

メタネーションに関するIHIの取り組み 及び社会実装に際する課題認識

IHI

2021年9月15日

株式会社 **IHI**

会社概要

IHIは「技術をもって社会の発展に貢献する」という経営理念のもと、
今後もものづくり技術の中核とするエンジニアリング力で
世界的なエネルギー需要の増加、都市化と産業化、移動・輸送の効率化
などの社会課題の解決に貢献していきます。

社名	株式会社IHI / IHI Corporation
本社所在地	東京都江東区豊洲三丁目1-1 豊洲IHIビル
代表取締役社長	井手 博
創業	嘉永6年（1853年）12月5日
設立	明治22年（1889年）1月17日
資本金	1,071億円
連結売上	11,129億円（2021年3月期）
従業員数	7,796名（連結対象人員：29,149名）…2021年3月末

経営理念

「技術をもって社会の発展に貢献する」
「人材こそが最大かつ唯一の財産である」

IHIグループビジョン

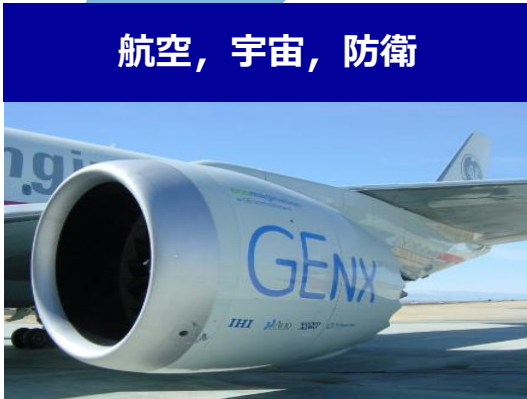
21世紀の環境、エネルギー、産業・社会基盤における
諸問題を、ものづくり技術の中核とする
エンジニアリング力によって解決し、
地球と人類に豊かさと安全・安心を提供する
グローバルな企業グループとなる。



資源，エネルギー，環境



航空，宇宙，防衛



社会基盤，海洋



産業システム，汎用機械



持続可能な社会に求められる新たな価値を創造する

資源・エネルギー・環境

地域・お客さまごとに最適な
総合ソリューションを提供することにより
“脱CO₂・循環型社会”に貢献する



事業共通の目標



お客さまと共にオペレーションの最適化を
ライフサイクルで徹底追求することにより
産業インフラの発展に貢献する

産業システム・汎用機械

社会基盤・海洋

橋梁・トンネルを軸に安全・安心な
社会インフラの実現にグローバルかつ
ライフサイクルにわたり貢献する

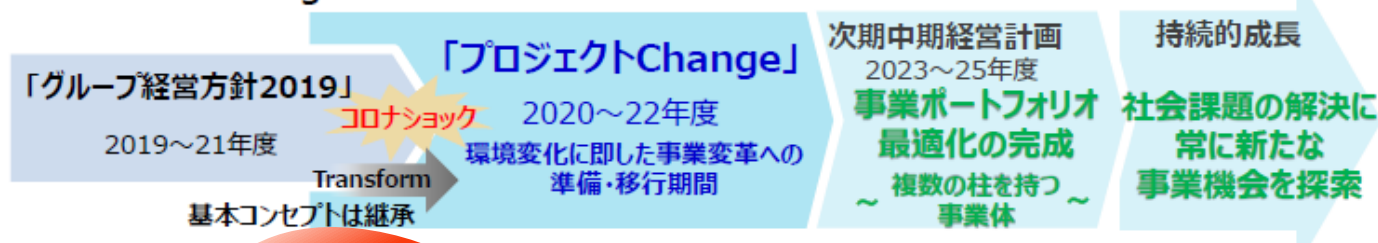


先進技術により、航空輸送、防衛システム
および宇宙利用の未来を切り拓き、
豊かで安全な社会の実現に貢献する

航空・宇宙・防衛



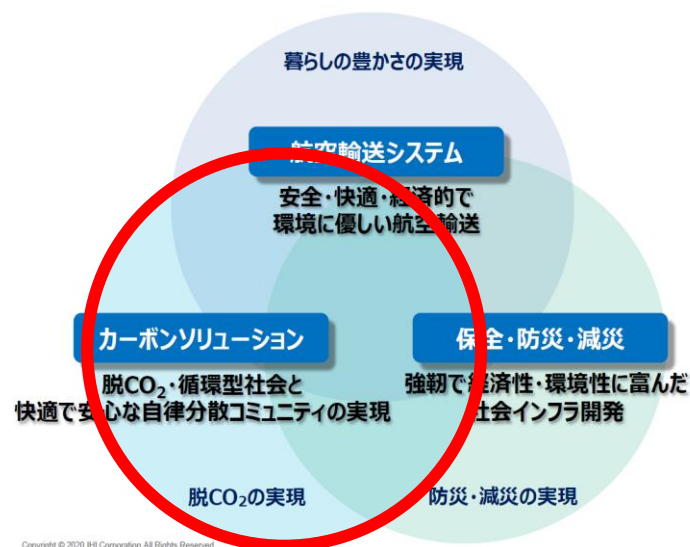
「プロジェクトChange」の位置づけ



成長事業の再定義

プロジェクトChangeでの取り組み

IHIはカーボンソリューションを成長事業を創出する柱と決めました



航空輸送システム

世界の航空宇宙産業における
メインプレーヤーとしての道筋を確立する

- DX, AI, ビッグデータを駆使した生産方式の確立
- 世界トップレベルの生産性を実現する鶴ヶ島新整備工場の稼働, 高付加価値部品修理の提供
- 素形材事業の拡大
- FRP, CMC等 先進的な独自技術開発の推進
- 国や国際的プロジェクトと連携した電動化技術の早期確立

FRP : Fiber Reinforced Plastics
CMC : Ceramic Matrix Composites

カーボンソリューション

エネルギーと産業機械の分野で
脱CO₂と地産・地消インフラを実現する

- 低CO₂化に向けた既存発電設備の高度運用
- バイオマスやアンモニア活用技術の開発
- データマネジメントを活用したエネルギー・物流・産業のサプライチェーンの最適化
- 自動化・省人化に向けた製品・サービスとネットワークの拡大

保全・防災・減災

保全・防災・減災を核に,
インフラ開発のバリューチェーン全体での
提供価値の範囲を拡大する

- 膨大な老朽インフラに対する計画段階からの保全遂行と工期・工費短縮の実現
- 遠隔監視・制御・DXによるインフラ予防保全システムの構築と実装
- 交通インフラの運営・維持まで含めた技術の開発
- 河川インフラの統合管理システムの構築・実証

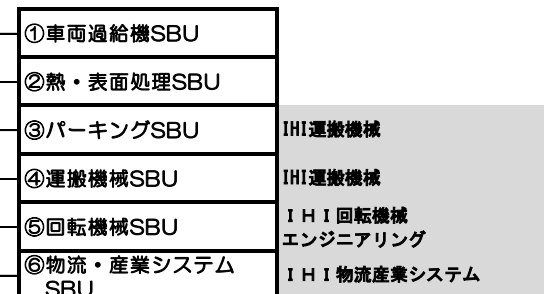
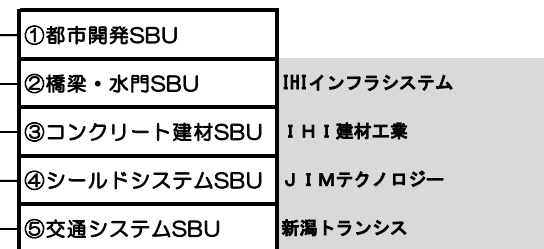
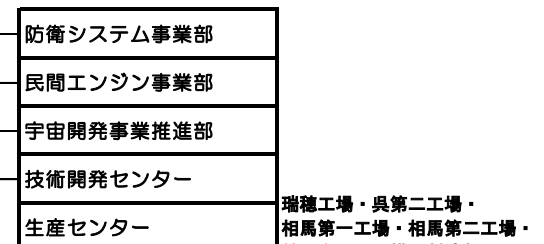
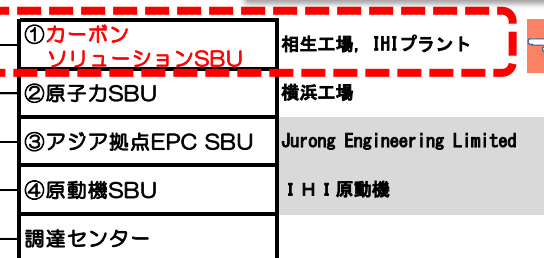
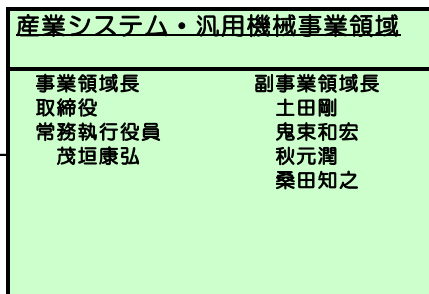
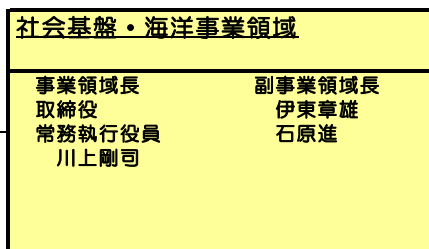
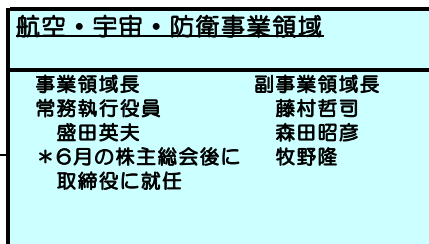
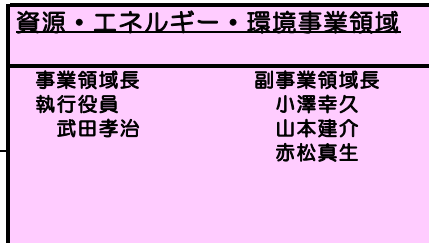
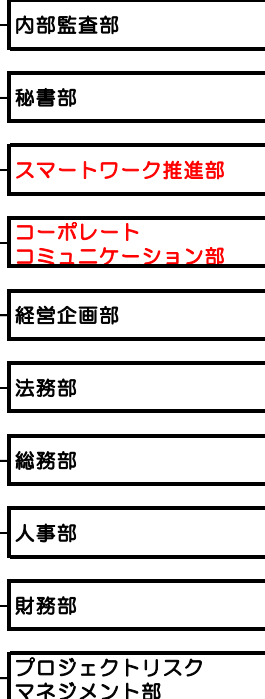
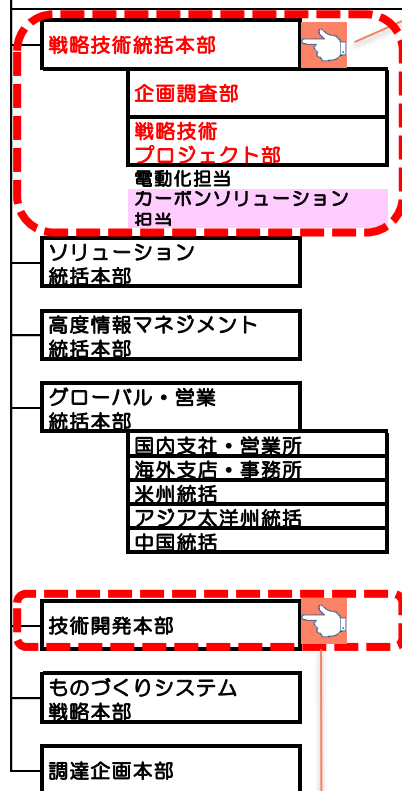
代表取締役会長 満岡次郎

