

九州電力の再エネ出力抑制の分析・評価および提言(案) ～2018年10月から2019年5月上旬まで～

【要旨】

- (1) 2018年10月から始まった九州本土での変動再エネ VRE(太陽光および風力)の出力抑制について2019年5月6日までの51日間について公開されたデータの分析・評価を行った。
- (2) 電力広域的運営推進機関(OCCTO)による出力抑制の検証では、前日の指令を行った時点で予想した需給状況において現行の優先給電ルールに基づいて出力抑制を行う必要性や公平性を主に評価している。
- (3) それに対し、変動再エネ VRE の出力抑制の実績データ(速報含む)に基づき、予測との比較を行い、出力抑制のルールや運用上の課題を評価した。
- (4) 太陽光発電の前日予測と実績との誤差は平均90万kW程度あり、予測精度の向上と共に当日予測を反映可能なオンライン制御の拡大が必要である。「接続可能量」の廃止と共に出力抑制の経済的な補償とオンライン制御の義務化と経済的なインセンティブを設けるべきである。
- (5) 火力発電の抑制と会社間連系線の活用をさらに進めるために、運用ルールや会社間の取り決めの改善・見直しを進めるべきである。長期的には会社間連系性の増強も必要である。
- (6) 電力システムのデジタル化を見据えリアルタイム・オンラインでの情報の公開と需要側調整機能(デマンドレスポンス)およびVPPの積極導入を進めるべきである。

【背景】

九州電力のエリアでは2019年3月末の時点でFIT制度により853万kWの太陽光発電が導入されて電力系統に接続しており、2017年度の接続可能量(30日等出力制御枠)である817万kWをすでに超えている(図1)¹。電力広域的運営推進機関(OCCTO)の送配電等業務指針に定められた優先給電ルールに基づき、太陽光発電や風力発電を含めた供給力が電力需要を上回ることが予想される場合、前日の夕方の時点で接続可能量を超えていない旧ルール(オフライン制御で出力抑制は30日以内に制限される)の太陽光発電の一部(出力500kW以上)の設備に出力抑制が指示されるが、その合計出力は306万kWとなっている。一方、接続可能量を超えて接続する太陽光については指定ルールに基づき無制限無保証の出力抑制(出力制御)が行われる可能性があるが、全ての設備が原則としてオンライン制御可能となっており、現状では166万kWが対象になっている(表1)。そのため、現状で出力抑制の対象となっている太陽光発電の設備は472万kWだが、オンライン制御可能な設備容量はそのうち35%に留まる。旧ルール(オフライン制御)の太陽光発電設備は前日の予測に基づく指示で出力抑制を行い、当日の解除は現状では行われていないため、予測誤差による影響は免れない。

この状況の中、九州電力のエリアでは、幾つかの離島エリアにおいてすでに出力抑制が行われていたが、九州本土エリアにおいて2018年10月13日(土)に国内で初めての本格的な太陽光の出力抑制が実施された。当研究所では、それに先立ち九州電力エリアでの出力抑制を回避するための提言を行っている²。それ以降、2018年度には26日の出力抑制が行われたが、そのうち16日が2019年3月に集中しており、週末だけではなく平日にも実施された³。2019年度以降も4月に20日の出力抑制が行われ、年間で最も電力需要が低くなるゴールデンウィークの期間も出力抑制が連日実施された。その際、九州電力は前日の午前中の時点で需要

¹ 九州電力ホームページ「九州本土の再生可能エネルギーの接続状況」

http://www.kyuden.co.jp/effort_renewable-energy_application.html

² ISEP プレスリリース「九州電力が再エネ出力抑制の前にすべき6つのこと」<https://www.isep.or.jp/archives/library/11321>

³ ISEP 公開質問「九州電力が実施した再エネ出力抑制に関する公開質問状&回答」

<https://www.isep.or.jp/archives/library/11774>

想定、太陽光発電および風力発電の出力予測を行い、OCCTOの定めた優先給電ルール⁴に基づき、火力発電の出力抑制、揚水発電の活用、会社間連系線による九州地区外への供給を行うことを指示し、対象となる太陽光および風力発電設備に対して前日の夕方に出力抑制の指示を行っている⁵。

