

蛍光 X 線分析法による半定量分析（FP 法）

キーワード：エネルギー分散型蛍光 X 線分析、非破壊分析、異物分析、微小部分分析、半定量分析、FP 法

はじめに

X 線を照射された試料は、含有する元素に特有の X 線（蛍光 X 線）を放出します。蛍光 X 線を計測することで未知試料の定性・定量分析が可能であり、様々な性状の試料を非破壊的に、かつ微小部の分析も可能です。当研究所では、日立ハイテクサイエンス社製のエネルギー分散型蛍光 X 線分析装置（EA-6000VX）を用いた技術支援サービスを提供しています¹。本稿では、本装置を用いた半定量分析（FP 法）について紹介します。

蛍光 X 線分析を用いた定量分析の方法

蛍光 X 線分析法による定量分析法として、主に検量線法とファンダメンタル・パラメーター（FP）法が知られています。検量線法は、組成既知の標準試料の蛍光 X 線強度から検量線を作成し、未知試料の組成を求める方法です。精度の高い定量分析が可能です。一方、FP 法は種々のパラメーターから理論計算式より組成を算定する方法です。FP 法を用いた定量分析は半定量分析と呼ばれ、標準試料を必要としない手軽な分析法として幅広く用いられています。

ファンダメンタル・パラメーター（FP）法

ここでは、FP 法の原理について説明します。組成が均一な試料で、組成や厚さ、照射 X 線の波長分布などが既知の場合、蛍光 X 線発生モデルに基づく計算によって理論的な蛍光 X 線強度を求めることが可能です（図 1）。逆に、組成以外のパラメーターの値を用い、実測の蛍光 X 線強度から組成を算出することも可能です。FP 法とは、このような考え方を基礎とし、逐次近似計算によって蛍光 X 線強度

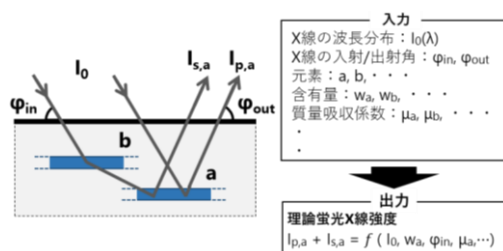


図 1. 蛍光 X 線発生モデルと入力パラメーター

度から組成を計算する手法のことで。手順としては、まず対象試料の測定を行います（①）。次に計算に必要な初期値として組成を入力（②）して理論蛍光 X 線強度を算出し（③）、①と③の差異が大きい場合、②を変えて再計算します。最終的に差異がある範囲に収束するまで計算を繰り返し、収束した際の入力値②を試料組成とします（図 2）。

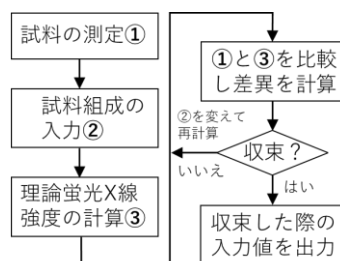


図 2. FP 法のフローチャート（逐次近似計算）

分析例：銅/亜鉛合金の半定量分析

分析例として、FP 法を用いた銅/亜鉛合金の半定量分析について紹介します。銅/亜鉛合金は、銅と亜鉛の割合によって光沢や硬度、化学安定性、加工性などが異なり、黄銅（真鍮）や丹銅とも呼ばれます。組成の異なる試料を用意し FP 法による銅及び亜鉛の半定量分析を行いました（表 1）。いずれの試料でも金属組成と測定値はよく一致しており、FP 法が定量分析に有効であることを示しています。

表 1. FP 法による銅/亜鉛合金の半定量分析

	金属組成 (wt%) *		測定値 (wt%)	
	銅	亜鉛	銅	亜鉛
C2800	59～63	37～41	61	39
C2700	63～67	33～37	67	33
C2200	89～91	9～11	89	11

*JIS H3100, H3250

まとめ

蛍光 X 線分析を用いた半定量分析は、簡便に組成分析が可能なことから、品質管理や研究開発への適用が可能です。是非、ご活用下さい。

参考資料

1. 斉藤大志：テクニカルシート, No.19-08 (2019).