第17回水素·燃料電池戦略協議会 事務局提出資料

水素・燃料電池技術開発戦略の策定について

令和元年9月11日 経済産業省 資源エネルギー庁 新エネルギーシステム課/水素・燃料電池戦略室

- Ⅱ 水素・燃料電池技術の重点分野と重点項目
 - 1. 燃料電池技術分野
 - 2. 水素サプライチェーン分野
 - 3. 水電解技術分野・その他

Ⅲ 効果的、効率的な技術開発に向けた取組

水素関連政策の流れ

2019年

1月 23~24日 世界経済フォーラム年次総会@ダボス

✓ 水素に関するセッションにおいて、水素の普及拡大に向けた日本の取組を発信し、産官で議論。

3月

12日 水素・燃料電池戦略ロードマップ 策定

- ✓ 目指すべき基盤技術のスペック・コスト内訳目標を新たに設定し、目標達成に向けて必要な取組を規定。
- ✓ 有識者による評価WGを設置し、分野ごとのフォローアップを実施していく。

6月

3~7日 世界水素技術会議2019@東京国際フォーラム

✓ 29か国以上から1,060名が参加し、産学官による講演・ポスター発表・展示会等を400件以上実施。

6月 17~21日 水素・燃料電池プロジェクト評価・課題共有ウィーク

✓ 経産省・NEDOが支援する22事業を対象に、1週間かけて産学官の延べ1,000人 以上が参加し、ロードマップ達成に向けた事業の進捗を評価し、課題を共有。



6月

25日 水素・燃料電池戦略ロードマップ。評価WG

9月

水素·燃料電池技術開発戦略 策定

✓ 評価・課題共有ウィークを踏まえ、ロードマップで掲げるターゲットの着実な達成に向け、重 点的に取り組むべき技術開発3分野10項目を特定し、我が国の技術開発戦略として公表。

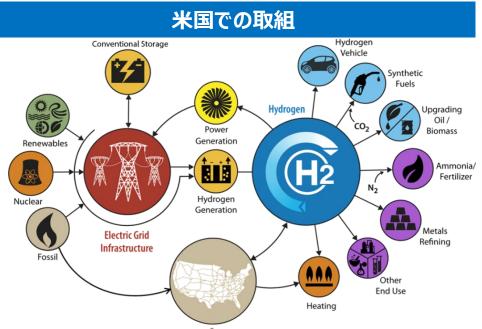
9月

25日 水素閣僚会議@東京 (+カーボンリサイクル産学官国際会議・LNG産消会議)

東京宣言の実現に向けた議論。

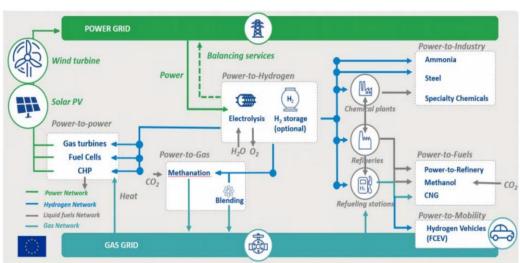
米国と欧州における水素関連の研究開発の動向

- 米国では、水素製造、輸送、貯蔵、利用等の多岐にわたる関係者が協力し、車載用燃料電池の 高効率化や先進的な水素貯蔵材料開発などのプロジェクトが進行中。
- 欧州では、増加する再工ネの中長期の大容量エネルギー貯蔵や、電力のみならず運輸、熱利用に 跨る横断的なエネルギー転換(セクターカップリング)に係るプロジェクトが進行中。



Infrastructure

欧州での取組



Source: Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking

米国と欧州の水素・燃料電池分野の技術開発予算

「出典1DOEのHPより

	米国(DOE)	欧州(FCH2JU)
2018年度	1.7億ドル	1.3億ユーロ

水素・燃料電池プロジェクト評価・課題共有ウィーク

- 国家事業として水素・燃料電池に関する技術開発を継続しており、エネファームやFCVを世界で初めて市場投入するなど、**日本は当該分野の技術開発・実証において世界をリードしている**。
- 世界動向をしっかりと把握しつつ、日本の技術力の更なる向上に向けて、**事業の取組評価による、** ユーザー側からのニーズの提示、新たなシーズの発掘により、産学官全体に渡る活性化を図った。
- ▲ウィークで技術開発の課題を洗い出し、水素・燃料電池技術開発戦略の策定に向けて、「水素・燃料電池分野における技術開発の重点分野について」を発表した。

