

INPEX 長岡鉱場越路原プラントにおける CO2メタネーションシステム技術開発事業

2022年01月31日

株式会社INPEX

再生可能エネルギー・新分野事業本部
プロジェクトジェネラルマネージャー(PGM)
若山 樹 Ph. D



1. INPEXの2050 ネットゼロカーボン社会に向けて
2. CCUに係る政策について
3. CCUに係る現状と課題について
4. NEDO－CO2有効利用技術開発事業について
5. INPEXの今後の展開
6. まとめ



石油・天然ガス
上流事業の持続的成長

国際大手石油会社

トップ10へ



グローバルガス
バリューチェーンの構築

アジア・オセアニアにおける
ガス開発・供給の

主要プレイヤーへ



再生可能エネルギーの
取り組みの強化

ポートフォリオの

1割へ

INPEXの強み

ポートフォリオ、産油国とのパートナーシップ、プロジェクト推進力、多様な人材、財務体質、日本政府の支援

事業活動の低炭素化

持続的な企業価値の向上

★ビジョン2040

再生可能エネルギーの取り組みの強化、再エネ事業への参入加速

★中期経営計画 2018-2022

事業目標 (3) 再生可能エネルギーの取り組みの強化、再エネ関連技術の研究・開発の強化

電気-水素-メタンのバリューチェーンの構築に資する技術の研究開発

1. INPEX-2050ネットゼロカーボン社会に向けた経営の基本方針@20210127

INPEX

1 当社は、今後も増加する我が国及び世界のエネルギー需要に応え、長期にわたり引き続き、エネルギー開発・安定供給の責任を果たしつつ、2050年ネットゼロカーボン社会の実現に向けたエネルギー構造の変革に積極的に取り組みます。

2 気候変動に関するパリ協定目標の実現に貢献すべく、2050年自社排出ネットゼロカーボン等を目指す気候変動対応目標を定めます。

3 ネットゼロカーボン社会に向けた変革の時代に、社会のニーズに応えるソリューションを提案すべく、3つの取組により、5つの事業の柱を強力に推進します。

① 当社の強み（知見・経験）の活用

- ▶ これまで国内外で培った事業面、技術面、操業経験等の強みを最大限活かして事業対象を選択し、当社の人材、資金、知見等の経営資源を活用してまいります。

② 産学官連携強化

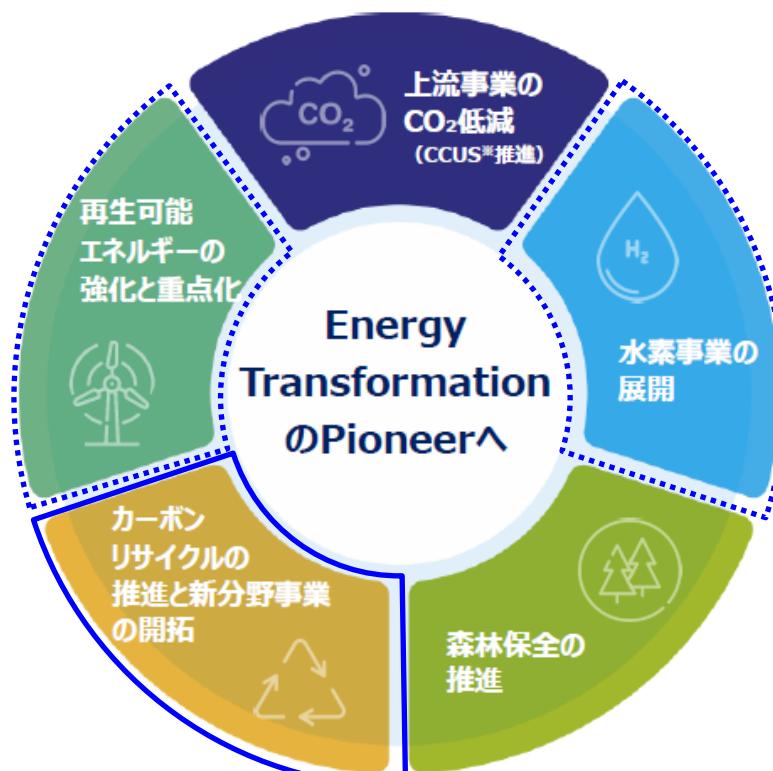
- ▶ 時代の変化に対応するには、新たなイノベーションやビジネスモデルの実現が必須であり、エネルギー分野はもとより、広範な分野における産学官との長期的な連携や協力を推進してまいります。

③ 政策支援活用

- ▶ 当社は、政策的なフレームワークの整備等に協力するとともに、政策支援の適切な活用により、迅速かつ効率的な取組を推進してまいります。

※ Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage、CO₂回収・有効利用・貯留

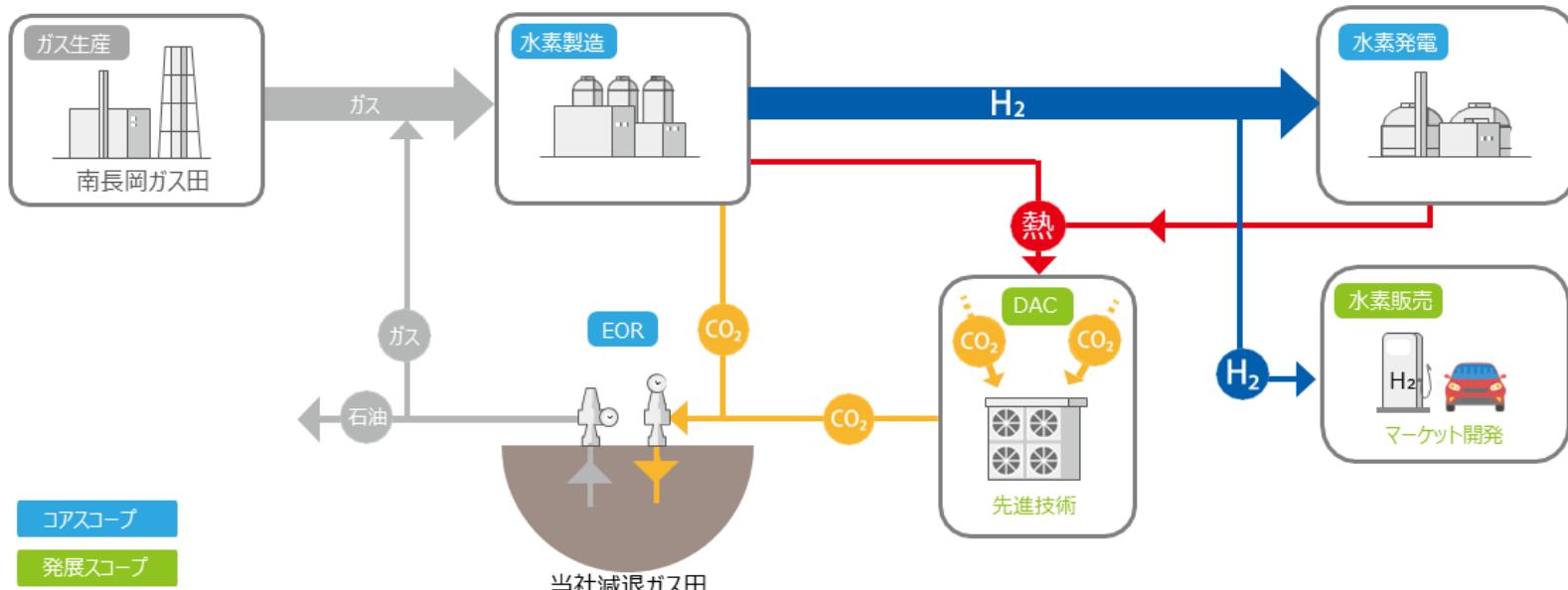
Copyright© 2021 INPEX CORPORATION. All rights reserved.



