

モビリティー/水素関係の技術動向

令和 2 年 8 月

事務局

I. エネルギー転換

低コストな水素サプライチェーンの構築

革新イノベーション戦略を基に図を追加

⑦ 製造：CO₂フリー水素製造コスト1/10の実現

【目標】

- ・ 2050年頃にCO₂を排出しない水素製造コストを10分の1以下（天然ガス価格並み）とするなど、既存のエネルギーと同等のコストの実現を目指す。世界全体におけるCO₂削減量は、水素製造、輸送・貯蔵及び利用・発電（FCEV及び定置用FCを含む）全体として計約60億トン。¹⁾

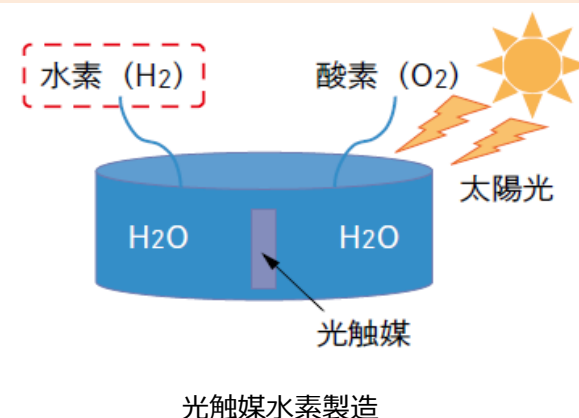
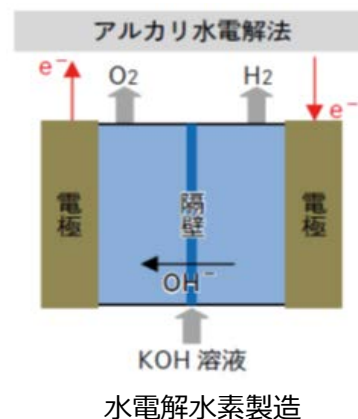
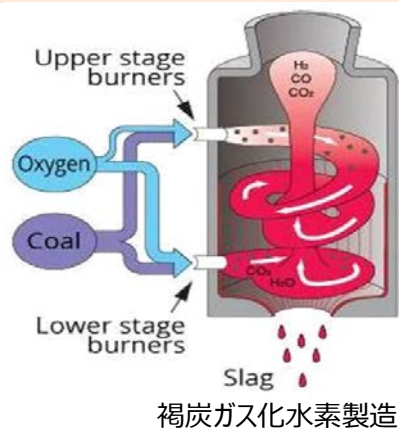
【技術開発】

- ・ 要素技術段階にあるメタンの直接分解によるCO₂を副生しない水素製造や、実用化技術開発段階にある天然ガス、褐炭等を改質する水素製造技術（CCS活用によりCO₂フリー化）のコスト（CO₂分離コスト等）削減、効率向上（省エネルギー化等）のための技術をナショナルプロジェクト等において開発し、2030年頃に商用規模のサプライチェーンを構築することを目指す。
- ・ 実用化技術開発段階にある再生可能エネルギーを利用した水電解システムの効率及び部材等の耐久性向上の技術をナショナルプロジェクト等において開発し、2032年頃の商用化を目指す。低コスト化や適用拡大が見込める要素技術についても、これら技術が競争し、利用シーンを想定した適材適所に配置される実装を念頭におき、ナショナルプロジェクトや先導研究などを活用して開発を進める。
- ・ 地域における低炭素水素サプライチェーン全体の低コスト化と適用拡大を見据え、水素の製造、貯蔵・運搬、利活用まで一貫した地域実証を行う。

【実施体制】

- ・ 実プロセスを想定した部材特性の改良や製造プロセス全体でのコスト低減等を行うため、大学、部材メーカー、プラントメーカー、システム運用企業等が実用化技術開発段階から連携した体制を構築する。

1) Hydrogen scaling up (Hydrogen Council, November 2017) 運輸部門、産業部門、発電部門等での水素利用による削減量。



出典：資源エネルギー庁ホームページ
「石炭が水素を生む！？「褐炭水素プロジェクト」」

出典：NEDO水素エネルギー白書

出典：資源エネルギー庁 燃料電池推進室「水素の製造、輸送・貯蔵について」第5回水素・燃料電池戦略協議会ワーキンググループ（2014年4月14日）【参考資料 [3]】

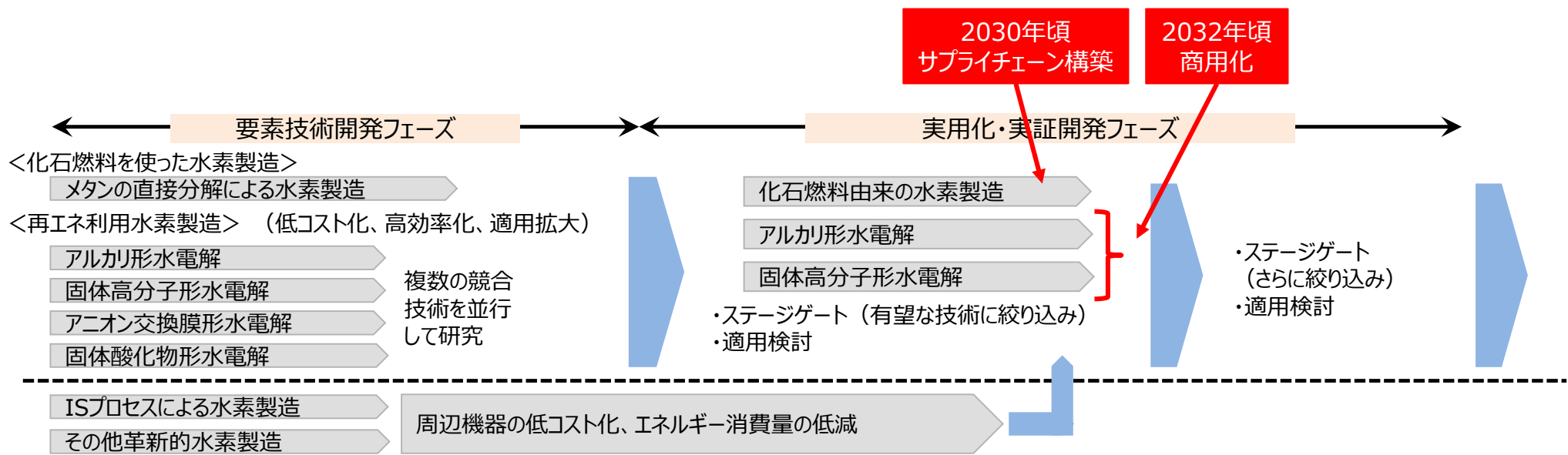
⑦製造：CO₂フリー水素製造コスト1/10の実現

研究の進め方に関するポイント

- 海外における水素供給源の賦存量や日本への輸送可能性について、調査分析を実施する。
- 水素コストを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指し、化石燃料改質の低コスト化、高効率化や水電解の高効率化といった基盤技術開発を継続し、要素技術の確立を図る。

