

革新的メタン製造技術開発および

合成メタンの社会実装に向けた当社取組み

2022/5/17

東京ガス株式会社

- 3つの視点と打ち手に基づく2050年のカーボンニュートラル実現へのステップとして、**2030年合成メタン1%導入**に向けては、「**①技術開発・大規模化**」「**②パートナーシップ**」「**③制度設計・支援**」が重要なポイントとなります。
- 本日は合成メタンの社会実装の意義（熱分野の脱炭素化）に基づき、**革新的メタン製造技術の開発（低コスト化、高効率化、大規模化、熱マネジメント）** および**現状の取り組み（実証・地域連携・海外FS）** について紹介します。

視C
点N
とに
打向
け手
た

① 脱炭素化/カーボンニュートラル化

熱の視点+イノベーション

- 電力分野：再エネ拡大、火力ゼロエミ化
- 熱分野：天然ガスを活用した省エネルギーの高度利用
CCU・CCS
合成メタン・水素

② レジリエンス

災害大国日本への備え

- エネルギーソースの多様化や分散型システムの構築など冗長性の確保によるレジリエンス向上
- 大規模供給と需要側の分散型システムの統合（デジタル技術の活用）

③ 既存インフラの有効活用

追加的な社会コストの抑制

- 合成メタンによるガス体エネルギーの脱炭素化を図ることで、都市ガスやLNGサプライチェーン全体の既存インフラを継続的に活用

向合
け成
てメ
重タ
要ン
な社
会イ
実装
トに

① 技術開発・大規模化

- 徹底した低コスト化と多様な技術オプションの検討
 - ✓ 革新的メタン製造技術、水素製造技術の開発
 - ✓ CCUS・DAC等、合成メタンバリューチェーンに関わる関連技術開発
- 実証を通じた技術検証とプラント大規模化エンジニアリング

② パートナーシップ

- 関係する国内外の有カプレーヤーとの幅広いパートナーシップ
 - ✓ ガス業界全体での連携とポートフォリオ形成
 - ✓ サプライチェーン構築と関係者の理解・協力（商社・NOC・IOC等LNG事業者、需要家、金融機関、政府・自治体等）
 - ✓ エンジニアリング連携とオープンイノベーション（メーカー、研究機関、スタートアップ等）

③ 制度設計・支援

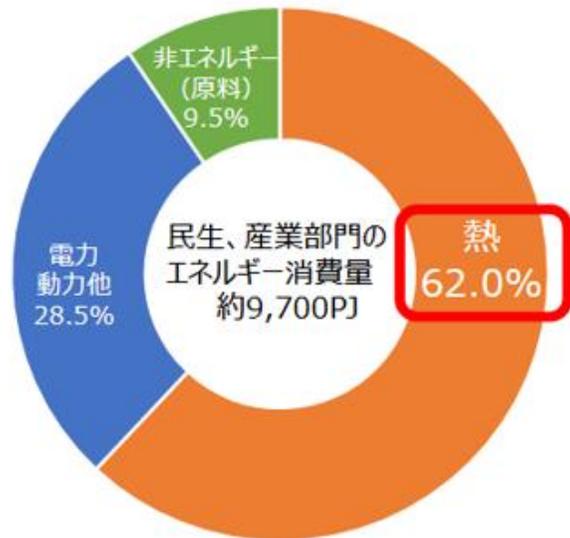
- 要素技術開発、実証試験、社会実装などフェーズに応じた技術開発に対する継続的支援
- 合成メタンの環境価値の確立に向けた制度設計
- 社会実装に向けた公的なコスト支援、需要家側の合成メタン利用インセンティブ設計等

