

MR空間で簡単なハンドジェスチャー で操作可能な外観検査AI

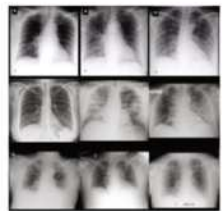
九州工業大学 大学院情報工学研究院 知能情報工学系
准教授 徳永 旭将

2024年12月17日

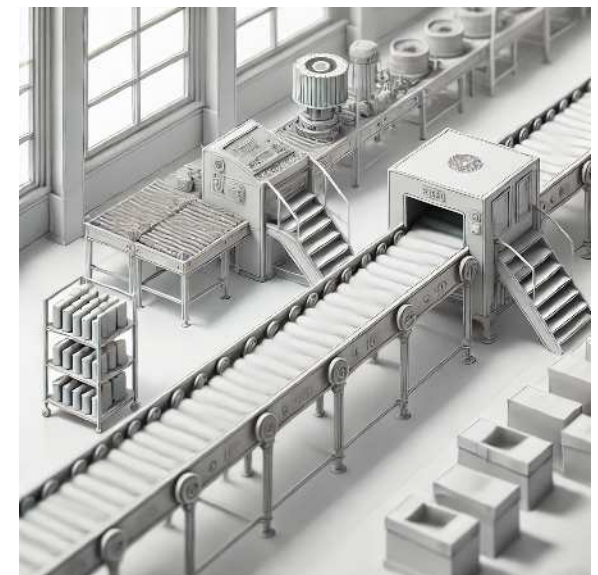
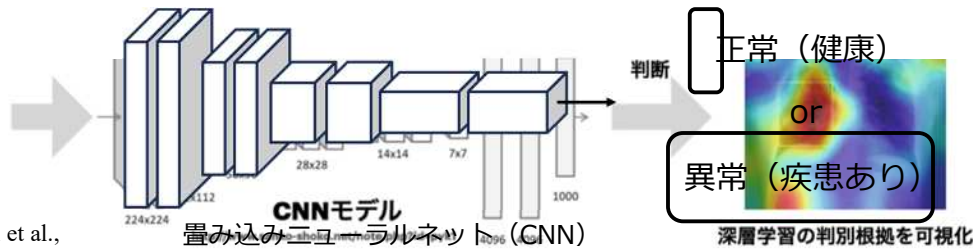
従来技術とその問題点

- 画像から何からの異常を見つけるAI技術が進歩
- 工場の生産ライン：外観検査を自動化するソフトウェアが多数登場

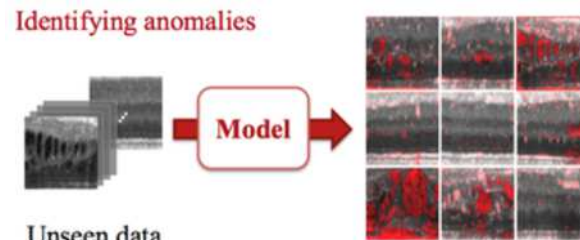
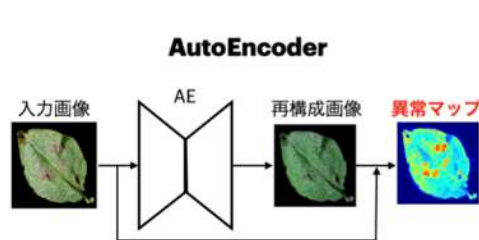
- **教師あり異常検知**： 訓練データに基づき正常・異常のクラス分類を学習



Mohd Zulfaezal Che Azemin et al.,
Int J Biomed Imaging. 2020



- **教師なし異常検知**： 良品データから良品らしさを学習



再構成画像と元画像の差分を利用
Federico Di Mattia et al., ArXiv 2019

従来技術とその問題点

- 外観検査：検査のシーンは多様（屋内作業だけとは限らない）
- PC + ソフトウェアでは、利用シーンは限定的
- 屋内作業であっても、AIの訓練・再訓練は手間のかかる作業

