12 月 25 日成長戦略会議
配布資料２

資料２

2050 年カーボンニュートラル
に伴うグリーン成長戦略

令和２年 12 月 25 日

目次

１．2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略 1
（１）カーボンニュートラルとグリーン成長戦略の関係 1
（２）2050 年カーボンニュートラルの実現 2
２．グリーン成長戦略の枠組み 4
３．分野横断的な主要な政策ツール 6
（１）予算（グリーンイノベーション基金） 6
（２）税制 7
（３）金融 10
（４）規制改革・標準化 12
（５）国際連携 14
４．重要分野における「実行計画」 15
（１）洋上風力産業 16
（２）燃料アンモニア産業 19
（３）水素産業 21
（４）原子力産業 25
（５）自動車・蓄電池産業 28
（６）半導体・情報通信産業 32
（７）船舶産業 36
（８）物流・人流・土木インフラ産業 38
（９）食料・農林水産業 43
（１０）航空機産業 47
（１１）カーボンリサイクル産業 50
（１２）住宅・建築物産業／次世代型太陽光産業 53
（１３）資源循環関連産業 57
（１４）ライフスタイル関連産業 59

１．2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略

（１）カーボンニュートラルとグリーン成長戦略の関係

2020 年 10 月、日本は、「2050 年カーボンニュートラル」を宣言した。温暖化への対応を、経済成長の制約やコストとする時代は終わり、国際的にも、成長の機会と捉える時代に突入したのである。従来の発想を転換し、積極的に対策を行うことが、産業構造や社会経済の変革をもたらし、次なる大きな成長に繋がっていく。こうした「経済と環境の好循環」を作っていく産業政策が、グリーン成長戦略である。

「発想の転換」、「変革」といった言葉を並べるのは簡単だが、カーボンニュートラルを実行するのは、並大抵の努力ではできない。産業界には、これまでのビジネスモデルや戦略を根本的に変えていく必要がある企業が数多く存在する。他方、新しい時代をリードしていくチャンスでもある。大胆な投資をし、イノベーションを起こすといった民間企業の前向きな挑戦を、全力で応援するのが、政府の役割である。

国として、可能な限り具体的な見通しを示し、高い目標を掲げて、民間企業が挑戦しやすい環境を作ることが必要である。2050 年カーボンニュートラルに向けては、温室効果ガス排出の８割以上を占めるエネルギー分野の取組が特に重要となる。このため、産業政策の観点から、成長が期待される分野・産業を見いだすためにも、前提としてまずは、2050 年カーボンニュートラルを実現するためのエネルギー政策及びエネルギー需給の絵姿を、議論を深めて行くに当たっての参考値として示すことが必要である。グリーン成長戦略は、こうして導き出された成長が期待される産業（14 分野）において、高い目標を設定し、あらゆる政策を総動員する。

電力部門の脱炭素化は、大前提である。再生可能エネルギーは、最大限導入する。系統を整備し、コストを低減しながら、周辺環境との調和を図りつつ、変動する出力を調整するために蓄電池を活用していく。こうしたことを踏まえて、洋上風力産業と蓄電池産業を成長戦略として育成していく必要がある。

火力については、CO_2回収を前提とした利用を、選択肢として最大限追求していく。技術を確立し、適地を開発し、あわせてコストを低減していく。世界的にも、アジアを中心に、火力は必要最小限、使わざるを得ない。こうしたことを踏まえると、水素発電は、選択肢として最大限追求していく。供給量と需要量をともに拡大し、インフラを整備し、コストを低減する。そのため、水素産業の創出が必要である。同時に、カーボンリサイクル産業や燃料アンモニア産業を創出していく必要がある。

原子力については、確立した脱炭素技術である。可能な限り依存度を低減しつつも、安全性向上を図り、引き続き最大限活用していく。安全最優先での再稼働を進めるとともに、安全性に優れた次世代炉の開発を行っていくことが必要である。

電力部門以外は、電化が中心となる。熱需要には、水素などの脱炭素燃料、化石燃料からの CO_2 の回収・再利用も活用していくこととなる。電化により、電力需要が増加することが見込まれる中で、省エネ関連産業を成長分野として育成していく必要がある。

産業部門では、水素還元製鉄など製造プロセスの変革が必要である。運輸部門では、電動化を推進しつつ、バイオ燃料や水素燃料を利用していく必要がある。業務・家庭部門では、住宅・建築物

のネット・ゼロ・エネルギー化や電化、水素化、蓄電池活用が期待される。こうしたことを踏まえると、水素産業、EV・蓄電池産業、運輸関連産業、住宅・建築物関連産業を成長分野として育成していく必要がある。

また、2050 年カーボンニュートラルを目指す上では、こうしたエネルギーの需給構造の実現だけでなく、電力ネットワークのデジタル制御も課題となる。グリーン成長戦略を支えるのは、強靭なデジタルインフラであり、グリーンとデジタルは、車の両輪である。デジタルインフラの強化が必要であり、半導体・情報通信産業を成長分野として育成していく必要がある。例えば、電力部門では、系統運用の高度化を図るスマートグリッドや、天候により出力が変動する太陽光・風力の需給調整、インフラの保守・点検作業等は、デジタル技術で対応していく必要がある。また、輸送部門では、クルマ、ドローン、航空機、鉄道が自動運行されることは、国民の利便性を高めるだけでなく、エネルギー需要の効率化にも資する。さらに、工場では、FA やロボット等により、製造は自動化される。業務・家庭部門では、再エネと蓄電池をエネルギーマネジメントシステムで組み合わせて最適制御するスマートハウスや、サービスロボットの登場により、快適な暮らしが実現するだけでなく、エネルギーの有効利用も図られることとなる。

こうした社会を実現する技術の芽は、これまでの研究開発により、既に見いだされつつある。本年１月には、政府として、産業革命以降、累積した CO_2 の量を減少させる「ビヨンド・ゼロ」を可能とする革新的技術の確立を目指した「革新的環境イノベーション戦略」を策定し、克服すべき技術面での課題を示し、その検討を深めてきている。これら革新的技術の確立に加え、更なる課題は社会実装であり、量産投資によるコスト低減にある。本戦略に基づき、予算、税、金融、規制改革・標準化、国際連携といったあらゆる政策を総動員し、民間企業が保有する 240 兆円の現預金を積極的な投資に向かわせることが必要である。機械的な試算によると、この戦略により、2030 年で年額 90 兆円、2050 年で年額 190 兆円程度の経済効果が見込まれる。

（２）2050 年カーボンニュートラルの実現

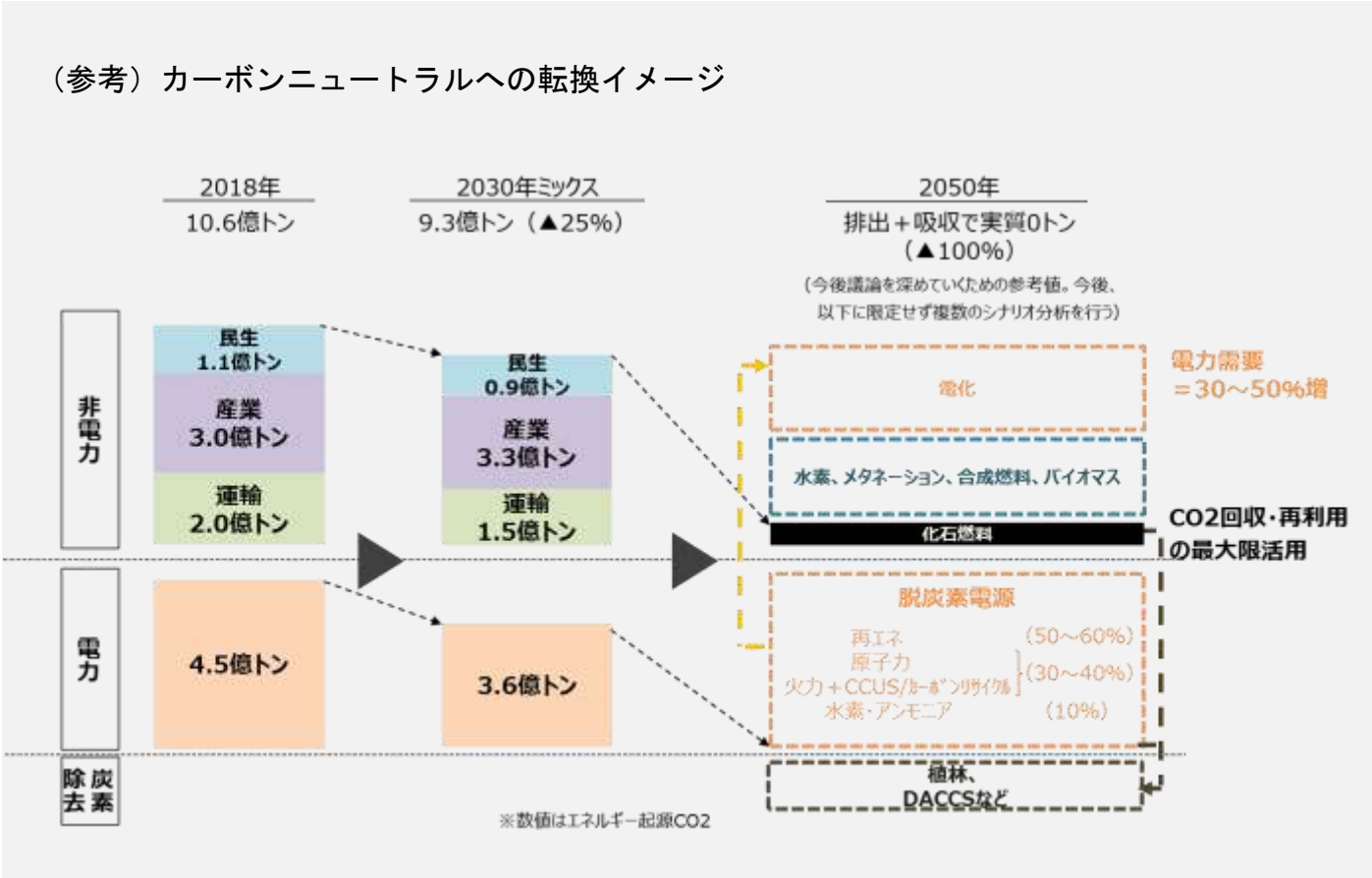
2050 年の電力需要は、産業・運輸・家庭部門の電化によって、現状の 30～50%増加するとの試算がある。熱需要には、水素などの脱炭素燃料、化石燃料からの CO_2 の回収・再利用も活用することとなる。

再エネについては、最大限の導入を図る。しかしながら、調整力の確保、送電容量の確保、慣性力の確保、自然条件や社会制約への対応、コスト低減といった課題に直面するため、あらゆる政策を総動員してもなお、全ての電力需要を 100%再エネで賄うことは困難と考えることが現実的である。エネルギー分野における多様な専門家間の意見交換を踏まえ、2050 年には発電量の約 50～60%を太陽光、風力、水力、地熱、バイオマス等の再エネで賄うことを、議論を深めて行くに当たっての一つの参考値[1]として、今後の議論を進める。

[1] 世界最大規模の洋上風力を有する英国の意欲的なシナリオでも約 65%。米国（日本の 26 倍の国土、森林率は半分で風力・太陽光のポテンシャルが高い）でも 55%（ただし 2050 年 80%削減ベース）。また、災害時の停電リスクの課題を解消できなければ年間約 30～40%とする試算や、立地制約の観点だけでも、規制緩和を見込んでも 50%が最大とする試算などが存在する。

また、CO_2回収・再利用を前提とした火力と水素・アンモニア発電については、依然、開発・実証段階の技術であり、今後の技術・産業の確立状況次第である。本戦略により社会実装が順調に進むことを前提として、水素・アンモニア発電は10%程度、原子力・CO_2回収前提の火力発電は30～40%程度を、議論を深めて行くに当たっての参考値とする。

今後、エネルギー基本計画の改定に向けて、上記に限定せず、更に複数のシナリオ分析を行い、議論を深めていく。



２．グリーン成長戦略の枠組み

2050 年カーボンニュートラルへの挑戦を、産業構造や経済社会の変革を通じた、大きな成長につなげる。グリーン成長戦略は、民間投資を後押しし、240 兆円の現預金の活用を促し、ひいては 3,000 兆円とも言われる世界中の環境関連の投資資金を我が国に呼び込み、雇用と成長を生み出す。そのための政策ツールを総動員する。

2050 年カーボンニュートラルを実現する上で不可欠な重点分野ごとに、①年限を明確化した目標、②研究開発・実証、③規制改革・標準化などの制度整備、④国際連携、などを盛り込んだ「実行計画」を策定し、関係省庁が一体となって、取り組んでいく。

重点分野における実行計画においては、当該分野における現状と課題、今後の取組方針を明確に示した上で、2050 年までの時間軸をもった工程表を提示する。規制改革・標準化、金融市場を通じた需要の創出と民間投資の拡大を通じた価格低減に政策の重点を置く。

工程表では、当該分野における成長を実現する上で鍵となる重点技術等について、

① 政府が造成する基金と、民間の研究開発投資によって進めていく「研究開発フェーズ」
② 民間投資の誘発を前提とした官民協調投資によって進めていく「実証フェーズ」
③ 公共調達、規制・標準化等の制度整備による需要拡大と、これに伴う量産化によるコスト低減を図っていく「導入拡大フェーズ」
④ 規制・標準等の制度を前提に、公的な支援が無くとも自立的に商用化が進む「自立商用フェーズ」

を意識し、日本の国際競争力を強化しつつ、自立的な市場拡大につなげるための具体策を提示する。分野によって各フェーズの進展スピードは異なり、場合によっては「研究開発フェーズ」から「実証フェーズ」を飛び越えて「導入拡大フェーズ」に移るものがでてくる可能性にも留意が必要である。

予算面では、まずは政府が環境投資で一歩大きく踏みこむため、過去に例のない２兆円の基金を創設し、野心的なイノベーションに挑戦する企業を今後 10 年間、継続して支援していく。

税制面では、カーボンニュートラルに向けた投資促進税制、研究開発税制の拡充、事業再構築・再編等に取り組む企業に対する繰越欠損金の控除上限を引き上げる特例の創設を講じ、民間投資を喚起していく。

金融面では、情報開示や評価の基など、金融市場のルール作りを通して、低炭素化や脱炭素化に向けた革新的技術へのファイナンスの呼び込みを図る。

規制改革・標準化については、水素ステーションに関する規制改革、再エネが優先して入るような系統運用ルールの見直し、自動車の電動化推進のための燃費規制の活用や CO_2 を吸収して造るコンクリート等の公共調達等について検討し、需要の創出と価格の低減につなげていく。

民間の資金誘導については、情報開示・評価の基準など金融市場のルールづくりを、海外とも連携をしながら進めていく。

３．分野横断的な主要な政策ツール

（１）予算（グリーンイノベーション基金）

2050 年カーボンニュートラルは極めて困難な課題であり、これまで以上に野心的なイノベーションへの挑戦が必要である。特に重要なプロジェクトについては、官民で野心的かつ具体的目標を共有した上で、目標達成に挑戦することをコミットした企業に対して、技術開発から実証・社会実装まで一気通貫で支援を実施する。このため、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）に２兆円の基金を造成する。

カーボンニュートラル社会に不可欠で、産業競争力の基盤となる、①電力のグリーン化と電化、②水素社会の実現、③CO_2固定・再利用等の重点分野について、本戦略の実行計画を踏まえ、意欲的な 2030 年目標を設定（性能・導入量・価格・CO_2削減率等）し、そのターゲットへのコミットメントを示す企業の野心的な研究開発を、今後 10 年間、継続して支援する。

世界中においてカーボンニュートラル社会をリードするビジネスの主導権争いが激化している中、研究開発で終わらず社会実装まで行うため、企業の経営者には、この取組を、経営課題として取り組むことへのコミットを求める。具体的には、プロジェクトを採択される企業は、採択時において、経営者トップのコミットメントの下、当該分野における長期的な事業戦略ビジョン（10 年間のイノベーション計画や経営者直結のチームの組成等）を提出する。さらに、経営者自身に対しても、経営課題としての優先順位を明確化してもらい、プロジェクト成功のための議論をする場への定期的な参画を求める。

これら経営者のコミットを求める仕掛けを作ることにより、政府の２兆円の予算を呼び水として、約 15 兆円の民間企業の研究開発・設備投資を誘発し、野心的なイノベーションへ向かわせる。世界の ESG 資金約 3,000 兆円も呼び込み、日本の将来の食い扶持（所得・雇用）の創出につなげる。

（２）税制

2050 年カーボンニュートラルの実現は高い目標であり、長期を見据えた研究開発投資はもちろん、足下の設備投資についても、目標達成に向けて効果の高い投資を企業に促していかなければならない。このため、税制においても、企業の脱炭素化投資を強力に後押ししていく。

具体的には、脱炭素化に向けた民間投資を喚起し、温室効果ガス削減効果の高い製品の早期の市場投入による新需要の開拓や、足下の生産工程等の脱炭素化を促進する税制措置を創設する。また、コロナ禍の厳しい経営環境の中で、赤字でも果敢に「新たな日常」に向けて、カーボンニュートラル実現に向けた投資等に挑む企業に対し、繰越欠損金の控除上限を引き上げる特例措置を創設する。さらに、研究開発税制についてコロナ禍でも積極的に研究開発投資を行うインセンティブを強化し、中長期に向けた投資意欲を下支えする。

これらの措置により、企業による短期・中長期のあらゆる脱炭素化投資が強力に後押しされること等により、10 年間で約 1.7 兆円の民間投資創出効果を見込む。

①　カーボンニュートラルに向けた投資促進税制（税額控除又は特別償却）の創設

改正を検討している「産業競争力強化法」に新設される計画認定制度に基づき、以下（ｉ）（ⅱ）の設備導入に対して、最大 10%の税額控除又は 50%の特別償却を措置する（改正産業競争力強化法施行から令和５年度末まで３年間）。

（ｉ）大きな脱炭素化効果を持つ製品の生産設備の導入

「革新的環境イノベーション戦略」（令和２年１月 21 日統合イノベーション戦略推進会議決定）では、温室効果ガス削減量が大きく、日本が技術力を持つとされる全 39 テーマが設定されている。この 39 テーマのうち、我が国の二酸化炭素排出量の４割以上を占めるエネルギー転換部門に着目し、当該部門に関する製品のうち、足下の投資ニーズはあるものの、民間企業の自律的取組のみでは初期の導入拡大が難しいと見込まれる以下の製品の生産に専ら使用される設備の導入を支援する。

＜対象製品＞

- 化合物パワー半導体素子又は当該素子の製造に用いられる半導体基板
- 電気自動車又はプラグインハイブリッド自動車用リチウムイオン蓄電池
- 定置用リチウムイオン蓄電池（充放電サイクル 7,300 回以上を満たすもの）
- 燃料電池（発電効率 50%以上、総合効率 97%以上、純水素を燃料とすること、のいずれかを満たすもの）
- 洋上風力発電設備（１基当たり定格出力９MW 以上を満たすもの）の主要専用部品（ナセル、発電機、増速機、軸受、タワー、基礎）

（ⅱ）生産工程等の脱炭素化と付加価値向上を両立する設備の導入

事業所等の炭素生産性（付加価値額／エネルギー起源二酸化炭素排出量）を相当程度向上させる計画に必要となる設備（導入により事業所の炭素生産性が１%以上向上するもの）の導入を支援する。

＜炭素生産性の相当程度の向上と措置率＞

2050 年カーボンニュートラルを目指した足下の設備投資支援を行う際に企業が達成すべき基準として、炭素生産性の向上率とそれに応じた措置率を以下の通り定める。

- ３年以内に７％以上向上（※１）:　税額控除　５％又は特別償却 50%
- ３年以内に 10%以上向上（※２）:　税額控除 10%又は特別償却 50%

※１：「エネルギー基本計画」（平成 30 年７月３日閣議決定）、「地球温暖化対策計画」（平成 28 年５月 13 日閣議決定）、「長期エネルギー需給見通し」（平成 27 年７月経済産業省）など既存の政府計画等で想定されている 2030 年度のエネルギー起源二酸化炭素排出量目標や、「中長期の経済財政に関する試算」（令和２年７月 31 日経済財政諮問会議提出資料）における GDP 成長率などを基に算出。

※２：2050 年カーボンニュートラルを見据え、上記の政府計画等で想定されている 2030 年度のエネルギー起源二酸化炭素排出量目標を上回る水準を想定して算出。

②　事業再構築・再編等に取り組む企業に対する繰越欠損金の控除上限の特例の創設

コロナ禍の影響により欠損金を抱える事業者が、改正を検討している「産業競争力強化法」に新設される計画認定制度に基づき、カーボンニュートラル実現を含む「新たな日常」に対応するための投資を行った場合、時限措置として繰越欠損金の控除上限[2]を認定投資額の範囲で最大 100%まで引き上げる特例を創設する。

この対象となる投資は、企業が事業再構築・再編等のために、認定事業適応計画に基づき行われる投資で、計画期間中に ROA が 5.0%ポイント以上向上すること等の目標達成が見込まれるものであることが求められる。具体的には、2050 年カーボンニュートラルの実現に向けた新技術開発のための研究開発投資や、生産設備の集約化により二酸化炭素排出量を大きく減少させる設備の導入や高付加価値製品の増産のための投資が考えられる。

なお、特例の対象となる欠損金は、令和２年２月１日～令和２年４月１日を含む２事業年度に生じた欠損金とし、控除上限を引き上げる期間は、最長５事業年度とする。

③　研究開発税制の拡充

コロナ禍の影響が長期化する中、企業の経営状況は依然として厳しい環境にあり、企業収益・売上の落ち込みが引き続き懸念されるところである。同じく企業の経営状況が著しく悪化したリーマンショックの際、日本の研究開発投資は大きく減少し、回復に時間を要したことを踏まえ、中長期的な成長の源泉であり、我が国のカーボンニュートラルの実現にも不可欠な研究開発投資について、コロナ禍の影響が大きい企業が当該投資を増加させるインセンティブを強化することが重要である。

現行の研究開発税制において、企業は試験研究費の額に一定割合を乗じた金額を法人税額の 25%まで控除することができる。一方、売上の減少により収益が悪化し法人税額が減少すると、この上限を超過する額が発生・増加し、企業の投資意欲を押し下げる可能性がある。このため、コロ

[2] ある事業年度に発生した欠損金額を翌期以降に繰り越し、翌期以降の課税所得から控除（相殺）できる制度。現行、中堅・大企業は 50%が上限。

ナ禍前（令和２年１月末までに終了する直近の事業年度）に比べて売上金額が２％以上減少していても、なお試験研究費を増加させている企業については、この控除上限を法人税額の 30%までに引き上げる。これにより、企業の投資意欲を下支えし、2050 年カーボンニュートラルの実現のためのイノベーションの創出に繋げていく。

