

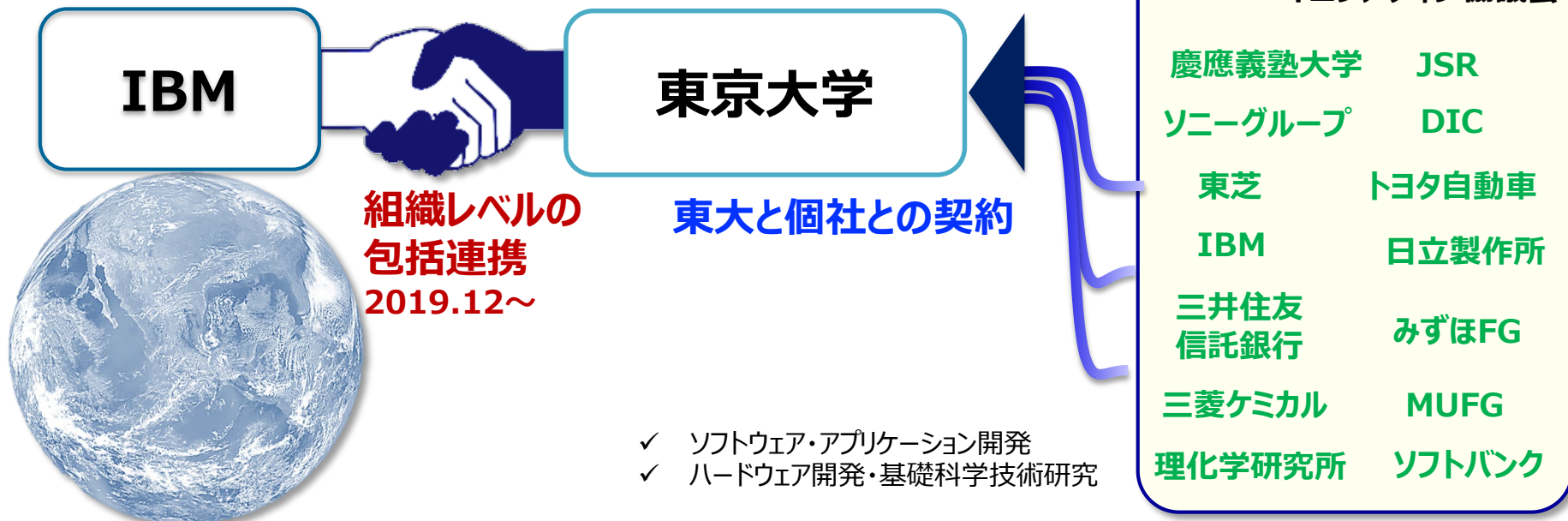
QIIの取り組み

2023年9月21日

量子イノベーションイニシアティブ協議会(QII) 会長
佐藤康博



- 東京大学がゲートウェイとして、企業、公的団体や大学等に**量子コンピュータの実機を共用可能な環境として提供**
- 日本国内の量子コンピューティングに関する科学・技術を集結させ、IBM商用量子コンピューターを使用する**量子エコシステムを構築**
- 産官学協力のもとに我が国全体のレベルアップと 実現の加速を図り、**広く産業に貢献**



- QIIでは、**Market-in(ユーザーありき)**、**Use case-oriented(社会実装)** のコンセプトの下で、産業界との連携を重要視した研究開発を実施
- 量子コンピューターの社会実装を世界に先駆けて実現することを目的に、参画企業と東京大学・慶應義塾大学の密な情報交換・共同研究のもと、多様な応用に対する研究開発を実施（正会員15、準会員3、アカデミア会員1）
- 協調領域における**複数社の共同研究・共創**を多数実現



会長 佐藤 康博
(みずほフィナンシャルグループ
特別顧問)

プロジェクトリーダー 相原 博昭
(東京大学 理事・副学長)

