

GF影響を除くことによる三次調整力①のアセスメントⅡの実施方法について (同一のリソースが複数の指令信号を受信した場合のアセスメント)

2020年8月7日

需給調整市場検討小委員会 事務局

- 第17回本小委員会において、三次①を落札したリソースが複数の指令信号を同時に受信して応動した場合、現時点では応動実績を指令信号毎に切り分けて評価する手法が確立されていないことから、アセスメントⅡの対象外とした上で、将来的な課題として、応動実績を指令信号毎に切り分けて評価する手法の検討を進め、その手法が確立された場合はアセスメントⅡを実施することとして整理した。
- また、当面の対応として、三次①を落札したリソースが、運用時にGF機能を使用し、LFC機能を不使用とする場合において、GF機能の影響を取り除いたうえで三次①のアセスメントⅡを実施する方法について早期に検討することとした。
- 今回、その当面の対応として、GF機能の影響を除いた三次①のアセスメントⅡに関する手法について検討したことから、その内容について本日も議論いただきたい。

(参考) 市場のプロセスに沿った各課題の位置付け

14

■ 需給調整市場のプロセスに沿って整理すると、課題は以下のような位置付けとなる。



➢ 事前審査

- 契約・精算 (TSO-BG)
- 余力活用
- 商品設計
- 調達スケジュール
- 情報公開
- 調整係数
- リクワイアメント
- 調整力必要量
- 下げ調整力の調達
- ΔkW 調達不調・減少時の扱い
- 複合約定ロジック
- 連系線容量確保

- 直流設備の扱い
- 運用段階での設備トラブル時等の対応
- 連系線容量確保

- 契約・精算 (TSO-TSO)
- 契約・精算 (TSO-BG)

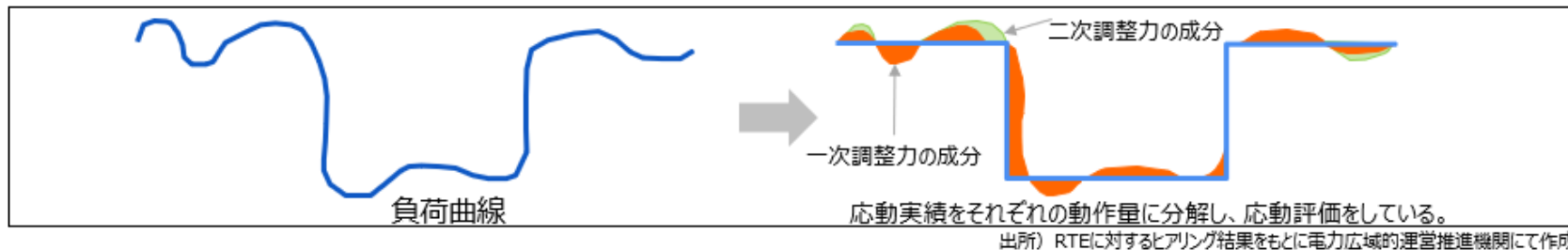
➢ アセスメント・ペナルティ

(プロセスに沿った課題のみ記載)

同一リソースが複数の指令信号(GF/LFC/EDC)を受けた場合のアセスメントⅡについて 46

- 三次①はEDC信号を用いて指令が発信されるが、一次や二次①はガバナフリー(以下、「GF」)やLFC信号を用いた指令が発信されているため、複数の機能の指令信号が同時に出される場合があり、こうした指令信号を受けた発電機は全ての指令に応えた応動をしている。
- 指令信号毎にアセスメントⅡを行うためには、応動実績を指令信号毎に切り分ける必要があるが、現時点ではこうした手法が確立されていない。このため、当面は複数の指令信号に対して応動した場合、出力変化を求める指令が重畳したコマはアセスメントⅡの対象外とせざるを得ない。
- この点について、意見募集では、公平性の観点および周波数維持のための性能確認の観点から、このような場合でもアセスメントⅡを実施して欲しいとの要望があった。
- 海外では応動実績をそれぞれの指令信号に対する動作量に分解した上で応動評価をしている事例等があることから、今後、こうした評価手法の検討を進め、これが確立された場合は、複数の指令信号を受けた場合でも指令信号毎にアセスメントⅡを行うこととしてはどうか。
- 当面は、運用時にLFC機能が不要の場合は機能ロックしその間はアセスメントⅡを実施するとともに、GF使用時にその影響を取り除いた上で三次①のアセスメントⅡを実施する方法についても早期に検討することとしてはどうか。また、GFやLFCは電源Ⅰ・Ⅱ契約に基づき指令されていることから、電源Ⅰおよび電源Ⅱ契約(電源Ⅱ契約は将来的には余力活用契約)に基づいて事前審査、応動評価を実施し、事前に確認した能力通りに応動していない場合は、該当する事業者に対して、その点を指摘することとする。

【応動実績の切り分けイメージ(フランスの例)】



出所) RTEに対するアラインメント結果をもとに電力広域的運営推進機関にて作成

【委員・オブザーバーからのご意見（複数商品のアセスメントについて）】

- 現状の中給システムにおける制約は理解するところであるが、将来的には三次①と三次②の切り分けも検討するべきではないか。
(辻委員ご発言)
- 現状の制約を踏まえた上で今回の整理に異論はないが、本来的には商品のリクワイアメントに対するアセスメントおよびその対価は一對一で紐づくものである。このため、中長期的には商品毎の切り分けも検討した方が良いのではないか。
(市村拓斗委員ご発言)

「アセスメントⅡ（複数の指令信号受信時の扱い）」に関する意見募集結果詳細

31

■ アセスメントⅡ（複数の指令信号受信時の扱い）に関する主な要望は以下の通り。

現行案	現行案 主な要望 ※()内は意見数
<ul style="list-style-type: none">複数の指令信号に対して応動した場合はアセスメントⅡの対象外	<ul style="list-style-type: none"><u>公平性の観点から、複数信号受信時もアセスメントⅡを実施してほしい</u>電力品質確保の観点から、複数信号受信時はペナルティをかけるためのアセスメントはなくとも、応動確認のアセスメントはできるようにしてほしい

<理由等>

公平性の観点から、複数信号受信時もアセスメントⅡを実施してほしい

- 複数の指令信号を受けた全ての場合において、全く応動しなくてもノンペナルティになるのはおかしいと考えるため
- 既に電源 I -a, bに参入している電源と、新規に参入する電源の評価に不公平性が生まれるため

