

# 目標 6 における 研究開発の進め方等について

第二回戦略推進会議（令和 2 年 9 月 14 日）

北川 勝浩  
（大阪大学 教授）

# 1 . プログラムディレクター ( P D ) について



## 北川 勝浩

大阪大学大学院基礎工学研究科 教授

大阪大学先導的学際研究機構 量子情報・量子生命研究センター長

量子科学分野にて、世界の研究者から注目される研究成果を出すなどの、中心的な研究者。2018年、大阪大学量子情報・量子生命研究部門の初代部門長に就任。

1983年 日本電信電話公社武蔵野電気通信研究所 入所

1993年 大阪大学 助手

1994年 大阪大学 博士（理学）

1996年 大阪大学 講師

1997年 大阪大学 助教授

2003年 大阪大学基礎工学研究科 教授

2020年 大阪大学先導的学際研究機構 量子情報・量子生命研究センター長

電子情報通信学会 量子情報技術研究専門委員会委員長(2011-12)

光・量子飛躍フラッグシッププログラム(Q-LEAP)アドバイザリーボードメンバー

株式会社QunaSys（量子ソフトウェアスタートアップ）創業メンバー(2018.2)

米国物理学会、日本物理学会会員

## 2. ムーンショット目標について

### 2050年までに、経済・産業・安全保障を飛躍的に発展させる誤り耐性型汎用量子コンピュータを実現

#### <ターゲット>

- 2050年頃までに、大規模化を達成し、誤り耐性型汎用量子コンピュータ<sup>\*1</sup>を実現する。
- 2030年までに、一定規模のNISQ量子コンピュータ<sup>\*2</sup>を開発するとともに実効的な量子誤り訂正を実証する。

