

# NEDOエネルギー・地球環境分野成果報告会2026

## プログラムNo.B2-1-08

カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発/  
CO2有効利用拠点における技術開発/  
研究拠点におけるCO2有効利用技術開発・実証事業/

### カーボンリサイクルLPGのための 触媒実用性向上と製造プロセスの研究開発 ～ベンチ実証に向けた触媒・分離・プロセス設計の取り組み～

発表：2026年7月21日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

発表者名： 伊藤貢悦

団体名： ENEOSグローブ(株) 共同研究先：日本製鉄(株)、(国)富山大学

問い合わせ先： ENEOSグローブ(株) 経営企画部 カーボンニュートラル推進グループ

E-mail: carbon-neutral-promotion@eneos-globe.co.jp

# 目次

---

## 0. 弊社の事業概要

### 1. 背景、経緯

- 1-1. カーボンリサイクルLPGの意義
- 1-2. 本研究の目的とプロジェクト体制
- 1-3. 技術コンセプト
- 1-4. 触媒実用性向上の取り組み
- 1-5. 実証拠点でのスケールアップ
- 1-6. 基礎研究成果まとめと本事業での取り組み

### 2. 開発項目・目標、研究進捗概要

- 2-1. 2025年度目標と達成状況まとめ
- 2-2. 実施項目③：製造プロセス全体像と本事業での取り組み
- 2-3. 実施項目③：ガス分離膜による製品採取
- 2-4. 実施項目③：経済性比較
- 2-5. 実施項目④：ベンチ/国内実証設備計画
- 2-6. 実施項目④：社会実装モデル

### 3. まとめと今後の課題

# 0. 弊社の事業概要

## ■ 概要

|        |                                        |                                                                                     |                                                                                     |
|--------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 商号     | ENEOSグローブ株式会社                          |                                                                                     |                                                                                     |
| 創業/統合日 | 1960年6月 / 2011年3月1日                    |                                                                                     |                                                                                     |
| 本社所在地  | 〒100-6115 東京都千代田区永田町2-11-1 山王パークタワー15F |                                                                                     |                                                                                     |
| 資本金    | 1億円                                    |                                                                                     |                                                                                     |
| 株主     | ENEOS株式会社 50%                          |  |  |
|        | 三井物産株式会社 30%                           |                                                                                     |  |
|        | 丸紅株式会社 20%                             |                                                                                     |                                                                                     |
| 事業内容   | 液化石油ガスの輸入・販売（元売事業 シェア約30%）             |                                                                                     |                                                                                     |
| 売上     | 約4,170億円（2025年3月期）                     |                                                                                     |                                                                                     |
| 従業員数   | 約300人（グループ人数 約2,000名）                  |                                                                                     |                                                                                     |

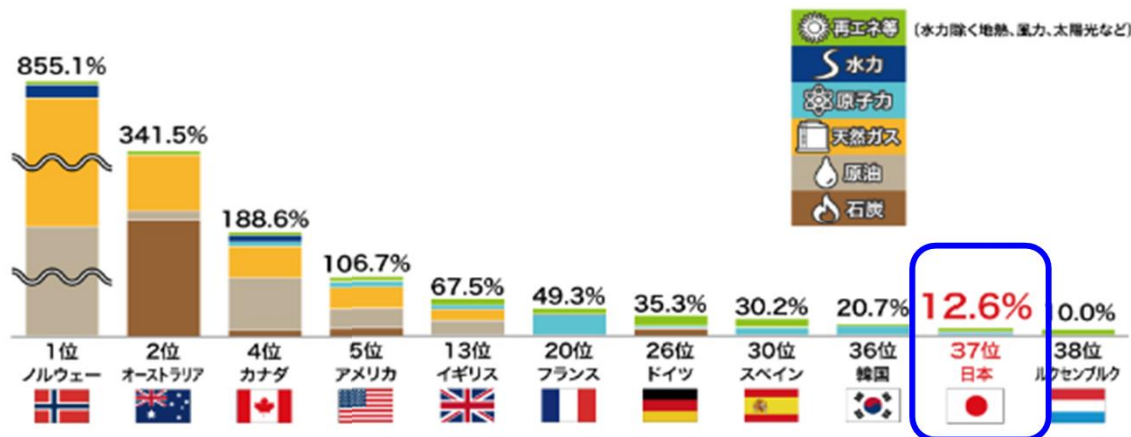
## ■ カーボンニュートラルに関する取り組み

|          |                                                                                                                                                   |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2021年10月 | ・一般社団法人「日本グリーンL P ガス推進協議会」をL P ガス卸売大手5社で設立                                                                                                        |
| 2022年 4月 | ・専任部署（経営企画部カーボンニュートラル推進グループ）設置<br>・NEDO（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）委託事業「カーボンリサイクルL P G 製造技術とプロセスの研究開発」が採択<br>・「カーボンニュートラルL P ガス（ボランタリークレジット）」取扱い開始 |
| 2023年10月 | ・「カーボンニュートラルL P ガス（J-クレジット）」取扱い開始 ※現在はカーボンオフセットLPガスに名称変更                                                                                          |
| 2025年 4月 | ・NEDO助成事業「カーボンリサイクルL P G のための触媒実用性向上と製造プロセスの研究開発」が採択                                                                                              |

