

INPEXのCO₂-メタネーション技術について ～NEDO-CO₂有効利用技術開発事業～

2021年06月28日

株式会社INPEX
再生可能エネルギー・新分野事業本部
常務執行役員 本部長
石井 義朗



INPEX構想の電気・水素・メタン（2次エネルギー）のバリューチェーン

INPEX

既存インフラが
充実

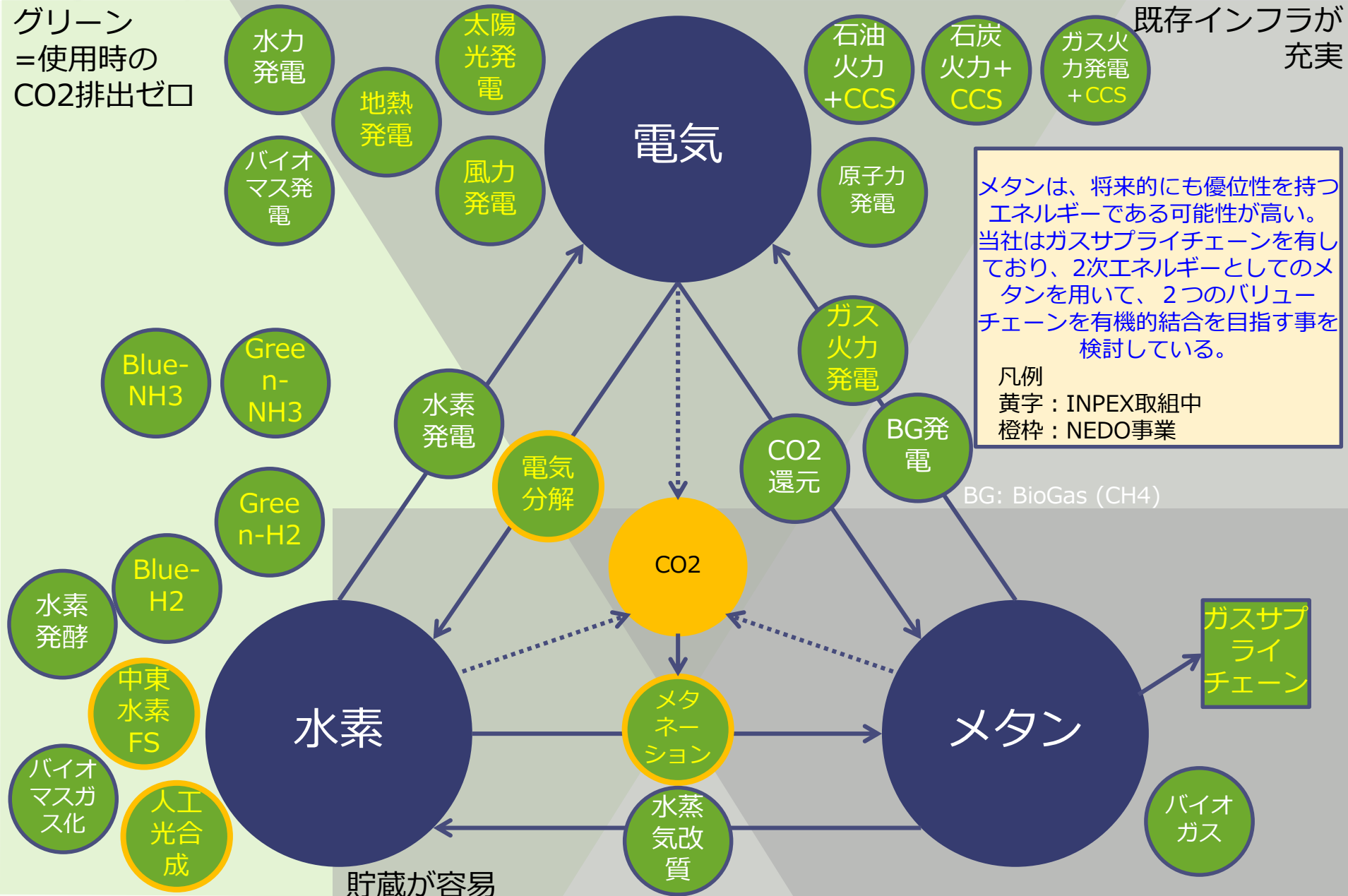
メタンは、将来的にも優位性を持つエネルギーである可能性が高い。当社はガスサプライチェーンを有しており、2次エネルギーとしてのメタンを用いて、2つのバリューチェーンを有機的結合を目指す事を検討している。

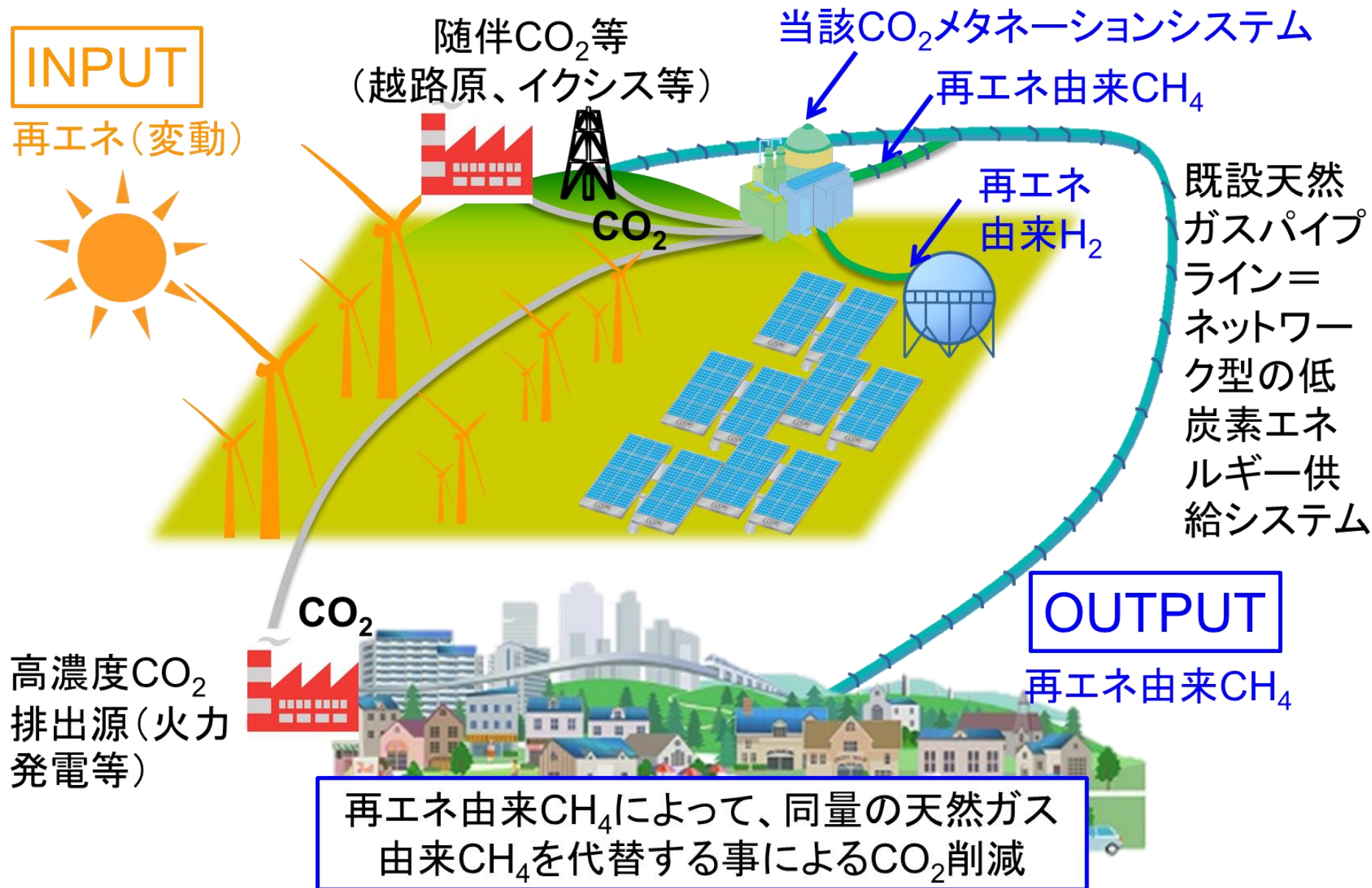
凡例

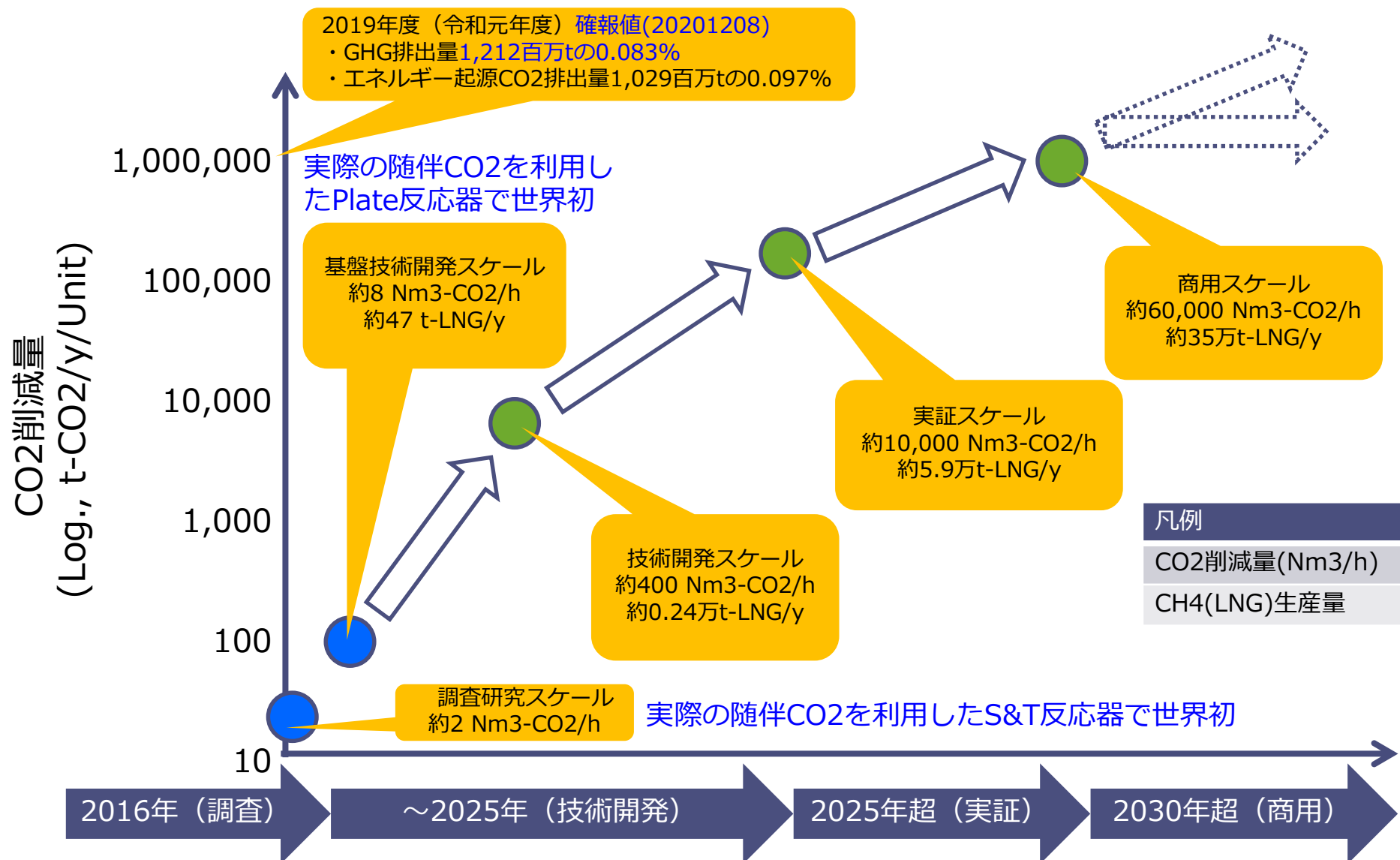
黄字：INPEX取組中

橙枠：NEDO事業

BG: BioGas (CH₄)



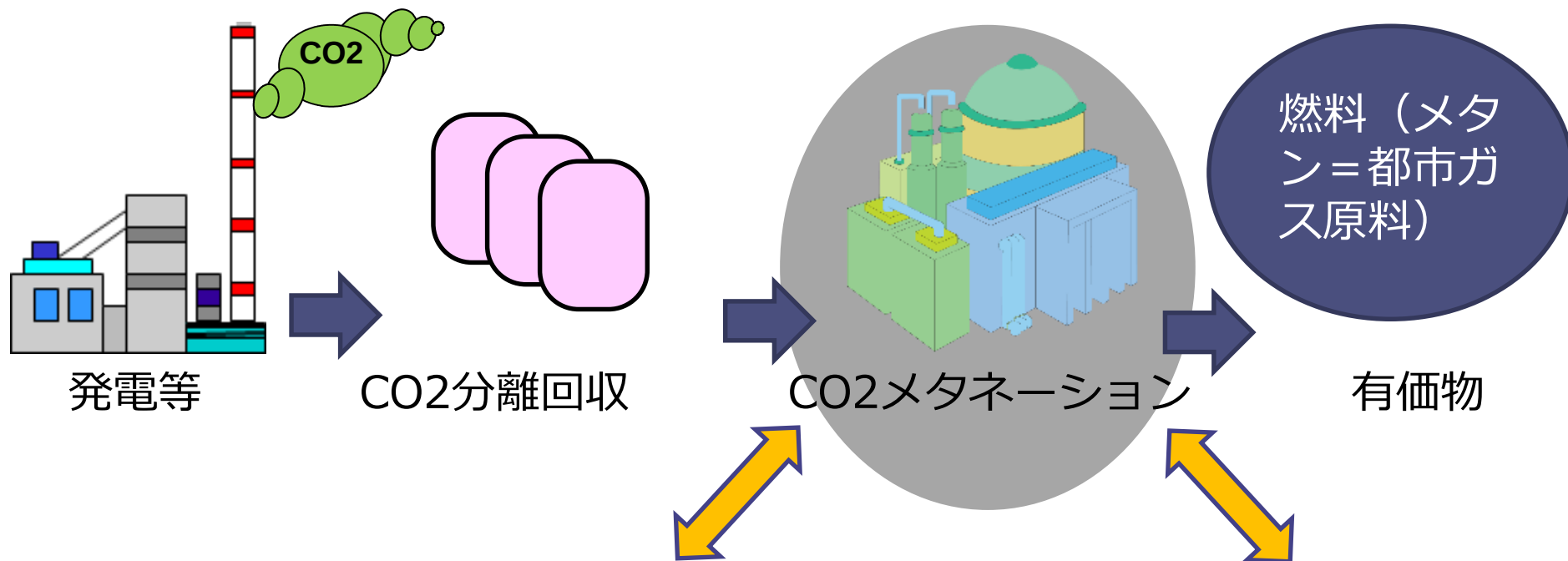




スケールアップによるコストダウンを補完する段階的な技術開発が必要

GHG: Green House Gas, LNG: Liquefied Natural Gas, S&T: Shell and Tube

NEDO-CO2有効利用技術開発事業 3



●水の電気分解によるH2生産

基本反応(Nm3ベース)：

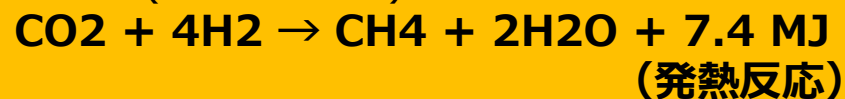


装置イメージ：

家庭用エネファームと同じPEM（固体高分子）膜を利用（逆反応）した装置

●得られたH2とCO2からのメタネーション

基本反応(Nm3ベース)：



装置イメージ：

Ni系無機触媒を熱交換器（プレート型）に充填した装置
天然ガスの水蒸気改質によるH2生産の逆反応

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)環境部 クリーンコールグループ

研究開発責任者

PL : 日大工学部 坂西 欣也 客員教授

技術検討委員会

推進委員会

委員会事務局

INPEX

知財運営委員会

委託

委託

③-1-(4)
プロセス適用性・
経済性評価

課題解決策の検討のため
の各外注(FY2020)

