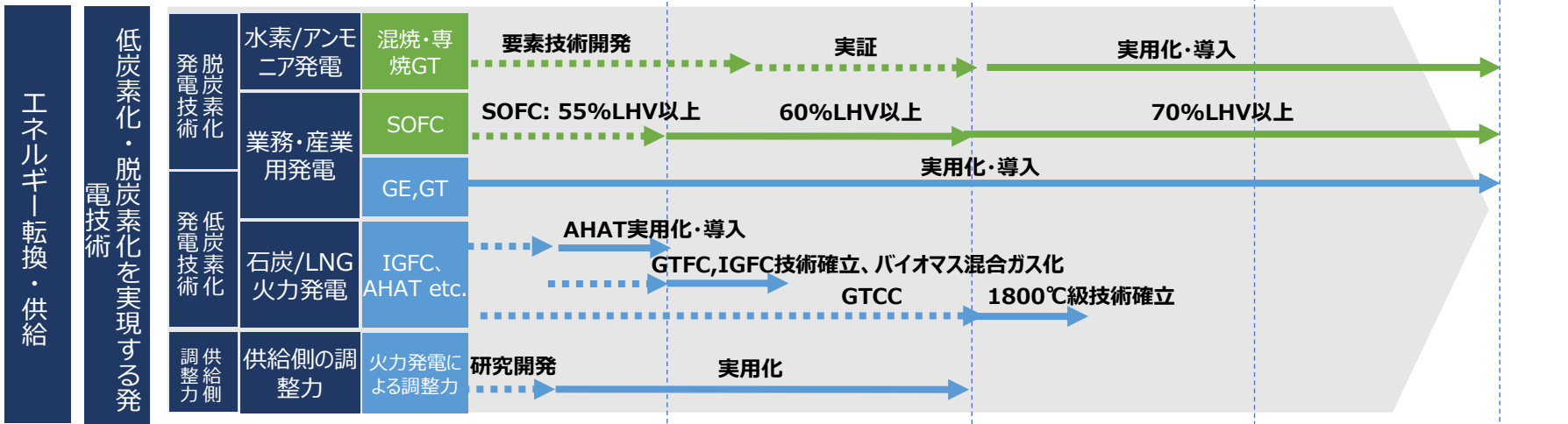


# 低炭素化・脱炭素化を実現する発電技術・供給側の調整力



関連目標	2050年カーボンニュートラル実現に向けて、火力発電から大気に排出されるCO2排出を実質ゼロ	
	2030年度に水素・アンモニア発電：電源構成の1%、バイオマス発電：電源構成の5%（第6次エネ基、2030年度におけるエネルギー需給の見通し）	SOFC：固体酸化物形燃料電池 AHAT：高温分空気利用ガスタービン GE、GT：ガスエンジン、ガスタービン GTCC：ガスタービン・コンバインドサイクル発電プラント IGFC：石炭ガス化複合発電
	2030年までにガス火力への30%水素混焼、石炭火力への20%アンモニア混焼（第6次エネ基）	
	石炭火力/LNG火力：電源構成の19%/20%程度、コジェネ普及：798億kWh（第6次エネ基、2030年度におけるエネルギー需給の見通し）	

課題	SOFC	低コスト化・長寿命化、燃料リサイクル等による発電効率向上、多燃料対応による適応市場拡大
	水素等発電	脱炭素燃料混焼・専焼に適した技術開発推進、サプライチェーン構築・供給コスト削減
	IGFC, AHAT etc.	高温化による発電効率向上、耐熱性・耐久性の高い材料開発、ガス精製プロセス最適化、等の要素技術確立
	火力発電による調整力	起動時間短縮、出力変化度・部分負荷効率・低負荷時効率の向上



諸外国の動向	<ul style="list-style-type: none"> <li>主にFCH-JU（欧州燃料電池水素共同実施機構）が燃料電池の研究開発や実証事業を実施。</li> <li>三菱重工業は、オランダMagnum発電所（Vattenfall）440MW1ユニットを2027年末に天然ガスから水素炊きに転換するプロジェクトへ参画。</li> <li>川崎重工業は、独RWE社と水素燃料100%（混焼も可能）の出力34MWガスタービン実証プロジェクトにおいて、2024年に稼働開始予定。</li> <li>独Siemens社は、コンバインドサイクルと蓄電池のハイブリッドシステムとしてSIESTARTを提案している。</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>米国エネルギー省（DOE）では、1700℃級ガスタービン開発を目指す「Advanced Combustion Turbines」などのプロジェクトでガスタービン開発を推進。</li> <li>米NET Power社はCO2排出がほぼゼロの商用規模の天然ガス火力発電所を開発する計画を発表。「アラムサイクル」と呼ばれる熱力学サイクルにより、最終的にCO2を回収・貯留する（CCS）方式。米国石油大手Occidental社のパーミアン盆地にある事業所の近くに建設され、2026年に稼働を開始する予定。</li> <li>米GEでは、LM6000ガスタービンと蓄電池を組み合わせたLM6000 Hybrid Eガスタービンを製品化している。</li> </ul>

# 次世代電力流通技術

省エネ技術

非化石転換技術

要素技術開発や実証

実用化

2025年度

2030年度

2040年度

2050年度

2050年 再生可能エネルギーの大量導入と電力ネットワークのレジリエンス強化

関連目標

多用途多端子直流送電システムの基盤技術開発

長距離HVDC送電実現(第6次エネ基、広域系統長期方針)

課題

高圧直流送電 多用途多端子化・保護制御・潮流制御技術・深海ケーブルの開発  
ケーブル防護管取り付け・敷設船等の基盤技術開発

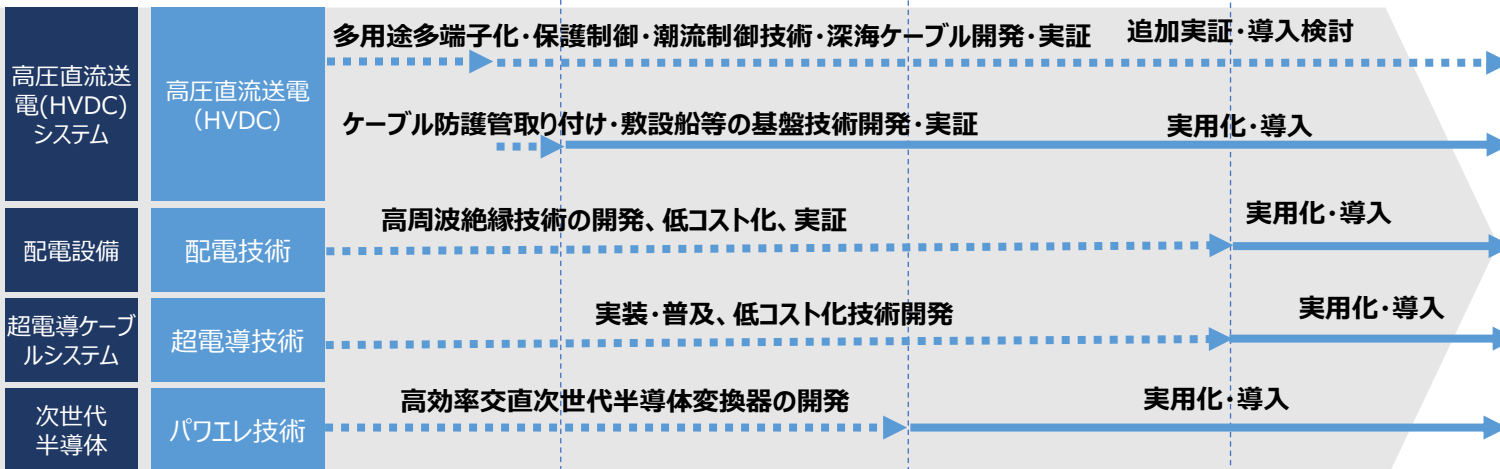
配電技術 部分昇圧箇所を選定、設備更新のコスト、実証開発、直流グリッド向け高周波絶縁技術等の開発

超電導技術 実装・普及に向けた技術開発、さらなる低コスト化

パワエレ技術 高性能化、コンパクト・軽量化、低コスト化、実装・普及

エネルギー転換・供給

次世代電力流通技術



諸外国の動向



・洋上風力の系統接続をはじめとして、高圧直流送電（HVDC）の実装が各所で進んでいる。従来は、超長距離・海峡連系の送電に使われてきたが、近年では既存の交流系統と並行して、HVDC送電線が建設されるケースもある。

# 再生可能エネルギー関連技術

省エネ技術

非化石転換技術

要素技術開発や実証

実用化

2025年度

2030年度

2040年度

2050年度

## 関連目標

再生可能エネルギーの最大限の導入、主力電源化

太陽光：次世代型代替電池について2030年を目処に普及段階への移行を図る、一定条件下で発電コスト14円/kWh等を実現（グリーン成長戦略）

洋上風力：2030年までに1,000万kW、2040年までに浮体式も含め3,000万kW-4,500万kWの案件形成、着床式の発電コストを2030～2035年までに8-9円/kWh、2030年までに、一定条件下（風況等）で、浮体式洋上風力発電の発電コストが8-9円/kWhを見通せる技術確立、浮体式洋上風力を国際競争力のあるコスト水準で商用化する技術を確立（グリーン成長戦略、GI基金事業）

地熱発電：全国の地熱発電施設数の2030年までの倍増、超臨界地熱発電について2050年頃の商用化・普及を目指す（グリーン成長戦略）

## 課題

太陽光

屋根の耐荷重が小さい既設住宅・建築物や住宅・建築物の壁面等に設置可能なペロブスカイトをはじめとした次世代型太陽電池の開発、性能向上、大型化・耐久性向上、次世代型太陽電池や関連製品の社会実装に向けた実証

