

研究指導 石光 真 教授

日本の電力系統安定化の今後の課題

—ドイツ、スペインの事例から—

関 恵樹

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東日本大震災の影響により、福島原子力発電所は甚大な被害を受けた。反原発運動が活発化し、震災以降日本の原子力発電所への依存度は低下傾向にある。大半の発電が既存火力に依存する環境となり、分散型電源や再生可能エネルギーなど、多様な電源の活用が必要であると考えられるようになった。

本研究の目的は、再生可能エネルギー等の多様なエネルギーを活用していく上で系統安定性を維持するための課題を考察することである。海外の系統安定化対策とその効果から考察し、日本の系統安定の為に電力広域的運営推進機関が行うべき運営と、日本の系統安定化の今後の課題を探究する。

2. 電力系統

2.1 電力系統とは

電力系統は発電所、変電所、送電線、配電線によって構成される。電気エネルギーはそのまま貯蔵することができない。そのため、生産から消費まで同時に行わなければならない。かつ常に同量でバランスがとれていなければならない。電力はこのような特質をもつものであるため、発電・輸送・消費の流通経路は一貫したシステムとして構成する必要がある。これを電力系統という。

2.2 電力系統の安定運用

電力系統の安定運用は、電力品質を保つために

必要不可欠である。電力系統を安定的に運用するためには、周波数、電圧などといった技術的要件が適正に保持されていなければならない。風力発電・太陽光発電が大量に導入されると、これが満たされない可能性が生じる。

3. 電力広域的運営推進機関

3.1 電力広域的運営推進機関とは

電気事業法に基づき、日本の電気事業の広域的運営を推進することを目的として設立された団体である。各地域の電力会社の中央給電指令所で監視している需給状況や、発電機の出力状態等をリアルタイムで把握する機能を有するものとして、2015年4月1日より運営を開始した機関のことである。

3.2 電力広域的運営推進機関の役割

情報をもとに司令塔となって、各電気事業者へ需給調整業務を指示し、安定供給を確保していく役割を担っている。全ての電気事業者は電力広域的運営推進機関の会員として加入が義務づけられており、電力の供給計画や需給・系統運用に関する報告も義務づけられる。

4. ドイツの系統運用

4.1 ドイツの系統運用の概要

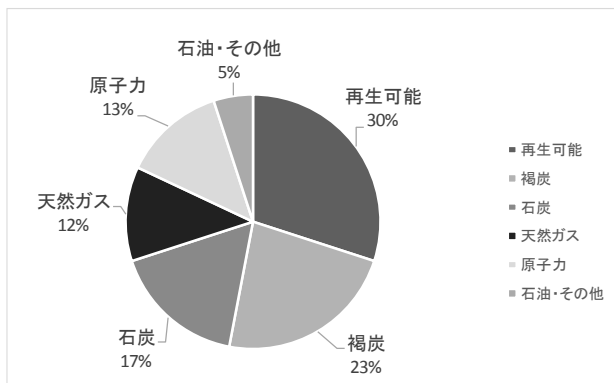
ドイツは4大電力会社から送電会社が独立していった経緯から、送電会社は4つの地域に分かれている。それぞれの送電会社が地域内の給電指令

を行いながら、お互いに協力してドイツ全体の系統運用を行っている。変動する再生可能エネルギー電源の運用は、各地域内にある設備容量の割合で分けるのではなく、ドイツの総電力消費のピークロード（最大需要量）に占めるそれぞれの地域の割合で分担して系統運用を行っている。

4.2 現状

ドイツの系統運用は、送電網の独立性を高め、公平性を確保した電力システムのもと、再生可能エネルギー発電設備が広域に数多く分散配置されること、気象予測を使った出力予測システムを使用した中央制御の系統運用、きめ細やかな設計の電力取引所の活用がなされている。そのため、ドイツ国内全体の約3割の量の再生可能エネルギーの運用を可能としている。

図1 ドイツの電力構成（2016）



出典 [13] より著者作成

4.3 特徴

ドイツの系統運用の要となっているのは、気象予測を使った出力予測システムである。ドイツでは民間の気象予測会社が、数多くの出力予測システムを競って開発して売り込んでおり、送電会社は複数の気象会社と契約している。

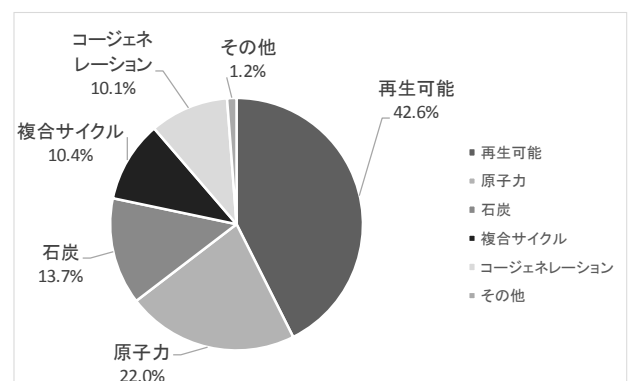
5. スペインの系統運用

5.1 スペインの系統運用の概要

日本と同様に化石燃料資源に乏しいスペインは、欧州連合の方針で地球温暖化対策をとる必要にも迫られ、2001年からエネルギーの安全保障とCO₂削減の目的のために、国策として再生可能エネルギー促進策をとってきた。スペインでは送電網へのアクセスの公平性を確保し、集中的に中央で制御するために、系統運用会社は REE (Red Eléctrica de España) 一社とする体制がとられている。REEは2006年に再生可能エネルギー専門の中央制御センターCECRE (Control Centre for Renewable Energies) を立ち上げた。

