



カーボンニュートラルに向けた 水素活用の取り組み

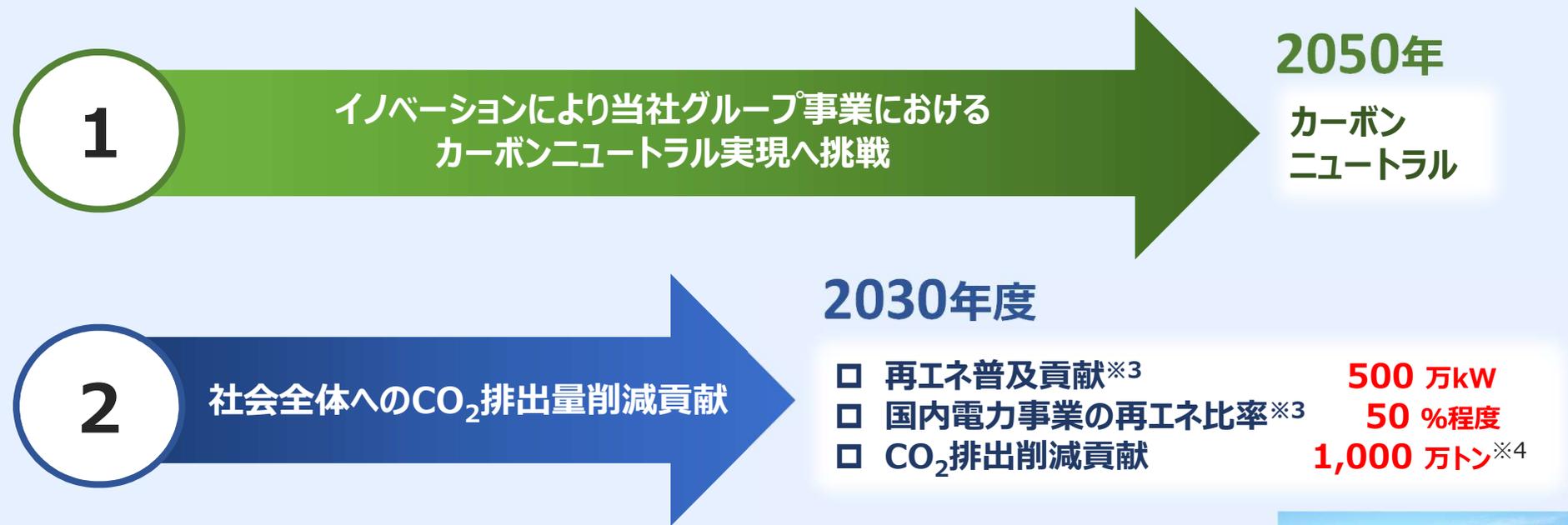
第21回水素・燃料電池戦略協議会資料

2021年2月19日
大阪ガス株式会社

1 2050年カーボンニュートラルへの挑戦

Daigasグループは再生可能エネルギーや水素を利用したメタネーション※1を軸とした都市ガス原料の脱炭素化や、再生可能エネルギー導入を軸とした電源の脱炭素化により、「2050年カーボンニュートラル実現」へ挑戦し革新的なエネルギー・サービスカンパニーとして、持続可能な社会の実現に向けたソリューションを提供していきます。

また、脱炭素社会実現のためには、その技術が確立するまでにCO₂排出量をいかに削減するかが鍵だと考えます。そのため、これまでの2030年度におけるCO₂排出削減貢献目標（850万トンを※2）を更に積み増し、省エネや天然ガスの高度利用、再生可能エネルギーの普及などによる徹底したCO₂排出量削減貢献を進めます。



