

量子技術の実用化推進ワーキンググループ準備会合

産業の動向について

量子技術の産業化に向けたQ-STARの取り組み

2022年10月21日

一般社団法人 量子技術による新産業創出協議会

実行委員長 岡田 俊輔

量子技術が拓く新たな世界

未来の量子社会到来に向けて、量子技術の研究開発・実商用化を加速

現在

2025年～2035年

2035年～

量子鍵配送

量子暗号通信網

量子ハイブリッドクラウド
量子アプリケーション

NISQ

量子アニーラ
量子シミュレータ

量子技術の
商用利用

産業の好循環

産業拡大

インフラ整備

技術革新

人材流入

量子中継器

量子衛星通信

汎用量子コンピュータ
(量子ゲートマシン)

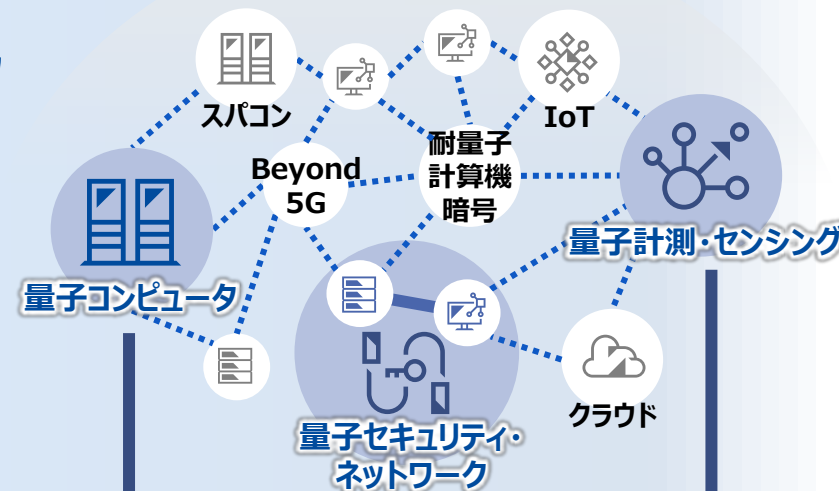
量子メモリ

光電融合デバイス
(シリコンフォトニクス)

