評価ウィーク
資料番号Ⅰ－１

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

事業進捗状況の説明

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）

２０１９年６月１７日

事業概要

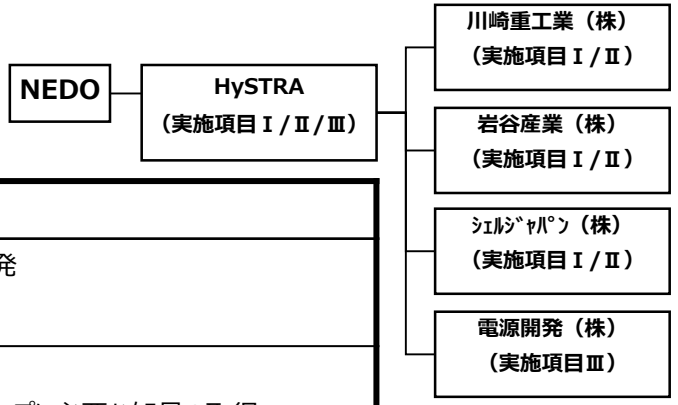
1．期間

開始　　：　2015年12月
終了（予定）：　2021年2月

2．最終目標

実施項目	目標
Ⅰ:液化水素の長距離大量輸送技術の開発	・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
Ⅱ:液化水素荷役技術の開発	・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
Ⅲ:褐炭ガス化技術の開発	・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

4．実施体制及び分担等



3．成果・進捗概要（～2018年度）

※　◎：大幅達成、○：達成、△：一部達成、×：未達

実施項目	成果内容		自己評価
Ⅰ:液化水素の長距離大量輸送技術の開発	【a) 液化水素海上輸送システムの要素技術の開発】 ・10^{-1}Paの真空条件下でタンクへの熱流速が　　となる断熱構成を確認。タンクドーム部について構造解析を輸送条件に対応した解析を実施し設計を完了した。 【b) 輸送タンクシステムの開発】 ・真空度の経時劣化を確認し、防熱仕様を確定した。数値解析等によりタンク内置換作業を具体化した。	・荷役作業の最重要機器（ポンプ、圧縮機、燃焼器、液面計）の承認要件を日本海事協会と合意し、これらの調達を完了した。 【c) 輸送用タンクシステムの設計・製作・検査】 ・輸送タンクに関して基本設計、詳細設計を実施し、製作に着手した。 【d) 実証試験の実施】 ・HAZID及びHAZOPを完了した。	○
Ⅱ:液化水素荷役技術の開発	【a) 液化水素の陸上～海上間移送技術実証】 ・ローディングシステムに関して基本設計及び各種試験の結果を反映した詳細設計を実施し、製作に着手した。	【b) 荷役基地におけるオペレーション技術の開発】 ・基本設計に基づいた詳細設計を実施し、液化水素貯蔵タンクや配管設備等の機器の製造及び荷役基地の建設に着手した。	○
Ⅲ:褐炭ガス化技術の開発	【a) EAGLE炉への豪州褐炭の適用性検討】 ・褐炭粉砕試験（3種類）を実施し、前処理設備の基本設計へ反映等により豪州小型ガス化試験設備の設備仕様を決定した。また、設置に必要な許認可の取得を完了した。	【b) 化学原料製造向けガス化技術の検証】 ・CO_2搬送を可能とした豪州小型ガス化試験装置の製作に着手した。 【c) 豪州褐炭ガス化運用技術の検討】 ・2020年度に実施予定である。	○

1．事業の位置付け・必要性 (1) 事業の目的の妥当性

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。

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。

1．事業の位置付け・必要性 (2) 国が支援する妥当性

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

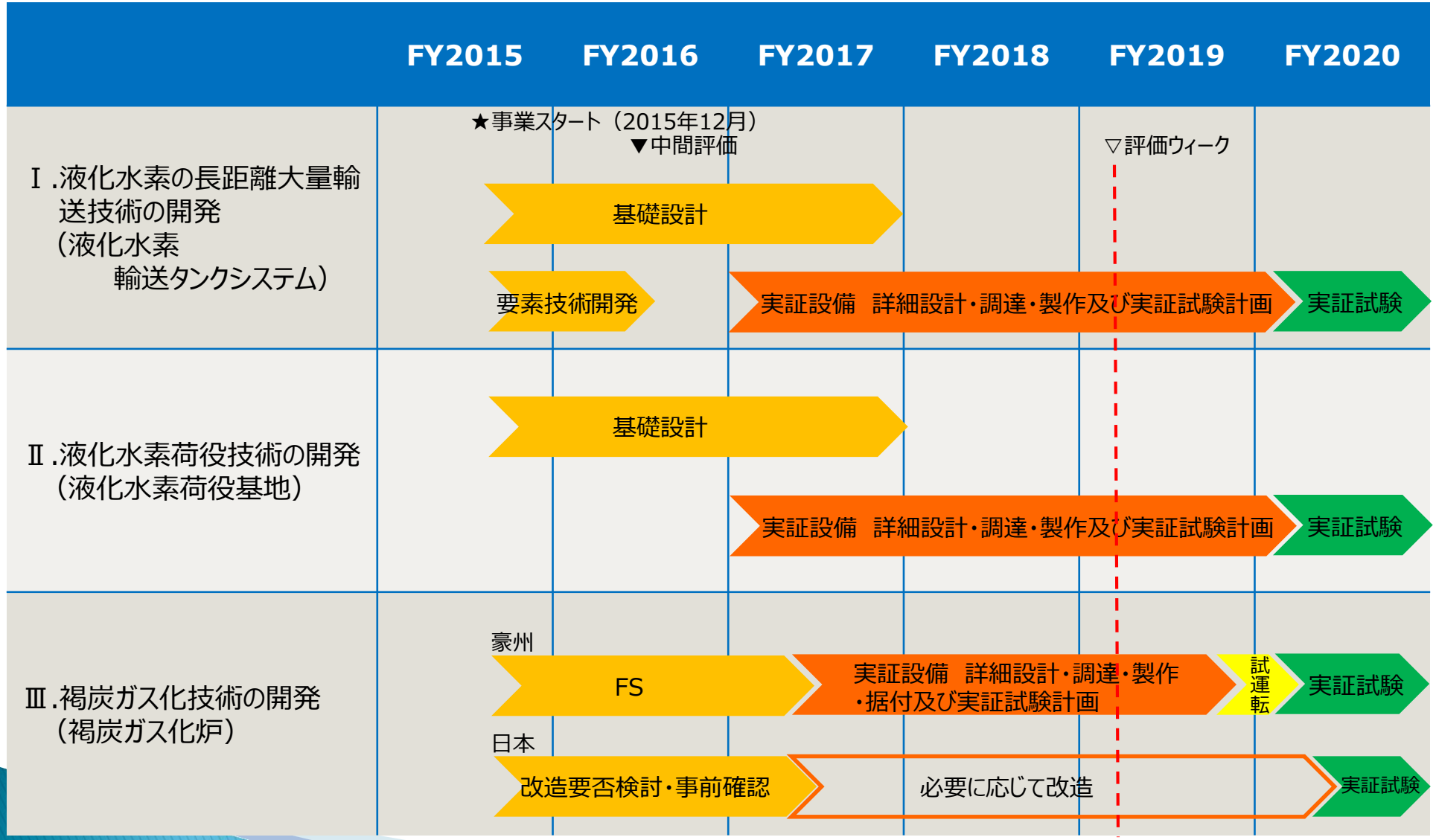
○ CO2フリー水素サプライチェーン構築実証は、設備投資が大きく、
事業化するまで時間を要することから民間単独では開発リスクが高い

2．研究開発マネジメントについて (1) 研究開発目標の妥当性

◆ 研究開発目標と根拠

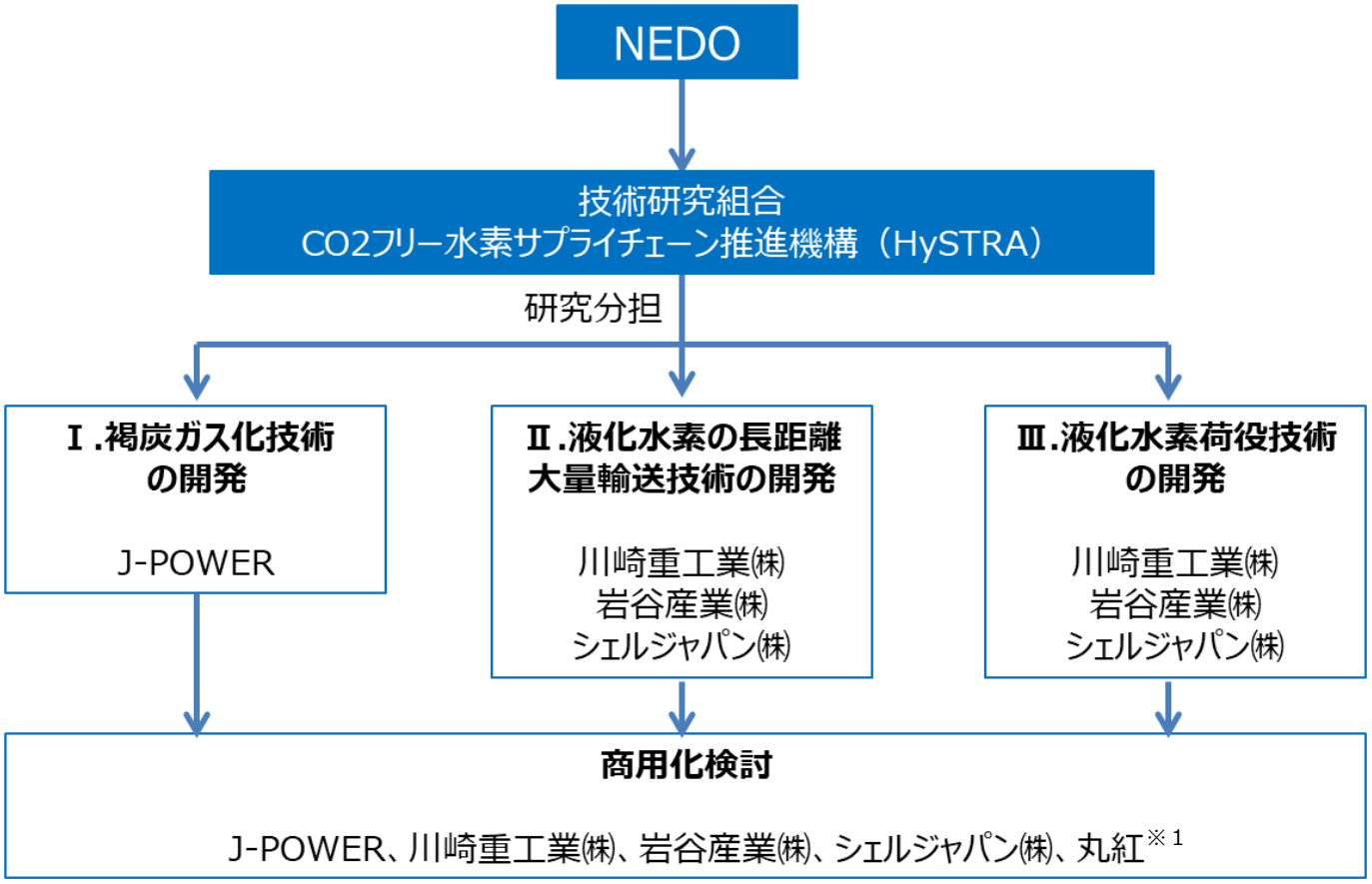
研究開発項目	研究開発目標	根拠
Ⅰ:液化水素の長距離大量輸送技術の開発	・液化水素輸送用タンクの要素技術の開発ならびに液化水素輸送用タンクシステムの開発 ・商用規模へのスケールアップに必要な知見の取得	川崎重工業㈱は、LNG運搬船の製造技術及び国内最大の液化水素貯蔵タンクの納入実績を有する。さらに液化水素海上輸送技術の開発を進めており、既に日本海事協会より世界初の基本承認を取得済みである。 川崎重工業㈱はLNGの内航船の製造企業であり、同等サイズの液化水素用輸送タンクを製造することを目標に設定した。
Ⅱ:液化水素荷役技術の開発	・液化水素荷役技術の開発 ・ローディングシステム及び安全な運用システムを開発し、商用規模へのスケールアップに必要な知見の取得	川崎重工業㈱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。 岩谷産業㈱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。 また、川崎重工業㈱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。 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。
Ⅲ:褐炭ガス化技術の開発	・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	電源開発㈱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ている。現在、中国電力㈱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。 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。

