

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

団体名：ENEOS株式会社、株式会社JERA、一般財団法人カーボンニュートラル燃料技術センター（JPEC）

発表日：2026年7月23日

背景・必要性和目標

- （背景・必要性）
- ・2050年カーボンニュートラルの実現に向けた課題解決手段の一つとして、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。
  - ・現在、石油精製・石油化学における副生水素は、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燃料等への供給が求められており、MCH由来の水素も含め、これらを活用した大規模なCO<sub>2</sub>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、水素消費拡大に繋がる。
- （目標）
- 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（規格項目と閾値）を明らかにし、用途ごとの水素品質に関する業界自主規格案を作成、これらを取りまとめた品質規格体系案を構築する。

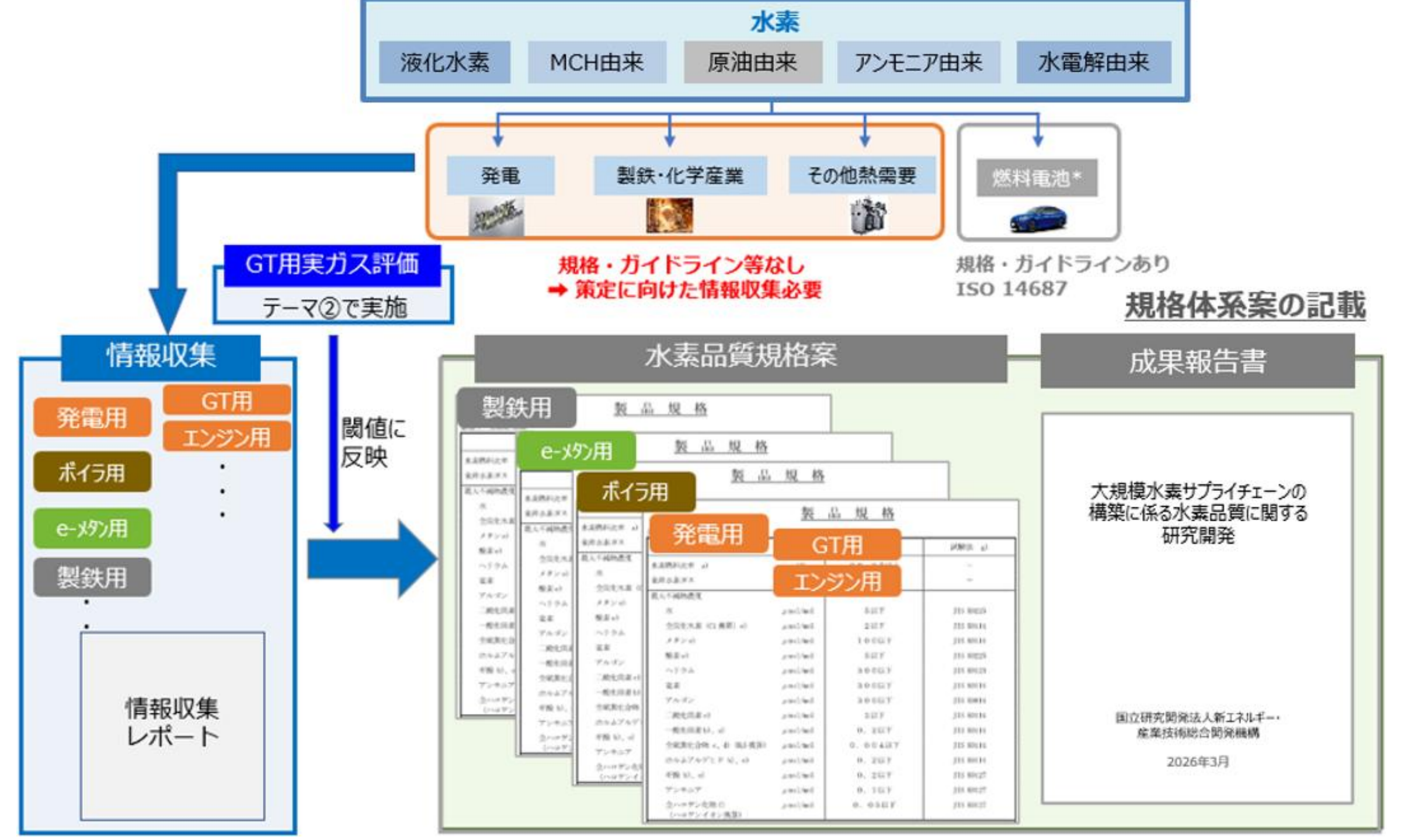
事業内容概略

- 目標を達成するため、以下の3項目の研究項目を実施
- ①各種産業用途における水素性状調査と水素品質の規格項目や閾値の検討（2023年度～2025年度2Q）
  - 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（GT向け水素実ガス評価）（2023年度～2024年度）
  - 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（2024年度～2025年度）
- ①ではインタビューやデスクトップ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では水素中のオレフィンや芳香族系化合物等の発電用ガスタービンへの影響評価の実施
- ③では①と②の結果を基に水素品質業界規格案の作成とそれらを束ねる規格体系案の構築

