

再生可能エネルギー出力制御の 高度化に向けた対応について

2019年10月
資源エネルギー庁

再生可能エネルギー出力制御の高度化に向けて

- 再エネの出力制御の高度化に向けて、本WGにおいても技術的な観点（将来的に現状の出力制御対象だけでは必要な制御量を確保できなくなり、系統運用に支障を来すおそれがある）から、事業者間の公平性を確保しつつ、出力制御のオンライン化を通じた出力制御量の削減を行うことが重要であるという議論が進められてきたところ。
- 特に九州では足下でも月5万kWのペースで太陽光発電が増え続けており、春の軽負荷期には土日のみならず平日も出力制御が実施されている状況であり、今後、出力制御日数（頻度）及び出力制御量（kW・kWh）の両面において一層厳しい状況になることが予想される。

【参考】九州における出力制御の実績

2018年度：26日（1発電所あたり5～6日）、最大制御量180万kW

2019年度：30日（1発電所あたり8～9日）、最大制御量257万kW（※9月25日時点）

- こうした状況を踏まえ、再生可能エネルギー大量導入・次世代電力NW小委員会中間整理（第3次）（2019年8月）において、①事業者間の公平性確保、②オンライン制御の拡大、③経済的出力制御の各論点について整理を行い、以下の方向性が示され、これらの具体化については本WGにおいて検討することとされたところ。
 - ① 当面の間は出力制御の対象外と整理されてきた旧ルール500kW未満の太陽光・風力についても、今後、出力制御の対象とし、旧ルール500kW以上の設備同様に30日無補償ルールを適用することが適切。
 - ② 出力制御量の低減とオンライン化のメリットが両立するような出力制御の運用の見直しを含めた環境整備を進める。
 - ③ 出力制御の公平性とオンライン化の実効性の両立を図る観点から、経済的出力制御の仕組みを導入する。
- また、国としても出力制御低減にむけた新たな実証事業を検討しているところ。本日はこれら論点の考え方と今後の検討事項について御議論頂きたい。

IV. 再生可能エネルギーの大量導入を支える次世代電力ネットワーク

2. 再生可能エネルギーの導入拡大に向けた適切な出力制御の在り方

①事業者間の公平性確保

旧ルール500kW未満の太陽光・風力は、過去の審議会において「当面の間は出力制御の対象外」とされ、系統運用に支障を来すおそれが生じた場合には出力制御が行われることが適当と整理されてきた。前述のとおり、旧ルール500kW未満の太陽光・風力を出力制御対象に含めた場合には、現在制御対象となっている既存事業者や新規連系が見込まれる事業者の制御日数が低減するとともに、新規投資の予見性が向上するため、さらなる再エネ投資にプラスの効果が見込まれる。

こうした点を踏まえ、事業者間の公平性を適切に確保する観点から、当面の間は出力制御の対象外と整理されてきた旧ルール500kW未満の太陽光・風力についても出力制御の対象とし、その際、同時期に認定を取得した旧ルール500kW以上の設備同様、30日無補償ルールを適用することが適切である。

また、事業者間の公平性の確保、必要な制御量や調整力を確保していく観点から、東京・中部・関西のいわゆる「中三社地域」を含め、30日等出力制御枠や指定電気事業者制度の見直し等についても、検討を行うべきである。

②オンライン制御の拡大

オンライン制御の拡大は、上述のメリットが大きい一方で、現状では、発電事業者が自主的にオンライン化に対応するためのインセンティブが弱いことから、一般送配電事業者は必要な再エネ運用システムの整備を進めつつ、国や発電事業者の業界団体とともに、まずは特別高圧のオフライン事業者のオンライン化から順次促していくべきである。加えて、出力制御量の低減とオンライン化のメリットが両立するような出力制御の運用の見直しを含めた環境整備を進めていくべきである。なお、オンライン化を進めるに当たっては、引き続きサイバーセキュリティ対策にしっかりと取り組むことが重要である。

③経済的出力制御

先述のとおり、オンライン制御の導入拡大を進めていくべきであるが、直ちにすべての発電設備をオンライン化するのは制度運用上困難であることから、出力制御の公平性と実効性の両立を図ることからも、経済的出力制御の仕組みを導入すべきである。

具体的には、オフライン事業者が本来行うべきである出力制御分をオンライン事業者に実施させた上で、オフライン事業者が出力制御を行ったとみなして、オンライン事業者がその買取価格での発電を行ったものとして対価を受けるといった仕組みを引き続き検討していくべきである。

以上の施策の今後のスケジュールを検討するに当たっては、システム対応、契約上の実務、事業者への周知等の観点から、導入のタイミングの整合性を確保することで、より実効的かつ円滑な運用を図ることが必要である。