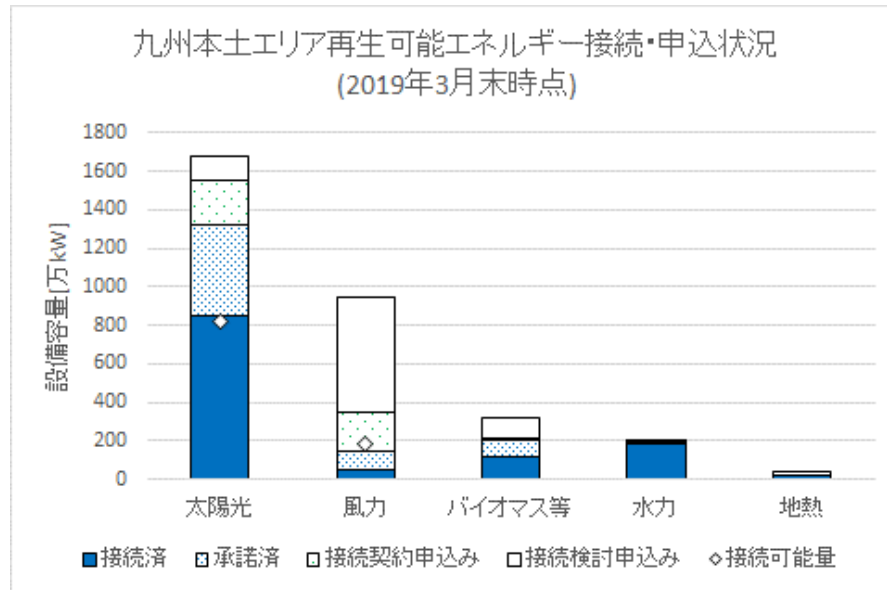


図 1: 九州電力エリア再生可能エネルギー接続・申込状況
出所:九州電力資料より ISEP 作成

表 1: 九州エリアにおける太陽光発電の導入状況 (2019年3月末現在)

2019年3月末現在 [万 kW]	旧ルール (オフライン制御)	指定ルール (オンライン制御)	計
特別高圧	73	47	120
高圧 (500kW 以上)	233	33	266
高圧 (500kW 未満)	36	9	45
低圧 (10kW 以上)	175	77	252
低圧 (10kW 未満)	133	38	171
計	650	204	854
出力抑制の対象	306	166	472

【分析・評価】

九州電力ではベースロード電源として出力抑制を行わない原子力発電の比率を高めてきており、2018年6月16日の玄海原発4号機の再稼働により4基の原発(合計出力414万kW)が稼働している。九州本土の電力需要は800万kWを下回ることもあり、その半分を原子力発電が占めていることになる。その結果、電力需要の減少と共にこの優先給電ルールに基づき、これまで実施されてこなかった九州本土でのバイオマス発電、太陽光発電、風力発電に対しての出力抑制が2018年10月から実施された。2019年3月の1か月間の出力抑制は太陽光の全発電量の約6%に達しているが、2018年度の1年間の出力抑制は太陽光発電量の0.9%に留まった(図2)。

⁴ OCCTO(電力広域的運営推進機関)「送配電等業務指針」第10章第4節「下げ調整力不足時の措置」

⁵ 九州電力「優先給電ルールの考え方について」(2016年7月21日)

2018年度に最も大きな出力抑制が行われた2018年3月24日の1日の電力需給を図3に示す。エリア内の電力需要に対する太陽光の割合が出力抑制により68%に留まったが、昼間のピーク時に約25%の出力抑制を行ったため、本来は太陽光が約90%に達していたと考えられる。優先給電ルールに基づき火力発電の抑制、揚水発電の活用、会社間連系線を介した九州地区外への供給が行われたが、火力発電(バイオマス発電を含む)は187万kWまで抑制され、揚水発電が220万kW、連系線は約200万kWまで活用されている。OCCTOによる前日指示に関する検証⁶では、火力発電は電源開発等の他社の発電設備(電源Ⅲ)が主で、各社と申し合わせた最低出力としているが、さらなる最低出力の低減と情報の公開が望まれる。中国九州間連系線の運用容量については、熱容量278万kWに対して、連系線ルート断故障時の周波数低下限度値や電制電源の容量により決まり、年間計画では休日の昼間が200万kW、平日の昼間が260万kW程度とされている⁷。再生可能エネルギーを優先した利用ルールや電制電源の追加により再生可能エネルギーが利用できる容量を増やすなど、連系線のさらなる増強や運用の改善が望まれる。

