

NEDOエネルギー・地球環境分野成果報告会2026

プログラムNo. 602-3-09

競争的な水素サプライチェーン構築に向けた技術開発事業/ 大規模水素サプライチェーンの構築に係る技術開発/ **大規模水素サプライチェーンの構築に係る 水素品質に関する研究開発**

発表：2026年7月23日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

発表者名 二宮 貴之（ENEOS株）

ENEOS株（再委託先 千代田化工建設株）、株JERA、（一財）カーボンニュートラル燃料技術センター

問い合わせ先 ENEOS株 <https://www.eneos.co.jp>

事業概要

1. 期間 開始：2023年8月
終了：3年事業で、2026年3月31日

2. 最終目標

2023年度～2024年度に実施の、

- ①各種用途における水素に求められる規格項目と閾値に関する情報収集
- ②各種産業用途に求められる水素性状確保への精製工程の要否と適切な精製方法に関する情報収集
- ③各種産業用途向けの燃料用や原料用のMCH水素（SPERA水素）性状の検討
- ④燃料用水素（製油所副生水素、MCH水素）を対象とした事業用天然ガス火力発電所（コンバインドサイクル）の適用への影響評価
- ⑤（①～④を反映した）各種産業用途における水素品質の規格項目や閾値の検討

これら五点の検討結果をベースとして、

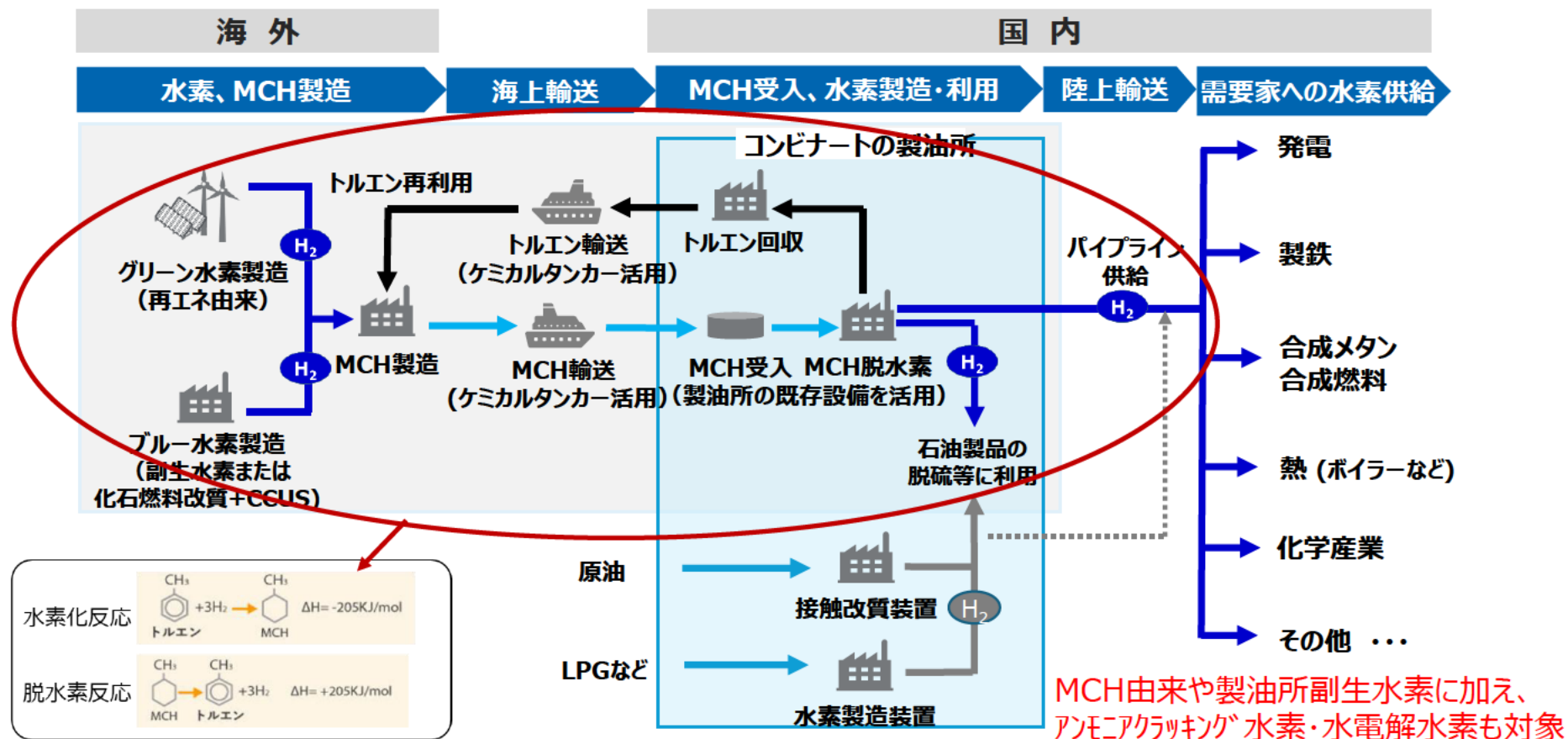
最終目標：各種産業用途における水素品質規格案と品質規格体系案の構築

3. 成果・進捗概要

2025年度末には、最終目標である **各種産業用途における水素品質規格案と水素の品質規格体系案の構築** を達成

1. 事業の位置付け・必要性

- 2050年カーボンニュートラルの実現に向け、水素を多様な産業活動で利用することが重要課題となっており、官民一体での水素社会の実現に向けた動きが加速している。
- 石油精製・石油化学の副生水素は、一部の工業用途では利用されるも、今後、発電や製鉄など幅広い産業用途への供給が求められており、MCH由来水素・アンモニアクラッキング水素等も含め、これらを活用した大規模なCO₂フリー水素サプライチェーンの構築に取り組むことが必要となる。
- 用途によっては過度な高純度は必要でない ⇒ その場合、水素供給者と水素需要家間のスムーズな水素受け渡しには、用途ごとの水素品質規格があると好ましく、水素消費拡大につながる。



2. 研究開発マネジメントについて①（採択された研究開発事業概要）

事業テーマ：競争的な水素サプライチェーン構築に向けた技術開発事業／大規模水素サプライチェーンの構築に係る技術開発／大規模水素サプライチェーンの構築に係る水素品質に関する研究開発
 実施者：ENEOS株式会社、株式会社JERA、一般財団法人石油エネルギー技術センター

事業の目的

大規模なCO₂フリー水素サプライチェーン構築に向け、多様な産業用途において求められる水素性状に関する要求事項（規格項目や項目それぞれに対する閾値）を明らかにし、各用途ごとの水素品質に関する業界自主規格を作成、これらを取りまとめた品質規格体系を構築することにより、製油所の改質装置副生水素や主要な水素キャリアとして期待されるMCH（メチルシクロヘキサン）由来水素の活用が可能となる