【中間整理 (第3次) アクションプラン】

- オンライン化の推進に当たっては、一層の出力制御量削減に資する事業者間の公平性の在り方について系統ワーキンググループで検討する。
【⇒資源エネルギー庁、一般送配電事業者 (2019年度中に具体化)】
- 当面は出力制御の対象外とされてきた旧ルール500kW 未満の太陽光・風力についても出力制御の対象としつつ、30日無補償ルールを適用する。また、30日等出力制御枠や指定電気事業者制度の見直し等、適切な出力制御の在り方について系統ワーキンググループで検討する。
【⇒資源エネルギー庁、一般送配電事業者 (2020年度中に具体化)】
- 経済的出力制御の実務的手法等について系統ワーキンググループで検討する。
【⇒資源エネルギー庁、一般送配電事業者 (2020年度中に具体化)】

※本小委員会で整理された事項を枠内に「アクションプラン」として記載し、それぞれ検討・実施主体を明記している。色分けについては、青：既に実施済み・継続実施中のもの、緑：具体的なスケジュールが決まっているもの、赤：基本的な考え方が整理されており今後詳細を議論していくもの、としている。

(1) 事業者間の公平性確保

- 当面の間出力制御の対象外と整理されてきた事業者を対象とした場合には、**発電所あたりの出力制御機会の低減効果が見込まれることに加え、既存事業者のみならず、新規連系が見込まれる事業者の出力制御機会の低減にも寄与する。**このため、新規の投資予見性が向上し、**さらなる再エネ投資にプラスの効果**が見込まれる。
- 制御対象の範囲について国の指針等により確認的に明確化を行い、実務上、出力制御の対象について事業者間の**契約の記載内容の見直しを要する場合**、後述のオンライン代理制御（経済的出力制御）の適用と併せ、**契約の当事者双方にとって負担の少ない方法による見直しを行うことが適切。**

<制御機会低減効果（九州のケース）>

再エネ大量導入・次世代電力NW小委（第16回）資料1より抜粋

	現在の出力制御対象発電所		対策後の出力制御対象発電所	効果
発電所数	約2.6万件	→	約9.1万件	+ 250%
設備容量	471万kW	→	682万kW	+ 45%
発電所あたりの制御日数	8.5日	→	5.9日	- 31%

（備考）発電所数、設備容量は2019年3月末時点の実績。制御実績は2019年4～6月の出力制御実績に基づく、事務局試算。

<九州における太陽光発電の導入状況（2019年3月末時点）>

系統WG（第21回）事務局資料より抜粋

		オフライン制御（手動制御） （旧ルール事業者）		オンライン制御（自動制御） （指定ルール事業者）	
特別高圧		47件	73万kW	26件	47万kW
高圧	500kW以上	0.2万件	233万kW	293件	33万kW
	500kW未満	0.2万件	36万kW	379件	9万kW
低圧	10kW以上	6.3万件	175万kW	2.3万件	77万kW
	10kW未満	29.7万件	133万kW	6.9万件	38万kW

（注1）旧ルール500kW未満の太陽光は出力制御の対象外

（注2）指定ルールの住宅用太陽光（10kW未満）は当面出力制御の対象外

（注3）表中における「オンライン制御」の「特別高圧」には、オンライン制御可能な旧ルール事業者（19件、40万kW）も含まれる

（注4）出力制御の対象となる風力発電事業者は、旧ルール51件49万kW、新ルール12件1.7万kW、指定ルール7件0.01万kW（いずれも現時点でオフライン制御のみ）

対象を拡大（約211万kW） 従前からの対象（約471万kW）

(14ページ)

③再生可能エネルギー電源の出力抑制の考え方

当面は一定規模以上 (注11) の再生可能エネルギー電源を対象とし、系統運用者たる一般電気事業者からの連絡により出力抑制を行うことが適当である。

なお、一定規模未満の再生可能エネルギー電源については、当面は出力抑制の対象とせず、将来的に一定規模以上の再生可能エネルギー電源の出力抑制のみでは系統運用に支障を来すおそれが生じた場合に、出力抑制を行うことが適当である。

注11 例えば、500kW以上。なお、我が国の電気事業法第27条（電気の使用制限等）においては、電気の需給の調整を行わなければ電気の供給の不足が想定される場合に、政令により500kW以上の受電電力の容量をもって電気を使用する者等が需給調整の対象として規定されている。なお、ドイツでは、100kW以上の再生可能エネルギー電源に対して、出力抑制機能を具備することが求められている。

(17ページ)

