

# X線分析装置を利用した迅速な現場支援

～XRD、XRFを活用した分析例～

## 01 背景・目的

中部電力グループは保有する様々な設備を運用し、お客さまに電気を始めとするエネルギーをお届けしています。このため、設備を適切に維持するための管理方法の確立、異常発生時の原因解明などの現場支援も、電力技術研究所の重要な業務となります。

異物、異常などの調査、原因解明は、事象に関する試料を観察し、物質を特定することから始まります。物質の特定には、保有するX線分析装置を利用し、自らが分析を行う事で迅速な支援を行います。

## 02 X線回折装置（XRD）

X線回折測定（XRD）は、粉末や金属などを分析するための使用される非破壊測定手法で、試料に含まれる結晶相、結晶粒径などの知見が得られます。また、機械的な応力や歪みを検出することで材料内部の応力を定量化することができます。

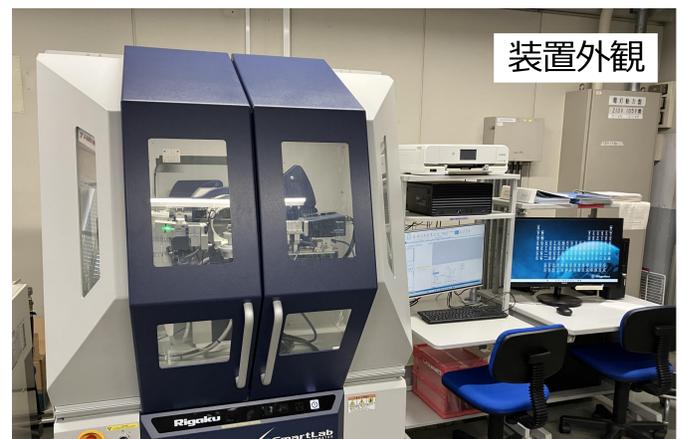
我々は、設備で認められた異物などの同定ほか、含有元素による結晶構造への影響、残留応力の測定などに活用していきます。

### 仕様・特徴

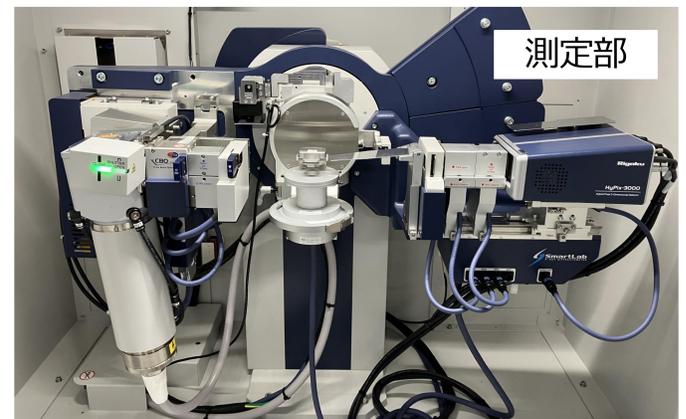
- ◆ X線管球（Cu、Co）3kW
- ◆ 結晶性物質の同定、リードベルト構造解析が可能
- ◆ 結晶子サイズ、結晶化度の評価が可能
- ◆ 残留応力測定が可能

### 原理

試料に単色化したX線を照射すると、原子の周りにおける電子によってX線が散乱し、配列している原子配列がブラッグの式を満たす場合回折X線が観測されます。回折角 $2\theta$ と回折X線強度を測定する事で、物質特有のX線パターンを得ることができます。

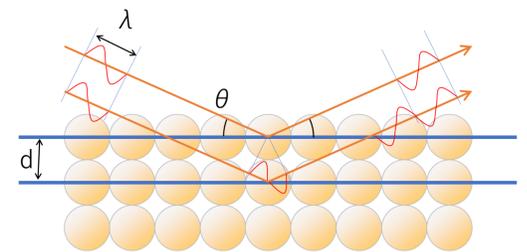


装置外観



測定部

原理図



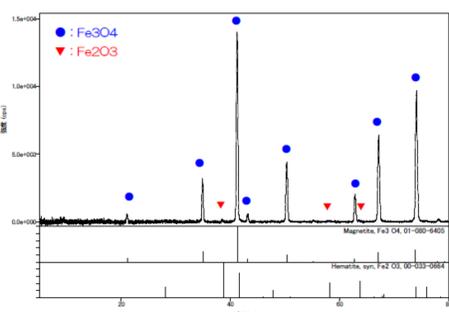
ブラッグの式： $n\lambda = 2d\sin\theta$

## 03 社会実装に向けた取り組み（XRD）

### （1）ボイラ給水システムのスケール分析

火力発電所のボイラ給水システムで採取されたスケールを分析し、酸化鉄（ヘマタイト、マグネタイト）の混合物であることを確認しました。

酸化鉄の形態により生成メカニズムが異なるため、スケール生成原因の推定が可能となります。



スケールのXRDパターン

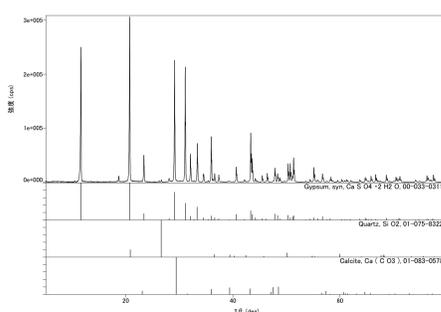


スケールの外観

### （2）石こう分析

火力発電所の排煙脱硫処理装置で副生した石こうを分析し、二水石こうの他、炭酸カルシウム、酸化ケイ素が含まれていることを確認しました。

酸化ケイ素は、排煙中に含まれる石炭灰由来と推測しており、その含有量は装置状態に依存すると考えます。



石こうのXRDパターン



石こうの外観

# X線分析装置を利用した迅速な現場支援 ～XRD、XRFを活用した分析例～

## 04 蛍光X線分析装置 (XRF)

蛍光X線分析 (XRF) は、粉末や金属などに含まれる元素を分析する非破壊測定手法で、含まれる元素の含有量、分布などの知見が得られます。また、元素マッピングで表示する事で試料表面の分布を視覚的に表現することもできます。

