



医薬品・化粧品・食品分析のためのXRFの基礎： ppmレベル分析の信頼性を高める測定・解析テクニック

2026年9月4日

株式会社リガク アプリケーションラボ

杉山 彩代



蛍光X線分析法（XRF）の活用領域

- 工業分野ではすでに広く活用
- 薬局方・食品添加物公定法への収載が検討されている
- 医薬、化粧品、食品分析での活用拡大が期待されている

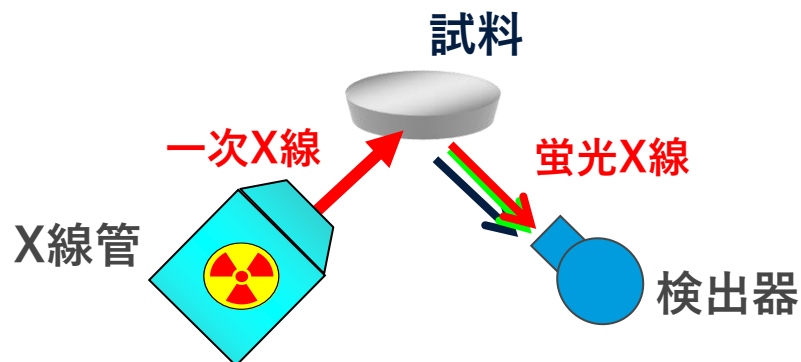
本セミナーでは、、、

- 良い分析値を得るためのコツ（主成分・微量成分）
- 原理に基づく測定条件の設定方法
- よくあるご質問にお答えします！

蛍光X線分析とは？

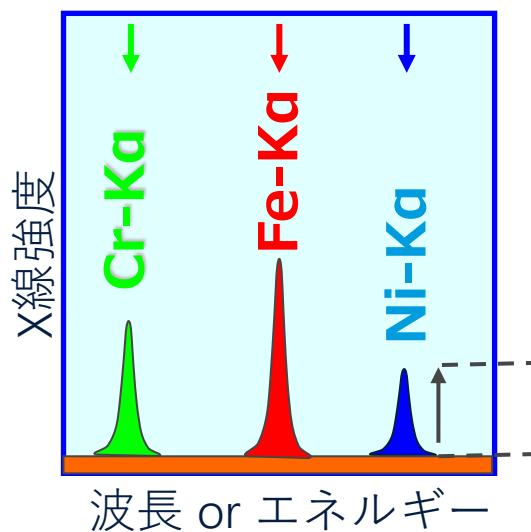
蛍光X線分析装置

一般的なエネルギー分散型蛍光X線分析装置の光学系



特長

- 迅速に全元素分析
- 非接触，非破壊
- 固体，液体，粉体いずれの状態でも分析可能
- そのままの状態でもppm～100 %が分析可能



定性分析

どの元素が含まれているか

定量分析

どれくらい含まれているか

スタンダードレスFP法

検量線法

どう測定する？

- XRFでは、試料をそのまま測定可能！
- 試料は装置に非接触なので、装置への残留なし！



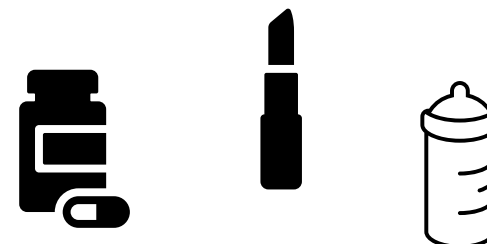
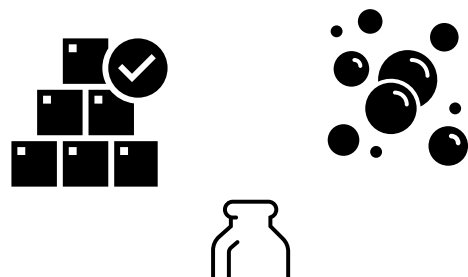
医薬品・化粧品・食品分析におけるXRF活用例

原料受入

製造工程

(配合、反応、精製)

製品



主成分：高濃度領域

☑組成の確認

☑配合量の確認

☑食品中のミネラル量

☑有害不純物のスクリーニング

☑触媒除去の確認

☑ロット間のばらつき確認

微量成分：低濃度領域

☑有害不純物のスクリーニング

高濃度領域（数10 ppm～数10%）

XRFだからこそ測定可能な領域

この領域におけるXRFの課題

- 標準試料の準備が難しい
→ 検量線法が使えない

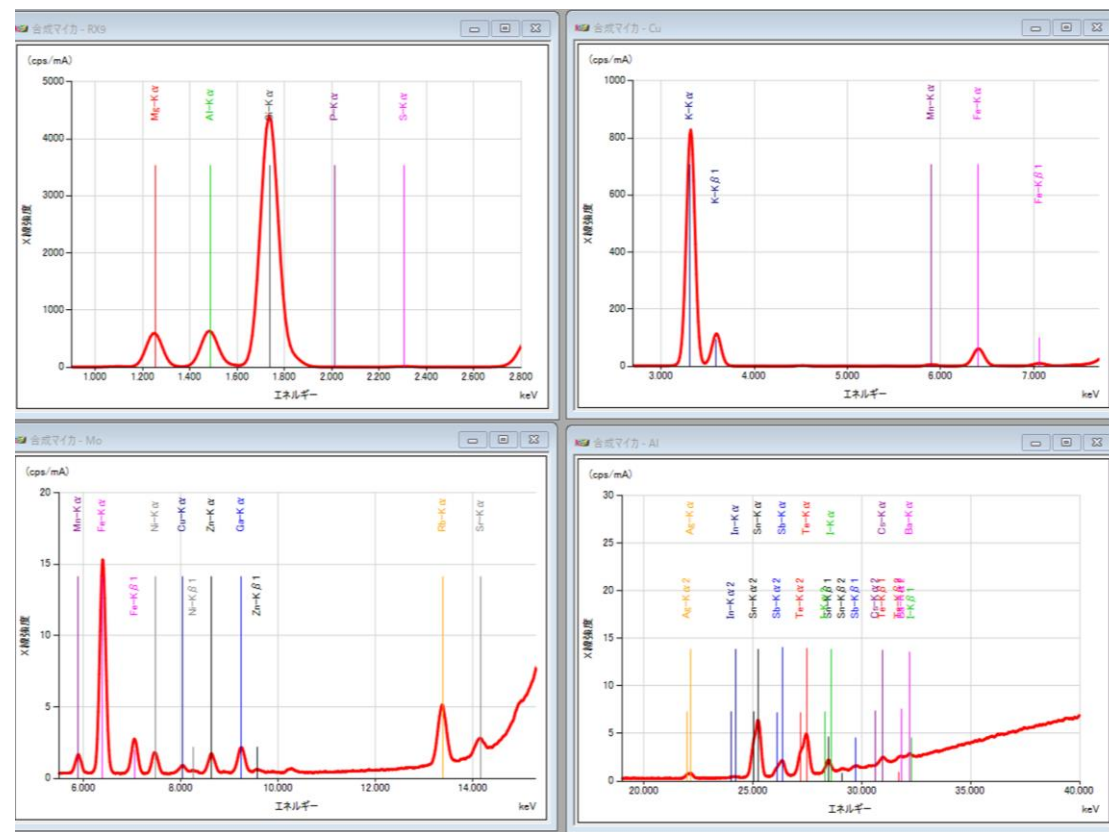


スタンダードレスFP法

スタンダードレスFP法（SQX分析）

➤ 標準試料なしで、理論計算

- 全元素の定性分析
- 測定強度と感度ライブラリから一次含有率を算出
- 理論強度から含有率を推定
- 合計含有率を100 mass%に規格化
- 値が収束するまで繰り返す



