

異常サンプルを用いない AI外観検査技術

福井大学

工学系部門

学術研究院

情報・メディア工学講座

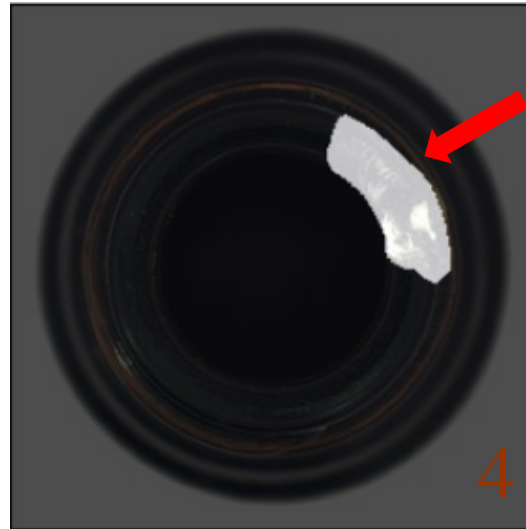
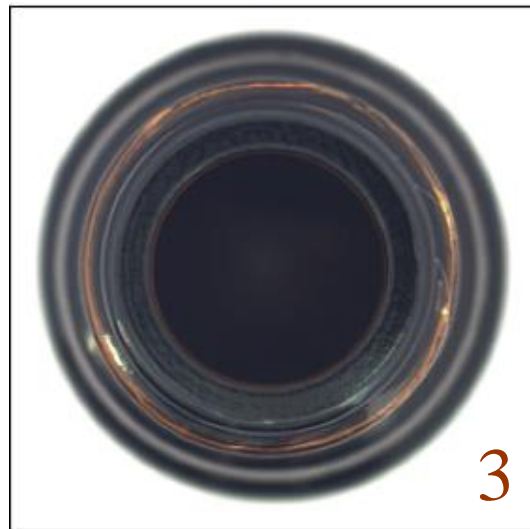
講師 張 潮

2022年 9月 6日

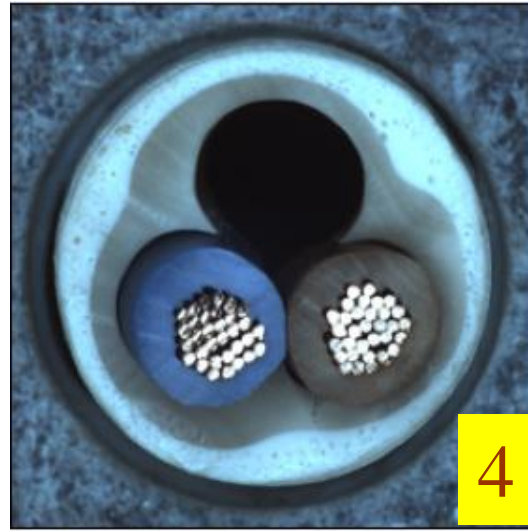
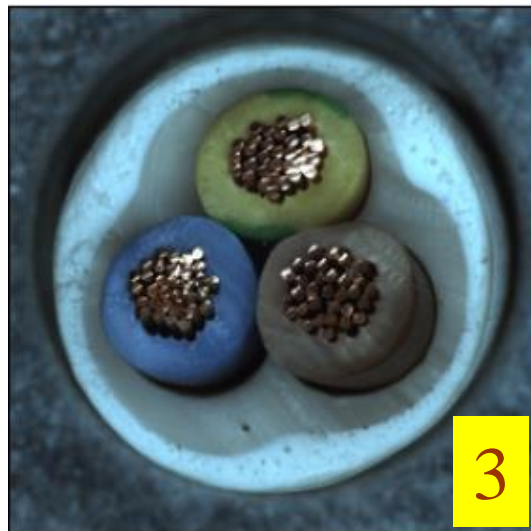
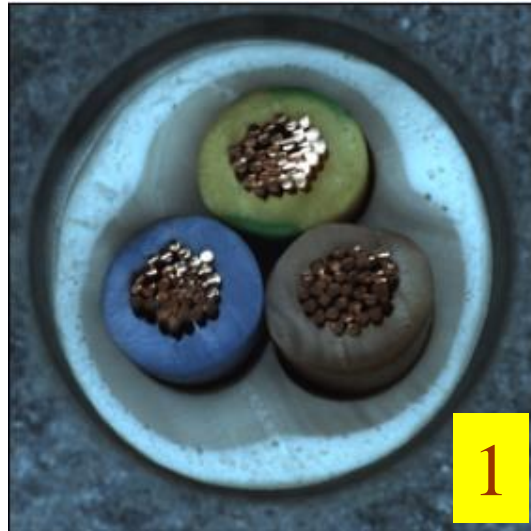
どの画像に異常がある？



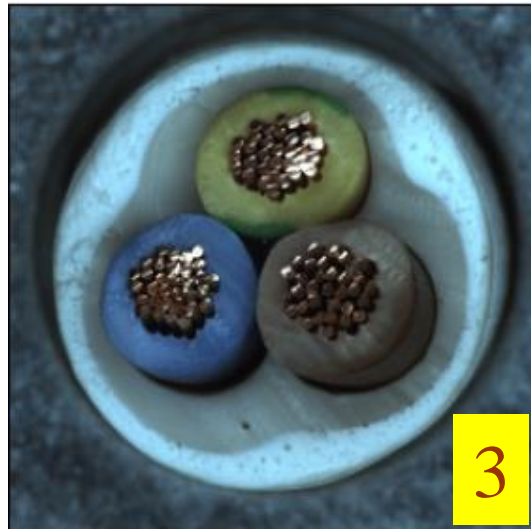
どの画像に異常がある？



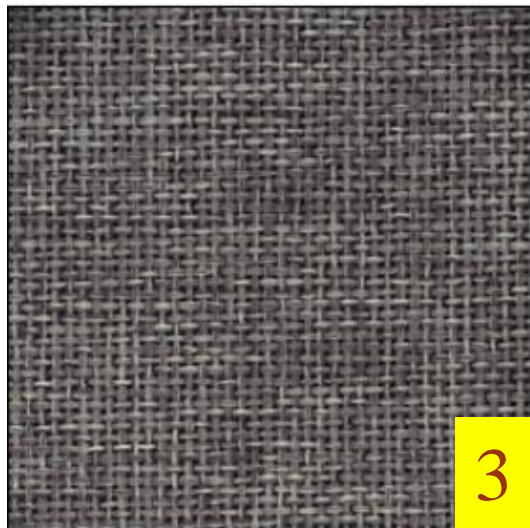
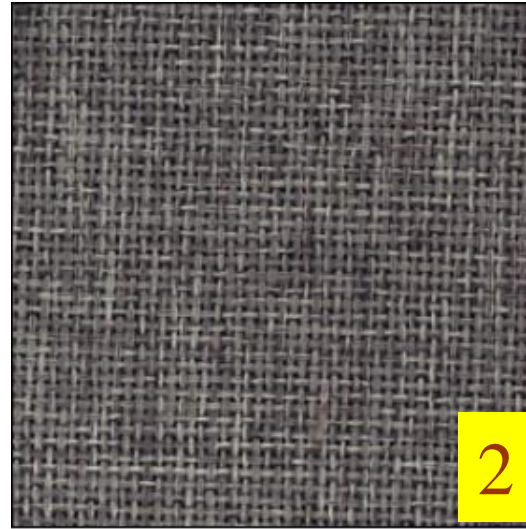
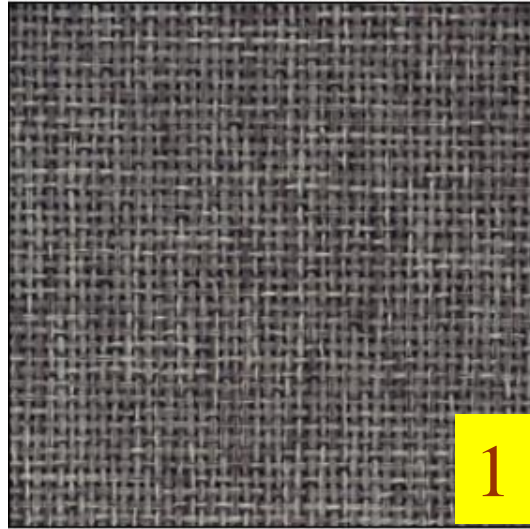
どの画像に異常がある？