※1 水素とCO₂を合成してメタン（CH₄）を製造する技術

※2 2017年に策定した長期経営ビジョン2030の目標（2030年度までに累計7,000万トンを削減）における2030年度断面での削減貢献量

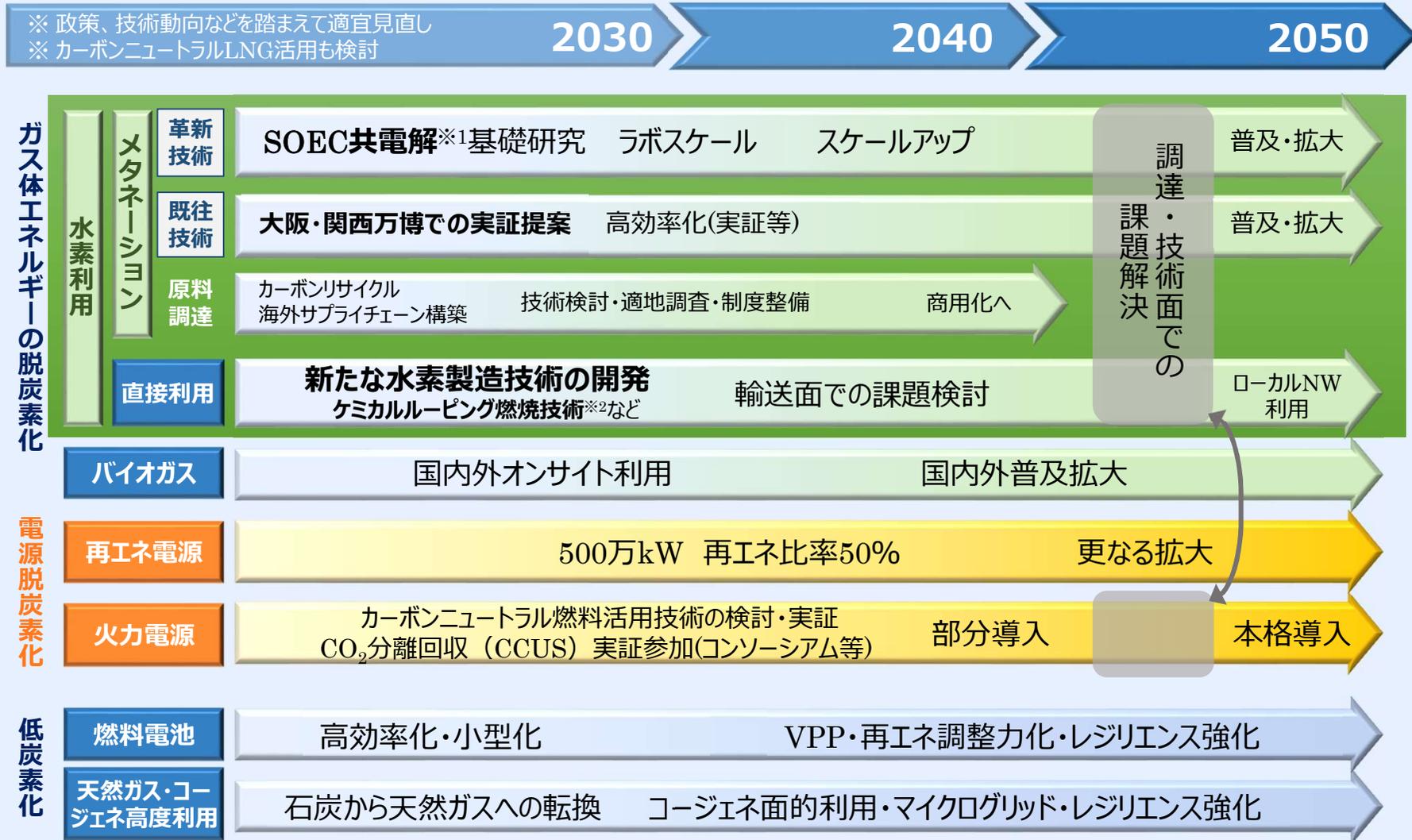
※3 太陽光、風力、バイオマスなど固定価格買取（FIT）制度の適用電源を含む

※4 現在の当社グループ及びお客さま先におけるCO₂排出量（約3,300万トン/年）の約3分の1に相当



2 カーボンニュートラル実現に向けたロードマップ

グリーン水素を効率的に利用できるメタネーション技術を中心としたガス体エネルギーの脱炭素化を目指します。また、グリーン水素の製造技術開発や、再エネ電源開発にも取組み、水素製造のコストダウンに貢献します。



(末尾参考資料) ※1 「SOECメタネーション」プレスリリース ※2 「ケミカルルーピング燃焼技術」プレスリリース

3 将来のグリーン水素利用に向けた取り組み

足下では、家庭用燃料電池や水素ステーション向け水素製造装置の開発・販売により、水素利用インフラの拡大に貢献しつつ、将来のグリーン水素普及に向けた製造技術開発や再エネ導入拡大にも取り組めます。

また、グリーン水素導入拡大フェーズでは、既存都市ガスインフラを活用したメタネーションにより、グリーン水素の利用拡大に貢献しつつ、熱需要の脱炭素化を図ります。

2020年

2030年

2050年

水素利用インフラ拡大フェーズ

グリーン水素利用拡大フェーズ



家庭用燃料電池エネファームによる
水素利用インフラの拡大

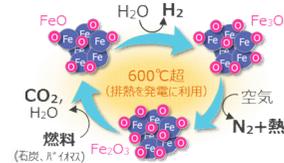


HYSERVE

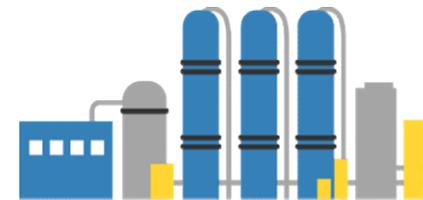
水素製造装置ハイサーブの開発・販売
による水素ステーション普及への貢献



グリーン水素普及に向けた
再エネ導入拡大



グリーン水素製造技術開発
(ケミカルルーピング燃焼)



カーボンニュートラルメタン (CNM)
導入によるグリーン水素利用拡大
(SOEC共電解等)

