

異物分析システムの開発

田島 創・町田晃平*・永田昌弘

Development of contaminant analysis system

TAJIMA So , MACHIDA Kouhei and Masahiro Nagata

本研究では、対象物の画像を入力として、人工知能（AI）で作製した学習モデルによりこの対象物の種類を推定して出力する異物分析システムを開発した。この学習モデルは、機器分析などにより種類を特定した科学的根拠に基づいた対象物のみ利用し、複数の対象物の画像を機械学習して作製した。この異物分析システムは、スマートフォンにダウンロードできるアプリケーションから成るため、産業分野において利用しやすいと考えられた。

キーワード：異物分析、機械学習、人工知能、スマートフォンアプリ

In this study, we have developed a foreign substance analysis system that uses an image of a substance as input and uses learning models created by artificial Intelligence (AI) to estimate and output the type of the substance. This learning model was created by machine learning images of multiple substance, using only scientifically based ones whose types has been identified through instrumental analysis. The analysis system was thought to be easy to use in the industrial field because it consists of an application soft that could be downloaded to a smartphone.

Keywords : foreign substance analysis system、machine learning、artificial intelligence、smart-phone application soft

1 まえがき

製造業において、製品に含まれる異物は、本来製品に含まれるべきではない物質であるため、異物が製品中に認められた場合には問題となる。特に食品工業分野において異物が認められた場合には、消費者がこの異物を口に含むことも容易に想像できるため、早急な対策が求められる。

一方、異物を分析する際、目視又は顕微鏡観察による外観の確認、電子線マイクロアナライザーなどによる成分分析、赤外線吸収スペクトルの測定による有機物の同定などが初期対応として実施されるが、いずれも費用と時間が必要となるため、速やかな対応が求められる場合には課題となっていた。

本研究では、異物が認められた際に行われるこの目視による観察を補助することを目的

とした異物の種類を推定する異物分析システムを開発した。この異物分析システムは、iPhone用アプリケーションソフトであり、対象となる物質の画像を入力とし、この物質の種類を出力する人工知能により作製した解析モデルを搭載した。現在は試作品であるβ版をダウンロードできる状態にあり、20社ほどで利用されている。

2 方法

2.1 異物分析システムの構成

この異物分析システムの構成を示す。分析器本体は、Apple社製iPhoneとし、10、11、12、13、14及び15で動作を確認した。本研究で作製した学習モデルを搭載したアプリケーション（以下、アプリ）は、SwiftUIを用いて作成し、iPhoneにダウンロードできるようにした。β版の公開を行い、ダウンロードしたβ版が適切に

動作することを確認した。

対象物が5 mm未満の大きさとなる場合を想定し、対象物の画像を取得の際に iPhone の画像取得機能の拡大機構と、10 倍から 20 倍の対物レンズとをそれぞれ併用できるようにした。

2. 2 異物分析システムの学習モデル

この異物分析システムの機能は、対象物の画像を入力してこの対象物の種類を出力とする、物質の種類を推測するものである。この推測には、事前に人工知能を用いて作製した学習モデルを用いる。この学習モデルは、機器分析により種類を特定した複数の対象物の画像を教師データとし、これを機械学習することで作製した。学習モデル作成のための教師データは、iPhone の画像取得機能を用いて取得した。対象物の種類は、無機物、岩石、樹脂（プラスチック含む）、骨、歯、爪、タンパク質、植物片、甲殻類、昆虫、植物片及び不明の 12 種類とした。

2. 3 異物分析の方法について

この異物分析システムでの分析の方法は次のとおりである。まず、簡便性を追求し、アプリ選択から解析結果を得るまでのタップ数を 5 未満に設定した。具体的には、①アプリ選択、②「スタート」で画像取得機能の立ち上げ、③「撮影」で対象物を撮影、④「解析する」で、「解析」で結果を出力、の 4 工程を含むアプリを作成した。解析結果は、一致率の高い種類から上位 3 種を表示するようにした。対象物の画像を再度取得したい場合は、「再度撮影」をタップすると新しい画像を取得できるようにした。

2. 4 推定精度について

この異物分析システムの推定精度を検証するため、60 種の鉱物標本（東京サイエンス社製）の種類を推定する実験を行った。この鉱物サンプルごとに、画像数 20 枚（計 1200 枚）と 50 枚（計 3000 枚）を撮影して教師データを得た。この教師データにより学習モデル M20 と M50 とをそれぞれ作成した。これら学習モデルを用いて、この 60 種の鉱物を推定した。学習モデルごとの解析精度は、各鉱物を対象に 5 回ずつ計 300 回の解析を行い、当該鉱物が上位 3 位に選ばれる割合として求めた。

2. 5 アンケート調査

この異物分析システムの使いやすさを評価するため、食品工業に携わる約 30 名の来場者に実際に利用していただき、画面の見やすさ、操作のしやすさ、解析結果の出力に対する意見などについてアンケート調査を行った。この約 30 名の来場者は、群馬産業技術センターの業務に理解と興味を持つ、アーリーアダプターとして設定した。

3 結果

3. 1 アプリについて

このアプリの名称は、「これって何だろう？」から、「Corette（コレット）」と命名し、第 9 類 ダウンロードできるアプリケーションソフト、理化学機器として商標登録¹⁾した。この異物分析システムのアプリ立ち上げ後に表示される iPhone の初期画面、タンパク質及びカニの甲羅の一部を推定した結果を図 1 に示す。

