

---

*Materials Innovation*



With chemistry, we can.

# 量子コンピューターへの取組について

JSR株式会社 代表取締役社長 小柴満信

2019年 5月 16日

---

# 目次

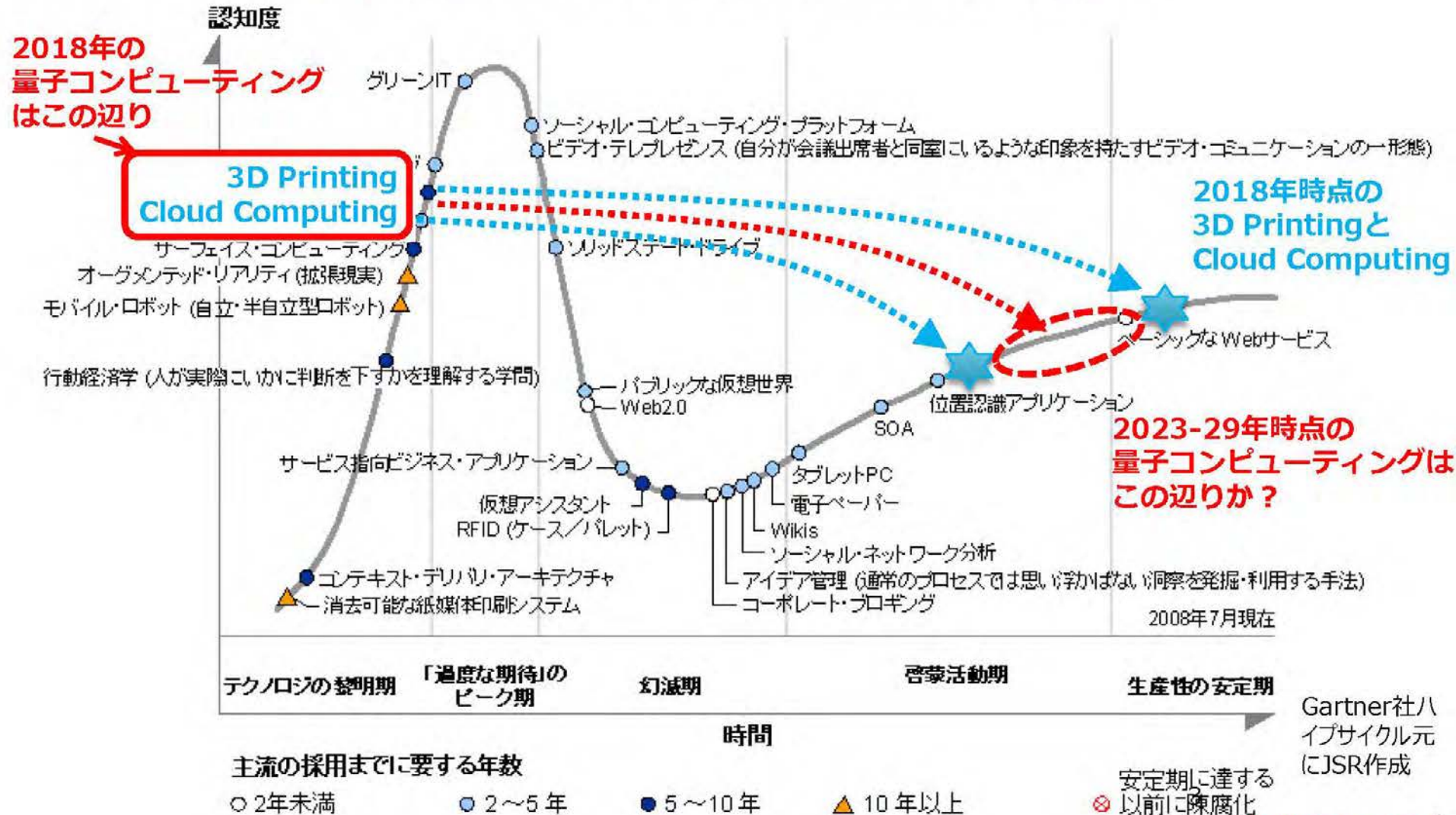
---

- |                        |          |
|------------------------|----------|
| 1) 量子コンピューターの現状        | P.3 - 4  |
| 2) 量子コンピューターの実用化にむけた動き | P.5 - 6  |
| 3) JSRにおける取組と期待        | P.7 - 11 |
| 4) 今後に向けて              | P.12-13  |

