JWPA Wind Vision 2023

－安心・安定・持続可能な社会の実現に向けた風力発電の貢献－

2023 年 5 月

一般社団法人　日本風力発電協会

＜表紙の説明＞

2022 年　風力発電のある風景　フォトコンテスト（主催：日本風力発電協会）の入賞作品（最優秀賞）

「風強し」（波崎ウインドファーム：茨城県神栖市）

JWPA Wind Vision 2023 目次

はじめに i

エグゼクティブサマリー iii

1. 国際社会におけるエネルギー情勢の動向と変化 1
   1.1 脱炭素の取組み加速化とエネルギー・経済安全保障問題の顕在化 1
   1.2 再生可能エネルギーの導入拡大と風力発電の重要性の高まり 2

2. 目指す社会の実現に向けた風力発電の貢献 4
   2.1 我が国が目指すべき社会の姿と風力発電導入の必然性 4
   2.2 目指すべき社会の実現に向けた風力発電の必要導入量 7
   2.3 風力発電の導入による社会的便益 12

3. 目指す社会の実現と風力発電の最大限導入に向けた必要施策 14
   3.1 意欲的で明確な中長期導入目標の設定 15
   3.2 目標達成に向けた工程表(グランドデザイン)の策定 18
   3.3 実効的な道筋を描いた戦略的な産業育成支援策 19
   3.4 洋上風力発電の最大限導入 20
   3.5 陸上風力発電の最大限導入 25
   3.6 次世代電力ネットワークの形成と運用 26
   3.7 経済的な自立とリスク低減への対応 28
   3.8 必要人材の確保と教育・育成 30

おわりに 31

はじめに

日本風力発電協会のこれまでの取り組み

日本風力発電協会（JWPA）は、2016 年 2 月「JWPA Wind Vision Report ～真に信頼される電源を目指して～」（JWPA Wind Vision 2016）の策定を契機に、風力発電導入拡大を牽引する具体的な方策の検討に取り組み、2018 年 3 月に「洋上風力発電の導入促進に向けて ～新しい産業の創出を目指して～」（洋上風力発電提言）を、2019 年 1 月に「JWPA コスト競争力強化タスクフォース報告書 ～グリッドパリティ達成に向けて～」を公表してきた。また、2021 年 5 月には、新たなミッション、ビジョン及びバリューを策定・公表している。

取り巻く環境の変化と政府等の動向

2015 年 12 月のパリ協定採択を契機に、気候変動に関する世界の認識は大きく変化し、2021 年 11 月の COP26 では、「グラスゴー気候合意」として世界共通の長期目標（1.5℃目標）が掲げられた。各国において、脱炭素ビジネスへの投資や ESG 投資の拡大、SDGs 達成に向けた取り組みが加速化し、脱炭素化の推進は、気候変動対策と経済成長両面のキーファクターとなっている。

他方、新型コロナウィルス感染症の蔓延による社会経済活動への影響やロシアによるウクライナへの軍事侵攻により世界のエネルギー情勢は混迷の度合いを深めており、風力発電を含む再生可能エネルギーの最大限導入は、エネルギー安全保障の観点でも最重要政策となっている。

我が国政府においても世界の潮流、環境変化に鑑み、2050 年カーボンニュートラル宣言（2020 年 10 月）、「2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」策定（2021 年 6 月）、「第 6 次エネルギー基本計画」策定（2021 年 10 月）など、エネルギー・環境分野における様々な中長期戦略を打ち出してきた。加えて、2023 年 2 月には、産業・エネルギー政策の大きな転換となる「GX 実現に向けた基本方針」を策定し、エネルギー安全保障の観点も含め、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、「グリーントランスフォーメーション」（GX）を推進している。

新たな Wind Vision の策定

このような状況下、風力発電業界の各種取組みの更なる加速化・充実化を図る必要性に鑑み、今般、2050 年までを視野に入れた新たな Wind Vision『JWPA Wind Vision 2023』を策定した。我が国のエネルギー政策の 3 本柱である、「気候変動対策」、「エネルギー・経済安全保障」、「グリーントランスフォーメーション」に貢献する、最も成熟し確立した電源の一つである風力発電の導入拡大・加速化は、我が国のエネルギー政策に係る課題解決に直結するものであり、合わせて、新たな産業・雇用の創出を通じて経済成長に貢献する。

JWPA は、新たな Wind Vision で示す基本的な方針及び考え方に基づき、風力発電の最大限導入により、安心・安定・持続可能な社会の実現に邁進していく所存である。

エグゼクティブサマリー

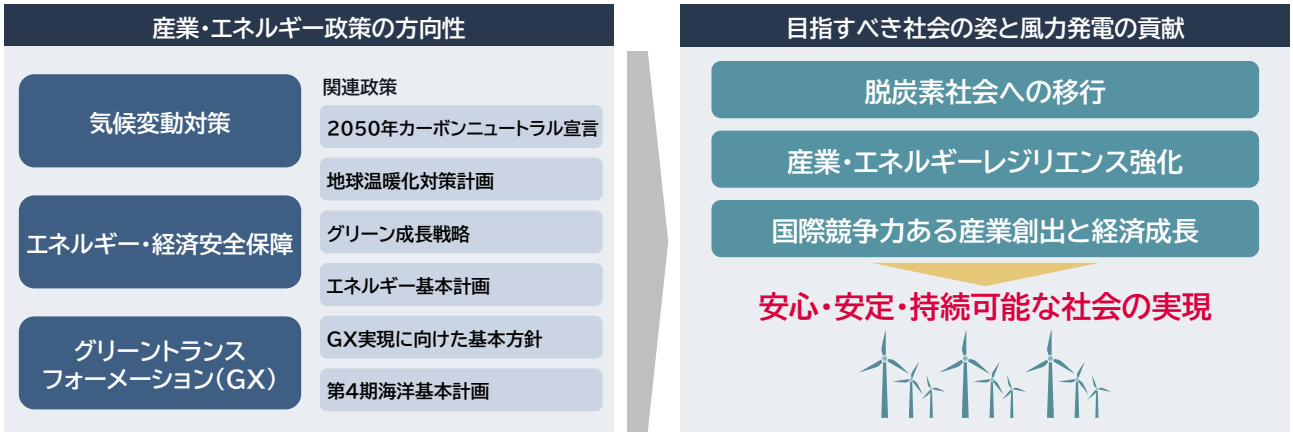
我が国が目指すべき社会の姿

国際社会は「脱炭素」化へ本格的に乗り出すとともに、ロシアによるウクライナ侵攻を受けて、「エネルギー・経済安全保障」の観点からも、再生可能エネルギーの導入を加速化している。

このような状況を受けて、我が国においても産業・エネルギー政策の再点検が行われており、その方向性は、「脱炭素化」と「エネルギー・経済安全保障」の両方の観点を備えた、「気候変動対策」、「エネルギー・経済安全保障」、「グリーントランスフォーメーション(GX)」の実現へと移行している。

本方向性を踏まえれば、我が国の目指すべき社会の姿は、「脱炭素社会への移行」、「産業・エネルギーレジリエンス強化」、「国際競争力ある産業創出と経済成長」の推進による、『安心・安定・持続可能な社会』である。風力発電は、まさに本社会の実現に貢献する電源であり、我が国の産業・エネルギー政策の要となる最重要電源に位置づけられる。

図　我が国が目指すべき社会の姿と風力発電の貢献



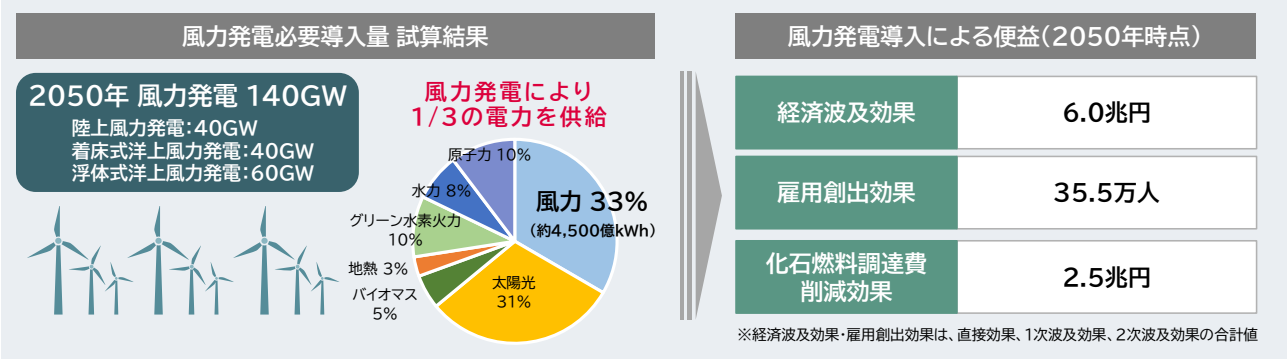
目指すべき社会の実現に向けた風力発電の貢献

JWPA では、我が国が目指すべき社会の実現に向けて、2050 年時点で必要となる風力発電の導入量及び風力発電導入による便益を試算した(前提条件等の詳細は 2.2 節参照)。

試算の結果、2050 年時点で、風力発電全体で 140GW、内訳として、陸上風力発電 40GW、着床式洋上風力発電 40GW、浮体式洋上風力発電 60GW の導入が必要となる結果が得られた。本導入により、風力発電による発電電力量は約 4,500 億 kWh となり、2050 年の想定電力需要(約 1.35 兆 kWh)の 1/3 を賄う結果となった。

また、2050 年までに 140GW の風力発電を導入した際にもたらされる便益として、経済波及効果、雇用創出効果、および化石燃料調達費削減効果等について概算した結果、2050 年時点で、経済波及効果は年間 6.0 兆円、雇用創出効果は 35.5 万人、化石燃料調達費削減効果は年間 2.5 兆円となった。風力発電は、脱炭素化、産業・エネルギーレジリエンス強化に加え、新たな国内産業と雇用の創出によるグリーン成長・GX 実現につながる、社会的意義の大きい電源として位置づけられる。

図　風力発電の必要導入量試算結果ともたらされる便益



目指す社会の実現と風力発電の最大限導入に向けた必要施策

脱炭素社会への移行、産業・エネルギーレジリエンス強化、国際競争力ある産業創出と経済成長からなる、安心・安定・持続可能な社会の実現と風力発電の最大限導入に向けて、官民一体となって迅速に展開していくべき必要施策について取りまとめた(各施策の詳細は 3 章参照)。

各施策の検討においては、「大規模・安定的・予見可能性の高い中長期市場形成」、「グローバル市場と整合した合理的かつ透明性の高い制度設計」、「国際競争力ある産業育成を実現する適時・的確な産業政策」の 3 つの基本方針に基づき、効果的な施策を講じていくことが極めて重要となる。

図　目指す社会の実現に向けた必要施策の全体像

中でも、意欲的で明確な中長期導入目標の設定は、市場の予見可能性を高め、民間の投資と最新技術を呼び込み、国際競争力のある国内産業育成を実現するための全施策のベースとして、必要不可欠な最重要施策である。

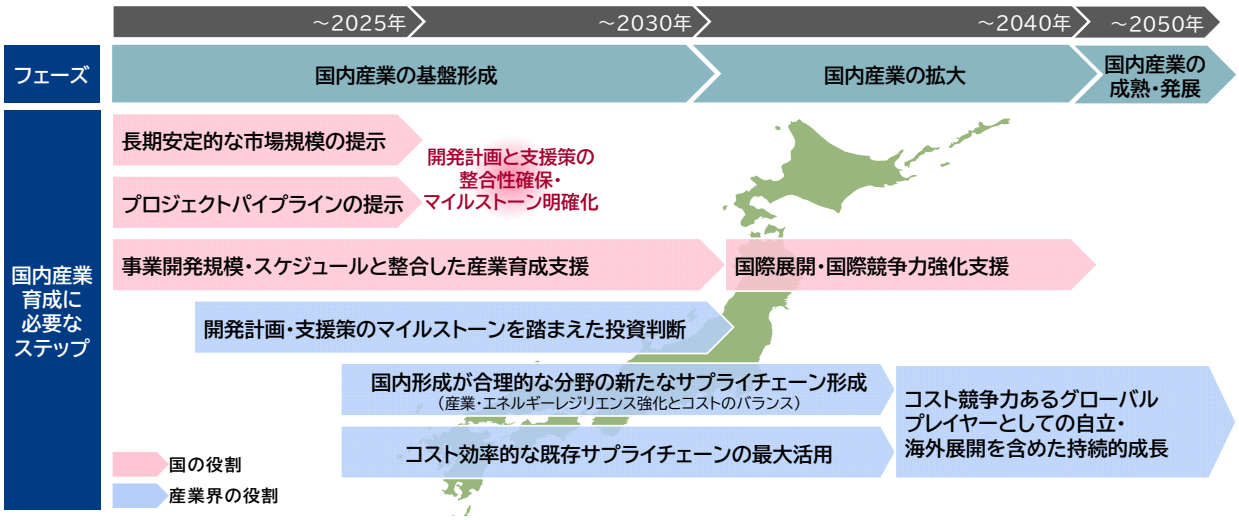
JWPA は、前述の試算結果を踏まえ、2050 年推定電力需要に対して風力発電により 1/3 の電力を供給すること、そのために 140GW（陸上風力発電：40GW、着床式洋上風力発電：40GW、浮体式洋上風力発電：60GW）を導入すること、国産グリーン水素供給拡大に向けてさらなる高みを目指すことを提案する。

図　意欲的で明確な中長期導入目標に対する JWPA 提案

本目標の達成に向けては、多面的かつ省庁横断的な施策を、総合的かつ整合的に実施する必要がある。そのためには、整合性を持った施策の実現に向けたクリティカルパスを明示した工程表（グランドデザイン）を策定し、官民で常に全体の進捗を共有・検証しながら効果的に取り組みを進めていくことが肝要である。

その上で、国際競争力を持つ国内産業育成を実現するために、産業育成に必要となるステップ（将来市場・プロジェクトパイプラインの提示→事業開発タイミングと整合した国内産業育成支援策→段階的投資判断→段階的産業基盤の確立）を踏まえた、実効的かつ戦略的な産業育成支援策を、国を挙げて講じていく必要がある。

図　国際競争力を持つ国内産業育成に向けた道筋



広く社会への便益をもたらし、持続可能な社会の実現を可能にする風力発電の普及・拡大に向けて、本 Wind Vision で提言する導入目標、必要施策について、官民で闊達に議論を深め、各々がその責任を最大限果たしあうことが極めて重要であり、我々JWPA はその旗振り役としてリーダーシップを発揮する所存である。

1. 国際社会におけるエネルギー情勢の動向と変化

1.1 脱炭素の取組み加速化とエネルギー・経済安全保障問題の顕在化

近年、大型台風やハリケーンの発生、豪雨や猛暑日の増加、氷の融解による海面上昇等、人類の生活を脅かすような気候変動が世界中で観測されており、これらの主要因が温室効果ガスの排出であることはもはや国際的な共通理解となっている。このような気候危機の解決に向けて、国際社会は化石燃料由来のエネルギー利用から脱却し、温室効果ガスの排出を削減する、「脱炭素」化へ本格的に乗り出している。

2015 年 9 月の国連サミットで採択された SDGs（持続可能な開発目標）では、気候変動への対策が目標 13 として設定された[1]。また、2015 年 12 月の COP21 で採択されたパリ協定を受け、2021 年 11 月のCOP26で採択されたグラスゴー気候合意では、温室効果ガスの削減により産業革命以降の気温上昇幅を 1.5℃に抑える努力を継続するという世界共通の長期目標が掲げられ[2]、さらに 2022 年 11 月の COP27 では、気候変動対策の各分野における取組の強化を求める「シャルム・エル・シェイク実施計画」[3]が採択された。

本目標達成に向けて、各国は、温室効果ガスの排出の合計を実質的にゼロにする、カーボンニュートラルを目標に掲げている。現在、日本・米国・EU・中国・韓国等を始めとする 120 か国以上が 2050-2060 年に向けてカーボンニュートラルの達成を目標として表明している[4]。

