

2024年度 JPECフォーラム

**【3】合成ガス製造のための  
高分子電解質形CO<sub>2</sub>電解技術の開発**

2024年5月14日

**出光興産株式会社**

# 目次

---

## 1. 高分子電解質形CO<sub>2</sub>電解技術開発の概要

## 2. 最近の研究結果の紹介

## 3. まとめ

# 1. 高分子電解質形CO<sub>2</sub>電解技術開発の概要

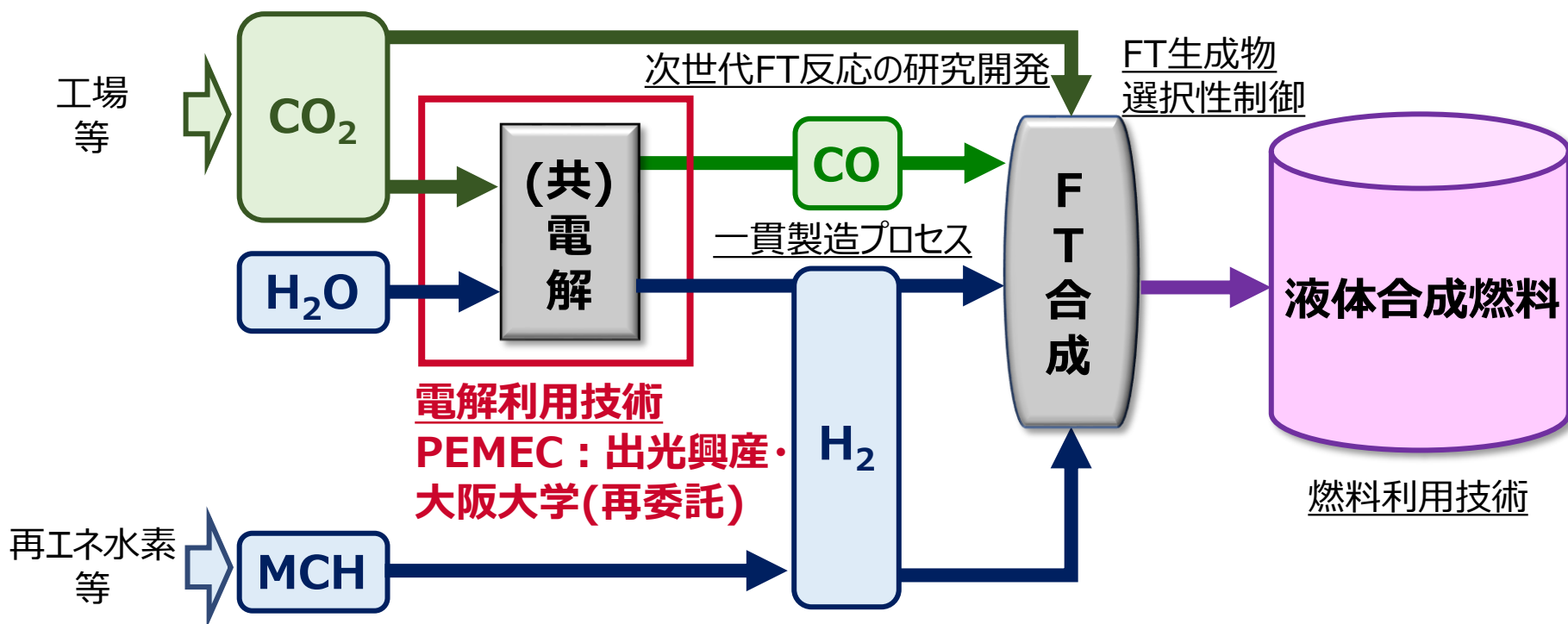
## CO<sub>2</sub>からの液体合成燃料一貫製造プロセス技術の研究開発（NEDO事業）

