中国電力ネットワーク

第3回運用容量検討会　資料5

関西中国間連系線運用容量増加に関する検討について

２０２０年１２月１１日

中国電力ネットワーク株式会社

Copyright© Chugoku Electric Power Transmission & Distribution Co.,Inc. All rights reserved.

1.経緯

- 関西中国間連系線（以下，「関中」）については，運用容量に対し，空容量が小さくなっている時間帯（特に軽負荷期の昼間帯）があり，今後も増加が見込まれる再エネの電気を有効活用するために運用容量増加の必要性が高まっていると思料
- こうした状況を踏まえ，再エネ電気の最大限活用のため関中運用容量の増加を早期に図りたいと考えており，対応策について検討した結果，軽負荷期における再エネ大量導入による潮流状況の変化等の実績も踏まえた想定とすることで運用容量増加が見込まれることが分かったので，今後の適用について検討した

関西中国間連系線　運用容量と関中フェンス潮流実績※

※空容量最小となった関中フェンスにおける実績

2.関中フェンスの特徴

- 関中は，ループ系統を構成する4回線のフェンス潮流により管理
- 関中フェンス内の南側ルートの2回線故障発生時には，北側ルートに南側の故障前の潮流が加わる（回り込み潮流）ことによる北側系統（日野変電所，智頭変電所）の電圧低下により運用容量が決定（電圧安定性制約）

関中フェンスの管理 ①

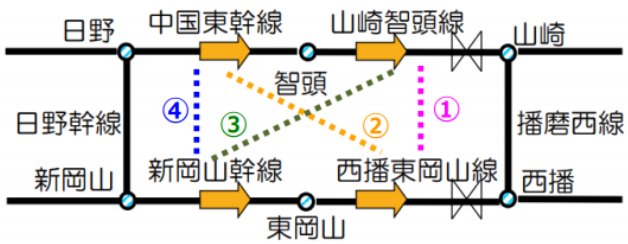
関西中国間連系線は，ループ系統を構成する西播東岡山線，山崎智頭線，播磨西線，新岡山幹線，日野幹線及び中国東幹線の２回線故障（ルート断）に伴う健全ルートへの回り込み潮流を考慮したフェンス潮流により管理している。

《関西中国間連系線のフェンス潮流》

以下のうち最大となる潮流をフェンス潮流という

- 西播東岡山線潮流と山崎智頭線潮流の合計（①）※計画潮流
- 西播東岡山線潮流と中国東幹線潮流の合計（②）
- 新岡山幹線潮流と山崎智頭線潮流の合計（③）
- 新岡山幹線潮流と中国東幹線潮流の合計（④）