\*1 誤り耐性型汎用量子コンピュータは、大規模な集積化を実現しつつ、様々な用途に応用する上で十分な精度を保証できる量子コンピュータ。

\*2 NISQ(Noisy-Intermediate Scale Quantum)量子コンピュータは、小中規模で誤りを訂正する機能を持たない量子コンピュータ。

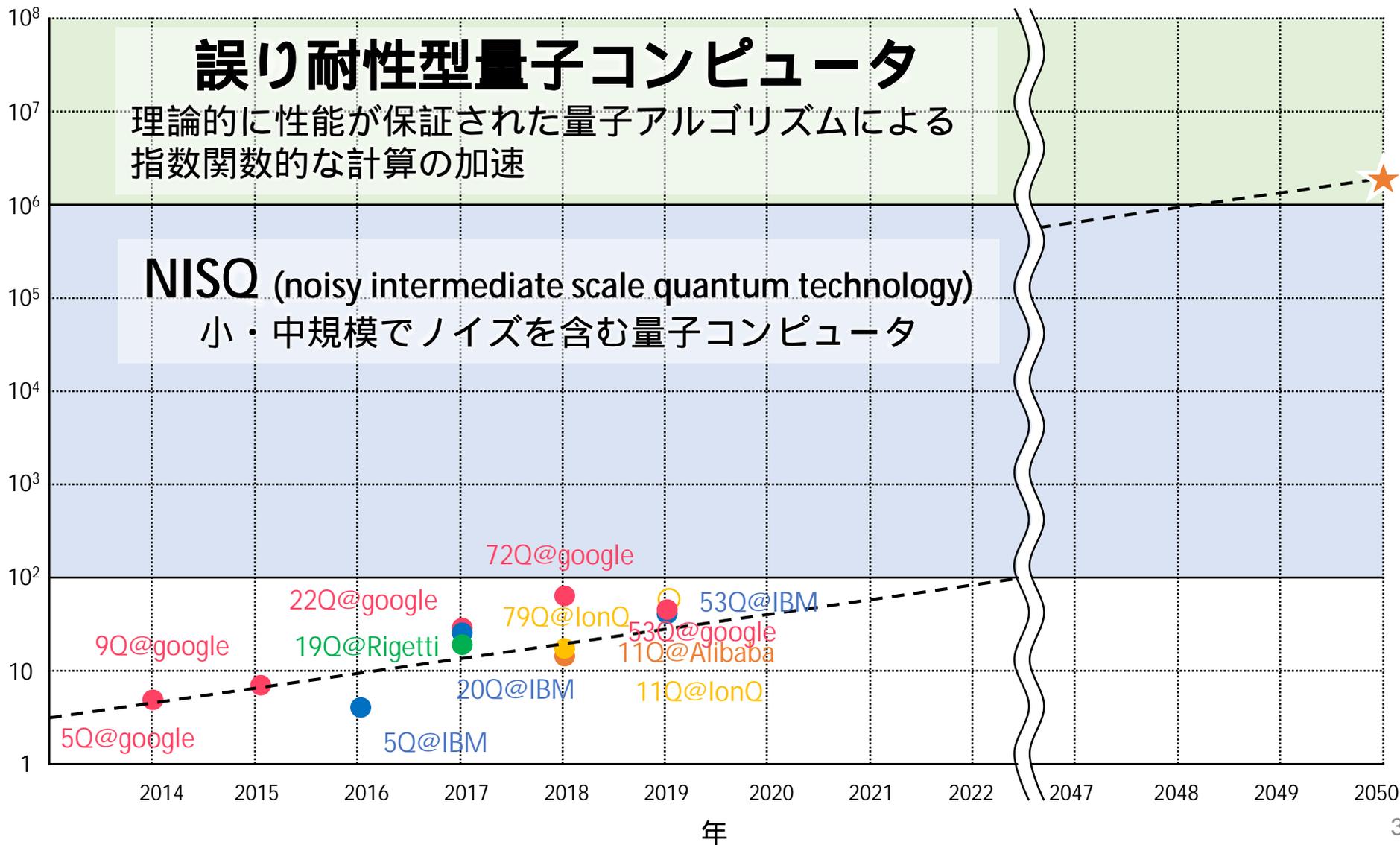
### 社会を大きく変革させる 汎用量子コンピュータを実現

- 2050年までに、経済・産業・安全保障を飛躍的に発展させる大規模で多用途な量子コンピュータを実現。



# 3 . 目標の補足説明 ( 1 )

量子ビット数



# 3 . 目標の補足説明 ( 2 )

2050 大規模化を達成し、誤り耐性型汎用量子コンピュータの実現

2040 分散処理型NISQ量子コンピュータの実証  
量子誤り訂正下での有用タスク計算

2030 一定規模のNISQ量子コンピュータの開発と量子誤り訂正の有効性実証

## ネットワーク

量子メモリの開発、光子と量子メモリ間の量子インターフェイス技術の確立

- 光源や検出器
- 量子メモリ
- 量子インターフェイス技術

## ハードウェア

量子誤り訂正システムの設計・実装、量子ビット・量子ゲート基盤の確立

超伝導  
量子  
ビット

ステージゲート  
適切で実現可能性のある  
物理系を見極める

光量子  
ビット

イオン  
トラップ

半導体  
量子  
ビット

## ソフトウェア

低オーバーヘッド量子誤り訂正符号や量子アルゴリズムの開発

- 量子誤り訂正理論
- ミドルウェア、コンパイラ
- アルゴリズム、アプリケーション

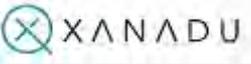
## 関連する量子技術

- 量子センサ
- 量子マテリアル
- 基礎基盤的な研究

# 3 . 目標の補足説明 ( 3 )

## 世界のハードウェア開発状況 :

- ü 国益と情報セキュリティを念頭にした政府系資金による研究開発
- ü 先行者利益確保を狙う民間投資による開発競争
- ü 国外では、有望な4方式で量子ゲートが実現している

ハードウェア方式	超伝導	イオントラップ	光量子	半導体
特徴	回路構成 マイクロ波帯域	単一原子 理想的な光制御	ノイズ耐性 常温動作	回路構成 高集積性
世界的競争状況				
波及効果、 スピアウト	超高感度磁気センサー、光子検出器	超高精度時計、ジャイロセンサー	量子ネットワーク、量子セキュリティ	量子ドットアレイセンサー
日本の強み	世界初の実現 (1999年; 蔡, 中村)	光格子時計他の 周辺技術	光量子計算創始者 (1998年; 古澤)	量子ドット制御、 集積回路技術



