

# 量子技術イノベーション戦略 の取組状況について

令和3年6月30日

文部科学省 科学技術・学術政策局  
研究開発基盤課 量子研究推進室



1

# 量子技術イノベーション戦略

---

# 量子技術イノベーション戦略（ポイント）

- 量子技術は、将来の経済・社会に変革をもたらす、安全保障の観点からも重要な基盤技術であり、米欧中では本分野の研究開発を戦略的かつ積極的に展開
- 我が国においても「量子技術イノベーション」を明確に位置づけ、日本の強みを活かし、重点的な研究開発や産業化・事業化を促進することを目指し、令和2年1月に「量子技術イノベーション戦略」を策定。量子コンピュータのソフトウェア開発や量子暗号などで、世界トップを目指す

## <量子技術イノベーション創出に向けた重点推進項目>

### I 重点領域の設定

- ✓世界に先駆けて「量子技術イノベーションを実現」



- ✓「主要技術領域」、「量子融合イノベーション領域」を設定し、ロードマップを策定

〔例：量子コンピュータ、量子通信・暗号、量子AI、量子セキュリティ〕

- ✓研究開発支援を大幅に強化し、企業等からの投資を呼び込み

### II 量子拠点の形成

- ✓国内外から人や投資を呼び込む「顔の見える」拠点が不可欠



- ✓「量子技術イノベーション拠点(国際ハブ)」の形成を本格化

〔例：量子ソフトウェア研究拠点、量子慣性センサ研究拠点〕

- ✓基礎研究から技術実証、人材育成まで一貫通貫で実施

### III 国際協力の推進

- ✓産業・安全保障の観点から、欧米との国際連携が極めて重要



- ✓量子技術に関する多国間・二国間の協力枠組みを早期に整備

〔令和1年12月に日米欧3極によるシンポジウムを日本で初開催〕

- ✓特定の国を念頭に安全保障貿易管理を徹底・強化

上記の取組を含め、量子技術イノベーションの実現に向けて、5つの戦略を提示

技術開発戦略

国際戦略

産業・イノベーション戦略

知財・国際標準化戦略

人材戦略

# 量子技術イノベーション会議

## ①背景

- **「量子技術イノベーション戦略」**（令和2年1月統合イノベーション戦略推進会議決定）において、量子戦略の今後の推進方策について、以下の通り明記。

### 『V. 本戦略の推進体制』

- ・ **統合イノベーション戦略推進会議の下**、関係府省等が連携・協力して、**税財政面・制度面等あらゆる方策を検討し、確実に実行**に移していくことが必要
  - ・ このため、有識者会議を発展的に改組し、**政府と産学の有識者で構成する「量子技術イノベーション会議」の設置を検討**
- これを踏まえて、新たに**「量子技術イノベーション会議」を開催し、量子戦略に基づく幅広い取組を強力に推進**するとともに、新型コロナウイルス感染症により持続的・強靱・包括的な社会へと変わり、Society 5.0 への構造的な変革が求められる中、国内外の最新動向を把握し、同戦略の着実な**フォローアップを実施**

## ②量子技術イノベーション会議について

構成員	◎五神 真 東京大学教授【座長】	
	○荒川 泰彦 東京大学特任教授	○佐々木 雅英 NICT主管研究員
	○伊藤 公平 慶應義塾大学教授	○佐藤 康博 みずほフィナンシャルグループ取締役会長
	○加藤 光久 コンポン研究所所長/豊田中研アドバイザー	○篠原 弘道 NTT取締役会長/CSTI議員(非常勤)
	○金山 敏彦 産業技術総合研究所特別顧問	○十倉 好紀 理研CEMSセンター長/東京大学卓越教授
	○北川 勝浩 大阪大学教授/ムーンショット型研究開発制度PD	○中村 祐一 NEC R&Dユニット主席技術主幹
政府関係者	◎和泉 洋人 内閣官房イノベーション推進室長	
	○赤石 浩一 内閣官房イノベーション推進室イノベーション総括官	○柳 孝 内閣府政策統括官 (科学技術・イノベーション担当)
	○木村 聡 内閣官房イノベーション推進室審議官	○各府省等審議官級

## ③スケジュール

- 第8回を2021年4月開催、以後四半期毎に会議を開催予定。

# 政府全体における量子技術関係予算

令和3年度予算額  
令和2年度補正予算額  
(前年度予算額)

約247億円  
約105億円  
約205億円

○量子技術は**既存技術の限界を突破し、産業・社会に革新をもたらす技術**であり、米欧中では、本分野の研究開発が戦略的かつ積極的に展開されている(※)。我が国においても「**量子技術イノベーション**」を明確に位置づけ、**日本の強みを活かし、重点的な研究開発や産業化・事業化を促進**することを目指し、2020年1月に「量子技術イノベーション戦略」を策定。

※米国は2019年から5年間で最大13億ドル(約1,400億円)規模を投資、EUは2018年から10年間で10億ユーロ(約1,250億円)規模のプロジェクトを開始、中国は2016年から5年間で約70億元(約1,200億円)の研究計画を実施、別途量子研究拠点施設を整備

## ①技術開発戦略

### 主要技術領域

#### ◆重点技術課題

- 産学連携・官民共同による応用・実用化に向けた研究開発等支援を推進
  - 光・量子飛躍フラッグシッププログラム(Q-LEAP) 35億円(32億円)
  - JST未来社会創造事業 87億円の内数(77億円の内数) ※運営費交付金中の推計額
  - NEDO AIチップ・次世代コンピューティングの技術開発事業100億円の内数(94億円の内数)
  - 量子暗号通信網構築のための研究開発 35億円(18億円)
  - 衛星量子暗号通信のための鍵処理用デバイス検証環境の構築 4億円【令和2年度補正予算】
  - 戦略的イノベーション創造プログラム SIP(光量子基盤技術) 280億円の内数(280億円の内数)
  - PRISM(量子技術領域) 6億円【令和2年度配分】
  - ムーンショット型研究開発制度(130億/5年の基金)(目標6「誤り耐性汎用量子コンピュータを実現」)
- ◆基礎基盤技術課題
  - 中長期的観点からファンディング等を通じた研究支援を推進
    - JST 戦略的創造研究推進事業 ※運営費交付金中の推計額(量子技術関係) 428億円の内数(418億円の内数)
    - 量子科学技術研究開発機構(量子ビーム応用研究費)0.5億円(新規) ※運営費交付金中の推計額
    - 理化学研究所(量子コンピュータ開発事業他) 540億円の内数(535億円の内数) ※運営費交付金総額
    - 物質・材料研究機構(量子材料基礎基盤研究の推進) 2億円(2億円) ※運営費交付金中の推計額

### 量子融合イノベーション領域

- 民間から投資を呼び込む形で、大規模な産学連携研究開発プロジェクト等を実施
  - Q-LEAP(再掲) 35億円(32億円)
  - NICT運営費交付金281億円の内数(279億円の内数) ※運営費交付金総額
  - Beyond 5G研究開発促進事業(共用施設・設備整備) 200億円の内数【令和2年度補正予算】

### 量子inspired・準量子技術

- 戦略的な研究開発や実用化支援を推進
  - NEDO AIチップ・次世代コンピューティングの技術開発事業(再掲) 100億円の内数(94億円の内数)
  - SIP(光量子基盤技術)の一部(再掲) 280億円の内数(280億円の内数)

### 基礎基盤的な研究

- 量子技術を支える基礎基盤的研究(周辺技術含む)や、基盤施設等の整備・共用化を推進
  - ナノテクノロジープラットフォーム事業の一部 14億円の内数(16億円の内数)
  - 材料先端リサーチインフラ(データ創出) 3億円の内数(新規)
  - 20億円の内数【令和2年度補正予算】
  - NEDO 超低消費電力型光エレクトロニクスの実装に向けた技術開発事業15億円(18億円)

## ②国際戦略

※「量子技術イノベーション戦略」のうち予算関連事項のみ記載

## ③産業・イノベーション戦略

### 国際研究拠点の形成

- 基礎研究から技術実証まで一気通貫で行う「量子技術イノベーション拠点(国際ハブ)」を形成
  - ◆オープンプラットフォーム型
    - JST共創の場形成支援プログラム約34億円の内数 ※運営費交付金中の推計額
  - ◆機関内センター型
    - 量子デバイス開発拠点(AIST) ※運営費交付金総額
    - 運営費交付金 620億円の内数(616億円の内数)
    - 施設・設備整備費補助金 119億円の内数【令和2年度補正予算】
  - 量子生命科学研究拠点(QST)(拠点形成費)
  - 運営費交付金 3億円(2億円) ※運営費交付金中の推計額
  - 施設・設備整備費補助金 19億円【令和2年度補正予算】
  - 量子コンピュータ開発拠点(理研) ※運営費交付金総額
  - 運営費交付金 540億円の内数(535億円の内数)
  - 施設整備費補助金 9億円【令和2年度補正予算】
  - 量子材料拠点(NIMS)(再掲)(量子材料基礎基盤研究の推進)
  - 運営費交付金 2億円(2億円) ※運営費交付金中の推計額
  - 施設整備費補助金 10億円【令和2年度補正予算】
  - 量子セキュリティ拠点(NICT)
  - 運営費交付金 281億円の内数(279億円の内数) ※運営費交付金総額

