

TOMIC

とおみく

九州エネルギー問題懇話会

電気の品質と 再生可能エネルギー

～再生可能エネルギーで電気が不安定になる!?～

一般財団法人 電力中央研究所
システム技術研究所 副所長

永田真幸 (ながた まさき)

1996年、東京大学大学院工学研究科博士課程修了。博士(工学)。
同年電力中央研究所に入所、現在は主に電力システムの解析に関わる研究に従事。
電力中央研究所は1951年に設立され、さまざまな分野の研究者を擁して
電力事業に関連する研究開発を行う一般財団法人。

家庭や工場などに毎日送り届けられ、私たちの生活を支えている電気。発電の方法について気にしている人は多くいますが、発電した電気を家庭や工場などへ届ける作業、いわゆる送電についてはあまり知られていないのではないのでしょうか。送電には電気の品質を維持するために、さまざまな工夫や苦勞があります。近年は再生可能エネルギーの増加に伴って新たな課題も生まれてきました。電力中央研究所の永田真幸氏に、電気の品質と再生可能エネルギーの関係について伺いました。

電気の品質を決める“電圧”と“周波数”

電気の品質を決める大きな要素に電圧と周波数があります。電圧はボルト(V)で表わされ、例えば一般家庭の場合は標準電圧が100Vで、101Vの上下6Vを超えない範囲を維持すべきと国によって定められています。周波数はヘルツ(Hz)で表わされ、現在は東日本が50Hz、西日本が60Hzとなっており、電力会社では、 $\pm 0.1 \sim 0.3$ Hzの範囲で維持するよう常に調整を行っております。

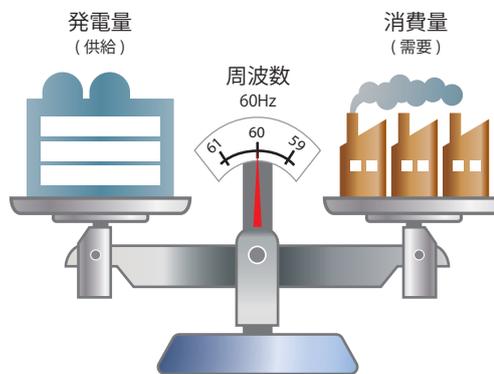
電圧や周波数が多少変動しても、一般家庭ですぐに大きな影響が現れるわけではありません。しかし、精密機器を扱っている工場などには少なくない影響があります。電圧や周波数が大きく変動するということは、その電気を使っている機器に大きなストレスがかかるということです。そのため機器が壊れたり、寿命が短くなったりすることが考えられます。また機器の動作が不安定になることにより、その機器で作っている製品の品質が低下したり、工場の製造ラインが停止するなどの影響が出ます。

需要と供給を常に一致させる必要がある電気

電気の品質を保つ上で、重要なことは需要と供給のバランスをとることで、電気の発電量と消費量がいつも一致する“同時同量”が必要不可欠です。電気のつくり過ぎや不足でバランスがくずれると、電圧や周波数が不安定になり、最悪

の場合は発電機が次々に停止し、広範囲で停電が発生することもあります。

●電気の需給バランスイメージ



発電量と消費量のバランスが崩れると周波数や電圧が変動し、電気の品質が保つことができない。

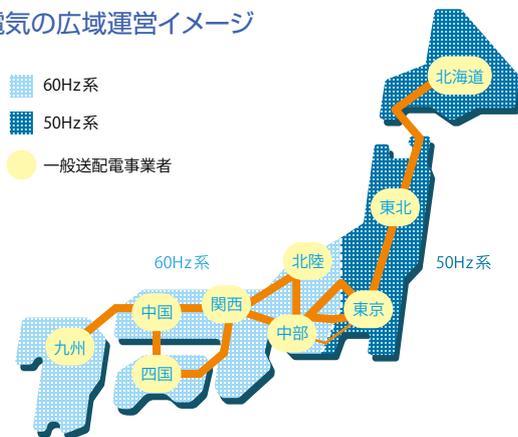
つくりすぎた電気は貯めておけばいい、と考える人もいると思います。確かに技術的には電気を貯めることは可能ですが、残念ながら現時点では広く大量に利用できる状況にはありません。課題のひとつはコストです。現在の蓄電池はたいへん高価で、加えて電池単体だけでなく周辺機器を整備する必要があり、大量に導入すると電気料金を大幅に上げなければなりません。もうひとつの問題は効率性で、現在の蓄電技術では、せっかく発電した電気の70%ほどしか活用できません。さらに電池は劣化するので寿命の問題もあります。現状では高価で効率が悪く、長期間使用できない電池はあまり実用的とはいえず、更なる技術革新が必要です。

