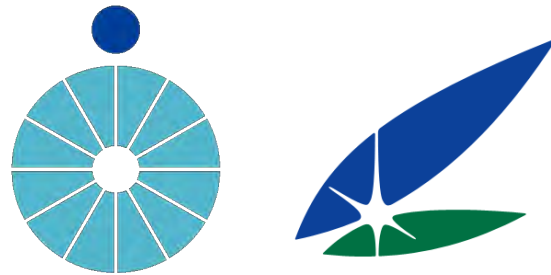


量子技術に関する政策動向について



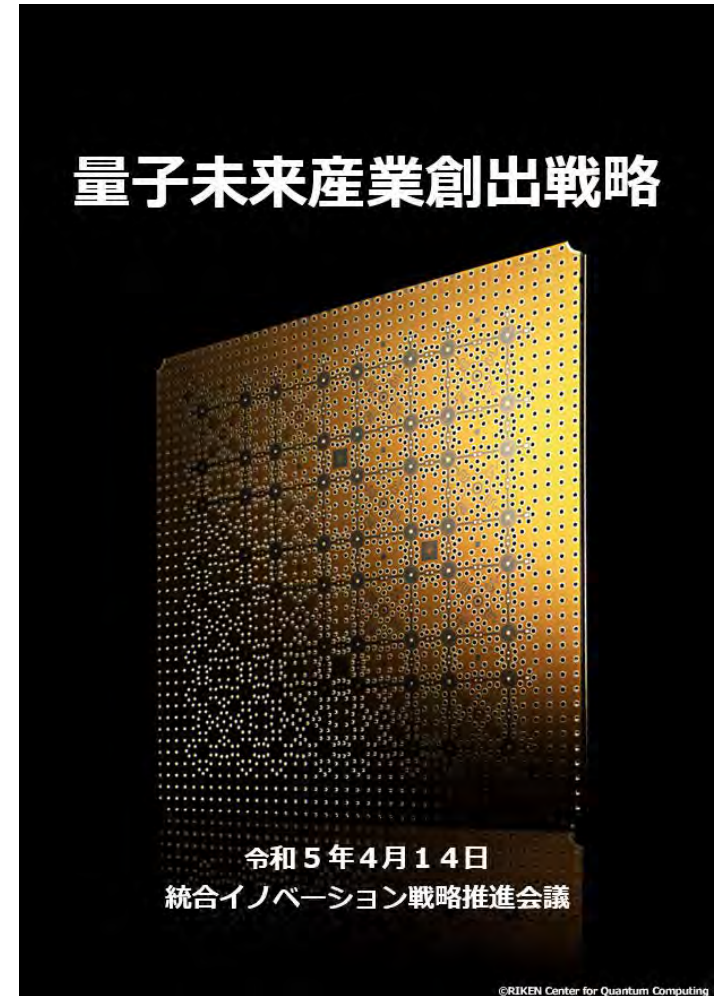
令和5年6月

内閣府 科学技術・イノベーション推進事務局

文部科学省 研究振興局 基礎・基盤研究課 量子研究推進室

目次

- ✓ 量子未来産業創出戦略
- ✓ 今後の取組
- ✓ まとめ



政府の新たな量子戦略
「量子未来産業創出戦略」
(令和5年4月14日)

量子未来産業創出戦略 (最新の戦略)





量子未来社会ビジョン

～量子技術により目指すべき未来社会ビジョンとその実現に向けた戦略～

令和4年4月22日

統合イノベーション戦略推進会議

©理化学研究所 量子コンピュータ研究センター

「量子未来社会ビジョン」 (令和4年4月22日) 統合イノベーション戦略 推進会議決定

[https://www8.cao.go.jp/cstp/
ryoshigijutsu/ryoshi_gaiyo_print.pdf](https://www8.cao.go.jp/cstp/ryoshigijutsu/ryoshi_gaiyo_print.pdf)

量子未来社会ビジョン（量子技術活用イメージ）

工場

- スマートファクトリ
- 物流最適化
- ICの製造と設計
- セキュアなインフラ情報管理

生活サービス

- 高精度天気予報
- 広告戦略
- 消費者行動
- BMI
- セキュアビデオ会議

創薬・医療

- 創薬・製薬
- テーラーメイド医療
- 高感度診断
- 高感度MRI
- 高セキュア通信

物流

- 配送機体の配置・稼働計画
- ルートの再最適化
- 在庫管理

交通

- マルチモーダルシェア / Maas
- 交通シミュレーション
- 自動運転
- EV利便性向上

安全・安心

- 高セキュア通信
- 災害対策
- 災害予測
- 防衛分野の活動

エネルギー

- スマートグリッド
- 高効率電池材料
- EV省エネ化
- インフラ情報管理

金融

- 取引戦略
- ポートフォリオ最適化
- 不正検出
- 高セキュア通信

材料科学

- 新機能材料の開発
- 化学反応の最適化
- 触媒と酵素の設計



Designed by macrovector / Freepik

未来社会ビジョンに向けた2030年に目指すべき状況

国内の量子技術の利用者を1,000万人に

- 先進諸国においてはインターネットの利用者率が5-10%を超えると普及が爆発的に加速。
- 量子技術の国内利用者について同様の比率を目指し、国内利用者1,000万人を想定。
- このため、多様なユーザがアクセスし、ユースケースを探索・創出するための量子コンピュータの利用環境を整備（テストベッド整備等）。



量子技術による生産額を50兆円規模に

- 2030年の人口（1億1913万人※1）に対する量子技術の利用者1,000万人の割合と、量子技術が寄与し得る産業の生産額（2030年）約615兆円※2を考慮して、生産額を50兆円規模と想定。本数字は生産額ベースであることに留意すべきである。
- なお、2030年の量子技術による国内付加価値額は約1.2兆円と予測され※3、これに海外獲得分（約0.1兆円※4）を加え、総付加価値額は約1.3兆円を想定。
- このため、産学官の関係者がより緊密に連携し、民間事業活動の後押しなど産業競争力強化に向けて本格的かつ戦略的に取り組んでいく。

未来市場を切り拓く量子ユニコーンベンチャー企業を創出

- 国内では、ユニコーン企業（評価額が10億ドル（約1,050億円）を超える未上場のスタートアップテクノロジー企業）は5社（2021年12月時点）。
- 量子主要3分野（量子コンピュータ、量子暗号通信、量子計測・センシング）でユニコーン企業（各分野数社以上）を創出し、ベンチャー企業の参入を活性化。
- このため、官民が一体となって、起業家育成、研究開発支援、投資家とのマッチング、政府系ファンド等を活用したリスクマネー供給など総合的な起業環境を整備する。



※1 日本の将来推計人口（平成29年推計）（国立社会保障・人口問題研究所）

※2 産業連関表（平成27年度）のうち、製造業、電力、商業、金融・保険、運輸、情報通信、医療、広告の生産額の合計に対して、2022年度以降CAGR 1%と仮定して算出（日本経済中期予測(2022~31年度)（大和総研、2022年01月24日）の実質GDP成長率年率+1.0%を参考）

※3 出典：株式会社矢野経済研究所「2021 量子コンピュータ市場の現状と将来展望」（2021年9月）、「2022年版 量子技術市場の現状と展望」（2022年2月）

※4 平成27年産業連関表の全産業の国内最終需要92.3%と輸出分7.7%の比率を参考に、海外市場分を約0.1兆円と想定。

未来社会ビジョンは策定したが...