（３）金融

2050 年カーボンニュートラルに向け、政府の資金を呼び水に、民間投資を呼び込む。パリ協定実現には、世界で最大 8,000 兆円必要との試算（IEA）もあり、再エネ（グリーン）に加えて、省エネ等の着実な低炭素化（トランジション）、脱炭素化に向けた革新的技術（イノベーション）へのファイナンスが必要である。

「クライメート・イノベーション・ファイナンス戦略 2020」（2020 年９月）を踏まえ、グリーン、トランジション、イノベーションの取組に、民間投資を呼び込むべく、政策を講じる。

トランジション・ファイナンスは、着実な低炭素化に向け、移行段階に必要な技術に対して資金供給するという考え方である。「グリーン」な活動か「グリーンではない」活動かの二元論では、企業の着実な低炭素移行の取組は評価されない恐れがある。今後、2020 年 12 月に公表されたトランジション・ファイナンスに関する国際原則を踏まえ、日本としての基本指針や、その実施に向け、一足飛びでは脱炭素化できない多排出産業向けロードマップ等を策定する。

また、10 年以上の長期的な事業計画の認定（※）を受けた事業者に対して、その計画実現のための長期資金供給の仕組みと、成果連動型の利子補給制度（３年間で１兆円の融資規模）を創設し、事業者による長期間にわたるトランジションの取組を推進する。

（※）産業競争力強化法改正法案に新たな認定制度創設を盛り込む予定

さらに、設備投資誘発効果が大きいオペレーティングリースを活用した先端低炭素設備投資促進のための取組も推進し、1,500 億円以上の投資誘発を狙う。

イノベーション・ファイナンスに関しては、投資家向けに脱炭素化イノベーションに取り組む企業の見える化（ゼロエミ・チャレンジ：2020 年 10 月時点で 320 社）を行っている。今後、対象分野の拡大を図るとともに、投資家や企業、政策立案者等の対話の場を創設し、脱炭素イノベーションに取り組む企業へのファイナンスの呼び込みを図る。

洋上風力等の再エネ事業や低燃費技術の活用、次世代型蓄電池事業等の取組に対してリスクマネー支援を行う。具体的には、DBJ（日本政策投資銀行）の特定投資業務の一環として「グリーン投資促進ファンド」（事業規模 800 億円）を創設する。また、日本企業による脱炭素社会に向けた質の高いインフラの海外展開やその他の海外事業活動等を支援するため、JBIC（国際協力銀行）に「ポストコロナ成長ファシリティ（仮称）」（事業規模 1.5 兆円）を創設する。

企業の積極的な情報開示は、企業の脱炭素化に向けた取組にファイナンスを促す共通基盤である。日本は TCFD（Task Force on Climate-related Financial Disclosures）について、賛同機関数は世界最多であり、また、2019 年より TCFD サミットを主催するなど、TCFD の活用・発展を牽引している。開示の義務化については、日本は既に「地球温暖化対策の推進に関する法律」の報告義務を措置済みであることも踏まえ、今後、TCFD の位置づけを明確化していく。

ESG 関連の民間資金は、世界全体で総額 3,000 兆円、国内で約 300 兆円と、国内では３年で６倍に増加している。３大メガバンクの環境融資目標約 30 兆円も含め、カーボンニュートラルに向けた取組にこうした ESG 資金を取り込んでいく。

カーボンニュートラルに向けたファイナンス資金、すなわち国内外の成長資金が、カーボンニュートラルの実現に貢献する高い技術・潜在力を有した日本企業の取組に活用されるよう、金融機関や金融資本市場が適切に機能を発揮するような環境整備が必要である。

このため、グリーン成長戦略の実行を後押しする金融機関の協力体制を、政策金融との連携強化を含め、検討していく必要がある。

また、金融資本市場を通じてカーボンニュートラル社会に貢献する投資機会とその収益を、幅広く国民へ提供するため、社債市場の活性化等により ESG 投資を促進する方策を検討する必要がある。

さらに、社会的課題解決に資するプロジェクトの資金調達のために発行される債券（ソーシャルボンド）を円滑に発行できる環境を整備する観点から、企業等が発行に当たって参照でき、証券会社等が安心してサポートできる実務指針の策定を検討する必要がある。

そのうえで、タクソノミー、トランジション・ファイナンス等について、G7、G20 の場も活用して国際的な議論をリードしていく必要がある。

こうしたカーボンニュートラルに向けたファイナンスシステムの整備に向けて、関係省庁で集中的に議論を行い、来春までのグリーン成長戦略の改定に反映する。

（４）規制改革・標準化

今後の成長の鍵となる革新的な技術等については、民間投資の誘発を前提とした官民協調投資により進めていく「実証フェーズ」の後に、①新技術の需要を創出するような規制強化、②新技術を想定していなかった規制の合理化、③新技術を世界で活用しやすくするような国際標準化等に取り組むことで、その需要を拡大し、量産化に向けた投資喚起を通じて価格低減を図る。

＜具体的な取組（例）＞

① 水素

・ 小売電気事業者に一定比率以上のカーボンフリー電源の調達を義務づけた上で、カーボンフリー価値の取引市場を活用する。再エネ、原子力と並んで、カーボンフリー電源としての水素を評価し、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する。
・ 水素を国際輸送する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関連機器の国際標準化に取り組む。

② 洋上風力

・ 送電網の空き容量を超えて再エネが発電した場合に、出力を一部抑えることを条件に、より多くの再エネを送電網に接続する仕組みを全国展開。石炭火力などより再エネが優先的に送電網を利用できるようにルールの抜本的な見直しも検討する。
・ 経済産業省（電気事業法）の安全審査合理化とともに、国土交通省（港湾法、船舶安全法）の審査を一本化する。
・ 海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律に基づく、風車撤去時の残置許可基準を明確化する。
・ 世界でも新興領域とされる、大型風車を載せる「浮体式」について、安全評価手法の国際標準化に取り組む。

③ 自動車・蓄電池

・ 電動化推進のため、燃費規制の活用を検討する。
・ 蓄電池のライフサイクルでの CO_2 排出の見える化や材料の倫理的調達、リユース促進に関する国際ルール・標準化に取り組む。
・ 家庭用蓄電池の長寿命性の性能ラベルの開発・標準化に取り組む。

市場メカニズムを用いる経済的手法（カーボンプライシング等）は、産業の競争力強化やイノベーション、投資促進につながるよう、成長戦略に資するものについて、既存制度の強化や対象の拡充、更には新たな制度を含め、躊躇なく取り組む。検討に当たっては、環境省、経済産業省が連携して取り組むこととしており、成長戦略の趣旨に則った制度を設計しうるか、国際的な動向や我が国の事情、産業の国際競争力への影響等を踏まえた専門的・技術的な議論が必要である。

（ｉ）クレジット取引

クレジット取引は、政府が上限を決める排出量取引は、経済成長を踏まえた排出量の割当方法な

どの課題が存在している。日本でも、民間企業がESG投資を呼び込むためにカーボンフリー電気を調達する動きに併せ、小売電気事業者に一定比率以上のカーボンフリー電源の調達を義務づけた上で、カーボンフリー価値の取引市場や、Ｊクレジットによる取引市場を整備しており、更なる強化を検討する。具体的には、

① カーボンフリー価値として、再エネ・原子力だけでなく、水素を対象に追加することを検討する。
② カーボンフリー価値を自動車・半導体などの製造業を始めとした最終需要家が調達しやすくなるよう、取引市場の在り方を総点検する。

（ii）炭素税

炭素税は、企業の現預金を活用した投資を促すという今回の成長戦略の趣旨との関係や、排出抑制効果などの課題が存在している。日本は、「地球温暖化対策のための税」を導入済である。

（iii）国境調整措置

国境調整措置は、国際的な炭素リーケージ防止の観点から、欧州で検討している（米国でも、バイデン候補は公約中に記載）。

鉄鋼業などを中心に国際競争力を確保するための内外一体の産業政策として、温暖化対策に消極的な国との貿易の国際的な公平性を図るべく、諸外国と連携して対応を検討する。

（５）国際連携

2050 年カーボンニュートラルの実現に向けた革新的な技術開発やその社会実装を進める上では、内外一体の産業政策の視点が不可欠である。国内市場のみならず、新興国等の海外市場を獲得し、スケールメリットを活かしたコスト削減を通じて国内産業の競争力を強化する。併せて対日直接投資、内外協業・M&A を通じ、海外の技術、販路、経営を取り込んでいく。

このため、重点分野等におけるイノベーション・技術開発で各国と連携しつつ、社会実装・市場獲得を視野に入れた海外実証プロジェクトの実施や、日本企業の技術を活用した海外インフラプロジェクトの組成支援、貿易保険の機能強化（「LEAD イニシアティブ」）等による社会実装支援を行う。さらに、パリ協定における市場メカニズム、金融市場の情報開示・評価の基準等を含む国際的なルールメイキングや、標準／基準の策定等にも積極的に参画していく。

＜主要国との連携＞

米国・欧州等との間では、イノベーション政策における連携、新興国をはじめとする第三国での脱炭素化に向けた取組への支援を含む重点分野等における個別プロジェクトの推進、重点分野等での要素技術の標準化、貿易障壁の除去等のルールメイキングに取り組んでいく。

また、特にグローバルな脱炭素化を進めていく観点で重要なアジア新興国等との間では、IEA や ERIA といった国際機関とも連携しつつ、アジア新興国は先進国よりも社会的・経済的制約が大きいことを踏まえ、より現実的なアプローチで脱炭素化へのコミットメントを促す必要がある。こういった観点から、IEA が提唱する「全てのエネルギー源、全ての技術」の考え方に基づき、再生可能エネルギーに加え、CO_2回収、原子力、水素・バイオ燃料とともに既存インフラを活用したアンモニア・水素混焼／専焼など、ファイナンス面も含め、脱炭素化に向けた幅広いソリューションを提示する。また、市場獲得の観点も踏まえ、二国間及び多国間の協力を進めていく。

＜東京ビヨンド・ゼロ・ウィークを通じた国際発信・国際連携＞

「東京ビヨンド・ゼロ・ウィーク」として、エネルギー・環境関連の国際会議を集中的に開催し、各国や各分野をリードする世界の有識者や指導者を集め、カーボンニュートラル実現に向け「経済と環境の好循環」を実現する日本の成長戦略の世界に向けた発信（ICEF）、先端的研究機関間の協力促進（RD20）、イノベーションの実現やトランジションを支える資金動員に向けた環境整備（TCFD サミット）を進める。さらに、水素、カーボンリサイクル、化石燃料の脱炭素化といった重点分野での国際的な議論や協力をリードするプラットフォームとして活用していく。

4．重要分野における「実行計画」

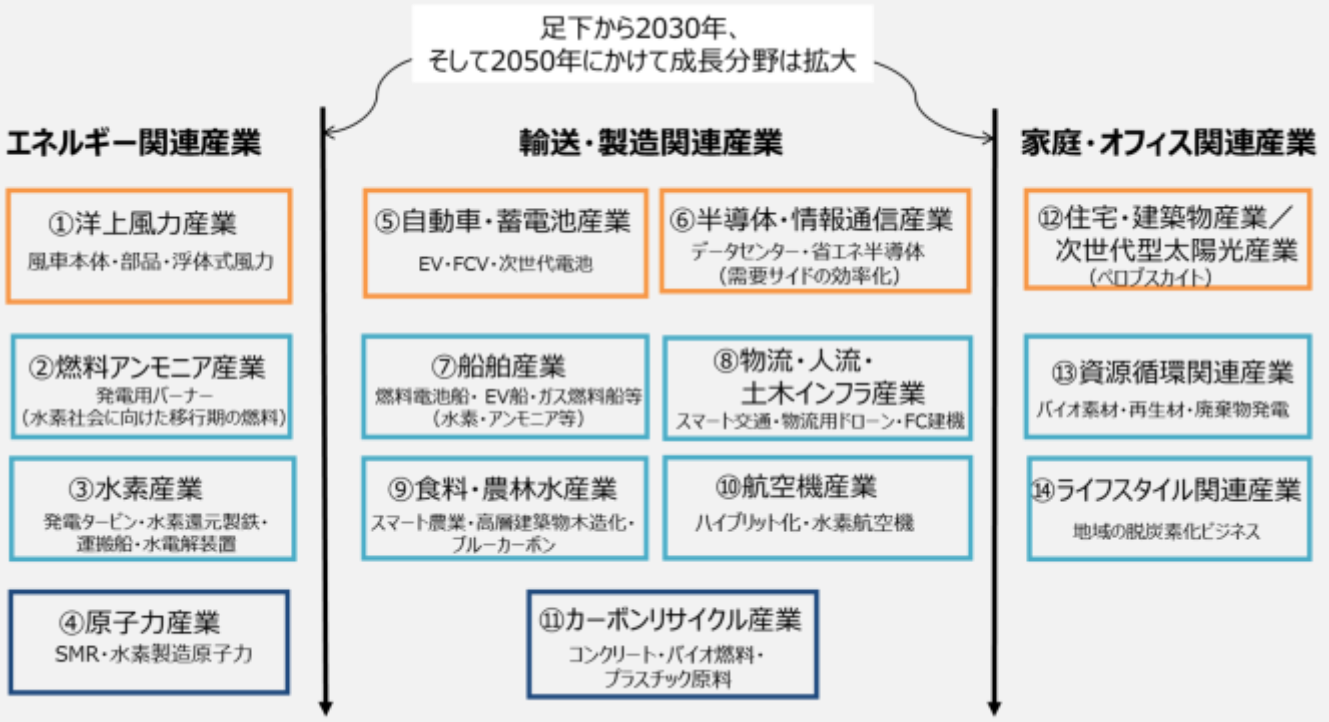
2050 年カーボンニュートラルへの挑戦に、成長戦略として取り組む観点から、今後の産業としての成長が期待される重要分野であって、温室効果ガスの排出削減の観点からも、2050 年カーボンニュートラルを目指す上で取組が不可欠な分野において、「実行計画」を策定することとする。

足下から 2030 年にかけて市場が立ち上がるものから、2050 年にかけて市場が立ち上がってくるものまで、成長に至る時間軸が異なる 14 分野を取り上げる。

これらの分野については、エネルギー関連産業、製造・輸送関連産業、家庭・オフィス関連産業など、その分野毎に、足下の「導入拡大フェーズ」における対応の必要性が高い分野から、将来に向けた「研究開発フェーズ」における対応の必要性が高い分野など様々であるが、それぞれの分野の特性を踏まえながら、日本の国際競争力を強化しつつ、自立的な市場拡大につなげるための具体策を盛り込んでいく。

来春のグリーン成長戦略の改定に向けて、これらの分野における実行計画の着実な実施、目標や対策の更なる深掘りについても検討を深めていく。

（参考）重要分野の整理図



（1）洋上風力産業

洋上風力発電は、大量導入やコスト低減が可能であるとともに、経済波及効果が期待されることから、再生可能エネルギーの主力電源化に向けた切り札である。特に、事業規模は数千億円、部品数が数万点と多いため、関連産業への波及効果が大きい。

我が国の洋上風力産業を育て、競争力を強化していくため、国内においてコスト低減を図りつつ最大限の導入を進め、将来的にはアジアの成長市場を獲得していく戦略を官民で構築し、実現していくことが、エネルギー政策・産業政策双方の観点から重要である。

そこで、まずは魅力的な国内市場の創出に政府としてコミットすることで、国内外からの投資の呼び水とし、事業環境整備等を通じて投資を促進することにより、競争力があり強靭な国内サプライチェーンを構築する。更に、アジア展開を見据えて次世代の技術開発や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。

上記のような方向性を示す「洋上風力産業ビジョン（第１次）」に基づき、「洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会」を通じて、官民一体となって取組を推進する。

①　魅力的な国内市場の創出

＜現状と課題＞

グローバルな洋上風力市場は着実に成長しており、国際機関の分析では、2040 年には全世界で562GW(現在の 24 倍)、120 兆円超の投資が見込まれる成長産業である[3]。

他方、風車製造は海外企業が米欧中を中心に立地している状況である。特に欧州では、需要地に近い工場立地により輸送コストを抑えつつ、風車の大規模化や量産投資を行うことにより、過去 10 年でコスト低減が進展し、洋上風力発電による売電価格が、落札額 10 円/kWh を切る事例や、補助金に頼らない事例も生じている。

一方で、2030 年の世界シェアのうち 41%（96GW）がアジアになるとの予測[4]もあるなど、今後、アジア市場は急成長が見込まれ、欧米風車メーカー等のアジア進出が本格化しており、アジア各国においても誘致競争が始まっている。日本においても、海洋再生可能エネルギー発電設備の整備に係る海域の利用の促進に関する法律（以下「再エネ海域利用法」という。）に基づく公募（４ヶ所、約 150 万 KW）が今年度から始まっており、案件獲得に向けて発電事業者を中心にサプライチェーン全体で取組が活発化している。

国内にサプライチェーンを新たに構築するためには、まずは国内外からの投資の呼び込みが必要である。産業界からは、投資判断のためには、市場規模の見通しが必要との意見があった。このため、政府として導入目標を明示するとともに、「絵に描いた餅」とならないよう、その実現に向けた取組を進める。

＜今後の取組＞

第一に、魅力的な国内市場の創出に政府としてコミットすることで、国内外からの投資の呼び水とするため、政府として導入目標（電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別

[3] IEA “Offshore Wind Outlook 2019”（持続可能な成長シナリオ）
[4] GWEC “Global Offshore Wind Report 2020”

措置法に基づく認定量）を明示する。具体的には、2030 年までに 1,000 万 kW、2040 年までに浮体式も含む 3,000 万 kW～4,500 万 kW の案件を形成する[5]。

第二に、2019 年４月に施行された再エネ海域利用法に基づき、着実に案件形成プロセスを進めていく。加えて、施行を通じて得られた知見を踏まえ、案件形成の迅速化に向けて必要な改善を図る。また、初期段階から政府や地方自治体が関与し、より迅速・効率的に風況等の調査、適時に系統確保等を行う仕組み（日本版セントラル方式）の確立に向け、実証事業を立ち上げること等により、案件形成を促進し、継続的な区域指定につなげていく。具体的には、事業者の重複確保が問題となっていた系統確保について、案件形成に必要な系統を政府が仮確保するスキームの導入や国主導による風況調査、海底・海象調査等についての実証事業等を進め、案件形成を促進する。

第三に、系統や港湾等のインフラ整備を計画的に進めていく。導入目標の実現に貢献する系統整備のマスタープランについて、１次案を来春までに具体化し、公表する。更に、洋上風力発電の適地から大需要地に運んでくる送電網が重要であるため、直流送電線について、技術的課題やコストを含め、導入に向けた具体的検討を開始する。また、送電網の空き容量を超えて再エネが発電した場合に出力を一部抑えることを条件に、より多くの再エネを送電網に接続する仕組みを 2021 年中に全国展開するとともに、石炭火力などより再エネが優先的に送電網を利用できるようにルールの抜本的な見直しも検討する。さらに、全国４か所の基地港湾において大型風車の設置・維持管理に必要な地耐力強化等の工事を着実に進める。加えて、系統整備や促進区域等指定のスケジュール、風車の大型化傾向等を踏まえつつ、将来的な我が国の基地港湾に求められる機能の検討や、地域経済の活性化や雇用創出を図るための臨海部エリア等における企業誘致策等を進める。

② 投資促進・サプライチェーン形成

＜現状と課題＞

政府による国内市場の創出を投資の呼び水として、競争力があり強靭な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といった観点から重要である。

風車については、国内に製造拠点が不在であるため海外から輸入に依存している。また、発電機、増速機、ベアリング、ブレード用炭素繊維、永久磁石等の陸上風力の経験等から技術力を有する国内部品メーカーの潜在力や国内のものづくり基盤を十分に活用できていないのが現状である。

このため、産業界においては、産業界としての国内調達に係る目標を設定することで、強靭なサプライチェーンの形成を促進する。政府においては、設備投資へのインセンティブ付与や国内外の企業連携の促進、規制改革による事業環境整備等によって産業競争力の強化を図る。併せて、産官学が連携して、洋上風力発電に必要な人材育成を進めていく。

＜今後の取組＞

第一に、競争力があり強靭なサプライチェーンの形成に向けて、産業界は、我が国におけるライフタイム全体での国内調達比率を 2040 年までに 60%にすること、着床式の発電コストを、2030～

[5] なお、成長戦略会議実行計画（令和２年１２月１日決定）においては、「日本において、2040 年までに 3,000 万 kW、大型火力 30 基分という大きな建設関連需要の創出を目指す。」としているところであるが、2050 年カーボンニュートラル達成に向けて、産業界からの投資を引き出すべく、2040 年における導入目標を引き上げる。ただし、4,500 万 kW 達成には、浮体式のコストが、技術開発や量産化を通じて、今後大幅に低減することが必要である。

2035 年までに、８～９円/kWh にすること、という２つの目標を設定し、実現に向けた取組を進める。

第二に、サプライチェーンの形成に向けて公募におけるサプライチェーンの評価、設備投資へのインセンティブの付与、グローバルなビジネスマッチングの促進等の取組を進める。具体的には、再エネ海域利用法に係る公募占用計画の評価において、電力の安定供給を確保する等の観点から、強靭なサプライチェーン（国内又はそれと同等のもの）の形成を評価する。また、サプライチェーンの構築に対する支援を検討する。さらに、海外企業と日本企業のビジネスマッチングの促進や、風車製造に必要であるが特定国依存度の高いレアアース等の原材料の確保に向けた取組を進める。

第三に、事業環境の改善に向け、産業界が整理したプロジェクト推進の障壁となりうる規制について、各省が連携しながら総点検を行う。このうち、まずは、経済産業省（電気事業法）の安全審査を合理化するとともに、国土交通省（港湾法、船舶安全法）の審査と一本化する。更に、海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律に基づく風車撤去時の残置許可基準の明確化や、航空法に基づく洋上風力発電設備への航空障害灯の設置等に係る基準の緩和等についても、各省と連携しながら点検を行う。また、洋上風力の導入に向けて整備が必要な規格を産業界が総点検し、必要性の高い規格については、政府と連携して整備を進める。

第四に、長期的、安定的に洋上風力発電を普及させていくにあたっては、風車製造関係のエンジニア、調査・施工に係る技術者、メンテナンス作業者等の幅広い分野における人材育成を行うことが必要である。その実現に向けて、必要なスキルの棚卸し、スキル取得のための方策を具体化した「洋上風力人材育成プログラム」を策定し、短期的な異業種からの技術者の移動・転換の推進、中長期的な人材育成を進める。