⑤出力抑制における補償について

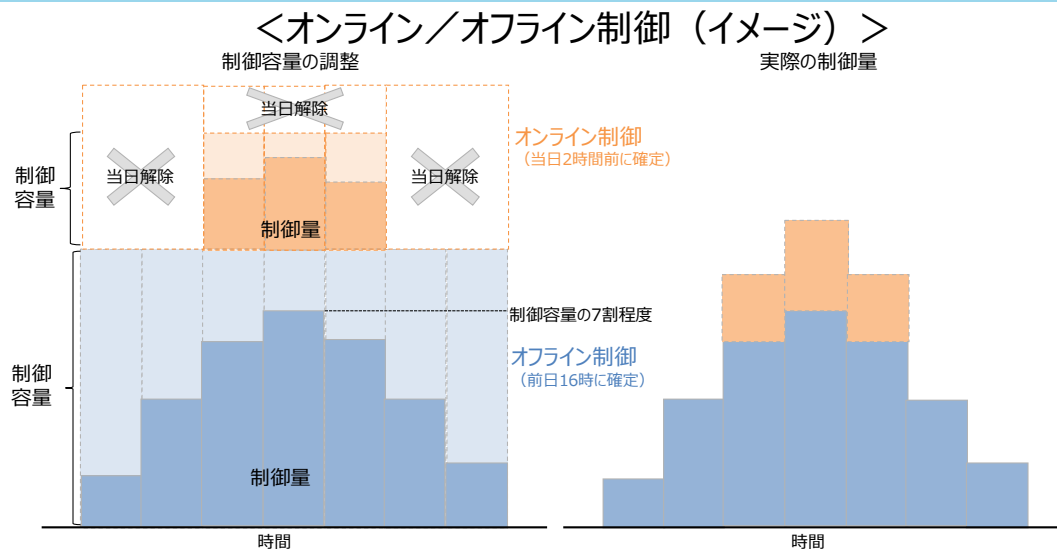
出力抑制の受忍限度となる上限値については、たとえば、電力需給上の特異日が14日または30日として、4～8%の間で設定するのが一案であるが、発電事業の予測可能性に与える影響や、系統安定化対策全般の考え方を踏まえつつ設定することが適当である。

その上で、このルールを継続すると、上限値の範囲では対応できないほどの出力抑制が必要となる場合には、改めて、追加的な対策の検討を行うものとすることが適当である。その場合でも、それ以降の新規設置分の出力抑制の上限値を変更することしたり、蓄電池の設置を行うといった対策を行うことで、既設設備の出力抑制の頻度については上限値以内に抑えることは可能と考えられる。

(2) オンライン制御の拡大

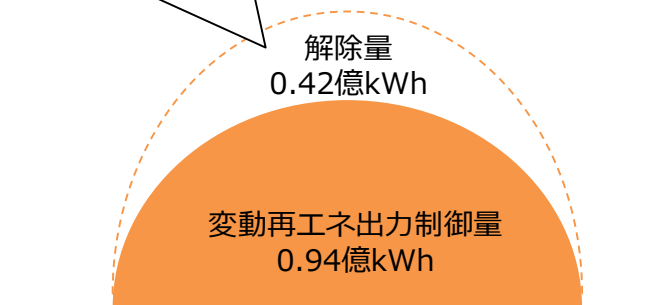
- オンライン制御の拡大に向けて、一般送配電事業者は引き続き必要な再エネ運用システムの整備を進めつつ、国や発電事業者の業界団体とともに、まずは特別高圧のオフライン事業者のオンライン化から順次促していくことが必要。
- また、前回の系統WG（2019年8月1日）において、出力制御及び系統運用の最適化の観点から、すべてオンライン制御とすることが望ましく、中長期的には、出力制御対象を拡大しつつ経済的出力制御の仕組みを導入し、実質的にすべてオンライン制御とすべきだが、過渡的な措置として、再エネ出力制御量を低減しつつ、オフライン事業者のオンライン化へのインセンティブを確保するため、まずは「出力制御の公平性の確保に係る指針」（公平性ガイドライン）における公平性の考え方を見直し、「出力制御の上限（年間30日）に達するまでの間は、出力制御量低減の観点から、オンライン事業者の制御回数がオフライン事業者より少ない場合であっても公平性に反することにはならない」とする方向性が示された。
- これを踏まえ、公平性ガイドラインの改正案を作成し、以下の期間でパブリックコメントを実施（改正指針は「参考資料1」参照）。寄せられた御意見を踏まえて改正案を一部修正し、10月7日に結果を公表。
 - ✓ パブリックコメント実施期間：2019年8月23日～2019年9月21日
 - ✓ パブリックコメント提出意見数：83件
 - ✓ 結果公表先：
<https://search.e-gov.go.jp/servlet/Public?CLASSNAME=PCMMSTDDETAIL&id=620219007&Mode=2>

- 九州における**太陽光発電の導入量は866万kW**（2019年5月末時点）。このうち、現時点で出力制御の対象となっている太陽光は、導入量の約6割に相当する**約478万kW**（内訳：**オフライン制御306万kW、オンライン制御172万kW**）。
- 本年4月の系統ワーキンググループにおいて、電力広域的運営推進機関から、**九州における出力制御の運用実態（再エネの上振れ/下振れへの対応等）を踏まえ、システムの最適運用の観点からオンライン制御対象の拡大が不可欠**であるとの説明があった。また、オンライン制御はより**実需給に近い柔軟な調整が可能**であり、**必要時間帯のみ制御が可能**であることから、オンライン制御を活用することにより、**九州では約3割の再エネ制御量を削減**（2018年度実績）。
- **オンライン制御の拡大は再エネ制御量の一層の低減に加えて、発電事業者の機会損失の低減や人件費の削減**にも資する。他方、発電事業者任せでは十分にオンライン化が進展しない。こうした状況を踏まえ、**一般送配電事業者は必要な再エネ運用システムの整備を進めつつ、国や発電事業者の業界団体とともに、まずは特別高圧のオフライン事業者のオンライン化から順次促していくべきではないか。**