# 量子コンピュータ実用化は遠くない未来の話

現在の3Dプリンターと同様に10年後には量子コンピュータも当たり前の世界になる

## 10年前の先進テクノロジーのハイプサイクル (2008年)





# 量子コンピュータ実用化は、まずは暗号と化学から

産業・用途	ユースケース	企業	企業
IT	<ul style="list-style-type: none"> <li>- サイバーセキュリティ</li> <li>- ソフトウェアの検証と検証</li> <li>- 検索効率化</li> <li>- オンラインおよび製品マーケティング</li> <li>- ニューラルネットワークなどのMLとAI</li> </ul>	IBM Alibaba Google Microsoft	Telstra Baidu Samsung Amazon
輸送・工業製品	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ロジスティクス：日程計画、製品流通</li> <li>- 自動車：交通シミュレーション、自動運転</li> <li>- 半導体：チップレイアウト最適化</li> <li>- 航空宇宙：研究開発および製造</li> </ul>	Airbus NASA Northrop Grumman Daimler Raytheon	BMW Volkswagen Lockheed Martin Honeywell Bosch Toyota
化学・創薬	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 材料科学：電池セル、OLED材</li> <li>- 窒素固定などの触媒、および酵素設計</li> <li>- 医薬品の研究開発、創薬</li> <li>- バイオインフォマティクス、ゲノミクス</li> <li>- 患者の診断補助</li> </ul>	BASF Biogen Dow chemical	三菱化学 JSR Amgen
金融	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ポートフォリオ最適化</li> <li>- 取引戦略の構築</li> <li>- アセットプライシング</li> <li>- リスク分析</li> </ul>	J.P.Morgan Commonwealth 三菱UFJ	Barclays Goldman Sachs みずほ銀行
エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ネットワーク設計</li> <li>- エネルギー分布</li> <li>- 油井の最適化</li> </ul>	Dubai E&W authority	BP

