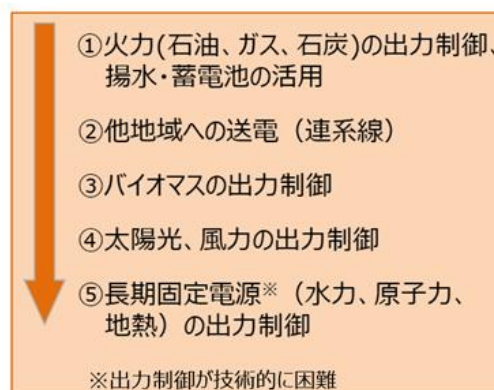


講座 データで学ぶエネルギーとカーボンニュートラル
第4回 再エネだけが CO2 フリー電力？

キヤノングローバル戦略研究所 エネルギー教育研究会 座長 中山寿美枝
同 幹事 杉山大志
2025 年 4 月 23 日

日本では、CO2 を排出しないクリーン電力といえば太陽光、風力、というイメージが強いですが、CO2 を排出しない点では原子力も同じです。しかし、「原子力発電が再エネ電力の出力制御を増加させて再エネ導入促進を阻害している」、「現行の優先給電ルールを見直して、経済性に基づく給電ルールにすべき」などという主張も見られ、あたかも再エネ vs 原子力のような印象を受けます。実態は、どうなのでしょうか？

最初に、優先給電ルールから説明します。2012 年に固定価格買取制度の導入に合わせて定められたルールです。固定価格買取制度は CO2 排出抑制等を目的として（電力における）再生可能エネルギー導入を促進するための制度です。電力需要を供給が上回った場合に出力制御（＝発電電力を減らす）を行う順番を定めることで、導入された太陽光、風力発電設備の電力が優先されるようになっています。以下は、資源エネルギー庁の HPⁱⁱに記載されている「優先給電ルールに基づく対応」です。



この説明では、太陽光と風力の出力制御は 4 番目で、原子力は 5 番目です。前述の主張は、原子力より先に再エネが出力制御をしなくてはならない現行制度はおかしい、ということです。

では、実際にはどのように電力需給が行われているのでしょうか。電源構成における太陽光の割合が 1/3 以上（日本の 10 系統で最大）の九州で、どのように電力需給が行われているか、最も太陽光の出力制御が起きやすい 5 月のリアルデータを見ていきたいと思います。以下に示す図 1 は、2023 年 5 月 1 日～12 日の電力需給の実績ⁱⁱⁱです。