全国で設置済みのエネファーム※2に
CNMを供給した場合に
必要な水素は約20万トン※3

カーボンニュートラル実現

燃料電池・ハイサーブ・水素ステーションにより
既に年間約4万トン※1の水素を利用中

再エネ・水素価格の低減による
メタネーション商用化で更なる水素利用拡大へ

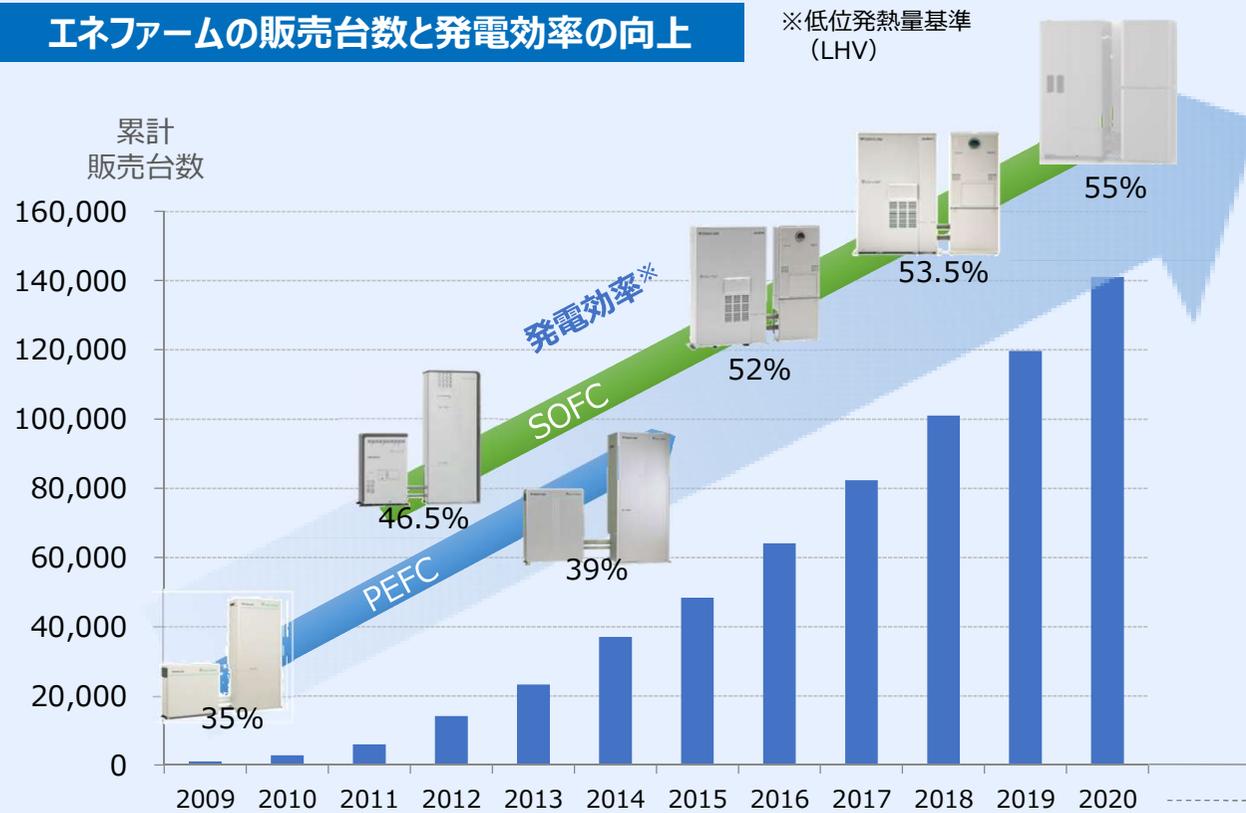
※1 都市ガス改質水素量 (当社算出値) ※2 2020年12月末時点の全国販売累計台数 (38万台) ※3 当社試算値

4 エネファームの普及拡大とさらなる小型化・高効率化

2009年の発売して以降、発電効率の向上・小型化を進め、これまで約14万台の販売を行っています。また、停電対応型の普及によりお客さまのエネルギーレジリエンスの向上にも貢献しています。

今後は発電効率の更なる向上に加えて、コンパクト化や軽量化により「壁掛け型エネファーム」の開発を実現し、これまで設置スペースの問題から設置が困難であった既築戸建や集合住宅での普及拡大を目指します。

エネファームの販売台数と発電効率の向上



停電対応型の普及



台風襲来等による停電時の給電・給湯が可能
⇒ お客さま先のレジリエンス向上に貢献

壁掛け型の開発



さらなる
小型化・高効率化
の実現

設置対象

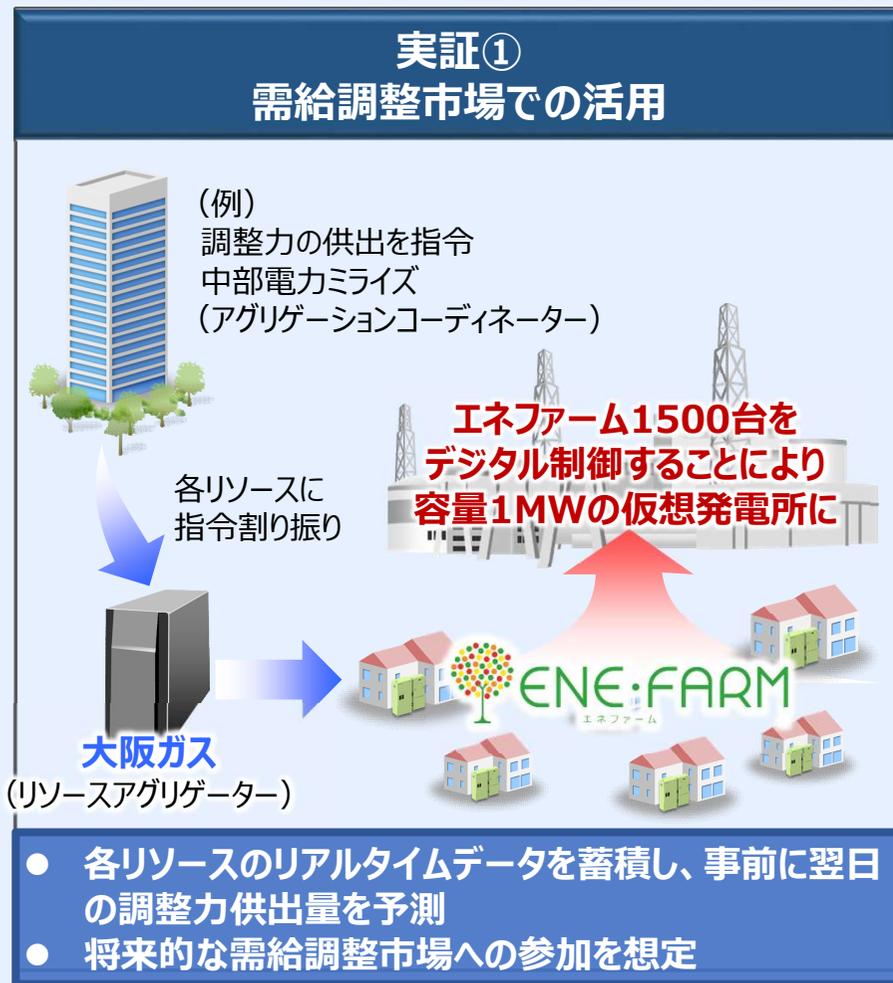


5 エネファームの高度利用への取り組み（VPP実証事業）

デジタル技術でエネファームを遠隔制御し、調整力として活用することで、発電量制御が困難な自然変動再エネ大量導入時代の系統安定化に貢献します。

需給調整市場への参加を想定し、エネファーム約1,500台をアグリゲートするバーチャルパワープラント（VPP）実証※により、系統安定化や経済性の向上を目指しています。

