

「周波数上昇限度の考え方整理」について

2018年12月14日

幹事会社：九州電力株式会社

- 1 検討課題
- 2 発電機運転可能周波数の確認
- 3 九州エリア周波数上昇制約超過時の系統応動試算
- 4 再エネ出力制御実績を踏まえた中国九州間連系線運用容量の確認
- 5 まとめ

■ 検討課題について

- ・ 周波数上昇限度値は、連系線ルート断事故発生時に周波数が上昇しても火力プラントが安定運転可能な値としているが、連系線により値が異なるため、現状の考え方を整理し、見直し可否を検討
- ・ 昨年度の運用容量検討会での議論の結果、以下の事項について今年度検討をすすめることと整理

<今後の検討事項>

中国九州間連系線（中国向）での九州側周波数上昇限度制約については、

① 発電機の運転可能周波数の確認

に加え、新たに課題となった、

② 自家発、太陽光発電等の周波数上昇リレー（OFR）整定値の調査・確認と大量解列防止方法の確立

③ 連系線ルート断故障により単独系統となった後の周波数維持制御の確認についても、継続検討することとした。

2017年度 第3回運用容量検討会（2017.12.15）資料2-1より一部抜粋

■ 今回検討内容

- ・ 中国九州連系線（関門連系線）を対象に検討事項の整理を実施

(1) 現状の発電機運転可能周波数

■ 九州エリアの発電機運転可能周波数の考え方は以下のとおり。

- ・ 九州エリアの周波数上昇限度制約による運用容量は、「無制御分」及び「電源制限量」で算出され、そのうち、「無制御分」については、九州エリアの周波数上昇限度値（60.5Hz）で決定している。
- ・ この周波数上昇限度値は、九州エリアの複数の火力プラントの長時間運転可能周波数の許容限度値である60.5Hzを適用している。

複数の火力機において、高周波数運転時に、タービン翼の共振現象により、過大な応力が発生し、損傷にいたる虞があるため、長時間運転可能周波数の許容限度を設計上60.5Hzとしている。

2017年度 第3回運用容量検討会（2017.12.15）資料1-3より抜粋



現状では、連続運転可能周波数60.5Hzを発電機運転可能周波数と定めている。

(2)九州エリアの発電機運転可能周波数の見直し可否

- 九州エリアにおいて、当社発電機については、過渡的な周波数上昇に関する運用限度を定めることで、一定程度、過渡的な運転可能周波数の拡大が可能と考えられる（過渡的な超過レベル（周波数、時間）ごとの機器寿命への影響評価が必要）
- 一方、他社発電機については、系統アクセス基準（九州電力）において、発電機の運転可能周波数を『60.5Hz以下で連続運転可能※』と定めている。このため、九州エリアに多数連系している他社発電機について、要件外の60.5Hzを超過した場合の安定運転の継続可否や発電設備への影響が不明。
- 以上を踏まえると、現行の『発電機運転可能周波数60.5Hz以下』を見直すことは、現状では困難である。

系統アクセス基準（九州電力）抜粋

21.4 発電設備等の運転可能周波数

系統故障などにより周波数が変動した場合に、発電機が脱落すると周波数変動が助長され、さらに発電機の連鎖脱落を招き、最終的には系統崩壊に至る可能性がある。

このため、発電設備等を系統連系する者は、発電機が一定範囲の周波数変動に対し脱落しないように、系統の周波数維持、制御方式と協調した運転可能周波数範囲とする必要がある。

