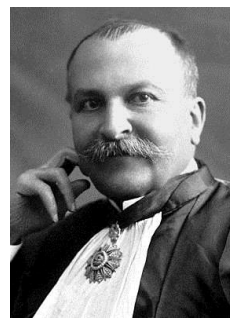


カーボンリサイクル技術（CCR）に関する取組み

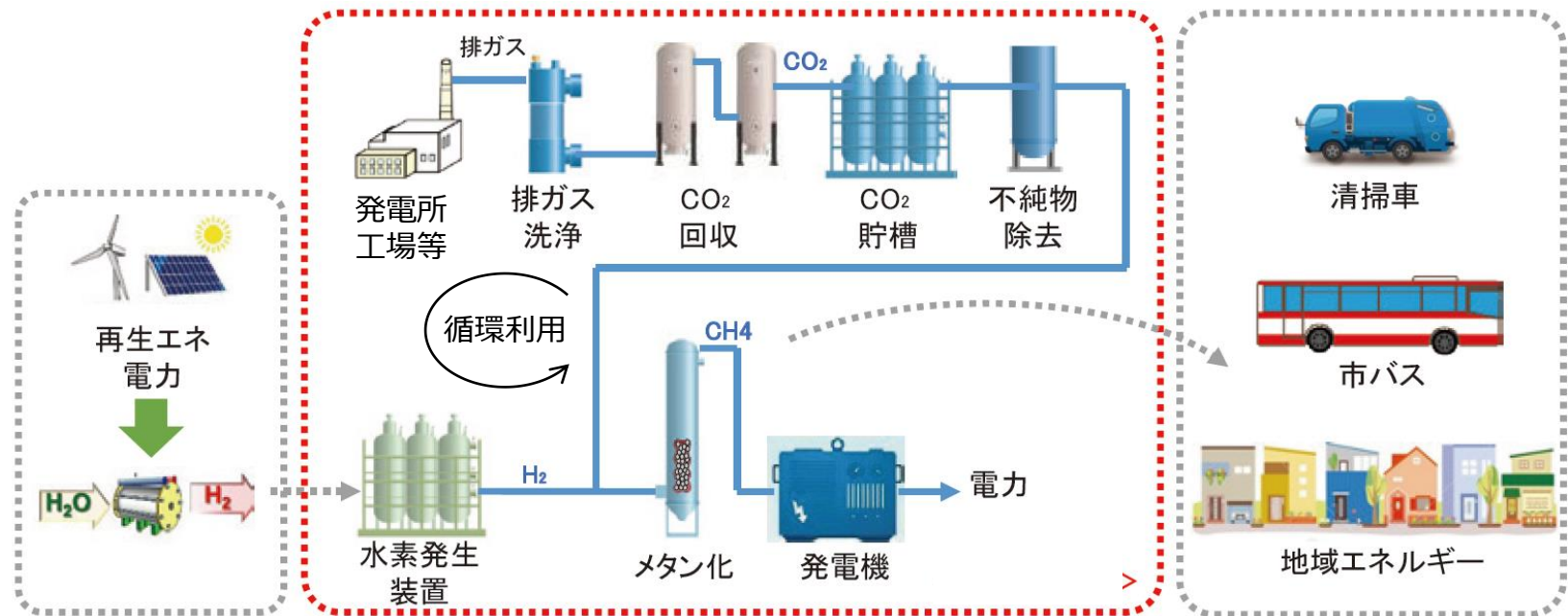
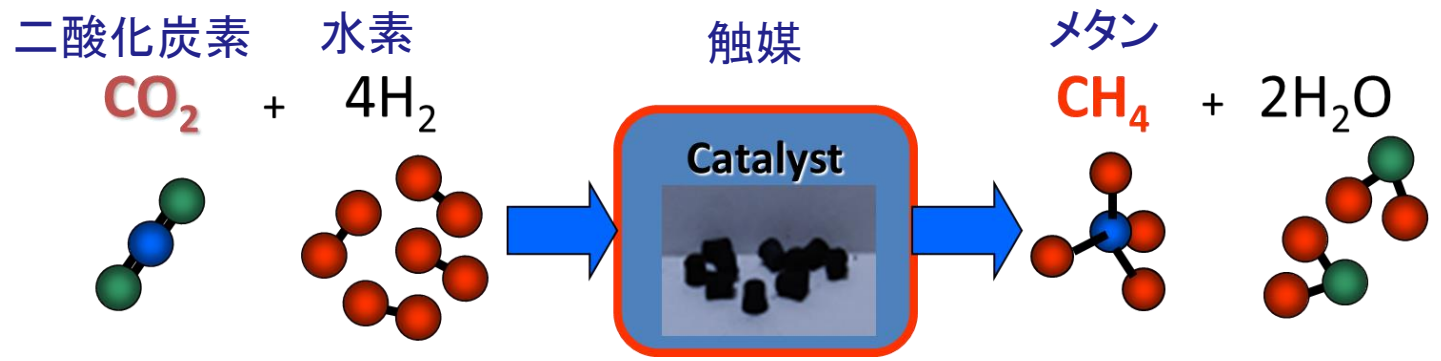
令和元年 8 月 2 日（金）
赤坂インターシティコンファレンス
日立造船株式会社
顧問 熊谷直和

二酸化炭素と水素からメタンを合成



二酸化炭素と水素からメタンを合成する技術は1911年に
仏の化学者サバティエが発見した古い技術

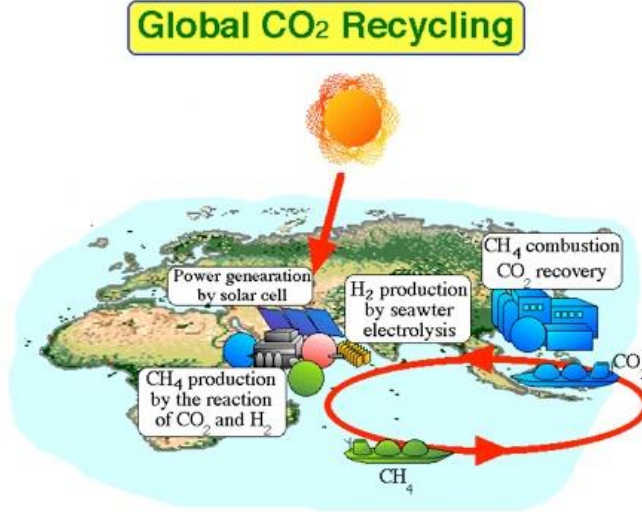
Paul Sabatier
ノーベル賞に輝いた
フランスの化学者
1854-1941



メタネーション技術の歴史



Global CO₂ Recycling
Advocator
Emeritus Prof.
Koji Hashimoto
Tohoku Univ



東北大学、東北工業大学名誉教授の橋本先生が1993年にグローバル二酸化炭素リサイクル構想を提案。

以来その構想のキーマテリアルである水電解で水素を効率よく発生させる電極材料の開発、二酸化炭素と水素でメタンを合成する触媒の開発を行ってきた。日立造船はその研究に共同で参画。

1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

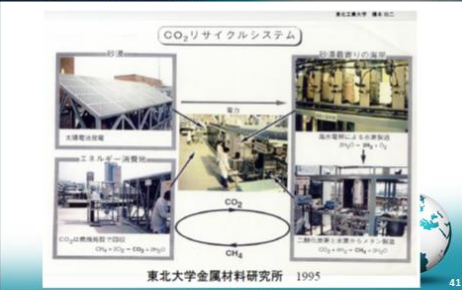
* 1993年橋本先生
メタン化構想発表
* 1995東北大学金研屋上
に0.1Nm³/h実証プラント