九州電力によると前日予測での晴れ(高出力帯)での太陽光発電の予測誤差は小さいが、晴れと曇りが混在する場合、雲の状況により予測誤差が大きくなり、現状では最大200万kW程度の予測誤差を見込む必要があると言われている⁸。オンライン制御を前提とした2時間前の予測であれば現状で50万kW程度の誤差になるが、当日のオンライン制御は一部(3割程度)の設備でしか実施されておらず、出力抑制に関する前日指示と当日の実績には比較的大きな誤差が発生することになる。出力抑制が実施された日のピーク時のVRE(太陽光および風力)の発電出力の予測と実績(抑制前)およびその誤差を図4に示すが、100万kW程度の誤差が頻繁に生じていることがわかる。現在はオフライン制御となっている旧ルールの太陽光発電の設備に対して、経済的なインセンティブを持つことを前提にオンライン制御に移行することが求められる。

現状の優先給電ルールに基づく出力抑制では、ピーク時の変動再エネVREの比率が70%を超えると前日に予測された場合に出力抑制が実施されている傾向にある(図5)。予測誤差を勘案しているため実績としては半分程度(24日)が70%を下回り、現行のルールでも結果的に出力抑制が必要なかったと考えられるケースが多いと考えられる。

⁶ OCCTO「九州本土における再生可能エネルギー発電設備の出力抑制に関する検証結果の公表について(2019年3月分)」

⁷ OCCTO「2018年度～2027年度の連系線の運用容量」(2018年3月14日)

⁸ 新エネルギー小委員会第21回系統ワーキンググループ資料3(2019年4月26日、OCCTO)

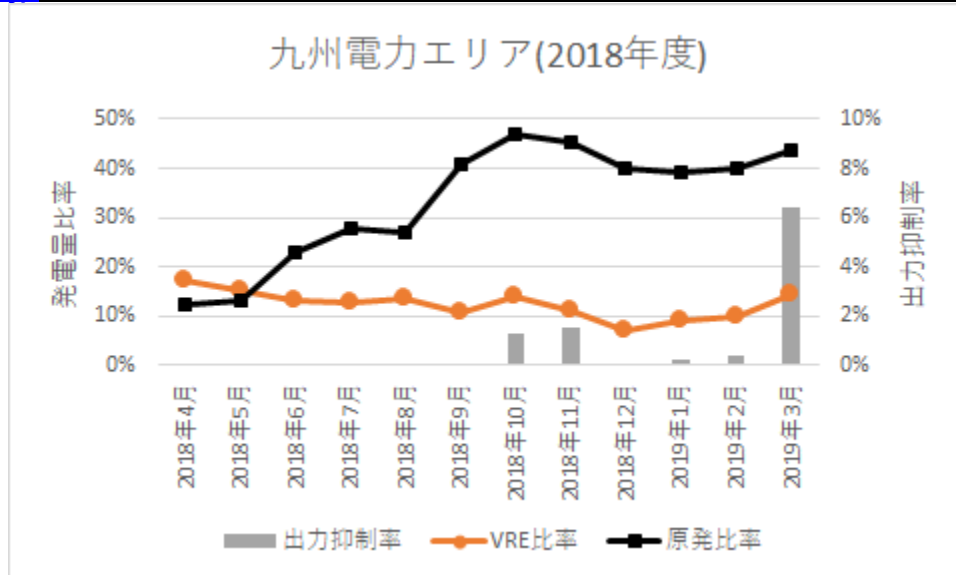


図 2: 九州本土エリアの月別の出力抑制および発電比率の推移 (出所: 九州電力データより ISEP 作成)