- 量子未来社会ビジョンでは、量子技術によって実現すべきビジョンや目標を策定
- 一方、ビジョン・目標を実現するための**実用化・産業化に向けた方針が未整備**であり、**早急に策定する必要**がある

研究

量子技術イノベーション戦略

(令和2年1月、令和4年4月改訂(技術ロードマップ))
量子技術の研究開発戦略

ビジョン

量子未来社会ビジョン

(令和4年4月)
社会変革に向けた戦略(未来ビジョン、目標等)



産業

未整備!

2030年目標

国内の量子技術の利用者を
1,000万人に



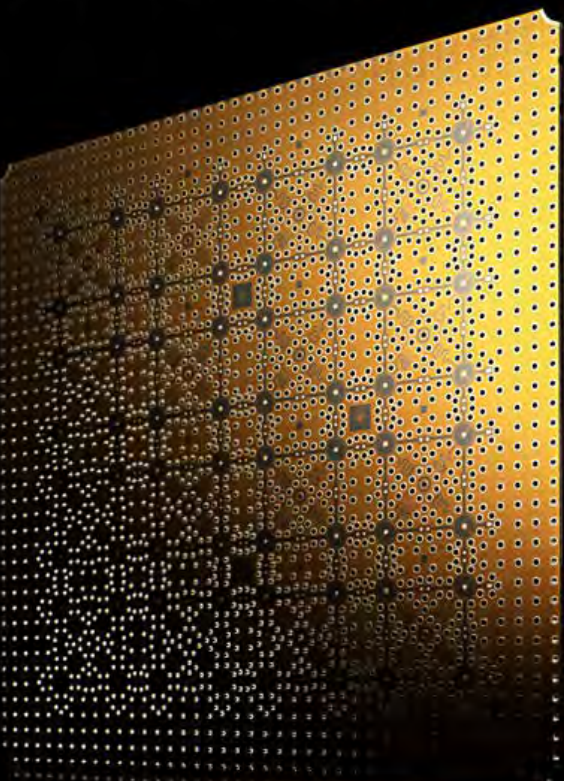
量子技術による生産額を
50兆円規模に



未来市場を切り拓く量子ユニ
コーンベンチャー企業を創出



量子未来産業創出戦略



令和5年4月14日
統合イノベーション戦略推進会議

©RIKEN Center for Quantum Computing

「量子未来産業創出戦略」 (令和5年4月14日) 統合イノベーション戦略 推進会議決定

https://www8.cao.go.jp/cstp/ryoshi/gijutsu/230414_mirai_gaiyo.pdf

量子未来産業創出戦略について

- **量子未来社会ビジョン**では、量子技術によって実現すべきビジョンや目標を策定
- 本戦略は、ビジョン・目標を実現するための、**量子技術の実用化・産業化に向けて、重点的・優先的に取り組むべき取組**を取りまとめたもの
- 本報告書は“**量子技術の実用化・産業化に向けた方針や実行計画を示した戦略**”と位置づけ

研究

量子技術イノベーション戦略

(令和2年1月、令和4年4月改訂(技術ロードマップ))
量子技術の研究開発戦略

ビジョン

量子未来社会ビジョン

(令和4年4月)
社会変革に向けた戦略(未来ビジョン、目標等)



産業

量子未来産業創出戦略

(令和5年4月)
量子技術の実用化・産業化戦略



2030年目標

国内の量子技術の利用者を
1,000万人に



量子技術による生産額を
50兆円規模に



未来市場を切り拓く量子
ユニコーンベンチャー企業
を創出



目指すべき産業の方向性と3つの視点

- 量子未来社会ビジョンの2030年目標も踏まえ、**目指すべき産業の方向性**を設定
- 今後、量子技術の実用化・産業化の取組を進める上での**3つの視点**を設定

