

水素・燃料電池戦略ロードマップ^o

(6月17, 18日 水素SC・水素発電・P-to-G分野)

(6月19日 水素ST分野)

(6月20, 21日 水素・燃料電池分野)

令和元年6月17～21日

資源エネルギー庁

省エネルギー・新エネルギー部

新エネルギーシステム課

水素・燃料電池戦略室

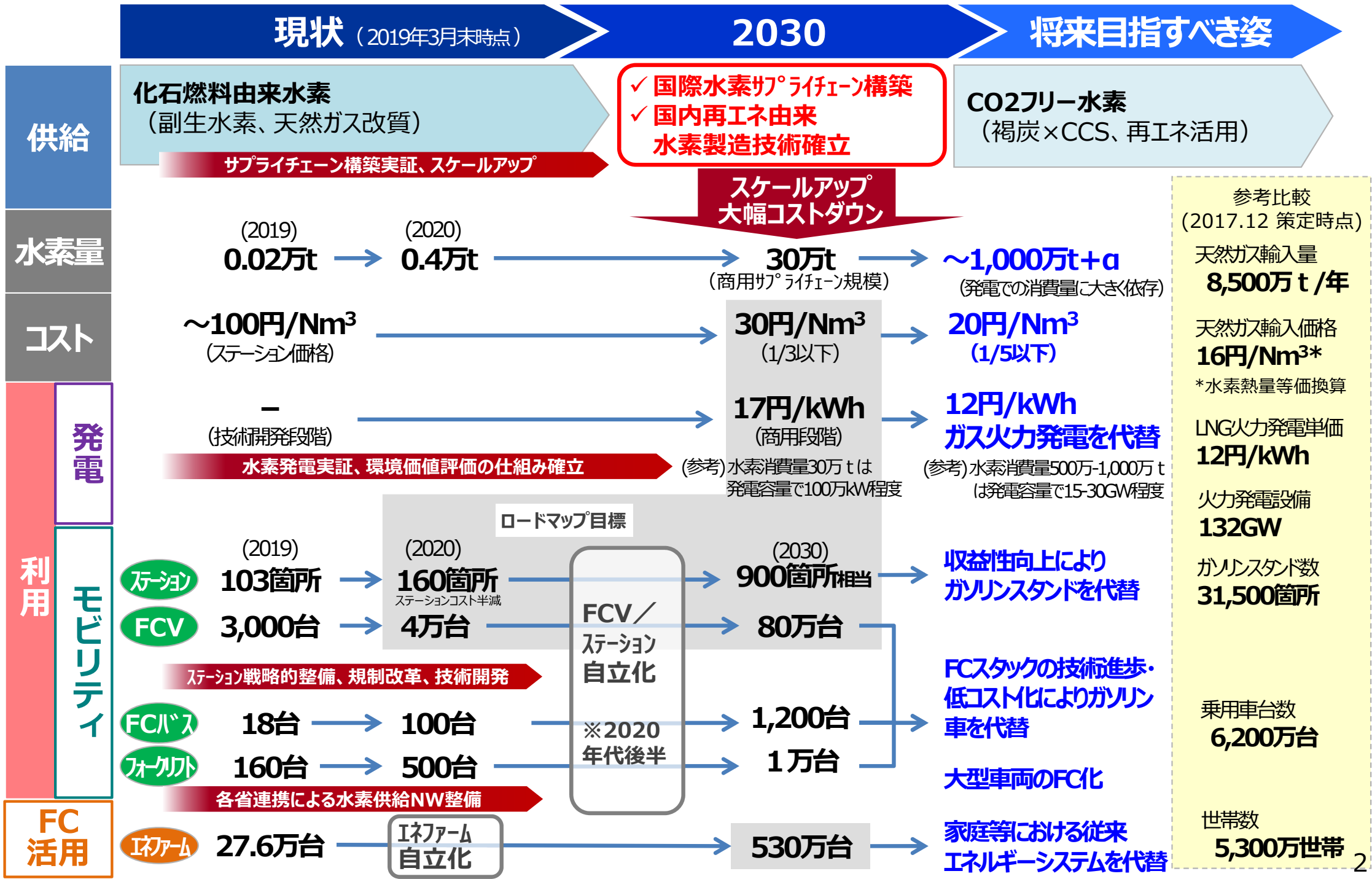
水素・燃料電池プロジェクト評価・課題共有ウィーク

日程：2019年6月17日（月）～6月21日（金）

場所：経済産業省 本館地下2階 講堂

| 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） |
|--|---|--|--|--|
| <p>Plenary 特別講演 IEA Hydrogen Report IEA 60 min. 米国・欧州における水素・燃料電池技術開発動向 NEDO 50 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.</p> | <p>水素発電およびPtG プロジェクト評価</p> <p>水素・燃料電池戦略RM METI 10 min. 技術開発RMと事業説明 NEDO 10 min.</p> <p>【水素発電】 バッテンフォール 三菱重工業 川崎重工業</p> <p>【PtG】 山梨県企業局 東芝エネルギーシステムズ 豊田通商 東北大学</p> | <p>水素ステーション プロジェクト評価</p> <p>水素・燃料電池戦略RM METI 10 min. 技術開発RMと事業説明 NEDO 10 min.</p> <p>JPEC HySUT 九州大学 JXTGエネルギー 加地テック</p> | <p>水素・燃料電池プロジェクトの課題提示と評価</p> <p>水素・燃料電池戦略RM METI 10 min. 技術開発RMと事業説明 NEDO 10 min.</p> <p>トヨタ自動車 本田技研工業 FC-Cubic 同志社大学 山梨大学 千葉大学 東北大学 上智大学 電気通信大学 物質・材料研究機構</p> | <p>水素・燃料電池プロジェクトの課題提示と評価</p> <p>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</p> |
| <p>水素サプライチェーン プロジェクト評価</p> <p>HySTRA AHEAD</p> | | | | <p>全体討議 講評</p> |
| <p>全体討議 講評</p> | <p>全体討議 講評</p> | <p>全体討議 講評</p> | <p>全体討議 講評</p> | <p>水素・燃料電池技術 開発戦略の策定に向けて</p> |

水素基本戦略のシナリオ（2017年12月閣議決定）



水素・燃料電池戦略ロードマップ～水素社会実現に向けた産学官のアクションプラン～ (全体)

(2019年3月策定)

