

## 18. 革新的デバイス(情報機器・照明・ディスプレイ)

### 技術の概要

- 情報機器のうち超低消費電力デバイスとは高集積化された半導体や不揮発素子、ディスプレイ等の高効率・高性能な電子機器・部品である。
- 情報機器のうち光通信技術とは、電子機器内の回路に光配線・光素子を用いて省電力・高速・小型化する光エレクトロニクス技術や、光ネットワークを構成する光素子や光信号処理LSI等を省電力化・大容量化する技術である。
- 高効率次世代照明として、白熱電球や蛍光灯に対し低消費電で、長寿命・高演色性等のポテンシャルを有する高効率LEDおよび有機EL照明が注目されている。
- ディスプレイ分野では、自発光型で液晶に比べて高い電力消費効率を実現しうる有機ELに期待が集まる。
- 以上の革新的デバイス技術を用いた消費電力量削減の取組により2050年には国内で約1.1億t CO<sub>2</sub>/年の省エネルギーポテンシャルを有する。

### 我が国の技術開発の動向・課題

- 超低消費電力デバイスについては半導体の更なる微細加工を目指した「次世代露光システム」や立体的に集積度を向上させる「三次元実装」、新構造・新材料により低抵抗化・省電力化を実現する「超低電圧デバイス」、パソコン等で処理が必要ときだけ電力を消費するシステム「ノーマリーオフコンピューティング」、シリコンデバイスに代わる超低消費電力デバイス「スピントロニクスデバイス」等、近年新たな技術シーズとして研究が進められている。
- 超低消費電力光通信技術では「光エレクトロニクス技術」の開発によりデータセンタ等の小型化・省電力化、および光ネットワークの大容量化・省電力化を図る。
- 高効率次世代照明として高効率LEDおよび有機EL照明の発光効率等の性能向上を進めてきており、今後技術の実用化や普及の策に期待がかかる。
- 超低消費電力型シートディスプレイについて、スマホ・タブレット等への利用を想定し、軽い、薄い、割れない、フルHDのシート型インタラクティブディスプレイの開発を推進する。

### 技術ロードマップ



各技術の有する省エネルギーポテンシャルを最大限発揮させるため、革新的デバイスの開発と併せて、製品・サービス化および社会実装を促進するための課題解決・実証などの推進が必要

### 国際動向

#### 普及の現状

- LANスイッチやルーターの市場は堅調に推移しているが、光デバイスについては市場が急速に立ち上がると予想されている。
- 既存の性能のLED照明製品の普及は進んでいる。今後、高効率の次世代高効率照明の普及拡大が望まれる。
- 有機ELディスプレイは携帯電話や一部テレビ等で普及が始まっており、世界市場規模は2012年で約7000億円となっている。

#### 技術開発の動向

- 超低消費電力デバイスについては世界的なロードマップ等のもと研究開発競争がな

れている。

- 光エレクトロニクス技術に関して欧米においても国費によりプロジェクトを実施。

#### 我が国の国際競争力

- IT機器に用いる材料系の技術において日本は競争力を有している。
- 光通信技術では、光エレクトロニクスシステムの要素技術において世界的な成果を有している。今後は実装技術についても研究開発の推進が求められる。
- 大型ディスプレイでのシェアは低いが、スマホ・タブレットを中心に今後市場の成長が見込まれる中小型では強み(シェア約30%、2012年)を有する。

## 19. 革新的デバイス(パワーエレクトロニクス)

### 技術の概要

- 家電・情報機器をはじめ、次世代自動車や再生可能電源等では、半導体で電力を制御(電圧・周波数の変換、直流・交流の変換)するパワーエレクトロニクスが用いられ、省エネ化に貢献。
- 現在、用いられている半導体材料は、ケイ素(Si)であるが、半導体デバイスの低損失化を更に図るため、Siを超える物性を持つ炭化ケイ素(SiC)、窒化ガリウム(GaN)、ダイヤモンド等の新材料を用いた革新的な半導体デバイスを実現する技術。
- 新材料に転換することで、発熱等による電力損失を半減することも可能であり、家電・情報機器等の省エネ性能向上の鍵として期待される。

### 我が国の技術開発の動向・課題

- 結晶成長の容易さ、コスト、熱伝導率等の違いにより、GaNは低耐圧(数百ボルト)デバイス用、SiCは中高耐圧(数千～一万ボルト)大電力デバイス用として期待されている。また、GaNはSiC以上に高い周波数で動作するパワーデバイスや高周波発振デバイスとしての期待も高い。近年、低コスト化のために、Si基板上にGaNデバイスを作製する技術も開発されている。また、ダイヤモンドについては、SiCを上回る高耐圧大電力デバイスとして期待されている。
- 経済産業省は、SiC半導体の本格導入に向けた基盤技術開発やGaN半導体の実用化に向けた研究開発支援を実施、文部科学省は、ダイヤモンド半導体の実用化に向けての先導的な研究に取り組み、また、内閣府では、電力系統向けの高耐圧(10kV級)SiC半導体に関する技術を開発している。
- Siからの置き換えを確実なものとするためには、新材料による大面積・高品質の基板を量産する技術やデバイスを安定的、かつ高い歩留りで製造できる生産プロセスの開発が重要である。

### 技術ロードマップ



(※関連技術ロードマップ: 12、13. 次世代自動車、16. 航空機・船舶・鉄道(高効率鉄道車両)、18. 革新的デバイス(情報機器・照明・ディスプレイ))

### 国際動向

#### 普及の現状

- 一部エアコン等の家電製品にSiC半導体の搭載が始まっており、鉄道や自動車への応用に向けた研究開発は、実証の段階に入っている。GaN半導体は実用化に向けた技術開発が加速しているものの、克服すべき技術的課題が残っている。ダイヤモンド半導体については、まだ基礎研究の段階にとどまっており、公的な研究資金を用いた継続的な研究が続けられている。
- SiCについては、鉄道用インバータ等で採用され始めている。

#### 技術開発の動向

- 米国はパワー半導体開発計画における長期的な技術開発目標として、5年から15年以内に20kVクラスのGaN半導体を実用化することを掲げており、目標達成に向けてパッケージデザインの精緻化や、検査の信頼向上、GaN半導体の制御システムの高度化、送配電関連設備に与える影響

の評価に取り組むこととしている。

- EUは、SiC半導体やGaN半導体の実用化と低コスト化を推進するとしており、数値目標としては、2020年までに30%のコスト削減、2030年までに50%のコスト削減を実現すると同時に、ウエハの大型化やエネルギーロスの割合も少なくすることとしている。

#### 我が国の国際競争力

- 日米欧で熾烈な技術開発競争が行われているが、基板供給については特定の企業の寡占状態にある。半導体分野の技術力については、我が国のプロセス、デバイス、実装技術は世界的にもトップレベルにあるが、パワーエレクトロニクス分野で国際競争力を獲得するには、こうした技術的な優位性を活かし、コンソーシアム方式で効率的にリソース(資金、設備、人)を投入し、関係者をネットワーク化しながら技術開発を推進することが必要である。

## 20. 革新的デバイス(パワーエレクトロニクス等(テレワーク))

### 技術の概要

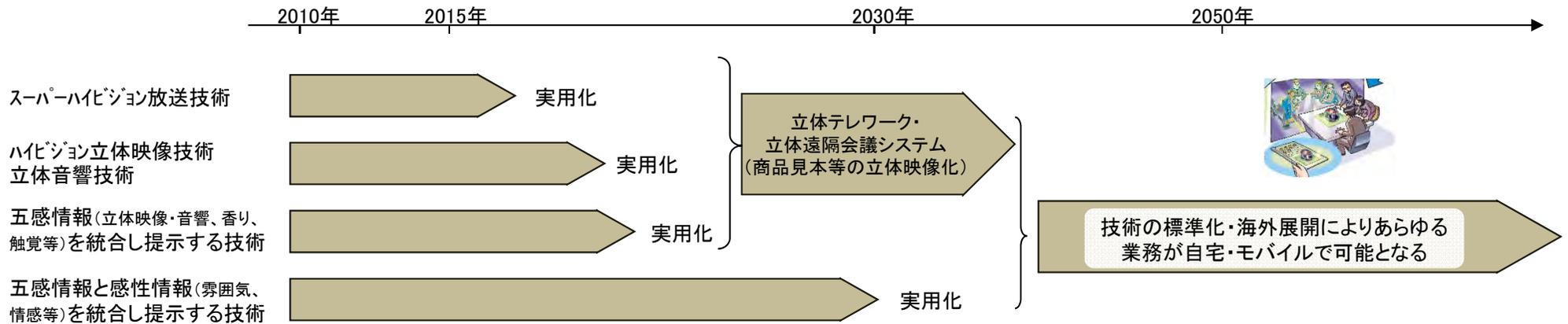
- 超高精細映像・立体映像・立体音響等の伝達・提示技術を統合制御することにより、遠隔地においてモノの実在感や人の存在感も再現する技術。
- 人・モノの移動が大幅に抑制され、テレワークや遠隔会議により就業者の通勤・移動によるCO<sub>2</sub>排出が削減。併せて、業務効率化による勤務時間短縮、出勤機会低減等により、オフィスで消費されるエネルギーも削減。
- また、従来通勤に要していた時間(平均:1時間40分※)が自由になることにより、ワーク・ライフ・バランスの確立に貢献する。
- 就業者の通勤・移動により排出されるCO<sub>2</sub>排出量の削減効果は、714万トン(テレワーク総利用者率:35%、在宅利用者率:14%、利用時間率:60%)

※「ユビキタスネット社会の進展と環境に関する調査研究会報告書」(総務省)における算定方法に基づき立体映像技術等による効果を勘案して試算

### 我が国の技術開発の動向・課題

- 総務省では、「革新的な3次元映像技術による超臨場感コミュニケーション技術の研究開発」において、三次元(立体)映像技術を、「立体音響技術」、「五感情報(感触、香り等)伝達技術」、「感性情報(情感、雰囲気等)認知・伝達技術」等の超臨場感コミュニケーション技術と一体的に研究開発を推進している。
- 三次元映像表示のためのデバイス技術、三次元映像通信・放送を実現するための撮影系・伝送系技術、立体音響や触覚、香りなどの超臨場感コミュニケーションを実現するための技術等の課題がある。

### 技術ロードマップ



### 国際動向

#### 普及の現状

- 2010年に3DテレビやBlu-Ray3Dなどの家庭用機器が相次いで発売され、一般家庭で3D映像が楽しめる環境が実現され、家電製品として“立体テレビ”が身近な存在となっている。

