

量子プログラミングコンテスト「QCoder」の継続的な運営のための新機能開発

—QCoder が導く、量子プログラミングの未来—

1. 背景

量子コンピュータの開発や応用を進める人材を量子人材と呼ぶことがある。量子人材の育成は急務とされ、内閣府の量子技術イノベーション戦略においても重要な課題とされている。こうした中で量子プログラミングコンテストが量子人材育成のアプローチの一つとして注目されている。量子プログラミングコンテストとは、量子コンピュータの実機もしくはシミュレータを用いたプログラミングコンテストのことをいい、ユーザーはコンテストに参加し、問題を解くことを楽しみながら量子コンピューティング・量子アルゴリズムについて学習できる。IBM Quantum Challenge (IBM QC)や QHack Coding Challenge(QHack CC)などの量子プログラミングコンテストが量子技術の研究機関を持つ企業によって既に開催されているが、各コンテストは年 1 回程度の開催で、参加人数も少なく、AtCoder や Kaggle、Google Code Jam などの古典コンピュータを利用したプログラミングコンテスト（古典プログラミングコンテスト）と比較すると、未だ発展途上の段階といえる。

2. 目的

量子プログラミングコンテストが未だ発展途上の段階であるという状況に対し、2023 年度未踏ターゲット事業では量子コンピューティングの普及と量子人材育成を目的として、量子プログラミングに特化したコンテストプラットフォーム「QCoder」の開発とコンテスト開催を行った。その結果、学生から研究者、社会人まで多様な背景を持つ 250 人以上の参加者を集めることに成功し、量子コンピューティングに対する関心の高まりと量子人材育成に対する期待が示された。

本プロジェクトでは、その QCoder の運営を継続しつつ、新機能の追加やシステム改善などを通して、QCoder をさまざまな面で進化させることを目指す。具体的には、コンテスト開催と併せて QCoder を英語対応させ、日本国内にとどまらないグローバルなユーザーベースの形成を図る。さらに、Writer 制度やお知らせ機能、ディスカッション機能の導入により、コミュニティベースの運営体制を構築し、プロジェクト終了後も QCoder を持続可能な形で運営可能なシステムの構築を目指す。

3. ソフトウェア開発内容

本プロジェクトでは、量子プログラミングコンテスト「QCoder」の継続的な運営のための新機能開発を行った。具体的には、Writer 制度の導入、新機能としてお知らせ機能とディスカッション機能の実装、英語版の実装、そして全 3 回のコンテスト開催を実施した。各実施内容について、概要を説明する。

まず、Writer 制度は、コンテスト出題用の問題案をユーザーから募集し、採用された場合には最大 10 万円程度の謝礼を提供する仕組みである。この制度を導入してか



図 1 ディスカッション機能の画面

ら 6 件の応募があり、そのうち 4 件が今年度のコンテストの問題として採用された。この制度により、継続的なコンテスト開催に必要な問題作成コストが削減されると同時に、ユーザーに自身のアイデアが実現される機会が提供され、運営者とユーザーの双方にメリットが生じた。結果として、この制度は持続可能な運営体制の確立に大きく寄与するものとなったと考えられる。

次に、お知らせ機能とディスカッション機能は、ユーザーの利便性向上およびコミュニティの活性化を目的としている。お知らせ機能は、次回コンテストの告知や新機能の追加などを周知し、ディスカッション機能は、QCoder 上でユーザー同士が質問や議論を行う場を提供する。そのディスカッション機能の画面イメージを図 1 に示す。この図が示すとおり、数式を活用した議論が容易に行えるよう設計されており、ユーザーフレンドリーな機能となっている。

そして、英語版の実装についてである。図 2 に英語版リリース前後のユーザー数の推移を示す。英語版をリリースした 2024 年 8 月 3 日を境に、海外のユーザー数は大きく上昇し、現時点での海外のユーザー数は 250 人を突破している。

