

大気中からの高効率CO₂分離回収・炭素循環 技術の開発

発表者：児玉昭雄（国立大学法人金沢大学）

PM：児玉 昭雄

国立大学法人金沢大学 新学術創成研究機構 教授

PJ参画機関：国立大学法人金沢大学、公益財団法人地球環境産業技術研究機構



開発項目・内容 (金沢大学)

項目	年度	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	
DAC用新規吸収材の開発 (RITE)		新規材料探索・ラボ評価			合成方法最適化		材料および製造法改良・性能向上検討					
高効率DACプロセス開発とシステム評価 (金沢大、RITE、エンジン会社再委託)		低濃度CO ₂ 回収プロセス検討 (間接加熱型, ロータリー型TSA粗濃縮システムの確立)						CO ₂ 回収システムの改良 (送風動力低減・蓄熱設備の導入)とLCA評価に基づく有効なDACシステムの構築				
		シミュレーション検討 (最適な濃縮プロセスの提案)			シミュレーション検討 (パイロット試験装置設計支援)		シミュレーション検討 (運転条件最適化)					
			低濃度CO ₂ 回収プロセス検討 (システム開発・改良)		低濃度CO ₂ 回収プロセス検討 (小型ベンチ試験)		低濃度CO ₂ 回収プロセス検討 (実用システム開発・改良)					
DACスケールアップ試験装置の詳細設計・製造と評価試験 (エンジン会社再委託)							課題抽出 改良検討 パイロット試験装置の設計	パイロット試験装置の製作	パイロット試験 実用性評価			
高効率CO ₂ 変換技術の開発と最適プロセス検討 (RITE)		脱水膜と水素透過膜の開発 一体型膜反応装置設計			膜の耐久性試験 一体型膜反応装置の製作と試運転		大気中から回収したCO ₂ の直接変換反応技術の開発					
CO ₂ 変換スケールアップ試験装置の詳細設計・製造と評価 (エンジン会社再委託)		CO ₂ 変換						ベンチ/小型パイロットスケール試験装置の設計・製作		最適な膜反応プロセスの実証		
CO ₂ 変換技術 e-fuel適用性、LCA評価 (自動車会社と連携)					e-fuel要求仕様の検討 経済性見通し判断		実証プラントの燃料を用いての部材影響およびエンジン実機評価			LCA最終評価 社会実装性評価		



研究開発項目1. 「大気中からの高効率CO₂回収技術開発」

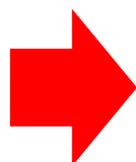
- ・開発した固体吸収材を用いた数t/day 規模のパイロットスケール試験を実施し、CO₂変換反応に適用可能な純度のDAC技術を確立する。
- ・分離回収エネルギーやコストを踏まえ、地球温暖化問題対策として有効なDACシステムの構築に目途を得る。
(目標：海外の先行事例を超える性能を達成)

研究開発項目2. 「炭素循環のためのCO₂変換技術開発」

- ・DACで回収したCO₂を原料として液体炭化水素燃料を高効率で製造可能なCO₂変換技術を開発する。
- ・Extractor-Distributor一体型膜反応器等による反応の制御と高効率化の検討を行い、実用に耐えうるCO₂変換率を達成可能な最適膜反応プロセスをパイロットレベルで実証し、社会実装に目途を得る。
(目標：商用運転のFT合成変換効率80%と同等レベル)

研究開発項目3. 「液体炭化水素燃料適用性、LCA評価」

- ・DAC - CO₂変換反応全体に対するLCA評価により正味のCO₂の削減効果を検証する。
- ・ユーザー企業による液体炭化水素燃料の適用性評価を行い、社会実装の可能性と課題抽出を進める。
(目標：実用化に向けた課題抽出と社会実装可能性の追求)



