

再エネ出力制御の低減に向けた取組について

2021年11月25日

資源エネルギー庁

本日の御議論

- 9月7日の再エネ大量導入小委において、出力制御低減に向けた包括的なパッケージとして、①出力制御の効率化、②供給対策、③需要対策、④系統対策に区分の上、本系統WGを中心に検討を深めた上で、年内を目途に基本的方向性を取りまとめることとされた。
- 本日は、まず、②供給対策として、出力制御時における火力・バイオマス発電設備の最低出力の引下げについて、技術的な課題等に関するメーカーヒアリング結果を御紹介しつつ、今後の方向性を御議論いただく。
- 次に、③需要対策として、揚水及び蓄電池・水電解装置（水素製造）の活用、上げDR及び下げDRを制度的に促す仕組みの検討（省エネ法）、自家発を活用した上げDRの実施円滑化に向けた検討等について御紹介しつつ、今後の方向性を御議論いただく。
- さらに、④系統対策として、連系線運用容量拡大に関するこれまでの検討状況に係り、電力広域機関が主催する「運用容量検討会」における議論等を御紹介する。

1. 供給対策

2. 需要対策

3. 系統対策

火力等発電設備の最低出力の引下げについて

- 前回WGでは、メーカーからのヒアリングに関する途中経過の御報告に加え、新規設備に係る最低出力引下げの基本的な方向性や、既存設備に対する出力制御の発生状況等に応じた基準適用の在り方について、御議論いただいた。
- 本日は、メーカーからのヒアリング結果や海外の事例を御報告しつつ、新規設備に対する設備の特性に応じた最低出力の具体的な水準、既存設備への基準適用や公表の在り方について御議論いただきたい。

火力等発電設備の最低出力の引下げ（新設基準）

（火力）

- メーカーへのヒアリングによると、最近の大型石炭火力は最低出力約30%の設備が多い一方、より低い最低負荷（例えば20%）で運用している例もある。
- また、近年建設されたガスタービンコンバインドサイクル（GTCC）は最低出力約50%の設備が多いが、最新鋭機では、最低出力25%程度での運用例もある。
- 今後、2050年のカーボンニュートラル実現に向けて火力の比率はできる限り引き下げていくことを踏まえると、新たに建設される火力発電設備については、再エネの出力制御を最大限抑制できるよう、最低出力をできる限り低くすることが求められる。
- このため、新設の火力発電設備の最低出力は、20～30%を基本としつつ、設備の構成・特性に応じて定めていくこととしてはどうか。

（バイオマス）

- メーカーへのヒアリングによると、出力1万kW以上のバイオマス発電設備は、最低出力50%とすることが一般的であり、50%より低くすることは極めて困難である。
- 他方、ボイラーの数を増やしたり、熱を利用したり（コジェネ）することにより、最低出力を50%より引き下げられる可能性がある。また、出力1万kW未満であれば、設備の仕様によっては、最低出力を40%程度まで引き下げられる可能性がある。
- このため、設備の規模や特性に留意しつつ、現行の50%より一定程度最低出力を引き下げる方向で、引き続き検討を深めていくこととしてはどうか。

火力等発電設備の最低出力の引下げ（既設への適用）

- 既存の火力等発電設備のうち、調整電源（電源Ⅰ・Ⅱ）として一般送配電事業者と契約している発電設備については、調整力公募の募集要綱等において、既に新設と同様の最低出力基準を適用することとしている。
- その他の既存の火力等発電設備（電源Ⅲやバイオマス）への新たな最低出力基準の適用に際しては、設備改修の必要性も含めた追加的なコストのほか、各設備の所在するエリアにおける出力制御の発生状況や、エリアの系統規模に比した電源の規模などを踏まえつつ、S+3Eの観点から総合的に判断する必要がある。
- その際、出力制御が生じる一時的な断面のみならず、その前後で稼働する電源がどのように変化し、どのような影響が生じるかも考慮しなければならない。特に、バイオマス発電設備については、設備の特性上、火力発電設備に比べて負荷追従性が低い点に留意する必要がある。
- また、専ら発電の用に供する発電設備と異なり、一定程度自家消費を行う自家発電設備については、運用の特性上、その他の設備と同様に新設の基準適用を求めていくことは困難である点に留意しなければならない。
- こうした点を踏まえ、まずは、出力制御が発生しているエリアに所在する発電専用の火力発電設備について、一定の時間的猶予を経た上で新設基準への対応を求めることを基本としつつ、同じエリアに所在するバイオマス発電設備や自家用の火力発電設備への対応と併せて、引き続き検討を深めていくこととしてはどうか。
- 更に、出力制御が発生する可能性があるエリアに所在し、かつ、エリアの系統規模に比して電源の規模が大きい火力等発電設備についても、出力制御が発生しているエリアと同様の対応を求めることを基本としつつ、引き続き検討を深めていくこととしてはどうか。

(参考) 前回WGにおける主な御意見 (2021年11月12日系統WG第33回)

(委員)

- 系統大メリットが本来重要であり調整力の価値が明らかになってその影響から判断すべきだと思うが、定量化が困難な中で、火力等の最低出力を下げるのが喫緊の課題ということで、基本的な方針は異論ない。引下げの方針や水準についても、設備の特性をよく精査して決めるということであれば現実的。
- 公表については、是非進めていただきたい。最低出力を下げなかった人に対する罰則という意味合い以前に、情報公開の観点から状況が公表され、その結果色々なことが分かるようにしていただきたい。
- 例えば、調整力として動いているものはネットワーク部門と年間契約で動いている場合、ネガティブな反応は無いと思う。一方で、最低出力が高く、調整機能も劣っているような電源が何故このような契約、局面で動いているのか、というのは一般送配電事業者の調達仕方が悪いのか、それとも制度が悪いのかというような議論にもつながってくると思うため、情報公開の観点から、これらの議論と切り離してでも是非進めていただきたい。
- 稼働停止を原則とするというのも、最低出力は高いが出力制御が起こっている局面ではそもそも焚かないことが合理的であるから焚くつもりはない、という事業者に対して無理やりコストをかけて下げさせる必要はないという発想から出て来ていることを頭に入れておかなければならない。
- 設備の特性に応じてガイドラインの基準を定めるということに賛成。どの程度まで設備の特性を細かく見ていくかというのはあるが、ガイドラインということである程度細かいところは省略し、一般的なところを抑えていくということかと思う。

(オブザーバー)

- 専ら発電用設備とコンビナートに組み込まれた形で入っている自家発とは全く挙動が異なる。おそらく電源Ⅲと呼ばれるものは自家発と考える。発電用設備については、現行のガイドラインよりもさらに踏み込んだ調整力を一送や小売と協議しながら運用しているため、ガイドラインを厳しくすれば目的の出力制御量の低減につながるかということそうではない。トータルで考える必要はあるのではないか。
- 「最低出力まで出力を引き下げることが困難な場合に稼働停止」とあるが、夕方の点灯ピークに向かって待機している調整電源までも止めるのかと資料上は見えてしまうため、実際の検討の中では考慮していただきたい。

- 火力等発電設備の最低出力の引下げについて、現在実施中の技術的な課題等に関するメーカーからヒアリングした主な内容は以下の通り。

主要メーカーからのヒアリングを元に作成

<従来型火力>

- 大型石炭火力では一般的に**最低出力約30%の設備が多い**が、設備や運用の工夫によって、**20%前後**などより低い最低負荷で運用している例も存在。
- 最新鋭機では、例えば、広範囲の負荷に対応したバーナーや回転数を制御可能なミルテーブル等の採用により柔軟性を向上。

<ガスタービンコンバインドサイクル (GTCC) >

- **一般的に約50%の設備が多い**が、高い効率と機動性を有する最新鋭機では、**最低出力25%程度**での運用例も存在。
- 燃焼器の熱振動対策や蒸気温度を維持するタービンへの対策、低負荷帯でも必要なNOx排出規制を満たす性能を確保するための脱硝装置等の対策が必要。

<共通>

- 従来型火力、コンバインドサイクルともに最低出力引下げには、**個々の発電所ごとに応じた検討が必要**ではあるものの、**技術課題は明確**。
- 他方、その実現には、プラント機器開発や電気・制御システム等について**追加投資を伴う改修が必要**。
- 再エネ導入拡大や系統安定への貢献価値を評価してもらえる**インセンティブ付与**（需給調整能力の価値化等）が必要と考える。

(参考) メーカーヒアリング概要 <バイオマス>

主要メーカーからのヒアリングを元に作成

(ボイラに関する課題等)