③　　アジア展開も見据えた次世代技術開発、国際連携

＜現状と課題＞

サプライチェーンの形成等を通じて競争力を高めつつ、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への展開を目指すことが重要である。

現在、世界で進む洋上風力導入は着床式が中心であるが、浮体式については造船業等の新たなプレーヤーの参入余地が大きく、今後競争の激化が特に見込まれる。商用化を常に見据えながら、技術開発を加速化し、世界で戦える競争力を培っていく必要がある。同時に、将来のアジア市場展開を見据え、国際標準化や政府間対話等により、官民が連携して海外展開の下地づくりを進めていく必要がある。

＜今後の取組＞

第一に、アジア展開も見据えた次世代技術開発を進める。競争力強化に向けて必要となる要素技術を特定し、「洋上風力技術開発ロードマップ」を今年度内に策定するとともに、重要な技術開発については、今回造成する２兆円の基金により、企業から目標へのコミットを得た上で、長期間にわたる技術開発・実証等を一気通貫で支援する取組等を行う。

第二に、将来のアジア市場展開を見据え、政策対話や国際実証等を行うことにより、政府間の協力関係の構築と国内外の企業の連携を促す。また、海外での洋上風力事業への参画等を検討する日本企業を FS や実証、ファイナンスで支援していく。加えて、浮体式の安全評価手法の国際標準化等を進める。これらの取組等を通じて、浮体式等の海外展開に向けた下地作りを行う。

（２）燃料アンモニア産業

燃焼しても CO_2 を排出しないアンモニアは、石炭火力での混焼など、水素社会への移行期では主力となる脱炭素燃料である。石炭火力１基にアンモニアを 20%混焼（カロリーベース）した場合、20%の CO_2 排出減となり、仮に国内の全石炭火力での 20%混焼を実施した場合には国内の電力部門からの CO_2 排出量の約１割を削減することになる。

利用面では、燃焼を安定化させ NOx を発生させない技術は、20%混焼では既に完成しており、2021 年度から 2023 年度までは、実機での 20%混焼の実証を行う。2020 年代後半には実用化を開始し、2030 年代は導入を拡大する。将来的には混焼率の向上や専焼化を図るとともに、発電用バーナー（混焼・専焼）の東南アジア等への展開や、利用用途の拡大も図る。

また、供給面では、プラントの新設等を通じて国際的なサプライチェーンをいち早く構築し、世界における燃料アンモニアの供給・利用産業のイニシアティブを取る。その他の脱炭素燃料についても、活用に向けた検討を進める。

具体的には利用・供給の以下の対策により、2050 年には年間 1.7 兆円規模のマーケットが見込まれ、我が国がコントロールできる調達サプライチェーンとして国内含む世界全体で１億トン規模を目指す。

①　利用（火力混焼等の発電用バーナー）

＜現状と課題＞

石炭火力への混焼技術については、2014 年度から 2018 年度にかけて内閣府戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）にて NOx を発生させない 20%混焼バーナーの開発を行い、2018 年度から 2020 年度にかけて NEDO において大容量燃焼試験設備での混焼試験を実施した。

今後、実機においても上記の混焼バーナー技術で NOx 発生が抑制可能かどうか等の検証が必要である。さらに、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ことから、アンモニアの混焼率を高め、さらには専焼化を目指していく上では、発電に必要な熱量を確保するための収熱技術の開発も必要となる。

＜今後の取組＞

短期的（～2030 年）には、石炭火力への 20%アンモニア混焼の導入や普及を目標とする。そのためには、来年度から３年間、NEDO 事業において実機を活用した 20%混焼の実証を行うことで 20%混焼の技術を確立させ、その後、電力会社を通じて、NOx を抑制した混焼バーナーの既設発電所への実装・燃料アンモニアの導入を目指す。

また、今後も電源の相当程度が石炭火力で占められる東南アジアをはじめ世界の脱炭素移行に貢献するため、バーナー等の混焼技術の展開を検討する。仮に東南アジアの１割の石炭火力に混焼技術を導入できれば、約 5,000 億円規模の投資が見込まれる。

我が国の独自技術である混焼技術の国際的な認知向上と海外展開を促進するため、東南アジア各国とのバイ会談や政策対話の実施に加え、IEA や ERIA といった国際機関との連携、ASEAN＋３等の国際会議も活用した議論も行う。また、NEXI や JBIC によるファイナンスの活用や、アンモニアの燃焼や管理手法に関する規格や国際標準化を主導することで、海外展開に向けた環境整備を進める。その他、船舶を含む輸送や工業での活用等の新たな用途についても検討を進める。

他方、長期的（～2050 年）には、集熱技術開発を含めた混焼率の向上（50%～）や専焼化技術の開発を積極的に進め、既存の石炭火力のリプレースによる実用化を目指す。これによって火力発電の脱炭素化に向けた取組を加速させる。

② 供給(アンモニア製造プラント)

＜現状と課題＞

アンモニア生産は世界全体で年間約２億トン程度であり、大半が肥料用途で地産地消されている状況。今後、石炭火力にアンモニアの 20%混焼を実施すると、１基（100 万 kW）につき年間約 50 万トンのアンモニアが必要となる。例えば、国内の大手電力会社の全ての石炭火力で 20%の混焼を実施した場合、年間約 2,000 万トンのアンモニアが必要となり、現在の世界全体の貿易量に匹敵する。そのため、これまでの原料用アンモニアとは異なる燃料アンモニア市場の形成とサプライチェーンの構築が課題となる。

＜今後の取組＞

2030 年に向けて、燃料アンモニアの生産拡大に向け、製造プラントの新設を進め、必要な燃料アンモニアを安定的に供給できる体制を構築する。

また、海外での積出港におけるアンモニア輸出に対応した岸壁・供給設備等の環境整備に対する出資の検討を行うとともに、国内では、港湾において必要な燃料アンモニアの配送・貯蔵等が可能となるよう技術基準や港湾計画の見直し等を検討する。

燃料アンモニア供給の安定化を図るため、調達先国の政治的安定性・地理的特性に留意した上で、生産国（北米、豪州、中東）と消費国（日本含むアジア）との有機的な連携を通じて、我が国がコントロールできる調達サプライチェーンの構築を目指していく。この具体的規模として、国内含む世界全体で 1 億トン規模を目指す。

また、競争力のある燃料アンモニアの導入に向け、原料の調達、生産、輸送/貯蔵、ファイナンス等においてコスト低減を図るとともに、各工程における高効率化に向けた技術開発も実施する。そうした取組を通じて燃料アンモニア市場を整備し、2030 年までに、Nm^3 あたり 10 円台後半（熱量等価での水素換算）での供給を目指す（現在の天然ガス価格等を前提とする）。

なお、アンモニアは、天然ガス等の化石燃料から生産されている。当面は普及に重点をおき広くアンモニアの導入を図るが、その後は、生産時に排出される二酸化炭素については合理的なコストでの抑制を検討することとし、そのために必要な技術開発を進めていく。

また、アンモニアと同様、その他の CO_2 を排出しない燃料についても、効率化に向けた技術開発を図る。

（３）水素産業

水素は、発電・輸送・産業など幅広い分野で活用が期待されるカーボンニュートラルのキーテクノロジーである。日本は世界ではじめて水素基本戦略を策定し、複数の分野で技術的に先行しているものの、欧州・韓国等も戦略等を策定し追随してきている。今後は水素を新たな資源と位置付けるとともに、乗用車用途だけでなく、幅広いプレーヤーを巻き込んでいく。その上で、例えば、利用・輸送・製造の各分野において、一定の仮説に基づき世界の市場規模などを推計し、以下に記載するような各種措置を講ずることで、脱炭素化を促進しつつ、産業競争力を強化していく。

そのためには、導入量拡大を通じて、2030 年に供給コスト 30 円/Nm^3（現在の販売価格の 1/3 以下）、2050 年に水素発電コストをガス火力以下(20 円/Nm^3程度以下)にする等、化石燃料に十分な競争力を有する水準となることを目指す。目標量に関しては、再エネポテンシャルや市場規模など、それぞれの国・地域が置かれている状況が異なることを認識しつつも、国内水素市場を早期に立ち上げる観点から、2030 年に水素導入量を最大 300 万トンとすることを目指す[6]。うち、クリーン水素（化石燃料＋CCUS、再エネ等から製造された水素）の 2030 年供給量はドイツが 2020 年 6 月に発表した国家水素戦略で掲げる再エネ由来水素供給量（約 42 万トン）以上を目指す。加えて、2050 年には 2,000 万トン程度の供給量を目指す。

①　水素の利用

水素はその利活用を通じ、発電（燃料電池、タービン）、輸送（自動車、船舶、航空機、鉄道等）、産業（製鉄、化学、石油精製等）などの様々な分野の脱炭素化を行うことが期待されているが、日本企業が優れた技術を保有し、成長が期待される水素発電タービン、FC トラック等の商用車、水素還元製鉄といった分野を中心に、国際競争力を強化していく。

＜現状と課題＞

タービンを用いた大規模水素発電は、カーボンニュートラル時代の電源のオプションの一つであり、調整力として系統の安定化にも寄与することができる。日本企業は、燃えやすい水素の燃焼を水素タービンの中で制御する技術開発で先行するなど、他国企業に対して競争優位を持つ。しかしながら、実機での安定燃焼性の実証がまだ完了していない。潜在国内水素需要（一定の仮説に基づく導入量）は約 500～1,000 万トン/年程度と考えられる。

またトラック等の商用車は、EV では対応しづらい長距離輸送が定常的に必要であるため、輸送分野において水素利活用が期待される領域の一つである。潜在国内水素需要量は約 600 万トン/年を見込む。欧州や中国等も商用車の FC 化（燃料電池化）に積極的に取り組んでおり、日本企業も企業間連合を組んで、乗用車での知見も生かしつつ、その開発を加速していく必要がある。

加えて、産業分野での大きな需要先としては、鉄鋼業がある。現在、鉄鉱石の還元剤として利用されている石炭等を水素還元製鉄により水素に置き換えることが出来れば、多量の CO_2 排出量の削減が達成可能となる。しかしながら、100%の水素還元製鉄は技術的にも未確立であり、大量かつ安価な水素供給が不可欠。潜在国内水素需要は約 700 万トン/年。

[6] 供給量の中には、アンモニアを含む水素キャリアが直接利用により導入された数字も包含する。

＜今後の取組＞

水素発電タービンについては、2050 年までの累積導入容量は最大約３億 kW（約 23 兆円）を世界で見込む[7]。この世界市場を獲得するため、まずは早期の実機実証を支援し、国内での商用化を加速する。また、再エネや原子力と並んで、カーボンフリー電源として水素を評価し、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する。これにより、発電分野における大規模需要の創出を通じた国内水素市場の本格的な立ち上がりを下支えする。国内で立ち上がった市場において得られる知見・経験を活かし、その後は、既にプロジェクトが動きつつある先進国に加え、電力需要の伸びが旺盛なアジアなどにも輸出することを目指す。

商用車、特に FC トラックについては、2050 年時点で累積導入台数は最大 1,500 万台、金額にして約 300 兆円を見込む[8]。そのため、商用化を加速するための FC トラックの実証や、電動化の推進を行う一環での導入支援策の検討を行う。加えて、水素ステーション等の必要なインフラ整備なども、状況に合わせて柔軟かつタイムリーに実施する。具体的には、大型水素ステーションの開発・実証だけでなく、更なる規制改革等を通じて、欧州で認められている水準の水素タンクの昇圧の検討等、コスト削減のための努力も継続して行う。

鉄鋼についても、ゼロエミッション製鉄（水素還元製鉄、高炉＋CCUS 等の合計）の世界の市場規模が 2050 年時点で最大約 5 億トン/年（約 40 兆円/年）を見込まれるため[9]、この市場を獲得すべく、世界に先駆けた水素還元製鉄の技術確立を支援する。確立したトップランナー技術は、順次業界に求められる脱炭素水準として設定し、導入を促進する。こうした取組を通じて、「ゼロカーボン・スチール」を実現し、自動車を始めとする我が国製造業の脱炭素化に貢献することを目指す。

また、国際競争力の観点から、内外一体の産業政策として、国境調整措置の在り方を検討する。

② 水素の輸送（液化水素運搬船など）

＜現状と課題＞

水素の国際取引は、ドイツなどが水素の輸入に関心を示すなどしており、今後の立ち上がりが期待されている。我が国は当初から輸入水素の活用を前提としており、液化水素や MCH（メチルシクロヘキサン）を用いた、海上輸送技術・インフラの技術開発・実証を国も支援してきた。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、技術で世界をリードしている。

今後はいかに早期の商用化を図っていくかが課題となっている。また、水素はこれまで海上輸送を行うことが想定されておらず、各国の法規制が不統一になる懸念がある。

＜今後の取組＞

2050 年時点で１割の水素が国際市場で取引されていると仮定すると、その取引市場は最大約 5,500 万トン/年（約 5.5 兆円/年）となることが見込まれる[10]。こうした市場を創設するためには、更なる水素輸送コスト低減に資する輸送関連設備の大型化を、研究開発や実証、国内需要の創出等の様々な手段で支援し、2030 年を目途とした商用化の達成を目指すことが重要。こうした取組を

[7] IEA Energy Technology Perspectives 2020 Sustainable Development Scenario(SDS)等をもとに推計（タービン価格：8 万円/kW）

[8] Hydrogen Council Hydrogen Scaling up 等をもとに推計(平均価格：2,000 万円/台)

[9] IEA Energy Technology Perspectives 2020 SDS 等をもとに推計（平均鉄鋼価格：8 万円/トン）

[10] Hydrogen Council Hydrogen Scaling up 等をもとに推計（平均水素取引価格：100 円/kg）

通じ、2030 年に 30 円/Nm3 の供給コストの実現を目指す。

その上で、国際的な機器の安全性・互換性を担保することで、将来世界に機器や技術等を輸出する基盤を整備すべく、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関連機器の国際標準化を推進する。また、海外での積出港における水素輸出に対応した岸壁・供給設備等に対する出資の検討や、国内では、港湾において必要な水素の配送・貯蔵等が可能となるよう技術基準や港湾計画の見直し等を検討する。

③　　水素の製造（水電解装置など）

＜現状と課題＞

水素製造で今後重要となるのは、水素を水の電気分解から作る水電解装置である。再エネや水電解装置のコスト低下に伴い、2050 年には化石燃料＋CCUS で製造する水素よりも安価に水素を製造することが可能となる地域が出てくる見込みである。こうした予想を受け、域内への再エネ導入に積極的な欧州などは、水電解装置の導入も併せて実施することを目指す。

日本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有している。しかし、更なる大型化を目指すための技術開発などでは欧州等、他国企業が一部先行する構図となっている。

＜今後の取組＞

水電解装置は、2050 年までに毎年平均約 88GW（約 4.4 兆円/年）の導入が世界で最大見込まれる[11]。今後は、先行して市場が立ち上がる欧州等の市場獲得にまず注力するため、日本企業の大型化や優れた要素技術の装置への実装等を集中的に支援し、装置コストの一層の削減や、耐久性向上による国際競争力の維持・強化を目指す。加えて、欧州等と同じ環境で水電解装置の性能評価を行える環境を国内でも整備することで、国内で開発を行い、製品等を輸出することを志向する企業の海外市場への参入障壁を低下させることを目指す。更に、国内でも中長期的には余剰再エネが増大することなどを見越し、上げ DR（ディマンドレスポンス）を適切に評価し、安価な電力の積極的な活用促進策も併せて検討する。

上記のような個別テーマでの取組に限らず、テーマ横断的な取組として、水素利用・輸送・製造に関する革新的技術の研究開発・実証に継続的に取り組むとともに、福島など既に水素製造設備等が整備されている場所や、大規模な水素需要が見込まれる発電所等を含む港湾・臨海部、空港などを中心に、多様な分野で集中的に水素利活用の実証を行い、必要に応じて規制の見直しなども検討する。また、再エネ等の地域資源を活用した自立分散型エネルギーシステムの実証・移行支援・普及も併せて実施する。こうした先進的な事例をモデルとして確立した後、それらが全国に拡大するという絵姿を目指す。なお、面的な水素の普及に際しては、先日立ち上がった水素バリューチェーン推進協議会や中部圏水素利用協議会、神戸・関西圏水素利活用協議会など、民間主導の動きとも十分連携を取りながら実施する。

加えて、技術中立的なクリーン水素の定義等の国際標準化に向けた国際連携を加速する。また、水素等の安定供給やインフラ輸出の観点も踏まえ、化石燃料に限らず、再エネポテンシャルを多く

[11] IEA Energy Technology Perspectives 2020 Faster Innovation Case 等をもとに推計（平均設備価格：5 万円/kW）

有する国も含めた資源国との関係強化や、需要国の積極的な開拓を通じ、安定・柔軟・透明な国際水素市場の確立を主導する。こうした国際連係を推進する際には、日本が主導する水素閣僚会議を最大限活用する。最後に、アンモニアやカーボンリサイクル等、そのバリューチェーンの中で水素を活用する分野などとも十分な連携を行う。

（4）原子力産業

2050 年のカーボンニュートラル実現に向けては、原子力を含めたあらゆる選択肢を追求することが重要であり、軽水炉の更なる安全性向上はもちろん、それへの貢献も見据えた革新的技術の原子力イノベーションに向けた研究開発も進めていく必要がある。原子力は安定的にカーボンフリーの電力を供給することが可能な上、更なるイノベーションによって、安全性・信頼性・効率性の一層の向上に加えて、再生可能エネルギーとの共存、カーボンフリーな水素製造や熱利用といった多様な社会的要請に応えることが可能である。

現行軽水炉では、中露が政府ファイナンスをバックに市場を席巻しており、米英加を始めとした先進国では小型炉、革新炉に活路を見出し、2030 年前後の商用化を目指して大規模政府予算を投入して R&D を加速している。

目標として、①2030 年までに国際連携による小型モジュール炉技術の実証、②2030 年までに高温ガス炉における水素製造に係る要素技術確立、③ITER 計画等の国際連携を通じた核融合 R&D の着実な推進を目指す。

①　小型モジュール炉(SMR)

＜現状と課題＞

小型モジュール炉（SMR）は炉心が小さいために、自然循環を使用した原子炉の冷却機構など、自然原理を安全設備に取り入れてヒューマンエラーや機器故障による停止を回避することが可能で、システムのシンプル化を通じて安全システムの信頼性を高めることを狙う。こうした設計上の工夫により、配管が破断するなど、冷却水が全て失われてしまうような事象が発生する可能性を大幅に低下させ、結果として避難区域縮小を図ることを目指している。加えて、モジュール生産による工期短縮で初期投資コストを削減し、建設時のサイト選定・資金制約の緩和を目指している。

これらの SMR が採用している安全性・経済性向上に向けた革新的設計については、一部に技術開発・実証が必要であるともに、米国が世界に先行して安全基準類や工業規格類の策定を進めている状態である。米国に加え、英国、カナダ等では SMR の実証炉建設、その先の第三国への展開に向けたプロジェクトが進行中であり、一部の日本企業は高い設計・製造能力をもってこれらのプロジェクトに参画に向けた取組を進めている。加えて、日本企業の独自設計による多様なニーズを見据えた SMR 開発も行われており、これらに対する継続的な研究開発支援が不可欠である。

＜今後の取組＞

2020 年代末の運転開始を目指す米英加等の海外の実証プロジェクトと連携した日本企業の取組を、安全性・経済性・サプライチェーン構築・規制対応等を念頭に置きつつ、積極的に支援する。海外で先行する規制策定を踏まえ、技術開発・実証に参画する。SMR で採用されている革新的技術の技術開発課題の克服について協力を行うとともに、優れた設計・製造技術をもって脱炭素技術である SMR の実現に貢献する。これらの取組を通じて、SMR の設計・製造技術をより高めるとともに、主要サプライヤーとしての地位を獲得し、SMR のグローバル展開に合わせた量産体制を確立していく。

②　高温ガス炉

＜現状と課題＞

高温ガス炉は、化学的に安定なヘリウム冷却材、四重に被覆した高温でも溶けにくい燃料、高温熱を吸収する構造材を使用することで、カーボンフリーな 700℃以上の高温熱を活用し、発電以外にも、効率的な熱利用・大量かつ安価なカーボンフリー水素製造の可能性で着目される。

製鉄、化学を含めた産業分野の脱炭素で着目される水素製造については、高温ガス炉 1 基で完全水素還元製鉄が可能なシャフト炉 1 基を脱炭素することができる可能性がある。太陽光発電で水を電気分解した場合と比べ、必要敷地面積が約 1,600 分の 1 となり、高温ガス炉の高い安全性が実証されれば、産業プロセスに必要な熱供給と組み合わせた水素の地産地消が可能となり、追加の水素運送コストが発生しない。発電・熱供給との併用で 2050 年には天然ガス価格並み（約 12 円/Nm3）のコストが実現される可能性がある。

米国は 7 年以内に実証炉建設を目指す高温ガス炉ベンチャー企業に最大約 1,600 億円の開発支援を決定したところ。英国も約 230 億円の革新的モジュール炉用のファンド設置を発表し、水素製造等に対応する高温ガス炉を有力な支援対象炉型としている。

我が国においては、JAEA が高温工学試験研究炉（HTTR）を保有している。HTTR は世界最高温度 950℃で 50 日間の高温連続運転を達成し、東京電力福島第一原子力発電所事故と同種の、冷却材が失われる事故を模擬した試験を実施し、原子炉が自然に冷却することを確認するなど、世界に先行する技術を有する。その他、メーカーでも高温熱を活用した水素製造や、熱エネルギーの貯蔵を含んだ多様な概念を開発中であり、水素製造についても、要素技術を確立する必要がある。

＜今後の取組＞

世界最高温度を記録した試験炉 HTTR を活用し、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していく。並行して、IS 法やメタン熱分解法等を含む超高温熱を活用したカーボンフリー水素製造方法についても開発を支援する。開発支援に当たっては、安全性・経済性・サプライチェーン構築・規制対応等を念頭に置きながら、技術開発・実証に参画し、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も組成していく。

また、試験炉 HTTR の建設・運転・再稼働を通じて、規格基準策定の点でも海外に先行している状況を踏まえ、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する。

③　　核融合

＜現状と課題＞

核融合炉は、1 億℃以上のプラズマを生成し、最高 1,000℃程度に冷却材を熱することにより、発電以外に熱利用・水素製造を行うことも可能な技術である。燃料は水素が基本であり、長期間にわたって管理が必要な高レベル放射性廃棄物は発生しない。プラズマ生成は反応維持が難しい技術であるため、炉の暴走リスクはなく、安全性が高い。