成果普及、産業化に向けたポイント

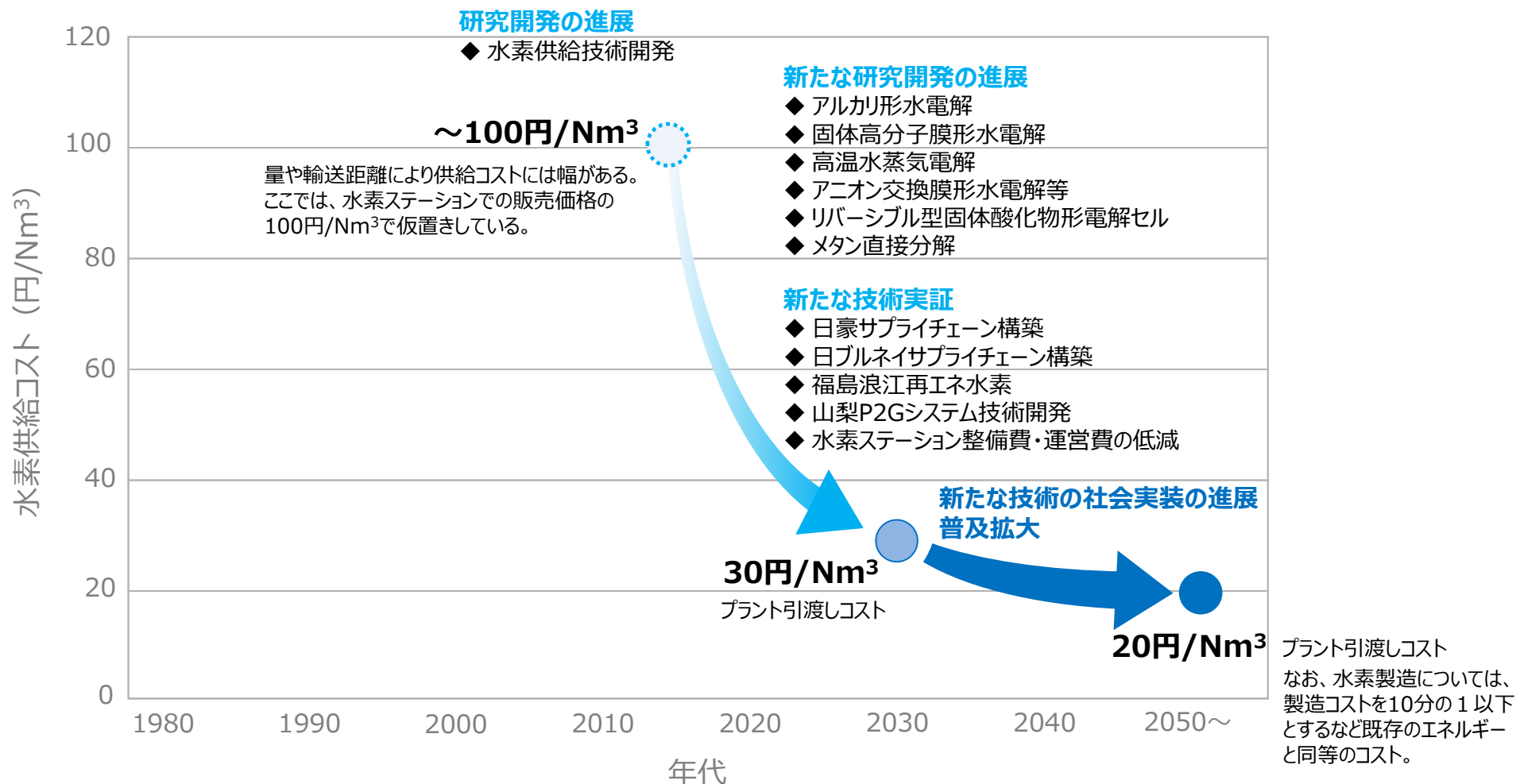
- 安価な海外エネルギー資源の確保に向けて、民間ベースの取組に加えて**政府間レベルでの権益確保や資源獲得に向けた関係構築**を図る。
- P2Gの利用サイドとなるガス管注入やメタネーションなどの**熱利用、産業プロセスにおけるCO₂フリー水素の活用と行ったセクター横断的な取組**が重要。
- 水素社会の基礎となるインフラの構築に向けては、**民間投資を拡大させる施策も含めた中長期的な政策支援が不可欠**。



(参考4) イノベーションによるコスト削減 水素供給の例

革新イノベ戦略より抜粋

これまで長期的な研究開発投資等により、水素のコストは着実に低下。過去の経験と、現在見つかった革新的な技術を勘案し、2050年までに水素のコストを既存エネルギー同等とすることを旨とする。^{1、2)}



1) 順調な社会実装によりスケールメリットが出てくることや、再エネ価格の大幅な低下・需給バランス市場の創出が前提。

2) 競合技術のコスト変動に留意する必要がある。

⑦製造：CO₂フリー水素製造コスト1/10の実現

関連する予算事業例
○ナショナルプロジェクト

事業名	期間	規模	実施者
(NEDO) 水素社会構築技術開発事業/ 大規模水素エネルギー利用技術開発/ 未利用エネルギー由来水素サプライチェーン構築	2014年度 ～2020年度	141.2億円 (2020年度、補助)	次世代水素エネルギーチェーン技術研究組合、大林組、川崎重工業、MHPS、三菱重工、東芝エネルギーシステムズ
(環境省) 地域連携・低炭素水素技術実証/ 既存の再エネを活用した水素供給低コスト化に向けたモデル構築・実証事業	2017年度 ～2022年度	35.8億円 (2020年度、委託)	トヨタ自動車、神奈川県、横浜市、川崎市、エア・ウォーター、鹿島建設、日鉄P&E、日本エアプロダクツ、北海道、鹿追町、帯広市、トクヤマ、東ソー、山口県、周南市、下関市、昭和電工、東芝エネルギーシステムズ、岩谷産業、釧路市、白糠町、日立製作所、丸紅、みやぎ生活協同組合、富谷市、NTTデータ経営研究所、大日機械工業、能代市、大成建設、室蘭市、九州大学、室蘭工業大学、日本製鋼所、巴商会、北弘電社
(JST) 未来社会創造事業（大規模型）・未来社会に必要な革新的水素液化技術	2018年度 ～2027年度	77.3億円の内数 (2020年度、委託)	(国研) 物質・材料研究機構、金沢大学、大島商船高専、京都大学、前川製作所、日本イットリウム、住友重機械工業、岩谷産業 他

○先導研究等

(NEDO) 水素利用等先導研究開発事業	水電解水素製造技術高度化のための基盤技術研究開発	横浜国立大学、(国研) 理化学研究所、東京工業大学、(国研) 産業技術総合研究所
産総研ゼロエミッション国際共同研究センター（GZR）	水素製造・貯蔵基礎研究チーム	チーム長：高木 英行
ゼロエミクリエイターズ500	(公募中)	

I. エネルギー転換

低コストな水素サプライチェーンの構築

革新イノベ戦略を基に図を追加

⑧ 輸送・貯蔵：圧縮水素、液化水素、有機ハイドライド、アンモニア、水素吸蔵合金等の輸送・貯蔵技術の開発

【目標】

- 2050年に向けて、水素コスト（プラント引渡しコスト）を20円/Nm³程度まで低減することを目指す。世界全体におけるCO₂削減量は、水素製造、輸送・貯蔵及び利用・発電（FCEV及び定置用FCを含む）全体として計約60億トン。¹⁾

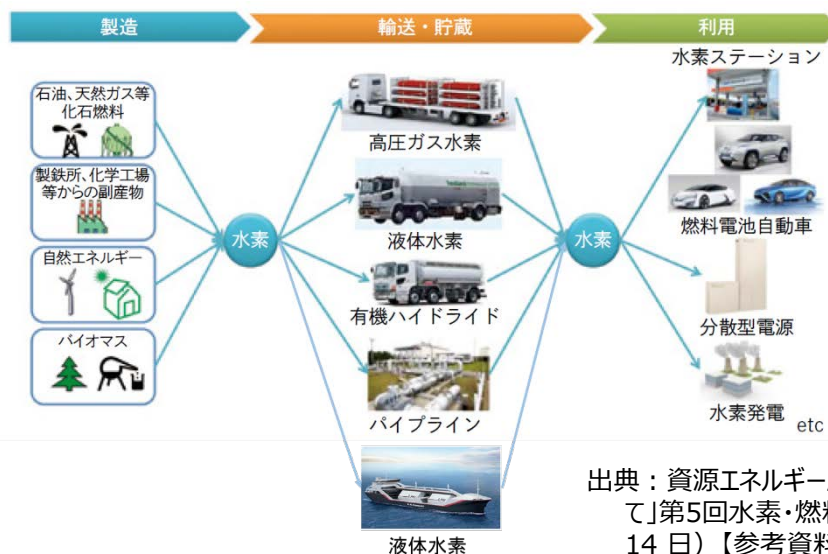
【技術開発】

- モビリティ、水素発電、産業利用等を想定した水素輸送・貯蔵（圧縮水素、液化水素、有機ハイドライド、アンモニア、水素吸蔵合金等）の技術開発を行う。要素技術開発段階にある輸送・貯蔵の高効率化のための新たな技術については、ステージゲートによる競争的環境でナショナルプロジェクトや先端研究などを活用して技術開発を実施する。圧縮水素、液化水素、有機ハイドライド、アンモニア、水素吸蔵合金は実用化技術開発段階にあり、これらの技術が競争又は利用シーンを想定した適材適所に配置されるための輸送・貯蔵システムに関して、ナショナルプロジェクト等の下に開発を進め、2030年頃に商用規模のサプライチェーンを構築することを目指す。

