

# 水素・水素製造普及に向けた政策提言

佐々木一成

副学長(産学官連携・研究教育推進(エネルギー・脱炭素)担当)・水素エネルギー国際研究センター長

(主幹教授、次世代燃料電池産学連携研究センター長、

カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所、工学研究院教授)

(総合資源エネルギー調査会 水素・アンモニア政策小委員会委員長、脱炭素燃料政策小委員会委員長、

産業構造審議会 水素保安小委員会委員)

(email) sasaki@mech.kyushu-u.ac.jp

第12回FC-Cubicオープンシンポジウム

2023年12月6日



国内最大規模(東京ドームの58個分)

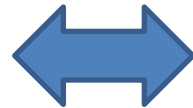


脱炭素・水素社会実現へ世界と戦う“チーム福岡”

# 水素: 使って出るのは水だけ(炭素循環⇒水素循環)!

## 燃料電池: “燃やさない” 直接変換で高効率発電!

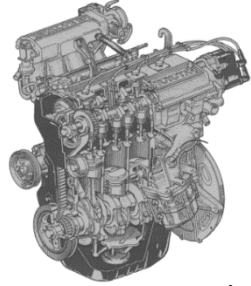
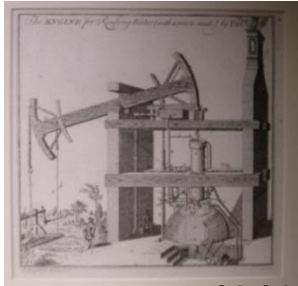
**熱エネルギー変換(燃焼)**  
(化学エネルギー⇒**熱**⇒運動⇒電気)



**電気化学エネルギー変換**  
(化学エネルギー⇒電気)

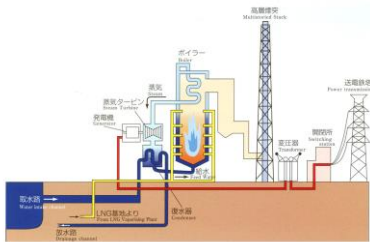
内燃機関(**集中型**): **量的**なCO<sub>2</sub>排出減

燃料電池(**分散型**): **質的**なCO<sub>2</sub>排出減



ニューコメンの熱機関  
(Newcomen, 1712)  
【当時の効率約1%】

ガソリンエンジン  
(Otto cycle, 1876)  
【実運転で十数%、  
最近では効率アップ、  
水素エンジンも】



蒸気タービン【ガスタービン、複合発電、  
水素タービンへ】(Rankin cycle, 1854)  
(日本機械学会編「熱力学」より引用)

