

# 東京ガスのカーボンニュートラルに向けた取り組み ー 低コスト水素製造技術開発、e-methane社会実装 ー

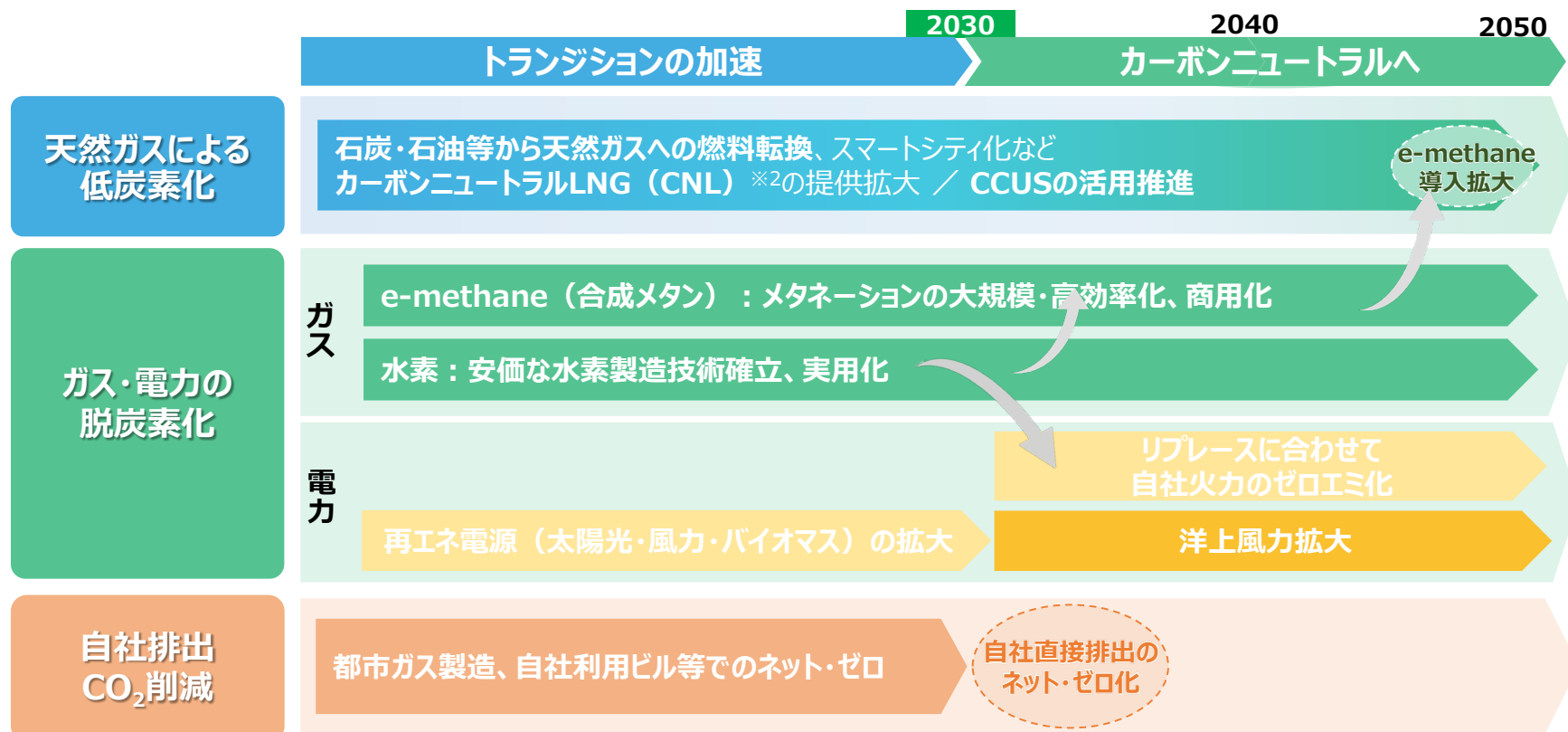
2023/3/24

東京ガス株式会社

- **天然ガスによる低炭素化**：天然ガスの高度利用等によりトランジション期における**お客さま先のCO<sub>2</sub>の大幅削減に貢献**。低・脱炭素化の社会的コストを抑制し、**エネルギー安定供給の責任を全うしながら着実な移行をリード**する。
- **ガス・電力の脱炭素化**：**e-methane**※<sup>1</sup>（民生部門6割超の**熱の脱炭素化**）、**水素製造**（グリーン水素実現のキーテクノロジー）、**洋上風力発電**（再エネ拡大ポテンシャル）を軸に、ガス・電気双方の分野で推進する。

## カーボンニュートラルへの移行ロードマップ（2021年11月発表「Compass Action」から抜粋加工）

低・脱炭素化の社会的コストを抑制し、エネルギー安定供給の責任を全うしながら着実な移行をリード



※<sup>1</sup>：合成メタンの呼称

※<sup>2</sup>：採掘から燃焼に至る工程で発生する温室効果ガスを、森林保全等で創出されたCO<sub>2</sub>クレジットで相殺することによりCO<sub>2</sub>排出量がゼロとみなされるLNG

- **ガス・電力の脱炭素化**に向けて水素・e-methane（合成メタン）・再エネ・CCUSに取り組んでおり、特にガスについては**低コスト水素製造技術開発**並びに**米国キャメロンLNG基地を活用したe-methane社会実装**に注力している。

## 水素

- **低コスト水素製造技術開発**
- HARUMI FLAGの水素直接供給
- 水素ステーション運営
- 燃料電池開発

## e-methane (合成メタン)

- **米国キャメロンLNG基地を活用したe-methane社会実装**
- 中東、豪州、東南アジアにおける事業可能性検討
- GI基金活用した革新的メタネーション技術開発

## 再生可能エネルギー

- 国内外再生可能エネルギー
- 浮体式洋上風力技術獲得（GI基金）
- 再エネO&M合理化の技術開発

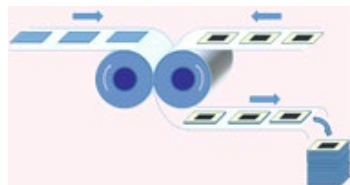
## CCUS

- お客さま先CCUサービス
- マイクロバブル技術の活用
- **DAC (Direct Air Capture)**  
・米国グローバルサーモスタット社への出資・協業開始