高濃度領域の主成分スクリーニング分析（無機酸化物）

■ 測定試料

- タルク

■ 測定目的

- 組成確認

■ 試料調製法

- ルースパウダー法

■ 装置

- エネルギー分散型蛍光X線分析装置 NEX CG II+

■ 測定方法

- スタンダードレスFP分析（Na～U）
- 主成分から微成分を測定

原料受入を想定

医薬）賦形剤、外用薬基材

化粧）フェイスパウダー、アイシャドウ

食品）固結防止剤



NEX CG II+



高濃度領域の主成分スクリーニング分析（結果）

単位：mass%

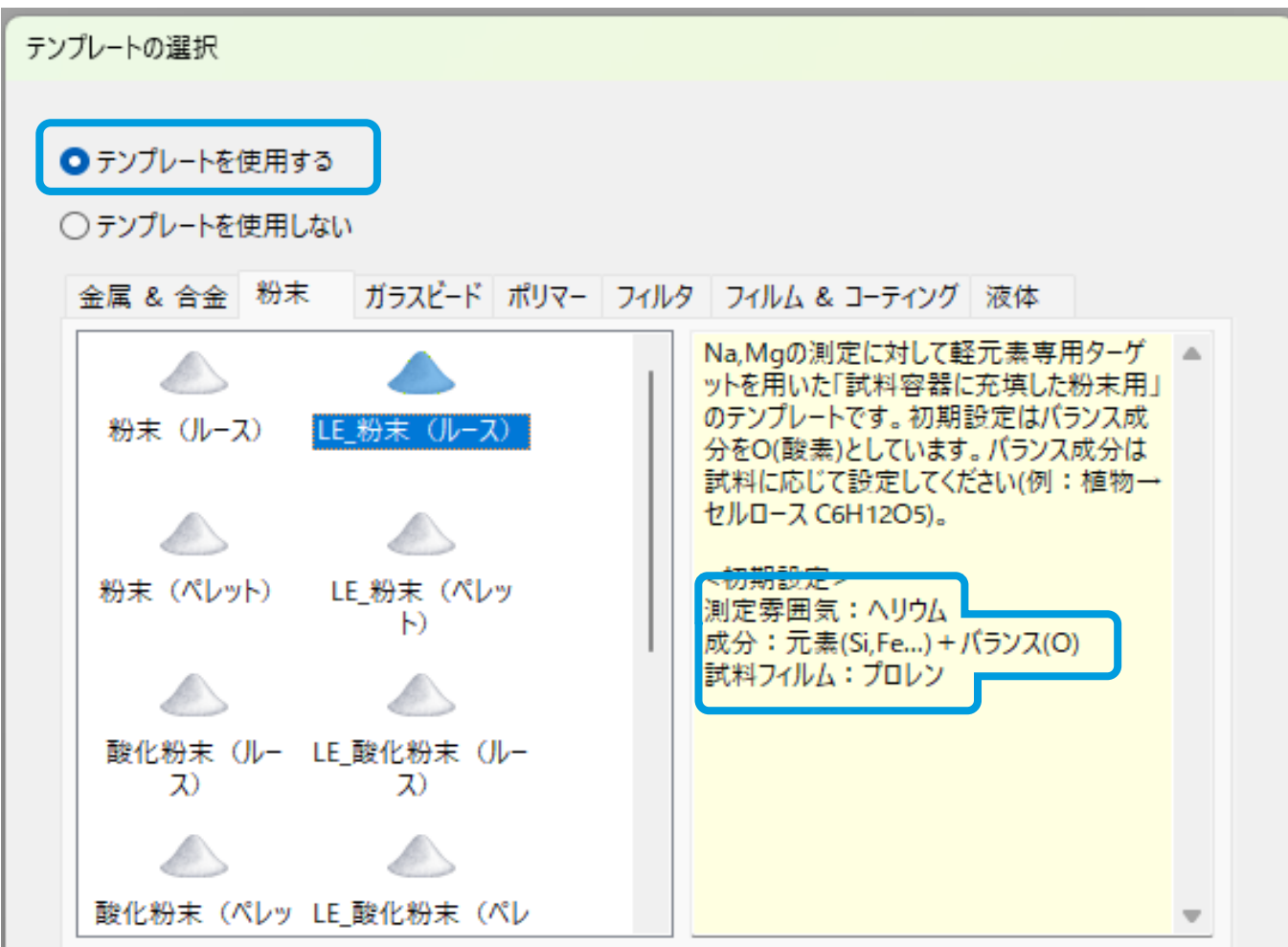
	期待値	分析値
マグネシウム（Mg）	19	18.8
ケイ素（Si）	30	31.1
酸素（O）	51	49.4

タルク（食品添加物グレード）の分析値

無機化合物の3つのポイント

- ① テンプレートの選択
- ② バランス成分を設定
- ③ 分析用フィルムの選択

ポイント① テンプレートの選択



■ 測定条件

- 測定雰囲気
- 測定成分 + バランス成分
- フィルムの有無

テンプレートには、推奨条件が入力されています

ポイント② バランス成分を設定

成分選択

追加成分
☒ 元素 ☐ 酸化物 ☐ 化合物

Mg-U Cd,Pb,Cr,Hg,Br

周期表: H, He, Li, Be, Na, Mg, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, Br, Kr, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd, In, Sn, Sb, Te, I, Xe, Cs, Ba, LA, Hf, Ta, W, Re, Os, Ir, Pt, Au, Hg, Tl, Pb, Bi, Po, At, Rn, Fr, Ra, AC, LA, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, AC, Ac, Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm

主に使用する単位: mass%

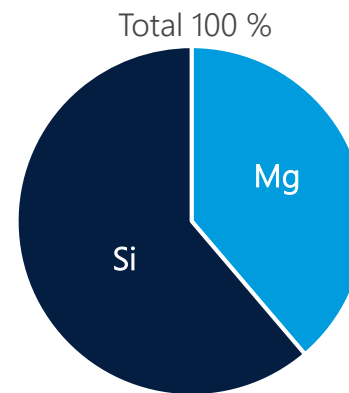
成分	タイプ
37 Te	分析(FP法)
38 I	分析(FP法)
39 Os	分析(FP法)
40 Ba	分析(FP法)
41 La	分析(FP法)
42 Ce	分析(FP法)
43 Pr	分析(FP法)
44 Nd	分析(FP法)
45 Sm	分析(FP法)
46 Dy	分析(FP法)
47 Hf	分析(FP法)
48 Ta	分析(FP法)
49 W	分析(FP法)
50 Ir	分析(FP法)
51 Pt	分析(FP法)
52 Au	分析(FP法)
53 Hg	分析(FP法)
54 Tl	分析(FP法)
55 Pb	分析(FP法)
56 Bi	分析(FP法)
57 Th	分析(FP法)
58 U	分析(FP法)
59 O	バランス

試料モデル
☒ バルク ☐ 薄膜

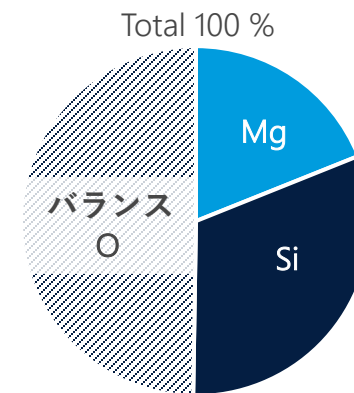
☐ 非測定成分を推定する フラックス...

