

風力発電のアンシラリー供給能力

～火力発電なしで電力の安定供給は可能か？～

京都大学 安田 陽先生

風力発電を大量に導入すると火力発電の調整力が必要になる、というのが日本での通説だが、欧米では火力発電以外でも「柔軟性」の供給が可能だということが定着しつつある。海外文献では、VRE の導入率が 5～10% と低い段階では電力システムの運用は大きな技術的課題ではない、とはっきり述べられている。また現在の電力システムでも技術的観点から VRE 導入率 25～40% は達成可能だとされている。

なぜ世界中で再生可能エネルギーが促進されるのか、ということに注目すると答えは 2 点に絞られる。1 点目は費用便益比が大きいこと、2 点目は再生可能エネルギーが外部費用の低い電源であることである。再生可能エネルギーの便益としては化石燃料の削減や二酸化炭素排出の削減の他、雇用創出なども挙げられる。また、VRE の大量導入によりスポット価格が下落することが市場データからも立証されている。これはメリットオーダー効果によるものだが、学術レベルでは 2000 年代前半から理論化・予想されていた。2000 年代後半に入って実際の市場価格で観測され始めている。

ドイツのエネルギー経済省や Greenpeace のレポートでは、再生可能エネルギーの普及に伴ってベースロード電源が消滅していくことが示されている。これらでは電源の積み上げが再生可能エネルギーから優先して行われている点にも着目すべき点である。

メリットオーダー効果によって短期の限界費用が電力価格を決定するようになると、スポット価格が低下して火力発電の採算性が悪化し、調整力不足や供給信頼度不足が発生すると国内では懸念されている。しかし世界的にはスポット価格の低下は消費者にとってよいことであり、また火力発電の退潮は地球環境にとってよいことだと捉えられている。そして課題は移行の方法やそのスピード感だと考えられている。

「柔軟性」とは何か、というと系統の変動に対応し需給バランスを維持するための能力を指す。調整力のある電源としては貯水池式水力発電やコージェネレーション、ガスタービン発電が挙げられる。しかしその他にも揚水発電に代表されるエネルギー貯蔵装置や連系線、デマンドレスポンスも柔軟性を向上させることができる。

合理的な系統柔軟性の選択にあたっては、まず柔軟性リソースを特定し、利用可能な柔軟性リソースはどれくらいかを評価することから始めなければならない。そして必要な柔軟性はどれくらいか、必要量と利用可能量とを比較し、既存のリソースを活用するとともに必要があれば追加で建設する、ということになる。このプロセスを何度も繰り返すことで合理的に系統柔軟性を調達することが可能となる。柔軟性リソー

スの優先順位はコストの低いものから、というのが基本原則である。しかし日本では比較的成本の高い再生可能エネルギーの出力抑制や蓄電池がまず議論に上る。本来は既存の設備の運用見直しなどコストの低いものから活用していくべきだ。

風力発電もかつては不安定電源で信頼性がないと言われてきた。しかし欧米では、自然変動電源だが市場設計と予測技術の組み合わせによって信頼性が向上しており、必要に応じて上方・下方予備力、無効電力なども供給できるようになってきている。従ってやはり”dispatchable”な電源とみなせるという主張が欧米では出はじめている。風力発電の系統運用への貢献には従来型の出力抑制だけでなく、需給バランス制御やランプ制御、デルタ制御といった様々な運用が可能である。またピッチ角の調整だけで出力を制御できるので、応答速度はかなり早い。風力発電の系統運用への貢献は2000年代中盤からすでに行われており、技術として確立されている。またガバナ応答制御も可能になっており、系統に対して瞬動予備力として貢献することも可能である。ただし現在の市場設計ではアンシラリーサービスを提供するより、エネルギーを販売したほうが風力発電にとって有利となっている。アンシラリーサービスを提供することで経済的なメリットが風力発電にも十分出るようであればそこに参入すべきだということだ。

VRE がどの程度の kW 価値を持つについて、欧米では供給信頼度対応能力 (ELCC: Effective Load Carrying Capability) に基づく「容量クレジット」という指標によって評価されている。この方法では同時期の需要と VRE の供給とを比較し、残余需要を考慮する。ELCC は 10 年分ほど過去のデータを蓄積し、それを用いて確率論的に算出している。その容量クレジットはある容量の VRE を導入した場合にどの程度の従来型電源を廃止できるか、ということに相当する。

分散型電源のひとつであるコージェネレーションは日本では中央給電指令所から制御できないため厄介者扱いされているが、デンマークでは 2006 年に通信要件を課すことが法制化されて柔軟性のある電源として活用されている。ここでは電力市場とも通信して自動運転し、TSO が介入する前に混雑緩和の機能を発揮する。日本でも今後、分散型電源に関しては市場連動型であることが重要となってくるのではないかと。

風力の予測精度について見てみると、予測対象時間が近くなればなるほど精度が高くなる。この精度が高い短時間予測をうまく使えるように短時間市場を設計すべきだ。

プライスカップについても、エネルギーオンリー市場では原則として廃止すべきだと考えている。ピーク時の価格高騰を許容しなければ採算が取れない電源がますます増えるだろう。ただ予見不確実性や透明性、公平性といった課題はある。一方で容量メカニズムはピーク時のエネルギー確保ではなく、予備力の確保を意図したものとされる。容量市場は規制色が強く、社会主義的だと市場側から批判される場合もある。

火力なしで電力安定供給ができるか、という問いに対しては技術的には「Yes」、長期的にも「Yes」と言える。ただし現段階ですぐにそれを行うことは現実的ではなく、

経済的な観点からは既存の火力発電による調整力を使う方が合理的である。火力発電は今後中長期的には、エネルギーではなくアンシラリーや柔軟性を供給することで生き延びる道を模索することになるだろう。