注：青実線・点線枠INPEX追記

国内（新潟県柏崎市）での水素製造・利用一貫実証プロジェクト構想

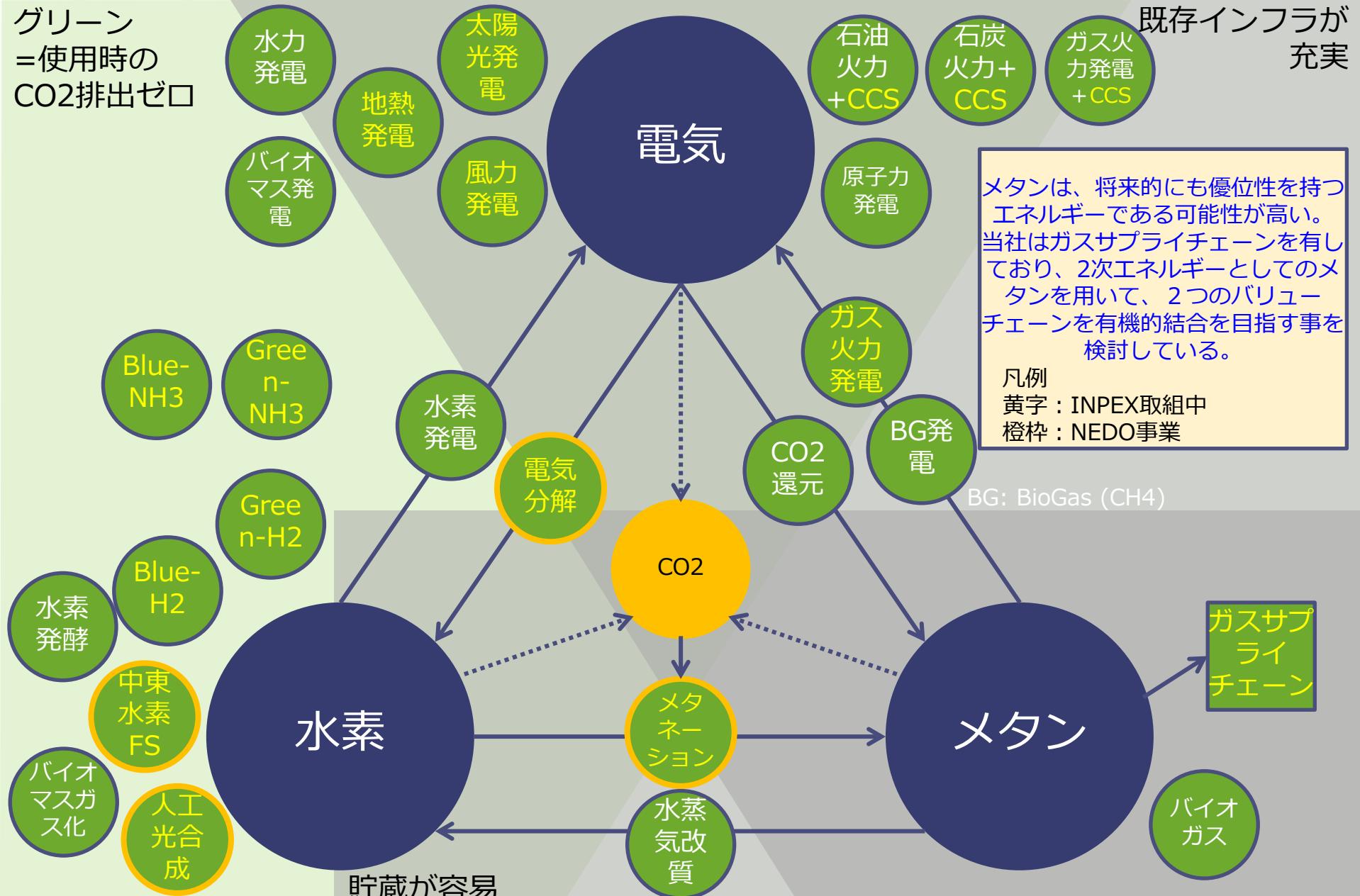
- 当社の上流技術及び国内天然ガス生産インフラを最大限活用した実証を計画。将来的に当社海外天然ガスアセットから国内への水素供給に展開可能な、上流から発電・水素利用まで一気通貫のカーボンフリー水素ビジネスモデルを提示。



2021年11月1日NEDO
 「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発／次世代火力発電技術推進
 事業／ブルーアンモニア製造技術に関する実現性検討」に
 「ブルーアンモニア製造技術に関する実現性検討」として採択。

1. 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



1. INPEXの2050 ネットゼロカーボン社会に向けて
2. CCUに係る政策について
3. CCUに係る現状と課題について
4. NEDO－CO2有効利用技術開発事業について
5. INPEXの今後の展開
6. まとめ

2. 世界経済フォーラム年次総会 安倍総理スピーチ @20190123

INPEX



大阪では、で、皆様、ここからが第2のポイントですが、私は、気候変動に立ち向かう上において、イノベーションがなせること、またイノベーションがどれほど大事かということに、大いに光を当てたいと考えています。それと申しますのも、今から大切なことを言いたいのですが、今必要とされているのは、非連続だからです。この際想起いたしますと、IPCC（国連気候変動に関する政府間パネル）は、最近の1.5度報告で、こう言っています。2050年をめどとして、人間活動が生む二酸化炭素の量は、差引きゼロになるべきだ、つまり、今後もなお残る二酸化炭素の排出は、空気中にあるCO₂を取り除くことによって、差引き帳尻が合うようにしないといけないというのです。

今や、手遅れになる前に、より多く、更に多くの、非連続的イノベーションを導き入れなくてはなりません。二酸化炭素というのは、皆様、事と次第によっては、一番優れた、しかも最も手に入れやすい、多くの用途に適した資源になるかもしれません。例えば、人工光合成です。これにとって鍵を握るのが、光触媒の発見でしたが、手掛けたのは日本の科学者で、藤嶋昭（ふじしまあきら）という人です。**メタネーション」というと年季の入った技術ですが、CO₂除去との関連で、新たな脚光を浴びています。今こそCCUを、つまり炭素吸着に加え、その活用を、考えるときなのです。**それから水素です。水素は、一次エネルギーであるだけでなく、エネルギーのキャリアでもあって、むしろそちらの方が重要なくらいですが、価格が安く、かつ、手に入れやすくならないといけません。我が政府は、水素の製造コストを2050年までに今の1割以下に下げる。それで、天然ガスよりも割安にする、ということを目指す考えです。

この先、私どもはG20諸国から科学、技術のリーダーたちを日本へお呼びし、イノベーションに、力を合わせて弾みをつけたいものだと思っております。これもまた、皆様にお話しできますのを喜びとするところがありますが、我が政府は昨年の12月、世界に先駆けて、TCFD（気候関連財務情報開示タスクフォース）に沿うかたちでの、ガイダンスを明らかにいたしました。世界規模で、ESG投資が増えており、過去5年の間に、その規模は9兆ドル余りも増加しました。既に、巨額ではあります。しかし、環境イノベーションのためには、今一層、お金が回るようにしなくてはなりません。この度作成したガイダンスは、より多くの会社に、非連続イノベーションのため、一層多額の資金を使ってくれるよう促すものとなるでしょう。

緑の地球、青い海のため投資をするといいますと、かつてはコストと認識されました。今ではこれが、成長の誘因です。炭素をなくすこと、利益を得ることは、クルマの両輪になれる。私ども政策立案者は、そういう状態を現出させる責務を負っている。このことも、今年、大阪で強調してまいります。

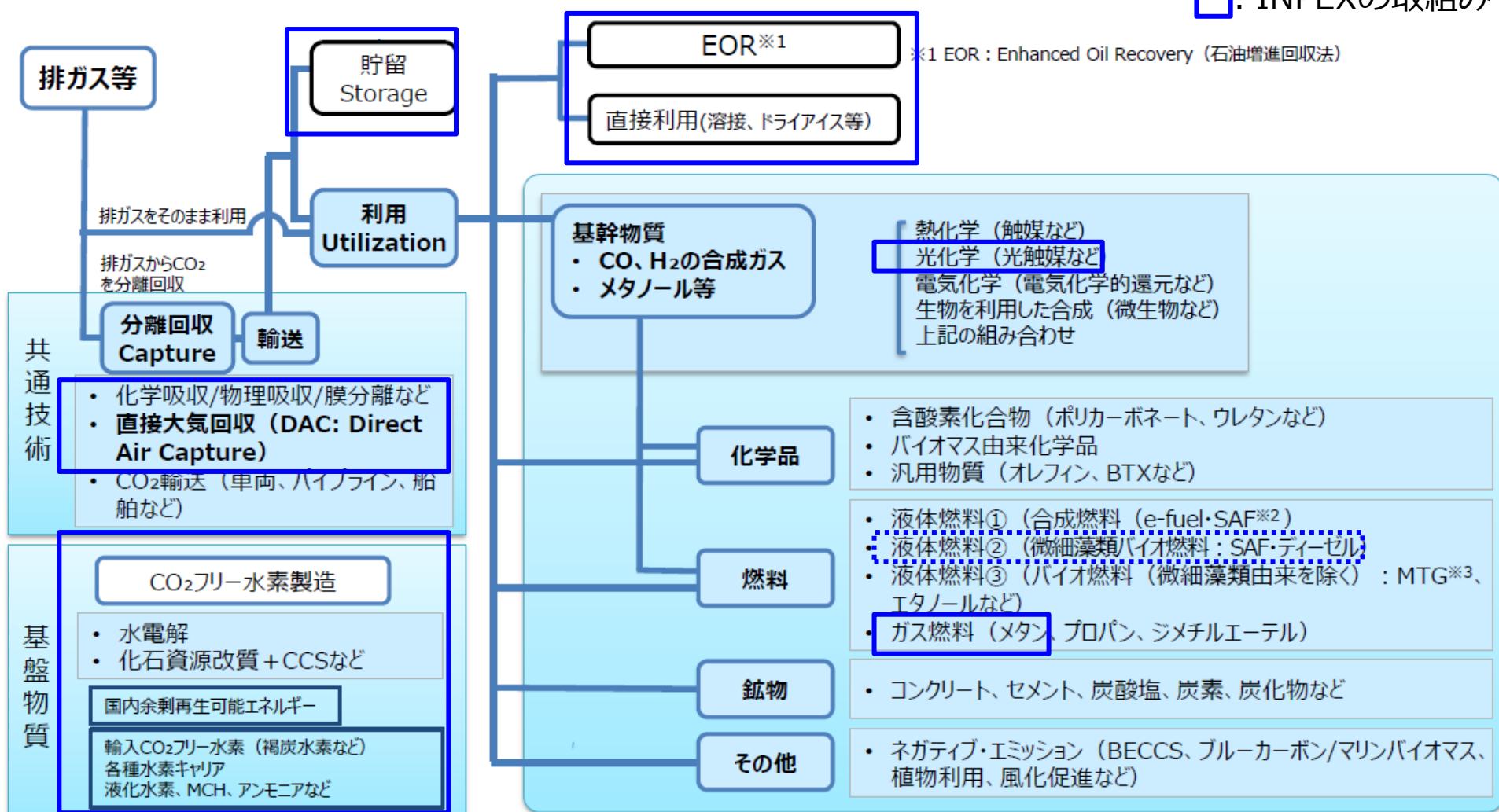
INPEXは、CO₂-メタネーション、人工光合成事業に参画

NEDO-CO₂排出削減・有効利用実用化技術開発

2. METIカーボンリサイクル技術ロードマップの策定 @20190607、同改訂@20210726

INPEX

: INPEXの取組み



20210127_INPEX-カーボンネットゼロ2050に萌芽的テーマも推進

20210726_METI-CR技術RM改訂版よりINPEX改変

<https://www.meti.go.jp/press/2021/07/20210726007/20210726007.html>

次世代熱エネルギー産業（本文抜粋）

（3）次世代熱エネルギー産業

①供給サイドのカーボンニュートラル化（ガスの脱炭素化）

〈今後の取組〉

2030年には、既存インフラへ合成メタンを1%注入し、水素直接利用等その他の手段と合わせて5%のガスのカーボンニュートラル化を目指す。2050年までには、既存インフラに合成メタンを90%注入し、水素直接利用等その他の手段と合わせてガスのカーボンニュートラル化達成を目指す。加えて、2030年頃において、船舶分野におけるガス燃料として合成メタン等の供給開始を目指す。（略）