電力品質確保の観点から、複数信号受信時はペナルティをかけるためのアセスメントはなくとも、応動確認のアセスメントはできるようにしてほしい

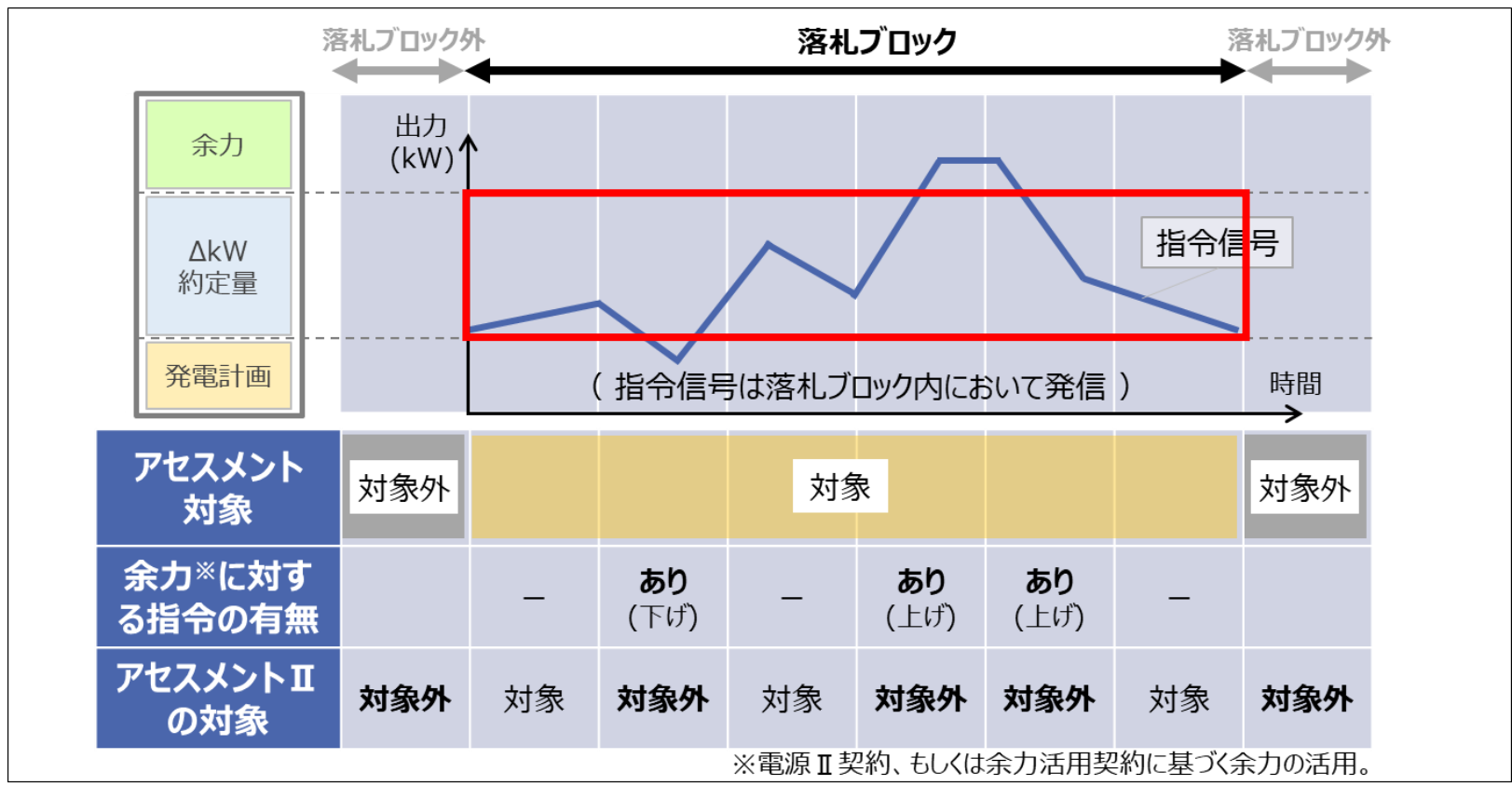
- 明らかに三次①（EDC）の指令に対して応動していないと見受けられる等、三次①（EDC）の指令に追従可能な状況であったか必要に応じ確認すべき状況となることも考えられるため

1. 対象となるリソース
2. GF影響を除いたアセスメントⅡの実施方法について
3. まとめ

1. 対象となるリソース
2. GF影響を除いたアセスメントⅡの実施方法について
3. まとめ

- 第17回本小委員会において、三次①のアセスメント対象は ΔkW を約定した落札ブロック内として整理した。
- これを踏まえ、今回検討するGF影響を除くことによるアセスメントⅡの対象リソースは、三次①の落札ブロック内において、LFC機能は応動せず、かつGF機能が応動しているリソースとして整理できるのではないかと。

【今回の検討におけるリソースの対象範囲】

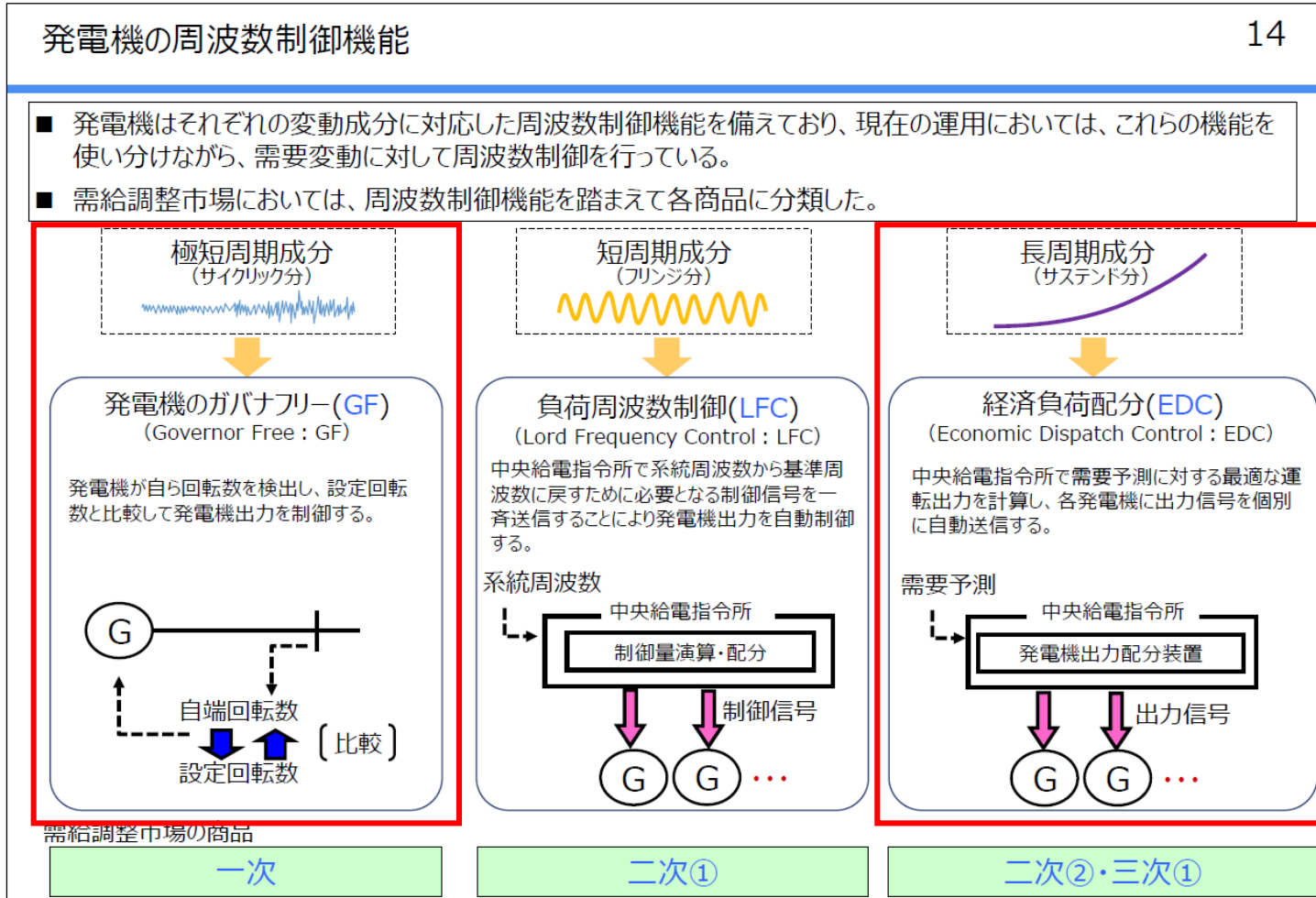


- 同一のリソースが複数信号（GF、LFC、EDC）を受信した場合における各機能の状況および、本小委員会におけるアセスメントⅡの実施に関する整理は以下の通り。
- 今回の検討では、LFC機能を有さない、もしくはロックされたリソースのうち、GFおよびEDCが同時に使用されているリソースについて、GFの影響を除外したアセスメントⅡの手法について検討する。

