パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略（仮称）（案）

目次

はじめに：気候変動と経済・社会を巡る最近の状況 - 5 -
（１）気候変動を巡る状況 - 5 -
（２）国際社会の動向 - 5 -
（３）金融等ビジネスにおける情勢の変化 - 6 -
（４）持続可能な開発目標（ＳＤＧｓ）の採択 - 7 -
第１章：基本的考え方 - 8 -
１．本戦略の策定の趣旨・目的 - 8 -
２．我が国の長期的なビジョン - 8 -
３．長期的なビジョンに向けた政策の基本的考え方 - 9 -
（１）環境と成長の好循環の実現 - 9 -
（２）迅速な取組 - 10 -
（３）世界への貢献 - 11 -
４．将来に希望の持てる明るい社会に向けて - 11 -
第２章：各部門の長期的なビジョンとそれに向けた対策・施策の方向性 - 13 -
第１節：排出削減対策・施策 - 13 -
１．エネルギー - 13 -
（１）現状認識 - 13 -
①エネルギー起源CO_2排出削減の進捗状況 - 13 -
②我が国のエネルギーを取り巻く状況と今後の方向 - 14 -
（２）目指すべきビジョン - 14 -
（３）ビジョンに向けた対策・施策の方向性 - 15 -
①再生可能エネルギー - 15 -
②火力 - 16 -
③水素 - 18 -
④原子力 - 19 -
⑤省エネルギー／分散型エネルギーシステム - 19 -
２．産業 - 21 -
（１）現状認識 - 21 -
①産業部門の特徴 - 21 -
②産業界における自主的取組 - 22 -
③グローバル・バリューチェーン（ＧＶＣ）を通じた削減貢献 - 22 -

④長期的な視点に基づく企業の取組 - 22 -
（２）目指すべきビジョン - 23 -
（３）ビジョンに向けた対策・施策の方向性 - 23 -
①CO_2フリー水素の活用 - 23 -
②ＣＣＵ／カーボンリサイクル／バイオマスによる原料転換 - 24 -
③抜本的な省エネルギーの実現 - 25 -
④フロン類の廃絶 - 26 -
⑤企業経営等における脱炭素化の促進 - 27 -
３．運輸 - 28 -
（１）現状認識 - 28 -
①運輸部門の状況 - 28 -
②自動車産業における構造変化 - 28 -
③自動車に関する気候変動対策への積極貢献 - 28 -
④国際海運・国際航空における温室効果ガス排出削減の動向 - 29 -
（２）目指すべきビジョン - 29 -
（３）ビジョンに向けた対策・施策の方向性 - 30 -
①Well-to-Wheel Zero Emission チャレンジの基本方針 - 30 -
②道路・交通システム - 31 -
③長距離移動機関 - 31 -
④移動革命とコンパクト化 - 32 -
⑤物流革命 - 32 -
４．地域・くらし - 34 -
（１）現状認識 - 34 -
（２）目指すべきビジョン - 35 -
（３）ビジョンに向けた対策・対策の方向性 - 36 -
①カーボンニュートラルなくらしへの転換 - 36 -
②カーボンニュートラルな地域づくり - 38 -
③地域における物質循環 - 41 -
④可能な地域・企業等からのカーボンニュートラルの実現 - 43 -
⑤福島の復興と脱炭素社会の拠点構築 - 43 -
第２節：吸収源対策 - 44 -
（１）現状認識 - 44 -
（２）目指すべきビジョン - 44 -
（３）ビジョンに向けた対策・施策の方向性 - 44 -
①森林・都市緑化 - 44 -
②農地 - 45 -
③自然環境 - 45 -
④バイオマス製品による貯留・化石燃料の代替 - 45 -

第３章：重点的に取り組む横断的施策 - 46 -
第１節：イノベーションの推進 - 46 -
Ⅰ．技術のイノベーション - 46 -
１．現状認識 - 46 -
（１）国内の動向 - 46 -
（２）国際的な動向 - 48 -
２．施策の方向性 - 48 -
（１）施策の基本的な方向性 - 48 -
（２）科学的知見の充実 - 50 -
（３）技術開発における横断的な取組－革新的環境イノベーション戦略－ - 51 -
①国内外における技術シーズの発掘や創出、ニーズからの課題設定 - 51 -
②ビジネスにつながる取組の強化 - 52 -
（４）個別分野における実用化に向けた課題の見える化 - 53 -
①省エネルギー技術／エネルギー転換 - 53 -
②ＣＣＳ・ＣＣＵ／ネガティブ・エミッション - 55 -
③水素 - 57 -
④再生可能エネルギー - 59 -
⑤原子力 - 61 -
Ⅱ．経済社会システムのイノベーション - 62 -
Ⅲ．ライフスタイルのイノベーション - 62 -
第２節：グリーン・ファイナンスの推進 - 63 -
１．現状認識 - 63 -
（１）国際的な動向 - 63 -
（２）国内の動向 - 63 -
２．施策の方向性 - 65 -
（１）施策の基本的な方向性 - 65 -
（２）ＴＣＦＤ等による開示や対話を通じた資金循環の構築 - 65 -
①企業の効果的な情報開示の促進（ＴＣＦＤガイダンス・シナリオ分析ガイドの拡充） - 66 -
②開示情報に対する金融機関等の評価の円滑化（グリーン投資に関するガイダンス） - 66 -
③産業と金融の対話（ＴＣＦＤコンソーシアム） - 66 -
④情報開示に関する国際的な連携（ＴＣＦＤサミット） - 67 -
⑤国際的な気候変動イニシアティブ（ＣＤＰ、ＲＥ100 等）への対応 - 67 -
（３）ＥＳＧ金融の拡大に向けた取組の促進 - 67 -
①ＥＳＧ金融の拡大に向けた取組 - 67 -
②環境情報と企業価値評価に関する対話の基盤整備 - 68 -

③投資家・金融機関のＥＳＧ金融へのモメンタムの維持及び情勢 - 68 -
（４）研究開発投資の促進やベンチャー企業への支援（再掲） - 68 -
（５）脱炭素化プロジェクトの投資を通じた形成支援 - 68 -
第３節：ビジネス主導の国際展開、国際協力 - 69 -
１．現状認識 - 69 -
（１）優れた環境技術・製品等の国際展開 - 69 -
（２）民間を含む多様な主体の取組の拡大 - 69 -
（３）温室効果ガス排出削減の基盤となる政策・制度構築 - 70 -
（４）公的資金の活用を含む民間資金による気候変動対策への投資 - 70 -
２．施策の方向性 - 71 -
（１）施策の基本的な方向性 - 71 -
（２）政策・制度構築や国際ルールづくりと連動した脱炭素技術の国際展開 - 72 -
①相手国の政策・制度構築と他国への横展開の強化 - 72 -
②国際ルールづくりの主導 - 72 -
③グリーン冷媒技術・製品等の国際展開 - 73 -
④農林水産分野における気候変動対策の国際展開 - 73 -
（３）CO_2排出削減に貢献するエネルギーインフラの国際展開 - 73 -
（４）CO_2排出削減に貢献する都市・交通インフラの国際展開 - 74 -
（５）公的資金の効果的な活用と民間資金の動員拡大 - 74 -
（６）地球規模の脱炭素社会に向けた基盤づくり - 75 -
第４章：その他の部門横断的な施策の方向性 - 76 -
（１）人材育成 - 76 -
（２）気候変動適応によるレジリエントな社会づくりとの一体的な推進 - 76 -
（３）公正な移行 - 77 -
（４）政府の率先的取組 - 77 -
（５）カーボンプライシング - 78 -
第５章：長期戦略のレビューと実践 - 79 -

はじめに：気候変動と経済・社会を巡る最近の状況

この長期低排出発展戦略（以下「長期戦略」という。）は、我が国政府が、パリ協定[1]の規定[2]に基づき、策定するものである。

（１）気候変動を巡る状況

近年、気候変動が一因と考えられる異常気象が世界各地で発生している[3]。これは、人間活動の規模が拡大し、地球の限界を超えようとしているためであると評価している研究もあり、世界全体で気候変動対策を進めることは喫緊の課題となっている。

我が国においても、2018年は「平成30年７月豪雨」や国内観測史上最高気温を更新した猛暑に見舞われ、豪雨・台風によって252人の死者を含む1,843人が被災した[4]。これらの災害による経済被害は230億米ドルにのぼるとの報告もあり[5]、気候変動が一因と考えられる[6]災害対応によって、政府、地方公共団体等に大きな経済的負担が生じている。

（２）国際社会の動向

国際連合気候変動枠組条約締約国会議（ＣＯＰ）を始めとする国際会議の趨勢から、気候変動に対する世界の認識は大きく変わってきたと見て取れる。

2015年12月、気候変動に関する政府間パネル（ＩＰＣＣ）が提供する気候変動に関する科学的知見も踏まえ、ＣＯＰ21でパリ協定が採択され、2016年11月に発効した。パリ協定は、世界全体の平均気温の上昇を工業化以前よりも２℃高い水準を十分に下回るものに抑えるとともに、1.5℃高い水準までのものに制限する

---

[1] 2015 年 12 月採択（2016 年 4 月署名）

[2] パリ協定第４条第 19 項　全ての締約国は、各国の異なる事情に照らした共通に有しているが差異のある責任及び各国の能力を考慮しつつ、第２条の規定に留意して、温室効果ガスについて低排出型の発展のための長期的な戦略を立案し、及び通報するよう努力すべきである。

[3] 気候変動に関する政府間パネル（ＩＰＣＣ）第５次評価報告書では、地球規模で観測されている極端な日別気温の頻度と極端さの度合いの変化に人為起源の強制力が寄与した可能性は非常に高い、人為的影響が一部の場所における熱波の発生確率を有意に引き上げた可能性は高い、温暖化とともに極端な降水現象の強度が平均降水量を十分に上回る率で増加することに高い確信度がある、などと示されている。

[4] 平成 30 年７月豪雨、平成 30 年台風 21 号、平成 30 年台風 24 号の被害の合計。内閣府発表資料。

[5] 2018年７月豪雨、同年台風21号の被害の合計。Aon plc「Weather, Climate & Catastrophe Insight 2018 Annual Report」2019

[6] 気象庁「「平成 30 年７月豪雨」及び７月中旬以降の記録的な高温の特徴と要因について」（2018 年８月 10 日）

ための努力を継続すること、このために、今世紀後半に温室効果ガスの人為的な発生源による排出量と吸収源による除去量との間の均衡（世界全体でのカーボンニュートラル）を達成することを目指すことなどを定めている。

2018年10月にＩＰＣＣ総会において採択された「1.5℃特別報告書[7]」によれば、健康、生計、食料安全保障、水供給、人間の安全保障及び経済成長に対する気候に関連するリスクは、1.5℃の地球温暖化において増加し、２℃においては更に増加すると予測されている。地球温暖化を1.5℃に抑えるには、人為起源二酸化炭素（CO_2）排出量が2050年前後に正味ゼロに達すると予測されている[8]。加えて、地球温暖化を1.5℃に抑えるには、エネルギー、土地、都市及びインフラ並びに産業システムにおける、急速かつ広範囲に及ぶ移行が必要となるであろうとされ、その移行は、規模の面で前例がないが、速度の面では必ずしも前例がないわけではない、とされている。

国際社会は、1.5℃特別報告書の指摘について懸念をもって留意するとともに、気候変動の脅威への国際的対応強化の必要性を共有している。

（３）金融等ビジネスにおける情勢の変化

気候変動対策を巡っては、これまでに経験したことのないような大きな変化が生じている。再生可能エネルギーのコスト低下によるエネルギー転換、温室効果ガスを排出しないゼロエミッションを志向するビジネスと金融の動向が特徴的な変化である。企業が速やかに脱炭素化に移行していけるかどうかが企業の評価・価値を左右する可能性が高まっており、もはや気候変動対策は、企業にとってコストではなく、競争力の源泉であると言える。

国際再生可能エネルギー機関（ＩＲＥＮＡ）は、省エネルギー対策、再生可能エネルギー、二酸化炭素回収・貯留（ＣＣＳ）、建築物改修、蓄電池といったエネルギー産業の脱炭素化に必要な追加投資は、2050 年までに約 29 兆ドル以上に上り、こうした投資が新しい経済成長を促し、2050 年に世界全体の国内総生産を 0.8%押し上げると試算している[9]。我が国においても、再生可能エネルギーへの新規投資額が、2012 年以降大きく増えている。

金融分野では、環境（Environment）・社会（Social）・企業統治（Governance）を重視するＥＳＧ投資等、企業の環境面への取組を投資の判断材料の一つとして捉える動きが拡大している。2018 年における世界全体でのＥＳＧ投資は 2012

---

[7] 気候変動の脅威への世界的な対応の強化、持続可能な発展及び貧困撲滅の文脈において工業化以前の水準から 1.5℃の気温上昇に係る影響や関連する地球全体での温室効果ガス排出経路に関する特別報告書

[8] オーバーシュートしないまたは限られたオーバーシュートを伴って地球温暖化を 1.5℃に抑える、複数の例示的モデルによる排出経路においては、世界全体の人為起源の CO_2 の正味排出量が、2050 年前後に（四分位範囲 2045～2055 年）正味ゼロに達する、と予測されている。

[9] IEA and IRENA「Perspectives for the energy transition」2017

年と比べて約 2,000 兆円増加し、我が国国内のＥＳＧ投資も 2016 年から 2018 年にかけて４倍以上増加している。また、エンゲージメント（建設的な対話を通じて投資先企業に働きかけ、改善を促す）の事例やダイベストメント（化石燃料、とりわけ石炭火力関連資産からの資金の引き揚げ）の事例等、石炭等のCO_2排出量の多い化石燃料の利用の抑制につながり得る動きもある。ダイベストメントだけでは気候変動に対応できない。これからは脱炭素に向けた設備投資やイノベーションを積極的に評価するＥＳＧ投資の重要性が高まっていくと考えられる。

このような動きがある中で、気候変動対策のための設備投資や技術革新に必要な膨大な資金のために、気候変動対策の取組をポジティブに評価するＥＳＧ資金の獲得競争がもたらされる可能性がある。

（４）持続可能な開発目標（ＳＤＧｓ）の採択

人間活動に起因する諸問題を喫緊の課題として認識し、国際社会が協働して解決に取り組んでいくため、2015 年９月の国際連合総会において「持続可能な開発のための 2030 アジェンダ」（2030 アジェンダ）が採択された。2030 アジェンダは、国際社会全体の普遍的な目標として採択され、その中に、「持続可能な開発目標（ＳＤＧｓ）」として、17 のゴールと 169 のターゲットが設定されている。気候変動は、他のＳＤＧｓの達成を左右し得る要素であるとも言える。ＳＤＧｓ全体の達成に向けて、我が国として、気候変動以外のＳＤＧｓの要素とも整合的に気候変動対策を進めていく必要がある。

第１章：基本的考え方

１．本戦略の策定の趣旨・目的

気候変動問題という喫緊の課題に対して、世界全体で今世紀後半の温室効果ガスの排出と吸収の均衡に向けた取組が加速する中で、パリ協定においては、長期的な温室効果ガスの低排出型の発展のための戦略を策定、通報することが招請されている。我が国は、世界の脱炭素化を牽引するとの決意の下、高い志と脱炭素化のための取組を積極的に推進していく姿勢を力強く内外に示していきたい。特に、パリ協定において世界の努力目標として 1.5℃が掲げられており、1.5℃特別報告書が発表されて以降、ＣＯＰでもこれについて大きな関心が集まり、議論が行われている。これは世界全体で追求すべき極めて難易度の高いものではあるが、我が国としても国際社会の一員として、パリ協定に掲げられたこの努力目標の実現にも貢献するため、長期戦略を策定し、その実施を通じて得た成果を共有することにより世界に貢献していく。また、本戦略を策定した 2019 年Ｇ20 議長国として、こうした我が国の考え方や取組を世界と共有し、世界全体のものとして拡大していく。

そのため、前章で述べた情勢変化を踏まえつつ、我が国は、成長戦略として、温室効果ガスの低排出型の経済・社会の発展のための長期戦略を策定する。

２．我が国の長期的なビジョン

我が国は、2015 年に提出した約束草案（自国が決定する貢献）において、2030 年度の目標として、技術的制約、コスト面の課題等を十分に考慮した裏付けのある対策・施策や技術の積み上げによる実行可能な削減目標（ターゲット）を示した。他方、長期的な気候変動政策に当たっては、むしろ、将来の「あるべき姿」としてビジョンを明確に掲げるとともに、政府としてそれに向けた政策の方向性を示すことにより、全てのステークホルダーに対して、あらゆる可能性を追求しつつ実現に向けて取り組むことを促していく必要がある。

そのため、我が国は、最終到達点として「脱炭素社会[10]」を掲げ、それを野心的に今世紀後半のできるだけ早期に実現していくことを目指す。それに向けて、2050 年までに 80%の温室効果ガスの排出削減という長期的目標を掲げており[11]、その実現に向けて、大胆に施策に取り組む。

---

[10] 今世紀後半に温室効果ガスの人為的な発生源による排出量と吸収源による除去量との間の均衡（世界全体でのカーボンニュートラル）を達成すること。

[11] 我が国は、地球温暖化対策計画（2016 年 5 月閣議決定）において「パリ協定を踏まえ、全ての主要国が参加する公平かつ実効性ある国際的枠組みの下、主要排出国がその能力に応じた排出削減に取り組むよう国際社会を主導し、地球温暖化対策と経済成長を両立させ

我が国は、これまでの延長線上にない非連続なイノベーションを通じて環境と成長の好循環を実現し、温室効果ガスの国内での大幅削減を目指すとともに、世界全体の排出削減に最大限貢献し、経済成長を実現する。これは、パリ協定の目指す理念とも合致するものであり、我が国は、同協定の掲げる長期目標（世界全体の平均気温の上昇を工業化以前よりも２℃高い水準を十分下回るものに抑えるとともに、1.5℃高い水準までに制限するための努力を継続すること）の実現に向けて貢献を示していく。

本戦略では、各分野についても、「あるべき姿」としての長期的なビジョンを示す。これらにより、全てのステークホルダーがその実現に向けた可能性を追求するための方向性とするとともに、政策の方向性もあわせて示すことにより、投資の予見可能性を高め、我が国における投資を拡大していく大きな基盤とする。あわせて、どこに非連続なイノベーションが必要かを示し、企業の研究開発・投資を促す。さらに、このビジョンを掲げることにより、今後の気候変動分野における枠組・スタンダード作りを含めた国際的議論をリードしていく。

３．長期的なビジョンに向けた政策の基本的考え方

（１）環境と成長の好循環の実現

気候変動問題の解決は、従来の取組の延長では実現することが困難であり、世界全体での取組と非連続なイノベーションが不可欠である。これらを実現するためには、巨大な資金、技術力を有するビジネスの力を最大限活用することが重要となる。

前章で述べたとおり、気候変動の深刻化に伴い、金融を始めとする経済界の行動様式は変化しつつある。中長期的にも気候変動問題への対応が世界的に求められていくことが確実視される中、我が国は、このような経済界の変化の兆しを確実なものとするための政策を展開し、国民各層を巻き込みながら、ビジネス主導による非連続のイノベーションを通じて環境と成長の好循環を実現しつつ、気候変動問題の解決に貢献していく。

ビジネス主導による非連続なイノベーションを実現するには、あらゆる選択肢を追求し、柔軟に見直していきつつも、水素やＣＣＳ・二酸化炭素回収・利用（ＣＣＵ）、再生可能エネルギー、蓄電池、原子力等の脱炭素化のカギとなる分野におけるコスト、効率等の具体的な目標を掲げ、その実現のための課題や国内外での連携を含む推進体制等を明確にし、大胆に政策・経営資源を投入するとともに、官民一体で取り組んでいく必要がある。また、気候変動問題は、一国では決して解決できない問題であるため、世界の叡智を結集しながら、「イノベーションの推進」を図り、技術開発とその普及を進めていく必要がある。

ながら、長期的目標として 2050 年までに 80%の温室効果ガスの排出削減を目指す」としている。

さらに、このようなイノベーションに必要な資金を確保するとともに、更なるイノベーションと対策に向けた投資を促していくためには、企業の気候変動対応の取組の「見える化」等を通じて世界のファイナンスの流れをイノベーションに取り組む企業に向け、「グリーン・ファイナンスの推進」により、脱炭素化の取組資金が循環する仕組みを構築していくことが重要である。

加えて、環境と成長の好循環を回転させるためには、供給側の改革だけではなく、国内外において脱炭素化の流れと整合的な新たな需要を創出することも必要となる。自国の化石資源が乏しい我が国の事情から、省エネルギー・再生可能エネルギー等は、貿易収支の改善の観点からも成長につながり得る。そのため、創出されたイノベーションを受け止める側の市場、インフラ、制度の見直しを進めることが重要である。さらに、優れた環境製品・技術の国際的な展開のため、「ビジネス主導の国際展開、国際協力」を推進していくことが重要である。

こうした取組を通じて、非連続なイノベーションに挑戦する企業等が世界から資金を集め、成長と更なる対策が可能となる好循環が生まれる。気候変動問題を守りから攻めへと転換し、世界の脱炭素化を牽引しつつ、我が国の成長にもつなげていくため、この環境と成長の好循環をビジネス主導により実現していくような、脱炭素化のための転換を駆動する仕組みが必要である。

そのための仕組みとして、本戦略においては、ビジネス主導の環境と成長の好循環を実現するための「イノベーションの推進」、ファイナンスの流れをイノベーションに向けるための「グリーン・ファイナンスの推進」、イノベ―ションの成果の国際的な普及の方策としての「ビジネス主導の国際展開、国際協力」の３つを施策の大きな柱とする。

また、環境と成長の好循環を実現するため、企業、投資家、金融機関、消費者、地方公共団体等の各主体において脱炭素化のためのイノベーションを促進、普及し、ライフスタイルに変化をもたらすような環境の整備も行っていく。

（２）迅速な取組

都市構造や大規模設備等のインフラは、一度導入されると長期にわたって温室効果ガス排出に影響を与える。インフラの整備等に当たっては、長期的な環境への影響を考慮した対応が必要となる。

また、ビジネスの観点からも、中長期的に気候変動対策が世界的に進むことによって生じる市場を獲得していくためには、イノベーションのスピードがカギとなる。

このように気候変動対策とそれに関連する状況を踏まえ、脱炭素化のための取組を今から迅速に実施する。

（３）世界への貢献

気候変動問題は、一国に閉じた問題ではなく、地球規模の課題である。パリ協定の理念とも合致するよう、世界全体での温室効果ガス排出削減が必要であり、特に工業製品の質や科学技術の水準の高さで世界的に信頼されている我が国が、長期戦略の実践を通じて世界に貢献していくことが求められている。

ビジネス主導の環境と成長の好循環を実現し、世界の脱炭素化を牽引するためにも、まずは我が国が率先して範を示し、国内での取組を意欲的に進めていく。経済成長や人口爆発が見込まれる新興国・途上国を含む世界全体での温室効果ガス排出削減に貢献すべく、世界全体の脱炭素化のための事業機会を拡大し、技術、人、投資の集積地になることを目指す。

４．将来に希望の持てる明るい社会に向けて

本戦略が目指す脱炭素社会は、将来に希望の持てる明るい社会でもあるべきである。このような社会の姿をできるだけ多くのステークホルダーと共有することで、自主的かつ積極的に取り組む環境を創出することが重要である。

将来に希望の持てる明るい社会は、世代、立場、地域等により異なる可能性がある。そのため、以下のような要素を踏まえ、それぞれの目指す社会の姿を描き、それに向かって行動を起こすことが重要である。