- **1万kW以上の大型**バイオマスでは、他のバイオマスの方式に比べて、発電効率の良い**循環流動層 (C F B)**を採用した方式が主流。C F Bは負荷を下げると、不完全燃焼が起こり、**排気ガス中のNOx量が増加する可能性**。
- 一般的に、最低出力60%くらいの設備が多く、最低出力50%は柔軟性が高い部類になる。
- C F Bでは50%くらいが限界だと思われる。
- C F Bのボイラの中は、効率的に燃料を燃焼させるための砂を燃料と一緒に循環させているが、急激に負荷を下げると、砂が炉の内壁の耐火物を破損させるおそれがあるため、徐々に下げる必要がある。
- **最低出力以下に負荷を下げると、ボイラから必要な蒸気を得られなくなり、重油等の補助燃料を使わないといけない。**
- 炉内流動に必要な空気の量と、燃焼に必要な空気の量とで炉内に送り込む空気の量が決まる。低負荷領域では、燃焼に必要な空気は少なくてよい一方、炉内流動に必要な空気の量は変わらないという関係があるため、送り込む空気が炉内を冷却する方向に働き、失火に繋がる。

(燃料に関する課題等)

- **木質チップや廃材**では**水分の変動幅が大きく、発熱量の変動幅大きい**傾向にあるため、運用上、**失火回避が重要**。
- **木質ペレット**では**水分の変動幅は小さいが、製品によって発熱量の変動幅が大きい**傾向にあるため、運用上、**燃焼温度の管理が重要**。

(その他)

- 1万kW未満のバイオマスでは、C F Bに比べコストの安いバブリングやストーカ方式が主流であり、バブリングタイプなら40%くらいまで下げられるプラントもあると思うが、比較的小さいものに限られる。
- 最近では、**脱炭素のニーズで、自家発を化石燃料からバイオマスに転換**しようかという話をいただくようになってきている。**ボイラの最低負荷を下げられなくても、産業用に蒸気利用等の需要があれば、ボイラで発生した蒸気を発電に回さず、蒸気利用に回すことで、柔軟性を持たせられる可能性はある。**

(参考) 海外事例：従来型火力の柔軟性向上プロジェクト

- 従来型火力等発電設備の最低出力引下げ等により柔軟性を向上させた事例

発電所名：モーアブルグ石炭火力発電所（Vattenfall社）

ドイツの「モーアフレックス・プロジェクト」において、プラントの柔軟性向上のため、以下の施策を実施。

- 最低出力を40%から26%に引下げ。
- 制御システムと運用モードの最適化により、高負荷と低負荷間の負荷変化速度を向上。
- 排ガスダクトのダンパを改造し、プラント停止後の冷却を抑えることで、起動時間を短縮。
(ウォーム-コールドスタート時で20%、ウォームスタート時で42～50%、ホットスタート時で40～46%程度)



Vattenfall社 Webサイト：

<https://group.vattenfall.com/de/newsroom/blog/2019/november/hkw-moorburg--flexibilisierung>

Status of Power System Transformation 2018／国際エネルギー機関（I E A） ※当該文書中で一部異なる数値は、Vattenfall社Webサイトの記載を採用した。

https://iea.blob.core.windows.net/assets/ede9f1f7-282e-4a9b-bc97-a8f07948b63c/Status_of_Power_System_Transformation_2018.pdf

(参考) 海外事例：バイオマスの柔軟性向上

- バイオマス発電設備の熱電供給等により柔軟性を向上させた事例

発電所名：フィン発電所8号機（Vattenfall社）

デンマークにあるバイオマスによるコージェネ設備。北欧市場に電力を供給し、地域社会に暖房を供給。

- 最大35MWの電力と120MJ/sの熱を供給。
- 地域暖房、自家消費、蓄熱装置を組み合わせることで、8%/分の高い出力変化率を実現。
 - 電力価格の低下時に、地域暖房のみを供給することが可能。
 - 自家消費用の電力を購入することで、発電設備の負の正味出力が可能。
 - 自家消費を減少させ、発電設備の正味出力を1%程度増加可能。
 - 蓄熱装置により安定した熱供給を可能にし、電力と熱を柔軟に調整可能。

(参考) 海外事例：ドイツのバイオガス発電設備の運用形態

- ドイツでは、電力系統と電力市場の状況に合わせて運営をすることで安定供給に貢献することを期待され、柔軟性を高めたバイオガス発電の複合設備の導入を促進。

複数設備が連動して発電を行うことで、朝夕の電力ピーク需要に合わせて設備を稼働、停止させる柔軟な運転を行える設備の導入を促進

- バイオガス貯蔵タンク
- 潜熱回収型コジェネ設備（出力500kW×5基）
- 蓄熱タンク ※EEG2017 柔軟性プレミアムの設備構成例

- **複数基のバイオガスコジェネ設備**により、発電量を柔軟に調整
- **バイオガス貯蔵タンク**により、必要な発電量に合わせてバイオガスを供給
- **蓄熱タンク**により、出力を主に発電へ向け場合に、熱需要サイドで不足する発熱量を補う

電力需要が少ない時に発熱・貯蔵することで、電力及び熱の両需要に柔軟に対応

公表対象とする電源詳細や稼働理由等のイメージ

- 電力広域機関により行われている出力制御の事後検証では、再エネ出力制御が発生する断面に稼働が想定された発電所について、「発電所名（電源Ⅰ・Ⅱのみ）」「最低出力値」「前日計画値」「前日計画と最低出力に差異があった場合の理由」が公表されている。
- これを踏まえ、出力制御の実施状況等を踏まえながら定期的なフォローアップを行う観点から、再エネ出力制御時に稼働していた電源Ⅲ火力・バイオマス発電設備について、「発電所名（事業者名）」「出力値※¹」「稼働理由※²」を取りまとめの上、本WGにおいて公表することとしてはどうか。

※¹ 自家発電設備については、系統への逆潮流分のみを対象とし、必要に応じて生産工程上の制約や燃料貯蔵の困難性等により出力制御が困難な場合はその旨を記載できることとする。

※² 個々の電源の事情を踏まえ、選択肢から選ぶことを想定。

- 公表の頻度としては、毎年 of 出力制御の見通し算定のタイミング（年2回程度）に合わせて、実施することとしてはどうか。また、公表対象の日としては、出力制御が発生した日のうち、例えば、至近の出力制御率の大きかった日を代表日として用いることとしてはどうか。

電源Ⅲ火力・バイオマスの公表情報イメージ

発電所名(事業所名)	出力値 [出力率%]	稼働理由
A発電所 (▲▲▲発電(株))	□□万kW [○○%]	●●●● (選択肢)
...

稼働理由

(a) ●●●●

(b) ●●●●

...

(f) ●●●●

(g) ●●●●

...

(参考) 系統情報の公開・開示の推進

●出力制御の検証結果

2021年3月12日 再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会第27回資料6

日別の優先給電ルールに基づく抑制、調整状況

(※)差異理由

- (a) 連系線運用容量を維持するための電制量確保
- (b) 燃料貯蔵の関係から抑制量減少
- ...
- (f) 自家発電設備など工場の生産調整に基づく計画
- (g) オーバーホールで停止中(9/24~4/23)
- ...
- (m) 設備更新に伴う停止(9/23~11/27)
- (n) 設備点検に伴う一部停止(6/1~12/29)
- (o) 設備不具合による出力制約(10/21~11/4)

優先給電ルールに基づく抑制、調整 (1)		10月18日(日)				10月24日(土)				
電源Ⅰ・Ⅱ 火力	燃料	発電所	最低出力①	前日計画②	差異(②-①)	差異理由(※)	最低出力①	前日計画②	差異(②-①)	差異理由(※)
	LFC調整力 2%	石炭	松浦	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0
苅北			8.7	8.7	0.0		8.8	49.5	40.7	(o)
苅田			0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
確保の発電所	LNG	新小倉	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
		新大分(コンバインド)	52.5	52.5	0.0		53.5	53.5	0.0	
合計			61.2	61.2	0.0	—	62.3	103.0	40.7	—

優先給電ルールに基づく抑制、調整 (2)		10月18日(日)				10月24日(土)				
揚水発電機の 揚水運転	発電所	号機	揚水動力①	前日計画②	差異(②-①)	差異理由(※)	揚水動力①	前日計画②	差異(②-①)	差異理由(※)
	大平		1	▲26.1	0.0	26.1	(m)	▲26.1	0.0	26.1
2			▲26.1	0.0	26.1	(m)	▲26.1	0.0	26.1	(m)
天山		1	▲32.5	▲32.5	0.0		▲32.5	▲32.5	0.0	
		2	▲32.5	▲32.5	0.0		▲32.5	▲32.5	0.0	
小丸川		1	▲34.0	▲34.0	0.0		▲34.0	▲34.0	0.0	
		2	▲34.0	▲34.0	0.0		▲34.0	▲34.0	0.0	
		3	▲34.0	▲34.0	0.0		▲34.0	▲34.0	0.0	
		4	▲34.0	0.0	34.0	(g)	▲34.0	0.0	34.0	(g)
合計			▲253.2	▲167.0	86.2	—	▲253.2	▲167.0	86.2	—