炭素循環社会の実現に貢献

	研究開発対象	再生方式の長所・課題	CO ₂ 吸収材の課題
<p style="color: red; font-weight: bold;">蒸気再生</p>		<p style="color: blue;">CO₂脱離後に蒸気凝縮分離 → 高濃縮可能</p> <p style="color: red;">蒸気廃熱が必要 蒸気温度によっては減圧系あるいは加圧系になるため装置強度が求められる</p>	
<p style="color: red; font-weight: bold;">空気再生</p>	<p style="text-align: center; color: white; background-color: blue; padding: 5px;">ハニカムロータリー式</p> <p style="text-align: center;">ハニカムロータリー-TSA</p>	<p style="color: blue;">様々な廃熱形態に対応可</p> <p style="color: red;">粗濃縮段階に適用</p> <p style="color: red;">高濃縮にはプロセスの複合化を検討</p> <p>◆ハニカムロータリー式 パージ空気が熱媒を兼ねるため、少量のパージ空気でもCO₂脱離に要するエネルギーを供給する工夫が必要</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li style="color: red; font-weight: bold;">・再生温度の低温度化 <li style="color: red; font-weight: bold;">・通風時圧力損失の低減 →ハニカム構造化 <li style="color: red; font-weight: bold;">・耐酸化特性 →加熱空気再生方式ではより強力な耐酸化性が求められる
	<p style="text-align: center; color: white; background-color: blue; padding: 5px;">間接加熱式</p>	<p>◆間接加熱式 少量のパージ空気でもCO₂を脱離可能</p>	