①ＳＤＧｓの達成

脱炭素社会への移行において、他のＳＤＧｓとのコベネフィット（共通便益）の最大化を目指す。

②イノベーションを継続させる基盤としての「共創」

長期的な社会変革に向けたニーズを共有し、多様な知がぶつかり合うことを繰り返し、「共創」的にイノベーションを生み出し続ける。

③Society5.0との連携

「デジタル革命と多様な人々の想像・創造力の融合によって、社会の課題を解決し、価値を創造する社会」としての「Society5.0」により、エネルギー、モビリティ、デジタル化等における分野を超えた相互作用を通じて気候変動対策に貢献する。

④地域循環共生圏

人口減少・少子高齢化が進む我が国においては、特に地域の活力を高める成長戦略が重要である。このため、各地域が地域資源を持続可能な形で最大限活用し自立・分散型の社会を形成しつつ、より広域的なネットワークを構築し、地域における脱炭素化と環境・経済・社会の統合的向上によるＳＤＧｓの達成を図る

「地域循環共生圏」の創造を目指す。 同時に、この持続可能な地域の在り方を世界に提示することにより、国際社会のロールモデルとなることを目指す。

⑤課題解決先進国

国内の都市や農山漁村を含む地域での成功モデルを発信・横展開し、「課題解決先進国」となることを目指す。

また、国は、企業、地域等それぞれのステークホルダーが脱炭素社会に向かう意識を共有しつつ、未来の社会像を考え、自ら行動していくことを後押しする。

第２章：各部門の長期的なビジョンとそれに向けた対策・施策の方向性

第１節：排出削減対策・施策

１．エネルギー

（１）現状認識

①エネルギー起源CO_2排出削減の進捗状況

我が国の温室効果ガス排出量のうち、エネルギー起源CO_2が占める割合は約９割となっている。温室効果ガス排出の大幅削減を実現する上で、エネルギー部門における対応は極めて重要となる。

エネルギー起源CO_2排出削減の現状は、2013 年度の排出量は 12.4 億トン、2017 年度の排出量が 11.1 億トン程度であり、年 0.3 億トン程度のペースで削減が進んでいる。

エネルギー起源CO_2の排出削減のためには、エネルギー供給の低炭素化（電力供給における非化石電源比率の引き上げ、電化率の向上、化石燃料利用における低炭素燃料への転換等）と省エネルギー（エネルギー消費効率の向上）が必要となる。特に重要となる非化石電源比率の引き上げと省エネルギーについて、進捗状況は以下のとおりとなる。

（電源の非化石化）

非化石電源比率は、再生可能エネルギーの導入促進や原子力規制委員会により世界で最も厳しい水準の規制基準に適合すると認められた原子力発電所の再稼働を通じて、エネルギーミックス[12]において 2030 年度に 44%程度とすることを見込んでいる。2013 年度の非化石電源比率は 12%程度であり、エネルギーミックスで示す水準を実現するためには、年２%ポイント程度の増加が必要となるが、2017 年度は 19%程度となっており、現状は、年２%ポイント程度ずつ上昇している。

（省エネルギー）

エネルギーミックスにおいて、2030 年度の最終エネルギー消費は、徹底した省エネルギーで対策前比 0.5 億 kl 程度の削減により 3.3 億万 kl 程度となるこ

[12] 「長期エネルギー需給見通し」（2015 年７月経済産業省）2030 年に向けた方針として、３Ｅ＋Ｓの原則を踏まえ、徹底した省エネルギー、再生可能エネルギーの最大限の導入、火力発電の高効率化、原発依存度の可能な限りの低減といった施策を講じた際に実現されるであろう将来の需給構造の見通し。

とを見込んでいる。2013 年度の最終エネルギー消費は 3.6 億 kl 程度であり、エネルギーミックスで示す水準を実現するためには年 280 万 kl 程度の削減が必要であるが、2016 年度時点の削減量は 880 万 kl 程度と、現状は、年 220 万 kl 程度のペースで削減が進んでいる状況である。

このように、取組は着実に進展しているものの道半ばであり、まずは、エネルギー種毎の施策等の深掘り・対応強化によりエネルギーミックスの確実な実現を目指すことが重要となる。

②我が国のエネルギーを取り巻く状況と今後の方向

脱炭素社会という未来社会像を目指す上で、野心的なビジョンが重要であると同時に、自国を取り巻く状況を踏まえ、実効的な対策を講じていくことも重要である。我が国のエネルギーを取り巻く状況は、自国の化石資源に乏しく、国際的なパイプラインや国際連系線もない。中東依存度は主要国の中で突出して高い。また、長期のエネルギー需要は人口減少により量的に増大し続けるとは見込まれない中においても、電力の品質への要求水準は維持しなければならない。我が国は成熟経済であるため、エネルギーインフラ（送電線、ガス導管、ガソリンスタンド等）が既に全国に張り巡らされている。また、エネルギー多消費産業を中心にエネルギー効率は極めて高い。その結果、高信頼のエネルギー技術が生み出されており、それに基づくサプライチェーンを構成している。他方、2011 年３月に発生した東日本大震災後の計画停電や燃料供給の停滞、2018 年９月に発生した北海道胆振東部地震に伴う大規模停電は、それまでのエネルギーインフラにも国民生活・経済活動へのリスクとなる脆弱性がある点を再認識させた。

これらを踏まえれば、エネルギー政策の基本的視点である３Ｅ＋Ｓ[13]を踏まえたエネルギー基本計画[14]に基づき施策を進めていくことが重要である。そして、最終到達点として脱炭素社会の実現を目指していくことが重要である。

（２）目指すべきビジョン

2050 年に向けて、エネルギー種ごとに以下の方向で進める。

・再生可能エネルギーは、経済的に自立し脱炭素化した主力電源化を目指す。
・原子力は、安全を最優先し、再生可能エネルギーの拡大を図る中で、可能な限り原発依存度を低減する。
・脱炭素社会の実現に向けて、パリ協定の長期目標と整合的に、火力発電からのCO_2排出削減に取り組む。

[13] 安全性（Safety）を前提とした上で、エネルギーの安定供給（Energy Security）を第一とし、経済効率性の向上（Economic Efficiency）による低コストでのエネルギー供給を実現し、同時に、環境への適合（Environment）を図ること。
[14] 第５次エネルギー基本計画は 2018 年 7 月 3 日に閣議決定。

・水素は、水素を日常の生活や産業活動で利活用する“水素社会”を実現する。
・熱の効率的利用を始めとする省エネルギーの推進や、再生可能エネルギーの普及拡大及びエネルギーシステムの強靭化に資する分散型エネルギーシステムの構築を目指す。

2050 年という長期は、より複雑で不確実である。こうした状況下でエネルギー転換・脱炭素化への挑戦を進めていくためには、全方位での野心的な複線シナリオの下、再生可能エネルギー、蓄電池、水素、原子力、ＣＣＳ・ＣＣＵ等、あらゆる選択肢の可能性とイノベーションを追求していくことが重要となる。そして、最終到達点として脱炭素社会の実現を目指していくことが重要である。

（３）ビジョンに向けた対策・施策の方向性

①再生可能エネルギー

再生可能エネルギーについては、国内の価格を国際水準並みに引き下げ、固定価格買取（ＦＩＴ）制度からの自立化を図り、我が国のエネルギー供給の一翼を担う長期安定的な主力電源として持続可能なものとなるよう、円滑な大量導入に向けた取組を引き続き積極的に推進していく。具体的には、コスト低減とＦＩＴ制度からの自立化、地域との共生を含めた長期安定的な電源としていくための取組、系統制約の克服、適切な調整力の確保等を着実に進め、さらに 2050 年に向けては、技術革新によるブレークスルーを要する課題に正面から取り組む。

コスト低減等に向けて、革新的な研究開発を推進するとともに、競争を通じてコスト低下を促す入札制度の活用や、中長期的な価格目標に向けてトップランナー方式で調達価格を低下させていく等、ＦＩＴ制度の適切な運用を図っていく。あわせて、ＦＩＴ制度からの自立化を促すための制度の在り方の検討を進める。加えて、地域の活性化や防災減災にも資する自家消費型の再エネや地域での再生可能エネルギー供給を促進する。

また、長期安定的な電源としていくため、地域との共生を図りつつ、将来大量に発生する使用済み太陽光パネルのリユース、リサイクル及び適正な廃棄・処理が確実に実施されるよう対応する。また、洋上風力発電については、長期間にわたり海域を占用することから、信頼性があり、かつ国民負担の抑制のためのコスト競争力のある電源を導入することの重要性に鑑み、「長期的、安定的かつ効率的」な発電事業を実現するよう、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（平成 30 年法律第 89 号）を適切に運用するとともに、系統制約、基地港湾への対応、関連手続きの迅速化、情報提供等といった施策を総合的に推進していく。

さらに、系統制約の克服に向けて、まずは既存系統を最大限に活用する「日本版コネクト&マネージ」の具体化を早期に実現する。さらに、再生可能エネルギーの大量導入や分散型電源の拡大等の環境変化を踏まえた次世代型の送配電ネ

ットワークに転換するため、ネットワークコスト改革を通じて、系統増強等に係るコストを可能な限り引き下げるとともに、必要な投資が行われるための予見性確保等の環境整備を進めていくため、託送制度の在り方等の検討を進めていく。加えて、地域間連系線等の増強・活用拡大を進めていく。

あわせて、適切な調整力の確保に向けて、当面は、揚水発電の活用、火力発電の柔軟な活用、再生可能エネルギー自身の調整機能の活用、連系線を活用したエリア間の融通の活性化等によって対応する。加えて、バーチャルパワープラント（ＶＰＰ）や電動車からの逆潮流を制御する Vehicle-to-Grid（Ｖ２Ｇ）、蓄電池、そして長期的には水素・燃料電池といった次世代の調整力を活用し、将来に向け調整力の脱炭素化を進めていく。

さらに、2050 年に向けては、さらなる大量導入と経済的に自立し脱炭素化した主力電源化に向け、技術革新によるブレークスルーを要する課題に正面から取り組む。すなわち、面積的な制約の克服のための発電効率の抜本的向上、調整力の脱炭素化のための高性能低価格の蓄電池や水素システムの開発、需給調整をより精緻に行うためのパワーエレクトロニクス技術の高性能化・多機能化やデジタル技術の開発、再生可能エネルギーの分布を考慮した送電網の増強、分散型ネットワークシステムの開発といった本質的な課題の解決に向け、地域と連携し、これを可能とする人材・技術・産業基盤の強化に直ちに着手する。

②火力

脱炭素社会の実現に向けて、パリ協定の長期目標と整合的に、火力発電からのCO_2排出削減に取り組む。

(a)ＣＣＳ・ＣＣＵ／カーボンリサイクル

化石燃料の環境面の課題克服が重要である中、2050 年に向けて、化石燃料の利用に伴うCO_2の排出を大幅に低減していくことが必要である。また、途上国のエネルギーアクセス改善と気候変動対策の両立を非連続的なイノベーションの力で実現するための技術開発にチャレンジしていくことが重要である。我が国の産業界や研究機関は、化石燃料等の燃焼に伴う排ガス中のCO_2分離・回収技術のみならず、これらを有効利用するための太陽光エネルギーを利用したCO_2固定化やメタネーションにつながる要素技術、素材技術等に世界的な強みを有しており、イニシアティブをとっていくことが求められている。

今後、CO_2を資源として捉え、これを分離・回収し、鉱物化や人工光合成、メタネーションによる燃料や素材への再利用等を通じ、大気中へのCO_2排出を抑制していくＣＣＳ・ＣＣＵ／カーボンリサイクルについて、各国の産学官と連携し、実現に必要なイノベーションを効果的に推進するとともに、カーボンリサイクル協議会等の活動を通じて、社会への普及を進めていく。

具体的には、2030 年以降の本格的な社会実装に向けて、2023 年までに最初の商用化規模のＣＣＵ技術を確立することを目指し、その後の普及の起爆剤と

すべく、幅広い関係者の取組を加速化する。

また、CO_2の貯留を実現することも必要であることから、貯留適地の調査を行うとともに、排出源と利用・貯留地までの最適なCO_2輸送を実現するべく、官民協調の下これらの取組を通じて、ＣＣＳ・ＣＣＵの早期の社会への普及を図る。とりわけ石炭火力発電については、商用化を前提に、2030 年までにＣＣＳを導入することを検討する。

さらに、これらの取組を通じ、実用化されたＣＣＳ・ＣＣＵを世界に輸出することを検討する。

(b)天然ガス

天然ガスは、化石燃料の中でCO_2の排出係数が最も小さい特性を有し、脱炭素社会を実現するまでの主力エネルギー源の一つである。再生可能エネルギーとの親和性もあるコージェネレーション等地域における電源の分散化や水素源としての利用等、利用形態の多様化により、産業分野等における天然ガスシフトを着実に促進する。また、新陳代謝によりコンバインドサイクル火力発電等天然ガスの高度利用を進める。

我が国は、現時点では、国際的には高い価格で天然ガスを調達しており、供給源多角化等によりコストの低減を進めることが重要である。ガス利用[15]へのシフトを推進するにあたり、天然ガスの安定的かつ安価な調達に向けた戦略的な取組を推進していく。具体的には、シェール革命により化石燃料の国際供給構造に大きな影響を与えている米国や、北極圏に豊富な資源ポテンシャルを有するロシア等のＬＮＧ輸出量が増大していること等を踏まえ、新たな LNG 供給国も含めた資源外交の多角的展開、ＬＮＧ契約における仕向地制限等の商慣習の弾力化等による柔軟かつ透明性の高い国際ＬＮＧ市場の構築、世界のＬＮＧ関連事業への日本企業の積極的な参画確保、日本周辺海域に賦存する天然ガスやメタンハイドレート等の国産資源の開発等を進める。

より長期に向けては、ガス自体の脱炭素化を進めるため、余剰再生可能エネルギーの活用・貯蔵を実現するメタネーションや水素混焼発電といったカーボンリサイクル技術や水素技術、バイオガス技術等を開発、普及することで、既存のＬＮＧ・都市ガスのインフラや需要家側設備を活用し、社会コストを抑制しながら脱炭素化する可能性を追求する。

また、臨海部産業の事業集約等により発生した空き地を有効活用するために、ＬＮＧ・水素といった臨海部と親和性のあるエネルギー産業等の誘致を促進する。

---

15 ガス利用の例としては、高効率な LNG 火力発電所、環境調和性に優れたボイラー、エネルギー効率に優れた工業炉、熱電併給により高い省エネルギーを実現する天然ガスコージェネレーション、燃料電池、系統電力需給ピークを緩和するガス空調、船舶等の輸送分野が挙げられる。中でも、電化や水素化の難易度が高い産業用の高温の熱や船舶等の超大型輸送分野におけるガス利用を推進する。

(c)石炭

脱炭素社会の実現に向けて、パリ協定の長期目標と整合的に、火力発電からのＣＯ$_2$排出削減に取り組む。そのため、非効率な石炭火力発電のフェードアウト等[16]を進めることにより、火力発電への依存度を可能な限り引き下げることなどに取り組んでいく。

③水素

水素は、再生可能エネルギーを含め多種多様なエネルギー源から製造し、貯蔵・運搬することができる。さらに、製造段階でＣＣＳ・ＣＣＵ技術や再生可能エネルギー技術を活用することで、トータルでも脱炭素化したエネルギー源とすることが可能である。加えて、水素から高効率に電気・熱を取り出す燃料電池技術と組み合わせることで、電力、運輸のみならず、産業利用や熱利用、様々な領域で脱炭素化が可能となる。こうしたことから、水素は脱炭素化したエネルギーの新たな選択肢として利用されることが期待されている。

このような水素を日常の生活や産業活動で利活用する社会、すなわち“水素社会”を世界に先駆けて実現していくためには、水素を再生可能エネルギーと並ぶ新たなエネルギーの選択肢とすべく、環境価値を含め、水素の調達・供給コストを従来エネルギーと遜色のない水準まで低減させていくことが不可欠である。

このため、水素基本戦略[17]（2017 年 12 月再生可能エネルギー・水素等関係閣僚会議決定）等に基づき、短期的には燃料電池自動車を中心としたモビリティにおける水素需要の拡大を加速するべく、導入支援や技術開発、規制改革を進める。また、中長期的な水素コストの低減に向け、水素の「製造、貯蔵・輸送、利用」まで一気通貫した国際的なサプライチェーンの構築、水素を大量消費する水素発電の導入に向けた技術開発を進めることにより、2030 年頃に商用規模の国際水素サプライチェーンを構築し、30 円/Nm^3 程度の水素コストの実現を目指す。

さらに、2050 年に向けては、産学官で水素の安価・安定・大量製造技術等の革新的技術の研究開発や供給インフラ整備のための技術開発を進めるとともに、脱炭素化したエネルギーとして、運輸や電力、産業等様々な分野における潜在的な需要の掘り起こし、グローバルな連携のもとでの大胆な規制改革等を進めることで、20 円/Nm^3 程度まで水素コストを低減し、環境価値も含め、既存のエネルギーコストと同等のコスト競争力を実現することを目指す。

---

[16] 例えば、エネルギーの使用の合理化等に関する法律（昭和 54 年法律第 49 号）等に基づく規制的措置による対応、環境アセスメントの厳格な運用、よりクリーンなガス利用へのシフト等を進めていく。

[17] 水素社会の実現に向けて、水素をカーボンフリーなエネルギーの新たな選択肢として位置づけ、政府全体として施策を展開していくための方針。

④原子力

低廉かつ安定的な電力供給や地球温暖化といった長期的な課題に対応していくことが求められるところ、国民からの社会的な信頼を獲得し、安全確保を大前提に、原子力の利用を安定的に進めていくためにも、エネルギー基本計画に基づき、再稼働や使用済燃料対策、核燃料サイクル、最終処分、廃炉等の原子力事業を取り巻く様々な課題に対して、総合的かつ責任ある取組を進めていくことが必要である。

いかなる事情よりも安全性を全てに優先させ、国民の懸念の解消に全力を挙げる前提の下、原子力発電所の安全性については、原子力規制委員会の専門的な判断に委ね、原子力規制委員会により世界で最も厳しい水準の規制基準に適合すると認められた場合には、その判断を尊重し原子力発電所の再稼働を進める。その際、国も前面に立ち、立地自治体等関係者の理解と協力を得るよう、取り組む。

さらに、2050 年に向けては、更なる安全性向上による事故リスクの抑制、廃炉や廃棄物処理・処分等のバックエンド問題へ対処といった取組により、社会的信頼の回復がまず不可欠である。このため、人材・技術・産業基盤の強化に直ちに着手し、安全性・経済性・機動性に優れた炉の追求、バックエンド問題の解決に向けた技術開発や国際連携を進めていく。

⑤省エネルギー／分散型エネルギーシステム

規制と支援策の両面から、産業部門、運輸部門、業務部門、家庭部門それぞれの省エネルギー対策を促していく。

また、普及が進んでいる再生可能エネルギーや蓄電池等の分散型エネルギーリソースと、パワーエレクトロニクス技術等による高度なエネルギーマネジメント技術を組み合わせた分散型エネルギーシステム（IoE：Internet of Energy）の構築は、熱の効率的利用を始めとする省エネルギーの推進や再生可能エネルギーの普及拡大に加え、エネルギー供給構造の効率化、エネルギーシステムの強靭化に貢献する取組として重要となる。さらに、地域の活性化にも貢献し、地域循環共生圏の形成にも寄与する。加えて、低圧側で分散型のエネルギーシステムを構築することで、高圧・特別高圧の送電インフラのコストを抑制できる可能性も期待される。このため、電力・熱・輸送のシステムが統合した効率的で安定的な分散型エネルギーシステムの構築に向けた必要な技術開発、環境整備等を進めていく。

(a)省エネルギー

産業・業務部門を中心として、エネルギー消費効率改善が近年足踏みの状況となっている中、省エネルギーを更に進めるためには、省エネルギー効果の高い設備への更新及び導入を強化する必要がある。その際、個社単位の取組が相

当進展したことを踏まえ、今後は複数事業者の連携を促進する。省エネルギー設備投資に対する支援や省エネ余地の診断から対策の PDCA までを一貫してサポートできる体制整備等を引き続き進め、規制と一体的に事業者における省エネ投資の加速を推進する。

2050 年に向けては、各部門における抜本的な省エネ努力や需要の革新を進める。産業部門においては、技術革新による電化・水素化等を進めるとともに、その難易度が高い分野を中心に、未利用熱の徹底的な活用を含めたエネルギー効率の向上を進める。特にエネルギー多消費の製造業種を中心として、業種別にエネルギー消費原単位の目標を設定する産業トップランナー制度（ベンチマーク制度）について、国際水準等を踏まえた目標や評価指標等の見直しを行うとともに、支援策との効果的な連携等を図っていく。また、高度なエネルギー・マネジメント等を活用した自家消費型ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス（ＺＥＨ）等の普及や、人工知能（ＡＩ）・モノのインターネット化（ＩｏＴ）、シェアリングやデジタル化等を活用する新たな事業形態や社会システムに対応するエネルギー利用の革新を目指す。

(b)分散型エネルギーシステム

分散型エネルギーシステムの普及に向けて、高度なエネルギーマネジメントを可能とする需給管理システムや、標準インターフェイスといったこれまでの実証実験等での成果を最大限活用しつつ、エネルギーシステム構築のための関係者調整等のノウハウ等の共有化を図る。また、ＶＰＰを使った新たな事業形態（エネルギー・リソース・アグリゲーション・ビジネス）を導入しやすい環境の整備を進める。

2050 年に向けては、こうした取組を基礎としつつ、再生可能エネルギーの小型化や高効率化、蓄電池や燃料電池システム、パワーエレクトロニクス技術やワイヤレス給電技術の技術革新、輸送システムの電動化、需給制御を地域レベルで可能とするデジタル技術等の開発を進める。これにより、電力・熱・ガス（水素を含む）・輸送のシステムをコンパクトに統合した効率的で安定、かつ経済的な分散型エネルギーシステムの構築を進めていく。

２．産業[18]

（１）現状認識

我が国の産業からの温室効果ガスの排出には、発電及び熱発生に伴うエネルギー起源CO_2の他、工業プロセス及び製品の使用により排出される非エネルギー起源CO_2やメタン、一酸化二窒素、代替フロン等４ガス（ＨＦＣｓ、ＰＦＣｓ、SF_6、NF_3）が含まれる。

産業からの排出の大宗を占めるのはエネルギー起源CO_2であり、2017 年度では４億 1,300 万トン、2013 年度と比較して 11.2%減少している。これまで、産業界が策定している低炭素社会実行計画による自主的取組や、省エネルギーの推進等を進めている。

また、工業プロセス及び製品の使用により排出される温室効果ガスのうち、代替フロン等４ガスについては、2017 年度では 5,100 万トン（CO_2換算）であり、2013 年度と比較して 30.4%増加している。これは、冷媒分野におけるオゾン層破壊物質からの代替に伴い、ＨＦＣｓの排出が増加したためである。

①産業部門の特徴

我が国の産業部門は、裾野が広く、生産規模も大きいことから、温室効果ガス排出の観点から大きく２つの特徴を持つ。１つ目は、高温の熱利用や還元反応等の化学反応によって発生する大量のCO_2排出の存在である。金属や化学、セメント産業を始めとする多排出産業の多くは、数百～１千℃を超える高温の熱利用が必要である。そのエネルギー源となっている化石燃料は多くの場合、容易にCO_2フリー電力等によって置き換えられない。さらに、還元等の化学反応については、既存の工業プロセスを前提とする限り、原理的にCO_2の発生は避けることができない。２つ目は、生産数量の大きさから生じる、排出量の規模である。現在の社会における生活水準を維持・向上させていく上では、多くの生産物について、一定の生産数量が必要と考えられており、例えば鉄鋼は、国内で１億トン超、世界全体ではその 10 倍以上となる生産量がある。このため、既存の他の生産物に置き換えようとしても、生産能力等の制約により供給が不可能であるか、可能であってもその代替生産物の製造過程における温室効果ガス排出等が問題となり得る。さらに、輸出入を通じた海外との取引が可能であるため、我が国国内で生産の減少とそれに伴う温室効果ガス排出量の減少が生じても、その分の生産を他国に移転すれば、そこでの生産とそれに伴う排出を増加させることとなり、地球規模での根本的な課題解決に資さず、むしろ国内で一層効果的な排出削減を図りながら生産を継続した方が有効である可能性もあるという点についても留意が必要である。

