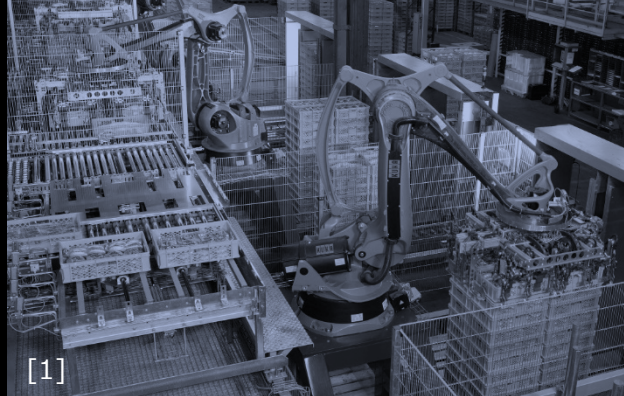




[1]



[2]

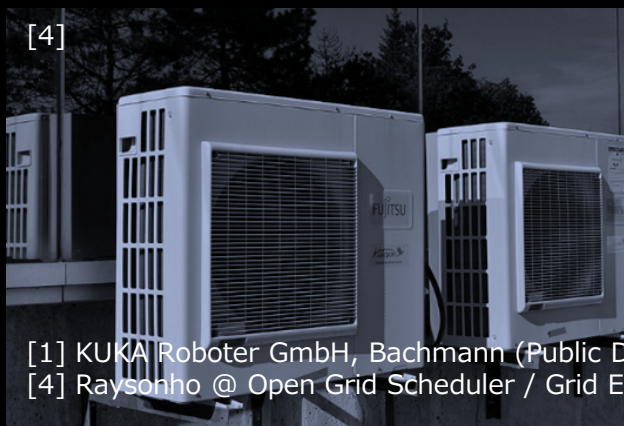


[3]

オンデバイス学習技術とその応用

課題名：リアルタイム性と全データ性を両立するエッジ学習基盤

発表者：松谷宏紀（慶應義塾大学 理工学部）



[4]



[5]

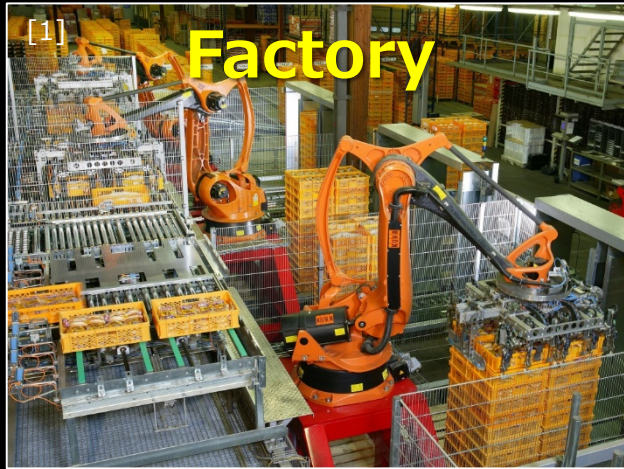


[6]

[1] KUKA Roboter GmbH, Bachmann (Public Domain) [2] <http://www.fatcow.com/data-center-photos> [3] Josh Sorenson (Public Domain)
[4] Raysonho @ Open Grid Scheduler / Grid Engine (Public Domain) [5] Sanderflight at Dutch Wikipedia (Public Domain)