電気の品質を保つための取り組み

日本では、九州や四国などの地域ごとに送電網を電力会社が管理しています。発電には、水力、火力、太陽光、風力、原子力などがありますが、発電の仕組みや使用するエネルギー源の違いなどでそれぞれに特徴を持っており、電力会社ではこれらの発電を最適に組み合わせ、発電量と消費量が一致し、適正な電圧・周波数となるよう運用しています。

また、北海道から九州まで送電網はすべて連結されており、域内の電気が不足したり余ったりした場合には、電力会社のエリアを越えて融通を行っています。

●電気の広域運営イメージ



日本全国の送電網は一般送配電事業者によって連結されている。周波数は東西で分かれ、西日本が60Hz、東日本が50Hzで運用されている。

日本の電気の品質は世界トップレベルで、常に安定した電気を供給し、停電もほとんどありません。ところが、近年は電気の発電量と消費量のバランスに影響を及ぼす新たな課題が生まれてきました。それには再生可能エネルギー（以下再エネ）の大量導入が関係しています。

Pickup Column

●北海道胆振東部地震によるブラックアウト

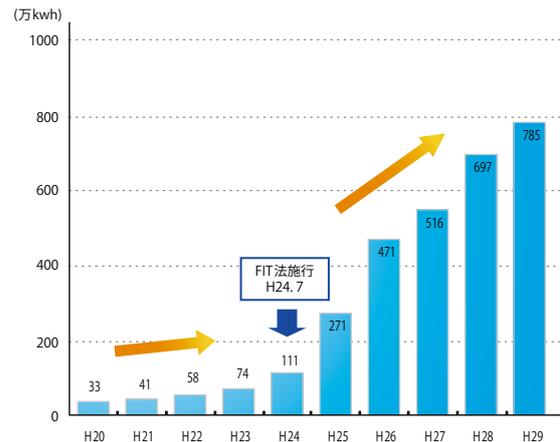
平成30年9月6日未明に発生した北海道胆振東部地震では、震源地に近い北海道電力苫東厚真（とまとうあつま）火力発電所（北海道勇払郡厚真町）が地震の影響により損壊し、発電を停止しました。苫東厚真火力発電所（最大出力165万kW）は地震発生当時、北海道全体の約半分の電力を供給していたため、北海道内の発電量と消費量の需給バランスが崩れ、周波数が大きく低下しました。その影響により北海道内の他の発電所も次々と停止し、離島を除く北海道全域での停電となりました。

電気の発電量と消費量のバランスが大きく崩れると、設備の損壊を避けるために他の発電所も次々と停止し、最終的に全ての発電所が停止する、いわゆるブラックアウト（広域停電）が起こります。現在、北海道胆振東部地震によるブラックアウトの詳細な原因などについては検証が行われています。

再生可能エネルギーの特徴

太陽光発電や風力発電などの再エネは、国産エネルギーであり、発電時にCO₂を排出しないクリーンなエネルギー源であることから積極的に導入が図られてきました。とくに、平成24年の固定価格買取制度の導入以降は飛躍的に普及しました。