* 2003年東北工業大学
1Nm³/h実証プラント

* 2010年東ガスに6Nm³/h
反応器を納入
* 2010年PTTEP接触

* 2012年 PTTEPと契約
* 2012年 IHIとNEDO共同事業開始
* 2013年 経産省事業採択

実証1号機 0.1Nm³-CH₄/h
実証プラント 1995



実証2号機 1Nm³-CH₄/h
実証プラント 2003



実証3号機 6Nm³-CH₄/h
実証プラント 2010



柏事業所に設置した基礎データ取得用試験機



IHI横滨に設置した18Nm³/h試験機

- 2012年～2015年 **NEDO** 戦略的次世代バイオマスエネルギー利用技術開発
(実用化技術開発)
「木質バイオマスのガス化によるSNG製造技術の研究開発」
- 2013年 経産省 再生可能エネルギー貯蔵・輸送等技術開発」
- 2014年～2016年 **NEDO** 水素利用等先導研究開発事業 に移管
低コスト水素製造システムの研究開発
「高効率低コスト水素製造システムの研究開発」
エネルギーキャリアシステム調査・研究
「高効率メタン化触媒を用いた水素・メタン変換」
- 2016年～2017年 **NEDO** 水素社会構築技術開発事業／水素エネルギー
システム技術開発
「再エネ水素と排ガスCO₂によるメタン合成および都市ガスグリッド利用
を目指したPower to Gasシステムの研究開発」フェーズA
- 2017年ごろからCCUとしてのテーマとなる
- 2017年～ **NEDO** 次世代火力発電等技術開発／次世代火力発電基盤
技術開発／CO₂有効利用技術開発
- 2018年～ **環境省** 二酸化炭素の資源化を通じた炭素循環社会モデ
ル構築促進事業／清掃工場から回収した二酸化炭素の資源化によ
る炭素循環モデルの構築実証

世界のメタネーション実証プラントプロジェクト

橋本先生、当社グループ 1995年世界初の実証

メタネーション技術の日本での認知度が低い



欧州は早くても2009年から

Lobby活動が必要であった。

2011年以降の立ち上げがほとんど



Fig. 3. Timeline of worldwide existing PtG projects.

“Power to Gas projects review: Lab, pilot and demo plants for storing renewable energy and CO2”, M. Bailera et al. Renewable and Sustainable Energy Reviews 69 (2017) 292–312

近年のメタネーション技術の位置づけ

イベント	2016	2017	2018	2019
CCR研究会設立 (4社、東大、産総研)	11月●			
議員勉強会での講演		4月●		
水素基本戦略に掲載		12月●		
CCR研究会設立研究会会員拡大(20社、九大、東邦大、産総研)			2月●	
第5次エネルギー基本計画に記載			7月●	
国交省国際海運GHGゼロエミッションプロジェクト発足			8月●	
ダボス会議で安部首相言及			1月●	
エネ庁にカーボンサイクル室設立			2月●	
環境省CCUSの早期社会実装会議設立			2月●	
G20軽井沢/大阪にてイノベーション技術として展示				6月●

議員勉強会の様子



「水素基本戦略(概要)」から抜粋

(2) 国際的な水素サプライチェーンの開発

- ▶ 効率的な水素の輸送・貯蔵を可能とするエネルギーキャリア技術を開発。
- ▶ **液化水素**サプライチェーン開発は、2030年頃の商用化に向けて2020年代半ばまでに商用化実証を実施。
- ▶ **有機ハイドライド**サプライチェーン開発は、2020年度までに基盤技術を確立し、2025年以降の商用化を目指す。
- ▶ エネルギーキャリアとしての**アンモニア**活用は、直接燃焼時のNOx低減、可燃性劇物に係る安全性確保等の課題解決を進め、2020年代半ばまでのCO2フリーアンモニアの利用開始を目指す。
- ▶ CO2フリー水素を用いた**メタネーション**は普及方策を検討。

2016年 11月実効的なカーボンニュートラルを目指したCCR研究会を設立
炭素循環社会の実現を目指して(赤枠は設立メンバー)



2018年2月16日の会員
拡大総会を経て現在

平成31年6月30日現在
27企業・団体
非開示2社含む

特別会員 5名
 九州大学大学院
 産業総合技術研究所
 東北大学金属材料研究所
 名古屋大学
 名誉会員 1名
 東北大学

小林客員教授
 高木研究G長、望月主任研究員
 秋山教授
 則永教授
 橋本名誉教授

<https://ccr-tech.org/>

第5次エネルギー基本計画は⇒エネルギー政策の基本的方向性を示す。
2018年7月3日閣議決定された。

第2節 2030年に向けた政策対応

1. **資源確保の推進**：化石燃料・鉱物資源の自主開発の促進と強靱な産業体制の確立等
2. **徹底した省エネルギー社会の実現**：省エネ法に基づく措置と支援策の一体的な実施
3. **再生可能エネルギーの主力電源化に向けた取組**：低コスト化, 系統制約克服, 調整力確保等
4. **原子力政策の再構築**：福島復興・再生, 不断の安全性向上と安定的な事業環境の確立等
5. **化石燃料の効率的・安定的な利用**：高効率な火力発電の有効活用の促進等
6. **水素社会実現に向けた取組の抜本強化**：水素基本戦略等に基づく実行
7. **エネルギーシステム改革の推進**：競争促進、公益的課題への対応・両立のための市場環境整備等
8. **国内エネルギー供給網の強靱化**：地震・雪害などの災害リスク等への対応強化等
9. **二次エネルギー構造の改善**：コージェネの推進、蓄電池の活用、次世代自動車の普及等
10. **エネルギー産業政策の展開**：競争力強化・国際展開、分散型・地産地消型システム推進等
11. **国際協力の展開**：米国・ロシア・アジア等との連携強化、世界全体のCO2大幅削減に貢献等

第3節 技術開発の推進

1. **エネルギー関係技術開発の計画・ロードマップ**：エネルギー・環境イノベーション戦略の推進等
2. **取り組むべき技術課題**：再エネの革新的な技術シーズを発掘・育成、社会的要請を踏まえた原子力関連技術のイノベーション、**水素コストの低減、メタネーションの技術開発等**

非連続イノベーションの必要性

ダボス会議における総理スピーチ（平成31年1月23日）

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ことです。

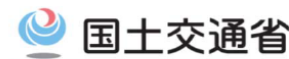


今や、手遅れになる前に、より多く、更に多くの、非連続的イノベーションを導き入れなくてはなりません。二酸化炭素というのは、皆様、事と次第によっては、一番優れた、しかも最も手に入れやすい、多くの用途に適した資源になるかもしれません。例えば、人工光合成です。これにとって鍵を握るのが、光触媒の発見でしたが、手掛けたのは日本の科学者で、藤嶋昭(ふじしまあきら)という人です。メタネーションというと年季の入った技術ですが、CO2除去との関連で、新たな脚光を浴びています。今こそCCUを、つまり炭素吸着に加え、その活用を、考えるときなのです。それから水素です。水素は、一次エネルギーであるだけでなく、エネルギーの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、皆様にお話できますのを喜びとするところでありますが、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、巨額ではありません。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えますと、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。

我が国の対応： 国際海運GHGゼロエミッション・プロジェクト



参考 2

背景



IMO

2018年4月 国際海事機関(IMO) GHG削減戦略採択
…今世紀中早期のGHGゼロエミッションに国際合意

国際海運GHGゼロエミッション・プロジェクト

産学官公の連携で、地球温暖化対策の推進と、我が国海事産業の国際競争力強化を目指す

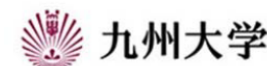
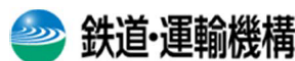
【2030年目標(平均燃費40%改善)に向けて】