#### 技術開発の動向

- 各国で、立体映像、立体音響技術の開発が進められている。韓国では3D技術ロードマップを作成し、3D映像技術、ホログラフィー技術等の開発に取り組んでいる。

#### 我が国の国際競争力

- 立体映像技術に関しては、日本が世界最先端。
- その他の立体音響技術、五感情報伝達技術、感性情報認知・伝達技術については、日本が世界にさきがけ研究を開始。
- 世界規模で増大する人・モノの移動を抑制し、各国の企業において業務効率向上を促す事により、世界的なCO<sub>2</sub>排出削減に貢献。
- 国際会議や国際共同プロジェクトなどに国内にいながらにして容易に参加できるようになり、国際化が進む中で日本の地理的不利を補い、日本の国際競争力強化に貢献。

## 21. 革新的構造材料

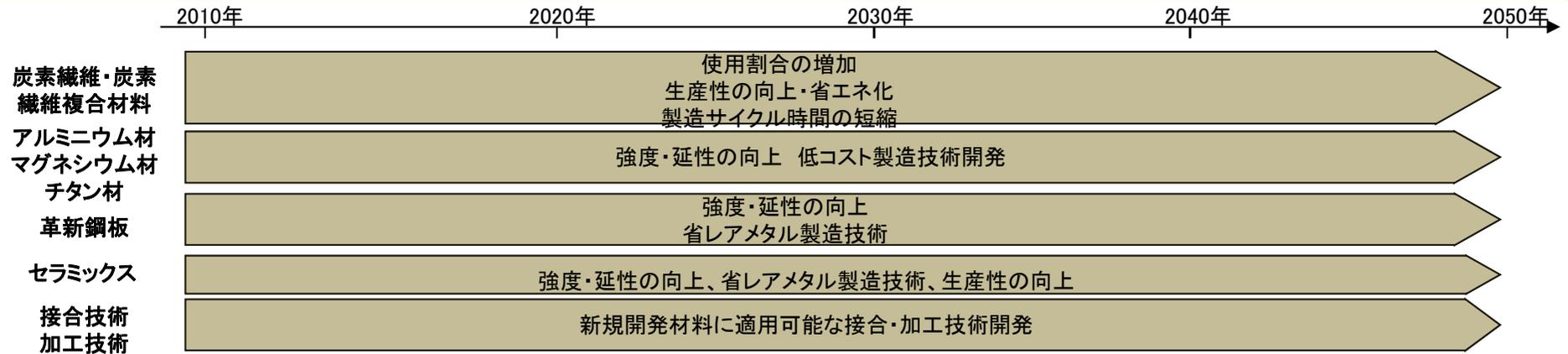
### 技術の概要

- 自動車に代表される輸送機器の燃費向上に向けて、車両の軽量化は重要な技術課題の一つ。アルミニウム材、マグネシウム材、チタン材、炭素繊維複合材料(CFRP)や革新鋼板等、輸送機器の主要な構造材料の軽量化に向けて、高強度化や高延性化に係る技術開発が必要。また、これらの材料を適材適所に使うマルチマテリアル化を促進するための異種材料接合技術の開発も必要。
- 革新鋼板やマグネシウム材の開発では、強度と延性の向上に有効な希少金属を多用する製造方法からの脱却が求められている。
- CFRPは炭素繊維と樹脂を複合化した材料で熱硬化性及び熱可塑性がある。
- IEAのEnergy Technology Perspectives 2012では、車両の燃費向上技術の開発・普及により、2050年に世界全体で約47億トンのCO<sub>2</sub>排出削減ポテンシャルを試算。

### 我が国の技術開発の動向・課題

- 我が国では「革新的新構造材料等技術開発」事業や「元素戦略プロジェクト」等において、構造材料の研究開発が行われている。
- 「革新的新構造材料等技術開発」事業では、自動車を中心とした輸送機器の抜本的な軽量化を目標に、強度、加工性、耐食性等の複数の機能と、コスト競争力を同時に向上させたアルミニウム材、マグネシウム材、チタン材、炭素繊維、熱可塑性CFRP、革新鋼板等の開発や、接合技術等の開発を一体的に実施。
- 「元素戦略プロジェクト」では、希少元素を使用せずに、原子スケールからマイクロメートルに及ぶ組織制御によって、材料の強度と延性とを向上させる技術開発を実施。
- 各材料の高強度・高延性化などの多機能化と同時に、これらの機能を損なうことのない接合技術や成形加工技術等の開発が課題。

### 技術ロードマップ



(※関連技術ロードマップ: 14. 航空機・船舶・鉄道(低燃費航空機(低騒音)), 16. 航空機・船舶・鉄道(高効率鉄道車両))

### 国際動向

#### 普及の現状

- CFRPの中でも熱硬化性のものは、航空機の構造材等として使用されており、従来の航空機に比べて20%も燃費を改善する等、省エネやCO<sub>2</sub>の削減に大きな貢献を果たしている。また、熱可塑性のものについても今後、量産車における導入が進んでいくとみられている。
- 自動車のシートやセンターピラーには、高張力鋼板の活用が始まっている。今後さらに強度と延性に優れた革新鋼板を開発することで、更に適用が広がることが期待される。

#### 技術開発の動向

- 米国はエネルギー省の車両技術プログラム複数年開発計画(2011-2015)の一環で現在の部材と比べてより強固で低密度な新素材の開発を推進しており、「乗用車軽量化

- 研究」の中では、ガソリン車の重量を2020年までに20%、2050年までに50%削減、電気自動車の重量を2020年までに26%、2050年までに64%削減するとしている。
- EUは第7次研究枠組計画(FP7)の中で、炭素繊維の製造効率の向上や成形の生産性の改善等に係る技術開発に対し資金援助を行っている。また、「スーパー・ライト・カー・プロジェクト」と呼ばれる共同研究計画の中では、将来的に中型車の車体重量を30%削減することを掲げ、欧州の自動車メーカーや研究機関の技術者・研究者が一体となり、様々な新材料の研究開発を行っている。

#### 我が国の国際競争力

- 炭素繊維は国内メーカーが世界市場で圧倒的シェアを有している。
- 革新鋼板についても日本企業は高い技術力を有しているが、今後は低コスト化や更なる高強度・高延性化に向けた競争が一段と加速すると見られる。

## 22. エネルギーマネジメントシステム

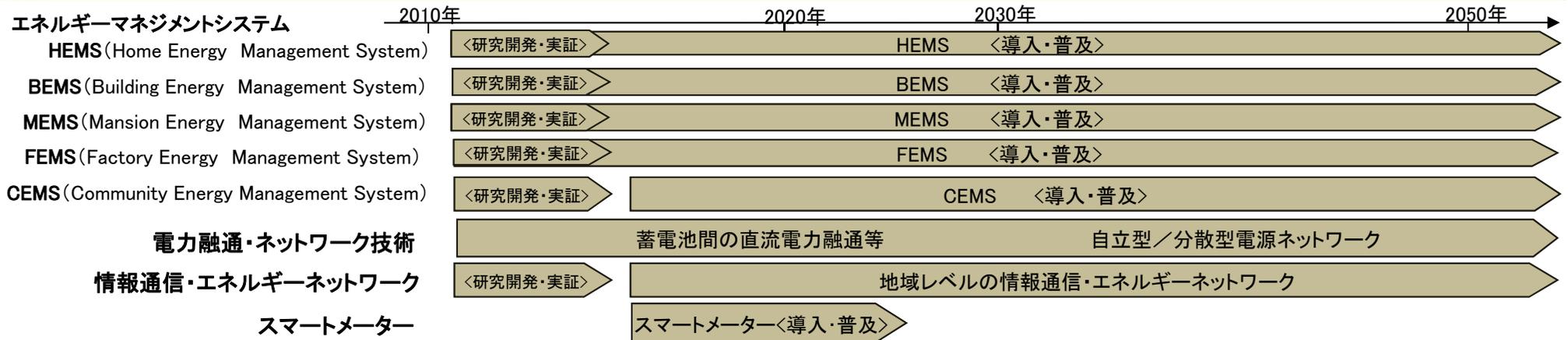
### 技術の概要

- 住宅やマンション及びビル、さらには地域がIT技術を活用してエネルギー計測・管理を行う省エネ技術。適用範囲によって下記のように分類。  
HEMS (Home EMS)、BEMS (Building EMS)、MEMS (Mansion EMS)、FEMS (Factory EMS)、CEMS (Community EMS)
- 要素技術としては、通信ハードウェア技術、家庭内／建物内センサネットワーク(全機器間通信)、マイクロセンシング技術、予測技術といった技術の開発が必要である。
- 地域レベルのEMS技術としては、HEMS/BEMS/MEMS/FEMS技術に加え、地域コジェネシステムや太陽光発電等の再生可能エネルギーとの連携技術、電気・熱などのエネルギー利用最適化・評価技術、蓄熱・電力貯蔵のための技術の開発が必要である。

### 我が国の技術開発の動向・課題

- 経済産業省において、豊田市や北九州市などのスマートコミュニティ4地域で大規模なエネルギーマネジメントシステム(HEMS、BEMS、MEMS、FEMS、CEMS)の研究開発、ディマンドレスポンス等の実証実験を実施。これらの取組とも連携しつつ、総務省では通信ネットワーク技術に関する実証実験等を実施。
- 環境省では、直流給電技術等を用いた自立・分散型低炭素エネルギーシステムの技術開発・実証や、HEMS等のデータを活用した家庭におけるCO<sub>2</sub>削減実証等を行っている。
- HEMS、BEMSでは、エネルギー需給分析・予測技術、家電や空調・照明の制御システム、生活行動予測技術による省エネ協調制御等に係る技術開発等が課題。
- HEMSやBEMS及びマンションのエネルギー管理を行うMEMSの普及について各種導入補助事業を行っている。また、電力会社や電機メーカー、大学、研究機関の参画を得て、EMSと通信機器の相互接続を実現するための検討を行っている。また、世界規模での普及に向けては、データ通信、技術的な標準化、サイバーセキュリティの強化等が課題。

### 技術ロードマップ



### 国際動向

#### 普及の現状

- 世界各地で大規模実証が行われており、NEDOのまとめでは、現在先進国で266件、新興国で219件のプロジェクトが進行中。先進国ではスマートグリッド型や地域再開発型が多いのに対し、新興国では新たな都市建設に伴うスマートコミュニティの構築事業が多い。金額、件数ベースでは、欧米や中国での規模が大きい。