（実施体制）

- 要素技術開発については、大学や公的研究機関、企業が連携し、実用化・実証開発については、商用化を念頭にエンジニアリング会社に加え、商社や物流に関わる企業も連携した体制で実施する。

1) P.2再掲



出典：資源エネルギー庁 燃料電池推進室「水素の製造、輸送・貯蔵について」第5回水素・燃料電池戦略協議会ワーキンググループ（2014 年4 月 14 日）【参考資料 [3]】及び川崎重工業（船）より作成

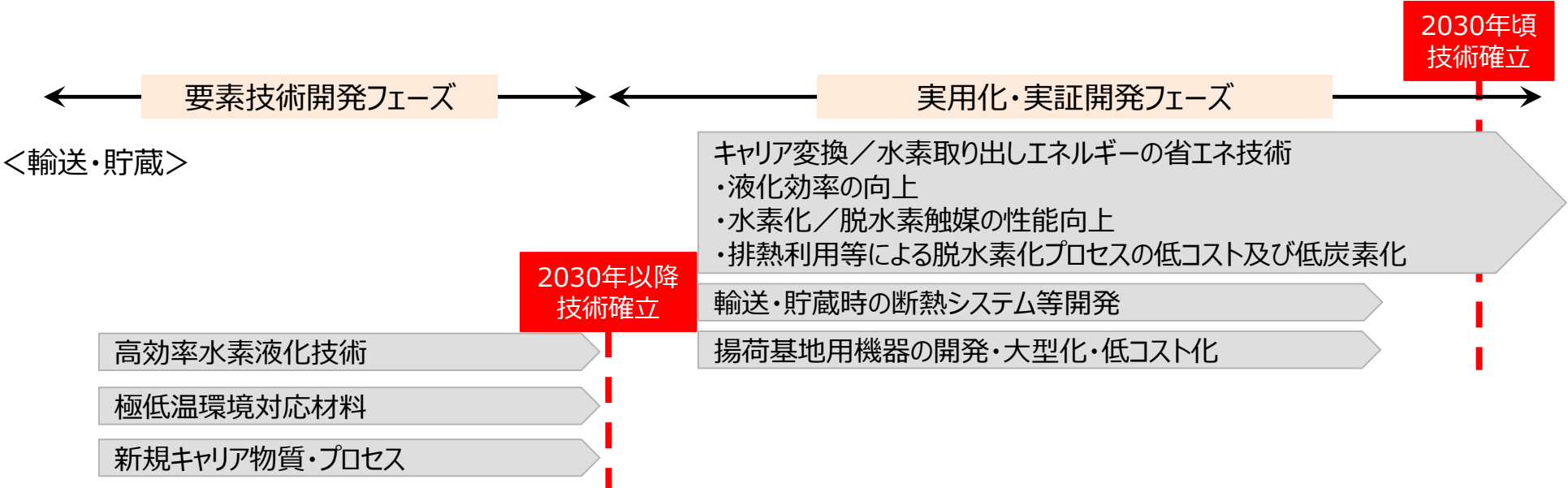
⑧輸送・貯蔵：圧縮水素、液化水素、有機ハイドライド、アンモニア、水素吸蔵合金等の輸送・貯蔵技術の開発

研究の進め方に関するポイント

- 2030年頃に商用規模のサプライチェーンを構築し、年間30万トン程度の水素を調達するとともに、30円/Nm³程度の水素コストを実現する。
- 液化水素を活用したサプライチェーン構築に向けては、液体水素タンクやローディングアームなどの水素受け入れ設備や水素液化機、気化器、昇圧ポンプなどの設備の大容量化、高効率化が課題。
- 他の設備の排熱を有機ハイドライドやアンモニアといったエネルギーキャリアから水素を取り出すためのエネルギーとして利用するなどのプロセスの高効率化・低コスト化の技術開発も重要。
- 2030年の目標を達成するための技術開発とは別軸で要素技術開発を進めていくことが、20円/Nm³達成のためには必要。

成果普及、産業化に向けたポイント

- 供給面で国際水素チェーンを拡大するとともに、利用面において産業分野等での利用を進めることで、更なるコスト低減を図る。
- 安価な海外エネルギー資源の確保に向けて、民間ベースの取組に加え政府間レベルでの権益確保や資源獲得に向けた関係構築を図る。（再掲）
- 水素社会の基礎となるインフラの構築に向けては、民間投資を拡大させる施策も含めた中長期的な政策支援が不可欠。（再掲）



⑧輸送・貯蔵：圧縮水素、液化水素、有機ハイドライド、アンモニア、水素吸蔵合金等の輸送・貯蔵技術の開発

関連する予算事業例

○ナショナルプロジェクト

事業名	期間	規模	実施者
(NEDO) 水素社会構築技術開発事業/ 大規模水素エネルギー利用技術開発/ 未利用エネルギー由来水素サプライチェーン構築	2014年度 ～2020年度	141.2億円 (2020年度、補助)	次世代水素エネルギーチェーン技術研究組合、大林組、川崎重工業、MHPS、三菱重工、東芝エネルギーシステムズ
(JST) 未来社会創造事業（大規模型）・未来社会に必要な革新的水素液化技術（再掲）	2018年度 ～2027年度	77.3億円の内数 (2020年度、委託)	（国研）物質・材料研究機構、金沢大学、大島商船高専、京都大学、前川製作所、日本イットリウム、住友重機械工業、岩谷産業 他
(環境省) 地域連携・低炭素水素技術実証等	2017年度 ～2022年度	35.8億円 (2020年度、委託)	トヨタ自動車、エア・ウォーター、鹿島建設、日鉄P&E、日本エアプロダクツ、大成建設、室蘭市、九州大学、室蘭工業大学、日本製鋼所、巴商会、北弘電社、日立製作所、みやぎ生協、那須電機鉄工

○先導研究等

産総研ゼロエミッション国際共同研究センター（GZR）	エネルギーキャリア基礎研究チーム	チーム長：姫田 雄一郎
産総研ゼロエミッション国際共同研究センター（GZR）	水素製造・貯蔵基礎研究チーム	チーム長：高木 英行
産総研 福島再生可能エネルギー研究所（FREA）	水素キャリアチーム	チーム長：辻村 拓
ゼロエミクリエイターズ500	（公募中）	

I. エネルギー転換

低コストな水素サプライチェーンの構築

革新イノベ戦略を基に図を追加

⑨ 利用・発電：低コスト水素ステーションの確立や、低NOx水素発電の技術開発

【目標】

- 水素ステーションについては、整備費・運営費の低減を図り、**2020年代後半までに事業の自立化**を目指す。また、長期ゴールとして、**2050年頃までに燃料電池モビリティの基礎的なエネルギーインフラ網の構築**を目指す。
- 水素発電については、2030年頃の商用化**実現を目指し、技術の確立及び水素コストの低減に向けた取組を行う。**世界全体におけるCO₂削減量は全体として計約60億トン。**¹⁾

1) P.2再掲

【技術開発】

- 水素ステーションの整備費・運営費の低減に向けては、**規制の見直し**とともに、要素技術開発を着実に実施する。
- 水素発電では、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**に必要な技術開発（**低NOx燃焼器の開発、燃焼振動対策、冷却技術の開発等**）を行う。また、システム全体としての実用化を進めるため、**水素供給機器の大型化**に向けた課題を抽出し、それらの解決に向けた要素技術開発を進める。

【実施体制】

- 水素ステーションについては、**ステーション運営企業や機器メーカー等と**、水素発電については、**タービンメーカーや電力会社等とともに、大学や研究機関が連携した体制**で実施する。



