

機能性フィルム研究会
2024年度 4月例会（2024年4月18日）
於：タワーホール船堀

コンバーティング分野へのAI適用と 先端技術への取り組み

XC-AC-23-0493-01

株式会社クロスコンパス
デジタルビジネス部 プラットフォームビジネスグループ
AIビジネスコンサルタント

的場 大祐

的場 大祐 (まとば だいすけ)

2023年7月1日
株式会社クロスコンパスに入社

コンバーティング製品の製造現場に
新たな活力をもたらす先端AIシステム・ソリュー
ションを提案する活動に邁進

よろしくお願ひ申し上げます。



2009年：株式会社加工技術研究会入社
2023年：株式会社クロスコンパス入社

発表内容

1. 会社概要と製造業へのAI適用
2. AIの基本知識
3. AI生成ツール「MANUFACIA（マニュファシア）-ADT」
4. コンバーティング分野での解析事例
5. 先端技術への挑戦

1. 会社概要と製造業へのAI適用

会社概要

- 名称 : 株式会社クロスコンパス
- 設立 : 2015年4月 (創立2011年)
- 代表 : 鈴木克信
- 従業員 : 35名 (研究者・エンジニア 28名)
- 所在地 : 東京都中央区築地2-7-3 CAMEL TSUKIJI II 3F
- 主事業 : 人工知能を中心とした製造業向けデジタル技術コンサルティングと製品開発および提供
- 理念 : AI Closer to You ~AIをもっと身近に~
- 資本提携先 (順不同)



製造業 × 人工知能

Manufacturing Industry Artificial Intelligence



クロスコンパスは、世界的な**労働人口の減少**と、製造業における熟練者の**技術・技能を継承する後継者不足**という製造業の現場が抱える課題を支援するための人工知能ソリューションを提供いたします。





所在地：京都府京都市中京区町頭町112 菊三ビル 3F

所長：Olaf Witkowski

- ・東京大学、PhD
- ・国際人工生命学会会長
- ・自然言語処理、群制御

目的：最新技術による新市場の活性化や、活気と好奇心に満ちたクリエイティブな環境の創出。学術研究と産業応用の間のギャップを埋める活動の実施。

クロスコンパスの技術力・差別化を生み出す要



A カスタムAIサービス事業

- AI コンサルティング
- AI 開発

カスタムAI事業は、お客様の課題を解決する為にAIまたはAI開発環境を専用で開発し提供します。AIを用いた課題解決手法のコンサルティングから、AIをフルカスタムで開発するカスタムAIサービスやAI開発ツールを用いてセミカスタムAIを開発するサービスがあります。



MANUFACIA-ADT (画像特化)

B セミカスタムAIサービス事業

- AI 開発ツール
- AI 運用関連ソフトウェア

セミカスタムAI事業は、自社で開発した実証済AIを搭載したAI開発ツール (MANUFACIA) を使い、お客様のデータを使ったセミカスタムAIを提供します。またAIを運用する為の関連ソフトウェアも各種ソースコードで準備しています。

C AI人材育成サービス事業

- AIエンジニア教育
- AI研究生教育 (クロス・ラボ)

AI人材育成開発事業は、研究機関・学術機関との強力な連携関係を保有しているクロスラボにおける研究生の受入や、長年の経験とノウハウからAIエンジニアの教育、育成を行うサービスなどの各種人材育成サービスを用意しています。



2. AIのキホン知識

「人工知能（Artificial Intelligence）」という言葉は、1956年にアメリカで開催されたダートマス会議において、著名な人工知能研究者であるジョン・マッカーシーが初めて使った言葉です。（中略）

「人工知能」が、**推論、認識、判断など、人間と同じ知的な処理能力を持つ機械（情報処理システム）**であるという点については、大多数の研究者の意見は一致しているといっていよいでしょう。しかし、「人工知能とは何か」については、専門家の間でも共有されている定義は未だにありません。なぜなら、そもそも「知性」や「知能」自体の定義がないため、「人間と同じ知的な処理能力」の解釈が、研究者によって異なるからです。

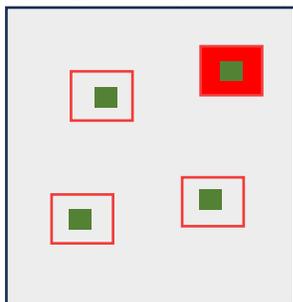
【引用】『深層学習教科書 ディープラーニングG（ジェネラリスト）検定 公式テキスト』p.2、2020年7月15日発行（初版第9刷）
監修：一般社団法人日本ディープラーニング協会
著者：浅川伸一、江間有沙ほか



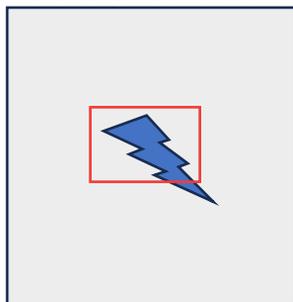
上記を踏まえ、本発表では、便宜的に、AIを「**あらかじめ与えられた学習データを基準に、新しいデータに対し良否判定を行うシステム**」として話を進めます。

ルールベース解析例

欠陥個数のカウント
(許容範囲より多い!)



欠陥サイズの測定
(許容サイズより大きい!)



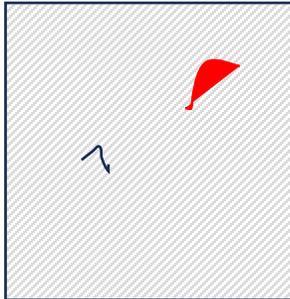
- 品質管理基準や顧客との取り決めによるルール（パターン、閾値）に越えているか否かを見る
→良品・不良品の区別がつきにくい場合には対応が難しい