2．研究開発マネジメントについて　(2) 研究開発計画の妥当性



2．研究開発マネジメントについて　(3) 研究開発の実施体制の妥当性

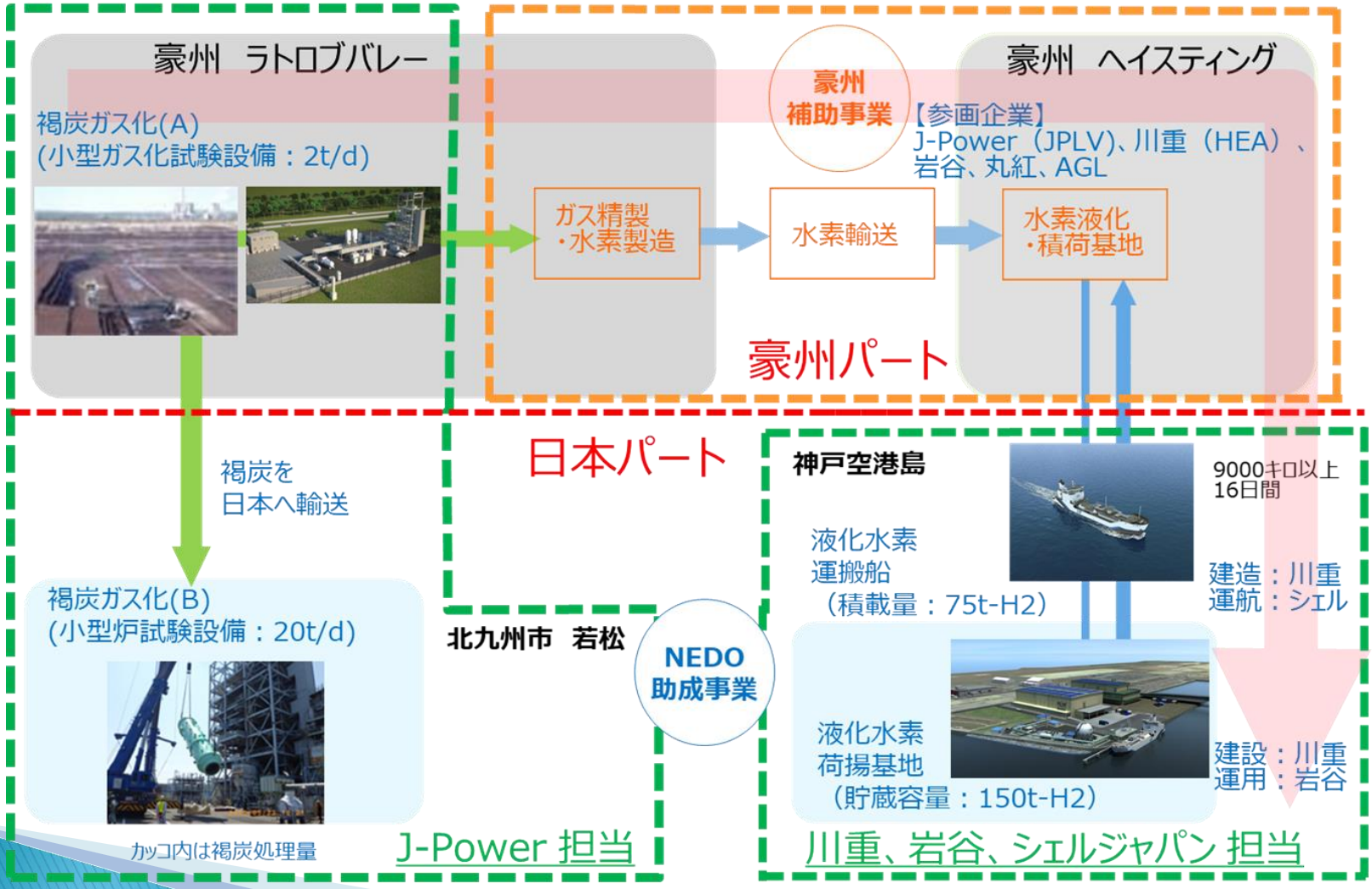
◆ 研究開発の実施体制



※1：2018/10/1付けにてHySTRAに加入

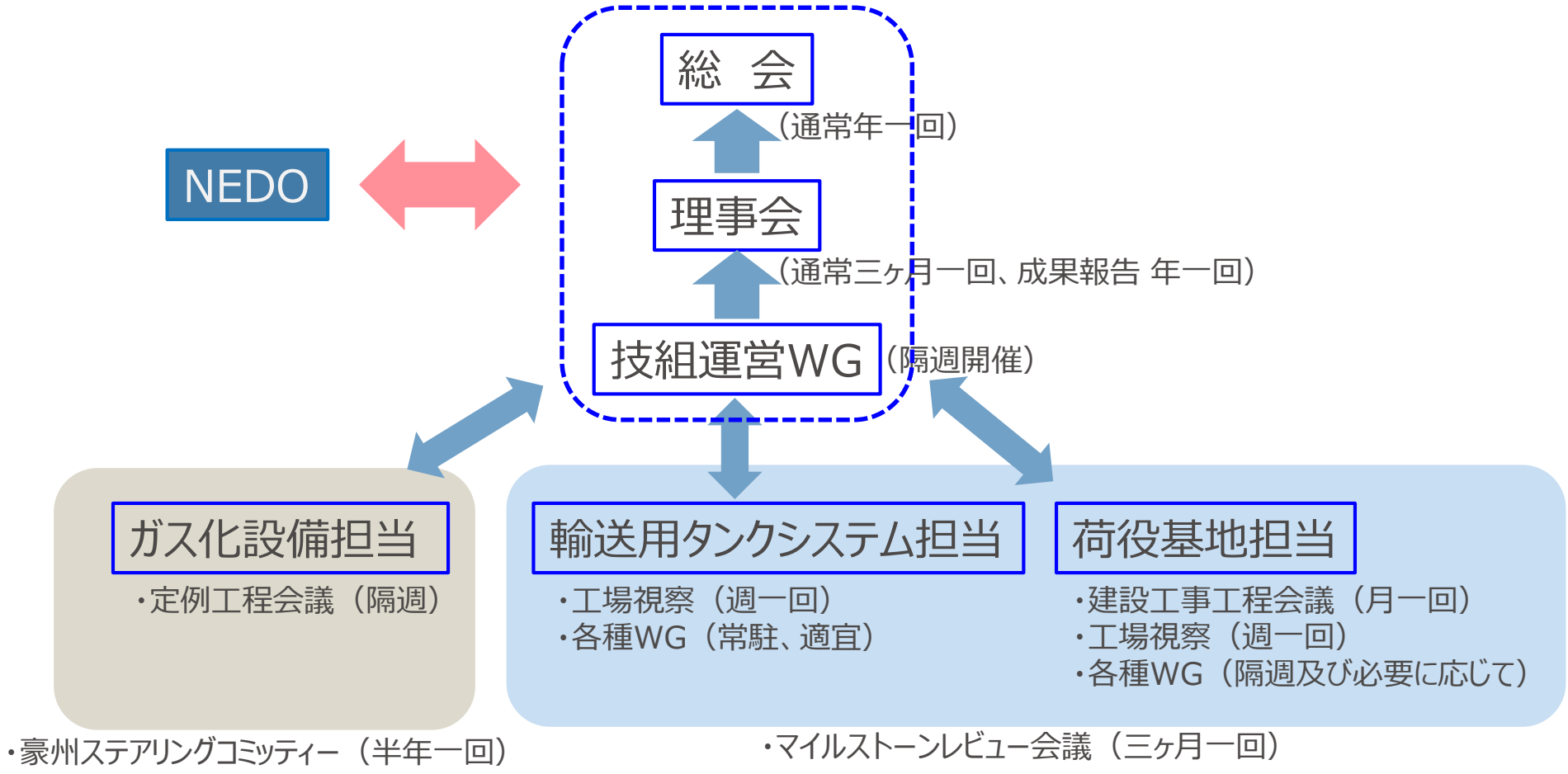
2．研究開発マネジメントについて (4) 研究開発の進捗管理の妥当性

◆ 研究開発の全体構成



2．研究開発マネジメントについて　(4) 研究開発の進捗管理の妥当性

◆ 研究開発の進捗管理



2．研究開発マネジメントについて (5) 知財権に関する戦略の妥当性

◆ 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㈱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㈱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㈱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。

