

量子技術イノベーション戦略のフォローアップについて

量子技術イノベーション会議 座長 五神 真

2050 年は地球と人類の持続可能性にとって大きな転換点となる。それまでにカーボンニュートラルを達成し、地球温暖化に歯止めをかけることができるかが問われている。もちろん、目下世界を襲っている新型コロナ克服も必須課題である。人、企業、国家がリアルデータを参照しつつ、行動選択を行いつつ、全体の調和を保ち、その中で、包摂性を高めることを成長の駆動力とするのである。そこでは、逐次更新される良質なリアルデータがサイバー空間上で共有され公平かつ民主的に活用される。さらに、そのシステム全体が地球環境に過度な負荷をかけずに動く必要がある。これは目下世界を襲っている新型コロナ克服にも不可欠である。

その鍵は、デジタル革新（DX）とその先の量子技術革新（QX）にある。気候変動予測や持続可能性に向け、この 1，2 年 AI 解析の高度化と共に量子コンピュータへの期待が高まっている。直近の課題である、新型コロナ克服においても同様である。これらは国際社会全体からの要請であり、2050 年に向けた 30 年間は、これを実現するための科学技術、経済社会システム変革への挑戦が本格化し、新しい産業が次々と生まれる期間となることは間違いない。そこでは、量子技術に基づくコンピュータの実装、AI 技術やそれを活用した高度なシミュレーション、リアルタイムデータ共有を実現する次世代通信システムなどの飛躍的な発展が求められる。

デジタル化が進み情報量の増倍が続く中で、従来の古典的手法の延長を遙かに凌駕する情報処理や厳密なセキュリティ技術を提供する量子技術は、1980 年代より基礎研究が積み上げられてきたが、周辺技術の進歩にも助けられ、この 2，3 年、一気に加速している。その結果、永く聖杯と位置づけられていた「誤り耐性量子コンピュータ」もその実現時期が 2050 年頃と言

われるようになるなど、もはや量子技術開発は夢を追うテーマではなく、まさに近未来の社会に必須の基盤技術と位置づけられ、その開発競争が世界で本格化している。

我が国は、昨年 1 月量子技術イノベーション戦略が策定した。しかし、その直後に新型コロナ感染の世界的拡大に襲われ、対面の活動が厳しく制限される中で、デジタル革新（DX）がもたらしたリモートサービスが急速に普及し、人々の生活様式は大きく変化した。この劇的変化の中で、DX がもたらす資本集約型社会から知識集約型社会へのパラダイムシフト、すなわち Society5.0 への転換が一気に進みつつある。その中で、半導体チップの供給不足やカーボンニュートラル等環境意識の高まりなどが顕在化し、それらを巡る世界の覇権争いが熾烈になっている。また量子暗号通信は一気に実用フェーズに突入し、標準化に向けた国際競争も過熱している。また量子コンピューターの性能は日々更新されている。これらによって、社会基盤、経済基盤がデジタルによる変革（DX）からその先の量子技術による変革（QX）へと一気に突き進む可能性が高くなってきている。

このような社会的要求や経済安保や技術の進展状況がここ 2、3 年で大きく変化したことを踏まえると、量子戦略は既に時代遅れとなっており、今大胆な見直しをする必要がある。そして最新の戦略を携えて、我が国は、価値観を共有する世界の国々とともに、この新しい時代に貢献し、リーダーシップを発揮するべきである。2050 年へのグリーンイノベーションを見据えつつ、半導体、Beyond5G 戦略と連携させ、量子技術を応用領域の開拓拡張と関連技術基盤の確立の両面で、今行動を開始するべきである。

このような情勢の変化を踏まえ、量子戦略策定以降の変化分を可能な限り『統合イノベーション戦略』に記載するとともに、『量子技術イノベーション戦略』について不断の見直しを行う。

「量子技術イノベーション戦略」フォローアップ 2020

1. 技術開発戦略

- (1) 主要技術領域
- (2) 量子融合イノベーション領域
- (3) 量子 inspired 技術・準量子技術
- (4) 基礎基盤的な研究

2. 国際戦略

- (1) 国際協力の戦略的展開
- (2) 安全保障貿易管理の徹底

3. 産業・イノベーション戦略

- (1) 「量子技術イノベーション拠点（国際ハブ）」の形成
- (2) 「量子技術イノベーション協議会（仮称）」の創設
- (3) 創業・投資環境の整備

4. 知的財産・国際標準化戦略

- (1) 知的財産戦略
- (2) 国際標準化戦略

5. 人材戦略

- (1) 優れた人材の育成・確保
- (2) 頭脳循環（ブレインサーキュレーション）の推進
- (3) 量子ネイティブ（Quantum Native）の育成

フォローアップについて

「量子技術イノベーション戦略（令和 2 年 1 月 2 1 日統合イノベーション戦略推進会議）」

<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/tougou-innovation/pdf/ryoushisenryaku2020.pdf>

