

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～

概要



令和4年6月2日
内閣府特命担当大臣
(科学技術政策)

目次

1. 量子未来社会ビジョンについて
2. 本ビジョンの3つの基本的考え方
3. 未来社会ビジョン
4. 未来社会ビジョンの実現に向けた取組の全体像
5. 各技術分野の取組
6. イノベーション創出のための基盤的取組

量子未来社会ビジョンについて

はじめに

- ✓ 令和2年1月の「量子技術イノベーション戦略」策定以降、**量子コンピュータの国際競争が激化**するとともに、コロナ禍によるDXの急速な進展、カーボンニュートラルなど急激に変化する社会経済の環境に対して**量子技術の役割が増大**
- ✓ 量子技術は**経済安全保障上でも極めて重要な技術**であり、高度な技術の自国保有や人材育成が重要
- ✓ このような環境変化等を踏まえ、有志国との連携も念頭に置きつつ、国際競争力を確保するとともに、生産性革命など産業の**成長機会の創出**やカーボンニュートラル等の**社会課題の解決**のために量子技術を活用し、社会全体のトランスフォーメーションを実現していくため、**量子技術により目指すべき未来社会ビジョンやその実現に向けた戦略**を策定

量子技術イノベーション戦略（令和2年1月）
（量子技術の研究開発）
研究開発（技術ロードマップ等）、量子拠点整備等

量子未来社会ビジョン
（量子技術による社会変革）
量子技術による成長機会創出、社会課題解決等

社会全体の
トランス
フォーメー
ション

量子技術を取り巻く環境変化等

量子産業の
国際競争の激化

コロナ禍による
DXの急速な進展

カーボンニュートラル
社会への貢献

量子コンピュータを支える
基盤技術の発展

経済安全保障上の量子技術の
重要性



Google
量子コンピュータ

<ベンチマーク比較>

Google (米)（2021年5月公表）
2029年に**1,000**論理量子ビット

IonQ (米)（2020年12月公表）
2028年に**1,024**論理量子ビット

日本 (ムーンショット)（2020年1月公表）
2030年に**数十～100**論理量子ビット（加速予定）

国際競争の激化！

本ビジョンの3つの基本的考え方

- ✓ 量子技術を**社会経済システム全体に取り込み**、従来型（古典）技術システムとの融合により（**ハイブリッド**）、我が国の産業の**成長機会の創出・社会課題の解決**
- ✓ 最先端の**量子技術の利活用促進**（量子コンピュータ・通信等の**テストベッド整備等**）
- ✓ 量子技術を活用した**新産業／スタートアップ企業の創出・活性化**

本ビジョンの3つの基本的考え方

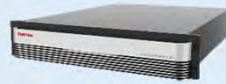
基本的考え方1

量子技術を社会経済システム全体に取り込み、従来型（古典）技術システムとの融合により（ハイブリッド）、我が国の産業の成長機会の創出・社会課題の解決

量子技術

・各技術分野

- ・量子コンピュータ
- ・量子ソフトウェア
- ・量子暗号通信
- ・量子計測・センシング



連携／
一体化

量子技術
を利活用

社会経済システム

・各分野の社会経済活動

- 創薬・医療、材料、金融、エネルギー、生活サービス、交通、物流、工場、安全・安心等

・従来型（古典）技術システム

- AI等の従来型（古典）コンピューティング、Beyond5G等の情報通信、計測・センシング、半導体等

・基盤的取組

- ・スタートアップ ・量子拠点強化
- ・人材育成・確保 ・知財化・標準化
- ・国際連携／産学官連携 ・アウトリーチ等

基本的考え方3

量子技術を活用した
新産業／スタートアップ企業の
創出・活性化

コンピューティング、センシング、
通信性能の飛躍的向上

社会全体を
トランスフォーメーション

基本的考え方2

量子技術の利活用促進
(量子コンピュータ・通信等のテスト
ベッド整備等)