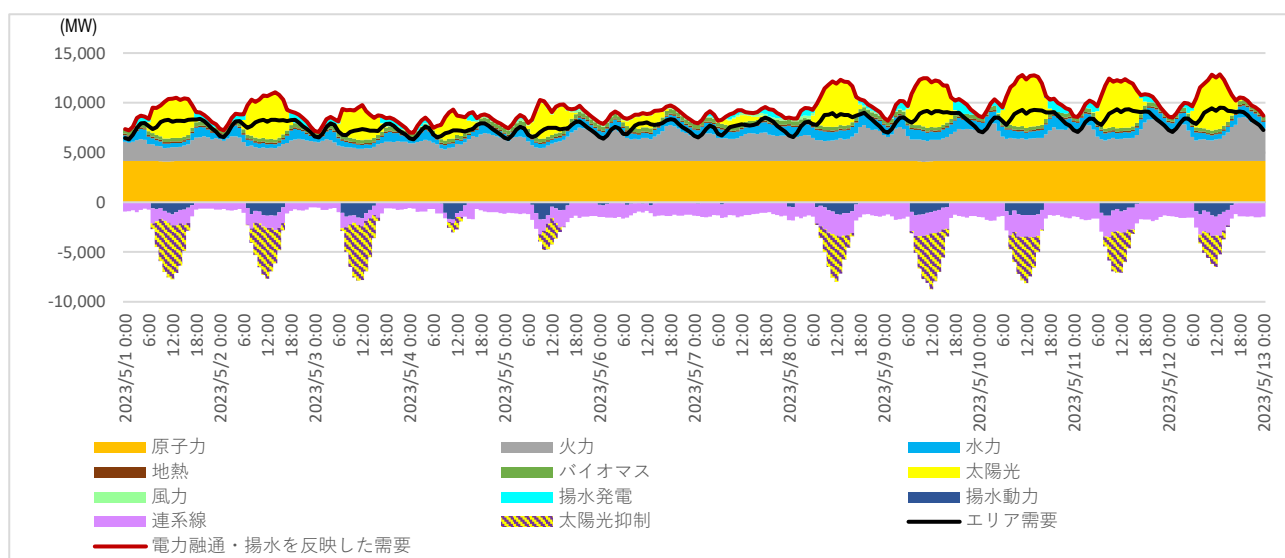


図1 九州の電力需給実績（2023年5月1～12日）

4・5月は暖房も冷房も不要な気温のため、1年のうちで最も電力需要が低く、太陽光発電の出力制御が起これやすい時期ですが、このグラフでは晴天と思われる日の昼間は例外なく、太陽光発電の出力制御が行われていることが示されています。

CO₂を排出する火力発電は発電量を自由にコントロールできますが、CO₂を排出しない再生可能エネルギーと原子力は、そうはいきません。電気の特徴として需要と供給を秒単位で合わせなければならず、「一定の発電電力量を維持する原子力発電」と「天候に左右されて制御できない再生可能電力」だけでは、需要に合わせた電力供給は不可能です。そこで、制御可能な火力発電が需要に対する過不足を補正する（所謂「しわとり運転」をする）ことで需要に合わせた供給を行って、電力需給のバランスを安定的に維持しています^{iv}。

電気を完全にCO₂フリーにするのは難しい、ということは、図1に示した同じ期間のエリア電力需要と再エネ・原子力による電力（CO₂フリー電力）供給を見れば、容易にわかります（図2）。

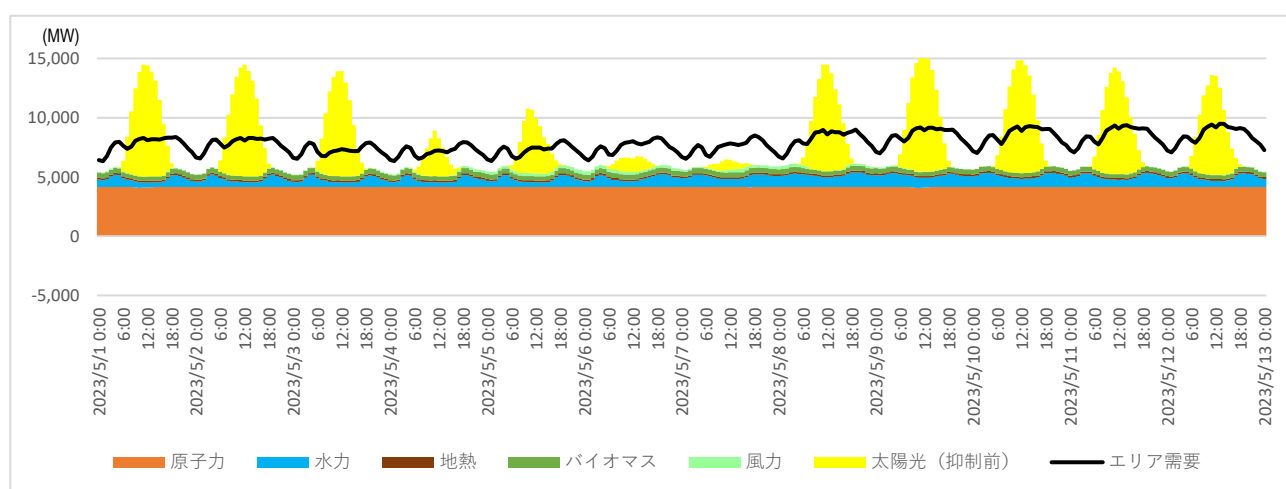


図2 エリア需要とCO₂フリー電源の発電電力量（九州，2023年5月1～12日）

太陽光発電量は、日中のみ発電して昼に最大となり、その発電量は天候によって変化しています。需給バランスを取るためには、このグラフのエリア電力需要（黒い線）に合わせた発電が必要なのですが、天候のよい日は CO2 フリー電源の発電量合計はエリア需要を上回ってしまっています。