プログラム

主催:経済産業省・NEDO 参加者:延べ1,000名程度

発表数:47件(評価対象は22件)

6月17日(月)	6月18日(火)	6月19日(水)	6月20日(木)	6月21日(金)
Plenary 特別講演 IEA Hydrogen Report IEA 60 min.	水素発電およびPtG プロジェクト評価 水素・燃料電池機器RM	水素ステーション プロジェクト評価 水素・燃料電池戦略RM	水素・燃料電池プロジェ クトの課題提示と評価 水素・燃料電池戦略RM	水素・燃料電池プロジェ クトの課題提示と評価
#国・欧州における水 素・燃料電池技術開発 動向 NEDO 50 min.	METI 10 min. 技術開発RMと事業説明 NEDO 10 min.	水系・水水平電池駅の配付 METI 10 min. 技術開発RMと事業説明 NEDO 10 min.	が業・然外報が開発では METI 10 min. 技術開発RMと事業説明 NEDO 10 min.	
水素・燃料電池戦略RM METI 30 min. NEDOにおける水素・燃料電池技術開発 NEDO 30 min. 水素サプライチェーン	【水素発電】 パッテンフォール 三菱重工業 川崎重工業 【PtG】 山梨県企業局	JPEC HySUT 九州大学 JXTGエネルギー 加地テック	トヨタ自動車 本田技術研究所 FC-Cubic 同志社大学 山梨大学 千葉大学 東北大学	FCCJ 慶応義塾大学 東京工業大学 東京電機大学 首都大学東京 九州大学 産業技術総合研究所 デンソー 東京大学 山梨大学
プロジェクト評価 HySTRA AHEAD	東芝エネルギーシステムズ 豊田通商 東北大学		上智大学 電気通信大学 物質・材料研究機構	
全体討議 講評	全体討議 講評	全体討議 講評	全体討議 講評	講評 水素・燃料電池技術 開発業別の策定に向けて

評価ウィークのスキーム

事業の取組評価

ユーザー側からの ニーズ提示

新たなシーズの 発掘

産学官全体に渡る活性化



 $\check{\mathcal{O}}$ 他

水素・燃料電池技術開発戦略(案)の概要

評価・課題共有ウィークを踏まえ、ロードマップで掲げるターゲットの着実な達成に向け、重点的に 取り組むべき技術開発3分野10項目を特定し、我が国の技術開発戦略として公表。

水 素・燃 料 電 池 技 術 開 発 戦 略 技術開発項目 技術開発事項 車載用燃料電池 ● 抜本的な低白金化や 非白金触媒の開発 定置用燃料電池 燃料電池 補機・タンク等関連システム ●大幅な低コスト化に向け 発電効率65%超の 燃料電池セル開発 ●断熱システムの開発 大規模水素製造 ●逆火・燃焼振動対策と 輸送·貯蔵技術 環境性(低NOx)の同時達成 水素発電 ● 水素STの整備費・運営費 水素ステーション 低減に資する画期的な **充填プロトコル**の開発 水電解技術 産業利用等アプリケーション ■電解質材料等の 劣化メカニズム解明 そ 非連続な革新技術

ア

クシ

ョンプラン

の着実な達成

ロードマップ

ターゲット達成に向けた取組 (アクションプラン)

触媒の貴金属使用量の低減

セルの高効率化・高出力密度化

規制改革と技術開発の一体的推進

高効率な大型燃焼器の開発

大容量液化水素貯蔵タンクの開発

水電解装置の耐久性向上

Ⅱ 水素・燃料電池技術の重点分野と重点項目

- 1. 燃料電池技術分野
 - ✓車載用燃料電池
 - ✓定置用燃料電池
 - ✔補機・タンク等関連システム
- 2. 水素サプライチェーン分野
- 3. 水電解技術分野・その他
- Ⅲ 効果的、効率的な技術開発に向けた取組