経済・環境・社会が調和した未来社会（ビジョン）

経済成長
Innovation

人と環境の調和
Sustainability

心豊かな暮らし
Well-being

未来社会ビジョン（目指すべき未来社会像）

- ✓ 関係者においてビジョンを共有しながら、量子技術の研究開発や社会実装、産業化等の取組を推進していくため、**未来社会ビジョン（目指すべき未来社会ビジョン）**を設定。
- ✓ 経済・環境・社会が調和する未来社会像を見据えて、「**経済成長**」、「**人と環境の調和**」、「**心豊かな暮らし**」を実現

【想定されるシナリオ】

- DX、Society5.0の更なる進展
- Beyond5Gの民生利用開始
- 温室効果ガス46%削減
- 我が国の生産年齢人口減少（↔世界の人口増加）
- 経済安全保障の重要性増大 など

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、社会課題解決等

【未来社会像（ビジョン）】

経済成長 ～Innovation～

次世代高速コンピューティングが仮説と検証のイノベーション創出サイクルを飛躍的に加速するなど、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やサーキュラーエコノミーの実現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～

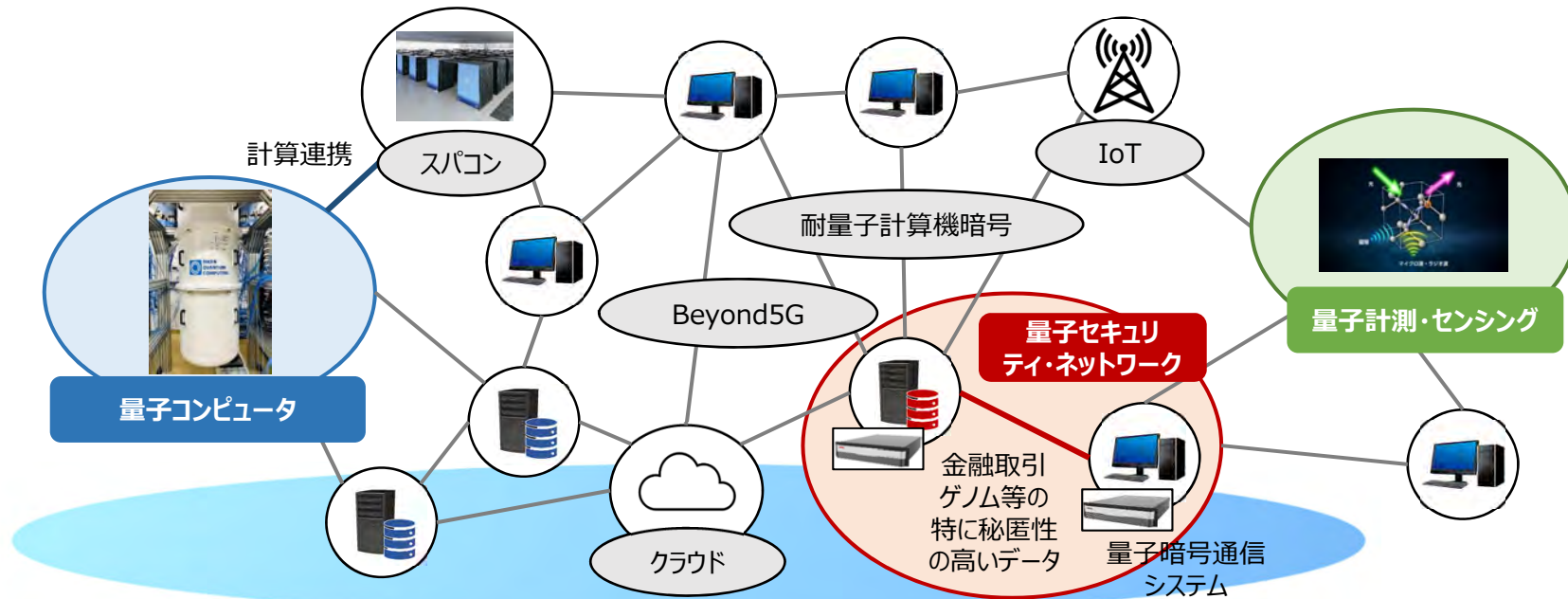
量子暗号通信による安全・安心な暮らし、次世代診断による健康・長寿、災害予測や避難誘導システムによるレジリエントな社会など、人々の心豊かな暮らしを実現