---

[18] 「産業」には、製造業及び鉱業・採石業・砂利採取業を含む

②産業界における自主的取組

我が国の産業界は、日本経済団体連合会が 1997 年６月に「経団連環境自主行動計画」を策定して以来、国の目標策定に先立って、各業界団体が自主的に削減目標を設定して対策を推進してきた。2019 年３月までに 115 業種が「低炭素社会実行計画」を策定し、国内での排出削減だけでなく、世界全体で地球温暖化対策への貢献の観点から、他部門での削減や海外での削減貢献についても各業種の事業分野に応じた取組を進めている。

③グローバル・バリューチェーン（ＧＶＣ）を通じた削減貢献

実効性のある気候変動対策のためには、製品・サービス等の製造・提供段階で排出される温室効果ガスにのみ着目するのではなく、資源・素材等の調達、流通、ユーザーの使用段階、廃棄・リサイクル等といった、世界に広がるバリューチェーンの上流から下流までのあらゆる段階を視野に入れた、グローバル・バリューチェーン（ＧＶＣ）を通じた削減貢献の視点が重要である。

このＧＶＣを通じた削減貢献の取組の「見える化」を推進し、温室効果ガス削減に資する環境性能の優れた製品・サービス等の開発・普及を加速させることで、世界に広がるサプライチェーン全体の大幅削減の実現に貢献していくことが重要である。経済産業省では、産業界の製品・サービス等による温室効果ガス削減貢献を見える化するための基本的な考え方を検討・整理し、2018 年３月に「温室効果ガス削減貢献定量化ガイドライン」を策定した。

現在、本ガイドラインに基づいて、産業界は自らの削減貢献量を定量化し、投資家・消費者等のステークホルダーに対して情報発信を行っている。さらに、削減貢献の考え方を世界の産業界等と共有し、その深化・普及を通じて、世界全体の排出削減に貢献しつつ、我が国の更なる経済成長につなげる取組を進めている。

④長期的な視点に基づく企業の取組

日本経済団体連合会は、会員企業・団体に、「長期ビジョン」の策定に向けた検討と情報提供を呼びかけている。2019 年３月までに 250 を超える企業・団体から、「長期ビジョン」を策定したこと、あるいは策定に向けた検討を行っていくことが表明されている。

また、ＥＳＧ金融の進展に伴い、サプライチェーン全体の温室効果ガス排出量を把握・削減する取組や再生可能エネルギーの積極的な活用が進んでいる。

例えば、パリ協定の長期目標に整合したサプライチェーン全体の削減目標を設定するＳＢＴ（Science Based Targets）を設定する企業や、再生可能エネルギー電気 100%の事業運営を目指しＲＥ100 に参加する企業は近年増加している。

（２）目指すべきビジョン

産業部門においてパリ協定の長期目標と整合的な排出削減を図る上では、（１）で示した認識を踏まえた対応が必要となる。

そのため、「多くの産業分野において、技術や経済の観点から現実的に採用し得る既存の代替プロセスが存在しない」という困難な課題に挑戦し、従来技術の延長線上にはない非連続的なイノベーションを通じて、新たな代替生産プロセスを確立し、「脱炭素化ものづくり」を実現する。具体的な方向性としては、大きく次の２つが考えられる。

第１は、CO_2フリー水素を大規模に活用することで、燃焼（熱利用）を含めた既存の化学反応を代替し、これまでは回避することができなかった排出を削減することである。

第２は、温室効果ガス排出を避けられない場合が残ることを見越して、それらが大気中に蓄積される前に分離し、回収し、貯留する、あるいは、有価物の原料として活用するＣＣＳ・ＣＣＵ技術の採用である。

さらに、世界をリードする省エネ技術の革新的な技術開発等を通じて、CO_2排出につながる産業部門のエネルギー利用を抜本的に効率化することや、バリューチェーン全体での排出削減を進めていくことなどが考えられる。

（３）ビジョンに向けた対策・施策の方向性

①CO_2フリー水素の活用

安価で大量に安定供給されるCO_2フリー水素を活用することで、産業分野の製品製造プロセスにおいて熱利用や還元反応等によって排出されるCO_2を抑制できる可能性がある。

例えば、我が国では経済効率性のみならず、品質や数量の観点から高炉法による鉄鋼製造が主流であり、これは世界全体で見ても概ね同様である。現在の高炉においては、コークスを利用して鉄鉱石を還元（酸化鉄から酸素を除去）しているが、原理的にはこのコークスの代わりに水素を還元剤として利用することが可能である。現在、高炉法におけるコークスの一部を製鉄所内で発生する水素で代替すること等でCO_2排出量の削減を目指す技術（COURSE50：CO_2 Ultimate Reduction in Steelmaking process by innovative technology for cool Earth 50）の研究開発を行っており、2030 年頃の実用化を目指す。

しかし、この取組だけではパリ協定の長期目標と整合的なCO_2排出削減を実現することはできないため、究極的には高炉を用いずに水素のみで鉄鉱石を還元する水素還元製鉄技術等の超革新技術による「ゼロカーボン・スチール」の実現に挑戦する。そのため、CO_2フリーかつ安価安定供給の水素が利用可能となる前提条件に留意した上で、鉄鋼業界を中心に進められている COURSE50 を最初のステップとして、外部水素も利用した高炉法における水素還元の拡大や、究極

的には高炉法を用いない水素還元製鉄等、更なるCO_2削減に向けた技術を検討する。

②ＣＣＵ／カーボンリサイクル／バイオマスによる原料転換

生産活動から排出されるCO_2を分離・回収し、原材料として再利用（リサイクル）することで、産業等からのCO_2排出削減と資源の安定的な供給源確保につなげることが可能となる。

現在、基幹化学品の多くは化石資源を原料としているが、様々な物質等に含まれる炭素を原料として活用できるようにすることで、化石資源依存から脱却するとともに、CO_2を有価化することが可能となる。特に、化学製品等の製造段階で排出されたCO_2やそれらが固定化されたバイオマスを利用することで、産業での炭素循環を実現することが重要である。

また、各産業の特徴を生かしてより効率的にCO_2を分離・回収することも重要である。産業のプロセスごとの特徴に合わせ、効果的・効率的なＣＣＵ技術の実現を図っていくことも考えられる。

あわせて、廃プラスチック等の廃棄物を炭素源として活用することや、バイオマスを基幹化学品だけでなくセルロースナノファイバー等の高機能素材に利用することも重要である。これには、CO_2の回収のみならず、バイオマス、廃棄物等の炭素原料を安定的かつ効率的に調達できる社会を実現する必要がある。

具体的には、以下を始めとした対策を進めていく。

(a) 鉱物化

CO_2をマグネシウムやカルシウム等との反応により鉱物化させ、将来の建設資材への利用等を目指す。このため、原料となるマグネシウムやカルシウム等の安価かつCO_2を放出しない抽出や、効率的なCO_2吸収に向けた研究開発等を検討する。

(b) 化学品や燃料への適用（人工光合成等）

化学プラント・廃棄物焼却施設等で排出されるCO_2を原料として水素、水等からメタン、メタノール等を製造し、化学原料、都市ガス等に利用することを目指す。このため、実証事業等の取組を検討する。

また、水素製造において太陽エネルギーを使用し、基幹化学品（エチレン、プロピレン、メタノール等）を製造する人工光合成の研究開発・実証に取り組み、2030 年までの実用化（基幹化学品の一部を人工光合成により製造）を目指す。

(c)バイオマス利用技術

光合成によりＣＯ$_2$を吸収した微細藻類・植物や廃棄物・下水等のバイオマス資源を利用し、プラスチック、バイオ燃料等の製品製造を目指す。このため、藻類の育種や最適な培養環境構築を行う実証事業等を実施する。

また、非可食性バイオマス原料から各種プラスチック、セルロースナノファイバー製品等を一気通貫で製造するプロセス技術を開発し、製造及び使用段階の省エネを実現する。

(d)製鉄所内の未利用排熱の利用等

製鉄プロセスで発生するＣＯ$_2$を、製鉄所内の未利用排熱を利用して分離・回収する技術を開発する。また、回収したＣＯ$_2$を原料として有機化合物を合成するなど、有価化することを目指す。

③抜本的な省エネルギーの実現

既に高い水準のエネルギー効率を達成している我が国において、抜本的な産業の省エネルギーを実現するためには、各産業におけるエネルギー消費が大きい生産プロセスを対象に、大幅な省エネルギーを実現する革新的な技術を開発することが重要である。また、より多くの生産プロセスへ適用が可能な技術であり、個々のエネルギー消費量が少なくともインパクトが大きいものも重要である。これについては、第３章第１節に、技術の例を挙げている。こうした技術の開発・実装・普及を促進することで、我が国の省エネルギー水準の更なる向上を目指す。

具体的には、以下を始めとした対策を進めていく。

(a)革新的なコークス代替還元材料（フェロコークス）の活用による製鉄プロセスの高効率化のための技術開発

低品位の石炭と低品位の鉄鉱石の混合成型・乾留により生成されるフェロコークス中に含まれる金属鉄を触媒とし、高炉内の鉄鉱石の還元を低温化・高効率化する技術を開発する。これにより、技術的、経済的ハードルの高い水素を用いた還元技術等の確立以前に、現在広く普及している高炉法による製鉄プロセスの大幅な省エネルギー化を図る。

(b)革新的な化学品製造プロセスの技術開発等

電子材料、染料・顔料、医薬中間体等の機能性化学品の製造にプロセスについて、１反応工程ごとに分離・精製するバッチ法から、連続的に精密合成するフロー法に代替することで、製造段階及び廃棄物の削減による省エネルギーを実現する。このため、反応・新触媒の開発、高効率反応器とモニタリング技術の開発、連続分離・精製技術の開発等を進める。

従来の蒸留分離に比べ、大幅な省エネルギー化が可能となる膜・吸着分離等の革新的な製造プロセス技術についても検討を進める。

(c)革新的なセメント製造プロセスの技術開発等

セメント製造について、クリンカ製造用熱エネルギー原単位を低減させる技術を開発し普及を目指す。また、現状よりクリンカ鉱物組成を変更し、混合材の使用量を増やすことにより、セメント製造用エネルギー原単位を低減させる技術を開発し普及を目指す。

④フロン類の廃絶

フロン類の排出抑制は、オゾン層保護のみならず気候変動対策の両面から重要な課題であり、国際枠組みや国内法規により対策を進める。まず、国際枠組みであるモントリオール議定書と、その国内担保法である特定物質等の規制等によるオゾン層の保護に関する法律（昭和 63 年法律第 53 号）に基づき、代替フロン（ＨＦＣｓ）の生産量、消費量を 2036 年までに基準値（2011-2013 年の平均値から計算）比で▲85%まで削減する。この実現に向け、世界に先駆けてオゾン層を破壊せず温室効果も低いグリーン冷媒と、それを用いた機器技術を確立し、世界のフロン類対策を技術でリードする。

さらに、フロン類の使用の合理化及び管理の適正化に関する法律（平成 13 年法律第 64 号。以下「フロン排出抑制法」という。）に基づき、市中に出荷されたフロン類の排出抑制も進める。機器使用時におけるフロン類冷媒の漏えいを、ＩｏＴによる機器・冷媒情報の統合管理等を進めることで大幅に削減する取組について検討し、機器廃棄時における冷媒回収率を引き上げることで、世界で最も優れた排出抑制対策を確立する。

以上の対策により、ＨＦＣｓの排出量の急増傾向を早期に減少に転換させることを含め、フロン類の段階的な削減を着実に進め、中長期的にはフロン類を廃絶することを目指す。また、中長期的にフロン類が廃絶されるまでの間の排出を抑制すべく、対策を進めていく。

その他、ＰＦＣｓ、SF_6、NF_3の排出量については、既に産業界の自主行動計画により極めて高い水準の排出抑制を実現しており、引き続きその水準を維持する。

具体的には、以下を始めとした対策を進めていく。

(a)グリーン冷媒技術の開発・導入

代替フロンの製造量、消費量の大幅削減（2036 年までに基準値比▲85%）を実現するため、グリーン冷媒及びそれを用いた機器技術の開発、導入を計画的に推進する。また、フロン排出抑制法に基づく指定製品制度等により、世界に先駆けてグリーン冷媒市場を創出し、フロン類使用製品のグリーン冷媒化を加速する。

(b)冷凍空調機器の使用時におけるフロン類の漏えい防止

機器の定期点検等による使用時漏えい対策に、ＩｏＴによる機器・冷媒情報の統合管理等の先進的な取組を組み合わせることの検討を進め、機器使用時のフロン類冷媒漏えいの大幅低減を図る。

(c)冷凍空調機器からのフロン類の回収・適正処理

機器使用者（ユーザー）、廃棄物・リサイクル業者、フロン類充塡回収業者、解体業者等の関係者が相互に確認・連携し、ユーザーによる機器廃棄時のフロン類の回収が確実に行われる仕組みを確立し、機器廃棄時のフロン類冷媒排出を大幅に低減する。

⑤企業経営等における脱炭素化の促進

「脱炭素化ものづくり」を実現するためには、上記のような技術の導入に向けた取組だけでなく、脱炭素化のための産業界の取組を進めていくことが重要である。このため、自主的に削減目標を設定して対策を進める業界単位の取組を引き続き促進するとともに、バリューチェーン全体を通じた削減貢献量の考え方や定量化の取組を世界と共有し、普及させていく。また、中小企業を含めてパリ協定の長期目標と整合する野心的な目標の設定や、気候関連リスク・機会を織り込む経営戦略の策定を促進し、脱炭素化を企業経営に取り込む企業数を増加させ、社会に浸透させる。

３．運輸

（１）現状認識

我が国の運輸部門からのエネルギー起源CO_2の排出量は、2017 年度で２億1,300 万トンであり、2013 年度と比較して 4.9%減少している。

これまで、次世代自動車の普及、道路交通流対策、公共交通機関の利用促進、物流の効率化等を推進している。

①運輸部門の状況

我が国の国内旅客輸送量は、2011 年における東日本大震災等の影響により減少傾向を示したが、2012 年度以降は減少傾向が止まりほぼ横ばいの状態での推移となっている。国内貨物輸送は、2011 年に発生した東日本大震災の影響やトラックドライバー不足等による自動車貨物輸送量の減少により、2012 年度まで輸送量は減少傾向を示した。2012 年度以降は、自動車貨物輸送量の減少傾向が底をつき、貨物輸送量は横ばい状態で推移している。また、人口減少・少子高齢化が進展する中、特に地方部における公共交通ネットワークの縮小や、物流分野での労働力不足は、活動量にも影響を与える。

これらの活動量の状況はCO_2排出量増加を抑制する要因となっている一方で、モータリゼーションは排出量増加の要因となっており、とりわけ地方部の方がその傾向が顕著である。

②自動車産業における構造変化

自動車を巡っては、近年“ＣＡＳＥ”[19]といわれる大きな技術革新の波が訪れている。こうした大きな構造変化は、より効率的で、安全で、自由な移動を可能とし、自動車と社会の関係性に新しい可能性の地平を開くものと積極的に捉えることができる。

③自動車に関する気候変動対策への積極貢献

新興国を中心に世界の自動車販売台数が引き続き増加する見込みの中、世界規模で、自動車の環境性能向上にこれまで以上の期待と要請が高まっている。自動車による気候変動対策への積極貢献のカギは電動化による環境性能向上である。電動化のカギとなる蓄電池や燃料電池等の電池は、過去数年の間に急激に技

[19] Connectivity（コネクト化）、Autonomous（自動化）、Shared & Service（利活用）、Electric（電動化）

術革新が進み価格の低下が進展している。電動車が内燃機関の自動車と同等の価格・スペックを実現するまでには更なる技術革新が求められるものの、ブレークスルーの可能性がある。我が国は世界で最も電動化の進んだ国の１つ（新車販売台数の約３割[20]）であり、特に、電池を始めとする電動化に関する学術レベル、技術力、産業や人材の厚みは、我が国はいずれも世界トップレベルである。こうした多様な電動車技術を有することを強みとして、これまで培ってきた経験や技術力等を最大限に活かすことで、世界をリードし続け、国内のみならず世界規模での環境問題解決に積極的に貢献していくことが可能である。

④国際海運・国際航空における温室効果ガス排出削減の動向

国際海運における温室効果ガスの排出削減対策は、パリ協定に基づく国別削減対策の枠組みにはなじまないことから、国際海事機関（ＩＭＯ）に検討が委ねられている。ＩＭＯでは、2018 年４月、2050 年までに温室効果ガス排出量を半減（2008 年比）させ、最終的には、今世紀中の可能な限り早期に温室効果ガス排出ゼロを目指すことが合意された。

国際航空における温室効果ガスの排出削減対策についても同様に、パリ協定に基づく国別削減対策の枠組みにはなじまないことから、国際民間航空機関（ＩＣＡＯ）に検討が委ねられている。国際民間航空からのCO_2排出量が大きく増加の予測がある中、ＩＣＡＯにおいて、燃料効率を毎年２％改善するとともに、2020 年以降総排出量を増加させないことが合意された。

（２）目指すべきビジョン

自動車からの CO_2排出量は、“Well-to-Wheel”の視点で、ガソリン、電気等を製造する過程まで含めて評価することが重要である。特に、発電段階での化石燃料への依存度は、各国の置かれた状況によって大きく異なり、新興国を中心に引き続き高いが、このゼロエミッション化の努力とセットでなければ、電動車のポテンシャルも十分に発揮できない。“Well-to-Wheel”でのゼロエミッションが、究極的には我が国を含め世界が目指すべき方向である。したがって、2050 年までの長期ゴールとして、世界で供給する日本車について、世界最高水準の環境性能を実現する。具体的には、１台あたり温室効果ガス８割程度削減を目指す。また、究極的なゴールとして、車の使い方のイノベーション（自動走行、コネクティッド等）も追求しつつ、世界のエネルギー供給のゼロエミッション化努力とも連動し、Well-to-Wheel Zero Emission チャレンジに貢献していく。あわせて、コネクティッド技術によるエコドライブを支援するシステムの普及、デジタル技術や事業者間連携等の取組も含め、交通流対策と運輸業界の生産性向上を好循環させ、更なる温室効果ガス排出抑制を図る。

[20] HV:31.6%、PHEV:0.82%、EV:0.41%、FCEV:0.02%（2017 年度実績）

内航海運については、海運・造船主要国である我が国として、ＩＭＯにおいて世界的に合意された国際海運分野の温室効果ガス削減目標である2050年までの国際海運からの温室効果ガス排出量半減及び今世紀中の可能な限り早期の温室効果ガス排出ゼロを参考としつつ、内航海運の更なる脱炭素化を図る。国内航空については、ＩＣＡＯにおいて、燃料効率を毎年２％改善するとともに、2020年以降総排出量を増加させないことが合意されたことを参考に、航空ネットワークの維持及び更なる充実と同時に、大幅なCO_2削減を実現する。鉄道についても、更なるCO_2削減を実現する。

（３）ビジョンに向けた対策・施策の方向性

①Well-to-Wheel Zero Emissionチャレンジの基本方針

(a)グローバル課題解決のための国際協調

企業平均燃費の向上、“Well-to-Wheel”でトータルのCO_2削減を目指す方針を明確化し、技術中立的に企業の電動化投資・燃費改善投資を促す。あわせて、世界各国の制度環境の調和を進める。

政府間の協力・協調を通じて、各国にインフラや制度環境の調和を進め、最先端の環境技術を搭載した車が、各地のニーズに応じて普及するような環境を整備する。

(b)社会システムの確立

商用車（バス・トラック）の多様な用途（近距離配送、路線バス、長距離バス、長距離トラック）に応じて電動化、ＬＮＧ等の環境技術が最大限導入される環境を実現する。特に、大型車（トラック・バス）は、商用利用が主であるため、「従前車と同等の使い勝手」、「経済優位性の確保」が強く求められており、現状の電池価格及び電池の体積エネルギー密度を前提とすれば、現段階では、既存車両の動力源を電池で置き換えるだけでは、経済性が確保できず、持続可能な普及モデルを描くことが困難である。産学官が連携し、次世代大型車の開発・普及の促進を行うことにより、今後更なるCO_2排出量削減を行う上で不可欠となる電動化技術の開発や内燃機関の環境性能の向上、それらの実用化を図る。なお、現在は高価でラインナップが少ない電動大型車については、利便性及び経済性の視点を求める輸送事業者のニーズに合う使用局面から重点的に普及を促進する。

エネルギーインフラとしてのクルマの社会的価値に着目し、電動車の蓄電・給電機能の活用を促進するため、自動車メーカーのみならずエネルギー企業・ユーザー企業・地方公共団体の協業を促す「電動車活用社会推進協議会」を創設し、クルマのＢＣＰ利用やVehicle to Home、車載用電池の家庭・産業用リユース等を促進していく。さらに、ＣＡＳＥを活用した脱炭素型地域交通モデルを構築しつつ、自立・分散型地域エネルギーシステムとのカップリングモデ

ルを構築する取組を推進する。また、今後の再生可能エネルギー利用を拡大するためには、余剰電力を貯蔵する技術が一つのカギとなる。大規模かつ長期間のエネルギー貯蔵を可能とする水素がその役割を果たすポテンシャルは大きい。そのため、燃料電池自動車、燃料電池バス、燃料電池トラック等の水素を燃料とするモビリティの普及とあわせ、余剰となる再生可能エネルギーを運輸分野で有効活用する可能性を追求する。

電池製造のために不可欠で、コンゴ民主共和国等に偏在するコバルト等の鉱物資源について、長期的に日本の自動車メーカー等が安定的に調達できる状況を作る。具体的には、需要側のニーズや市況を中長期的に見通しつつ、資源外交や上流開発へのファイナンス等を活用し、官民一体で電池に必要な資源の安定調達を進める。

(c)オープン・イノベーション促進

産学官連携や企業の壁を越えたオープン・イノベーションにより、電動化のキーとなる蓄電池、燃料電池、パワー半導体、モーター、インバーター、素材軽量化、ワイヤレス給電、車載用ソーラー充電システム等の次世代電動化関連技術の早期実用化、生産性向上に取り組む。また、企業平均燃費向上のカギとなる内燃機関の最大限の高効率化や、商用化可能でCO_2削減効果の高いバイオ燃料や代替燃料の開発、早期普及を進める。

電動化、自動走行等の構造変化に対応を可能とする、モデルベースを活用したオープンな開発基盤の整備、ＡＩを活用した高度な開発基盤の整備、人材やサプライヤの育成が企業間や産学の連携を通じて行われる環境の整備を進める。

②道路・交通システム

道路の整備等に伴って、いわゆる誘発・転換交通が発生する可能性があることを認識しつつ、CO_2の排出抑制に資する環状道路等幹線道路ネットワークの強化、ＥＴＣ2.0やＡＩカメラを活用したビッグデータ等の科学的な分析に基づく渋滞ボトルネック箇所へのピンポイント対策等道路を賢く使う取組を推進するとともに、観光地域における情報通信技術（ＩＣＴ）・ＡＩ等を活用した交通需要調整のための料金施策を含めた面的な渋滞対策の導入の推進によるCO_2排出削減の可能性を追求する。