また、ESG 投資の拡大により、経済社会においても「脱炭素」の取組みは拡大している。それに伴い、TCFD（Task Force on Climate-related Financial Disclosures； 気候関連財務情報開示タスクフォース）[5]の、気候関連の情報開示に賛同する企業や、SBT（Science Based Targets）[6]や RE100[7]の認定を目指す企業も増加している。「脱炭素」は気候変動対策としてのみならず、持続可能な経済成長の最大の契機とみなされている。

他方、新型コロナウィルス感染症からの経済回復に伴うエネルギー需要の急拡大と、世界的な天候不順や災害、化石資源への構造的な投資不足等の要因によるエネルギー供給不足で、エネルギーの需給がひっ迫し、2021 年以降は歴史的なエネルギー価格の高騰が生じている[8]。さらに、2022 年 2 月のロシアによるウクライナ侵攻により世界のエネルギー情勢は混迷を深め、エネルギー価格の上昇が長期化の様相を呈する中、各国政府は中長期的な「脱炭素」の流れを維持しつつも、安定・安価なエネルギー供給を確保する「エネルギー・経済安全保障」を最優先にしたあらゆる政策に取り組むとともに、再生可能エネルギーや原子力発電によるエネルギーレジリエンスの向上に向けた取組みを加速化している。

---

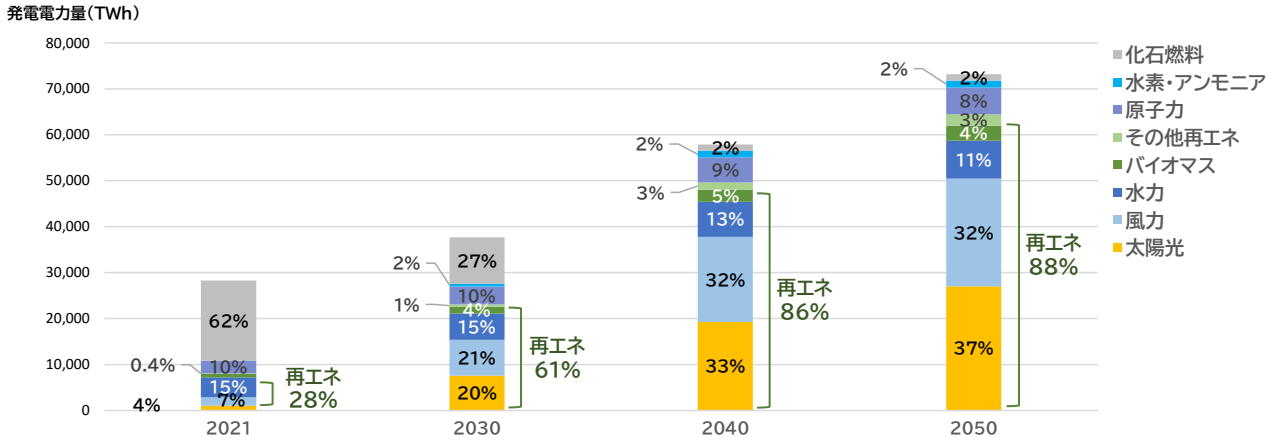
[1] United Nations, The 2030 Agenda for Sustainable Development, p.14, 2015 年 9 月 25 日
[2] COP26, Glasgow Climate Pact, p.3, 2021 年 11 月
[3] 科学的知見と行動の緊急性、野心的な気候変動対策の強化と実施、エネルギー、緩和、適応、ロス＆ダメージ、早期警戒と組織的観測、公正な移行に向けた道筋、資金支援、技術移転、パリ協定第 13 条の強化された透明性枠組み、グローバル・ストックテイク（GST）、パリ協定第 6 条（市場メカニズム）、海洋、森林、非国家主体の取組の強化等を含む。
[4] 資源エネルギー庁，「カーボンニュートラル」って何ですか？（後編）なぜ日本は実現を目指しているの？，2021 年 3 月 16 日
[5] 気候関連の情報開示及び金融機関の対応をどのように行うかを検討するために設立された組織。企業等に対し、気候変動関連リスク及び機会に関するガバナンス、戦略、リスク管理、指標と目標について開示することを推奨している。
[6] パリ協定が求める水準と整合した、5 年～15 年先を目標年として企業が設定する、温室効果ガス排出削減目標のこと。
[7] 事業を 100％再生可能エネルギー電力で賄うことを目標とする取組のこと。
[8] 資源エネルギー庁，令和 3 年度エネルギーに関する年次報告（エネルギー白書 2022），p.53，2022 年 6 月

1.2　再生可能エネルギーの導入拡大と風力発電の重要性の高まり

世界が目指す「脱炭素」および「エネルギー・経済安全保障」実現の鍵は、自国の資源である再生可能エネルギーの最大限活用であり、今後導入は世界全体で大幅に拡大する。

IEA では、2050 年までに CO2 排出量ネットゼロを実現するシナリオにおいて、世界の発電電力量に占める再生可能エネルギーの比率は、2020 年の 28%から、2050 年には 88%に達すると予測されている。中でも風力発電は主力電源の一つとなり、2050 年時点で 32%を賄う見通しである。

図 1-1　世界の発電電力量推移見通し（IEA World Energy Outlook 2022）



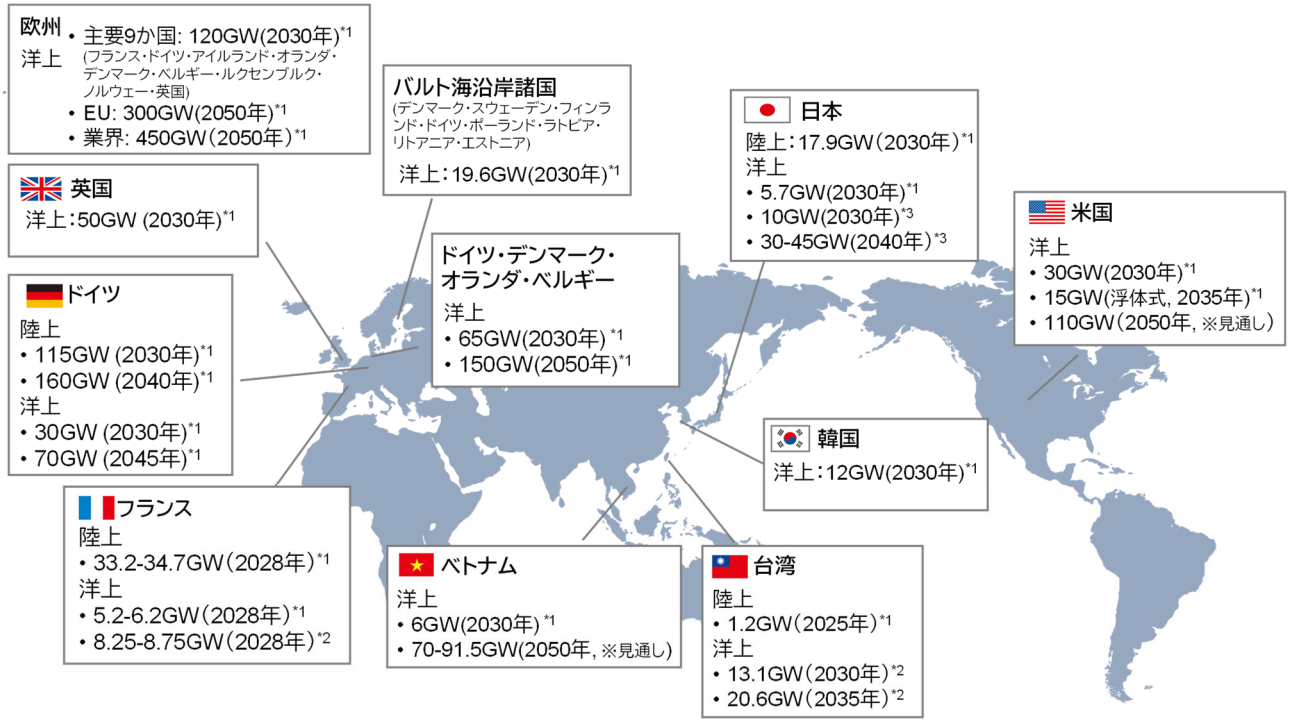
※データは Net Zero Emissions シナリオの値を使用、その他再エネは、CSP、地熱発電、海洋エネルギー発電の合計値

出所）IEA, World Energy Outlook 2022, p.448, 2022 年 10 月より作成

また、これまでは主に脱炭素の観点から各国において野心的な風力発電の導入目標が設定されてきたが、昨今のエネルギー・経済安全保障の強化の必要性から、欧州委員会は 2022 年 5 月にロシア産化石燃料からの脱却計画である「REPowerEU」[9]を発表した。この流れを受け、英国における 2030 年 50GW、ドイツ・デンマーク・オランダ・ベルギーによる2050年 150GW など、欧州各国・地域において、洋上風力発電の導入目標の引き上げが相次いでいる。また、欧州以外の世界各国において洋上風力発電の野心的な導入目標が表明されており、今後は北米、アジアにおいても市場が大幅に拡大していく見通しである。

[9] クリーンエネルギーへの移行加速化、省エネ、エネルギー供給源の多様化等により、ロシア産の化石燃料からの脱却を目指す計画。再生可能エネルギー指令における 2030 年の再エネ比率目標を 40%から 45%に引き上げることを提案。

図 1-2 世界の風力発電導入目標・見通し・開発計画



*1:導入目標　*2:開発計画　*3:案件形成目標

出所)ドイツ陸上:ドイツ政府，再生可能エネルギー法(EEG)2023 政府法案，p.23，2022 年 4 月，ドイツ洋上:ドイツ政府，洋上風力エネルギー法改正政府案，p.1，2022 年 4 月，英国洋上:英国政府，British Energy Security Strategy，p.16，2022 年 4 月 18 日，フランス 2028 年目標:フランス政府，多年度エネルギー計画，p.2-3 ,2020 年 4 月を基に作成,フランス 2050 年目標:マクロン大統領演説(2022/2/10，https://www.elysee.fr/emmanuel-macron/2022/02/10/reprendre-en-main-notre-destin-energetique)，米国洋上:ホワイトハウス，FACT SHEET: Biden Administration Jumpstarts Offshore Wind Energy Projects to Create Jobs，2021 年 3 月(※110GW については、2030 年 30GW を達成した場合 2050 年 110GW への道が開けると記載)，FACT SHEET: Biden-Harris Administration Announces New Actions to Expand U.S. Offshore Wind Energy，2022 年 9 月 15 日，韓国開発計画:韓国政府，Renewable Energy 2030 のための洋上風力，p.1，2018 年 6 月，台湾陸上:台湾政府経済部能源局，風力発電 4 年推進計画，p.1，2017 年 8 月，台湾洋上:(2025 年導入目標 5.6GW)台湾政府経済部能源局発表，2022 年 1 月/(2030・2035 年目標)左記の数値に、2021 年 5 月に同局が発表した「離岸風電區塊開發選商機制規劃（草案)」p.2 の 2026-2035 年にかけて 1.5GW/年という開発目標を足し算して算出，日本陸上/洋上(導入目標):資源エネルギー庁 第 6 次エネルギー基本計画，2030 年度におけるエネルギー需給の見通し，p.30，2021 年 9 月，日本洋上(案件形成目標):洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会，洋上風力産業ビジョン(第 1 次)，p.4，2020 年 12 月 15 日，欧州陸上:欧州委員会，2030 Climate Target Plan Impact Assessment document PART 2，p.59，Figure47 MIX scenario，2020 年 9 月 17 日(※2030 年の削減目標やエネルギー政策の決定に向けた情報提供を目的とした分析値)，欧州洋上(主要 9 か国):OSTEND DECLARATION OF ENERGY MINISTERS ON THE NORTH SEAS AS EUROPE' S GREEN POWER PLANT，p.1，2023 年 4 月 24 日 (EU):欧州委員会，洋上再生エネルギー戦略，p.1-2，2020 年 11 月 (業界):Wind Europe，Our energy，our future，p.7，2019 年 11 月，デンマーク政府プレスリリース(https://en.kefm.dk/news/news-archive/2022/aug/countries-of-the-baltic-sea-strengthen-their-cooperation-on-energy-security-and-expansion-of-renewables-)，ドイツ政府プレスリリース(https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2022/05/20220518-energieminister-der-vier-nordseeanrainerstaaten-unterzeichnen-kooperation.html)，ベトナム洋上:ベトナム政府ポータル(https://xaydungchinhsach.chinhphu.vn/toan-van-quy-hoach-phat-trien-dien-luc-quoc-gia-11923051616315244.htm)＜閲覧日:2023 年 5 月 24 日＞

2. 目指す社会の実現に向けた風力発電の貢献

2.1　我が国が目指すべき社会の姿と風力発電導入の必然性

我が国のエネルギー政策は、S+3E という基本方針に基づき取組みが進められている。S+3E とは、安全性(Safety)を大前提とし、自給率(Energy Security)、経済効率性(Economic Efficiency)、環境適合性(Environment)の同時達成を目指しながら、多層的なエネルギー供給構造を実現していく考え方である。政府においては、本基本方針や世界の潮流に鑑み、2050 年カーボンニュートラル宣言(2020 年 10 月)、「2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」策定(2021 年 6 月)、「第 6 次エネルギー基本計画」策定(2021 年 10 月)など、エネルギー・環境分野における様々な中長期戦略を打ち出し、取り組みを進めてきた。

そのような中、2022 年 2 月のロシアによるウクライナ侵攻により、我が国を取り巻く環境は一変し、エネルギー・経済安全保障の観点からエネルギー政策の方向性を再点検する必要性に迫られている。本状況を踏まえ、2023 年 2 月には、産業・エネルギー政策の大転換となる「GX 実現に向けた基本方針」が策定され、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、「グリーントランスフォーメーション」(GX)を推進することが発表された。本方針の中で、GX を通じて脱炭素分野で新たな需要・市場を創出し、我が国の産業競争力を再び強化することを強く打ち出すとともに、再生可能エネルギー分野においては、洋上風力発電の導入拡大、及び風車や関連部品、浮体基礎等の洋上風力発電関連産業における大規模かつ強靭なサプライチェーン形成が重要施策の一つに掲げられている。

国際社会におけるエネルギー情勢や、我が国の新たな産業・エネルギー政策の方向性(気候変動対策、エネルギー・経済安全保障、GX)を踏まえれば、我が国の目指すべき社会の姿は、「脱炭素社会への移行」、「産業・エネルギーレジリエンス強化」、「国際競争力ある産業創出と経済成長」を推進することにより、『安心・安定・持続可能な社会』を実現することに要約される。国内に大きなポテンシャルを有し、新たな産業として成長が期待される風力発電は、まさに目指すべき社会の実現に貢献する電源であり、我が国の産業・エネルギー政策の要となる最重要電源に位置付けられる。

