

**水素社会構築技術開発事業／
大規模水素エネルギー利用技術開発／
未利用褐炭由来水素大規模海上輸送
サプライチェーン構築実証事業**

相馬一夫*1、新道憲二郎*2、玉村琢之*3

技術研究組合

CO₂フリー水素サプライチェーン推進機構（HySTRA）

2022年7月29日

*1：技術研究組合 CO₂フリー水素サプライチェーン推進機構

*2：川崎重工業株式会社

*3：電源開発株式会社

連絡先
技術研究組合
CO₂フリー水素サプライチェーン推進機構
（HySTRA）
TEL:03-6450-1045

事業概要

1. 期間

開始 : 2015年12月
終了(予定) : 2023年3月

2. 最終目標

- 液化水素の長距離大量海上輸送を実現するために必要となる海上輸送用タンクシステム及び荷役基地オペレーション技術、ローディングシステムの開発
- 褐炭から水素製造する褐炭ガス化技術の開発
- 実証試験により商用規模のサプライチェーン実現に向けて各技術の技術的見通しの取得

3. 2021年度 成果・進捗概要

実施項目	実施内容／研究成果
I : 液化水素の長距離大量輸送技術の開発	輸送タンクシステムを搭載した液化水素運搬船の神戸荷役基地での船陸荷役作業、国内満載航行試験、日豪間の国際航行試験を通じ、液化水素の輸送と荷役の為に新たに開発した輸送タンクや各種水素取扱機器が、通常想定される手順の範囲内で、実液試験を経ても尚健全であることが確認でき、液化水素を長距離の国際航行で大量に輸送する技術の短期的な成立性を実証した。これら開発機器の長期耐久性や、非常時用に搭載された安全設備の有効性までは2021年度の作業では実証できていないため、次年度以降への課題である。
II : 液化水素荷役技術の開発	液化水素用に新規開発したローディングアームシステムが、液化水素運搬船と正常に接続でき、かつ、荷役作業にて健全に動作することを実証した。また、輸送タンクと貯蔵タンク間で大量の液化水素を移送するにあたり、所定の通常荷役操作(ガス置換・予冷・積荷・揚荷)を設計時の想定通りの手順にて遂行できることを実証した。
III : 褐炭ガス化技術の開発	豪州小型ガス化試験設備での実証試験を通じ、6種類の豪州褐炭、及び3種類のバイオマスと豪州褐炭との混合原料のガス化特性の取得および水素製造の実証を行った。なお全試験期間における累計ガス化運転時間は339時間、褐炭供給量(微粉炭・気乾ベース)は約10トン(水素発生量約1トン相当)である。また若松研究所小型炉試験設備において、豪州より輸送した褐炭を用いガス化試験を行い、EAGLE炉にて褐炭のガス化運転が可能であることを確認した。 豪州小型ガス化試験設備及び若松研究所小型炉試験設備にてガス化試験、実証試験を実施する中で、商用機設計に考慮すべき内容が明確となった。また得られたガス化特性データからシミュレーションモデルを構築し、大型商用機設計に向けたプロセス計算が可能となった。

事業の位置付け・必要性

➤ 本事業を実施する背景や目的

社会的背景

- 2014年4月に閣議決定された「エネルギー基本計画」にて水素利用が初めて大きく掲載される。
- 2014年6月、経済産業省は水素・燃料電池戦略ロードマップを策定し、「未利用褐炭からの水素製造」、「国際的な水素サプライチェーンの開発」および「水素発電」が明記された。
- 2016年3月さらに2019年3月に経済産業省は水素・燃料電池戦略ロードマップを改定し、水素ステーション普及の目標明確化及び水素発電の取組の具体化などが図られた。
- 2020年10月の菅首相の所信表明にて「2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指すこと」を宣言された。

事業の目的

- 2030年頃に商用化を目指す現状のLNGと同規模の水素サプライチェーン（水素製造・液化水素貯蔵・液化水素海上輸送・水素の発電利用）の実現を見通すために、現状のLNG内航船と同規模の輸送用タンクによる①液化水素の長距離大量輸送技術、それに対応する②液化荷役技術、及び豪州の未利用エネルギーである褐炭を用いた③褐炭ガス化技術の研究開発を行う。

事業の位置付け・必要性

➤ 本事業の位置づけや意義、必要性

CO2フリー水素サプライチェーン構築実証は、

- エネルギー政策上の重要度が高く、社会的必要性が高い
- CO2フリー水素サプライチェーン構築実証は、設備投資が大きく、事業化するまで時間を要することから民間単独では開発リスクが高い



