 2019年12月。	メモ 001 002		C 10.76 10.67 8.94 10.11	0 46.00 45.89 46.47 45.10	Al 0.22 0.19 0.14 0.17	Si 48.02 48.24 44.45 44.62	合計(質量%) 100.00 100.00 100.00 100.00		積度	
(なし) デイル名 タ 注見57000_000000	47 1G1 15 15 15 15	キーワード MG1 EDS EDS SEQ EDS SEQ EDS SEQ EDS SEQ	更新日時 2017年10月。 2019年12月。 2019年12月。 2019年12月。 2019年12月。 2019年12月。	メモ 001 002 003		C 10.76 10.67 8.94 10.11 9.70	0 46.00 45.89 46.47 45.10 46.50	Al 0.22 0.19 0.14 0.17 0.19	Si 43.02 43.24 44.45 44.62 43.61	合計(質量%) 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00	」   分類名	積度	
(パコレ) 〒イル名: タ 1857000_0000000. E0 1857000_000000. E0 1857000_000000. E0 1857000_000000. E0 1857000_000000. E0	17 161 16 16 16 16 16 16	+-7-F MG1 EDS EDS EDS,SE0 EDS,SE0 EDS,SE0 EDS,SE0 EDS,SE0	更新日時           2017年10月。           2019年12月。           2019年12月。           2019年12月。           2019年12月。           2019年12月。           2019年12月。           2019年12月。           2019年12月。	メモ 001 002 003 004		C 10.76 10.67 8.94 10.11 9.70 8.02	0 46.00 45.89 46.47 45.10 46.50 46.46	Al 0.22 0.19 0.14 0.17 0.19 0.18	Si 43.02 43.24 44.45 44.62 43.61 45.34	合計(質量%) 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00		積度	
(なし、)         クロークション           オ目生下のの0,000000.         日日           オ目生下の0,000000.         日日           オ目生下の0,000000.         日日           オ目生下の0,000000.         日日           オ目生下の0,000000.         日日           オ目生デムの0,000000.         日日           オ目生デムの0,000000.         日日           オ目生デムの0,000000.         日日           オ目生デムの0,000000.         日日           オ目         日           オ目         日           オ目         日           オ目         日           オ目         日           オ目         日           オ目         日	イブ 161 15 15 15 15 15 15	キーワード MG1 EDS EDS EDS SE0 EDS SE0 EDS SE0 EDS SE0 EDS SE0	更新日時           2017年10月.           2019年12月.           2019年12月.	メモ 001 002 003 004 005		C   10.76 10.67 8.94 10.11 9.70 8.02 9.44	0 46.00 45.89 46.47 45.10 40.50 46.48 45.59	AI 0.22 0.19 0.14 0.17 0.19 0.18 0.21	Si 43.02 43.24 44,45 44,62 43,61 45,34 44,65	合計(質量%) 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00	」 分類名	精度	

スペクトルウィンドウ内のメ ニューの**ファイル→エキスポー** トでファイルタイプ.csv選択でグ ラフデータを出力出来ます

スペクトルデータは取込画像 に紐付けされ、画像を選択した 時の下のリストに置かれます。 定量結果もリストに出ます。表 示形式はリスト上の設定ボタン から変更可能です

リストから複数のスペクトルデー タを選んで分析メニューから分析 を選ぶと、一度に複数のスペクト ルの定量を行う事が出来ます また、リストから複数のスペクト ルデータを選び、右クリックメ ニューから比較表示をクリックす ると、複数のスペクトルが表示出 来ます





#### スペクトル分析(保存・条件)



周期表

•

•

▼ )秒

C 前後

T3

10

512×384

0.5 msec.

☑ IMG1

IMG2

□ 作成

27分51秒

○ OFF ○ ON 60

0K

ブローブトラッキング

3×3

スペクトル測定

T3

60

面像

1024×768

☑ IMG1

T IMG:

ライコシカ

唐

連続分析

517%14

0なし

▼

•

•

•

•

30

元素マッピング

•

•

線分析

エントレス

1.0 msec

▼ 秒間隔

キャンセル

T3

▼ 秒

C 前後

Ŧ

•

EX.