図 2-1　我が国が目指すべき社会の姿と風力発電の貢献

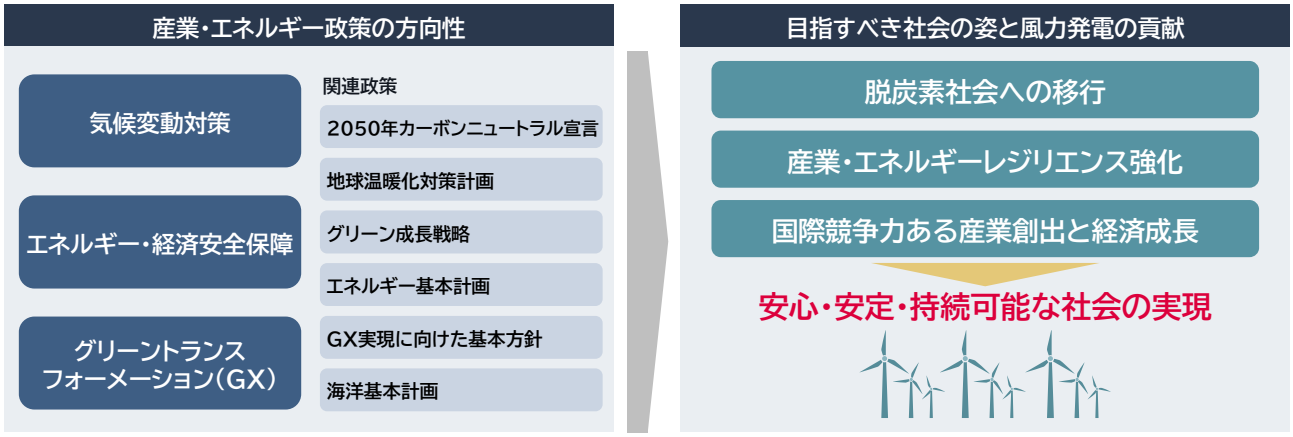


表 2-1 関連する主なエネルギー政策の動向

関連政策	概要
2050 年カーボンニュートラル宣言	● 2020 年 10 月、2050 年までに CO2 をはじめとした温室効果ガス排出の実質ゼロ（カーボンニュートラル）を目指す「2050 年カーボンニュートラル宣言」を発表。 ● 積極的に地球温暖化対策を行うことにより、我が国の産業構造や経済社会を変革し、経済と環境の好循環を作り出していく方針を提示。
地球温暖化対策計画	● 地球温暖化対策推進法に基づく政府の総合計画。2021 年 10 月に改定。 ● 2050年カーボンニュートラルに向けた中期目標として、2030 年度において温室効果ガス排出量の 46%削減（2013 年度比）を目指すこと、さらに 50%の高みに向けて挑戦を続けることを明記。
グリーン成長戦略	● 2021 年 6 月、「2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」を策定。 ● 我が国が今後尽力すべき 14 の重要分野を提示し、洋上風力発電産業をその一つに位置づけ。
エネルギー基本計画	● 2021 年 10 月に第 6 次エネルギー基本計画を閣議決定。 ● 2030 年時点の再生可能エネルギーの電源構成比率を 36～38%に引き上げ。風力発電は、陸上風力発電 17.9GW、洋上風力発電 5.7GW の導入を見込む。
GX 実現に向けた基本方針	● 2023 年 2 月、「GX 実現に向けた基本方針」を閣議決定。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、「グリーントランスフォーメーション」（GX）の実現に向けた、今後 10 年を見据えた取組の方針を提示。 ● 改めて再生可能エネルギーの主力電源化を最優先の原則で進める方針が示されるとともに、風力発電の導入拡大、及び風車や関連部品、浮体基礎等の洋上風力発電関連産業における大規模かつ強靭なサプライチェーン形成を重要施策の一つに位置づけ。
海洋基本計画	● 2023 年 4 月に第 4 期海洋基本計画を閣議決定。「総合的な海洋の安全保障」と「持続可能な海洋の構築」を主柱として設定。 ● 「持続可能な海洋の構築」の基本方針の中で、洋上風力発電のEEZへの拡大、浮体式洋上風力発電の導入目標の設定や技術開発の促進、必要な法整備を始めとする環境整備を進めることを明記。また、着実に推進すべき主要施策として、「海洋の産業利用の促進」や「海洋人材の育成と国民の理解の増進」等を設定。

トピック：風力発電のポテンシャルと最大限導入の必然性

風力発電の最大限導入は、我が国における将来の電力需要と再生可能エネルギーの導入ポテンシャルの観点からも必然である。

我が国における将来の電力需要について、政府の検討においては、約 1.3～1.5 兆 kWh という想定が示されている。IEA のシナリオに則り、本電力需要の約 80%を再生可能エネルギー由来の電力で賄うとすると、約 1.0～1.2 兆 kWh の電力を再生可能エネルギーで賄う必要がある。

我が国においては、太陽光発電と風力発電の導入ポテンシャルが大きく、今後の主力となる（表 2-2）。太陽光発電について、太陽光発電協会は 2050 年に 300GW の導入を目指すビジョンを提示しており、出力抑制なく全発電電力を消費できる場合、0.4 兆（4,213 億）kWh の電力を活用できる試算値が示されている[10]。中小水力発電、地熱発電、バイオマス発電については、ポテンシャルや第 6 次

[10] 一般社団法人太陽光発電協会, JPEA ビジョン・PV OUTLOOK 2050 感染症の危機を乗越え、あたらしい社会へ「太陽光発電の主力電源化への道筋」, p.22, p.32, 2020 年 5 月 18 日

エネルギー基本計画、各機関における導入見込量試算値等を踏まえると、約 0.2 兆 kWh 程度の導入が見込まれる。この前提に沿うと、残り約 0.5 兆 kWh 前後の電力を風力発電で賄う必要があり、風力発電の大量導入および主力電源化が不可欠であることは明確である。

表 2-2 再生可能エネルギーの既導入量とポテンシャル

エネルギー種類		既導入量※1 (2021 年 3 月時点)	2030年導入目標 (第6次エネ基)	導入ポテンシャル
太陽光発電	住宅用等太陽光	62GW	103.5-117.6GW	210GW※2
	公共系太陽光			2,536GW※2 (うち農地 2,447GW)
風力発電	陸上風力	4.5GW	17.9GW	159GW※3
	洋上風力(着床式)		5.7GW	128GW※4
	洋上風力(浮体式)			424GW※4
水力発電		29GW(一般水力) 21GW(揚水)	50.7GW	47GW(一般水力)※5
地熱発電		0.6GW	1.5GW	8.9GW※6
バイオマス発電		5.0GW	8.0GW	-

※1 水力発電以外は資源エネルギー庁資料(出所参照)に基づく数字。水力発電(一般水力)は、包蔵水力調査における「既開発」と「工事中」の最大出力の合計値。水力発電(揚水)は、エネルギー白書 2021 に基づく数字。
※2 環境省調査(出所参照)における、レベル 3(設置可能な全ての場所に積極的に導入した場合のポテンシャル。
※3 環境省調査(出所参照)における、6.5m/s 以上のポテンシャルに限定。
※4 JWPA 調査(出所参照)に基づくポテンシャル。
※5 包蔵水力調査(出所参照)に基づくポテンシャル。
※6 環境省調査(出所参照)における、基本条件(国立公園なし,傾斜掘削なし)のポテンシャル。

出所)※1・5 資源エネルギー庁 第 70 回調達価格等算定委員会資料 1, 国内外の再生可能エネルギーの現状と今年度の調達価格等算定委員会の論点案, p.9, 2021 年 10 月 4 日, 資源エネルギー庁包蔵水力調査 (https://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity_and_gas/electric/hydroelectric/database/energy_japan001/)＜閲覧日:2022 年 11 月 30 日＞
※2・3・6 環境省令和元年度再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報等の整備・公開等に関する委託業務報告書 巻末資料 3, 我が国の再生可能エネルギーの導入ポテンシャル, p.90, 94, 100, 122(2020 年 6 月)
※4 日本風力発電協会 洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会第 1 回会合資料, 洋上風力の主力電源化を目指して, p.14, 2020 年 7 月 17 日

2.2　目指すべき社会の実現に向けた風力発電の必要導入量

我が国の産業・エネルギー政策の方向性、我が国が目指すべき社会の姿と風力発電の役割を踏まえ、2050 年時点で必要となる風力発電の導入量を試算した。

2.2.1　　将来の社会・エネルギー供給の想定

試算にあたり、①脱炭素に向けた社会変容、②再生可能エネルギー及び風力発電の最大限導入、③化石燃料由来電源からの脱却と国産エネルギーによるグリーン水素製造、を柱として、将来の社会・エネルギー供給の姿を設定した。

表 2-3 将来の社会・エネルギー供給の想定

① 脱炭素に向けた社会変容を踏まえた電力需要	● 少ないエネルギー・マテリアルでも高い便益・効用が得られる社会への変容を想定。国立環境研究所の試算に基づき、2050 年時点の電力需要を 1.35 兆 kWh に設定
② 再生可能エネルギー及び風力発電の最大限導入	● ポテンシャルの大きい風力発電及び太陽光発電を主力とし、少なくとも電力需要の 80%を再生可能エネルギーで賄う
③ 化石燃料由来電源からの脱却と国産エネルギーによるグリーン水素製造	● 揚水発電の活用に加えて、蓄電池が調整力として活用されている ● 2050 年時点で稼働する火力発電の燃料をグリーン水素由来とする

（1）　脱炭素に向けた社会変容を踏まえた電力需要

脱炭素社会の実現には、化石燃料からの脱却が必要であり、そのためには出来る限り電化を進め、その電力を再生可能エネルギー由来等の非化石電源により賄うことが有効である。これを踏まえ、電気自動車の普及をはじめとする電化の流れが世界的に進んでいる。また、製鉄・化学など電化が困難な分野においては、再生可能エネルギー由来のグリーン水素等への代替に向けた取組みも加速化している。これらの流れは、将来的な電力需要の増加をもたらす社会変化となる。

一方で、際限のない電力需要の増加は持続可能性の観点で課題があり、新技術の導入やビジネス・生活スタイル等の変化など、脱炭素社会に向けた適切な社会変容を想定する必要がある。この観点で、国立環境研究所は、「これまでの社会や経済を前提とした電化や水素社会への移行は、膨大な電力需要を創出し、そのための経済的支出も極めて大きなものになってしまう。そのため、少ないエネルギー・マテリアルでも高い便益・効用が得られる社会への変容が不可欠」[11]という論点を示し、ビジネスコミュニケーションのデジタル化の推進や AI/IoT による物流の効率化、建物の断熱性能の向上、設備のシェアリングや長寿命化等によるマテリアル利用の効率化、食品ロス削減等の取組みが進展する社会として「2050 年脱炭素社会に向けた社会変容シナリオ（LED シナリオ）」を設定し、本シナリオにおける 2050 年時点の電力需要を約 1.35 兆 kWh と試算している[12]。また、資源エネルギー庁においても、2050 年カーボンニュートラル達成

[11] 国立環境研究所資料，2050 年脱炭素社会実現の姿に関する一試算，p.26，2020 年 12 月 14 日（https://www-iam.nies.go.jp/aim/projects_activities/prov/2020_2050Japan/2050_Japan_201214.pdf）＜閲覧日：2022 年 11 月 30 日＞

[12] 資源エネルギー庁総合 資源エネルギー調査会 基本政策分科会 第 34 回会合資料 3-1，2050 年脱炭素社会実現の姿に関する一試算，p.6（グラフより概数として把握），2020 年 12 月 14 日

に向けた参考値として、想定電力需要 1.3～1.5 兆 kWh を用いている。

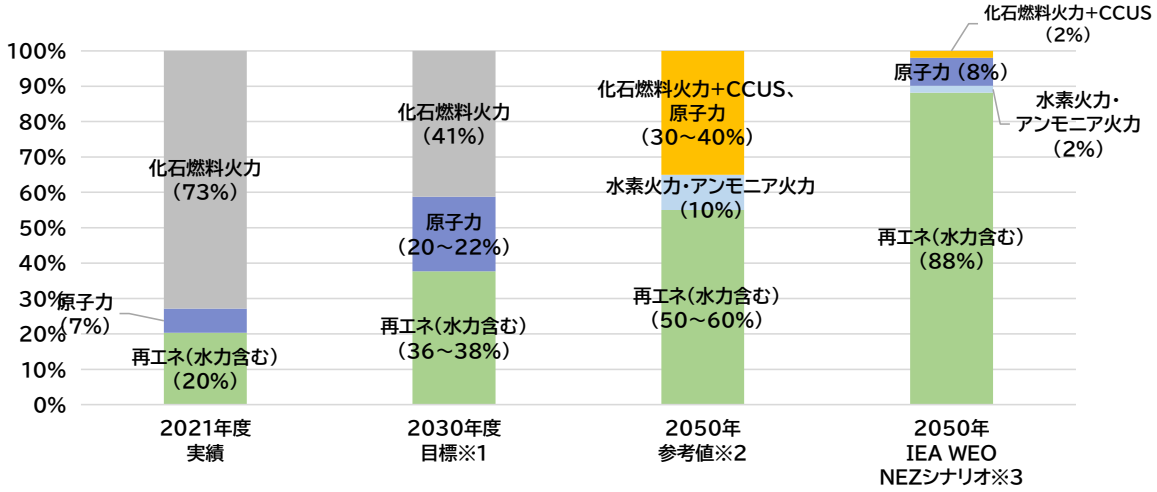
上記を踏まえ、脱炭素社会の実現に向けた社会変容をあるべき姿とし、2050 年時点の電力需要を 1.35 兆 kWh に設定した。

（2） 再生可能エネルギー及び風力発電の最大限導入

資源エネルギー庁は、2050 年カーボンニュートラル達成に向けた参考値[13]として、将来の想定電力需要 1.3～1.5 兆 kWh のうち、水力を含む再生可能エネルギーの割合を少なくとも 50～60%に高める必要性を示している[14]。この 50～60%という数値は、2050 年時点における化石燃料由来の火力発電と CCUS 技術[15]の組み合わせを想定しているが、エネルギー・経済安全保障の観点も含めた本質的な問題解決に向けては、化石燃料由来の火力発電からの脱却を実現する必要がある。IEA による 2050 年までに CO2 排出量ネットゼロを実現するシナリオ(Net Zero Emissions シナリオ)においても、再生可能エネルギーの発電電力量の比率は、2050 年には 88%に達すると予測されている。世界の潮流を踏まえても、再生可能エネルギーの導入は、参考値として示された数値に留まらないさらなる高みを目指す必要がある。

上記より、2050 年時点の電力需要の 80%以上を再生可能エネルギーで賄うこととし、中でもポテンシャルの大きい風力発電及び太陽光発電を主力とした。

図 2-2 2050 年時点の電源構成に関する日本政府の参考値と IEA 予測の比較



※1:第 6 次エネルギー基本計画(2021 年 10 月)で示された目標値
※2:政府目標ではなく、2050 年カーボンニュートラル達成に向けた議論を深めて行くための一つの目安・選択肢として示されているもの
※3: IEA World Energy Outlook 2022(2022 年 10 月) Net Zero Emissions シナリオの値
出所)令和 3 年度(2021 年度)エネルギー需給実績(速報)
(https://www.meti.go.jp/press/2022/11/20221122001/20221122001.html)＜閲覧日:2022 年 11 月 30 日＞、資源エネルギー庁 第 6 次エネルギー基本計画, 2030 年度におけるエネルギー需給の見通し(関連資料), p.70, 2021 年 10 月、資源エネルギー庁 総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会 第 43 回会合資料 1, 2050 年カーボンニュートラルの実現に向けた検討, p.17, 2021 年 5 月 13 日より作成

[13] 政府目標ではなく、2050 年カーボンニュートラル達成に向けた議論を深めて行くための一つの目安・選択肢
[14] 資源エネルギー庁 総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会 第 43 回会合資料 1, 2050 年カーボンニュートラルの実現に向けた検討, p.17, 2021 年 5 月 13 日
[15] 二酸化炭素の回収・有効利用・貯留(Carbon dioxide Capture, Utilization or Storage)の略語で、火力発電所や工場などからの排気ガスに含まれる CO2 を分離・回収し、資源として作物生産や化学製品の製造に有効利用する、または地下の安定した地層の中に貯留する技術。

（3） 化石燃料由来電源からの脱却と国産エネルギーによるグリーン水素製造

今後の主力となる風力発電及び太陽光発電は自然変動電源であることから、電力の需要と供給のバランスを保つためには、両者のギャップを補う調整力が必要となる。全国大での再生可能エネルギー電気のマネジメントを可能とする送電網の整備はもちろんのこと、揚水発電の最大活用、蓄電池を活用したエネルギーマネジメント、グリーン水素・アンモニア由来の火力発電の商用化等が調整力の役割を担うこととなる。

蓄電池については、今後、電気自動車や家庭用蓄電池などが生活のあらゆる場面において普及し、V2G[16]等による蓄電池を電力系統に接続し調整力として活用する技術の導入も進むものと考えられる。また、系統側に設置される蓄電池の普及も見込まれ、調整機能として大きな役割を果たすと想定される。