代表取締役社長
最高経営責任者（CEO） 井手博



事業領域横断で面的に事業化に資する
技術開発や投融資活動を統括

カーボンソリューションの
実働部隊



相生工場, IHIプラント

横浜工場

Jurong Engineering Limited

IHI原動機

瑞穂工場・呉第二工場・
相馬第一工場・相馬第二工場・
鶴ヶ島工場・横浜製造部

IHIインフラシステム

IHI建材工業

JIMテクノロジー

新潟トランス

IHI運搬機械

IHI運搬機械

IHI回転機械
エンジニアリング

IHI物流産業システム

反応・伝熱・流体等の
研究開発

資源・エネルギー・環境事業領域



水素・アンモニア

アンモニアバリューチェーン早期確立を目指して、国内外企業と共同開発を推進、規格策定に参画



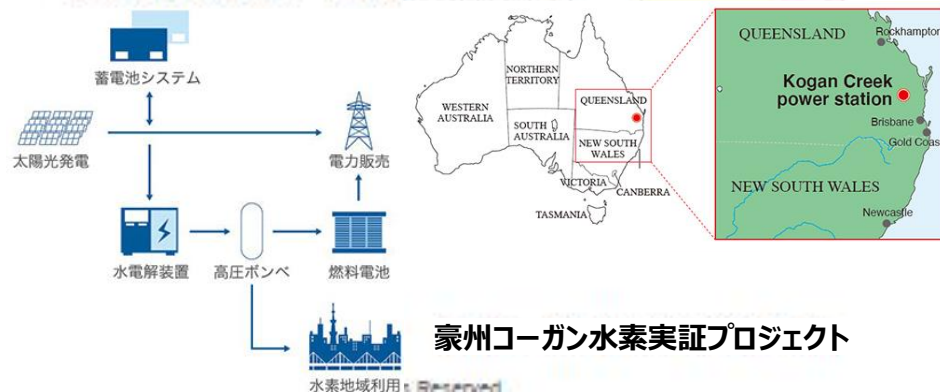
石炭・アンモニア混焼時火災



2MW級アンモニア混焼ガスタービン

再生可能エネルギー・Power to X

再生可能エネルギー利用の最適制御



資源・エネルギー・環境事業領域

資源・エネルギー・環境事業領域

カーボンリサイクル



メタン・オレフィン・e-fuelに続くCO2由来の高付加価値物質の探索



メタン・オレフィン・e-fuel変換



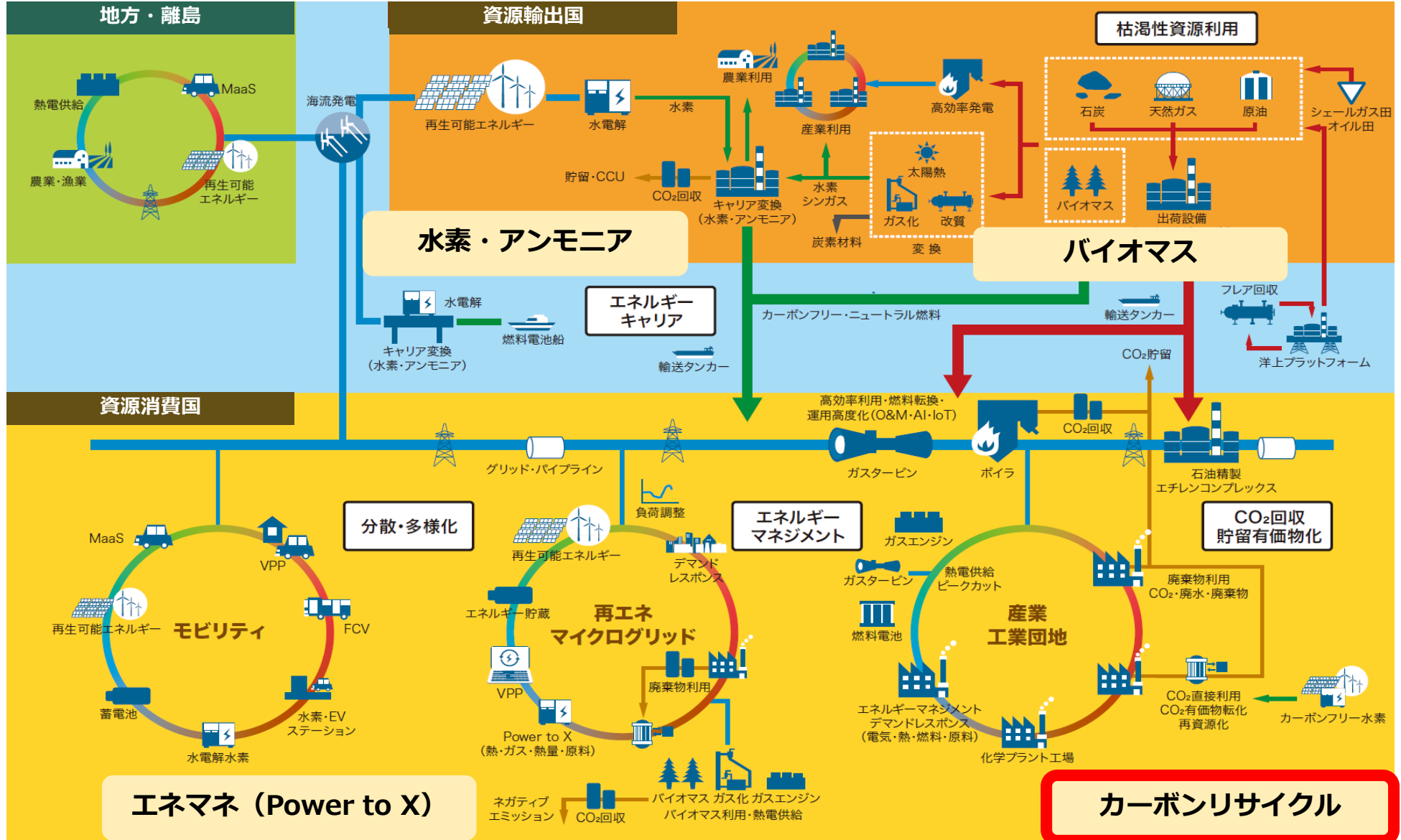
化学吸収
CO2回収

モビリティ高効率化

燃料電池パワートレイン



燃料電池システム向け電動ターボチャージャー (ETC)



CNMバリューチェーン確立に向けた様々な知見での貢献

IHI

(CNM : カーボンニュートラルメタン)



プラントエンジニアリング



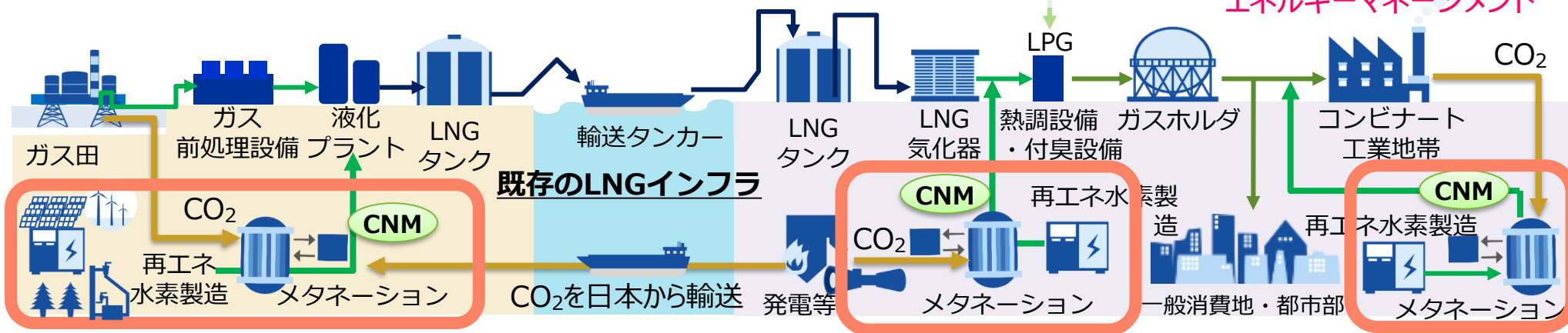
LNG船(SPB船)



LNGタンク/ターミナル



再エネ水素製造
エネルギー管理



蓄電池システム



CO2回収設備



メタネーション設備



大型リアクタ (Shell & Tube)
最大実績容量 275kt/y (EO)