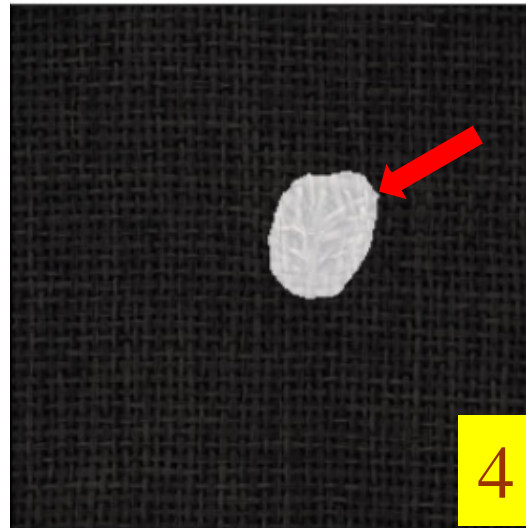
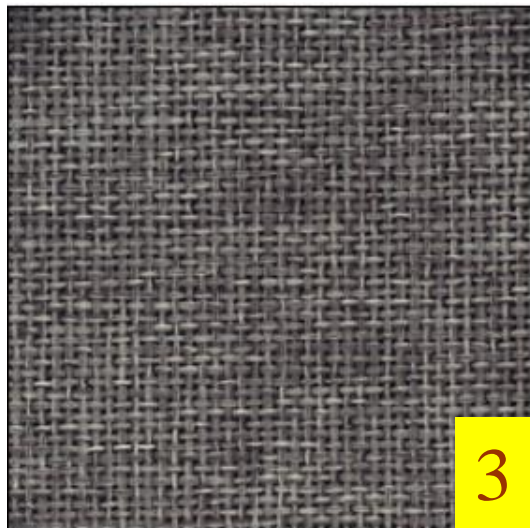
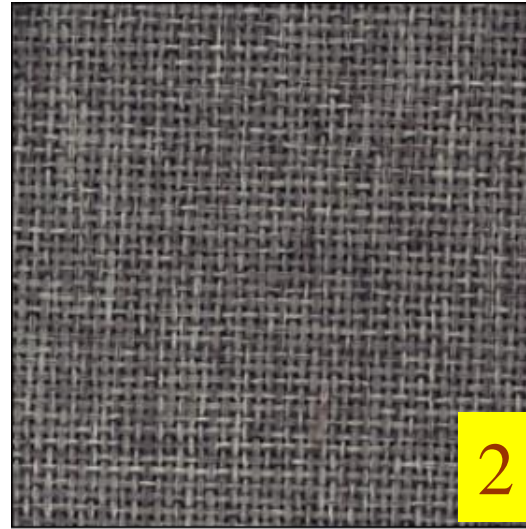
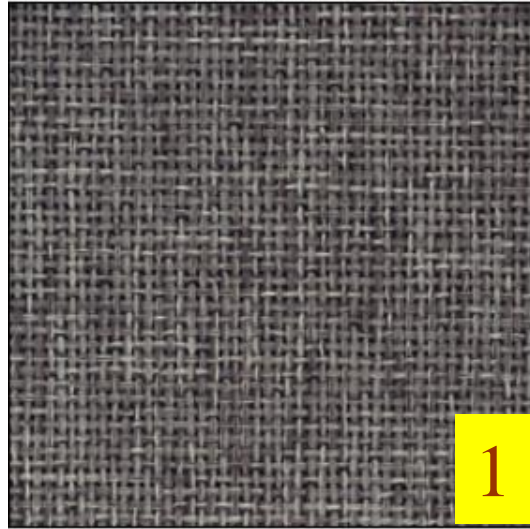
どの画像に異常がある？



どの画像に異常がある？

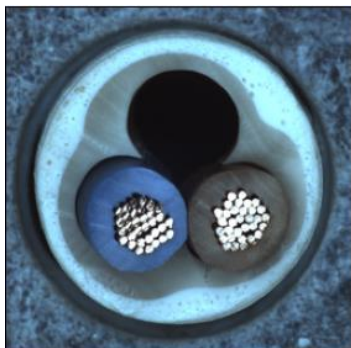


どの画像に異常がある？



人間の目が優れている

- 検査対象の詳細が分からない
- 異常の定義が分からない
- 手掛かりとして数枚の正常画像しかない



それでも異常検知ができる！

本技術の基本的なアイデア

- 正常データのパターンに合致しないデータを異常として検知
- 異常データを用いない

正常データ(良品)



異常データ(不良品)



欠損 切れ目 穴 汚れ

外観検査の背景

- 外観検査は品質保証の観点で必要不可欠
 - 製造業、インフラ業界、食品加工業...
- いまだ目視検査が主流
 - 人に依存する検査工程が競争力のボトルネック
- 画像検査システムの普及
 - 画像処理：高価な産業カメラに依存
 - AI：データの収集が大変

本研究の背景と目的

- 単一の商品をたくさん作る大量生産 ×
- 多品種少量生産 ○
 - 顧客ニーズの多様化
 - 中小企業
- 欠陥検査の自動化が十分に進んでいない
 - データがすくない

いかに少ない正常データのみから高速な表面異常検査を行う？

画像検査における技術の転換

- 画像処理アプリケーションの時代
 - 環境を厳しく制限
 - モジュールに分解して人間が「ルール」を考える
 - 前処理 → 特徴抽出 → 判定アルゴリズム
- AIの時代
 - 様々な環境下でのデータを撮影・収集
 - AIモデルが直接データから「ルール」を学習