このためまずは、水素製造に必要な水電解装置の低コスト化や**メタネーション設備の大型化に必要な技術開発、高効率なメタン合成**やCO₂の分離・回収**に必要な革新的技術開発に取り組む**。（略）

また、**CO₂削減量のカウントについて、カーボンニュートラルに資する方向での検討**を速やかに行う。

さらに、2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、合成メタンの生成のために相当量の水素の確保が必要となり、合成メタンのコストを低く抑えるためには、水素コストが相対的に安価な海外で生成した合成メタンを国内に輸送することが有効と考えられる。これらを踏まえ、合成メタンの導入などガスの脱炭素化に向けた**海外サプライチェーン構築を進めていく**。2020年代後半には海外から国内へ合成メタンの輸送を開始し、2030年代には全国的な導入拡大を進めていき、コスト低減を図りながら、2040年代には商用化の実現を目指す。

これらの取組を進めるためには、**供給側・需要側の民間企業や政府など関係する様々なステークホルダーが連携して取り組むことが重要**であることから、ガスの脱炭素化に向けて官民が一体となって取組を推進する「**メタネーション推進官民協議会**」を**2021年6月に設置し、検討を推進する**。（略）

これらの取組を通じて、**2050年までに合成メタンを2,500万トン供給し、合成メタンの価格が現在のLNG価格（40～50円/Nm³）と同水準となることを目指す**。（以下、略）

2. METI-メタネーション推進官民協議会

INPEX

座長	山内 弘隆	一橋大学 名誉教授
	秋元 圭吾	公益財団法人地球環境産業技術研究機構 システム研究グループリーダー・主席研究員
石井 義朗		株式会社INPEX 常務執行役員 再生可能エネルギー・新分野事業本部長
石塚 康治		株式会社デンソー 執行幹部 環境ニュートラルシステム開発部長
上田 純理		株式会社日本政策投資銀行 産業調査部 産業調査ソリューション室 課長
小野田久彦		東邦ガス株式会社 執行役員 R&D・デジタル本部長
橘川 武郎		国際大学 副学長・大学院国際経営学研究科 教授
木本憲太郎		東京ガス株式会社 専務執行役員 デジタルイノベーション本部長
工藤 拓毅		一般財団法人日本エネルギー経済研究所 理事
久保田伸彦		株式会社IHI 執行役員 技術開発本部長
河野 晃		日本郵船株式会社 専務執行役員
小森 浩幸		関西電力株式会社 ガス事業本部副事業本部長
齊藤 勝		三菱商事株式会社 執行役員 天然ガスグループ 北米本部長 (兼) 天然ガス/水素事業開発室長
三宮 功		株式会社JERA 東日本支社 副支社長
芝山 直		日立造船株式会社 常務取締役
島 裕和		三菱マテリアル株式会社 セメント事業カンパニー 品質保証部長
嶋崎 亨		株式会社アイシン 理事 エナジーソリューションカンパニー Vice President
高木 英行		CCR研究会幹事／国立研究開発法人 産業技術総合研究所
野崎 広之		ゼロエミッション国際共同研究センター 水素製造・貯蔵基盤研究チーム長
野村 誠治		東京電力ホールディングス株式会社 技術戦略ユニット 技術統括室 プロデューサー
早川 光毅		日本製鉄株式会社 フェロー 先端技術研究所長
平井 宏宜		一般社団法人日本ガス協会 専務理事
藤井 良基		Shell Japan株式会社 ニューエナジー マネージャー
松岡 憲正		JFEスチール株式会社 専門主監(環境防災・エネルギー)
松坂 顯太		千代田化工建設株式会社 常務執行役員 地球環境事業統括
水口 能宏		株式会社商船三井 取締役専務執行役員 エネルギー・海洋事業営業本部長
宮川 正		日揮ホールディングス株式会社 執行役員 サステナビリティ協創部 部長代行
森 肇		大阪ガス株式会社 代表取締役 副社長執行役員
和久田 肇		住友商事株式会社 執行役員 エネルギー本部長 エネルギーイノベーション・イニシアチブサブリーダー

回	時期	テーマ	発表内容
第1回	6/28 PM	民間企業等の取組について	JGA (6/10策定のアクションプラン) INPEX (全体課題、NEDO事業) CCR研究会 (INPEX発起人、幹事) (技術、研究会紹介) IEEJ (GHGアカウンティング)
第2回	9/15 AM	技術開発の動向	オンラインメタネーション (IHI, JFEスチール、デンソー等)
第3回	10/19 PM	サプライチェーンの検討状況	CCR研究会 海外サプライチェーン検討WG (INPEXも参画) 舶用燃料WG 等
第4回	1/24 PM	技術開発の動向	JGA、事務局 (NEDO事業、GI基金事業を含む)
予備日			
第5回		今年度検討した事項の整理	中間とりまとめ

METI_メタネーション推進官民協議会（第1-4回）資料をINPEX抜粋加筆

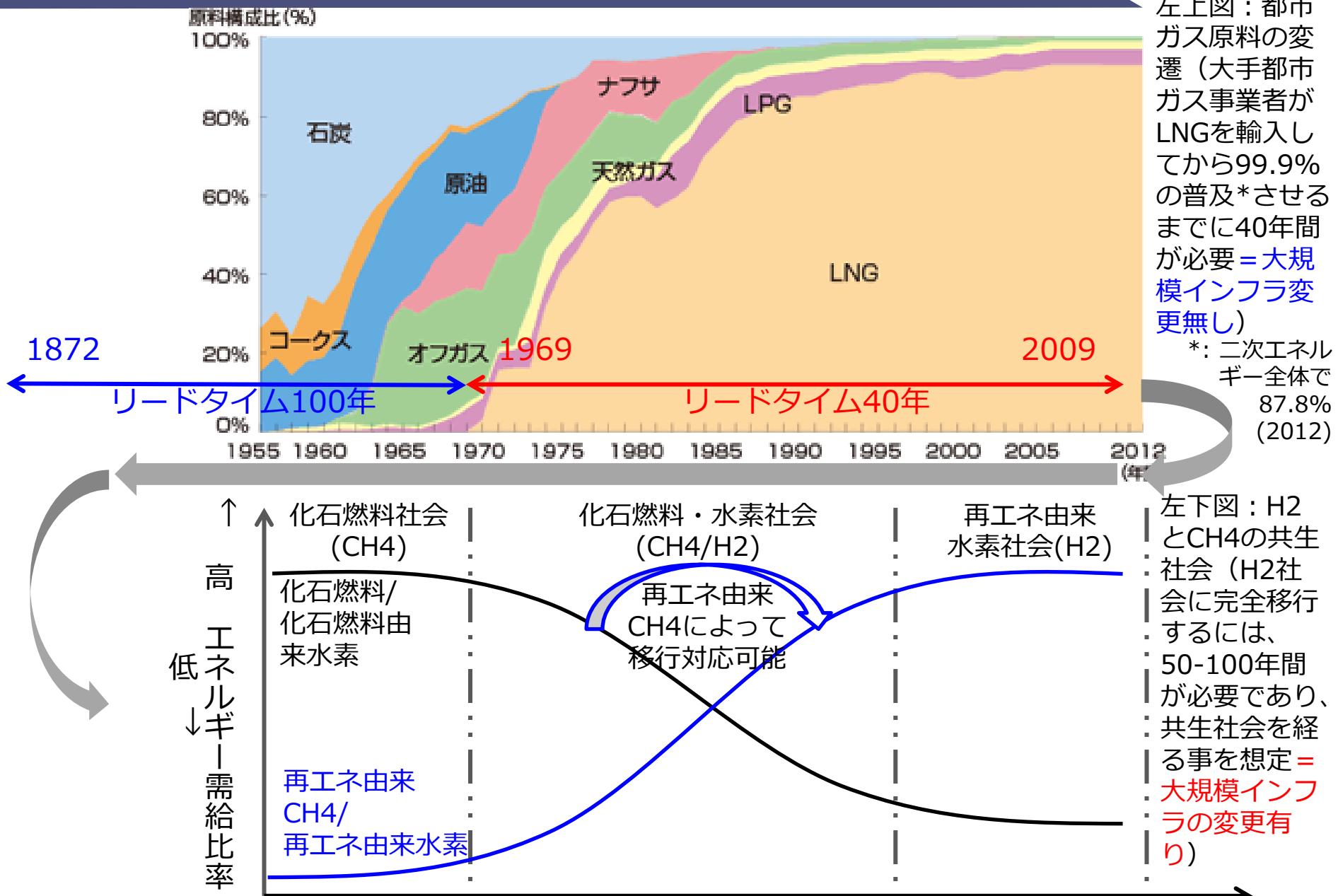
https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/methanation_suishin/index.html