国際石油開発帝石
株式会社(INPEX)

8者が有機的に連
携（相互補完）

日立造船株式会社
(Hitz)

③-1-(3)
プロセス運転マ
ネージメント

外注

外注

外注

外注

再委託

再委託

千代田化工建設
株式会社
(CYD)

豪州連邦科学産業
研究機構
(CSIRO)

東洋エンジニアリ
ング株式会社
(TEC)

国立研究開発法人
産業技術総合研究
所(AIST)

国立大学法人
名古屋大学大学院
(NU)

①-4-(2)
最適反応器比較

③-1-(5)
日豪CR-MoC
に基づくPre-FS

③-1-(4)
技開スケールの
概念設計・基本設計

③-1-(2)
触媒活性
マネージメント

③-1-(1)
反応熱エネルギー
マネージメント

みずほ情報総研
株式会社
(MHIR)

③-1-(4)
制度設計支援

CR: Carbon Recycle, MoC: Memorandum of Cooperation, FS: Feasibility Study

メタネーション試験設備
実際の随伴CO2を利用し
たPlate反応器で世界初

越路原発電所

ガス処理プロセス(3系列)

INPEX既設ガス処理プロセス
から、CO2メタネーション試
験設備に、CO2等を供給

INPEX長岡鉱場
越路原プラント全景

https://www.inpex.co.jp/business/renewable/vtour/index_nossi.html

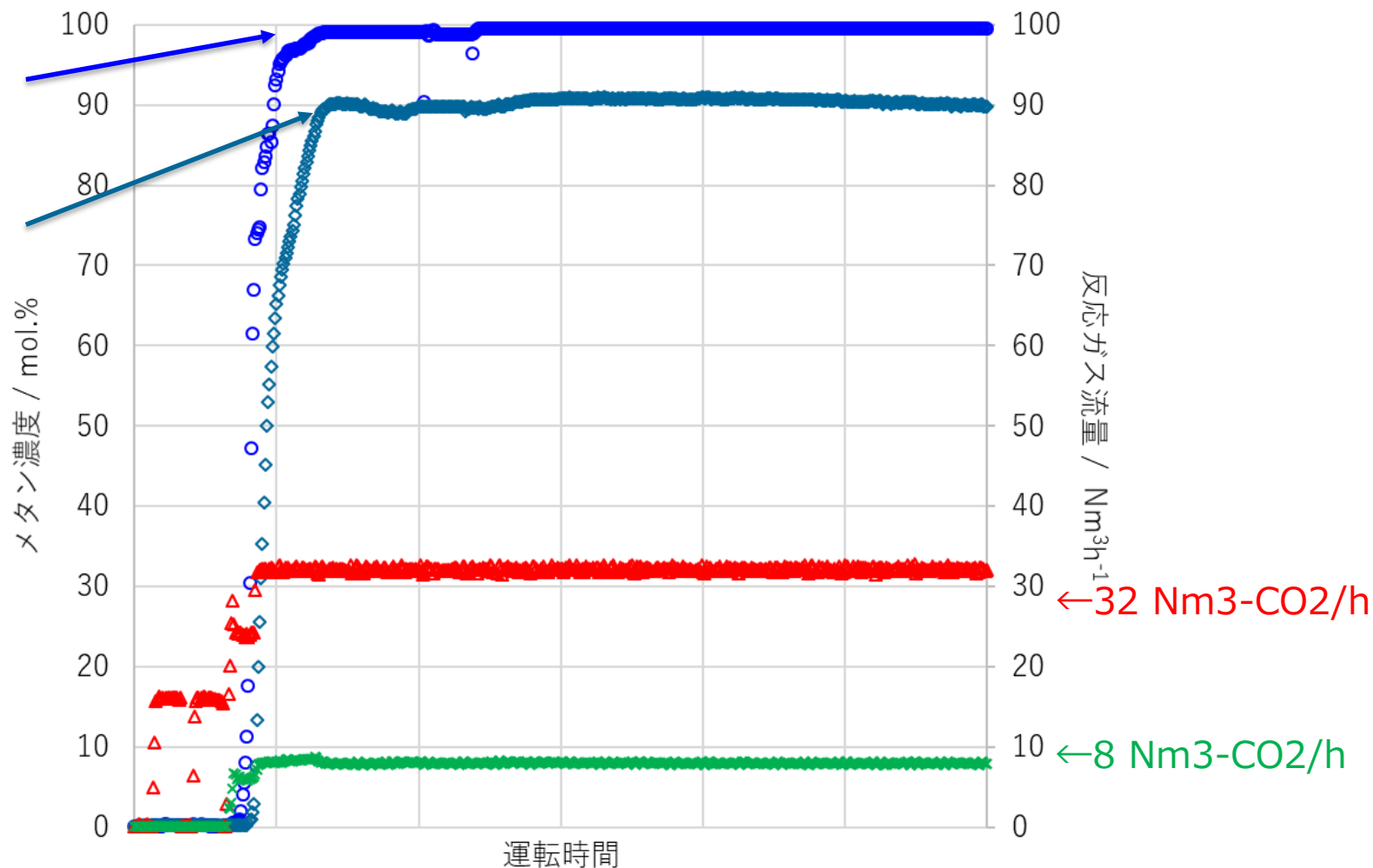
竣工した8 Nm³-CO₂/hの試験設備（2019年8月末撮影）



NEDO-CO₂有効利用技術開発事業において、総運転時間4,500時間に向けて運転継続中。

膜分離後
メタン濃度
(Max. 99.6%)

反応器出口
メタン濃度
(Max. 91.2%)



運転温度 : 200℃
 運転圧 : 0.7 MPaG
 流量 : 40 Nm³/h (フルスケール)

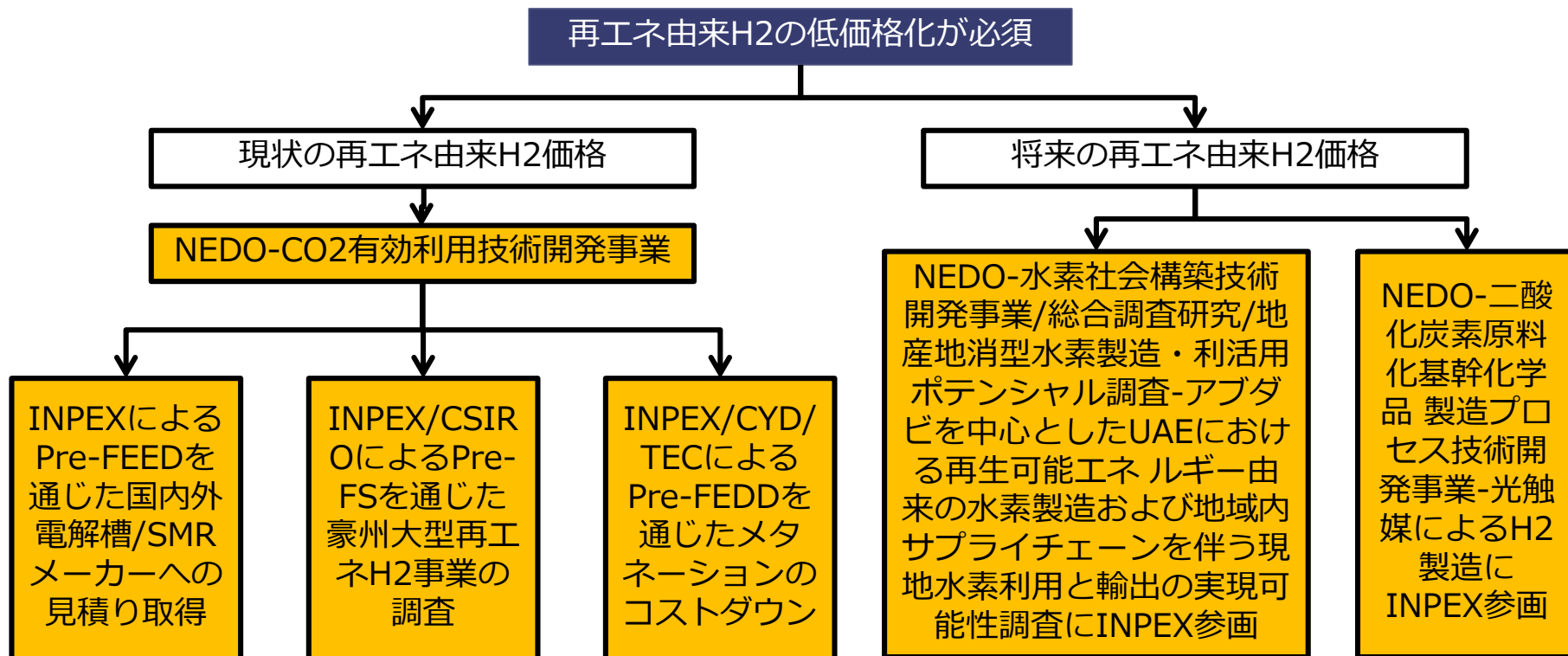
上図：2020年度プラント運転状況と成果
 連続運転データ一例
 ⇒ 総運転時間4,500時間に向けて運転継続中

目標値である96%超のメタン濃度を達成、総運転時間4,500時間に向けて運転継続中。

再エネ由来CH₄の価格は、PV/WT等の再エネ由来電力を用いて電気分解によって再エネ由来H₂を生産する場合、再エネ由来電力価格に依存する（p.4の右の反応式より）。

電解槽による生産原単位を、仮に5 kWh/Nm³-H₂とした場合、単純に（PV/WT、電力平滑化、電解槽等設備やロジ等CAP/OPを含まずに）5円/kWhの再エネ由来電力を用いると25円/Nm³-H₂となる。

→このH₂で、CO₂-メタネーションすると、単純に（CO₂分離、メタネーション等設備やロジ等CAP/OPを含まず）4倍の100円/Nm³-CH₄となる。



再エネ由来水素の価格低減についても、様々に検討中。

CH4の生産分類	エネルギーとしての 利便性・実用性	CO2排出の位置付け	規模感	H2社会への寄与
天然ガス由来 CH4	都市ガス原料、 発電燃料、自動車 燃料等。石油・石 炭に比べ環境性に 優れる。	燃焼に伴いCO2を排出する。	大規模・ 集中	水蒸気改質でH2を生産可能。 排出されるCO2はCCS等が必要。
再エネ由来 CH4 (CN-CH4, Premium-CH4, Clean-CH4, CR-CH4 etc.)	既存天然ガスインフラを用いてもCO2削減に寄与できる。	燃焼に伴いCO2を排出する。 再エネを利用してCO2を固定しているので、カーボン・ニュートラルが妥当。	大規模・ 集中	水蒸気改質でH2を生産可能。 排出されるCO2は再エネ電力を利用してCO2が固定されているので、カーボン・ニュートラルが妥当。
バイオガス由来CH4	FITによりバイオガス生産設備（メタン発酵）やバイオガス発電設備が急増している。	燃焼に伴いCO2を排出する。 バイオマス生産時にCO2を固定しているので、カーボン・ニュートラル。	小中規模・ 分散	水蒸気改質でH2を生産可能。 排出されるCO2はバイオマス生産時にCO2が固定されているので、カーボン・ニュートラル。