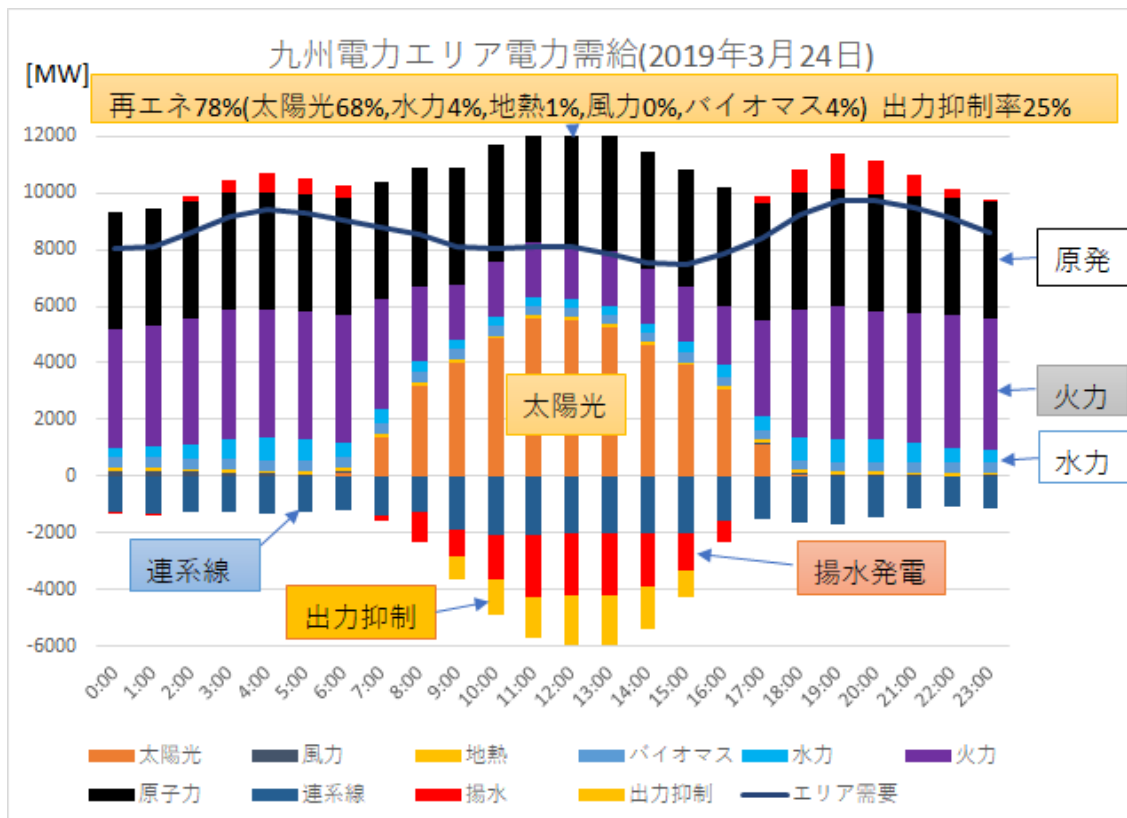


図 3: 九州電力エリアの電力需給(2019年3月24日) (出所: 九州電力の電力需給データより ISEP 作成)

