

第1章 真の脱炭素社会実現に向けて

第2節 地域の脱炭素化に向けた 持続可能なエネルギーへの取組

松原 弘直 (NPO 法人環境エネルギー政策研究所 理事・主席研究員)

1. 再生可能エネルギーの現状と課題

1-1 世界の再生可能エネルギー

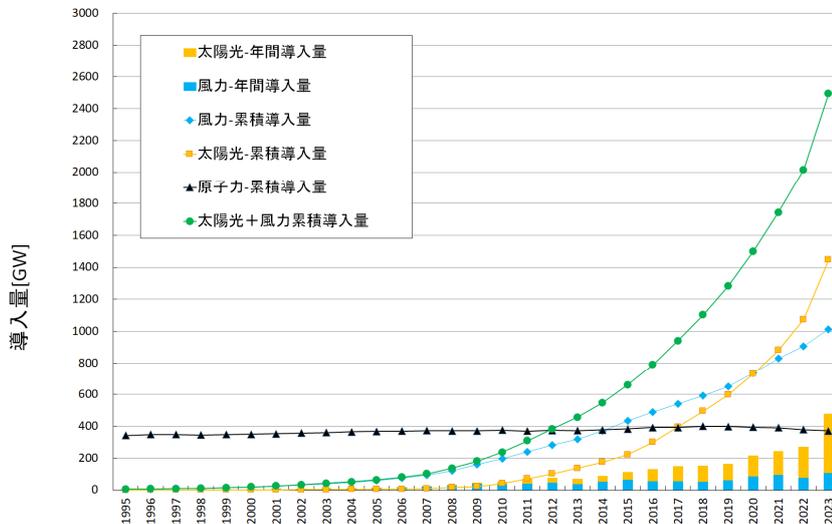
2023年12月にアラブ首長国連邦(UAE)のドバイで開催されたCOP28(気候変動枠組条約第28回締約国会議)では、パリ協定が目指す目標の達成にむけてその進捗状況を評価するグローバル・ストックテイク(GST)が初めて実施された。このGSTの具体的なセクター毎の取組として、2030年までに再生可能エネルギー発電設備の容量を世界全体で3倍にし、エネルギー効率の改善率を世界平均で2倍にする必要性が明記された。この2030年までに必要な再エネ導入量は、IEA(国際エネルギー機関)

(注1)やIRENA(国際再生可能エネルギー機関)(注2)のシナリオ・レポート等ですでに示されており、2030年までに再エネの設備容量を現状(2022年)の3.4TWの3倍以上の11TWまで増やすことが必要となる。これにより、年間発電電力量に占める再エネの割合は現状の約30%から2030年には68%に増加することになり、設備容量では77%を占めることになる。そして、その実現には年間1TW(1,000GW)の再エネの新規導入が必要になる(注3)。

一方、世界の再エネ市場は当面の目標となる2030年を見据えて成長を続けている。その中で、昨年2023年の再エネの成長は加速し続けており、2023年末までには太陽光発電の累積の設備容量は1,500GW(ギガワット、1GW=100万kW=原発1基分)に達したと推計されている(注4)。太陽光発電の累積設備容量は2022年

に1TW(テラワット)の領域に入り、わずか1年間で1.4TWになった。2023年の年間導入量も340GWを超えており、2022年の200GWを大きく上回っている。風力発電も2023年は年間110GWが新規に導入され、累積で1,000GW(1TW)を超えたと推計されている。太陽光発電と風力発電を合わせると約2.4TWとなり、原子力発電の設備容量(約370GW)の6倍以上に達している(図1)。原発の設備容量は2023年も廃止が新設を上回り、引き続き減少している。さらに、2023年の太陽光と風力と合わせた年間導入量は約500GW近くに達して、前年の約270GWの2倍近くになり、過去最大となった。累積の設備容量では2021年末までに太陽光が風力を追い抜いて、2023年末までにすでに約1.5倍となっている。2023年の世界の年間発電電力量でも、再エネの割合が全体の30%を超え、風力発電が7.8%、太陽光発電が5.4%で、変動性再エネ(VRE)が13.2%となり、水力発電の14.2%に迫っている。IEAの予測では、現状の各国の政策や再エネ市場のまま推移した場合、2028年までに再エネ設備容量は7.3TWに達するが、2030年までに2.5倍に留まり、3倍以上の11TWに達することは難しいと指摘されており、世界各国でより強力な再エネ推進政策が必要になると指摘されている。