本日のプレゼン範囲

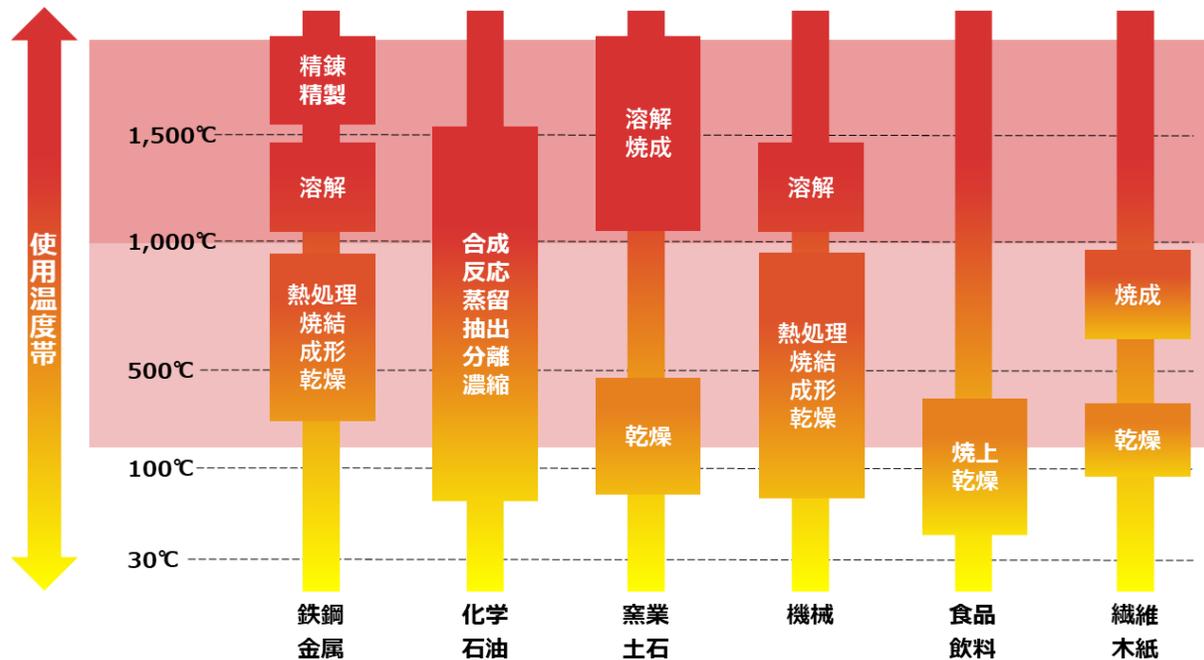
第6回メタネーション推進官民協議会資料に追記

- ① **熱分野の脱炭素化**：高温熱分野（200℃以上）の脱炭素化に向けた対応としては、足元では天然ガスへの燃料転換、将来的には天然ガスを**合成メタン等の脱炭素化されたガス体エネルギー**により、**切替等の作業なく連続的に移行**することが有効です。
- ② **レジリエンス性**：合成メタンは既存LNG・都市ガスのインフラによる供給、利活用が可能です。よって、他水素キャリアと比べて、サプライチェーン全体で**追加的な社会コストが抑制可能**で、**都市ガス供給同様にレジリエンス性に資するエネルギー**となります。

民生・産業部門のエネルギー消費構成



天然ガス・合成メタンによる熱需要への脱炭素化貢献分野



日本の民生・産業部門のエネルギー消費の6割を占める熱需要の脱炭素化は、2050年カーボンニュートラル実現に向けて重要課題の一つ

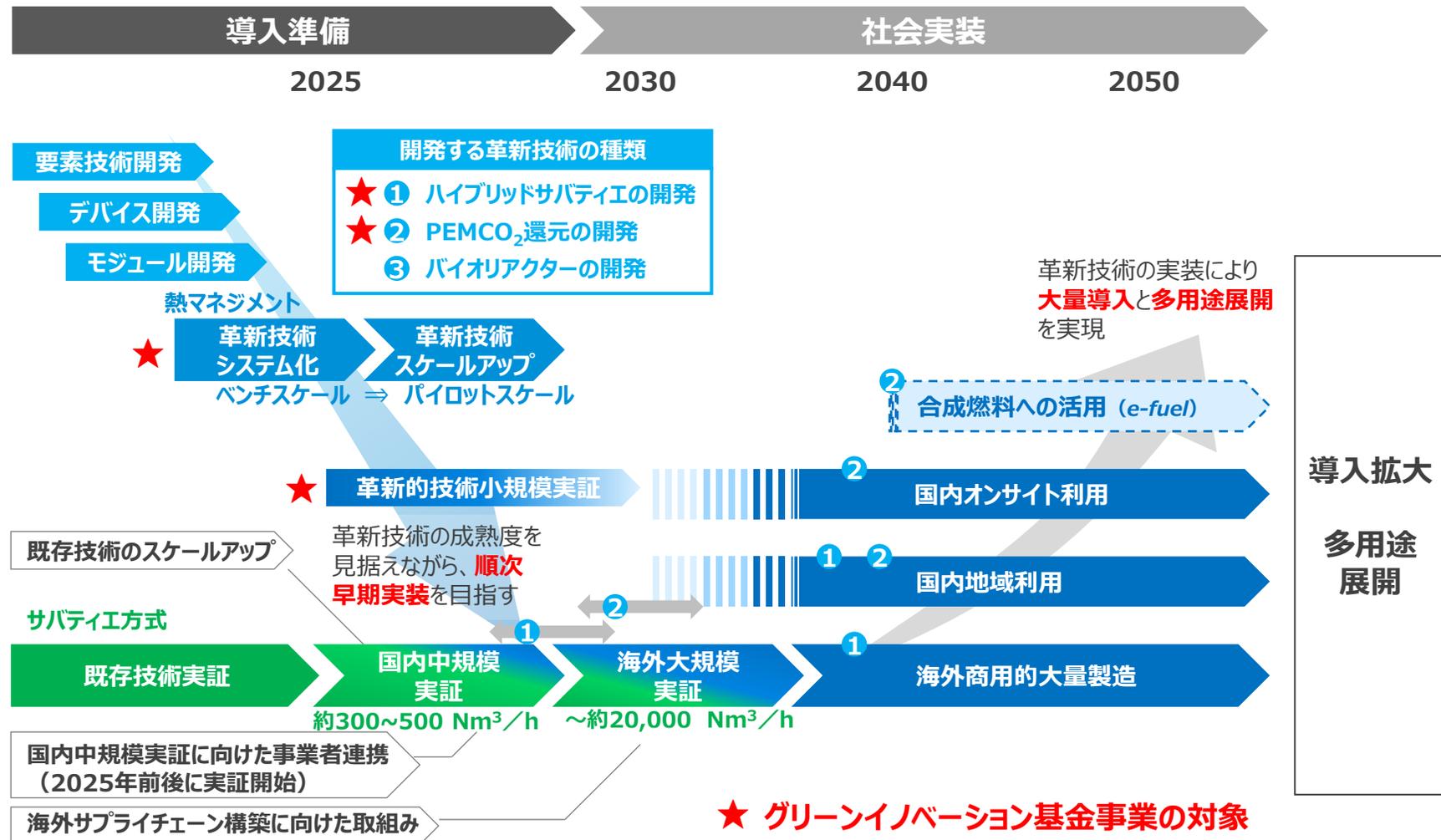
高温熱分野の多くは、電気では経済性と供給安定性を両立することが難しく、現在石炭・石油・天然ガスなどの化石燃料が用いられている。また、1,000℃以上の特定の領域では、炭化水素燃料ならではの**熱輻射が必要**であり、**将来に向けても炭化水素燃料（合成メタン等）が有用**

