量子コンピューティング ユースケース集

農作物の品質検査における量子機械学習の有効性実証

慶應義塾大学、TOPPANホールディングス



国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）

慶應義塾大学、TOPPANホールディングス：農産物の品質検査における量子機械学習の有効性実証【2025/3】1／2

検証

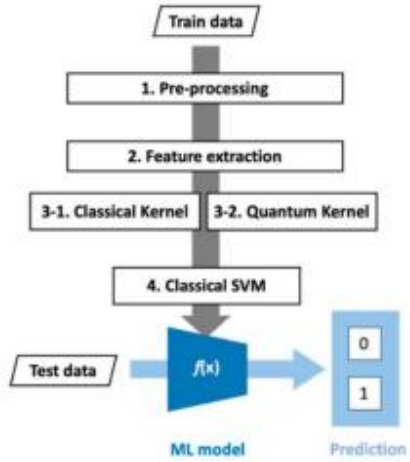
産業領域	その他
プロセス	その他
手法	AI
技術分類	ゲート*

取組の背景

- 製造・検査工程における画像検査の分野では、正常品と異常品を高精度に識別する技術が求められている。特に農産物は形状・内部構造のばらつきが大きく、十分な学習データの収集・ラベリングが難しい
- 量子機械学習の中でも「量子カーネル法」は、データを高次元量子特徴空間へ写像することで、小規模データでも分離能力を高めうるアプローチとして注目されている
- 慶應義塾大学とTOPPANホールディングスは、リンゴの内部つる割れを対象に、量子カーネルを用いたSVMの有効性を検証した

解決したい課題・モチベーション

- 農産物や製品の品質検査では、さまざまな異常パターンを少量データから学習し異常を検出する必要があり、これは従来の機械学習では難しい課題である
- 量子カーネルが持つ高次元空間 での分類能力を活用し、農産物の非破壊検査への適用可能性を探求する



古典カーネルと量子カーネル法を用いた検査プロセスのイメージ

参照：慶應義塾大学：「量子カーネルを活用した高精度な異常検知技術を実現 ―少量データでの量子機械学習の有効性を実証し、製造 DX を推進―」（ https://www.keio.ac.jp/ja/press-releases/files/2025/3/24/250324-1.pdf ）
*ゲート（gate-based）= 量子ビットに対して順に演算を適用することで計算を行う方式。通常のコンピュータにおける論理回路に近い考え方で、幅広い問題に対応可能。

慶應義塾大学、TOPPANホールディングス：農産物の品質検査における量子機械学習の有効性実証【2025/3】2 ／ 2

検証

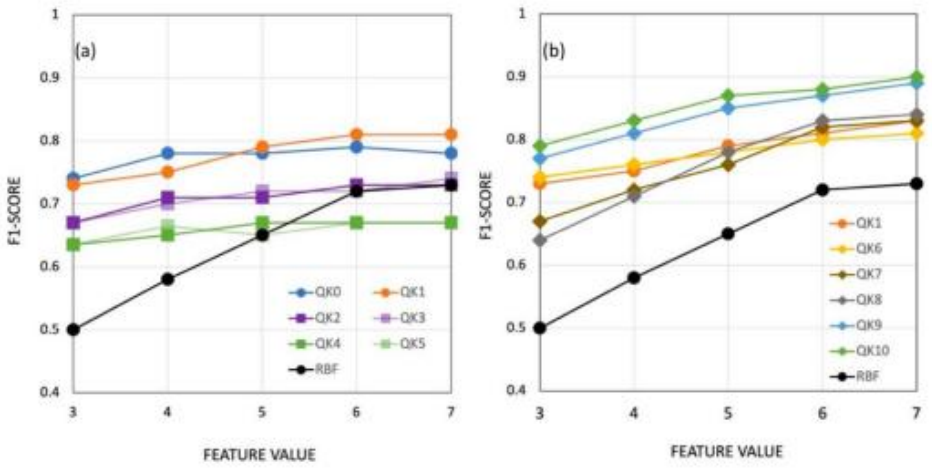
産業領域	その他
プロセス	その他
手法	AI
技術分類	ゲート*

量子コンピューターとしての問題設定

- リンゴの内部つる割れという目視では確認できない異常を検知するため、光透過画像のデータセットを利用
- そのデータに前処理、特徴抽出 を実施した後、量子カーネルを埋込んだ SVM（Support Vector Machine）で機械学習を実施

期待されるビジネス効果

- 農産物だけでなく、製造業における品質検査への応用、少量データでの異常検知が求められる分野 への技術展開と製造 DX（デジタルトランスフォーメーション）の推進



量子シミュレーター計算結果による、特徴量数とF1スコアの関係
量子カーネル（QK9, QK10）が古典カーネル（RBF）を上回る識別性能を示す

参照：慶應義塾大学：「量子カーネルを活用した高精度な異常検知技術を実現 ―少量データでの量子機械学習の有効性を実証し、製造 DX を推進―」（ https://www.keio.ac.jp/ja/press-releases/files/2025/3/24/250324-1.pdf ）
*ゲート（gate-based）= 量子ビットに対して順に演算を適用することで計算を行う方式。通常のコンピュータにおける論理回路に近い考え方で、幅広い問題に対応可能。

WEBサイトにて、その他の事例も公開しています。ぜひご覧ください。
https://www.quantum-computing-use-cases.nedo.go.jp

他の事例を見る

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）
AI・ロボット部（e-mail：quantum_ai@ml.nedo.go.jp）

本ユースケース集は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術開発機構（NEDO）の委託業務「量子・古典ハイブリッド技術のサイバー・フィジカル開発事業／量子技術に関するユースケース事例調査」および「ポスト５Ｇ情報通信システム基盤強化研究開発事業（量子産業化）／量子コンピュータの産業化促進に向けた包括的調査」の成果として、得られたものです。