そこで、系統運用者は優先給電ルールに従って出力制御を行い、「需要曲線を上回る太陽光発電量」を減らそうとします。それを示したのが図3です。具体的には、CO2 フリー電力供給が需要を上回る時間帯に、系統連系線経由でエリア外への送電量（図中の薄紫色）を増やし、揚水発電所の揚水運用（＝電動ポンプで下池の水を上池に汲み上げる、図中の濃紫色）を行い、電力需要を増加させます（図中の赤線）。

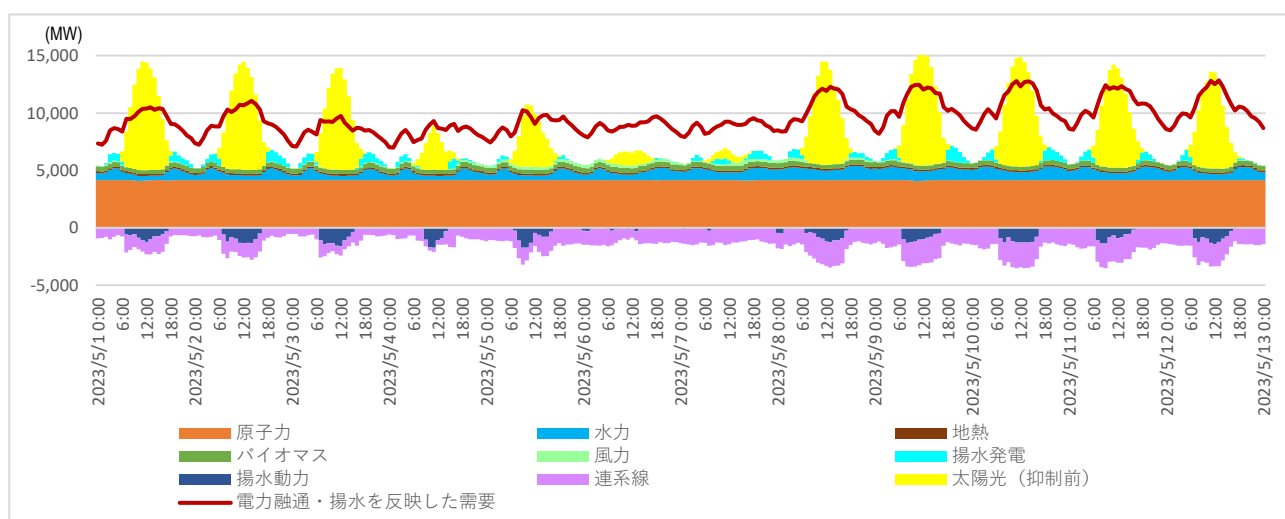


図3 優先給電ルール運用：太陽光発電の出力制御の前（九州，2023年5月1～12日）

図2と図3を比較すれば、これらの運用により、需要を上回る CO2 フリー電力の量が小さくなっていることがわかります。それでもなお需要を上回る太陽光発電に対しては、優先給電ルールに従って系統運用者が「出力制御」を行います。それを表したのが図4です。

この図の需要曲線の下の色々の白い部分は、CO2 フリー電源だけでは電力供給が不足していることを示しています。この部分の電力を火力発電が供給することで、需要と供給をバランスさせます。その結果として図1のような電力需給が行われた、という訳です。

