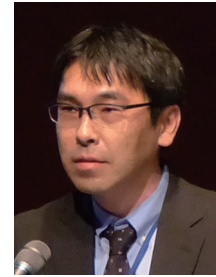


再生可能エネルギーのポテンシャル

森山 亮 (プロジェクト試験研究部
新エネルギーグループ 部長)



1. カーボンニュートラルの実現に向けて

2020年10月、政府は2050年までに温室効果ガス(GHG)の排出を全体としてゼロにする、カーボンニュートラルを目指すことを宣言しました。GHGの排出を全体としてゼロにするということは、GHGの排出量から、植林や森林管理などによる吸収量を差し引いて、合計を実質的にゼロにすることを意味しています。

図1はわが国のカーボンニュートラル宣言に伴って、今後削減が必要なGHGの量を示したものです。縦軸は年間のGHG排出量を示しており、排出削減目標において比較される2013年度には約14億トンのGHGが排出されていました。

2015年に提出された日本の約束草案では2013年度と比べて2030年度のGHG削減割合を26%にする目標が掲げられていましたが、2021年にはこの目標が46%の削減割合に変更となりました。

2013年のGHG排出量の内、二酸化炭素(CO₂)の排出量は9割以上となっており、CO₂排出量の内、約9割がエネルギー起源であるため、エネルギー分野における脱炭素が重要であることが分かります。

このようなGHGの削減に向けて、再生可能エネルギー(再エネ)の導入が果たす役割は大きいと言えます。

2. 再生可能エネルギー導入の現状と目標

2012年から施行された固定価格買取制度(FIT制度)や電力自由化によって、事業者が再エネ事業に参入する障壁が緩和されたり、事業性に見通しが立ちやすくなったりしたため、再エネの設備導入が進んでいます。

FIT制度による再エネ設備の導入量は、2020年度において6万MWを超え、そのうち、90%以上が太陽光発電となっています。太陽光発電を規模別でみると、2020年度の10kW

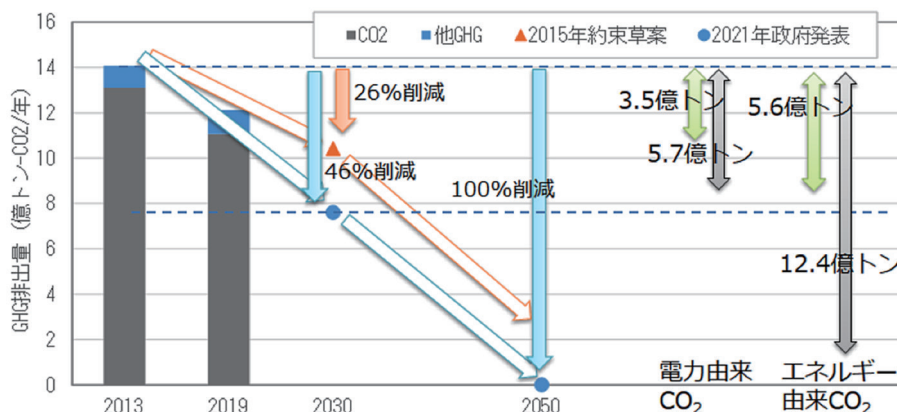


図1 GHG 排出削減目標

未満の住宅用の設備容量は0.8万kW、10kW以上の非住宅の設備容量が約5万MWで、非住宅のうち1MW以上の大規模なものは半分弱の2.3万MWとなっており、メガソーラーと呼ばれる大規模太陽光発電所が多く導入されてきたといえます。これに対し、バイオマス発電は約2,700MW、風力発電は約2,000MWとなっています。

図2はFIT制度による再エネによる発電量と再エネの買い取り金額の推移を表しています。

発電量はFIT制度の開始以降順調に増加しており、2020年度には10万GWhを超えました。これらの電力量は、FIT制度によって電力会社（2017年のFIT制度改正によって、小売り電気事業者から送配電事業者に買取義務者が変更）に高い価格で全量買い取ら