#### 技術開発の動向

- 米国エネルギー省は、スマートグリッドに関連する技術の規格や、高速双方向通信システム、自動化された送配電システム等の実用化に取り組んでいる。
- EUのスマートシティ・イニシアチブにおいては、都市や地域における温室効果ガスの排出量を2020年に1990年比40%削減することを目指し、新たな建築物のゼロ・エミッション化や既存建築物の大規模改修、エネルギー供給システムの高度化(街区における熱

融通、ICT、スマートメーター、スマートグリッド等)、交通システムの高度化(スマート公共交通、高度交通制御システム、交通需要調整システム等)に取り組むこととしている。

#### 我が国の国際競争力

- HEMSの普及に向け異業種間連携が進んでおり、電力会社、電機メーカー、大学、研究機関がコンソーシアムを組み、エコーネットライトと呼ばれる複数機器を同時に制御するための共通規格の構築に取り組んできた。また、導入補助事業等を行い、我が国では一早く本格的なHEMSの導入が始まっている等、本分野で国際的に技術的な優位性を持ちつつある。
- スマートメーターやマイクログリッドに関しては、我が国の電機メーカー等がその技術的競争力を活かした事業展開を行っており、今後の海外展開に向け、高速鉄道等のインフラ輸出にみられるような、官民一体となった取り組みが期待される。

## 23. 省エネ住宅・ビル

### 技術の概要

○民生家庭・業務部門のCO<sub>2</sub>排出量は、我が国全体の約35%を占めることから、当該部門に対する省エネ・省CO<sub>2</sub>は海外(EU等)の取組みを踏まえ、重点的に進めるべき分野である。このため、住宅・ビル等の建築物の断熱性能を高めること、設備の効率化・運用改善のための技術開発を進めることが、我が国全体のエネルギー消費を抑制し、CO<sub>2</sub>排出量を削減することにつながる。

○IEAのEnergy Technology Perspectives 2012では、建築物の断熱技術の開発・普及により、2050年に世界全体で約3億トンのCO<sub>2</sub>排出削減ポテンシャルを試算。

○住宅・ビル等の省エネ化や長寿命化により、最終需要者である国民の負担を軽減するため、新技術、新サービス、新工法等の製品開発等が進められている。

### 我が国の技術開発の動向・課題

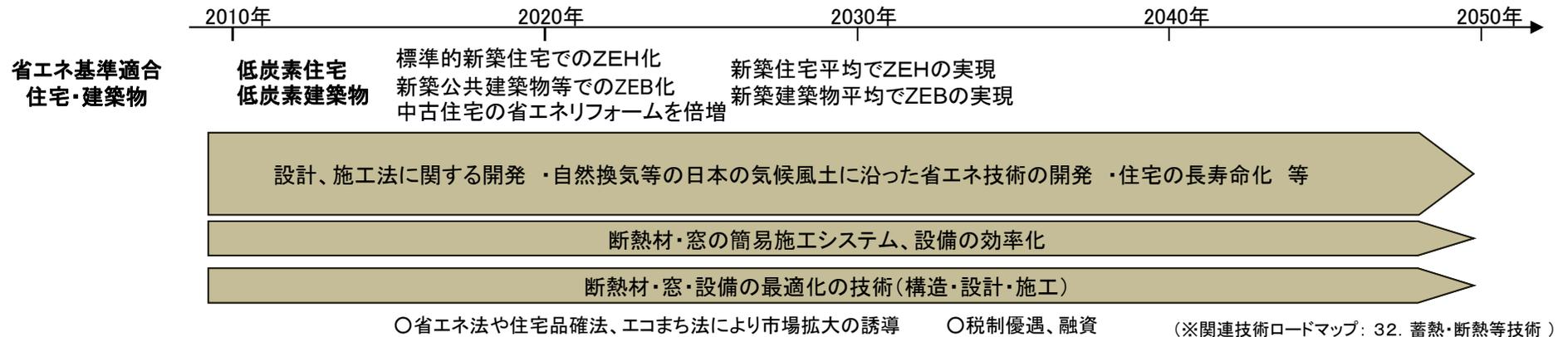
○建材や機器(自然・未利用エネルギー等による発電・蓄電システム・HEMS/BEMS等)をパッケージ化し、受け入れられるコストで生活の質を向上させる省エネ住宅・ビルの開発を目指す。そのため、ZEH、LCCM、ZEBの普及を図り、将来的には、エネルギーを生み出すエネルギープラス住宅・ビル等の開発も検討する。

○換気時の熱交換を抑える材料の実用化に向けた実証導入、超断熱サッシによる住宅の高断熱化検証や薄型断熱内装建材に関する技術開発を実施している。またNEDOにおいて、真空断熱材の開発も行われている。

○住宅・ビル等を長寿命化するための工法・部材の技術開発を行う。また、建設・運用・廃棄・再利用等のライフサイクルにおけるCO<sub>2</sub>排出量の削減技術の開発を行うことで、長期的な視点での省エネ化・省CO<sub>2</sub>化(LCCM)を図る。

○創エネルギーや蓄エネルギー、パッシブ手法等の先進的な取組を適正に評価できる手法について、CASBEEはもとより、義務化が検討されている省エネ法の省エネルギー基準等への運用も想定して開発し、住宅の環境性能に関する国民の理解を高める。

### 技術ロードマップ



### 国際動向

#### 普及の現状

- ドイツでは新築住宅はすべてエネルギー需要を示した証明書の取得が必要となり、低エネルギーハウスとすることが義務づけられている。
- 英国政府はZEHの達成に向け、2006年省エネ基準に比して、省エネ基準で規定しているCO<sub>2</sub>排出量を2010年以降は25%、2013年以降は44%削減となるよう基準強化を図り、2016年以降は省エネ基準で規定していないCO<sub>2</sub>排出量(家電製品、厨房等)も含めてネット・ゼロとなるよう基準を強化する方針を示している。

#### 技術開発の動向

- 米国では2007年に策定した「エネルギー自立安全保障法」において、ネット・ゼロ・エネルギー化するための技術・慣行・政策を開発、普及させることを目的として、「Net-Zero Energy Commercial Buildings Initiative」を規定した。建築物の省エネ目標の達成に向け、政府による規制強化と研究開発を軸とした取り組みを推進していく方針である。

#### 我が国の国際競争力

- ZEB・ZEHに関連する技術について、要素技術においては世界最先端の技術を有しているが、海外展開にはより一層の国を挙げての対応が必要。

## 24. 高効率エネルギー産業利用

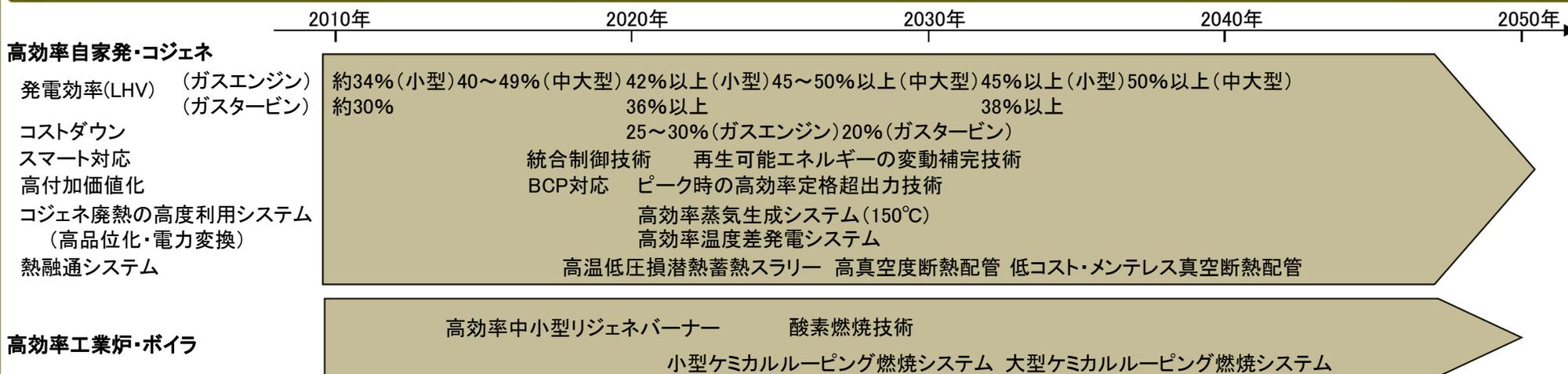
### 技術の概要

- エネルギーを大量に消費する産業部門は、化石燃料を活用した分散型電源や燃焼加熱工程において、自家発電設備や工業炉、ボイラ等の高効率化により、省エネ化とCO<sub>2</sub>排出量の削減が期待できる。
- コジェネレーションシステム（以下コジェネ）は需要地に設置したエンジン、タービン、燃料電池等による発電とあわせて廃熱を利用する技術であり、省エネ・CO<sub>2</sub>削減に寄与することができる。
- コジェネは電力需給の緩和、非常時の電源確保にも貢献可能であり、蓄熱等の熱の有効活用により効率向上が期待できる。
- 産業分野でのプロセス加熱による燃料消費は大きく、ボイラーやバーナーの高効率化や燃料転換が進めば、大幅な省エネ・CO<sub>2</sub>削減となる。

### 我が国の技術開発の動向・課題

- 経済産業省はコジェネに関し、超高温無冷却ガスタービン実現のための超耐熱材料やガスタービン用吸気加湿冷却装置、高効率工業炉・ボイラ等の開発支援を行っている。
- コジェネのコスト低減・効率向上に向けては、ガスエンジンの燃焼制御技術の高度化や、ガスタービンにおけるタービン入り口温度の高温化を進める必要がある。
- 廃熱の効率的なプロセス加熱への利用や、電気、空調、廃熱の高品位化（高温高压蒸気化、電力変換など）、蓄熱、面的熱融通、再生可能エネルギーの出力変動補完などの技術についても、引き続き開発を進めていくことが求められる。
- また、ブラックアウトスタートなどの停電対応型コジェネといった技術の実用化も、災害時対応技術の一つとして望まれる。

### 技術ロードマップ



### 国際動向

#### 普及の現状

- 世界全体ではコジェネの導入量は拡大しており、OECD加盟国では全発電電力量の10%を占めている。米国では、コジェネの発電設備容量は82GWで、3,700を超える産業・商業施設に導入されており、全米の発電設備容量の8%以上、年間発電電力量の12%以上をまかなっている。また、EUの2012年時点におけるコジェネ発電設備容量は95GWとなっており、電力需要の11%に相当する。

#### 技術開発の動向

- 米国エネルギー省のCHPプログラムではエネルギー効率の最大化、汚染物質の排出削減、燃料利用にかかる柔軟性の最適化等の重点課題に取り組んでいる。また同省では、20MW超級の先進産業用ガスタービンの性能向上に取り組んでおり、2020年までに新たに経済性の優れたコジェネを40GW導入し、これにより全米のエネルギー消費を