3．研究開発成果について (1) 研究開発目的の達成度

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

3．研究開発成果について (1) 研究開発目標の達成度

◆ 研究開発項目毎の目標と達成状況

開発項目	最終目標	成果（～2018年度）	達成度	今後の課題と解決方針
Ⅰ：液化水素の長距離大量輸送技術の開発	世界初の液化水素の長距離大量海上輸送システムを実現し、タンク構造や断熱性能の仕様決定に必要となる要素技術を開発する。また、液化水素輸送用タンクシステムの断熱技術、使用機器及び安全な運用システムを検討し、輸送船に設置して液化水素の海上輸送と荷役試験を行うことが可能な試験設備を開発する。	**a) 液化水素の長距離大量輸送技術の開発** ・真空度別・積層構成別の断熱材性能試験やアウトガス量測定を実施し、真空条件下でタンクへの熱流束が目標値となる断熱構成を確認した。 ・タンクに於いて最も構造が複雑となるドーム構造に関して、拘束機構の検討とFEM強度解析を実施し、輸送環境(揺動、低温)に対応した基本設計が完了した。 【2016年度までに完了】	○	特になし
		b) 輸送タンクシステムの開発 ・真空度の経時劣化の傾向を確認し、これを基に防熱仕様を確定するとともに、吸着剤による真空度の経時劣化抑制の有効性につて確認した。 ・開放検査に対応可能なドーム構造を含め、輸送用タンクシステムの基本設計が完了した。また、極低温となるタンクの材料について破壊靭性試験を実施し、タンク構造の健全性を確認した。 ・数値解析および理論解析により、置換作業が現実的な時間で実施可能となる置換手順を組むことが出来た。 ・既存の製品や技術が液化水素の海上輸送用途に適用可能であることが確認された。 【2016年度までに完了】	○	特になし

※　◎：大幅達成、○：達成、△：一部達成、×：未達

3．研究開発成果について (1) 研究開発目標の達成度

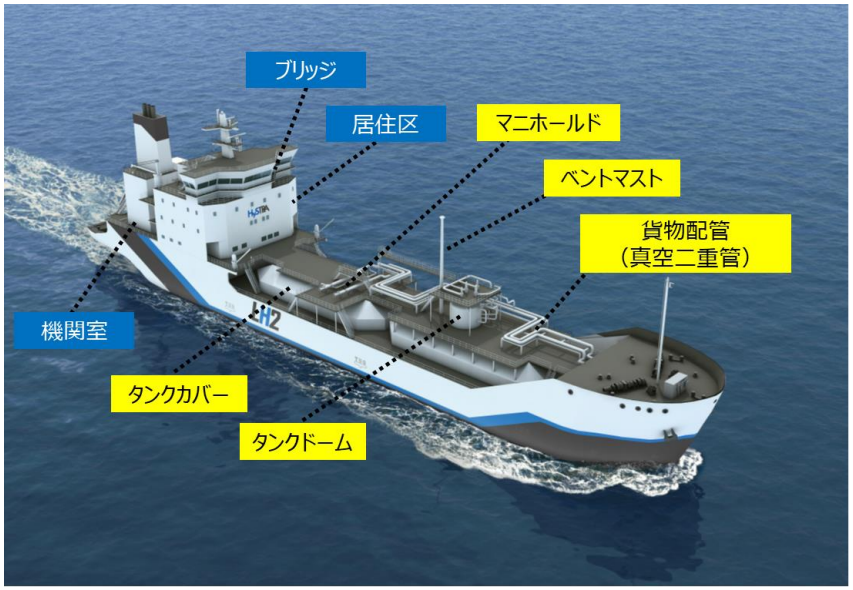
◆ 研究開発項目毎の目標と達成状況

開発項目	最終目標	成果（～2018年度）	達成度	今後の課題と解決方針
Ⅰ：液化水素の長距離大量輸送技術の開発	（前頁の続き）	**c) 輸送用タンクシステムの設計、製作、検査** ・研究開発項目a)とb)により開発された技術を踏まえ、輸送用タンクシステムの基本設計を完了した。 ・基本設計に基づき輸送用タンクシステム及び配管艤装品の詳細設計を完了し、製作に着手した。 【現在作業継続中】	○	特になし
		d) 実証試験の実施 ・船級 (日本海事協会)と機器承認手順について確認した。 ・安全評価により、危険要因の把握と追加安全対策の検討が完了した。 【2017年度までに完了した】 ※2020年度に実施する実証試験において液化水素を安全かつ効率的に海上輸送するための運用技術を開発する。 【2020年度実施】	○	特になし

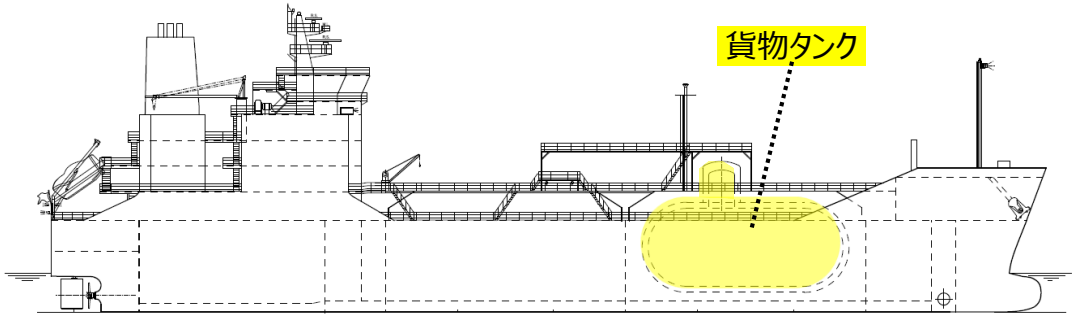
※　◎：大幅達成、○：達成、△：一部達成、×：未達

3．研究開発成果について（1）研究開発目標の達成度
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）

※詳細説明



試験設備(液化水素輸送船) 完成予想CG



試験設備(液化水素輸送船) 全体断面図

【主要目（計画値）】

輸送タンクシステム（助成対象）	
貨物	液化水素（-253℃）
容積	1,250m3×1基
積載量	75トン-H2
構造	横置き円筒（2重殻）、蓄圧式
材料	SUS304L
防熱仕様	真空防熱
設計圧力	500 k Pa
支持構造物	内槽：GFRP（ガラス繊維強化プラスチック）
	外槽：積層樹脂+鋼製サドル

船体部（民間負担）			
全長	116m	航海能力	13ノット*1
全幅	19m	航続距離	11,300海里*2
定員	25名	推進方式	電気推進
船級／船籍	NK／日本	プロペラ	CPP*3×1

*1：１ノット＝1,852km
*2：１海里＝1,852m
*3：CPP＝Controllable Pitch Propeller（可変ピッチプロペラ）

➢ 許認可対応として、以下に進捗があった。

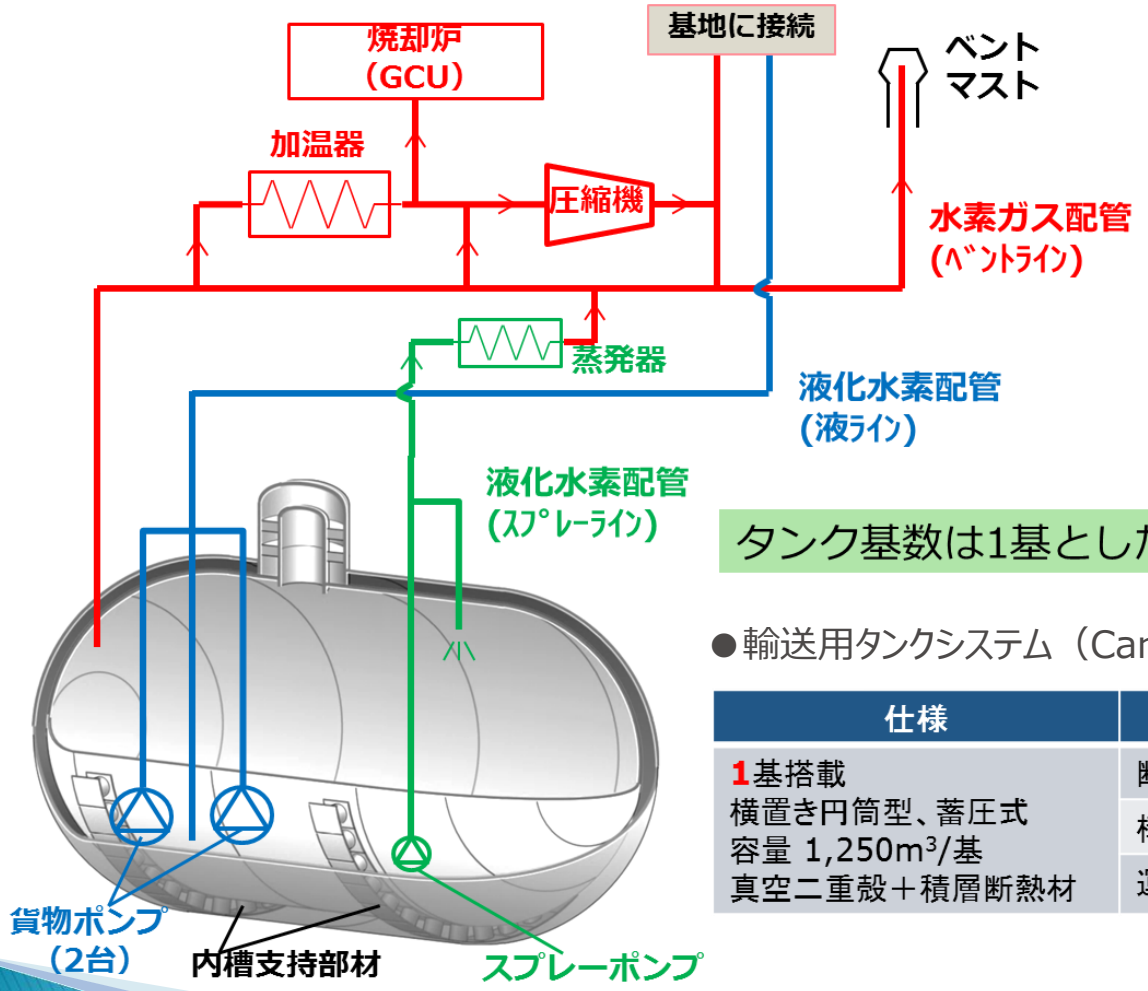
・IMO(*)暫定勧告　・NKガイドライン　・国交省通達

IMO会議の様子

(*)GFRP： ガラス繊維強化プラスチック、1ノット ＝ 1海里/時=1.852km/時
NK：日本海事協会 、JG：日本船籍、CPP： 可変ピッチプロペラ、 IMO：国際海事機関
SUS：ステンレス鋼

3．研究開発成果について（1）研究開発目標の達成度
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）

輸送用タンクシステム



タンク基数は1基とした

●船級取得対象機器

主要機器	仕様
圧縮機	遠心式 水素ｶﾞｽｼｰﾙ
移送ポンプ ｽﾌﾟﾚｰﾎﾟﾝﾌﾟ	電動浸漬式
燃焼器（GCU）	縦型円筒式
貨物配管	真空二重管 低温弁
加温器 蒸発器	ｼｪﾙ･ﾁｭｰﾌﾞ式