インフラ点検

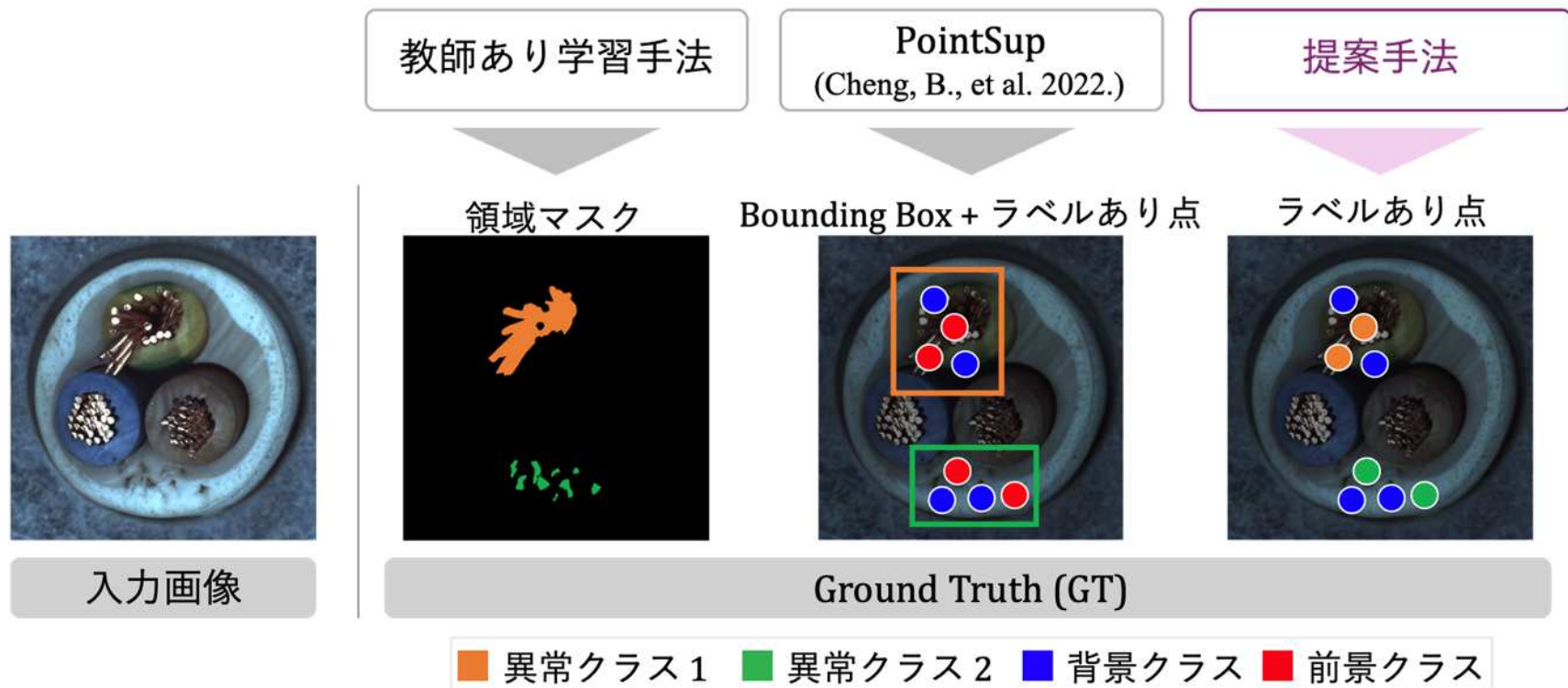


農業（選果など）



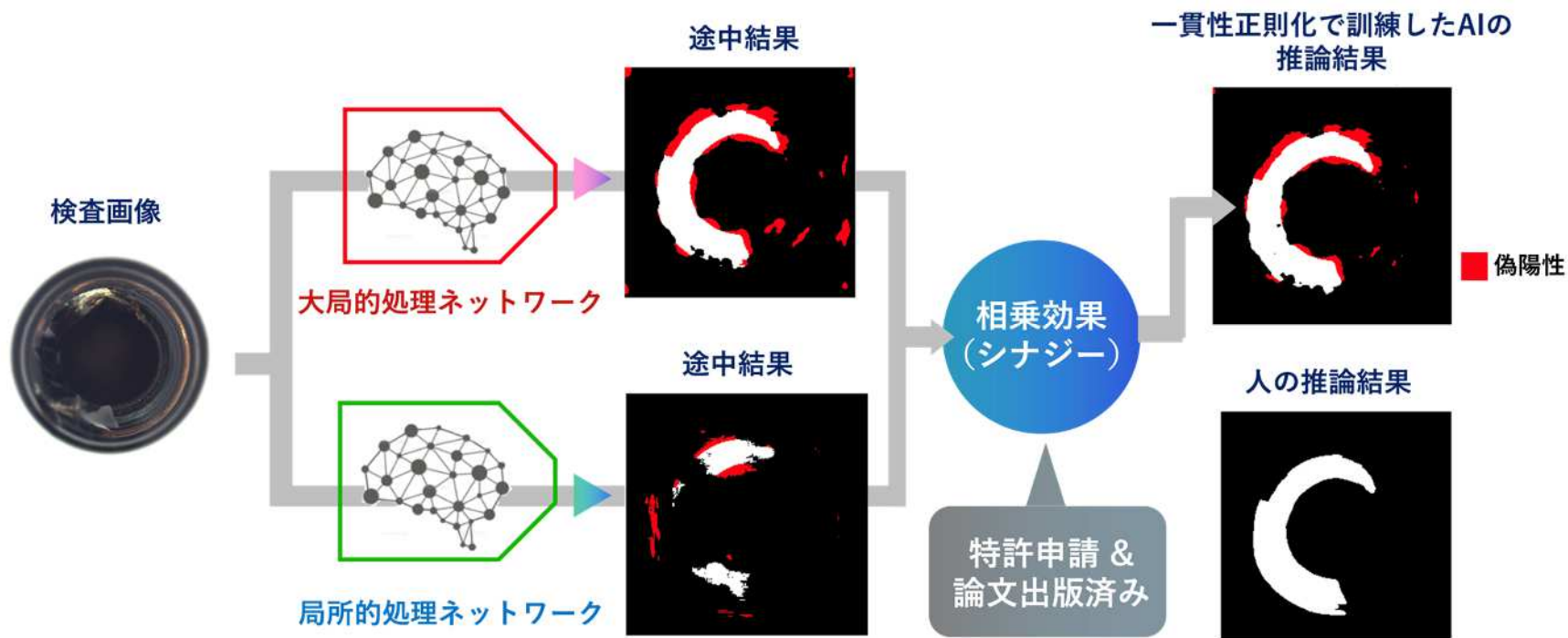
新技術の特徴・従来技術との比較

- 今回の新技術：画像AIの訓練データの与え方を格段に簡略化



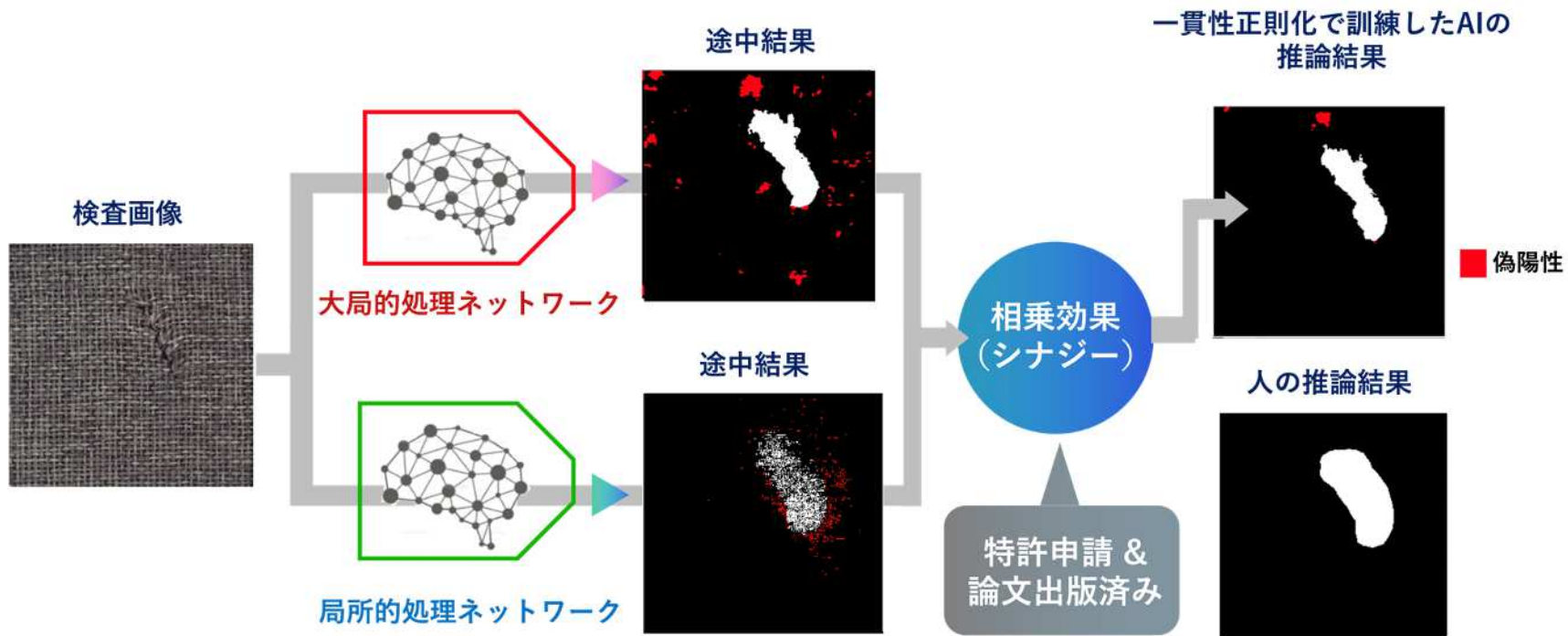
新技術の特徴・従来技術との比較

1. 大域的処理ネットワークのみを訓練した場合の推論結果
2. 局所的処理ネットワークのみを訓練した場合の推論結果
3. **一貫性正則化**を用いて両者を訓練した場合の推論結果（**本発明**）



新技術の特徴・従来技術との比較

1. 大域的処理ネットワークのみを訓練した場合の推論結果
2. 局所的処理ネットワークのみを訓練した場合の推論結果
3. **一貫性正則化**を用いて両者を訓練した場合の推論結果（**本発明**）