# 1-1. カーボンリサイクルLPGの意義

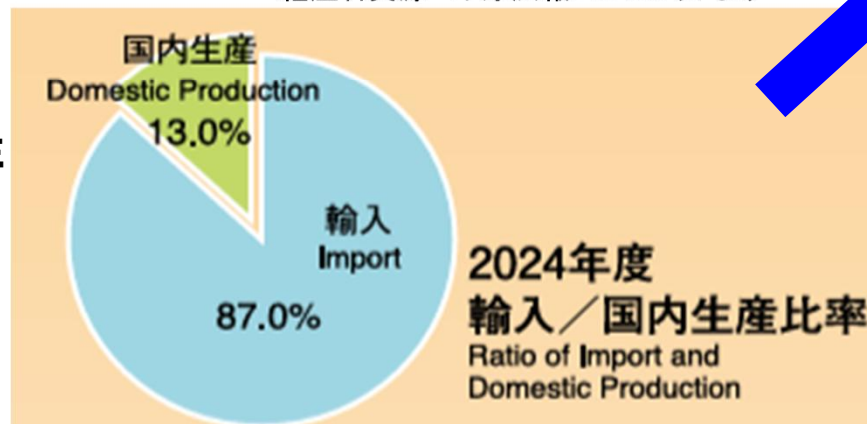
- 日本の一次エネルギー自給率：12.6%（87%を輸入依存）
- LPG：一次エネルギーの約3%を占め、災害に強い分散型エネルギー
- LPG輸入依存度：約87%
- 脱炭素とエネルギー安全保障の両立が必要
- CO<sub>2</sub>由来LPG製造技術の確立が重要

## 主要国の一次エネルギー自給率比較(2022年)



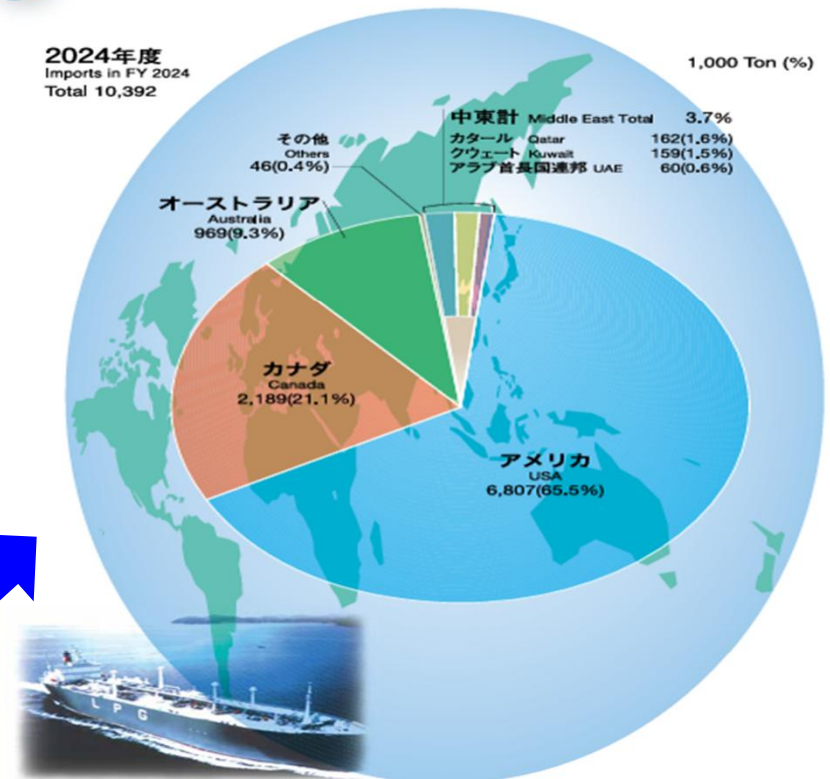
経産省資源エネルギー庁広報パンフレットより

LPガス国内需要  
1,200万トン/年



## 5 日本の輸入相手国 LP Gas Imports by Country

2024年度  
Imports in FY 2024  
Total 10,392



# 1-2. 本研究の目的とプロジェクト体制

- 目的  
CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>からのLPG製造技術の確立と実用化検討
- 共同研究体制  
富山大学、日本製鉄、ENEOSグループ
- フェーズ  
【NEDO委託事業】基礎研究(2022-2024)→【NEDO補助事業】ベンチ設計(2025-2026)  
→ ベンチ実証(2027-2029)→ 国内実証(2030-)



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>有効利用拠点における技術開発  
／研究開発拠点におけるCO<sub>2</sub>有効利用技術開発・実証事業／

カーボンリサイクルLPGのための触媒実用性向上と製造プロセスの研究開発



## 事業内容

＜事業期間＞2025年4月～2027年3月

## ＜事業概要＞

FT合成を用いたカーボンリサイクルLPG製造のベンチ実証をするために、触媒量産化技術の検討、ベンチ実証設備の設計、および社会実装を考慮した最適化検討を実施する。

事業項目① 触媒の性能向上と耐久性の確立

事業項目② 触媒の量産化方法の確立

事業項目③ 触媒反応器と製造プロセスの基本設計

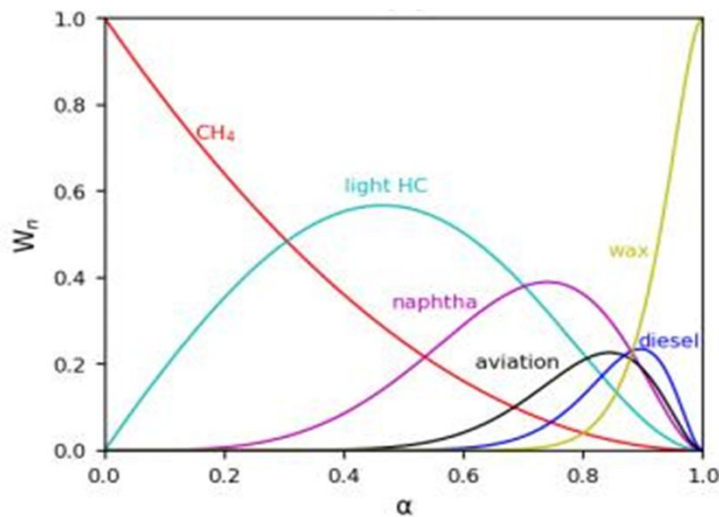
事業項目④ ベンチ実証設備建設に向けた計画の立案と国内実証の概略計画の検討



# 1-3. 技術コンセプト

$\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightarrow (\text{RWGS}) \rightarrow \text{H}_2 + \text{CO} \rightarrow (\text{FT合成}) \rightarrow \text{C}_1 - \text{C}_5^+ \rightarrow (\text{ゼオライト分解}) \rightarrow \text{C}_3/\text{C}_4 \text{増強}$