未来社会における量子技術によって創出される価値（量子技術活用イメージ）



未来社会ビジョン (量子・従来型 (古典) 技術のハイブリッド化イメージ)



コンピューティング

従来型技術

スーパーコンピュータ
HPC
AI・ビッグデータ 等



量子技術

量子コンピュータ



革新的計算サービスの実現

通信・セキュリティ

従来型技術

情報セキュリティ
耐量子計算機暗号
Beyond5G
クラウド 等



量子技術

量子セキュリティ
量子ネットワーク



セキュアで高度な通信の実現

計測・センシング

従来型技術

各種センサ
医療診断装置
(NMR・MRI等)
IoT 等



量子技術

量子計測・センシング



超高精度センシングの実現

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。

未来社会ビジョンの実現に向けた取組の全体像

3つの基本的考え方

- ✓ 量子技術を**社会経済システム全体に取り込み**、従来型（古典）技術システムとの融合により（**ハイブリッド**）、我が国の産業の**成長機会の創出・社会課題の解決**
- ✓ 最先端の**量子技術の利活用促進**（量子コンピュータ・通信等の**テストベッド整備等**）
- ✓ 量子技術を活用した**新産業／スタートアップ企業の創出・活性化**

【各技術分野の取組】

1. 量子コンピュータ

国産量子コンピュータの研究開発の抜本的な加速、産業界への総合支援

- ✓ 量子・古典の**ハイブリッドコンピューティングシステム・サービスの実現**
- ✓ 海外に比肩する国産量子コンピュータの**研究開発強化**
- ✓ **産業界への総合的な支援**（産総研）



2. 量子ソフトウェア

量子コンピュータの利用環境の整備、ソフトウェア研究開発の抜本的な強化

- ✓ 量子コンピュータ**利用環境整備**（テストベッド整備等）
- ✓ **他分野の産業・技術との融合**（産学共創）
- ✓ **量子ソフトウェアの国プロの抜本的な強化**



3. 量子セキュリティ・ネットワーク

量子暗号通信の利用拡大、総合的セキュリティの実現、量子インターネット研究

- ✓ **量子・古典一体**での総合的なセキュリティの実現
- ✓ 技術導入後押しのための**評価・認証制度などの支援**
- ✓ **量子インターネットの国プロ立ち上げ**



4. 量子計測・センシング等

量子計測・センシング技術の応用分野の拡大、事業化支援

- ✓ **応用分野の拡大、利用環境整備**（テストベッド整備等）、**技術基盤の充実**
- ✓ **企業の発掘・事業化支援**
- ✓ 世界最先端の**量子マテリアル開発・供給基盤整備**



【イノベーション創出のための基盤的取組】

1. スタートアップ企業の創出・活性化

量子技術を活用した**新産業／スタートアップ企業の創出・活性化**

- ✓ 政府系ファンド等活用などの**起業環境整備、アイデアコンテスト等の新規ビジネス発掘**
- ✓ スタートアップ企業向けの**量子コンピュータ利用支援等**
- ✓ 中小企業の製品・サービスの**調達改善**

2. 量子拠点の体制強化

産業競争力強化等のための新たな拠点形成等、ヘッドクォーター拠点の機能強化

- ✓ **グローバル産業支援拠点**（仮称）（産総研）
- ✓ **量子機能創製拠点**（仮称）（QST）
- ✓ **量子ソリューション拠点**（仮称）（東北大学）
- ✓ **国際教育研究拠点**（仮称）（OIST）
- ✓ **ヘッドクォーター機能の強化**（理研）

3. 人材の育成・確保

官民一体による産業人材、裾野の広い研究人材の育成

- ✓ 産業界等の幅広い層への**教育プログラム提供、関連情報の一元的な情報提供**
- ✓ 創薬・医療、材料、金融等の**他分野やAI等の技術分野と融合した人材育成**
- ✓ 裾野の広い**若手研究人材の育成**

4. 量子技術の知財化・標準化

オープン・クローズ戦略による量子技術の知財化・標準化の推進

- ✓ 量子技術に関する民間主導の**パテントプール**や運営組織の立ち上げ
- ✓ **国際的なルール作り**を主導する体制
- ✓ 量子暗号通信の**実用化技術の高度化**