（出典）日本ガス協会資料

（出典）日本エレクトロヒートセンター等各種情報から東京ガス作成

革新的合成メタン製造技術の開発と社会実装に向けたロードマップ

- 合成メタンの社会実装に向けては、**既存技術の早期適用・大型化**に加えて、**革新的技術の開発・実用化**を並行して進めていくことが重要となります。
- グリーンイノベーション基金（GI基金）事業では、**革新的技術の開発**と**国内の小規模実証**を推進します。時間軸の観点から、**早期に実装可能となった技術（ハイブリッドサバティエ等）から順次、社会実装に展開**いたします。



- 既存のメタン製造技術は、**機器コスト**、**水電解からメタン合成に至る効率の限界**、**大型化**、**熱マネジメント**に課題があります。
- これらの課題を解決するために革新的メタン製造技術開発に取り組み、**低コスト化**、**総合的なエネルギー変換効率の向上**、**大型化**、**熱マネジメント**を実現し、**幅広い技術の展開先**を意識して**時間軸に配慮した社会実装**を早期に実現します。

既存技術

サバティエ方式



機器コスト

水電解装置、水素タンク、メタン合成装置の複数設備構成がコスト高の要因

効率

「水電解効率」×「メタネーション効率」が**50%程度**であり、**効率向上が必須**

大型化

小～中規模は既実証済みだが、社会実装に向けて**大型化が必須**

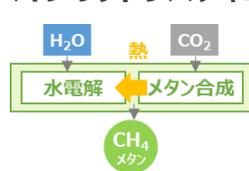
熱マネジメント

サバティエは大きな発熱（約**500℃**）を伴う反応であり**熱マネジメントが困難**

現状のサバティエ方式の技術的課題を革新的技術により解決し、新たな価値を創造

革新技術

ハイブリッドサバティエ



機器コスト

一体化構成（ハイブリッドデバイス化）により配管等**構成部品を簡略化**

効率

水電解へのサバティエ熱利用による**効率向上**
→ 将来 **80%** 超目標（システム効率）

大型化

モジュール構成により、大規模化容易

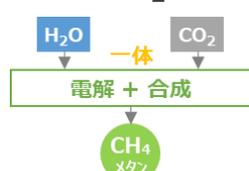
熱マネジメント

- **低温反応**（水電解 **80℃**、サバティエ **220℃**）
- **起動停止容易**
- **モジュール熱相殺による容易な熱マネジメント**

新たな価値

- 既往技術の組み合わせ応用であり、**早期実装**を期待
- **低コスト水電解セルスタック生産技術適用**により更なる低コスト化

PEMCO₂還元



セルスタックのみで直接メタン合成できるため**抜本的低コスト化**

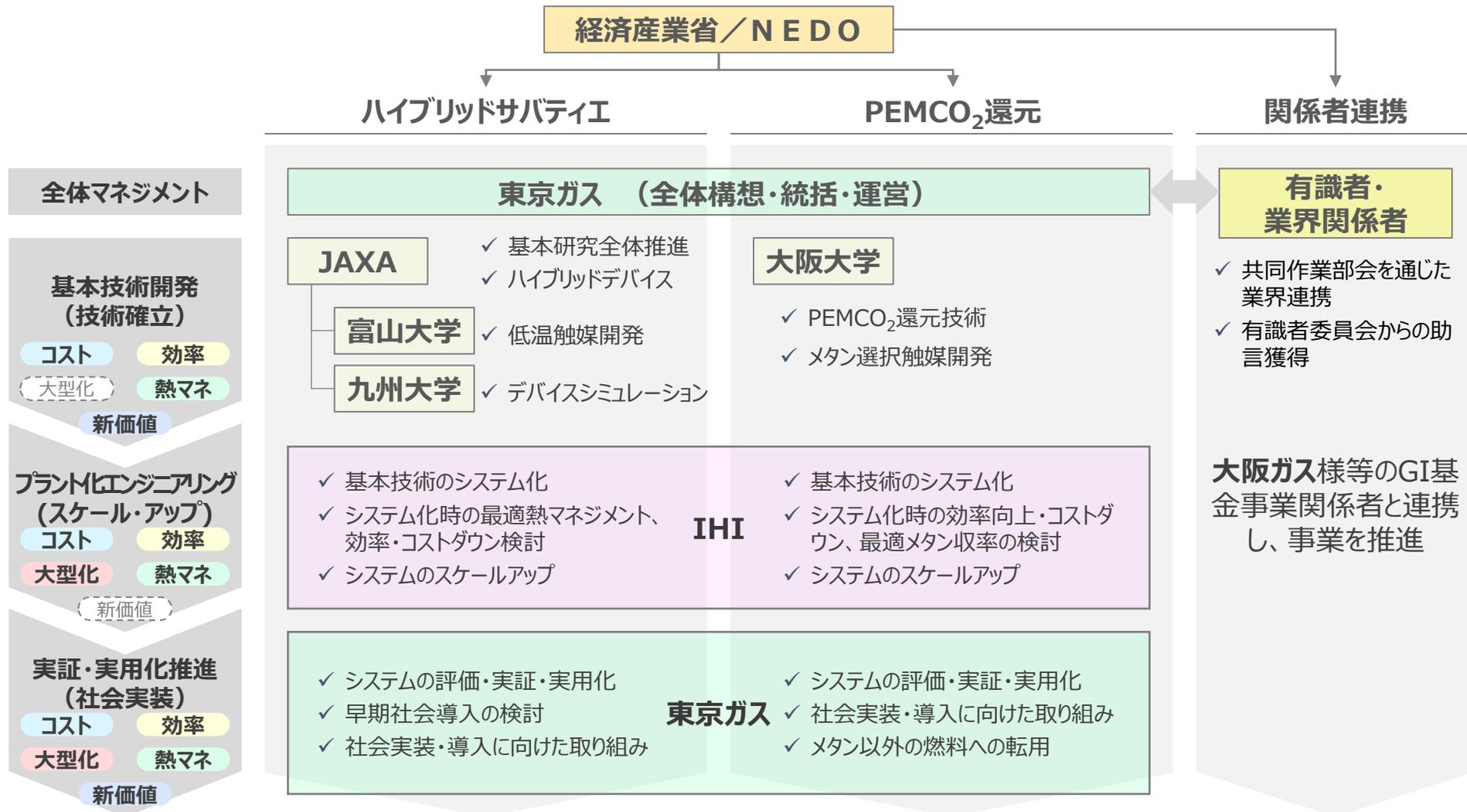
メタン収率の向上により高効率化可能
→ 将来 **70%** 超目標（システム効率）