風力

風車仕様の最適化、風車の高品質大量生産技術等の開発、浮体の大量生産技術の確立（浮体基礎、係留システムの最適化、低コスト施工技術）、高電圧ダイナミックケーブル、浮体式洋上変電所に関する技術開発、メンテナンスの高度化（運転保守及び修理技術、監視及び点検技術の高度化）、浮体式洋上風力の実証

地熱

超臨界地熱発電の実現に向けた坑井やタービン等の地上設備の腐食対策等の要素技術開発、超臨界状態の水を効率的に発電に利用するためのシステムや坑井等の部材開発、地下深くでの超高温・高圧な環境下での掘削技術の確立

バイオマス・水力等

バイオマス燃料の安定的・効率的な供給拡大、発電コスト低減等、水力については、多目的で利用されているダム・導水等の未利用の水力エネルギーの新規開発、デジタル技術を活用した既存発電の有効利用可や後継年化した既存設備のリプレース等

## エネルギー転換・供給

### 再生可能エネルギー関連技術

太陽光

次世代型太陽電池

基盤技術開発  
実用化開発・実証

実用化・導入

風力

浮体式等の次世代風車

技術開発

実証

実用化・導入

地熱

次世代型地熱発電技術（超臨界地熱発電技術）

ポテンシャル調査

技術開発

実証

商用化に向けた調査・開発及び建設

バイオマス・水力等

木質バイオマス燃料等の供給・利用システム

実証

実用化・導入

## 諸外国の動向



・欧州（EU）においても、ペロブスカイト太陽電池について、官民によるプラットフォームが設置され共同で基盤技術、製造技術の開発等を進めている。洋上風力については、世界各国でバージ、セミサブ、スパー、TLP等の多様な浮体形式を様々なメーカーが開発しているが、各種技術間で競争している状況



・米国では、NREL等の国研が中心となって官民共同で「米国先進ペロブスカイト製造コンソーシアム（US-MAP）」を設立し、基盤技術や製造技術、評価手法の開発等に取り組んでいる。洋上風力については、世界各国でバージ、セミサブ、スパー、TLP等の多様な浮体形式を様々なメーカーが開発しているが、各種技術間で競争している状況

# 需要側の調整力

省エネ技術  
非化石転換技術

要素技術開発や実証  
→  
実用化 →

2025年度

2030年度

2040年度

2050年度

関連目標

DR活用による電力安定化への貢献と蓄電池普及拡大の実現

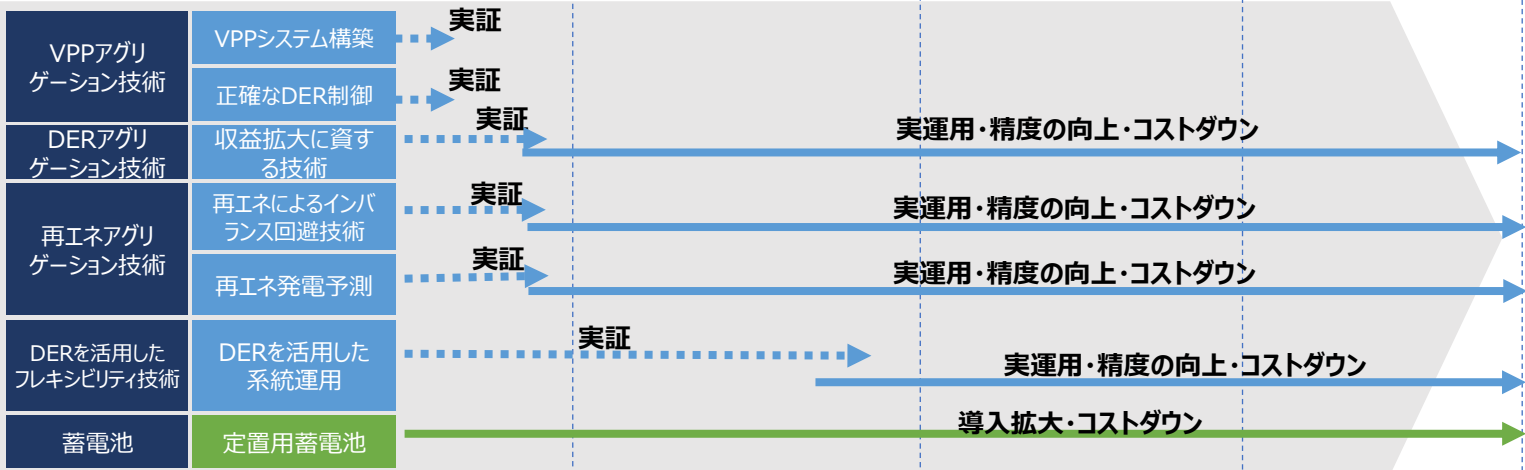
DRの利用拡大

蓄電池の導入拡大、家庭用蓄電システム7万円/kWh、業務・産業用蓄電システム6万円/kWhの実現、150GWhの国内製造基盤確立

課題

制度整備	低圧リソースの需給調整市場参入、各種制度の整備
制御技術	VPPシステム構築、正確なDER制御、再エネによるインバランス回避技術、再エネ発電予測
DERの普及	収益拡大に資する技術、DRに対応可能なリソースおよび設備の普及
蓄電池	エンドユーザー価格の低廉化、ユーザーメリットの最大化

エネルギー転換・供給  
需要側の調整力



諸外国の動向



- 「Energy Storage Grand Challenge Roadmap」（米国エネルギー省、2020）を発表し、ラボから市場への技術移転を加速させ、米国内での製造を可能にする安全なサプライチェーンの確保するためのロードマップが示されている。2030年までに米国市場のすべての需要を満たすことができるエネルギー貯蔵技術の開発・国内製造するという、目標が定められている。
- 2006年発効のバッテリー指令1を改正する新たなバッテリー規則案について、2023年8月17日に発効した。EU域内で使用されるあらゆる種類のバッテリーが対象。バッテリーに関する持続可能性、循環性、安全性を高めることを目的とし、具体的には、EUのグリーンディール政策の枠組みにおいて、サーキュラーエコノミー（循環型経済）と「汚染ゼロ」4に関する目標の達成を推し進めるもの。原材料の調達から使用済みバッテリーの回収・リサイクルに至るまで、バッテリーのライフサイクル全体を持続可能なものとするを旨とする。

# 熱輸送技術

省エネ技術

非化石転換技術

要素技術開発や実証

実用化

2025年度

2030年度

2040年度

2050年度

## 関連目標

熱利用について、技術の高度化・効率化、設備の整備、低コスト化、デジタル化等により更なる推進を図り、循環経済への移行を進めつつ、2050年までに他の技術とあわせて全体としてゼロにする（グリーン成長戦略）

電気、熱、水素、ほかの燃料に相互で変換し、民生、産業、運輸をセクターカップリングして、相互にエネルギーを協調して効率的に利用することや、地域を超えたクロスボーダーでのDER（分散型エネルギーリソース）統合などに加え、従来のスマートグリッドから発展させ、グリーン水素や変換した燃料、さらに、熱を活用するマネジメントシステムを構築する（第3期SIPスマートエネルギーマネジメントシステムの構築）

## 課題

### 熱輸送技術

蒸気・排熱の輸送は、導管等で熱を運ぶ距離や時間によってエネルギーロスが大きくなるため、効率的な導管配置・蒸気搬送設備・ヒートポンプ等の整備、蓄熱材の高密度化や配送費の抑制等の熱輸送技術やエネルギー回収効率の向上、導入の拡大を伴う低コスト化が必要

### スマート熱グリッド

熱、電気、水素、合成燃料、交通等の複数の部門が連携してエネルギーの有効を可能とするエネルギーマネジメントシステム（EMS）の構築が必要

## エネルギー転換・供給

### 熱輸送技術

#### 導管熱輸送

ヒートポンプ、コジェネ、熱導管、断熱材、EMS

要素技術・エネルギー回収技術の漸次的開発

低コスト化、全体効率向上、実用化、及び導入促進

#### 蓄熱輸送

高温蓄熱、蓄熱材、コンテナ高断熱技術

要素技術・エネルギー回収技術の漸次的開発

低コスト化、全体効率向上、実用化、及び導入促進

#### 利用の最適化

スマート熱グリッド

開発および実証

実環境実証

## 諸外国の動向



- IEAによれば、再エネ・排熱利用、既存ネットワークの改修、セクターカップリング等、複数の技術開発の方向性が見られる。
- 第5世代地域熱供給として、ロンドン・サウスバンク大学のバランスエネルギーネットワーク、プリストルのオーウェンスクエア地域冷暖房等の事例がある。
- EU Horizon 2020プログラムのSO WHAT（Supporting new Opportunities for Waste Heat And cold valorisation Towards EU decarbonization）プロジェクトにおいて、11のデモサイトを対象に、再エネ・産業排熱の統合、支援ツール開発、需要・貯存量の可視化を実施。

# 水素等関連技術

※利用技術は各分野ごとに記載

省エネ技術  
非化石転換技術

要素技術開発や実証



実用化



2025年度

2030年度

2040年度

2050年度

## 水素社会実現

水素等導入目標を2030年に最大300万トン/年（アンモニア含む）、2040年に1,200万トン/年程度（アンモニア含む）、2050年に2,000万トン/年程度、水素供給コストを2030年に30円/Nm3、2050年に20円/Nm3程度以下（第6次エネ基、水素基本戦略）