●輸送用タンクシステム（Cargo Containment System：CCS）

仕様	要素技術	開発項目
1基搭載 横置き円筒型、蓄圧式 容量 1,250m³/基 真空二重殻＋積層断熱材	断熱	入熱低減、真空管理
	構造	熱変形、揺動対策
	運用操作	冷却方法、ガス置換

3．研究開発成果について（1）研究開発目標の達成度
Ⅰ：液化水素の長距離大量輸送技術の開発　研究成果（その３）

タンク構造

✓貨物タンク構造FEM強度解析

✓ドームベローズ疲労試験

✓内槽支持構造部の疲労試験

✓極低温下での溶接継手破壊靱性試験

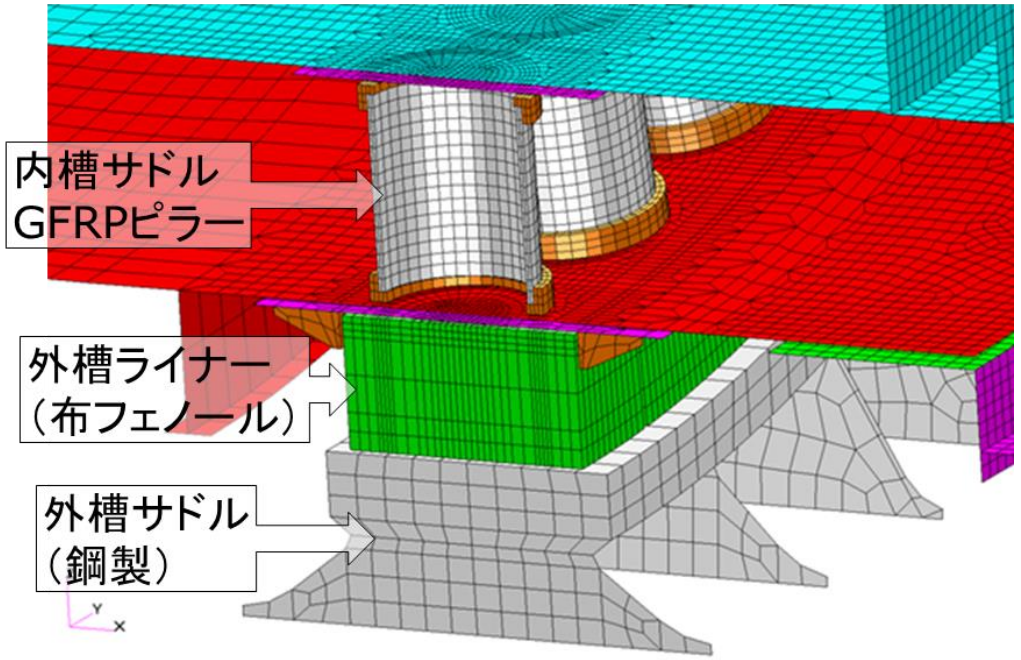


図5：　貨物タンク構造FEM強度解析

➪ 輸送環境(揺動,低温)に対応した
タンク構造の基本設計が完了した。

3．研究開発成果について (1) 研究開発目標の達成度

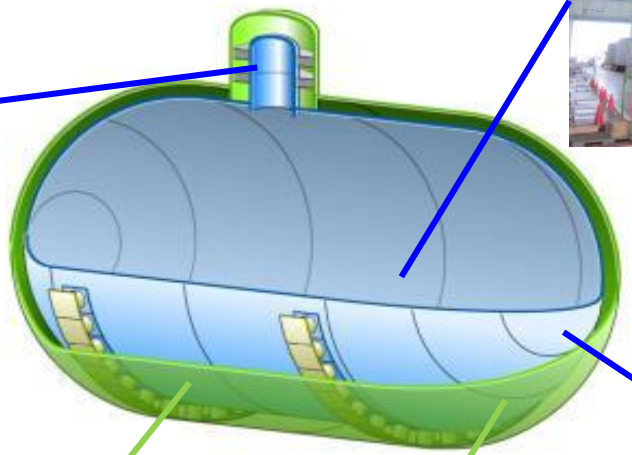
Ⅰ：液化水素の長距離大量輸送技術の開発　研究成果（その４）

【輸送用タンクシステムの設計・製作・検査】

輸送用タンクシステム製作状況 (内槽・外槽)

✓内槽胴体組立(周溶接)

✓内槽ドーム組立(溶接)



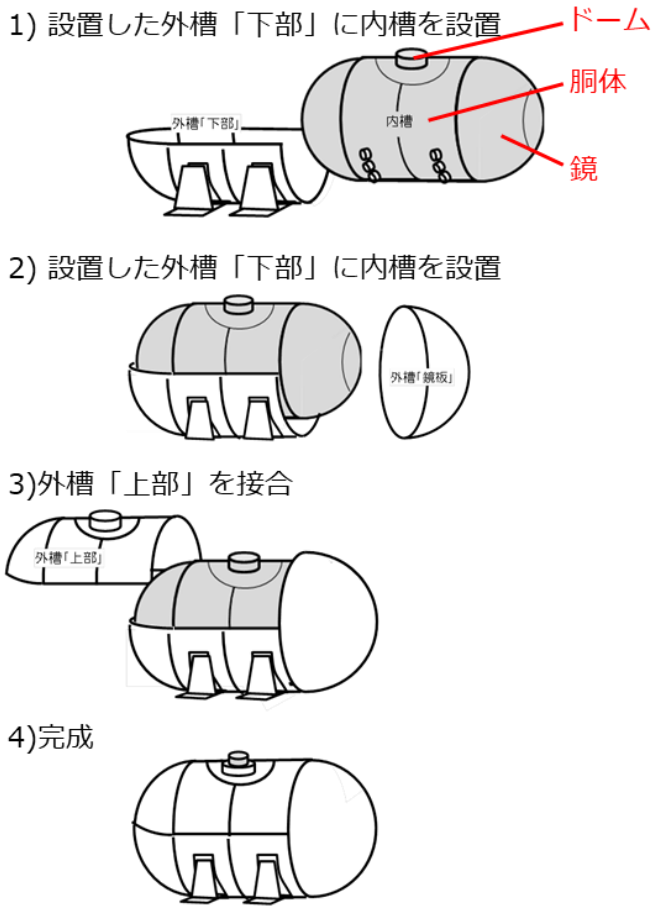
✓内槽鏡組立 (非破壊検査)

✓外槽胴板組立
(長手溶接)

✓外槽鏡板加工完了

3．研究開発成果について（1）研究開発目標の達成度
Ⅰ：液化水素の長距離大量輸送技術の開発　研究成果（その５）

輸送用タンクシステムの組立手順



(出典) NEDO 水素利用等先導研究開発事業
大規模水素利用技術の研究開発
水素液化貯蔵システムの研究開発
平成28年度中間年報
(委託先 川崎重工業株式会社)