冬件

測定条件

PHAモード ----

ブリセット値 --

照射電流測定

PHAモード ----

面素数

ブリセット -

画像 ----

イーグルアイ

強度グラフ

予想収集時間

▶ 測定結果を自動保存する

□ 画像取得時にACBを適用 ▼ ライブタイムスキャンを使用

デュエルタイム

ブリセット ---

スペクトルウィンドウの確認をク リックすると、スペクトル測定時の SEM像、スペクトル画像、定量結果 が一枚のレポートにまとまったウィ ンドウが表示されます そのウィンドウ内の「エクスポート」 からWord, PowerPointを選択すると その形式でデータが出力されます 比較表示を使用すれば一度に複

3000ポートを出力出来ます 数のレポートを出力出来ます

> マッピングデータの場合はマッピングウィン ドウメニューから分析→スペクトル表示でスペ クトルウィンドウを出し、確認をクリックすると マッピング画像、スペクトル画像、定量結果が レポートにまとまります

「条件」アイコンでスペクトル測定 の積算時間を変更出来ます。X線の 強度が小さい時は長く設定します

> S/N比は積算時間のルート倍で向上します。 時間4倍でS/N比は2倍。時間4倍でS/N比は2倍 向上します。ただしどんなにS/N比を上げても 0.1atm%程度がピークの検出限界です

条件ではその他、連続分析の積算時間や取 込画像・元素マッピングの画素数、マッピングの 積算回数、プローブトラッキングの間隔など 色々変更出来ます。変更した場合は終了時に 元のパラメータに戻して下さい

連続分析



「連続」アイコンでは点分析、エリア分析、ラ イン分析を連続で自動取得する事が出来ます スペクトルウィンドウを閉じないと選べません

> ツールから種類を選択し、取込画像 から適当な分析位置を指定します

測定が長時間に及ぶ or 画像の倍率 が高い場合は、プローブトラッキングを 有効にしておくと試料の位置ズレに対 応出来ます

> プローブトラッキングとはEDS測定中にある一定間 隔でSEM像を取込み、元の取込画像と比較して位置 ズレがあった場合にステージを動かさずビームをシ フトさせて元の位置に修正する機能です。利用する には、1.予め「シフトリセット」アイコンを押してから SEM画像を取り込んでおく(SEMマニュアル参照)。以 降、マウスドラッグによる位置移動は行わない。2. 「条件」アイコンでプローブトラッキングの間隔を指定 しておく。を行って下さい。大体10μm程度のズレなら 追っかけられます

> 定量にチェックを入れておくと予め周期表で登録した元素の定量も自動で行ってくれて便利です



開始をクリックすると測定が順番に行われます

ライン分析では定量結果
 を、横軸を距離として描く
 事が出来ます。結果を
 SEM像に重ねる事も出来
 ます







「マップ」アイコンでは取込画像領域で各元 素の強度分布を描く事が出来ます

> 「条件」アイコンで予めマッピング回数やピクセル数を設定し ておいて下さい



マッピングをスタートすると周 期表に予め登録されていた元 素のマッピングが行われます。 マッピングする元素を追加した い場合は周期表で登録し(ピン ク色にする)、「再生」アイコンを クリックします

モ示(V) ツール(T)





マッピングが行われるのと同時に2つのスペ クトルウィンドウでスペクトル収集が行われま す。一つは取込画像全体のスペクトル(「収集」 と同じ)です。もう一つは「イーグルアイ」と呼ば れるもので、画像の各ピクセルごとのスペクト ルの重ね合わせ結果になります。イーグルアイ のスペクトルでは一部の微小領域にしか存在 しない元素でもそのピークが全体から埋もれず に現れるので、微小元素の発見に使えます



分析範囲の一部にしか 存在しない元素は画像 全体のスペクトルでは 見つけにくいが、イーグ ルアイのスペクトルでは 見つけやすい

元素マッピング(抽出・ライン)





マッピング測定データから各種の 分析を行う事が出来ます

抽出

ッールを選んで、画像を囲むと、 その領域のスペクトル結果を抽出 して表示します

・ライン

画像上の横方向の強度ラインプ ロファイルを作成します。プロファイ ルを作るライン幅も変更出来ます

> 定量値ではなく、強度値のプロファイルしか 出せません。定量値のプロファイルを作るに は連続でライン測定を行うか、定量マッピング からラインプロファイルを作ります





### 元素マッピング(重複・定量化)



定量補正法	「標準データー
ZAF	○ 簡易定量用 ○ 定量用 □ 100% 規格化
C PRZ	
C Ratio	
0 -r-71 3±/2	表示方法
H41+	○ドット ○ 等高線 □ 平均化
□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□	
◎ 原子%/モル%	○ 高速 ● 高精度
	作成開じる

