

# 量子技術イノベーション戦略見直し検討WG

## 新戦略案への追加資料提出

2022年3月24日

量子技術による新産業創出協議会

# 新戦略案への追加資料提出

量子技術イノベーション戦略見直し検討WG（第10回）の新戦略案審議および事務局からの協力依頼に基づき資料を提出いたします。

1. 産業ビジョン（量子技術が実現する未来の社会）  
3/17ご指摘事項反映：サイバー空間の図を省き、市場想定規模を追加記入
2. 産業化ロードマップ  
3/17ご指摘事項反映：市場想定規模を追加記入

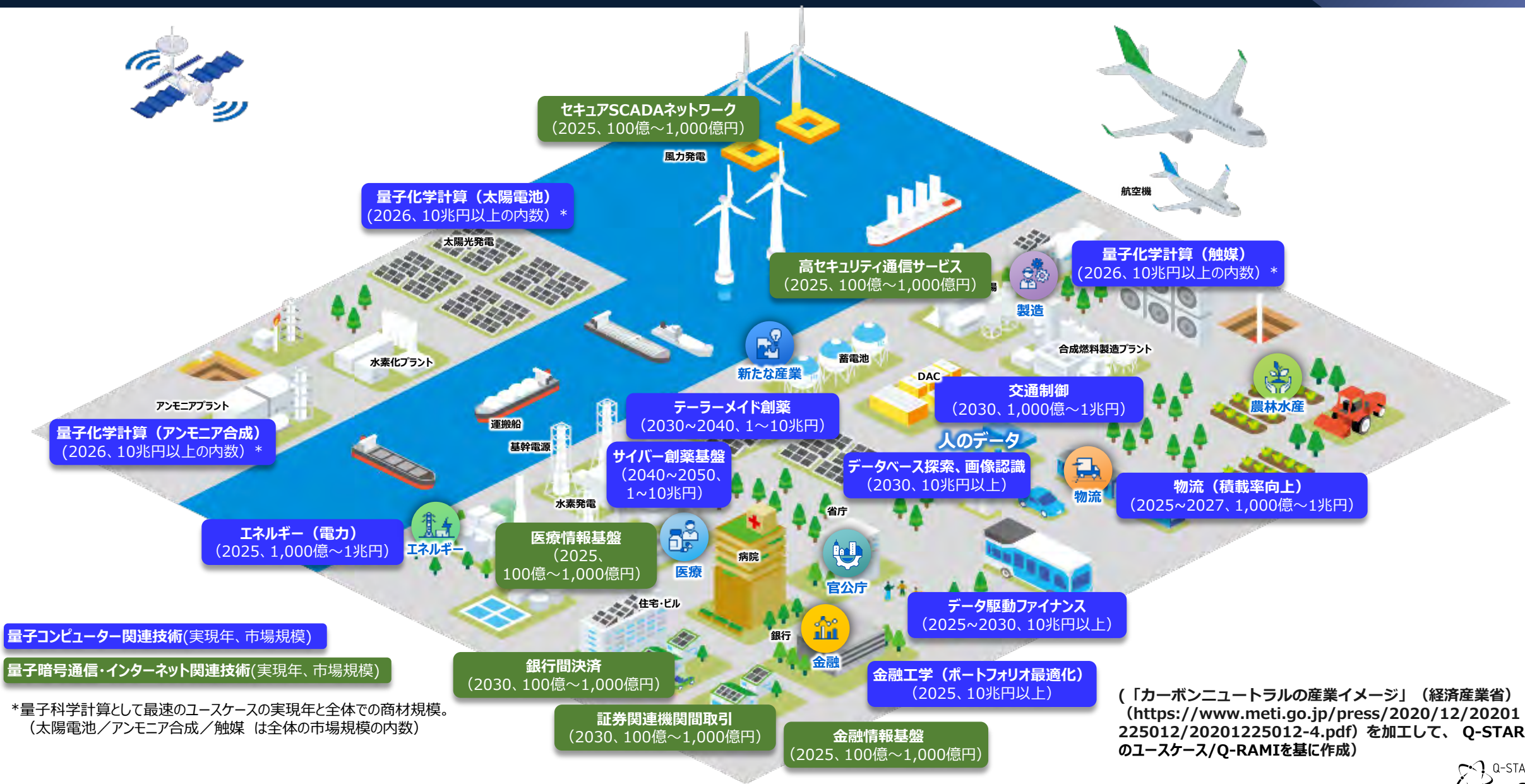
## APPENDIX（3/17ご提示資料）

- ・産業ビジョン（量子技術が実現する未来の社会）  
3/17ご指摘前のサイバー空間ありの図
- ・産業ビジョン（量子技術が実現する未来の社会）  
サーキュラーエコノミー編
- ・将来の極めて困難な社会課題（メガ問題）  
量子と既存技術のハイブリッドで実現するユースケース例

