

環境とエネルギーの相互補完的共存のための 複合計測ソリューションの紹介

2024年8月2日(金)

株式会社日立ハイテク
モノづくり・技術統括本部
山崎 美稀

Contents

- 1. 環境の未来に対する私たちのビジョン**
- 2. サーキュラーエコノミーの実現への貢献**
- 3. CCUSセンシングの技術ロードマップ°**
- 4. まとめと展望**

Contents

1. 環境の未来に対する私たちのビジョン

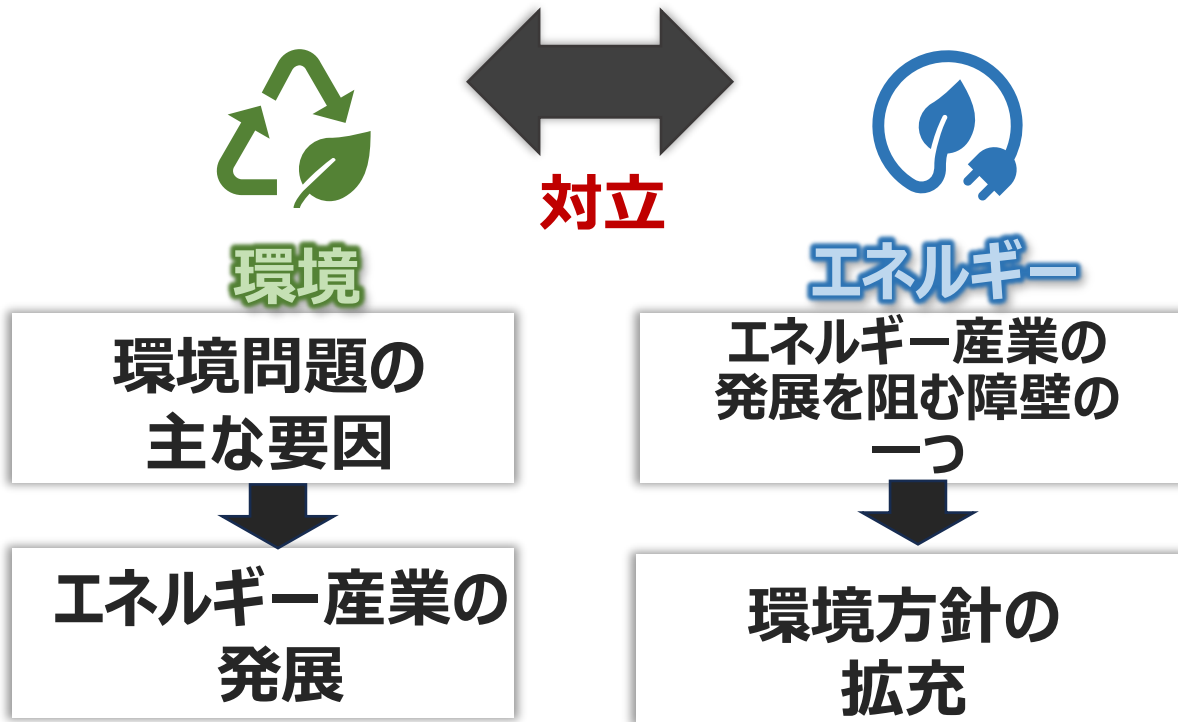
- 1-1. 環境とエネルギーの関係
- 1-2. サーキュラーエコノミーの実現
- 1-3. 環境とエネルギーの補完的共存の未来