5. 国際連携/産学官連携

国際共同研究/海外展開支援/産業・量子拠点の連携体制構築

- ✓ **若手研究者の海外派遣等**
- ✓ 産業界の**海外展開支援**
- ✓ 産学官の組織的な**連携・協力体制構築**



6. アウトリーチ活動

科学館展示、SNS発信、動画等コンテンツ等

- ✓ **科学館展示、SNS等**の広報活動
- ✓ **情報ポータルサイト**など情報提供強化

7. 経済安全保障等

経済安全保障/ビジネス環境整備等

- ✓ 重要な部品・材料の**サプライチェーン確保**
- ✓ 政府系ファンド活用等の**リスクマネー供給**

各技術分野の取組

1. 量子コンピュータ

国産量子コンピュータの研究開発の抜本的な強化、産業界への総合支援

- ✓ 量子技術と従来型（古典）計算システム（半導体等も含む）のハイブリッドなコンピューティングシステム・サービス実現、海外に比肩する国産量子コンピュータの研究開発の抜本的な強化
- ✓ 有志国を含む国内外の企業との連携による事業化等の支援のための環境整備、標準化支援等の産業界への総合的な支援（産総研に新センター等を設置）
- ✓ 量子コンピュータの大規模化・実用化に向けたブレークスルー技術の戦略的研究開発や基礎研究の推進



国産量子コンピュータ（理研で開発中）

2. 量子ソフトウェア

量子コンピュータの利用環境の整備、ソフトウェア研究開発の抜本的な強化

- ✓ 多様なユーザがアクセスし、ユースケースを探索・創出できる量子コンピュータの利用環境整備（テストベッド整備等）
- ✓ 量子・古典のハイブリッドなコンピューティングサービスも見据えた創薬・医療、材料、金融等の他分野やAI等の従来型（古典）技術分野との融合によるソフトウェアの開発（産学共創）
- ✓ 量子ソフトウェアに関する国家プロジェクトの抜本的な充実・強化、優れたアイデアを発掘・支援する仕組み



量子ソフト市場
(2040年・世界)
40~75兆円

3. 量子セキュリティ・ネットワーク

量子暗号通信の利用拡大、総合的セキュリティの実現、量子インターネット研究

- ✓ 量子暗号通信テストベッドや利用実証の拡大・充実、耐量子計算機暗号も含め量子技術と従来型（古典）技術が一体となった総合的なセキュリティの実現
- ✓ 量子暗号通信技術の導入を後押しするための評価・認証制度などの支援
- ✓ 量子状態を維持した通信を可能とする量子インターネット研究開発の国家プロジェクトの立ち上げ

量子ネットワーク



量子暗号通信システム（東芝）

4. 量子計測・センシング／量子マテリアル等

量子計測・センシング技術の応用分野の拡大、事業化支援

- ✓ 量子計測・センシング技術の応用分野・活用事例の拡大、利用環境の整備（テストベッド整備等）、利活用を支える技術基盤の充実・強化
- ✓ 将来のビジネス戦略を睨んだ企業（ユーザー・ベンダー）の発掘・事業化支援
- ✓ 世界最先端の量子機能を発揮する量子マテリアルの研究開発・供給基盤の整備



量子センサでEVの電流・温度を100倍以上高精度計測

EVの走行距離を10%以上向上（省エネ化）

イノベーション創出のための基盤的取組（1）

1. スタートアップ企業の創出・活性化

量子技術を活用した新産業／スタートアップ企業の創出・活性化

- ✓ 起業家育成、事業化支援、投資家とのマッチング、政府系ファンド等の活用を含めた総合的な起業環境整備、アイデアコンテスト／ピッチコンテストなど新たなビジネスの発掘・支援
- ✓ スタートアップ企業向けの量子コンピュータ利用支援やアプリケーション研究開発等支援
- ✓ スタートアップ企業をはじめとする中小企業の製品・サービスの調達改善（例えば、研究プロジェクトで実績・価格以外も重視する調達、単なる物買いではなく技術高度化も含む調達等）