の「Ⅳ. 量子技術イノベーション実現に向けた 5 つの戦略」に掲げた目標及び取組について、進捗（令和 3 年 3 月見込み）と令和 3 年度以降（の取組）に関してまとめたもの。

○「第 8 回量子技術イノベーション会議」（令和 3 年 4 月 15 日開催）にて審議さ

れ、戦略が策定後の 1 年間で、量子技術に係る情勢が劇的に変化した、との意見が
等がだされた。

○本資料については、政府予算に係る前年度進捗と今後の予定のみについて記載した

もので、記載されていない課題が多数ある、との前提で公表することとする。

1. 技術開発戦略

(1) 主要技術領域

＜目標＞ 重点技術課題毎に「技術ロードマップ」を作成し、これらに基づく研究開発支援等の戦略的な取組を推進・展開		
取組	進捗	2021 年度以降（の取組）
「主要技術領域」について、「重点技術課題」と「基礎基盤技術課題」を特定 【科技、総、文、経】	○本戦略と一体的に策定した「技術ロードマップ」に基づき、国直轄のプロジェクトや研究開発ファンディング等を通じて、幅広い研究開発支援等を推進している。また、基礎基盤技術課題を対象として、中長期的な観点から、研究開発ファンディングを通じた基礎的・基盤的な研究支援等を推進している。更に、ムーンショット型研究開発制度において目標6「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」の PM を決定し（2020 年 9 月）、研究開発を開始した。	○第 6 期基本計画期間中は、本戦略 に基づき、量子コンピュータ、量子計測・センシング、量子通信・暗号等をはじめとする主要技術に関する研究開発の抜本的強化、既存技術と組み合わせることによる短中期での実用化も含めた、量子技術の産業・社会での利活用の促進等、基礎基盤的な研究開発から社会実装に至る幅広い取組を、我が国の産学官の総力を結集して強力に推進する。 ○国内外の最新動向を適時適切に把握するとともに、本戦略についてフォローアップを実施し、重点技術課題やロードマップ等を機動的に見直していく。

(続き)

＜目標＞ 重点技術課題毎に「技術ロードマップ」を作成し、これらに基づく研究開発支援等の戦略的な取組を推進・展開		
取組	進捗	2021 年度以降（の取組）
技術ロードマップを策定し、重点的な支援を推進等【科技、総、文、経】 （主要技術領域 i） 量子コンピュータ・量子シミュレーション	○Q-LEAP において、理研を中心にゲート型量子コンピュータの開発を進めており、2020 年度、16 量子ビットチップの作製および超伝導回路・パッケージ開発に成功し、コヒーレンス、量子エラーなどの基本特性評価を実施することができた。さらに量子ビットチップの大型化を推進し、64 量子ビットチップ回路を設計・作製することができた。 ○理研において、量子コンピュータ開発の技術ロードマップに基づく研究開発を実施する量子コンピュータ開発拠点の整備を着実に進めた。これにより、ジョセフソン接合の非線形性を利用し、超伝導量子ビット開発の課題の一つである高速制御と長寿命のトレードオフ関係を解消する等の成果を得た。 ○AI チップ・次世代コンピューティングの技術開発事業において、社会に広範に存在する組合せ最適化問題に特化したアニーリングマシン（量子コンピュータである「量子アニーリングマシン」やデジタル回路を用いたアニーリングマシン）の技術開発を実施している。ハードウェアからインターフェース、ソフトウェア・アプリケーションに至るまで、一体的に開発を推進している。	○引き続き、16 量子ビットチップ回路の誤り訂正アルゴリズムの実装を進めるとともに、作製した 64 量子ビットチップの集積回路パッケージ開発および回路特性評価を進め、2022 年度に 50 量子ビットによる量子優位性の実証を目指す。 ○引き続き、理研において量子コンピュータの実機の実現に向けて、ハードウェア・ミドルウェア・ソフトウェアの開発に対する支援を実施する。 ○引き続き開発を行い、2022 年度に開発成果を組み込んだ要素技術に係る検証等を行い、エネルギー消費効率あるいは電力効率（単位電力あたり性能）が、事業開始時点（2018 年度）における同等の技術と比較し、100 倍以上となる見込みを示す。

(続き)