アンモニア供給コストを2030年に10円台後半/Nm3（第6次エネ基）

合成メタンを2030年に既存インフラへ1%注入、2050年までに90%注入。2050年までに合成メタン2,500万t供給、合成メタンの価格を現在のLNG価格（40-50円/Nm3）と同水準（第6次エネ基）

合成燃料を2030年代前半までに商用化、2050年にガソリン価格以下のコスト実現（第6次エネ基、グリーン成長戦略）

### 関連目標

### 課題

水素

水素供給コストの低減（水電解装置の大型化や新規技術開発によるコスト低減、輸送・運搬等コストの低減）、水素利用の拡大  
※利用技術の課題に関しては、各個別分野ごとに記載

アンモニア

アンモニア製造の効率化、アンモニアクラッキング技術の開発、アンモニア利用技術の確立

合成メタン  
合成燃料

合成メタン：既存技術による大規模生産プラントの実証、革新的メタネーション技術の確立  
合成燃料：低コスト化に向けた大規模かつ高効率な製造プロセスの開発、革新的な新規技術・プロセス開発等

エネルギー転換・供給

水素等関連技術

製造

水電解装置

大型化・耐久性の向上等の研究開発・実証

実用化・導入

アンモニア製造

製造効率化、触媒製造等の技術開発・実証

実用化・導入

合成メタン製造

技術開発・実証

実用化・導入

合成燃料製造

技術開発・実証

実用化・導入（2030年代前半までに商用化）

グリーンLPガス  
製造

技術開発・実証

実用化・導入

輸送・貯蔵

水素運搬等

運搬船舶やタンクの大型化、  
水素液化等に向けた技術開発・実証

実用化・導入

### 諸外国の動向



・欧州では、2030年までに最低でも100GW相当のグリーン水素の電解槽を設置し、年間1,000万トンのグリーン水素の域内生産を掲げている他、年間1,000万トンのグリーン水素輸入も目指している。Important Project of Common European Interest（IPCEI）にて、2022年にHy2TechとHy2Useの2つのプロジェクトを立ち上げて支援を実施している



・米国では、グリーン水素の年間生産を2030年までに1,000万トン、2040年までに2,000万トン、2050年までに5,000万トンへ拡大する目標を掲げている。2020年にDOEがH2@Scaleにおいて研究開発や実証を支援している。また、グリーン水素の製造コスト削減を目的としたHydrogen Shotや水素ハブにおいて、実証を支援している

# 革新的製鉄技術

省エネ技術

非化石転換技術

要素技術開発や実証



実用化



2025年度

2030年度

2040年度

2050年度

## 2050年までの「ゼロカーボン・スチール」の実現

### 政策目標

- 中間目標：2030年度のエネルギー起源CO2排出量を2013年度比30%削減（カーボンニュートラル行動計画）
- 非化石転換の定量目標の目安（高炉）：水素、廃プラスチック、バイオマスの導入等の非化石エネルギーへの転換に向けた取組により、粗鋼トンあたり石炭使用量原単位を2030年度に2013年度比2.0%削減（省エネ法）
- 非化石転換の定量目標の目安（電炉）：2030年度の使用電気全体に占める非化石電気の割合59%（外部調達分と自家発電分を合わせた数字）（省エネ法）

従来高炉と比較しCO2排出を50%以上削減する水素還元技術の実用化（GI基金事業）

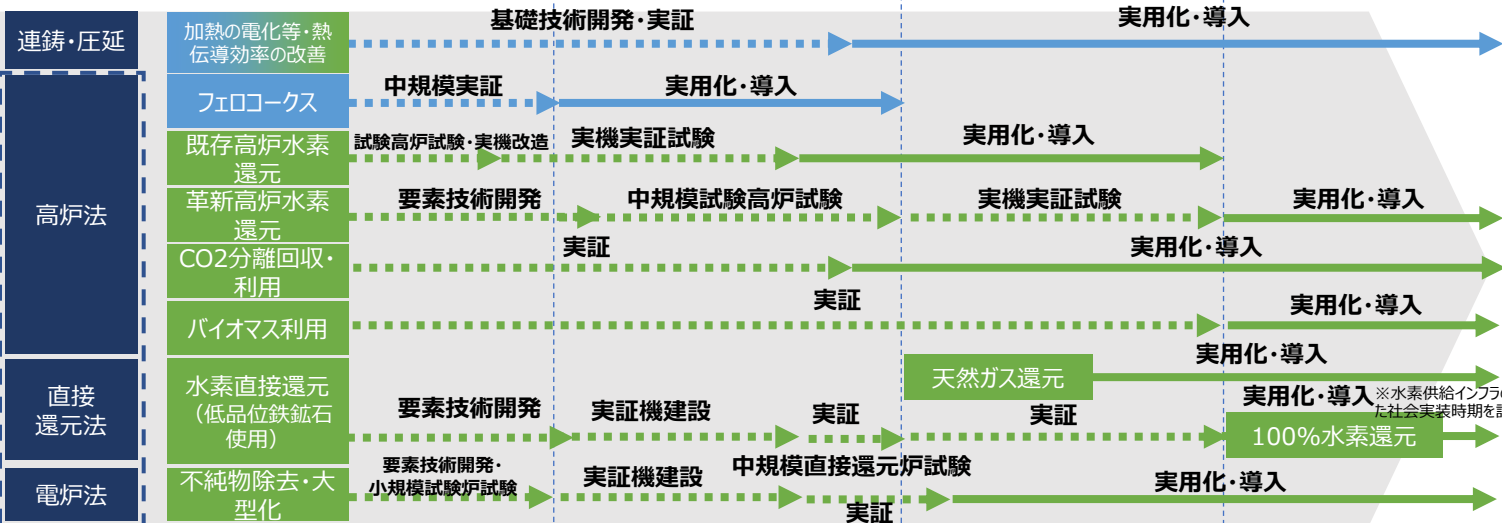
### 課題

- 加熱の電化等**：圧延工程に利用するための1,000℃程度の高温加熱技術の開発。水素やアンモニア等の非化石燃料由来の熱源を活用した製造設備の技術開発。
- フェロコックス**：中規模設備（300t/日）及び実高炉でのフェロコックス製造技術の確立。フェロコックス生成のために必要な新規パイプター製造において生じる、大量のタールの有効活用
- 水素還元**：高炉法：水素還元は吸熱反応であるため還元反応に伴い炉が冷えることから還元に必要な熱の補填が必要であり、石炭使用減により反応ガスの通気に必要な炉内の隙間をどう作るかなど、技術面の課題は非常に高い。  
直接還元法：関連設備を一から作り上げることが必要。低品位な鉄鉱石を還元するため粉化や固着化が生じやすく、高いハードルが存在
- 不純物除去・大型化**：電炉を用いた高炉並みの不純物除去技術は未確立。大型化すると炉内全体を均一かつ十分に攪拌させることが難しくなり、温度ムラも生じやすくなるため、不純物除去の難易度は上昇

### 産業

#### 革新的製鉄技術

#### 製鉄法



### 諸外国の動向



- ・アルセロール・ミッタル社・・・高炉法・直接還元法の2つのアプローチを追及。直接還元法については、2025年末までに実証プラントを操業開始予定。
- ・ティッセン・クルップ社・・・高炉法から直接還元法への転換を追及。直接還元プラントと電気溶融炉を組み合わせ、2027年以降の100%水素直接還元を目指す。



- ・宝武鋼鉄集団・・・高炉において純酸素を吹き込むことによって石炭使用量を削減できる酸素高炉技術開発を進めており、製鉄プロセスからCO2排出を50%以上削減できる技術の開発を目指している。2022年に小型試験高炉で、CO2削減率21%を達成したことを公表

# 革新的化学品製造技術

要素技術開発や実証



実用化



2025年度

2030年度

2040年度

2050年度

省エネ技術  
非化石転換技術

## 関連目標

2030年度に省エネ量144.1万kLの達成を目指す（2030年度におけるエネルギー需給の見通し）

2030年度に2013年度比3,650万tCO<sub>2</sub>削減を目指す（化学業界における地球温暖化対策の取組み）

非化石転換の定量目標の目安：主燃料を石炭とするボイラーを有する事業者は、2030年度の石炭使用量を2013年度比30%削減。それ以外は、外部調達電気の非化石比率59%（省エネ法）

MTO : Methanol to Olefins  
ETO : Ethanol to Olefins  
MR : Material Recycling  
CR : Chemical Recycling

## 課題

石油化学の省エネ化・化石燃料削減

省エネ実現のための熱源転換、反応効率化、精製技術の開発

化石燃料削減のための原料転換、再エネ利用

リサイクル技術の開発

化石燃料削減のための原料循環

## 産業

### 革新的化学品製造技術

熱源転換、反応効率化

選択的加熱

基礎技術開発・実証

実用化・導入

触媒開発

基礎技術開発・実証

実用化・導入

精製技術

分離技術

基礎技術開発・実証

実用化・導入

原料転換

CO<sub>2</sub>等の利用

要素技術開発・実証

実用化・導入

MTO, ETO等

基礎技術開発・実証

実用化・導入

原料循環

MR技術

基礎技術開発・実証

実用化・導入

CR技術

要素技術開発・実証

実用化・導入

## 諸外国の動向



- 欧州Horizon2020は、欧州のバイオエコノミーの実現と進展を目的としたプログラムや、C1～C4化合物又はCO<sub>2</sub>を利用した触媒分離膜反応によるプロジェクトを実施している
- BASF社では、電気加熱式蒸気クラッカーによる基礎化学品製造、水電解法・メタン熱分解法によるCO<sub>2</sub>フリーな水素製造の取り組みを進めている。2022年から実証プラントの建設を開始しており、2023年には実証を開始する予定である。
- 欧州では、廃プラスチック・廃ゴムのケミカルリサイクルについて、熱分解プラント等の実証が開始されている。