れています。再エネ電力量の増加とともに買い取り金額も増加しており、2020年度には約3.5兆円になっています。この買い取り金額の内、電力会社が発電せずに済んだ回避可能費用を引いた分が国民負担で賄われているので、この国民負担をいかに減らすかということがカーボンニュートラルの実現に向けた1つの課題です。

図3に2020年度のFIT制度による再エネ設備の導入実績と2030年の再エネ設備導入目標の比較を示します。

2015年の長期エネルギー需給見通しで示された2030年度の再エネ設備の目標（図中（旧）で示す）は約9.5万MWであり、2020年度の実績である約6万MWですでに目標の半分以上が達成されていました。この実績値はFITの設備のみであり、FIT以外の再エネ設備を

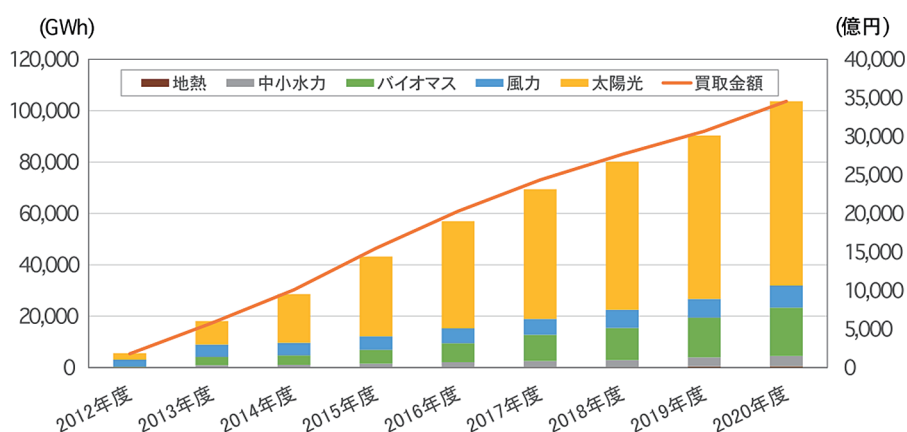


図2 FIT制度による再生可能エネルギーの導入実績 (1)

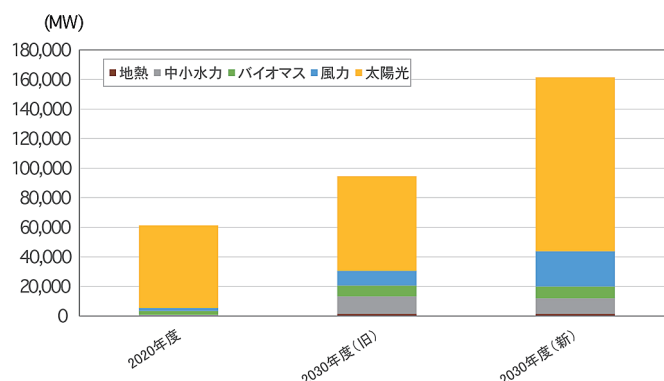


図3 再生可能エネルギー発電設備容量の目標比較

考慮するともう少し数値はあがります。

これに対し、2021年に策定された「第6次エネルギー基本計画」では、目標（図中（新））が約16万MWにアップしたので、今後9年間で現状の3倍弱の設備容量を増加させるというかなり野心的な目標が設定されたといえます。

3. 再生可能エネルギーのポテンシャル

このような野心的な目標値に資する程度の再エネの量があるのかどうかを、わが国の導入ポテンシャルから見ることにします。

図4は、再エネの量とその量を求める条件について図示したものです。賦存量は理論的に算出されるエネルギーのことで、利用できないエネルギーも含まれています。例えば、日本の太陽光発電の賦存量を考えますと、面積当たりの太陽光エネルギーに日本の国土面積を乗ずることによって概算できます。実際に太陽光発電のパネルを設置できる面積には限りがありますので、賦存量はあくまで理論的な最大量を表しています。