信号機の集中制御化等の高度道路交通システムの推進といった、CO_2排出抑制に資する交通システム対策を推進する。

③長距離移動機関

鉄道・船舶・航空という長距離移動機関は、軽量化・高断熱化等によるエネルギー効率の良い車両等の導入や、ＩｏＴ技術、衛星等を活用した運航の効率化、

関連施設のＣＯ$_2$排出削減を促進する。さらに、再生可能エネルギー由来の水素・e-fuel やバイオ燃料の導入等動力源の脱炭素技術への転換を促進する。

船舶については、代替燃料の促進、水素燃料電池船、革新的な省エネルギー技術を活用した船舶等の普及、ＩｏＴ等を活用した船舶の運航・離着岸の効率化等によって、内航海運の更なる脱炭素化を図る。ＩＭＯによる船舶の排出ガス規制が強化される中、我が国港湾において、ＬＮＧバンカリング拠点を形成するとともに、実運航時の技術実証を検討しこれを通じて環境負荷の少ないＬＮＧを燃料とする船舶の普及を促進する。また、脱炭素化に資するエネルギー等の輸入のため、大型船が入港できる受入拠点等の最適配置を進める。さらに、エネルギー等の輸送の生産性を向上させるため、船舶の大型化や調達先の多様化に対応するとともに、情報通信技術を活用した企業間共同輸送を促進する。

航空については、新素材・新技術等を用いてエネルギー効率を大幅に向上させた航空機材の導入、衛星等を活用した航空管制システムの高度化、エコエアポートの推進及び代替航空燃料等の脱炭素エネルギーの導入を進めるという、機材・運航・施設・燃料といった航空に関係するあらゆる部門におけるＣＯ$_2$排出削減に取り組む。

④移動革命とコンパクト化

人口減少・少子高齢化に伴い地域の生活交通の維持が困難となる中で、生活交通ネットワークを確保・維持するために、民間事業者のバス路線の再編等による活性化、コミュニティバスやデマンド交通の効果的な導入を促進する。これらの新たな公共交通機関においても、ＣＯ$_2$排出削減を推進する。

また、あらゆる世代の様々なニーズに応じた、エネルギー効率よく移動できる超小型モビリティの利活用を促進する。

鉄道等公共交通機関の整備の推進や、交通結節点の官民連携整備等による交通モード間の接続（モーダルコネクト）の推進、既存公共交通の活用、情報化の推進、乗り継ぎ改善、パークアンドライド等によるサービス・利便性の向上と、シームレスな公共交通の実現に向けた取組を推進する。

⑤物流革命

自動車輸送からＣＯ$_2$排出量の少ない内航海運又は鉄道による輸送への転換を促進する。港湾までのトラック輸送に係る陸上輸送距離の短縮を図るため、国際海上コンテナターミナル、国際物流ターミナル等においての整備、ＩＣＴ・ＩｏＴ技術等を活用した高規格化を推進する。また、ＡＩターミナルを実現し、外来トレーラーのゲート前待機の解消を推進することによるＣＯ$_2$排出削減の可能性を追求する。

ドローン等の新技術の活用による物流の効率化を推進するとともに、各事業者が持つ情報の共有・プラットフォーム化を推進することで、物流のＣＯ$_2$排出

削減と省力化を図る。

配送を依頼する荷主や配送を請け負う物流事業者等の連携による取組を促進し、輸送効率・積載効率を改善することで、CO_2排出削減に係る取組を推進する。旅客鉄道、高速バス、路線バス等の既存の輸送力を活用した貨客混載、ＩｏＴ活用による取組等により、事業者連携によるCO_2排出量の少ない輸配送システムの構築を進める。

高速道路でのトラックの隊列走行の商用化やダブル連結トラックの普及促進等を図り、これによるCO_2排出削減の可能性を追求する。あわせて、ＥＴＣ2.0による運行管理支援や交通状況に応じて経路変更を可能とする特車通行許可制度の見直し等によりトラック輸送の効率化を図るとともに、新しい物流システムに対応した高速道路インフラについての具体的な検討等により効率化を推進する。自動運転・ＡＩ・ＩｏＴ関連技術が進展していることを踏まえ、車両運用における車両動態管理等によるCO_2排出削減の取組の浸透を図るとともに、環境の観点から運送サービスを最適化できるように努める。トラック・バス等の事業用自動車の環境負荷の軽減に配慮した自動車の使用（エコドライブ）を促進するため、運送事業者等を対象に、ＩＣＴ技術を活用した支援システムの普及を図る。さらに、車載用の空調や生鮮食品等の低温物流における温室効果ガス排出削減を図る。

これら、物流分野における効率的かつCO_2排出削減を図る取組により、省エネルギー対策とともに、働き方改革の同時実現を図る。

４．地域・くらし[21]

（１）現状認識

2017 年度の家庭部門のエネルギー起源CO_2排出量は 1 億 8,600 万トンであり、2013 年度と比較して 10.7%減少している。2017 年度の業務その他部門（商業・サービス・事業所等）のエネルギー起源CO_2排出量は２億 700 万トンであり、2013 年度と比較して 12.2%減少している。2017 年度のメタン排出量は 3,010 万トン（CO_2換算）であり、2013 年度と比較して 6.9%減少している。2017 年度の一酸化二窒素排出量は 2,050 万トン（CO_2換算）であり、2013 年度と比較して 5.2%減少している。これまで、国民運動の展開や、住宅・建築物の省エネルギー化、省エネルギー性能の高い設備・機器の導入促進等を進めている。

各地域のエネルギー代金の収支を見ると、約８割の自治体では地域内総生産の５%相当額以上、379 自治体では 10%相当額以上の資金が地域外へ流出している状況にある[22]。

我が国は、今や本格的な人口減少・少子高齢化を迎え、今後、数十年間は総人口の減少が避けられない。これに加え、地方から都市への若年層を中心とする流入超過の継続により、人口の地域的な偏在が加速化しており、農村を含む地方の若年人口、生産年齢人口の減少が進んでいる。

市街地の拡散、空き家や耕作放棄地、社会資本の維持管理、自動車依存度の高まり、エネルギー価格の高騰による家計への影響等の課題も存在している。

地域は、これら多くの課題を抱えている一方で、それぞれ多様な資源を有している。地域資源には、その地域のエネルギー、自然資源、都市基盤、産業集積に加えて、文化、風土、組織・コミュニティ、生物多様性等様々なものが含まれる。デジタル革命の進展は、地理的制約の障壁を打開し、分散型社会への方向に促し得る。これは、それぞれの地方と都心部のつながりを容易にすることで、地方活性化にも資する可能性がある。

将来にわたって持続性を高めるには、それぞれの地域の現場が求めるサービスや技術がイノベーションによって提供され、広く普及することが重要であり、それがひいては国全体の発展につながる。

経済・社会的課題と多様な資源が存在する地域こそ、「将来に希望の持てる明るい社会」でもある目指すべき脱炭素社会のモデルの実践の場となり得る。

---

[21] 「地域・くらし」には、エネルギー起源 CO2 のうち家庭部門・業務その他部門・農林水産業、建設業及びそれに関連するエネルギー転換部門及び都市構造並びにメタン・一酸化二窒素のうち農業分野及び廃棄物分野を含む

[22] 2010 年時点の推計。環境省「地域経済循環分析データベース」2013

（２）目指すべきビジョン

脱炭素社会の実現に向けて、社会システムの転換を引き起こしていく過程においては、我が国の歴史的、文化的、地理的、経済的な特徴をよく踏まえた自然と社会の在り方、すなわち「持続的な共生」の概念を基本とした、個人、家庭、地域レベルでの意識改革が重要である。

また、人口減少・少子高齢化が進む我が国においては、特に地域の力を高める成長戦略が重要となる。人口減少・少子高齢化問題を逆手に取り、地域を持続させ発展させようとする住民の思いが実現する方向で気候変動に対応する条件整備をしていき、その中での意識の変化を図ることも必要である。その地域の人達がそこに住み続けることできる地域の活性化につながる方向を目指すべきである。

そのため、地域資源を持続可能な形で活用し、自立・分散型の社会を形成しつつ広域的なネットワークにより、地域における脱炭素化と環境・経済・社会の統合的向上によるＳＤＧｓの達成を図る「地域循環共生圏」を創造し、そこにおいては 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地域とくらしを実現することを目指す。

特に、農山漁村においては、豊富に存在する多様な資源を最大限活用し、地域主導によりバイオマス、営農型太陽光発電を含む再生可能エネルギーや水素を創出し、地域内で活用する。さらに、農山漁村域外に供給することにより、我が国の温室効果ガスの大幅削減に貢献する。

また、可能な地域・企業等から、2050 年を待たずにカーボンニュートラルを実現していくことを目指す。

地域における脱炭素化・ＳＤＧｓの達成のための取組の例としては、以下が挙げられる。

・断熱性能の高い住宅はCO_2排出削減と同時に、快適性の向上や健康維持に資する。
・徒歩や自転車の移動の割合を増加させることは、移動に伴うCO_2を抑制するとともに、健康増進や混雑緩和等に貢献する。
・ＩＣＴの活用によるテレワークやフレックスタイム制の導入を推進することにより、通勤交通に伴うCO_2排出を抑制すると同時に、仕事と育児・介護との両立がしやすい環境や生産性の向上を実現する。
・荒廃農地のように有効な活用がされていない農地等に、農業生産が可能な形で太陽光発電パネルを設置し適切な営農を継続することで（営農型太陽光発電）、再生可能エネルギーの拡大とともに、事業の経済性を高め、地域の持続可能な社会形成に資する。
・再生可能エネルギーを用いた分散型エネルギーシステムの構築は、緊急時に大規模電源等からの供給に困難が生じた場合でも、地域において一定のエネル

ギー供給を確保することに貢献する。また、地域が主体となった導入により地域コミュニティの維持・強化にも資する。

・再生可能エネルギーに関連する事業は、省エネルギー事業、高齢者の見守り事業等を併せて行うことにより新たな雇用を生み出し、地域の活力の維持・発展に貢献する。

・耕作放棄地で燃料作物を栽培し液体燃料・ガス燃料として利用する農業再生は、地域に固有の生態系を維持することにも資する。

・地域の再生可能エネルギーや未利用資源を活用した水素サプライチェーンの構築は、気候変動対策のみならず、地域のエネルギー自給率の向上や新たな地域産業の創出にも資する。

（３）ビジョンに向けた対策・対策の方向性

①カーボンニュートラルなくらしへの転換

(a)住宅・建築物での取組

カーボンニュートラルなくらしへの転換のためには、住宅・建築物における取組が必要である。

これまでの技術の組合せとともに、新しい素材（高効率半導体等）、設計、制御技術を商用化し、極限まで省エネルギー化を進めた設備・機器を最大限普及させる。また、ＡＩ・ＩｏＴ、ビッグデータの活用や機器間の連携等の新たな製品についても普及を図る。なお、家電機器の耐用年数がおおむね 10 年であることを考慮すれば、2050 年頃までに最大限の普及を図るためには、遅くとも 2040 年頃までに市場の確立が必要であることに留意する。一方で、ＩｏＴ等の活用により情報通信分野のエネルギー消費量が増大することを抑制するため、脱炭素化に資する通信システムも推進する。

住宅・建築物における太陽光発電は、需要と供給が一体となった利用を進めることが重要である。住宅・建築物には、太陽光発電が導入されていることが一般的となることを目指す。その際、太陽光発電は発電が可能な時間帯が集中することを考慮し、電動車、ヒートポンプ式給湯器等の普及とともに、住宅・ビルのエネルギー管理システム（ＨＥＭＳ・ＢＥＭＳ）やＩＣＴを用い、これらが、太陽光発電の発電量にあわせて需給調整に活用されることが一般的となることを目指す。また、電動車の充電設備は、太陽光発電による発電時間と駐車時間を合致させることも考慮して配備を進める。このような電気・熱・移動が一体となって運用されるセクターカップリングを、太陽光発電等の普及速度とあわせて促進する。これらにより、電力システム全体の需給バランス確保に寄与する。

また、外気温に影響されにくい地中熱、バイオマス熱等についても、地域の特性に応じて住宅・建築物への普及を促進する。

新築の住宅・建築物について、2030年度までに平均でエネルギー消費量が正

味で概ねゼロ以下となる住宅・建築物（ＺＥＨ・ＺＥＢ）を実現することを目指すことを既に決定している。今世紀後半のできるだけ早期に住宅やオフィス等のストック平均のエネルギー消費量を正味で概ねゼロ以下（ＺＥＨ・ＺＥＢ相当）としていくために必要となる建材、機器等の革新的な技術開発や普及を促す。さらに、新築住宅については、資材製造や建設段階から解体・再利用までも含めたライフサイクル全体で、カーボン・マイナスとなる住宅を普及させる。既築住宅・建築物についても、地域の特性に応じ、省エネルギーに資するリフォームを促進する。これらを推進するため、賃貸住宅・建築物における、省エネルギー設備投資の出資者と受益者の主体が異なること、いわゆるオーナー・テナント問題等を踏まえ、省エネルギー性能等も含めた総合的な環境性能に関する評価・表示制度の充実・普及等の環境対策を促進する。また、中小工務店の大工技能者を対象とする省エネ施工技術の習得に対する支援等により、各地域における中小工務店等の省エネルギー住宅生産体制の整備・強化を推進する。

また、電力供給の脱炭素化とともに、くらしにおいて、エネルギー利用の効率化を前提とした電化や水素化等も有効である。

(b)ライフスタイルの転換

カーボンニュートラルなくらしへの転換のためには、一人一人の行動・選択を変えるライフスタイルの転換も重要である。地域住民は、日常の消費活動が変わることで、社会の変革に携わることができ、それが変革のための大きな力となる。生活者、消費者、生産者として、製品・サービスの選択や生活様式により脱炭素化に関わっていく視点が重要である。

ＡＩ・ＩｏＴの活用により、従来製品として販売していたものを、その製品の持つ機能に着目し、その機能の部分をサービスとして提供するサービサイジング（製品のリース・レンタル、ＥＳＣＯ（Energy Service Company）事業等）や、その一形態であるシェアリングエコノミー（カーシェアリング、シェアサイクル、民泊等）が急拡大している。シェアリングエコノミーによるライフスタイルの転換の可能性を追求し、脱炭素化のための取組を推進する。

消費という面では、製品の地産地消を選好することは、輸送によるCO_2の排出を抑制する効果が期待でき、地域産業の振興にもつながり得る。これらも考慮しつつ、地域の状況に応じて、資源確保、生産、流通、使用、再使用、再資源化、廃棄までのライフサイクル全体を俯瞰し、地産地消による脱炭素化の可能性を追求する。

働き方という面では、ＩＣＴの活用によるテレワークやフレックスタイム制の導入を推進することにより、通勤交通に伴うCO_2排出を抑制することが期待できる。また、オフィスのフリーアドレス化とエアコン利用時間・スペースの縮小等と組み合わせることで、オフィスの省エネルギー効果も期待できる。CO_2排出抑制と同時に、仕事と育児・介護との両立がしやすい環境や生産性の向上を実現する。CO_2排出抑制効果を見える化することなどを通じ、働き

方改革の推進を支援する。バーチャル・リアリティ等遠隔サービスの利用拡大も、通勤や出張等の移動に伴うCO_2排出抑制に貢献する可能性がある。このようなサービスの活用による脱炭素に向かう可能性も追求する。

事業者による通勤交通マネジメント等の主体的な取組の促進、国民への啓発活動により、旅客交通において自家用自動車からCO_2排出の少ない鉄道・バス等の公共交通機関への利用転換、自転車利用の拡大を促進する。また、荷主や物流事業者等の連携による取組や、宅配便の受取方法の多様化・利便性向上、消費者の積極的参加の推進のための環境整備等の取組を通じた再配達の削減により、物流におけるCO_2排出抑制を図る。

再生可能エネルギーの利用等消費者としての企業活動にも光を当て、再生可能エネルギーの導入、省エネルギー対策を推進する。

これらライフスタイルの転換に当たり、市民参加型の科学的知見（市民科学）を収集しつつ、脱炭素化に資する商品・サービスの利用等の賢い選択を促す国民運動を展開する。また、企業や個人による脱炭素化のための環境情報の利用の促進を図り、環境に配慮した事業活動や製品が社会や市場から高く評価されるよう、地域の中小企業を含めたサプライチェーン全体の温室効果ガス排出量の把握手法の普及等、条件整備等を推進する。さらに、ナッジ等の行動科学の知見やＡＩ・ＩｏＴ等の先端技術との融合を通じて、一人ひとりが楽しみながら自発的に実践できるような、脱炭素に向かう行動を促進する。

②カーボンニュートラルな地域づくり

(a) 地域における自立・分散型社会づくりのための横断的な取組

各地域がその特性を活かした強みを発揮し、自立・分散型社会を形成しつつ、より広域なネットワークを構築していくことで、補完し支え合いながら農山漁村も都市もカーボンニュートラルな地域に移行していくことが重要である。また、各地域が再生可能エネルギーや分散型グリッドを構築することで電力が地場産業となり、スマートモビリティ等新たな需要を支えていく社会を構築することが重要である。

分散型エネルギーシステムは、省エネルギーの推進や再生可能エネルギーの普及拡大に加え、地域の活性化にも貢献し、地域循環共生圏の形成にも寄与する。一方、これは我が国全体のエネルギーシステムの一部でもあることから、システム全体としてのコスト、安定性等を考慮しつつ、以下の取組を進める。

地域と共生した再生可能エネルギーの導入を進めるため、地方公共団体や地域企業、住民を始め、地域が主体となった導入や、地域の合意形成等に向けた環境整備を進める。これらを通じ、大規模太陽光発電については、地域と共生する再生利用困難な荒廃農地活用等を推進する。風力発電は、その導入をより短期間で円滑に実現できるようにする。地熱発電、中小水力発電、バイオマス、太陽熱・地中熱等の再生可能エネルギー熱等は、多面的な効果とあわせて推進

することにより、コスト低減及び普及に向けた取組を進める。加えて、将来的な再投資が行われるような事業環境の構築を推進していく。

また、災害時にも地域の再生可能エネルギー等の自立的な電源の活用を可能にするよう、デジタル技術、蓄電池等を活用した地域のエネルギー供給網のモデル構築に向けた取組を進める。

さらに、地域に再生可能エネルギーを導入していくに当たっては、調整力の確保が課題となる。そのため、地域の再生可能エネルギーの変動にあわせ、地域住民の需要が調整力を発揮することにより、地域が一体となってこの課題に取り組むことを促す。その際、ディマンドリスポンス（ＤＲ）やＶＰＰを使い、エネルギー利用情報管理運営者（アグリゲーター）を介すなどして、小売電気事業者や送配電事業者の要請に応じて需要家が需要制御・創出を行い、その対価として小売電気事業者や送配電事業者が需要家に報酬を支払う新たな事業形態（エネルギー・リソース・アグリゲーション・ビジネス）の円滑な普及拡大を図る。また、蓄熱式空調設備、給湯需要の大きい施設におけるヒートポンプ式給湯器、冷凍冷蔵倉庫、上下水道施設、大型建築物が有している非常用自家用発電機等が需給調整に貢献する可能性を追求する。加えて、ブロックチェーン技術等を用い、電力や環境価値のトラッキングを実現することを通じて、再生可能エネルギー由来の価値の需要と供給をマッチングすることにより、円滑な再生可能エネルギーの導入を促す。

再生可能エネルギーが大量に供給される地域に、データセンター等電力消費が多い需要施設が移転する事例も見られ始めている。需要側の地理的な転換のような取組についても可能性を追求する。

これらを推進するため、分散型エネルギーシステムの普及に向け、国、地方公共団体が連携し、先例となるべき優れたエネルギーシステムの構築を推進する。太陽光発電等の自家消費や、地域新電力による地産地消等、単にエネルギーを消費する側（コンシューマ）としてだけでなく、自らがエネルギーを創り出す側（プロデューサ）でもあるエネルギーの「プロシューマ」化に対応した、情報通信インフラや制度整備を進める。また、地域の脱炭素化の自立的な普及を促進する事業体等の形成を推進し、地域循環共生圏の構築の加速化を図る。あわせて、地域、企業の取組を円滑化するため排出量等の情報基盤整備を活用し、「見える化」等の取組を推進する。

また、地域における多様な関係者の対話を通じた脱炭素社会に向けたイノベーションの創出と普及を目指し、多様な関係者が議論する協議会等の活動を支援する。地方公共団体は、自ら率先的な取組を行うことにより、区域の事業者・住民の模範となるとともに、地域内外の多様なステークホルダーとの連携・協働を図ることにより、地域循環共生圏の構築に当たり中心的役割を果たすことを目指す。

(b) 都市部地域のカーボンニュートラルなまちづくり

都市においては、人口減少・少子高齢化、インフラの老朽化等の課題に対処するために、交通等のインフラを含むまちづくりを見直す必要性が高まっている。その中で、脱炭素化の視点を盛り込んで課題解決を目指すことが重要である。

都市のエネルギーシステムに関し、複数の施設・建物において、電気、熱等のエネルギーの融通、未利用エネルギーの活用等により効率的なエネルギーの利用を実現することは、大きなＣＯ$_2$排出削減効果を期待できる。そのため、都市開発等の機会を捉え、地区レベルでのエネルギーの面的利用を推進する。都市のコンパクト化により熱源や熱需要が適切に集約される場合には、未利用の再生可能エネルギー熱の利用可能性が高まる。経済性や地域の特性に応じこれらも最大限導入を促進する。あわせて、ＤＲ等の高度なエネルギーマネジメント技術を活用した取組を推進する。また、ヒートアイランド対策を実施することにより、熱環境改善を通じた都市のＣＯ$_2$排出削減を推進する。

都市のコンパクト化や公共交通の利用促進の取組等と併せて、徒歩や自転車で安全で快適に移動でき、魅力ある空間・環境の整備を推進することで、徒歩や自転車の移動の割合を増加させ、移動に伴うＣＯ$_2$排出を削減する。自転車の活用について、自転車活用推進法（平成 28 年法律第 103 号）に基づき、自転車通行空間の整備、サイクルトレインやシェアサイクルの活用・普及、地域のニーズに応じた駐輪場の整備、自転車通勤等の拡大等、安全確保施策と連携しつつ自転車の活用に向けた取組を推進し、ＣＯ$_2$排出抑制に資する。

上下水道や廃棄物処理施設も含めた公共施設、交通インフラ、エネルギーインフラ等の既存のインフラにおいて、広域化・集約化、長寿命化、防災機能の向上とあわせ、省エネルギー化・地域のエネルギーセンター化を推進することによりＣＯ$_2$排出削減に資する。建設機械は、ゼロエミッションへの転換が難しい分野の一つである。建設施工分野において、省エネルギー性能の高い設備・機器の導入を促進する。また、ＩＣＴを活用した設備・機器の積極的な導入を推進することにより施工の効率化を図り、エネルギー消費量当たりの生産性を向上させる。

複数の施設・建物における電気・熱等の融通や、都市のコンパクト化、下水処理場における地域バイオマス受入れ等は、土地利用施策、都市施策、地域整備施策等との連携が不可欠である。これらの関連施策と気候変動対策との連携を進める。

(c) カーボンニュートラルな農山漁村づくり

農山漁村は、食料や良好な自然環境を始め我が国の社会・経済を支える資源を供給する重要な役割も果たしている。そのような側面を踏まえ、再生可能エネルギーや、住宅等への地域材利用等バイオマス資源の地産地消や地域外への供給を通じて、脱炭素社会への貢献とともに、地域を活性化し、人口減少・少子高齢化等に伴う地域の多様な課題解決を目指すことが重要である。

農山漁村が豊富に有する再生可能エネルギーを最大限活用し、地域の活力向上や持続的発展に結びつけるため、地域新電力の導入や、ビレッジ・エネルギー・マネジメント・システム（ＶＥＭＳ）を含めた地産地消型のエネルギーシステムの構築を推進する。営農型太陽光発電については、営農の適切な継続を通じて農地の有効活用が図られるとともに、荒廃農地の再生や条件不利地域での営農や定住を下支えし、地域の活性化に資する取組を進める。

農林水産業においては、ＩＣＴを活用した施業の効率化による「スマート農林水産業」の実現等により、温室効果ガス排出削減を図る。また、省エネルギー設備の導入、施設園芸での加温施設における木質バイオマス燃料への転換、家畜排せつ物のエネルギー利用の推進、農林業機械・漁船の電化・水素燃料電池化等を推進する。これらにより、農林水産業におけるCO_2ゼロエミッションを目指す。