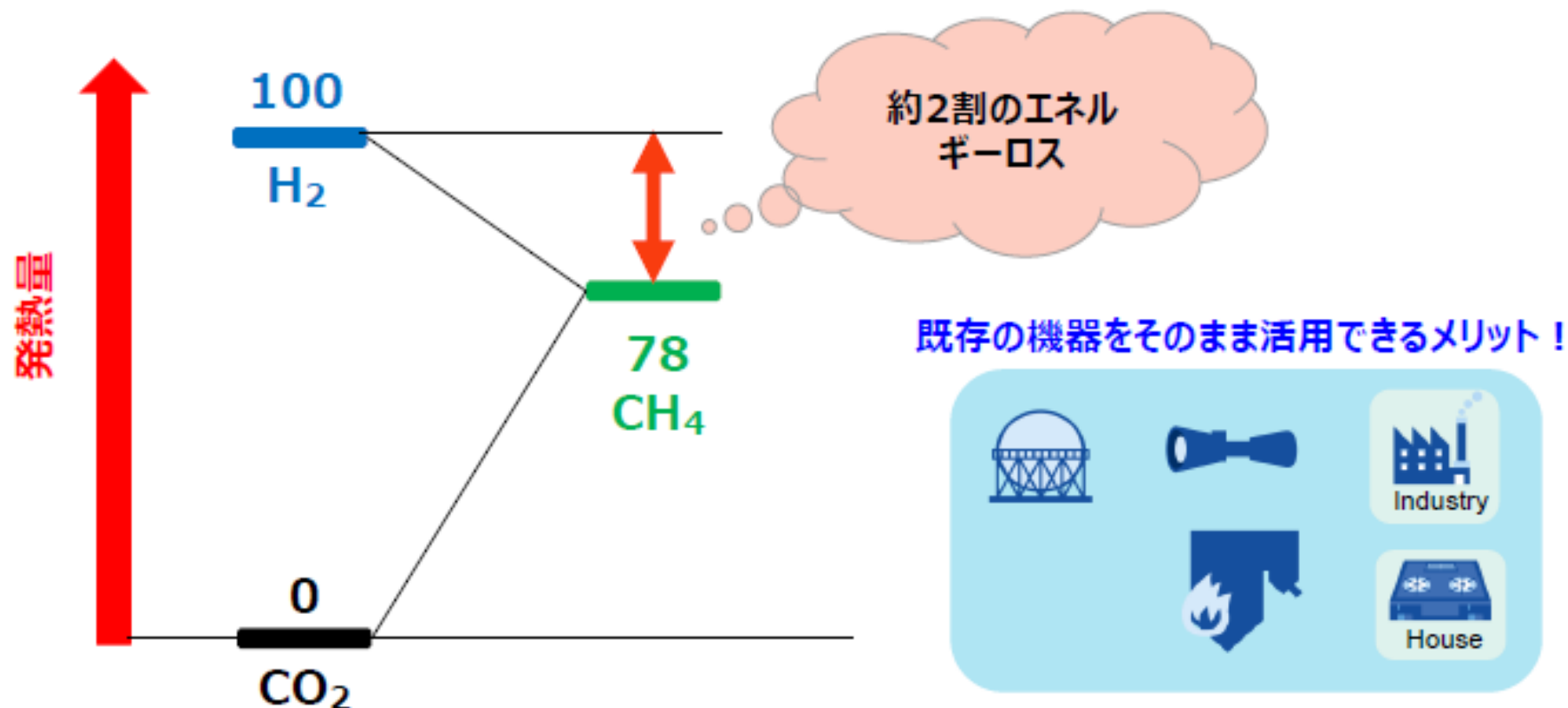
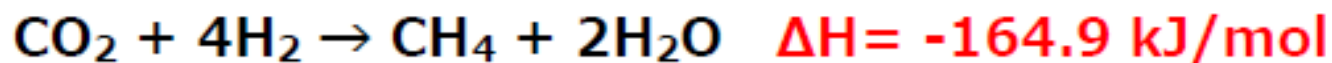
IHIの技術開発

メリット

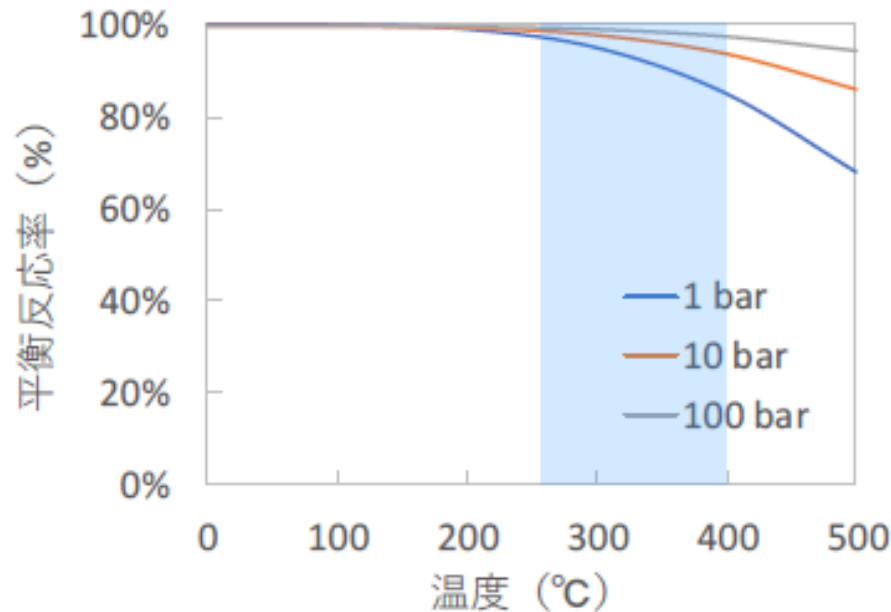
- ✓ 既存インフラ（都市ガス網、燃焼機器など）をそのまま使用することが可能
- ✓ 輻射を必要とするプロセスでは必須（水素は輻射効果がない）

デメリット

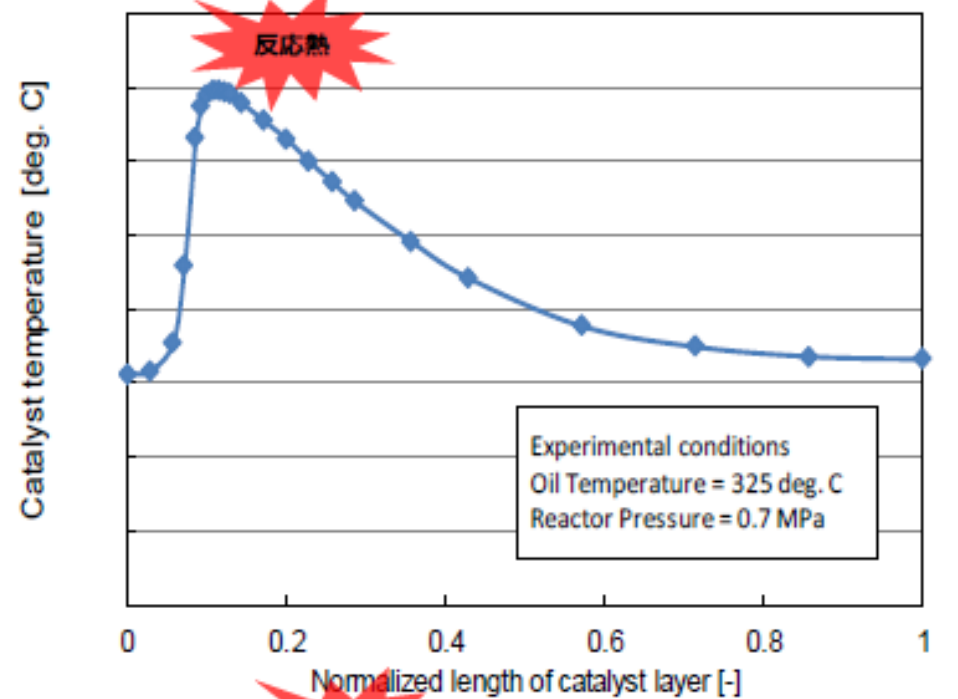
- ✓ 熱量が減少（▲22%）
- ✓ 合成時のH₂を消費量が多い（水を生成）



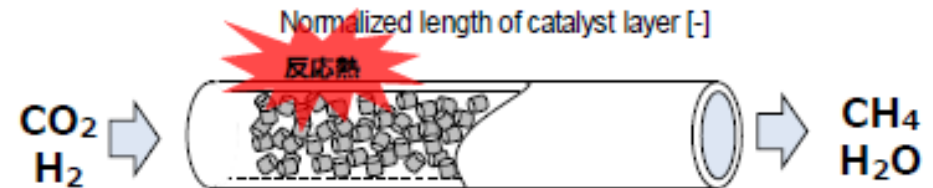
CO₂メタネーション平衡反応率



CO₂メタネーション触媒層温度分布
(IHIでの測定例)



- ✓ 熱力学的には、低温、高圧の方が反応に有利
- ✓ 比較的低压でも、Ni, Ru等を触媒として使用することで250~400℃程度で高い反応率が得られる
- ✓ 実際には多量の反応熱により、反応器内の触媒層温度は、平衡上必要な温度を大幅に上回る