再エネ由来CH4をカーボンニュートラルとする制度設計、構築が必須

再エネ由来CH4によって、既存天然ガスインフラを用いてもCO2削減が可能

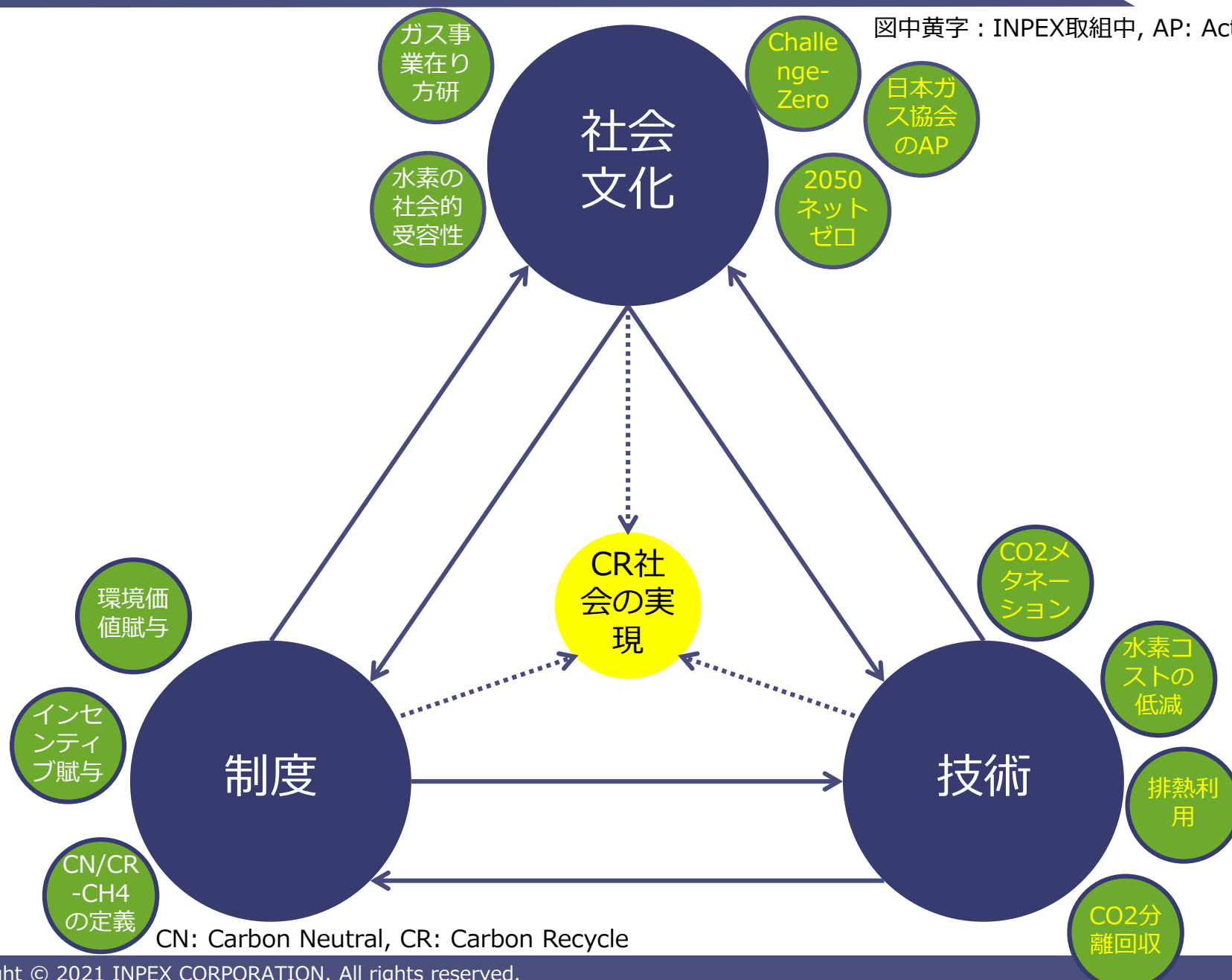
NEDO-CO2有効利用技術開発事業において、みずほ情報総研殿と検討中。

CCR研究会・制度設計検討WGにおいて、日本ガス協会殿、みずほ情報総研殿と検討中。

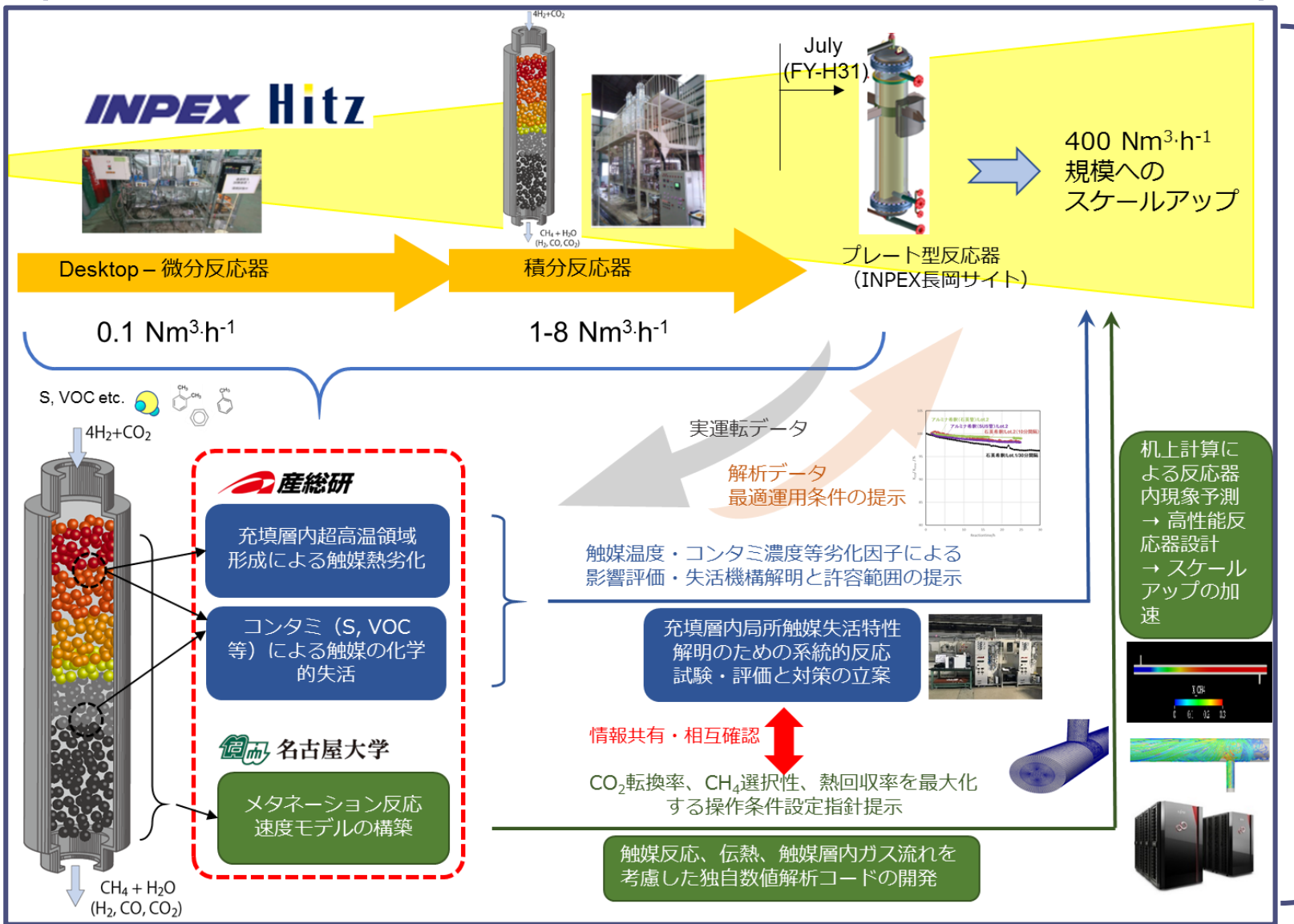
CN: Carbon Neutral, CR: Carbon Recycled

NEDO-CO2有効利用技術開発事業 10

図中黄字：INPEX取組中, AP: Action Plan



- ・最適プロセスの評価検討
- ・400 Nm³-CO₂/hのPre-FEED/FEED



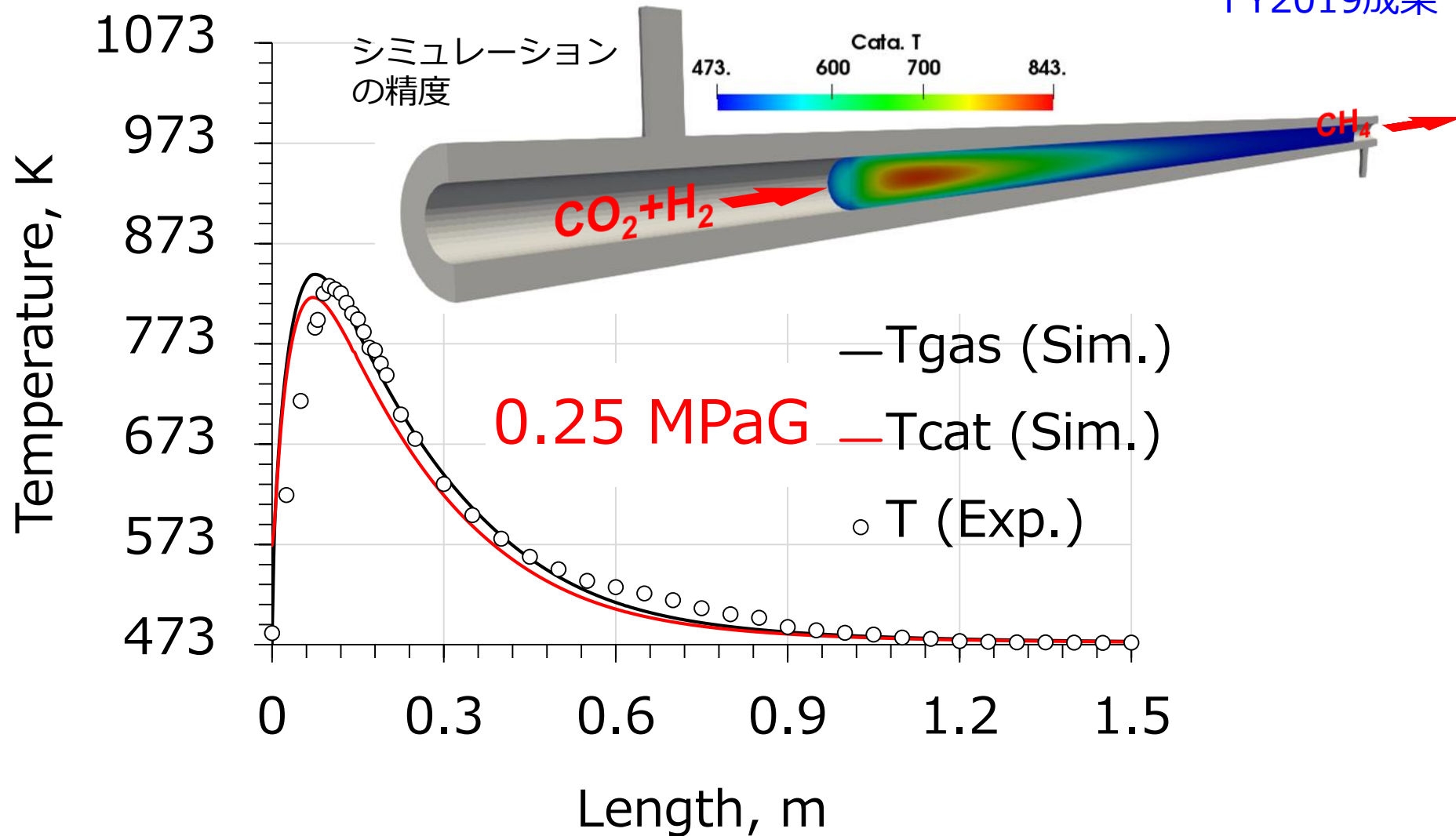
・プロセス適用性・経済性評価

・日豪CR-MoCに基づくPre-FS

研究開発項目	目標 (実施計画書から抜粋)	進捗	達成度
①-4-(2) 最適プロセスの評価検討(INPEX)	CO2処理規模に応じた最適なメタネーションプロセスを評価検討を実施 (FY2019-2020)	①固定床型、シェルアンドチューブ型、プレート型各々の反応器特性を定量比較し、開発課題、実用化に向けた経済性を整理した。 ②最新データを反映予定。	① 達成 ② 準備中
③-1-(1) 反応熱エネルギーマネージメント技術 (NU/AIST)	メタネーション反応速度を測定し、下記項目を実施 (FY2017-2020) ① 触媒温度・化学種濃度予測(±5%精度) ② 反応熱回収率85%以上実現条件明示 ③ プレート型反応器熱流体シミュレーション ④ 反応速度モデルの適用範囲の拡大 ⑤ 実CO2を使用した反応速度評価	目標①&②達成の準備段階として、 - 全自動触媒反応評価装置による反応速度データを取得 - 反応・流動・伝熱を連成したCFD（数値流体力学）基礎モデルを構築 - 構築モデルにより、測定データを再現済み（±5%精度） ③ Hitz触媒で得られた速度モデルを組み込んだシミュレーションを実施中。 ④ 速度パラメーターの全圧依存性を定式化 ⑤ 実CO2調達準備中	① 達成 ② 達成 ③ 進行中 ④ 進行中 ⑤ 準備中
③-1-(2) 触媒活性マネージメント技術 (AIST/NU)	メタネーション触媒の活性低下率5%/8,000 hを達成するための下記条件の明確化を実施 ① 許容温度範囲 (FY2017-2019) ② 不純物の許容濃度上限値 (FY2017-2020) ③ 実CO2ガス試験による触媒活性劣化の有無確認および不純成分による劣化機構の解明(FY2019-2020)	① Hitz触媒およびチューブラー／ペレット触媒を用いたメタネーション反応特性、発熱挙動、温度均一化に関する検討 ② H2SおよびVOC曝露によるHitz触媒の活性低下挙動調査とメカニズム解明 (S許容範囲、VOC影響一部確認) ③ 実CO2ガス反応試験（一部実施済、劣化機構解析中）と失活要因物質の絞り込み (Sの蓄積確認)	① 達成 ② 進行中 ③ 進行中

注：各々進行中であっても一部達成を含む（次頁同様）

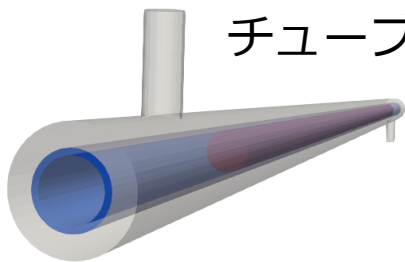
研究開発項目	目標 (実施計画書から抜粋)	進捗	達成度
③-1-(3) プロセス運転マネージメント技術 (Hitz/INPEX)	8 Nm ³ -CO ₂ /hメタネーション施設の ① 試験装置の設計 (FY2017) ② 施工 (FY2018) ③ 試運転 (定格・部分負荷運転) (FY2019-2020) ④ 4,500 hの定格連続運転等を実施 (FY2019-2020)	① 実CO ₂ ガス組成を考慮した装置設計済 ② 試験装置・ユーティリティー構築済 ③ 試運転完了 ④ 温度・圧力・負荷量を変動させた各種試験を経て、データを取得。反応器の機能性フル活用化検討を実施し、反応器の容積に対する適切な処理量決定。400 Nm ³ /h一次基本設計を完了。反応器機能性フル活用化実験を経て、二次設計（修正）を実施予定。	① 達成 ② 達成 ③ 達成 ④ 進行中
③-1-(4) プロセス適用性・経済性評価 (INPEX/Hitz)	下記各スケールにおけるメタネーション事業の適用性・経済性評価を実施 ① 400 Nm ³ -CO ₂ /h (FY2017, FY2020) ② 10,000 Nm ³ -CO ₂ /h (FY2018) ③ 60,000 Nm ³ -CO ₂ /h (FY2019-2020) ④ CO ₂ 有効利用トータルシステムの総合評価（反応器比較）(FY2019-2020)	① 適用性評価としてエンジニアリング実施済。追加実施を予定。 ② 副生O ₂ 及び熱販売の市場調査済。 ③ HitzからのPID, PFD等資料待ち、全体についてCH ₄ 販売に加え、副生O ₂ 及び熱販売については検討済。③-1-(5)と合わせて再検討中。 ④ ①-4-(2)として反応器比較検討実施済。①と合わせて再評価中。	① 進行中 ② 達成 ③ 進行中 ④ 進行中
③-1-(5) オーストラリアにおける商用スケール適用に係るPre-FS(INPEX/CSIRO)	③-1-(4)における60,000 Nm ³ -CO ₂ /hのPre-FSを実施(FY2020) ① オーストラリア国内の既存エネルギーインフラ網の調査、地図化 ② 各種再エネポテンシャル、CO ₂ 排出量の調査、地図化 ③ CO ₂ -メタネーション技術の適用モデル案の構築、経済性試算等	1回/月の定例会を通して情報共有を実施 ① 既存電力網、天然ガスPL網、LNG出荷基地等を調査、地図化を実施済、評価中。 ② H ₂ /NH ₃ 事業を含む再エネプロジェクト、火力発電所(Top 20)を調査、地図化を実施済、評価中。 ③ ③-1-(4)と合わせてPFD案を作成、各種データ収集中。	① 進行中 ② 進行中 ③ 進行中



- ◆ 計算に必要なパラメーターは全て、実験条件と物性値に基づく
- ◆ 触媒層温度分布を再現

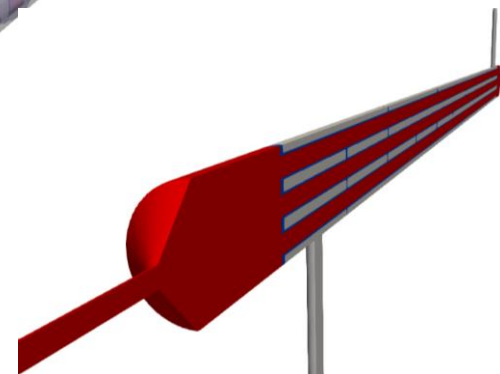
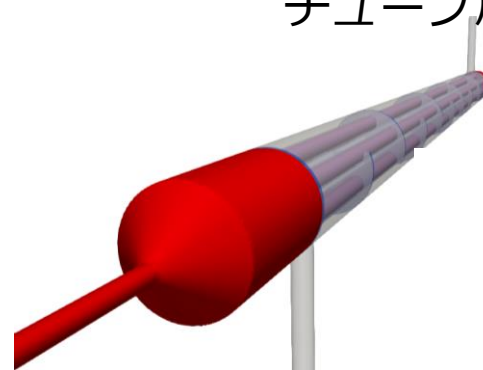
単管シェルアンド
チューブ反応器

