

# **グリーン成長戦略の重要分野における 検討状況について**

**令和3年5月**

**経済産業省、内閣府、文部科学省、農林水産省、  
国土交通省、環境省、総務省**

# グリーン成長戦略について

- 2020年12月のグリーン成長戦略の取りまとめ以来、実際に、研究開発方針や経営方針の転換、ゲームチェンジが始まっている。
- この流れを加速すべく、取組等の更なる具体化を行い、2050年カーボンニュートラル社会の実現可能性を更に高める。
- 本日は、グリーン成長戦略の重要分野における技術面の検討状況について、イノベーションの視座から御意見をいただけると幸い。
- 本日はいただいた御意見を踏まえ、6月に具体化予定のグリーン成長戦略実行計画の検討を深化していく。

＜今後のスケジュール（案）＞

2020年12月25日 グリーン成長戦略 取りまとめ

2021年 4月12日 成長戦略会議において改定に向けた検討状況を中間報告（次ページ）

5月21日 グリーンイノベーション戦略推進会議

6月頃 グリーン成長戦略 具体化

- 本年に入って、実際に、研究開発方針や経営方針の転換、**ゲームチェンジ**が始まっている。
- この流れを加速すべく、**更なる具体化**を行い、2030年の排出削減を視野に入れた、2050年・カーボンニュートラル社会の実現可能性を、更に高める。
  - － カーボンニュートラルの本質は、**社会を変える企業・人々の、行動の変革**。
  - － 行動の変革は、技術の提供側と利用側の両方に、「使い方」や「つながり方」を変容させ、**イノベーションのスパイラルをもたらす**。

……そのため、以下の2点に軸足を置いて深掘りを行い、6月目途で取りまとめ予定。

- (1) 2050年カーボンニュートラルの結果としての、**国民生活のメリットや、その目標を意識する**。
- (2) 基金や金融、国際連携、標準化といった、政府として企業を本気で後押しする政策手段や、各分野の目標実現の**内容をより具体的に提示**する。

### 2050年の国民生活のメリット（例）

⇒ 脱炭素効果がある事に加え、さらなるメリットが存在。

- 電動車の自動走行などを通じて、**事故・渋滞を限りなくゼロに**。
- 住宅のネットゼロエネルギー化などを通じた、**光熱費の押し下げ効果**。
- 低炭素化を実現しつつ、コストを上昇させないデータセンター立地等を通じた、**遠隔治療や自動走行などの新たなサービスの実現**。

### 内容の具体化（検討中の例）

#### (1) 自動車・蓄電池

- 蓄電池の大規模投資支援、燃費規制の活用、購入支援、事業転換支援、インフラ整備、公共調達などの**施策パッケージ**を具体化。

#### (2) 住宅・建築物

- **規制措置を含む省エネ対策の強化**について、ロードマップ策定など、取組を具体化。

#### (3) 半導体・情報通信

- **先端パワー半導体の拡大**に向けた研究開発支援。
- **データセンターの立地**計画の策定、立地支援。

#### (4) 金融（麻生大臣から別途、御説明）

#### (5) 国際連携

- 日本から、3月のWTO少数国閣僚級会合において、**環境物品の関税撤廃や、規制面でのルール作り等**を提案済。
- ASEAN等新興国の、現実的なエネルギー構造の**移行を加速化**。

#### (6) グリーンイノベーション基金

- 「基本方針」を3月に策定済。プロジェクトの精査を行いつつ、**夏頃の事業スタート**を目指す。

#### (7) 標準化

- 必要な標準化項目を更に洗い出す。（例；**燃料アンモニア**の国際標準化）
- 加えて、標準化によって実現する2050年の効果等を整理。

#### (8) その他

- 大学における人材育成や研究開発の環境整備など、その他の施策についても、関係省庁と連携して検討。
- 2050年に向かって若手の意見を取り込むことも重要。（経産省において、昨年12月から、平均30歳のメンバーで、提言案を議論中。）

# ①洋上風力産業

- ◆魅力的な国内市場を創出することにより国内外の投資を呼び込み、競争力があり強靱なサプライチェーンを構築。  
更に、アジア展開も見据えた次世代技術開発、国際連携に取り組み、国際競争に勝ち抜く次世代産業を創造していく。

|                      | 現状と課題                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 今後の取組                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 国内市場の創出              | <p><b>洋上風力市場の拡大、アジア拠点誘致競争の激化</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・洋上風力は、2040年には全世界で562GW(現在の24倍)の導入量が見込まれる(120兆円超の産業)。</li> <li>・欧州では、需要地に近い工場立地により輸送コストを抑えつつ、大規模化技術の開発と量産投資により、コスト低減が進展。(落札額10円/kWh以下、補助金ゼロの案件も)</li> <li>・アジア市場は急速に成長。2030年世界シェア41%(96GW)がアジアとの予測も。欧米風車メーカー(シーメンスガメサ、ヴェスタス、GE)のアジア進出が本格化。アジア各国においても誘致競争が始まっている。</li> </ul> | <p><b>魅力的な国内市場の創出</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>①政府による導入目標の明示 <ul style="list-style-type: none"> <li>・国は導入目標にコミット</li> <li>導入目標：2030年10GW、2040年30～45GW</li> </ul> </li> <li>②案件形成の加速化 <ul style="list-style-type: none"> <li>・海域占用ルールの整備：国が促進区域を指定し、30年間占有可能(再エネ海域利用法) <ul style="list-style-type: none"> <li>→4ヶ所(長崎、千葉、秋田×2)を指定済み、今後加速化</li> </ul> </li> <li>・初期段階から政府や地方自治体が関与し、プッシュ型で案件形成を行うことにより、迅速・効率的に風況調査や系統確保を行う仕組み(日本版セントラル方式)の確立</li> </ul> </li> <li>③インフラの計画的整備 <ul style="list-style-type: none"> <li>・再エネが優先して入るよう系統運用ルール見直し</li> <li>・風力発電適地と電力需要地を結ぶ系統整備(直流送電)の具体的検討開始</li> <li>・大型風車の設置・維持管理に必要な基地港湾の着実な整備</li> </ul> </li> </ol> |
| 国内サプライチェーン形成         | <p><b>国内に風車製造拠点は不在</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・国内に風車製造拠点は不在。欧米風車メーカー3社は欧州に立地。</li> <li>・国内市場の創出を呼び水とし、サプライチェーンを形成することが、電力安定供給や経済波及効果の観点から重要。</li> <li>・風車は部品点数が数万点と多く、関連産業への波及効果大。国内の部品サプライヤー(発電機、増速機、ベアリング、ブレード用炭素繊維、永久磁石等)は、潜在的競争力があるが、国内ものづくり基盤を十分に活用できていない。</li> </ul>                                                          | <p><b>投資促進、競争力があり強靱なサプライチェーンの形成</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>①産業界による国内調達・コスト低減目標の設定 <ul style="list-style-type: none"> <li>・産業界は、国内調達率・コスト低減目標にコミット</li> <li>国内調達率目標：2040年60%    コスト低減目標：2030～2035年8～9円/kWh</li> </ul> </li> <li>②サプライヤーの競争力強化 <ul style="list-style-type: none"> <li>・公募において、安定供給に資する取組に加点</li> <li>・サプライチェーンの構築に対する支援を検討</li> </ul> </li> <li>③事業環境整備：産業界から要望のある各種規制(残置規制の見直し、安全審査合理化等)の総点検</li> <li>④洋上風力人材育成プログラム</li> </ol>                                                                                                                                                                                                   |
| 次世代技術(浮体)の開発、マーケット獲得 | <p><b>世界横一線の浮体技術、欧州と環境異なるアジア</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・将来的に、気象・海象が似ており、市場拡大が見込まれるアジア展開を見据えることが重要。</li> <li>・浮体式の技術は世界横一線であり、造船業を含む新たなプレーヤーの参入余地も。商用化を見据えながら、技術開発を加速化。同時に、官民が連携して海外展開の下地づくりを進める。</li> </ul>                                                                                                                        | <p><b>アジア展開も見据えた次世代技術開発、国際連携</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>①アジア展開も見据えた次世代技術開発 <ul style="list-style-type: none"> <li>・「技術開発ロードマップ」を今年度内に策定</li> <li>・基金も活用した浮体式等の技術開発支援</li> </ul> </li> <li>②国際標準化・政府間対話等 <ul style="list-style-type: none"> <li>・国際標準化(浮体の安全評価手法)</li> <li>・将来市場を念頭に置いた二国間政策対話・国際実証</li> </ul> </li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

# 洋上風力産業

- 洋上風力産業の競争力強化に向けて必要となる要素技術を特定・整理した「技術開発ロードマップ」を2021年4月に策定。
- サプライチェーン全体を8つの分野に区分した上で、各分野の諸外国の動向と日本の特性に鑑み、産業競争力強化と低コスト化の観点から特定された要素技術開発を進める。
- 更に、サプライチェーン構築に不可欠な風車や、中・長期的に拡大の見込まれる浮体式等についての要素技術開発を加速化し、風車・浮体・ケーブル等の一体設計を行った実海域での実証を2025年前後に行うことにより、商用化に繋げる。

洋上風力の産業競争力強化に向けた技術開発ロードマップ

| 区分 | 分野                            | 短期（2025年前後を目標）                                                                                                                    | 中・長期（2030年前後を目標） |
|----|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 共通 | ①調査開発<br>（風況観測・配置最適化等）        | 日本の気象・海象に対応した風況観測手法やウェイク及び発電量予測モデルの高度化等で発電量予測を高度化する。                                                                              |                  |
|    | ②風車<br>（風車設計・ブレード・ナセル部品・タワー等） | グローバルメーカーと協働しつつ、日本・アジア市場向けの洋上風車要素技術（風車仕様の最適化、浮体搭載風車の最適設計、次世代風車要素技術開発、低風速域向けブレード等）を開発し、設備利用率の向上及び風車の高品質大量生産技術の確立によりコストを低減する。       |                  |
| 着床 | ③着床式基礎製造<br>（モノパイル・ジャケット等）    | 欧州で確立した基礎構造を、日本・アジアの地質・気候・施工環境等に最適化し、信頼性と低コスト化を実現する。（複雑な地質・厳しい気象海象条件に対応した基礎構造、タワー・基礎接合技術の高度化、基礎構造用鋼材の高強度化、低コスト施工技术の開発、洗掘防止工の高度化等） |                  |
|    | ④着床式設置<br>（輸送・施工等）            |                                                                                                                                   |                  |
| 浮体 | ⑤浮体式基礎製造<br>（浮体・係留索・アンカー等）    | 浮体基礎の最適化、係留システムの最適化、浮体の量産化、ハイブリッド係留システム等の要素技術開発を進め、風車・ケーブル等との一体設計を行う。<br>設置についても低コスト施工技术の開発等により低コスト化を図る。                          |                  |
|    | ⑥浮体式設置<br>（輸送・施工等）            |                                                                                                                                   |                  |
| 共通 | ⑦電気システム<br>（海底ケーブル、洋上変電所等）    | 日本の技術の強みを活かした高電圧送電ケーブルや、浮体式で必要となる高電圧ダイナミックケーブル、浮体式洋上変電所、次世代洋上直流送電技術等の開発によりコストを低減する。                                               |                  |
|    | ⑧運転保守<br>（O&M）                | コストの35%程度を占めるメンテナンスを運転保守及び修理技術の開発、デジタル技術による予防保全・メンテナンス高度化、監視及び点検技術の高度化、落雷故障自動判別システムの開発等によりコストを低減する。                               |                  |