反応熱の適切なハンドリングが極めて重要

- 高温となり反応率が低下
- シタリングや炭素析出による触媒劣化

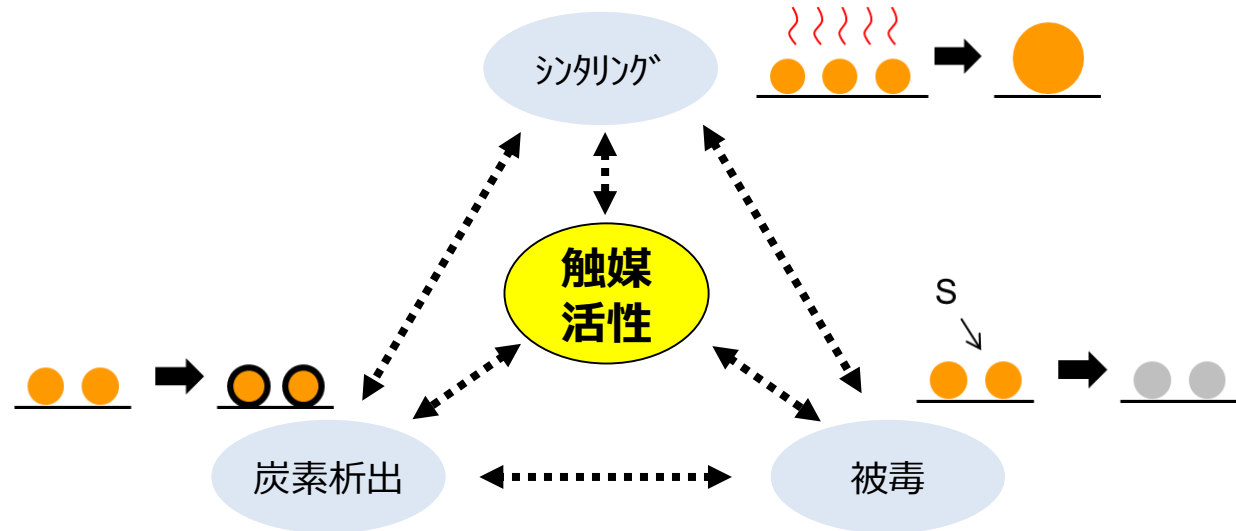
開発の課題

高温で金属のシンタリング（焼結）

炭素析出

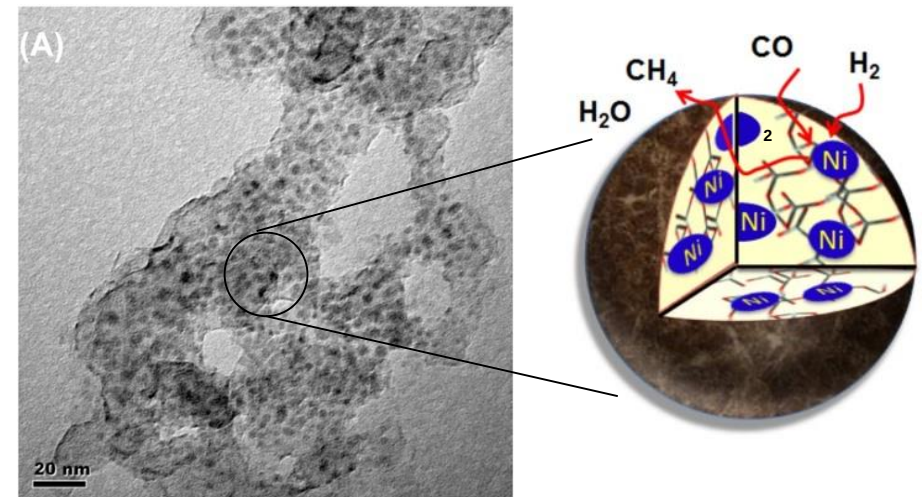
S分等による触媒被毒

→触媒活性とロバスト性の両立



IHI-ICES メタネーション触媒の特徴

- ✓ Niナノ粒子の移動，会合を防止するために，微細なNiナノ粒子を，多孔質な酸化物マトリックスで包含したユニークな構造（コア・シェル類似構造）
- ☞ **Niナノ粒子（3-4nm）**：触媒活性点として作用
- ☞ **酸化物マトリックス**：メソポーラス構造を有し，Niナノ粒子の保護層，ガス拡散層として作用

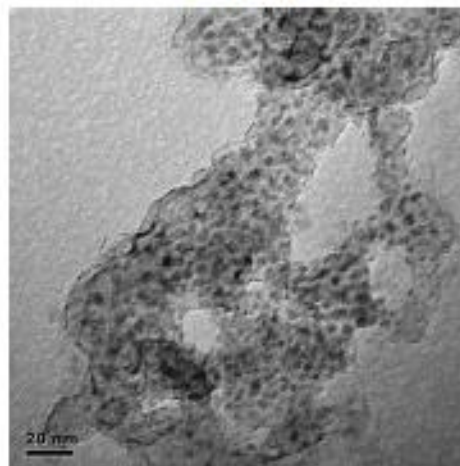


Methanation Catalyst, US 9,802,872

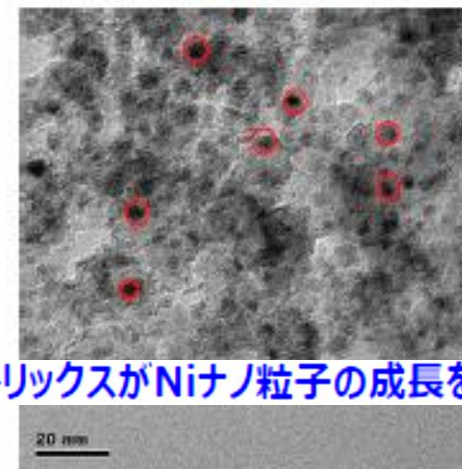
	BET表面積 (m ² /g)	Ni含有量 (wt%)	Ni表面積 (m ² /g-Ni)
IHI-ICES触媒	416	40	100
比較触媒	189	55	87

**IHI-ICES
メタネーション触媒**

反応前

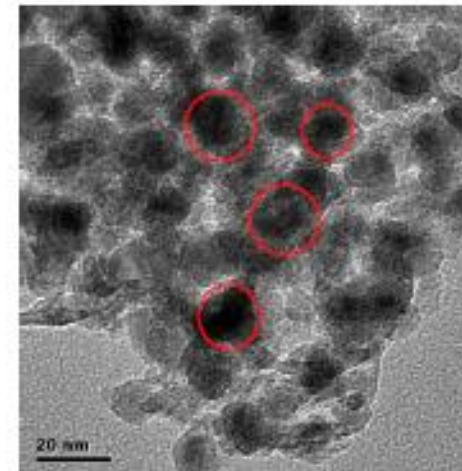
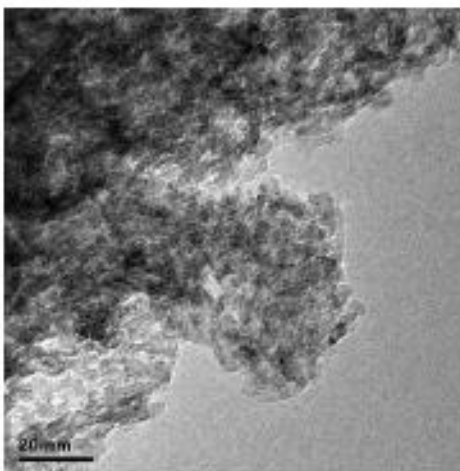