- ✓ 本年中に、実効性・即効性の高い国際的な省エネ推進制度を取りまとめ、IMOに提案し、5年以内の国際合意を目指す。

【2050年目標(総排出量50%削減)に向けて】

- ✓ 次世代の低炭素代替燃料や船上での炭素回収技術など、革新的ゼロエミッション技術の実現と世界的な普及を目指す。

構成メンバー



将来燃料の候補 (非化石・人工合成)

燃料	水素 H2		メタン CH4		メタノール CH3OH		アンモニア NH3		
	仕様	考察	仕様	考察	仕様	考察	仕様	考察	
水素製造	再生可能エネルギー、水電解		再生可能エネルギー、水電解		同左		同左		
燃料製造	再生可能エネルギー、水電解		H2 と CO2 による合成 ($4H_2 + CO_2 \Rightarrow CH_4 + 2H_2O$) 大型化のためには反応速度制御と大量の熱処理が必要。		H2 と CO2 による合成 ($3H_2 + CO_2 \Rightarrow CH_3OH + H_2O$) 実証事件も含め確認済み		N2 と H2 による合成 ($N_2 + 3H_2 \Rightarrow 2NH_3$)		
物性 (沸点/液密度/他)	-252.8°C、0.071、脆性破壊		-162°C、0.422		+64.45°C、0.792		-33.4°C、0.674、毒性		
機関仕様	2 cycle Diesel	実績無し	開発(難)	実績あり	既存技術	MAN ME-LGIP 実績	既存技術	??	未知
	4 cycle Diesel	試験実績あり	開発(難)	実績あり	既存技術	無し	開発(易)	戦時中、自動車実例	開発(難)
NOx	直接燃焼	NOx対策 必要	開発(難)	同左	既存技術	同左 or 28% 水混合	既存技術	同左	既存技術
	Ar循環燃焼	空気中のNを分離、Arを作動ガス化。	開発(難)	同左	開発(難)	同左	開発(難)	同左	開発(難)
SOx	Pilot fuel	--	未知	1~3%	既存技術	1~3%	既存技術	--	未知
	Ignitor点火方式	SOx Free	開発(難)	SOx Free	既存技術	SOx Free	未知	SOx Free	未知
燃料輸送方法	極低温貯蔵設備	開発(難)	既存技術	既存技術	既存技術	既存技術	既存技術	低温貯蔵説	既存技術
	メタノール変換輸送	開発(難)	低温貯蔵設備	既存技術 (高価)	既存技術 (ケミカルタンク仕様)	既存技術 (安価)	既存技術 (高価)		
船上 燃料ハンドリング	真空二重管、防熱技術、BOG管理	開発(難)	既存技術	既存技術	既存技術	既存技術	既存技術	SUS二重管技術	既存技術
	メタノール改質装置	開発(難)	SUS二重管技術 BOG管理	既存技術 (高価)	既存技術 SUS二重管技術	既存技術 (安価)	既存技術 (高価)	BOG管理	既存技術 (高価)
考察	水素燃料は小型・低出力機関の実現性はあるも船用大型機関は開発ハードルが高く、水素燃料FGSSも同様。		メタン燃料機関の就航実績も多く、開発要素は無い。		メタノール燃料機関の就航実績も多く、開発要素は無い。燃料貯蔵が容易。		毒性もあり、機関による直接燃焼技術開発のハードルが高い。高Nox対策も必要か		

船舶ゼロ・エミッション代替燃料のワーキンググループ設立

Power to Gasへの取り組み

CCR研究会の 設立目的 CCR技術の コンセプト CCR技術の 導入事例 CCR研究会の 活動 CCR研究会の ご案内

未来につながる新しいエネルギーを考える

Think about the new energy leading to the future

目的

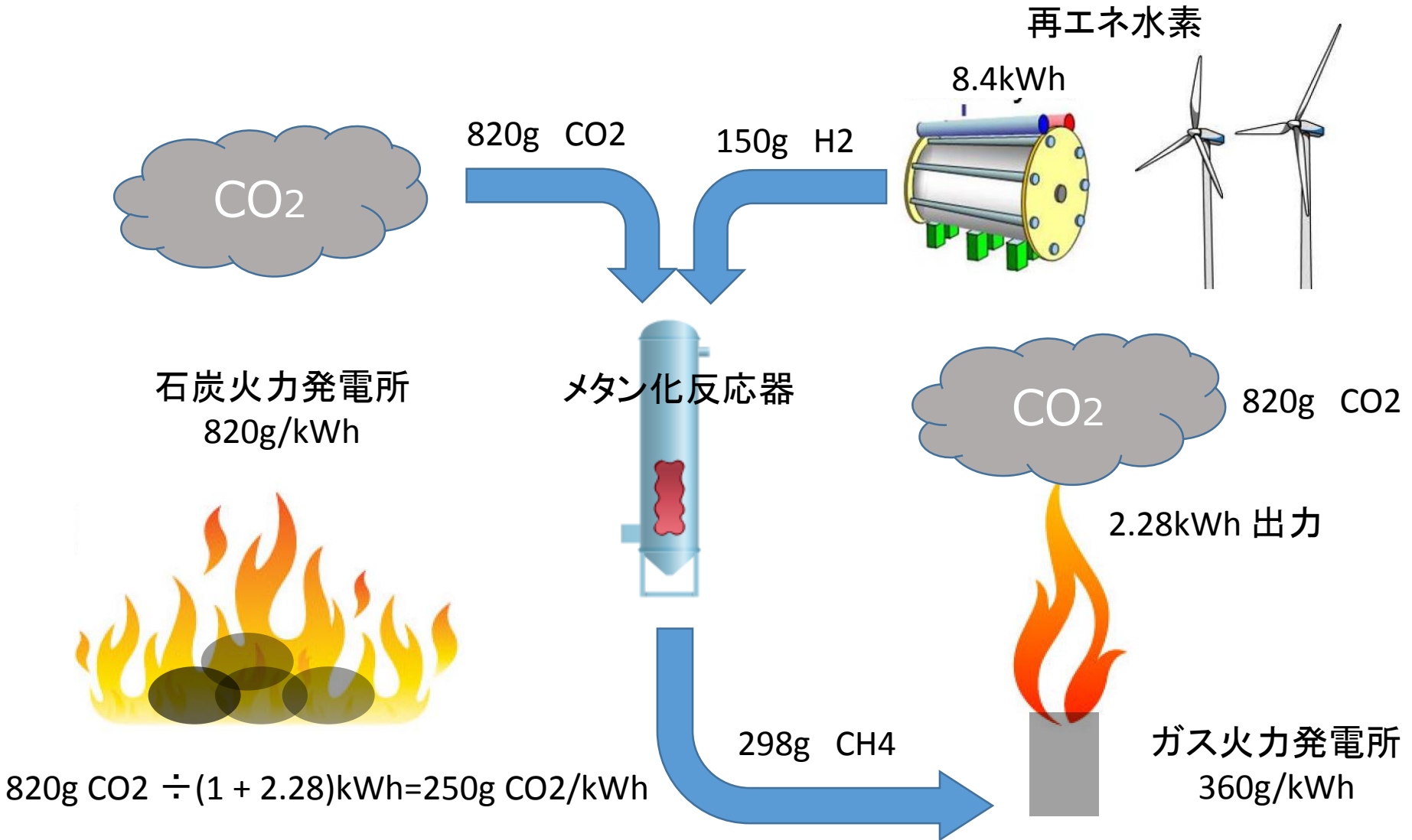
国際海運GHGを2050年までに50%削減することがIMOで採択され、これを達成すべく、化石燃料の代替燃料にCO₂のメタン化燃料の導入を検討する。