# 量子コンピューターのエコシステムは構築されつつある

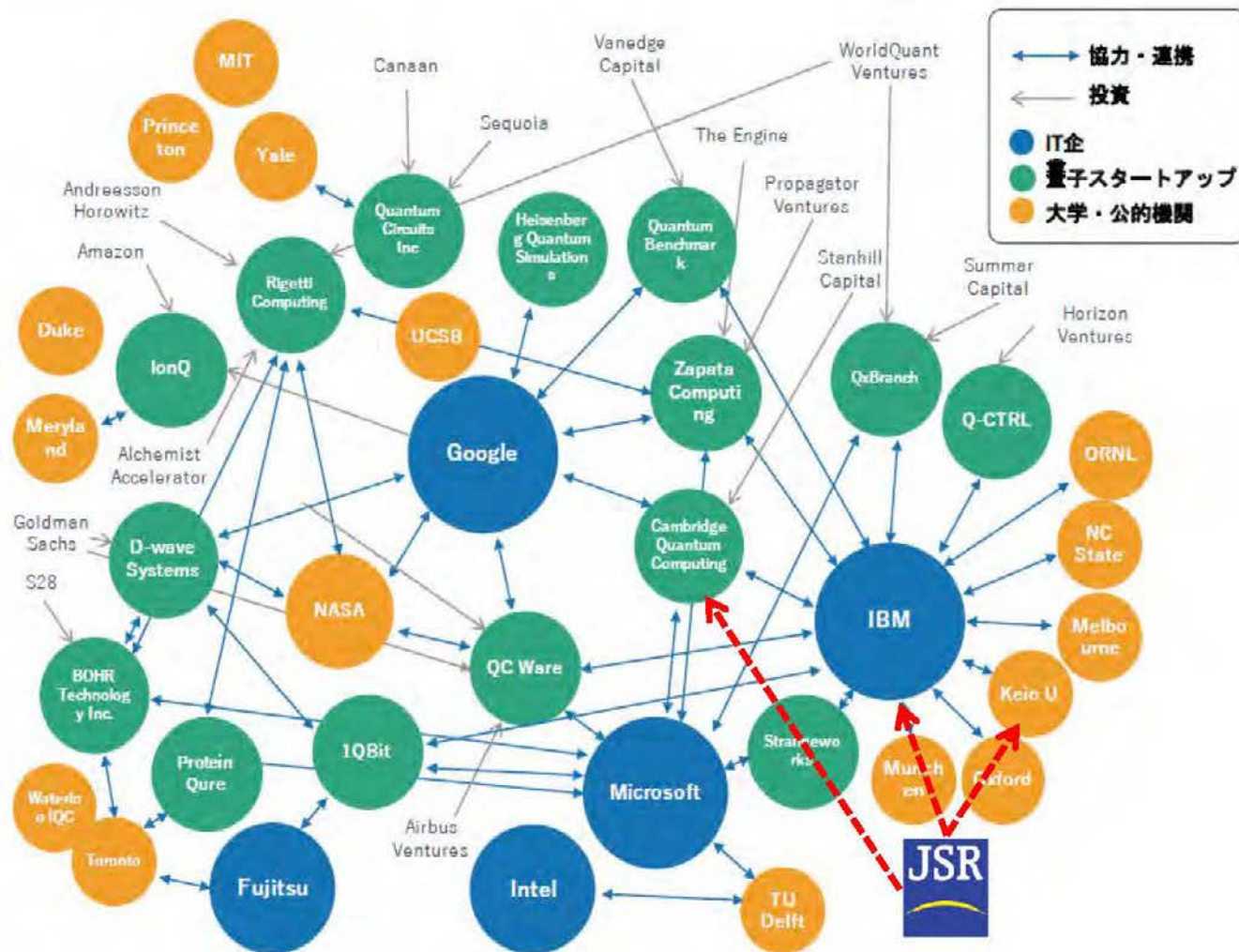


図 2.3: 量子コンピューティングエコシステム







# 欧米中は長期的かつ巨額(1000億円超)の支援体制を構築済み

	政策動向	内容・予算規模
米	<p>「量子情報科学の国家戦略概要」 発表 (2018.9)</p> <p>「国家量子イニシアティブ法」 成立 (2018.12)</p>	<p>1,400億円/5年</p> <p>「国家量子イニシアティブプログラム」</p> <p>DOE : 140億円/年 量子情報研究センター (最大数5)</p> <p>NSF : 56億円/年 量子研究・教育センター (最大数5)</p> <p>NIST : 89億円/年 量子情報研究・計量標準、ワークショップ</p>
中	<p>「科学技術イノベーション第13次 5ヶ年計画」 (2016-20)</p>	<p>1,200億円/5年</p> <p>「国家重点研究計画」</p> <p>「量子情報科学国家実験室」 (合肥市) 建設中。 2020年完成予定 (~1兆円)</p>
EU	<p>「Quantum Manifesto」 (2016.5)</p>	<p>&gt;1,250億円/10年</p> <p>「Quantum Technology Flagship」 20課題が 採択 (2019-28)</p>
独	<p>「ハイテク戦略2025」 (2018)</p> <p>連邦教育研究省「量子技術」公表 (2018.9)</p>	<p>&gt;860億円/4年 (2018-22)</p> <p>量子コンピューティング、量子コミュニケーション、計測、量子分野の技術移転と産業の参画推進</p>
英	<p>工学・物理科学研究評議会「National Strategy for Quantum Technologies」 (2014.12)</p>	<p>&gt;390億円/5年</p> <p>「UK National Quantum Technologies Programme」 (2014-19)</p>