2. サーキュラーエコノミーの実現への貢献

3. CCUSセンシングの技術ロードマップ

4. まとめと展望

今までの環境とエネルギー関係



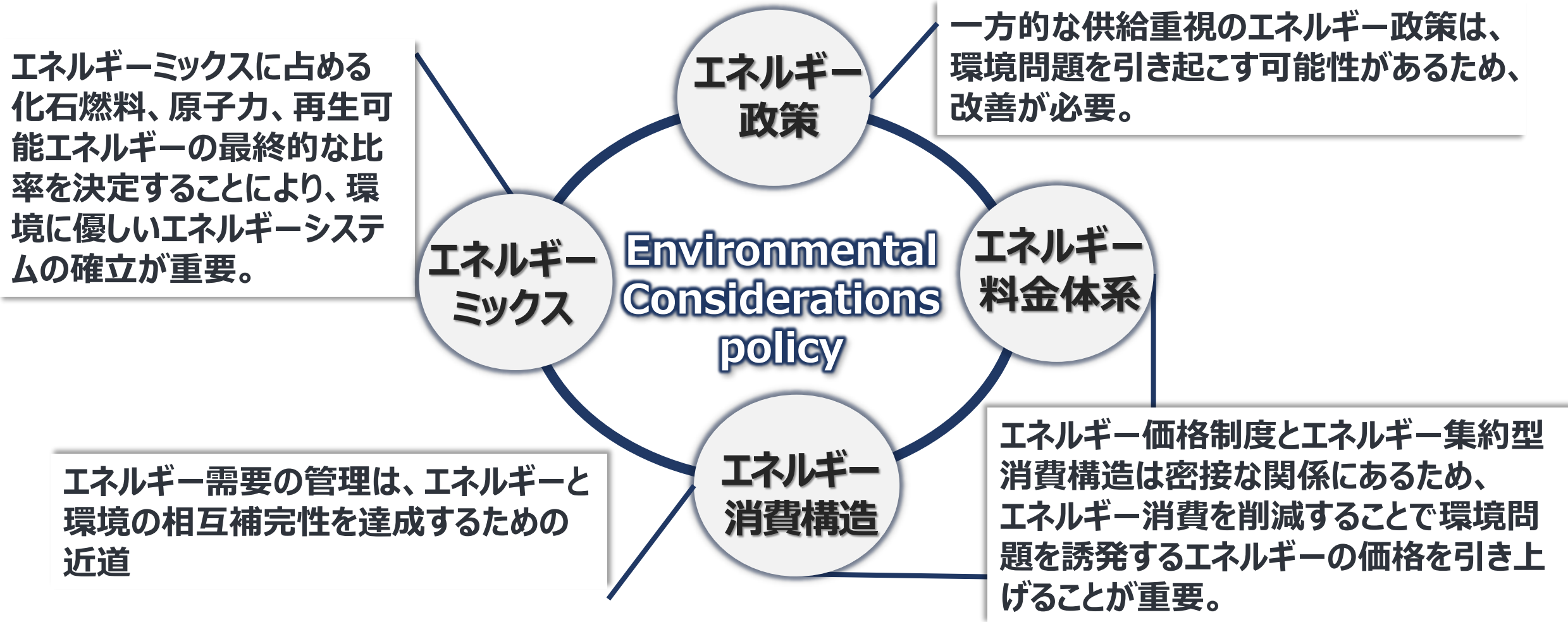
エネルギーにも環境にも適さない
結果を生み出す。

これからの環境とエネルギーの関係



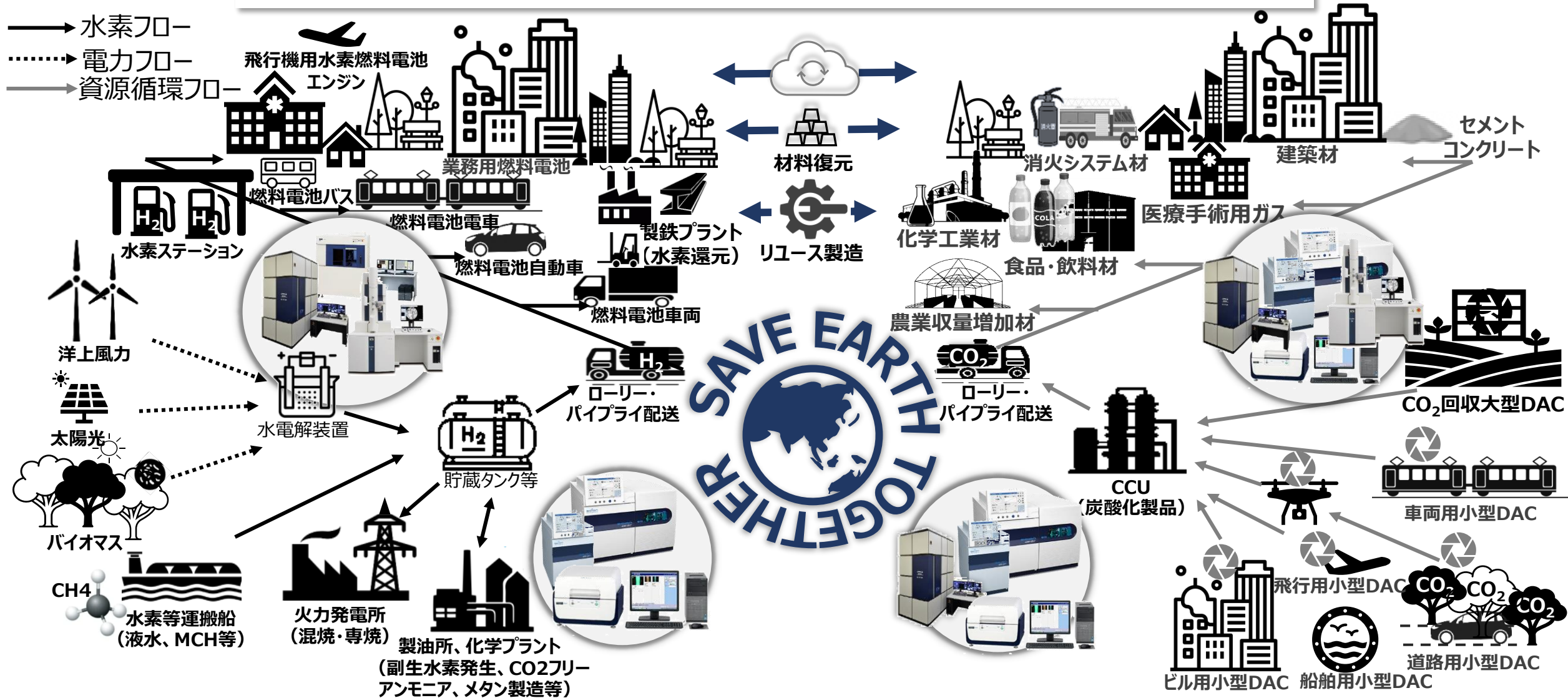
相互に補完し合う関係を築くことは、
持続可能な環境とエネルギーにとって
非常に重要。