次へ キャンセル

バランス成分 = 測定できない成分
 無機酸化物の場合 → 酸素 (O)

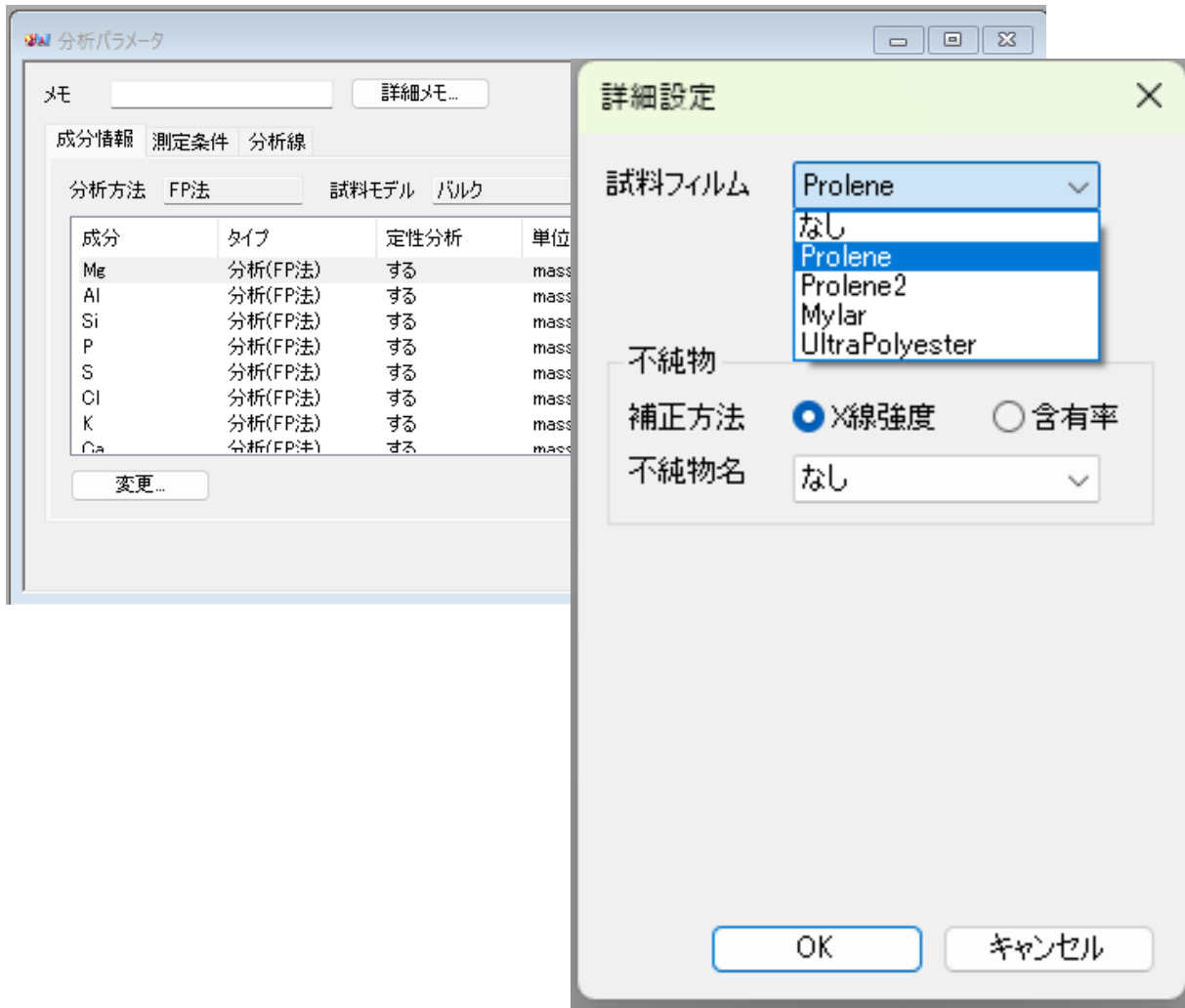


バランス：なし

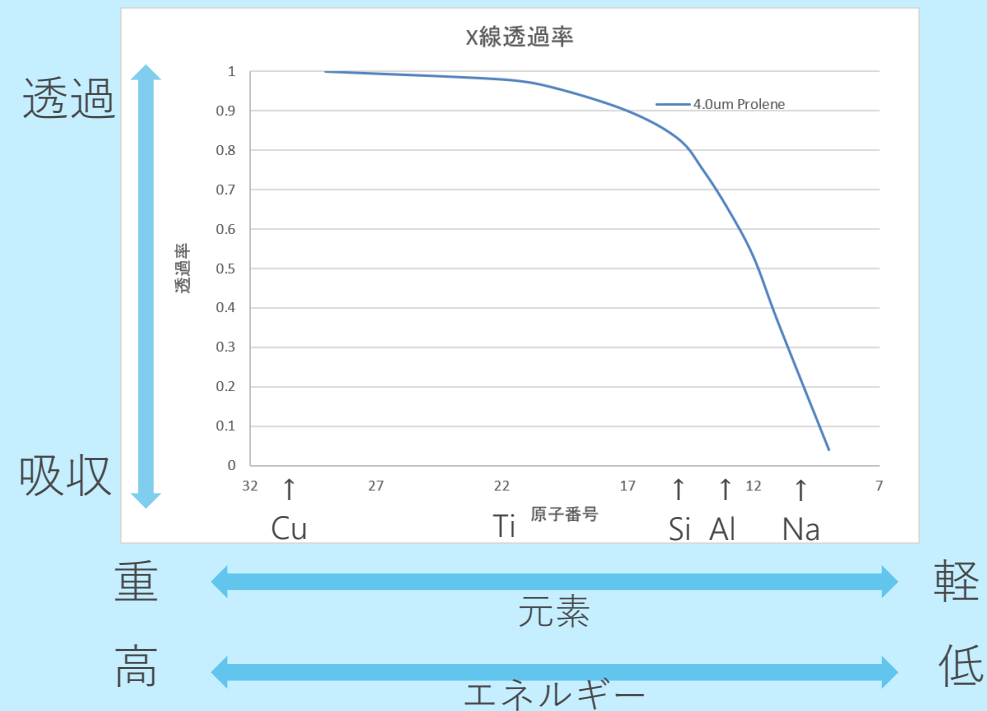


バランス：酸素 (O)

ポイント③ フィルムの選択



元素によってX線の透過率が異なる



原料受入時の主成分スクリーニング分析（結果）

単位：mass%

	期待値	分析値
マグネシウム（Mg）	19	18.8
ケイ素（Si）	30	31.1
酸素（O）	51	49.4

有機物の場合は？？？

- ① テンプレートの選択
- ② 組成に合わせたバランス成分
- ③ 分析用フィルムの選択
- ④ 薄膜モデルを選択（分析深さを考慮）

高濃度領域の不純物スクリーニング分析

有機物

- 測定試料

- 重金属含有セルロース (～60 ppm)

- 測定目的

- 有害元素のスクリーニング

- 試料調製法

- ルースパウダー法

- 装置

- エネルギー分散型蛍光X線分析装置 NEX CG II+

- 測定方法

- スタンダードレスFP分析 (Na～U)
- 主成分から微成分を測定



NEX CG II+



追加ポイント② 組成に合わせたバランス成分を設定

成分選択

追加成分
☒ 元素 ☐ 酸化物 ☐ 化合物

Mg-U Cd,Pb,Cr,Hg,Br

主に使用する単位 mass%

成分	タイプ
43 Pr	分析(FP法)
44 Nd	分析(FP法)
45 Hf	分析(FP法)
46 Ta	分析(FP法)
47 W	分析(FP法)
48 Ir	分析(FP法)
49 Pt	分析(FP法)
50 Au	分析(FP法)
51 Hg	分析(FP法)
52 Tl	分析(FP法)
53 Pb	分析(FP法)
54 Bi	分析(FP法)
55 Th	分析(FP法)
56 U	分析(FP法)
57 C6H10O5	バランス

試料モデル
☐ バルク ☒ 薄膜

☐ 非測定成分を推定する

フラックス...