国内のベンチャー企業例

2. 量子技術イノベーション拠点の体制強化

産業競争力強化等のための新たな拠点形成等、ヘッドクォーター拠点の機能強化

- ✓ 産業競争力強化、経済安全保障、量子技術利活用、国際競争力強化等のための新たな拠点形成・機能強化
 - 新たな市場の開拓、事業化等を支援する環境整備、標準化支援等の産業界への総合的な支援を担う「グローバル産業支援拠点（仮称）」（産総研）
 - 量子機能の創製等を通じた世界先端の量子マテリアルの研究開発・供給を担う「量子機能創製拠点（仮称）」（QST）
 - 産業界にとって価値のあるソリューション研究開発支援等を担う「量子ソリューション拠点（仮称）」（東北大学）
 - 世界最先端の国際的な研究開発・教育を担う「国際教育研究拠点（仮称）」（OIST）
- ✓ 我が国の量子技術イノベーション拠点を代表するヘッドクォーター機能の抜本的な強化（理研）
（世界に伍する最先端研究、産学官連携や国際連携、複数拠点の連携・調整機能、量子・古典の融合研究等）



3. 人材の育成・確保

官民一体による産業人材、裾野の広い研究人材の育成

- ✓ 民間事業者も活用した産業界も含めた幅広い層への教育プログラムの提供（リカレント教育等）、関連情報の一元的な提供
- ✓ 創薬・医療、材料、金融等の他分野やAI等の従来型（古典）技術分野と融合した人材育成（例：量子を第二言語とする「●●×量子」のハイブリッド人材等）
- ✓ 将来のブレークスルー技術を担う裾野の広い若手研究人材の育成、科学館展示や動画コンテンツ等も活用した量子ネイティブの育成（幼少期から量子に触れる環境づくり等）



イノベーション創出のための基盤的取組（2）

4. 量子技術の知財化・標準化

オープン・クローズ戦略による量子技術の知財化・標準化の推進

- ✓ オープン・クローズ戦略も踏まえた民間主導の**パテントプール**の形成と民間運営組織の立ち上げ
- ✓ 量子コンピュータ・量子暗号通信等の量子技術の**知財化・標準化**、**国際的なルールづくり**を主導していく体制づくりや仕組み構築
- ✓ 量子暗号通信の利用実証による**実用化技術の高度化・世界に先駆けた知財化・標準化**、**周辺技術を含めた実用化技術の確立や標準化**



5. 国際連携／産学官連携

国際共同研究／海外展開支援／産業界と量子拠点の連携体制構築

- ✓ 戦略的な国際共同研究の強化、若手研究者を中心とする研究者の海外派遣、海外からの優秀な研究者の呼び込みなど**国際交流・国際流動性の向上**
- ✓ **産業界の国際交流・協力の活性化**や、**産業界の海外展開の支援**
- ✓ **産業団体と量子技術イノベーション拠点、関係府省との連携・協力体制の構築**（意見交換の場、人材交流、共同研究等）



6. アウトリーチ活動の推進

科学館展示、SNS発信、動画等コンテンツ等

- ✓ 科学館展示、SNS、動画等のメディア・コンテンツによる**広報活動の充実・強化**、**若年層が量子技術に触れる環境づくり**
- ✓ 量子技術に関する情報を一元的に提供する仕組み（ポータルサイト等）など**情報提供の充実・強化**
- ✓ 量子技術と社会をつなぐ**人材（エバンジェリスト・アンバサダー等）**、**起業家・研究者等のフロントランナー人材のプリアップ**（若者キャリア形成にも寄与）等

7. 経済安全保障／ビジネス環境等

経済安全保障／ビジネス環境整備、国家プロジェクトの運用改善等

- ✓ 経済安全保障の確保・強化（技術的優位性を確保するための**先端技術の獲得**、重要な**基盤部品・材料等のサプライチェーンの確保**、**サイバー攻撃等への対応**）
- ✓ 政府系ファンド等の活用による**リスクマネー供給**や**アーリーアダプタによる需要喚起促進**（政府調達）
- ✓ 長期的投資を可能とする**基金制度の活用**など**国家プロジェクトの運用改善**