環境配慮型エネルギーシステムの構築によるサーキュラーエコノミーの実現



1-3.環境とエネルギーの相互補完的共存の未来

「見る・測る・分析する」により、社会と顧客と一緒に地球を守る！



Contents

1. 環境の未来に対する私たちのビジョン

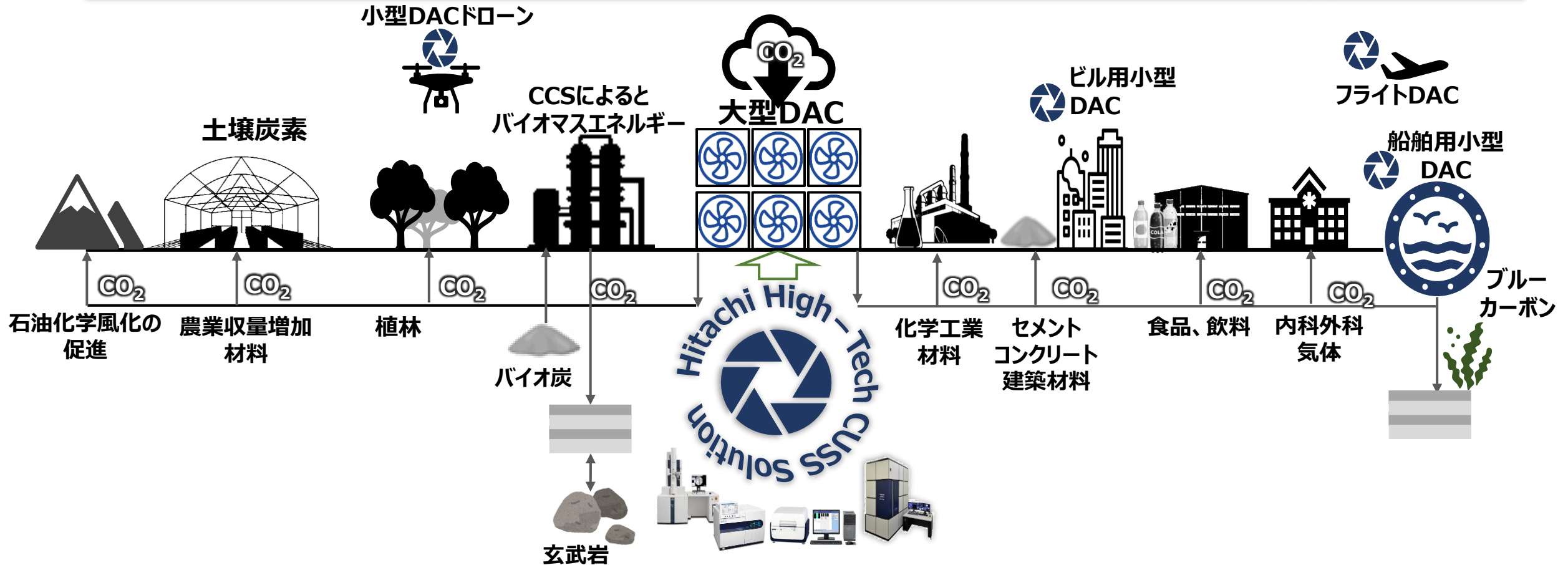
2. サーキュラーエコノミーの実現への貢献

- 2-1. CCUSと資源循環の補完関係
- 2-2. CCUS事業における技術課題
- 2-3. 課題解決に必要な複合計測ソリューション
- 2-4. CCUSバリューチェーンのEnd-to-Endの概要
- 2-5. CCUSバリューチェーン全体支援のソリューション
- 2-6. CCUSプロセスセンシングプラットフォームに必要な計測・分析技術
- 2-7. CCUSプロセスセンシング強化のためのIoT技術
- 2-8. 日立ハイテクCCUSソリューションを提供できるメーカー様