## 本日 ご紹介 トピック

### ① 低コスト水素製造技術開発

- SCREEN社との業務提携
- 低コスト水電解セル・スタック製造技術を確立

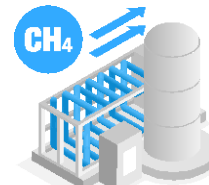


### 貢献先

- グリーン水素市場の拡大
- 日本の技術による国際市場獲得
- グローバルでのCO2削減貢献

### ② 米国キャメロンLNG基地を活用したe-methane社会実装

- 2030年e-メタン1%導入に向け、三菱商事様、大阪ガス様、東邦ガス様、東京ガスの4社で米国PJ推進中



### 貢献先

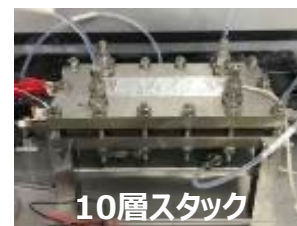
- 国内熱分野の脱炭素化
- アジア地域含めた脱炭素サプライチェーン構築

- 従来は、エネファームを中心に「つかう」分野を中心としてきたが、**現在は、「つくる」、「はこぶ」分野にも拡大している。**
- 「つくる」：SCREEN社と共同で、**水素を安価につくるための技術の開発**を実施している（詳細後述）。
- 「はこぶ」：HARUMI FLAGにて**水素パイプラインのトライアル**を実施している。

つくる  
(製造)

## 水素製造装置の低コスト化

主要部材であるセルスタックの低コスト化開発  
(材料、生産方式等)  
⇒詳細後述

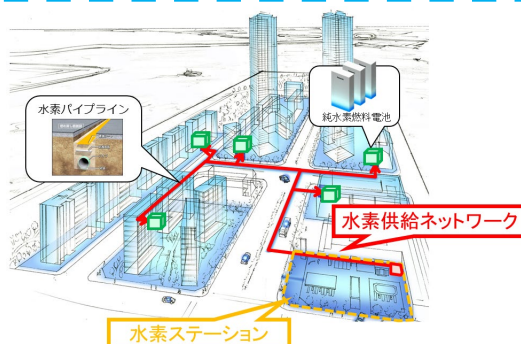


開発中のセルスタック

はこぶ  
(供給)

## 水素供給

湾岸エリア大規模再開発での  
事例  
⇒HARUMI FLAG



水素供給ネットワークのイメージ



水素パイプライン敷設の様子

つかう  
(利活用)

## 燃料電池の導入促進

エネファーム累計台数約15万台  
家庭用燃料電池「エネファームミニ」  
新型モデル（2023/1）

出典：当社プレスリリース



## 水素ステーション

豊洲、千住、練馬、浦和  
に展開  
⇒豊洲の充填量  
22年度：約52万  
Nm<sup>3</sup>/年（推定）



出典：東京都「選手村地区エネルギー 整備計画」

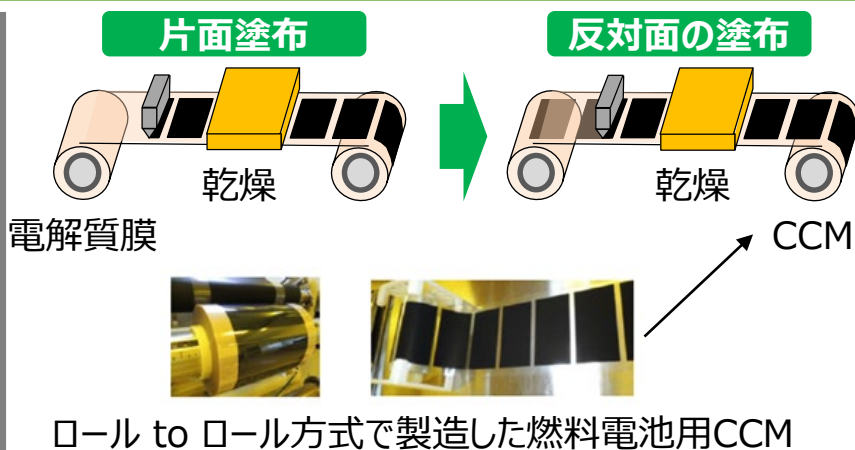
- 世界的なグリーン水素需要の高まりに伴い、水電解市場の急激な拡大が期待される。安価なグリーン水素を得るには、低廉な再エネ電力の獲得と、水電解装置の低コスト化が必須。
- 東京ガスの燃料電池開発で培った技術・知見と、SCREEN社の連続生産技術（ロール to ロール 生産）・ノウハウを結集し、PEM水電解装置の主要部材であるセル・スタックの低コスト製造技術に目途。
- 2022年度までに電極面積800 cm<sup>2</sup>超のセル（CCM※）を開発し、将来的には～数千 cm<sup>2</sup>に大型化していく。2025年度の量産開始を目指し、グリーン水素市場の拡大に貢献していく。 ※Catalyst Coated Membrane（触媒層付き電解質膜）

共同開発  
のポイント

SCREEN社  
×  
東京ガス

開発  
スケジュール

セル  
(CCM)