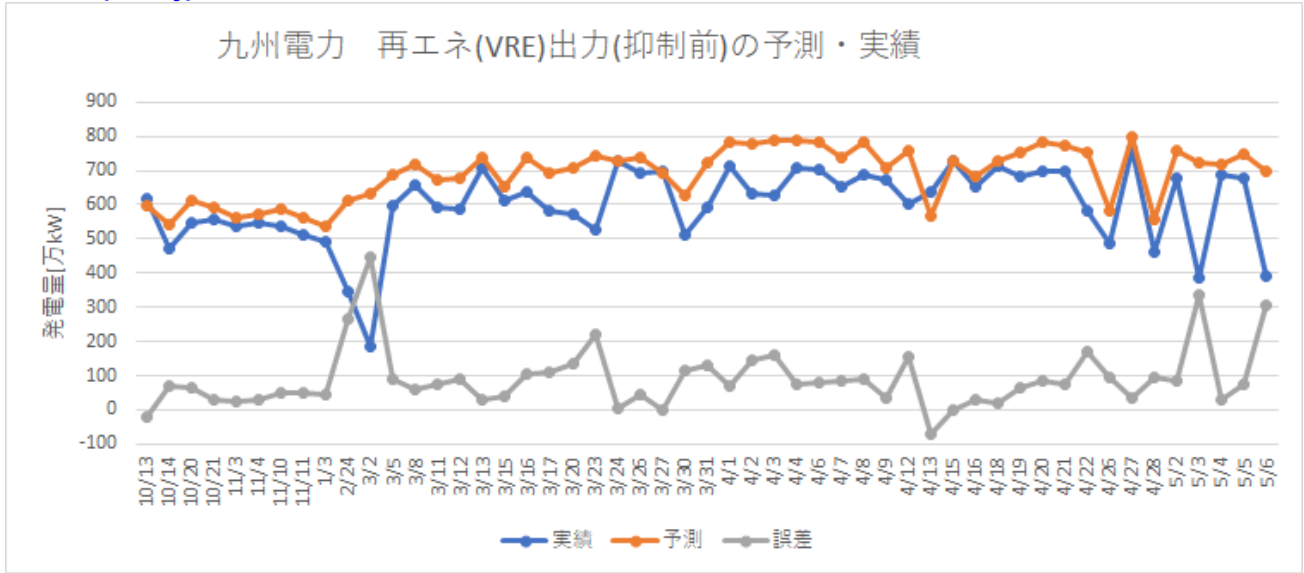


図4: 九州本土エリアの変動再エネ VRE の出力(抑制前)のピーク時の予測、実績および誤差
(出所:九州電力の速報データより ISEP 作成)