1. 燃料電池技術分野 車載用燃料電池

中蚁川燃州	电心
主な課題	技術開発事項
高効率化	(固体高分子形燃料電池 (PEFC) 主に車載用) ①低白金触媒、非白金触媒及びラジカル低減触媒の開発
高耐久化	
低コスト化	化
	③ ガス拡散層の低抵抗化、ガス拡散性及び排水性の向上
	④ セパレータの高耐久化、低抵抗化、高排水化及び 良プレス成形性
	⑤シール材のガス・冷媒透過抑制及び生産性向上
	⑥ 高温作動における性能を維持 する触媒、担体及び 電解質膜等の開発
	⑦ 極限環境下での性能及び耐久性 に関する技術開発
	(燃料電池共通技術) ⑧燃料電池構成部材の 連続製造プロセス の技術開発
	⑨定置用燃料電池を活用した エネルギーマネージメント <u>システム</u> の開発
	⑩性能及び耐久に関する <u>加速劣化試験プロトコル</u> 及び <u>劣化モデル</u> の確立
	主な課題 高効率化 高耐久化

1. 燃料電池技術分野 定置用燃料電池

現状および目標		主な課題	技術開発事項	
業務·産業用 2025年頃		高効率化	(固体酸化物形燃料電池(SOFC) 主に定置用)	
燃料電池の種	り システム価格	発電コスト	高耐久化	① 発電端効率 6 5 %超 (低位発熱量)のセルスタック 及びシステムの開発(プロトン導電性、モノジェネ化)
低圧向け (数kW〜数十kW)	級) 50万円/kW程	度 25円/kWh程度	同顺入化	
高圧向け (数十kW〜数百kW			低コスト化	②セルスタックの 耐久時間 (13万時間以上) の向上及び
・以上のシステム価格及び発電コスト目標 の達成を目指し、排熱利用も含めた早			起動時間 の短縮化	
期のグリッドパリティの実現を目指す。			③システムの <u>燃料利用</u> 率の向上	
スペック目標	現状	2025年頃		④バイオガスなど燃料多様化に対応可能なセルスタックの
発電効率	48~55%	55%超		開発
耐久性	9万時間(約10年)	13万時間(約15年)		
【将来】 ・発電効率65%超(送電端効率、 LHV)の実現				(燃料電池共通技術) ⑤燃料電池構成部材の 連続製造プロセス の技術開発 (再掲)
【参考】燃料電池システムの構成部材(単セル)				(13 16)/
— (負権) + (正権) 燃料 CO 空気				⑥定置用燃料電池を活用した エネルギーマネージメント システムの開発(再掲)
セパレーター H2O H2O H2O			⑦性能及び耐久に関する加速劣化試験プロトコル及び 劣化モデルの確立(再掲)	

1. 燃料電池技術分野 補機・タンク等関連システム

現状および目標		主な課題	技術開発事項	
【再掲】		高耐久化	① 移動体用水素タンク の炭素繊維の使用量低減及び	
スペック目標	現在	2030年頃		容器製造プロセス効率化等の技術開発
航続距離	650 km	800 km	低コスト化	
最大出力密度	3.0 kW/L	6.0 kW/L		②燃料電池システム関連の補機類も含めたシステム
耐久性	乗用車15年	乗用車15年以上 商用車15年以上	自動車以外の	最適化、低コスト化のための技術開発
貴金属使用量	_	0.1 g/kW	用途展開	
水素貯蔵システム (貯蔵量5 kg相当の場合)	5.7wt%	-	/ i) <u> </u>	③乗用車以外における燃料電池システムの 多用途活用 に
コスト・価格水準	現在	2030年頃		資する技術開発
車両価格(ミライ級)	700万円強	_		
FCシステム(内、スタック)	約2万円/kW	<0.4万円/kW (<0.2万円/kW)		
水素貯蔵システム (貯蔵量5 kg相当の場合)	約70万円	10~20万円		
【2025年】 ・FCVとHVの価格(300万円前後・SUVやミニバンなのFCVの投入【参考】移動体用水	→70万円 などのボリュー 〈素タンクの断	-ムゾーン向け		
出典:宇部興產	全株式会社			