3. CCUSセンシングの技術ロードマップ

4. 議論とまとめ

CCUS事業では、材料科学、化学工学、エネルギーシステムなど、学際的な研究開発が必要



既存のエネルギーシステムやインフラに統合する必要、既存の技術と大きな変更なしにシームレスに統合できる新技術の開発が必要。

効率

空気中のCO2を効率的に回収することが必要。
低濃度の空気流からCO2を選択的に回収できる
新しい材料やプロセスの開発が必要。



費用

他の炭素回収技術と競争するためには、費用対効果が不可欠。
コスト効率の高い材料とプロセスの開発が必要。



エネルギー消費量

空気やガスからのCO2回収に
必要なエネルギー消費は最小限。
エネルギー効率の高いプロセスと材料の
開発が必要。



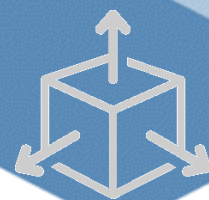
安全

大規模運転には安全性と高い信頼性が必要。
堅牢なエンジニアリング設計と安全プロトコルの開
発が必要。



スケーラビリティ

大気中のCO2排出量の大幅な削減の期待。
適切な影響を与えるためには、
大規模なCO2回収にスケーラビリティが不可欠。



サステナビリティ

開発は環境への影響を最小限に抑え、
持続可能な開発が必要。



DACに使われる材料の特性や性能の把握、DACシステムの性能監視指標抽出。ケータビリティ、および費用対効果の最適化

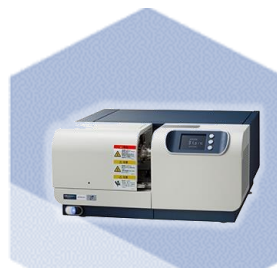
ガス分析計

気流中のCO₂などの濃度を測定し、DACシステムの性能監視や必要量のCO₂回収確認に使用



熱重量分析

さまざまな温度や環境にさらされる材料の重量変化を測定し、DACで使用される材料の安定性と性能に関する洞察を提供。



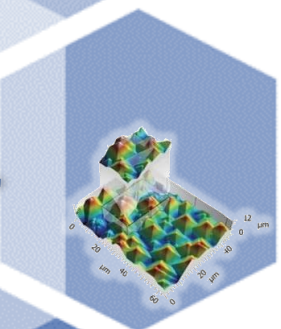
分光法

材料の赤外分光法やラマン分光法などの化学組成分析に活用。材料がCO₂とどのように相互作用するかについての洞察を提供し、パフォーマンスの最適化を支援。



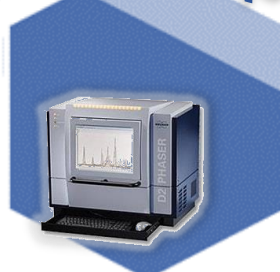
表面積&多孔性アナライザー

DACに使用される材料の表面積と細孔径分布を測定するために使用。CO₂回収の効率の最適化に役立つ。



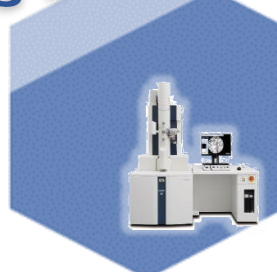
X線回折

ゼオライトや有機金属構造体などの材料の結晶構造の解析に使用。材料性能に関する洞察を提供し、CO₂回収のための材料特性の最適化を支援。



SEM/TEM

CO₂回収に使用される材料の微細構造の分析に使用。CO₂回収効率に影響を与える可能性のある細孔の形態、サイズ、および分布に関する情報を提供。



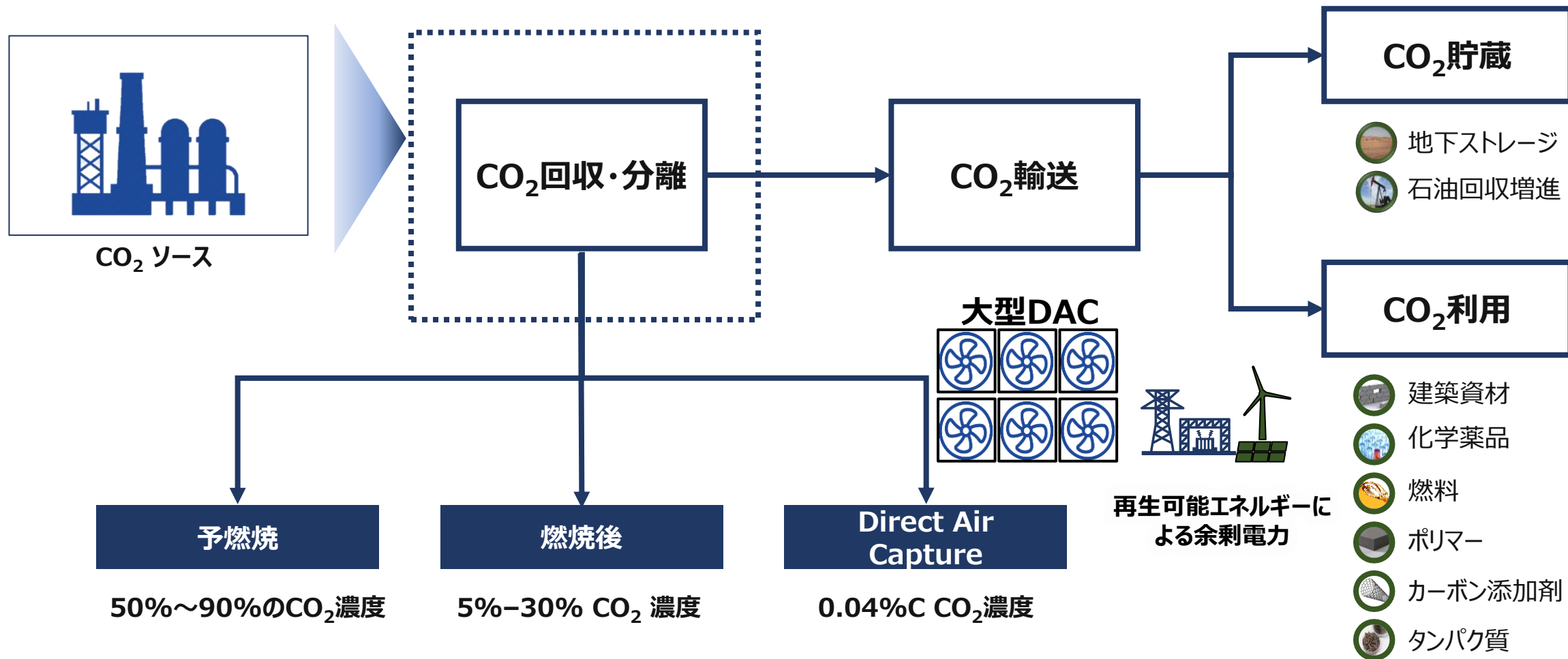
2-3. 課題解決に必要な複合計測ソリューション(具体的な活用例)

