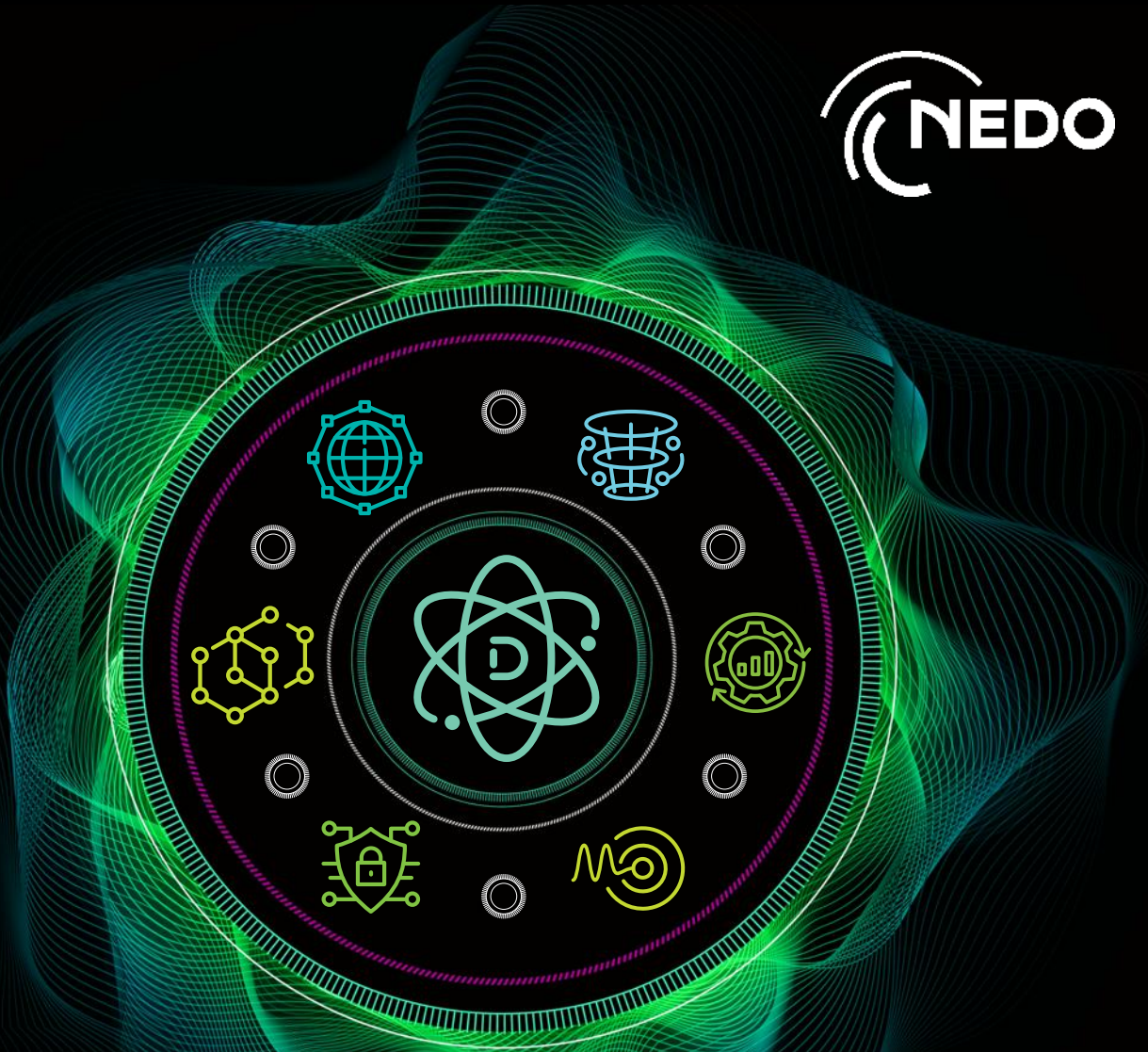
量子コンピューティング ユースケース集

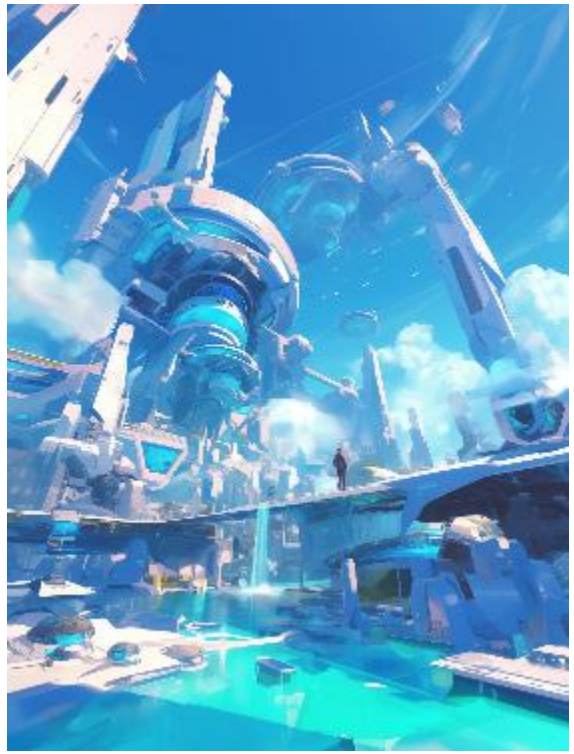
水生成設備・上下水道の設計最適化



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）

水生成設備・上下水道の設計最適化
Optimization of water equipment design



ユースケース概要 **Use Case Overview**	水資源管理モデルの構築を通じた、上下水処理の最適化 Optimization of water treatment through the development of a water resource management model.
解決できる課題と効果 **Issues to be addressed and their effects**	水の安定供給を確保し、水アクセスの地理的格差を解消 Ensuring a stable supply of water and eliminating geographical disparities in water access.
量子技術の貢献 **Contributions of quantum technology**	地域の地理・気候条件や需要特徴に応じて、最適な水源ポートフォリオを提案 Propose the optimal water source based on local geography, climate, and demand conditions.

実現予想時期 **Expected realization period**	(Year)2035～2040
産業分類 **Industry classification**	ユーティリティ・通信 Utilities・Communications
関連するQRAMI階層 **Related QRAMI layers**	事業層 Business layer
関連する量子技術 **Related quantum technologies**	量子アニーリング Quantum Annealing

新規性 **Novelty**	軽微な改良 Minor improvements
達成難易度 **Difficulty of achievement**	容易 Easy
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**	5.10兆円～ 10T¥～