目指すべき量子産業の方向性（X to Quantum）



量子技術の実用化・産業化の3つの視点

Collaboration

多様な産業の量子分野への参画・協働・共創、グローバル連携、産学官連携

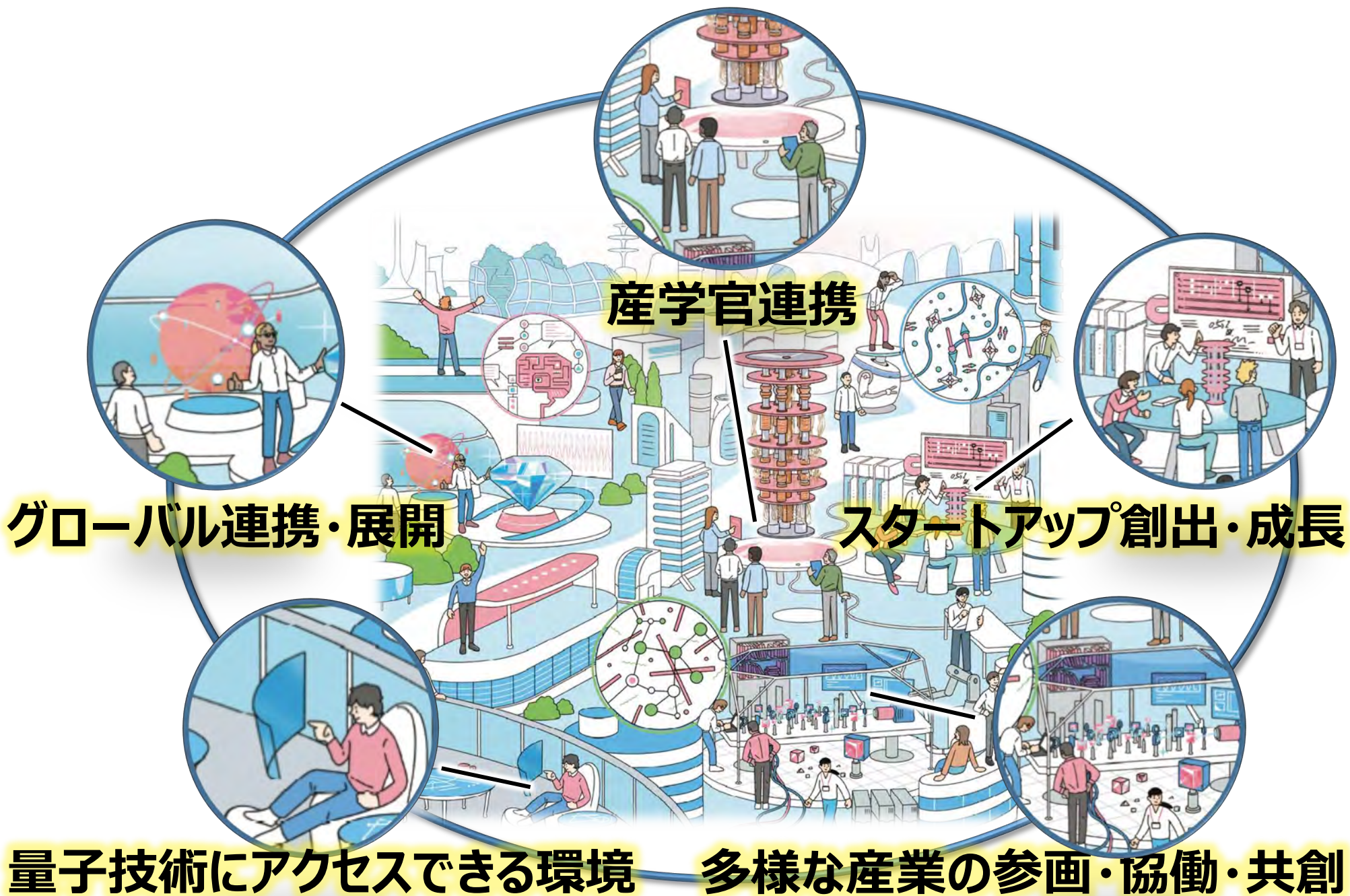
Accessibility

産業界に開かれた量子技術の利用環境の実現

Incubation

積極的なスタートアップ／ベンチャー・新事業の創出支援

目指すべき量子未来産業のイメージ（概要）



産学官連携

グローバル連携・展開

スタートアップ創出・成長

量子技術にアクセスできる環境

多様な産業の参画・協働・共創

実用化・産業化の主な課題と基本的対応方針

実用化・産業化の主な課題

量子活用の効果的なユースケースが少ない



量子技術に対するハードルが高い



将来の技術・市場が不透明で事業リスクが高い



スタートアップ・新事業の創出・成長の環境が不十分



産業人材が不足



基本的対応方針

ユースケースづくり支援

- ・経営者視点等で魅力のあるユースケースづくり支援
- ・量子技術の利活用による効果・性能指標設定



利用環境整備

- ・量子コンピュータ等の利用環境整備
- ・産業界への各種支援（教育プログラム、技術支援等）
- ・新規参入に関する情報提供 等



事業リスク対応

- ・複数の企業が共有できる設備整備
- ・協調領域での複数社の共創（共通部品等）
- ・基礎研究支援 等



スタートアップ等創出

- ・スタートアップ・新事業等の創出・支援（長期支援）
- ・起業人材育成
- ・ピッチコンテスト
- ・エコシステム形成 等



産業人材育成

- ・産業等人材向けの教育プログラム
- ・産学官の人材交流・流動
- ・若年層向けの教育プログラム 等



実用化・産業化に向けた取組（1）

量子コンピュータ

【ソフトウェア・利用環境整備等】

- ✓ユースケースづくり支援、ユーザ産業拡大・振興
- ✓経営視点での指標等の検討
- ✓サービス事業者の育成
- ✓国産量子コンピュータの幅広い活用
- ✓量子・古典ハイブリッド計算環境構築 等

【ハード、基盤技術等】

- ✓国産量子コンピュータの技術開発・事業化の加速
- ✓運用の経験・ノウハウ蓄積や担い手人材の育成、
- ✓安定かつ強靱なサプライチェーン構築



量子セキュリティ・ネットワーク

- ✓ユースケースづくり、
- ✓公的機関のの利用促進
- ✓テストベッド運用による技術開発支援、海外展開
- ✓量子暗号通信機器の認証利用基盤構築
- ✓量子・古典の総合的アーキテクチャ構築
- ✓広域テストベッドの充実・強化
- ✓量子インターネット開発等

量子計測・センシング／量子マテリアル

- ✓量子センシングの情報提供、技術開発・事業化支援
- ✓産学官コンソーシアム等の体制整備
- ✓企業が量子センシングを容易に利用・開発できる環境の整備、
- ✓ユースケースづくり・事業化の実証支援
- ✓量子マテリアルの供給体制構築 等

実用化・産業化に向けた取組（2）

イノベーション基盤

【量子産業のグローバル連携・展開】

- ✓ 官民一体のグローバル連携・展開支援
- ✓ サービスの海外（欧米・アジア等）での実証
- ✓ スタートアップ等の海外展開支援
- ✓ 産学官の様々な階層での国際協力・対話・交流等

【スタートアップ・新事業等の創出基盤】

- ✓ 金融機関、インキュベーション事業者、パートナー企業等とのマッチング支援
- ✓ 若手起業人材育成、人材マッチング（研究人材と経営・起業人材のマッチング等）
- ✓ ビジネスアイデアを発掘・創出する仕組み（ピッチコンテスト、アイデアソン／ハッカソン等）

【産業人材の育成・確保】

- ✓ ユーザ分野・関連産業の人材（材料、デバイス、ソフトウェア、通信、AI等）、経営・知財・法律等のビジネス人材の育成・確保（リスキリング等）
- ✓ 教育プログラムの提供、検定制度、中高生等の若年層向け教育
- ✓ 産学官・異分野間の国内外を含む人材マッチング・人材育成エコシステム

【産学官の新たなパートナーシップ体制】

- ✓ 量子技術イノベーション拠点とQ-STARのパートナーシップ（Q-Partnership（仮称））等

【標準化・知財化・ベンチマーク設定等】

- ✓ 産学官が一体となった戦略的な標準化推進
- ✓ 経営視点・技術視点での効果・性能（既存技術に対する量子の優位性も含む）に関するベンチマーク指標（性能、コスト、利便性、低炭素化等）の検討・設定・提供

【戦略的サプライチェーンの構築】

- ✓ 重要なデバイス・部品・材料を含むサプライチェーンマップの検討
- ✓ 共通デバイス等の開発や汎用品活用等の検討
- ✓ 担い手となる企業（中小企業も含む）の発掘など裾野広い産業のエコシステム構築


【プラットフォーム戦略・共創環境構築】

- ✓ 共通的に必要となる基盤技術（プラットフォーム技術）の確保
- ✓ 複数社が連携するオープンイノベーションの体制・仕組みづくり

量子技術イノベーション拠点の強化



我が国の産業の強みを生かし、各産業分野と量子技術を融合・連携しながら、**産業界における新産業創出、生産性向上、社会課題解決等**といった新たな価値の創出を強力に支援していくため、量子技術イノベーション拠点を強化

 **量子・AI融合技術ビジネス開発
グローバル拠点（産業技術総合研究所）**


強化

量子技術の産業化に関する**グローバルな開発拠点を創設**。量子・AIハイブリッドの実利用計算環境を整備し、ユースケース創出、部品・材料・デバイス・集積回路の**開発・評価・試作を支援する環境・サービスの提供**

 **量子コンピューテーション開拓拠点
（理化学研究所）**

強化

量子コンピュータと富岳等を連携した**最先端の量子・古典ハイブリッド計算環境等を提供するアドバンスト・コンピューテーション拠点の整備**とともに、これを活用した新たな産業・科学のフロンティアの開拓

 **量子技術基盤拠点・量子生命拠点
（量子科学技術研究開発機構）**

強化

量子マテリアル・量子センシング等を**産業界が利用・試験・評価できる環境整備や利用支援・技術支援**、光科学技術も活用した技術・デバイスの開発など**量子技術基盤の研究開発・産業支援**

