

表 5-1 各国の量子技術に対する政策と研究投資予算

国	政策動向	内容・予算規模
米国	量子情報科学の国家戦略概要 (2018.9) 国家量子イニシアティブ法 (2018.12)	約1,400億円(\$1.28B) (2019-2024) 「国家量子イニシアティブプログラム」 DOE:140億円 (\$125M) /年 量子情報研究センタ NSF:56億円 (\$50M) /年 量子研究・教育センタ NIST:89億円 (\$80M) /年 量子情報研究・計量標準、ワークショップ
中国	科学技術イノベーション 第13次5ヶ年計画 (2016-20) 第14次5ヶ年計画 (2021-25)	1,200億円/(2016-20)以上 「国家重点研究計画」 「量子情報科学国家実験室」(合肥市)。 第1研究棟完成 (2020年) 「量子情報技術を含むフロンティア分野における主要な国家科学 技術プロジェクト」(金額等詳細は非公開)
EU	Quantum Manifesto (2016.5)	約1,300億円(€1B)/(2019-28) 「Quantum Flagship」20課題が採択
独国	ハイテク戦略2025(2018) BMBF「量子技術」(2018.9) 未来パッケージ(2021.1)	約840億円(€650M)/(2019-22) 両子計算、量子通信、計測、量子分野の技術移転と産業の参画推進 ~2,600億円(€2B)/(2021-2025) 両子通信、量子コンピューティング、量子センサおよび周辺技術 (電子機器、光源、光学部品、材料、 インターフェースなど)の研究開発
英国	量子技術国家戦略(2014.12)	約600億円(~£400M)/(2015-19) 「UK National Quantum Technologies Programme」 量子イメージング、量子センシング、量子通信、量子コンピューティング &シミュレーションの4つのハブ構築など
仏国	MESRI「国家量子戦略」(2021.1)	約2,300億円(€1.8B)/(2021-25?) 両子戦略の7本の柱 (量子コンピュータ、量子センサ、量子暗号通信等)を中心に産業のバリューチェーン、人材育成・科学研究・技術実験を大幅に強化
日本	「量子技術イノベーション戦略」	2022年度政府予算を約800億円に積み増し 前年度予算比2倍

