



Aoki Kimiya  
青木 公也

工学部 機械システム工学科 教授

### 学歴・学位・職歴

学歴：慶應義塾大学大学院 理工学研究科 後期博士課程  
学位：博士（工学）  
職歴：豊橋技術科学 大学情報工学系 助手

### 研究シーズ

知覚情報処理・知能ロボティクス

### 研究キーワード

画像処理の産業応用、AI技術の産業応用、マシンビジョン、コンピュータビジョン、外観検査の自動化

### 産官学連携実績

#### 【連携実績】

トヨタ自動車株式会社、ダブル技研株式会社、YKK株式会社、三菱自動車工業株式会社、株式会社リコー、株式会社SUBARU、株式会社IHI、日東電工株式会社、セイコーホールディングス株式会社、株式会社アイシン、トヨタ車体株式会社、ボッシュ株式会社、中部電力株式会社、一般財団法人中部電気保安協会

#### 【外部研究費獲得】

- ・科学研究費助成事業
- ・NEDO 委託研究事業
- ・戦略的基盤技術高度化支援事業（サポイン）
- ・財団法人日比科学技術財団 研究開発助成
- ・矢崎科学技術振興記念財団 奨励研究助成



研究室HP



研究者業績DB



Researchmap



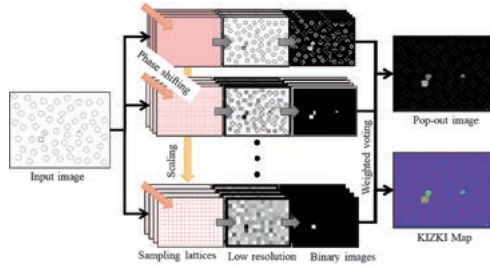
私たちは持続可能な開発目標（SDGs）を支援しています。

## あらゆるものづくりの現場で活用されることを目指した画像検査手法

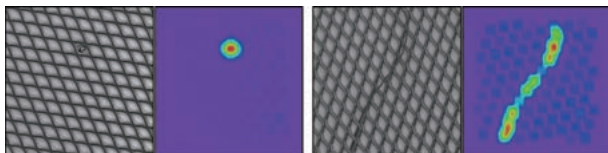
ものづくりの現場において、検査は欠くことができない工程です。特に外観検査は、不良の流出を防ぐだけでなく、その製品や企業への信頼性を担保する上でも重要な検査工程となっています。外観検査を自動化する場合、一般的には、対象ワーク（部品や素材、材料）と検査項目（キズ、割れ、欠け、変形、凹み、ひずみ、汚れ、シミ、ムラ、異物、組付け不良等）に応じて、一品一様で既存の画像処理コマンドの組み合わせとパラメータ調整を行います。しかし近年、融通性の高いシステムの要望が高まり、より汎用性のある画像処理手法や、AI（人工知能）技術の活用が期待されています。

①は、研究室で2011年から研究を続けている「KIZKI処理」と呼ぶ画像処理のモデル図です。人間がある画像を見たとき、画像中の「周囲とは少し異なる領域にふと気付く」機能をコンピュータに実装した、製造現場・工場における様々な検査に応用できる技術です。②～⑤は「KIZKI処理」による検査例です。この例では、金属・革・木の異なる材質上で発生した、異物・汚れ・シミの異なる欠陥の何れについても検出できています。また、ナッツについては、それぞれの個体差や向きの違いがありますが、それらの違いは検出せず、割れたナッツだけを検出できています。「KIZKI処理」とその応用手法は、関連学協会において学術賞や技術賞を複数受賞しています。