優先給電ルールに基づく抑制、調整 (5)		10月18日(日)			
長周期広域周波数調整 (連系線活用)	中国九州間連系線 (関門連系線) ※1 空容量 - (連系容量) - 約定済みの域外送電電力	前日12時時点 の空容量① ※1 (連系容量)	前日計画②	差異(②-①)	差異理由(※)
				0.0 (196.0)	0.0

優先給電ルールに基づく抑制、調整 (6)		10月18日(日)			
バイオマス専焼電源	電源合計 ※2 発電設備の補修停止等々 考慮した抑制日の最低出力	合意した最低 出力① ※2 [出力率%]	前日計画②	差異(②-①)	差異理由(※)
				11.4 [51%]	11.4

優先給電ルールに基づく抑制、調整 (3)		10月18日(日)				10月24日(土)			
電力貯蔵装置の充電	豊前蓄電池変電所	充電最大電力①	前日計画②	差異(②-①)	差異理由(※)	充電最大電力①	前日計画②	差異(②-①)	差異理由(※)
				▲5.0	0.0	5.0	(n)	▲5.0	0.0

優先給電ルールに基づく抑制、調整 (7)		10月18日(日)				
地域資源バイオマス	電源合計	合意した 最低出力① [出力率%]	前日計画②	差異(②-①)	理由A~C毎 (発電所数)	
		出力抑制可	0.0	0.0	0.0	
		出力抑制不可	—[0%]	23.8	—	(A)(51), (B)(23), (C)(2)

優先給電ルールに基づく抑制、調整 (4)		10月18日(日)				10月24日(土)			
電制電源	発電所	最低出力① [出力率%]	前日計画②	差異(②-①)	差異理由(※)	最低出力① [出力率%]	前日計画②	差異(②-①)	差異理由(※)
		電制電源 を 除く	A	22.8 [49%]	22.8	0.0		22.8 [49%]	22.8
B	68.7 [36%]		68.7	0.0		68.7 [36%]	68.7	0.0	
電制電源 を 除く	火力他	7.0 [10%]	7.0	0.0		7.0 [10%]	7.0	0.0	
	発電設備の補修停止等を考慮 した抑制日の最低出力 ()内は、全設備運転時	(45.8) [30%]				(45.8) [30%]			
	自家発電余剰	13.0	8.5	▲4.5	(f)	13.0	7.6	▲5.4	(f)
合計		111.5	107.0	▲4.5	—	111.5	106.1	▲5.4	—

想定誤差量		10月18日(日)	
出力帯 算定	出力帯	中出力帯1	
	誤差量	(A)過去 最大出力/設備量	76.6%
(B)当日 最大出力/設備量		67.3%	
(C)出力率(B)/(A)		87.9%	
	太陽光誤差	92.8	
	エリア需要誤差	59.0	
	合計	151.8	

○地域資源バイオマスの出力抑制を困難と判断する理由(異臭、有害物質などの発生) A 発電形態の特質により、燃料貯蔵が困難(ゴミ焼却発電等)、B 出力制御に応じることにより、燃料調達体制に支障を来す、C 出力制御を行うことで、周辺環境に悪影響を及ぼす(発電所数)

(出典) 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 (2020年10月分) より抜粋。

(電力広域機関 <https://www.occto.or.jp/oshirase/shutsuryokuyokusei/index.html>)

3. 発電出力の抑制

逆潮流のある発電設備のうち、太陽光発電設備及び風力発電設備には、一般送配電事業者からの求めに応じ、発電出力の抑制ができる機能を有する逆変換装置やその他必要な装置を設置する等の対策を行うものとする。逆潮流のある発電設備のうち、火力発電設備及びバイオマス発電設備 (ただし、電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法 (平成23年法律第108号) に定める地域資源バイオマス電源であって、燃料貯蔵や技術に由来する制約等により出力の抑制が困難なものを除く。) は発電出力を技術的に合理的な範囲で最大限抑制することができるよう努めることとし、その最低出力を多くとも50%以下に抑制するために必要な機能を具備する等の対策を行うものとする。ただし、自家消費を主な目的とした発電設備等については、個別の事情を踏まえ対策の内容を協議するものとする。

(参考) 系統ワーキンググループにおける情報公開に関する御意見

2021年3月12日 再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会第27回資料6

<2020年12月11日 第28回 系統WG>

- ✓ 情報の公開については、他の委員会で決まっている制約があるのは間違いない。ただし、恒常的に情報を出すことで発生する経営上の問題と、出力制御がされた時に情報を出すことでは意味合いがかなり違うことを認識する必要がある。情報の公開について、事前の算定見通しでの情報公開も重要だが、実際に出力抑制が起こった際にどの電源がどう動いていたかという事後的な情報公開もとても重要。それにより、事前の想定とどう違うかが明らかになると思う。
- ✓ 恒常的に情報を出すのであれば、卸価格と稼働状況をリンクさせるとコストの情報がかなり出てくることになるかもしれないが、出力制御されている局面で動かす電源についてどのような経営情報が明らかになるか。あるいは、FIT で買われる電源は固定価格で売られているが、その稼働状況に何の経営情報が出てくるのか。一般論での情報公開による経営情報上の制約とはかなり異なるということを認識する必要。出力制御が起こるような状況、典型的に卸価格が0.01 円になっているような局面で、本当に問題があるのかということを考えなければならぬ。

(参考) 最低出力基準の遵守が望まれる既存の火力等発電設備 (案)

2021年11月12日系統ワーキンググループ 第33回 資料1

- 現行の各エリア（沖縄除く）の系統連系技術要件では、10万KW以上の火力等発電設備に最低出力等の周波数調整機能を具備することが要件とされている。
- 沖縄エリアでは、系統規模に対して、調整電源の数や規模も限られていることから、現状で調整力としている発電設備の容量と同等とし、他エリアより小さい基準（3.5万kW以上）で運用されている。
- こうした実態を鑑み、既設については、見直し後の最低出力基準の遵守が望まれる対象として、以下のように整理することが一案。

判断軸①		判断軸②		電源の規模	
		小	大	公表	
出力制御の発生状況	現に発生	最低出力基準の遵守が強く望ましい			
	発生可能性あり	最低出力基準の遵守が望ましい		最低出力基準の遵守が望ましい	
	現状は可能性なし	※エリアの出力制御可能性が出てきた際には、基準遵守が望まれる。			

1. 供給対策

2. 需要対策

3. 系統対策

出力制御低減に向けた需要側の対策

- 出力制御の低減に向けては、供給過剰となる再エネを需要側の対策により吸収することも重要となる。
- その際、徒にコストをかけて需要を増やすよりも、卸電力市場価格及び小売電気料金の低下を通じた市場メカニズムにより需要をシフトさせることが最も効果的である。
- このため、本日は、電気料金の変動等により需要をシフトさせる取組について、九州電力から現状と課題を御報告いただいた上で、同様の取組を全国で拡大するための方策について御議論いただく。
- また、需要シフトに加え、蓄電池や水電解による需要創出の取組を御紹介し、それらの将来的な可能性と課題について御議論いただく。

揚水発電の最大限活用

- 供給過剰時は、優先給電ルールに基づき、揚水発電機の運転を行うとともに、出力制御の発生時には、揚水発電の運転状況等を電力広域機関が検証することとしている。
- 直近9月分の九州における出力制御の検証では、揚水発電機の揚水運転について最大限活用されていることが確認され、その運用は妥当との評価が行われている。
- 引き続き、出力制御時の検証など、揚水発電の最大限活用に向けた取組が適切に行われるように注視していく。

4. 総合評価 (2/2)

2021年10月20日電力広域的運営推進機関
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の
検証結果 ~ 2021年9月抑制分 九州電力送配電~