**燃料電池**

**水素**  
を介して  
燃やさず  
に発電!



エネファーム  
(九大伊都に7台設置)  
【家庭で発電効率50%  
総合効率約90%超】



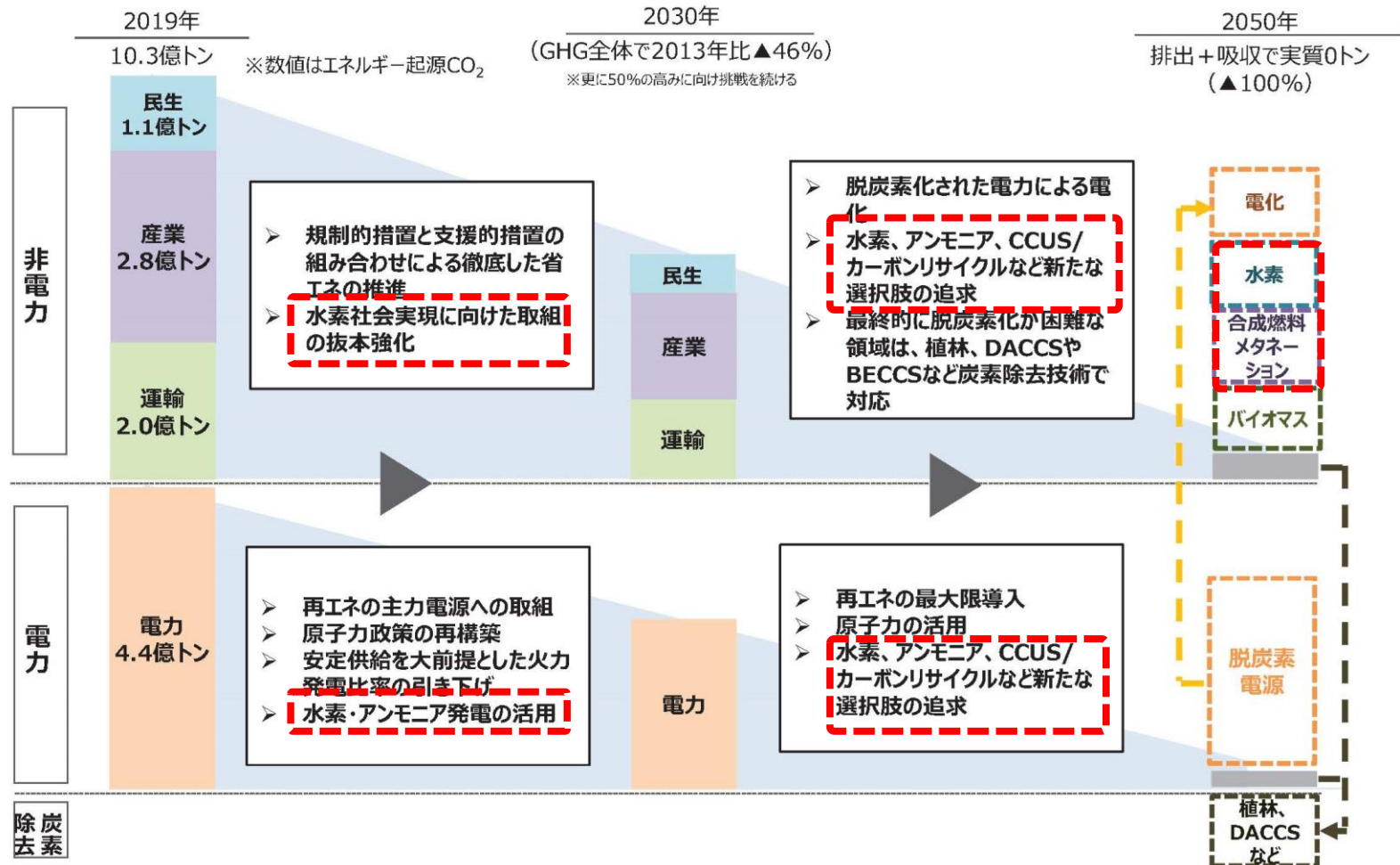
燃料電池車  
(トヨタ製、九大所有、  
世界初の大学公用車)  
【車両効率約65%】



業務産業用・発電用燃料電池  
(三菱日立パワーシステムズ製、九大伊都設置)  
【将来、天然ガスで発電効率約70%へ】

# 電化+水素化+CO<sub>2</sub>回収 (グリーン成長戦略改訂版、2021年6月)<sup>3</sup>

## 2050年カーボンニュートラルの実現



<https://www.meti.go.jp/press/2021/06/20210618005/20210618005.html>

水素(キャリア): 脱炭素電源の1%(2030年)、10%(2050年)、需要増(2030年:30→300万トン、2050年:水素2000万トン/年=熱量換算でLNG5000万トン/年に相当(LNG現輸入量は7500万トン/年))  
(ポテンシャル: 商用車600万トン、水素発電500~1000万トン、水素製鉄700万トンなど)

# 経済：水素価格と用途拡大（輸送⇒発電⇒化学⇒製鉄）

（佐々木一成、日本経済新聞「経済教室」2023年5月30日、政府の各種資料のパリティ価格などを参考に作成）

約100円/Nm<sup>3</sup> 現状（人件費や投資を除く）

水素・アンモニア政策小委員会（値差支援などの制度設計中）  
[https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene\\_shinene/suiso\\_seisaku/index.html](https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene_shinene/suiso_seisaku/index.html)