- 1%削減し、年間1億5,000万トンのCO<sub>2</sub>削減につなげるとしている。

- EUは、2030年までに工業用熱源の23%をコジェネで供給するとともに、バイオマスCHPが地域熱供給に加え工業用としても普及し、2030年には52GW(同5.3%)に成長するとしている。また、燃料電池を除く天然ガスコジェネの導入量は2030年に15GW(同2%)とすることを目標としている。

#### 我が国の国際競争力

- 日本製ガスエンジンコジェネは、世界的にトップランナーの発電効率技術を誇っている。また、日本メーカーはガスタービンでは総合効率84.3%(発電効率32.8%、熱回収効率51.5%、LHV基準)、ガスエンジンでは総合効率86.3%(発電効率48.8%、熱回収率37.5%、LHV基準)を達成する等、高い競争力を維持している。また、工業炉バーナー関連における省エネおよびCO<sub>2</sub>削減効果は世界トップクラスである。

## 25. 高効率ヒートポンプ

### 技術の概要

- 家庭用・業務用の空調設備及び給湯設備は、年々効率化が進んでいるが、ヒートポンプの改良や、パワーエレクトロニクスの活用、新冷媒の活用等により、更なる省エネ化が期待されている。
- 化石燃料の燃焼による暖房・給湯と異なり、空気熱や地中熱を介して太陽熱をアクティブに利用することにより100%を遙かに超える効率を達成することが可能。
- 民生部門の二酸化炭素排出の約5割を占める空調・給湯等に適用可能であり、従来から飛躍的に高い効率のヒートポンプ技術により一層の削減が期待される。産業部門においても空調・プロセス冷却・加熱に適用可能である。
- IEAのEnergy Technology Perspectives 2012では、高効率空調の開発・普及により、2050年に、世界全体で約11億トンのCO<sub>2</sub>排出削減ポテンシャルを試算。

### 我が国の技術開発の動向・課題

- ONEDOの「高効率ノンフロン型空調機器技術の開発」事業等において、新冷媒の開発やヒートポンプの効率改善等の技術開発を推進している。
- ヒートポンプ技術は、低コスト化と効率向上が課題となっている。冷媒や熱交換器の効率向上等、要素技術の開発を通じて、2030年にコストを現状の3/4、効率を1.5倍、2050年にはコストを1/2、効率を2倍まで向上させることが期待される。
- その他の技術課題としては、設置性向上および材料使用量低減のための小型化、設置可能地域拡大のためのさらなる寒冷地対応（暖房・給湯・融雪用途）、適用温度範囲の拡大などの課題があり、こうした課題の克服に向けた取り組みが必要となる。また、未利用熱を利用した全体システムの効率向上も有望である。電力ピークカットやBCP対応として用いられるGHP等においても、高効率化の開発が進められている。

### 技術ロードマップ



### 国際動向

#### 普及の現状

- 現時点でも我が国の家庭用ヒートポンプエアコンはCOPが6以上あり、欧米のヒートポンプエアコンの2.2~3.8に比べ高効率で、IPCC第4次評価報告でも評価されている。
- 高効率ヒートポンプについては、日本が先行して導入を進めている。

#### 技術開発の動向

- 米国エネルギー省は、冷暖房装置に関する研究として熱交換に最適化された空調換気システムや地中熱ヒートポンプに関するデータマイニング等の開発に取り組んでいる。
- EUは「再生可能冷暖房共通ビジョン2020-2030-2050」で、2050年までにバイオマス・太陽熱・地中熱・空気熱により、EUの冷暖房需要を全て供給可能であるとしている。
- IEAの省エネ建物・冷暖房設備技術開発ロードマップは、2050年までに冷暖房技術による建物由来CO<sub>2</sub>の2Gt削減を目標として掲げており、ヒートポンプについては高効率型

- 冷暖房用システム及び構成要素の研究開発・初期費用の抑制等を進めるとしている。

#### 我が国の国際競争力

- ヒートポンプエアコンでは、日本は、欧米に比べて非常に高い効率を達成している。また、ハード技術だけでなく、ソフトも含めたトータルサービスを提供する日系メーカーが世界の市場において圧倒的な存在感を示している。一方、大型のターボ冷凍機では、近年日本企業からも高効率機器が商品化されている。
- ヒートポンプ給湯機では、日本は、二酸化炭素冷媒による高温給湯技術を世界に先駆けて実用化するなど、世界トップレベルの高効率ヒートポンプ技術を有しており、輸出・海外生産などグローバルに事業を展開している。特に二酸化炭素冷媒による高温給湯技術は、わずか6年間で100万台普及を達成した実績がある。
- 世界初のCO<sub>2</sub>冷媒ヒートポンプ給湯機開発に成功する等、本技術で世界をリードする。

## 26. 環境調和型製鉄プロセス

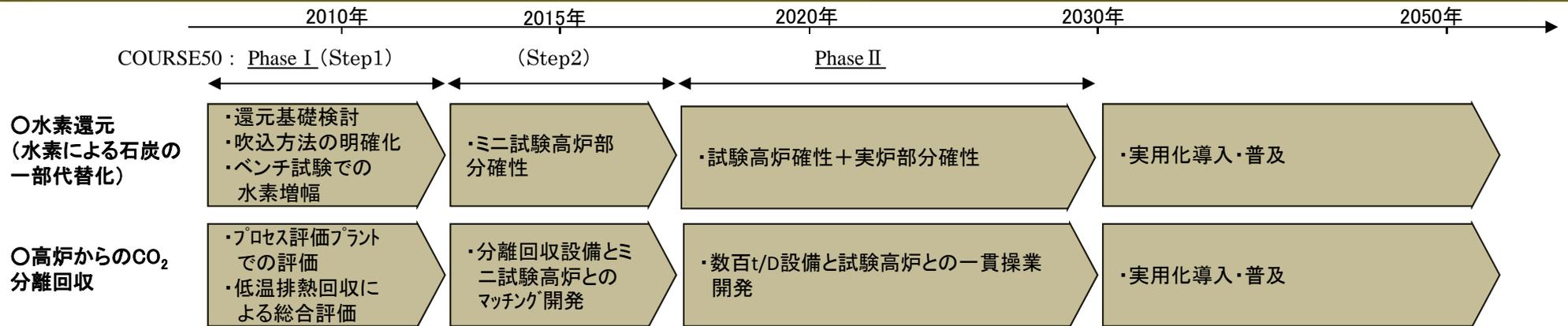
### 技術の概要

- 鉄鋼業が排出するCO<sub>2</sub>の約7割は高炉を用いた製鉄プロセスで発生していることから、抜本的な技術開発による大幅なCO<sub>2</sub>の削減が喫緊の課題。我が国の現行の製鉄プロセスは世界最高水準のエネルギー効率を誇るが、更なるエネルギー効率の向上を図るためには、既存の技術の延長線上に無い革新的技術の開発を実施。
- 具体的には、コークス製造時に発生する高温の副生ガスに50%程度含まれる水素を活用しコークスの一部代替に当該水素を用いて鉄鉱石を還元する技術の開発や、二酸化炭素濃度が高い高炉ガスから二酸化炭素を分離するための新たな吸収液の開発、物理吸着技術の開発、製鉄所内の未利用低温排熱を利用した新たな二酸化炭素分離・回収技術の開発を実施。
- なお、IEAのEnergy Technology Perspectives 2012では、様々な革新的な製鉄技術の開発・普及により、2050年に世界全体で約16億トンのCO<sub>2</sub>排出削減ポテンシャルがあると試算。

### 我が国の技術開発の動向・課題

- 国内の主要製鉄メーカー全てが参加する「環境調和型製鉄プロセス技術開発（COURSE50）」では、2008年度に事業を開始し、水素還元製鉄やCO<sub>2</sub>分離回収に関する要素技術開発を行った。（フェーズ1ステップ1）
- 今後の取組としては、10m<sup>3</sup>規模のミニ試験高炉を建設し、ステップ1で得られたラボレベルでの検討結果を総合的に検証し、水素還元の効果を最大限とする反応制御技術を確認させる。  
また、CO<sub>2</sub>分離回収に関して、実証化学吸収法については試験高炉との連動運転や高性能化学吸収液等の開発、物理吸着法については実機プロセスの詳細設計等を行い、フェーズ2の実証試験高炉へのスケールアップデータの取得も含めた「総合開発」を目指す。（フェーズ1ステップ2）
- COURSE50では、2030年までに製鉄所でのCO<sub>2</sub>排出量を約30%削減する技術を確認し、実用化することを目指している。

### 技術ロードマップ



(※関連技術ロードマップ: 10. 二酸化炭素回収・貯留(CCS))

### 国際動向

#### 普及の現状

- 米国では、エネルギー省が、新規フラッシュ製鉄プロセスや、炉室内への鉄鉱石の直接投入プロセスの開発、代替燃料の開発等に取り組んでいる。
- EUでは超低炭素製鋼研究プログラム(ULCOSプロジェクト)において、CO<sub>2</sub> 50%削減に向けた取り組みが行われている。

#### 技術開発の動向

- EUのHORIZON2050では、コークスフリー製鋼の改良や、炉頂ガス循環高炉の低コスト化と実証(CCS有り)、電解法の研究を実施するとしている。

- 豪州においては、バイオマス、溶融スラグからの熱回収等の技術開発が実施されている。

#### 我が国の国際競争力

- 我が国の鉄鋼業界は、世界で最も効率的な製鉄プロセスにより、エネルギー効率トップクラスを誇っている。国内の主要製鉄メーカー全てが参加している「COURSE50」を実施し、この中で開発した技術を広く国内で導入することにより、我が国鉄鋼業の強みが更に強化される。

## 27. 革新的製造プロセス(その他製造プロセス)

### 技術の概要

- 世界最高水準の省エネレベルを実現する我が国製造業において一層の省エネを実現するための製造プロセスや省エネ材料等の技術。具体的には、
  - ・省エネ型石油精製プロセス技術
  - ・非鉄金属材料製造プロセスの抜本的な効率改善技術
  - ・ポンプ動力を削減する低圧損分離膜
  - ・省エネ型アンモニア製造(触媒法、電解法等)技術
  - ・省エネ型セメント製造プロセス技術 等
- IEAのEnergy Technology Perspectives 2012によると、革新的技術の開発・普及による世界全体の2050年時点のCO<sub>2</sub>排出削減ポテンシャルは、化学品製造プロセスで約16億トン、セメント製造プロセスで約11億トンと試算。

