

資源エネルギー庁
長官官房 総務課
調査広報室 御中

令和 6 年度
燃料安定供給対策調査等事業
(エネルギーに関する国内外の経済社会動向の調査)

報告書

令和 7 年 3 月

株式会社日本総合研究所

「令和6年度エネルギー需給構造高度化対策調査等事業（エネルギーに関する国内外の経済社会動向の調査）報告書」は、資源エネルギー庁の委託事業として、株式会社日本総合研究所が実施したものです。

本委託事業では、大きな変化が続いているエネルギーに関連する様々なテーマについて、国内外の動向や各国における政策、環境変化等の情報やデータを収集するとともに、調査・分析を行いました。本事業で調査・分析し、取りまとめた内容については、「エネルギー白書」として公表すること等を予定しており、大転換期を迎えているエネルギーを取り巻く現在の状況や、今後のエネルギー政策等についてわかりやすく取りまとめ、エネルギーに関する国民理解の促進を図ることを本事業の目的としています。

本報告書は、上記目的に基づき、エネルギーに関する様々なテーマについて、国内外の動向や各国の政策、その背景事情、環境変化等の情報・データを収集した上で調査・分析し、その結果を取りまとめたものです。

本調査においては、アウトプットの品質を確保するため、複層的な体制のもとで事業を実施しました。具体的には、調査実施の主担当者とは別にアドバイザーを配置し、専門的な視点からの助言を得る体制を構築しました。加えて、プロジェクトマネジャーによる直接的な調査作業を可能な限り抑えることで、少なくともダブルチェックが行われる仕組みとしました。さらに、プロジェクトマネジャーの上位には品質管理責任者を配置し、プロジェクトマネジャーと緊密に連携しながら、体制や業務負荷の調整を通じて、アウトプットの品質維持に努めました。

調査・確認は以下の流れで実施されました。

まず、調査はサブリーダー1名およびメンバー3名からなる計4名の主担当者により分担して実施されました。加えて、本調査にはエネルギー市場に精通した4名のアドバイザーを体制に組み込んでおり、各担当者は必要に応じてアドバイザーから助言を受けることで、多角的な視点を取り入れた調査となるよう努めました。

その後、プロジェクトマネジャーが資源エネルギー庁との定期的な打合せの前後を中心に、各パートの内容を確認し、調査結果に対するチェックを行いました。

さらに、品質管理責任者がプロジェクト全体を通じて体制面や業務負荷に配慮し、担当者が円滑に業務を遂行できるよう環境を整備しました。特に業務負荷が集中した調査終盤には、プロジェクトマネジャーと連携して各担当者の業務負荷を平準化するなどの調整を行い、調査に集中できる体制を維持することで、品質の確保に努めました。

第2章 グリーントランスフォーメーション（GX）・2050年カーボンニュートラルの実現に向けた日本の取組

【はじめに】

日本では、ロシアによるウクライナ侵略や中東情勢の緊迫化の影響、デジタルトランスフォーメーション（DX）の進展や電化による電力需要の増加の影響など、将来の見通しに対する不確実性が高まる中、エネルギーの安定供給の確保、経済成長、脱炭素化を同時実現するため、2024年5月から、「GX2040」、「エネルギー基本計画」、「地球温暖化対策計画」について一体的に検討が進められ、これらは2025年2月に閣議決定されました。

本章の第1節では、こうした検討の背景となった日本のエネルギーを取り巻く近年の環境変化として、4つの変化を概観しています。第2節では、DX・GX推進に不可欠なデータセンターの国内立地を促進するために現在官民で検討が進められている「ワット・ビット連携」について、その背景や検討状況を確認していきます。第3節では、カーボンニュートラル実現に向けた次世代エネルギー革新技術の動向について確認していきます。

第1節 日本を取り巻く近年の環境変化

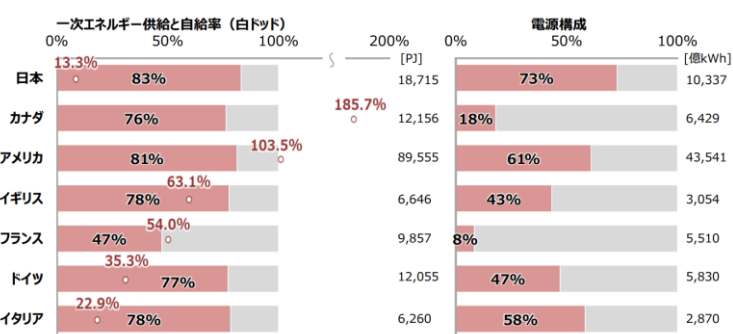
1. ロシアによるウクライナ侵略等による経済安全保障上の要請の高まり

2022年2月のロシアによるウクライナ侵略や足下の中東情勢の緊迫化など、ここ数年、エネルギーの安定供給やエネルギー価格に影響を与えるリスクが顕在化し、経済安全保障上の要請が高まっています。

日本は一次エネルギー供給で見た場合、8割以上を化石エネルギーに依存しており、エネルギー自給率は2022年時点で13.3%と、G7各国で一番低い水準になっています。こうした中、ロシアによるウクライナ侵略以降、LNGの需給ひっ迫等による世界的な化石燃料の価格高騰の影響を受け、貿易収支が大きく悪化しました。このような事態は、日本のエネルギー供給体制が弱いと、エネルギー安定供給上の脆弱性を抱えていることを改めて浮き彫りにしました。

また、日本の電源構成を見ると、7割以上を化石エネルギーに依存しており、この水準はG7各国と比較しても高い水準にあります。脱炭素電源の拡大は、エネルギー安全保障の観点のみならず、G7各国との産業立地競争力の観点からも不可欠です。

〔第121-1-1〕 一次エネルギー供給・電源構成に占める化石エネルギー比率（2021年）



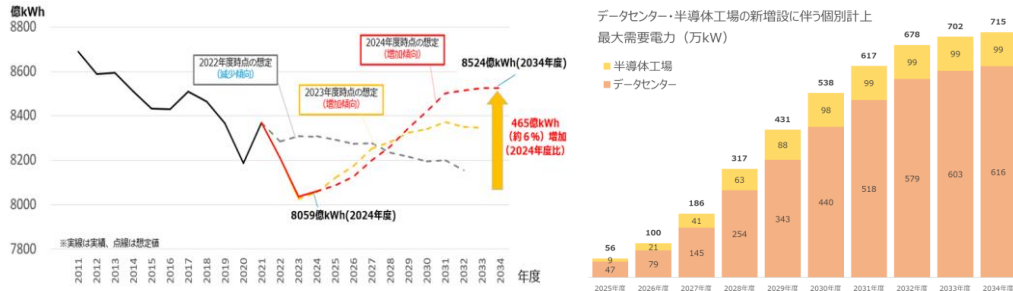
出所：第11回GX実行会議「我が国のグリーントランスフォーメーションの加速に向けて」（2024年5月13日）

2. DX・GXなどの進展に伴う電力需要増加の可能性

世界では、DXやGXなどの進展に伴う電力需要の増加が見込まれています。電力需要の主な変動要因として、電気機器の省エネルギーの進展、鉄鋼産業における高炉から電炉への転換、EV需要拡大、GXの進展に伴う電化、データセンターや半導体工場の新設といったDXの進展に伴う電力需要の増加、さらに平均気温の上昇などが挙げられています。

日本においても、これまでは人口減少や節電・省エネルギーなどにより電力需要は減少傾向にありましたが、今後は、節電・省エネルギーなどの影響は継続しつつも、経済成長及びデータセンター・半導体工場の新増設に伴う需要増加により、電力需要が増加に転じると見込まれています。こうした場合においても必要となる脱炭素電源の供給が確保されるように万全の備えを行うことが重要となっています。

〔第121-2-1〕 今後10年の電力需要の想定（左）、データセンター・半導体工場新増設に伴う最大需要電力（右）



出所：電力広域的運営推進機関「2025年度 全国及び供給区域ごとの需要想定について」を基に資源エネルギー庁作成

3. 気候変動の野心維持と現実的かつ多様な対応

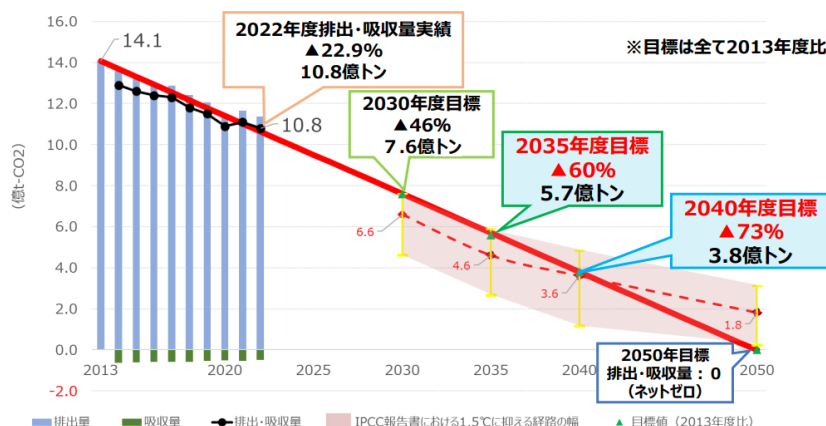
2022年度の日本の温室効果ガス排出・吸収量は約10億8,500万トン（CO₂換算）であり、前年度（2021年度）から2.3%減少、基準年である2013年度と比べると22.9%減少しました。2022年の排出量は排出量を算定している1990年以降で過去最低値を記録し、2050年カーボンニュートラルに向けた順調な減少傾向を継続しています。しかし、日本の最終エネ

ルギー消費増減の動向を見ると、今の状況はエネルギー多消費産業の生産減退も大きな減少要因となっており、脱炭素・経済成長の同時実現に向け、予断を許さない状況となっています。

こうした中、日本は、2025年2月18日に、世界全体での1.5℃目標と整合的で、2050年ネット・ゼロの実現に向けた直線的な経路にある野心的な目標として、新たな「日本のNDC¹（国が決定する貢献）」を、国連気候変動枠組条約事務局へ提出しました。新たなNDCでは、基準年度である2013年度からのフォアキャストと、長期的に目指している2050年ネット・ゼロからのバックキャストの両面から、直線的な経路での削減計画が示され、2035年度、2040年度において、温室効果ガスを2013年度からそれぞれ60%、73%削減することを目指すとの目標が掲げられました。

世界に目を転じると、国際エネルギー情勢の変化を受け、主要国は、2050年カーボンニュートラル実現に向けた野心的な脱炭素目標を維持しながらも、各国の置かれた固有の状況を踏まえ、経済性やエネルギー安定供給との間でバランスを取る現実路線へ転換を進めており、野心的な脱炭素目標と現実の乖離が拡大する傾向もみられています（詳細は第3章にて記載）。

〔第121-3-1〕日本の新たなNDC



出所：「地球温暖化対策計画の概要」

4. エネルギー政策と産業政策の一体化

各国が脱炭素に向けて野心的な目標を掲げている中、その野心的な目標が産業界に短期的な追加コストとなり、大きな負担となることが懸念されています²。このため、欧米各国を中心に、世界各国では、気候変動対策と産業政策を連動させ、2050年カーボンニュートラル実現に向けた国内外のエネルギー転換を自国の産業競争力強化につなげるための政策を強化しています。

例えば、EUは2023年に公表した「グリーンディール産業計画」等により、域内におけるグリーン産業支援を強化しており、ドイツなど各国でも新たな投資促進政策がなされるなど、積極的なグリーン産業への支援が進められています。米国でも同様に、2022年8月に成立した「インフレ削減法」による支援を行ってきましたが、2025年1月、トランプ政権がパリ協定からの離脱を決定し、これまでのエネルギー・産業政策から大きく方針を転換しています。

日本においても、産業革命以来の化石エネルギー中心の産業構造・社会構造をクリーンエネルギー中心へ転換するGXを通じて、エネルギー安定供給・経済成長・脱炭素の同時実現を目指しています。2023年2月に「GX実現に向けた基本方針」を策定（閣議決定）以降、10年間で150兆円規模の官民投資を呼び込むため、20兆円規模の先行投資支援策や成長指向型カーボンプライシング構想を順次実施しているほか、2025年2月には、将来の見通しに対する不確実性が高まる中、GXに向けた投資の予見可能性を高めるため、GXの取組の中長期的な方向性を官民で共有すべく、「GX2040ビジョン」が閣議決定されました。

第2節 「ワット・ビット連携」の推進

1. DX・GXを踏まえたエネルギー・産業政策

2025年2月に閣議決定された「GX2040ビジョン」では、DXの進展や電化による電力需要の増加の影響等、将来の見通しに対する不確実性が高まる中、エネルギー安定供給・経済成長・脱炭素の同時実現に向けてGX投資の予見可能性を高めるため、エネルギー・GX産業立地・GX産業構造・GX市場創造について総合的に検討が進められ、より長期的なGXの取組の方向性が示されました。

GX産業立地については、脱炭素電源等の活用を見据えて、クリーンエネルギーを活用する産業集積を加速する方針が示されており、エネルギー・GX産業立地政策を通して目指す姿として、一般的に脱炭素電力等のクリーンエネルギーの供給拠点には地域偏在性があることから、「エネルギー供給に合わせた需要の集積」という大胆な発想が必要である旨が示されています。脱炭素電源などのクリーンエネルギーが豊富な地域に企業の投資を呼び込むことで、新たな産業集積の構築

¹ NDCとは「国が決定する貢献」を意味する、「Nationally Determined Contribution」の略称であり、パリ協定に基づいて、各国が自ら設定する、温室効果ガス排出削減のための目標と計画です。パリ協定においては定期的なNDCの見直しが求められており、最新のNDCが2025年2月に政府により定められました。

² 2024年9月9日、欧州委員会（EC）は「The future of European competitiveness」と題する報告書（通称：ドラギ・レポート）を発表しました。欧州の野心的な脱炭素目標が、産業界に短期的な追加コストをもたらす、欧州産業界にとって大きな負担となっている点を踏まえ、脱炭素に向けた取組は堅持しつつも、成長を加速させるためのEU域内投資加速、そのための公的資金の必要性等、産業政策の必要性が強調されています。