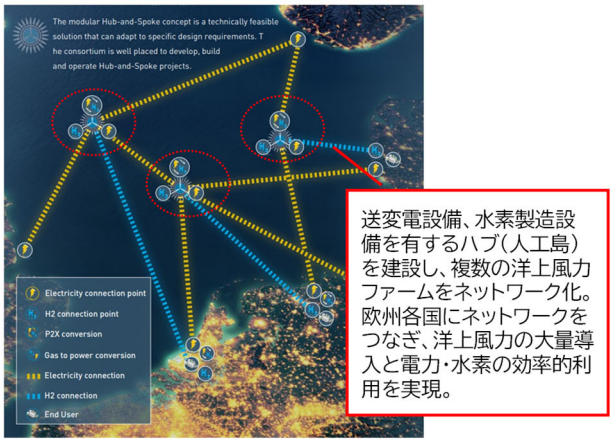
火力発電については、慣性力や同期化力を持つ調整電源として、また自然変動電源の出力増減や季節変動を補完する電源として一定量の確保が想定される。その際、燃料は石炭や天然ガス等の化石燃料ではなく、再生可能エネルギー由来のグリーン水素等のカーボンフリー燃料に代替されている必要がある。

グリーン水素については、当面は海外からの輸入が想定されるが、エネルギー・経済安全保障の観点から、出来る限り純国産エネルギーとして国内製造することが望ましい。欧州においては、北海に洋上風力発電のハブとなる送変電基地を建設し、電力に加えて水素を製造し、欧州各国に供給する計画が進行している（図 2-3（左））。我が国においても将来的に同様の取組みが可能になると想定され、その際、沖合に設置される浮体式洋上風力発電を活用した大規模水素製造も有望なオプションの一つとなる（図 2-3（右））。

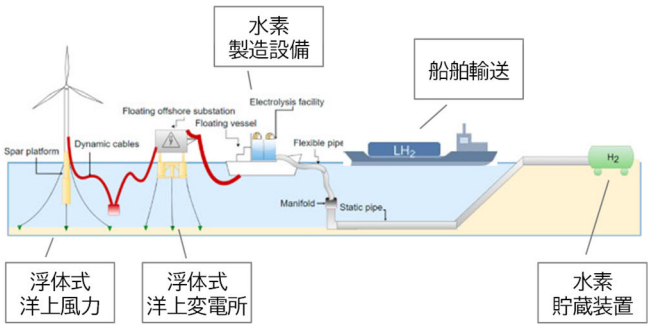
上記を踏まえ、揚水発電の活用に加え、蓄電池が調整力として活用されていること、2050 年時点で稼働する火力発電の燃料はグリーン水素由来であることを想定した。また、グリーン水素の一部を国内の浮体式洋上風力発電で製造した場合に必要となる追加的導入量についても試算を行った。

図 2-3 北海における風力発電ハブ建設構想（左）と浮体式洋上風力発電による水素製造イメージ（右）

北海風力発電ハブ：North Sea Wind Power Hub



浮体式洋上風力発電による水素製造イメージ



出所）North Sea Wind Power Hub Programme Concept Paper
（https://northseawindpowerhub.eu/sites/northseawindpowerhub.eu/files/media/document/Concept_Paper_2_The-Vision.pdf） ＜閲覧日：2022 年 11 月 30 日＞に一部加筆、Dedicated large-scale floating offshore wind to hydrogen: Assessing design variables in proposed typologies, Omar S.Ibrahim 他,Fig.7
（https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032122002258） ＜閲覧日：2022 年 11 月 30 日＞に一部加筆

[16] Vehicle-to-Grid（V2G）：電気自動車等の車載用蓄電池を電力系統に接続し、電力系統の状況に応じて蓄電池から充放電を行う技術。

2.2.2 風力発電の必要導入量の試算結果

前節の将来の社会・エネルギー供給の想定に基づき、表 2-4 の前提条件を設定し、電力需給モデル[17]を用いて、2050 年時点で必要となる風力発電導入量の試算を行った。

電力需給モデルによる計算においては、風力発電の導入量を変数とし、メリットオーダーに基づき算出される時刻別の電源運用と卸電力価格に対し、表 2-4 に示す前提条件で投資回収可能となる風力発電の導入量を推計した。

風力発電以外の再生可能エネルギー電源及び原子力発電の設備容量については、政府や各機関等の見通しに基づき、表 2-4 に示す想定量に設定した。また、カーボンニュートラル達成のためには電力部門の脱炭素化は必須であることから、化石燃料由来の火力発電は 2050 年までにフェーズアウトし、グリーン電力由来の水素を用いた水素火力に更新され、調整用電源として必要最低限の稼働がなされると想定した。水素火力以外の調整力として、他機関の試算を参考に蓄電池の導入（200GW）を見込むとともに、電力系統については、電力広域的運営推進機関（OCCTO）によるマスタープラン（中間整理）における「電源偏在シナリオ（45GW）」の増強・新設がなされると想定した。

図 2-4 風力発電導入量の試算に用いた電力需給モデルの概要

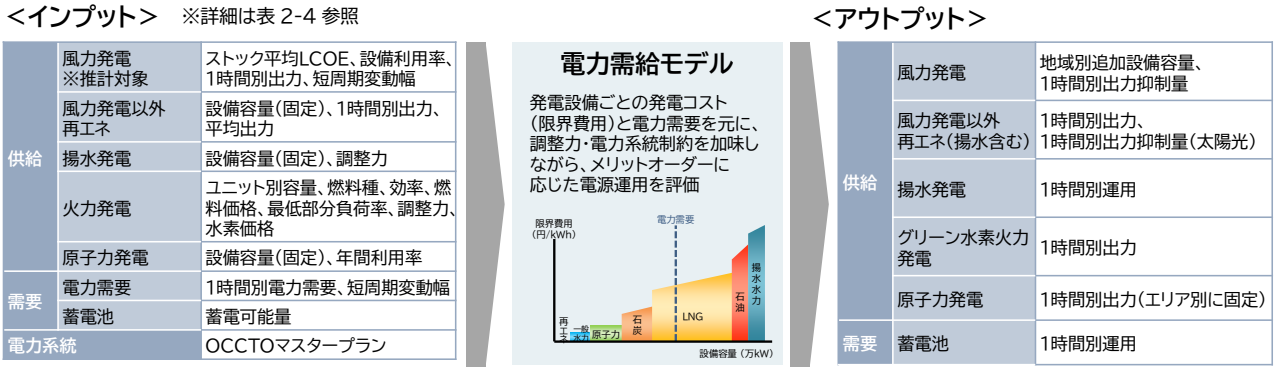


表 2-4 風力発電導入量の試算の前提条件

項目		前提条件概要
再生可能エネルギー	風力発電	● モデル計算により導入量を算出 ● 既導入量及び洋上風力発電導入目標（2040 年 45GW）の導入を想定し、追加的導入量をモデル計算により算出 ● 2050 年時点のストック平均 LCOE を 8 円/kWh に設定し、モデルで算定される卸電力価格に基づく収益で投資回収可能となる導入量を推計 ● 2050 年時点のストック平均設備利用率を陸上 25%、洋上（着床式）35%、洋上（浮体式）45%に設定 ● 陸上、洋上（着床式）、洋上（浮体式）の各ポテンシャルに、ストック平均設備利用率（上述）とポテンシャル実現率（陸上 50%，洋上(着床式)50%，洋上(浮体式)25%）を考慮した按分比率を設定し、各種別の導入量を算出
	太陽光発電	● 太陽光発電協会による導入見通しを踏まえ 300GW（AC ベース）が導入されると設定[18]

[17] 推計は電力需給モデルにより、発電設備ごとの発電コスト（限界費用：発電 1kWh にかかる燃料費）と電力需要を元に、調整力・電力系統制約を加味しながら、メリットオーダーに応じた電源運用を評価し、将来の電源構成見通しを推計。
[18] 一般社団法人日本太陽光発電協会，JPEA ビジョン・PV OUTLOOK 2050 感染症の危機を乗越え、あたらしい社会へ

項目		前提条件概要
	水力発電	● 国立環境研究所の LED シナリオ[19]における導入量(1,020 億 kWh)を採用
	地熱発電	● 国立環境研究所の LED シナリオ [19] における導入量(420 億 kWh)を採用
	バイオマス発電	● 国立環境研究所の LED シナリオ [19] における導入量(740 億 kWh)を採用
火力発電		● 化石燃料由来の火力発電は 2050 年までにフェーズアウトし、2050 年までにグリーン水素による火力発電に更新されると想定 ● 調整力として必要最低限の稼働がなされると想定
原子力発電		● 国立環境研究所の参考値ケース[20]における導入量(1,400 億 kWh)を採用
揚水発電		● 現状の導入量(25GW)で横ばいと想定
蓄電池		● 電力中央研究所の試算[21]を参考に 200GW に設定 ● 時間率は 5 時間に設定
電力系統		● 電力広域的運営推進機関(OCCTO)によるマスタープラン(中間整理)における「電源偏在シナリオ(45GW)」[22]を想定
水素価格		● 水素・燃料電池戦略協議会資料[23]を参考に 20 円/Nm3 に設定
電力需要		● 国立環境研究所の LED シナリオを参考に 1.35 兆 kWh[24]に設定

試算の結果、2050 年時点で、風力発電全体で 140GW、内訳として、陸上風力発電 40GW、着床式洋上風力発電 40GW、浮体式洋上風力発電 60GW の導入が必要となる結果が得られた。本導入により、風力発電による発電電力量は約 4,500 億 kWh となり、2050 年の想定電力需要(約 1.35 兆 kWh)の 1/3 を賄う結果となった(図 2-5)。これは、前述した IEA の予測とも概ね一致している。

また、火力発電(電源構成比約 9%、約 1,300 億 kWh)の燃料となるグリーン水素を、全て国内の浮体式洋上風力発電により製造すると仮定した場合の、追加的な必要導入量について簡易的な試算を行った。IEA や水素・燃料電池戦略協議会の想定を参考に、水素製造効率 64%、水素発電効率 57%[25]を想定すると、浮体式洋上風力発電の追加必要導入量は約 90GW となる[26]。これは非常に大きな数字であるが、電力供給を行う 60GW と合わせても浮体式洋上風力発電のポテンシャル(424GW)の約 35%であり、導入可能な量である。エネルギー・経済安全保障の観点から、国産グリーン水素の比率を高めることが重要であり、電力供給のための電源 140GW の導入にとどまることなくさらなる高みを目指す必要がある。

「太陽光発電の主力電源化への道筋」, p.22, 2020 年 5 月 18 日

[19] 資源エネルギー庁総合 資源エネルギー調査会 基本政策分科会 第 34 回会合資料 3-1, 2050 年脱炭素社会実現の姿に関する一試算, p.21, 2020 年 12 月 14 日

[20] 資源エネルギー庁総合 資源エネルギー調査会 基本政策分科会 第 43 回会合資料 2, 2050 年カーボンニュートラルのシナリオ分析(中間報告), p.46, 2021 年 5 月 13 日

[21] 電力中央研究所, 2050 年の CO2 大規模削減を実現するための経済およびエネルギー・電力需給の定量分析, p.27, 2019 年 4 月

[22] 電力広域的運営推進機関, マスタープラン検討に係る中間整理, p.77, 2021 年 5 月 20 日

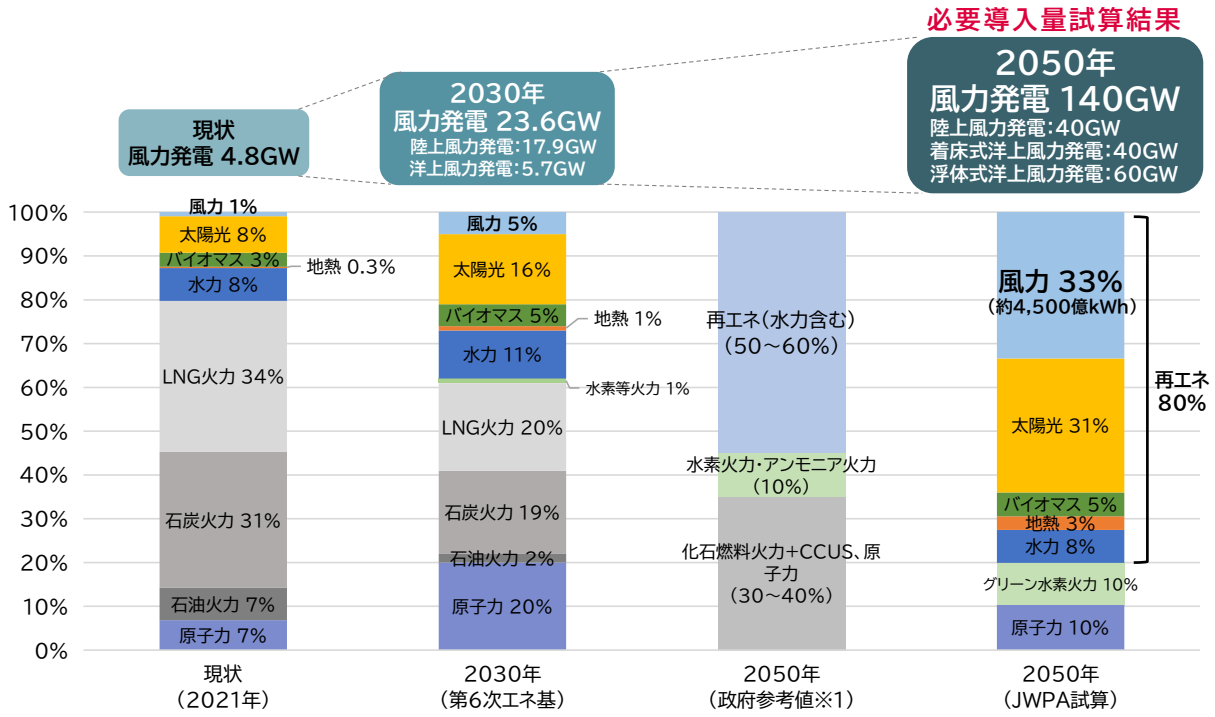
[23] 経済産業省 第 25 回 水素・燃料電池戦略協議会 資料 1, 今後の水素政策の課題と対応の方向性中間整理(案), p.38, 2021 年 3 月 22 日

[24] 資源エネルギー庁総合 資源エネルギー調査会 基本政策分科会 第 34 回会合資料 3-1, 2050 年脱炭素社会実現の姿に関する一試算, p.6(グラフより概算), 2020 年 12 月 14 日

[25] 経済産業省 第 25 回 水素・燃料電池戦略協議会 資料 1, 今後の水素政策の課題と対応の方向性中間整理(案), p.31, p.71, 2021 年 3 月 22 日

[26] 1,300 億 kWh / 57% / 64% ÷ (8,760 × 45%) により算出。

図 2-5 目指すべき社会の実現に向けた風力発電の必要導入量試算結果



※1:政府目標ではなく、2050 年カーボンニュートラル達成に向けた議論を深めて行くための一つの目安・選択肢として示されているもの
※2:グラフは総発電電力量に占める各電源の割合を示す
出所)令和 3 年度(2021 年度)エネルギー需給実績(速報)
(https://www.meti.go.jp/press/2022/11/20221122001/20221122001.html)<閲覧日:2022 年 11 月 30 日>、
資源エネルギー庁 第 6 次エネルギー基本計画, 2030 年度におけるエネルギー需給の見通し(関連資料), p.73, 2021 年 10 月、資源エネルギー庁, 第 70 回調達価格等算定委員会 資料 1, 国内外の再生可能エネルギーの現状と今年度の調達価格等算定委員会の論点案, p.8, 2022 年 10 月 12 日より作成

2.3 風力発電の導入による社会的便益

2050 年までに 140GW の風力発電を導入した際にもたらされる便益として、経済波及効果、雇用創出効果、および化石燃料調達費削減効果について、風力発電導入量試算結果、および各種前提条件や JWPA 内部のモデルとデータに基づき概算した(図 2-6)。

2050 年時点で、経済波及効果は年間 6.0 兆円、雇用創出効果は 35.5 万人、化石燃料調達費削減効果は年間 2.5 兆円の効果が得られる結果となった[27, 28, 29]。

本試算結果からも分かるとおり、風力発電は、脱炭素化、産業・エネルギーレジリエンス強化に加え、新たな国内産業と雇用の創出による経済安全保障、グリーン成長・GX 実現につながる、社会的意義の大きい電源として位置づけられる。

