



中部電力パワーグリッド

第4回将来の運用容量等の
在り方に関する作業会 資料3-2



中部関西間連系線（中部向き） 運用容量拡大の検討について

2024年12月5日

中部電力パワーグリッド株式会社

1. 前回作業会での議論状況および検討の進め方

- 近年、中部エリアよりも西側のエリアにおいて、相対的に価格競争力のある電源の供給力が増したこと等により、**中部関西間連系線の市場分断の発生率が上昇している**。特に、昼夜別の評価では、夜間の分断コマ数が増加している。
- 2026年度の中地域交流ループ運用の開始によって中部関西間連系線の周波数維持制約は解消予定となっている。そのため、**システム改修等を伴わない短期的な運用容量拡大策として、負荷制限の織り込み拡大が考えられる**。
- なお、中部関西間連系線ルート断故障時における中部エリアのブラックアウトを防止する観点から、ルート断故障に伴って追加的に発生する供給力減少事象を考慮し、運用容量に織り込み可能な負荷制限量を評価する。

検討の進め方（中部関西間（中部向き））

21

（参考）中部関西間における昼夜別の評価

18

- システム改修等を伴わない短期的な負荷制限の織り込み変更として、例えば、「更なる季節帯・時間帯の細分化を行い、現状保有する負荷制限量で拡大可能な領域まで拡大する」方策などが考えられる。
- 他方、昨今の変動性再エネ（逆潮）増加に伴い負荷制限量が確保できない可能性や、N-2永久故障時に負荷送電が難化（長期化）する可能性など、いくつか技術的な課題が存在するとも考えられる。
- 上記については、より詳細な中部エリアの実態把握が必要であることから、短期的な負荷制限の織り込み拡大可否について、中部電力PGとも連携の上、引き続き検討を進めることとしたい。

- **中部関西間連系線の運用容量は、昼間帯250万kW、夜間帯200万kWとなっております。昼夜で運用容量に差があることが、夜間の分断コマ数が多いことの要因になったと考えられている。**

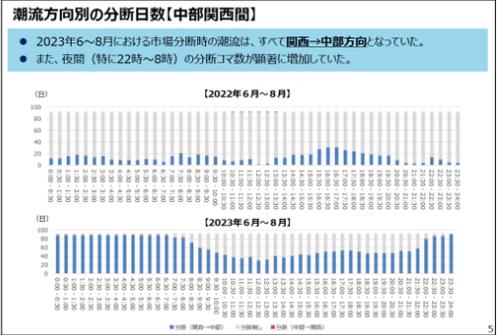
（参考）デジタル化の取組例① UFR制御の高度化

- UFR（周波数低下レール）は、事故時に周波数の低下を検知し、ブラックアウトしないよう需要を遮断する装置であり、従来、事故時の電源確保の観点から、逆潮流の可能性がある回線は、遮断対象から除外されていた。
- しかし、変動性再エネ電源が多数接続されるようになると、時間帯によって逆潮するかどうか異なる中、必要な遮断量が確保できない可能性がある。
- こうした中で、UFRの制御を高度化し、その時々々の負荷や逆潮流の大きさに応じて需要遮断の最適化を行うことにより、常に必要な遮断量を確保することが可能となる。

<現状>
遮断対象変更は現地での設定が必要となるため、頻繁な変更ができない

<導入後>
時々刻々の逆潮流の状況と遮断必要量に応じて、遮断対象をリアルタイムで選定し、負荷遮断。

出所：電力広域的運営推進機関「2022～2031年度の連系線の運用容量（昼間帯、夜間帯）」



（参考）中部関西間連系線の運用容量（昼・夜）

- **中部関西間連系線の運用容量は、昼間帯250万kW、夜間帯200万kWとなっております。昼夜で運用容量に差があることが、夜間の分断コマ数が多いことの要因になったと考えられている。**

2. (1) 2023年度の年間運用容量（平日：昼間帯）

| 項目 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 中部電力 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 関西電力 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 中部電力 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

2. (2) 2023年度の年間運用容量（平日：夜間帯）

| 項目 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 中部電力 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 関西電力 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 中部電力 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

出所：電力広域的運営推進機関「2022～2031年度の連系線の運用容量（昼間帯、夜間帯）」

出所) 第45回電力・ガス基本政策小委員会 (2022年2月25日) 資料4-2をもとに作成
https://www.met.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/denryoku_gas/pdf/045_04_02.pdf