## ②燃料アンモニア産業

- ◆ 燃焼してもCO<sub>2</sub>を排出しないアンモニアは、石炭火力での混焼などで有効な燃料。混焼技術を早期に確立し、東南アジア等への展開を図るとともに、国際的なサプライチェーンをいち早く構築し、世界におけるアンモニアの供給・利用産業のイニシアティブを取る。

|                    | 現状と課題                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 今後の取組                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 利用<br>(火力混焼)       | <p>石炭火力のバーナーでは、アンモニアを燃焼すると大量のNO<sub>x</sub>が発生</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>石炭火力への混焼時にNO<sub>x</sub>の発生を抑制するバーナーの技術開発を実施。</li> <li>実機を用いた石炭火力への混焼の実証を、来年度から開始予定。</li> <li>アンモニアは石炭に比べ燃焼時の火炎温度が低く輻射熱が少ないため、アンモニアの混焼率を高め、専焼にしていくには、NO<sub>x</sub>の発生を抑制するだけでなく、収熱技術の開発も必要。</li> </ul> | <p>石炭火力へのアンモニア混焼の普及、混焼率向上・専焼化</p> <p>①20%混焼の導入・拡大</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>2030年に向けて、<u>20%混焼の実証（3年間）を経て、電力会社を通じてNO<sub>x</sub>抑制バーナーとアンモニア燃料をセットで実用化。</u></li> <li>混焼技術を東南アジア等に展開。東南アジアの<u>1割の石炭火力に混焼技術を導入できれば、5,000億円規模の投資。</u></li> <li>東南アジア各国とのバイ会談や政策対話を活用し、混焼技術導入を促進。IEAやERIAといった国際機関との連携、ASEAN+ 3等の国際会議でも議論。</li> <li>NEXIやJBICによるファイナンスを活用するとともに、<u>アンモニアの燃焼や管理手法に関する国際標準化</u>を主導して、海外展開を支援。</li> </ul> <p>②混焼率向上・専焼技術の導入・拡大</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>2050年に向けては、<u>混焼率向上・専焼化技術の開発を進め、導入・拡大を目指す（年間1.7兆円規模のマーケット）。</u></li> </ul> |
| 供給<br>(アンモニアプラント等) | <p>用途拡大に伴うアンモニア追加生産の必要性</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>アンモニア生産は年間2億トン。大半が肥料。</li> <li>石炭火力<u>1基20%混焼で、年間50万トンのアンモニアが必要。</u>国内の全ての石炭火力で実施した場合、年間2,000万トンのアンモニアが必要であり、世界の全貿易量に匹敵。</li> <li>アンモニアの生産国（北米、豪州、中東）と消費国（日本含むアジア）が連携して国際的なサプライチェーンを構築する必要あり。</li> </ul>                       | <p>安定的なアンモニア供給</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>2030年に向けて、生産拡大に向けたプラント設置及び海外での積出港の整備に対する出資の検討並びに国内港湾における技術基準の見直し等の検討を行う。</li> <li>調達先国の政治的安定性・地理的特性に留意した上で、<u>日本がコントロールできる調達サプライチェーンを構築。</u>（2050年で1億トン規模）</li> <li>原料の調達、生産、CO<sub>2</sub>処理、輸送/貯蔵、ファイナンスにおける<u>コスト低減</u>、各工程における高効率化に向けた技術開発の実施。</li> <li>2030年には、<u>現在の天然ガス価格を下回る、Nm<sup>3</sup>-H<sub>2</sub>あたり10円台後半での供給を目指す。</u></li> </ul>                                                                                                                                                                  |

# 燃料アンモニア産業

- 長期的（～2050年）に、収熱技術開発を含めた混焼率の向上（50%～）、専焼技術の開発を進める。
- 2050年に3000万トンの燃料アンモニアの国内需要を想定。また、世界全体で年間1億トン規模の、我が国企業による調達サプライチェーン構築を目指す。このため、**競争力のある燃料アンモニアの導入に向け、各工程における高効率化等に向けた技術開発**を実施。

## 【燃料アンモニアの利用拡大に向けた取組】

- **高混焼、専焼技術の開発：**  
混焼率向上やその先の専焼技術を見据えて、NOxの抑制、発電に必要な熱量まで引き上げる収熱、残留アンモニアの完全燃焼、アンモニア着火困難性の克服等の技術確立を推進。その際、従来の石炭火力へのアンモニア混焼に加え、ガス火力発電での液体アンモニアの混焼、専焼化も目指す。また、船舶用途や工業炉での技術確立も目指す。
- **燃料アンモニア利用に係る国際標準・基準の策定：**  
世界全体での燃料アンモニアの活用を進めていく上では、国際的な標準・基準の策定を我が国主導で進めていくことが極めて重要。  
基準内容の精査を進めた上で、国際標準化機構（ISO）での国際標準化とその世界での普及を進めていく。  
（標準・基準の例：水分量を始めとした燃料アンモニアの仕様の明確化、燃焼機器の窒素酸化物排出 など）

## 【燃料アンモニア供給拡大に向けた取組】

- **新たなアンモニア合成技術：**  
高温・高圧のハーバー・ボッシュ法に代わる低温・低圧のアンモニア合成を可能とする新触媒の開発とその設備の大型化を進めることで、コスト低減を目指す。
- **高効率なブルーアンモニア製造：**  
現状は天然ガスからの製造が一般的であるため、製造時のCO2排出を高効率に抑制する革新的システム等の技術開発を進め、多様なプラント規模や立地に対応しつつ導入。
- **グリーンアンモニア製造：**  
再生可能エネルギーから直接アンモニアの製造を可能とするアンモニア電解合成技術の開発を進める。
- **輸送・貯蔵の大規模化・高効率化：**  
大量のアンモニア供給、アンモニア供給価格の低減に向け、輸送・貯蔵設備の大型化を進める。

### ③水素産業

- ◆ 水素は、発電・産業・運輸など幅広く活用されるカーボンニュートラルのキーテクノロジー。日本が先行し、欧州・韓国も戦略等を策定し、追従。今後は新たな資源と位置付けて、自動車用途だけでなく、幅広いプレーヤーを巻き込む。
  - ◆ 目標：導入量拡大を通じて、水素発電コストをガス火力以下に低減(水素コスト:20円/Nm3程度以下)。2050年に化石燃料に対して十分な競争力を有する水準を目指す。導入量は2030年に最大300万吨、2050年に2,000万吨程度を目指す。
- ※ うち、グリーン水素(化石燃料+CCUS、再エネなどから製造された水素)の供給量は2030年の独の再エネ由来水素供給量(約42万吨/年)を超える水準を目指す。

|                                              | 現状と課題                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 今後の取組                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>利用</b><br>①水素発電タービン<br>②FCトラック<br>③水素還元製鉄 | <b>①水素発電タービン:実機での実証がまだ完了しておらず、商用化が課題</b><br>・日本企業が発電タービンの燃焼技術(燃えやすい水素の燃焼をタービンの中で制御する技術)で世界的に先行。<br>・潜在国内水素需要:約500~1,000万吨/年<br><br><b>②FCトラック:実機実証中。商用化が課題</b><br>・日本企業が企業間連合を組み、世界に先駆けて乗用車を商用化した知見も生かしつつ、開発中。海外企業も開発を加速。<br>・潜在国内水素需要:約600万吨/年<br><br><b>③水素還元製鉄:技術未確立、大量かつ安価な水素の調達が課題</b><br>・欧州の鉄鋼業界も含めて、各国企業が技術開発を実施中<br>・潜在国内水素需要:約700万吨/年 | <b>①水素発電タービン:先行して市場を立ち上げ、アジア等に輸出</b><br>・世界市場展望:2050年時点で累積容量は最大約3億kW(タービン市場は最大約23兆円)<br>・ <b>実機での安定燃焼性の実証を支援</b> し、商用化を加速<br>・電力会社への <b>カーボンフリー電力の調達義務化</b> と、 <b>取引市場の活用</b> 。再エネ、原子力と並んで、 <b>カーボンフリー電源としての水素を評価</b> し、水素を活用すればインセンティブを受け取れる電力市場を整備<br><br><b>②FCトラック:世界と同時に国内市場を立ち上げ、各国にも輸出</b><br>・世界市場展望:2050年時点でストックで最大1,500万台(約300兆円)<br>・ <b>FCトラックの実証</b> による商用化の加速、電動化の推進を行う一環での <b>導入支援策</b> の検討<br>・ <b>水素ステーション開発・整備支援、規制改革(水素タンクの昇圧)</b> によるコスト削減の検討<br><br><b>③水素還元製鉄:世界に先駆けて技術を確認</b><br>・世界市場展望(ゼロエミ鉄):2050年時点で最大約5億トン/年(約40兆円/年)<br>・水素還元製鉄の <b>技術開発支援</b><br>・ <b>トップランナー制度</b> による導入促進<br>・国際競争力の観点から、内外一体の産業政策として <b>国境調整措置</b> を検討 |
| <b>供給</b><br><b>輸送等</b><br>④液化水素運搬船等         | <b>④水素運搬船等:技術開発・実証を通じた大型化が課題</b><br>・ドイツ等が水素の輸入に関心。今後の国際市場の立ち上がり期待される。<br>・日本は当初から輸入水素の活用を見越し、複数の海上輸送技術・インフラの技術開発・実証を支援。その結果、世界ではじめて液化水素運搬船を建造するなど、世界をリード。                                                                                                                                                                                      | <b>④水素運搬船等:世界に先駆け商用化し、機器・技術等を輸出</b><br>・世界市場展望(国際水素取引):2050年時点で約5.5兆円/年(取引量:最大5,500万t/年)<br>・更なる水素コスト低減に資する <b>大型化を実証や需要創出で支援</b> し、2030年までに商用化(2030年30円/Nm3の供給コスト目標達成)<br>・関連機器(液化水素運搬船から受入基地に水素を移すローディングアームなど)の <b>国際標準化</b><br>・海外での積出港の整備に対する出資の検討並びに国内港湾における技術基準の見直し等の検討                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>製造</b><br>⑤水電解装置                          | <b>⑤水電解装置:欧州企業が大型化技術などで先行</b><br>・日本企業は世界最大級の水電解装置を建設するとともに、要素技術でも世界最高水準の技術を保有。<br>・しかし、更なる大型化を目指すための技術開発では、欧州等、他国企業が先行。                                                                                                                                                                                                                        | <b>⑤水電解装置:再エネが安い海外市場に輸出し、その後国内導入</b><br>・国際市場展望:2050年までに毎年平均88GW分(約4.4兆円/年)の導入が最大見込まれる。<br>・大型化や要素技術の製品実装を通じた <b>コスト低減</b> による国際競争力強化<br>・海外市場への参入障壁を低下させるべく、欧州等と同じ環境下における <b>水電解装置の性能評価を国内で実施</b> (欧州は日本よりも装置内の水素を高圧化)<br>・一時的な需要拡大(上げデマンドレスポンス)を適切に評価し、余剰再エネなどの <b>安価な電力活用促進</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |



# 水素産業

- 2030年に30円/Nm<sup>3</sup>、2050年に20円/Nm<sup>3</sup>以下の水素供給コストを達成するため、海上輸送技術等を確立。
- 現在14.4～37.9万円/kWである水電解設備コスト低減（アルカリ型5.2万円/kW、PEM型6.5万円/kW）を、2030年までに実現。
- 製鉄プロセスで発生するCO<sub>2</sub>排出を2030年までに50%削減することができる技術を開発。

## 【海上輸送技術の確立】

- 液化水素：  
－253℃の液化水素を適切に貯蔵等するための各種タンクの開発に向けて、断熱材の活用や平底円筒型への再設計を行うことが必要。
- MCH：  
海外から大量に受け入れたMCHの脱水素工程における触媒の耐久性・性能の更なる向上等の要素技術開発に加えて、製油所等の既存設備の最大限活用を検討。
- 革新的液化、水素化技術等の開発  
輸送時のエネルギーロスの大部分を占める液化プロセスやMCH製造、脱水素プロセス等における更なる高効率化等の技術革新が必要不可欠であり、電解槽の大型化や触媒の高効率化等の技術開発を実施。

## 【水電解設備コストの低減】

- 水電解装置の大型化・モジュール化技術開発：  
量産可能かつスケーラブルな特徴を備えた水電解装置の大型化・モジュール化に係る技術を開発。
- 新部材の装置への実装技術開発：  
日本企業は、膜や触媒などの重要な部素材について世界最高水準の要素技術を保有しているが、これらは、システムの中で最適化することで性能を発揮。そのため、膜や触媒などの重要な部素材を水電解装置に実証する技術を開発。
- 熱需要や産業プロセス等での水素利用：  
水電解装置を用いた産業プロセス等における化石燃料・原料等を水素で代替する最も効率的なシステム運用法を確立。

## 【水素還元製鉄の確立】

- 製鉄プロセスにおけるCO<sub>2</sub>排出削減技術：  
現行の高炉を有効利用し、水素を用いて鉄鉱石を還元するとともに、高炉排ガスに含まれるCO<sub>2</sub>を分離・回収し、還元剤に転換して活用。
- 「ゼロカーボン・スチール」の実現に向けた技術開発：  
2050年までの「ゼロカーボン・スチール」の実現を見据え、水素だけで鉄鉱石を還元できる「水素直接還元法」の実現に向けた基礎技術を確立。  
(例)
  - ①鉄鉱石の還元に必要な炉内熱補償技術
  - ②原料に含まれる不純物を除去する技術
  - ③還元鉄の溶解に不可欠な電炉の高度化技術等

