

CREST「量子状態の高度な制御に基づく革新的量子技術基盤の創出」 研究領域中間評価報告書

総合所見

本研究領域の戦略目標は「1. 量子技術における幅広いイノベーションの源泉（新技術シーズ）を生み出す」ことと、「2. 今後の社会基盤となる量子技術・システム実装を世界に先駆けて実現する」ことにある。これらの戦略目標に向けて、本研究領域では「1. 量子状態制御の物理の探索とその技術展開をはかる新しい源流の創出」と「2. 将来の社会・産業イノベーションを牽引する量子技術の実装に向けた革新的システム機能の創成」を領域目標の2本柱に据えている。

本研究領域における具体的な達成目標として、以下の3項目が立てられた。

(i) 量子情報処理・シミュレーションの高度化による、複雑な量子系の振舞いの解明に向けた基盤の構築、ならびに、従来手法では不可能な大規模・省エネ情報処理に係る要素技術の実現。

(ii) 多彩な物理・工学系をつなぐ基盤的な量子技術・システムの開発による、既存技術分野（フォトニクス、エレクトロニクス等）との発展的融合・ブレイクスルーの追求。

(iii) 巨視的量子効果や先端量子光学等の応用による、計測・解析技術の飛躍的向上および従来精度・感度の限界を超えたセンシング・イメージング技術の革新。

量子技術は、世界的に見ても今まさに飛躍発展するフェーズに入っていると言える状況にあり、この時期にタイムリーに「量子技術」を主眼とする本研究領域が進行していることは、科学的・技術的観点からも、社会的・経済的観点からも極めて重要である。

一方では、「量子コンピューティング」をめぐる一部の誇張された報道等から社会的に過剰な期待が先行する「量子技術ハイプ(quantum hype)」的様相も散見される。本研究領域の「基礎研究に軸足を置きつつ社会実装を視野に入れて技術展開を図る」という研究総括の運営基本方針に賛同し支持するとともに、研究成果やその意義について科学的に正確な情報発信が行われることを期待する。

本研究領域の研究課題公募は「幅広いイノベーションの源泉を生み出す」観点から、かなり間口を拡げた公募が行われた。我が国のこの分野の代表的な研究者の応募を得て、その中から多彩な課題を採択することができたと評価できる。2016年度採択の研究代表者はこの分野において既に国際的にも著名な研究者が多く、2017年度、2018年度採択では中堅・若手の研究者も採択されている。このことは各年度に採択された研究代表者の年齢分布に現れている。女性研究者の応募や産業界の研究者の応募が多くなく、ダイバーシティの観点からやや残念な点もあるが、次世代の女性研究者の育成や産業界との連携に関しては領域運営の中で適切な配慮がなされることを期待する。

この分野で優れた研究実績を有する10名の研究者（企業関係者3名を含む）が、研究総括に助言を与える領域アドバイザーとして協力している。領域アドバイザーたちが本分野

の研究振興と本研究領域の運営に積極的にコミットしていることが窺える。

初年度採択の課題と2年目、3年目採択の課題とで差があるので一律な評価は難しいが、領域全体として見れば、多くの課題は期待どおりの進展を見せており、中には既に期待を上回る成果を出しつつあるグループもある。論文や国際会議での発表等、学術的アウトプットは質・量とも高い水準にあると認められるが、量子技術開発に関する成果の記述では、数値的な到達点とともにその到達点が、想定される応用や社会実装に照らしてどのような意義を有するかも併せて説明することを心掛けてほしい。

本研究領域の「領域としての成果」を語るには次期尚早であるが、中間段階としては概ね順調に進行しており、研究領域終了時において各研究課題が高いレベルの成果を生み出すことが十分に期待できる。一方、世界的に極めて進展の速い分野であるだけに、その中での位置づけも意識する必要があるだろう。中間評価から事後評価に向けて更なる飛躍を期待する。

以上を総括し、本研究領域は総合的に優れていると評価できる。

1. 研究領域としての成果について

(1) 研究領域としての研究マネジメントの状況

戦略目標および達成目標に基づき、2016年度から2018年度にかけて3度の公募が行われ、それぞれ、応募34件から6件の課題（2016年度）、応募29件から7件の課題（2017年度）、応募37件から6件の課題（2018年度）、が採択された。なお、2018年度の公募においては日仏共同提案を受け付け、7件の応募から2件が採択された。これらは2018年度応募・採択件数の内数である。

全体として、2016年度採択の研究代表者はこの分野において既に国際的にも著名な研究者が多く、2017年度、2018年度採択では中堅・若手の研究者も採択されている。このことは各年度に採択された研究代表者の年齢分布に現れている。公募に対して女性研究者の応募や、産業界の研究者の応募が多くなかった点は残念であるが、我が国のこの分野の状況からしてやむを得ない面もある。女性研究者や産業界との連携に関しては領域運営の中で適切な配慮がなされることを期待する。