01

産業ビジョン

# 量子技術が実現する未来の社会



\*量子科学計算として最速のユースケースの実現年と全体での商材規模。  
(太陽電池/アンモニア合成/触媒 は全体の市場規模の内数)

(「カーボンニュートラルの産業イメージ」(経済産業省)  
(<https://www.meti.go.jp/press/2020/12/20201225012/20201225012-4.pdf>)を加工して、Q-STAR  
のユースケース/Q-RAMIを基に作成)

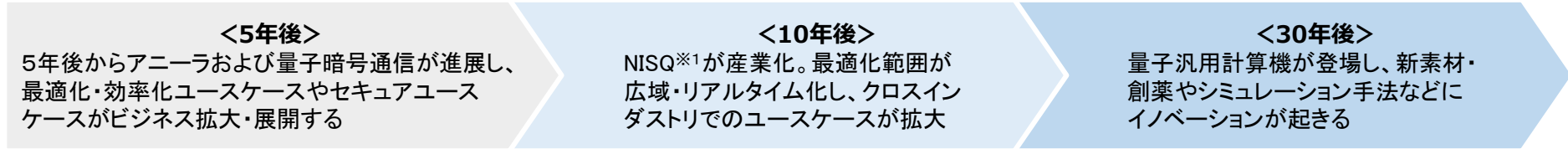
# 02

## 産業化ロードマップ

# 産業化ロードマップ(案)

- ①〇〇〇〇年：開発完了目標時期
- ②〇〇〇〇年：テストベッド検証/目標時期
- ③〇〇〇〇年：サービスイン目標

技術ロードマップから技術移転が期待される要素および期待時期



※1NISQ: 量子ビット数が数十から数百個程度の量子コンピューター

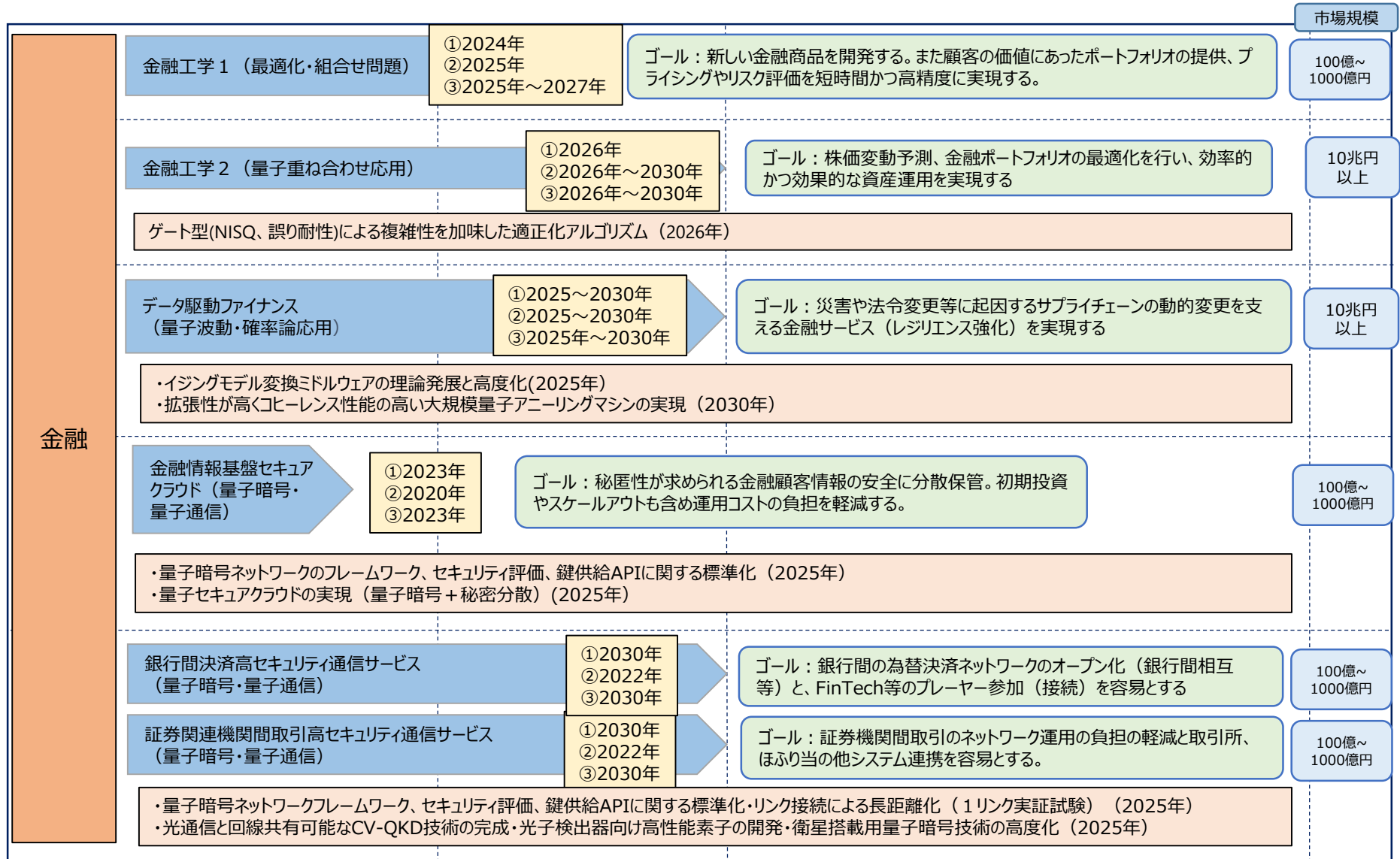
			市場規模
製造 (材料設計 他)	新規機能材料の探索 (量子重ね合わせ応用)	①2025年 ②2025~2026年 ③2026年	10兆円以上
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・量子コンピュータ (NISQ) のアルゴリズム実装 (2026年)</li> <li>・誤り耐性量子コンピュータへの展開と拡張 (2030年)</li> </ul>		
エネルギー	仮想発電所の運用 (最適化・組合せ問題)	①2025年 ②2027年 ③2025~2030年	1000億~1兆円
	セキュアSCADAネットワーク (量子暗号・量子通信)	①2025年 ②2023~2025年 ③2025年	100億~1000億円
<ul style="list-style-type: none"> <li>・量子暗号ネットワークのフレームワーク、セキュリティ評価、鍵供給APIに関する標準化(2025年)</li> </ul>			
情報通信 (セキュリティ)	高セキュリティ通信サービス (量子暗号・量子通信)	①2025年 ②2021年 ③2025年	100億~1000億円
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・量子暗号ネットワークのフレームワーク、セキュリティ評価、鍵供給APIに関する標準化 (2025年)</li> <li>・リンク接続による長距離化 (1リンク実証試験) (2025年)</li> <li>・光通信と回線共有可能なCV-QKD技術の完成 (2025年)</li> <li>・光子検出器向け高性能素子の開発・衛星搭載用量子暗号技術の高度化 (2025年)</li> </ul>		