反応後



多孔質マトリックスがNiナノ粒子の成長を抑制している

**比較触媒
Ni系メタネーション
触媒**



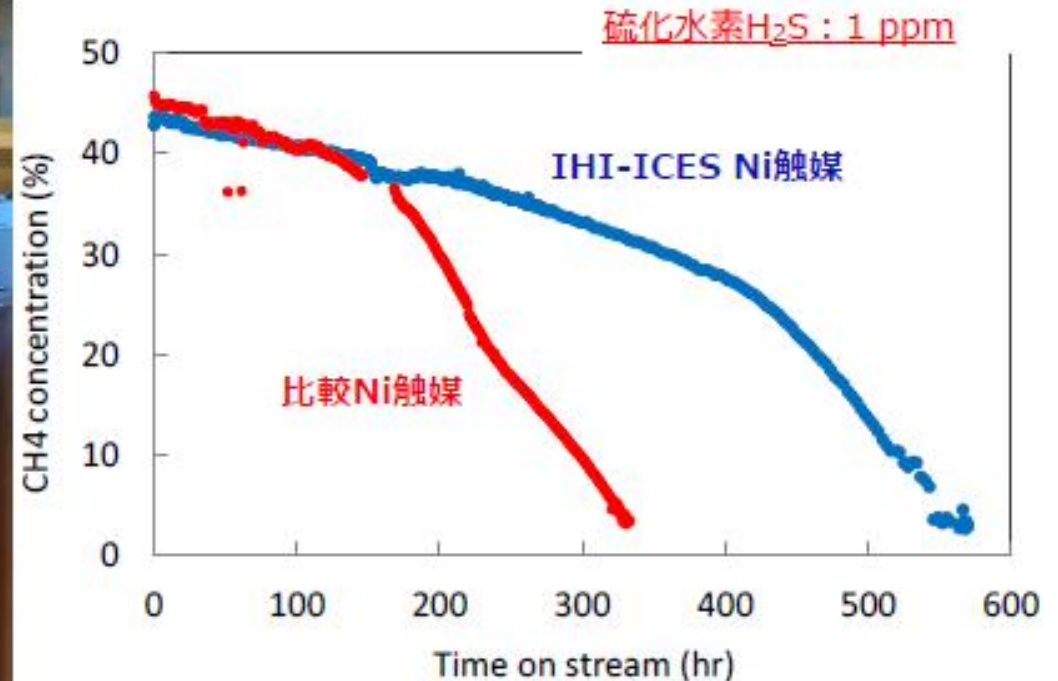
メタネーション触媒の被毒に対する耐性

- ✓ 硫黄は、Niと親和性が非常に強いため、Ni触媒の代表的な被毒物質であるため、原料ガス中に微量に含まれていても触媒劣化の要因となる

CO₂メタネーション試験試験装置



強制被毒試験（加速試験条件）

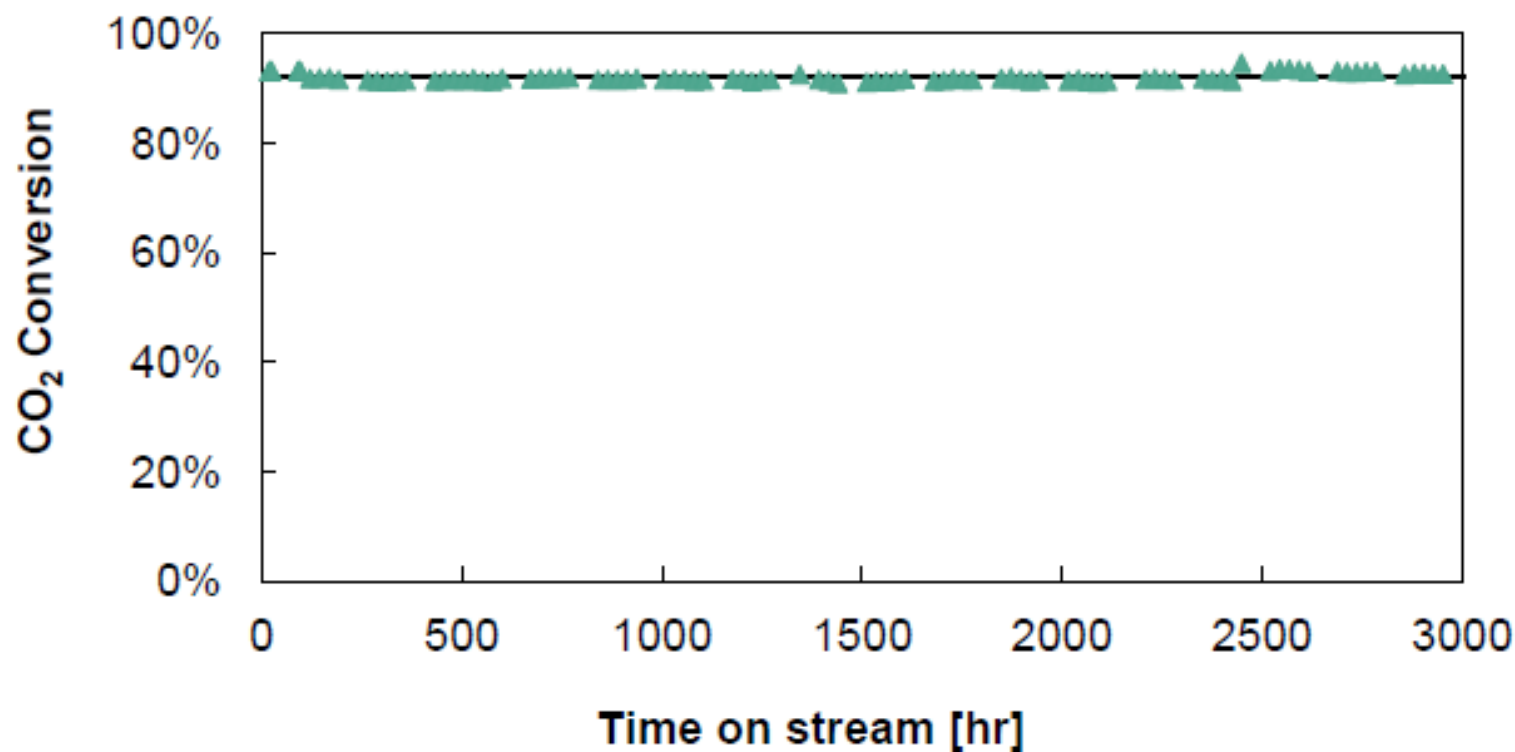


- ✓ 開発したNi触媒は、比較用の市販Ni触媒を比較すると、劣化速度が2倍程度遅い
- ✓ 開発したNi触媒では、Niナノ粒子構造が反応中も維持され、Ni表面積が高いため、硫黄被毒に対する許容度が高いと考えられる



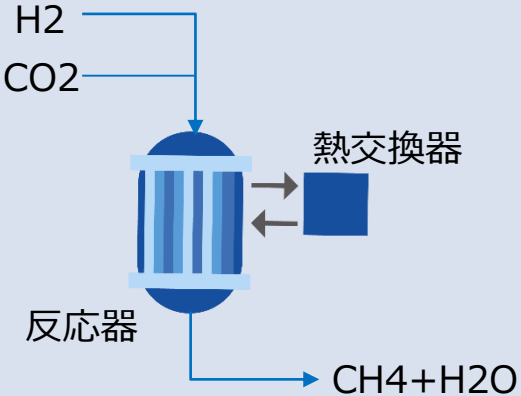
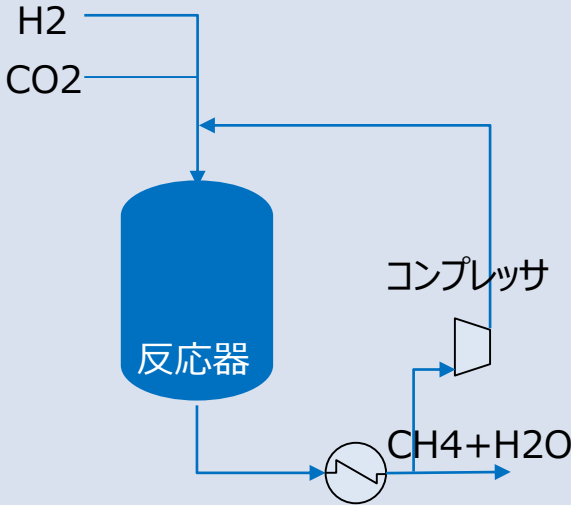
ペレット状に成形した触媒を使用

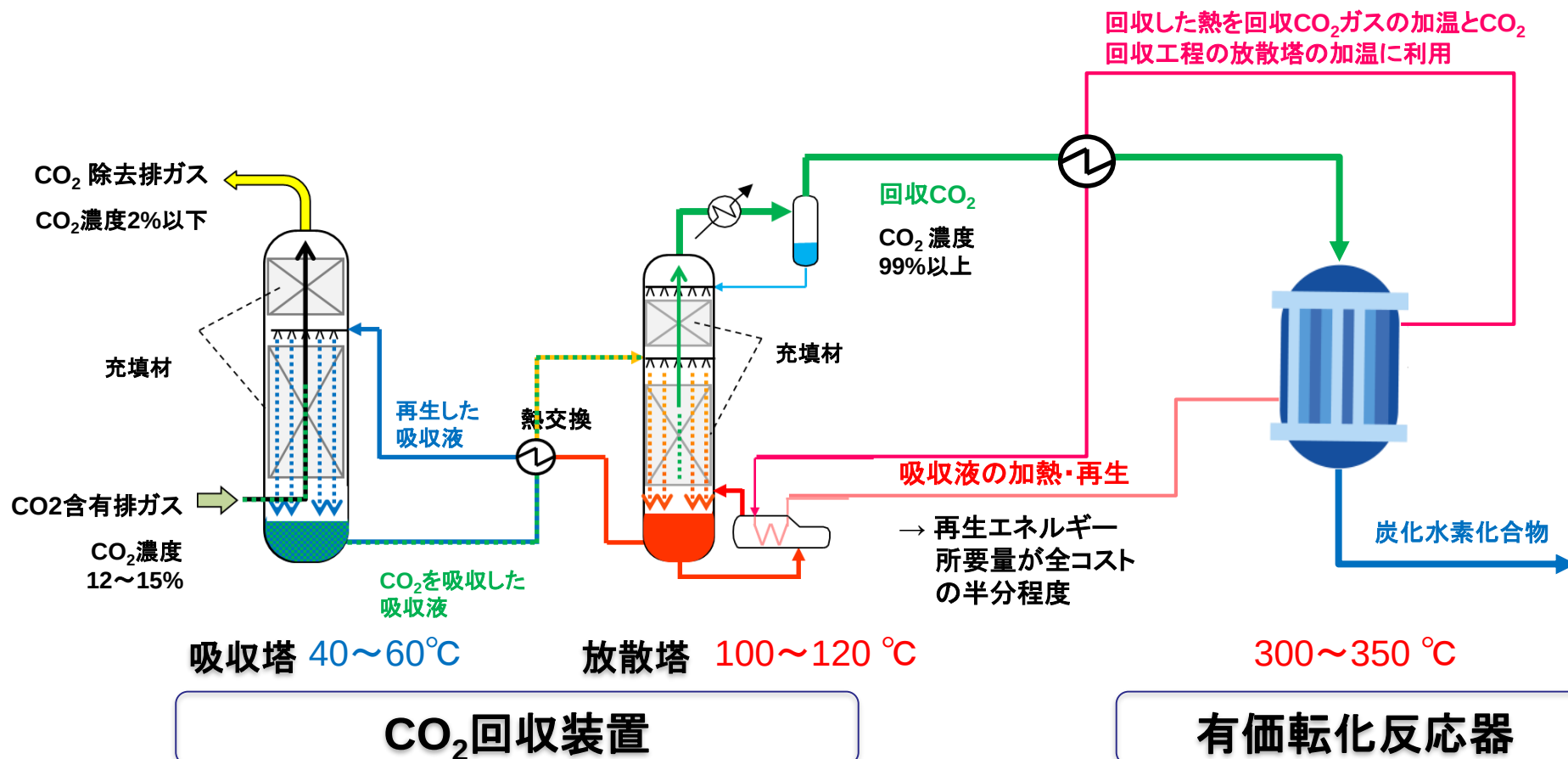
試験条件	
温度	350℃
圧力	5 bar
H ₂ /CO ₂ 比率	4.0



3000hr以上にわたる連続試験で、触媒性能劣化の兆候は見られず、安定した性能が得られることを確認

必要とする容量や各種制約条件を考慮の上，最適な反応プロセスを選択する。

反応器型式	熱交換型	断熱型(リサイクル)
方式	熱媒(水・蒸気・オイル・溶融塩等)を用いて、積極的に熱交換を行い、除熱することで、反応温度を一定に保つ。	反応器に熱交換機能はなく、入口ガス濃度・温度により反応温度を制御する。 温度制御のため、製造ガスをリサイクルする。
概念フロー	 H₂ CO₂ 反応器 熱交換器 CH₄+H₂O	 H₂ CO₂ 反応器 コンプレッサ CH₄+H₂O
内部構造	複雑 (例:プレート型、Shell & Tube)	シンプル (例:固定床)
性能	高 出口温度が低い⇒平衡上有利	低 出口温度が高い⇒平衡上不利