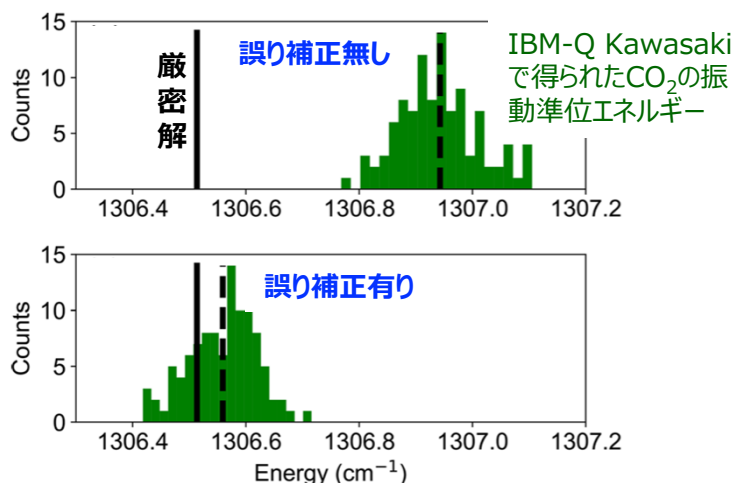


企業が想定する量子コンピューターの 主な応用例

社名	概要
トヨタ自動車	素材開発や渋滞回避
三菱ケミカル	LEDや太陽電池の開発
JSR	フォトレジストや液晶ディスプレイ材料の開発
みずほFG、MUFG、三井住友信託銀	資産構成の最適化や精緻な信用評価

2021/6/29 日本経済新聞

- 世界初の商用量子コンピュータ(27ビット)を新川崎に設置。QIIメンバーの**徹底的な占有利用**により、多数の研究成果を創出。
- **今秋に127ビットの最新の大規模量子コンピュータ**に更新予定。
- 東京大学にハードウェアテストセンターを設置。5ビットの量子コンピュータと関連設備を設置。周辺デバイスに関する産学共同研究を推進。



- 量子コンピューターによる計算は、理論と実験が融合した新しい境地！
- 未来のツールとしての大きな可能性を実感。
- 専用機 (*ibm_kawasaki*) のおかげで、さまざまな量子計算に取り組めるようになった！



DIC (株) と山内教授(東大)の共同研究
(CO₂ 分子の振動励起状態)

QII 情報交換(ジャーナルクラブ・セミナー・メンバーページ)

- ジャーナルクラブやセミナーを定期的 to開催(各々2~3ヶ月に1回程度)し、情報交換/人材育成を実現
- ジャーナルクラブでは、QII内から発表された論文に関して、論文の著者自らが内容を解説、意見交換を実施。セミナーは外部から講師を招いて最新情報を共有。アカデミアからだけでなく、**産業人材からも多数の講演**。
- ホームページのメンバー専用ページでは、ジャーナルクラブやセミナーの資料のほか、量子コンピュータ実機の最新の状況等、様々な情報を共有。



第5回 ジャーナルクラブ資料

2022年05月18日 (水)

Qiskit Runtimeに関するセミナーの開催について

2022年05月20日 (金)

Gate制御方式変更について

バージョンアップ・メンテナンス情報

- 量子コンピュータの利用支援のため、IBMのソフトウェアやハードウェアを開発する研究者を米国から招き、複数日にわたるハンズオンやセミナーを実施
- その他、量子コンピュータに係るIBMからの最新の話題(VQE、QML、Error mitigation、ハードウェア等の教育シリーズ)を提供

Teach-the-Researcher series *VQE Deep Dive*

The YouTube playlist is [here](#)

The lecture slides can be accessed [here](#) (password: VQEDD2020)

Chapter 0: [VQE Overview](#) - Going from cost functions to a Hamiltonian and computational complexity of short depth circuits

Background material: [Chemistry VQE Overview](#), [Broad VQE Overview](#)

Chapter 1: [Optimizers](#) - VQE-Aqua flow and empirical study of optimizers

References found within each relevant [code base](#)