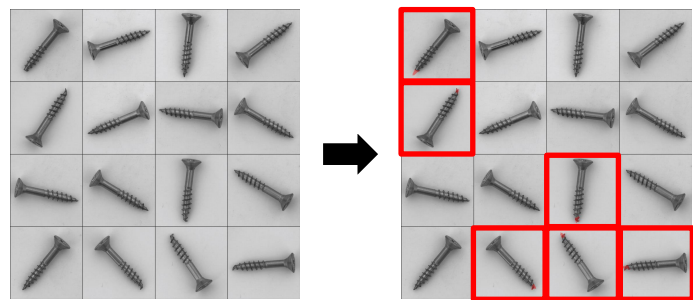
異常検知の問題設定

- 分類問題

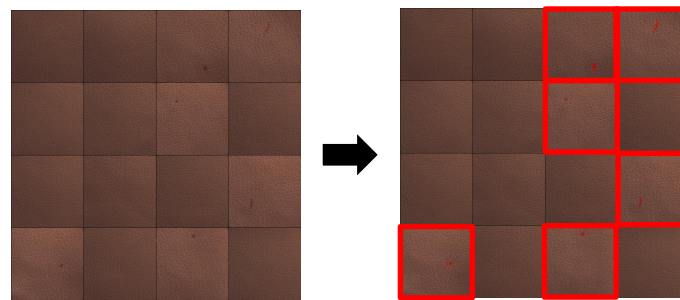
- 種類: 正常 / 異常

- 画像単位: 画像レベルで種類を決定

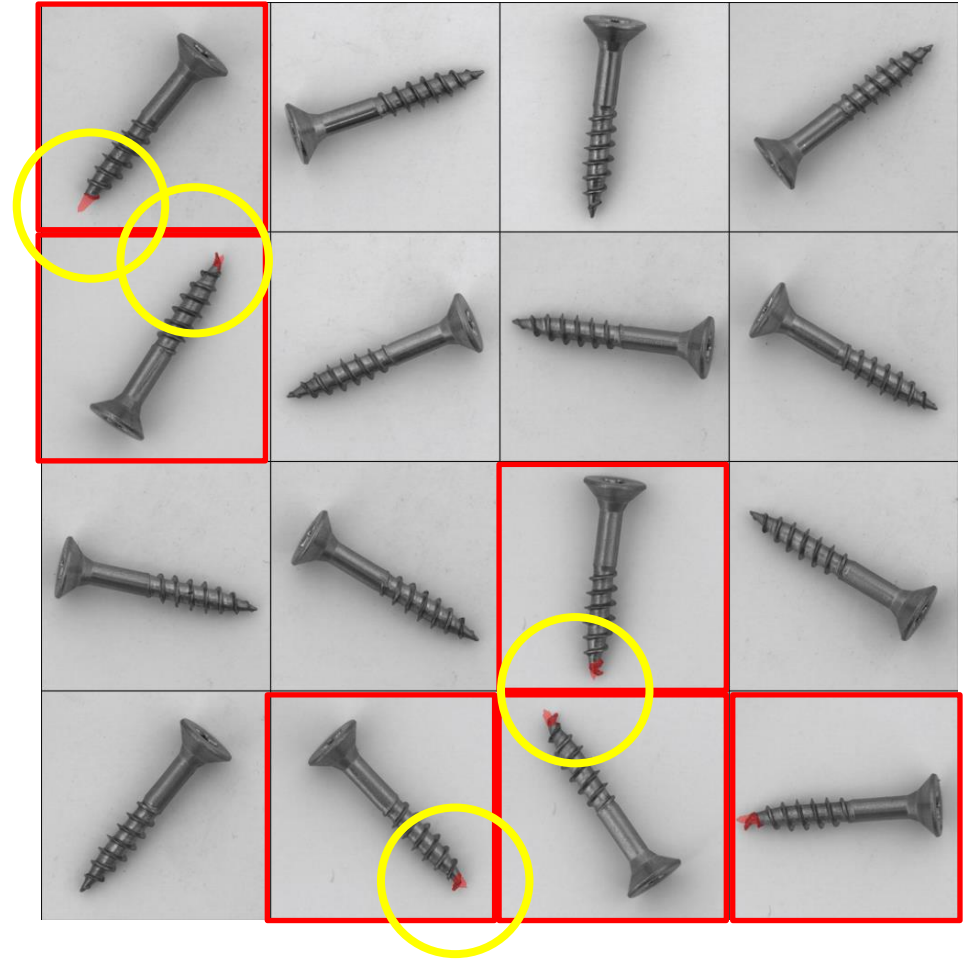
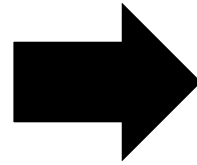
- 画素単位: 画素レベルで種類を決定

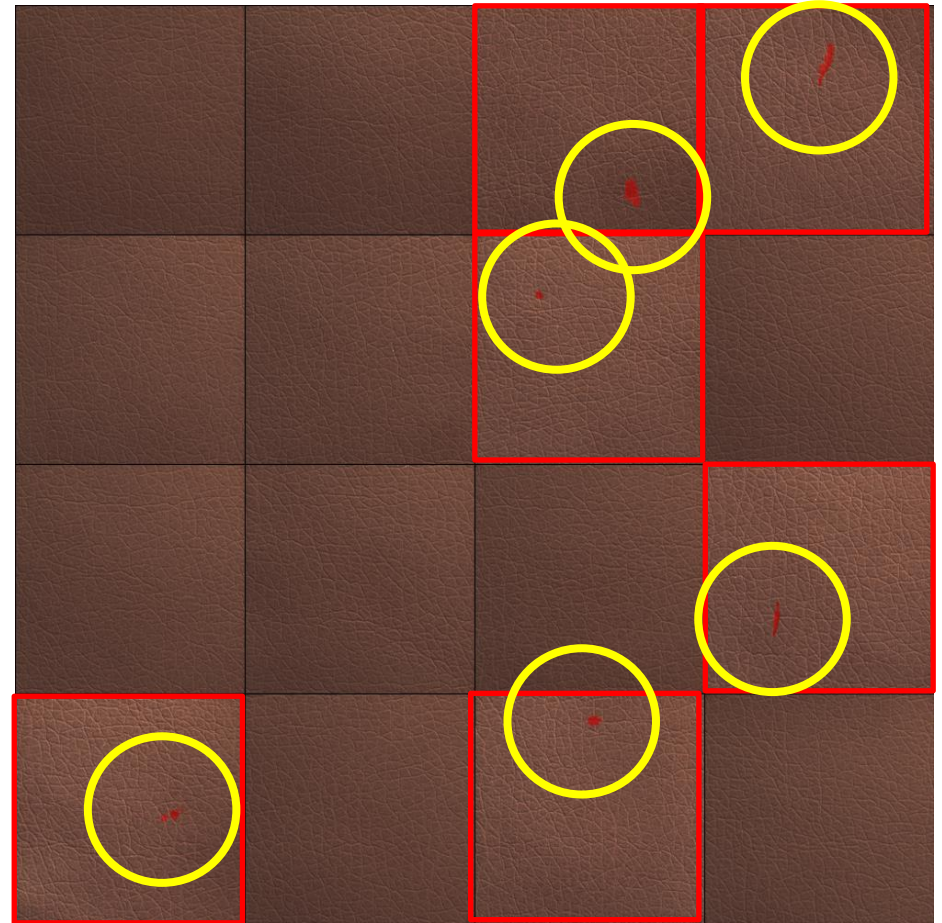
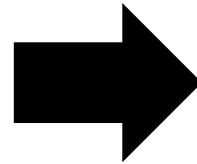
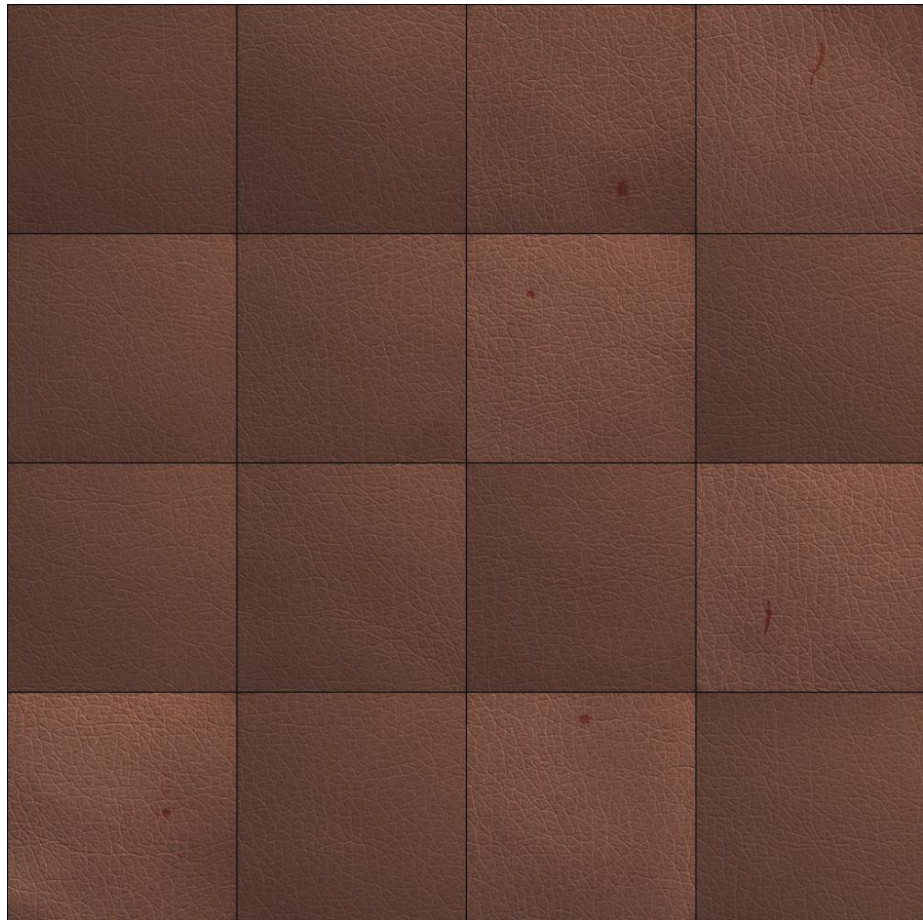