～原料～

～合成ガス製造～

～燃料製造～

～燃料利用～



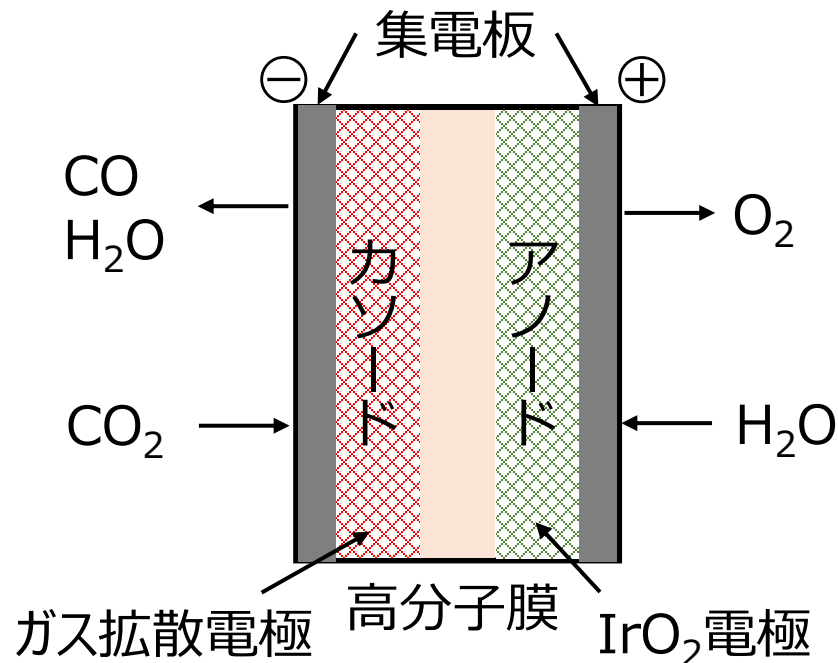
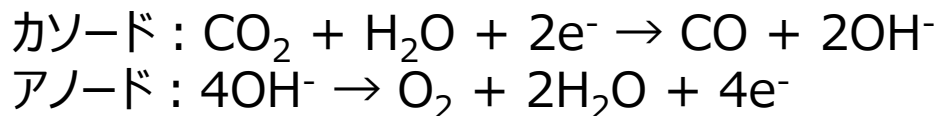
**電解利用技術**  
**PEMEC : 出光興産・**  
**大阪大学(再委託)**

成蹊大、ENEOS、名古屋大、横浜国大、  
産総研、カーボンニュートラル燃料技術センター、出光興産

**液体合成燃料を高効率に一貫製造する技術の開発**  
**事業期間：2020年度～2024年度**

# 1. 高分子電解質形CO<sub>2</sub>電解技術開発の概要

**PEMEC** 常温 - 80℃

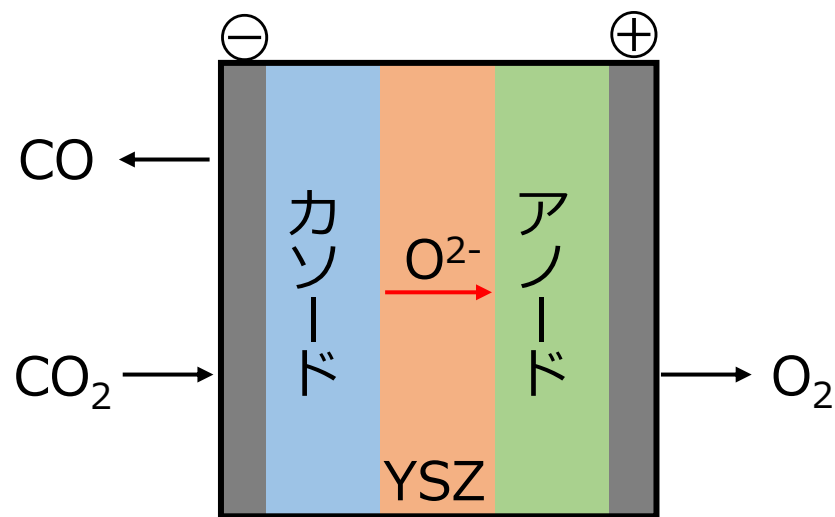
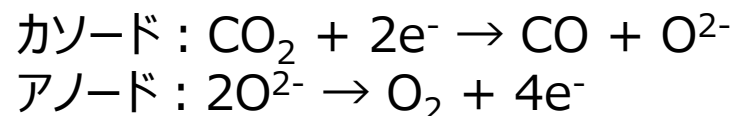