核融合実験炉（ITER）については、2025 年の運転開始に向け、世界 7 極の協力によりの建設・各種機器の製作が進められ、2020 年 7 月に ITER 本体の組立・据付を開始した。日本企業は超伝導トロイダル磁場（TF）コイル等主要機器を製作しており、フランス ITER サイトに順次納入中である。

並行して ITER 計画の補完や将来の核融合原型炉に向け、日欧協力の下、幅広いアプローチ（BA）活動を実施。日本国内で建設中の大型トカマク装置（JT-60SA）を使用したプラズマ制御技術の高

度化に向けた試験実施（2021 年春頃～）や、核融合原型炉に向けた、核融合中性子への耐久性、低放射化特性を有する構造材料等の開発、海水等からのリチウム回収技術及びリチウムから三重水素を生産する技術等の燃料生成技術の開発等を実施している。

また、米・英・加においては核融合発電の早期実現を目指すベンチャー企業が多数設立されており、日本においても核融合ベンチャー企業が 2010 年代後半から誕生しつつあるが、民間における核融合への投資は他国と比して相対的に少ない状況である。

＜今後の取組＞

ITER 計画については、2025 年運転開始、2035 年の核融合運転開始を目指している。BA 活動においても 2021 年春の JT-60SA の運転開始やその他の研究開発を核融合原型炉に向けて着実に実施する。これらを通じ、主要機器の工学的実証とエネルギー出力状態の長時間維持技術を確立し、核融合エネルギーの実現を目指す。合わせて日本での核融合原型炉建設計画に向け各種設計や技術開発を行い、21 世紀中葉までに、核融合エネルギー実用化の目処を得るべく研究開発を推進。

また、核融合エネルギーへの興味喚起と相互理解を目指すアウトリーチ活動等を通じて、核融合の裾野の拡大を図ることにより、長期的な観点でより多くの企業に参加を促すとともに、海外プロジェクトに国内のベンチャー企業等が参画することを目指す。

更に、発電にとどまらず、核融合炉の高温を活用したカーボンフリーな水素製造プロセスなど、カーボンニュートラルに貢献する基盤技術の研究開発を推進する。

（５）自動車・蓄電池産業

自動車は、電動化を推進する。欧州の一部の国やカリフォルニア州ではガソリン車の販売の禁止が相次いで打ち出されるなど、自動車の電動化は、想像以上のペースで進んでいる。日本は、この分野でのリーダーを目指さなければならない。

遅くとも 2030 年代半ばまでに、乗用車新車販売で電動車[12]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。

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する。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。

こうした取組やエネルギーのカーボンニュートラル化の取組を通じて、カーボンニュートラルに向けた多様な選択肢を追求し、2050 年に自動車の生産、利用、廃棄を通じた CO_2ゼロを目指す。

CO_2排出削減と移動の活性化が同時に実現できるよう、車の使い方の変革による地域の移動課題の解決にも取り組む。ユーザーの行動変容や、電動化に対応した新たなサービス・インフラの社会実装を加速する。

また、蓄電池は、自動車の電動化や再生可能エネルギーの普及に必要となる調整力のカーボンフリー化の要である。研究開発・実証・設備投資支援、制度的枠組みの検討、標準化に向けた国際連携といった政策により、蓄電池の産業競争力強化を図る。

①　電動化の推進・車の使い方の変革

＜現状と課題＞

欧州や中国は、電気自動車・プラグインハイブリッド自動車の普及を戦略的に進めており、急速に普及が拡大する一方、日本では、欧州や中国に比べ、普及が遅れている[13]。また、各国で燃料電池トラック・バスの開発支援の取組が強化されている。

電動車の普及に向けては、車両価格の低減等による社会的受容の拡大、充電インフラ・水素ステーション等のインフラ整備といった課題がある。また、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・バリューチェーンの強化も課題となる。特に、軽自動車・商用車等ユーザーのコスト意識や車体設計上の制約が厳しい自動車の電動化や、中小企業等のサプライヤーの競争力強化は、重要な課題である。また、自動車のライフサイクルでの CO_2削減のためには、CO_2排出の少ないエネルギーの調達の円滑化も重要となる。

加えて、各国で、MaaS（モビリティのサービス化：Mobility as a Service）や自動走行技術を活用した持続的な都市交通の実証・実装が進展中である。例えば欧州では、環境負荷の低減と都市交通の最適化を図る「持続可能でスマートなモビリティ戦略」を策定するほか、各国連携による大規模実証プロジェクト[14]が進む。日本では、各地で MaaS 実証の取組が進むものの、大規模に事業化できている事例は少なく、環境負荷の低減と移動課題の解決の両立を地域全体で進める必要があ

---

[12] 電気自動車、燃料電池自動車、プラグインハイブリッド自動車、ハイブリッド自動車

[13] 2020 年第 3 四半期の電気自動車・プラグインハイブリッド自動車の販売台数は、EU 全体：約 27 万台（2019 年同期比で 3 倍以上、欧州自動車工業会速報ベース）、日本：約６千台（2019 年同期比で約５割、日本自動車販売協会連合会公表データから経済産業省集計）

[14] 欧州 13 ヵ国含む 69 組織が合同で「SHOW」プロジェクトを実施。2024 年までに域内 12 都市に 70 台以上の自動走行電気自動車を、専用レーンや５Ｇ網とともに実装・配備予定。

る。自動走行技術についても、米国や中国に比べて、日本では公道実証を通じた走行データ収集は容易ではなく、デジタル技術を活用した開発・評価環境の整備が急務である。

＜今後の取組＞

電動化の推進に向け、以下のような取組を行う。

(a)　電動車・インフラの導入拡大

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に取り組む。

(b)　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

大規模投資支援、技術開発・実証や軽自動車・商用車等の電動化支援、中小企業等のサプライヤー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、自動車ディーラーをはじめとした地域の自動車関連産業の電動化対応・事業転換支援検討等に取り組む。また、脱炭素電力の購入の円滑化を進めるため、需要家の利便性向上に向け、非化石価値取引市場などの制度の在り方の検討を進める。

(c)　車の使い方の変革

ユーザーによる電動車の選択・利用の促進に加え、持続可能な移動サービス、物流の効率化・生産性向上を実現するべく、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に取り組む。

②　燃料のカーボンニュートラル化（合成燃料（e-fuel）等）

＜現状と課題＞

カーボンニュートラルを目指す上では、動力源となるエネルギーのカーボンニュートラル化も必要となる。特に、電動化のハードルが高い商用車等については、燃料の効率的利用とともに、燃料のカーボンニュートラル化の取組が重要となる。

燃料のカーボンニュートラル化に向けては、既存のインフラが使える合成燃料（e-fuel）[15]が注目されているが、商用化に向けた一貫製造プロセスが未確立である。また、製造に当たって、専用の設備を新設する必要があり、大規模な投資・設備維持コストが必要となるため、製造効率の向上等により、低コスト化を図る必要がある。

＜今後の取組＞

合成燃料について、2050 年に、ガソリン価格以下のコストが実現できるよう、既存技術の高効率化・低コスト化に加え、革新的新規技術・プロセスの開発を実施するとともに、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。

③　蓄電池

＜現状と課題＞

電気自動車にはハイブリッド自動車の 50～100 倍程度、プラグインハイブリッドには 10～20 倍程度の容量の蓄電池がそれぞれ搭載されるなど、自動車をはじめとしたモビリティの電動化を進める上で、蓄電池の確保とサプライチェーンの安定化は重要な課題である。欧州では、域内蓄電池サ

[15] 発電所や工場等から回収した CO_2 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

プライチェーン構築に向けて「欧州バッテリーアライアンス」を構築し、素材・蓄電池・自動車メーカー等を支援[16]するほか、フランス等による電池工場への投資支援等も発表[17]されている。加えて、2020 年 12 月には、バッテリー指令の改正案が公表され、蓄電池のライフサイクルでの CO_2 排出量のラベル規制やリユース・リサイクルに関する規律の導入等が示された。今後は、CO_2 排出の少ないエネルギーの調達ができるかどうかが蓄電池の競争力を規定することとなる可能性がある。

中国・韓国企業は、積極的に蓄電池への投資を進めており、世界シェアを伸ばす一方、日本企業のシェアは落ちている[18]ほか、次世代蓄電池の技術開発においても、中国・韓国の取組が強化されている[19]。電動車の用途拡大や定置用蓄電池の一層の普及のためには、電池の軽量化・小型化・価格低減等が必要であり、大規模投資と技術力強化が課題である。

また、家庭用太陽光の普及やレジリエンスの関心の拡大を受け、日本の家庭用蓄電池の市場規模は、容量ベースで世界最大[20]に成長する一方、韓国企業が約７割のシェアを占め、日本企業のシェアは約３割に過ぎない。国内でも、液系リチウムイオン電池に加え、主要部材に粘土や樹脂を採用すること等により、生産コストの大幅な低減や安全性の向上を図った製品開発に取り組む例もある。業務・産業用や系統用の蓄電池も含め、自立的普及に向けた一層のコスト低減や投資回収の予見可能性の拡大が課題である。

＜今後の取組＞

2030 年までのできるだけ早期に、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、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）を目指す。また、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を目指す。具体的には、まずは全固体リチウムイオン電池の本格実用化、2035 年頃に革新型電池（フッ化物電池・亜鉛負極電池等）の実用化を目指す。このため、以下のような取組を行い、成長市場[21]を取り込む。

(a)　電池のスケール化を通じた低価格化

蓄電池・資源・材料等への大規模投資支援や定置用蓄電池の導入支援等に取り組む。

(b)　研究開発・技術実証

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等の提供技術等の研究開発・技術実証等に取り組む。

(c)　ルール整備・標準化

蓄電池ライフサイクルでの CO_2 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

---

[16] 参加国が、2031 年に向けて最大総額 32 億ユーロの研究費支援を表明（2019 年）等

[17] 2020 年５月にフランスが発表した「Plan de soutien à l’automobile」（自動車支援計画）には、最大 8 億 5,000 万ユーロの公的資金による電池製造工場支援が盛り込まれた。

[18] 民間調査によれば、2016 年から 2019 年で、日本勢が EV・PHEV 用車載用電池の世界シェア 37%から 29%まで低下する一方、中国勢が 35%から 46%に、韓国勢が 14%から 19%にシェアを伸ばしている。

[19] 例えば、2001 年から 2018 年の累計で、全固体リチウムイオン電池の特許出願件数の約 37%を日本が占める一方、中国が約 28%を占めている。また、2018 年度の特許出願件数では中国が世界一位となっている。

[20] 2019 年、蓄電容量ベースで世界市場の約 28%

[21] 2018 年から 2030 年の比較で、世界で、蓄電池全体で約 2 倍（約 8 兆円から約 19 兆円）、車載用電池に限れば、約 5 倍（約 2 兆円から約 10 兆円）に成長するとの民間試算がある。

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に取り組む。

（６）半導体・情報通信産業

情報の利活用、デジタル化が急速に進展する中、カーボンニュートラルは、製造・サービス・輸送・インフラなど、あらゆる分野で電化・デジタル化が進んだ社会によって実現される。したがって、デジタル化・電化の基盤である、半導体・情報通信産業は、グリーンとデジタルを同時に進める上でのカギである。

「半導体・情報通信産業」については、①デジタル化によるエネルギー需要の効率化・省 CO_2化の促進（「グリーン by デジタル」）と、②デジタル機器・情報通信産業自身の省エネ・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進めていく。

①　デジタル化によるエネルギー需要の効率化・省 CO_2化（グリーン by デジタル）

＜現状と課題＞

デジタル化の進展は、人・物・金の流れの最適化が進むことなどを通じ、エネルギーの効率的な利用・省 CO_2化にも繋がる。例えば、企業のシステムをクラウド化することにより 8 割の省エネを達成できることや、テレワーク・オンライン会議によって、移動にともなうエネルギーを削減することができることなど、デジタル化による省エネ効果は、あらゆる産業に大きく寄与するものである。

2050 年カーボンニュートラルの実現に向け、社会・経済全体でエネルギーの効率的利用を達成するために、デジタル化を支えるデータセンター、情報通信インフラなどの国内整備、都市部だけでない地域のデジタル活用/省 CO_2化などに取組むとともに、あらゆる産業分野においてデジタル化、デジタルトランスフォーメーション（DX）を後押しすることが必要である。

（ⅰ）都市部・地方を問わない DX の推進

近年、DX の重要性は広く認識されつつあるが、例えば企業の実態を見ると、大半の企業は現在 DX にまったく取り組んでいないか、ようやく取り組み始めたに過ぎず、産業・企業全体として危機感の共有や経営改革には至っていない。また、同一業界内でも各企業が独自のソフトウェアやシステムを開発・使用しており、企業や産業をまたがった情報連携によるシステムの統廃合や稼働率向上、業務プロセスの最適化による省エネ・省 CO_2化が進んでいない。

今後、電力多消費インフラ・産業が一般的となる中で、DX を推進することは省エネ・省 CO_2化に寄与することに加えて、我が国企業の競争力強化にも資するものであるため、早急に進めていく必要がある。

（ⅱ）デジタルインフラの中核となるデータセンター立地

今後、デジタル化の進展、特に、AI・ビックデータの利用拡大により、データセンターはより高度な計算能力が求められていく方向であり、大規模なデータセンター市場が世界的に拡大していくと見込まれている。また、国内に目を向けると、2000 年代に立てられたデータセンターは全体の 40%以上を占め、今後、建替え需要が発生する。

データセンター立地にあたっては、①電力コスト、②基幹ネットワークの利用可否、③需要地との距離、④自然災害などの環境条件などが考慮すべき要件であったが、これに加え、近年は、「再生可能エネルギー・脱炭素電源の利用」が重要な要件となっている。

日本は、経済規模や政治情勢など、地政学的に有利な側面がある一方、①電力コストが高い、②効率的な脱炭素電力の購入が困難、③大規模なエネルギー需要の場合、電力インフラへの接続に年単位の時間を要するなど、立地に不利な面も存在している。

データセンターは、デジタル社会における心臓部であり、データセンターが国内に存在し、通信インフラで連結され、エッジ処理が進んだ社会では、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働く。また、データが国内に集約・蓄積されることは、経済安全保障にも寄与する。このような背景から、データセンターの国内立地を進めるとともに、安定した活用がされるために分散立地や非常時の電力供給の対応等が必要である。

（iii）高度情報通信インフラ（５Ｇ、ポスト５Ｇ、高度化された５Ｇ、Beyond 5G）

デジタル化によるエネルギー需要の効率化・省 CO_2 化を進めていくためには、データセンターだけではなく、５Ｇなどの情報通信インフラの整備を迅速に進めることが必要となる。我が国では、2020 年から５Ｇサービスが開始されているところであるが、安全・安心な５Ｇインフラの早期整備を進めるとともに、高速大容量通信だけでなく、超低遅延や多数同時接続などの特徴を活かした５Ｇ（ポスト５Ｇ）、５Ｇの機能強化に対応した情報通信システム（高度化された５Ｇ）の研究開発を進め、様々なサービスの早期実現を目指すことが必要となる。

また、2030 年頃に実用化される Beyond 5G についても、既に国際的な研究開発競争がスタートしている。諸外国に劣後しないよう、我が国においても、産官学の力を結集し、研究開発や標準化等の取組を戦略的に進めていくことが必要である。

＜今後の取組＞

DX 推進、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整備を進めることで、日本が世界一のグリーン・デジタル大国となることを目指す。

DX 推進として、具体的には、次世代ソフトウェアの研究開発や、デジタル技術活用による地域の省 CO_2 化推進のための実証などを支援することで、技術の確立、競争力強化を進めるとともに、各産業・企業・地域における DX を更に加速するための方策の検討を進める。今後、社会・経済システム、企業の DX を進め、2030 年には、DX 関連の市場規模で 24 兆円獲得を目指す。

データセンターの国内立地促進については、データセンターのゼロエミッション化・レジリエンス強化のモデル創出や再エネ導入を促進するための実証・補助事業・制度支援等を実施するとともに、脱炭素電力の購入の円滑化を進める必要がある。このため、需要家の利便性向上に向け、非化石価値取引市場などの制度の在り方の検討を進める。また、データセンターの立地・稼働までの期間を短縮するため、電気事業者、データセンター設置企業と協力し、双方のニーズをすりあわせ、電力インフラ整備を迅速化するための方策を検討する。加えて、データセンター設備・機器の国内市場が拡大するよう、国内企業の競争力強化や機器導入の支援を進める方策を検討する。これらの取組により、2030 年には、国内データセンターサービス市場３兆円、データセンター投資１兆円規模を目指す。

情報通信インフラについては、ポスト５Ｇ、高度化された５Ｇや、光エレクトロニクスの高度化に向けた研究開発・標準化を支援する。同時に、2030 年の Beyond 5G の実現に向けて、Beyond 5G 推進戦略に基づき、産学官の協力の下、着実に取組を進める。

② デジタル機器・産業の省エネ・グリーン化（グリーン of デジタル）

＜現状と課題＞

「グリーン by デジタル」により CO_2 排出が減る一方で、住宅や工場、自動車などの電化やデジタル化が進むことにより、デジタル関連の消費電力は増加し、CO_2 排出が増えることが予見される。例えば、大規模データセンターは、大型火力発電所の発電量に匹敵する電力を消費するものがある。また、IT 関連の消費電力は、2016 年は全電力の４％に相当する 410 億 kWh だったが、2030 年にはその 36 倍以上に相当する 1 兆 4,800 億 kWh と拡大するとの調査結果があるなど、デジタル関連の消費電力は、今後、飛躍的に増加していく見込みである。そのため、実質的な CO_2 削減の観点からは電気機器、データセンターや通信ネットワークでの更なる省エネ化や再エネ利活用等の省 CO_2 化を促進することが重要である。

現に、国際的にデジタルプラットフォームを展開する企業では、再生可能エネルギー発電への投資やグリーン電力の購入により、カーボンニュートラルを目指す動きも出てくるなど、情報通信産業において、グリーン化は既に大きな動きとなっている。

さらに、あらゆる電気機器に組み込まれているパワー半導体、情報処理に不可欠なメモリ、半導体や、光エレクトロニクス（光配線）、ソフトウェアなどの分野では、省エネ化・高性能化に向けた投資や研究開発競争が激化しており、情報通信産業全体として、省エネ化、グリーン化をいち早く達成することが競争力の源泉となる。

今後は、パワー半導体（国内企業で世界シェア 29%）など、日本企業が強みを持っている分野を伸ばすと共に、メモリや光エレクトロニクス、ハイパフォーマンスコンピューティングなどの半導体関連や、データセンター、５Ｇやポスト５Ｇ、高度化された５Ｇ、Beyond 5G などの情報通信インフラの省エネ化・省 CO_2 化・高性能化・早期導入を進めていくことが必要である。

このように、グリーンとデジタルを両立させ、成長していくために、デジタル機器・産業の省エネとデータセンター等でデジタル分野が使用する電力の再エネ化は必須である。

＜今後の取組＞

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_2 化・高性能化を進めて、グリーン・デジタル社会の構築を目指す。

パワー半導体や次世代半導体の利活用については、超高効率の次世代パワー半導体（GaN、SiC、Ga2O3 など）の実用化に向けて、研究開発を支援するとともに、導入促進のために、半導体サプライチェーンの必要な部分に設備投資支援などを実施することで、2030 年までには、省エネ 50%以上の次世代パワー半導体の実用化・普及拡大を進める。これにより、日本企業が世界市場シェア 4 割（1.7 兆円）を獲得すること目指す。また、次世代省エネ機器（パワーエレクトロニクス、モータ制御用半導体等）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、次世代半導体（GaN など）の成果を用いて、現時点から応用可能な用途（LED・ワイヤレス電力伝送等）に係る技術の実証・実装・高度化を支援する。

更に、データセンターの省エネ化に向けた研究開発、実証や、ソフトウェア開発・処理の効率化によるシステム全体の省エネ化に向けた研究開発、実証を進めるとともに、省エネ半導体の製造拡大のための設備投資支援、データセンターでの再エネ電力利活用の促進などにより、2030 年までに全ての新設データセンターの 30%以上の省エネ化、国内データセンターの使用電力の一部の再

エネ化を目指す。

こうした取組を着実に進めるとともに、電力消費量が増大する電機・情報通信産業も含めた省エネ・省 CO_2 推進のための制度など、カーボンニュートラルに向け必要となる制度の検討を進めることで、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。

（７）船舶産業

世界的に地球温暖化対策への関心が高まり、2050 年のカーボンニュートラル実現に向けた取り組みが加速する中、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等の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することにより、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。国際競争力強化により、2028 年までにゼロエミッション船の商業運航を実現し、2030 年には更なる普及を目指す。また、2050 年において、船舶分野における水素・アンモニア等の代替燃料への転換を目指す。

※ 2050 年にカーボンニュートラルを実現するためには、水素・アンモニアやカーボンリサイクルメタンといったガス燃料への転換が必須となる。LNG については、熱量当たり燃料体積が重油と比べて大きいことや、沸点がマイナスのため常温で気体であるなど、これらのガス燃料と共通の特徴があり、世界に先駆けて水素・アンモニア燃料船等の早期導入を図るためには、LNG 燃料船で技術力（燃料タンク、燃料供給システムやガス燃料エンジン）を蓄積することが重要となる。また、将来的にカーボンリサイクルメタンの供給が現実的になった際には、LNG 燃料船や陸側の燃料供給のインフラ設備がそのまま転用可能となり、実質ゼロエミッションの達成に資することとなる。

①　カーボンフリーな代替燃料への転換

＜現状と課題＞

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の開発・実証に取り組んでいるが、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・サイズの制約上、近距離・小型船に用途が限定されている。遠距離・大型船向けには高出力が必要だが、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。

＜今後の取組＞

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するとともに、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、燃料供給システム等の開発・実用化を推進する。

②　LNG 燃料船の高効率化

＜現状と課題＞

省エネ・省 CO_2 排出な LNG 燃料を使用するための国際海事機関（IMO）における国際ルールの整備は完了（国際ガス燃料船安全コード（IGF コード）が 2017 年 1 月に発効）。国内においても、先進船舶導入等計画の認定制度や内航船省エネルギー格付制度の運用により、省エネ・省 CO_2 排出な LNG 燃料船の普及を推進している。他方、ガス燃料はエネルギー密度が低く、嵩張るため、燃料タンクが貨物スペース等を圧迫する等、課題も多い。

＜今後の取組＞

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を進めるとともに、LNG 燃料を低速航行、風力推進システム等と組み合わせ CO_2 排出削減率 86%を達成するとともに、カーボンリサイクルメタン活用による実質ゼロエミッション化を推進する。