輸送用タンクシステム製作状況

（2019/5現在）

2019年夏頃に内外槽一体化を完了し、
真空層の真空引きを実施予定
また、配管艤装品の製作を継続実施

3．研究開発成果について (1) 研究開発目標の達成度

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

3．研究開発成果について (1) 研究開発目標の達成度

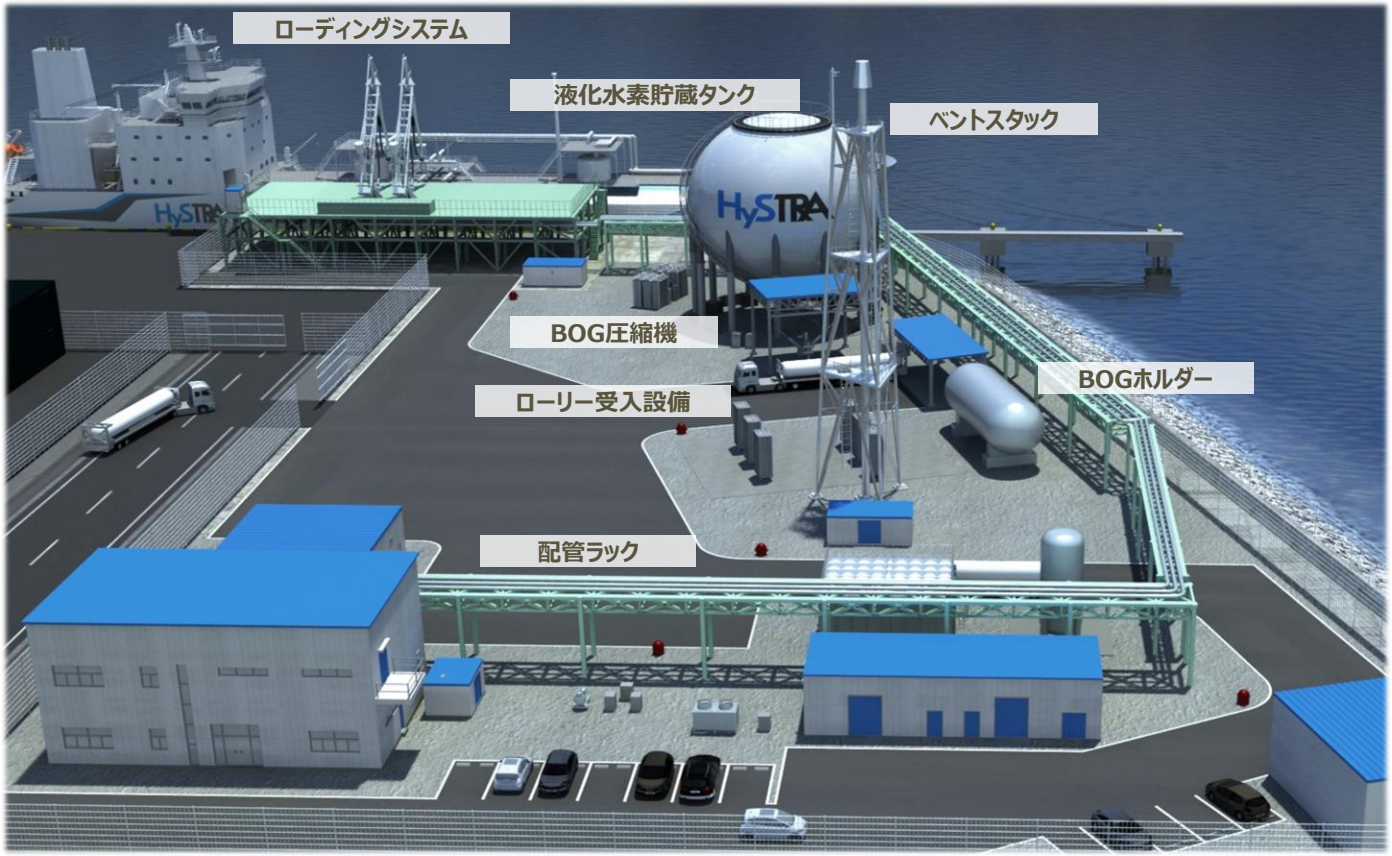
◆ 研究開発項目毎の目標と達成状況

開発項目	最終目標	成果（～2018年度）	達成度	今後の課題と解決方針
Ⅱ：液化水素荷役技術の開発	世界初の液化水素の長距離大量海上輸送システムを実現するために必要となる液化水素荷役技術の開発を行う。また、ローディングシステム及び安全な運用技術を検討し、液化水素輸送用タンクシステムとの荷役試験を行なえるような試験設備を開発する。	**a) 液化水素の陸上-海上間移送技術実証** ・海上揺動環境下での使用を目標とするﾛｰﾃﾞｨﾝｸﾞｼｽﾃﾑの基本設計を完了した。 ・基本設計に基づく実規模試験装置を製作し、各種試験を実施し、結果を詳細設計へ反映し、詳細設計を完了した。 ・実機製作を開始し、現在、組立試験を実施中である。	○	特になし
		b) 荷役基地におけるオペレーション技術の開発 ・目標蒸発率を達成できるタンクの基本設計を完了した。 ・積荷及び揚荷ｵﾍﾟﾚｰｼｮﾝを設定の上、安全性評価を行い、液化水素貯蔵タンク及び配管類の予冷システムの基本設計を完了した。 ・陸上-海上間輸送設備の基本設計及び配管に関する基本設計を完了した。 ・基本設計に基づく詳細設計を完了した。 ・液化水貯蔵タンクの製作が継続中であるとともに、配管及びその他機器の現地据付も継続中である。	○	特になし

※　◎：大幅達成、○：達成、△：一部達成、×：未達

3．研究開発成果について（1）研究開発目標の達成度
Ⅱ：液化水素荷役技術の開発　研究成果（その１）

※詳細説明



神戸空港島液化水素荷役基地 概略図

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

3．研究開発成果について（1）研究開発目標の達成度
Ⅱ：液化水素荷役技術の開発　研究成果（その２）

a) 液化水素の陸上-海上間移送技術実証

✓海上揺動環境下での使用を目標とするﾛｰﾃﾞｨﾝｸﾞｼｽﾃﾑの製作に着手

✓実機製作を開始し、現在、組立試験実施中

真空二重緊急離脱機構（ERS）離脱試験

真空二重フレキシブルホース耐久試験

b) 荷役基地におけるオペレーション技術の開発

✓目標蒸発率を達成できる液化水素貯蔵タンクの詳細設計を完了し、製作に着手

✓安全性評価を反映した基本設計を踏まえた配管の詳細設計を完了し、製作に着手

タンク球殻板加工

ガスホルダ組立

3．研究開発成果について（1）研究開発目標の達成度
Ⅱ：液化水素荷役技術の開発　研究成果（その３）

【オペレーション技術の開発】の概要

荷役基地建設工事の状況（1/2）

液水基地工事　安全祈願祭（2018.4）

[神戸市所掌] 液化水素貯蔵タンク 地盤改良工事（2018.6）

[神戸市所掌] ドルフィン新設工事（2018.3）

3．研究開発成果について（1）研究開発目標の達成度
Ⅱ：液化水素荷役技術の開発　研究成果（その４）

荷役基地建設工事の状況（2/2）

液化水素貯蔵タンク及びBOGホルダー（2019.5）

ローディングシステムプラットホーム（2019.5）

ローディングシステムの組立試験後現地据付、液化水素貯蔵タンク真空層真空引き、配管及び電気工事を実施予定

3．研究開発成果について (1) 研究開発目標の達成度

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

3．研究開発成果について (1) 研究開発目標の達成度

◆ 研究開発項目毎の目標と達成状況

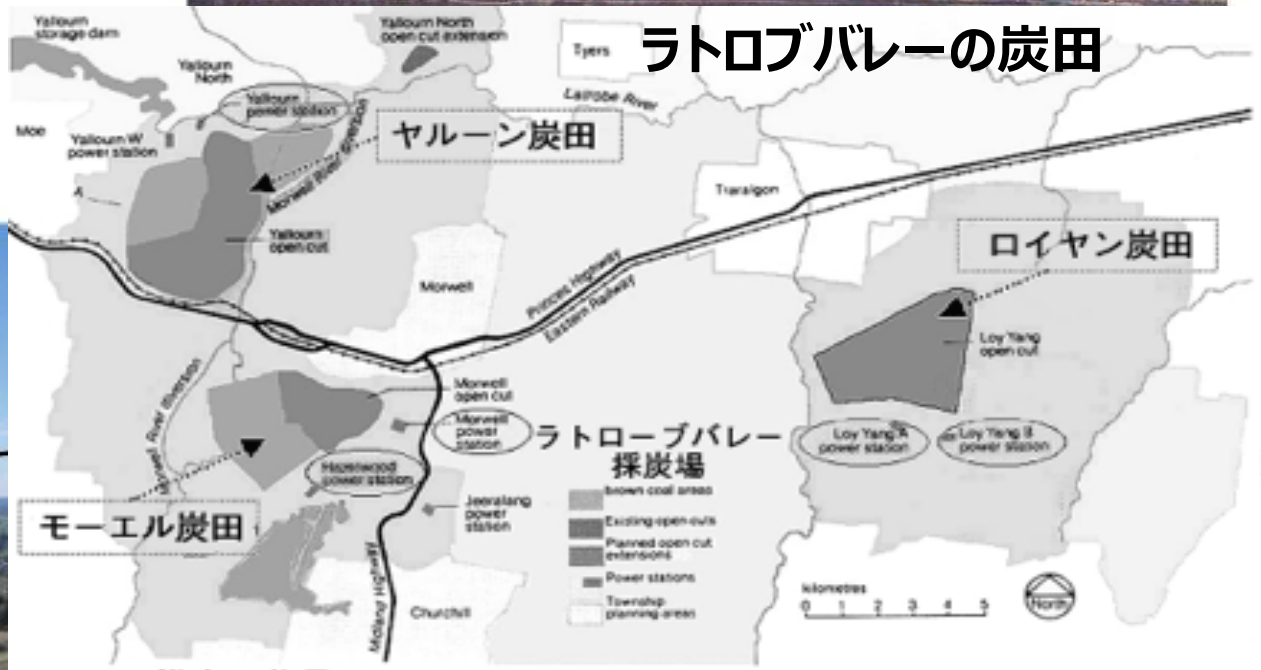
開発項目	最終目標	成果（～2018年度）	達成度	今後の課題と解決方針
Ⅲ：褐炭ガス化技術の開発	豪州褐炭の乾燥設備、ガス化炉及び安全な運用技術を検討し、褐炭ガス化システム技術を確立する。	**a) EAGLE炉への豪州褐炭の適用性検討** 【小型ガス化試験設備】 ・褐炭性状を把握した。 ・3炭種の事前確認試験結果を踏まえ、前処理設備のフィージビリティースタディーを実施した。 ・小型ガス化試験装置の基本設計を完了した。 ・設置に必要となる許認可の所得を完了した。 ・主機ガス化炉の製作を完了した。 【EAGLE試験設備】 ・改造要否の検討を完了した。	○	特になし
		b) 化学原料製造向けガス化技術の検討 ・小型ガス化試験設備でCO_2搬送が、EAGLE試験設備でダイレクトクエンチの試験が可能となるよう設計を完了した。	○	特になし
		c) 豪州褐炭ガス化運用技術の検討 【2020年度実施】	○	特になし

※　◎：大幅達成、○：達成、△：一部達成、×：未達

3．研究開発成果について（1）研究開発目標の達成度
Ⅲ：褐炭ガス化技術の開発　研究成果（１）

※詳細説明

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

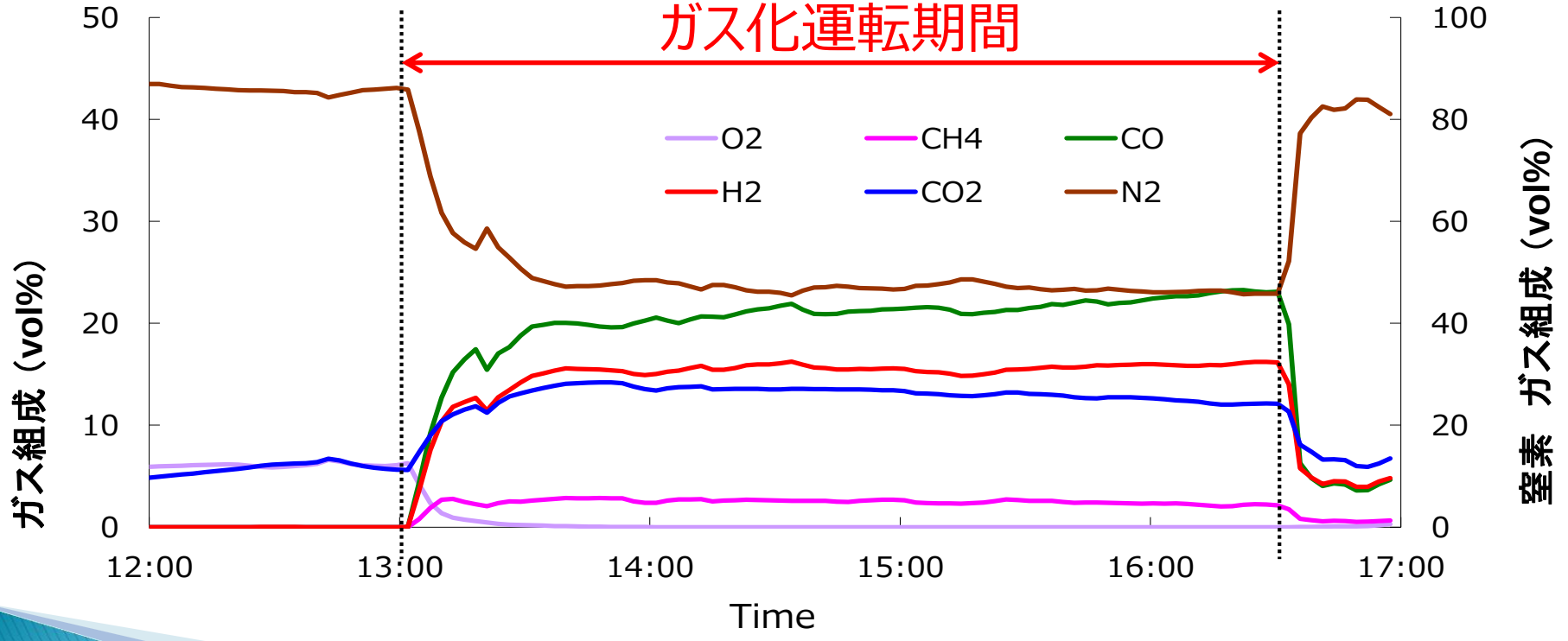


推定埋蔵量：158Gt

3．研究開発成果について（1）研究開発目標の達成度
Ⅲ：褐炭ガス化技術の開発　研究成果（２）

【褐炭ガス化技術の検討】の概要

豪州褐炭１炭種について、日本の小型試験炉(乾燥炭：1ton/d)を用いて、
ガス化試験を実施した。
褐炭微粉炭のガス化試験が可能であることを確認、ガス化特性の把握が出来た。