詳細

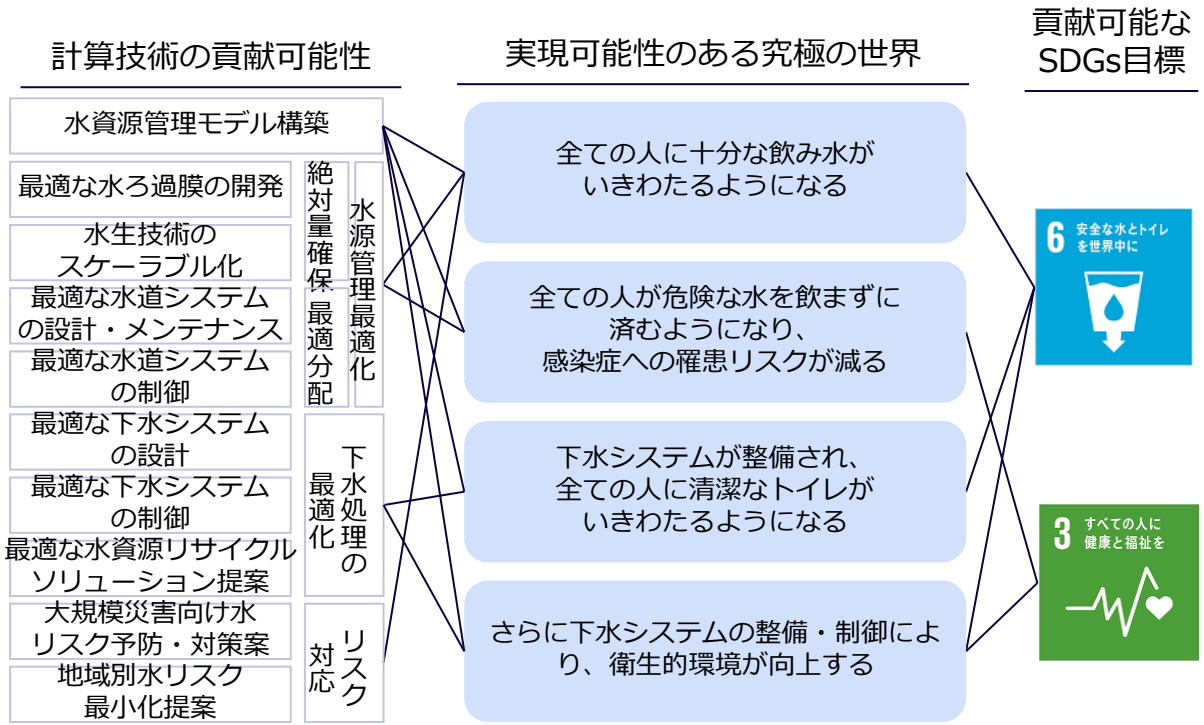
水生成設備・上下水道の設計最適化

- 水生成の技術革新や最適な上下水道設計が可能になることにより、供給すべき水の絶対量確保・地理的格差解消が可能に。

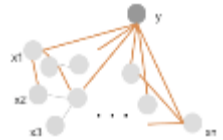
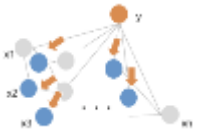
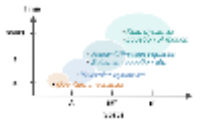
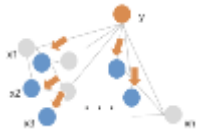


54%
水へのアクセスの向上率

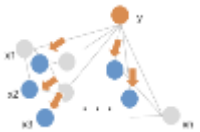
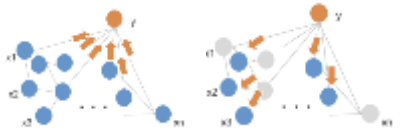
従来手法では毎年新たに8,280万人に安 全な水が供給できるが、QC活用により 毎年新たに1億2,738万人の救済が可能 となり、救済できる人が54%向上可能 となる



水生成設備・上下水道の設計最適化

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	
水資源循環システムの構築	水資源循環モデルの確立	■ 水源➡配送➡利用（家庭・産業）➡廃棄の循環システムモデルを構築。具体的には、水供給・需要やそれに関連しうるパラメータの過去実測値をデータセットとして大量にインプットし、線形回帰分析によって定式化。		● 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）
	計算技術の確立	■ グローバル規模・リアルタイムの水源量や需要量を鑑みた予測シミュレーションの確立	因果モデルの順問題を解く 	■ 当該モデルの中で、古典アプローチで解くのが難しい計算タスクの同定 ■ 上記タスクを効率的に解くためのアルゴリズムの開発 ■ 確立された数理モデルの大規模実行
水管理最適化設計	水源最適ポートフォリオの構築	■ 上記モデルに応じて、地域のリアルタイムな地理・気候条件や需要特徴に応じて、各地域における最適な水源ポートフォリオを提案 ■ 上記最適水源ポートフォリオ提案おいて、新規水生成技術の有効性・必要性の裏付けととり、技術の導入・普及を推進する仕組み ■ 新規水生成技術のスケーラビリティ性・コスト性含む実現 ➢ 海水淡水化技術：より高い造水率、より低いエネルギーコスト、より少ない排出物や排出物の活用率向上等 ➢ 水生成技術：空気中に含まれる水蒸気（湿度）の比重にかかわらず利用できる吸湿性材料 ➢ 人工降雨：より低コストの降雨材料、雨雲のないときの降雨制御システム開発 →量子化学計算や流体計算により最適材料や合成・製造プロセスの計算を高速化	因果モデルの逆問題を解く 	■ 最適解探索の加速化、裾野拡大
				■ 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 ■ 非線形方程式（ナビエーストークス方程式等）を速く解くアルゴリズムの開発
	水管インフラの最適化設計	■ 上記モデルに応じて、水管の初期配置最適化設計 ■ 水管のメンテナンス・腐食予測シミュレーション（日々の地理・気候条件や供水量によって予測が複雑な想定）	因果モデルの逆問題を解く 	■ 最適解探索の加速化、裾野拡大