 **量子フロンティア産業創出拠点(仮称)
（東海国立大学機構）**

追加

我が国の産業が強みを有する**化学・材料等の分野と量子技術分野の融合による技術・産業のフロンティアの開拓**、新たな量子産業の創出、量子×化学・材料の**分野間の連携・融合の担い手人材の育成**



量子ソリューション
拠点
（東北大学）



量子マテリアル
拠点
（NIMS）



量子センサ拠点
（東京工業大学）



量子ソフトウェア研究拠点

量子ソフトウェア
研究拠点
（大阪大学）



量子コンピュータ
利活用拠点
（東京大学企業連合）



量子セキュリティ
拠点
（NICT）



量子国際連携
拠点
（OIST）

※強化・新規の拠点名称は仮称

量子技術イノベーション拠点の全体像



量子未来産業創出戦略を踏まえた 今後の取組



政府プロジェクトマップ（量子コンピュータ）

産業化
大規模化

100万量子ビット
(FTQC)

POC

1000量子ビット
(NISQ)

応用研究

基礎研究

ムーンショット：
誤り耐性型
汎用量子コンピュータ

**戦略的イノベーション創造
プログラム（SIP）
（R5～）**

**光・量子飛躍フラッグシッププログラム
（Q-LEAP）**

NEDO
(高効率・高速処理
を可能とする次世代
コンピューティングの
技術開発事業)

戦略的創造研究推進事業（さきがけ等）

量子コンピュータ
(ハード)

量子コンピュータ
(ソフト)

量子アニーリングマシン

**未踏ターゲット事業
共創の場（大阪大学、東大・慶応大）**

政府プロジェクトマップ（量子コンピュータ）

産業化
大規模化

100万量子ビット
(FTQC)

POC

1000量子ビット
(NISQ)

応用研究

基礎研究

ムーンショット：
誤り耐性型
汎用量子コンピュータ

戦略的イノベーション創造
プログラム (SIP)
(R5~)

光・量子飛躍フラッグシッププログラム
(Q-LEAP)

NEDO
(高効率・高速処理
を可能とする次世代
コンピューティングの
技術開発事業)

戦略的創造研究推進事業（さきがけ等）

量子コンピュータ
(ハード)

量子コンピュータ
(ソフト)

量子アニーリングマシン

未踏ターゲット事業
共創の場（大阪大学、東大・慶応大）

戦略的イノベーション創造プログラム(SIP) (R5年度～)

最先端量子技術の利活用促進

量子ソフトウェア

量子セキュリティ・ネットワーク

量子計測・センシング

スタートアップ創出

産学官連携

内閣府

1. 概要

- ✓ 量子コンピュータ・量子センシング・量子ネットワークの最先端利活用環境を整備。
- ✓ **ユーザ企業の参画の下、ユースケース拡大**に向けた研究開発を実施
- ✓ 先進的量子技術基盤の社会課題への応用促進

2. **予算額、期間**： 令和5年度～9年度、令和5年度予算額280億円の内数
(5月より公募開始！)



量子ソフトウェア



量子計測・センシング



量子セキュリティ・ネットワーク



拠点形成、エコシステム構築

戦略的イノベーション創造プログラム(SIP) (R5年度～)

最先端量子技術の利活用促進

量子ソフトウェア

量子セキュリティ・ネットワーク

量子計測・センシング

スタートアップ創出

産学官連携

量子コンピュータ、センシング、セキュリティ・ネットワークの利活用技術の社会実装・事業化を見据えた取組を推進

- ✓ ユースケース開発・実証（材料、金融、医療、物流、エネルギー等）
- ✓ 利用環境整備（開発基盤・プラットフォーム）
- ✓ 社会実装等に向けた要素技術開発
- ✓ スタートアップ支援、人材育成等のエコシステム構築等

内閣府

<課題の構成>

量子コンピューティング

テストベッド構築

ユースケース開拓

ベンチマーク・標準化

ロードマップ作成／
サプライチェーン強靱化

量子セキュリティ・ネットワーク

次世代暗号基盤

ユースケース開拓
(融合領域)

量子センシング

テストベッド構築等

ユースケース開拓

時空間ビジネス基盤の構築

イノベーション創出

スタートアップ企業創出

人材育成

アイデア発掘

情報提供・
エコシステム構築

政府プロジェクトマップ（量子コンピュータ）

産業化
大規模化

100万量子ビット
(FTQC)

POC

1000量子ビット
(NISQ)

応用研究

基礎研究

ムーンショット：
誤り耐性型
汎用量子コンピュータ

戦略的イノベーション創造
プログラム (SIP)
(R5～)

光・量子飛躍フラッグシッププログラム
(Q-LEAP)

NEDO
(高効率・高速処理
を可能とする次世代
コンピューティングの
技術開発事業)

戦略的創造研究推進事業（さきがけ等）

量子コンピュータ
(ハード)

量子コンピュータ
(ソフト)

量子アニーリングマシン

未踏ターゲット事業
共創の場（大阪大学、東大・慶応大）

ムーンショット型研究開発制度

量子技術と従来技術の融合

量子コンピュータ

量子セキュリティ・ネットワーク

内閣府

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

(目標6) 最大10年(令和2年秋~)、予算:1,480億円/5年の内数

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

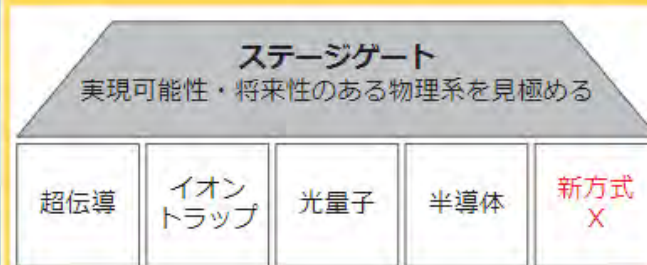
<通信ネットワーク>

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や**量子中継器・量子通信システム・テストベッド構築**など

- 光源や検出器
- 量子メモリ
- 量子インターフェイス技術
- **量子中継器**
- **量子通信システム**
- **テストベッド構築**

<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など



<誤り耐性>

○理論・ソフトウェア

○誤り訂正システム

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、**誤り訂正システムの開発**など

- 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
- **誤り訂正システム**

昨年度に
加速・強化
(赤字部分は
強化項目)

(参考)【目標6】研究開発の推進方針(プロジェクト構成)

内閣府

目標達成に向けた新たな取組

- 世界の最先端グループの中で競争できる量子コンピュータ開発を加速。
- 現行目標 (2030年に量子誤り訂正の有効性を実証、数十～100論理量子ビット) から、世界水準の目標 (2028年に100～1000論理量子ビット) に高めるべく、研究開発を抜本的に加速・強化する。