---

[27] 経済波及効果・雇用創出効果は、直接効果、1 次波及効果、2 次波及効果の合計値。
[28] 風力発電が化石燃料由来の火力発電を代替すると仮定した場合の化石燃料調達費削減効果を試算。資源エネルギー庁における 2030 年時点の燃料費想定額(原油価格 79$/bbl とした場合の試算値)を用いて試算。出所は脚注番号 31 を参照のこと。
[29] 風力発電 140GW 導入に加えて、火力発電の燃料となるグリーン水素の 1/3 を国内の浮体式洋上風力(約 30GW)により製造すると仮定した場合に得られる効果は、2050 年時点で、経済波及効果は年間 7.5 兆円、雇用創出効果は累積で 44.3 万人、化石燃料調達費削減効果は年間 3.2 兆円となる。

図 2-6 風力発電がもたらす便益(2050年時点)

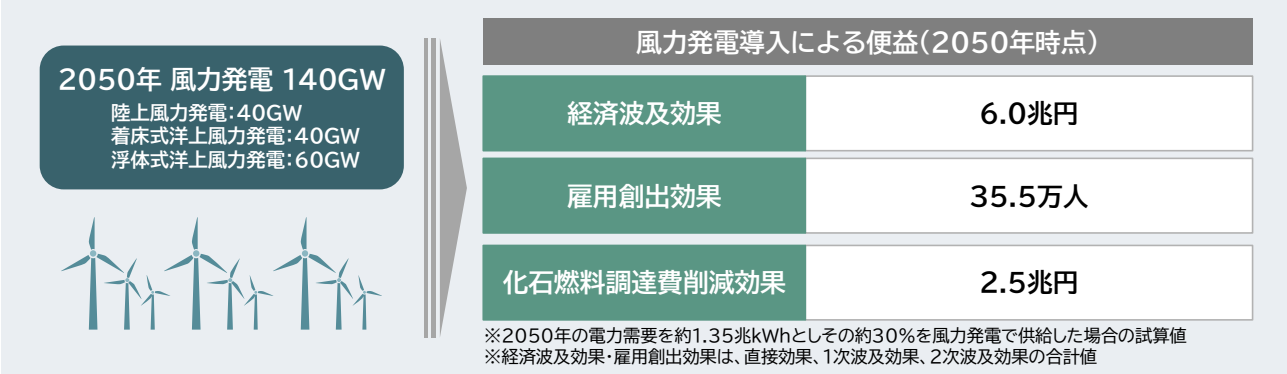


表 2-5 便益試算の前提条件

項目	前提条件
共通事項	● 2050 年の電力需要を約 1.35 兆 kWh に設定 ● 2050 年時点の風力発電導入量を以下に設定 陸上風力:40GW 洋上風力(着床式):40GW 洋上風力(浮体式):60GW ● 2050 年時点で稼働している風力発電の平均設備利用率を以下に設定 陸上風力:25% 洋上風力(着床式):35% 洋上風力(浮体式):45% ● 風力発電の発電電力量合計を約 4,500 億 kWh に設定
経済波及効果・雇用創出効果	● JWPA 内で検討した風力発電の将来コスト見通し分析結果[30]に基づき、産業連関表を用いて直接効果+1 次・2 次波及効果を算出 ● 風力発電の将来コストは、将来的に国際競争力を持つ水準に収斂すると想定し、日本特有の条件(地震・台風への対応等)を考慮して試算 ● 将来コストに対し、日本国内で実施される事業活動により提供される製品・サービス等のコストの割合(国内調達比率)を考慮 ● CAPEX は 2050 年時点の想定単年導入量、OPEX は 2050 年時点の累積導入量を考慮して、直接効果を算出
化石燃料調達費削減効果	● 資源エネルギー庁における 2030 年時点の燃料費想定額(2.5 兆円)[31]と、本想定額算定時の想定電力需要等により、燃料費単価を約 5.7 円/kWh と試算 - 第 6 次エネルギー基本計画の前提条件に基づき、2030 年時点の電力需要(9,340 億 kWh)のうち 38%は再生可能エネルギー、20%は原子力(発電コスト検証 WG より燃料費 1.7 円/kWh と想定)、残りは火力発電により賄われるとした場合、kWh あたり燃料費は約 5.7 円/kWh と試算される ● 風力発電による発電電力量(約 4,500 億 kWh)と燃料費単価を乗じて化石燃料調達費削減効果を算出

[30]コストモデルを用いて詳細費目別のコストを算定。その費目別コストに想定国内調達比率を乗じて産業連関表にインプットし、経済波及効果及び雇用創出効果を算出。
[31]資源エネルギー庁, 総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会(第 50 回会合)資料 1, エネルギーの安定供給の再構築, p.10, 2021 年 9 月 28 日、資源エネルギー庁, 2030 年度におけるエネルギー需給の見通し(関連資料), p.79, 2021 年 10 月 22 日

3. 目指す社会の実現と風力発電の最大限導入に向けた必要施策

「脱炭素社会への移行」、「産業・エネルギーレジリエンス強化」、「国際競争力ある産業創出と経済成長」からなる、安心・安定・持続可能な社会の実現と風力発電の最大限導入を果たすためには、「大規模・安定的・予見可能性の高い中長期市場形成」、「グローバル市場と整合した合理的かつ透明性の高い制度設計」、「国際競争力ある産業育成を実現する適時・的確な産業政策」の３つの基本方針を官民で共有しながら、効果的な必要施策を迅速に展開していくことが極めて重要となる。

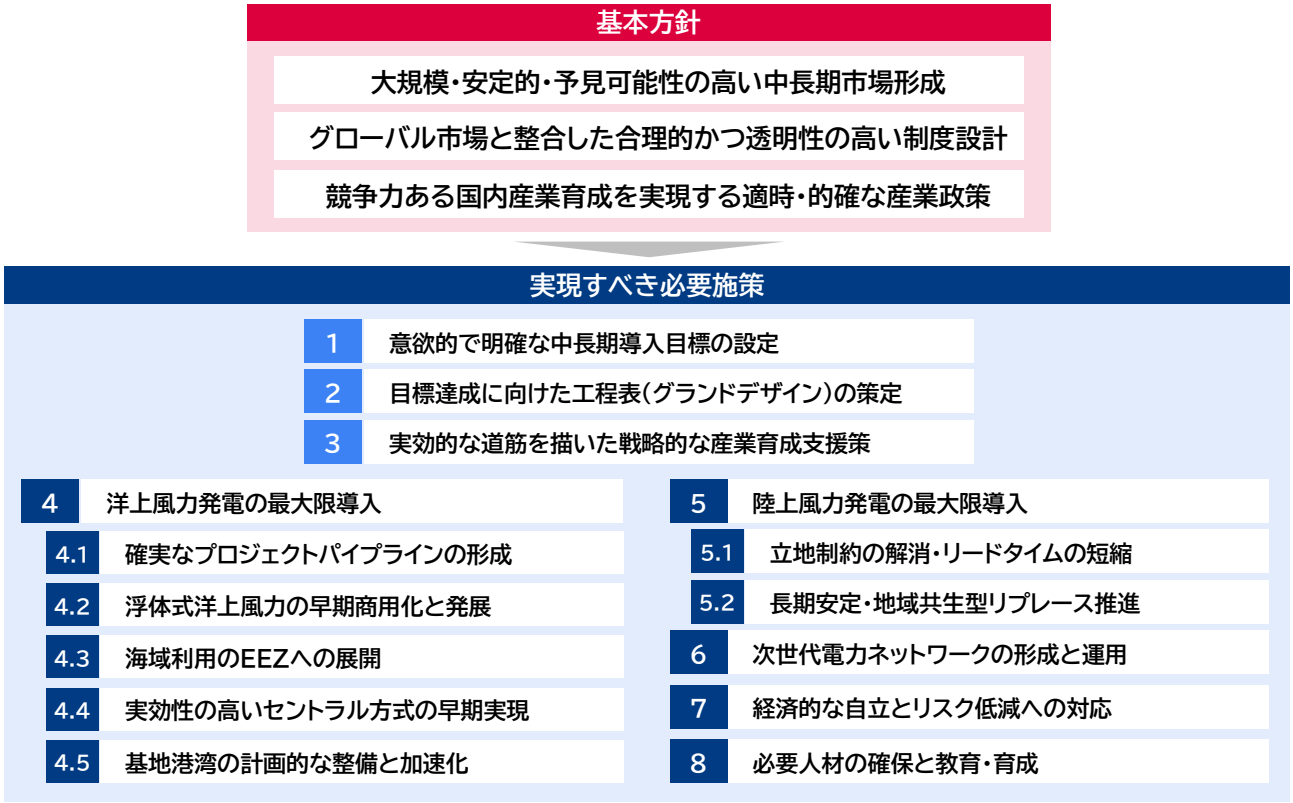
第一に、風力発電市場への参入を促進し、国際競争力を持つ国内産業を育成するためには、2050 年を見据えた中長期の野心的な導入目標や安定的な制度運用に裏付けされた、大規模かつ予見可能性の高い市場を形成することが最も重要となる。投資回収が見込める将来市場を示すことで、グローバル市場における日本市場の魅力を高め、国内外からの民間投資を促進することが可能となる。

加えて、グローバル市場と整合した合理的・透明性の高い制度設計により、許認可プロセスの透明化・簡素化や安全基準等の標準化を図り、プロジェクト開発リスクを低減することが重要である。これは、事業開発のコスト低減に直結するとともに、国際競争力を有する国内産業育成の基盤となる。

また、上記の導入目標や制度合理化と合わせて、風力発電の最大限導入を支える安定的かつ国際競争力を持つ国内産業を育成し、万一の有事の際の産業のレジリエンスを高めることが必要不可欠である。そのためには、次節に解説するような、産業育成に必要なステップを踏まえた適時・的確な産業政策を、国を挙げて講じていく必要がある。アジアを含むグローバル市場の成長は目覚ましく、他国に立ち後れることのない、スピード感を持った官民一体の取り組みが求められている。

目指す社会の実現と風力発電の最大限導入に向けて、上記３つの基本方針に基づき、図 3-1 の施策について、官民一体となって早急に具体的検討を進め、着実な成果を出していくことが求められる。次節以降に、各施策の詳細を解説する。

図 3-1 目指す社会の実現と風力発電の最大限導入に向けた必要施策の基本方針と全体像



3.1 意欲的で明確な中長期導入目標の設定

意欲的で明確な中長期導入目標の設定は、市場の予見可能性を高め、民間の投資と最新技術を呼び込み、国際競争力のある国内産業育成を実現しうる、効果的・効率的な諸施策を検討するための全てのベースとなる必要不可欠なものである。

2020 年 12 月に発表された「洋上風力産業ビジョン(第1次)」では、「2030 年までに 10GW、2040 年までに浮体式も含む 30GW～45GW の案件を形成する」という、我が国で初めての洋上風力発電の具体的導入目標が掲げられた。また、2021 年 10 月に政府は第 6 次エネルギー基本計画を策定し、2030 年度における再生可能エネルギーの導入目標を、第 5 次計画の電源比率 22～24%から 36～38%に上方修正し[32]、風力発電の導入目標も、陸上風力発電 17.9GW、洋上風力発電 5.7GW へと引き上げた[33]。

一方、2050 年に向けた、長期的な導入目標は未だ明示されていない。また、近い将来の大規模導入開始が期待され、「GX 実現のための基本方針」にも必要性が明記された浮体式洋上風力発電についての具体的な導入目標が設定されておらず、我が国のエネルギー政策における位置づけが不透明となっている。今後は 2050 年に向けた長期導入目標の設定、および浮体式洋上風力発電の導入目標具体化に向けた検討を加速する必要がある。

上記を踏まえ、2.2 節に示した試算結果に基づき、JWPA は、2050 年時点の導入目標として以下を提案する。

[32] 資源エネルギー庁 第 6 次エネルギー基本計画, 2030 年度におけるエネルギー需給の見通し, p.70, 2021 年 9 月
[33] 資源エネルギー庁 第 6 次エネルギー基本計画, 2030 年度におけるエネルギー需給の見通し, p.30, 2021 年 9 月

図 3-2 意欲的で明確な中長期導入目標に対する JWPA 提案

トピック：我が国における風力発電の導入目標の状況

2020 年 7 月、「洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会」（洋上風力官民協議会）が設立され、同年 12 月に「洋上風力産業ビジョン（第1次）」を発表、図 3-3 に示す官民それぞれにおける 3 つの目標が設定された。本目標は、洋上風力発電の市場形成及び産業発展を実現する官民の強い意志を世界に発信するものである。これにより、今後日本に巨大市場が形成されることが期待され、国内外の企業が洋上風力発電事業への参入を表明することとなった。

また、政府は、2021 年 10 月に日本の NDC（国が決定する貢献）を国連気候変動枠組条約事務局に提出し、2050 年カーボンニュートラル達成に向けて、2030 年度において温室効果ガス 46%削減（2013 年度比）を目指すこと、さらに 50%の高みに向けて挑戦を続けることを表明した[34]。この流れを受けて、2021 年 10 月に策定された第 6 次エネルギー基本計画では、2030 年度における再生可能エネルギーの導入目標を、第 5 次計画の電源比率 22～24%から、36～38%に引き上げた[35]。特に風力発電の導入目標は、第 5 次計画では陸上風力発電 9.2GW、洋上風力発電 0.8GW であったが、第 6 次計画では陸上風力発電 17.9GW、洋上風力発電 5.7GW へと引き上げられた[36]。

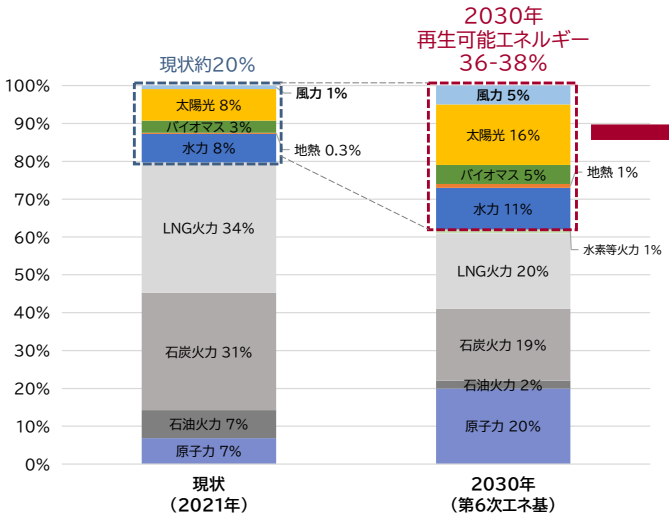
図 3-3 洋上風力産業ビジョン（第 1 次）の 3 つの目標

政府の目標設定	導入目標	2030年までに10GW、2040年までに浮体式も含む30GW～45GWの案件を形成する。
産業界の目標設定	国内調達比率目標	我が国におけるライフタイム全体での国内調達比率を2040年までに60%にする。
	コスト目標	着床式の発電コストを、2030～2035年までに、8～9円/kWh にする

出所）洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会「洋上風力産業ビジョン（第 1 次）」，2020 年 12 月 15 日より作成

[34] 環境省，日本のNDC（国が決定する貢献），p.1，2021 年 10 月 22 日
[35] 資源エネルギー庁 第 6 次エネルギー基本計画，2030 年度におけるエネルギー需給の見通し（関連資料），p.70，2021 年 9 月
[36] 資源エネルギー庁 第 6 次エネルギー基本計画，2030 年度におけるエネルギー需給の見通し，p.30，2021 年 9 月

図 3-4 第 6 次エネルギー基本計画における風力発電の位置づけ



再エネ種類	2030年導入目標
太陽光	103.5～117.6GW（1,290～1,460億kWh）
陸上風力	17.9GW（340億kWh）
洋上風力	5.7GW（170億kWh）
地熱	1.5GW（110億kWh）
水力	50.7GW（980億kWh）
バイオマス	8.0GW（470億kWh）
合計発電電力量	3,360～3,530億kWh