水素ステーション

出典：水素供給・利用技術研究組合ホームページ
「羽田水素ステーション」



水素燃焼ガスタービン発電プラント

出典：NEDOホームページ、ニュースリリース
「世界初、市街地で水素100%による熱電供給を達成」

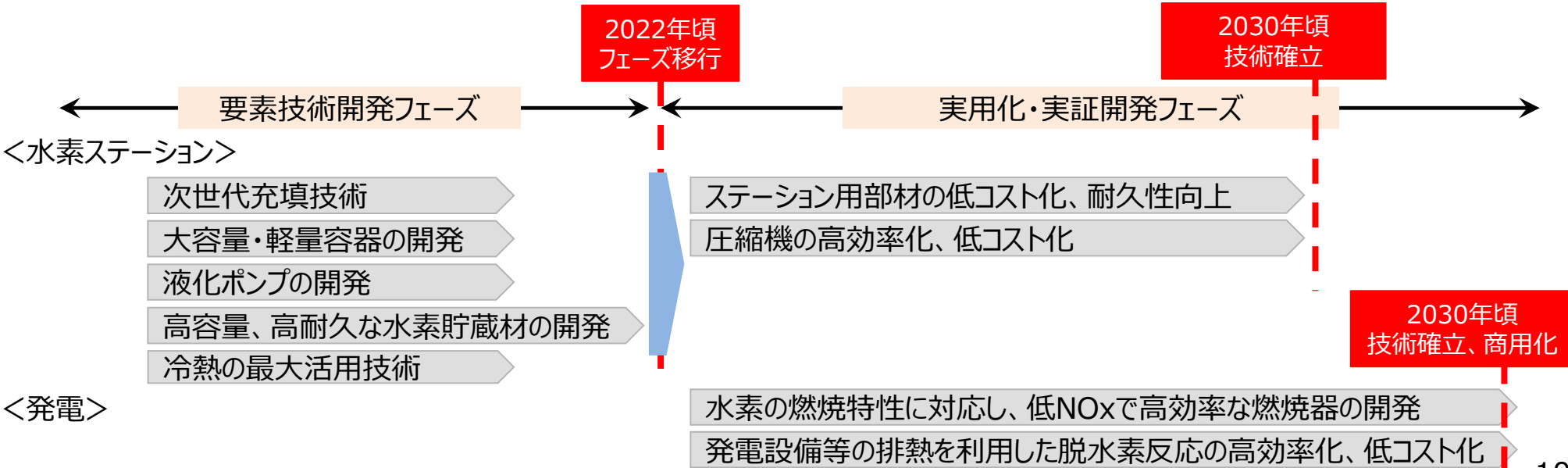
⑨利用・発電：低コスト水素ステーションの確立や、低NOx水素発電の技術開発

研究の進め方に関するポイント

- 水素ステーションについては、整備費・運営費の低減に向けて、シール材・ホースの耐久性向上、次世代充填技術の開発を目指すほか、電気化学式圧縮機などについても開発を実施していく。
- 発電設備の排熱を有機ハイドライドやアンモニアといったエネルギーキャリアから水素を取り出すためのエネルギーとして利用するなどのプロセスの高効率化・低コスト化の技術開発も重要。(再掲)
- 水噴射を行わずに窒素化合物（NOx）を抑制する技術開発、水素専焼発電の実現に必要な低NOx燃焼器の開発、燃焼振動対策、冷却技術の開発なども重要。

成果普及、産業化に向けたポイント

- 水素ステーションのコスト目標達成に向けては、高圧ガス保安法などの我が国独自の規制見直しを進める必要がある。
- 水素発電については、2030年頃の商用化を目指して水素混焼、専焼燃焼器における高効率燃焼、低NOx化技術の確立を目指す。
- 水素社会の基礎となるインフラの構築に向けては、民間投資を拡大させる施策も含めた中長期的な政策支援が不可欠。(再掲)



⑨利用・発電：低コスト水素ステーションの確立や、低NOx水素発電の技術開発

関連する予算事業例

○ナショナルプロジェクト

事業名	期間	規模	実施者
(NEDO) 超高圧水素インフラ本格普及技術研究開発事業/ 水素ステーションのコスト低減等に関連する技術開発	2018年度 ～2022年度	30.0億円 (2020年度、補助)	(一社) 水素供給利用技術協会、JFEスチール、(一財) 石油エネルギー技術センター、九州大学、JXTGエネルギー、JXリサーチ、日鉄総研、加地テック 他

○先導研究等

(NEDO) 水素利用等先導研究開発事業	従来技術を凌駕する超高効率発電共通基盤研究開発	(公募中)
産総研ゼロエミッション国際共同研究センター (GZR)	水素製造・貯蔵基礎研究チーム	チーム長：高木 英行
ゼロエミクリエイターズ500	(公募中)	

多様なアプローチによるグリーンモビリティの確立

革新イノベーション戦略を基に編集

⑬ 自動車、航空機等の電動化の拡大（高性能蓄電池等）と環境性能の大幅向上

【目標】

＜自動車＞ 長期ゴールとして、2050年までに、世界で供給する日本車について、世界最高水準の環境性能を実現することを目指す。具体的には、日本車1台あたりのGHG排出量を2010年比で8割程度削減する。また、自動車の使い方のイノベーション（自動走行、コネクティッド等）も追求しつつ、世界全体におけるエネルギー供給のゼロエミッション化努力とも連動し、究極的なゴールとしての“Well-to-Wheel Zero Emission”チャレンジに貢献する。あわせて、コネクティッド技術によるエコドライブを支援するシステムの普及、デジタル技術や事業者間連携などの取組も含め、交通流対策と運輸業界の生産性向上を好循環させ、更なるGHG排出抑制を図る。世界全体におけるCO₂削減量は、電動化や燃料の脱炭素化などの合計で約60億トン。¹⁾

＜航空機＞ IATA²⁾ で定められた、航空機産業分野における2050年時点でCO₂を2005年比で50%削減する目標の達成に必要な、次世代電動航空機の実現ならびに当該航空機に必要な技術の確立を目指す。世界全体のCO₂削減量は、電動化や燃料の脱炭素化などの合計で約20億トン。³⁾

【技術開発】

＜自動車＞ 電動車（BEV、PHEV、HEV、FCEV）の実現に向け、高性能蓄電池、モーター、インバーター（次世代パワー半導体等）、燃料電池、部材軽量化等の様々な要素技術の開発、実用化段階にある技術の実証を進める。

＜航空機＞ 次世代電動航空機に求められる軽量・高エネルギー・高出力・高安全性を満たすコア技術（モーター、蓄電池、パワエレ、装備品等）の開発、実証を進める。また、燃費向上に資する機体やエンジンの材料軽量化等の開発を進める。

【実施体制】

- 要素技術段階にある技術については、引き続き、基礎基盤研究を進めつつ、今後は大学等の知識、ベンチャー等の知識を取り込みながら、国内外の研究機関との連携体制を構築する。
- さらに、蓄電池の研究開発について、電池特性に係る基礎的課題の解明のための拠点を設置し、次世代モビリティ用途も含め、電池設計から、電極や電解質等の材料開発、電池作製・評価解析までを一気通貫で行う体制を整備する。