図 1：世界の太陽光発電および風力発電、原子力発電の導入量の推移



(出所) IEA (2024) 及び IRENA のデータから作成

1-2 日本国内の再生可能エネルギー

日本政府の 2050 年カーボンニュートラル、2030 年温室効果ガス排出 46%削減 (2013 年度比)、さらに 50%削減の高みに向け挑戦するという国際的な宣言を受ける形で、第 6 次エネルギー基本計画が 2021 年 10 月に閣議決定された。この中で、省エネルギーにより総発電電力量は、現状から 1 割減の 934TWh 程度を見込み、再生可能エネルギーの導入目標については 2030 年に年間電力量 353TW 程度として 38%程度まで導入を見込むとしている。再エネの主力電源化と最優先の原則を掲げた上で、具体的には、従来の 2030 年の導入目標 24%から引き上げられ、太陽光 15.7% (118GW)、風力 5.5% (24GW)、地熱 1.2% (1.5GW)、水力 10.5% (51GW)、バイオマス発電 5.1% (8GW) となっている。

エネルギー基本計画は、原則として 3 年毎の見直しが行われるため 2024 年 5 月には、第 7 次エネルギー基本計画の見直しが始まり、2030 年以降の再エネに関する目標の大幅な見直しや 2050 年カーボンニュートラルに向けたエネルギー政策全体の見直しが求められている。少なくとも 2030 年の再エネ電力の割合

は 58%以上とし、2040 年までに 80%以上、さらに 2050 年までには電力以外の熱部門や輸送部門を含めて最終エネルギー消費を再エネ 100%で賄うことを目標とすべきである。

第 6 次エネルギー基本計画では原発の 2030 年導入目標は 20~22%とされ、非化石電源の割合を 6 割 (58%) 程度としてエネルギー由来の温室効果ガス排出量を 2030 年に 45%削減 (2013 年比) するとしていた。さらに、2050 年カーボンニュートラルに向けては、再生可能エネルギーの導入目標は策定されず、熱分野および交通分野を含めた電力分野だけではなく、最終エネルギー需要に対して再エネの目標を掲げる検討が必要である。

一方、欧州各国ではすでに 2020 年には最終エネルギー需要に対して 20%を超える再生可能エネルギーを導入し、2030 年に向けて温室効果ガス 55%削減の目標に対する政策パッケージ”Fit for 55”において再生可能エネルギー 40%の高い目標を掲げていた。さらに、ウクライナ危機の発生により、欧州では再生可能エネルギーへの転換が急速に進められ、REPowerEU プランが策定され、2023 年 11 月には再生可能エ

エネルギーの目標値が42.5%に引き上げられ、合わせて再生可能エネルギー指令 REDIII が改訂された。2023年の欧州の再エネ電力の割合は44%に達しており、50%を超える国もある中で、再エネ100%を目指し始めており、EU各国の2030年の目標値も合わせて見直しが進められている。