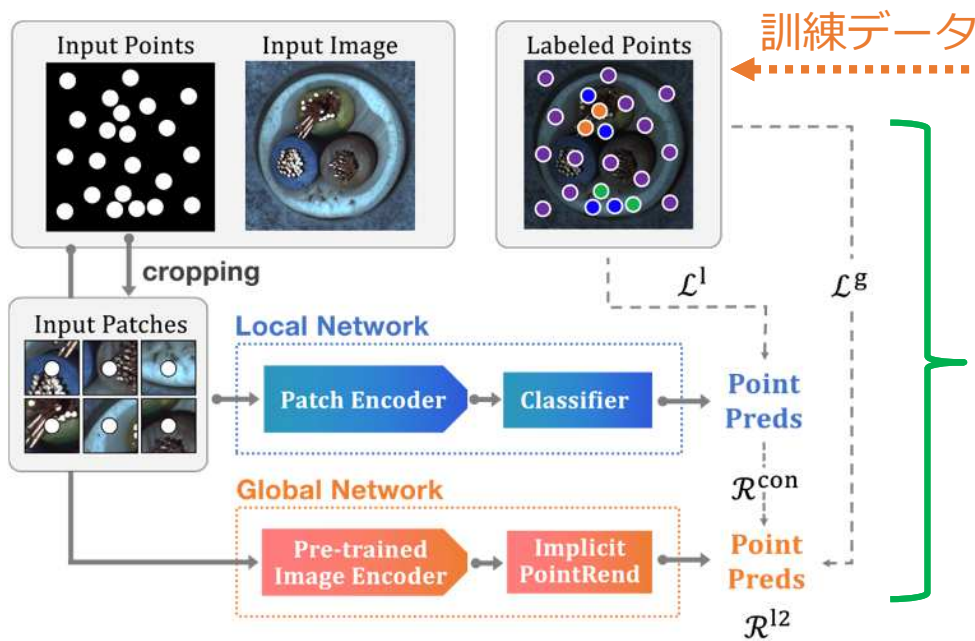


新技術運用時の流れ



不良の有無を、画像上に点としてユーザが指定
(簡単なハンドジェスチャーで実現可能)

新技術運用時の流れ

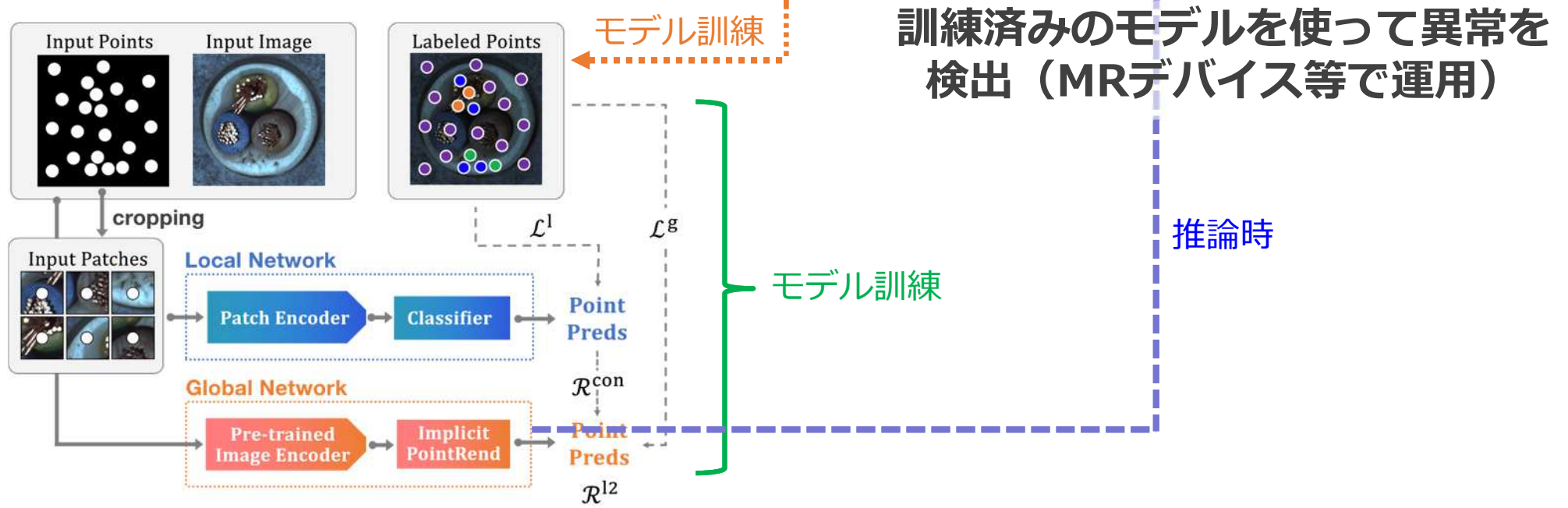
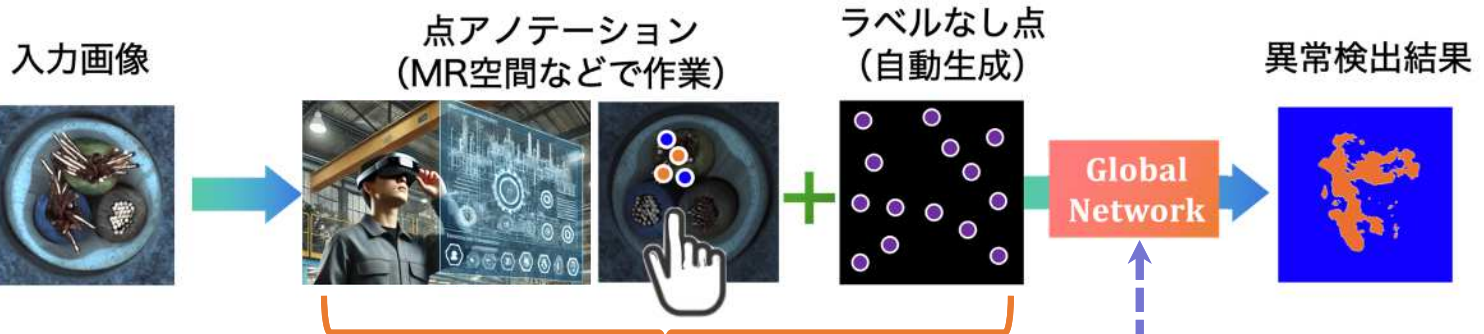