- FTは確率論的炭化水素合成 (ASF分布)
- 推定  $\alpha$  : 0.55-0.65、
- 理論C<sub>3</sub>/C<sub>4</sub>生成割合 : 約50-55%
  - ※ナフサ分解工程を含めた実効的C<sub>3</sub>/C<sub>4</sub>収率向上を想定
  - 触媒・反応統合設計により理論限界へ接近

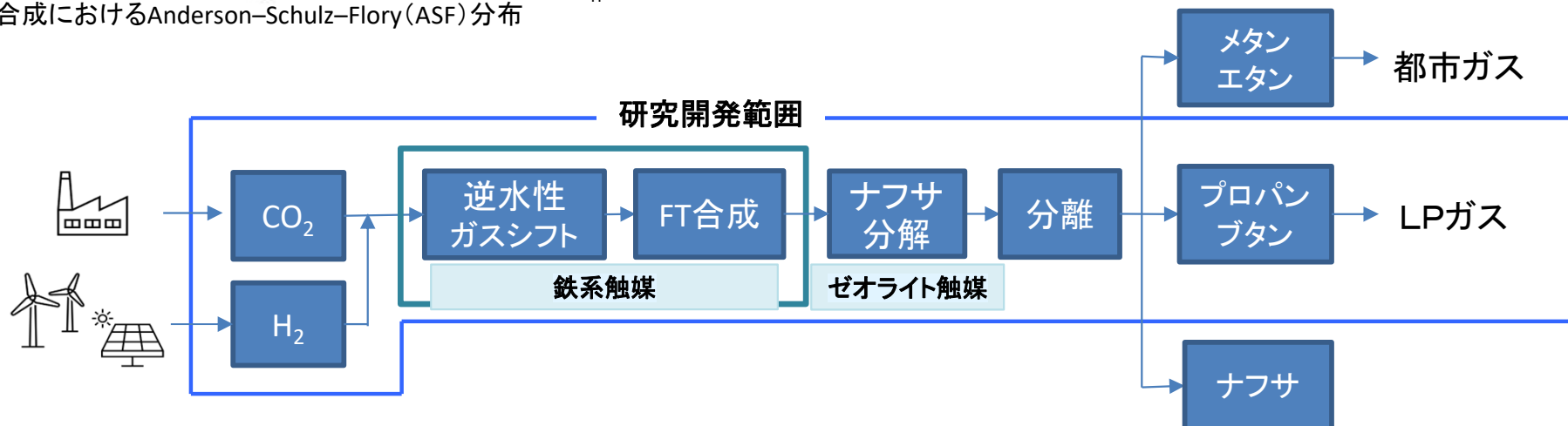


FT合成におけるAnderson-Schulz-Flory (ASF) 分布

$\alpha$  : 連鎖成長確率  
(1に近いほど炭素鎖成長)  
 $W_n$  : 炭化水素重量分率



広島県大崎上島CR実証研究拠点試験設備



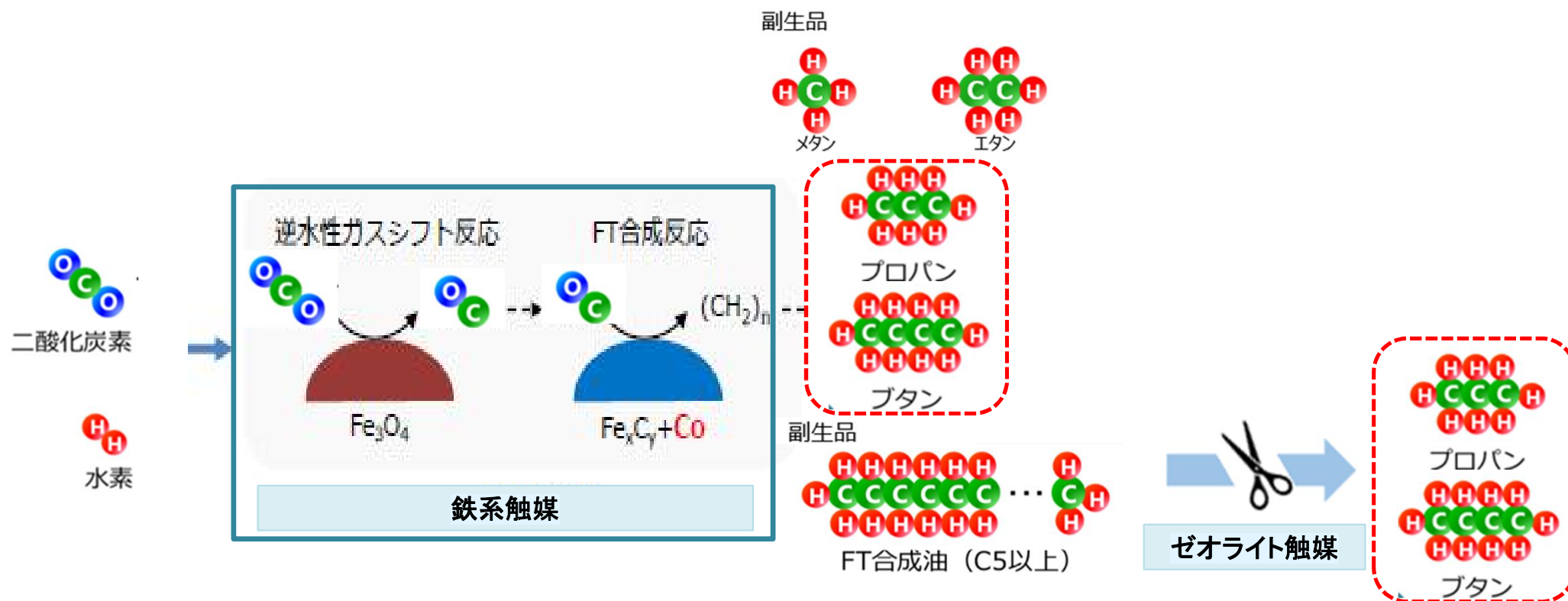