DAC開発の着眼点

- 各種排熱の有効活用

材料開発

1. 低温廃熱駆動 …… CO₂分離材の開発

2. 熱投入量の削減

- ✓ CO₂吸収容量／熱容量比の改善

※温度スイング操作における**顕熱ロス**を最小化

CO₂分離材の開発＋担持基材の熱容量削減

- ✓ 吸収材からの熱回収と再利用

熱マネジメント

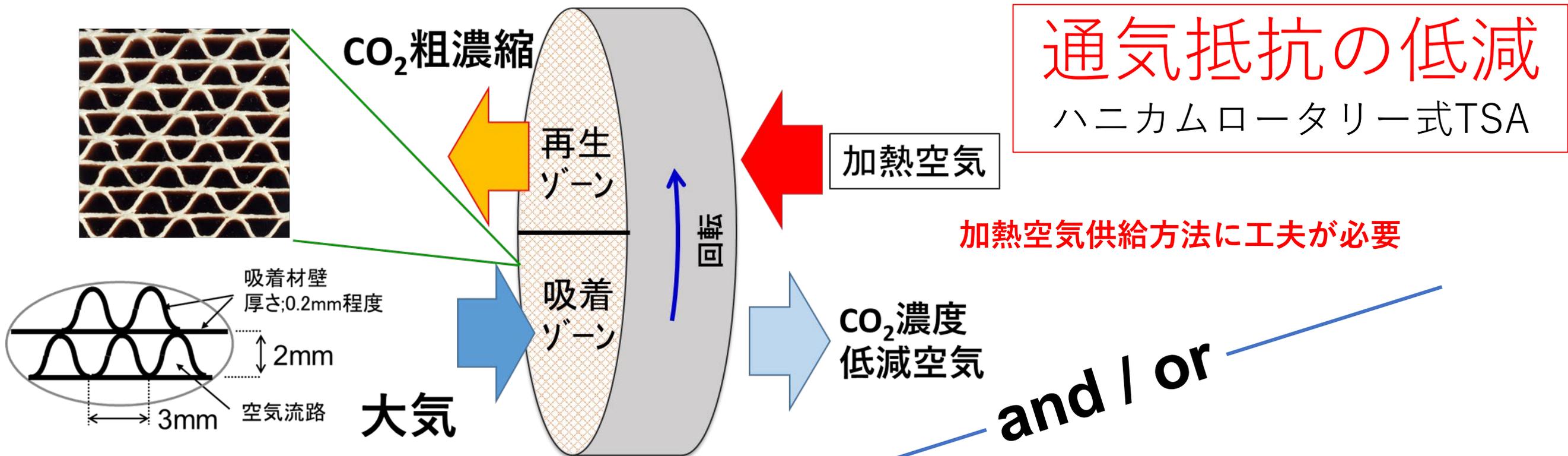
- 送風動力の低減

1. 送風時圧力損失の低減

2. CO₂回収率の向上

トレードオフの関係

高効率DACプロセスの検討

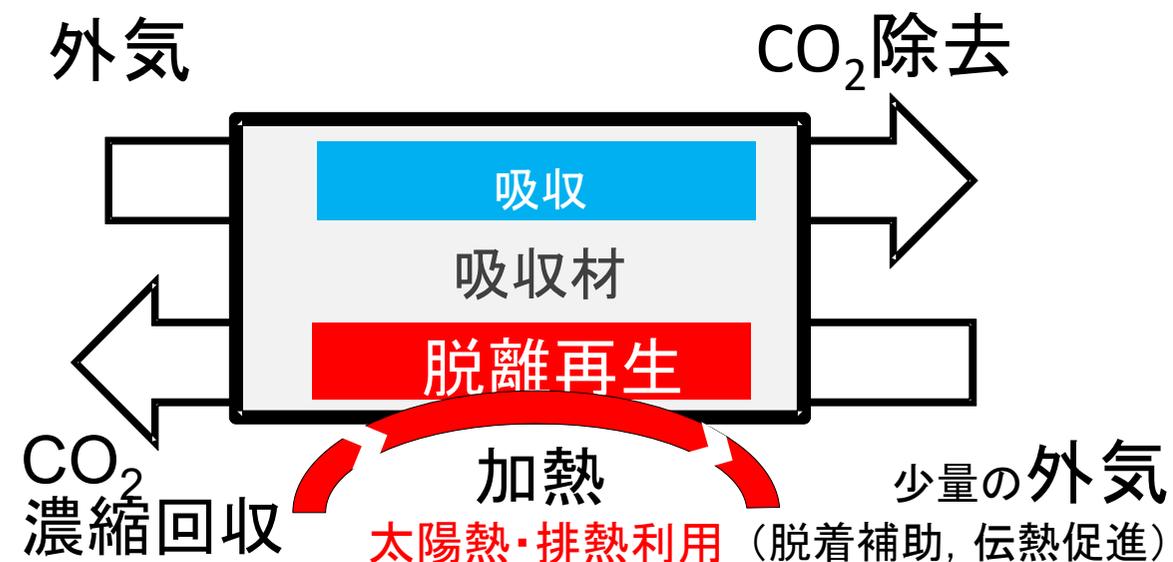
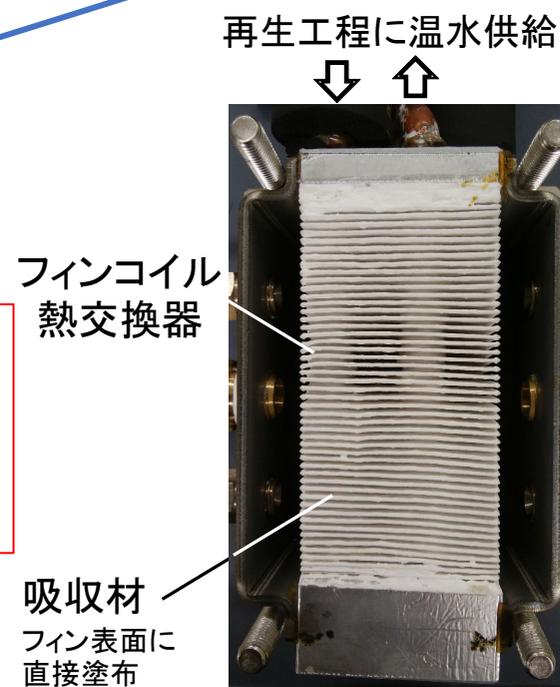