③　省エネ・省 CO_2 排出船舶の導入・普及を促進する国際枠組の整備

＜現状と課題＞

日本主導により、IMO における新造船に対する燃費性能規制（EEDI）の導入と同規制値の段階的な強化を実施しているが、既存船に対する CO_2 排出規制の国際枠組みが存在せず、環境性能の優れた新造船への代替が進んでいない。

＜今後の取組＞

燃費規制等のルール作りに取り組み、性能が劣る船舶の新造代替を促進する。現在 IMO において、日本主導により、既存船の燃費性能規制（EEXI）及び燃費実績の格付け制度を提案し、本年 11 月に原則合意。燃費性能規制の早期実施により、既存船に新造船並みの燃費基準を義務付けるとともに、格付け制度により省エネ・省 CO_2 排出船舶への代替にインセンティブを付与する。

（８）物流・人流・土木インフラ産業

全ての社会経済活動の基盤となる物流・人流システムと土木インフラは、国民の生活に不可欠なものであり、環境に配慮した交通ネットワーク等の構築・導入や、建設、維持管理、利活用の各フェーズにおける技術開発、社会実装を通じてカーボンニュートラルを目指す。

具体的には、スマート交通等の導入、グリーン物流、交通ネットワーク等の効率化、建設現場の施工の効率化や EV・FCV 建設機械等の普及促進、道路設備の省エネ化・高度化、EV 給電システムの研究開発、港湾利用でのゼロエミッション化による物流・人流における環境負荷の低減等を進めていく。

①　カーボンニュートラルポートの形成

カーボンニュートラルを目指す上で不可欠な重要分野である水素は、発電、運輸、産業等幅広い分野における脱炭素化に貢献できるエネルギーであり、IEA(国際エネルギー機関)のレポート(2019年）では、多様なエネルギー課題を解決する水素の利用拡大のため、工業集積港を水素利用拡大の中枢にすることが提言されている。

我が国の輸出入の 99.6%を取り扱う物流拠点であり、かつ様々な企業が立地する産業拠点である国際港湾において、水素・アンモニア等の次世代エネルギーの大量輸入や貯蔵・利活用等、脱炭素化に配慮した港湾機能の高度化や臨海部産業の集積等を通じて温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする「カーボンニュートラルポート（CNP)」を形成し、2050 年の港湾におけるカーボンニュートラル実現を目指す。

＜現状と課題＞

我が国の二酸化炭素排出量の約６割を占める製油所・発電所等、鉄鋼、化学工業の各部門は主に港湾・臨海部に立地していることに加え、港湾においてはトレーラー等によるコンテナ貨物輸送やトラック等による横持輸送が大量に行われているなど、港湾・臨海部は、二酸化炭素排出量削減の余地が非常に大きい。また、港湾は、温室効果ガス排出削減の取組に不可欠な次世代エネルギーの輸入拠点となることから、港湾・臨海部は、次世代エネルギーの利活用（製造、輸送・貯蔵、利用）のポテンシャルが高い。

一方、次世代エネルギーの利活用を図るためには、液化水素、メチルシクロヘキサン（MCH)、アンモニア等のキャリアによる安価で大量な調達が不可欠であるが、現状においては各キャリアの輸送手段や受入体制がまだ確立されていない。

また、次世代エネルギーの輸送や利用については、それぞれの事業者が個々に検討、技術開発等を進めているが、まとまった需要と供給を生み出し、コストを縮減させる必要がある。

加えて、次世代エネルギーを安価に大量輸入するためには、国内の環境整備のみならず、海外における資源の確保及び積出港の整備が必要である。

＜今後の取組＞

CNP の形成に向けて、港運、倉庫、トラック、船社等の様々な企業が立地・利用する港湾において、次世代エネルギーの需要・供給事業者のマッチングの支援や港湾機能の高度化を通じて、脱炭素化の取組を面的に実施する。まずは 6 地域で検討会を開催し、CNP 形成のためのマニュアルを作

成、マニュアルに基づいた各港湾での形成計画策定や計画に基づいた取組の実証・実装を推進することで、CNP 形成を全国へ展開していく。

具体的には、デジタル物流システムによる港湾ゲート前渋滞の緩和、港湾荷役機械等の FC 化、水素・アンモニア・LNG 等燃料船舶への燃料供給体制の整備、洋上風力で発電した電力の活用、洋上風力余剰電力由来の水素等内航輸送ネットワークの構築、ブルーカーボン生態系の活用、港湾・臨海部に立地する事業者の脱炭素化促進等に取り組む。

加えて、海外からの次世代エネルギーを安価に大量輸入するため、積出港の環境整備等について、企業による取組を支援する。

② スマート交通の導入、自転車移動の導入促進

＜現状と課題＞

自動車の CO_2 排出量は日本全体の 15.9%を占めているため、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、環境負荷の低減を図る。具体的には、地域課題の解決に資する MaaS の提供や自動車の電動化を推進するとともに、自動化に対応した持続可能な移動サービスを、道路、都市インフラと連携し社会実装していくことなどにより、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である。

また、自転車活用推進計画や自転車ネットワーク計画に基づき、自転車利用環境の整備と活用促進のために自転車通行空間の整備を進めているが、その整備延長は令和元年度末時点で約 2,930 km であり、更なる整備が求められている。

＜今後の取組＞

地域課題の解決に資する MaaS の提供や MaaS の普及に必要な基盤づくりを官民一体で推進し、公共交通などを使った移動に求められる様々なニーズに対応できる MaaS の普及を促進し、マイカーだけに頼ることなく、移動しやすい環境を整備する。加えて、電動車の選択にメリットを感じられる環境整備も進める。

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利便性向上により、環境負荷の低減が図られた移動手段を確保するとともに、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の新たな技術を活用した CO_2 排出の少ない輸送システムの導入を促進する。

地方公共団体における自転車活用推進計画の策定を促進するとともに、国においても新たな自転車活用推進計画を策定し、安全で快適な自転車利用環境の創出を推進する。

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

＜現状と課題＞

物流分野においては、我が国全体の CO_2 排出量の約 7%をトラック（営業用・自家用計）が占めていることも踏まえ、CO_2 排出原単位の小さい輸送手段への転換や輸送の効率化の推進が課題となっている。

物流施設については、庫内作業の省人化に伴う照明等のエネルギー消費量の削減等を行う取組や、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の取組等が不可欠となっている。

国内貨物輸送については、その約 8 割をトラック輸送が占めており、渋滞など現状の交通課題を

解消するため、道路の交通流対策やダブル連結トラック等による物流の効率化を推進する必要がある。

過疎地域等においては、既存物流手段による積載効率の低い非効率な輸配送を無人航空機で代替することにより、輸送の効率化や物流網の持続可能性の確保を図ることが必要となっている。

鉄道分野については、よりクリーンなエネルギーで走行する燃料電池鉄道車両の試験車両の開発を進めているところ。しかし、現行の関連基準・規制は、燃料電池鉄道車両の走行を想定していないため整備する必要があり、また導入拡大に向けては、コスト低減やインフラ整備が課題となっている。

空港分野については、環境に優しい空港の実現に向けた指針（エコエアポート・ガイドライン）を策定し、各空港低炭素化に向けた自主的な取組みを実施しているところ。CO_2削減に資する各システムの導入及び維持管理にあたってはコストの低減等が課題となっている。

また、効率的な航空機の運航を実現すべく、これまでも航空交通システムの高度化が図られてきたが、増大する航空交通量に対して様々な技術的限界や運用上の課題などにより、更なる運航の効率化（消費燃料の削減を通じたCO_2排出抑制を含む）が課題となっている。効率的な航空交通システムの確立には、エアライン側の機上搭載装置等の高度化と航空管制当局のシステム高度化を同調させながら進める必要がある。国際民間航空機関（ICAO）が策定する将来計画と協調を取りつつ産学官連携のもと策定されている長期計画「将来の航空交通システムに関する長期ビジョン(CARATS)」に基づき、飛行経路短縮を通じたCO_2削減等に寄与する施策(RNAV 経路の導入促進)を進めている。

＜今後の取組＞

持続可能な成長のためには、CO_2排出削減の取組が、移動や輸送量の減少など経済活動の抑制につながらないことに加え、ドライバー不足など社会課題の同時解決に資するものでなければならない。

このような観点から、物流の効率化・生産性向上と電動化、燃料の脱炭素化等の同時実現に取り組む。

また、CO_2排出原単位の小さい輸送手段への転換を図るモーダルシフトや、共同輸配送を推進するほか、サプライチェーン全体での輸送の効率化を推進する。加えて、デジタル化や荷主・事業者連携等による生産性や積載効率の徹底的な向上（排出量原単位の徹底改善）と、地域内輸配送の電動化、長距離輸送の燃料の脱炭素化等により、物流の脱炭素化に取り組む。

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等の導入や、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する。

三大都市圏環状道路等の道路ネットワークの整備や、ビッグデータを活用した道路を賢く使う取組等による交通流対策を更に推進するとともにダブル連結トラックの普及促進を図るなど物流の効率化を推進する。

過疎地域等におけるドローン物流の実用化に向け、制度面の整備、技術開発及び社会実装の支援を推進する。

鉄道分野については、燃料電池鉄道車両の社会実装に向け、営業路線での実証試験等を踏まえた関連基準・規制の見直しや、水素充填設備等における自動車の基準の準用等、必要な環境整備について検討を行うとともに、他分野も含めた低炭素な水素サプライチェーンについて検討を行う。

空港分野については、エコエアポートガイドラインの改正を含めた検討やエコエアポート協議会

の着実な実施を通じ、空港から航空機への電力・空調供給施設（GPU）導入の促進、空港施設のLED化等の省エネルギーシステムの導入促進、フォークリフトをはじめとする空港車両のFC化等の電動化によるクリーンエネルギー車両の導入促進を、低コスト化を図りながら進める。

また、更なる高度化として、2040年を目途に、衛星やデータ通信等を活用し、航空機の燃料消費量増の要因となる気象条件など運航に影響する様々な要素を考慮した航空機の最適な軌道を出発から到着までの全飛行フェーズで管理・運用することにより、より柔軟な飛行経路の設定や更なる空中待機の抑制を可能とする運航改善の実現を図る。具体的には、必要となる管制システム等について、国際的な協調を取りつつ、実用化に向けた研究開発等に取り組む。

④　　インフラ・都市空間等でのゼロエミッション化

＜現状と課題＞

道路照明の省エネ化については、道路の整備や設備の更新の際に道路照明灯のLED化を図っているところであるが、引き続き、直轄国道のLED道路照明灯整備を進めていくことが必要である。

また、道路空間を利用した再生可能エネルギー発電については、道路インフラの電源として利用するため道路管理者が太陽光発電設備等を設置するほか、平成25年に太陽光発電設備等を道路占用許可対象物件として追加するなど、導入拡大を進めている。

電気自動車（以下「EV」という。）については、走行中給電技術の開発支援やEV充電器の公道設置の社会実験を行っており、走行中給電技術では給電システムを埋め込む道路構造の開発や技術基準の検討、EV充電器の公道設置による道路交通への影響の評価などが必要である。

下水熱は都市空間内での採熱が可能であり、国内で32カ所（2020年８月時点）の導入事例がある。また、下水熱のエネルギー消費量は他の熱供給システムと比較すると少ないものの、下水の有する熱量が他のシステムと比べると少ないため、複数の再生可能エネルギー熱との複合利用が必要となる。また、需要場所とのマッチングの難しさ、経済的に成り立つ低コスト技術の不足が課題となっている。

自然環境が有する多様な機能を活用する「グリーンインフラ」の社会実装により、CO_2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り、持続可能なグリーン社会の実現を図る必要がある。国土交通省では、産学官の多様な主体が参画する「グリーンインフラ官民連携プラットフォーム」（2020年３月設立）において、分野横断・官民連携により、グリーンインフラの社会的な普及やグリーンインフラに適用される技術導入に関する調査・研究等を行っているが、地域における社会実装は十分に進んでいない。

＜今後の取組＞

道路照明の更なる省コスト化、省エネ化、高度化等を実現するために新たな道路照明技術の開発を促して、それらの導入促進に向け技術検証や評価及び道路照明施設設置基準等を見直すとともに、費用対効果を踏まえつつ、直轄国道における道路照明灯のLED化を推進する。

道路管理に必要な電力について、再生可能エネルギーの導入を推進する。

走行中給電技術については、その技術の開発や給電システムを埋め込む道路構造の開発のための研究を支援する。研究の進捗状況に応じて、社会実装のための検証や評価を行いつつ、EV充電器の公道設置も含め、道路に係る制度や技術基準等の検討を行う。

下水熱については、マニュアル、事例集等の活用により現在の導入事例の横展開をはかるととも

に、既存システムのコスト低減により、下水熱活用のための環境整備を行う。

グリーンインフラの計画・整備・維持管理等に関する技術開発（都市空間の緑化、緑と雨水貯留・浸透と組み合わせた雨庭、ブルーカーボン、リモートセンシングを活用したモニタリング等）を進めるとともに、地域モデル実証等を行い、地域への導入を支援する。また、グリーンインフラ技術の社会実装の拡大を通じて、グリーンボンド等の民間資金調達手法の活用により、グリーンファイナンス、ESG 投資の拡大を図る。

⑤　建設施工におけるカーボンニュートラルの実現

＜現状と課題＞

建設施工における CO_2 排出量は、産業部門の CO_2 排出量の 1.4%（約 571 万 t-CO_2）を占めている。ICT 活用により建設現場の生産性が向上すれば、作業時間の短縮により CO_2 排出量の削減に寄与でき、また、将来的には電気、水素、バイオマス等の革新的建設機械の開発・導入が図られれば、一層の CO_2 排出量削減が期待できる。ICT 施工を導入し、建設現場の作業効率が向上することで CO_2 排出を削減してきた。現状、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、今後、地方自治体の工事における ICT 施工の更なる普及が必要となる。また、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、融資等で導入を促進してきたところである。国際的にも、建設施工における更なる CO_2 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促進が必要である。

＜今後の取組＞

まず、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 2030 年において 32,000【t-CO_2/年】の削減を目指す。そして 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革新的建設機械（電動、水素、バイオ等）の普及を促進し、2050 年までの直轄事業における使用原則化も検討していく。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、新たな基準策定に取り組む。

（９）食料・農林水産業

我が国の農林水産業は、木材を適材適所で活用する「木の文化」の浸透や、森林及び木材・農地・海洋が巨大な CO_2 吸収源として期待されるなど、それ自身が吸収源となる重要な産業であることに加え、スマート技術に係る研究開発・社会実装により、作業最適化等による CO_2 削減、適正施肥による N2O 削減等の温室効果ガス（GHG）排出削減についても取組が進むなど、カーボンニュートラルの実現に向けて多くの潜在的な強みを有している。

我が国の食料・農林水産業分野が、国民に対する食料の安定供給の役割に加え、2050 年カーボンニュートラルの実現に向けた役割を十分に果たしていくためには、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ことを基本的な視点として施策を展開することが重要である。

このような観点から、スマート農林水産業等の実装の加速化による化石燃料起源の CO_2 のゼロエミッション化、農畜産業由来の GHG（メタン、N2O 等）の削減、森林及び木材・農地・海洋における炭素の長期・大量貯蔵の技術等の確立、スマートフードチェーンの活用、持続可能な消費の促進など、資材原料・エネルギーの調達や、食料の生産から消費までのサプライチェーンの各段階の取組を通じて、持続可能な食料システムの構築を目指していく必要がある。

こうした取組は一朝一夕でできるものではなく、しっかりした時間軸を設けた研究開発によるイノベーションの創出と社会実装、また、食料システムを構成する生産者、事業者、消費者の持続可能な取組に関する理解と行動変容が不可欠である。このため、農林水産省においては、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の中長期的な政策方針として「みどりの食料システム戦略」を策定することとしている。さらに、我が国は水田農業の先進国として、東南アジア等の国々にメタン削減型水管理技術等を提供可能であることから、本戦略をアジアモンスーン地域の持続的な食料システムのモデルとして打ち出し、国際ルールメイキングに参画していく考えである（国連食料システムサミット（2021 年９月）など）。

①　共通事項

＜現状と課題＞

農林水産業を担う生産者の減少・高齢化の一層の進行など、生産基盤の脆弱化や地域コミュニティの衰退が顕在化している中、食料・農林水産業の生産力強化が克服すべき課題となっている。また、近年、食料の安定供給・農林水産業の持続的発展と地球環境の両立が強く指摘されており、環境負荷の軽減を図り、豊かな自然環境を維持することは重要かつ緊急の課題である。

将来にわたり、食料の安定供給と農林水産業の発展を図るためには、生産者の一層の減少・高齢化やポストコロナも見据え、省力化・省人化による労働生産性の向上や生産者のすそ野の拡大とともに、地域資源の最大活用、化学農薬・化学肥料や化石燃料の使用抑制を通じた環境負荷の軽減を図り、カーボンニュートラルに加え、災害や温暖化に強い持続的な食料システムの構築が急務である。

その実現に向け、食料システムが抱える課題に対する関係者の理解の促進を図り、農林漁業者、食品企業、消費者のこれまでの延長ではない野心的・意欲的な取組を十分に引き出すとともに、それでもなお不足する部分は、官民を挙げたイノベーションを推進し、将来に向けて課題解決を図っていく必要がある。また、こうした取組を進める上に当たっては、持続的な取組による効果の「見

える化」を進めて消費者に示すことや、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もたらすことを分かりやすく伝えることが重要である。

＜今後の取組＞

温室効果ガスの排出削減・吸収源対策等に関し、個々の技術の研究開発から社会実装に向けた工程表を作成するとともに、革新的な技術・生産体系の社会実装や、持続可能な各段階の取組を後押しする観点から、補助・投融資・税・制度等の政策誘導の手法を段階的に見直していく。

具体的には、2030 年までに施策の支援対象を持続可能な食料・農林水産業を行う者に集中していくことを目指す。農林水産省の補助事業については、技術開発の状況を踏まえつつ、2040 年までにカーボンニュートラルに対応することを目指す。また、園芸施設については 2050 年までに化石燃料を使用しない施設への移行を目指す。

また、革新的な技術・生産体系の社会実装や持続可能な取組を後押しする観点から、研究者やユーザーの声を聞きながら、その時点において必要な規制の見直しや新たな制度について検討を行う。

さらに、持続可能な食料・原材料や資材の使用など、環境保全に取り組む企業の情報開示等の取組を促すため、表彰や ESG 投資等の引き込みの検討や、農林水産・食品事業者の取組が適正に評価され、消費者等の行動変容等を促進する事業者の取組の可視化を促進する。

そのほか、ムーンショット型研究開発等による革新的技術開発を推進するとともに、農林漁業者や地域にメリットとなる技術開発・普及、J-クレジット制度等の公的インセンティブ制度の取組等を推進する。

海外展開・国際連携の観点からは、土壌管理技術等によって土壌炭素の増加を推進する取組「４パーミルイニシアチブ」や、農業分野の GHG 削減等に関する世界的研究ネットワーク等への参画・連携に引き続き取り組むとともに、我が国の優れた農林水産分野における脱炭素技術等を、国際機関との連携や二国間クレジット制度（JCM）等を通じて海外に展開し、GHG の世界全体での排出削減に貢献する。

② 温室効果ガス排出削減 ―エネルギー調達及び生産から流通・消費段階―

＜現状と課題＞

農山漁村における豊富な地域資源を最大限活用する再エネ生産・利活用については、さらなる低コスト化・効率化に向けた技術開発、農山漁村に適する持続的な地産地消型エネルギーシステムの構築が求められている。

農畜産業からの GHG（メタン、N2O 等）排出削減では、水田からのメタン発生を抑制する基盤的技術等の開発が進展しており、実用化段階技術の早期普及を推進する必要がある。

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・社会実装が必要である。また、動力を化石燃料に依存している農林業機械・漁船等についても脱炭素化が求められている。

高層建築物等の木造化等により、他の資材と比べて製造時のエネルギー消費が少ない木材の利用拡大を図る必要がある。併せて、木質バイオマス由来の新素材の開発・普及等により、プラスチック等の化石燃料由来製品の代替を進めていく必要がある。また、木質バイオマスのエネルギー利用

については、森林資源の持続可能性確保の観点から、カスケード利用（回収・再利用による多段階利用）や、熱効率を踏まえた効率的な利用を図っていく必要がある。

＜今後の取組＞

2050 年目標「農林水産業における化石燃料起源の CO_2 ゼロエミッション」等に即した施策を推進する。

具体的には、2050 年カーボンニュートラルに向けた農山漁村地域における再生可能エネルギーの導入目標を新たに検討するとともに、農山漁村の活性化に資する再エネの取組を可視化するためのロゴマークの導入を行う。また、農山漁村地域の脱炭素化を後押しするため、小水力発電、地産地消型のバイオガス発電施設の導入、バイオ液肥（バイオガス発電の副産物である消化液）の活用推進等、再生可能エネルギーの地産地消の取組を推進するとともに、地産地消型エネルギーシステムの構築に向けた必要な規制の見直しを行う。

微生物活動の制御により農畜産業由来の GHG 削減を目指す革新的な技術開発を進めるとともに、スマート技術の開発・実証・普及や、農林業機械・漁船等の電化・水素化に向けた技術開発を産学官連携の下に行う。また、生産段階のみならず、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・CO_2 の削減を両立するスマートフードチェーンを構築する。

さらに、高層建築物等の木造化、プラスチック等を代替する改質リグニン・CNF 等の新素材開発、高効率な木質バイオマスエネルギー利用（熱利用等）を推進し、森林資源を多段階利用するカスケード型システムを構築するとともに、標準仕様に準拠した森林クラウドの導入、自動化機械やクラウドと整合した ICT 生産管理システム等を開発・普及する。

③　CO_2 吸収・固定

＜現状と課題＞

森林・木材による吸収や排出削減の効果を最大限発揮するため、利用期を迎え、高齢級化に伴い吸収量が減少傾向にある人工林について、「伐って、使って、植える」という循環利用を確立し、木材利用を拡大するとともに、エリートツリー等の新たな技術も活用し、森林の若返りを進めていく必要がある。併せて、高層建築物等の木造化や木質バイオマス由来の新素材開発など、大量の炭素を長期間貯蔵する木材利用技術を開発・実装する必要がある。

バイオ炭については、2019 年改良版 IPCC ガイドラインに「バイオ炭施用による農地・草地土壌での炭素貯留効果の算定方法」が新規に追加され、2020 年の条約インベントリより農業用途の木炭等生産量を用いて報告を実施したことを受け、我が国で 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が策定されたところである。