- 常温運転可、再エネ電源との相性良
- 電解効率向上、水分制御に課題

➔ 重点開発項目：

還元触媒、電極構造、大面積化

**SOEC** 800 - 1000℃



Ni/YSZ電極

La<sub>x</sub>Sr<sub>1-x</sub>MnO<sub>3</sub>電極

- 低電圧で高効率
- 再エネ電源の変動への応答性に懸念

# 目次

---

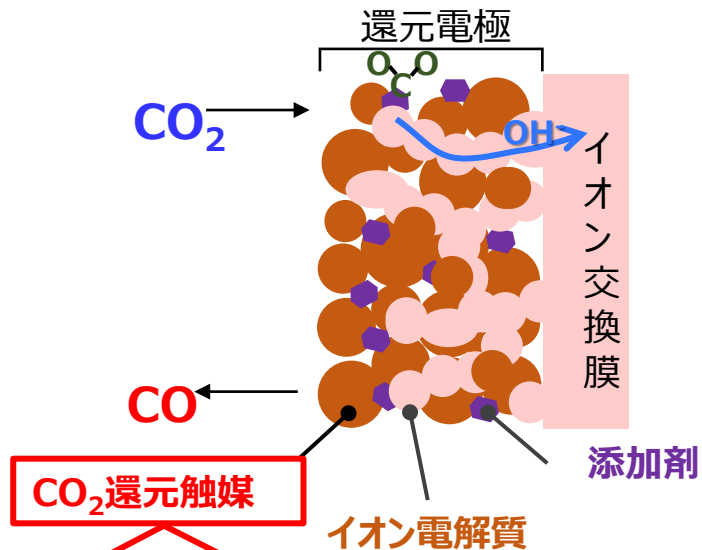
1. 高分子電解質形CO<sub>2</sub>電解技術開発の概要

2. 最近の研究結果の紹介

3. まとめ

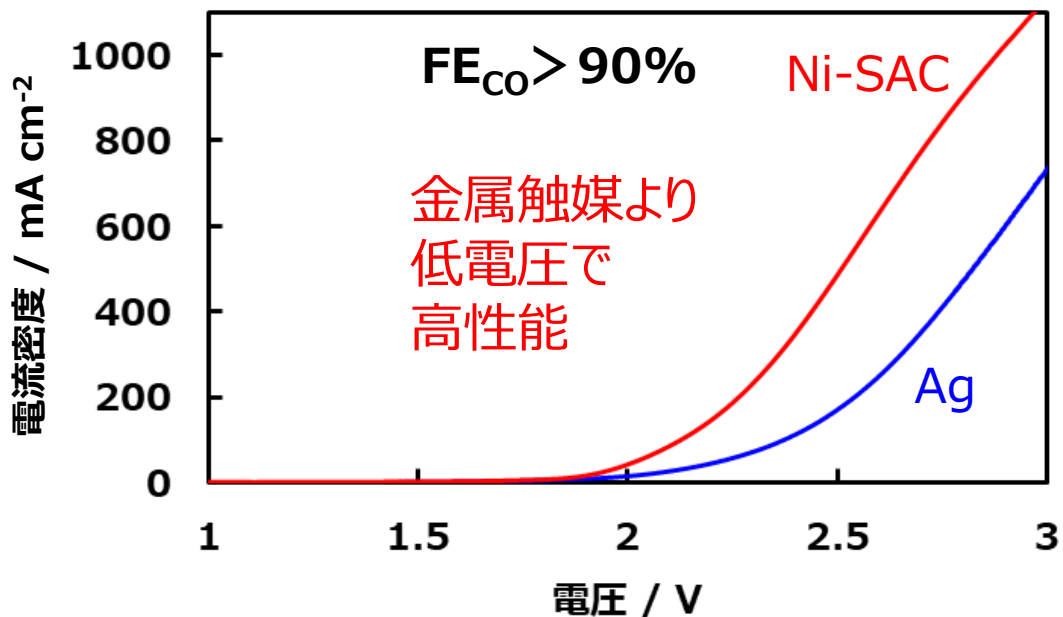
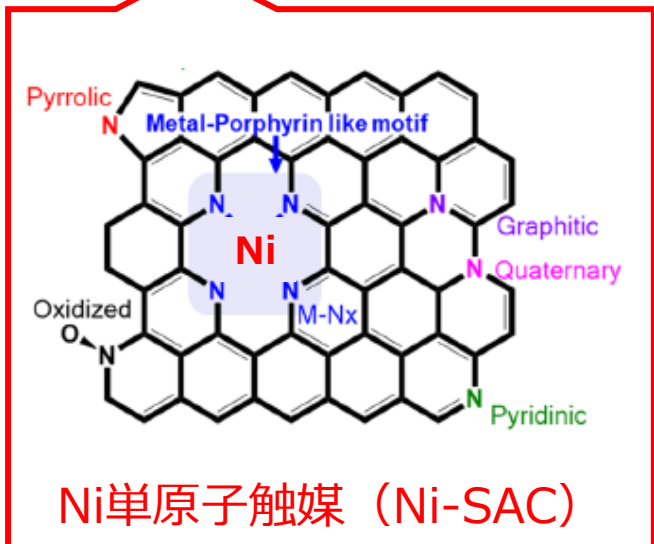
## 2. 最近の研究結果の紹介

### (1) 貴金属フリーの新規単原子触媒の開発<sup>1)</sup>



|              | 貴金属 | 金属量       | 電圧低減能 |
|--------------|-----|-----------|-------|
| 金属触媒(Ag, Au) | 使用  | 多         | 中     |
| 単原子触媒        | 未使用 | 少 1/100程度 | 高     |