- 基本戦略等で掲げた目標を確実に実現するため、
- ① **目指すべきターゲットを新たに設定(基盤技術のスペック・コスト内訳の目標)、達成に向けて必要な取組を規定**
- ② **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**

| | | 基本戦略での目標 | 目指すべきターゲットの設定 | ターゲット達成に向けた取組 |
|----|--------|-------------------------------------|---|---|
| 利用 | モビリティ | FCV 20万台@2025 80万台@2030 | 2025年 <ul style="list-style-type: none"> ● FCVとHVの価格差 (300万円→70万円) ● FCV主要システムのコスト (燃料電池 約2万円/kW→0.5万円/kW) 水素貯蔵 約70万円→30万円 | <ul style="list-style-type: none"> ● 徹底的な規制改革と技術開発 |
| | | ST 320カ所@2025 900カ所@2030 | 2025年 <ul style="list-style-type: none"> ● 整備・運営費 (整備費 3.5億円→2億円) 運営費 3.4千万円→1.5千万円 ● ST構成機器のコスト (圧縮機 0.9億円→0.5億円) 蓄圧器 0.5億円→0.1億円 | <ul style="list-style-type: none"> ● 全国的なSTネットワーク、土日営業の拡大 ● ガソリンスタンド/コンビニ併設STの拡大 |
| | | バス 1200台@2030 | 20年代前半 <ul style="list-style-type: none"> ● FCバス車両価格 (1億500万円→5250万円) ※トラック、船舶、鉄道分野での水素利用拡大に向け、指針策定や技術開発等を進める | <ul style="list-style-type: none"> ● バス対応STの拡大 |
| 供給 | 化石+CCS | 商用化@2030 | 2020年 <ul style="list-style-type: none"> ● 水素専焼発電での発電効率 (26%→27%) ※1MW級ガスタービン | <ul style="list-style-type: none"> ● 高効率な燃焼器等の開発 |
| | | グリッドパリティの早期実現 | 2025年 <ul style="list-style-type: none"> ● 業務・産業用燃料電池のグリッドパリティの実現 | <ul style="list-style-type: none"> ● セルスタックの技術開発 |
| 供給 | 再生水素 | 水素コスト 30円/Nm3@2030 20円/Nm3@将来 | 20年代前半 <ul style="list-style-type: none"> ● 製造：褐炭ガス化による製造コスト (数百円/Nm3→12円/Nm3) ● 貯蔵・輸送：液化水素タンクの規模 (数千m³→5万m³) 水素液化効率 (13.6kWh/kg→6kWh/kg) | <ul style="list-style-type: none"> ● 褐炭ガス化炉の大型化・高効率化 ● 液化水素タンクの断熱性向上・大型化 |
| | | 水電解システムコスト 5万円/kW@将来 | 2030年 <ul style="list-style-type: none"> ● 水電解装置のコスト (20万円/kW→5万円/kW) ● 水電解効率 (5kWh/Nm3→4.3kWh/Nm3) | <ul style="list-style-type: none"> ● 浪江実証成果を活かしたモデル地域実証 ● 水電解装置の高効率化・耐久性向上 ● 地域資源を活用した水素サプライチェーン構築 |

アクションプランのポイント① <水素利用 (モビリティ)>

赤字は新規目標等

‘25年～の本格普及期に向けたコスト大幅削減のため、量産技術の確立、徹底的な規制改革

目指すべきターゲット

ターゲット達成に向けた取組

水素利用 (モビリティ)

FCV

- 2025年20万台、2030年80万台
- 2025年頃にFCVをHV並の価格競争力へ価格差低減 (FCVとHVの価格差300万円→70万円)
- 2025年頃に主要な要素技術のコスト低減
〔燃料電池システム約2万円/kW→0.5万円/kW〕
〔水素貯蔵システム約70万円→30万円〕
- 2025年にボリュームゾーン向け車種展開

- 関係企業・研究機関等の間での協調領域の技術情報や課題の共有
- 貴金属の使用量低減等に向けた技術開発
- 水素貯蔵システムにおける炭素繊維の使用量低減等に向けた技術開発

水素ST

- 2025年320箇所、2030年900箇所相当
- 2020年代後半の自立化
- 2025年頃までの整備費・運営費の抜本的な削減 (整備費3.5億円→2.0億円、運営費3.4千万円/年→1.5千万円/年)
- 個別機器の2025年頃のコスト目標の設定
〔圧縮機0.9億円→0.5億円〕
〔蓄圧器0.5億円→0.1億円〕

- 徹底的な規制改革と技術開発の一体的な推進 (2020年初°までに無人化の実現、低コスト鋼材の使用等)
- 全国的な水素ステーションネットワーク構築の検討
- 営業時間・土日営業の拡大
- ガソリンスタンド/コンビニ併設ステーションの拡大

バス

- 2030年1,200台
- 普及地域の全国拡大
- 2020年代前半の車両価格の半減(1億500万円→5,250万円)
- 2030年頃までに自立化

- 燃費・耐久性向上に向けた技術開発
- 路線バス以外への車種展開
- バス対応ステーションの整備促進

フォークリフト

- 2030年1万台
- 海外市場への展開

- 燃料電池ユニット等の多用途展開
- 簡素で運用が容易な充填設備の整備促進

※上記の他に、トラック、船舶、鉄道分野での水素利用拡大に向け、指針策定や技術開発等を進める

アクションプランのポイント② <水素サプライチェーン>

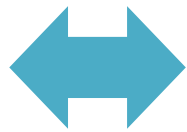
赤字は新規目標等

将来の水素大量消費社会に向けた技術の確立のため、研究開発・技術実証を加速化

目指すべき水素供給社会

- 2030年頃に30円/Nm³、将来的に20円/Nm³を目指す
- LNG価格の推移を考慮して従来エネルギーと遜色ない水準まで低減

(LNG価格10\$/MMBtuの熱量等価での水素コストは13.3円/Nm³ (環境価値含まない))



- 資源国等との政府間レベルでの関係構築による水素供給網の拡大
- 水素コスト低減に向け、製造、貯蔵、輸送まで一貫通貫の基盤技術の開発

目指すべきターゲット

- 2030年頃の水素供給コスト30円/Nm³の実現に向け、日豪褐炭水素プロジェクトの成果を踏まえ、2020年代前半に達成すべき基盤技術の目標を設定

<製造>

- ✓ 褐炭ガス化による水素製造コストの低減 (褐炭水素PJでの製造コスト数百円/Nm³→12円/Nm³)

