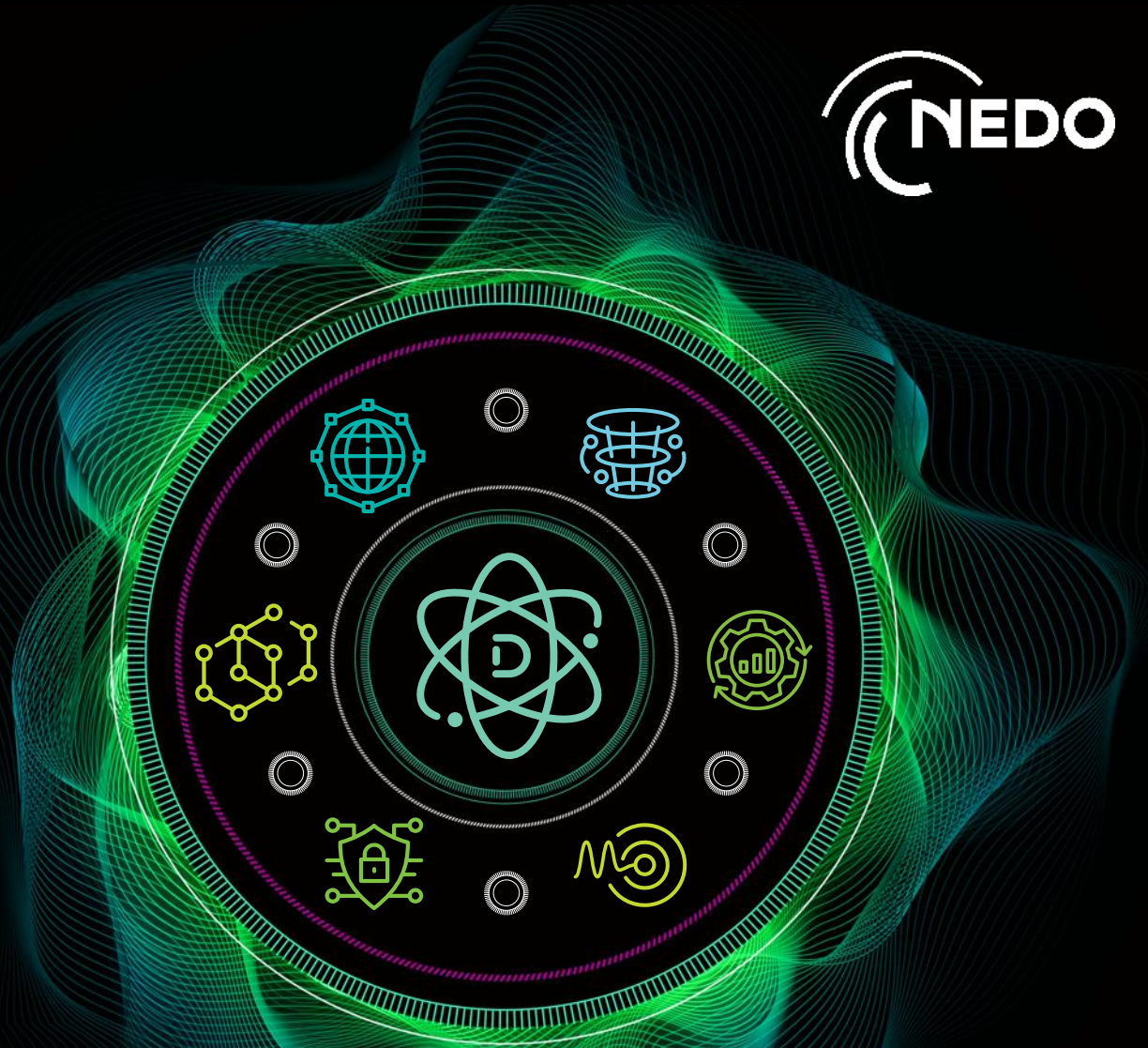
量子コンピューティング ユースケース集

生体機能解明による疾患早期予測



Q-STAR
量子技術によるSDGs推進部会
©2026　Q-STAR, Quantum STrategic industry Alliance for Revolution

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）

生体機能解明による疾患早期予測
Early prediction of diseases through the elucidation of biological functions



ユースケース概要 **Use Case Overview**	生体や薬効の機能解明が進み、身体の不調を補う効果的な治療法を提供 The clarification of the medicinal effects is progressing, providing effective treatment methods.
解決できる課題と効果 **Issues to be addressed and their effects**	健康寿命の延長により労働年数も延長し、2050年には年間約30兆＄の経済効果 Extending healthy life expectancy will also prolong working years and enhance economic effects.
量子技術の貢献 **Contributions of quantum technology**	生体状態を決める分子の相互作用の再現や薬理作用に影響を与える因子の推定 Estimating the influencing factors on pharmacological effects through the reproduction of molecular interactions.

