

## 6. 異物分析への画像認識技術の適用の試み

柳瀬 剛士  
北本 靖子  
吉村 誠司

### 1. はじめに

本市は、年間約 200 件程度の水道水質に関する問い合わせを受けており、そのうち異物に関するものが約 2～4 割を占めている。異物を測定する際、本市では、実態顕微鏡による形状観察に加えて、電子顕微鏡を用いた特性 X 線による元素分析（以下、SEM-EDS）やフーリエ変換赤外分光光度計（FT-IR）を用いた機器分析により、異物の同定に努めてきた<sup>1)</sup>が、これらのデータを基に異物を正確に判定するためには、職員の知識や経験が必要である（図-1）。

近年、人工知能（AI）に関する技術進歩は目覚ましく、その利用が様々な分野で注目されている。水道分野においても AI による画像認識技術を用いた水源の生物検鏡業務への利用検討などが報告されている<sup>2)</sup>。画像認識とは様々な画像データを AI に学習させ、その学習モデルをもとに「何の画像なのか」を機械的に分類する技術である。本市では、異物分析の際にデジタルマイクロスコープを用いて異物の外観を撮影しており、現在までに同定された異物の画像を蓄積している。そこで、蓄積した画像を教師データとした画像認識技術が、異物の分類に際しても適用できるかを試みたので、その結果を報告する。

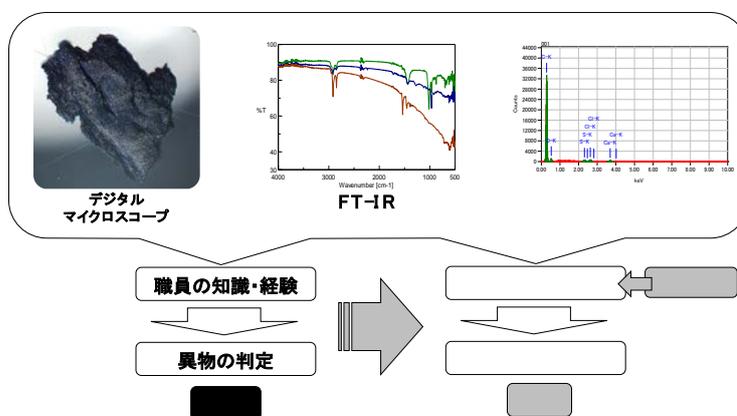


図-1 当局における異物分析と目指す姿

表-1 異物測定結果一覧表

依頼日	判定結果	FT-IR	SEM-EDS	検出場所
2018/8/27	ゴム	ゴムパッキン		台所
2018/8/27	ゴム	ゴム		台所
2018/10/3	ゴム	スチレンブタジエンゴム (SBR)		台所
2018/11/2	ゴム	ゴムパッキン		洗面所
2018/11/2	鉄さび		Fe, O	洗面所
2018/11/12	鉄さび		Fe, O	
2018/11/13	シールコート	シールコート		メーター次側のフィルター
2018/11/13	鉄さび		Fe, O	メーター次側のフィルター
2018/11/13	鉄さび		Fe, O	消火栓

### 2. 方法

#### 2. 1 異物の分析方法

異物の画像は、デジタルマイクロスコープ（HiROX 製 RH-2000）で撮影したものを使用した。また、元素分析は走査型電子顕微鏡（日本電子製 JSM-6510A）付属の X 線元素分析装置（日本電子製 JED-2300）を用いて行った。異物が有機物である場合には、FT-IR（日本分光製 FT/IR4700）を使用した。

#### 2. 2 異物測定結果一覧の作成と異物画像の分類

本市がデジタルマイクロスコープを導入してから実施した異物の判定結果を基に、異物測定の依頼日（検出日時）や場所、機器分析による異物の同定結果の諸情報を一覧表として作成した。異物の同定に至ったものについては、デジタルマイクロスコープで撮影した画像データを異物の種類ごとに分類した。なお、異物の画像データは 2018 年から 2023 年までの 5 年間で取得した約 400 枚を使用した。

#### 2. 3 画像分類ソフトによる異物画像の機械学習

異物の画像分類は、機械学習型の画像分類ソフト（マイクロソフト社製 lobe、フリーライセンス版）を用いた。また、分類精度を向上させるために、必要に応じて異物を様々な方向から撮影したデータを教師用の画像データ（以下、教師データ）として追加した。