NEDO-CO2排出削減・有効利用実用化技術開発

1. INPEXの2050 ネットゼロカーボン社会に向けて
2. CCUに係る政策について
3. CCUに係る現状と課題について
4. NEDO－CO2有効利用技術開発事業について
5. INPEXの今後の展開
6. まとめ

3. CO₂-メタネーションによるH₂とCH₄の共生社会イメージ

INPEX



3. CO2-メタネーションの国内取組み事例

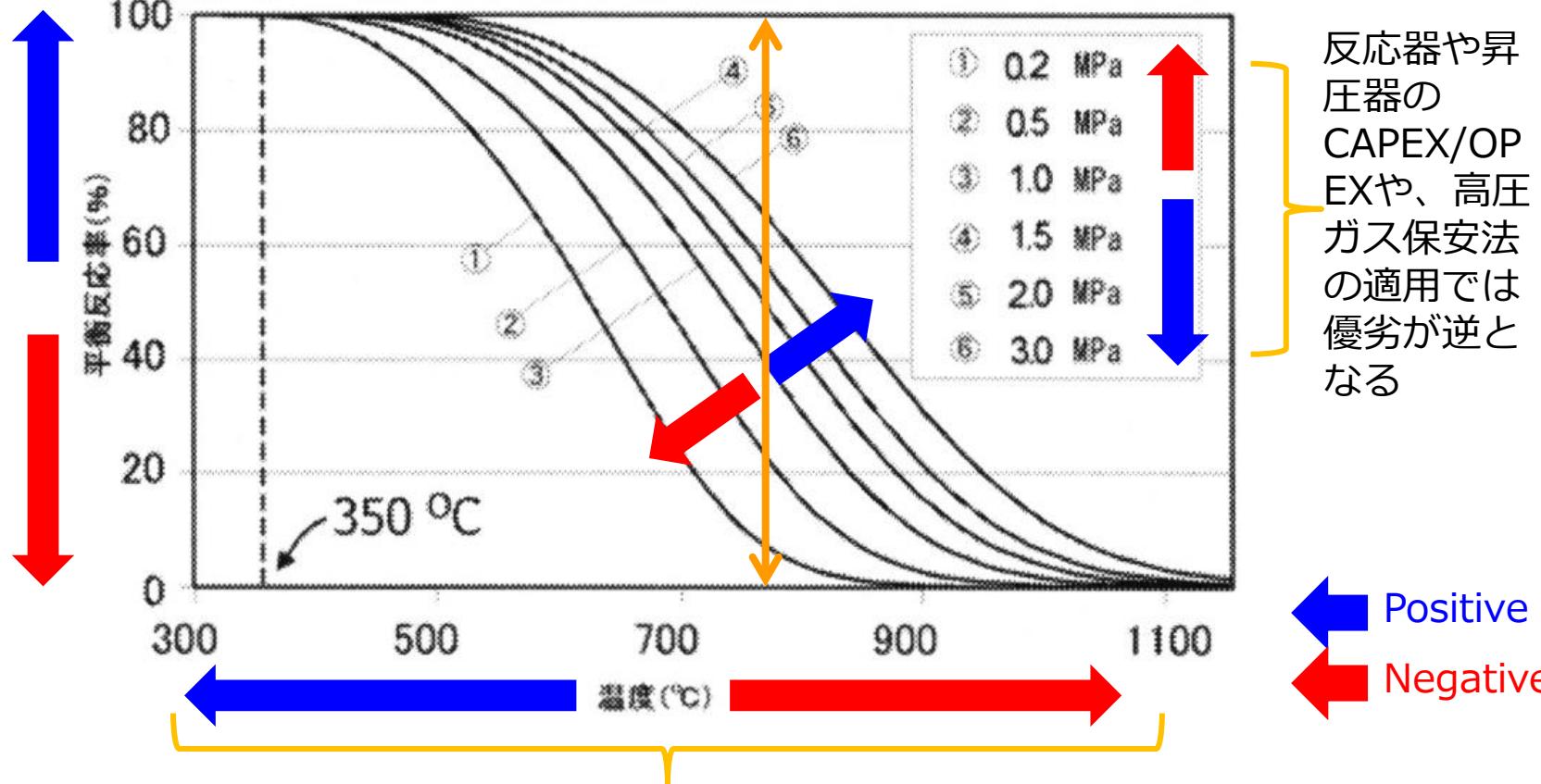
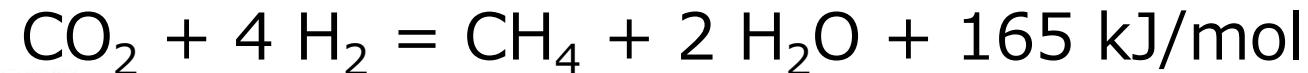
INPEX

メタネーション取組マップ®2022 (案)							資料 4 – 3
技術開発 革新	社名	概要	2022.3	<2020年代前半>	2025	<2020年代後半>	2030
	INPEX	INPEX長岡鉱場（新潟県）内で回収したCO2を活用した合成メタン製造技術の開発。		400Nm3/h級 (大阪ガス/NEDO事業)		10,000Nm3/h級	60,000Nm3/h級
	日立造船	① 環境省事業。小田原市の清掃工場から回収したCO2を活用したメタネーションモデル実証。地域共生構想にて、地域エネルギー活用技術の社会実装を目指す。 ② 中国榆林経済技術開発区にて副生ガス(H2, CO2)から合成メタンを製造し導管注入するFS調査。今後500Nm3/h級の実証を予定。		125Nm3/h級 → 500Nm3/h級		5,000Nm3/h級	数万Nm3/h級
	IHI	そうめIHIグリーンエネルギーセンター（福島県）にて、再生可能エネルギーからのメタネーション全プロセスを実証中。数万Nm3/h級へのスケールアップを目指す。		12.5Nm3/h級～		数百～数万Nm3/h級	
	デンソー	愛知県安城工場で、メタネーションを活用した工場内CO2循環の実証。		実証		社外で実証	事業化
	東京ガス	神奈川県横浜市の研究開発拠点にて、サバティエの実証や革新技術の研究開発を実施。		12.5Nm3/h級～		数百～数万Nm3/h級	
	大阪ガス	大阪市のカーボンニュートラルリサーチハブにて、SOECメタネーションの研究開発を実施。		ハイブリッドサバティエ、PEMCO2還元、バイオリアクター	ラボスケール	スケールアップ	
	GI基金	2050CN実現に向けた野目的取組を10年間、研究開発から社会実装までを継続して支援。		SOECメタネーション	技術確立	スケールアップ	
基盤技術の確立							
サプライチェーン	国内	関西電力	堺エリアで関西電力グループの設備を活用したメタネーション実証に向けたFS調査（2021年度までNEDO事業で実施）。				
	東京ガス・住友商事	ペトロナス／東京ガス／住友商事がマレーシアで製造した合成メタンを日本に導入するFS調査の開始を合意。					
	東京ガス・三菱商事	東京ガス／三菱商事が北米、豪州等で製造した合成メタンを日本に導入するFS調査の開始を合意。					
	大阪ガス	大阪ガス／ATCOオーストラリアが豪州で製造した合成メタンを豪州域内で供給・日本等への輸出することに関するFS調査。2022年中に実施。					
	JERA	米国で再エネ由来水素と火力発電所等から回収したCO2より合成メタンを製造し供給を行うFS調査（2021年度までNEDO事業で実施）。					
参考 船舶	商船三井	「CCR研究会 船舶カーボンリサイクルWG」の幹事会社として、カーボンニュートラルな合成メタンを船舶の代替燃料として活用することにより、CO2排出抑制を目指す。					
	国際海事機関	メタネーションの原料として分離、回収したCO2が各国のGHG inventoryに排出計上されている場合、そのCO2から合成したメタンの船上燃焼時のCO2排出をゼロと見做す案を日本等が提案					

20220124_METI第4回メタネーション推進官民協議会_資料4-3をINPEX抜粋

https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/methanation_suishin/pdf/004_04_03.pdf

3. CO₂-メタネーションの課題（平衡反応に基づく反応）



Positive
Negative

反応熱の利用では優劣が逆となる

反応前後において、モル数が減少(5→3(1))する、且つ発熱する

平衡論的に、圧力が高いほど、温度が低いほど、メタンへの反応率が増加する

H. Kameyama et.al. (TG), LNGチェーンを活用する海外水素輸入, HESS, 36, 4, 22-26 (2011)を
INPEX抜粋加筆, CAPEX: Capital Expenditure, OPEX: Operating Expenditure

3. CO2-メタネーションの課題（制度設計の必要性）

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)	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

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。

（1）国内制度、国際ルールにおけるメタネーションの現状の位置づけ

- 合成メタンは、グリーン成長戦略や、エネルギー基本計画等の我が国の主要なエネルギー政策の中で、脱炭素化に向けた手段の一つとしての政策上の位置づけを得られたものと受け止め。
- 一方、現在の国内制度・ルール上の位置づけは明確でなく、国際ルールにおいても、排出地でのCO2カウントとなる解釈がされうることから、関連制度等において明確に環境価値を確立する必要がある。

1. 国内における位置づけ

グリーン成長戦略

エネルギー基本計画

○ 政策上の位置づけ

- 2050脱炭素化実現に向けた重要施策分野の一つ、次世代熱エネルギー産業として位置づけられた。
- トランジション期における天然ガスシフトを推進しつつ、合成メタンへの展開を図ることで、都市ガス事業者の切れ目の無いカーボンニュートラル化の姿が示された。
- GI基金事業において、合成メタン製造に係る革新的技術開発が対象となり、今後公募が行われる見通し。

△ 制度上の位置づけ

- 制度上の位置づけは明確ではない。
(エネルギー供給構造高度化法、温対法上の算定・報告・公表制度など)

2. 国際ルールにおける位置づけ

IPCCガイドライン

GHGプロトコル

✗ 日本のCO2削減に繋がらない恐れがある

- 現行のIPCCガイドラインルールでは、CO2排出地でのカウントとなるといった解釈がされうる。
- GHGプロトコルにおいては、これまで評価対象外であった炭素除去の対象活動やその算定方法等について、検討が進められているが、現時点では公式見解が示されていない。