※合計は四捨五入の関係で一致しない場合がある。

出所）資源エネルギー庁 第 6 次エネルギー基本計画，2030 年度におけるエネルギー需給の見通し（関連資料），p.30，p.73，2021 年 10 月、資源エネルギー庁，第 70 回調達価格等算定委員会 資料 1，国内外の再生可能エネルギーの現状と今年度の調達価格等算定委員会の論点案，p.7，2021 年 10 月 4 日、令和 3 年度（2021 年度）エネルギー需給実績（速報）（https://www.meti.go.jp/press/2022/11/20221122001/20221122001.html）＜閲覧日：2022 年 11 月 30 日＞より作成

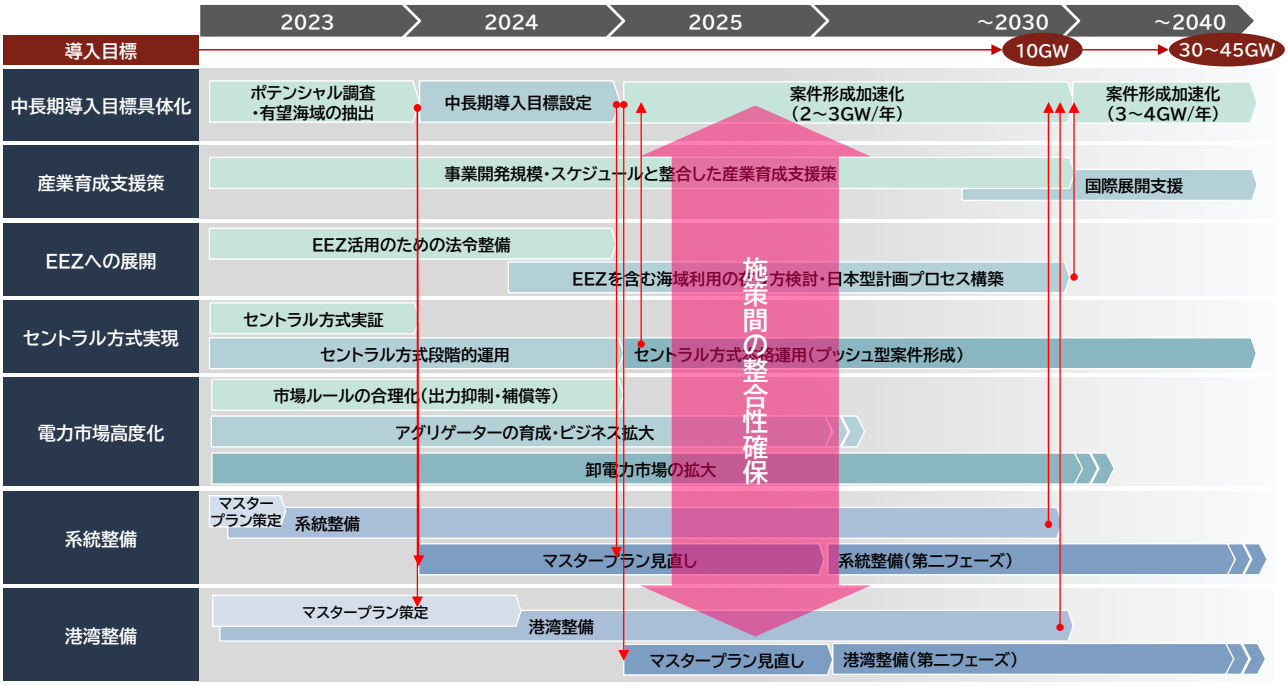
3.2　目標達成に向けた工程表（グランドデザイン）の策定

国際競争力のある国内産業育成を実現するため、特にこれからの我が国の国内産業を支える洋上風力発電については、有望海域の抽出、電力市場の整備、系統及び港湾などのインフラ整備、産業育成、人材の育成等、多面的かつ省庁横断的な施策を、総合的かつ整合的に実施する必要がある。

そのためには、クリティカルパスを明示した工程表（グランドデザイン）を官民で策定・共有し、常に全体の進捗を確認・検証しながら効果的に取り組みを進めていくことが肝要である。

グランドデザインの策定、実行および検証においては、再生可能エネルギーの導入促進をミッションとして、省庁横断的な施策の検討・実現を迅速に推進する体制・組織を構築することが極めて重要である。

図 3-5 目標達成に向けた工程表（グランドデザイン）イメージ



3.3　実効的な道筋を描いた戦略的な産業育成支援策

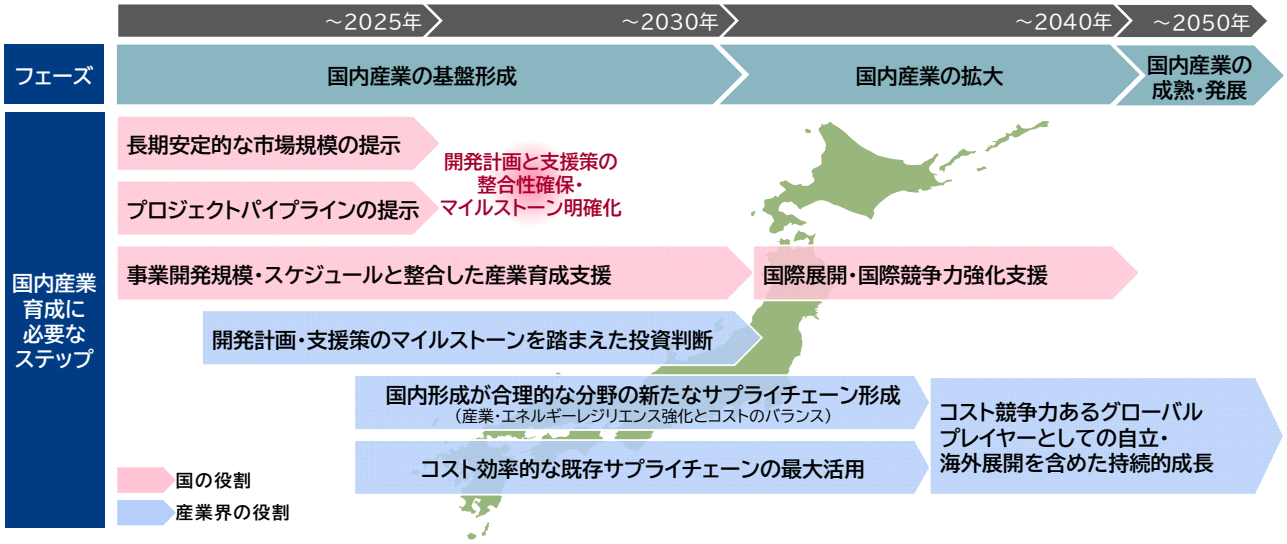
我が国には、ポテンシャルとして、欧州や米国のサプライチェーンに匹敵するほどの要素技術や知見、経験を有した企業が揃っている。これら国内企業の参入を促進し、国際競争力を持つ国内産業育成を実現するためには、図 3-6 に示す産業育成に必要となるステップ（将来市場・プロジェクトパイプラインの提示→事業開発タイミングと整合した国内産業育成支援策→段階的投資判断→段階的産業基盤の確立）を踏まえた、実効的な道筋を描いた戦略的な産業育成支援策を、国を挙げて講じていく必要がある。

国内産業育成の基盤としては、何よりも国内企業が、国際競争力ある量産体制の構築、設備投資に踏み切れるだけの、長期安定的かつ明確な市場規模、具体的なプロジェクトパイプライン、および機器の需要規模が明示・保障されることが不可欠である。同時に、初期投資が発電原価の上昇につながらないように短期的なコスト増加を補うための補助金等の支援策を、公募・入札の規模とスケジュール面で整合的に実行していくこと、すなわち開発計画と支援策の整合性確保とマイルストーンの明確化が極めて重要である。

市場形成初期に国内企業の参入を支援し、規模の経済を保証するだけの市場規模が確保されれば、早期にコスト競争力を高めることができ、グローバル市場への輸出を通じてさらに産業基盤を盤石にすることが可能となる。また、国内におけるサプライチェーンの形成は、万一の有事の際の産業のレジリエンスを高めることとなり、産業・エネルギーレジリエンスとコストのバランスを踏まえた産業育成の観点が欠かせない。

JWPA では、2030 年までを国内産業の基盤形成の期間と位置付けており、エネルギー・経済安全保障を含めた総合的な観点で、国内産業形成が合理的な分野の新たなサプライチェーンを確立していくことが必須と考えている。並行して、コスト効率的な既存のサプライチェーンを最大限に活用しながらコスト競争力のあるグローバルプレイヤーとして自立させ、海外展開を含めて継続的に成長できる、持続可能な産業に拡大していくことが肝要である。

図 3-6　国際競争力を持つ国内産業育成に向けた道筋



3.4　洋上風力発電の最大限導入

3.4.1　目標達成に向けた確実なプロジェクトパイプラインの形成

洋上風力発電産業の基盤構築と安定的な市場形成、その活性化のためには、連続的且つ安定的に案件形成がなされることが必須であり、確実なプロジェクトパイプラインを国内外に示し、我が国における洋上風力発電市場への投資の呼び水とすることが必要となる。政府は洋上風力官民協議会での合意に基づき2030 年まで 1GW／年のペースで案件形成を進めているが、ロシアによるウクライナ侵攻後、世界各国は大幅に導入目標を上方修正し、また時期を前倒しにしているため、日本国内の案件形成は規模でもスピードでも大きく劣後してしまっている。また、2040 年までに 30～45GW の導入目標を達成するためにも1GW／年では全く不足で、そのペースを 2～3 倍（3～4GW／年）に引き上げる必要があり、プロジェクト当たりの規模拡大を含め、案件形成を加速する必要がある。

そのためには、個々のプロジェクトの規模を拡大し、開発期間の短縮化、港湾等のインフラや国内産業基盤の整備が必須である。公募・入札の実施とそれに伴う占用許可のプロセスを改善・加速することは、世界的に見ても魅力的なパイプラインを実現する上で喫緊の課題である。

3.4.2　浮体式洋上風力発電の早期商用化と発展

欧州や米国をはじめ、隣国である韓国においても、浮体式洋上風力発電の意欲的な導入目標が次々と設定され、世界市場における浮体式洋上風力発電の開発の流れが加速化している。

スコットランドでは、合計約 15GW の浮体式洋上風力発電開発海域が決定されるなど、GW 規模の浮体式洋上ウィンドファームを含む大規模な市場が創出されている。また、アジアでは、韓国がウルサン沖でGW 規模の浮体式洋上ウィンドファームの開発計画が多数立ち上がっている。

我が国は、福島県沖実証事業や長崎県五島市沖実証事業を実施し、浮体式洋上風力発電の技術開発、検証では世界に先駆けていたが、導入目標や具体的な商用プロジェクトの開発計画が未定であり、近年は実用化の面で世界に後れを取りつつある。浮体式洋上風力発電分野における日本のイニシアティブを失わないためには、官民を挙げて、政策面、技術面双方における取組みを早急に強化する必要がある。

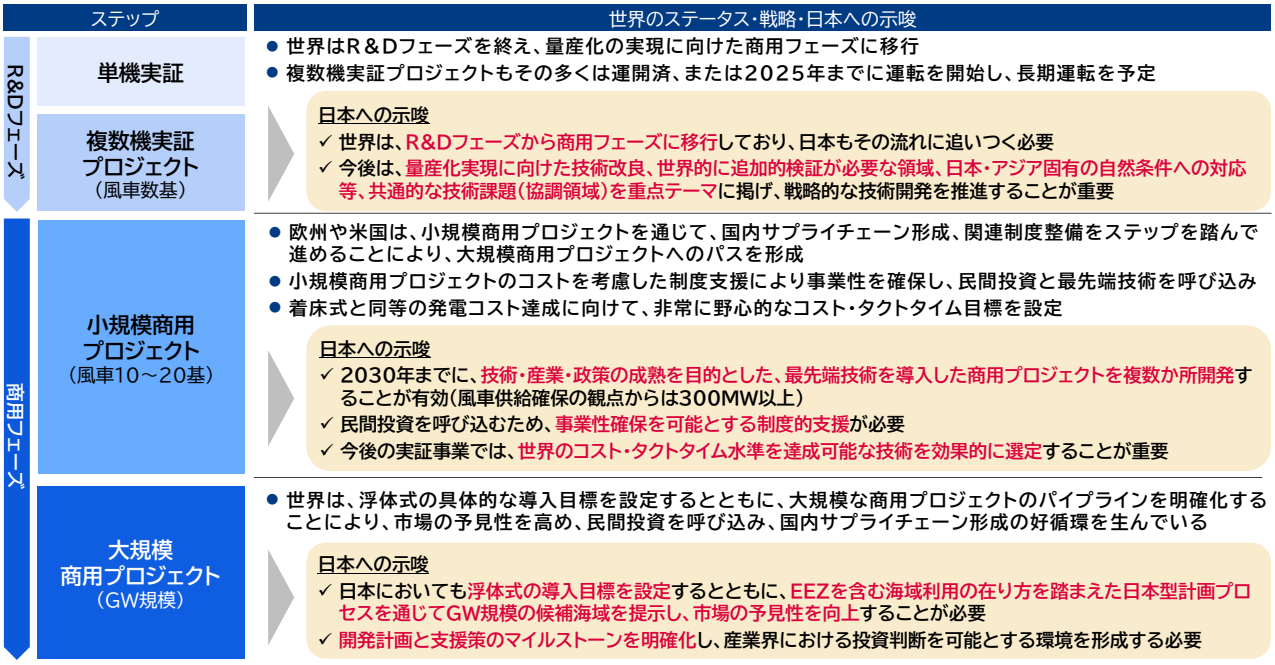
そのためには、世界は R&D フェーズから商用フェーズに移行していることを認識し、今後の技術開発においては、世界の後追いのような開発、検証を行うよりも、世界的にも追加検証が必要な領域や、日本・アジア固有の自然条件への対応など、共通的、先端的な技術課題を重点テーマとした戦略的な取組みが重要である。

また、技術・産業・政策の成熟において世界に後れを取らないために、2030 年までに、少なくとも風車10-20 基・数百 MW 規模の商用プロジェクトを複数か所開発することが重要である。

さらに、2030 年以降の浮体式洋上風力発電の導入目標を設定するとともに具体的な案件形成を行うことで市場予見性を高め、産業界の投資判断を可能とする環境を整備することが必要不可欠である。特に世界トップクラスの製造技術を有する我が国の製鉄、造船、鉄構などの既存産業は、浮体式洋上風力分野において世界をリードする存在になりうることから、国際競争力を持つ産業として発展するための制度・政策

的支援が欠かせない。

図 3-7 世界市場の動向を踏まえた浮体式洋上風力発電の早期商用化に向けた示唆



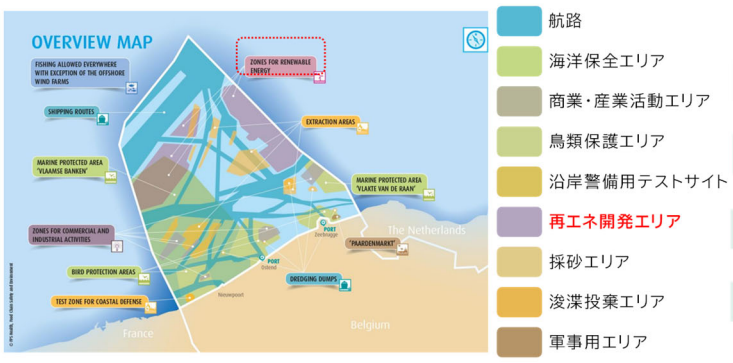
3.4.3 海域利用の EEZ への展開

現行の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（再エネ海域利用法）は領海内の一般海域の利用を前提としているため、より広大で風況の良い海域での浮体式洋上風力発電の開発、導入を目指し、排他的経済水域（EEZ）の活用も視野に入れた法律や制度の整備を急ぐことが、2040 年までに 30～45GW の導入目標を達成するためにも不可欠である。

欧州では、EEZ を含めた海域利用の在り方全般を定めるものとして海洋空間計画を策定し、再生可能エネルギーの開発海域を特定するのが一般的である。EEZ が広大で、近隣国や漁業者等利害関係者との関係性が欧州とは異なり複雑な我が国においては、欧州型の排他的な海洋空間計画の策定は必ずしも現実的ではないかもしれないが、地方自治体・発電事業者主体のボトムアップ的な海域選定から脱却し、EEZを含む海洋利用の在り方について、関連省庁や漁業関係者を合わせて必要な時間をかけて対話を行い、合理的で透明性の高い日本型の計画プロセスを構築していくことが、結果的に関係者の納得性を高め、洋上風力発電導入拡大への近道にもなる。