物体



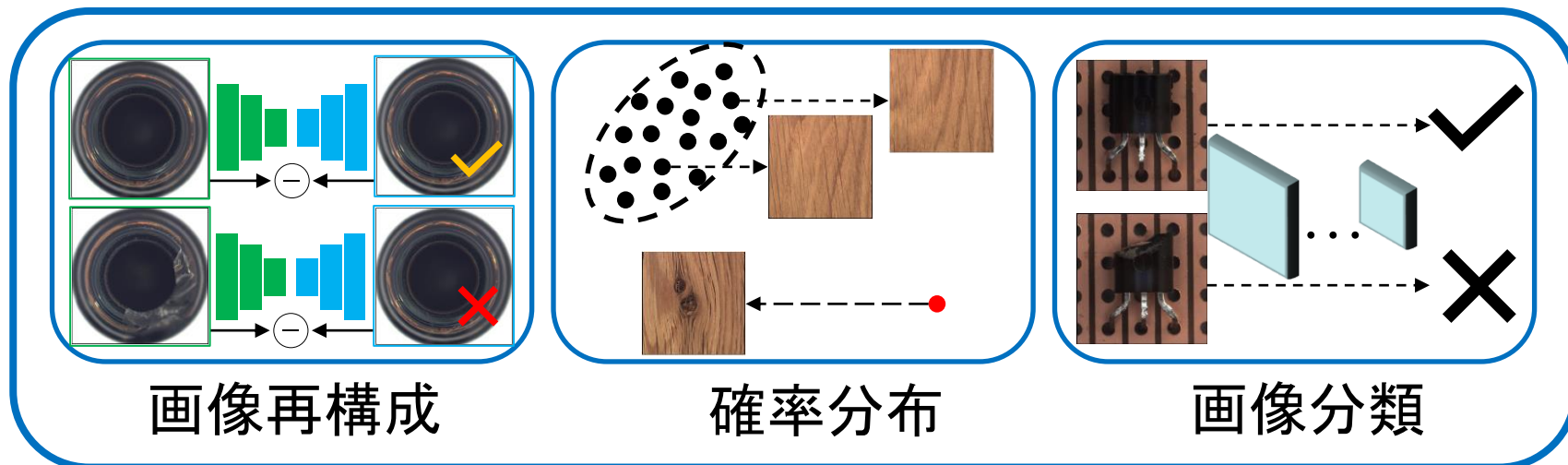
テクスチャ





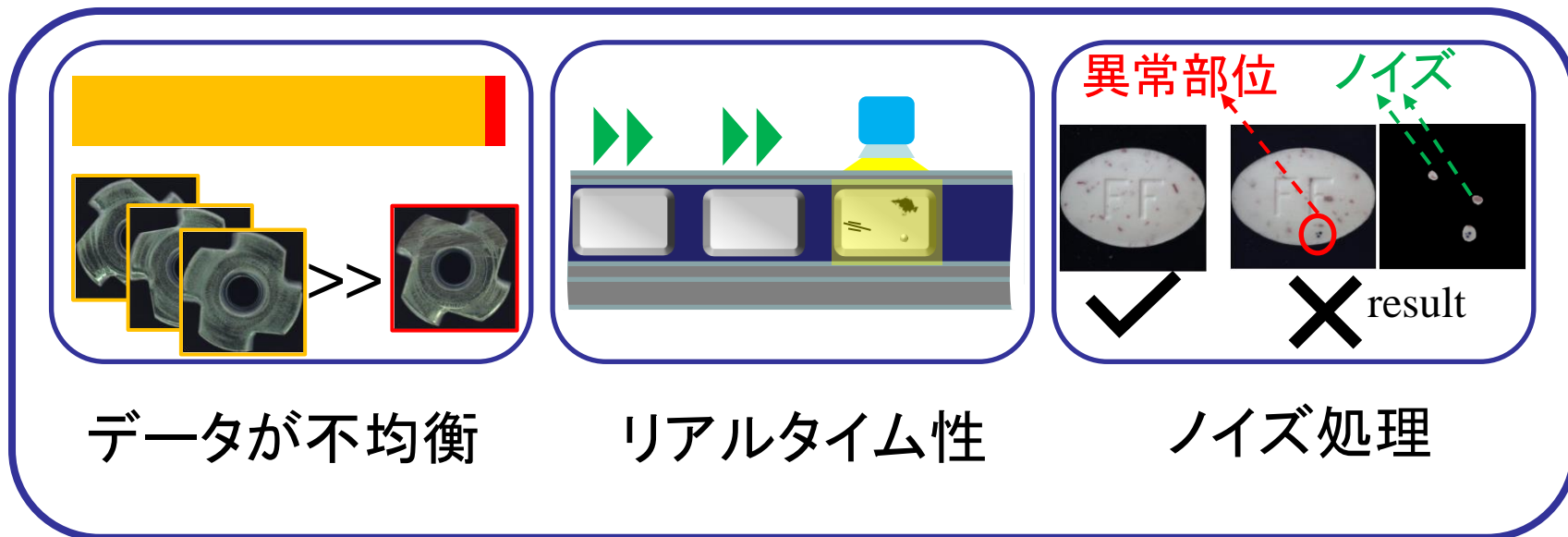
AIに基づく様々なアプローチ

- 画像再構成 → 大量な正常画像が必要
- 確率分布 → 大量な正常画像が必要
- 画像分類 → 大量な正常+異常画像が必要



3つの課題

- 学習データが不均衡
- リアルタイム性
- ノイズ処理



本技術のコンセプト(1/3)

- AIモデルに「辞書表現」の概念を導入
- 辞書表現の考え方

$$y = Xc + e$$

私は元気(0^ ^0)

=



「私」
「は」
「元気」

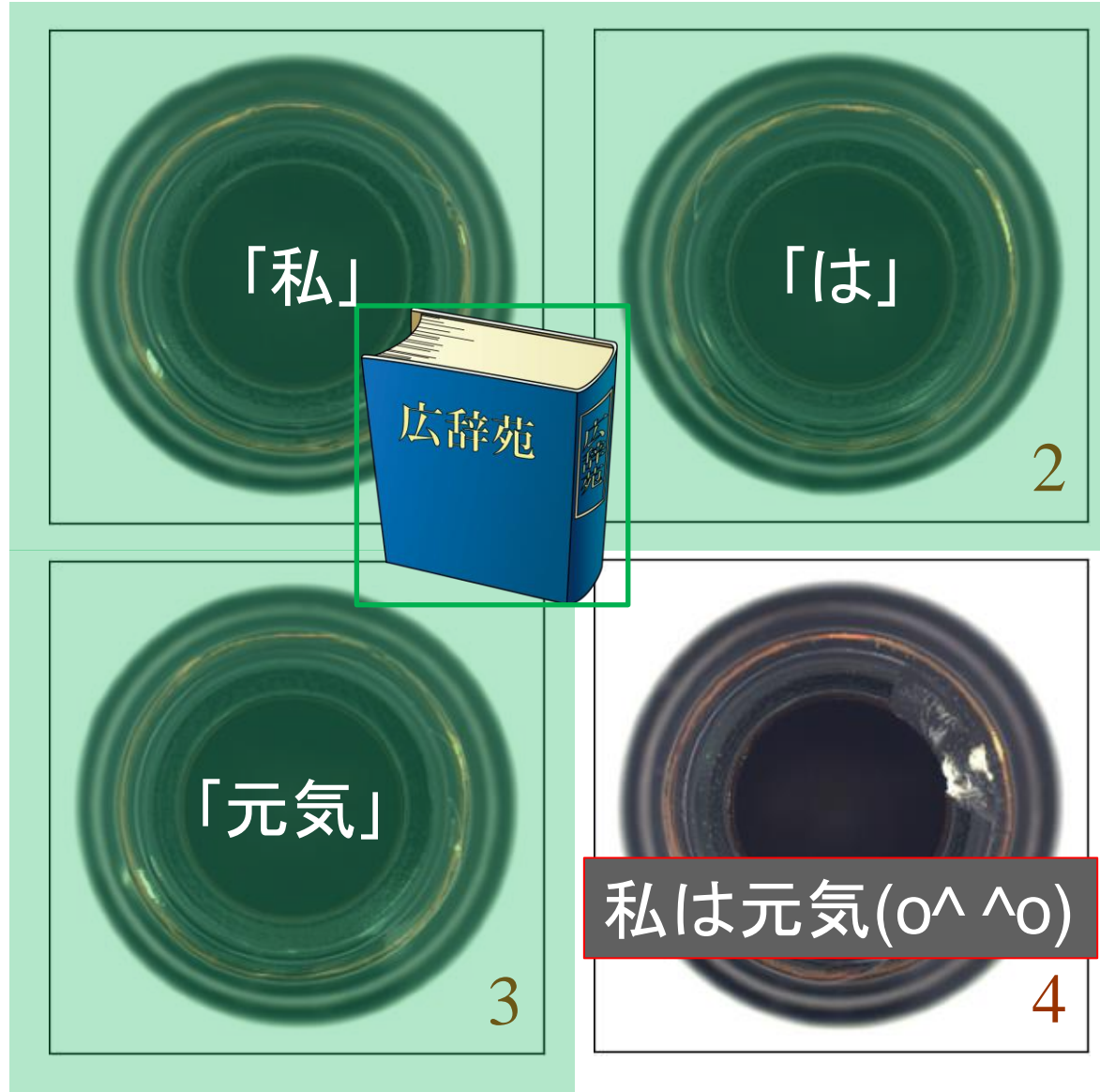
+

(0^ ^0)