ケース	GF	LFC	EDC	本小委員会における整理
1	使用	使用	使用	アセスメントⅡ対象外 ※継続検討
2	ロック	使用	使用	アセスメントⅡ対象外 ※継続検討
3	使用	ロック	使用	アセスメントⅡ対象外 <今回の検討> GF影響を除外し、アセスメントⅡを実施
4	使用	機能なし	使用	アセスメントⅡ対象外 <今回の検討> GF影響を除外し、アセスメントⅡを実施
5	ロック	ロック	使用	アセスメントⅡを実施
6	ロック	機能なし	使用	アセスメントⅡを実施

1. 対象となるリソース
2. **GF影響を除いたアセスメントⅡの実施方法について**
3. まとめ

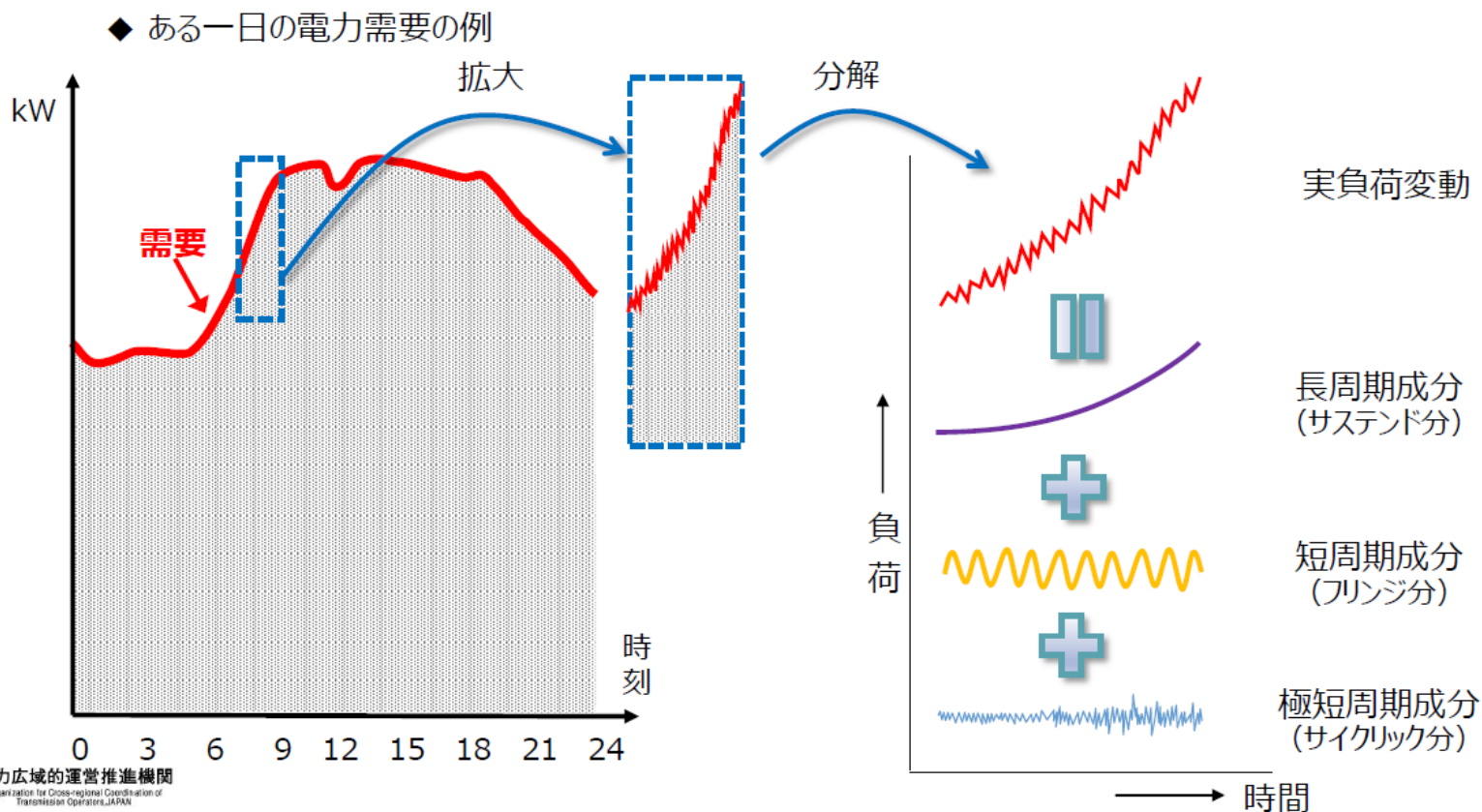
- 第14回本小委員会において、発電機の周波数制御機能として、GFは極短周期成分（サイクリック分）に対応し、自ら周波数変動を検知した上で自端制御による細やかな出力調整を行うものであり、EDCは長周期成分（サステンド分）に対応し、中央給電指令所からの出力信号に追従した応動を行うものと整理した。



時々刻々と変化する電力需要

13

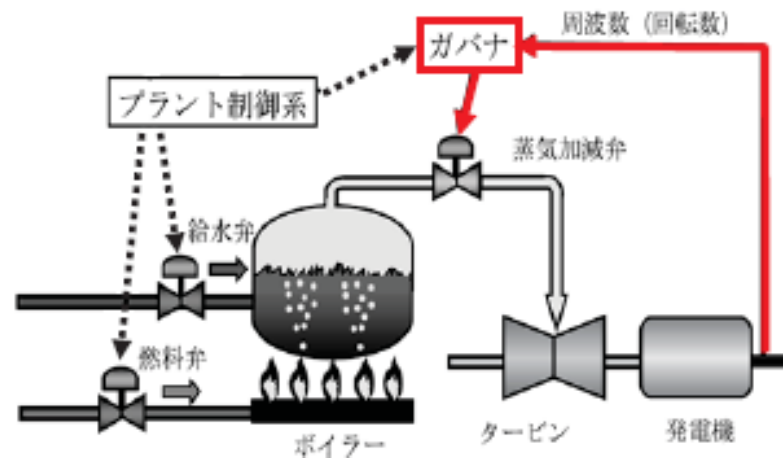
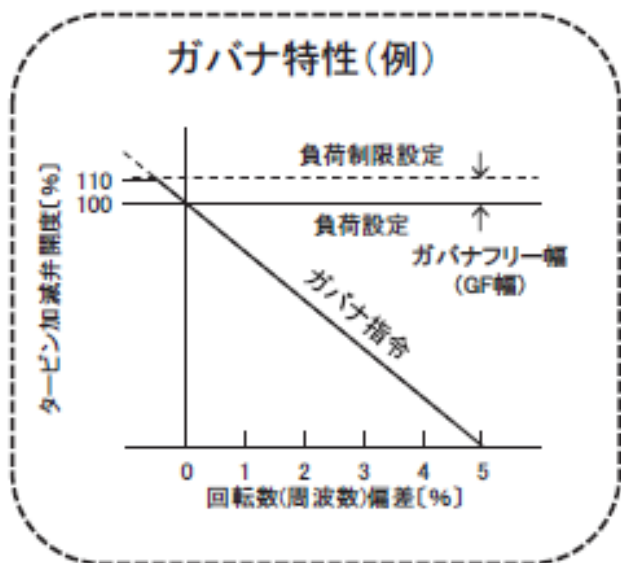
- 工場の操業状態や家庭の照明入切など、電気の使用状況に伴い、電力需要は時々刻々と変化しており、変動する成分を分解することができる。