※「R2年度需要側エネルギーリソースを活用したVPP構築実証事業補助金」のVPPアグリゲーター事業に参画



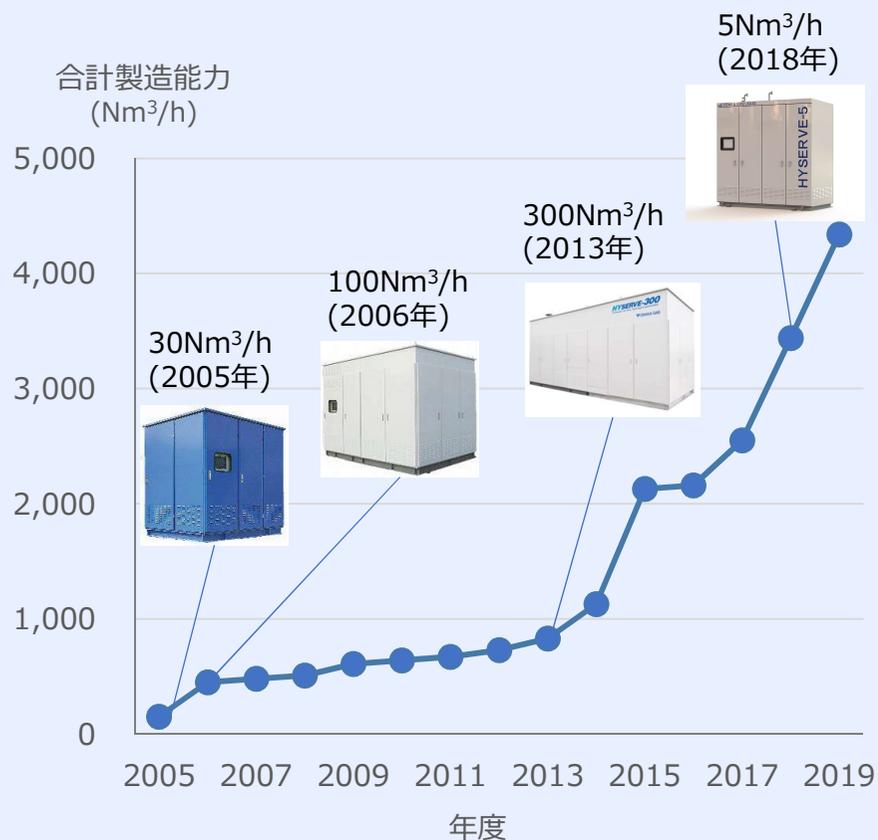
6 水素製造装置HYSERVEの普及拡大

都市ガスを原料とする水素製造装置HYSERVEは、2005年の販売開始以来、産業ガス用途も含めると合計37基、4,000Nm³/hを超える水素製造能力を提供しています。

また、全国の水素ステーションに計14基※設置され、モビリティにおける水素利用の拡大にも貢献。今後は、さらなるコンパクト化に取組み普及拡大を目指します。

※実証・商用・FCフォークリフト用含む

HYSERVEのラインナップと普及状況



水素ステーション向け設置状況 (14基)



北大阪水素ステーション
(当社運営)



フォークリフト用ステーション
(トヨタ自動車元町工場さま)



7 グリーン水素利用拡大に向けた取組み

将来のグリーン水素普及拡大フェーズでは、既存都市ガスインフラが有効利用可能な水素キャリアであるメタネーションにより、熱需要の脱炭素化を図ります。

また、当社はメタン合成の効率化に繋がる革新的メタネーション技術開発にも取り組んでいます。(P8)

(参考) 水素運搬方法の比較

- 最適な運搬方法は、運搬距離や量、用途等により左右されるが、主要な特性は以下のとおり。
- MCH・アンモニア・メタネーションはサプライチェーンの大部分で**既存インフラを活用できることが強み**であり、早期のサプライチェーン構築が見込めるが、**消費エネルギーは液化水素が潜在的には最も低くなる**見込みで、高純度化も容易。

	液化水素	有機ハイドライド (MCH)	アンモニア	メタネーション
体積(対常温常圧水素)	約1/800	約1/500	約1/1300	約1/600
状態・毒性	液体(-253℃、常圧) 毒性無	液体(常温常圧) トルエンは毒性有	液体(-33℃、常圧等) 毒性、腐食性有	液体(-162℃、常圧) 毒性無
高純度化*	高純度化が容易 (追加設備不要)	高純度化には追加設備が必要		
特性変化時の消費エネルギー(水素比率)	現在:25-35% 将来:18%	現在:35-40% 将来:25%	水素化:7-18% 脱水素:20%以下 ※将来はデータ無し	現在:-32% ※反応熱の有効利用で引き下げ余地有
技術的成熟度	<ul style="list-style-type: none"> 国際運搬用の、大規模液化機、運搬船等は要技術開発 液化水素ローリー等の国内運搬設備は現在も利用し成熟 	<ul style="list-style-type: none"> 水素化・脱水素プラントは今年度で実証完了 国内外運搬には既存インフラ利用可能 	<ul style="list-style-type: none"> 脱水素設備以外成熟 国内外の既存サプライチェーン利用可能 	<ul style="list-style-type: none"> 国内外で実証試験が実施 国内外の既存サプライチェーン利用可能

(出典) IEA, The Future of Hydrogen等より資源エネルギー庁作成

8 (参考) 導管を用いて水素を利用する各方式比較

水素はメタンに比べて熱量が非常に低いため、都市ガス導管へ混入する場合には注入量に限界があり、CO₂削減効果が限定的。また、水素を直接利用する場合、新たに専用導管を敷設する必要があるため水素受入地点近傍で利用することが合理的。このため、都市ガス業界としては、CO₂削減効果が比較的大きく、既存インフラが全て利用できるメタネーションが最も合理的な水素キャリアであると考えている。