ディープラーニング解析例

良品として許容
できる画像データ



正常？異常？



- ・正常と覚えこませたら正常とAI判断
- ・異常と覚えこませたら異常とAI判断

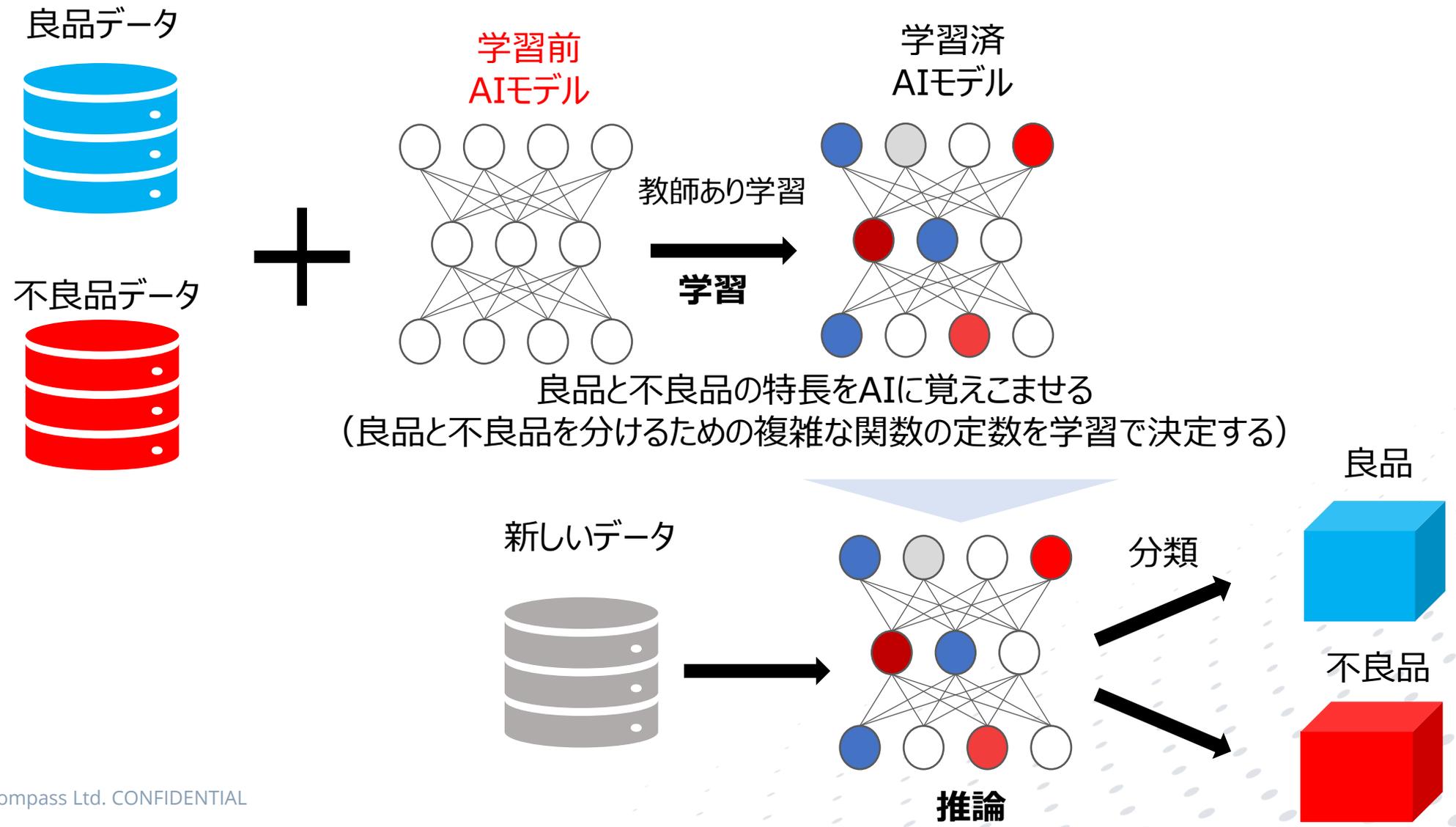
**熟練者／エキスパートが判断!!
＝工場内の暗黙知の継承**

- 測定データ全点から特徴点を抽出
- 人が見て「なんとなく違う」と思うような特徴を抽出可能。

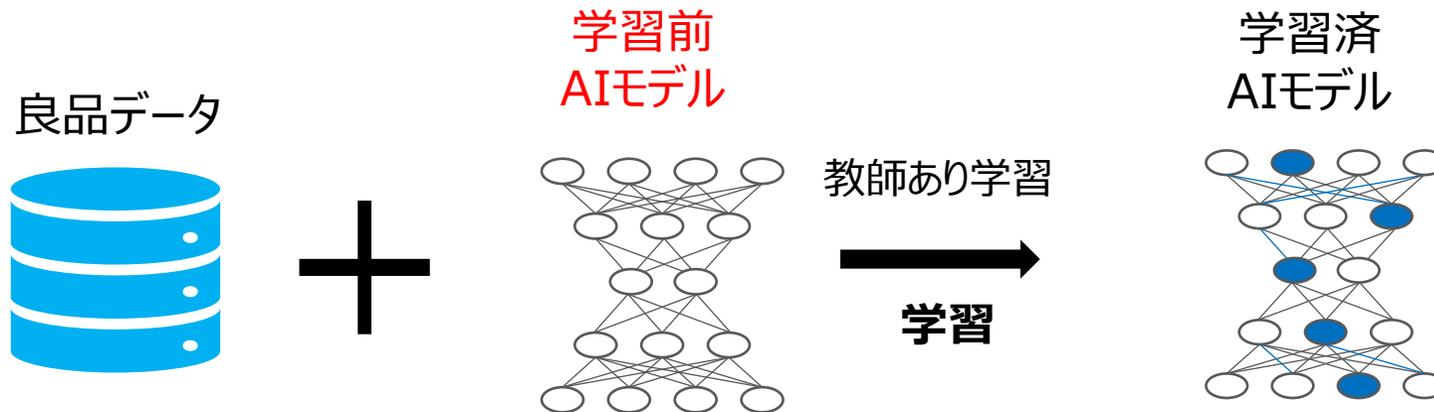
→「人による判断」と同様の解析が可能

機械学習の手法①：教師あり学習

※機械学習：AIのプログラムが自分で学習する仕組み

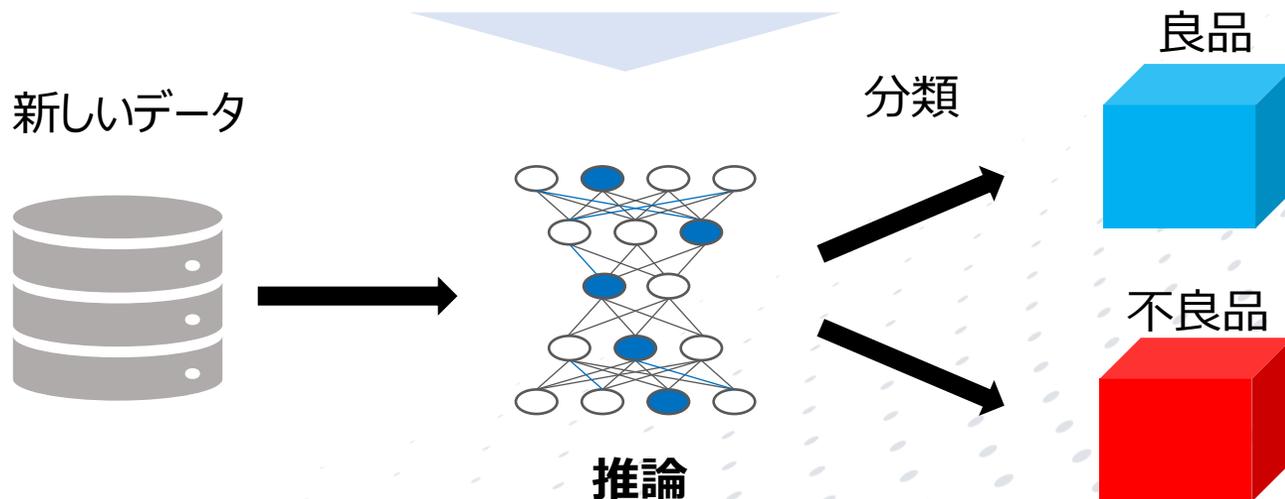


機械学習の手法②：教師なし学習



注) データ前処理工程が必須

良品の特長をAIに覚えこませる
(良品と不良品を分けるための複雑な関数の定数を学習で決定する)



3. AI生成ツール「MANUFACIA-ADT」



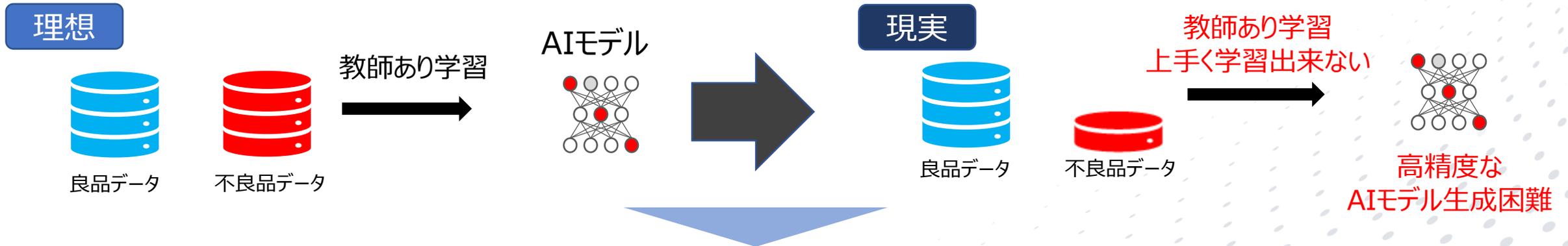
ADT: Anomaly Detect Toolbox

従来技術 1

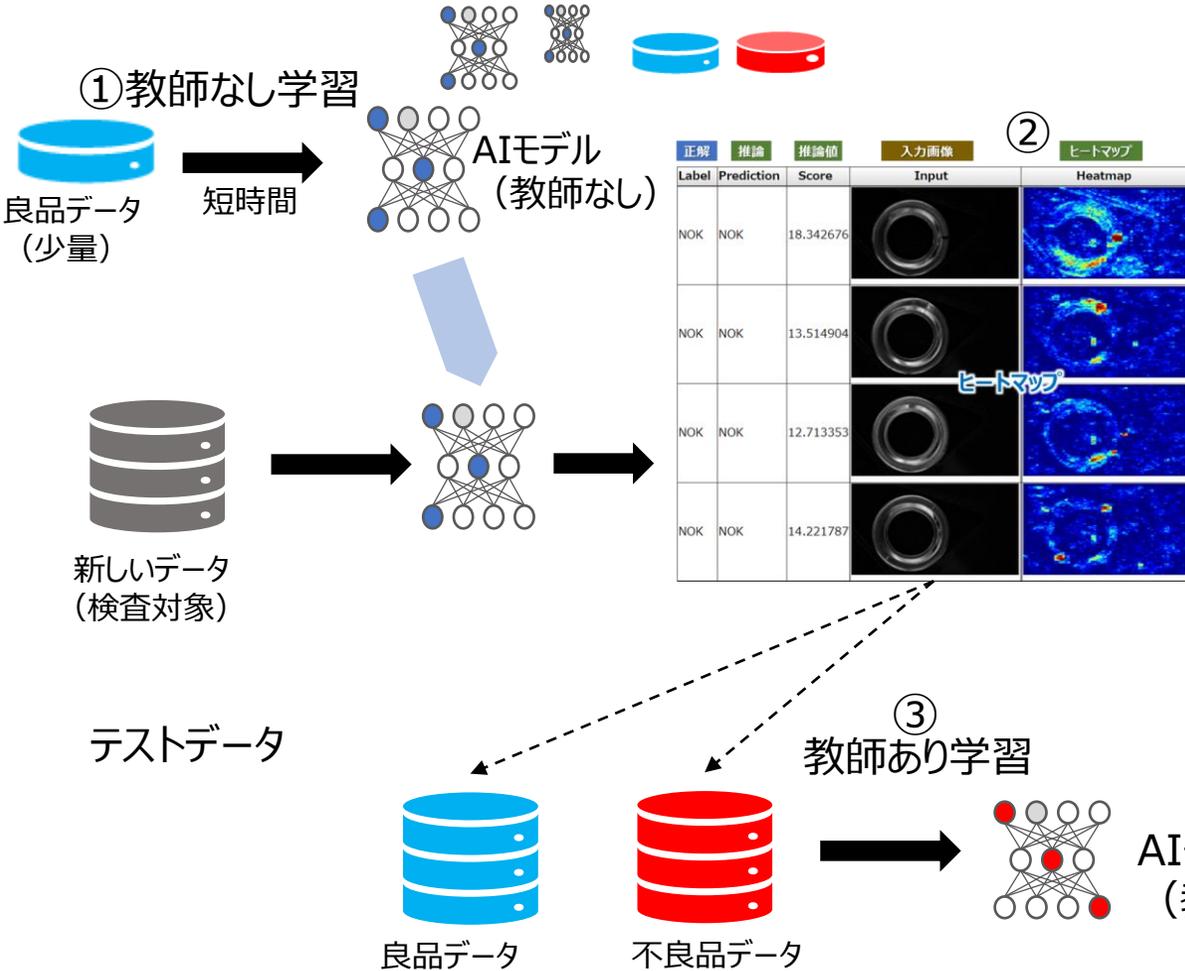
- 検査員が目視検査 → 属人的、作業負担が大きく、人材採用困難
- 検査装置を導入（非AI） → 過検知（良品を不良品と判断）が多く、2次目視検査負担大

従来技術 2

- 一般的AIを搭載した検査装置 →
 - 膨大な学習データが必要（教師あり学習AIが主流、異常品データを良品データと同数必要）
 - 検査対象物に最適なAIの選択が不可能
 - AI開発／再学習は社内AIエンジニアまたは外注により開発（プログラム開発が必要）

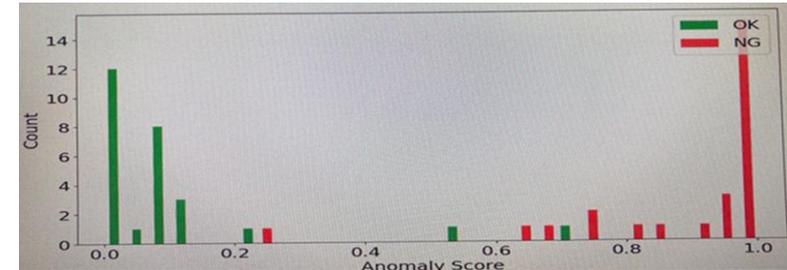


最適な良品学習AI + ノーコード（プログラミングを必要としない）AI開発



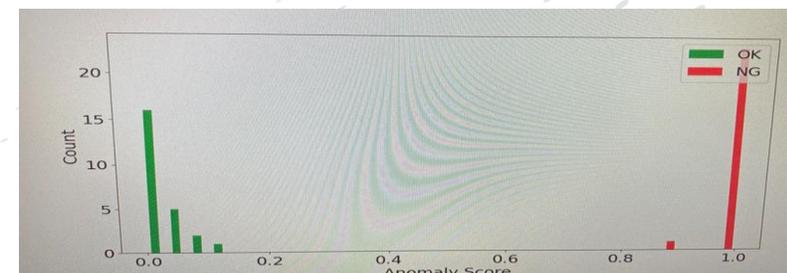
- ①少量の良品データのみでの学習でAIモデル生成
- ②AIモデルの判定結果は可視化可能（ヒートマップ）。ヒートマップで容易に良品／不良品を判別
- ③判別され集まった良品／不良品データで教師あり学習を実施。教師あり学習済みAIモデル生成。
- ④再学習を繰り返すことでAIモデルの精度向上

ノーコードの統合型AI生成環境

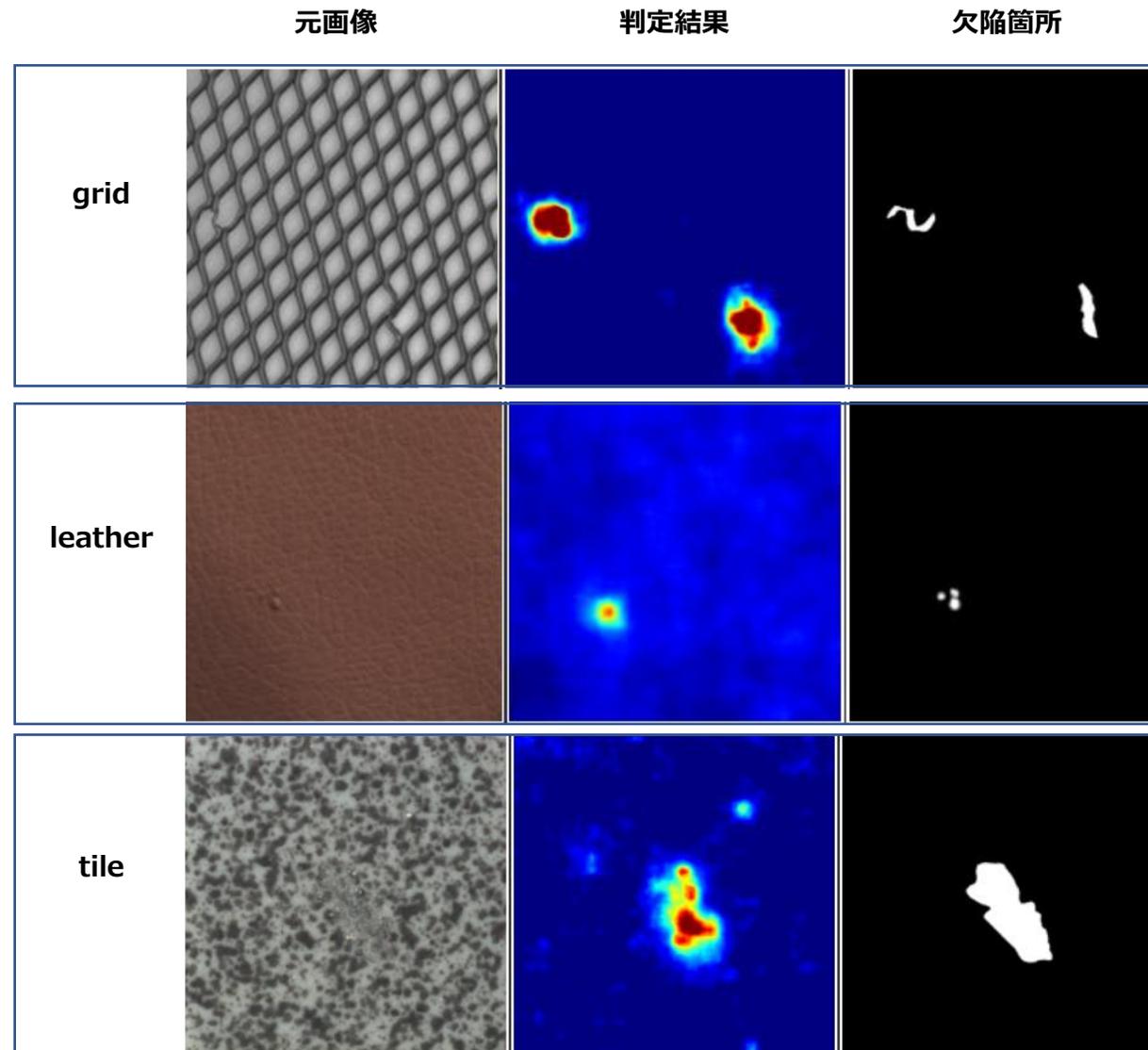


④現場でAIを再学習
(精度向上)