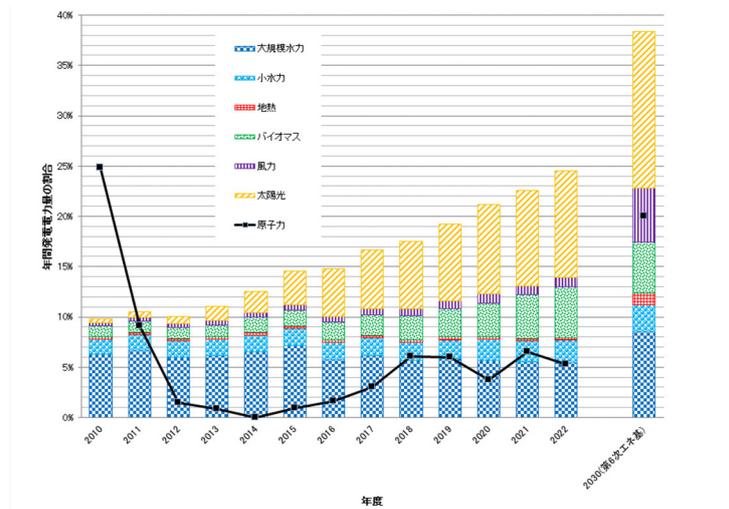
日本国内の2022年度の自然エネルギーによる発電電力量の割合は前年度から2ポイント増加して24.5%となった(図2)。これは、第6次エネルギー基本計画で2030年度の目標とされている目標(36~38%)の約7割に相当するが、なお約12ポイント分の自然エネルギーの増加が必要である。これまで年間1ポイント程度だった増加率を年間2ポイント程度の増加率にする必要がある。

日本国内では太陽光発電を中心に変動性自然エネルギー(VRE)の割合が急速に増加し、2022年度には11%に達した(注5)。2021年7月にスタートしたFIT(再生可能エネルギー固定価格買取制度)開始前の2011年度には、VREの割合は0.9%で、VREの年間発電電力量はこの10年間で約10倍以上になった。10年前の2012年度には、太陽光と風力の発電電力量はほぼ同じだったが、2022年度には太陽光が風力の11倍になっている。2022年末の時点で日本では約8,500万kW(パネル容量DCベース)に達しており(注6)、中国、アメリカに次ぐ世界第3位の太陽光発電の導入量(累積設備容量)になっている。系統接続された太陽光発電の設備容量(ACベース)ではFIT制度による導入状況から2022年度末で約7,000万kWとなっている。

この10年間で、最も増加した自然エネルギーは太陽光発電で10.6%に達しており、10年間で約14倍になった。2030年度に向けては、これまでの太陽光発電の導入ペースを継続して現在の1.5倍の16%以上にする必要はあるが、FIT制度に代わってFIP(Feed-in Premium)制度や非FITさらには自家消費によるPPA(Power Purchase Agreement: 電力販売契約)などの本格的な導入が課題となっている。風力発電については、現状の0.9%から5%に5倍以上にする必要があるため、大規模な洋上風力を含む風力発電の本格的な導入が期待されている。世界的には太陽光よりも普及が進んでいる風力発電の割合は、日本ではようやく0.9%で年間発電電力量は太陽光発電の約10分の1程度にとどまっている。一方、海外バイオマス燃料による持続可能性の問題がある中で、バイオマス発電の割合は5.1%まで増加しており、2030年の目標をほぼ達成している。それ以外の自然エネルギー電力として、地熱発電の割合は0.3%だが、2030年の目標である1%に達するには3倍以上にする必要がある。自然エネルギーの割合を月別にみると2022年5月の自然エネルギーの割合が最も高く、約33%に達しているが、VREの割合も5月が最も大きく15.7%に達して、太陽光が15.0%にまでなっている。

一方で、原子力発電は、2014年度のゼロから九州、関西、四国での再稼働が進んだ結果、2018年度には6%になったが、2022年度には5.3%に減少した。その結果、原発の年間発電電力量は自然エネルギーによる発電電力量の2割程度である。

図 2：日本国内での自然エネルギーおよび原子力の発電電力量の割合のトレンドと 2030 年度目標



出所：資源エネルギー庁の電力調査統計などから ISEP 作成

電力供給に占める自然エネルギーの割合は、日本国内でも年間電力量で 22%を超え、VRE（太陽光および風力発電）の割合もほぼ 12%に達している。その中で電力需給データや電力市場データ等の電力システムの情報開示を出来るだけ早く、わかりやすく行うことが求められており、日本国内の電力需給データについては ISEP の Energy Chart では公表されたデータから様々なグラフでインタラクティブに分かり易くデータを分析できる[7]。2024 年 2 月からは、OCCTO（電力広域的推進機関）の業務指針の改訂により東京電力 PG など一部の一般送配電事業者が、リアルタイム（毎 30 分データを実需給後 1 時間以内）の電力需給の公開を開始した。

