

世界と日本の自然エネルギー

(再生可能エネルギー) をめぐる最新情勢

自然エネルギー市民の会代表 和田 武

世界気象機関 (WMO) は5月17日、2023~27年の5年間に温室効果ガス濃度の増加とエルニーニョ現象により世界の気温が産業革命以前から1.1~1.8°C上昇し、少なくとも1年間は国際合意の1.5°Cを超える可能性が高い(66%の確率)と指摘した。気候激変が、健康、食糧、水、生態系等、広範囲に悪影響を及ぼ恐れがあり、CO₂等の温室効果ガスの排出削減に向けて再生可能エネルギー(以下、再エネ)普及を加速しなければならない。

1. 世界の再エネ普及の最新情勢

再エネ発電設備導入量は急増中、2022年は史上最高を記録

コロナ禍やロシアのウクライナ侵略という異常な状況下でも、世界の再エネは急増しつつある。図1に示すように、2020~22年の再エネ発電設備の年間導入量は以前を大幅に上回り、22年は史上最高に達した。種類別では太陽光と風力の伸びが著しく、22年の導入量のうち両者で90%を占めた。累積設備容量は約34億kWとなり、発電量でも数年以内に最大の石炭火力発電を上回る勢いである。

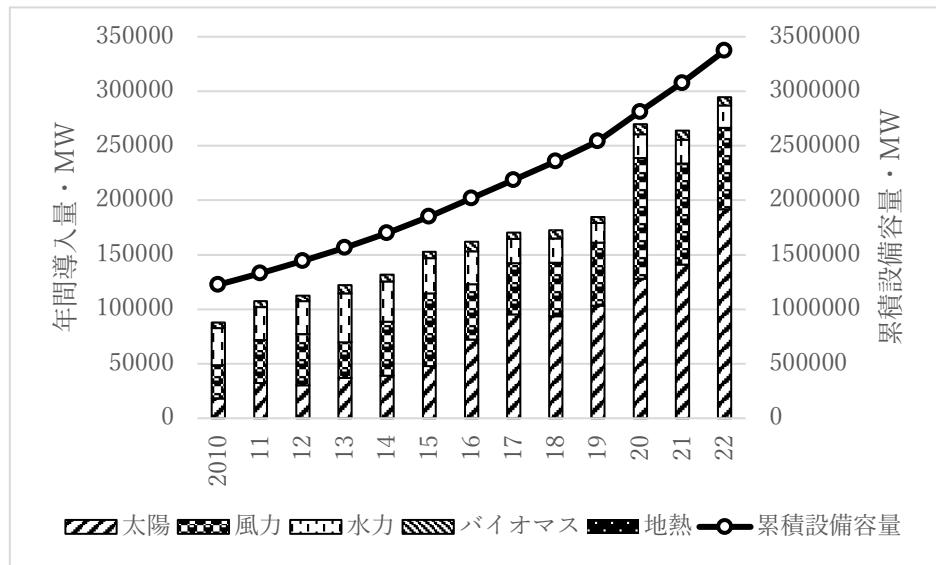


図1 世界の再エネ発電設備の年間導入量と累積容量の推移
(IRENA,2023データから作図)

国や地域別では、以前は欧州諸国が再エネ普及を牽引してきたが、最近は途上国の普及速度が先進国を上回り、現在の再エネ発電設備導入量の1位が中国、3位ブラジル、4位インドとなっている(2、5位アメリカ、ドイツ)。発電量中の再エネ比率は、世界平均で28%(2021年)であるが、国別では100%が7カ国、90%台が14カ国もあり、合計21カ国中でアイスランド(100%)とノルウェー(98%)以外はエチオピア、ネパール、コスタリカなどの途上国が占める。60%以上が64カ国もあるが、先進国は10カ国のみで、日本は20%、122位と遅れている。

世界の再エネ普及加速要因として、普及政策導入国の増加に加えて、再エネ発電コストが低下し、多くの国で陸上風力や太陽光発電が最も安価な発電手段であることが挙げられる。さらに、デンマーク等で先進的に行われてきた市民や地域主体による再エネ普及方式が、多くの国に広がっているのも一因である。