ブルーカーボン（海洋生態系による炭素貯留）については、海洋生態系藻場タイプ別の炭素吸収量評価手法、藻場・干潟の造成・再生・保全技術の開発を実施中である。

＜今後の取組＞

2050 年カーボンニュートラルの実現には、ゼロエミッションが困難な排出源をカバーするネガティブエミッションが不可欠であり、森林及び木材・農地・海洋における炭素の長期・大量貯蔵を実現する必要がある。

具体的には、材木育種の高速化等によるエリートツリーの効率的な開発や、センシング技術等の

活用により主伐後の再造林等を推進し、森林吸収量の向上を図る。また、高層建築物等の木造化に資する木質建築部材の開発、工法の標準化や改質リグニン・CNF 等の新素材開発等により、木材による炭素の長期・大量貯蔵を実現する。

バイオ炭については、炭素貯留効果と土壌改良効果を併せ持つバイオ炭資材等の開発、バイオ炭規格の整備、地域バイオマス由来のバイオ炭を活用した持続的かつ高付加価値の営農モデルの確立を目指す。

ブルーカーボンについては、炭素吸収量のインベントリ登録を目指す。また、地方公共団体等による沿岸域における藻場・干潟の造成・再生・保全の取組の推進、藻場・干潟等を対象にしたカーボンオフセット制度の検討を行う。

（１０）航空機産業

国際民間航空機関（ICAO）では2020年以降、国際航空に関してCO_2排出量を増加させないとの目標を採択しており、この目標を達成するためには、運航方式の改善、機体やエンジンの効率改良（新技術導入）、代替燃料、市場メカニズムの活用を組み合わせることが必要であるとされている[22]。また、国際航空運送協会（IATA）は2050年時点でCO_2排出量を2005年比で半減させる目標を掲げている[23]。

このように低炭素化要求が強まる中、低炭素関連技術の発展は、気候変動対策の観点から必要不可欠であるとともに、我が国の航空機産業の競争力維持・強化に資するものである。

①　装備品・推進系の電動化

＜現状と課題＞

航空機の電動化について、現在は、補助動力用や地上滞在時における電力供給用の蓄電池搭載など用途範囲は限定的であるが、今後は、飛行時の動力や内部システムの作動に係る用途へと拡大していくことが期待される。これを実現していくためには、電池やモータ等の飛躍的な性能向上が必要である。

昨今、欧米の機体・エンジンメーカーを中心に電動化技術の獲得や実証機の開発に向け競争が活発化している。日本企業は電池やモータ等の関連分野での要素技術に潜在力な競争力があるが、航空機の装備品等への現在の採用実績は一部に留まっている。

なお、2019年にボーイング社と経済産業省で締結した「将来技術に関する協力覚書」において、航空機の電動化は、具体的な協力分野の一つとして位置づけられている[24]。

＜今後の取組＞

航空機の電動化技術の確立のため、引き続き、航空機関連メーカーと電機関連メーカーが連携して行う研究開発を推進し、将来機における搭載技術が選定されるタイミングまでに、国内メーカーが必要な技術レベルを満たすことを目指す。その際、航空機を製造する海外企業との連携の枠組みを活用・強化して、開発された技術の将来機への搭載を目指す。加えて、国内の産学官連携を通じて国際標準化活動を推進していく。

②　水素航空機

＜現状と課題＞

航空機分野の低炭素化を実現させるためには、電動化技術の搭載に加えて、水素燃料の活用も期待される。水素航空機の実現に向けては、軽量かつ安全性を担保した水素貯蔵タンク、燃焼して使用する場合には新たなエンジン部品の開発等、多数の技術的課題が存在している。加えて、周辺インフラや水素供給サプライチェーンの実現可能性についても、安全性やコスト面等の観点から検討を行っていくことが必要である。

なお、本年９月、エアバス社が2035年に水素航空機を市場投入すると発表した。現状、我が国

---

[22] https://www.icao.int/environmental-protection/Documents/ICAOEnvironmental_Brochure-1UP_Final.pdf
[23] https://www.iata.org/en/iata-repository/pressroom/fact-sheets/fact-sheet--climate-change/
[24] https://www.meti.go.jp/press/2018/01/20190115007/20190115007.html

企業においても、水素航空機に関する具体的な取組が始動しており、今後、研究開発や具体的検討を加速していく必要がある。

＜今後の取組＞

水素航空機の実現に向けて、必要となる要素技術の開発を推進する。その際、開発初期の段階から海外メーカーとの連携を模索すると共に、実用化につながる課題を特定し、重点的に取り組んでいく。また、航空機メーカーに加え、関連企業や学術関係者と連携しつつ、周辺インフラ、水素サプライチェーンの検討を進めていく。

③　機体・エンジンの軽量化・効率化

＜現状と課題＞

航空機･エンジン材料については､軽量化､耐熱性向上などに資する新材料の導入が進んでいる。航空機構造（胴体や主翼等）では、アルミ合金から炭素繊維複合材への転換が進み、航空機エンジンでは、軽量で強度に優れた炭素繊維複合材のファン部品への適用、高温に耐えうる素材として有望視されているセラミックス基複合材のタービン部品への適用が始まっている。

低炭素化要求の強まりに伴い、更なる軽量化・効率化につながる素材の適用ニーズは、今後も継続していくことが見込まれる。現状、我が国企業は素材分野での技術的優位性があるが、今後、更なる性能向上やコスト低減要求に対応していくことが重要である。

＜今後の取組＞

国内素材メーカー、航空機・エンジンメーカーの連携の下、生産技術も含めた必要な技術開発を進め、将来機における搭載技術が選定されるタイミングまでに、国内メーカーが必要な技術レベルを満たすことを目指す。その際、航空機を製造する海外企業との連携の枠組みを活用・強化して、開発された技術の将来機への搭載を目指す。

④　バイオジェット燃料等・合成燃料

＜現状と課題＞

バイオジェット燃料等の市場は、現時点でほぼ皆無だが、国際航空に関し、ICAO の制度導入により着実に拡大し、2030 年時点では本邦航空会社（国際線）だけでも最大で 1,900 億円の市場規模に拡大する見通しとなっている。

このため､欧米企業を始めとして､各国企業はジェット燃料の代替燃料の開発を活発化している。複数あるバイオジェット燃料等の技術開発については、各国が横並びの競争状態である中で、日本企業は要素技術の開発を進め、実証を開始している。

ジェット燃料の代替燃料となるバイオジェット燃料等の主な製造技術として、ガス化 FT 合成技術[25]、ATJ 技術[26]、微細藻類培養技術[27]が挙げられる。

---

[25] 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））。

[26] 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。

[27] カーボンリサイクル産業分野の実行計画を参照。

これら燃料の製造技術の課題として、ガス化 FT 合成については、様々な原料の品質を均一化する破砕処理技術を、ATJ については、高温状態での触媒反応の制御技術を確立する必要があり、小規模な実証段階にある。

カーボンリサイクル技術を活用した合成燃料[28]については、既存のインフラが使える点で注目されているが、商用化に向けた一貫製造プロセスが未確立。また、製造に当たって、専用設備の新設など大規模な投資・設備維持コストを要する。このため、一貫製造プロセスの確立に加え、製造効率の向上等により、低コスト化を図る必要がある。

＜今後の取組＞

ガス化 FT 合成技術、ATJ 技術については、大規模実証を実施し、他国に先駆けて 2030 年頃には、既製品と同等の 100 円台/L までニート[29]の製造コストを低減し、実用化を目指す。また、バイオジェット燃料等の国際市場の動向に応じて、航空機へ競争力のあるバイオジェット燃料等の供給を拡大していく。

合成燃料については、既存技術の高効率化・低コスト化に加え、革新的新規技術・プロセスの開発を実施するとともに、商用化に向けた一貫製造プロセス確立のための、応用研究を実施していく。

[28] 発電所や工場等から回収した CO_2 と水素を合成して作られる液体燃料。

[29] 化石由来のジェット燃料と混合する前の、バイオマス原料等を基に製造されたジェット燃料を指す。ニートを使用する際には、化石由来のジェット燃料に一定割合を混合した上で、航空機に搭載する必要がある。

（１１）カーボンリサイクル産業

カーボンリサイクルは、CO_2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を実現するためのキーテクノロジーであり、日本に競争力がある。

カーボンリサイクル産業は、カーボンリサイクル技術ロードマップに示されたとおり、鉱物（コンクリート製品、コンクリート構造物、炭酸塩等）、燃料（藻類ジェット燃料、藻類ディーゼル燃料、合成燃料、バイオ燃料、メタネーションによるガス燃料等）、化学品（ポリカーボネートやウレタン等の含酸素化合物、バイオマス由来化学品、オレフィンやパラキシレン等の汎用物質）等の主要分野含め、多岐に亘る。これら主要な製品を中心に、コスト低減や用途開発のための技術開発、社会実装を進め、カーボンリサイクル産学官国際会議の活用等も通じてグローバル展開を目指す。

①　　コンクリート

＜現状と課題＞

日本には、CO_2吸収型コンクリート（CO_2-SUICOM）を実用化することに成功している企業がいる。化学工場等から排出される消石灰からCO_2を吸収して固まる材料を製造し、これをコンクリート製造に使用することで、①製造プロセスでCO_2を吸収、②セメント使用量を削減し、コンクリートのCO_2排出を削減することが可能である。

他国では、米国企業が同様の技術を開発、実用化していることに加え、英国企業は骨材にCO_2を吸収させるタイプの技術を実用化しており、各国が横並びの競争状態にある。

CO_2吸収型コンクリートの市場規模については、2030 年時点で約 15～40 兆円にまで達すると予想されている中、こうした市場拡大を見据え、早期に価格低減を達成し、市場シェアを獲得する必要がある。

他方、現状のCO_2吸収型コンクリートはコストが高く（＝既製品の約 3 倍の 100 円/kg）、コンクリートの中の鉄骨が錆やすいため（CO_2吸収により酸化しやすくなるため）用途が限定される、という課題が存在する。

＜今後の取組＞

公共調達による販路拡大により、コスト目標として 2030 年には、既存コンクリートと同価格（=30 円/kg）を目指す。そのため、新技術に関する国交省データベース（NETIS）にCO_2吸収型コンクリートを登録。地方自治体に広く周知する。また、2025 年大阪万博等でも導入することで、国・地方自治体による公共調達を拡大することを目指す。グローバル市場においても、経済成長著しいアジアでコンクリート需要が拡大することが見込まれるため、国際標準化や大規模な国際展示会で PR 等を行い、アジアへ販路を拡大する。

さらに、2050 年までには防錆性能を持つ新製品を開発し、建築物やコンクリートブロックに用途拡大をすることで、販路を更に拡大する。また、標準化等導入に向けた支援による民間部門での需要拡大を検討する。

②　　燃料（藻類の培養によるバイオ燃料）

＜現状と課題＞

国際航空に関し、ICAO（国際民間航空機関）により、「2019 年比でCO_2排出量を増加させない」

という制度が来年から導入される予定である（制度は2035年まで継続）。制度導入により、バイオジェット燃料の市場は、現時点でほぼ皆無だが着実に拡大し、2030年時点では本邦航空会社（国際線）だけでも最大で1,900億円の市場規模に拡大する見通しである。

このため、欧米企業を始めとして、各国企業はジェット燃料の代替燃料の開発を活発化している。藻類の培養によるバイオジェット燃料の技術開発については、各国が横並びの競争状態である中で、日本企業は要素技術の開発を進め、実証を開始している。

他方、現状では、技術課題として、①藻がCO_2を吸収する効率が低く、増殖のスピードが遅い（生産性が低い）、②藻の外部環境への耐性が弱いため、安定的に増殖することが困難（生産の安定性が脆弱）、があるためコストが高く、小規模な実証段階に留まっている。（※現状のニート(※)製造コスト1,600円/L（既製品100円/L））

（※）化石由来のジェット燃料と混合する前の、バイオマス原料等を基に製造されたジェット燃料を指す。ニートを使用する際には、化石由来のジェット燃料に一定割合を混合した上で、航空機に搭載する必要がある。

＜今後の取組＞

CO_2吸収効率を高め、藻の増殖を加速する技術（藻の製造プロセス技術）、及び藻の耐性を高める品種改良に係る研究開発を進める。それにより、大規模実証を実施し、他国に先駆けて2030年頃には、コストを現在の1600円/Lから既製品と同等の100円台/Lまで低減し、実用化を達成する。また、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を拡大していく（国際認証取得済み）。

③　化学品（人工光合成によるプラスチック原料）

＜現状と課題＞

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_2を組み合わせてプラスチック原料を製造する人工光合成の技術は、日本企業のみが開発中である。既に基礎研究（ラボレベル）は成功している。

化石資源由来のプラスチック等の化学製品の市場規模は、日本市場だけでも10兆円規模、世界市場では数百兆円規模である。このような大規模市場を、日本企業のみが有している人工光合成技術を確立することで、獲得していく必要がある。

他方、現状では、光触媒の変換効率が低く、また製造コストが高いため、大規模実証の実施には技術的課題がある。また、人工光合成技術の確立には、水素等の分離膜や、基幹物質である炭化水素の合成に必要な触媒等の開発・実証も併せて必要となる。

＜今後の取組＞

産総研ゼロエミッション国際共同研究センターとも連携し、変換効率の高い光触媒を開発することで、2030年までに人工光合成によるプラスチック製造コストを約2割削減する。また、光触媒の開発を加速するため、高圧ガス保安法や消防法などの関連規制の緩和を検討し、水素と酸素の混合ガスを扱うための保安・安全基準を制定する。

その上で、2050年には大規模実証を実施し、既製品と同価格（＝100円/kg）を実現する。

④　　分離回収設備（排気中 CO_2の分離回収）

＜現状と課題＞

ネットゼロエミッションが困難な CO_2排出源のネガティブエミッション（炭素除去）、及びカーボンリサイクルで必要な CO_2源を確保するため、CO_2分離回収技術の開発・実証が不可欠である。日本や欧米等の各国が脱炭素化に向かう潮流の中、2030 年には、CO_2分離回収技術の市場規模は約 6 兆円/年、2050 年には約 10 兆円/年にまで拡大すると予測されており、日本だけでも 2050 年に約 4,000 億円/年にまで達する見込み。

日本企業は EOR や化学用途向けに、発電所からの高濃度 CO_2の分離回収設備を完成させており、CO_2分離回収プラント建設でトップシェアを確保している。また、CO_2分離回収技術について、日本の産学の特許数が他国と比較して多い。

他方で、様々な濃度や特性を持つ CO_2排出源からの低コストでの回収技術が、今後の開発課題である。

＜今後の取組＞

今後、高効率な CO_2分離回収技術を開発し、2030 年には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を実現する。その上で、2050 年に、年間 10 兆円の世界の分離回収市場のうち 3 割のシェア確保を目指す。

【参考】大気中から CO_2直接回収（DAC: Direct Air Capture）

＜現状と課題＞

DAC（Direct Air Capture）の技術開発について、欧米のベンチャー企業が商用化を見据えた研究開発を加速させているものの、世界的にも要素技術開発の段階。国内でも、ラボレベルでの開発を 2020 年から開始している。

現状、エネルギー効率が低く、大気中からの CO_2回収コストが高いことが課題となっている。

＜今後の取組＞

大気中からの高効率な CO_2回収方法について技術開発を進め、低コスト化を実現し、2050 年の実用化を目指す。

（１２）住宅・建築物産業／次世代型太陽光産業

住宅・建築物分野は家庭・業務部門のカーボンニュートラルに向けて鍵となる分野であり、一度建築されると長期ストックとなる性質上、早急に取り組むべき分野である。欧米を始めとした各国では、カーボンニュートラルに向け、住宅・建築物における断熱改修に係る大胆な投資や、太陽光発電の導入を通じ、市場創出を行うことで、コロナ禍で影響を受けた雇用や経済回復を目指すとともに、良質な住宅の供給によって生活の質を向上させていくことが世界的な潮流となっている。

我が国ではこれまで、住宅・建築物の省エネルギー性能の向上やライフ・サイクル・カーボン・マイナス化（LCCM)、ネット・ゼロ・エネルギー化（ZEH・ZEB)、長寿命化等の推進に取り組んできたが、進展は道半ばである。今後、2050 年カーボンニュートラルを目指すに当たっては、ライフサイクル全体（建築から解体・再利用等まで）を通じた二酸化炭素排出量をマイナスにするＬＣＣＭ住宅・建築物の普及に加え、ＺＥＨ・ＺＥＢの普及、省エネ改修の推進、高性能断熱材や高効率機器、再生可能エネルギーの導入、建築物における木材利用の促進を可能な限り進めていく。再生可能エネルギーに関しては、我が国が強みを持つ薄型軽量の次世代太陽電池が実用化されれば、既存の太陽電池では技術的に設置が困難な耐荷重が小さい既築含む住宅・建築物の屋根や、住宅・建築物の壁面や窓等へ太陽光パネルの搭載が可能となり、より目標の実現に近づく。併せて、住宅・ビルのエネルギー管理システム（HEMS・BEMS）等を用い、太陽光発電システムの発電量等に合わせた電力需給調整に資するようなエネルギーマネジメントを進めていくことが必要である。

①　AI・IoT や EV 等を活用したエネルギーマネジメント

＜現状と課題＞

エネルギーマネジメントの分野では、国内実証、市場獲得に向けた海外等との共同研究や事業展開を実施してきたところ。他方、導入に向けたエネルギーマネジメントの取組への評価・認知度・ニーズ不足が課題である。特に需要家側のエネルギー利用の最適化に繋がるエネルギーマネジメントシステム等の市場の拡大に向けては、電力需給状況に応じた需要家の行動を促すインセンティブ設計が課題となっている。具体的には、エネルギーマネジメントを得意とする制御機器メーカー等では、給湯、空調、照明等需要側の機器と系統の状況に応じ、快適性を損なわず、最適制御を自動的に行えるシステム開発を行い、実証・実用化しているところだが、需要側に導入するインセンティブが乏しく、導入が進展していない状況である。また、エネルギーマネジメントの一つの手段として EV 等の蓄電システムの活用が挙げられるが、EV は蓄電容量が大きく、日中の太陽光発電によって発電された電気の余剰分を蓄電し、別の時間帯で活用できるような仕組みを構築することで、再エネ導入拡大にもつながる大きなポテンシャルがある。現在は、実証事業等を通じて、EV 充電のピークシフトを行う取組を普及拡大するための課題への対応を行っているが、今後の課題としては、EV 導入や活用に繋がる需要家の行動を促すインセンティブの検討等が挙げられる。将来的には、再生可能エネルギー等導入拡大に伴う調整力不足も懸念されるため、需給調整市場創設等を通じた調整力の調達コストの低減や活用するリソースの拡大に向けた取組を進めるとともに、系統が不安定化した場合の需要側での対応策も検討する必要がある。さらに、海外においても再エネ大量導入に伴う系統安定化や需要側エネルギーマネジメントの取組ニーズは高まっており、これまで欧米等先進国において実証事業を実施してきた。ASEAN 等新興国での取組ニーズも高まることが予想され、海外展開のポテンシャルがある。

＜今後の取組＞

需要家内でのエネルギーマネジメントは普及が進むものの、これに加えて、今後、需給調整市場の開設等により多数の分散型エネルギーリソースを束ねるアグリゲーションビジネスの活性化と、それに必要なリソースや制御システムの導入拡大が見込まれ、電力需給状況に応じた需要家の行動を促すインセンティブ向上に併せ、国内市場の当該システムを活用したビジネスの活性化を進める。

このため、足下では、ビッグデータやAIを活用した最適制御の実証・導入支援を行うとともに、更なる導入を促進するため、EV・蓄電池、太陽光発電、エアコン等の最適制御などのエネルギーマネジメントの導入強化に向けた規格・基準の整備や制度の見直し（省エネ法、インバランス料金制度等）、再エネ、EV、蓄電池などを活用したアグリゲータや配電事業などの新たなビジネスを促すための電事法上の関係省令等の整備及び実証支援等、制度的措置等の検討を行う。

また、EV活用に関しては、当面、EV充電のピークシフトに向けた実証事業等を進めつつ、電力需給状況に応じたEV活用のインセンティブを検討し、課題・方向性を整理しつつ進めていく。さらに、機器そのものの需給調整に資する制御として、系統の負荷変動に応じた空調等の自動制御技術が開発されており、市場への導入拡大に向けたインセンティブ強化を図る。

さらに、こうした国内の取組の成果も踏まえつつ、欧米や新興国における市場獲得を念頭に、二国間対話、人材育成事業、海外実証（NEDO国際実証）を通じ、相手国の制度構築支援や我が国技術の海外展開を進める。

② LCCM住宅・建築物、ZEH・ZEB、住宅の省エネ性能向上

＜現状と課題＞

これまで、ZEH・ZEBを含む省エネ住宅・建築物の普及に向け、LCCM住宅・建築物、ZEH・ZEB等への導入補助や規制的手法（建築物省エネ法）の組み合わせによる導入促進やZEHビルダー等の登録制度を通じた担い手の拡大を図ってきた。新築住宅のうち、建築物省エネ法に基づく省エネ基準を達成している戸建住宅は約７割（2018年度）。ZEHは大手住宅メーカーに限れば約５割に達するが、注文戸建住宅の全体で見れば２割（全体の13%）（2019年度）という状況であり、政府目標としてきた「2020年までにハウスメーカー等が新築する注文戸建住宅の半数以上でZEH」への到達は難しい見通しとなっている。

課題としては、供給側では中小工務店における省エネ住宅の取扱いに係る体制や能力、習熟度向上が上げられる。併せて需要側でも、既存住宅・建築物の省エネ性能向上にかかる費用負担、消費者の認知度の低さ、メリットに対する理解度の低さ、大規模マンション等における創エネポテンシャルの制約等が課題となっている。建築物についても同様の構図であり、特にZEBについては、海外市場開拓も進めてきたが、更なる取組拡大が課題である。また、建築物省エネ法に基づく住宅や建築物のエネルギー消費性能に関する基準や、外皮性能の最上位の等級が省エネ基準と同等である住宅性能表示制度など、見直しが求められている。

＜今後の取組＞

当面の間は、省エネ性能の高い住宅・建築物や省エネ改修に対して政策による支援を行い、自立的な普及に向けた環境を整備しつつ、普及状況を踏まえて、住宅についても省エネ基準適合率の向

