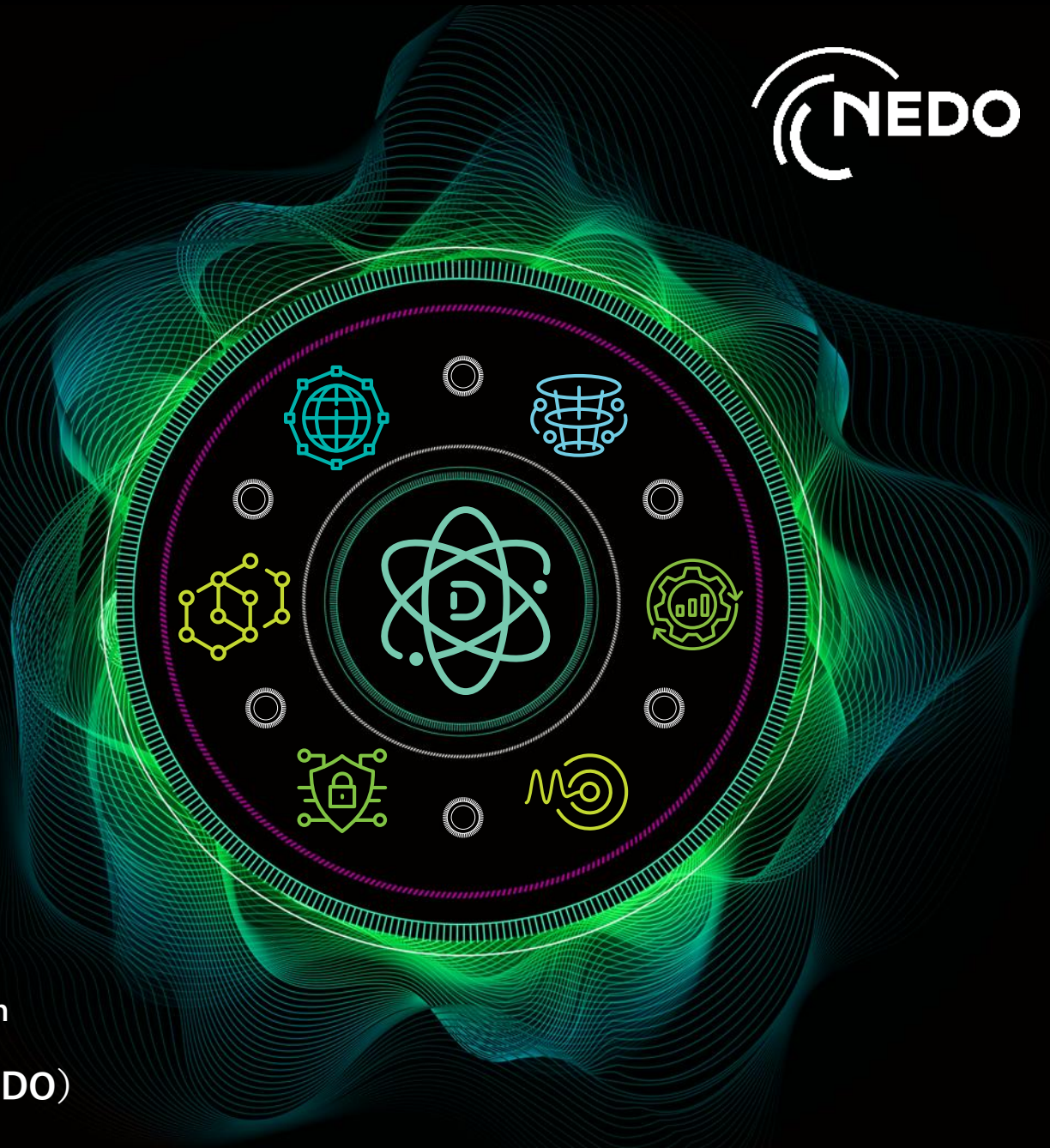
量子コンピューティング ユースケース集

循環可能材料の製造プロセス革新



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）

循環可能材料の製造プロセス革新
Innovation in the manufacturing process of recyclable materials



ユースケース概要 **Use Case Overview**	製造プロセスの革新により、材料取得と廃棄物排出が環境に与える負荷を低減 Reduce the environmental impact of procurement and disposal through manufacturing innovation.
解決できる課題と効果 **Issues to be addressed and their effects**	リサイクル・炭素固定技術により、製造業のカーボンニュートラルを実現 Achieving carbon neutrality in the manufacturing industry through recycling and carbon fixation technologies.
量子技術の貢献 **Contributions of quantum technology**	量子化学計算により、最適出発材料や合成・製造プロセスの計算を高速化 Accelerating the calculations for optimal starting materials and synthesis/manufacturing processes.