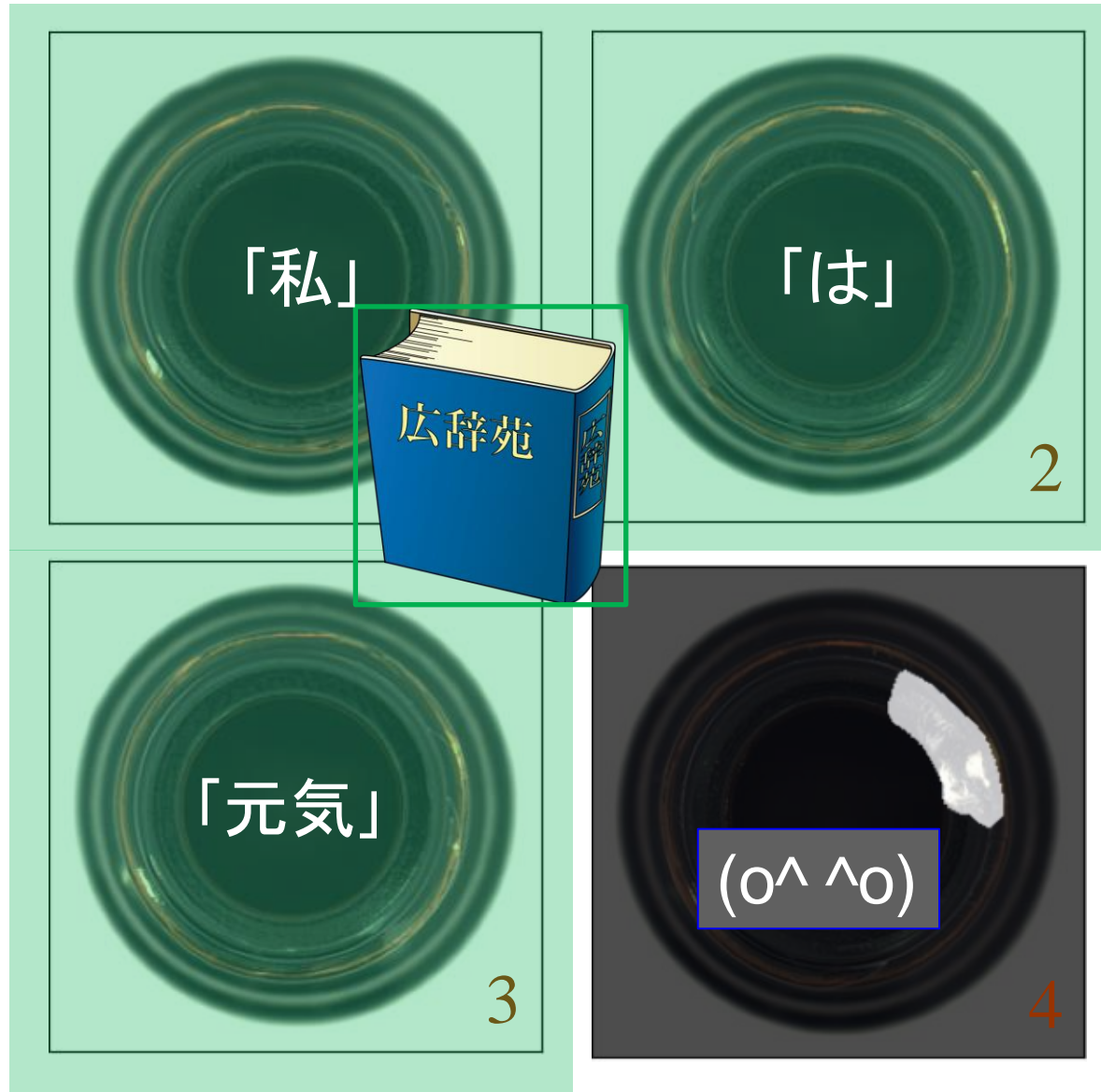
誤差が生じる

私は元気

概念図



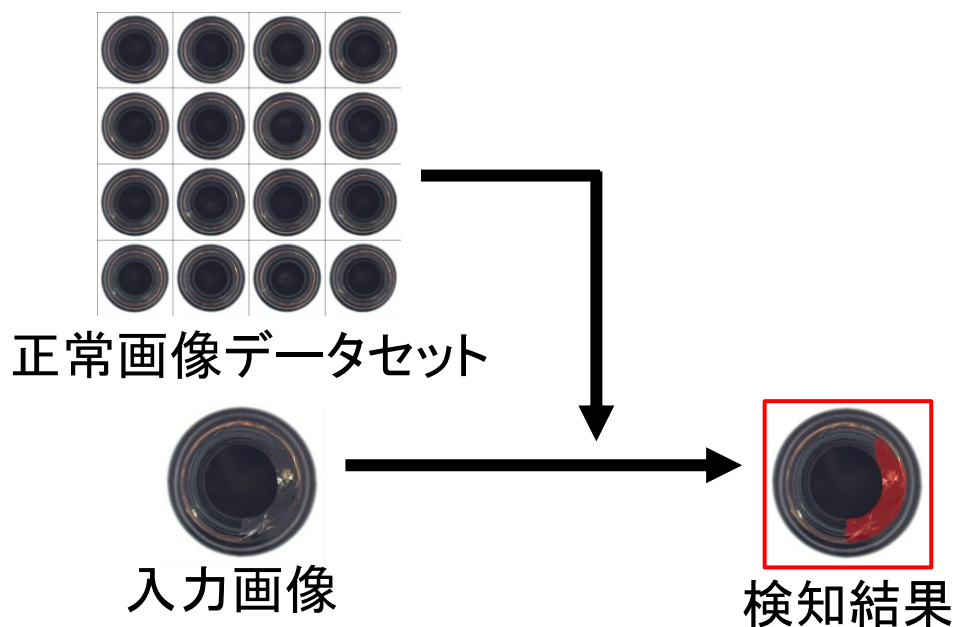
概念図



本技術のコンセプト(2/3)