図 3-8 欧州における EEZ を含む海洋空間計画と洋上風力発電の展開

EEZを含む海洋空間計画と洋上風力発電開発エリアの特定例(ベルギー)



海洋空間計画策定の流れ(デンマーク)

- 2017年:政府担当組織による検討開始
- 2018年:専門家や関連ステークホルダーとのワークショップ開催
- 2019年:海洋空間計画の草案作成
- 2019年:横断的コンサルテーションの実施、草案修正
- 2021年:パブリックコンサルテーションの実施

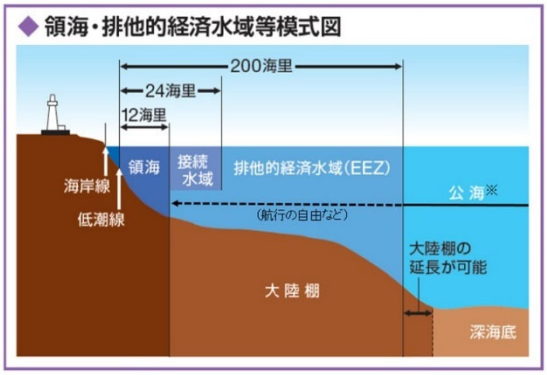
出所)(左図)European MSP Platform, Maritime Spatial Planning Country Information-Belgium より作成一部加筆、(右図)European MSP Platform, "MSP Processes Country Overview – November 2021", (2021 年 11 月)European MSP Platform, "Maritime Spatial Planning Denmark",(2021 年 10 月)より作成

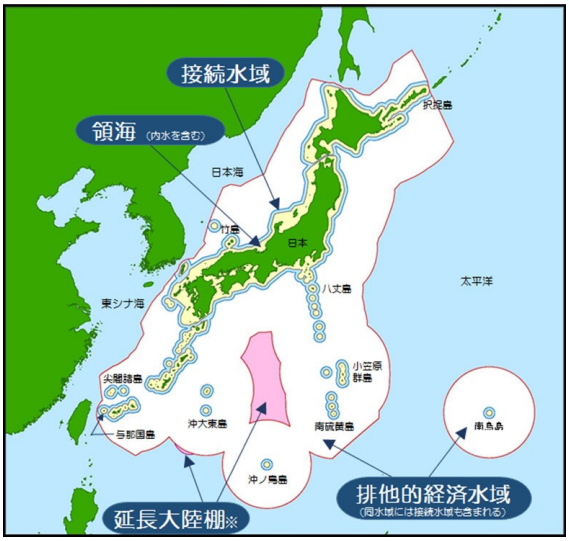
トピック:排他的経済水域とは

排他的経済水域(Exclusive Economic Zone: EEZ)とは、領海の基線からその外側 200 海里(約 370km)の線までの海域(領海を除く。)並びにその海底及びその下を指す。我が国の領海及び EEZ の面積は世界第6位であり、洋上風力発電の大規模導入を可能とする広大な海域を有している。EEZ においては、以下の権利、管轄権等が認められている。

1. 天然資源の探査、開発、保存及び管理等のための主権的権利
2. 人工島、施設及び構築物の設置及び利用に関する管轄権
3. 海洋の科学的調査に関する管轄権
4. 海洋環境の保護及び保全に関する管轄権

図 3-9 領海及び排他的経済水域等模式図・概念図





領海	領海の基線からその外側 12 海里(約 22km)の線までの海域。沿岸国の主権は、領海に及ぶ。
接続水域	領海の基線からその外側 24 海里(約 44km)の線までの海域(領海を除く)で、沿岸国が、自国の領土又は領海内における法令の違反の防止及び処罰を行うことが認められた水域。
排他的経済水域(EEZ)	領海の基線からその外側200海里(約370km)の線までの海域(領海を除く。)並びにその海底及びその下。

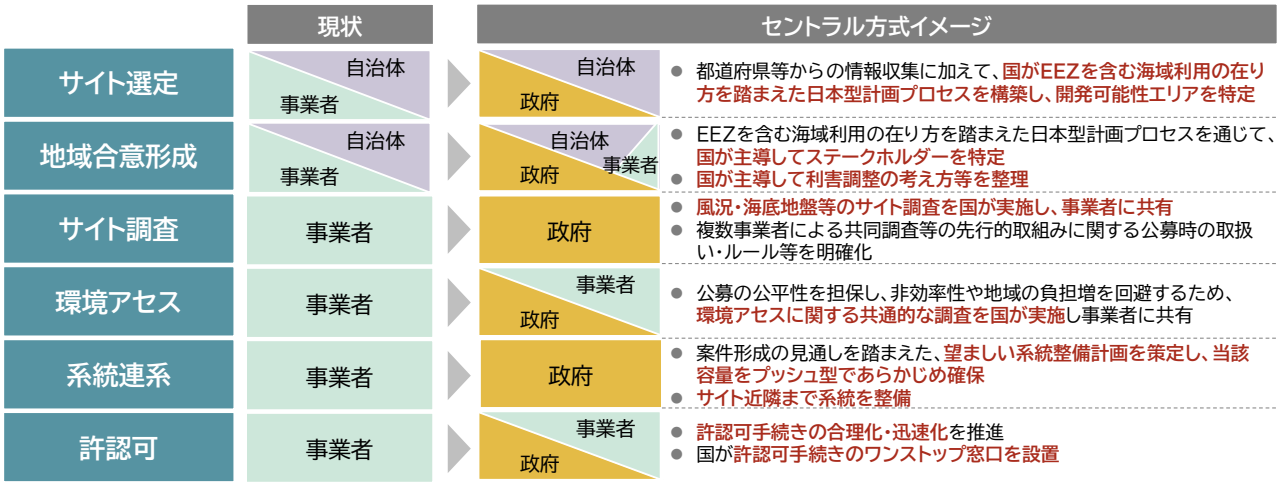
出所)海上保安庁 HP(https://www1.kaiho.mlit.go.jp/JODC/ryokai/ryokai.html)<閲覧日:2022 年 11 月 30 日>

3.4.4　実効性の高いセントラル方式の早期実現とさらなる合理化

事業開発プロセス全体の合理化と事業リスク低減を実現する、実効性の高いセントラル方式の早期導入が不可欠である。サイト選定、地域との一定レベルまでの合意形成、サイト調査、環境アセスメント、接続系統の確保及びサイト近傍の連系点までの系統整備などにおいて、政府、あるいは地方自治体が主体的役割を担うことで、地域での開発に際して発電事業者による対応重複等の回避・軽減につながり、地域における混乱の発生を回避できる。

一方、今後の EEZ への浮体式洋上風力発電の展開や、ウィンドファームの大規模化を想定した場合、サイト調査の実施海域の絞り込みや、サイト調査手法を現行の方式のまま進めることは、案件形成スピードの観点や、事業者が保有する多様な技術の応用性の観点などから、必ずしも最適解とはならない可能性がある。国はおおまかなスクリーニングと候補海域の選定を行い、入札による選定事業者が、その後の詳細調査手法の選択と開発海域の絞り込みを行っていく方式など、現行のセントラル方式に固執することなく、その有効性を高めるための議論を継続的に実施していくことが重要である。

図 3-10　セントラル方式の目指す姿



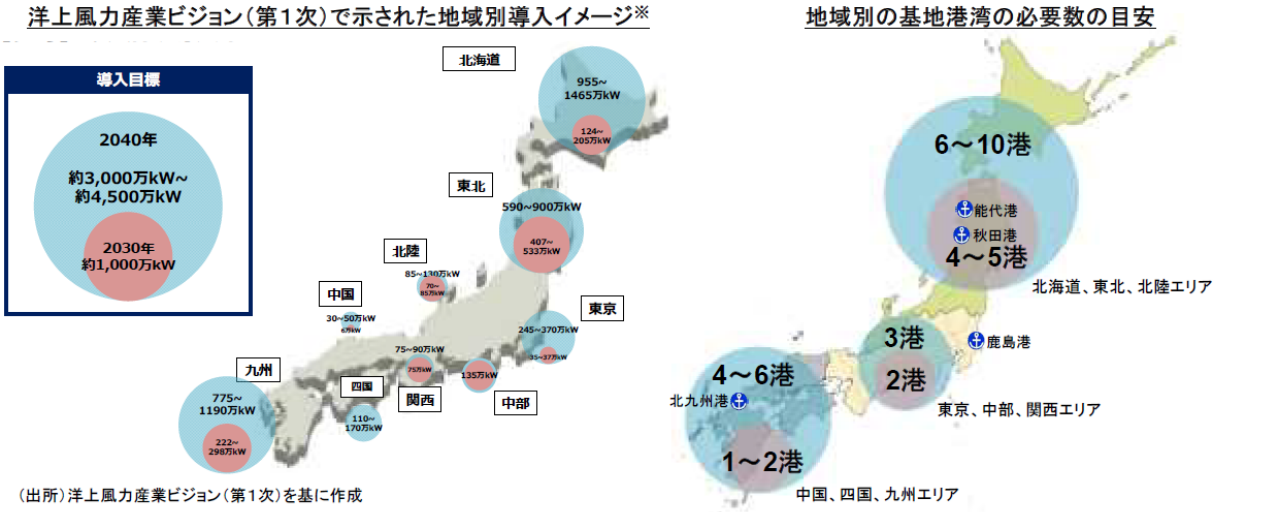
3.4.5　基地港湾の計画的な整備と加速化

国際競争力ある国内産業の創出・育成を進めていくためには、洋上風力発電の建設拠点及び機器の集積、積出を行う基地港湾、若しくは基地港湾に近接した港湾エリア（漁港を含む）に、風車・基礎・ケーブル等の生産拠点や保守・管理（O&M）の拠点が誘致・整備されることが望ましい。

現状、我が国では全国 4 箇所の基地港湾が指定済みであるが、導入目標及び必要開発区域数に対しては全く不足している状況である。明確化されたプロジェクトパイプライン及びマスタープランに基づく系統整備の進捗と整合させながら、真に必要な基地港湾をタイムリーに整備することが、国内産業基盤の形成には欠かせない。

同時に、「2050 年カーボンニュートラル実現のための基地港湾のあり方に関する検討会」で決定された通り、風力タービンや基礎の大型化を十分考慮した港湾設備の強化・拡張を行っていくことが、効率的な施工、コスト低減のためには重要である。案件形成、公募のプロセスと、港湾整備の予算化、実行の工程が整合するよう、省庁を超えた連携による取組みが求められる。

図 3-11 開発区域数と必要基地港湾の試算例



（出所）洋上風力産業ビジョン（第1次）を基に作成
※FIT認定量ベース

	2030年目標達成に必要となる、2030年までに新たに供用開始する基地港湾数	2040年目標達成に必要となる、2030年以降更に追加する基地港湾数
北海道、東北、北陸エリア	2～3港程度	2～5港程度
東京、中部、関西エリア	1港程度	1港程度
中国、四国、九州エリア	0～1港程度	3～4港程度

出所）2050 年カーボンニュートラル実現のための基地港湾のあり方に関する検討会（概要），p.11，令和 4 年 2 月，国土交通省港湾局

3.5　陸上風力発電の最大限導入

3.5.1　立地制約の解消とリードタイムの短縮による導入加速化

第 6 次エネルギー基本計画で設定された 2030 年導入目標 17.9GW は達成すべき最低限の水準であり、JWPA はさらなる高みを目指し、2030 年に向けて陸上風力発電 26GW の達成を目標に置いている。その実現には、好適地への立地の促進（立地制約の解消）および導入ペースの加速化（リードタイムの短縮）が不可欠であり、特に保安林区域や自然公園内などの立地規制の緩和が必要である。以下の諸課題解決のために必要な施策や規制緩和等を講じて導入ペースを上げることにより、17.9GW に 6～8GW 程度の上積み（約 24～26GW）が可能となることで、発電コスト 8～9 円/kWh の達成も見えてくる。

表 3-1 立地制約の解消のための必要施策

方策※	概要※
保安林区域内への立地促進（指定解除要件等の緩和）	● 「公益上の理由により必要が生じたとき」に該当する事業として取り扱われるように解除要件の見直しが必要。風車の規模は従来 2MW 主流も現在 4MW まで拡大、同一の発電所規模であれば基数減となり土地改変面積は従来とほぼ不変と思料（アクセス道路も同様）、風車設置場所の許可要件の緩和も必要。 ● 保安林エリアは好風況な場所が多く、風力発電事業は森林施業とも共生ができる。 ● JWPA 推計による**導入ポテンシャル量は約 136GW**（風速 6m/s 以上）
自然公園内の立地制約の解消（特別地域第2種及び第3種における行為規制に関する許可基準の緩和）	● 自然公園区域内には自然環境が維持されていない箇所や一括りに指定された海岸線などが存在、区域指定の再検討により設置可能となる可能性あり。 ● JWPA 推計による導入ポテンシャル量は約 81GW（風速 6m/s 以上）、他の規制区域との重複範囲を除いた場合の**導入ポテンシャル量は約 24GW**（風速 6m/s 以上）
緑の回廊への立地の推進	● JWPA 推計による導入ポテンシャル量は約 6GW（風速 6m/s 以上）、保安林且つ緑の回廊の場合の**導入ポテンシャル量は約 17GW**（風速 6m/s 以上）
耕作放棄地・荒廃農地への立地促進（農振除外要件の緩和）	● 農山漁村再エネ法の積極的な活用と耕作放棄地における設置許可要件の緩和を、農地転用許可制度及び農業振興地域制度へ適用することが必要。 ● JWPA 推計による**導入ポテンシャル量は約 5GW**（風速 6m/s 以上）

3.5.2　長期安定かつ地域共生を果たすリプレースの推進

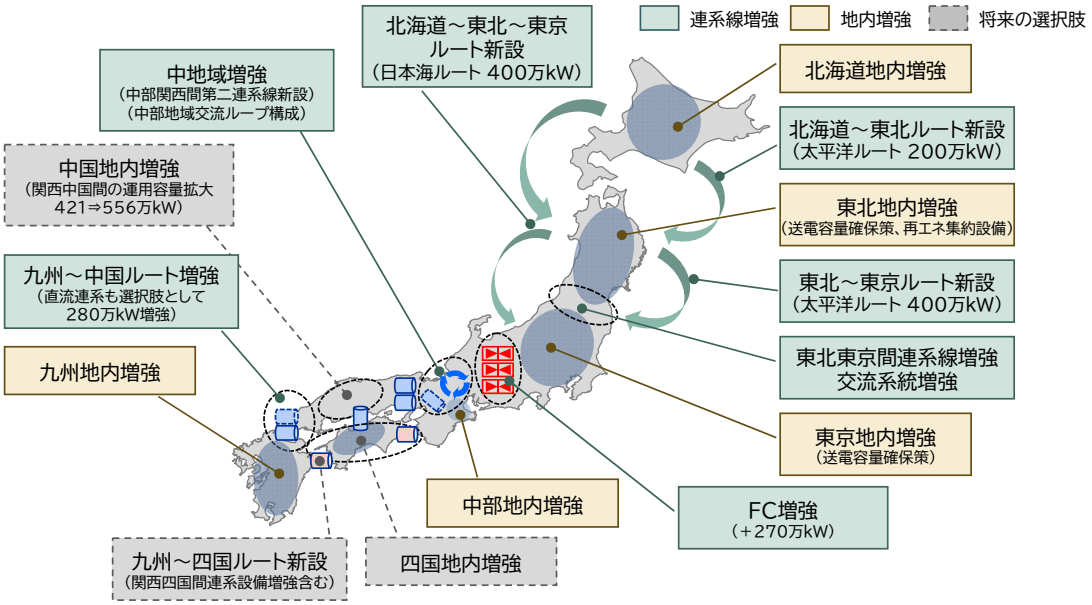
我が国における風力発電事業の普及促進の先駆けとなって黎明期を支え、20 年近くに亘って地域に根ざして運営されている風力発電事業がリプレースの時期を迎えている。リプレース案件は、地方自治体等が直接出資するなど、地域と既に共生している事業が多く、また、FIT 制度導入前から取り組んでおり、風況、地形、アクセス及び地元理解等の観点で好適地が多い。風力発電の持続可能な導入拡大を実現するためには、既存風力発電事業の着実なリプレースは極めて重要である。