これに対し、導入ポテンシャルは設備の設置可能性を考慮して求めたものです。さらに導入可能量としては経済的に成立するかどうかといった観点も考慮されるので、設置可能な面積があっても系統接続に要する費用や土地の造成費用が莫大で、FIT制度を利用して事業が成立しない場合には除外されます。

実際の導入ポテンシャルや導入可能量は、今まで利用できなかった土地が法改正で利用できるようになったり、FIT制度の導入によって経済性が成立するようになったり、さらには技術革新によって、これまで設置できなかったところに設置できるようになったり、社会的もしくは技術的要件によって変化する量です。

設備容量としての再エネの導入ポテンシャルは、経産省や環境省において見積もられています^{(2)～(5)}。太陽光発電の導入ポテンシャルは130～320GW、風力発電の導入ポテンシャルは1,800GW程度であり、2015年度における日本の発電設備容量総計（約260GW）を上回る導入ポテンシャルがあることが分かります。

一方、再エネの中でも出力が一定もしくは調整可能な安定電源と呼ばれる水力、バイオマス、地熱はそれぞれ14, 3, 6～23GWと比較的低い導入ポテンシャルです。

設備容量としての導入ポテンシャルに一定の設備利用率を考慮して発電量に換算すると、図5のようになります。

風力発電は発電量としてのポテンシャルが高く、日本の発電実績を超えていることが分かります。これらの内、今後開発が期待されている洋上風力発電の量が大半を占めています。

導入ポテンシャルが低いバイオマスについては、現在国内で排出される廃棄物の量をベースに計算しているため、低い値となっていますが、森林資源の有効利用や海外からのバイ

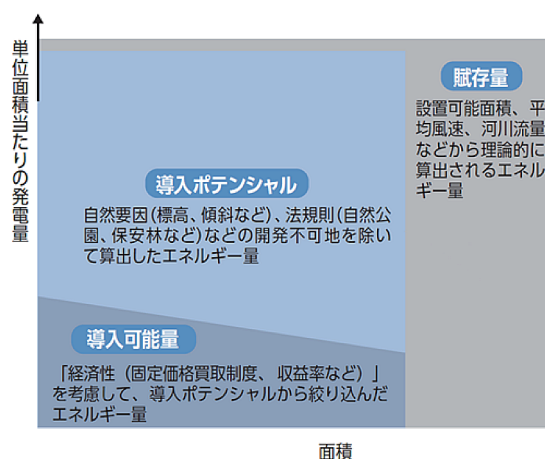


図4 エネルギーのポテンシャルイメージ⁽⁶⁾

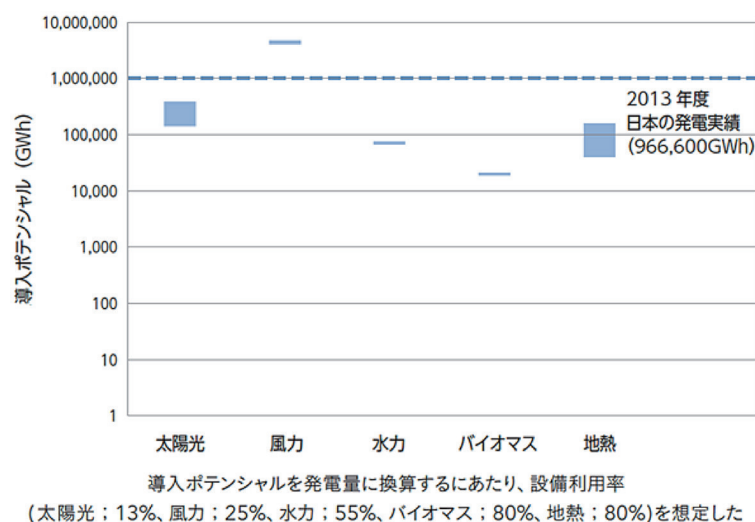


図5 再生可能エネルギーの導入ポテンシャル⁽⁷⁾

オマス輸入を考慮すると、ポテンシャルは増加します。

4. 再生可能エネルギー導入の課題

再エネの導入ポテンシャルは大きく、将来のカーボンニュートラル実現に向けてその取り組みに期待が寄せられていますが、実際の再エネ大量導入には様々な課題があります。特に、再エネの導入コストや導入適地については、解決のための技術開発が実施されています。