• WGのキーワード

CO₂関係/H₂関係/メタネーション燃料とLNG燃料/物性/燃焼実験 実船実験/ 燃料認証 /GHG評価(EEDI Cf) / プラント関係 / 化石燃料問題共有者 / 海事関係 / 採算

- 幹事会社： 株式会社商船三井
- 事務局： 一般社団法人日本海事協会

CO2の削減効果

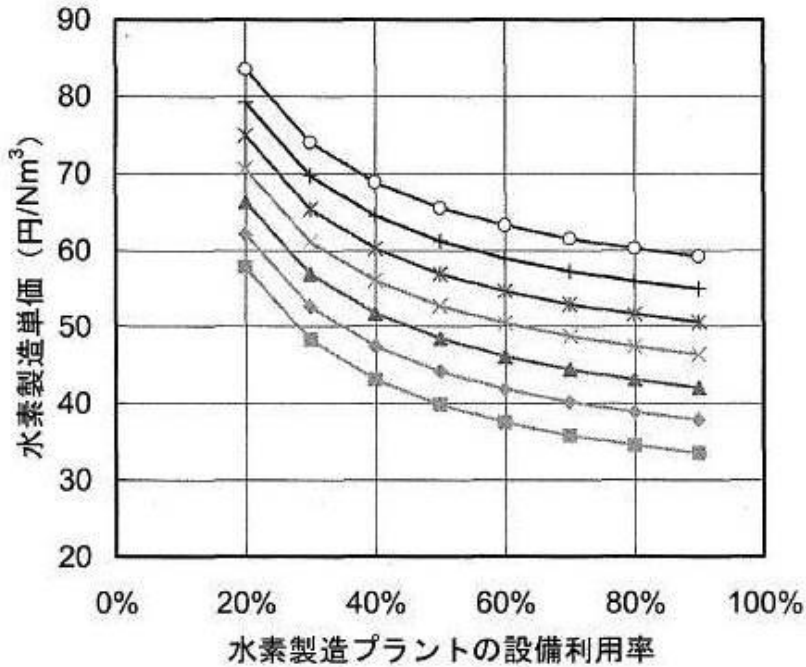


$250 \div 820 \times 100(\%) = 30.5\% \rightarrow 69.5\%$ の削減効果

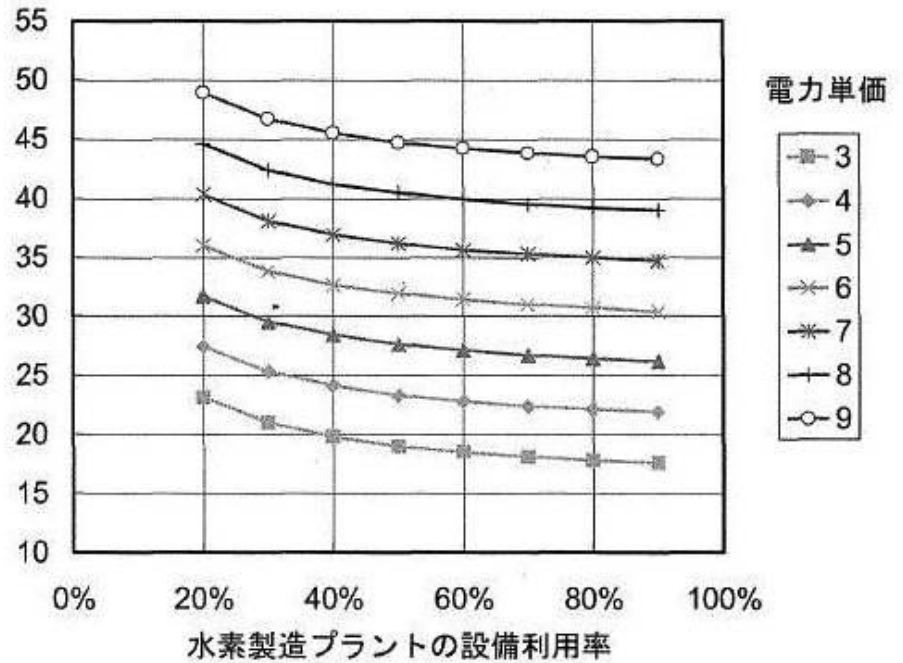
コストは？

稼働率の水素単価に及ぼす影響

稼働率も影響するが、電力単価の影響の方が大きい



水素供給規模 300Nm³/h
装置前提価格 204百万円 (136千円/kW)



水素供給規模 30,000Nm³/h
装置前提価格 5,000百万円 (33千円/kW)

図3 PEM 電解水素製造価格の設備利用率影響

Fig.3 Estimated hydrogen production cost produced by PEM water electrolysis as a function of the plant availability.

原子力発電

電力中央研究所報告

余剰／深夜電力を利用した電解による
水素製造の成立性
—設備利用率と送電費用の影響評価—

研究報告：T02039

平成15年4月

財団法人 電力中央研究所

水素単価に占める電解電力の比率 83.67% 設備費は11.7%

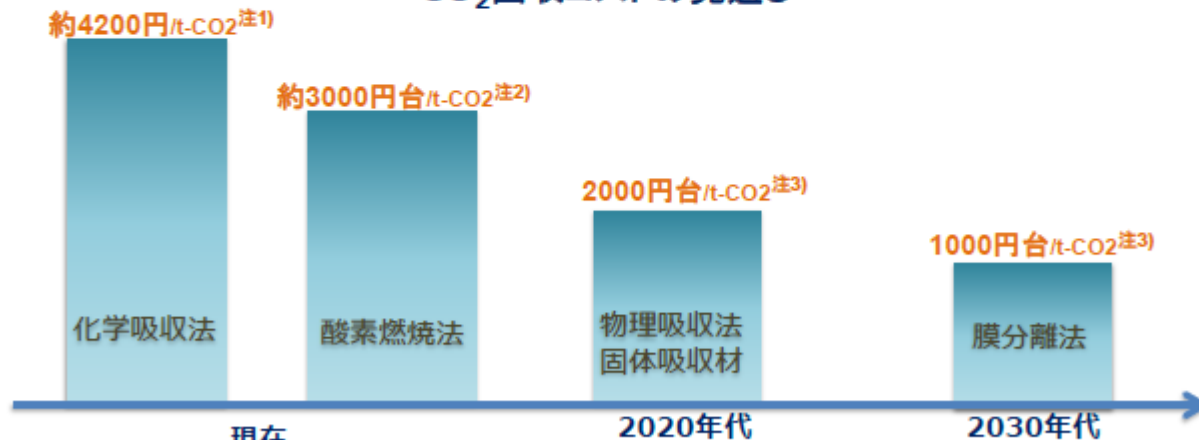
表2 水素製造能力 32,000Nm³/hの固体高分子型電解プラントの水素単価とその内訳[7]
Table 2 Hydrogen production cost by PEM water electrolysis. The production rate of the plant is 32,000 Nm³/h. [7]