プロジェクト遂行のため国による支援が必要

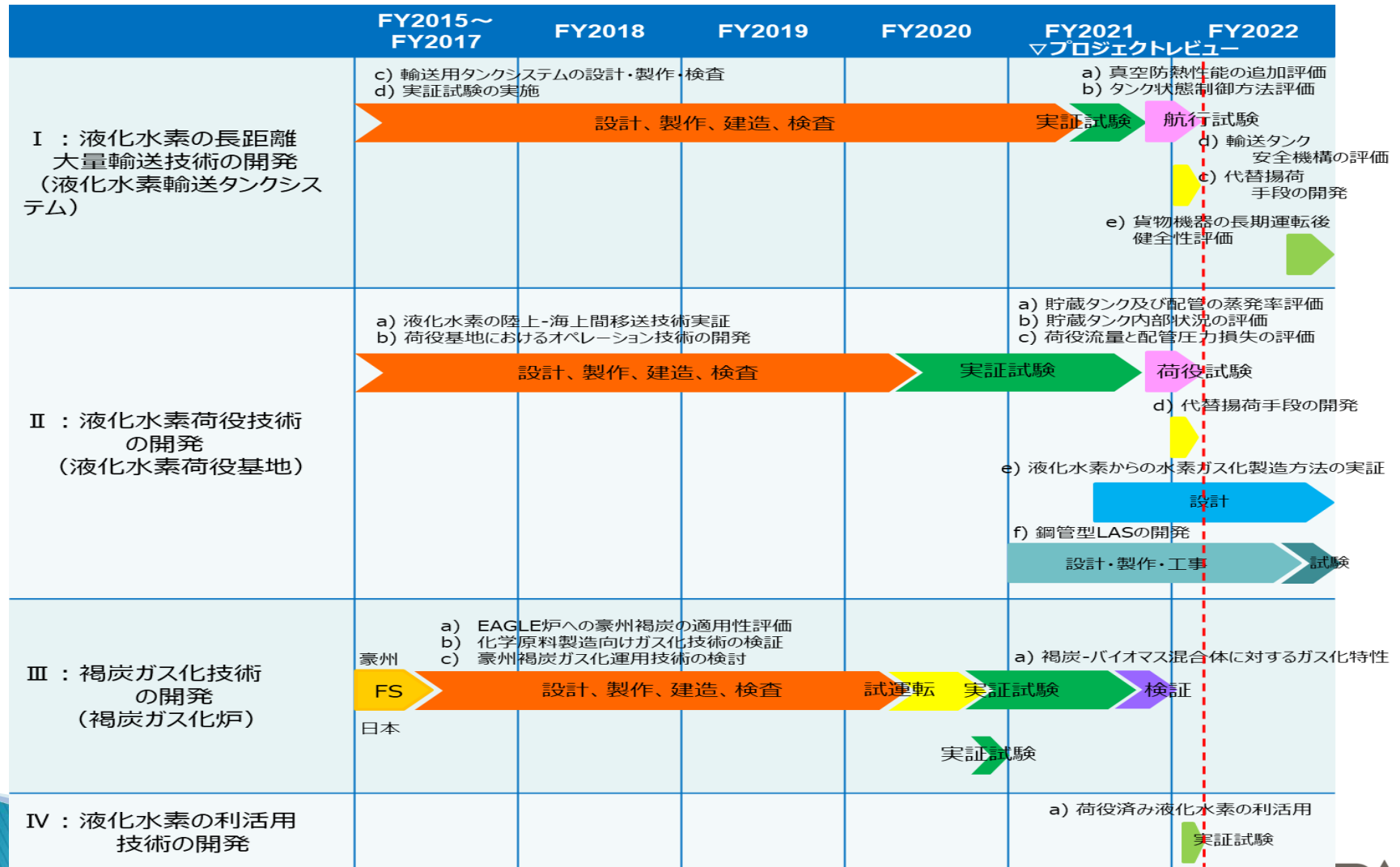
研究開発マネジメントについて

➤ 研究開発の目標と目標設定の考え方

研究開発項目	研究開発目標	根拠
I : 液化水素の長距離大量輸送技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> ● 液化水素輸送用タンクの要素技術の開発ならびに液化水素輸送用タンクシステムの開発 ● 商用規模へのスケールアップに必要な知見の取得 	<p>川崎重工業(株)は、LNG運搬船の製造技術及び国内最大の液化水素貯蔵タンクの納入実績を有する。さらに液化水素海上輸送技術の開発を進めており、既に日本海事協会より世界初の基本承認を取得済みである。</p> <p>川崎重工業(株)はLNGの内航船の製造企業であり、同等サイズの液化水素用輸送タンクを製造することを目標に設定した。</p>
II : 液化水素荷役技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> ● 液化水素荷役技術の開発 ● ローディングシステム及び安全な運用システムを開発し、商用規模へのスケールアップに必要な知見の取得 	<p>川崎重工業(株)は国内最大の液化水素貯蔵設備（JAXA殿 540m³×3基）の納入実績を有するほか、国内の液化水素貯蔵設備に大型タンク（300m³）及び輸送設備（40ftコンテナ）の納入実績を有する。</p> <p>岩谷産業(株)は、現在日本国内で液化水素の製造設備として3工場を運営しており、液化水素製造・貯蔵設備に関して運用実績のある会社である。</p> <p>また、川崎重工業(株)は、液化水素用ローディングシステムに関しても、概念検討を行っている。</p> <p>これらの実績を用いて、より大規模な海上輸送用の荷役技術を開発することを目標として設定した。</p>
III : 褐炭ガス化技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> ● 褐炭ガス化技術の開発 ● 商用規模へのスケールアップに必要な知見の取得 	<p>電源開発(株)は石炭ガス化EAGLEプロジェクトをNEDOと共同で実施しており、これまでに高い冷ガス効率を持ち幅広い炭種に適応可能な酸素吹石炭ガス化炉(以下、「EAGLE炉」)を開発すると共に、ガス化運転技術の確立を行ってきた。現在、中国電力(株)とともに大崎クールジェンプロジェクトを実施中であり、EAGLE炉の約8倍スケールアップしたガス化炉の実証を行っていくこととしている。</p> <p>これらの実績を踏まえて、褐炭ガス化技術を確立することを目標として設定した。</p>