エネルギー危機が再エネ普及を加速

ウクライナ侵攻が生み出した世界的なエネルギー危機も再エネ普及を加速する契機となっている。特にエネルギー価格が急騰したヨーロッパを中心に、政策の見直しが行われた。昨年、EUは天然ガス価格の極端な上昇を抑制するシステムを導入するとともに、REPowerEU計画の推進を表明した。計画では、国産で最も安価な再エネの普及を加速し、エネルギー自立とグリーン移行、価格低減を目指すことにより2030年までにロシアの化石燃料依存から脱却し、同年のエネルギー中の再エネ比率目標を45%に、電力中の目標を69%に引き上げた。

ドイツは本年4月に原発を全廃しながら、電力中の再エネ比率を2030年に80%、2035年に100%とし、再エネ普及を加速することで2045年までにカーボンニュートラルを達成する新計画を立てた。原発大国のフランスは、原発の新增設を予定しながら、エネルギー危機や気候危機への迅速な対応が必要として、本年2月に「再エネ生産加速法」を制定し、今後4年間の緊急措置として、行政手続きの迅速化、発電所建設に人工化土地（駐車場、道路、鉄道、河川敷など）活用拡大、洋上風力発電の開発加速、資金調達の改善、市民関与の拡大等を図っている。

石炭最大輸出国のオーストラリアが再エネ重視政策に転換したことも注目に値する。昨年5月に誕生したアルバニージー労働党政権は、意欲的な地球温暖化防止、脱炭素政策、高い再エネ普及目標を掲げた。石炭火力発電を2040年までに廃止し、現在は30%程度の電力中の再エネ比率を、太陽光と風力を中心に2030年度までに82%、2032年頃に100%、2050年に200%にする予定である。同国は再エネ資源も豊富で、太陽光や風力発電は従来発電より低コストなので、将来のオーストラリアは再エネ輸出大国になり、雇用も大幅に増加するなど経済発展も見通している。他の諸国も再エネ中心社会を目指す動きを強めており、IEAは今後も世界の再エネ普及速度は上昇し続けると予測している。

2. 日本の再エネ普及動向と課題

世界は再エネ普及を加速している中で、日本は特異な動向を示している。図2から明らかであるが、再エネ発電設備の年間導入量は、FIT施行の2012年から15年までは急増したもの、その後は減少傾向が続いているのである。

東日本大震災が発生した日の午前中に菅直人民主党政権がFIT導入を閣議決定し、同年、FIT法が成立、翌年の施行によって再エネ発電

が急速に普及はじめたが、同年末の総選挙で民主党が敗退し、安倍自公政権が誕生したことで、再エネ普及に逆風が吹き始めた。

安倍政権は民主党政権の温室効果ガス削減目標を後退させるとともに、第4、第5次エネルギー基本計画では、原発を「ベースロード電源」と位置付け、電力需要が少ない時には太陽光発電を出力制御する対象にした（その結果、東京電力以外の大手電力会社が実施）。また2016年のFIT法改正により、送電線設置費用を再エネ発電事業者に負担させ、同年の電力全面自由化後の卸電力市場での価格高騰（大手電力による価格操作疑惑報道もある）、FIT電力価格の市場価格連動制等、再エネ電力のコスト上昇や普及を困難にする条件を次々と打ち出したのである。その流れを岸田政権も引き継いだ上、「グリーントランジション（GX）」では、新たな原子力重視政策（60年以上の長期運転や原発の新增設が可能）まで打ち出した。もはや自公政権に再エネ普及政策は期待できない。

しかし、日本の再エネ資源のポテンシャルは十分にあり、市民、自治体、企業などの社会のあらゆる主体が草の根的に再エネ普及に取り組むことで、再エネ100%の日本を実現できる。再エネ普及の推進は、GDPの上昇や雇用の拡大、普及地域の自立的発展などの多くの社会的好影響をもたらすことはすでに実証されている。