# 産業化ロードマップ(案)

- ①〇〇〇〇年：開発完了目標時期
- ②〇〇〇〇年：テストベッド検証/目標時期
- ③〇〇〇〇年：サービスイン目標

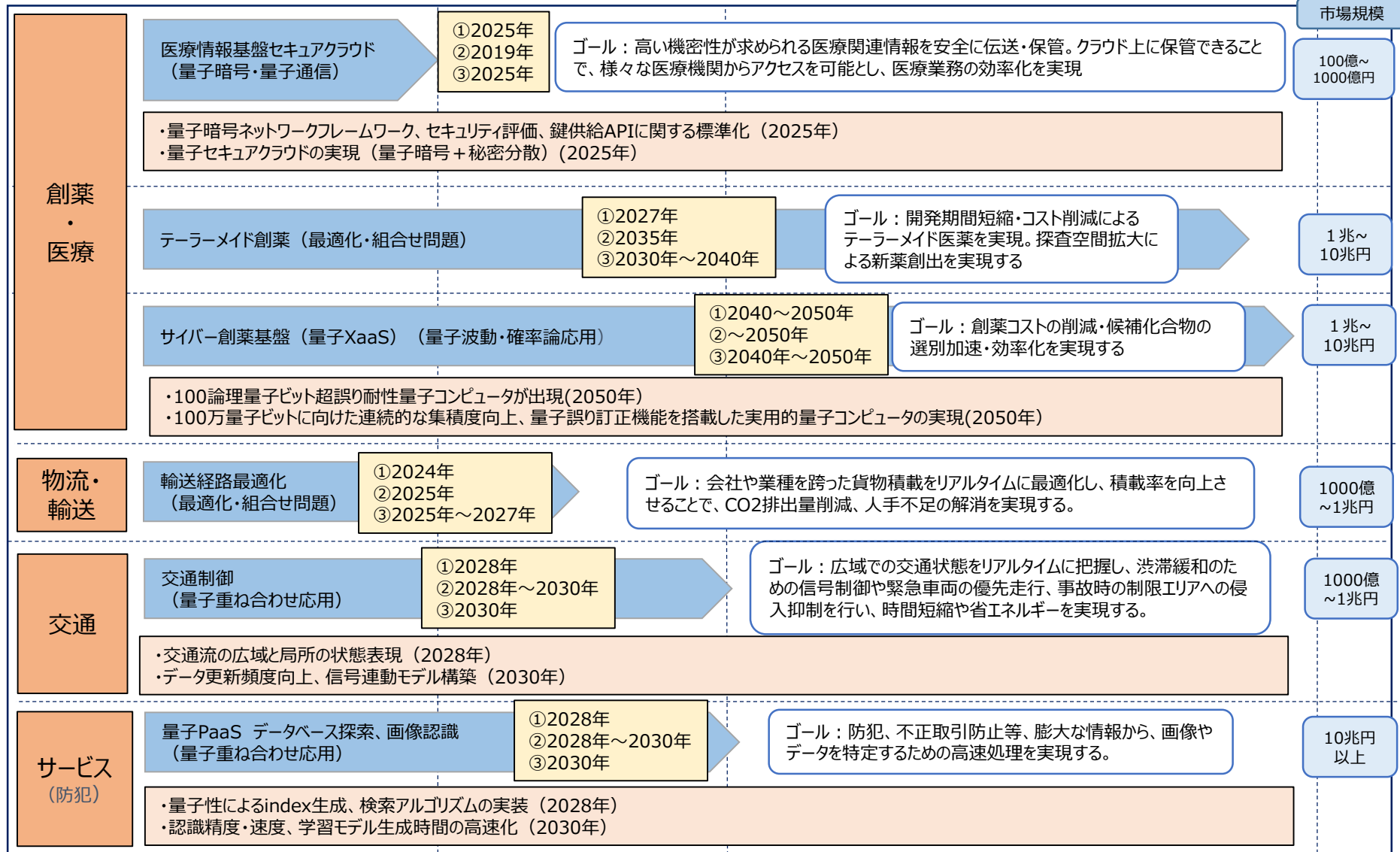
技術ロードマップから技術移転が期待される要素および期待時期



# 産業化ロードマップ(案)

①〇〇〇〇年：開発完了目標時期  
 ②〇〇〇〇年：テストベッド検証/実証目標時期  
 ③〇〇〇〇年：サービスイン目標

技術ロードマップから技術移転が期待される要素および期待時期





# APPENDIX

# 量子技術が実現する未来の社会

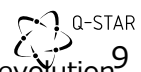


量子コンピューター関連技術(実現年、市場規模)

量子暗号通信・インターネット関連技術(実現年、市場規模)

\*量子科学計算として最速のユースケースの実現年と全体での商材規模。  
(太陽電池/アンモニア合成/触媒 は全体の市場規模の内数)

(「カーボンニュートラルの産業イメージ」(経済産業省)  
(<https://www.meti.go.jp/press/2020/12/20201225012/20201225012-4.pdf>) を加工して、Q-STAR  
のユースケースを基に作成)