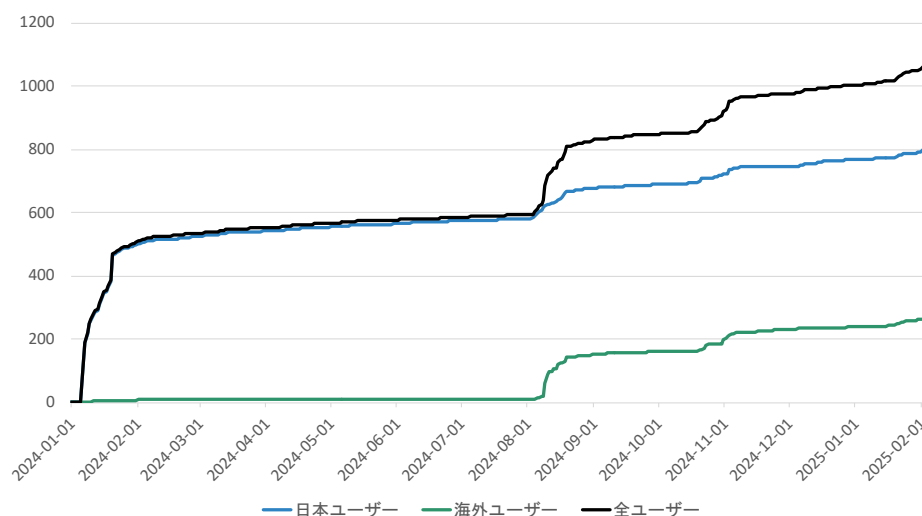


図 2 ユーザー数の推移

最後に、全3回のコンテスト開催についてであるが、各コンテストにテーマを設定した問題を出題した。第2回コンテストでは、GHZ 状態生成、量子フーリエ変換、及び量子位相推定に関する問題を出題し、第3回では、W 状態生成およびグローバーのアルゴリズムに基づく問題を出題した。さらに、第4回においては、ゼータ・メビウス変換に対応した量子操作並びにショアのアルゴリズムに関する問題を出題した。これらの多様な問題セットにより、参加者に対して教育的な意義とともに競技性の高い環境を提供することができたと考えられる。

4. 新規性・優位性

現在、開催されているすべての量子プログラミングコンテストは量子プログラミング言語を開発する企業によって、1年に1回程度の頻度で開催されている。これらのコンテストは古典プログラミングコンテストにおける Google Code Jam や Meta Hacker Cup のような企業主催のコンテストに相当するもので、AtCoder や CodeForces などのコンテスト開催を主とする組織やプラットフォームには相当しない。QCoder は世界で初めてこうした量子プログラミングコンテストの開催を主とするサービスであり、出題される問題の性質や出題形式は現在世界で唯一のものである。

5. 期待されるユーザー価値と社会へのインパクト

2024年8月18日に開催を行った第2回のコンテスト QCoder Programming Contest 002 には183人、2024年11月3日に開催を行った第3回のコンテスト QCoder Programming Contest 003 には145人、2025年2月2日に開催を行った第4回のコンテスト QCoder Programming Contest 004 には84人が参加した。特に、第3回コンテストの参加者内訳を図3に示す。第3回のコンテストでも第1回のコンテストに引き続き、QCoder は高校生、大学生、企業に所属する研究者や社会人など、幅広い層に利用されていることがわかる。さらに、図4に示すコンテスト毎の国別の参加者割合からは、特にインドからの参加者が多いこと、また英語対応を開始し