★水素乗用車【vs.ガソリン】約100円/Nm<sup>3</sup>



★水素商用車【vs.軽油】約50円/Nm<sup>3</sup>

30円/Nm<sup>3</sup>@2030年政府目標

★水素発電【vs.天然ガス】約15～30円/Nm<sup>3</sup>

≤20円/Nm<sup>3</sup>@政府将来目標

★化学工業【vs.天然ガス】約18円/Nm<sup>3</sup>

★水素還元製鉄【vs.石炭】約8円/Nm<sup>3</sup>

水素の価格

市場規模

水素価格低下に伴い用途拡大。環境価値もマネタイズして回収（カーボンプライシング等）

# 「水素基本戦略」改定 (2023年6月6日、再生可能エネルギー・水素等関係閣僚会議)

## 「水素基本戦略」の改定のポイントについて (案)

資料 1 - 1

**水素基本戦略** (アンモニア等を含む) を改定し、関係府省庁が一体となって水素社会の実現に向けた取組を加速する。

- ① 2030年の水素等導入目標300万トンに加え、**2040年目標を1200万トン**、2050年目標は2000万トン程度と設定 (コスト目標として、現在の100円/Nm<sup>3</sup>を2030年30円/Nm<sup>3</sup>、2050年20円/Nm<sup>3</sup>とする)
- ② 2030年までに国内外における**日本関連企業の水電解装置の導入目標を15GW程度**と設定
- ③ **サプライチェーン構築・供給インフラ整備に向けた支援制度を整備**
- ④ **G7で炭素集約度に合意、低炭素水素等への移行**

### 水素産業戦略 ～ 「我が国水素コア技術が国内外の水素ビジネスで活用される社会」実現 ～

- ① 「**技術で勝ってビジネスでも勝つ**」となるよう、早期の量産化・産業化を図る。
- ② **国内市場に閉じず、国内外のあらゆる水素ビジネスで、我が国の水素コア技術 (燃料電池・水電解・発電・輸送・部素材等) が活用される世界を目指す。**  
→ 脱炭素、エネルギー安定供給、経済成長の「一石三鳥」を狙い、大規模な投資を支援。(官民合わせて**15年間で15兆円**のサプライチェーン投資計画を検討中)

#### つくる

- **水電解装置**
- **電解膜、触媒などの部素材**
- **効率的なアンモニア合成技術**

・A社 (素材) は、国内外大手と連携、水電解装置による国内外の大規模グリーン水素製造プロジェクトに参画。  
 ・B社 (自動車) は、燃料電池の技術力をベースに多くの共通技術を活かす水電解装置を開発・実装。  
 ・C社 (ベンチャー) は、GI基金を通じアンモニア製造の新技術を開発・実証。

#### はこぶ

- **海上輸送技術 (液化水素、MCH等)**

・D社 (重工) は、世界初の液化水素運搬技術を確立し、G7でも各国閣僚から高い関心。  
 ・E社 (エンジニアリング) は、欧州でのMCHによる輸送プロジェクトの事業化調査に着手。

#### つかう

- **燃料電池技術**
- **水素・アンモニア発電技術**
- **革新技術 (水素還元製鉄、CCUS等)**

・F社 (自動車) は、燃料電池の海外での需要をみこして多用途展開を促し、コア技術としての普及を目指す。  
 ・G社 (重工) は、大型水素発電の実証・実装で世界を先行。  
 ・H社 (発電) は、アンモニア混焼の2020年代後半の商用運転開始に向け、実証試験を実施。

### 水素保安戦略 ～ 水素の大規模利用に向け、安全の確保を前提としたタイムリーかつ経済的に合理的・適正な環境整備 ～

#### 需給一体の国内市場の創出

#### 規制・支援一体型の制度を、需給の両面から措置、水素普及の加速化

##### 供給

- 既存燃料との価格差に着目した**大規模サプライチェーン構築支援**  
 - S + 3Eの観点からプロジェクト評価  
Energy Security: 国際協調、供給源の多角化  
 Economic Efficiency: 経済的自立化・見直し  
 Environment: CO2削減度合いに応じた評価  
 - プレンデッド・ファイナンスの活用
- **効率的な供給インフラ整備支援** - 国際競争力ある産業集積を促す拠点を整備
- **低炭素水素への移行に向けた誘導的規制の検討**
- **保安を含む法令の適用関係を整理・明確化**
- **上流権益への関与や市場ルール形成による安定したサプライチェーンの確保**