量子デバイス

量子インターネット
量子+従来型技術のハイブリッド化

オール光ネットワーク



革新的計算
サービスの実現

セキュアで高度な
通信の実現

超高精度
センシングの実現

量子インターネット時代の到来

インターネット

50年で数百兆円の産業を創出

数百兆円
41億人

グローバル
バックボーン確立

基幹システム
での活用

社会基盤
としての利用
e-Government

SNS/スマートフォン

携帯電話利用

PCによる普及

11億人の利用者

Web

Internet
の誕生

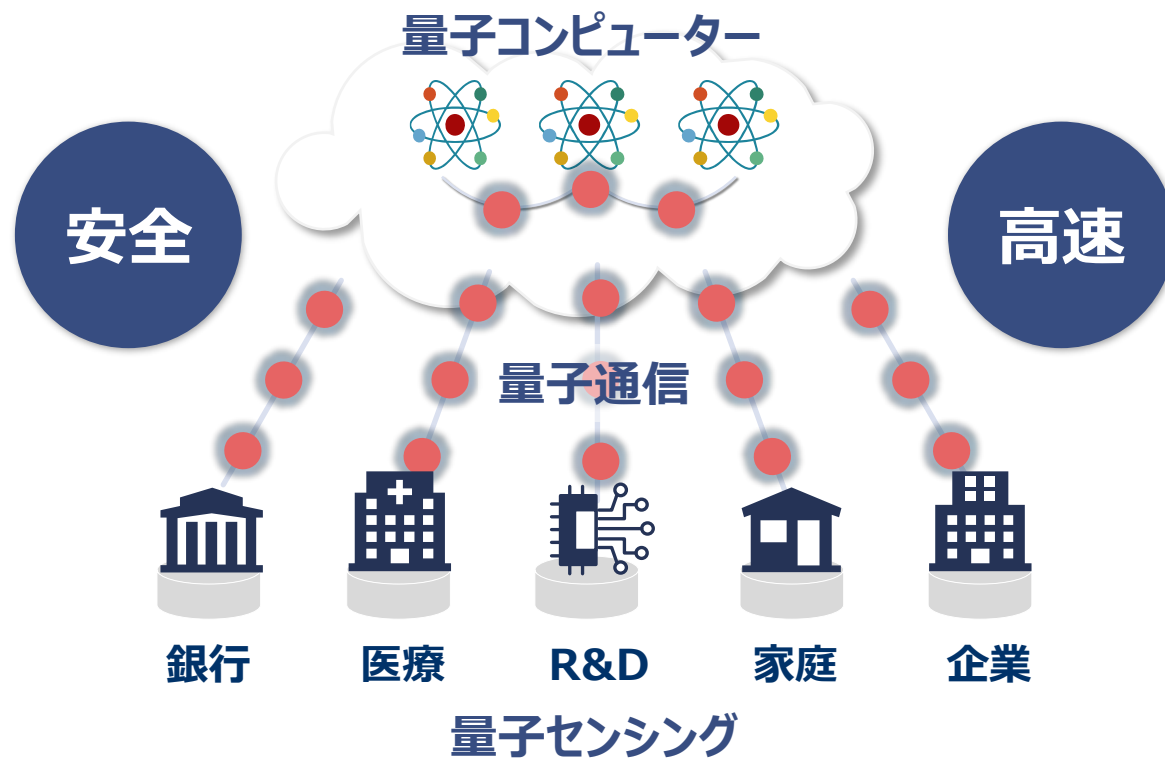
1970 ... 1990 2000 2010 2020 年

※各種資料を基に東芝にて作成

次の50年

量子インターネット

量子コンピュータ、量子センシング
量子通信・暗号の融合による、
安全で高速な情報インフラ



量子産業 昨今の動向（1）

量子技術の応用検証は確実に進み、実利用への適用が模索されている

分野	量子技術の主な事例	プレイヤー	URL
金融	損保ジャパン、保険引受業務における疑似量子コンピュータの実務利用を開始	SOMPOホールディングス(株)、(株)日立製作所	https://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2022/03/0329d.html
	金融市場における疑似量子計算機による高速高頻度取引の有効性の共同検証を開始	ダルマ・キャピタル(株)、(株)東芝	https://www.global.toshiba/jp/technology/corporate/rdc/rd/topics/21/2105-01.html
	ポートフォリオ最適化（実証）（金融資産の運用に量子現象に着想を得た次世代アーキテクチャー「デジタルアニーラ」を活用）	メルコインベストメンツ(株)、富士通(株)	https://pr.fujitsu.com/jp/news/2020/02/7-1.html
物流・交通	配送計画に量子コンピューティングを適用しベテラン社員が2時間かけていた業務を12分に短縮	NECフィールディング(株)、日本電気(株)	https://jpn.nec.com/press/202209/20220909_03.html
	最適配車で運行時間を約30%削減した日本郵便	日本郵便(株)、富士通(株)	https://www.fujitsu.com/downloads/JP/microsite/fujitsutransformationnews/journal-archives/pdf/2019-06-14-01.pdf
	トヨタシステムズと富士通、「デジタルアニーラ」を活用し大規模物流の効率化を共同で実証 -300万を超える物流ルートから有効なルートを求解-	(株)トヨタシステムズ、富士通(株)	https://pr.fujitsu.com/jp/news/2020/09/10-1.html
	LNG 船経路最適化（LNGバリューチェーン）	(独法)JOGMEC、富士通(株)	https://mirai.jogmec.go.jp/digital/column/01-04.html
	量子技術で宇宙ごみ除去効率化 富士通が航路システム	富士通(株)	https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUC24C5Y0U1A820C2000000/
	「デジタルアニーラ」で自動車専用船の積み付け計画作成業務を効率化 -年間4,000時間以上の労働時間の削減を実現-	日本郵船(株)、富士通(株)	https://pr.fujitsu.com/jp/news/2021/09/2.html

(Q-STAR調べ)

量子産業 昨今の動向（2）

分野	量子技術の主な事例	プレイヤー	URL
製造	基板設計最適化（量子コンピューティング技術による生産計画最適化を実現、工場適用開始）	NECプラットフォームズ(株)、日本電気(株)	https://jpn.nec.com/press/202003/20200317_01.html https://jpn.nec.com/quantum_annealing/case/necplatforms/index.html
	要員計画最適化（メガビット級の大規模組合せ最適化問題に対応した「デジタルアニーラ」を開発）	富士通(株)、トロント大学	https://pr.fujitsu.com/jp/news/2020/11/9.html
	デジタルアニーラによる配電応需計画の最適化	中部電力(株)、富士通(株)	https://www.fujitsu.com/jp/about/resources/publications/technicalreview/topics/article010.html?utm_source=twitter&utm_medium=social&utm_campaign=official20210805
	倉庫ピッキング最適化(実証)（デジタルアニーラで庫内業務を最適化）	富士通(株)	https://www.fujitsu.com/downloads/JP/solutions/industry/retail/dl-contents/rtj/2020/pdf/R03-2_Digital-Annealar.pdf
医療	放射線治療計画最適化（脳腫瘍などの放射線治療計画を短時間で生成する技術を開発）	富士通(株)、トロント大学	https://pr.fujitsu.com/jp/news/2021/02/26.html

(Q-STAR調べ)

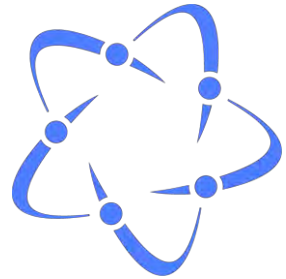
量子産業 昨今の動向 (3)

分野	量子技術の主な事例	プレイヤー	URL
材料・創薬	創薬でのスクリーニング（新規分子を7週間で提供）	富士通(株)	https://www.fujitsu.com/global/services/business-services/digital-annealer/accelerating-drug-discovery/
	計算創薬（計算科学を利用して薬をつくる創薬手法）への適用技術を検証	(株)Revorf、東芝デジタルソリューションズ(株)	https://www.global.toshiba.jp/company/digitalsolution/news/2022/0627.html
	分子類似性検索（デジタルアニーラの原理と材料開発への応用）	富士通(株)	https://www.jstage.jst.go.jp/article/vss/63/3/63_20180509/_pdf/-char/ja
	タンパク質安定構造探索	富士通(株)、東レ(株)	https://www.fujitsu.com/jp/about/resources/case-studies/vision/toray/
	中分子ペプチド創薬（実証）（高速かつ高精度に中分子医薬品候補化合物の探索を実現）	ペプチドリーム(株)、富士通(株)	https://pr.fujitsu.com/jp/news/2020/10/13.html
	半導体材料最適配合探索（実証）（量子コンピューティング技術の活用により半導体材料の最適配合探索の大幅な高速化を実現）	昭和電工(株)、富士通(株)	https://www.sdk.co.jp/news/2022/41712.html
情報	ジーニーと早稲田大学山名研究室が連携 Web広告の効果最大化に関する実証実験を開始ー国内No.1データ保有量プラットフォーム「GENIEE DSP」× 組合せ最適化を高速に行うイジングマシン「デジタルアニーラ」ー	(株)ジーニー、早稲田大学、富士通(株)	https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000165.000010742.html
	基地局割当最適化（低消費電力と高性能を両立した5G仮想化基地局を提供開始）（NEDO ポスト5G）	富士通(株)	https://pr.fujitsu.com/jp/news/2022/02/24.html
	日本初、KDDI様が富士通の量子インスパイアード技術「デジタルアニーラ」による基地局設定の最適化で通信品質を改善	KDDI(株)、富士通(株)	https://pr.fujitsu.com/jp/news/2022/03/18.html
	コロナ禍のスポーツイベントの安全運営と収益性向上に寄与、座席配置を「デジタルアニーラ」で高速に最適化する検証で有効性を確認	富士通(株)	https://pr.fujitsu.com/jp/news/2021/06/17.html

