

# 長大のクオantum推進事業



株式会社長大  
事業戦略推進統轄部 クオantum推進部 部長  
高野 秀隆

## 1. はじめに

現在、長大は社会インフラ整備における量子技術の活用策について探求を進めております。

量子技術は、高速な計算や通信、センシングなどの分野で大きな可能性をもっている技術であり、量子技術のひとつである量子コンピュータによる最適化処理を活用することで、より効率的な都市管理や高度な予測・解析を実現し、より快適で持続可能な都市環境を実現することが可能であると期待されています。

また、わが国は「量子未来社会ビジョン」で「国内の量子技術の利用者を1000万人に」などの目標を掲げ、量子技術の社会普及を加速させようとしており、長大の取り組みがわが国の「量子未来社会ビジョン」の目標の実現に少しでも貢献できればと考えております。

本稿では、読者の皆様の量子技術への理解や社会普及の一助になればと思い、社会インフラ整備事業者としての長大の量子技術に対する取り組み状況をまとめることにします。

## 2. 量子コンピュータとは？

量子コンピュータの詳細説明につきましては他の技術書にお任せいたしますが、量子コンピュータとは、既存のコンピュータとは異なる原理に基づいて情報を処理するコンピュータの一種です。既存のコンピュータではビットと呼ばれる0または1の二進数の情報単位を用いて情報を処理しますが、量子コンピュータでは量子ビットと呼ばれる量子力学的な情報単位を用いて情報を処理します。

量子ビットは0と1の重ね合わせ状態をとることができ、同時に複数の状態を保持することができます。また、量子力学的な現象である「量子もつれ」という性質を利用することで、量子ビット同士の相互作用によって、既存のコンピュータでは解決が困難な問題を高速に解くことができます。

量子コンピュータの応用分野としては、化学反応や物質のシミュレーション、暗号解読、最適化問題の解法、人工知能などがあります。

まちづくりにおいても量子コンピュータが活用される可能性は多岐に渡ります。たとえば、量子コンピュータによる最適化技術は交通インフラの最適化に活用することが可能です。都市全体の交通シミュレーションには膨大なデータが必要ですが、量子コンピュータを活用することで、より高速かつ正確なシミュレーションが可能になり、交通インフラの最適化に役立てることが期待されます。すなわち、車両の渋滞状況や信号のタイミングを最適化することで、都市の交通流動の改善策を導き出すことが可能です。

その他、避難計画の最適化や災害時の情報伝達の最適化のシミュレーションにより自然災害や人災の発生時に備える防災・減災活動や、地域の経済データや観光客の嗜好などを正確に分析することにより地域の魅力を最大限に引き出す施策の立案や観光客の来訪者数の増加などへの活用が期待されます。

## 3. 長大における量子技術に対する取り組みについて

長大は1968年に創業以来、橋梁の設計に始まり、現在、橋梁分野だけではなく、交通分野、エネルギー分野などの社会インフラ整備全般を事業領域として事業展開中です。また、国土交通省などのNEXT50の「持続可能な経済成長と地域の安全・安心で豊かな暮らしの基盤の創造へ」の実現とともに2030年売上倍増の目標を掲げ、2019年に事業戦略推進統轄部を立ち上げ、量子技術などの新技術を活用した先進的なまちづくりの研究活動を進めております。量子コンピュータは計算資源として高いパフォーマンスが期待され、新規事業創出や交通、エネルギーなどの社会インフラ整備にかかわる既存事業の底上げのための有効な技術として、その活用方策の探求を進めております。

たとえば、長大は量子コンピュータ（アニーリング方式）の最適化処理技術を活用した試みとして2020年9月に「量子コンピュータ（アニーリング方式）を活用した最適配電網作成に関する特許」を取得しました。

電力の配電網は面的に広がる需要家に電力を供給す

るために網目状に構成され、多数の開閉器によりコントロールされています。この配電網をコントロールする開閉器のオンオフの組み合わせは非常に膨大であり、最適な組み合わせを算出するのはスーパーコンピュータでも多大な時間を要する課題となっています。

この開閉器の制御について、量子コンピュータ（アニーリング方式）が得意とする組み合わせ最適化問題として扱えるよう、配電網の電力消費量（配電ロス）を表すモデル式（イジングモデル）を構築しました。