事業期間

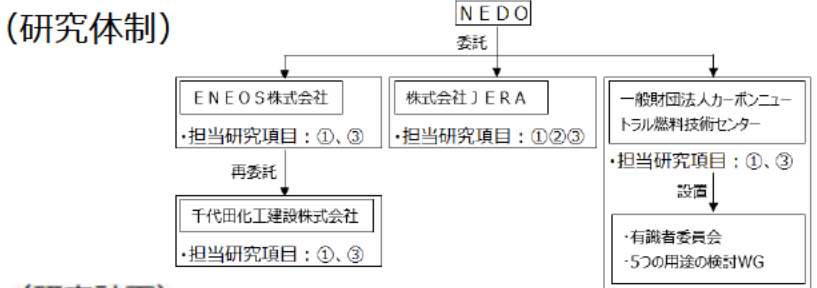
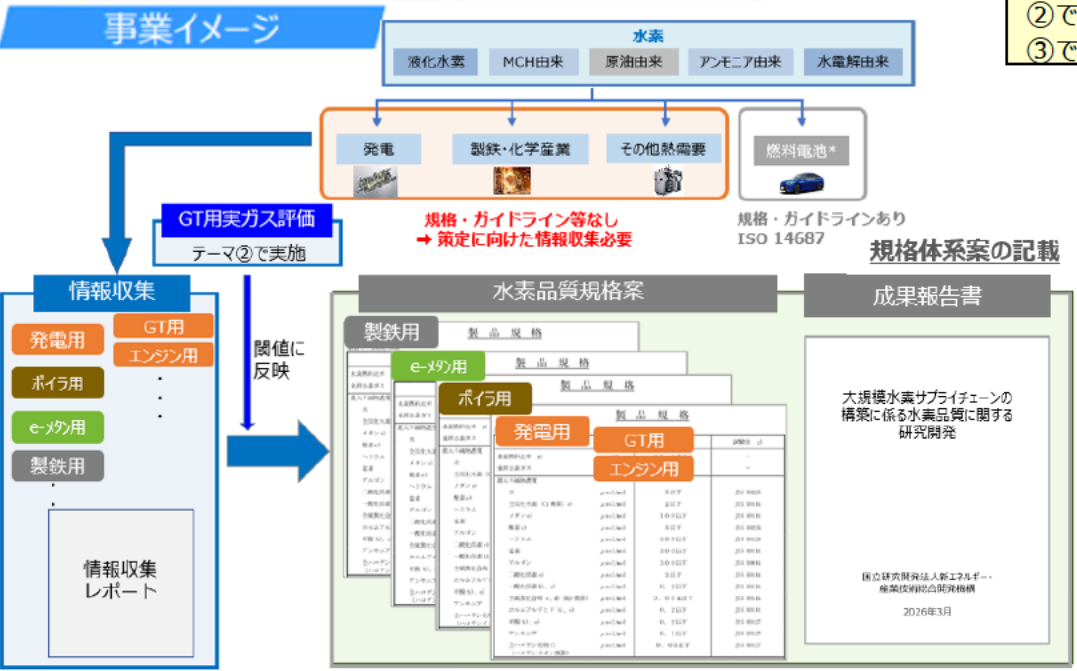
2023年度～2025年度

事業内容概略

目的を達成するため、以下の3項目を実施

- ①各種産業用途における水素の性状調査と水素品質の規格項目や閾値の検討
- ②燃料用水素(副生水素,MCH水素)を対象とした事業用天然ガス火力発電所(コバインドサイクル)の適用への影響評価
- ③各種産業用途における水素性状の業界規格化と水素の品質規格体系の構築

①では調査を中心とした情報収集と規格検討に資する情報の整理、
 ②では水素中の芳香族系化合物等のガスタービンへの影響評価の実施、
 ③ではこれらを基に水素品質規格案と規格体系案を構築

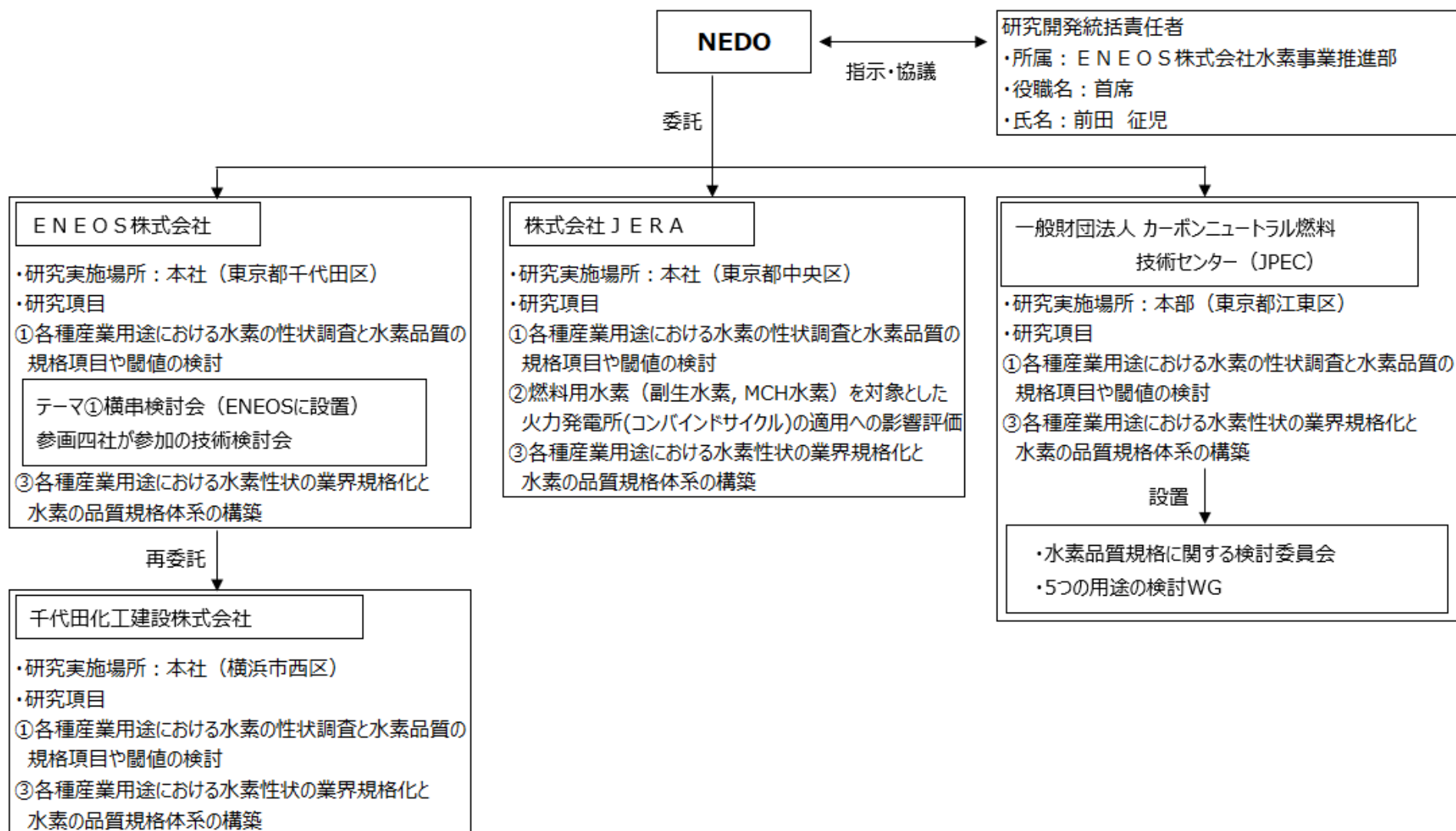


(研究計画)

事業項目	2023年度				2024年度				2025年度			
	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q
① 各種産業用途における水素の性状調査と水素品質の規格項目や閾値の検討												
② 燃料用水素(副生水素,MCH水素)を対象とした事業用天然ガス火力発電所の適用への影響評価												
③ 各種産業用途における水素性状の業界規格化と水素の品質規格体系の構築												