評価項目	理由
1. 再エネの出力抑制に関する指令を行った時点で予想した需給状況	-
(1) エリア需要等・エリア供給力	エリア需要等と、再エネ余剰分を差し引いたエリア供給力が等しく計画されていた(全抑制日)。
(2) エリア需要想定	類似の過去実績から想定できていた(全抑制日)。
(3) 太陽光の出力想定	最新の日射量データで想定できていた(全抑制日)。
(4) 風力の出力想定	最新の風力予測値で想定できていた(全抑制日)。
2. 優先給電ルールに基づく抑制、調整(下げ調整力確保)の具体的内容	-
(1) 電源Ⅰ・電源Ⅱ火力	最低限必要なユニットのみ運転することを確認した(全抑制日)。
(2) 揚水発電機の揚水運転	オペレーターや設備点検などの理由で稼働できない機器を除く、最大限揚水することを確認した(全抑制日)。
(3) 電力貯蔵装置の充電	大容量蓄電池は、最大限充電していることを確認した(全抑制日)。
(4) 電源Ⅲ火力	電制電源は、最低出力まで抑制することを確認した。 その他の発電所は、燃料貯蔵等に影響を与えない出力まで抑制、あるいは事前合意された最低出力以下に抑制することを確認した(全抑制日)。
(5) 連系線の活用 (長周期広域周波数調整)	抑制指令時点で連系線空容量がなかったため、前日計画時点の下げ調整力最小時刻において連系線空容量を活用できた日はなかった(全抑制日)。
(6) バイオマス専焼電源	事前合意された最低出力以下に抑制することを確認した(全抑制日)。
(7) 地域資源バイオマス	出力抑制の対象外としていることを確認した(全抑制日)。
3. 再エネの出力抑制を行う必要性	-
再エネの出力抑制を行う必要性和抑制必要量	至近までの太陽光設備量と実績を基に想定誤差量を算出し、想定誤差量を考慮したエリア供給力が、エリア需要等を上回る結果となっていた(全抑制日)。
総合評価	再エネ出力抑制を計画した7日間において、各項目が妥当であったと評価する。

2021年10月20日電力広域的運営推進機関
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の
検証結果 ~ 2021年9月抑制分 九州電力送配電~

日別の優先給電ルールに基づく抑制、調整状況 (1)

優先給電ルールに基づく抑制、調整 (2)		9月18日(土)			
発電所	号機	揚水動力①	前日計画②	差異 (②-①)	差異理由(※)
大平	1	▲ 26.1	▲ 26.1	0.0	
	2	▲ 26.1	▲ 26.1	0.0	
天山	1	▲ 32.5	▲ 32.5	0.0	
	2	▲ 32.5	▲ 32.5	0.0	
小丸川	1	▲ 34.0	▲ 34.0	0.0	
	2	▲ 34.0	▲ 34.0	0.0	
	3	▲ 34.0	0.0	34.0	(g)
	4	▲ 34.0	0.0	34.0	(m)
合計		▲ 253.2	▲ 185.2	68.0	-

2019年12月5日 第24回系統ワーキンググループ
(参考資料)電力各社設備一覧等より抜粋

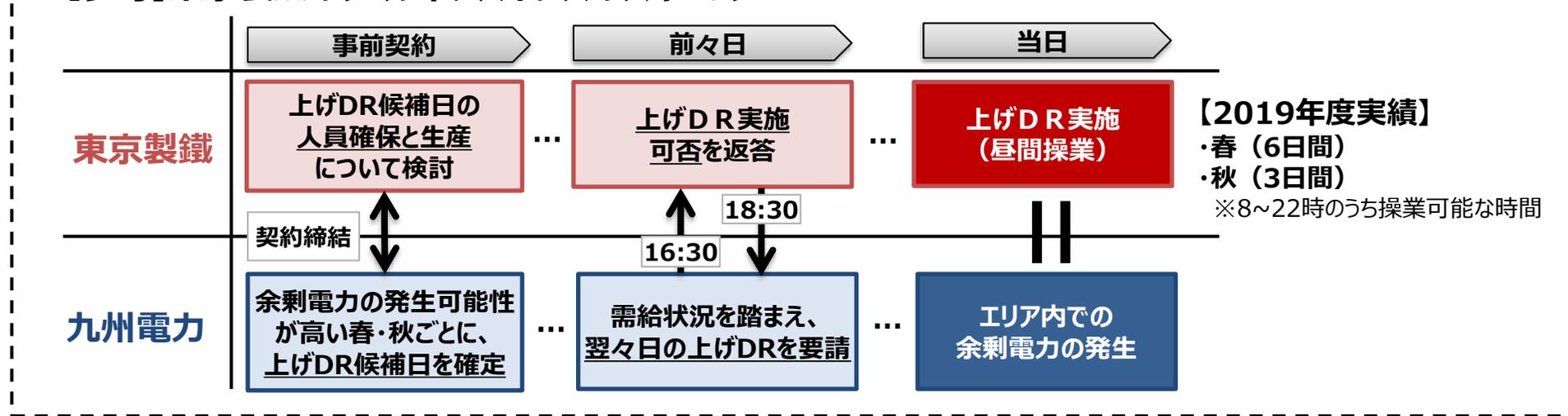
①自社			
揚水蓄電池	小丸川	1号機	-34.0
		2号機	-34.0
		3号機	-34.0
		4号機	-34.0
揚水蓄電池	天山	1号機	-32.5
		2号機	-32.5
揚水蓄電池	大平	1号機	-26.1
		2号機	-26.1

電気料金の変動等により需要をシフトさせる取組

- 九州エリアでは、出力制御が予想される春・秋等の軽負荷期の昼間に需要を創出する取組を、①産業用、②家庭用にて実施中。
- 具体的には、太陽光の出力増加が予想される場合に、九州電力からの連絡に基づき、①東京製鐵が従業員シフト等を調整し昼間に電気炉を稼働、②一般消費者がエコキュートを昼間に沸き増す等により、軽負荷期の需要創出に取り組んでいる。

2021年3月23日省エネルギー小委員会 第31回 事務局資料①より抜粋

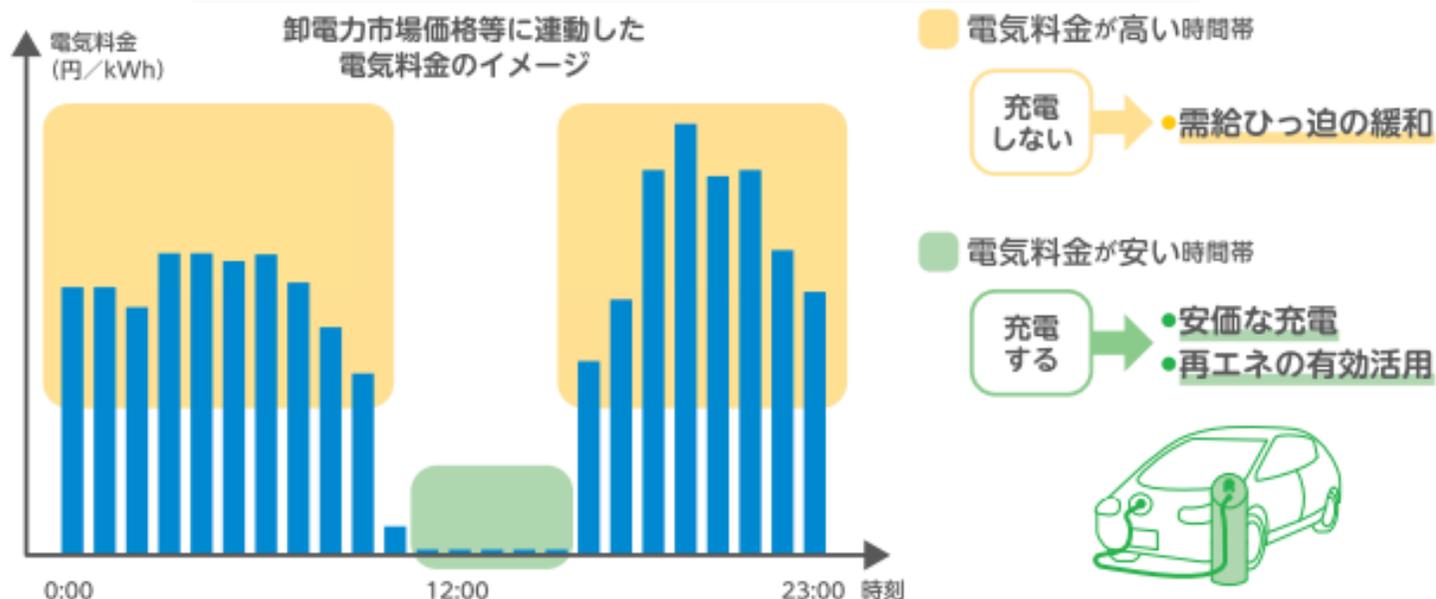
【参考】東京製鐵のデマンドレスポンスのスキーム



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

- 再エネ由来の安い電気を有効活用するため、小売電気事業者が卸電力市場価格等に連動した電気料金を設定し（ダイナミックプライシング）、電動車ユーザーの充電ピークシフトを誘導する実証を実施中。
- 2021年度は5事業者が参画しており、スマートフォンアプリ等を活用した電動車ユーザーへの充電推奨時間の事前通知等を通じた充電タイミングシフトの実証を行っているところ。