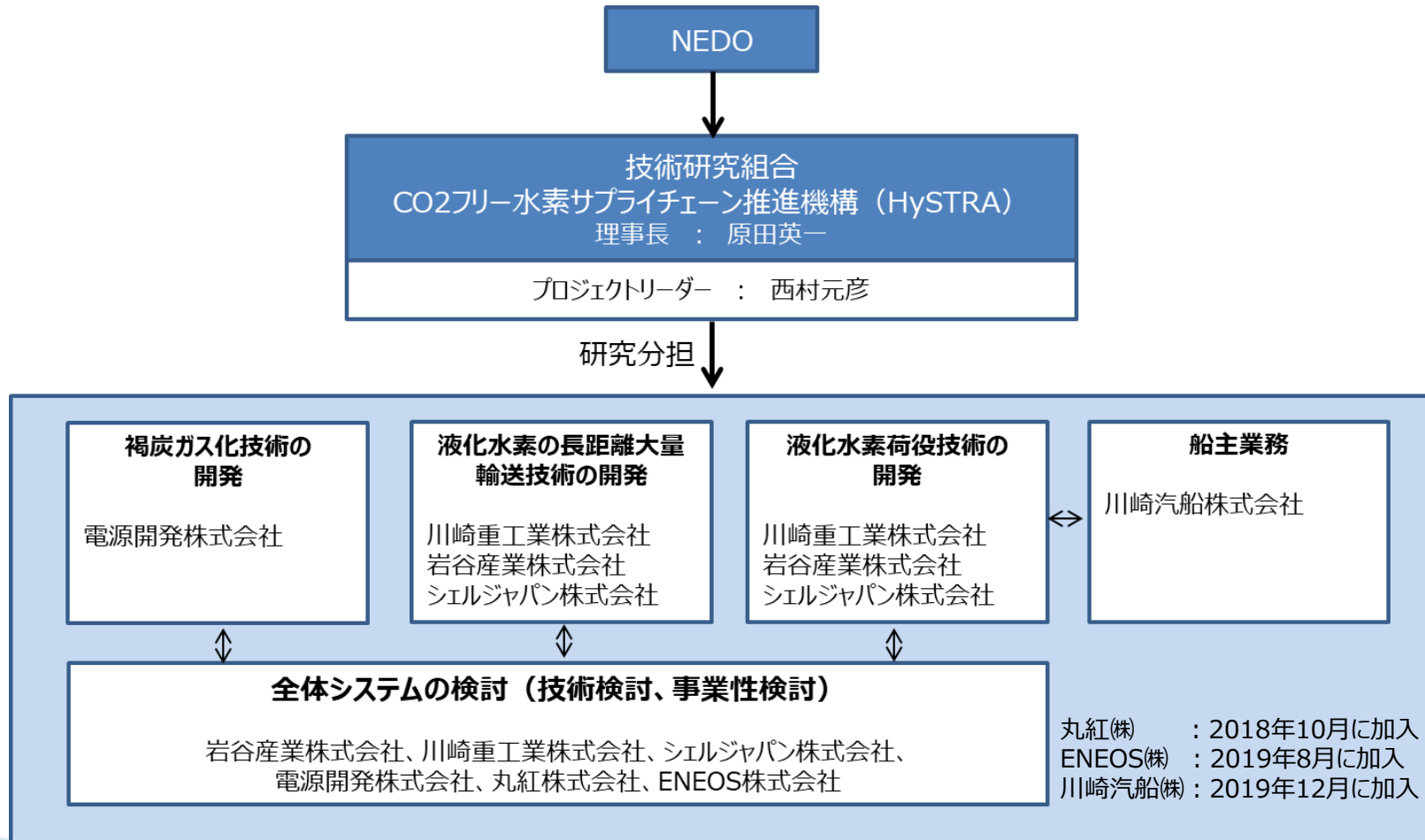
研究開発マネジメントについて

➤ 研究開発のスケジュール



研究開発マネジメントについて

➤ HySTRAにおける研究開発の実施体制



研究開発マネジメントについて

➤ 実証構成（日豪パイロット）※1



HySTRA

【技術研究組合CO₂フリー水素サプライチェーン推進機構】

岩谷産業、川崎重工、Shell Japan、電源開発、丸紅、ENEOSおよび川崎汽船で構成。

HEA

Hydrogen Engineering Australia

【Hydrogen Engineering Australia】

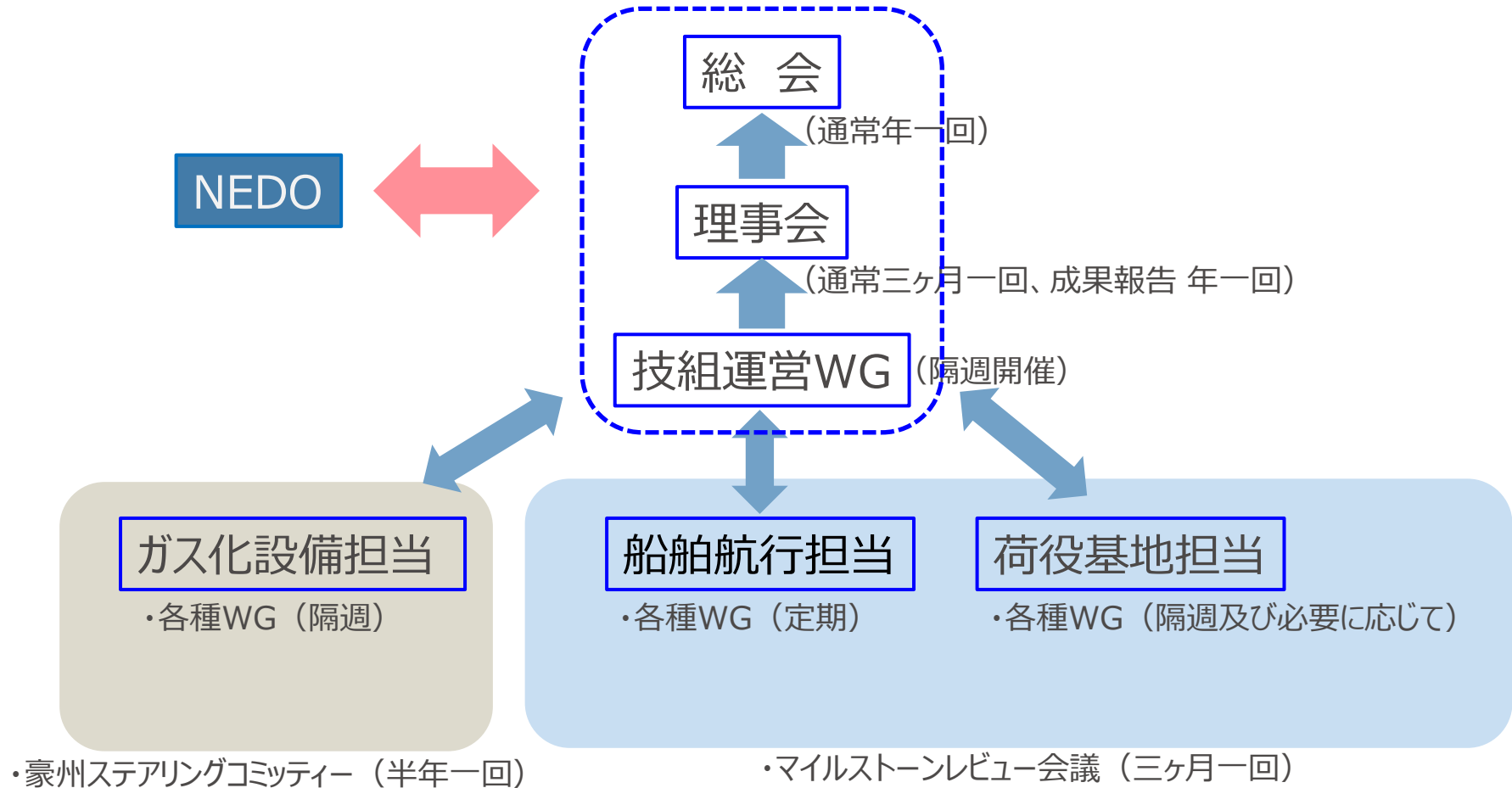
HEAが窓口・調整を受け持ち、川崎重工、電源開発、J-Power グループ、岩谷産業、丸紅、住友商事AGL(豪州エネルギー会社)

※1：HESC（=Hydrogen Energy Supply Chain）プロジェクト

※2：2015～22年度 NEDO課題設定型産業技術開発費助成事業「未利用褐炭由来水素大規模海上輸送サプライチェーン構築実証事業」

研究開発マネジメントについて

➤ 研究開発の進捗管理



研究開発マネジメントについて

➤ 知的財産権等に関する戦略

実施項目	知的財産権等に関する戦略
I : 液化水素の長距離 大量輸送技術の開発	川崎重工業(株)の保有する小規模貯蔵用タンクの製作技術や特許、および液化ガス運搬船の製作技術や特許を活用し、他社が建造した実績のない液化水素向け長距離海上輸送用タンクを開発する。
II : 液化水素荷役技術の開発	川崎重工業(株)の保有する種子島宇宙センターの液化水素貯蔵基地の建設技術、液化水素設備の運用の蓄積を活用し、輸送用タンクとの荷役を可能とする液化水素荷役技術の開発を行う。
III : 褐炭ガス化技術の開発	電源開発(株)がこれまでEAGLEプロジェクト及び大崎クールジェンプロジェクトを通じて蓄積した石炭ガス化に関する特許・技術ノウハウを活用し、豪州褐炭に対応したガス化技術の開発を行う。

➤ 特許出願及び取得状況

	2015Fy	2016Fy	2017Fy	2018Fy	2019Fy	2020Fy	2021Fy	合計
特許出願数 (内 ; 国際出願)	1 (1)	1 (0)	8 (0)	1 (0)	1 (0)	11 (0)	7 (0)	30 (1)

※2022年3月現在

研究開発成果について

▶ 目的及び目標、それによる効果

【目的】

未利用褐炭から水素を製造し、製造した水素を液化水素とし、液化水素輸送タンクシステムにて大量に海上輸送し、液化水素貯蔵タンクへ荷役できることを実証することにより、将来的な液化水素のサプライチェーン構築に資する。

【目標】

液化水素サプライチェーン構築に必要となる主要技術である「褐炭ガス化」、「液化水素輸送」、「液化水素荷役、貯蔵」及び「液化水素利活用」に関する各技術に関して、それぞれ実物を使用した技術開発を実施し、課題点等を摘出し、商用の液化水素サプライチェーンの実現を見通す。

【効果】

実際に褐炭や液化水素を取り扱うことにより、安全性の観点から設計の合理化や運用に関する運用手順の最適化を図る。また、関連する規格、基準に対しても最適化が図れる可能性があり、将来的なコストの合理化が図られる。

研究開発成果について

実施項目

I : 液化水素の長距離大量輸送技術の開発

II : 液化水素荷役技術の開発

III : 褐炭ガス化技術の開発

研究開発成果について

I : 液化水素の長距離大量輸送技術の開発 研究成果 (その1)

実施項目	本年度の成果
I : 液化水素の長距離大量輸送技術の開発	<p>b) 輸送タンクシステムの開発</p> <ul style="list-style-type: none">• 液化水素運搬船に液化水素を満載とし、輸送タンク内の液化水素の蒸発率を計測した。その結果、液化水素の蒸発率は当初の設計値を下回っていることを確認した。• 輸送タンクを満載状態にした上で日本近海において液化水素運搬船の航行試験を実施した。同試験中に輸送タンクの真空層に真空度異常等が見られなかった為、輸送タンクの支持構造は健全であると判断した。• 神戸荷役基地において重力置換法により輸送タンク内の窒素ガスを水素ガスに置換した。置換に要した時間は18時間であったため、輸送タンク内のガス置換が現実的な時間で実施できることを確認した。• 液化水素を用いて、各種機器（液化水素ポンプ、気体水素圧縮機、加温器、蒸発器、液面計など）の動作試験を実施し、健全に動作することを確認した。 <p>c) 輸送タンクシステムの設計、製作、検査</p> <ul style="list-style-type: none">• 輸送用タンクシステムおよび水素取扱機器のリスクアセスメントが完了し、これを踏まえた実証試験実施方案・要領書に対して船級(日本海事協会)の承認を得た。