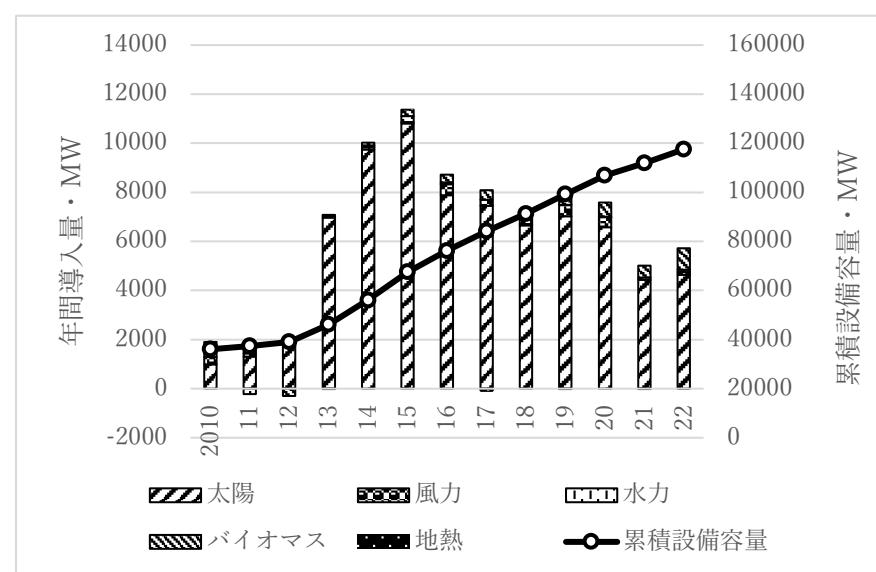


図2 日本の再エネ発電設備の年間導入量と累積容量の推移
(IRENA,2023データから作図)

自治体については、倉阪らによれば、2020年度に174市町村（全自治体の10%）が再エネで全エネルギーを供給し、272市町村（15%）が全電力を供給しており、その数は増加し続けている。福島県では再エネ100%を目指す計画を上回る勢いで普及が進展している。環境省によれば、茨城県を除く全都道府県と934市町村が2050年カーボンゼロ宣言をしており、今後、その実行計画に基づく再エネ普及の加速が期待できる。企業についても、すでに80の大企業が事業活動を再エネ100%で賄う計画を表明し、中小企業にも同様の計画が広がりつつある。市民による住宅用太陽光発電の導入も、FIT導入に

加えて0円ソーラーなどを活用するPPA方式も増加し始めており、東京都や京都府など、自治体の中に住宅用太陽光発電普及を支援する制度も増加している。地域生協でも、なら生協が再エネ100%宣言するなどの新たな動きが出ている。

このような社会のあらゆる主体が再エネの生産や消費に積極的に参加する状況を生み出すことで、再エネ中心の社会づくりへの動きを強め、同時に再エネ優先政策を探る政権を誕生させたいものである。

（本原稿は、本年5月31日の原発ゼロの会・大阪主催の自然エネルギー連続講座の第1回目の講演内容をまとめたものである。）

急増する再生可能エネルギー出力制御と今後の見通し

豊田陽介（気候ネットワーク上席研究員、PARE運営委員）

はじめに

関西エリアでは初となる再生可能エネルギー電力の出力抑制（制御）が、6月4日に実施された。同日は休日で工場等の稼働が減りエリア内での需要量が低下するのに対して、好天によって太陽光発電の出力が増加し、需要量を供給量が上回る可能性があるためだ。6月4日のエリア需要は1,323万kW +揚水運転236万kWの合計1,559万kWとなる。それに対して供給力は1,615万kW（うち526万kWが太陽光・風力発電）のため余剰分となる57万kW相当の太陽光・風力発電の出力抑制が実施されることになった（図1）。

再エネ出力制御を実施されると、対象となった発電所では、その間の発電量はゼロとなってしまう。そのため出力制御が頻発するような事態になれば、再エネの経済性の低下、ひいては今後の普及の妨げになることが危惧される。

1. 優先給電ルールと出力制御

電力系統においては、電気を使う量と発電する量（需要と供給）のバランスをとることが重要に

なる。需給バランスが崩れてしまうと周波数に乱れが生じて、最悪の場合は大規模停電が発生すると言われている。このため需要と供給の量が常にバランスするように調整することが必要となっている。