# 革新的自動車製造技術

要素技術開発や実証



実用化



2025年度

2030年度

2040年度

2050年度

省エネ技術  
非化石転換技術

## 関連目標

自動車及び自動車部品を製造する事業所に事務所・研究所等も加え、革新的な技術を開発・BATを導入\*

2013年度比38%の削減(284万t-CO2)を目指す(自動車)\*\*

2013年度比46%の削減(355万t-CO2)を目指す(部品)\*\*

非化石転換の定量目標の目安：2030年度の使用電気全体に占める非化石電気の割合59% (省エネ法)

2050年カーボンニュートラル(CN)\*\*\*

\*2050年カーボンニュートラルに向けた日本自動車・車体工業会のビジョン

\*\*カーボンニュートラル行動計画(日本自動車・車体/部品工業会)

\*\*\*自動車製造業における地球温暖化対策の取り組み

## 課題

**製造工程 高効率化**

ボディ製造技術：軽量化材料(高強度鋼・合金・樹脂)・接合(溶接・接着・締結・USM\*)・省エネ加工技術の開発・導入

塗装技術：高度塗装(一体・型内・アクアック・電着・静電気・低温焼付)・フィルム工法・省エネ塗装技術の開発・導入

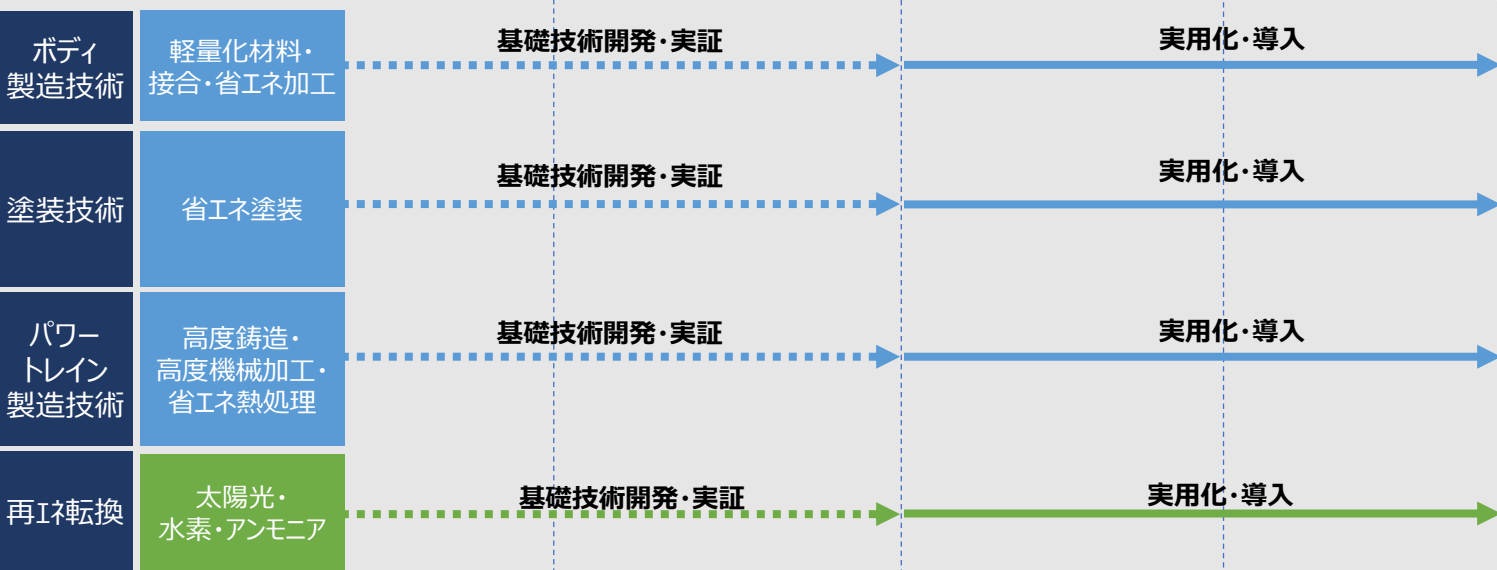
パワートレイン製造技術：高度鋳造(電化・冷却設計・砂型)・高度機械加工(セミアイ・超音波・放電・レーザー)・省エネ熱処理技術の開発・導入

**再生エネ転換**

再生可能エネルギー(太陽光・水素・アンモニア等)技術の開発・導入

## 産業

### 革新的自動車製造技術



## 諸外国の動向



- 独Mercedes-Benz社では、先進的な生産拠点を2020年に新設し、種々の自動車を同一のラインで生産可能な柔軟な組立システム等により製造エネルギーを25%削減している。また、独Volkswagen社では、2025年までに車両1台当たりの生産におけるCO2排出量を2015年比で50%削減するとの目標を設定し、効率的にパーツを組み込む独自のプラットフォームを開発している
- 米3M社の自動車の塗装代替フィルム事業では、完成車メーカーに対して、貼り付けプロセスに関するソリューションの提供等を実施している

# 革新的半導体製造技術

省エネ技術

非化石転換技術

要素技術開発や実証

実用化

2025年度

2030年度

2040年度

2050年度

関連目標

高効率機器の導入により2030年度に14.7万kLの省エネを目指す\*

製造プロセス・歩留まり改善により2030年度に17.7万kLの省エネを目指す\*

\*電機・電子業界カーボンニュートラルに向けての取組み

課題

高効率機器の  
開発

製造コスト削減・高品質を実現する結晶・基板製造技術の開発

高性能・低消費電力デバイスを製造するための微細化・積層化技術の開発

製造プロセスの  
省エネ化

省エネを実現する加工技術の開発

省エネを実現する製造設備・機器の開発

産業

革新的半導体製造技術

結晶・基板  
製造

大口径化

基礎技術開発・実証

実用化・導入

低欠陥技術

実用化・導入

微細化  
積層化

微細化技術

基礎技術開発・実証

実用化・導入

積層化技術

基礎技術開発・実証

実用化・導入

省エネ加工

革新的  
リソグラフィ技術

基礎技術開発・実証

実用化・導入

省エネ  
設備  
機器

クリーンルーム

実用化・導入

真空装置

実用化・導入

諸外国の  
動向



・ ASML社は、次世代光源EUV装置の省エネ化を進め、2025年までに10%の消費電力削減を目指している



・ Intel社の新工場では、2,000以上の省エネプロジェクトが実施されており、2030年までに40億kWhの省エネを目指している

・ AMAT社では、ポンプやダクト等からデータを収集し、エネルギー利用等の効率化をするソフトウェアを開発している

# 革新的加工技術

省エネ技術

非化石転換技術

要素技術開発や実証

実用化

2025年度

2030年度

2040年度

2050年度

関連目標

2030年度までに高効率産業用モーター累計導入台数2,756万台、インバータ累計導入台数3,811万台、282.6万kLの省エネ量を見込む（地球温暖化対策計画）

課題

機械加工

工作機械の高効率化（5軸加工、可動部の軽量化、モーターの省電力化、待機時の省電力化、AI活用等）、切削/研削条件（材料、切削速度、研削加工液等）の最適化等

成形加工

加工技術の高精度・高機能化、金型長寿命化、AI・IoTの活用等による機器利用技術の高度化等

次世代加工

積層造形（3Dプリンタ）：造形技術の高度化（高速・高精度化、マルチマテリアル積層造形等）、造形条件等の探索・シミュレーション技術の高度化等

レーザー加工：レーザー波長・輝度の改善による出力やビーム品質の向上等

産業

革新的加工技術

高効率加工

切削、研削、プレス、鍛造、鋳造、粉末冶金等

技術開発・実証・実用化・導入

次世代加工

積層造形（3Dプリンタ）

技術開発・実証・実用化・導入

レーザー加工

技術開発・実証・実用化・導入

諸外国の動向



- 3Dプリンタに関して、米国では、2022年5月にバイデン大統領が「Additive Manufacturing Forward」を発表し、米国大手企業による中小サプライヤーへの積層造形製品の積極的な調達や人材・技術面での支援等が進む。欧州でも、Horizon2020において積層造形関連の研究開発を支援している。
- レーザー加工に関して、米国とともに世界をけん引する独国では、「Photonik Forschung Deutschland」(2002～2011年)にて、8億ユーロを光技術分野の研究開発に投じた。また、独国では2016年から2022年まで効率的な高出力レーザー光源(EffiLAS)に関する研究支援プログラムを実施している。
- モーターに関して、欧州では、2021年6月に公募が開始されたHorizon 2020にて2千万ユーロをモーター等の開発に投じている。

# 革新的熱利用製造技術

省エネ技術

非化石転換技術

要素技術開発や実証

実用化

2025年度

2030年度

2040年度

2050年度

関連目標

低炭素工業炉の導入／アンモニア・水素混焼・専焼工業炉／電気炉効率化／水素燃料小型貫流ボイラー

2030年までに、19.1千基の導入により374万kLの削減（地球温暖化対策計画）

カーボンニュートラル工業炉（水素・アンモニア燃焼工業炉、高効率電気炉）、水素燃料小型貫流ボイラーの実用化・導入等

課題

工業炉 共通技術 高効率バーナー（リジェネバーナー・熱交換型バーナー・赤外線型バーナー等）の開発・導入  
酸素富化燃焼（PSA・TSA・深冷分離・膜分離等）の開発・導入、その他\*（断熱材／熱回収技術等）の開発・導入