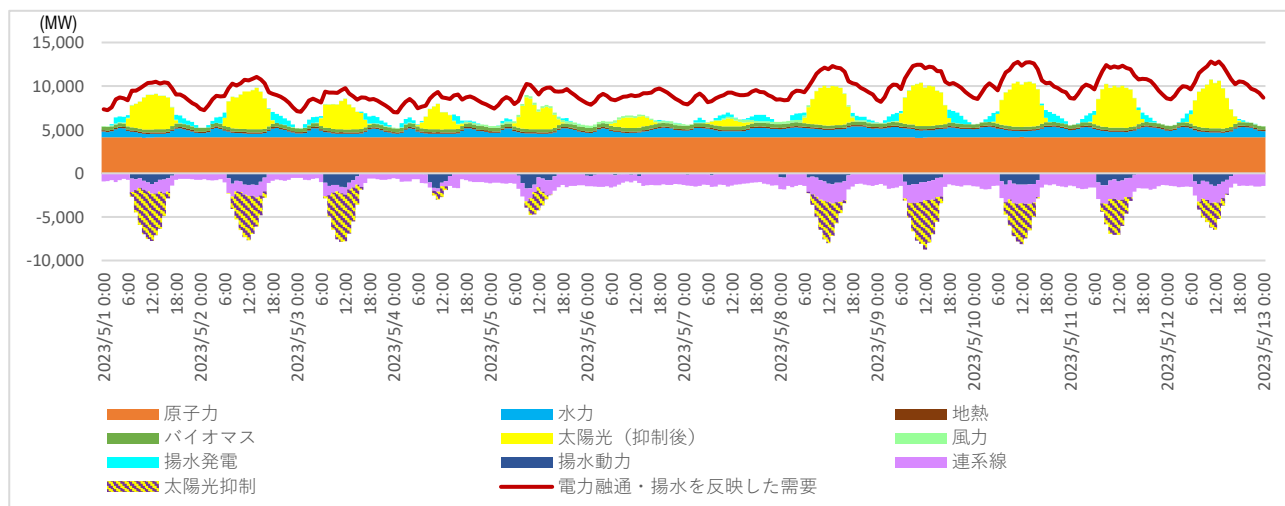


図4 優先給電ルールへの適用：太陽光発電の出力制御まで（九州，2023年5月1～12日）

それでは、原子力発電抜きで、再エネ電力のみで発電するとどうなるのでしょうか。同じ期間の再エネ電力による電力供給に優先給電ルール運用を行う場合を図5に示しています。再エネ電力合計が需要曲線を上回ることはありませんので、太陽光発電の出力制御はゼロになります。原子力が一定の電力量で発電している時（図2）と比較すると、原子力発電が太陽光の出力制御を増加させる、という影響があることがわかります。