- 1クラス分類

- 正常画像のみを含むデータセットを辞書として参照することで、異常かどうかを推定



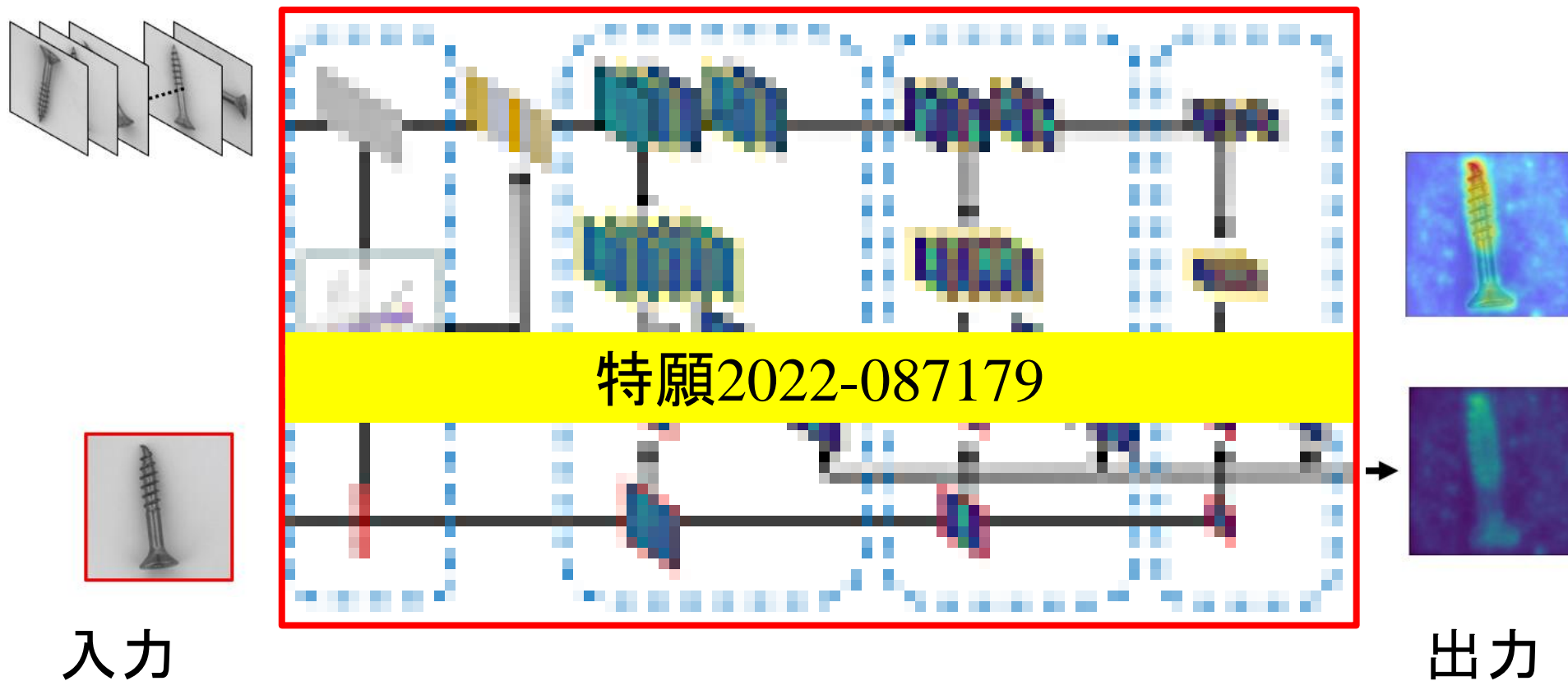
正常サンプルのみで検査可能



事前に様々な種類の異常
サンプルを必要としない

本技術のコンセプト(3/3)

- 深層学習による特徴抽出および辞書作成



提案手法の評価

- MVTec-AD
 - MVTec: 外観検査ソリューションで有名な会社
 - 15種類の工業製品画像のデータセット

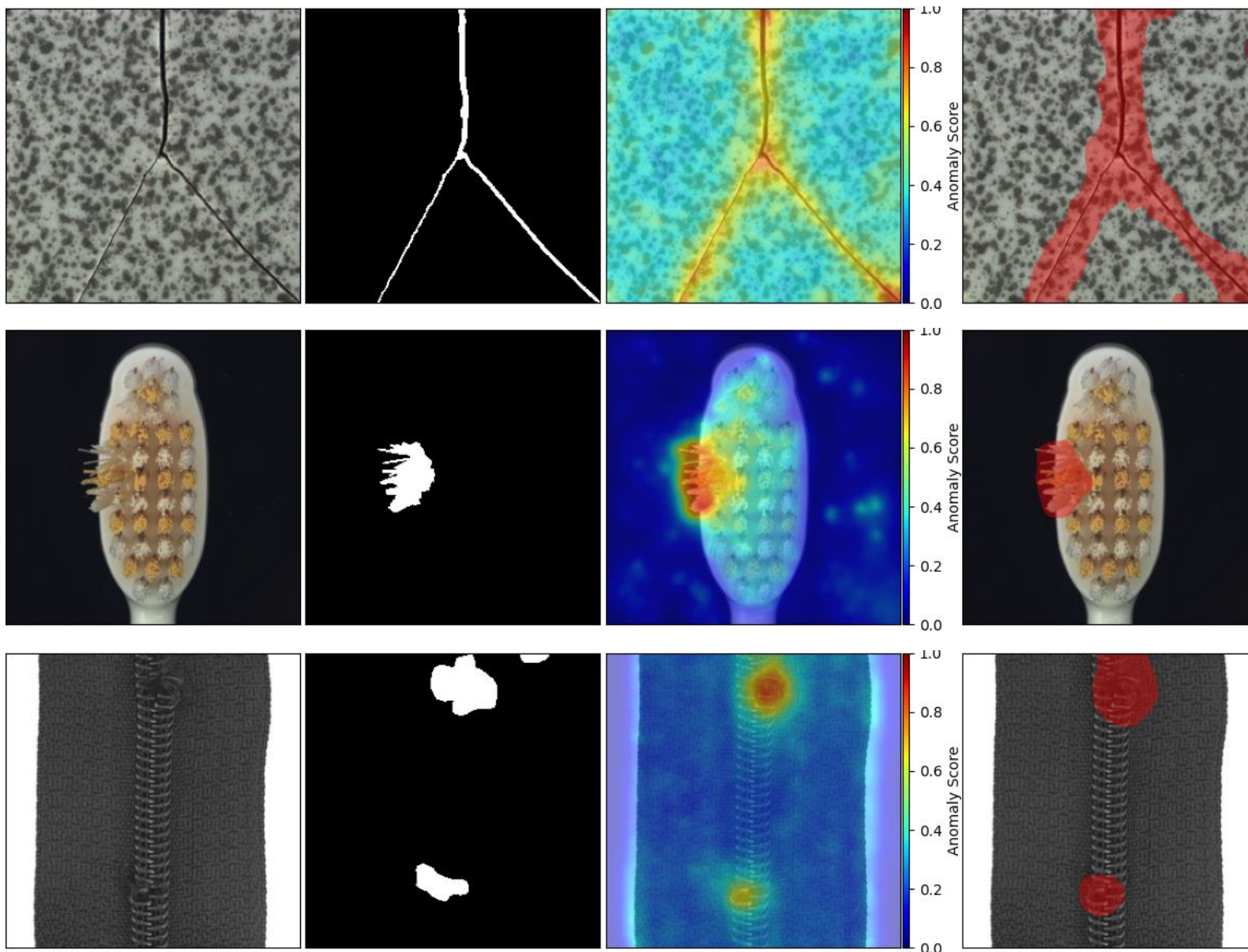
	Ours		
		metal_nut	95.5
bottle	97.9	pill	91.1
cable	93.6	screw	97.6
capsule	98.3	tile	94.2
carpet	99.2	toothbrush	99.1
grid	90.5	transistor	96.7
hazelnut	97.7	wood	95.6
leather	99.3	zipper	97.8