NEDO HP 2023年度第2回公募テーマ概要説明資料に加筆

2. 研究開発マネジメントについて②（実施体制）

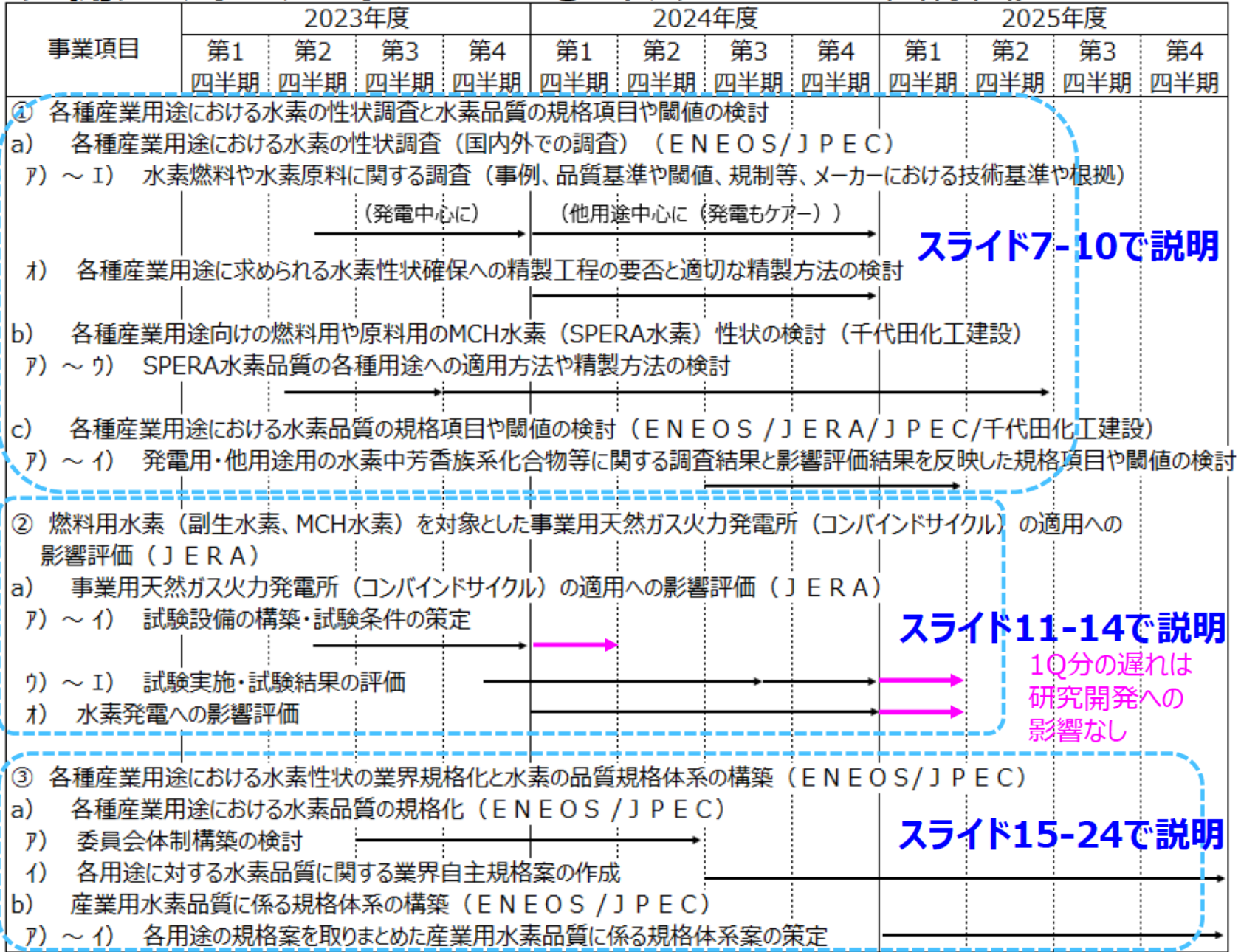


2. 研究開発マネジメントについて③（研究開発の計画線図）

テーマ①
情報
収集

テーマ②
実ガス
評価

テーマ③
品質
規格案
作成



スライド7-10で説明

スライド11-14で説明

1Q分の遅れは
研究開発への
影響なし

スライド15-24で説明

3. 研究開発成果について

テーマ①各種産業用途の水素の性状調査と

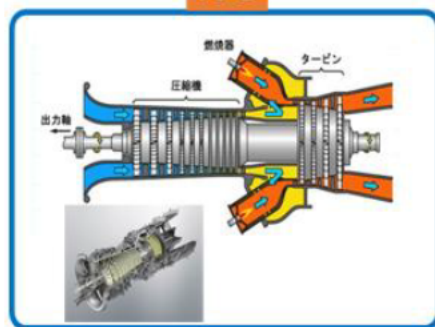
各種産業用途における水素の性状調査(1) 水素品質の規格項目や閾値の検討⑦

- ・FCV用水素品質規格 ISO14687 (2019) では純度99.97%以上・炭化水素2ppm以下と厳しい性状。大規模水素サプライチェーン構築には、各種産業用の適切な水素品質規格が必要。
- ・一方、製油所からの水素供給では、副生水素やMCH由来水素の供給が想定され、トルエンやMCH等の有機物含有の可能性から、発電用途でのガム状物質析出の可能性が懸念。
- ・本検討では、各種用途（発電、熱需要、合成メタンや合成燃料原料、製鉄等）に求められる水素性状の情報収集、大規模な水素需要が見込まれる発電用途に関する実ガス評価の情報を基に、各種用途に求められる水素品質の規格項目と閾値を検討。
- ・情報収集は、課題と品質対応等を、需要家や機器メーカーも含め国内外に広くヒアリング。

【各用途で想定される課題】（一例）

- (1) 発電・・・GT発電においてガム状物質の生成によるノズル詰まり、エロージョンの可能性
- (2) ボイラー・・・芳香族分が水素ボイラーに使用している部材に対して劣化を及ぼす可能性
- (3) 合成メタン・・・メタネーション反応で、触媒コーキングでの活性低下を引き起こす可能性
- (4) 製鉄・・・水素還元製鉄では反応用と加熱用の二種類の品質規格が必要となる可能性

発電



ボイラー



合成メタン



製鉄



3. 研究開発成果について

各種産業用途における水素の性状調査(2) (インタビュー実績)

規格関連機関：2機関

発電用

- ・国内外発電事業者：4社
- ・国内外発電機メーカー：12社
(ガスタービン、エンジン、ボイラー)
- ・水素ボイラーエンジニアリング企業：1社
- ・水素エンジン運転研究機関：1機関

合成用・化学用

- ・e-fuel検討企業：2社
- ・e-メタンエンジニアリング企業：2社
- ・e-メタノール検討企業：2社

製鉄用

- ・直接還元：2社
- ・CR高炉：1社
- ・ガス供給：1社

モビリティ用

- ・自動車関連メーカー：2社 計32社



テーマ①各種産業用途の水素の性状調査と 水素品質の規格項目や閾値の検討① (トピックス)

NOxガム：酸素源とオレフィンの共存での重合物析出
硫黄析出：酸素源と硫黄化合物共存での固体硫黄

いずれも酸素がカギ

エンジンでの硫黄やタール析出：ピストンリングダメージ
全て固形物析出懸念

欧州メーカー・発電事業者の考え：厳しいISOでなく
DVGW G 260 Group A (独) や
EASEE-gas CBP (欧州) を重視
(水素純度98.0mol%以上とISOと同純度も
有機物濃度縛り無し)