Jupyter notebooks: [Callback Function for VQE iteration tracking](#)

Chapter 2: [Hamiltonian Mapping Basics](#) — From qubit measurements to observables, introduction to second quantization & different mapping overview

Background material: [First Quantization Encoding](#), [Introduction to Second Quantization](#), [Bosonic Encoding - Cat States](#)

Chapter 3: [Hamiltonian Mapping & Reduction](#) — Understanding different mapping's benefits, & reduction methods

Background material: Section IIB of [Chemistry VQE Overview](#)

Jupyter notebooks: [Hamiltonian Mappings](#)

Jupyter notebooks: [Variational Circuits](#)

Chapter 4: [Hardware Introduction](#) — Understanding circuit QED, superconducting qubits, and their limitations

Background material: [A Quantum Engineer's Guide to Superconducting Qubits](#)

Jupyter notebooks: [Readout Calibration](#)

Teach-the-Researcher series *QML Deep Dive*

The YouTube playlist is [here](#)

The lecture slides can be accessed [here](#) (password: qmlcourse2020)

Chapter 1: [Introduction to QML](#)

– Suggested Reading: [Read the fine print](#)

Chapter 2: [Data Loading](#)

– Suggested Readings: [The effect of data encoding on the expressive power of variational quantum machine learning models](#)

Chapter 3: [QSVMs / Quantum Feature Maps](#)

– Suggested Readings: 1. [What is the computational complexity of an SVM?](#)
2. [Supervised learning with quantum-enhanced feature spaces](#)

Chapter 4: [An introduction to quantum neural networks](#)

– Suggested Readings: 1. [Hybrid quantum-classical Neural Networks with PyTorch and Qiskit](#). 2. [Quantum Convolutional Neural Networks](#)

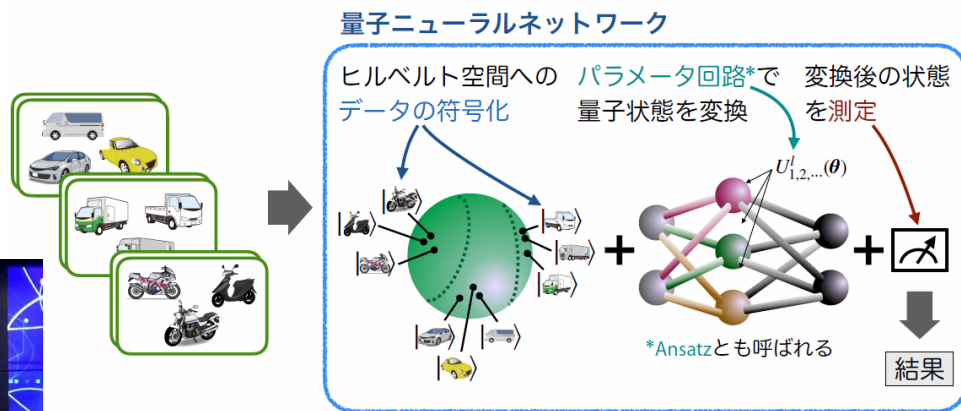
Chapter 5: [Training Quantum Neural Networks](#)

– Suggested Readings: 1. [Quantum implementation of an artificial feed-forward neural network](#) 2. [Evaluating analytic gradients on quantum hardware](#) 3. [Barren plateaus in quantum neural network training landscapes](#)

- 量子技術に関わる産学官の協力を更に促進することを目的として、QIIシンポジウムを開催
- 参画企業からの多数の研究発表のほか、今後の量子技術の発展や産業化への貢献についてのパネルディスカッションを通じて、産官学の取り組みを通じた「量子コンピューターの今」を発信



量子コンピュータ + 機械学習 = 量子機械学習



「量子機械学習に向けた取り組み」
寺師 弘二 (東京大学)