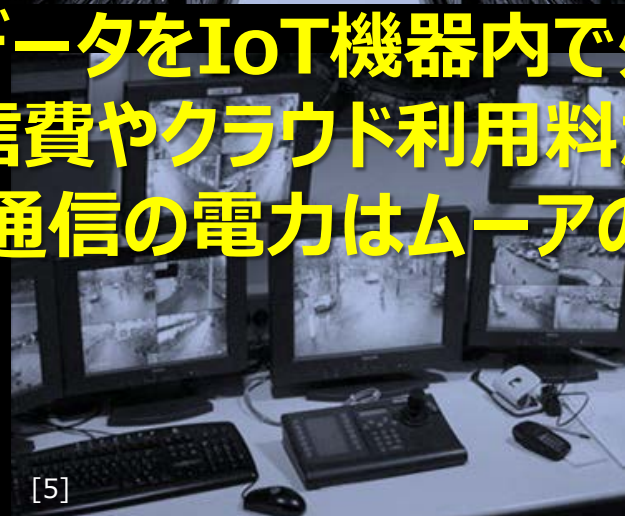
IoT機器のアプリケーション

- 工場、データセンタ、ロボット、家電、監視、ヘルスケア



IoT機器による異常検知

- 工場、データセンタ、ロボット、家電、監視、ヘルスケア

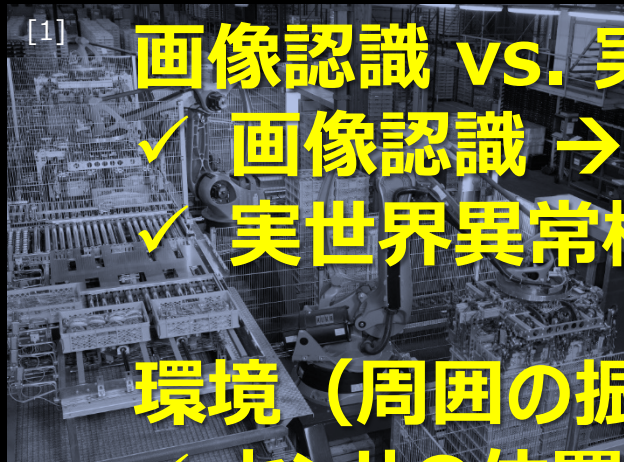


- ✓ 大半のセンサデータをIoT機器内で処理
- ✓ 低コスト：通信費やクラウド利用料がかからない
- ✓ 省エネ：無線通信の電力はムーアの法則が効かない



実世界に「AI」を導入する際の課題

- 工場、データセンタ、ロボット、家電、監視、ヘルスケア

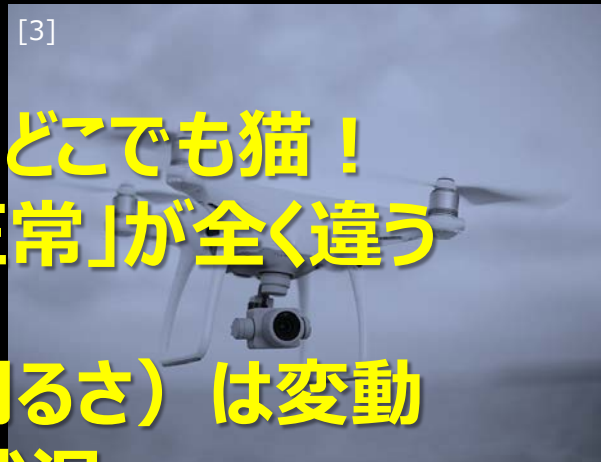


[1] 画像認識 vs. 実世界異常検知

- ✓ 画像認識 → 「猫の画像」は世界中どこでも猫！
- ✓ 実世界異常検知 → 環境ごとに「正常」が全く違う

環境（周囲の振動、騒音、水蒸気、明るさ）は変動

- ✓ センサの位置、周囲の装置の稼働状況、...



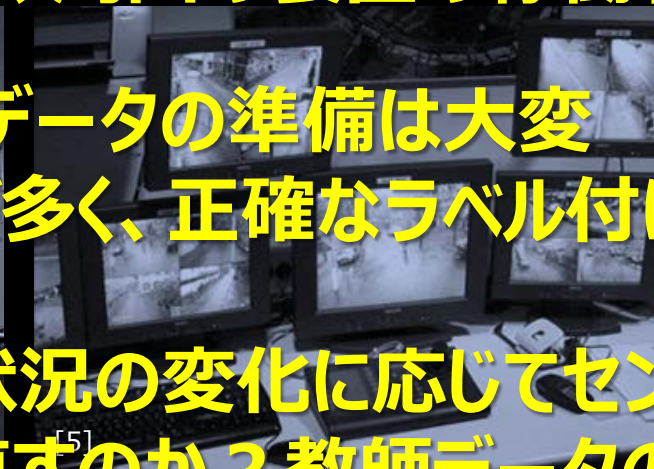
[3]



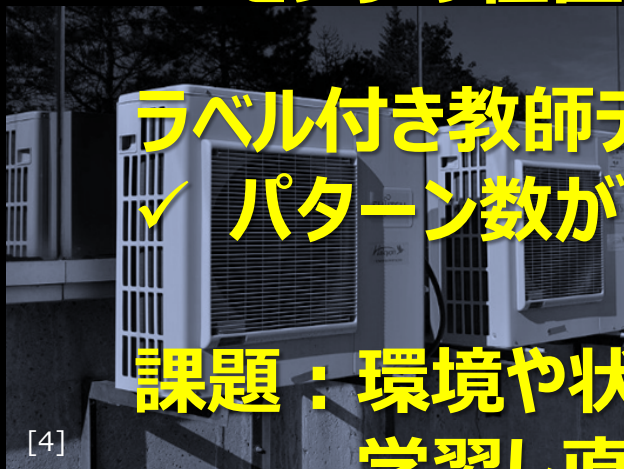
[6]



[2]



[5]



[4]