ハードウェア

| | 超伝導 | イオン トラップ | 光量子 | 半導体 量子ドットアレ | 半導体 スパースマトリクス | 中性原子 2次元アレ | 中性原子 ナノファイバー |
|----------|------------|-----------------------|---|----------------|------------------|---------------|-----------------|
| | 山本剛 PM | 高橋優樹 PM | 古澤明 PM | 水野弘之 PM | 樽茶清悟 PM | 大森賢治 PM | 青木隆朗 PM |
| 通信ネットワーク | 小坂英男 PM | 分散QC連携 光検出器 で連携 | | | 量子ビット接続で連携 | | |
| | 山本俊 PM | | | | | | |
| | 永山翔太 PM | | 量子ネットワークシステム技術 | | | | |
| 誤り耐性 | 小芦雅斗 PM | | 各ハードの理論検証、新規誤り訂正理論の考案、クラウド公開、シミュレーション開発、人材交流、理論家育成などで連携 | | | | |
| | 小林和淑 PM | | 誤り訂正システム開発(誤り訂正ソフトウェア及び実行システム・装置) | | | | |



政府プロジェクトマップ（量子コンピュータ）

産業化
大規模化

100万量子ビット
(FTQC)

POC

1000量子ビット
(NISQ)

応用研究

基礎研究

ムーンショット：
誤り耐性型
汎用量子コンピュータ

**戦略的イノベーション創造
プログラム (SIP)
(R5～)**

**光・量子飛躍フラッグシッププログラム
(Q-LEAP)**

NEDO
(高効率・高速処理
を可能とする次世代
コンピューティングの
技術開発事業)

戦略的創造研究推進事業（さきがけ等）

量子コンピュータ
(ハード)

量子コンピュータ
(ソフト)

量子アニーリングマシン

**未踏ターゲット事業
共創の場（大阪大学、東大・慶応大）**

光・量子飛躍フラッグシッププログラム(Q-LEAP)

文部科学省

概要

- ✓量子科学技術を駆使して、**経済・社会課題の非連続な解決 (Quantum leap)** を目指す
- ✓3つの技術領域において強力な研究開発の推進
- ✓人材領域においては、量子分野の人材育成プログラムの開発・提供
- ✓平成30年から最長10年間、令和5年度予算42億円



最先端量子技術の利活用促進

量子ソフトウェア

量子セキュリティ・ネットワーク

量子計測・センシング

産学官連携

技術領域1 量子情報処理(量子シミュレータ・量子コンピュータ)

- 国産量子コンピュータ (誤り訂正なし) の開発、量子ソフトウェアの開発等

技術領域2 量子計測・センシング

- 量子センサによる脳磁等の測定、細胞内等の温度測定システム開発等

技術領域3 次世代レーザー

- アト(10^{-18})秒スケールレーザー開発、レーザー加工のための学理解明等

人材領域 人材育成プログラムの開発・提供

- 大学等の共通のコアカリキュラム開発、動画配信、社会人向けプログラム等



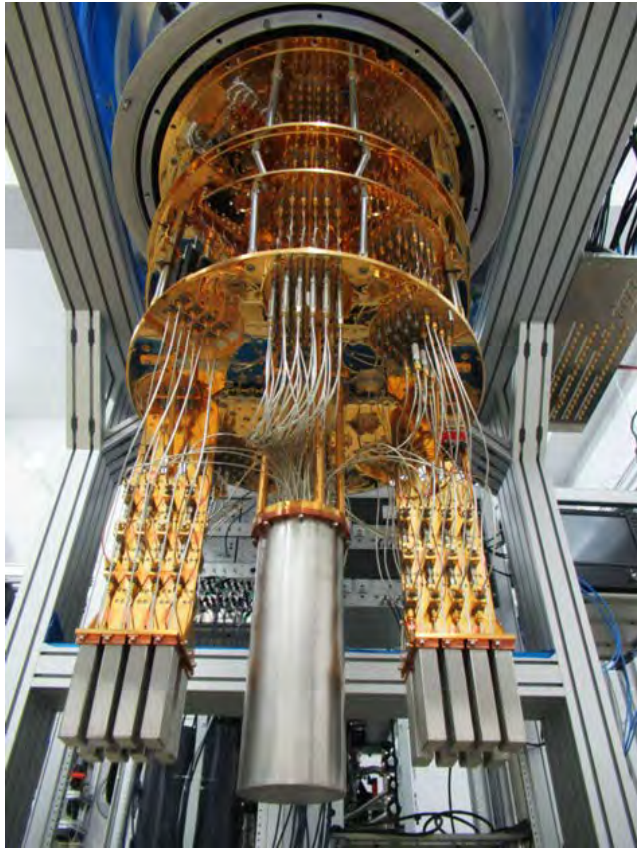
超伝導量子コンピュータ
(理研・富士通で開発中)



本年3月に
初の国産量子コン
ピュータ公開!

国産量子コンピュータ初号機の公開(Q-LEAPの成果)

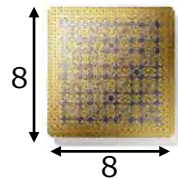
国産量子コンピュータ初号機
(理化学研究所 (和光) に設置)



概要

- ✓ 文科省委託事業※により、2018年から理化学研究所において開発。**初号機** (超伝導) を令和5年3月27日に公開
※光・量子飛躍フラッグシッププログラム (Q-LEAP)
- ✓ クラウドを経由し、**企業・大学等の外部機関が遠隔地から利用可能**に

スペック (量子ビット数※)



初号機
搭載チップ
(8×8=64)



64量子ビット
(2023.3)

※量子ビット数は一概に性能を示すものではなく、実用的な用途には100万量子ビット程度が必要とされていることに留意



433[※]
(2022.11)

※川崎市の実機は27



72

(2023.2)



10

(2022.8)