モジュール構成により、大規模化容易

- **低温**（約**80℃**）、**熱中立の反応**のため、**起動停止容易**
- **熱マネジメント不要**

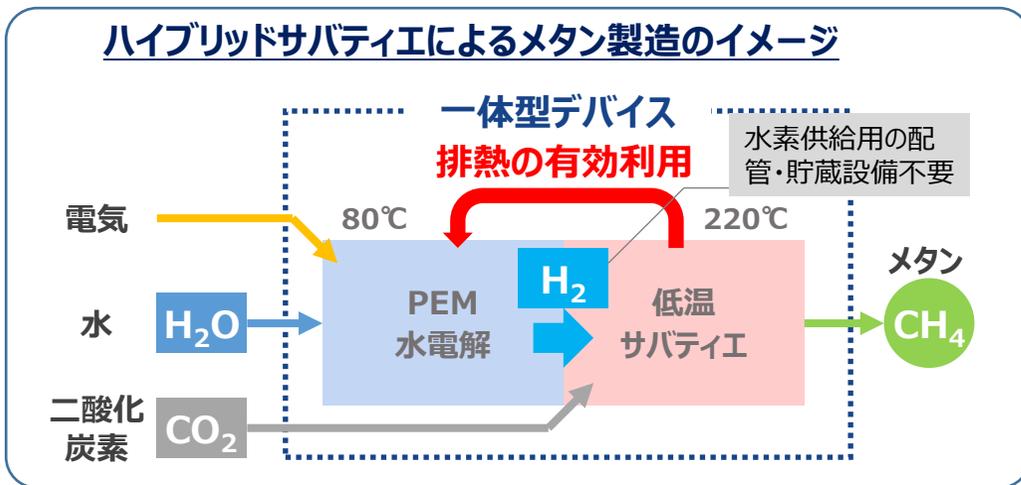
電極の多様性によりメタン以外の製造も可能（**e-fuelへの活用**）

- 革新的メタン製造技術の社会実装の実現に向けては、**複数のパートナーとの連携**が必要です。
- GI基金事業「**低温プロセスによる革新的メタン製造技術開発**」では、**基本技術開発**を**JAXAと大阪大学**が、**社会実装に向けたシステム化**を**IHI**が、**全体マネジメントと実証**を**東京ガス**が、それぞれ担当します。



多様な主体との連携により、革新的技術の早期社会実装へ

- 東京ガスは、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構（JAXA）と連携し、**水電解と低温サバティエ反応を直接組み合わせた**新技術である**ハイブリッドサバティエ**を開発中です。
- 熱融通を可能とする**一体型デバイス構造**により、**高効率化と熱マネジメントが容易**な技術であり、既存技術の組み合わせであることから**早期の社会実装**が期待されます。



宇宙用試作デバイス

(写真提供：JAXA)

〔コスト〕 〔効率〕 〔大型化〕 〔熱マネ〕 〔新価値〕

- サバティエの排熱を水電解（吸熱反応）で有効利用することにより、**高効率化**が可能（将来効率目標**80%超**）
- モジュール構造を単位ユニットとし**大型化容易**

〔コスト〕 〔効率〕 〔大型化〕 〔熱マネ〕 〔新価値〕

- 低温プロセス（約**220°C**）のため、**起動停止、再エネ変動への対応**運転が容易

〔コスト〕 〔効率〕 〔大型化〕 〔熱マネ〕 〔新価値〕

- 既存技術の組み合わせであることから、**早期の社会実装**が期待される
- 東京ガスが開発中の**低コストセルスタック製造技術**をPEM水電解に活用し、更なる**低コスト化**

