

量子アプリ開発を支援する 民間研究開発環境の整備

官民研究開発投資拡大プログラム (PRISM)

「量子技術領域」

令和 4 年度成果

令和 5 年 3 月

文部科学省

課題と目標

- (課題)

Q-leap独創的サブプログラム「実践的研究開発による全国的量子ネイティブの育成」内で実施された公開伴走型生配信授業 Quantum Annealing for You(QA4U)/Quantum Computing for You (QC4U)により高校生以上社会人に至るまで、量子人材総勢1000人(登録者ベース)、量子アプリ50個を制作した。しかしそのアプリ群は優れたものでありながら、検索性・利便性のある形式で整備されておらず、活用の可能性があるにも関わらず継続的に成長させる環境整備及び施策が存在しないという課題があった。
- (目標)
 1. Q-leap独創的サブプログラム終了後の開発環境の構築・アプリ利用環境の構築
 2. 40個のアプリの中から公開利用できる量子アプリサービス用サーバーの構築
 3. 量子コンピュータの応用事例として、最も有望な交通・物流の量子アプリケーションの効果検証が可能な3次元交通シミュレータの構築

「量子アプリ開発を支援する民間研究開発環境の整備」の概要

- 元施策: 「光・量子飛躍フラッグシッププログラム(Q-LEAP)」人材育成プログラムの開発
(独創的サブプログラム) 「実践的研究開発による全国的量子ネイティブの育成」(R4年度:21,000千円)

研究者向け・理系向けのコンテンツが充実しつつあるが、産業界向け・一般人向けのコンテンツ・接点が不足している現状を、量子人材を輩出するため、実施内容として、受講者は高校生以上・社会人を含む対象とし、量子アニーリングマシンの利用法、量子プログラミング(アニーリング/ゲート、量子機械学習)講義・演習・アプリ開発(卒業試験)の構成を取り、ソリューション開発のライブ配信を実施し、全員の質問に回答する【公開伴走型教育の実施】を行なう。

- PRISMで実施する理由:
 - ・開発費用の自己負担・量子コンピュータの利用費用負担増が見込まれる。
 - ・また成果の本格的開発を支援すること、事業化に向けた開発費用・開発人材の増強が必要である。
 - ・また計算のみならず結果の可視化に基づく量子未来社会の3次元シミュレータを独自に開発またはカスタマイズ可能なライブリを作成する必要があるため、これらのPRISMで実施する。

- テーマの全体像:
「光・量子飛躍フラッグシッププログラム(Q-LEAP)」
領域4:人材育成プログラムの開発
 - ・我が国の量子技術の次世代を担う人材の育成を強化するため、量子技術に関する共通的な教育プログラムの開発を実施

出口戦略

- ・ GPU・FPGAを利用した既存コンピュータアーキテクチャによる高速ソルバーの提供
- ・ 学習利用環境として施策終了後無料開放・研究開発用途でも利用可能な環境を提供可能
- ・ 量子未来社会ビジョンを実現するアプリ群・API群の初手となり再利用をされることで今後の研究開発のハードルを下げる。
- ・ 本シミュレータを活用した量子コンピュータアプリケーションの開発促進
- ・ 社会実装後の社会のイメージを即座に作成可能で市民にわかりやすい価値想像とアピールが可能

民間研究開発投資誘発効果等

- 民間投資誘発効果として、東北大学の共同研究件数は毎年度10件程度で各案件500万円程度 = 5000万円
共同研究に至らなかったものも同程度ある
それらは全て量子コンピュータの利用ハードル・コストによるものである。
利用コストを低減することにより参入機会の増大が見込まれる
- 民間からの貢献額：マッチングファンド見込み額：合計9200万円
A社：5人エンジニア*600万円=3000万円
B社：4人エンジニア*600万円+3人事業開発*600万円=4200万円
C社：2000万円
- ・本事業実施による民間からの貢献見込み：合計21500万円
民間との共同研究：500万円*20件 = 1億円
民間との共同研究追加促進：500万円*20件 = 1億円（施策終了後3年以内）
民間での開発利用（API有償利用開放試算）：1500万円
(会社数20件×関連事業5件×(5年×年間利用2万円)
アカデミックユース50件×(5年×年間利用2万円))