を目指し、必要な措置の検討を進め、GX 産業への転換が求められるこのタイミングで、効率的・効果的にスピード感をもって、「新たな産業用地の整備」と「脱炭素電源の整備」を進め、今後の地方創生と経済成長につなげていくことを目指していきます。

「GX2040 ビジョン」では、産業構造の高度化に不可欠な AI とデータセンターの国内立地を加速するため、効率的な電力・通信インフラの整備を通じた電力と通信の効率的な連携を進めていく「ワット・ビット連携」が打ち出されました。この節では、こうした議論の背景や、「ワット・ビット連携」の今後の検討の方向性を確認していきます。

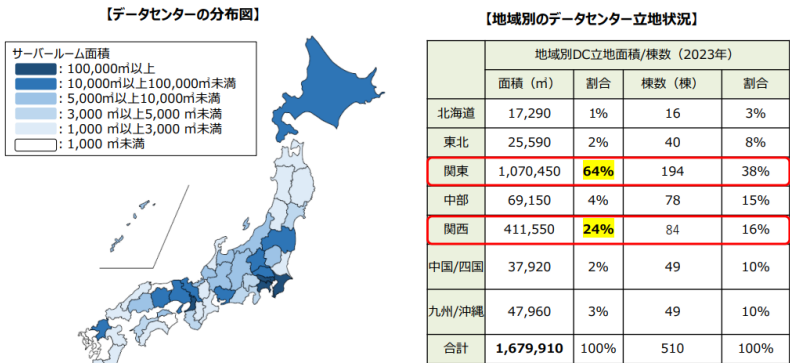
2. 「ワット・ビット連携」の議論の背景

(1) データセンターの立地の現状

AI を活用した再エネ需給の最適化技術、CO₂ 削減効果の高い効率的な新素材開発など、AI 活用を通じた DX の加速は、成長と脱炭素の同時実現を目指す GX の効果を最大化させる可能性があります。データセンターはこうしたデジタル技術を最大限活用する上で重要であり、データセンターの国内整備が必要不可欠です。

データセンターの立地に際しては、データの需要地からの距離や、電力・通信ネットワークの充実等が重視されています。国内におけるデータセンターの立地状況を見ると、2023 年時点で日本全国のデータセンターの約 90% (面積換算) が、大規模需要地に近い東京圏と大阪圏に集中しています。当面はこうした傾向が続くと想定されますが、大規模災害等にもデジタルを維持していく観点や、土地や産業用水、そして系統運用に余裕がある地域のインフラを有効に活用していく観点から、地域分散を進めていくことが重要です。

〔第 122 - 2-1〕データセンターの立地状況



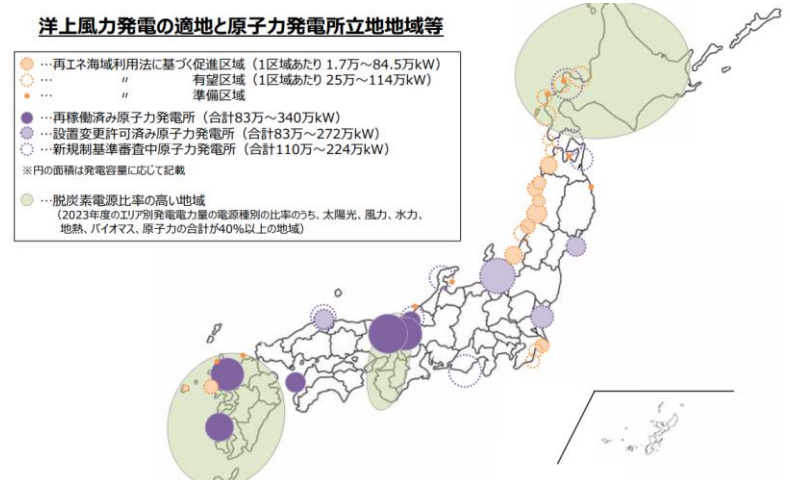
出所：「デジタルインフラ（DC 等）整備に関する有識者会合（第 7 回事務局説明資料）」

(2) 脱炭素電源の立地状況

前述のとおり（第 2 章第 1 節参照）、DX や GX などの進展に伴い電力需要が増加に転じると見込まれており、データセンターや半導体工場を中心に、脱炭素電源を求める動きが今後ますます増えていくと想定されることから、脱炭素電源の供給力の確保が重要となっています。しかし、日本で再エネや原子力などの脱炭素電源比率が 4 割を超える地域は、北海道、九州、関西エリアとなっており、脱炭素電源の供給は地域ごとに偏在性があります。

DX や GX などを進展させていくに当たって、十分な脱炭素電源の供給を求める需要側と、地域ごとに偏在性がある脱炭素電源の供給側との間に、今後ギャップが生じるおそれがあります。

〔第 122 - 2-2〕脱炭素電源の立地状況・規模



出所：GX 実行会議 11 回「我が国のグリーントランスフォーメーションの加速に向けて」

(3) データセンターの建設と脱炭素電源の整備のリードタイム

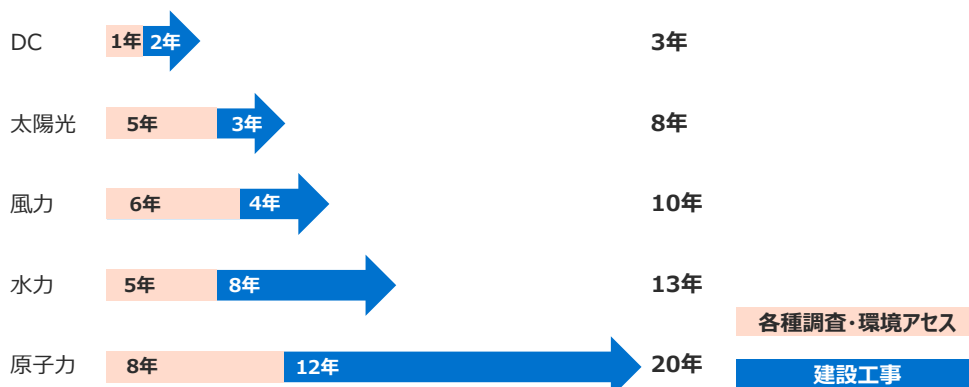
こうした局地的な脱炭素電源に対する大規模な需要と脱炭素電源の立地場所とのギャップに対応するためには、まずは、

データセンターや半導体工場などの稼働に必要となる脱炭素電源を整備し、供給量の拡大を図ることが重要です。

一般的なデータセンターの開業には、電力契約や用地取得などの準備、建設工事に 2～3 年程度のリードタイムが必要とされています。他方、脱炭素電源を整備し、供給開始するためには、アセスメント期間で 5～8 年程度、建設工事期間で 3～12 年程度必要になります。稼働までの期間が比較的短い脱炭素電源である太陽光発電を例にとっても、供給開始までに 8 年程度を要し、データセンターの開業に要するリードタイムと比較すると、5 年前後のギャップが発生する状況です。

とりわけ、DX や GX などの取組を今後進展させていくタイミングでは、脱炭素電源への需要の規模や需要が顕在化するタイミングに不確実性が伴うことから、脱炭素電源の需要と供給によりギャップが生まれやすい状況です。このため、産業競争力強化を目指し、需給一体型で計画的に脱炭素電源の利用や整備を進めていく観点が重要となります。

【第 122 - 2-3】 データセンターの建設と脱炭素電源整備のリードタイム



出所：経済産業省第 67 回電力・ガス基本政策小委員会 制度検討作業部会 資料 5、その他情報を基に作成

(4) データセンターの立地に対応した電力インフラの整備

前述のとおり、日本においてデータセンターは一部のエリアに局地的に立地する傾向があるため、立地に際して、変電所の新增設を含めた大規模な系統整備が必要になる場合があります。このため、系統運用に余裕がある変電所の近接地点にデータセンターの立地を誘導することや、データセンターの立地適地において系統整備を先行的・計画的に進めていくことが必要です。

まずは足下では、新規需要に応じて脱炭素電源を迅速に供給していくため、新たな大規模送電線の建設が不要であり、一般送配電事業者が早期に電力供給を開始できる場所を示した「ウェルカムゾーンマップ」の全国展開などの取組を通じて、地方を含めて、送配電設備の整備状況を踏まえた適地にデータセンターの立地を促していくことが重要です。ただし、「ウェルカムゾーンマップ」の開示については空き容量マップ等を通じて行われてきた電源側への情報公開に比べ、需要側の情報提供が限定的であるといった課題もあります。他方でデータセンター等の大規模な需要に対しては、各種検討・工事が長期化し、系統接続までに時間を要するといった課題もあります。これらの課題に向けて、中長期的には、効率的に系統整備を行う観点から適切な場所にデータセンターの立地を集約するための仕組みや、当該立地地域における先行的・計画的な系統整備の枠組みも重要になります。

海外を見てみると、データセンターの膨大なエネルギー使用量が国の気候目標や電力網に与える影響から、データセンター建設に対する監視や規制を行う事例が生まれています。データセンター需要が伸びているアイルランドでは、公益事業規制委員会 (CRU) が、大都市圏での新規データセンター設置に規制を課すことが決定されています。アイルランドの他にも、ドイツ、シンガポール、中国、米国、オランダの一部都市などでデータセンター新設に関する規制がなされるなど、電力に関する問題が DX・GX の産業拡大の障壁となっています。

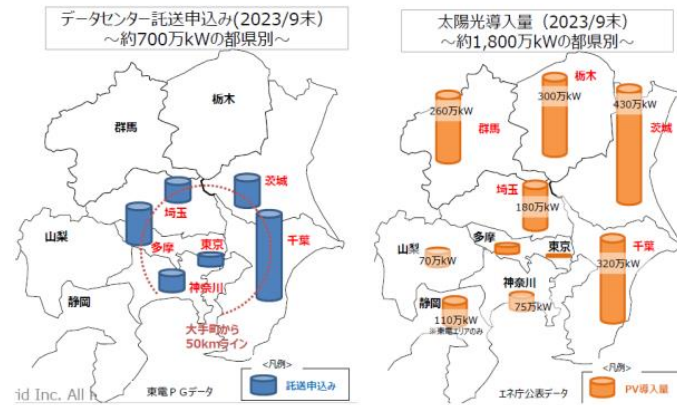
十分な脱炭素電源が確保できなかったが故に、国内においてデータセンターや半導体工場などの投資機会が失われ、日本の経済成長や産業競争力強化の機会が失われないようにしていく必要があります。

3. 解決策としての「ワット・ビット連携」

こうした課題に対応し、産業構造の高度化に不可欠な AI とデータセンターの国内立地を加速していくためには、脱炭素電源の発電設備や電源系統などの電力インフラの整備、データセンターの立地、通信インフラの整備など、全体最適を考慮して、効率的に電力・通信インフラを整備し、電力と通信を効果的に連携させていくことが必要になります。このための構想が、「ワット・ビット連携」です。

前述のとおり、脱炭素電源設備の立地場所と、大量の脱炭素電源を必要とするデータセンターの立地場所には乖離があります。例えば、東京電力エリアを見ると、データセンターの立地はデータの消費場所である都心などの人口密集地（おおむね、大手町から 50km 圏内）に集中している一方で、太陽光を中心とする再エネの立地は、データセンターの立地場所の外側への立地が進展しています。しかし、電力の需要地と供給地が離れると、送電網などの系統整備に多大なコストや時間が必要になります。

[第 122 - 3-1] 東京電力エリアにおけるデータセンターと太陽光の導入状況



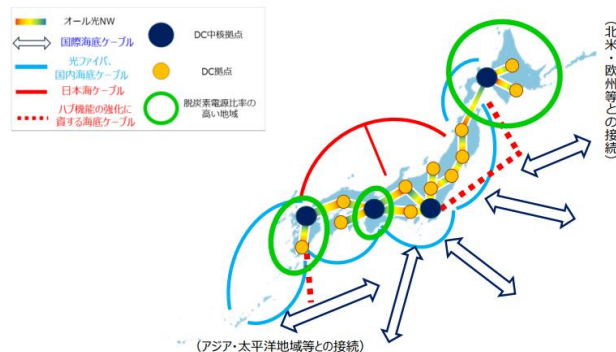
出所：内閣官房 GX2040 リーダーズパネル（第 2 回）資料 5「GX・DX の同時達成に向けた電力システムの役割と課題」

「ワット・ビット連携」構想では、足下でデータセンター需要が増えていることも踏まえ、データセンターの立地場所、すなわち脱炭素電源の需要場所に合わせて脱炭素電源の整備や送配電網の増強を進めるのではなく、電力インフラからみて望ましい場所や地域へのデータセンターの立地を促進させるとともに、光ケーブルを伸ばしてデータの需要地に情報を伝送することで、脱炭素電源とエネルギー需要地の空間的な制約を解消することを目指しています。

このようにデータセンター側の立地を変える理由は、送電線の整備よりも通信を担う光ケーブルを整備する方が、準備期間が短くコストが安価となることに加え、次世代情報通信基盤として 2030 年代に実装が予定されている「オール光ネットワーク」(APN: All Photonics Network) を活用することで、ネットワークを含めた ICT システム全体の省エネ性能が抜本的に高められるだけでなく、低遅延性により、通信遅延に由来するデータセンターの需要地からの距離制約が緩和されることによります。現在は大都市周辺に集中するデータセンターのさらなる分散立地が可能になり、脱炭素電源が豊富で系統運用に余裕がある変電所の近接地点等へのデータセンターの立地誘導を更に推し進めることができるようになります³。

まずは電力インフラからみて望ましい場所や地域へのデータセンターの立地を促進させ、その際必要となる次世代の通信基盤についても、それと整合性をもって計画的に整備を図っていくことで、効率的な電力・通信インフラの整備を通じた電力と通信の効果的な連携（ワット・ビット連携）を進めていきます。