7 【参考】ガバナフリー運転



- ガバナ(調速機)とは、発電機の回転速度を負荷の変動のいかんにかかわらず、一定に保つように、動力である蒸気および水量を自動的に調整する装置。
- 発電機の回転速度の変化に対して、速度調定率に応じて出力を変化させる運転をガバナフリー運転と呼ぶ。一般に回転速度(周波数)低下時の出力増加の上限として負荷制限(ロードリミット)が設定され、負荷設定からロードリミットまでの余裕をガバナフリー幅という。
- ガバナフリー運転は、発電機が自ら周波数変動に対して出力調整を行う。



出典: 電力系統の周波数制御から見た火力機出力応動特性, 電気学会論文誌B, 124巻3号(2004)

© 2015 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

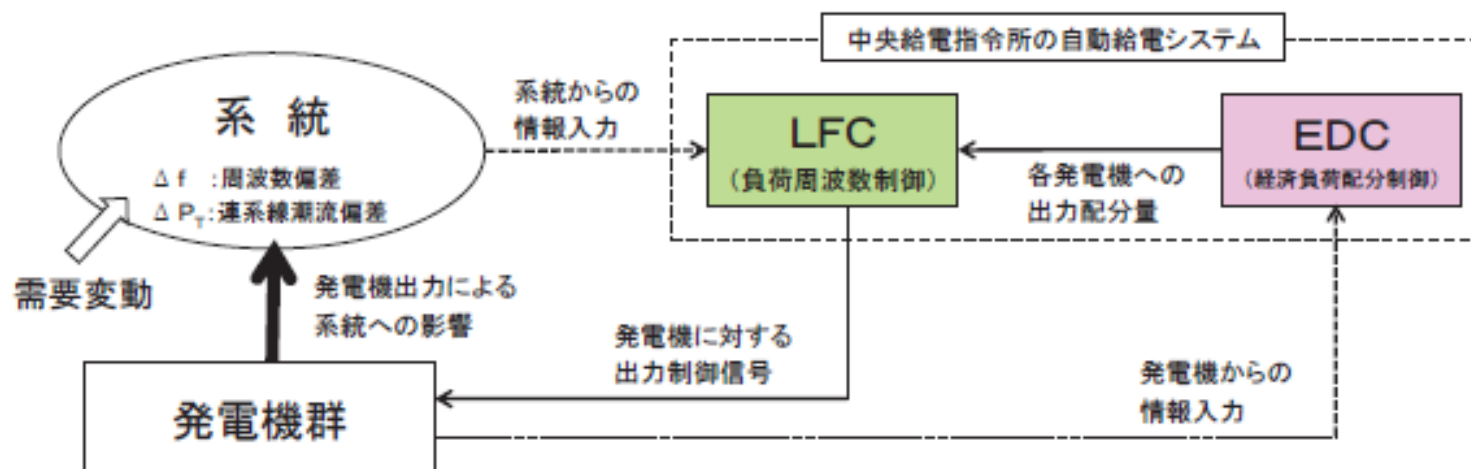
9

【参考】 LFCとEDC（経済負荷配分制御）の協調制御

(中部電力の自動給電システムのケース)



- 中央給電指令所の自動給電システムは、周波数維持を目的とするLFCと全体の発電費用の最小化を目的とするEDCにより構成される。
- LFCは、周波数偏差(Δf)と連系線潮流偏差(ΔP_T)から、需給の均衡状態へ戻すために必要な調整量(地域要求量(AR: Area Requirement))を算出し、出力変化速度の速い発電機から出力配分量を10秒ごとに決定する。
- EDCは、十数分程度先の需要予測変動量に対し、全体の発電費用が最小となるように、各発電機への出力配分量を5分ごとに決定する。
- LFCが、EDCで求めた出力配分量にARの出力配分量を加えて、各発電機に10秒ごとに出力上げまたは出力下げ信号を送出する。



© 2015Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

(参考) 需給調整市場における商品の要件

49

	一次調整力	二次調整力①	二次調整力②	三次調整力①	三次調整力②
英呼称	Frequency Containment Reserve (FCR)	Synchronized Frequency Restoration Reserve (S-FRR)	Frequency Restoration Reserve (FRR)	Replacement Reserve (RR)	Replacement Reserve-for FIT (RR-FIT)
指令・制御	オフライン (自端制御)	オンライン (LFC信号)	オンライン (EDC信号)	オンライン (EDC信号)	オンライン
監視	オンライン (一部オフラインも※2)	オンライン	オンライン	オンライン	専用線：オンライン 簡易指令システム：オフライン
回線	専用線※1 (監視がオフラインの場合は不要)	専用線※1	専用線※1	専用線※1	専用線 または 簡易指令システム
応動時間	10秒以内	5分以内	5分以内	15分以内※3	45分以内
継続時間	5分以上※3	30分以上	30分以上	商品ブロック時間(3時間)	商品ブロック時間(3時間)
並列要否	必須	必須	任意	任意	任意
指令間隔	- (自端制御)	0.5～数十秒※4	1～数分※4	1～数分※4	30分
監視間隔	1～数秒※2	1～5秒程度※4	1～5秒程度※4	1～5秒程度※4	1～30分※5
供出可能量 (入札量上限)	10秒以内に 出力変化可能な量 (機器性能上のGF幅 を上限)	5分以内に 出力変化可能な量 (機器性能上のLFC幅 を上限)	5分以内に 出力変化可能な量 (オンラインで調整可能 な幅を上限)	15分以内に 出力変化可能な量 (オンラインで調整可能 な幅を上限)	45分以内に 出力変化可能な量 (オンライン(簡易指令 システムも含む)で調整 可能な幅を上限)
最低入札量	5MW (監視がオフラインの場合は1MW)	5MW※1,4	5MW※1,4	5MW※1,4	専用線：5 MW 簡易指令システム：1 MW
刻み幅 (入札単位)	1kW	1kW	1kW	1kW	1kW
上げ下げ区分	上げ/下げ	上げ/下げ	上げ/下げ	上げ/下げ	上げ/下げ