※最適化されていない状態

入力画像

目視検査の結果 自動検査の可視化

自動検査の結果

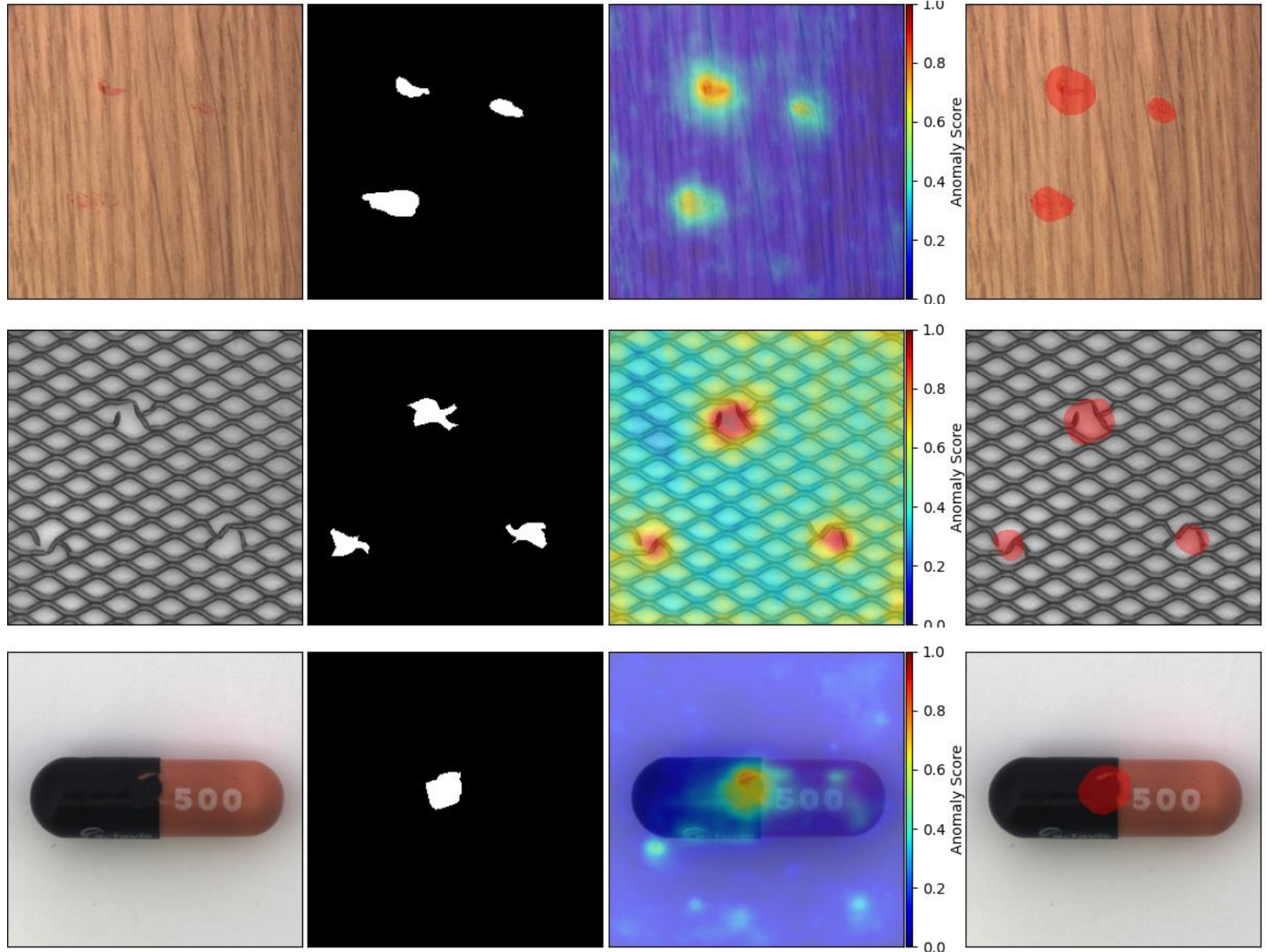


他の結果 : <https://www.labzhang.com/industry-academia/>

入力画像

目視検査の結果 自動検査の可視化

自動検査の結果

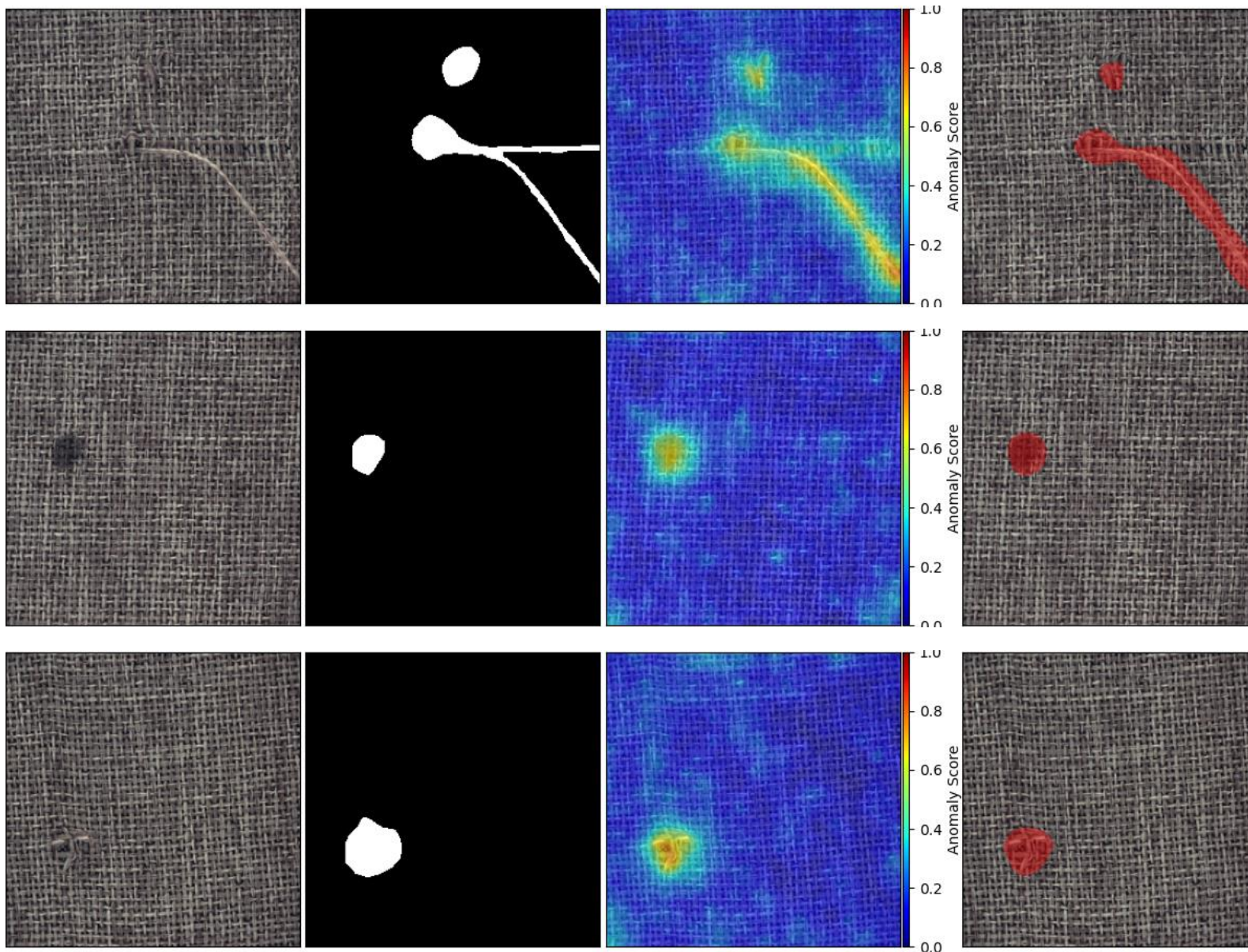


他の結果 : <https://www.labzhang.com/industry-academia/>

入力画像

目視検査の結果 自動検査の可視化

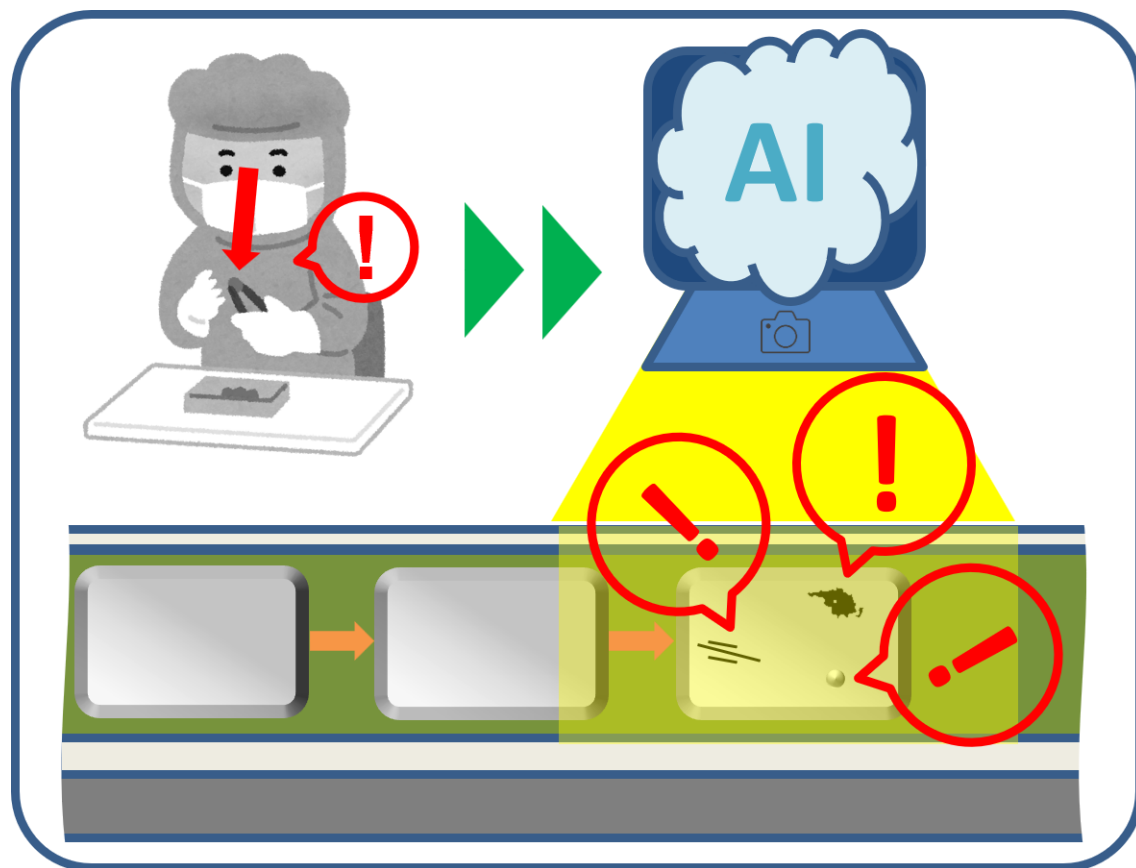
自動検査の結果



他の結果 : <https://www.labzhang.com/industry-academia/>

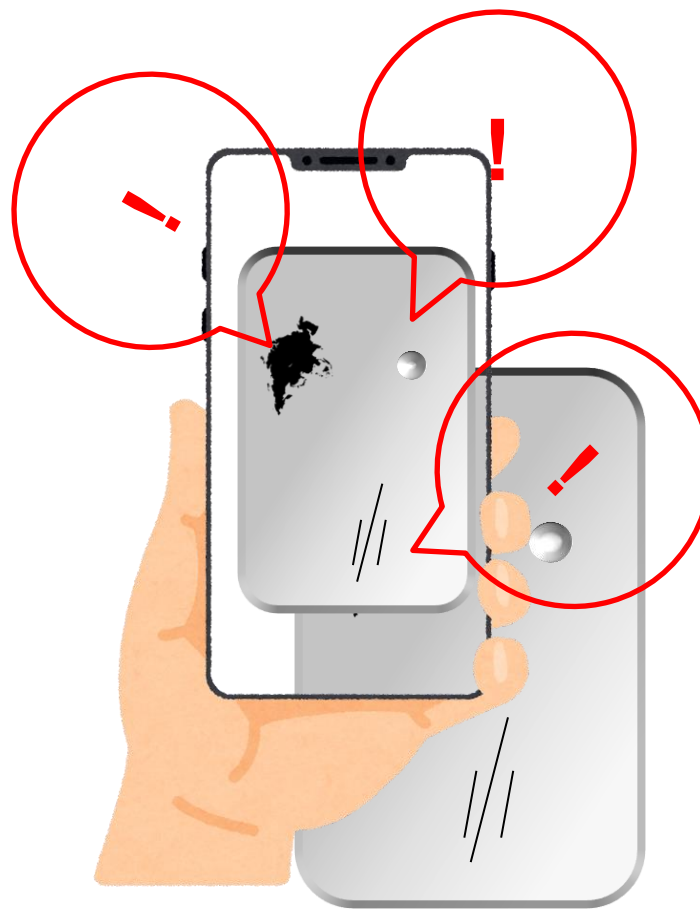
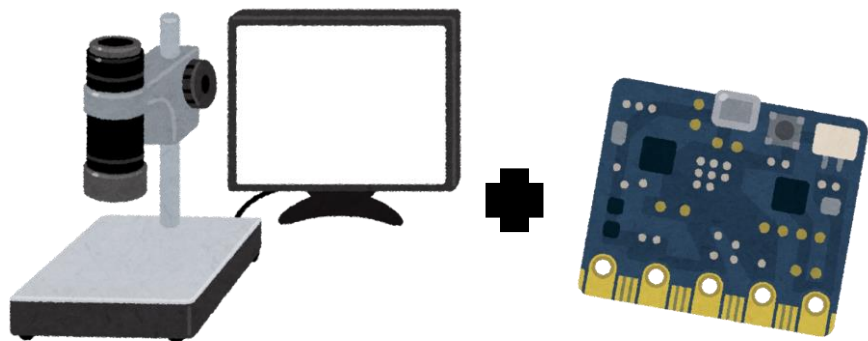
想定される用途(1/3)

- 生産・組み立てライン
 - 工業部品
 - 原材料
- 振分ライン
 - 農産物
 - 海産物
- 包装ライン
 - 食品・包装



想定される用途(2/3)

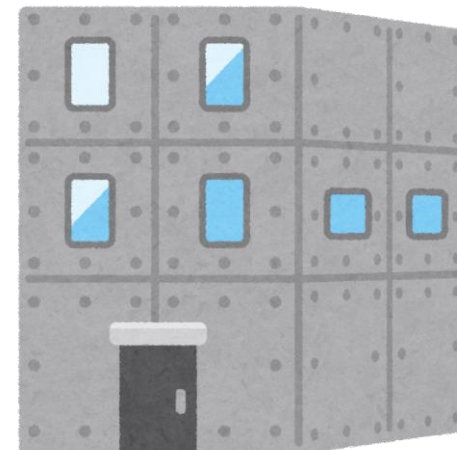
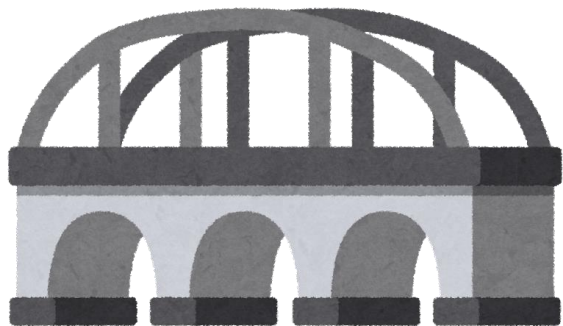
- IoT端末
 - スマートフォン
 - タブレット
 - マイクロコンピュータ



可搬型検査装置が実現可能

想定される用途(3/3)

- ドローン
トンネル、橋梁、風車、建物など



従来技術とその問題点

既に実用化されているものにAIによる画像検査があるが、

大量なデータ収集・アノテーションが必要

AIの推論に時間がかかる

等の問題があり、広く利用されるまでには至っていない。