都市ガス導管で水素を利用する各方式の特徴や利点・課題など

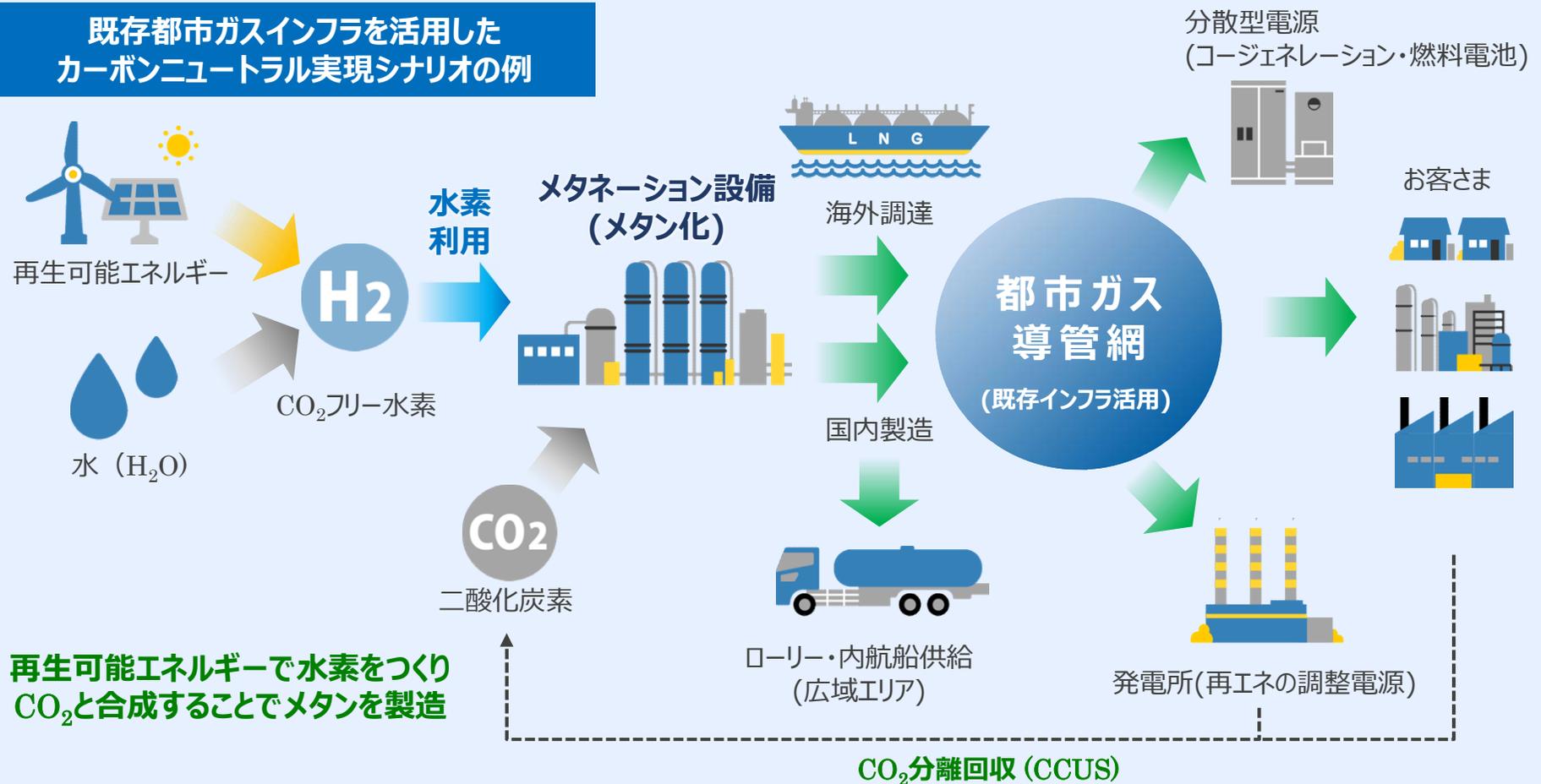
方式	ガス導管への水素混入 (ハイタン)	水素専用導管	メタネーション
特徴 ・ 利点	<ul style="list-style-type: none"> 既存ガス導管へ水素を混入 但し、導管注入前に都市ガスと水素を混合しておくことが必要 	<ul style="list-style-type: none"> 水素をそのまま利用可能 副生水素などを利用して欧州のコンビナートでは過去から普及 欧州の水素戦略における輸送は水素専用導管を主に志向 	<ul style="list-style-type: none"> PtGなどで生成したCO₂フリー水素と、発電所等から回収したCO₂を合成しメタン化 既存ガスインフラ（LNG船、基地、導管、機器）を利用可
課題	<ul style="list-style-type: none"> 一定量（%）以上になると消費機器側の対応が必要 低熱量のため注入量に上限があり、CO₂削減効果も限定的 	<ul style="list-style-type: none"> 導管敷設や専用消費機器の開発・設置コストが必要 再エネ適地・副生水素発生源・沿岸部等の水素受入拠点近傍で、新たにインフラ構築が必要 	<ul style="list-style-type: none"> 安価なCO₂フリー水素の安定的な調達 CO₂の効率的な回収 メタン合成の高効率化
既存導管 利用	<ul style="list-style-type: none"> 国内では既設導管の利用可否について未評価 新設の中圧鋼管と低圧PE管のみ安全性を確認済 		<ul style="list-style-type: none"> 既存導管がそのまま利用可能

9 メタネーションのメリット（既存インフラ活用）

将来の人口減少を見据え、既存インフラを有効活用する視点も重要だと考えます。グリーン水素利用キャリアであるメタネーションにより、LNGタンカーから消費機器まで、既存インフラをそのまま活用できます。