※1 簡易指令システムと中給システムの接続可否について、サイバーセキュリティの観点から国で検討中のため、これを踏まえて改めて検討。

※2 事後に数値データを提供する必要有り(データの取得方法、提供方法等については今後検討)。

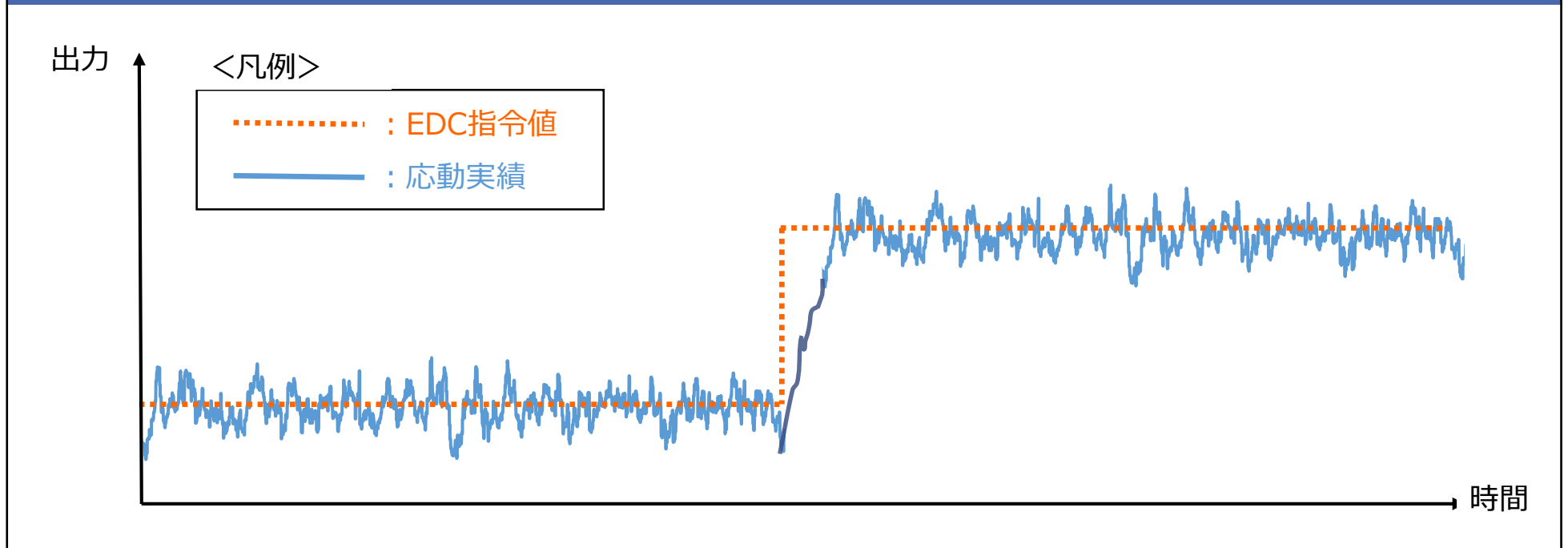
※3 沖縄エリアはエリア固有事情を踏まえて個別に設定。

※4 中給システムと簡易指令システムの接続が可能となった場合においても、監視の通信プロトコルや監視間隔等については、別途検討が必要。

※5 30分を最大として、事業者が収集している周期と合わせることも許容。

- 三次①を落札したリソースが、GF機能を使用し、かつEDC信号を受信した場合の応動イメージは以下の通り。
- GF機能の使用により、細かく出力変動しながら、中央給電指令所から発信されるEDC指令値に追従した応動を行うこととなる。

GFとEDCに対して同時に応動する場合のイメージ



- 第14回本小委員会において、平常時の変動に対する各商品区分別の必要量算定データの抽出方法についてご議論いただいた。
- この中で、GFに該当する一次調整力は、「残余需要元データ - 残余需要10分周期成分」で算定することとした。これは、一次調整力以外の二次調整力①～三次調整力①までの成分が残余需要10分周期成分に含まれていると考え、複数信号を同時受信した応動実績のデータから10分周期成分を差し引くことで一次調整力の必要量を算出したと考えられる。
- これを踏まえると、GFによって応動した影響を除いた三次①のアセスメントⅡの実施方法としては、GFとEDCを同時に使用した応動実績に対し、10分移動平均を算出しGFの応動影響を取り除いた上でアセスメントⅡを実施することが、その方法の一つとして考えられるのではないかと。

平常時の変動に対する各商品区分別の必要量算定データの抽出方法

27

■ 各調整力の機能を踏まえ、以下の考え方で各商品の必要量算定データを抽出することとしてはどうか。

商品区分	イメージ図	必要量算定データの抽出方法
一次		残余需要 元データ※1 - 残余需要※1 10分周期成分※2
二次①		残余需要※1 10分周期成分※2 - 残余需要※1 30分周期成分※2
二次②		残余需要予測誤差30分平均値※3のコマ間の差
三次①		残余需要予測誤差30分平均値※3のコマ間で連続する量

※1 残余需要1～10秒計測データ

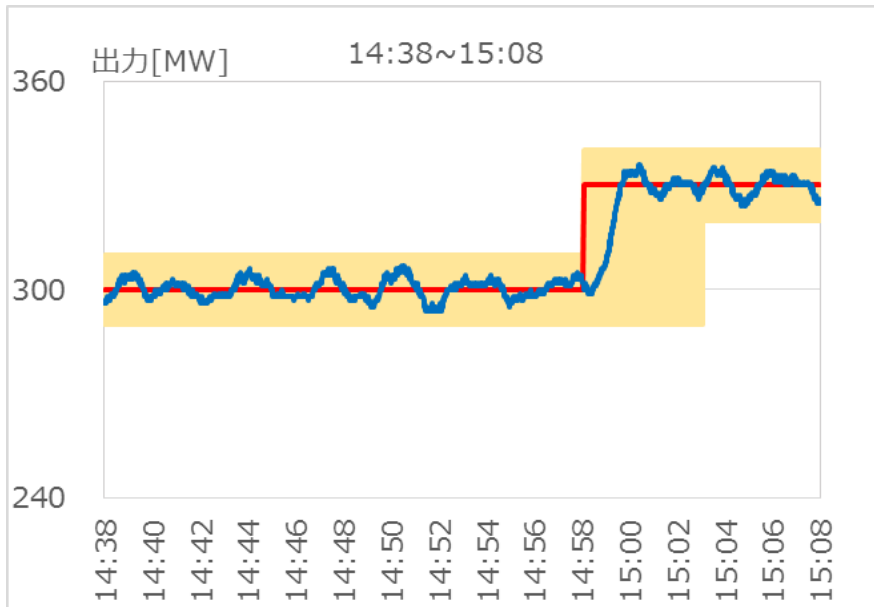
※2 応動時間（5分）に対してkWhが発生する周期（10分周期）とした。その他も同様

※3 残余需要30秒計測データ30分平均値 - (BG需要計画-GC時点の再エネ予測値)

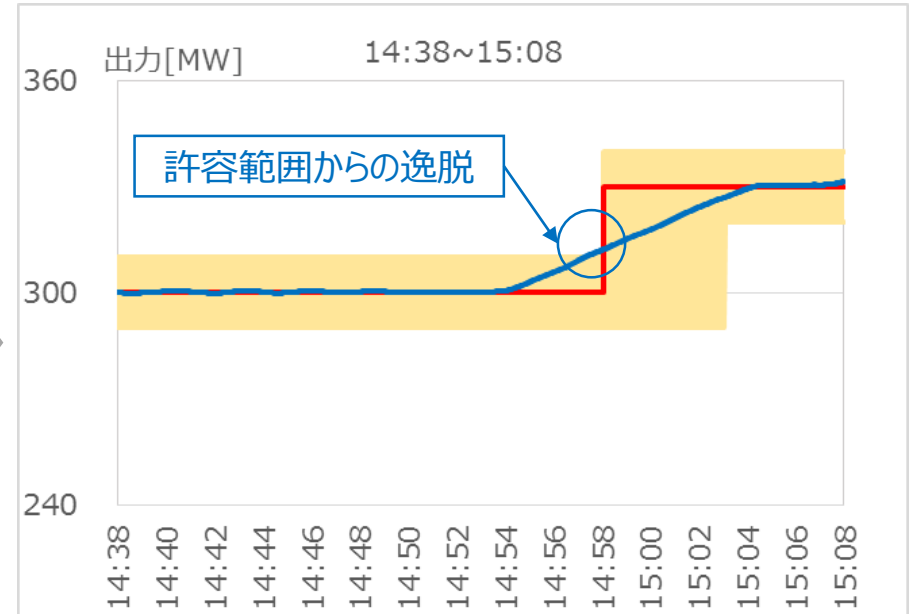
- 東京エリアの発電機において、GF使用、LFCロック、EDC使用ケースで実際に運転を行い、その発電機応動実績に対して10分移動平均を算出した上でGF影響を除くことによるアセスメントⅡの効果検証を行った。
- その結果、GFとEDCが混在している対象時間帯において、一律に10分移動平均を算出した場合、EDC指令値が変更されるタイミングでは、EDC指令値の変更に追従した出力変化を含む10分間の移動平均となるため、アセスメントⅡにおける許容範囲を逸脱するケースが生じることが判明した。