## 1-4. 触媒実用性向上の取り組み

### ➤ 鉄系FT触媒 最適化

アルカリ金属添加によるCO<sub>2</sub>反応性向上  
Co・Alによる活性安定化

### ➤ ゼオライト 選定

H-ZSM-5  
ナフサ分解によるLPG収率向上



# 1-5. 広島県大崎上島カーボンリサイクル実証研究拠点の設備概要

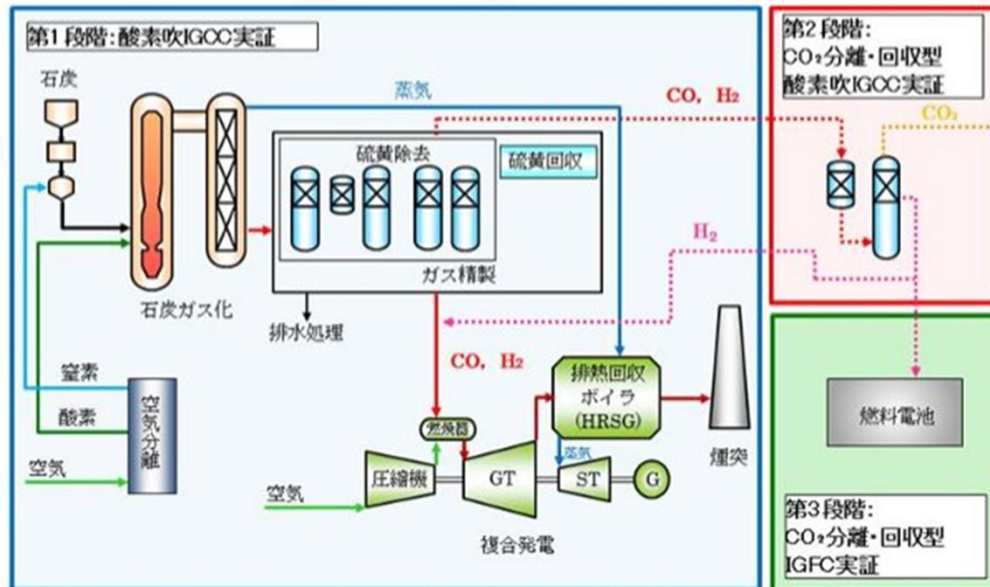
- 広島県豊田郡大崎上島町の NEDOカーボンリサイクル実証研究拠点に反応評価設備を設置
- ラボ反応装置の約16倍のスケール
- 大崎クールジェンの石炭ガス化複合発電プラント(IGCC)由来のCO<sub>2</sub>を供給



CO<sub>2</sub>供給設備



NEDO: 炭ガス化燃料電池複合発電実証事業」(中間評価)2016年度～2025年度  
10年間プロジェクトの概要(公開版)