## ④原子力産業

- ◆ 原子力は、実用段階にある脱炭素の選択肢。国内での着実な再稼働の進展とともに、海外（米・英・加等）で進む次世代革新炉開発に、高い製造能力を持つ日本企業も連携して参画し、多様な原子力技術のイノベーションを加速化していく。

|              | 現状と課題                                                                                                                                                                                                                                                                            | 今後の取組                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 小型炉<br>(SMR) | <p><b>各種要素技術の開発が必要</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>海外での実証プロジェクトと連携した基本設計・開発。</li> <li>日本企業独自で多様なニーズを見据えた小型炉を自主開発。</li> </ul> <p><b>革新的技術の安全性や経済性を検証</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>安全性は、米・英・加で許認可取得に向けたプロセスが進行中。</li> <li>経済性は、量産化で追求。</li> </ul> | <p><b>国際連携プロジェクトへの参画</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>2020年代末の運転開始を目指す<u>海外の実証プロジェクトと連携した日本企業の取組に対し、安全性・経済性・サプライチェーン構築・規制対応を念頭に置きつつ支援を行う。</u></li> <li>海外で先行する規制策定を踏まえ、技術開発・実証に参画。</li> <li><u>日本企業がプロジェクトの主要プレーヤーとして参画し、脱炭素技術であるSMRの安全性の実証に貢献。主要サプライヤーの地位を獲得。2020年代末の海外でのSMR初号機開発後、海外連携によりグローバル展開と量産体制を確立。</u></li> </ul> |
| 高温<br>ガス炉    | <p><b>開発・運転ノウハウの蓄積と実用化スケールへの拡張が必要</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><u>高温工学試験研究炉（HTTR）で950℃（世界最高水準）・50日間の高温連続運転を達成(JAEA)。安全性を実証。</u></li> <li>日本企業が水素製造・発電コジェネプラント、蓄熱可能な発電用高温ガス炉などを開発中。</li> <li>高温ガス炉と水素製造施設との接続技術の確立が必要。</li> </ul>                               | <p><b>HTTRを活用した試験・実証等</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>HTTRを活用し、<u>安全性の国際実証に加え、2030年までに大量かつ安価なカーボンフリー水素製造に必要な技術開発を支援。</u></li> <li>安全性・経済性・サプライチェーン構築・規制対応を念頭に置いた開発支援を行いながら、技術開発・実証に参画。<u>海外の先行プロジェクトの状況を踏まえ、海外共同プロジェクトを組成していく。</u></li> <li><u>日本の規格基準普及に向けた他国関連機関との協力を推進。</u></li> </ul>                                 |
| 核融合          | <p><b>国内施設を通じた研究開発や核融合実験炉（ITER）建設に向けた製造・試験、各種要素技術の開発が必要</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><u>プラズマ制御技術の高度化に向けた試験実施。</u></li> <li><u>ITER本体の組立・据付開始、コイル等主要機器を日本から納入。</u></li> <li>安全で安定稼働できる核融合原型炉の設計。</li> </ul>                                                     | <p><b>ITER計画等の着実な推進</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ITER計画を始めとした国際共同技術開発や将来的な原型炉建設計画に向けた取組を通じて<u>主要機器の実証と、出力の長時間維持技術を確立。</u>日本の核融合原型炉の建設計画に反映。</li> <li>2030年頃の実用化を目指す米・英のベンチャーと日本のベンチャー・メーカー等が連携を加速。</li> <li>核融合炉の高温熱を活用したカーボンフリーな水素製造技術の開発を推進。</li> </ul>                                                              |

# 原子力産業

- 技術熟度の高い軽水炉は安全性を向上しながら引き続き世界各国で活用。日本でも軽水炉の革新的安全性向上技術の開発・実証・導入を、要素技術のシステム・インテグレーションの重要性を念頭に支援する。加えて、革新炉等のイノベーションにも不可欠な産業基盤の維持・強化を図るための製造等におけるプロセスイノベーションを推進する
- 原子力を持続的に利用するためには、資源循環性の向上が不可欠。放射性廃棄物の減容化・有害度低減、資源の有効活用が可能な高速炉の開発を、「戦略ロードマップ」に基づき着実に推進する。

## 【軽水炉の安全性・性能向上技術の開発】

### 例 1) 事故耐性燃料 (ATF) :

- ・ 事故時に水素が発生するのを防ぐ燃料被覆管を開発中
- ・ コーティング被覆管やODS鋼等は早ければ2030年頃、炭化ケイ素等は2050年頃の実装を目指す。
- ・ 海外との協力関係を活用し、実用化に必要な照射場の確保を進める。

### 例 2) 放射性ガス分離・貯蔵システム :

- ・ 事故時に放射性ガスが格納容器の外に放出されるのを防ぐ、放射性ガス分離・貯蔵システムを開発中。
- ・ 早ければ2030年頃からの実機適用を目指す。

## 【製造等のプロセスイノベーション】

### 例) 3Dプリンティング :

- ・ 従来製造法では困難な最適形状の追求、サプライチェーンの効率化、納期短縮が可能な技術であり、米国等で開発が進む。
- ・ 日本でも開発を支援中。技術開発と安全性実証に必要なデータ取得を支援し、2030年頃までの実機への導入を目指す。

## 【高速炉開発】

### 「戦略ロードマップ」に基づく開発を推進

- ・ 2023年末頃までの「ステップ1」として、民間のイノベーションによる多様な技術間競争を促進中。その後、技術の絞り込みを行った上で、一定の技術が選択される場合、工程を具体化していく。

### 仏国・米国等との国際協力を活用し、効率的に開発

- ・ 日仏協力：安全性・経済性向上に係る技術開発を実施  
例) 自然循環による冷却システム  
温度上昇に伴い自動的に制御棒が挿入される
- ・ 日米協力：高速炉の試験炉であるVTR（多目的試験炉）に関する協力を実施

### JAEAの保有するデータや施設を活用

- ・ 試験炉「常陽」の再稼働に向けた準備を速やかに進める
- ・ 「常陽」による医療用放射性同位体製造等の異業種連携も目指す

## ⑤自動車・蓄電池産業

◆ 2050年の自動車のライフサイクル全体でのカーボンニュートラル化を目指すとともに、蓄電池産業の競争力強化を図る。

|                 | 現状と課題                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 今後の取組                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 車の使い方の変革・電動化の推進 | <b>EV等の低価格化・インフラ整備</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・欧中は戦略的にEV・PHEV普及 <ul style="list-style-type: none"> <li>・EV・PHEV販売台数（2020年第3四半期） <ul style="list-style-type: none"> <li>EU全体：約27万台（前年同期比3倍以上）※速報ベース</li> <li>日本：約6千台（前年同期比約5割）</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>・車両価格低減、充電インフラ・水素ステーションの整備</li> <li>・電池・燃料電池・モータ等の電動車関連技術・サプライチェーン・バリューチェーン強化（特に軽自動車・商用車）</li> <li>・欧州：「持続可能でスマートなモビリティ戦略」 <ul style="list-style-type: none"> <li>→環境負荷低減と都市交通最適化を同時に実現</li> </ul> </li> <li>・日本：MaaSを大規模に事業化できている事例は少、米中に比べ公道実証を通じた自動走行データ収集は困難</li> </ul> | <b>EV等の電動車の普及加速</b><br>→電池など電動車関連技術・サプライチェーン強化と一体的に、成長を実現 <ul style="list-style-type: none"> <li>・遅くとも2030年代半ばまでに、乗用車新車販売で電動車100%を実現できるよう包括的な措置を講じる。商用車についても、乗用車に準じて2021年夏までに検討を進める。</li> <li>・この10年間は電気自動車の導入を強力に進め、電池をはじめ、世界をリードする産業サプライチェーンとモビリティ社会を構築。この際、特に軽自動車や商用車等の、電気自動車や燃料電池自動車への転換について、特段の対策を講じていく。</li> </ul> <ol style="list-style-type: none"> <li>①電動車・インフラの導入拡大 <ul style="list-style-type: none"> <li>例：燃費規制の活用、公共調達の推進、充電インフラ拡充、導入支援や買換え促進 等</li> </ul> </li> <li>②電池・燃料電池・モータ等の電動車関連技術・サプライチェーン・バリューチェーン強化 <ul style="list-style-type: none"> <li>例：大規模投資支援、技術開発・実証、軽自動車・商用車の電動化、中小サプライヤの事業転換とそれを支えるデジタル開発基盤の構築の支援検討、ディーラーの電動化対応・事業転換支援検討 等</li> </ul> </li> <li>③車の使い方の変革 <ul style="list-style-type: none"> <li>例：ユーザによる電動車の選択・利用の促進、持続可能な移動サービス、物流の効率化・生産性向上実現に向けた自動走行・デジタル技術の活用や道路・都市インフラとの連携 等</li> </ul> </li> </ol>                                        |
|                 | <b>合成燃料※の低価格化と製造技術・体制の確立</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・商用化に向けた一貫製造プロセス未確立</li> </ul> <small>※発電所や工場等から回収したCO2と水素を合成して作られるエンジンで利用可能な液体燃料</small>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>合成燃料の大規模化・技術開発支援</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・2050年にガソリン価格以下のコストを実現することを目指す。</li> <li>・革新的新規技術・プロセスの開発、商用化に向けた一貫製造プロセス確立のための応用研究を実施する</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 蓄電池             | <b>研究開発でリードも、スケール化苦戦</b><br>→大量生産と性能向上が課題 <ul style="list-style-type: none"> <li>・EVは、HVの50～100倍の電池搭載</li> <li>・欧州などで電池産業政策・規制 <ul style="list-style-type: none"> <li>・「バッテリーアライアンス」に約3900億円（～2031）の研究費支援</li> <li>・電池工場投資支援（仏：1000億円など）</li> <li>・バッテリー指令改正：電池ライフサイクルのCO2排出量ラベル規制など</li> </ul> </li> <li>・車載用電池：中韓がシェア増加、日系の世界シェア低下</li> <li>・電池技術：中韓追い上げ <ul style="list-style-type: none"> <li>・全固体電池特許：日本37%、中国28%</li> </ul> </li> <li>・国内家庭用電池市場：韓国系約7割、日系約3割</li> </ul>                                                                             | <b>大規模化・研究開発支援、蓄電ビジネス創造</b><br>→2030年に向け世界で、約2倍（8→19兆円）、車載用は約5倍（2→10兆円）とも言われる成長市場取込み <ul style="list-style-type: none"> <li>・2030年までのできるだけ早期に <ul style="list-style-type: none"> <li>・電気自動車とガソリン車の経済性が同等となる車載用の電池パック価格1万円/kWh以下、</li> <li>・太陽光併設型の家庭用蓄電池が経済性を持つシステム価格7万円/kWh以下（工事費込み）</li> </ul> </li> <li>・2030年以降、更なる蓄電池性能の向上が期待される次世代電池の実用化</li> </ul> <ol style="list-style-type: none"> <li>①電池のスケール化を通じた低価格化 <ul style="list-style-type: none"> <li>例：蓄電池・資源・材料への大規模投資、定置用蓄電池導入の支援 等</li> </ul> </li> <li>②研究開発・技術実証 <ul style="list-style-type: none"> <li>例：全固体リチウムイオン電池・革新型電池の性能向上、蓄電池材料性能向上、高速・高品質・低炭素製造プロセス、リユース・リサイクル、定置用蓄電池を活用した電力需給の調整力提供 等</li> </ul> </li> <li>③ルール整備・標準化 <ul style="list-style-type: none"> <li>例：蓄電池ライフサイクルでのCO2排出見える化や、材料の倫理的調達、リユース促進等に関する国際ルール・標準化、家庭用電池の性能ラベル開発・標準化、調整力市場（2024年開設）への参入に向けた制度設計、系統用蓄電池の電気事業法上の位置付け明確化 等</li> </ul> </li> </ol> |



# 自動車・蓄電池産業

- 電動車・蓄電池に関連する先導技術研究（例えば、次世代電池、電池のリユース・リサイクル、モータ等の電動車関連技術）に取り組む予定。
- さらに、自動走行・デジタル技術等も活用し、車の使い方全体での変革を目指す。

## 【次世代電池等の技術開発】

- 全固体リチウム電池・革新型電池の性能向上、蓄電池材料の性能向上、蓄電池や材料の高速・高品質・低炭素生産プロセス、リユース・リサイクル、定置用蓄電池を活用した電力需給の調整力提供等の研究開発・技術実証等に取り組む。

## 【電池のリユース・リサイクルのための技術開発】

- 使用後に、依然蓄電池として利用することのできる車載用電池を、再度車載用パーツとして活用することや、定置用蓄電池として目的変更して利用するため、また利用できなくなった車載用電池から鉱物資源を効率回収するための研究開発や技術実証に取り組む。

## 【モータ等の電動車関連技術開発】

- 農機・建機・ドローン・空飛ぶクルマ等の近接領域のモビリティの電動パワートレインも合わせて、モビリティ用のモータシステムの性能（重量、体積、出力等）向上や材料開発等に取り組む。

## 【車の使い方の変革】

- 安全・安心な環境の創出や交通流全体での環境負荷の低減を実現できる、次世代交通システムの基盤となる高精度デジタル地図・OTA機能・狭域通信機能を社会実装するべく、必要な実証や普及に向けた検討を開始する。
- 自動走行系を中心に先端半導体等を用いた高度なセンサー・コンピュータ類、さらにそれらの次世代デバイスを支える新たな車載ネットワークシステムやデジタル開発基盤等について、その性能向上と徹底した省エネ化を同時に実現するための研究開発に取り組む。
- ラストマイルから長距離輸送まで、商用車分野における電動車普及の課題である商用利用に適した電動車両の開発、充電・充電インフラの最適配置、運行管理とエネルギーマネジメントの最適化等による経済性の最大限の実現等に向け、道路・都市インフラとも連携しつつ、トラック・バス等の商用車分野における大規模なコネクテッド実証や、地域におけるエネルギーシステムとも連動した自動走行車等の運用実証を検討する。