30万cell



多管シェルアンド
チューブ反応器

856万cell

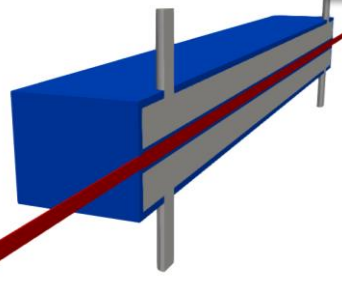
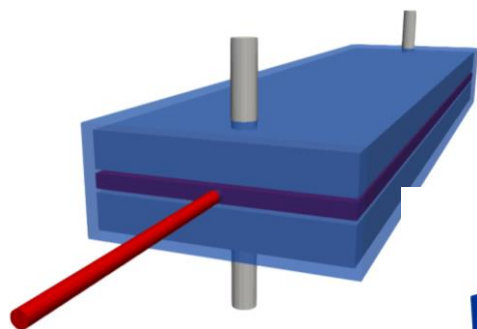


気固液全領域解像した数値計算

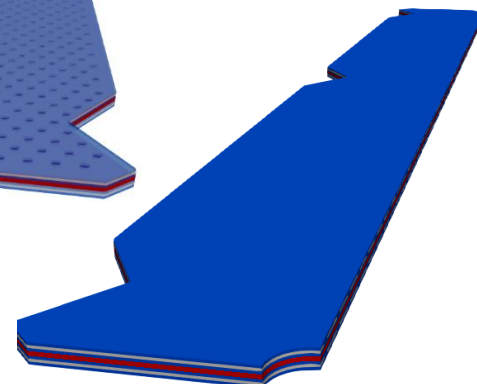
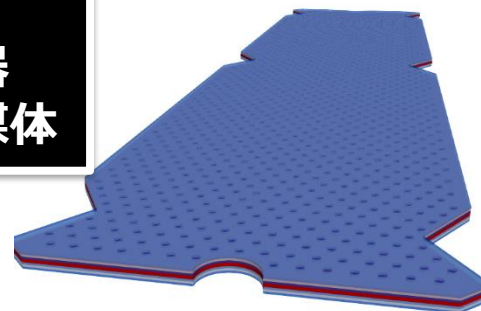
○ small scale



○ large scale



赤 : ガス
青 : 反応器
白 : 冷却媒体



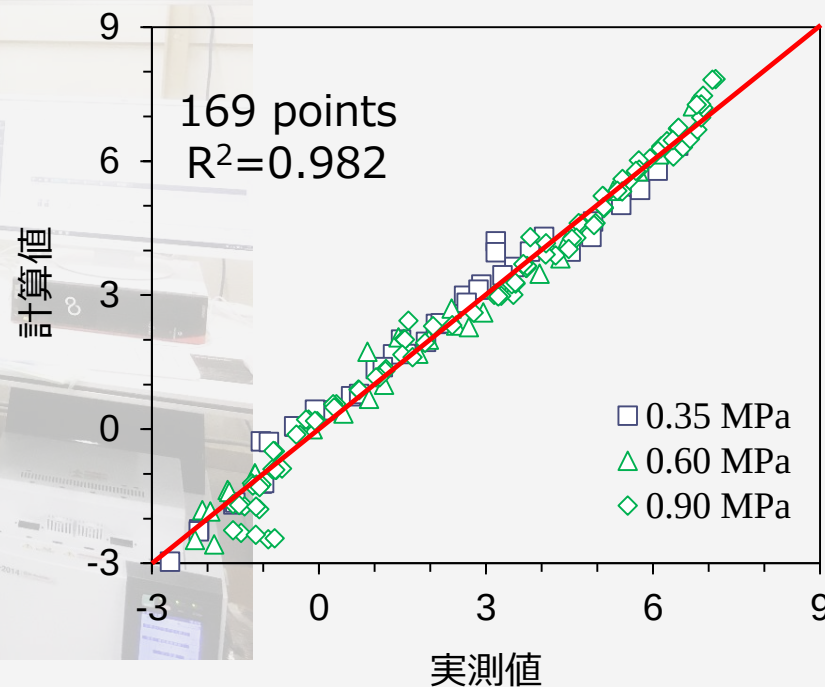
Labプレート反応器 181万cell

8Nm3/hプレート反応器(1/4) 320万cell

メタネーション反応速度モデルの確立

- 各速度パラメーターの全圧依存性を定式化することにより、反応速度モデルの適用範囲を拡大

触媒重量当たりのメタン生成速度の開発モデル
による計算値と実測値の比較

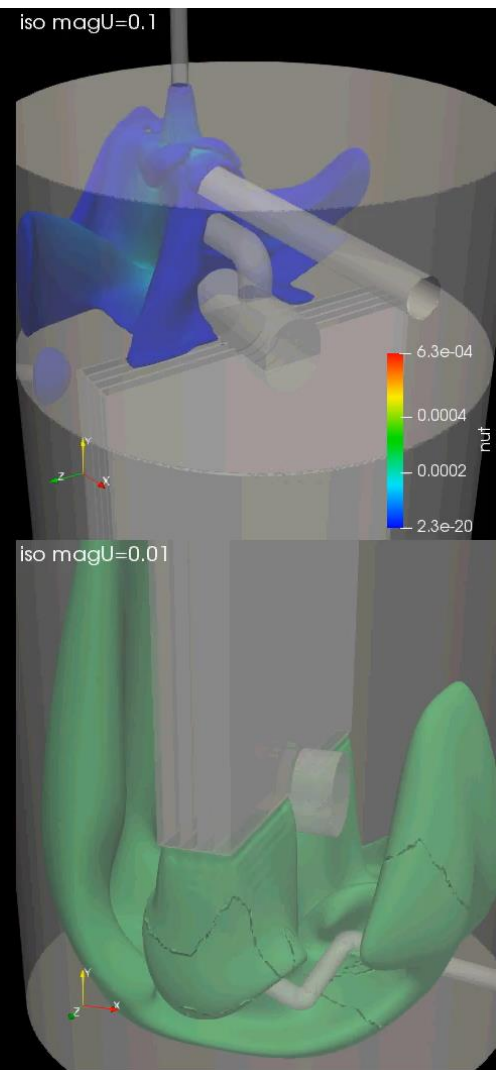
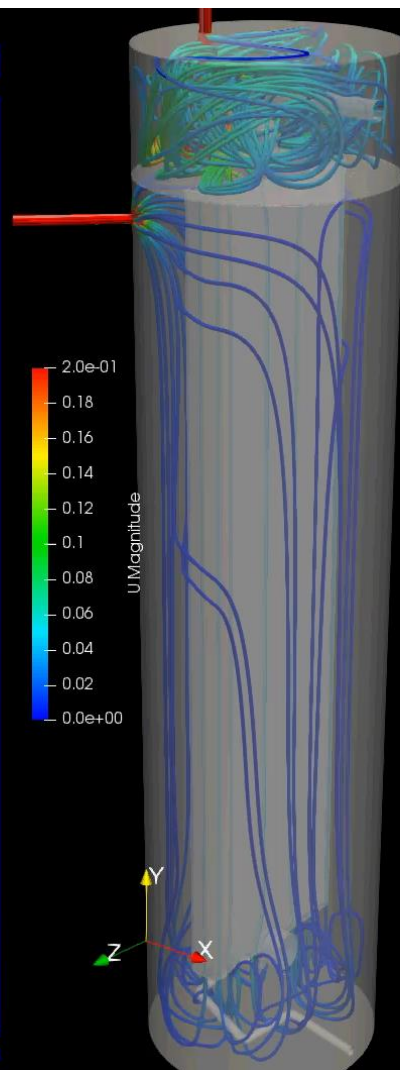
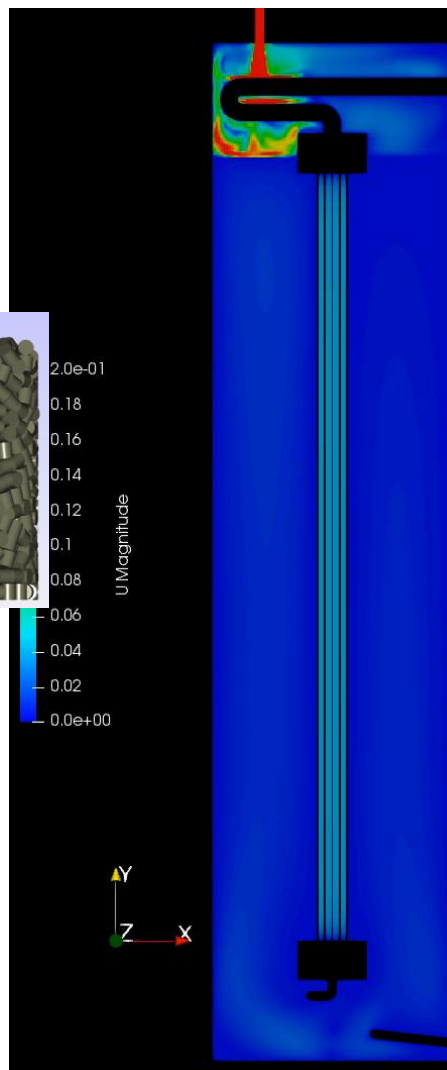
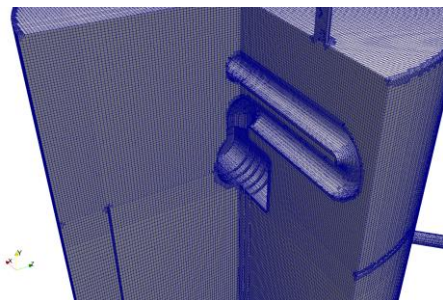
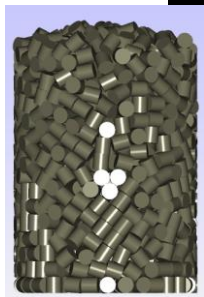
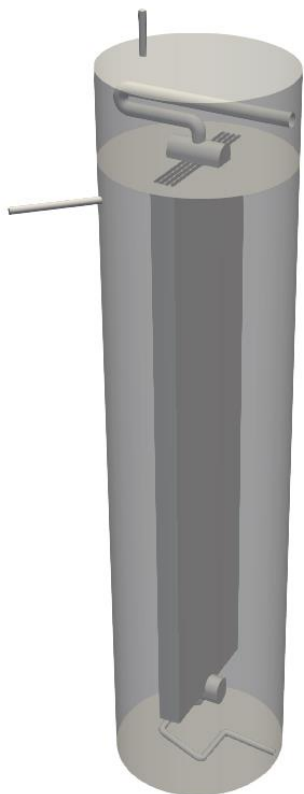


実機で想定されるガス分圧、温度を網羅する条件下で、169の反応速度データを取得

$$r_{\text{CH}_4} = k_f \frac{K_{\text{CO}_2} p_{\text{CO}_2} p_{\text{H}_2}^{0.5}}{(1 + K_{\text{CO}_2} p_{\text{CO}_2})^2} - k_r \frac{K_{\text{H}_2\text{O}} p_{\text{CH}_4}^2 p_{\text{H}_2\text{O}}}{(1 + K_{\text{H}_2\text{O}} p_{\text{H}_2\text{O}})^2}$$

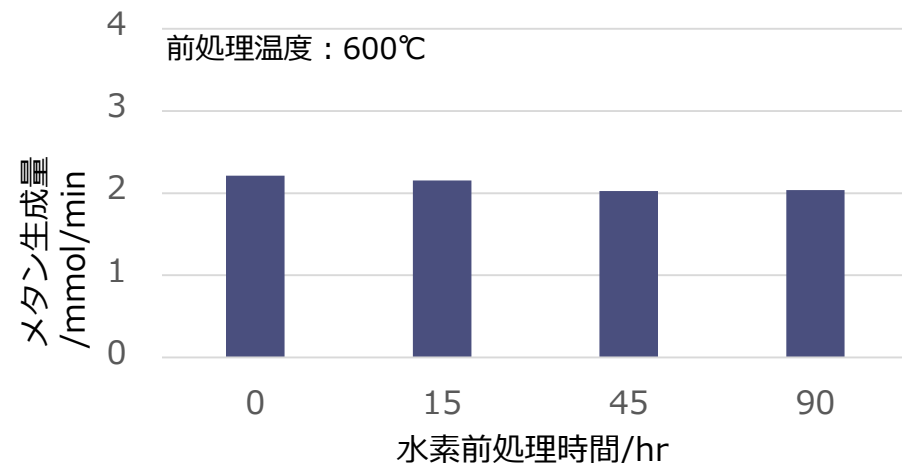
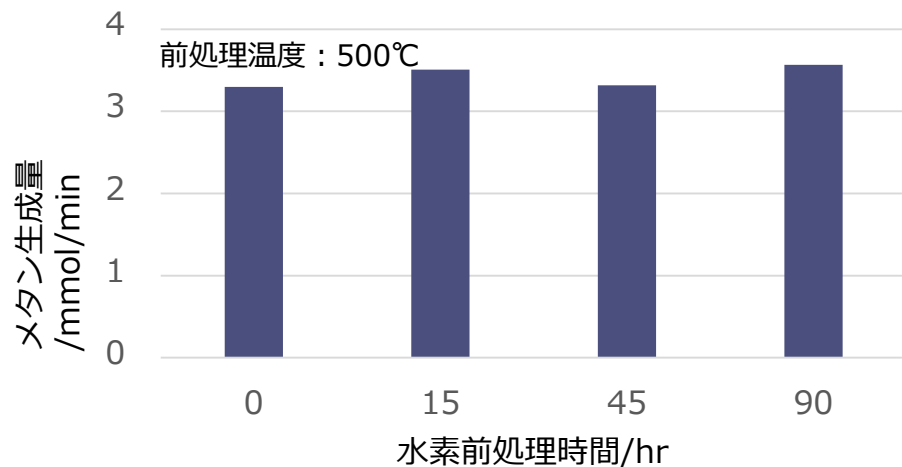
頻度因子の全圧依存性を定式化し、速度パラメーターを決定

8 Nm³-CO₂/h プレート型反応器のシミュレーション プレート型反応器の形状を忠実に再現し、内部の流れを可視化

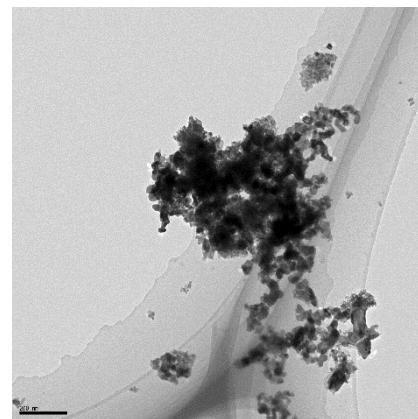
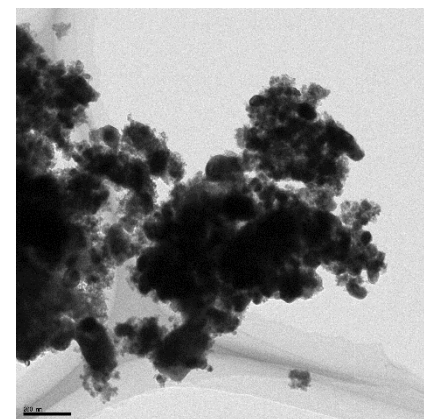