＜目標＞ 重点技術課題毎に「技術ロードマップ」を作成し、これらに基づく研究開発支援等の戦略的な取組を推進・展開		
(主要技術領域 ii) 量子計測・センシング	○2018 年度から実施している「戦略的イノベーション創造プログラム（S I P）第 2 期」課題において、①レーザー加工、②光・量子通信、③光電子情報処理と、これらを統合したネットワーク型製造システムの研究開発及び社会実装を推進している。この中の①におけるフォトニック結晶レーザー（PCSEL）の研究開発では、世界初の PCSEL 搭載の高性能 LiDAR システム開発に成功した。 ○Q-LEAP、PRISM においてダイヤモンド NV 中心量子センサなどの研究開発、未来社会創造事業において量子慣性センサ、光格子時計の研究開発を実施している。ダイヤモンド NV 中心量子センサでは、世界初となる生きた哺乳類(ラット)の生体信号(心磁)計測を達成した。また、リンダープ n 型ダイヤモンド NV 中心量子センサによる磁場計測において、室温で高感度を維持しつつ既存のダイナミックレンジを桁違いに広げることに成功した。	○超小型レーザー加工システムに向けて、PCSEL の更なる高輝度化・スマート化を進める。 ○引き続き、超高感度の個体センサの実現により、脳磁計測（医療・ヘルスケア）や極限環境、生命分野などでの利用を目指して、感度 pT オーダーでのセンシングの実現、電池やパワーデバイスへの量子センサ実装、電流・温度の同時計測の研究開発を行う。2027 年度には、脳磁計測システム等をはじめとする量子計測・センシングデバイスのプロトタイプを実現する。 量子慣性センサの研究開発により、自動運転車、船舶の多重安全性確保、量子慣性航法装置の実証機を試作する。 光格子時計の小型化等の研究開発により、次世代の通信や相対論的測位等の新たなタイムビジネス市場の獲得を目指す。

(続き)

＜目標＞ 重点技術課題毎に「技術ロードマップ」を作成し、これらに基づく研究開発支援等の戦略的な取組を推進・展開		
取組	進捗	2021 年度以降（の取組）
(主要技術領域 iii) 量子通信・暗号	○2018 年度から実施している「戦略的イノベーション創造プログラム（S I P）第 2 期」課題において、①レーザー加工、②光・量子通信、③光電子情報処理と、これらを統合したネットワーク型製造システムの研究開発及び社会実装を推進している（再掲）。 ○NICT において、計算機では解読不可能な量子暗号技術や単一光子から情報を取り出す量子信号処理に基づく量子通信技術の研究開発に取り組んでいる。 ○総務省において、地上系の量子暗号通信距離のさらなる長距離化技術（長距離リンク技術及び中継技術）の研究開発を開始した。さらに、量子暗号技術を衛星通信に導入するための研究開発に引き続き取り組むとともに、早期実用化のための鍵処理用デバイスの検証環境の構築や地上系と衛星系を組み合わせたグローバルな量子暗号通信網の実現に向けた研究開発に向け、所要の予算を令和 2 年度第 3 次補正予算及び令和 3 年度当初予算案に計上した。	○社会実装に向けた取組を進める。 ○引き続き、NICT などにおいて量子通信・暗号技術の研究開発に取り組む。また、技術開発の進展に応じて、実用化・事業化に向けた取組を検討する。

(続き)

＜目標＞ 重点技術課題毎に「技術ロードマップ」を作成し、これらに基づく研究開発支援等の戦略的な取組を推進・展開		
取組	進捗	2021 年度以降（の取組）
(主要技術領域 iv) 量子マテリアル（量子物性・材料）	○NIMS において、固体量子センサの高感度化に向けた高品位ダイヤモンド中の窒素欠陥濃度の精密制御手法の高度化等、量子マテリアルに関する研究開発を推進している。具体的には、ダイヤモンド表面におけるキャリア散乱因子低減に向けて保護膜(h-BN)の転写効果を実験・理論の双方で検証した。また、量子もつれ光源の研究として波長 1.55μm 帯量子ドットの試作と単一光子特性の観測に成功した。 (マテリアル革新力強化戦略：2021 年 3 月に有識者会議で戦略案を取りまとめた。)	○引き続き、NIMS などにおいて、固体量子センサの高感度化に向けた高品位ダイヤモンドの欠陥制御、表面常磁性欠陥の制御手法の高度化等、量子マテリアルに関する研究開発を推進する。具体的には、NV 中心以外の発光中心の探索のために炭素ドーパ h-BN の評価や欠陥構造の同定等を行う。また、量子もつれ光源の研究として波長 1.55μm の高輝度量子ドットの実現に向けた最適な成長条件の見極め等を行う。 (マテリアル革新力強化戦略：第 6 期基本計画期間中は、マテリアル革新力強化戦略に掲げられた取組を推進する。)

(続き)