[第 122 - 4-1] 2030 年代日本のデジタルインフラと脱炭素電源立地の「イメージ」



出所：経済産業省・総務省「デジタルインフラ（DC 等）整備に関する有識者会合 中間とりまとめ 3.0」

「ワット・ビット連携」の実現のためには、電力系統や通信情報の見える化に加えて、政策的手段や市場メカニズムを活用し、脱炭素電源近傍など系統面で有利な地域へ次世代産業の誘致を促進することが必要になります。

次世代産業（データセンター・半導体工場等）を脱炭素電源適地に誘致する産業施策を実現するためには、一般送配電事業者と通信事業者の協業が求められるため、官民連携による電力網と通信網の一体整備を推進する必要があります。

4. 「ワット・ビット連携官民懇談会」

「ワット・ビット連携」は、2025 年 2 月に閣議決定された「GX2040 ビジョン」において構想が打ち出された後、同月 20 日に開催された「デジタル行財政改革会議（第 9 回）」において、総理から、地方創生 2.0 の実現に向け、速やかに官民一体で議論する協議会を立ち上げ、今後の取組の方向性を今年の 6 月をめどに具体化する旨の指示が出されました。

これを受けて、2025 年 3 月、経済産業省及び総務省は、「ワット・ビット連携官民懇談会」を立ち上げ、同月 21 日、第 1 回会合を開催しました。「ワット・ビット連携官民懇談会」は、今後のデータセンターの整備を見据え、効率的な電力・通信インフラの整備を通じた電力と通信の効果的な連携（ワット・ビット連携）に向けた、官民の関係者における

³ 「デジタルインフラ（DC 等）整備に関する有識者会合 中間とりまとめ 3.0」（経済産業省・総務省、2024 年）においても、低消費電力・大容量・低遅延の通信が可能な APN に伴い、電力消費の分散化を進め、日本全体での最適立地、エネルギーの地産地消と共に脱炭素の実現にも貢献することが、2030 年代の目指すべき姿として描かれています。<https://www.meti.go.jp/press/2024/10/20241004004/20241004004-1.pdf>

連携・協調の場になります。今後、関係事業者におけるインフラ整備状況や現状での整備計画の共有、データセンターの立地に必要な諸条件・課題の整理、データセンターの効率的な整備に向けて有効な方策の検討を行い、2025年6月目途に、今後の検討の方向性を取りまとめる予定です。

第3節 カーボンニュートラル実現に向けた次世代エネルギー革新技術の動向

日本がエネルギー安定供給・経済成長・脱炭素を同時に実現することにより、2050年カーボンニュートラル実現を目指していくためには、新たな再エネ技術、次世代燃料、省エネ技術等、日本企業が有する次世代エネルギー革新技術について、非連続的なイノベーションに取り組み、ビジネスにつなげていくことが不可欠です。

本節では、ペロブスカイト太陽電池、浮体式洋上風力発電、次世代型地熱発電、水素・アンモニア、次世代革新炉、光電融合技術を中心に、次世代エネルギー革新技術の動向について、(1) 日本の取組と世界における競争力、(2) 国内企業の戦略と今後の展望、の2つの観点から確認していきます。

1. ペロブスカイト太陽電池

(1) 日本の取組と世界における競争力

ペロブスカイト太陽電池は、従来のシリコン型太陽電池と比較して、軽量で柔軟といった特長をもつ、日本発の次世代型太陽電池です。日本では、既に太陽光発電を導入できる適地の制約が生じており、従来設置が困難な場所にも導入できるペロブスカイト太陽電池には、再エネ導入拡大と地域共生を両立する役割が期待されています。

〔第123-1-1〕 ペロブスカイト太陽電池の種類



近年では、特に中国や欧州などを中心に、ペロブスカイト太陽電池の開発競争が激化しており、2024年11月現在、従来のシリコン太陽電池の発電効率（20%程度）を上回る、26.7%まで、ペロブスカイト太陽電池の発電効率が向上した例もあります。中国では、多数の企業や大学において自国内の特許取得が進められており、ガラス型・タンデム型を中心に、各社で量産化に向けた動きがみられます。また欧州でも、独立系メーカーを中心に開発が進められており、同様に量産化に向けた動きがみられます。

そのような中、日本は特にフィルム型のペロブスカイト太陽電池の開発において、製品化のカギとなる耐久性や大型化等の面で技術的に世界をリードしています。例えば、積水化学工業は、セルを全工程ロール状に製造する「ロール to ロールプロセス」で、耐久性10年相当/30cm幅のフィルム型ペロブスカイト太陽電池を効率的に作製できる工程を確立しています。

(2) 国内企業の戦略と今後の展望

このように、フィルム型ペロブスカイト太陽電池は、日本企業に一定の技術的強みがあり、今後、世界をリードすることが期待される分野です。引き続き、耐久性や大型化、発電効率の向上に向けた技術開発を進めるとともに、世界に引けを取らない規模とスピードで投資を進め、量産技術を構築し、生産体制の拡大を図ることが不可欠です。

例えば、フィルム型ペロブスカイト太陽電池の量産化に向けた取組を進めている積水化学工業は、まず、2025年度までにペロブスカイト太陽電池の製造を開始した上で、2027年中の100MW規模の製造ラインの稼働を目指して、今後、設備投資を行うこととしています。さらには、海外展開も視野に、段階的に製造ラインの増強投資を行い、2030年度にはGW級の製造ラインを構築することを目指すとしています。

各国がペロブスカイト太陽電池の量産体制の構築を進める中、日本はまずは、フィルム型ペロブスカイト太陽電池の技術開発を進めるとともに、併せて世界に引けを取らない規模とスピードで量産体制を構築し、製品の差別化を図りながら、国内外の需要を先んじて獲得していくことが重要です。

2. 浮体式洋上風力

(1) 日本の取組と世界における競争力

浮体式洋上風力は、風車を海底に固定する着床式の洋上風力と異なり、洋上の浮体構造物に風車を設置して発電する方法です。着床式は水深が約 50m 未満の海域に適している一方、浮体式は水深が約 50m 以上の海域に適しており、水深の深い沖合でも洋上風力の導入が可能になります。

〔第 123 - 2-1〕 浮体式洋上風力



出所：三井海洋開発

浮体式洋上風力は 2023 年末時点で、累計で世界 7 カ国の 14 サイトで約 250MW・36 基が運転中で、その多くが欧米で開発されています。欧州を中心に、より商用段階に近い規模での運転も始められており、例えば、英国・ノルウェー・ポルトガルでは、8～9MW 級の浮体式洋上風力が数基程度ずつ稼働しています。

日本においても浮体式洋上風力の実証が進められてきました。例えば、2011 年度から福島県の沖合において、丸紅・三菱重工業・東京大学等が組成した「福島洋上風力コンソーシアム」が、浮体式洋上ウィンドファームの実証研究事業を実施しました（経済産業省の委託事業として実施）。この実証では、世界で初めてセミサブ形式の浮体を採用するとともに、浮体式変電所を採用した浮体式洋上ウィンドファームの実証研究事業が実施されました。しかし、遠距離かつ日本の気象・海象に適合した設備の構築、港湾等のインフラ整備、事業を支えるサプライチェーンの形成など、今後商用化に向けて解決しなければならない課題も数多くあります。

(2) 国内企業の戦略と今後の展望

今後、浮体式洋上風力を商用化し、普及を拡大させていくためには、風車の大型化等による発電コストの低減に加え、風車・浮体等、各部品の大量生産技術確立する必要があります。

日本では、技術開発等を通じて国内サプライチェーンの強化を図るため、NEDO グリーンイノベーション基金事業による大規模な実証が進められています。2024 年 6 月には、シーテック（中部電力グループ）と丸紅洋上風力開発を幹事会社とするコンソーシアムがそれぞれ NEDO グリーンイノベーション基金事業の事業として採択され、現在、国内において過去最大級となる 10MW 以上の規模で、浮体式洋上風力の低コスト化を目指す大規模実証が進められています。シーテックは、愛知県田原市・豊橋市沖に風力発電機 1 基を、丸紅洋上風力開発は、秋田県南部の沖合に風力発電機 2 基を設置し、いずれも 2029 年頃の運転開始が予定されています。

商用化に向けた取組では欧州が先行する中、日本もこうした実証などを通じて得られたノウハウを生かして、浮体式洋上風力に必要な各部品の低コストに国内で大量生産できる技術確立し、国内における事業形成を進めるとともに、他国での市場参入も進めていく必要があります。

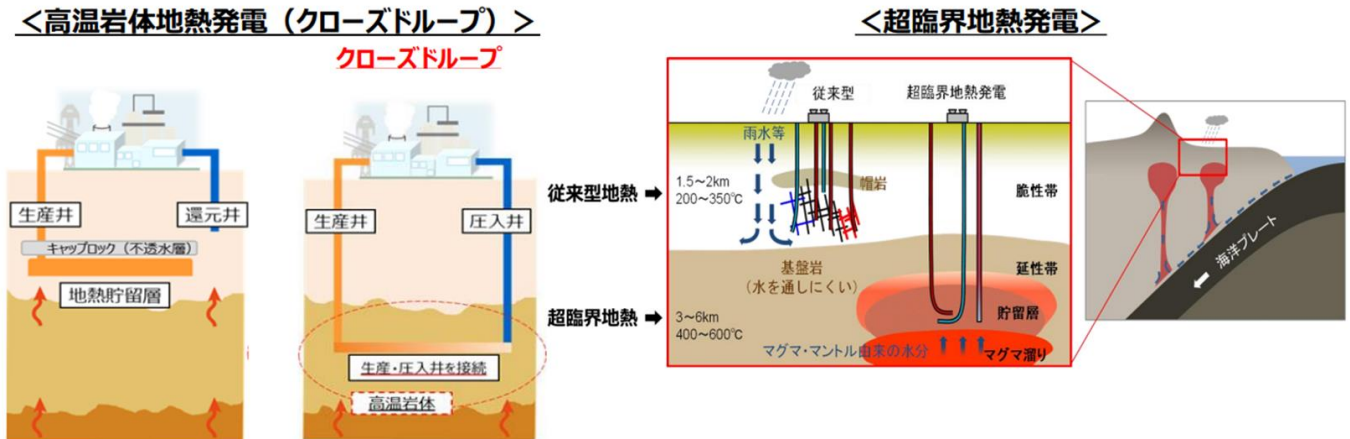
3. 次世代地熱発電

(1) 日本の取組と世界における競争力

次世代地熱発電と称される技術には、「クローズドループ方式」「超臨界地熱発電」などがあります。「クローズドループ方式」とは、地下（1,500～2,000m 程度）の高温の地層に人工的にループを掘削・設置し、内部に水を流し込み、発生した蒸気でタービンを回して発電する地熱発電の方法です。高温の地層があれば発電できるため、従来技術では開発が困難だった場所での電源開発を可能にする技術として注目されています。

また「超臨界地熱発電」は、地下深部（3,000～5,000m 以上）の超高温・高圧の地熱流体を利用することで、従来よりも高出力で発電が可能となり、また、発電効率の向上も期待される技術です。

[第 123 - 3-1] 次世代地熱発電（クローズドループ・超臨界地熱発電）



出所：経産省作成

「クローズドループ方式」は、カナダのスタートアップ Eavor 社が技術開発と商用化において世界をリードしており、カナダで実証施設「エバーライト（Eavor Lite）」を 2019 年から稼働させています。また現在は、ドイツのミュンヘン郊外ゲレツリードにて世界初の商用クローズドループ発電施設（出力約 8.2MW）の建設を進めており、2025 年頃の商用運転開始を目指しています。そのような状況の中、国内企業では中部電力・鹿島などが Eavor に出資し、地熱発電事業に関する知見やクローズドループ技術の取得に取り組んでいます。

一方、「超臨界地熱発電」は、日本を含め、世界各国で技術開発が進められている段階です。日本では、NEDO が 2020 年までに実施した調査により超臨界地熱資源が存在する可能性が高いエリアを選定しており、2021 年度以降、超臨界地熱が期待される国内 4 地点（岩手県 2 地点、秋田県 1 地点、大分県 1 地点）において、シミュレーションにより資源量評価を行うとともに、超臨界地熱発電の事業化に必要な研究開発・技術開発・事業モデルなどについて、調査を実施しています。

(2) 国内企業の戦略と今後の展望

「クローズドループ方式」については、前述のとおり、現時点ではその技術開発で先行する国外企業との連携によって、ノウハウを蓄積する段階にあります。並行して日本国内でも「クローズドループ方式」の実証実験を積み重ねていく必要があります。現在、国内では三井物産がアメリカの石油大手シェブロンと連携し、2030 年頃の商業運転を目指して、2023 年から北海道のニセコ地域で実証実験を行っています。

また、「超臨界地熱発電」については、2050 年頃の商用発電の実現に向けて、引き続き NEDO がこれまで実施した調査の結果を踏まえ、調査井の掘削や実証実験に取り組んでいくこととしています。

次世代地熱発電については、国外でも実証事例や商用化事例が少ない今だからこそ、海外の先行企業とも連携しながら実証プロジェクトを加速化し、世界に先駆けた商用化のノウハウを確立することで、日本の地熱発電のポテンシャルの最大限活用を図っていくことが重要です。

4. 水素・アンモニア

(1) 日本の取組と世界における競争力

水素・アンモニアは、燃焼時に CO₂ を排出しないカーボンフリーな燃料であることから、代替技術が少なく転換が困難な、鉄鋼・化学・モビリティ分野・産業熱・発電など多様な分野の脱炭素化に寄与する次世代燃料として期待されています。水素は、ロケットの燃料に利用されるほどハイパワーであり、かつ水などの化合物から無尽蔵に製造できるメリットがあります。また、アンモニアは、輸送や貯蔵インフラなどに従来の設備を活用できるため、特殊な輸送技術の開発などのコストがかからないメリットがあります。