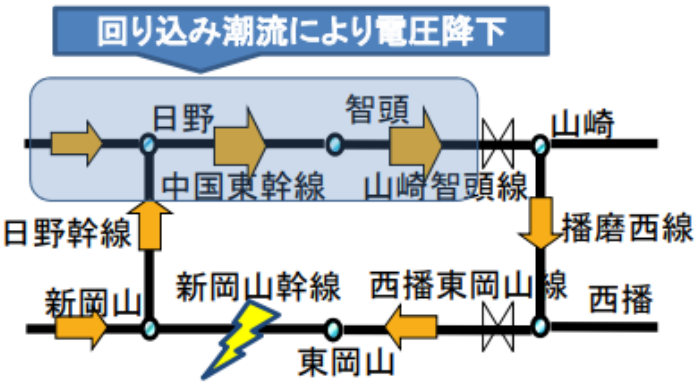
○ フェンス潮流＝MAX（①,②,③,④）



左図のとおり，関西中国間連系線は，フェンス潮流により管理しているため，市場取引時点の計画潮流①と，実際のフェンス潮流(MAX(①,②,③,④))は異なる

2018年度第2回運用容量検討会（2018.9.21）
資料2-1より抜粋

【関西中国間連系線事故時の状況】



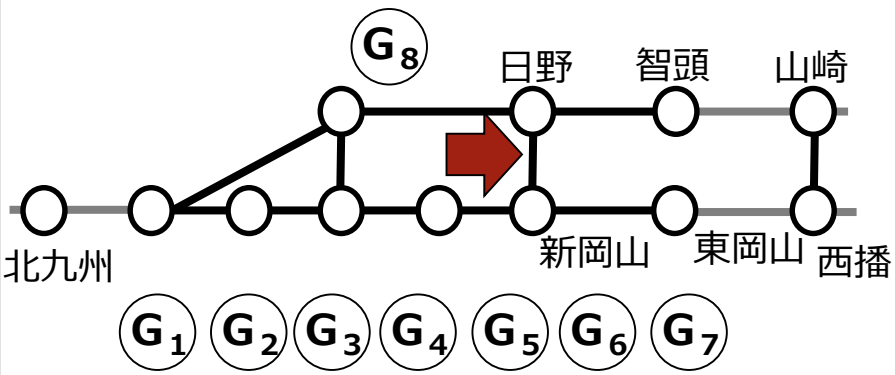
2016年度第3回運用容量検討会（2016.9.16）
資料2より抜粋

3-1.中国エリア内の潮流状況（電源の稼働状況）の変化

- 再エネの大量導入前は，火力が高稼働にて運転
- 再エネの大量導入が進み，特に，<u>軽負荷期において火力の停止頻度</u>が増加

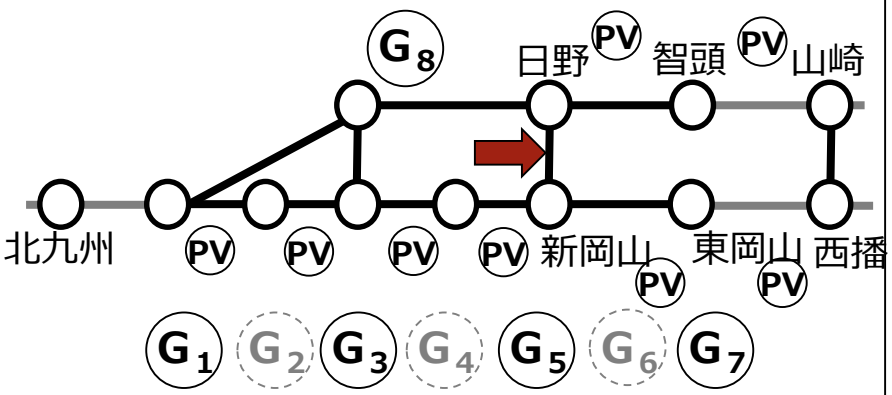
⇒再エネの大量導入およびこれに伴う火力の停止頻度増加により中国エリア内の潮流状況が変化

再エネ大量導入前



火力が高稼働にて運転

再エネ大量導入後



再エネの大量導入が進み
火力の停止頻度が増加

3-2.軽負荷期の潮流実績と現状の潮流想定方法について

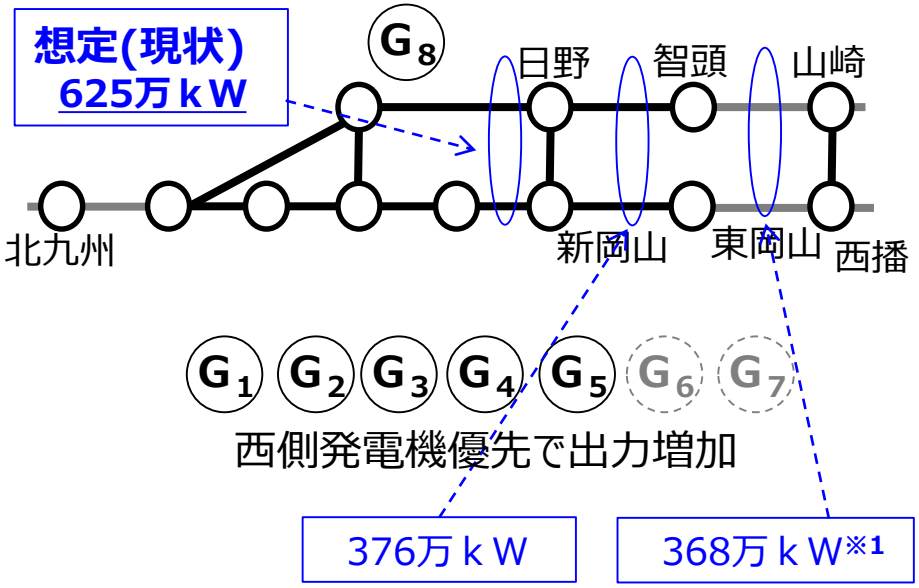
■ 軽負荷期の潮流実績と運用容量算定時の現状の潮流想定方法について以下の通り確認

