

量子技術の国内外の産業動向

量子技術イノベーション会議資料

2022年1月24日

量子技術による新産業創出協議会
実行委員会 委員長 島田太郎

量子技術をめぐる諸外国の動向 グローバルでの産業化コンソーシアム立上げ状況

米国は既に3年前に設立、現在の運営にはスタートアップやベンチャー代表も参加



QED-C (Quantum Economic Development Consortium)

技術、ユースケース。政策・法整備・標準化、人材育成 など 6部会 (会員170)

<QED-C Steering Committee >
SRI, Boeing, Cold Quanta,
QC Ware, Zapata Computing, DOE,
IBM, Google, Qubitekk, NIST

※青字下線 = スタートアップ、ベンチャー



QuIC (European Quantum Industry Consortium)

技術、ユースケース。政策・法整備・標準化、人材育成 など9部会 (会員 約130)



未来量子融合フォーラム

量子（通信、コンピューティング、センサ）の国際標準化研究と共同PJ, ユースケースの事業化モデル発掘、人材育成



QUTAC

(Quantum Technology & Application Consortium)

量子コンピューティング、アプリ開発と実装 (創立会員 10)



Q-STAR

9/1設立 (創立会員24)



UKQuantum

9/20設立/TBD (創立会員 10)

2018年9月

2021年4月

2021年6月

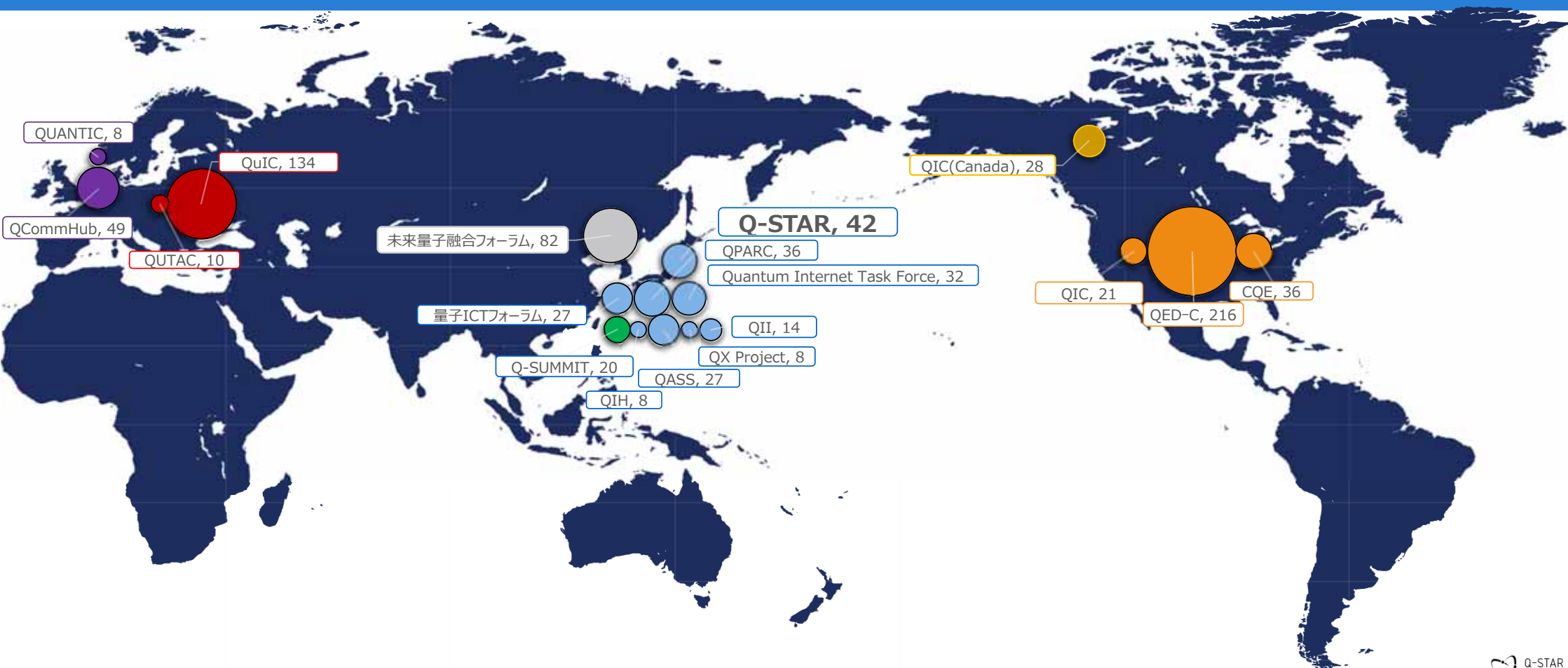
2021年9月

Q-STAR調べ

Copyright 2022 Quantum Strategic Industry Alliance for Revolution

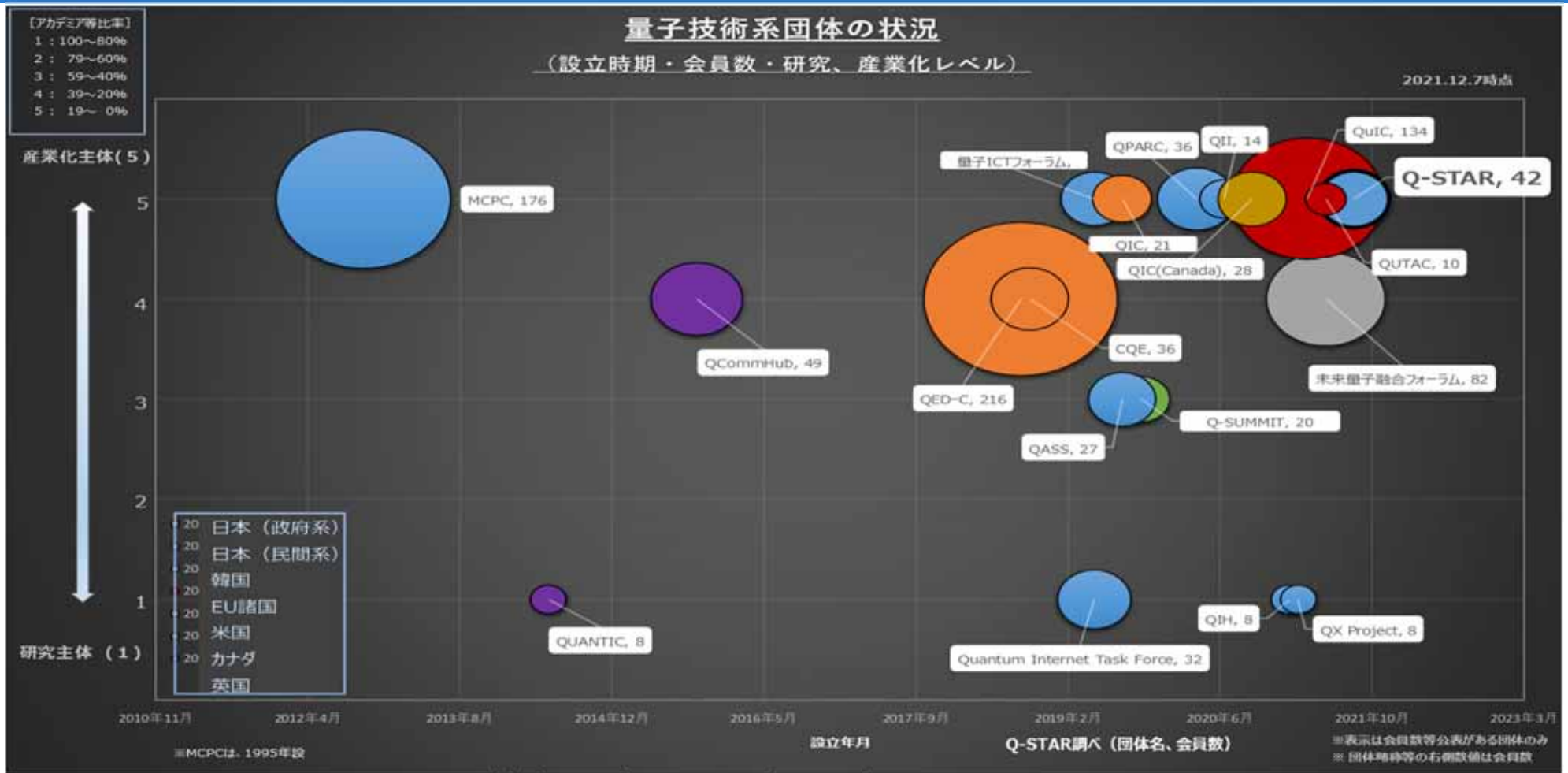
世界の主な量子関連団体

全世界において量子関連団体の設立が近年増加傾向にある



量子関連団体の傾向

世界的に産業化を意識した量子関連団体の設立が顕著



Q-STARにおける国際連携の活動概況 海外団体とのワークショップ