現状

- 「PEM水電解」と「低温サバティエ」という、**既存技術の組み合わせで構成（デバイス化）**
- JAXAが宇宙用途用開発目的で**原理実証済**

開発の方向性

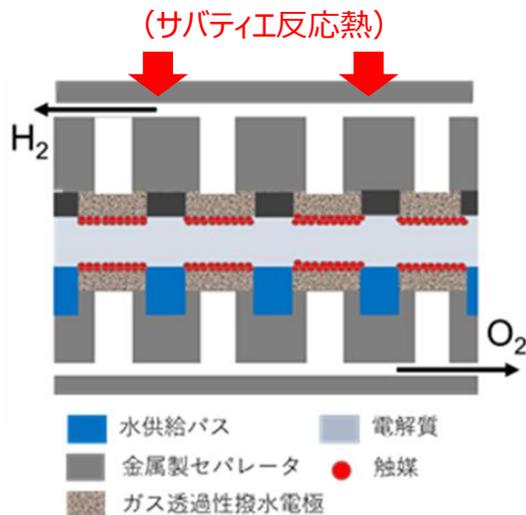
- PEMとサバティエの**最適組み合わせ構造設計**
- **低温活性（約220°C）**の高い低温サバティエ用触媒開発
- スケールアップは、**モジュール（デバイスを連結したもの）**の**大型化と複数化**により実現

社会実装

- **国内中規模・海外大規模プラントへの早期適用**

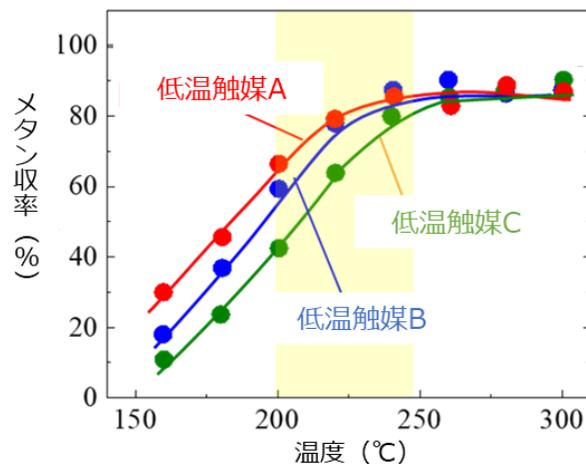
- **ハイブリッドサバティエは既存技術を組み合わせた技術**であり、宇宙向けに既に開発が進んでいる以下取り組みを応用することで、**早期の社会実装が期待**されます。
 - ✓ **構造**：低温サバティエ反応から水電解システムへ熱融通を容易にするために、水供給パス等を工夫した水電解セルを実現（宇宙用の小規模試作デバイス原理実証済み）
 - ✓ **触媒**：220℃の低温域においても、高い活性を示す触媒を研究開発し、投入電気エネルギーの80%以上を合成メタンとして回収可能であることを確認
 - ✓ **解析**：宇宙用デバイス試作に活用した数値解析技術による解析結果と手法は、地上用途での大型化及び低コスト化デバイスの基本構造の設計に応用可能