日本全国のエリア毎に一般送配電事業者 10 社により毎月公開されている電力需給データに基づき系統電力需要に対する自然エネルギーの割合などを中心に 2023 年（暦年）の一年間のデータを集計した結果、日本全体の年間電力需要量に対する自然エネルギーの割合は 2023 年（暦年）の平均値では 22.3%となり、前年（2022 年）の 20.5%から増加した（図 3）。内訳としては太陽光発電の割合が 10.7%となり、風力発電の 1.2%と合わせて VRE の割合は 11.9%となっている。太陽光は前年の 9.6%から増加しており、水力発電の 7.8%より割合がかなり大きくなっている。バイオマス発電は前年の

1.9%から 2.3%に増えている。一方、2023 年の原発の割合は 9.0%となり、前年の 5.9%から増加した。

エリア別では、北海道の自然エネルギーの割合が 40.5%で最も高く、第 2 位は東北エリアの 40.2%だった。東北エリアでは、太陽光 13.6%、風力 5.6%で VRE の割合が 19.3%で全国で最も高くなっている。九州エリアでは、太陽光や風力の出力抑制が頻発しており、年間の出力抑制率は 9%近くに達している。これは、太陽光発電の導入量が増加したことと、原発の稼働率が高かった影響があったと考えられる。これまで VRE の出力抑制ルールの見直しが行われ、VRE のオンライン制御の活用が進みつつあるが、ルールが複雑化し電力システム全体ではまだ最適化されていない状況にある。九州エリアでは地域間連系線は有効に活用されるようになってきているが、四国エリアや中国エリア、そして関西エリアを含めた広域での需給調整が十分に行われていない状況のため、他のエリアを含めてさらなる連系線の運用の改善と連系線の増強が求められる。揚水発電が十分に活用されている九州エリアとまだ十分に活用されていないエリアがあり、まずは VRE のオンライン制御の促進および最適化、火力発電の最低出力の見直し、今後は蓄電池の活用、DR（デマンドレスポンス）、VPP（バーチャルパワープラント）などの活用が求められる（注 8）。

施する脱炭素先行地域の選定が進められており、すでに 74 の地方自治体からの提案が選ばれて、地域での再生可能エネルギー100%の実現に向けて動き始めた。地域での脱炭素化、自然エネルギー100%の実現には、地域の再生可能エネルギーのポテンシャルやエネルギー需給を把握する必要性も増してきており、環境省の REPOS（再生可能エネルギー情報提供システム）（注 16）や地域エネルギー需給データベース（東北大学）などの整備がされてきている（注 17）。

国と地方の協働・共創による地域における 2050 年脱炭素社会の実現に向けて、2021 年 6 月に「国・地方脱炭素実現会議」で「地域脱炭素ロードマップ」が策定された。地方自治体や地元企業・金融機関が中心となり、環境省を中心に国も積極的に支援しながら、少なくとも

1-4 再生可能エネルギー100%への展望

欧州各国ではすでに 2023 年には 40%を超える再生可能エネルギー電力を導入し、2030 年に向けて 60%以上の高い目標を掲げており、2050 年までに再生可能エネルギー100%の目標を掲げる国（デンマークなど）もある。それに対して、日本国内でもグリーン・リカバリー戦略を前提とした 2030 年までの野心的なロードマップと、再生可能エネルギー100%により 2050 年カーボンニュートラルを実現するシナリオの提言が行われている（注 19）。

今後は地域の再生可能エネルギー資源を地域主体で活用するコミュニティパワー（ご当地エネルギー）としての取組が求められている。

100 か所の脱炭素先行地域で、2025 年度までに、脱炭素に向かう地域特性等に応じた先行的な取組実施の道筋をつけ、2030 年度までに実行することを目指している。