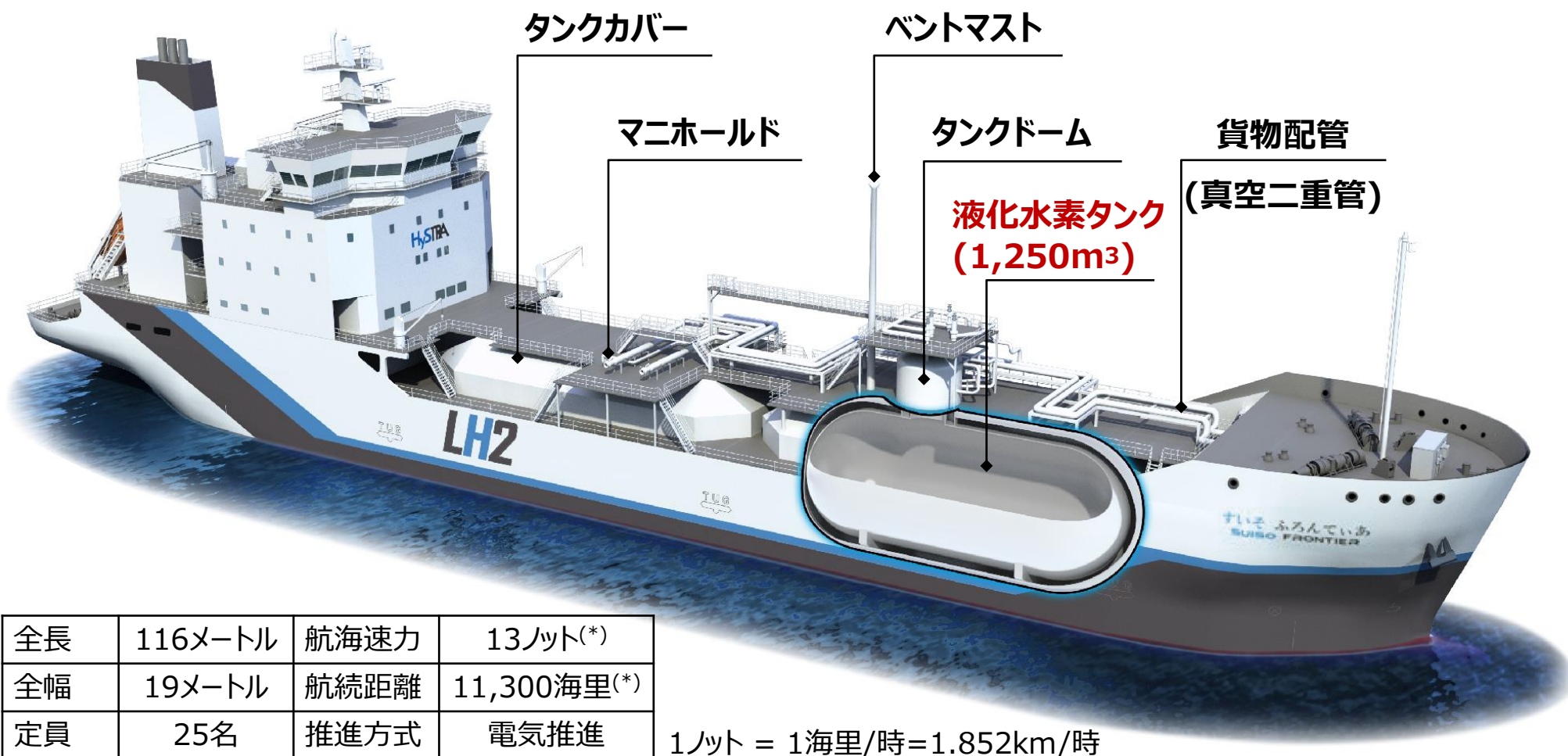
研究開発成果について

I : 液化水素の長距離大量輸送技術の開発 研究成果 (その2)

実施項目	本年度の成果
I : 液化水素の長距離大量輸送技術の開発	<p>d) 実証試験の実施</p> <ul style="list-style-type: none">• 実際に液化水素を用いた荷役操作を通じて各水素取扱機器の動作確認試験を行った。機器単体の動作や、荷役基地の貯蔵タンクから液化水素運搬船の輸送タンク、輸送タンクから貯蔵タンクへの荷役作業が問題なく行えることを確認し、2021年12月3日に液化水素運搬船全体の船級登録が完了した。• 同年12月24日に豪州に向けて出航し、翌2022年1月20日に豪州ヘイスティングス港に到着した。同港棧橋設備にて、豪州褐炭由来の液化水素を輸送タンクに積み込み、1月28日に出港した。2月25日には神戸荷役基地に着岸し、問題なく日豪間の航行試験を完了した。• 日豪間航行中、液化水素を搭載した輸送タンクの内圧変動を記録し、外洋の揺動環境による影響を検証した。その結果、輸送タンクは設計蓄圧性能を満足していることを確認した。• 輸送タンク内液化水素に対してミキシング操作を行い、タンク内圧に与える影響を検証した。しかし、同操作が効果的にタンク内圧低下に寄与するとの結果とはならなかった。一方、輸送タンク内圧制御にはGCU（貨物ガス燃焼装置）が効果的であることを確認した。• バラスト航海時に輸送タンク冷却を維持する為に必要な液化水素搭載量を検証する為、2022年3月9日から3月25日までの間、少量の液化水素を搭載した状態での近海航行試験を実施した。同試験は2022年度以降も繰り返し実施予定である。

研究開発成果について

➤ 液化水素運搬船 “すいそ ふろんていあ”



研究開発成果について

➤ 液化水素運搬船 “すいそ ふろんていあ” (海上公試時)



研究開発成果について

- 液化水素運搬船 “すいそ ふろんていあ” (HySTRA内覧会時)



2020年10月に海上公試を完了し、2021年12月に船級/船籍を取得した。

研究開発成果について

➤ 日豪間航行試験 (2021/12/24~2022/2/25)



第1回日豪航行試験の航跡(青：往路、赤：復路)



豪州ヘイスティングス港入港時 (2022/1)



豪州ヘイスティングス港での液化水素荷役時

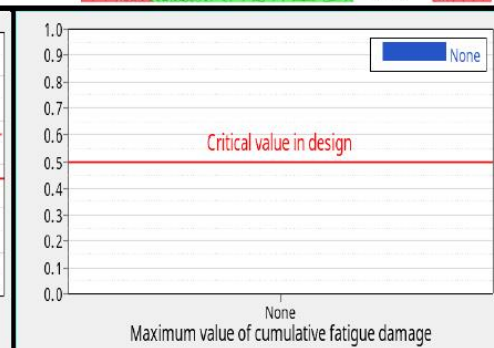
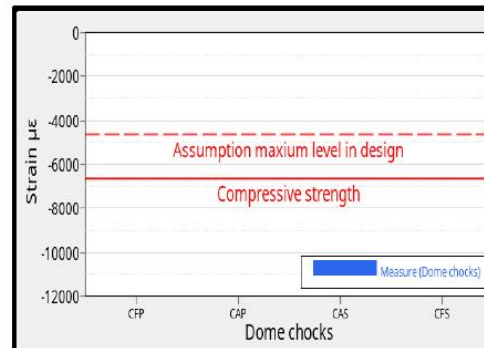
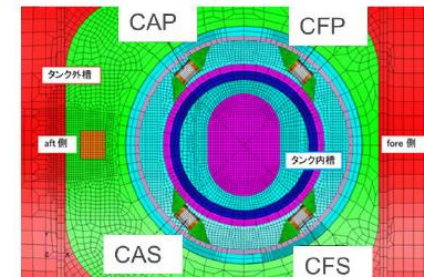
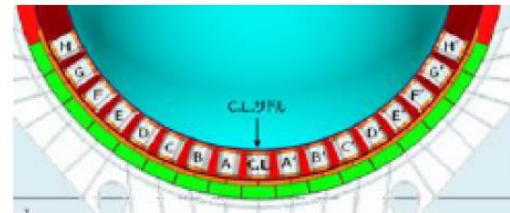
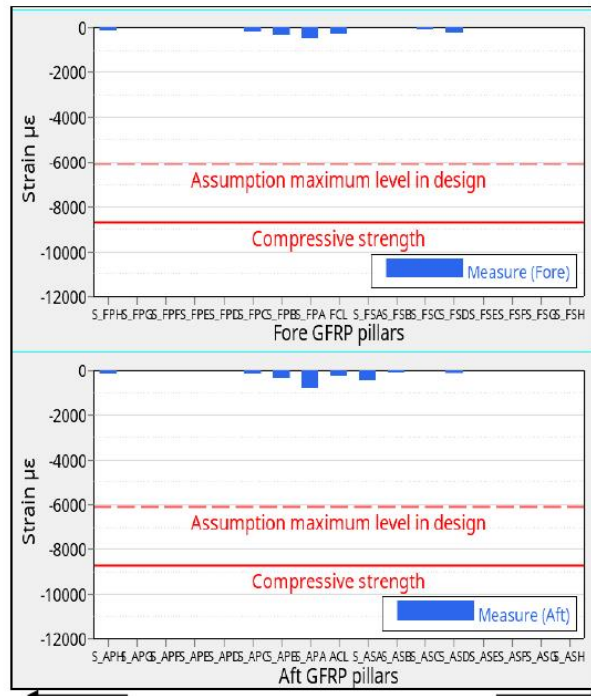
研究開発成果について

➤ 試験結果の一例 (輸送タンク支持構造の歪データ計測)

21N1740 Snapshot (Demo I, voyage No.)
Monitoring results of Strain and-cumulative fatigue damage

Doc.No.
 Date: 08.04.2021
 Time:JST 22:03:00
 Snapshot ID:SS-7-5

Temperature of the outer shell T_{outer} (ch117): 20.6 degree C
 Temperature of the inner vessel T_{inner} (ch124): -248.9 degree C
 $T_{outer} - T_{inner} = 269.5$ degree C



