

水素・アンモニア発電に係る 制度上の課題と今般の改正事項について

令和 4 年 4 月 1 5 日

産 業 保 安 グ ル ー プ

電 力 安 全 課

1. 水素・アンモニア発電をとりまく現状

- 第6次エネルギー基本計画（2021年10月閣議決定）では、発電部門において2030年までにガス火力への30%混焼や水素専焼、石炭火力への20%アンモニア混焼の導入・普及が目標とされており、2030年の電源構成においては、水素・アンモニアで1%程度を賄うことが想定。今後、水素やアンモニア等を活用した新たな発電設備のニーズの拡大が見込まれる。
- これらの発電形式については、現在実証計画が進められており、早ければ2023年度にも設備工事が開始される見込み。よって、十分な設備上の安全性を確保するため、商用規模の発電を見据えた保安規制を整備することが必要。
- このため、水素・アンモニア発電設備に関する保安規制について、2021年度中に整理した技術的課題を踏まえ、本年度上期を目途に所要の改正を行う。

第6次エネルギー基本計画（2021年10月閣議決定）より該当部分抜粋

アンモニア・水素等の脱炭素燃料の火力発電への活用については、2030年までに、ガス火力への30%水素混焼や、水素専焼、石炭火力への20%アンモニア混焼の導入・普及を目標に、実機を活用した混焼・専焼の実証の推進、技術の確立、その後の水素の燃焼性に対応した燃焼器や NO_x を抑制した混焼バーナーの既設発電所等への実装等を目指す。こうした取組を通じ、2030年時点では国内で水素の年間需要を最大300万t、うちアンモニアについては年間300万t（水素換算で約50万t）の需要を想定する。また、2030年度の電源構成において、水素・アンモニアで1%程度を賄うことを想定する。

2. 水素・アンモニア発電に係る制度上の課題

- 水素については、2015年度当時の水素発電の動向（出力：1,000kWクラス、原動力：汽力、ガスタービン）を念頭に、発電用火力設備の技術基準及び同解釈を2016年度に改正。
- 一方で、当時、内燃機関の活用等は想定されていないことから、これらに対応した技術基準をはじめとした規制・整備が必要。
- アンモニアについては、現状、脱硝用のアンモニア設備に関する技術基準等はあるものの、発電用燃料としての利用は想定していない。
- このため、ボイラーやガスタービン等でアンモニア利用に対応した技術基準をはじめとした規制・整備が必要。

（参考）2016年度当時における水素発電に係る技術基準等の改正概要

対象	項目	主な改正内容等
電気事業法施行規則	別表2、3（工事計画等）	・工事計画等の届出対象設備として、「脱水素設備」を追加。
発電用火力設備の技術基準関係	水素脆化対策（材料）	・20MPaを超える水素を用いる場合には、高圧ガス保安法の水素スタンドの材料を用いる。 ・20MPa以下の水素を用いる場合には、水素に適した材料を用いることに留意。
	低温脆化対策（材料）	・-196℃未満の水素を用いる場合には、高圧ガス保安法における「特定設備検査規則の機能性基準の運用について」別添7における材料及び許容応力を適用する。
	液化水素貯槽（構造）	・液化水素貯槽の支持物の設計については、高圧ガス保安法に準拠する。
	液化水素貯槽（漏えい対策）	・「液状の当該ガスが漏えいした場合にその流出を防止するための措置を講ずる」とする。

3. 水素・アンモニア発電に係る今般の保安規制改正のポイント

- 水素・アンモニア発電について、現在、発電事業者において進められている実証計画等へ適切に対応するため、技術基準をはじめとした保安規制を整備する。
- その際、燃料特性を十分考慮した規制体系とする。
- なお、2016年度の技術基準改正時に課題とされた超高压化(20MPa超)での使用環境における材料に係る水素脆化については、現在計画中の10万kWを超える発電設備であっても、10万kW未満の発電設備（主にボイラー・タービン等）と使用条件（圧力、温度条件）は同じであることから、現行の技術基準で運用することで対応可能。今後、大規模水素発電に係る技術開発が進んでいく中で、新たな材料等の知見が得られた場合は、速やかに対応していく。