• 重複

元素ごとにRGBで画の重ね合 わせを行えます。画像は右クリッ クコピーで保存して下さい

 ・ 定量マップ
 強度マッピングのデータから定量マップに変換します
 マッピングウィンドウメニューから分析 > 定量マップ作成で、作成条件を選択し(マップサイズ、単位など)、作成をクリック 計算に少し時間がかかります

強度マッピング結果はあくまで各元素の メインピークの強度分布なので、1元素で の分布状況は分かりますが、元素間で分 布量を比較する事は出来ません。また、 試料表面の凹凸による信号(特性X線)の 減衰の影響が画像に現れやすいです。定 量マップは信号減衰が多少あっても定量 値を計算してから分布を表現するので信 号減衰の影響は少なくなります。またピー ク被りの影響も定量マップで解消出来る 場合があります



#### その他の機能

τ(N)

Q

確認

<u>î?</u>

VID

ピークを同定する時、「VID」でスペクトルフィッ ティング係数を確認する事で同定した元素が正 しいかどうか数値的に評価出来ます





他には、定性元素の組で 作られる合成スペクトルと 実測スペクトルとの残差成 分を表示する事が出来、こ れを見る事で定性の失敗や、 定性し損なっているものを 発見しやすくなります



ピークが被っていると、簡易定量が上手く行かない場合があります。「周期表」で線種をかぶっていない別の線種に変えて 定量計算したり、強度マップの作り直しをする事が出来ます



測起案件		~
PHAモード ブリセット ブリセット値 照射電流測定	スペクトル測定	i建続分析 T3 万/73/ム - 約 の - 4 前後 C びし C 前 C 前:
	- 画像	元素マッピング 線分析
PHAモード		
画素数	1024×768 💌	512×384
プリセット	高速1フレーム ▼	10 • IVN°VX •
デュエルタイム		0.5 msec. 💌 1.0 msec. 💌
画像	IMG1 IMG2	IMG1     IMG2
イーグルアイ		3×3
強度グラフ		广 作55、
予想収集時間		27分51秒
<ul> <li>✓ 測定結果を自</li> <li>□ 画像取得時に</li> <li>□ ライブタイムご</li> </ul>	目動保存する CACBを適用 スキャンを使用	ローブトラッキング COFF © ON 60 - 秒間隔
		OK キャンセル

元素マッピングでX線カウントが稼げない場合、「条件」でPHAモードをT3からT1
 に変える事で強度を高く測定出来ます。
 ただし分解能が落ちるのでNa以降の元素分析で使用して下さい。
 使用後必ず元に戻して下さい

### EDS分析終了手順

測定条件				×		
PHAモード ブリセット ブリセット値 照射電流測定	スペクトル測定 T3 ・ ライフやイム ・ 60 ・ 5 C なし C 前 C	秒 〕前後	連続分析  T3  ライフ <sup>®</sup> タイル  30  C なし	所 ▲ ▼ ▼ 秒 C前 C前後		
PHAモード	─画像────	- 元素マッヒ   T3	<u>^</u> ンダー	線分析 		
画素数	1024×768 💌	512×384	-			
プリセット	高速1フレーム ▼	10	-	エント・レス 💌		
デュエルタイム		0.5 msec	). 💌	1.0 msec. 💌		
画像	IMG1 IMG2	IMG1 IMG2				
イーグルアイ		3×3	-			
強度グラフ		□ 作成				
予想収集時間		27分5	11秒			
<ul> <li>▼ 測定結果を自動保存する</li> <li>ブローブトラッキング</li> <li>□ 画像取得時にACBを適用</li> <li>○ OFF ○ ON 60 ▼ 秒間隔</li> <li>○ ライブタイムスキャンを使用</li> </ul>						
			OK	キャンセル		
この設	定に戻し	て下	さい			

- 「条件」アイコンで変更した各パ ラメータなどを元に戻して下さい
  プロジェクトの保存を行う
  「Analysis station」を終了
  EDSの電源をOff
- SEMの終了方法については 「SEM簡易マニュアル」を参照し て下さい

#### 補足

・ピーク被りについて

良くピーク被りする元素例です。この組み合わせが存在している場合は自動定 性するだけでなく、VIDを使用して自分でもピークを良く確認してみてください。定性 が間違っている場合があります