水生成設備・上下水道の設計最適化

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	
水管理最適化設計	配水・送水オペレーション最適化	■ 日々の水量や需要等を鑑みて配送・送水を最適にコントロールできるシミュレーションの確立 ■ 配水・送水を遠方及び自動で制御できる技術の確立	-	■ 特になし
	水リサイクルシステム最適化	■ 水資源の循環利用ソリューションの最適化提案（浄水剤、イオン交換膜等の利用、再利用用途等） →リアルタイムに測定される廃水の特性に基づく、最適化計算	逆問題を解く 	■ 最適解探索の加速化、裾野拡大 ■ 確立された数理モデルのリアルタイム・大規模実行
	水資源循環システムのリスク予測・リスク予防	■ 地震等の大規模災害による水資源循環システムへの影響シミュレーション、及び被災時向け最適予防・対応策提案 ■ リアルタイムデータにより、各国・地域の渇水リスクをリアルタイム・中長期的に予測評価し、地域別の産業配置や人の移住等の最適化提案	順問題を解く & 逆問題を解く 	■ 最適解探索の加速化、裾野拡大 ■ 確立された数理モデルのリアルタイム・大規模実行

ロードマップ

水生成設備・上下水道の設計最適化

プロセス(1/2)

- 水管理最適化設計
  - 水資源循環システムの構築
    - 水資源循環モデルの確立
    - 計算技術の確立
  - 水源最適ポートフォリオの構築
  - 水管インフラの最適化設計

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
■ 水の需給量、使用パターン、水質、配水、再利用の水資源現状データ収集				
■ 水資源の地域的特性や季節変動についての長期的データを収集				
■ 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				
■ 水資源循環モデルを構築。水の供給・需要、流出、再利用、浄化な等のプロセスを再現				
■ 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				
■ 当該モデルの中で、古典アプローチで解くのが難しい計算タスクの同定				
■ 確立された数理モデルの世界規模・リアルタイムな計算が可能な量子計算技術の確立				
■ 各地域における水需給量及び水質予測アルゴリズムｘ量子計算ソリューションを確立				
■ 最適解探索の加速化、裾野拡大				
■ 各地域に置ける水源ポートフォリオ最適化アルゴリズムｘ量子計算ソリューションを確立				
■ 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				
■ 非線形方程式（ナビエーストークス方程式等）を速く解くアルゴリズムの開発				
■ 新規水生成技術(海水淡水化、空気水生成等)のプロセス最適化の量子化学アルゴリズムの確立				
■ 最適解探索の加速化、裾野拡大				
■ 水管の初期配置最適化アルゴリズムを確立				
■ 現状水道パイプの材質、年数、水質、環境条件等のデータをリアルタイムに収集する技術を確立				
■ 水管腐食予測アルゴリズム構築				

水生成設備・上下水道の設計最適化

プロセス(2/2)		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
水管理最適化設計	配水・送水オペレーション最適化	■ 日々の水量や需要等を鑑みて配送・送水最適化アルゴリズムｘ量子計算ソリューションの確立				
		■ 配水・送水を遠方及び自動で制御できる技術の確立				
	水リサイクルシステム最適化	■ 水リサイクル最適化対象となる指標を定義(エネルギー消費量、水質等)				
		■ 最適解探索の加速化、裾野拡大				
		■ 水資源の循環利用最適ソリューション提案アルゴリズムｘ量子計算ソリューションの確立				
		■ 確立された数理モデルのリアルタイム・大規模実行				
	水資源循環システムのリスク予測・リスク予防	■ 過去事例学習より、大規模災害による水資源供給への影響予測アルゴリズムの構築				
		■ 最適解探索の加速化、裾野拡大				
		■ 大規模災害被害への最適対応策提案アルゴリズムｘ量子計算ソリューションの確立				
		■ 地域別リアルタイム・中長期的渇水リスク予測アルゴリズムｘ量子計算の確立				
		■ 地域渇水リスク予防最適化提案アルゴリズムｘ量子計算の確立				
		■ 確立された数理モデルのリアルタイム・大規模実行				

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。