ダイナミックプライシングに基づき充電するイメージ



(出典：一般社団法人環境共創イニシアチブHPF 令和3年度 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事業概要パンフレット)

<2021年度実証参加事業者（代表者）>
アークエレクトロニクス、MCIリテールエナジー、メディアテック、エフィシエント、出光興産

自家発を活用した上げDRを円滑化するための託送料金制度の見直し

- 第26回系統WG（2020年7月16日）において、再エネ出力制御時に、自家発補給電力契約※¹を結んでいる需要家による上げDRを円滑化すべく、託送料金制度上の基本料金に係る取扱い見直しについて御議論をいただいた。
- その後、第29回電力・ガス基本政策小委員会（2021年1月19日）にて、本件について御議論を頂き、2021年4月1日付で、各一般送配電事業者の託送供給等約款に、再エネ出力制御時の特別措置※²として規定。

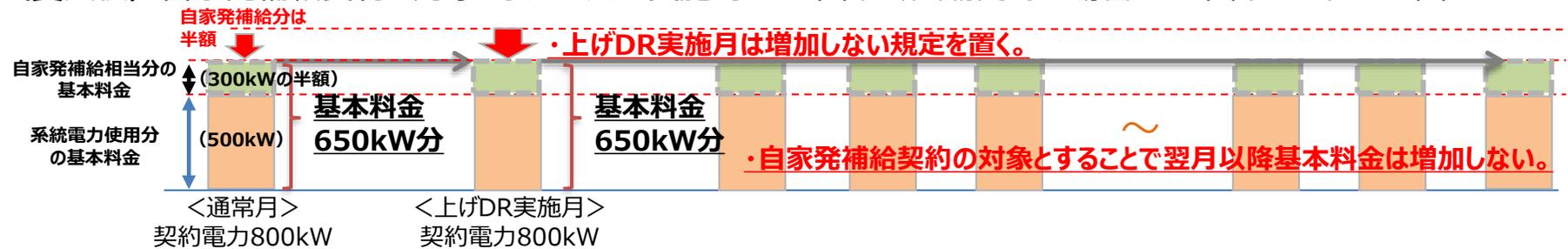
※¹ 自家発補給電力契約：発電設備の検査、補修または事故(停電による停止等を含む)により生じた不足電力の補給にあてるために電気の供給を受けるサービス。
 ※² 託送供給等約款に規定されている自家発補給相当の対象である「需要家の発電設備の検査、補修、事故」に「再エネ出力制御時」を加え、再エネ出力制御時において自家発補給相当分を利用した場合でも基本料金は半額（検査、補修、事故等で利用した場合は除く）とするもの。

2020年7月16日系統ワーキンググループ 第26回 資料1を一部修正

＜（変更前）自家発補給契約で上げDRを実施した場合の基本料金のイメージ図＞



＜（変更後）自家発補給契約の対象とし、上げDR実施時の基本料金が増加しない場合の基本料金のイメージ図＞



(参考) 託送供給等約款における規定

<九州電力送配電 託送供給等約款（令和3年4月1日実施）より抜粋> ※他TSOも同様の規程

19（接続送電サービス）（ロ）c ※抜粋

(a) 基本料金

基本料金は、1月につき次のとおりといたします。ただし、まったく電気を使用しない場合（予備送電サービスによって電気を使用した場合を除きます。）の基本料金は、半額といたします。また、(2)二によって接続送電サービス契約電力を定める供給地点において電気を使用された場合で、需要者の発電設備の検査、補修または事故により生じた不足電力の補給にあてるための電気をまったく使用しないときは、当該不足電力の補給分に相当する基本料金は、半額といたします。

なお、その1月に前月から継続して需要者の発電設備の検査、補修または事故により生じた不足電力の補給にあてるための電気を使用した期間がある場合で、その期間が前月の当該電気を使用しなかった期間を上回らないときは、その期間における当該電気の使用は、前月におけるものとみなします。

附則 15 再生可能エネルギー発電設備の出力の抑制を要請した場合における特別措置 ※抜粋

(1) 適用範囲

当社が、再生可能エネルギー発電設備の出力抑制の可能性または出力抑制の要請を公表した場合で、当該出力抑制の対象となる時間帯に、19（接続送電サービス）(2)二によって接続送電サービス契約電力を定める供給地点において、需要者の発電設備の停止または出力の抑制により生じた不足電力の補給にあてるための電気を使用するときに適用いたします。

(4) 接続送電サービス料金

この特別措置により電気を使用したときの基本料金は、19（接続送電サービス）(3)ロ(イ)c(a)、(ロ)c(a)、ハ(イ)c(a)または(ロ)c(a)における需要者の発電設備の検査、補修または事故により生じた不足電力の補給にあてるための電気をまったく使用しないときに準じて算定いたします。ただし、その1月にこの特別措置により電気を使用し、かつ、需要者の発電設備の検査、補修または事故により生じた不足電力の補給にあてるための電気を使用したときの基本料金は、19（接続送電サービス）(3)ロ(イ)c(a)、(ロ)c(a)、ハ(イ)c(a)または(ロ)c(a)に準じて算定いたします。

系統用蓄電池及び水電解装置の活用

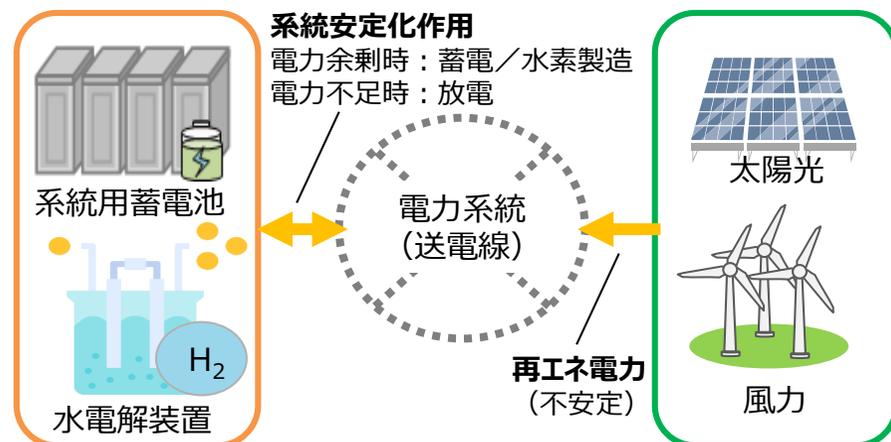
- 太陽光・風力等の再エネは、天候や時間帯等の影響で発電量が大きく変動するため、大量導入が進むと電力系統の安定性に影響を及ぼす可能性がある。実際に北海道等の再エネ導入が先行する地域では、これらの変動に対応できる調整力等が不足しており、再エネ導入の課題になっている。
- 系統用蓄電池は、その特性（瞬動性、出力の双方向性等）を活かし、再エネのインバランス回避や調整力の提供等を通じ、再エネ主力電源化にも資すると考えられる。
- また、水電解装置は、再エネの余剰電力を吸収し別エネルギー（水素）へ転換することが可能であるとともに、その出力を制御することで調整力の供出も可能である。
- 今後、これらの系統用蓄電池や水電解装置の導入について、制度面の整備等も含め、検討していく。

<蓄電池>

- 充放電の応答速度が速く、優れた調整力の供出が可能
- 再エネの余剰電力の吸収（蓄電）も可能

<水電解装置>

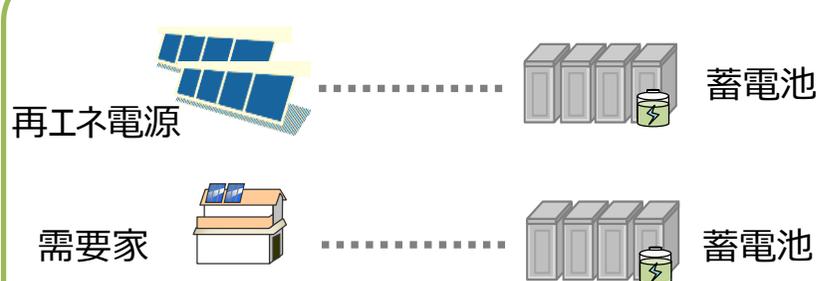
- 出力制御により調整力の供出が可能
- 再エネの余剰電力の吸収（水素製造）が可能