## ⑥半導体・情報通信産業

- ◆ ①デジタル化によるエネルギー需要の効率化（「グリーン by デジタル」）と、②デジタル機器・情報通信の省エネ・グリーン化（「グリーン of デジタル」）の二つのアプローチを車の両輪として推進。

|                                                         | 現状と課題                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 今後の取組                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>デジタル化によるエネルギー需要の効率化・省CO2化</b><br><b>（グリーンbyデジタル）</b> | <p><b>DXにより、データセンター向けエネルギー需要が急増。デジタル化の中核となるデータセンターの立地やグリーン化、5Gなど次世代情報通信インフラの構築が必要。</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・デジタル化・DXの省エネ効果は大（<u>クラウド化で8割省エネ達成</u>）</li> <li>・データセンターが国内にあることで、自動運転やスマート工場など、データを利用した新たなサービス展開も有利に。</li> <li>・データが国内に集約・蓄積されることは、<u>経済安全保障</u>にも寄与。</li> <li>・今後、世界的にグリーンなデータセンターの市場が拡大。<br/>           ※国内データセンター市場：1.5兆円(19年)⇒3.3兆円(30年)<br/>           ※プラットフォーム企業は、全データセンターで消費する電力相当の再エネを購入<br/>           ※中国では、2030年にデータセンター投資が10兆円規模に</li> <li>・日本は、①<u>電力コスト</u>が高い、②<u>脱炭素電力の購入が困難</u>、③大規模需要では<u>電力インフラへの接続に年単位の時間を要する</u>といった課題があり、国内立地が進んでいない。</li> </ul> | <p><b>DX推進に伴う、グリーンなデータセンターの国内立地推進、次世代情報通信インフラの整備</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・社会、経済システム、企業のDXを推進 ⇒ DX関連市場24兆円実現</li> <li>・国内データセンターによる<u>サービス市場（3兆円超）を拡大</u></li> <li>・<u>データセンター投資(サーバ、メモリ、光デバイス、空調・電源等)の国内調達を拡大（1兆円規模）⇒ 導入支援を検討</u></li> <li>・<u>グリーン電力調達を行うデータセンターの立地を補助、国内での再エネ導入を支援</u><br/>           ⇒<u>脱炭素電力の購入円滑化に向け、非化石価値取引市場の制度整備を検討</u></li> <li>・データセンターの系統への早期接続のため<u>電力インフラ整備を迅速化</u></li> <li>・次世代情報通信インフラの実用化に向けた研究開発・<u>標準化支援</u></li> </ul> |
| <b>デジタル機器・産業の省エネ・グリーン化</b><br><b>（グリーンofデジタル）</b>       | <p><b>あらゆる機器に使用されている半導体の省エネ化が急務、データセンターでの再エネ活用は極少数</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・<u>デジタル関連の消費電力は、飛躍的に増加</u><br/>           ※IT 関連の消費電力の増加（省エネなしの場合）<br/>           2016年：410億kWh/年（<u>全電力の4%程度</u>）<br/>           ⇒2030年：1兆4,800億kWh/年（<u>現在の36倍以上</u>）</li> <li>・データセンターは、大量のメモリ・半導体を使い、膨大な電力を消費。<br/>           ※大規模データセンターは<u>大型火力1基(100万kw)</u>の電力を消費</li> <li>・半導体は国際競争が激化。<u>省エネ半導体実用化が競争力に直結</u>。<br/>           ※パワー半導体は、東芝、三菱電機、富士電機等で世界シェア29%</li> </ul>                                                                                                                       | <p><b>パワー半導体や情報処理に不可欠な半導体、データセンター、情報通信インフラの省エネ化・高性能化・再エネ化を支援</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・<u>次世代パワー半導体等の研究開発、実証、設備投資を支援</u></li> <li>・2030年までに実用化・導入拡大、1.7兆円の市場を獲得</li> <li>・データセンター、情報通信インフラ省エネ化の研究開発、実証支援</li> <li>・2030年までに全ての新設データセンターを30%省エネ化、<u>データセンター使用電力の一部再エネ化義務づけを検討</u></li> <li>・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</li> </ul>                                                                                                                       |

# 半導体・情報通信産業

- 幅広い分野で使われているパワー半導体や、情報処理に不可欠なメモリなどの半導体、データセンター、情報通信インフラの省エネ化・省CO<sub>2</sub>化・高性能化に向けた研究開発を実施。
- こうした取組を着実に進め、グリーン・デジタル社会を構築し、半導体・情報通信産業の2040年のカーボンニュートラル実現を目指す。

## 【パワー半導体等の研究開発、実用化、普及拡大】

- ・ パワー半導体や次世代半導体の利活用については、従来のSiパワー半導体の高性能化に加えて、超高効率の次世代パワー半導体（GaN、SiC、Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等）の実用化に向けて、放射光・中性子線施設を活用した物性評価や、高速電子計算機の活用による材料探索等、アカデミアが保有する半導体関連技術・施設等も活用し、研究開発を支援。
- ・ また、次世代省エネ機器（モータ制御用半導体等）、次世代パワーエレクトロニクス技術（AI等を活用した高効率制御等）、次世代モジュール技術（高放熱材料等）や次世代受動素子・実装材料（コイル等）などの研究開発を進めると共に、Siパワー半導体・次世代半導体の成果を用いて、現時点から応用可能な用途（電動車・データセンター電源・LED等）に係る技術の実証・実装・高度化も支援。

## 【グリーンデータセンターの推進】

- ・ データセンターの省エネ化に向けて、サーバーを構成する要素デバイス（CPU、アクセラレータ、メモリ等）の高性能化・省エネ化技術に光配線技術といった光エレクトロニクス技術を融合（光電融合）したシステムの開発・実証や、データセンターを制御するソフトウェアによる性能・消費電力の最適化技術を開発。

## 【エッジコンピューティング技術の拡大】

- ・ スマートシティ、自動運転等の新たなサービスの普及においては、機微情報を含む多量のデータ処理が必要であり、従来のようにエッジ側で取得したすべてのデータをクラウドで処理すると、ネットワークやデータセンターの電力消費が増大してしまう。
- ・ そのため、データ・処理の安全性を確保しつつ複数のクラウドを効率的に相互接続する連携基盤を確立する。
- ・ また、エッジコンピューティングによってクラウドに送信するデータ量やクラウドで処理するデータ量を必要最小限として、ネットワークやデータセンターの負荷を低減させるための研究開発を支援。

## ⑦船舶産業

- ◆ ゼロエミッションの達成に必須となるLNG、水素、アンモニア等のガス燃料船開発に係る技術力を獲得するとともに、国際基準の整備を主導し、我が国造船・海運業の国際競争力の強化及び海上輸送のカーボンニュートラルに向けて取り組む。

|                                             | 現状と課題                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 今後の取組                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| カーボンフリーな代替燃料への転換                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>一部企業等が自動車用等の水素燃料電池システムを転用した小型の水素燃料電池船やリチウムイオン電池を用いたバッテリー推進船を開発・実証中。</li> </ul> <p><b>水素・アンモニアを直接燃焼できるエンジンが必要</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>水素燃料電池システムやバッテリー推進システムは出力・重量・サイズ上近距離・小型船に限定。</li> <li>遠距離・大型船向けに高出力が必要だが、水素・アンモニアを直接燃焼できるエンジンが存在しない。</li> </ul>                                                                                  | <p><b>遠距離・大型船向けの技術開発・実用化</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>近距離・小型船向けに水素燃料電池システムやバッテリー推進システムの普及を促進。</li> <li>遠距離・大型船向けに水素・アンモニア燃料エンジン及び付随する燃料タンク、燃料供給システムの開発・実用化を推進。</li> </ul>                                                                                               |
| LNG燃料船の効率化                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>IMOにおける国際ルールの整備を完了（国際ガス燃料船安全コード（IGFコード）が2017年1月に発効）。</li> <li>国内における先進船舶導入等計画の認定制度（海上運送法改正により2017年度に創設）や内航船省エネルギー格付制度（暫定運用：2017年7月～、本格運用：2020年3月～）の運用によりLNG燃料船の普及を促進。</li> </ul> <p><b>燃料タンクのスペース効率改善等が必要</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ガス燃料はエネルギー密度が低く、嵩張る（燃料タンクが貨物スペースを圧迫）。</li> <li>スペース効率の高い革新的な燃料タンクや燃料供給システムが必要。</li> </ul>           | <p><b>スペース効率の高い革新的技術を開発</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>スペース効率の高い革新的な燃料タンクや燃料供給システムの開発。</li> <li>低速航行、風力推進システムと組み合わせCO<sub>2</sub>排出削減率86%を達成するとともに、再生メタン活用による実質ゼロエミ化を推進。</li> </ul>                                                                                       |
| 省エネ・省CO <sub>2</sub> 排出船舶の導入・普及を促進する国際枠組の整備 | <ul style="list-style-type: none"> <li>日本主導により、国際海事機関（IMO）において、2013年から、新造外航船に燃費性能規制が適用済。同規制により、燃費性能の良い省エネ・省CO<sub>2</sub>排出船舶の普及を促進。</li> <li>CO<sub>2</sub>排出量の多いコンテナ船など一部の船種について、<b><u>EEDI規制値の更なる強化及び規制適用時期の前倒し</u></b>（2025年1月→2022年4月）を実施（2020年11月、関係する条約改正案を採択）。</li> </ul> <p><b>既存外航船に対する対策が課題</b></p> <p>既存船に対するCO<sub>2</sub>排出規制の国際枠組みが存在しない（既存外航船に対してCO<sub>2</sub>排出削減策を講じることが必要）。</p> | <p><b>燃費性能規制を早期に実施</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>日本主導により、IMOにおいて、既存船の<b><u>燃費性能規制（EEXI）及び燃費実績の格付け制度</u></b>を提案し、2020年11月に原則合意。</li> <li>燃費性能規制の早期実施により、<b>既存船に新造船並みの燃費基準を義務付け</b>、性能が劣る船舶の新造船代替を促進。<b><u>格付け制度</u></b>により、省エネ・省CO<sub>2</sub>排出船舶にインセンティブを付与。</li> </ul> |

# 船舶産業 ※グリーンイノベーション基金を活用したプロジェクトを検討

- LNG、水素、アンモニア等のガス燃料船等の開発に係る技術力を獲得し、生産基盤を確立。
- 2025年までにゼロエミッション船の実証運航を開始し、従来の目標である2028年よりも前倒しでゼロエミッション船の商業運航を実現。

## アンモニア燃料船

- エンジン開発：  
船舶のエンジンは、大型船・中小型船の主機・補機それぞれ異なるため、それぞれのエンジンを開発し、陸上試験、実船実証を行う必要。  
また、燃焼時に発生する $\text{N}_2\text{O}$ 対策、腐食性、毒性等の固有の課題への対応も必要。
- 燃料タンク・燃料供給システム開発：  
燃料消費・搭載スペースの点から液体アンモニアの利用が期待されるが、液体状態でも体積が従来燃料（C重油）の約2.7倍であり、また、毒性も有するため、省スペース化・安全確保を両立した革新的な燃料タンクの開発が必要。

## 水素燃料船

- エンジン開発：  
船舶のエンジンは、大型船・中小型船の主機・補機それぞれ異なるため、それぞれのエンジンを開発し、陸上試験、実船実証を行う必要。  
また、燃焼速度が大きいことによる燃焼制御、漏洩、水素脆性等の固有の課題への対応も必要。
- 燃料タンク・燃料供給システム開発：  
燃料消費・搭載スペースの点から液体水素の利用が期待されるが、液化状態でも体積が従来燃料（C重油）の約4.5倍あり、また、 $-253^\circ\text{C}$ の極低温状態にあるため、省スペース化、温度管理、低温脆化等の安全対策を施した革新的な燃料タンクの開発が必要。

## LNG燃料船

- 超高効率LNG船開発：  
低速航行、風力推進システムと組み合わせ $\text{CO}_2$ 排出削減率86%を達成するとともに、再生メタン活用による実質ゼロエミ化を推進。
- 燃料タンク・燃料供給システム開発：  
天然ガスは液化状態でも体積が従来燃料（C重油）の約1.7倍あるが、LNG運搬船とは異なりLNG燃料船の燃料タンクの場合は、貨物スペースへの影響をなるべく最小化するべく、省スペース化した革新的な燃料タンクや燃料供給システムの開発が必要。