# 1-6. 基礎研究成果まとめと本事業での取り組み

## ➤ 【NEDO委託事業】基礎研究(～2024年度)成果

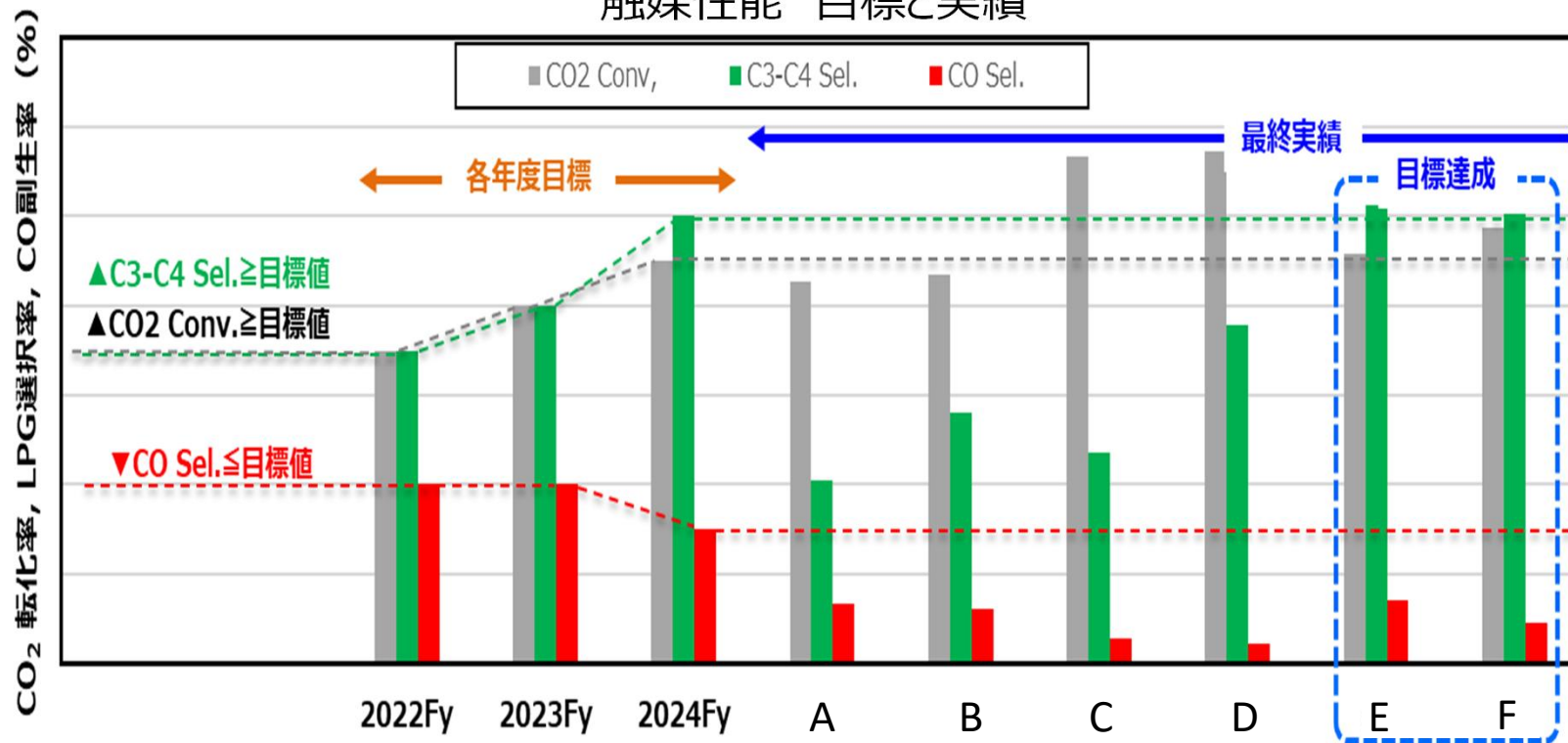
- ✓ 触媒性能目標値達成
- ✓ 100時間耐久目標達成（安定挙動確認）



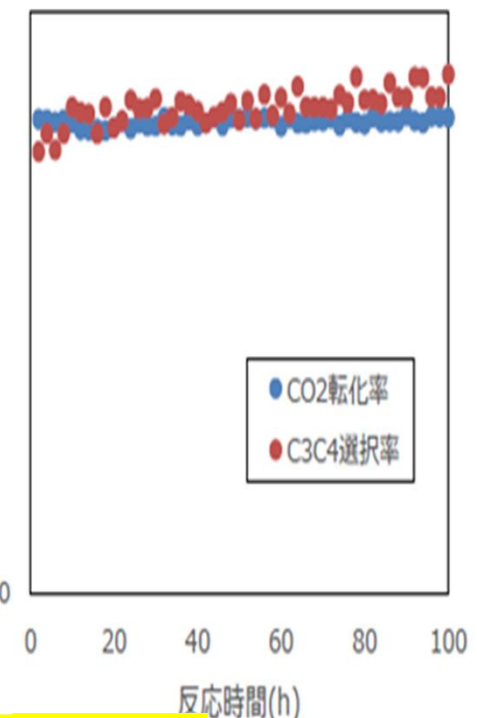
## ➤ 【NEDO補助事業(本事業)】ベンチ設計(2025年度～2026年度)

- ・2025年度：触媒性能向上、1000時間耐久試験、量産化触媒試作、ガス分離膜試験、ベンチ設計着手
- ・2026年度：First Drop（製品カーボンリサイクルLPG採取）、ベンチ設計完了、経済性評価

触媒性能 目標と実績



100時間耐久試験実績



CO<sub>2</sub>転化率・C3/C4選択率、CO副生率、100時間耐久性とも目標値を達成

## 2-1. 2025年度目標と達成状況まとめ

- 2025年度：ベンチ設計に向けた基盤技術整備を実施
- 2026年度：First Drop（製品カーボンリサイクルLPG採取）およびベンチ設計完成へ

| 事業項目                             | 目標                                | 達成状況   |                            |
|----------------------------------|-----------------------------------|--------|----------------------------|
| ①触媒の性能向上と耐久性の確立                  |                                   |        |                            |
| 触媒の性能向上                          | +10%向上                            | ○      | 試験データで達成確認                 |
| 触媒の耐久性確立                         | 1000時間耐久試験実施                      | ○      | 劣化挙動を把握し、劣化要因解析および対策検討を実施中 |
| ②触媒の量産化方法の確立                     |                                   |        |                            |
| 触媒の量産化方法の確立                      | 量産化触媒候補試作・性能確認                    | ○      | 試作・性能評価実施                  |
| ③触媒反応器と製造プロセスの基本設計               |                                   |        |                            |
| 触媒反応器の基本設計                       | 反応器仕様の候補選定                        | ○      | 量産化触媒仕様を反映                 |
| 製造プロセスの基本設計                      | 製品LPG分離膜試作と性能確認<br>ベンチ実証設備の概略設計完了 | ○<br>△ | 分離膜選定完了<br>基本条件整理完了（一部遅延）  |
| ④ベンチ実証設備建設に向けた計画の立案と国内実証の概略計画の検討 |                                   |        |                            |
| ベンチ実証設備建設に向けた計画の立案               | 建設候補地ケーススタディ                      | ○      | 候補地比較検討・評価実施               |
| 国内実証の概略計画の検討                     | 国内実証候補地リストアップと調査                  | ○      | コスト、法令、供給安定性等条件整理          |

## 2-2. 事業項目③：製造プロセス全体像と本事業での取り組み

CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>供給→FT反応器→クラッキング→分離→LPG回収＋未反応リサイクル