IBM社量子コンピュータ

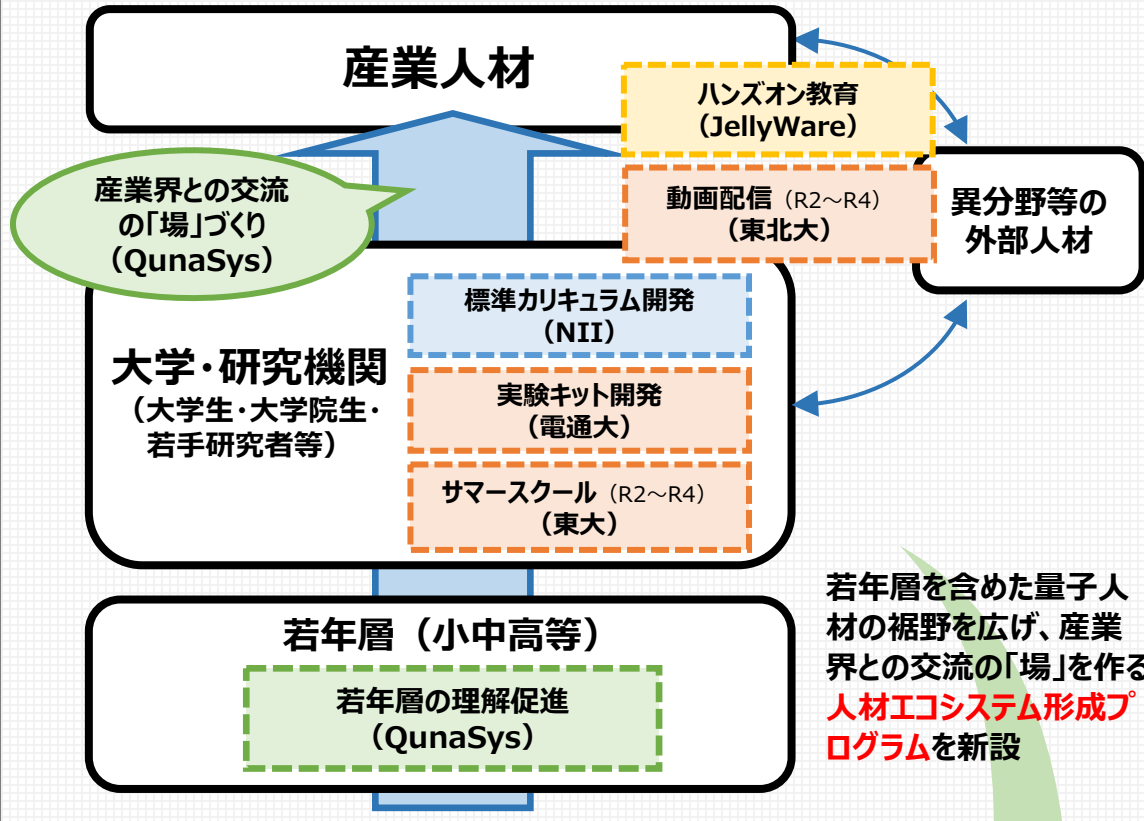
利用方針等

- ✓ **当面は試運転**として**既存の共同研究先のユーザに限定**して公開
- ✓ 今後は利用可能時間・運用人材等を充実。**本格運用時には、産学官から幅広いユーザを公募**
- ✓ 次世代機 (100量子ビット級) の令和7年度公開に向けて研究開発を加速

人材育成プログラムの開発・提供(Q-LEAPの取組)

初等中等教育段階から、高等教育、産業人材まで裾野広い人材育成を推進

<Q-LEAP人材育成課題のマッピングイメージ>



若年層を含めた量子人材の裾野を広げ、産業界との交流の「場」を作る
人材エコシステム形成プログラムを新設

■ 共通的コアプログラム

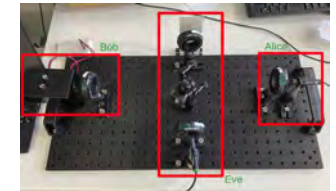
- ・標準カリキュラム等の開発 (NII)
- ✓ 大学・大学院等における共通的コアカリキュラムの開発



オンライン講義コースの様子

■ 独創的サブプログラム

- ・実験キット等による体験型プログラム (電通大)
- ✓ 学生等が主体的に運用・開発できる仕組みを検討
- ・学生向けサマースクール (東大) ※
- ✓ 学生向けスクールと講義ノート作成
- ・動画配信講義 (東北大) ※
- ✓ 学生や社会人を対象にYouTubeを通じたアプリ開発の授業
- ※R2~R4年度において実施



量子暗号通信のデモ機

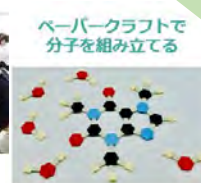


サマースクール (上) / 動画講義 (下) の様子

■ 【新規 (R5年度~)】人材エコシステム形成プログラム

- ・量子人材を創出するエコシステム形成 (株式会社QunaSys)

- ✓ 若年層向けの教育プログラムの提供
- ✓ 学生向けインターンシップ等の人材交流促進
- ✓ 量子人材に必要なスキルセット設定、量子検定の検討



開発予定の教材事例

■ 量子技術リテラシー普及プログラム

- ・社会人を主対象としたハンズオンプログラム (JellyWare株式会社)
- ✓ R5年度より本格開始



政府プロジェクトマップ（量子コンピュータ）

産業化
大規模化

100万量子ビット
(FTQC)

POC

1000量子ビット
(NISQ)

応用研究

基礎研究

ムーンショット：
誤り耐性型
汎用量子コンピュータ

**戦略的イノベーション創造
プログラム (SIP)
(R5～)**

**光・量子飛躍フラッグシッププログラム
(Q-LEAP)**

NEDO
(高効率・高速処理
を可能とする次世代
コンピューティングの
技術開発事業)

戦略的創造研究推進事業（さきがけ等）

量子コンピュータ
(ハード)

量子コンピュータ
(ソフト)

量子アニーリングマシン

**未踏ターゲット事業
共創の場（大阪大学、東大・慶応大）**

戦略的創造研究推進事業 CREST、さきがけ

文部科学省

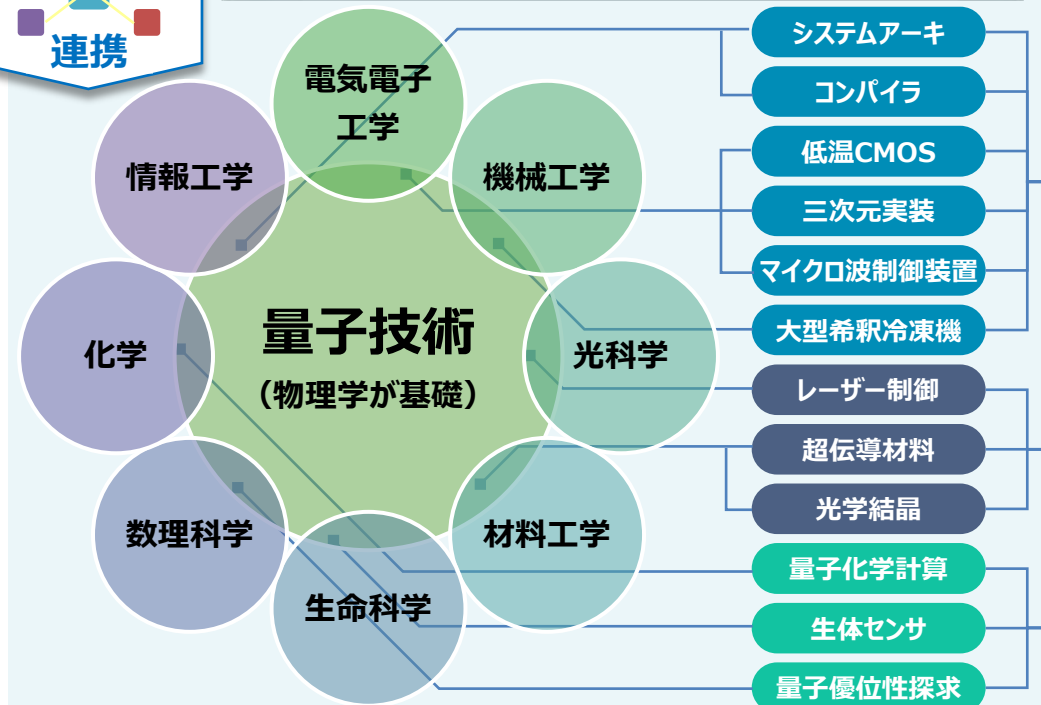
「量子フロンティア開拓のための共創型研究」(R5年度～、令和5年度予算437億円の内数)