費目	値または摘要	単位	単価 または%	単位	年間金額	単価 (円/Nm ³)	比率 (%)
変動費							
電解用電力	1,096,368,000	kWh	5	円/kWh	5,481,840,000	21.41	
Utilities、消耗品		円			191,233,754	0.75	
小計					6,033,073,754	22.16	83.67
固定費							
(1)減価償却費	定額法						
プラント類	4,632,990	千円	10	年	463,298,978	1.81	
基礎、土建	354500	千円	35	年	10,128,571	0.04	
(2)固定資産税	設備費の		0.7	%	34,912,428	0.14	
(3)損害保険料	設備費の		0.6	%	30,304,653	0.12	
(4)補修費	設備費の		2	%	99,749,796	0.39	
(5)人件費	16	人	10,000	千円/人	160,000,000	0.63	
小計					798,394,427	3.12	11.77
一般費							
(1)設備金利	設備費の		5.2	%	259,349,469	1.01	
(2)一般管理費	設備費の		1	%	49,874,898	0.19	
小計					309,224,367	1.21	4.56
						26.49	100

安い電力が水素単価を決める。

- CCSの実用化に係る技術は2020年頃に実用化が見込まれるが、実際に導入が拡大するには、その低コスト化が大きな課題。
- 現在の技術では、CO₂回収設備の設置、稼働は発電コストを大きく押し上げ、また、設備の稼働による電力消費により、全体の発電効率が大幅に低下する。
- 現在開発が進められている、次世代のCO₂回収技術が順次実用化していくことで、2030年頃にかけて大幅なコスト低減が期待される。

CO₂回収コストの見通し



注1) RITE「平成17年度 二酸化炭素固定化・有効利用技術等対策事業 成果報告書」における試算値

注2) 「既設微粉炭火力発電プラントへの酸素燃焼技術の適用に関する調査」(H17年NEDO)

注3) 「平成26年エネルギー関係技術開発ロードマップ」等における新技術導入想定時の目標値

※ 上図中の試算は様々な仮定を基に行われており、将来の分離回収コストを予断するものではない

水素単価 = 17.5円/Nm³-H₂

CO₂単価 = 1.9円/Nm³-CO₂

CO₂ + 4H₂ → CH₄ + 2H₂O
 1.9 + 17.5×4 → 71.9円/Nm³-CH₄

百万BTUのメタン = 26.5Nm³-CH₄

超概算

71.9円×26.5Nm³÷113円/USD = 16.8 \$ /mmbtu

2017年9月のLNG価格 8.10 \$/mmbtu

2014年4月のLNG価格 16.79\$/mmbtu

電力価格が3円以下になれば、14～15 \$ も可能。

『丸紅のUAE太陽光 天然ガスより安く、発電コスト2円台』

日経新聞の見出し

CO2を有効利用・循環利用するため、メタンに対してインセンティブを与える政策が必要

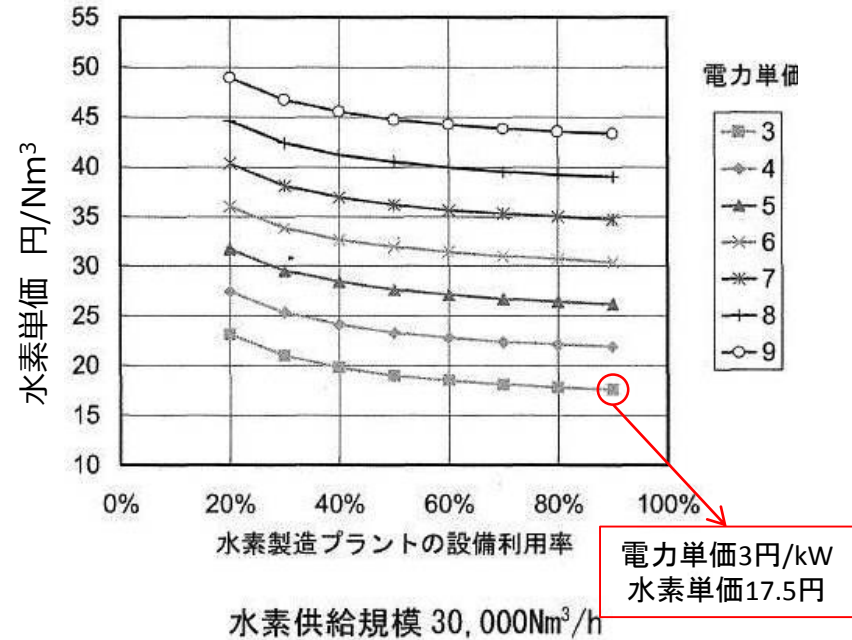


表 3.2 前提条件

	技術	製造原単位	設備費
水素	電解	4.74 kWh/Nm ³ -H ₂	43~22 万円/(Nm ³ -H ₂ /h)
メタン	メタン生成装置	16.35 kWh/Nm ³ -CH ₄	234~117 万円/(Nm ³ -CH ₄ /h)

出所：“THE ROLE OF POWER-TO-GAS IN ACHIEVING GERMANY’S CLIMATE POLICY TARGETS WITH A SPECIAL FOCUS ON CONCEPTS FOR ROAD BASED MOBILITY”を参考。

想定：設備費は電解装置が€700/kWeI (€3,300/(Nm³-H₂/h))、メタン生成装置（電力→水素→メタン）が€1,100/kWeI (€18,000/(Nm³-CH₄/h))。変換効率は、電解装置が75%、メタン生成が61%。発熱量（HHV）は水素が12,790kJ/Nm³、メタンが35,900kJ/Nm³。為替レートは1€=130円。稼働年数は20年。年間運転管理費は設備費の4%。