##### 需要

- **需要創出に向けた省エネ法の活用**  
 - 工場、輸送事業者・荷主等の非化石転換を進め、将来的に水素の炭素集約度等に応じて評価。  
 - トップランナー制度を発展させ、機器メーカーに水素仕様対応等を求めることを検討。
- **燃料電池ビジネスの産業化 (セパレーター等の裾野産業育成)**  
 - 国内外のモビリティ、港湾等の燃料電池の需要を一体で獲得することでコストダウン・普及拡大
- **港湾等における「塊の需要」や意欲ある物流事業者等による先行取組への重点的支援**
- **地域での水素製造・利活用と自治体連携\***、国民理解 ※特に「福島新エネ社会構想」の取組加速

#### 世界市場の獲得

#### 拡大する欧米市場で初期需要を獲得、将来のアジア市場を見越し先行投資

- **規模・スピードで負けないよう大胆な民間の設備投資を促す政策支援**
- **大規模サプライチェーン構築支援の有効活用**
- **海外政府・パートナー企業との戦略的連携、トップセールスによる海外大規模プロジェクトへの参画**
- 『アジア・ゼロエミッション共同体 (AZEC) 』構想等の枠組みを活用したアジア連携
- **日本の水素ビジネスを支える国際的な知財・標準化の取組 (GI基金等も活用)**
- **人材育成の強化・革新技術の開発**

米国: インフレ削減法(IRA)により、低炭素水素製造に10年間で最大3ドル/kgの税額控除を実施予定 (約50兆円規模 ※水素以外も含む)  
 欧州: グリーンディール産業計画で、グリーン投資基金の設立や水素銀行構想を発表 (約5.6兆円規模 ※水素以外も含む)  
 英国: 国内低炭素水素製造案件について15年間の値差支援や、拠点整備支援を実施予定 (第一弾として約5,400億円規模)

再生可能エネルギー・水素等関係閣僚会議 (2023年6月6日) : [https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/saisei\\_energy/index.html](https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/saisei_energy/index.html)