海外団体とのワークショップ開催日程

1. 独QUTAC(Quantum Technology & Application Consortium)とのワークショップ
 - 日時：11月30日(火) 日本時間16-18時 (2H)
 - QUTAC側出席者：・Infineon Technologies・Bosch・Merck・Munich Re・BASF・VW
 - Q-STAR側出席者：NEC、長大、東芝、トヨタ、日立、富士通、三菱ケミカル
 - アジェンダ：出席者紹介、コレボレーションについてのイントロダクトリーディスカッション
 - 会議形態：Webexによるオンライン会議
2. 米QED-C(The Quantum Economic Development Consortium) とのワークショップ
 - 日時：12月15日(水) 日本時間8-10時 (2H)
 - QED-C側出席者：13社16名
 - Q-STAR側出席者：7社23名
 - アジェンダ：両協議会からの活動紹介 (各WG・部会からプレゼン、コレボレーションについてのディスカッション)
 - 会議形態：Teamsによるオンライン会議
3. 欧州QuIC(European Quantum Industry Consortium)とのワークショップ
 - 日時：22年2月8日 (火) 日本時間17:15-19:15(2H)
 - アジェンダ：両協議会からの活動紹介 (各WG・部会からプレゼン、コレボレーションについてのディスカッション)
 - 会議形態：Teamsによるオンライン会議

Q-STARにおける国際連携の活動概況 独QUTACとの第1回WS結果（議事メモ）

●フリーディスカッションの主な内容：＜Areas to collaborate＞

- ①グローバルに広げての産業界によるボトムアップの活動の議論・協業
現在量子は中国を1極とすると、それ以外をもう1極としたbipolarの体制。
その中で日本とドイツ・ヨーロッパは共通項があり、オープンな国際コラボレーションは実り多いと期待できる。
どこかの時点で政治的な話が出て来た時、産業界主導のボトムアップサポートは大きな支えになるはず。
米QED-Cも大きなフレームワークを組みたいと話していたので、QED-Cも入れて拡大していく事も検討できる。