Port Starboard
 Sensors of FSA and ASH: Signal attenuation

実証試験期を通じて設計強度よりも遥かに低い歪であり、構造が健全であることが確認された。

研究開発成果について

実施項目

I : 液化水素の長距離大量輸送技術の開発

II : 液化水素荷役技術の開発

III : 褐炭ガス化技術の開発

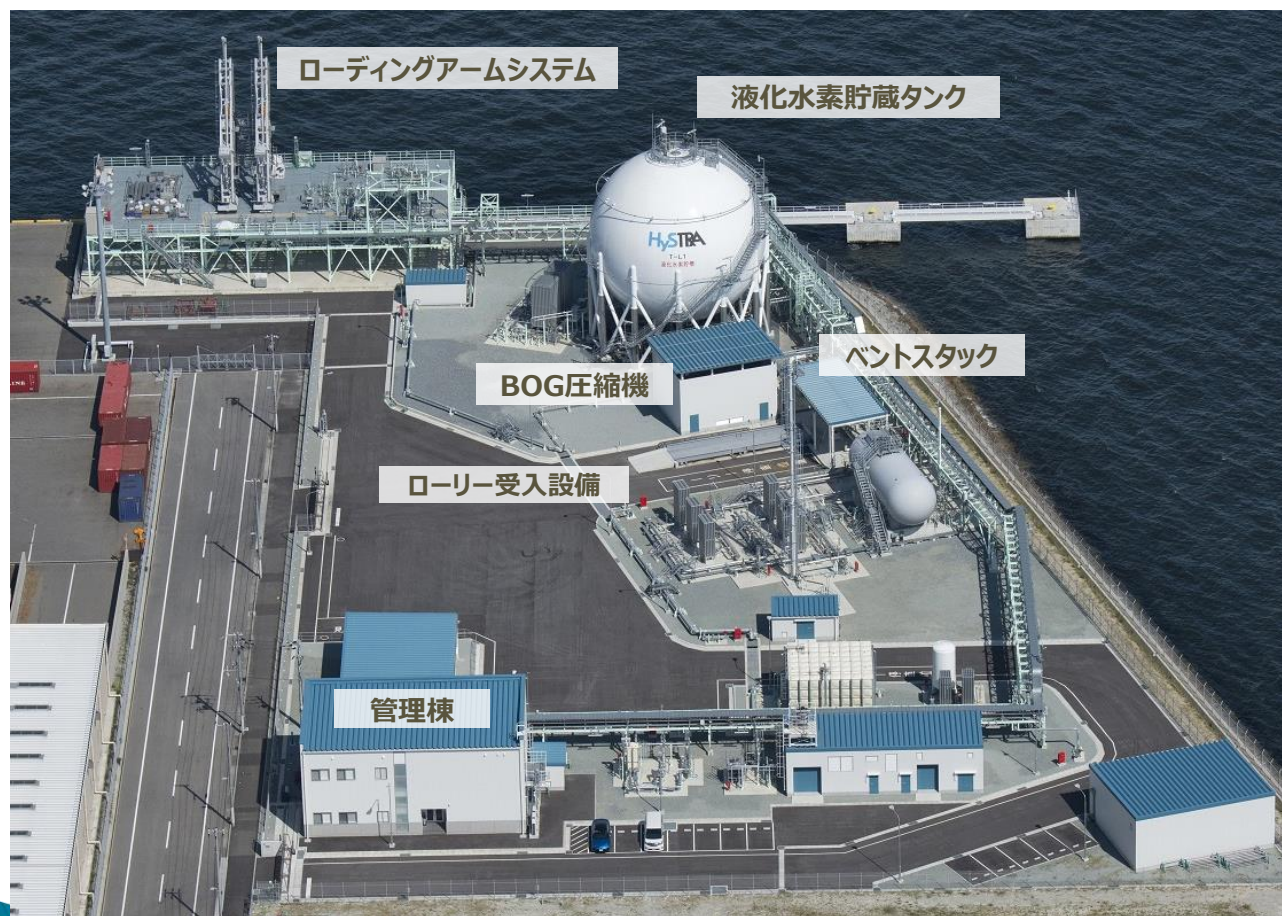
(I) 液化水素荷役技術の開発 研究成果

II : 液化水素荷役技術の開発 研究成果

実施項目	これまでの成果
液化水素荷役技術の開発	<p>a) 液化水素の陸上～海上間輸送技術実証</p> <ul style="list-style-type: none">ローディングアームで荷役基地と液化水素運搬船とを接続し、液化水素の船陸荷役試験を実施した。液化水素の荷役に先立ち、ローディングアーム内の窒素置換、水素置換を順に実施した。ローディングアームの水素置換完了後に基地貯蔵タンクから船輸送タンクへ、輸送タンク当たり200m³/hの流量で液化水素の荷役を実施した。 <p>b) 荷役基地におけるオペレーション技術の開発</p> <ul style="list-style-type: none">積荷及び揚荷オペレーションにおいて、液化水素の送液量及び蒸発量を計測し、送液量に対する蒸発量の割合を確認した。実測値を計算値と比較・評価することで設備設計の妥当性を確認している。本成果によって、商用規模チェーンを設計する際に、積荷及び揚荷オペレーションでの蒸発量をより正確に予測することが可能となる。大口径の液化水素配管において、予冷及び通液の際、配管内での過度な上下温度差による不具合（ボウイング現象等）が発生しないこと、および予冷に要する時間が過大にならないことを両立するように、荷役操作時の温度管理値を予め設定した。この温度管理値内で配管予冷操作を実施することで、予冷及び通液前後において、配管にボウイング現象による損傷や、外観上および運用上の不具合が発生しないことを確認した。液化水素を移送する際、弁開度調整等の操作によって、計画した流量での液化水素の積荷及び揚荷オペレーションが可能であることを確認した。鋼管型ローディングアーム及び周辺配管等の詳細設計、製作、各種検査を実施した。これらの現地据付工事・試運転、および実証試験は、2022年度に実施する。

研究開発成果について

▶ パイロット実証（神戸液化水素荷役実証ターミナル）



液化水素荷役基地 主要目

液化水素貯蔵タンク	2,500m ³ 直径19m 球形真空二重殻
ローディングシステム	口径6インチ 真空二重断熱 緊急離脱機構
BOG(※) 処理	BOG圧縮機 BOGホルダー ベントスタック
その他設備	ローリー受入設備等