＜九州における再エネ出力制御量（2018年度）＞

オンライン制御可能な発電所の
制御を当日解除することにより、
出力制御量を**31%削減**



【機会損失額の試算】

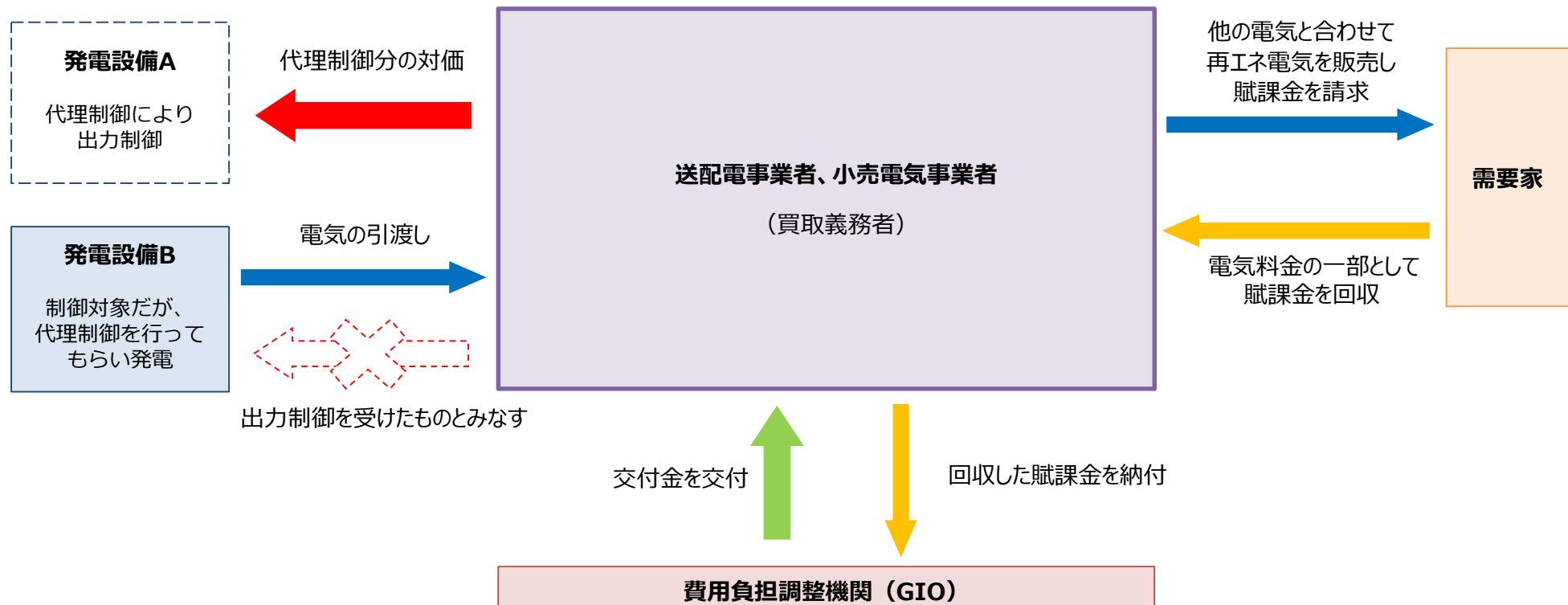
オンライン及びオフライン事業者の出力制御による機会損失額を以下の条件で試算した場合、その差は約40万円/年となる。

- ・発電容量：1,000kW
- ・買取価格：30円/kWh
- ・制御時間/回：オンライン4.5時間、オフライン7時間
- ・事業者あたりの制御回数/年：5回

(3) オンライン代理制御（経済的出力制御）①

- オフライン事業者への制御対象の拡大に当たり、オフライン事業者にとっての負担を軽減しつつ適切な出力制御を行う観点から、**オンライン事業者がオフライン事業者の代理で制御を行い、実態上の制御は全てオンラインで行うことが望ましいため、オフライン事業者が本来行うべきであった出力制御を実施したものとみなして買取費用相当額を精算し、オンライン事業者が代理制御分の対価を受ける**といったオンライン代理制御（経済的出力制御）の仕組みの構築を目指す必要がある。
- こうしたオンライン代理制御（経済的出力制御）の仕組みを構築するにあたり、**精算の方法や発電事業者への支払いについては既存の契約との整理も含め、今後、検討を行う必要**がある。