すべて削除 削除

次へ キャンセル

セルロース (C₆H₁₀O₅)
をバランス成分として設定

追加ポイント④ 薄膜モデルを選択

成分選択

追加成分
☒ 元素 ☐ 酸化物 ☐ 化合物

Mg-U Cd,Pb,Cr,Hg,Br

主に使用する単位 mass%

成分	タイプ
43 Pr	分析(FP法)
44 Nd	分析(FP法)
45 Hf	分析(FP法)
46 Ta	分析(FP法)
47 W	分析(FP法)
48 Ir	分析(FP法)
49 Pt	分析(FP法)
50 Au	分析(FP法)
51 Hg	分析(FP法)
52 Tl	分析(FP法)

試料モデル
☐ バルク ☒ 薄膜

タイプ
☐ 分析(FP法)
☒ 既知

密度
☒ 計算 ☐ 固定

定性分析 しない

単位 mg/cm2

☐ 固定値 663.1456

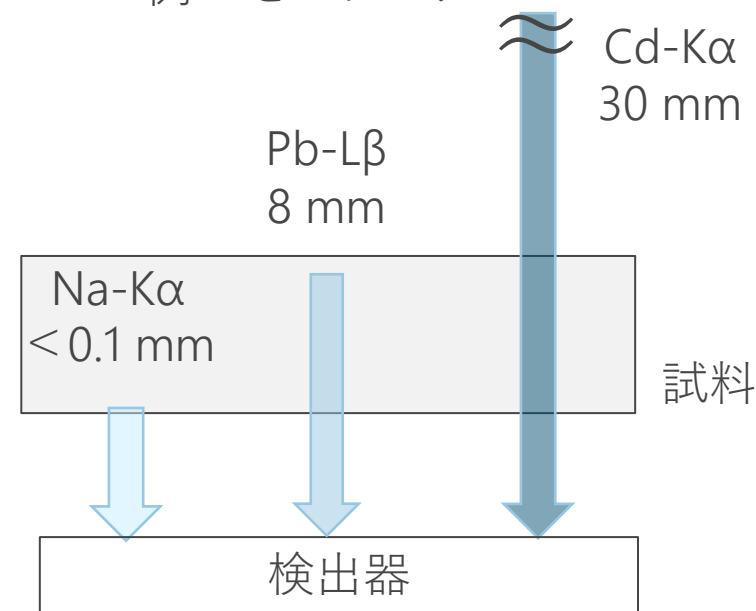
☒ 質量(g) 3

底面サイズ
☐ 直径(mm) 0.00
☐ 面積(mm2) 0.00
☒ セル Chemplex1530

OK キャンセル

<マトリックス：有機物>

例：セルロース



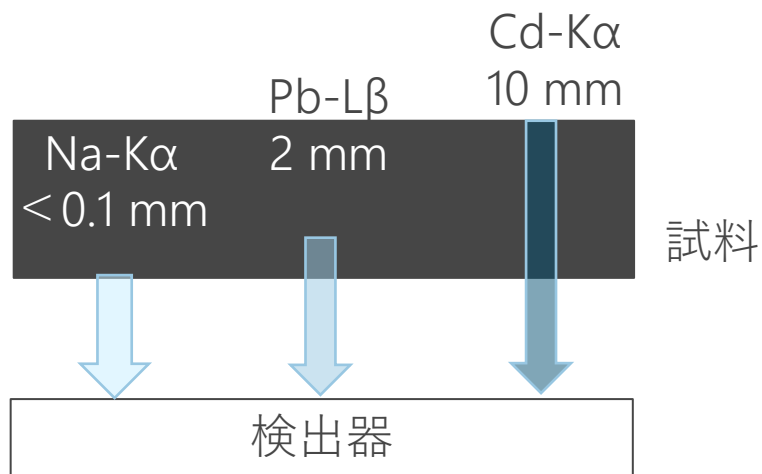
試料厚さによって変化する強度を考慮



どんな時に薄膜モデルを選択？

<マトリックス：無機酸化物>

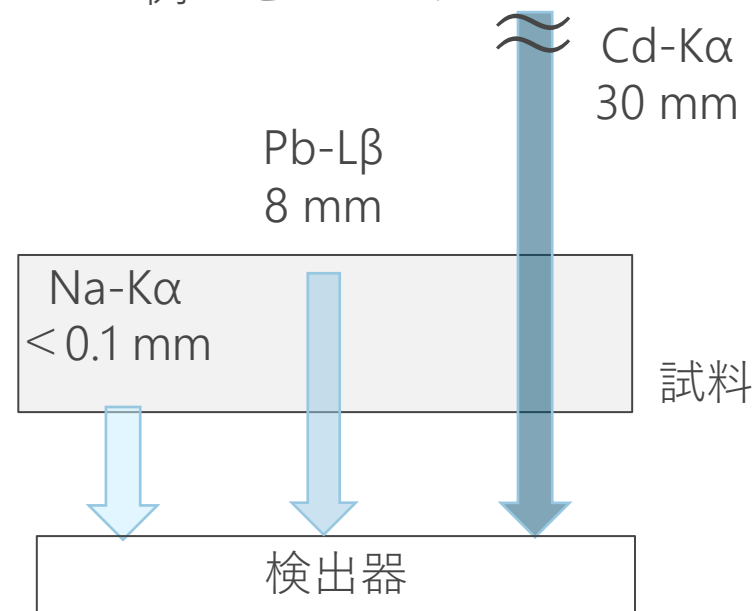
例：タルク



分析深さ < 試料厚さ
強度が試料厚さによらない

<マトリックス：有機物>

例：セルロース



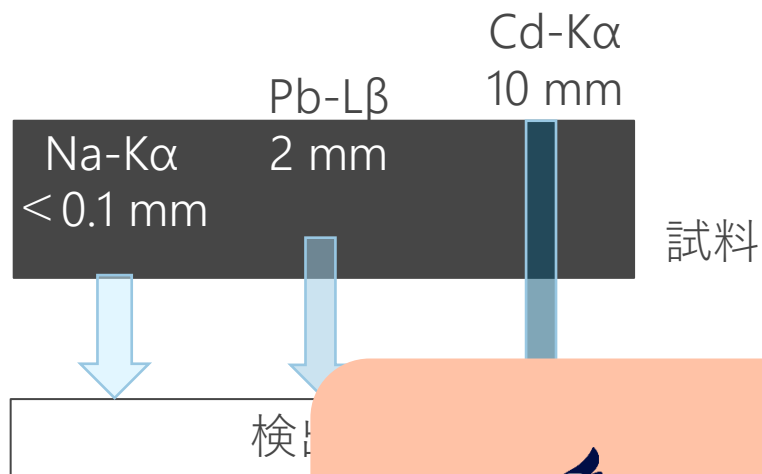
分析深さ > 試料厚さ
強度が試料厚さによって変化する



どんな時に薄膜モデルを選択？

<マトリックス：無機酸化物>

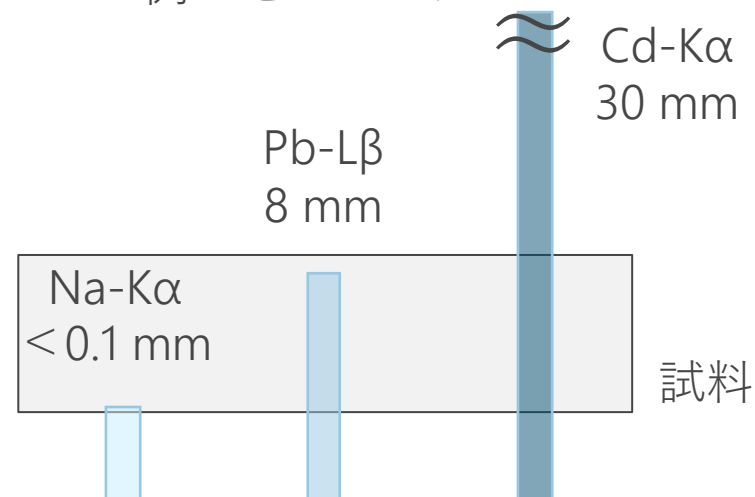
例：タルク



分析深さ
強度が試料厚

<マトリックス：有機物>

例：セルロース



マトリックスが軽元素の時

高濃度領域の不純物スクリーニング分析（結果）

単位：ppm

試料	標準値	分析値
鉄 (Fe)	60	63
ニッケル (Ni)	60	64
水銀 (Hg)	15	15
バナジウム (V)	15	17
ヒ素 (As)	7.5	6.8
カドミウム (Cd)	2.5	1.3
セルロース (C ₆ H ₁₀ O ₅)	—	バランス

- 有機物中の、数10 ppmの定量を行うことができた

マトリックスがわからない時はどうしたらよい？



成分選択

追加分

主に使用する単位 mass%

酸化物 化合物

Cd,Pb,Cr,Hg,Br

詳細設定

試料フィルム Prolene

不純物

補正方法 ☒ X線強度 ☐ 含有率

不純物名 なし

質量(g) 0.50