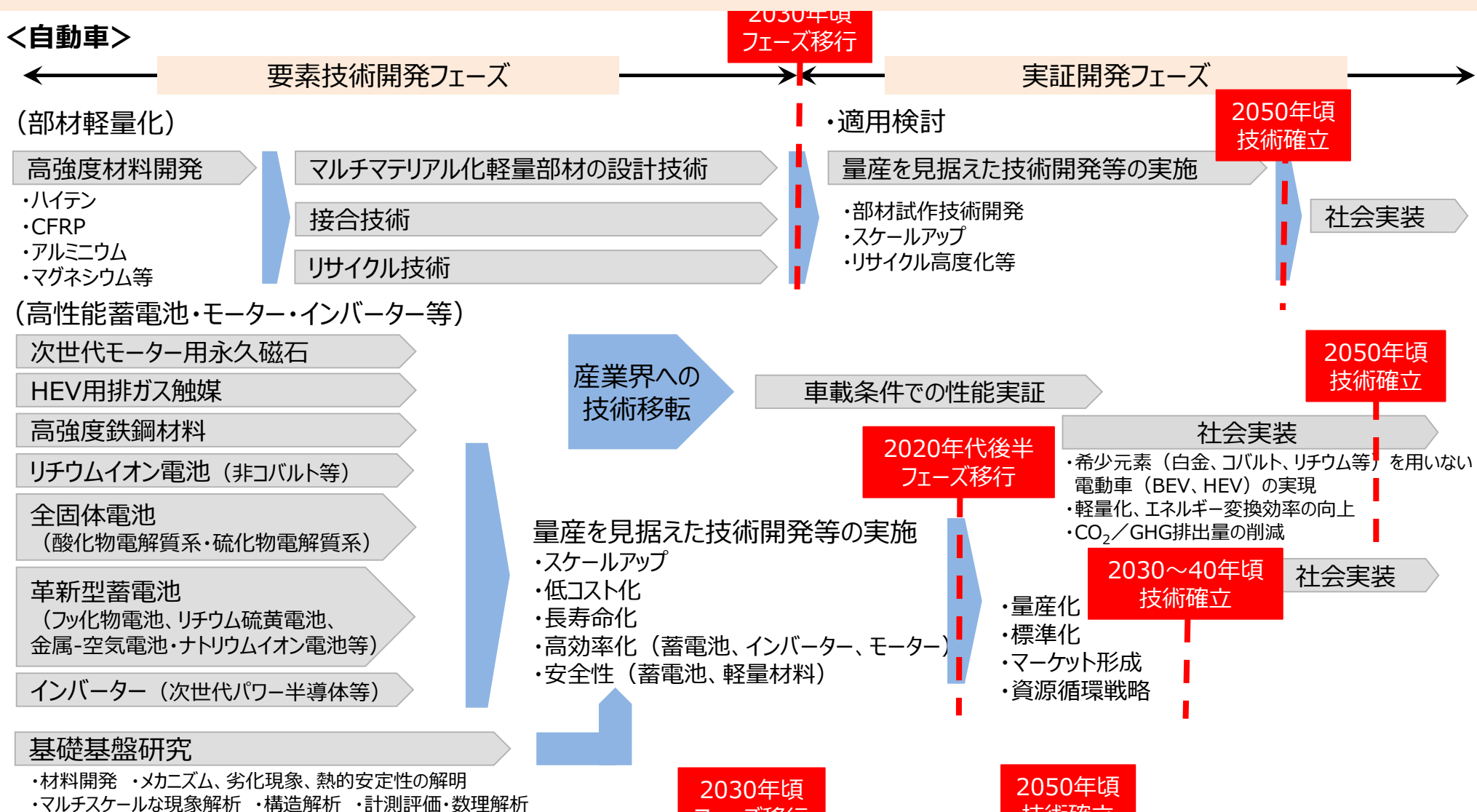
運輸部門のCO₂削減は、将来的な電源構成やインフラ整備状況等の見通しを考慮しつつ、多様なアプローチ（電化や燃料の脱炭素化などの技術開発）が必要である。

1) 電動化や燃料の低炭素化等のあらゆる対策を講じた際のCO₂削減量を経済産業省で試算。

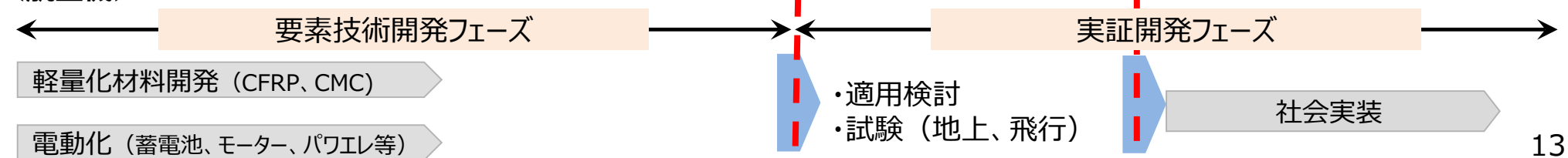
2) International Air Transport Association

3) IATAの長期目標に基づき、国際航空分野において、電動化や燃料の低炭素化等の対策を講じた際のCO₂削減量を経済産業省で試算。

<自動車>



<航空機>



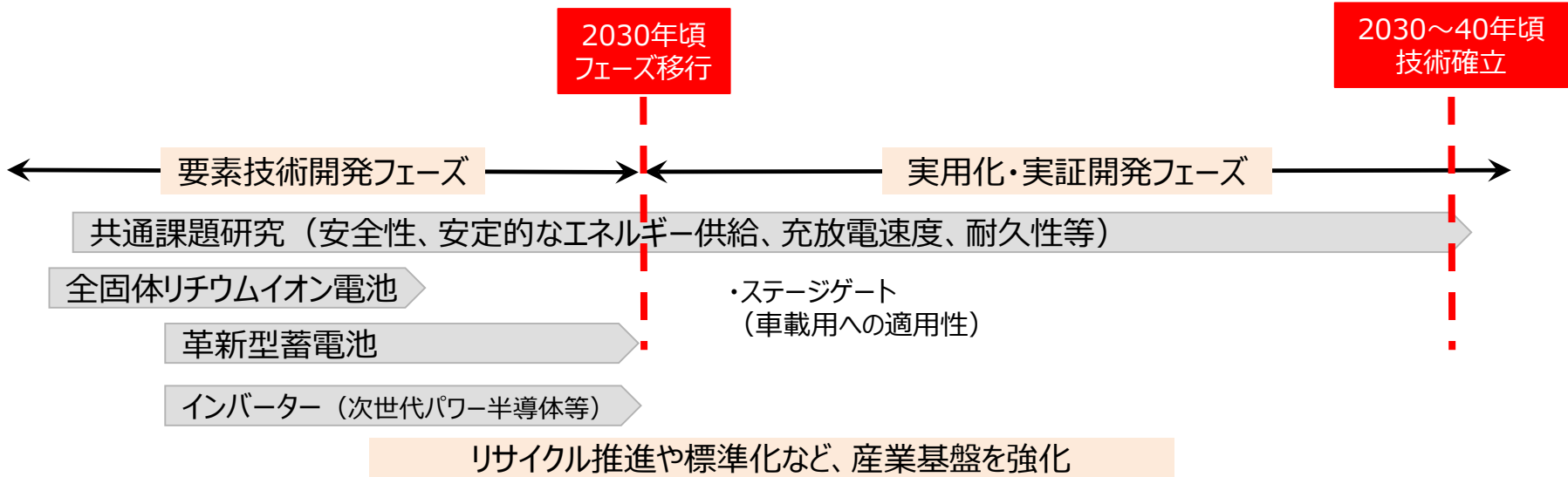
⑬自動車、航空機等の電動化の拡大（高性能蓄電池等）と環境性能の大幅向上

研究の進め方に関するポイント

- 有機電解液を使用しているためにエネルギー密度を高めるほど発火の可能性が高くなり安全性に課題のある現行のリチウムイオン電池に比べて、**難燃性で化学的安定性に優れた固体電解質**により、**高エネルギー密度化と高安全性の両立**が可能な全固体リチウムイオン電池の開発。
- 構成材料や動作原理がリチウムイオン電池とは異なり、**エネルギー密度、安全性、耐久性の飛躍的な向上が期待できる革新型蓄電池**の開発。
- 窒化ガリウム等の**次世代半導体を用いた高効率・低コストなパワーエレクトロニクス技術**の開発。

成果普及、産業化に向けたポイント

- 多様な各国のモビリティの電動化に係る戦略や蓄電池産業の構築するためのイニシアチブなどの政策に対応可能な蓄電池技術の開発が必要。
- ビジネス段階における競争優位性の確保に向けては、**知的財産の専有性**（技術のオリジナリティ）も考慮。
- 電池メーカーと材料メーカーをつなぐ**評価技術**の開発が重要。
- 長寿命**（サイクル、カレンダー）**化、低コスト化、充放電時間の短縮**。



⑬自動車、航空機等の電動化の拡大（高性能蓄電池等）と環境性能の大幅向上

関連する予算事業例

○ナショナルプロジェクト

事業名	期間	規模	実施者
(NEDO) 先進・革新蓄電池材料評価技術開発事業	2018年度 ～2022年度	22.0億円 (2020年度、委託)	・リチウムイオン電池材料評価研究センター ・産業技術総合研究所 ・東京工業大学、他
(NEDO) 革新型蓄電池実用化促進基板技術開発事業	2016年度 ～2020年度	34.0億円 (2020年度、委託)	・自動車メーカー（トヨタ、ホンダ、日産、三菱） ・パナソニック ・京都大学、他
(NEDO) 航空機用先進システム実用化プロジェクト	2015年度～ 2023年度	13.5億円 (2020年度、委託)	・GSユアサ、九州大学/AIST、IHI、他
(NEDO) 革新的新構造材料等研究開発	2014年度～ 2022年度	28.7億円 (2020年度、委託)	・新構造材料技術研究組合
(環境省) 未来のあるべき社会・ライフスタイルを創造する技術イノベーション事業等	2014年度～ 2021年度	27.0億円 (2020年度、委託)	・大阪大学、サイオクス、名古屋大学、パナソニック、富士通、長野日本無線、他
(文科省) 省エネルギー社会の実現に資する次世代半導体研究開発	2016年度～ 2020年度	14.7億円 (2020年度)	・名古屋大学、物質・材料研究機構、他
(JST) 戦略的創造研究推進事業先端的低炭素化技術開発（ALCA-SPRING）	2013年度～ 2022年度	31.7億円の内数 (2020年度、委託)	・物質・材料研究機構 ・東京都立大学、大阪府立大学、横浜国立大学、大阪大学、他