3

# JSRの協業状況

米、欧、日での協業体制を確立し、グローバルに協業を推進している

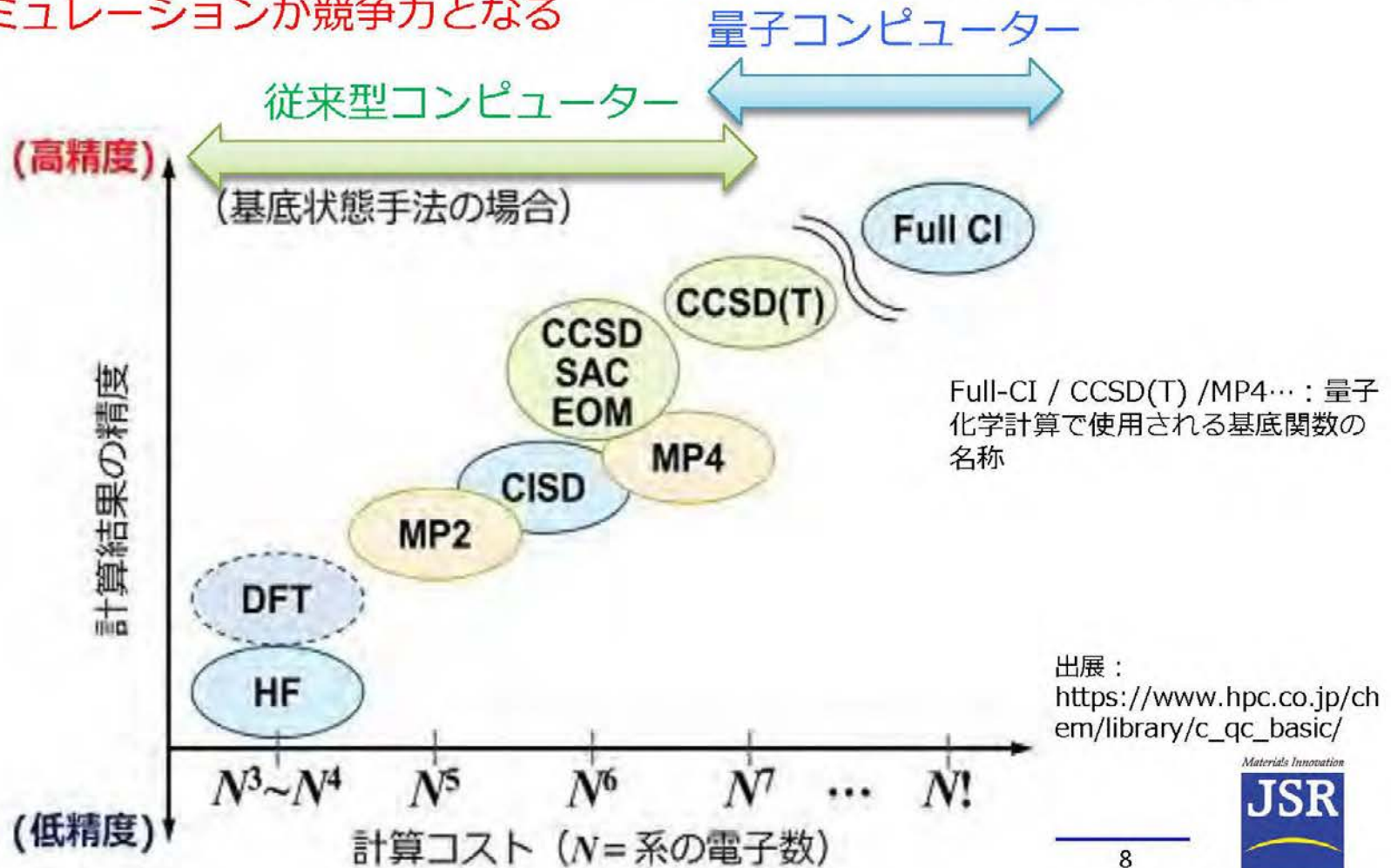
	協業企業	内容	プレスリリース
	IBM	慶応大学の「IBM Q」ハブ*に参画 量子化学計算に関するソフトウェア 開発 *) JSR, 三菱ケミカル, 三菱UFJ銀行、 みずほフィナンシャルグループが参画	2018 /5 IBM Q Network Hub @ Keio Universityを 開設
 	Cambridge Quantum Computing (CQC)	量子化学計算用 アルゴリズムの共同開発	2018/10 CQC and JSR Corp. Issue Statement on their Quantum Computing Project
	Qunasys	NISQ向け量子化学計算 アルゴリズムの開発	2019 /3 量子コンピューターの 活用を目指した共同研 究契約を締結



# 量子コンピューターはJSRの競争力強化に貢献

量子コンピューターにより化学計算ができると高精度なシミュレーションが可能となり材料開発が加速できる

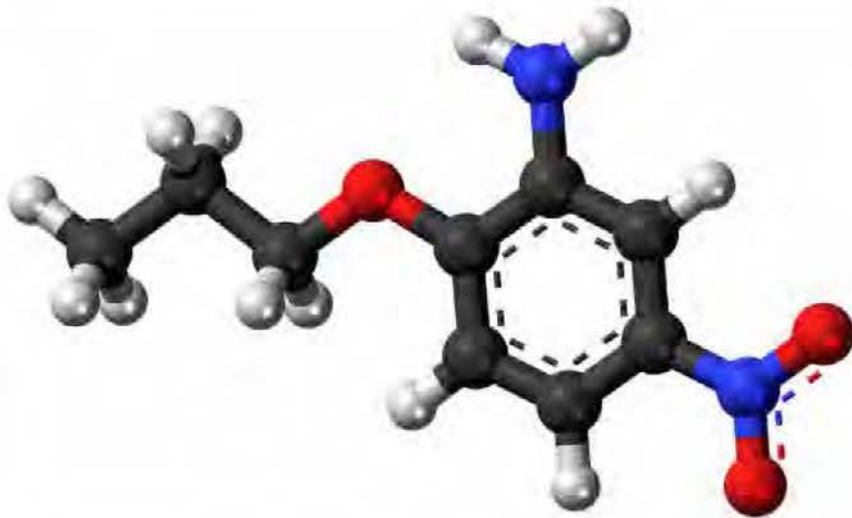
材料開発のデジタルトランスフォーメーションを推進するにあたり高精度な科学シミュレーションが競争力となる