## 水電解用セル（CCM）の低コスト製造

- ・生産速度の圧倒的向上
- ・材料の少量化
- などによる製造コストの大幅ダウン



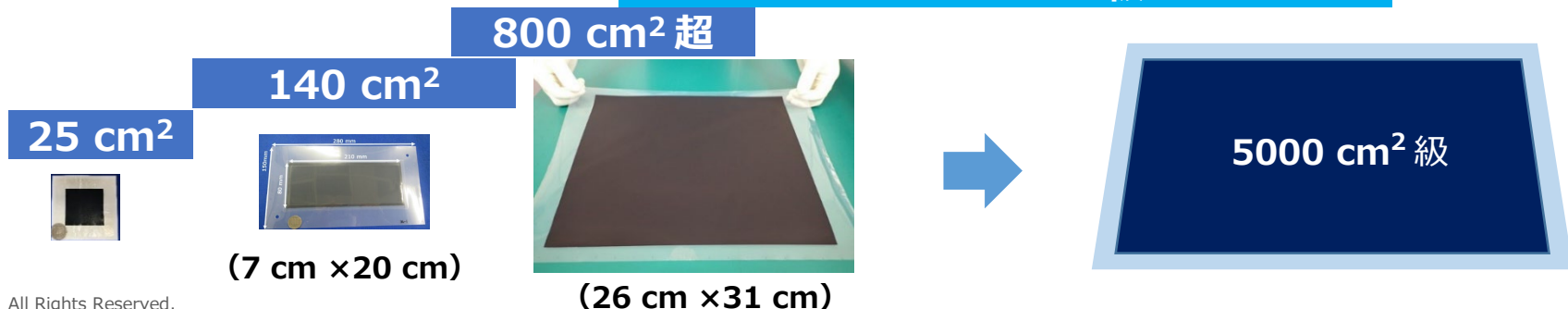
ロール to ロール方式燃料電池用CCM製造装置  
出典：SCREEN社HP



▲共同開発開始

▲高効率、高耐久などの基本技術確立  
～5000 cm<sup>2</sup>級

▲量産開始



【国際競争で勝てる技術】：世界標準、世界のトレンド、トップランナーを把握し、トップレベルの技術を実現していく。

- 鶴見実証サイトにて水電解装置によるセルスタック（5 kW級、1 Nm<sup>3</sup>/h）のフィールド試験を実施。
- 再エネ（PV）電力により製造したグリーン水素を原料とした e-methane 製造（メタネーション）を実証。
- 世界の開発トレンドは、**高圧（～ 4 MPa）対応、セルの大型化**の方向。将来的に～数千cm<sup>2</sup>の大型化予定。



開発したセルスタックを搭載した  
水電解装置外観（5 kW級、水素製造量1 Nm<sup>3</sup>/h）

## 1. 低コスト化

### ◆高速生産技術

- ・ 世界でトップクラスの**高速生産技術**を確立
- ・ 既に燃料電池分野では実用化済み

### ◆希少金属少量化

- ・ 独自技術で**貴金属（イリジウム）少量化**実現
- ・ 国の目標値※1はクリア済み
- ・ **AIを活用**して非イリジウム系触媒探索実施中※2

## 2. 耐久性

- ・ 少イリジウム電極での長期耐久性検証中

## 3. 大型化

- ・ **世界の開発トレンドは、セルの大型化**の方向
- ・ 将来的に～数千cm<sup>2</sup>の大型化予定

※1 水素・燃料電池戦略ロードマップの2030年目標値

※2 米国スタートアップH2U社との共同開発開始

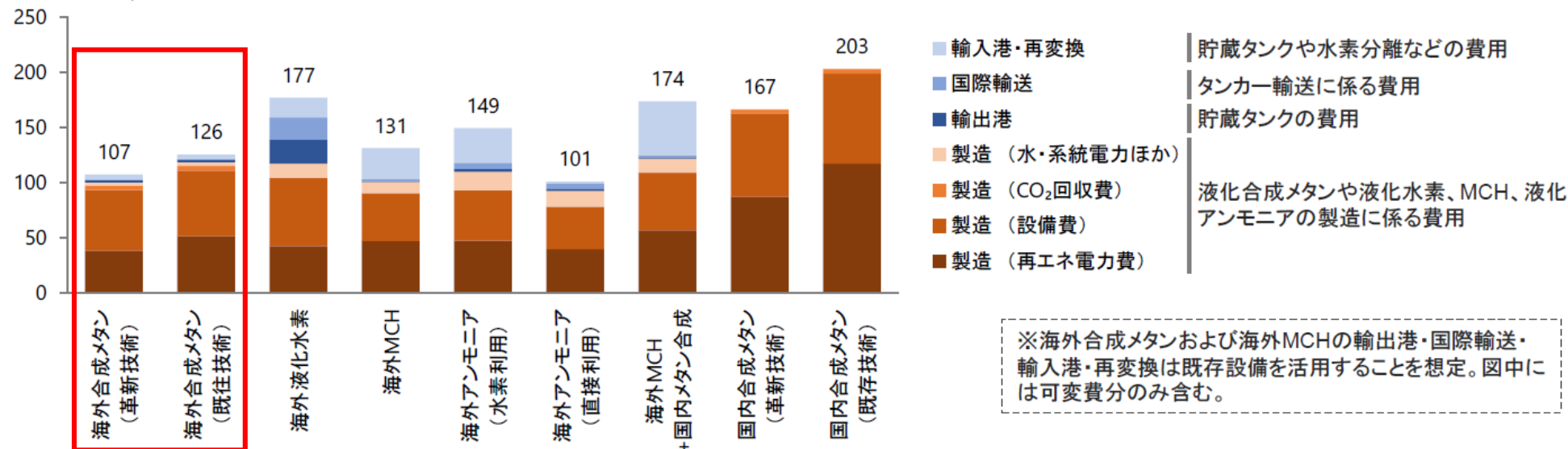
<https://www.tokyo-gas.co.jp/news/press/20230309-01.html>

- メタネーションは、エネルギー消費の約6割を占める熱需要の脱炭素化に貢献でき、海外のLNG液化・出荷基地、LNG船輸送や国内LNG受入基地など既存の社会インフラを活用できる、現実的で有力な脱炭素化手段。
- 再生可能エネルギー由来の水素を条件とした場合に、水素キャリアの中ではコスト的に優位（国内荷揚げまでのコスト）という試算結果がエネルギー経済研究所より示されている。
- これらのことから、当社では水素キャリアの中でもe-methaneに注力して取り組んでいる。

