

1. 件名

量子コンピュータ実用期に向けた長期課題の調査

2. 目的

NEDO イノベーション戦略センターでは、今後幅広い領域で利活用が期待される、エラー耐性を有する実用期の量子コンピュータについて、システム構築・利活用に向けた長期課題の調査を行い、今後の戦略立案に活用していく予定である。

内閣府・量子技術イノベーション会議が2024年4月に公開した「量子産業の創出・発展に向けた推進方策」においては、次世代の量子技術を担う基礎基盤的な研究を強化することにより、世界から注目される優れた技術を創出し、我が国の世界の研究コミュニティでの存在感につなげる、また、現時点で我が国の企業や研究機関が有する量子コンピュータ等の量子技術の実用化に不可欠な部素材やデバイス等に関する技術の更なる高度化により、グローバルサプライチェーン上における我が国のイニシアチブを拡大し、量子コンピュータ等が実用化された際のチョークポイントを押さえられるように戦略的に開発を進めることが重要である、と提言されている。さらに、大規模化・産業化に必要な技術仕様の明確化や技術ロードマップの策定等によって産業界からの幅広い参入を促進する、という取り組みが示されている。

また、ムーンショット型研究開発事業の目標6「2050年までに、経済・産業・安全保障を飛躍的に発展させる誤り耐性汎用量子コンピュータを実現」では、2050年の誤り耐性型量子コンピュータ（以下、「FTQC」という。）の実現に向けて、2030年までに量子誤り訂正の有効性実証、2040年に量子誤り訂正下での有用タスク計算をマイルストーンとして研究開発が進められている。

海外では、既に誤り訂正機能を持つ論理量子ビットの実装がなされるなど、FTQCの実現に向けたマイルストーンに沿って、活発な研究開発が進められている。

FTQCの実現は20年以上先と予想されているが、その前段として、誤り訂正型の量子コンピュータや小規模FTQC（以下、「初期ステージFTQC」という。）を用いることで、将来的にFTQCで有用となるユースケースを早急に見極め、実用化に必要な課題にいち早く取り組むことが、FTQCが実現された将来において実用的に有効活用するためには重要である。

そこで、本調査事業では、初期ステージFTQCで活用可能なユースケース（固体物理、分子計算、機械学習、人工知能応用など）と、問題の規模を明らかにする。それとともに、各種ユースケースについて必要とされる、ハードウェア、ソフトウェアの指標・仕様を調査し、今後の技術課題を明確化することを目的とする。

3. 内容

調査を行う内容は以下の通り。

なお、詳細な実施内容については、NEDOとの協議により決定し、進めることとする。

(1) 調査概要

量子コンピュータに関する技術の国内外の動向を踏まえ、初期ステージFTQCのユースケースとして想定される課題領域を探索するとともに、実現に必要なとされる、ハードウェア、ソフトウェアの指標・仕様設定に向けた課題の調査を行なう。

国内外の文献、WEB情報、研究者や企業への調査により、情報を収集・分析・考察を行い、項目毎に

課題をまとめる。

(2) 調査方法

各種関連資料等の机上での収集・分析に加え、有識者、ユーザ、量子コンピュータのハードウェアおよびソフトウェア研究開発担当者などへのヒアリングにより必要な情報収集を行う。NEDO は、可能な限り有識者等ヒアリングに参加する。上記目的達成に向け、情報を補完する調査項目を追加することは妨げない。その他、NEDO から要請があった場合は協議のうえ、可能な限り反映すること。

なお、NEDO に対し対面またはオンライン会議等により、少なくとも 1 か月に 1 回程度の進捗報告を行うこと。

(3) 調査項目

① ユースケースの抽出

古典コンピュータを活用している研究者などに、現状の計算に関わる課題を聴取するとともに、その課題の中で実用的な FTQC が実現した際に、利活用が期待されるユースケースを抽出し、古典コンピュータで実行しようとした場合と、解を得られる問題範囲を比較することで、実用的な FTQC が有効に活用されるユースケースを調査する。

② ①で抽出したユースケースにおける各量子コンピュータ方式に要求されるスペックの整理

量子コンピュータが、初期ステージ FTQC から実用的な FTQC へ進化するのに伴い、ユースケースにおける適用領域の広がりが見込まれる。拡大する適用領域に必要なスペックを各量子コンピュータの構成毎に、各種仮説（論理量子ビット数、ゲート深さ、計算速度など）を基に整理する。

③ ②のスペックの実現に求められる各量子コンピュータ方式のエラー訂正技術の整理と課題の抽出

量子コンピュータの物理量子ビットには、超伝導、半導体、原子、イオン、光子など様々な手法が研究開発され、各手法における論理量子ビット構成上の課題も多い。論理量子ビットを構築するためのエラー訂正に関わる技術についてソフトウェア・ハードウェア双方から調査整理し、今後必要な技術課題を明確化する。

④ ③のスペックの実現に求められる各量子コンピュータ方式の周辺技術の装置・機器に関する実用化に向けた課題の整理

ハードウェア上では、量子ビットだけではなく、各方式に付随する装置（計測、制御など）、機器（伝送、光学など）が必須であり、③で示したスペックを実用化する際の周辺技術の課題を整理し、それを製造する側に対する指標を示す。

⑤ 量子コンピュータのソフトウェアに関わる課題の整理

①で抽出したユースケースを量子コンピュータで実行可能とするために、システムおよびソフトウェア（インターフェース含む）に求められる課題を整理する。

4. 調査期間

NEDO が指定する日から 2025 年 3 月 31 日まで

5. 予算

1,800 万円以下

6. 報告書

提出期限：2025 年 3 月 31 日

提出方法：NEDO プロジェクトマネジメントシステムによる提出

記載内容：「成果報告書・中間年報の電子ファイル提出の手引き」に従って、作成の上、提出のこと。

<https://www.nedo.go.jp/itaku-gyomu/manual.html>

7. 報告会等の開催

委託期間中又は委託期間終了後に、成果報告会における報告を依頼することがある。

以上