量子産業 昨今の動向（４）

分野	量子技術の主な事例	プレイヤー	URL
量子暗号	大容量金融取引データの量子暗号による高秘匿通信・低遅延伝送の検証実験に成功	(国研)情報通信研究機構、野村ホールディングス(株)、野村證券(株)、日本電気株式会社、(株)東芝	https://www.nict.go.jp/press/2022/01/14-1.html
	量子暗号通信技術と秘密分散技術を活用しゲノム解析データの分散保管の実証に成功ーゲノム研究・ゲノム医療分野における安全なデータ管理に貢献ー	東北大学東北メディカル・メガバンク機構、東北大学病院、(国研)情報通信研究機構、(株)東芝	https://www.global.toshiba/jp/technology/corporate/rdc/rd/topics/21/2108-02.html
	次世代の高安全な暗号技術を適用した光トランスポートネットワーク技術を開発～IOWNを支える高安全・大容量・低遅延な光伝送の実現へ～	日本電信電話(株)	https://group.ntt.jp/newsrelease/2021/11/05/211105b.html
	秘密計算と量子暗号通信の技術連携に取り組み、高セキュリティ水準のデータ連携環境及び暗号鍵管理の構築に成功	EAGLYS(株)、TIS(株)	https://www.tis.co.jp/news/2022/tis_news/20220517_1.html
	東芝アメリカ社とChicago Quantum ExchangeがQKDネットワークリンクの実証を開始～シカゴ大学と米国エネルギー省アルゴンヌ国立研究所間を接続へ～	東芝アメリカ社、Chicago Quantum Exchange	https://www.global.toshiba/jp/company/digitalsolution/news/2022/0428.html
	世界初、量子暗号通信の商用向けメトロネットワークのトライアルサービスを提供開始～ EY が最初の商用顧客として参画し、ロンドンの主要な拠点間でセキュアなデータ通信の検証を開始～	(株)東芝、東芝デジタルソリューションズ(株)、BT Group plc	https://www.global.toshiba/jp/news/corporate/2022/04/news-20220427-01.html
	東芝アメリカ社、JPモルガン・チェース、シエナ、米国初、金融アプリケーションで量子暗号通信の実用性を確認	東芝アメリカ社、JPモルガン・チェース、シエナ	https://www.global.toshiba/jp/company/digitalsolution/news/2022/0218.html
	東芝グループと韓国KT、量子暗号通信の実証プロジェクトを共同で実施～長距離ハイブリッド量子暗号通信ネットワークにおいて、ITU標準に基づくサービス品質評価測定を世界で初めて実施、量子産業エコシステム拡張に向けたテストベッドも予定～	(株)東芝、東芝デジタルソリューションズ(株)、KT Corporation	https://www.global.toshiba/jp/company/digitalsolution/news/2022/0328.html

(Q-STAR調べ)



Quantum STrategic industry Alliance for Revolution Q-STAR

趣旨

量子時代の到来を控え、その革新的な技術により、世界各国で安全・安心な暮らしや社会の実現に対する期待が高まっています。我が国は、材料、デバイス、計測技術、コンピュータ、通信、シミュレーション等の技術における優位性を生かしたサービスの提供等を通して新産業を創出することで、グローバルで確固たる「量子技術イノベーション立国」を目指しています。

Q-STARはグローバルでリーダーシップを発揮し、新時代における科学技術の発展に資する活動を推進することで、「量子技術イノベーション立国」の実現に貢献するとともに、日本の産業の振興と、国際競争力の強化を図ります。