### 供給費用の推計結果

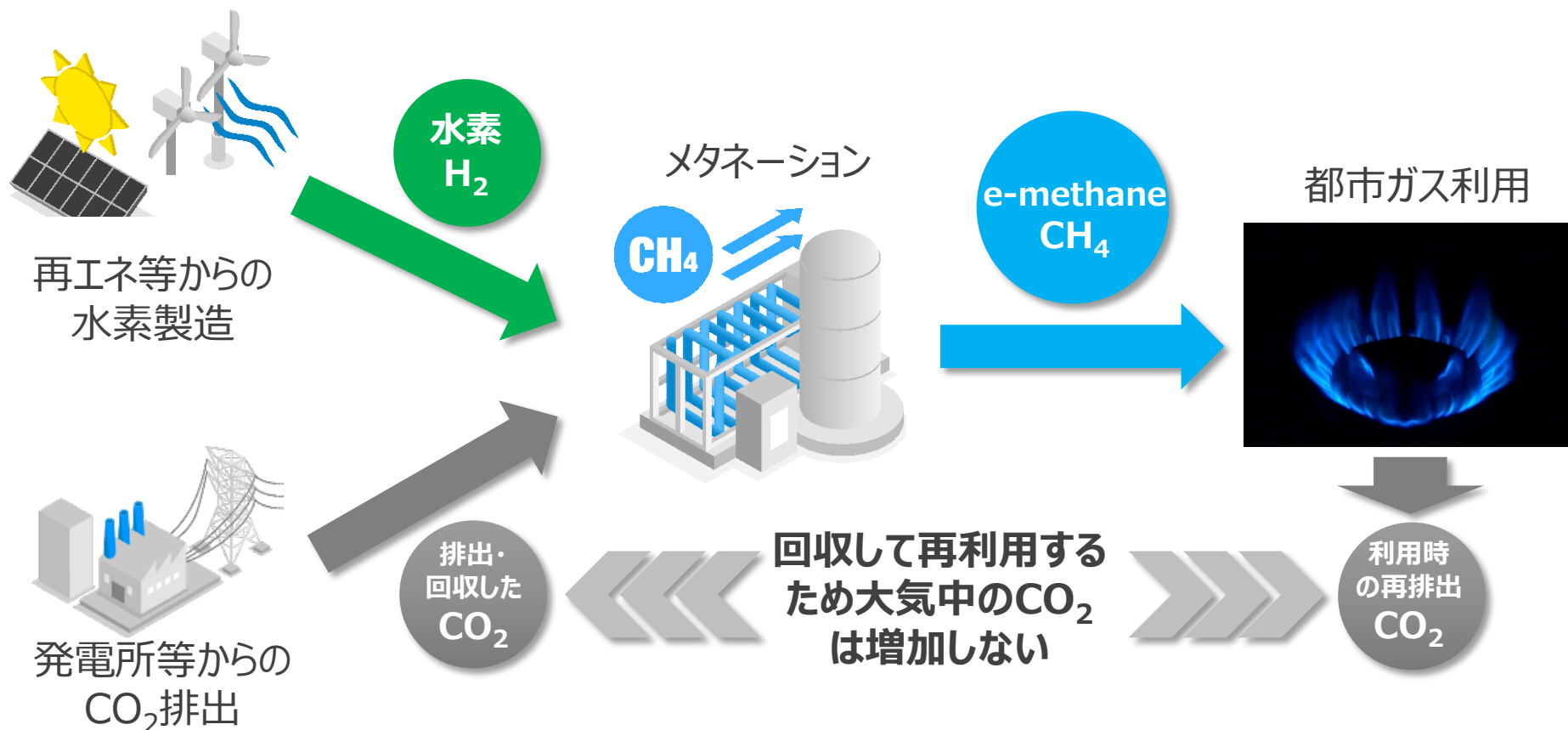
2030年より先の長期を想定した推計値

円/Nm<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub>



- e-methane（合成メタン）は、水素とCO<sub>2</sub>から合成したメタン。
- ガスの脱炭素化手段の一つであり、その合成方法はメタネーションと呼ばれる。
- 発電所等から排出されるCO<sub>2</sub>を回収・利用してメタンを合成し、消費地で都市ガスとして再利用するものなので、グローバルで捉えれば、e-methaneを利用しても大気中のCO<sub>2</sub>は増加しない。