新技術の特徴・従来技術との比較

- 従来のAI検査技術の問題点であった、「データ量への依存性」を低減することに成功した。
- 従来はモデルを構築するに「大量な正常画像」、「大量な異常画像」の収集およびアノテーションが必要であったが、数枚~数十枚の正常画像のみで実行可能。
- 本技術の適用により、1クラスできるため、リアルタイムで画像単位の検査・可視化が可能。

実用化に向けた課題

- 現在、 255×255 ピクセルの画像を20枚/秒で検査が可能なところまで開発済み。しかし、実応用に向けての最適化の点が未解決である。
- 今後、具体的な実問題について実験データを取得し、カメラ、レンズ、モデルの最適化を行う。
- 実用化に向けて、特定検査対象の精度を99.9...%まで向上できるように技術を確立する必要もあり。

企業への期待

- サンプルの提供が可能
- 共同研究が可能、またはライセンス契約が可能
- 外観検査や品質保証、不良品流出防止、異物混入などの効率化を考えている企業には、本技術の導入が有効と思われる
 - 正常画像にある程度の規則性があり、その規則性から外れる異常を検出したい
 - 形状、色、仕上がり、...

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 :

画像異常検知プログラム、情報処理装置、画像異常検知方法及び製造方法

- 出願番号 : 特願2022-087179

- 出願人 : 福井大学

- 発明者 : 張 潮

産学連携の経歴

- 2017年-2022年 企業と共同研究実施
- 2021年-2021年 JST A-STEPトライアウト事業に採択

お問い合わせ先

福井大学 産学官連携本部

コーディネーター 三浦 一男

TEL 0776-27-8956

FAX 0776-27-8955

e-mail office@hisac.u-fukui.ac.jp