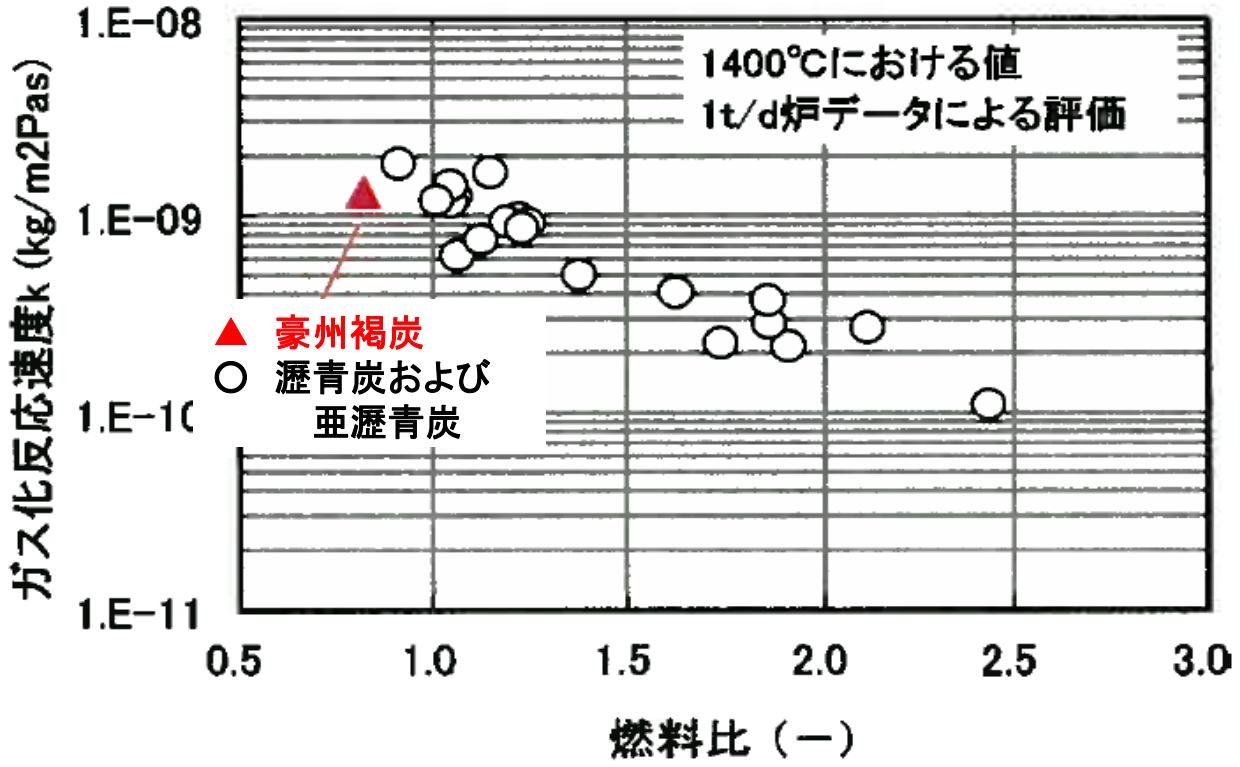
ガス化試験時のガス組成の推移

3．研究開発成果について（1）研究開発目標の達成度
Ⅲ：褐炭ガス化技術の開発　研究成果（３）

【褐炭ガス化技術の検討】の概要

【各種石炭の反応速度】

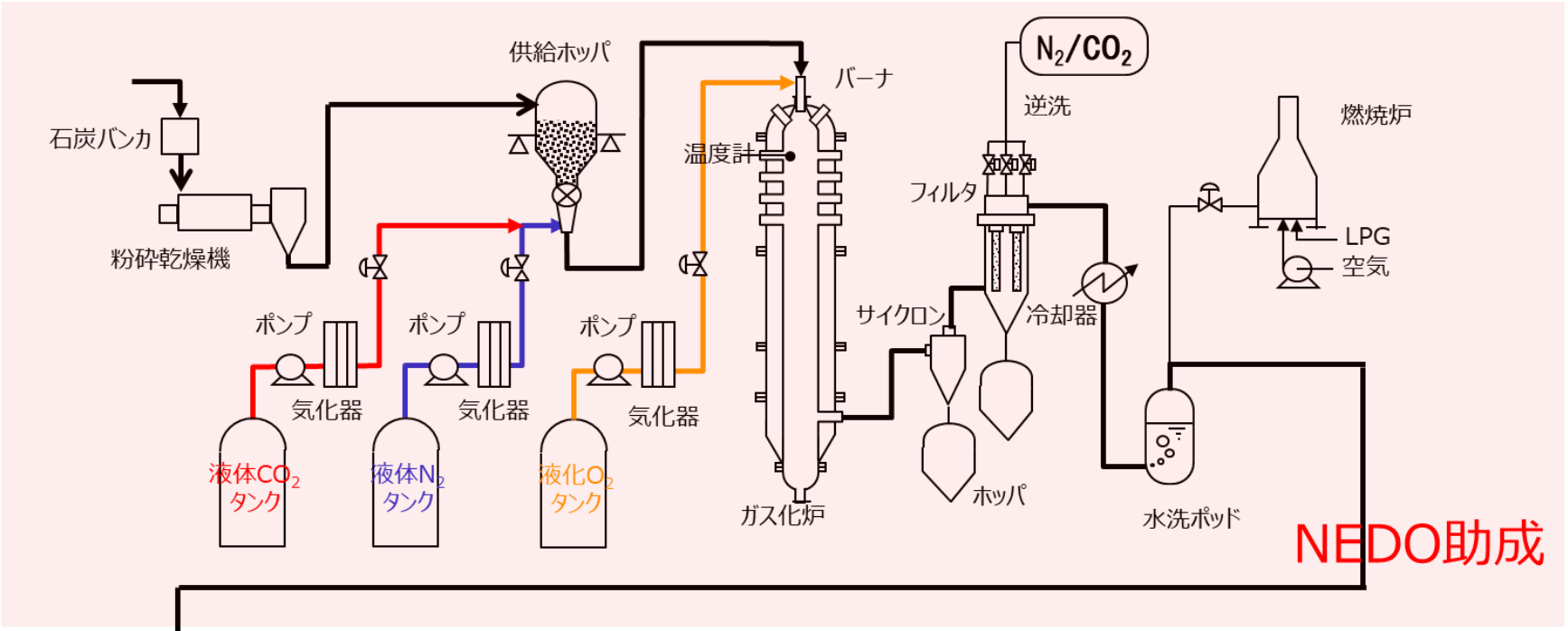
日本の小型試験炉(乾燥炭：1ton/d)を用いたガス化試験により、豪州褐炭の反応速度は十分に高く、良好な反応特性を有することを確認した。