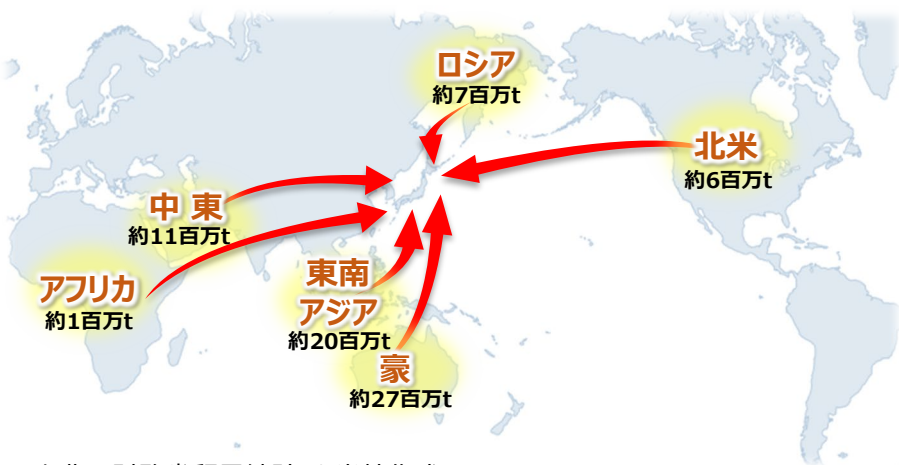
### e-methaneの製造から利用の流れ



- 海外からのLNG輸送インフラ、国内での都市ガス導管ネットワークが整備されている。

## ■ LNG輸送インフラ

-日本への主なLNG輸入実績（2021年度）



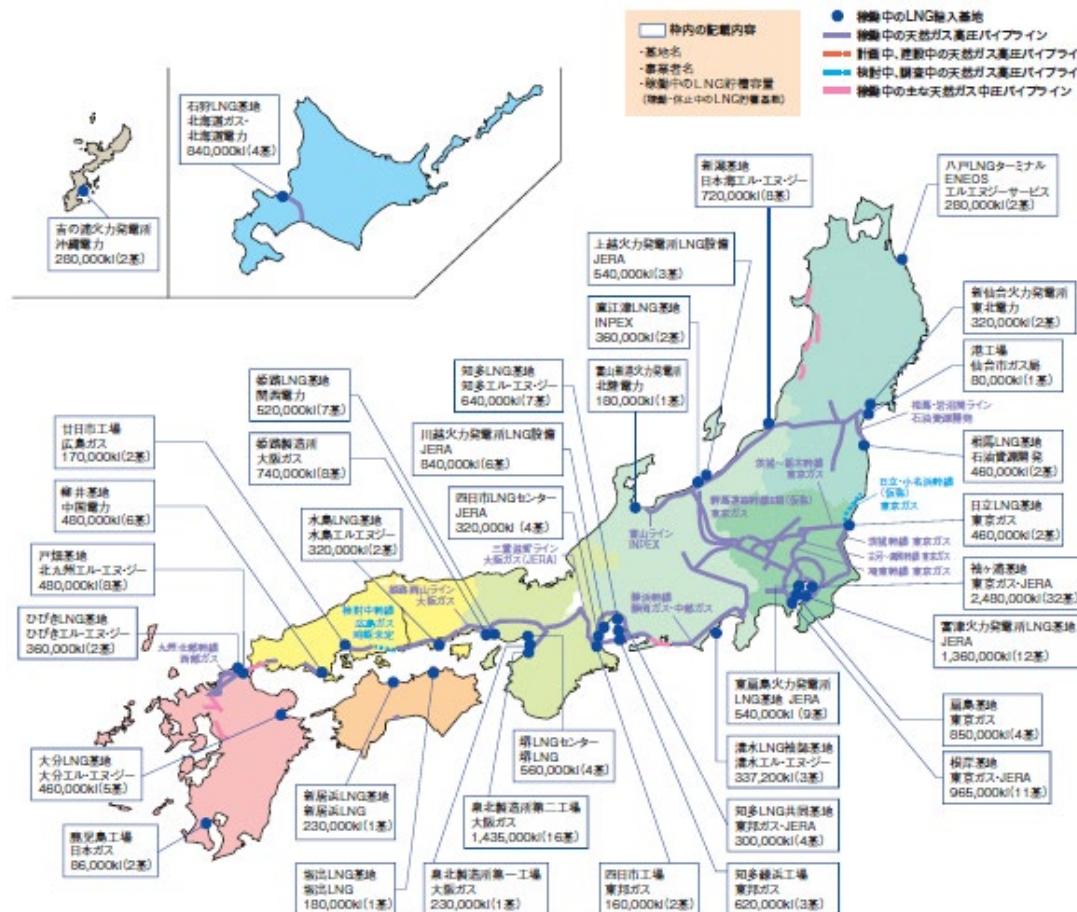
出典：財務省貿易統計より当社作成

## ■ 都市ガス導管ネットワーク

| 圧力区分 | 延長<br>(2016年3月時点) |
|------|-------------------|
| 高圧   | 2,450 km          |
| 中圧A  | 14,973 km         |
| 中圧B  | 18,644 km         |
| 低圧   | 221,339 km        |

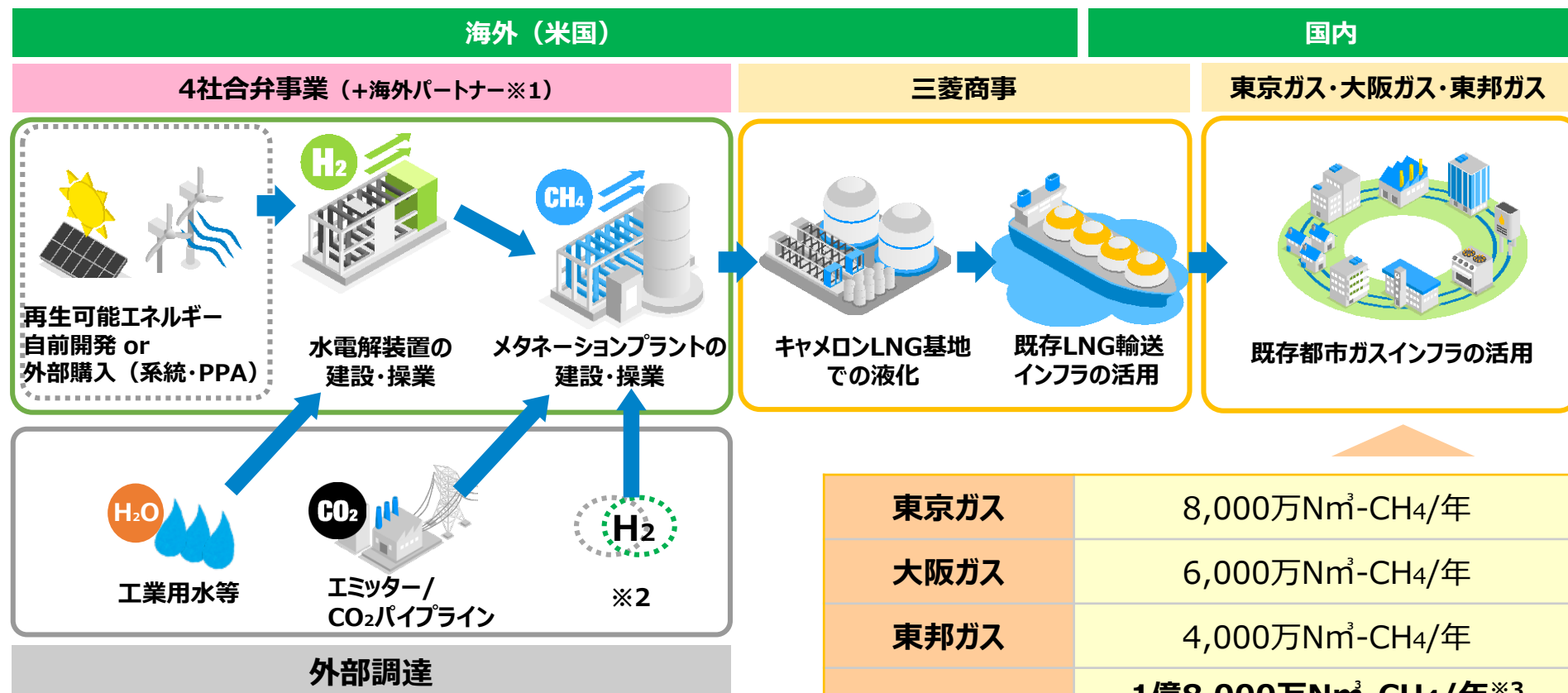
出典：国土交通省 第2回地下空間の利活用に関する安全技術の確立に関する小委員会 資料2-1