⇒ 現状の潮流想定方法では，電圧低下箇所である日野変電所の西側のフェンス潮流が実潮流より大きな想定となる（実績495万kWに対し，想定625万kW）

⇒ 電圧低下幅を大きく評価することになるため，運用容量が小さくなっている

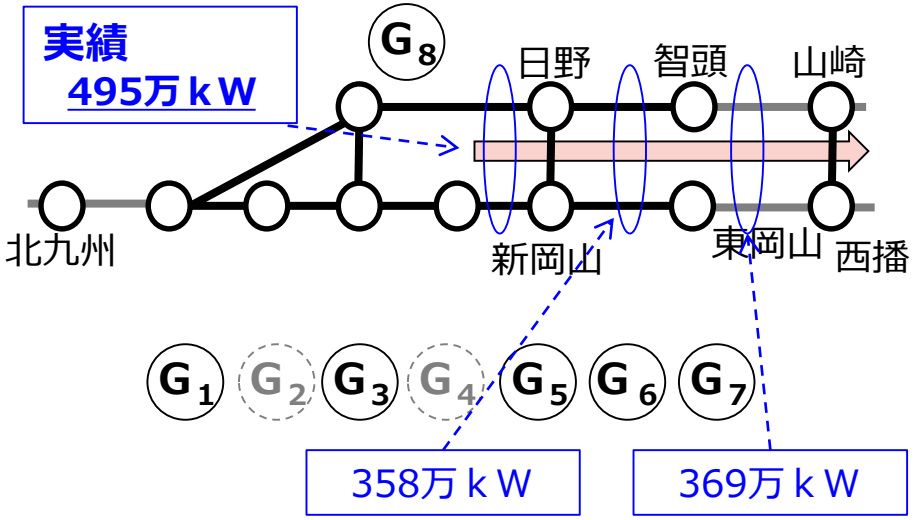
【関西中国間連系線近傍の潮流状況】

現状の潮流想定方法の場合



※1 関中連系線（西播東岡山線＋山崎智頭線）の潮流を実績相当に調整

実績潮流※2

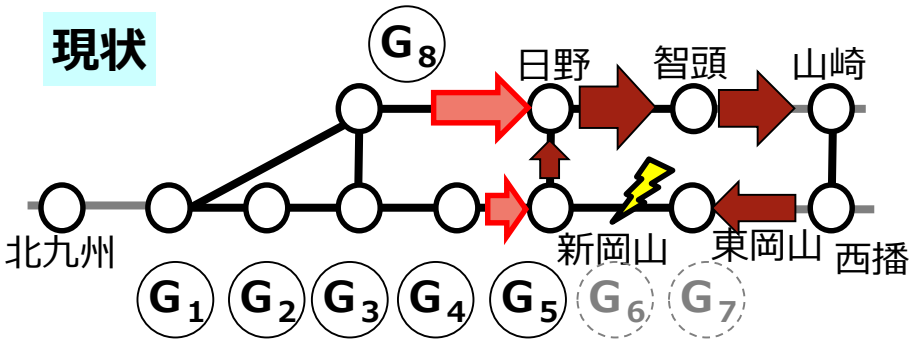


※2 2020年4月8日 11:00～11:30の状況(フリンジ考慮)

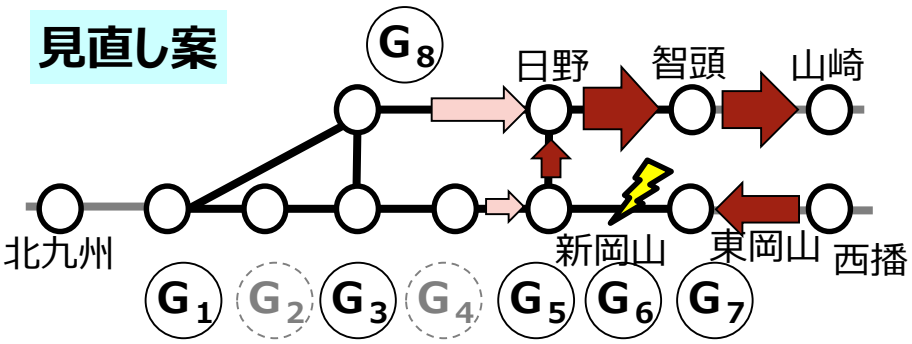
⇒ 軽負荷期で関中の活用量が大きく，再エネ(太陽光）発電量が大きい断面を選定（発電機の状況についてはイメージ）

3-3.軽負荷期における潮流想定方法の見直しについて

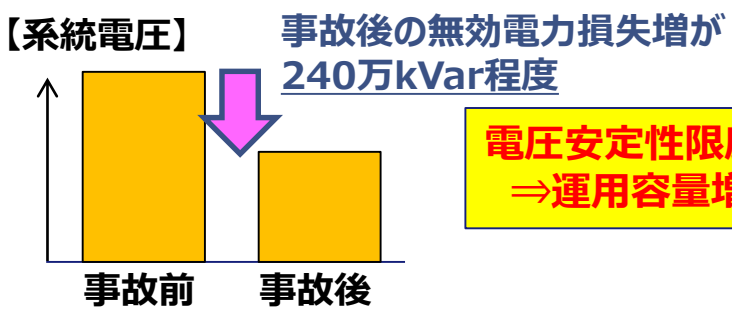
- 軽負荷期における実績と想定のかい離を確認したことから，潮流実績等も踏まえた電源の稼働状況を想定し運用容量を試算した
  ⇒ 試算結果（現状）401万kW → （見直し後）430万kW（＋29万kW）
- 見直し後の想定では，中国エリア内の西側の送電線潮流が減少しており，事故後の無効電力損失増が90万kVar 抑えられている。これにより，電圧安定性限度値が増加し，運用容量が増加する



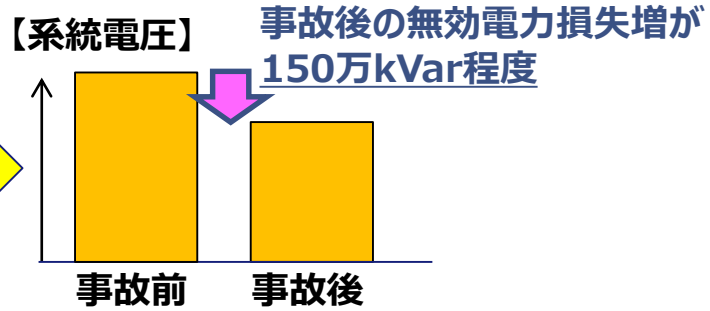
西側発電機優先で出力増加



潮流実績等も踏まえＧ5～Ｇ７で出力増加



電圧安定性限度値増加
⇒運用容量増加



4.関中運用容量の試算結果（2021年度）

■ 「軽負荷期の想定潮流見直し」を適用した場合の関中運用容量について，実運用上，考慮すべきケースについて場合を分けて試算※1し，いずれのケースについても，現状から運用容量増加が見込まれることを確認※2している

