

実務レベルの機械学習問題を小規模ハードウェアで解くための手法及び アプリ開発

—量子機械学習を誰でも手軽に—

1. 背景

機械学習技術は業種を横断して実社会で広く活用され今なおその発展は著しい。量子コンピュータはその機械学習技術を量子的な計算で実行するいわゆる**量子機械学習**を実現し、それによって機械学習の性能を飛躍的に進歩させることが期待されている。この量子機械学習技術は実社会の課題全体に適用できる技術であり、量子コンピューティング活用の中でも特に社会的インパクトが大きく、注目されている。

一方でこの量子機械学習の社会活用は進んでおらず、事業会社での研究開発 (R&D) や Proof of Concept (PoC) は一部に留まっている。この要因は以下 2 点が大きい：

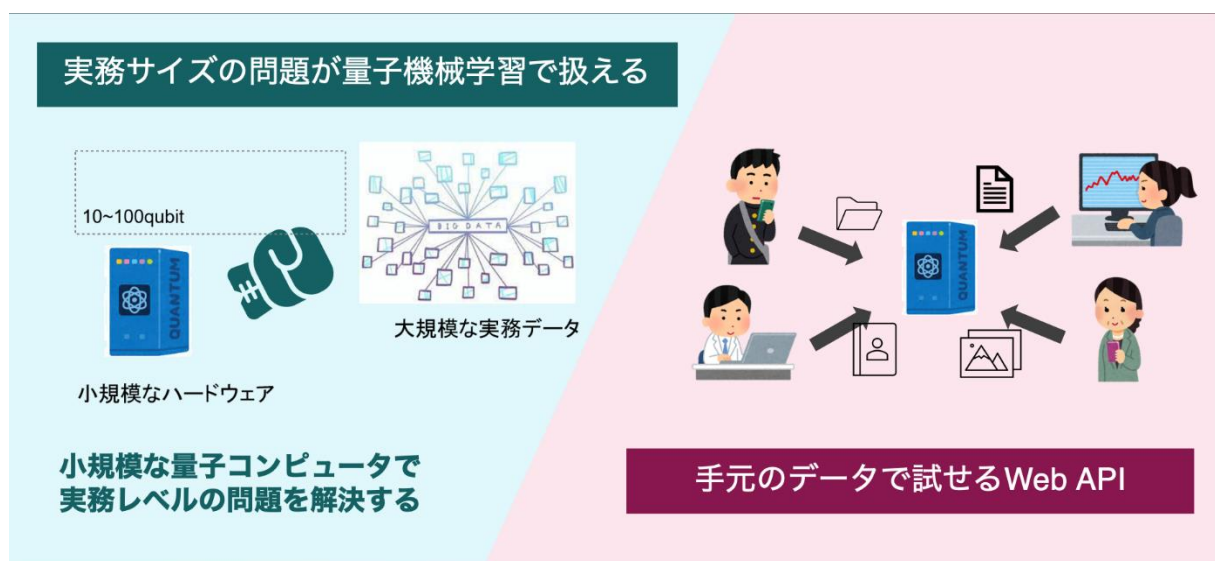
- (1) 現状のハードウェアでは実務上の問題に取り組むことができない
- (2) 実務上の問題に対して、どの量子機械学習アルゴリズムが有効か不明

量子機械学習を社会活用するためにはこれら(1)と(2)を解決することが大切である。

2. 目的

本プロジェクトでは「**実務サイズの問題を限られた量子ハードウェアリソースで実行可能な量子機械学習アルゴリズム**」を開発し、このアルゴリズムを Web API 化することで「**量子コンピューティングの知識がなくても、量子機械学習を容易に利用できる環境**」を機械学習エンジニアやデータサイエンティストに提供することを目指す。

本プロジェクトで開発したプロダクトによって誰でも簡単に量子機械学習を手元のデータで実行できるようになり、社会全体で量子コンピューティングを使った R&D や PoC が加速することを目指す。究極目標として社会課題の解決スピードが加速することを目指す。



3. ソフトウェア開発内容

本件は量子機械学習アルゴリズム「LeanQML」を開発し、WebAPI に実装した。アルゴリズムはゲート型コンピュータを想定した量子アンサンブル計算機アルゴリズムと、中性原子のアナログ型コンピュータを想定した量子リザーバー計算機アルゴリズムを開発した(図1)。

