

量子の状態制御と機能化

2017年度 さきがけ

「量子の状態制御と機能化」領域募集説明会

伊藤 公平

さきがけ研究総括

慶應義塾大学 理工学部 教授



科学技術振興機構

背景

- 量子力学の発見により、量子光学、固体のバンド理論などが進化し、レーザー・トランジスター・LEDなどが開発された。
- エレクトロニクスとナノテクノロジーの発展により、単一量子をコヒーレントに操作・制御し、その機能化によって従来技術の不可能を可能にし得る計算・通信・計測・標準・省エネ技術開発が注目されている。
- 基礎研究のフェーズは単一量子のコヒーレント制御から、少数の量子もつれ制御、さらには多数量子系の制御に発展しつつある。

領域概要

- 量子現象をただ観るのではなく、制御して機能化するフロンティアを切り拓く独創的で意欲的な研究を推進。
- 様々な原子、分子、物質、ナノ構造、電磁波、生命体や、それらが相互作用する系に潜む量子現象の本質を紐解き、挑戦的な量子状態の操作・制御・測定をとおして新概念、新機軸、新技術の創成に大きく寄与。
- これらがシーズとなり、将来的には革新的な情報処理技術、計測技術、標準化技術、通信ネットワーク技術、省エネ技術などに発展することを目指す。