複合計測技術を駆使したCO2吸着材の評価と最適化



2-4. CCUSバリューチェーンのEnd-to-Endの概要

CCUSバリューチェーン全体の吸収、貯蔵、利用プロセスを支援する包括的なソリューション提供



CCUSバリューチェーンの吸収、貯蔵、利用の各プロセスを支援する包括的なソリューション

CO₂回収・分離

吸収剤の性能評価支援

吸着容量・
速度測定

熱安定性
評価

再生効率
評価

キャプチャーメカニズム解明支援

高速化と反応
均一性の改善

高効率的CO₂
捕捉反応

高度なモデリング、
シミュレーション

プロセスモニタリングと制御支援

高精度プロセス
パラメータ計測

リアルタイム解析と
予知保全

プロセス制御システムの
AI技術の統合

エネルギー効率の向上支援

低エネルギーコスト
CO₂キャプチャー

エネルギー回収と
再利用の効率化

エネルギー利用の相互
統合シナジー効果

CO₂輸送／CO₂貯蔵

地下埋設監視支援

流動性と透過性
地下圧力測定

CO₂の位置と
分布を観測

地下鉱山や地盤の
監視

CO₂漏れの検出支援

地下貯留施設の
CO₂漏れ検知

CO₂漏れ量の
評価

地下環境
影響評価

監視データ解析支援

監視データのリアル
タイム解析と処理

パターン認識や
異常検知AI

監視データと予
測モデルの統合

リスク評価と管理支援

影響評価に基づく
リスク管理

モニタリングとシミュ
レーション統合

早期警戒システム
緊急対応プロトコル

CO₂利用

化学変換プロセスの最適化支援

化学反応動態や
反応生成物の解析

反応条件の計
測と最適化

反応プロセスの
効率、選択、品質

化学変換生成物の品質評価支援

化合物組成分析と
分子構造解析

生成物の物理
的特性計測

生成物の品質、
純度、安定性評価

プロセスの監視と制御のセンシング支援

反応プロセス中
リアルタイム計測

データ収集システ
ムと解析

リアルタイム予測と
最適化

プロセスモデルとAIアルゴリズム支援

プロセスの挙動を
モデル化

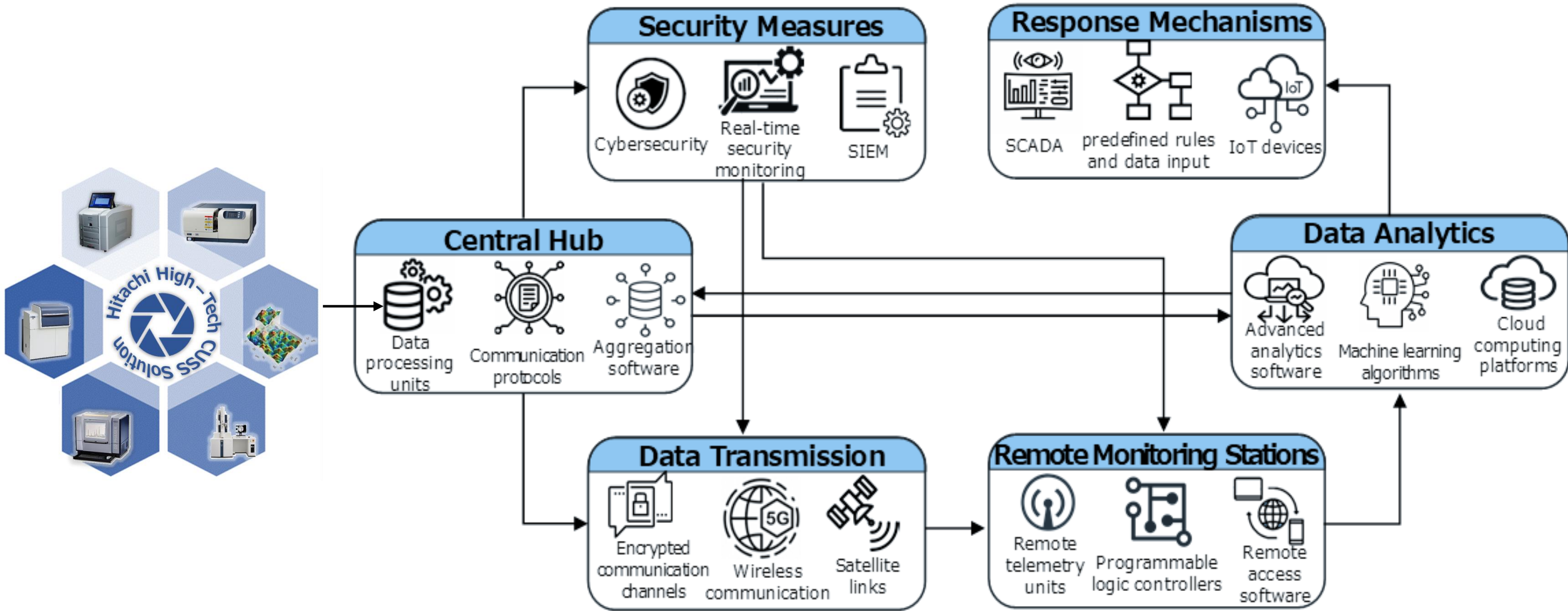
AIアルゴリズムに
よって予測最適化

PIDコントローラ
モデル予測制御

2-6. CCUSプロセスセンシングプラットフォームに必要な計測・分析技術 HITACHI Inspire the Next

WHAT	WHY	HOW
CO2濃度測定	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 空気中のCO2濃度を正確かつ確実に測定することは非常に重要であり、重要なパラメータを包括的な理解が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 非分散型赤外線(NDIR)分光法、光音響分光法、電気化学センサーなど、さまざまな測定技術の使用。