熱融通を実現する水電解セル構造の開発



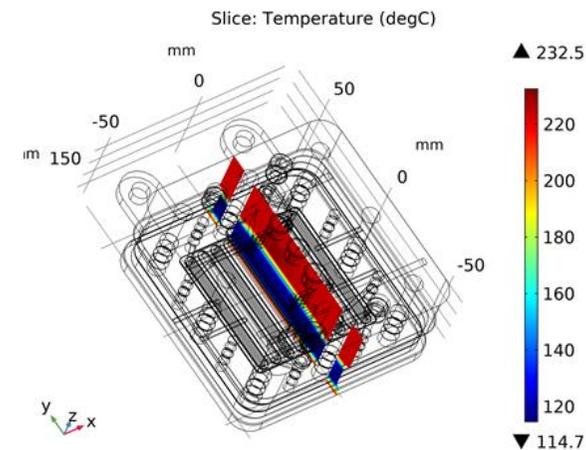
内部構造の工夫により外部からの熱融通を容易にする水電解セル

低温サバティエ用触媒開発



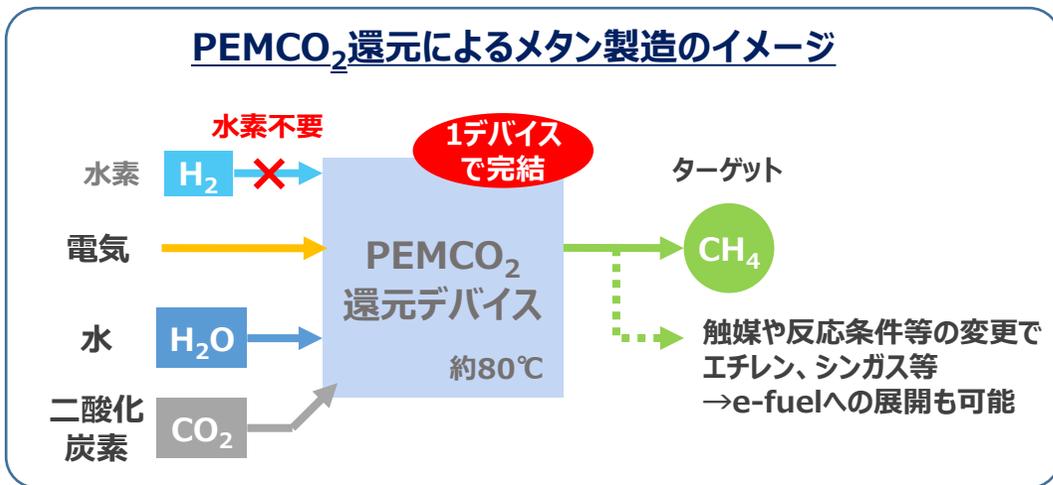
低温（約220℃）においてもメタン収率の高い低温サバティエ用触媒を開発済み

デバイス大型化に向けた数値解析活用



宇宙用のデバイス試作に用いた数値解析技術を、地上用途・大型化に転用して最適設計を実現

- 東京ガスは、水電解にも用いられているPEMを利用した電気化学的還元（PEMCO₂還元）により、**水とCO₂から直接メタンを合成する技術**を開発中です。
- サバティエ反応で課題となる熱マネジメントが不要となる**低温（約80℃）**で反応する技術であり、また、シンプルな**設備構造から大幅な設備コスト低減**が可能となります。**電極の工夫**により様々な**e-fuelの合成に適用できる**可能性もあり、多用途展開が期待されます。



現状

- PEM水電解技術を応用したメタン直接合成技術開発
- ラボレベルでのメタン合成実証中であり、エネルギー変換効率の向上取り組み中

開発の方向性

- **メタンに対する合成選択性向上**（メタン合成選択性の高い電極の開発）
- **過電圧低減によるエネルギー変換効率向上**
- **スケールアップ**は、PEM水電解と同様に**モジュールの大型化と複数化**により実現

社会実装

- 国内中小規模プラントへ早期実装
- 海外大規模プラントへの適用（**オンサイトカーボンリサイクルに活用**）
- **電極の工夫**により**e-fuel**にも活用展開

コスト 効率 大型化 熱マネ 新価値

- 原料（水とCO₂）から**直接メタンを合成**する簡略なシステムにより**抜本的な低コスト化可能**
- モジュール構造を単位ユニットとし、大型化容易

コスト 効率 大型化 熱マネ 新価値

- 直接メタン合成反応は**低温（約80℃）・熱中立反応**であり、**熱マネジメント不要**（熱交換器不要）

コスト 効率 大型化 熱マネ 新価値

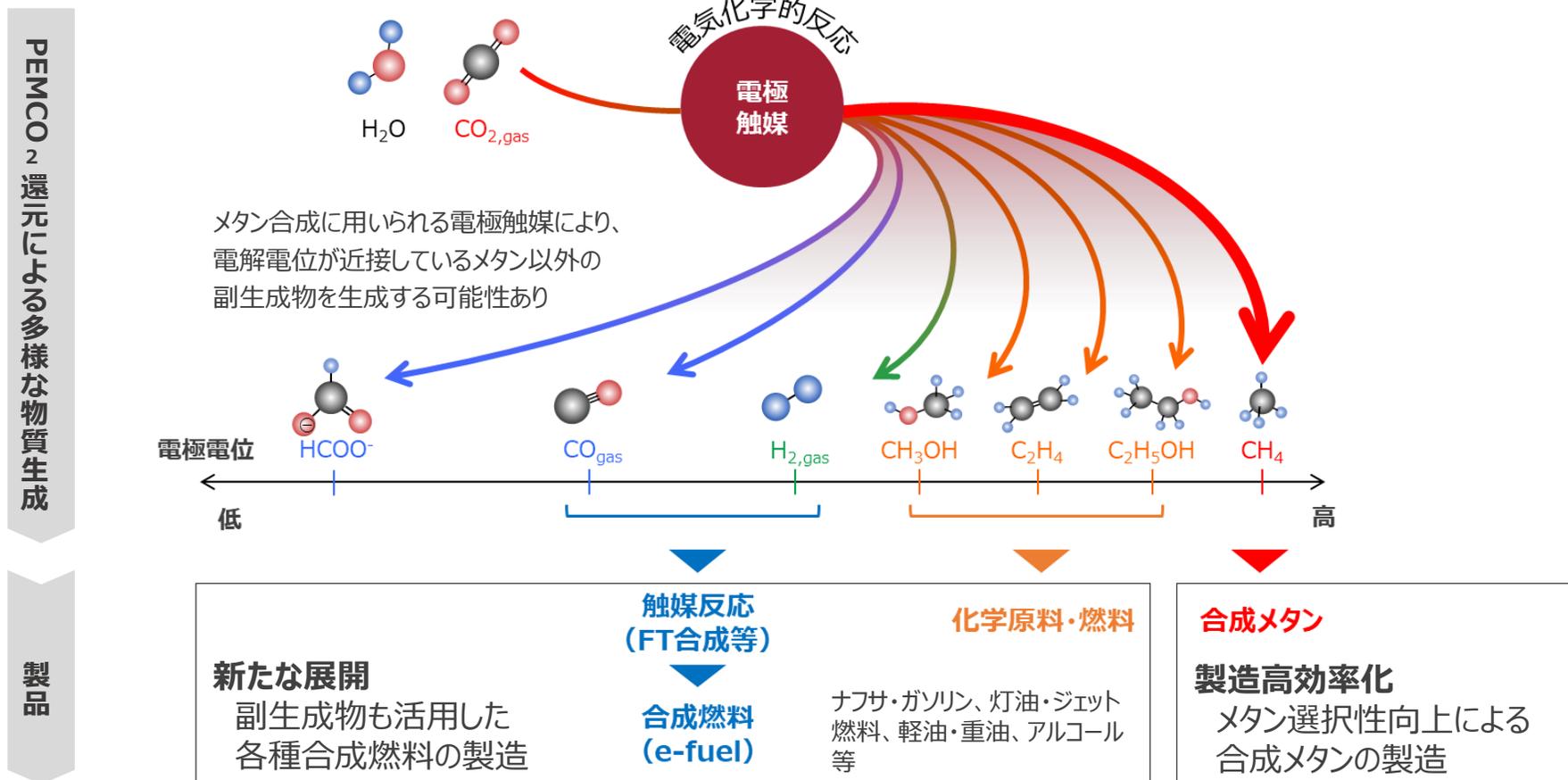
- 電極変更により**メタン以外の副生成物を合成可能**（**e-fuelに活用可能**）
- 東京ガスが開発中の**低コストセルスタック製造技術**をスタック製造に応用し、更なる低コスト化