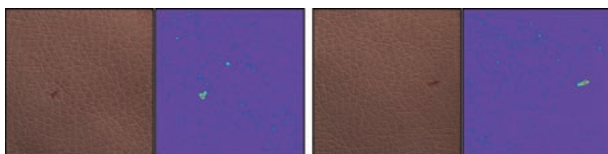
① 周辺視と固視動機に学ぶ「傷の気付き (KIZKI)」処理



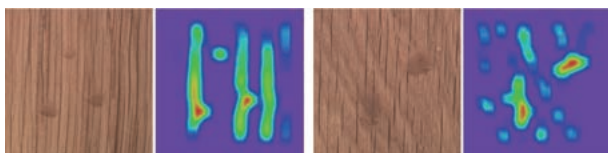
② 金属グリッドの異物検査



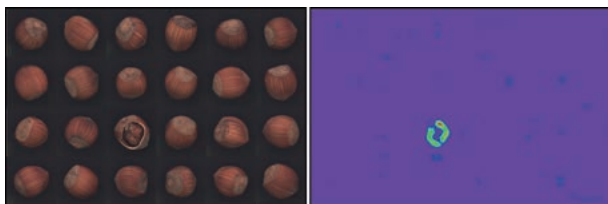
③ 革製品の汚れ検査



④ 木製品のシミ検査



⑤ ナッツの割れ検査

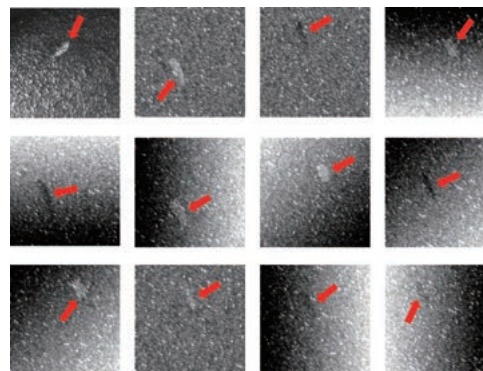


出典：検査画像はMVTEC ANOMALY DETECTION DATASETを使用

## ものづくりの現場での AI 技術活用

⑥の12枚の写真は、鋳物の検査画像で、赤矢印で示した箇所には打痕欠陥があります。AI技術を活用するには、一般的には事前に多量の検査画像サンプルを収集しておき、それを「学習」させる必要があります。一方、ものづくりの現場では、そのサンプル画像の収集が容易ではありません。研究室では、この検査画像を合成し、収集の手間なくAIを学習できる手法を提案しています。実は⑥の12枚中、左上角の1枚だけが本物で、残りは全て提案手法によって背景も含めて合成した画像です。研究室ではこの他にも、「なぜそのように良否判定したのか」の説明も可能にする外観検査AIの実現にも取り組んでいます。

⑥ 外観検査AIの学習用データの生成例



## 期待される効果・応用分野

当研究室では画像処理・AI技術について、その基礎から応用までを研究テーマとしています。今回は特に産業応用に直結したシーズについて紹介させていただきました。製品・商品外観の検査は工業だけでなく農業・漁業も含めてあらゆる場面で必要です。さらに、可視光だけでなくX線画像、CT画像による非破壊検査についても当研究室の有するシーズは応用可能です。

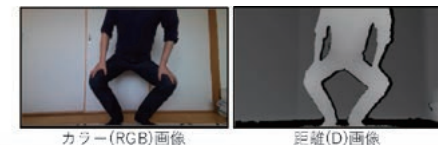
## ■ 代表的な論文・知財

- 1) 燃料電池セパレータの微小欠陥検出のための帯型偏光撮像系・帯型 KIZKI 処理検査装置, 精密工学会誌, Vol.88, No1 (2022-1)
- 2) サッカーに駆動された「傷の気付き」処理, 精密工学会誌, Vol.88, No1 (2022-1)
- 3) 見比べ KIZKI 処理による商用印刷機における印刷物検査手法, 精密工学会誌, Vol.87, No.12 (2021-12), pp.975-986
- 4) 外観検査画像処理プログラム自動生成における検出失敗時の追探索, 精密工学会誌, Vol.87, No2 (2021-2), pp.206-212
- 5) Deep Learning を用いた画像検査におけるテンプレート画像の自動設定, 精密工学会誌, Vol.86, No9 (2020-9), pp.714-719
- 6) 多方向照明画像による小型金属部品の微小凹凸欠陥検出手法, 精密工学会誌, Vol.86, No.7 (2020-7), pp.552-557
- 7) ワイヤ検出プログラム及びワイヤ検査装置, 特開2005-147665, 登録4395581
- 8) 欠陥検査装置及び欠陥検査方法, 特開2013-185862, 登録5821708
- 9) 欠陥検査装置, 特開2018-004324, 登録6546125
- 10) 欠陥検査装置及び欠陥検査方法, 特開2019-100937, 登録6643301

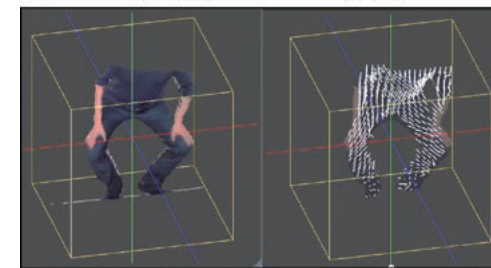
## ものづくりの作業を計測する技術

近年、カメラセンサの発展は著しく、カラー情報 (RGB) に加えて対象までの距離 (D) や対象の形も低コストで計測できるようになりました。研究室では長年に渡って、このRGB-D情報処理について取り組んでいます。⑦は私がカメラセンサ前で屈伸運動をしている様子です。体表面のポイント、ポイントが運動中どの方向に移動しているのかを算出しています。研究室では、この3次元の運動フローをAIで学習し、工場内での作業動作を認識し、手順間違いを検出するシステムを提案しています。

⑦ RGB-Dカメラを使った物体の運動検出 (3Dフロー検出)



カラー (RGB) 画像 3次元 (D) 画像



RGB-D画像による3D表示 3Dフローの検出 (白線群)

## 産業界へのPR

当研究室では設立当初より三つの目標を掲げており、その一つは「画像処理技術を通じて社会に貢献する」です。これまで多くの企業と課題解決のためにコラボレーションさせていただきました。その成果は特許や論文だけでなく、大学・企業の若手人材の成長にあると考えています。今後も産学連携における total win を目指します。