注：現状のスペックではなく、将来的な見通し（設備費は現状の1/3程度の想定）であることに注意が必要。例えば、現在の電解設備費は100万円以上である。

100万円(Nm³-CH₄/h)
@250Nm³-CH₄/h



46万円(Nm³-CH₄/h)
@2,500Nm³-CH₄/h

【水素】

【合成メタン】

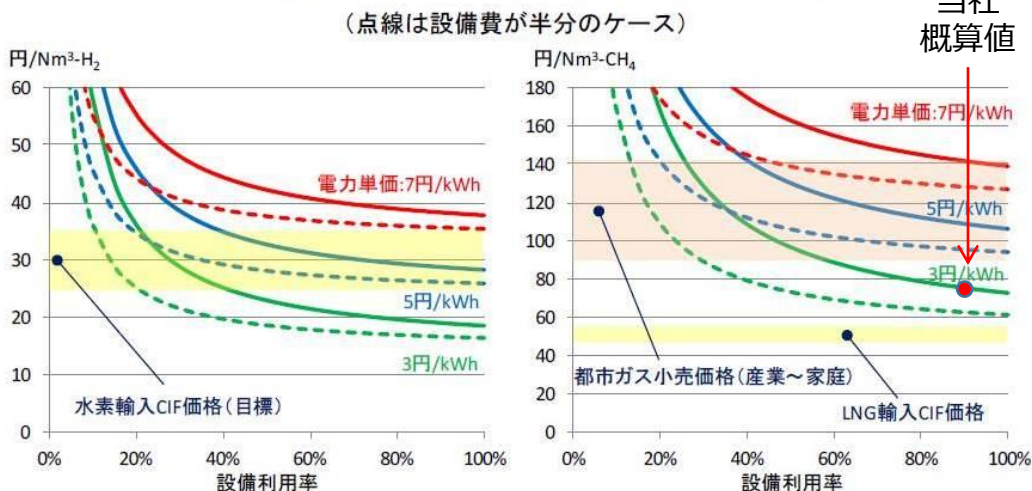


図 3.10 PtGによる水素・合成メタンの製造コスト

注：LNG輸入価格、都市ガス小売価格（2012年～2013年）はCH₄熱量換算。

注：水素輸入価格（CIF）は、オーストラリアの褐炭から製造される水素を液化して輸入するケースの試算例（30円/Nm³）[7]に若干幅を持たせて表示している。

注：合成メタンの場合、都市ガスの託送料金を踏まえると条件は厳しくなる。

ここでも経済性は設備費よりも電力単価が支配的であり、再エネの大量導入により生み出される余剰電力の価格をどう評価するか？

あるいは海外大規模再エネの輸入手段としてのメタネーションを用いる場合の電力単価設定

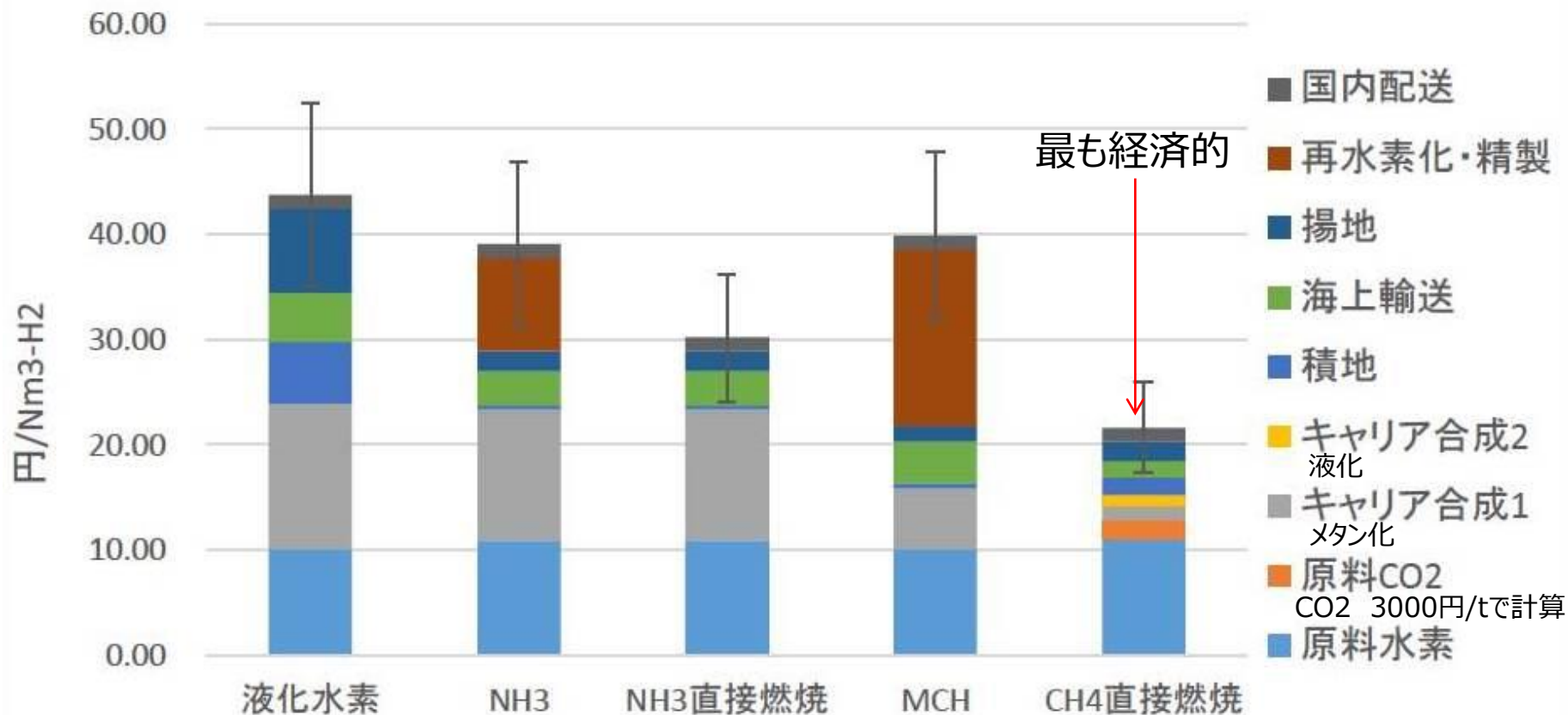
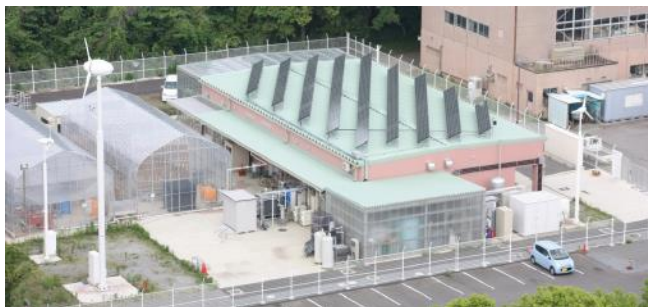


図 3 水素コスト (①研究開発ケース 2030) 単純水素 1Nm³ 単価

再生可能エネルギーからの水素製造

2010 筑波大学
2Nm³/h



2012 福島再生可能エネルギー研究所
5.5Nm³/h, 2.6kW



2015 九州大学 伊都キャンパス
水素ステーション (1Nm³/h)



2016 福島再生可能エネルギー
研究所(5Nm³/h)



2017 トヨタ自動車九州株式会社の宮田
工場 FCVフォークリフト用 (24Nm³/h)



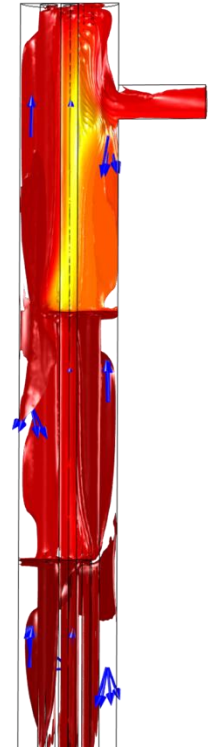
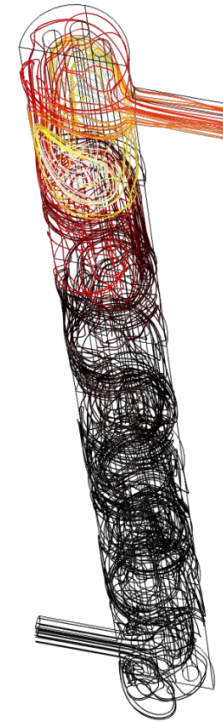


Differential reactor

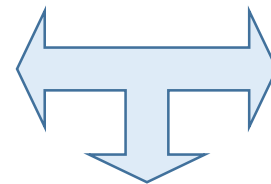
Integral reactor

Differential flow reactors are used for the determination of the kinetics of catalytic reactions.