国内外の制度・ルールにおいて、環境価値を確立していくことが重要

11

(2) 国内制度、国際ルールへの今後の位置づけに向けた考え方

- 国内制度・国際ルールにおいて、合成メタンの導入・利用が、供給側・需要側の双方のインセンティブに繋がる形で位置づけられることで、事業上の予見性が高まり、早期のメタネーションの実用化・拡大に繋がる事が期待される。
- 今後、日本主導による国際的なルールメイキングを進めていくためにも、目下進められる法改正を起点に、速やかに国内制度への位置づけに向けた検討を進めていくことが必要ではないか。

		見直しの方向性（案）	参考（電気の制度）
国 内	供給構造 高度化法	<ul style="list-style-type: none"> 合成メタンの非化石燃料としての位置づけ 将来の脱炭素化に向け、導入拡大が必要なエネルギーとして位置付け 	<ul style="list-style-type: none"> ・非化石エネルギー源、再生可能エネルギー源としての位置づけ
	省エネルギー法		
	温対法 (SHK制度)	<ul style="list-style-type: none"> 合成メタンの排出係数ゼロの燃料としての位置付け 小売り事業者別係数・メニュー別排出係数の設定 需要家が合成メタンを使用した場合にCO2を排出していないとカウントされるためのルール整備 	<ul style="list-style-type: none"> ・電気事業者別排出係数 ・メニュー別排出係数 ※係数調整にクレジット等の使用が可能
	GHG インベントリ	<ul style="list-style-type: none"> メタネーションによるCO2削減効果を日本のインベントリに反映 	<ul style="list-style-type: none"> ・エネルギー源別炭素排出係数
	証書の仕組み	<ul style="list-style-type: none"> 合成メタンの環境価値を証書として顕在化したうえで取引できる仕組みの新設 	<ul style="list-style-type: none"> ・非化石証書 ・グリーン電力証書
国 外	IPCC ガイドライン	<ul style="list-style-type: none"> メタネーションによるCO2削減効果を国のインベントリ算定方法に反映 	
	GHG プロトコル	<ul style="list-style-type: none"> 合成メタンの排出係数ゼロの燃料としての位置づけ 	

プラント建設等に必要なリードタイムも踏まえれば、可能な限り早期の見直しが必要

CCU・合成燃料とは？

- CO₂源と水素源の整理と欧洲にある背景

- 欧州では、合成燃料に利用する水素もCO₂も非化石由来しか認めない方向性
- 「水素戦略」¹⁾・「エネルギー・システム統合戦略」²⁾では、“既存エネルギーインフラを統合しながらシステム全体で、電化、省エネ、再エネ、エネルギー貯蔵、デジタル化等を進めると同時に、脱炭素化に向けて最後の砦となる部門・用途(※)へグリーン水素・合成燃料を供給し脱炭素を完結させる”ことが目的
- ※: 化学、石油精製、鉄鋼、大型自動車、鉄道、船舶、航空等で、既存技術・インフラ利用のほうがメリットがある場合にのみ合成燃料を供給⇒化石由来CO₂を認めると化石利用(当該部門や他部門での)も認めてしまうことになる

	合成燃料に利用するCO ₂ 源		合成燃料に利用する水素源	
	化石由来	非化石由来	化石由来	非化石由来
欧洲の考え方	×	○	×	○
化石重視の考え方	○	△	○	△
現実的な姿	○	○	×	○

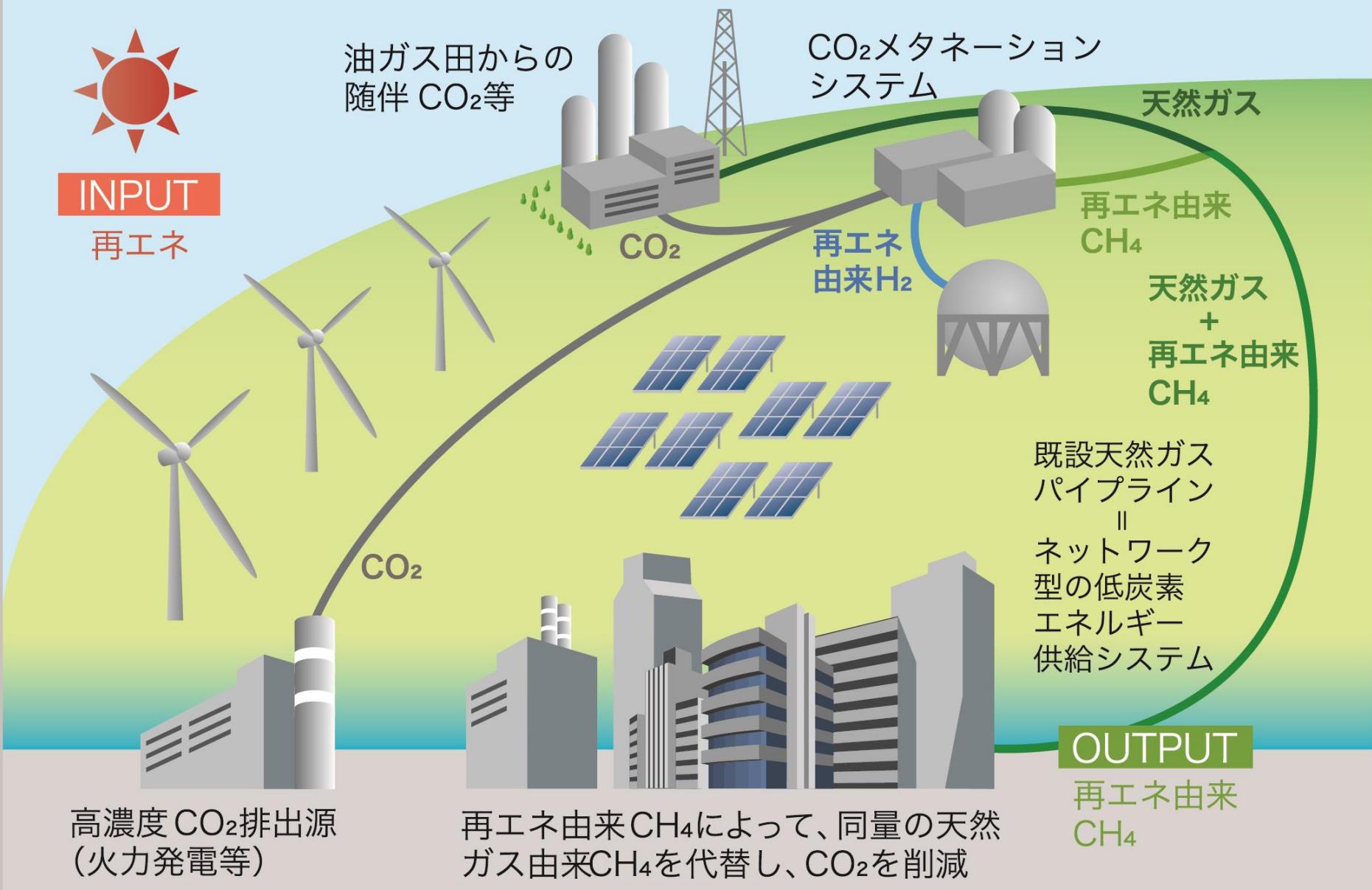
1) A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe, 7/2020