【10分移動平均を用いてアセスメントⅡを行う場合のイメージ】

GFとEDCを同時に使用した場合の応動実績
(10分移動平均前)



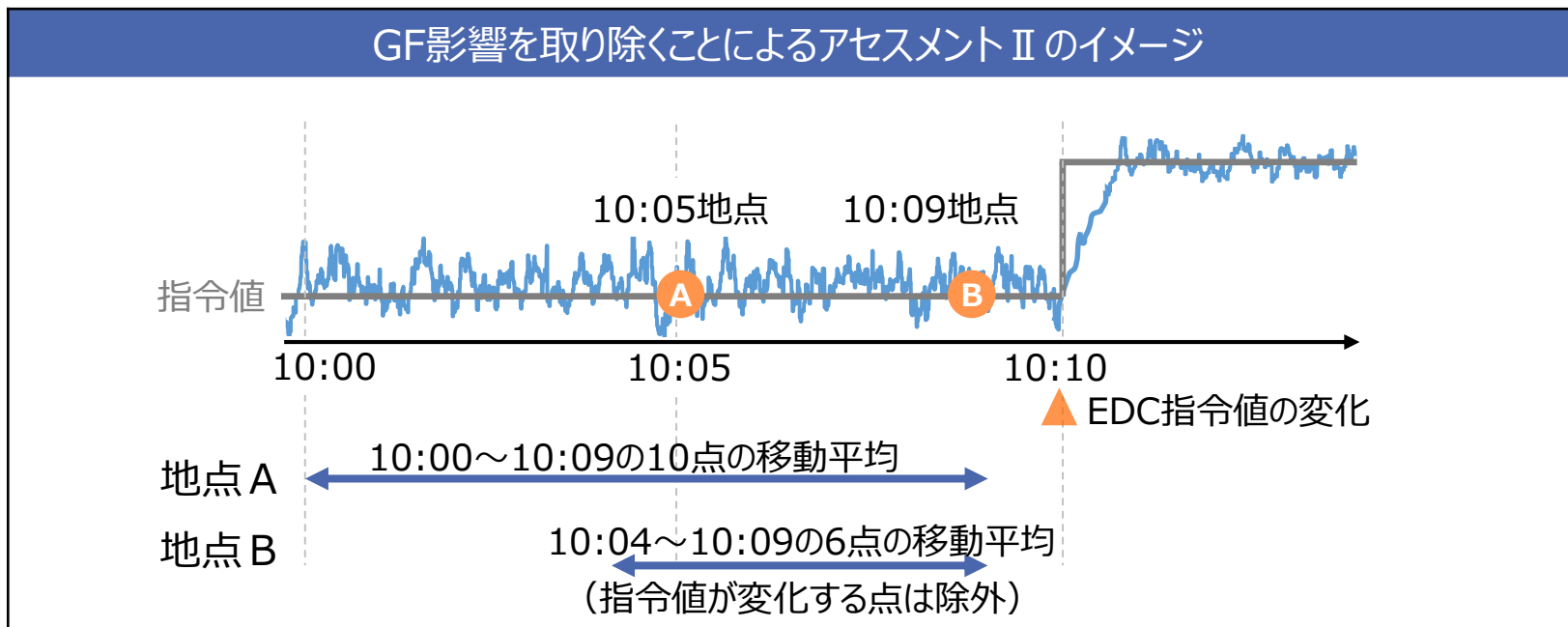
一律に10分移動平均を算出した場合の応動実績



<凡例> —: 指令値 —: 発電機出力(実績)
 : 許容範囲

<凡例> —: 指令値 —: 発電機出力(10分移動平均)
 : 許容範囲

- GFとEDCが混在している時間帯において、リソースがEDC指令値の変化に追従した応動をしているにもかかわらず、一律の10分移動平均値がアセスメントⅡの許容範囲を逸脱することでペナルティ対象となることは、合理的とは言えないことから、こうした状況を回避する手法を検討する必要があるのではないか。
- 回避する手法としては、EDC指令値の変化タイミングを除外し、同一のEDC指令値が発信されている期間において、移動平均を算出することが考えられる。
- なお、現状、各社中給システムから発信されるEDC指令は、①EDC信号のみを発信、②LFC信号を重畳させて発信、の2つのパターンに大別される。このうち、②LFC信号を重畳させて発信される場合については、EDC演算結果を線形補間するなどし、LFCの制御周期で指令を発信しているが、EDC演算結果は、その周期において一つの値として算出されることを踏まえ、EDC演算周期の中ではその値を同一のEDC指令値とすることとしてはどうか。



※データの取り扱い等の詳細については、取引規程においてその内容を定めることとする。

中給システムから専用線を用いた場合の指令の発信方法について

22

- 専用線から発信される指令について、各一般送配電事業者の中給システムにおける演算・指令方法について、調査を実施した。
- 三次①の指令に用いるEDCは予測制御のため、数分先に必要な調整量をメリットオーダーで各発電機に配分する演算を行っており、あらかじめ発電機毎に登録された負荷変化率が考慮されている。
- その際、一般送配電事業者毎に演算周期分先の時間を予測した演算を行っており、その時間間隔は商品の応動時間より短いものの3分もしくは5分に大別され、これがEDCの指令の基となっている。
- また、その指令の発信方法は、①EDC信号のみを発信、②LFC信号を重畳させて発信、の2つに大別される。後者はEDCより間隔の短いLFCの制御周期で指令を行っており、その場合のEDCの指令値はEDCの演算結果をより細かく分けた値を出している。いずれにおいても、制御周期は異なるもののEDCの指令値はEDCの演算結果に基づいている。

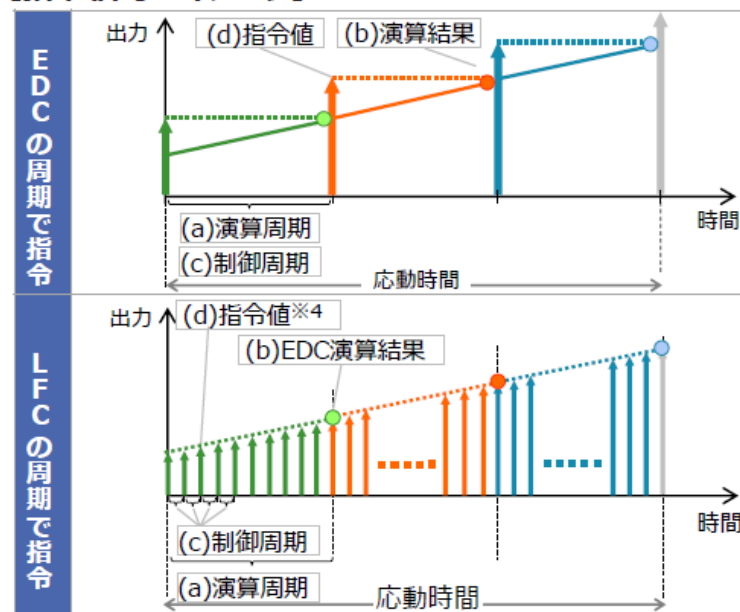
【EDC信号の演算周期および指令】※1

	演算周期 (a)	演算結果 (b)	制御周期 (c)	指令値 (d)	TSO
EDC信号の 周期で指令	3分	3分先の出力	3分	3分先の出力	東北 関西
	5分	5分先の出力	30秒 5分	30秒先の出力 5分先の出力	沖縄 東京
LFC信号の 周期で指令	3分	3分先の出力	3秒	3分先の出力※2	北海道
			30秒	5分先の出力※2	北陸
	5秒	1分先の出力	九州		
	5分	5分先の出力	10秒	10秒先の出力	中国
			10秒 20秒	10分先の出力 1分先の出力	中部 四国