- ②QRAMIの考え方と、QUTACのKPI（Economic視点）を組み合わせ、より良いものを共に作っていく
・共通理解のためのQRAMIの共有・活用→ディープダイブへ
・経済的に評価できるKPI作り→サステナビリティの観点も視野にいれた議論、ユースケースの共有化
- ③リスクマネジメント
- ④テストベッド・プラットフォームの情報共有、活用共有化の検討、情報交換の促進
- ⑤IPの取り扱い
→QUTACは取り扱いの案が既にあり、来年は社団法人する→まずはQ-STARともNDAを締結することが必要

●次のアクション：

- ・プレゼン資料の共有
- ・NDA締結に向けた検討
- ・個別のやり取りを通じた、テーマ発掘

欧州QuICと独QUTACの違いについて

- QuIC :

- 会員は汎ヨーロッパ。各ヨーロッパ諸国政府との繋がりも強く（stronger work with government）、中小企業も会員に含む（現在の会員数135）。
- 量子コンピューティング・センシング・コミュニケーション、関連技術、部品など、量子関連技術も幅広い。

- QUTAC :

- ドイツフォーカス；ドイツの大企業、ドイツが歴史的にも強い分野の企業（ケミカル、自動車、機械、半導体、金融）。
- 小さくまとまっているので、より早く、特にドイツの産業化にフォーカスして活動できる。QUTACはドイツの前経済大臣や科学大臣などの支持で立ち上がった協議会。
- ドイツ産業の将来の為に、産業界は量子コンピュータのアプリケーションにエンゲージしていくよう、強く言われている。

Q-STARにおける国際連携の活動概況 米QED-Cとの第1回WS結果（議事メモ）

●フリーディスカッションの主な内容

<Common issues to share and Areas to collaborate>

- ①テクノロジー：数多く存在するものの 共通プラットフォームがまだないなど商業化できるに至っていない
→Q-STARではQRAMIによるこの分野への強いアプローチがある
- ②マーケット：興味を持っているもののなかなか踏み込めない企業が多い（特に小規模企業）
費用、法務、投資なども含めた包括的なモデルケースが必要
- ③サプライチェーン