充填層内超高温領域形成による触媒熱劣化

500℃および600℃における水素前処理の時間とメタン生成量の関係



TEM観察

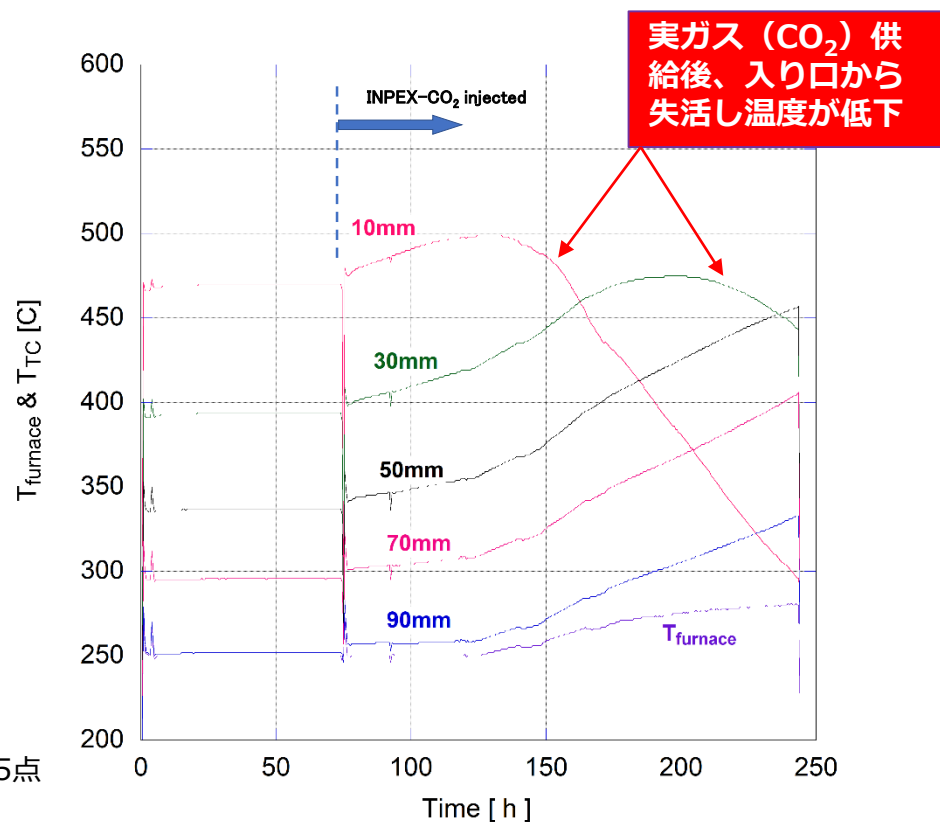
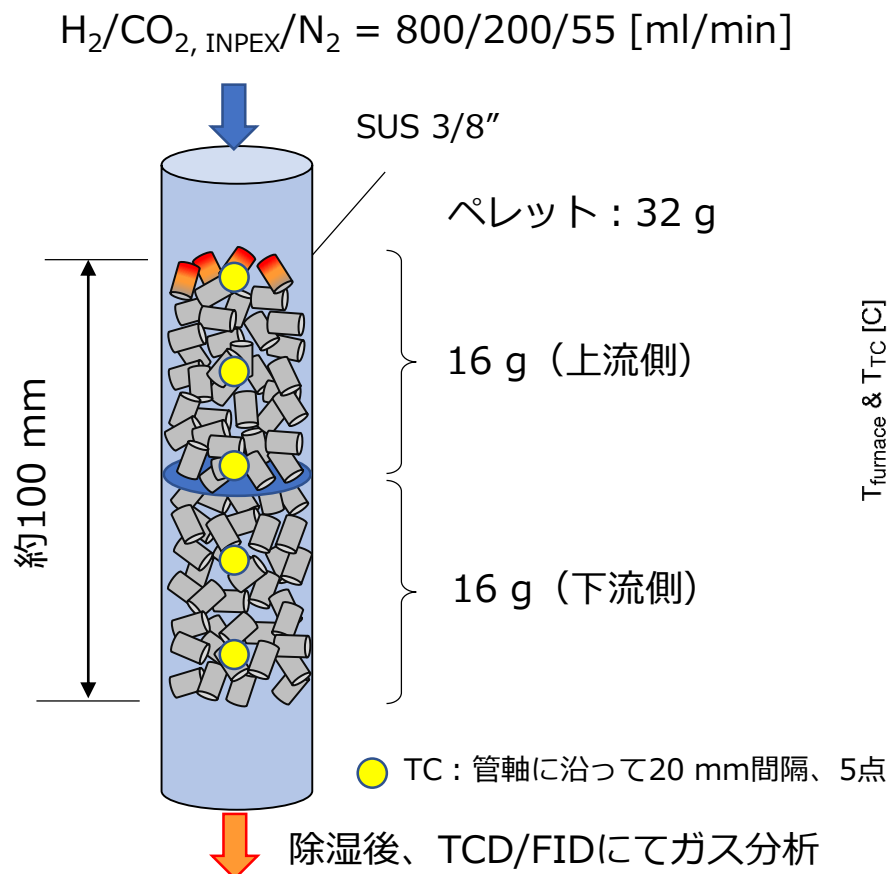
H₂前処理なし600℃-45時間H₂前処理

XRD解析 (H₂前処理温度・時間と結晶子径)

前処理温度	前処理時間	結晶子径(Ni)	結晶子径(Zr)
なし	なし	124 Å	56 Å
500℃	15時間	167 Å	58 Å
500℃	45時間	170 Å	62 Å
600℃	15時間	164 Å	61 Å
600℃	45時間	193 Å	62 Å

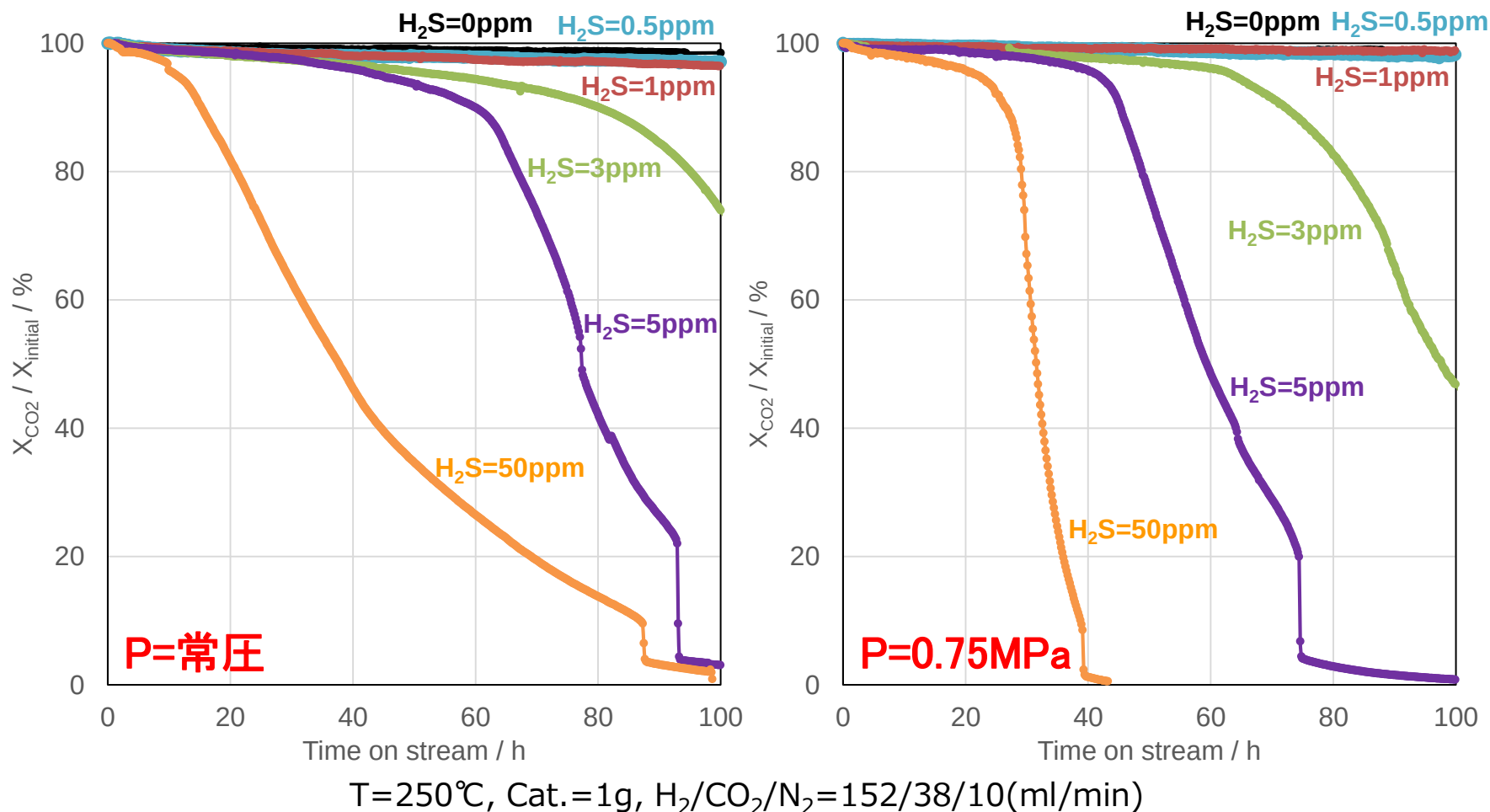
◆ 600℃ : H₂前処理時間が長いほど、Ni結晶子径が増大

随伴CO₂直接導入実験 (INPEX越路原プラントからの実ガス)



- ◆ 著しいNi結晶子径増大と反応活性点の低下 (特に上流側)
- ◆ 実ガスには微量のH₂SとBTXが存在。
- ◆ 炭素析出無し。化学的失活が発生。原因物質の特定が必要。
- ◆ ガスクリーニングによる失活回避 (HITZと連携、実ガス対策)

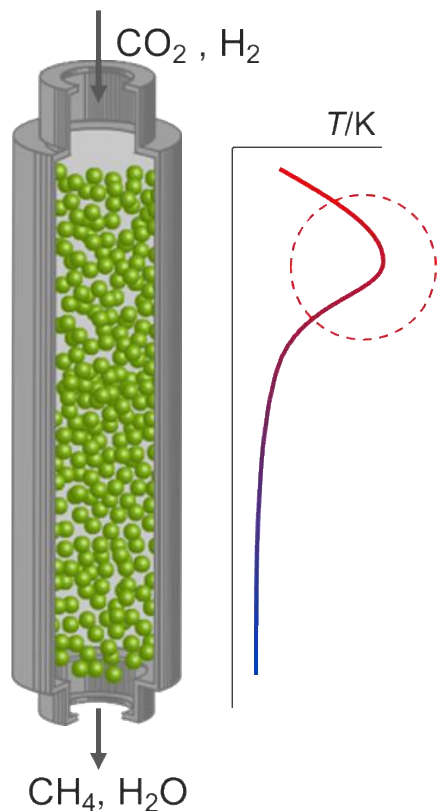
	結晶子径 (Å)		CO吸着量	
	Ni(1,1,1)	Zr(1,1,1)	ml/g	%
未使用触媒	212	57.0	3.07	1.61
上流側	388	60.9	0.17	0.09
下流側	308	58.2	1.79	0.94

H₂S曝露による活性低下挙動調査 (H₂S濃度の影響)

硫化水素濃度の増加に伴い触媒の活性が著しく低下するが、
硫黄濃度が低濃度では高圧条件が有利となる一方、高濃度では逆の傾向

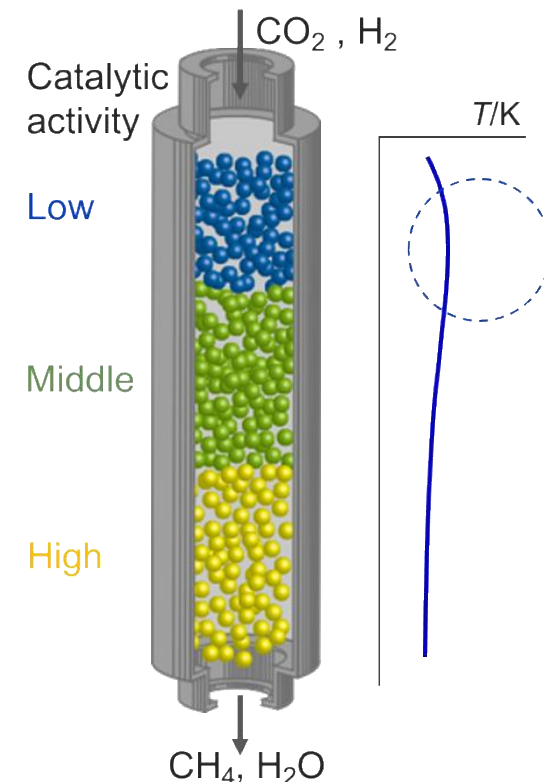
触媒活性傾斜による局所的降温領域の抑制

高活性触媒を
単純配置



反応器入口で局
所的な高温度化

活性が異なる触媒を
傾斜配置

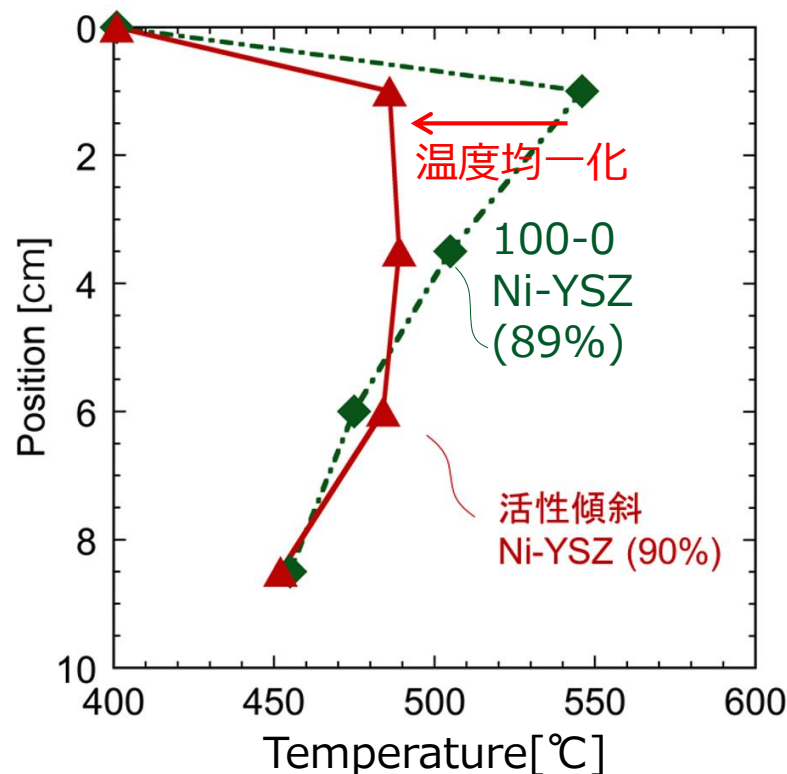


触媒活性に傾斜をつけることで
反応器内の温度分布を均一化

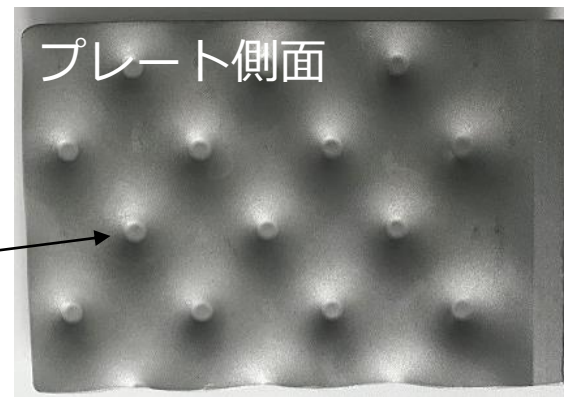
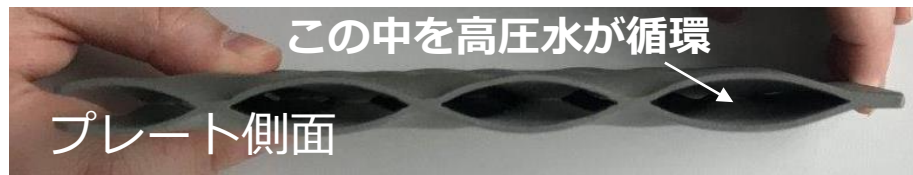
特願2019-017829