ラベル付き教師データの準備は大変

- ✓ パターン数が多く、正確なラベル付けが難しい

課題：環境や状況の変化に応じてセンサ1つ1つ
学習し直すのか？ 教師データの準備が大変！

課題と解決策

環境や状態の変化に応じてセンサ 1 つ 1 つ学習し直すのか？
教師データの準備が大変！

我々のアプローチ

オンライン逐次学習

+

教師なし異常検知

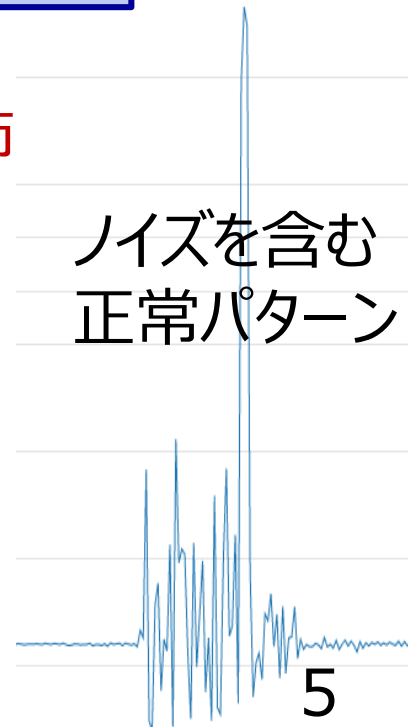
事前のオフライン学習なし
置かれたその場で学習

ラベル付き教師
データは不要

ノイズを含む
正常パターン

使い方

- ① 異常検知装置を設置
- ② 「正常パターン」をその場で覚えさせる
- ③ 普段と違うパターンが来たら「異常」と判定

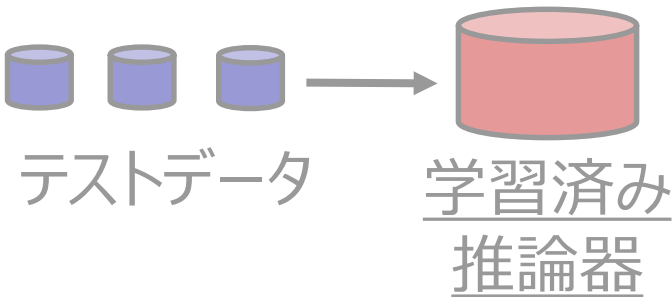


我々のアプローチ：オンデバイス学習

深層学習など：