昨今の再生可能エネルギーの導入拡大に伴い、配電網における配電ロス最小化が重要性を増すと予測されますが、本特許は、再生可能エネルギーの導入拡大により複雑化が進む電源構成への対応にも寄与し、配電ロスの最小化による効率的な電力マネジメント、さらにはCO<sub>2</sub>排出量の削減効果なども期待できると考えています。

また、電力問題だけではなく、交通問題などその他の問題への量子コンピュータ活用の試みを広げ、[クオンタムシティ構想]の実現を掲げ、量子技術を活用した未来の新しいまちづくりを探求することにしました。

#### 4. 「クオンタムシティ構想」とは？

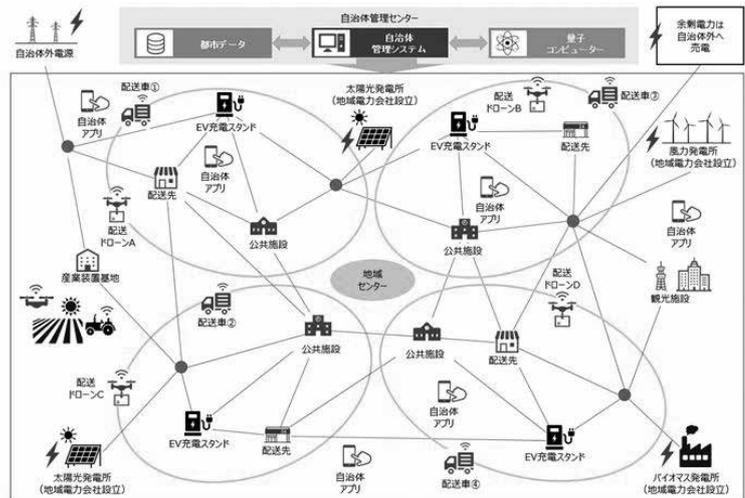
まちづくりにおける量子技術活用の可能性は、交通インフラの最適化、建物エネルギー効率化、防災・減災、地域活性化など、多岐に渡ります。

また、将来、電気自動車が今以上に普及するものと想定されますが、たとえば、都市内を走行する電気自動車の経路最適化問題は都市の消費電力最適化問題に影響するものと想定されます。すなわち、電気自動車の普及が進むと交通問題と電力問題を横断的に最適化処理する技術が求められることになると考えられます。

そして、交通と電力の横断的な最適化問題は複雑かつ大規模な問題になることが想定され、従来のコンピュータでは計算処理が困難で、量子コンピュータの計算資源が必要となる可能性が大きく、量子コンピュータの技術的な優位性を探りつつ、積極的に活用方策の探究を進めるべきではないかと考えております。

すなわち、長大は、将来のまちづくりにおいては、量子コンピュータによる交通や電力などの個別問題ごとの最適化処理とともに分野横断的な問題の最適化処理にも対応し、「まちレベル」で全体最適解を導き出

図1 クオンタムシティ構想



出所：株式会社長大

す「クオンタムシティ構想」(図1参照) というビジョンが必要であると考えております。

また、「クオンタムシティ構想」には「地域センター」が存在します。「地域センター」では、量子コンピュータにより導き出された最適解が、メタバース空間などによるシミュレーションを通じて住民に分かりやすくプレゼンテーションされ、その最適解について住民と行政が話し合い、住民と行政が一緒になり真に全体最適化されたより良い未来のまちづくりを目指せる仕掛けを用意することを想定しております。

#### 5. 「クオンタムシティ構想」の実現にむけて

電力問題に関する研究などの個別の研究テーマへの取り組みとともに、「クオンタムシティ構想」の実現のため、長大は2021年9月「一般社団法人量子技術による新産業創出協議会（以下、Q-STAR）」に参加しました。

そして、さらに「クオンタムシティ構想」の実現に向けた動きを加速させるため、Q-STARでの約1年間の活動期間を経て、2022年10月にQ-STAR内に会員企業主導の初めての部会である「クオンタムシティ推進部会」を設立しました。

なお、「クオンタムシティ推進部会」の活動においては、Q-STAR非加盟の企業様などにもオブザーバーとしてご参加いただき、交流を深めています。Q-STARという枠にこだわらず、長大は皆様と「クオンタムシティ構想」の実現および量子技術の社会普及の加速を目的として、大きなエコシステムを構築中です。本稿の読者様でもご興味がある方がいらっしゃいましたら、

お問い合わせいただければと思います。

また、大きなエコシステムの構築とともに、長大は「クオンタムシティ推進部会」の皆様とともに「クオンタムシティ構想」の実現のため、社会的インパクトの大きなテーマから順次具体的な取り組みを開始しております。