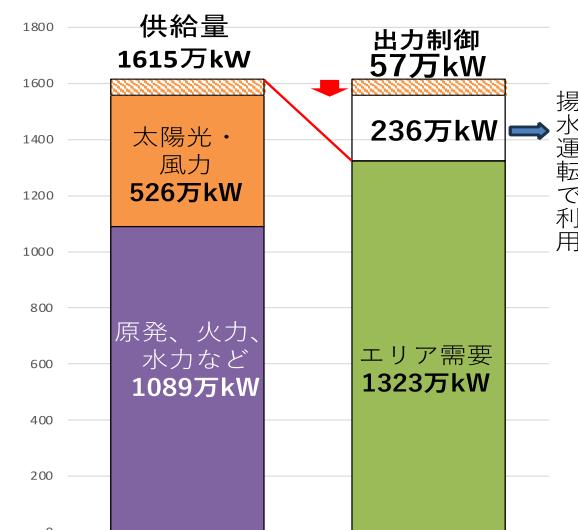


図1 6月4日の関電管内での出力制御のイメージ

出典：関西送配電株式会社データより筆者作成）

*四捨五入の関係で数値が完全に一致しない部分がある。

その調整のために国は「優先給電ルール（表1）」を定め、その中で再エネを対象にした出力制御も行われることになっている（ここでの再エネは太陽光発電と風力発電を指す）。

優先給電ルールでは、電気の発電量がエリアの需要量を上回る場合には、まず火力発電の出力の抑制、揚水発電のくみ上げ運転による需要創出（電力の消費）、地域間連系線を活用した他エリアへの送電を行う。それでもなお発電量が需要量を上回る場合には、バイオマス発電の出力制御の後に、太陽光・風力発電の出力制御を行うことになる。水力・原子力・地熱は「長期固定電源（ベースロード電源）」と呼ばれ、出力を短時間で小刻みに調整することが技術的に難しく、一度出力を低下させるとすぐに元に戻すことができないため、最後に抑制すること＝優先して電力供給が行われることになっている。

2. 出力制御の上限と補償

再エネ出力制御の対象となる発電所や年間どの程度まで実施される可能性があるのか、また発電を止められることに対する補償はどうなっているのかを紹介する。再エネ出力制御は固定価格買取制度の下で、無補償での出力制御に応じなければいけない上限が示されている。FIT開始直後は年間30日間が上限と決められていたが、再エネ導入量の増加とともに、この上限は拡大され、2021年4月以降からは全てのエリアで「無制限・無補償」で出力制御に応じなければならなくなった。なお、出力制御の対象となる規模については、太陽光発電は、10kW以上が対象で、当面10kW以下は出力制御の対象外となっている。

無制限・無保証の出力抑制の可能性によって、再エネ事業の収益性と予見性は低下し、金融機関が融資を控えることで資金調達が困難になると予測される。また、すでに稼働している発電所においては、出力制御によって発電収入が激減し、収支が赤字になる可能性もある。現段階の抑制による実際の発電

表1. 優先給電ルール

優先給電ルール	
出力制御等の順番	ルール内容
1	一般送配電事業者があらかじめ確保する調整力（火力等）（電源I）及び一般送配電事業者からオンラインでの調整ができる火力発電等（電源II）の出力抑制及び揚水式発電機の揚水運転
2	一般送配電事業者からオンラインでの調整ができない火力発電等（電源III）の出力抑制
3	連系線を活用した広域的な系統運用（広域周波数調整）
4	バイオマス専焼電源の出力抑制（地域資源バイオマス電源※を除く）
5	地域資源バイオマス電源の出力抑制（燃料貯蔵や技術に由来する制約等により出力抑制が困難なものを除く）
6	自然変動電源（太陽光・風力）の出力抑制
7	電気事業法に基づく電力広域的運営推進機関の指示（緊急時の広域系統運用）
8	長期固定電源（原子力、水力（揚水式を除く）および地熱発電所）の出力抑制