EDe

Ca-Kα (3.690KeV)	K-Kβ (3.589KeV)
and the state of the second	Sb-Lα(3.604KeV)
	Te-Lα (3.769KeV)
and the second second	Sn-LB (3.662KeV)
Sc-Ka (4.088KeV)	$Ca - K\beta (4.012 KeV)$
$Ti - K\alpha(4.508 KeV)$	Ba-Lα(4.465KeV)
and the same president of the second state	$La - L\alpha (4.650 \text{KeV})$
V-K a (4.949KeV)	Ti-Kβ (4.931KeV)
$Cr-K\alpha$ (5.411KeV)	$V-K\beta$ (5.426KeV)
$Mn - K\alpha (5.894 KeV)$	Cr-KB (5.946KeV)
$Fe - K\alpha (6.398 KeV)$	Mn-KB (6.489KeV)
$C_0 - K \alpha (6.924 K_0 V)$	Fe-KB (7.057KeV)
$Ni-K\alpha$ (7.471KeV)	$C_0 - K\beta (7.648 \text{KeV})$
Cu-Kα (8.040KeV)	Ni-KB(8.263KeV)
Zn-Kα (8.630KeV)	$Cu-K\beta$ (8.904KeV)
Se-La (1.379KeV)	W-Mz(1.380KeV)
$Tb - M\alpha (1.240 KeV)$	As-La(1.282KeV)

Na-Kα (1.041KeV)	$Cu - L\alpha (0.930 \text{KeV})$ Zn - L $\alpha (1.012 \text{KeV})$
Mg—Κα(1253KeV)	Ge-Lα(1.188KeV) As-Lα(1.282KeV) Tb-Mα(1.24KeV)
$AI - K\alpha (1.486 KeV)$	Br-La (1.48KeV)
Si—Kα (1.739KeV)	Rb-Lα (1.694KeV) Sr-Lα (1.806KeV) Ta-Mα (1.709KeV) W-Mα (1.774KeV)
Ρ-Κα(2.013KeV)	$Zr - L\alpha (2.042 KeV)$ Ir - Ma (1.977 KeV) Pt - Ma (2.048 KeV) Au - Ma (2.120 KeV) W - Ma (2.035 KeV)
S-Ka(2.307KeV)	Mo-Lα (2.293KeV) Pb-Mα (2.342KeV) Bi-Mα (2.419KeV)
G-Kα (2.621KeV)	Ru-L $\alpha$ (2.558KeV) Rh-L $\alpha$ (2.696KeV)
K-Kα(3.312KeV)	In-Lα (3.286KeV) Cd-Lβ (3.316KeV)

#### 補足

・定量値について

本装置で例えばEPMA用標準試料の「GaP」と「CaSiO3」を各加速電圧で測定すると、このようなatm%の比になります

	5kV	10kV	15kV	20kV	25kV
Ga:P	Ga出ない	46(L線):54	47:53	47:53	49:51
Ca : Si	38:62	50:50	49:51	49:51	54:46

本装置のEDSではZAF法を用いて試料組成によるX線の相対強度の影響を、 またソフトウェア内の標準データを参照して加速電圧の違いによる影響を補正 しています。しかしそれでも定量値にズレが生じてくる訳ですが、特定の加速電 圧でそのズレが最小に留まります(上記赤色のところ)。本装置の半定量法で 最善を尽くすならば、試料組成と同等の標準試料(組成既知)を用意して測定し、 もっともズレの少ない加速電圧の条件を見つけて、その加速電圧でもって試料 の測定を試みてください。と言っても絶対定量が行えるEPMAや試料全体を測 定出来るXRFなどの方がEDSよりずっと真っ当な定量が行えるので、細かく定量 値を評価するなら分析装置から吟味された方がいいです。なお、加速電圧の影 響を補正する標準データは10kV,15kV,20kVにしか用意がないため、基本的に他 の加速電圧でEDS測定をすると補正が悪くなります

ZAF補正法は基本的に測定箇所(X線発生領域)が均一な組成であり、表面が 平坦である事を前提にしています。測定箇所の組織が不均一(層状だったり、 局所的な構造物があるなど)であったり、表面に傷や傾きがあるという場合には 正確な補正は出来ず、正しい定量値が出ません

・吸収効果について

特にマッピングでは検出器と試料の位置関係が分析結果に影響を及ぼす場合があります。とあるX線の試料内での脱出進路上にそのX線を良く吸収しやすい組成の構造物があると信号が減衰し、本来の量より小さく見積もられる場合があります。心配な場合はステージローテーションを回して真逆の向きから測定する事で吸収の影響を確認または解消出来る場合があります。

特性X線は基本的に軽元素ほど吸収されやすいです。また周期表の隣の元素に吸収されやすいです。ZAF法でこの吸収効果は補正しますが、元素の定性が出来ていないとZAF補正に組み入れる事が出来ないので注意して下さい