### 3. 結果と考察

#### 3. 1 異物一覧表の作成と異物画像の分類

異物の測定結果を基に一覧表(表-1)を作成し、異物画像の分類例を図-2に示した。一覧表に基づく過去5年間の異物の検出割合を図-3に示した。鉄さびとゴムが検出実績の半数以上を占めており、接着剤・樹脂、シングルレバー内面被膜、シールコートも10%前後の割合となっていた。



図-2 異物画像データの分類

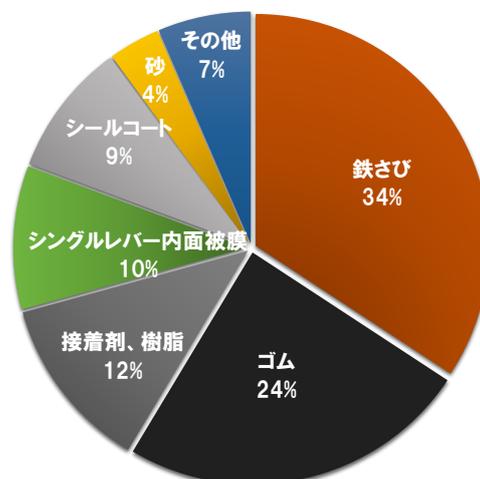


図-3 異物の検出割合

#### 3. 2 画像分類ソフトによる異物分類

教師データの一部を図-4に示す。今回は、上記のうち、画像が一定量確保できた鉄さび、ゴム、シールコート、シングルレバーの内面被膜を機械学習の対象とし、種類別に50~100枚を教師データとして学習させた。教師データに基づく学習モデルにより異物を分類したところ、上記4種の異物については92%の精度で異物を分類できた。また、異物の大きさによる結果のずれも見られず、かつ瞬時に分類された。このように、過去から蓄積してきたデータをAIに学習させておくことにより、必要な時にAIの支援を受けることができることから、経験が少ない職員でも異物を推定でき、機器分析による厳密な測定を行う場合においても、どの機器により測定すべきかの判断もしやすくなる。

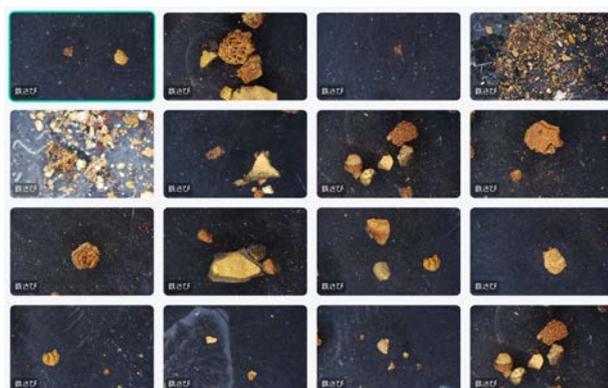


図-4 AIの学習に用いた教師データ(一部)

学習させる異物の画像データ数を増やすことにより分類精度の更なる向上に繋がることが期待され、これまでのFT-IRやSEM-EDSといった成分分析と異なった視点からの異物判定が可能になると考えられた。一方で機械学習型の画像認識技術は、学習対象の異物ではない場合においても、学習モデルとの類似性に基づき分類してしまうことから、それを学習対象の異物ではないという分類が行えないという欠点がある。このため、異物の画像データライブラリを充実させていくことが今後の課題である。

### 4. まとめ

- 1) 異物画像を分類し、それらを学習させた画像認識技術により異物の分類を試みたところ、約92%の精度で正確な分類結果を示すことができた。
- 2) 機械学習型の画像認識技術は学習対象ではない異物について分類できないため、分類精度を向上させるために教師データとなる異物の画像データを充実させる必要がある。

#### 【参考文献】

- 1) 春田ら：水道水中の異物分析における専用ライブラリの活用、第64回全国水道研究発表会講演集、日本水道協会、40-43、(2013)。
- 2) 田代ら：AIを用いた自動検鏡システムの開発、令和5年度全国会議(水道研究発表会)講演集、日本水道協会、754-755、(2023)。

本報告は、日本水道協会水道研究発表会にて発表したものである。

（柳瀬剛士、北本靖子、吉村誠司：異物分析への画像認識技術の適用の試み、令和6年度水道研究発表会講演集、日本水道協会、704-705（2024）。