Ⅱ 水素・燃料電池技術の重点分野と重点項目

- 1. 燃料電池技術分野
- 2. 水素サプライチェーン分野
 - ✓大規模水素製造
 - **✓**輸送·貯蔵技術
 - ✓水素発電
 - ✓水素ステーション
- 3. 水電解技術分野・その他
- Ⅲ 効果的、効率的な技術開発に向けた取組

2. 水素サプライチェーン分野 大規模水素製造/輸送・貯蔵技術/水素発電

IV水素安定燃焼技術

1 MW発電施設

V脱水素工程への排熱利用

大規模火力発電所 等

•混合技術

専焼技術

	現状および目標主な課題							
	項目	2018年度時点	目標					
	I 褐炭ガス化による 水素製造コスト	数百円/Nm³	12円/Nm³					
71/2	Ⅱ水素液化効率	13.6kWh/kg	6.0 kWh/kg	エ カルギ				
素サ	Ⅱトルエンロス率	1.4%	0.7%	エネルギー 効率の改善				
水素サプライチェー	Ⅲ地上用水素貯蔵 用タンク	540 m³@日本 (2,500 m³を製作 中)	5万m³	刈中の 仏白				
エーン	Ⅲ船上輸送用タンク	- (1,250 m³を製作 中)	4万m³	水素の				
	Ⅲ液化水素ローディ ングシステム	- (パイロット規模を 製作中)	高効率化·大容量 化	安定燃焼				
水素	IV水素専焼発電の 実現	-	低NOx燃焼器の 開発・燃焼振動対 策の実現					
水素発電	V脱水素工程にお プロセスの高効率 けるGTCC等の排 - 化・低コスト化を図 熱利用 る技術の開発							
【参	【参考】水素サプライチェーン、水素発電フロー図							
	水素サプライチェーン 水素発電							

I 水素製造

・ガス化技術

ガス精製技術

再エネ水素

褐炭

副生水素

随伴ガス

Ⅱ液化効率

キャリア 人

変換

Ⅲ輸送・移送・貯蔵技術

水素キャリア

液化水素

Ⅱ水素化、脱水素変換効率

水素へ変換

【大規模水素製造】

① <u>褐炭利用のガス化炉等設備</u>の高効率化、 低コスト化に向けた技術開発

【輸送·貯蔵技術】

- ②水素液化効率の向上
- ③ <u>ローディングに対応した</u>低温水素ガス用の<u>圧縮機</u>の 開発

技術開発事項

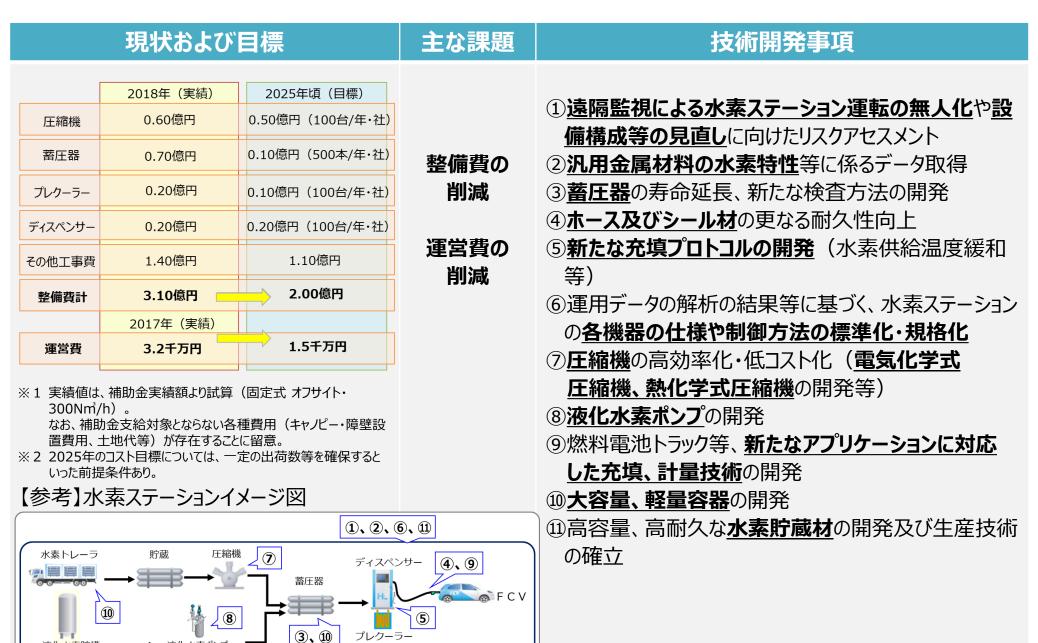
- ④<u>ローディングアーム</u>の大型化、低コスト化のための 技術開発
- ⑤水素発電に対応した液化水素昇圧ポンプの開発
- ⑥海上輸送用及び陸上貯留用<u>タンクの大型化に</u> 適した断熱システム等の開発
- ⑦<u>極低温域</u>で使用する材料開発及び評価技術の 開発(<u>金属材料及び樹脂材料</u>)
- ⑨排熱利用等による<u>脱水素化プロセス</u>の低コスト及び低炭素化
- ⑩MCH電解合成等の新規触媒開発によるシステムの低コスト化