量子技術により創出される価値 (量子技術の活用イメージ)

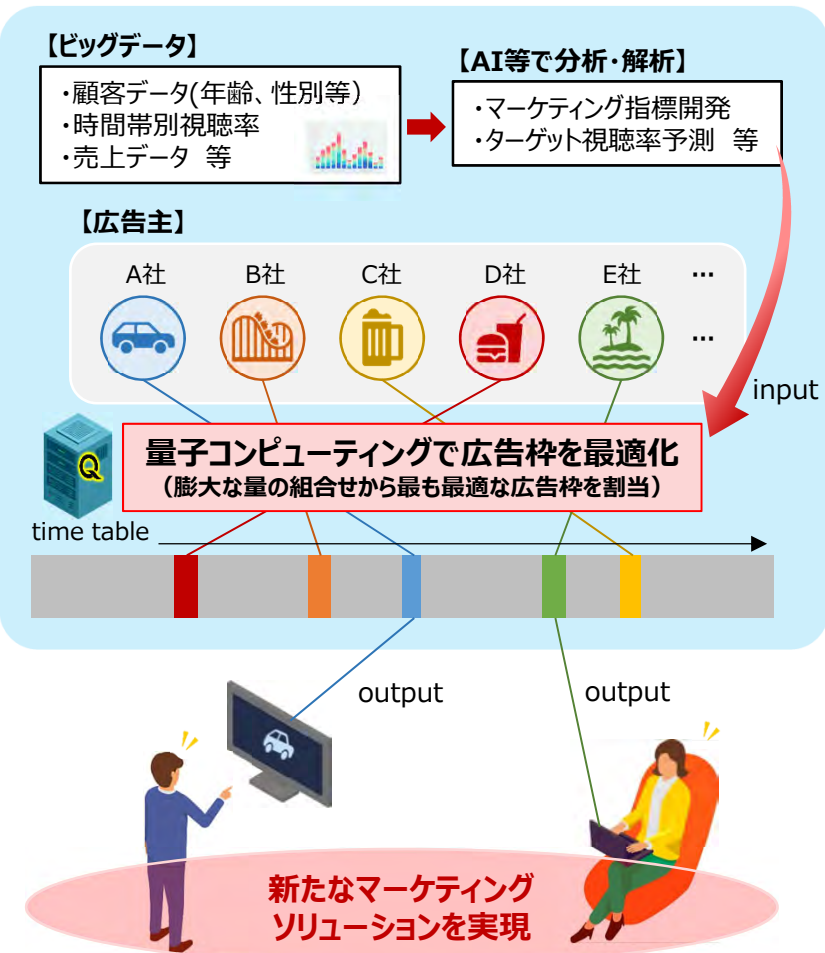
未来社会における量子技術によって創出される価値（量子技術活用イメージ）



量子技術の具体的な活用イメージ（1）

Usecase 1 : 広告戦略

- ・ビッグデータをAI等で分析・解析し指標開発、視聴率予測
- ・量子コンピューティングで**広告枠をリアルタイムに最適化**
- ⇒**ユーザー最適化された広告を提供**



Usecase 2 : スマートファクトリ

- ・AI等による需要等の予測に基づき、量子コンピューティングで**製造プロセス、人的配置・シフト・搬出・物流等を最適化**
- ⇒**より高度な工場のスマート化（スマートファクトリ）を実現**

従来、ベテラン職員が豊富な経験に基づき数時間かけて行う業務を、**数分から数十分程度で処理するなど、圧倒的に生産性を向上**



工場におけるスマート化に向けたアクション

製造プロセス

- ・AI需要等予測
- ・**低コスト、高効率な製造プロセス計画**(品質、供給量、在庫等からプロセスを最適化)

人的配置

- ・**シフト編成の高速処理**(休暇予定、労働条件、急な予定変更への対応等を高速処理)

搬出・物流

- ・**低コスト、最速のルート探索**(搬出量、中継地、搬送先、ドライバー・トラック等の条件下で最適化)

工場のスマート化を加速し、コストを最小化・生産性を最大化