<今般の主な改正事項>

【技術基準】

- 水素・アンモニアの特性を踏まえた適切材料の選定
- ガス漏えい対策（安全弁、除害措置、二重管、ガス検知、等）
- 離隔距離（アンモニア容器・貯槽）
- 識別措置（危険標識の設置等）

【小型の発電設備に係る規制・制度の整備】

- 小型の発電であっても、屋内等の密閉空間で水素・アンモニアを取扱う場合、リスクあり。
- このため、工事計画、使用前・定期安全管理検査、ボイラー・タービン主任技術者の選任等の必要性等

（参考）水素スタンドの運営には、規模の大小にかかわらず、有資格者（高圧ガス保安監督者）の選任義務あり。

(参考) 水素・アンモニア発電に係る実証事業例等

株式会社JERA（アンモニア発電）

[実証試験概要]

項目	内容
事業主体	JERA, IHI
事業内容	鶴南火力発電所4号機（出力：100万kW）において必要な工事をを行い、 <u>燃料20%（燃料比）をアンモニアに転換する。</u>
事業期間	2021年6月～2025年3月 ➢ 実機でのアンモニア20%発電期間は2024年度末までのうち、約2か月間を予定
アンモニア使用量	3万t～4万t
アンモニア受入	石炭外航船桟橋から受入



[実証試験スケジュール]

	2021年度		2022年度		2023年度		2024年度	
	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期
改造バーナー据付工事	基本設計		詳細設計		機械工事			
アンモニア設備工事					土木建築・機械工事			
			地盤改良		アンモニア発電実証試験（約2ヶ月間）			

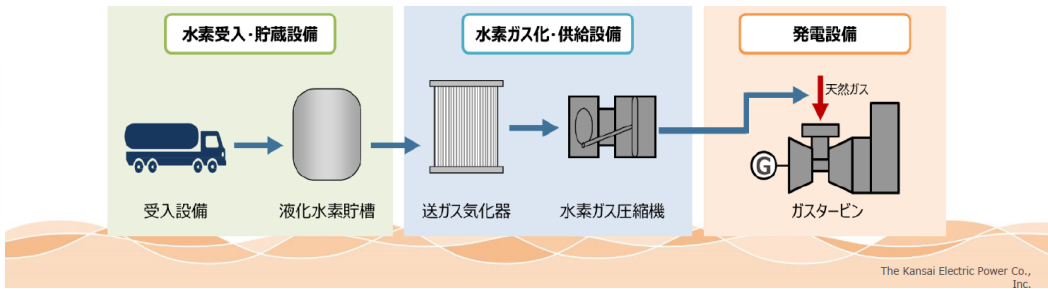
関西電力株式会社（水素発電）

○既設火力発電所（ガスタービン発電設備）を活用し、水素の混焼発電および専焼発電を実現するために、水素発電に関する運転・保守・安全対策などの運用技術の確立を目指すもの。
（NEDO公募の「グリーンイノベーション基金事業」※に採択）※応募件名：既設火力発電所を活用した水素混焼/専焼発電実証

<スケジュールと実施内容>

- FS ① F S フェーズ（2021年度～2022年度）
・水素発電実証にかかる検証項目や、想定される技術課題およびその解決方法、事業費、既設火力発電所の改造範囲等、詳細検討を実施。
- 製作 ② 設計・製作フェーズ（2023年度～2024年度）
・F S フェーズを踏まえ、プラントメーカーの技術開発状況等に応じて、水素発電実証に必要な関連設備の詳細設計や製作、据付。
- 実証 ③ 実証フェーズ（2025年度～2026年度）
・水素の受入・貯蔵からガス化、発電まで一連にわたる水素発電の運転・保守・安全対策等、水素発電に関する運用技術について実証。