系統連系する発電設備等の運転可能周波数は原則として以下のとおりとする。

(1) 連続運転が可能な周波数

58.5Hz以上、60.5Hz以下

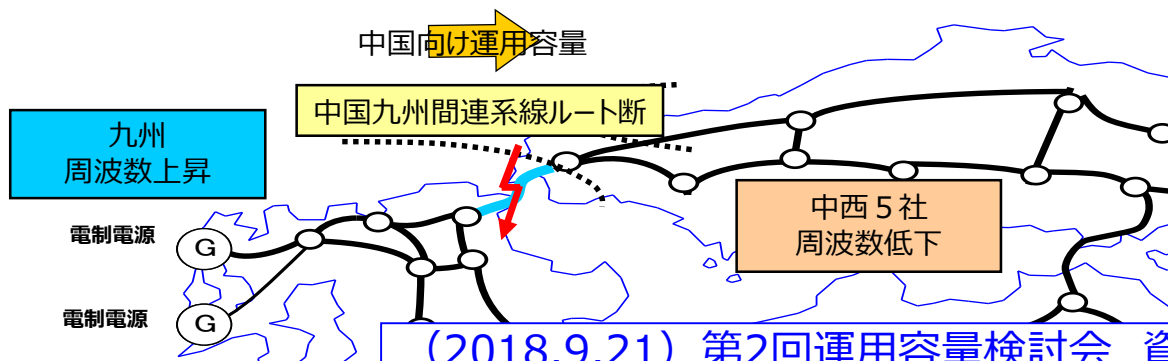
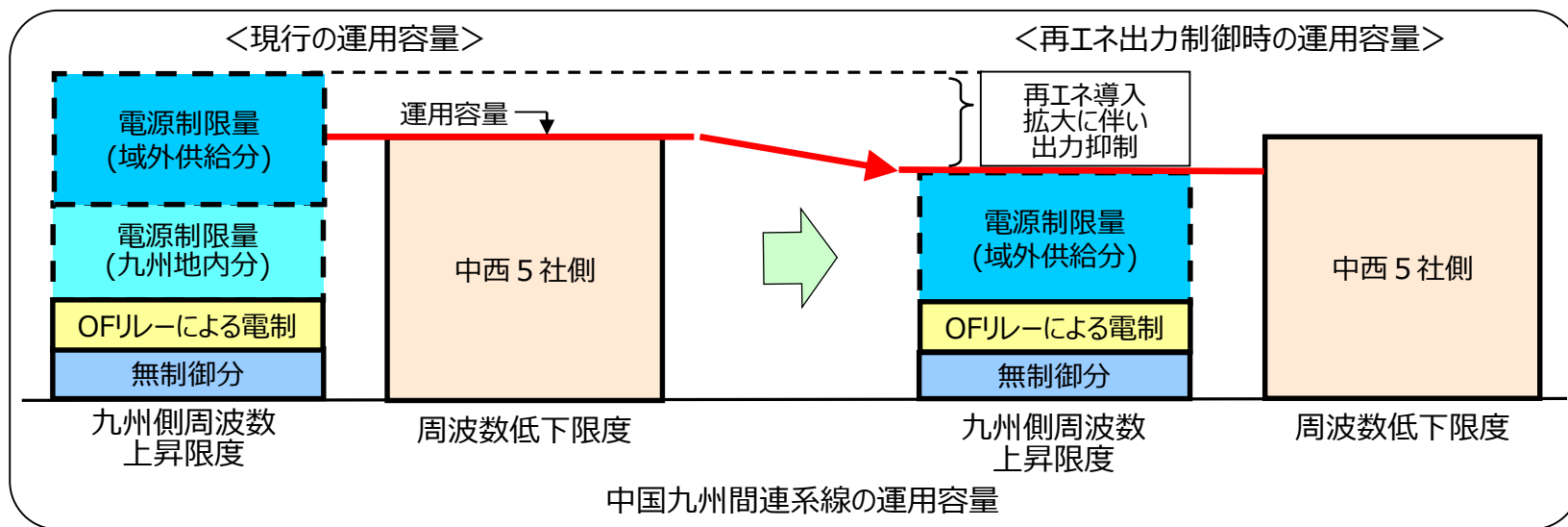
(2) 周波数低下時の運転継続条件