近年、ロシアによるウクライナ侵攻などによるエネルギー構造変化の影響を受け、水素社会実現に向けた動きが世界的に加速しています。こうした中、各国ではカーボンニュートラルを見据え、水素・アンモニアの活用拡大に向けた取組が、「製造」「輸送・貯蔵」「利用」それぞれの段階で進められています。

「製造」については、水電解装置の大規模化の点で欧米が世界に先行しており、各地で MW 規模の水電解装置の大規模化に向けた実証や、大規模な水電解装置の商用化が進められています。日本は、膜・触媒など、水電解装置に用いられる要素部材の強みを武器に、効率/耐熱性・耐圧性/コスト等の面で優位性を誇り、海外企業に多く採用されています。

「輸送・貯蔵」「利用」については、日本が、海上輸送技術と燃焼技術で世界をリードしています。水素の海上輸送技術については、2022 年 2 月、川崎重工業が建造した世界初の液化水素運搬船（すいそふろんていあ）を用いて、豪州から日本に水素（約 75 トン）を海上輸送することに成功しました。燃焼技術については、2023 年に三菱重工業が世界初の水素 10%（熱量ベース）の混合燃料を用いた大型ガスタービンの発電実証に成功し、2024 年には川崎重工業が、世界初の 5MW 以上の大型ガスエンジンにおいて水素だけを燃料として安定した燃焼を実現する技術を開発しました。また、アンモニア発電技術については、2024 年には、JERA と IHI が、大型の商用石炭火力発電所（100 万 kW）では世界初となる、アンモニア 20%（熱量ベース）の混合燃料を用いた発電の実証に成功しました。

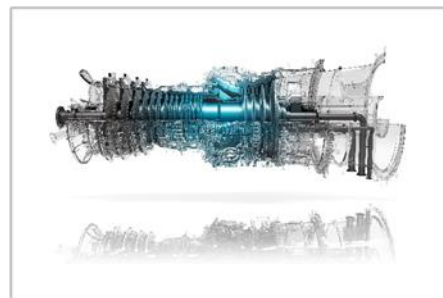
[第 123 - 4-1] 海上輸送技術と水素・アンモニア発電技術

海上輸送技術



出所：©HySTRA

水素・アンモニア発電技術



出所：三菱重工業

(2) 国内企業の戦略と今後の展望

2050 年を見据えて、中長期的に水素・アンモニアの利活用を拡大していくためには、「製造」「輸送・貯蔵」「利用」の各段階において、革新的技術の開発を進めて競争力を磨くとともに、世界の市場拡大も見据え、供給コスト低減と需要拡大に寄与する大規模サプライチェーンを確立するために先行的な設備投資を進めていくことが不可欠です。

「製造」については、例えば、旭化成とカナデビアが、水電解システムの大型化・モジュール化技術開発に取り組んでおり、開発した水電解システムを、実稼働する商用プラントに導入し、工場熱需要の脱炭素化やアンモニア等の基礎化学品の製造過程における水素の利活用実証を行うことで、2030 年頃の商用化を目指しています。

「輸送・貯蔵」については、例えば、川崎重工業は、上記の実証実験に成功した小型の液化水素運搬船の約 32 倍の液化水素を運搬できる中型の液化水素運搬船を今後建造し、2030 年代に複数の液化水素サプライチェーンを立ち上げ、世界の液化水素市場に参入することを目指しています。

「利用」については、水素やアンモニアへの大規模な需要を国内で創出するため、水素・アンモニアを発電で利用するための技術開発が先行して進められています。例えば、水素については、三菱重工業は、大型ガスタービンに水素だけを燃焼させて発電するための燃焼器の開発を進めており、2025 年度の開発完了を目指しています。アンモニアについては、IHI と三菱重工業がアンモニアだけを燃焼させて発電するための専焼ガスタービンの開発を進めており、IHI は、2026 年度を目途にアンモニア専焼ガスタービンの商用運転を開始した上で、2030 年までに一般の火力発電の出力にも匹敵する数万～数十万 kW 級の専焼技術を開発する方針を掲げています。あわせて、三菱重工業や IHI は、シンガポールやタイ、マレーシア、インドネシアの火力発電において水素やアンモニアの混焼発電を行うための調査（FS）を開始するなど、既存の火力発電の脱炭素化を志向する東南アジア諸国への参入も進めています。

また、発電以外でも、水素やアンモニアは、製造プロセスに必要な高温の熱源として期待されています。水素還元製鉄などの製造プロセスの大規模転換や、水素バーナー・ボイラー等の技術開発・実証を引き続き進めていくことが重要です。

前述のとおり、日本は水素製造や輸送技術、燃焼技術など複数分野における技術で世界を先導しています。引き続き、日本が強みを有する分野を中心に技術開発を進めるとともに、そうした技術をいち早く商用化し、水素・アンモニア需要の拡大が見込まれる国内外の市場に早期参入することで、他国に先駆けて各国の水素・アンモニア市場における優位性を築くことが期待されます。

5. 次世代革新炉

(1) 日本の取組と世界における競争力

次世代革新炉は、安全性向上はもとより、脱炭素の電力供給に留まらず、分散エネルギー供給、廃棄物の減容化・有害度低減、カーボンフリーな水素・熱供給など、炉型ごとに特徴を有しており、実用化に向けて取組を進めています。

革新軽水炉については、設計段階から新たな安全メカニズムを組み込むことにより、万が一の事故があった場合にも放射性物質の放出を回避・抑制するための機能を強化したより安全なものとなるよう実用化開発を進めています。

小型軽水炉は、小出力を活かした自然循環により、冷却ポンプ、外部電源なしで炉心冷却を可能とするシステムを目指しています。米国やカナダ始め国外では、データセンター等を始めとする電力多消費設備への脱炭素・安定電源としてのニーズが高まっており、SMR 開発を目的に設立された米 NuScale 社が、米原子力規制委員会の SMR 設計認証を初めて取得し、米国内のデータセンターへの電力源として、2029 年頃の商業運転開始を目指しています。

高速炉については、高レベル放射性廃棄物の減容化・有害度低減や資源の有効利用等に資する核燃料サイクルの効果をより高めることが期待されるとともに、安全性が高い設計が可能です。実証炉開発については、米国や仏国との国際連携での技術的知見も活用しつつ、炉と燃料サイクル全体の集中的な研究開発に取り組んでいます。

高温ガス炉については、高温熱を活かした準国産のカーボンフリーの水素や熱の供給により、製鉄や化学などの素材産業の脱炭素化への貢献が期待されています。高温工学試験研究炉 H T T R では、カーボンフリーの水素製造に活用し得る 950℃ の高温熱の生成を世界で初めて達成するとともに、2040 年 3 月には、原子炉出力 100% の運転中に原子炉を冷却できない状況を引き起こしても、自然に原子炉出力が低下し、安定な状態を維持することを確認する実証試験にも世界で初めて成功しました。

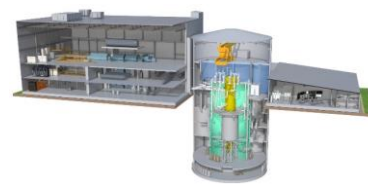
また元素同士を結合させて膨大なエネルギーを生み出すフュージョンエネルギーは、高レベル放射性廃棄物や CO₂ を排出しないというメリットがあります。フュージョンエネルギーにおいては、核融合反応の連続化や、投入したエネルギー量を超えるエネルギーの回収など解決すべき課題は数多くありますが、米国の核融合スタートアップ企業を中心に 2030 年前後での核融合実用化を掲げ、多様な炉型（トカマク型、レーザー型、ヘリカル型等）の技術開発を進めています。

[第 123 - 5-1] 次世代革新炉

革新軽水炉
(三菱重工業 (SRZ-1200))



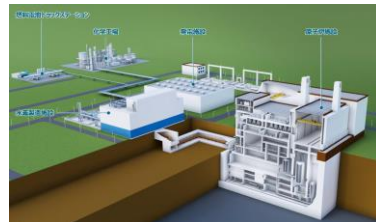
SMR
(GE 日立 (BWRX-300))



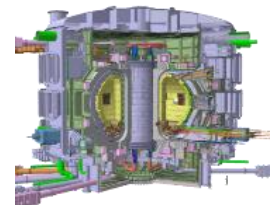
高速炉 (実証炉)



高温ガス炉 (実証炉)



フュージョンエネルギー
ITER (実験炉)



(2) 国内企業の戦略と今後の展望

革新軽水炉については、事業者が引き続き更なる安全性向上を目的として革新軽水炉に組み込まれる新たな安全メカニズム等と規制基準との関係性の整理に向けて、規制当局と積極的な意見交換等を行い、共通理解の醸成を図っています。また、新しい安全対策に係る技術開発を促進し、実用化を加速します。

小型軽水炉については、海外では SMR 開発を目的に設立された米 NuScale 社が、米原子力規制委員会の SMR 設計認証を初めて取得し、米国内のデータセンターへの電力源として、2029 年頃の商業運転開始を目指しています。また、カナダの電力会社 OPG 社がオンタリオ州にて最速 2029 年運転開始を目指すプロジェクトに、米国の GE Hitachi 社の炉型を選定し、日立 GE の実温・実圧で試験できる設備を活用して、要素技術の実証に向けた研究開発に取り組んでいます。我が国における将来ニーズを念頭に置いた選択肢確保の観点から、日本の技術を活かした日本企業の海外プロジェクトへの参画や研究開発を引き続き支援します。

高速炉については、2023 年に中核企業として三菱重工業を選定し、JAEA、原子力事業者及び中核企業の技術者が集結する研究開発統合組織の統括の下、基本設計段階以降を見据えた事業運営体制の構築や安全設計方針の在り方など、中長期を見据えた課題への対応を産学官で進めています。

高温ガス炉については、2023 年に中核企業として三菱重工業を選定し、これまで積み上げられてきた高温ガス炉の研究開発の成果を基礎として、H T T R を活用した水素製造試験に向けた更なる挑戦を行うとともに、英国との国際連携も活用し、産業界との幅広い連携により、実証炉開発を産学官で進めます。

フュージョンエネルギーについては、「フュージョンエネルギー・イノベーション戦略」を踏まえ、早期実現と産業化を目指し、国際熱核融合実験炉 I T E R、トカマク型超伝導プラズマ実験装置 J T - 6 0 S A 等で培った技術や人材を最大限活用し、技術成熟度を高めるべく、スタートアップを含めた官民の研究開発力強化に取り組んで参ります。

6. 光電融合技術

(1) 日本の取組と世界における競争力

光電融合技術は、従来の電気信号と比較してエネルギー消費や処理遅延が大幅に小さい光信号を、データ処理や通信に活用する技術です。デジタル化（DX、デジタルトランスフォーメーション）の進展、AI 技術の進化・普及に伴い、情報処理を担うデータセンターの電力需要が増大しており、日本全体の電力需要も増加に転じることが見込まれている中、データセンターにおける消費電力の大幅な削減が期待できる光電融合技術は、デジタル化と脱炭素化の両立を支える技術として期待されています。NTT が提唱する「IOWN 構想」においても、光電融合技術を活用してネットワークシステム全体の処理を電気通信から光信号に置き換えることで省エネ化（電力消費 1/100）・大容量化（125 倍）・低遅延化（1/200）を目指すとされており、次世代の通信インフラの中核を担う技術としても注目されています。

近年、米国・中国を中心に光電融合技術の開発競争が激化している中、国内においても、データセンター内のデータ処理や通信に光信号を活用できるようにする「光電融合デバイス」の開発が進められています。例えば、アイオーコア社は、海外製の光電融合デバイスと比較して約 1.5 倍の最高動作環境温度となる 105℃ の環境下でも動作する、データセンター内の光回線導入を可能とする光電誘導デバイスの開発に成功し、大手半導体メーカーのインテル、大手ネットワーク機器メーカーの Cisco 等に対して、高温耐性/長期信頼性の点で優位性を築いています。また、IOWN 構想を掲げる NTT も、データセンター内のラック間・ボード間のデータ処理や通信に光信号を活用する技術開発を完了しており、現在は、半導体チップ内の通信に光信号を活用する技術（パッケージ内光配線技術）の開発に取り組んでいます。

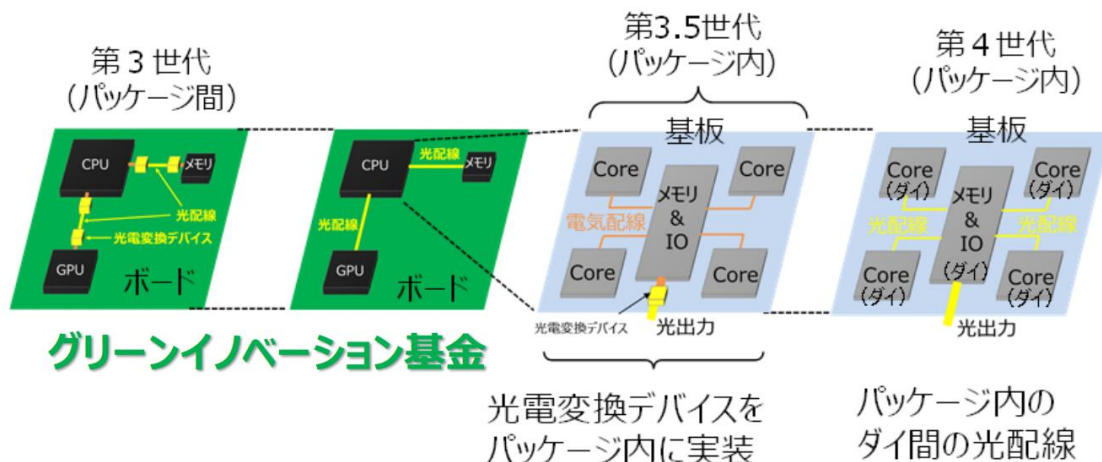
(2) 国内企業の戦略と今後の展望

光電融合技術の実用化に向けては、低消費電力化を実現する集積回路（IC チップ）の開発、デバイス数の爆発的増加に対応する量産体制の構築等が必要です。

国内では例えば、アイオーコア社は、2030 年までに、2023 年時点で普及しているデータセンターと比較して 40% 以上の省エネに貢献する光電融合デバイスの開発を目指しています。また、NTT は、2025 年度以降、前述のとおり技術開発が完了したラック間・ボード間の光化を実用化（電力消費 1/8～1/13）するとともに、2028 年度以降の CPI やメモリといったチップ間接続の光化、2032 年度以降のチップ内光化および商用化（電力消費 1/100）を目指しており、このため NTT は、光電融合デバイスの試作ラインを 2025 年度に稼働させ、2029 年度頃を目途に光電融合デバイスの量産開始を目指すとしています。