発熱反応である炭化水素製造工程での熱を、CO₂回収装置での放散工程に利用することにより、運転コストの低減が可能となる。

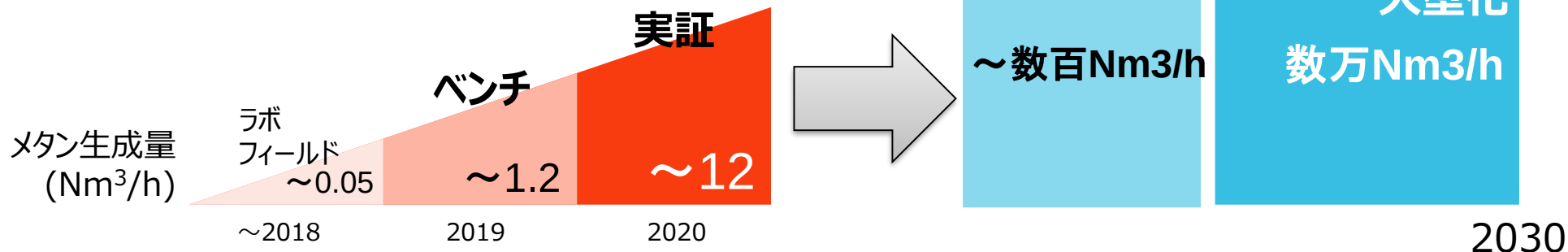
メタネーションプロセスのスケールアップ



0.05Nm³-CH₄/h反応装置
(ICES@シンガポール)

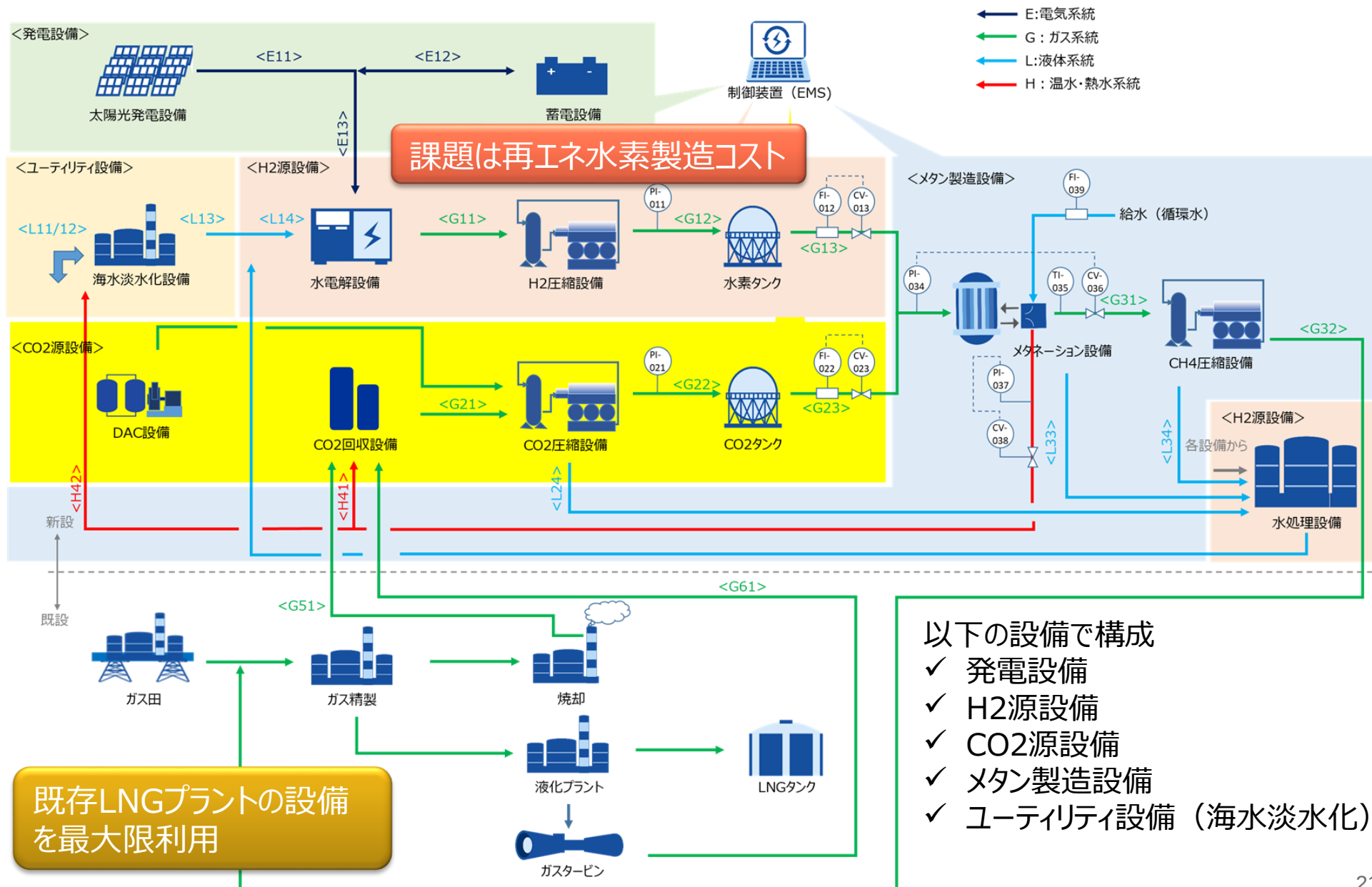
1.2Nm³-CH₄/h反応装置
(IHI横浜事業所)

12.5Nm³-CH₄/h反応装置
(SIGC水素研究棟)



No.	メタン合成量	目的	設置場所	備考
1	0.05Nm ³ /h	触媒開発 パラメータ特性把握	シンガポール共同研究先	試験完了
2	1.2Nm ³ /h	スケールアップ 触媒反応器性能確認	IHI横浜事業所	試験完了
3	12.5Nm ³ /h	スケールアップ 触媒反応器性能確認 システム運用特性把握	そうまIHIグリーンエネルギーセンター (SIGC)	試験完了

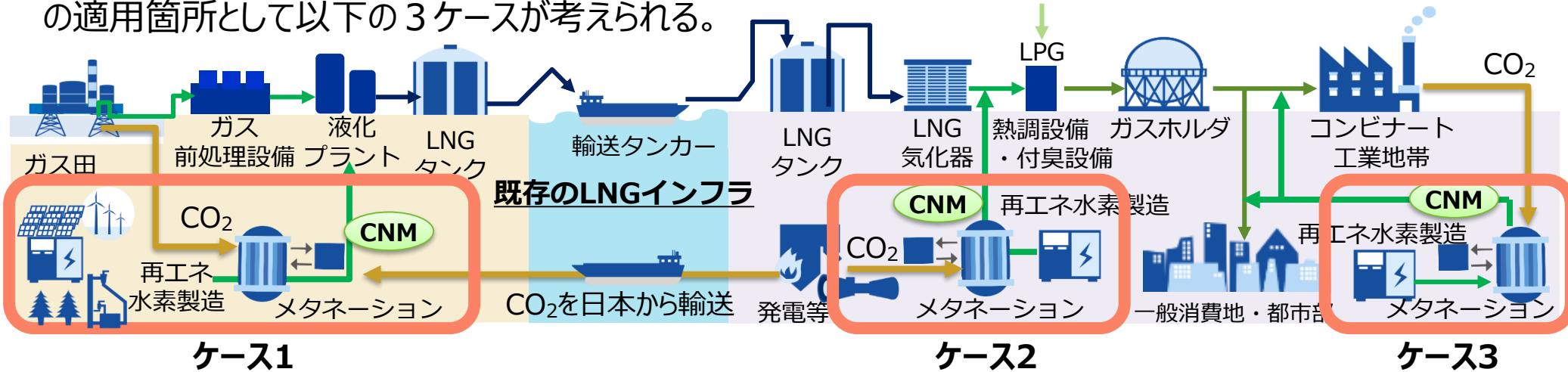
メタネーションプラントの検討：海外大型プラント



ケーススタディ／抽出課題

メタネーションプラントの適用箇所

LNGバリューチェーン・都市ガス導管網といった既存インフラを最大限利用。
CO₂・水素（再エネ）供給源，LNG・都市ガスインフラへのアクセスの容易さから，メタネーションプラントの適用箇所として以下の3ケースが考えられる。



ケース1

ケース2

ケース3

ケース	設置場所	メリット	課題
1	ガス田・LNGプラント近傍	✓ 大規模な水素（再エネ）供給源の確保が比較的容易	✓ 水素製造コスト（再エネ発電コスト） ✓ 大規模化した場合のCO₂の確保 ✓ CO₂削減実績（クレジット）計上
2	LNG受入基地近傍	✓ 付臭・熱量調整設備があり，都市ガス導管を通した合成メタン供給が容易	✓ 水素（再エネ）・CO₂の確保 ✓ 出力制限対象となった余剰再エネ電力の利用（系統経由では利用不可）
3	各種工場（CO ₂ 排出源）	✓ CO₂排出量を直接削減可能 ✓ 都市ガス利用設備の改造・リプレイスが不要	✓ 水素（再エネ）の確保 ✓ 余剰再エネ電力の利用（ケース2に同じ） ✓ 都市ガスと合成メタンの熱量差 ✓ 副生水素利用の場合の環境価値

1. カーボンニュートラルメタンの環境価値
2. 海外で製造したカーボンニュートラルメタン使用におけるCO₂削減実績計上
3. 出力制限対象となった余剰再エネ電力の利用
4. 副生水素利用の場合の環境価値
5. 都市ガスと合成メタンの熱量差（導管注入のための熱量調整）
6. カーボンニュートラルメタンのイメージ戦略