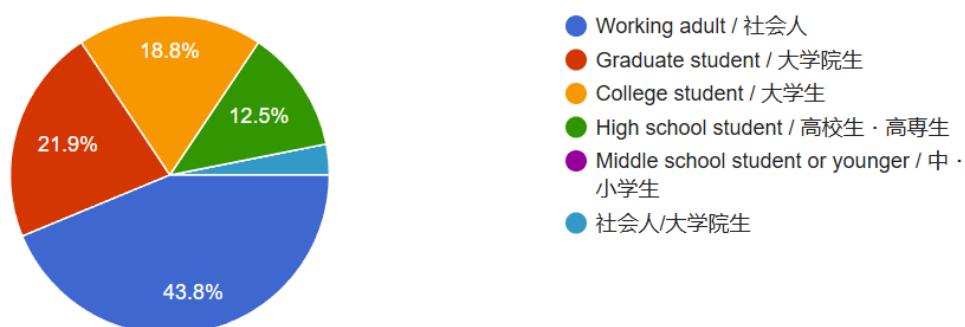


図3 第3回コンテストの参加者内訳

た第2回のコンテスト以降、海外からの参加者が大きく増加していることが確認できる。

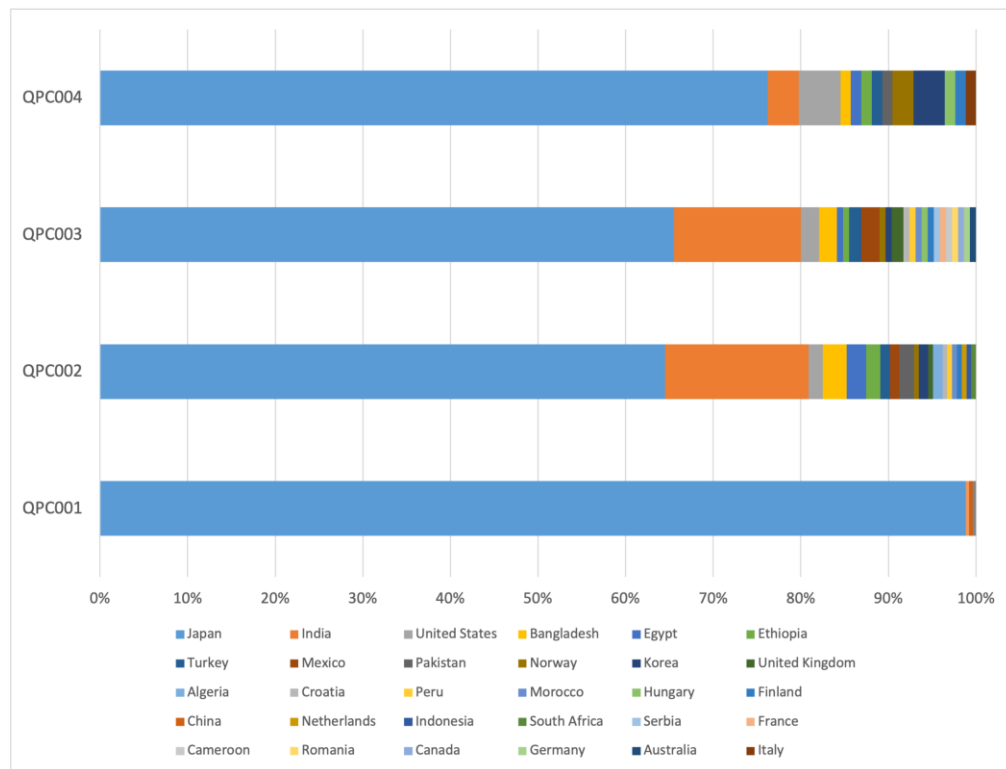


図4 コンテスト毎の国別の参加者割合

今後は、コンテストの参加者数のさらなる増加を目指し、より多くの人々に量子コンピューティングの体験と学習の機会を提供することで、量子コンピューティング全体の発展に寄与することを本プロジェクトの最終目標とする。

6. 氏名（所属）

雪吉 稀允（横浜国立大学 大学院理工学府）

高田 隼矢（慶應義塾大学 大学院理工学研究科）

（参考）関連 URL

QCoder: <https://www.qcoder.jp/ja>