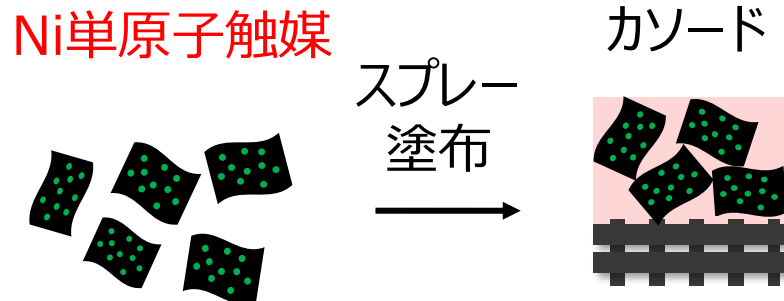
Ag, Au触媒を代替する  
次世代の単原子触媒の研究開発



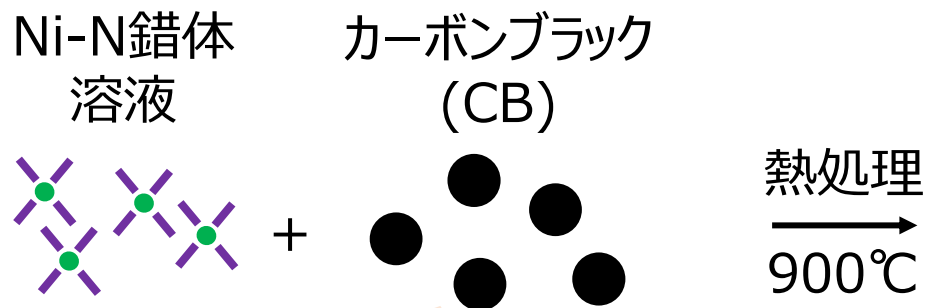
## 2. 最近の研究結果の紹介

### (2) 単原子触媒の構造改良

#### 既報<sup>2)</sup>における合成手順



#### 主な改良 (本発表における発表内容)



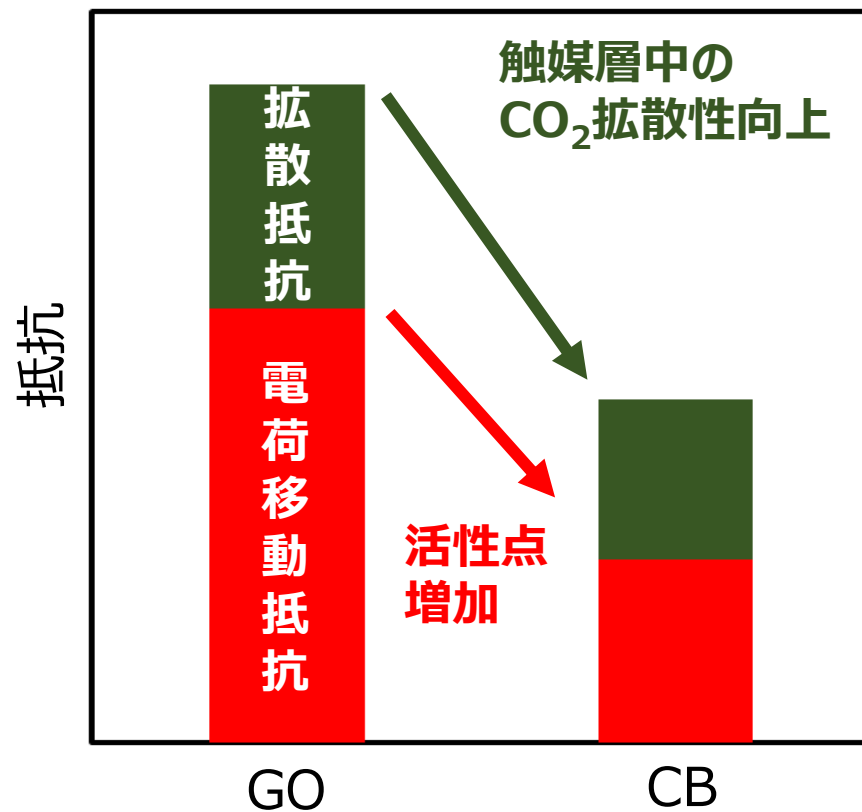
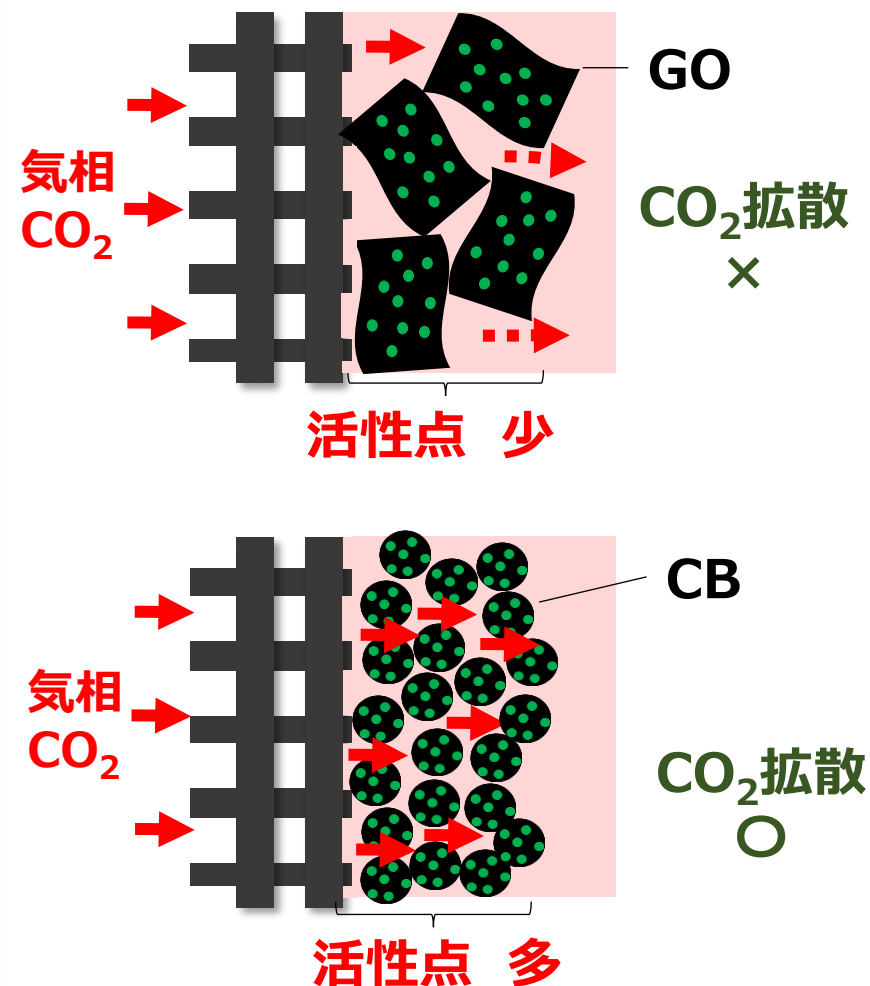
① 担体の改良  
→ 活性点増加