## ⑧物流・人流・土木インフラ産業

- ◆ カーボンニュートラルポートの形成、スマート交通の導入、自転車移動の導入促進、グリーン物流の推進、交通ネットワーク・拠点・輸送の効率化・低炭素化の推進、インフラ・都市空間等でのゼロエミッション化、建設施工におけるカーボンニュートラルの実現に総合的に取り組むことで、物流・人流・土木インフラ産業での2050年のカーボンニュートラル実現を目指す。

|                                       | 現状と課題                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 今後の取組                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ①カーボンニュートラルポートの形成                     | <p><b>我が国のCO2排出量の約6割が港湾・臨海部から</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>我が国のCO2排出量の約6割を占める火力発電・製油等は主に港湾・臨海部に立地。</li> <li>我が国の輸出入の99.6%を取り扱う港湾は、コンテナ貨物トレーラーや横持トラックの輸送拠点。</li> <li>港湾は、水素・アンモニア等次世代エネルギーの輸入拠点。</li> </ul> <p><b>水素等次世代エネルギー輸送手段や受入体制が確立されていない。</b></p> <p><b>各事業者が個々に技術開発等に取り組んでおり、スケールメリットの創出が困難。</b></p> <p><b>水素等次世代エネルギー調達のため、海外での積出港の確保が必要。</b></p>                                                                                                                                                  | <p><b>港湾におけるカーボンニュートラルポートの形成</b></p> <p>次世代エネルギーの輸送キャリアに応じたモデル港を対象として、社会実装を推進。カーボンニュートラルポート（CNP）形成のためのマニュアルを策定し、CNPの形成を全国に展開。</p> <p><b>次世代エネルギー資源獲得に資する海外における港湾投資の検討</b></p> <p>海外からの次世代エネルギー資源の安価な大量輸入のため、積出港の環境整備等、企業による取組を支援。</p>                                                                                                                                                                                                                                       |
| ②スマート交通の導入、自転車移動の導入促進                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>複数の交通機関の乗換の複雑さなど、利便性の面で更に改善を進めるべき課題が存在</li> <li>電動化・自動化によるCO2排出の少ない輸送システムが導入された社会の実現：日常生活における車の使い方をはじめとした国民の行動変容を促し、自動車交通量の減少等を通じて環境負荷を低減するとともに、地方部における公共交通機関の確保・維持や、利用促進を図ることが重要。</li> <li>自転車活用：自転車通行空間の整備延長は約2,930km（R元年度末）</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                             | <p>日常生活における車の使い方をはじめとした国民の行動変容を促す。</p> <p>⇒地域公共交通活性化再生法を活用した地域公共交通の充実やMaaS等の利便性向上の取組を支援することにより、環境負荷の低減が図られた移動手段を確保。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>まちづくりと連携し、LRT・BRT、電動化・自動化された公共交通等、新たな技術を活用したCO2排出の少ない輸送システムの導入促進。</li> <li>自転車活用：自転車通行空間の整備や自転車活用の促進</li> </ul>                                                                                                                                                                                              |
| ③グリーン物流の推進、交通ネットワーク・拠点・輸送の効率化・低炭素化の推進 | <ul style="list-style-type: none"> <li>モーダルシフトの推進：低炭素型の物流体系構築のため、CO<sub>2</sub>排出削減効果の高いモーダルシフトの推進が必要。</li> <li>物流施設の低炭素化：庫内作業の省人化に伴う照明等エネルギー消費量の削減や、冷凍冷蔵倉庫における省エネ型自然冷媒機器の導入によるエネルギー消費量の削減及び脱フロンが不可欠。</li> <li>ドローン物流の実用化：過疎地域では、輸配送の効率化や物流の持続可能性の確保が課題。</li> <li>燃料電池鉄道車両の開発・導入：現行の関連基準・規制が燃料電池（FC）鉄道車両の走行を想定していない。</li> <li>エコエアポート：コスト面に課題があり、各空港において導入を見送られているシステムが存在。</li> <li>航空交通システムの高度化：従来の航法よりも飛行距離を短縮し、より多くの航空機を効率よく飛行させることが可能となる RNAV経路の導入促進が必要。</li> <li>国内貨物輸送の約8割をトラック輸送が占めており、渋滞などの現状の交通課題の解消が必要。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>CO2排出原単位の小さい輸送手段への転換をはかるモーダルシフトの推進。</li> <li>物流施設における省人化機器及び再生可能エネルギー設備の導入や、冷凍冷蔵倉庫における省エネ型自然冷媒機器への転換に係る取組を推進。</li> <li>持続可能な事業形態の整理、機体導入への支援。</li> <li>FC鉄道車両の社会実装に向け、関連基準・規制等、必要な環境整備について検討</li> <li>エコエアポートガイドラインの改正を含めた検討、GPUの導入促進、空港施設のLED化等省エネルギーシステムの導入推進、空港車両のFC化・電動化によるグリーンエネルギー車両の導入を促進。</li> <li>革新的運航改善に向けた国際協調、研究開発に取り組む。</li> <li>道路ネットワークの整備やビッグデータ等を活用した渋滞対策等の道路交通流対策を推進。</li> <li>ダブル連結トラック等による物流の効率化を推進。</li> </ul> |

|                        | 現状と課題                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 今後の取組                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ④インフラ・都市空間等でのゼロエミッション化 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・直轄国道のLED道路照明灯の整備が必要。</li> <li>・走行中給電システムを埋め込む道路構造とそれに係る技術基準の開発・検討が必要。</li> <li>・EV充電器の公道設置について、社会実験による道路交通への影響の評価などが必要。</li> <li>・下水の有する熱量が他のシステムと比べると少なく、他の熱供給システムとの複合利用が必要。</li> <li>・グリーンインフラの社会実装により、CO<sub>2</sub>吸収源ともなる都市空間の緑化や雨水貯留・浸透等の防災・減災等の多様な地域課題の同時解決を図る必要。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・道路照明灯のLED化推進、更なる省エネ化・高度化技術の開発推進。</li> <li>・走行中給電技術の研究を支援。EV充電器の公道設置も含め、進捗に応じた制度や技術基準等の検討。</li> <li>・導入事例の横展開や導入コスト低減により、下水熱活用のための環境を整備。</li> <li>・グリーンインフラの計画・整備・維持管理に関する技術開発、地域モデル実証を通じた地域への導入支援。</li> </ul>                                       |
| ⑤建設施工におけるカーボンニュートラルの実現 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・（短期的）直轄の建設現場におけるICT施工（土工）の実施率は約8割に達しているが、地方自治体における実施率は約3割にとどまっており、地方自治体の工事におけるICT施工の更なる普及が必要。</li> <li>・（中・長期的）建設機械としては、ディーゼルエンジンを基本として、その燃費向上を目指し、燃費基準の策定、機器認定を行い、融資で導入を促進。国際的にも、建設施工における更なるCO<sub>2</sub>削減の取り組みがなされており、我が国においても革新的な技術の導入推進が必要。</li> </ul>                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>・（短期的）地方自治体の工事を施工している中小建設業へICT施工の普及を行い<u>2030年において32,000【t-co2/年】の削減</u>を目指す。</li> <li>・（中・長期的）2050年目標である建設施工におけるカーボンニュートラルの実現に向け、ディーゼルエンジンに替わる<b>革新的建設機械（電動、水素、バイオ等）の普及を促進</b>。この際、これまでの建設機械に係る各種関連基準を踏まえつつ、国際情勢も鑑み、<b>新たな基準策定</b>に取り組む。</li> </ul> |

# 物流・人流・土木インフラ

- 革新的建設機械（電気、水素、バイオマス等）の導入拡大の推進
- 走行中給電システム技術について、2020年代半ばの実証実験開始を目指し、研究開発を支援。

## 【道路照明の高度化】

- ・ 交通状況に応じたLED道路照明の調光制御を行い、消費電力を低減させる等の省エネ・高度化技術開発を推進

## 【走行中給電システムの研究開発支援】

- ・ 走行中の電気自動車に連続的に無線給電を行う道路の実用化システムの開発
- ・ 走行中ワイレス給電のコイル埋設についての研究

## 【生態系を活用した防災・減災（Eco-DRR）】

- ・ 自然生態系の機能が斜面崩壊・土石流・洪水・越波等の防災・減災に貢献した事例を収集中。
- ・ 「自然生態系を基盤とする防災・減災の推進に関する検討会」にて、河川流域におけるEco-DRRの実装に適した地域を見える化する生態系機能ポテンシャルマップの作成方法等の検討を行っている。

## 【革新的建設機械の導入拡大】

- ・ ディーゼルエンジンに替わる革新的建設機械（電気、水素、バイオマス等）の導入拡大を推進

## 【燃料電池鉄道車両の社会実装】

- ・ 鉄道車両に水素充填を行うための技術等、燃料電池鉄道車両の社会実装に向けて必要な技術の開発を推進

## 【下水道革新的技術実証】

- ・ 下水道では、水処理の省エネ化等の新技術の開発を行い、水処理や汚泥処理のより一層の省エネ化を進める。また、官民連携による下水熱利用を推進するため、下水熱利用マニュアルの改訂など、熱利用システムのコスト低減や官民連携による下水熱利用の案件形成支援につき、2025年度まで集中的に取り組む。
- ・ 令和3年夏頃を目途に国の技術開発事業（下水道革新的技術実証事業（B-DASHプロジェクト））により、寒冷地向けの採熱技術をガイドライン化する予定

## ⑨食料・農林水産業

- ◆ スマート農林水産業等の実装の加速化によるゼロエミッション化、農畜産業由来のGHGの削減、農地・森林・木材・海洋におけるCO2吸収・炭素の長期・大量貯蔵等の取組を強力に推進し、食料・農林水産業の生産力向上と持続性の両立をイノベーションで実現する。
- ◆ 世界のGHG排出量のうち農林業等由来の排出が1/4を占めている現状を踏まえ、我が国の優れた技術の国際展開、国際的な議論・ルールメイキングへの積極的な関与により、世界のカーボンニュートラルに貢献する。

|            | 現状と課題                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 今後の取組                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 共通事項       | <p><b>＜農林漁業者や地域へのインセンティブ等が普及・実装に不可欠＞</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>労働生産性の向上、生産者のすそ野の拡大を図りつつ、カーボンニュートラルや生物多様性の保全・再生を促進し、災害や気候変動に強い持続的な食料システムを構築することが急務。</li> <li>持続的な取組による効果の「見える化」を進め、農林漁業者や地域に対し、新技術の導入等による労働安全性・労働生産性の向上や所得向上等の具体的なメリットを分かりやすく伝えることが重要。</li> <li>食料・農林水産業の生産力向上と持続性の両立をイノベーションで実現するため、政策方針として「<u>みどりの食料システム戦略</u>」を策定。</li> </ul>                         | <p><b>＜食料・農林水産業の生産力向上と持続性の両立をイノベーションで実現＞</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>政策誘導手法に環境の観点を盛り込む「政策手法のグリーン化」の推進により、革新的な技術・生産体系の社会実装を後押し。</li> <li>各省横断的な枠組みを活用した革新的技術開発、農林漁業者や地域にメリットとなる技術開発・普及、公的インセンティブ制度の導入を推進。</li> <li>技術を海外に展開し、世界のGHG削減に貢献するとともに、国際共同研究やアジアモンスーン地域へのスマート農業体系の導入を推進。国際的な議論やルールメイキングへ積極的に参加。</li> </ul>                                                                                                                          |
| CO2吸収・固定   | <p><b>＜農林水産分野の吸収源拡大に向けた研究開発を実施中＞</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><u>J-クレジット制度におけるバイオ炭の農地施用の方法論</u>を策定。研究開発、ブレイクスルー技術の確立等による貯留能力向上が必要。</li> <li>森林・木材による吸収等の効果を最大限発揮するため、<u>人工林の循環利用の確立、成長の旺盛な若い森林の確実な造成</u>が必要。</li> <li>高層建築物等の木造化や、木質系新素材開発による木材利用の拡大により、炭素の貯蔵量を向上させる必要。</li> <li>ブルーカーボン（海洋生態系による炭素貯留）について、<u>海洋生態系藻場タイプ別の炭素吸収量評価手法</u>、藻場・干潟の造成・再生・保全技術を開発中。</li> </ul>   | <p><b>＜ゼロエミッション困難な排出源をカバーするネガティブエミッションとして、農地、森林・木材、海洋における炭素の長期・大量貯蔵を実現＞</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>炭素貯留効果と土壌改良効果を併せ持つ<u>バイオ炭資材の開発</u>。</li> <li>林木育種の高速化による<u>エリートツリーの効率的な開発</u>、ドローンやエリートツリー等を活用した造林の低コスト化・省力化により、主伐後の再造林を推進。</li> <li>高層建築物等の木造化に資する<u>木質建築部材開発</u>や工法の標準化を推進。</li> <li><u>ブルーカーボンの炭素吸収量の計測方法の確立及び国連気候変動枠組条約等への反映</u>を目指す。また、産・官・学による藻場・干潟の造成・再生・保全の取組を推進。</li> </ul>                                                    |
| 温室効果ガス排出削減 | <p><b>＜技術開発とともに実証・社会実装の取組を推進＞</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>農山漁村の地域資源を活用して再エネ生産・利活用を行い、持続的なエネルギーマネジメントシステムの構築が求められている。</li> <li>農畜産業由来のGHG排出削減について、水田からのメタン発生を抑制する基盤的技術等の開発は進展。実用化段階技術の早期普及が必要。また、生産段階における環境負荷軽減の推進が必要。</li> <li>生産から流通・消費段階までの省力化や最適化を図るスマート技術の開発、社会実装とともに、農林業機械・漁船の電化を図る必要。</li> <li>木質バイオマス由来の新素材の開発・普及による化石燃料由来製品の代替、木質バイオマスの効率的なエネルギー利用が必要。</li> </ul> | <p><b>＜農林水産業における化石燃料起源のCO2ゼロエミッションを推進＞</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>地産地消型エネルギーシステムの構築とそれに向けた規制見直し等の検討。</li> <li>RE100を実現した<u>園芸施設等の超精密環境制御施設の開発</u>、有機農業の取組面積や自給飼料生産の拡大、家畜排せつ物由来堆肥の広域流通等の推進、微生物活動の制御等、農畜産業由来のGHG削減や環境負荷軽減を目指す技術の開発。</li> <li><u>スマート技術や農林業機械・漁船の電化に向けた技術の開発・普及</u>。流通・消費段階までのデータ連携により、生産性の向上と食品ロス・CO2の削減を両立するスマートフードチェーンの構築。</li> <li>プラスチック等を代替する木質由来新素材開発や、木質バイオマスエネルギー熱利用等の推進、<u>ICT活用による木材の生産流通管理システム</u>を構築。</li> </ul> |