＜目標＞ 重点技術課題毎に「技術ロードマップ」を作成し、これらに基づく研究開発支援等の戦略的な取組を推進・展開		
取組	進捗	2021 年度以降（の取組）
基礎基盤的な研究や基盤施設・設備等の整備・共用化等 【総、文、経】	○ナノテクノロジープラットフォームにおいて、最先端の研究設備とその活用のノウハウを有する大学・研究機関が連携して、全国的な共用体制を構築し、産学官の利用者に対して、最先端の計測、評価、加工設備の利用機会を、高度な技術支援とともに提供している。 ○マテリアル先端リサーチインフラにおいて、量子技術を含む重要技術領域ごとに強みを持つ先端設備群を有するハブと特徴的な装置・技術を持つスポークからなるハブ＆スポークの共用体制を構築し、ユーザーニーズが高いデータ対応型設備の導入と設備から創出されるデータの構造化等を行う人材配置の実施を開始する。 ○光エレクトロニクスの実装に向けた技術開発事業において、電子回路と光回路を組み合わせた光電子変換チップ内蔵基板技術、電気信号と光信号を相互に変換する光デバイスの開発や、光デバイスをインターポーザー上に実装し、それを光ファイバーと接続するための実装技術等の開発を実施している。 ○ムーンショット型研究開発制度において、目標 6「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汎用量子コンピュータを実現」の PD、PM を決定した（2020 年 9 月）。	○引き続き、ナノテクノロジープラットフォームにおいて、最先端の研究設備とその活用のノウハウを有する大学・研究機関が連携し、全国的な共用体制を構築、産学官の利用者に対して、最先端の計測、評価、加工設備の利用機会を、高度な技術支援とともに提供する。 ○マテリアル先端リサーチインフラにおいて、量子技術を含む重要技術領域ごとに強みを持つ先端設備群を有するハブと特徴的な装置・技術を持つスポークからなるハブ＆スポークの共用体制において、高品質なデータを産学官から効率的・継続的に創出・共用化するための仕組みと、そうした高品質なマテリアルデータを戦略的に収集・蓄積・流通・利活用できる仕組みを持つ、マテリアル研究インフラのプラットフォームを整備する。 ○継続して研究開発を推進する。 ○ムーンショット目標 6 を着実に推進する。

(2) 量子融合イノベーション領域

＜目標＞ 将来の我が国産業・イノベーションの発展に向けた最重点領域として、「量子融合イノベーション領域」を設定し、それぞれ「融合領域ロードマップ」を策定した上で、これらに基づく研究開発支援等の戦略的取組を強化・推進		
取組	進捗	2021 年度以降（の取組）
量子技術と関連技術とを融合・連携させた「量子融合イノベーション領域」を設定 【科技、総、文、経】	○内閣府において、2020 年 6 月、「官民研究開発投資拡大プログラム（PRISM）」に「量子技術領域」を設置して、官民の研究開発投資の拡大に資する施策の支援を開始した。	○重要な施策の実施・加速を進める。
「融合領域ロードマップ」を策定し、民間から投資を呼び込み、国直轄の大規模なプロジェクトや大型の研究開発ファンディング等を実施等 【科技、総、文、経】 量子融合イノベーション領域① 量子 AI	○阪大を中心に、知的量子設計による量子ソフトウェア研究開発と応用を目指し、量子の優位性の知見、NISQ が有効な実問題、NISQ を有効活用する基盤技術、量子 AI の確立と応用について、Q-LEAP、PRISM を活用して実施している。	○AI と量子情報処理の融合による、量子 AI の基礎学理の構築やマテリアルズ・インフォマティクスなどへ応用を目指すことで量子 AI の可能性の最大化する。また、量子インフラ（量子通信・インターネット、量子センサ、量子コンピュータ）と組み合わせた量子 AI システムの創出を目指す。2029 年度には、量子有意性を活用したアプリの提供や、量子 AI による実問題の解析を実現する。
量子融合イノベーション領域② 量子生命	○AI チップ・次世代コンピューティングの技術開発事業において、イジングマシン共通ソフトウェア基盤の研究開発を実施している。	○継続して研究開発を推進する。
	○QST を中心に、生体ナノ量子センサ、量子技術を用いた超高感度 MRI/NMR）、量子論的生命現象の解明・模倣の研究開発を Q-LEAP、PRISM を活用して実施している。Q-LEAP において、ナノダイヤモンド SiV 温度センサを用いた計測システムを構築し、温度計測ができることを実証した。	○健康長寿社会の実現を目指した革新的な検査・診断・治療の実現を目指し、2029 年度には、生体ナノ量子センサシステムの開発、超高感度 MRI/NMR 装置の開発等を実現する。
量子融合イノベーション領域③ 量子セキュリティ	○「量子技術イノベーション拠点」8 拠点のうち、量子セキュリティ拠点における国際ハブとなる新棟の形成に向け、NICT の小金井本部内において、2020 年度より当該拠点の整備を開始した。	○量子セキュリティ拠点のための新棟は、2021 年度中に完成予定。また、拠点のさらなる充実に向けた取組を実施していく。 ○基礎基盤的な研究を進めるとともに、重要な施策については、量子融合イノベーション領域への展開と加速を検討する。