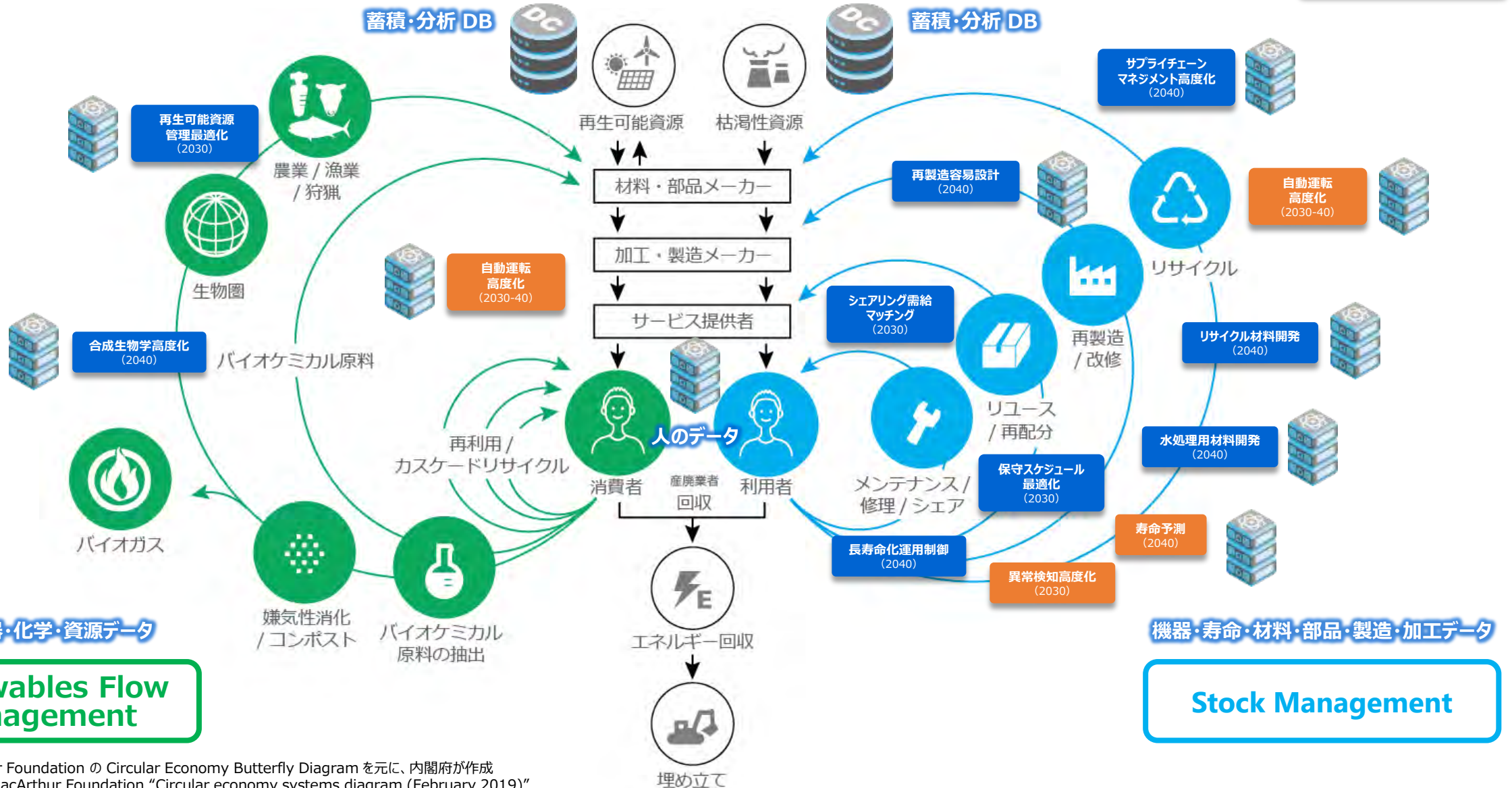
# 量子コンピューティングが実現する社会

サーキュラーエコノミーを実現する量子コンピューティング

量子コンピューター関連技術(実現年)

量子暗号通信・インターネット関連技術(実現年)

量子センサ関連技術(実現年)



Renewables Flow Management

Stock Management

※ Ellen MacArthur Foundation の Circular Economy Butterfly Diagram を元に、内閣府が作成  
Source: Ellen MacArthur Foundation "Circular economy systems diagram (February 2019)"  
[www.ellenmacarthurfoundation.org](http://www.ellenmacarthurfoundation.org)

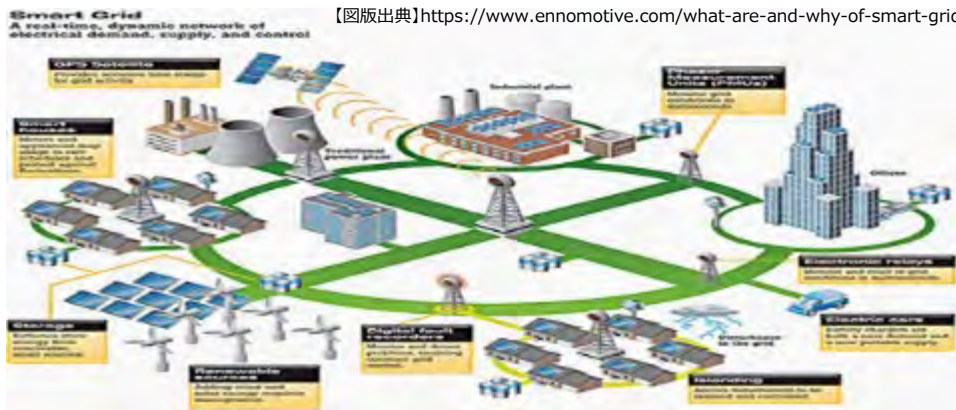
# 将来の極めて困難な社会課題：安心なデータ社会（情報通信セキュリティ） 対応ユースケース例：セキュアSCADAネットワーク（量子暗号・量子通信）

## ユースケース概要

- 量子暗号通信とTSN技術を組み合わせたTime-Sensitive QKDによりSCADAネットワークを保護  
TSN：Time-Sensitive Networking
- 暗号化には演算量が少ないOTPを活用