工業炉効率化 分野毎\*\*（金属（鉄鋼・非鉄）・化学・各種加工・半導体・セメント・ガラス等）独自仕様を開発・導入

プロセス 触媒・電化（マイクロ波等）／高効率蒸留・膜分離／反応分離等の開発・導入

非化石転換 カーボンニュートラル工業炉（水素・アンモニア燃焼工業炉、高効率電気炉）、水素燃料小型貫流ボイラーの開発・実証、実用化・導入

産業

革新的熱利用製造技術

非化石  
転換

水素・アンモニア  
燃焼工業炉

基礎技術開発・実証

実用化・導入

電気炉効率化

基礎技術開発・実証

実用化・導入

水素燃料小型貫  
流ボイラー

実用化・導入

工業炉  
共通技術

高効率バーナー

基礎技術開発・実証

実用化・導入

酸素富化燃焼

基礎技術開発・実証

実用化・導入

他\*（断熱・熱回収）

実用化・導入

工業炉  
適用

分野毎独自仕様\*\*  
（金属・化学・加工・  
半導体・セメント・ガラス）

基礎技術開発・実証

\*「未利用熱の循環利用」「熱エネルギーシステム技術の高度化」参照

共通・独自統合

基礎技術開発・実証

実用化・導入

\*\*各分野参照

プロセス  
効率化

触媒・電化

実用化・導入

高効率蒸留  
・膜分離

実用化・導入

反応分離

基礎技術開発・実証

実用化・導入

諸外国の  
動向



・ 米国国防高等研究計画局(DARPA)、NASA JPLでは、排熱利用の技術の1つである熱電変換材料の開発を実施している



・ 欧州委員会 Horizon 2020では、2014～2020年のプログラムにて、排熱利用等の熱マネジメント技術関連の公募がされる等、蓄熱や熱電変換等の未利用熱の活用に関する研究開発が実施されている

# 革新的セメント製造技術

省エネ技術

非化石転換技術

要素技術開発や実証

実用化

2025年度

2030年度

2040年度

2050年度

設備・プロセス高効率化／原料転換／燃料転換等による省エネルギー・脱炭素化

関連目標

2030年度までに高効率設備導入・低温焼成技術開発等により  
17.5万kL削減\*、セメント製造用エネルギー原単位を3,040MJ/t-cem\*\*

原料転換：コンクリート微粉～低炭素型新材料\*\*\*

2030年度までに上記＋混合セメント利用拡大で86万t-CO2削減\*、燃料転換：廃棄物～バイオマス～水素・アンモニア～CCU\*\*\*

非化石転換の定量目標：2030年度に焼成工程(キルン等)の燃料の非化石比率28%(省エネ法)

\*地球温暖化対策計画

\*\*セメント業界のカーボンニュートラル行動計画フェーズⅡ

\*\*\*「トランジションファイナンス」技術ロードマップ(セメント分野)

課題

製造技術

原料加工(ブレンダー・粉砕機・分級機等)・焼成(ヒーター・キルン・クーラー等)・仕上げ(粉砕・分級・品質管理等)設備高効率化、原料組成最適化・鉱化剤添加等による低温焼成技術開発／高効率燃焼(高効率バーナー・酸素富化)・断熱・熱回収・コジェネ／高効率駆動・搬送システム／高度計測・制御(IoT活用)等によるプロセス高効率化／CO2回収製造プロセス

原料転換

廃棄物による原料代替／クリンカ比率の低減／炭酸塩の生成、カーボンサイクルセメントの生成

燃料転換

廃棄物のエネルギー利用／バイオマス・水素・アンモニアの利用／CO2由来合成メタンの生成・利用(CCU)

産業

革新的セメント製造技術

製造技術

廃熱発電、クランククーラー等

実用化・導入

CO2回収製造プロセス

基礎技術開発・実証

実用化・導入

燃料転換

廃棄物・バイオマス

実用化・導入

水素・アンモニア

基礎技術開発・実証

実用化・導入

合成メタンの生成・利用

基礎技術開発・実証

実用化・導入

原料転換

炭酸塩の生成

基礎技術開発・実証

実用化・導入

カーボンサイクルセメントの生成

基礎技術開発・実証

実用化・導入

諸外国の動向



・米国エネルギー省(DOE)は、セメント・化学・鉄鋼産業等の脱炭素化に向けて2022年に「産業効率と脱炭素化」にて1億400万ドルの投資を発表



・欧州連合は、2021年よりセメント、化学、鉄鋼、石油産業等の脱炭素化に向けた革新的なプロジェクトに11億ユーロ以上を投資

# 革新的ガラス製造技術

要素技術開発や実証

省エネ技術

非化石転換技術

実用化

2025年度

2030年度

2040年度

2050年度

関連目標

ガラス溶融プロセス技術の開発及び実用化・導入／水素・アンモニア年燃焼等カーボンニュートラル技術の開発及び実用化・導入

ガラス溶融プロセス高効率化：原油換算3.0万kL(板硝子)\*/19.6%(ガラスびん)削減\*\*\*

\*地球温暖化対策計画

\*\*板硝子業界のカーボンニュートラル行動計画フェーズⅡ

\*\*\*ガラスびん製造事業における地球温暖化対策の取り組み

ガラス溶融プロセス高効率化：CO2を86.9万t(板硝子)\*\*/27.1%(ガラスびん)削減\*\*\*

ガラス溶融新技術

燃料転換(水素・アンモニア等)・CCUS等(板硝子)\*\*

酸素燃焼

電化(電気溶融・アニール・乾燥・ラミネート等)(ガラスびん)\*\*\*

課題

設備・プロセス高効率化

粉砕(ボールミル)・調合(湿潤処理)・溶融(サブマージド燃焼・マイクロ波加熱)・仕上げ(ラジオ波乾燥・ラミネート)等設備高効率化  
高効率駆動・搬送システム／高度計測・制御(IoT活用)／熱マネジメント(予熱・断熱・熱回収等)等によるプロセス高効率化  
ガラス溶融新技術(気中溶解(インフライトメルティング)法等)の開発・導入

酸素燃焼技術の開発～導入

電化(電気溶融・アニール・乾燥・ラミネート等)技術の開発～導入

燃料転換

水素・アンモニア等非化石エネルギー燃焼技術の開発～導入

産業

革新的ガラス製造技術

燃料転換

水素・アンモニア

基礎技術開発・実証

実用化・導入

設備高効率化

設備高効率化

基礎技術開発・実証

実用化・導入

プロセス高効率化

酸素燃焼

基礎技術開発・実証

実用化・導入

電化

基礎技術開発・実証

実用化・導入

諸外国の動向

・仏国の建築資材メーカーSaint-Gobain社は、天然ガスの空気燃焼を熱源とする板ガラスの製造方式を、電力50%・天然ガス酸素燃焼50%に転換する技術の共同開発を我が国のガラスメーカーと実施し、2024年に実証実験を開始する予定

# ZEB・ZEH関連技術

省エネ技術  
非化石転換技術

要素技術開発や実証

実用化

2025年度

2030年度

2040年度

2050年度

## 関連目標

カーボンニュートラル経済成長を両立させる高度な技術を国内に普及させる市場環境を創造しつつ、海外への技術展開も見込む（グリーン成長戦略）

2030年度省エネ量：業務部門1,350万kL、家庭部門1,200万kL（2030年度におけるエネルギー需給の見通し） AI・IoT等を活用した安全・便利・経済的な暮らしの実現（グリーン成長戦略）

2030年度時：新築住宅・建築物の平均でZEH・ZEBの実現（グリーン成長戦略）

ストック平均でZEH・ZEB水準の性能を確保（第6次エネ基）

消費者負担の光熱費の大幅な低減、ヒートショック防止による健康リスク低減（グリーン成長戦略）

## 課題

エネルギーマネジメント ・見える化にとどまらない最適化技術、より広範囲での制御技術の開発

LCCM・ZEB/ZEH ・2050年にも一定程度残存する既築住宅・建築物の改修技術の開発  
・多様性に配慮した個人の感覚差や時間変化に柔軟に対応する機器・システムの開発

給湯・空調 ・DR(デマンドレスポンス)機器としての系統安定化に寄与するシステム技術開発  
・既築物件の設置スペース、配管制約に対応するための貯湯層の小型化  
・外皮との連携、高断熱化に対応した低容量化や全熱交換器の開発

## 家庭・業務

### ZEB・ZEH関連技術

エネルギー  
マネジメント

AI・IoT等を活用したエネマネ

導入・拡大

高性能  
住宅・  
建築物

LCCM住宅・建  
築物ZEB/ZEH

導入・拡大

省エネ性能向上

導入・拡大

建材・  
設備等

給湯・空調

導入・拡大

## 諸外国の 動向



・ 欧州では、Horizon Europeにおいて、建築物のライフサイクル全体での省エネ・CO2削減、断熱材（シリカエアロゲル）やスマートウィンドウ、地熱エネルギー利用等の普及支援やヒートポンプに関する技術開発が行われている



・ 米国では、DOE(米国エネルギー省)のBuilding Technologies Office において継続的に給湯、設計及びセンシング・制御、系統連系に関する技術開発が行われている。また、DOEのARPA-E(エネルギー高等研究計画局)において、ヒートポンプ、ローカル熱マネジメント、センサーに関する技術開発が行われている

