

## CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>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-CH<sub>4</sub>）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

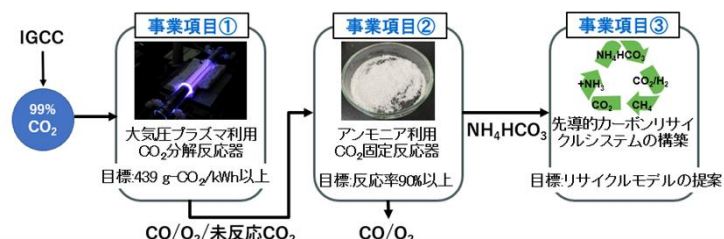
- 大気圧プラズマでCO<sub>2</sub>を分解してCO/O<sub>2</sub>を製造し、燃料や合成ガスとしてリサイクル
- アンモニア利用CO<sub>2</sub>固定反応器で反応率90%以上で炭酸水素アンモニウムを合成
- 2つの反応器の統合により、CO<sub>2</sub>利用率97.5%以上のプロセスを構築
- 次ステップは、炭酸水素アンモニウムを直接メタネーションして合成メタン（e-CH<sub>4</sub>）を製造

CO<sub>2</sub>分解率（実績） **51.8 %**

CO<sub>2</sub>固定反応率（実績） **99.8 %**

CO<sub>2</sub>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>

CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>を直接分解する。

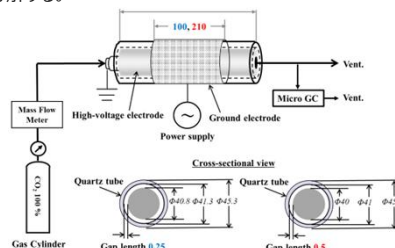


図1 プラズマリアクターの概要

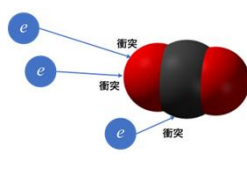
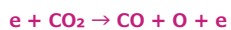


図2 電子エネルギーeでCO<sub>2</sub>が分解するイメージ

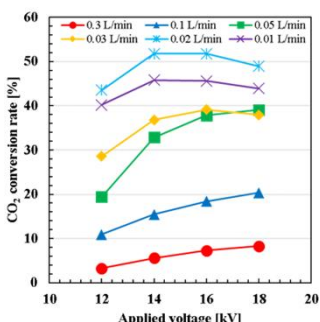


図3 印加電圧と流量がCO<sub>2</sub>分解率に及ぼす影響

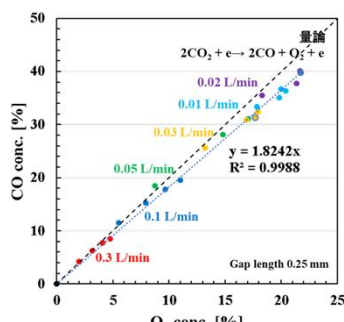


図4 COとO<sub>2</sub>の濃度比較による逆反応の可能性

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 <sub>2</sub> が発生                  | 工業プロセスとして実用化エネルギー効率                                      |
| CO <sub>2</sub> 電気分解 | 平均エネルギー効率 303 g-CO <sub>2</sub> /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 <sub>2</sub> /kWh<br>目標：439 g-CO <sub>2</sub> /kWh | 全電源平均CO <sub>2</sub> 排出係数は受電端で439 g-CO <sub>2</sub> /kWh |

### 実施項目2 アンモニアによる排ガス中CO<sub>2</sub>固定

NH<sub>3</sub>をCO<sub>2</sub>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。

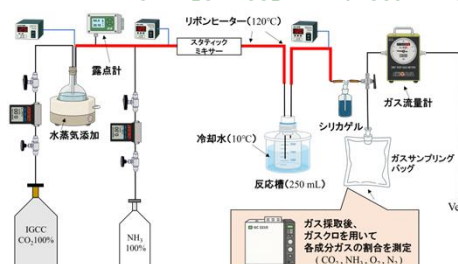


図5 CO<sub>2</sub>固定（炭酸水素アンモニウム合成）の実験装置

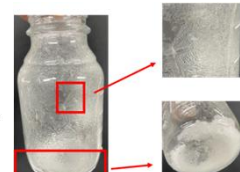


図6 NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub>生成の様子

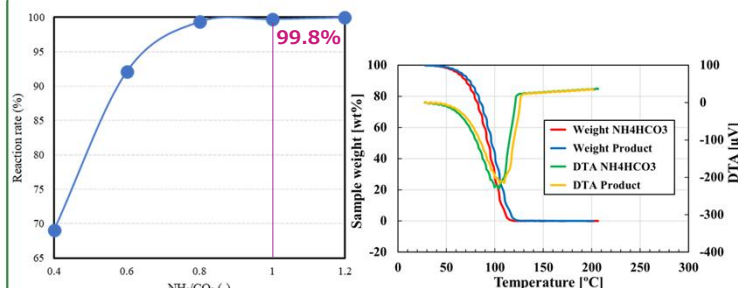


図7 NH<sub>3</sub>/CO<sub>2</sub>比に対するCO<sub>2</sub>反応率の変化

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 <sub>4</sub> HCO <sub>3</sub> 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 <sub>2</sub> COONH <sub>4</sub> 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→CO<sub>2</sub>の再生成を抑制し、エネルギー効率439 g-CO<sub>2</sub>/kWh以上を目指す
- CO<sub>2</sub>固定：反応器構造の最適化
- スケールアップ：ガス流量 2.0 Nm<sup>3</sup>/h のプラズマ分解装置とCO<sub>2</sub>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、CO<sub>2</sub>削減量と事業性を評価