② 添加材開発  
→ 物性制御

③ 塗布自動化  
→ 大面積化

## 2. 最近の研究結果の紹介

### (3) ①カーボン担体の改良による性能向上



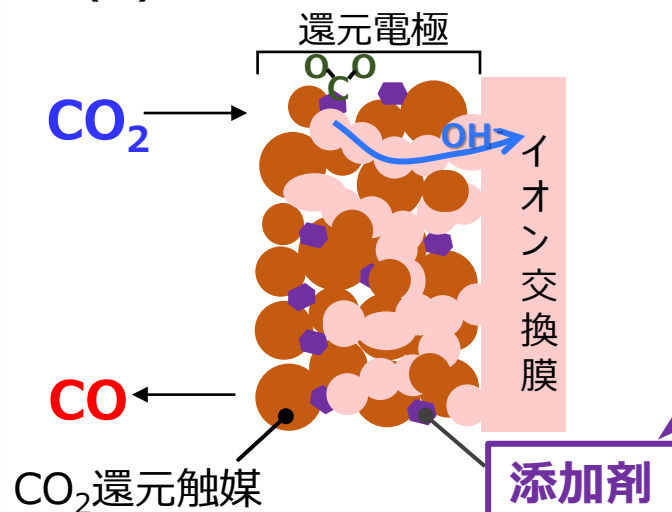
電流密度 : 85 mA/cm<sup>2</sup> 280 mA/cm<sup>2</sup>

単原子触媒に適した  
カーボン担体を選定

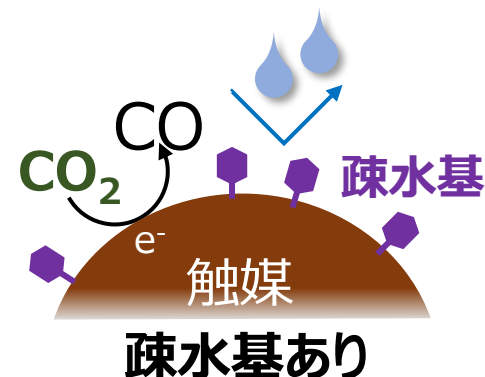
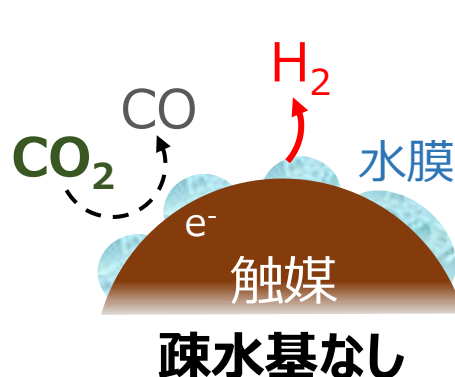