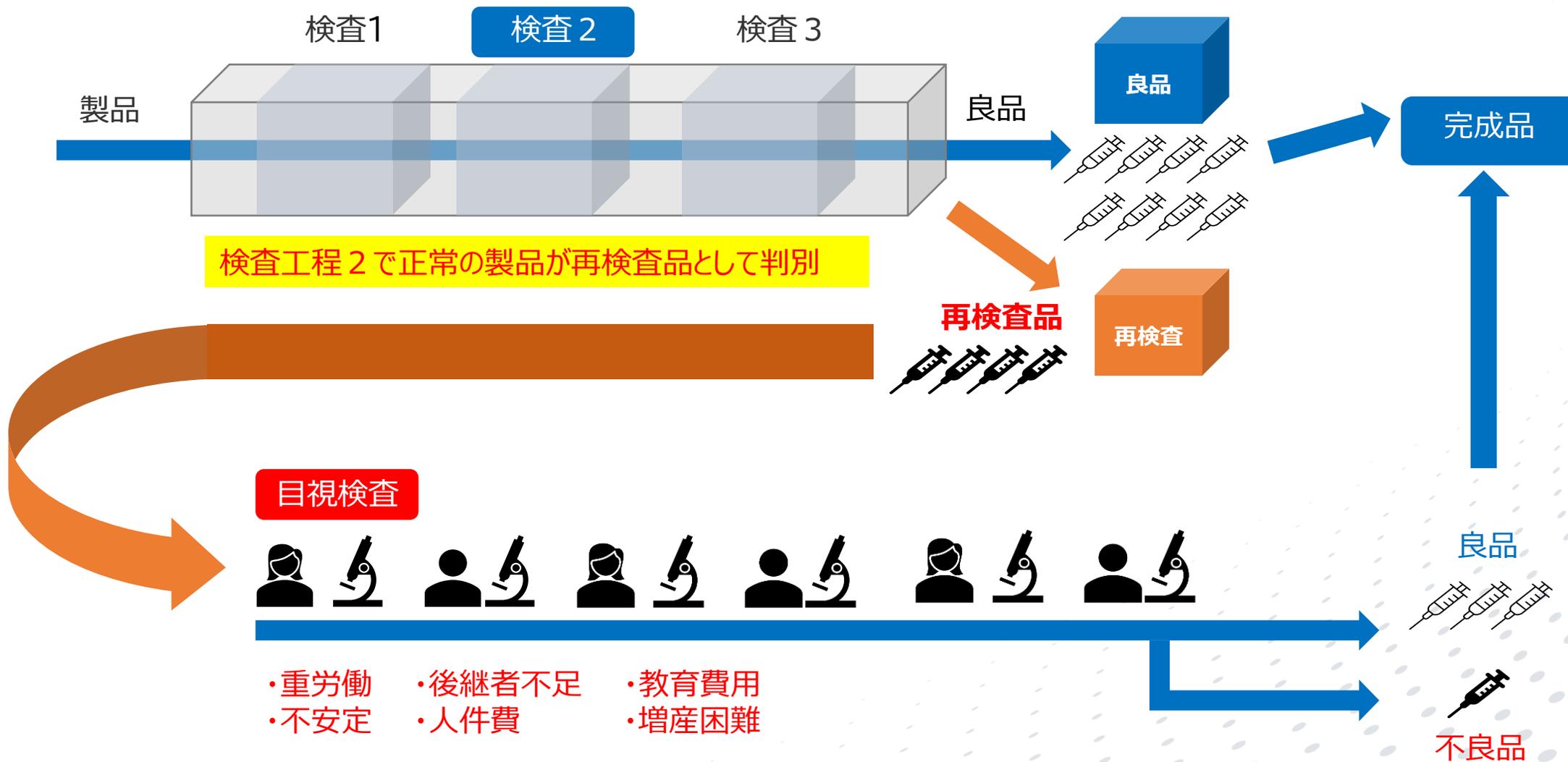
見逃しゼロ、過検知大幅削減



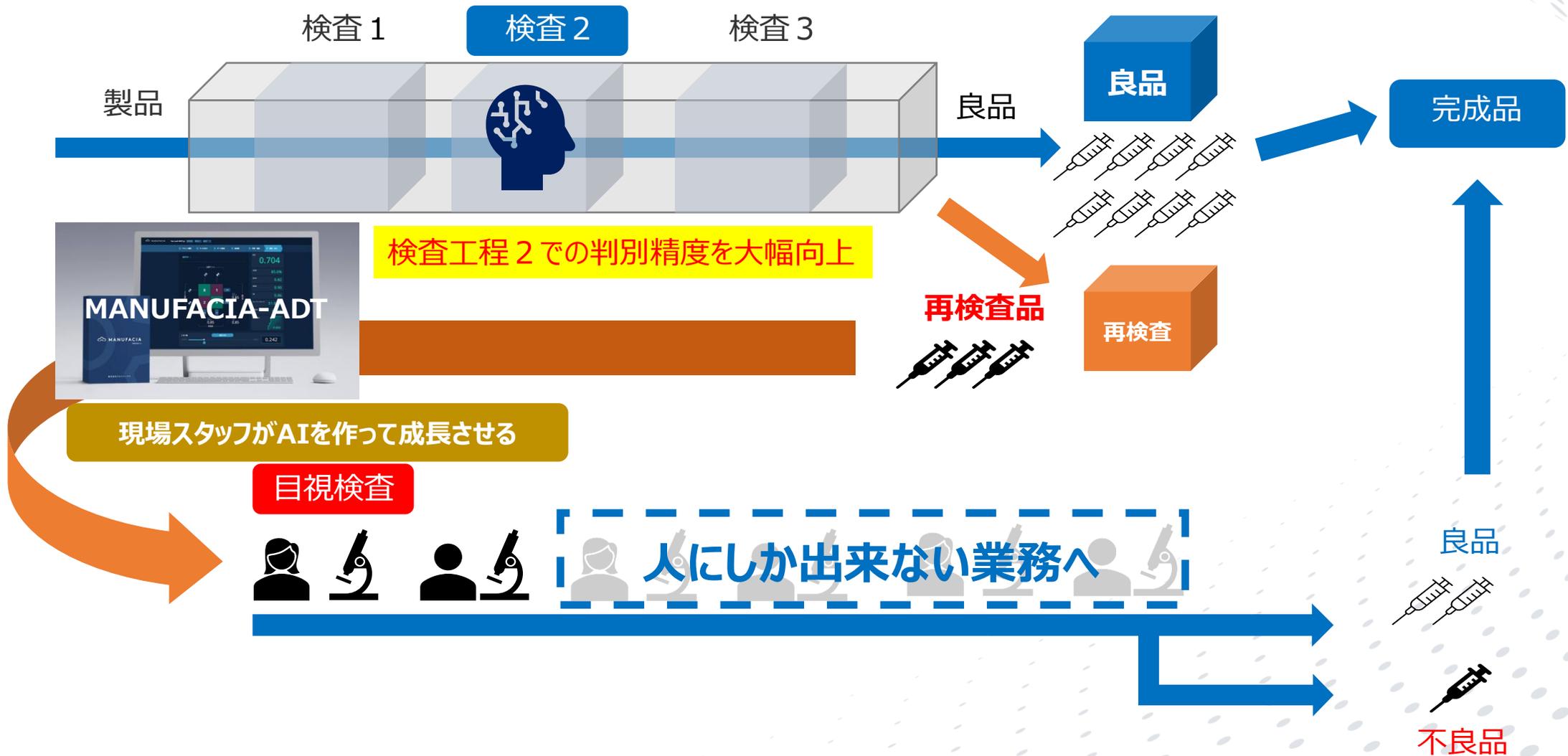
検査対象によって最適なAIアルゴリズムを選択可能



従来検査ライン



AI導入後の検査ライン



■ ニュースリリース

Cross Compass

2023年1月19日
株式会社クロスコンパス

現場で育てる AI

～医療系外観検査ラインにおける高精度 AI ソリューション～

株式会社クロスコンパス（東京都中央区、代表取締役社長：鈴木 克信、以下「クロスコンパス」）は、医療機器の開発・製造・販売などを行うメディキット株式会社（本社：東京都文京区、代表取締役社長：景山 洋二、以下「メディキット」）の子会社と、共同で医療機器の外観検査工程の一部に人工知能（以下「AI」）を活用した検査システムを導入し、これまでの品質基準を満たしながら約10倍の検査効率を向上させることに成功しました。

【概略】

クロスコンパスは、製造業向けAIアルゴリズム開発を得意とし、高精度な外観検査ソリューションも提供しています。この度、クロスコンパスは、AI開発環境「MANUFACIA-ADT」を提供し、また、パナソニックグループのパナソニック コネクト株式会社（東京都中央区、代表取締役社長：樋口 泰行）のプロセスオートメーション事業部および平田機工グループのタイヘイテクノス株式会社（熊本県熊本市、代表取締役社長：野口 和隆）がシステムインテグレーターとして、外観検査ラインシステムを構築しました。

【導入の効果】

クロスコンパスが提供する高精度な外観検査ソリューションは、現行の検査装置が不良と判別した製品を人が再度「目視検査」で選別していた不明瞭な領域を大幅に改善できるものです。例えば、これまでメディキットでの検査工程では、真の不良はその内の10%未満でしたが、現行の検査装置にMANUFACIA-ADTで生成されたAIをアドオンする事により、真の不良プラス5%程度の精度で不良を検知できるようになり、導入後は検査効率が約10倍の改善が立証されました。

評価着手～現場導入（稼働）：約1年

【導入検証の振り返り】

導入に当たっては厳しい評価を繰り返し、毎日1万点近い製品をAIが判定・可視化し、その結果を現場の目で確認して品質を維持できることを確認しました。また、AIの性能を向上させるために、現場で、一日数10回ものAI再学習により判定精度を高めたことも重要なポイントでした。加えて、AIの判定結果が可視化された状態でデータが保存されるため、今後の工程改善にもつながると同時にトレーサビリティも向上するという効果が期待できます。