## 実現イメージ

実現目標時期：2025年



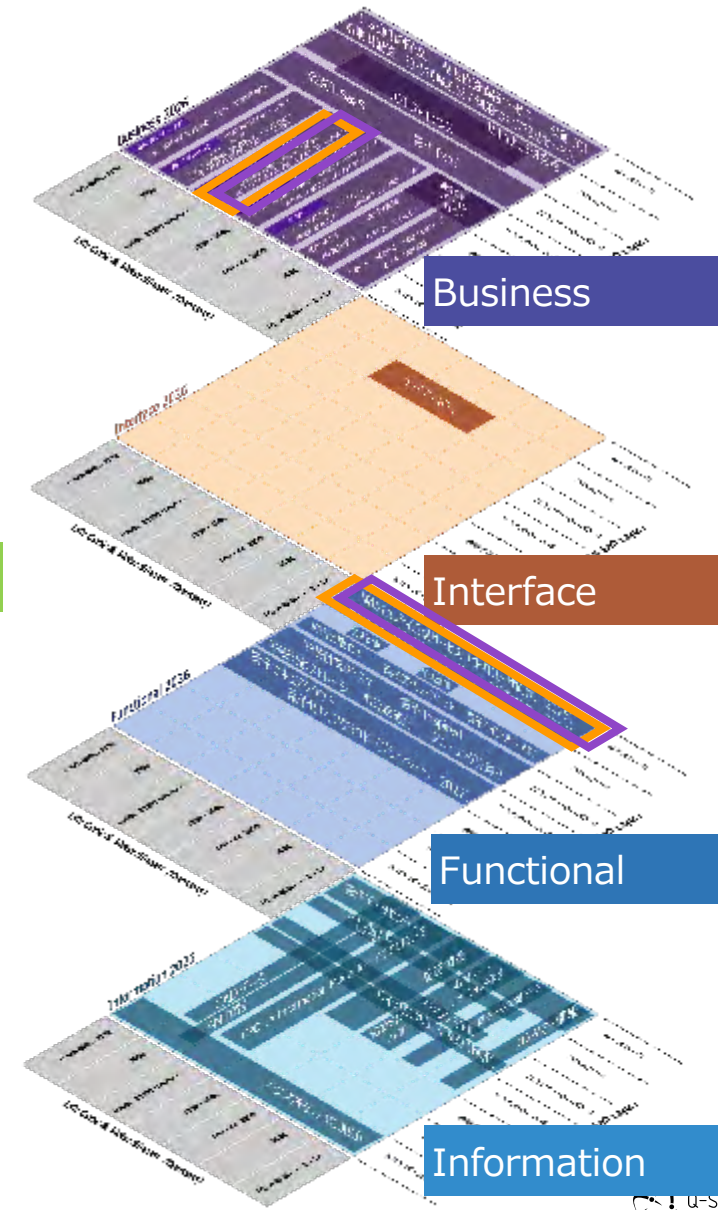
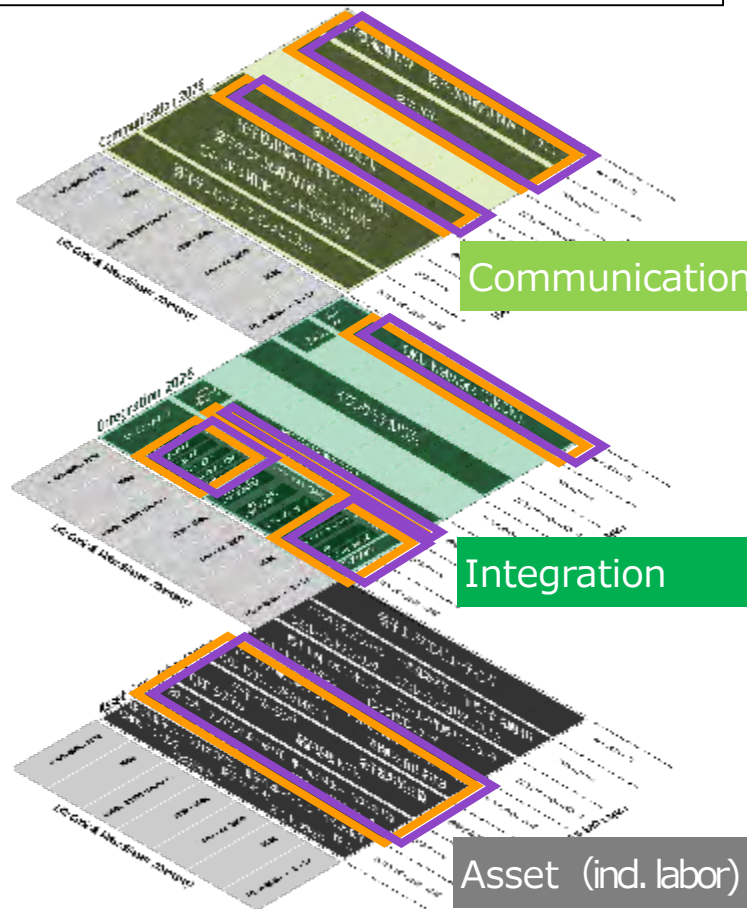
## 期待される効果

- SCADAネットワークからの情報漏洩を防ぎ、システムの安全性を高めます
- 暗号化アルゴリズムにOTPを用いることで、理論的安全性に加え、既存暗号方式に比べ処理オーバーヘッドを軽減できるため、リアルタイムな制御に適しています