また、気候変更による風水害が今後も増加すると予想される中で、エネルギーレジリエンス確保も更に重要になると考えます。

既存都市ガスインフラを活用した カーボンニュートラル実現シナリオの例

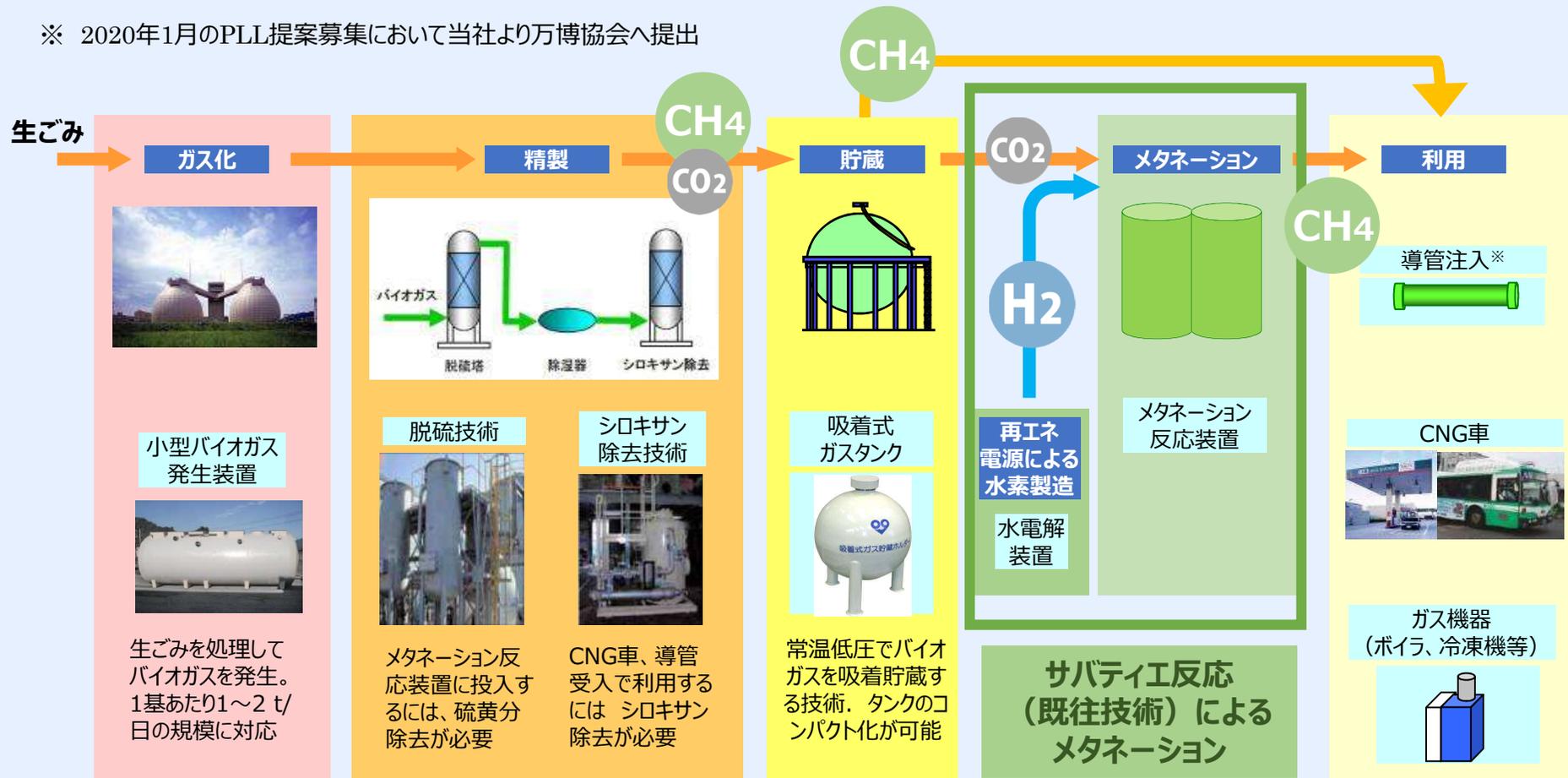


10 メタネーションの取組み（既往技術の深化）

2025年の大阪・関西万博に向けて、会場の生ごみから発生するバイオガスの副生物であるCO₂と再エネ由来の水素からカーボンニュートラルメタンを製造する実証を提案しています。

生ごみによるバイオガスメタネーション実証（大阪・関西万博へ提案中※）

※ 2020年1月のPLL提案募集において当社より万博協会へ提出



【参考】ごみ 10 t/日の場合、バイオガス（メタン濃度50-60%）は 65 Nm³/h発生、これを水素 100 Nm³/hとメタネーション反応装置で反応させ、再生可能メタン（メタン濃度>98%） 60 Nm³/h

1 1 SOECメタネーション（革新技術の開発）

再生可能エネルギーとCO₂からカーボンニュートラルガスを高い効率で合成可能な革新的技術「SOECメタネーション」の研究開発に挑戦しています。このたび、これに用いる新型の電気分解素子（SOEC：固体酸化物形電気分解素子）の試作に成功しました。

再生可能エネルギーの低コスト化が進む将来、本技術によりカーボンニュートラルガスをLNG並みのコストでの製造を目指します。

1）再エネ電力とCO₂から高効率で水素キャリアであるカーボンニュートラルガスを合成可能な革新技術

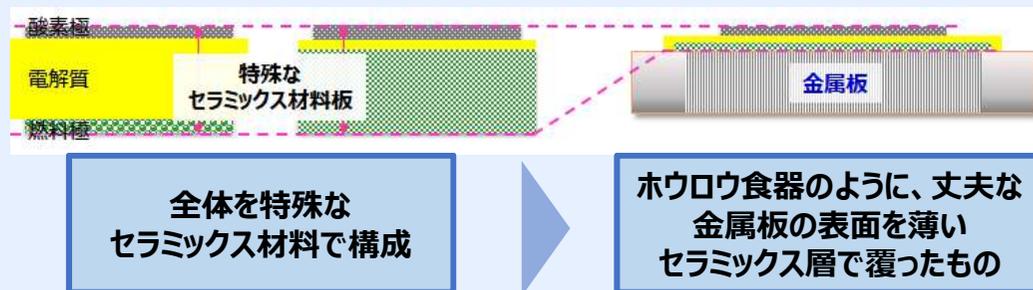


- 水の電気分解よりも高いエネルギー効率でメタンを合成可能
- 燃料電池の逆反応であり、エネファーム（SOFC）の技術の活用が可能
- メタン製造用途だけでなく、水素・液体燃料・アンモニア・化学品などの高効率製造にも活用が可能
- 低コスト化・スケールアップが課題