(※) BOG: ボイルオフガス

神戸液化水素荷役実証ターミナル

研究開発成果について

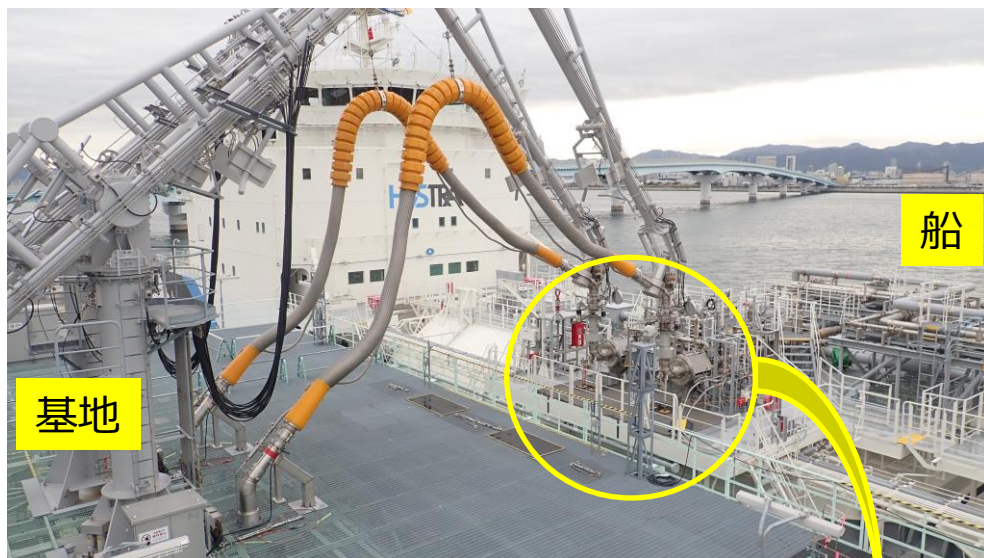
➤ 神戸液化水素荷役実証ターミナル



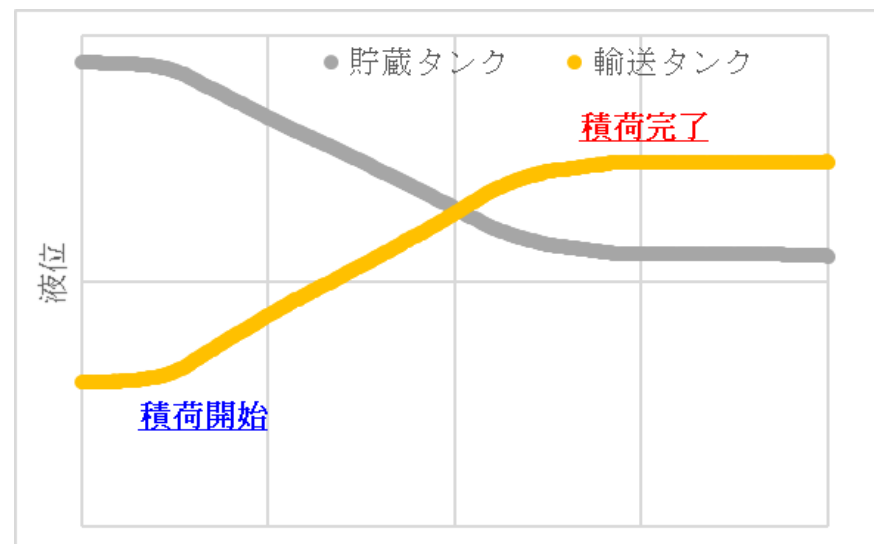
2020年6月より貯蔵タンクの水素置換、予冷を行い、同年8月に液化水素150トンの充填を完了した

研究開発成果について

▶ 液化水素荷役試験



液化水素荷役作業時



液化水素積荷（基地から船へ送液）時の
基地貯蔵タンク/船輸送タンク液位の経時変化

研究開発成果について

実施項目

- (Ⅰ) 液化水素の長距離大量輸送技術の開発
- (Ⅱ) 液化水素荷役技術の開発
- (Ⅲ) 褐炭ガス化技術の開発**

研究開発成果について

Ⅲ：褐炭ガス化技術の開発 研究成果

実施項目	これまでの成果
褐炭ガス化技術の開発	<p>a) EAGLE炉への豪州褐炭の適用性検討 【小型ガス化試験設備】</p> <ul style="list-style-type: none">豪州小型ガス化試験設備での実証試験を通し、6種類の豪州褐炭、及び3種類のバイオマスと豪州褐炭との混合原料でのガス化特性の取得および水素製造の実証を行った。全試験期間における累計ガス化運転時間は339時間、褐炭供給量(微粉炭・気乾ベース)は約10トン(水素発生量約1トン相当)である。 <p>【EAGLE試験設備(小型炉試験設備)】</p> <ul style="list-style-type: none">2021年3、4月に2種類の豪州褐炭を用い、若松研究所小型炉試験設備にてガス化試験を行った。本褐炭ガス化試験にて、過去実施した炭種と比較しても、ガス化炉壁面を含めた設備の影響、スラグ排出状況に関して問題なくガス化運転可能であることを確認した。 <p>b) 化学原料製造向けガス化技術の検討</p> <ul style="list-style-type: none">CO₂搬送褐炭ガス化の特性把握を目的に、豪州小型ガス化試験設備にてCO₂搬送ガス化試験を実施した。搬送ガスをN₂からCO₂に切り替えることで、水素製造プラントに有利なガス性状(N₂減少)となることを確認した。一方で本試験設備では、ガス化効率にCO₂搬送時とN₂搬送時で大きな差異が確認されなかった。本ガス化試験結果を用い、CO₂搬送時におけるEAGLEの褐炭ガス化特性及び性能を予測することが可能となった。本プロジェクトとは別に若松研究所小型炉試験設備にて、熱回収部への直接水噴霧“ダイレクトクエンチ”によるガス冷却を行い、生成ガス温度を安定して制御可能であることが確認できた。またダイレクトクエンチ型ガス化炉を想定した場合のプロセスシミュレーションモデルを構築し、全体プロセスの検討を行った。

研究開発成果について

Ⅲ：褐炭ガス化技術の開発 研究成果

実施項目	これまでの成果
褐炭ガス化技術の開発	<p>c) 豪州褐炭ガス化運用技術の検討</p> <ul style="list-style-type: none">• 商用機設計時、考慮すべき事項<ul style="list-style-type: none">☆ 褐炭中の木質粒子☆ チャー物性（かさ密度他）☆ バイオマス混炭時の灰溶融温度の変化☆ シンガス組成を考慮したガス精製設備設計時の留意事項（塩素、硫黄など）☆ ダイレクトクエンチ設計/運用の最適化☆ シフト反応（サワーシフト）触媒の活性に必要なS分を賄うための運用方法 など <p>d) 褐炭-バイオマス混合体に対するガス化特性評価</p> <p>豪州褐炭にそれぞれ3種類のバイオマス(無炭化、半炭化、炭化)を目標10%以上で混合させ、ガス化試験を実施した。本試験にて問題なくガス化が行われ水素の製造が可能であることを確認し、またガス化特性に関する基礎データを取得した。</p>

研究開発成果について

褐炭ガス化技術確立を行うことで、
170t-H₂/d 級のガス化炉まで
見通すことができる。

石炭処理量は異なるが、
ガス化圧力を下げて、炉
径を同じとしている。

【本実証試験】

10 t/d
(20 t/d)
@0.5MPa

若松小型炉試験設備

1 t/d
(2 t/d)

豪州小型ガス化試験
装置 (HESC[®]以外)

50 t/d
@3.0MPa

0.5
t/d

Process Development Unit
(1981~1985 / 勝田)

HYCOL パイロット試験
(1991~1993 / 袖ヶ浦)

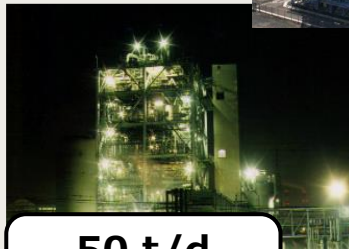
EAGLE パイロット試験
(2002~2013 / 若松)

大崎クールジェン実証試験
(2016~ / 大崎)