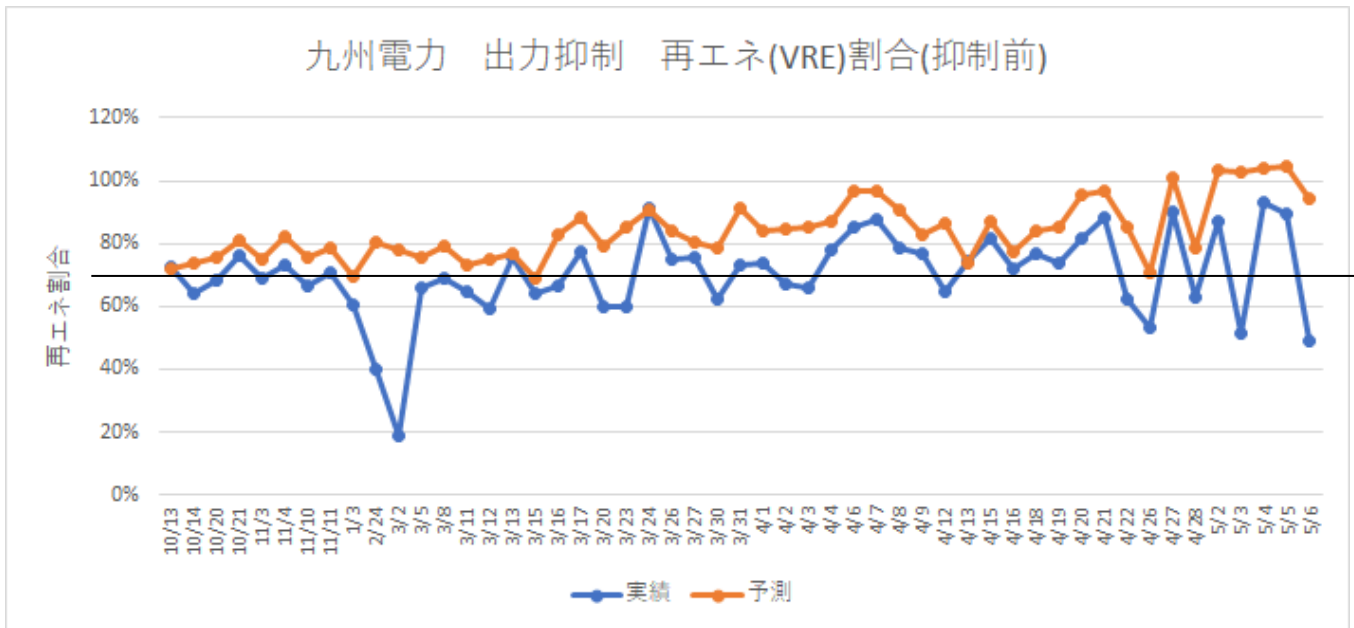


図5 変動再エネ VRE 割合の予測および実績(ピーク時)
(九州電力の速報データより ISEP 作成)

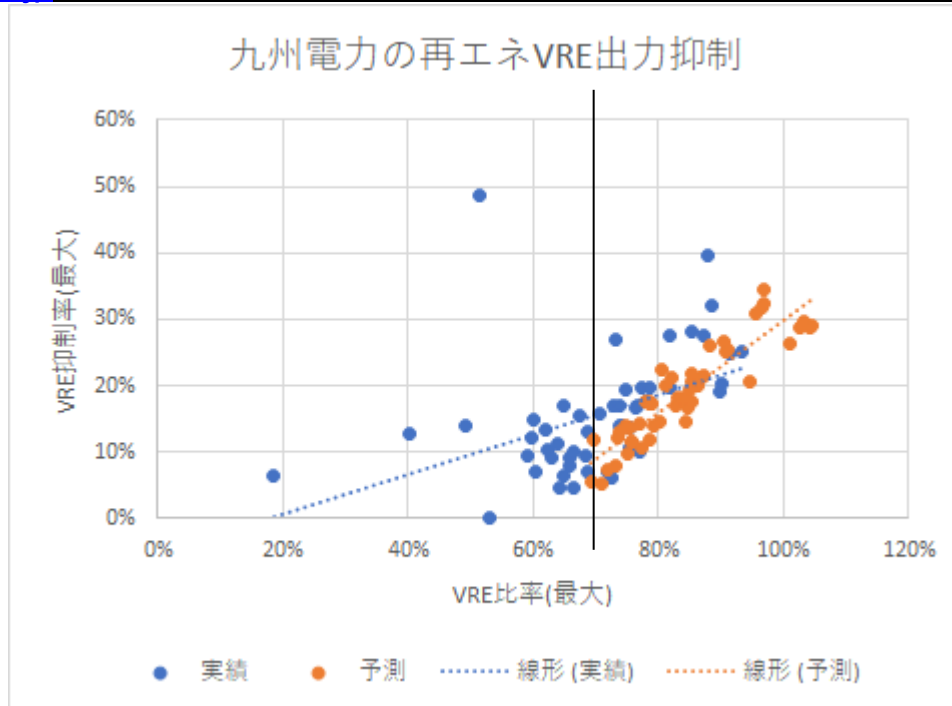


図 6: 変動再エネ VRE 比率と抑制率(最大)の関係
(出所:九州電力の速報データより ISEP 作成)

【提言】

以上のように九州電力のデータの分析・評価より変動する自然エネルギー(太陽光、風力)の出力抑制に対して、以下の様な6つの改善策が考えられる。

- ① 関門(九州中国)連系線の運用の改善
- ② 火力発電所(特に石炭火力)および原子力発電所の稼働抑制
- ③ 需要側調整機能(デマンドレスポンス)およびVPPの積極導入
- ④ 出力抑制した自然エネルギー事業者への補償
- ⑤ 「接続可能量」の廃止と「優先給電」の確立
- ⑥ 電力需給調整の情報公開の徹底

(1) 関門(九州中国)連系線の運用の改善

現状の関門連系線の利用ルールを改善し、連系線の運用に関する透明性を高め、優先給電ルールの中で自然変動電源を出力抑制する前に連系線の活用を十分に行うことが期待される。