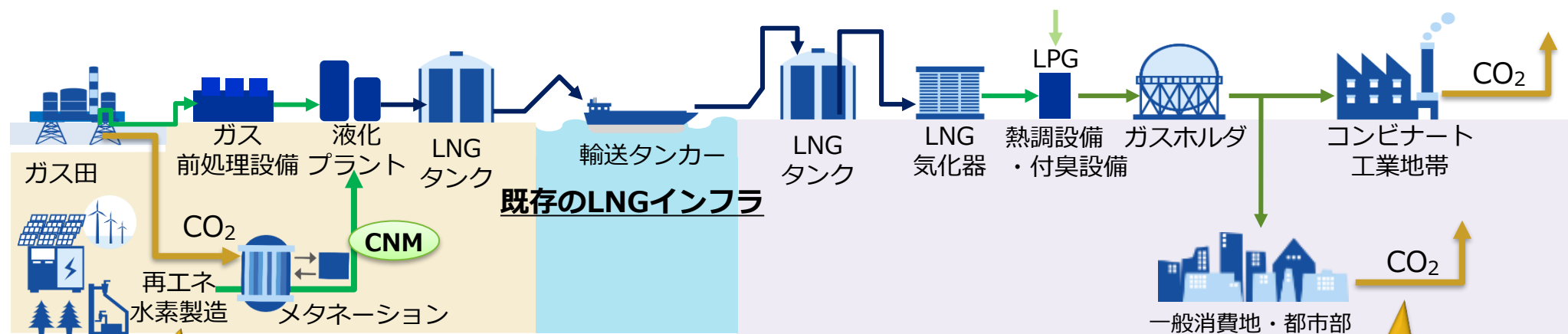
1. カーボンニュートラルメタンの環境価値

合成メタン＝カーボンニュートラルメタンに、環境価値が付加され取引も可能になれば、メタネーション導入促進に資すると考える。

例) 既存の環境価値取引: Jクレジット, 非化石証明等々

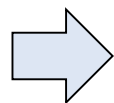
2. 海外で製造したカーボンニュートラルメタン使用におけるCO₂削減実績計上

海外で回収したCO₂を日本で排出する場合でも、日本において実質CO₂ゼロエミッションと認められる制度設計が必要。

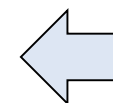


ケース1

CO₂の回収は海外でなされる。



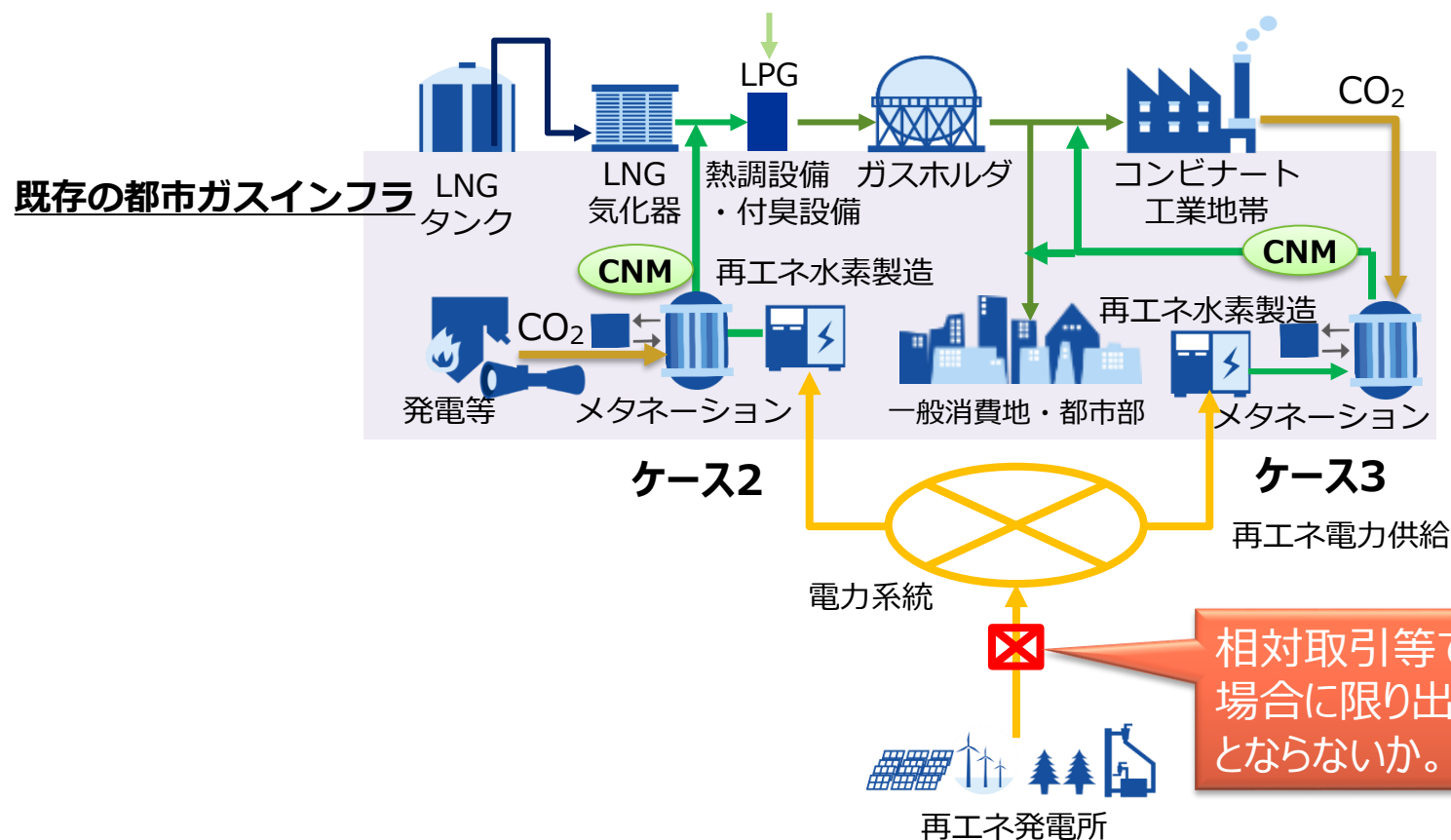
地球規模で見ればカーボンニュートラル。
ケース1の合成メタンが、カーボンニュートラルであると認められるために必要な制度は？



日本ではCO₂が排出される。

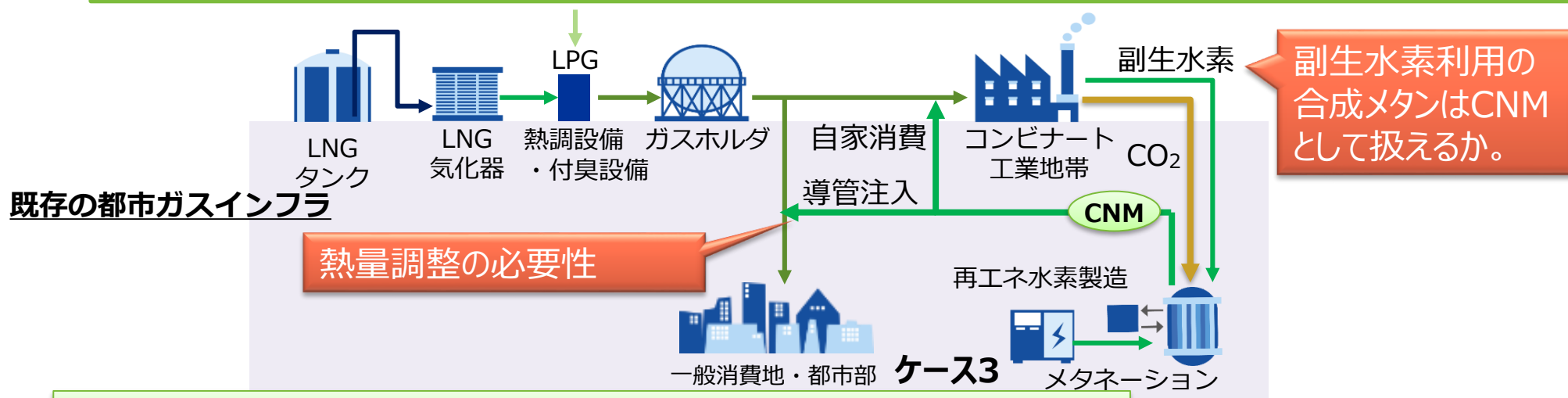
3. 出力制限対象となった余剰再エネ電力の利用

メタネーション社会実装における最大の課題は、原料たる水素コストの低減である。
ケース2、ケース3においては、その現実的な解として、「メタネーションを既存の電力需要で消費しきれない余剰再エネ電力の受け皿の1つとして位置づける」ことが考えられる。
出力制限を受けた再エネは、相対取引が成立していたとしても系統経由では受け取れない。



4. 副生水素利用の場合の環境価値

ケース3では、化学プロセスから発生する未利用の副生水素を利用する場合も考えられる。この場合についても合成メタンをカーボンニュートラルメタンと扱えると、利用促進に資すると考える。



5. 都市ガスと合成メタンの熱量差（導管注入のための熱量調整）

ケース3では合成メタンの自家消費による既存都市ガス利用設備のカーボンニュートラル化が考えられる。他方、ケース2のようなLNG受入基地以外においても、合成メタンをカーボンニュートラルメタンとして都市ガス導管に注入するニーズは存在すると考える。合成メタンの熱量は現在の都市ガスの熱量との間ではその差が生じる。今後、合成メタンの導入量が増える際には、コスト負担や熱量調整の取り扱いについて検討も必要と考える。

6. カーボンニュートラルメタンのイメージ戦略

カーボンニュートラルメタンの社会的認知を高めるイメージ戦略が必要（環境価値を感じるネーミング等々）

関連実績のご紹介

メタネーション適用事例 ～適用箇所ケース3～

ホーム / ニュース / 2021年度 / 資源・エネルギー・環境

/ アサヒグループ研究開発センターへメタネーション装置初号機を納入 ～工場内のカーボンリサイクルに向けた回収CO₂と水素製造実証に採用～

アサヒグループ研究開発センターへメタネーション装置初号機を納入 ～工場内のカーボンリサイクルに向けた回収CO₂と水素によるメタン製造実証に採用～

-2021年08月31日- プレスリリース

株式会社 IHI（所在地：東京都江東区、社長：井手 博、以下「IHI」）は、飲料大手のアサヒグループホールディングス株式会社の独立研究子会社であるアサヒクオリティアンドイノベーションズ株式会社へ、二酸化炭素(CO₂)と水素(H₂)からメタン(CH₄)を製造するメタネーション装置を、このたび納入しました。本装置はアサヒグループ研究開発センター（茨城県守谷市）内に設置され、同センター内で回収されたCO₂を用いて、工場内のカーボンリサイクルに向けて、国内食品企業で初となるメタネーション実証試験に利用されます。これは、IHIとして初のメタネーション装置の納入となります。