目的

量子関連の産業・ビジネスの創出

スコープ

産業創出に必要な量子技術及び関連技術に幅広く取り組みます



一般社団法人としての新体制スタート

5月17日に一般社団法人として承認を受け、
5月23日に一般社団法人設立社員総会、および、第一回理事会を開催



一般社団法人設立記念シンポジウム

目的

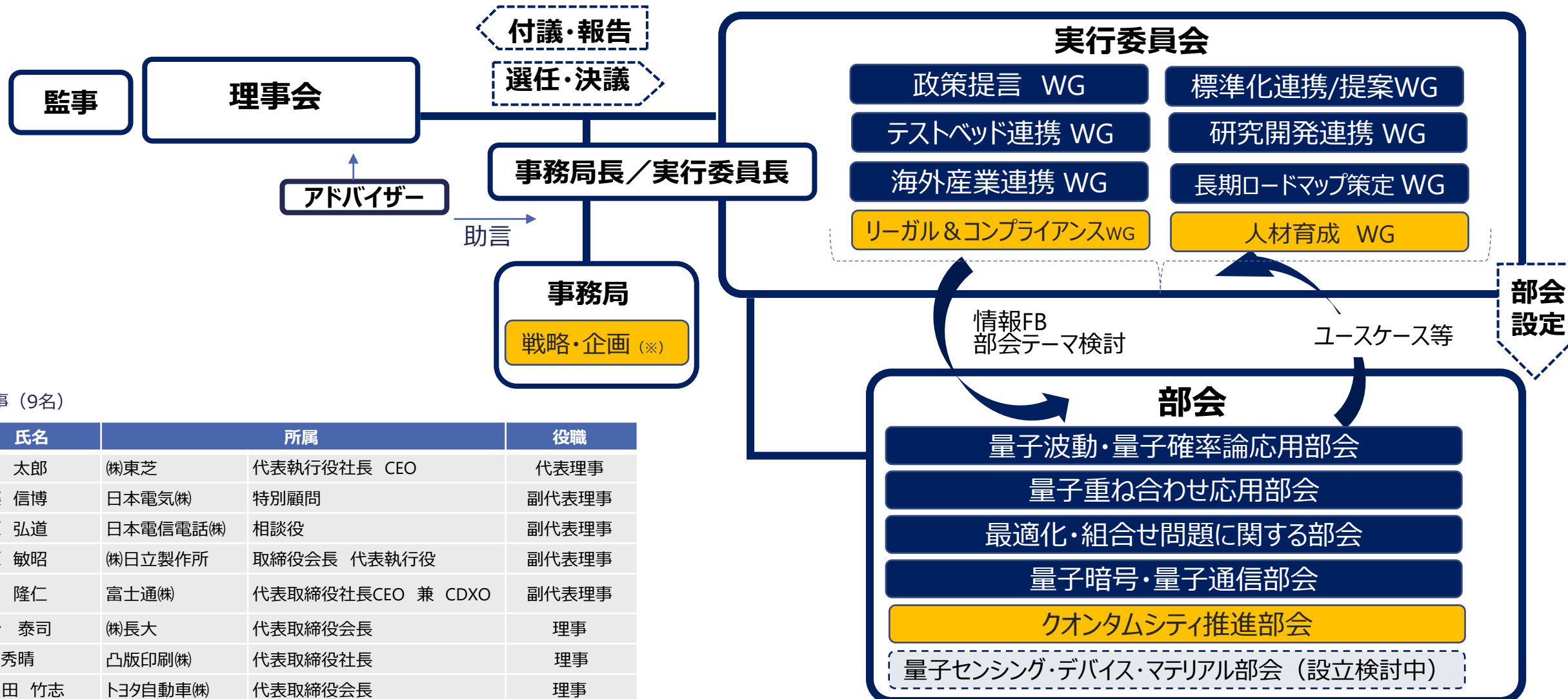
- ✓ ビジネス創出の為のテストベッドの整備、
実証等を機動的に推進
- ✓ 業務受託、知財管理、他団体との提携に
伴う契約等 任意団体としての
課題を解消する

運営体制

(2022.10.21現在)

一般社団法人として戦略・企画機能、WG、部会体制を強化

新設



理事 (9名)

氏名	所属	役職
島田 太郎	(株)東芝	代表執行役社長 CEO
遠藤 信博	日本電気(株)	特別顧問
篠原 弘道	日本電信電話(株)	相談役
東原 敏昭	(株)日立製作所	取締役会長 代表執行役
時田 隆仁	富士通(株)	代表取締役社長CEO 兼 CDXO
永治 泰司	(株)長大	代表取締役会長
磨 秀晴	凸版印刷(株)	代表取締役社長
内山田 竹志	トヨタ自動車(株)	代表取締役会長
三木 聡	(株)フィックスターズ	代表取締役社長 CEO

(※) 「戦略・企画」機能は、現在審議中のため仮の配置となります。

Revolution

Q-STAR 活動方針

1 量子技術を意識せず使用できる社会の構築を目指します

5年後に主要先進国で人口の5-10%、日本では約1,000万人が量子技術を使用できる社会を目指します

2 量子技術のグローバル化を推進します

経済のグローバル化加速に伴い、国際協調によって量子技術の進展や実用化を加速させます

3 量子技術への転換を加速させます

既存大企業の枠組みを脱してユニコーン企業設立に向け検討を開始します

4 一般社団法人として活動をスタートします

量子技術の発展と将来の社会実装に向け、公益性を高め、産業界のオピニオンリーダーとして、グローバルに貢献します

活動方針の実現に向けた主な取り組み

活動方針	実現に向けたQ-STARの主な取り組み
<p>量子技術を意識せず使用できる社会の構築を目指す 5年後に主要先進国で人口の5-10%、日本では約1,000万人が量子技術を使用できる社会を目指す</p>	<ul style="list-style-type: none">・ユーザー企業の参加によるユースケースの創造と産業化シナリオの形成・テストベッドの構築推進による社会実装に向けた研究開発や実証・ユーザー企業主体や、量子センシング・デバイス・マテリアル部会の設立検討・量子技術セミナーの開催などを通じた産業界の技術者育成・産官学連携、量子他団体との連携による国際的な統合シンポジウムやセミナーの開催
<p>量子技術のグローバル化を推進 経済のグローバル化加速に伴い、国際協調によって量子技術の進展や実用化を加速</p>	<ul style="list-style-type: none">・海外との共同実証スキームの実施・連携加速や、共同開発等の推進・リファレンスアーキテクチャーとしてQRAMI（注1）のデファクトスタンダード化・量子関連のサプライヤーマップによるグローバルで統一した情報の活用・知財管理、輸出管理についての共通ルール化の提案
<p>量子技術への転換を加速 既存大企業の枠組みを脱してユニコーン企業設立に向け検討を開始します</p>	<ul style="list-style-type: none">・ベンダー、ユーザー双方のベンチャー企業の市場参画の支援