# 食料・農林水産業

- 最優先すべきCO2排出源対策として農業用施設（※年間600万トン）の脱炭素化技術、木質由来の新素材（同6,000万トン）、漁船（同328万トン）の電化・水素化技術の確立、食品産業（同720万トン）の革新的な省エネ・流通システムの開発等を推進し、2030～2040年までに脱炭素化に向けたブレークスルー技術を確立。※削減ポテンシャル
- 合わせて2030年までに農地炭素貯留技術、早生樹等の効率的育種技術、高層建築物等の木造化技術等を開発し、その後、CO2固定ポテンシャルの高い農林水産業への転換を推進し、2050年のカーボンニュートラル社会の実現に貢献。

## ○カーボンニュートラル社会の実現に向けた食料・農林水産業の貢献分野

### CO2吸収・固定（ネガティブエミッション）

- 森林吸収量向上、食料増産
- 炭素貯留
  - 〔メタン、N2O抑制〕
- 早生樹等による再造林促進、農作物生産の多収化・農作物残渣等の農地への投入の拡大※
- バイオ炭等による農地炭素貯留、高層建築物等の木造化、ブルーカーボン
- 農地からのメタン・N2O発生、家畜消化系N2O等の抑制

※CO2固定能力の高い農作物開発（多収化、残渣となるバイオマス量の増加）。

### エネルギー供給（再生可能エネルギー）

- バイオガス発電
- 営農型太陽光発電
- 小水力、木質発電 等

### エネルギー利用

- 省エネ
  - 農業用施設の脱炭素化
  - 熱・エネルギーの高効率利用、食品ロス削減等に向けた流通効率化
- 電化
  - 農林業機械・漁船の電化・水素化
- その他
  - 木質由来の新素材

## ⑩航空機産業

- ◆ 国際航空において急速に低炭素要求が強まりつつある中、ICAO（国際民間航空機関）は2019年比でCO2排出量を増加させないことを制度化。グリーンによる技術の変わり目を、我が国航空機産業の競争力を飛躍的に強化するチャンスと捉え、複合材、電動化、水素や代替燃料などの複数の要素における技術的優位性の確立を目指す。

|       | 現状と課題                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 今後の取組                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 電動化   | <p><b><u>装備品・推進系電動化には技術的課題有</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 装備品電動化は一部導入のみ（補助動力装置に使用されるリチウムイオンバッテリーについて搭載実績）</li> <li>・ 電動化に不可欠な航空機向け電池(燃料電池含)、モータ、ジェネレータ、インバータについて、<u>潜在能力はあるものの、航空機向けには性能向上が必要</u></li> <li>・ 日本企業の強みを売り込むことで、欧米メーカーとパートナーシップを強化</li> <li>・ 合わせて必要になる軽量化・効率化については、2010年以降、<u>日本製炭素繊維複合材の活用が進んでおり、今後のシェア拡大が重要。</u>また、素材や設計による更なるエンジン効率化が重要</li> </ul> | <p><b><u>ハイブリッド電動化・全電動化への対応</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2030年までに、機体のモデルチェンジに合わせ、装備品電動化に向けた技術、ハイブリッド電動化向け技術を確立</li> <li>・ 2050年に向け、装備品市場の拡大や、小型機（20人以下）における全電動化、リージョナル機（100人以下）以上のハイブリッド電動化に向けたコア技術の拡大、組み立て技術の確立を目指す</li> <li>・ 世界の電動航空機・水素航空機の市場は拡大（<u>2030-2050年で約2兆ドルを見込む</u>）</li> <li>・ <u>欧米メーカーとの連携強化</u>とともに、産学官連携を通じて、<u>国際標準化</u>を推進し、海外市場を獲得</li> <li>・ <u>国際的な開発競争や制度の状況を踏まえつつ、国内の制度・仕組みを検討（航空機工業振興法）</u></li> <li>・ 並行して、複合材の軽量化・製造コストの更なる低減を実現、将来エンジンに向けた革新素材を開発し、将来機における市場拡大を目指す</li> </ul> |
| 水素航空機 | <p><b><u>世界的に開発がスタートするも、技術開発要素は多数</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ エアバスは、2035年に水素航空機の市場投入を目指すと公表。日本企業の取組が始動</li> <li>・ 日本企業が培った機体軽量化・エンジン効率化等の技術を活かせる可能性</li> <li>・ 軽量かつ安全性を担保した水素貯蔵タンク、水素燃焼に適したエンジン開発のほか、水素供給に関するインフラ、サプライチェーンの検討も要する</li> </ul>                                                                                                                      | <p><b><u>水素への燃料転換のコアとなる技術を確立</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2030年に向けて、<u>欧米との連携を強化</u>するとともにコア技術（水素貯蔵タンク、燃焼器等）の研究開発を促進</li> <li>・ 2035年以降の水素航空機の本格投入を見据え、コア技術の水素航空機への搭載を目指すとともに、水素供給に関するインフラ及びサプライチェーンを検討</li> <li>・ <u>国際的な開発競争や制度の状況を踏まえつつ、国内の制度・仕組みを検討（航空機工業振興法）</u></li> <li>・ 並行して、複合材の軽量化・製造コストの更なる低減を実現、将来エンジンに向けた革新素材を開発し、将来機における市場拡大を目指す</li> </ul>                                                                                                                                                 |

|        |                | 現状と課題                                                                                                                                                                            | 今後の取組（イメージ）                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ジェット燃料 | バイオジェット燃料等（※1） | <p><b>安定供給・高コスト克服のための大規模化が課題</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>要素技術の<u>開発が進展</u>し、<u>実証開始</u>。ガス化FT合成（※3）は、様々な原料の品質の均一化、ATJ（※4）は、<u>触媒反応の制御技術の確立</u>が必要。</li> </ul> | <p><b>大規模実証を通じたコスト低減、供給拡大</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>コスト目標は、2030年に既存燃料と同価格（100円台/L）を目指す。（※ICAOの制度が来年から導入。バイオジェット燃料の市場は拡大（2030年時点：国内航空会社（国際線）だけでも1,900億円）。）</li> <li><u>大規模実証</u>を実施し、コストを既製品と同等まで低減。他国に先駆けて2030年頃には実用化。バイオジェット燃料の国際市場の動向に応じて、競争力のある<u>バイオジェット燃料等の供給拡大</u>。</li> </ul> |
|        | 合成燃料（※2）       | <p><b>合成燃料の低価格化と製造技術・体制の確立</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>商用化に向けた一貫製造プロセスが未確立。</li> </ul>                                                                        | <p><b>合成燃料の大規模化・技術開発支援</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>2050年にガソリン価格以下のコストを実現することを目指す。</li> <li>革新的新規技術・プロセスの開発、商用化に向けた一貫製造プロセス確立のための応用研究を実施する。</li> </ul>                                                                                                                                  |

（※1）藻類の培養によるバイオジェット燃料は、カーボンサイクル産業の実行計画を参照。

（※2）発電所や工場等から回収したCO2と水素を合成して作られる液体燃料。

（※3）木くず等の有機物を蒸し焼き（ガス化）し、触媒により液化する工程によりバイオジェット燃料を製造する技術（Fischer-Tropsch process（フィッシャー・トロプシュ法））。

（※4）Alcohol to jet の略。バイオエタノールを触媒等を用いてバイオジェットに改質する技術。

# 航空機産業 ※グリーンイノベーション基金を活用したプロジェクトを検討

- 水素航空機の実現に必要な技術として、①極低温(−253℃)に耐え得る小型軽量の液化水素貯蔵タンク、②水素の安定燃焼、低NO<sub>x</sub>を両立するエンジン燃焼器、③大幅に変更が必要な機体設計に係る技術開発がある。また、次々世代機以降(2035年以降)の航空機構造の飛躍的な強度強化及び軽量化を目指す。

## 【水素航空機向けコア技術開発】

- 水素航空機向けエンジン燃焼器・システム技術開発：  
水素を安全かつ安定的に燃焼させつつ、NO<sub>x</sub>を減少させるとともに、航空エンジンに必要な軽量化・安全性・信頼性要求を満たしていくことが必要。  
日本企業は、既存の航空エンジンの燃焼器や、水素ガスタービン技術について競争力を有しており、こうした技術を活かし、水素航空機におけるエンジン燃焼器技術の確立を目指す。また、エンジンだけではなく、水素燃料に対応した気化器等の付随部品が必要であり、耐久性・強度を確立しつつ、より軽量素材や設計上の工夫等を実施していく。
- 液化水素燃料貯蔵タンク技術の開発：  
軽量化、気密性、安全性を担保した上で、既存ジェット燃料の約4倍の体積の燃料を搭載するため、機体全体の設計の大幅変更や、航空機特有の加速度環境におけるタンク内のスロッシングによる重心移動及びタンク圧力変化の抑制が必要。日本企業がこれまで培ってきた複合材技術や宇宙産業における燃料タンク技術を活用した上でこうした課題に対応していく。
- 水素航空機機体構造検討：  
水素航空機は上記のとおり、既存航空機からタンクや極低温燃料に適合した構成品等の変更が必要であり、機体構想全体を大幅に再考しなくてはならない。水素航空機の成立性を考慮したベース機体（TRA: Technical Reference Aircraft）を策定する。

## 【主要構造部品の軽量化に向けた技術開発】

- 水素航空機の実現や今後の飛躍的な燃費向上に向けた主翼の高アスペクト比（縦横比）等の実現にあたっては、航空機構造を大幅に変更する必要がある。
- こうした複合材部品の複雑形状化に向け、部材の飛躍的な強度向上・軽量化を図る必要がある。具体的には、ボイドやリンクルの低減に向けた技術の確立や、信頼性を維持した上での結合部のファスナの低減等を行っていく。
- こうした技術開発を、需要に対応した生産レート・コストと両立させていく必要がある。特に今後需要が増加し、全運航機数の約7割を占めると予測されている単通路機について、過去に実現してきた軽量化率を大きく上回る軽量化を達成し、燃費向上に貢献することも目指す。