AI訓練に最小化するコスト関数

$$\mathcal{L} = \mathcal{L}^g + \mathcal{L}^l + \lambda_1 \mathcal{R}^{l2} + \lambda_2 \mathcal{R}^{con}$$

* 異なるAIモデルの相乗効果を生み出すようにモデルを訓練

新技術運用時の流れ



新技術の特徴・従来技術との比較

Dataset: MVTec AD

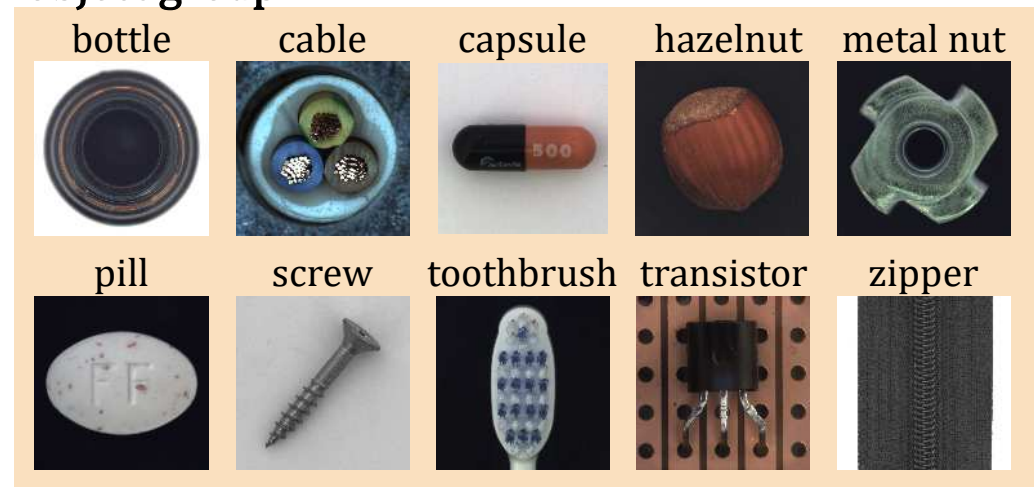
Paul Bergmann, Kilian Batzner, Michael Fauser, David Sattlegger, Carsten Steger: **The MVTec Anomaly Detection Dataset: A Comprehensive Real-World Dataset for Unsupervised Anomaly Detection**; in: *International Journal of Computer Vision* 129(4):1038-1059, 2021, DOI: [10.1007/s11263-020-01400-4](https://doi.org/10.1007/s11263-020-01400-4).

- 15カテゴリーの工業製品
- 各カテゴリーを2つのグループに分け, グループ内で異常検知性能を平均

texture group



object group



<https://www.mvtec.com/company/research/datasets>

新技術の特徴・従来技術との比較

■ 比較実験

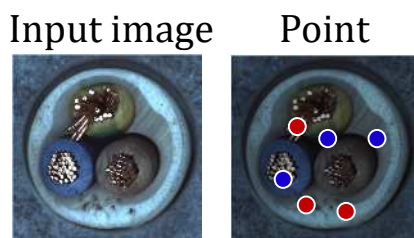
□ 教師あり学習手法

DeepLabV3+
(Chen, et al. 2018.)



□ **本発明 (半教師あり学習)**

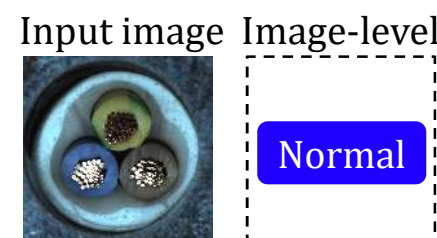
CoSPA
(ours)



画像1枚あたり
• 異常：3点
• 正常：3点

□ 教師なし学習手法 (良品学習)

PaDiM
(Defard, et al. 2021.)