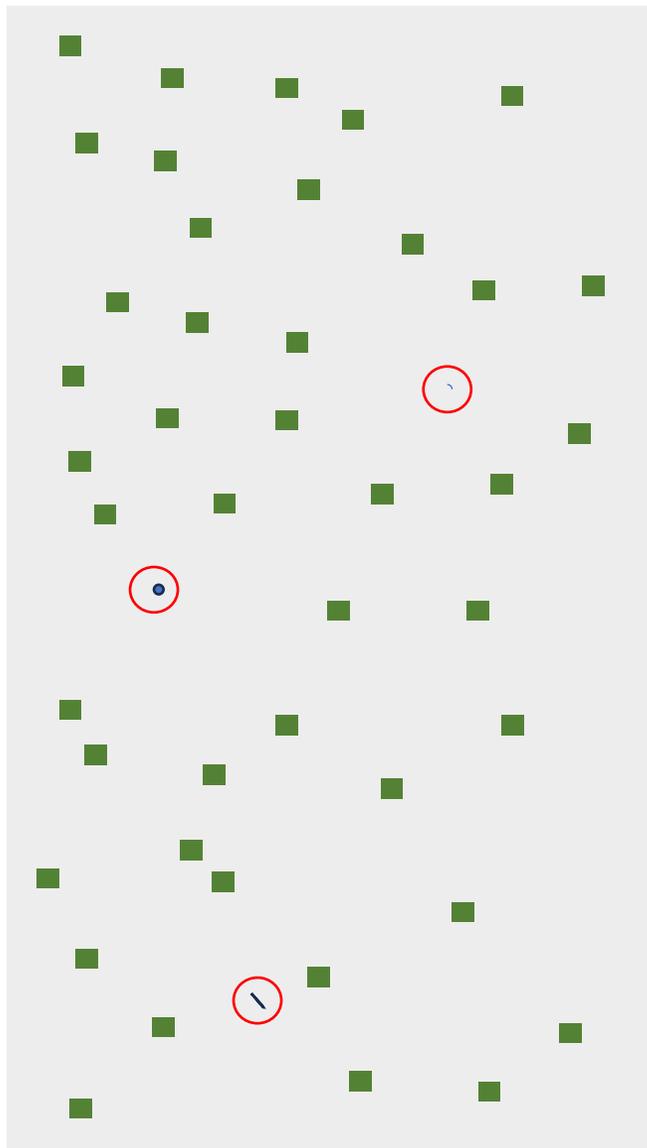
【現場の声】

現場からは「大変便利で精度が高い」「ゲームの感覚で精度が上げられる」「他の対象物でも試してみたい」「今後はAIありきで評価方法を考えたい」という声をいただきました。

【導入の評価と今後について】

今回の外観検査ソリューションの導入によって、現場で培った検査技能を最先端の技術で継承する事が出来、また、現場の働き方も「目で見て検査」から「検査できるAIの開発」へ「リスキル」されていく事ができるAI開発環境を導入したことは大きな改革と考えております。

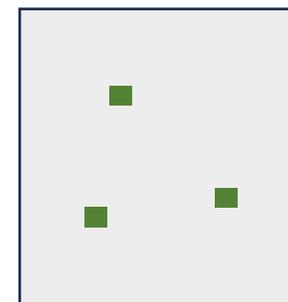
2023年版
『ものづくり白書』（P163～164）
掲載！



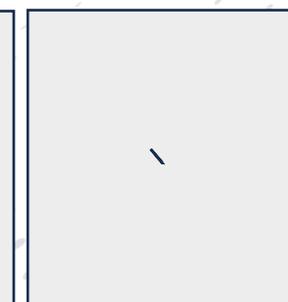
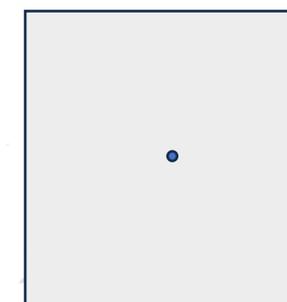
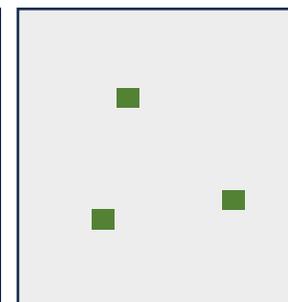
対応したい
真の欠陥は
わずかなのに
検査装置が
欠陥候補を
多数抽出。
すべてを検査員が
目視で確認
しなくては
いけない。

→改善の
可能性提示

教師なし学習（OK画像を学習）



教師あり学習（OK/NG画像の両方を学習）



フィルム上の各種欠陥の検知・分類、カテゴリズ



欠点A



欠点B



欠点C



欠点D



欠点Aを検出するAI



欠点Bを検出するAI



欠点Cを検出するAI



欠点Dを検出するAI



欠点画像母集団

タクトタイムに応じた
検出の仕組みを検討



「欠点A」画像
抽出プール



「欠点B」画像
抽出プール

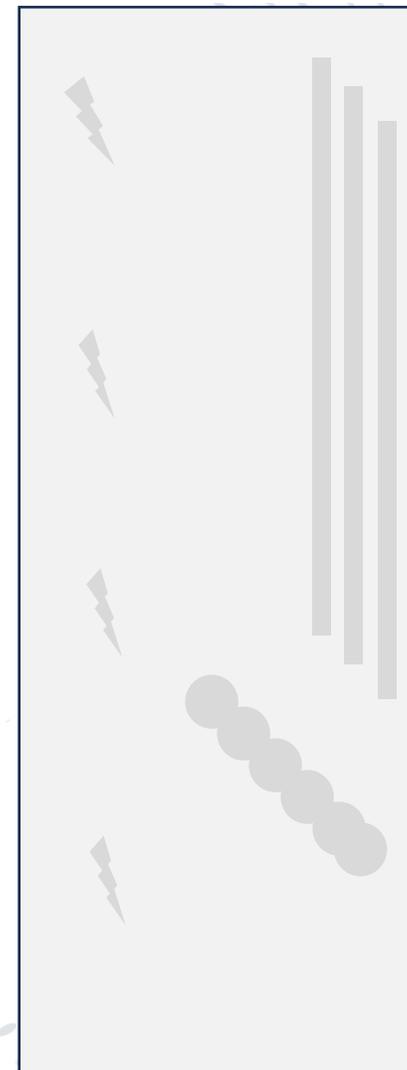


「欠点C」画像
抽出プール

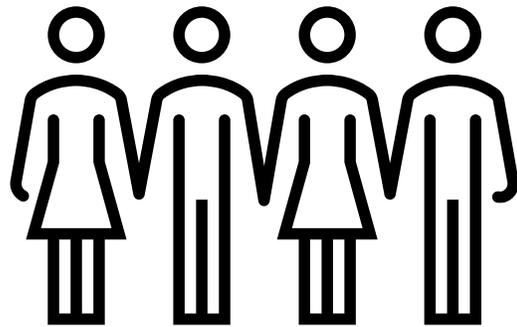


「欠点D」画像
抽出プール

欠点をマップ化して
傾向を把握！



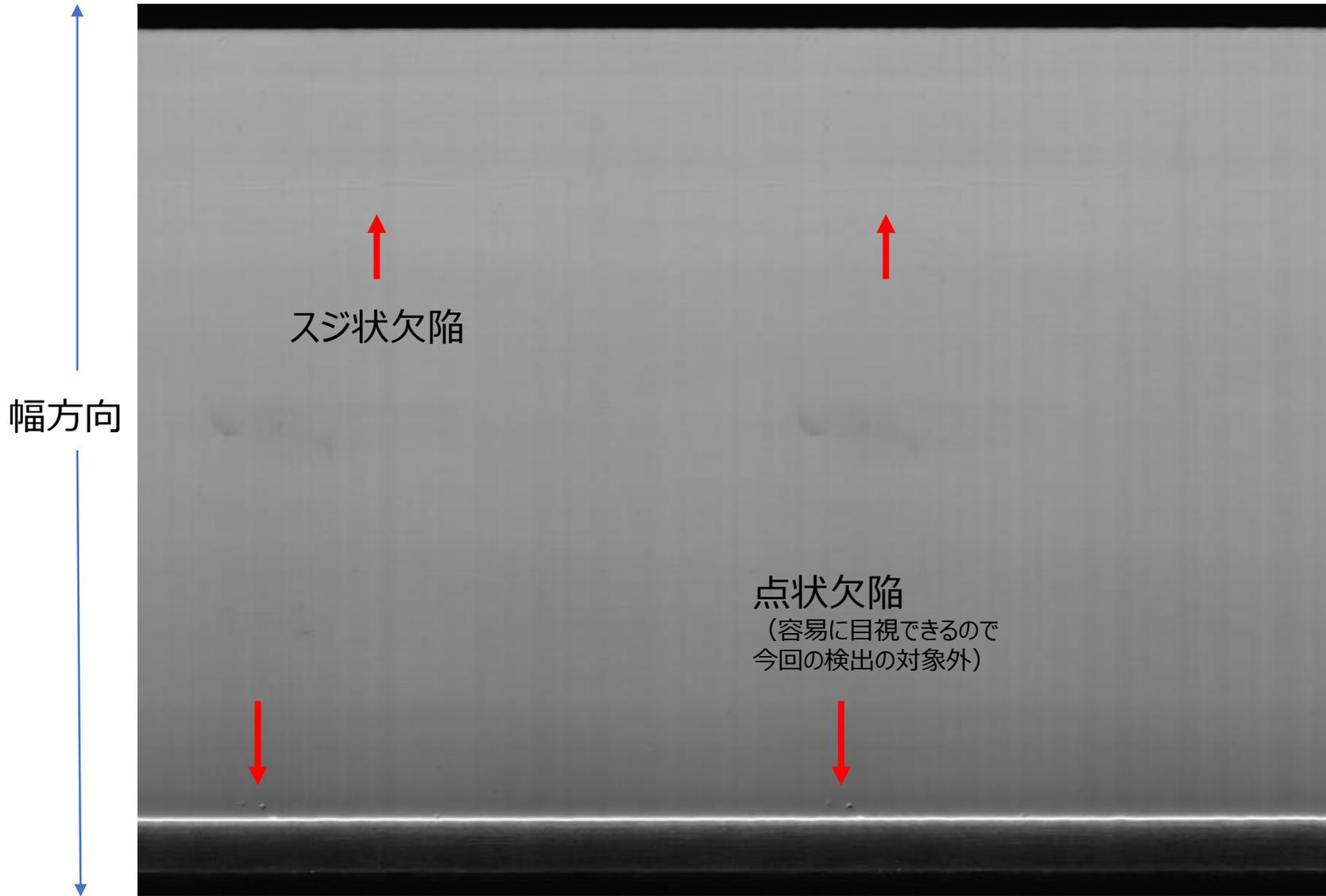
1. 目視で行われている作業の代替・サポート
2. 既存画像検査システムでカバーすることが難しいため人間が行っている作業の代替



