

量子科学技術分野の今後の方向性

令和 8 年 8 月 6 日

科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会

量子科学技術委員会

【量子科学技術を取り巻く動向】

- 量子科学技術とは、「量子」のふるまいや影響に関する科学とそれを応用する技術であり、広範な応用可能性や非連続に課題を解決する大きな可能性を持つことから、次世代の産業基盤や安全保障・経済安全保障上の重要な技術として我が国としても注力すべき分野である。
- 平成 29 年に文部科学省として初めて量子分野の方向性を示した「量子科学技術の新たな推進方策」が取りまとめられた。この中では、量子状態制御や量子情報処理を可能とする要素技術等の進展を背景に、社会課題の解決や産業応用を視野に入れた新たな技術体系が急速に発展する兆しが指摘された。そのうえで、我が国は量子科学技術をどのように推進すべきかの岐路に立たされているとの認識が示されていた。
- その後、我が国では様々な取組が進展した。具体的には、国産量子コンピュータの開発やそのハードウェア基盤であるチップ規模の拡大、量子誤り訂正（QEC: Quantum Error Correction）の実証に向けた取組、固体量子センサの世界最高感度の達成、光格子時計や量子鍵配送（QKD: Quantum Key Distribution）の製品化、レーザー加工の高度化や短パルス化など、技術面で大きな進展が見られた。さらに、量子コンピュータにおける各種方式の実装に取り組むスタートアップを含む民間企業の参入や産業団体の設立、国際連携の活発化などプレイヤーの多角化も進んでいる。
- 世界の動向を見ると、開発競争は急速に激化している。米国では、科学応用のための量子コンピュータ開発や製造能力の確立に向けた大規模投資の表明、量子センサやネットワークの宇宙や防衛への活用等を推進するとされている。英国でも、大規模量子コンピュータの調達やその他量子技術に対して約 20 億ポンドの投資計画が示されている。また、企業レベルでも、2030 年頃までに数百論理量子ビットを有するシステムの実現を掲げる動きや、量子センサの実環境耐性検証、半導体向けの製品化と量産投資などが進んでいる。このように、計算資源の確保に向けた動きとともに、量子科学技術の開発競争はその規模感が拡大し、スケールアップなど社会実装に向けた取組が強力に進められる状況となっている。
- 一方でこれらの実現は決して容易ではなく、量子科学技術のみならず、量子の特性を活かすための光をはじめとする周辺分野も含めた技術的なブレークスルーが不可欠であり、そのためには学理の蓄積や革新的アプローチがパラダイムを変える可能性もある。そのためには、物理学等に加えて、情報科学、電気・電子工学、材料科学等が交差する工学の側面もまた重要な要素となる。
また、量子科学技術の新たな用途の創出には、ユーザーとなる産業界や異分野との連携が重要になる。このように、量子科学技術の発展には、従来以上に幅広い分野との協同が求められる
- 加えて、より長期的な視点に立ち、量子科学技術が実用化された先の局面も見据えつつ、量子の持つ可能性を探求し、さらに先を見据えた新たなシーズを創出していくことも重要である。