高さ(mm) 1.90

底面サイズ

☐ 直径(mm) 0.00

☐ 面積(mm²) 0.00

☒ セル Chemplex 1530

OK キャンセル

成分

成分	タイプ
1 Na	分析(FP法)
2 Mg	分析(FP法)
3 Al	分析(FP法)
4 Si	分析(FP法)
5 P	分析(FP法)
6 S	分析(FP法)
7 Cl	分析(FP法)
8 K	分析(FP法)
9 Ca	分析(FP法)
10 Ti	分析(FP法)
11 V	分析(FP法)
12 Cr	分析(FP法)
13 Mn	分析(FP法)
14 Fe	分析(FP法)
15 Co	分析(FP法)

すべて削除 削除

次へ キャンセル

非測定成分を推定する

フラックス...

薄膜

☒ 非測定成分を推定する

■ 散乱線FP法

- 散乱線を用いて平均原子番号を推定し、測定成分の含有率を求める方法
- マトリックスの情報がない場合に有効

■ 仮にCHOをバランスにおく(経験則)



分析結果の確からしさはどう確認したらよい？

測定条件正しく設定できているか確認したい

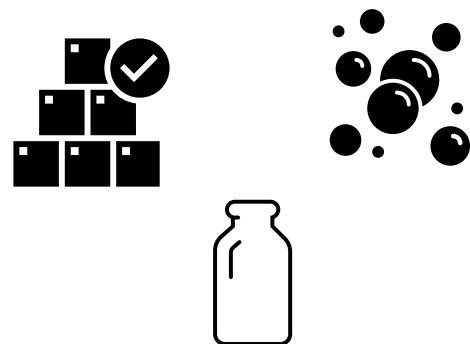


- ICP等の分析値との比較
- 類似マトリックスの標準物質との比較
- 実試料への添加回収試験



医薬品・化粧品・食品分析におけるXRF活用例

原料受入



☑組成の確認

☑有害不純物のスクリーニング

微量成分：低濃度領域、～数 ppm

製造工程

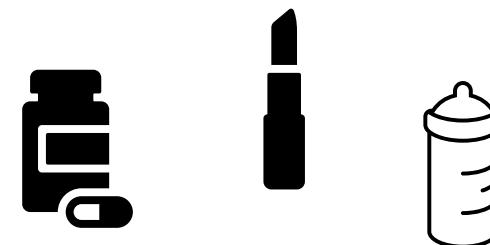
(配合、反応、精製)



☑配合量の確認

☑触媒除去の確認

製品



☑食品中のミネラル量

☑ロット間のばらつき確認

☑有害不純物のスクリーニング

数 ppmレベルにおけるスタンダードレスFP法の限界

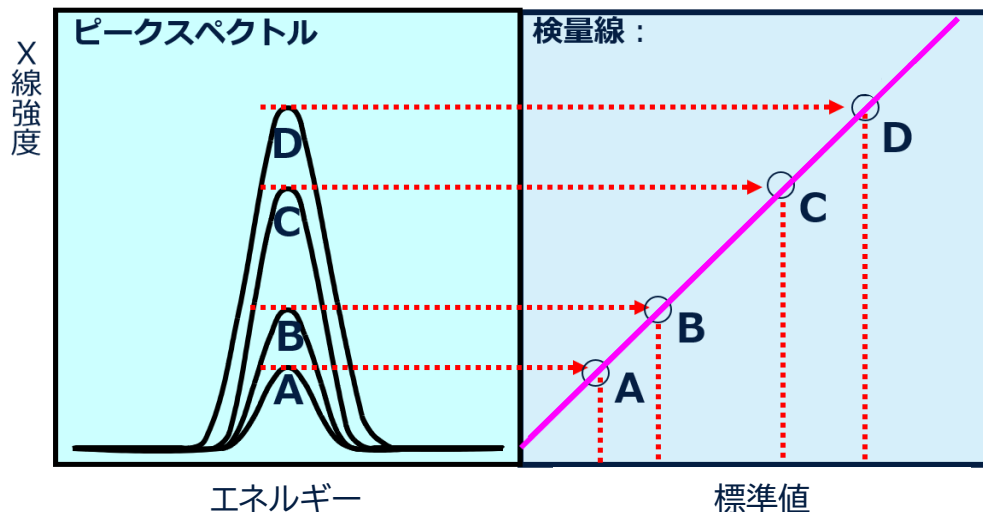
単位：ppm

試料	標準値	分析値
鉄 (Fe)	60	63
ニッケル (Ni)	60	64
水銀 (Hg)	15	15
バナジウム (V)	15	17
ヒ素 (As)	7.5	6.8
カドミウム (Cd)	2.5	1.3
セルロース (C ₆ H ₁₀ O ₅)	—	バランス

正確度が足りない

- 低濃度領域では検量線法がおすすめ

検量線法と検出下限の算出方法



$$W = a \times I + b$$

W : 標準値、分析値
 I : X線強度
 a, b : 検量線定数

■ 検量線に必要なもの

- 標準試料 数点

検出下限 (LLD) の算出式

$$LLD = 3 \times a \times \sigma_{BG}$$

σ_{BG} : バックグラウンドの統計変動

I_{BG} : バックグラウンド強度 (kcps)

a : 検量線勾配

t : 測定時間 (秒)