当所では、波長分散型のXRFとエネルギー分散型のXRFを保有しており、分析目的により装置を使い分けています。

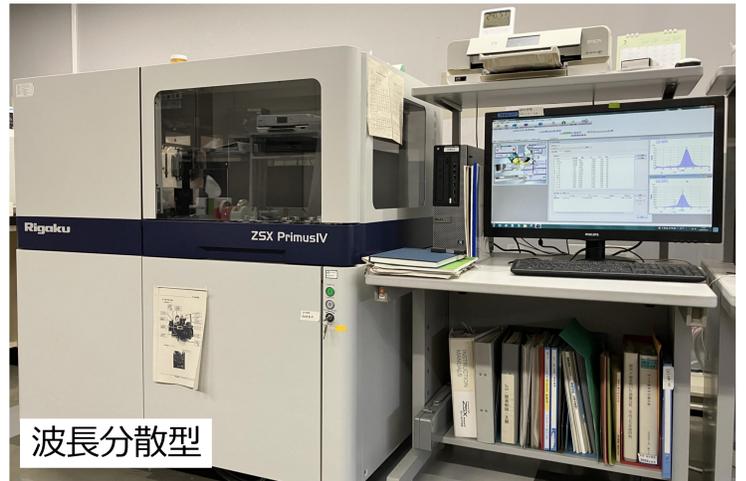
### 仕様・特徴

- ◆ 波長分散型 X線管球 (Rh、4kW)
- ◆ エネルギー分散型 X線管球 (Rh W、30W)
- ◆ 元素同定、濃度分析が可能
- ◆ マッピング分析が可能

### 原理

X線が物質に照射されると、試料中の元素に特有の蛍光X線 (特性X線) が放出されます。特性X線を測定する事で含有元素濃度、もしくはマッピングを行う事が出来ます。

波長分散型では、分光結晶で特性X線の分光を行うため、より精度ある分析が可能となります。

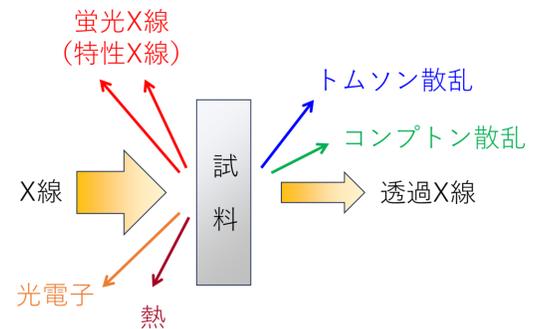


波長分散型



エネルギー分散型

### 原理図



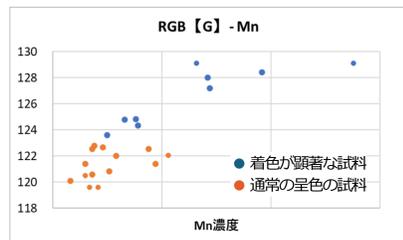
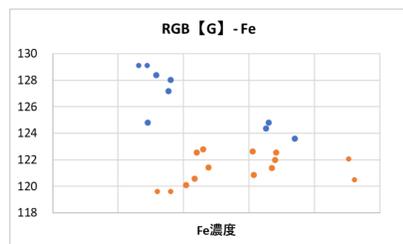
## 05 社会実装に向けた取り組み (XRF)

### (1) 試料呈色に関連する元素の推測

波長分散型XRFにて試料の含有元素を分析し、試料呈色をRGB数値化した結果と合わせ解析する事で、試料呈色に影響する可能性のある元素を明らかにしました。



呈色の異なる試料

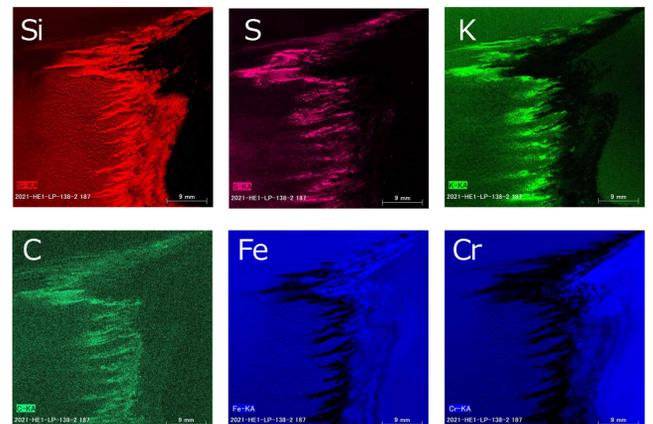


### (2) 表面付着物の元素マッピング

表面付着物が認められた試料をエネルギー分散型XRFにてマッピング分析を行い、付着物の含有元素を定性分析すると共に、元素毎の付着状況を明らかにしました。



試料表面の付着物



## 06 研究者より

X線を利用した分析には、試料の粉碎や成型などが前処理が必要な場合もありますが、含有元素や結晶相を素早く把握することができる便利な技術です。簡便な同定から、構造解析、応力解析まで幅広い用途に適用できるX線分析装置群を活用し、自社技術開発はもとより、トラブル対応などの現場支援にも迅速に対応していきます。



榊主査