### 我が国の技術開発の動向・課題

- 石油精製業においては、革新的精製プロセスの構築に向け、超多成分複雑混合系である石油の分子構造分析技術や反応経路シミュレーション技術等から成る「ペトロリオミクス技術」の開発を行っている。
- 経済産業省では、「革新的セメント製造プロセス基盤技術開発」事業において、エネルギー消費の8~9割を占めるクリンカ焼成工程の焼成温度の低下または焼成時間の短縮を主とする革新的なセメント製造プロセスの基盤技術を開発中。クリンカの焼成工程における、複雑な熱化学反応をシミュレーションする技術、温度状態等を計測する技術、焼成温度低下等の効果がある物質(鉱化剤)の開発等が課題。
- NEDOでは、「革新的膜分離技術の開発」事業において、省エネルギー型のRO膜、NF膜の開発を進めており、現在事業化検討フェーズにある。
- 文部科学省では、2030年の実用化を目指し、省エネルギー型のアンモニア製造に向けた革新的触媒の開発を行っている。

### 技術ロードマップ



### 国際動向

#### 普及の現状

- EUでは第7次研究枠組計画(FP7)の一環として、2050年までにGHG排出量の80%削減に向け、個別の技術要素の開発に対する研究補助を実施している。
- 石油化学分野では、北米において安価な天然ガスを用いた石化原料(エチレン)製造設備の新增設の計画が進められている。

#### 技術開発の動向

- 米国では、エネルギー省の支援を受けて、セメント製造設備からのCO<sub>2</sub>を含む燃焼排ガスを処理する技術の開発を実施している。製紙プロセスのCO<sub>2</sub>削減のため、新素材膜を開発し、黒液を蒸発させる工程を5段階から3段階に短縮する研究、蒸気サイクルを使ったパルプ洗浄技術の開発等を実施している。
- EUでは、第7次研究枠組計画(FP7)の中で、建設廃材からのセメントとクリーン骨材生

産の最新技術や、高い強度及び経済性、環境性を有するセメントのための新たな微生物的炭酸塩技術、より持続可能な建設事業のためのグリーンコンクリート等に対する支援が行われている。ナノセルロースの活用による軽量、多機能な紙製品の実用化、黒液ガス化によるシメチルエーテル製造技術の開発も、FP7の中で推進されている。

#### 我が国の国際競争力

- 「ペトロリオミクス技術」は、日本が最も実用化を視野に入れた包括的・体系的な研究開発を行っている。
- 非鉄金属材料製造技術については、現行プロセスの発明以来、世界的にも基本的な製造プロセスの革新は行われておらず、生産性を向上した新規の製造プロセス技術の開発を目指している。
- 膜分離技術は日本が世界の技術レベルで先行している分野である。

## 28. 水素製造・輸送・貯蔵（水素製造）

### 技術の概要

○水素は、多様なエネルギーから製造することが可能な二次エネルギーであり、化石燃料や水、バイオマス等を原料として、右記の表に示されている様々な方法で製造することができ、排出されるのが水のみというクリーンエネルギーとしての特質を有する。

		要素	
製造	改質(オンサイト)	水蒸気改質	
		オートサーマル	
	改質(オフサイト)	水蒸気改質	CCSとの組み合わせ
		部分酸化	
		固体高分子水電解	
水電解	アルカリ水電解		
	高温水蒸気電解		
再生可能エネルギー	バイオマス・生物利用		
原子力エネルギー	太陽・風力エネルギー利用		
	原子力エネルギー利用		
精製	膜分離	PSA	
		合金膜、非合金膜	
		高分子膜	
		深冷分離	

(出典)NEDO「燃料電池・水素技術開発ロードマップVer.2」

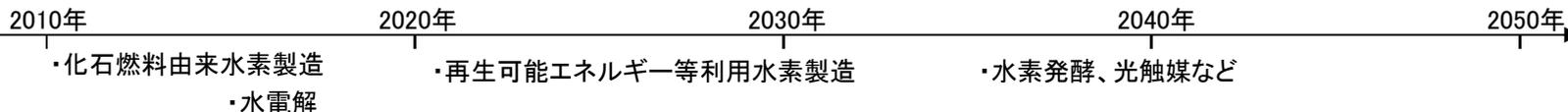
### 我が国の技術開発の動向・課題

○NEDOでは、高圧下又は液化状態の水素基礎物性の解明に関する研究や、水素製造・輸送・貯蔵・充填に関する低コストかつ信頼性・耐久性に優れた機器及びシステムの要素技術並びに実用化技術の開発等が行われている。

○水素製造については、製造コストの制約とともに、低コスト水素製造技術の開発や水素原料の多様化等が課題。水素供給は、輸送や貯蔵と合わせて、最適なシステムが求められるため、輸送や貯蔵技術と組み合わせて検討する必要がある。

○JAEAでは、水の熱分解で水素を製造するISプロセスの試験研究が行われている。

### 技術ロードマップ



化石燃料由来水素、副生水素

水素導入時期は、既存施設(副生水素等)を活用。ポイントは、普及拡大時期(急激に水素需要が増大)に何から水素を作るか。CO<sub>2</sub>回収を前提としたオフサイト製造、原油高に左右されない安価な燃料源(例 石炭、重質油等)の活用、夜間電力や再生可能エネルギー等を利用した水電解等、水素社会インフラ全体としての評価が必要。

再生可能エネルギー等水素  
太陽光・太陽熱・風力・水力利用、バイオマス利用、褐炭由来水素 他

革新的水素製造  
水素発酵、光触媒、ISプロセス 他

(※関連技術ロードマップ: 13. 次世代自動車(燃料電池自動車)、29. 水素製造・輸送・貯蔵(水素輸送・貯蔵)、30. 燃料電池)

### 国際動向

#### 普及の現状

○2011年1月に自動車メーカー及び水素供給事業者13社が共同声明を発表し、自動車メーカーがFCV量産車を2015年に4大都市圏を中心とした国内市場への導入と一般ユーザーへの販売開始を目指して開発を進めることが示された。

#### 技術開発の動向

○米国では生体触媒やバイオマス処理による生物学的プロセス、化石燃料からの水素生産、再生可能エネルギー等による電解プロセス、高温・超高温水分解等の熱化学プロセスに加え、光触媒及び光電気化学水分解やメタンのソーラー改質等の代替アプロー

チを研究課題としている。

○EUでは、2020年時点での化石燃料に対して価格競争力を有する水素の供給を目標として、電気分解による100MW級集中型生産システムの開発や、水素生産効率の30%向上並びに能力の倍増、電気分解及びバイオガス改質技術による分散型生産体制の実現を掲げている。

#### 我が国の国際競争力

○核となる要素技術では、性能は世界レベルに到達の見込み。  
要素技術:水蒸気改質、オートサーマル技術、部分酸化技術、水電解

## 29. 水素製造・輸送・貯蔵（水素輸送・貯蔵）

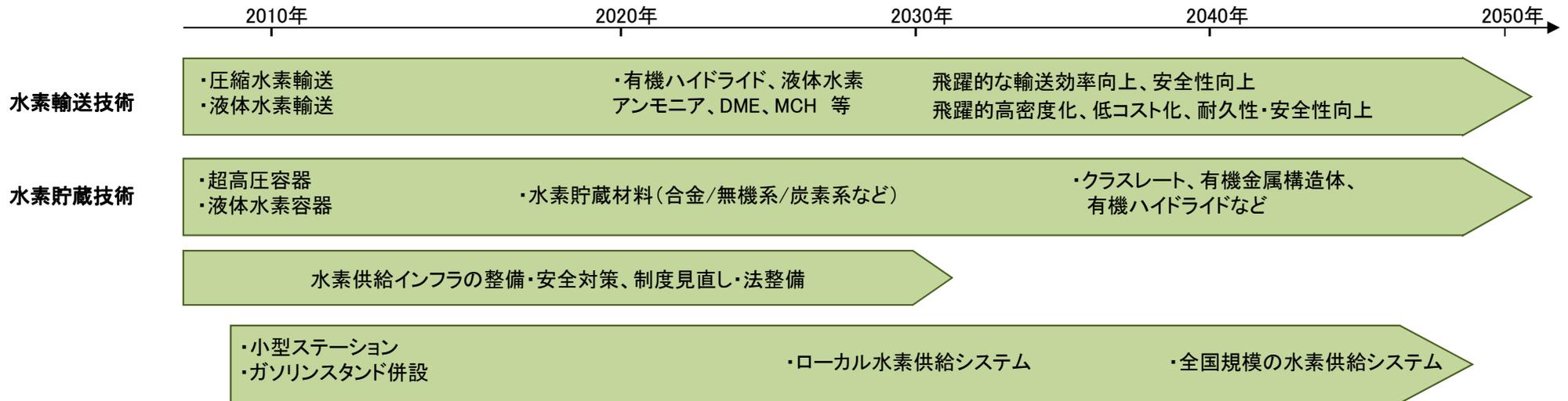
### 技術の概要

- 燃料電池自動車や定置用燃料電池に利用する水素を輸送・貯蔵するための技術。
- 水素輸送では、圧縮水素輸送、液体水素輸送、有機ハイドライド輸送、アンモニアを合成して輸送、パイプラインによる輸送等の手法がある。また、鋼製容器を用いた圧縮水素による輸送は既に実績がある。
- 再生可能エネルギーを大量に導入する際にも有用な技術として期待されている。

### 我が国の技術開発の動向・課題

- NEDOでは、2015年の普及開始に向けて、実使用に近い条件でFCV・水素供給インフラに関する技術実証を行うと共に、ユーザー利便性、事業成立性、社会受容性等を検証する「地域水素供給インフラ技術・社会実証」が開始されている。
- 有機ハイドライドについては、トルエンの水素化及び脱水素の実証プラントが民間ベースで建設されている。
- 環境省では、水素吸蔵合金を用いた独立型の高効率水素精製・貯蔵システムの実用化開発を行った。

### 技術ロードマップ



(※関連技術ロードマップ：13. 次世代自動車(燃料電池自動車)、28. 水素製造・輸送・貯蔵(水素製造)、30. 燃料電池)

### 国際動向

#### 普及の現状

○水素供給事業者により2015年までにFCV量産車の販売台数の見通しに応じて、100箇所程度の水素供給インフラの先行整備を目指すことが示された。

#### 技術開発の動向

○米国において、水素輸送については、低コストパイプライン等による気体輸送や、パイプラインによる液体輸送を挙げている。水素貯蔵については、高圧気体貯蔵や吸着材料・カーボン材料、水素吸蔵合金、有機ハイドライドなどの液体キャリア材料・再生方法を挙げている。