# 量子化学計算の実用化は5年以内に訪れる可能性が高い (CQCとの協業から)

## CQC and JSR Corp. Issue Statement on their Quantum Computing Project



### Results signal important advances in the commercialization of Quantum Chemistry applications

Cambridge, October 4, 2018 – Cambridge Quantum Computing (“CQC”) is pleased to announce that following extensive experimentation and joint collaboration with JSR Corporation (“JSR”), in a project that commenced in Q3 2017, they have successfully implemented state-of-the-art quantum algorithms to calculate the excited states of molecules that take into account multi-reference characteristics.

Quantum chemistry is seen as the first real-world application of quantum computing, where new computational methods can achieve results in the design and discovery of new materials that has not, until now, been possible. Successfully implementing quantum algorithms that account for multi-reference states represents, for the first time, a new advance in building a solid foundation for the simulation of more complex quantum chemistry applications, and move from merely experimental and theoretical use cases for quantum computing to actual real-world applications that have the potential to affect society in

NISQ\*デバイス向けの高精度量子化学計算ソフトウェアの開発。



高精度・高速量子化学計算による  
研究開発効率の向上 (x100)

\*Noisy-Intermediate Scale Quantum computer:

今後数年の間に作られる量子コンピュータは、qubit数は数十から数百に達するが、それぞれのqubitに対する雑音は、十分に取り除くことができないとみられており、これをNISQデバイスと呼んでいる。