## QRAMI

## 量子と既存技術のハイブリッドでユースケース実現

レイヤー	QRAMI該当部分	既存技術要素
Business	セキュアSCADAネットワーク	SCADAネットワーク
Interace		
Functional	高セキュリティ通信サービス (企業ユーザ向け)	通信サービス(企業ユーザ向け)
Information		
Communication	量子暗号通信・量子暗号・量子鍵流通NW	専用線・既存暗号方式・TSN
Integration	QKD関連全部	TCP/IP
Asset	単一光子検出器・CV-QKD用コヒーレント光検波器 低損失光ケーブル・QKDシステム・QKDリンク(地上系、光ファイバー)	インターネット・光ファイバー・ルータ・スイッチ



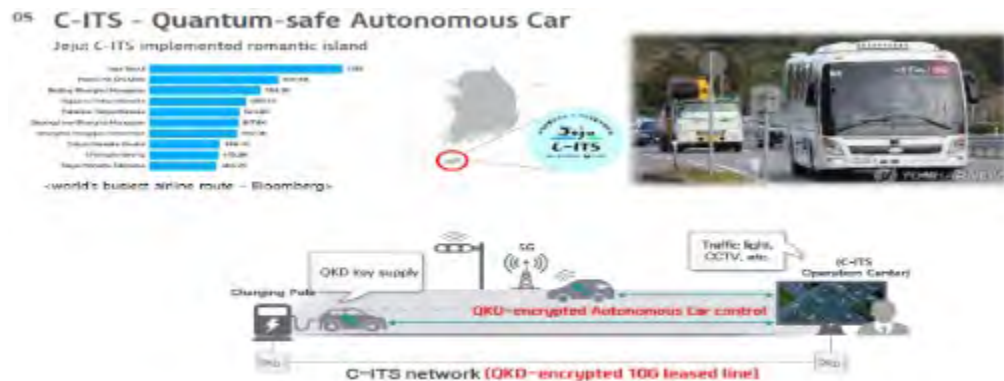
# 将来の極めて困難な社会課題：安心なデータ社会（情報通信セキュリティ） 対応ユースケース例：高セキュリティ通信サービス（量子暗号・量子通信）

## ユースケース概要

- 量子暗号通信と5G/Beyond5G技術を組み合わせた広帯域・低遅延ネットワークを量子暗号通信により保護
- 暗号化に演算量が少ないOTPを用いることによる低遅延化