➤ **収率・経済性は分離・リサイクル設計に強く依存（2026年度重点検討項目）**

➤ **2025年度成果**

✓ 固定床熱交換型反応器の概略設計完了（触媒充填量・反応管径・反応温度制御）

✓ 熱収支・物質収支の試算完了

✓ 小規模分離ユニットの構成検討完了

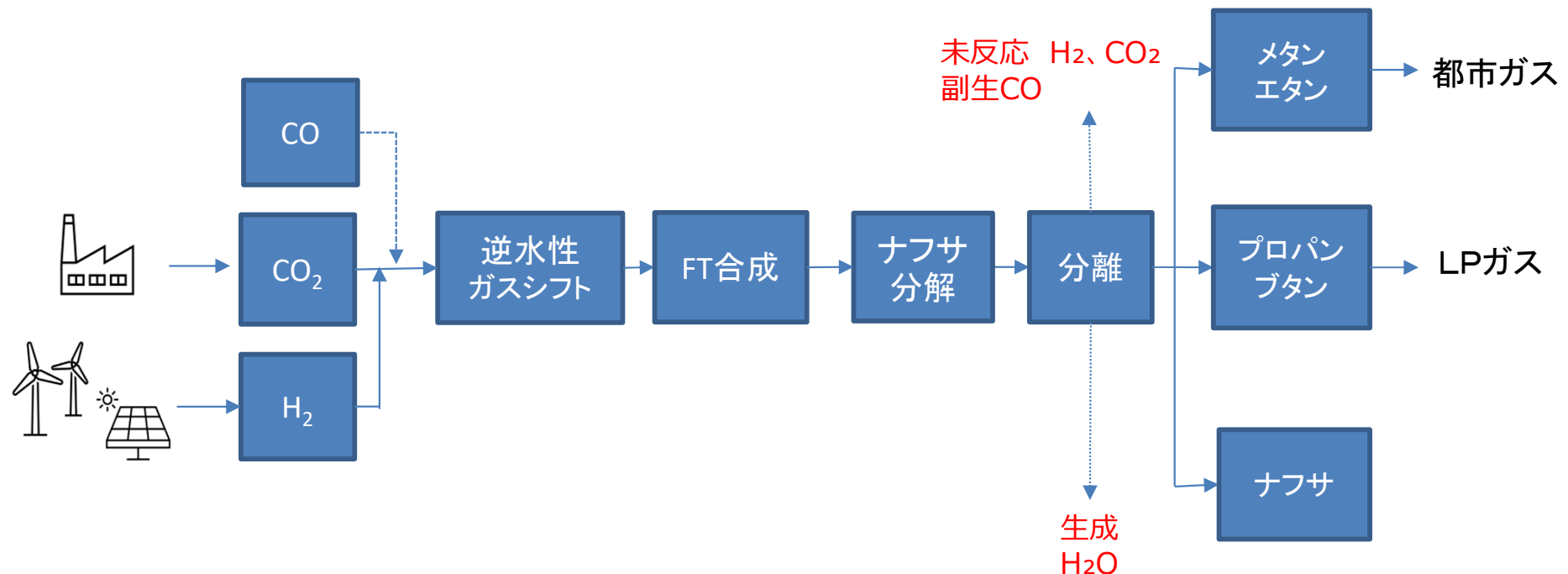
➤ **2026年度：ベンチ実証設備基本設計**

✓ 固定床熱交換型反応器の仕様確定

✓ ベンチ実証設備の基本設計完了

✓ 試験設備反応ガスを用いた膜分離装置での製品採取

▶ **ベンチ実証設備建設に向けた具体設計段階へ移行**



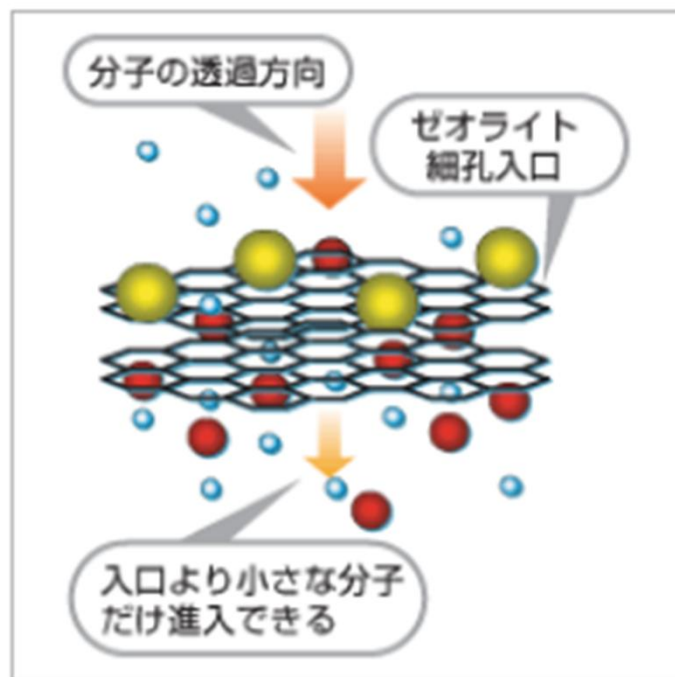
## 2-3. 事業項目③：ガス分離膜による製品採取

### ➤ 2025年度成果

- ・分離膜試験により製品採取の可能性を確認
- ・膜分離プロセス概略検討

### ➤ 2026年度予定

- ・大崎上島CR実証研究拠点での反応ガス分離試験
- ・1st Drop（製品カーボンリサイクルLPG採取）・・・製品評価およびユーザーニーズ確認
- ・リサイクル設計評価



「分子ふるい」イメージ図

【出典】日本ガイシ セラミック材料基礎講座・応用編

|           | 分子                             | 動径 (Å)    | 特徴                 |
|-----------|--------------------------------|-----------|--------------------|
| 廃棄 ↓      | H <sub>2</sub> O               | 2.65～2.80 | 小さいが極性が強く、膜に吸着しやすい |
|           | H <sub>2</sub>                 | 2.89      | 最小、拡散速度が非常に大きい     |
|           | CO <sub>2</sub>                | 3.30      | 線形分子、極性モーメントあり     |
| リサイクル ↑   | CO                             | 3.76      | 無極性、拡散性高い          |
|           | Ar                             | 3.40～3.80 | 単原子、非極性、拡散挙動はCOに近い |
|           | CH <sub>4</sub>                | 3.80      | 無極性、最小の炭化水素        |
| C1 + C2 ↑ | C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>  | 4.16      | n電子あり、やや扁平構造       |
|           | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>  | 4.44      | 無極性、拡散やや遅い         |
| プロパン ↑    | C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>  | 4.68      | 二重結合あり、膜吸着しやすい     |
|           | C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>  | 4.85      | 無極性、やや大きい          |
| ブタン ↑     | C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>  | 4.94      | 不飽和、やや扁平           |
|           | C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> | 5.06      | 無極性、直鎖構造           |
| ナフサ ↑     | C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> | 5.30      | より大きく、拡散困難         |