※1 想定潮流を実績に近づけ，運用容量を増加させていることから，実運用時に想定される状況変化（運用容量に影響を与える送電線・電源停止）について個別に評価した

※2 熱容量限度値・同期安定性限度値については，制約とならないことを確認済

<関中運用容量　試算結果>　[単位：万kW]

	送電線停止・ 電源停止の有無	関中フェンス(その他季)※4
2020年度	なし	401
算定条件 場合分け [ ]内は2020年度からの増加幅	なし	**430** [+29]
	電源停止※3	**420** [+19]
	送電線1回線停止※3	**420** [+19]
	電源停止※3 +送電線1回線停止※3	**410** [+9]

（注）2020年度はフリンジ29万kW　算定条件場合分け後はフリンジ30万kW(2021年度)で計算

※3 運用容量に影響を与える送電線・電源

※4 運用容量算出断面の表現にあわせ，軽負荷期をその他季とした

5.今後のスケジュール

- 今回，軽負荷期について潮流想定方法の見直しを検討し，効果を確認した。現状，軽負荷期においては，空容量が小さくなる傾向があることから，まずは，2021年度の軽負荷期（その他季）について暫定的に運用容量を増加させることとしたい
- 今後，夏季・冬季といった他断面も含めた運用容量への適用に向け，広域機関殿と協調し検討を継続したい
- なお，2022年度内※に電源制限対象の追加が予定されており，その効果については2021年度にかけて，2022年度の運用容量からの適用に向け検討を進めたい

※時期については前後する場合あり

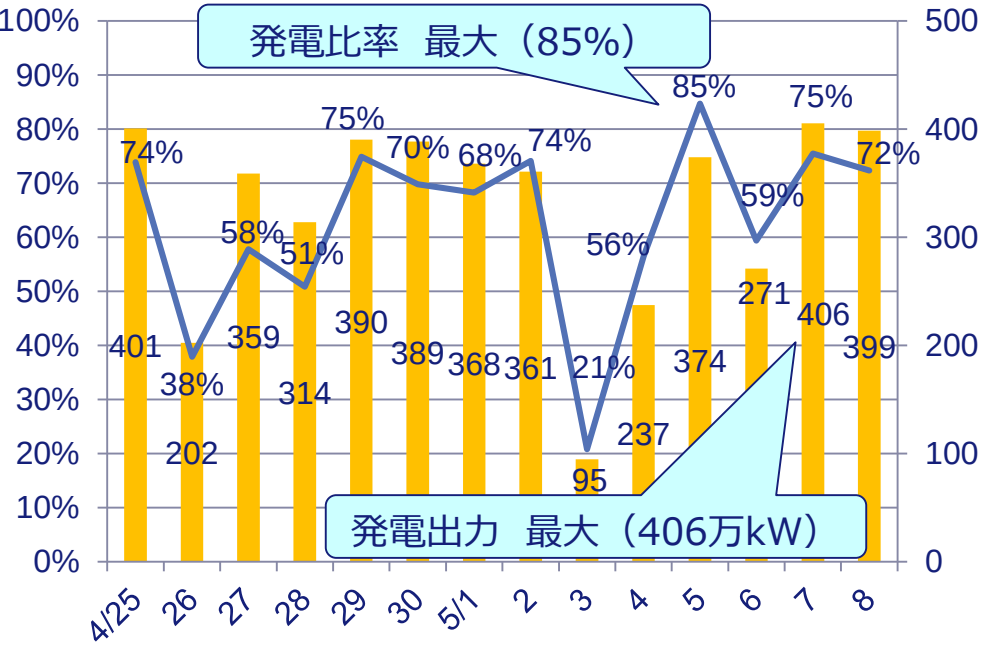
＜参考＞関西中国間連系線の運用容量増加の必要性について

- 中国エリアは，太陽光発電の増加等にともない，これまで軽負荷期において電源Ⅲの抑制を複数回実施している。また，2020年度GWにおいて，エリア需要に占める太陽光比率が85%(出力374万kW)を記録するなど需給状況は厳しくなっており，再エネ出力制御の可能性が高まっている
- 再エネ出力制御量の低減策として，九州における関門連系線の最大限活用※1や，四国における本四連系線の活用量増加※2が図られている中，今後，九州，四国に加え中国エリアの再エネの電気を可能な限り活用できるよう，運用容量の増加が必要と思料