* 地域に賦存する資源（未利用間伐材等のバイオマス、メタン発酵ガス、一般廃棄物）を活用する発電設備

出典：送配電会社HPから筆者作成

量への影響は少ないが、今後の接続増加によって影響は大きくなることが予測される。そのためこれから将来の出力制御率がどうなるのか、また出力制御を低下させるためにはどのような対策があるのかが重要な要素となる。

3. 再エネ出力制御の実施状況

日本での再エネの出力制御は、2018年10月に全国で初めて九州エリアで行われた。その後、休日やGW等の軽負荷期に九州エリアでのみ実施されていたが、再エネの導入拡大とともに、出力制御実施エリアも拡大してきた。2022年4月に東北、中国、四国エリア、5月に北海道エリア、2023年1月に沖縄エリア、4月に中部、北陸エリアにおいて、そして6月には関西エリアで初めて出力制御が行われた。

近年実施エリアを拡大してきた出力制御だが、その頻度も年々増加傾向にある。経済産業省の系統ワーキンググループの資料によれば、九州エリアでは2018年度の出力制御率は0.9%だったものが、2022年度には3.0%にまで増え、さらに2023年度は5%近くにまで増加することが予想されている。その他東北、中国、四国、沖縄でも同様に2023年度は出力制御率が増えることが予測されている。実際に中国、四国エリアでは、4・5月の2ヶ月間だけで昨年度を上回る出力制御が実際されており、予想を上回る出力制御率になることが危惧される。

冊子テンプレート
A4 1P (210mm × 297mm)

表2. 再エネ出力制御の実施状況

(参考) 再エネ出力制御の実施状況等 <2023年5月26日(金)時点>

	九州					北海道	東北	中国	四国	沖縄
	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度	2022年度	2022年度	2022年度	2022年度	2022年度
年間の出力制御率 [年間制御電力量(kWh)] [年間発電需要(kWh)]	0.9% [1.0億] [864億]	4.0% [4.6億] [844億]	2.9% [4.0億] [837億]	3.9% [5.3億] [853億]	3.0% [4.5億] [845億]	0.04% [191万] [301億]	0.45% [6,370万] [813億]	0.45% [3,988万] [585億]	0.41% [1934万 ^{※5}] [274億 ^{※6}]	0.08% [34.9万] [69億]
2023年度	北海道	東北	中部	北陸	中国	四国	九州	沖縄		
太陽光・風力接続量	300万kW ^{※1} 太陽光 221万kW 風力 79万kW	1,030万kW ^{※1} 太陽光 814万kW 風力 216万kW	1,156万kW ^{※1} 太陽光 1,120万kW 風力 36万kW	139万kW ^{※1} 太陽光 122万kW 風力 17万kW	699万kW ^{※1} 太陽光 664万kW 風力 35万kW	361万kW ^{※1} 太陽光 331万kW 風力 30万kW	1,216万kW ^{※1} 太陽光 1,156万kW 風力 607万kW	45万kW ^{※1} 太陽光 43.5万kW 風力 1.4万kW		
年間の出力制御率 (見込み) ^{※3,4}	0.01% (見込み) ^{※3,4}	0.56% (見込み) ^{※3,4}	0.019% (見込み) ^{※3,4}	0.029% (見込み) ^{※3,4}	0.67% (見込み) ^{※3,4}	0.48% (見込み) ^{※3,4}	4.80% (見込み) ^{※3,4}	0.34% (見込み) ^{※3}		
出力制御実施日	-	4/1, 2, 9, 22, 23, 5/2~5	4/8, 9, 16, 22, 23, 5/3, 5, 20, 21	4/8, 9, 16, 23, 30, 5/1~5 4/1~4, 8~11, 13, 16, 17, 20 ~23, 27, 28, 30, 5/1~5, 8~11, 11, 12, 14~17, 20, 21, 23, 24	4/1, 2, 4, 8~11, 13, 16, 21~23, 27, 28, 30, 5/1~5, 8~11, 11, 12, 14~17, 20, 21	4/1~4, 8~13, 16~18, 20, 22, 23, 26~28, 30, 5/1~5, 8~11, 12, 14, 15~17, 20~25	4/2, 9, 10			