# ⑪カーボンリサイクル産業

- ◆ カーボンリサイクルは、CO<sub>2</sub>を資源として有効活用する技術でカーボンニュートラル社会実現に重要。日本に競争力があり、コスト低減、社会実装を進め、グローバル展開を目指す。（IEAは、2070年のCCUSによるCO<sub>2</sub>削減量は世界で約69億トン/年と予測。）

|                             | 現状と課題                                                                                                                                                                                                                                                                     | 今後の取組                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| コンクリート                      | <p><b>CO<sub>2</sub>を吸収して造るコンクリートは実用化済だが、市場が限定的</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>現状のCO<sub>2</sub>-SUICOMは<u>コスト高</u>。<br/>（＝既存コンクリートの約3倍の100円/kg）</li> <li>CO<sub>2</sub>吸収量が限定的、コンクリートの中の鉄骨が錆やすいため（CO<sub>2</sub>吸収により酸化しやすくなるため）、<u>用途限定</u>。</li> </ul> | <p><b>公共調達を活用し販路拡大・コスト低減</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>コスト目標として、2030年に、需要拡大を通じて<u>既存コンクリートと同価格</u>（＝30円/kg）を目指す。2050年に、防錆性能を持つ新製品を建築用途にも使用可能とする。</li> <li>市場規模は、<u>2030年時点で、世界で約15～40兆円</u>を見込む。</li> </ul> <p>①公共調達による販路拡大</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>新技術に関する<u>国交省データベース</u>（NETIS）にCO<sub>2</sub>吸収型コンクリートを登録。国・地方自治体による<u>公共調達を拡大</u>。<u>2025年大阪万博でも導入を検討</u>。さらに、<u>国際標準化を通じ、アジアへの販路も拡大</u>。</li> </ul> <p>②更なる販路拡大</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><u>防錆性能を持つ新製品を開発</u>。建築物やコンクリートブロックに<u>用途拡大</u>。<u>標準化等導入に向けた支援</u>による民間部門での需要拡大を検討。</li> </ul> |
| 燃料<br><br>藻類の培養によるバイオ燃料     | <p><b>高コスト克服のための大規模化が課題</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>要素技術の<u>開発が進展し、実証開始</u>。</li> <li>現状、CO<sub>2</sub>の<u>吸収効率が低い</u>。</li> <li>藻の増殖が<u>不安定</u>。<br/>（※現状コスト1,600円/L（既存ジェット燃料100円/L））</li> </ul>                                                      | <p><b>大規模実証を通じたコスト低減、供給拡大</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>コスト目標として、2030年に、既存のジェット燃料と<u>同価格</u>（＝100円台/L）を目指す。</li> <li>市場規模は、<u>2030年時点で国内航空会社（国際線）だけでも1900億円の市場規模</u>を見込む。</li> <li>国際航空に関し、<u>ICAO（国際民間航空機関）により、「2019年比でCO<sub>2</sub>排出量を増加させない」という制度が2021年から導入</u>。バイオジェット燃料の<u>国際市場は拡大</u>。</li> </ul> <p>①<u>大規模実証を実施し、コストを既存のジェット燃料と同等まで低減</u>。他国に先駆けて<u>2030年頃には実用化</u>。</p> <p>②<u>バイオジェット燃料の国際市場の動向に応じて、航空機へ競争力のある藻類ジェット燃料の供給拡大（国際認証取得済み）</u>。</p>                                                                                                                          |
| 化学品<br><br>人工光合成によるプラスチック原料 | <p><b>大規模化に向けた技術的課題あり</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><u>基礎研究（ラボレベル）は成功、実証予定</u>。<br/>（※光触媒を用いて太陽光によって水から水素を分離し、水素とCO<sub>2</sub>を組み合わせたプラスチック原料を製造）</li> <li>現状の光触媒では太陽光の変換効率が限定的で、<u>生産性が低い</u>ため、<u>コスト高</u></li> <li>日本企業に技術力。主要な海外競合企業なし。</li> </ul>  | <p><b>変換効率の高い光触媒の開発を加速、実用化</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>コスト目標として、2030年に、変換効率の高い光触媒を開発、製造コスト2割減を目指す。<u>大規模実証を実施し、2050年に、既存のプラスチック製品と同価格</u>（＝100円/kg）を目指す。</li> <li>市場規模は、<u>2050年時点で、世界市場で数百兆円規模、日本市場だけでも10兆円規模</u>を見込む。</li> <li>光触媒の開発を加速するため、<u>高圧ガス保安法や消防法などの関連規制の緩和</u>を検討し、水素と酸素の混合ガスを扱うための<u>保安・安全基準を制定</u>。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                     |

|                                                                        | 現状と課題                                                                                                                                                                                                                                                   | 今後の取組                                                                                                                                                                                                                   |       |       |                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|------------------------------------------------------------------------|
| 分離回収設備<br><br>排気中CO2の分離回収                                              | <b>市場獲得に向けた分離回収技術の低コスト化が課題</b><br><br>・EOR（CO2注入による石油生産増）や化学用途向けに、発電所からの高濃度CO2の分離回収設備は、既に生産段階。<br><br>（日本企業がCO2回収プラント実績において、トップシェア。日本の産学の特許数が多い。）<br><br>・様々な濃度や特性を持つCO2排出源から低コストでの回収技術が、今後の開発課題。                                                       | <b>低コスト化を通じた需要拡大</b><br><br>・市場規模として、2030年時点で、世界で約6兆円/年、2050年には約10兆円/年にまで拡大を見込む。<br>・2030年に、分離回収技術の更なる低コスト化と、EOR以外の用途への拡大実現を目指す。<br>・低コスト化につながる高効率なCO2分離回収技術を開発。<br>・2050年に、世界の分離回収市場で年間10兆円の3割シェア実現（約25億CO2トンに相当）を目指す。 |       |       |                                                                        |
|                                                                        | <div>（参考）大気中からのCO2直接回収（Direct Air Capture）</div> <table><tr><th>現状と課題</th><th>今後の取組</th></tr><tr><td>・世界的にも要素技術開発段階。国内でも、ラボレベルでの開発を2020年に開始。<br/>・エネルギー効率が低く、大気中からの回収コストが高い。</td><td>大気中からの高効率なCO2回収方法について技術開発を進め、低コスト化、2050年実用化を目指す。</td></tr></table> |                                                                                                                                                                                                                         | 現状と課題 | 今後の取組 | ・世界的にも要素技術開発段階。国内でも、ラボレベルでの開発を2020年に開始。<br>・エネルギー効率が低く、大気中からの回収コストが高い。 |
| 現状と課題                                                                  | 今後の取組                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                         |       |       |                                                                        |
| ・世界的にも要素技術開発段階。国内でも、ラボレベルでの開発を2020年に開始。<br>・エネルギー効率が低く、大気中からの回収コストが高い。 | 大気中からの高効率なCO2回収方法について技術開発を進め、低コスト化、2050年実用化を目指す。                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                         |       |       |                                                                        |

# カーボンリサイクル産業

- 2030年までに既存インフラへの合成メタン注入を開始し、メタネーションの実用化を目指す。また、より高効率に合成メタンを製造できる革新的技術も開発。
- 合成燃料について、2030年までに高効率かつ大規模な製造技術を確立。2030年代に導入拡大・コスト低減を実現し、2040年までの自立商用化（環境価値を踏まえたもの）を目指す。
- CO2分離回収技術の性能評価のため、共通基盤の整備を検討。

## 【メタネーション（合成メタン）】

- メタネーション技術の開発：  
実用化・低コスト化に向け、メタネーション設備の大型化に向けた技術開発、耐久性の高い触媒開発、反応時に発生する熱の有効利用に取り組む。
- 革新的技術の開発  
（SOECメタネーション）：  
現在、技術開発・実証が進められているメタネーション（サバティエ反応）に比べ、エネルギー変換効率が高く（約60%⇒約85%）、水とCO2からメタンを合成する革新的技術の先導的基礎研究が進められている。

## 【合成燃料】

- 製造技術の早期確立：  
既存技術（逆シフト反応+FT合成プロセス）の高効率化のための触媒開発等の技術開発や、大規模製造を実現するための製造設備の設計開発や製造実証を行う必要。
- 革新的製造技術の開発：  
＜直接合成（Direct-FT）＞  
逆シフト反応とFT合成を同時に実現する手法。基礎研究段階であり、新たな触媒の開発が必要  
＜CO2電解＞  
低温下で動作可能であり高耐久性・長時間運転が期待されるが、大規模化に向けた設計開発が必要。  
＜共電解＞  
高温下の反応で、電解装置の耐久性向上や副反応の制御が課題。

## 【CO2分離回収の共通基盤について】

- 分離素材の開発にあたっては、通常は模擬ガス、実ガスの順に基本性能（分離回収性能、寿命、エネルギー消費）を検証することになるが、統一した性能評価の方法が確立されておらず、素材開発とプロセス開発との障壁が開発を遅らせる一つの要因となっている。
- そのため、実ガス等を用いた分離回収性能や寿命に関する評価技術を確立することは、CO2分離・回収技術の開発加速させる。
- 加えて、日本に強みのある素材開発の新規参入にも資する。
- なお、CO2分離回収標準評価の確立後、日本の技術の国内外への展開を加速するため、国際標準化を検討。

## ⑫住宅・建築物産業／次世代型太陽光産業

- ◆ 住宅・建築物は、民生部門のエネルギー消費量削減に大きく影響する分野。カーボンニュートラルと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、くらし・生活の改善や都市のカーボンニュートラル化を進め、海外への技術展開も見込む。

|                                |                                                                 | 現状と課題                                                                                                                                                              | 今後の取組                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| エネルギーマネジメント<br>(AI・IoT、EV等の活用) |                                                                 | <b>社会実装の加速化</b><br>現状：・市場獲得に向けた海外との共同研究・実証を実施<br>・EV充電のピークシフト実証による課題抽出<br>課題：・エネルギーマネジメント取組への評価・認知度不足                                                              | <b>社会実装に向けた規制・制度改革</b><br>・ビッグデータやAI・IoTの活用による、 <u>EV・蓄電池、エアコン等の最適制御（規格・基準の整備）</u><br>・再エネ、EV、蓄電池等を活用した <u>アグリゲーターや配電事業者による新たなビジネス創出（電事法関係省令の整備及び実証支援）</u><br>・ <u>エネルギーの最適利用促進</u> に向けた制度見直し（ <u>省エネ法、インバランス料金制度の改善</u> ） |
| 高性能住宅・建築物                      | カarbonマイナス住宅(LCCM)及びゼロエネルギー住宅・建築物(ZEH・ZEB)推進、<br>住宅・建築物の省エネ性能向上 | <b>普及は拡大傾向、更なる消費者への訴求が課題</b><br>現状：・省エネ基準達成は新築戸建の7割。ZEHは注文戸建の2割<br>・ZEHへの導入補助や規制的手法（建築物省エネ法）による省エネ住宅導入促進<br>・ZEBの国際展開に向けたISO策定<br>課題：・中小工務店の体制・人材<br>・既築省エネ改修の費用負担 | <b>新たなZEH・ZEBの創出及び規制活用</b><br>・更なる規制の強化（ <u>住宅トップランナー基準のZEH相当水準化</u> ）<br>・ <u>太陽光発電の導入を促す制度（規制的手法）</u> の導入含め検討<br>・ビル壁面等への次世代太陽電池の導入拡大<br>・ <u>評価制度の確立</u> を通じた省エネ住宅・建築物の長寿命化の推進<br>・ <u>国際標準化（ISO）</u> を踏まえた海外展開のための実証   |
|                                | 炭素の固定に貢献する木造建築物                                                 | <b>非住宅・中高層建築物分野における木造化が課題</b><br>現状：・非住宅・中高層建築物では木造が1割未満（低層の木造住宅は約8割が木造）<br>課題：・木造建築物に係る技術の普及、人材育成                                                                 | <b>木造建築物の普及拡大</b><br>・先導的な設計・施工技術の導入支援<br>・非住宅・中高層建築物の標準図面やテキスト等、 <u>設計に関する情報ポータルサイトの整備</u> 及び設計者育成<br>・ <u>国の公共調達</u> による木造化・木質化の普及・拡大                                                                                    |
| 建材・設備等                         | 高性能建材・設備                                                        | <b>消費者への訴求、コストが課題</b><br>現状：・トップランナー制度による性能の向上と導入促進<br>課題：・窓ガラス等の評価・表示制度の分かりにくさ                                                                                    | <b>コスト低減に向けた導入支援・規制改革</b><br>・ <u>断熱サッシ等の建材・エアコン等省エネ基準の強化</u><br>・分かりやすい <u>性能評価制度・表示制度の確立</u>                                                                                                                             |
|                                | 次世代型太陽電池（ペロブスカイト等）                                              | <b>各国との競争激化、立地制約の克服が課題</b><br>現状：・実験室レベルでは、変換効率24.9%を達成<br>・モジュールは、世界最高変換効率17.9%を達成<br>課題：・現行の太陽電池を超える性能の実現（効率・耐久性・コスト等）<br>・ニーズに合わせたビル壁面等の新市場開拓                   | <b>研究開発の加速と社会実装</b><br>・ペロブスカイトなどの有望技術の開発・実証の加速化、ビル壁面等新市場獲得に向けた製品化、 <u>規制的手法（再掲）を含めた導入支援</u>                                                                                                                               |



# 住宅・建築物産業／次世代型太陽光産業

- ZEH化やZEB化の技術的なハードルが高い高層住宅や大規模建築物について、実証を通じて汎用性の高い設計手法を確立し、普及を促進。
- 次世代型太陽電池については、グリーンイノベーション基金の活用も念頭に、ペロブスカイトをはじめ有望技術の課題および支援の枠組みを検討。