事前に学習しておく

オフライン学習

推論のみ

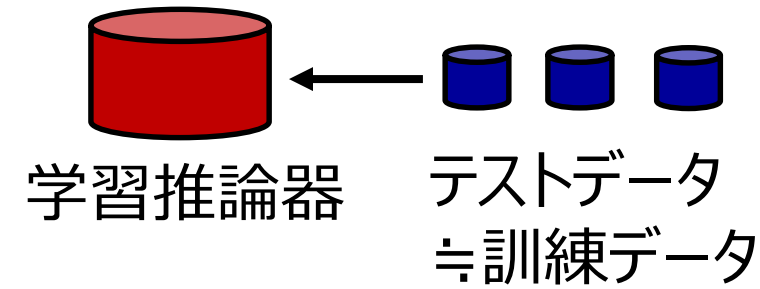


異常検知

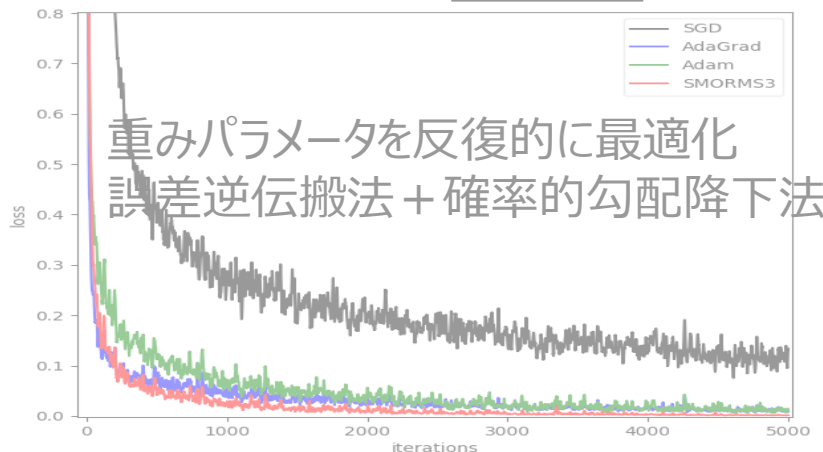
我々のアプローチ：
その場で「正常」を学習

オンライン学習

逐次学習 + 推論



オンデバイス学習（来たデータをその場で学習
→ 環境変化に適応できる）



組み込みシステム（低コスト） 6

実証実験 1 : 製造工程の品質管理

- 製造ラインのリアルタイム品質管理

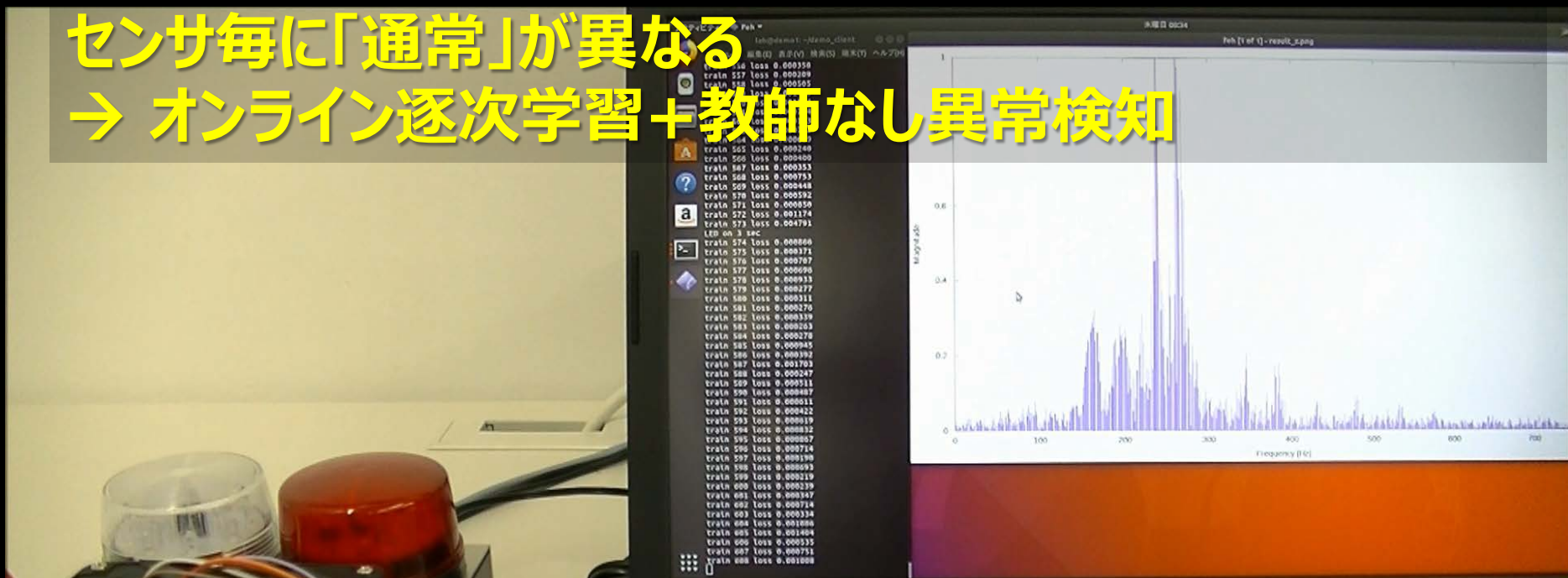


実証実験 1 : 製造工程の品質管理

回転機械の振動を学習 → 普段と違うパターンを検出

※デモ用の異常としてエアスプレー（画面左の赤い管）を使用

センサ毎に「通常」が異なる
→ オンライン逐次学習 + 教師なし異常検知