High

Annotation cost

Low

バックボーンモデル: Pre-trained ResNet-50 (ImageNet classification task)

■ 評価指標

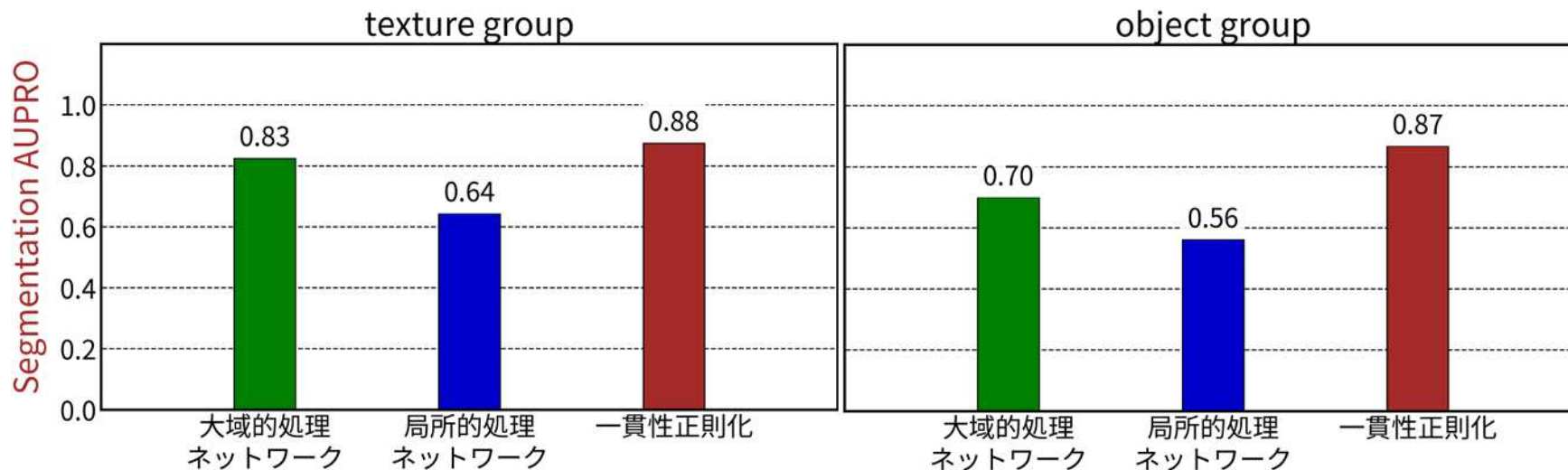
● Segmentation AUPRO (Segmentation Area under the Per-Region Overlap curve)

● 層化5分割検証

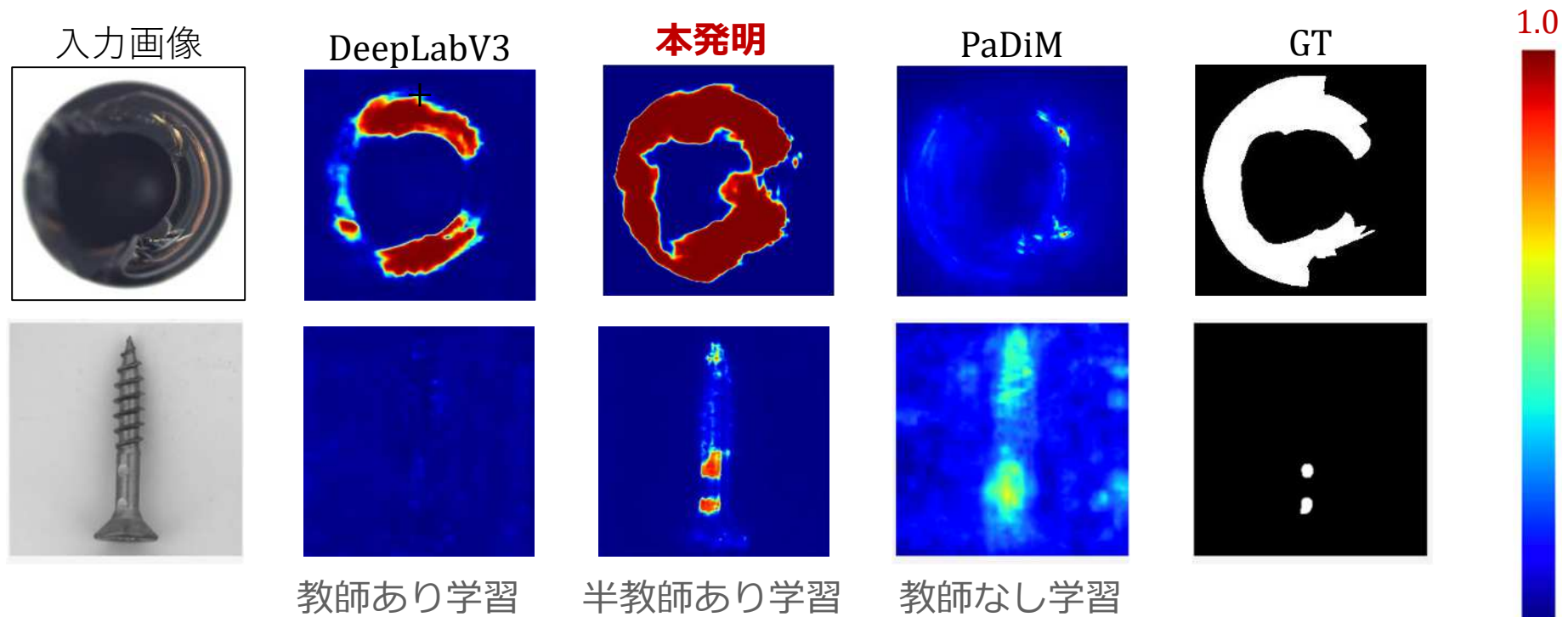
□ Maximum: 1.0, Minimum: 0.0

新技術の特徴・従来技術との比較

1. 大域的処理ネットワークのみを訓練した場合の推論結果
2. 局所的処理ネットワークのみを訓練した場合の推論結果
3. **一貫性正則化**を用いて両者を訓練した場合の推論結果（本発明）