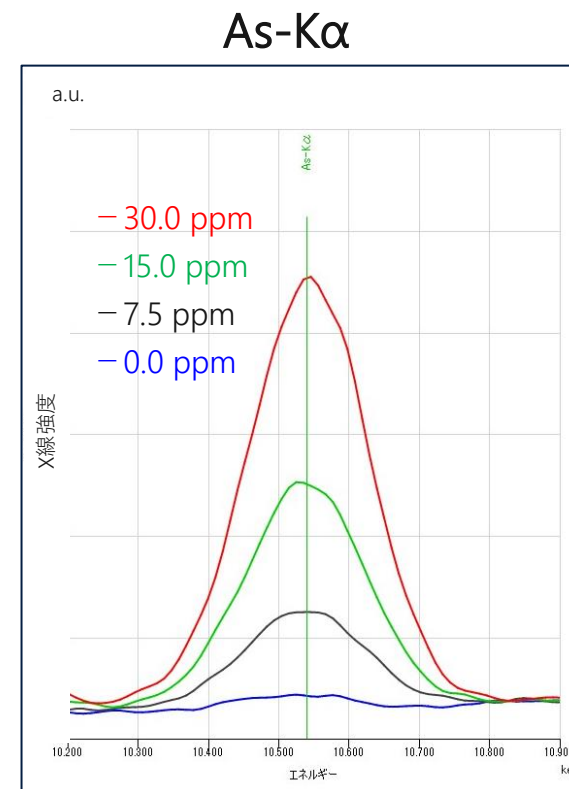
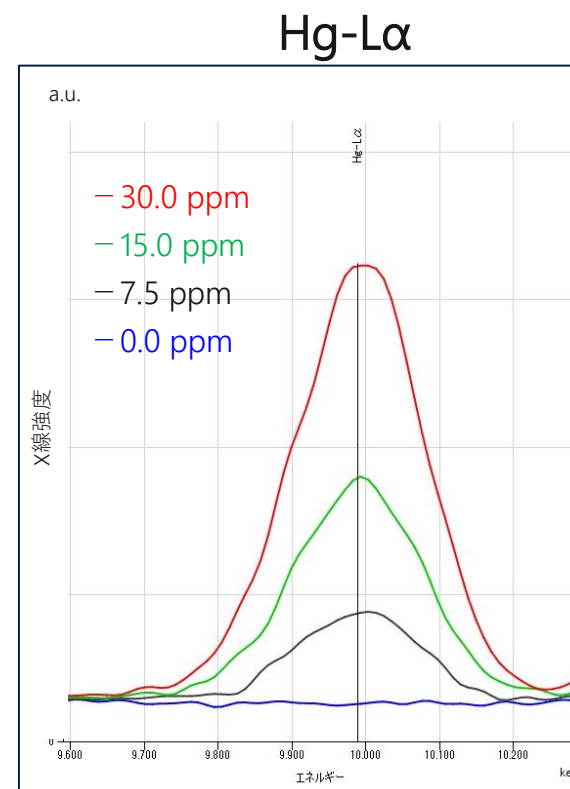
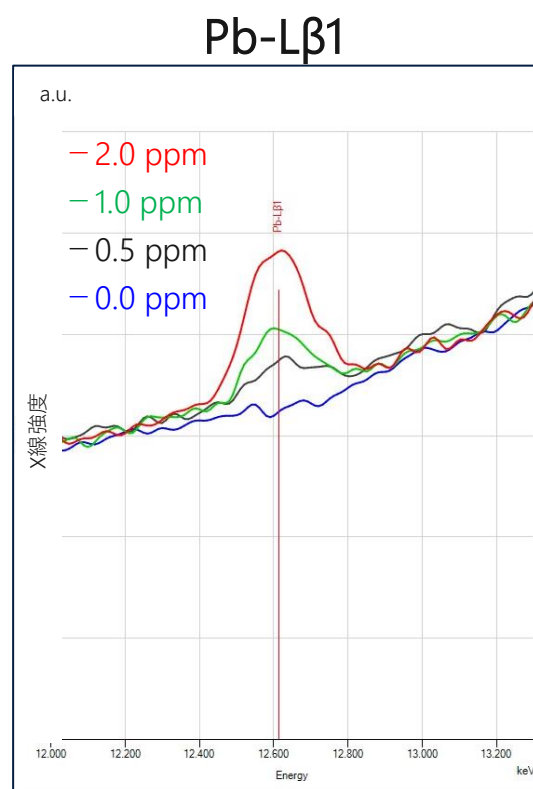
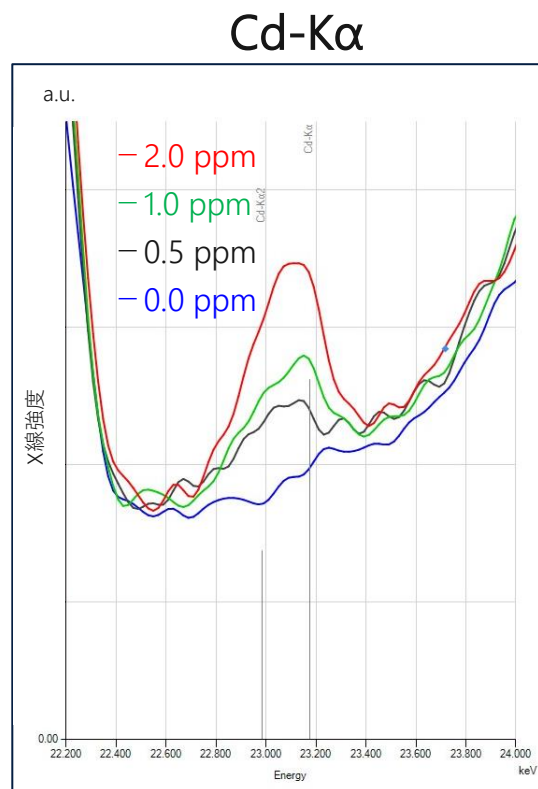
$$\sigma_{BG} = \sqrt{\frac{I_{BG}}{1000 \times t}}$$

■ 検出下限に関連するファクター

- BG強度
- 検量線の傾き
- 測定時間

定性スペクトル (Cd, Pb, Hg, As)