<水素の受入から混焼・専焼発電までのイメージ>



<現状> 液化アンモニア貯槽



PS式低温タンク(石井鐵工所HP)

<燃料の特性>

- ・アンモニア：毒性が強い
- ・水素：非常に軽く拡散しやすい
- ・燃焼・爆発しやすい
- ・材料の脆化をまねく

液化水素荷役基地（神戸空港島）（川崎重工HP）

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脱離機構
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

4-1. 技術基準の改正

- 水素は、これまで活用が想定されていなかった内燃機関を中心とした発電設備に、アンモニアは、これまで発電用燃料として活用が想定されていなかったボイラー、タービン等発電設備全般について、水素・アンモニアの特性を踏まえ、基本的な考えとして、既に整備されている高圧ガス保安法の技術基準を取り入れることとする。

<発電用火力設備の技術基準を定める省令及び同技術基準の解釈①>

対象設備	要求項目	主な改正概要（案）
ボイラー・ ガスタービン・ 内燃機関・ 燃料電池設備等	材 料	・アンモニアを通ずる場合には、「一般高圧ガス保安規則の機能性基準の運用について」の「9. ガス設備等に使用する材料」に規定するものを除く旨（アンモニア不適正材料の明確化）を追記 ・20 MPa を超える水素を通ずるものにあつては、「一般高圧ガス保安規則の機能性基準の運用について」の「9. ガス設備等に使用する材料」の定めるところによるものとする。（内燃機関）
ボイラー・ ガスタービン・ 内燃機関等	ガスの漏洩 対策	・燃料ガスを通ずる設備等（液化ガス設備を除く）には、当該設備からの燃料 <u>ガスが漏洩した場合の危害を防止するための適切な措置</u> を講じなければならない、旨を追記。 ・ボイラー及びその附属設備等が屋内その他酸素欠乏の発生のおそれのある場所に設置するときには、 <u>給排気部を適切に施設</u> しなければならない。
ボイラー・ 燃料電池設備・液化ガス 設備等	安全弁	・ <u>安全弁が作動時に、安全弁から吹き出されるガスによる危害が生じないように施設</u> しなければならない、旨を追記。特に、アンモニアを通ずる場合、安全弁には放出管を設けることを追記。
ボイラー・ ガスタービン・ 内燃機関・ 燃料電池設備・液化ガス 設備等	除害装置	・アンモニアを通ずる場合、 <u>ガスの漏えい対策として、除害のための措置</u> （ガスの拡散防止、ガスの吸収のための設備・吸収剤、防毒マスク等の保護具の保管等）を講ずることを追記。

4-2. 技術基準の改正

＜発電用火力設備の技術基準を定める省令の具体的な改正概要②＞

対象設備	要求項目	改正概要（案）
ボイラー・ 液化ガス設備 等	管、接合部等 の漏洩対策	・アンモニアを通ずる場合、 <u>配管、バルブの接合部は溶接（又は強度を有するフランジ等）</u> とすること、 <u>保安物件周辺の配管は二重配管とし、ガス検知を実施</u> することを追記。
ガスタービン・ 内燃機関等	過圧防止装置	・ <u>過圧防止装置によりガスが吹き出される場合には、吹き出されるガスにより危害が生じないように施設しなければならない、旨を追加。</u>
ガスタービン・ 内燃機関・ 燃料電池設 備・液化ガス 設備等	離隔距離	・毒性ガス容器を置く場合は、 <u>保安物件からの離隔を確保する旨、を追記。</u> ・アンモニア貯槽の離隔については、 <u>高圧ガス保安法における毒性ガスの離隔を適用。</u>
液化ガス設備	識別措置	・毒性ガスを扱う場合には、その旨を示す <u>識別ができるような措置を実施し、漏えいの可能性がある箇所には危険標識を行う。</u>