●九州本土における太陽光発電の接続量の推移

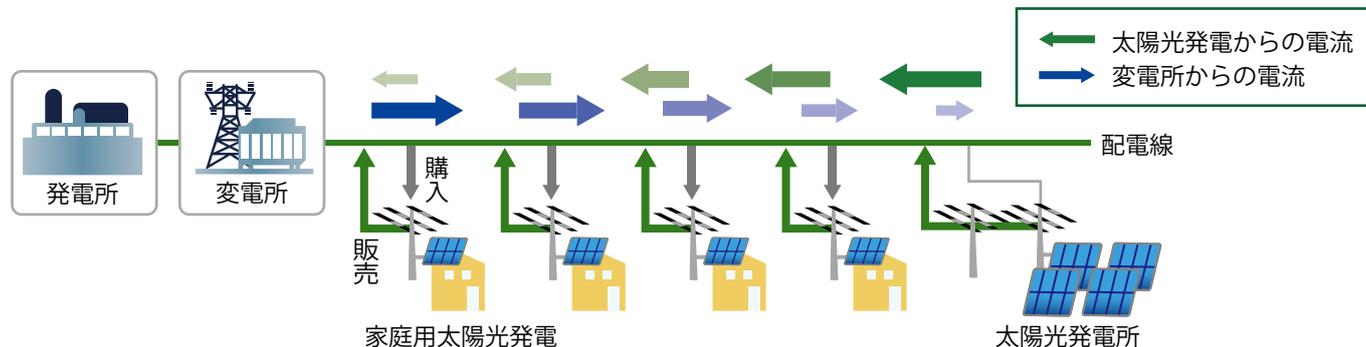


太陽光発電の接続量は、平成24年の再生可能エネルギー特別措置法の改正に伴う固定価格買取制度（FIT法）の施行によって大幅に増加している。

しかし、再エネは発電量が天候などの気象条件に大きく左右され刻々と変化する不安定な電源です。そこで、再エネの発電量の変化をカバーし発電量と消費量を一致させるために、比較的出力調整が簡単な火力発電などで調整したり、揚水発電で水を汲み上げることによって電気の消費量を増やしたりする対応が必要になってきます。

また、再エネは電力の逆潮流という現象も生み出しています。電力システムは基本的に発電所から一般家庭や工場などの利用者へ、一方向に電気が流れていくことを前提に作られてきました。ところが、再エネが普及したことによって一般家庭などでも発電できるようになり、ここで作られた電気が余り、本来は電気を送るはずの配電系統に、逆に電気が送り込まれて電圧が上昇し、適正な電圧範囲（95V～107V）を逸脱する恐れがあります。そのため電力会社では自動電圧調整器の設置など電圧上昇を抑える取り組みを行っています。

●太陽光発電が大量に普及した場合の電気の流れ



従来、一方通行だった電力システムに、家庭用などの太陽光発電の電力が流入しているために逆潮流が発生している。

再生可能エネルギーの大量導入で起こっていること

現在では、再エネが大量に発電するようになり「電気をつくり過ぎてしまう」状況が生まれています。夏や冬など冷暖房が必要であり全体の需要が大きい季節はあまり問題になりませんが、気候の良い春や秋など冷暖房需要があまりなく全体の需要が小さい季節では発電量が消費量を上回ってしまう可能性があります。

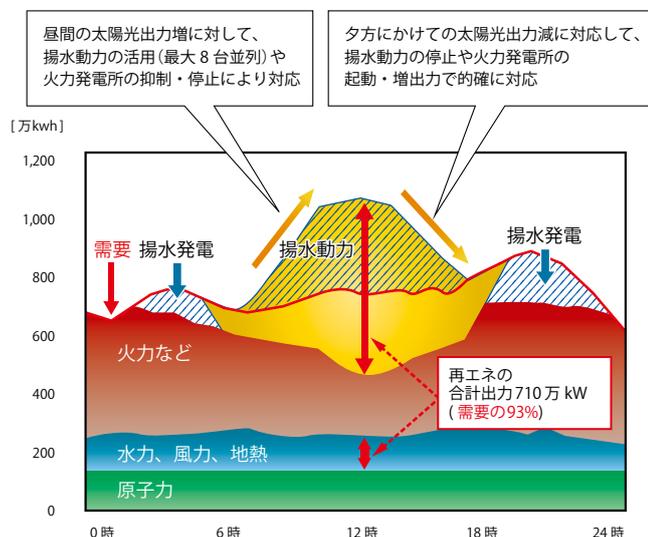
発電量が消費量を上回りバランスが崩れると電気の安定性が保てません。そのため、電力会社では発電量と消費量を一致させるために、先にお話したとおり火力発電などの出力調整や揚水発電での水の汲み上げで対応してきました。

とはいえ再エネの発電量がいくら大きくなっても、火力などほかの電源を完全に止めてしまうことはできません。電気

の安定性を保つ意味から火力などの調整電源が必要です。完全に止めてしまうと、需要や再エネの出力の変化に対して出力を調整できる電源が大幅に少なくなり、バランスを保つことが困難になってしまうからです。