<貯蔵・輸送>

- ✓ 水素液化効率の向上 (褐炭水素PJでの液化原単位13.6kWh/kg→6kWh/kg)
- ✓ 液化水素タンクの大型化 (褐炭水素PJでのタンク容量数千m³→5万m³)

<CCS>

- ✓ CO₂分離回収コスト低減 (日本でのコスト4,200円台/t-CO₂ →2,000円台/t-CO₂)

ターゲット達成に向けた取組

- 褐炭ガス化炉の大型化・高効率化に向けた技術開発
- 高効率な水素液化を可能とする革新的な液化機構造 (非接触軸受) の開発
- 高い断熱性を備えたLNG並の大型タンクが製造可能となる技術の開発
- 低コストなCO₂回収技術(物理吸収法等)の開発
- 福島浪江での実証成果を活かした、社会実装に向けたモデル地域実証の展開
- 水電解装置の高効率化、耐久性向上に向けた技術開発
- 地域資源を活用した水素サプライチェーン構築

化石燃料+CCS
水素サプライチェーン
再エネ水素

- 世界最高水準の再エネ水素製造技術の確立 (水電解装置コスト：20万円/kW→2030年5万円/kW) (エネルギー消費量：5kWh/Nm³→2030年4.3kWh/Nm³)

アクションプランのポイント③ <その他水素利用・グローバルな水素社会実現>

水素利用先の拡大のため、市場の開拓・深掘り／グローバルな水素社会実現のため、日本リードの国際連携

目指すべきターゲット

ターゲット達成に向けた取組

発電

- 2030年頃の水素発電の商用化に向けた技術の確立
- ✓ 既設火力発電での水素混焼発電の導入条件明確化
- ✓ 2020年までに水素専焼発電での発電効率向上 (26%→27%)
※1MW級ガスタービン

- 限界混焼率、事業性等に関するFS調査の実施
- 高効率な燃焼器等の開発

産業

- 将来的なCO2フリー水素の活用
- 経済合理性の見通しが得られたプロセスから順次CO2フリー水素の利用を検討

- 各産業プロセスにおけるCO2フリー水素の活用・供給ポテンシャル調査の実施
- カーボンリサイクル技術の実用化に向けた検討

水素利用

定置用燃料電池

エネファーム

- 2020年頃の自立化、2030年までに530万台
- 2020年頃までにPEFC型80万円、SOFC型100万円を実現
- 2030年頃までに投資回収年数を5年とする

- 既築・集合住宅などの市場の開拓
- 電気工事の簡素化に向けた規程整備の検討
- セルスタックの高効率化・高出力密度化等の技術開発
- セルスタック等の劣化原因の解消に向けた技術開発

業務・産業用燃料電池

- 2025年頃に排熱利用も含めたグリッドパリティの実現
〔低圧：機器50万円/kW、発電コスト25円/kWh〕
〔高圧：機器30万円/kW、発電コスト17円/kWh〕
- 発電効率、耐久性の向上
〔2025年頃に55%超→将来的には65%超〕
〔9万時間→2025年頃に13万時間〕

理解等

水素社会
実現・国民

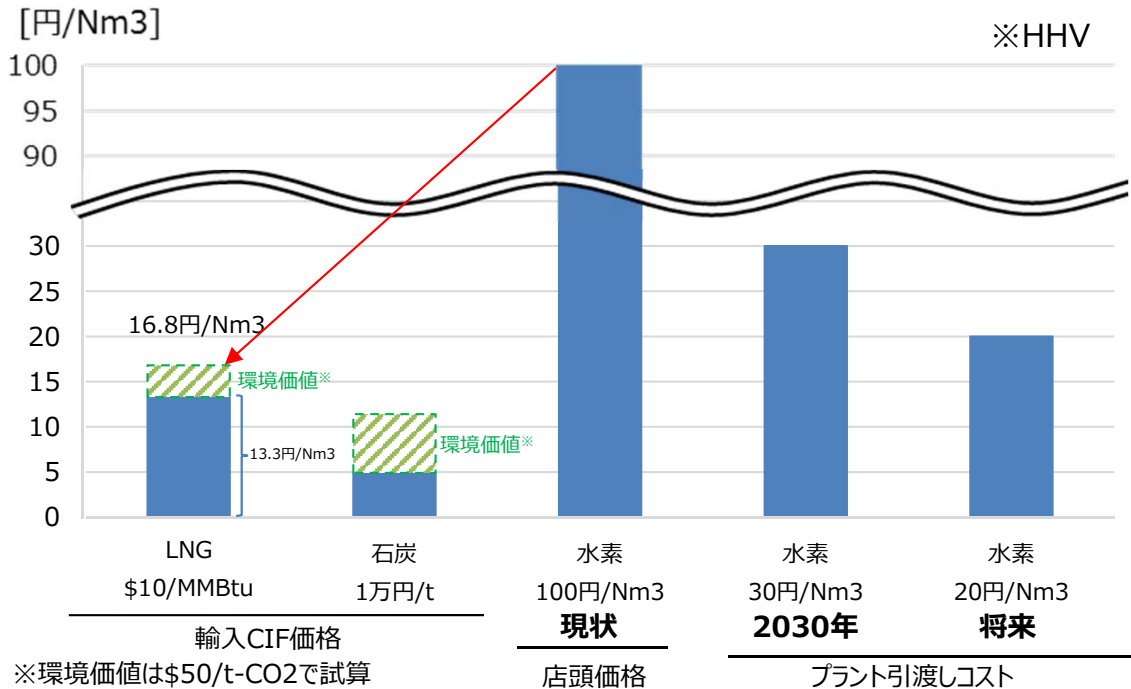
- 水素閣僚会議で発表した東京宣言の実現を図る
- ✓ 基準や規制の標準化やハーモナイゼーションの促進
- ✓ 国際的な共同研究開発の推進
- ✓ 水素利用のポテンシャル調査
- ✓ 水素受容性向上のための教育・広報活動の推進

- 米・独・仏等との規制の比較、事故情報の共有
- 日本のサプライチェーン実証の成果共有による資源国の巻き込み
- 2020年オリパラ、2025年大阪万博等のあらゆる機会を捉え、最先端水素技術を発信
- 革新的な技術開発の実施