- さらに、量子科学技術の発展を支える上で、途切れることのない人材育成が不可欠である。世界的にも人材獲得競争が激化する中、大学や研究機関等に対する期待は大きい。我が国ではこれまで、大学、高等専門学校（高専）向けのカリキュラム開発支援や若年層向けプログラムの開発支援などを通じて量子分野の教育を強化してきた。今後もその重要性は変わらない一方で、量子の専門性を学べる環境や周辺分野の人材が量子分野に参入しやすい環境は、なお十分ではないとの指摘もある。このため、学生等が量子科学技術に関する研究に関われる機会の拡充など、量子に触れられる環境整備等を通じた人材供給基盤の強化や研究マネジメント人材の充実が進むとも重要である。また、こうした環境整備にあたっては他分野等で培った技術等を有する人材や海外の優秀な人材等の活用も重要である。
- 今年度より開始している「第 7 期科学技術基本計画」（令和 8 年 3 月 27 日閣議決定）では、科学技術・イノベーションをめぐる情勢として、「科学とビジネスの近接化」が指摘されており、基礎研究段階から事業化・社会実装を見据えた研究開発が同時並行的に進行する構造が主流となりつつあるところ、量子科学技術においては正にスタートアップとの連携が重要になるなどこのような構造が展開されている。
- 世界的な量子科学技術の発展と国際競争の激化や参画するプレイヤーの変化、産学の関係性の変化等を踏まえ、コンピューティングや半導体、AI 等の異分野との接続も意識しつつ、我が国が量子科学技術分野において競争力を有し続けるとともに、新たな未来の開拓に取り組んでいくための学理に根差した技術基盤とエコシステムを構築していくための取組を進めていくべきである。

【今後の方向性】

上述した動向や課題を踏まえ、我が国の量子科学技術の発展に向けて、他省庁との連携や役割分担を踏まえつつ、基礎から開発といった時間軸の異なる取組のバランスを取りながら以下の取組を進めてはどうか。

また、こうした取組を進めるにあたっては、社会的必要性や受容性、倫理性なども考慮することが重要となる。

① 量子科学技術の実現を支える強い量子産業基盤のための強いアカデミア支援

- ✓ 量子科学技術が様々な場面で利活用されるためには、例えば量子コンピュータの大規模化と品質を両立するスケーラビリティの確立や複雑化への対応、周辺設備の小型化、システム視点での開発など、多くの課題が存在する。こうした課題の解決には、量子科学技術の深化に加え、古典の工学技術等との連携も促進しつつ、基礎と応用の循環を通じて、最終的に勝ち得る技術を見据えた探求的研究開発や量子科学技術のための工学的学理の構築に向けた取組を進めて行くことが重要である
- ✓ 加えて、量子科学技術の活用先を開拓し量子がもたらす有用性を社会に示していくことも重要な課題である。産業利用を念頭においた取組はもとより科学利用も含め、将来的な需要や社会的必要性が想定される用途での検証を可能とする取組を進めることが、量子科学技術の応用可能性を上げ量子が当たり前に使われる社会につなげていくために重要である
- ✓ そのため、これまでの量子科学技術の進展や異分野との共創の中で見えてくる新たな課題に対する取組や量子有用性の開拓や実証を目指して、工学やユーザー（異分野の研究者含む）と量子科学技術分野の研究者が早い段階から連携し総力を挙げて、量子科学技術の共創による発展を進めることができる研究環境や拠点の整備（設備等の支援を含む）を行うとともに、これまで創出されてきた成果等を活用しつつ、アカデミアにおいて工学との連携や量子科学技術の利活用のための研究開発を通じ、量子科学技術に取り組む研究者層の拡大と量子科学技術を学ぶ人材供給基盤の強化を目指してはどうか。

② 20～30 年後の未来を見据えた量子技術の新たな展開に向けた取組

- ✓ 量子コンピュータや量子通信、量子センサ等の量子科学技術は、社会実装に向けて研究開発が強力に進められている。
- ✓ 一方で、量子科学技術のポテンシャルは、それぞれの技術の統合や量子科学技術が新たな科学の可能性を開拓するなど新たな価値を生み出す可能性を秘めており、現在企業等が 2030 年頃までのロードマップに描く目標の達成により終わるものではない。産業界等が描くこうしたロードマップは大学・研究機関等における基礎・基盤的研究を通じて創出・蓄積された技術シーズを源泉としていると考えられる。そのため、さらなる量子科学技術の発展を目指す際には、2040～2050 年頃を見据えた量子科学技術がもたらす新たな未来の可能性を検討し、研究者の主体性を取り入れつつその未来像の実現に必要な研究開発を進めるような検討をしてはどうか。