## ④知的財産・国際標準化戦略

## ⑤人材戦略

- 研究者・技術者の育成
  - 量子技術に関する体系的・共通的な教育プログラムの開発とその活用・実施 Q-LEAP(再掲)35億円(32億円) 23億円の内数(新規)
- 科学技術イノベーション創出に向けた大学フェロシップ創設事業
- NICT量子人材育成プログラム
- 量子ICTネイティブ人材を育成する講習会等を実施(大学・企業等と連携)

○量子技術は**既存技術の限界を突破し、産業・社会に革新をもたらす技術**であり、米欧中では、本分野の研究開発が戦略的かつ積極的に展開されている。我が国においても「**量子技術イノベーション**」を明確に位置づけ、**日本の強みを活かし、重点的な研究開発や産業化・事業化を促進**することを目指し、2020年1月に「量子技術イノベーション戦略」を策定。

○文部科学省は、特に**戦略的な技術開発、産学連携によるイノベーション拠点の形成、人材育成の取組を重点的に推進**する。

## ①技術開発戦略

### ◆重点技術課題

産学連携・官民共同による応用・実用化に向けた研究開発等支援を推進

○光・量子飛躍フラッグシッププログラム (Q-LEAP) 3,494百万円 (3,194百万円)

量子情報 量子センサ

○JST未来社会創造事業

8,700百万円の内数 (7,730百万円の内数)

※科学技術振興機構運営費交付金中の推計額

量子センサ 量子マテ

※ムーンショット型研究開発制度

(目標6「誤り耐性型汎用量子コンピュータを実現」)

※科学技術振興機構に造成した基金にて実施(130億/5年)

量子情報

### 量子融合イノベーション領域

・量子技術とその他の重要技術を連携させた「**量子融合イノベーション領域**」を新設

・民間から投資を呼び込む形で、**大規模な産学連携研究開発プロジェクト等を実施**

○Q-LEAP (再掲) 3,494百万円 (3,194百万円)

量子AI 量子生命

## ②国際戦略

## ⑤人材戦略

研究者・技術者の育成

・量子技術に関する体系的・共通的な教育プログラムの開発とその活用・実施

○Q-LEAP (再掲) 3,494百万円 (3,194百万円)

### 主要技術領域

#### ◆基礎基盤技術課題

中長期的観点からファンディング等を通じた研究支援を推進

○JST戦略的創造研究推進事業 42,791百万円の内数 (41,787百万円の内数)  
※科学技術振興機構運営費交付金中の推計額

全て対象

○量子科学技術研究開発機構(量子ビーム応用研究費)48百万円 (新規)  
※量子科学技術研究開発機構運営費交付金中の推計額

量子マテ

○理化学研究所(量子コンピュータ開発事業他) 54,049百万円の内数 (53,549百万円の内数)  
※理化学研究所運営費交付金総額

量子情報 量子センサ 量子マテ

○物質・材料研究機構(量子マテリアル基礎基盤研究の推進)163百万円(163百万円)  
※物質・材料研究機構運営費交付金中の推計額

量子マテ

### 基礎基盤的な研究

・量子技術を支える**基礎基盤的研究(周辺技術含む)**や、基盤施設・設備等の整備・共用化推進

○ナノテクノロジープラットフォーム事業の一部 1,407百万円の内数(1,553百万円の内数)

○マテリアル先端リサーチインフラ (データ創出) 306百万円の内数 (新規) 2,000百万円の内数 【令和2年度補正予算】

全て対象

※「量子技術イノベーション戦略」のうち、予算関連事項のみ記載

## ③産業・イノベーション戦略

### 国際研究拠点の形成

・基礎研究から技術実証まで一気通貫で行う「**量子技術イノベーション拠点 (国際ハブ)**」を形成

・税財政・制度面での支援策等を推進 等

量子情報 量子センサ

### ◆オープンプラットフォーム型

○JST共創の場形成支援プログラム約3,400百万円の内数  
※科学技術振興機構運営費交付金中の推計額

### ◆機関内センター型

○量子生命科学研究拠点(QST) (拠点形成費)  
・運営費交付金 271百万円 (208百万円)  
※量子科学技術研究開発機構運営費交付金中の推計額  
・施設・設備整備費補助金 1,885百万円 【令和2年度補正予算】

量子生命

○量子コンピュータ開発拠点(理研)  
・運営費交付金 54,049百万円の内数 (53,549百万円の内数)  
※理化学研究所運営費交付金総額  
・施設整備費補助金 880百万円 【令和2年度補正予算】

量子情報 量子センサ 量子マテ

○量子マテリアル拠点 (NIMS)(再掲) (量子マテリアル基礎基盤研究の推進)  
・運営費交付金 163百万円 (163百万円)  
※物質・材料研究機構運営費交付金中の推計額  
・施設整備費補助金 1,019百万円 【令和2年度補正予算】

量子マテ

## ④知的財産・国際標準化戦略

科学技術イノベーション創出に向けた**大学フェロースhip創設事業**

・①博士後期課程学生の処遇向上と、②キャリアパスの確保

○2,316百万円の内数 (新規)



2

## 量子技術イノベーション拠点

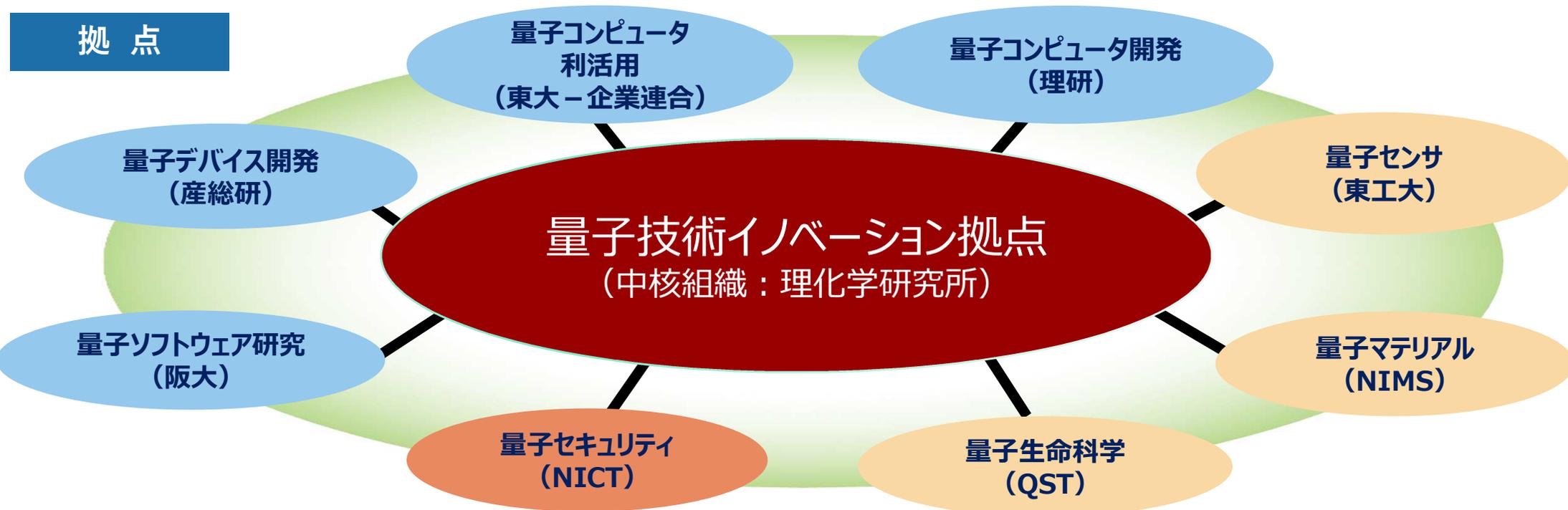
---

# 量子技術イノベーション拠点

## 目的

- 「量子技術イノベーション戦略」では、**基礎研究から技術実証、知財管理、人材育成に至るまで産学官で一気通貫で取り組む拠点**として「**量子技術イノベーション拠点**」の整備を明記
- 令和2年度より拠点を順次整備するとともに、R2補正予算及びR3当初予算に係る経費を計上
- 国内8拠点における各分野での研究開発の取組に加え、中核組織を設け、拠点横断的な取組を強化  
(※R3.2.26に量子技術イノベーション拠点キックオフ式典を開催)

## 拠点



**中核組織の下、各拠点(領域)が一体的に拠点形成を推進**

## <活動例>

- ① 国際ワークショップの開催や国際共同研究などの**国際連携の推進**
- ② **知的財産の管理・国際標準化**に関する拠点間での戦略の共有
- ③ 企業技術者の受け入れによる共同研究などの**産学官連携の推進**
- ④ 若手研究者の参入や機関・研究分野を越えた**人材育成の強化**
- ⑤ 研究設備の相互利用や共用といった**研究開発支援の推進**

# 量子技術イノベーション拠点発足式典・シンポジウム

## ○ 開催趣旨

- 「量子技術イノベーション戦略」に示された「量子技術イノベーション拠点」として、量子コンピュータ開発、量子デバイス開発、量子コンピュータ利活用、量子ソフトウェア、量子セキュリティ、量子生命、量子マテリアル、量子センサの8拠点が発足。
- 国の研究機関や大学等を中核として、国内外から優れた研究者・技術者を結集するとともに、企業等から積極的な投資を呼び込み、大学・企業間の有機的な連携・協力体制を構築。
- 発足にあたり、式典・シンポジウムを開催。産学官が有機的に連携・協力することを示し、世界をリードする量子技術イノベーション拠点の発足をアピール。