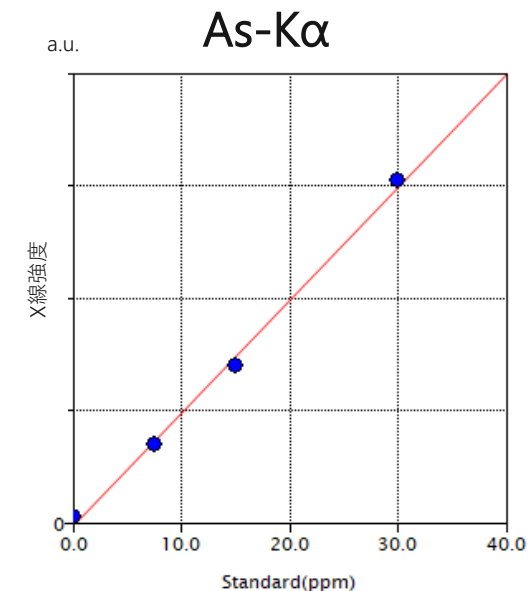
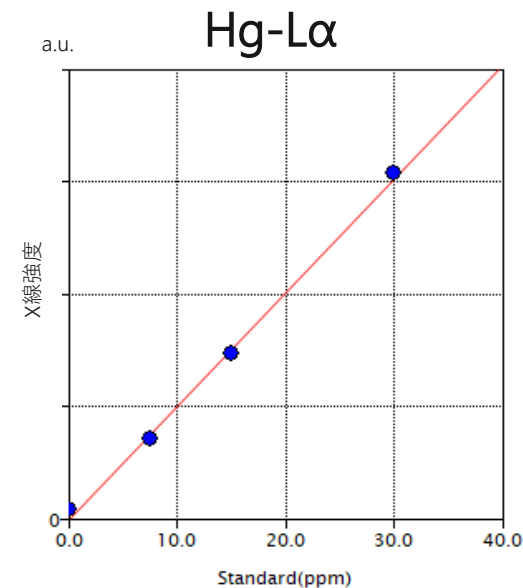
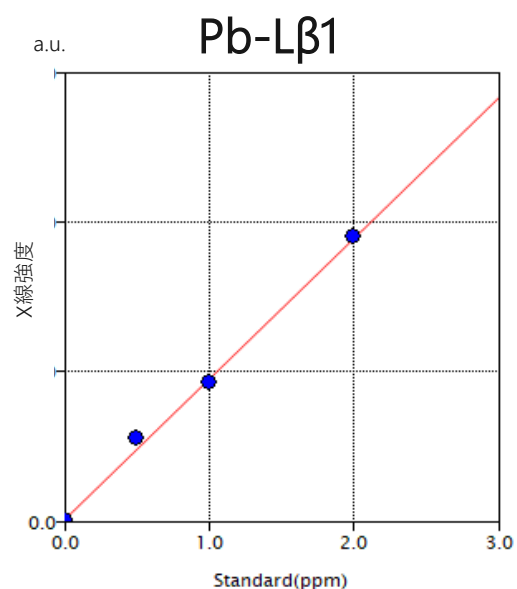
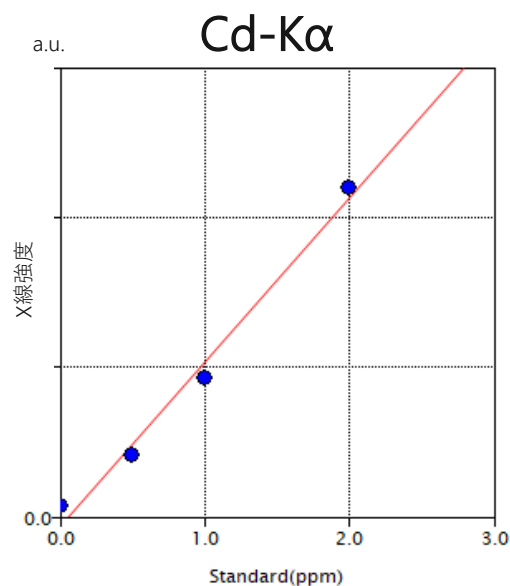
装置：NEX CG II+
測定時間：600秒
マトリックス：セルロース



- 0.5 ppmのCd, Pbピークを検出

検量線 (Cd, Pb, Hg, As)

装置：NEX CG II+
測定時間：600秒
マトリックス：セルローズ



検量線法での測定結果

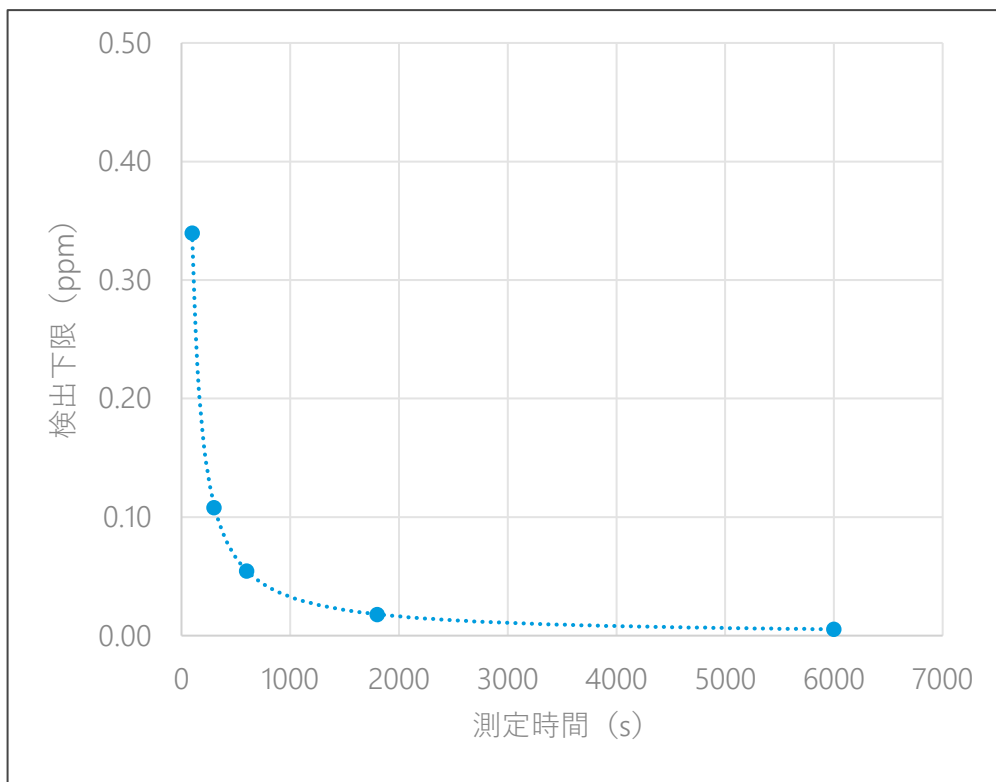
単位：ppm

試料	標準値	FP	検量線法			経口製剤の許容濃度 (10 g/日 摂取)
		分析値	分析値	検出下限	定量下限	
水銀 (Hg)	15	15	15.7	0.05	0.15	3
ヒ素 (As)	7.5	6.8	7.6	0.02	0.07	1.5
カドミウム (Cd)	2.5	1.3	2.7	0.06	0.18	0.5