本研究領域の位置付け

CREST「次世代フォトニクス」
さががけ「光極限」



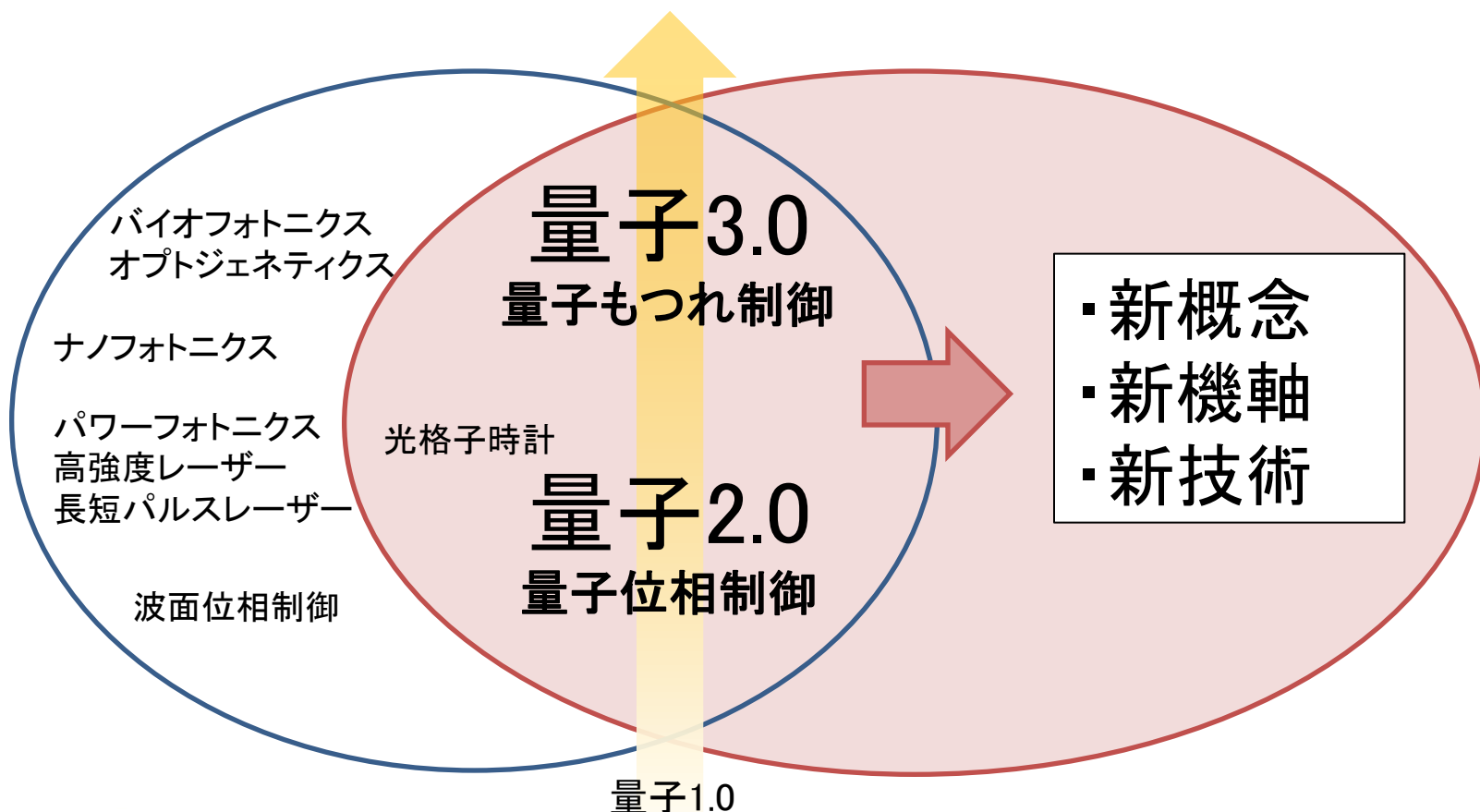
連携

CREST「量子技術」
さががけ「量子機能」



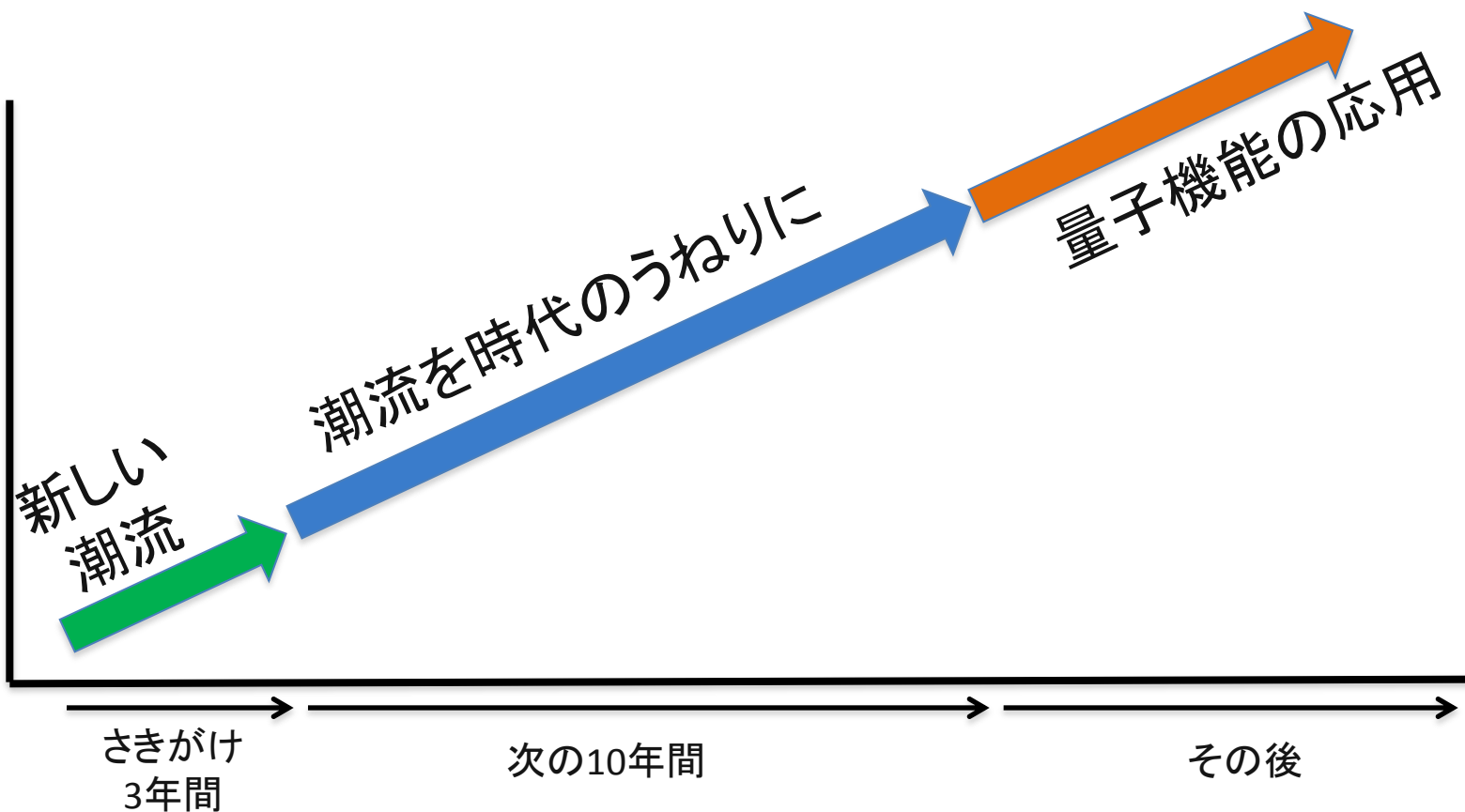
連携

さががけ「量子生体」



募集・選考の方針（1）

量子状態制御の新しい潮流を生み出す提案を募集します。



募集・選考の方針（２）

- 研究に対するアプローチは自由。
- 個人の実力を活かした独創的なアイデア、実行力、発展性を重視。
- ✓ ただ、グランドデザインが大きいほど一人で成し得ることが限られる場合もある。グランドデザインが提案者自らが発案する、独創的で重厚なシナリオであれば、提案者自らが貢献する部分を特定して推進する共同研究も対象とする。ただし、さきがけからの支援は提案者個人のみ。
- ✓ 若手研究者育成の観点から、以前さきがけ制度で採択された方は、公募の**対象外**。過去の「さきがけ研究者」には更に先へ進んでいただきたいと願っています。

求める研究提案

新進気鋭の研究者が知恵を絞った、独創的で、
科学的に胸が踊る提案を募集します。

- 以下に示す研究例は、何らかのレベルで世界のトップがすでに着手しているものが多い。そのような提案を行う場合は、世界における自らの現在の位置を明確にした上で、なぜ自分が今それに取り組む必要があるのか？そして、さきがけ研究期間終了後にどのように新しい潮流を生み出していくのか？といった学術的発展の可能性を示してください。

具体的な研究の例（1）

1. 高いパラメータ制御性を有する量子多体系を用いて、その非平衡ダイナミクスや大規模量子もつれを定量的に評価・制御する研究。
 - ✓ 光格子中の冷却原子や、2次元ペニングトラップ中のイオン、チップ上に集積された光回路、多数のスピンの規則的に配置された固体材料・素子など
2. 超高効率・超高感度量子機能素子の開発に関する研究。
 - ✓ 光およびマイクロ波共振器中の光-物質相互作用や量子オプト・エレクトロ・ナノメカニクス手法による巨大な非線形効果の発現
 - ✓ それを用いた光スイッチ、コヒーレント波長変換、コヒーレントメディア変換など

具体的な研究の例（２）