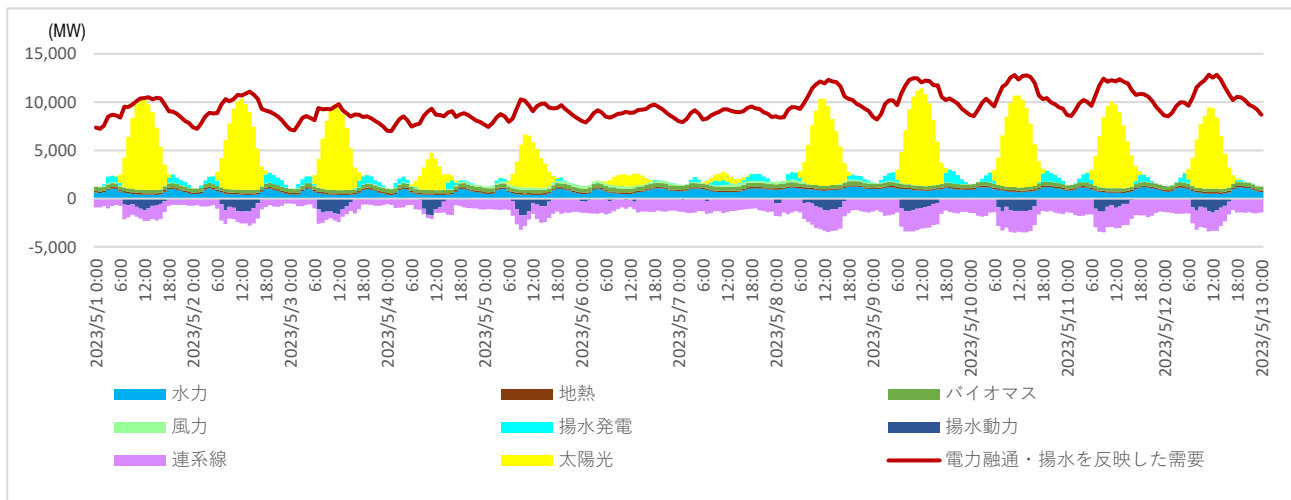


図5 再エネ電源のみの発電電力量と優先給電ルール運用（九州，2023年5月1～12日）

しかし、図5では供給不足の量（需要曲線の下側の白い部分の面積）が増加していて、図4と比較すると約3倍になっています。この部分に対して火力発電が電力供給を行うことになるので、再エネ電力のみの場合はCO₂排出量も実運用の約3倍となります。つまり、固定価格買取制度の目的であるCO₂排出量を低下させるという点からは、「再エネ電力のみ」より「原子力+優先給電ルールに基づいた太陽光発電の出力制御」の方が、断然効果が大きい（この例では3倍）、ということになります。

「原子力発電が再エネの出力制御を増加させている」という関係は確認できましたが、九州で最初に太陽光発電の出力制御が行われた2019年以降も、太陽光発電設備の導入量は増加している^vので、「再エネ導入促進を阻害している」という主張は当たらないようです。

ここまで、「原子力発電+優先給電ルールに基づいた太陽光発電の出力制御」が、CO₂排出量低下の効果が高い、ということを実際の電力需給データに基づいた分析で示しました。電力の低炭素化という点では、決して、再エネ vs 原子力という構図ではないのです。それでもなお「原子力より再エネを優先すべき」という主張^{vi}は、再エネ電力の出力制御さえ減らせればよいという再エネ至上主義的な考え方であり、CO₂排出量低下という再エネ導入促進の目的にはそぐわないものです。

日本政府は2050年カーボンニュートラルの目標に向けて、GX推進法を制定し、「安全を大前提とした」原子力発電所の再稼働加速、運転期間延長などの政策を進めています。安全に加えて「安心」のためには、原子力発電の価値がフェアに評価され、広く認知されることが必要でしょう。

ⁱ 正式には、電力広域的運営推進機関が送配電等業務指針において定めている出力制御を行う順番のこと

ⁱⁱ 資源エネルギー庁のホームページに記載されている出力制御の説明より引用

https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/grid/08_syuturyokuseigyo.html

ⁱⁱⁱ 九州電力送配電のホームページに 2016 年度以降の電源別発電実績（1 時間値）の CSV ファイルが掲載されている。https://www.kyuden.co.jp/td_area_jukyu/jukyu.html

^{iv} 需給バランスに加えて、変動と調整力（変動を吸収する能力）のバランスを取ることも必要。従来は需要の変動に対して調整力のバランスを取ってきたが、近年では太陽光と風力の変動を加味してより大きな調整力を確保する必要がある。図 4 で需要カーブと太陽光の間に空白があるのは、調整力を加味しているため。

^v 九州を含めて全国的に、太陽光発電の固定価格買取制度の認定設備量の増加率は下落傾向であるが、これは、買取価格の低下、入札制度の導入や FIP への移行などの制度変更で、以前より利益が薄くなったことによると考えられる。

^{vi} 「経済性を優先する給電ルールとネガティブ・プライスを導入すべき」という主張は、太陽光・風力は原子力より変動費が安価だから経済的に優位、という前提に基づくものである。しかし、日本では太陽光・風力は安価ではない（経済的に劣後している）ゆえに固定価格買取制度や FIP などの支援策が講じられているのであり、その前提は成り立たない。