○EUにおいて、大規模地下貯蔵サイトを用いた負荷追従可能な電源燃料としての水素

活用の実証や、価格競争力を有する固体材料による代替貯蔵手法の開発、既存の天然ガス供給網での水素5%混合の実現性の実証等を挙げている。

#### 我が国の国際競争力

○輸送に必要な要素技術では、性能として世界レベルに到達見込み。経済的にいずれの方法が有利か、具体的な輸送区間で評価が必要。

## 30. 燃料電池

### 技術の概要

- 燃料電池は、水素と酸素の化学的反応により直接電気と熱を発生させる装置。火力発電とは違い、化学エネルギーから直接電気エネルギーを取り出すため、理論的な発電効率が高く、またシステム規模の大小にあまり影響されないことから、大規模発電だけでなく、一般家庭等に設置しても利用しやすいメリットがある。
- 燃料電池には、電解質として高分子膜を用いる作動温度が低い固体高分子形(PEFC)や、セラミックスを用いて作動温度が高く発電効率が高い固体酸化物形(SOFC)などがある。他に、熔融炭酸塩形(MCFC)、リン酸形(PAFC)などもある。

### 我が国の技術開発の動向・課題

- PEFC・SOFC共に家庭用システムが一般販売されているが、本格普及に向けた低コスト化・信頼性向上のための技術開発及び国際標準化等の普及促進施策を総合的に推進中。
- PEFCでは、低コスト化に向けた低白金化技術や白金を代替する触媒材料の開発、CO耐性・不純物耐性向上・高温低加湿対応電解質材料などの技術開発が行われている。
- SOFCでは、低コスト化と高耐久性とを両立させるための耐久性迅速評価方法の開発及び業務用中容量システムや事業用大容量システムの実証研究による実用化課題抽出などが行われている。

### 技術ロードマップ



(※関連技術ロードマップ: 1. 高効率石炭火力発電、13. 次世代自動車(燃料電池自動車)、28、29. 水素製造・輸送・貯蔵)

### 国際動向

#### 普及の現状

- 2011年世界市場(実績)として、業務用・産業用は49MW(うち北米36.3MW、アジア11.2MWなど)、家庭用は10.8MW(うち日本10.5MW)となっている。

#### 技術開発の動向

- 米国エネルギー省は「水素・燃料電池プログラム」において劣化メカニズム研究等の重点課題に対する研究開発に取り組んでいる。2015年までに移動用電源として900Wh/Lの体積エネルギー密度を持つ燃料電池技術を確立し、2020年までに天然ガスを燃料とし、総合効率で45%を超える、1~10kWクラスの燃料電池を開発することとしている。
- EUでは第7次研究枠組計画(FP7)において、燃料電池コジェネ用の先進的マルチ燃料改質器等の研究開発に取り組んでおり、5kW以下の家庭用燃料電池の商業化と、水素

/天然ガス/バイオガスの利用が可能な5kW~1MW級の熱電併給ユニットの商業化を目指している。

#### 我が国の国際競争力

- 我が国は燃料電池の積極的な技術開発と導入支援で世界をリードしており、2009年にはPEFCを用いた家庭用燃料電池を、世界で初めて一般販売した。2011年にはSOFCを用いた家庭用燃料電池も市場導入され、2012年度末における累積導入台数は3.7万台に到達し、設置数で他国を圧倒している。
- 業務用中容量システムは米国が先行しているが、国内企業の開発も活発化しつつあり、数年以内のキャッチアップを図っている。事業用大容量システムは、国内外ともに要素研究レベルである。

## 31. 高性能電力貯蔵

### 技術の概要

- 今後見込まれる再生可能エネルギー大量導入の際に、需給バランスや周波数変動等の問題を解決するために活用されるための技術。メガソーラーやウインドファームなどの再生可能エネルギーの発電設備、電力会社の系統用変電所に大型蓄電池などの電力貯蔵システムを導入することでこうした課題を解決する。
- また、ピークアウト・ピークシフト対策や瞬停対策、防災対策としての活用についても期待されている

### 我が国の技術開発の動向・課題

- 経済産業省では、系統安定化に向け、低コストで長寿命な蓄電池の開発を行っている。また、革新的な蓄電池の開発に向けては、企業・大学・研究機関で共同研究体制を形成し、様々な蓄電池内の現象について研究を行っている。
- また、経済産業省では、変電所に世界最大級の大型蓄電池を設置し、再生可能エネルギーの導入可能性を拡大するための実証試験を行い、系統における具体的な活用に向け、必要な技術・ノウハウの習得を目指すこととしている。さらに、余剰電力対策用蓄電池の価格を2020年までに2.3万円/kWhにするための研究開発の支援を通じて、コスト低減化に向けた取組も推進。
- 文部科学省では、ポストリチウムイオン電池の開発を実施しており、材料評価は経済産業省とも連携して行い、2030年代の実用化を目指している。
- 環境省では、直流給電技術を用いた自立・分散型エネルギーシステムの技術開発・実証等を行っている。
- 電力貯蔵技術である蓄電池は、高エネルギー密度化や、低コスト化を図るとともに、かつ耐久性と信頼性の更なる向上が課題。

### 技術ロードマップ

#### 系統用等電力貯蔵



(※関連技術ロードマップ: 12. 次世代自動車(HV・PHV・EV・クリーンディーゼル車等))

### 国際動向

#### 普及の現状

○定置型の電力貯蔵システムとしては電力負荷平準化用に揚水発電が実用化されているが、立地制約が少なく需要端に設置して送変電ロスを低減でき、電力品質向上などの機能も付加できる蓄電池システムの開発が進められており、既にNAS電池等が実用化されている。

#### 技術開発の動向

○欧米を中心に、再生可能エネルギー導入時の系統不安定化等への対処策として蓄電池を応用するための技術開発や実証実験が計画されている。

#### 我が国の国際競争力

○電池技術は、モバイル機器用や車載用を中心に我が国企業が世界をリードしてきたが、欧米、中国、韓国といった国々においても技術開発や予算支援等を通じて市場シェアを拡大している状況。

○今後再生可能エネルギーの導入拡大に伴い必要とされる系統安定化対策としての貯蔵技術については世界中で必要とされる技術。我が国は世界に誇る大型蓄電池の技術を持っており、系統における実用化に向け開発を進めるとともにコスト低減に向けた取組を進めていくことで、世界で通用する技術に戦略的に育てていくことが重要。

## 32. 蓄熱・断熱等技術

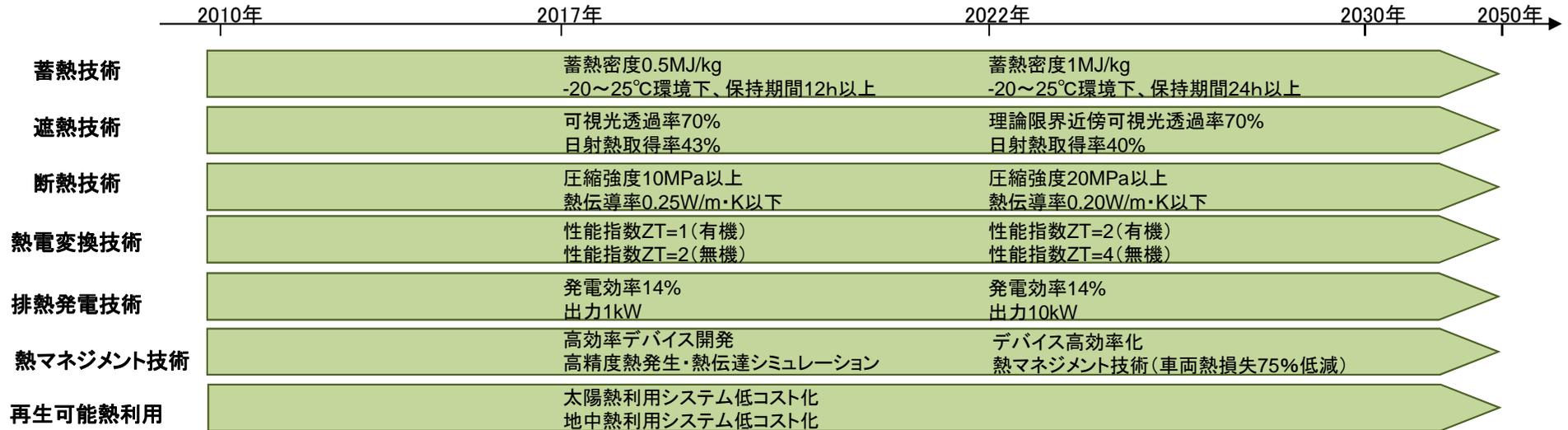
### 技術の概要

- 広域に分散した熱を有効利用するための蓄熱、断熱、熱電変換等の技術
  - ・蓄熱技術: 固体-液体の相変化を利用する潜熱蓄熱材料等が商用化。
  - ・遮熱技術: 太陽光から選択的に熱線のみを反射できる遮熱材料等。
  - ・断熱技術: 高温域で利用可能な高性能断熱材が切望されている。
  - ・熱電変換技術: 熱から直接発電ができる熱電材料を利用した技術。
  - ・排熱発電技術: 未利用熱を熱サイクルを利用して電気として回収する技術。
  - ・熱マネジメント技術: 要素技術を効率良くコントロールするシステム技術。

### 我が国の技術開発の動向・課題

- 経済産業省では、「未利用熱エネルギー革新的活用技術研究開発」において、蓄熱技術、遮熱技術、断熱技術、熱電変換技術、排熱発電技術、ヒートポンプ技術、熱マネジメント技術の研究開発を推進している。
- 文部科学省では、断熱材開発、遮熱技術開発、熱電変換材料・システム開発等を行っている。
- 蓄熱材では、蓄熱密度、熱伝導の向上、低コスト化等が課題。遮熱技術では、コスト等が課題。断熱技術では、材料強度、コストと断熱性能を両立する材料開発が課題。熱電変換技術では、材料の性能指数の向上が課題。排熱発電技術では、小型排熱発電技術の開発が課題。熱マネジメント技術では、未利用エネルギー有効活用技術の効率的なマネジメントが課題。

### 技術ロードマップ



(※関連技術ロードマップ: 5. 太陽エネルギー利用(太陽熱利用)、23. 省エネ住宅・ビル)

### 国際動向

#### 普及の現状

○未利用熱エネルギーの問題は、国内のみならずグローバルな問題となっており、世界的に問題解決のための技術開発が推進されている。

#### 技術開発の動向

○米国(DOE)、欧州(FP7)、中国、韓国等では既に大規模なプロジェクト研究をスタートしており、産官学が一体となった熱マネジメント実用研究を展開している。一例として米国DOEでは、「次世代自動車研究・開発プロジェクト」の一環として、自動車メーカーが