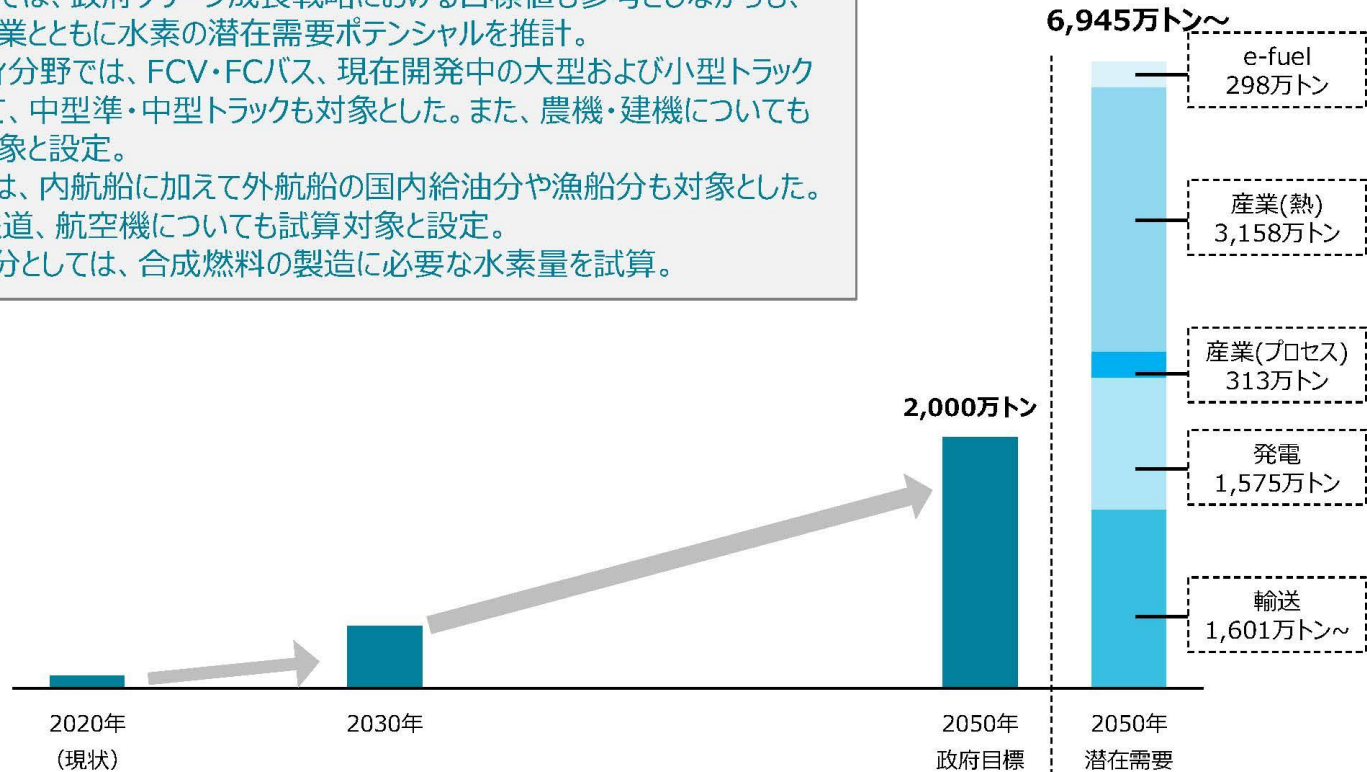
技術で勝って**ビジネスでも勝つ** / 日本の強みで**世界市場獲得** / **脱炭素+エネルギー安定供給+経済成長**の一石三鳥

## 協議会における需要ポテンシャルの推計結果



### ポイント

- 協議会では、政府グリーン成長戦略における目標値も参考としながらも、会員企業とともに水素の潜在需要ポテンシャルを推計。
- モビリティ分野では、FCV・FCバス、現在開発中の大型および小型トラックに加えて、中型準・中型トラックも対象とした。また、農機・建機についても試算対象と設定。
- 船舶では、内航船に加えて外航船の国内給油分や漁船分も対象とした。また、鉄道、航空機についても試算対象と設定。
- e-fuel分としては、合成燃料の製造に必要な水素量を試算。



出所: 日本総研作成

# 水素政策動向 (水素・アンモニア政策小委、脱炭素燃料政策小委など、2023年10月25日)

## (1) 価格差に着目した支援の中核となる条件

### ① エネルギー政策 (S+3E) の観点

- S+3Eそれぞれの観点、すなわち、安全性を大前提として、安定供給 (利用) に貢献し、低廉で、脱炭素化に資する取組であり、かつ、経済的に合理的・効率的な手法で脱炭素資源が活用される事業であることを求めているかどうか。

### ② GX実現の観点

- GX施策は「GX経済移行債を活用した投資促進策の基本原則」に基づき、「産業競争力強化・経済成長及び排出削減のいずれの実現にも貢献」するものを、「GX達成に不可欠な国内供給の必要性等を総合的に勘案して優先順位をつけ、当該優先順位の高いものから支援」することとしている。
- こうした観点を踏まえ、価格差に着目した支援を受けようとする事業計画に含まれる事項として、以下3点を求めているかどうか。
  - 1) 鉄・化学といった代替技術が少なく転換困難な分野・用途に関し、新たな設備投資や事業革新を伴う形で原燃料転換も主導するものであること。
  - 2) 1) の結果、グリーン水素等の供給及び利用に関する産業の国際競争力の強化に相当程度寄与すると認められること。
  - 3) 国際的な算定ルールと整合的な考えの下、国内の排出削減に資するとともに、炭素集約度が一定値以下になると見込まれること。