近年、太陽光発電や風力発電については、導入量の拡大とともに設備コストが急速に低減しています。

国際再生可能エネルギー機関（IRENA）の報告⁽⁸⁾によると、太陽光発電の設備コストは、約10年前の2010年と比較して、2018年には設備コストは数分の1まで低減しています。フランスやイギリスではkW当たり5,000ドル以上だったものが、1,000ドル程度まで低減しています。日本について見ると、同じく2010年のkW当たり5,000ドル程度から急激にコストの低減が起こっていましたが、ここ数年は2,000ドル程度で下げ止まりしており、他の国と比較しても高いコストであることが示されています。

日本における設備コストが海外と比較して高い要因は、土地造成費用、架台のコスト、自然災害対応などが言われていますが、太陽光発電だけではなく、風力発電も落雷や台風など自然環境の条件が厳しい日本において設備コストが比較的高いという課題があります。

前述の通り、風力発電は導入ポテンシャルが高いことからカーボンニュートラルの実現に向けて、その寄与が期待されていますが、風力発電の導入適地については、まだ課題も多いです。

世界風力エネルギー協会（GWEC）によると⁽⁹⁾、日本の近海は風況が良く、特に、太平洋側で年平均風速が高いことが示されています。洋上風力発電の技術ポテンシャル（年平均風速、水深および排他的経済水域を考慮した適地に一定の設備容量を考慮したもの）は1,897GWであるものの、風車の支柱が海底まで到達している着床式洋上風力発電の技術ポテンシャルはそのうち1割にも満たない122GWです。残りは、風車自体が海洋に浮いている浮体式洋上風力発電の技術ポテンシャルであるため、現在実証レベルにある浮体式洋上風力の技術開発が重要となります。

5. 再生可能エネルギー大量導入に向けた施策

経済産業省が2021年6月に策定した「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」⁽¹⁰⁾において示されている成長が期待される14分野の中でも、洋上風力と太陽光・地熱産業が取り上げられています。

洋上風力産業の取り組みについては、投資を呼び込む、インフラの整備、サプライチェーンの形成、などが挙げられている他、電力インフラの構築として、発電の適地である北海道・東北と需要地である関東を結ぶ長距離直流送電も検討されています。

太陽光産業については、ペロブスカイト太陽電池というフィルム状の次世代太陽電池の研究開発が進められています。これが商用化すれば、大掛かりな架台も不要になり、建物の壁面や車など移動体の屋根にも取り付けることができ、低コスト化および適地の拡張に貢献することが期待されています。

6. 再生可能エネルギー大量導入に向けた課題

前述の再エネのポテンシャルが十分に利用され、再エネによる発電容量や年間の発電量が現在の日本の需要量を上回ったとしても、

特に、自然変動電源である太陽光発電や風力発電の大量導入が実現した場合、その場で需要に応じた電力を供給する「同時同量」を満たすことが困難になってきます。

現在は、太陽光発電や風力発電による発電量と需要にギャップがある場合、火力発電や揚水を含む水力発電といった調整電源でバランスをとっています。しかしながら、太陽光発電の設備容量が多く、火力発電などで調整しきれない時には、再エネの発電を抑制する出力制御が必要になり、すでに九州エリアでは、図6で示しますように、年間に60回以上の出力制御が実施されています。2021年度は90回以上の出力制御が見込まれています⁽¹¹⁾。