## ○ 開催概要

日時：2021年2月26日(金) 10:00 - 18:00

場所：ホテルニューオータニ 芙蓉の間

※新型コロナ対策のため、一般参加者はオンライン視聴

主催：内閣府、文部科学省、理化学研究所

後援：総務省、経済産業省

協力：量子技術イノベーション拠点

## ○ 内容

- 式典では井上大臣（内閣府）、高橋副大臣（文科省）、松本理事長（理研）からの主催者挨拶の後、海外（米欧）からのメッセージが示された他、特別講演では量子拠点への期待が述べられた。
- シンポジウムでは基調講演後に、各量子拠点の概要説明、拠点長らが量子技術の推進についてパネルディスカッションを行った。

## ○ プログラム

主催者挨拶	井上信治 内閣府科学技術政策担当大臣 高橋ひなこ 文部科学副大臣 松本紘 理化学研究所 理事長
来賓挨拶	林芳正 参議院議員（自民党量子技術推進議員連盟会長）
後援者挨拶	巻口英司 総務省国際戦略局長 （柳島智 総務省国際戦略局技術政策課長 代読） 山下隆一 経済産業省産業技術環境局長
海外研究者からの応援メッセージ	Dr. Charles Tahan 米国大統領府科学技術政策局（OSTP）量子情報科学（QIS）副長官 兼 国家量子調整室（NQCO）室長 Prof. Dr. David DiVincenzo ドイツアーヘン工科大学 教授 ドイツライプニッツ協会ユーリヒ研究センター ナノエレクトロニクス理論研究所兼量子情報研究所 所長
特別講演	五神真 量子技術イノベーション会議 座長 篠原弘道 日本電信電話株式会社 取締役会長
基調講演	荒川泰彦 東京大学ナノ量子情報エレクトロニクス研究機構 特任教授
パネルディスカッション	ファシリテータ：伊藤公平 慶應義塾大学 教授 パネリスト：8拠点代表者



主催者挨拶  
(井上信治内閣府科技担当大臣)



主催者挨拶  
(高橋ひなこ文部科学副大臣)



主催者挨拶  
(松本紘理化学研究所理事長)

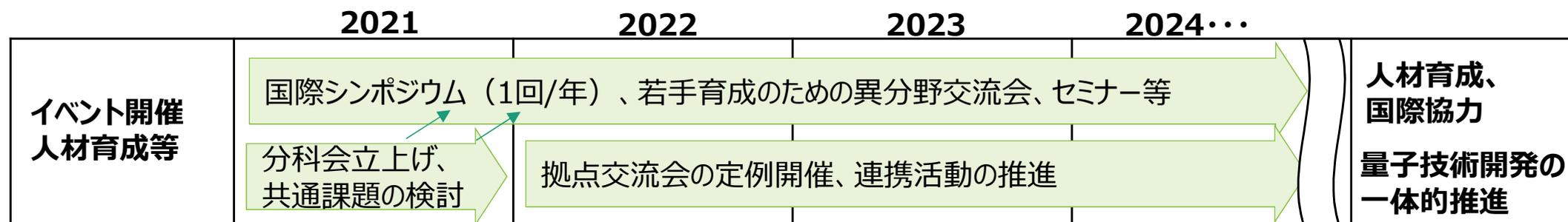


来賓挨拶(林芳正参議院議員)



8拠点代表者によるパネルディスカッション

# 量子拠点の取組と今後のスケジュール



## 1. 分科会

**国際連携分科会**：5/18に第2回 国際連携分科会を開催

・・・国際シンポジウムの開催方針、および、組織委員の決定

**産官学連携分科会**：6/28に第1回 産官学連携分科会を開催

**知財・標準化分科会、人材育成分科会**：活動方針立案に向けて、委員選定中

## 2. 国際シンポジウム

### 「Quantum Innovation2021」

**世界から量子情報技術に関する産学官の関係者が一堂に  
会し、技術や実用化動向を情報発信することで、研究状況の  
相互理解と国際協力を推進**

**時期**：12月初旬

**場所**：感染症対策等を考慮し、7月迄に開催形態（オンサイ  
ト、オンライン、両者併用）を決定

#### 【構成案】

##### キーノート:

各国のキーパーソンや産業界等から、今後の展望に関して講演

##### 招待講演:

著名研究者から技術トピックについて講演

##### 技術セッション:

量子コンピュータ、量子センサ、量子暗号・通信の3分野の拠点成果・  
各国成果を情報発信

また各国参加者と拠点関係者で会合を別途設け、相互理解を養成

# 量子イノベーション拠点の取組状況 1/4

## 量子コンピュータ開発拠点（理研）

### 1. 概要・方法

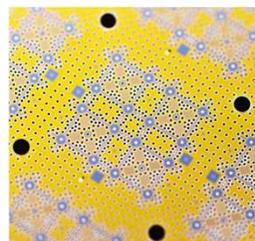
- 理研が持つ量子技術、計算科学の叡智を結集して量子コンピュータシステムの実現・確立を目指す**超伝導方式、光方式等の量子コンピュータに関する量子技術イノベーション拠点を形成**
- 拠点の中核組織として「量子技術イノベーション拠点」形成を支援。人材育成等を通じて、日本の量子技術水準向上に貢献

### 2. 予算額・期間

- R3予算額：  
交付金540億円の内数、Q-LEAP 8.7億円(R2分担機関含)  
R2補正予算額：施設整備費補助金 9億円
- 期間：R3年度から量子コンピュータ研究センターが発足し、拠点活動を本格開始

### 3. 実施内容・実施機関

- 量子ビットの集積を目指すチップ開発  
・現在16量子ビット集積回路を作成。今後5年以内に50量子ビットとする等、さらなる集積化を目指す
- 富岳等のスーパーコンピュータとの併用を目指した連携  
・互いの長所を活かす量子コンピュータシミュレータ等の開発
- 汎用型量子コンピュータを目指したシステム実装（Q-LEAP）



16量子ビットを集積化したチップ  
(約1cm)



超伝導を作り出す冷凍機  
(チップを入れ配線することで全体システムを構築)

## 量子生命科学拠点（QST）

### 1. 概要・方法

- QSTが有する研究開発基盤を強化し、**量子生命科学に関する量子技術イノベーション拠点を形成**
- 国内外の大学・研究機関・企業等と連携して、基礎研究から技術実証、オープンイノベーションと社会実装の加速、知財管理、国際的な人材育成等を一元的に実施

### 2. 予算額・期間

- R3予算額：交付金3億円（R2予算額：2億円）  
Q-LEAP分担機関含 4億円（R2予算額：4億円）  
R2補正予算額：施設整備費補助金 19億円
- 期間：R4年に量子生命科学研究センター棟(仮称)完成予定



完成予想図

### 3. 実施内容・実施機関

- 量子生命科学研究センターの運営（QST）
  - ・生命機能解明のための最先端量子計測技術と、動物実験施設を整備。現場研究者により外部供用、共同研究を展開。
  - ・企業スペースへの誘致等、企業の施設利用を促進。
  - ・居室スペースのオープン化、公開セミナー等の開催により、国内外の幅広い産学官研究者が集結する「交流の場」を実現。
    - シーズとニーズのマッチング、ベンチャー化支援
    - 「量子生命科学ネイティブ」の育成、産学官頭脳循環の促進

# 量子イノベーション拠点の取組状況 2/4

## 量子セキュリティ拠点 (NICT)

### 1. 概要・方法

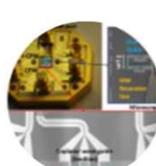
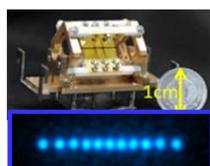
- 新たな融合領域である「量子セキュリティ」分野を切り拓くべく、関連する研究開発、技術検証、人材育成、社会実装等を総合的に推進し、産学官の国際的な協創による新たな価値創造を促進する、**量子セキュリティに関する量子技術イノベーション拠点を形成**

### 2. 予算額・期間

- R3予算額：281億円の内数(R2予算額：279億円の内数)

### 3. 実施内容・実施機関

- NICT（東京都小金井市）内での量子セキュリティ研究拠点の整備・形成をR2年度より本格的に開始



※ NICTでは、量子暗号実用化の研究開発に加えて、将来的にネットワーク内のすべてにおいて情報を量子的に処理するために必要な量子ノード技術等の実現に向け、基礎研究に取り組んでいるところ

## 量子デバイス開発拠点 (産総研)

### 1. 概要・方法

- 産総研が有する研究開発基盤を強化し、**量子デバイス開発に関する量子技術イノベーション拠点を形成**
- 量子コンピューティングや量子センシング等の量子デバイスについて、企業、大学、研究機関と連携した研究開発を実施
- 超伝導・シリコンデバイス製造施設、高精度計測・評価施設等を保有



### 2. 予算額・期間

- R3予算額：620億円の内数(R2予算額：616億円の内数)  
R2年度補正予算額：119億円の内数(AIST施設・設備整備費補助金)
- 期間：R2年に量子デバイスを含む次世代コンピューティング拠点の整備に着手