<Requests from Q-STAR to QED-C>

- ①教育：Q-STARは産業界メインのコンソーシアムであり、アカデミアパートナーとのコネクションは少ない
但し非常に重要でありフォーカスしたい課題 ベストプラクティスなどをQED-Cと交換し合い連携していきたい
- ②標準化のシェア
→初期段階のprototypeを試している段階。まだまだ発展途上ではあるが 議論は大いに歓迎
- ③ケミカル、マテリアル領域でのコラボ
→量子コンピューティングによる素材開発においての 他社との連携には大いに興味がある
(GE Research ではすでにAIマシーンラーニングを用いた素材開発に取り組む)

<Request from QED-C to Q-STAR>

- ユースケース：日本やドイツは我々と違い製造業などユースケースの提供を期待できるユーザが多い
同時にそれらの企業の多くは量子データを必要としている
この分野でのQ-STARとのコラボには大変興味がある

Q-STARにおける国際連携の活動概況 米QED-Cとの第1回WS結果（議事メモ）

● Message from QED-C

<QED-Cメンバシップについて>

外国企業のQED-Cへの参加募集を開始

これにより日本の企業もQED-CのWSの参加など各種メンバーシップ特典を得ることが可能に

<legal issuesについて>

Law TACでは、政府や企業から弁護士資格を持つ専門家が参加し議論を行っている

また、Law TACは日本のメンバのコミュニティへの参加を歓迎

ホワイトペーパー、知的財産、輸出管理などの情報をシェアしレクチャーも可能

→多くの企業に法務の専門家がいるものの 量子分野に精通するメンバは少ない

Q-STARとしても連携を希望するテーマ

● QED-C主催 Workshopについて

Law TAC 2022年3月予定

Usecase TAC (energy electric grid , sensor など)

2022年前半で計画中

● 次のアクション

第1回WSのサマリーのフォローアップ

コラボレーション可能なターゲットの相互確認



量子コンピュータ 最近の動向

国内

- 量子イノベーションイニシアティブ (QII)
会員サービス本格化
世界3例目、IBM商用機設置・稼働し、QIIで利用 (2021/7)
https://www.u-tokyo.ac.jp/focus/ja/features/z1304_00120.html
- 大手ベンダーによる量子inspired なアニーリングプラットフォームが公開、利用開始
- QunaSys、Fixstarsなどベンチャーによるサポートサービスが本格化
QunaSys <https://qunasys.com/services>
Fixstars <https://www.fixstars.com/ja/solutions/quantum-computing/>

海外

- Google
ロードマップ公開(2021/5)
目標：2029年に100万量子ビット(FTQC)
課題：製造、冷凍機、制御回路、量子I/O等
- 中国科技大
66量子ビット超伝導量子コンピュータ“祖冲之2号” (2021/10)
- IBM
127量子ビット超伝導量子コンピュータ“Washington” (2021/11)
課題：製造、冷凍機、制御回路、量子I/O等
- Rigetti
80量子ビット超伝導量子コンピュータ“Aspen-M” (2021/12)
目標：2023年に1,000量子ビット(FTQC)
- D-Wave
ゲート型にも着手、ハイブリッドアーキテクチャへ
- PsiQuantum
1MQubit@2026を目指す
団体設立による課題解決型アプローチ

産業応用に向けた動き

ユーザ企業は各分野で量子技術をさまざまな用途に活用、未来社会の実現にむけた取り組みを加速

分野	未来社会テーマ	ユーザ	取組内容
エネルギー	EV社会のEMS	E.ON	2021.09、E.ONはIBMと連携し、グリッドにおけるEVからのエネルギーをリアルタイム管理、量子技術によりEV充電を最適化
製造	車両構成のカスタマイズ	BMW	2021.09、BMWとAWSは自動車における量子技術コンテストを開催、「車両量産前の構成部品における安全性と性能向上の両立最適化」というテーマにおいて、1QBitとNTTが賞を受賞
	航空機の次世代設計	Airbus	2020.12、Airbusは航空における量子技術コンテストの結果を発表、コンテストには「最適設計のための流体力学シミュレーション」「翼構造の設計最適化」といった設計に関するテーマが含まれる
公共	中長期の気象予報	ECMWF (欧州中期予報センター)	2020.10、ECMWFはAtosと連携し、AIと量子コンピュータ技術を用いた中長期の気象予報、および気候変化モデルの作成を推進
	空飛ぶクルマ	OneSky Systems	2021.06、OneSky Systemsは住友商事、東北大学と連携し、多数のエアモビリティをリアルタイム制御する量子技術実証を開始
	宇宙ゴミ除去	UKSA (英国宇宙局)	2021.08、UKSAはAWS、Fujitsuと連携し、人工衛星を使った宇宙ごみの除去を目的に、疑似量子コンピュータで最適航路を計算