## ■ 日本のLNG基地と主要導管ネットワーク



出典：都市ガスの現状2022-2023（日本ガス協会）

- 当社が三菱商事、大阪ガス、東邦ガスの4社で進める**米国キャメロンLNG基地**を活用したe-methaneプロジェクトでは、**2030年に東京ガス・大阪ガス・東邦ガスの都市ガス需要量の約1%に相当するe-methaneの導入**を目指している。



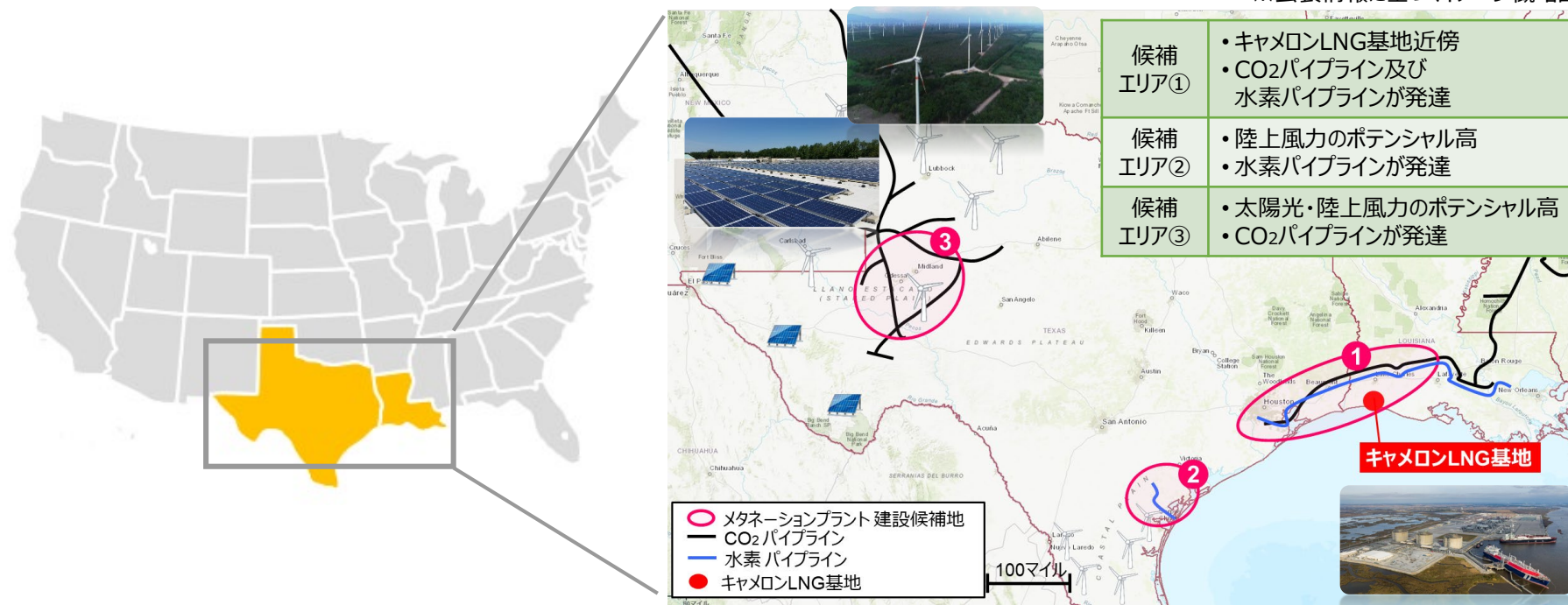
※1 必要に応じて海外パートナーの招聘も検討

※2 水素の外部調達も検討（特に事業初期はブルー・グリーンとも対象）

|      |                                                                                                 |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 東京ガス | 8,000万Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /年                                                       |
| 大阪ガス | 6,000万Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /年                                                       |
| 東邦ガス | 4,000万Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /年                                                       |
| 合計   | 1億8,000万Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /年※3<br>@2030年<br>≒13万トﾝ-CH <sub>4</sub> /年・初期稼働時の想定規模 |