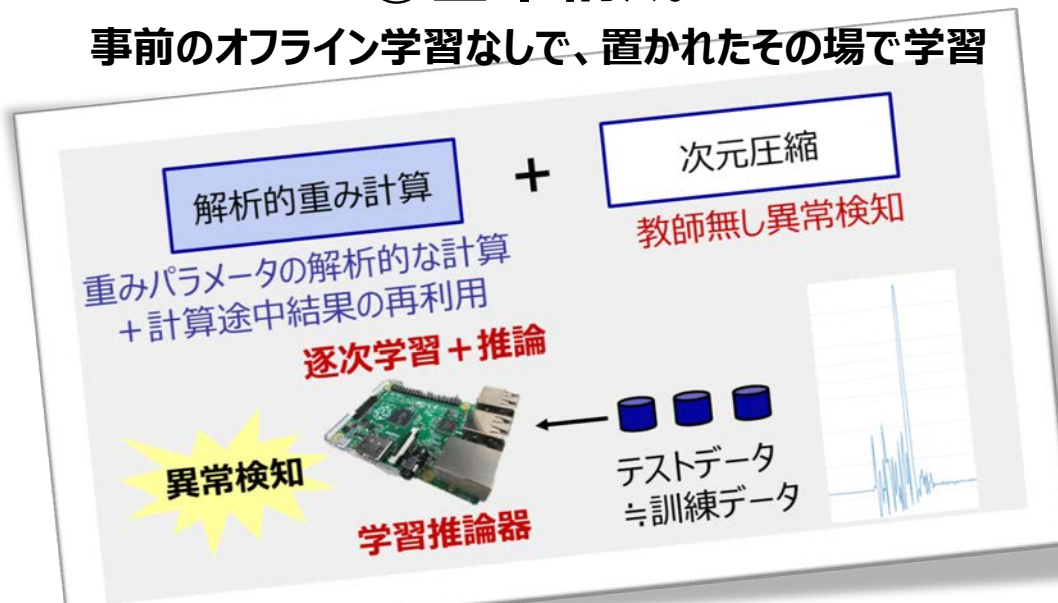


事前のオフライン学習なしで、データを流しながら置かれた
環境に適応し、普段と異なるパターンが来たら異常
→ 導入容易性・管理容易性◎

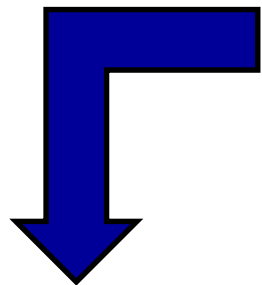
特色：ハード化指向のアルゴリズム研究

① 基本構成

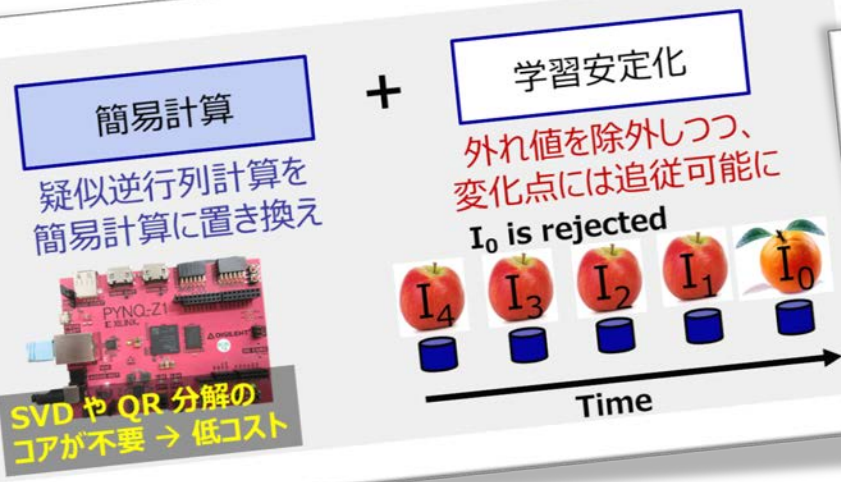
事前のオフライン学習なしで、置かれたその場で学習



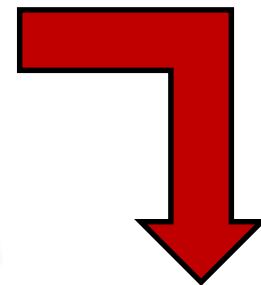
② 低コスト化



計算が軽いので、エッジデバイスに埋め込み可能



③ 高精度化

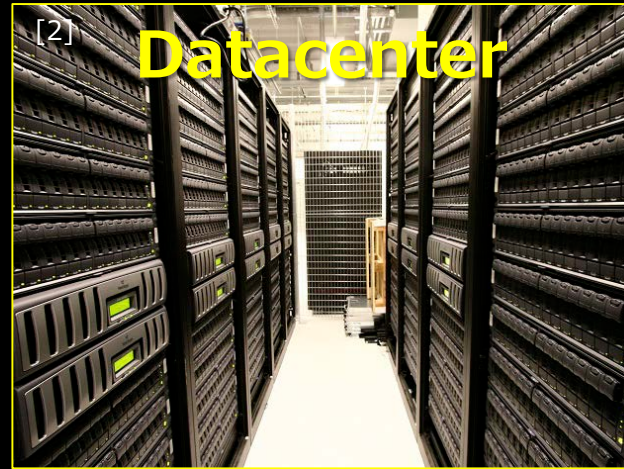
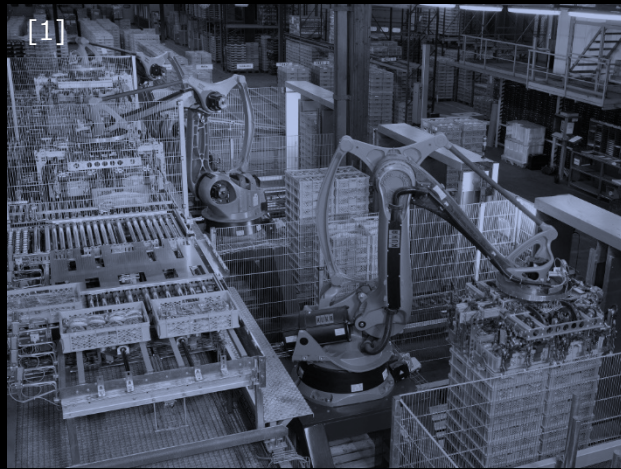