農業では、イネ品種の開発・普及の促進、資材・生産技術の開発・普及の促進により、メタンの排出抑制を図る。また、ドローンとセンシング技術やＡＩの組合せも活用した施肥量の低減や分肥、資材の開発・普及の促進により、一酸化二窒素の排出抑制を図る。あわせて、ＡＩ・ＩＣＴ等を活用し、温室効果ガス排出量をモニタリングし、排出を抑制する生産体系の導入を推進する。畜産業では、飼料の開発・普及の促進、家畜改良による生産性向上を通じた飼養頭数の抑制の推進により、メタンの排出抑制を図る。また、飼料の開発・普及の促進により、家畜排せつ物からの一酸化二窒素の排出抑制を図る。加えて、家畜排せつ物のたい肥化の推進や浄化処理施設等の改善の推進により、メタン、一酸化二窒素の排出抑制を図る。

持続可能なバイオマス資源の利用は、特にCO_2フリー電力による脱炭素化が困難な分野の脱炭素化を図る上で重要な役割を担うことができる。バイオマス資源のサプライチェーンの構築を追求する。

これらに当たり、農林水産物・食品の生産・加工・流通・消費・廃棄（リサイクル）を通じたサプライチェーン全体における脱炭素化を推進し、認証・ラベリング等の温室効果ガス排出削減に係る行動の見える化を推進する。また、農業の自然循環機能を増進し環境への負荷を軽減する有機農業を推進するとともに、有機農産物に対する消費者の理解を増進する。

③地域における物質循環

地域において大幅な温室効果ガス排出削減を実現するには、省エネルギー・再生可能エネルギーの推進に限らず、物質循環との連携が必要である。循環型社会は、各地域・各資源に応じた最適な規模で循環させることがより重要となってくる。究極的な物質フローには、①まず、木材等の再生可能資源については自然の中で再生されるペースを上回らないペースで利用し、②金属資源、化石資源等の再生不可能な資源については枯渇する前に持続可能な再生可能資源に代替するため、代わりの再生可能資源が開発されるペースを上回らないペースで利用し、

③自然の循環や生態系の微妙な均衡を損ねる物質については自然が吸収し無害化するペースを上回らないペースで自然界に排出することの３つを満たしている必要がある[23]。我々人類が過去の経済・産業活動で膨大なエネルギーを投入し生み出してきた金属製品やプラスチック製品等は、既に存在する重要な資源とも言えるものであり、あらゆる分野での資源循環を進めることで、資源制約に対応できるだけでなく、温室効果ガス排出削減にも貢献できる。欧米においても循環経済の構築は重要な政策課題となっており、我が国としても技術面、制度面の両面でこの循環型社会を構築していくことが重要である。循環型社会の構築と合わせて、資源循環による脱炭素化を図る。

天候や消費量をＡＩで解析することによる生産量や生産時期の最適化、ＩｏＴ等による点検・修繕・交換・再使用等の最適化等により必要なモノ・サービスを必要な人に、必要な時に、必要なだけ提供することで、エネルギー需要を低減する。このような取組の可能性を追求するとともに、都市鉱山[24]を最大限活用する一方、天然資源の採取を最小化することを進め、これらの取組を通じ、脱炭素化の取組を推進する。

食品ロスを含むサプライチェーン全体を通じた食品廃棄物の削減は、廃棄時の運搬・処理に加え、食品の流通・製造時のCO_2排出抑制にも寄与することが期待される。これらの取組を通じ、脱炭素化の取組を推進する。また食品廃棄物を飼料として利用するなど、再生利用等の推進により、資源循環を推進する。

プラスチック廃棄物のリデュース、リユース、徹底回収、リサイクル、熱回収、適正処理、再生材や再生可能資源（紙、バイオマスプラスチック、セルロース素材等）の利用促進等により、プラスチックの資源循環を推進する。

３Ｒの取組を進めつつ、なお残る廃棄物等については、廃棄物発電の熱回収や生ごみからのメタン回収の導入等による廃棄物エネルギーの効率的な回収の推進を徹底する。また、廃棄物処理施設が、災害時も含め、自立・分散型の地域のエネルギーセンター化を図る。さらに、ＡＩ・ＩｏＴの導入等を推進し、収集運搬から最終処分までの一連の廃棄物処理システム全体の温室効果ガス排出削減を推進する。

地域でリサイクルすることができない循環資源の広域的なリサイクルを促進するため、静脈物流やリサイクルの拠点となる港湾をリサイクルポートに指定し、港湾施設の整備や港湾における循環資源取扱いの運用改善、官民連携の推進といった総合的な支援を推進するとともに、リサイクルポートを中心とした国内外の静脈物流ネットワークの構築を推進する。

下水道施設において、省エネルギー・再生可能エネルギー技術を全国に導入することを推進する。特に、中小規模の下水処理場においては、地域で発生するバイオマスを下水処理場で受け入れ、地域全体での効率的なエネルギー回収を推進する。これらを通じ、概ね 20 年間で下水処理場における消費電力半減を目指

[23] 循環型社会形成推進基本計画（2018 年６月閣議決定）
[24] 有用金属を含む使用済製品の集合を鉱山と見立てたもの。

す。排水処理における高度処理は、地域の水質改善、水資源の循環利用の他に、一酸化二窒素の排出削減にも効果がある。地域の水環境といった状況に応じて、高度処理を推進する。一方で、高度処理によってエネルギー消費量が増加することから、排水処理の省エネルギー対策もあわせて推進する。

④可能な地域・企業等からのカーボンニュートラルの実現

島国である我が国は離島におけるエネルギー自給システムに向けた技術の蓄積がある。また、デジタル革命により実現されるエネルギーマネジメントシステムも用いて、スマートシティの構築が進められている。さらに、農山漁村においては、豊富に存在する資源を最大限活用したエネルギーイノベーションを実現できる。

ビジネスでは、2050 年までに自らの消費電力を再生可能エネルギー100%で賄うことを目指すことを表明する企業が相次いでいる。また、個別の企業が長期のビジョンを掲げる動きが活発化しており、2050 年までにカーボンニュートラルを掲げている企業もある。

1.5℃目標への貢献という観点も踏まえ、このような、カーボンニュートラルに向けて野心的に取り組む地域、企業等を後押ししつつ、2050 年を待たずにカーボンニュートラルが可能なものからこれを実現していく。さらに、こうした取組を積極的に共有し、取組の拡大を図っていく。そのため、企業活動が地域の脱炭素化に大きく貢献するものであることを踏まえ、地域に根ざした中小企業を含む企業による野心的な目標設定や削減取組、情報発信を促進し、世界的な脱炭素化の潮流の中での企業の競争力の強化につなげる。

⑤福島の復興と脱炭素社会の拠点構築

2011年３月の東京電力福島第一原子力発電所の事故は、福島県民を始め多くの国民に多大な被害を及ぼした。原発事故で大きな被害を受けた福島において、未来のエネルギー社会の姿をいち早く示し、世界の脱炭素化を牽引していくことは重要であり、福島の復興・再生を力強く推し進めていく。福島県は復興の大きな柱として、福島を「再生可能エネルギー先駆けの地」とすべく、再生可能エネルギーの拡大、関連する産業の集積、研究開発を進めている。また、2040年頃を目途に福島県内の１次エネルギー需要量の100%以上に相当するエネルギーを再生可能エネルギーから生み出すという目標を設定している。こうした取組を加速し、エネルギー分野からの福島復興を後押ししていくため、2014年に創設した福島再生可能エネルギー研究所（FREA）等の場を活用して、国、県、関連企業等が一丸となって取組を進める。そして、福島において再生可能エネルギーに関する世界のイノベーションハブを目指し、独創的な再生可能エネルギー技術と新たな社会モデルを国内外へ発信し、更なる取組の加速、産業の集積を図る。

第２節：吸収源対策

（１）現状認識

京都議定書第３条３及び４に基づいた我が国の土地利用、土地利用変化及び林業活動による 2017 年度の吸収量は、森林吸収源が約 4,760 万トン[25]、農地管理・牧草地管理・都市緑化等が約 810 万トン[26]である。

人口減少・少子高齢化、気候変動の影響の顕在化、エネルギー問題、グローバル競争の激化、インフラの老朽化、適切な管理を続けることが困難な土地の増大等の諸課題を踏まえると、持続可能な国土管理に向けた諸施策を推進することが重要である。

特に、我が国の国土の約７割を占める森林は、木材等の林産物を供給するとともに、国土保全等の公益的機能を有しており、吸収源としても重要な役割を果たしている。

また、農地・草地土壌については、森林等とともに炭素吸収源の一つとして国際的に認められており、温室効果ガス吸収量の確保に貢献している。

（２）目指すべきビジョン

脱炭素社会の構築、すなわち温室効果ガスの人為的な発生源による排出量と吸収源による除去量との間の均衡を実現するために十分な吸収源を確保することを目指す。そのため、自然環境の保全と、持続的で新たな価値を創出する農林水産業を通じた取組を進める。

（３）ビジョンに向けた対策・施策の方向性

①森林・都市緑化

森林吸収源対策の推進に向けて、林業活動を通じた間伐、再造林等の適切な森林整備等を推進する。その際、成長等に優れた品種や早生樹等の普及・利用拡大を図る。

国民にとって、最も日常生活に身近な吸収源対策である都市緑化等を推進し、実際の吸収源対策としての効果はもとより、気候変動対策の趣旨の普及啓発を

---

[25] 森林吸収量は、京都議定書第２約束期間のルールに基づき、2017 年度の新規植林、再植林、森林減少、森林経営による排出・吸収量を合算して算定（ただし、伐採木材製品の炭素蓄積変化に由来するベースライン排出量分を調整した値）

[26] 2017 年度の排出・吸収量（約 300 万トン排出）と 1990 年度の排出・吸収量（約 1100 万トン排出）との差分

図る。

②農地

たい肥、緑肥等の有機物の施用による土づくりの推進を通じて、農地等の土壌への炭素貯留を推進する。また、土壌改良資材としての炭（バイオチャー）について生育影響等の効果検証を進める。

③自然環境

多くの炭素を固定している森林、草原、泥炭湿地等の湿原や土壌、沿岸域等の生態系の保全・再生を進め、健全な生態系によるCO_2の吸収能力を高める。また、森林等の生態系に大きな影響を与える鳥獣被害を軽減し、健全な生態系による吸収量を確保していくことに資するよう、被害防除や個体群管理等の適正な鳥獣管理を推進する。また、生態系の気候変動への順応力を高めるために、生物が移動・分散する経路である生態系ネットワークの形成とあわせて、気候変動以外のストレス（開発、環境汚染、過剰利用、外来種の侵入等）を低減することを推進する。

「ブルーカーボン」、すなわち沿岸域や海洋生態系に貯留される炭素について、全国的に有用水生植物を用いた藻場の保全・回復等のCO_2の吸収源としての可能性を追求する。あわせて、水生生物を原料とした機能性食品、バイオマスプラスチック等の新素材開発・イノベーションによる海洋資源による新産業の創出を進める。

④バイオマス製品による貯留・化石燃料の代替

低層非住宅や中層建築物について木材利用の推進に必要な技術の開発及び普及に取り組みつつ、都市の高層建築物等についても、更なる木材利用の拡大が図られるようイノベーションを創出する。また、木質バイオマス由来のマテリアルについて、自動車部材等への用途の拡大を推進する。

第３章：重点的に取り組む横断的施策

第１節：イノベーションの推進

気候変動という地球規模の課題に立ち向かい、脱炭素社会という究極のあるべき姿を実現するためには、従来の延長線上ではない、非連続的なイノベーションを起こさなければならない。

脱炭素社会を実現していく上では、「イノベーション＝技術革新」という単一的な見方を是正し、最先端の技術を創出するイノベーションと併せて、技術を社会実装していく「実用化・普及のためのイノベーション」の推進が不可欠である。その観点から、性能や効率も重要だが、ユーザーに選ばれることができなければせっかくの性能も発揮できないため、ニーズ側や未来社会像から発想するイノベーションも重要である。

今日、エネルギー、モビリティ、デジタル化等により分野を超えた相互作用により世界的な変革、イノベーションの波が押し寄せている。これは、「Society 5.0」の実現に向けた幅広いイノベーションの促進が、温室効果ガスの大幅な排出削減に必要な技術革新を生み出し得ることも意味する。ＡＩ・ＩｏＴ、ブロックチェーン技術等が進展する中、官民を挙げて分野横断的なイノベーションに取り組むことが必要である。デジタル化、データ化、分散化、そしてグローバル化が進む変化のスピードが速い社会では、イノベーションを生み出すため、多様な知がぶつかり合うコミュニティ、オープンな場を形成することが重要となってきている。

Ⅰ．技術のイノベーション

１．現状認識

（１）国内の動向

パリ協定の長期目標の実現に向け、我が国では、地球温暖化対策推進本部（2015年11月26日）及びＣＯＰ21（2015年11月30日）において、総理指示で、エネルギー・環境イノベーション戦略を取りまとめる旨が表明された。これを受け、2016年４月、内閣府総合科学技術・イノベーション会議で、エネルギー・環境イノベーション戦略が取りまとめられた。同戦略では、エネルギー・システム全体が最適化されることを前提に、2050年を見据え、①これまでの延長線の技術ではなく、非連続的でインパクトの大きい革新的な技術、②大規模に導入することが可能で、大きな排出削減ポテンシャルが期待できる技術、③実用化まで中長期を要し、かつ産学官の総力を結集すべき技術、④我が国が先導し得る技術、我が国

が優位性を発揮し得る技術の観点から、８つの有望分野（エネルギー・システム統合技術、システムを構成するコア技術（次世代パワーエレクトロニクス、革新的センサー、多目的超電導）、革新的生産プロセス、超軽量・耐熱構造材料、次世代蓄電池、水素等エネルギーキャリアの製造・貯蔵・利用、次世代太陽光発電、次世代地熱発電、CO_2固定化・有効利用）を特定した。これらにより、２℃目標達成に世界で必要な約300億トン超のCO_2削減量のうち、数10億～100億トン超の削減（ＩＥＡ試算を踏まえて、選定した分野において既に開発・実証が進んでいる技術の運用と合わせた数字）を期待できるものとした。2017年９月には、エネルギー・環境イノベーション戦略に関するロードマップが策定され、関係府省庁が一体となって協力することが求められている。

2018年６月に閣議決定された統合イノベーション戦略においては、パリ協定の２℃目標の達成に向けて、世界最先端のエネルギーマネジメントシステムの構築、創エネルギー・蓄エネルギー技術の海外展開、世界をリードする水素社会の実現、目標達成のための研究開発評価の実施について、今後の方向性が示されている。

また、2018年７月に閣議決定された第５次エネルギー基本計画においては、初めて2050年について言及し、パリ協定発効に見られる脱炭素化への世界的なモメンタムを踏まえ、エネルギー転換・脱炭素化への挑戦を掲げ、あらゆる選択肢の可能性を追求する方向性を示している。

これらの戦略や計画を含め、我が国では、1974年以来、サンシャイン計画始め、ムーンライト計画、ニューサンシャイン計画等、エネルギー・環境分野の技術に対する戦略や計画が策定され、多額の政府研究開発予算を投じてきた。太陽光発電のように、長期の研究開発投資が実を結び、しばらくの間、日本企業が世界の太陽電池の生産の多くを供給し、世界の地球温暖化問題に広く貢献できていた事例もある。他方、技術が広く普及するためには、高効率といった科学的な価値観だけではなく、低コストであることが絶対条件である。市場が求めるコストと脱炭素技術のコストのギャップは依然相当大きいというのが現状であり、脱炭素技術を大規模に社会導入するには、環境価値を含め、より一層のコスト削減や導入を促す仕組みの構築が不可欠である。

技術開発においては、こうした難題を解決し得るこれまでと全く異なるコンセプトでコストを含めた課題を一気に解決し得る非連続な革新的技術と、革新的技術というイメージが薄い分野であっても、これまでの長期の研究開発投資を踏まえ、確実に社会実装に向かうための短中期での開発を目指す技術との両面の推進が必要である。その際、前提条件を開示した上で、市場での普及までを見通した客観的なライフサイクルベースでの温室効果ガス削減効果の評価（ＬＣＡ）の下に、技術選択・開発の注力をしなければ本末転倒である。現状においては、そもそも温室効果ガス排出量のＬＣＡ分析が行われていない場合が多いことに加え、仮に分析が行われていたとしても、コスト分析と温室効果ガス排出量のＬＣＡ分析が別に実施され、比較分析も困難である場合も多いことが実態である。また、科学的な価値観に基づく革新だけでなく、常に、ユーザーや未来

社会像の観点から、不必要な技術目標を追求していないか、スピード感をもって上市できるか、精査することが求められている。インパクトファクターという価値観のみにとらわれず、社会への貢献を目指すという高い意識も必要である。

（２）国際的な動向

気候変動対策は地球規模の課題であり、世界の叡智を結集し、イノベーションの創出を図る必要がある。2016年にはパリ協定を踏まえ、クリーン・エネルギー分野の研究開発についての官民投資拡大を促すイニシアティブであるミッション・イノベーションが立ち上げられ、我が国も初回から参加している。現在では、Ｇ７含む24か国とＥＵが参加し、参加国は、クリーン・エネルギー分野の革新的な技術に対する政府研究開発投資を５年間で倍増することを目指す他、個別分野において関心のある参加国が連携して研究開発を推進するためのイノベーション・チャレンジ８分野が立ち上げられている。

この他、我が国では、気候変動問題の解決に向けたエネルギー・環境分野のイノベーションの重要性を世界の産学官のリーダーが議論し協力を促進するための知のプラットフォームとなるInnovation for Cool Earth Forum（ＩＣＥＦ）を2014年から我が国で開催している。ＩＣＥＦでは、2018年の第５回年次総会において約70か国から1,000名超の参加を得て、イノベーションの促進に向けた主要課題や将来戦略、また特定の技術分野等について議論し、その結果をＩＣＥＦ運営委員会によるステートメントとして発表している。こうしたＩＣＥＦの結果も活用する形でイノベーションを創出するために、具体的な国際連携の活動につなげることが期待されている。

２．施策の方向性

（１）施策の基本的な方向性

脱炭素社会の実現に向け、高効率といった科学的な価値観だけではなく、社会実装可能なコストを実現すること、即ち「コスト」を下げる技術のイノベーションが求められている。このため、より多くの非連続のイノベーションを導き入れることが必要である。社会実装可能なコスト目標を定め、官民のリソースを最大限に投入し、国内外において技術シーズの発掘や創出を図るとともに、必要な環境整備を図り、実際のビジネスにつながる取組を強化していく。

温室効果ガス排出削減は、不確実な未来に対し、極めて難しく広範な課題であり、一つの革新的技術で世界を変えることは難しく、長期的な研究開発が必要な技術に対する民間投資も難しい。これまで複数の技術や手法が提案されているが、それぞれ一長一短があり、前提条件によって優劣が変わるので、一つに絞れないケースも多い。

そこで、基盤となる国内外の最新の科学的知見を充実させ、技術の絶え間ない

見直しを行うとともに、国による支援措置を含め、技術開発の在り方も常に検証することが必要である。特に、研究開発では、民間の知見・資金を最大限活用することを促しつつ、基礎研究や実現可能性調査等の段階では、幅広い知見を踏まえて取り組むとともに、それらの中で成果の見込まれるものに重点化して、実用化に向けた技術開発に挑戦し、2050年やその先を見据えての脱炭素社会の実現に向けて取り組んでいく。また、官民の投資を促進し、脱炭素技術の大規模な社会導入を実現するには、有望とされた技術の研究開発を単に促進するだけでなく、脱炭素社会の実現に向けて、常に社会が求める技術の実用化・ポテンシャルを再評価し、ユーザーからのニーズやボトルネック課題を抽出し見える化すること、現在検討されている技術による到達可能性・限界を客観的に示すことも必要であり、それらを踏まえ、官民が継続して投資すべき技術開発の精査を行っていく。

重視すべき技術選択に当たっては、温室効果ガス排出の大幅削減につながり得る技術であるとともに、その適用先も一つのプロセス、分野を超えて、社会やより多くの産業への適用が可能でインパクトが大きいものであるといった視点が重要である。例えば、水素は、化石燃料に依存している自動車燃料の代替だけでなく、石炭・ＬＮＧ火力発電の代替、更には製鉄分野の還元剤として使われているコークスの代替や、地球温暖化の最大の原因であるCO_2と反応させることで、石油化学産業の原料である原油・ナフサや都市ガスの原料である天然ガスの代替に利用される等、極めて多岐にわたる利用が想定できる。パワーエレクトロニクス技術は、電力変換・制御性が高まることで、系統全体のエネルギー消費の低減だけでなく、機動的な電力需要の調整弁として系統安定化のための調整力の向上（ＶＰＰ）や、再生可能エネルギーの導入によって変動する発電量に対する需要側での電力使用量の応答（ＤＲ）等の分散・デジタル制御技術の性能向上にも貢献することが期待される。同様に、蓄電池を始めとする蓄エネルギー技術についても、変動性がネックとなり大規模導入が遅れている再生可能エネルギーの普及を加速させるために極めて重要な技術である。蓄エネルギー技術は、電動車の動力源として利用できる他、変動する再生可能エネルギーと接続した水素製造用水電解装置との組み合わせにより、水電解装置設備の利用率の向上に資するなど、化石資源利用から電力利用へと社会を転換していく上での活用も期待される。これらは、運輸部門でのWell-to-Wheel Zero Emissionにも通じる技術でもある。

温室効果ガス排出の大幅削減を可能とする技術をいかに社会に普及させていくかが今後のカギとなる。最大の課題は、前述の通り、ユーザーが求めるコストと現在の技術で実現可能なコストのギャップが極めて大きいことである。技術開発を通じてコスト削減を図る努力を継続することが必要であるが、技術開発等が追い付かず、必要とされるタイミングでの大幅なコストダウンが難しい場合には、温室効果ガス排出の大幅削減を実現するための何らかの取組も必要となってくると考えられる。加えて、優れた技術の開発に向けて研究開発の基盤を引き続き構築することも重要である。

ある程度技術が確立した後は、その技術を最適な舞台（市場、生産拠点等）で実証することが重要である。利用可能なリソースの観点から最適な舞台が海外であることもある。我が国での市場や生産拠点の立ち上げに固執せずに、国際連携含め最適な舞台での技術実証を行っていく。

また、技術開発や実証の段階を待つだけでなく、コストの観点を意識しながら、社会・産業での実用化を図っていくという視点も重要である。水素等では、①市場の立ち上がりの時期は、CO_2削減効果が少ないが製造コストの影響が比較的小さい高付加価値品をターゲットとする②既存インフラを最大限活用する（例えば、既設ガス供給システムの許容範囲での、水素やエネルギーキャリアとしてのメタネーションガスの混入や、発電・自動車燃料（化石燃料）へのバイオ燃料の混入等）③ＬＣＡ分析によりCO_2排出削減効果が薄い手法であっても、安価な価格が実現できる手段を使って市場の拡大を図る（化石燃料由来の水素の活用等）④政策的な導入サポートを実施するなどの方策により、まずは市場を立ち上げていくという観点も検討に値する。

さらには、温室効果ガス排出を大幅に削減可能な技術を導入し、化石燃料利用を削減できたとしても、脱炭素社会を実現する過程においては、CO_2等の温室効果ガスの排出は避けられないため、これを回収し、貯留または有効利用、リサイクルすることも必要となってくる。また、このようなCO_2の貯留や有効利用、リサイクルという取組と共に、我々人類が過去の経済・産業活動で膨大なエネルギーを投入し生み出してきた金属製品やプラスチック製品等は、既に存在する重要な資源とも言えるものであり、あらゆる分野での資源循環を進めることで、資源制約に対応できるだけでなく、温室効果ガス排出削減にも貢献できる。欧米においても循環経済の構築は重要な政策課題となっており、我が国としても技術面、制度面の両面でこの循環型社会を構築していくことが重要である。