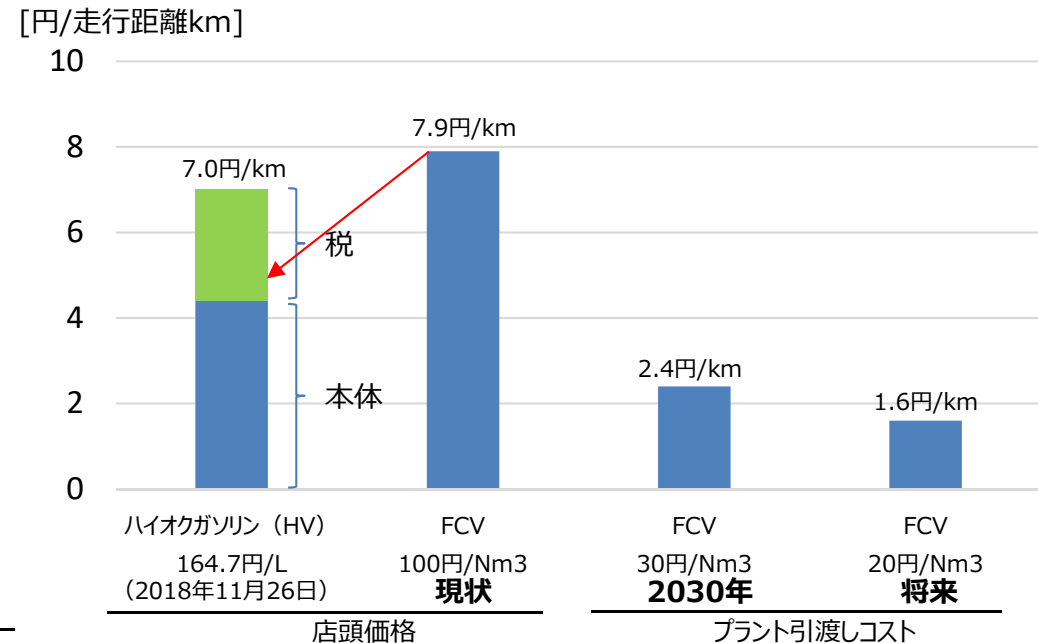
水素のコスト低減と要素技術開発に関する実現可能性の検討・評価

- 水素を再生可能エネルギーと並ぶ新たなエネルギーの選択肢とするには、環境価値を含め、水素の調達・供給コストを従来エネルギーと遜色のない水準まで低減させていくことが不可欠。
- 2025年頃に、将来の商用水素サプライチェーンの本格導入に向けて、日本向けLNG輸入価格を念頭に、水素サプライチェーンの環境価値を含めたコストを化石燃料並みまで低減させていく計画の実現可能性の検討及び評価を実施し、事業実施判断を行う。
- 水素コスト低減に向けた基盤技術開発を継続して実施し、水素サプライチェーンの構築に向けた研究開発・技術実証における要素技術の必要スペック及びコスト目標の達成を目指す。

既存エネルギーと水素コストの比較（発電用燃料・熱量等価）



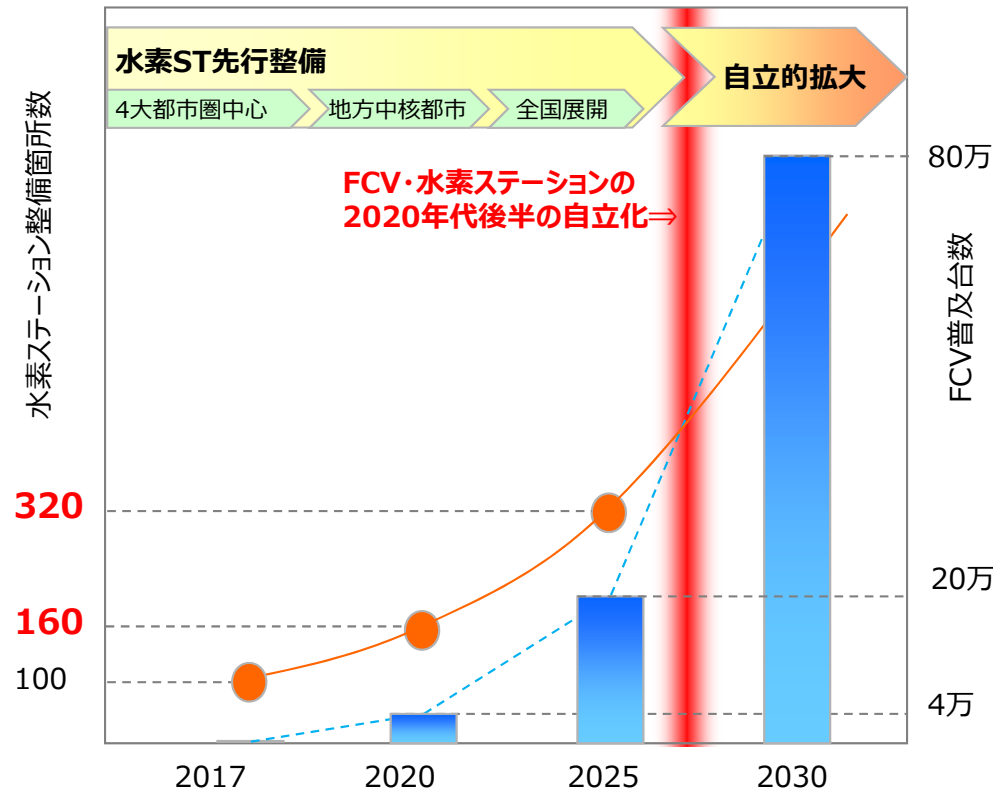
既存エネルギーと水素コストの比較（モビリティ・燃費等価）



水素ST及びFCVの普及目標、現在の実績

- モビリティにおける水素利用の中核はFCV・水素ステーションの普及。FCVは2020年までに4万台の普及を、水素ステーションは2020年度までに160箇所の整備を目指す。
- FCV・水素ステーションの2020年代後半の自立化に向けては、FCVの量産化 及び 安定収益の裏付けのあるステーション整備（自立的なビジネス展開）が必須。そのため、規制改革、技術開発、ステーションの戦略的整備を三位一体で推進。
- 燃料電池技術の横展開、及び水素ステーションインフラの有効活用（稼働率向上）の観点からは、他のアプリケーションへの展開を合わせて進めていくことが重要。

FCV・STの普及イメージ



FCV・STの普及実績

| 年度 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|---------|---------------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------------|
| FCV (台) | 102 (0.3%) ※3 | 596 (1.5%) | 1,799 (4.5%) | 2,459 (6.1%) | 3,056 ※1 (7.6%) |
| ST (箇所) | 16 (10.0%) | 76 (47.5%) | 90 (56.3%) | 98 (61.3%) | 113 ※2 (70.6%) |





