

2050年、再生エネで 総発電量の 半分以上を賄えるか？

年間気象実測データに基づいて

特定非営利活動法人ニュークリア・サロン*

* NPO ニュークリア・サロンメンバー

佐藤浩司、小竹庄司、難波隆司、佐賀山豊がとりまとめた

政府は、二〇二〇年一〇月に二〇五〇年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指すことを宣言し、年末にはそれに伴う「グリーン成長戦略」を公表した。この実現のためには、CO₂排出量の約四割を占める電力部門の脱炭素化が不可欠である。再生可能エネルギー（以下、再生エネ）と原子力を最大限活用するとともに、火力発電の利用にあたってはCO₂の回収・利用・貯留（CCUS）施設の付加まで考慮したエネルギー源の総動員が必要であ

る。ここで、再生エネの中で電力需要に対応できる水力（一般水力＋揚水発電）・地熱・バイオマス等の安定再生エネは、地理的要件等の制約から二〇五〇年の総発電量の一五％程度が上限と考えられることから、太陽光や風力の変動性再生エネ（VRE）の拡充が必要となる。

本稿では、実測された全国のVREの発電出力データと電力需要実績を基に、二〇五〇年の年間総発電量は現状をやや上回る一・一兆キロワット時と仮定し、表の上段に示すようにVREの年間発電量割合（以下、VRE割合）として二〇、四〇、八五％の三ケース、太陽光と風力の年間発電量比（以下、SW比）として二〇三〇年度の政府の導入目標である四・一と、変動性を抑制する一・一の二種類、合計六ケースを想定し、一日当たり発生する余剰電力と不足電力を推定して目指すべき電源構成の在り方について検討した。

二〇一八年五月四～五日及び七月二～四日に観測された太陽光及び風力の設備利用率と電力需要（いずれも一時間平均値）を用いて、VRE割合四〇％、SW比一・一とした場合の二〇五〇年の発電出力と電力需要を図に示す。

五月連休の時期は、全国的な工場

やオフィスの休業等により電力需要が低下する一方、風況も比較的良好なため晴天の日にはVREの発電量が大きく余剰電力が発生し易くなる。そのため図の左側に破線で示すよう

に、安定再生エネを停止し安定電源（原子力とCCUS付き火力）を最低出力状態の三〇％に下げ、さらに余剰電力削減のために揚水汲上を行ったとしても、太陽光発電量が

表 2018年度の気象条件と電力需要データに基づいた2050年の予測結果

太陽光:風力の年間発電量比(SW比)	4 : 1			1 : 1		
VREの年間発電量割合(VRE割合) (太陽光/風力の発電設備容量*(億kW))	20% (1.45/0.21)	40% (2.89/0.42)	85% (6.14/0.89)	20% (0.90/0.47)	40% (1.81/0.93)	85% (3.84/1.98)
年間発生量(億kWh)	20.6	636	3700	0.23	142	1880
1日あたりの最大値(億kWh)	1.92	9.5	27.8	0.2	4.95	18.3
年間発生日数(総時間数)	50(67)	268(1140)	346(2500)	4(0.7)	148(381)	324(2120)
年間発生量(億kWh)	0	9.26	1540	0	5.61	689
1日あたりの最大値(億kWh)	0	0.71	9.69	0	0.73	8.26
年間発生日数(総時間数)	0	49(37)	364(4200)	0	26(22)	287(2120)

*設備利用率：太陽光13.9%、風力23.9%(SW比4:1の場合)/27%(SW比1:1の場合)

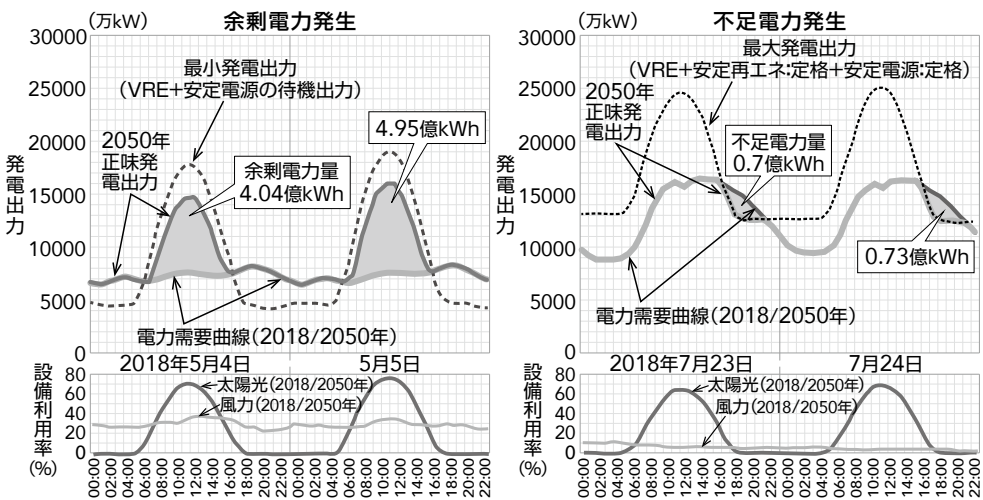


図 実測データ(2018年度)に基づいた2050年の発電出力と余剰/不足電力発生量 (VRE割合40%、SW比1:1の場合)