### 3. 実施内容・実施機関

#### ○超伝導量子アニーリングマシンの開発(NEDO)

超伝導量子ビットを集積化したハードウェアの開発

#### ○シリコン量子コンピュータの開発(Q-LEAP)

シリコン量子ビット集積化技術の開発

#### ○NEC-産総研量子活用テクノロジー連携研究ラボ

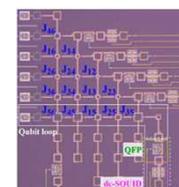
産官連携による量子技術の共同研究を展開

#### ○ダイヤモンド量子センシング技術の開発(Q-LEAP)

ダイヤモンドNVセンターを用いた量子センシング技術の開発

#### ○単一電子・単一光子を用いた量子計測・標準技術の開発(Q-LEAP等)

量子電気精密測定技術および超伝導光子検出器等の開発



超伝導量子アニーリングマシンチップ

# 量子イノベーション拠点の取組状況 3/4

## 量子マテリアル拠点 (NIMS)

### 1. 概要・方法

- NIMSが有する研究開発基盤を強化し、**量子マテリアルに関する量子技術イノベーション拠点**を形成
- NIMSの強みである薄膜成長技術や単結晶創製技術等を活用し、量子センサ用材料や量子暗号通信用材料等の量子マテリアルについて、大学・研究機関と連携した研究開発を実施

### 2. 予算額・期間

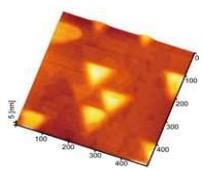
- R3予算額：2億円 (R2予算額：2億円) ※NIMS運交金の内数  
R2補正予算額：10億円 (NIMS設備整備費補助金)
- 期間：R2年から以下の3テーマを中心に研究開発に着手

### 3. 実施内容・実施機関

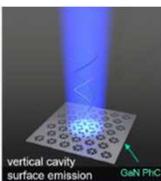
- 量子磁気センシング用ダイヤモンド単結晶創製等
  - ・高感度な脳磁計測の実現による医療分野への応用を目指す
- 量子ドットを利用した次世代量子もつれ光源用材料の開発
  - ・量子暗号通信の飛躍的な長距離化の実現を目指す
- 物質トポロジー探索及び革新的フォトニクス量子機能開発
  - ・極小レーザーの実現による光学・医療分野への応用を目指す



←人工的に合成したダイヤモンド。量子センサの材料となる



←ナノサイズの極小な半導体粒子である量子ドット



←極小レーザーの模式図。DNA治療等への応用が期待される

## 量子コンピュータ利活用拠点 (東大-企業連合)

### 1. 概要・方法

- 量子コンピュータの社会実装を世界に先駆けて実現するため、当該技術に関わる産学官の協力を促進し、相互の情報交換を密にすることをもって、我が国全体のレベルアップと実現の加速化を図る、**量子コンピュータ利活用拠点**を形成

### 2. 予算額・期間

- 企業との共同研究
- 期間：2020年7月30日～5年間

### 3. 実施内容・実施機関

- 量子イノベーションイニシアティブ協議会(2020年7月設立)
  - ・量子計算ソフトウェア・アプリケーション、量子ハードウェア及び次世代量子コンピュータの開発に結び付く基礎科学技術に関する情報交換。主な会員は以下の通り。

【大学】東京大学、慶應大 【ベンダ企業】東芝、日本IBM、日立  
【ユーザ企業】JSR、ソニーグループ、DIC、トヨタ、みずほFG、三井住友信託銀行、三菱ケミカル、三菱UFJ、横河電機

#### ○IBM東大ラボ

・日本国内の量子コンピューティングに関する科学・技術を東大が中心となり集結させ、IBM商用量子コンピュータを使用して量子エコシステムを構築

#### ○量子ネイティブ育成WG

・量子コンピュータのハードウェア・ソフトウェア開発を担うQuantum Nativeの育成。

(Q-LEAPによる量子コンピュータを使用したハイブリッド形式による教育プログラムを含む)



# 量子イノベーション拠点の取組状況 4/4

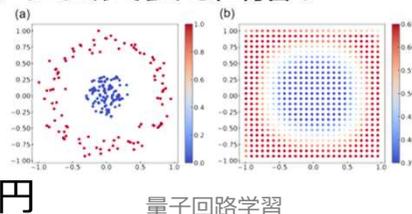
## 量子ソフトウェア研究拠点（大阪大学）

### 1. 概要・方法

- **量子ソフトウェア研究拠点**は、将来の誤り耐性汎用ゲート型量子コンピュータに適用するアルゴリズム、量子コンピュータと古典コンピュータのハイブリッド利活用、さらには量子機械学習や量子化学計算等のアプリケーションを研究開発し、社会実装を目指す

### 2. 予算額・期間

- R3予算額：  
共創の場形成支援プログラム  
約34億円の内数、Q-LEAP 3.15億円  
(量子AI 2.5億円、量子情報処理基礎基盤 0.65億円、分担機関含)
- 実施期間  
共創の場形成支援プログラム（2020年度～2029年度）  
Q-LEAP（量子AI 2020年度～2029年度、  
量子情報処理基礎基盤 2018年度～2027年度）



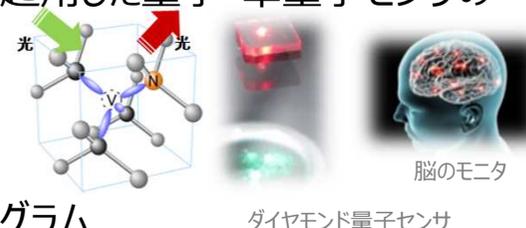
### 3. 実施内容・実施機関

- 量子化学や機械学習など量子コンピュータに優位性がある応用の開拓と知的量子設計による量子ソフトウェア研究開発  
[実施機関] 阪大、京大、東大、名大、三重大、慶応大、早稲田大、NICT、NTT、イーツリーズ・ジャパン
- 量子ソフトウェアの開発プラットフォーム構築、社会実装と普及、社会課題解決基盤の確立による持続可能な未来社会の実現  
[実施機関] 阪大、豊田通商、QunaSys、Amazon Web Services、イーツリーズ・ジャパン、伊藤忠テクノソリューションズ、岩谷産業、AGC、エヌエフホールディングス、オーガス総研、J X石油開発、住友商事、ソニー、DIC、ディー・クルー・テクノロジーズ、東ソー、凸版印刷、豊田中央研究所、Bacallan、日立製作所、富士通、ブリヂストン、他

## 量子センサ拠点（東京工業大学）

### 1. 概要・方法

- **量子センサ拠点**では、古典センサの性能を大きく凌駕する固体、原子、イオン等を起用した量子・準量子センサの社会実装を目指す



### 2. 予算額・期間

- R3予算額：  
共創の場形成支援プログラム  
約34億円の内数、Q-LEAP 7億円  
未来社会創造事業 4億円  
(全予算とも分担機関含)
- 実施期間  
共創の場形成支援プログラム（2020年度～2029年度）  
Q-LEAP（2018年度～2027年度）  
未来社会創造事業（2017年度～2026年度）



### 3. 実施内容・実施機関

- **ダイヤモンドの窒素-空孔（NV）欠陥を用いた磁場・温度・電場等の超高感度量子センサ開発によるイノベーション創出**  
[実施機関] Flagship12機関（東工大、東大、京大等、産総研、量研、デンソー、日立、矢崎、信越、住電）  
基礎基盤14機関（東大、京大、東北大、他）
- **量子、及び準量子慣性センサーを用いた超高精度慣性航法装置の開発と、光格子時計やスタートラッカー技術との連携によるニアリアルタイム空間連続ジオイド計測の実現**  
[実施機関] 東工大、大阪大、産総研、  
日本航空電子工業、三菱重工業

# 量子技術イノベーション拠点推進会議の設立

国内拠点における各分野での研究開発の取組に加え、  
中核組織を中心とした、拠点横断的な取組を強化

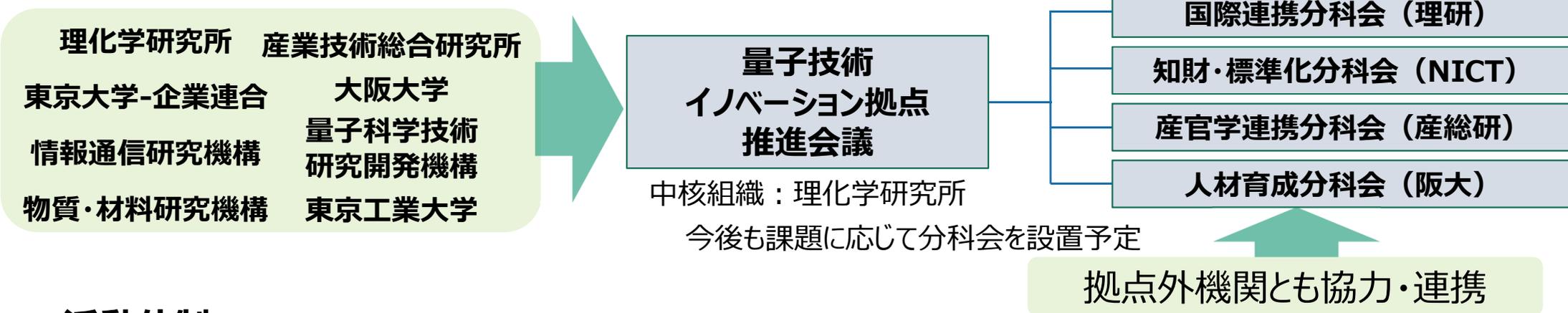
## ● 活動目的

- 量子技術イノベーション拠点の共通課題の共有、拠点としての共同提言や推進を行う母体として、会議体を設置
- 意見交換と意識・戦略共有を行い、全拠点一体となって量子技術の社会実装に向け、研究開発に取り組む