※1 2019年3月末時点。

※2 2019年3月末時点（整備中含む）。





※3 2020年目標に対する達成率。



【参考】FCVの車両価格の現状

| FCV | | | | ハイブリッド車 |
|-----|---|--|---|---|
| | MIRAI (トヨタ) | CLARITY FUEL CELL (ホンダ) | | CROWN HYBRID (トヨタ) |
| 車種 | セダン | セダン | | セダン |
| 外観 |  |  | 価格差 300万円前後 |  |
| 価格 | 約730万円 | 約770万円 |  | 約500万円～ |

(参考) その他ハイブリッド車 (一例)

| | CROWN HYBRID (HV) (トヨタ) | INSIGHT (HV) (ホンダ) | NOAH (HV) (トヨタ) | VEZEL (HV) (ホンダ) |
|----|---|--|---|---|
| 車種 | セダン | セダン | ミニバン | SUV |
| 外観 |  |  |  |  |
| 価格 | 約500万円～ | 約330万円～ | 約305万円～ | 約250万円～ |

家庭用燃料電池（エネファーム）の普及・拡大

- 家庭用燃料電池（エネファーム）は、2009年に世界に先駆けて我が国で販売が開始。「エネルギー基本計画」、「水素・燃料電池戦略ロードマップ」において**2020年頃に自立化を実現した上で、2030年に530万台の普及を目指す**こととされている。
- これまでに、**約28万台が普及**しており、販売価格も、PEFCの場合、販売開始時の300万円超から、**100万円を切る水準まで低下**。一方で、目標の達成に向けては更なる取組が必要。

家庭用燃料電池の仕組み

- 都市ガスやLPガスから取り出した水素で発電を行い、その際に発生する熱も給湯等に有効活用。
- 燃焼反応ではなく電気化学反応により発電するため高エネルギー効率、省エネルギー性能を実現（発電効率40%、**総合エネルギー効率97%**）。



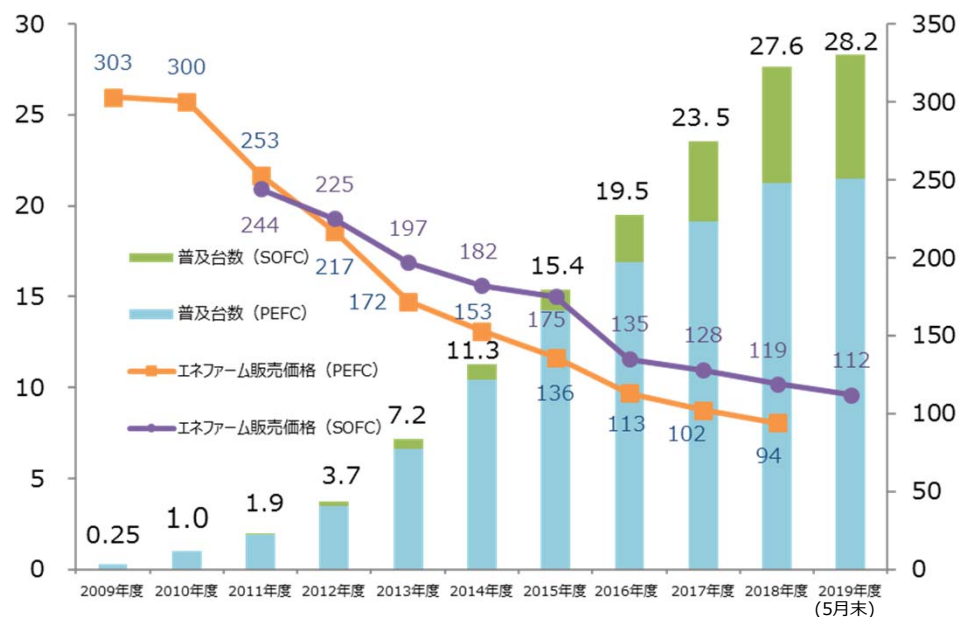
家庭用燃料電池（エネファーム）



1台当たり補助額の推移（PEFCの場合）

| 2009年度 | 2010年度 | 2011年度 | 2012年度 | 2013年度 | 2014年度 | 2016年度 | 2017年度 | 2018年度 | 2019年度 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 140万円 | 130万円 | 105万円 | 70万円 | 38万円 | 30万円 | 15万円 | 11万円 | 6万円 | 補助終了※ |

普及台数と販売価格の推移



※2019年度PEFCの価格については調査中

※一部市場では追加補助あり

平成31年度 水素・燃料電池関連予算

31年度当初予算 30年度補正予算 30年度予算

602億円【+28億円】 ←450億円

水素利用の飛躍的拡大

水素供給システム確立

定置用燃料電池の普及拡大

燃料電池自動車の普及拡大

水素供給チェーンの構築

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
52.0億円（76.5億円）

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
100.0億円（56.0億円）

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
162.7億円（89.3億円）

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。

水素ステーションの整備を支援するとともに、新規需要創出等に係る活動費用の一部を補助。

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。余剰再生可能エネルギーに係る系統対策や変動吸収のためのP2G実証等を実施。