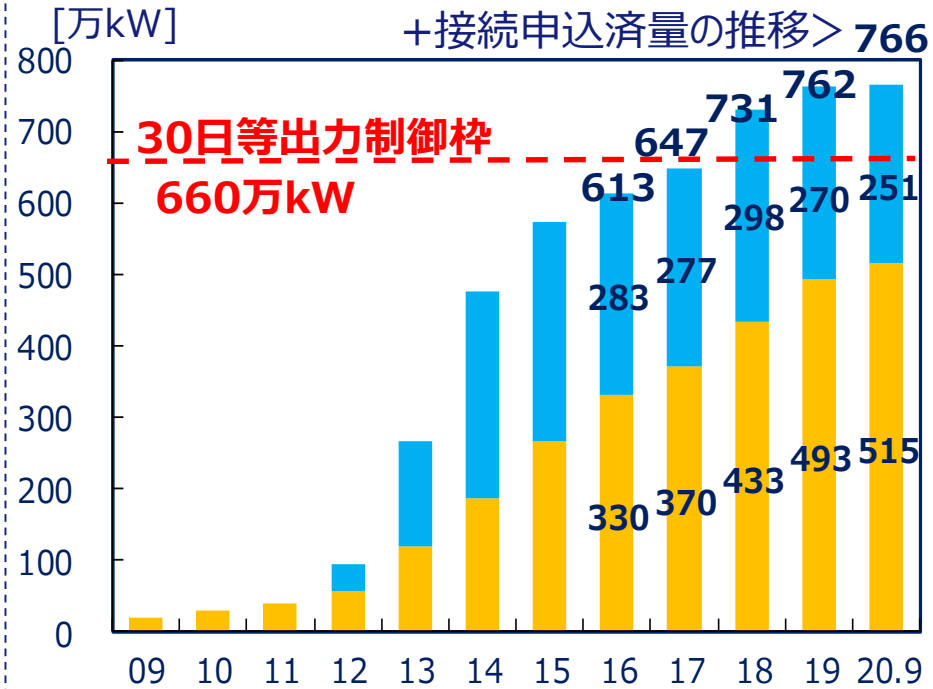
※1　関門連系線ルート断時の周波数面の制約緩和のため，新たに水力のOFリレー遮断や再エネ電制を実施

※2　本四連系線の短時間熱容量活用による増加

＜太陽光発電比率および発電出力の推移＞
（2020年度GW11～12時）



＜中国エリアの太陽光の接続済＋接続申込済量の推移＞



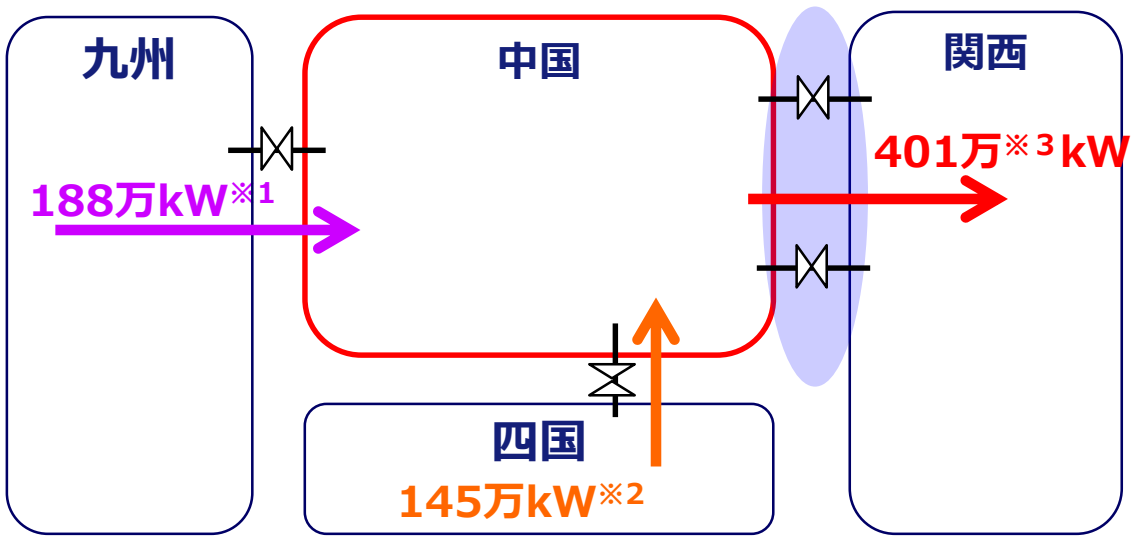
(注)端数四捨五入のため，接続契約申込済と接続済の合計が一致しない場合がある。2019.4からは非FIT含み。

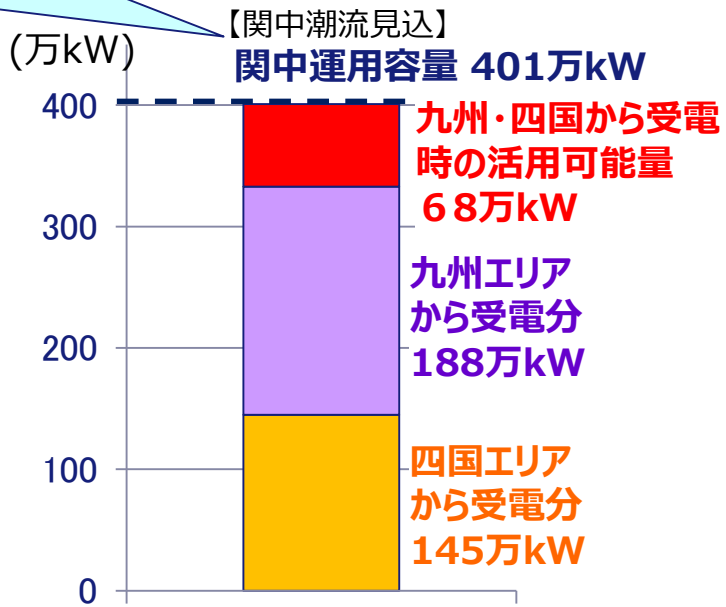
＜参考＞将来の関中（関西向）潮流見込み（イメージ）

■九州，四国に加え，中国エリアにおいても再エネ出力制御を行う場合，同時に九州，四国から運用容量上限まで再エネの電気を関西以東に送ることが想定され，関中の運用容量が制約となる可能性あり