実現予想時期 **Expected realization period**	(Year)2035～2040
産業分類 **Industry classification**	情報・金融・その他サービス Information・Financial・Other services
関連するQRAMI階層 **Related QRAMI layers**	機能層 Functional layer
関連する量子技術 **Related quantum technologies**	量子コンピュータ(FTQC) Quantum Computer(FTQC)

新規性 **Novelty**	一部の新要素 Some new elements
達成難易度 **Difficulty of achievement**	困難 Difficult
社会貢献度 **Social contribution level**	社会全体に貢献 Contributions to society as a whole
市場規模 **Market size**	10兆円～ 10T¥～

詳細

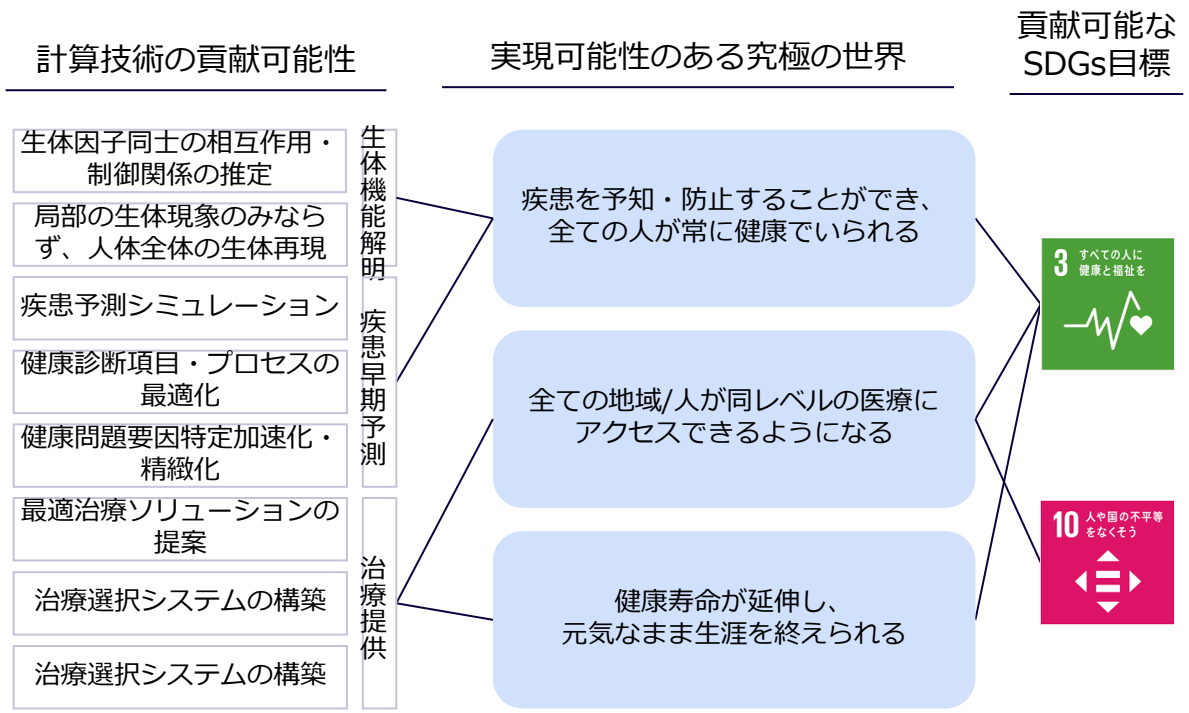
生体機能解明による疾患早期予測

- 生体や薬効の機能解明が進み、身体の不調を補う効果的な解決策提供が可能になることで、全ての人が元気なまま生涯を終えることができる。

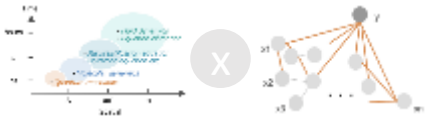
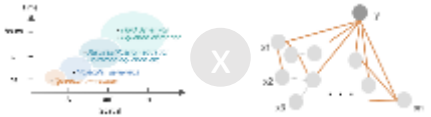
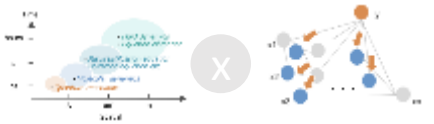