(参考) 系統用蓄電池の活用・導入に向けた取組

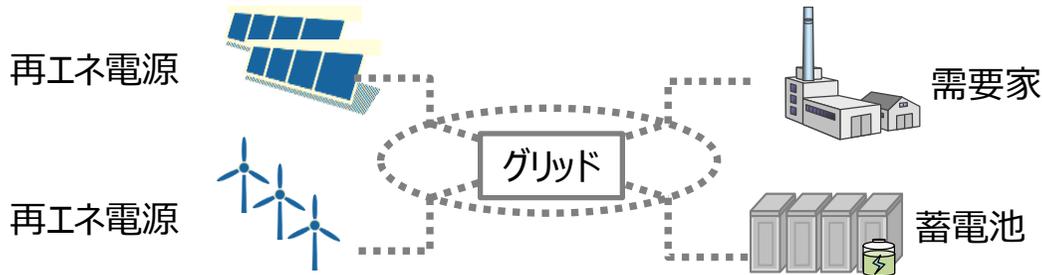
- 再エネの導入拡大を見据え、一般送配電事業者以外から、**再エネ価値向上**や**需給調整等に系統用蓄電池を活用**する蓄電事業への参入意志を示す事業者が現れている。
- 系統用蓄電池は、その特性（瞬動性、出力の双方向性等）を活かし、**再エネのインバランス回避**や**調整力の提供等を通じ、再エネ主力電源化にも資する**ため、その**実現のために各種課題への対応を進めている**ところ。

蓄電池を再エネや電力需要家と1対1で接続



蓄電池を1対1で接続することで、個々の再エネ電源等の安定化を図る

蓄電池をグリッドに接続し複数の事業で共用化（系統用蓄電池）



蓄電池をグリッドに接続することで、多様な価値（再エネの出力整形、インバランスの回避、系統の調整力、マイクログリッド内の需給調整等）を提供

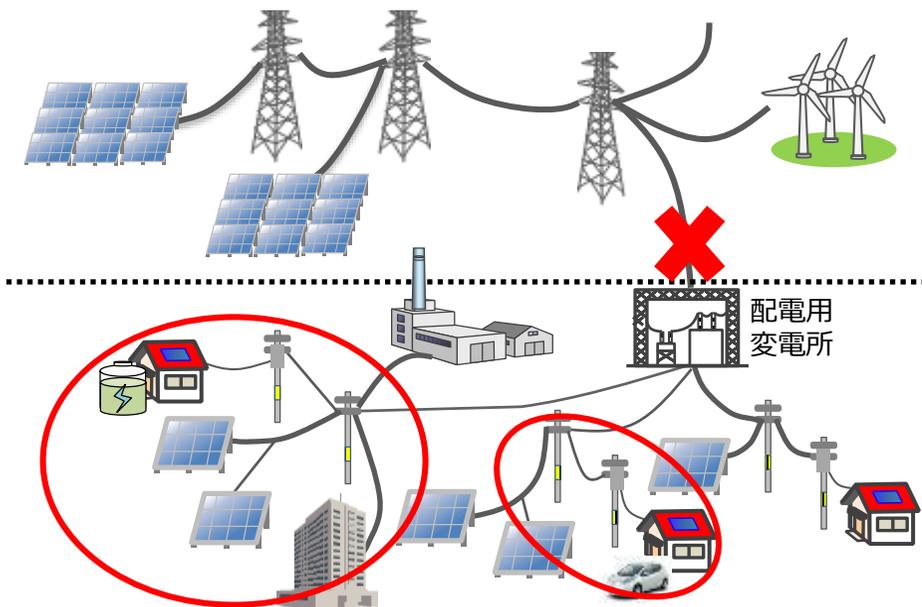
系統用蓄電池を実現するための主な課題

課題	課題の概要
①蓄電事業の位置づけ	現在は不明確な事業類型の整理（発電事業として整理する方向）
②調整力等の評価	蓄電池の価値を評価する各種市場に係る環境整備
③再エネ導入制約の対応	再エネの短期変動に対する調整力制約に向けた対応（北海道エリアにおける蓄電システムの調達公募の実施）
④地域間の調整力融通	調整力融通の地域間連系線におけるマージン設定
⑤費用負担の在り方	系統費用負担の整理などの費用負担の適正化
⑥保安規制の整備	適切な保安規制

分散型エネルギー・リソースを活用した「ローカルレジリエンス」の検討

2021年7月14日 第16回 エネルギー・リソース・アグリゲーション・ビジネス検討会 資料6 (一部修正)

- 太陽光発電等の再エネは、電力系統のうち配電系統（配電用変電所以下の系統）やローカル系統に設置されることが多い。
- しかし、**再エネの発電が当該エリア内で消費しきれないような場合**には、変電所から上位系統に電気が逆流することとなるが、上位系統や変電所内の設備の容量を超過するおそれがある場合、系統増強が終了するまで再エネの系統接続が制限される等、**再エネのポテンシャルを十分に発揮できない可能性**がある。
- このような場合に、同地域内にあるEVや蓄電池等のDSR・DERで需要を創出（上げDR）することで、上位系統に逆流する電気を減らすことができ、再エネの有効活用を図ることができる。このように、系統の運用状況に応じて地域内での上げDR（又は下げDR）を柔軟に実施できるようにすること（能力）を、「**ローカルレジリエンス**」という。



配電用変電所より下位の配電系統において、再エネ発電量に合わせてEVや蓄電池等の需要を創出

⇒「ローカルレジリエンス」

(参考) NEDOによるFS調査の概要

2021年7月14日 エネルギー・リソース・アグリゲーション・ビジネス検討会 第16回 資料6 (一部修正)

- 「ローカルフレキシビリティ」の実現可能性について、NEDOにおいて調査事業を実施中。
- この結果も踏まえ、2022年度以降のプロジェクトの実施についても、今後検討していく。

	2020年度 (実施済み)	2021年度 (今後実施予定)
①国内・海外調査	<ul style="list-style-type: none"> ● 【国内】ローカルフレキシビリティ活用のユースケースの抽出 (系統増強の繰り延べ、設備のダウンサイジング等) と費用便益評価の実施 ● 【海外】ローカルフレキシビリティ活用のユースケース調査 (配電線過負荷回避、全系統の調整力調達等) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 【国内】コネクト&マネージ等の制度議論が進む中でのローカルフレキシビリティの位置づけ整理、システム運営主体の明確化、費用便益の算定 等 ● 【海外】上記検討に資する海外での制度面・技術面の調査
②ソリューション・システム調査	<ul style="list-style-type: none"> ● 海外におけるローカルフレキシビリティのプラットフォームシステムの調査 (機能等) 	<ul style="list-style-type: none"> ● ローカルフレキシビリティシステムに関するステークホルダーの役割分担、各ユースケースの業務プロセス詳細化、ステークホルダーごとのシステムにおける必要な機能の整理、通信プロトコルの検討 等
③必要な技術開発項目等の整理	<ul style="list-style-type: none"> ● ローカルフレキシビリティシステムの構築に必要な技術開発項目の整理 (リソース設備管理、系統潮流の計算、フレキシビリティの募集プロセス、指令信号の発信、精算プロセス等) ● ローカルフレキシビリティの実現に向けた制度上の課題整理 (ノンファーム型接続等との役割分担、託送制度上の位置づけ、需給調整との協調、システム運営主体の明確化等) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 上記②の検討を踏まえ、今後必要な技術開発項目と、実施すべき事項の明確化 ● 今後のフィールド実証を見据えた実証計画の内容及びスケジュールの立案
実施体制	三菱総合研究所、早稲田大学、東京電力PG、関西電力送配電	三菱総合研究所、早稲田大学、東京電力PG、関西電力、関西電力送配電、京セラ

蓄電池等の分散型エネルギーリソースを活用した次世代技術構築実証事業 令和4年度概算要求額 57.0億円（45.2億円）

資源エネルギー庁
省エネルギー・新エネルギー部
(1)(3) 新エネルギーシステム課
(2) 省エネルギー課、新エネルギーシステム課

事業の内容

事業目的・概要

- 蓄電池等の分散型エネルギーリソース（DER）は、電力需給ひっ迫対応や新たに開始された需給調整市場等において活用が進んでいます。今後のFIP制度の導入等も踏まえ、再エネ導入拡大と電力安定供給の実現等のためにも、DERの更なる活用機会の拡大が期待されています。
- そのため、DERを活用した新たなビジネスモデル構築を行うべく、再エネも含めたDERのアグリゲーション技術の確立、制御技術の高度化、再エネを有効活用するための電動車等の電力需要シフト、系統混雑対策にDERを活用するローカルフレキシビリティ等の技術の実証・開発を行います。
- 本事業を通じ、DERの活用拡大と再エネ有効活用を整備し、アグリゲーション関連ビジネスの発展を通じた、カーボンニュートラルの達成に貢献します。