2）低コスト化・スケールアップに適した新型SOEC（電気分解素子）の試作に成功

従来型：セラミックス支持型

新型：金属支持型



- 高価な材料の使用量が従来の約 1 割以下
- 衝撃耐性が高く、強靱
- 複数の素子を接続し、スケールアップしやすい
- メタンだけでなく、水素や液体燃料、化学品原料の製造にも展開可能

1 2 ケミカルルーピング燃焼技術（新たな水素製造技術開発）

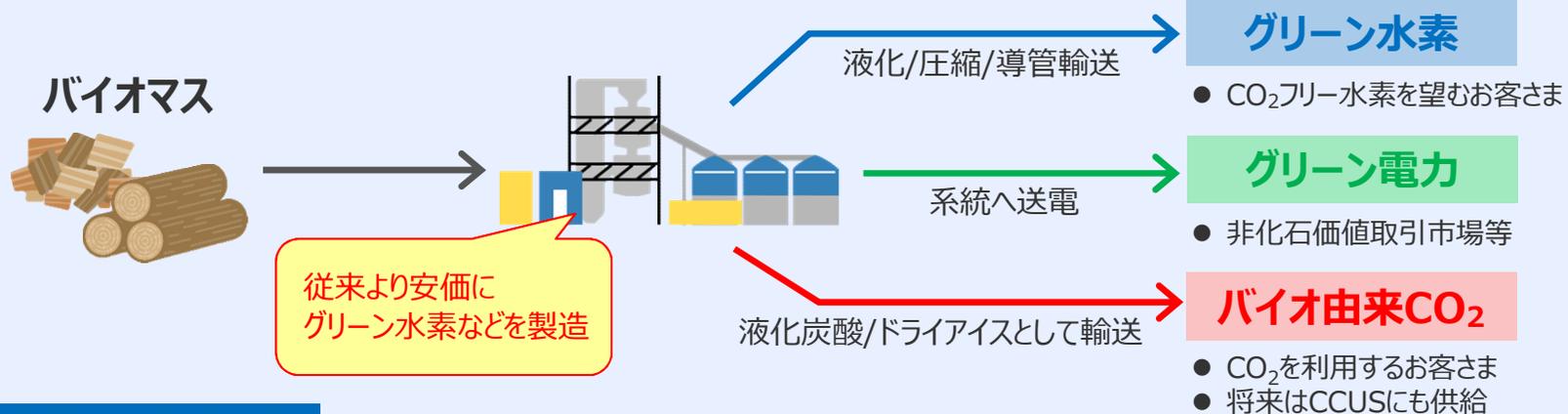
ケミカルルーピング燃焼という新しい燃焼技術を用いた炭化水素燃料からの水素・電力・CO₂同時製造プロセスについて、2020年11月にNEDO※¹公募事業の採択を受け、JCOAL※²と共同で研究開発を開始しました。2024年度末(予定)までの間、要素技術開発と300 kW規模の試験装置でのプロセス実証に取り組みます。当社は本成果をもとに、バイオマスからグリーン水素等を製造・供給し、お客さま先のカーボンニュートラル化に貢献します。

※1 国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

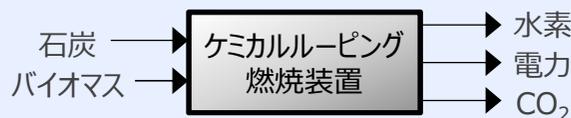
※2 一般財団法人 石炭エネルギーセンター

当社が目指す姿

バイオマスからグリーン水素等を製造・供給し、お客さま先のカーボンニュートラル化に貢献

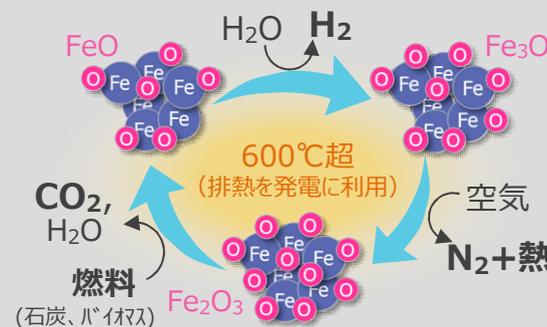


NEDO事業での実施内容



- 石炭・バイオマスからCO₂分離しつつ水素・電力を製造する技術の開発。分離したCO₂は貯留または利用する想定
- 2020年11月～2024年度末までの期間、要素技術開発および300 kW規模装置でのプロセス実証へ取り組む
- 石炭のクリーン利用技術として商用化を目指すJCOALと、バイオマス利用での商用化を目指す当社とで共同実施