（２）科学的知見の充実

長期的な未来においては、世界情勢、技術動向、ライフスタイル等様々な変化があり、これを予測することは困難が伴う。不確実性の下で温室効果ガス排出の大幅削減を実現するためには、全方位での野心的な複線シナリオの下、その時々の情勢や技術動向等を見極めつつ、技術の絶え間ない見直しが必要である。また、長期かつ世界的な観点から気候変動対策を推進するためには、こうした見直しの前提として、国内外の最新の科学的知見を継続的に集積していくことが不可欠である。

気候変動メカニズムの更なる解明、予測精度の向上、負の影響・リスクの評価等、観測を含む調査研究の更なる推進とその基盤の充実が重要である。気候変動の更なる解明及び予測精度の向上については、スーパーコンピュータ等を用いたモデル技術やシミュレーション技術の高度化を行い、時間・空間分解能を高めるとともに、発生確率や不確実性を含む気候変動予測情報を創出する。また、各分野のニーズを踏まえた我が国の気候変動予測データの整備を推進する。気候

変動の負の影響・リスクの評価については、地球環境情報プラットフォーム等を通じて温室効果ガス観測データの更なる利活用を進める。また、気候変動メカニズムの解明、気候変動が環境・経済・社会に与える影響の評価等の研究を、国際協力を図りつつ、戦略的に推進する。気候変動に係る観測・監視については、温室効果ガス、気候変動及びその影響等を把握するための総合的な観測・監視を引き続き進めていく。特に、温室効果ガスについては、観測技術衛星により宇宙から全球規模での観測を継続的に行う。2018年10月に打ち上げた「いぶき２号」は、人為起源CO_2を特定するための機能を有しており、観測成果は、気候変動予測の精緻化への貢献に加えて、世界各国がパリ協定に基づき実施する排出量報告の透明性向上、グローバル・ストックテイクにおける各国の目標達成状況の把握への貢献も期待される。また、衛星による観測に加え、地上、船舶、航空機による観測も引き続き行い、これらの観測データを整理・解析することで知見の充実を図るとともに、得られた結果を国内外に広く発信する。このような強みを生かし、国際協力も進めていく。

（３）技術開発における横断的な取組－革新的環境イノベーション戦略－

社会実装可能なコストを実現し、非連続なイノベーションを創出するため、革新的環境イノベーション戦略を策定し、中期的に取り組んでいく。国によるコスト等の明確な目標、官民のリソースの最大限投入、投資額を含めた長期にわたるコミット、国内外における技術シーズの発掘や創出、ニーズからの課題設定、革新的なテーマに失敗を恐れず挑戦することへの柔軟な制度による支援、ビジネスにつなげる支援の強化、各事業を一体として推進・フォローアップする体制整備等を含み、技術が実際に事業化し、世界の排出削減に貢献できるよう革新的環境イノベーション戦略を2019年中に策定し、世界に発信していく。これまで、政府は、2050年の社会が求める技術の需要・ポテンシャルを再評価し、脱炭素社会の実現に向けたボトルネック課題を抽出し、見える化を図るため、エネルギー・環境技術のポテンシャル・実用化評価検討会を実施してきており、これらの検討を活かしていく。

①国内外における技術シーズの発掘や創出、ニーズからの課題設定

経済産業省では、エネルギー・環境イノベーション戦略で示された分野を中心とした革新的な低炭素技術シーズを探索・創出するため、2017年より、未踏チャレンジ2050を開始した。2050年頃に第一線で活躍しているような若手研究者を育成するため、大学等の研究者は40歳未満の若手研究者を対象としている。また、文部科学省においても、2017年より、未来社会創造事業を開始し、2050年に向けたCO_2大幅削減の目標からバックキャストした技術課題を特定し、アカデミアの発想を活かしたハイリスク・ハイインパクトな研究開発を推進している。両省では、COMMIT2050として、研究の進捗に伴い学術的課題が生じた場合の橋渡し、

社会実装に近づいた研究課題の橋渡しをするなど連携してきたところである。

これに加え、脱炭素技術の社会導入の観点から、研究開発において、「コスト」等、ユーザー等の立場をより重視していくことも重要である。国の研究開発事業において、社会やユーザーの立場から必要となる技術課題を設定し、実現可能性調査の段階から、複線的な研究開発アプローチで技術間競争を促すような仕組みを検討する。また、研究・技術開発に当たっては、コストやCO_2排出のＬＣＡ分析により、その技術の客観的ポテンシャルを評価していくことが重要である。

また、破壊的な技術イノベーションを創出するため、国は、未来社会を展望し、困難だが実現すれば大きなインパクトが期待される社会課題等を対象として、野心的な目標を掲げ、その達成に向けた斬新かつ挑戦的な研究アイデアを国内外の研究者等から広く募集する挑戦的な研究開発についても推進していく。

我が国の強みと相手国の強みを活かした最先端技術の国際共同開発として、エネルギー・環境イノベーション戦略を基にした技術ターゲットについて、これまでＧ７各国等と革新的エネルギー技術に関する共同研究開発を促進してきており、こうした取組を引き続き進める。世界の叡智を結集する観点からは、ミッション・イノベーションやＩＣＥＦでの活動に参加する他、新たな取組として、世界の主要国（G20）の科学・技術の指導的人材を我が国に招聘する国際会議を行うことにより、多様な知見を融合し、CO_2大幅削減に向けた非連続なイノベーション創出に繋げていく。具体的には、クリーン・エネルギー技術分野における世界の主要国（G20）の研究機関のリーダーを集め、共にイノベーションに力を合わせる機会としての国際会議（ＲＤ20：Research and Development 20 for clean energy technologies）をＩＣＥＦの結果も活用する形でイノベーション創出に向けて連携して我が国で開催する。ミッション・イノベーションに加え、ＲＤ20を通じ、研究機関間のアライアンスを強化し、国際的な共同研究開発の展開等につなげ、世界の叡智から具体的なイノベーション創出を図る機会を我が国が主導していく。

②ビジネスにつながる取組の強化

研究・技術開発の担い手としては、気候変動問題がさらに進行する将来の当事者ともいえる若手研究者、社会導入の担い手である民間・ベンチャー企業が極めて重要であり、技術シーズの発掘だけでなく、人材の発掘に着目した政策も必要となる。こうした技術シーズ及び人材の発掘がビジネスにつながるよう、エネルギー・環境分野の研究開発を行い、その「見える化」にも取り組む。ベンチャー企業が持つエネルギー・環境に関する優れた技術は、イノベーションの源泉であることから、このような技術に対して資金が流れていくような仕組みの構築だけではなく、企業によるエネルギー・環境分野の研究・技術開発や設備投資を促すため、こうした取組を実施する企業を市場に対して「見える化」し、民間投資が拡大していくようなインセンティブ設計を行っていく。例えば、公的機関等が

選定した企業に対するソフト支援（ＮＥＤＯピッチ等）を引き続き進める。また、特にエネルギー・環境分野でのイノベーションに取り組むベンチャー企業に対して、民間活力を最大限引き出す環境整備を行う。

また、初期市場の創出のための実証や海外展開、国の研究開発事業におけるプロジェクト初期段階からの標準化等による支援を展開していくことで、事業化及び技術の普及による国際貢献を目指していく。

（４）個別分野における実用化に向けた課題の見える化

既に多くの分野において、技術革新に向けた様々な対策・施策の方向性が示されているが、以下、イノベーションが期待されているCO_2大幅削減に貢献する主要な革新的技術について、社会導入に向けたボトルネック課題を示す。なお、本項で示す技術例は、分野ごとの目標達成に必要な現時点の知見で考え得る要素を例示したものであり、投資にあたっては官民による継続的な精査を行っていく必要がある。

①省エネルギー技術／エネルギー転換

省エネルギー技術については、化石燃料を使う分野だけでなく、化石燃料から転換できた分野においても必要となる横断的基盤となる技術である。既に多くの技術開発投資がなされているが、最終エネルギー消費の多くを化石燃料の燃焼等による熱の利用が占めていることから、まずは徹底した熱の有効利用が必要である。また、脱炭素化のためには、電源の脱炭素化の取組と合わせて需要側の電化も期待されている。

(a)熱の有効利用

これまでの日本企業の創意工夫により、産業生産プロセス等の結果生み出される排熱の有効活用については、既に様々な取組がなされている。しかしながら、200℃以下の低温排熱については、小規模に分散しているため、総量としては大量に存在するものの、効率的な回収と有効活用が困難である。また、500℃以上の高温排熱についても、活用されている領域もあるが、ガスの性状によっては活用に必要な材料の耐久性が必要となるなど、その利用が高コスト化してしまい、有効活用が進まない領域がある。さらに、熱を排出する現場では、必ずしも具体のプロセスでの排熱の熱量等熱の賦存について認識されていない他、排熱と熱活用のミスマッチが解消できていない。立地的、時間的制約に捕らわれず、熱の活用を低コスト化する熱利用技術の開発は、エネルギー効率、熱を熱として余すことなく使う観点からも重要な課題である。熱の賦存量の把握の他、具体的な技術課題として、樹脂やセラミックス等非金属熱交換器、熱駆動型ヒートポンプ、スラリー等熱輸送技術、熱整流、安全で核生成制御可能な物質による蓄熱技術、遮熱や断熱技術等が求められる。この他、電力への

変換等熱エネルギーの二次的な活用法も重要である。

(b)電化

さらに、電源の脱炭素化の取組と合わせて、最終エネルギー消費における電化は、適用に困難が伴う分野や工程もあるものの、加熱や乾燥工程等産業プロセスでの化石燃料消費を削減する可能性がある。プロセスの制御性を高めることにより、エネルギー消費の低減だけでなく、少量多品種生産・自動化といった生産プロセスへの付加価値の提供が期待される。さらに、一部の電力を多く消費する生産工程を機動的に運用することにより系統安定化のための調整力となる可能性がある。これまで、ヒートポンプや効率的に加熱できる赤外線乾燥設備といったエネルギー効率の高い設備や、作業環境を大きく改善できる金属加工用の誘導加熱設備等の付加価値を生み出す設備の導入は一部進んでいる。より一層の電化を促進させるためには、一品一様で高コストとなりやすい設備の低コスト化、電化によるプロセスやプロダクトの高付加価値化等、技術面・経済面での課題克服が重要である。

(c)パワーエレクトロニクス

これら電化による省エネルギー効果を最大限発揮させる上で、電力供給の上流から電力需要の末端までを支えるパワーエレクトロニクス機器を導入することが有効であり、パワーエレクトロニクス技術は、電気機器の更なる省エネルギー化に繋がる横断的な技術である。現在はシリコンが市場の９割以上を占めているが、より高い耐圧が求められる車載・産業用途や、より高速動作が求められる通信機器用途のために、シリコンデバイスの新構造化技術や、炭化ケイ素や窒化ガリウムといった次世代パワー半導体材料の開発が進められている。しかしながら、次世代パワー半導体材料はまだ製造コストが高いという課題があり、大口径ウェハの製造プロセスや効率的な高品位結晶作製技術の開発が進められている。さらに、パワーエレクトロニクスの省エネ性能を高めるため、パワーエレクトロニクスシステムについては、材料、デバイスのみではなく、周辺機器を含む汎用性のあるパワーモジュールや磁性体、熱設計、ノイズ対策まで含めたトータルシステム設計が重要である。アプリケーション分野を絞り、研究開発を行い、その用途別に、トータルの設計がどうあるべきかを踏まえた上で、コスト、効率、信頼性、大きさ等を最適化して社会導入することが必要である。低コスト化、標準化できる部分を切り出すなど、既存技術で低コスト化を目指して導入を進めることが重要である。また、機械式のブレーカー等半導体を導入可能だがまだ電化されていない領域を探すことも、省エネルギー技術の拡大につながる。

○目標　費用対効果が見込める省エネルギー技術の最大限の導入

○省エネルギー／エネルギー転換に関連する技術の例

・省エネデザイン　ライフサイクルで考えたときに、CO_2排出量がゼロまたは

最小となるような製品・サービスのデザイン

・未利用熱の活用　高温ヒートポンプ、熱交換技術、蓄熱・熱輸送技術、熱電変換技術、遮熱・断熱技術

・エネルギー転換　加熱･乾燥等に対する電化技術（化石燃料利用からの転換）、スマートセル（バイオ技術活用）

・分野横断　高効率モーター、パワーエレクトロニクス、次世代照明、軽量・高強度・耐熱材料、高性能断熱材

・個別分野　蒸留工程代替の膜分離技術（化学）、モーター、資源循環（プラスチック、軽金属等）、熱マネジメント（自動車等）

②ＣＣＳ・ＣＣＵ／ネガティブ・エミッション

(a) ＣＣＳ

CO_2を大量回収・貯留する抜本的な方策として、ＩＥＡ報告書において、2060年までの世界の累積CO_2削減量の14%をＣＣＳが担うことが期待されている（2060年時における年間のCO_2削減量は16%を占め、年間49億トンに及ぶ）[27]。また、CO_2フリー水素を化石燃料から調達する場合にも、CO_2を排出する場合にはＣＣＳを必要とするなど、期待されている役割は大きく、国内外で実証事業が行われている。石油増進回収法（ＥＯＲ）を伴うＣＣＳは、1970年代から米国で商用化されているが、米国では税額控除や補助金のような経済的なインセンティブの仕組みが存在する。また、ＥＯＲを伴わないＣＣＳには単独では経済的メリットがないため、社会導入されている国では、補助金や税、規制等のインセンティブの仕組みが存在する。

そこで、ＣＣＳの更なる低コスト化が必要である。特に、ＣＣＳのコストの内訳では、特に分離したCO_2を回収する際に熱を投入しなければならないため、CO_2分離回収のエネルギーコストの割合が大きい。様々なCO_2分離回収手法を追求し更なる低コスト化を図る必要があるが、その際、CO_2排出源ごとの特徴（CO_2濃度・圧力・温度、排ガス中のその他物質の性状等）・規模や、逆にCO_2利用・貯留サイドの要求スペックを踏まえた排ガスの熱や圧力の活用等分離回収の精査が必要となる。

また、ＣＣＳを社会実装するにあたり、CO_2の貯留適地に関する更なる調査、貯留適地の確保及びCO_2排出源と貯留地が離れていることに伴うCO_2の輸送、更には貯留に対する社会受容性の確保等の課題があり、官民で取り組む必要がある。

CO_2の貯留に適した安定的な地質構造の特定やCO_2を適切に貯留するために必要なインフラ整備に要する時間と経費を考慮すれば、スケールメリットが活かされるよう可能な限り大規模な貯留適地を確保し、CO_2排出源から貯留適地への輸送、更には貯留まで一貫してＣＣＳを実施するビジネスモデルが

[27] Energy Technology Perspectives 2017（IEA、6 June,2017）

必要である。国内では、大規模なＣＯ$_2$排出源の多くは太平洋側の沿岸域を中心に位置しているが、これまでのＣＯ$_2$の貯留適地調査の結果を勘案すると、必ずしも排出源とＣＯ$_2$の貯留適地が近接しているとは限らない。そのため、ＣＯ$_2$を安全に、かつ低コストで輸送するための適切な事業設計を行い、民間事業者が投資判断を行うことができるような状況を作り出す必要がある。また、ＣＯ$_2$の海底下貯留においては、海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律（昭和45年法律第136号）に基づく監視期間、モニタリングの方法等が定められており、より安全かつ適正な監視期間の設定やモニタリング方法を、今後検討していく必要がある。これらを踏まえ、官民の適切な役割分担の下で、経済的かつ安全に、分離回収・輸送・貯留まで一貫して進めていくための環境整備が必要となる。あわせて、積極的な情報発信等により、地元自治体等関係者の理解を高めて、ＣＣＳに対する社会受容性を高めていく。また、研究開発、実証、標準化等のルール設計等にかかる国際的な連携も進めていく。

(b) ＣＣＵ／カーボンリサイクル

カーボンリサイクル技術ロードマップ[28]に基づき、ＣＯ$_2$の回収コスト低減や、分離回収したＣＯ$_2$を炭素由来の有用な素材・資源（化学品、燃料、鉱物等）に転換する技術の開発等に取り組み、イノベーションを伴った新しい社会システムの創出を目指す。また、カーボンリサイクルに関する産学官の国際会議を開催し、各国の産学官と連携しつつ、世界全体を視野に入れたイノベーションを図る。

ＣＣＵは、化石資源由来の化学品や燃料の代替、炭酸塩化を利用したコンクリート製品等、経済的価値を満たしつつ脱炭素化にも資する可能性を持つ。ただし、ＣＯ$_2$は安定的な物質であり、他の物質を合成する場合、ほとんどのケースで多大なエネルギー投入が必要であるため、ＣＯ$_2$削減を目指す上では、プロセス全体を見通した客観的・中立的なＬＣＡ分析が求められる。ＣＣＵの包括的なＬＣＡ分析は、世界でもまだ検討が深まっていないことから、ＬＣＡの観点も念頭に置いて研究開発を進めることが重要である。また、水素を用いた化学反応により化学品や燃料に転換する場合には、安価なＣＯ$_2$フリー水素を別途調達することが大きな課題となるため、ＣＯ$_2$利用に必要な技術開発とともに、水素製造コストの低減に向けた取組も必要である。さらに、ＣＯ$_2$の炭酸塩化を利用したコンクリート製品は、我が国において、限定的な用途において商用化されているものもあるが、既存の商品を代替できるほどのコストダウンには至っておらず、更なるコストダウンや適用範囲を広げるための技術開発も求められる。現時点ではＣＣＵによる製品と既存品の価格差は極めて大きいため、ＣＣＵ製品の普及のためには、基幹原料ともいえる水素の調達コストの低減や官民連携による環境価値の訴求に加え、高付加価値品の追求や、将来

[28] ＣＯ$_2$の有効利用を可能とする有望技術について、技術的課題や商用化に向けた課題の抽出、それら技術の将来のターゲット等を示したもの。

のＣＯ$_2$利用を念頭に置いた橋渡し的な取組として、メタン利用の化学分野であるＣ１化学を発展させることも必要となる。

(c)ネガティブ・エミッション技術

これらＣＣＳ・ＣＣＵに加え、昨今では、大気中に既に蓄積されたＣＯ$_2$を様々な手法で回収するネガティブ･エミッション技術についても着目されている。ネガティブ・エミッション技術には、空気中のＣＯ$_2$を人工的に直接分離回収するDirect Air Capture（ＤＡＣ）の他、植林、海洋肥沃化による植物プランクトンや有用水性植物への固定、沸昇流・沈降流の促進、風化促進、ＢＥＣＣＳ､バイオチャーの活用による農地土壌での炭素貯留等が挙げられている。これらネガティブ･エミッション技術の研究自体は従前からあるが、パリ協定で掲げられている長期目標の達成のためにはネガティブ･エミッション技術も必要となるとされており、近年、議論が盛んになってきている。ただし、ＬＣＡの観点でのＣＯ$_2$削減効果の評価がまだ少ない他、ＤＡＣ等は相当程度のエネルギー投入･コスト削減が必要とみられるなど多くの課題が挙げられており、国際連携含め、効果・社会受容性等の点からも、基盤技術の確立や多次元による客観的な精査が必要となる。

○目標　ＣＣＵ／カーボンリサイクルを活用したエネルギー・製品を
既存のエネルギー・製品と同等のコスト及びＣＯ$_2$削減の実現

○ＣＣＳ・ＣＣＵ、ネガティブ・エミッションに関連する技術の例

・分離回収　化学吸収法ＤＡＣ、物理吸収法、固体吸収法、膜分離法、物理吸着法、クローズドＩＧＣＣ、ＣＯ$_2$の吸収能を高めたスーパー植物・微生物

・有効利用　ＥＯＲ、メタネーション/燃料化、人工光合成、化学品原料化、微細藻類等バイオマス利用、炭酸塩・鉱物化、建設材料、有用物質を生産するスーパー植物、ＣＯ$_2$を分離せずに排ガスから直接有用物質を合成（微生物利用等）、メタンを利用した化学品合成等

・輸送・貯留　地下貯留、適地調査・モニタリング、ＣＯ$_2$輸送技術

③水素

水素は、自動車や発電のような燃料用途だけでなく、鉄鋼や化学の生産プロセスでの原料用途、石油精製の脱硫等、産業プロセス含め様々な分野で大規模なＣＯ$_2$排出削減に資する横断的なイノベーションの種である。既に水素利用として、現状の市場は決して大きくはないものの、エネファームや燃料電池自動車、燃料電池フォークリフト、燃料電池バスは社会導入され、水素発電についても実証段階である。しかしながら、産業プロセスでの活用も踏まえた水素社会を実現しようとすると、ユーザーの観点からは、天然ガスと遜色ないまたはこれを下回る熱

量当たりの水素価格が求められ、現在のＣＯ$_2$フリー水素の調達コストとの間に膨大なギャップがあるのが実態である。また、コスト問題に加え、膨大な水素供給量が必要となる点も課題である。究極的な脱炭素化の水素製造方法の一つとして、全世界的に再生可能エネルギー電源からの電力による水電解の水素製造が想定され、既に多くの研究開発・実証事業が行われている。しかし、太陽光・風力等変動性の再生可能エネルギーでは設備稼働率が比較的低いことに加え、再生可能エネルギーの発電コストが十分には低下していないため、ユーザーが求める水素価格の実現には一層のコスト削減が求められる。さらには、水素発電の実装や、既存の産業プロセスを水素利用で脱炭素化する場合に必要となる数100万トン～1000万トンを超える水素を作り出すのに必要な膨大な電気量をいかに確保するかという課題も抱えている。

水素社会を構築する上での根本的な課題は、安価で大量のＣＯ$_2$フリー水素の安定供給である。再生可能エネルギーの発電コストが高い間は、ＣＯ$_2$を排出しない水電解とは別の水素製造方法についても模索することが現実的なオプションとなる。例えば、ＣＣＳを伴う化石燃料からの水素製造、メタン等化石燃料を使ったＣＣＳを必要としない水素製造（メタン熱分解等）、人工光合成や高温の熱源を利用した水の熱分解、バイオマス利用による水素製造等、水素製造のより一層のコストダウンのための絶え間なき革新的技術シーズの追求が必要である。さらには、ユーザーの求める水素の品質に応じて、水素の純度や圧力のスペックの適正化を図り、コストダウンの可能性を追求していかなければならない。また、海外で水素を製造する場合等に必要となる水素キャリアについても、液化や合成、脱水素のプロセス、輸送等において多大なエネルギー投入が必要であることなどを背景に高コストとなっており、コスト低減の取組が必要となる。こうした状況を踏まえ、例えば、水素から水素キャリアを合成のうえ脱水素するというプロセスにこだわらず、水素の形態を経ずに、再生可能エネルギー電源からの電力を用い、水（水中のプロトンH）とＣＯ$_2$等から、直接に炭化水素等を合成する共電解技術の可能性も検討されている。いずれにせよ、脱炭素化を目指すものである以上、前提条件を開示した中立的・客観的なＬＣＡ分析も含めて、最適な技術選択を検討することが肝要である。

○目標　水素製造コストを10分の1以下とするなど既存のエネルギーと同等のコストの実現

○水素に関連する技術の例

・製造技術　高効率水電解、水素高純度化透過膜、人工光合成、太陽熱・産業排熱等を用いた熱化学水素製造（ＩＳプロセス）、メタンからのＣＯ$_2$を排出しない水素製造（熱分解等）、排ガスからのエタノール・アンモニア・水素等の製造、水素を介さずに水から直接炭化水素やアンモニアの合成

・運搬・貯蔵技術　液化水素の液化・貯蔵・輸送、有機ハイドライド脱水素触媒の高効率・長寿命化、アンモニア製造技術、メタノール製造

技術、メタネーション技術、水素のパイプライン輸送・既設ガス管への混入、低コストかつ低圧で充填・放出可能な不燃性の水素吸蔵合金、水素ステーションの設置・運用コスト低減