(続き)

取組	進捗	2021 年度以降（の取組）
基礎基盤的な研究や基盤施設・設備等の整備・共用化等 【総、文、経】	○量子暗号通信の社会実装の加速を目的として、公的機関をアーリーアダプターとして量子暗号通信を導入し、検証試験を実施している。 ○NICT が構築・運用している量子暗号通信技術の研究開発用テストベッド「東京 QKD ネットワーク」について、その機能の拡充等のため、Beyond 5G 研究開発促進事業（共用施設・設備整備）の一部として、令和 2 年度第三次補正予算により所要経費を措置した。 ○ナノテクノロジープラットフォームにおいて、最先端の研究設備とその活用のノウハウを有する大学・研究機関が連携し、全国的な共用体制を構築することで、産学官の利用者に対して、最先端の計測、評価、加工設備の利用機会を、高度な技術支援とともに提供している。（再掲） ○マテリアル先端リサーチインフラにおいて、量子技術を含む重要技術領域ごとに強みを持つ先端設備群を有するハブと特徴的な装置・技術を持つスポークからなるハブ＆スポークの共用体制を構築し、ユーザーニーズが高いデータ対応型設備の導入と設備から創出されるデータの構造化等を行う人材配置の実施を開始する。（再掲） ○「量子技術イノベーション拠点」8 拠点のうち、「量子デバイス開発拠点」の中核となる研究ユニットとして「新原理コンピューティングセンター」を、2020 年 10 月に産総研（つくば）に設立した。	○量子暗号通信の高度化と、より容易に利用可能となるような技術開発を推進する。 ○量子暗号通信の高度化と、より容易に利用可能となるような技術開発を推進する。 ○引き続き、ナノテクノロジープラットフォームにおいて、最先端の研究設備とその活用のノウハウを有する大学・研究機関が連携し、全国的な共用体制を構築、産学官の利用者に対して、最先端の計測、評価、加工設備の利用機会を、高度な技術支援とともに提供する。（再掲） ○マテリアル先端リサーチインフラにおいて、量子技術を含む重要技術領域ごとに強みを持つ先端設備群を有するハブと特徴的な装置・技術を持つスポークからなるハブ＆スポークの共用体制において、高品質なデータを産学官から効率的・継続的に創出・共用化するための仕組みと、そうした高品質なマテリアルデータを戦略的に収集・蓄積・流通・利活用できる仕組みを持つ、マテリアル研究インフラのプラットフォームを整備する。（再掲） ○当該拠点の機能を拡充するとともに、引き続き量子デバイスの試作サービス提供等を行い、プラットフォームとしての機能も果たす。

(3) 量子 inspired 技術・準量子技術

＜目標＞ 我が国発の有望な「量子 inspired 技術・準量子技術」を評価・特定した上で、速やかに戦略的な研究開発や実用化支援等を充実・推進		
取組	進捗	2021 年度以降（の取組）
「量子 inspired 技術・準量子技術」は、我が国企業が中心に開発した独自技術であり、これらと量子技術と組み合わせた「量子・古典ハイブリッド」による研究開発等を重点的に推進するとともに、短中期での産業化・事業化に結び付けるための戦略的取組を展開 【科技、総、文、経】	○AI チップ・次世代コンピューティングの技術開発事業において、社会に広範に存在する組合せ最適化問題に特化したアニーリングマシン（量子コンピュータである「量子アニーリングマシン」やデジタル回路を用いたアニーリングマシン）の技術開発を実施している。ハードウェアからインターフェース、ソフトウェア・アプリケーションに至るまで、一体的に開発を推進している。 ○2018 年度から実施している「戦略的イノベーション創造プログラム（S I P）第 2 期」課題において、①レーザー加工、②光・量子通信、③光電子情報処理と、これらを統合したネットワーク型製造システムの研究開発及び社会実装の推進している。この中の③において、量子コンピュータなどの計算資源を高速に最適活用することを可能とする次世代アクセラレータ基盤の開発・実装に取り組んでいる。	○引き続き開発を行い、2022 年度に開発成果を組み込んだ要素技術に係る検証等を行い、エネルギー消費効率あるいは電力効率（単位電力あたり性能）が、事業開始時点（2018 年度）における同等の技術と比較し、100 倍以上となる見込みを示す。 ○ネットワーク型製造システムへの統合及び社会実装に向けた取組を進める。