## 推進体制

推進会議の下、分科会を設置し、各拠点が課題について協力

(2021年6月30日現在)



## ● 活動体制

- 量子技術イノベーション拠点の拠点代表による推進会議と、下部に分科会を立ち上げ、別途分科会ごとに各拠点から委員を選定
- 理研が中核組織として、推進会議取りまとめ
- 分科会については、課題に対する特色を活かしている拠点が、取りまとめを実施、牽引
- 課題により、拠点外機関・大学や学会等とも連携し、国内の有機的な拠点体制を構築

# 第1回量子イノベーション拠点推進会議

## ● 2021年4月7日オンラインにて開催

量子技術イノベーション拠点推進会議出席者

**量子技術イノベーション拠点中核組織**

理化学研究所

理事 小安重夫（議長）

**量子コンピュータ開発拠点**

理化学研究所量子コンピュータ研究センター

センター長 中村泰信（議長代理）

**量子デバイス開発拠点**

産業技術総合研究所エレクトロニクス・製造領域

領域長 安田哲二

**量子コンピュータ利活用拠点**

東京大学大学

執行役・副学長 相原博昭

**量子ソフトウェア研究拠点**

大阪大学世界最先端研究機構

量子情報・量子生命研究センター

センター長 北川勝浩

**量子セキュリティ拠点**

情報通信研究機構量子ICT協創センター

研究センター長 佐々木雅英

**量子生命拠点**

量子科学技術研究開発機構

量子生命科学研究拠点センター

センター長 馬場嘉信

（代理）

量子科学技術研究開発機構

量子生命科学研究拠点センター拠点運営室

室長 須原哲也

**量子マテリアル拠点**

物質・材料研究機構

フェロー 谷口尚

（代理）

物質・材料研究機構機能性材料研究拠点

電気・電子機能分野ワイドギャップ半導体グループ

主席研究員 寺地徳之

**量子センサ拠点**

東京工業大学科学技術創成研究院

教授 上妻幹旺

（オブザーバ）

内閣府、文部科学省、総務省、経済産業省

事務局：量子コンピュータ開発拠点（理研）

## ● 議事

### ・ 分科会の設置について

- ・ 国際連携分科会、知財・標準化分科会、産官学連携分科会、人材育成分科会の4つの分科会を設置し、座長を選任
- ・ 国際連携分科会については、先行して委員を決定した

### ・ 国際シンポジウムの開催方針について

- ・ 国際分科会の下に組織委員会2021を設置し、国際シンポジウム開催に向けて実務を行うこととなった

## 量子技術イノベーションをとりまく横串的課題を取り上げ、 技術領域としてのありかたを構築

分科会名称	ミッション	想定成果・活動例
国際連携分科会	量子技術に関する高い研究・技術水準等を有する国・地域との間で、 <u>相互にメリットをもたらす協力を推進する</u> とともに、 <u>シンポジウム等の国際協力の場</u> を設ける。	<ul style="list-style-type: none"> <li>国際シンポジウムの方針を策定するとともに、国際シンポジウム開催を担当する組織委員会を設置</li> <li>拠点間での国際共同研究に関する情報共有</li> <li>各国拠点との情報交換</li> </ul>
知財・標準化分科会	量子技術を社会実装していくうえで、重要となる国際標準化を支援するため、国際標準化の事例・状況の共有や、 <u>標準化を支える知財のオープンロード戦略</u> 等の情報共有を推進する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>拠点間での知財戦略・国際標準化に関する情報共有</li> <li>国際標準化協力国との情報共有促進</li> </ul>
産官学連携分科会	産官学のプレイヤーが連携して、 <u>量子技術の基礎研究から事業化・社会実装までを見通した取り組みを推進</u> するための方策を取りまとめる。	<ul style="list-style-type: none"> <li>産官学連携に関する拠点間の情報共有（研究者・技術者の拠点への受け入れ等に関する情報共有を含む）</li> <li>事業化や社会実装のために必要な関連技術や環境整備の整理と情報共有</li> </ul>
人材育成分科会	量子技術分野の <u>人材層の質と厚みを飛躍的に高める</u> べく、各拠点の人材育成策の支援を行うとともに、分野横断の人材育成策を実施する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>人材育成に関する情報共有</li> <li>分野横断のセミナー等の開催</li> </ul>



3

## 国際連携

---

# 量子技術をめぐる国内外の動き

## 【海外の状況】

- 米欧中を中心に諸外国では、「量子技術」を国家戦略上の重要技術と位置づけ、戦略策定、研究開発投資の拡充、拠点の形成等を急速に展開

### アメリカ

- ✓ バイデン政権においても、引き続き量子は重要課題
- ✓ 5年間で約1,400億円の投資 (DOD、CIAを除く)
- ✓ DOEは、5か所の拠点設立に向けて、5年間で最大約650億円を投資
- ✓ Google、IBM等が量子コンピュータを開発中。2019年にはGoogleが量子超越性の実証を発表



### E U

- ✓ 2017年、研究開発戦略を策定
- ✓ 10年間、約1,300億円のFlagshipプロジェクトを開始
- ✓ 仏は2021年1月に量子技術の国家戦略を発表。4年間で約1,300億円を投資
- ✓ 独は2021年1月に量子コンピュータのロードマップを策定。5年間で1,300億円規模を投資
- ✓ 蘭・英は、国際的な拠点を形成



### 中国

- ✓ 官民ともに研究開発を積極的に展開
- ✓ 5年間で約1,200億円の研究計画を実施、別途量子研究拠点施設(合肥市)を建設中
- ✓ 安全保障の観点から、量子暗号への取組を拡大
- ✓ 2020年12月、光量子コンピュータによる量子超越性の実証を発表



## 【我が国の状況】

- 長年にわたる研究の蓄積により、我が国は基礎理論や基盤技術（材料技術）等に優位性を有するため、研究協力に対する米欧からの関心は高い
- 我が国が世界をリードするためには、研究開発投資の更なる強化が必要。2020年度中に国内で8つの研究開発拠点が発足し、今後、各拠点での研究開発の加速や国際連携の取組が急務

※政府全体の予算額推移：2019年度：160億円、2020年度：205億円、2021年度：247億円（当初予算額）  
この他、補正予算を別途措置

# 国際戦略の取組状況

## 概要

- 量子技術に関する高い研究・技術水準等を有する国との間で、**多国間・二国間の協力枠組み**を整備・構築
- 政府・大学・研究機関等の多層的かつ戦略的な二国間の協力枠組みを構築し、具体的協力を推進
- 量子技術を含む先進技術の**安全保障貿易管理**を推進

## 日米欧量子科学技術国際シンポジウム & 専門家会議

- 日時：**2019年12月16日(月)～18日(水)**
- 場所：**京都 Brighton Hotel**
- 主催：科学技術振興機構(JST)
- 後援：内閣府、総務省、文部科学省、経済産業省
- プログラム：
  - 12/16(月)～17(火) **日米欧量子科学技術国際シンポジウム**
  - 12/17(火)～18(水) **「量子情報処理」、「量子計測・センシング」、「量子通信」の専門家会議**
  - 12/17(火) **日EUバイ会合**
  - 12/18(水) **ムーンショット分科会6「量子現象等の活用による未踏領域の創出」**
- 出席者：
  - (招待講演者)** 日米欧の政府・アカデミアの代表者
  - (参加者総数412名)** アカデミア、産業界、省庁関係者等

## ○討議結果 (概要) :

- (1)日米欧が量子に関する高い研究・技術水準を有しており、**結びつきと協力を一層強化**することが有益であるとの認識
- (2)「第2次量子革命」の促進に向けて、**具体的な協力の仕組みを拡大**することの重要性を確認
- (3)日米欧において、**重層的な関係を構築**するとともに、継続的交流を進めていくことの重要性を確認



## 日米間の量子協力に関する東京声明

- 日時：**2019年12月19日(木)12:10～12:40**
- 場所：**内閣府**
- 署名者：
  -  Nicholas Hill 在日米国大使館 経済・科学担当公使
  -  松尾泰樹 内閣府政策統括官(科学技術・イノベーション担当)
- 声明内容 (概要) :
  - ・日米が共有する価値観に支えられた誠実な協力
  - ・ワークショップ、セミナー等を通じた協業
  - ・人材交流等の支援等



## 日EUバイ会合

- 日時：2019年12月17日(水)12:15～15:00
- 場所：京都 Brighton Hotel
- 概要：日・EUが重点的に協力して取り組む可能性のある分野の候補を議論
  - (1)量子シミュレーション…光トラップポテンシャル等
  - (2)量子コンピュータ…固体プラットフォーム等
  - (3)量子通信・暗号…量子リピーター技術等
  - (4)量子計測・センシング…固体量子センシング等

## 日米間の量子協力に関する東京声明（2019年12月19日）の概要

日本及び米国は、社会や産業の発展を支える量子科学技術（量子コンピューティング、量子ネットワーク、量子センシングを含む。）を推進するために、科学技術イノベーションの精神を生かすことを意図する。