開発量子計算アルゴリズム

1. 量子アンサンブル計算機アルゴリズム
2. 量子リザーバー計算機アルゴリズム

上記の量子機械学習アルゴリズムを簡単に利用できる Web API を構築した。

開発 Web アプリケーション

3. ユーザー向け Web アプリケーション

ソフトウェアの構成

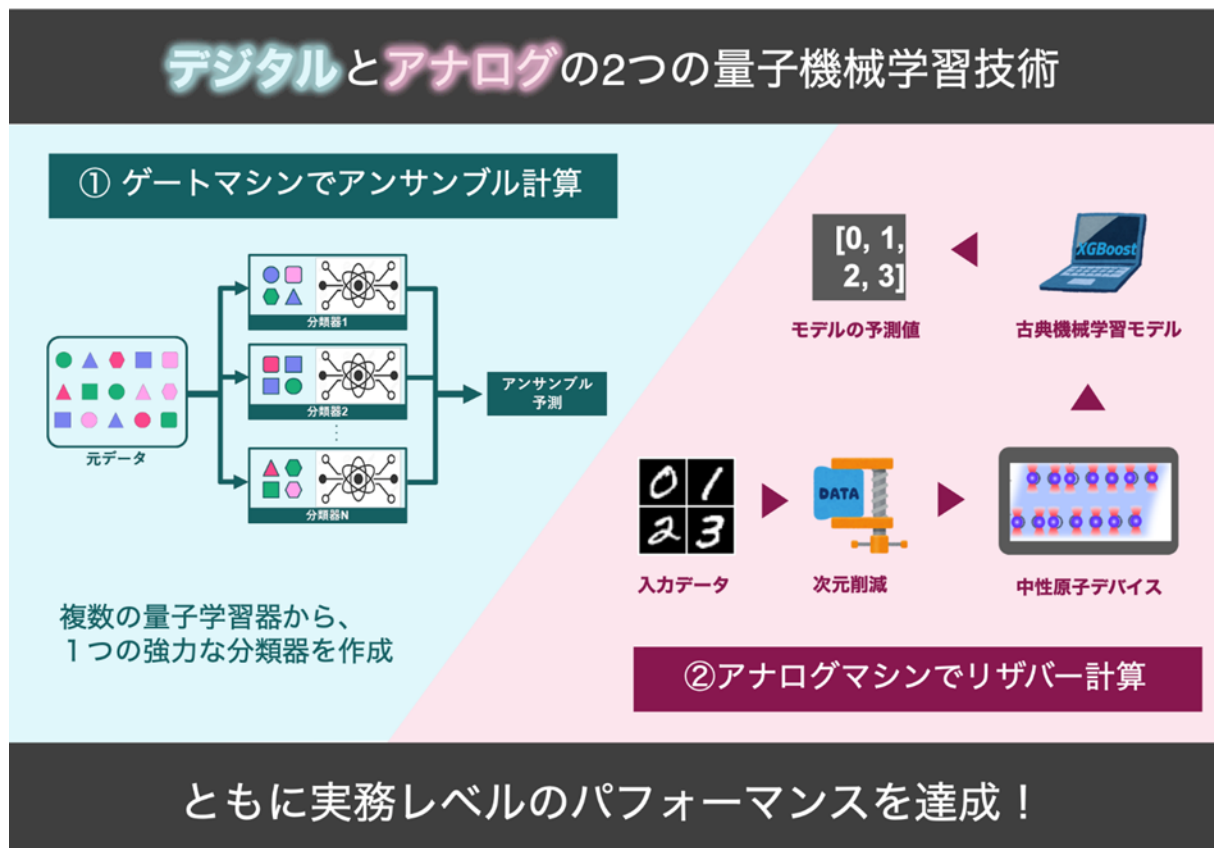
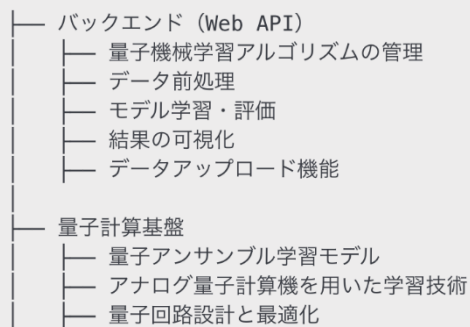


図 1: 開発アルゴリズム概要

4. 新規性・優位性

「実機デバイスの現状性能」という拘束条件と問題タスクを「実社の課題・データ」にフォーカスしたこの2点に焦点を絞りユーザーフレンドリーな量子機械学習アルゴリズムを構築した点は本件の新規性がある点である。

本件で開発したゲート型とアナログ型の両方のアルゴリズムは、開発では古典機械学習手法の LightGBM をベンチマークとして比較しており、その性能は古典手法に同等あるいは問題によってはそれ以上の性能を達成している。広く一般の問題でこの性能を達成している点は本件の優位がある点である(図2)。

本機械学習アルゴリズムは Web API に実装しており、その実行に量子コンピューティングの知識を必要としない。実務レベルの問題を誰でも簡単に実行できる実行環境を用意出来ていることは本プロダクトの優位な点である。