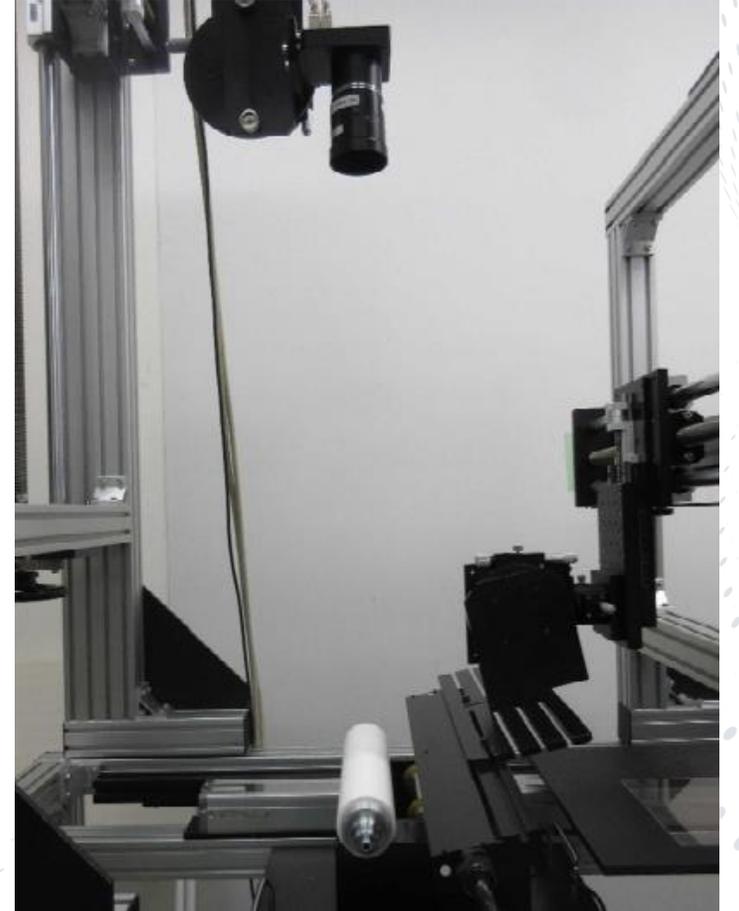
生産性の効率化やコストはもちろん、
事業継続上の課題解消にも役立つ可能性

4. コンバーティング分野での解析事例

シリコンゴムローラ表面の欠陥検出



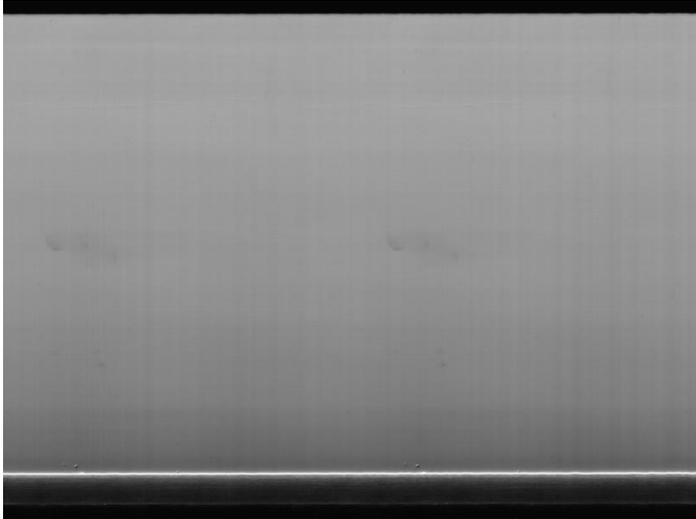
ローラを回転させながら
全周を撮影



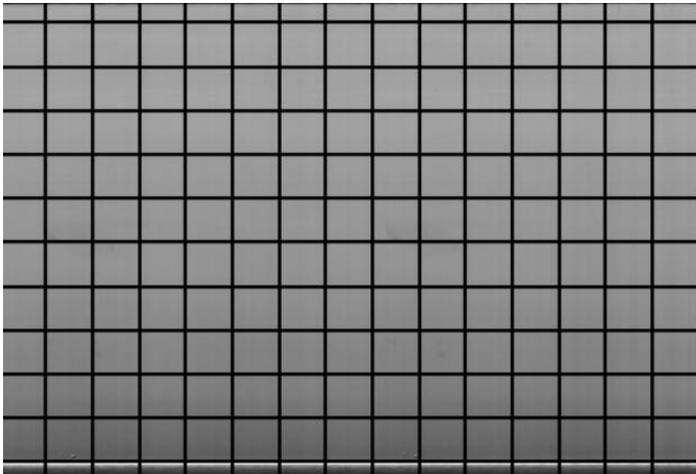
- ◇ゴムローラ異常検知ソリューション
撮像：シーシーエス様
AI解析：クロスコンパス
- ◇ゴムローラ提供：明和ゴム工業様