【出典】

Breck, Zeolite Molecular Sieves (1974)、Bird et al., AIChE Journal (1987)、Robeson, J. Membrane Sci. (2008)、Sholl & Lively, Nature (2016)



## 2-4. 事業項目③：経済性比較

### ➤ バイオマスモデル vs CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>モデル **2024年度試算**

前提：H<sub>2</sub>：100→20円/Nm<sup>3</sup>（2050想定）・CO<sub>2</sub>：5.9千円/t

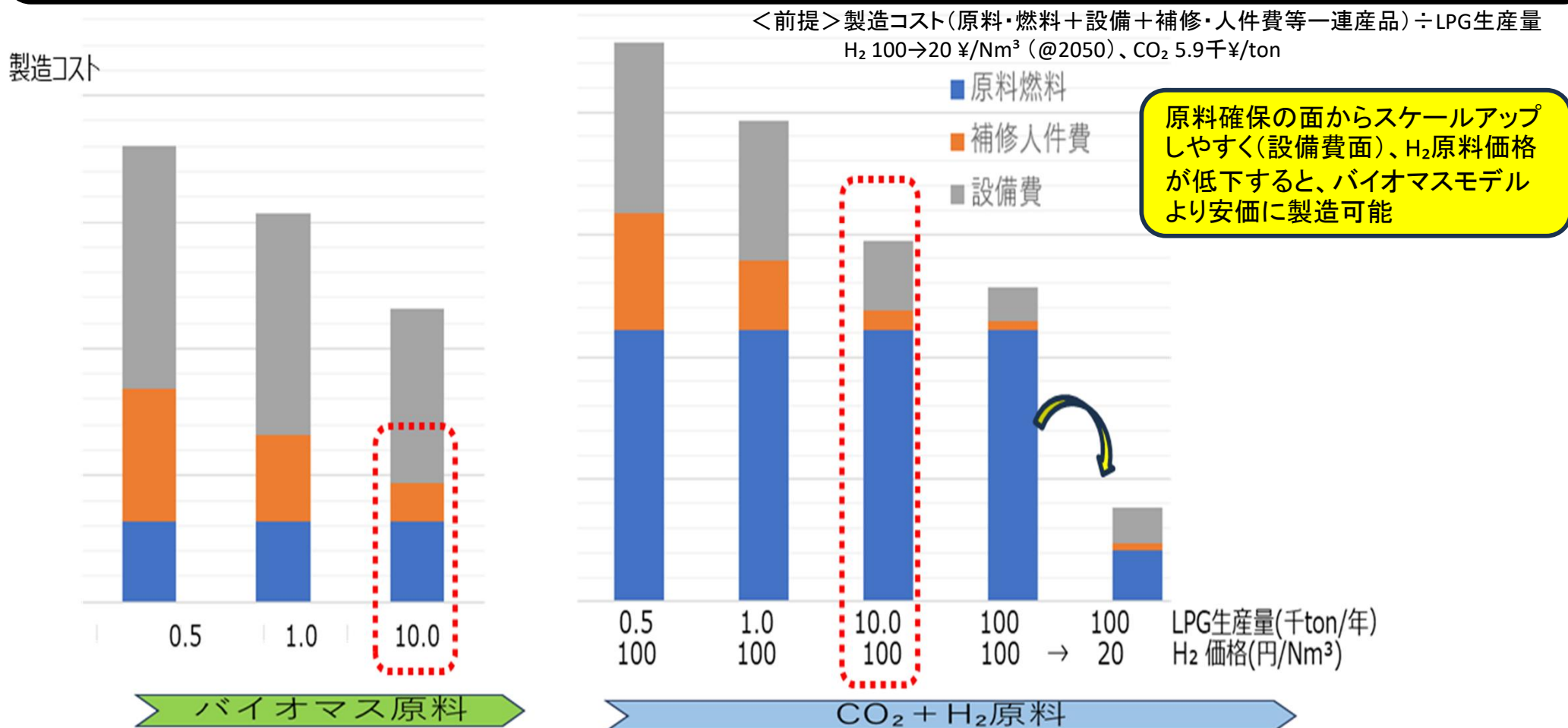
感度：CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>モデルはスケールアップによる設備費、補修人件費低減が可能

H<sub>2</sub>価格低下で更に優位

転化率+5%でコスト大幅改善

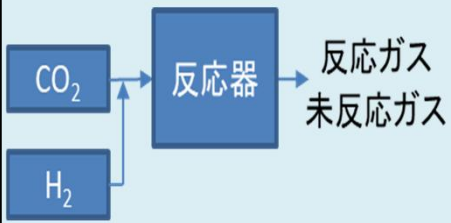
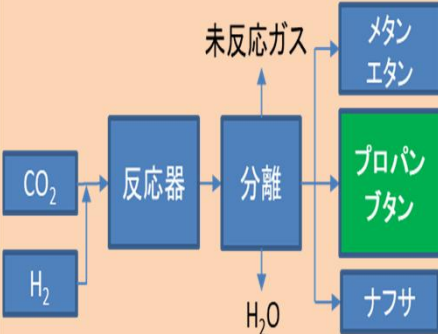
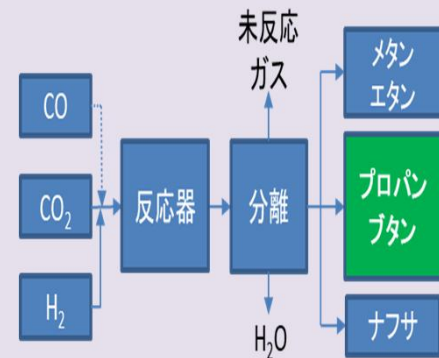
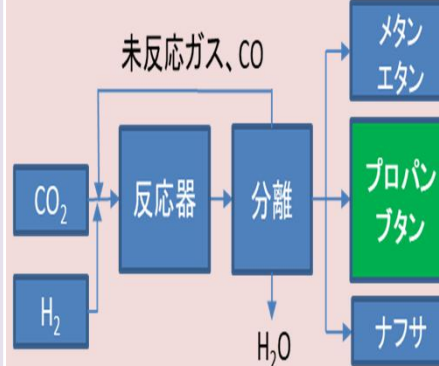
➤ **2025年度**：ベンチ仕様を反映した概略経済性評価を実施