2025年3月末時点



定置式(発電用)エンジン、ボイラー、ガスタービン、
化学原料(メタネーション、メタノール合成、合成燃料)、
製鉄 ⇒ **以上5用途の水素品質規格案の原案作成**

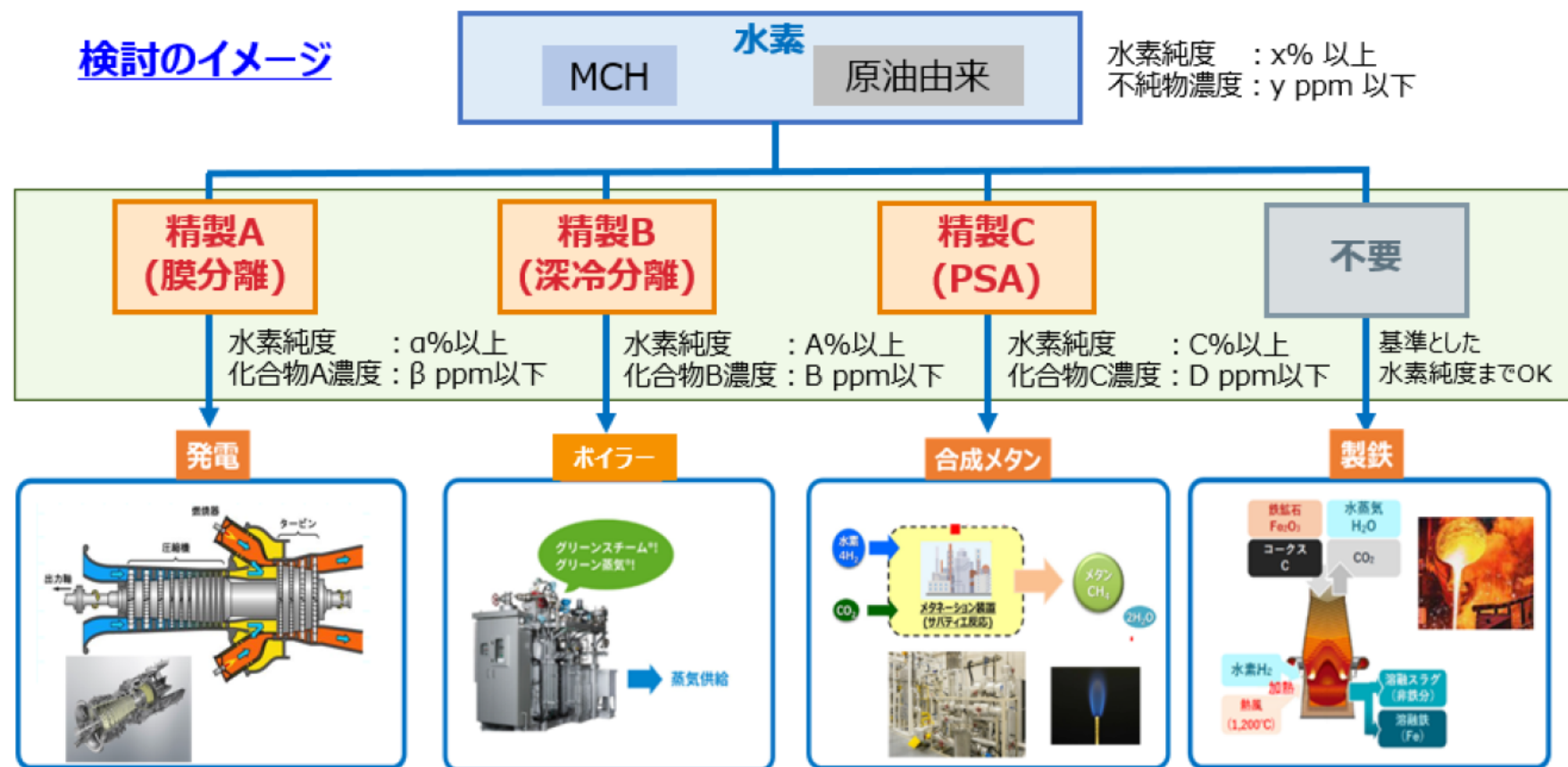
モビリティ用：FCV用のISO 14687 Grade Dとモビリティエ
ンジン用のGrade F1の閾値の差は大きく、水素ステ
ーションでの両立は困難、今回は対象から外した

3. 研究開発成果について

テーマ①各種産業用途の水素の性状調査と

精製工程の要否と適切な精製方法の検討(1) 水素品質の規格項目や閾値の検討⑤

- ・水素精製装置により、不純物の除去・高純度化が可能も、設備導入に伴う水素の収率低下・経済性低下を招くおそれがある。
- ・各用途（発電、熱需要、合成メタン等合成用原料、製鉄等）が求める水素性状を満足する過剰でない適切な水素精製方法について、ライセンサーやエンジニアリング会社の情報を基に検討。



3. 研究開発成果について

テーマ①各種産業用途の水素の性状調査と

精製工程の可否と適切な精製方法の検討(2) 水素品質の規格項目や閾値の検討⑤

①水素精製方法の情報収集＝ライセンサーやエンジ会社のデスクトップでの情報収集

水素精製方法として ・触媒反応での精製 (deoxo) ・PSA (圧力スイング吸着)

右記4種の情報収集 ・深冷分離 (冷却下の気液分離) ・膜分離 (貴金属膜・高分子膜等)

各精製方法の特徴・長短所整理⇒大規模化や混入化学種勘案⇒PSA・膜分離有力

②精製方法のコスト比較

・精製コストについてのエンジ会社による検討 (外注での精製コスト試算)

(ケース分け)

(処理量)

ケース(1) 膜分離(水素純度90%(軽質不純物多いケース)→目標純度98%) 6.5万Nm³/h

ケース(2) PSA (水素純度90%(軽質不純物多いケース)→目標純度98%) 同上

ケース(3) PSA (水素純度99.0%(トルエンが多いケース)→目標純度99.97%) 同上

ケース(4) PSA (水素純度99.0%(トルエンが多いケース)→目標純度99.97%) 13万Nm³/h

ケース(5) PSA (水素純度90%(軽質不純物多いケース)→目標純度99.97%) 6.5万Nm³/h

純度98.0% : ISO14687 Grade Aレベル、純度99.97% : 水素ステーションレベル

・軽質不純物混入ケース : 膜・PSA 目標純度99.97%到達無理も99.5%程度まで可

・トルエン混入ケース : PSAでは目標純度99.97%到達可能を確認

・精製コスト : 要求水素純度次第で、膜分離はPSA比、設備費・運転費共にやや有利

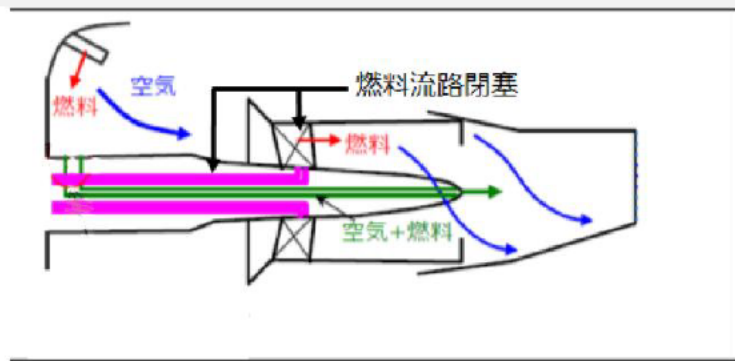
3. 研究開発成果について

（経緯・目的）

テーマ②燃料用水素を対象とした事業用天然ガス
火力発電所の適用への影響評価⑦

- グリーンイノベーション基金事業「大規模水素サプライチェーン構築に係る水素混焼発電の技術検証」において、副生水素およびMCH水素には、ガスタービンの運用に影響を与える可能性のある物質（BTX等）が含まれることが判明。
- 水素の大規模需要先となる発電事業での多様な水素の利用は、早期の水素社会実現に不可欠であるため、事業用天然ガス火力発電所（コンバインドサイクル）の適用可否を評価することを目的に、水素性状評価を行い、ガム状物質生成を確認する。