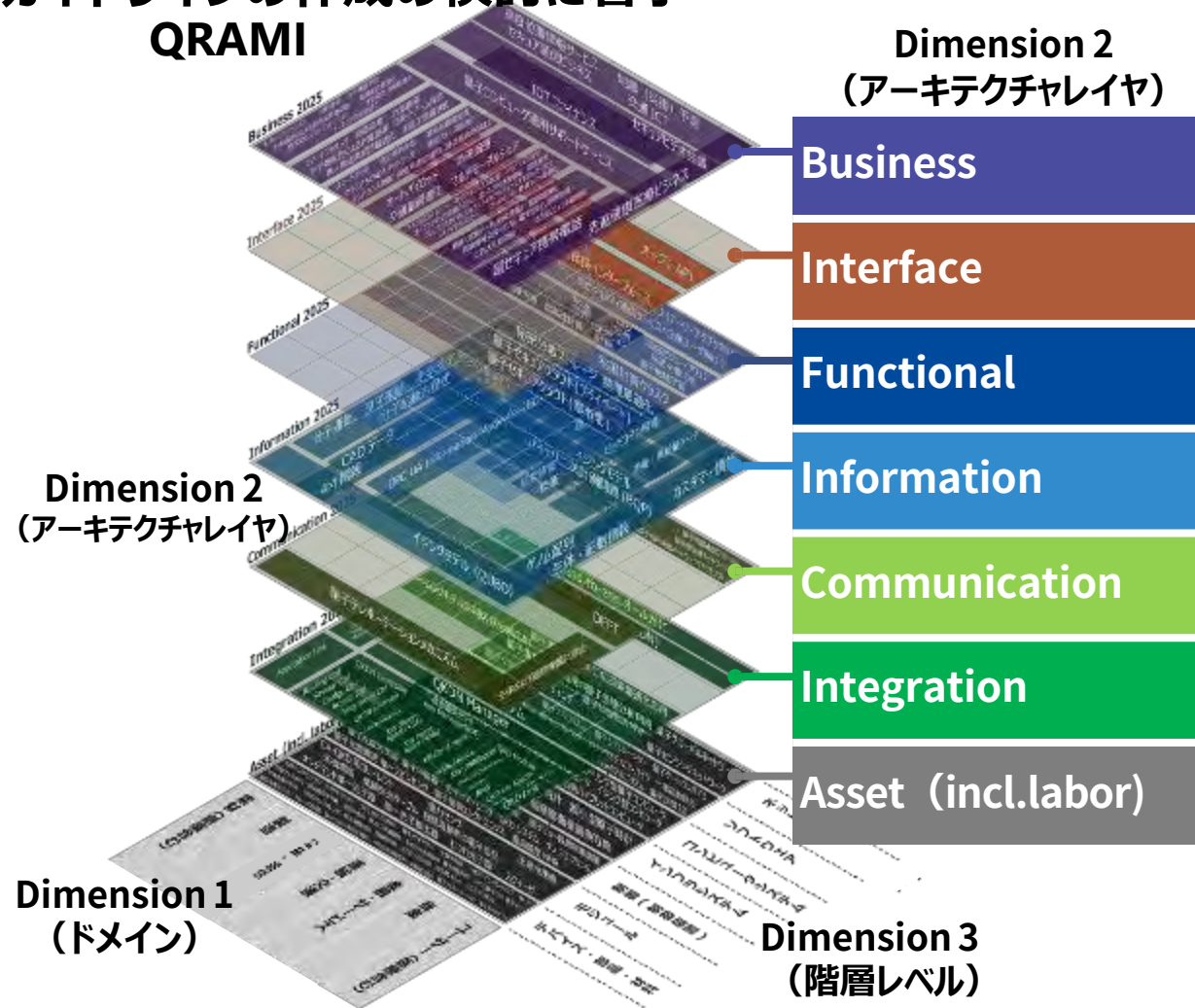
(注1) QRAMI (Quantum Reference Architecture Model for Industrialization)

(主な取り組み) 量子レファレンスアーキテクチャモデルのデファクトスタンダード化

QRAMI (Quantum Reference Architecture Model for Industrialization)

将来の量子技術関連の産業をビジョン化。共通言語とし、長期ロードマップ等、グローバルな活用を目指し、ガイドラインの作成の検討に着手

QRAMI



活用シーン

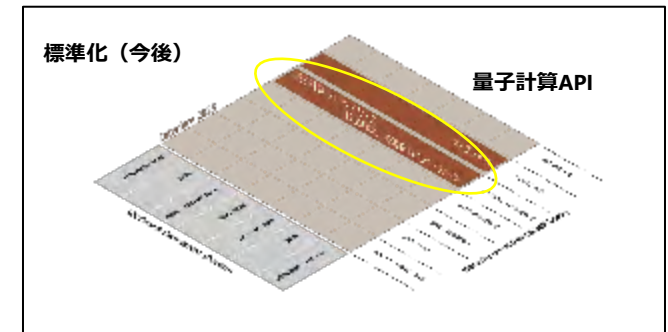
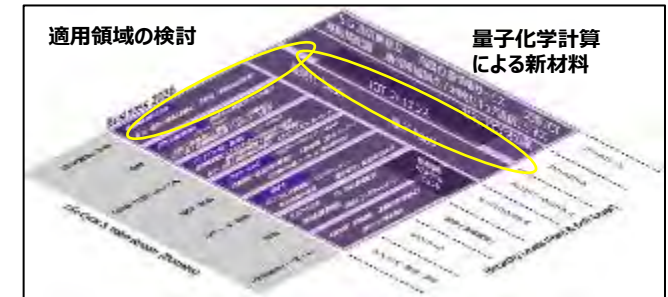
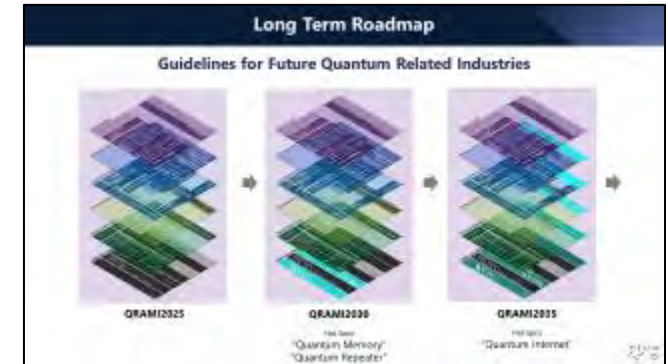
長期ロードマップ