複雑な入力パターンに対する高精度化、高機能化



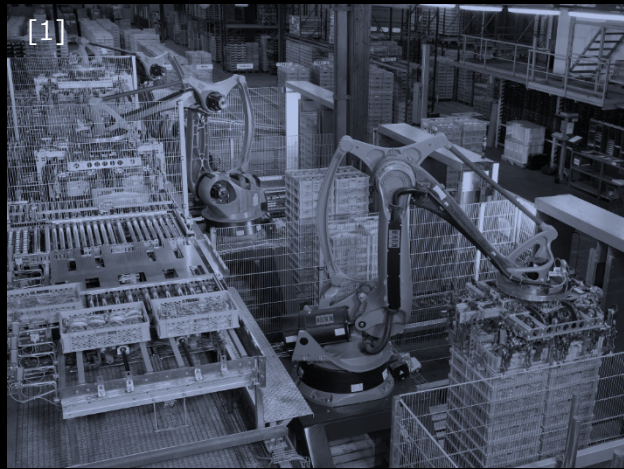
実証実験 2 : データセンタの設備監視

- 設備的に、工場やプラントと通じるところが多い



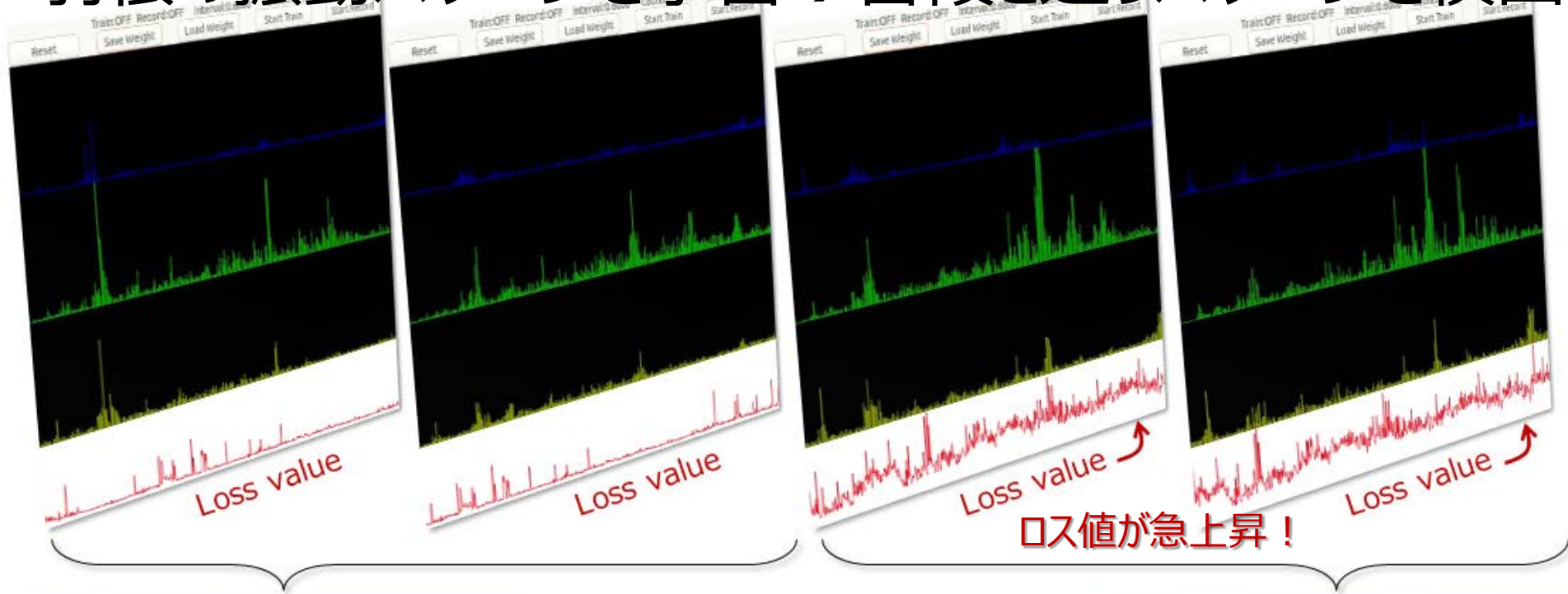
実証実験 3 : ドローンモータの異常検知

- ドローンの状態は、ペイロードや風向き等に左右される



実証実験 3 : ドローンモータの異常検知

羽根の振動パターンを学習 → 普段と違うパターンを検出



実証実験 3 : ドローンモータの異常検知

羽根の振動パターンを学習→普段と違うパターンを検出

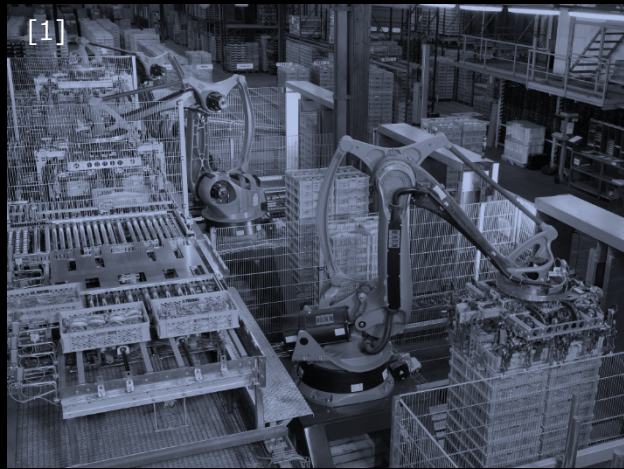
※デモ用の異常として損傷したプロペラ（赤）を使用

ドローンの状態は、荷物の重さや環境によって変化
→オンライン逐次学習＋教師無し異常検知

バッテリー駆動＋小型・軽量なのでドローンに搭載可能

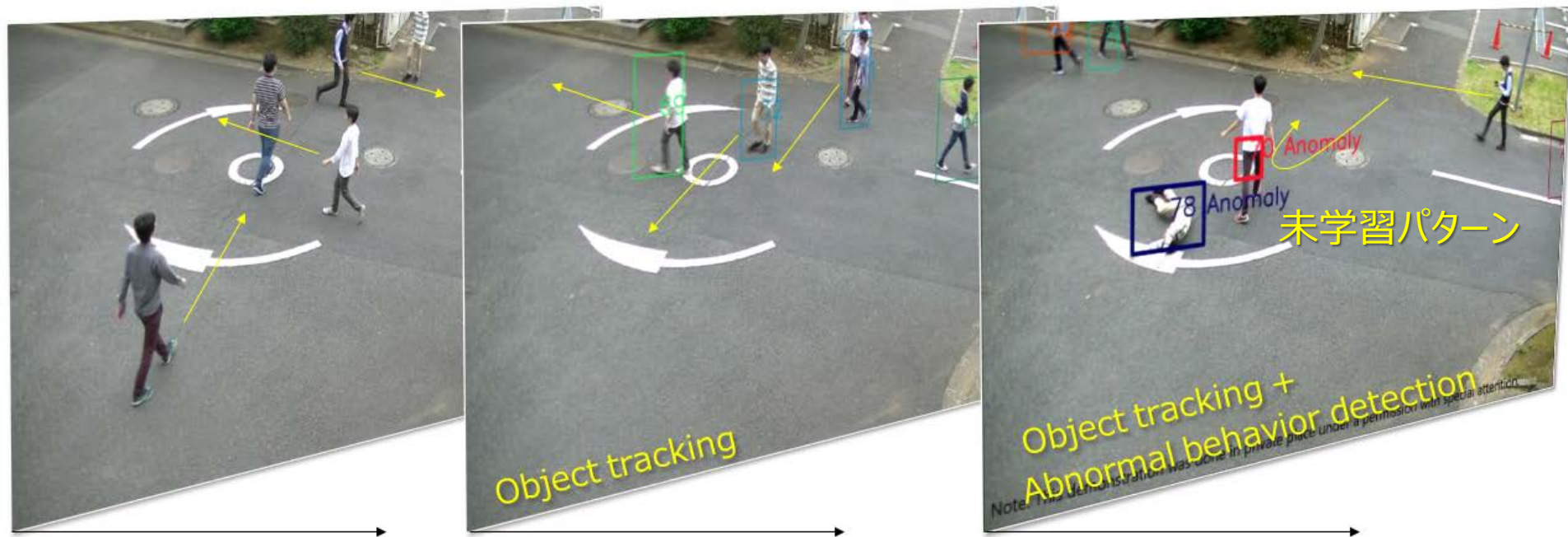
実証実験 5 : 監視カメラによる異常検知