参加し、産官学協同体制で排熱発電技術に真剣に取り組んでいる。

○DOEは、自動車廃熱利用発電プロジェクトと並行して熱電冷却のHVACのプロジェクトを並行させると共に、DOEとNSF共同プロジェクトを制度化し、熱電材料からシステムまで基礎研究を大学・国研・企業の連携チームで並行開発をスタートさせている

#### 我が国の国際競争力

○断熱技術・蓄熱技術・熱電技術の共通課題として、新規な材料開発が重要かつ必須であり、その点で我が国は世界的な卓越性、先導性を維持している。

### 33. 超電導送電

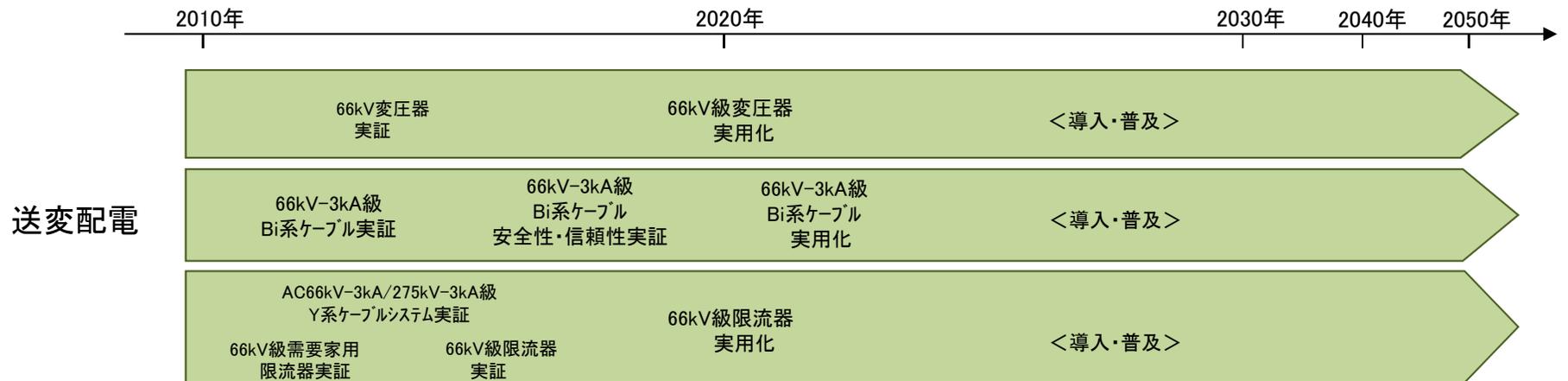
#### 技術の概要

- 超電導状態により、送電時のエネルギー損失を低減するケーブル送電技術(超電導は、特定の物質が低温に冷やされた時に、電気抵抗がゼロになる現象)
- 高温超電導(超電導になる臨界温度が液体窒素の沸点(-196℃)より高い)線材を活用することにより、送電ロスを削減することが可能。
- 今後の都市部における電力需要の増大や、途上国における一部電力系統の構築において、送電ロスを抑え電力エネルギーの効率的な利用を可能とする技術である。
- また超電導技術は、電力ケーブルのほか、限流器、変圧器、発電機、フライホイール、SMES(超電導電力貯蔵装置)等への適応が期待されている。

#### 我が国の技術開発の動向・課題

- 技術開発要素としては、線材・ケーブルの長尺化、高電圧化、大電流化、低損失化、変圧器や電力貯蔵装置の開発、冷凍機技術がある。
- NEDOにおいてY(イットリウム)系超電導電力機器の技術開発やBi(ビスマス)系高温超電導ケーブルの実証プロジェクトを実施。また、国土交通省においても、鉄道の変電所から電車に電力を供給する直流導き電線を超電導状態とする、超電導き電ケーブルの技術開発支援を実施。
- Y系超電導電力機器については、Y系材料を用いた300m以上の長さを有する線材や数10m級の超電導ケーブルを開発済み。Bi系高温超電導ケーブルについても、大容量化・低コスト化・長尺化を進めるための開発を進めており、早期の本格的な産業利用を目指している。

#### 技術ロードマップ



#### 国際動向

##### 普及の現状

- 先進国においては、送電ロスの低減のみならず大容量の送電が可能になることから、都市部の電力需要対策として地中ケーブルへの活用が期待されている。米国ニューヨーク州(オルバニープロジェクト)では2006年7月より約7万世帯に実線路で送電開始。
- 我が国においては、昨年末よりNEDO事業の一環として電力系統への連系運転の実証を開始し、海外の電力各社等の注目を集めている。

##### 技術開発の動向

- NEDOでは、「イットリウム系超電導電力機器技術開発」や「高温超電導ケーブル実証プ

- ロジェクト」を推進している。「イットリウム系超電導電力機器技術開発」では、Y系材料を用いた300m以上の長さを有する線材や超電導ケーブルの開発を実施。
- NIMSでは、新たな線材開発・超電導メカニズム解明から線材化プロセスなどを含め、送電時の低損失化等に資する先端超電導線材に関する研究を実施。

##### 我が国の国際競争力

- 超電導技術は我が国が優位性を有する分野であり、特に第1世代と呼ばれるビスマス系線材と、第2世代と呼ばれ世界的な競争が始まっているイットリウム系の超伝導ケーブルの開発では、日本が欧米に対して技術的リードを保っている。

## 34. メタン等削減技術

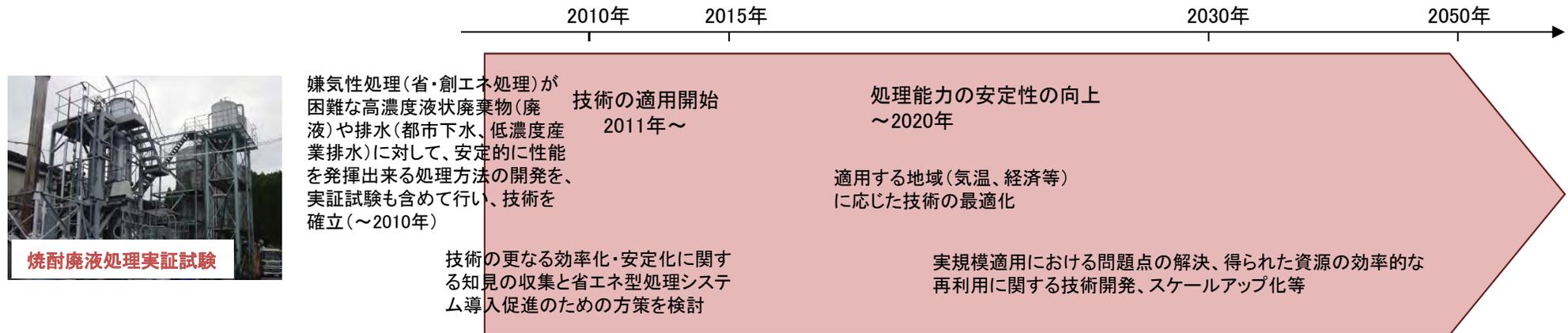
### 技術の概要

- 曝気動力を必要とせず余剰汚泥の少ない嫌気性処理(メタン発酵等)を中心とした高効率・低コスト処理法。
- 排水の嫌気性処理を担う微生物を集積化(最適化)・維持し、排水処理の時間短縮・安定化を図る。
- 処理により発生したメタンガスを回収し、エネルギーとして有効に利用。
- 自然流下により曝気動力を不要とする好気処理との組み合わせによる水質の向上。
- これらにより、処理に伴う温室効果ガス発生量の大幅削減が可能。
- 排水・廃液処理の最適化による温室効果ガス削減効果(CO<sub>2</sub>換算・環境省試算)は、国内で807万tCO<sub>2</sub>/年、海外(アジア)で2.5億tCO<sub>2</sub>/年。

### 我が国の技術開発の動向・課題

- 農林水産省では、畜産排水処理技術や反芻家畜由来のメタン排出を削減する飼料の研究等を進めている。また、農業分野におけるN<sub>2</sub>O削減技術の開発も推進している。
- 国交省ではB-DASHプロジェクト等において、下水処理場での温室効果ガス排出量削減(CO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>O等)に関する実証試験を進めている。
- 環境省等において、嫌気性処理等の実証試験が行われている。
- 嫌気性処理では、加温エネルギー削減(メタン発酵低温化)、低濃度もしくは高濃度排水処理、難分解成分の処理、発酵阻害回避等が課題で、そのための技術開発が行われている。低コスト化の技術も必要である。
- 排水処理の消費電力の低減に向け、MBRやUASB-DHS(嫌気-好気)等の開発が進められている。
- 冷凍空調機器の冷媒用途を中心に、CFC、HCFCからHFCへの転換が進行している。今後、機器の廃棄時のみではなく、使用中の漏えい対策も必要となる。

### 技術ロードマップ



### 国際動向

#### 普及の現状

- 欧米では畜産排水や下水等の処理において、メタン発酵設備の導入が進んでいる。欧州では、排水処理以外も含め、2012年で約7500のメタン発酵(バイオガス)プラントが稼働している。
- 高効率な排水処理技術は、東南アジア等にも導入が始まっている。
- 日本は世界に先駆けて、冷蔵庫のノンフロン化を図った。

#### 技術開発の動向

- 欧米においても、高効率、省エネルギーの嫌気・好気排水処理技術の開発が、継続し

#### で行われている。

#### 我が国の国際競争力

- 嫌気性処理技術の開発と微生物群の制御・最適化に関する研究について世界トップレベル。
- 技術未適用の産業排水(含む廃液)や都市下水処理への導入と技術高効率化による処理エネルギーの低減・CO<sub>2</sub>排出削減と生成メタンの回収・有効利用(カーボンニュートラル)による副次効果を発揮。
- 窒素処理を含む高度排水処理技術の途上国への導入を進めていく必要がある。

## 35. 植生による固定

### 技術の概要

- 環境ストレス耐性に関する遺伝子を導入し、塩害、砂漠化等の荒漠地化が進行した環境下でも生育するスーパー樹木を開発。
- 導入する遺伝子により、耐塩性、耐乾燥性、酸性土壌耐性、生長促進、オゾン耐性、高セルロース性などの特徴を持たせることが可能。
- スーパー樹木を世界中の荒漠地に植林することにより、CO<sub>2</sub>の吸収源として地球温暖化防止に貢献。
- 約4千万km<sup>2</sup>の荒漠地の5%(200万km<sup>2</sup>)をスーパー樹木で植栽した場合、年間5億炭素トンの吸収が見込まれる。(単位面積当たりの年間吸収量を2.5炭素トン/ha・年として計算) \* (独)森林総合研究所研究成果より