150 t/d
@2.5MPa

18 t-H₂/d

1,180 t/d = 170 t-H₂/d



**石炭処理量は、
乾燥炭ベース
()内は湿炭ベース

研究開発成果について

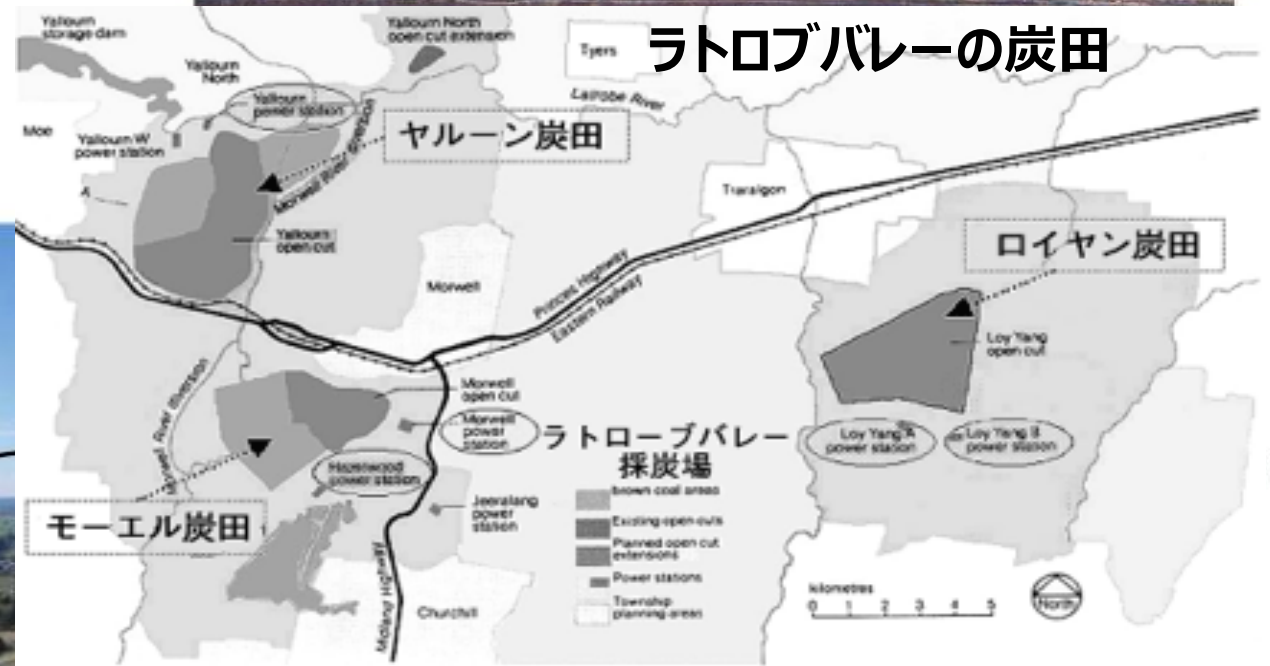
褐炭は南東部ビクトリア州ラトロブバレーに集中的に存在



ラトロブバレー



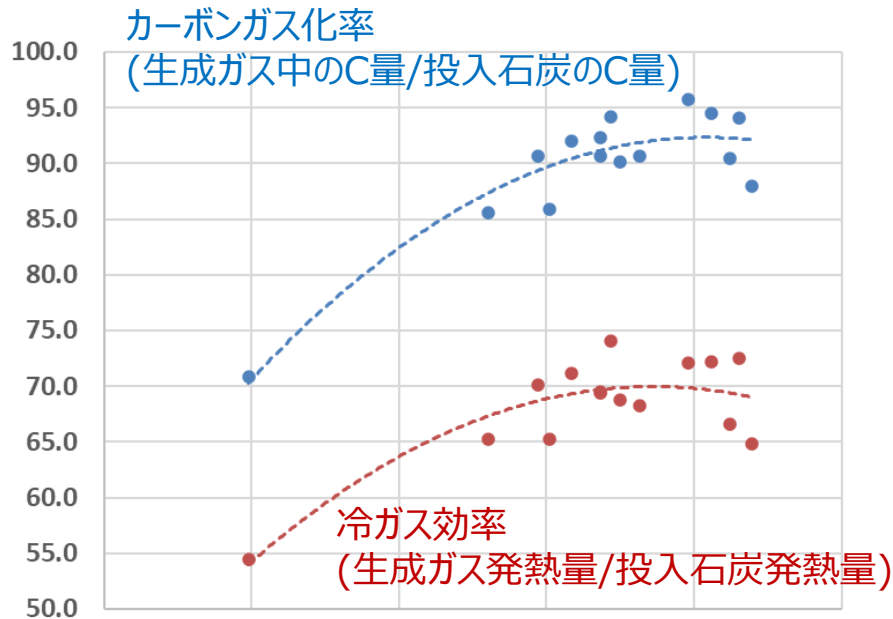
褐炭発電所



研究開発成果について

➤ ガス化試験結果：N₂搬送ガス化効率

【豪州ロイヤン褐炭ガス化試験結果】



実炉内酸素量/理論酸素量(※)

※理論酸素量：
供給石炭中のC分がCOに、全て変換すると仮定した場合
の必要なガス化剤酸素量

- ✓ 豪州ロイヤン褐炭6種にて、ガス化試験を実施 (左図参照)
- ✓ バイオマス3種(無炭化、半炭化、炭化)を褐炭に混合した燃料を用い、ガス化試験を実施し、ガス化特性の取得及び水素製造の実証を行った。

無炭化バイオマス 半炭化バイオマス 炭化バイオマス



研究開発成果について

➤ 木質異物による不具合事例

褐炭中の木質粒子により、異物分級機や微粉炭搬送管の閉塞を経験。

- 豪州褐炭のなかには、十分に炭化されずに木のままの形状をとどめているものもある。
- 木質成分は前処理設備で細かく粉砕されず、直径1～2mm程度の粒子が残る。

⇒設備改造や運用の工夫により、改善。



原炭中に含まれている木片



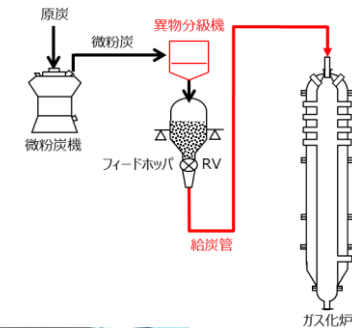
微粉炭中に含まれる木質粒子



微粉炭搬送管（Ejector出口）に詰まった木質粒子



異物分級機閉塞、捕捉の木質成分

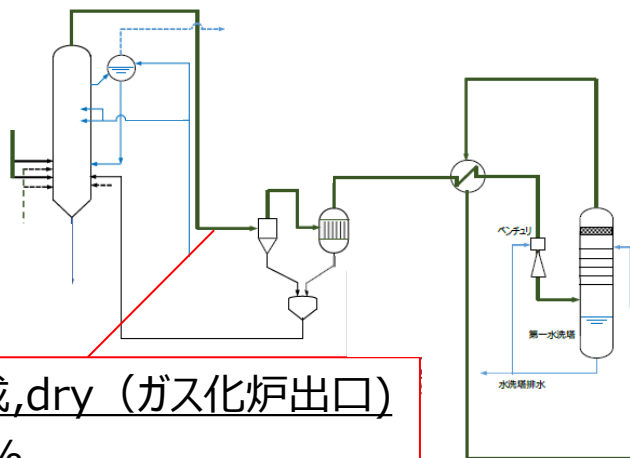


ガス化炉

研究開発成果について

- プロセスシミュレーション結果
 (褐炭CO₂搬送ガス化/ダイレクトクエンチ/サワーシフト触媒採用の一例)

ガス化炉



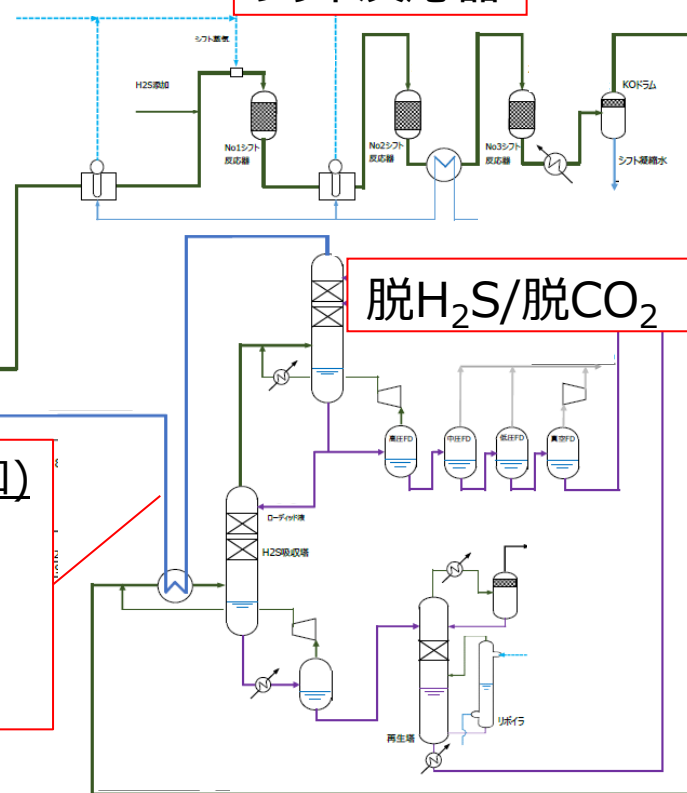
発生ガス組成, dry (ガス化炉出口)

H₂ 約21%
 CO 約58%
 CO₂ 約14%

発生ガス組成, dry (脱H₂S / CO₂出口)

H₂ 約90%
 CO 約1%
 CO₂ 約1%

シフト反応器



脱H₂S/脱CO₂

研究開発成果について

➤ 今後の予定

実施項目	今後の予定
I : 液化水素の長距離 大量輸送技術の開発	<ul style="list-style-type: none">● 日豪間の繰り返し航行試験を行い、種々の条件下における輸送タンクシステムの真空防熱性能を評価する。● 異なるタンク条件下でのタンク内圧変動を確認し、2021年度のデータと比較検証を行う。● タンク圧を利用した代替荷揚手段を実証する。● 船に設置されている安全機器に関してその効果を評価する。● 液化水素を取扱う貨物機器に関して長期使用後の健全性評価を行う。
II : 液化水素荷役技術の開発	<ul style="list-style-type: none">● 貯蔵タンク及び配管の液化水素の蒸発率に関する試験を2022年度も継続実施し、結果について検証、検討を実施する。● 荷役流量と配管圧力損失の関係性に関して試験を実施し、評価する。● 液化水素気化器の設計を完了する。● 鋼管型LASを設置し、荷役試験を実施し、成立性を実証する。
III : 褐炭ガス化技術の開発	【2021年度までに予定したすべての試験を完了した。】
IV : 液化水素利活用技術の開発	<ul style="list-style-type: none">● 豪州から輸入した液化水素を、荷役基地の貯蔵タンクを経由して液化水素ローリーに充填し、近隣の水素利用施設へ供給する。