＜オンライン代理制御（経済的出力制御）イメージ＞

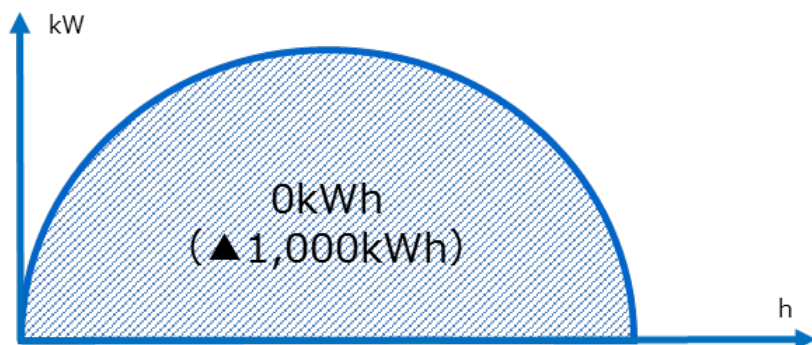


(3) オンライン代理制御（経済的出力制御）②

10

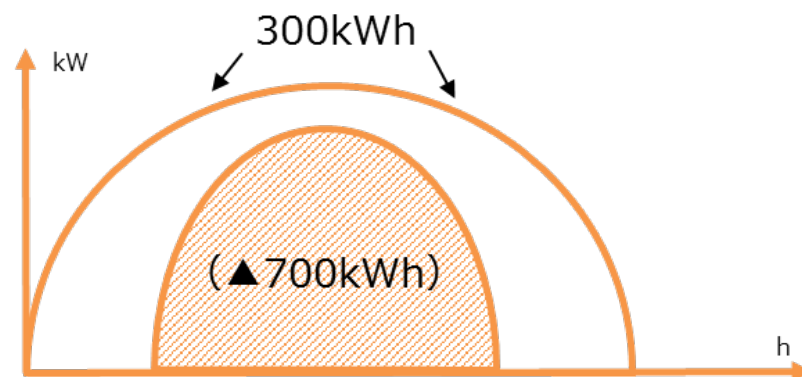
- オンライン事業者による代理制御は、オフライン事業者の実務上の負担軽減にもつながることに加え、オンライン制御はオフライン制御と比べ、より実需給に近い柔軟な調整が可能であり、必要時間帯のみ制御が可能（九州では約3割の再エネ制御量を削減（2018年度実績））となるため、オンライン事業者がオフライン事業者の代理制御を行うことにより、出力制御量が最小化する仕組みを構築することが可能ではないか。
- なお、代理制御時においては、オフライン事業者は物理的には発電しているが、本来はオフライン事業者が制御すべきところに代理制御を行っているため、出力制御回数は一回とカウントするとともに、オフライン事業者が本来行うべきであった出力制御を実施したものとみなして買取費用相当額を精算し、オンライン事業者の代理制御については制御回数としてはカウントしないという整理が適切ではないか。
- また、代理制御者に対しては、本来発電し売電することが出来た発電量を推計する等して補填を行うべきであるが、前述のオンライン化促進の主旨を踏まえつつ、補填金額の算定方法を検討する必要があるのではないか。