光電融合デバイスの高温耐性、IOWN 構想との連携によるネットワークシステム全体への光電融合技術の実装等、日本ならではの強みを生かしながら、世界に先駆けた量産体制を構築することで、早期に市場を獲得することが期待されます。

〔第 123 - 6-1〕 光電融合技術開発ロードマップ



出所：経産省作成

7. その他の技術

2025 年 2 月に閣議決定された「第 7 次エネルギー基本計画」にもあるとおり、2050 年カーボンニュートラル実現に向けて、使える技術は全て活用するとの方針の下、あらゆる選択肢を追求していく必要があります。これまで確認してきた技術以外にも、エネルギー技術として、様々な技術が着目されています。

例えば、太陽熱、地中熱、雪氷熱、温泉熱、海水熱、河川熱、下水熱等の自然由来の再生可能エネルギー熱は、地域性の高い重要なエネルギー源であり、経済性や地域の特性に応じて取組を進め、再生可能エネルギー熱の導入拡大を図ることが重要です。

また、波力・潮力等の海洋エネルギーを始めとする革新的な技術について、低コスト化・高効率化や多様な用途の開拓に資する研究開発を推進していきます。

加えて、蓄電池やコージェネ等の分散型エネルギーリソースを活用した DR（ダイヤモンドリスボンズ）、大気から直接 CO₂ を分離・回収する CDR（Carbon Dioxide Removal）といった技術についても、イノベーションに取り組んでいくことが重要です。

第3章：主要国のカーボンニュートラル実現に向けた動向とその背景

第1節：世界の温室効果ガス（GHG）排出量の動向とNDC提出状況

世界全体における GHG 排出量は増加傾向が続いています。国連環境計画（UNEP）の報告書によると、2023 年の世界全体の GHG 排出量は CO₂ 換算で前年と比べて 1.4%増加し、過去最高水準と同等となる 571 億トンに達しました。

GHG 排出量の削減に向けて、2015 年 12 月の第 21 回気候変動枠組条約締約国会議（COP21）において「パリ協定」が採択され、2020 年から本格的に運用が開始されました。パリ協定では、世界的な平均気温上昇を産業革命以前に比べ 2℃より十分低く保ち、1.5℃に抑えるよう努力を続けるという長期目標を掲げており、パリ協定の全締約国は、GHG 排出量の削減に向けた「国が決定する貢献」（以下「NDC」という。）を定め、2020 年以降 5 年毎に提出・更新することとされています。

主要国はまず 2020 年に 2030 年の GHG 排出削減目標を提出し、温室効果ガスの排出削減に向けた取組を加速させています。また、2035 年の GHG 排出削減目標を盛り込んだ次期 NDC については、2025 年 11 月にブラジルで開催される COP30 の 9～12 ヶ月前まで（2025 年 2 月）に提出することが求められており、各国が提出を進めています（第 131-1-1）。

〔第 131-1-1〕 主要国の GHG 削減目標と 2035 年 NDC 提出状況（2025 年 3 月末時点）

国・地域	基準年	2030年目標	2035年目標	2035年NDC 提出状況
日本	2013年度	-46%	-60%	提出済 (2025年2月)
米国	2005年	-50 ～ -52%	-61 ～ -66%	提出済 (2024年12月)
EU	1990年	-55%以上		未提出
英国	1990年	-68%以上	-81%	提出済 (2025年1月)
韓国	2018年	-40%		未提出
カナダ	2005年	-40 ～ -45%	-45 ～ -50%	提出済 (2025年2月)
フランス	1990年	-50%		未提出
ドイツ	1990年	-65%		未提出
イタリア	2005年	-66%（ETS部門）		未提出
中国	2005年	GDP当たりCO2排出量を -65%以上		未提出

出所：国連気候変動枠組条約事務局（UNFCCC）公表資料、各種政府公表資料を基に経済産業省作成

第2節：主要国の GHG 削減目標と進捗・カーボンニュートラル実現に向けた動向

はじめに

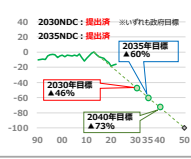
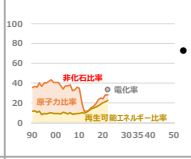
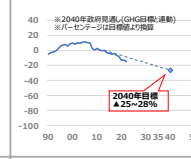
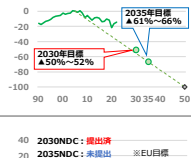
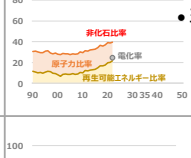
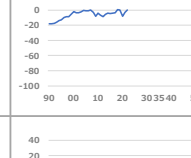
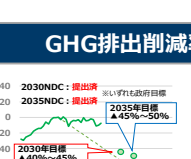
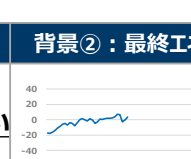
世界各国は、2050 年～2070 年代のカーボンニュートラル実現に向けた取組を進めていますが、その状況や取組の内容には違いがあります。主要な 10 か国（日本・米国・EU・英国・韓国・カナダ・フランス・ドイツ・イタリア・中国）の GHG 排出削減率の目標と進捗、その背景にある非化石電源比率（発電に占める再エネと原子力の比率の合計）と最終エネルギー消費量削減率を横並びで比較すると、各国の違いが浮かび上がってきます（第 132-2-1）。

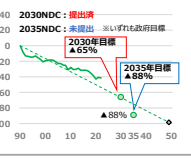
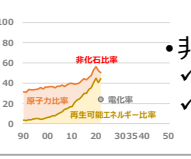
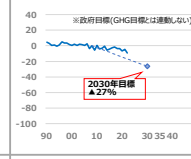
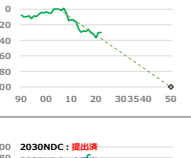
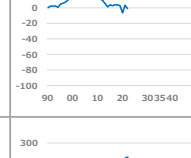
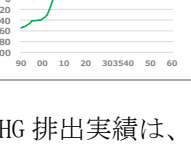
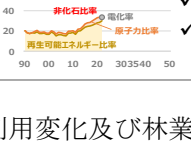
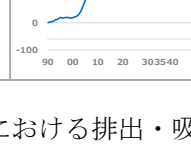
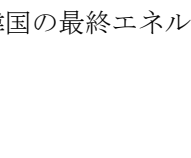
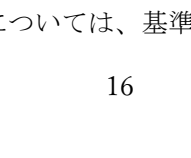
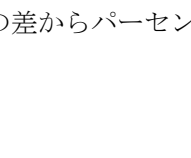
第 2 節では、主要な 10 か国のこれまでの GHG 削減に向けた取組を、GHG 排出量・非化石電源比率・最終エネルギー消費等の観点から整理するとともに、今後の GHG 削減目標やカーボンニュートラル達成に向けた取組を整理することで、GHG 削減に向けた各国の動向を概観していきます。

〔第 132-2-1〕 主要国における GHG 排出削減率・非化石電源比率・最終エネルギー消費量削減率

GX・2050年カーボンニュートラルの実現に向けた日本の取組

主要国のGHG削減の進捗状況

2022年	GHG排出削減率 目標と進捗	背景①：非化石電源比率（再エネ+原子力）	背景②：最終エネルギー消費量削減率
日本 12億トンGHG 9.4トンGHG/人	 2030NDC：提出済 2035NDC：提出済 ※いずれも政府目標 2030年目標 ▲46% 2035年目標 ▲60% 2040年目標 ▲73% ・CNに向けて 着実に削減	 ・非化石比率は増加 ✓ 再エネ増加 ✓ 原子力増加	 ・最終エネ消費量は 減少傾向 ※2040年政府見通し(GHG目標と連動) ※パーセンテージは目標値より算出 2040年目標 ▲25~28%
米国 64億トンGHG 19.3トンGHG/人	※トランプ大統領がパリ協定脱退を宣言（2025年1月）  2030NDC：提出済 2035NDC：提出済 ※いずれも政府目標 2030年目標 ▲52% 2035年目標 ▲66% ・CNに向けて 深掘りが必要	 ・非化石比率は増加 ✓ 再エネ増加 ✓ 原子力横ばい	 ・最終エネ消費量は 近年横ばい
EU 34億トンGHG 7.7トンGHG/人	 2030NDC：提出済 2035NDC：未提出 ※EU目標 2030年目標 ▲55% 2035年目標 ▲66% ・CNに向けて 深掘りが必要	 ・非化石比率は増加 ✓ 再エネ増加 ✓ 原子力減少	 ・最終エネ消費量は 近年横ばい
英国 4億トンGHG 6.3トンGHG/人	 2030NDC：提出済 2035NDC：提出済 ※いずれも政府目標 2030年目標 ▲68% 2035年目標 ▲81% ・CNに向けて 着実に削減	 ・非化石比率は増加 ✓ 再エネ増加 ✓ 原子力減少	 ・最終エネ消費量は 近年横ばい ※政府目標(GHG目標とは連動しない) ※パーセンテージは目標値より算出 2030年目標 ▲15%
韓国 7億トンGHG 14.1トンGHG/人	 2030NDC：提出済 2035NDC：未提出 ※政府目標 2030年目標 ▲40% 2035年目標 ▲40% ・CNに向けて 着実に削減	 ・非化石比率は増加 ✓ 再エネ増加 ✓ 原子力横ばい	 ・最終エネ消費量は 近年横ばい ※政府目標(GHG目標とは連動しない) ※パーセンテージは目標値より算出 2040年目標 ▲2%

2022年	GHG排出削減率 目標と進捗	背景①：非化石電源比率（再エネ+原子力）	背景②：最終エネルギー消費量削減率
カナダ 7億トンGHG 17.7トンGHG/人	 2030NDC：提出済 2035NDC：提出済 ※いずれも政府目標 2030年目標 ▲40% 2035年目標 ▲50% ・CNに向けて 深掘りが必要	 ・非化石比率は横ばい ✓ 再エネ維持 ✓ 原子力減少	 ・最終エネ消費量は 近年横ばい
フランス 4億トンGHG 6.0トンGHG/人	 2030NDC：提出済 2035NDC：未提出 ※政府目標 2030年目標 ▲50% 2035年目標 ▲50% ・CNに向けて 深掘りが必要	 ・非化石比率は横ばい ✓ 再エネ増加 ✓ 原子力減少	 ・最終エネ消費量は 減少傾向 ※政府目標(GHG目標とは連動しない) ※パーセンテージは目標値より算出 2030年目標 ▲30%
ドイツ 8億トンGHG 9.0トンGHG/人	 2030NDC：提出済 2035NDC：未提出 ※いずれも政府目標 2030年目標 ▲65% 2035年目標 ▲88% ・CNに向けて 深掘りが必要	 ・非化石比率は増加 ✓ 再エネ増加 ✓ 原子力減少	 ・最終エネ消費量は 近年横ばい ※政府目標(GHG目標とは連動しない) ※パーセンテージは目標値より算出 2030年目標 ▲27%
イタリア 4億トンGHG 7.1トンGHG/人	 2030NDC：未提出 2035NDC：未提出 2030年目標 ▲50% 2035年目標 ▲50% ・CNに向けて 着実に削減	 ・非化石比率は増加 ✓ 再エネ横ばい ✓ 原子力なし	 ・最終エネ消費量は 近年横ばい
中国 157億トンGHG 11.1トンGHG/人	 2030NDC：提出済 2035NDC：未提出 2030年目標 ▲50% 2035年目標 ▲50% ・CNに向けて 深掘りが必要	 ・非化石比率は増加 ✓ 再エネ増加 ✓ 原子力増加	 ・最終エネ消費量は 増加傾向

（注1）各国のGHG排出実績は、土地利用、土地利用変化及び林業（LULUCF）分野における排出・吸収量を考慮して算出している。

（注2）日本・韓国の最終エネルギー消費量目標については、基準年量と目標年量の差からパーセンテージを経済産業省

出所：IEA「World Energy Balances 2024」、IEA「Greenhouse Gas Emissions from Energy 2024」、IMF「National Greenhouse Gas Emissions Inventories and Implied National Mitigation」、各種政府公表資料を基に経済産業省作成

1. 日本

(1) これまでの進捗

日本の GHG 排出量は、2010 年代半ば以降、減少傾向にあります。2022 年の GHG 排出量は 2013 年度比で 15%削減されており、2050 年カーボンニュートラル実現に向けて着実に削減が進んでいると言えます。

GHG 排出量を産業別に見ると、エネルギー部門の排出量が最も多く、製造業・建設業がこれに続き、この 2 部門の合計で、GHG 排出量の 5 割を占めています。エネルギー部門の排出量は、2011 年の東日本大震災後に火力発電の割合が高まったことを受けて一時的に増加しましたが、現在は減少傾向（2013 年と比較して 2 割程度減少）に転じているほか、製造業・建設業についても、エネルギー消費効率の改善に加えて生産量の減少等により減少傾向（2013 年と比較して 2 割程度減少）にあり、着実に削減が進んでいる背景としてはこうした事情が挙げられます。