学習画像作成方法

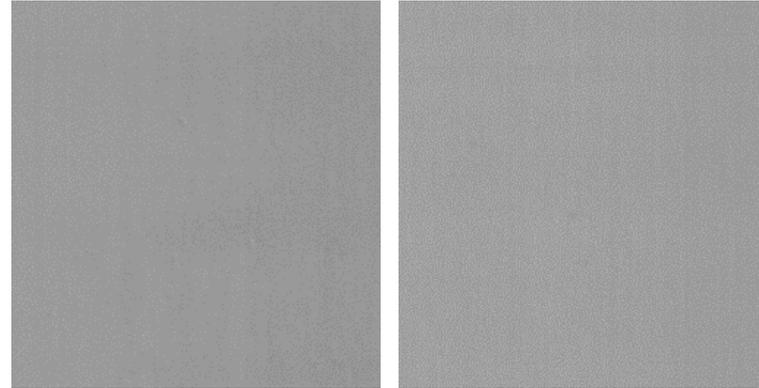
元画像



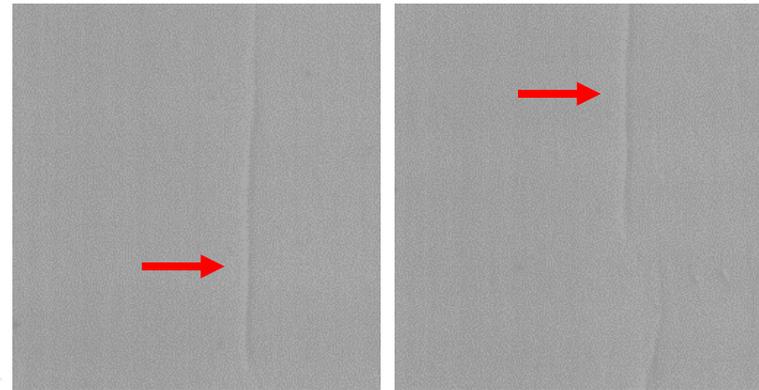
元画像を画像加工ツールにて格子状に分割



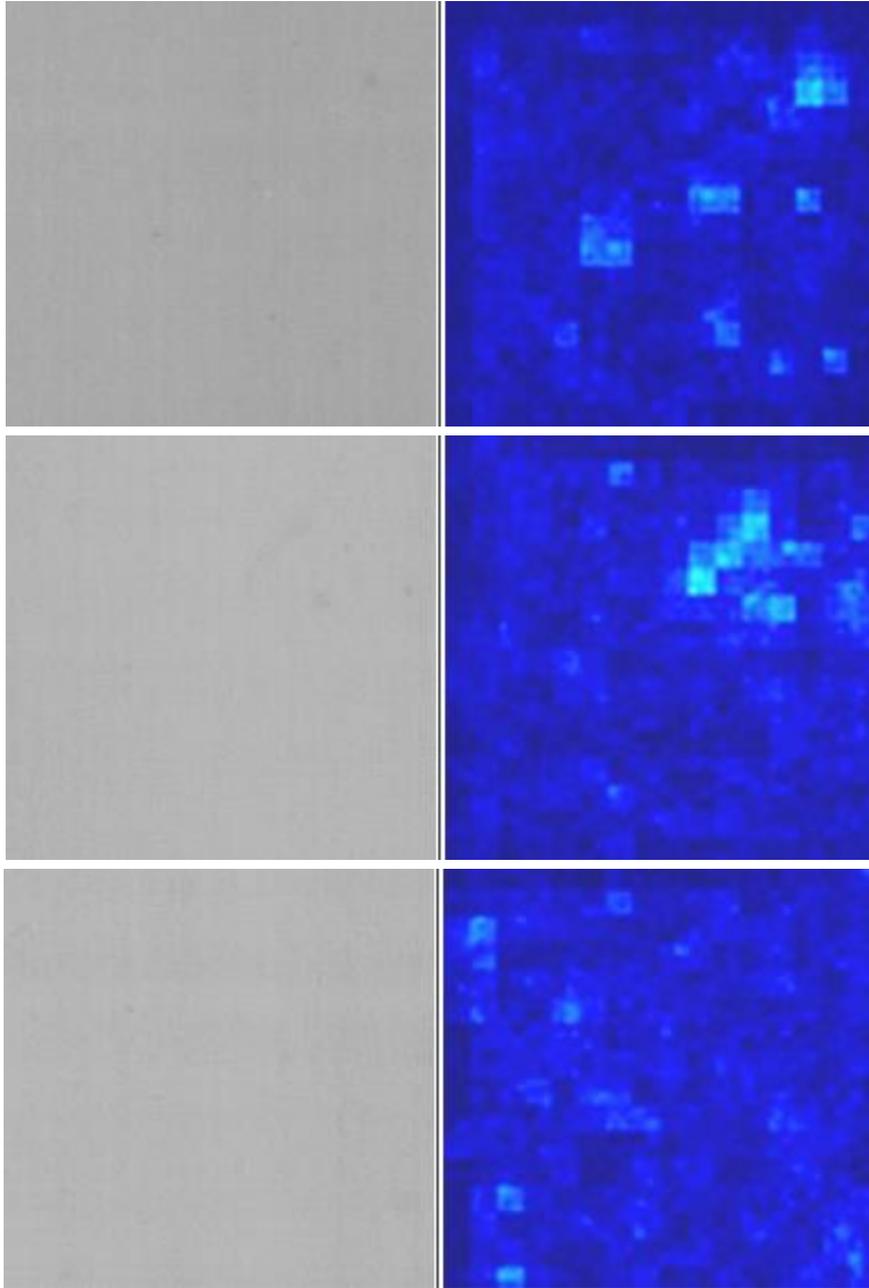
OK画像抽出



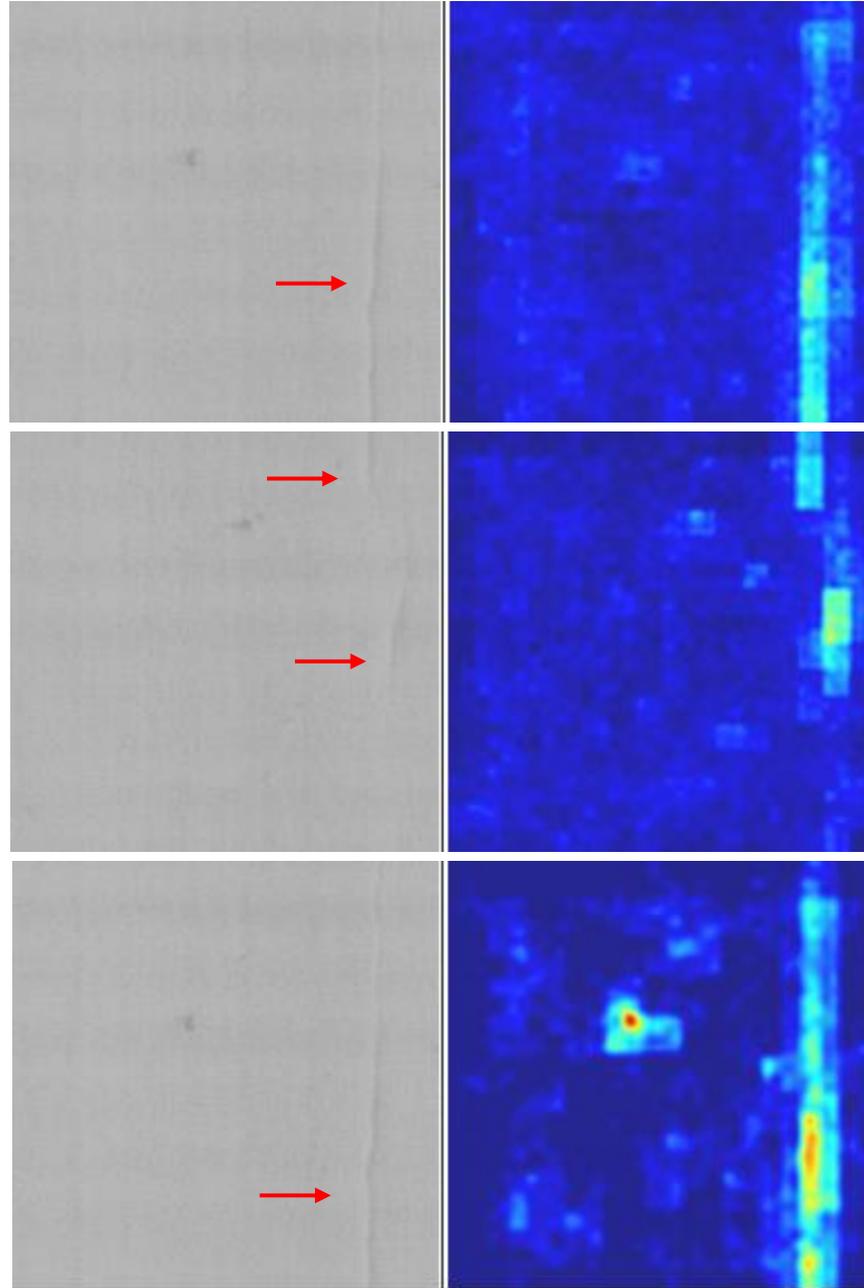
NOK画像抽出



OK画像例



NOK画像例



欠陥のないOK画像をOKと判別。
かつ、目視困難なスジ状欠陥に
ヒートマップが反応していることを確認

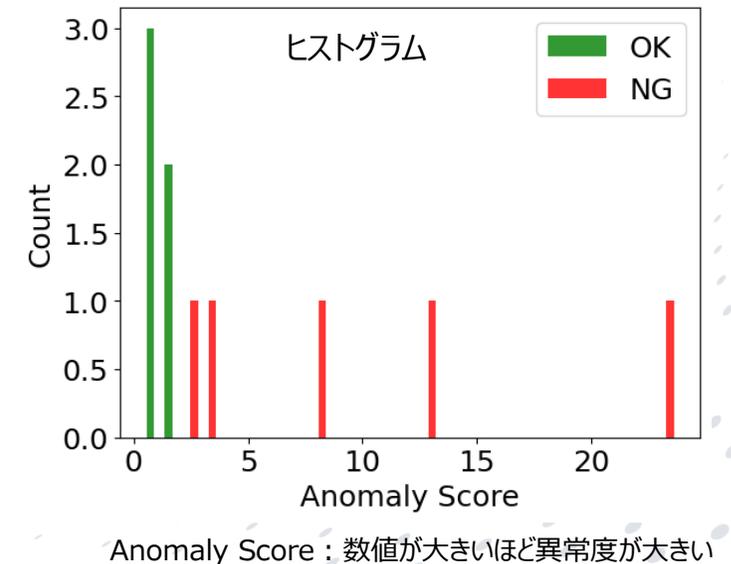
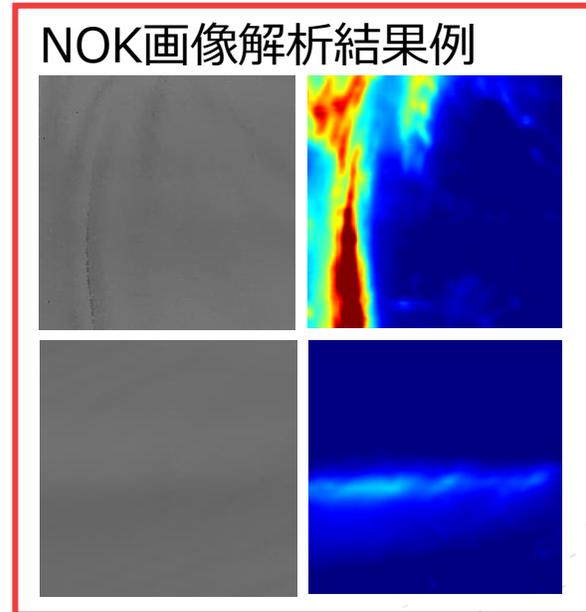
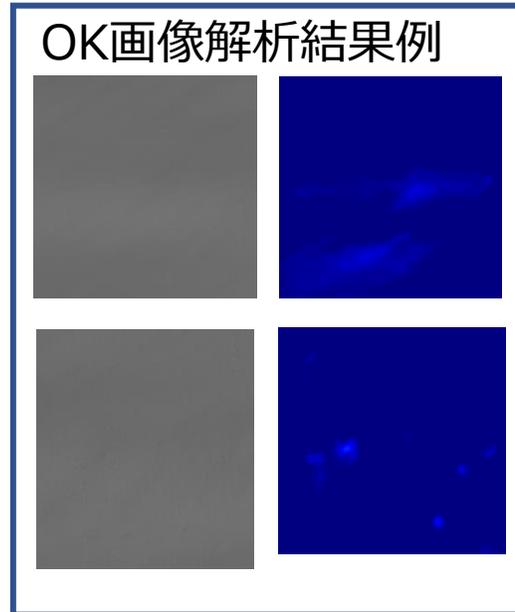
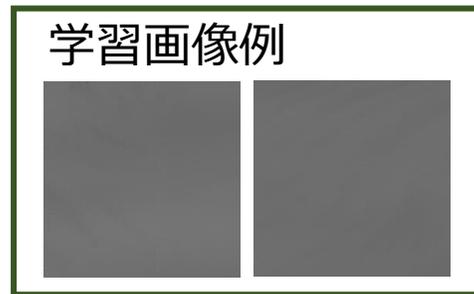
学習画像などを工夫すればさらに
高精度な欠陥検知が可能

ラインスキャン膜厚計で取得した家庭用ラップフィルム画像に対する「教師なし」学習AIによる解析

画像提供：大塚電子様 AI解析：クロスコンパス

大塚電子様製ラインスキャン膜厚計で取得した家庭用ラップフィルムの膜厚分布画像に対し、クロスコンパスの画像特化AI生成ツール「MANUFACIA-ADT」を用いて、シワ状の膜厚不均一箇所を検知できるかを簡易検証。

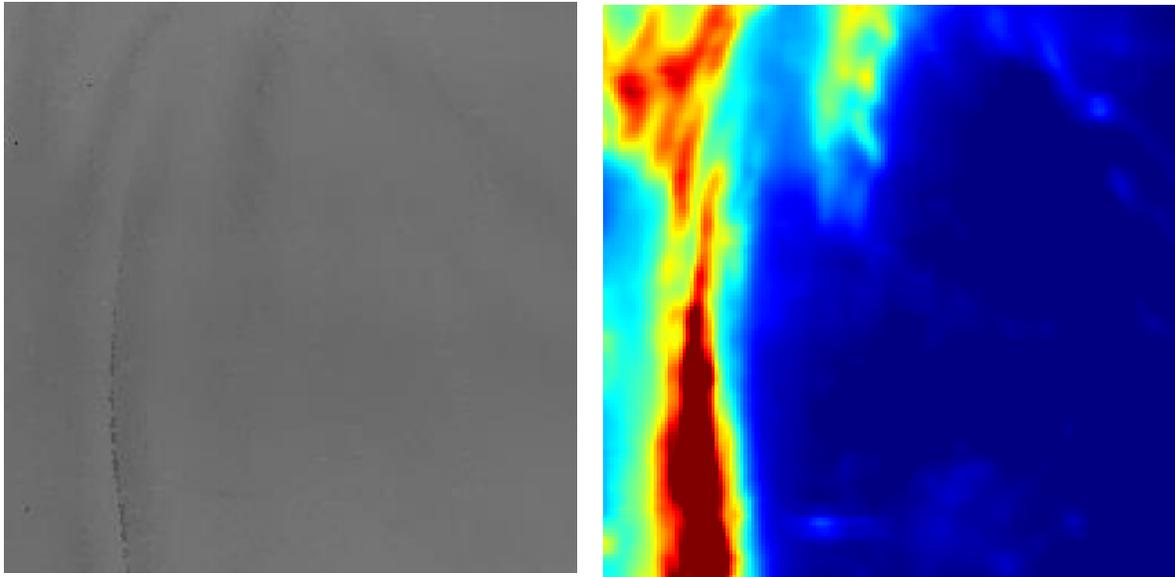
「教師なし」学習AIでOK/NOKを100%判別し、かつ、シワ状の膜厚不均一箇所をヒートマップが適切に検出。



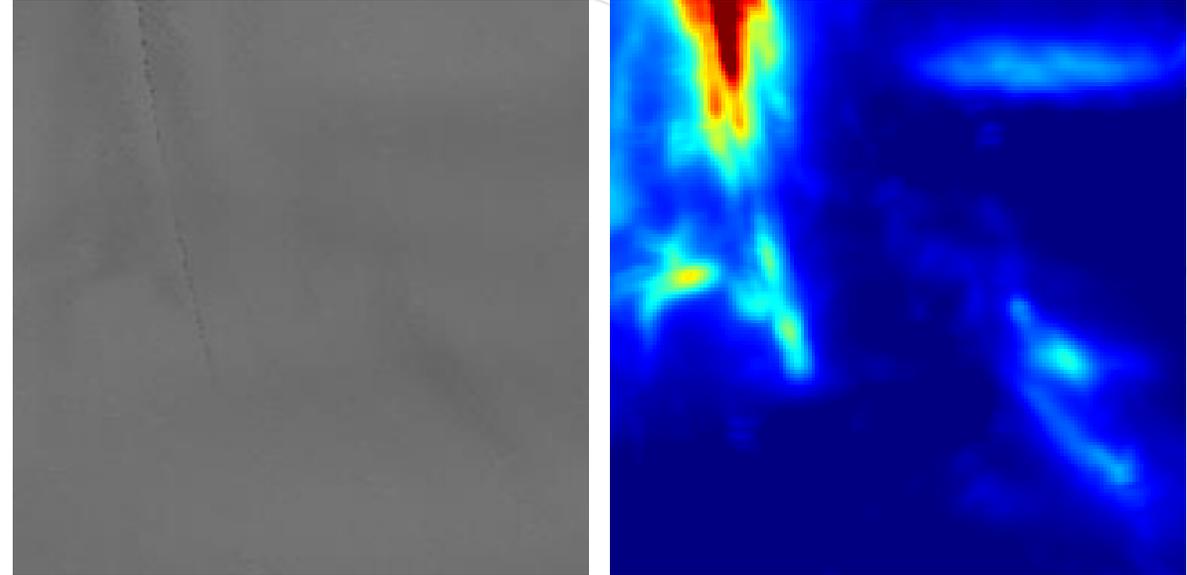
検証結果 -NOK画像およびOK画像-

【NOK画像のAI判定 (1)】

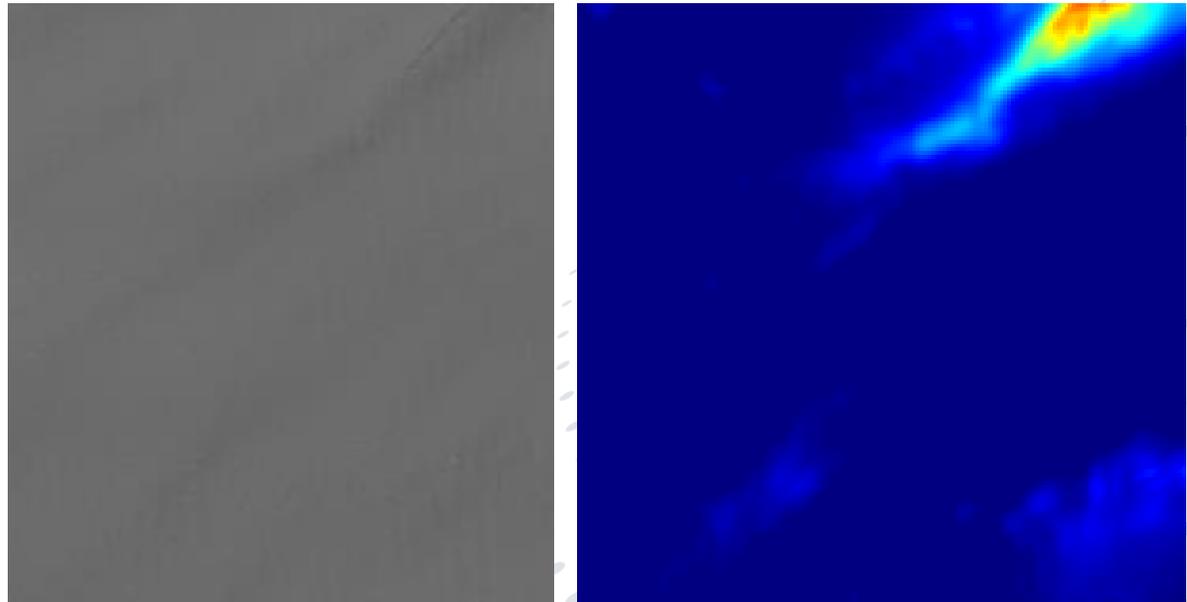
画像No.0 (AS : 23.693356)