⇒この制約を極力回避するためには，特に下げ代不足が懸念され再エネ電気の活用が期待されるＧＷ等の断面（軽負荷期）について早期に運用容量の増加を図りたい

ＧＷ等の断面（軽負荷期）に運用容量活用可能量が残り少なく，再エネの電気を送電するにあたって関中の運用容量が制約となる虞





※1　中国九州間連系線の2020年度　GW昼間帯の運用容量（5/5 11時~12時）
※2　中国四国間連系線の運用容量（2020.9.25　第2回運用容量検討会　四国電力送配電資料より）
※3　関西中国間連系線の2020年度　その他季 運用容量

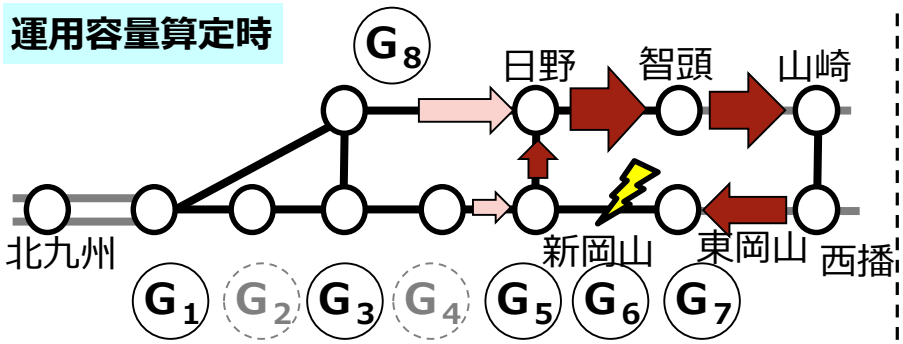
＜参考＞想定潮流の見直しに伴う　送電線停止・電源停止の扱い

■ 軽負荷期における想定潮流の見直し検討において，送電線停止時・電源停止時※に電圧安定性限度値の増加が小さいことを確認
⇒いずれも現状の値より増加可能であるが，個別に運用容量として管理が必要

※運用容量に影響を与える送電線・電源を対象

【関西中国間連系線ルート断事故時の状況】（見直し後イメージ）

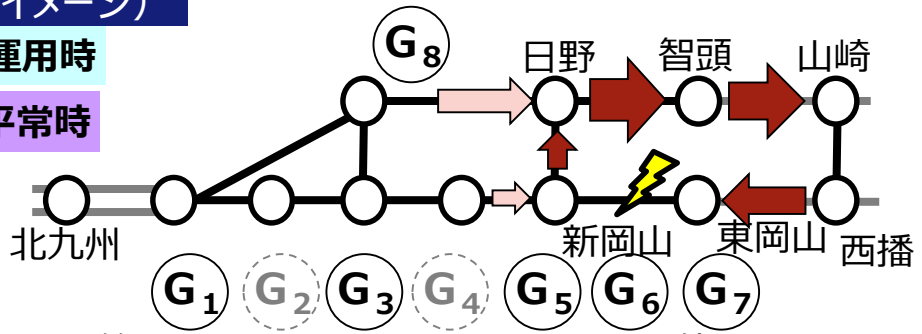
運用容量算定時



潮流実績等も踏まえた想定
(現状の想定より,西側電源停止,東側電源運転)
⇒現状に比べ運用容量が増加

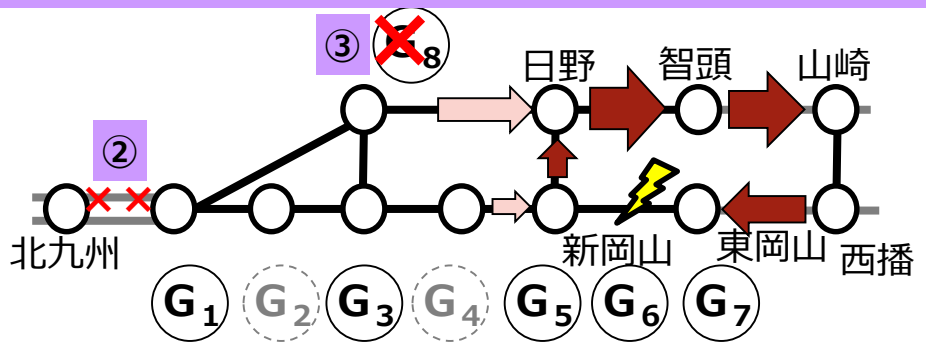
実運用時

①平常時



運用容量算定時と実運用時で電圧安定性限度値は変わらない

②送電線停止時(電力系統のインピーダンス増加による電圧降下)
③電源停止時(電圧低下箇所の電圧維持能力のある電源の停止)



送電線停止時や電源（G8）停止時には，平常時に比べ電圧安定性限度値が低下するため，平常時の運用容量に加え送電線停止時および電源停止時の運用容量を設定
②無効電力　損失量：40万kVar程度増
③無効電力　供給源：40万kVar程度減