マトリクスに吸収材を担持
面風速2m/s, ロータ厚0.2mでの
圧力損失200Pa程度

必要最小限の空気供給で済む
 ⇔ 熱交換器自体の熱容量により
顕熱ロスの増加が懸念される

and / or

高度濃縮
 吸収材塗布熱交換器型TSA

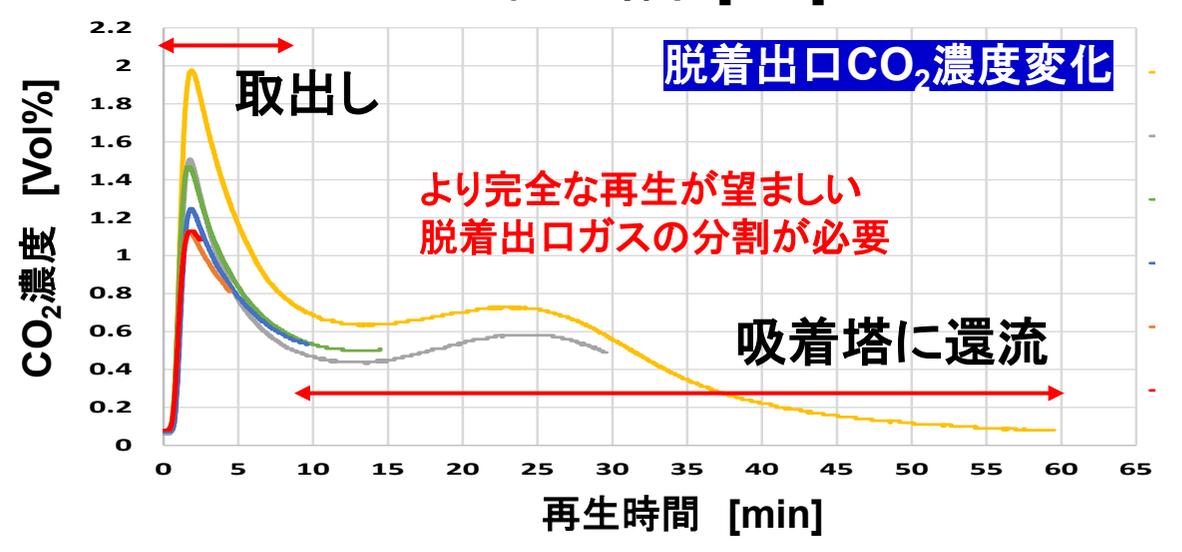
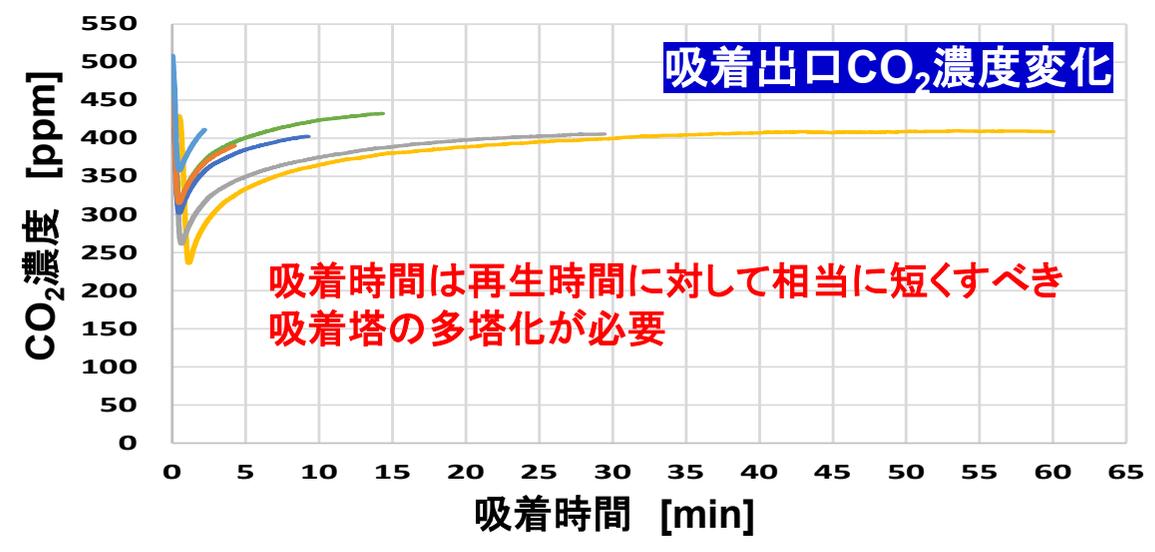
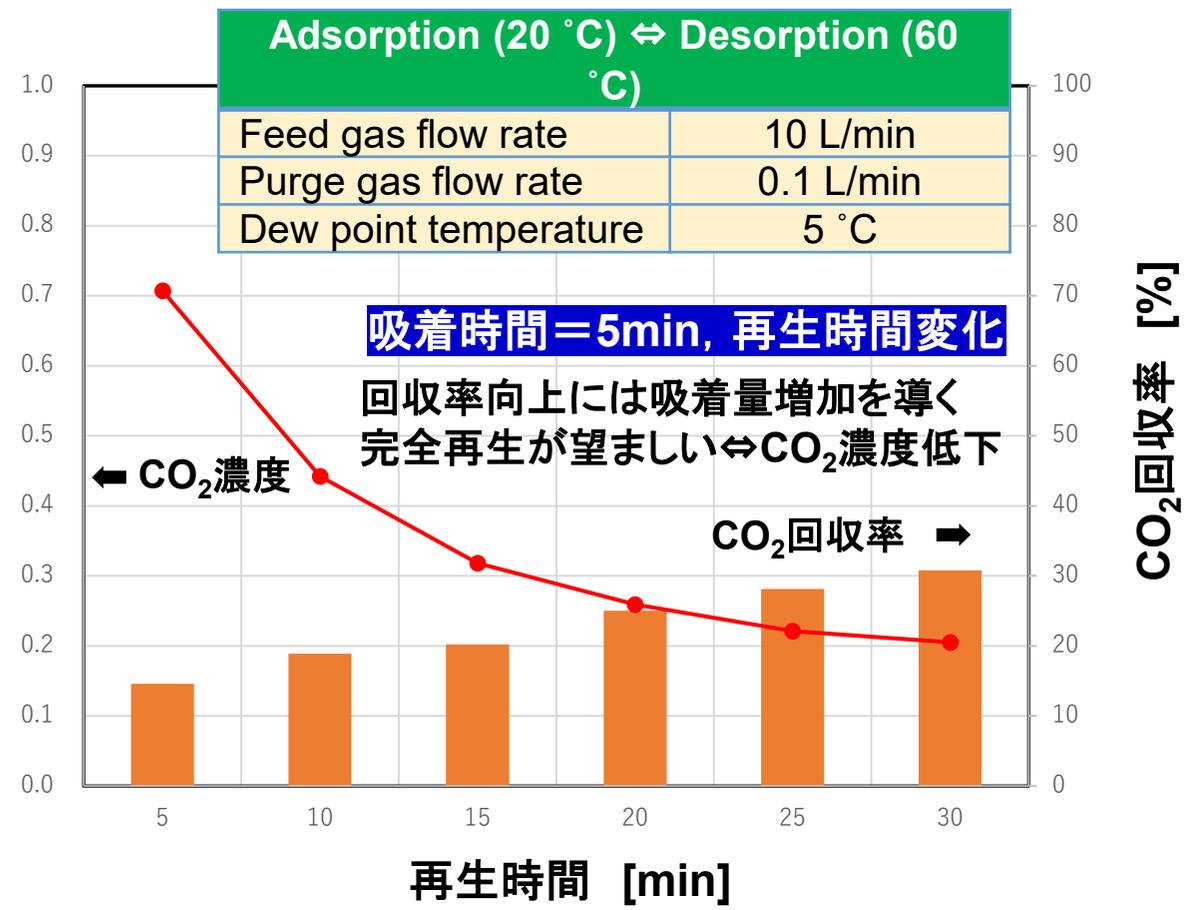
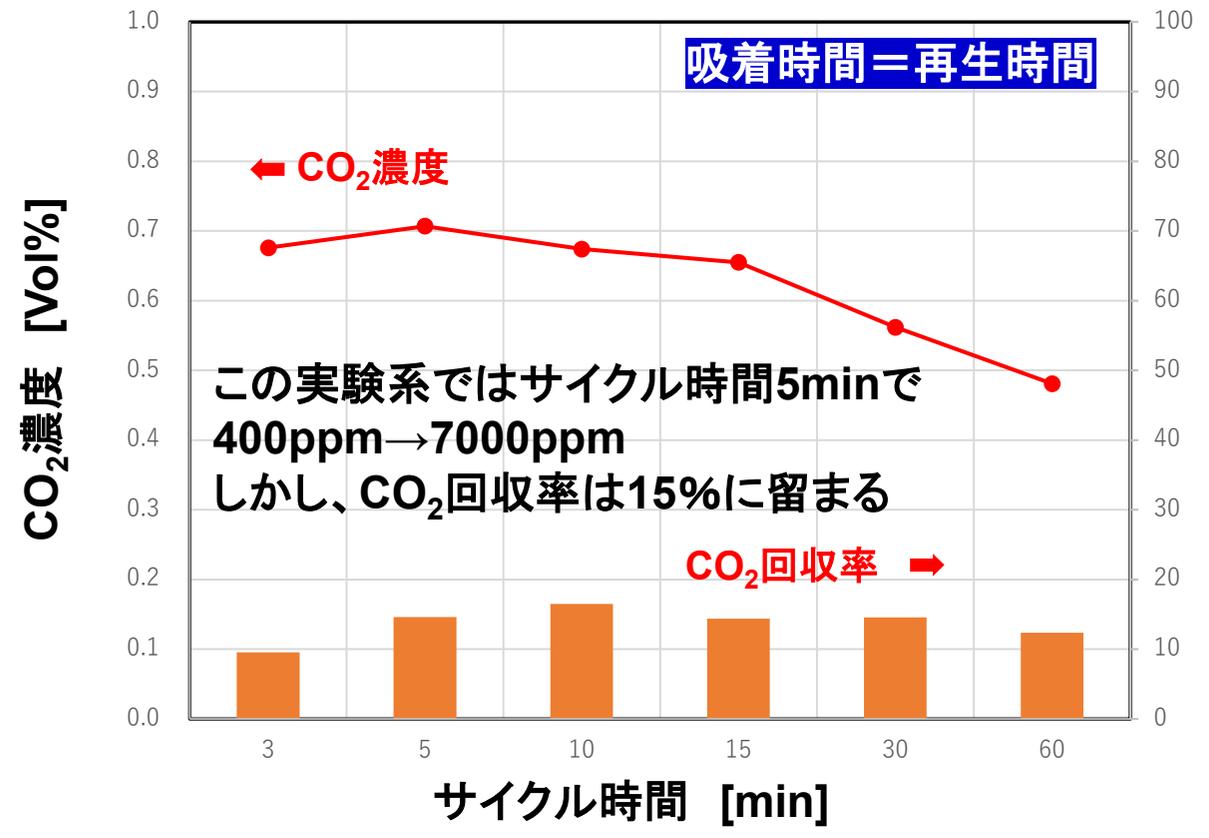




加熱空気再生方式（間接加熱式）

空気再生

単純吸脱着サイクル操作 空間速度(吸着)SV=30s⁻¹





CO₂回収濃度と回収率を同時に高める工夫

空気再生
バッチ式TSA
間接加熱型

設計指針

例えば、