＜オフライン制御（イメージ）＞



※図の白塗りが発電、塗りつぶしが制御。

＜オンライン制御（イメージ）＞

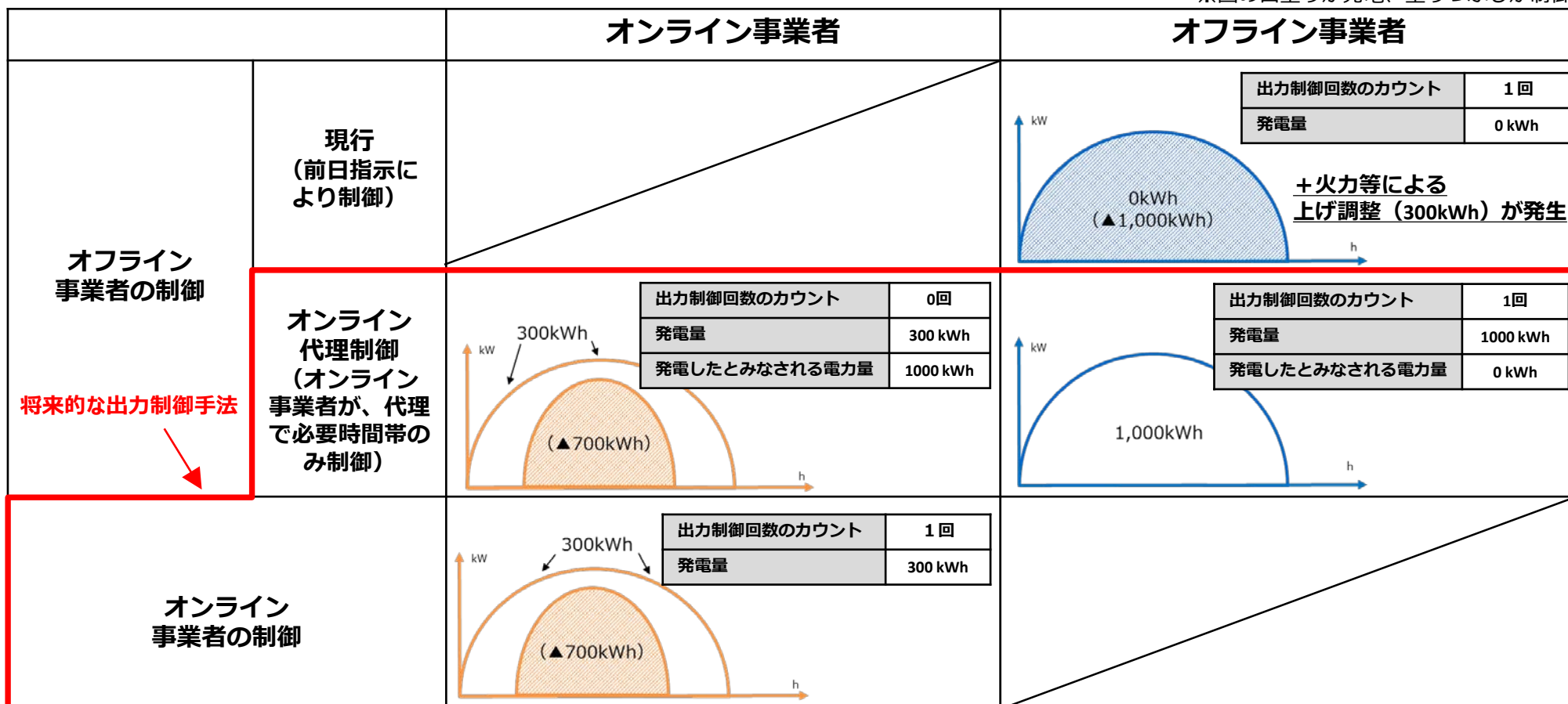


将来的な出力制御の在り方

- これまでの出力制御の手法はオンライン制御、オフライン制御の2種類であったが、今後は新たに、オンライン代理制御（経済的出力制御）の手法が加わる。
- 新たな制度導入当初は、オンライン事業者の割合がオフライン事業者と比べ少なく、オンライン事業者のみでは十分な出力制御量（kW・kWh）を確保できない可能性があるため3種類の手法を組み合わせた運用となるが、オンライン事業者の増加にあわせ、**将来的にはオンライン制御とオンライン代理制御のみで出力制御を行うことが期待される。**

＜出力制御時の発電電力量イメージ（700kWhの実制御が必要な場合）＞

※図の白塗りが発電、塗りつぶしが制御。



将来的な出力制御手法



- 再生可能エネルギーの更なる導入に伴い出力制御の回数の増加が今後見込まれるが、オフライン制御は発電事業者の発電機会損失や手動制御による人件費の発生・不確実性といった課題があり、**発電事業者の業務負担を抑えつつ、確実性が高く出力制御量も抑えられるオンライン制御の活用を促していく必要**がある。
- このため、オフライン事業者にとっての負担を軽減しつつ適切な出力制御を行う観点から、オンライン事業者がオフライン事業者の代理で制御を行い、**実態上の制御は全てオンラインで行うことを目指してはどうか。**また、それに当たっては、オフライン事業者が本来行うべきであった出力制御を実施したものとみなして買取費用相当額を清算し、オンライン事業者が代理制御分の追加収益を受けるといった**経済的出力制御の仕組みを構築することが必要ではないか。**
- これにより、**需給予測に応じた柔軟な調整が可能**であり、必要時間帯のみ制御が可能となることで、**国民負担を抑制しつつ再エネ制御量を削減し、再エネの最大限の活用が可能となるのではない**か。加えて、経済的出力制御に当たりオンライン事業者にメリットのある仕組みを構築することができれば、オンライン化の促進にもつながるのではないか。
- 経済的出力制御は、オンライン事業者の事業性に変更を加えず、オフライン事業者の業務負担軽減に資する仕組みであるが、**経済的出力制御の実務的手法やそれに伴う既存の出力制御システムの改修、発電事業者への周知等のスケジュールについて系統ワーキンググループで議論してはどうか。**
- また、**オンライン化を進めるに当たっては、インターネット経由でのサイバー攻撃に備える必要があるため、引き続きサイバーセキュリティ対策にも留意する必要。**

- オンライン代理制御（経済的出力制御）が導入され、オンライン制御が拡大すると実質的にオンラインのみの制御となり、実需給に近い柔軟な調整が可能となるため、オンライン制御とオフライン制御が混在する現状の運用に比べて制御量の低減が期待される。
- 例えば、既に出力制御が行われている九州でオンライン代理制御（経済的出力制御）を導入した場合、現状に比べて制御量が2割程度低減する効果が見込まれる。

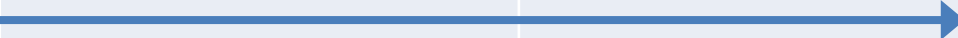
＜オンライン代理制御（経済的出力制御）による制御量低減効果＞
（九州における2019年4月の制御実績を基に試算）