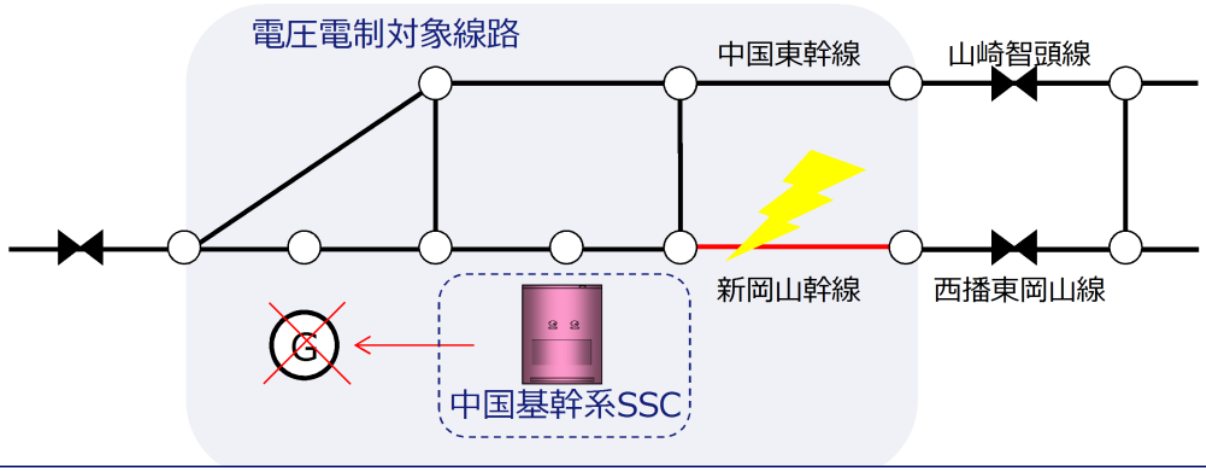
＜参考＞中国地内事故時における電圧安定性維持のための電源制限について

系統安定化装置による電圧安定度維持のための電源制限機能追加

p2

- 従来，**中国地内の500kV送電線故障時に同期安定度を維持することを目的に**，系統安定化装置（以下，中国基幹系SSC）による**電源制限を実施**
- 中国基幹系SSCの更新時（2020年6月予定）に，**電圧安定度を維持することを目的とした電制機能（以下，電圧電制）を追加**することで，**中国地内500kVフェンス運用容量を増加**
- 関中フェンスを構成する送電線の一つである**500kV新岡山幹線※故障時にも電圧電制を行うため，関中フェンス運用容量の増加も可能な状況**
- 一方で，関中フェンスの運用容量増加により，**60Hz同期系統内の同期安定度へ影響**を及ぼすことから，**この影響を踏まえたうえで，関中フェンスの運用容量の増加を判断することとしたい。**

※関中フェンスは新岡山幹線ルート断時の電圧安定度制約で運用容量が決定



＜参考＞ 関中運用容量の試算結果（2022年度　電源制限対象追加時）

- 2022年度以降※1，電源制限対象の追加が予定されており，その効果を織り込んだ運用容量を試算した
- 「軽負荷期の想定潮流見直し」および「電源制限対象追加」を適用した場合，以下のとおり増加が見込まれることを確認※2している

※1　時期については前後する場合あり　　※2 熱容量限度値・同期安定性限度値については，制約とならないことを確認済

＜関中運用容量　試算結果＞　　[単位：万kW]

	送電線停止・ 電源停止の有無	関中フェンス(その他季)※4
2020年度	なし	401
算定条件 場合分け [　]内は2020年度からの増加幅	なし	**445** [+29]※5[+15]※6
	電源停止※3	**420** [+19]※5
	送電線1回線停止※3	**435** [+19]※5[+15]※6
	電源停止※3 +送電線1回線停止※3	**410** [+9]※5

※3　運用容量に影響を与える送電線・電源
※4　運用容量算出断面の表現にあわせ，軽負荷期をその他季とした
※5　送電線・電源停止時の算定条件場合分けによる増加幅
※6　電源制限対象追加による増加幅