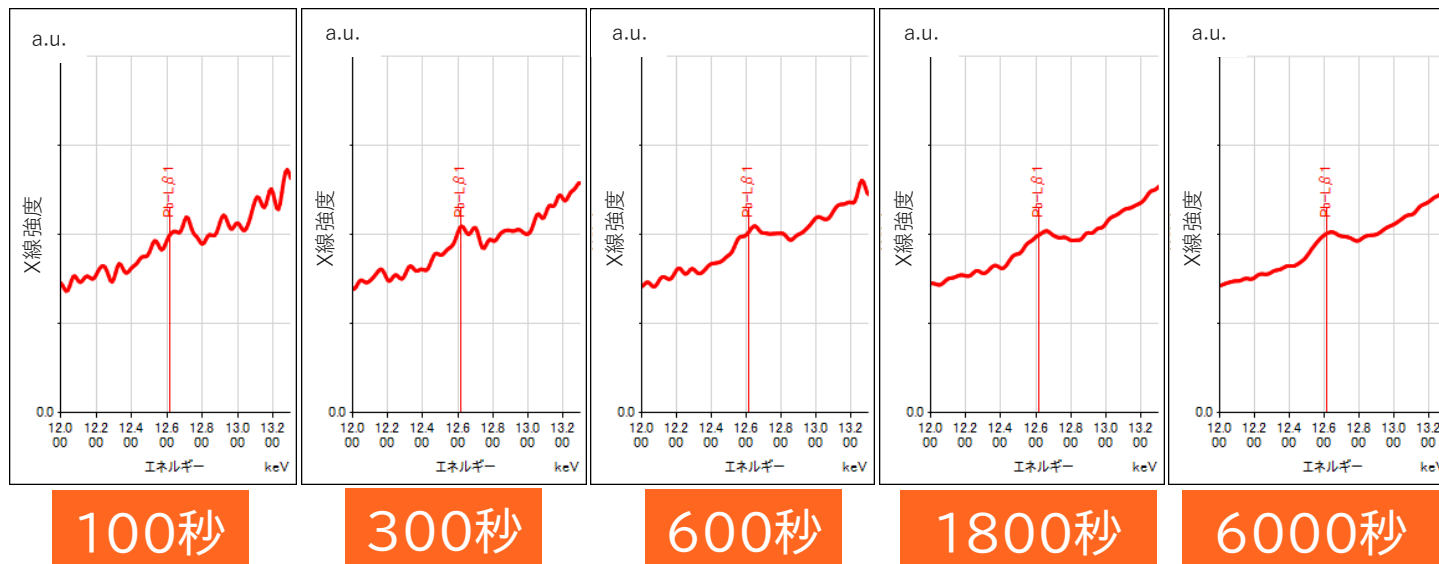
■ 高感度 & 高正確度



測定時間の目安は？



測定時間とPbの検出下限の関係



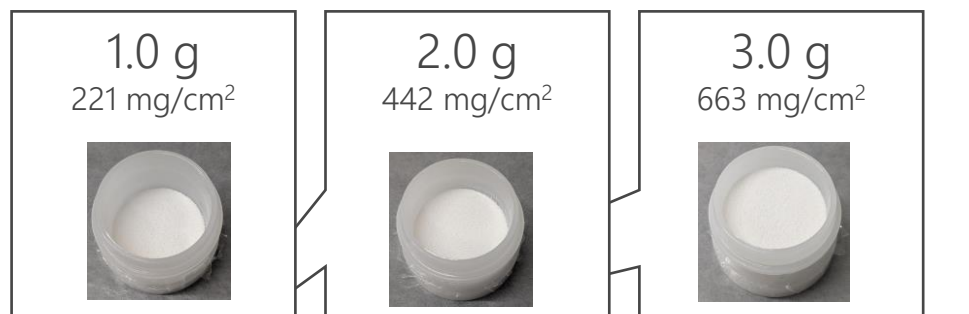
- 時間を2倍にすると、検出下限は $\sqrt{2}$ 分の1になる
- 長くても1800秒（30分）



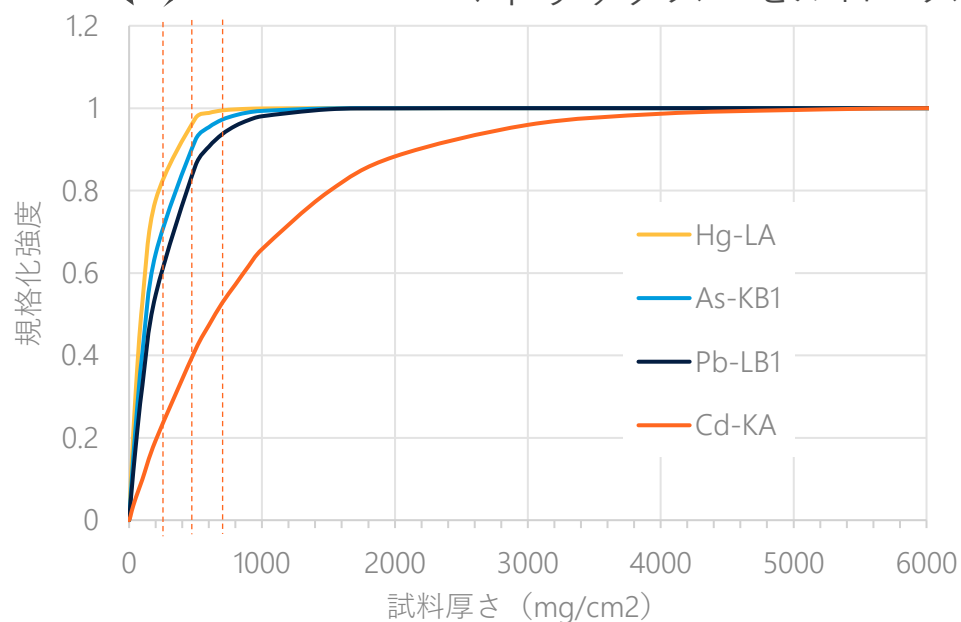
試料はどのくらい入れたら良い？



- 分析深さ以上に試料を充填
→ 感度UP & 再現性向上



マトリックス：セルロース



- 推奨は3~4 g程度（内径23 mm容器）
- 軽元素マトリックスのFP法では、薄膜モデル
- 検量線法では、量を揃える



まとめ

- 医薬品・化粧品・食品に特有の、XRF測定のポイントをご紹介しました
- 目的（主成分、微量成分）に応じた、測定法・条件の選択により、より確かな結果が得られます





リガクウェブサイトの右上のボタン 「専門家に相談する」より お問い合わせください



何をおさがしですか？



日本語

専門家に相談する



製品

産業分野

分析手法

参考資料

修理・サポート

リガクについて

視るチカラで、世界を変える

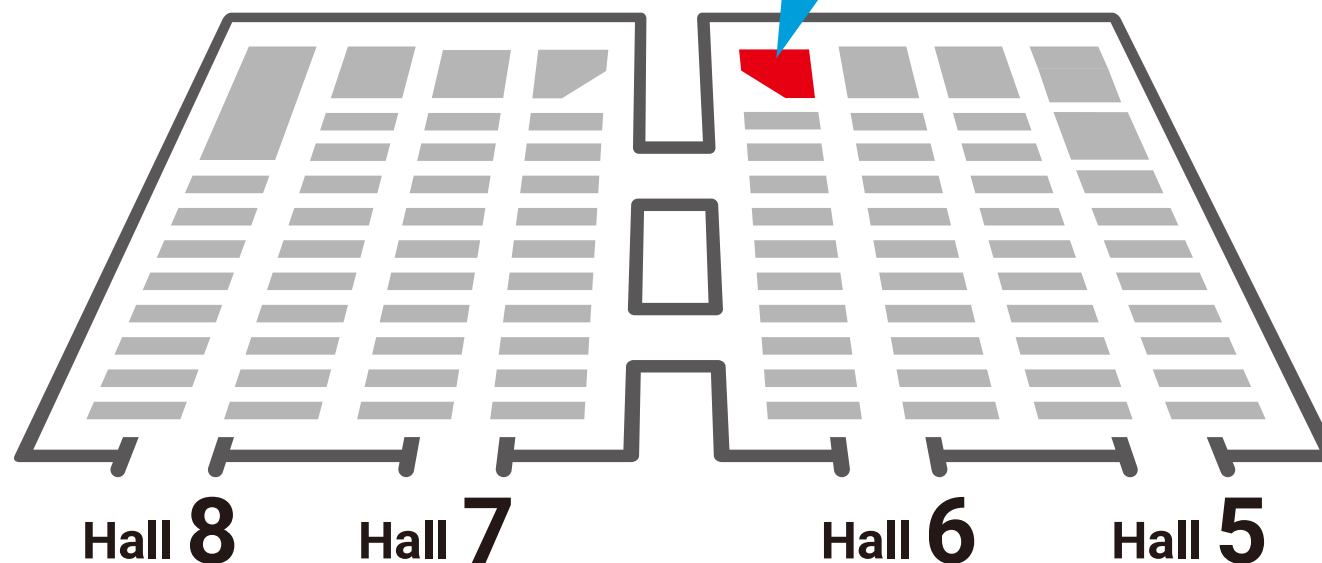
すべての製品をみる

リガクHDについて知る

材料分析の難しさを
理解しているから
わたしたちリガクは提供したい



ぜひ、リガクブースへ
お立ち寄りください！



 Rigaku

6 ホール 入って直進！

6B-1001