研究計画（2023年度～2025年度）

| 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            |        |    |    |    |        |    |    |    |        |    |    |    |

事業のイメージ



ガスタービン向け水素実ガス評価のトピックス

●実施内容

- ・代表水素性状からガム状物質生成に寄与する微量成分を抽出
- ・代表的な微量成分にてガム状物質生成を評価できる試験条件（温度、圧力、水素濃度等）を設定 ⇒ 上記条件をベースにパラメータを変化させた時のガム状物質生成有無を確認していく
- ・確認結果を基に、事業用天然ガス火力発電所への適用を評価

●試験要領・評価概要

- ・ガスボンベを用いて微量物質を混合し、試験部にて成分濃度・温度・滞留時間など試験条件を設定
- ・フィルターを用いて析出物を捕集しガム状物質の生成を確認
- ・試験結果から右表の副生水素やMCH水素の適用可否を評価

●試験ケース＝27条件を実施

- ・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
- ① 微量物質ごとの生成物の析出量の確認試験
- ② ①の結果を踏まえた、複数の微量成分での析出量確認試験
- ③ 水素と天然ガスの混合比率の変化試験

表 表水素性状

| 種類               | 水素濃度 (mol%)   | 微量成分 (mol ppm)                              |
|------------------|---------------|---------------------------------------------|
| MCH (微量成分リッチケース) | 99.0          | MCH<400<br>ベンゼン<200<br>トルエン<5500<br>キシレン<20 |
| 原油由来副生水素         | 90 (軽質炭化水素9%) | 硫黄=5<br>ベンゼン=270<br>トルエン=600<br>キシレン=200    |

表 表実ガス評価のガス組成の一例

| MCH        | トルエン        | プロピレン      | ブテン        | ペンテン       | H <sub>2</sub> S | NO <sub>2</sub> | NO  | O <sub>2</sub> |
|------------|-------------|------------|------------|------------|------------------|-----------------|-----|----------------|
| 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            |

●実ガス評価結果のトピックス

- ・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
- ・発生した析出物は単体硫黄、析出には酸素源の共存が不可欠、水素濃度が高いと析出抑制の効果あり
- ・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数100mol ppmでも有機系の析出物なし
- ・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
- ・評価条件の範囲内では、析出物は粘性を有さず粒径も小さいため、通常運転時のガスタービンノズルの閉塞リスクは低い
- ・ただし、実機では要素試験では再現できない条件も想定されるため、適用時には定期的な点検および微量成分の確認が必要

図：試験装置（イメージ）

規格項目や閾値に関する情報収集と品質規格案作成に関するトピックス

- 各種産業用途の水素の性状に関する情報収集（国内外事業者やメーカーからの情報収集＆水素性状確保のための水素精製方法の情報収集）のトピックス
- ・デスクトップ調査に加え国内外32社へのインタビュー調査実施 ⇒ 酸素源とオレフィンからの重合析出物（NOxガム）硫黄析出での機器ダメージ情報、欧州メーカーは、民間燃焼器用規格ISO14687 Grade A から派生の独のDVGWや欧州のEASEE規格を重視 ← 規格内容はISOよりリーズナブル
- ・水素精製にはPSAと膜精製が有用 ⇒ 到達純度の観点ではPSA有利も、要求水素純度によっては膜精製が設備費・運転費で有利なケースも
- 情報収集結果と実ガス評価結果からの水素品質の規格項目や閾値の検討でのトピックス
- ・品質規格案は、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、製鉄用の5用途
- 5つの用途の水素品質規格案作成のためのWGとWGを束ねる有識者委員会（水素品質規格に関する検討委員会）で規格案を議論