(続き)

取組	進捗	2021 年度以降 (の取組)
基礎基盤的な研究や基盤施設・設備等の整備・共用化等 【総、文、経】	○ナノテクノロジープラットフォームにおいて、最先端の研究設備とその活用のノウハウを有する大学・研究機関が連携し、全国的な共用体制を構築することで、産学官の利用者に対して、最先端の計測、評価、加工設備の利用機会を、高度な技術支援とともに提供している。(再掲) ○マテリアル先端リサーチインフラにおいて、量子技術を含む重要技術領域ごとに強みを持つ先端設備群を有するハブと特徴的な装置・技術を持つスポークからなるハブ＆スポークの共用体制を構築し、ユーザーニーズが高いデータ対応型設備の導入と設備から創出されるデータの構造化等を行う人材配置の実施を開始する。(再掲) ○「量子技術イノベーション拠点」8 拠点のうち、「量子デバイス開発拠点」の中核となる研究ユニットとして「新原理コンピューティングセンター」を、2020 年 10 月に産総研（つくば）に設立した。(再掲)	○引き続き、ナノテクノロジープラットフォームにおいて、最先端の研究設備とその活用のノウハウを有する大学・研究機関が連携し、全国的な共用体制を構築、産学官の利用者に対して、最先端の計測、評価、加工設備の利用機会を、高度な技術支援とともに提供する。(再掲) ○マテリアル先端リサーチインフラにおいて、量子技術を含む重要技術領域ごとに強みを持つ先端設備群を有するハブと特徴的な装置・技術を持つスポークからなるハブ＆スポークの共用体制において、高品質なデータを産学官から効率的・継続的に創出・共用化するための仕組みと、そうした高品質なマテリアルデータを戦略的に収集・蓄積・流通・利活用できる仕組みを持つ、マテリアル研究インフラのプラットフォームを整備する。(再掲) ○当該拠点の機能を拡充するとともに、引き続き量子デバイスの試作サービス提供等を行い、プラットフォームとしての機能も果たす。(再掲)

2. 国際戦略

(1) 国際協力の戦略的展開

＜目標＞ 5年以内を目途に、欧米を中心として、量子技術に関する政府レベルでの多国間・二国間の協力枠組みを整備・構築		
取組	進捗	2021 年度以降（の取組）
欧米を中心に、政府レベルでの多国間・二国間の協力枠組みを整備・構築等 【内閣官房、科技、総、外、文、経】	○2019 年 12 月に日米両政府が取り交わした「量子協力に関する東京声明」を踏まえて、二国間の科学技術協力合同委員会（米，EU，フィンランド，蘭，印）で量子技術に関する協力について協議を実施した。また、同月に、日 EU バイ会談を開催し、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について議論した。 ○国内 8 拠点からなる「量子技術イノベーション拠点」を整備し、当該拠点を通じ、価値観を共有する国との戦略的な協力を検討している。	○二国間の科学技術協力合同委員会などの場において、量子技術を取り上げ、国際協力を促進する。特に米国との間では、MEXT-DOE 間において、量子情報科学に係る Project Arrangement の作成・署名を調整中。 ○2021 年度後半に、量子技術イノベーション拠点をテーマとした米欧との国際ワークショップの開催を予定している。

(2) 安全保障貿易管理

＜目標＞ 量子技術をはじめとする先進技術の研究等を行う大学・研究機関等における、外国為替及び外国貿易法等の遵守を含めた管理体制整備等を強化・推進		
取組	進捗	2021 年度以降（の取組）
外国為替及び外国貿易法に基づく安全保障貿易管理規程等の整備と運用体制の強化等 【内閣官房、科技、総、外、文、経】	○「安全保障貿易に係る機微技術管理ガイドンス（大学・研究機関用）」により注意喚起を実施している。また、各ファンディング事業における外国為替及び外国貿易法等の遵守を徹底させるとともに、安全保障貿易管理体制の構築等に向けた専門家の派遣や説明会開催等により、研究活動の実態に即した効果的な管理体制の構築等を後押ししている。	○引き続き、各ファンディングにおける外国為替及び外国貿易法等の遵守を徹底させる。関係省庁、大学、研究機関及び資金配分機関等と連携して、機微な技術を扱う主体における安全保障貿易管理の体制の構築・強化を進めるとともに、当該技術の研究開発事業に対する安全保障貿易管理の要件化に係る取組等の推進を図る。