- 正会員では、共同研究や実機利用が可能。準会員では、協賛、情報収集、コンサル、実機利用なしの共同研究など内容に応じて多様なプランが可能。
- その他、スタートアップ会員の枠組みにより、**スタートアップ企業の量子コンピュータへの参入を支援。**

正会員 共同研究等

- IBM Quantumへのアクセス権保証
- 大学教員等による共同研究
(本学教員のアクセス権有)
- 幹事会への参加
- IBM Quantum Network Memberに登録
※協賛事業の特典有

準会員 ● 準会員の資格は3種類あり、 グレードアップも可能です。

協賛事業

特典

- 1 総会への参加
- 2 セミナー・シンポジウム等の聴講
- 3 学術指導、共同研究に向けた助言・ガイダンス
- 4 広報活動
QIIのホームページ掲載。
QII協議会の活動に賛同していることをPRすることができます。

コンサル対応

特典

- 1 東京大学、慶應義塾大学にてIBM Quantum利用の見学が可能
 - 2 大学教員等によるコンサル
- ※協賛事業の特典有

共同研究 (アクセス権無)

特典

- 東京大学、慶應義塾大学の大学教員等によるIBM Quantumを利用した共同研究の実施(アカウント・ID無)
- ※協賛事業の特典有

Grade Up

- **量子を使うフェーズに一気に突入**。狭義の量子専門家ではない人に対して、量子コンピューターを使ってみる環境を提供し、応用開拓することが急務。
- 世界が大規模な先行投資を決断し、基礎研究競争も激化。
- ユーザー視点・課題解決型の量子コンピュータ利活用拠点として産学連携組織「**量子イノベーションイニシアティブ協議会**」の活動が本格化。

目的

本協議会は、量子コンピューターの社会実装を世界に先駆けて実現するため、当該技術に関わる産学官の協力を促進し、相互の情報交換を密にすることをもって、我が国全体のレベルアップと実現の加速化を図る。

1. QIIの活動内容

- (1) 量子計算ソフトウェア・アプリケーションに関する情報交換
- (2) 量子コンピューターに我が国の**ものづくり技術を適用し飛躍的性能向上を図る**ための量子ハードウェアに関する情報交換、及び次世代量子コンピューターの開発に結び付く基礎科学技術に関する情報交換

2. QIIの役割

量子コンピューティングを実現する科学技術を日本国内において独自のかたちで集結させ、量子コンピューティングのためのエコシステムを構築することで戦略的に重要な研究開発活動を強化し、日本における経済的機会を促進すると共に量子コンピューティングのアルゴリズムおよびアプリケーションの研究開発を将来に至る社会課題の解決に向けて、相互に連携・協力することを目的とし促進させ、且つ当該技術の研究成果を広く社会に普及させると共に、その成果を以って広く産業に貢献する

3. 協議会の組織

法人格を持たない**ゆるやかな連携体**。学会や各大学の活動の連合会のようなイメージ。

- (1) 総会：協議会の全会員による総会を年一回開催し、活動方針の決定・変更、年間の活動内容の報告を行う。
- (2) 幹事会正会員からなる幹事会を組織し、総会での議決・報告事項や次年度活動企画等を行う。

4. 会員

- (1) 本協議会の会員は、**正会員、準会員、アカデミア会員、スタートアップ会員**の4種から構成される。
- (2) 正会員は、**日本に設置されるIBM-Quantum System Oneにアクセス**できるものとする。
- (3) アカデミア会員は、幹事会の審議を経てプロジェクトリーダーが承認した 学術機関に限定し、IBM-Quantum System One にアクセスできるものとする。ただし、アクセスが制限される場合がある。
- (4) スタートアップ会員は、幹事会の審議を経て総会において承認した**スタートアップ企業に限定し**、IBM-Quantum System Oneにアクセスできるものとする。ただし、アクセスが制限される場合がある。
- (5) この他、会員の正会員、準会員、アカデミア会員、スタートアップ会員の区分については、東京大学において別に規定を定めるものとする。