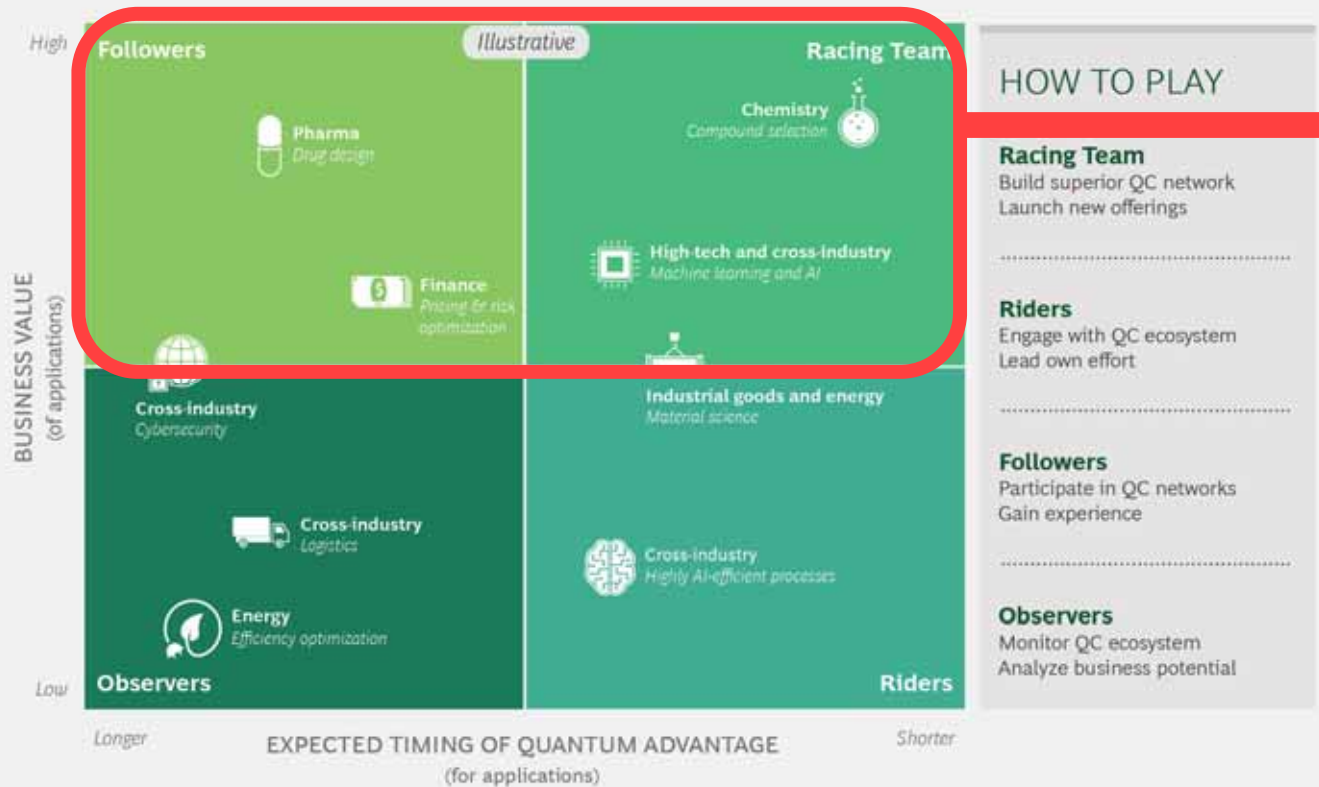
(注) ECMWF= European Centre for Medium-Range Weather Forecasts、UKSA=United Kingdom Space Agency

Copyright 2022 Quantum Strategic Industry Alliance for Revolution

資料) 各種公開情報より日立総研作成

量子コンピュータへの期待

EXHIBIT 9 | The Determinants of a Quantum Play for Business



産業への期待値が高い領域
 →量子重ね合わせ応用は、
 特に化学/材料の領域が先行

Sources: BCG analysis.