ビジネスケース・ユースケース



海外との連携



(主な取り組み) 部会活動によるユースケースの創出

量子波動・量子確率論応用部会

量子振幅推定や最適化を用いた新しい産業を、それらと親和性の高い金融業界から具体的に検討する。業界の柱になる産業や複数業界に跨る産業の創出を議論していく。

量子重ね合わせ応用部会

量子コンピュータの最大の特徴である量子重ね合わせの応用により創出されるシステムやサービス、ビジネスと、それによる既存産業や業界構造の変化も広い視野で検討する。ユーザとベンダが協力して次の社会を描くことで、業界の次の柱になるような新産業や、複数業界に跨った新産業の創出を目指す。

最適化・組合せ問題に関する部会

量子現象を使い、また、量子現象に着想を得た新コンピューティング技術（イジングマシン）を用いて産業分野の様々な課題解決（膨大な組合せの中から最適解を瞬時に算出し、リアルタイム予測、効率化、最適化等の問題を解く）を目指す。

量子暗号・量子通信部会

現在既に利用可能な技術である「量子暗号通信」のビジネス応用を検討する。理論的な安全性が保障された通信が切り拓く未来を議論していく。

クオラムシティ推進部会

量子技術の社会実装を試みる事が可能な社会インフラの整備やまちづくり関連のユースケースを中心に議論していく。

量子波動・量子確率論応用部会

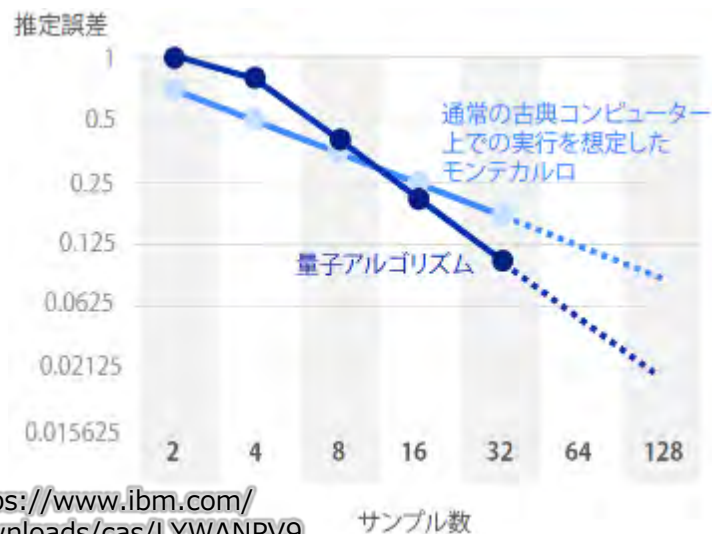
【概要】

本部会では、**ゲート型量子コンピュータ**など量子波動・量子確率論の応用により可能になるシステムやサービス、あるいは、それら応用で解くべき課題について検討する。ユーザとベンダが協力して**2050年の社会のあるべき姿を描き、ビジネスや業界構造の変化を広い視野で検討**することで、社会の次の柱になる新産業の創出を狙う。

【方針】

- 量子アルゴリズムの検討だけにとどまらず、それによって変化するシステムやサービス、更にはビジネスや業界構造に波及する効果を検討する。
- 量子波動・量子確率論の応用が早いと思われる**金融業界から検討開始**し、その後、社会システム分野などに展開する。

【事例】 金融価格・リスク分析の例



<https://www.ibm.com/downloads/cas/LYWANPV9>

サンプル数

【現状】

多くの場合、『日中行う簡易的な計算』と『取引終了後に行う精細計算』に分けて運用

【量子コンピュータ開発後】

午前の取引データから得られるデータを午後の取引モデルに反映して、金融価格・リスク分析の高精細化が実現できる。これにより、従来にない金融商品が開発される可能性がある。

----- 従来はここまで、「可能性がある」の先の検討が少ない -----

本部会では、それに変化するシステムやサービスを具体的に検討し、更にビジネスや業界構造の変化も広い視野で予測する

量子重ね合わせ応用部会

- 量子コンピュータの一番の特徴である「量子重ね合わせ」を使った新事業創出、新産業創出、現在の業務の飛躍的効率化、新しい業務のやり方の探索
- セミナー、各社の経験と知識情報共有、ユースケースの提案と議論の繰り返しによる産業化可能な領域の特定
 - 28社が参加(35%ベンダ企業, 65%ユーザ企業)



量子重ね合わせの価値

- 0と1の同時に扱う演算により全探索に近い広範囲の探索
 - 暗号解読、極めて正解に近い組合せ問題の解決、機械学習の効率化
- 重ね合わせを使っただけの短時間で周期的に細かく動き回る分子や原子などの解析
 - 素材開発、触媒開発、効率のよい物質合成方法の探索(例：アンモニアの合成)
- 一様性などの良いばらつき性質
 - 一様に近い乱数発生(偏りのないモンテカルロシミュレーションなど)