※3 東京ガス、大阪ガス、東邦ガスの都市ガス需要合計  
（足元の実績値）の1%に相当

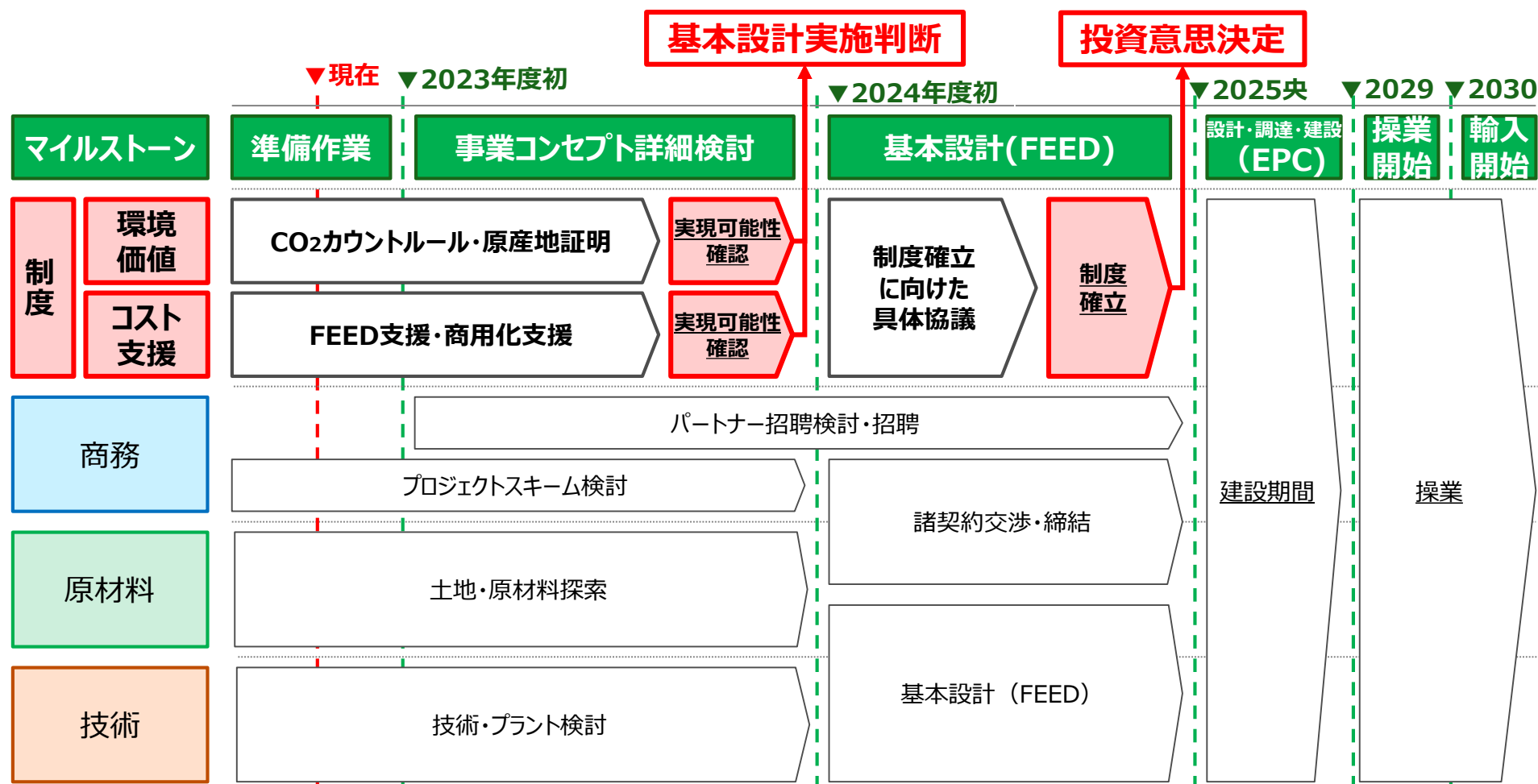
※公表情報に基づくイメージ概略図



## 既存インフラの活用可能性

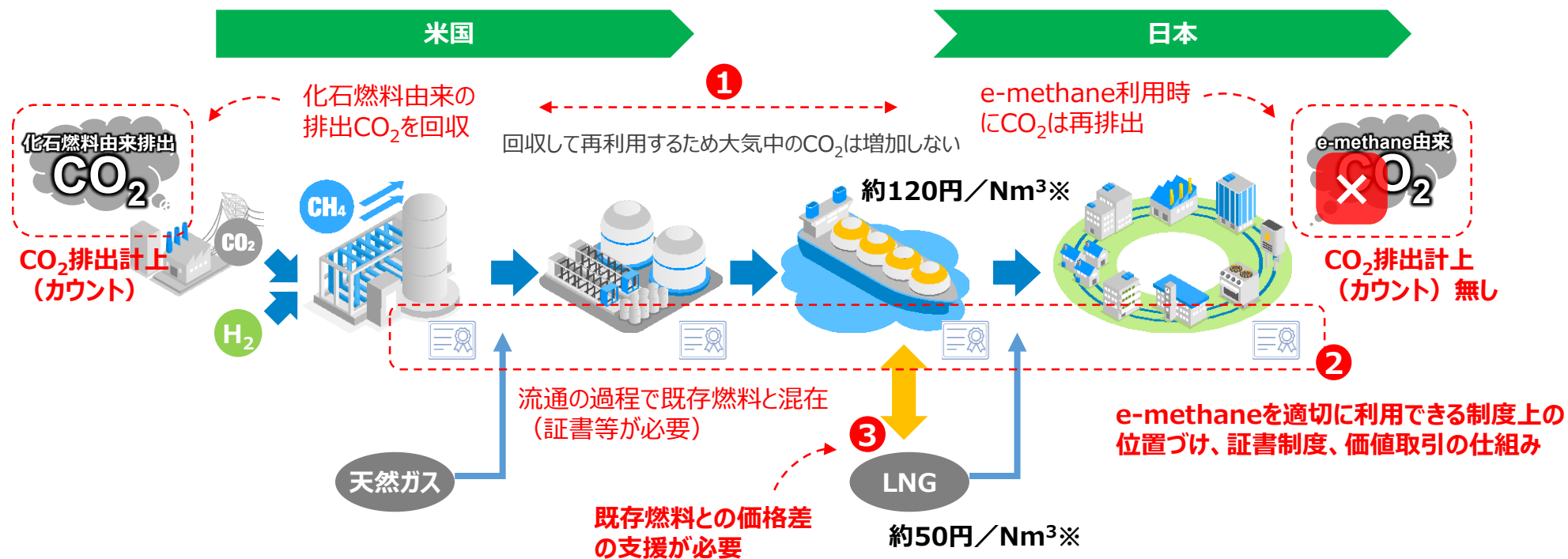
|                 |                                                                                                                                               |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 再エネ<br>・電力系統網   | i. 発電容量：豊富な発電容量（太陽光・陸上風力）<br>ii. 輸送手段：発達した電力系統網<br>iii. 制度：Virtual PPA（仮想電力購入契約）や証書（REC）などの充実した取引制度<br>➡上記を活用し、再エネ間欠性の補填が可能（設備稼働率の平滑化、向上にも寄与） |
| CO <sub>2</sub> | 既設CO <sub>2</sub> パイプラインの活用が可能                                                                                                                |
| 水               | 工業用水や地下水の活用が可能                                                                                                                                |
| 天然ガスパイプライン網     | 既存天然ガスパイプライン網により、製造した合成メタンの輸送が可能                                                                                                              |
| LNG出荷基地         | キャメロンLNG基地の活用が可能                                                                                                                              |
| 外部水素調達          | 事業初期に外部調達水素（ブルー・グリーン）の柔軟な活用が可能                                                                                                                |