上に向けて更なる規制的措置の導入を検討する必要がある。

基準等の見直しについては、カーボンニュートラル化に向けて住宅や建築物のエネルギー消費性能に関する基準や長期優良住宅の認定基準・住宅性能表示制度の見直し、住宅・建築物の長寿命化などにより、省エネ性能の向上を図っていく。その際、創エネポテンシャルの最大化に向け、既存の太陽電池では技術的な制約により設置が困難な①屋根の耐荷重が小さい既築住宅・建築物や、②住宅・建築物の壁面や窓等にも設置可能な次世代型太陽電池の開発も念頭に、太陽光発電等の再エネ導入を促す制度整備を行う（住宅・建築物等に対する規制的手法も検討）。併せて、ビル壁面等への次世代太陽電池の導入による住宅・建築物での創エネ拡大や省エネリフォーム拡大に向けた支援措置を講じる。その際、消費者への認知度向上のための広報・メリットの PR も図っていく。また、ライフサイクル全体を通じて二酸化炭素排出量をマイナスにする LCCM 住宅・建築物の普及を通じた二酸化炭素の排出削減を図っていく。

さらに、ZEB については、ISO 化等の活動を通じ、ASEAN 等を念頭においた海外展開に向けた更なる実証及びその横展開を図っていく。

これらを通じ、国内市場における LCCM 住宅・建築物、ZEH・ZEB などの先端的な住宅・建築物需要を開拓するとともに、質の高いくらし・生活の改善も実現する。また、一部技術については、国内市場で培った技術・製品を海外に展開することとする。

③　炭素の固定に貢献する木造建築物

＜現状と課題＞

再生産可能であり、炭素を貯蔵する木材の積極的な利用を図ることは、化石燃料の使用量を抑制し二酸化炭素の排出抑制に資するため、建築物における木材利用の促進を図る必要がある。

低層の住宅においては約８割が木造である一方、非住宅・中高層建築物においては木造の割合が未だ１割未満である。非住宅・中高層建築物において木造を普及させるため、CLT 等の新たな部材を活用した工法等や中高層住宅等の新たな分野における木造技術の普及とこれらを担う設計者の育成が課題である。

＜今後の取組＞

先導的な設計・施工技術が導入される実用的で多様な用途の木造建築物等の整備に対する支援を引き続き行う。また、非住宅・中高層建築物の標準図面やテキスト等、設計に関する情報ポータルサイトを整備する取組及び非住宅・中高層建築物を担う設計者を育成する取組に対する支援を引き続き行う。また、木材利用の普及・拡大に向け、国での公共調達を推進する。

④　高性能建材・設備

＜現状と課題＞

これまで、省エネ法に基づくトップランナー制度による機器・建材の性能の向上や、次世代省エネ建材の実証等の補助金による実証・導入支援を図ってきたところ。他方、機器・建材の性能向上が一部頭打ちになってきていることや、リフォーム時に省エネリフォームを行うことの健康面等でのメリット等が十分認知されず消費者における機器・建材の導入が進んでいないこと等が課題としてあげられる。特にリフォームは高額の支出を伴うものであり、コスト面でも課題がある。

＜今後の取組＞

既存を含めた住宅・建築物の省エネ性能の向上のためには、断熱サッシ等の建材や、高効率エアコン等の機器の普及拡大が必要。そのため、実証事業等を通じ、先端的な機器や建材の市場投入を当面進めていくとともに、官民で連携し、価格低減を図ることとする。併せて、これら事業の成果を通じた高性能機器・建材の市場への導入拡大を踏まえ、機器・建材トップランナー基準の大幅強化を行い、高性能な機器・建材の市場への供給が当たり前となるよう進めていく。

更に、電力料金やガス料金等のコストへの影響も含め、消費者にとって分かりやすい機器・建材の表示制度や性能評価制度を確立していく。

⑤　次世代型太陽電池

＜現状と課題＞

次世代型太陽電池の研究開発については世界各国のあらゆる研究機関等でしのぎを削っている状況であり、我が国の実験室レベルでは、変換効率 24.9%を達成。他方、韓国が世界最高変換効率 25.4%達成している状況。モジュールについては、国内企業が世界最高変換効率 17.9%を達成している。

今後、製品レベルで現行の太陽電池を超える性能の実現（変換効率・耐久性・コスト等）やエンドユーザ等のニーズ（意匠性等）に合わせた技術開発によるビル壁面等の新市場開拓（建材一体型太陽電池等）を進めていくことが課題。

＜今後の取組＞

ペロブスカイトをはじめとした有望技術の開発を徹底的に支援し、性能向上に向けた研究開発を加速化する。ラボレベルから実用化段階に移行できるよう研究開発投資の重点化を図り、2030 年に市場化を目指す。

特に、既存の太陽光電池では技術的な制約のある壁面等に設置可能な次世代型太陽電池の実用化と新市場創出を図るため次世代型太陽電池や関連製品の社会実装に向けた実証等に取り組む。

（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。

①　リデュース、リニューアブル

＜現状と課題＞

リデュースについては、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している。

リニューアブル（バイオマス化・再生材利用等）については、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している。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している。

＜今後の取組＞

リデュースについては、資源循環の効率化や省 CO_2 化を進めるための、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を行う。

バイオマス化、再生材利用については、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、需要創出を進める。

②　リユース、リサイクル・排ガスの活用

＜現状と課題＞

リユース、リサイクルについては、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している。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している。

焼却施設排ガス等の活用については、ごみ焼却施設において CCU プラントが既に稼働している。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している。

＜今後の取組＞

リサイクルについては、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、回収ルートの最適化、設備容量の拡大に加え、再生利用の市場拡大を図る。

焼却施設排ガス等の活用については、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。

③　　廃棄物発電、熱利用、バイオガス化、排ガスの固定化

＜現状と課題＞

有機性廃棄物の埋立てによるメタン発生を回避するため、有機性廃棄物は焼却やバイオガス化し、エネルギーを回収している。

廃棄物発電については、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%を達成した。

熱利用については、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している。

バイオガス化については、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している。

焼却施設排ガス等の固定化については、ごみ焼却炉の排ガス等から分離・回収した CO_2 を固定化するラボレベルでの技術開発を実施している。

＜今後の取組＞

廃棄物発電については、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。

熱利用については、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。

バイオガス化については、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。

（１４）ライフスタイル関連産業

ライフスタイルを脱炭素化するための技術の普及を促すため、「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 CO_2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くらし（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

① 住まい・移動のトータルマネジメント（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）

＜現状と課題＞

ZEH・ZEB、需要側機器（家電、給湯等）、地域の再生可能エネルギーや EV/FCV 等を組合せ、再生可能エネルギー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に向けての実証や社会実装が先進的なエリアや街区で行われているところ。

＜今後の取組＞

ZEH・ZEB、需要側機器、地域の再生可能エネルギーや EV/FCV 等を組み合わせ、最適化するための多種多様な機器等を自律制御や ICT 等による遠隔制御する必要があり、その手法の確立や市場形成を図っていく必要がある。また、更なる CO_2削減に向けて、需要近接型再生可能エネルギー電気・熱の普及、技術の実証・社会実装を図っていく必要がある。

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生可能エネルギー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りビジネスモデルが確立される必要がある。

② ナッジ・デジタル化・シェアリングによる行動変容等

＜現状と課題＞

〇ナッジ、BI-Tech（Behavioral Insights と Tech の融合）

ナッジ等の行動科学と先端技術の融合(BI-Tech)の概念を提唱した我が国の優位性を保ちつつ、国際協調もしながら、その社会実装に向けた実証事業を実施している。

〇デジタル化

個人や中小企業の再生可能エネルギーの CO_2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している。

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している。

〇シェアリング

地域再生可能エネルギーを活用した EV のカーシェアリングによる脱炭素型交通や、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地域貢献型脱炭素物流に係る先行事例の創出を支援している。

＜今後の取組＞

〇ナッジ、BI-Tech

日々の生活における行動情報をデジタル化して集約・解析し、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･標準化､製品やサービスの販売にあたってのビジネスモデルに組み込んでいく。

〇デジタル化

これまでの実証の成果も活用しつつ、J-クレジット制度において、小さなタイムラグで環境価値が取引・活用できるよう、申請手続の電子化・モニタリングやクレジット認証手続きの簡素化・自動化を図るとともに、ブロックチェーンを活用した取引市場創出の検討を進め、最速で 2022 年度からの運用開始を目指す。

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を通じてゼロカーボンシティの実現に向けた将来のシナリオや施策の検討が全国の自治体で活用が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する｡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を、セキュリティの確保を図りつつ、全国的に推進する。

〇シェアリング

地域の再生可能エネルギーを活用した EV のカーシェアリングによる脱炭素型交通や、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地域貢献型脱炭素物流に係るビジネスモデルの確立と全国レベルでの横展開を推進する。

③　観測・モデルに係る科学基盤の充実

＜現状と課題＞

観測技術、モデリング技術やシミュレーション技術の高度化により、気候変動メカニズムの解明を進め、不確実性の低減を図り、CO_2排出量のより精確な推定を目指している。

国際枠組と緊密に協力して、人工衛星・航空機・船舶・地上観測による観測網を構築・拡大している。

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さらなる利活用を図っている。

＜今後の取組＞

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し、科学基盤の充実を図る。

観測網と解析システムを統合し、高度化する。そのシステムを用いて脱炭素化取組の効果を評価し、効果的な技術導入のポテンシャル評価を行う。

①洋上風力産業の成長戦略「工程表」

●導入フェーズ： 1．開発フェーズ → 2．実証フェーズ → 3．導入拡大・コスト低減フェーズ → 4．自立商用フェーズ

●具体化すべき政策手法： ①目標、②法制度（規制改革等）、③標準、④税、⑤予算、⑥金融、⑦公共調達等

	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	～2030年	～2040年	～2050年
魅力的な国内市場創出 【国の目標】 ●導入目標 2030年 10GW 2040年 30~45GW	**官民協議会**を通じた、官民一体となった需要の創出（**国は導入目標にコミット、民間は国内調達率・コスト低減目標にコミット**）							
	再エネ海域利用法に基づく**公募**（導入見通し１GW/年、2030年10GW）						（2040年30～45GW） ※浮体式含む	
	国主導による社会実証 （**風況・地質等の事前調査**）			**プッシュ型の案件形成**（日本版セントラル方式の確立）				
	第一次マスタープラン策定、直流送電の具体的検討	風力発電適地と電力需要地を結ぶ**系統整備**						
	基地港湾の着実な整備							
投資促進、サプライチェーン形成 【民間の目標】 ●国内調達比率 2040年60% ●コスト目標 2030~2035年 8~9円	**競争力があり強靭な国内サプライチェーン形成**(産業界の目標設定と着実な実行)					2030～2035年 発電コスト8~9円/kWh	2040年 国内調達比率60%	
	サプライヤーの競争力強化							
	公募で安定調達に資する国内調達に加点、JETROを通じたマッチング支援等							
	サプライチェーンの構築に対する支援を検討							
	規制改革の推進 (安全審査合理化、残置規制等)			規制改革の更なる推進				
	人材育成プログラム策定	**人材育成の推進**						
アジア展開も踏まえた次世代技術開発、国際連携	技術開発ロードマップ策定	**浮体式**等の**次世代技術開発**（**基金も活用**）					**浮体式の商用化・導入拡大**	
	海外展開を見据えた**二国間対話や共同研究開発・国際実証の推進**						**海外展開に向けたファイナンス支援**（NEXI/JBICの支援）	
	浮体の安全評価手法等の**国際標準化**							

②燃料アンモニア産業の成長戦略「工程表」

●導入フェーズ：
1．開発フェーズ → 2．実証フェーズ → 3．導入拡大・コスト低減フェーズ → 4．自立商用フェーズ

●具体化すべき政策手法： ①目標、②法制度（規制改革等）、③標準、④税、⑤予算、⑥金融、⑦公共調達等

	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	～2030年	～2040年	～2050年
利用								
●火力混焼	石炭火力（実機）へのアンモニア20%混焼の実証			アンモニア混焼に向けた設備改修		アンモニア20%混焼の開始	石炭火力におけるアンモニア混焼の拡大	
							アジアを中心に混焼技術を展開	
目標コスト（2030年）：10円台後半（Nm³-H2あたり）	アンモニアの混焼率向上、専焼に向けた必要な基礎技術の開発						アンモニアの混焼率向上、専焼に向けた実証	専焼化開始
●船舶	アンモニアを燃料とする船舶の技術開発（エンジン・タンク・供給システム）				実証		導入・拡大	
	バイ・マルチでの協力枠組の構築（資源国との協調・連携、国際会議への燃料アンモニアの重要性の打ち込みなど）							
供給								
目標コスト（2030年）：10円台後半（Nm³-H2あたり）	アンモニア供給拡大に向けた調査・実証			リスクマネー供給、金融支援等を通じたアンモニア製造の整備、供給			商用的拡大	
							アジアを中心とした他国への燃料アンモニア供給を開始・展開	
●貯蔵	アンモニア貯蔵タンク等装置の大型化、海上タンクの整備					商用的拡大		
●港湾	アンモニアの配送・貯蔵等が可能となるよう技術基準の見直し等の検討			立地企業のニーズを踏まえた港湾施設等の整備			立地企業のニーズを踏まえた港湾施設等の整備	

③水素産業の成長戦略「工程表」

●導入フェーズ： 1．開発フェーズ → 2．実証フェーズ → 3．導入拡大・コスト低減フェーズ → 4．自立商用フェーズ

●具体化すべき政策手法： ①目標、②法制度（規制改革等）、③標準、④税、⑤予算、⑥金融、⑦公共調達等

●地域	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	～2030年	～2040年	～2050年
利用						★目標(2030年時) コスト:30円/Nm3 量:最大300万t		★目標(2050年時) コスト:20円/Nm3以下、 量：2000万t程度
	自動車、**船舶**及び、**航空機産業**の実行計画を参照							
●輸送	**FC鉄道の車両の技術基準・地上設備の性能要件明確化**		**関連基準・規制の見直し**				**コスト低減**	
			実証試験					
●発電	**大型専焼発電の技術開発**							
	水素発電の実機実証（燃料電池、タービンにおける混焼・専焼）							
					エネルギー供給構造高度化法等による社会実装促進			
	国内外展開支援（燃料電池、小型・大型タービン）							
●製鉄	**COURSE50**（水素活用等でCO2▲30%）の**大規模実証**					**導入支援**		**脱炭素水準として設定**
	水素還元製鉄の**技術開発**						**技術確立**	**導入支援**
●化学	水素等からプラスチック原料を製造する技術の**研究開発**					**大規模実証**	**導入支援**	
●燃料電池	革新的燃料電池の**技術開発**						革新的燃料電池の**導入支援**	
	多用途展開、**生産設備の投資支援**、**導入支援**							
輸送等	国際輸送の大型化に向けた**技術開発**		**大規模実証**、輸送技術の**国際標準化**、港湾において**配送・貯蔵等が可能となるよう技術基準の見直し等**			**商用化・国際展開支援**		
	商用車用の大型水素ステーションの開発・実証 水素ステーションへの規制改革等による**コスト削減・導入支援**							
製造 ●水電解	水電解装置等の**大型化等支援・性能評価環境整備**							
	海外展開支援（先行する海外市場の獲得）							
	余剰再エネ活用のための**国内市場環境整備（上げDR等）等**を通じた**社会実装促進**						卒FIT再エネの活用等を通じた**普及拡大**	
●革新的技術	革新的技術（光触媒、固体酸化物形水電解、高温ガス炉等の高温熱源を用いた水素製造等）の**研究開発・実証**						**導入支援**	
分野横断	**福島**や発電所等を含む**港湾・臨海部、空港等における、水素利活用実証**						**インフラ等の整備に伴う全国への利活用拡大**	
	再エネ等の地域資源を活用した**自立分散型エネルギーシステムの実証・移行支援・普及**							
	クリーン水素の定義等の国際標準化に向けた国際連携							
	資源国との関係強化、需要国の積極的な開拓を通じた国際水素市場の確立							
	洋上風力、**燃料アンモニア**、**カーボンリサイクル**及び、**ライフスタイル産業**の実行計画と連携							

④原子力産業の成長戦略「工程表」

●導入フェーズ： 1．開発フェーズ → 2．実証フェーズ → 3．導入拡大・コスト低減フェーズ → 4．自立商用フェーズ

●具体化すべき政策手法： ①目標、②法制度（規制改革等）、③標準、④税、⑤予算、⑥金融、⑦公共調達等

	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	～2030年	～2040年	～2050年
小型炉（SMR）	米国・カナダ等で2030年頃までに実用化 →日本企業が海外実証プロジェクトに参画				日本企業が主要サプライヤーの地位を獲得		販路拡大・量産体制化でコスト低減	アジア・東欧・アフリカ等にグローバル展開
高温ガス炉 目標コスト（水素）2050年 12円/Nm^3	HTTR再稼働	HTTRを活用した「固有の安全性」確認のための試験		カーボンフリー水素製造に必要な技術開発			カーボンフリー水素製造設備と高温ガス炉の接続実証	販路拡大・量産体制化でコスト低減
	世界最高温の950℃を出力可能なHTTRを活用した国際連携の推進							
	高温熱を利用したカーボンフリー水素製造技術の確立（IS法、メタン熱分解法等）						実用化スケールに必要な実証	
核融合	国際協力の下、核融合実験炉（ITER）の建設・各種機器の製作				ITER運転開始 ・核融合反応に向けたプラズマ制御試験		ITER核融合運転開始 ・重水素-三重水素燃焼による燃焼制御・工学試験 ・核融合工学技術の実証	
	・JT-60SAを活用したITER補完実験、 ・原型炉概念設計・要素技術開発				原型炉へ向けた工学設計・実規模技術開発			実用化スケールに必要な実証
	人材育成、学術研究の推進							
	米国、英国等のベンチャーが2030年頃までに実用化目標							
	海外プロジェクトに日本のベンチャー等が研究開発・サプライヤーとして参画、機器納入							

⑤自動車・蓄電池産業の成長戦略「工程表」

●導入フェーズ：　1．開発フェーズ　2．実証フェーズ　3．導入拡大・コスト低減フェーズ　4．自立商用フェーズ

●具体化すべき政策手法：　①目標、②法制度（規制改革等）、③標準、④税、⑤予算、⑥金融、⑦公共調達等

	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	～2030年	～2040年	～2050年
電動化の推進・車の使い方の変革	**電動車・インフラの導入拡大** 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							
	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 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							
	車の使い方の変革 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							
燃料のカーボンニュートラル化	**合成燃料の大規模化・技術開発支援** 例：既存技術の高効率化・低コスト化、・革新的新規技術・プロセスの開発、一貫製造プロセスの確立							
蓄電池	**電池のスケール化を通じた低価格化** 例：蓄電池・資源・材料等への大規模投資支援、定置用蓄電池導入支援　等							
	研究開発・技術実証 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、電力需給の調整力提供 等							
	ルール整備・標準化 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							

⑥半導体・情報通信産業の成長戦略「工程表」（グリーン by デジタル）

●導入フェーズ：　1．開発フェーズ　2．実証フェーズ　3．導入拡大・コスト低減フェーズ　4．自立商用フェーズ

●具体化すべき政策手法：　①目標、②法制度（規制改革等）、③標準、④税、⑤予算、⑥金融、⑦公共調達等

	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	～2030年	～2040年	～2050年
2030年　DX関連市場　２４兆円達成								
●DX推進	○各産業・企業や地域におけるDXをさらに加速するための方策の検討 ・重点領域(人・物の物理的移動を伴う産業や、大量の電力を使用する産業)のDXによる省エネ化検討						○電化、DXの更なる推進	
●ソフトウェア開発	○次世代クラウドソフトウェア、プラットフォームの研究開発、実証			○実証		○コスト低減等導入支援		
●デジタル技術を用いた省CO2促進	○デジタル技術の活用による地域の省CO2化推進のための実証					○コスト低減等導入支援		
2030年　データセンターサービス市場３兆円、データセンター投資　１兆円規模								
●データセンター国内立地推進	○データセンターの立地促進 ・データセンターの省CO2化促進／ゼロエミッション・データセンターの先行事例創出 ・インターネットトラヒックの地域分散化						○国内グリーン・データセンターの拡大	
●再エネ導入支援	○電機産業、データセンター等の再エネ導入促進							
●データセンター早期立地に向けた調整	○データセンターの早期立地に向けた電力インフラ整備の迅速化			○データセンター国内早期立地のための新たな仕組みの運用開始				
●再エネ電力再エネ証書の購入拡大	○再エネ電力調達促進に向けた各制度の在り方の検討							
●安全・安心なインフラ市場拡大	○データセンター、HPC等の開発・供給・導入促進のための施策検討							
2025年　ポスト５Ｇ・高度化された５Ｇ実用化、拡大 2030年　Beyond 5G　実用化								
●情報通信インフラの高度化	○ポスト５Ｇ情報通信システム・高度化された５Ｇの実用化に向けた研究開発 ○省エネ効果の高い光エレクトロニクスの高度化に向けた研究開発 （光チップ、光電コパッケージ、光電融合型プロセッサ等）					○設備投資支援	○導入拡大	
	○Beyond 5Gの戦略的推進：先行的取組フェーズ ○Beyond 5G実現に向けた要素技術の研究開発					○取組加速化フェーズ	○設備投資支援	○導入拡大

⑥半導体・情報通信産業の成長戦略「工程表」（グリーン of デジタル）

●導入フェーズ：　1．開発フェーズ　2．実証フェーズ　3．導入拡大・コスト低減フェーズ　4．自立商用フェーズ

●具体化すべき政策手法：　①目標、②法制度（規制改革等）、③標準、④税、⑤予算、⑥金融、⑦公共調達等

	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	～2030年	～2040年	～2050年
2025年　次世代パワー半導体等を用いた機器の実証 2030年　パワー半導体の省エネ（50%以上達成）、　世界シェア４割　1.7兆円								
●次世代パワー半導体等 ●電気機器の省エネ	○最先端パワー半導体の製造拡大のための設備投資支援 ○超高効率次世代パワー半導体（最先端Si、GaN、SiC、Ga2O3など）の研究開発 ○超高効率次世代省エネ機器（パワーエレクトロニクス、モーター制御用半導体等）の研究開発 ・パワーデバイス、回路システム、受動素子等周辺技術の一体的な研究開発 ・デバイスや回路システム等の研究開発に必要な設備整備 ○次世代受動素子・実装材料（コイル等）の研究開発 ○次世代半導体（GaNなど）の成果を用いて、現時点から応用可能な用途（LED・ワイヤレス電力伝送等）に係る技術の実証・実装・高度化					○設備投資支援	○2050年までに、既存の半導体、機器の置き換え終了	
2030年　全ての新設データセンターを３０％省エネ化、データセンターの使用電力の一部の再エネ化								
●コンピューティングの省エネ・高度化	○省エネ半導体の製造拡大のための設備投資支援 ○データセンターの省エネ化に向けた研究開発 HPC等の次世代コンピューティング（光エレクトロニクス等）の研究開発 ○ソフトウェア処理の効率化によるシステム全体の省エネ化に向けた研究開発					○導入支援	○2040年までにデータセンターのカーボンニュートラルを目指す	
●データセンターの再エネ活用・省エネ化	○データセンターの省CO2化促進／ゼロエミッション・データセンターの先行事例創出（再掲） ○電機産業、データセンター等の再エネ導入促進（再掲）							
2025年　ポスト５Ｇ・高度化された５Ｇ実用化、拡大 2030年　Beyond 5G　実用化　（現在よりも大幅な省エネの実現（100分の１の消費電力）））								
●情報通信インフラの高度化	○ポスト５Ｇ情報通信システム・高度化された５Ｇの実用化に向けた研究開発 ○省エネ効果の高い光エレクトロニクスの高度化に向けた研究開発 （光チップ、光電コパッケージ、光電融合型プロセッサ等）					○設備投資支援	○導入拡大	
	○Beyond 5Gの戦略的推進：先行的取組フェーズ ○Beyond 5G実現に向けた要素技術の研究開発					○取組加速化フェーズ	○設備投資支援	○導入拡大