| 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                                                             | 97mol%以上                                                             | 97mol%以上                                                             |
| 非水素の全ガス量                                                          | 3mol%以下                                                                    | 3mol%以下                                                              | 3mol%以下                                                              | 3mol%以下                                                              | 3mol%以下                                                              | 3mol%以下                                                              |
| 熱量のないガス量 (O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , Ar, CO <sub>2</sub> ) | ガス種に依るが3mol%以下<br>ただし、酸素については45,000mol ppm以下<br>（前提条件に記載の矢印の位置での温度・圧力において） | ガス種に依るが3mol%以下<br>ただし、酸素については1.9mol%以下<br>（前提条件に記載の矢印の位置での温度・圧力において） | ガス種に依るが3mol%以下<br>ただし、酸素については1.9mol%以下<br>（前提条件に記載の矢印の位置での温度・圧力において） | ガス種に依るが3mol%以下<br>ただし、酸素については1.9mol%以下<br>（前提条件に記載の矢印の位置での温度・圧力において） | ガス種に依るが3mol%以下<br>ただし、酸素については1.9mol%以下<br>（前提条件に記載の矢印の位置での温度・圧力において） | ガス種に依るが3mol%以下<br>ただし、酸素については1.9mol%以下<br>（前提条件に記載の矢印の位置での温度・圧力において） |
| 水                                                                 | 凝縮しないこと<br>（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<br>（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<br>（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<br>（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<br>（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<br>（前提条件に記載の矢印の位置での温度・圧力において）                                |
| 炭化水素                                                              | 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                                                        | 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）メタンと軽質アルカン                                              | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                                    | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                              | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                              | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                              | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                              | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                              |
| （炭化水素の内数で）オレフィン                                                   | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                                    | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                              | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                              | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                              | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                              | 低いほど好ましい<br>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<br>濃度レベルは備考欄参照                                                    | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                              | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                              | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                              | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                              | 低いほど好ましい<br>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<br>濃度レベルは備考欄参照                                                    | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                              | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                              | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                              | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                              | 低いほど好ましい<br>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                                                            | 1.9mol%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                                                       | 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                                                       | 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                                                       |
| 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                                                       | 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                                              | 1,000mol ppm以下も低いほど好ましい                                              | 1,000mol ppm以下も低いほど好ましい                                              | 1,000mol ppm以下も低いほど好ましい                                              | 1,000mol 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<br>酸素源が共存しないこと                                           | 10mol ppm以下 S1基準で<br>酸素源が共存しないこと                                     | 10mol ppm以下 S1基準で<br>酸素源が共存しないこと                                     | 10mol ppm以下 S1基準で<br>酸素源が共存しないこと                                     | 10mol ppm以下 S1基準で<br>酸素源が共存しないこと                                     | 10mol ppm以下 S1基準で<br>酸素源が共存しないこと                                     |
| アンモニア                                                             | 33mol ppm以下                                                                | 33mol ppm以下                                                          | 33mol ppm以下                                                          | 33mol ppm以下                                                          | 33mol ppm以下                                                          | 33mol ppm以下                                                          |
| ハロゲン                                                              | 32mol ppm以下                                                                | 8mol ppm以下                                                           | 8mol ppm以下                                                           | 8mol 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）                                        | 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                                                       | 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                                                             | 規格案の設定なし                                                             | 規格案の設定なし                                                             | 規格案の設定なし                                                             | 規格案の設定なし                                                             |
| 水銀                                                                | 規格案の設定なし                                                                   | 規格案の設定なし                                                             | 規格案の設定なし                                                             | 規格案の設定なし                                                             | 規格案の設定なし                                                             | 規格案の設定なし                                                             |

| 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                                                                  | 97mol%以上                                                                  |
| 非水素の全ガス量      | 3mol%以下                                                            | 3mol%以下                                                                   | 3mol%以下                                                                   | 3mol%以下                                                                   |
| 炭化水素          | （炭化水素の内数で）メタン<br>（炭化水素の内数で）C <sub>4</sub> 未満のアルカン<br>（炭化水素の内数で）MCH | （炭化水素の内数で）メタンと軽質アルカン<br>（炭化水素の内数で）オレフィン<br>（炭化水素の内数で）芳香族<br>（炭化水素の内数で）MCH | （炭化水素の内数で）メタンと軽質アルカン<br>（炭化水素の内数で）オレフィン<br>（炭化水素の内数で）芳香族<br>（炭化水素の内数で）MCH | （炭化水素の内数で）メタンと軽質アルカン<br>（炭化水素の内数で）オレフィン<br>（炭化水素の内数で）芳香族<br>（炭化水素の内数で）MCH |
| 酸素            | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                            | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                                   | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                                   | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                                   |
| 窒素            | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                            | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                                   | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                                   | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                                   |
| アルゴン          | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                            | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                                   | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                                   | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                                   |
| 二酸化炭素         | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                            | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                                   | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                                   | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                                   |
| 一酸化炭素         | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                            | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                                   | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                                   | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                                   |
| 硫黄化合物         | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                            | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                                   | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                                   | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                                   |
| アンモニア         | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                            | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                                   | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                                   | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                                   |
| ハロゲン          | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                            | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                                   | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                                   | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                                   |
| 粒子状物質         | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                            | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                                   | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                                   | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                                   |
| 窒素酸化物         | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                            | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                                   | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                                   | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                                   |
| シロキサンや有機リン化合物 | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                            | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                                   | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                                   | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                                   |
| リン            | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                            | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                                   | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                                   | 低いほど好ましい<br>濃度レベルは備考欄参照                                                   |

課題と今後の取組 ↓

実用化・事業化の見通し →

作成した5つの水素品質規格案は規格項目数・閾値付与の充実した内容（残課題）①燃焼用途の一元化には差異のある項目の実験等での解決が必要、②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

①水素供給者と水素需要家間のスムーズな水素授受が可能→水素消費拡大へ  
②水素機器メーカーやエンジニアリング会社での設計検討での障害緩和→普及拡大へ

特に燃焼用途についての水素品質規格案をISO化することにより有効性が高まる