【水素発電】

- ① 環境性(低NOx)と水素の燃焼特性への対応、 高効率発電を実現する燃焼器の開発
- ②発電設備等の排熱を利用したMCHやアンモニアなどの水素キャリアからの脱水素反応の高効率化、低コスト化 11

2. 水素サプライチェーン分野 水素ステーション

液化水素貯槽



12

Ⅱ 水素・燃料電池技術の重点分野と重点項目

- 1. 燃料電池技術分野
- 2. 水素サプライチェーン分野
- 3. 水電解技術分野・その他
 - ✓水電解技術
 - ✓産業利用等アプリケーション
 - ✓非連続な革新技術

皿 効果的、効率的な技術開発に向けた取組

3. 水電解技術分野・その他 水電解技術

_	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	327 F137 D		·		·- 0/3 324	rio
		現状およ	び目標			主な課題	技術開発事項
<pem形水電解装置(例)></pem形水電解装置(例)>					(アルカリ・固体高分子膜 (PEM) 形水電解装置)		
	項目	単位	2018年度末	2020年	2030年	高加州动	
\$	エネルギー消費量	kWh/Nm³	5.0 (カタログ値)	4.9	4.5	電解効率	① 電流密度の制御幅拡大 のための技術開発
	設備コスト	万円/Nm³/h (万円/kW)	125 (カタログ値) (25) (カタログ値)	57.5 (11.7)	29.0 (6.5)	向上	② エネルギー消費量 (kWh/Nm³)の低減
Ĺ	メンテナンスコスト	円/ (Nm³/h) /年	2020年 目標未達見込	11,400	5,900	1-3-1-	③電解枠の金属使用量の低減等による 設備コスト (円
7	劣化率	%/1000時間	2020年 目標未達見込	0.19	0.12	古名世	
Į.	電流密度	A/cm ²	1.0 - 2.0	2.2	2.5	高負荷	/kW)の低減
2	触媒貴金属量(PGM) 触媒貴金属量(白金)	mg/W mg/W	0.5 - 1.5 0.2 - 0.5	2.7 0.7	0.4 0.1	運転対応	④ メンテナンスコスト (円/(Nm³/h)/年)の低減
7	1.1-6.1	秒	1 – 2	2	1	たエームハンルい	
そ の 他	コールドスタート	秒	ホットスタートと同様 (1-2)	30	10		⑤ <u>劣化率</u> (%/1000時間)の低減
	設置面積	m2/MW	30 (カタログ値)	100	45	起動停止	⑥ 触媒での金属使用量 (mg/W)の低減
					対応	②負荷変動時の 電極等の構成機器の耐久性 向上	
	【参考】PEM形水	く電解システムの)概要			7.3 #0.	
						(アニオン交換膜(AEM)形水電解装置)	
						負荷変動	⑧電解質材料、触媒材料等の 劣化メカニズム解明と
				対応	耐久性向上		
	水素(高圧)					⑨セルスタックの 高効率化、高耐久化、低コスト化 等	
					低コスト化	(固体酸化物形電解セル(SOEC))	
						⑩セルスタックの 耐久性向上	
	水素(高圧)	<u> 15</u> 1/					①低コスト化のための セルスタック製造技術 の開発
		TEN					(水電解技術共通基盤)
	酸素,水				,水		(小电胜汉州共进基盟)
							⑫ 水電解反応解析 及び <u>性能評価等基盤技術</u> の開発
		X = T Y					⑬補機も含めた <u>一体的なシステム最適化のアルゴリズム</u>
	集電体(陰極)					開発	
	未电冲(法	個) PEM	集雷	体(陽極)			⑭ メタネーションプラント の高効率化、低コスト化及び
カソート・触媒アノート・触媒					は メットーンコノノ ノノト の同 刈率化、1以コストルルスの		