### 我が国の技術開発の動向・課題

- 農林水産省では、「環境保全に貢献するスーパー樹木の創出に向けた基盤技術開発」を実施し、遺伝子組換えによるスーパー樹木の開発を推進している。
- 文部科学省では、バイオマスエンジニアリング研究の一部として、「高生産性・易分解性を備えたスーパー植物」の研究を推進している。
- 経済産業省では、乾燥地等不良環境地への植生拡大技術を進めている。
- スーパー樹木の開発では、遺伝子組換え技術により、複数の有用形質(乾燥耐性、耐塩性などの環境ストレス耐性、高バイオマス生産性等)を付与する必要がある。

### 技術ロードマップ



### 国際動向

#### 普及の現状

- 中国でBTポプラの商業栽培の事例はあるが、各国で生産性の高い樹木に関する基礎研究や野外での栽培試験が進められている。

#### 技術開発の動向

- 各国で高生産樹木の研究開発が進められている。アメリカでは組換え樹木の野外試験が100例を越えている。

#### 我が国の国際競争力

- 耐環境性に着目した遺伝子組み換え樹木の開発は我が国独自の研究(欧米においては、バイオマス量を優先した研究に重点を置いている)。
- 世界では、塩害、砂漠化等による荒漠地化が進行しており、在来の樹種では生育困難な土地において森林植栽が可能となる。
- 全球的な荒廃砂漠地(荒漠地)面積は、乾燥地900万km<sup>2</sup>、半乾燥地2740万km<sup>2</sup>、塩集積地400万km<sup>2</sup>(合計約4千万km<sup>2</sup>)存在し、それぞれの荒漠地に植林可能なスーパー樹木を開発し、世界展開を図る。

## 36. 温暖化適応技術

### 技術の概要

- 乾燥・塩害耐性遺伝子であるDREB遺伝子や冷害耐性遺伝子等を活用し不良環境耐性を付与した農作物を開発。
- 地球温暖化対策の要として、不良環境下でも作物の安定生産が可能。
- 新たな農地開発（森林を伐採して農地を確保）への依存度が下がり、CO<sub>2</sub>吸収源としての森林が維持される。

### 我が国の技術開発の動向・課題

- 農林水産省の「DREBプロジェクト」では、遺伝子組換え技術を用いた乾燥耐性のイネ、コムギの作出と乾燥ストレス耐性の評価が進められた。
- 農林水産省では、「気候変動に対応した循環型食料生産等の確立のためのプロジェクト」において、温暖化の進行に適応する生産安定技術の開発（畜産の生産安定技術の開発、ノリの育種技術の開発、生物多様性を活用した安定的農業生産技術（生物多様性保全効果の高い総合的病害虫管理（IPM）の体系化技術）等の研究を推進している。
- 文部科学省では、気候変動等に適応した持続可能な社会の実現への貢献等を目的に、「持続可能な水利用を実現する革新的な技術とシステム」の研究や地球規模の気候変動予測を地域規模にダウンスケールする手法の開発、データ・情報統融合の研究開発及び基盤整備の実施等を推進している。

### 技術ロードマップ



通常の 遺伝子高発現イネ

### 考えられる気候変動適応策の例

	食料、繊維、林業	水資源	人の健康	産業、居住地、社会
乾燥化/干ばつ	新しい干ばつ耐性品種の開発等	漏水削減等	穀物の備蓄と緊急給食所の整備等	水供給システムの改善と管轄区域の調整等
降雨の増加/洪水	干拓地と排水の改善等	洪水予報・警報を含む保護対策等	構造的及び非構造的対策等	洪水防御インフラの改善等
温暖化/熱波	新しい暑熱耐性品種の開発等	計画と価格付けによる水需要管理等	病気の発生に対する国際的な監視システム等	特に脆弱なグループに対する援助プログラム等
風速/暴風雨	風耐性作物の開発	汚濁から水供給を防御するための湾岸防護の設計と実施	早期警報システム等	早期警報システムを含む緊急時への供え等

\* IPCC WG2 第4次報告書より抜粋

### 国際動向

#### 普及の現状

- 各地で温暖化適応のための仕組作りが進められている。ニューヨーク市では、温暖化に適応したシティプランを作成した。
- 途上国で水のインフラ整備が進められている。これらは、将来的に温暖化適応策となり得る。

#### 技術開発の動向

- IPCC WG2 第4次報告において、水、生態系、食料、沿岸地域、健康への考えられる気候変動の評価が行われ、それぞれについて考えられる気候変動適応策の例がまとめられた。

#### 我が国の国際競争力

- 冷害耐性に係る研究は欧米に比べ先行。
- 日本が世界に先駆けて乾燥耐性誘導遺伝子などを発見。

## 37. 地球観測・気候変動予測

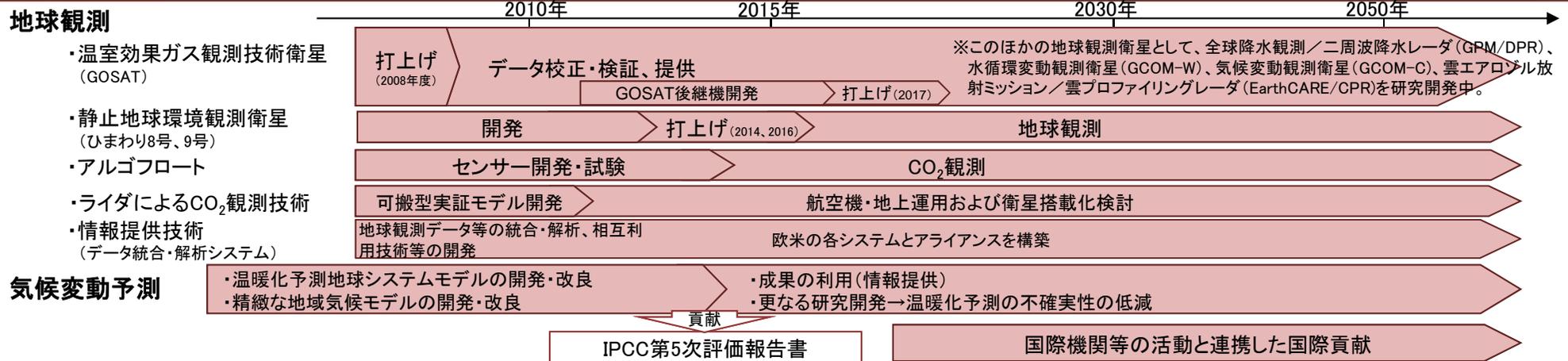
### 技術の概要

- 地球観測： 効果的・効率的な温暖化対策の実施を支援するため、温室効果ガス観測技術衛星(GOSAT)等の地球観測衛星、静止気象衛星に環境監視機能を追加した静止地球環境観測衛星、大気中のCO<sub>2</sub>濃度を計測するライダー技術、海洋のCO<sub>2</sub>濃度を計測するアルゴフロート等により、全地球的に高精度・長期連続観測を実施し、温室効果ガス濃度の分布や気候変動に関する長期的な監視情報を提供。
- 気候変動予測： 気候変動予測モデル自体の高度化とともに、要素モデルとして大気、陸域、海洋間におけるCO<sub>2</sub>の吸収・応答の相互作用を考慮したモデルや、我が国周辺の詳細な予測情報を抽出しうる精緻な地域気候モデルの開発・導入により、大気中のCO<sub>2</sub>濃度の安定化シナリオや氷床融解等の長期の精緻な温暖化影響予測及び気候変動に伴って変化する自然災害等の影響の評価が可能。

### 我が国の技術開発の動向・課題

- 地球観測： 文部科学省を中心として、世界全域を対象とし、既存及び将来の人工衛星や地上観測など多様な観測システムや情報システムが連携した、包括的なシステム(全球地球観測システム(GEOSS))の構築への貢献を行っている。環境省は、2012年度より、関係機関と連携し後継機開発を行っている。
- 気候変動予測： 文部科学省では、「気候変動リスク情報創生プログラム」等において、地球規模から河川流域規模までの幅広いスケールにおいて複雑な大気・海洋・陸域の物理過程、生物地球化学過程を考慮した予測モデル等を発展させ、確度の高い高解像度の温暖化予測の実現を図るとともに、予測実験結果の不確実性を定量化し、気候変動によって生じる影響への適応策立案に資する基盤的情報としての予測情報の創出を目指した技術開発を進めている。
- 炭素循環、窒素循環： 炭素循環の解明に向けては、観測・モデリング等の研究が行われている。窒素循環については農林水産省の気候変動対策プロジェクト研究等での取り組みがあるが、現状把握は不十分で、モニタリング技術の開発等が必要である。

### 技術ロードマップ



### 国際動向

#### 普及の現状

- 地球観測： 米国では、高解像度のリモートセンシング衛星を民間企業が開発、商業的に運用。NASAなどが各種のリモートセンシング衛星を打上げ、LANDSAT、EOS等の中低解像度衛星データは外国を含め無償で配布。
- 気候変動予測： 英国では、気候変動法により英国全体の気候変動リスク評価(CORA: Climate Change Risk Assessment)を5年おきに実施し、CORAに基づき国家適応計画(NAP: National Adaptation Plan)を策定している。

#### 技術開発の動向

- 地球観測： NGA(National Geospatial-Intelligence Agency)が画像の長期の開発費用等を支援し、米国のリモートセンシング産業の競争力を強化(GeoEye-2など)。NASA主導で、複数の地球環境観測衛星でコンステレーションを組み観測するA-Train(The Afternoon Constellation)計画が進行。

- 気候変動予測： IPCCの第5次評価報告書(平成25年9月末より順次承認予定)作成を目指した予測モデルの国際比較プロジェクトが進められた。
- その他： 気候リスクマネジメントの1オプションとして、SRM(Solar Radiation Management)について、気候工学(ジオエンジニアリング)の観点から、世界的にその効果と気候変動以外のリスクの評価研究が始められている

#### 我が国の国際競争力

- 地球観測： GOSATはCO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>等を観測でき、日本が優位。
- 気候変動予測： 我が国の気候モデルによる温暖化予測は、IPCCの評価報告書に引用され、世界最先端の研究として認知されている。地球シミュレータは、気候変動研究をリードしてきた。高解像度(地域・都市レベル)の予測の実現においては、日本が優位。