幅広い分野との融合・連携を推進して量子技術のフロンティアを開拓し、量子コンピュータ等の早期実現を目指す




背景 量子技術はこれまで物理学が基礎となって発展
更なる発展に向けては**様々な分野との融合・連携が必要**

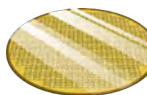
達成目標 将来の量子技術の実現を見据えて材料・デバイスからアプリケーションまでの全レイヤでブレイクスルーを目指した研究を推進




1 量子技術の実現を見据えたシステム化研究の推進

 量子コンピュータ、量子センサ、量子通信・暗号の実現に向けて、周辺装置・エレクトロニクス・システムアーキテクチャ、アルゴリズム等の様々な分野と協調・融合した研究開発を推進

2 新たな量子系や制御方式の探求

 材料や半導体、光科学等と連携し、先行する量子系にはない高いポテンシャルを持った新奇量子系や、複数量子系のハイブリッド方式、新たな制御方法等を探求

3 量子技術の新たな用途の開拓

 量子技術の応用領域の拡大や、ある用途で有望な量子系を他の用途で活用する研究など、量子技術の新たな用途を開拓し、ポテンシャル最大化を目指す研究を推進

将来像 コンピューティング、センシング、通信性能の飛躍的向上による産業の成長機会創出、社会課題解決


経済成長
～Innovation～

次世代高速コンピューティングによる生産性革命など、産業の成長機会創出等の経済成長を実現




人と環境の調和
～Sustainability～

次世代環境材料の開発や、エネルギーベストミックス等によるカーボンニュートラルなど、人と環境が調和し、持続的に発展する社会を実現



心豊かな暮らし
～Well-being～

量子暗号通信による安全・安心な暮らし、次世代診断による健康・長寿など、人々の心豊かな暮らしを実現



量子コンピュータ

量子計測・センシング

人材の育成・確保

「量子情報」と「量子物性」の融合によって、次世代を先導する 新たな量子機能化・制御技術を創成

量子

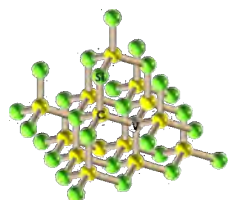
量子情報

量子コンピュータや量子センシング等、
新たな産業や技術基盤の創出につながる
量子科学のフロンティアを開拓



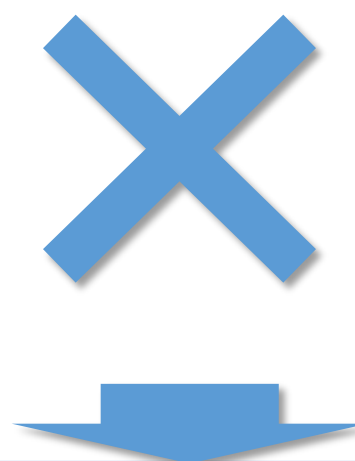
高精度ユニバーサル操作を
実現したシリコン量子
コンピュータチップ

https://www.riken.jp/pres/s/2022/20220120_1/



新規スピン欠陥・
単一光子源の創製

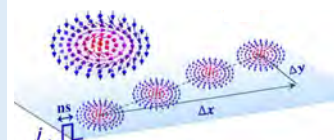
<https://doi.org/10.1088/1361-6463/aad0ec>



量子

量子物性

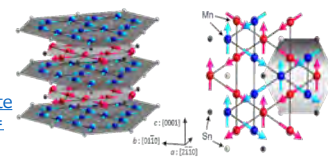
“トポロジ”など新たな物質観に基づく
新物質創出やその基礎学理構築による
物質科学のフロンティアを開拓



電流パルスによる
スキルミオン制御
<https://doi.org/10.1038/s41467-021-27073-2>

ワイル粒子の
電氣的制御

<https://www.issp.u-tokyo.ac.jp/maincontents/news2.html?pid=10521>



量子科学技術の新潮流

- 量子コンピュータの大規模化や量子センシング技術の高精度化などに向けて、重ね合わせやもつれなどの量子状態を巧みに操り、『量子多体系』における非平衡状態や散逸現象を高度に理解するとともに制御・機能化
- 将来のデバイス化など実用化を見据え、
新奇材料などの物性物理の知見を駆使し、融合的な幅広い基礎的研究を推進

量子多体系…電子など量子力学的に振る舞う多数の粒子が相互作用する系

政府プロジェクトマップ（量子コンピュータ）

産業化
大規模化

100万量子ビット
(FTQC)

POC

1000量子ビット
(NISQ)

応用研究

基礎研究

ムーンショット：
誤り耐性型
汎用量子コンピュータ

**戦略的イノベーション創造
プログラム (SIP)**
(R5～)

**光・量子飛躍フラッグシッププログラム
(Q-LEAP)**

NEDO
(高効率・高速処理
を可能とする次世代
コンピューティングの
技術開発事業)

戦略的創造研究推進事業（さきがけ等）

量子コンピュータ
(ハード)

量子コンピュータ
(ソフト)

量子アニーリングマシン

未踏ターゲット事業

共創の場（大阪大学、東大・慶応大）

共創の場形成支援プログラム（COI-NEXT） （量子ソフトウェア関係拠点）

量子技術と従来技術の融合

量子ソフトウェア

量子拠点の体制強化

産学官連携

文部科学省

- ✓ 従来型コンピューティングや応用分野との融合等による**量子ソフトウェア開発の拠点を形成**
- ✓ 既存の量子拠点がそれぞれの強みを活かしながら相互に連携
- ✓ 令和5年度予算額138億円の内数

ユーザ企業



ソフトウェアベンダー企業



モビリティ

エネルギー

金融

消費者

創薬・医療

材料科学

航空



大学・研究機関等

産学官の共創 （量子ソフトウェア研究開発）



ハードウェアベンダー企業

< 2 拠点（大阪大学、東京大学） >

- ✓ 「量子ソフトウェア研究拠点」（R2～、**大阪大学**）
- ✓ 「量子ソフトウェアとHPC・シミュレーション技術の共創によるサステイナブルAI研究拠点」（R4～、**東京大学**）

量子ソフトウェア研究拠点（大阪大学）

拠点ビジョン 量子ソフトウェア共創プラットフォームが拓く持続可能な未来社会の実現

●プロジェクトリーダー：

北川 勝浩

大阪大学
量子情報・量子生命研究センター センター長



●副プロジェクトリーダー：

栗島 亨 同センター 産学共創教授
(豊田通商株式会社)

松岡 智代 同センター 産学共創准教授
(株式会社QunaSys COO)

参画機関

豊田通商株式会社
株式会社QunaSys
Amazon Web Services
株式会社イーツリーズ・ジャパン
伊藤忠テクノソリューションズ株式会社
AGC株式会社
ソニーグループ株式会社