*：対象設備に記載のないものは、基本的に既に整備済み。

5. 小型の水素・アンモニア発電に関する規制の見直し

- 小型の発電設備であっても、特に屋内等の密閉空間で水素・アンモニアを取扱う場合には、火災・爆発や毒性等人的被害のリスクがあることから、設備の安全性に加えて、保安管理面での安全確保が重要。
- このため、水素・アンモニアを発電用燃料として取り扱う場合には、出力規模の大小にかかわらず、工事計画の届出、使用前・定期事業者検査及び安全管理審査に加えて、ボイラー・タービン（BT）主任技術者の選任等を義務づけることとし、具体的には以下の規制・制度について、2022度上期を目途に所要の改正を行う。

<技術基準以外の規制・制度の改正概要>

各種規制・制度規定類	改正概要(案)
電気事業法施行規則(別表を含む) (工事計画、使用前・定期事業者検査・安全管理審査等関連)	● 従来の汽力に加えて、水素・アンモニアを活用する内燃力及びガスタービンについては、 <u>出力規模にかかわらず、工事計画の届出、使用前・定期事業者検査・安全管理審査、BT主任技術者の選任の対象に追加</u> 。
小型の発電設備に係る告示(告示第99号)(小型の発電設備関連)	● 小型の発電設備に関し、従来免除されていたBT主任技術者の選任等について、 <u>水素・アンモニア発電の場合にあっては、規制対象に追加</u> 。
主任技術者制度の解釈及び運用 (内規)(BT主任技術者関連)	● 現状、温泉法を適用する <u>小型の汽力発電に限り経済産業省が実施する講習の修了者等</u> を対象に、BTの大臣許可選任することを可能としているが、 <u>この対象を水素・アンモニア発電等にまで拡大</u> する。
主要電気工作物を構成する設備を定める告示(告示第238号) (事故報告関連)	● 技術基準で求める水素・アンモニア発電に係る漏えい対策、除害対策等に <u>必要な設備</u> について、 <u>事故報告の対象となる旨、明記</u> する。

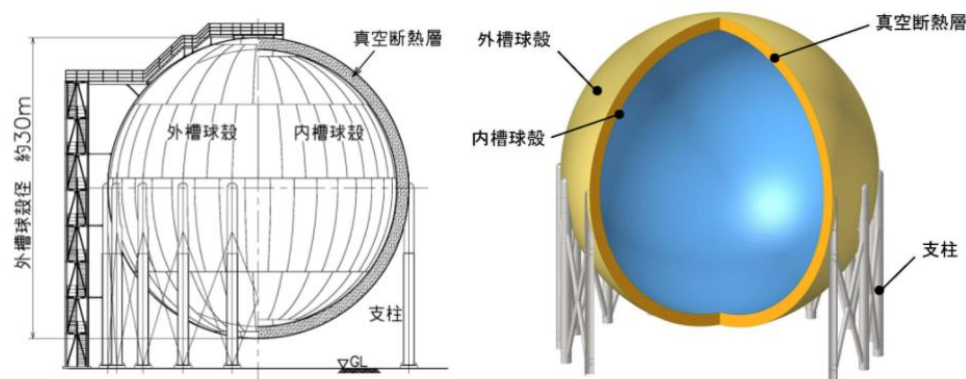
6. 今後の課題

- 今回、現時点での水素・アンモニア発電に係る発電事業者の実証計画等を踏まえた、技術基準をはじめ小型発電設備を含む規制・制度の検討を行った。
- 将来的には、2050年カーボンニュートラルに向けて、更なる大規模化・専焼化に係る水素・アンモニア発電設備の導入が予想される。
- これら大規模化・専焼化の動向を見据えながら、適時・適切に必要な規制・制度を検討していく。