➤ **2026年度**：詳細設計反映による経済性評価を実施予定



## 2-5. 事業項目④：ベンチ/国内実証設備計画

- 2025年度：ベンチ設計に向けた基盤整備を完了
- **2026年度：ベンチ設計、★First Drop（製品カーボンリサイクルLPG採取）**によるサンプル評価

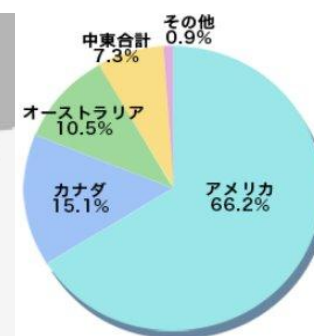
| フェーズ | 基礎研究(NEDO委託)<br>(2022～2024)                                                                                | ベンチ設計(NEDO補助)<br>(2025～2026)                                                                                                      | ベンチ実証<br>(2027～2029)                                                                 | 国内実証<br>(2030～2033)                                                                  |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 目的   | 粉末状の触媒でLPG<br>合成の技術開発<br> | 量産触媒の開発<br>(粉末→ペレット)<br>反応器設計<br>製品製造の基盤整備<br> | 量産触媒用反応器での<br>試験（研究用途のため<br>未反応物のリサイクル無<br>し）                                        | 商用レベルでの<br>小型製造機の実証<br>(未反応物リサイクルを<br>含め製造工程最適化)                                     |
| 製造量  | 0.03t/年 (100g/日)                                                                                           |                                                                                                                                   | 検討中                                                                                  | 検討中                                                                                  |
| 概略工程 | 粉末触媒試験                                                                                                     | 量産触媒試験器設計<br>+LPG分離回収                                                                                                             | 量産触媒試験(Base)                                                                         | 実証試験 (×10倍)                                                                          |
|      |                         |                                                |  |  |
| PR成果 |                                                                                                            | ★1st Drop                                                                                                                         | 製品サンプル提供                                                                             | LPG製造技術の確立                                                                           |
| 研究拠点 | 大崎上島                                                                                                       | コスト&情報発信面で優位                                                                                                                      | 検討中                                                                                  | 検討中                                                                                  |

## 2-6. 事業項目④：社会実装モデル

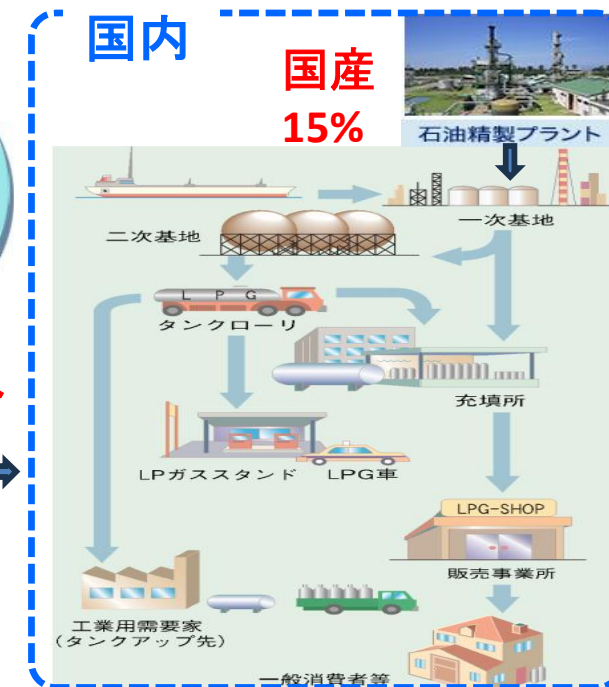
- ベンチ実証→国内実証：約10倍、国内実証→商用：約10倍を想定
- 原料・出荷インフラ近接地域が有望（既存LNG・LPG流通活用）  
H<sub>2</sub>価格影響を受けやすく注視、大規模展開は海外優位

**2024年度実績**

| 項目     | 特記                                                                                                                                                           |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 原料調達   | 国内外のCO <sub>2</sub> ・H <sub>2</sub> 供給候補地を調査⇒H <sub>2</sub> 価格は海外の方が割安                                                                                       |
| 製造拠点候補 | 国内外の候補地について原料調達性およびインフラ条件を評価 <ul style="list-style-type: none"> <li>・CO<sub>2</sub>・H<sub>2</sub>の安価な供給が可能</li> <li>・既存LNGインフラ（分離・貯蔵・出荷）活用で初期投資抑制</li> </ul> |
| 製品流通   | ・副生物はLNG・コンデンセート（ナフサ）で回収し共に輸出可能                                                                                                                              |
| 課題     | インフラ条件、流通コスト、副生物の価値最大化                                                                                                                                       |



**輸入  
85%**



2022年度実績 日本LPガス協会HP

### 3. まとめと今後の課題

---

#### 2025年度成果

- ✓触媒性能10%向上達成
- ✓1000時間耐久試験を実施し劣化挙動を把握
- ✓成形触媒試作・評価を開始
- ✓分離膜選定完了
- ✓ベンチ設備基本設計に着手

#### 2026年度計画

- ✓劣化機構解析および対策検討
- ✓成形触媒の性能確認
- ✓ベンチ設備基本設計完了
- ✓First Drop(製品カーボンリサイクルLPG採取)実施
- ✓経済性評価更新

➤ 今後はFirst Dropによる製品評価を通じて、ベンチ実証および社会実装に向けた技術・経済性評価を進める

---

暮らしをささえ、地球をまもり、未来をつくる。