30兆ドル
GDPの増加

現状では人間の健康寿命と平均寿命に10歳のギャップがあるが、QC活用により人々の健康寿命が延長し、元気なまま寿命を迎える。伴って労働年数も延長し、2050年には年間約30兆ドルの経済効果をもたらす



生体機能解明による疾患早期予測

プロセス(1/2)		必要な研究開発・事業開発	量子コンピューターの貢献余地と今後の開発課題	
生体や薬効の機能解明が進む	生体モデルの確立	■ 遺伝子・タンパク質の量的変動、外的要因、現在の生体の状態等、因子同士の相互作用・制御関係の推定 → 量子化学計算や分子動力学計算を組み合わせることで、生体状態を決める分子の相互作用・制御関係をより精緻に再現し、線形関数で定式化。また、局部の生体現象のみならず、より複雑で大規模な生体全体の関係性を再現 （バイオロジー上役割や相互作用が解明できていない部分があることがボトルネック。　例：mRNA）	理論モデルと因果分析を組み合わせて精緻なモデルを構築 	■ 量子化学計算の加速化 ■ MD計算を速く解くアルゴリズムの開発 ■ 線形回帰分析始めとする統計分析への量子コンピュータ適用余地拡大（現存アルゴリズムよりもさらに適用範囲が広がるような手法開発）
	薬理作用モデルの確立	■ 薬理作用に影響を与える因子の関係推定 例えば以下のようなものが影響するとされる：年齢差、性差、動物の種差、病態、個体差（特異体質，薬物アレルギー，遺伝的要因など）、心理的効果等 → 量子化学計算や分子動力学計算を組み合わせることで、薬理の分子レベルの作用状況を精緻に定式化	理論モデルと因果分析を組み合わせて精緻なモデルを構築 	■ 量子化学計算の加速化 ■ MD計算を速く解くアルゴリズムの開発 ■ 線形回帰分析始めとする統計分析への量子コンピュータ適用余地拡大（現存アルゴリズムよりもさらに適用範囲が広がるような手法開発）
	情報取得	■ 患者情報取得システム（現状実際投薬された患者のデータが少ない状態） ■ 患者情報を匿名化してデータ利用を可能とする情報マスキング技術の確立	-	■ 特になし
	疾患予測シミュレーション	■ 個人のゲノム情報、生体・行動データに基づいた疾患の予測解析シミュレーションの確立。予防医療・先制医療につながる（XX状況で肥満or糖尿病になりやすいため、予防治療を行う）	理論モデルと因果モデルの掛け合わせを解く 	■ 各モデル個別に解くのではなく、理論モデル x 因果モデル組み合わせとして、一体としてアプローチできる手法の開発

生体機能解明による疾患早期予測

プロセス(2/2)		必要な研究開発・事業開発	量子コンピューターの貢献余地と今後の開発課題	
身体の不調を補う効果的な解決策提供が可能になる	高精度診断技術の確立（**既存診断の方法論化**）	■ 健康状態診断の項目・プロセスの最適化 （お腹が痛い症状/なんとなく調子が悪いに対して、何を検査すればいいのかを最適化する仕組み） ■ 健康状態を正確把握するセンシング技術の確立 （高精度なセンサー・長時間データ採取が可能なウェアラブル・インプラントデバイス等） ■ 健康状態データに対して、問題要因の特定	因果モデルの構築と、それを用いた要因の特定（逆問題） 	■ 線形回帰分析始めとする統計分析への量子コンピュータ適用余地拡大（現存アルゴリズムよりもさらに適用範囲が広がるような手法開発） ■ 最適解探索の加速化、裾野拡大（現存アルゴリズムよりもさらに適用範囲が広がるような手法開発）
	問題に対するソリューションを決定する方法論の確立（**既存治療の方法論化**）	■ 生体モデルｘ薬理作用モデルの組み合わせにより最適なソリューション(群)を提供 ➢ 個別化医療（薬剤の自動合成＆治験装置、手術ロボット、等） ➢ 医療以外の治療方法(高栄養・機能食品、心理療法、生活行動制御等) ➢ 身体/脳拡張技術(自身の身体機能が衰えた場合も、支障なく生活できる) ■ 各ソリューションの影響シミュレーションの確立、及び患者自身の意思に基づいた選択システムの構築	逆問題を解く 	■ 最適解探索の加速化、裾野拡大（現存アルゴリズムよりもさらに適用範囲が広がるような手法開発）
	ソリューション提供技術の確立	■ 各種技術ソリューションのスケーラビリティ・コスト性を含めた最適プロセス・オペレーションの設計	-	■ 特になし
	各人が上記診断・治療にアクセスできるインフラの整備	■ 多数のエッジから量子コンピュータにアクセスする方法の確立 日々の診断→対処までのソリューションパッケージの開発・提供	逆問題をたくさん解く 	■ 確立された数理モデルの、リアルタイム・大量実行