- ノズル部や燃料流路にガム状物質が蓄積・飛来することで、閉塞や流量偏差を誘発し失火や逆火等のリスクが高まる。



図：2017年度のノズル改良内容

引用：NEDO「2019年度 NEDO次世代電池・水素成果報告会」
の開催報告（2019年7/18,19実施）資料抜粋

表 代表水素性状

評価要否	種類	水素濃度[%]	微量物質[ppm]
要	MCH (Case-A)	99.8	硫黄<0.1 MCH<130 ベンゼン<60 トルエン<400
	MCH (Case-B)	99.0	MCH<400 ベンゼン<200 トルエン<5500 キシレン<20
	原油由来 副生水素	90 軽質炭化水素 9%程度	硫黄=5 ベンゼン=270 トルエン=600 キシレン=200

3. 研究開発成果について

水素性状評価の概要

テーマ②燃料用水素を対象とした事業用天然ガス火力発電所の適用への影響評価①

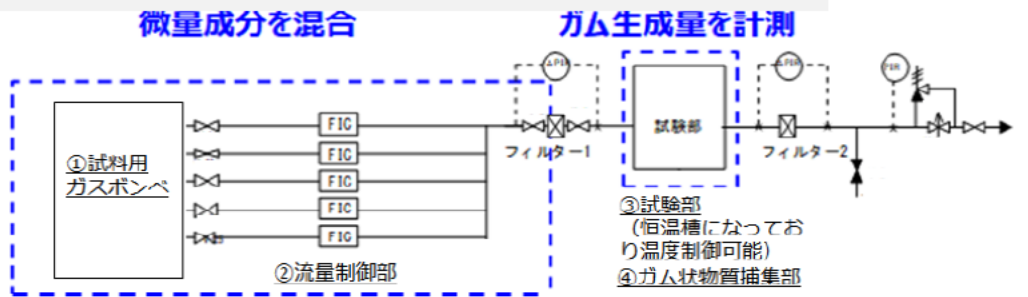
- 代表水素性状から、試験対象とする微量成分や試験濃度範囲などを設定。
 - 複数の微量成分を混合した模擬ガスを用いた試験を実施。
 - 試験結果をもとに、事業用天然ガス火力発電所への適用を評価する。

水素性状評価の概要

- 代表水素性状から、試験対象とする微量成分や試験濃度範囲などを設定。
 - 複数の微量成分を混合した模擬ガスを用いた試験を実施。
 - 試験結果をもとに、事業用天然ガス火力発電所への適用を評価する。

スケジュール

図 試験装置(イメージ)



項目	2023				2024				2025			
	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q
試験設備構築 ①/②			試験部・ガスボンベ調達等									
試験条件策定 ①/②	試験本数、温度、圧力、滞留時間の策定											
試験実施 ③					試験							
影響評価 ④							発電設備への影響評価					

3. 研究開発成果について

テーマ②燃料用水素を対象とした事業用天然ガス
火力発電所の適用への影響評価⑤

試験の概要 および 発電所への影響評価

各微量物質ごとの濃度影響や水素混焼を含めたガスタービンへの適用を見据え水素濃度の影響を評価するための試験を実施

- ・水素および天然ガスを模擬するメタン・エタン・プロパンを除く、評価対象としている微量成分と最大混合率は以下の通り。
- ・天然ガスに付臭剤として用いられている硫黄の影響なども評価対象。また酸素等の影響もリスクケースを想定して評価。

表 実ガス評価で対象とした微量成分

MCH	トルエン	プロピレン	ブテン	ペンテン	H2S	NO2	NO	O
400 ppm 以上	5500 ppm 以上	200 ppm 以上	200 ppm 以上	100 ppm 以上	非公開	非公開	非公開	非公開

事業用天然ガス火力発電所への適用について以下の試験を実施（全27ケース）

- ① 微量成分ごとの生成物の析出量の確認試験
- ② 水素と天然ガスの混合比率の変化試験
- ③ 微量成分単体ごとの試験結果を踏まえ、水素30%混焼を想定した、複数の微量成分を混入した模擬ガス試験
- ④ 燃料温度影響の確認試験