高耐久化

14

3. 水電解技術分野・その他 産業利用等アプリケーション/非連続な革新技術

主な課題 現状および目標 技術開発事項 【産業利用等アプリケーション】 【産業利用等アプリケーション】 ・産業分野において将来的にCOっフリー水 新たな技術 ① CO2Jリー水素による代替に関する経済性、CO2削減効果の評価 素を利用することを目指す。 の開発 ②**製鉄プロセス**における水素活用ポテンシャルの検討 (COURSE50プロジェクト、水素環元製鉄技術) 安全性の ③水素利活用のライフサイクルアセスメント(LCA)評価 評価 ④ **既設パイプライン網**への水素注入、利用のポテンシャル検討 【非連続な革新技術】 ⑤石油精製、石油化学等の**コンビナート地域におけるCO。フリー** ・2050年を見据えた中長期の水素社会の 水素の利用、融通の検討 実現のため、実現まで一定の時間を要す ⑥電化の困難な**高位熱の水素代替技術**の開発 るが、将来に向けて今から取組を進める必 ⑦水素を燃料として用いる**アプリケーションの拡大**に資する 要がある。 技術開発 【非連続众革新技術】 ⑧高効率な水電解、人工光合成、水素高純度化透過膜等の 【参考】人工光合成と化学品合成のイメー 新たな水素製造技術に係る研究 ⑨革新的**高効率水素液化機**の開発 ⑩長寿命液化水素保持材料の開発 (1)低コストかつ高効率で**革新的なエネルギーキャリア**やその 製造技術の開発 迎コンパクト、高効率、高信頼性、低コストな**革新的燃料電池**の 技術開発 ⑬COっフリー水素と二酸化炭素を利用した**革新的化学品合成**方法

の開発

15

- I 水素・燃料電池技術開発戦略の策定経緯 及び位置づけ
- Ⅱ水素・燃料電池技術の重点分野と重点項目
 - 1. 燃料電池技術分野
 - 2. 水素サプライチェーン分野
 - 3. 水電解技術分野・その他
- Ⅲ 効果的、効率的な技術開発に向けた取組

技術開発プロジェクト評価、ニーズとシーズのマッチング及び諸外国との連携

- 産官学の連携のもと技術の実用化に向けて成果を出していくためには、以下の取組が重要。
 - ・客観的で適切かつ厳格なプロジェクト評価
 - ・メーカーが製品化に向けた「ニーズ」情報を研究者・技術者に共有すると同時に、研究者・技 術者からも自らが持つ技術や知見の「シーズ」情報をメーカーに提示し、ニーズとシーズをマッ チング
 - ・日本の競争力を維持するために、本戦略で特定した3分野10項目に集中的にリソースを配分するとともに、世界の水素関連研究機関のネットワークを構築して国際共同研究を推進