## 6. 「次世代型電力マネジメントシステム」の構築について

「クオンタムシティ構想」の実現のための社会的インパクトの大きなひとつのテーマとして「次世代型電力マネジメント」の構築を目指しています。

先ほど少しふれましたが、今後、電気自動車が今以上に普及するものと思われる。また、温暖化対策やエネルギー安全保障の観点から、再生可能エネルギーも今以上に普及するものと思われる。そして電気自動車の普及に伴い、電力需要はますます増加するものと思われ、再生可能エネルギーなどにより発電された電力をより効率的に配電するためのスマートグリッドの存在が重要なものとなります。

すなわち、今後、天候や時間帯によって変動する再生可能エネルギーの不安定な発電量、走る蓄電池でもある電気自動車のドライバーの交通経路選択によって変動する消費電力量、そして発電施設、蓄電施設、住宅などの需要家へ効率的に電力を配電するスマートグリッドなどを統合的に管理する次世代型電力マネジメントシステムの構築が必要となります。この交通問題と電力問題の複雑な関係性へ対応するためには膨大な計算処理が求められることが想定され、「次世代型電力マネジメントシステム」の構築には量子コンピュータの計算資源が必要となることが想定されます。

なお、「次世代型電力マネジメントシステム」の構築はエネルギー需要の増加や脱炭素社会の実現などの環境問題に対応する重要なテーマであるとも考えており、最優先で取り組みたいテーマであります。

## 7. 「報酬発生型ルート案内システム」の構築について

「クオンタムシティ構想」の実現のためのテーマとして交通問題に注力した「報酬発生型ルート案内システム」(図2参照)の構築を目指しています。「報酬発生型ルート案内システム」とは量子コンピュータの最適化処理により導出されたCO<sub>2</sub>排出量削減に寄与するルートを各車両にリアルタイムに案内するシステムです。

また、CO<sub>2</sub>排出量削減に寄与するエコルートへのドライバーの行動変容を促すため、エコルートを選択し

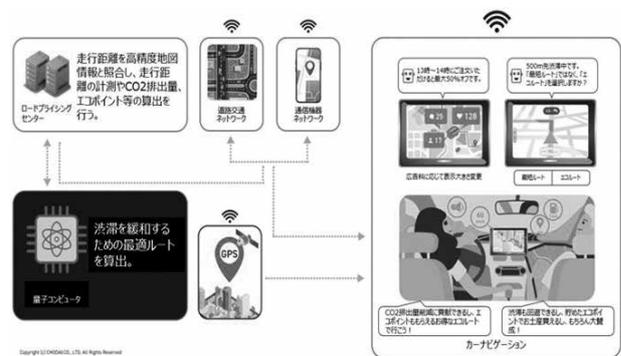
てくれたドライバーにはエコポイントを発行するなどの機能も導入します。

さらに、SNSデータ連携による大人気スポットの紹介やドライバーに広告配信したい飲食店などとの提携により、高度な情報案内も実現するものです。

そして、エコポイントを仮想通貨として発行するなど、大きな経済圏構築のための提案を積極的に行い、量子技術の社会普及の加速化に大きく貢献していきたいと考えております。

なお、「報酬発生型ルート案内システム」は「次世代型電力マネジメントシステム」を補完するシステムとしても構築する想定であります。

図2 報酬発生型ルート案内システム



出所：株式会社長大

## 8. アプリケーションを支えるインフラ整備について

「報酬発生型ルート案内システム」などのアプリケーション開発に向けた取り組みと合わせ、アプリケーションを下支えするミドルウェア、サーバー、セキュリティなどのインフラ整備についても取り組みを開始しています。

特にネットワークで個人情報を扱う際にセキュリティが確保されていることは重要であり、「報酬発生型ルート案内システム」の開発に向けた研究においては計算処理センターから各車両へのルート案内情報を発信する際のセキュリティの担保のため、量子暗号通信技術の活用に関する研究も開始しております。

また、「報酬発生型ルート案内システム」は都市の交通量管理に利用されるものであり、大都市の交通量管理においては、最適化処理の際に大規模な計算処理が必要であり、既存の量子コンピュータの活用にとどまらず、必要であれば量子コンピュータ自体の開発やミドルウェアの開発などについて独自の取り組みも進め、アプリケーション開発を進めていこうと考えて