脱炭素先行地域（注 18）とは、2050 年カーボンニュートラルに向けて、民生部門（家庭部門及び業務その他部門）の電力消費に伴う CO2 排出実質ゼロを実現し、運輸部門や熱利用等も含めてそのほかの温室効果ガス排出削減についても、我が国全体の 2030 年度目標と整合する削減を地域特性に応じて実現する地域である。脱炭素先行地域の具体的な取組内容は、地域の特性や課題に合わせて多岐にわたる。例えば、「再生可能エネルギーの導入拡大」、「省エネルギーの推進」、「地域循環共生社会の実現」、「地域住民の参加・理解の促進」などが挙げられる。

また、地域での普及の遅れが見られる再生可能エネルギー熱利用（太陽熱、バイオマス、地中熱など）への本格的な取組が期待される。再生可能エネルギー熱利用が普及している欧州各国では、地域熱供給のような面的な熱エネルギー供給システムと電力システムや交通システムを統合したセクターカップリング（電力、熱、交通分野のエネルギー統合）によるスマートエネルギーシステム（柔軟で賢いエネルギー供給・利用の仕組み）に関する検討も進み始めており、日本国内でも同様の展開が各地域で必要と考えられる（注 20）。

- 注 1) IEA (2023) “Net Zero Roadmap” <https://www.iea.org/reports/net-zero-roadmap-a-global-pathway-to-keep-the-15-0c-goal-in-reach>
- 注 2) IRENA (2023a) “World Energy Transitions Outlook 2023: 1.5° C Pathway” <https://www.irena.org/Publications/2023/Jun/World-Energy-Transitions-Outlook-2023>
- 注 3) IRENA (2023b) “Tripling renewable power and doubling energy efficiency by 2030: Crucial steps towards 1.5° C” Tripling renewable power and doubling energy efficiency by 2030: Crucial steps towards 1.5° C
- 注 4) IEA (2024) “Renewables 2023” <https://www.iea.org/reports/renewables-2023>
- 注 5) ISEP 「国内の 2022 年度の自然エネルギー電力の割合と導入状況 (速報)」 <https://www.isep.or.jp/archives/library/14470>
- 注 6) REN21 “自然エネルギー世界白書 2023” <https://www.isep.or.jp/gsr>
- 注 7) ISEP Energy Chart <http://www.isep.or.jp/chart/>
- 注 8) ISEP 「2023 年(暦年)の自然エネルギー電力の割合」 <https://www.isep.or.jp/archives/library/14750>
- 注 9) REN21 「自然エネルギー都市世界白書 2021」 <https://www.ren21.net/reports/cities-global-status-report/>
- 注 10) JCLP 「RE100・EP100・EV100～国際企業イニシアチブについて」 <https://japan-clp.jp/climate/reoh>
- 注 11) 自然エネルギー100%プラットフォーム <https://go100re.jp/>
- 注 12) 再エネ 100 宣言 RE Action <https://saiene.jp/>
- 注 13) 自然エネルギー大学リーグ <https://www.re-u-league.org/>
- 注 14) 持続地帯ホームページ <https://sustainable-zone.com/>
- 注 15) 一般社団法人 全国ご当地エネルギー協会 <https://communitypower.jp/>
- 注 16) 環境省 REPOS <https://www.renewable-energy-potential.env.go.jp/RenewableEnergy/>
- 注 17) 地域エネルギー需給データベース <https://energy-sustainability.jp/>
- 注 18) 環境省「脱炭素先行地域」 <https://policies.env.go.jp/policy/roadmap/preceding-region/>
- 注 19) 未来のためのエネルギー転換研究グループ「グリーン・リカバリーと 2050 年カーボンニュートラルを実現する 2030 年までのロードマップ」 <https://green-recovery-japan.org/>
- 注 20) 第 4 世代地域熱供給フォーラム 4dh.isep.or.jp/