3. 研究開発成果について

テーマ②燃料用水素を対象とした事業用天然ガス
火力発電所の適用への影響評価①

試験の概要 および 発電所への影響評価（続き）

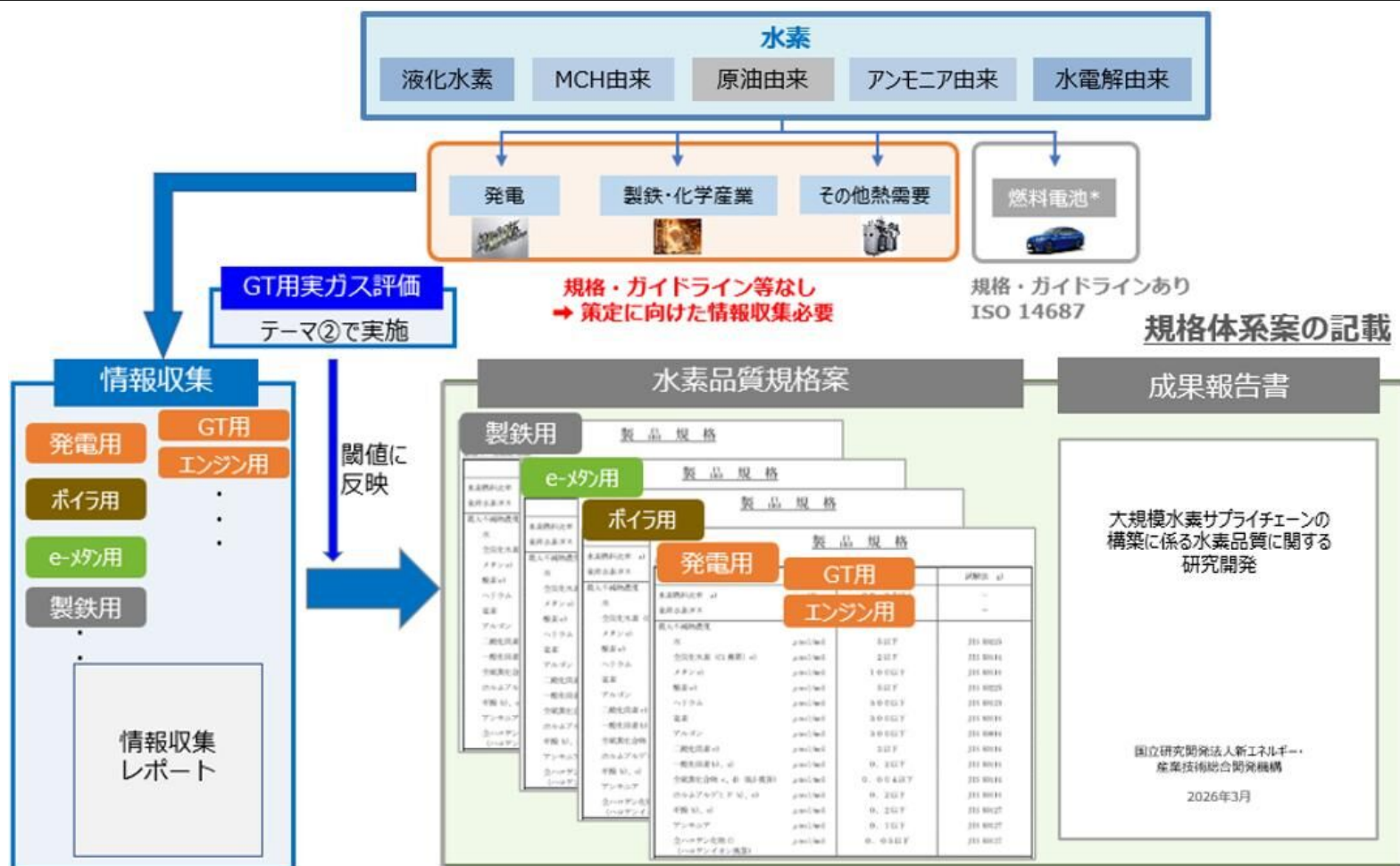
評価結果のトピックス

- ①対象とした微量成分・濃度範囲においては有機系の析出物(ガム状物質や重合物等)は確認されなかった。
- ②発生した析出物は単体硫黄であり、析出には酸素源の共存が不可欠。水素濃度が高いと析出を抑制する効果あり。
- ③オレフィンの重合には酸素源が不可欠であるが、酸素源存在下、オレフィン濃度が数100mol ppmでも有機系の析出物なし。
- ④芳香族化合物は炭化の懸念があるが、トルエン3,000mol ppmでも有機系の析出物なし。また、300℃まで昇温しても炭化等、確認されず。
- ⑤対象とした微量成分・濃度範囲および評価対象プラント・運用条件の範囲内における評価では、析出物はガム状の粘性を有さず、粒径も十分に小さいため、プラント通常運転時には、ガスタービンのノズル閉塞の可能性は低い結果となった。
ただし、実機条件においては要素試験では再現しきれていない状況もあり得ることから、実機適用時には定期的なプラント点検や微量成分の確認が必要となろう。

3. 研究開発成果について

テーマ③各種産業用途の水素性状業界規格化と水素品質規格体系の構築⑦

- 水素性状に関する規格項目と閾値の情報収集や実ガス評価の知見を基に用途ごとの水素品質規格案作成。
- 5つの用途の規格項目と閾値を俯瞰し、品質規格体系案を検討。



3. 研究開発成果について

テーマ③各種産業用途の水素性状業界規格化と水素品質規格体系の構築①

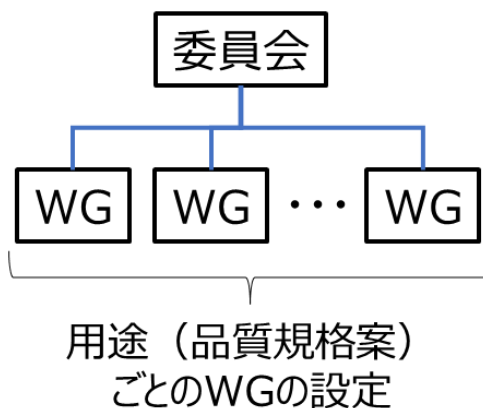
多様な産業用途の水素性状に関する要求事項(規格項目や閾値)から**水素品質規格(案)**作成

- 定置式(発電用)エンジン用
- ボイラー用
- ガスタービン用
- 化学原料用(メタネーション/合成燃料(FT合成)/メタノール合成)
- 製鉄用(水素直接還元)

XXX用水素品質規格(案)のイメージ

規格項目	純度又は濃度	備考
水素	〇〇%以上	水素純度の下限値を規定
AAAA	〇〇ppm以下	管理すべき微量成分を特定し、それらの濃度の上限を規定(根拠や理由も記載したい)
BBBB	〇〇ppm以下	
CCCC	〇〇ppm以下	

委員会体制の基本構造



委員会メンバー

- 学識経験者
- JH2A品質SWGリーダー
- 水素製造・供給事業者
- 消費事業者・消費装置メーカー

WGメンバー

- 水素製造・供給事業者
- 水素製造装置メーカー
- 水素消費事業者
- 水素消費装置メーカー

委員会の役割

- ◆ 各WGの規格案のレベル合せ
- ◆ 本NEDO事業成果物の業界としての了解

WGの役割

- ◆ 事務局作成規格案の審議
- ◆ 事業者委員からの情報提供
- ◆ 規格案の技術的内容決定

技術的内容はこのWG内で決着

3. 研究開発成果について

テーマ③各種産業用途の水素性状業界規格化と水素品質規格体系の構築⑤

各用途の水素品質規格案を議論する5つのWGとWGを束ねる有識者委員会の設定（1）

委員会/WG	開催回数	有識者	水素供給者	水素需要家	メーカー
有識者委員会	3回 6/30, 11/18, 2/2	2名	2名	1名	1名
エンジン用WG	4回 1/15, 3/26, 6/25, 9/3	2名	2名	1名	3名
ボイラー用WG	3回 6/13, 8/26, 10/3	なし	2名	1名	3名
ガスタービン用WG	2回 7/30, 9/12	1名	2名	2名	2名
化学原料用WG	2回 7/23, 10/16	なし	1名	6名	なし
製鉄用WG	2回 8/20, 10/29	なし	2名	3名	なし

- （有識者委員会設定やWG設定でのトピックス）
- ①有識者として、燃焼のスペシャリスト、汚れ・詰りのスペシャリストを、有識者委員会やWGに設定
 - ②最初にWGを開催したエンジン用WGで、水素品質規格案の議論の前に、水素品質規格設定の前提条件を議論。この成果を他のWGへも適用し、他のWGの回数低減に貢献

3. 研究開発成果について

テーマ③各種産業用途の水素性状業界規格化と
水素品質規格体系の構築⑤

各用途の水素品質規格案を議論する5つのWGとWGを束ねる有識者委員会の設定（2）

（各WGや有識者委員会での議論内容のトピックス）

- ・定置式（発電用）エンジン用WG：水素純度と紐づく熱量規定の必要性、など
- ・ボイラー用WG：熱量変動に関するWobbe指数の必要性、排ガスエコマイザーへの影響、など
- ・ガスタービン用WG：酸素では逆火の懸念、追加の規格項目としてのシロキサン、など
- ・化学原料用WG：不活性ガスの製品混入での製品純度低下、製品臭気規格制約、触媒被毒物質のモニタリング必要性での制約、など
- ・製鉄用WG：炭化水素は還元剤であり厳しい制約不要、高温での酸素の鋼材影響、など
- ・有識者委員会：
 - ①5つの用途、定置式（発電用）エンジン、ボイラー、ガスタービン、化学原料、製鉄の水素品質規格案のための前提条件の内容確認
 - ②前記5用途の水素品質規格案の議論と確認
 - ③水素品質規格体系案に関する成果報告書への記載内容や構成等の議論