ニュース

▼2021年度

経営・決算

▼資源・エネルギー・環境

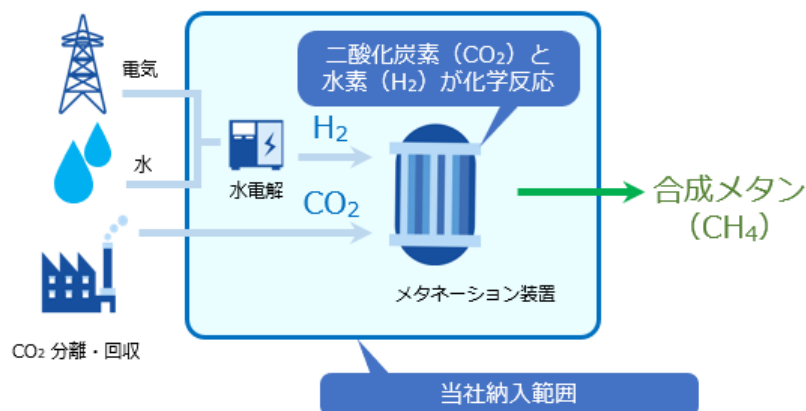
社会基盤・インフラ

産業システム・機械

航空・宇宙

IHIホームページ

https://www.ihico.jp/ihico/all_news/2021/resources_energy_environment/20210831.html



メタネーションの合成フローとIHI納入範囲



アサヒグループ研究開発センター内に設置したメタネーション装置

2021/08/31プレスリリース

- ◆ 飲料大手のアサヒグループホールディングス株式会社の独立研究子会社であるアサヒクオリティアンドイノベーションズ株式会社へ、メタネーション装置を納入（IHIとして初のメタネーション装置納入となる）

・アサヒグループホールディングス社

<https://www.asahigroup-holdings.com/pressroom/2021/0831.html>

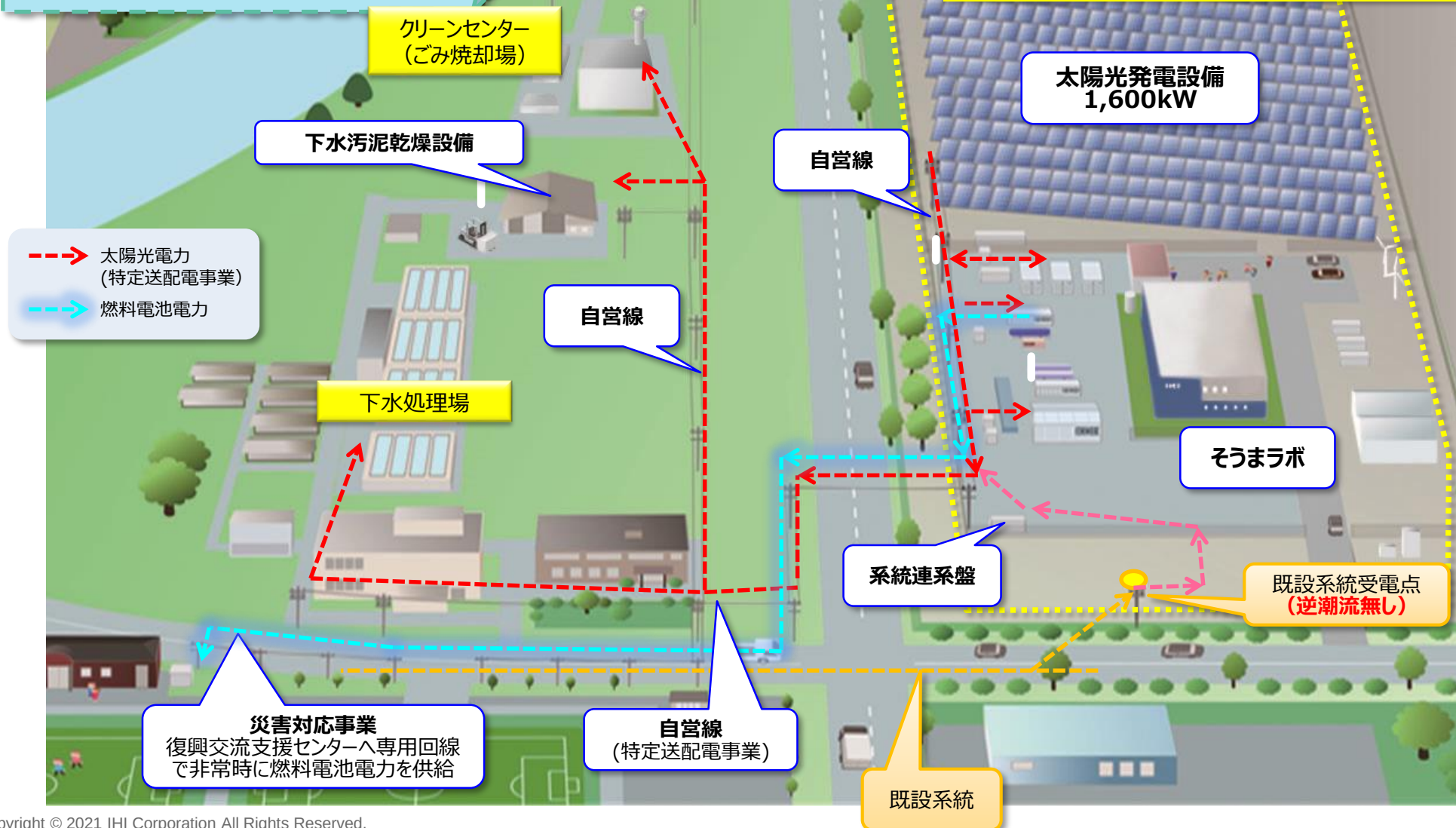
- ◆ 本装置はアサヒグループ研究開発センター内に設置され、同センター内で回収されたCO₂を用いたメタネーション実証試験に利用
- ◆ お客さまは工場内のカーボンリサイクルに向けて、国内食品企業では初の採用。

そうま I H I グリーンエネルギーセンター

IHI

- ◆ スマコミ事業の推進拠点
- ◆ 開所後の視察者数は**1,400人**を突破(2021年3月31日時点)

そうまIHIグリーンエネルギーセンター
(SIGC : Soma IHI Green Energy Center)
相馬市光陽2丁目 相馬中核工業団地 (東地区)
広さ: 約 54,000m²



2020年9月 水素研究棟「そうまラボ」開所

＜太陽光発電電力の地産地消の実現＞ ＜地域振興・発展に寄与すること＞ を目的とした
そうまIHIグリーンエネルギーセンター内に開所

【水素先進利用研究に適した研究インフラ】

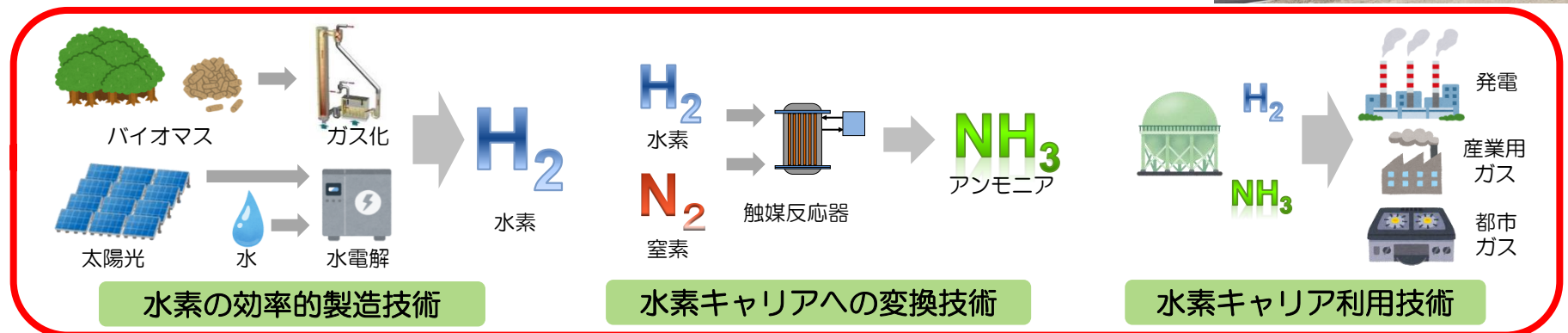
- 水素製造・利用も含めた形で、再生可能エネルギーの有効利用技術を実証
- 水素供給インフラが整備され、長時間の水素関連実証試験が可能に

【オープンイノベーション／地域貢献】

- 水素関連の研究を、国内外の研究機関・企業と共同で行える場を提供することにより、研究者等の交流人口増加や地域活性化を期待
- 水素等の科学・エネルギーを身近な存在にするための活動の取り組み
→ 地域の学校や企業との連携による体験学習の場を提供



IHIの水素関連研究開発候補（例）





水素貯蔵タンク
(400Nm³)



アルカリ型水電解装置
(25m³/h水素製造)



PEM型水電解装置
(30m³/h水素製造)

- そうまラボに**12.5Nm³/hのメタネーション実証試験装置**を設置。
- 2020年12月14日には、（一社）日本ガス協会ならびに大手ガス会社（東京ガス、大阪ガス、東邦ガス、西部ガス、広島ガス）の皆様がご来訪。



**SIGCそうまラボ
（水素研究棟）**

**実証試験装置
（そうまラボ大セル内）**



ご清聴ありがとうございました。