研究開発成果について

➤ 成果発表状況

	2015Fy	2016Fy	2017Fy	2018Fy	2019Fy	2020Fy	2021Fy	計	
論文発表（査読付き）	0	0	1	1	1	0	1	4	
受賞実績	0	0	0	0	0	0	3	3	
外部発表	研究発表・講演	16	45	40	55	32	50	64	302
	新聞・雑誌等への掲載		3	28	19	17	20	13	100
	展示会への出展		1	2	2	1	1	1	6

※2021年3月末現在

実用化・事業化の見通しについて

➤ 基本認識

本実証事業は8年計画の7年目を迎え、要素技術開発等を行い、現在、設備製造・据付工事を行い、順次完工、実証試験を開始しつつある。実証試験を通して、最終目標達成の可能性は十分にあると考える。



エネルギー基本計画、水素・燃料電池戦略ロードマップ、次世代火力発電に係る技術ロードマップ等の政策方針やパリ協定の合意、民間事業者におけるCO2削減のための水素活用計画の活発化など、社会ニーズが高まってきており、特に欧州、豪州、中東などの資源国や国内におけるエネルギー企業を含む民間事業者の検討が随所で行われており、事業化の可能性が高まってきている。

実用化・事業化の見通しについて

▶ 実用化・事業化の時期

《2015年～2022年》

本プロジェクト（「未利用褐炭由来水素大規模海上

輸送サプライチェーン実証事業」）を完遂

※エネルギーのサプライチェーン構築では実績が重視される。

- ・水素の海外からのサプライチェーン構築について社会認知を得る。
- ・エネルギー事業者への実現性認知を得る。



参画組合員毎に知見を蓄積

《2020年代半ば》

商用実証（大型化）プロジェクトに向けて参画組合員が蓄積した知見を活用

《2030年～》

水素発電等が本格化し、大量低コストが期待される海外からの輸入水素が必要となる。商用サプライチェーンのための、水素製造、液化システム、貯蔵基地および運搬船の技術及び運用をシステム・パッケージ化し、参画組合員が社会実装していく。

実用化・事業化の見通しについて

➤ 成果の実用性・事業化の見通し

● 液化水素の長距離大量輸送技術の開発

実証試験により断熱性能、タンク構造が所定の性能をもつことを確認した。

事業化に向けて適正なタンク規模を明確にするとともに、大型タンク開発が進んでいることを確認した。

● 液化水素荷役技術の開発

実証試験により荷役流量、蒸発率及び緊急遮断機構が所定の性能をもつことを確認した。

事業化に向けてより効率的な運用方法を具体化するとともに、より高度なLNGに適用されているローディングアームジョイント手法の適用を検討し、試験計画として反映した。試験実施について協議中。

● 褐炭ガス化技術の開発

実証試験により前処理設備を含んだ褐炭ガス化適用性を確認した。

事業化に向け実証試験結果を踏まえた運用方法の検討を行い、大型化に向け検討を進めている。

● 規格・基準類の整備

液化水素運搬船、荷役基地、ローディングアーム等の規格・基準類の整備に取り組んでいる。

※ローディングアームのISO化について船技協様と協力して推進中。

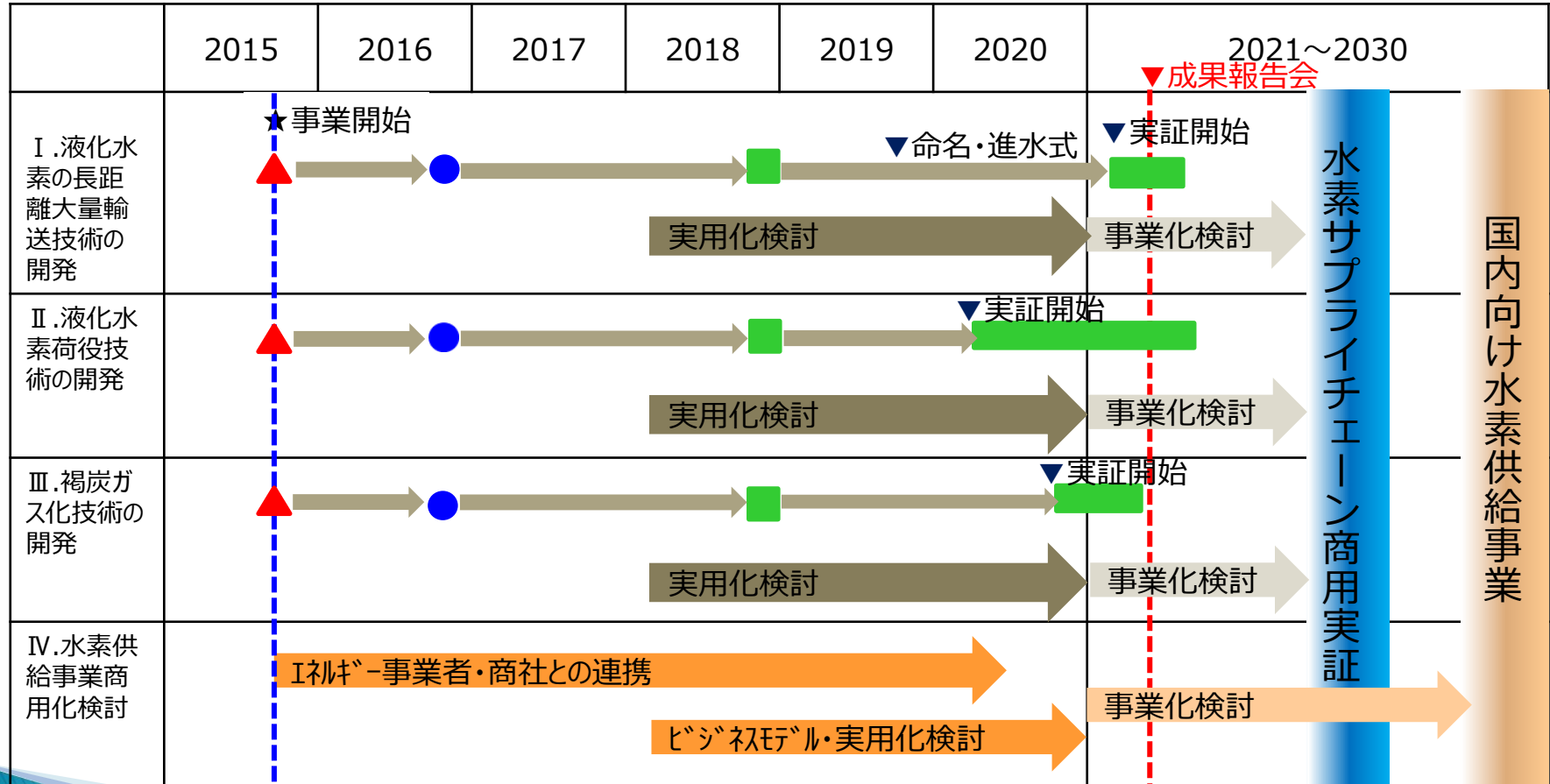
● 商用化検討の推進（今後に向けて）

発電事業者、エネルギー商社などとビジネスモデルの精緻化を図ると共に、産官連携による水素発電事業成立の環境醸成を推進中。2022年度視察100件近く。

実用化・事業化の見通しについて

➤ 実用化・事業化に向けた具体的な取り組み

実用化・事業化は参画組合員による個別の実用化・事業化に発展中



- ※ ▲ : 要素技術確立、調査、仕様検討、安全検討
 ● : FS、基本設計
 ■ : 実証設備製作、技術実証

ご清聴ありがとうございました

クリーンで持続可能なエネルギーを開拓する

HySTRA