日本の最終エネルギー消費のうち 3 割を占める電力部門の非化石電源比率を見ると、2011 年の東日本大震災後に下落しましたが、近年は増加傾向にあります。再エネについては、2012 年に FIT 制度（再生可能エネルギー固定価格買取制度）が開始されたことで、大きく増加し、2022 年時点の電源に占める再エネ比率は 23%となっています。一方、原子力発電は 2011 年の東日本大震災後に全ての原子炉が一時的に稼働を停止しましたが、東京電力福島第一原子力発電所事故の教訓に新たな規制基準が設けられ、安全性が確認された 14 基（2025 年 3 月末時点）の原子炉が再稼働しています。これにより、2022 年時点での原子力比率は 6%となっています。

最終エネルギー消費量は、徹底した省エネの取組もあり、2005 年以降減少しています。2013 年度の最終エネルギー消費量は原油換算で約 3.6 億 kL でしたが、2022 年度には約 3.0 億 kL に減少しました。一方、DX や GX の進展により電力需要の増加が見込まれるため、さらなる省エネの推進が必要な状況です。

(2) 今後の目標とカーボンニュートラル実現に向けた取組

日本は 2020 年 9 月に 2050 年カーボンニュートラル（ネット・ゼロ）⁴を宣言し、2021 年 4 月には、2030 年度において GHG 排出量を 46%削減（2013 年度比）を目指すこと、さらに 50%の高みにむけて挑戦することを表明しました。その後、日本は 2025 年 2 月に、世界全体での 1.5℃目標と整合し、2050 年カーボンニュートラル実現に向けた直線的な経路上にある野心的な GHG 排出削減目標として、2035 年度までに GHG を 2013 年度比で 60%削減、2040 年度までに 73%削減することを次期 NDC 目標として決定し、国連（気候変動枠組条約事務局）に提出しました。

こうした野心的な目標を実現するためのエネルギー政策として、2025 年 2 月に閣議決定された、2040 年に向けたエネルギー政策の方向性を示す「第 7 次エネルギー基本計画」において、「すぐに使える資源に乏しく、国土を山と深い海に囲まれるなどの我が国の固有事情を踏まえれば、エネルギー安定供給と脱炭素を両立する観点から、再生可能エネルギーを主力電源として最大限導入するとともに、特定の電源や燃料源に過度に依存しないようバランスのとれた電源構成を目指していく。」「エネルギー危機にも耐えうる強靱なエネルギー需給構造への転換を実現するべく、徹底した省エネ、製造業の燃料転換等を進めるとともに、再エネ、原子力等エネルギー安全保障に寄与し、脱炭素効果の高い電源を最大限活用する。」という方針を掲げています。今後、「第 7 次エネルギー基本計画」に基づき、省エネ・非化石転換や、脱炭素電源の拡大と系統整備を進めていくほか、カーボンニュートラル実現に向けて、次世代エネルギーの確保に向けて、幅広い分野での活用が期待される水素等（アンモニア、合成メタン、合成燃料を含む）の社会実装を推進するとともに、電化や水素等を活用した非化石転換では脱炭素化が困難な分野においても脱炭素を進めるため、CCS 等を進めていきます。

2. 米国

(1) これまでの進捗

米国の GHG 排出量は、2000 年代前半をピークに減少傾向にあります。しかし、2022 年時点の GHG 排出量の削減実績は 2005 年比で 15%であり、2050 年カーボンニュートラル実現に向けては削減率の深掘りが必要な状況と言えます。

GHG 排出量を産業別に見ると、運輸部門の排出量が最も多く、エネルギー部門がこれに続き、この 2 部門の合計で、GHG 排出量の 6 割を占めています。エネルギー部門の GHG 排出量は 2000 年代後半から急減（2005 年と比較して 3 割程度減少）し、2020 年頃には、この間 GHG 排出量が横ばいの運輸部門を下回りました。この要因として、2000 年代後半のシェール革命により石炭から天然ガスへの燃料移行が進み、エネルギー部門の GHG 排出量の削減が進んだことが挙げられます。

米国の最終エネルギー消費のうち 2 割を占める電力部門の非化石電源比率を見ると、2010 年頃から増加し、2022 年時点で 40%程度となっています。再エネは 2010 年頃まで 10%程度で横ばいに推移していましたが、2008 年に控除対象が拡大された再エネプロジェクトへの資本投資額の一定割合を法人税から控除する、ビジネス・エネルギー投資税控除（ITC）や再エネによる発電・販売企業に対する発電量に応じた法人税控除である、再生可能電力生産税控除（PTC）等の再エネ導入支援により 2010 年以降増加に転じ、2022 年には 22%となっています。原子力は、1979 年のスリーマイル島原子力発電所の事故以降新設が途絶えていたことや、経済性の観点から老朽化した原発が閉鎖されたことを背景に近年減少しており、1990 年代は 20%程度でしたが、2022 年には 18%まで低下しています。なお、米国では 2024 年 5 月にボーグル原発 3・4 号機が 30 年ぶりに新設され、それぞれ 2023 年 7 月、2024 年 4 月に稼働を開始しました。

最終エネルギー消費量は 1990 年以降横ばいで推移しており、2022 年時点では原油換算で 17.3 億 kL となっています。

⁴ 2050 年カーボンニュートラル宣言以降、閣議決定文書において「カーボンニュートラル」との用語を用いる例が多数であることから、本白書においても、原則は「カーボンニュートラル」との用語を用いることとします。なお、国際的な文脈では、「ネット・ゼロ」と表現することが一般的であるが、両者の基本的な意味は同じという認識の下、「カーボンニュートラル」との用語を用いています。

(2) 今後の目標とカーボンニュートラル実現に向けた取組

米国は 2021 年の大統領令により 2050 年カーボンニュートラルを宣言しており、NDC では、2030 年に 2005 年比で 50～52%削減（2021 年発表）、2035 年に 61～66%削減（2024 年発表）という GHG 排出量の削減目標を掲げています。2024 年 12 月、2035 年の次期 NDC 目標を国連（気候変動枠組条約事務局）に提出しました。

また、最終エネルギー消費の今後の見通しについては、米国エネルギー情報局（EIA）が GHG 排出量の削減目標とは別途、独自にシナリオ分析を行っており、この分析において、2050 年に 2022 年比で最大で 15%増加するとの見通しが示されています。この要因として電力需要の増加が挙げられます。EIA は経済成長と電化の進行により、全てのシナリオで電力需要が増加するとしています。

GHG 排出量の削減目標達成に向けて、バイデン政権は、再エネや原子力のさらなる導入拡大、省エネの促進、電化やネガティブエミッション等の取組に向けた各種政策を発表し、順次実施してきました。取組の一例として、2022 年 8 月に気候変動対策等を盛り込んだ「インフレ削減法」⁵が成立し、省エネや、再エネや原子力といったクリーン電力への移行を促進するための強力な支援策が示され、設備投資に対する税額控除や生産税額控除等の支援策が講じられてきました。原子力発電については、2050 年カーボンニュートラル実現とエネルギー安全保障の強化に向けて、既存炉の活用と新たな原子力発電所の継続的な建設の両方に支援が行われてきました。また、次世代エネルギーについても、米国政府は 2023 年にクリーン水素の利用促進やサプライチェーン上のコスト低減、水素市場の立ち上げ促進等を盛り込んだ「国家クリーン水素戦略」を発表するとともに、「インフレ削減法」により、水素の製造や CCUS の実施に対する税額控除が講じられてきました。

しかし、2025 年 1 月に就任したドナルド・トランプ大統領は、クリーンエネルギー政策の大幅な転換を進めています。トランプ大統領は同月、パリ協定からの離脱を盛り込んだ大統領令第 14162 号に署名し、米国は 2026 年 1 月にパリ協定から脱退することとなりました。その上で、「インフレ削減法」に基づく関連支出の一時停止を決定し、バイデン政権下で発令された気候変動・環境保護・再生可能エネルギー・EV 推進などに関する大統領令を正式に撤回したほか⁶、大陸棚における洋上風力発電のための新規リースを一時的に停止し、連邦政府の風力発電プロジェクトに関するリースおよび許認可手続き全体を見直すことを表明しました⁷。また、資源開発については、国産エネルギー資源を促進することを示す大統領令を発令しています。同大統領令におけるエネルギーの定義には、ウラン・地熱が含まれており⁸、原子力と地熱発電は導入を促進する方針であることが伺えます。また、「アラスカの並外れた資源の潜在能力を解放する」という大統領令を発令するなど、アラスカでの資源開発の加速にも意欲を示しています。

3. EU

(1) これまでの進捗

EU の GHG 排出量は 2000 年代半ばから減少傾向にあります。EU は 2024 年 11 月に開催された COP29 において、2023 年に 1990 年比で 31%の GHG 排出量削減を達成したと発表し、2050 年の脱炭素化に向けて確かな道筋を辿っているとしています。しかし、2022 年における削減実績は 1990 年比で 31%であり、2050 年カーボンニュートラル実現には削減ペースを上げる必要があります。このため、2050 年のカーボンニュートラル目標の実現には深堀りが必要な状況と言えます。

GHG 排出量を産業別に見ると、エネルギー部門の排出量が最も多く、運輸部門がこれに続き、この 2 部門の合計で、GHG 排出量の 5 割を占めています。エネルギー部門の排出量は、石炭火力発電の廃止等によって脱炭素化が進行したことにより 2000 年代後半から減少し、2022 年時点では運輸部門と同程度の水準となっています。

EU の最終エネルギー消費のうち 2 割を占める電力部門の非化石電源比率を見ると、非化石電源比率は 2010 年以降増加に転じており、2022 年時点で 61%まで上昇しています。このうち、再エネについては、欧州委員会において 2008 年に採択された再生可能エネルギー指令（RED）の下で各国が導入支援を行ったことにより 2000 年代後半から増加傾向にあり、2022 年には 39%となっています。一方、原子力については、脱原子力を進める加盟国の影響もあり EU 全体としては減少傾向にあり、2022 年には 22%となっています。

最終エネルギー消費量は 2006 年以降減少していましたが、2010 年代からは横ばいで推移しており、2022 年時点では原油換算で 10.6 億 kL となっています。

(2) 今後の目標とカーボンニュートラル実現に向けた取組

EU は欧州気候法により 2050 年カーボンニュートラルを目指しており、NDC では、2030 年に 1990 年比で 55%の GHG 排出量削減目標を掲げています。また、次期 NDC 目標については、欧州委員会は 2024 年 2 月、欧州科学的助言機関（ESABCC）の提案を参考に、2040 年の目標水準のオプションを 3 通り提示した上で、2040 年までに 1990 年比で 90%の GHG 排出量削減を目標水準とすることを提案しており、今後、欧州理事会・欧州議会で議論され、法制化される予定です。欧州委員会は、最終合意された 2040 年目標をもとに、次期 NDC 目標となる 2035 年 GHG 排出量目標を算定する予定としています。

最終エネルギー消費量については、2023 年 10 月に欧州委員会が算定した 2030 年 NDC 目標の更新版において、従前の

⁵ 「Inflation Reduction Act (IRA)」のことで、インフレ抑制法とも呼ばれています。

⁶ トランプ大統領は、2025 年 1 月 20 日に 5 つの大統領令を発令しています。そのうちの 1 つ、「米国のエネルギーを解放する」において、気候変動・環境保護・再生可能エネルギー・EV 推進などに関連するバイデン政権下で発令された 12 本の大統領令を正式に撤回し、それにより設置された政府機関やプログラムも全て廃止することを示しています。また、バイデン政権が 2023 年に発表した気候変動対策と雇用創出を目的とした連邦プログラムである American Climate Corps について即時に終了させ、関係機関に対して覚書の破棄を通知しています。これら撤廃されたプログラムに割り当てられていた資産や資金は再配分され、契約や合意も可能な限り早急に解消されるとしており、これらの措置に関与していた各省庁は、関係する事業や活動を適切に終了・移管する責任を負うとしています。

⁷ 2025 年 1 月 20 日に発令された 5 つの大統領令のうちの一つ「外洋大陸棚における洋上風力発電リースからの一時的な撤退と、連邦政府の風力発電プロジェクトに対するリースや許可慣行の見直し」にて示されています。

⁸ 2025 年 1 月 20 日に発令された 5 つの大統領令のうちの一つ「国家エネルギー非常事態の宣言」に定義されるエネルギーは、原油、天然ガス、リースコンデンセート、天然ガス液、精製石油製品、ウラン、石炭、バイオ燃料、地熱、流水の力学的移動、重要鉱物であり、風力や太陽光は含まれません。

NDC 目標と整合的な 2030 年の排出量予測値からさらに 11.7%削減することを目標としており、これは 2030 年に 1990 年比で約 2 割の削減に相当します。

GHG 排出量削減目標の実現に向けて、EU は、ロシアによるウクライナ侵略以降、エネルギーの脱ロシア依存を加速化しつつ、米国や中国などへ対抗するため、欧州域内におけるグリーン産業支援を強化し、再エネの導入拡大や省エネ等、カーボンニュートラル実現に向けた様々な取組を行っています。2050 年カーボンニュートラルを実現する旨の「欧州グリーンディール」(2019 年 12 月公表)に基づき、2030 年に 1990 年比で少なくとも GHG 排出を 55%削減するための政策パッケージである「欧州脱炭素化政策パッケージ (Fit for 55)」(2021 年 7 月採択)、ロシアからの化石燃料の脱却や再エネや水素などの拡大を目的とした「REPowerEU 計画」(2022 年 7 月採択)、グリーン水素の普及目標や電解槽への投資を定めた「EU クリーン水素戦略」、欧州のカーボンニュートラル産業の競争力を強化するための計画を示す包括的な政策文書である「グリーンディール産業計画」(2023 年 2 月採択)等を公表し、取組を具体化しています。例えば、2030 年までの太陽光 600GW の新規導入、2030 年までの 2,000 万トンのグリーン水素の域内供給、2030 年に年間 5000 万トンの CO₂貯留容量開発に向けた石油ガス業界等に対する貢献の義務付け、等の取組を進めているほか、CO₂の排出権取引については、対象部門の拡大や排出枠の無償割当の削減といった EU-ETS の強化に加え、2026 年 1 月には、炭素国境調整メカニズム (CBAM)⁹の本格適用が予定されています。