新技術の特徴・従来技術との比較

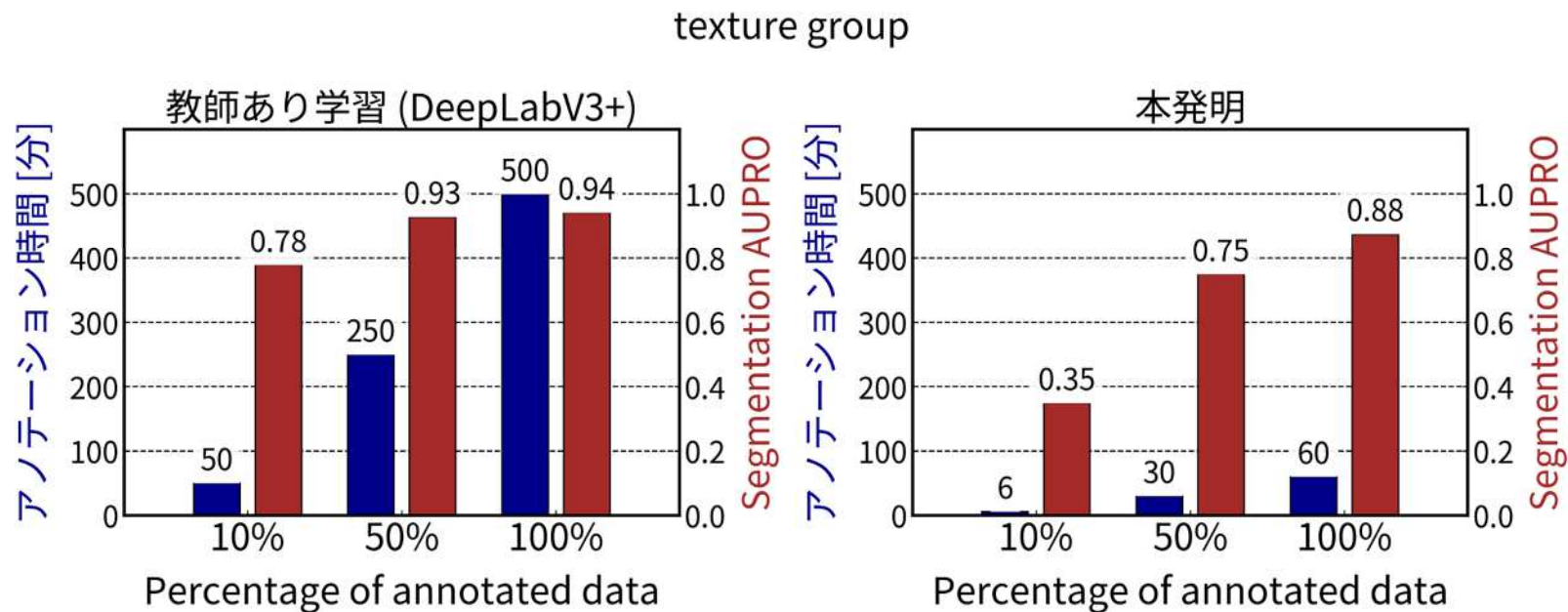


- 教師あり学習 (DeepLabV3+) や教師なし学習 (PaDiM) よりも不良領域の自然な領域分割を実現

新技術の特徴・従来技術との比較

Texture Groupに対する評価

■ 異常検出性能
■ アノテーションに要した時間

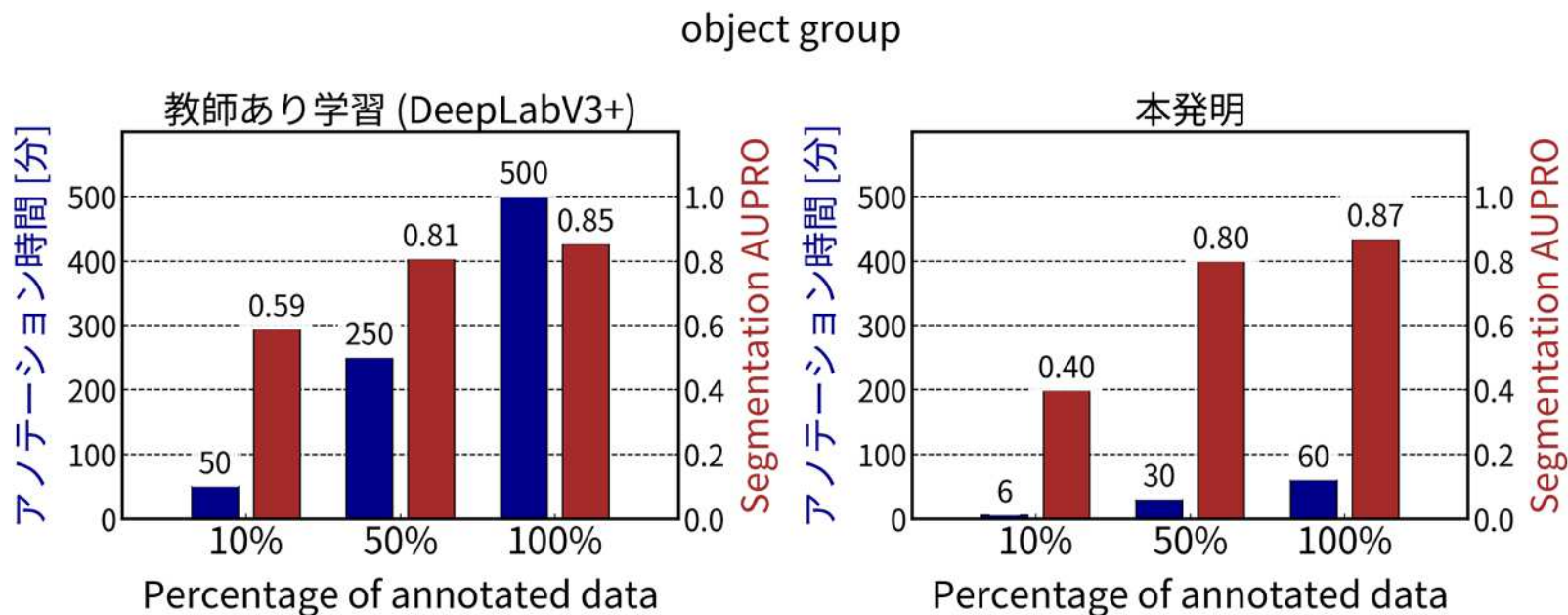


- **本発明**：アノテーションに要した時間に対して高い異常検出性能を実現

新技術の特徴・従来技術との比較

Object Groupに対する評価

■ 異常検出性能
■ アノテーションに要した時間



- **本発明**：アノテーションに要した時間に対して高い異常検出性能を実現

想定される用途

外観検査
サポートAI

AR空間

VR空間

マニュアル・事例の表示



別拠点との視覚共有



AIの推論結果描画



AIの学習・再学習



POINT 1

それらすべての作業を
MR（複合現実）空間に集約

POINT 2

作業の劇的な効率化
作業員の負担の大幅削減

MIXED REALITY



実用化に向けた課題

- 通信コストなどを踏まえた実用的な試験
- 屋外作業への適用可能性の検証と開発（自然光の影響）
- 長期的に運用するためのプラットフォームの構築

産学連携の経歴

- **2021年-現在**
 - 国内自動車部品メーカー等と共同研究実施
- **2022年-現在**
 - NEDO官民による若手研究者発掘支援事業に採択
- **外部資金獲得**
 - 2022-2023 PARKS GAP NEXT
 - 2023-2024 JSTビジネスモデル検証支援, 九州・大学発ベンチャー振興
シーズ育成資金, QBSHIP,
 - 2024- **PARKS step 2-1 (2,000万円/1.5年)**

企業への期待

- 検査の完全自動化が本質的に困難な企業様（屋外作業など）：
将来的な実証試験のパートナーを募集します