58.0Hz以上で90秒以上

57.5Hz以上で45秒以上

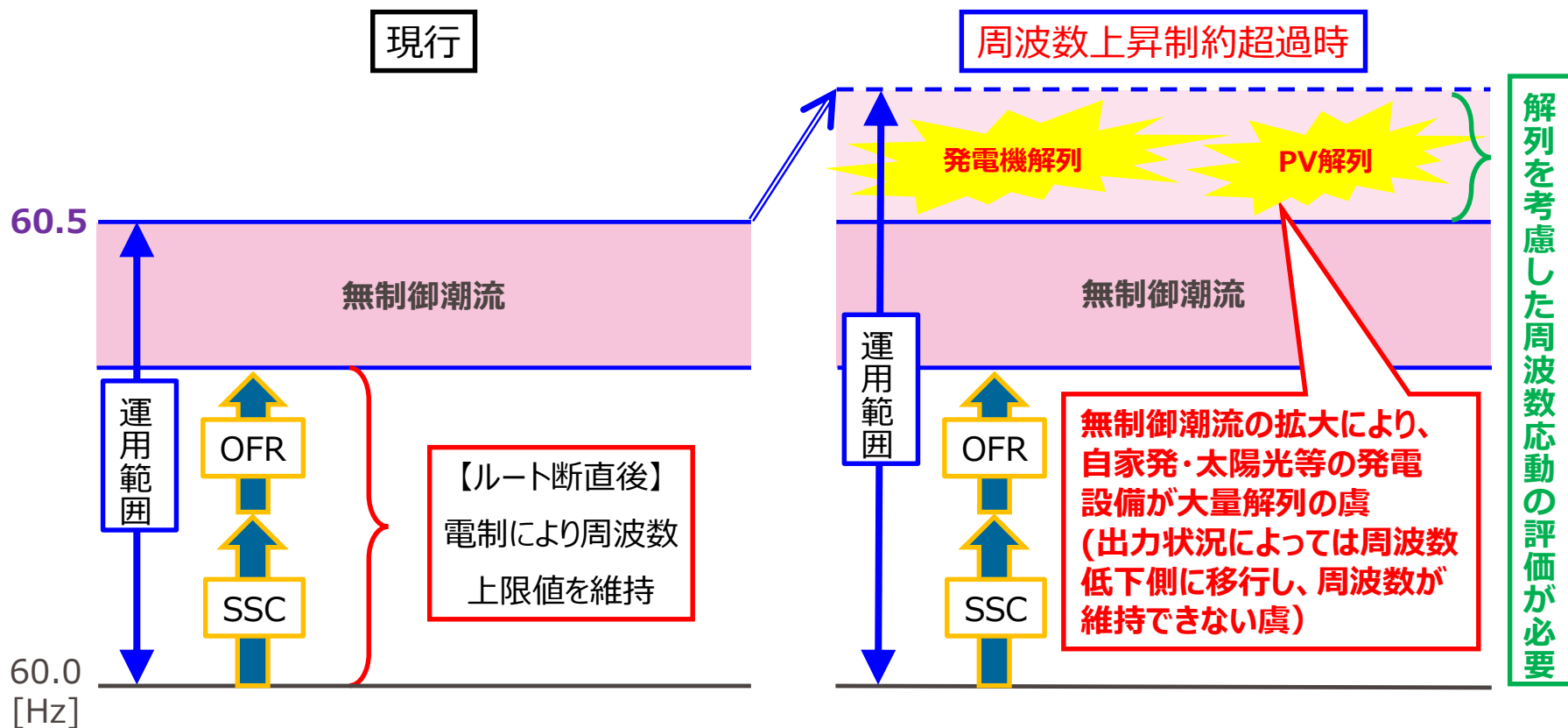
中国九州間連系線の周波数制約によって決定する運用容量については、中西5社側の周波数低下維持限度値と九州周波数上昇維持限度値の低い方によって決定している。

今後、再生可能エネルギーの増加に伴い、出力制御が必要となる状況下では、優先給電ルールにより九州域内の火力機等が最大限抑制されることから、本試算では電制量が不足し、九州周波数上昇限度で運用容量が決定している断面で評価を行う。



■ 周波数応動評価における検討内容

- ✓ 中国九州間連系線ルート断によって、九州単独で周波数が維持できるか評価を行う
- ✓ 無制御潮流を拡大した場合、関門連系線ルート断時に、系統周波数が60.5Hzを超過するため、自家発・太陽光等の発電設備がOFRや単独運転検出機能によって大量に解列し、出力状況によっては周波数低下側に移行する虞がある



<検討結果>

- ・ 関門連系線ルート断時の周波数応動を詳細模擬したシミュレーションができないことから、中西系統周波数特性を用いて、需給アンバランスによる周波数変動について簡易的な試算を実施。
- ・ その結果、現行の周波数上昇限度60.5Hzを超過して運用した場合、関門連系線ルート断時に太陽光・自家発等の周波数上昇リレーや単独運転検出機能により、大量の電源が脱落し、周波数が低下する事象が発生。
- ・ また、単独系統となることで九州系統容量が小さくなり、自家発出力及び揚水動力並列状況などの不確実要素によって、周波数低下の影響が大きく左右され、条件次第で周波数を維持できないリスクがある。
- ・ 今回の検討は、中西系統周波数特性を用いた簡易計算であるため、本検討のみで、関門連系線ルート断時に周波数が大幅に上昇・低下する系統現象で、九州単独系が安定維持可能であるかについて評価することは困難である。