本研究領域の運営に関して、この分野で優れた研究実績を有する10名の研究者（企業関係者3名を含む）が、研究総括に助言を与える領域アドバイザーとして協力している。領域アドバイザーは、応募課題の採択審査に携わり、その後、採択課題のフォローアップや評価にも関わっている。いずれも多忙な研究者であるが、領域会議やサイトビジットへの出席率も高く、本分野の研究振興と本研究領域の運営に積極的にコミットしていることが窺える。

予算の使途に関しては個々の研究グループの事情によって異なるが、領域全体として見ると物件費と人件費がほぼ2:1とのことであり、概ね健全な比率と考えられる。将来のこの分野の中核を担う人材の育成も本研究領域の重要なミッションである。

当初は本領域独自に公開で実施されていた領域会議が最近2回は非公開で開催されてい

る。知財関係に関する配慮のためにクローズドの領域会議を開催することは妥当と考えられる。また、本研究領域の活動や成果、量子技術の現状や課題を広く他の研究者や産業界、ひいては一般社会に周知することは重要なので、オープンな領域シンポジウムを開催することも一案であろう。

以上により、本研究領域の研究マネジメントは優れていると評価できる。

(2) 研究領域としての戦略目標の達成に向けた状況

① 研究成果の科学的・技術的な観点からの貢献

各研究課題の進捗度は、当該研究代表者が設定した研究目標の高さと採択時（スタートライン）における準備状況に依る。特に本研究領域に先行して大型ファンディングを受けたグループは研究設備も充実しており、本研究の遂行でそれらが活かされているものとみられる。また当然のことながら、初年度採択の課題と2年目、3年目採択の課題とで差があるので一律な評価は難しいが、領域全体として見れば、多くの課題は期待どおりの進展を見せており、中には既に期待を上回る成果を出しつつあるグループもある。

一方、研究の進捗がやや懸念される研究課題も見受けられる。もとより研究であるから、当初に立てた計画通りに物事が進むとは限らない。当初掲げた研究目標を安易に下方修正することは避けなければならないが、研究代表者が自らのプロジェクトの進捗を点検し必要に応じて軌道修正を行うこともまた重要である。中間評価という節目はその良い機会と言えよう。領域運営としては、そのように必ずしも順調に進んでいない研究グループが過剰なプレッシャーに晒されることのないよう配慮しつつ、必要に応じて例えば専門の近い領域アドバイザーから助言を与えるようなことも有益であろう。

論文や国際会議での発表等、学術的アウトプットは質・量とも高い水準にあると認められる。量子技術開発に関する成果の記述では、数値的な到達点とともにその到達点が、想定される応用や社会実装に対してどのような意義を有するかも併せて説明することを心掛けてほしい。

国際的に進展が著しい分野であるだけに、領域設定時の目標設定とともに、常に国際的な研究動向や最新情報にアンテナを張った領域運営が必要であろう。海外の競争相手との比較優位性や、社会実装に向けて今後必要となるであろう研究テーマやコア技術を見据えた研究者層の増強が必要となろう。研究動向等に関する情報収集には、必要に応じて JST の CRDS の協力を得ることも考えられる。

以上により、研究成果の科学的・技術的な観点からの貢献については、高い水準を期待できる。

② 研究成果の社会的・経済的な観点からの貢献

本研究領域の大きな特徴は、「基礎研究に軸足を置きつつ、社会実装も見据えた研究展開を志向する」という全体方針にある。特に「革新的システム機能の創成」を目指すカテゴリ

一Bの研究課題には社会実装も見据えた研究開発が求められる。その観点からは、分担者も含めた参加研究機関全 63 機関のうち、民間企業の参画がわずか 3 機関に留まっていることは懸念材料の一つである。特に、「既存技術分野との発展的融合・ブレークスルー」という課題に関しては、産業界との連携が重要と推測される場所である。必ずしも研究組織のメンバーとしてではなくても、産業界からの視点を入れたり、未来社会からのバックキャスト的視点を織り込んだりするような仕組みを取り入れることは本研究領域を運営する上で有益であろう。

本研究領域が社会実装も見据えていることに鑑みれば、パテントの出願がもう少しあっても良いのではないかという印象も抱くが、中間段階では時期尚早かもしれない。知財戦略に関しては、パテントの有効期間と実用化までの時間スケールとを勘案した上で進める必要があるだろう。

以上により、研究成果の社会的・経済的な観点からの貢献については、現段階ではやや不十分であると考えるが今後の展開に期待したい。

2. その他

有力な研究者が多いだけに、並行して他の大型ファンディングを受けているグループも少なくない。本研究領域のファンディングとそれらの大型ファンディングとが相乗効果を発揮してより高みに達することを期待する一方、本研究領域のとりまとめに際しては、CREST のプロジェクトとして何が達成されたかが明確になるよう、切り分けを十分に意識して成果報告書が作成されることを予め要望しておきたい。