2) An EU Strategy for Energy System Integration, 7/2020

1. INPEXの2050 ネットゼロカーボン社会に向けて
2. CCUに係る政策について
3. CCUに係る現状と課題について
4. NEDO－CO2有効利用技術開発事業について
5. INPEXの今後の展開
6. まとめ

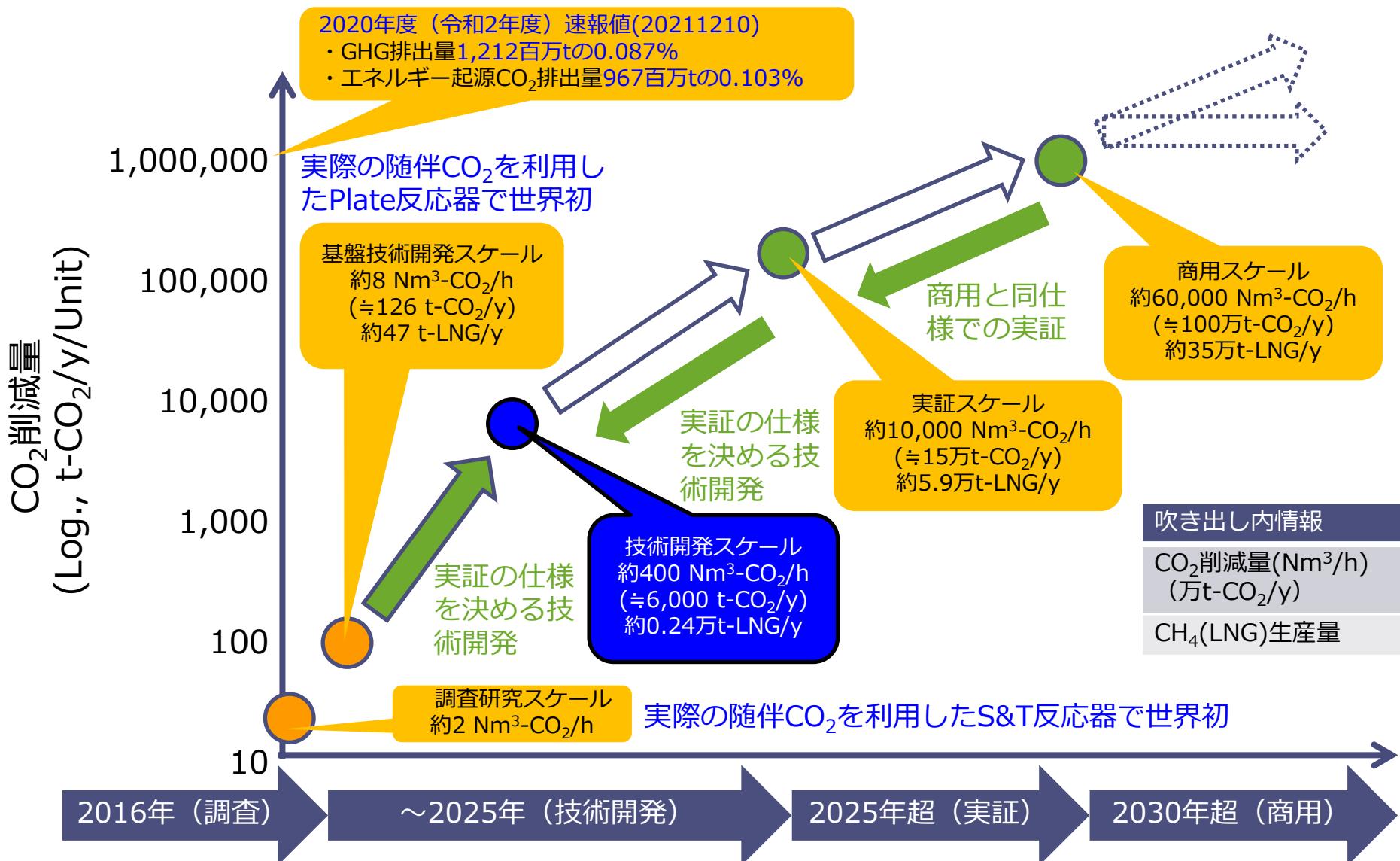
4. CO₂-メタネーション技術の概念図

INPEX



4. NEDO-CO₂有効利用技術開発事業のロードマップ

INPEX



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, CAPEX: Capital Expenditure, S&T: Shell and Tube

NEDO-CO₂排出削減・有効利用実用化技術開発

4. NEDO-CO2有効利用技術開発事業の試験設備

INPEX

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

OGL殿
(長岡炭酸殿)

トレイン-C

低圧採取設備

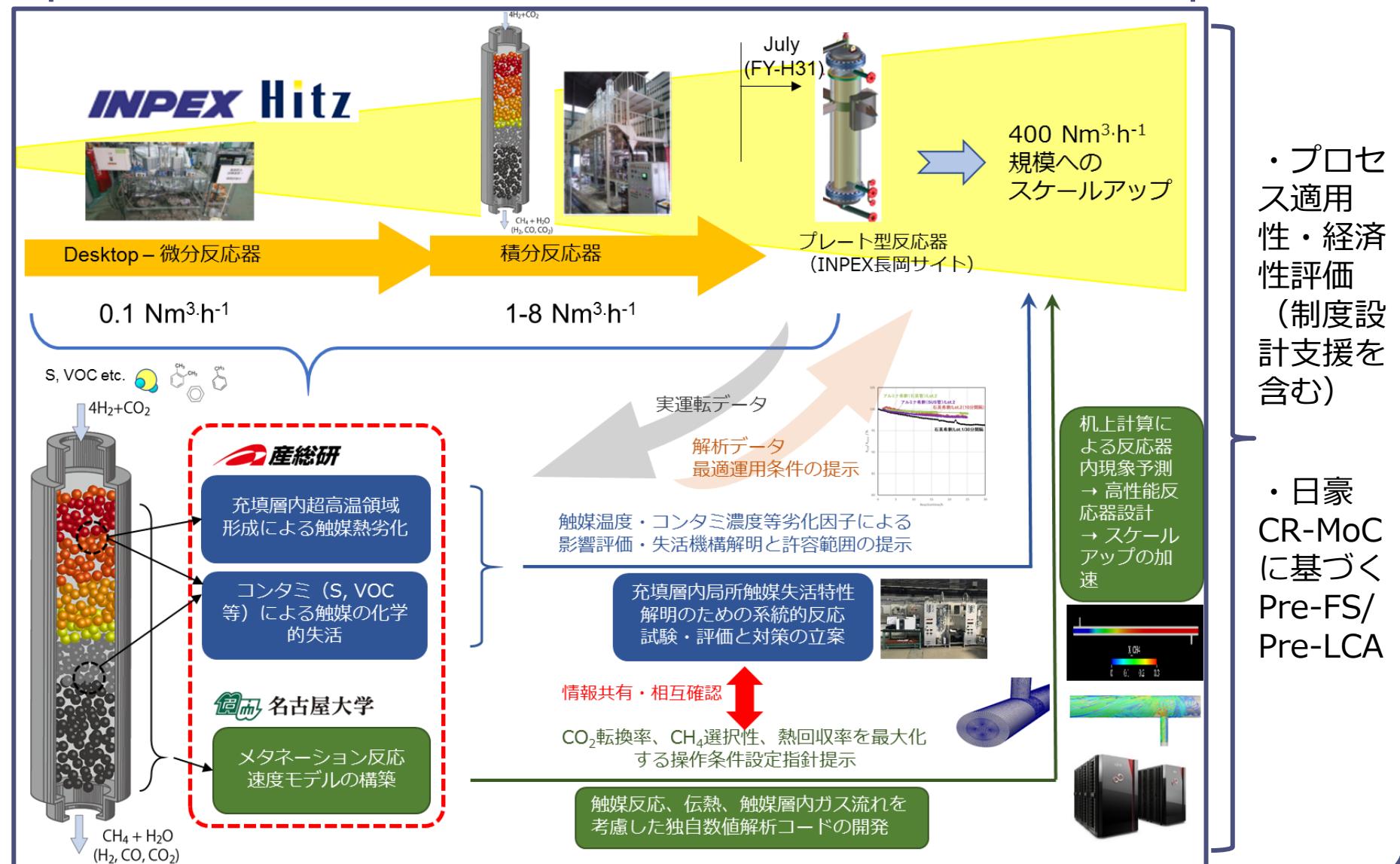
ガス処理プロセス(3系列)

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

- ・最適プロセスの評価検討
- ・400 Nm³-CO₂/hの概念設計/基本設計



4. NEDO-CO2有効利用技術開発事業の成果サマリー

研究開発項目	最終目標	成果	達成度
③-1 反応熱エネルギーマネージメント技術	メタネーション反応をシミュレーションできる数値モデルを構築する。このモデルを用いて、反応速度・熱流体シミュレーションを行い、反応器・プロセス設計へフィードバックを行う。	CFD(数値流体力学)モデルを構築し、実験測定データをシミュレーションでの再現を確認。シミュレーション結果の次期スケールアップ反応器設計へのフィードバックを推進中。	△ (2021年6月達成見込み)
③-2 触媒活性マネジメント技術	メタネーション触媒の失活が生じない下記条件を明確にする。 微量不純物(H2S、VOC)許容濃度上限	H2S、VOCによる活性低下に帶するメカニズム解明を実施し、許容濃度の確認を実施中。	△ (2021年6月達成見込み)
③-3 プロセス運転マネージメント技術	メタン合成能力8Nm ³ /hの試験装置を設計・建設・試験を実施し、下記目標を達成する。 合成能力：8Nm ³ /h メタン濃度：96%以上 熱回収率：85%以上 定格運転時間：4500時間	合成能力、メタン濃度(実績99%)、熱回収率(実績87%)は達成済み。 定格運転時間は、6月には達成見込み（1月末の段階で2500時間達成）	△ (2021年6月達成見込み)
③-4 プロセス適用性・経済性評価	下記各スケールにおけるメタネーション事業の適用性・経済性を評価する。 ① 400 Nm ³ -CO2/h ② 10,000 Nm ³ -CO2/h ③ 60,000 Nm ³ -CO2/h	400Nm ³ /hスケールの基本エンジニアリングを実施し、適用性の評価を実施。また、将来の商用スケールでの経済性評価を実施し、収益性の分析した。	△ (2021年6月達成見込み)
③-5 オーストラリアにおける商用スケール適用に係るPre-FS	オーストラリアでの商用スケール60,000 Nm ³ -CO2/hのPre-FSを実施する。	オーストラリア研究機関CSIROと共同で、電力網・ガスピープライン網等々の情報を得て、商用スケールのPre-FSを実施した。	△ (2021年6月達成見込み)

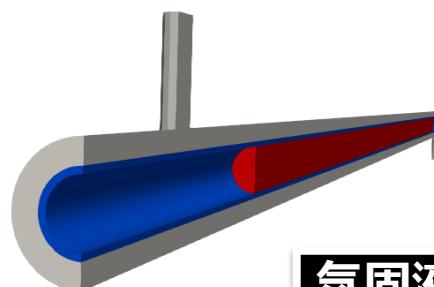
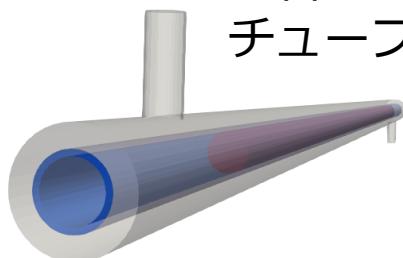
研究評価委員会「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発／〔4〕次世代火力発電基盤技術開発 7) CO2有効利用技術開発」（事後評価）分科会資料をINPEX抜粋, https://www.nedo.go.jp/introducing/iinkai/ZZBF_100453.html

4. 反応熱エネルギー・マネージメント技術(NU/AIST)

INPEX

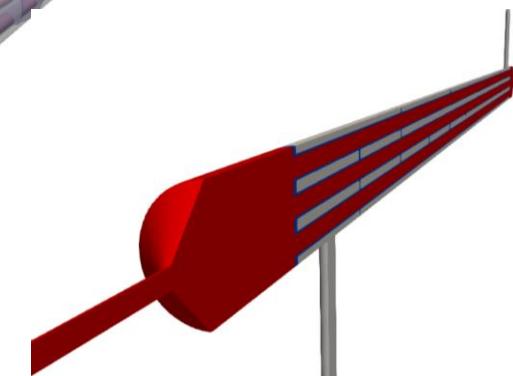
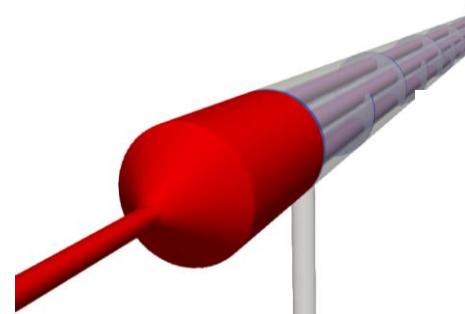
単管シェルアンド
チューブ反応器