DIC株式会社
株式会社日立製作所
富士通株式会社
理化学研究所
京都大学
金沢工業大学 等

参画機関との 共同研究

共同研究 の準備

課題1

「量子コンピューティング技術の普及と量子コンピュータユースケース探索」

アプリケーション研究

課題2 「機械学習、数理データ科学、金融分野のアプリケーション研究開発」

課題3 「材料、化学、物性分野・科学技術フロンティアのアプリケーション研究開発」

基盤ソフトウェア

課題4 「NISQ基盤技術実装、シミュレーション技術、誤り耐性量子計算アーキテクチャ」

クラウド構築

課題5 「量子コンピュータと古典コンピュータを統合的に制御するクラウド環境構築」

ハードとソフトの接続

課題6 「量子ソフトウェアによって使い方が定義できるプラットフォーム実現のための汎用量子ミドルウェアの開発」

課題7 「プラットフォーム型量子コンピュータテストベッドの開発」

シンクタンク

<政策研究>
<機関連携>
<産業連携>

政府系機関

海外研究拠点

事業イノベーション

事業化

<創業支援>

スタートアップ創出

2社創業！

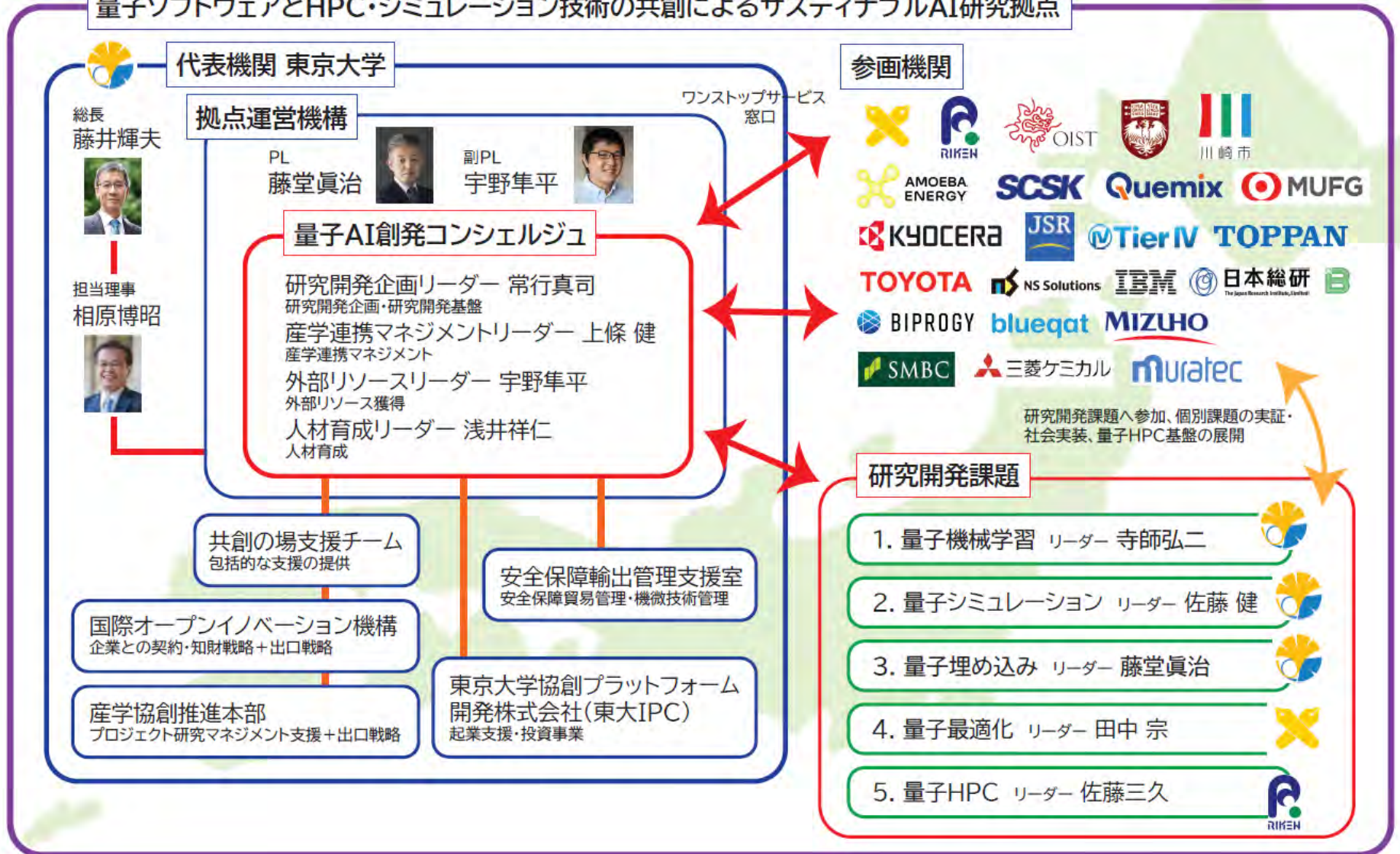
人材育成

博士課程進学希望者を支援する制度（QMeGa）も創設！

量子ソフトウェアとHPC・シミュレーション技術の共創による サステイナブルAI研究拠点（東京大学）

拠点ビジョン 量子ソフトウェアとHPC・シミュレーション技術の共創によるサステイナブルAI が拓く未来

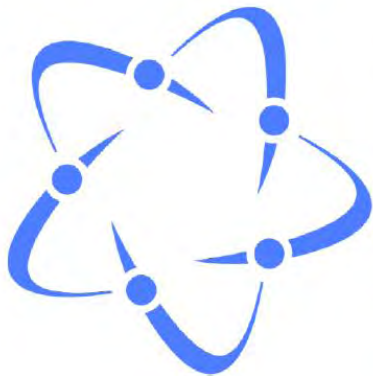
量子ソフトウェアとHPC・シミュレーション技術の共創によるサステイナブルAI研究拠点



- ✓ 量子技術イノベーション戦略を踏まえ、**産業界主体の出口指向の協議会を設立 (令和3年9月、令和4年5月に一般社団法人化)**。新産業や社会応用を創出する。
- ✓ サービス業を含む**幅広いユーザー企業**など産業界が参加 (現在約80社が加盟)
- ✓ 量子技術イノベーション拠点等と連携し、**産官学連携を強化、産業界の投資を有効活用**

Quantum **ST**rategic industry **A**lliance for **R**evolution

Q-STAR



設立総会 (令和3年9月1日)



目指す活動

まとめ



まとめ

1. 最近の政策動向

- ✓ 国際競争激化、コロナ禍によるDX、カーボンニュートラルなどの**環境変化**
- ✓ 産業の**成長機会の創出**や**社会課題の解決**のため量子技術の活用
- ✓ 量子未来社会ビジョンで定めた未来像の実現のため、実用化・産業化に向けた方針や実行計画を示した「**量子未来産業創出戦略**」を策定



Google量子コンピュータ

2. 量子未来産業創出戦略の3つの考え方

- ✓ **Collaboration**
 - ✓ 多様な産業の**量子分野への参画・協働・共創**、グローバル連携、産学官連携
- ✓ **Accessibility**
 - ✓ 産業界に開かれた**量子技術の利用環境の実現**
- ✓ **Incubation**
 - ✓ 積極的な**スタートアップ／ベンチャー・新事業の創出支援**



国産量子コンピュータ

3. 今後の政策について

- ✓ 各技術分野の取組、イノベーション創出のための基盤的取組も含めて、**今後も様々な政策について検討**