## 【高層住宅/大規模住宅のZEH/ZEB化への対応】

高層住宅や大規模建築物では、空調等の熱搬送動力のエネルギー消費量の増大や、設備数の増加等、ゼロエネルギー化に向けた難易度が高いことが課題。

### ● 未評価技術を採用したZEB化の実証：

照明の面的制御等、高い省エネルギー効果が見込まれるものの、評価方法が確立していない技術を採用した設計手法について、実証により確立し、大規模建築物ZEB化を推進。

### ● 高層住宅のZEH化事例の確立：

前例のない高層住宅のZEH化に向けて、実証により事例を確立し、ガイドラインの策定等を進める。

## 【次世代型太陽電池の技術開発の方向性】

既存の技術では太陽光発電を利用できなかった場所（ビルの壁面等）を利用可能とするため、更なる発電効率の向上、軽量化等が課題。

### ● 実用化に向けた電池の研究開発：

原料の最適化、原料の塗布・印刷する技術などの製造技術等の開発により変換効率の向上。

### ● マーケットを想定した実装・実用化：

エンドユーザ等の用途を考慮した製品化等の本格検討と実証などを通じた実用化。

## ⑬資源循環関連産業

- ◆ リデュース、リユース、リサイクル、リニューアブルについては、法律や計画整備により技術開発・社会実装を後押ししている。廃棄物発電・熱利用、バイオガス利用については、既に商用フェーズに入っており普及や高度化が進んでいる。今後、これらの取組について、「国・地方脱炭素実現会議」等における議論を踏まえつつ、技術の高度化、設備の整備、低コスト化等により更なる推進を図る。
- ◆ 循環経済への移行も進めつつ、2050年までに、温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする。

|                  | 現状と課題                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 今後の取組                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Reduce・Renewable | <p><b>法整備や計画策定より技術開発・社会実装を後押し</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・リデュース：循環基本法・基本計画・各種リサイクル法等により推進。</li> <li>・バイオマス化・再生材利用：実証事業により、化石資源由来のプラスチックの再生可能なバイオマスプラスチック・紙などへの代替を推進。また、グリーン購入法等により、化石資源由来のプラスチックからバイオマスプラスチックへの代替を促進。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                          | <p><b>技術の高度化、設備の整備、低コスト化</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・リデュース：関係者間で使用済製品・素材に関する必要な情報を共有するためのシステムの実証。</li> <li>・バイオマス化・再生材利用：更なる再生利用拡大に向けた、バイオマス素材の高機能化や用途の拡大・低コスト化に向けた技術開発・実証、リサイクル技術の開発・高度化、設備の整備、<b>需要創出</b>。</li> </ul>                                                                                                                          |
| Reuse・Recycle    | <p><b>法整備や計画策定より技術開発・社会実装を後押し</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・リユース・リサイクル：循環型社会形成推進基本法及び同基本計画・各種リサイクル法等により取組を推進するとともに、グリーン購入法によりリサイクル製品の調達拡大を推進。また、国内での再生利用に向けたリサイクル技術の実証、設備の導入補助を実施。</li> <li>・焼却施設排ガス等の活用：ごみ焼却施設においてCCUプラントが稼働済。加えて、廃棄物の焼却・ガス化に伴う排ガス等からメタンやエタノール等を生成する実証事業を実施。</li> </ul>                                                                                                                                                    | <p><b>技術の高度化、設備の整備、低コスト化</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・リサイクル：更なる再生利用拡大に向け、リサイクル性の高い高機能素材やリサイクル技術の開発・高度化、<b>回収ルートの最適化</b>、設備容量の拡大に加え、再生利用の市場拡大を図る。</li> <li>・焼却施設排ガス等の活用：革新的技術の開発や実証事業等を通じたスケールアップ、コスト低減等を図り、実用化に向けた取組を進める。</li> </ul>                                                                                                              |
| Recovery         | <p><b>商用フェーズに入っており普及や高度化が進んでいる</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・有機物の埋め立てによるメタン発生を回避するため、処理せざるを得ない廃棄物を焼却、ガス化してエネルギー回収を行う。</li> <li>・廃棄物発電：ボイラー材料の技術開発等によりごみ焼却施設の発電効率を毎年向上させ、2018年度は平均13.58%を達成。</li> <li>・熱利用：廃棄物焼却施設から発生する熱を熱導管で近隣の利用施設へ供給すること等により有効活用を推進。</li> <li>・バイオガス化：中小廃棄物処理施設での焼却によるごみ処理量当たりのエネルギー回収量に限りがあることから、メタン発酵によるバイオガス化技術で廃棄物エネルギーを回収。</li> <li>・焼却施設排ガス等の固定化：ごみ焼却炉の排ガス等から分離・回収したCO<sub>2</sub>を固定化するラベレベルでの技術開発を実施。</li> </ul> | <p><b>技術の高度化、設備の整備、低コスト化</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・廃棄物発電：今後のごみ質の大きな変化（プラ割合の減少に伴う生ごみ割合の増加等）によって、発熱量が小さくなり、発電効率の低下が懸念されることから、低質ごみ下での高効率エネルギー回収を確保するための技術開発を進める。</li> <li>・熱利用：廃棄物焼却施設の運転効率の向上に加え、廃棄物焼却施設の立地条件が熱の活用度合いに大きく影響するため、遠方の利用施設に熱供給を行うための蓄熱や輸送技術の向上並びにコスト低減を促進する。</li> <li>・バイオガス化：今後のごみ質の大きな変化に伴うメタン化施設の大規模化を見据えた技術実証事業を進める。</li> </ul> |

# 資源循環関連産業

- 「バイオプラスチック導入ロードマップ」を踏まえ、多様な用途に適した機能性、環境影響も踏まえた原料調達の多様化等など、バイオマスプラスチックの持続可能な利用に資する技術開発を進める。
- 焼却施設からCO<sub>2</sub>等を回収しやすくするための燃焼制御や多様な不純物を含む低濃度の排ガスからのCO<sub>2</sub>等の分離・回収・利用技術などの開発や実証等を進める。

## 【バイオマスプラスチック】

- ・ 国内の森林資源を含む未利用バイオマスの原料化について効率的なプロセスを開発・実証する必要がある。
- ・ 原料供給源の多様化を目的とした、バイオマスからの製造技術が確立していないプラスチック種の製造技術の開発が必要である。
- ・ 多様な製品用途への利用拡大へ向けた製造技術の高度化を進める必要がある。
- ・ 普及啓発に向けた効果的な仕組みを検討する必要がある。

## 【燃焼技術・排ガス活用の高度化】

- ・ 焼却施設排ガス等の活用に向けた焼却処理工程のCO<sub>2</sub>（排ガス由来）対策：  
ごみ質の変動に伴う排ガス性状の変化に対応した焼却施設排ガス等からのCO<sub>2</sub>分離回収効率化に資する焼却技術（酸素富化燃焼とこれに対応した燃焼制御システム、排ガス処理システム技術 等）の開発が必要。  
これらの開発にあたっては、分離回収後のCO<sub>2</sub>の利用用途（直接利用、プラスチック原料等の化学品利用など）を踏まえた技術方策を検討する。
- ・ 焼却処理工程のCO<sub>2</sub>（エネルギー起源）・N<sub>2</sub>O対策：  
今後のプラスチック資源循環の推進により、焼却ごみ質の低下が想定される。低質ごみ下でのエネルギー回収率向上及びN<sub>2</sub>O排出抑制に向けては、焼却前処理工程の拡充等の方策が考えられ、ごみピットから焼却設備に至る設備構成の見直し、熱源の確保、排ガス処理システムとの連携確保などを進める必要がある。

# ⑭ ライフスタイル関連産業

- ◆ 「国・地方脱炭素実現会議」等における議論を踏まえつつ、住まい・移動のトータルマネジメント（ZEH・ZEB、需要側の機器（家電、給湯等）、地域の再生可能エネルギー、動く蓄電池となるEV/FCV等の組み合わせを実用化）、ナッジやシェアリングを通じた行動変容、デジタル技術を用いたCO2削減のクレジット化等を促す技術開発・実証、導入支援、制度構築等に取り組む。
- ◆ これらにより2050年までにカーボンニュートラルで、かつレジリエントで快適な暮らし（「脱炭素プロシューマー」への転換によりエネルギーで稼ぐ時代へ）を実現する。
  - \* 脱炭素プロシューマー：再生可能エネルギーで作り出すエネルギーが消費よりも多い家庭

|                                                                              | 現状と課題                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 今後の取組                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>住まい・移動のトータルマネジメント</b><br><br>（ZEH・ZEB、需要側機器、地域の再生可能エネルギー、EV/FCV等の組合せを実用化） | <p><b>ZEH・ZEB、需要側の機器（家電、給湯等）、地域の再生可能エネルギー、EV/FCV等を組み合わせた柔軟性確保やセクターカップリングの実証段階であり、実用化していない。</b></p> <p>・ZEH・ZEB、需要側機器、地域の再生可能エネルギー、EV/FCV等を組合せ、再エネ主力化と整合した柔軟性の確保やセクターカップリングに向けての実証や社会実装を先進的なエリア等で実施。</p>                                                                                                                                                                                | <p><b>普及のためのコスト低減、実証にとどまらないビジネスの確立</b></p> <p>・ZEH・ZEB、需要側機器、地域の再生可能エネルギー、EV/FCV等を組合せ、最適化するための多種多様な機器等を自律制御や遠隔制御する手法の確立や市場形成。需要近接型再エネ電気・熱の技術の実証・社会実装、普及を図る。</p> <p>・直流給電等による住宅・建築物間のネットワーク化や水素等を活用した再エネ主力化と整合した柔軟性の確保、電気・熱・モビリティのセクターカップリング等に係る技術の実証・社会実装を図りつつ、普及のための適切な市場の設計によるビジネスモデルの確立。</p>                                                                                                                                             |
| <b>ナッジ・デジタル化・シェアリングによる行動変容等</b>                                              | <p><b>ナッジ等の基礎的技術は確立。多様な活用方策の実証段階であり実用化していない。</b></p> <p>・ナッジ等の行動科学の知見（Behavioral Insights）と先端技術（Tech）の融合（BI-Tech）の概念を提唱した我が国の優位性を保ちつつ、その社会実装に向けた実証事業を実施。</p> <p>・個人や中小企業の再生可能エネルギーのCO2削減価値（環境価値）を低コストかつ自由に取引できる市場の構築を、ブロックチェーン技術を用いて実証。</p> <p>・各種統計データを組み合わせたデジタル化により面的・動的なエネルギー利用を可視化する都市炭素マッピング手法等を試行的に開発。</p> <p>・地域再エネを活用したEVのカーシェアリング、バッテリー交換式EVとバッテリーステーションを活用した先行事例の創出を支援。</p> | <p><b>普及のためのビジネスモデルの確立等</b></p> <p>・行動科学やAIに基づいて一人ひとりに合ったエコで快適なライフスタイルを提案して暮らしをサポートするより高度なシステム技術の開発・実装。</p> <p>・J-クレジット制度等で、<u>申請手続の電子化・モニタリングやクレジット認証手続の簡素化・自動化</u>を図り、ブロックチェーンを活用した取引市場の検討を進め、最速で2022年度からの運用開始を目指す。</p> <p>・都市炭素マッピング手法を用いて、脱炭素プロシューマー化に向けた技術導入のポテンシャル評価等将来のシナリオや施策の検討が全国の自治体等で可能となるよう地域が汎用的に活用できるツールを開発。分散型エネルギーシステムを備えたスマートシティの構築や分野・地域を越えたデータ連携を推進。</p> <p>・EVのカーシェアリング、バッテリー交換式EVとバッテリーステーション等のビジネスモデルの確立と全国への普及。</p> |
| <b>観測・モデルに係る科学基盤の充実</b>                                                      | <p>・観測・モデル開発による我が国全体のGHG削減効果の検証や効果的な技術の抽出に向けて、科学的知見を充実。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <p>・気候変動予測情報の高精度化、継続的な観測データ等の利活用による脱炭素化取組の効果および効果的な技術導入のポテンシャル評価を実施。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |



# ライフスタイル産業

- 国・地方脱炭素実現会議の「地域脱炭素ロードマップ」を踏まえ、地域の課題解決等につながる地域脱炭素化に資する技術の開発・実証・早期社会実装を図る。
- 観測・モデリング技術における時間・分解能を高め、気候変動メカニズムのさらなる解明や気候変動予測情報の高精度化、観測・監視を継続的に実施し、データ統合・解析システム(DIAS)等を通じてGHG観測データ、気候変動予測情報等の更なる利活用を推進。
- 地域の社会変革を促すための人文・社会科学から自然科学までの分野横断的な研究開発を推進するとともに、大学等のネットワーク等を形成し、大学等間及び産学官の連携を強化する。

## 【住まい・移動のトータルマネジメント】

- 地域の資源である再生可能エネルギーを有効活用し、地域の脱炭素化に加えて、災害に強いまちづくり、雇用の創出、生活の質の向上といった地域課題を同時解決した強靱で活力ある地域社会を実現するべく、各種実証・補助事業を実施。
- 移動の脱炭素化を推進するため、生活・事業面において、動く蓄電池として再エネ電力と組み合わせたEV/PHEV/FCVの導入支援や、電動車を使いやすい地域づくりを進める。

## 【観測・モデリング技術の高度化】

- モデリング技術の高度化により予測情報の高精度化等を進め、継続的な観測・監視を実施し、DIAS等を通じてデータ利活用を拡大。
- 市町村単位で排出分布を推定できる高分解能な大気モデルの開発とインベントリ整備を行うほか、都市大気を連続的に観測し排出量の変化を時間単位で把握するシステムを構築する。さらに、生態系をはじめとする地域全体について、GHG収支を定量化する。
- スーパーコンピュータを用いた高分解能な温室効果ガス動態のシミュレーションの実現