環境モニタリング	<ul style="list-style-type: none"> ✓ CO2 データを正確に解釈するためには、CO2 濃度に加えて、他の環境パラメータの理解が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 温度、湿度、大気圧、粒子状物質などのコンテキスト情報を測定することで、さらなる洞察を得ることが可能。
データ分析と可視化	<ul style="list-style-type: none"> ✓ リアルタイムのデータ収集、保存、分析、視覚化が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 機械学習や統計分析などのソフトウェアツールとアルゴリズムを利用して、CO2排出の傾向、異常、潜在的な発生源の検出が可能。
リモート通信と制御	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 様々な環境下でのCO2のリアルタイムなモニタリングと制御が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ リモートアクセスと制御は、Webベースのダッシュボードまたはモバイルアプリケーションを通じて容易に行うことが可能。
キャリブレーションとメンテナンス	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 正確で信頼性の高い測定を確保することは不可欠であり、CO2モニタリング機器の定期的な校正とメンテナンスが必要。 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ センサーの定期的な再校正、システムチェック、データロギング機器のメンテナンスが不可欠。

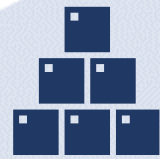
IoT技術によるCCUSのリアルタイムデータ収集と遠隔監視で効率と安全性を最適化



CCUSビジネスの成功に向けた協創パートナーの役割とソリューションの提供

材料 メーカー

CO2回収のための新材料(ゼオライト、MOF(金属有機構造体)、ナノポーラスカーボン材料などを開発・製造。DACビジネスの特定のニーズを満たすために、効率、スケラビリティ、および費用対効果の最適化にフォーカス。



研究開発組織

材料科学、化学、熱力学、プロセス工学など、さまざまな分野での専門知識を提供。

CCUS業界向けの新しいテクノロジーとソリューションを開発。



エンジニアリング メーカー

効率的でスケラブル、かつ安全なDACシステムを設計および構築します。DACシステムの自動化を推進するプロセスエンジニアリングソリューションの開発、システムインテグレーションの推進



コンサルティング会社

CCUS企業に対して、経済、政策、社会的受容性などのトピックについてアドバイスとガイダンスを提供。複雑な規制や政策環境への対応、資金調達のための特定、成功のためのビジネスプランと戦略の策定を支援。