## 2. 最近の研究結果の紹介

### (4) ②触媒層の疎水性制御<sup>3)</sup>

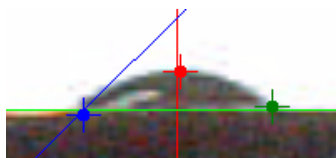


アノード側からの浸出水がCO<sub>2</sub>還元阻害  
触媒表面へ疎水基を導入し活性向上・触媒劣化防止



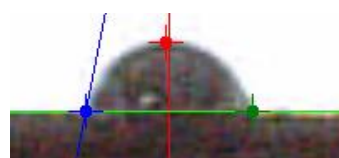
### 疎水化した電極表面の水接触角 (θ/2法)

添加なし



平均55°

疎水性添加剤  
添加あり



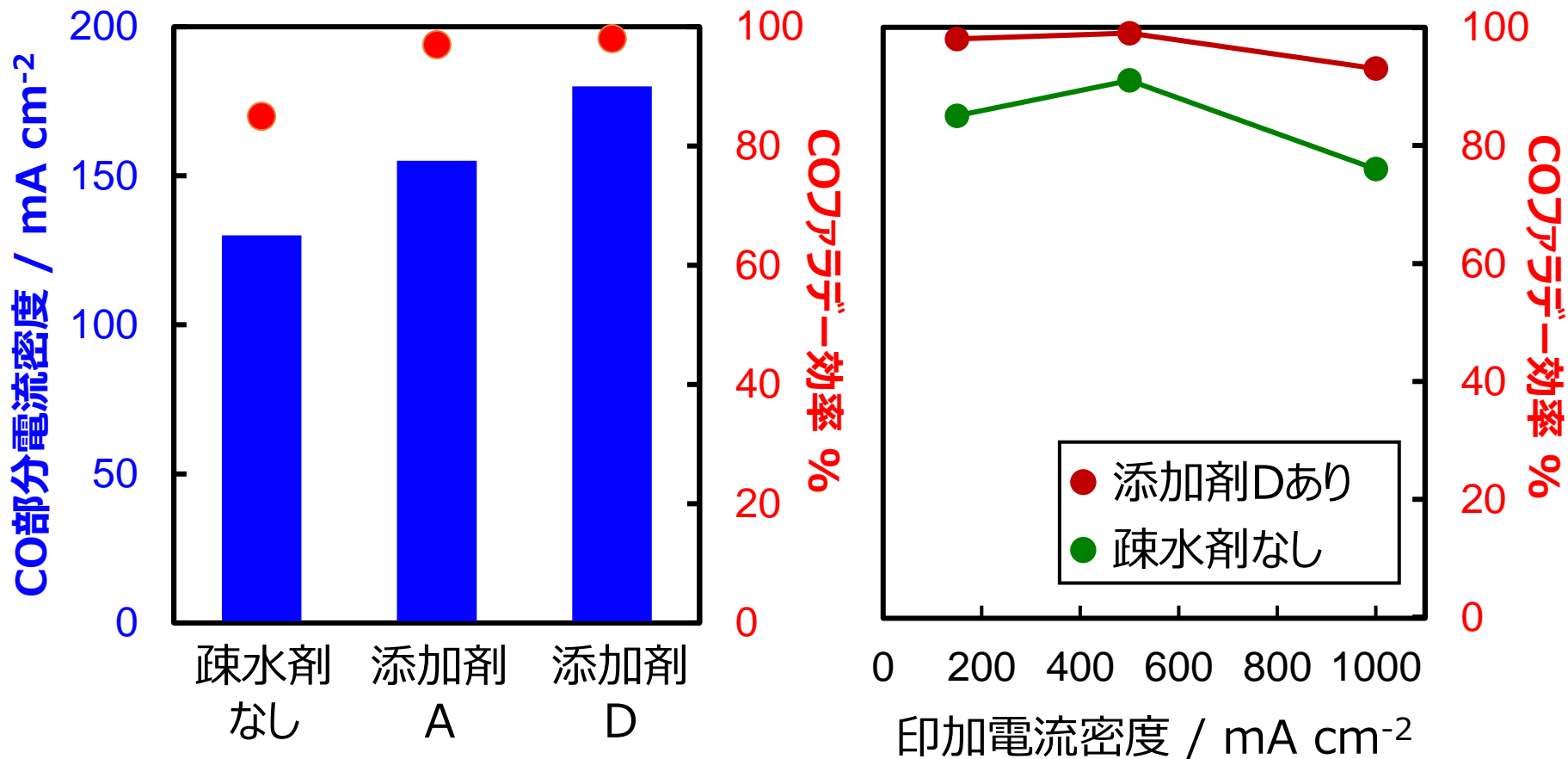
平均79°

触媒層の疎水性向上が課題

芳香族アミンを原料にした疎水性添加剤で疎水化が可能

## 2. 最近の研究結果の紹介

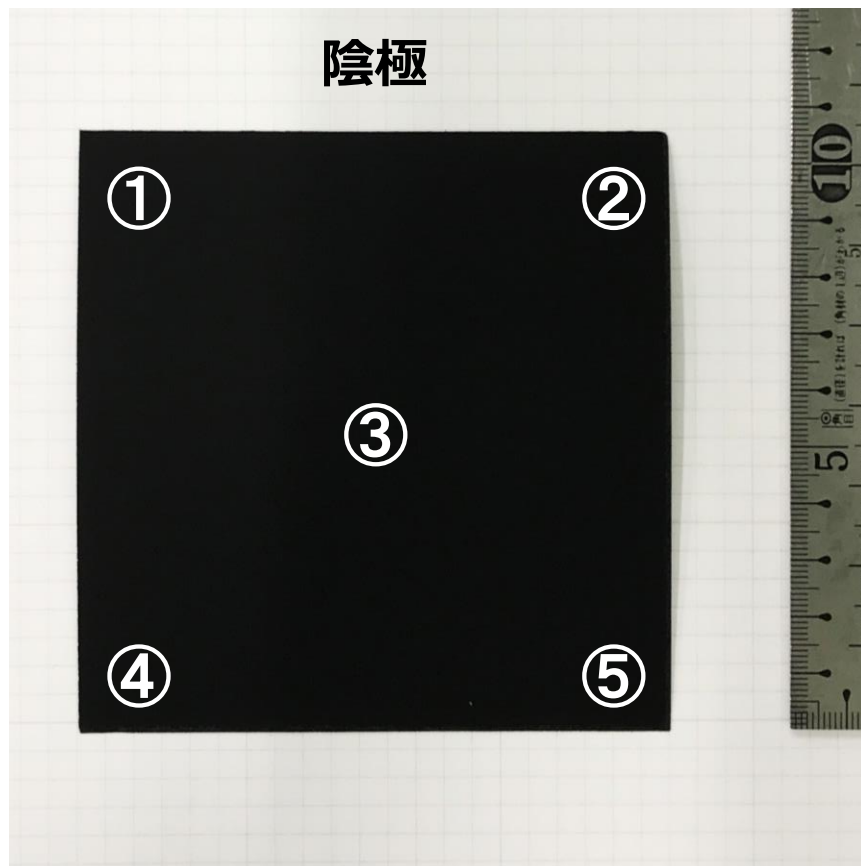
(5) ②触媒層の疎水性制御による効率向上<sup>3)</sup>



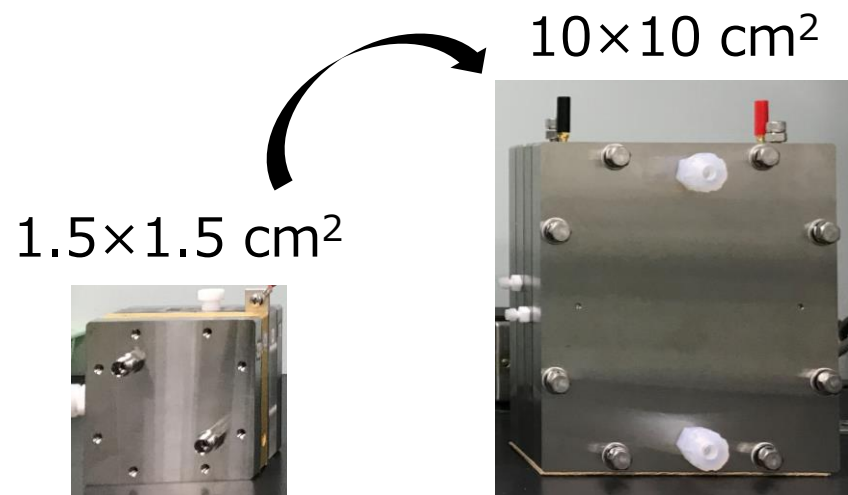
疎水性向上によりCO生成速度は1.2倍に向上  
大電流密度印加下においてCO選択率90%以上を維持

## 2. 最近の研究結果の紹介

### (6) ③大面積塗布の実証<sup>3)</sup>



| 場所 | 触媒担持量<br>変動 | 電流密度<br>変動 | CO<br>ファラデー効率 |
|----|-------------|------------|---------------|
| ①  | -           | -          | 99%           |
| ②  | +4%         | -5%        | 99%           |
| ③  | +4%         | +4%        | 99%           |
| ④  | -4%         | -7%        | 99%           |
| ⑤  | 0%          | +2%        | 99%           |