Integral flow reactors are used for the determination of reactor design



Actual data

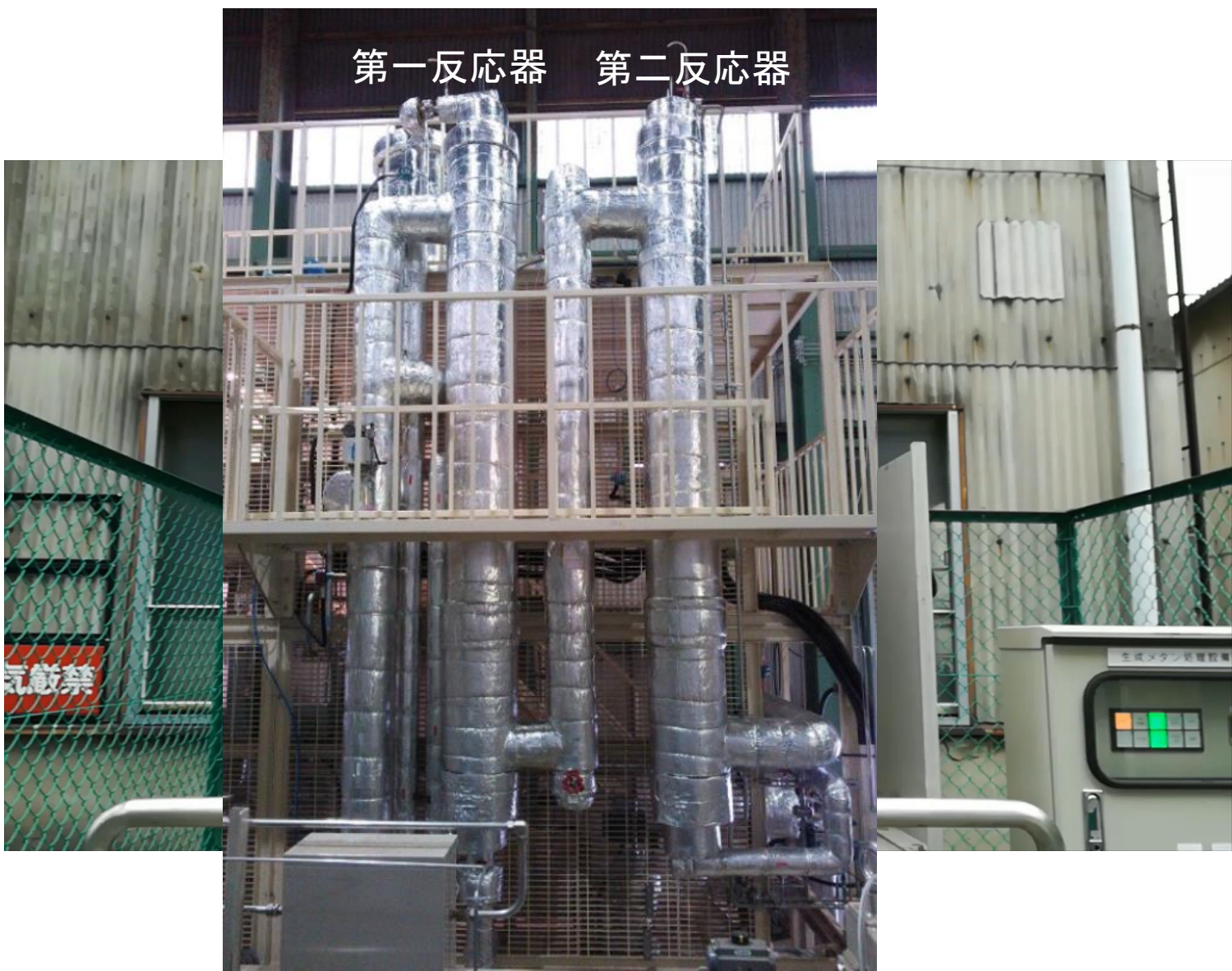


CFD Analysis

Reactor Design

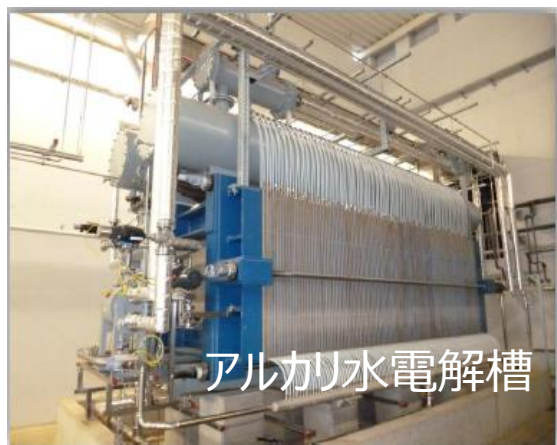


CO₂とH₂でメタンを合成する実証機(弊社柏工場)



第一反応器 第二反応器

2016年ETOGAS社を買収～Power to Gasシステムの世界No.1企業へ～



アルカリ水電解槽



メタネーション反応装置



世界最大のメタネーションプラント Audi e-gas plant

入力 Max 6.3MW

水素 Max 1,260Nm³/h

メタン Max 315Nm³/h



ETOGAS社
がエンジニアリングを担当
2016年10月
資産取得

BioMethan社
2015年 HZグループ傘下

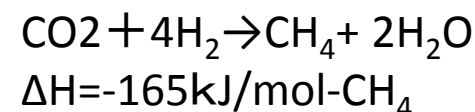
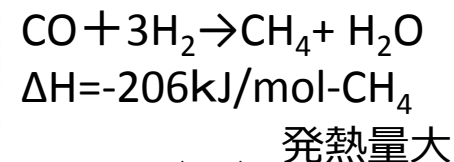
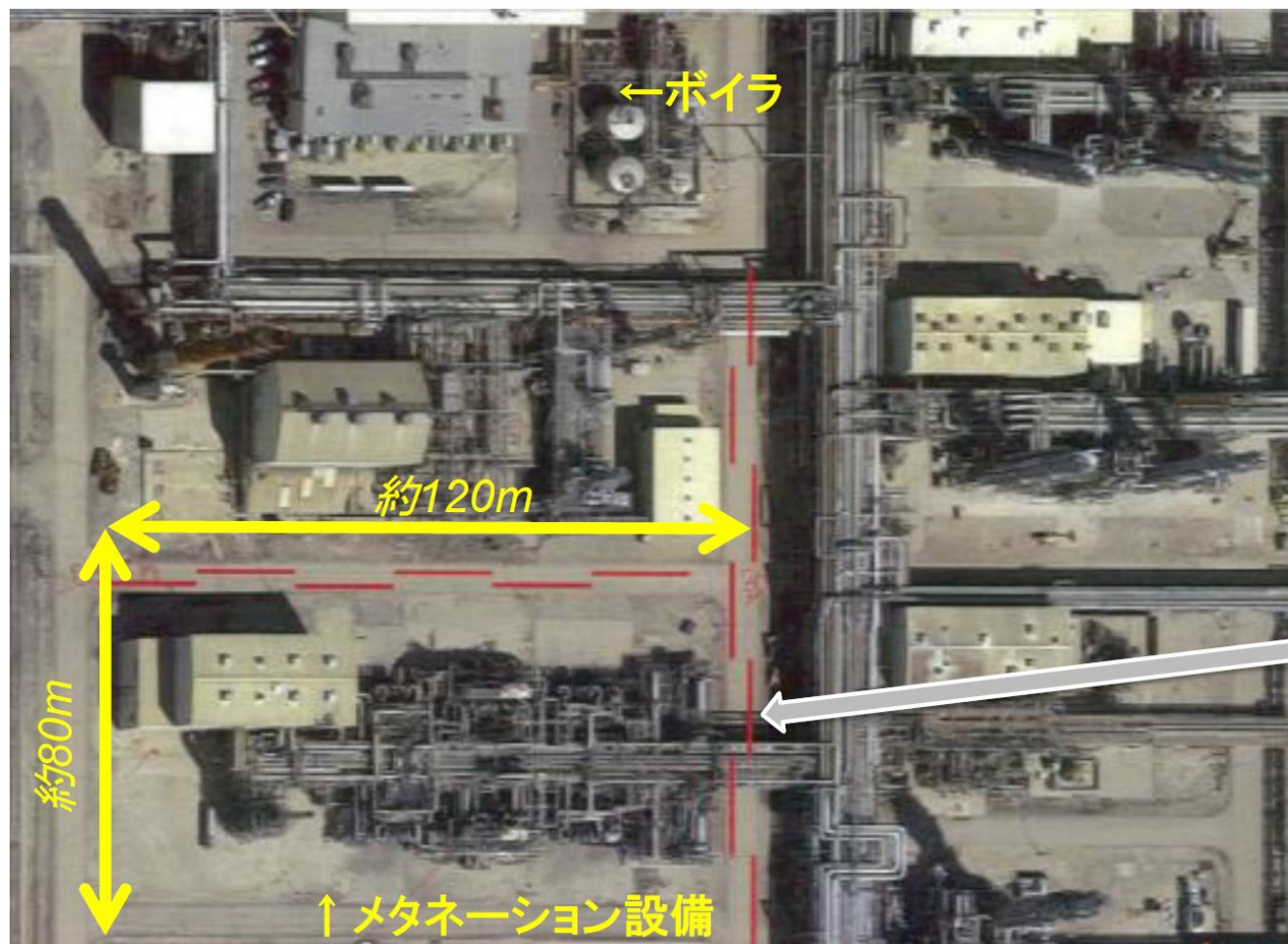