原子力発電所については、持続可能な投資分類を行う EU タクソノミーにおいて、2023 年から一定の条件を満たした場合に原子力発電所への投資が「グリーン」と認定されています。また、2024 年 2 月に政治合意に達したネットゼロ産業法では、廃棄物を最小化し得る先進原子炉技術や小型モジュール炉 (SMR) が戦略系クリーン技術の一つとして正式に位置づけられています。ただし、原子力の役割については EU 加盟国間で様々な意見があることから、原子力については利用の可否を含めて各政府に委ねられています。

4. 英国

(1) これまでの進捗

英国の GHG 排出量は、1990 年以降減少傾向にあります。2022 年時点の GHG 排出量削減実績は 1990 年比で 48%であり、2050 年カーボンニュートラル実現に向けて着実に削減が進んでいると言えます。

GHG 排出量を産業別にみると、運輸部門、建物部門、エネルギー部門の順に排出量が多くなっており、これら部門の合計で、GHG 排出量の 7 割を占めています。2015 年に「今後 10 年以内に石炭火力発電の使用を終了する」旨が宣言されて以降、発電の 3 割以上を占めていた石炭火力発電の発電量が急激に減少し、石炭火力発電からの GHG 排出量が大幅に減少したことを背景に、2010 年代後半からエネルギー部門の GHG 排出量が大きく減少しています。その他の部門も運輸部門を除いて減少傾向にあるほか、産業部門の GHG 排出量は 1 割を切っており、主要国と比べて低い水準にあります。なお、英国は 2024 年 9 月、国内で唯一稼働していた石炭火力発電所も運転停止し、石炭火力発電所を全廃しました。

英国の最終エネルギー消費のうち 2 割を占める電力部門の非化石電源比率を見ると、2010 年頃から急激に増加し、2022 年時点で 58%となっています。これは主に、再エネの電源比率が 2010 年以降急激に増加したことに起因しています。英国では、電力小売事業者に販売電力量のうち一定比率の再生可能エネルギー電力導入を義務付ける RO (Renewables Obligation) 制度が 2002 年、FIT が 2010 年、再エネ電力を入札により決定された最低額で買取りを行う差額決済契約である CfD (Contract for Difference) が 2013 年より導入された結果、再エネの電源比率は 2022 年に 43%まで上昇しました。原子力については、英国は 2000 年代以降一貫して再エネとともに推進していましたが、新規建設が進まない一方で、2021 年に閉鎖されたダンジネス B 原子力発電所 2 号機等、古い原子炉の廃炉により、原子力の発電比率は 1990 年代をピークに減少傾向にあり、2022 年には 15%となりました。

最終エネルギー消費量は、エネルギー使用や発電時に課税する気候変動税 (CCL) や、エネルギー多消費事業者が自主的にエネルギー効率や排出削減目標に関して政府と締結する気候変動協定 (CCA) の影響により、2000 年代後半から減少傾向にあり、2022 年時点では原油換算で 1.2 億 kL となっています。

(2) 今後の目標とカーボンニュートラル実現に向けた取組

英国は 2050 年カーボンニュートラルを宣言しており、NDC では 2030 年に 1990 年比で 68%削減、2035 年に 81%削減という GHG 排出量の削減目標を掲げています。2025 年 1 月、2035 年の次期 NDC 目標を国連 (気候変動枠組条約事務局) に提出しました。

また、最終エネルギー消費量については、2030 年の NDC 目標と整合的な目標として、2030 年に 2021 年比で 15%削減するという目標を掲げています。

GHG 排出量削減目標の実現に向けて、英国は引き続き、再エネと原子力の活用による電源の非化石化を進めていくこととしており、2022 年 4 月に発表した、エネルギー安全保障を強化するための総合的な戦略である「エネルギー安全保障戦略」において、再エネの拡大に加え、原子力の新設を含めて、原子力を活用する方針を明確にしています。同戦略では、太陽光は 2035 年までに 5 倍となる 70GW まで増強する、洋上風力は 2030 年までに最大 50GW 導入する (うち、浮体式洋上風力発電で最大 5GW を確保することを目指す)、原子力は導入を大幅に加速して 2050 年までに原子力の発電容量を最大 2,400 万 kW (英国電力需要の 25%相当) まで拡大する、水素は 2030 年までに低炭素水素の生産能力を 10GW (うち半分はグリーン水素) まで倍増する、等の目標を発表しており、このために必要な制度整備や支援策を進めることとしています。英国は、2024 年 7 月に再生可能エネルギー・炭素回収等の事業を行う、公営企業グレートブリティッシュエナジーを設立し、脱炭素を加速させようとしています。同社は、原子力産業を支援する政府組織グレートブリティッシュニュークリアとも連携するとしています。また、2025 年 2 月には、原子力発電所の新設に関する規制緩和の方針を発表しています。

また、再エネの変動性をカバーするために天然ガス火力を拡大する方針の英国では、併せて、「エネルギー安全保障戦略」において、2030 年までに年間 2,000~3,000 万トンの CO₂回収を実現する目標を示しており、個別プロジェクトに対

⁹ 炭素国境調整メカニズム (CBAM) とは、国境で輸入品に対して国内と国外の炭素価格の差額分の支払いを課す措置のことで、国や地域による炭素税の導入状況の違いによる産業競争力の平準化を目的としています。

する長期的な支援や回収事業者に対する差額決済契約による炭素価格との差分補助、輸送・貯留事業者に対する規制資産ベースでの利益確保のための制度構築を行っています。

また、GHG の排出に対しては、2050 年までのカーボンニュートラルを法制化した気候変動法やそれに伴い連続する 5 年間の排出量に上限を設けるカーボンバジェット (Carbon Budget)、産業及び商業のエネルギー消費に対して課税する、気候変動税 (Climate Change Levy) の導入等、GHG の排出量を削減するための取組も引き続き進めることとしています。

5. 韓国

(1) これまでの進捗

韓国の GHG 排出量は、1990 年以降増加傾向にありましたが、2018 年をピークに減少傾向にあります。2022 年時点の GHG 排出量削減実績は 2018 年比で 3%であり、カーボンニュートラル実現に向けて着実に削減しています。

GHG 排出量を産業別に見ると、エネルギー部門の排出量が最も多く、全体の約半分を占めています。1990 年から 2020 年代にかけて、経済発展による電力需要の増加等によりエネルギー部門の GHG 排出量は 5 倍に増加しましたが、石炭火力発電の削減とガス火力発電の増加などによって、2018 年以降は減少傾向にあります。

韓国の最終エネルギー消費のうち 3 割を占める電力部門の非化石電源比率については、1990 年以降減少していましたが 2018 年に増加に転じ、2022 年時点で 37%まで上昇しています。2010 年代まで、非化石電源のほぼ全てを原子力発電が占めていましたが、再エネ利用基準 (RPS) 制度等の支援により、再エネも 2010 年代半ばから増加しており、2022 年時点で 8%まで上昇しています。原子力については、2017 年に脱原子力発電の方針が宣言されましたが、60 年以上で漸進的に進める政策であったため、その後も原子力発電が一定割合を占めており、2022 年に脱原発政策を撤回する方向性が発表された後は、原発再稼働などもあり原子力発電の比率は増加傾向にあります。

最終エネルギー消費量は一貫して増加傾向にありましたが、経済成長の鈍化等の要因により 2017 年から横ばいとなり、2022 年時点では原油換算で 2.0 億 kL となっています。

(2) 今後の目標とカーボンニュートラル実現に向けた取組

韓国は 2020 年に国連に提出した「長期低炭素発展戦略」により 2050 年カーボンニュートラルを宣言しています。また、NDC では 2030 年に GHG を 2018 年比で 40%削減する中間目標を掲げています。2035 年の次期 NDC 目標については、2025 年 3 月現在、国連 (気候変動枠組条約事務局) に提出していません。

最終エネルギー消費量については、第三次エネルギー基本計画において、2017 年が原油換算で 1.760 億トンでしたが、2030 年に 1.753 億トン、2040 年に 1.718 億トンとする目標を掲げています。これは 2017 年比で 2030 年に 0.4%、2040 年に 2.3%の削減に相当します。

韓国は、気候危機対応と 2050 年のカーボンニュートラル実現のための法的基盤として、GHG 排出量を 2030 年までに 2018 年比で 40%削減することや気候変動対応基金の設置等を盛り込んだ「カーボンニュートラル・グリーン成長基本法」を施行しています。これに基づき、2030 年の再生可能エネルギーの導入目標等を盛り込んだ「炭素中立グリーン成長国家戦略及び第 1 次国家基本計画」等が策定され、取組が進められています。

エネルギーについては、韓国政府の諮問機関が 2024 年 5 月に草案を発表した「第 11 次電力需給基本計画」(2024 年から 2038 年までの 15 年を対象)において、カーボンニュートラルに対応するため、再エネと原子力をバランスよく拡大させる方針を示しています。再エネについては、洋上風力を拡大させることで 2038 年に 29%程度と再エネを現在の 4 倍以上に拡大させる方針を示しており、再エネ投資への融資支援等を行う RE100 ファンドの構築等を進めています。原子力については、同計画において、2038 年までに大型原子炉 3 基と小型モジュール炉 (SMR) を 1 基建設する計画を示しています。

次世代エネルギーについては、韓国では 2020 年 2 月に世界で初めて水素法が制定され、水素政策の推進と関連企業への支援が行われています。2021 年に制定された水素先導国家ビジョンでは、2030 年に 100 万トン、2050 年には 500 万トンのクリーン水素¹⁰を生産する目標を掲げています。また、2022 年には水素経済政策を発表し、水素の定量目標を含んだ 3UP 戦略を公表しています。同戦略では、2030 年までに FCV 生産 3 万台、年間 400 万トンのアンモニア受入基地設置、年間 10 万トンの液化水素受入基地設置、水素パイプラインの設置といった目標を掲げています。CCS については、2030 年までに洋上 CCS 施設開発を含む CCUS 支援を発表しています。

GHG 排出の規制手段として、2015 年から排出量取引制度 (K-ETS) を導入しており、現在は、CO₂ 排出量の 7 割程度がカバーされており、許容排出量は、2030 年の NDC 目標と整合的な水準になるよう設定されています。なお、現在の取引価格は約 1 万 KRW/tCO₂ となっています。

6. カナダ

(1) これまでの進捗

カナダの GHG 排出量は、1990 年以降増加した後、2000 年代以降は横ばいで推移しています。2022 年時点の GHG 排出量削減実績は 2005 年比で 8%であり、2050 年カーボンニュートラル実現に向けて深堀りが必要と言えます。

GHG 排出量を産業別に見ると、エネルギー部門、運輸部門の順に排出量が多くなっており、これら部門の合計で、GHG 排出量の 5 割を占めています。エネルギー部門の排出量は経済成長・人口増加・オイルサンド開発等の理由により、1990 年代に増加した後、石炭火力発電の縮小等に伴い、徐々に減少しています。

カナダの最終エネルギー消費のうち 3 割を占める電力部門の非化石電源比率を見ると、非化石電源比率は 2000 年前後に一時的に低下しているものの、1990 年以降一貫して 8 割程度の高い水準であり、2022 年は 82%となっています。カナダは水力発電が発電量全体に占める割合が大きいことから、再エネ比率が 1990 年以降一貫して高い水準で推移しており、

¹⁰ クリーン水素とは、再生可能エネルギー (再エネ) 等を使って、製造工程においても CO₂ を排出せずにつくられた水素のことで、グリーン水素やブルー水素が該当します。

2022 年は 69%となっています。原子力発電は容量が一定で維持されており発電量も概ね横ばいで推移していますが、増加する発電量を再生可能エネルギー等が賄っていることから発電比率は減少に転じています。2022 年時点では 13%まで低下していますが、これにはオンタリオ州の複数の原子力発電所の改修・メンテナンス工事による一時的な停止の影響も含まれています。

最終エネルギー消費量は 2000 年代前半にかけて増加した後は横ばいで推移しており、2022 年時点では原油換算で 2.2 億 kL となっています。

(2) 今後の目標とカーボンニュートラル実現に向けた取組

カナダは 2050 年カーボンニュートラル実現を 2021 年に法制化しており、NDC では 2030 年に 2005 年比で 40～45% (2021 年発表)、2035 年に 45～50% (2024 年発表) の GHG 排出量削減目標を掲げており、2035 年の次期 NDC 目標を 2025 年 2 月に国連 (気候変動枠組条約事務局) に提出しました。

カナダはカーボンニュートラル実現を目指す中で電力需要の大幅増を想定しており、需要を満たすエネルギー源として原子力の導入を進めています。新規、改修原子力プロジェクトに対する投資税額控除のほか、原子力発電向けのグリーンボンドの発行も行われています。

また、次世代エネルギーとして、2020 年に公表されたカナダ水素戦略では、水素の製造や利活用推進方針を示しています。また、CCS 事業への直接補助や炭素税の減免、排出クレジットの追加付与等、CCS 事業に対する支援を行っています。さらに、CCS を行わない石炭火力発電所を 2030 年までに廃止することも宣言しています。

カナダは産油国であり、石油・ガス部門からの GHG 排出量が多くなっています。こうした中、「健全な環境と健全な経済」と題した気候計画を排出削減の加速に向けて公表しており、連邦炭素税や州独自の炭素税、キャップ&トレード制度による排出量の削減を進めています。

7. フランス

(1) これまでの進捗

フランスの GHG 排出量は、2005 年をピークに削減傾向にあります。2022 年時点の GHG 削減実績は 1990 年比で 25%であり、2050 年カーボンニュートラル実現に向けて深堀りが必要と言えます。

GHG 排出量を産業別に見ると、運輸部門、建物部門の順に排出量が多くなっており、これら部門の合計で、GHG 排出量の 5 割を占めています。フランスは非化石電源の比率が高いため、エネルギー部門の排出量は小さくなっています。