# 省エネ型データセンター・ICT機器

要素技術開発や実証



実用化



2025年度

2030年度

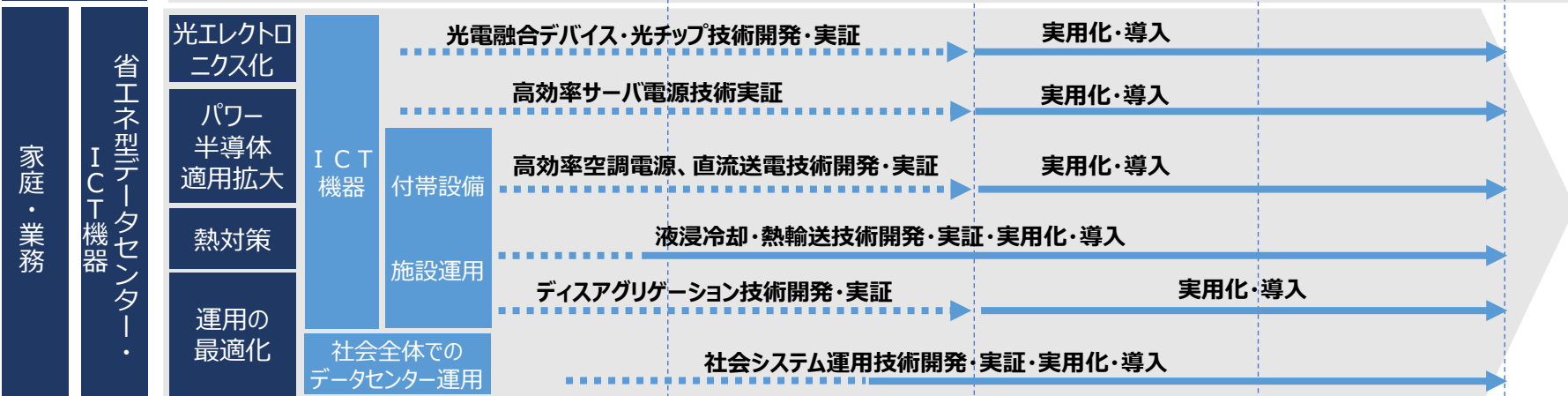
2040年度

2050年度

省エネ技術  
非化石転換技術

関連目標	2040年までにデータセンターのカーボンニュートラルを目指す。2050年までに、既存の半導体、機器の置き換えを完了する。(グリーン成長戦略)
	2030年度までに、省エネ50%以上の次世代パワー半導体の実用化普及拡大を進める(グリーン成長戦略)
	2030年度までに、全ての新設データセンターの30%以上の省エネ化、国内データセンター使用電力の一部の脱炭素化を目指す(グリーン成長戦略)
	2030年度までに、エネルギー使用量1,500kl以上の事業者のPUEを1.4以下を目指す(データセンター業のベンチマーク制度)

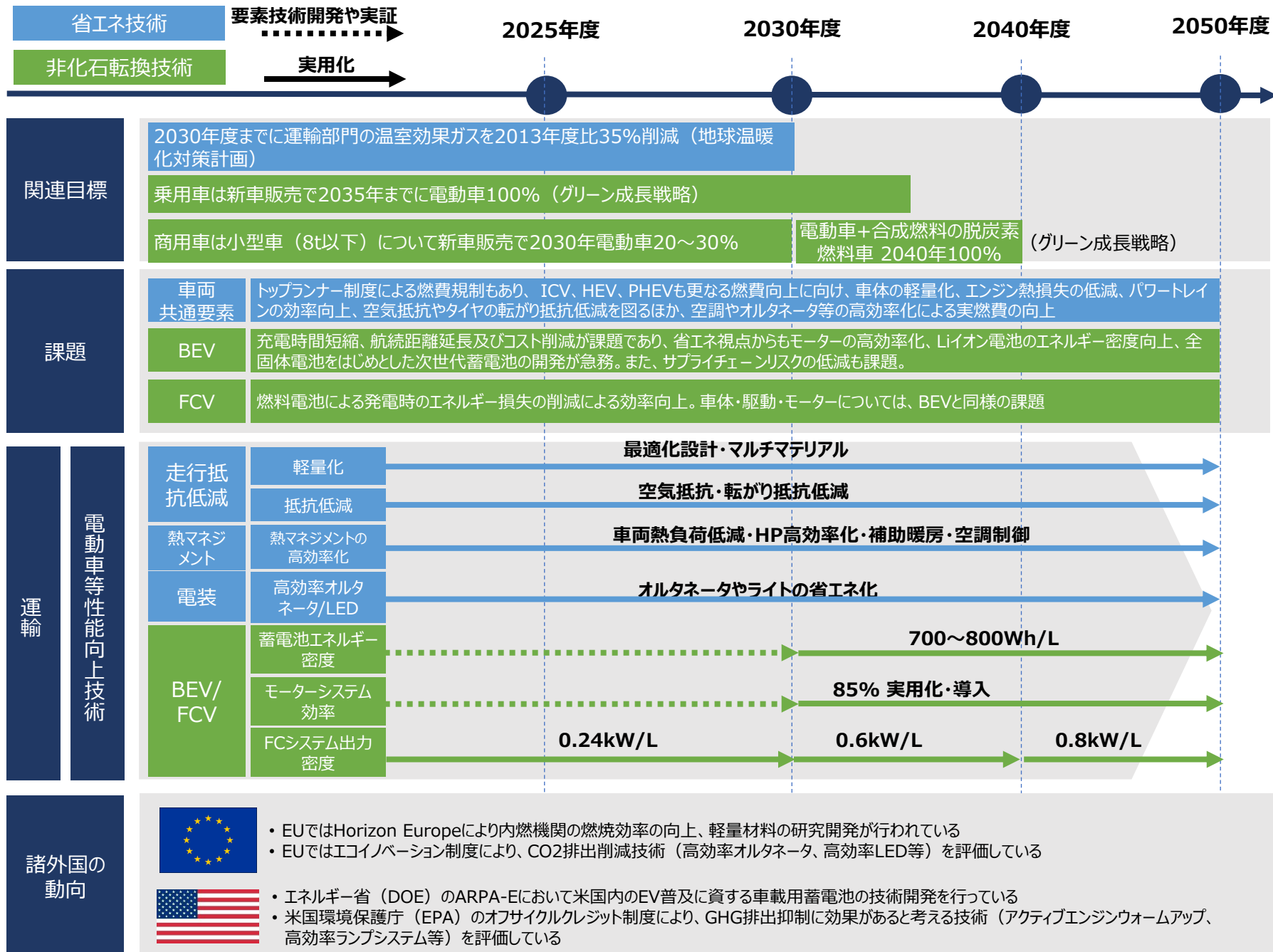
課題	ICT機器	<ul style="list-style-type: none"> <li>電気配線の省電力化のための光電融合デバイス、および光配線に適合したCPU、メモリ等の開発</li> <li>サーバ電源へのパワー半導体適用技術の開発</li> </ul>
	付帯設備 施設運用	<ul style="list-style-type: none"> <li>空調電源、無停電電源へのパワー半導体適用技術、直流送電のための直流遮断機、電力変換器等の開発</li> <li>GPU等への更なる高効率冷却(液浸冷却等)、高効率熱輸送とその再利用等の技術の開発</li> <li>処理負荷に応じてサーバ構成要素(CPU、メモリ等)の単位で計算リソースを最適運用する技術の開発</li> </ul>
	社会全体でのデータセンター運用	大規模化、分散化するデータセンターが連携動作する様々な実運用環境条件(提供サービス、システム/ユーザのロケーション、システム構成品の電力消費特性等)において、部品、製品の省エネ性能を引き出す運用技術の開発



諸外国の動向		<ul style="list-style-type: none"> <li>米国では、DOEのARPA-EのCOOLERCHIPSプログラムにおいて、PUE = 1.05を実現するため、「次世代高電力密度サーバ向け高効率冷却技術」、「場所を選ばず設置/運用できる高電力密度のモジュール型データセンター」、「消費エネルギー、CO2フットプリント、信頼性、コストの最適設計ソフトウェア」、「開発技術の効率的な評価と実証」を実施している。</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>EUでは、HORIZON EUROPEのWaste heat reutilisation from data centresプログラムにおいて、データセンターの排熱利用技術の開発を実施している。</li> </ul>