クリーンエネルギー自動車導入事業費補助金
160.0億円の内数（130.0億円）



燃料電池等の研究開発

水素の製造、輸送・貯蔵技術の開発

次世代燃料電池の実用化に向けた低コスト化・耐久性向上等のための研究開発事業

超高压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

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

37.9億円（29.0億円）
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。

29.9億円（24.0億円）
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。

14.0億円（9.0億円）
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。



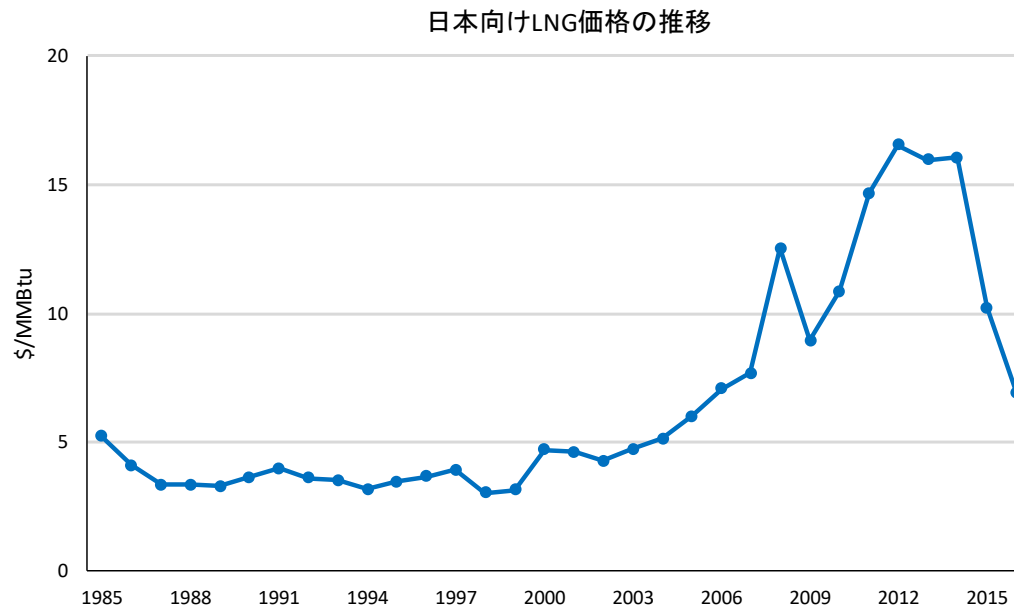
※その他、福島県における再生可能エネルギー由来水素製造実証のための発電設備の整備支援事業（補正27.7億円）、安全性に関する技術基準整備のための調査・検討予算（5.8億円の内数（6.0億円の内数））、水素還元等プロセス技術の開発事業（COURSE50）（40.0億円の内数（30.0億円の内数））を計上

2-1. 水素サプライチェーン

2-1. (1) 低コストな水素調達・供給の実現

<ロードマップ>

- 2030年頃に海外の未利用エネルギーに由来した水素の製造、輸送・貯蔵を行うサプライチェーンの本格導入を目指す。
- 水素コスト（プラント引渡しコスト）については、2030年頃に30円/Nm³程度、将来的に20円/Nm³程度まで水素コストを低減することを目標としつつ、LNG価格の推移を考慮して環境価値を含めて従来エネルギーと遜色のない水準まで低減させていくことを目指す。
例えば、LNG価格が10ドル/MMBtu（CIF価格）であれば、環境価値を考慮せずに熱量等価で水素価格に換算すると13.3円/Nm³となる。



【出典】一般社団法人エネルギー情報センターによる調査を基に資源エネルギー庁作成

<ロードマップ>

<P7>

- 2022年度頃を目途とした主要な要素技術の必要スペック目標等を以下の通り定める。

①水素製造

- 褐炭のガス化による水素製造のコスト¹について、ガス化炉の効率向上等により現状数百円/Nm³であるところ、12円/Nm³を目指す。

1. 褐炭ガス化による水素製造から水素精製までのコスト
(褐炭燃料費及びCO₂分離回収費用を含む)

②CCS

- 2020年頃のCCS技術の実用化を目指す。
- CCSコストの大半を占めるCO₂の分離回収コストの低減に向けた研究開発を実施し、2020年頃の技術確立、2,000円台/t-CO₂の回収コストの実現を目指す。

③貯蔵・輸送

- 地上用液化水素タンク容量について、現状数千m³であるところ、5万m³を製造可能な要素技術の開発を目指す。
- 水素液化原単位について、現状13.6kWh/kgであるところ、6.0kWh/kgを目指す。
- 2030年度以降の有機ハイドライドによる水素供給コストの更なる低減に向けて、現状トルエンのロス率1.4%であるところ半減を目指す
(トルエン消費量／水素チェーンのトルエン流量の百分率)。
- 液化水素の海上輸送に係る国際ルールを整備する。

④利用

- 付帯設備に関する研究開発を行い、水素の製造、貯蔵・輸送、利用まで一気通貫したサプライチェーン構築の実現を目指す。
- 水素発電における水素利用を見据えて、必要な技術開発を実施する（詳細は後掲）。

2-1. (2) 国際的な水素サプライチェーンの開発

<ロードマップ>

<P8>

- 水素サプライチェーンの構築に当たっては、欧州の取組を参考に水素の製造段階で天然ガス由来水素と比較してCO2排出量60%減を当面の2030年度までのベンチマークとし、将来的には資源採掘から消費までのCO2排出量実質ゼロを目指す。

<ロードマップ>

- 水電解装置システムコスト5万円/kWを目指すことに加え、アルカリ形水電解装置、固体高分子（PEM）形水電解装置 のそれぞれについて、以下の目標値^{※1}を実現することを目指す。

○アルカリ形水電解装置

| 項目 | | 単位 | <u>2020</u> | <u>2030</u> |
|------|-------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| システム | エネルギー消費量 | kWh/Nm ³ | <u>4.5</u> | <u>4.3</u> |
| | 設備コスト ^{※2} | 万円/Nm ³ /h (万円/kW) | <u>34.8</u> <u>(7.8)</u> | <u>22.3</u> <u>(5.2)</u> |
| | メンテナンスコスト ^{※3} | 円/ (Nm ³ /h) /年 | <u>7,200</u> | <u>4,500</u> |
| スタック | 劣化率 ^{※4} | %/1000時間 | <u>0.12</u> | <u>0.10</u> |
| | 電流密度 | A/cm ² | <u>0.7</u> | <u>0.8</u> |
| | 触媒でのコバルト使用量 | mg/W | <u>3.4</u> | <u>0.7</u> |

※1 目標値の前提は、6kVの交流電流と水道水を入力として、ISO14687-2に適合した水素（3MPa）を製造するシステムであり、条件が変更された場合は数値も変更されることに留意。

※2 一社当たりの製造ボリュームが100MWであり、10年間安定して動くシステムを前提。基礎工事等の準備ができていないサイトに設置する場合を想定し、変圧器や整流器も含んだコストである。なお、スタックの交換費用は含まない。

※3 10年間のメンテナンスコストの平均値。想定されるスタックの交換費用は含むが、電力料金は含まない。

※4 例えば、0.125%/1000hの場合は、年間8,000時間稼働として10年間で消費エネルギーが10%増加することを意味する。

2-1. (3) 国内再生可能エネルギー由来水素の利用拡大

6月18日

<P13>

<ロードマップ>

- 水電解装置システムコスト5万円/kWを目指すことに加え、アルカリ形水電解装置、固体高分子（PEM）形水電解装置 のそれぞれについて、以下の目標値※1を実現することを目指す。