※1：現在、一般送配電事業者において中給システムの抜本改修においてエリア間の制御方式・演算周期等の統一が検討されている。

※2：LFC信号が混在する場合、演算結果(b)の値がLFC信号の間隔で発信される。

【指令信号のイメージ】※3



※3：詳細は各エリアの中給システム仕様により異なる

※4：EDC信号にLFC信号の値が合算されている場合がある。

- 専用線を用いて指令を発信する場合の三次①におけるアセスメントⅡでは、EDC演算周期よりも短い間隔で指令発信される場合、EDC演算周期の最後に出る値を指令値として、許容範囲を定めることと整理されている。

三次①におけるアセスメントⅡの実施方法について
(専用線を用いて指令を発信する場合)

39

- 中給システムから専用線を用いて指令を発信する場合の三次①におけるアセスメントⅡの実施方法は以下の通り。
※エリアにより中給システムの仕様が異なるため、詳細については一般送配電事業者が定める取引規程において取り決めることとする。

【アセスメントⅡの具体的な方法（概要）】

項目	実施内容
評価対象	実出力(需要実績)と基準の差 [発電端値を送電端値に換算し確認]
評価間隔	1分 (オンライン)
許容範囲	指令値※1・2・3から落札された ΔkW の $\pm 10\%$
評価方法	1分毎の全計測点を30分コマ単位で評価し、許容範囲への滞在率が90%(27/30点)以上となっていること
中間点	設定無し

※1：EDCの演算結果（演算周期は3分または5分）にもとづく発電端での指令値。EDC演算周期よりも短い間隔で指令発信される場合は、EDC演算周期において最後に出る値をEDC演算結果とする。

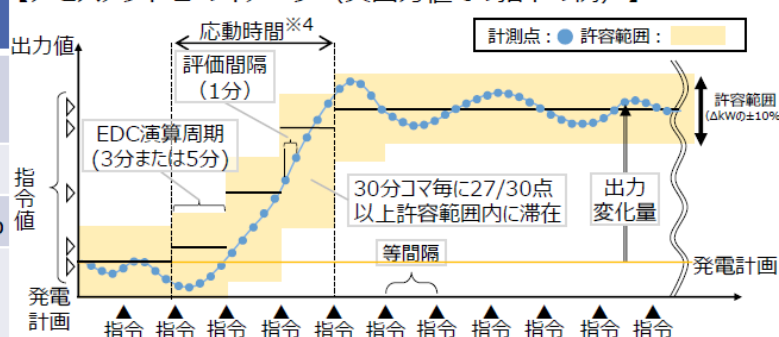
※2：指令無しの場合、指令値ゼロとみなす

※3：出力変化量での指令については、中給システムの改修が必要

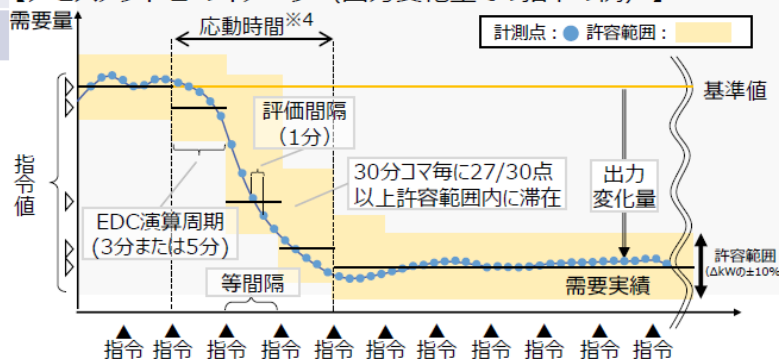
【計測時の基準の考え方】

指令方法	基準の考え方
実出力値	発電計画
出力変化量	基準値

【アセスメントⅡのイメージ（実出力値での指令の例）】



【アセスメントⅡのイメージ（出力変化量での指令の例）】

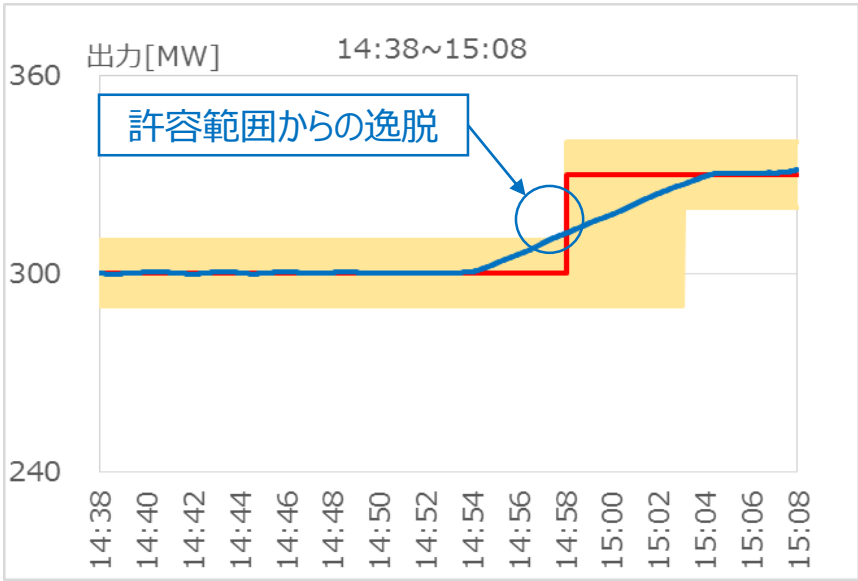


※4：中給から指令を発信してから供出可能量まで出力を変化するのに要する時間

- EDC指令値の変更を考慮した移動平均を用いて、GF影響を除くことによるアセスメントⅡを実施した場合の検証結果は以下の通り。
 - EDC指令値が変化したタイミングにおいてもその応動が許容範囲を逸脱しないことが確認された。このため、EDC指令値の変更を考慮した移動平均を用いて、GF影響を除くことによるアセスメントⅡを行うこととしてはどうか。なお、今後、一次～二次②の詳細検討を進めていくなかで、より合理的な手法が確立されれば、今回の手法の見直しを検討することとしてはどうか。
- ※大規模電源脱落による周波数の大きな低下のように、GF機能によるリソースの応動が極短周期とは異なる応動を取ったことが合理的に判断できる場合は、本手法によるアセスメントⅡの対象外とすることもある。

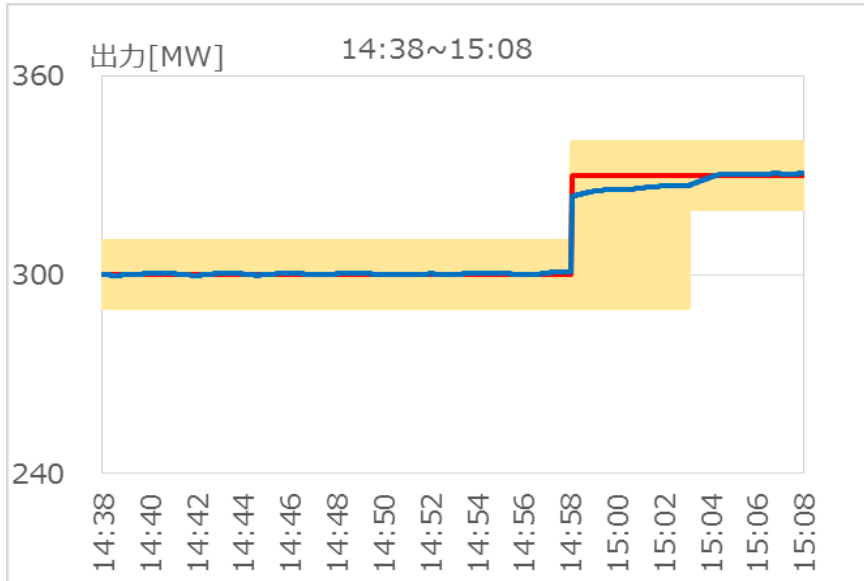
【EDC指令値が同一となる時間帯での移動平均を用いてアセスメントⅡを行う場合のイメージ】