ドイツにおいて再生可能エネルギーの大幅導入が可能なのは、ヨーロッパでは送電網がつながって国際連系されているからであるが、スペインはヨーロッパ内ではあっても半島であるため、日本と同様に国際連系が弱い。また、風力発電に適した強風の地域がスペイン東部や北西部地域に偏っているのに対し、電力の消費地はマドリードやバルセロナといったスペイン中央部と東部の大都市に集中しているため、その間を長い送電線でつないでいる点も、東京において首都圏の電力消費のために、福島や新潟といった地域から電力を送ってきたのと似た構図である。再生可能エネルギーの大量導入には、地理的条件上不利なはずだが、それでも4割を越える量の再生可能エネルギーの導入に成功している。

図2 スペインの電力構成（2016）



出典 [14] より著者作成

5.2 REE

REE とは前述のとおり、スペインにある唯一の系統運用会社である。再生可能エネルギーを優先しながら系統を安定的に運用していくことが主な役割である。そのため再生可能エネルギー、火力発電所などの全ての発電所に指令を出す権利を持ち、各発電所はその指令に従う義務がある。

5.3 CECRE

CECRE とは REE によって 2006 年に立ち上げられた、再生可能エネルギー専門の中央制御センターであり、風力、太陽光、水力等を対象とした、スペインの戦力系統全体を制御する中央給電指令所の一部として運用されている施設である。

5.4 スペインの電力系統の特徴

REE は中央で気象予測システムを用いて再生可能エネルギーの発電出力を予測しており、先に再生可能エネルギーを優先して給電し、残りを他の調整用の発電所に指令を出して調整していくシステムのもと運営を行っている。風力発電や太陽光などの再エネは、設備数が増えれば増えるほど、発電電力は平滑化されるというメリットがある。そのため設備増加に伴い変動幅が減少して系統運用が容易になるだけでなく、出力予測に使う気象予測の精度も向上していく。

地域的に分散している電源を長い送電線で繋いでいることと設備容量の増加が一番の安定運用の鍵となり、更に予測の向上が運用コストを下げている。

6. まとめ

スペインやドイツの例が示唆することとして、再生可能エネルギー等の大量の変動電源導入時の系統運用のポイントとしては、再生可能エネルギーの発電設備が広域に分散配置されていて、それが送電線で連系していること、また気象予測を利用した出力予測システムを中央制御センターで活用した系統運用が重要となる。

日本の電力系統安定化に向け電力広域的運営推進機関は、日本と状況が類似しているスペインの系統運用を模範として運営を行うのが適当と思われる。再生可能エネルギーの発電地と主要消費地に距離があっても、4割超の再生可能エネルギーを運用可能にしているスペインに学んで北本連系線や関門連系線を強化することが今後の課題であるとわかる。

引用文献

- [1] 金誉大 『日本の系統安定化対策はどうあるべきか』 (2014)
- [2] 金子祥三・前田正史 「世界の中の日本 これからを生き抜くエネルギー戦略」 (2015)
- [3] 山田光 「発送電分離は切り札か：電力システムの構造改革」 (2012)
- [4] 電気新聞 「『電力系統』をやさしく科学する」 (2002)
- [5] 公益事業学会学術研究会国際環境経済研究所 「電力システム改革 キーワード 360」 (2015)
- [6] 多治見淳 電力広域的運営推進機関の役割と取り組み
http://www.econ.kyoto-u.ac.jp/renewable_energy/wp-content/uploads/2017/03/20170307-gai.pdf
- [7] 小西雅子 ドイツとスペインの系統運用について視察報告 - 「風力発電のない系統運用なんて退屈さ！」と運用技術者の弁-
http://jwpa.jp/2013_pdf/88-25tokushu.pdf

- [8] 電力広域的運営推進機関ホームページ 広域
系統長期方針の策定について | 報道発表資料
/chapt03_1.pdf
https://www.occto.or.jp/pressrelease/2016/170330_choukihoushin.html
- [9] 電力広域的運営推進機関 「電力広域的運営
推進機関」の役割と今冬の需給対策について
http://www.hkd.meti.go.jp/hokpk/renrakuka_i20/data5.pdf
- [10] 広域系統運用の拡大 | 電力自由化について |
企業情報 | 関西電力
<http://www.kepcoco.jp/corporate/liberalization/monitoring.html>
- [11] 第5回電力システム改革専門委員会事務局
送配電部門の広域化・中立化について
http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/sougou/denryoku_system_kaikaku/pdf/005_05_00.pdf
- [12] 電気事業連合会 発送電分離 - 電力システム
ム改革
<https://www.fepc.or.jp/enterprise/kaikaku/bunri2/index.html>
- [13] 新電力の総合情報支援サイト新電力ネット
<https://pps-net.org/>
- [14] Agora
https://www.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2017/Energiewende_in_a_nutshell/Agora_REI_Report_20170301_10FAQ_GermanyEnergiewende_JP.PDF
- [15] REE
The Spanish Electricity System.
Preliminary report 2016
<http://www.ree.es/en/statistical-data-of-spanish-electrical-system/annual-report/spanish-electricity-system-preliminary-report-2016>
- [16] <https://www.env.go.jp/earth/report/h25-01>