〔単位：万kWh〕	制御量 （実績）	制御量 （経済的出力制御導入時）	低減効果
オフライン制御事業者	10,305	11,163	▲17%
オンライン制御事業者	3,187		

（備考）九州における2019年4月の太陽光発電の制御実績に基づき試算。制御量がオンライン制御可能な設備の最大発電量を下回る時間帯は全てオンライン制御を実施し、上回る時間帯はオンライン制御とオフライン制御を併用したと仮定した場合の試算結果である。

今後のスケジュールについて

- これらの取り組みを行うことで、①事業者間の公平性の維持、②出力制御量の低減による再エネの最大限活用、③オフライン事業者の実務上の負担軽減、といったメリットが再エネ事業者に生じることが期待される。
- なお、再生可能エネルギー大量導入・次世代電力NW小委員会中間整理（第3次）（2019年8月）においても整理したとおり、これらの実施についてはシステム対応、契約上の実務、事業者への周知等の観点から、導入のタイミングの整合性を確保することで、より実効的かつ円滑な運用を図ることが必要である。

	2019年度	2020年度	2021年度以降
①事業者間の公平性確保	 ・ 制御対象の範囲について国の指針等により確認的に明確化。 ・ 30日等出力制御枠や指定電気事業者制度の見直し等、適切な出力制御の在り方について検討。		 ・ ③とあわせ全国大で導入。
②オンライン制御の拡大	 ・ 公平性ガイドラインの見直し、運用開始。	 ・ 再エネ運用システムの整備。 ・ 特別高圧のオフライン事業者のオンライン化を順次促進。	
③オンライン代理制御 （経済的出力制御）	 ・ 実務的手法等について系統WGで検討。		 ・ ①とあわせ全国大で導入。

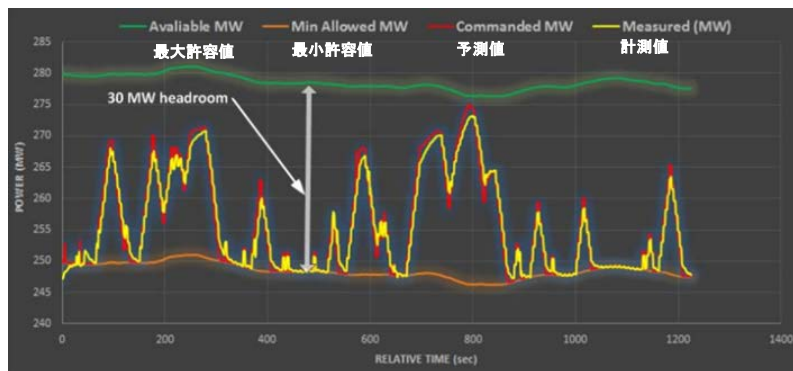
(4) 出力制御の低減に関する取り組み (予算事業)

15

- 太陽光発電は変動電源であり、瞬時の予測やリアルタイム制御など高度な出力調整が非常に困難。これらの課題を克服できれば、より正確な制御を行えることから出力制御量の低減につながるとともに、火力や揚水と同様に調整力として活用できる可能性がある。
- このため令和2年度概算要求において様々なエネルギーリソースをIoT技術により遠隔で統合制御し、あたかも一つの発電所のように機能させ、需給バランス調整に活用する (VPP・バーチャルパワープラント) 実証事業の中で、太陽光の調整力活用に関する実証を実施予定。その上で、出力制御指示後の太陽光についても、調整力として活用していくことを想定。
- 太陽光を調整力として活用することが可能となれば、システムの安定化に貢献するだけでなく、例えば九州エリアにおいては出力制御量の低減にもつながる。

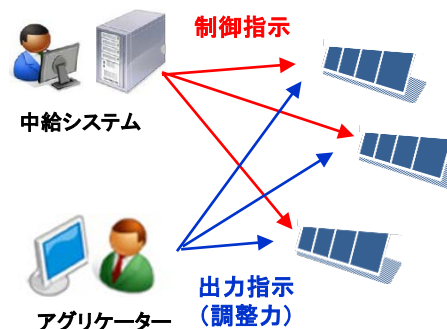
※なお、発電中の太陽光をアグリケートして調整力として活用する事例は海外でもあるが、一度制御した太陽光を調整力として活用する既存事例は海外においても確認されていない。

<STEP 1 太陽光の高度な出力調整 (イメージ)>



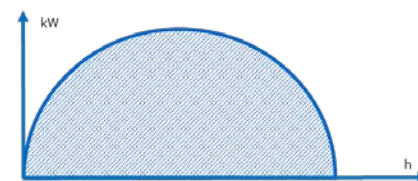
- ✓ 現行のオンライン制御システムにおいては、2時間前の予測値を用いた制御を実施しているが、これを限りなくリアルタイムに近づけるためには、①太陽光の出力予測の高度化②システムの確立、が必要。
- ✓ 調整力としての活用を想定しているため、単独の太陽光ではなく一定規模以上の複数の太陽光を束ねて制御を実施。