これらの事業については今後も予見性をもって事業推進ができるよう、また、発電事業のみならず、地域創発型の電気事業として成立できるような活用しやすい支援制度（税制上の優遇措置、初期投資への助成等）の創設・充実により、地域の方々も参画可能となる事業環境整備を進めることが肝要である。

3.6　次世代電力ネットワークの形成と運用

我が国の電力ネットワークの整備の考え方はここ数年間で大きく変化してきており、新たな設備増強規律、系統利用ルール、整備費用負担の仕組みなどが検討・整理されてきている。そして、自然災害の頻発による大規模停電や脱炭素化の実現という世界的な潮流を背景に、強靱化と再生可能エネルギーの主力電源化を実現する電力ネットワークの具体的な絵姿を示すことが求められており、OCCTOにおいて、広域連系系統における広域運用と再生可能エネルギーの円滑な接続を実現していくための送配電ネットワーク整備のグランドデザイン（広域連系系統のマスタープラン）の策定が進められてきた。

図 3-12　地域間連系線及び地内増強の全体イメージ



出所）広域系統長期方針（広域連系系統のマスタープラン）概要，2023 年 3 月 29 日，電力広域的運営推進機関　より作成

広域連系系統のマスタープランにも表れているが、我が国の風力発電の適地は北海道・東北等に偏在していることから、そのポテンシャルを生かすためには、風力発電の適地から大消費地に運んでくる広域連系系統が重要である。長距離を送電する上では、交流送電と比べて経済的な直流送電が望ましい。国やOCCTO の検討委員会などにおいて、第 6 次エネルギー基本計画等を踏まえ、長距離海底直流送電についての技術的課題やコストを含め、増強・整備に向けた具体的検討が進められている。2030 年に運用開始させるよう、速やかに整備することが求められている。

加えて、風力発電の適地偏在性を踏まえ、エネルギーレジリエンスのさらなる向上のため、複数ウィンドファーム間で協調的に活用するハブ変電所・送電網を検討し、広域連系系統のマスタープランと連携し、将来の電力系統のグランドデザインを描くことが有効である。そして、ウィンドファームから電力系統へのアクセス線（電源線）はハブ変電所までとし、系統接続に係る費用負担が発電コストを過度に圧迫せず、発電事業自体でのコスト競争を促進する公平かつ適正なルールを導入することにより、長期的な発電コストの低減を図ることが可能となる。

また、我が国の電力系統は、大規模火力発電や原子力発電の立地を前提とした地域ごとの独立運用が

長く行われてきたが、今後、再生可能エネルギーを最大限導入し、脱炭素社会の実現を目指すためには、電力系統の構成や運用の在り方を抜本的に見直す必要がある。電力自由化が先行していた欧州では、送電や系統運用は、発電・小売電気事業とは資本関係を分離、独立させた送配電事業（発送電分離）として運用されているのに対し、我が国ではこの発送電分離が不完全であり、広域運用の仕組み、責任及び権限が集約されていない。現状、各一般送配電事業者の役割は地域内の系統の管理・運用に限定されており、OCCTO の役割には地域を超えた送電網の所有・運用は含まれていない。

送電網への投資は多大且つ長期に亘るため、我が国全体あるいは同じ周波数の地域単位で地域間連系線や直流送電線などを整備・所有・運用する統括 TSO[37]のような体制の構築が有効である。電力系統を全国規模で一元的に管理・運用する最適な電力システムを構築し、広域消費を実現することにより、再生可能エネルギーの出力抑制の最小化が可能になると共に、深刻化する自然災害に対する全国大のレジリエンス強化にも貢献することが可能となる。

図 3-13 統括 TSO のイメージ

[37] TSO：Transmission System Operator（送電管理・系統運用者）の略称

3.7　経済的な自立とリスク低減への対応

風力発電をはじめ、これまで FIT 制度を利用していた再生可能エネルギーは、計画値同時同量責務や市場取引を免除されてきたが、2022 年度からは FIP 制度への移行が開始され、2023 年 4 月より全面適用されている。しかしながら、足下では FIT 制度下でも存在していた諸課題（出力抑制、系統整備、立地制約等）と、近時の物価高騰などの影響に加え、今後の FIP 制度への移行に伴う電力市場関連制度や系統運用ルール等の不確実性により、さらに事業化が見通し難くなっている状況である。

風力発電の電力市場への統合と経済的な自立を実現するためには、再生可能エネルギー発電事業の投資回収の不確実性を低減・回避する措置や、アグリゲーター事業が自立的に継続しうる環境整備は必要不可欠である。ビジネスとして成立する電力市場環境を速やかに整えるための諸施策を適時・適切に講じる必要がある。

3.7.1　出力抑制に係る予見可能性の向上

ノンファーム型接続の適用となる対象送電線が拡大されたことにより系統接続できるようになったものの、出力抑制量の見込みが立てられず、長期想定も難しくなっている。また、今後は電力の需給バランスによる出力抑制に加え、系統混雑解消のための再給電による出力抑制や北海道エリアでの調整力不足による出力抑制の発生が見込まれることから、現状の無制限・無補償ルールの下では発電事業の収支見通しが立たず、ファイナンスの組成が困難になっている。出力抑制量削減のための各種施策（系統整備・需給対策・供給対策、及び出力抑制ルールの明確化）を早急に実施すると共に、出力抑制量が一定割合以上となる場合に補償する制度の整備が必要である。

3.7.2　卸電力市場の変革

天候に左右される自然変動電源（風力発電及び太陽光発電）は、実需給に近づけば近づくほど予測外れが少なくなる傾向があるが、現在の時間前市場で取引可能なのは実需給 1 時間前までのため、風力発電では多量のインバランスが発生している。インバランスの発生を極力少なくするためには、実需給直前（5 分前）まで取引できるシステムを整備し、流動性の高い時間前市場及び同時同量制度（発電販売計画提出の仕組み等）に変革する必要がある。

3.7.3　新インバランス料金単価の実績を踏まえたバランシングコスト交付額の増額

足下の課題として、新インバランス料金制度（2022 年 4 月開始）の実績が風力発電事業におけるリスクの定量評価には不十分な状況にある。現状では、インバランスと卸電力市場の価格差の変動が大きく[38]、旧インバランス料金制度を参照した 1 円/kWh 以下のバランシングコスト交付では、リスクをカバーするには

[38] 直近の東北エリアにおけるコマ別のスポット価格とインバランス料金単価の価格差（絶対値単純平均）は、2021 年度（旧制度）：3.09 円/kWh に対し、2022 年度上期（新制度）：11.08 円/kWh となっている。

全く不足である。風力発電に関しては、新インバランス料金単価の実績を踏まえた適正なバランシングコストを交付するよう、発電事業者が受け容れやすい料金制度に改善するべきである。

3.7.4 代替可能な複数のアグリゲーター確保

ファイナンス組成において、発電事業者が負うべきインバランス調整業務を代替可能な複数のアグリゲーターの存在（あるいはセーフティネット）は不可欠であるが、風力発電に関しては発電出力予測の誤差が大きいこともあり、風力発電事業へのアグリゲーション・サービスを国内で提供できるアグリゲーターは限られている。ドイツ、スペイン、デンマークおよび英国など欧州各国で実践されているものと同等のサービスが提供可能なアグリゲーターの育成・確保が急務である。

3.7.5 参照価格の実績等の情報公開

FIP の収益性評価には、エリア別・電源別の参照価格（OCCTO で算定）や、需給や系統混雑等による出力抑制量の予測に関する情報（各一般送配電事業者）等各種データが従来にも増して必要である。FIP 制度下においても発電事業の収支計画が立てられるよう、情報公開の仕組みはリアルタイムに近い形でデータ提供できるシステムへ速やかに改善すべきである。

3.8　必要人材の確保と教育・育成

我が国における風力発電市場および産業が確立・成熟するために解決すべき多くの課題のうち、人材面では、風力発電事業全体を通じて様々な分野・業務に携わる多数の人材を育成することが急務である。

JWPA では、洋上風力発電事業全体の必要人材・業務内容、関連のある産業・職種、必要資格・スキルを網羅的に取りまとめた「洋上風力スキルガイド（第 1 版）」を 2022 年 6 月に発行した。また、本ガイドで整理した業務分野・職種をベースとし、2050 年までの導入量推移を想定して洋上風力発電事業全体に関わる必要人材数の推計を行っており、2030 年時点で約 1.57 万人程度、2040 年時点で約 3.82 万人程度、2050 年時点で約 4.85 万人程度との結果を得ている。

2022 年時点の実働人材数は 1～2 千人程度と推計しており、毎年数千人規模の必要人材を継続的に確保していくための諸施策を、足下から講じる必要がある。具体的には、下図の必要施策およびロードマップに基づく取組みを、官学産が連携して計画的に進めていくべきである。

図 3-14　洋上風力発電分野の人材拡充に向けた必要施策

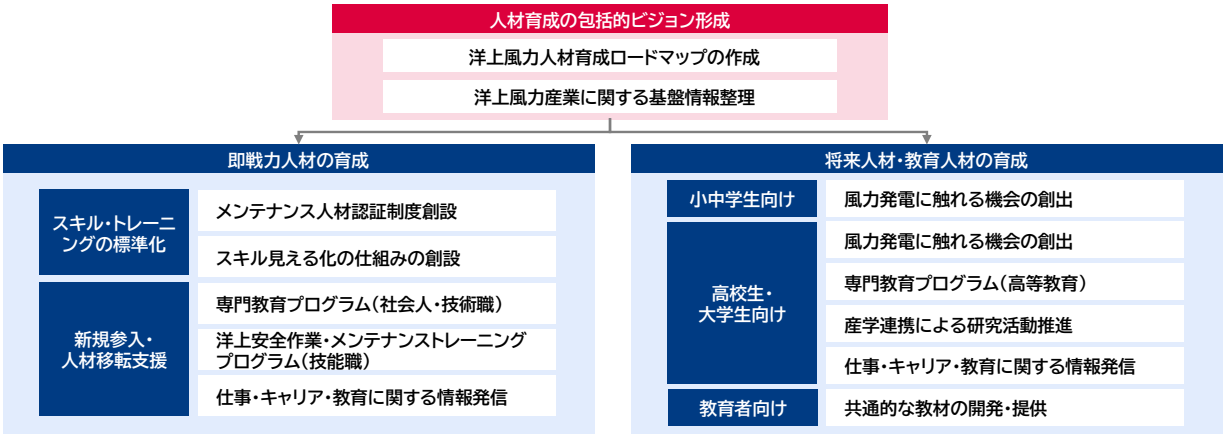
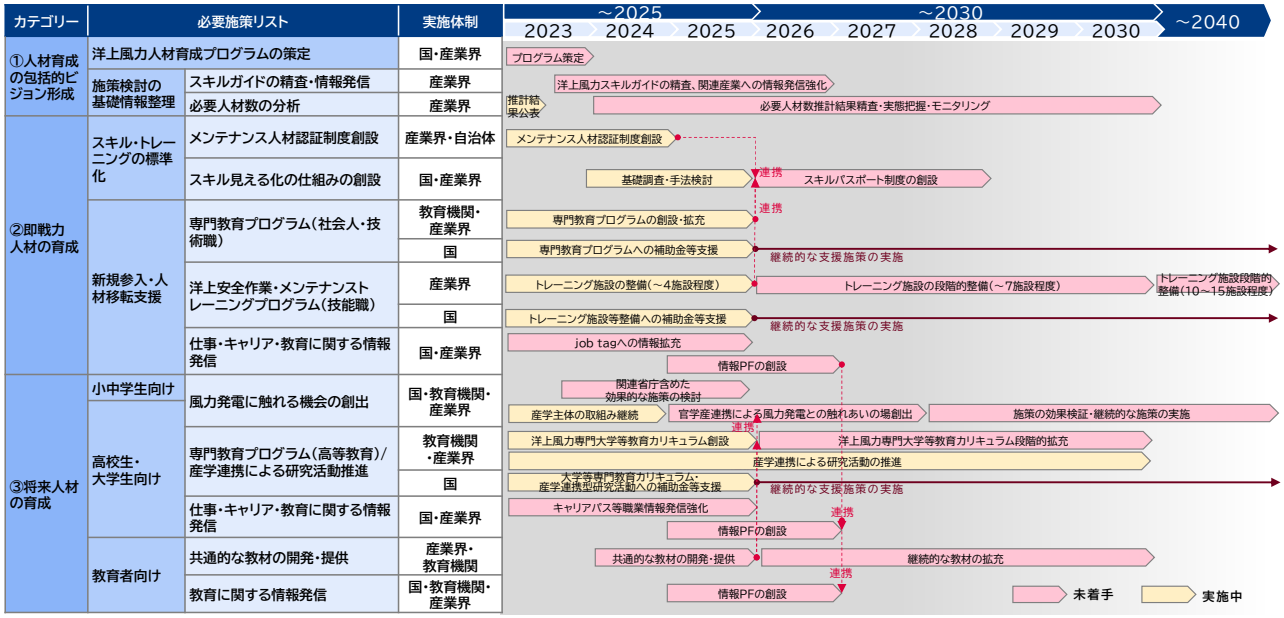


図 3-15　人材育成ロードマップ案



おわりに

JWPAは、変化し続ける風力発電を取り巻く環境と時代へ適応するため、また、主力電源として社会から信頼・支持され、持続可能な社会の実現へ貢献するため、2021 年 5 月に、新たなミッション、ビジョン及びバリューを策定した。

広く社会への便益をもたらし、安心・安定・持続可能な社会の実現を可能にする風力発電の普及・拡大に向けて、本 Wind Vision で提言する導入目標、必要施策について、官民で闊達に議論を深め、各々がその責任を最大限果たしあうことが極めて重要であり、JWPA はその旗振り役としてリーダーシップを発揮していく所存である。

図 3-16 JWPA のミッション・ビジョン・バリュー(2021 年 5 月)

ミッション

風力発電の普及・拡大を通じて、人々に安心で安定した暮らしを届け、持続可能な社会の実現を目指す。

ビジョン

脱炭素社会の実現に向け各界の知識、経験、総意を結集して、風力発電の最大限の導入、運用をリードする。風力発電を経済的に自立した主力電源にするとともに、国際的にも競争力のある風力発電産業を構築することを目指す。

- **2030 年に向けて:**
  - **洋上風力 10GW 、陸上風力 26GW の達成**
  - **全国規模での系統一体運用の実現**
  - **洋上風力関連産業の基盤形成**

バリュー

個社や個別の業界の短期的な利益に偏ることなく、長期的且つ国家的な視野に立って、風力エネルギーの利活用に必要な施策、政策を、責任を持って実行していく。そのために、以下を行動指針とする。

- **優れた知見や経験を共有・結集し、風力エネルギー業界全体の健全な発展に努める。**
- **国際的視野に立ち、優れた手法や技術など世界のベストプラクティスを積極的に取り入れるとともに、世界に誇ることができる日本の知見、技術、経験を海外に向けて積極的に発信する。**
- **常に時代を見据え、イノベーション(革新・変革)を志向し、困難な問題にも建設的な解決策を提案することで、 社会的に意義ある新しい価値を生み出すことに努める。**
- **子供から大人まで、風力エネルギーに興味を持ち正しく理解して貰えるよう、積極的に幅広い情報を発信し、 社会全般の信頼と支持の獲得に努める。**
- **地域の特性に配慮した風力エネルギーの丁寧な開発や安全を優先した設備運用を通じて、地域の資源を最大限に活用し、 地域の経済・社会の発展に貢献する。**

本資料の著作権は一般社団法人日本風力発電協会（JWPA）に帰属します。
本資料の無断転載・複写を禁じます。

JWPA Wind Vision 2023

発行　2023 年 5 月

発行所
一般社団法人　日本風力発電協会
Japan Wind Power Association

〒105-0003
東京都港区西新橋 1-22-10　西新橋アネックスビル 3F