- 第2回運用容量検討会（2018.9.21）の議論を踏まえ、九州エリアの周波数上昇限度値の見直しは、より詳細なシミュレーション等検討の深掘りも必要と考えられるが、九州エリアの周波数応動を評価できるモデルの構築には時間を要する。
- このため、今年度秋に九州本土で実施した再エネ出力制御実績を踏まえたうえで中国九州間連系線運用容量への九州エリアの周波数上昇限度の影響度合いについて検討を行った。
- 現状の中国九州間連系線運用容量（中国向き）については、下記検討条件および判定基準に基づき、運用容量を決定している。

<検討条件>

① 算術式

▶中国以東系統

系統容量×系統特性定数（+EPPS見込み量 [10万kW] ）¹⁾

1) （ ）は周波数低下側のみ

▶九州系統の周波数上昇

系統容量×系統特性定数+電源制限対象分

<判定基準>

▶中国以東の周波数が、59.2Hz¹⁾ から60.6Hzの範囲を維持できること。

▶九州の周波数が、59.0Hzから60.5Hzの範囲を維持できること。

1) 運用容量を維持する運用対策（系統保安ポンプ等）により維持している。

- 2018年12月14日現在、九州本土における再エネ出力制御は計8回実施しているが、連系線の運用容量については以下のような状況である。
- ✓ 再エネ出力制御は全て需要が小さい休日において実施された。
- ✓ 出力制御期間中（9時～16時）において、連系線運用容量の制約は全て中国以東系統の中西周波数低下限度により決定している。
- ✓ SSCによる電制量が減少し、九州周波数上昇限度側運用容量が最小となる傾向にある時間帯は12時断面であり、同じタイミングで再エネの余剰電力発生が最大となる傾向である。

4 再エネ出力制御実績を踏まえた中国九州間連系線運用容量の確認（続き） 10

- これまでの再エネ出力制御の実績（過去8回実施）を踏まえ、今後も再エネ出力制御が想定される**休日**のうち**12時**断面に着目し、2019年度運用容量について比較検討を行った。
- その結果、電制対象電源の補修停止等によるSSCおよびOFRyの電制量の減少を考慮しても、転送遮断システムによる新たな電制量確保（30万kW）によって、従前の運用容量にはほとんど影響を与えないと想定される。

【2019年度休日12時断面の運用容量】

[万kW]

	4月	5月	6月	7月	8月	9月		10月	11月		12月	1月	2月	3月	
						前半	後半		前半	後半				前半	後半
中西周波数低下	195	193	208	227	235	225	213	197	202	204	226	233	225	216	206
九州周波数上昇	205	212	225	240	261	254	230	213	214	238	244	245	245	246	243
運用容量	195	193	208	227	235	225	213	197	202	204	226	233	225	216	206
決定要因	中西	中西	中西	中西	中西	中西	中西	中西	中西	中西	中西	中西	中西	中西	中西

【前提条件】

- ・ 運用容量算出における系統容量等は2017年度算定値を使用
- ・ SSCによる電制量は、対象電源のユニット最低出力合計（補修停止計画を考慮）
- ・ OFRyによる電制量は、対象電源のうち水力機の出水率を渇水条件（L5ベース）とした場合における試算
- ・ 国の実証事業による転送遮断システム（30万kW）を考慮

- 前回報告のとおり、九州エリアの周波数上昇限度の見直しについては、以下の理由から、現状では困難であると考えられる。
 - ✓ 発電機運転可能周波数の引上げは他社発電機への影響が不明であること
 - ✓ 関門連系線ルート断時の九州単独系維持の可否は現状では評価ができず、仮に上昇限度を引き上げた場合には、安定運用面から大きなリスクがあること

- 九州本土の再エネ出力制御実績を踏まえて、2019年度休日における中西周波数低下限度と九州周波数上昇限度の運用容量を比較した。その結果、転送遮断システムによる新たな電制量の確保により、従前の運用容量にはほとんど影響を与えないと考えられるため、今後の運用状況を注視することとする。

なお、太陽光・自家発の大量脱落リスクを回避するため、周波数上昇リレー整定値の分散化等の見直しにあたっては、他社の状況等も踏まえ、適正な整定値の検討を行う。

- また、他の連系線については、現状において周波数上昇限度値が運用容量制約となっているエリアがないことから、今後必要に応じて検討を行う。