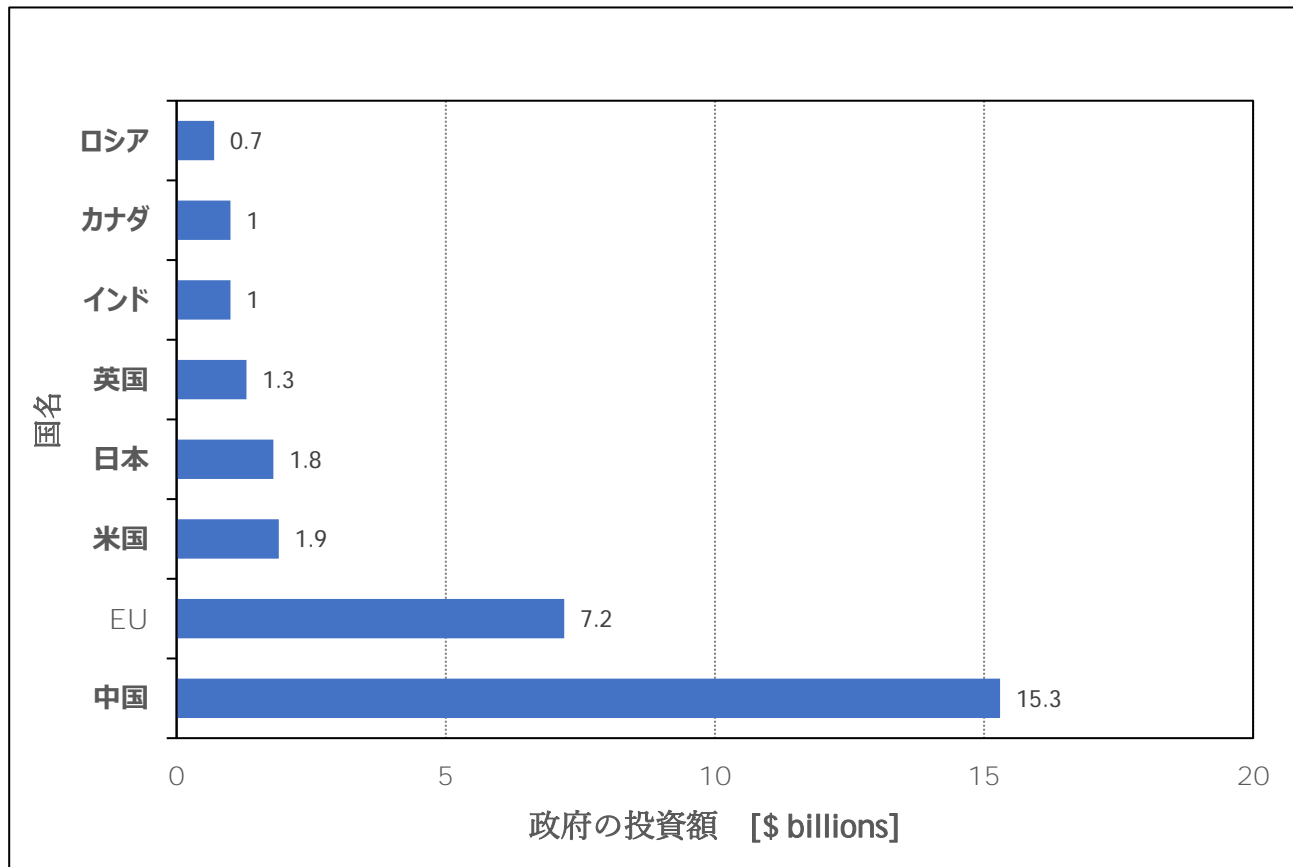
中国 : <https://www.zdnet.com/article/quantum-computing-networks-satellites-and-lots-more-qubits-china-reveals-ambitious-goals-in-five-year-plan/>

日本 : https://www.nikkei.com/news/print-article/?R_FLG=0&bf=0&ng=DGKKZ079508920U2A120C2PD0000

<https://ainow.ai/2022/04/24/264447/>

各国の量子戦略の投資の中でも、特にサイバーセキュリティの観点から直接的に影響のある量子コンピュータと量子通信、量子暗号等が挙げられる。その中でも特に量子コンピュータについて、コンサルティング会社の McKinsey & Company, Inc. が 2021 年 12 月に発表したレポートを纏めている (図 5-1)。このレポート「Quantum computing use cases are getting real—what you need to know (量子コンピューティングのユースケースが現実味を帯びてきた — 知っておくべきこと)」では、量子コンピュータ研究開発はまだ黎明期にあるため、多額の公的資金が投じられており、その投資額が纏められている。そうした資金を国別に見ていくと、中国が 150 億ドルと最も多く、次いで EU の 72 億ドル、アメリカの 13 億ドルと続いている。日本は 10 億ドルでインドと同等である。EU の公的資金源となっている加盟国はドイツが 41.9%と最も多く、次に多いのがフランスの 28%である。

なお、技術的に先行しているアメリカにはすでに多数の量子コンピュータ企業が存在しており、こうした企業には公的資金ではなく民間ベンチャーキャピタルからの投資と考えられる。



<https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/quantum-computing-use-cases-are-getting-real-what-you-need-to-know>

(データを抜粋)

図 5-1 各国の量子コンピュータへの投資額

中国は、EU の 2 倍、米国の 10 倍以上の投資額であるが、米国（IBM や Google）の様な明確なアウトプットは公開されていない。量子コンピュータの開発の目的は、現代の情報化社会における利便性の向上とともに、暗号等の解読への応用による安全保障の優位性の確保等が考えられ、各国ともに技術情報の公開は、慎重であり、技術のクロード戦略等が考えられている。