Int. J. Hydrogen Energy, 45, 12911 (2020)

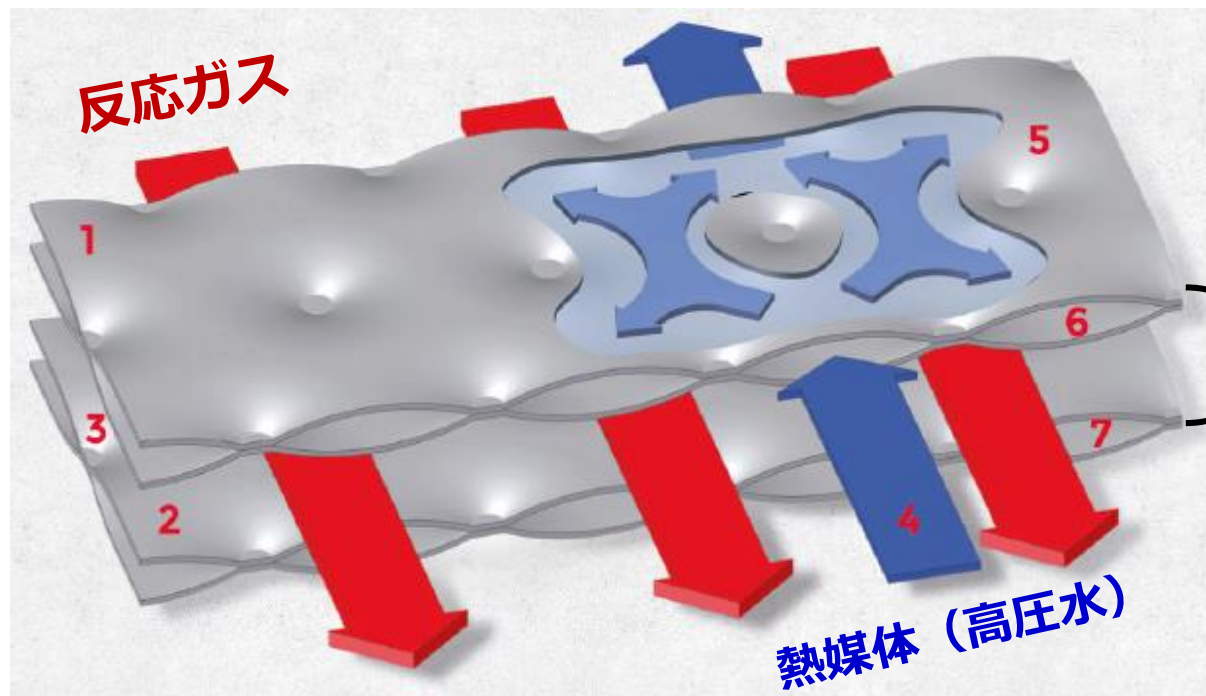
Int. J. Hydrogen Energy, under review



局所的溫度上昇の抑制と
高収率の両立を実現



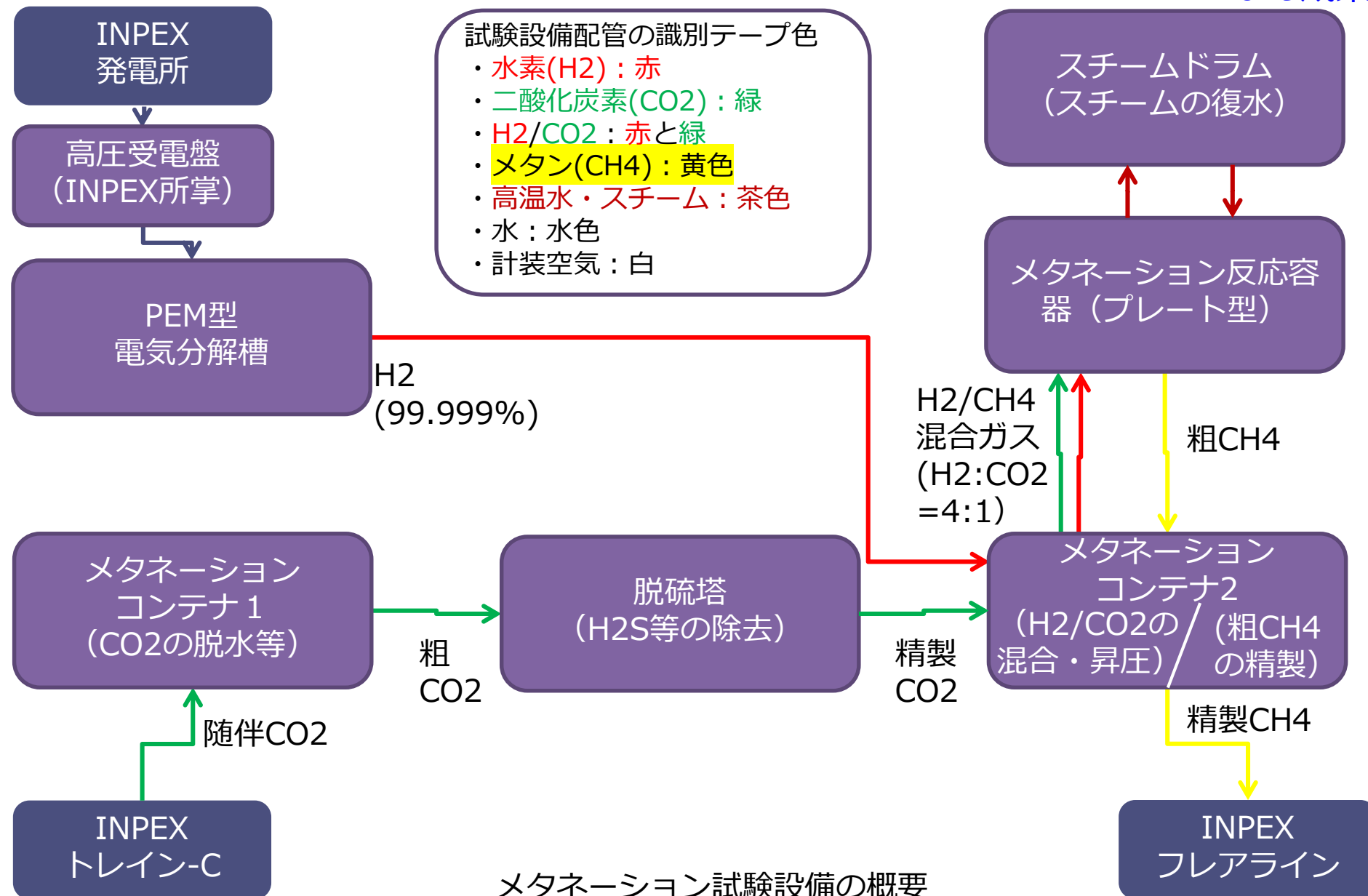
スポット溶接による
ドットパターン型プレート



プレートとプレートの
間に高効率触媒を充填

高効率でメタンを合成し、合成時の反応熱を、一般的なシェル&チューブ型構造以上に、効率よく回収に期待できる

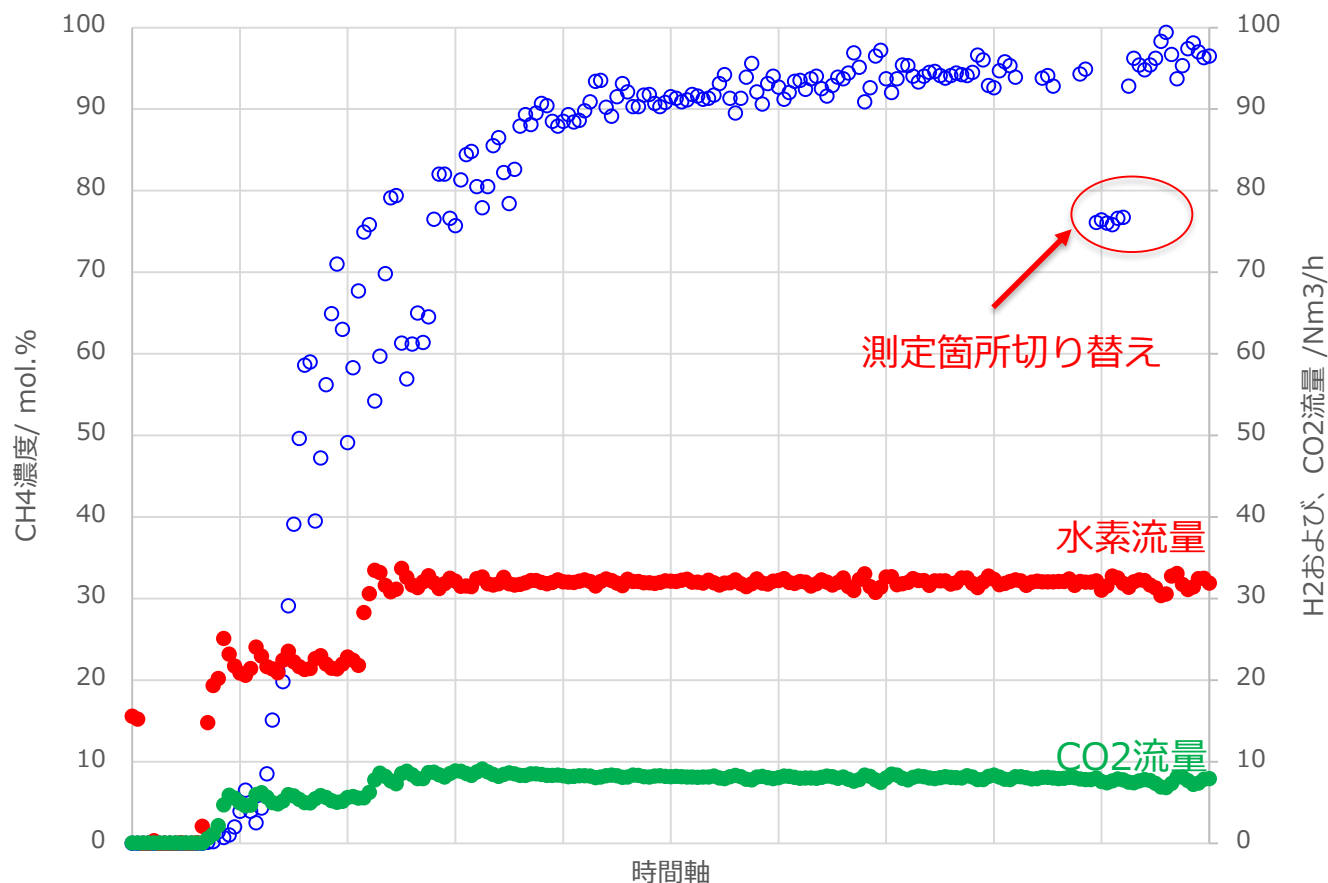
試験設備で採用している反応器の特殊な内部構造



メタネーション試験設備の概要

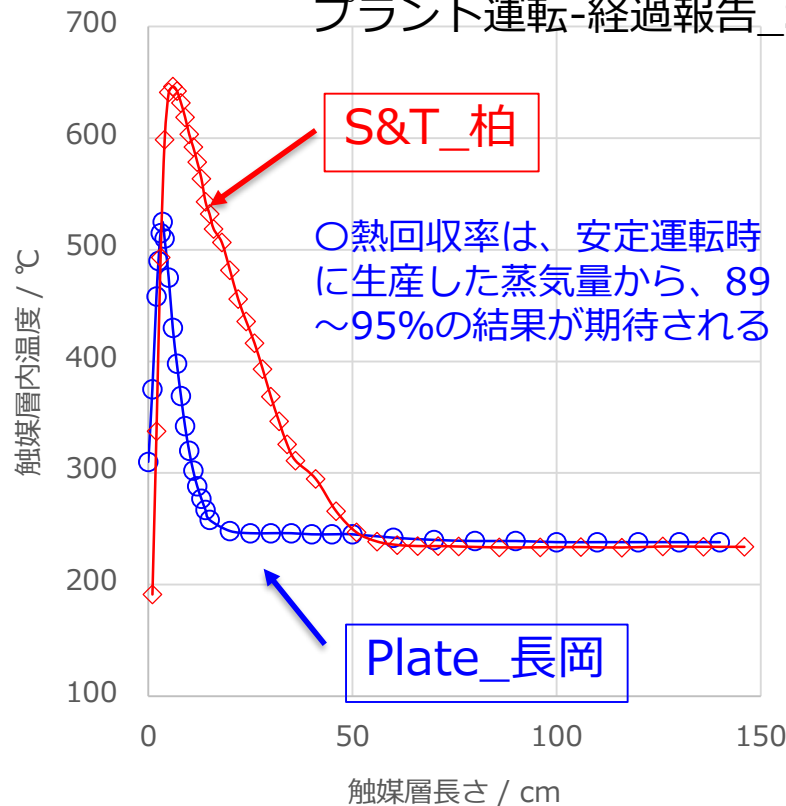
- ◆ 運転負荷 : 100% (8 Nm³-CO₂/h)
- ◆ 熱媒水温度 : 238℃
- ◆ 反応圧力 : 0.7 MPaG

> 96 mol. %-CH₄を達成



温度、圧力、負荷を変動させた各種試験後、定格連続運転に移行予定

プラント運転-経過報告_S&Tとの比較 (触媒層内中央部の温度分布)