○先導研究等

NEDO先導研究プログラム 実施中テーマ	低レアメタル擬固体電池技術の研究開発	学校法人同志社、TDK株式会社
	車載用蓄電池の内部状態解析に基づく診断技術の研究開発	東京工業大学、京都大学、早稲田大学、産総研、電力中央研究所
	高容量バッテリーの異常リスク低減・安全化技術開発	株式会社村田製作所
産総研 電池技術研究部門		部門長： 安田 和明
ゼロエミクリエイターズ500	(公募中)	

Ⅱ. 運輸

多様なアプローチによるグリーンモビリティの確立

革新イノベーション戦略を基に図を追加

⑭ 燃料電池システム、水素貯蔵システム等水素を燃料とするモビリティの確立

【目標】

＜自動車＞ 水素を燃料として走るFCEVについて、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、**2030年までに80万台の普及**を目指す。また、長期ゴールとして、2050年までに、世界で供給するFCEVも含めた日本車について、**世界最高水準の環境性能を実現**することを目指す。加えて**乗用車以外の燃料電池モビリティについても実現**を目指し、技術開発を進める。

＜船舶＞ 国際海事機関（IMO）のGHG削減戦略に掲げられた「**2050年までにGHG総排出量の50%以上削減、今世紀中なるべく早期に排出ゼロ**」という目標の達成に向け、**水素燃料を始めとする次世代燃料の活用を進める**べく、安全・環境ルールの方策や事業者へのインセンティブ制度の国際ルール化等の取組の方向性を盛り込んだ、船舶からのGHG排出ゼロに向けたロードマップを2019年度中に策定し、**2028年までに商業ベースでのゼロエミッション船の実現**を目指す。また、船舶における水素利用拡大に向けた指針の策定等によって水素燃料電池船の普及を促進する。

＜その他＞ 上記以外の新たな燃料電池モビリティについても技術開発を進める。

世界全体におけるCO₂削減量は、FCEVや水素製造、輸送・貯蔵及び利用・発電（定置用FCを含む）全体として計約60億トン。¹⁾

【技術開発】

＜自動車＞ 2030年以降の大量普及期に向けて、**出力密度の向上、高負荷運転及び高耐久化を実現**するため、**触媒や電解質、膜・電極接合体（MEA）、水素貯蔵システム（車載水素タンク）等に関する要素技術開発**を実施する。

＜船舶＞ 2019年度中に策定する船舶からのGHG排出ゼロに向けたロードマップに基づき**船舶での次世代燃料の使用に係る技術開発等**を着実に実施する。

（実施体制）

- 水素・燃料電池戦略協議会を通じ、引き続き産学官連携を推進するとともに、自動車・船舶関連企業は**新たに協調領域の技術情報や課題を共有し、大学や研究機関等が解決策を提案していくなど、多層的な技術開発の体制を構築**する。



燃料電池システム
（スタック）



水素貯蔵システム
（車載水素タンク）



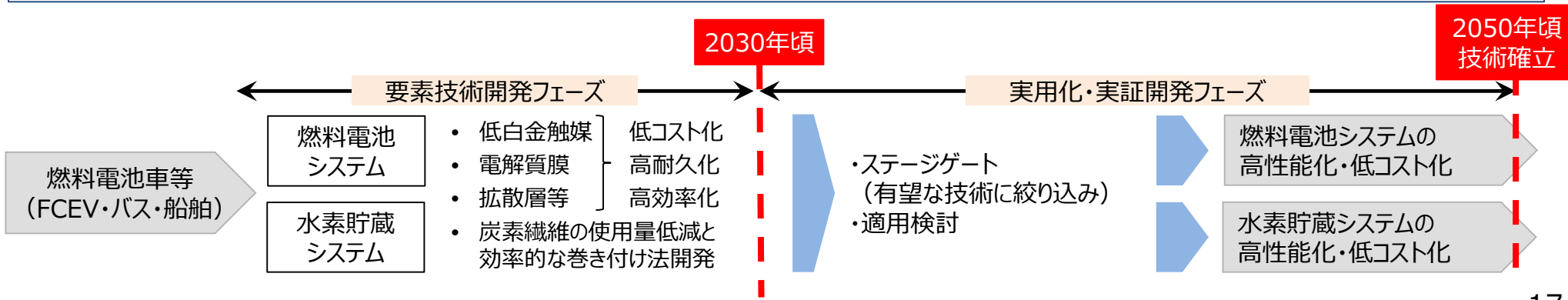
⑭燃料電池システム、水素貯蔵システム等水素を燃料とするモビリティの確立

研究の進め方に関するポイント

- 2030年頃の実用化に向けた課題は以下のとおり。
- ・ **大型車両用超高耐久 MEA** の開発（100 万 km 見通し） ・CCM 大量生産技術の確立 ・低温（-40℃）起動技術開発
 - ・ **貴金属使用量大幅低減**（0.05～0.1g/kW）
 - ・ **不純物高ロバスト性 MEA**技術開発
- 2040年頃の本格普及に向けた課題は以下のとおり。
- ・ **120℃作動電解質膜**、最大負荷点で 0.85V を達成する**高電位高活性かつ高耐久性**電極触媒、貴金属使用量の大幅低減（0.03g/kW レベル）の他、セパレータ・ガスケット・GDL の**高温・高電位耐久性**とこれらの部材およびスタックに対する現行ガソリンエンジン車レベルまでの**量産速度向上**など、現行の技術開発の延長上には無い挑戦的な技術開発課題を解決していく必要がある。そのための電極表面反応機構、電解質膜・電極触媒劣化機構、電極形成プロセスの解明等、基礎に立ち返った基盤研究も引き続き重要な役割となる

成果普及、産業化に向けたポイント

- ・ 燃料電池技術の横展開及び水素ステーションの稼働率向上の観点からは、**燃料電池バスや燃料電池フォークリフト、燃料電池トラックなど他のモビリティへの展開を併せて進めていくことが重要である**。このほか、トラックをはじめとした商用車や船舶、鉄道等についても、民間を中心とした実証・開発が国内外で行われており、幅広い分野で燃料電池技術の活用が広がっていくことが期待される。
- ・ 水素貯蔵システムについても当面は圧縮水素容器（車載用複合容器）で実用化、低コスト化が進展する。特に、現行の高価な CF（Carbon Fiber：炭素繊維）に代替する**低コスト・高強 韌性 CF の開発**、**安定かつ大幅時間短縮するワインディング技術**の開発、等が重要な課題となる。さらに、長期的な技術革新による最適な水素貯蔵システムを選択できる可能性として、極低温圧縮水素容器（クライオコンプレス容器）、大型車両への展開に可能性がある**液体水素容器**、あるいは**水素貯蔵材料容器**についても技術開発課題となる。



⑭燃料電池システム、水素貯蔵システム等水素を燃料とするモビリティの確立

関連する予算事業例
○ナショナルプロジェクト

事業名	期間	規模	実施者
固体高分子形燃料電池利用高度化技術開発事業	2015年度 ～19年度	約127億円 (5年間、委託/助成)	(技組)FC－Cubic、京都大、北海道大、東京工業大、東北大、東京大、(国研)物質・材料研究機構、(一財)日本自動車研究所、山梨県、日産アーク、上智学院、電気通信大、名古屋大、大学共同利用機関法人自然科学研究機構、横浜国立大、同志社大、東北大、千葉大、豊田中央研究所、(国研)産業技術総合研究所、岩手大、信州大、田中貴金属工業、カネカ、パナソニック、日産アーク、東京理科大、九州大 他
燃料電池等利用の飛躍的拡大に向けた共通課題解決型産学官連携研究開発事業	2020年度 ～24年度	(2020年度、委託・助成)	公募・採択中