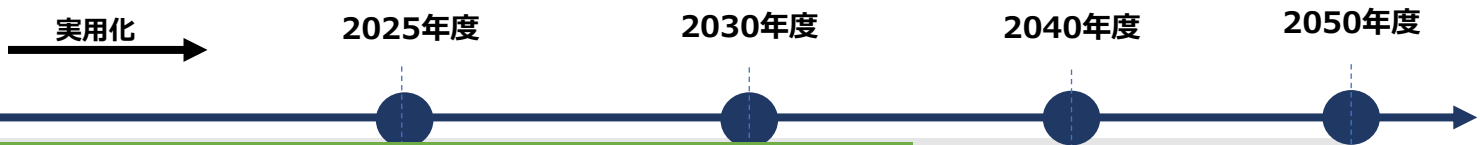


# 自動車のエネルギー消費効率等向上及び非化石転換に資する技術



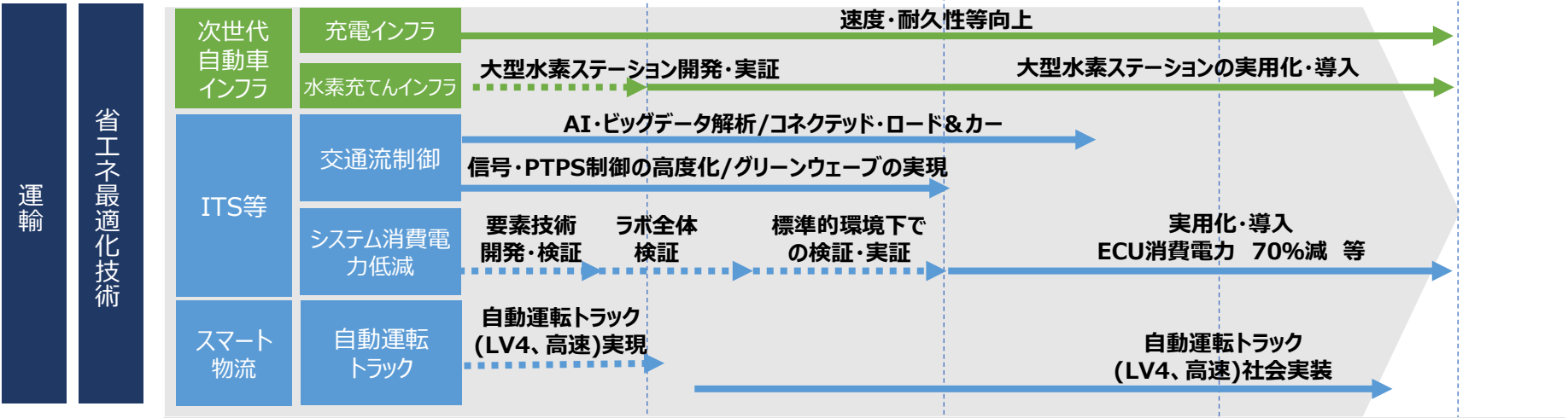
# 要素技術開発や実証 → 次世代自動車インフラ/高度道路交通システム(ITS)等/スマート物流システム

省エネ技術  
非化石転換技術



関連目標	乗用車は新車販売で2035年までに電動車100% 商用車は小型車（8t以下）について新車販売で2030年電動車20～30%	(グリーン成長戦略)
	フィジカルインターネットによる世界で最も効率的な物流の実現（フィジカルインターネット実現会議）	(官民ITS構想・ロードマップ)
	国民の豊かな暮らしを支える安全で利便性の高いデジタル交通社会を世界に先駆け実現する	

課題	次世代自動車インフラ	BEV・FCVの普及に向けては、充電技術（急速充電、走行中給電、交換式バッテリー等）・水素充てん技術（大流量化、商用車向け水素ステーションの大型化等）の向上が重要
	スマート物流	物流分野は、従前より無駄の排除や省人化が進められているが、さらなる省エネルギー実現に向け、ロードファクター（積載効率等）向上と効率的輸送による輸送距離や回数の削減、荷役・保管施設におけるマテハン、待機、保管の時間削減、スペースの効率化等の全方位での取り組みが必要
	ITS	自動運転ソフトウェアは、通常、人間の頭脳が行う「認識・判断・操作」のプロセスを代替。膨大な計算量により、膨大な電力を消費するため消費電力の抑制が必要



諸外国の動向	<ul style="list-style-type: none"> <li>Horizon Europeや各国によりxEVの普及に向けて、充電インフラや水素供給インフラ、利用などに関する技術開発や実証が行われている</li> <li>Horizon Europe「Climate, Energy &amp; Mobility」において自動運転、スマートなモビリティのためのデータ活用・AIのプロジェクトが進められている</li> <li>EUを中心に複数事業者の参加によるDXを推進しており、特にフィジカルインターネットの実現を目指し複数企業が参画する技術プラットフォームAliceは、Horizon Europeへの支援をはじめとした活動を活発化している</li> <li>大規模ロジスティクス事業者が個別にロジスティクス改革に取り組んでおり、AMAZONのClimate Pledge Fund（20億ドル、2020年～）、ドイツポスト（DHL）の気候中立ロジスティクスへの投資（70億ユーロ、2021年～）などの動きが目立っている</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>米国では、運輸省がITS Strategic Plan 2015-2019に基づき安全性やモビリティシステムの効率化といった戦略テーマと実行プログラムを実施。またエネルギー省のARPA-Eにおいても、コネクティビティと自動化に係るプロジェクト等が行われている</li> </ul>

# 次世代航空・船舶・鉄道技術

省エネ技術

非化石転換技術

要素技術開発や実証

実用化

2025年度

2030年度

2040年度

2050年度

関連目標

航空機：CO2排出量を2030年度1.1693 g-CO2/トンキロ\*  
 船舶：2030年度に省エネに資する普及隻数を1,080隻、省エネ見込量62万kL、CO2排出見込量181万t-CO2\*  
 鉄道：2030年代に2013年度CO2排出量の実質46%（約540万t）を削減

\*地球温暖化対策計画

課題

航空機：電動化技術の確立に向けコア技術の研究開発を推進  
 水素航空機の軽量化・効率化の研究開発を推進  
 船舶：ゼロエミッション船の実用化に向け技術開発(設計・コンセプト検証)を推進  
 鉄道：水素燃料電池鉄道車両等の航続距離延伸、高出力化に向けた技術課題の解決を推進および社会実装に向けた量産化・コスト低減を推進

運輸

次世代航空・船舶・鉄道技術

次世代航空

電動化

設計・コンセプト検討、コンポーネント開発

認証に向けたデータ取得、実証試験

軽量化  
効率化

設計・コンセプト検討、コンポーネント開発

認証に向けたデータ取得、実証試験

水素航空機

設計・コンセプト検討、コンポーネント開発、実証試験

認証に向けたデータ取得、実証試験

次世代船舶

電動化

バッテリー船開発・実船実証

非化石転換技術

水素エンジン開発

実船実証

アンモニアエンジン・タンク開発

実船実証

次世代鉄道車両

水素燃料電池  
鉄道車両等

水素燃料電池鉄道車両等開発・実証

諸外国の動向



- EU「Clean Sky 2」では、2025年以降の次世代航空機への開発技術の搭載を目指している。また、エアバス社は2035年に水素燃料および燃料電池を活用した「カーボンニュートラル航空機」を市場投入すると発表している
- 船舶については、EUではHorizon Europeにおいて、既存船舶の省エネ、改修、電化の取組みが進められているほか、水素燃料電池システムの研究開発も進められている

# 未利用熱の循環利用・熱エネルギーシステム技術の高度化

省エネ技術

非化石転換技術

要素技術開発や実証

実用化

2025年度

2030年度

2040年度

2050年度

関連目標

熱利用について、技術の高度化・効率化、設備の整備、低コスト化、デジタル化等により更なる推進を図り、循環経済への移行も進めつつ、2050年までに他の技術とあわせて全体として温室効果ガスの排出をゼロにする。（グリーン成長戦略）

脱炭素化を進める上で、熱利用効率化・未利用熱活用等、熱の有効活用は引き続き重要。（クリーンエネルギー戦略）

2030年まで既存建築物の省エネ回収、高断熱性能建材の導入：143万kL(2030年度におけるエネルギー需給の見通し)

課題

未利用熱の循環利用

未利用熱を回収・再利用して材料やプロセス流体を加熱・冷却することにより、投入するエネルギーを削減し、省エネルギーを実現するためには、熱交換、熱電変換、ヒートポンプ、蓄熱等の高効率化、高耐久化等に係る開発が必要

熱供給の基盤技術

熱供給の基盤技術は、ボイラー等における熱のロスを最小限にするための断熱技術、熱供給と熱利用の時間的・空間的ギャップを埋める蓄熱技術、及び熱利用の最適化を通じてエネルギー効率化に貢献する熱マネジメント技術の高度化が必要

部門横断

未利用熱の循環利用・熱エネルギーシステム技術高度化

熱交換器

新材料、新形状、伝熱促進・表面処理技術、防汚技術、汚染媒体からの熱回収、高温対応素材等の漸次的な研究開発、実用化、実証、低コスト化、導入

熱電力変換

熱電変換モジュールの高性能化（小型・高出力・高効率化）、有機ランキンサイクル発電及びスターリング発電の高効率化等の漸次的な研究開発、実用化、実証、低コスト化、導入

蓄熱断熱

ボイラーや配管に適用する断熱材の高度化（高断熱化、軽薄短小化、高強度化、長寿命化）、及び用途に応じた蓄熱材の高度化（潜熱・顕熱・化学蓄熱による高温蓄熱、熱応答性、安全性、繰り返し利用技術の進展）等の漸次的な研究開発、実用化、実証、低コスト化、導入

熱マネジメント

熱利用システム全体の最適化を図るための、熱需要・排熱のデータ取得・整備（センサー技術、ピンチテクノロジー、AI解析技術、数値最適化技術等）

諸外国の動向



米国は、Department of Energy U.S. “Thermal Energy Storage”(Storage Innovations 2030)において、蓄熱を含めたエネルギー貯蔵技術の革新的なコストダウンを目指している。

EUは、“Horizon Europe”の枠組みの中で、排熱の再利用と商用化のための新しい高効率熱交換器・蓄熱技術開発（SUSPIRE）、高熱を回収・貯蔵できる相変化材料の開発（VULKANO）等を実施。また、産業用HPに関しても、EDF（フランス電力）、AIT（オーストリア技術研究所）、SINTEF（ノルウェー産業技術研究所）、DTI（デンマーク技術研究所）等で開発が進行中。他、EU “TRANSLATE Program”において、熱電変換技術の開発を2021年から支援。