⑦船舶産業の成長戦略「工程表」

●導入フェーズ：　1．開発フェーズ　2．実証フェーズ　3．導入拡大・コスト低減フェーズ　4．自立商用フェーズ

●具体化すべき政策手法：　①目標、②法制度（規制改革等）、③標準、④税、⑤予算、⑥金融、⑦公共調達等

	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	～2030年	～2040年	～2050年
カーボンフリーな代替燃料への転換 ● 燃料電池船 ● EV船 ● ガス燃料船	★目標(2030年時) ・ 2028年までにゼロエミッション船の商業運航実現						★目標(2050年時) ・ 船舶分野における水素・アンモニア等の代替燃料への転換	
	○水素燃料電池船 実証				水素燃料電池船 導入拡大		水素燃料電池船 商用的拡大	
	○フルバッテリー船 実証				ゼロエミッションEV船 導入拡大		ゼロエミッションEV船 商用的拡大	
	○水素・アンモニア燃料船 ・水素燃料エンジン ・アンモニア燃料エンジン 技術開発			実証	2025年より前に実証開始	水素・アンモニア燃料船 導入拡大	水素・アンモニア燃料船 商用的拡大	
		・革新的燃料タンク ・燃料供給システム 技術開発			実証			
LNG燃料船の高効率化 ● 技術開発・導入 ● 風力推進等との組み合わせ	○LNG燃料船 ・革新的燃料タンク ・燃料供給システム 技術開発	水素・アンモニア燃料船にも応用可能		実証	超高効率LNG燃料船 ＋風力推進船 導入・拡大		超高効率LNG+風力推進船※ 商用的拡大	LNG燃料から再生メタンへ次第に転換
	・風力推進 技術開発	実証					※CO_2排出削減率86%、再生メタン活用でゼロエミッション	
国際枠組の整備 ● 新造船 ● 現存船 ● 船社、船主	○新造船	新造船に対する燃費性能規制（EEDI）の規制強化					EEDIの更なる規制強化（未定）	
		○現存船	現存船に対する燃費性能規制（EEXI）・燃費実績の格付けの制度の実施				EEXI・燃費実績格付け制度の見直し等（未定）	
						○船舶、船主等 経済的手法（例：燃料油課金）の導入による研究開発、普及等の促進（未定）		

⑧物流・人流・土木インフラ産業の成長戦略「工程表」

●導入フェーズ：　1．開発フェーズ　2．実証フェーズ　3．導入拡大・コスト低減フェーズ　4．自立商用フェーズ

●具体化すべき政策手法：　①目標、②法制度（規制改革等）、③標準、④税、⑤予算、⑥金融、⑦公共調達等

	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	～2030年	～2040年	～2050年
①カーボンニュートラルポート	○カーボンニュートラルポート（CNP）の形成 CNP形成マニュアル策定・モデル港の決定 港湾荷役機械等のFC化等実行可能性調査 LNGバンカリング拠点の拡大 水素・アンモニア燃料船への燃料供給等技術開発 港湾・臨海部に立地する事業者の脱炭素化の取組み ○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 事前調査	モデル港での重点的な実証 モデル港等での実証 LNGバンカリング拠点の利用促進等 実証 モデル港等での実証支援 次世代エネルギー資源輸出のための海外における港湾投資の支援			実装・コスト低減 燃料供給体制整備導入拡大		★目標(2050年時)　港湾におけるカーボンニュートラルの実現 CNP形成の全国への展開 荷役機械等のFC化導入拡大 水素・アンモニア燃料船商用的拡大に対応した燃料供給体制の整備 全国での港湾立地企業の脱炭素化展開 海外からの次世代エネルギー輸入体制の確立	
②スマート交通の導入、自転車移動の導入促進	○MaaSの普及促進など公共交通等の利便性向上 MaaSの導入に向けた実証 地域公共交通の確保・維持、計画策定の促進 まちづくりと連携した、電動化、自動化によるCO2排出の少ない公共交通等の輸送システムの導入 ○ 自転車の利用環境の整備と活用促進	移動に求められる様々なニーズに対応できるMaaSの普及 自転車通行空間の整備等を推進、安全で快適な利用環境の創出を推進					マイカーだけに頼らず移動できる社会の実現 ★目標(2050年時)：環境負荷の低減が図られた移動手段の確保、CO2排出の少ない輸送システムが導入された社会の実現	
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	モーダルシフト、物流施設の低炭素化の推進、交通流対策、ダブル連結トラック等による物流の効率化 ○新技術を用いたサプライチェーン全体の輸送効率化 関係事業者が連携したサプライチェーン全体の効率化に向けた取組をモデル的に実証 ○燃料電池鉄道車両の開発・導入 FC鉄道の車両の技術基準・地上設備の性能要件明確化 ○エコエアポートの推進 GPU導入拡大、空港施設のLED化・再生可能エネルギー等の導入拡大、空港車両のFC化等の電動化の導入拡大 ○航空交通システムの高度化 RNAV経路導入空港の拡充 時間管理を含むより柔軟な出発・到着経路に向けた検討 管制システム及び運航者（エアライン）システムの設計に必要な国際基準策定・研究開発 ○ドローン物流の実用化 ドローン物流の離島や山間部等における荷物配送ビジネスの実用化の推進 ドローン、空飛ぶクルマの性能向上、大型化、遠隔複数機体運航の実現に係る技術開発	連携してサプライチェーン全体の輸送効率化に取組む事業者に対する評価制度の導入 関連基準・規制の見直し 実証試験 導入空港の拡充 運用前評価・段階的なシステム導入 都市を含む地域におけるドローンによる荷物配送の実現・展開 技術実証 導入支援					連携してサプライチェーン全体の輸送効率化を図る取組みの普及・一般化 コスト低減 全飛行フェーズでの運航改善の実現	
④インフラ・都市空間等でのゼロエミッション化	○道路照明の省エネ化、走行中給電技術、EV充電器の公道設置 省エネ化・高度化等新たな道路照明技術の開発 ○下水熱の利用 ○グリーンインフラの社会実装 グリーンインフラに関する技術開発、地域モデル実証等	新たな道路照明技術の実証 給電システムを埋め込む道路構造の開発 EV充電器の公道設置の必要性及び課題への対応策の検討 下水熱利用技術の導入・コスト低減 導入事例の横展開				新たな技術の導入促進 開発状況に応じて実証 EV車の普及状況に応じて自立商用化 下水熱利用技術の普及拡大 地域への導入支援	道路照明省エネ化・高度化の推進	開発・実証状況に応じて導入
⑤建設施工におけるカーボンニュートラルの実現 ●目標規模 2050年 571万CO2トン→0（ゼロ）	○施工の効率化・高度化 ○ディーゼルエンジンを基本とした燃費性能の向上 ○革新的建設機械の導入拡大 調査分析・検討	ICTを活用した施工の効率化 （直轄・地公体工事におけるICT施工の普及促進） 燃費性能の優れた建設機械の普及促進（燃費基準値の改定・機種拡大） 油圧ショベル等　ホイールクレーン　可搬型建設機械等　小型油圧ショベル等 現場導入試験					★目標(2030年時) 施工の効率化・高度化により32,000【t-co2/年】の削減を目指す。 革新的建設機械の普及促進	★目標(2050年時) 建設施工におけるカーボンニュートラルの実現 使用原則化（直轄事業）

⑨食料・農林水産業の成長戦略「工程表」

●導入フェーズ： 1．開発フェーズ → 2．実証フェーズ → 3．導入拡大・コスト低減フェーズ → 4．自立商用フェーズ

●具体化すべき政策手法： ①目標、②法制度（規制改革等）、③標準、④税、⑤予算、⑥金融、⑦公共調達等

	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	～2030年	～2040年	～2050年
温室効果ガス排出削減 （エネルギー調達及び生産から流通・消費段階）	○地産地消型エネルギーシステム構築							
	地域資源を最大限活用する低コストな再エネ生産・利活用技術、エネルギー需給解析等を踏まえた地域システムの開発						VEMS(農山漁村の地域に合わせたエネルギーマネジメントシステム)の実証	VEMSの導入を拡大
	○水田メタン、農地土壌N_2Oの排出削減							
	メタン、N_2Oの発生に係る土壌微生物の生態解明、ゲノム編集等による低メタンイネ育種素材の開発、 GHGと水質汚濁物質を削減する生物的硝化抑制（BNI）能強化品種の開発						メタン、N_2Oの発生を抑制する微生物資材の開発・実証	実用品種化、資材の製品化
	○家畜由来メタン・N_2Oの排出削減							
	家畜のメタン抑制給餌技術や低メタン・低N_2O飼養管理方法の開発					家畜飼養管理技術の実証	GHG削減量の可視化による支援制度の活用	
	○農林業機械・漁船の電化・水素化							
	農林業機械・漁船の電化・水素化を推進						電化システム等を実証	電化システム等の普及・拡大
	○スマートフードチェーン							
	スマートフードチェーン基盤技術の開発・実証		スマートフードチェーンの運用開始、民間企業等による活用					
	○高層建築物等の木造化・バイオマス由来素材							
	高層建築等の木材利用のための材料規格の検討、国産材高度利用技術の開発						高層木造建築物等の試作・実証	高層木造建築物等の普及
	改質リグニン、CNF等を利用した高機能材料の開発		企業によるプラント実証 ※一部材料は2020年度より実証・普及開始			バイオマス由来素材製品の普及		
	○持続可能な消費の拡大							
	消費者行動の変容（見た目重視の商品選択の見直し、地産地消の推進、食品ロス削減）							
CO_2吸収・固定	○新世代エリートツリー等の開発・普及							
	優良系統の探索・選抜・機能遺伝子の解析、優良個体選抜の効率化・高速化						新世代エリートツリー等の苗木生産の実証	優良品種による造林の普及拡大
	自動化機械やクラウドと整合したICT生産管理システム等の開発、センシング技術を活用した造林作業の省力化・軽労化					総合的なスマート林業技術の実証・普及		
	○高層建築物等の木造化・バイオマス由来素材（再掲）							
	高層建築等の木材利用のための材料規格の検討、国産材高度利用技術の開発						高層木造建築物等の試作・実証	高層木造建築物等の普及
	改質リグニン、CNF等を利用した高機能材料の開発		企業によるプラント実証 ※一部材料は2020年度より実証・普及開始			バイオマス由来素材製品の普及		
	○バイオ炭							
	バイオ炭の農地投入による生産量、GHG収支等への影響把握					バイオ炭資材、バイオ炭供給技術の開発・実証	LCAの実施、バイオ炭規格の整備	バイオ炭資材の普及、国内外で農地の炭素貯留量を拡大
	○ブルーカーボン							
	藻場・干潟の造成・再生・保全技術の開発、水生植物の有用物質の特定				藻場・干潟の造成・再生・保全技術の実証、海藻類等による医薬品・新素材等の試作		藻場・干潟の拡大によるブルーカーボンの増大、医薬品・新素材産業の創造	

★目標(2050年時)
農林水産業における化石燃料起源のCO_2のゼロエミッションを実現

⑩航空機産業の成長戦略「工程表」

●導入フェーズ：　1．開発フェーズ　2．実証フェーズ　3．導入拡大・コスト低減フェーズ　4．自立商用フェーズ

●具体化すべき政策手法：　①目標、②法制度（規制改革等）、③標準、④税、⑤予算、⑥金融、⑦公共調達等

	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	～2030年	～2040年	～2050年
輸送	★規制 国際航空に関し、ICAOにより2019年比でCO2排出量を増加させないことを制度化（2021～2035年）							★目標 2050年時点でCO2排出量を2005年比半減(IATA目標)
●電動化	**装備品電動化**の研究開発					**技術実証**	**技術搭載・採用拡大**	
	推進系電動化（ハイブリッド電動）の研究開発					**技術実証**	**技術搭載・採用拡大**	
	※　電動化技術は小型機から順次搭載可能性（2020年代後半～）							
●水素航空機向け技術開発	**水素航空機向けコア技術**の研究開発						**技術実証**	**技術搭載・導入拡大**
●軽量化効率化	**エンジン効率化**の研究開発（素材や設計等）					**技術実証**	**技術搭載・採用拡大**	
	技術搭載・採用拡大							
	機体構造向け**炭素繊維複合材**の研究開発					**技術実証**		**自立的拡大**
	※　エンジン、電動化、水素関連技術は一部補完関係あり							
	上記項目での欧米との国際連携を強化							
●ジェット燃料	**【バイオジェット燃料等】**安定した燃料製造技術の確立・低コスト化						**バイオジェット燃料等の国際市場の動向**に応じて、競争力のあるバイオジェット燃料等の**供給拡大**	
	【合成燃料】CO2から合成燃料までの一貫製造プロセスの確立							
	※　藻類の培養によるバイオジェット燃料は、カーボンリサイクル産業の実行計画参照							

⑪カーボンリサイクル産業の成長戦略「工程表」

●導入フェーズ：　1．開発フェーズ　2．実証フェーズ　3．導入拡大・コスト低減フェーズ　4．自立商用フェーズ

●具体化すべき政策手法：　①目標、②法制度（規制改革等）、③標準、④税、⑤予算、⑥金融、⑦公共調達等

※代表事例を記載	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	～2030年	～2040年	～2050年
●コンクリート コスト目標 2030年 30円台/kg （＝既製品と同等）	・**大阪万博**（2025年）における導入を検討 ・新技術に関する**国交省データベース**にCO_2吸収型コンクリートを登録。地方自治体への周知拡大。 さらに、**公共調達の拡大等**による販路拡大、コスト低減						・国際標準化や大規模な国際展示会でのPR等を行い、**途上国等へも販路拡大**	
	・**防錆性能を持つコンクリート**の技術開発		・**防錆性能を持つコンクリート**の**実証**					
	・**日米の産学官**の関係者が**CO_2炭酸塩化**（コンクリート化）に関する**共同プロジェクト**を実施 ・関係国とのカーボンリサイクル協力**MOCを締結**し、**共同研究・実証を推進**							
●燃料 コスト目標 2030年 100円台/L （＝既製品と同等） **藻類の培養によるバイオ燃料**	・2030年頃の商用化に向けた**大規模実証**、**コスト低減** ・国際航空に関し、**ICAO**により、2019年比でCO_2排出量を増加させないことが制度化（2021～2035年） （※ICAO：国際民間航空機関）						・**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**	
	・CO_2吸収効率の向上や藻の安定的な増殖による**生産性向上**、**品質改良の技術開発**を継続							
●化学品 コスト目標 50年100円台/kg （=既製品と同等） **人工光合成**	・大規模実証に必要な**生産性の高い光触媒**を開発 ・関連規制の緩和、保安・安全基準を制定						・**大規模実証**	・補助金等による**コスト低減・導入支援**
●分離回収 コスト目標 （/CO２t） 低圧ガス： 30年２千円台 高圧ガス： 30年千円台 DAC： 50年２千円台 目標規模 50年　世界で約25億CO2t	○排ガス由来 ・**高効率なCO2分離回収技術**を開発し、**コスト低減**			・**大規模実証**			・更なるコスト低減による**導入拡大**	
	○大気由来（DAC） ・ムーンショット型研究開発制度等を活用した、**大気からのCO2直接回収（DAC）技術**の研究開発（エネルギー効率向上、**コスト低減**）						・**実証**による更なる低コスト化	・さらなる低コスト化・補助金等による**導入拡大**

⑫住宅・建築物産業／次世代型太陽光産業の成長戦略「工程表」

●導入フェーズ：
1．開発フェーズ → 2．実証フェーズ → 3．導入拡大・コスト低減フェーズ → 4．自立商用フェーズ

●具体化すべき政策手法：①目標、②法制度（規制改革等）、③標準、④税、⑤予算、⑥金融、⑦公共調達等

	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	～2030年	～2040年	～2050年
制御・エネマネシステム ●AI・IoT等を活用したエネマネ	アグリゲーターや配電事業などの新たなビジネスを促すための制度整備及び実証支援					エネルギーの最適利用促進に向けた制度の見直し		
	エネルギーマネジメントの導入強化に向けた規格・基準の整備							
	EV等の普及については、自動車・蓄電池の実行計画を参照							
高性能住宅・建築物 ●住宅・ZEH	広報等による認知度の向上や事業者等支援によるZEHの普及拡大					★目標(2030年時) ・新築住宅／建築物の平均でZEH／ZEB	次世代太陽電池を搭載したZEH・ZEBの実証・実用化	★目標(今世紀後半の早期) ・住宅／建築物のストック平均でZEH／ZEB
	ZEH-Mの実証							
	省エネ住宅普及・断熱性向上リフォームの拡大			住宅トップランナー基準の強化（ZEH相当水準）				
●建築物・ZEB	広報等による認知度の向上や事業者等支援によるZEBの導入拡大						太陽光発電等の再エネ導入を促す制度整備	
	ZEBの実証							
	ISO策定	ASEAN等への海外展開に向けたZEBの実証及び横展開					自立的海外展開	
		国際標準を活用した他国製品との差別化						
木造建築物	CLT 等を活用した先導的建築等による建築の実証 設計者向けの講習会等の実施					木造建築物の普及・拡大のための支援	木造建築物の普及	
建材・設備等 ●高性能建材・設備	トップランナー制度による性能向上・基準の見直し			機器・建材トップランナー基準の更なる強化				
	評価や表示制度の明確化							
	実証を通じた次世代建材の性能向上					次世代建材の普及拡大		
●次世代型太陽電池（ペロブスカイト等）	開発競争の促進						新市場への製品投入	
			新市場を想定した実証事業・製品化					
●蓄電池	蓄電池の普及については、自動車・蓄電池の実行計画を参照							

⑬資源循環関連産業の成長戦略「工程表」

●導入フェーズ：　1．開発フェーズ　2．実証フェーズ　3．導入拡大・コスト低減フェーズ　4．自立商用フェーズ

●具体化すべき政策手法：　①目標、②法制度（規制改革等）、③標準、④税、⑤予算、⑥金融、⑦公共調達等

	2020年	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	～2030年	～2040年	～2050年
	循環経済への移行								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
Reduce・Renewable	○リデュース 食ロス削減、サステナブルファッション、ワンウェイプラスチックの削減…								
	○Renewable 代替素材化（製品のバイオマス化・再生材利用等）の技術開発・実証			代替素材化（製品のバイオマス化・再生材利用等）導入拡大	代替素材化（製品のバイオマス化・再生材利用等）による製品の自立的普及拡大				
Reuse・Recycle	○リサイクル リサイクル技術の技術開発・実証			リサイクル技術の導入、コスト低減	リサイクル技術の普及拡大				
	○焼却施設排ガス等の活用 焼却施設排ガス等のCO2を活用したプラスチック原料等の製造実証・焼却施設の最適化等を通じた回収率向上								更なるコスト低減による導入拡大
	コスト低減								
Recovery	○エネルギー回収の高度化・効率化 焼却施設の運転効率向上、生活系生ごみの大規模バイオガス化技術の確立、発電効率向上、バイオマス資源（下水汚泥・伐採木等）の活用拡大						メタン発酵エネルギー回収の向上、消化液等の有効活用	有機性廃棄物の一体処理によるコスト低減策の検討	先進事例の横展開、低コスト化
	先進事例の横展開								
	○回収したエネルギー利用の高度化・効率化 排熱利用型地域熱供給、オフライン熱輸送の向上等						エネルギー回収の全体効率の向上策、導入拡大策の検討	低コスト化	
	先進事例の横展開								

⑭ライフスタイル関連産業の成長戦略「工程表」

●導入フェーズ： 1．開発フェーズ → 2．実証フェーズ → 3．導入拡大・コスト低減フェーズ → 4．自立商用フェーズ

●具体化すべき政策手法： ①目標、②法制度（規制改革等）、③標準、④税、⑤予算、⑥金融、⑦公共調達等

★目標
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くらしを実現

	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	～2030年	～2040年	～2050年
住まい・移動のトータルマネジメント	家庭でのカーボンニュートラル（脱炭素プロシューマー）の拡大							
	○ZEH・ZEB、需要側機器、地域再生可能エネルギー、EV/FCV等を組み合わせたトータルマネジメント							
	住まい・移動の脱炭素化を実現する脱炭素プロシューマーを拡大 需要近接型再エネ電気・熱の実証・社会実装・普及					脱炭素型の住まい・移動への転換コスト低減	脱炭素プロシューマーの一般化	
	需要側機器や水素化等による柔軟性確保					コスト低減	再エネ主力化と柔軟性確保の確立	
	直流給電等による住宅・建築物間のネットワーク化 電気・熱・モビリティのセクターカップリング					コスト低減	地域特性に応じた自律分散型エネルギーシステムの確立	
行動変容等	○ナッジ、BI-Tech							
	BI-Techの技術実証		個人・世帯・コミュニティの特性に応じたライフスタイル提案・適正規模のサービス提供				ナッジ、BI-Tech等による意識変革・行動変容の拡大	
	○デジタル化（中小企業・個人のCO2削減のクレジット化促進、都市炭素マッピング等）							
	ブロックチェーンを用いたJクレジット取引市場の創出検討					J-クレジット取引市場の運用開始	取引の拡大、脱炭素プロシューマーの一般化	
	都市炭素マッピング開発等			実証・段階的導入		ビジネスモデルの確立	標準化等汎用化手法の検討	
	○シェアリング							
	EVを始めとする多様なシェアリングの先行事例創出					ビジネスモデルの確立	自立商品化による全国展開	
科学基盤	○削減効果検証等のための科学的知見の充実							
	観測・モデル開発による研究開発			実証・段階的導入		GHG削減に効果的な技術抽出・成果の展開	標準化等の検討、脱炭素社会実現へのシナリオ提案、ネガティブエミッション評価	