- | 世界的に Winning方式が決まっていない
- | 世界が、どの方式でも、しのぎを削っている

# 4 . 公募等に関する基礎情報

## 1 . 公募期間

令和2年2月20日～6月2日

## 2 . 審査・採択スケジュール

令和2年6～7月	書類選考
8月8日、9日	面接選考
9月中旬	採択予定

## 3 . 応募者

9人

## 4 . 採択候補

7人（大学等の公的研究機関5人、民間企業2人）

## 5 . その他

9月中旬～ **作り込み（ポートフォリオ構築に向けた研究計画の見直し）**

11月以降 契約・研究開始

作り込みで実施する内容：

- ü 研究開発プロジェクトの内容のブラッシュアップ（見直し及び具体化）
- ü 具体的な研究開発計画及び研究開発体制の立案
- ü 研究開発体制の構築 など

# (参考) 採択案 (PM候補) について(1)

## 【ハードウェア】

氏名	所属・役職	研究開発プロジェクト名	研究開発プロジェクト概要
高橋 優樹	沖縄科学技術大学院大学 量子情報物理実験ユニット 准教授	イオントラップによる光接続型誤り耐性量子コンピュータ	複数のイオントラップを光で連結する新しいアイデアにより、従来技術では達成できない、大規模化が容易なイオントラップデバイスを開発します。それにより、2050年には、大規模な量子コンピュータの実現を目指します。
古澤 明	東京大学 大学院工学系研究科 教授	誤り耐性型大規模汎用光量子コンピュータの研究開発	独自に開発した量子ルックアップテーブル法を発展させ、大規模な誤り耐性のある量子演算を実現します。それにより、2050年には、常温動作を特徴とする大規模な光量子コンピュータの実現を目指します。
水野 弘之	株式会社日立製作所 研究開発グループ 基礎研究センタ主管 研究長	シリコン超並列NISQコンピュータの研究開発	半導体の回路集積化技術を活かし、シリコン量子ビットの大規模化、高集積化を実現します。それにより、2050年には、高集積性・低消費電力を特徴とする大規模な量子コンピュータの実現を目指します。
山本 剛	日本電気株式会社 システムプラットフォーム研究所 主席研究員	超伝導量子回路の集積化技術の開発	超伝導量子コンピュータの研究開発を加速するため、超伝導量子ビットの大規模化、高集積化に必要とされるハードウェア要素技術を開発します。それにより、2050年には、大規模な超伝導量子コンピュータの実現を目指します。

# (参考) 採択案 (PM候補) について(2)

## 【通信・ネットワーク】

氏名	所属・役職	研究開発プロジェクト名	研究開発プロジェクト概要
小坂 英男	横浜国立大学 大学院工学研究 院教授	量子計算網構築のための 量子インターフェース開 発	超伝導量子ビットと通信用光子をつなぐため、 <b>量子メモリとオプトメカニカル結晶を融合した量子インターフェースを開発</b> します。それにより、2050年には、大規模な超伝導量子コンピュータの実現を目指します。
山本 俊	大阪大学 大学院基礎工 学研究科教授	ネットワーク型量子コン ピュータによる量子サイ バースペース	光、原子、半導体等の量子コンピュータハードウェアをネットワーク化するための要素技術を開発し、 <b>複数の中小規模量子コンピュータを接続した「ネットワーク型量子コンピュータ」を構築</b> します。それにより、2050年には、さらなる大規模化を進め、汎用的な量子コンピュータの実現を目指します。

## 【理論・ソフトウェア】

氏名	所属・役職	研究開発プロジェクト名	研究開発プロジェクト概要
小芦 雅斗	東京大学 大学院工学系 研究科教授	誤り耐性型量子コン ピュータにおける理論・ ソフトウェアの研究開発	量子情報、アーキテクチャおよび物理系の研究者を結集し、量子ビットの設計、誤り耐性方式の実装、効率的に計算を実行するための <b>コンパイラや言語までを包含した協調設計モデルを構築</b> します。それにより、2050年には、大規模な量子コンピュータの実現を目指します。

# 5 . 研究開発の進め方等について ( 1 )

## 5 . 1 . プロジェクト構成の考え方、資金配分方針 ( 承認・助言事項 )

ハードウェア				
	超伝導	イオン トラップ	光量子	シリコン 量子ドット
	山本剛 PM	高橋優樹 PM	古澤明 PM	水野弘之 PM
通信ネットワーク	量子信号変換	量子信号変換	遠隔接続	量子信号変換
	小坂英男 PM			
	山本俊 PM			
理論・ソフトウェア	各ハードウェア向け計算機のデザイン、新規誤り訂正理論の考案、人材の引き込み、育成など			
	小芦雅斗 PM			

### 【プロジェクト構成、資金配分方針】

- ハードウェアは、先回りしていき目標を目指す方式、着実に目標を目指す方式、リスクは高いが成功すればインパクトが大きい方式を競争的に推進し、ステージゲートでその後の進め方を判断。
- 通信ネットワークは、ハードウェアとの連携、相互の相補的な協力を促しつつ競争的に推進し、ステージゲートでハードウェアへのマージも含めて判断。
- 理論・ソフトウェアは、他のプロジェクトと連携し目標達成の指導原理を確立するとともに、新たな人材の獲得、育成を促す。
- ステージゲートでは、国内外の研究開発動向やプロジェクトの進展を踏まえ、民間、その他の研究開発投資の活用も含めて、進め方を判断する。

## 5 . 研究開発の進め方等について ( 2 )

### 5 . 2 . 社会実装等の方策、国際連携促進 ( 助言事項 )

- ü 可能な限り早期に**クラウド公開** など、外部への公開を検討し、**社会実装の早期実現**を目指す。
- ü **数理科学分野の研究者と連携し**、研究者層の充実・強化と、**理論研究の更なる発展**を促す。
- ü 2050年までの息の長い研究開発に相応しい、若手PMがイニシアティブを取れる**未来志向の研究体制を構築**する。
- ü **タイムリーな情報発信、アウトリーチにつとめ**、**量子ネイティブな人材育成**を行うとともに、**産業界との協業も広く求めていく**。
- ü **日米欧国際会議**を通じた、**国際連携と国際競争**。
- ü 各PMの作成する**データマネジメントプラン**に基づき、**適切な研究データの管理・利活用**を図るよう**プロジェクトの実施体制を整備**する。