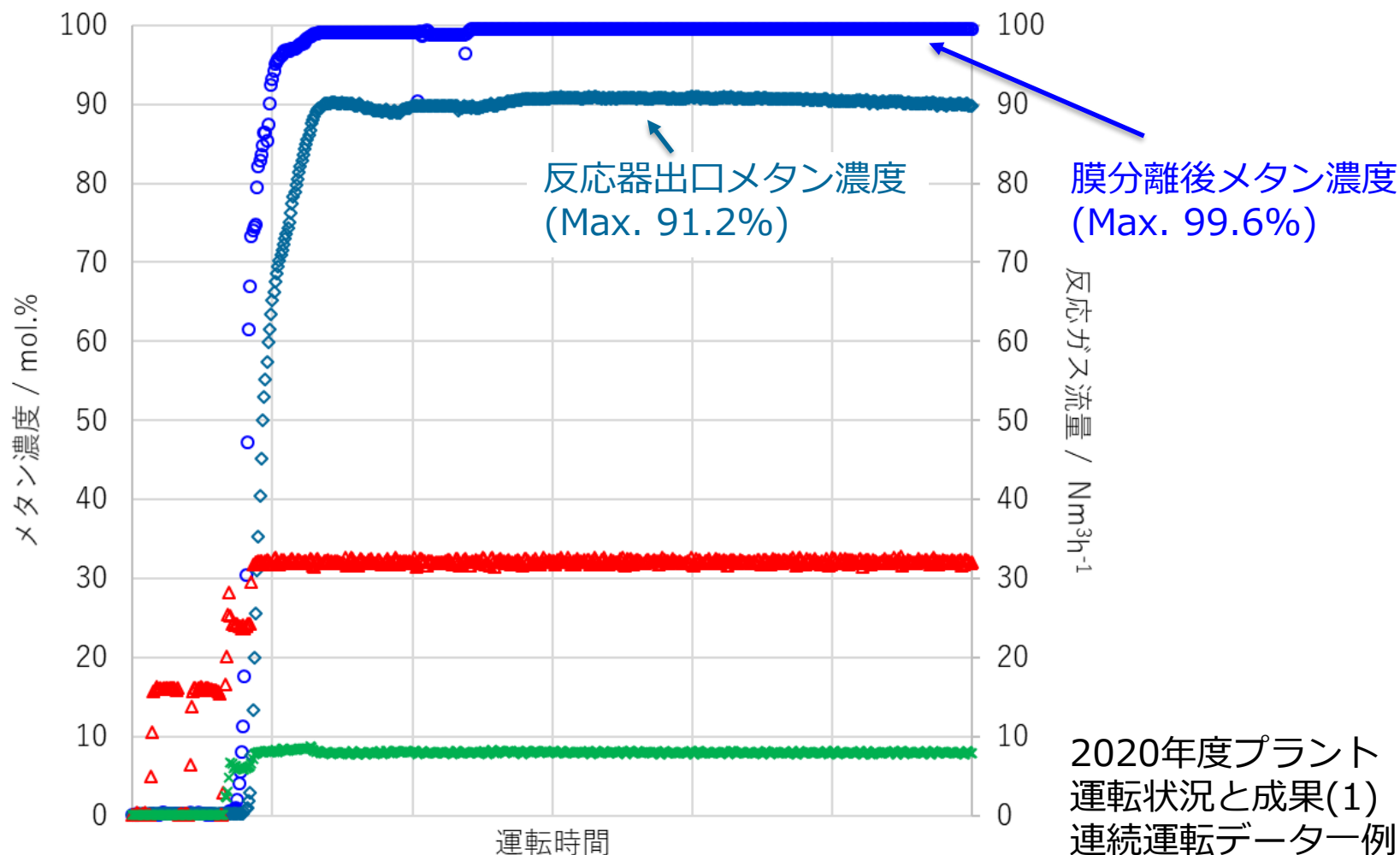


項目	Plate _長岡	S&T _柏
反応圧力 / MPaG	0.7	0.7
熱媒体循環温度 / °C	238	240
熱媒体と 熱伝導率 / W m ⁻¹ K ⁻¹	高圧水 0.62	炭化水素系油 0.114
反応器あたりの入力反応ガス量 / Nm ³ h ⁻¹	40	15
触媒層内 最高温度 / °C	525	650
1触媒層充填空間あたりの 反応ガス処理量 / Nm ³ h ⁻¹	10	2.14
1触媒層充填空間における 単位充填触媒重量あたりの 反応ガス処理量 / Nm ³ h ⁻¹ kg _{cat} ⁻¹	0.71	0.76

類似環境のS&Tと比較すると、
プレート型の冷却が効果的だと評価
(想定の上最高温度は595～635℃程度であり、
想像以上の冷却効果が期待される)



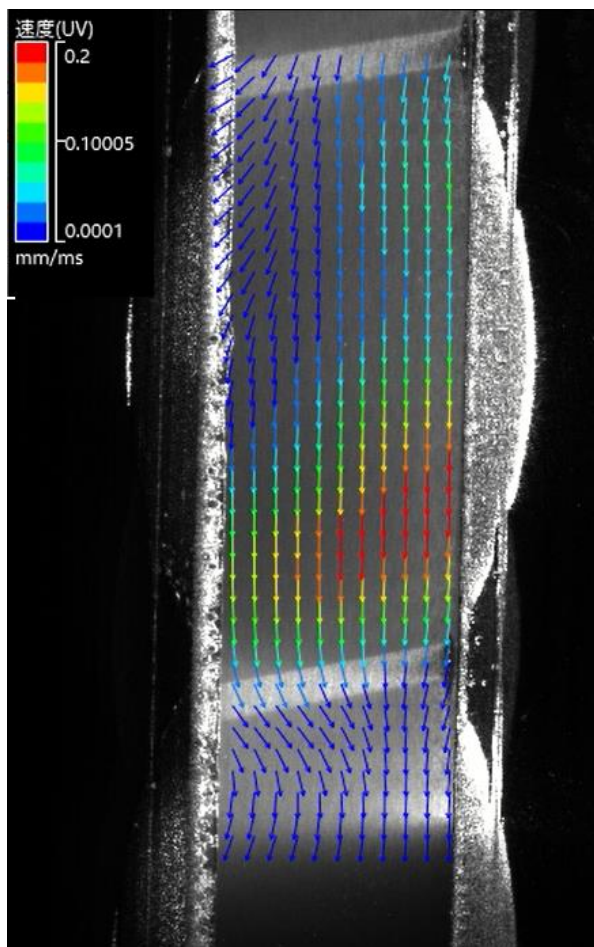
プレート型の、1 充填空間あたりの許容ガス処理量、ひいては、反応器あたりの許容ガス処理量の増加が期待できる（冷却能力に余裕があるので、より多い反応熱量进行处理できる可能性大）



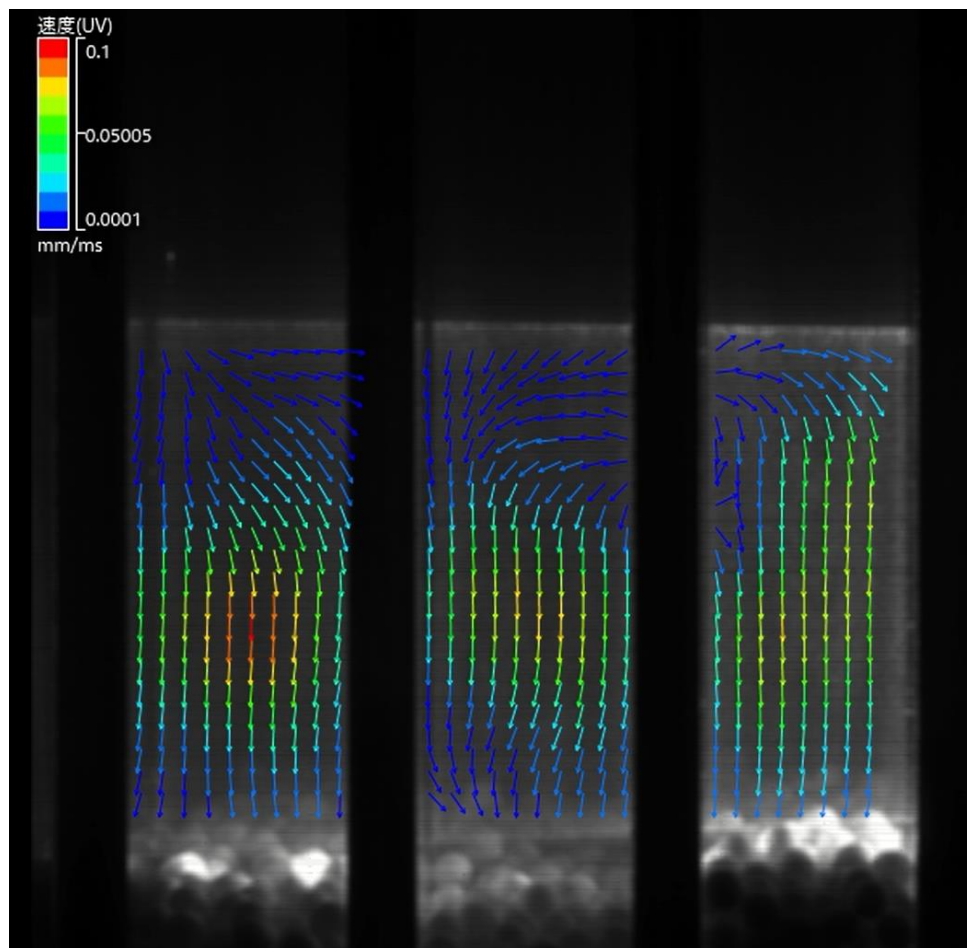
運転温度 : 200℃
 運転圧 : 0.7 MPaG
 流量 : 40 Nm³/h (フルスケール)
 空塔速度 : 2,000 h⁻¹ (*初期設計値の2倍)

運転は、熱媒温度を最小の200℃、空塔速度を初期設計値の2倍とした条件であっても、安定して高濃度メタンを連続製造
 ⇒ 総運転時間4,500Hourに向けて運転継続中

コールドモデルによる内部流路の可視化検討 (試験結果)



プレート湾曲部近傍の流れ

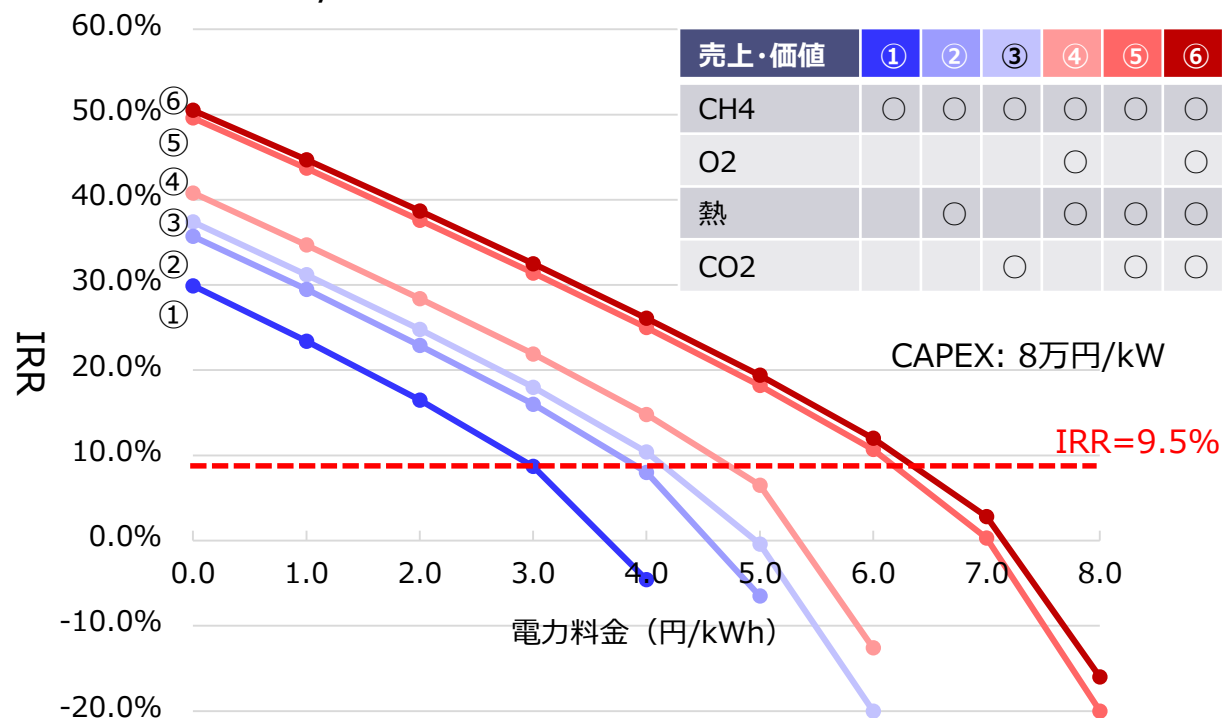
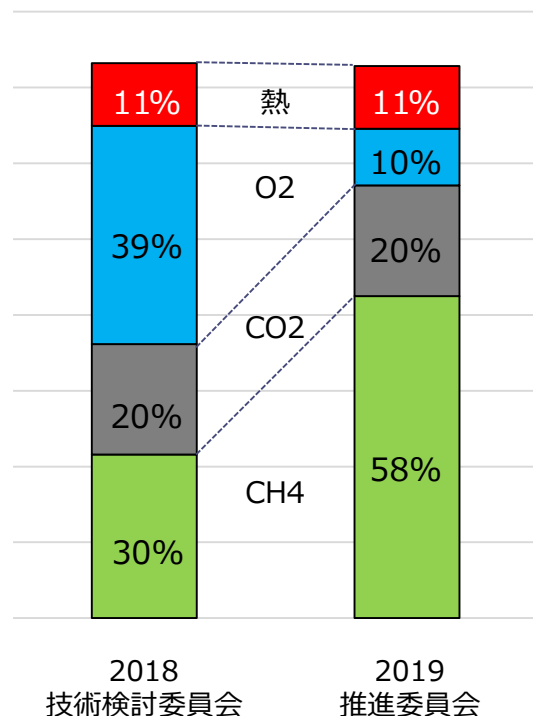