・利用技術　水素発電（混焼・専焼）、ＣＣＵ、水素還元製鉄、燃料電池システムの高効率化・低コスト化及びアプリケーションの拡大、アンモニア直接燃焼

④再生可能エネルギー

太陽光、風力、地熱等再生可能エネルギーの活用はサンシャイン計画以来、既に多くの研究開発投資が実施され、社会導入されている。しかしながら、国内では発電単価が火力発電等と比較してまだ高価であることに加え、国内の再生可能エネルギーの適地が限定的であるという問題もある。再生可能エネルギーは、脱炭素化のため、一次電源となるだけなく、CO_2フリー水素の製造や電化技術と組み合わせることにより、産業分野等での化石燃料利用を減少させることに貢献し得る。

(a)コスト低減と立地制約の克服

長期的に再生可能エネルギーの導入拡大を図るために、再生可能エネルギーコストを既存の電源の水準まで低減することに加え、更なる発電効率や耐久性の向上、軽量化、曲がる形態等により、従来、再生可能エネルギーを利用できなかった場所を利用可能とする。例えば、太陽光発電の場合、ビルの壁面、工場屋根、水上、自動車・ドローン等にパネルを設置可能とするための技術等、既存電源と同水準のコストで導入できる再生可能エネルギー導入可能量の大幅増大に資する技術の確立を目指す。

(b)系統制約の克服

既存の電力系統と再生可能エネルギーの適地には乖離が存在するため、系統整備・増強も含めた次世代ネットワークの形成に向けた制度見直し等の検討とあわせて、従来よりも安価かつ短期間での系統整備等が可能となる送電技術の開発・導入も重要となってくる。

(c)調整力の確保

太陽光・風力のような変動する再生可能エネルギーの大量導入に向けて、安定した電力供給のため、より柔軟な系統運用に加えて、適切な量の調整力の確保が求められており、調整力を効率的に調達するため、需給調整市場の導入に向けた検討を進めている。現在、国内では、揚水発電の他、火力発電が調整力としての機能を担っているが、今後は調整力の脱炭素化も重要になってくる。将来的には、系統で受け入れきれない再生可能エネルギー由来の電力を貯蔵す

るなど、得られた再生可能エネルギーの最大限の活用も必要となってくる。大規模な蓄エネルギー技術として、有望視されている系統用蓄電池については、既に研究開発・実証がされているが、他の脱炭素技術同様、大規模社会導入にはコストが最大の課題である。また、その設置に相当のスペースを占有する他、リチウムイオン蓄電池は、現状では可燃性の電解液であるため、安全設計が求められる他、設置場所についての制約が伴う。このような背景から、再生可能エネルギー拡大のために有望視されている系統用蓄電池ではあるが、普及は進んでいない。将来的には揚水並みの低コストを実現する大規模な蓄エネルギー技術の確立が求められる。例えば、今後需要増加が見込まれる電動車で価格低下が期待されるリチウムイオン電池や全固体電池の活用の他、安価な材料を使ったレドックス・フロー蓄電池の開発等が期待される。車載用蓄電池については、使用後の二次利用を想定した電池の劣化評価技術・残存価値評価方法の標準化やその適正評価が必要とされている。また、従前、低効率で着目されていなかった蓄熱や、水素を活用した蓄エネルギーのシステム等、大規模かつ安価に達成できる場合には、必ずしも電気でなくても、様々なエネルギー貯蔵の形態を追求することも重要である。その場合、エネルギー変換には損失が伴うという点からは、場合によっては、熱は熱として、水素は水素として、電気に戻さずに活用するという観点も必要である。

また、火力発電については、再生可能エネルギーに対応するための調整力としての役割が増してきている。このため、新設及び既設火力発電所の改修において、より短時間での出力調整や部分負荷運転時の効率向上を図っていくことが重要である（将来的には水素発電も含み得る）。

また、脱炭素社会を目指すに当たり、系統・発電側だけでなく、需要側の調整も期待されている。既にＩｏＴ技術を駆使しつつ、ＶＰＰやＤＲといったエネルギーマネジメントの導入が進んでいるところであり、今後ＡＩ、ブロックチェーン技術等の活用も期待されているところであるが、再生可能エネルギーの大量導入が引き起こす大量の余剰電力を活用する手段としては、蓄エネルギーシステムによるマネジメント、産業分野の上げＤＲの活用や、それらのポテンシャルの拡大も重要となる。需要側の調整力のポテンシャルの追求として、上げＤＲに対応できる産業・生産工程・ポテンシャルの精査、定置用蓄電池等制御性の高い分散型エネルギーリソースの低コスト化の他、電力を蓄え活用する手段として水素や熱のマネジメントも重要となってくる。

○目標　既存のエネルギーと同等の再生可能エネルギーコストの実現
既存電源と同水準のコストで導入できる再生可能エネルギー導入可能量の大幅増大に資する技術の確立
米国と同水準のディマンドレスポンス（ＤＲ）の活用

○再生可能エネルギーに関連する技術の例

・再生可能エネルギー　第3世代太陽電池（タンデム（多接合）型、ペロブスカイト系、Ⅲ-Ⅴ族型等）、第４世代太陽電池（量子ドッ

ト等）、浮体式洋上風力、海洋エネルギー発電、超臨界地熱、宇宙太陽光

・蓄エネルギー・系統対策　系統用蓄電池（ＮＡＳ、レドックス・フロー等）、車載・需要家用蓄電池（リチウムイオン、全固体等）、車載用蓄電池の劣化評価技術、水素貯蔵、高効率蓄熱、圧縮空気、多端子型の洋上直流送電システム

・分散・デジタル制御　周波数制御・慣性力対策、火力発電（水素発電）の出力調整、ＡＩ・ＩｏＴ、ブロックチェーン技術によるＰ２Ｐ、ＶＰＰ、ＤＲ（上げ・下げ）、革新センサー、自動車制御技術（スマートチャージング、Ｖ２Ｘ）、セクターカップリング（電力/熱/移動体/水素の部門間エネルギー融通）、パワーエレクトロニクス

⑤原子力

実用段階にある脱炭素化の選択肢である原子力については、軽水炉技術の向上を始めとして、国内外の原子力利用を取り巻く環境変化に対応し、その技術課題の解決のために積極的に取り組む必要がある。その際、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、水素製造や熱利用といった多様な社会的要請の高まりも見据えた原子力関連技術のイノベーションを促進するという観点が重要である。こうした取組を進めるに当たっては、小型モジュール炉や溶融塩炉を含む革新的な原子炉開発を進める米国や欧州の取組も踏まえつつ、国は長期的な開発ビジョンを掲げ、産業界は創意工夫や知恵を活かしながら、多様な技術間競争と国内外の市場による選択を行うなど、戦略的柔軟性を確保して進める。

○目標　安全性・経済性・機動性に優れた炉の追求、バックエンド問題の解決に向けた技術開発の実現

○原子力に関連する技術の例

高速炉、小型モジュール炉、高温ガス炉、溶融塩炉、核融合（科学的・技術的実現性の検証）、加速器を用いた核種変換等

Ⅱ．経済社会システムのイノベーション

技術を創出するイノベーションと併せて、社会の脱炭素化を実現していくためには、技術を普及させていく「経済社会システムのイノベーション」が不可欠である。特に、民間の活力を最大限に活用し、資金・投資を呼び込むためには、国による「野心的なビジョンに向けた一貫した気候変動政策」と「投資環境の整備」が必要である。また、技術のイノベーションは、普及して初めて温室効果ガスの排出削減が実現される。イノベーションの成果の普及のためには、企業の努力を引き出し、自立的なビジネスモデルの創出を促進するような政策が求められる。一方で、性能や効率も重要であるが、ユーザーに選ばれることができなければ、その性能も発揮できない。これらを踏まえ、生み出された脱炭素化のためのイノベーションが社会で選択されることを需要側に促すことを含め、経済社会システムのイノベーションをもたらす施策を進める。

Ⅲ．ライフスタイルのイノベーション

国民一人ひとりが持続可能なライフスタイルへと変革する「ライフスタイルのイノベーション」は、消費行動や燃料・エネルギー・資源の利用を通じて、直接的・間接的に気候変動に対して大きな影響を及ぼしている。モノの消費からコトの消費への転換や、「倫理的消費（エシカル消費）」[29]の拡大は、経済全体を「量から質へ」転換、すなわち大量生産・大量消費から少量高付加価値の生産・消費活動へと転換することにより、社会の脱炭素化と方向性が合致している。また、これらの変化は新たな需要を生み、それが新たな財・サービスのイノベーションにつながる。

シェアリングエコノミーのように、脱炭素化につながり得るような人々のライフスタイルの変革の加速化、それに合致するビジネスの推進等の施策を進める。また、今後も生じてくるライフスタイルの変革によって、脱炭素社会への移行が加速化する可能性について、対話とともに分析を行う。

[29] 地域の活性化や雇用等も含む、人や社会・環境に配慮した消費行動

第２節：グリーン・ファイナンスの推進

１．現状認識

（１）国際的な動向

パリ協定の目指す社会の実現に向けては、技術・経済・社会システムにおけるイノベーションの創出が不可欠である。そのためには、気候変動対策やイノベーションに取り組む企業に対して民間投資を集中させる必要があり、ファイナンスの役割の重要性が高まっている。

2006年に国際連合の提唱により「責任投資原則」が策定され、環境・社会・ガバナンス要素を投資判断に組み込む「ＥＳＧ投資」の考え方が打ち出されて以降、2008年に起きたリーマンショックにより、財務情報に限らず非財務情報が企業価値に及ぼし得る影響に注目が集まり、ＥＳＧ投資が欧米を中心に徐々に拡大を遂げた。2015年には、国際連合でＳＤＧｓが採択されるとともにパリ協定が採択され、その達成のためにもイノベーションの創出が不可欠であることから、中長期的に企業価値向上を志向するＥＳＧ投資の果たす役割が期待されている。

実際に、ＥＳＧ投資額は2018年時点で2012年と比して約2,000兆円増加しており、世界の資金の流れにおいて大きな変化が生まれている。特に、近年の異常気象等を背景に、ＥＳＧ投資のうち“Ｅ”に関する市場の拡大が著しく、例えば、直接金融市場では、座礁資産からの引き揚げ（ダイベストメント）や企業の積極的なエンゲージメントの動きが進み、欧州を中心に金融市場では気候変動リスク等を投融資判断に加えることがスタンダードとなりつつある。また、グリーンボンド（調達資金の使途を環境改善効果のある事業に限定して発行される債券）の発行額も増加してきており、2018年時点で2012年と比して50倍に拡大している。

こうした流れの中で、気候関連財務情報に関する情報開示に関する要請も高まってきた。G20財務大臣及び中央銀行総裁の指示で、金融安定理事会は2015年12月に民間主導の「気候関連財務情報開示タスクフォース（TCFD; Task Force on Climate-related Financial Disclosures）」を設置し、2017年6月に最終報告書（以下「ＴＣＦＤ提言」と言う。）を公表した。ＴＣＦＤ提言では、金融セクター及び非金融セクターが任意で行う気候関連のリスク・機会に関する情報開示のフレームワークが示されている。

（２）国内の動向

我が国のＥＳＧ投資市場は世界全体と比較すると小さいながらも、2016年から2018年の２年間で0.5兆米ドルから2.1兆米ドルに増加し、4.2倍という大幅な伸び率で成長している。こうした中、機関投資家による積極的な取組の動きが出

てきており、例えば、世界最大のアセットオーナーである年金積立金管理運用独立行政法人は、中長期的な投資収益の拡大を目的として、投資原則にＥＳＧ要素を考慮した取組を行うことを明記するとともに、積極的なエンゲージメント、ＥＳＧ指数の選定等を通じ、運用会社にＥＳＧ要素の考慮を促している。

また、グリーンボンドについては、政府においてグリーンボンドガイドラインの策定やグリーンボンド発行促進プラットフォームの運用を始めとしたグリーンボンド発行支援政策等を講じ、グリーンボンド市場の拡大に向けて取り組んでいる。官民の取組により我が国のグリーンボンド市場も成長しており、2016年から2018年の２年間で発行額が約７倍に増加し、発行体や資金使途の多様化が進んでいる。日本の金融機関は、再生エネルギー関連プロジェクトファイナンスで世界最大の資金供給を行っていることを踏まえ、国内外への資金の出し手として、気候変動対策に関わっていくことも期待されている。

このような動向を受け、政府としてもＥＳＧ投資を後押しするため、特に気候変動に関連し、以下のような政策を講じている。

まず、「ＥＳＧ金融懇談会」では、脱炭素社会、ひいては持続可能な社会への移行に向けた金融のリーダーシップや今後果たすべき役割について議論を行い、ＥＳＧ金融大国を目指す提言を2018年７月に取りまとめた。

さらに、企業が開示する環境情報を企業価値の評価に役立て、更なるＥＳＧ投資の普及につなげるべく、投資家が留意すべき基本的考え方や環境情報の利用の仕方の具体事例を、「環境情報を企業価値評価に活用するための考え方に関する報告書」として公表した。

機関投資家と企業の建設的な対話を通じ、企業の持続的な成長と中長期的な企業価値向上を図る必要があることから、コーポレートガバナンス改革を進めている。具体的には、コーポレートガバナンス・コードの中で、上場企業がサステナビリティを巡る課題について適切な対応を行うべきである旨を明記する他、スチュワードシップ・コードでは、機関投資家が中長期的視点から投資先企業の状況を把握する際の着眼点として、投資先企業の事業における社会・環境問題に関するリスク・収益機会を例示している。

また気候関連財務情報の開示については、事業会社と投資家等の経営レベル同士での「対話」を通じて、業種ごとの事業会社の取組や強みを効果的に情報開示につなげるため、政府として世界初となる「気候関連財務情報開示に関するガイダンス（ＴＣＤＦガイダンス）」を2018年12月に策定した。本ガイダンスは、企業と投資家の共通言語である「価値協創のための統合的開示・対話ガイダンス」（2017年５月経済産業省策定）の各論とも位置付けられるものであり、気候変動対応という面における企業の価値創造ストーリーの構築を促すものである。また、中長期的な企業価値向上の観点から、いかにＳＤＧｓを経営に取り込み、気候変動対策を含む社会課題の解決をビジネスの力で行っていくかについて、「ＳＤＧｓ経営／ＥＳＧ投資研究会」においても議論を行ってきたところである。さらに、ＴＣＦＤシンポジウムの開催等を通じて、ＴＣＦＤに関する官民の取組を国内外へ発信することにより、ＴＣＦＤの普及啓発を図るとともに、企業の積極

的な発信によりＥＳＧ投資を促進するためＴＣＦＤへの賛同を促進している。さらに、ＴＣＦＤの枠組みに沿って企業が自社にとっての気候関連リスク・機会を分析し経営戦略に反映する取組の実践を支援する「気候関連リスク・機会を織り込むシナリオ分析実践ガイド」を2019年３月に策定した。

その他、このような企業と投資家等の対話を促進するためには、企業の開示する情報を比較できるデータベースが必要であることから、世界の潮流を踏まえた環境情報の開示を促し、世界初となる直接対話機能を備えた環境情報開示基盤（ＥＳＧ対話プラットフォーム）の整備を行っている。

また、グローバル企業の気候変動対策に関する情報開示・評価の国際的な環境イニシアティブ（ＣＤＰ；Carbon Disclosure Project、ＲＥ100、ＳＢＴ等）の影響力が高まっており、日本企業もこうした動きに対応することが求められている。しかしながら、それらの国際的な環境イニシアティブに対応するための温室効果ガス排出量の算定方法や、我が国において再生可能エネルギーを調達し、国際的に主張するための十分な情報が整理・提供されていないことが課題とされてきた。このため、こうした国際的な環境イニシアティブに参画し、野心的な取組を行おうとする企業への技術的支援を行っている他、「国際的な気候変動イニシアティブへの対応に関するガイダンス」を策定した。

２．施策の方向性

（１）施策の基本的な方向性

環境と成長の好循環の実現に向けて、企業の気候変動対策に資する取組やイノベーションを適切に「見える化」することが必要である。企業が脱炭素化のためにいかに優れた取組や技術を有していたとしても、それが投資家や金融機関等に適切に評価できる形で「見える化」されていなければ、投資を呼び込むことはできない。

また、環境と成長の好循環の実現に向けて、投資家、金融機関等が、長期的視点を持ってリスクとチャンスを見通し、積極的に脱炭素化イノベーションに向けて取り組めるよう、それを後押しする国際的な資金循環の仕組みの構築が重要である。企業、金融機関等の積極的な姿勢を醸成し、ＥＳＧ金融の主流化のための環境整備に取り組んでいく。

（２）ＴＣＦＤ等による開示や対話を通じた資金循環の構築

我が国では、気候変動関連情報の世界的な開示枠組みであるＴＣＦＤを活用して、企業が有する技術やイノベーションへの取組を気候変動関連の機会として「見える化」し、環境と成長の好循環を実現していく。ＴＣＦＤは、G20等で議論されてきた国際的な取組であり、既にグローバルな企業評価の枠組みや国・地域の制度の中に取り込まれる動きが拡大していることからも、今後気候変動

関連の情報開示の枠組みとして中心的な位置づけとなっていくものと考えられる。

さらに、この「見える化」がより具体的で効果的なものとなるためには、開示の事例等の蓄積が重要である。そのため、我が国において、企業等にＴＣＦＤへの賛同を促していく。我が国は、ＴＣＦＤの非金融企業の賛同数が世界一位であるように、気候変動問題に対する産業界の姿勢は前向きであり、課題解決に必要な技術を大いに有している。このような取組を実現するには、金融界だけでなく、こうした産業界からのインプットが必要不可欠であり、産業界に強みを持つ我が国が中心となって、世界を環境と成長の好循環の渦に巻き込んでいくことが重要である。これにより、我が国が気候変動に関連する情報開示に関する世界のルールメイキングをリードし、世界の資金の流れを変えていく。

①企業の効果的な情報開示の促進（ＴＣＦＤガイダンス・シナリオ分析ガイドの拡充）

日本の企業の効果的な情報開示の更なる促進に向けては、ＴＣＦＤへの理解の促進や、様々な業種に応じた留意点等の明確化が重要である。そのため、ＴＣＦＤガイダンスについて、その対象業種の拡大等を始めとした拡充を行う。また、ＴＣＦＤに沿ったシナリオ分析について、実践事例を更に積み上げ「気候関連リスク・機会を織り込むシナリオ分析実践ガイド」を拡充し、企業が自社にとってのリスク・機会を適切に分析・評価して、結果として投資家等にも効果的にＰＲできるレジリエントな経営戦略を策定する取組を促進する。

②開示情報に対する金融機関等の評価の円滑化（グリーン投資に関するガイダンス）

現状では開示された気候変動関連情報に対する評価・利用の在り方は投資家等によって様々であり、気候変動関連情報の開示と開示情報に基づく企業評価の事例が増えつつあるが、更なるグリーン投資普及のためには、開示情報をより適切に評価し、投融資に結びつけることが必要である。そのため、気候変動関連情報等の企業の開示情報を企業価値の評価に活用する際に留意すべき事項について、気候変動関連情報を投資家や格付・評価機関等が活用するための金融機関等向けのガイダンスを策定する。これにより、更なる情報開示のドライバーとしていくとともに、気候変動のリスクと機会を適切に考慮した資金の流れを促す。

③産業と金融の対話（ＴＣＦＤコンソーシアム）

ＴＣＦＤに賛同する世界で最大規模の日本の事業会社・金融機関等が一体となって取組を推進し、世界にその取組を発信していくための場として、「ＴＣＦＤコンソーシアム」を創設する。事業会社と金融機関等との間でのプロアクティ

ブな対話を通じて、気候変動関連情報の開示に関する様々な課題や、投資を呼び込み、環境と成長の好循環を実現するための今後の方向性等について議論していく。こうした対話の場により、対象業種を拡大しグローバルに活用されるようなガイダンスの策定・改定等を通じて、世界における開示の取組をリードしていく。

④情報開示に関する国際的な連携（ＴＣＦＤサミット）

ＴＣＦＤへの賛同機関数の最も多い我が国がモデルとなり、ＴＣＦＤコンソーシアムにおける具体的な気候変動関連情報の開示に係る議論や、イノベーションのための投資促進に向けた議論を集積し、国際的なフロンティアを切り拓いていく。こうした知見や事例の共有の場として、ＴＣＦＤに関するリーディング企業や投資家、団体等を集めた国際的な会合を2019年秋に開催し、関係者間での議論を活性化させることで、世界全体での開示の促進や質の向上を図っていく。

⑤国際的な気候変動イニシアティブ（ＣＤＰ、ＲＥ100等）への対応

今後、再生可能エネルギーに関する動向を捉えながら、我が国において再生可能エネルギーを活用する企業が、投資家等から適切な評価を受けるとともに、我が国における気候変動対策と再生可能エネルギー投資の拡大につなげるため、国際的な気候変動イニシアティブへの対応について、日本企業の参加や目標設定・開示・主張の後押しを行っていく。

（３）ＥＳＧ金融の拡大に向けた取組の促進

①ＥＳＧ金融の拡大に向けた取組

直接金融については、グリーンボンドの発行を促進し我が国のグリーンボンド市場の拡大を官民挙げて後押しするとともに、ＥＳＧ要素を考慮する動きをその他の金融商品、不動産等に拡げ、我が国の資本市場のグリーン・ブランド化を図っていく。また、機関投資家等の直接金融に関わる主体が、ＥＳＧ投資の現状の取組状況等を自己評価し、自主的に開示することを促す。

我が国で圧倒的なウェイトを占める間接金融においても、ＥＳＧの要素を考慮する取組を推進する。特に、地域の持続可能性を下支えする地域金融機関が、地方公共団体等と連携しながら、ビジネスにつながる可能性をもったＥＳＧに関する課題を積極的に掘り起こし、ファイナンスに関する豊富なノウハウを活かして、その新たな事業構築に関与・構築していくことを推進する。

②環境情報と企業価値評価に関する対話の基盤整備

環境と成長の好循環の実現に向けては、企業と投資家等の対話促進を通じてＥＳＧ金融を拡大することが重要である。このため、ＥＳＧ対話プラットフォームの整備を進めて2021年度までに本格運用することを目指し、気候変動、資源循環、自然資本関連等の環境情報と企業価値評価に関する質の高い対話を促進する。

③投資家・金融機関のＥＳＧ金融へのモメンタムの維持及び情勢

これらのような、ＥＳＧ金融の実効性を高め、量の拡大とともに質を向上させていくため、投資家、金融機関等のＥＳＧ金融リテラシーの向上を図る。投資家及び金融機関の経営トップのコミットメントを得ながらＥＳＧ金融ハイレベル・パネルを実施し、ＥＳＧ金融に関する取組を定期的にフォローアップすることなどを通じ、金融機関等のＥＳＧ金融へのモメンタムの維持及び醸成を行っていくことにより、ＥＳＧ金融大国を目指す。

企業はこうした議論や取組に積極的に参加し、気候変動に対応しながら、同時に自らの企業価値を高めていくための戦略的なビジネスモデルを構築し、投資家等に発信、対話していくことが求められる。また、投資家等は、気候変動関連情報に関する開示情報を積極的に活用しながら企業と対話し、企業評価を行うことにより、気候変動のリスクと機会を適切に考慮した投資判断につながるよう努めることが必要である。ＴＣＦＤコンソーシアムでの活動等を通じて、我が国政府としてもこうした取組の後押しをしていく。

（４）研究開発投資の促進やベンチャー企業への支援（再掲）

ベンチャー企業が持つ環境エネルギーに関する優れた技術は、イノベーションの源泉であることから、公的機関等が優良案件の認定を行い、認定された企業に対するソフト支援（ＮＥＤＯピッチ等）を行うことなどにより、このような企業を市場に対して「見える化」し、民間投資が拡大していくようなインセンティブ設計を行っていく。