我々は、このアジェンダを以下によって進めていく。

- 探求の自由、メリットに基づく競争、開放性及び透明性、説明責任並びに互恵関係といった我々が共有する価値観に支えられ、知的財産の保護、安全かつ包括的な研究環境、研究における厳密さや規範、研究セキュリティ及び管理負担の軽減を推進する誠実な協力に着手すること。
- 量子科学技術における研究の進捗状況を議論し認識するためのワークショップ、セミナー及び会議といった場において連携すること。これは、将来の科学協力のための重なり合う関心と機会の特定につながる。
- 敬意ある研究環境を奨励し、学際的な研究を促進し及び適切な場合には研究方法やインフラ及びデータを共有する手段を推進すること。
- 人材交流を含む、この分野を拡大するために必要な次世代の科学者とエンジニアの発展を支援すること。
- 国際的に重要な量子科学技術の事柄とそれぞれの政策課題について議論するために、定期的な多国間の機会を活用すること。
- その他、参加国によって決定される活動を検討すること。



### 【今後のスケジュール】

- ・ 文部科学省と米エネルギー省の実施取決め(Project Arrangement)署名(2021年6月17日)
- ・ 2021年度内に、日米欧の量子拠点が主体となった国際ワークショップを開催予定

# 日米首脳会談の共同声明について 2021年4月16日

## 第27回日EU定期首脳協議の共同声明について 2021年5月27日

### ○日米首脳会談 2021年4月16日

#### 日米首脳共同声明「新たな時代における日米グローバル・パートナーシップ」

**日米両国**は、生命科学及びバイオテクノロジー、人工知能（AI）、**量子科学**、民生宇宙分野の**研究及び技術開発における協力を深化**することによって、**両国が個別に、あるいは共同で競争力を強化するため連携**する。

#### 別添文書2「日米競争力・強靱性（コア）パートナーシップ」

### ○競争力・イノベーション

（前略）

**日米両国**は、開放性及び民主主義の原則にのっとり、**持続可能でグリーンな世界の経済成長を主導**する。これは、がんムーンショット、バイオ・テクノロジー、人工知能（AI）、**量子科学技術**、民生宇宙協力（アルテミス計画、小惑星探査等）、安全な情報通信技術（ICT）等の多様な分野**での研究・技術開発に関する両国の協力を含む**。世界をリードする2つの経済間のパートナーシップによって、日米両国は、より良い回復及び未来の持続可能な成長の推進において世界を主導する。

日米両国は、

（中略）

➤ **共同研究及び研究者の交流を通じた、量子科学技術分野における研究機関間の連携及びパートナーシップを強化する。**

### ○日EU定期首脳協議 2021年5月27日

#### 第27回日EU定期首脳協議共同声明 付属

### f) 産業協力、研究・イノベーション及び宇宙分野

（前略）

➤ 2019年12月17日に開催された二国間会合を踏まえ、**量子技術に関する研究機関の協力和パートナーシップを強化。**

# 量子情報科学(QIS)に係るProject Arrangementの署名について

- 日米科学技術協力協定の傘の下、「エネルギー等研究開発のための協力に関する実施取極」に基づき、**文部科学省と米国エネルギー省間**で、2021年6月に**量子情報科学 (QIS : Quantum Information Science) に関するProject Arrangement (PA)を署名**。
- 本PAは、2021年4月の**日米首脳共同声明「日米競争力・強靱性パートナーシップ」**において、「**共同研究及び研究者の交流を通じた、量子科学技術分野における研究機関間の連携及びパートナーシップを強化すること**」に合意したことを受け、**両国研究機関間の連携の具体化を図る**ためのもの。

## ○ PAの内容

- 目的：量子技術に関連するプロジェクトの**研究開発に関する協力を促進**
- 協力分野：通信、コンピューティング、エミュレーション、デバイス、センサ、材料 等
- 協力内容：人的交流、実験機器や材料の提供・交換、装置の移転、技術情報の交換 等

## PA署名式

- 日時：  
**2021年6月17日(木)**  
**第16回日米科学技術協力合同実務級委員会**
- 形態：**オンライン**
- 署名者：  
・**板倉康洋 文部科学省 科学技術・学術政策局長**  
・**Steve Binkley 米国エネルギー省 科学局長代行**



### 実施取極 (IA)・プロジェクト取決め (PA)の位置づけ

#### 日米科学技術協力協定

(1961年6月日米科学協力委員会発足、1980年5月署名・発効(非エネルギー分野)、  
1988年6月に現行協定署名・発効(日本の科学技術全般に係る原則を含む包括的な内容を有する協定に改定))

#### エネルギー等研究開発のための協力に関する実施取極(IA) (2013年4月署名) (文部科学省 (MEXT) -エネルギー省 (DOE) 間)

- 【協力分野】
- 核融合科学
  - 高エネルギー物理学
  - 原子核物理学
  - ハイパフォーマンスコンピューティングに関する計  
算機科学及びソフトウェア
  - 中性子源及びシンクロトロン放射光源を含む量子ビーム技術
  - 基礎エネルギー科学
  - 生物及び環境科学
  - その他両当事者間で書面にて一致するもの

#### 各機関間のプロジェクト取決め (PA)

分野	日本側関係機関 (米側はDOE)	署名時期
核融合分野	量子科学技術研究開発機構 (QST) (2プロジェクト)	2014年3月、2014年12月
	核融合科学研究所 (NIFS)	2015年7月 (2018年12月改訂)
スパコン分野	文部科学省	2014年6月
高エネルギー物理学	高エネルギー加速器研究機構 (KEK)	2015年10月
高エネルギー密度科学	文部科学省	2019年1月
量子ビーム分野	文部科学省	2019年8月
中性子源分野	大強度陽子加速器施設 (J-PARC)	2019年8月

\*IA: Implementing Arrangement PA: Project Arrangement

## ○ 今後の予定

- **我が国 8 つの量子技術イノベーション拠点と米国の量子研究拠点との研究機関間の共同研究や人的交流を強化**。  
※DOEはブルックヘブン、アルゴンヌ、フェルミ、ローレンスバークレー、オークリッジの5つの国立研究所に量子技術センターを設置
- **本年12月上旬**、関係府省・理研(中核拠点)の共催により**日米欧国際シンポジウム**を開催し、**具体の案件形成を図る**。



4

## 人材育成

---

# 量子技術イノベーション戦略における人材戦略の取組状況

- 高等教育段階で教育・研究環境等を充実・強化し、**優れた若手研究者・技術者を戦略的に育成・確保**
- 早期から量子技術を使いこなす高い知識・技能を持つ「**量子ネイティブ (Quantum Native)**」を育成するとともに、ムーンショット等の量子技術のファンディング事業を通じて研究者層の拡大を図る
- 今後、量子技術イノベーション協議会等の場を通じて、産業界への量子人材の輩出の在り方や民間コンソーシアムによる取組等を活用したリカレント教育の充実を検討

**IPA 未踏ターゲット事業** (対象:未踏的IT人材※) <量子技術イノベーション戦略との連携施策>

○「量子コンピューティング技術を活用したソフトウェア開発」に興味を持つ**未踏的IT人材**からプロジェクトを募集し、優れた能力と実績を持ち合わせたプロジェクトマネージャー等が指導・助言をする。加えて、活動実績(育成従事実績)に応じた活動費提供を行う。 ※ITを駆使してイノベーションを創出できる優れたアイデア・技術力をもつ人材

**【実施内容】「アニーリングマシン」や「ゲート式量子コンピュータ」を活用したソフトウェア開発を通じた人材育成**

**科学技術イノベーション創出に向けた大学フェローシップ創設事業**

○**博士後期課程学生の処遇向上** (生活費相当額 (180万円以上) の支援を含むフェローシップと**キャリアパスの確保** (博士課程修了後のポストへの接続) を、全学的な戦略の下で、一体として実施する大学への新たな補助金を創設(対象:博士後期課程学生)

**光・量子飛躍フラッグシッププログラム(Q-LEAP)**

○**FlagShipプロジェクト、基礎基盤研究** : 量子科学技術をリードする**卓越した研究人材の育成** (TA、RA ※の雇用を含む) (対象:大学院生、若手研究者)

○**人材育成プログラム** :

- ①体系的に学習できる共通的なコアカリキュラムの開発(対象:大学生以上)
- ②各教育機関の特色を生かした先進的な人材育成プログラムの開発(対象:高校生以上)

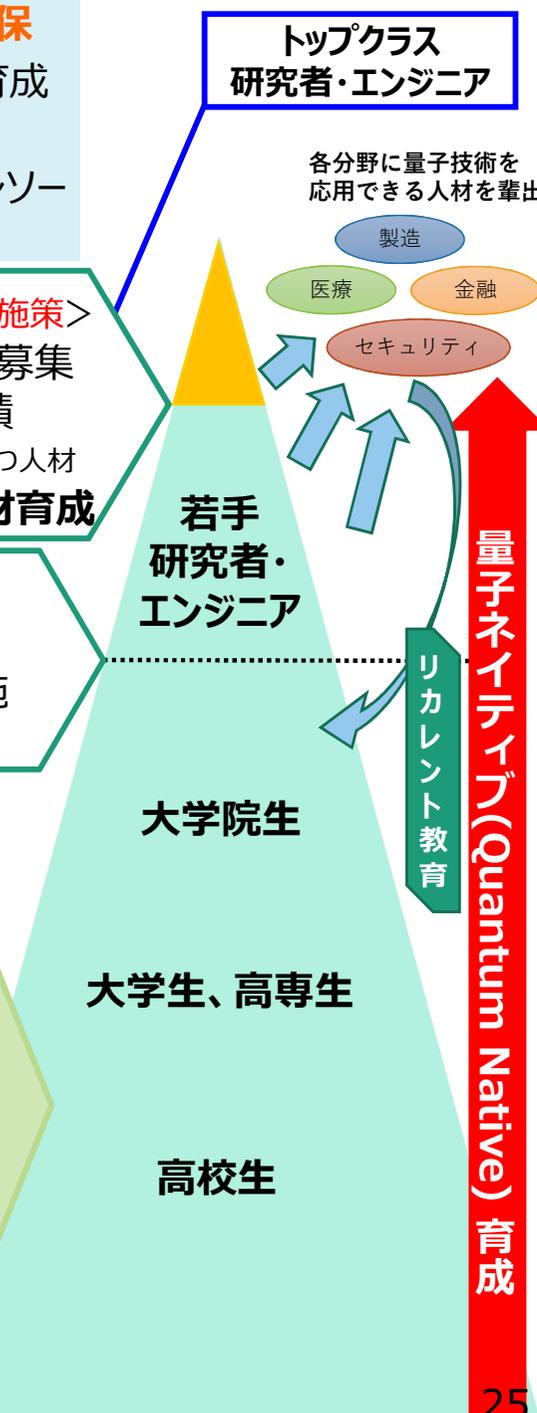
※TA: Teaching Assistant, RA: Research Assistant