実現予想時期 **Expected realization period**	(Year)2035～2040
産業分類 **Industry classification**	製造(素材) Manufacturing(materials)
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**	量子材料、量子コンピュータ Quantum Materials、Quantum Computer

新規性 **Novelty**	一部の新要素 Some new elements
達成難易度 **Difficulty of achievement**	容易 Easy
社会貢献度 **Social contribution level**	特定の業種に貢献 Contributions to specific industries
市場規模 **Market size**	10兆円～ 10T¥～

詳細

循環可能材料の製造プロセス革新

- プロセスシミュレーション・革新や循環可能材料設計の実現により、物質的豊かさを犠牲にせずに環境負荷を低減。



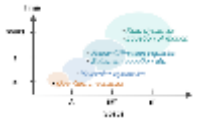
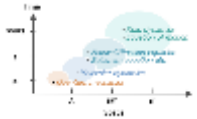
100 %
製造業における
実質CO2排出量削減

製造プロセスの革新、及びリサイクル・炭素固定技術により、製造業のカーボンニュートラル化が実現され、CO2の排出量と吸収量が均衡となり、排出量が「実質ゼロ」に抑えられる

計算技術の貢献可能性		実現可能性のある究極の世界	貢献可能なSDGs目標
プロセスシミュレーション	プロセス革新	原材料・エネルギー・人手の活用効率を最大限にし、無駄がないような生産活動が可能	9 産業と技術革新の基盤をつくろう 13 気候変動に具体的な対策を 14 海の豊かさを守ろう 15 陸の豊かさも守ろう 11 住み続けられるまちづくりを 8 働きがいも経済成長も
最適反応プロセス・オペレーション提案			
リサイクル材料の開発	循環可能材料設計の実現	材料や加工プロセスの革新が加速化され、各領域の技術革新を後押し	
リサイクル技術のスケールアップ・低コスト化		原材料取得と廃棄物排出において環境に与える負荷が減り、気候・生態圏が維持されるようになる	
再生可能自然資源を使った製造技術の向上			
炭素固定技術の材料・合成プロセスの最適化提案		資源量が減ることなく、永遠に使い続けられるようになる	

ロードマップ

循環可能材料の製造プロセス革新

プロセス		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	
プロセスシミュレーション・プロセス革新	プロセスを記述する完全モデルの確立	■ 各プロセスのモデリング。基本的には熱や温度の拡散 x 各反応場での化学反応、で記述できるはずであり、理論的には可能。		■ 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
	最適反応プロセス＆最適オペレーションの提案	■ 必要供給量や、稼働に割ける人員、材料価格等の要因を踏まえた最適反応プロセスの提案 さらに、上記プロセスについて、日々の変動要因（気温、需要、顧客要望等）を踏まえた上での毎日の最適オペレーションの提案 ■ 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 最適反応プロセス提案→日々のオペレーション提案までのソリューションパッケージの開発・提供	理論モデルを解く ＆ 最適化計算 	■ 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 ■ 最適解探索の加速化 ■ 確立された数理モデルの、リアルタイム・大量実行
循環可能材料設計の実現	リサイクル性まで含めた材料設計	■ リサイクル性の高い新材料の開発（リサイクルしやすい先端複合材料等） ■ リサイクル技術のスケールアップ・低コスト化の実現 →量子化学計算や分子動力学計算により、により必要物性値より最適出発原料や合成・製造プロセスの計算を高速化		■ 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
	再生可能自然資源を使った製造技術の向上	■ 再生可能原材料を使った材料製造技術構築（例：バイオマスを使ったプラスチック製造、高層建築物の木造化等） ■ 再生可能自然資源の性質センシング及び、利用最適化シミュレーション（例：木材の繊維密度等の測定により、建築部材として最適なものを選ぶ） ■ 再生可能自然資源の標準化（例：木材の日光量・降雨量の制御により性質均一化を図り、部材としての取り扱いやすさを追求）	-	■ 特になし
	炭素固定技術確立	■ 炭素の固定と資源化技術の開発（CCS等）、触媒開発、人工光合成、メタネーション等新材料・合成プロセスの開発 →量子化学計算や分子動力学計算により、により必要物性値より最適出発原料や合成・製造プロセスの計算を高速化		■ 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

ロードマップ

循環可能材料の製造プロセス革新

プロセス		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
プロセスシミュレーション・プロセス革新	プロセスを記述する完全モデルの確立	■ 既存モデルの収集・分析				
		■ 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				
		■ 量子化学計算よりプロセス反応を再現するモデルの精緻化				
	最適反応プロセス＆最適オペレーションの提案	■ 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				
		■ 最適解探索の加速化				
		■ 最適プロセス・オペレーション提案量子アルゴリズムの確立				
		■ プロセス・オペレーション制御技術の確立				
		■ 確立された数理モデルの、リアルタイム・大量実行				
循環可能材料設計の実現	リサイクル性まで含めた材料設計	■ 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				
		■ リサイクル性を必要物性値として、材料開発量子アルゴリズムの確立				
		■ リサイクル技術のスケールアップ・低コスト化のための材料・プロセス最適化量子アルゴリズム確立				
		■ 技術導入による環境負荷軽減効果予測アルゴリズムの確立				
		■ 技術普及のためのアプローチ(法的規制、金銭インセンティブ等)の検討				
		■ 製品または部品ごと単一素材化・部品ごとの分別簡易化技術の確立				
	再生可能自然資源を使った製造技術の向上	■ 再生可能原材料(バイオマス、木材等)を使った材料構造の最適化技術確立				
		■ 再生可能自然資源の性質センシング技術の確立				
		■ 再生可能原材料利用最適化技術確立				
		■ 再生可能自然資源の標準化技術の確立(例:木材性質均一化より部材としての取り扱いやすさを追求)				
	炭素固定技術確立	■ 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				
		■ 炭素の固定・資源化技術における材料・プロセス最適化量子アルゴリズムの確立				

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。