- VR技術をお持ちの企業様：
デジタルツインとの融合に関する共同研究
- 次世代型の作業DXを指向する企業様：
**人, AI, 大量データ, デジタルツインをMR空間で統合
することを目指した長期的な共同研究パートナー**

企業への貢献、PRポイント

- 技術開発やPoCのためのギャップ資金を獲得済み
- 国内特許申請 + 論文発表済み*
- インラインでの外観検査AIの導入に関しては、すでに複数の企業とPoCを実施中

* K. Nakanishi et al., 2024: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10707827>

企業への貢献、PRポイント

研究開発



研究代表者
九州工業大学 准教授
徳永 旭将



アドバイザー
九州工業大学 准教授
田中 悠一郎



PoCエンジニア
青木 佑真



PoCエンジニア 博士学生
中西 慶一

事業化推進機関

代表



QB Capital

大友 幹隆

共同



みらい創造機構
MIRAI SOUZOU

岡田 祐之、南 百合子
橋本 健二 (EIR)

起業人材・支援



プレCxO
小川 淳



起業支援人材 博士 (工学)
花手 洋樹



起業支援人材
吉本 大祐



財務
香川 裕子

- PoCを推進するための学内外の支援体制を構築

本技術に関する知的財産権

1. 画像処理装置、画像処理方法および画像処理プログラム、
特願2024-062424、九州工業大学、
徳永 旭将、中西 慶一
2. 画像処理装置、画像処理方法及び画像処理プログラム、
特願2024-010605、九州工業大学、
徳永 旭将、中西 慶一

お問い合わせ先

九州工業大学 イノベーション本部
産学イノベーションセンター
知的財産・技術移転推進部門
楯 純生

TEL : 093-884-3499

E-mail : tate-s@ccr.kyutech.ac.jp

YouTubeでの技術紹介



<https://www.youtube.com/watch?v=dIYu7G4iSRA>