○先導研究等

NEDO先導研究プログラム 実施中テーマ	高温化対応PEFC用革新的シナジー触媒の開発	山梨大、日本化学産業
	革新的非白金触媒のビルドアップ的作製方法の研究開発	東工大、静岡大、熊本大、旭化成
	メチルシクロヘキサンの直接利用を実現する中温作動燃料電池の開発	京都大、千代田化工建設
産総研ゼロエミッション国際共同研究センター（GZR）	電気化学デバイス基礎研究チーム	チーム長：岸本治夫
ゼロエミクリエイターズ500	(公募中)	

化石資源依存からの脱却（再生可能エネルギー由来の電力や水素の活用）

⑬ 水素還元製鉄技術等による「ゼロカーボン・スチール」の実現

革新イノベ戦略を基に図を追加

【目標】

- 2050年以降のできるだけ早い時期までに、現在の高炉法による鉄鋼製造と同等のコストで「ゼロカーボン・スチール」を実現する水素還元製鉄技術等の超革新技术の開発を行う。**実用化には、2050年の水素コスト（プラント引渡しコスト）20円/Nm³という目標をさらに下回る水準でCO₂フリー水素が安定的かつ大量に供給されることが必要。**世界のCO₂削減量は約**38億トン**。¹⁾

【技術開発】

- 「ゼロカーボン・スチール」の実現には長期的な研究開発が必要となるため、現行の高炉法における低炭素化、省エネルギー対策も重要となる。そのため、COURSE50やフェロコックス技術の開発を引き続き行い、**2030年頃の実用化**を目指す。
- COURSE50及びフェロコックスの開発で得られる知見を足掛かりとして、「ゼロカーボン・スチール」の実現に向けた更なる革新技术を検討する。このため更なる革新技术に関するFS事業を実施し、高炉法による水素還元拡大技術（COURSE50技術の拡大）、直接還元法による水素還元製鉄技術、CCUS等の技術開発や実用化における諸課題の抽出等を行う。当該結果を踏まえ、ナショナルプロジェクトによる支援の下に「ゼロカーボン・スチール」を実現する革新技术開発を進める。

（実施体制）

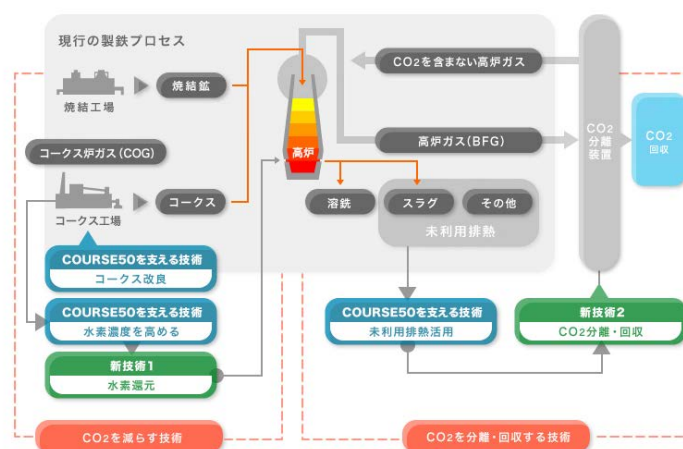
- 国際的な競争領域であるため、国内鉄鋼メーカーを中心とした連携により技術開発を進める。

COURSE50試験高炉



出典：資源エネルギー庁ホームページ

COURSE50概要



出典：日本鉄鋼連盟ホームページ

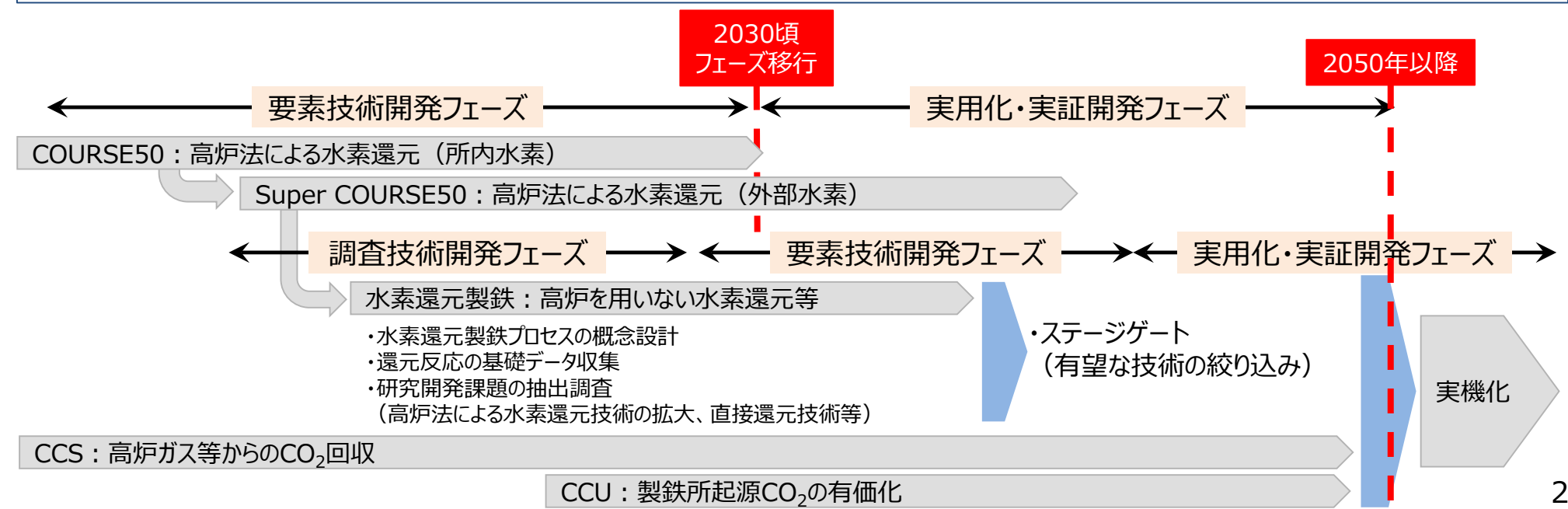
⑬水素還元製鉄技術等による「ゼロカーボン・スチール」の実現

研究の進め方に関するポイント

- COURSE50、フェロコックス技術の開発事業などこれまで継続してきた技術開発を着実に進めることは重要。
- 他方、より先の二酸化炭素削減やカーボンニュートラルに向けた技術開発についても並行して進める必要がある。
- 「ゼロカーボン・スチール」に向けた革新技术は、資源、原料調達に加え、CO₂フリー電力・水素調達、CCUS実施環境の影響が大きいため、製鉄所立地場所の技術体系の検討と、プロセスデータ蓄積、設計等、技術の確立が重要。
- 以上を踏まえた、「ゼロカーボン・スチール」実現に向けた技術課題精査も並行して実施。

成果普及、産業化に向けたポイント

- カーボンフットプリント低減が求められる中でのコスト競争力確保のため、選択しうる技術オプション、政策オプションの分析、提案。
- 国内外の鉄鋼メーカー、鉄鋼製品のユーザー企業等の情勢を踏まえた、我が国独自の戦略立案と設備投資計画明確化。
- 再生可能エネルギーや水素などのインフラ整備、政策との連携。



⑩水素還元製鉄技術等による「ゼロカーボン・スチール」の実現

関連する予算事業例
○ナショナルプロジェクト

事業名	期間	規模	実施者
環境調和型プロセス技術の開発	2017年度 ～2022年度	42億円 (2020年度、委託)	・日本製鉄 ・JFEスチール ・神戸製鋼所 ・日鐵日新製鋼 ・日鉄エンジニアリング ・電力中央研究所 ・地球環境産業技術研究機構 ・北大、東北大、九大、京都大
令元年度「革新的環境イノベーション戦略加速プログラム」	2020年度 ～2021年度	2億円 (2020年度、委託)	・日本製鉄株式会社 ・JFEスチール ・株式会社神戸製鋼所 ・金属系材料研究開発センター