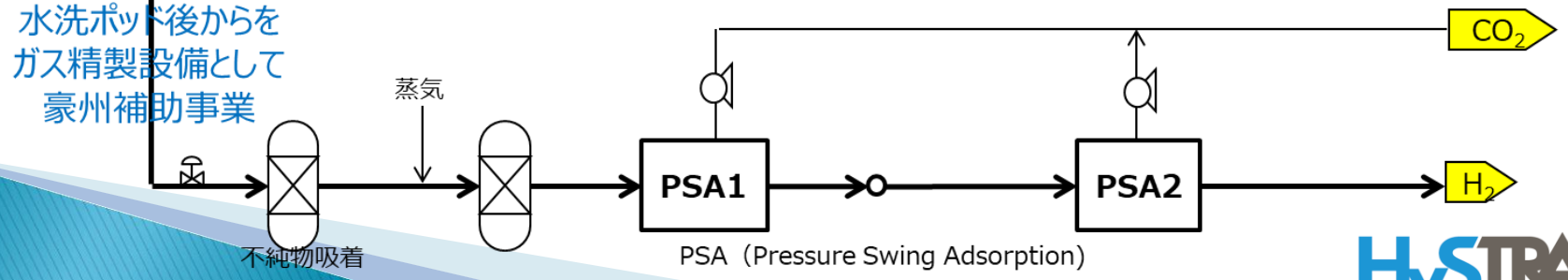


3．研究開発成果について（1）研究開発目標の達成度
Ⅲ：褐炭ガス化技術の開発　研究成果（４）

【褐炭ガス化技術の検討】の概要

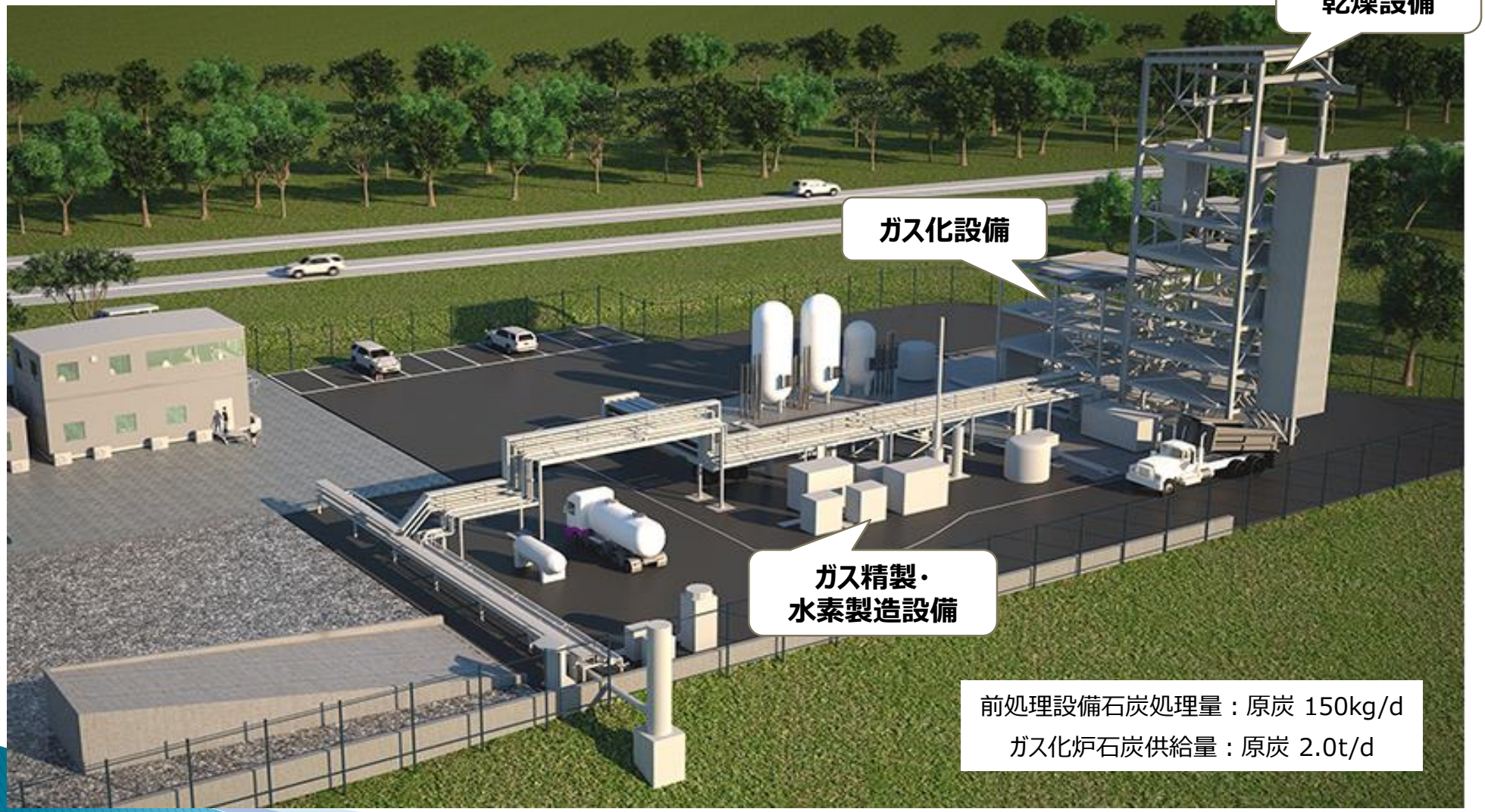
豪州褐炭による前処理設備の試験および、ガス化試験を踏まえ、豪州設置予定の小型ガス化試験設備のプロセスフローを策定した。





3．研究開発成果について（1）研究開発目標の達成度
Ⅲ：褐炭ガス化技術の開発　研究成果（５）

【褐炭ガス化技術の検討】の概要



3．研究開発成果について （2）成果の意義

◆ プロジェクトとしての達成状況と成果の意義

実施項目	達成状況（～2018年度）	意義
Ⅰ：液化水素の長距離大量輸送技術の開発	**a) 液化水素海上輸送システムの要素技術の開発** ・ 真空条件下でタンクへの熱流速が目標値となる断熱構成を確認した。 ・ タンクにおいて最も構造が複雑なドーム部について輸送環境（低温、揺動）に対応した基本設計を完了した。	• 極低温（-253℃）の液化水素を揺動環境下で長期間（約20日間）保持する、世界初の技術を開発した。 • 液化水素の荷役による熱変形や揺動環境下に対し、真空二重殻の変異を許容できる、世界初の技術を開発した。また、高い稼働率での運用が可能であることが判明した。
	b) 輸送用タンクシステムの開発 ・ 真空度の経時劣化を考慮した防熱仕様を確定するとともに、吸着剤による真空度の経時劣化抑制の有効性を確認した。 ・ 開放検査に対応可能なドーム構造を含めタンクシステムの基本設計を完了した。また、タンク材料について破壊靭性試験を実施し、タンク構造の健全性を確認した。 ・ 数値解析等により置換作業が現実的な時間で実施可能となる置換手順を具体化した。 ・ 製品、技術が液化水素の海上輸送用途に適用可能であることを確認した。	• 将来の大型輸送船の開発において、高い精度で貨物の蒸発量を予測可能な手法を開発した。 • タンク溶接部を破壊力学的に評価し、-253℃環境下おけるタンクの健全性が確認できた。 • 開放検査に対応できる技術を開発できた。 • 既存製品や技術が液化水素の海上輸送用途に適用可能であることかが確認され。液化水素用途として世界で初めて船への搭載が承認される見通しを得た。
	c) 輸送用タンクシステムの設計・製作・検査 ・ 実施項目a)及びb)により開発された技術の有効性を確認するため輸送用タンクシステム及び配管偽造品の詳細設計を完了し、製作に着手した。現在輸送タンクシステム及び配管艤装品を製作中であり、主要機器の発注も完了した。	• 基本設計に基づき製造を考慮した世界で初めて船に搭載される輸送タンクの設計を完了した。
	d) 実証試験の実施 ・ 船級（日本海事協会）と聞き承認手続きについて確認した。 ・ HAZOP、HAZIDにより、危険因子の把握と追加安全対策の検討をした。 ・ 仕様変更（タンク2基⇒1基）にともなう追加HAZOPを完了した。	• 世界水準の安全評価手法に則した設計手法を適用し、将来的に液水素の大量海上輸送技術として世界初の輸送実績を伴った設計技術として標準化していく見込みである。

3．研究開発成果について （2）成果の意義

◆ プロジェクトとしての達成状況と成果の意義

実施項目	達成状況（～2018年度）	意義
Ⅱ：液化水素荷役技術の開発	**a) 液化水素の陸上-海上間移送技術実証** ・ 海上揺動環境下での使用を目標とするローディングシステムの基本設計を完了した。 ・ 基本設計を踏まえ、ローディングシステムの実規模試験体設計・製作を行い、液化水素温度での荷重試験、疲労試験等を実施し、良好な結果を得た。 ・ 基本試験及び各種試験結果を反映した詳細設計を実施し、実機の製作に着手した。	• 完了したローディングシステムの基本設計を基に詳細設計、製作を進めることで、海上揺動環境下における液化水素荷役の実現性を検証することができ、世界初となる液化水素の陸上-海上間移送技術を開発することが可能となる。 • 液化水素用ローディングシステムを備えた液化水素荷役技術の試験設備を用いた技術実証により、机上検討との相違を洗出し、既往のLNG荷役基地との比較を行うことで、商用規模への拡大に向けた解析を進め、商用チェーンに向けて液化水素荷役基地建設の見通しを得ることが可能になる。
	b) 荷役基地におけるオペレーション技術の開発 ・ 設定した配管系及びオペレーションを基に蒸発量の算定、管内の流れ状態等を分析し、基本設計を完了した。 ・ 目標蒸発率を達成できる貯蔵タンクの基本設計が完了した。 ・ 液化水素の荷役手順を設定し、安全評価を行い、貯蔵タンク及び配管類の予冷システムの基本設計が完了した。 ・ 陸上-海上間輸送設備の基本設計及び配管類の基本設計が完了した。 ・ 基本設計を踏まえた詳細設計を完了し、液化水素貯蔵タンクの製作に着手した。また、配管類及び主要機器の調達に着手した。	• 液化水素荷役時の蒸発量予測手法の開発が可能になるとともに、蒸発損失を最小化する技術を開発する。 • 貯蔵タンク及び配管類の予冷システムの開発及び最適化が可能となる。 • 世界初の液化水素の陸上-海上間移送技術を有する設備であり、商用に向けた安全評価手法の確立が可能になる。 • 液化水素の管内流量状況の検証を行うことが可能となり、蒸発損失、圧力損失等を最適化し、効率的な商用基地の建設が可能となる。

3．研究開発成果について （2）成果の意義

◆ プロジェクトとしての達成状況と成果の意義

実施項目	達成状況（～2018年度）	意義
Ⅲ：褐炭ガス化技術の開発	**a) EAGLE炉への豪州褐炭の適用性検討** ・ 豪州小型ガス化試験設備の設備仕様を決定した。 ・ 商用機に向けて前処理乾燥設備のHAZOPを実施し、詳細設計を完了し、製作に着手した。 ・ 豪州小型ガス化試験設備について安全性・運用性を考慮したフィージビリティスタディーを実施した。 ・ 国内ガス化試験装置において褐炭ガス化事前確認試験を実施し、褐炭ガス化試験実施の目途を得た。 ・ 上記のフィージビリティスタディー及び事前試験の結果を踏まえ、豪州ガス化試験設備の基本設計を完了した。 ・ 豪州小型ガス化試験設備についてHAZOPを実施し、詳細設計を完了し、主機であるガス化炉の製作を完了した。 ・ プラント設置に必要な許認可の取得を完了した。	・ 褐炭をガス化設備に用いる場合に適した前処理乾燥設備の仕様を明らかとした。また、ガス化事前試験を実施することにより、褐炭のガス化の実現性を示した。
	b) 化学原料製造向けガス化技術の検証 ・ 褐炭ガス化事前試験においてN_2搬送時とCO_2搬送時のガス化特性について比較検討結果から豪州小型ガス化試験装置にCO_2搬送が可能となるシステムを採用した。 ・ CO_2搬送が可能な豪州小型ガス化試験設備の詳細設計を完了し、機器等の製作に着手した。	・世界初の褐炭を使用するガス化試験設備の設計を完了した。
	c) 豪州褐炭ガス化運用技術の検討 【2020年度実施予定】	

3．研究開発成果について (3) 知財と標準化 (4) 成果の普及

◆ 成果の普及

		2015Fy	2016Fy	2017Fy	2018Fy	2019Fy	2020Fy	計
論文発表（査読付き）		0	0	1	1			2
受賞実績		0	0	0	0			0
外部発表	研究発表・講演	16	45	40	55			156
	新聞・雑誌等への掲載		3	28	19			50
	展示会への出展		1	2	2			5

2019年5月末現在

3．研究開発成果について (3) 知財と標準化 (4) 成果の普及

◆ 知的財産権の確保に向けた取り組み

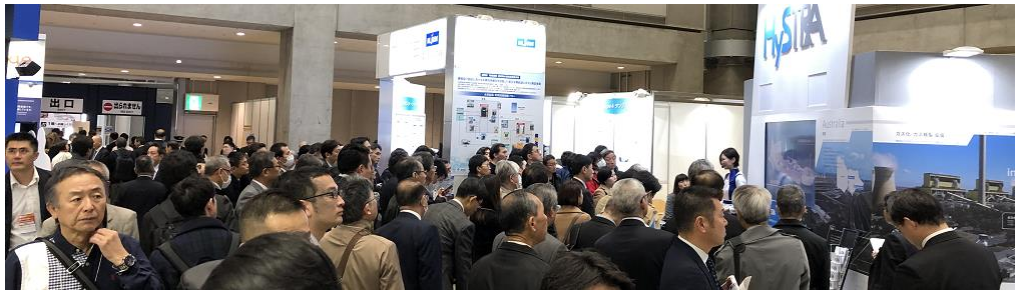
	2015Fy	2016Fy	2017Fy	2018Fy	2019Fy	2020Fy	合計
特許出願数 （内；国際出願）	1 (1)	1 (0)	8 (0)	2 (0)			12 (1)