一律に10分移動平均を算出した場合の応動実績



<凡例> — 指令値 — 発電機出力(10分移動平均)
 : 許容範囲

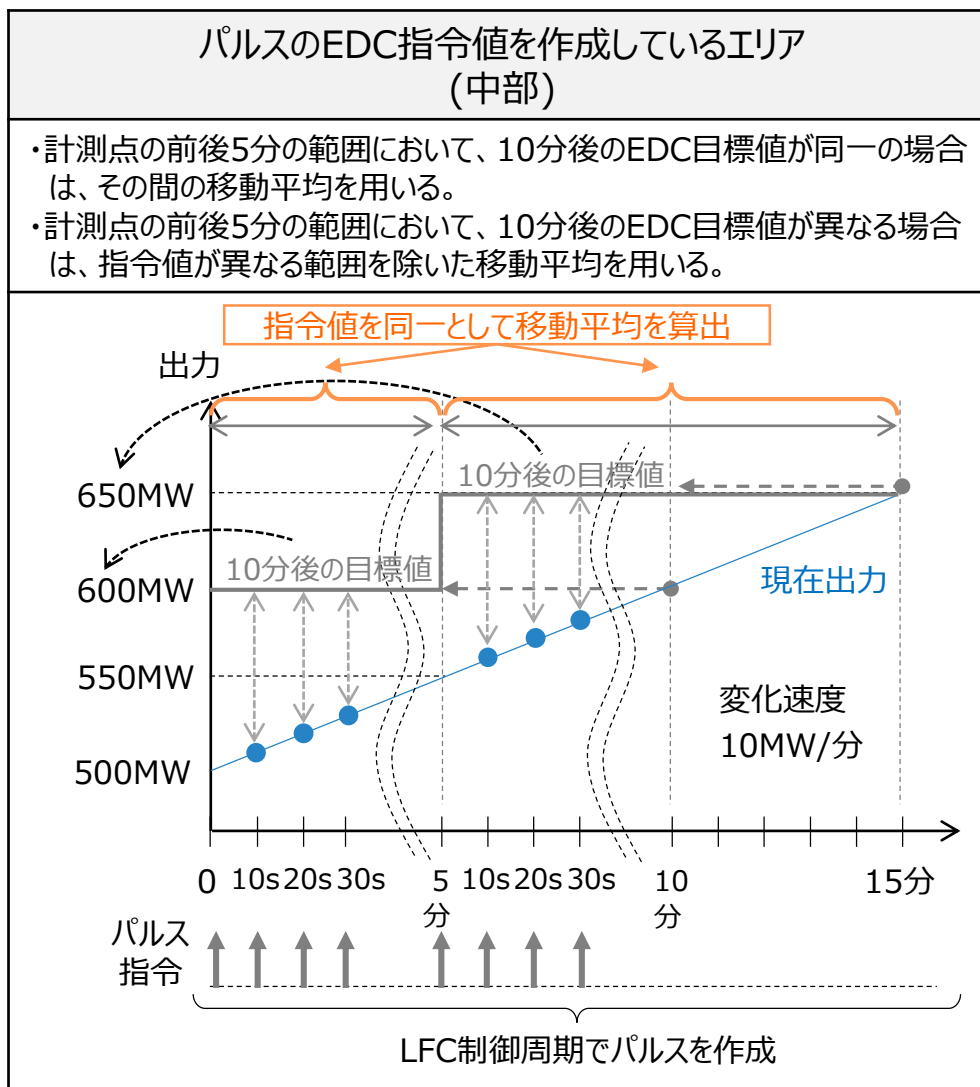
EDC指令値の変更を考慮した移動平均を用いて算出した応動実績



<凡例> — 指令値 — 発電機出力(EDC指令値の変更を考慮した移動平均)
 : 許容範囲



EDC指令値を線形補間していないエリア (北海道、東北、東京、北陸、関西)	EDC指令値を線形補間しているエリア (中国、四国、九州、沖縄)
<ul style="list-style-type: none"> 計測点の前後5分の範囲において、EDC指令値が同一の場合は、その間の10分移動平均を用いる。 計測点の前後5分の範囲において、EDC指令値が異なる場合は、指令値が異なる時間帯を除いた移動平均を用いる。 	<ul style="list-style-type: none"> 計測点の前後5分の範囲において、線形補間前のEDC指令値が同一の場合は、その間の10分移動平均を用いる。 計測点の前後5分の範囲において、線形補間前のEDC指令値が異なる場合は、指令値が異なる範囲を除いた移動平均を用いる。
<p><東京エリアの例></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid orange; padding: 2px;">EDC指令値の変化タイミングを除外し、移動平均を算出</div> <div style="border: 1px solid orange; padding: 2px;">EDC指令値が同一となる期間の10分移動平均を算出</div> </div> <p>出力 650MW 600MW 550MW 500MW</p> <p>変化速度 10MW/分</p> <p>0分 5分 10分 15分 30分</p> <p>EDC制御周期毎で指令値を送信</p>	<p><中国エリアの例></p> <div style="border: 1px solid orange; padding: 2px; display: inline-block;">指令値を同一として移動平均を算出</div> <div style="border: 1px solid grey; padding: 2px; display: inline-block;">が線形補間前のEDC指令値</div> <p>600MW 550MW 505MW 500MW</p> <p>変化速度 10MW/分</p> <p>0s 10s 20s 30s 5分 10分</p> <p>LFC制御周期毎で指令値を送信</p>
<p><凡例> ↑ 指令値 — 実出力値 ↔ 移動平均の対象範囲</p>	



<凡例> ↑ 指令値 — 実出力値 ←→ 移動平均の対象範囲

1. 対象となるリソース
2. GF影響を除くことによるアセスメントⅡの実施方法について
- 3. まとめ**

- 三次①を落札したリソースが、運用時にGF機能を使用し、LFC機能を不使用とする場合において、GF機能の影響を取り除いた上で三次①のアセスメントⅡを実施する方法は、以下の通りとしてはどうか。
 - ✓ GFとEDCを同時に使用した応動実績に対し、10分移動平均を算出する。
 - ✓ EDC指令値が変更されている時間においては、EDC指令値の変化タイミングを除外し、同一のEDC指令値が発信されている期間において移動平均を算出する。
 - ✓ なお、EDC信号がLFC信号を重畳させて発信される場合については、EDC演算周期における演算結果の値を同一のEDC指令値とする。
 - ✓ 今後、一次～二次②の詳細検討を進めていくなかで、より合理的な手法が確立されれば、今回の手法の見直しを検討する。
- ※大規模電源脱落による周波数の大きな低下のように、GF機能によるリソースの応動が極短周期とは異なる応動を取ったことが合理的に判断できる場合は、本手法によるアセスメントⅡの対象外とすることもある。
- 上記の内容について一般送配電事業者に申し伝えた上で、データの取り扱い等の詳細も含め、三次①の取引規程に定めることとしてはどうか。
- なお、LFC機能を使用した場合のアセスメントの方法については、引き続き検討を進めていく。