画像No.4 (AS : 13.265617)

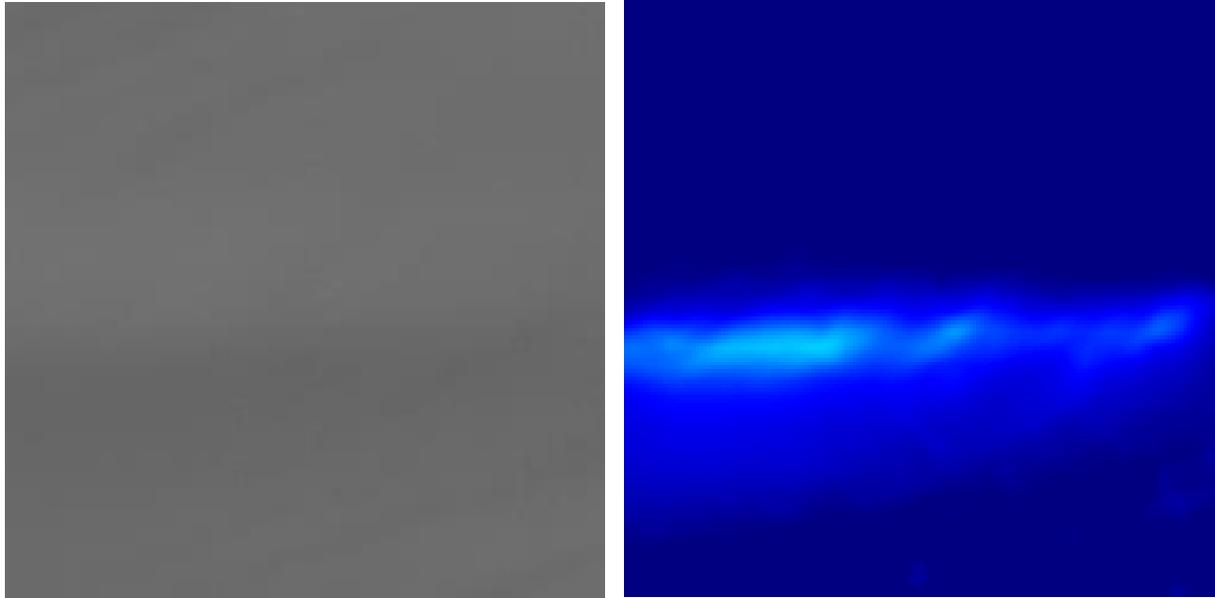


画像No.23 (AS : 7.709455)

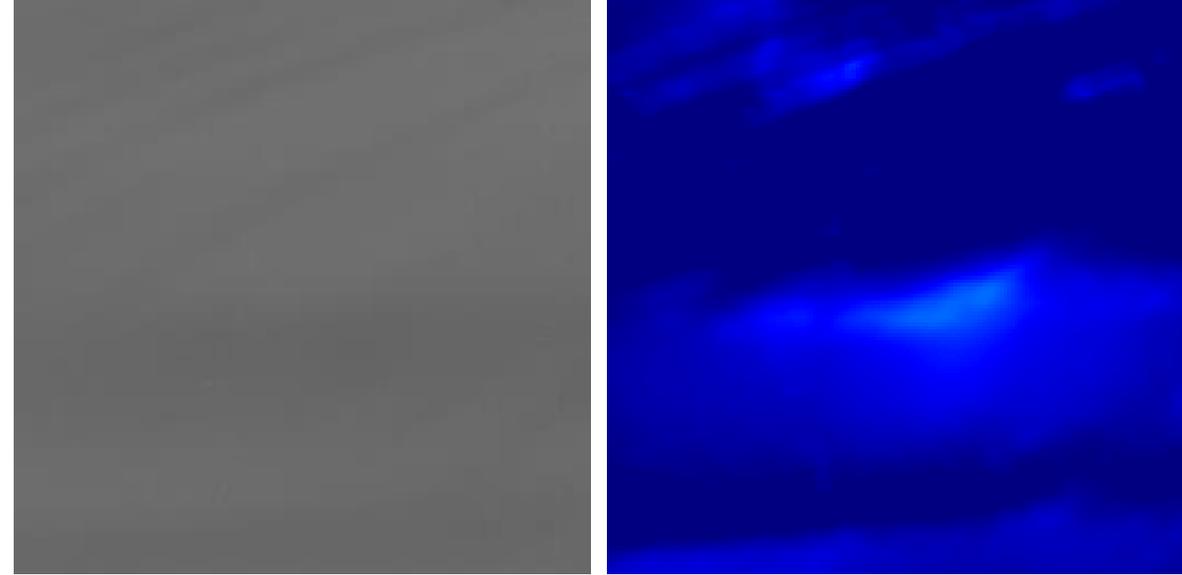


【NOK画像のAI判定（2）】

画像No.18 (AS : 3.278156)



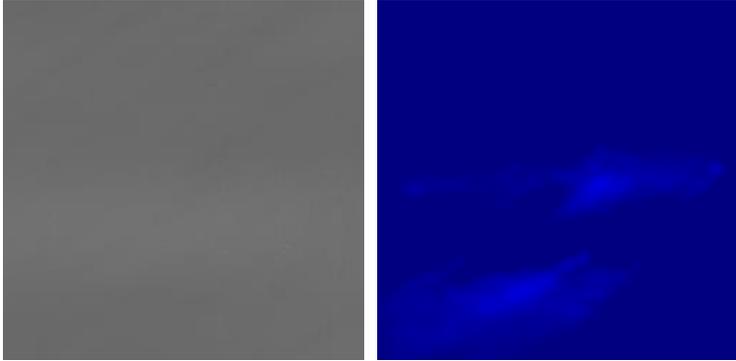
画像No.14 (AS : 2.339622)



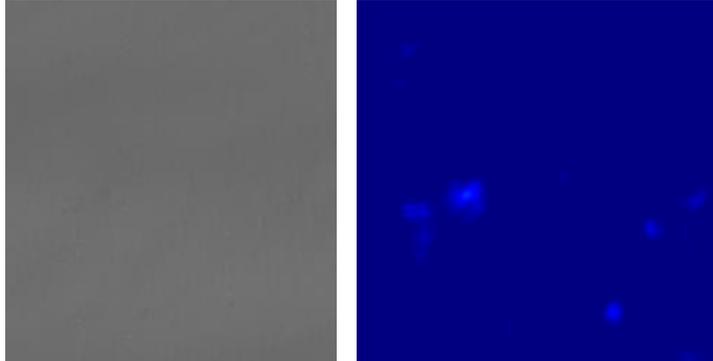
- 解析対象の膜厚不均一部をAIは確実に捉えていると考えられる
- No14, 18のような、一見良品に見える画像もNOKとして判別
- 画像に薄くしか反映されていないシワ状の異常箇所も捉えている

【OK画像のAI判定】

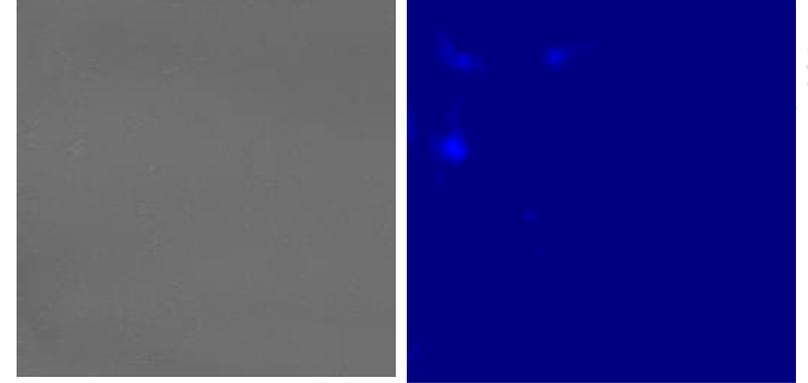
画像NO.26 (AS : 0.925347)



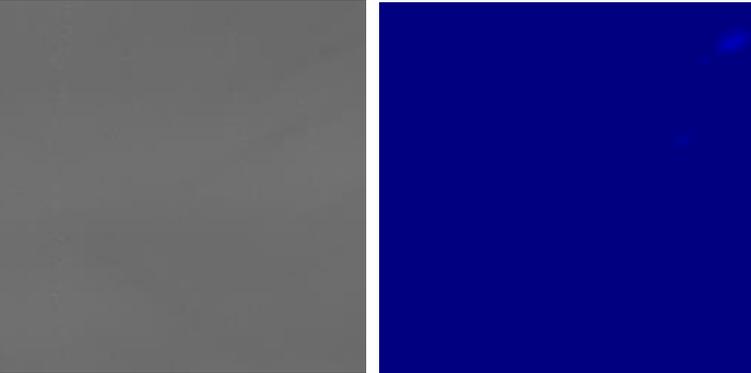
画像NO.27 (AS : 1.676970)



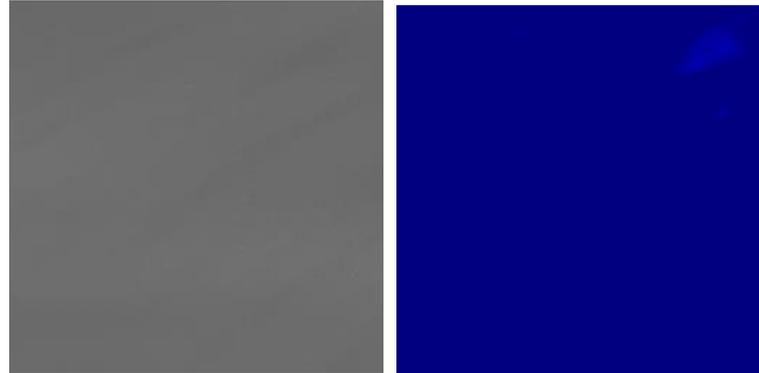
画像NO.28 (AS : 1.369858)



画像NO.29 (AS : 0.567778)



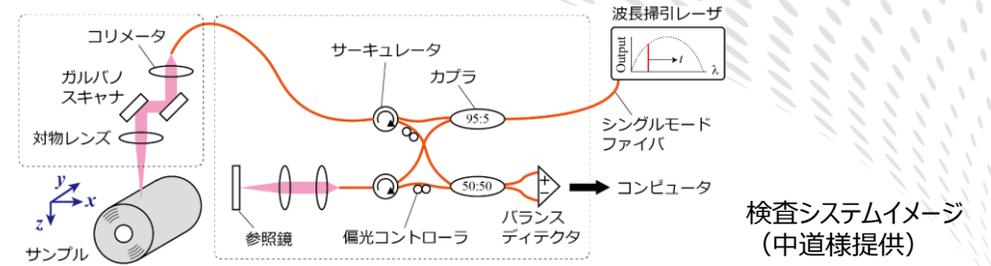
画像NO.30 (AS : 0.482478)



わずかな異常の兆候は捉えているが
過検知することなくOK品として判別

解析：(株)クロスコンパス

光干渉断層法により計測したフィルムロール断層画像に対して良品学習AI解析を行った結果、高精度な欠陥検知が可能であることを確認した。さらに、欠陥種類を分類できる可能性も確認できた。



OKとして学習させた画像

良品学習AI

異常箇所を検知出来た画像

学習時のOK画像として無かった/少なかった画像をAIがNOKとして判断 (過検知：OKをNOKと判断)