出典 : " The Next Decade in Quantum Computing—and How to Play", 2018-11-15, Boston Consulting Group
<https://www.bcg.com/ja-jp/publications/2018/next-decade-quantum-computing-how-play>

量子コンピュータへの期待

Exhibit 3 - The Value Creation Potential for Quantum Computing by Problem Type at Tech Maturity

	Applications	Value creation potential ¹ (\$B)	
		Low	High
Cryptography (\$40-\$80B)	Encryption/decryption	\$40	\$80
Optimization (\$100-\$220B)	Aerospace: Flight route optimization	\$20	\$50
	Finance: Portfolio optimization	\$20	\$50
	Finance: Risk management	\$10	\$20
	Logistics: Vehicle routing/network optimization	\$50	\$100
Machine learning (\$150-\$220B)	Automotive: Automated vehicle, AI algorithms	\$0	\$10
	Finance: Fraud and money-laundering prevention	\$20	\$30
	High tech: Search and ads optimization	\$50	\$100
	Other: Varied AI applications	\$00+	\$80+
Simulation (\$160-\$330B)	Aerospace: Computational fluid dynamics	\$10	\$20
	Aerospace: Materials development	\$10	\$20
	Automotive: Computational fluid dynamics	\$0	\$10
	Automotive: Materials and structural design	\$10	\$15
	Chemistry: Catalyst and enzyme design	\$20	\$50
	Energy: Solar conversion	\$10	\$30
	Finance: Market simulation (e.g. derivatives pricing)	\$20	\$35
	High tech: Battery design	\$20	\$40
	Manufacturing: Materials design	\$20	\$30
	Pharma: Drug discovery and development	\$40	\$80

量子重ね合わせ応用への高い期待
(アニーラ→NISQ→誤り耐性)

期待価値の比率表記

	Low	High
量子暗号	9%	9%
最適化	22%	26%
機械学習	33%	26%
シミュレーション	36%	39%

Sources: Academic research, industry interviews, BCG analysis.

¹Represents value creation opportunity of mature technology.

出典：“What Happens When ‘If’ Turns to ‘When’ in Quantum Computing?”, 2021-7-21, Boston Consulting Group
<https://www.bcg.com/publications/2021/building-quantum-advantage>

量子暗号通信 最近の動向

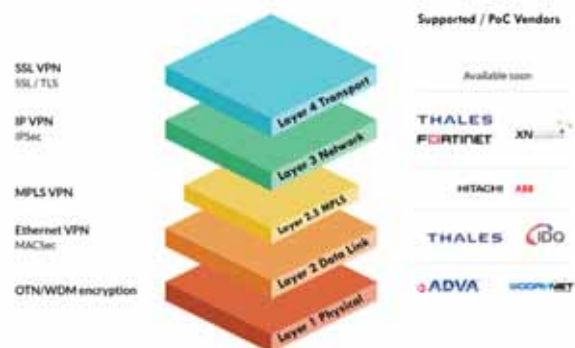
研究開発が進む一方、一部技術については**商用化**が始まっている

テクノロジベンダ

- スタートアップを含む複数ベンダが既にQKDソリューションの提供を開始
 - IdQuantique (スイス)
 - MagiQ Technologies (米)
 - QuantumCTek (中)
 - Quasky (中)
 - Qubitekk (米)
 - QuintessenceLabs (豪)
 - Toshiba (日)
 - ...
- 量子中継に必要となる量子メモリの商用提供が昨年より開始
 - Qunnect (米)

サービスプロバイダ

- BT (英)
世界初の商用サービスに向けた量子暗号テストベッドをロンドンで構築へ
<https://newsroom.bt.com/bt-and-toshiba-to-build-worlds-first-commercial-quantum-secured-metro-network-across-london/>
- QuantumXchange (米)
量子暗号を用いたセキュア通信サービス“Phio QK”を提供
<https://quantumxc.com/featured/phio-product-guide/>



QKDのパートナーモデル例
(IdQuantique社)

<https://www.idquantique.com/quantum-safe-security/integrated-solutions/>

END