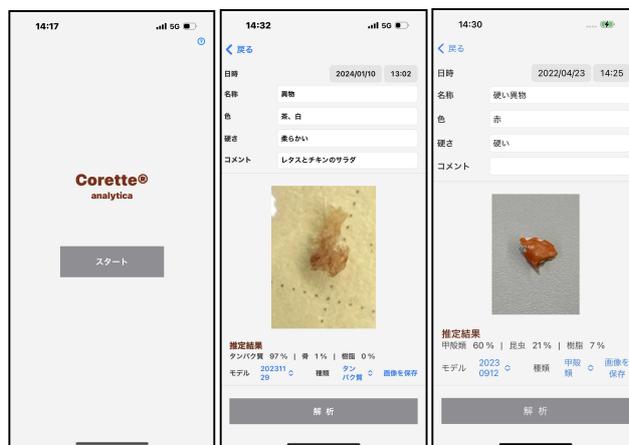


図 1 アプリの初期画面（左）、タンパク質（中央）とカニの殻（右）の解析結果

3. 2 異物分析用学習モデル

教師データとして利用しなかった対象の画像をこのアプリで新たに取得して、異物推定用学習モデルで推定した結果、多くの場合、機器分析によりこの対象を分析した結果と矛盾しない結果が得られた。一方、対象の画像を取得する際、対象表面に反射した光が画像に強く含まれる場合は、この対象を無機物と判定する誤判定が多く認められた。この結果から、対象を撮像する際の仕様として、反射光に対する記述を行

うことが重要と考えられた。

合計 1000 回ほどこの推定を行ったが、このアプリによる分析方法については、違和感なくかつ直感的にできると考えられた。

3. 3 解析精度について

このアプリの解析精度を調べるため、60 種の鉱物サンプルを対象とし、60 種ごとに 20 枚の教師データを取得した学習モデル M20 と、50 枚の教師データを取得した学習モデル M50 とをそれぞれ作成した。それぞれのモデルを用いて、鉱物ごとの判定率を求めた。学習モデル M20 では、当該鉱物の判定結果が 60 種中上位 3 位に入る確率は 88% (264/300) だった。教師データ数を 50 にした M50 では、この確率は 95% (285/300) となり、7%程度改善した。また、M20 では、鉱物サンプルの一つである硫黄を誤判定するケースが多く認められたが、M50 では、このような誤判定の偏りは認められなかった。教師データ数が増えることで、解析精度が向上することが確認できた。

岩石を対象としたモデルや、節足動物を対象としたモデルでは、現時点では教師データが不足しているため、十分な解析結果が得られていない。しかし、今後学習データを蓄積することで、有用な学習モデルを作成できると考えられた。

3. 4 知的財産権取得への取り組み

本研究で開発したアプリでは、対象の推定ができることを確認した。独立行政法人工業所有権情報・研修館の特許情報プラットフォームにおいて先願調査をしたところ、このアプリを含む異物分析システムに新規性があると判断したため、発明の名称を「種類判定システム」として群馬県から特許庁あて特許出願した¹⁻²⁾。

また、このアプリの名称「Corette」について、他の商品やサービスとの差別化を図るべきと判断したため、区分第 9 類の「ダウンロードできるコンピュータプログラム（アプリ含む）及び理化学機械器具」を指定商品として、商標登録願を群馬県より特許庁あて提出し、商標として登録した³⁾。

3. 5 アンケート調査について

アーリーアダプターを対象としたこのアプ

リを用いた異物分析のデモンストレーションに対するアンケート調査の結果、画面の見やすさについては、見やすい 96%、見にくい 4%となった。分析については、直感的にできる 28%、まあまあ直感的にできる 52%、慣れが必要だ 20%となった。画面の見やすさと画面遷移については、良い評価が得られたが、画像取得時のピント合わせや拡大など、スマートフォンの操作を含む画像の取得に慣れが必要との評価だった。

アプリの利用に係る金額についての質問は、「この分析器の月額使用料がいくらなら購入を検討するか」とし、月額使用料として、2,000 円、5,000 円、10,000 円及び購入は検討しないの 4 つの選択肢を設けた。この質問に対し、2,000 円 44%、5,000 円 44%、10,000 円 0%、その他 12% の回答を得た。この結果から、アーリーアダプターを対象とはしたもの、88%の方が月額使用料 2,000 円であれば、このアプリの購入を検討することが確認できた。金額に対するその他の意見は、年間使用での割引や回数ごとの課金、1 ライセンスで複数台の利用など、より低い金額設定の希望であり、課金を否定するものではなかった。一方、使用した感想として、より高い精度を求める意見が多かった。想定する利用者との情報共有を繰り返し行うことで、より精度の高い分析システムを構築することが必要と考えられた。

4 まとめ

産業分野などで認められる異物の種類を、画像により推定する異物分析システムを開発した。この異物分析システムは、iPhone 用アプリケーションとした。この分析システムの名称を「Corette」とし、商標登録した。また、この分析システムについて、特許出願を行った。今後は、より精度の高い分析が行えるよう、教師データの取得とモデル化を行う必要がある。

参 考 文 献

- 1) 特願 2022-139978 号
- 2) 特願 2023-156581 号
- 2) 商標出願 2022-145990