0	0	0
0	0	1
0	1	0
0	1	1
1	0	0
1	0	1
1	1	0
1	1	1

古典ビット
一つずつ計算

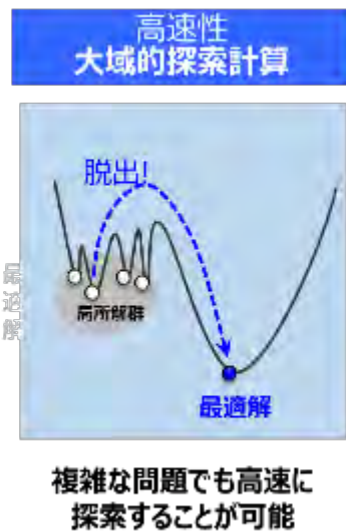
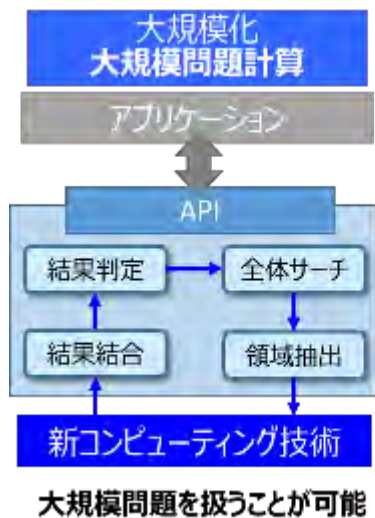
最適化・組合せ問題に関する部会

【概要】

量子現象を使って、また、量子現象に着想を得た**新コンピューティング技術(イジングマシン)**を用いて**産業分野の様々な課題解決を目指す部会**。

イジングマシンは、汎用コンピュータでは計算が困難な組合せ最適化問題を瞬時に計算可能であり、また将来的に実現が期待されているゲート型量子コンピュータに先んじて、**いち早く多ビット化を実現しているため実問題への適用が可能**。実世界の複雑な問題をイジングモデルに数式化し、膨大な組合せの中から最適解を瞬時に算出し、**リアルタイム予測、効率化、最適化等の問題**を解くことで、**製造、物流、金融、材料開発等の様々な分野**で活用されています。

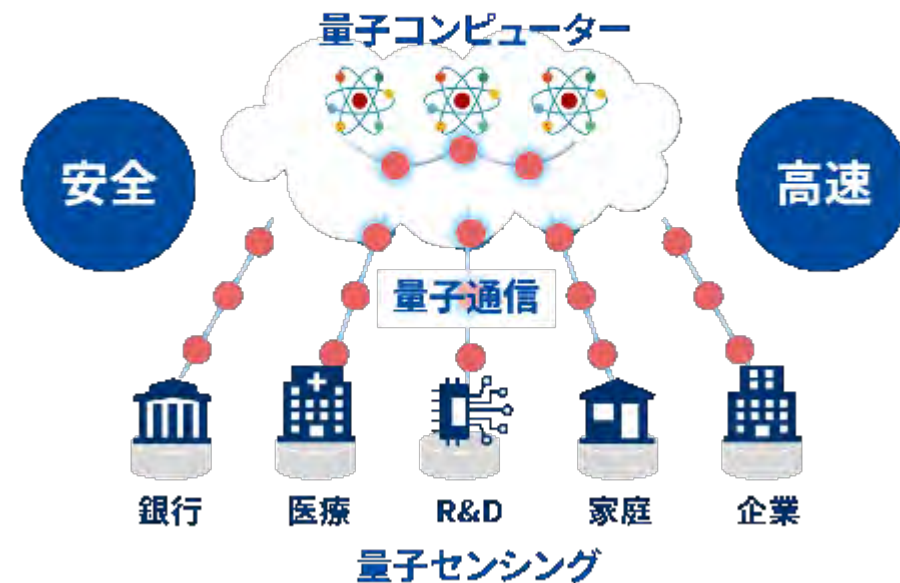
- ## 【事例】
- ・大規模問題計算、高速探索計算、多点探求計算等を行い、組合せ最適化問題の実問題への適用が可能。
 - ・組合せ最適化問題を高速に計算することにより、医療、創薬・材料、物流・交通、製造、金融、マーケティング等の分野における課題解決を行います。



量子暗号・量子通信部会

- **銀行間決済 (銀行間の為替決済ネットワークのオープン化)**
 - 現在決済システムで使われる閉域網(全銀ネット、日銀ネット)を量子暗号によりオープンネットワーク化することによる、コスト削減、運用性向上
- **証券取引(証券関連機関間の注文、取引情報のオープンネットワーク化)**
 - 従来の専用ネットワークをインターネット+量子暗号に置き換えることによる運用コスト削減、サービスレベル向上
- **金融情報基盤**
 - 顧客情報・経営情報・トレード情報等を安全に保管
- **医療情報基盤**
 - ゲノム・医療履歴等の個人医療データを安全に保管
- **セキュアSCADAネットワーク**
 - 用途:スマートグリッド、Oil/Gas、水資源(上下水)
- **高セキュリティ通信サービス**
 - プライベート用途:スマートファクトリ
 - ロードサイド用途:オートパイロット、都市間セキュア通信