AI生成から解析迄の所要時間：2～3時間

検査対象

厚さ125μmのPETフィルムを、Φ31mmの紙芯に巻いた6回巻いた6層ロールを光干渉断層法で撮影した画像。

解析内容

提供画像はOK画像200枚、NOK (NG) の「air gap」「scratch」「wrinkle」それぞれ200枚ずつ。このうちOK画像176枚を学習 (教師なし学習) させたAIを生成し、OK画像24枚、NOK画像24枚 (3種の欠陥を8枚ずつ) を使用して、OK/NOK判別および、ヒートマップが解析対象部を適切に示すかの検証を行った。

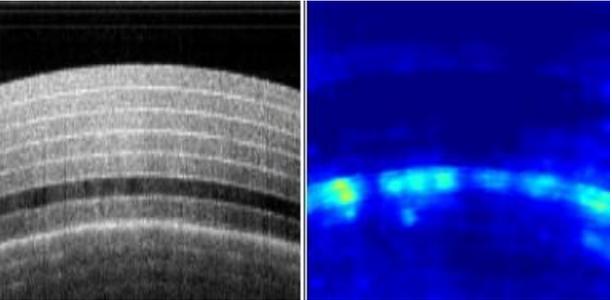


AIがNOK品の欠陥種をクラスタリングしている傾向を確認

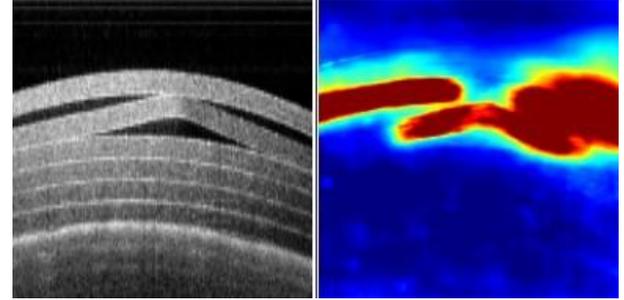
アノマリースコア (AS)

※例として代表的な欠陥種の写真とAI判定結果を掲載

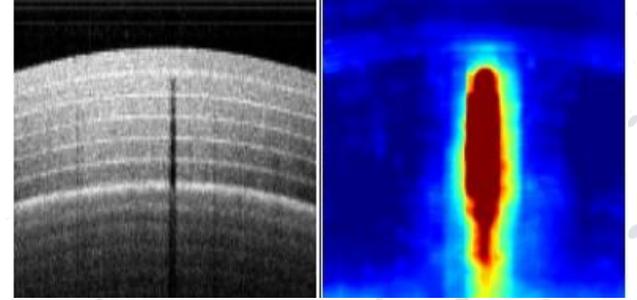
air gap1 (66) (AS : 5.948785)



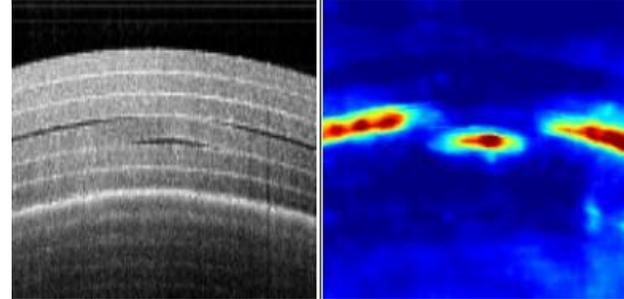
wrinkle1 (99) (AS : 34.066452)



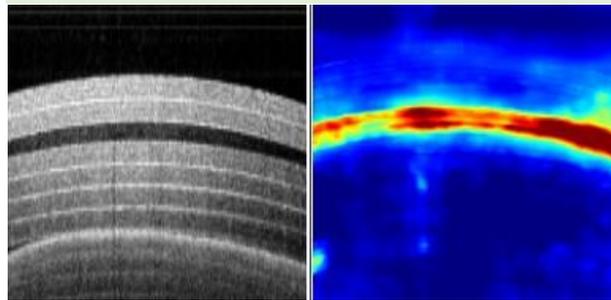
scratch1 (33) (AS : 84.150223)

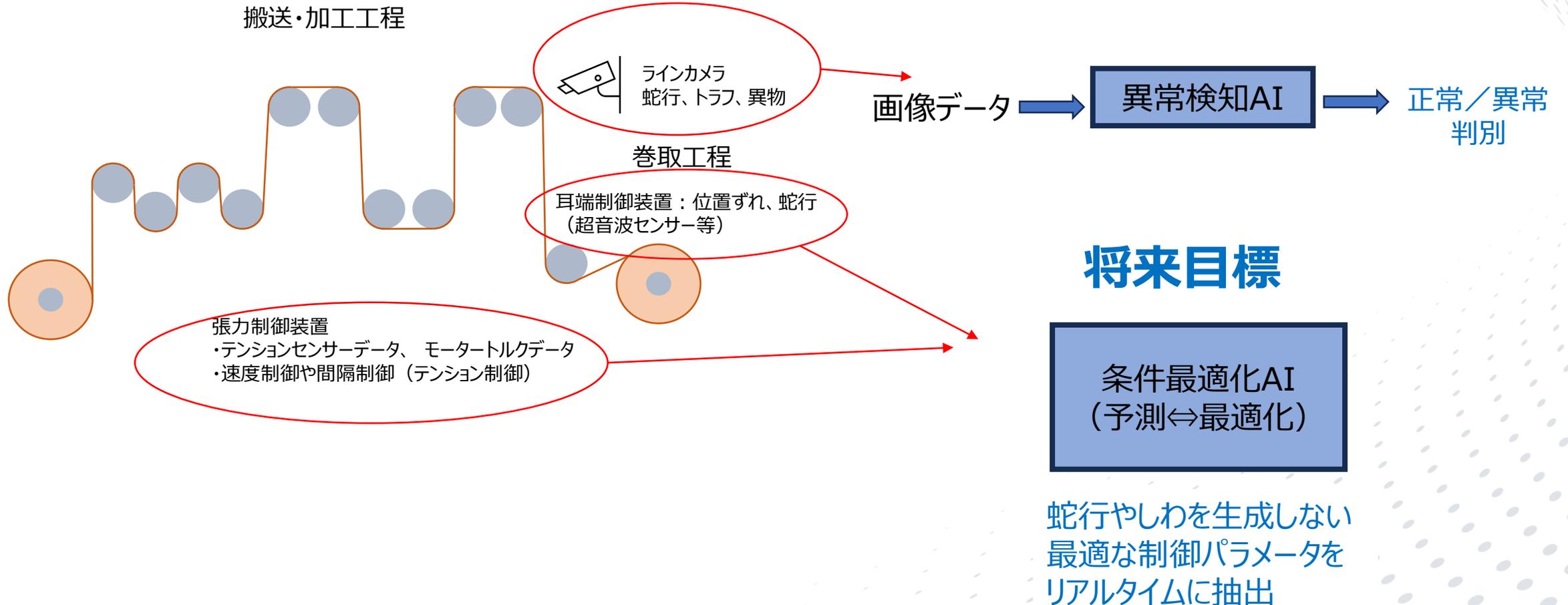


wrinkle2 (33) (AS : 15.512713)



air gap2 (99) (AS : 15.548499)





5. 先端技術への挑戦

顧客専用GPT（生成AI）の提供

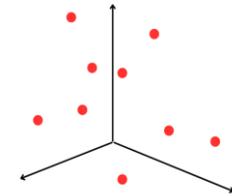
顧客の工場における検査画像データや、MANUFACIA-ADTからの出力情報をベクトル化（数値情報への変換）し、LLM（GPTなど）に学習させることで、検査スタッフの質問に対し顧客企業の製造状況に即した適切にフィードバックを出力する生成AIを構築できます。具体的には、画像の種別（OK/NOK）、異常箇所場所・サイズなどの情報を想定。

顧客独自の情報

- ✓ 検査画像データ
- ✓ MANUFACIA-ADTからの出力情報（ヒートマップやアノマリースコアなど）
- ✓ 検査に関するテキストデータなど

Embedding（エンベディング）

多様なデータをベクトル変換→データベース化



学習

Prompt（プロンプト）

検査画像に関する質問（テキスト）を入力

LLM（GPTなど）

- ① 質問の埋め込みベクトルを計算
- ② 質問のベクトルに最も近い情報を計算・検索
- ③ 該当情報を言語モデルに送信
- ④ 言語モデルをベースにフィードバック出力

出力

種別、異常箇所場所・サイズなどの画像に対する情報



検査スタッフ

木質材料の表面の品質に関する質問（プロンプト）

入力

LLM（GPTなど）

（大量の事前学習データと顧客独自の情報）



出力

製造現場での使い勝手が良い適切なフィードバック



【想定メリット】

社内において表面欠陥に対する「原因と対策」が確立され、それを学習させていけば、例えば画像7に対し「原因は〇〇で△△の調整で改善例あり」といったフィードバックが得られます。これにより、従来、オペレーターの技量に依存していた欠陥改善がより効率化・簡便化する可能性があります。

Cross Compass

AI Closer to You

東京

〒104-0045
東京都中央区築地2-7-3
CAMEL TSUKIJI II 3F
Tel: +81 (0)3-6380-9729

京都

〒604-8206
京都府京都市中京区町頭町
112 菊三ビル3F-302
Tel: +81 (0)3-6380-9729

cross-compass.com

お客様が、株式会社クロスコンパス(以下「弊社」といいます)が提供する本ドキュメントご利用される場合、以下の事項についてご了承いただいた上でのご利用をお願い致します。

<資料>

- 1.弊社が作成した本ドキュメント等（本ドキュメント等に記載されたプログラム（以下「本プログラム」という）を含む）にかかる権利は弊社に全て帰属します。
- 2.本ドキュメント等は、弊社提供技術によるお客様のビジネス推進若しくはお客様と弊社との間におけるアライアンス推進等の検討目的（以下「本使用目的」という）のために提供するものであり、お客様は、本ドキュメント等を本使用目的に必要な限度で複製または改変することができます。事前に書面による弊社の承諾を得ることなく、本ドキュメント等を第三者に複製または改変させることのないよう、お願いいたします。
- 3.本ドキュメント等の内容に関し、書面による弊社からの事前の同意を得ることなく、第三者に対してコンサルティング業務または開発業務等を委託することのないよう、お願いいたします。
- 4.本プログラムについて、逆アセンブル、逆コンパイル、デバッグまたはトレース等、お客様によるリバースエンジニアリングを禁止させていただきます。
- 5.本プログラムを含む本ドキュメント等に付された著作権表示をお客様側で削除または改変等しないよう、お願いいたします。また、本ドキュメント等を複製した場合、当該複製物についても本ドキュメント等に付されたものと同一の著作権表示を付すよう、お願いいたします。

<保証および責任>

- 1.本プログラムを含む本ドキュメント等の内容に対するサポート／メンテナンスサービス等については、お客様からのご依頼に応じて弊社で対応することが可能です。本ドキュメント等または本プログラムの不適合等をお客様が発見した場合は弊社までご連絡を戴くよう、お願いいたします。
- 2.本プログラムを含む本ドキュメント等の内容に関し、契約不適合責任および第三者の権利侵害への対応を含め、お客様または第三者が本ドキュメント等を使用したことにより生じた損害または使用できなかったことにより生じた損害について、弊社が責任を負うものではありません。

<管理>

- 1.本ドキュメント等の内容および本ドキュメント等の使用によりお客様が知り得た情報につきましては、お客様側で秘密情報として厳重に管理していただくとともに、書面による弊社からの事前の同意を得ることなく、第三者に開示または頒布することのないよう、善良な管理者の注意をもって管理をしていただきますよう、お願いいたします。
- 2.本ドキュメント等の内容について、お客様または第三者による情報の漏洩等、その他の本使用条件に違反する事実が生じた場合は、弊社に対し速やかにその状況をご報告していただき、当該違反の是正および再発防止のための適切な措置を講じていただくよう、お願いいたします。
- 3.本プログラムを含む本ドキュメント等の保管状況および書面による弊社からの事前の同意を得て第三者に開示した状況については、弊社から請求のあった場合、弊社に速やかにその状況をご報告いただきますよう、お願いいたします。

以上