アドオン（文部科学省）：125,000千円
元施策名：（元施策名）21,000千円

Q-leap独創的サブプログラム「実践的研究開発による全国的量子ネイティブの育成」において
Quantum Annealing for You (QA4U)/ Quantum Computing for You (QC4U)なる人材育成プログラム、量子アプリ開発体制の基盤およびコミュニティ育成がなされた。

・公開伴走型教育コンテンツの開発・YouTube（100時間）・量子人材（1000人）量子アプリ（50個）

- QA4U実施により創出されたアプリからの事業化：PRISM施策によりさらに利用可能な形で公開可能とする
- 継続的なQA4U/QC4Uの実施によりさらに新たなアプリ開発
- 量子未来社会ビジョンの実現に向け、利用者人口を増加を促進（量子コンピュータを活用したアプリ開発基盤の構築は世界に類を見ない取り組み）



【PRISM】

開発支援ライブラリ・量子アプリ統合サーバーの開発

- ・量子計算ライブラリを開発
- ・最適化・機械学習に続き、探索用量子計算ライブラリを開発・利用開始
- ・最適化計算の結果に応じたシームレス3Dシミュレーションライブラリを開発・利用開始
- ・量子アプリの一般利用可能な水準までの高度化・登録可能な公開サーバーを実現

【開発のイメージ】

人材育成 量子アプリ

文部科学省
Q-leap独創的サブプログラム
「実践的研究開発による
全国的量子ネイティブの育成」

公開伴走型生配信授業
QA4U/QC4Uの開発実施

人材育成・コミュニティ
量子アプリ開発の基盤



支援ライブラリ 統合サーバー

PRISM
官民研究開発投資拡大プログラム
「量子アプリ開発を支援する
民間研究開発環境の整備」

量子開発支援ライブラリ
量子探索計算
3Dシミュレーション

量子アプリ統合サーバー
Qatapult

資料3 「量子アプリ開発を支援する民間研究開発環境の整備」の目標達成状況

施策完了時点：令和5年3月

○施策全体の目標
 量子未来社会ビジョンに掲げた量子に関わる人口1000万人の実現にむけて、
 量子コンピュータ利用促進・量子コンピュータの利用障壁の低減、量子アプリの利用人口増強
 量子アプリの開発環境の増強を実現する

事業名等（※個別に目標を設定している場合）	当年度目標	目標の達成状況
①量子ゲート方式/量子アニーリング方式の開発環境整備に資する高速シミュレータの構築	<ul style="list-style-type: none"> ・FPGAを利用した量子ゲートシミュレータ（量子フーリエ変換及び量子機械学習）の試用投入 ・GPUを利用した量子アニーリングシミュレータの開発 目標： ゲート方式・テンソルネットワーク50量子ビット、アニーリング方式・32 Trotter数・全結合12万量子ビット	世界的な半導体調達の遅れから、FPGAマシンやGPUを搭載したマシンの設置が遅れたことと、適切なセキュリティ管理のもと準備をしているため、公開については遅れているものの、それぞれのシミュレータについては開発が実現し、実装することができた。
②量子アプリの利用促進API群の開発管理サーバー	<ul style="list-style-type: none"> ・量子アプリが利用できるサーバーを公開 ・開発用API群の公開開始 	Qatapultと称した量子アプリサーバーが準備され、ユーザーがデータをアップロードすることにより適切にその結果を返すことができるサービスを準備することができた。上記と同様の理由により公開は遅れているが、実装そのものは完了している。
③量子アプリ開発用の3次元動体シミュレータライブラリ	<ul style="list-style-type: none"> ・量子アプリ開発用の3次元動体シミュレータライブラリを用意、 ・ライブラリを利用したアプリ開発を開始 	様々な移動体に対応する形式で、PythonとBlender（3DCGモデリング・レンダリングツール）と連携ができるライブラリを開発し、利用を開始している。実際に民間企業との共同研究において試用を開始して効果を確認している。