複数のチャンバー内の偏流確認

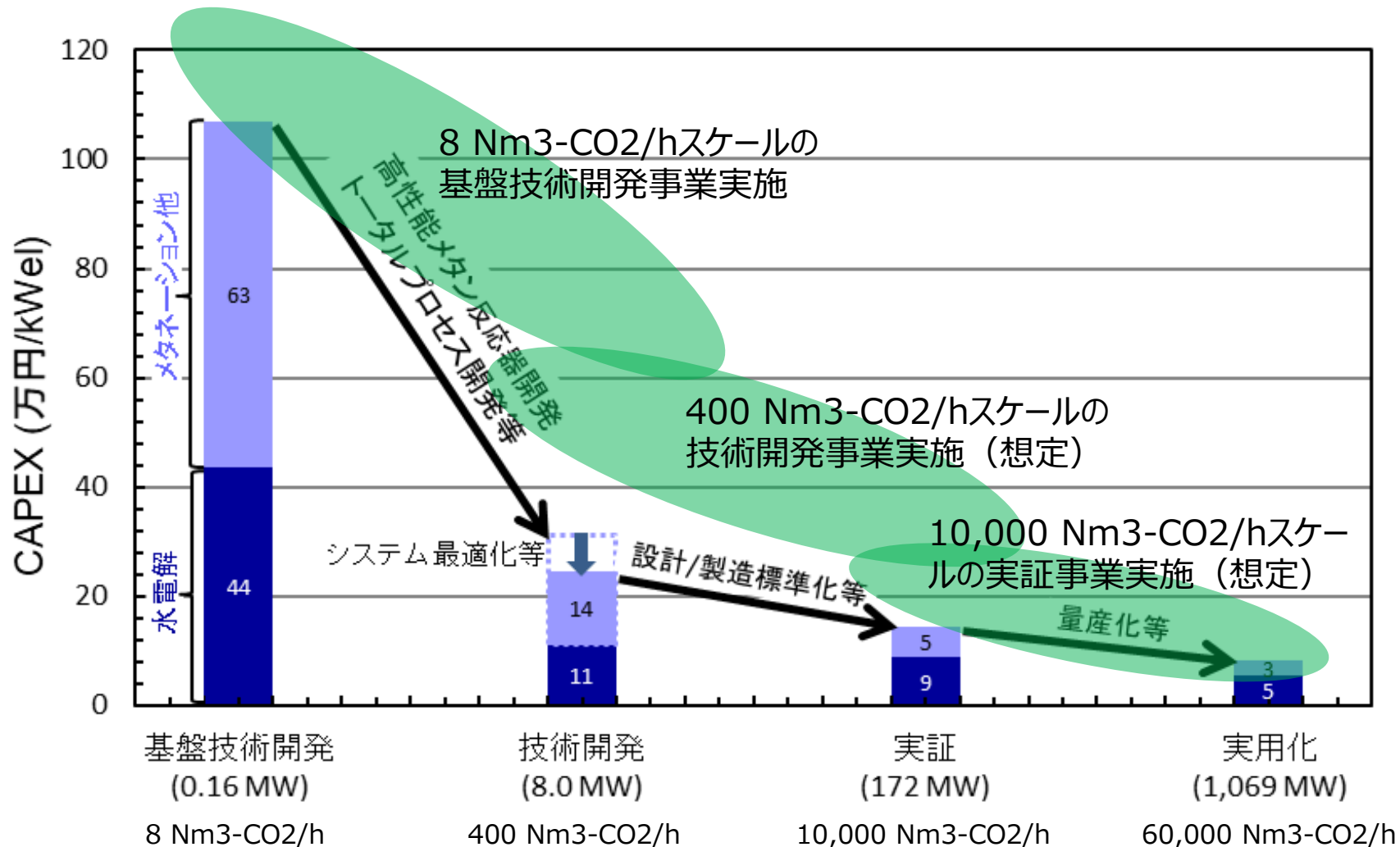
- 可視化データを反応器シミュレーションにフィードバック
- 精度アップしたシミュレーション結果をスケールアップ反応器の最適化検討へ

- ◆ 60,000 Nm³/h事業の収益性評価
- ◆ メタン販売だけでも電力料金が3円/kWh弱であればIRR=9.5%を満たす。
- ◆ 酸素・熱の外販収益を加味すれば、電力料金6.3円/kWhでもIRR=9.5%を満たす。

事業売り上げ内訳



- ◆ PV2030+のロードマップ（2004年策定）における2030年の再エネ価格7円/kWhを試算に適用すると、国内生産モデルはIRR=9.5%を満たせない。ただし、2004年から状況は大きく変わっており、導入量・価格共に野心的な戦略が必要。
- ◆ CO₂メタネーションの事業化には、電気代は2-3円/kWh以下が望ましい。

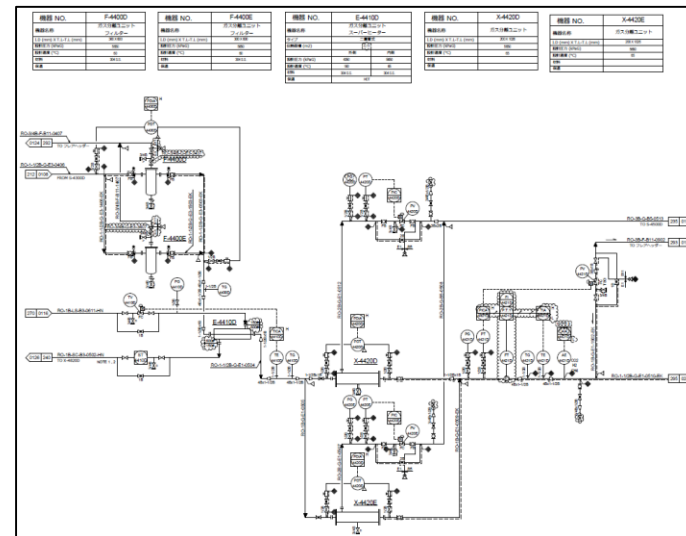
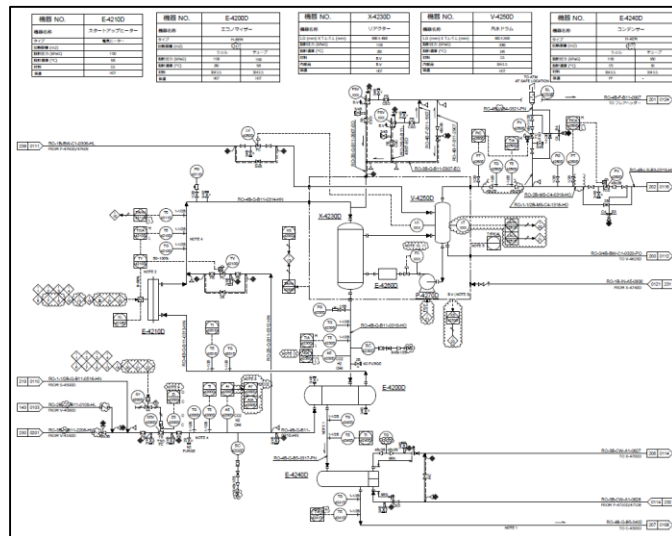


- ◆ スケールアップによるCAPEXの低減イメージ図
- ◆ 事業を進めていく中で、課題やコスト削減対象が明確となり、徐々に削減していけるイメージ

プロセス適用性・経済性評価 (400 Nm³-CO₂/hのPre-FEED/FEED) (INPEX)

PFD作成後、より詳細なP&IDに展開し、Pre-HAZOPを実施済。その他、各種仕様書、データシート等を作成済。

P&ID例

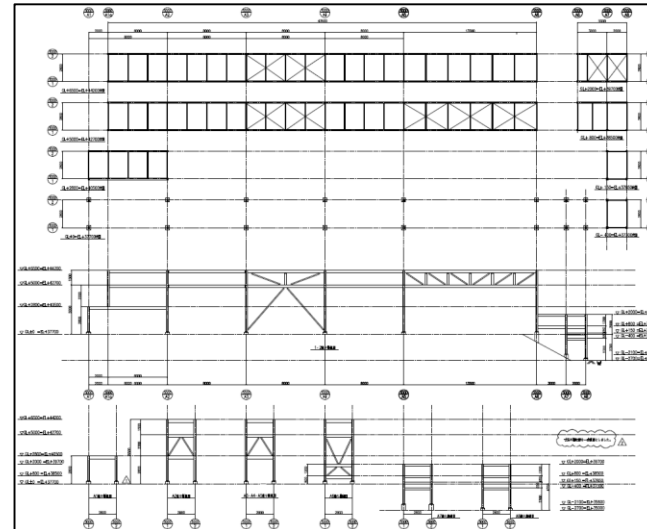


機器データシート、各種仕様書、パイプラック計画図例

TOYO ENGINEERING CORPORATION		RECIPROCATING COMPRESSOR (1/3)	
Customer	INPEX CORPORATION	No.	2008-1000
Plant/Location	Singapore, JAFAL	Model	REC-1000
Job	Matheson (B&B)	Size	1000
Particular	Item No. AX173400	Material	SS 316
Item No.	S-40000 REC No.	Pressure	10.0 MPa
Material of Job	CO ₂ Compressor Package	Temperature	35.0 °C
Reference Drawing	1. Standard 0. Total 1	Flow Rate	400 Nm³/h

OPERATING CONDITIONS	
Design	
STAGE OR SECTION	1
FLUID NAME	CO ₂ GAS
FLOW RATE (NOM)	400 ± 1.1
INLET PRESS. (NOM)	4.23 ± 1.1
DISCHARGE PRESS. (NOM)	10.0
TEMP.	35.0
RELATIVE HUMIDITY	%
REL. VELOCITY	42.9
Q (D, D ₁ OR P ₁)	1.279
COMPRESSIBILITY (Z) (D ₁)	0.8608
INLET VOLUME (D ₁)	420
MAX. DISCHARGE PRESS. (NOM)	10.0
DISCHARGE TEMP.	55.0
Q (D, D ₁)	50 (N)
COMPRESSIBILITY (Z)	1.254
INTERMEDIATE PRESS. (D ₁)	0.9541
COMPRESSOR RATIO	0.94
COUPLER OIL LUBRICATION	1. OIL LUBRICATED 2. OIL FREE
HP AT EACH STAGE	1. OIL LUBRICATED 2. OIL FREE
TOTAL HP WITH ALL LOSS	1. OIL LUBRICATED 2. OIL FREE
HP SET	1. OIL LUBRICATED 2. OIL FREE
HP AT SET	1. OIL LUBRICATED 2. OIL FREE
PERFORMANCE GUARANTEE POINT	1. OIL LUBRICATED 2. OIL FREE
TYPE OF DRIVER	1. STEAM TURBINE 2. GAS TURBINE 3. DIESEL ENGINE 4. INDUCTION MOTOR
DRIVER RATED OUTPUT	1. OIL LUBRICATED 2. OIL FREE
DRIVER SPEED	1. OIL LUBRICATED 2. OIL FREE
TYPE OF DRIVE SYSTEM	1. OIL LUBRICATED 2. OIL FREE

8.11	コンセント	必要に応じて、単相100Vと3相200Vのコンセントを設置する。コンセントの形状は原則として接地棒付の物とする。
		原則、コンセントは分電盤内の漏電遮断器もしくはELR付回路を通じて給電される。
		屋外にコンセントを設置する場合、キャップ等を用意し、雨水や塩害・積雪への対策を講じる。
		接地系の100V用コンセントでは、対面して左側を接地側とする。非接地系の場合、漏電対策を検討する。
		一般的なコンセントの定格は15Aであるが、遮断器との協調に注意する。
		原則として、コンセント回路と照明回路は分けなければならない。ただし、同一室内の照明とコンセントの回路は共有しても良い。
8.12	ケーブル	電線・ケーブルの選定は下記を計算、検討の上決定する。
		使用する電線、ケーブルの許容電流はJIS(日本電線工業会規格)による。また、将来増設されるケーブルによる低減率についても考慮する。
		電源室から負荷迄の総電圧降下は定常時、幹線2%、分岐回路4%以内を目標とし、全体で最大7%以下とする。(但し、機器許容電圧降下(電圧以内に納まることを前提とする)電圧降下の計算式は下記の通りとする。



プレミアムメタンのCO₂排出基準は、2通りの基準を想定。

基準①：プレミアム水素と等価

メタネーションはプレミアム水素を効率的に輸送・活用するための手段であるため、プレミアムメタンについてもMJあたりのCO₂排出基準はプレミアム水素と同等(=36.4 g-CO₂/MJ)（基準①）とする。

基準②：メタンBATによる設定

メタン燃料のBAT (Best Available Technology)はLNG供給であり、LNGの排出原単位(=67.6 g-CO₂/MJ)の40%未満とする基準(=27.0 g-CO₂/MJ)（基準②）が考えられる。

メタン供給・製造方法

天然ガス

バイオガス（下水汚泥等）

固体バイオマスのガス化

メタネーション

電気分解水素（※1） + 石炭火力発電所回収CO₂（※2）

電気分解水素（※1） + ガス火力発電所回収CO₂（※2）

電気分解水素（※1） + バイオマス火力発電所回収CO₂（※2）

電気分解水素（※1） + 製油所回収CO₂（※2）

電気分解水素（※1） + LNG液化設備回収CO₂（※2）

副生水素について上記と同様の組み合わせを試算

※1 再エネ100%、原子力、系統（複数の排出原単位）を想定。

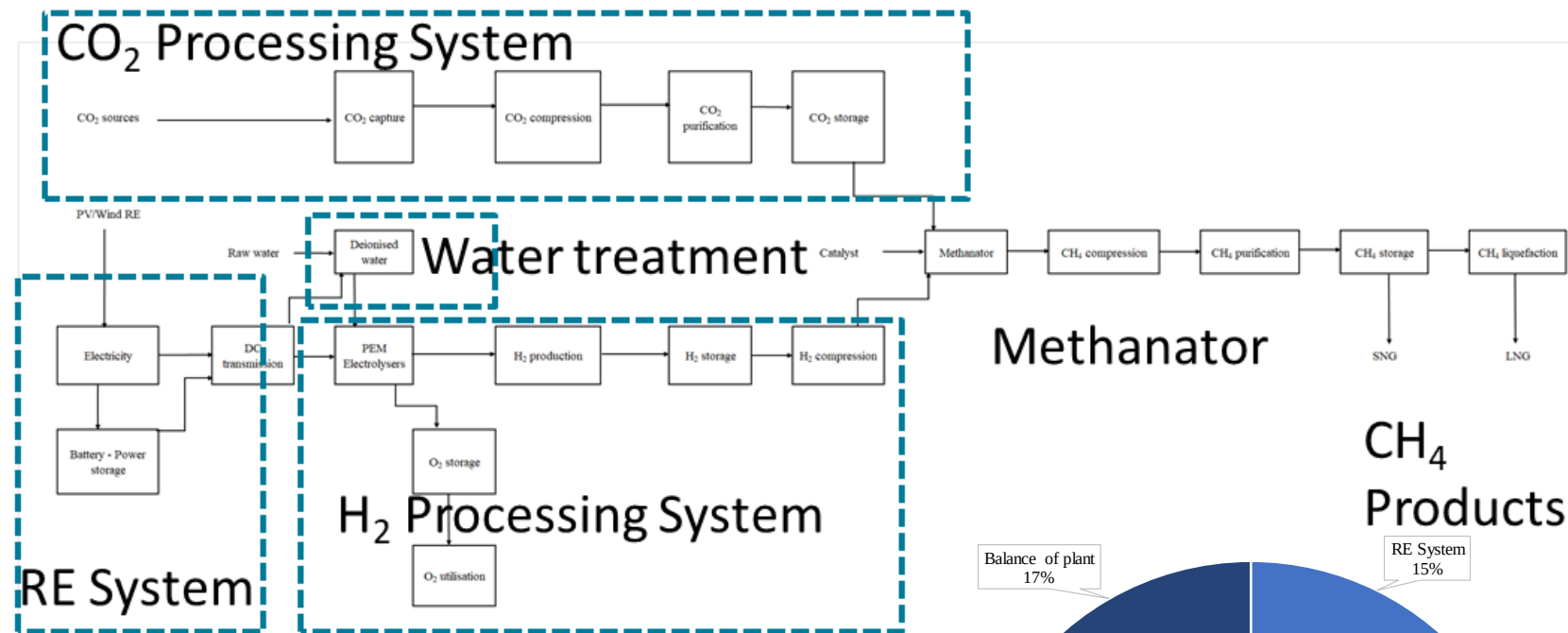
※2 CO₂回収価値がメタン利用者に移転することを前提に算定する。

INPEX

★普及を促すには、前述の「業界団体の主張」を取り入れるのも一つの考え方。

副生水素であれば
概ね基準に達する





10,000 Nm³-CO₂/hの経済性検討 (CAPEX)

- ・ REはPEMを選択、AWEでコストダウン可能
- ・ 蓄電池は、候補地の再エネ事業如何で削減可能