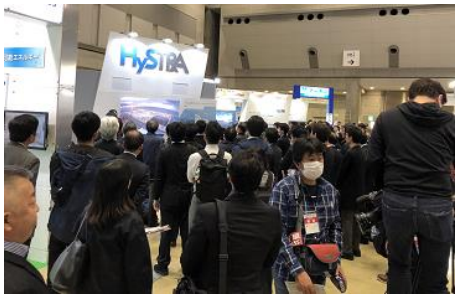
No.	出願日	出願番号	発明名
1	2016/2/12	PCT/JP2016/000750	舶用二重殻タンク
2	2017/2/8	2017-021257	断熱構造
3	2017/6/6	2017-111749	ガス放出システム
4	2017/6/6	2017-111750	ガス放出システム
5	2017/6/6	2017-111751	液化ガス輸送船
6	2017/6/6	2017-111752	ガス漏洩検知システム及びガス漏洩検知方法
7	2017/10/16	2017-200327	二重殻タンクの隔壁構造
8	2018/3/2	2018-037207	船舶
9	2018/3/2	2018-037208	二重殻タンク及び液化ガス運搬船
10	2018/3/6	2018-039576	液化水素運搬船及び船体保護方法
11	出願予定		真空ポート配置
12	出願予定		大型円筒構造への断熱材固定方法

2018年3月末現在

3．研究開発成果について (4) 成果の普及

◆ 成果の普及





FCEXPO2019（東京ビックサイト 2019/2/27～3/1）：ブース来場者約4000名

※その他の活動として、組合メンバーの各種プレゼンへHySTRA資料提供多数

４．実用化・事業化の見通しについて

◆ 本プロジェクトにおける「実用化・事業化」の考え方（基本認識）

本実証事業は6年計画の５年目を迎えている。
これまでに、要素技術開発等を行い、基本設計、詳細設計を完了している。
現在、設備製造、据付工事を実施中である。今後、実証試験内容及び試験実施体制等の具体化を図る。
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CO_2削減のための水素活用計画の活発化など、社会ニーズがますます高まってきており、事業化の可能性が高まっている。

４．実用化・事業化の見通しについて

◆ 成果の実用化・事業化の時期

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。

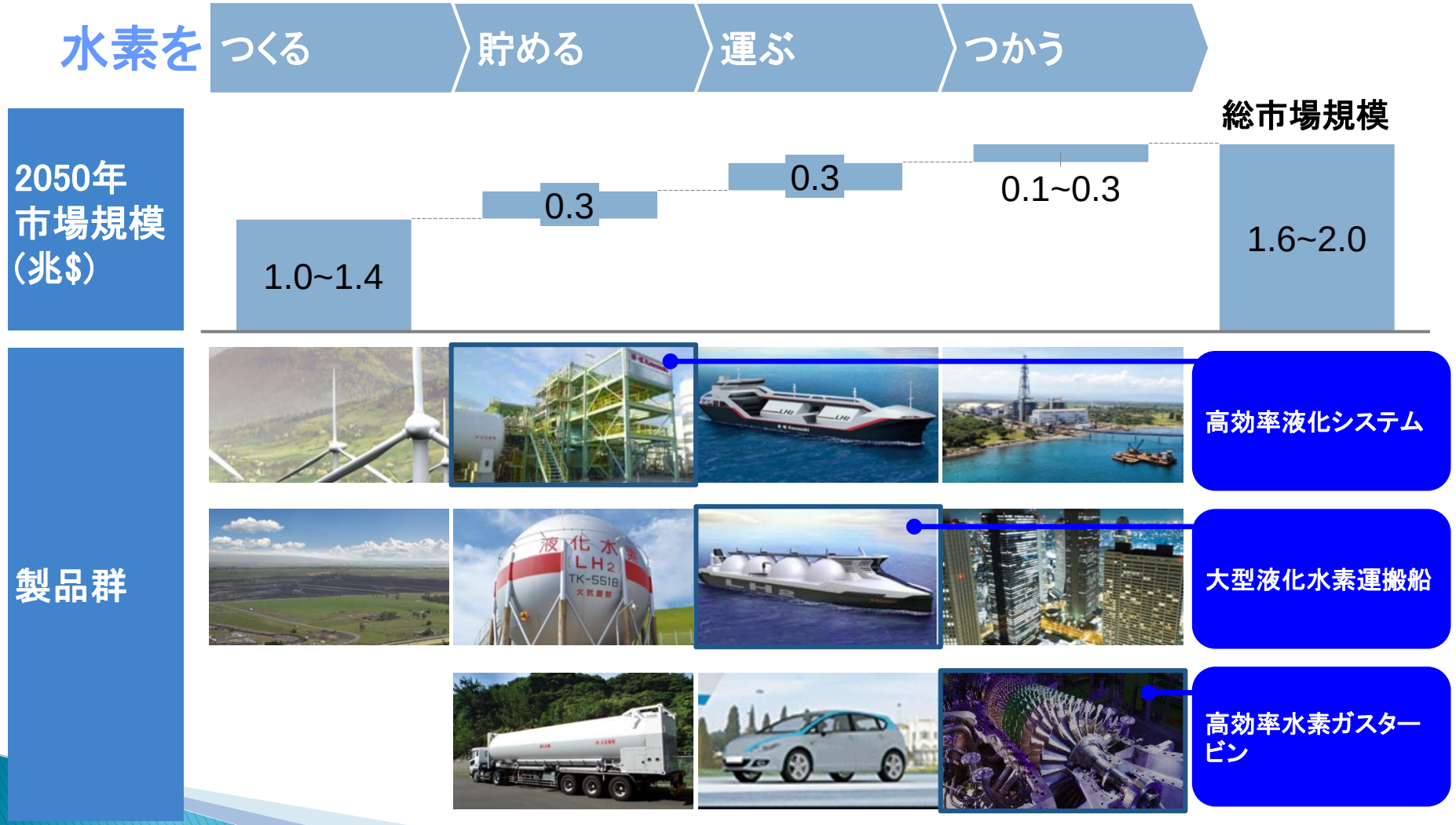
・水素の海外からのサプライチェーン構築について社会認知を得る。
・エネルギー事業者への実現性認知を得る。

«2020年代半ば»
商用実証（大型化）を実施する。（技組内協議中）

«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、商用化する。

４．実用化・事業化の見通しについて

◆ 成果の実用化・事業化の見通し



※”Hydrogen scaling up”より

４．実用化・事業化の見通しについて

◆ 成果の実用化・事業化に対する課題と今後の取組

●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する。

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、大型タンクの開発を進める。

●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する。

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進める。

●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する。

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

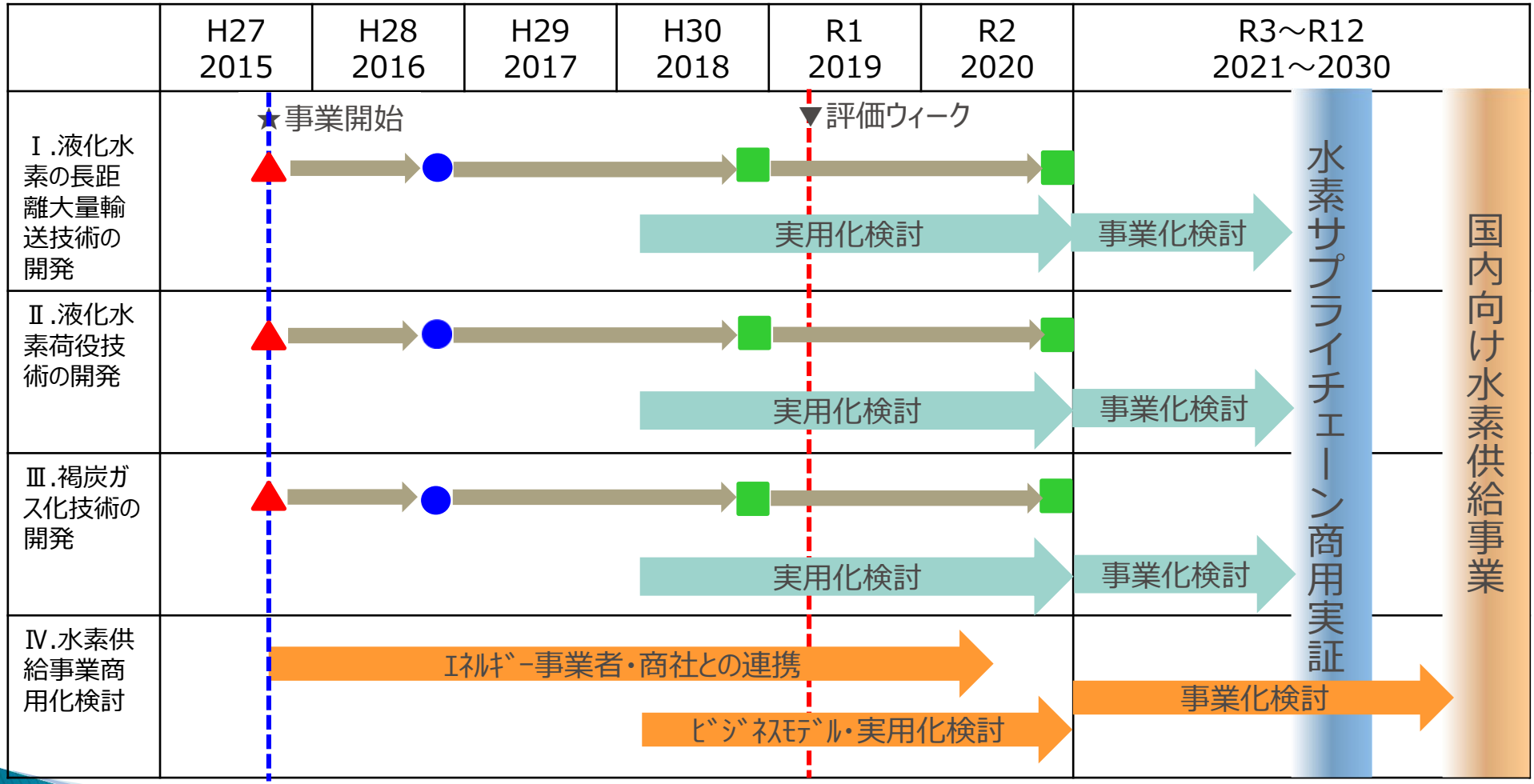
液化水素運搬船、荷役基地、ローディングアーム等の規格・基準類の整備に取り組む。

●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する。

4．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



※ ▲：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