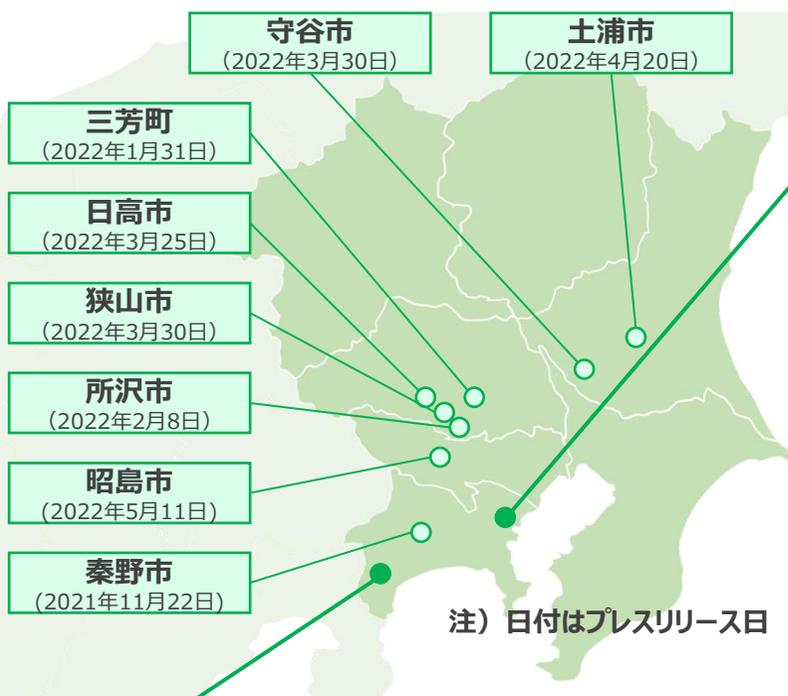
左図) PEMCO₂還元用触媒（大阪大学提供）
右図) ハーフセルを用いた触媒評価装置（大阪大学提供）

山口大学（現大阪大学）と共同研究開始（2021年12月22日プレスリリース）。
<https://www.tokyo-gas.co.jp/news/press/20211222-01.html>

- PEMCO₂還元では、**電極触媒の性状や電解条件**により、メタン以外の成分も同時に**直接合成**をすることが可能です。FT反応のような触媒反応とさらに組み合わせることで、**代替石油など各種e-fuelの合成に応用できる可能性**があります。
- 東京ガスは、**PEMCO₂還元**の**技術開発**を通じて、**有用な副生成物（各種e-fuel等）の効率的な合成によるコスト競争力向上**も視野に、幅広く研究開発を進めてまいります。



- 小・中規模実証の検討を進め、製造した合成メタンの導管注入やオンサイト活用、地域連携等での社会実装を進めていきます。
- 横浜市と連携を見据えた実証を開始し、また、太平洋セメント様や南足柄市・富士フィルム様など多様な事業主体との連携も開始したところで、今後関係者を増やしながら取組みを拡大してまいります。
- 様々な自治体と包括連携協定を締結しており、今後も事業者連携を推進することにより、地域・コンビナートレベルでのカーボンニュートラル実現に貢献していきます。



中小規模 横浜市との地域連携

- ✓ メタネーション実証試験に向け、環境負荷の低い資源を原料としたメタネーションの取り組みを推進予定
 - ✓ 教育施設（小中学校）における再エネ設備・蓄電池活用などでも連携中
- 2022年1月18日プレスリリース



中小規模 太平洋セメント（株）とのメタネーション活用

- ✓ セメント製造工程由来のCO₂を用いた都市ガスインフラによる将来的な供給を目指したメタネーション事業の実現可能性調査を開始
- 2022年3月18日プレスリリース



富士フィルム 南足柄市

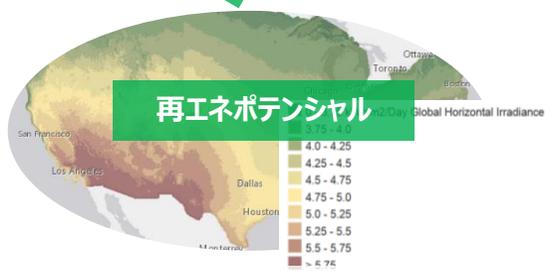
- ✓ 「脱炭素社会の実現に向けた包括連携協定」を締結し、メタネーションを活用し、ものづくりにおけるカーボンニュートラルモデルの確立を目指す
 - ✓ 化学分野の工場（モノづくり）の脱炭素化として、富士フィルムの主力生産拠点である神奈川事業場足柄サイトにて、再生可能エネルギー由来の水素を活用したメタネーションの導入を検討していく。
- 2022年3月29日プレスリリース