項 目	概 要
・離隔距離の適正化に係る検討	● 現在の離隔距離の算定式（ガスの種類ごとに定められた係数K値含む）は、平成12年に高圧ガス保安法の技術基準を基に設定。 ● これを大型液化水素タンク（数万m³相当）にそのまま適用すると現行のLNG貯槽と比較し、約2倍の距離（例：160→320m）が必要。なお、多くのLNG基地は、三大首都圏の都市部やガス需要地の近隣に設置。 ● このため、大規模液化水素貯槽を想定したK値含む適切な離隔距離設定の検討が必要。その際、ハード面の防爆対策も検討。
・リスクアセスメントの実施	● 将来的な水素・アンモニアの大規模貯槽等の活用を想定した、大規模漏えい等重大事故時の影響評価が不可欠。 ● このため、こうした事故を想定したシミュレーション等を実施するとともに、事故の影響評価を通じて、必要なハード、ソフト両面の事故防止対策等に繋げる必要あり。
・防災対策指針（仮称）の作成	● 万が一の大規模漏えい等の非常時に備え、事業者のソフト面での対策である保安規程等（災害その他非常の場合に採るべき措置）として盛り込むべき、非常時の組織・体制、緊急時連絡先・体制、非常時の対応手順（拡散防止等）、事故・安全評価の手法、防災備品・備蓄（防毒マスク等）、防災教育、防災訓練等に関するガイダンスの作成。
・検査や溶接に係る検証等	● 使用前自主検査や定期事業者検査、溶接事業者検査については、国がそれぞれ検査方法の解釈やガイドを定めているところ。 ● 水素・アンモニアを取り扱うに当たって、検査項目や検査方法とともに、留意点等の検証。

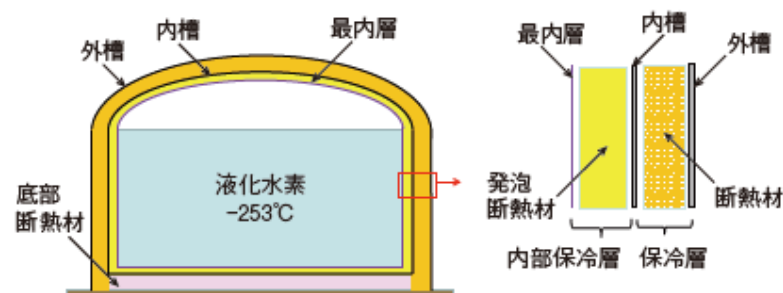
(参考) 将来の実用化に向けた大規模液化水素貯蔵タンクの開発事例

- 現在、将来の大規模水素サプライチェーンの構築に向けて、プラントメーカー各社が大規模液化水素貯蔵タンクを開発中。
- 一方、現在進められている水素発電に係る実証計画では、数千 m^3 程度の枕型貯槽を想定。
- 将来的に、大規模・水素専焼発電を実現する場合は、数万～十数万 m^3 程度の大規模液化水素貯槽を想定。



11,200 m^3 の液化水素貯蔵タンク完成イメージ

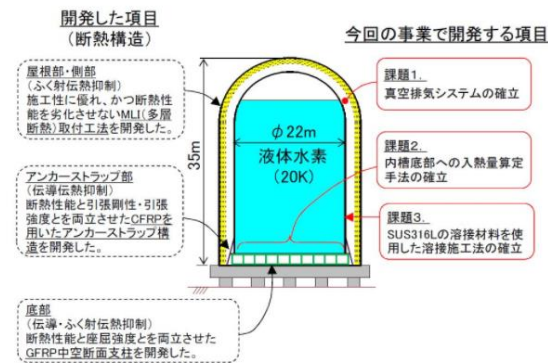
断面イメージ



今後検討予定の大型タンクの概要(川崎重工)

11,200 m^3 球形液化水素貯蔵タンク(川崎重工)

項目	概要
タンク形式	二重殻球形貯槽
断熱方式	真空二重殻断熱構造
BOR	0.1wt%/day以下
貯蔵タンク寸法	外槽直径 約30m
貯蔵容量	10,000 m^3 (約710t)
液水払出方式	自己加圧 (液水ポンプ不要)



NEDO事業にて開発する項目(トーヨーカネツ)