# エネルギー管理技術

省エネ技術

非化石転換技術

要素技術開発や実証

実用化

2025年度

2030年度

2040年度

2050年度

カーボンニュートラルなエネルギー消費社会

関連目標

2030年度の省エネ目標（2030年度におけるエネルギー需給の見通し）：

HEMS：216.0万KL、BEMS：238.5万KL、FEMS：74.0万KL

再エネを最大限活用し、エネルギーバリューチェーン全体で統合制御・最適運用を行う「スマートエネルギー管理システム」の構築（第3期SIPスマートエネルギー管理システムの構築）

課題

センシング

稼働状況やエネルギー利用状況等様々な情報をデータ化するためのセンシングデバイス設計技術の開発

個別EMS

住宅(HEMS)・建築物(BEMS)・工場(FEMS～スマート工場)・地域(CEMS・VPP・MG-EMS)のスマートエネルギー管理システム構築によるエネルギー消費状況の詳細な把握と、これに基いた機器制御による電力消費量の削減及び省エネ行動の促進

横断EMS

電力(系統-運輸)・燃料(水素・アンモニア・e-Fuel)・熱・クロスボーダー・セクター横断EMSによる需給調整を通じた最大限のエネルギー高効率化と非化石燃料の社会実装の加速

部門横断

エネルギー管理技術

センシング

センシング

実用化・導入

個別EMS

住宅(HEMS)  
建築物(BEMS)  
工場(FEMS)

実用化・導入

FEMSの高度化  
(スマート工場)

要素技術開発・実証

実用化・導入

クロスボーダー・セクター横断EMS

系統運用向けEMS

要素技術開発・実証

実用化・導入

諸外国の動向



- ・米国DOEでは、Grid Modernization Initiativeとして国研をまたいで「研究所グリッド統合設備ネットワーク」を作り進めている
- ・系統制御管理やパワエレデバイス等の技術開発、水素利用ネットワーク形成やエネルギー地産地消に係る施策が進められている



- ・欧州では、2050年に向けて欧州全体で再生可能エネルギーネットワークを構築するe-Highway2050構想の検討を行っている。また、Industry5.0xデータ共有ネットワーク(GAIA-X等)により、産業競争力強化の動きを更に加速している

# パワーエレクトロニクス技術

省エネ技術

非化石転換技術

要素技術開発や実証

実用化

2025年度

2030年度

2040年度

2050年度

関連目標

2040年に半導体・情報通信産業のカーボンニュートラルを目指す

2025年に次世代パワー半導体等を用いた機器の実証、パワー半導体の省エネ(50%以上達成)  
(グリーン成長戦略)

2050年までに既存の半導体、機器の置き換え終了 (グリーン成長戦略)

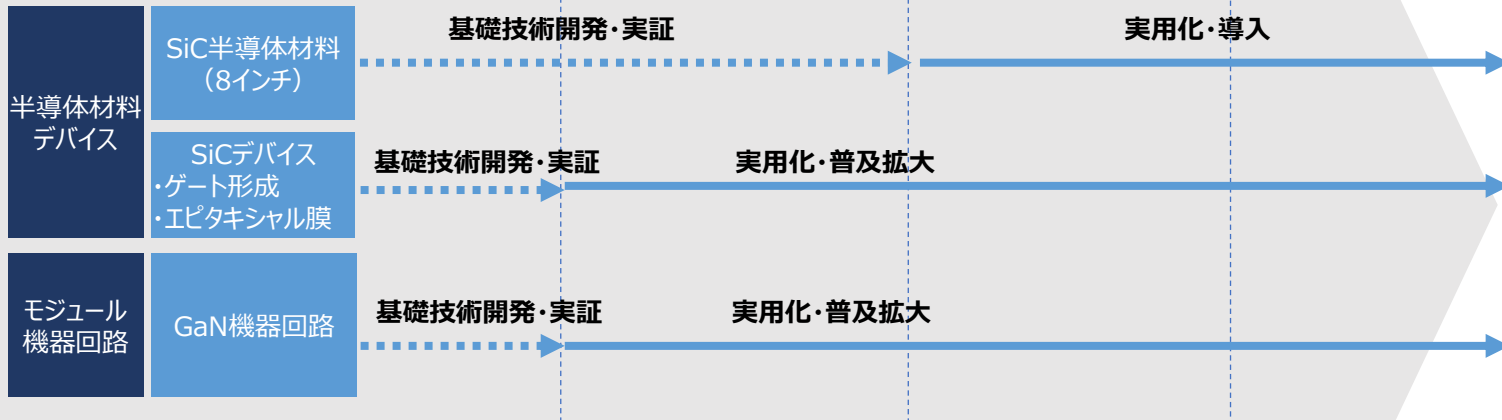
課題

半導体材料デバイス  
量産時に従来のSiパワー半導体と同等のコスト  
8インチSiCウェハにおける欠陥密度1桁以上の削減及びコスト低減  
次世代パワー半導体を使った変換器等の損失を50%以上低減

モジュール機器回路  
パワー半導体の成果を用いて、現時点から応用可能な用途に係る技術の実証・実装・高度化  
次世代パワーエレクトロニクス技術(高効率制御等)の研究開発

部門横断

パワーエレクトロニクス技術



諸外国の動向



・ 欧州では2022年に「The European Chips Act」が提案され、2030年までに430億ユーロを半導体の技術開発等に投資する予定である



・ 米国では2017年からエネルギー省による「CIRCUITS」のプロジェクトが実施されており、これまでにない機能性、効率性、信頼性、小型化を実現する先進的なパワーエレクトロニクスの開発に向けて22のプロジェクトが推進されている

# ヒートポンプ高度化技術

省エネ技術

非化石転換技術

要素技術開発や実証



実用化



2025年度

2030年度

2040年度

2050年度

## 関連目標

2030年度の導入目標\*

- ✓ 産業用HPの累積導入設備容量:1,673千kW、省エネ量:87.9万kL
- ✓ 高効率空調の省エネ量:29万kL
- ✓ 家庭用HP給湯機の累積導入台数:1,590万台
- ✓ 業務用HP給湯機の累積導入台数:14万台

\*地球温暖化対策計画  
2030年度におけるエネルギー需給の見通し  
グリーンエネルギー戦略

## 課題

HP機器の効率は既に非常に高い水準であり、改善率が近年鈍化

産業

一般的な熱需要の200°Cの熱源（ボイラー・蒸気等）を代替できるようHPの適用温度域の範囲拡大し、HP市場を拡大する

欧州をはじめとする世界的な冷媒規制の強化（HFC規制・Fガス規制等）に対応する次世代冷媒の開発が必要

業務・家庭

エネルギー効率が低下する寒冷地においても導入が進むような技術開発が必要

集合住宅等でのHP給湯機の設置性向上のため、小型化及び静音化が必要

## 部門横断

## ヒートポンプ高度化技術

産業用

高効率  
高温  
HP

200°C以下対応の次世代冷媒の探索

実用化・導入

ノンフロン  
低GWP  
冷媒

多様な用途  
に応じて開発

新たな低GWP冷媒の探索

実用化・導入

（既存の低GWP・ノンフロン冷媒の適用範囲拡大）

業務・家庭用

寒冷地  
対応技術

外気低温時での高効率化

除霜運転の時間短縮・回数の極小化

給湯機  
小型化  
技術

高効率ヒートポンプの小型化

## 諸外国の動向



- ・ウクライナ侵攻後2022年3月発表の「リパワーEU」で、HPの導入ペースを2倍、向こう5年間で1千万台導入という数値目標が示された。
- ・他方、ヒートポンプ等に使用される冷媒について、温室効果抑制の観点から、特定の機器におけるR32等のHFC（ハイドロフルオロカーボン）だけでなく、GWPによらず一律にフッ素系冷媒の使用を2035年までに禁止するというFガス規制改正案が2023年10月に欧州議会/理事会/委員会により妥結。
- ・欧州では自然冷媒（アンモニア、CO<sub>2</sub>、炭化水素）を採用したHPの研究開発ならびに実用化が活発に行われている。



- ・連邦政府：2050年までのGHG排出ネットゼロに向けた長期戦略の中で、建築物のエネルギー効率を飛躍的に向上させ、HP空調、HP給湯機等の電気製品の販売シェアを拡大することが重要と明記。

# 複合材料・セラミックス製造技術

省エネ技術

非化石転換技術

要素技術開発や実証

.....▶

実用化

————▶

2025年度

2030年度

2040年度

2050年度

2050年 環境性能の高い材料の普及拡大

関連目標

セルロースナノファイバー等の革新的な製造技術及び製品化技術の開発、社会実装（カーボンリサイクルロードマップ）

課題

低コスト化

セルロースナノファイバー(CNF)の量産技術を確立し、その用途を拡大する

低コスト化  
高レート化

熱可塑性炭素繊維強化プラスチック(CFRP)を用いた部材の実用化のため低コスト・高レート製造を実現する

セラミックス基複合材料(CMC)を用いた部材の実用化のため、低コスト・高レート製造を実現する

部門横断

複合材料・セラミックス製造技術

低コスト化

量産技術  
(CNF)

実機実証試験

実用化・導入

低コスト化  
高レート化

量産技術  
(熱可塑性  
CFRP)

基礎技術開発・実証

実用化・導入

量産技術  
(CMC)

基礎技術開発・実証

実用化・導入

諸外国の  
動向



- セルロースナノファイバーについては、EUで研究開発プログラム Horizon2020 (2014-2020)やHorizon Europe(2021-2027)、森林分野における既存の研究コンソーシアムを基盤として、ナノセルロース開発研究への投資・規格標準化に取り組んでいる
- セラミックス基複合材料については、米GE Aviationと仏Safranが2021年6月、現在のエンジンと比較して燃料消費量とCO2排出量を20%以上削減することを目標とした技術開発プログラムを開始