均一な10×10 cm<sup>2</sup>サイズの大面積陰極を作製

# 目次

---

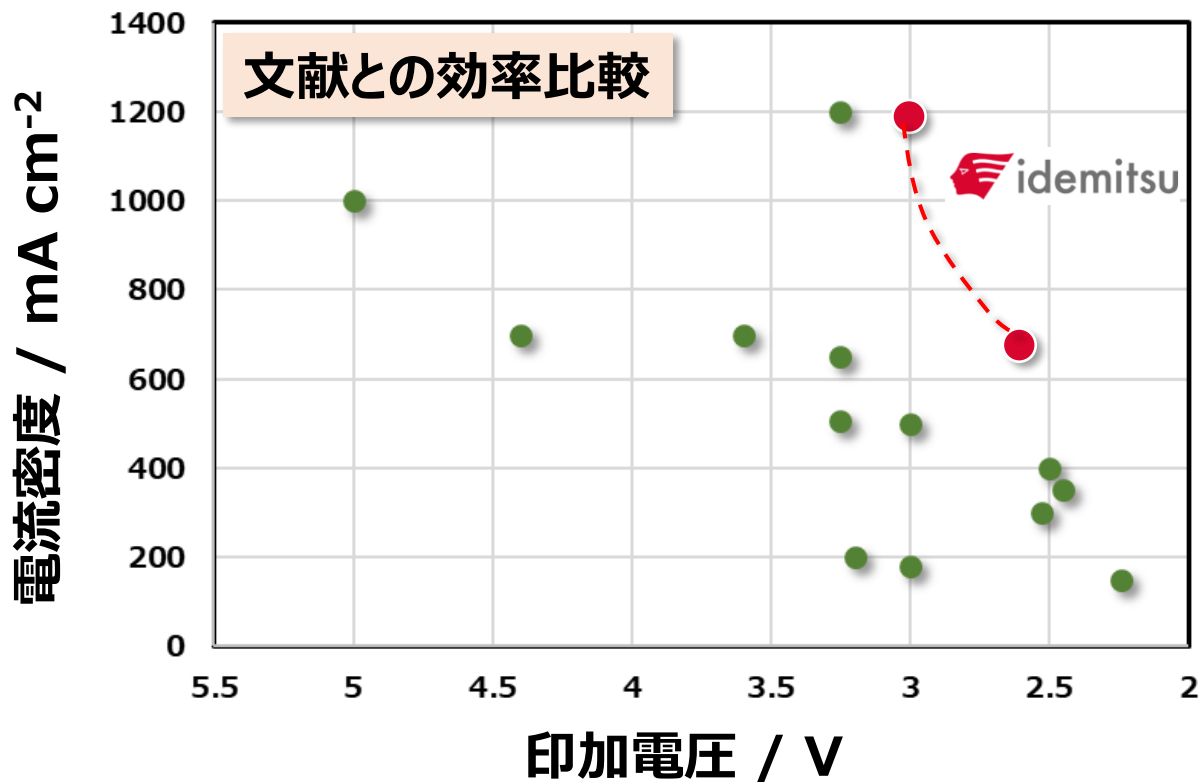
1. 高分子電解質形CO<sub>2</sub>電解技術開発の概要

2. 最近の研究結果の紹介

3. まとめ

### 3. まとめ

- (1) 当社と大阪大学はNEDO事業において、合成燃料製造に向けたPEM形CO<sub>2</sub>電解技術の開発に取り組んでいる。
- (2) **高効率で電解を駆動可能**な単原子触媒を開発し、大面積電極も試作。
- (3) 今後はさらなる大型化・高耐久化を進め、**社会実装**を目指す。



文献出典：次ページに記載

# 謝辞

本成果の一部は、  
NEDO（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合機構）の委託研究  
「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発／  
CO<sub>2</sub>排出削減・有効利用実用化技術開発／  
次世代FT反応と液体合成燃料一貫製造プロセスに関する研究開発」  
の結果得られたものです。

**ご清聴いただきありがとうございました。**

前ページの表の出典：

- 1) Nat. Commun., 13, 6082 (2022).
- 2) J. Am. Chem. Soc., 144, 15143 (2022).
- 3) Adv. Eng. Mater., 12, 2201278 (2022).
- 4) Angew. Chem. Int. Ed., 61, e202203335 (2022).
- 5) ACS Catal., 12, 2513 (2022).
- 6) Nat. Commun., 12, 2932 (2021).
- 7) Angew. Chem. Int. Ed., 60, 22826 (2021).
- 8) ACS Appl. Energy Mater., 3, 8739 (2020).
- 9) Energy and Fuels, 36, 2300 (2022).
- 10) Energy Environ. Sci., 12, 2455 (2019).
- 11) J. Carbon Res., 6, 33 (2020).
- 12) Chem. Lett., 50, 482 (2021).
- 13) Nat. Catal., 1, 32 (2018).