3. 研究開発成果について

テーマ③各種産業用途の水素性状業界規格化と水素品質規格体系の構築①

定置式（発電用）エンジン、ボイラー、ガスタービン用の水素品質規格案の一例（1）

ボイラーに関する品質規格案（1/10）

項目	対応	閾値	備考
水素	⑤、⑥	97[mol%] 以上 備考欄に、 Wobbe指数の 制約や 低位発熱量に 関する 留意事項を記す	【関連規格情報】 ● ISO 14687 Grade A : 98.0 [mol%] ● ISO 14687 Grade B : 99.90 [mol%] ● ISO 14687 Grade F-2 : 98.0 [mol%] ● DVGW、EASEE : 98.0 [mol%] 【インタビュー等の情報】 ● インタビュー調査では、98.0 [mol%]であれば対応可能であるとの意見が多数。 ● 使用実績がないことが大きく、残り2[%]の成分がどのような影響を与える物質なのか分からないため、98[%]は不可としている。混焼の場合も対応不可である。配管を通すので、腐食成分（硫黄、腐食に関係する金属）は含まれないことが必要。 ● 混焼の場合は、0[%]から100[%]までフレキシブルに対応可能であるが、低NOxの観点では、水素100%よりもメタンなどが多少含有している方が良い。 ● 現時点で供給が可能な各種粗水素のうち、忌避物質濃度の観点から使用可能性のあるものの水素純度は、製油所副生水素の90 [mol%]、水蒸気改質装置由来のメタネーター精製水素の97 [mol%]（メタンのみ3%）、アンモニア除去後のアンモニアクラッキング水素の75 [mol%]。 【閾値設定の考え方】 ● ボイラーWG委員からは、メタンを3%含有する97%水素での運転は可能であるとのこと。3%が不活性ガスでも運転は可能であるとのこと。 ● ISOやDVGWの98%からの大規模な乖離は、供給元からのPLでの複数用途先への送り出しにおいて好ましいものではなく（需要家での大規模な高純度化が不可欠）、窒素25%のアンモニアクラッキング水素などはPSAでの精製の困難さを考えるとリコメンドはし難い。 ● ISO等の先行規格からの乖離も小さいことから、残りの成分の内容にも依るが、の脚注を付けることを前提に、97.0 [mol%]とする。 【熱量変動に関する留意事項】（項目 水素 と 一つ下の 非水素の全ガス量 に関わる） ● Wobbe指数に関しては、設定された水素純度とその純度における微量成分構成でのWobbe指数に対し、±3%の範囲で安定していること。短時間での変動が無いこと。 ● 低位発熱量に関しては、設定された水素純度とその純度における微量成分構成での低位発熱量に対し±5%の範囲で安定していること。短時間での発熱量変動が無いこと。

3. 研究開発成果について

テーマ③各種産業用途の水素性状業界規格化と水素品質規格体系の構築④

定置式（発電用）エンジン、ボイラー、ガスタービン用の水素品質規格案の一例（2） ボイラーに関する品質規格案（7/10）

項目	対応	閾値	備考
硫黄化合物	①	10 [mol ppm] 以下 S1基準で 酸素源が共存 しないこと	【関連規格情報】 ● ISO 14687 Grade A : 7 [mol ppm] 付臭剤由来、S1基準で ● ISO 14687 Grade B : 10 [mol ppm] S1基準で ● ISO 14687 Grade F-2 : 規定なし F-1では、0.5 [mol ppm] 排ガス温度センサー時間的耐久性理由 ● DVGW : 3.5 [mol ppm] S基準 (H₂SとCOS由来) これとは別に付臭剤由来7 [mol ppm] S基準 ● EASEE : 15 [mol ppm] S基準 ● JIS K 0512 : 10 [mol ppm] S1基準で (SO₂由来) 【インタビュー等の情報】 ● SO_x排出を考えると閾値を設けるべきである。熱交換部での硫黄分の析出による詰り防止の観点から数[ppm]未満とするのが望ましい。都市ガス中の硫黄分が11 [ppm]で熱交換部に硫黄が析出して詰まる不具合が発生した経験がある。水素の場合、都市ガスよりも理論空気量が約1/4と少ないため、排ガス中の硫黄分が同程度になる水素燃料中の硫黄分は3～4 [ppm]程度となり、数[ppm]程度が閾値になるとの認識。 ● 硫黄を含まない水素ガスのため、硫黄の許容濃度は定めていない。硫黄は金属材料に悪影響を与える場合が多いので閾値は定めるべきであるが、閾値の知見はない。 ● 機器腐食トラブルを引き起こすため、H₂S腐食が起こらないように還元雰囲気にししない対策を取る。 【閾値設定の考え方】 ● 都市ガス託送供給約款（東京ガス）では、硫黄は「含まないこと」（付臭剤中硫黄を除く）との記載。同様の表現を踏襲する選択肢もありうるが、閾値が付臭剤に依存する。 ● エンジンメーカー各社の燃料水素の社内基準では、硫黄の閾値を10ppmと設定している場合が多い。この10ppmの設置根拠は、①自社の天然ガスエンジンの燃料仕様に倣ったもの、②ISO14687 Grade Bに準拠。 ● また、硫化水素や付臭剤に用いられるメルカプタン類等と酸素やNO_xなど酸素源の共存下で、クラウス反応により硫黄が析出することが懸念される。 ● 実ガス評価結果では、50ppmの硫黄分でも酸素共存下で硫黄の析出が確認されたことから、酸素源の存在が無いことの併記が必要となる。 ● 天然ガスとの混合による固形物析出確認の実ガス評価では、酸素濃度は1%で実施している。 ● ボンバガスのJISや工業用水素ガスのISO 14687 Grade Bの10 [mol ppm]を採用する。 ● インタビューでの天然ガス中の付臭剤濃度11[mol ppm]での硫黄分析出、水素燃焼では必要空気量が1/4となることから数ppmの意見も、工業用ボンベグレードの水素中の硫黄分が10 [mol ppm]であることから、これを採用する。 【閾値への注釈】 ● 含硫黄化合物と酸素の共存での硫黄分析出（Claus反応）が懸念される。実ガス評価では、硫黄は低いほど、酸素は低いほど、時間は短いほど、温度は低いほど、水素濃度は高いほど、硫黄分の析出は抑制されることが判明している。このボイラー用水素品質規格案では、酸素の許容濃度を1.9%としている。実ガス評価の酸素濃度（1%）と同等の濃度であり、実ガス評価結果では硫黄濃度50ppmで硫黄分は析出している。硫黄化合物の閾値は、その1/5ではあるが、微量の硫黄分の析出の可能性は高い。酸素も硫黄も閾値から下げることが好ましく、また、水素濃度を高めること、両成分の接触時間を短くすること、温度を低くすることなどで、硫黄分の析出を抑制できる。 ● 硫黄化合物が硫化水素等の毒性物質である場合には、供給者はその旨を需要家に通知すること。