分析機器 メーカー

CCUS事業における研究開発を支援。CD-SEMやTEMなどの先端技術を開発・提供。



スタートアップ

DACの開発と実装に関連する複雑な技術的および非技術的な課題に対処するために、多様な専門知識と技術ソリューションが必要。

ソリューションを提供できる企業は、CCUS業界の成長と成功に重要な役割を果たす。



Contents

1. 環境の未来に対する私たちのビジョン
2. サーキュラーエコノミーの実現への貢献
- 3. CCUSプロセスセンシングの技術ロードマップ**
 - 3-1. CCUSプロセスセンシング技術ロードマップ
 - 3-2. CCUSプロセスセンシングソリューションにおけるイノベーション
4. 議論とまとめ

3-1. CCUSプロセスセンシング技術ロードマップ

	2025	2030	2035	
CO ₂ 回収・分離	市場の動向	*1,194百万\$ CCUSの需要増加に伴い、キャプチャーテクノロジー市場が成長	*2,765百万\$ キャプチャーテクノロジー市場の成熟	*6,410百万\$ キャプチャーテクノロジー市場の成熟と拡大
	製品化の展開	高効率なキャプチャーソリューションが商業化され、大規模導入が進む	次世代高効率キャプチャーソリューションが普及	小規模施設や産業分野でも広く採用
	コア技術の展望	改良された吸収剤、新たなキャプチャーメカニズム、高精度なセンサー開発	マテリアルサイエンスとナノテクノロジーによる省エネ吸収材料とデバイスの開発	高効率新たな吸収材料とキャプチャーデバイスの開発
	センシングチャンス	吸収剤のCO ₂ 吸着容量・速度計測、熱安定性能・再生効率評価、吸着反応過程分光測定、反応速度解析、エネルギー消費量計測、*CFTPH_IOTセンサー、データ解析技術	吸着選択性の高精度評価、耐久性評価、反応速度の高速化と均一性向上、触媒の設計と活性化支援、データのリアルタイム解析、省エネルギー化、イメージングセンサー、粒子サイズセンサー	再生効率向上と長寿命化支援、高容量次世代吸収剤評価、高精度かつリアルタイムなセンサー、エネルギー利用の相互統合、MEMSセンサー、ナノセンサー、クラウドベースのデータプラットフォーム
CO ₂ 輸送 / CO ₂ 貯蔵	市場の動向	*45百万\$ (245百万\$) 安全かつ効果的なCO ₂ 貯留施設の需要が増加 (長距離CO ₂ 輸送の需要増加、輸送インフラ拡充が進む)	*166百万\$ (413百万\$) 貯留技術の成熟により、大規模な二酸化炭素貯留実施 (長距離二酸化炭素輸送の需要増加と輸送インフラ拡充)	*620百万\$ (696百万\$) / *2,303百万\$ (1172百万\$) 二酸化炭素貯留が持続可能な選択肢として広く採用 (長距離二酸化炭素輸送の需要増加と輸送インフラ拡充)
	製品化の展開	貯留技術の商業化が進む (リアルタイムな輸送監視システムが一般的となる)	様々な地域での貯留施設の導入が進む (データドリブンなパイプラインモニタリングが広く利用される)	エネルギー産業や産業部門での貯留施設が普及 (高度な輸送監視システムが普及、リアルタイムモニタリング)
	コア技術の展望	高精度な地下監視システムの開発と導入技術 (センシング技術とAIの統合による輸送プロセスの効率)	地下貯留施設の長期的な安全性と耐久性の向上技術 (先進的なセンシング技術と通信ネットワークの統合)	新貯留技術の研究と開発により貯留効率と安全性向上技術 (高精度センサーとデータ分析技術による輸送プロセスの最適化)
	センシングチャンス	流動性と透過性を評価するための地下圧力測定、ガスおよび水相コンポジションモニタリング技術、CO ₂ 漏洩や影響のリスク評価 *CFTPH_IOTセンサー、高精度でリアルタイムなデータ収集	CO ₂ 漏れの早期警告システムの開発と漏れの量の評価、材料やコーティングの耐久性評価を行うための非破壊検査技術、パフォーマンス予測とリスク評価に基づく意思決定支援	CO ₂ の流体力学的挙動や輸送特性の解析とモデリング、輸送パイプライン内 *CFTPH_IOTセンサー、貯留効率を評価するための測定、貯留システムのモデルとの統合によるリアルタイム予測
CO ₂ 利用	市場の動向	*132百万\$ CO ₂ の商業的な利用が増加し、市場の多様化が進む	*198百万\$ CO ₂ の利用がエネルギー産業や産業部門で標準的な実践となる	*298百万\$ CO ₂ の利用が持続可能な社会における重要な要素となる
	製品化の展開	CO ₂ を原料とする製品が実用化	CO ₂ の利用製品の市場が拡大し多くの分野で利用	CO ₂ を利用した製品の普及が進む
	コア技術の展望	CO ₂ の化学変換技術の進化により、高付加価値製品の開発が促進	CO ₂ キャプチャー技術と利用技術の統合により、効率的な利用プロセスが実現	CO ₂ 利用技術のさらなる革新により、環境に配慮した利用プロセスが発展する
	センシングチャンス	反応条件 (温度、圧力、触媒の活性など) の計測と最適化センサー、生成物の物理的特性 (密度、粘度、融点など) の計測、生成物の品質、純度、安定性を評価するためのデータ分析、リアルタイム予測	反応条件の最適化とモニタリングに用いる高精度センサー、化学反応機構の解析、化学変換生成物の品質評価高精度測定、プロセスの監視と制御のための先進的センシング	レアメタルや触媒の活性化と耐久性評価を支援するセンシング、分離・精製プロセスにおける高効率測定と制御技術、利用製品のライフサイクル評価と炭素フットプリント分析、供給チェーン管理と持続可能性認証