おります。

## 9. AIなどの既存技術との連携について

量子コンピュータは発展途上の技術であるものの、量子コンピュータの産業化への期待は高く、量子コンピュータ単独の活用方策に関する研究とともに、AIなどの既存技術と量子コンピュータを組み合わせた活用方策に関する研究への取り組みも盛んな状況となっております。なかでも、AIと量子コンピュータを組み合わせた活用方策は、機械学習や最適化問題、データ解析、物理現象のシミュレーションなど、さまざまな分野で革新的な解決策を提供することが期待されております。

たとえば、「次世代型電力マネジメントシステム」は天候や時間帯からAIで発電量を予測し、量子コンピュータの最適化処理により需要に応じた適切な電力の供給を行うシステムです。

また、「報酬発生型ルート案内システム」はAIが時間帯や場所別の交通量を予測し、量子コンピュータの最適化処理により渋滞箇所を回避する経路を誘導するシステムです。このようにAIと量子コンピュータがハイブリッド対応するシステムが必要となることが想定されます。

## 10. 「量子人材育成拠点構想」について

社会における量子コンピュータへの期待の高まりとともに、学术界では量子技術に対する研究活動の推進、また産業界では企業課題解決への量子技術の活用方策の探索活動の推進が今まで以上に求められつつあります。しかしながら、現状、その活動を支えるのに十分な量子人材が供給されておられません。

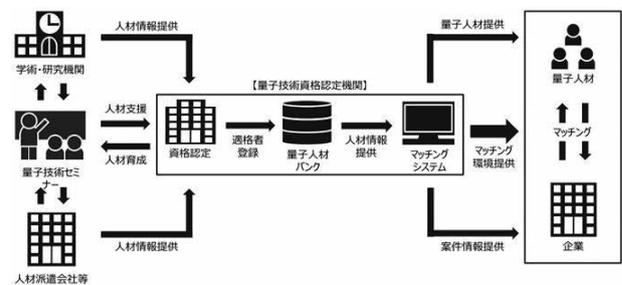
一方で、現在の量子人材育成のための活動はオンライン教育やハッカソン開催などの形式で各学術機関などによる独自の取り組みが個別に展開されており、わが国全体で戦略的な取り組みが実施されておらず、量子技術の社会普及を強力に後押しするような状況ではないように思われます。

長大は、わが国の量子技術の社会普及を加速化させるというQ-STAR会員としての使命感のもと、Q-STARにおいて「量子人材育成拠点構想」(図3参照)を掲げ、Q-STARの皆様とその実現を目指したいと考えております。

「量子人材育成拠点構想」とは、学術・研究機関などで育成された量子研究者や人材派遣会社などからの量子研究者ではないが量子技術に興味のある人材に対して、量子技術セミナーなどの開催や保有する量子

技術の評価を行う量子技術資格認定試験による量子技術資格認定を経て、一定の量子技術を有する人材と企業のマッチングを行い、安定的に産業界に量子人材を供給し、量子技術の社会普及を加速化させる構想です。

図3 量子人材育成拠点構想



出所：株式会社長大

## 11. まとめ

現在、汎用性のある量子コンピュータの登場はまだ先のことですが、最適化処理に特化した量子コンピュータ（アニーリング方式）などの登場により、ようやく量子技術の社会実装への試みが活発化してまいりました。

しかしながら、汎用性のある量子コンピュータの登場前ということもあり、量子コンピュータの性能について懐疑的な人々が大半を占める状況にあり、現在、量子技術の社会普及を円滑に進めることが難しい状況にあります。

一方で、量子技術のひとつである量子暗号通信技術などは国防にかかわるものであり、わが国の何倍もの予算を割り当て量子技術の研究活動を加速化させている欧米諸国や中国に遅れをとるわけにはいかない状況にあります。

長大は、引き続き、Q-STARの「クオンタムシティ推進部会」の活動を通じて大きなエコシステムを構築しながら、社会的インパクトの大きなまちづくりにおける量子技術の活用方策について積極的に研究・開発・社会実装を進めるとともに、量子産業を支える量子人材育成活動にも積極的に関与し、量子技術活用による長大の事業領域の拡大を目指すだけでなく、わが国の量子産業の発展に貢献していきたいと考えております。

JOIでは株式会社長大との意見交換などのサポートを行っております。照会などは、JOI総務部（TEL：03-5210-3311、E-mail：pca@joi.or.jp）までお願いいたします。