○固体高分子（PEM）形水電解装置

| 項目 | | 単位 | 2020 | 2030 |
|------|----------------|----------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| システム | エネルギー消費量 | kWh/Nm ³ | <u>4.9</u> | <u>4.5</u> |
| | 設備コスト | 万円/Nm ³ /h (万円/kW) | <u>57.5</u> <u>(11.7)</u> | <u>29.0</u> <u>(6.5)</u> |
| | メンテナンスコスト | 円/ (Nm ³ /h) /年 | <u>11,400</u> | <u>5,900</u> |
| スタック | 劣化率 | %/1000時間 | <u>0.19</u> | <u>0.12</u> |
| | 電流密度 | A/cm ² | <u>2.2</u> | <u>2.5</u> |
| | 触媒貴金属量 (PGM※1) | mg/W | <u>2.7</u> | <u>0.4</u> |
| | 触媒貴金属量 (白金) | mg/W | <u>0.7</u> | <u>0.1</u> |
| その他 | ホットスタート※2 | 秒 | <u>2</u> | <u>1</u> |
| | コールドスタート※3 | 秒 | <u>30</u> | <u>10</u> |
| | 設置面積 | m ² /MW | <u>100</u> | <u>45</u> |

※1 PGM (Platinum Group Metals) : 白金族金属

※2 即時に起動できる準備状態から、公称出力に達するまでの時間。外気温15℃で測定。

※3 外気温-20℃で起動し、公称出力に達するまでの時間

2-2. 水素利活用

2-2. (1) 電力分野での利用

<P17>

<ロードマップ>

- 2030年頃の水素発電の商用化を目指して、技術の確立及び水素コストの低減に向けた取組を行っていく。
- 2020年頃に既設火力発電設備における水素混焼発電導入のために必要な条件を明確化する。
- 有機ハイドライドやアンモニアから脱水素反応により水素を取り出して水素発電を行う場合、排熱等の利用により脱水素反応を高効率化・低コスト化することが重要であることから、ガスタービンコンバインドサイクル（GTCC）で発生する熱の一部を脱水素反応に活用する。
- アンモニアの脱水素反応については、2020年度までにシステム構成条件を確立させる。
- 水素コージェネレーションシステムの技術の確立に向けては、水噴射を行わずNOxを抑制する技術を開発し、2020年度までに発電効率27%（1MW級、発電端効率、LHV）、NOx35ppm（O2-16%換算）を達成することを目指す。
- さらに、将来的には、水素の調達コスト低減の見通しを見極めた上で、水素専焼発電の実現に必要な要素技術の確立を目指す。
- 水素コスト（プラント引渡しコスト）の低減については、2030年頃に30円/Nm³程度、将来的に20円/Nm³程度まで水素コストを低減することを目標としつつ、LNG価格の推移を考慮して環境価値を含めて従来エネルギーと遜色のない水準まで低減させていくことを目指す。例えば、LNG価格が10ドル/MMBtu（CIF価格）であれば、環境価値を考慮せずに熱量等価で水素価格に換算すると13.3円/Nm³となる。【再掲】（水素コスト30円/Nm³、20円/Nm³、13.3円/Nm³は、発電単価換算ではそれぞれ、17円/kWh、12円/kWh、8.7円/kWh。）

2-2. 水素利活用

2-2. (2) モビリティ分野での利用 ②水素ステーション

<P23>

<ロードマップ>

- 水素ステーションについて、官民一体となって2020年度までに160箇所、2025年度までに320箇所を整備し、2020年代後半までに水素ステーション事業の自立化を目指す。
- 水素調達コストについて、2020年代後半には水素販売差益（粗利）で500円/kg程度を目指す。
- 水素ステーションの整備費・運営費について、2020年頃までに導入初期との比較で半減（整備費：2.3億円、運営費：2.3千万円）し、2025年頃までに導入初期との比較で大幅削減（整備費：2.0億円、運営費：1.5千万円）することを目指し、要素技術毎に下表のとおりコスト目標を定める。
- 標準化・規格化については、水素ステーションの各機器の仕様や制御方法を統一するため、2020年度までに各機器についての業界統一規格を策定することを目指す。

2-2. 水素利活用

2-2. (2) モビリティ分野での利用 ②水素ステーション

| | 導入初期 | 2016年 | 2025年頃 |
|-------------|---------------|---------------|--------------------------|
| 圧縮機 | 1.40億円 | 0.90億円 | <u>0.50億円 (100台/年・社)</u> |
| 蓄圧器 | 0.50億円 | 0.50億円 | <u>0.10億円 (500本/年・社)</u> |
| フルクーラー | 0.30億円 | 0.20億円 | <u>0.10億円 (100台/年・社)</u> |
| ディスプレイ | 0.60億円 | 0.20億円 | <u>0.20億円 (100台/年・社)</u> |
| その他工事費 | 1.80億円 | 1.70億円 | <u>1.10億円</u> |
| 整備費計 | 4.60億円 | 3.50億円 | <u>2.00億円</u> |
| 運営費 | 4~5千万円 | 3.4千万円 | <u>1.5千万円</u> |

※NEDOにおいて検討された技術開発ロードマップを参考に記載。

※導入初期の価格は2013年の補助金申請額の平均値であり、2016年の数値については2016年の補助実績額の平均値。

※前提としているステーションの仕様は、定置式オフサイトで供給能力が300Nm³のもの。

※補助対象外の経費は、含まれていない。

※構成機器のコスト目標については、規制見直し、安定した仕様のもとにおける主要構成機器の量産及び大量受注において適切な納期分散が為されている等の前提条件のもと設定されている。

※○台/年・社、○本/年・社とは、コスト目標達成のための前提条件であり、「1社が1年に○台、○本生産を行った場合」の意味。

2-2. 水素利活用

2-2. (2) モビリティ分野での利用 ①燃料電池自動車

<P21>

<ロードマップ>

- 燃料電池自動車について、2020年までに4万台程度、2025年までに20万台程度、2030年までに80万台程度の普及を目指す。
- 燃料電池自動車の車両価格については、2025年頃に同車格のハイブリッド車と同等の価格競争力を有する価格を目指す。具体的には、現在、燃料電池自動車とハイブリッド車の価格差は300万円前後となっているが、販売台数が増加しつつある電気自動車とハイブリッド車の価格差は70万円程度であることを踏まえ、2025年頃には官民で技術開発や普及促進策などに取り組むことにより、同車格の燃料電池自動車とハイブリッド車の実質的な価格差を70万円程度の水準にまで引き下げることを目指す。これに向けて、2020年頃と同車格の燃料電池自動車とハイブリッド車の価格差は180万円以下の水準とすることを目指す。
- 消費者の嗜好の多様性を踏まえ、2025年にSUVやミニバンなどのボリュームゾーン向けの燃料電池自動車の投入を目指し、車種展開を通じた販売拡大・コスト低減を図る。
- 燃料電池自動車の主要な要素技術である燃料電池システム及び水素貯蔵システムについて、技術開発の目標とするスペック及びコスト水準を以下の通りとする。