- 2030年e-methane導入開始に向け、**23年度末にFEED移行判断、25年度上期にFIDを予定**。
- 「GX実現に向けた基本方針」に記載いただいた『**認証や環境価値の移転等の仕組み検討や整備**』、『**さまざまな支援のあり方を検討**』について、PJを計画通り推進していくためにも、**23年度末までにその実現可能性を判断、25年度上期までに制度確立が見えていることが必要**と認識。

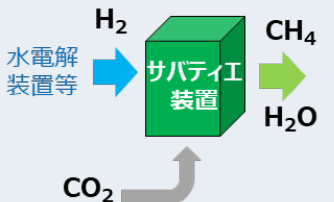
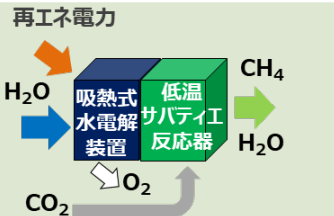
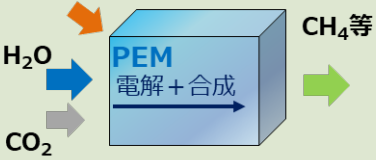
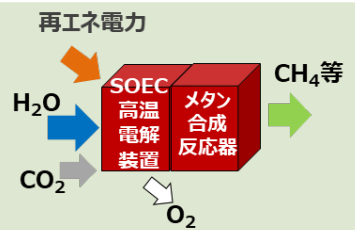


- e-methaneの早期の社会実装に向けて、**以下3点の課題**がある。

- ① e-methaneを製造する米国と利用する日本との間で、**CO<sub>2</sub>排出カウントに関する二国間の合意**（CO<sub>2</sub>排出量を米国で計上）が必要。
- ② 流通の過程で既存燃料と混在する中で、e-methaneを最終利用者が適切に利用できる**証書制度の確立、価値取引の仕組み等**が必要。
- ③ **既存燃料（LNG）に対して競争力のあるコストの実現**が必要。



- メタネーションの低コスト化に向け、**エネルギー変換効率を抜本的に向上させる革新的メタネーション技術開発を、グリーンイノベーション (GI) 基金**により進めている。
- **当社ならびに大阪ガスで、特徴の異なる複数の方式の開発を両者で連携**しながら業界として進めている。

|           | 既存技術                                                                              | 革新的技術                                                                              |                                                                                     |                                                                                     |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|           | サバティエ                                                                             | ハイブリッドサバティエ                                                                        | PEMCO <sub>2</sub> 還元                                                               | SOEC共電解                                                                             |
| 技術概要      | 水素とCO <sub>2</sub> から触媒反応によりメタンを合成する技術                                            | 水電解とサバティエ装置を連携させ、 <b>排熱を水電解に有効利用しながらメタンを合成する技術</b>                                 | 水とCO <sub>2</sub> から電気化学反応により <b>一段でメタンを合成する技術</b>                                  | 水電解とメタン合成装置を連携させ、 <b>排熱を水電解に有効利用しながらメタンを合成する技術</b>                                  |
| イメージ      |  |  |  |  |
| 反応温度      | 高温 (500℃程度)                                                                       | 低温 (200℃程度)                                                                        | 低温 (80℃程度)                                                                          | 高温 (700℃程度)                                                                         |
| エネルギー変換効率 | ● 55~60%                                                                          | ● 将来80%超目標                                                                         | ● 将来70%超目標<br>(副生成物考慮で更に高効率)                                                        | ● 将来85~90%超目標                                                                       |
| メリット      | ● 技術確立済 (ただし、大型時の排熱処理が課題)                                                         | ● 高効率 (排熱の水電解への有効利用)<br>● 起動停止や負荷変動に強い (低温)<br>● 早期実用化が可能                          | ● 起動停止や負荷変動に強い (低温)<br>● 設備コスト低減可 (反応が一段)                                           | ● 高効率 (SOECが高効率、排熱の水電解への有効利用)                                                       |

- 水素基本戦略が策定された2017年頃に比べ、ご紹介したプロジェクトをはじめe-methaneについての取り組みや取り巻く環境は国内外で大きく進捗している。
- 現在の基本戦略でのe-methaneの記載（基本戦略P.20）では、下記の最新の状況を反映した適切な表現に修正されることをお願いしたい。

### サプライチェーン構築

- 国内製造・エネルギー事業者が中心となり、国内実証や海外からの商用化サプライチェーン構築が数多く進められている。
- シェルなど海外企業においても、FSや実証が拡大しており、既存インフラ活用による経済合理性やエネルギーセキュリティの観点で、e-methaneの位置づけが高まっていると考えられる。

### 技術開発

- 既存メタネーション技術であるサバティエ方式について、大型化の実証が進められている。
- グリーンイノベーション基金を活用した、エネルギー変換効率を抜本的に向上させる革新的メタネーション技術の開発が進められている。

### 制度

- 国際的なCO<sub>2</sub>カントリールールの解決やコスト支援策が大きな課題。
- CO<sub>2</sub>カントリールールについては、米国キャメロンPJなどの具体的なPJにおいて、CO<sub>2</sub>排出企業と企業レベル間での合意を進めていきながら、官民連携の下で国家間のCO<sub>2</sub>カントリーの交渉を進めていく必要がある。