今後再エネの導入量が増えていくと、回数の増加はもとより、再エネの発電量への寄与も大きくなっていくと考えられます。再エネで発電した電力を有効に利用するためには、電力の需要と供給の時間・空間的なギャップを埋める蓄エネルギー技術の導入も必要になってきます。

7. 地域エネルギーの利活用

再エネの大量導入については、地域エネルギーの利活用も大事な視点です。

これまでは、火力発電のような大規模集中型の発電設備で日本の電力供給が賄われてき

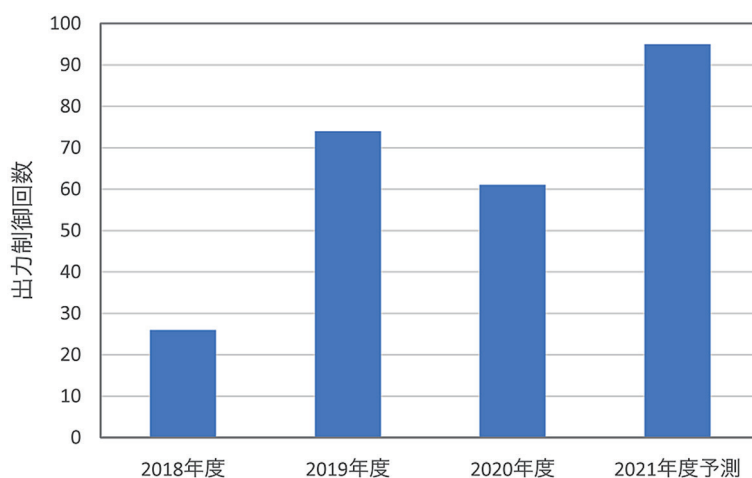


図6 九州エリア 本土の出力制御の実施回数⁽¹¹⁾

ました。石炭や天然ガスといった輸入燃料を港湾設備などで集中して受け入れることができ、設備も港湾地域に建てることで、大規模で効率が良い発電が実施できていました。

一方で、太陽光や風力などの再エネは、ある程度の偏在はあるものの、日本全国に薄く広く賦存しているため、発電設備を分散化することができます。したがって、自治体などの地域単位で再エネ設備を導入し、その地域でエネルギーを利用する地産地消という考え方が成立しやすくなります。

地域での需給バランスをとりながら再エネを導入していくことによって、地域からカーボンニュートラルを進めていくという取り組みも始まっています。

8. おわりに

最後にカーボンニュートラルに向けた再エネの大量導入についてまとめると、再エネの導入ポテンシャルは高く、今後もカーボンニュートラルの達成に向けて最大限の導入努力は必要ですが、再エネの導入に関する課題や導入によって電力システム全体に及ぼす課題も多いため、様々なエネルギー技術オプションを検討しつつ、将来のカーボンニュートラルに向けて着実に進めて行くことが必要です。

参考文献

- (1) 資源エネルギー庁, 「なっとく！再生可能エネルギー」
(https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/index.html)
- (2) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO), 「再生可能エネルギー技術白書第2版」, 2014年2月
- (3) 環境省, 「再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査報告書」, 2011年3月
- (4) 経済産業省, 「バイオマスエネルギー利用の現状について」, 総合資源エネルギー調査会 第30回新エネルギー部会, 資料1, 2009年
- (5) 農林水産省, 「バイオマスの活用をめぐる状況」, 2021年12月
- (6) 国家戦略室, 「各省のポテンシャル調査の相違点の電源別整理」, 第7回コスト等検証委員会, 参考資料3, 2011年12月13日
- (7) (一財) エネルギー総合工学研究所, 『図解でわかるカー

ボンニュートラル』, 技術評論社, 2021年9月

- (8) 国際再生可能エネルギー機関 (IRENA), “Renewable Power Generation Costs in 2018”, May 2019
- (9) 世界風力エネルギー会議 (GWEC), “Offshore wind technical resource maps”
- (10) 経済産業省, 「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」, 2021年6月
- (11) 九州電力㈱, 過去の出力制御実績