3. 産業・イノベーション戦略

(1) 「量子技術イノベーション拠点（国際ハブ）」の形成

＜目標＞ 2020年度からの5年間で「量子技術イノベーション拠点（国際ハブ）」を国内に5拠点以上、整備・形成		
取組	進捗	2021年度以降（の取組）
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）」を形成等【科技、総、文、経】	○国内8つの量子技術イノベーション拠点を整備（量子コンピュータ開発拠点、量子デバイス開発拠点、量子コンピュータ利活用拠点、量子ソフトウェア研究拠点、量子セキュリティ拠点、量子生命拠点、量子マテリアル拠点、量子センサ拠点）した。2021年2月26日に発足式典・シンポジウムを開催した。（一部再掲）	○引き続き、各量子技術イノベーション拠点における研究開発や社会実装に向けた取組を推進する。 また、拠点間の連携を促進するため、2021年4月に8拠点の拠点長が集まる量子技術イノベーション拠点推進会議を設置し、国際連携、知財、産学連携、人材育成等の拠点横断的な取組を推進する。（一部再掲）

(2) 「量子技術イノベーション協議会（仮称）」の創設

＜目標＞ 5年以内を目途に、特定の技術領域毎に大学・研究機関・企業等で構成される「量子技術イノベーション協議会（仮称）」を創設		
取組	進捗	2021年度以降（の取組）
産学官等による量子技術の産業・社会での利活用等を検討・議論する場である「量子技術イノベーション協議会（仮称）」の創設や活動等を支援等 【科技、総、文、経】	○「量子技術イノベーション協議会（仮称）」の創設に向けた準備会合等を開催し、大学・研究機関・企業等と協議会の在り方についての検討を開始した。	○引き続き、協議会の創設に向けた検討を進める。

(3) 創業・投資環境の整備

＜目標＞ 10年以内を目途に、量子技術を基にした大学・研究機関発、又は企業発ベンチャー企業を、要素技術関連も含めて10社以上、新規創設		
取組	進捗	2021年度以降（の取組）
量子技術を基にしたベンチャー創出拡大に向けたスタートアップ支援等の拡大を検討等 【科技、総、文、経】	○「イノベーションの創出」を目指すSBIR制度の実効性向上のため、科学技術・イノベーション創出の活性化に関する法律の一部を改正し（2021年4月1日施行予定）、内閣府を司令塔とした省庁連携の取組を強化している。 ○AIチップ・次世代コンピューティングの技術開発事業の基本計画において、情報産業再興の観点から、中小・ベンチャー企業が実施体制に含まれることも重視し、必要に応じて専門家の派遣等により事業遂行や技術・経営面における各種アドバイスをを行う等、中小・ベンチャー支援を実施することとしている。	○技術開発戦略の進捗状況を踏まえて、スタートアップ支援等を検討する。 ○継続して実施する。

4. 知的財産・国際標準化戦略

(1) 知的財産戦略

＜目標＞ 量子技術に関して、オープン・クローズド戦略に基づく知的財産の戦略的な権利化・利活用等を推進		
取組	進捗	2021 年度以降（の取組）
オープン・クローズド戦略に基づく、柔軟な権利化・利活用等を推進 【科技、知財、総、文、経】	○国内 8 つの量子技術イノベーション拠点において、知的財産の戦略的な権利化・利活用に向けた連携枠組みを検討している。 ○「NEDO プロジェクトにおける知財マネジメント基本方針」等に基づき、研究開発プロジェクトごとに適切な知的財産マネジメントを実施している。	○国内 8 つの量子技術イノベーション拠点が連携するための分科会を立ち上げ、知的財産の戦略的な権利化・利活用等の推進に向けた具体的方策を検討する。 ○引き続き、各研究開発プロジェクトにおいて、ガイドライン等に基づいた適切な知的財産マネジメントを実施する。