**NICT量子人材育成プログラム** 

**量子ICTネイティブ人材を育成**する講習会など大学、企業などと連携しながら実施

○**探索型/課題解決型研究** : **量子ICT知識・技能の応用力**  
対象:修士・博士課程、若手研究者など(量子技術に関する基礎知識・技能を有する者)

○**講習会:基礎知識 (座学講習) + 技能習得 (演習)**  
対象:高専生、大学生、大学院生など



# 量子技術高等教育拠点標準プログラムの開発

## 国内の量子技術における高等教育のスタンダードと全国的に展開できる仕組みを確立

### 概要

標準となるカリキュラムの開発と、量子技術の専門性、産学連携、国際性などの高度人材として期待される知識や技能を身につけ、量子科学分野の人材に期待される多様なキャリアパスを可能とする人材育成を実施。また、分野融合研究、社会実装、量子新技術の社会への導入と普及を支える人材育成の仕組みを確立。

### 目標

- 量子技術の先端研究を行う研究者・技術者
- 量子技術を支える関連分野の研究者・技術者（材料や制御など関連分野の立場から量子技術分野の中心を担う）
- 既存R&D に量子技術を組み込む研究者・技術者（それぞれの研究開発分野に立ち、量子技術を導入）
- 新しい応用技術を生み出す人材
- 量子技術の社会への橋渡しをする人材（ビジネス、標準化、社会連携など）

### 対象

**理工系の学部学生や大学院生、社会学系大学院学生やMBAの学生**（理工系の大学学部1年生相当以上の学力を有し、かつ、それぞれのバックグラウンドとなる専門分野の基礎を修めた者）  
 プログラムのテスト段階で**50名程度**の受講者を想定

### 開発内容

- 体系的に学べる標準的カリキュラムの策定
- 講義コースの実施
- コース教材の開発
- インターンの実施

### 効果

各参加大学において**量子技術拠点の基礎が完成**  
 量子技術人材育成協働**コンソーシアム**、国際研究**教育拠点等**への**展開を検討**

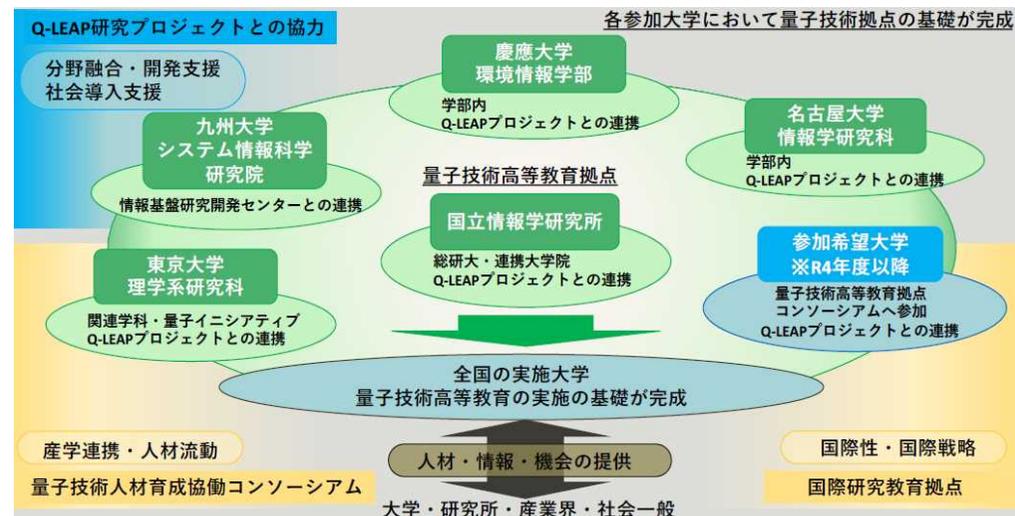
### 研究体制



【研究代表者】  
**根本 香絵**  
 国立情報学研究所  
 情報学プリンシプル  
 研究系  
 教授

#### 【委託機関】

代表機関	国立情報学研究所
共同	九州大学
共同	慶應義塾大学
共同	名古屋大学
共同	東京大学
	他、進捗に応じて追加予定



# 実践的研究開発による全国的量子ネイティブの育成

## 量子アニーリング + 機械学習の仮想スタートアップ企業の創業疑似体験を通じ、チームを育てる。

### 概要

「実践的研究開発による全国的量子ネイティブの育成」を掲げ、量子アニーリングと量子機械学習を講義・演習等を通じて同時相互に習得し、実地体験や対外活動へと発展させ、量子コンピューティングを実践で取り組むことができる人材を育成するプログラムを構築

### 目標

量子アニーラーと機械学習の技術を持ったスタートアップ企業を設立しうる人材、産業化の壁を超えるために必須となる人材が育つプログラムの創出。

- i. リーダーを育てるのではなく、チームを育てる。人はチームで、初めて自分の「立ち位置」に気づく
- ii. 実際の課題解決の現場で量子科学技術の活用を企画・営業・実施する人材も
- iii. 産業基盤の底上げと量子デジタルトランスフォーメーションへの布石

### 対象

想定している主な受講者は、**高校生・大学学部生、社会人の学び直し、製造業や農林水産業に従事する現業者も含めた社会人**（ただし、基本的には、全国民が対象であり、初期過程では受講を排除しない）

初期コース**300名程度がアクティブ**に参加、最終コース**60名程度**の受講者を想定

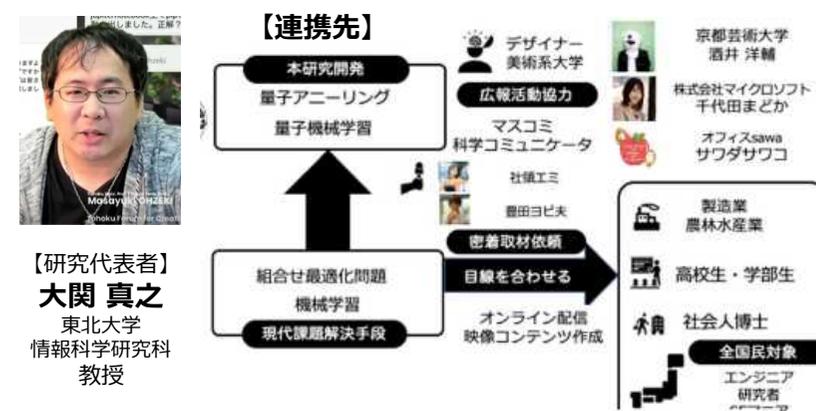
### 開発内容

小さなスタートアップ企業を設立することと同じ過程をカリキュラムとして体験。最終年度では具体的な課題解決に取り組む。

### 効果

**量子デジタルトランスフォーメーション**へ。量子コンピュータの使い方を「探す」から「生み出す」へ

### 研究体制



双方向リアルタイムオンライン講座  
 （受講者は随時質問可）

# 量子技術教育のためのオンラインコース・サマースクール開発プログラム

## 若手研究員を総動員。オンライン、インターン、サマースクールのハイブリッド型式のプログラムを展開

### 概要

量子技術や量子実験に関する定期的なオンラインコース、インターンシップ、集中的サマースクールのハイブリッド型式による教育プログラムを作成。実際に開催し、その内容は動画として公開。同時に、内容に則して、プロシーディングスのような形の教科書に類する教材を作成し、公開。

### 目標

量子ネイティブ教育を目標とし、さらにその中で**量子実験や量子技術に携わる優秀な研究者・技術者の質・層を向上させる**教育プログラムを開発

### 対象

大学生、とくに3～4年の後期課程学生から修士学生（前提知識としての量子力学をある程度既習であることが要件）

オンライン受講者は**200名**を想定。サマースクールは**50-60名程度**

### 開発内容

- それぞれの量子技術に関する知識と量子技術全体を俯瞰するような視点が得られる教育内容とする。実施回ごとに技術テーマを決めた定期的なオンラインコースを開催
- サマースクールにおいては、技術ごとに簡単なレビューをしながら、最新の結果を集中的に講義。また、修士・博士課題学生などによるポスターセッションも設け、学生間のつながりを生むことを重視。
- インターンシップ制度を導入し、1～2人ごとの単位で実験演習の実施も予定する。（Japan-IBM Quantum Partnership」を通じたIBM Q 実機を用いた実習も）