（注）2020年度はフリンジ29万kW
算定条件場合分け後はフリンジ30万kW(2021年度)で計算

（以降，各連系線の運用容量算出方法・結果の修正案）

4．同期安定性限度値の考え方と判定基準（2）

④ 想定電源

- 供給計画を基本に実運用を考慮して稼働電源を想定する。
- 新電力電源は発電計画を使用する。
- 太陽光、風力は、想定需要にて考慮する。

⑤ 想定需要

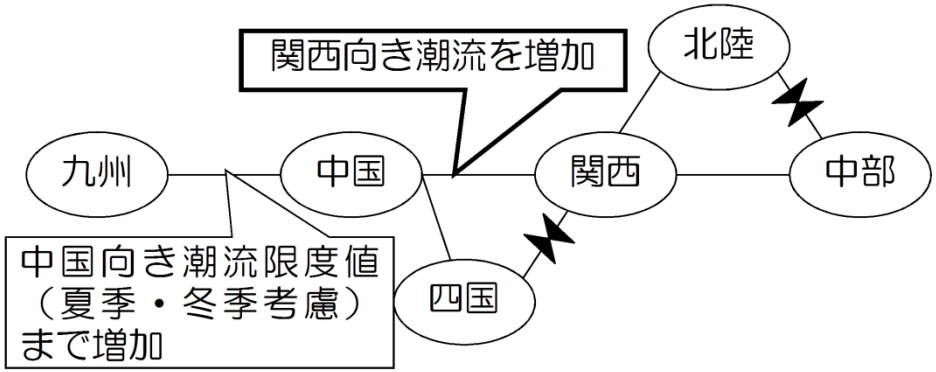
- 10月夜間：実績より想定

⑥ 関西中国間連系線潮流

- 中国→関西向き潮流

九州エリアの発電機を増加、関西エリアの発電機を減少させ、中国九州間連系線潮流を中国向き潮流限度値（フリンジ分を含む）となるまで増加させる。その後、中国エリアの発電機を西側から増加※させ、関西エリアの発電機を抑制する。

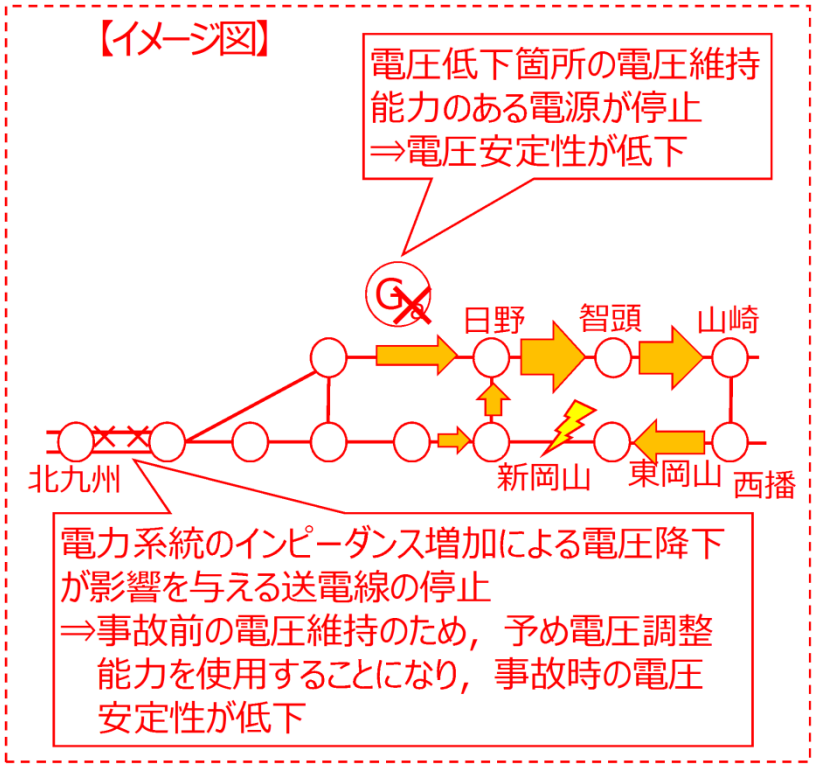
※その他季については，暫定的に，潮流実績等も踏まえた電源の稼働状況を想定して，増加させる。なお，夏季・冬季といった他断面への適用については継続検討とする。



5．電圧安定性限度値の考え方と判定基準（3）

関西中国間連系線は，送電線※1停止時，および電源※2停止時に，電圧安定性が低下することから，暫定的に，潮流実績等も踏まえた電源の稼働状況を想定して運用容量を算出する場合，送電線※1停止時および電源※2停止時の運用容量もそれぞれ算出する

※1　電力系統のインピーダンス増加による電圧降下が影響を与える送電線
※2　電圧低下箇所の電圧維持能力のある電源



7．各限度値算出結果（1）

※数値については試算結果を仮で記載

（1）熱容量限度値

連系線名称	容量	備考
関西中国間連系線	５５６万kW	ACSR410mm2　×　４導体　×　２回線 （西播東岡山線）

（2）同期安定性限度値

関西中国間 潮流の向き	年　　間
関西→中国[1]	２７８万kW[2] で安定確認
中国→関西[1]	４１０～４３０万kW[3] で安定確認

1）　数値はフリンジ分（２９万kW）控除後の値
2）　西播東岡山線１回線熱容量
3）　電圧安定性限度値（平常時，送電線１回線停止時および電源停止時の値）

7．各限度値算出結果（2）

※数値については試算結果を仮で記載

（3）電圧安定性限度値

関西中国間潮流の向き	区分[1]		
	夏季	冬季	その他季
関西→中国[2]	２７８万kW[3] で安定確認		
中国→関西[2]	４２１万kW	４１６万ｋW	4)

1） 夏季（7／1～9／15）、冬季（12／1～3／15）、その他季（9／16～11／30、3／16～6／30）
2） 数値はフリンジ分（２９万kW）控除後の値
3） 西播東岡山線１回線熱容量
4） その他季は，暫定的に以下の値を適用

	平常時	電源[5]停止時	送電線[5]１回線停止時	電源[5]停止+送電線[5]１回線停止時
その他季	４３０万ｋW	４２０万ｋW	４２０万ｋW	４１０万ｋW

5） 運用容量に影響する送電線・電源

（4）周波数維持限度値

制約なし