（５）脱炭素化プロジェクトの投資を通じた形成支援

脱炭素化のためのプロジェクトについては、まずは民間資金の調達がなされるべきであるが、資金が十分に供給されていないプロジェクトについては、民間資金を呼び込むための支援等を実施する。

第３節：ビジネス主導の国際展開、国際協力

１．現状認識

世界の脱炭素化を牽引するため、我が国で生み出した非連続なイノベーションを、国際展開することが重要である。

（１）優れた環境技術・製品等の国際展開

我が国は優れた環境技術・製品等で、国際競争力の強化や世界の豊かな生活の提供と地球環境問題の同時解決に貢献してきた。今後も、我が国の強みである技術力で新しいビジネスを生み出し、優れた環境技術・製品等の国際展開を促進し、我が国が世界をリードしていき、世界の排出削減につなげていく必要がある。世界の排出削減に貢献するには、コスト低減により魅力的な価格で商品・サービスを開発し、国際競争力を高めて、それを海外市場に展開することが重要である。同時に、販売量を増やすことで事業性を向上させ、持続的なビジネスにしていく必要がある。

新興国を中心とするエネルギー需要の増加に加え、シェール革命や再生可能エネルギーの大幅なコスト低下により、世界のエネルギー需給構造は大きく変化している。特にパリ協定の発効を受けて、その長期目標に向けた各国の脱炭素化のためのモメンタムが高まっている。

（２）民間を含む多様な主体の取組の拡大

パリ協定の長期目標を達成するため、世界各地で地方公共団体、企業、金融機関、研究機関等のさまざまな主体の活動が活性化している。政府は、このような主体と連携を強化し、政府等の資金支援スキームや制度構築支援、脱炭素化に係る市場拡大のための環境整備等の取組を行うことで、質・量ともに緩和対策を前進させていく必要がある。

また、世界では、企業がそのサプライチェーン全体の温室効果ガス排出量を把握し、削減する取組が進んでいる。こうした取組は、その企業が立地する国だけではなく、他国における関連会社や工場からの温室効果ガス排出量についても影響を及ぼし得る。国際的なイニシアティブの下での透明性向上や排出削減の取組は、世界の市場で競争する民間企業にとって、国際的な認知を得ることや、長期的に、脱炭素社会への経済・社会の移行に強靭に対応する力を持つ企業であることを示すことになる。

（３）温室効果ガス排出削減の基盤となる政策・制度構築

政策・制度構築は、温室効果ガスの排出削減の機会が広がることで、相手国の温室効果ガス排出を大幅に抑制する脱炭素技術の普及をもたらすとともに、後述のように様々な主体によるコ・イノベーションの成果が社会・経済システムに広く活用される基盤となるものである。

現在の途上国の多くでは、温室効果ガス排出の実態を始め気候変動対策に係る基礎情報が不足していることから、講ずるべき対策の詳細設計や、対策を講じたことによる効果等の正確な把握が課題となっている。長期目標の達成に向けてパリ協定を実効性ある枠組とするためには、各国の気候変動対策に係る基礎情報、制度、対策及び投資等の透明性を高めていくことも不可欠である。この際、透明性の向上が、民間企業による事業や投資を促進するインセンティブをもたらすことを相手国に伝えていくことも重要である。

脱炭素社会を目指していくに当たっては、複数のＳＤＧｓの間で、代替関係ではなく、コベネフィット（共通便益）効果が生まれることも多い。そのような気候変動対策と他のＳＤＧｓとのコベネフィットを、社会モデルとして示していくことも期待されている。

（４）公的資金の活用を含む民間資金による気候変動対策への投資

我が国は、これまでも各種公的ファイナンスを活用しながら、優れた低炭素・脱炭素技術の海外展開支援を行ってきた。例えば、2016 年に発表した「質の高いインフラ輸出拡大イニシアティブ」等を通じ、膨大なインフラ需要が存在する中で日本企業の受注・参入を後押しするため、５年間の目標として約 2,000 億ドルの資金等を供給するとともに、国際協力機構、国際協力銀行、日本貿易保険、独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構等の各種支援ツールを拡充していくこととしている。

さらに、従来型のスキームを超えたリスクマネーの提供や保証機能が期待される。

また、政府開発援助（ＯＤＡ）は、従来のメニューに加え、気候変動・環境を目的とした民間ＥＳＧファイナンス動員の媒介役を果たすとともに、途上国において、そのニーズに応じ、脱炭素化で持続可能な成長に向けた先導的社会・システム改革を支援し、スケールアップする役割が期待されている（制度整備、人材育成、案件形成等）。

気候変動枠組条約の資金メカニズムである緑の気候基金（ＧＣＦ）は、案件の採択にあたり、単なる技術の移転以上に現地でのパラダイムシフトを重視している。加えて、ＥＳＧ投資やグリーンボンド等、金融面から気候変動対策を後押しする動きが広がっている。途上国政府によるグリーンボンドのサムライ債等の発行等も民間資金との効果的な連携に資するものと考えられる。特にインフラ需要が拡大する途上国では、気候変動対策のポテンシャルが大きい。持続可能

で強靭なインフラの導入によるレジリエンスの向上がより民間投資環境の整備につながることも考慮しつつ、途上国における気候変動対策に対する民間資金の流れを一段と活性化していくことは、国際協力の視点からも重要である。

２．施策の方向性

（１）施策の基本的な方向性

我が国は、国内での大幅な排出削減を目指すことはもとより、世界の脱炭素化を牽引する国際的リーダーシップを発揮する。今後も、これまで築いてきた信頼関係を基礎として、在外公館も効果的に活用しながら、相手国との協働に基づく協力を拡大するとともに、我が国の強みである技術力を活かして新しいビジネスを生み出し、環境性能の高い技術・製品等の国際展開を促進し、我が国が世界をリードしていき、世界の排出削減に最大限貢献していく。

そのために、市場の創出・人材育成・制度構築等更なる環境整備を通じて、ビジネス主導の国際展開を進めていく。また、我が国の脱炭素化に資する技術や制度を相手国に導入・普及させるという一方向のイノベーションではなく、相手国との協働により、我が国の脱炭素技術を相手国に適した形とすると同時に、相手国における市場の創出・人材育成・制度構築等、普及に必要な経済社会システム・ライフスタイルの変革をもたらす、双方に裨益のあるイノベーション（コ・イノベーション）を生み出す。これにより、世界で脱炭素に向けて社会・システム変革に貢献する。これを通じ、脱炭素技術や産業を我が国の強みとしてさらに磨き、パートナーシップと公正・健全な競争を基本として、脱炭素化に係る市場への民間企業の参入機会を拡大し、質の高いインフラや製品・サービスを世界に展開する。

脱炭素社会の構築に向けて、民間企業の取組や民間資金の活用が大きく貢献することは、気候変動サミットを始めとして広く認識されている。多様な主体とのパートナーシップの強化、制度構築等の取組に加え、民間資金の活用を促すリスク低減のファイナンス等、公的資金を効果的にレバレッジとして活用し、民間投資を促進していく。また、ＥＳＧ投資を始めとする環境金融に関し、機関投資家等の理解をより一層促進し、グリーンボンド等の環境事業に対する投融資の意欲を高めることを通じ、国内のみならず、途上国を含む海外における気候変動対策に対する投融資を促進する。

また、脱炭素化とＳＤＧｓを実現するための、地域密着モデルとしての「地域循環共生圏」を、我が国発のロールモデルとして構築し、世界に発信するとともに、我が国の経験・ノウハウを活用し、途上国等における「地域循環共生圏」の構築を支援する。世界に共有できる社会モデルを構築し、パリ協定で掲げられる目標に確かな処方箋を提供することで、我が国の成長と国際貢献を同時に実現し、脱炭素社会に資するものとする。

資金については、ＯＤＡやその他政府資金（ＯＯＦ）等に限らず、気候変動分

野への資金の拡大に取り組むとともに、パリ協定の長期目標を踏まえ、あらゆる案件において、これまで以上に気候変動対策の観点を取り入れることが重要である。

（２）政策・制度構築や国際ルールづくりと連動した脱炭素技術の国際展開

①相手国の政策・制度構築と他国への横展開の強化

世界全体での脱炭素社会の構築に貢献する優れた環境技術・製品を普及させるため、我が国が技術優位にある分野等において、相手国における政策・制度構築と連動する形で事業の案件を組成していく。例えば、二国間クレジット制度（ＪＣＭ）等を通じ、我が国の脱炭素技術の導入と併せて、普及に向けた政策・制度構築等を進めることで相手国の温室効果ガス排出を大幅に削減する脱炭素技術の普及をもたらす。さらに、他国への横展開を促進することで、更なるビジネス主導の国際展開と同時に、世界全体の温室効果ガス削減を進めていく。こうした成功事例を積み上げていくとともに、成功モデルを相手国や他国の経済社会システムのより大きな変革につながるように発展させていく。

さらに各国や地域で脱炭素化のための取組を普及・展開していくために、例えば成功事例を共有する官民ワークショップ等を開催することで、官民が一体となって、エネルギー効率をグローバルに比較・評価する仕組みや、省エネラベル、国際標準化等の制度を構築し、ビジネス主導の国際展開を行っていく。

とりわけ、エネルギー消費の重心がアジアにシフトしていく中で、気候変動対策やエネルギー政策の国際協調や具体的な協力を進めることがますます重要になってくる。我が国としてもアジア、特にＡＳＥＡＮの脱炭素化やエネルギー転換のため、各国の多様性を考慮し、それぞれの進捗レベルに合わせたきめ細かい制度構築支援を主導していく。そのため、関係省庁が民間企業と連携した海外展開協力や、ＡＳＥＡＮ域内での官民イニシアティブの構築を通じて、ビジネス環境整備と各国における環境と成長の好循環の促進に貢献していく。

相手国の責任ある行動・取組を促す観点から、相手国の様々な主体が自らの課題として持続可能に取り組むことができるよう、必要な組織や人材育成の協力を進める。

地場企業が国際展開するためにも、「地域」で技術を磨き、知見やノウハウを蓄積することを促し、この結果、その技術の積極的な国際展開が、地域で雇用拡大による地域経済の発展や脱炭素社会の実現に貢献するようにする。

②国際ルールづくりの主導

世界全体で脱炭素に向けた技術・製品を普及するための国際標準の策定等国際ルールづくり等で主導権をとっていく。

このため、世界規模での省エネルギーの加速に向け、各国・地域の産業別エネルギー消費効率の「見える化」を進めるためのデータ整備や、鉄鋼のエネルギー使用量評価やグリーン建材の省エネルギー性能、一般的な温室効果ガス排出測定等の評価方法等の国際標準化を進めていく。また、国際貢献により実現した温室効果ガス排出削減・吸収量は、パリ協定を含む国際ルールに基づき環境十全性の確保及び二重計上の防止をし、相手国との合意に基づき取り扱うものとする。我が国が主導して構築してきたＪＣＭの経験を踏まえ、国際ルールづくりで主導権をとり、市場メカニズムを活用する適切な枠組みをつくっていく。

また、海運・造船主要国である我が国として、ＩＭＯにおいて世界的に合意された国際海運分野の温室効果ガス削減目標に貢献するために、我が国における省エネルギー技術開発とＩＭＯにおける国際的な枠組みの策定を通じて、国際海運の脱炭素化に貢献する。また、ＩＣＡＯにおけるCO_2排出削減の議論を主導し、国際航空からの排出削減へ貢献する。

③グリーン冷媒技術・製品等の国際展開

代替フロンに代わるグリーン冷媒と、それを活用した機器の開発・導入を進め、我が国の優れた冷凍空調技術の国際展開を推進する。また、フロン類の排出抑制についても、我が国の知見を踏まえた支援を推進し、途上国における使用時漏えい及び廃棄時排出の防止を促し、フロン類の排出削減を図る。

④農林水産分野における気候変動対策の国際展開

農林業・その他の土地利用部門からの温室効果ガス排出量は、世界における人為起源の排出量全体の約４分の１を占めており、特に途上国で排出削減を進める上で高いポテンシャルを有している。このため、農地土壌炭素貯留技術や森林減少・劣化対策、植林活動の推進に資する技術を始め、我が国の優れた農林水産分野における脱炭素技術を、国際機関との連携や、ＪＣＭ等を通じて海外に展開し、温室効果ガスの世界全体での排出削減に貢献する。

（３）CO_2排出削減に貢献するエネルギーインフラの国際展開

世界のエネルギーアクセス改善と脱炭素社会の実現という、世界規模の２つの大きな課題への対応を真に両立させるためには、ＣＣＳ・ＣＣＵ／カーボンリサイクル等、化石燃料の脱炭素化に必要なイノベーションを実現することが不可欠であり、我が国として、そのための技術の開発と普及、知見の共有等を国際的な連携の中でリーダーシップをとって進めていくことで、世界に貢献していく。

あわせて、脱炭素社会の実現に向けて、世界が従来型の化石燃料利用への依存度を可能な限り引き下げていけるよう、相手国のニーズに応じ、CO_2排出削減

に資するあらゆる選択肢を提示し、再生可能エネルギーや水素を始め、イノベーションの成果の普及に積極的に取り組む。

以上を念頭に、海外におけるエネルギーインフラ輸出を、パリ協定の長期目標と整合的に世界のCO_2排出削減に貢献するために推進していく。とりわけ、再生可能エネルギーについては、世界における再生可能エネルギーに対する需要拡大も踏まえ、相手国の状況にあった再生可能エネルギーの利用を推進する。特に我が国が高い国際競争力を有する地熱発電については、アフリカ・アジアを始めとして、ポテンシャル調査や開発・運転、人材育成等の環境整備を含め幅広く海外展開を促進していく。また、洋上風力発電、廃棄物発電、熱電併給システム、スマートシティについても海外展開を促進していく。さらに、再生可能エネルギーの増加に伴う電力系統対策技術、蓄エネルギー技術等の海外展開を相手国のニーズを踏まえ進めていく。過渡期においては、パリ協定の長期目標と整合的に、世界におけるＬＮＧの導入のための制度・インフラ整備への協力等を通じ、よりクリーンなガス利用へのシフトを支援する。

（４）CO_2排出削減に貢献する都市・交通インフラの国際展開

民間資金を活用した「質の高いインフラ」の国際的普及を推進し、インフラ需要が拡大する開発途上国を含め、環境インフラの海外展開を積極的に推進する。例えば、スマートシティを始めとする脱炭素化モデルを我が国で確立し、パッケージでインフラ展開することを推進する。

自治体及び都市の関係主体が主導して様々なセクターにおいて連携することは、地球規模の脱炭素社会を構築する上で非常に有効なアプローチである。今後、多様な主体が参加する会議等による対話の機会を一層拡大し、都市間の連携に積極的に参加する都市を増やすとともに、これらの主体が都市の課題解決に主体的に参画する機会を増やしていく。

また、CO_2排出削減に資する効率的な運航が可能となる航空交通インフラの積極的な海外展開を推進する。

（５）公的資金の効果的な活用と民間資金の動員拡大

資金については、ＯＤＡ、ＯＯＦ等に限らず、気候変動分野への資金の拡大に取り組む。

我が国は、世界全体での抜本的な排出削減に貢献するため、2015 年のＣＯＰ21 首脳会合にあわせて途上国支援、イノベーションからなる貢献策「美しい星への行動（ＡＣＥ）2.0」を発表し、その実施に向けて取り組んでいる。引き続き、パリ協定の下で求められている気候変動資金の供与を誠実に行っていく。そのためには、全ての公的資金の一層の活用が必要である。日本企業の国際展開には主としてＯＯＦ、開発途上国を支援する国際協力には主として海外投融資等のＯＤＡを活用しつつ、両者の民間資金動員やインパクトの面での相乗効果を

狙う。さらに、開発途上国のみならず、先進国も含め世界で同時に起こる脱炭素化において、技術優位性等を持つ日本企業を支援するため、先進技術を用いた事業や新規取組の事業化の公的金融による支援を推進し、日本企業によるイノベーション及び新規事業投資を促進する。

また、ＧＣＦ及び地球環境ファシリティ（ＧＥＦ）の効果的・効率的運営に積極的に関与し、相手国の資金へのアクセスを向上させるとともに、我が国や相手国の企業がＧＣＦやＧＥＦのプロジェクトに参加し、コ・イノベーションの創出につながるよう、資金メカニズムやプロジェクトサイクル等に係る理解の促進や実施機関とのネットワーク構築を進める。

現地の公的・民間金融機関との連携や気候変動分野へのファイナンスに係る能力開発も重要である。世界銀行、アジア開発銀行等と、我が国及び相手国の地方公共団体、民間企業、金融機関との対話の機会を設けることなどにより双方の連携を後押しし、相手国における民間資金の活用を促進していく。

先進的な脱炭素技術の多くは、途上国にとって投資回収を見込みにくいものであることから、ＪＣＭの活用も含め、途上国の負担を下げながら、画期的な脱炭素技術を普及させていく。

これらの公的資金を効果的にレバレッジとして活用し、民間資金の活用を促すリスク低減のファイナンスやグリーンボンドのサムライ債等の活用等、民間投資を促進していく。

（６）地球規模の脱炭素社会に向けた基盤づくり

相手国において、ＮＤＣ策定・緩和策に係る計画策定支援や、制度の構築、既存制度の改善・強化について、我が国の経験・ノウハウを活用し、関係機関等と連携し、能力開発や組織体制の整備等を推進する。これにより、民間投資に係るリスクが軽減され、民間企業へインセンティブが働き、民間資金が流入することにより、脱炭素技術の市場の活性化が期待される。

サプライチェーン全体を把握・削減管理する国際的なイニシアティブが広がっていることを踏まえ、透明性の向上した環境の下でコ・イノベーションを推進し、我が国の脱炭素技術や産業の更なる強化とグローバルな展開につなげるため、民間企業活動におけるサプライチェーン全体の透明性向上を図る。

第４章：その他の部門横断的な施策の方向性

（１）人材育成

①教育

持続可能な開発のための教育（ＥＳＤ）をより一層推進し、気候変動を含むSDGs の達成につなげる。ＥＳＤの推進拠点であるユネスコスクールでの活動を通じ、児童・生徒・学生や教員の環境・気候変動に対する意識や関心の向上を促す。

地域循環共生圏の実現に向けて、ＥＳＤの考え方をベースに、多様なステークホルダーとの連携を図りながら持続可能な地域づくりを担う「人づくり」を推進し、パートナーシップの深化、他地域との交流等を進める人材の育成を推進する。

②イノベーションのための人材育成

我が国が環境と成長の好循環の実現に向けたイノベーションを持続的に創出していくためには、環境・エネルギーに関する科学技術分野を始めとする様々な分野における人材の育成、確保が重要である。これらの人材を将来に渡って輩出するためには、長期的視点での人材育成を継続的に取り組むことが望まれる。さらに、脱炭素社会の実現は地球規模の課題であり、世界各国が一体となって取り組むことが求められる中、学術・技術力の高さや人材の厚みを強みとする我が国において、世界の脱炭素化を牽引する優れた人材を育成することが重要である。

そのため、環境・エネルギー分野について、基礎研究から実用化までの一貫した研究開発を担う人材をＯＪＴ等により育成し、若手等の優れた研究人材の輩出に貢献する。

また、企業経営の中により適切に環境の視点を取り入れ、新たな企業価値を創出していくため、環境経営や環境保全に取り組み、経済・社会のグリーン化を牽引する人材、すなわち、環境人材を企業内外で育成するための取組を促進する。

（２）気候変動適応によるレジリエントな社会づくりとの一体的な推進

気候変動対策として緩和策と適応策は車の両輪である。我が国では、２つの法律・計画を礎に、気候変動対策を着実に推進していく。

特に、緩和策と適応策の双方に効果をもたらす施策を推進することは、温室効果ガス削減と同時にレジリエンスの向上につながり、地域社会の健全な発展や人々の健康等に多くの便益をもたらす。例えば、再生可能エネルギーを始めとする自立分散型エネルギーの導入は、緩和策であり、また、地域経済の活性化にもつながると同時に、災害時のエネルギー確保という観点において適応にも資す

る。節水・水利用合理化技術の開発・普及や節水意識の向上等は上下水道処理に要するエネルギーの削減を通じたCO_2排出削減等にも寄与し得る。また、グリーンインフラや森林を始めとした生態系を基盤とするアプローチ（ＥｂＡ及びＥｃｏ－ＤＲＲ）は、防災・減災といった気候変動への適応に加え、炭素貯蔵を通じた気候変動の緩和、地域社会における多様な社会・経済・文化の互恵関係の創出、生物多様性の保全と持続可能な利用への貢献等様々な効果が期待できる。

気候変動影響の内容や規模は、地域の気候条件、地理的条件、社会経済条件等の地域特性によって大きく異なり、早急に対応を要する分野等も地域により異なる。そのため、国は、気候変動に関する情報基盤（Ａ－ＰＬＡＴ）を活用し、各府省庁、試験研究機関等が保有するデータベース等と連携し知見の充実・強化を図り、気候リスク情報等を各主体が活用しやすい形で提供するなどの施策を推進する。

また、気候変動に適応した事業活動の推進のため、事業活動における気候リスクを把握して対応する「気候リスク管理」及び適応に関する技術・製品・サービスを提供する「適応ビジネス」について、国内外の事業者の優良事例の収集・提供等を通じた「見える化」により、事業者の適応に対する認識を高め、取組を促進する。

（３）公正な移行

脱炭素社会への移行には、パリ協定において、「労働力の公正な移行」が必要不可欠と規定される。また、ＣＯＰ24 においても、公正な移行に関するシレジア宣言が採択されるなど、「公正な移行」の重要性が国際的に認識されてきている。これを、労働生産性を向上させながら実現していくことが重要である。また、我が国には地域に根差した企業が多数存在していることから、労働力に加え、地域経済、地場企業の移行を一体的に検討する必要がある。これらの移行には課題もあるが、産業の新陳代謝を促す機会ともなり得る。

これらを踏まえ、脱炭素社会へ向かう際の労働移行を円滑に進めるため、国、地方公共団体、企業が一体となって、各地域における労働者の職業訓練、企業の業態転換や多角化の支援、新規企業の誘致、労働者の再就職支援等を推進していく。あわせて、地域社会・地域経済についても、円滑に移行できるよう取り組んでいく。

（４）政府の率先的取組

政府は、社会全体への普及促進を重視しつつ、自らの事務及び事業に関して、脱炭素社会の構築に向けた取組を率先して実施する。また、気候変動対策を含めた環境保全に関する予算について、引き続き、毎年度とりまとめ、公表する。

（５）カーボンプライシング

2016 年のＧ７伊勢志摩サミット及び 2018 年のＧ７シャルルボワサミットにおいて、カーボンプライシングを巡る議論が行われた。カーボンプライシングについては、既に欧州諸国や米国の一部の州を始めとして導入している国や地域があり、中国でも全国規模で排出量取引制度を導入している。一方、我が国はCO_2の限界削減費用が高く、エネルギーコストも高水準、またエネルギー安全保障の観点においてもエネルギー資源の大半を輸入しているという事情がある。カーボンプライシングには、市場を介した価格付けだけでなく、税制も含まれる（既に一部導入）が、制度によりその効果、評価、課題も異なる。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。

第５章：長期戦略のレビューと実践

本戦略に関連し、利用可能な最良の科学上の知識に基づき、国土・気候・資源・社会システム等の制約や、気候変動が経済にもたらす経済の負の影響と成長の機会等について、将来の情勢変化に応じて分析を行う。また、得られた情報を広く提供するとともに、長期的に社会を担う中心となる若者世代を含めた連携や対話を進めることにより、更なる取組を促していく。

また、本戦略で掲げているビジョンに照らして、地球温暖化対策計画やエネルギー基本計画等を踏まえ、本戦略の対策・施策の変更の必要性等について、６年程度を目安として、情勢を踏まえた検討を加えるとともに、必要に応じて本戦略の見直しを行っていく。