- オンデバイス学習を監視カメラの異常行動検出に応用



実証実験 5 : 監視カメラによる異常検知

一般的な通行パターンは、監視カメラの位置やアングルによって異なる → 自律的に「通常」を学習するカメラ



Note: This demonstration was done in private place under a permission with special attention.

実証実験 5 : 監視カメラによる異常検知

一般的な通行パターンは、監視カメラの位置やアングルによって異なる → 自律的に「通常」を学習するカメラ



普段と違う動きの通行人を検出すると「Anomaly」と表示

Note: This demonstration was done in private place under a permission with special attention.

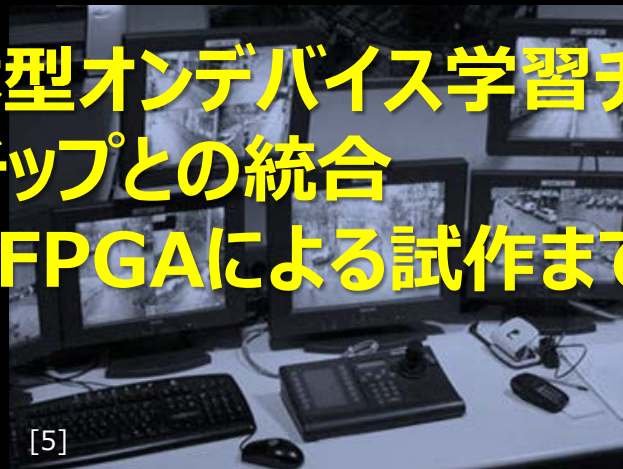
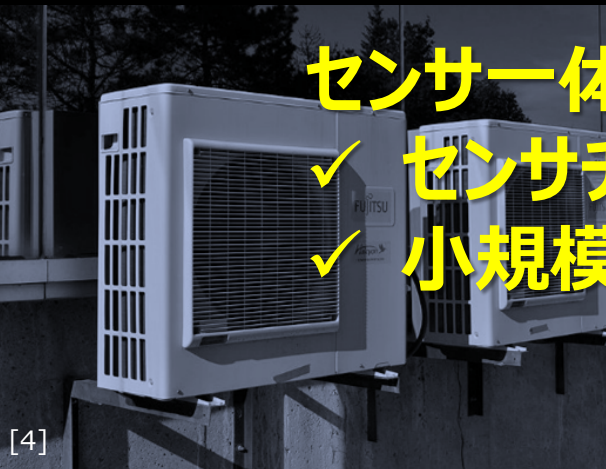
Resolution of this video is reduced intentionally.