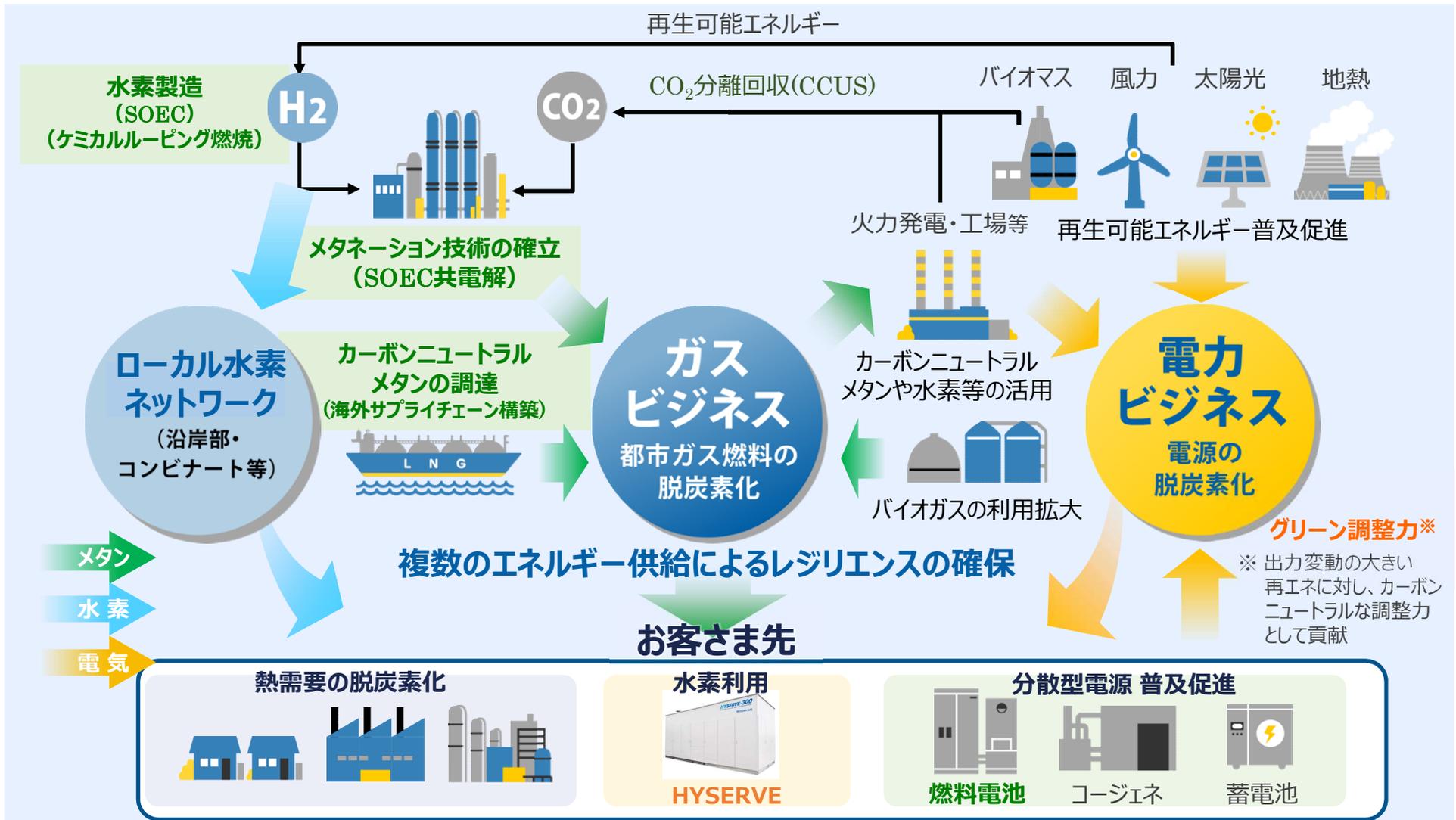
<ケミカルルーピング燃焼技術とは>



- 金属酸化物(例:酸化鉄)を介し燃料を燃焼する技術
- 追加的な設備なく低コストで高純度CO₂を分離可能
- 金属酸化物に水を作用させると水素を生成可能

1 3 グリーン水素普及拡大フェーズにおける事業のイメージ

カーボンニュートラルを達成するための手段については、エネルギーに関するイノベーションの進展や社会情勢などを見極めながら柔軟に選択する必要があります。足下では改質水素による燃料電池やFCV向け水素ステーションの普及を進めながら、将来のグリーン水素普及フェーズでは熱需要の脱炭素化に貢献していきます。



1 4 さらなる水素活用に向けて

グリーン水素の利用拡大に向けて、当社グループだけでは推進が難しい取り組みについては、業界内横断、他業界とのアライアンスなどにより進めいきます。

コスト低減に向けて

- メタネーションに必要なCO2の効率的な回収を実現するために、お客さまなどとアライアンスを進め具体的な取組みへ展開します。
- グリーン水素製造に必要な再生電力の価格低減に貢献するため、当社も再生開発・調達へ積極的に取組みます。



印南風力発電所



松阪バイオマス発電所



西島第二太陽光発電所

海外サプライチェーン構築

- 海外の安価な再生エネルギーを活用して製造した水素・カーボンニュートラルメタンを国内へ輸入することを見据えたサプライチェーン構築に取り組めます。



(左) Freeport LNG Development 社提供
(右) 当社共同保有の「LNG MARS」

連携強化

- カーボンニュートラルメタンや純水素・アンモニアなどのグリーン燃料について、ローカルネットワークや発電所、お客さま先での利活用についても取り組んでいきます。
- コンソーシアム等も活用し技術開発の情報収集や提携先の開拓を進めます。



CCR研究会

15 グリーン水素を活用した熱の脱炭素化実現に向けて

非電力部門における熱の脱炭素化の推進に向けた国際ルール整備やカーボンニュートラルメタン導入支援などについてご検討頂きたい。

バリューチェーン全体を通じたカーボンニュートラルに必要な国際的なCO₂排出評価手法の構築

- 海外で製造するグリーン水素や水素キャリアのように実際にCO₂排出削減に繋がる取組が、今後国際的・国内的に評価されるようになれば、我々のお客さまにおける活用インセンティブにつながるため、行政側でもぜひ働きかけをお願いしたい。

メタネーション実用化に向けた導入支援

- 非電力部門における熱の脱炭素化にはCCUSの実用化が必須であり、当社としてはメタネーションの実用化に向けた研究開発を今後も進めていくが、実用化までの期間においては例えば海外で導入されているガス版FITなどの政策的支援についても検討いただきたい。

The logo for Daigas Group features the word "Daigas" in a bold, blue, sans-serif font. A small, downward-pointing triangle is positioned above the letter 'i', with a yellow-to-orange gradient. Below "Daigas", the word "Group" is written in a smaller, blue, sans-serif font.

Daigas
Group