○先導研究等

ゼロエミクリエイターズ500	(公募中)	
----------------	-------	--

IV. 業務・家庭・その他・横断領域

最先端のGHG削減技術の活用

②4 低コストな定置用燃料電池の開発

【目標】

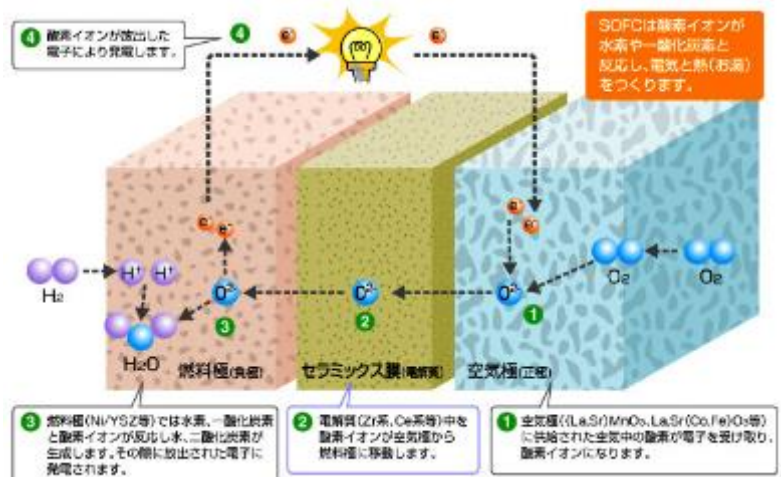
- 家庭用燃料電池については、2020年頃の市場自立化を実現した上で、ユーザーメリットの向上に資する取組を進め、現在約10年の投資回収年数を2030年頃までに5年に短縮することを目指す。また、2050年頃までに新たなエネルギーのシステムとして広く自立的に普及させることを目指す。
- 業務・産業用燃料電池については、触媒や補機の技術開発を進め、2025年頃までに1kWあたりのシステム価格を低圧向けは50万円、高圧向けは30万円まで低減させることを目指し、排熱利用も含めた早期のグリッドパリティ¹⁾の実現を目指す。
- 次世代業務・産業用燃料電池として、最新鋭のガスタービンコンバインドサイクルの発電効率（64%²⁾）を超える技術の実現を目指す。
- 世界全体におけるCO₂削減量は、定置用FCや水素製造、輸送・貯蔵及び利用・発電（FCEVを含む）全体として約60億トン。³⁾

【技術開発】

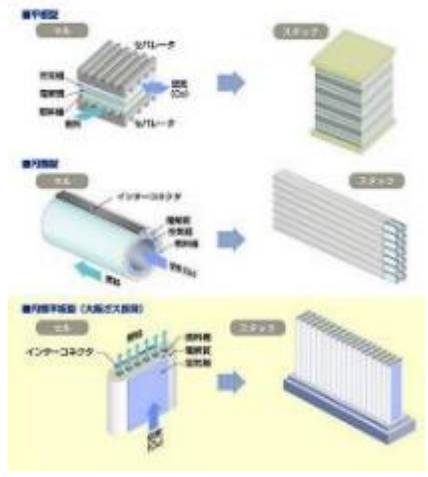
- 将来の抜本的改良に向けた要素技術開発については、ナショナルプロジェクトで実施する。並行して、投資回収年数の短縮に向けて、家庭用燃料電池については、セルスタックの小型化を目指した高効率化やスタック構造及び補機部品の見直しによるシステムの小型化、業務・産業用燃料電池については、セルスタックの高効率・高出力密度化、補機類の部品点数削減や汎用部品への代替等による低コスト化等の技術開発を実施する。

【実施体制】

- 要素技術開発については、大学や公的研究機関と企業が連携した体制で実施する。また、実用化・実証開発については、民間主導の下で機器メーカーとガス会社が連携した体制で実施する。



SOFCの動作原理 出典：大阪ガスHP



セル・スタック 出典：大阪ガスHP



定置用SOFCシステム 出典：水素・燃料電池戦略協議会(METI)

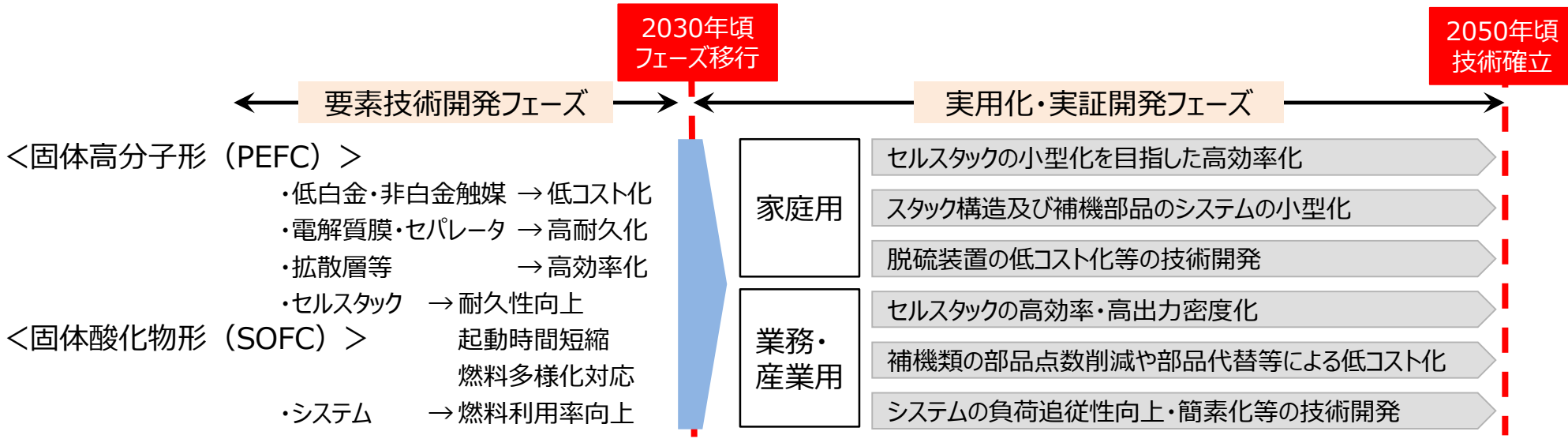
②④低コストな定置用燃料電池の開発

研究の進め方に関するポイント

- 家庭用については、セルスタックの小型化を目指した高効率化、スタック構造及び補機部品の見直しによるシステムの小型化、脱硫装置の低コスト化等
- 業務・産業用については、セルスタックの高効率・高出力密度化、補機類の部品点数削減や汎用部品への代替等による低コスト化、燃料電池システムの負荷追従性向上・簡素化等
- 製品耐久性の向上によるコスト競争力の確保、および超高効率発電システムとしての本来の特長を生かした市場の創出に資する技術開発

成果普及、産業化に向けたポイント

- 海外の技術戦略動向、国内エネルギー政策など踏まえつつ、水素・燃料電池技術開発戦略の着実な推進が一つの柱。
- 家庭用、業務・産業用ともに、ユーザーがコストメリットを享受する製品群の速やかな上市と、それをサポートする政策
- 分散型の高効率マイクロモノジェネという特徴を生かした、定置用燃料電池の位置づけの明確化と産業政策
- 分散型の高効率マイクロコジェネレーションシステムという特徴を生かした、定置用燃料電池の位置づけの明確化と産業政策



②4 低コストな定置用燃料電池の開発

関連する予算事業例

○ナショナルプロジェクト

事業名	期間	規模	実施者
次世代燃料電池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	2013年度～19年度	約64億円 (7年間、委託/助成)	(一財)電力中央研究所、(国研)産業技術総合研究所、T O T O、日本特殊陶業、日本ガイシ、村田製作所、デンソー、九州大、京都大、東京大、東北大 三浦工業、三菱日立パワーシステムズ、富士電機、日立造船、トヨタ自動車、日本特殊陶業、パナソニック、岩谷産業、岩尾磁器工業 他
燃料電池等利用の飛躍的拡大に向けた共通課題解決型産学官連携研究開発事業	2020年度～24年度	52.5億円 (2020年度、委託/助成) (移動体/定置用を含む)	公募・採択中

○先導研究等

NEDO先導研究プログラム 実施中テーマ	革新的非白金触媒のビルドアップ的作製方法の研究開発	東工大、静岡大、熊本大、旭化成
	超高変換効率新規プロトン導電デバイスの開発	パナソニック、産総研、リタケカンパニーリミテド、(一財)ファインセラミックスセンター、東北大、宮崎大、横浜国立大
産総研ゼロエミッション国際共同研究センター (GZR)	電気化学デバイス基礎研究チーム	チーム長：岸本治夫
ゼロエミクリエイターズ500	(公募中)	