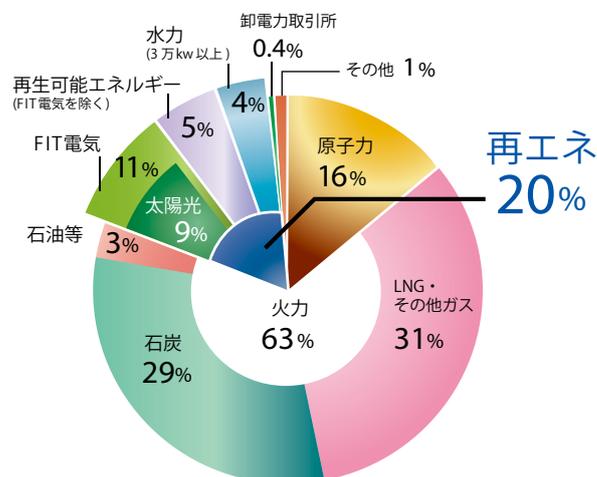
九州では今年(平成30年)のゴールデンウィークに再エネによる発電量が需要の93%(太陽光だけでも81%)を占めるという状況が発生しました。これ以上太陽光などの再エネが増えると、これまでの対応では電気の安定性や品質を確保することが難しくなってきます。発電量が過大で調整が必要な時、どの電源をどのような順番で抑制し発電量と消費量を一致させていくかは国の「優先給電ルール」によって決められていますが、すでに上位の対応は実施されており、再エネそのものを抑制するしかない状況です。九州は全国でも再エネの導入がいち早く進んだ地域で、発電割合の20%(平成29年度)といちばん厳しい状況に置かれていますが、程度の差こそあれ他の地域も同じような課題を抱えています。再エネの抑制が現実的なものになっていると認識すべきでしょう。

●平成30年5月3日の九州の電力需給実績



「優先給電ルール」にのっとり、電力需給のバランスを整えた実際の対応。

●九州電力の電源構成(平成29年度実績)



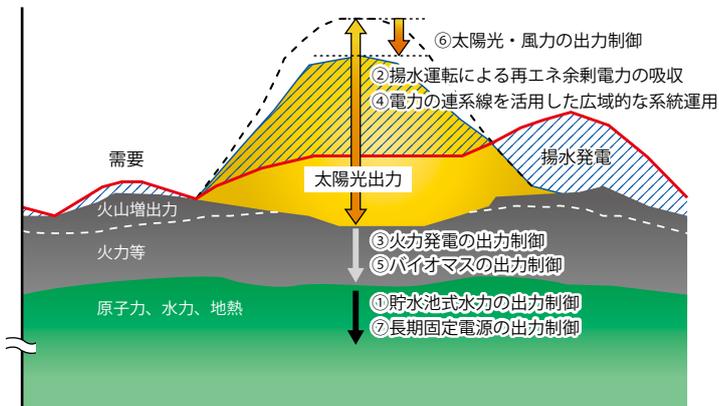
九州電力の電源構成では再エネが20%を超える状況で、全国と比べても導入率が高い地域となっている。

Pickup Column

●優先給電ルール

地域全体で電力の供給が需要を上回った場合に、出力を抑制する順番を定めたルール。

- ① 貯水池式水力の出力制御
- ② 揚水運転による再生可能エネルギーの余剰電力の吸収
- ③ 火力発電の出力制御
- ④ 電力の連系線を活用した広域的な系統運用
- ⑤ バイオマスの出力制御
- ⑥ 太陽光・風力の出力制御
- ⑦ 長期固定電源の出力制御



電気の品質安定のために考えるべきこと

すでに全国に広がっている交流を前提とした電力システムを変えることはできません。現在の電力システムで電圧や周波数を安定的に保っていくためには、火力発電などを活用していく必要があります。つまり、再生エネがあれば電力システムが運用できるわけではないのです。エネルギー自給率の向上やCO₂削減のためには再生エネの導入を進める必要がありますが、電気の品質を安定的に保つにはそれ以外の電源も必要です。それぞれの電源の特性を生かしたエネルギーミックスは、経済的な観点から語られることが多いようですが、電気の品質を保つうえでも重要な考え方です。

再生エネについても現状では解決すべき課題がたくさんあり、万能のエネルギーというわけではありません。世界的に導入価格が下がっているとはいえ、まだコストのかかる効率の悪い電源で、天候にも大きく左右される不安定な電源です。それぞれのエネルギーのプラス・マイナスの両面をきちんと議論して、抑制すべき場面では抑制するように変えていくべきです。

今後は、例えば電気の消費量が少なく気候が良い春や秋で、工場が休みになる週末などに再生エネにも出力抑制が及ぶと思いますが、電気の品質安定、ブラックアウトの回避のために協力していただくべき事項だと思います。再生エネかどうかに関わらず、今後は電力システム全体でトータルに課題を考えるべき段階にきていると思います。再生エネなどの発電事業者も発電だけでなく、その先の送電なども含めた全

体にも理解と責任を持つべきです。そうした共通認識を電気事業全体でつくっていく必要があります。