※ 1) を確認するため、事業計画は支援を受けようとする供給者・利用者の双方による連名で一体的な計画を作成することとしてはどうか。

### ③ 自立したパイロットサプライチェーンの構築

- 価格差に着目した支援では、2030年度までに供給開始が見込まれるプロジェクトのうち、それ以降の後続サプライチェーンの構築へと繋がる、先行的で自立が見込まれることを条件に、プロジェクトを採択する必要。
- そのため、経済的な自立を担保する観点から、15年間の支援終了後、一定期間 (10年間) の供給を継続することを求めているかどうか。
- また、価格差に着目した支援で得られた知見を適切に還元するため、支援対象事業のノウハウ等を活用して、新産業・新市場開拓のため、国内外で新たな関連事業を実施する等の取組を予定しているか、についても確認することとしてはどうか。

水素・アンモニア政策小委員会 (2023年10月25日) : [https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene\\_shinene/suiso\\_seisaku/20230104\\_report.html](https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene_shinene/suiso_seisaku/20230104_report.html)

● **値差支援 (天然ガス vs. 水素、石炭 vs. アンモニア) ・ 拠点整備 (3+5拠点程度 ← 20拠点FS) ・ 法制度整備 (着実にクリーン化等) を水素審議会 で議論 ⇒ 水素新法 (推進 + 規制) を検討**

# 水素政策動向

(水素・アンモニア政策小委、脱炭素燃料政策小委など、2023年10月25日)

## (1) 拠点整備支援 (効率的な水素・アンモニア供給インフラ支援) の条件の考え方

- これまで、本審議会では、今後、我が国において、大量の水素・アンモニアを安定・安価に供給できる環境を整備するために、大規模な需要創出と効率的なサプライチェーン構築が必要であり、その双方を実現するため、周辺の潜在的な需要家の発掘・集積を促し、我が国産業の国際競争力強化にも資するような拠点形成を支援することとして、基本的な考え方の検討を行ってきた。
- 水素・アンモニアの大規模な商用サプライチェーン構築のためには、供給から利用までの支援を一体的に組み合わせ、投資の予見可能性を高めることが効果的。このため、拠点整備支援としても、前述の価格差に着目した支援の必須条件を求めることとしてはどうか。
- さらに、拠点整備支援としての必須条件も、大規模な需要創出及び経済性・効率性の観点から、中間整理までに提示した条件に加えて、以下の条件についても確認することとしてはどうか。その上で評価項目 (次回の審議会以降議論) については、総合評価を行うこととしてはどうか。
  - 1) 拠点形成に関する明確なビジョンがあり、それにコミットし強力で推進するリーダーシップを有する企業と、それを中心とした適切な体制があること
  - 2) 経済性のある、効率的なインフラ整備であること
  - 3) 周辺地域の需要の立ち上がりや、カーボンリサイクル・CCUSを含む新規技術を柔軟に取り入れる中長期的な見通しを持ったインフラ整備を予定していること



# 水素保安動向

(水素保安小委、水素・アンモニア政策小委など、2023年10月25日)

NEDO事業の進捗状況：

## 水電解装置の国内への導入に関する課題ととりまとめのイメージ

### 現状における課題：

- ① **水電解装置を含むシステムの安全基準の必要性**  
→ 事故事例を踏まえ、水電解装置特有のクロスリーク現象に対応する安全基準が必要ではないか。また、系の中での水素保有量などリスクに応じた安全基準が必要ではないか。
- ② **圧力設備としての水電解装置の設計基準の必要性**  
→ 電解スタック並びにエンドプレート、ノズル及びタイロッドなどのフレーム構造の設計のための基準が必要ではないか。設計基準については国際調和を考慮すべきではないか。
- ③ **設備建設時/供用中の検査方法の明確化**  
→ 水素保有量などリスクに応じた水電解装置の建設時/供用中に適用すべき検査方法を明確にすることが必要ではないか。
- ④ **トラブル・事故情報の一元化の必要性**  
→ 水電解装置を含むシステムのトラブル・事故情報については、海外の情報を含め、一元化して管理し再発防止対策を共有していく仕組みが必要ではないか。