※1 2023年度は2023年3月末時点。
※2 出力制御率[%] = (変動再エネ出力制御量 [kWh] ÷ (変動再エネ出力制御量 [kWh] + 変動再エネ発電量 [kWh])) × 100
※3 各エリア一般送配電事業者による見込み。あくまでも試算値であり、電力需要や電源の稼働状況等によって変動することがあります。
※4 東北、九州は100%、北海道、北陸、中国、四国は50%、中部は10%連系線利用の場合の見込み。
※5 当該表に無い東京・関西エリアにおいては、現時点で、通常想定される需給バランスにおいて、再エネ出力制御が生じる蓋然性は低い見通し。
※6 淡路島南部地域を含む

在概ね30%を20%に)供給対策、そして地域間連系線を通じて他エリアへの送電量を増やす系統面での対策などが考えられる。これらの対策を実施した場合には、エリアごとに異なるものの制御率の大きかった北海道、東北、九州をはじめ、全てのエリアで低減されるという試算結果になっている。

おわりに

試算の結果を持って出力制御対策が十分に進むと考えるのは楽観的であり、実際のところ今後導入される再エネを大幅に拡大していくことになれば、出力制御が行われる可能性はより大きくなる。また、地域間連系線の活用などが試算のように理想的に行われない可能性もある。さらには

は国が進めようとしているGX戦略において原発の増設が進めば、今の日本の優先給電ルールでは再エネがその分の割を喰うことになってしまう。

再エネに対する出力制御は、日本よりも再エネが進んでいる欧州等の国でも行われている。しかしながらこれらの国では、出力制御を実施した場合には、発電事業者に対して補償金が支払われる制度になっている。再エネの出力制御を行うこと自体が問題なのではない。出力制御を行うことが再エネ普及を妨げることになるのではなく、再エネの電力比率をより高めることにつながるルールにすることが重要なのである。

今後の再エネ大幅導入、再エネ100%の達成のためにも、再エネ優先給電(①連系手続きにおける優先、②市場への優先アクセス、③混雑時の優先アクセス)のための制度・ルール及び技術、それを公平・公正に運用する各種主体の実現が求められる。

出所：第46回系統WG

4. 2031年度の出力制御率の見通し

系統WGで報告された各送配電会社の資料によれば、2031年度の出力制御率は、北海道・東北エリアで50%以上、中国・九州エリアで25%以上という予想になっている。これは非常に高い割合であり、本当にこのレベルの出力制御が実際されれば再エネ事業に甚大な影響が及ぶことは想像に難くない。

こうした再エネ出力制御を低減するための対策としては、デマンドレスポンスや蓄電池の導入といった需要対策、火力発電の出力をさらに下げる(現

表3. 再エネ出力制御の見通しと低減対策の効果(2031年度)

<出力制御率(%)>

※表中括弧内の数値は各社ケース②において見込まれる出力制御率に対する差分										
(%)	北海道	東北	東京	中部	北陸	関西	中国	四国	九州	沖縄
各社ケース②において見込まれる出力制御率	53.6	54.2	3.4	2.8	4.2	3.8	25.5	2.8	26	0.87
需要対策	53.4 (▲0.2)	49.2 (▲5)	2.9 (▲0.5)	1.6 (▲1.2)	3.6 (▲0.6)	3.4 (▲0.4)	19.5 (▲6.0)	1.6 (▲1.2)	20 (▲6)	0 (▲0.87)
供給対策	43.5 (▲10.1)	41.5 (▲12.7)	0 (▲3.4)	1.8 (▲1.0)	2.9 (▲1.3)	0.6 (▲3.2)	13.4 (▲12.1)	2.3 (▲0.5)	23 (▲3)	0 (▲0.87)
系統対策	1.7 (▲51.9)	27.4 (▲26.8)	-	-	-	-	-	-	15 (▲11)	-
50%分活用	0	11.2	-	-	-	-	-	-	9	-
100%分活用	0 (▲53.6)	11.2 (▲43)	-	-	-	-	-	-	(▲17)	-

出所：第45回系統WG