将来的には誤り訂正機能のある完全な量子コンピュータの開発が進む。

# 量子暗号：サイバーセキュリティへの貢献

今後、社会のデジタル化の進展により内外のデータ通信が増加するため、データの価値を守るためにもサイバーセキュリティに対するより高い信頼性が必要となる。

従来の暗号は量子コンピューターの発展により数年以内に破られることが懸念されており、量子コンピューター耐性を持つ暗号技術のニーズが今後高まると予想されている。

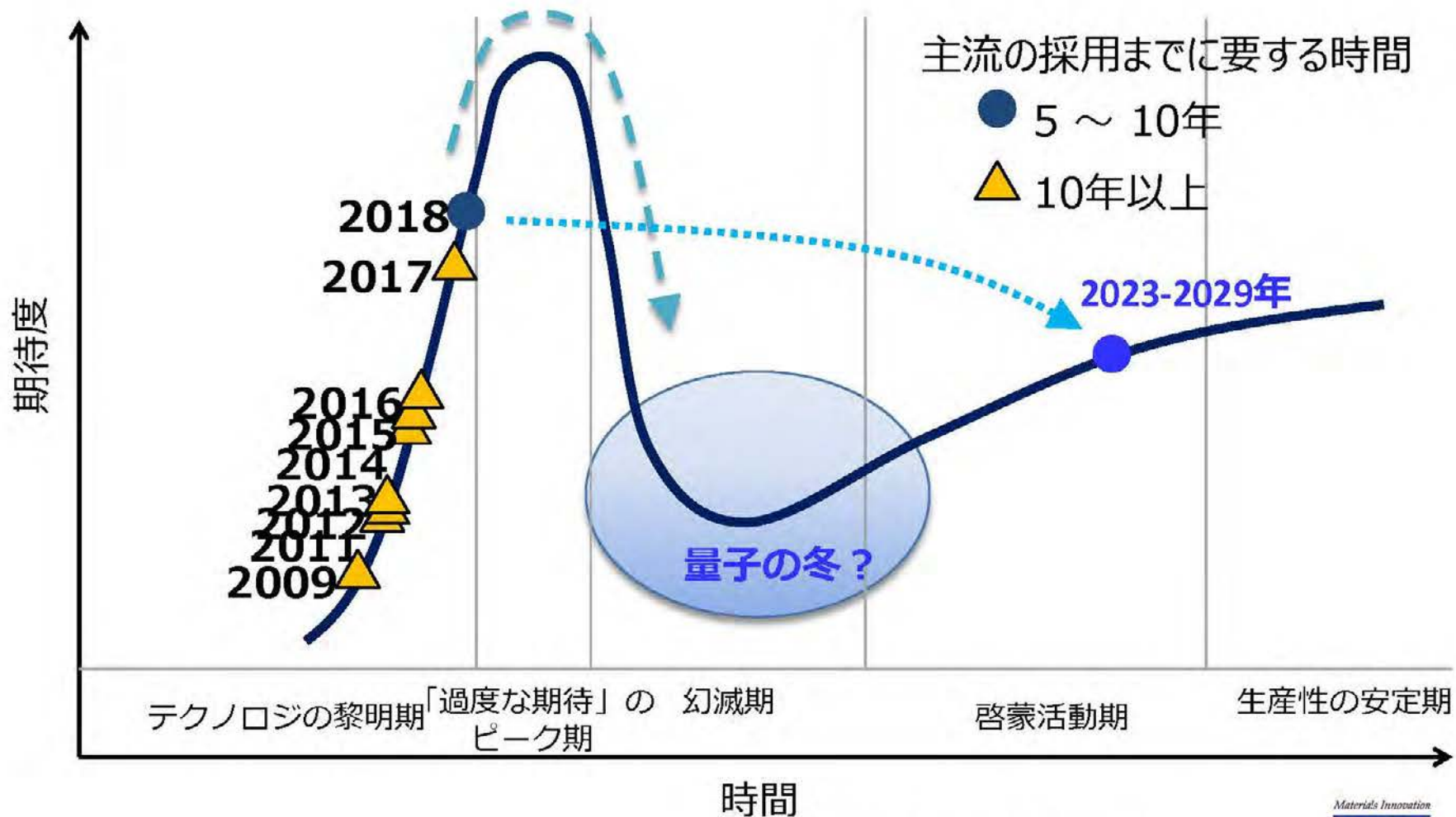
## 例：R&D分野でのデジタルトランスフォーメーション





# 量子コンピューティングは冬の時代を迎えるのか？

## ハイプサイクルにおける量子コンピューティングの推移（2009-2018）



Gartner社ハイプサイクル元にJSR作成

# 英国では量子プログラムを2018年から開始

## 人材育成による競争力の強化と冬の時代への対策

英国のQuantum Readiness Programme (QRP) は、NQIT\*の技術スペシャリストとCQCが共同で実施。

このプログラムは、英国の組織や企業に量子コンピューティングや関連技術に関する一連のセミナーと詳細な技術講演を無料で提供している。

- 1) 量子コンピューティングとは何か、それがなぜ重要なのか。
- 2) 量子アルゴリズムの紹介。
- 3) 量子時代のセキュリティと暗号化。
- 4) 今日の量子コンピュータと現在の装置で達成できること
- 5) アプリケーション - 量子計算がシミュレーションとモデリング、最適化とデータ処理にどのように革命を起こすか。
- 6) 量子AIと機械学習、そして量子コンピュータがその進化をどのように形作り、影響を与えるか
- 7) 英国の新たな量子コンピューティング部門と世界規模の量子コンピューティングの展望。



\*UK National Quantum Technology Programmeの一部としてNQITが設立されている。オックスフォード大学を中心に9大学と30以上の企業が連携して量子コンピューター技術の開発を行っている。

参考：NQIT <https://www.nqit.ox.ac.uk/content/quantum-readiness-programme>を元にJSRにて編集





# 日本が進むべき方向

## 1) 戦略

- ・総力戦では規模の戦いになり、米・中・欧との人的・資金的な対抗が難しい。一方、実用化に向けた動きは各分野で加速しているので日本として特化する分野に注力すべきではないか？

## 2) 国際連携

- ・グローバルでの連携を進め海外人材の取込みを積極的に進めるべき。  
(制度・賃金面等)
- ・例えば暗号方式では、国際的な連携のもとでの規格化などを進る必要がある (EUとの連携)

## 3) 人材育成

- ・国内人材の育成・教育体制を充実して、活動支援を含めて量子分野に人材が集まるような魅力を感じる仕組みを作る。

## 4) 長期的視点での支援体制

- ・量子コンピューターの「冬の時代」を乗り切るためにも公的なサポート体制の構築が必要 (研究費等)