石炭の水蒸気改質ガスから合成天然ガス(Synthetic Natural Gas)を作るプラントは 米国North Dakotaで既に商用化1984年以来稼働

Method	Name of Process	Purpose	Type of gasfire	Condition	Catalyst	Status	Remarks
Fixed Bed	Lurgi	SNG by Coal gasification	2 stages of adiabatic fixed bed Gas recycle	First : 300~450°C Second : 260~315°C Pressure Unknown	BASF: Ni basis catalyst	<ul style="list-style-type: none"> • Demonstration : SA, Sasolburg (SASOL) • Commercial : USA, North Dakota (Great Plains Synfuels Plant) • More than 20 years Operating rate: 98.7% 	<ul style="list-style-type: none"> • Findings Demonstrationm • Impact of H₂S, the conversion rate is significantly reduced at 4.0mg/m³ • Surface area is reduced by nickel crystallization of • Life of catalyst: 4years
	TREMP (Topsoe's Recycle Energy efficient Methanation Process)	SNG from Coal gasification with using heat recovered from nuclear power	3 stages of fixed bed Gas recycle	250~700°C 30bar	Haldor Topsoe : MCR-2X, MCR4	<ul style="list-style-type: none"> • Demonstration EVA II/ADAM II 10,150h 	<ul style="list-style-type: none"> • The demonstration plant closed in 198 • TOPSOE are supplying TREMP process
	Conoco/BGC	SNG by Coal gasification	Adiabatic fixed bed	Undisclosed	Undisclosed	<ul style="list-style-type: none"> • Demonstration Westfield Coal Gasification Plant (Scotland) 	
	HICOM	SNG by Coal gasification	Multi stages of fixed bed Gas recycle	230~320°C 25~70bar	Pellet (3.2mm, 5.4mm) Unkown in detail	<ul style="list-style-type: none"> • 2000hr operation in the test plant • Pre-commercial Westfield Development Center (Scotland) 	<ul style="list-style-type: none"> • Improved BGC process • CO₂ separation was carried out after methanation • Steam (but sintering occurred)
	Linde	SNG by Coal gasification	Fixed Bed Keeping at constant temperature by indirect heat exchange	Undisclosed	Undisclosed	Undisclosed	<ul style="list-style-type: none"> • Steam injection to reduce Carbon formation. • Concept of the reactor is utilize synthesis of methanol
	RMP (Ralph M. Parsons)	不明	4~6段断熱固定床	315~538°C 4.5~77bar	Undisclosed	Undisclosed	<ul style="list-style-type: none"> • CO shift reaction at the same time • No gas recycle
Fultized Bed	ICI/Koppers	SNG by Coal gasification Koppers-Totzek Gasification	3 stages of adiabatic fixed bed	400~750°C	Ni系 NiO~60%	Unknown	
	Bureau of Mines	SNG by coal gasification	Fultized Bed 多段原料導入	200~400°C 20.7bar	Ranny Ni	<ul style="list-style-type: none"> • 1120hr operation at the test (2 times recovery) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ni basis catalyst is higher activity than Fe basis catalyst, but has its S durability weaker.
	Bi-Gas	SNG by coal gasification	Fultized Bed 2 段原料導入 層内熱交換器	430~530°C 69~87bar	Harshaw Chemical Company Ni, Cu, Mo	<ul style="list-style-type: none"> • 2200hr operation in the labo scale 	
	Comflux (Thyssengas GmbH)	SNG by coal gasification		300~500°C 20~60bar	Undisclosed	商用 (小規模)	

プラントの規模感(ノースダコタ)

- メタネーション設備の大きさは、約80m×120m（サッカー・ラグビー場のグラウンド相当）。
- メタネーション反応器は、5基（直列）×2系統。
- SNG生産量約17億m³/年（≒約470万m³/日≒**約20万m³/時**）



参)秩父宮ラグビー場





G20 軽井沢 G20 イノベーション展会場
入口



メタネーション技術の展示

世耕経済大臣



G20 大阪国際メディアセンター展示



メタネーション試験装置 (NEDO委託事業、国際石油開発帝石(株)内)

Hitz 日立造船株式会社
Hitachi Zosen

NEDO 国立研究開発法人
新エネルギー・産業技術総合開発機構
New Energy and Industrial Technology Development Corporation

メタネーションシステム

日立造船株式会社、国立研究開発法人
新エネルギー・産業技術総合開発機構

1. 製品概要

メタネーション装置とは二酸化炭素および水素からメタンを合成する装置です。

2. 製品特性

日立造船の高性能触媒が充填された反応器内に二酸化炭素と水素を通すことで、高効率かつほぼ100%転換率で高濃度のメタンを製造します。メタンは、世界中に普及している天然ガスインフラに適用することができます。

3. 製品の革新性

発電所等の産業施設の排ガスから回収した大量の二酸化炭素を、再生可能エネルギーを用いてメタンに変換し、有効利用することで炭素循環社会の早期実現に貢献します。2012年から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)のプロジェクトでメタネーションの技術開発を行っており、2017年から、石炭火力発電等からのCO₂を有効利用するシステムの開発のプロジェクトに取り組んでいます。

Methanation system

Hitachi Zosen Corporation, New Energy and Industrial Technology Development Organization

1. What it is

The methanation system converts carbon dioxide and hydrogen into green methane.

2. What it does

By passing carbon dioxide and hydrogen through a reactor filled with high-performance Hitachi Zosen catalysts, the company produces highly concentrated methane with a high level of efficiency and an almost 100% conversion ratio. Methane can be applied to natural gas infrastructures that are widely used throughout the world.

3. What is innovative about it

This technology, which converts carbon dioxide exhausted from industrial facilities into the usable renewable energy fuel methane, will contribute to facilitate realizing of a carbon recycling society. Since 2012, we have been developing technology for methanation in several projects organized by the New Energy and Industrial Technology Development Organization (NEDO). Since 2017, Hitachi Zosen has been working on the development of a system that makes effective use of CO₂ from coal-fired power plants.

メタネーションシステム

日立造船株式会社、国立研究開発法人
新エネルギー・産業技術総合開発機構

1. 製品概要

メタネーション装置とは二酸化炭素および水素からメタンを合成する装置です。

2. 製品特性

日立造船の高性能触媒が充填された反応器内に二酸化炭素と水素を通すことで、高効率かつほぼ100%転換率で高濃度のメタンを製造します。メタンは、世界中に普及している天然ガスインフラに適用することができます。

3. 製品の革新性

発電所等の産業施設の排ガスから回収した大量の二酸化炭素を、再生可能エネルギーを用いてメタンに変換し、有効利用することで炭素循環社会の早期実現に貢献します。2012年から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)のプロジェクトでメタネーションの技術開発を行っており、2017年から、石炭火力発電等からのCO₂を有効利用するシステムの開発のプロジェクトに取り組んでいます。

本文にも記載しておりますように、本報告は、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）の委託業務の成果の一部を活用しています。
ここに謝意を表します。