## 実現イメージ

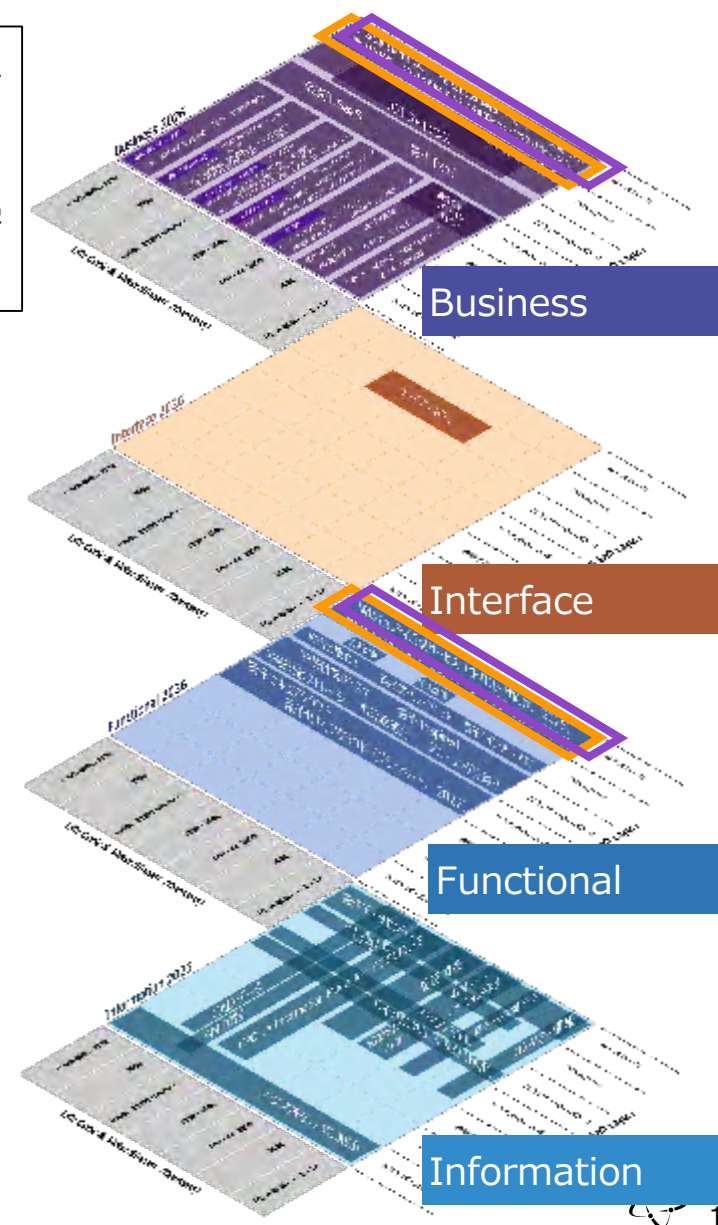
実現目標時期：2025年



【図版出典】<https://www.itu.int/en/ITU-T/webinars/20210526/Documents/Hans%20Kim.PDF>

## 期待される効果

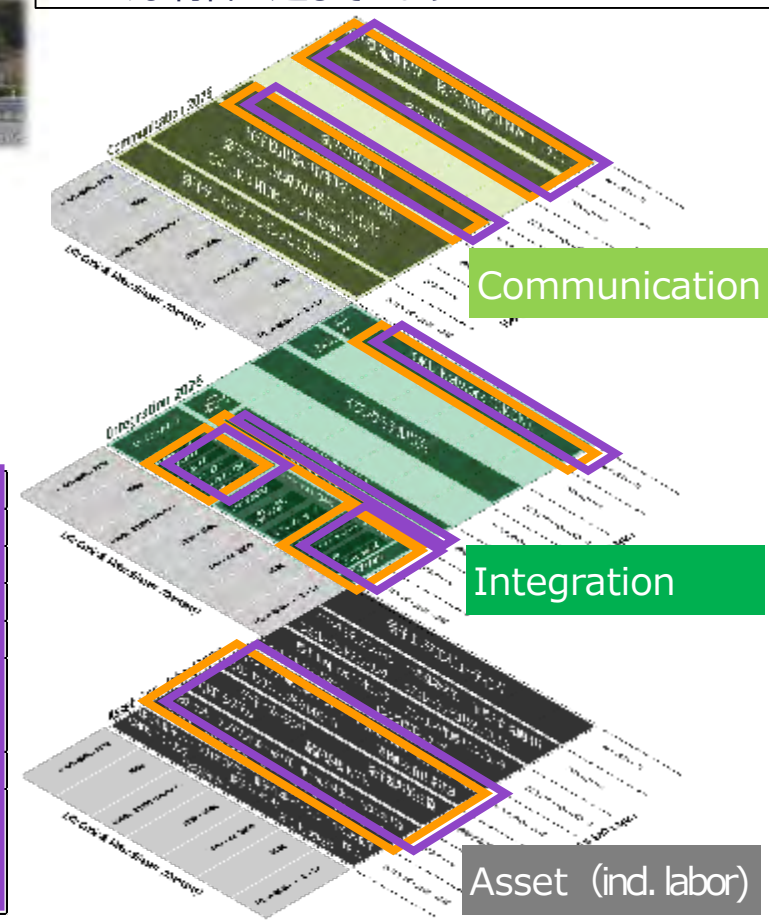
- 自動運転・遠隔医療等、高い安全性が求められるシステムのサイバーセキュリティ対策として有効です
- 暗号化アルゴリズムにOTPを用いることで、理論的安全性に加え、既存暗号方式に比べ処理オーバーヘッドを軽減できるため、リアルタイムな制御に適しています



## QRAMI

## 量子と既存技術のハイブリッドでユースケース実現

レイヤー	QRAMI該当部分	既存技術要素
Business	セキュア通信ビジネス	通信サービス(企業ユーザ向け)
Interface		
Functional	高セキュリティ通信サービス	通信サービス(企業ユーザ向け)
Information		
Communication	量子暗号通信・量子暗号・量子鍵流通NW	専用線・既存暗号方式・VPN
Integration	QKD関連全部	TCP/IP