### 効果

量子技術研究者の質・層の向上、**量子技術に携わる人のあいだにネットワークを構築。**

### 研究体制

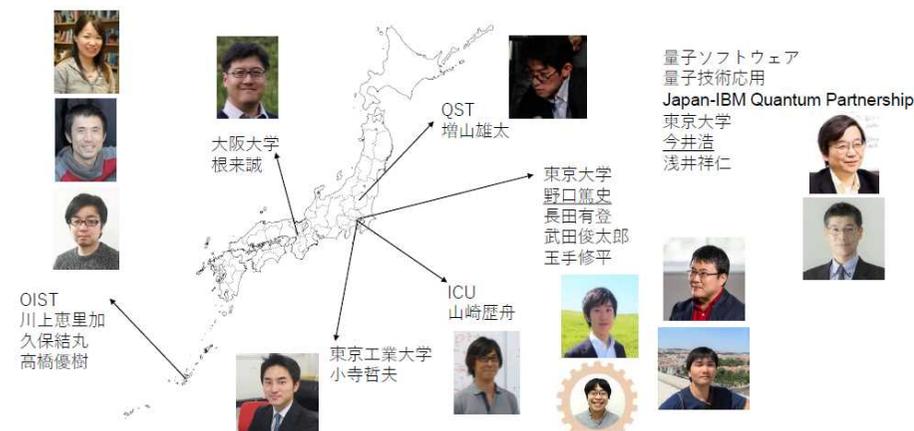


【研究代表者】  
**野口篤史**  
東京大学  
総合文化研究科  
准教授

#### 【委託機関】

代表機関	東京大学
共同	東京工業大学
共同	国際基督教大学
共同	沖縄科学技術大学院大学

### 若手の量子実験研究者の糾合と Japan-IBM Quantum Partnership



**量子計測・センシングの基礎が学べる実験キットを使い、量子技術利用のすそ野を広げるプログラムを開発**

**概要**

他の専門を持った上で量子力学的素養を兼ね備え、量子技術を専門とするコア人材（量子ネイティブ）と適切なコミュニケーションを取りながら、量子技術のすそ野を広げることのできる人材（量子ベース指向型人材）の育成を目指すプログラムを開発。量子光学や量子エレクトロニクスの実験キットも併せて開発。

**目標**

量子光学・エレクトロニクス実験をメインに、幅広い専門分野で活躍しつつ、量子ネイティブ人材とも円滑に対話できる人材を育成する教育プログラムを開発。

**対象**

大学1～4年生

一学年定員：最大**690**名を想定。

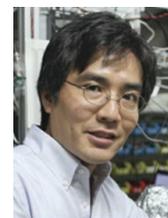
**開発内容**

- 専門外の人にも興味を持てる教材の開発
  - 原子・光学実験の歴史を追体験する実験キットの開発
  - 量子力学を「体感」できる工夫
- 専門外の人材から成る参加者のプログラムへのリクルーティング
  - 大学の教育プログラムの活用（必修化）
  - スタンドアロン教育プログラムパッケージの提供
- 裾野拡大のためインストラクタの育成
  - プログラム修了者がインストラクタとなる自己複製型サイクルの構築

**効果**

量子技術研究者の質・層の向上、量子技術に携わる人のあいだにネットワークを構築。

**研究体制**



【研究代表者】  
**岸本哲夫**  
電気通信大学  
大学院情報理工学研究科  
准教授

**【委託機関】**

代表機関 電気通信大学

**「量子ベース思考型人材」の育成**



波と粒子の2重性？  
不確定性原理？  
トンネル効果？  
ハミルトニアン？  
演算子って・・・？  
統計物理もやるの・・・？

“students face difficulties in sketching the shape of a wavefunction even if they know the correct mathematical form”  
C. A. Weidner et al.,  
2020 PERC proceedings pp. 563-568

抽象的な概念、高度な数学が障壁

体験的な教育を通じて量子技術に触れ興味を持てるような仕組みづくり



## 背景・課題

- 博士後期課程における経済的な不安と研究者としての将来のキャリアパスが不透明であることが相まって、近年、我が国では、**博士後期課程に進学する学生が減少傾向**にある。また、博士号取得者数も、主要国の中で**我が国は唯一減少傾向**にある。さらに、社会や企業の期待と博士課程教育との間のギャップ（人材ニーズの乖離）が存在すると指摘もある。
- 博士人材は、知識集約型社会への転換が加速している我が国の発展を担うべき存在であるが、優秀な学生が研究の世界に失望し、研究者を志望しないとの厳しい指摘も多く、**我が国の将来の科学技術イノベーションの空洞化が強く懸念される**。また、**新型コロナウイルス感染症の拡大による博士号取得の遅れや研究環境、経済状況の悪化により、上記の状況はさらに深刻化されることが見込まれる**ところ、この危機的状況を打開するためには、博士課程学生への支援の在り方を根本から変えていく必要があり、**大学のシステム改革と連動した対策が急務**である。

### 【統合イノベーション戦略2020（令和2年7月17日 閣議決定） 抜粋】

- 博士後期課程学生の処遇向上に向けて、学内フェローシップと博士課程修了後のキャリアパスの確保を一体として実施する大学への支援策の検討を進める。

## 事業概要

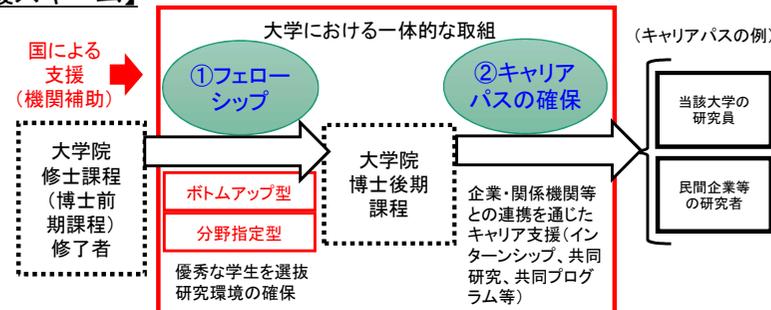
### 【事業の目的・目標】

- ①**博士後期課程学生の処遇向上（生活費相当額（180万円以上）の支援を含むフェローシップ）**と、②**キャリアパスの確保（博士課程修了後のポストへの接続）**を、全学的な戦略の下で、**一体として実施する大学への新たな補助金**を創設する。
- 価値創造の源泉である基礎研究・学術研究の**卓越性と多様性**を維持・強化していくため、将来を担う博士人材を戦略的に育成していくことが必要。このため、フェローシップは、各大学が将来のイノベーション創出等を見据えてボトムアップで提案する**ボトムアップ型**と、国がトップダウンで分野を指定する**分野指定型**の2タイプとする。

### 【事業概要】

- フェローシップは、以下の2タイプ。
  - ・**ボトムアップ型**：大学の強みや地域の強み等を生かしたイノベーションの創出等が見込まれる人文・社会科学を含む幅広い分野を大学が提案
  - ・**分野指定型**：産学を通じて、人材ニーズの高まる分野（情報・A I、量子、マテリアル等）を国が指定
- キャリアパスの確保は、当該大学の研究員ポストや、民間企業等の外部ポストへの接続等が要件。なお、民間企業・関係機関等と連携し、ジョブ型研究インターンシップや共同研究等の人材育成プログラムの活用等を想定。

### 【支援スキーム】



### 【支援内容】

- ✓ 支援対象：国公立大学（機関補助）
- ✓ 支援期間：7年間(6年目以降は継続分のみ)  
【国立大学の次期中期目標期間と連動】
- ✓ 支援規模：47機関、1件当たり6～40人程度  
総支援人数：約1,000人/年
- ✓ 補助率：3分の2  
〔（生活費相当額（180万円～/人）＋研究費）×2/3〕  
※事務経費×2/3を別途補助  
※準備事業における事務経費については定額補助

### アウトプット(活動目標)

【フェローシップの受給者数】	
令和3年度	1,000人
令和4年度	2,000人
令和5年度	3,000人
【フェローシップ設立大学数】	
令和3年度	延べ55大学程度
令和4年度	〃
令和5年度	〃
【外部機関と連携した大学数】	
令和3年度	15大学
令和4年度	35大学
令和5年度	55大学

### アウトカム(成果目標)

- 【初期アウトカム】
  - ・大学における戦略的な博士後期課程学生支援の実施
  - ・研究環境の充実に対する博士後期課程学生の満足度の上昇
- 【中期アウトカム】
  - ・大学から博士後期課程学生への支援の充実（博士後期課程学生支援の多様化）
  - ・進学者の経済的不安等の減少
  - ・博士後期課程進学者の増加
- 【長期アウトカム】
  - ・社会の人材ニーズと博士人材の育成とのギャップが解消し、優秀な博士人材が社会の多様な場で活躍できる環境の実現

### インパクト(国民・社会への影響)

産学を通じて、イノベーションの創出に資する博士人材が活躍することで、我が国のイノベーションの創出力を高め、その成果が社会に還元される。

採択機関名 (計10機関、154人) :

- 国立大学法人東京大学 (35人)
  - 国立大学法人大阪大学 (25人)
  - 国立大学法人京都大学 (21人)
  - 国立大学法人東北大学 (20人)
  - 国立大学法人筑波大学 (17人)
  - 国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学 (12人)
  - 国立大学法人九州大学 (6人)
  - 国立大学法人千葉大学 (6人)
  - 国立大学法人広島大学 (6人)
  - 公立大学法人大阪大阪市立大学 (6人)
- ( ) 内 : 支援予定人数