30万cell



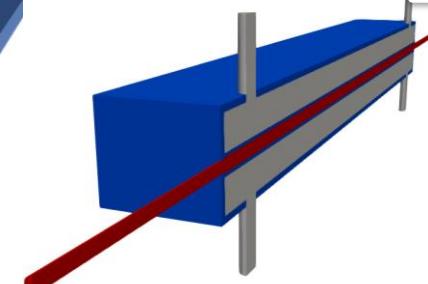
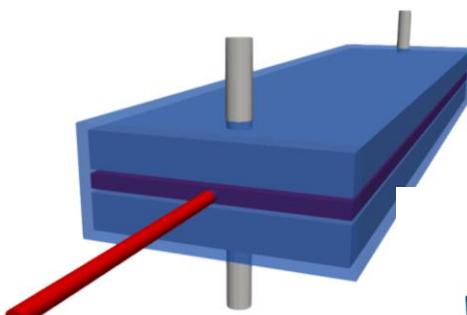
多管シェルアンド
チューブ反応器

856万cell

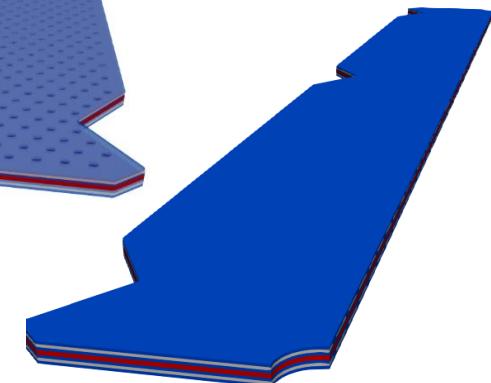
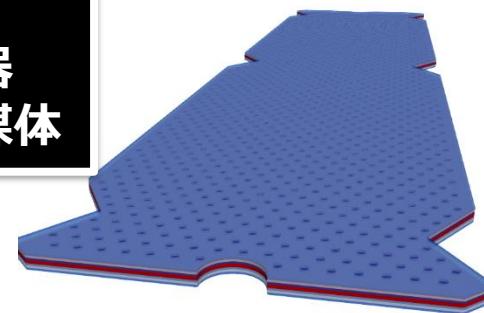


気固液全領域解像した数値計算

small scale



赤：ガス
青：反応器
白：冷却媒体

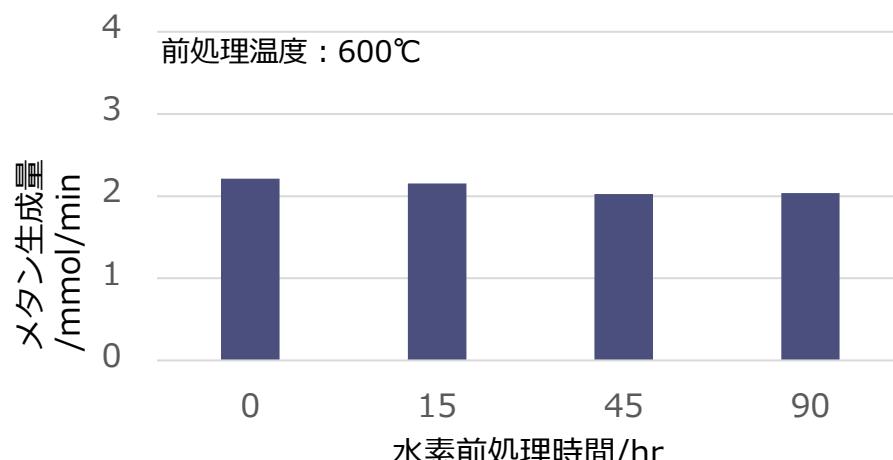
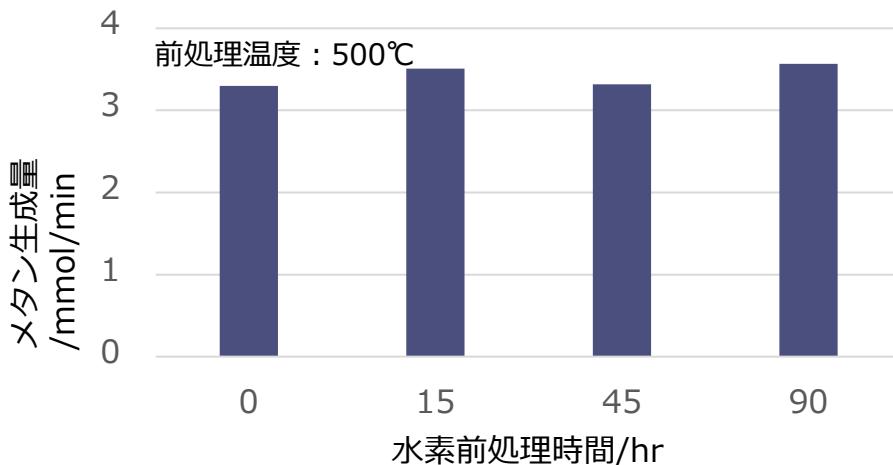


Labプレート反応器 181万cell

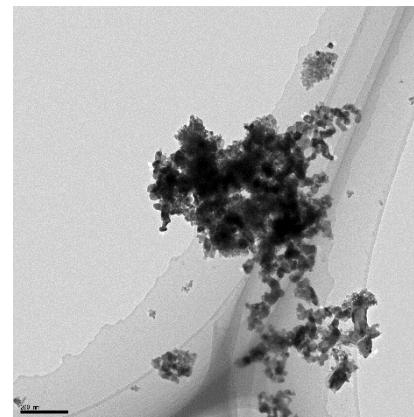
8Nm³/hプレート反応器(1/4) 320万cell

充填層内超高温領域形成による触媒熱劣化

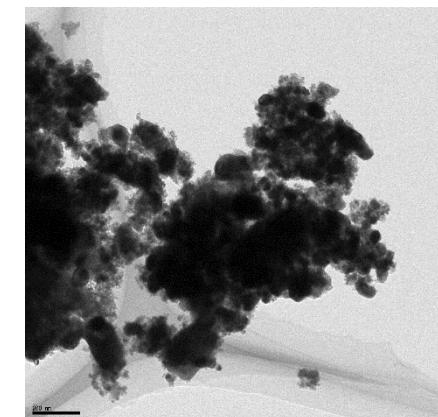
500°Cおよび600°Cにおける水素前処理の時間とメタン生成量の関係



TEM観察



H₂前処理なし



600°C-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°C	15時間	167 Å	58 Å
500°C	45時間	170 Å	62 Å
600°C	15時間	164 Å	61 Å
600°C	45時間	193 Å	62 Å

◆ 600°C : H₂前処理時間が長いほど、Ni結晶子径が増大

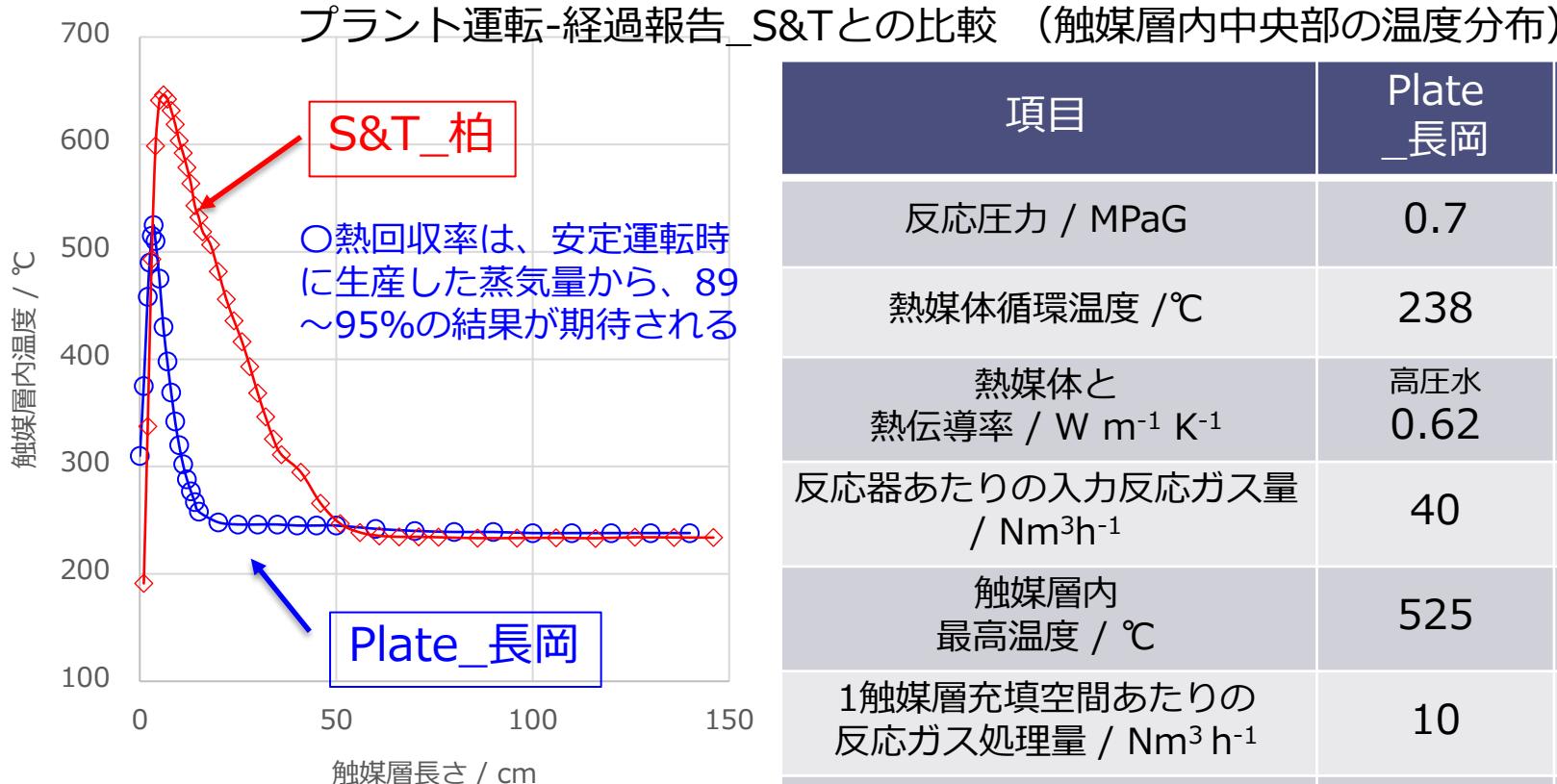
4. プロセス運転マネージメント技術(Hitz/INPEX)