Asset	単一光子検出器・CV-QKD用コヒーレント光検波器 低損失光ケーブル・QKDシステム・QKDリンク(地上系、光ファイバー)	インターネット・光ファイバー・ルータ・スイッチ・5G



# 将来の極めて困難な社会課題：パンデミック（創薬）

## 対応ユースケース例：サイバー創薬基盤（量子波動・量子確率論応用）

### ユースケース概要

- 量子化学分野の開拓により、創薬プロセスにおける候補化合物からの絞り込み期間を半減化
- 特に従来ウェット実験に頼らざるを得なかった部分をサイバー化

### 実現イメージ

実現目標時期：2040-50年



### 期待される効果

- 低コスト・ハイスループット化
- 新薬創生
- 個別化製薬
- 動物実験の廃止

### QRAMI

### 量子と既存技術のハイブリッドでユースケース実現

レイヤー	QRAMI該当部分	既存技術要素
Business	量子XaaS	創薬支援サービス AI創薬基盤
Interace	量子計算機インターフェース	
Functional	汎用量子コンピューティング 生体・細胞の機能分析	AI活用ターゲット予測
Information	分子構造、 原子運動、化学反応メカニズム 分子起動方程式 生体・細胞情報 ゲノム配列	ファーマコフォアモデル
Communication	量子XaaS	クラウドネットワーク
Integration		
Asset	誤り耐性量子コンピュータ	AIコンピュータ