### <とりまとめのイメージ>

水電解装置を国内に導入する際に適合すべき基準に関する情報を提供することにより、安全確保を前提とした水電解装置の導入加速を促す。

- 1) **水電解装置のシステムとしての安全確保方法の明確化**  
水電解装置を含む一式をシステムとして捉えた際の安全確保のためにあるべき基準について、国内外のメーカーの意見や事故事例などを参考に取りまとめる。
- 2) **設計基準等の整理・明確化**  
水電解装置の種類や用途、取扱圧力に関わらず、その安全性の確保に必要な技術基準等についての整理・明確化
- 3) **適合性評価（検査）の手続きの明確化**  
基準への適合性を評価する局面や検査等を実行する観点から、課題を抽出し、対応方針について整理することにより、法令で求められる検査などの適合性評価手続きにおける必要な対応を明確化
- 4) **中核機関の必要性**  
国内と海外の事故情報を取扱う機関の相互の情報交換や情報収集のルール整備などその中核機関が必要

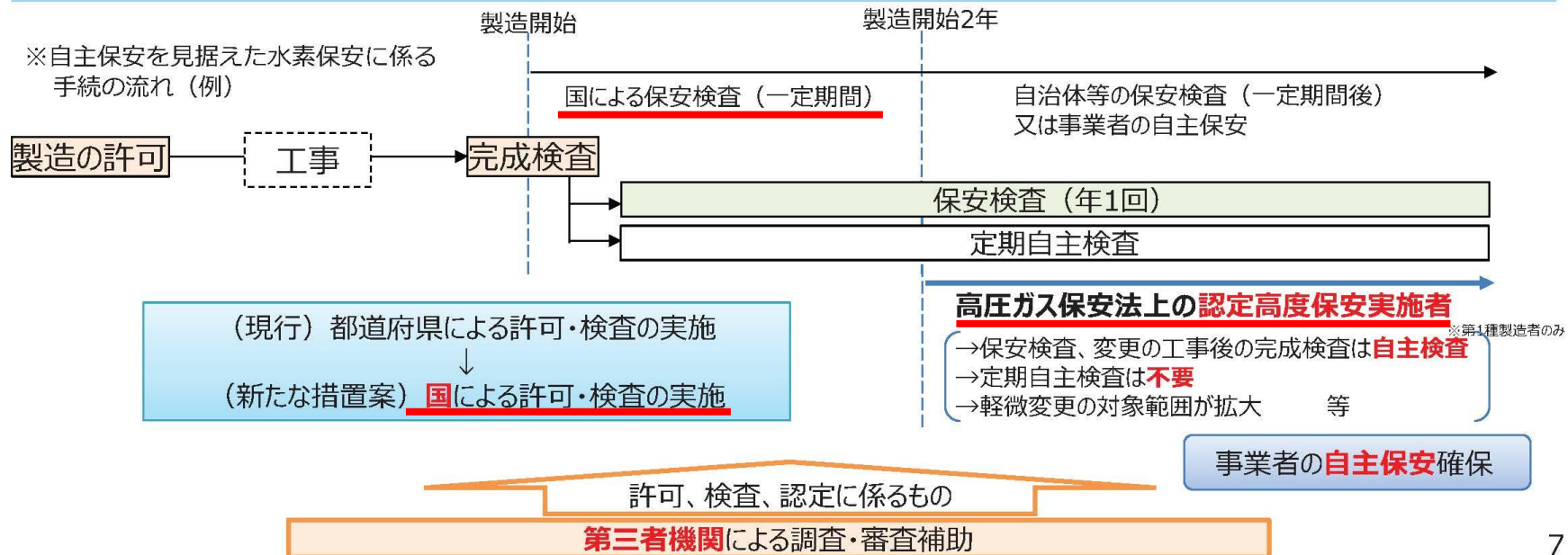
# 水素保安動向

(水素保安小委、水素・アンモニア政策小委など、2023年11月28日)