成果目標

- 本事業は令和3～5年度の3年間の事業であり、令和4年度は、今後開設予定の電力市場要件等に即したアグリゲーション技術の構築や新規アグリゲーターの育成、電動車を用いた充電シフト実証の規模拡大等を行います。またローカルフレキシビリティの実現に必要な技術開発を行います。

条件（対象者、対象行為、補助率等）



事業イメージ

(1) 再エネ発電等のアグリゲーション技術実証

- FIP制度の開始に伴う発電計画の作成やインバランス回避等に必要となる再エネとDERを組み合わせた制御技術や、再エネ発電量・卸市場価格の予測技術等の実証
- 需給調整市場や容量市場等の電力市場において、より高度化が求められるDER制御技術の実証

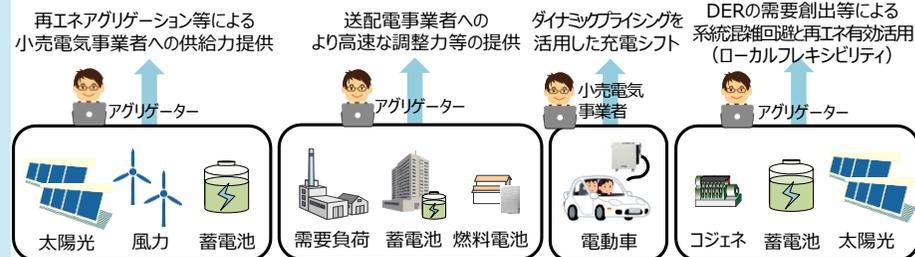
(2) ダイナミックプライシングによる電動車の充電シフト実証

- 再エネの供給量に応じた卸電力市場価格等に連動して電動車の充電タイミングをシフトする取組の拡大とビジネスモデルの検証

(3) DERを活用したローカルフレキシビリティ技術開発

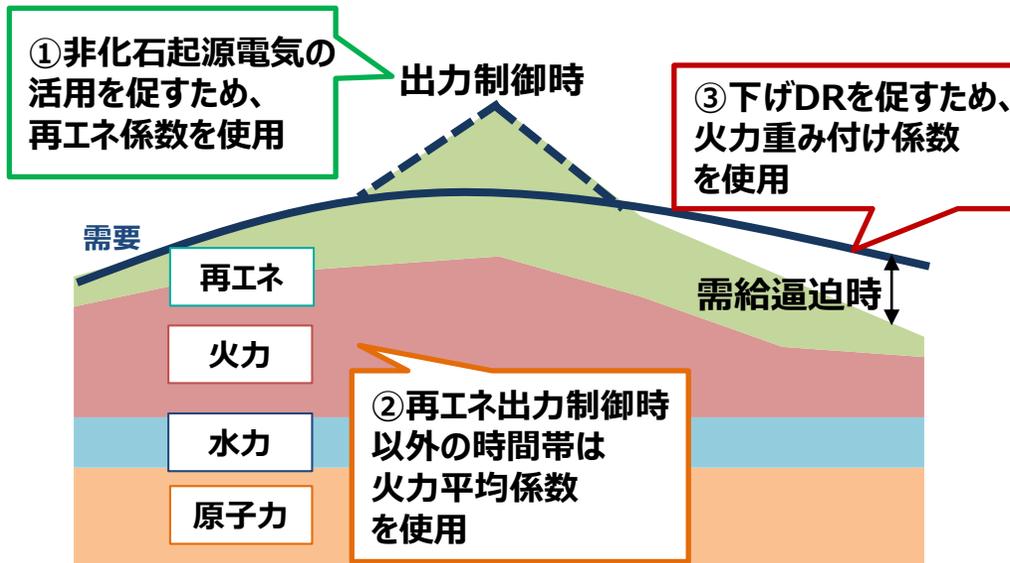
- 電力系統の混雑等の情報とDERによる需要創出を組み合わせ、送配電設備の容量制約等を回避し、再エネの最大限の有効活用を促進する仕組みの検証

<様々なアグリゲーション関連ビジネス>



- **需要の最適化**の推進に当たっては、時期・時間に応じて、**再エネ余剰電力が発生している時に需要をソフト（上げDR）し、需給逼迫時等に需要を抑制（下げDR）**することが重要。これらを**制度的に促す**ためには、**供給側の変動に応じて電気換算係数を変動させることが有効**である。
- このため、省エネ法において、**需要平準化に代えて「需要最適化」**の枠組みを新たに設け、当該枠組みにおける電気換算係数について、①再エネ出力制御時には**再エネ係数**を使用し、②**それ以外の時間帯については火力平均係数を基本**として、③需給逼迫時には**火力平均係数に重み付けした係数（ $\times\alpha$ ）**を使用することとし、これらの係数で算出する「**需要最適化原単位**」の**改善**を求めてはどうか。
- また、**住宅・建築物や輸送分野についても、需要平準化に代えて需要最適化を推進することが重要**であるため、**これらの分野における需要最適化の評価の在り方についても今後検討が必要ではないか。**

■ 電気の需要の最適化のイメージ



■ 制度の概要（案）

基本的考え方 (目的)	<ul style="list-style-type: none"> ・再エネ余剰電力の有効利用（上げDR） ・需給逼迫等の需要抑制（下げDR）
具体的措置	<ul style="list-style-type: none"> ・電気需要最適化原単位の年1%改善 ※報告は必須とし、最適化原単位の改善は通常の原単位改善と同様に評価 ※算定ルールや報告支援ツールは国が整備 ※簡便な報告方法の確立を検討
電気換算係数	<ul style="list-style-type: none"> ・供給側の状況を踏まえた係数 ※例えば、 ①再エネ出力制御時には、再エネ係数を使用 ②それ以外の時間帯には、火力平均係数を使用 ③需給逼迫時には、火力平均に重み付けした係数（$\times\alpha$）を使用

1. 供給対策
2. 需要対策
- 3. 系統対策**

出力制御低減に向けた系統側の対策

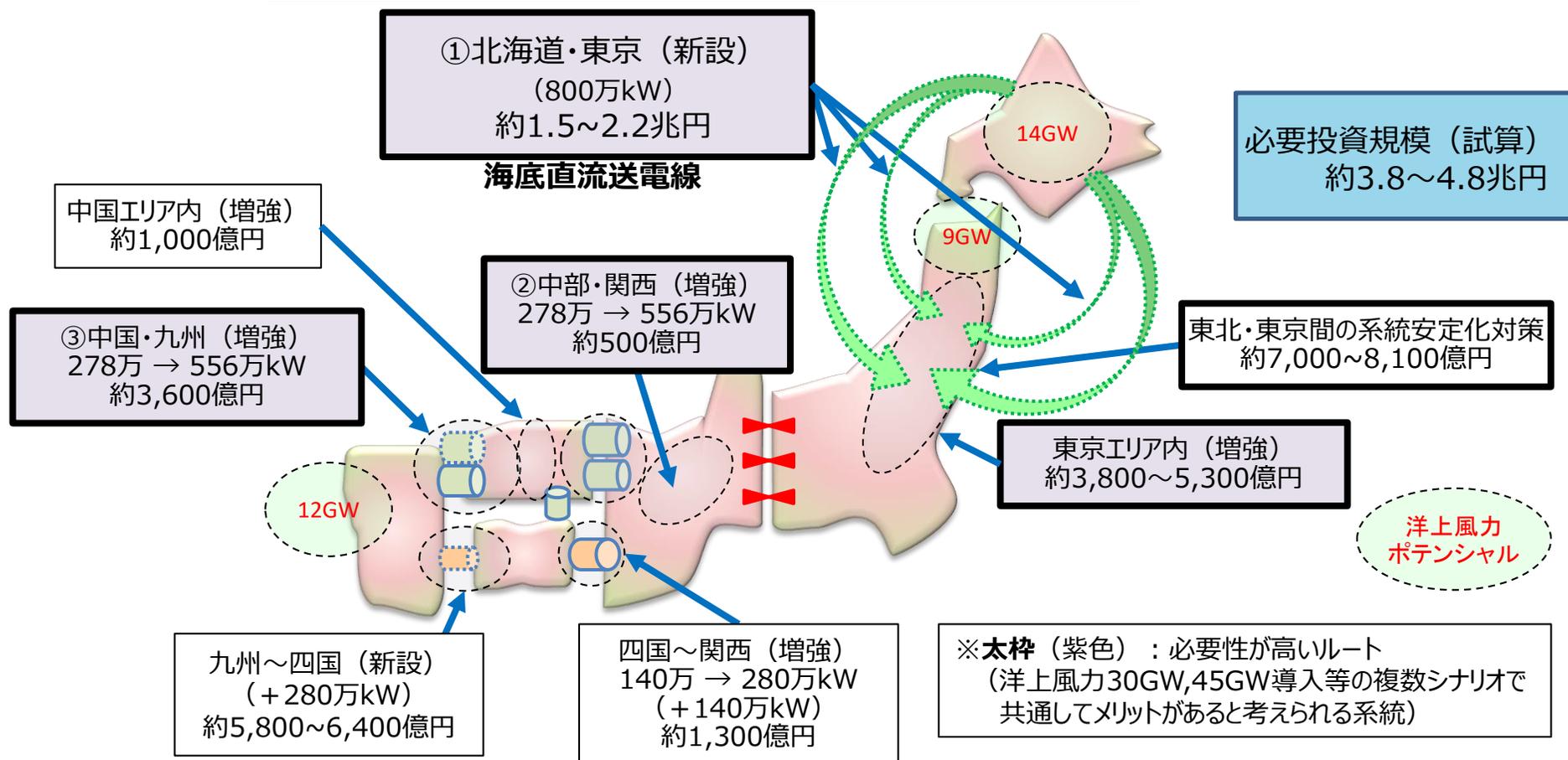
- 出力制御の低減に向けた系統対策としては、地域間連系線の増強に向けて、電力広域機関のマスタートラン検討会において、系統整備の考え方について2021年5月に中間整理を行い、早期着手すべき整備計画に関する議論を開始したところ。
- 同検討会では、2022年度中のマスタートラン策定に向けて、シミュレーション評価を深掘りする要素として、アデカシー便益や需要モデル等の検討を進めている。
- 既存の地域間連系線の運用容量拡大に関しては、電源へ電制装置を設置し、連系線事故時の遮断を可能とすること等により、運用容量をさらに増やすことができないか電力広域機関と連携して検討を進めている。
- また、運用容量の算出断面を細分化すること等により、供給信頼度を確保した上で運用容量を可能な限り大きく見込むべく、電力広域機関の運用容量検討会において、運用容量算出方法の見直しを検討している。
- その他、今までの系統接続の考え方や運用方法を見直し、既存系統を最大限活用する観点から、空き容量の算定方法の見直し、緊急時用の枠の開放、ノンファーム型の接続等の取組を進めている。
- 引き続き、系統を最大限活用すべく、電力広域機関等とも連携し取り組んでいく。