INPEX

2019年8月末撮影



4. プロセス運転マネージメント技術(Hitz/INPEX)



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
(想定の最高温度は595～635°C程度であり、想像以上の冷却効果が期待される)

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

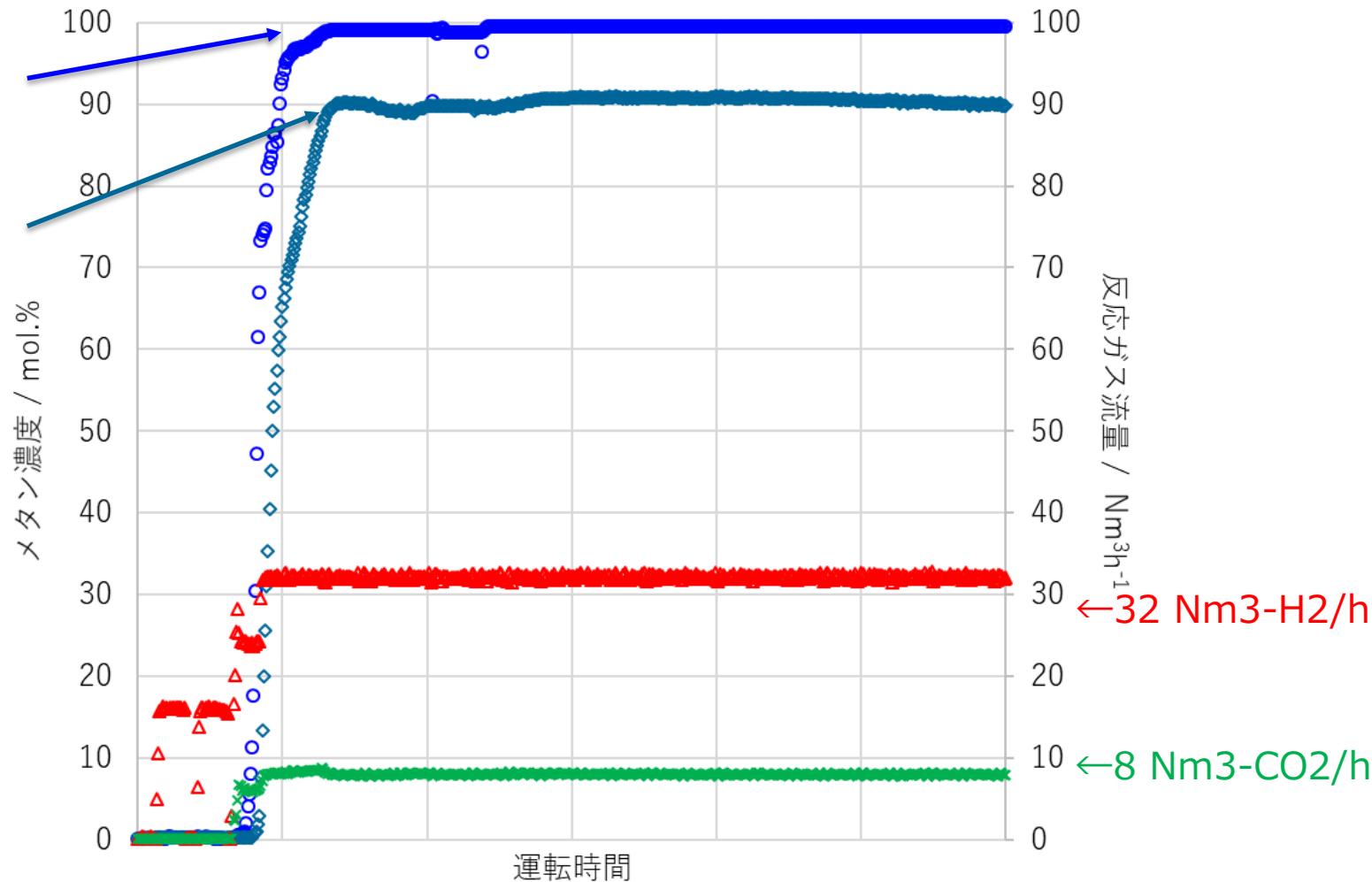


プレート型の、1充填空間あたりの許容ガス処理量、ひいては、反応器あたりの許容ガス処理量の増加が期待できる（冷却能力に余裕があるので、より多い反応熱量を処理できる可能性大）

4. プロセス運転マネージメント技術開発 (Hitz/INPEX)

INPEX

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°C
運転圧 : 0.7 MPaG
流量 : 40 Nm^3/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時間を終えて、停止中

目標値である96%超のメタン濃度を達成、総運転時間4,500時間を達成。

4. プロセス適用性・経済性評価(INPEX/Hitz) (早期社会実装に必要な制度例)

INPEX

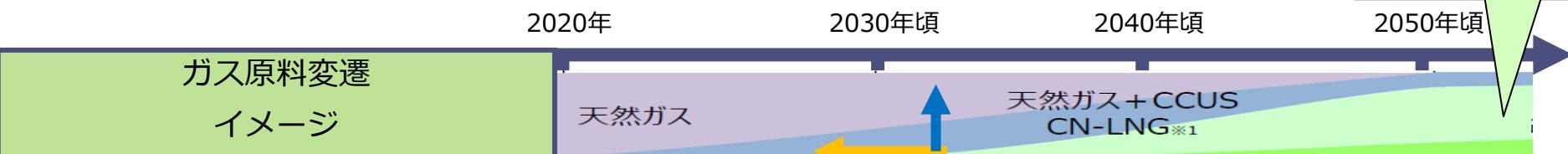
CO₂-メタネーションの早期社会実装に必要な制度については、既存制度を活用しつつ、生産者、供給者、需要家の観点から普及を促進する制度の方向性を検討（再エネ由来CH₄=プレミアムCH₄=P-CH₄）

生産者：上流の開発支援（①）、コスト回収（②）が可能な制度を検討し普及時期の前倒しを図る

供給者：ニーズを創出（③）するような制度を検討し、普及量の拡大を図る（下図：青色矢印）

需要家：ニーズを創出（④）するような制度を検討し、普及量の拡大を図る（下図：青色矢印）

メタネーションによる合成メタン
(P-CH₄)



対象者【制度】	概要	導入イメージ
①生産者：上流 【JOGMEC/ イニシアティ ブ】	・脱炭素化取組支援の対象にP-CH ₄ を追加 ・技術開発・事業性評価を支援	金銭的支援・普及時期の前倒し
②生産者：上流 【ガス版FIT】	・ガス会社（供給者）がP-CH ₄ を固定価格で買取 ・買取費用の一部は国民負担	金銭的支援・普及時期の前倒し
③供給者：中流 【高度化法等】	・達成基準にP-CH ₄ を追加（ムチ） ・ビジネス機会の創出（アメ）	ニーズの創出・普及量の拡大
④需要家：下流 【省エネ法・温 対法等】	・換算係数表にP-CH ₄ を追加（省エネ法・温対法） ・各社ネットゼロ(Scope 1)報告での活用の可能性	ニーズの創出・普及量の拡大

1. INPEXの2050 ネットゼロカーボン社会に向けて
2. CCUに係る政策について
3. CCUに係る現状と課題について
4. NEDO－CO2有効利用技術開発事業について
5. INPEXの今後の展開
6. まとめ

体制	株式会社INPEX（NEDOから助成予定）： 商用スケール適用性検討 大阪ガス株式会社（INPEXから委託予定）： 反応プロセス技術開発 国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学（INPEXから委託予定）： シミュレーション技術開発
期間	2021年度下期～2025年度末
場所	INPEX 長岡鉱場 越路原プラントに接続して構築（予定）
概要	1) 触媒によるCO2-メタネーション反応の挙動把握を目的とした、反応シミュレーション技術開発 2) プロセスの基本性能や触媒の長期耐久性等の評価・確立を目的とした、大規模CO2-メタネーション反応プロセス技術開発 3) 商用スケールへの大型化、適用性や経済性等の評価を目的とした、反応システムのスケールアップ等適用性検討

実用化技術開発（助成事業）として、400 Nm³-CO₂/hスケールのCO₂-メタネーションを実施。
事業期間内で、当社導管に注入予定。

1. INPEX再電本部について

→電気-水素-メタンのバリューチェーンの構築に資する技術の研究開発を引き続き推進する。

3. CCUに係る現状と課題について

→INPEX今後の事業展開～2050 ネットゼロカーボン社会に向けて@20210127に基づき、水素製造・供給事業への展開を図る。

4. NEDO-CO2有効利用技術開発事業について

→5. 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を引き続き追及する。

引き続き、皆様からのご支援、ご協力をお願い致します。