優先給電ルールにおいて火力発電や揚水発電(電源I, II, III)による調整の次に「連系線を活用した九州地区外への供給」が行われることになっている。OCCTOの評価としては、現在の運用ルールの中で十分に活用されているとしているが、更なる改善が望まれる。

関門連系線の熱容量は278万kW(の2系統)であり、そのうち運用容量は九州地区外の周波数維持面から260万kW(平日・昼間)とされている。実際の電力需給データでも九州地区外への送電量(双方向相殺後)の実績(2018年度4月～6月)は最大で270万kWとなっており、運用容量278万kWに近い地区外への送電が可能になっているように見える。連系線の活用については、現状では各一般送配電事業者の内部ルールにより運用容量が決まり、自然変動電源(太陽光、風力)の出力抑制を実施した後でのみ、OCCTOによる連系線活用の措置が行われる。具体的には、電源開発の松浦石炭火力発電所等の一定容量の送電枠が関門連系線で確保されているとされるが(注)、これを縮小・停止することもできる。

注：電源開発松浦(長崎県)：200万kWのうち九電受電37.8万kW×2、のこりは関門経由中国四国へ
 電源開発松島(長崎県)：100万kWのうち九電受電18.7万kW×2、のこりは関門経由中国四国へ
 電源開発橘湾(徳島県)：100万kWのうち九電受電4.7万kW×2(関門経由)⁹

一方、2018年10月からスタートした卸電力市場を活用した間接オークションにより、連系線の利用が既存契約の先着優先から電力市場(卸電力取引所のスポット市場)での取引を優先するルールに変更されている。この間接オークションの導入により、自然エネルギー(特に太陽光)の電気が九州地区外に送電できる可能性がある。

(2) 火力発電所(特に石炭火力)および原子力発電所の稼働抑制

原発はもちろん、石炭火力も出力調整速度が遅く柔軟性のない電源であるため、低需要期は原発および自社石炭火力を停止し、他社石炭火力も受電しないことが望ましい。事情により自社石炭火力を稼働させる場合でも、優先給電ルールに基づく供給力の調整においては最低出力(九電の報告では設備容量の17%)まで確実に下げ、火力発電所毎の時間ごと出力について公表すべきである。

九州電力を始め原子力事業者は、国による様々な原発保護政策により原子力規制委員会により稼働が認められた原発の再稼働を進めている。しかし、本来、原子力規制委員会は新規制基準への適合を審査するに過ぎず、福島第一原発事故後により明らかになった原発の過酷事故へのリスクが無くなったわけではない。ま

⁹ 総合資源エネルギー調査会 新エネルギー小委員会 系統ワーキンググループ(第12回)配布資料

た、原発事故時の賠償を行う原子力損害賠償制度における賠償金の上限額は1200億円のままで、国による支援がなければ本来事故の責任を負う原子力事業者は損害賠償を行うこともできない「無保険」の状況である。このようなリスクの高い原子力発電や温室効果ガスであるCO₂や有害物質を大量に排出する石炭火力については基本的に不要な場合は稼働を停止すべき電源である。

具体的には、低需要期には石炭火力に対して以下の対応が考えられる。九州電力の石炭火力は1基を除いて停止、またその1基も最低出力（設備容量の17%）まで確実に下げる。電源開発の石炭火力のうち九州内にある松浦、松島の計4基は停止、橘湾（四国にあり一部を九州電力が受電している）は受電しないこと。石炭副生ガス利用の火力のうち、戸畑は停止、大分は最低受電（設備容量の30%）まで下げるか受電しないこと。

(3) 需要側調整機能(デマンドレスポンス)およびVPPの積極導入

現状の優先給電ルールの中には需要側の調整機能(デマンドレスポンス)は含まれていないが、すでに供給力が不足する際のデマンドレスポンス(下げDR)は猛暑時などの需給ひっ迫時に活用されている(電源I')。需要に対して供給が上回る際の調整力としてこのデマンドレスポンス(上げDR)を活用できる可能性がある。さらにこれらの調整力を一般送配電事業者に提供する新たなサービスとしてVPP(バーチャルパワープラント)の導入が検討されている¹⁰。自然エネルギーの出力抑制については、現状では取引の対象になっていないが、積極的に経済的な取引を可能にすることで出力抑制(出力制御)を生かした調整力を確保できる可能性がある。