- 海外大規模実証に向けて、**パートナー各社と具体的な検討を推進**しております。具体的には、ターゲットとなるエリアでのメタン製造に係る初期的なコスト試算を実施し、具体的な候補サイトの特定を進めています。
- サプライコスト試算、原料調達調査等に基づき、**事業実現に向けた課題として、環境価値、値差、安価な再エネ調達、等が課題として挙がっており、今後政策的な支援等も含めて課題解決に向けた官民一体の取り組みが重要**と考えております。

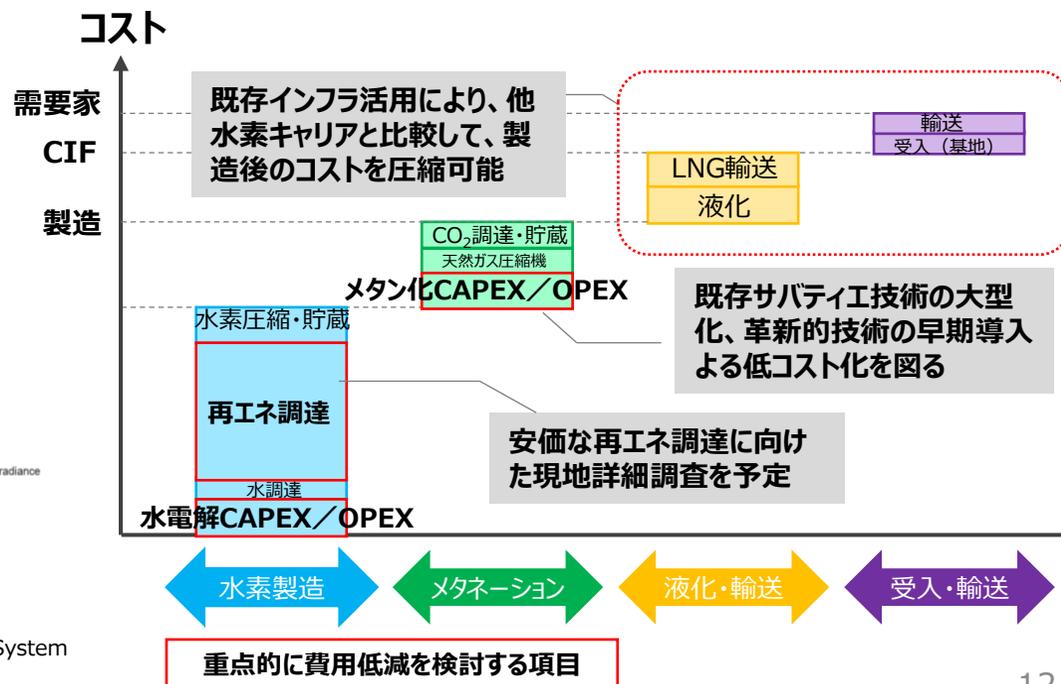
検討例 ターゲットエリアにおける適地選定（北米）

- ✓ Cameron液化基地を中心にCO₂、再エネ、天然ガスパイプライン情報を活用し適地選定中



検討例 サプライコスト試算および課題整理（北米）

- ✓ 既存インフラ活用により輸送・液化・受入等のコストを他水素キャリアより圧縮可能。メタネーション効率向上により優位性を向上させる。
- ✓ コストの大きな割合を占め、他水素キャリアにも共通する再エネ調達価格の低減のため、現地詳細調査を予定。



出典：NETL, "Carbon Dioxide Enhanced Oil Recovery"

出典：EIA U.S. Energy Mapping System

- 東京ガスは**合成メタンの2030年1%導入に向け、ステップを踏んで既存技術の実証と規模拡大を進めるとともに、グリーンイノベーション基金事業のご支援などを頂きながら、着実な技術開発を推進して参ります。**
また、**パートナーシップ連携などにより、合成メタンの社会実装に向けて、今後もパートナーとのFSと実証を拡大・具体化して参ります。**
- 2030年1%の実現に向けては、**化石燃料コストとの値差を埋めるコスト支援策並びに適切な制度設計の支援が必要**となります。
グリーンエネルギー戦略を踏まえたコスト支援策、制度設計の検討において、**水素キャリアの一つとして水素・アンモニアと同様の考え方で技術開発や商用化に向けたステージ毎の継続的な支援策が議論されるよう、ぜひ、ご尽力をお願いいたします。**
- その際に大事な視点として、**個別の技術の評価だけではなく、グローバルサプライチェーンを意識したエネルギーシステム全体での評価が必要**です。
- 例えばコストについては、**供給側のシステムコストだけでなく、消費機器の入れ替えなど、利用側まで含めたトータルコストについて評価していくことが肝要**と考えます。
また、国内・海外で製造された**合成メタンの環境価値（CO₂削減価値）を、国内の利用者が享受できる制度設計も必要**となります。

引き続き、合成メタンの社会実装に向けた官民一体での取り組みをよろしくお願い致します。