出典：環境エネルギー政策研究所(IEEP)のEnergy Chartのデータを用いて作成

加する昼間には四〜五億^{キロワット}時の余剰電力が発生する。なお、夕刻に急速に脱落する太陽光発電に対しては、安定電源等の出力を上昇することで不足電力の発生を回避出来る。

一方、図の右側に示すように、七月は冷房等の使用により電力需要が急増するが、風により風力発電量が低下する日が多く、晴天の日には安定再生エネを停止し、安定電源の出力を低下させ、揚水汲上運転により余剰電力の発生は回避できる。ただし、夕方から夜間にかけては点線で示すように安定再生エネと安定電源をフル稼働させても約七〇〇〇万^{キロワット}時の不足電力が発生する。この不足電力の発生を回避するには昼間の余剰電力を使った調整電源（大容量蓄電池システムや揚水発電の拡大など）が必要となる。米国では既に九地点で合計六四〇万^{キロワット}時の大容量蓄電池システムが建設中であり、わが国でも七二万^{キロワット}時施設の建設が進められていることや、今後の中小水力の開発と揚水化の拡大等により、二〇五〇年までに約七〇〇〇万^{キロワット}時規模の調整電源が導入されることは期待できよう。

このような計算を二〇一八年度の一年間にわたって実測データを用いて実施した結果を表にまとめた。全

体的に、SW比四・一に比べ、同比一・一の方が、VRE割合が増えるに連れ、余剰及び不足電力の発生量を大きく軽減できる。

VRE割合二〇％…VREの変動を安定電源の負荷追従能力で十分カバーできるため、夕刻から夜間の太陽光発電が使えない時間帯においても不足電力は発生しない。

VRE割合八五％…再生エネのみで全発電量を担う場合、VREの変動を調整できる電源は水力等の安定再生エネだけとなるため、VREの発電量変動を調整する能力は大きく低下する。その結果、昼間の余剰電力及び夜間の不足電力は膨大な量となり、これらがほぼ毎日発生するようになる。特に、一日当たりの不足電力量は最大八〜一〇億^{キロワット}時で、VRE割合四〇％の場合に比べて一〇倍以上の規模の調整電源が必要となる。また、その充電に新たな電源も必要となるため、電力の安定供給が確保できる電源構成とはなり難いことが分かる。

以上の余剰及び不足電力の発生量を踏まえると、一日に発生する最大不足電力を調整電源で補うことが期待できる範囲として、VRE割合四〇％あたりがほぼ上限であり、再生エネで賄えるのは年間総発電量の

半分程度と言えよう。ただし、二〇三〇年度に目指しているSW比四・一のままVRE割合四〇％に拡大していくと、一年間に発生する余剰及び不足電力量は、同比一・一の場合に比べ余剰で五倍も増加し、無駄になる発電量が多くなる。このため、風力発電量を増やし、同比一・一を目指していくことが重要となる。

二〇一九年度のVRE割合は七・五％（設備容量は太陽光五五八〇万^{キロワット}、風力四二〇万^{キロワット}）であるため、VRE割合四〇％を実現していくには、今後、太陽光発電設備を三倍、風力発電設備を二〜三倍まで増強していく必要がある。しかし、風力増強の中心となる洋上風力の設備容量は、「グリーン成長戦略」で想定した設備容量の約二倍に相当することや、洋上風力の先進国である英国、オランダでは、資本費（送電線への接続コストを含む）、運転費ともに上昇している*ことが報告されていることから、総発電コストの経済性や技術開発の状況並びに環境適合性等を考慮して、目指すべきVRE割合についても適宜見直していく必要があるだろう。

一方、わが国では、CCUSは原油回収等で実用化されている石油増進回収法（EOR）によるCO₂貯

留のような経済的インセンティブが働かないものの、地元住民の理解を踏まえた立地地点の確保と、火力発電所からのCO₂回収・貯留に係る技術開発とそのコストダウンの達成を前提に、総発電量の一〇％程度をCCUS付き火力エネルギー等で賄うことを期待したい。なお、火力での水素利用については、水素が二次エネルギー源であるため、水素生成のためのエネルギーの確保とそのコストダウンが不可欠である。

以上の技術が実現すれば、総発電量の三五％（五三六〇万^{キロワット}）を、世界の主要国と同様に原子力に対応することでカーボンニュートラルが実現できることになる。この場合、再稼働が期待できる三六基の軽水炉全ての運転期間を六〇年に延長しても、二〇四〇年以降一〇年間で一〇〇万^{キロワット}減少していくことになるため、三五％の発電量を実現していくには、リプレイス・新増設に対する判断を早急に行う必要がある。

最後に、今回提案した脱炭素電源の実現可能性は、地元住民の理解と環境適合性を前提に、今後の技術開発とその経済性に依存する。このため、二〇三〇年頃には、二〇五〇年の脱炭素化に向けての導入可能な電源割合を再評価する必要がある。

* https://cigs.canon/article/20201208_5491.html