(4) 出力抑制した自然エネルギー事業者への補償

自然変動電源(太陽光、風力)の出力抑制は、系統全体の安定性を目的としたものであるから、その抑制時の経済的損失に対して、一般送配電事業者は、発電事業者への経済的補償を行うべきである。その原資は、調整力の確保という目的から送電費用として計上すべきであり、現状では託送料金を原資とすることが妥当である。

現在の「接続可能量(30日等出力制御枠)」に基づくルールにおいて自然変動電源の出力抑制に対して、何の経済的補償も行われなことは、自然エネルギーの導入を促進するというFIT法の趣旨に反しており、憲法上の財産権の侵害でもある。ドイツなど欧州でも変動型自然エネルギー(太陽光、風力)の出力抑制が行われることはあるものの、原則として出力抑制による発電事業者の経済的損失は補償される(2017年の実績で99%以上)¹¹。

さらに、旧ルールで接続してオンライン制御が行われていない設備に対して、経済的なインセンティブや補助金により全ての太陽光発電設備にオンライン制御装置を設置することを義務化すべきである。その際、出力制御の公平性については、経済的な補償を行うことで柔軟な運用を可能にすべきである。

(5) 「接続可能量」の廃止と「優先給電」の確立

海外では例のない太陽光および風力に対する「接続可能量」を廃止し、出力抑制に対する経済的な補償制度やVPPなどによる経済的な取引の導入を進め、実質的な自然エネルギーの「優先給電」を確立する必要がある。

2014年の太陽光発電の大量接続申込みによる「九電ショック」以降、電力会社側が試算して経産省の審議

¹⁰ 資源エネルギー庁「バーチャルパワープラント(VPP)・ディマンドレスポンス(DR)とは」
http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/advanced_systems/vpp_dr/about.html

¹¹ ドイツ連邦ネットワーク庁「Network and system security」
https://www.bundesnetzagentur.de/EN/Areas/Energy/Companies/SecurityOfSupply/NetworkSecurity/Network_security_node.html

www.isep.or.jp **認定NPO 法人 環境エネルギー政策研究所**

会(系統ワーキンググループ)¹²が電力需給バランスを検証する形で指定電気事業者による「接続可能量(30日等出力制御枠)」が太陽光発電および風力発電に対して導入されている。FIT制度においては、もともと30日間については無補償での出力抑制が認められていたが、「接続可能量」を超えた場合は30日を超えて無制限・無補償での「指定ルール」に基づく出力抑制が行われる。太陽光や風力などの変動する自然エネルギー(VRE)の大量導入においては、出力抑制(出力制御)は必要になるが、この「接続可能量」の制度では無制限・無保証のために事業の収益性に大きく影響する可能性があり、現状では単純な出力制御量の予測値が公表されているだけである。

(6) 電力需給調整の情報公開の徹底

自然エネルギーの出力抑制に関する情報公開については、電力会社(一般送配電事業者)による実施の予告(数日前)や出力抑制量の予測値が公表されているが、発電事業者などによるシミュレーションが可能な情報の公開が課題となっている。デマンドレスポンスやVPPのサービスを実現するためにも、リアルタイムでの電力需給の情報公開が必要である。また、出力抑制がどのようなプロセスで実施されるかを検証し、サービスやルールの改善に結び付けることも重要である。

以上

【このレポートに関するお問い合わせ】

認定NPO 法人 環境エネルギー政策研究所 (ISEP)

お問い合わせ: https://www.isep.or.jp/about_contact

TEL: 03-3355-2200, FAX: 03-3355-2205

担当: 飯田・松原

¹² 総合資源エネルギー調査会 省エネルギー・新エネルギー分科会 新エネルギー小委員会 系統ワーキンググループ
http://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene_shinene/shin_energy/keito_wg/index.html