3. 量子情報科学の知見を用いて現在進行形の研究領域に新たなフレームワークをもたらすような理論研究と、その理論を検証する実験研究。
 - ✓ 微小系の熱力学、非平衡統計力学など
 - ✓ 原子・分子・光学系、メゾスコピック系、生体系などにおける量子フィードバック制御や開放系のダイナミクス
4. 従来のデジタル量子計算における要件・制約を緩和・除去する新たな枠組みに関する研究。
 - ✓ 散逸系での量子状態制御、量子情報処理手法
 - ✓ 個別の量子ビットの測定が不要な誤り訂正手法
5. 生体内の化学反応における量子コヒーレンスの役割を定量的に明らかにする研究。
 - ✓ 植物の光合成、鳥類のもつ磁気コンパス、酵素反応など

具体的な研究の例（3）

6. 情報理論と量子物理学を駆使した、従来技術の不可能を可能にする新しい量子アルゴリズムの開発。
7. 個人の特技を活かした、量子情報技術の実用化に不可欠な尖った技術の開発。
 - ✓ デジタル量子計算の開発に必要な、特別な材料やナノ構造、多数量子ビットの並列制御に特化したインターフェイス、極低温下で動作するFPGA回路やジョセフソンコンピュータ、捕捉イオンのコヒーレントな移動を可能にするRF導波路などの開発。
 - ✓ この場合、グランドデザインを提示し、特定のデジタル量子コンピュータの研究開発グループとの密な共同研究を前提とする。

これらは、例に過ぎません。知恵を絞った、独創的で、科学的に胸が踊る提案を募集します。

H28年度の採択を踏まえて

- 採択者10名（内9名が物理学者）
物理学者に加えて、情報科学者、化学者、材料科学者、電気工学者、制御工学者、応用数学者、バイオ関連学者らの積極的な応募を期待。
- キーワード: quantum supremacy の発掘
「量子機能で古典に勝つ」可能性を軸に据えた魅力的な提案を期待。

まとめ

- 具体的な研究例に当てはまらない、**審査する側が驚くような挑戦的で新しい手法・アイデア**の提案が**学際的に**集まることを期待します。
- さきがけ研究の3年間でコンパクトな成果を出すのではなく、**さきがけ研究から始まる挑戦が、さきがけ研究終了後の10年間で量子状態制御の新しい潮流を生み出す**ことを望みます。
- 本領域に集う研究者が大いに議論を深め、スケールの大きい目標に向かって力強く協調的に進める環境を整えたいと思います。