技術開発プロジェクト評価

(参考)米国における技術評価の枠組(AMR) Hydrogen and EERE* DOE Energy **Fuel Cell Technology Programs Fuel Cells Programs··· H2 FUEL R&D Programs···** Contibuter Tech acceleration, **Programs···** H₂ infra **Program AMR** Director Manager Reviewer > 選出したPJに対して毎年レ 評価 ビューを公開で実施 ▶ レビュアーはアカデミア、国 レボート 研、企業から選出 フィードバック > レビュー結果をフィードバッ クレ、PJ推進 *Energy Efficiency and Renewable Energy

ニーズとシーズのマッチングの取組

FCV課題共有フォーラム

日 時:2019年1月22日

参加者:約360名

大学、研究機関、メーカー、業界等

内 容:・第一部 FCV用燃料電池の現状と課題

(トヨタ自動車、本田技術研究所)

・第二部 次世代のFCV用燃料電池開発に向けて

(FCCJ (燃料電池実用推進協議会))

【ニーズ情報を研究者・技術者に共有する取組のスケジュール】

- •9/26 第68回高分子討論会
- ・10/12-13 熱工学コンファレンス2019
- ・10/15-17 第9回CSJ化学フェスタ2019
- ·10/25 2019年度水素·燃料電池材料研究会講座



今後の対応

- 本戦略はNEDOにおける、水素・燃料電池関連の技術開発プロジェクトの企画、マネジメント、事 前評価、中間評価、事後評価等において活用していく。
- ロードマップのフォローアップや、技術開発プロジェクト評価の結果を踏まえ、本戦略は必要に応じて見直しを行っていく。

水素・燃料電池技術開発戦略のPDCAスキーム



【参考】令和2年度 経済産業省 概算要求

<水素·燃料電池関連>

令和2年度概算要求

令和元年度当初予算

800億円 ← 600億円

水素利用の飛躍的拡大

水素供給システム確立

燃料電池自動車の普及拡大

燃料電池自動車の普及促進に向けた水素ス テーション整備事業費補助金 130.0億円(100.0億円)

水素ステーション整備の補助は支援対象エリアを全国に拡大。新規需要創出等に係る活動費用の一部を補助。



クリーンエネルギー自動車導入事業費補助金 200.0億円の内数(160.0億円)





定置用燃料電池の普及拡大

燃料電池の利用拡大に向けたエネファーム等導入支援事業費補助金42.6億円(52.0億円)

エネファーム及び業務・産業用燃料電池の普及拡大を目指し、導入費用の一部を補助。



水素供給チェーンの構築

未利用エネルギーを活用した水素サプライチェーン構築実証事業 146.0億円(162.7億円)

海外の副生水素、褐炭等の未利用エネルギーから水素を製造し 有機ハイドライドや液化水素の形態で水素を輸送するとともに、 水素発電に係る実証を実施。

再エネ由来水素の製造に係る事業は実証段階に移行。福島県産再エネ由来水素の東京オ

リパラでの活用を目指す。

Chie





燃料電池等の研究開発

水素社会実現に向けた革新的燃料電池技術等 の活用のための研究開発事業 75.0億円 (新規)

燃料電池の高性能化、低コスト化に向け、触媒・ 電解質等に関する基盤技術開発や実用化技術 開発、発電効率65%超の燃料電池実現に向け た技術開発を実施。 超高圧水素技術等を活用した低コスト水素供給 インフラ構築に向けた研究開発事業 30.0 億円(29.9億円)

水素ステーション等の低コスト化に向けた技術開発、規制改革実施計画等に基づく規制、耐久性・メンテナンス性向上に資する技術開発等を実施。

水素の製造、輸送・貯蔵技術の開発

水素エネルギー製造・貯蔵・利用等に関する先進 的技術開発事業 18.0億円(14.0 億円)

低コストで大量の水素製造を実現するCO₂フリーな水素製造技術や、再生可能エネルギーを用いた水の電気分解による水素製造方法の高度化に向けた基盤技術など、CO₂フリー水素供給システム実現に貢献する技術開発を実施。

※その他、安全性に関する技術基準整備のための調査・検討予算(5.4億円の内数(5.8億円の内数))、水素還元等プロセス技術の開発事業(COURSE50)(4!0.6円の内数(40.0億円の内数))等を計上。