3. 研究開発成果について

テーマ③各種産業用途の水素性状業界規格化と水素品質規格体系の構築⑤

燃焼3用途の水素品質規格案

規格項目	定置式（発電用）エンジン用	ボイラー用	ガスタービン用
水素純度	97mol%以上	97mol%以上	97mol%以上
非水素の全ガス量	3mol%以下	3mol%以下	3mol%以下
熱量のないガス量 (O ₂ , N ₂ , Ar, CO ₂)	ガス種に依るが3mol%以下 ただし酸素については5,000mol ppm以下	ガス種に依るが3mol%以下 ただし酸素については1.9mol%以下	ガス種に依るが3mol%以下 ただし酸素については1.9mol%以下
水	（前提条件に記載の矢印の位置での温度・圧力において）凝縮しないこと	（前提条件に記載の矢印の位置での温度・圧力において）凝縮しないこと	（前提条件に記載の矢印の位置での温度・圧力において）凝縮しないこと
炭化水素	（前提条件に記載の矢印の位置での温度・圧力において）凝縮しないこと	（前提条件に記載の矢印の位置での温度・圧力において）凝縮しないこと	（前提条件に記載の矢印の位置での温度・圧力において）凝縮しないこと
（炭化水素の内数で） メタンと軽質アルカン	水素純度から3mol%以下	水素純度から3mol%以下	水素純度から3mol%以下
（炭化水素の内数で） オレフィン	低いほど好ましい 濃度レベルは備考欄参照	低いほど好ましい 濃度レベルは備考欄参照	低いほど好ましい 濃度レベルは備考欄参照
（炭化水素の内数で） 芳香族	低いほど好ましい 濃度レベルは備考欄参照	低いほど好ましい 濃度レベルは備考欄参照	低いほど好ましい 濃度レベルは備考欄参照
（炭化水素の内数で） MCH	低いほど好ましい 濃度レベルは備考欄参照	低いほど好ましい 濃度レベルは備考欄参照	低いほど好ましい 濃度レベルは備考欄参照
酸素	5,000mol ppm以下	1.9mol%以下	1.9mol%以下
アルゴン	水素純度から3 mol%以下	水素純度から3 mol%以下	水素純度から3 mol%以下
窒素	水素純度から3 mol%以下	水素純度から3 mol%以下	水素純度から3 mol%以下

3. 研究開発成果について

テーマ③各種産業用途の水素性状業界規格化と水素品質規格体系の構築⑦

燃焼3用途の水素品質規格案（続き）

規格項目	定置式（発電用）エンジン用	ボイラー用	ガスタービン用
二酸化炭素	水素純度から3 mol%以下	水素純度から3 mol%以下	水素純度から3 mol%以下
一酸化炭素	1,000mol ppm以下	1,000mol ppm以下も低いほど好ましい	2,500mol ppm以下も低いほど好ましい
硫黄化合物	10mol ppm以下 S1基準で 酸素源が共存しないこと	10mol ppm以下 S1基準で 酸素源が共存しないこと	10mol ppm以下 S1基準で 酸素源が共存しないこと
アンモニア	33mol ppm以下	8mol ppm以下	33mol ppm以下
ハロゲン	32mol ppm以下	8mol ppm以下	8mol ppm以下
窒素酸化物	低いほど好ましい（備考欄の【閾値への注釈】を参照すること）	低いほど好ましい（備考欄の【閾値への注釈】を参照すること）	低いほど好ましい（備考欄の【閾値への注釈】を参照すること）
粒子状物質	設備ごとに適切に定義すること	設備ごとに適切に定義すること	設備ごとに適切に定義すること
シロキサン	規格案の設定なし	規格案の設定なし	設備ごとに適切に定義する
水銀	規格案の設定なし	規格案の設定なし	低いほど好ましい（備考欄の【閾値への注釈】を参照すること）

規格項目数・閾値の付与など充実した内容 ⇒ 事業者や事業者間へのグローバルな適用には ISO化が有効

燃焼用途としての一元化には ⇒ 差異のある項目（黄色ハイライト）の実験等での解決が必要

3. 研究開発成果について

テーマ③各種産業用途の水素性状業界規格化と水素品質規格体系の構築⑦

原料2用途の水素品質規格案

規格項目	化学原料用（メタネーション、メタノール合成、合成燃料）	製鉄用
水素純度	97mol%以上	97mol%以上
非水素の全ガス量	3mol%以下	3mol%以下
水	（前提条件に記載の矢印の位置での温度・圧力において）凝縮しないこと	（前提条件に記載の矢印の位置での温度・圧力において）凝縮しないこと
炭化水素	（前提条件に記載の矢印の位置での温度・圧力において）凝縮しないこと	（前提条件に記載の矢印の位置での温度・圧力において）凝縮しないこと
（炭化水素の内数で）メタン	水素純度から3mol%以下	（化学用の規格項目）
（炭化水素の内数で）C4未満のアルカン	（前提条件に記載の矢印の位置での温度・圧力において）凝縮しないこと	（化学用の規格項目）
（炭化水素の内数で）メタンと軽質アルカン	（製鉄用の規格項目）	3mol%以下
（炭化水素の内数で）オレフィン	低いほど好ましい 濃度レベルは備考欄参照	特に数値は規定はしないも低いほど好ましい
（炭化水素の内数で）芳香族	低いほど好ましい 濃度レベルは備考欄参照	特に数値は規定はしないも低いほど好ましい
（炭化水素の内数で）MCH	低いほど好ましい 濃度レベルは備考欄参照	特に数値は規定はしないも低いほど好ましい
酸素	100mol ppm以下	0.1mol%以下
ヘリウム	低いほど好ましいも水素純度から3mol%以下 ただし、不活性ガスが製品の品質仕様により制約を受ける場合には、その濃度により制約される	低いほど好ましいも、3mol%以下

3. 研究開発成果について

原料2用途の水素品質規格案（続き）

テーマ③各種産業用途の水素性状業界規格化と水素品質規格体系の構築③

規格項目	化学原料用（メタネーション、メタノール合成、合成燃料）	製鉄用
窒素	低いほど好ましいも水素純度から3mol%以下 ただし、合成燃料の逆シフト反応では1mol%以下 ただし、不活性ガスが製品の品質仕様により制約を受ける場合には、その濃度により制約される	低いほど好ましいも、3mol%以下
アルゴン	低いほど好ましいも水素純度から3mol%以下 ただし、不活性ガスが製品の品質仕様により制約を受ける場合には、その濃度により制約される	低いほど好ましいも、3mol%以下
二酸化炭素	低いほど好ましい レベルとしては1mol%以下	低いほど好ましいも、1mol%以下
一酸化炭素	低いほど好ましい レベルとしては1mol%以下 ただし、Ni触媒を用いるメタネーションの系では1mol ppm以下	低いほど好ましいも、3mol%以下
硫黄化合物	0.1mol ppm以下	50 mol ppm以下 酸素源が共存しないことが好ましい
アンモニア	0.1mol ppm以下	0.1mol%以下
ハロゲン	0.1mol ppm以下	0.1mol%以下
粒子状物質	設備ごとに適切に定義すること	設備ごとに適切に定義すること
窒素酸化物	低いほど好ましい レベルとしては100mol ppm以下 ただし、メタノール合成では、1mol ppm以下	酸素の0.1mol%の内数とする
シロキサンや有機リン化合物	設備ごとに適切に定義すること	（化学用の規格項目）
リン	（製鉄用の規格項目）	設備ごとに適切に定義すること

原料用途としての一元化 ⇒ 腐食性因子等で1万倍の閾値差があり一元化のハードルは高い
⇒ 複数の用途向け水素パイプライン送気用品質の方向性の検討必要

4. 今後の見通しについて

・実用化・事業化のイメージ

本事業では、5つの用途の水素品質規格案の作成と品質規格体系案の考え方の整理

(本事業終了後、これらが活用されることにより)

- ① 水素供給者と水素需要家間のスムーズな水素の受け渡しが可能となり、水素サプライチェーンが構築され、水素消費拡大につながる
- ② 水素関連機器を扱うメーカーやエンジニアリング会社での設計検討における水素品質に関わる障害が緩和され、水素関連事業の普及拡大につながる

業界団体JH2A（一社 水素バリューチェーン推進協議会）と以下の課題への取組を検討中

- ① 実エンジン試験等をベースとした燃焼3用途の水素品質規格案の一元化
- ② 実験データと最新水素品質情報に基づくISO 14687改訂に資する技術情報構築
- ③ 複数用途の需要家に供給するパイプライン送気用水素品質の考え方の検討

以上となります
ご清聴、ありがとうございました