○①量子ゲート方式/量子アニーリング方式の開発環境整備に資する高速シミュレータの構築

量子計算ライブラリを開発・東北大学サーバーから利用可能に

- ・QA4UX/QC4UX（2023年度9月頃実施）にて利用を予定している

最適化・機械学習に続き、探索用量子計算ライブラリとして利用開始

- ・民間企業(例：D社・E社・F社・G社など)との共同研究/開発に利用を開始

○②量子アプリの利用促進API群の開発管理サーバー

量子アプリの一般利用可能な水準までの高度化・登録可能な公開サーバーを実現

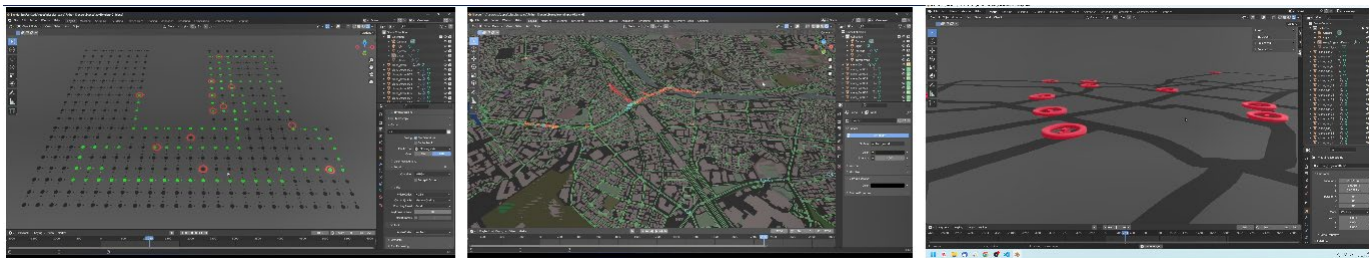
- ・Phosaiq（フォトモザイクアート自動生成）/Groupinq（多様性を持つグループ自動生成）

- ・「カズレーザーと学ぶ（日テレ）」にて作成したものが紹介される

○③量子アプリ開発用の3次元動体シミュレータライブラリ

最適化計算の結果に応じたシームレス3Dシミュレーションライブラリを開発・利用開始

- ・H社・E社・I社との共同研究に利用



資料5 「量子アプリ開発を支援する民間研究開発環境の整備」の民間からの貢献及び出口の実績

○民間からの貢献額：マッチングファンド額：合計8600万円 施策完了時点：令和5年3月
 A社：6人エンジニア*600万円=3600万円
 B社：2人エンジニア*600万円+3人事業開発*600万円=3000万円
 C社：2000万円
 ・本事業実施による民間からの貢献：合計3150万円
 民間との共同研究：2350万円
 民間との共同研究追加促進：800万円
 民間での開発利用（API有償利用開放試算）：0円 ※R4年度中にAPI有償利用開放は未だ始まっていないため

当年度当初見込み	当年度実績
①A社：5人エンジニア×600万円=3000万円 B社：4人エンジニア・3人事業開発×600万円：4200万円 C社：2000万円	①A社：6人エンジニア×600万円=3600万円 B社：2人エンジニア・3人事業開発×600万円：3000万円 C社：2000万円
②民間企業との共同研究AGV関連 (H社)=300万	②民間企業との共同研究AGV関連（追加実施） (E社・H社・I社)=計800万
③民間企業との共同研究講座 共同研究講座：参画企業数(10社)=総額2350万	③民間企業との共同研究講座 共同研究講座：参画企業数(10社)=総額2350万

○出口戦略
 GPU・FPGAを利用した既存コンピュータアーキテクチャによる**高速ソルバーの提供**
学習利用環境として施策終了後無料開放・研究開発用途でも利用可能な環境を提供可能
量子未来社会ビジョンを実現するアプリ群・API群の初手となり再利用をされることで今後の研究開発のハードルを下げる。
 本シミュレータを活用した**量子コンピュータアプリケーションの開発促進**
社会実装後の社会のイメージを即座に作成可能で市民にわかりやすい価値想像とアピールが可能

当年度当初見込み	当年度実績
<ul style="list-style-type: none"> 量子計算高速ソルバーの無償提供 量子アプリ・API群の開発環境の整備 開発促進のための3Dシミュレーターの整備 	<ul style="list-style-type: none"> 量子計算高速化ライブラリの準備・FPGA、GPUマシンへの実装 量子未来社会ビジョンを実現するアプリ群・API群としてQatapultサービスを設置 3Dシミュレータの開発・利用による共同研究の実施 TV番組等一般視聴者向けに研究成果の普及 (「カズレーザと学ぶ」「教えて！ニュースライブ 正義のミカタ」)