(参考) マスタープランの検討状況

マスタープラン検討に係る中間整理(概要版)
(2021年5月20日) から抜粋

- 電力システムのマスタープランとして、設定したシナリオに対する系統整備の考え方について中間整理し、その内容を受けて早期着手すべき整備計画について議論を開始。
- 併せて、2022年度中のマスタープラン策定に向けて、シミュレーション評価を深掘りする要素としてアデカシー便益や需要モデル等の検討を進めている。

中間整理の概要 (電源偏在シナリオ45GWの例)



(参考) 連系線運用容量の設定方法

- 連系線運用容量は、電力広域機関の運用容量検討会にて、最新の供給計画等に基づく系統状況の想定のもと、各種制約要因から系統安定性を維持できる潮流上限値として算出される。
- 基本的には、設備性能や系統解析により導出される値となるが、系統解析により設定される制約においては、適宜細分化した算出断面で設定値を更新することにより、運用容量を可能な限り大きく見込む取組を行っている。

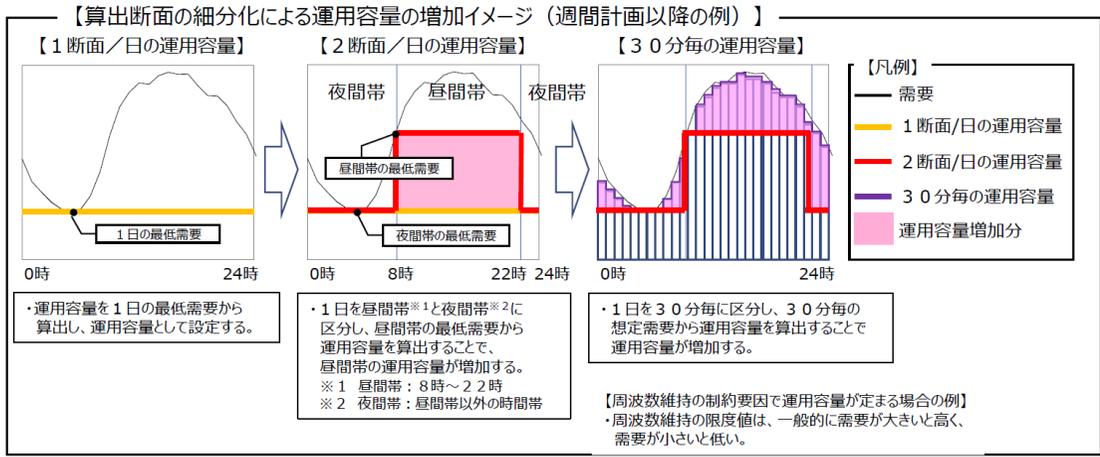
7. 運用容量の算出断面

33

■ 運用容量の算出断面
運用容量の算出断面は、送配電等業務指針第197条に規定されている。



2021年5月14日 第1回運用容量検討会資料1



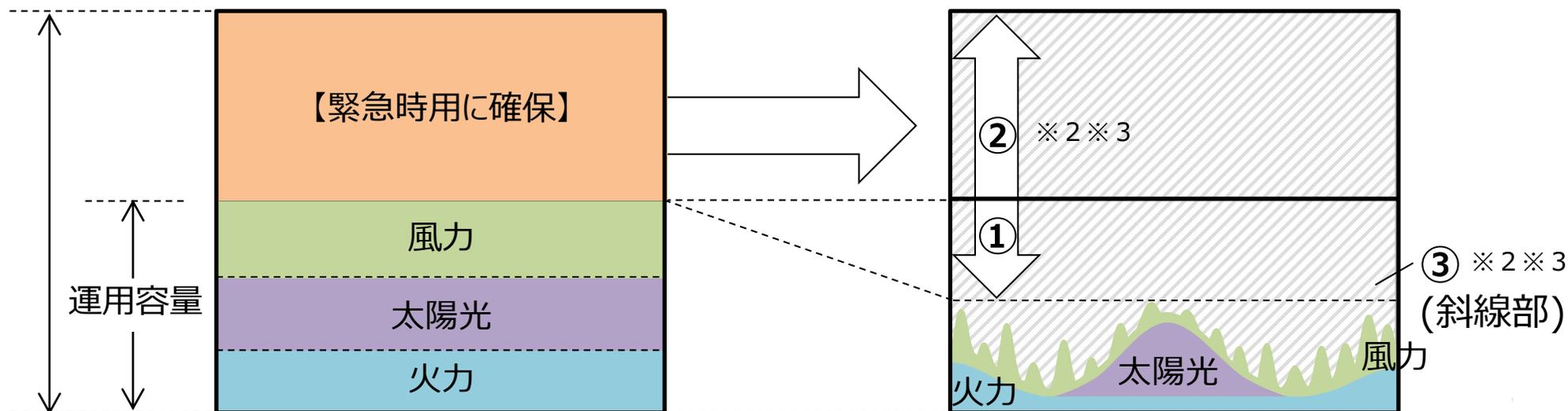
(参考) 日本版コネクト&マネージの進捗状況

取り組み	従来の運用	見直しの方向性	実施状況
①空き容量の算定 (想定潮流の合理化)	全電源フル稼働	実態に近い想定 (再エネは最大実績値)	2018年4月から実施 約 590万kW の空き容量拡大を確認 ※1
②緊急時用の枠 (N-1電制)	半分程度を確保	事故時に瞬時遮断する装置 の設置により、枠を開放	2018年10月から一部実施 約 4040万kW の接続可能容量を確認 ※1
③ノンファーム型接続	通常は想定せず	一定の条件(系統混雑時の 制御)による新規接続を許容	2019年9月から千葉エリア、2020年1月から北東北エリア及び鹿島エリアにおいて先行的に実施。2021年1月13日より全国の空き容量の無い基幹系統に適用。2021年4月より東京電力PGエリアの一部ローカル系統に試行適用。

設備容量

従来の運用

見直しの方向性



※1 最上位電圧の変電所単位で評価したものであり、全ての系統の効果を詳細に評価したものではない。

※2 周波数変動等の制約により、設備容量まで拡大できない場合がある。

※3 電制装置の設置が必要。