(2) 国際標準化戦略

＜目標＞ 我が国が強みを有し、大きな経済的波及効果等が期待される量子技術領域を特定し、国際標準の獲得に向けた戦略を検討・推進		
取組	進捗	2021 年度以降（の取組）
我が国の強みを考慮しつつ、研究開発段階からの一体的な国際標準獲得の支援等 【科技、知財、総、文、経】	○ITU-T(国際電気通信連合電気通信標準化部門)において、日本の量子暗号通信技術を骨子とする標準体系を整備するため、日本が議論をリードし、国際標準化を推進している。現在までに、SG(Study Group)13 では QKDN 基本勧告 5 件（Y.3800－Y.3804）の勧告化、SG17 では 2 件（X.1710,X.1714）の勧告化を完了した。 ○国内 8 つの量子技術イノベーション拠点において、国際標準の獲得に向けた連携枠組みを検討している。 ○量子コンピューティングの国際標準化に向けて、量子コンピューティング全般を審議対象とする作業グループ（ISO/IEC JTC1 WG14）を新設することが決議。（日本も積極的に参加していく方針）国内においても、国内対応委員会が新設され、関係機関が参加した。	○引き続き、総務省においては日本主導により ITU-T で議論を進めていくため、日本からの提出寄書に対して会合等における支援を行なっていく予定。また、NICT などにおいては、引き続き、国際標準化を見据えて、量子暗号通信の研究開発を実施しながら、量子暗号通信に係る国際標準化を推進する。 ○国内 8 つの量子技術イノベーション拠点が連携するための分科会を立ち上げ、国際標準の獲得に向けた戦略等を検討していく。 ○引き続き、日本からも国際標準化に向けた議論に参画するとともに、国内対応委員会のエキスパートを募集し、体制強化を図る。

5. 人材戦略

(1) 優れた人材の育成・確保

＜目標＞ 5年以内の早い段階で、大学等における量子技術に関する講座・専攻等の設置や体系的な教育プログラムの開発等を通じた人材育成を推進		
取組	進捗	2021年度以降（の取組）
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・実施等 【科技、総、文、経】	○2020年度より、Q-LEAP 人材育成プログラムにおいて、大学生等を対象に幅広い量子技術を体系的に学習できる共通的なコアプログラムとして、「量子技術高等教育拠点標準プログラムの開発」及び教育機関毎の特色や独自性を生かした独創的サブプログラムとして、「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」を実施している。また、量子技術等を学ぶ博士後期課程学生の処遇向上とキャリアパスの確保を一体的に実施する大学を支援する「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」を創設し、2021年度の事業開始に向けて、大学の選定等を行った。 ○連携大学院やクロスアポイントメント制度等により、産総研等研究法人の研究員が大学に兼務し、大学院生等に最先端の研究開発に関する講義を実施している。大学院生を産総研のリサーチアシスタント（RA）として、また若手研究者を博士研究員として雇用し、最先端の研究開発への参加を通じて研究者を育成している。	○Q-LEAP における共通的なコアカリキュラムの開発を着実に推進する。また、「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」を着実に実施し、大学を通じて、量子技術等を学ぶ博士後期課程学生の処遇向上とキャリアパスの確保を図る。さらに、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。 ○実施を継続する。

(2) 頭脳循環（ブレインサーキュレーション）の推進

＜目標＞ 多国間・二国間の協力枠組み等に基づき、国内外のトップレベルの研究者・技術者等の参画を得て、量子技術イノベーションに関する国際シンポジウム等を毎年開催し、頭脳循環を実現する環境を整備・構築		
取組	進捗	2021 年度以降（の取組）
量子技術に関する多国間での協力枠組みに基づいて、国内外から優れた研究者・技術者などを招聘・確保・育成するための環境整備や登用等 【内閣官房、科技、総、外、文、経】	○各量子技術イノベーション拠点における、国際協力の推進方策や、国際シンポジウム等の開催を検討している。	○2021 年度中を目途に、量子技術イノベーション拠点が中心となった日米欧の国際シンポジウムを開催予定である。また、国内外から優れた研究者・技術者を結集した拠点とすべく、国際連携の強化に向けた具体化を推進する。

(3) 量子ネイティブ（Quantum Native）の育成

＜目標＞ 将来を担う「量子ネイティブ（Quantum Native）」の育成・確保に向けて、特に高等学校や高等専門学校等の生徒を対象に学ぶ機会の提供や、幅広い科学コミュニケーション活動を展開		
取組	進捗	2021 年度以降（の取組）
中等教育段階における理数系教育の充実や量子技術の科学コミュニケーション活動を展開等 【科技、総、文、経】	○NICT では、量子 ICT 分野における人材を育成するため、大学、企業等と連携し、高専生、大学生、修士・博士課程在学者等を対象とする量子 ICT に関する講習会（NQC）等を実施した（2020 年 10 月～2021 年 3 月）。 ○2020 年度より、Q-LEAP 人材育成プログラムにおいて、教育機関毎の特色や独自性を生かした独創的サブプログラムとして、「実践的研究開発による全国的量子ネイティブの育成」を実施している。 ○量子技術イノベーション戦略との連携施策として、未踏ターゲット事業において、「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を実施している。	○引き続き、他のプログラム等と連携しながら、NQC 等の人材育成に関する取組を推進する。 ○2021 年より Q-LEAP 人材育成プログラムを拡充し、量子ネイティブの育成・確保を強化する予定である。また、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りリカレント教育の充実を検討する。 ○2021 年度も同連携施策を実施している。