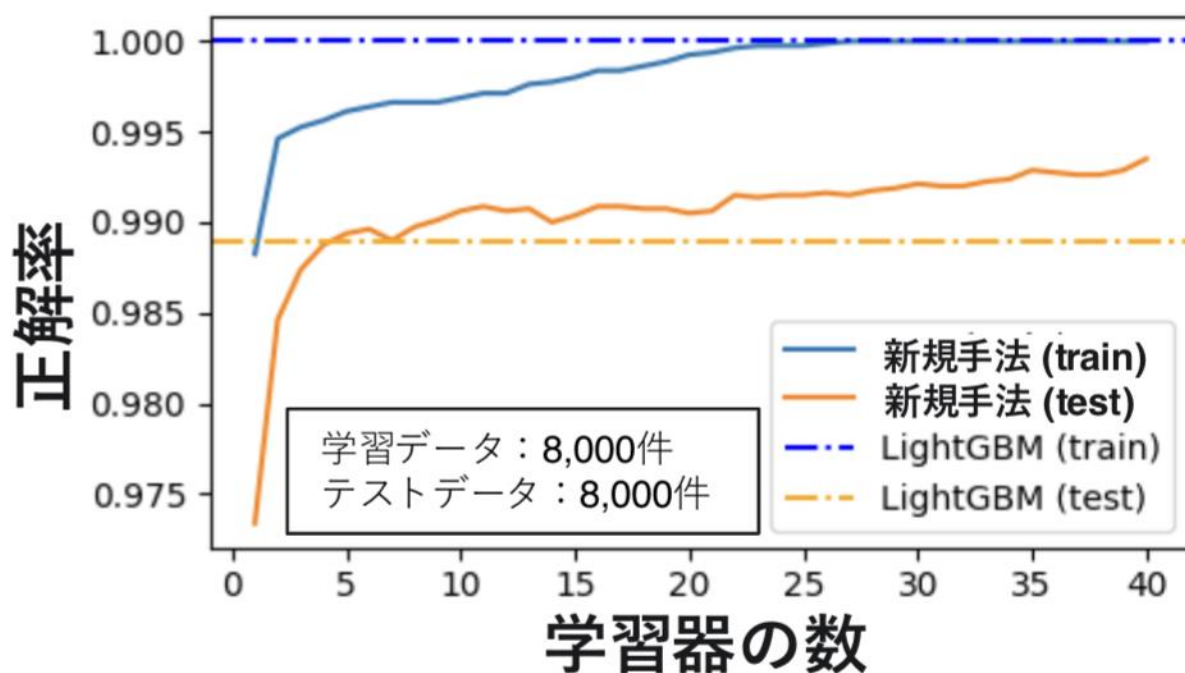


図2:本件手法と古典機械学習:LightGBM の性能比較

5. 期待されるユーザー価値と社会へのインパクト

量子コンピュータの社会実装、とりわけ量子機械学習を活用した R&D の推進には、実際のビジネス現場で得られるデータを用いた PoC（概念実証）が不可欠である。これにより、量子技術が現実の課題解決に力を発揮できることを具体的に示し、実用化への道筋を明確にすることが可能となる。

一方で社会実装を目指して量子機械学習アルゴリズムの研究開発に従事するエンジニアの数は圧倒的に不足している。現在、世界の AI エンジニア（機械学習エンジニアを含む）は約 30 万人と推定されるが、その需要は約 100 万人に達し、大きな需給ギャップが生じている。さらに量子アルゴリズムに絞るとそのエンジニアの数は約 500～1,000 人に過ぎない。量子技術の実社会での活用を進める上でこのギャップは大きなボトルネックとなる。

本プロジェクトではこのギャップを埋めるためのユーザーフレンドリーなツールを作成した。このツールによって、より多くのエンジニアが手軽に手元のデータを量子アルゴリズムで検証する事が可能となり、それによって R&D および POC の規模が拡大し開発プロセスの効率化が達成されると期待される。

量子コンピューティング技術が社会課題を解決し変革を起こすことが期待されている中、その産業と技術の接点である「まず量子をとにかく試してみる」というニーズを満たすことは量子を活用したイノベーションの実現のために必須なファーストステップである。本プロジェクトのツールにより現在活躍している AI エンジニア 30 万人が”量子”の壁を感じることなく開発に参入出来るようになれば、それは社会を加速成長させるためにインパクトが非常に大きいと考えている。

6. 氏名（所属）

武田 直幸（みずほ第一フィナンシャルテクノロジー株式会社 リスクマネジメント技術開発部）

吾郷 太一（同上）

金子 和哉（同上）

（連絡先） vanqc.quantum@gmail.com