*CFTPH_IOTセンサー：CO₂濃度+フロー+温度+圧力+pHセンサーネットワーク

*市場規模の出典：MarketsandMarkets, 2020 (グレー数値は成長率による推測値)

3-2. CCUSプロセスセンシングソリューションにおけるイノベーション

	顧客ニーズ	技術イノベーション	連携技術
CO ₂ 回収・分離	<ul style="list-style-type: none"> 効率と性能評価：正確な計測と分析 リアルタイムモニタリング：CO₂濃度や流量の監視 早期発見と改善：問題点を早期に発見し改善 	<ul style="list-style-type: none"> 統合センサーシステム：複数センサーでデータ精度向上 AI予測モデリング：機械学習で最適化モデルを構築 リアルタイムで操作調整・異常検知 	<ul style="list-style-type: none"> ブロックチェーン技術：データのセキュリティと透明性向上 改ざん防止、信頼性の高いデータ共有
CO ₂ 輸送／CO ₂ 貯蔵	<ul style="list-style-type: none"> 地質とCO₂の把握：地下貯蔵の地質構造とCO₂の動きを正確に計測 安全監視：地下水、地盤の動き、CO₂漏洩リスクの監視 リスク管理：リスクを最小限にする管理策の策定 	<ul style="list-style-type: none"> 地下イメージング：地震波・電磁波で地質構造とCO₂分布を詳細に視覚化 統合モニタリング：地中レーダーと地震学的モニタリングの組み合わせ リスク評価：マシンラーニングでリスクを予測・評価 	<ul style="list-style-type: none"> 合データ管理：センサー、地質、運用データを一元管理し、透明性と情報共有を向上
CO ₂ 利用	<ul style="list-style-type: none"> 利用方法の効果評価：合成燃料、製品製造、埋設前処理などのCO₂利用法を評価 正確な計測と分析：変換効率、製品品質、エネルギー効率を評価 持続可能性の向上：改善点を特定し、プロセスの最適化 	<ul style="list-style-type: none"> リアルタイム分子イメージング：CO₂の化学反応を分子レベルで視覚化 ダウンタイムとメンテナンスコスト削減 カーボンフットプリント追跡：ブロックチェーンでデータの透明性と信頼性を確保 	<ul style="list-style-type: none"> マルチスケールモデリング：化学反応からプラント全体までシミュレーション 効率的なCO₂利用プロセスの設計と運用を支援

Contents

1. 環境の未来に対する私たちのビジョン
2. サーキュラーエコノミーの実現への貢献
3. CCUSプロセスセンシングの技術ロードマップ
- 4. 議論とまとめ**

■ 複合計測ソリューションの価値

- 複合計測ソリューションの価値効率とコスト削減：複合計測ソリューションにより、リアルタイムでの正確なデータ取得と分析が可能になり、プロセスの最適化とコスト削減を実現。
- 市場拡大：効率的な運用とコスト削減により、CCUS市場の拡大を促進し、新たなビジネス機会を創出。

■ 進化するCCUS技術

- 重要なセンサー技術：ナノセンサーや高精度計測ツールがCCUSの効率と安全性を向上。
- デジタル技術とAI：機械学習とAIが予測分析と意思決定を最適化し、ダウンタイムを減少。
- データ管理：ブロックチェーンがデータの透明性と完全性を保証。

■ 新たなトレンドと将来の展望

- デジタルツイン：CCUSプロセスのデジタルツインが運用の最適化を支援。
- 自律システム：AI、IoT、ロボティクスがCCUSを自律的に運用し、効率とコスト効果を向上。
- 地域特化型AIモデル：地域に適応したAIモデルが精度と効率を向上。

■ まとめ

- CCUSプロセスは技術進化により効率、安全性、透明性が向上。持続可能な未来のため、技術者、政策立案者、産業関係者の協力が不可欠。