ロードマップ

生体機能解明による疾患早期予測

プロセス(1/2)

必要なステップ

量子コンピューターに関連する項目

			24年	25-30年	30-40年	40年以降
生体や薬効の機能の解明	生体モデルの確立	■ モデル関数同定の可能性、事業性検証				
		■ 人の生体反応の研究推進。現状不明な相互作用を明確化				
		■ 量子化学計算の加速化				
		■ MD計算を速く解くアルゴリズムの開発				
		■ 線形回帰分析始めとする統計分析への量子コンピュータ適用余地拡大				
		■ 量子化学計算を用いて生体状態を表現するモデルを構築				
	薬理作用モデルの確立	■ モデル関数同定の可能性、事業性検証				
		■ 量子化学計算の加速化				
		■ MD計算を速く解くアルゴリズムの開発				
		■ 線形回帰分析始めとする統計分析への量子コンピュータ適用余地拡大				
		■ 量子化学計算を用いて動態や生体反応を表現するモデルを構築				
		■ モデルの予測性を実際の治験結果と比較しながら精緻化				
	情報取得	■ 医療ビッグデータ等を活用して、生体・病態生理の情報を収集				
		■ 患者情報を匿名化してデータ利用を可能とする情報マスキング技術の確立				
		■ 研究者や医療機関間でデータ共有を行うプラットフォームの構築				
	疾患予測シミュレーション	■ 量子コンピュター活用による計算加速化可能性・事業性の検証				
		■ 理論モデル x 因果モデル組み合わせとして、一体としてアプローチできる手法の開発				
		■ 疾患予測アルゴリズム x 量子計算を用いたソリューションの開発				
		■ 予防医療・先制医療に向けたソリューション応用				

生体機能解明による疾患早期予測

プロセス(2/2)

身体の不調を補う効果的な解決策提供が可能になる

- 高精度診断技術の確立
- 問題に対するソリューションを決定する方法論の確立
- ソリューション提供技術の確立
- 各人が上記診断・治療にアクセスできるインフラの整備

必要なステップ

量子コンピュターに関連する項目

	24年	25-30年	30-40年	40年以降
■ 線形回帰分析始めとする統計分析への量子コンピュータ適用余地拡大				
■ 最適解探索の加速化、裾野拡大				
■ 健康状態診断の項目・プロセスの最適化アルゴリズムの開発				
■ 健康状態を正確把握するセンシング技術の確立(量子センサ等含む)				
■ 医療ソリューション技術の開発（個別医療、心理療法、身体/脳拡張技術等）				
■ 最適解探索の加速化、裾野拡大				
■ 上記確立薬理作用予測モデルｘ量子計算により最適治療提案ソリューションの確立				
■ 各種技術ソリューションの最適プロセス設計				
■ 確立された数理モデルの、リアルタイム・大量実行				

WEBサイトにて、その他の事例も公開しています。ぜひご覧ください。
https://www.quantum-computing-use-cases.nedo.go.jp

他の事例を見る

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）
AI・ロボット部（e-mail：quantum_ai@ml.nedo.go.jp）

本ユースケース集は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術開発機構（NEDO）の委託業務「量子・古典ハイブリッド技術のサイバー・フィジカル開発事業／量子技術に関するユースケース事例調査」および「ポスト５Ｇ情報通信システム基盤強化研究開発事業（量子産業化）／量子コンピュータの産業化促進に向けた包括的調査」の成果として、得られたものです。