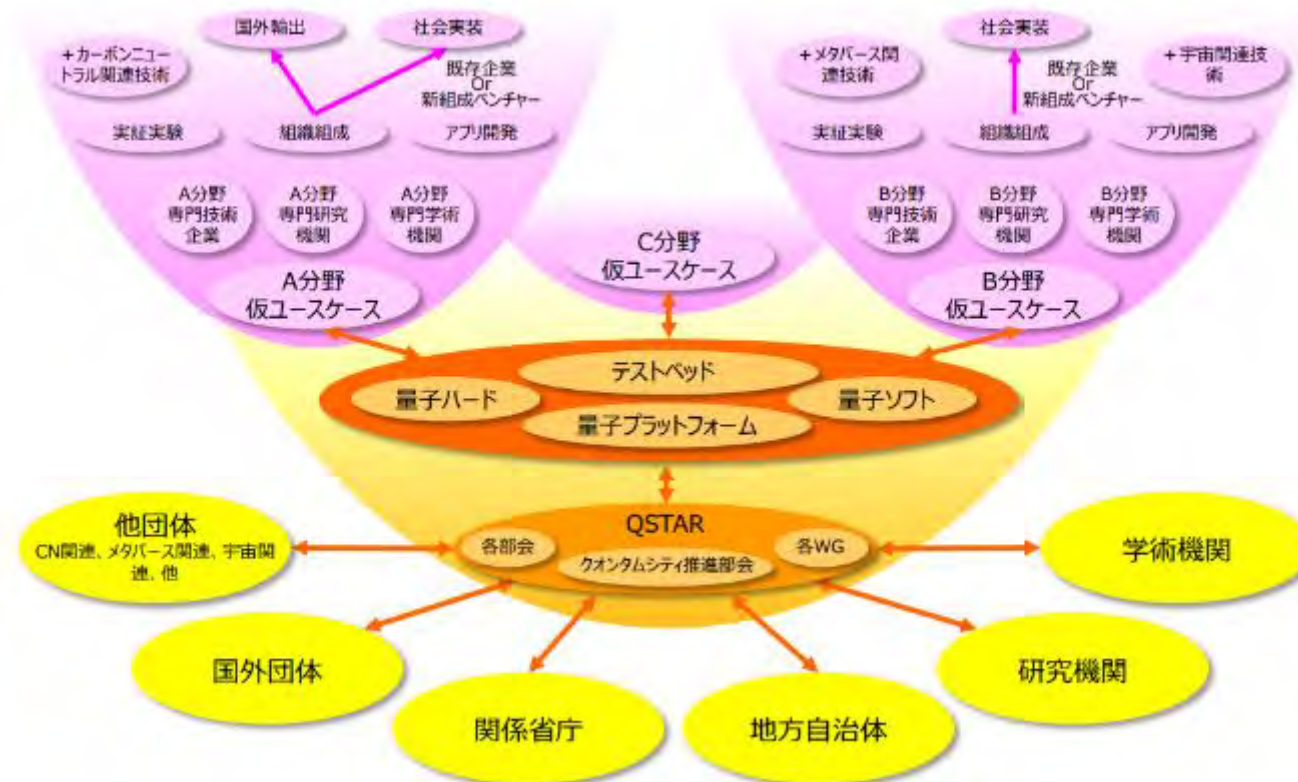
量子コンピュータ、量子センシング
量子通信・暗号の融合による、
安全で高速な情報インフラ



新クオンタムシティ推進部会の設立

量子技術の社会実装を試みることが可能な社会インフラの整備やまちづくり関連のユースケースを中心に議論を開始する

【活動内容例】①国内外の市場調査／②新事業ビジネスモデル構築／③定式化／④アプリ開発／
④実証実験／⑤社会実装／⑥国内外成果発表／⑦海外輸出



量子他団体（国内）との連携

国内関係団体とセミナー・交流会・シンポジウムを開催

お互いの活動紹介と今後の連携についてディスカッションを実施

- 2022/6/22 Q-STAR-量子技術イノベーション拠点推進会議 共同セミナー
- 2022/7/4 量子ICTフォーラム（QICTF）/量子コンピュータ技術推進委員会
- 2022/7/25 量子ICTフォーラム（QICTF）・Q-STAR 交流会
- 2022/10/25 量子セキュリティ合同シンポジウム2022（NICT,量子ICTフォーラム、TTC）
- 2022/11/28-29 量子科学技術イノベーション国際シンポジウム QUANTUM INNOVATION 2022

量子他団体（海外）との連携

海外産業団体とワークショップを開催

お互いの活動紹介と今後の協業の可能性をディスカッション（サプライチェーン、QRAMI、共通課題（ex.輸出管理）他）



QUTAC

Quantum Technology
& Application
Consortium



QED-C

The Quantum
Economic
Development
Consortium



QuIC

European Quantum
Industry Consortium



**未来量子
融合フォーラム**

Future Quantum
Convergence Forum



UKQuantum



QIC

Quantum Industry
Canada

国際シンポジウム・情報交換会・イベント等による交流

- 2022/7/13-14 Q2B22 Tokyo「量子コンピューティングの実用に向けて」（米国QCWare社）
- 2022/7/14 QED-C・Q-STAR 情報交換会（Q-STAR）
- 2022/9/19-21 量子国際会議Quantum.tech2022（英国ALPHA EVENT社）
- 2022/10/10-14 Quantum-Photonics-Nano Innovation Mission to Japan（駐日オランダ大使館）
- 2022/10/25 Canada-Japan Quantum Partnership Forum（在日カナダ大使館）
- 2022/10/26-11/11 IEEE 8th World Forum on Internet of Things(IEEE)
- 2022/11/9-11 Japan mission to The UK National Quantum Technologies Showcase（英国政府）
- 2022/11/28-29 量子科学技術イノベーション国際シンポジウム QUANTUM INNOVATION 2022
- 2022/11/29-12/1 Quantum World Congress（QWC）への出展

量子技術が実現する未来の社会に向けて

来るべき将来のメガ問題(カーボンニュートラル、安心なデータ社会、パンデミック(創薬等))に、量子技術が社会的価値を持ち、未来の社会を実現します



量子コンピュータ関連技術
(実現年、市場規模(ともに期待値))

量子暗号・量子通信関連技術
(実現年、市場規模(ともに期待値))

*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)

END