## (参考) 水素保安における新たな措置 (案)

第3回合同会議 (令和5年11月14日) 資料4を基に作成

- 高圧ガス保安法に基づく製造の許可、各種検査 (完成検査・保安検査等) は、国が定める技術基準に基づいて都道府県等が実施している。
- 低炭素水素等の大規模供給・利用については前例のないものであり、国等が科学的なデータ取得を行い、基準等を整備する必要がある。このため、製造の許可・その後の完成検査、製造等の開始から一定の期間の保安検査等について、国が自ら全般的に実施することが事業の迅速化にとって有効。その中で、国はより合理的・適正な技術基準の適用を図り、安全を確保することが求められる。
- なお、技術的知見を有する第三者機関の活用も含め、自主保安 (事業者によるリスクに応じた柔軟で高度な保安) を追求した保安の在り方を検討する。



# 世界：水素に係る海外動向（世界各国が投資急拡大）

## 世界各国における水素政策

### 欧州

- **REPowerEU（2022年3月）**  
2030年より前に露の化石燃料脱却  
域内製造1000万トン、輸入1000万トン<sup>を</sup>供給できる体制を目指す
- **IPCEI（2022年7月、9月）**  
①官民で総額140億ユーロ超（約2.03兆円）の投資  
②官民で総額120億ユーロ超（約1.74兆円）の投資
- **炭素国境調整メカニズム（CBAM）（2022年12月）**  
欧州委員会（EC）は、初期的な炭素国境調整メカニズム（CBAM）の対象として、水素（アンモニア）をCBAMに追加することで合意
- **グリーンディール産業計画（2023年2月）**  
欧州委員会（EC）は、グリーン水素の製造を支援するための競争的入札を2023年秋に実施予定。10年間にわたり、製造した再生可能水素1kgあたり固定されたプレミアムを補助として受け取る。今後の支援額400億ユーロ程度を想定（約5兆6千億円）。

### 米国

- **水素ショット（2022年6～9月）**  
10年以内に、水素製造コストを1ドル/kg以下を目指す。水素源、最終用途、地理的な多様性を目標に、6～10の地域水素ハブに予算総額60～70億ドルで公募を実施。
- **インフレ抑制法「IRA」（2022年8月）**  
グリーン水素製造に対する10年間の税額控除。最大3ドル/kgの控除を実施。
- **超党派インフラ投資雇用法（2022年11月）**  
グリーン水素関連プロジェクトに対し、5年間で95億ドル（約1.34兆円）を投資

### 英国

- **Low Carbon Hydrogen Business Model（2022年XX月）**  
2030年までに低炭素水素製造能力を10GW（約20万トン/年）確保。国内水電解事業とブルー案件を支援し、国内水電解で5GW（約10万トン/年）以上を目指す。2ラウンドを2022年、2023年実施予定。その先は予算、法律、賦課金の手段を検討。25年末までに運転開始の案件を採択予定。

### ドイツ

- **国家水素戦略（2020年6月）**  
2030年までに5GW（230万トン/年）の水素製造能力、2040年までに追加で5GW（230万トン/年）規模の水素製造能力を目指す。
- **H2Global導入（2021年6月）**  
固定価格買い取り・販売制度（H2Global）を導入。初回入札を2022年12月より指導。9億ユーロ（約1,200億円）を確保しており、2036年までに補填に必要となる35億ユーロ（約4,655億円）を確保する予定。また、水素派生製品の実際の欧州・ドイツへの輸入は2024年末から始まる見込み。

### インド

- **水素推進政策（2022年2月）**  
グリーン水素・アンモニア用の再エネの優遇策を発表。
- **国家水素グリーンミッション（2023年1月）**  
グリーン水素移行への戦略的介入プログラムとして、水電解装置の国産化とグリーン水素製造について、それぞれ異なる財政インセンティブを提供予定。

産業構造審議会グリーンイノベーションプロジェクト部会資料（2023年2月13日）資料：

[https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/green\\_innovation/energy\\_structure/pdf/014\\_04\\_00.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/green_innovation/energy_structure/pdf/014_04_00.pdf)

各国が「水素」を成長産業に位置づけ、民の投資を引き出す官の投資競争が世界的に激化

# 謝辞：“九大水素モーターショー”