2-2. 水素利活用

2-2. (2) モビリティ分野での利用 ①燃料電池自動車

<P22>

| スペック目標 | 現在 | 2020年頃 | 2025年頃 | 2030年頃 |
|---------------------------|-----------|--|--|--|
| 航続距離 | 650km | ⇒ | ⇒ | <u>800km</u> |
| 最大出力密度 | 3.0kW/L | <u>4.0kW/L</u> | <u>5.0kW/L</u> | <u>6.0kW/L</u> |
| 耐久性 | 乗用車15年 | <u>乗用車15年以上</u> | <u>乗用車15年以上 商用車15年</u> | <u>乗用車15年以上 商用車15年以上</u> |
| 貴金属使用量 | — | — | — | <u>0.1g/kW</u> |
| 水素貯蔵システム (貯蔵量5kg相当の場合) | 5.7wt% | <u>6wt%</u> | — | — |
| コスト・価格水準 | 現在 | 2020年頃 | 2025年頃 | 2030年頃 |
| 車両価格 (ミライ級) | 700万円強 | — | <u>同車格のHV車同等の 価格競争力を有する車両価格</u> | — |
| FCシステム (内、スタック) | 約2万円/kW※1 | <u><0.8万円/kW (<0.5万円/kW)</u> | <u><0.5万円/kW (<0.3万円/kW)</u> | <u><0.4万円/kW (<0.2万円/kW)</u> |
| 水素貯蔵システム (貯蔵量5kg相当の場合) | 約70万円※1 | <u>30~50万円</u> | <u><30万円</u> | <u>10~20万円</u> |

※1：公表資料より資源エネルギー庁推計。

2-2. 水素利活用

2-2. (2) モビリティ分野での利用 ②その他のモビリティ

<P27>

<ロードマップ>

- 燃料電池バスについては、2020年度までに100台、2030年度までに1,200台の導入を目指す。現在は首都圏を中心に普及しているが、目標達成に向け、普及地域を全国に拡大させる。
- 燃料電池スタックや燃料電池自動車の性能向上にあわせて、燃料電池バスも車両価格低減を行っていく。2023～24年頃には車両価格を半額程度にまで低減させ、電動バス等の競合と比較して十分に競争力のあるゼロエミッション車とすることを目指し、2030年頃にはビジネスとして十分に自立可能な価格水準とすることを目指す。
- 燃料電池フォークリフトについては、2020年度までに500台程度、2030年度までに1万台程度の導入を目指す。既に普及が進んでいる北米市場などの海外市場への展開を目指す。
- 燃料電池トラックについては、国内メーカーは、小型トラックの実証事業を着実に実施するとともに、大型トラックについては、近距離（200km程度・高圧ガスタンク）、長距離（500km程度・液体水素タンク）それぞれの技術開発や課題の整理を進め、2020年度中に具体的なアクションプランを作成する。
- 水素燃料電池船については、船舶分野における水素利用拡大に向けた指針の策定等を2020年を目途に進める。

2-2. 水素利活用

6月20日

2-2. (4) 燃料電池技術活用 ①家庭用燃料電池（エネファーム）

<P31>

<ロードマップ>

- エネファームについて、2020年頃の市場自立化を実現した上で、2030年までに530万台の導入を目指す。
- 2020年頃までに、PEFC（固体高分子形燃料電池）型標準機については80万円、SOFC（固体酸化物形燃料電池）型標準機については100万円の価格を実現（投資回収年数を7～8年に短縮）した上で、その後の自立的普及を図る。それ以降もユーザーメリットの向上に資する取組を進め、2030年頃までに投資回収年数を5年に短縮することを目指す。

2-2. 水素利活用

2-2. (4) 燃料電池技術活用 ②業務・産業用燃料電池

<P36>

<ロードマップ>

- 業務・産業用燃料電池のシステム価格 及び発電コストについて以下の目標の達成を目指し、排熱利用も含めた早期のグリッドパリティの実現を目指す。

| 業務・産業用燃料電池の種別 | 2025年頃 | |
|------------------|----------------|----------------|
| | システム価格 | 発電コスト |
| 低圧向け（数kW～数十kW級） | <u>50万円/kW</u> | <u>25円/kWh</u> |
| 高圧向け（数十kW～数百kW級） | <u>30万円/kW</u> | <u>17円/kWh</u> |

- セルスタック等の技術開発を進め、2025年頃に55%超（送電端効率、LHV）の発電効率を目指す。また、現状9万時間程度の耐久性については、2025年頃までに13万時間を見通すことを目指す。さらに、その先の次世代の業務・産業用燃料電池として、発電効率65%超（送電端効率、LHV）の実現を目指す。

2-2. 水素利活用

2-2. (3) 産業プロセス・熱利用での水素活用の可能性

<P27>

<ロードマップ>

- 環境価値に係る今後の制度設計を踏まえつつ、産業分野において将来的にCO₂フリー水素を利用することを旨とする。
- 水素コスト（プラント引渡しコスト）については、2030年頃に30円/Nm³程度、将来的に20円/Nm³程度まで低減することを目標としつつも、産業プロセスごとにCO₂フリー水素が代替し得る既存の燃料・原料の種別（化石燃料や、CCSを伴わない化石資源由来の水素）及びそのコストは異なることから、経済合理性確保の見通しが得られたプロセスから順次CO₂フリー水素の利用を検討する。

<ロードマップ>

- 水素閣僚会議で示された東京宣言を実現するべく、国際的に連携しつつ、東京宣言に盛り込まれた以下の取組を行っていく。
 - －水素の供給コストや燃料電池自動車等の製品価格の低減に向けて、技術のコラボレーションを推進するとともに、基準や規制の標準化やハーモナイゼーションを促進する。
 - －水素利活用の増大に向け、水素ステーションや水素貯蔵の安全性の確保や、地域特性に応じたサプライチェーンの構築等、国際的に連携しつつ研究開発を推進する。
 - －水素利用のポテンシャル、経済効果及びCO₂削減効果に関する調査・評価を推進し、水素社会実現に向けた認識の醸成を図る。
 - －社会受容性向上のための教育や広報活動を推進し、水素ビジネスの拡大等につなげる。