第 2 節 量子技術と安全保障

諸外国では、「量子技術は、安全保障における様々な局面で、大きなインパクトをもたらす」と考えられ、量子技術に関する研究が積極的に進められている。量子技術が進歩することによる情報通信におけるセキュリティへの影響は大きく、今すぐにも真剣に考え対応する必要がある。しかし、量子技術に対する考え方は、様々であり、特に実用化に対して量子技術の課題の大きさを理由にし、先延ばしした意見も多く、新

たに発生するセキュリティに影響を及ぼす脅威に対しての対策が先送りになっている場合が多く見受けられる。特に日本においては、量子関連の技術革新と安全保障の観点において、他国に比較すると安全保障の感度が低いように思える。今までの日本における量子技術の研究開発は、学術的な視点からの研究開発が主流であり、安全保障に対する様々な脅威の可能性やその対策について、具体的に議論される場が少なく、安全保障の観点から専門的に調査、研究する機関（組織）も少ない。その一つの要因は、量子技術の実用化と脅威においては、前述の様に、俯瞰的かつ多面的な分析が十分なされておらず、まだ先の未来社会ビジョンに向けた取り組みの一つであると考えられているケースが多い。確かに未来社会ビジョンの実現は、国をより豊かにするために非常に重要であるが、それがあまりにも主眼となってしまうと現時点での安全保障の観点での危機感が薄れ、様々な分野で量子技術に対するセキュリティ対策までも先送りにされているケースが多くなっている。

海外では、安全保障の観点で量子技術を先行して実用化させることによるイニシアティブは大きいと強く考えられており、軍関係の研究機関と企業や大学が連携し、具体的な実装をイメージした開発に取り組んできている。特に米国では、直ぐに実際のフィールドで利用できる技術と、実装のために、まだ課題解決に時間がかかり、先になりそうな技術を俯瞰的に分析し明確にすみ分け、前者に対する対策や代替手段採用に積極的に取り組んでいる。また、考えられる脅威に関しては、常にワーストケースを考え、先送りすることなく取り組んできている。日本においても将来的な社会実装とは別に国家安全保障に特化した研究・分析・開発、実装を推進し実行的に牽引できる組織が必要と考える。

特に量子コンピュータの開発競争においては、最初に現代暗号の解読を実現できた組織が、現代の情報化社会や安全保障の分野における優位性を獲得できると言われている。量子コンピュータや量子暗号など、その目的を達成する量子技術には様々な技術やアプローチがあり、それらの一つだけにフォーカスした研究開発では不十分である。それら様々な技術を客観的に捉え、他国の状況、対策すべき時期と実現時期との関係、実装条件や実現に向かうアプローチ等を柔軟に判断すべきである。

第3節 量子コンピュータとAI

量子コンピュータの物理的な動作が、理論によろやく追いつき始め、実機（クラウド利用）を使った実用的な研究開発が可能になった。そのため、その処理能力をAI（Artificial Intelligence：人工知能）に活用しようと、量子コンピュータによる機械学習（量子機械学習）への応用が重要視され、そのキーテクノロジーの研究開発が各国で盛んに行われている。量子コンピュータを利用したAI（量子AI）は、少ないデータで機械学習アルゴリズムを作成できると考えられている。量子機械学習アルゴリズムの研究としては、個別の計算ステップを高速化だけでなく、量子コンピュータは、少ないデータでモデルを学習させたり、データ構造の検出や分類の精度を高めたりできる可能性があるため、より低い抽象化レベルで動作する量子アルゴリズムの研究が進められてきている。現在、量子機械学習は、量子カーネル法のような量子機械学習に加えて、量子CNN（Convolutional Neural Networks：畳み込みニューラルネットワーク）のような量子ディープラーニングの研究も進んでいる

<https://techartarget.itmedia.co.jp/tt/news/1904/08/news06.html>

<https://ai.now.ai/2022/04/24/264447/>