今後の課題：人の異常検知

普段との動きの違い：怪我、疲労、パフォーマンス低下



オンデバイス学習チップを人体に装着
✓ 普段と違う動きを検出



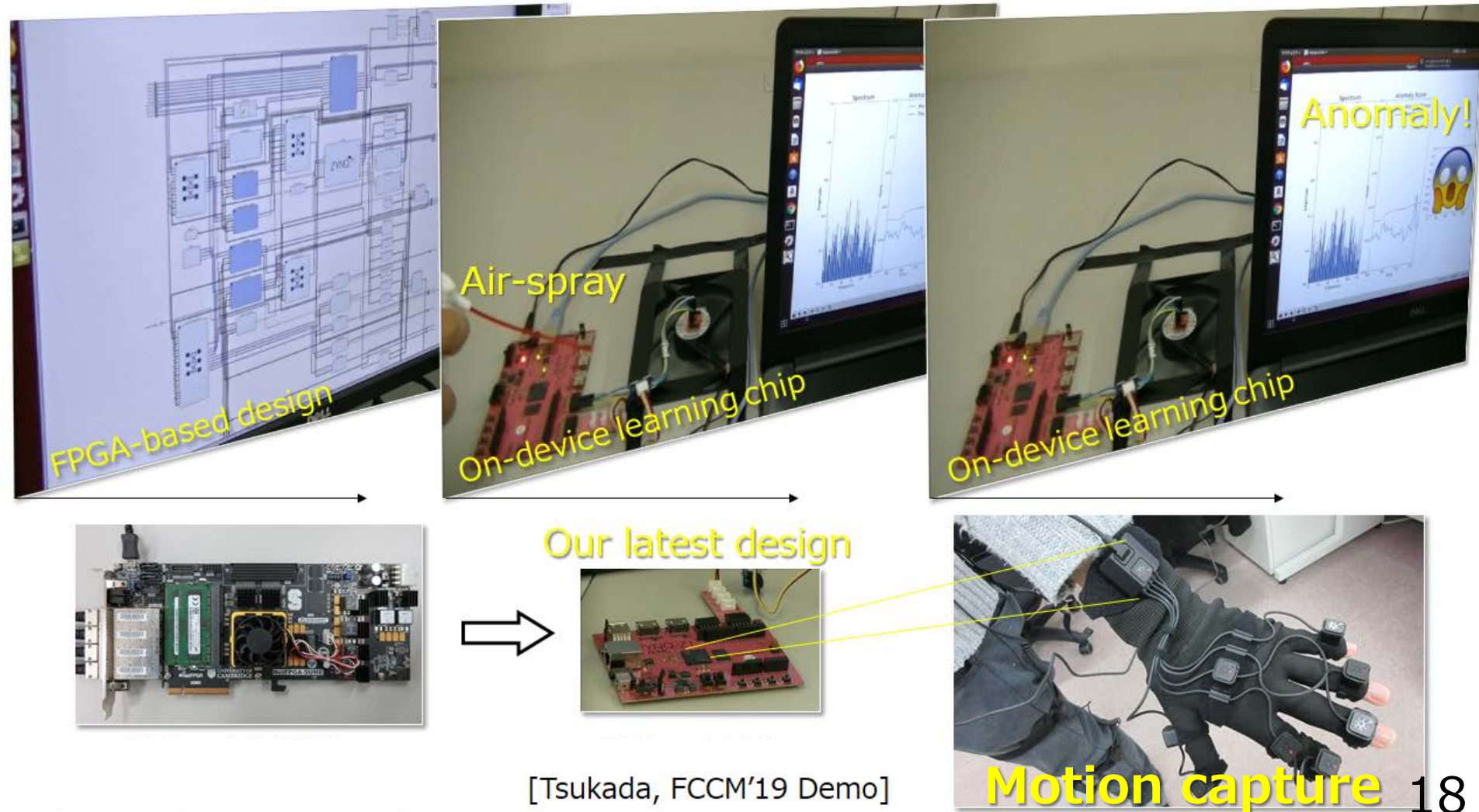
センサー体型オンデバイス学習チップ
✓ センサチップとの統合
✓ 小規模FPGAによる試作まで実施

Body
movement

今後の課題：人の異常検知

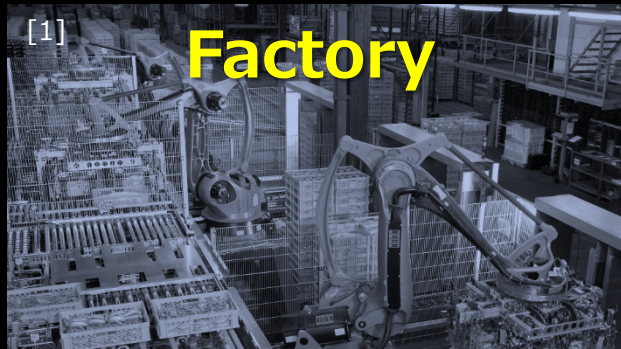
センサー一体型オンデバイス学習チップを人体に装着

→ チップ開発の前段階として小規模FPGAによる試作まで実施



お試し利用・共同研究、大歓迎です！

- 貢献：オンデバイス学習の提案、アプリケーション開拓



AI導入の共通の悩み

環境や状態の変化に応じてセンサ 1 つ 1 つ 学習し直すのか？
教師データの準備が大変！