<STEP 2 出力制御指示後の太陽光の調整力活用 (イメージ)>

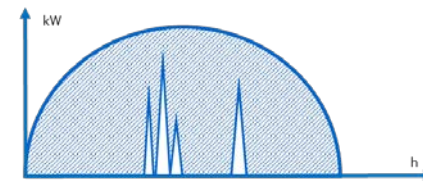


- ✓ 出力制御指示を行った太陽光に、改めて必要な調整力分の出力指示を実施。
- ✓ 発電事業者にとっては制御量の低減が期待される。
- ✓ 公平性の観点から選定ルール、精算方法について今後、検討の必要。

通常出力制御



調整力として一部を活用



※図の白塗りが発電、塗りつぶしが制御。

需要家側エネルギーリソースを活用したバーチャルパワープラント 構築実証事業費補助金 令和2年度概算要求額 70.0億円（68.5億円）

※（）内のうち臨時・特別の措置38.5億円

資源エネルギー庁
省エネルギー・新エネルギー部
(1) 新エネルギーシステム課
03-3580-2492
(2) 省エネルギー課・
新エネルギーシステム課
03-3501-9726

事業の内容

事業目的・概要

- 東日本大震災後、大規模集中電源に依存した硬直的なエネルギー供給システムを脱却するとともに、急速に普及している再生可能エネルギーを安定的かつ有効に活用することが喫緊の課題となっています。
- また、普及拡大が見込まれる電動車の蓄電池容量は、家庭用蓄電池と比べて容量当たりの価格が安く、また容量も大きいので、これをエネルギーリソースとして需給バランス調整に活用することは、効率的な電力システムの構築につながります。
- こうした電力システムの構造変化を踏まえ、本事業では以下の実証を行います。
 - (1) 需要家側のエネルギーリソース（蓄電池や電動車、発電設備、デマンドレスポンス等）を、IoT技術により遠隔で統合制御し、あたかも一つの発電所のように機能させ、需給バランス調整に活用する技術（バーチャルパワープラント（VPP））の実証
 - (2) 卸電力市場価格に連動した時間帯別料金（ダイナミックプライシング）を設定することで、電動車充電のピークシフトを行う実証

成果目標

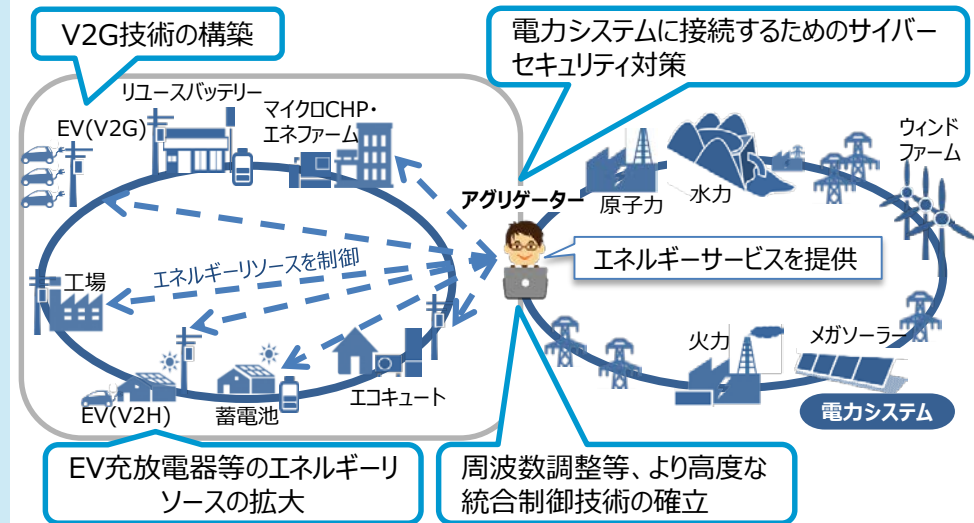
- (1) 平成28年度から令和2年度までの5年間の事業を通じて、50MW以上の電動車や蓄電池を含むエネルギーリソースをVPPとして制御する技術の確立を目指し、再生可能エネルギーの導入拡大や更なる省エネルギー・電力の負荷平準化等を推進します。
- (2) 令和2年度から令和4年度までの3年間の事業を通じて、時間帯別料金（ダイナミックプライシング）による充電のピークシフトを行い、電動車を活用した効率的な電力システムの構築を目指します。

条件（対象者、対象行為、補助率等）



事業イメージ

(1) VPPによるエネルギー事業の高度化



(2) ダイナミックプライシングによる電動車の充電シフト実証

- 卸売電力価格に連動した時間帯別料金を設定することで、電動車の充電のタイミングを電気料金が高い時間帯から安い時間帯に誘導。
- その結果、再エネの拡大、調整力の確保、系統増強の回避等につなげる。

ダイナミックプライシングに基づき、充電するイメージ