フランスの最終エネルギー消費のうち 3 割を占める電力部門の非化石電源比率を見ると、非化石電源比率が 1990 年以降およそ 90%と高い水準で推移しています。再エネについては、FIT 制度や競争入札制度等の導入支援により、2010 年代前半から増加し、2022 年には 24%となっています。原子力については、2015 年の「エネルギー移行法」で縮減する方針を示していたこともあり減少傾向にありましたが、従前から原子力発電比率が高く、2022 年においても 63%と、他国と比較してなお高い水準にあります。

最終エネルギー消費量は 2004 年をピークに減少傾向にあり、2022 年時点では原油換算で 1.5 億 kL となっています。

(2) 今後の目標とカーボンニュートラル実現に向けた取組

フランスは 2050 年カーボンニュートラルを宣言しており、国家エネルギー・気候計画 (以下「NECP」という。) で 2030 年に 1990 年比で 50%の削減目標を掲げています。2035 年の次期 NDC 目標については、2025 年 3 月現在、国連 (気候変動枠組条約事務局) に提出していません。

GHG 排出量削減目標の実現に向けて、フランスは 2022 年 2 月にマクロン大統領が再エネの更なる加速と原子力推進 (既存原発の運転延長、原子炉の新設) を表明しています。2023 年 11 月には、2050 年カーボンニュートラル実現に向けて省エネを促進しつつ、化石燃料依存からの脱却と低炭素電力・地域暖房網の拡大などを図る「エネルギー気候戦略」を公表し、取組を強化しています。具体的には、2050 年カーボンニュートラルを見据えた 2030 年のエネルギー消費削減目標 (2012 年比で 30%) を設定し、建築物の省エネ改築や化石燃料を利用した暖房システムからの脱却等に取り組むとともに、エネルギー供給の低炭素化に向けて、2027 年の石炭火力発電の廃止、既存原子力の運転期間の延長及び原子力発電容量の増強 (現行の 279TWh から 2030 年に 360～400TWh) 等の原子力推進、再エネの 2035 年設備容量目標の設定 (例: 太陽光発電の 2035 年設備容量目標を、現行の 3～4 倍となる 75～100GW と設定) 等の取組を進めることとしています。省エネルギーの取り組みとして、フランスではエネルギー供給業者に対し、需要家の省エネ促進を義務付ける、省エネルギー証書 (CEE) 制度を 2006 年より導入しています。

また、次世代エネルギーについては、2023 年にエネルギー・気候戦略が発表されており、再生可能エネルギーや原子力により製造される脱炭素水素の製造能力について、水電解装置の設備容量で 2030 年に 6.5GW、2035 年に 10GW を導入する旨の目標を掲げています。また、2024 年 7 月には CCUS 戦略の更新版を発表し、排出量が多い工業港湾地区に 2～4 か所の CCUS ハブを設置することを通じて 2025 年から 2030 年に年間 400～850 万トン、国内 CO2 貯留地の開発・CCS ネットワークの導入等によって 2030 年から 2040 年に年間 1200～2000 万トン、CO2 貯留地と貯留地を結ぶ国および欧州大の CO2 輸送インフラの創設や大気中からの CO2 回収等を通じて 2040 年から 2050 年に年間 3000～5000 万トンの CO2 を回収する目標を立てています。

8. ドイツ

(1) これまでの進捗

ドイツの GHG 排出量は、1990 年以降減少傾向にありますが、2022 年時点における GHG 排出量の削減実績は 1990 年比で 41%であり、2045 年カーボンニュートラル実現に向け、深堀りが必要と言えます。

GHG 排出量を産業別に見ると、エネルギー部門・運輸部門の順に排出量が多くなっており、これら部門の合計で、GHG 排出量の 5 割を占めています。エネルギー部門の排出量は 1990 年以降横ばいに推移してきましたが、石炭火力発電のフェーズアウト等により、2010 年半ば以降、減少傾向に転じています。一方で、電力の安定供給を確保するため、中東・北米・

欧州諸国からの LNG 輸入強化の動きやガス火力発電を活用する動きも足元で見られます。

ドイツの最終エネルギー消費のうち 2 割を占める電力部門の非化石電源比率を見ると、非化石電源比率が 2010 年から増加し、2022 年時点で 50%となっています。再エネについては、自然エネルギー促進法 (EEG) 制定によって「再生可能エネルギーの設備は最優先の公益」として位置づけられたことなどを背景に、2000 年代以降、徐々に増加しています。原子力については、2002 年に脱原発を法制化して以降、段階的に原子力発電所を閉鎖しており、2023 年には全ての原子力発電所の運転が停止し、脱原発を完了しました。

最終エネルギー消費量は 1990～2000 年代にかけて横ばいに推移しており、2022 年時点では原油換算で 1.2 億 kL となっています。

(2) 今後の目標とカーボンニュートラル実現に向けた取組

EU が 2050 年カーボンニュートラルを目指す中、ドイツは 2045 年カーボンニュートラルというより高い目標を宣言しており、1990 年比で 2030 年に 65%、2040 年に 88%の GHG 排出量削減目標を掲げています (いずれも 2021 年発表)。2035 年の次期 NDC 目標については、2025 年 3 月現在、国連 (気候変動枠組条約事務局) に提出されていません。

最終エネルギー消費量については、2030 年の NDC 目標と整合的な目標として、「エネルギー効率化法」において、2030 年までに 2008 年比で 26.5%削減する目標を掲げています。

2023 年 4 月に原子力を全廃したドイツは、GHG 排出量削減目標の実現に向けて、2030 年に再エネ比率を 80%まで引き上げる旨の目標を掲げるとともに、2035 年までに国全体の電力を完全に脱炭素化する方針を掲げています。火力発電については、早ければ 2030 年まで、遅くとも 2038 年までに石炭火力発電を廃止する方針を掲げるとともに、水素混焼・専焼が可能なガス火力を新設 (10GW) し、2035-40 年には水素専焼に切り替える方針を示しています。

次世代エネルギーとしての水素については、2023 年に改訂した「国家水素戦略」に基づく取組を進めています。2030 年における国内の水素生産能力の目標を 10GW に倍増させる等、国内での水素生産能力の強化を図るとともに、国外からの輸入水素については、水素の供給側と引き取り手のダブルオークションにより水素輸入の支援を行う H2Global に加え、水素のパイプライン輸送を含めたインフラ整備を進めるための「水素輸入戦略」を 2024 年に策定し、取組を進めていくこととしています。CCUS については、2024 年 6 月に決定された「炭素管理戦略」の骨子と CO2 貯留法改正法案に基づき、今後、CCUS、CCS の活用や、CO2 の海上輸送・海底貯留を進めていくこととしています。

9. イタリア

(1) これまでの進捗

イタリアの GHG 排出量は、2005 年をピークに足元では減少傾向にあります。2022 年における GHG 排出量削減実績は 2005 年比で 30%であり、2050 年カーボンニュートラル実現に向けて着実に削減していると言えます。

GHG 排出量を産業別に見ると、輸送部門、エネルギー部門の順に排出量が多くなっており、これら部門の合計で、GHG 排出量の 5 割を占めています。エネルギー部門は 1990 年から 2014 年までの間、最大の排出源でしたが、再エネ急増等の理由により、その後輸送部門と逆転し、現在は輸送部門が GHG 排出量の 26%の比率を占めるのに対し、エネルギー部門は 22%となっています。

イタリアの最終エネルギー消費のうち 2 割を占める電力部門の非化石電源比率を見ると、非化石電源比率が 2000 年代後半から大きく増加し、2022 年時点で 36%となっています。再エネは FIT 制度導入等を背景として、2000 年代後半から増加傾向にあります。なお、原子力は 1987 年の国民投票により原子力発電所の廃炉が決定され、1988 年より発電量はゼロとなっています。

最終エネルギー消費量は 2000 年代半ばより減少傾向に転じた後、2010 年代以降は横ばいで推移しており、2022 年時点では原油換算で 1.2 億 kL となっています。

(2) 今後の目標とカーボンニュートラル実現に向けた取組

イタリアは 2050 年カーボンニュートラルを宣言しており、2024 年に更新し欧州委員会に提出した「国家エネルギー・気候統合計画」において、2030 年における ETS 分野¹¹の GHG 削減率 (2005 年比) について、現状の政策シナリオでは 66% (2005 年比) 削減になるとの予測を示しています。2035 年の次期 NDC 目標については、2025 年 3 月現在、国連 (気候変動枠組条約事務局) に提出されていません。

GHG 排出量削減目標の実現に向けて、イタリアは「国家エネルギー・気候統合計画」において、太陽光発電と風力発電の電源比率を 2030 年に向けて 2022 年時点からそれぞれ 2 倍以上とする目標を掲げています。また、石炭火力発電については、原則として 2025 年までに撤廃するとの方針を掲げています (サルディーニャについては、2028 年までに撤廃することを見込んでいます)。

原子力については、前述のとおり、1988 年から発電量がゼロになっていましたが、GHG 排出量の削減やエネルギーコスト抑制の観点から、2024 年以降、原子力発電再開への動きが活発化しており、2027 年中に原子力発電再開に向けた法令等を整備することを明らかにしています。

また、次世代エネルギーとしては、水素に関して 2020 年に水素国家戦略予備ガイドライン」を策定し、水素を脱炭素化に向けて短期的にも長期的にも重要な役割を果たすものとして位置づけた上で、2030 年までに水素利用によって最大 800 万トン (二酸化炭素相当) を削減すること、2030 年までに最終エネルギー需要の 2%を水素で賄うこと、などを目標として掲げています。

¹¹ EU 排出権取引制度 (EU-ETS) の対象部門を指しており、発電・石油精製・鉄鋼・金属・化学・セメントなどのエネルギー集約型の産業を指しています。

10. 中国

(1) これまでの進捗

中国の GHG 排出量は 1990 年代以降増加していますが、2000 年代以降は更に増加しています。2022 年時点における GHG 排出量は 2005 年比で 86%増加しており、2060 年カーボンニュートラル実現に向けて、深掘りが必要と言えます。

GHG 排出量を産業別に見ると、エネルギー部門の排出割合が最も大きく、製造業・建設業がこれに続き、これら部門の合計で、GHG 排出量の 6 割を占めています。いずれの部門も排出量は 2000 年代以降急激に増加しており、例えばエネルギー部門については、増加する電力需要を賄うため、再エネ・原子力に加え、石炭火力を拡大させていることにより、排出量が増加しています。

中国の最終エネルギー消費のうち 3 割を占める電力部門の非化石電源比率を見ると、非化石電源比率が 2010 年から増加しており、2022 年時点で 35%となっています。2007 年の「原子力発電中長期発展計画（2005～2020 年）」「再生可能エネルギー中長期発展計画」を背景に原子力・再エネは 2010 年代以降増加し、原子力・再エネを合わせた設備容量は 2023 年末に全設備容量の 53.9%を占めており、既に火力の設備容量を上回っています。

最終エネルギー消費量は 2000 年代以降急激な増加傾向にあり、2022 年時点では原油換算で 25.0 億 kL となっています。

(2) 今後の目標とカーボンニュートラル実現に向けた取組

中国は 2060 年までにカーボンニュートラルを達成する目標を掲げており、NDC では 2030 年までに単位 GDP 当たりの CO₂ 排出量を 2005 年比で 65%削減するとの削減目標を掲げています（2021 年発表）。また、NDC では、2030 年までに CO₂ 排出量がピークを迎えられるように努めるとしています。なお、2035 年の次期 NDC 目標については、2025 年 3 月現在、国連（気候変動枠組条約事務局）に提出されていません。

GHG 排出量削減目標の実現に向けて、中国は 2021 年に発表した「循環経済の発展に関する第 14 次 5 か年（2021～2025 年）計画」において、2025 年の単位 GDP 当たりのエネルギー消費量と CO₂ 排出量をそれぞれ 2020 年比で 13.5%、18.0%引き下げる目標を掲げています。この目標達成に向けて、化石燃料使用量の削減、再エネの利用促進、分野別の省エネの促進等を進めることとしています。石炭については第 14 次 5 か年計画において、石炭生産の資源集積地への集中、石炭火力の規模・ペースの適正管理・石炭からの電化推進が示されており、消費量については 2025 年以降に減少させる方針を示しています。原子力については拡大する方針も示しており、第 14 次 5 か年計画では、原子力発電所の規模を 2025 年に 7,000 万 kW まで引き上げるとしています。

加えて、近年は、再エネ・蓄電池・EV を中核とする産業政策を展開し、世界シェアの拡大を図っているほか、水素・CCS の取組も進められています。水素については、足元の需要量は年間約 3,300 万トンであり、世界の総需要の約 3 割を占める世界最大の水素需要国です。2022 年 3 月に発表した水素エネルギー産業発展中長期計画（2021 年～2035 年）において、2025 年までに FCV の保有を 5 万台、グリーン水素製造を年間 10～20 万トンにする数値目標を示しています。CCUS については、2021 年に発表された「2030 年までの炭素排出ピークアウトに関する行動計画」の中に、CCUS 技術の大規模実証プロジェクト実施が盛り込まれるなど、重要性は高まっており、国内最大の石炭火力発電所における CCUS プロジェクトが 2023 年に稼働しています。

中国では、2021 年に、企業間で炭素排出枠を取引する市場メカニズムにより炭素排出の削減を経済的に促進することを目的とした排出権取引制度が導入されています。2024 年末時点で累計取引量は 6 億 3,000 万トンであり、世界最大規模となっています。現在全国大の排出権取引市場に組み入れられているのは発電事業のみですが、今後対象業種の拡大も予定されており、さらに成長するものと考えられます。なお、排出権取引価格は 2024 年末時点で約 13.8USD/トンとなっています。

二次利用未承諾リスト

報告書の題名 令和6年度エネルギー需給構造高度化
対策調査等事業（エネルギーに関する国内外の経済
社会動向の調査）報告書

委託事業名 令和6年度エネルギー需給構造高度化対策調査等事業（エネルギーに関する国内外の経済社会動向の調査）

受注事業者名 株式会社日本総合研究所

[illegible]