

CO₂をプラズマ分解とアンモニア固定でエネルギーリサイクル

化石燃料由来のCO₂を反応分離・固定し、そのまま燃料としてリサイクル、または合成ガス（e-CH₄）として資源化する先導的カーボンリサイクルシステムを開発

事業の目的・目標

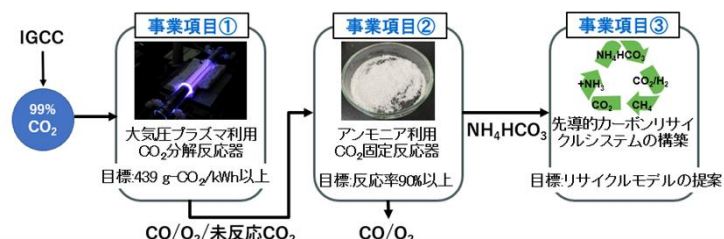
- 大気圧プラズマでCO₂を分解してCO/O₂を製造し、燃料や合成ガスとしてリサイクル
- アンモニア利用CO₂固定反応器で反応率90%以上で炭酸水素アンモニウムを合成
- 2つの反応器の統合により、CO₂利用率97.5%以上のプロセスを構築
- 次ステップは、炭酸水素アンモニウムを直接メタネーションして合成メタン（e-CH₄）を製造

CO₂分解率（実績） **51.8 %**

CO₂固定反応率（実績） **99.8 %**

CO₂利用率（実績） **97.5 %**

先導的カーボンリサイクルシステムの全体像



<事業概要>

CO₂から一酸化炭素（CO）および炭酸水素アンモニウムを製造するための反応器を開発し、先導的カーボンリサイクルシステムを確立する。

事業項目① 大気圧プラズマ利用CO₂分解反応器のスケールアップおよび高効率化

事業項目② アンモニア利用CO₂固定反応器の開発

事業項目③ 炭酸水素アンモニウムのリサイクルシステムの構築と経済性評価

実施項目1 短ギャップ大気圧プラズマによるCO₂分解

誘電体バリア放電（DBD）型リアクターで、ギャップ長を精密制御。常温・常圧でCO₂を直接分解する。

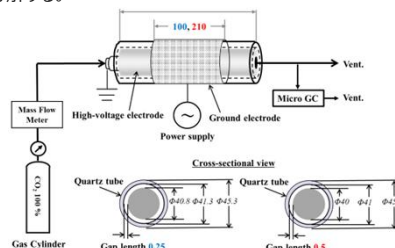


図1 プラズマリアクターの概要

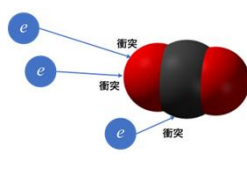
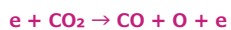


図2 電子エネルギーeでCO₂が分解するイメージ

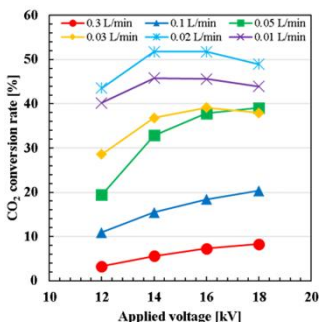


図3 印加電圧と流量がCO₂分解率に及ぼす影響

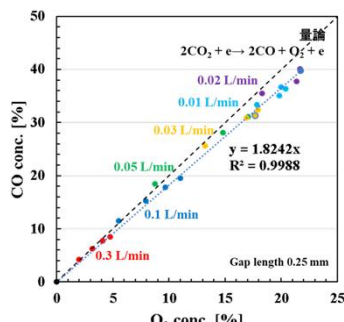


図4 COとO₂の濃度比較による逆反応の可能性

表1 ほかのCO製造プロセスとの比較

技術	特長	備考
逆水性ガス化反応	900℃前後の温度を必要とし、その熱は化石燃料の燃焼により得るため、CO ₂ が発生	工業プロセスとして実用化エネルギー効率
CO ₂ 電気分解	平均エネルギー効率 303 g-CO ₂ /kWh	内閣府研究会資料より
プラズマ分解	エネルギー効率（現状）340 g-CO ₂ /kWh 目標：439 g-CO ₂ /kWh	全電源平均CO ₂ 排出係数は受電端で439 g-CO ₂ /kWh

実施項目2 アンモニアによる排ガス中CO₂固定

NH₃をCO₂反応分離剤として利用。常温・乾式で低エネルギーで炭酸水素アンモニウム（固体）を得る。

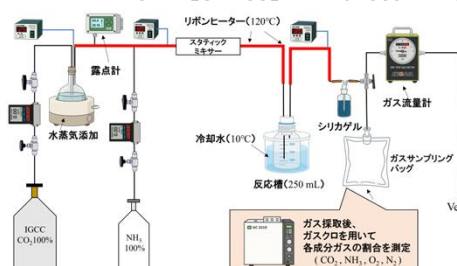


図5 CO₂固定（炭酸水素アンモニウム合成）の実験装置



図6 NH₄HCO₃生成の様子

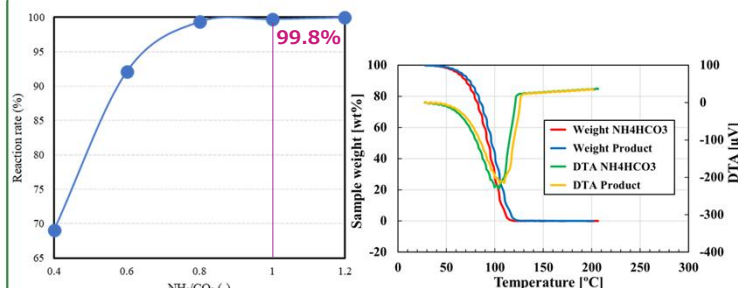


図7 NH₃/CO₂比に対するCO₂反応率の変化

図8 試薬と生成物のTG-DTAプロファイル

表2 試薬と生成物の元素分析および生成物の純度

	C(wt%)	H(wt%)	N(wt%)	N/C	純度%
NH ₄ HCO ₃ 試薬	15.19	6.33	17.72	1.166	100
生成物（底）	14.61	6.15	17.56	1.201	97.1
生成物（壁）	14.42	6.06	17.29	1.199	97.4
NH ₂ COONH ₄ 試薬	15.38	7.69	35.9	2.33420026	0.116

課題と今後の取組

- プラズマ分解：CO+O→CO₂の再生成を抑制し、エネルギー効率439 g-CO₂/kWh以上を目指す
- CO₂固定：反応器構造の最適化
- スケールアップ：ガス流量 2.0 Nm³/h のプラズマ分解装置とCO₂固定反応器の製作・実証
- 2反応器の統合運転

実用化・事業化の見通し

- 以下のカーボンリサイクルシステムを提案し、CO₂削減量と事業性を評価