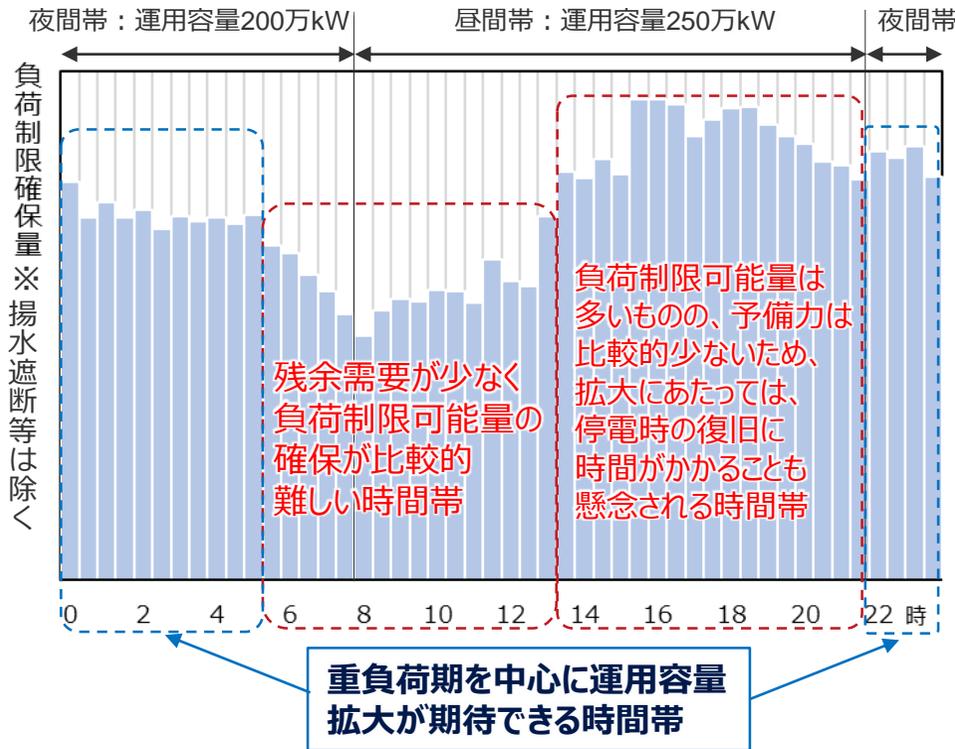


出所) 第96回制度設計専門会合 (2024年4月26日) 資料8
https://www.emsc.met.go.jp/activity/emsc_system/pdf/096_08_00.pdf

2. 運用容量の拡大にむけた考え方

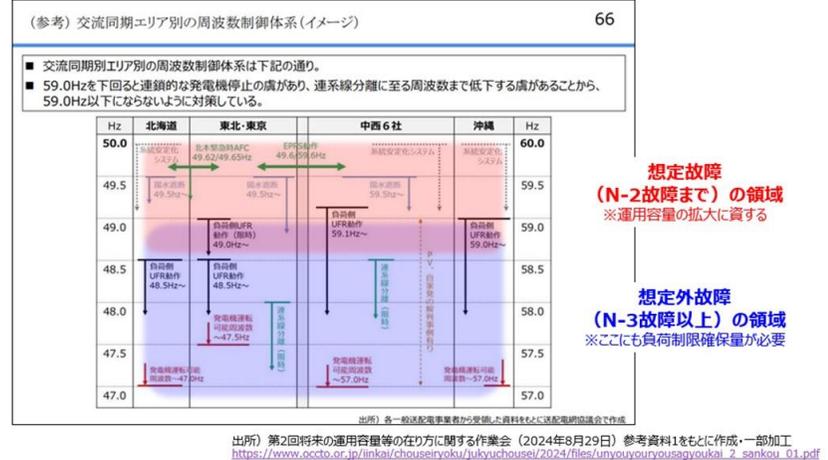
- 中部関西間連系線の運用容量（中部向き）は、平日および土曜日の昼間帯は250万kW、それ以外は200万kWとしているが、運用容量に織り込み可能な負荷制限量に余裕がある場合は、運用容量の拡大が期待できる。
- ただし、**負荷制限は、周波数回復の最終手段**であり、他にバックアップがなく、**これをもって周波数が回復できない場合は、ブラックアウトにいたる可能性がある**。そのため、想定外故障（N-3故障以上）において、系統崩壊を防止するための負荷制限量は考慮した上で運用容量に織り込み可能な負荷制限量を評価する必要がある。

【負荷制限可能量のイメージ】



【技術2-3】ブラックアウトリスクへの対応（2/2）

- 最大電源サイトの脱落等によるブラックアウト発生リスクへの対応としても負荷制限は有効である一方で、負荷制限の確保量には限り（技術的な限界）があるところ。
- この点、負荷制限の確保量は、想定故障（N-2故障まで）の領域だけでなく、想定外故障（N-3故障以上）の領域にも共用され得るため、**電力レジリエンス総点検（ブラックアウトリスクの対応）**という観点からは、**負荷制限確保量の一部は控除した上で、負荷制限の技術的限界（運用容量の拡大幅）を決めることになるか。**



3.システム改修を伴わない範囲での対応

- 運用容量の拡大を速やかに実現するため、監視や運用・計画システムは現状のシステムを利用する必要がある。
- 基幹系統の送電線は、熱容量・安定度・周波数などさまざまな制約の中で運用する必要があり、運転者が各送電線の潮流値が適切であることを24時間監視している。この監視にあたり、中部エリアでは、これまでの運用容量を前提に、中部関西間連系線は平日2断面 + 休日1断面にて管理値を設定できるシステムを利用している。
(年間共通の管理値)
- システム改修を伴わない短期的な運用容量の拡大方法としては、運用容量を月別で平日2断面 + 休日1断面とし、運用者が設定値を適宜変更して監視することとする。この範囲であれば、その他の運用・計画システムも対応できる見込みである。

基幹給電制御所



運用容量を超過した場合は速やかに調整を指示する。
負荷制限にも影響するため、割り切った監視は回避する。

(参考) 広域機関 送配電等業務指針

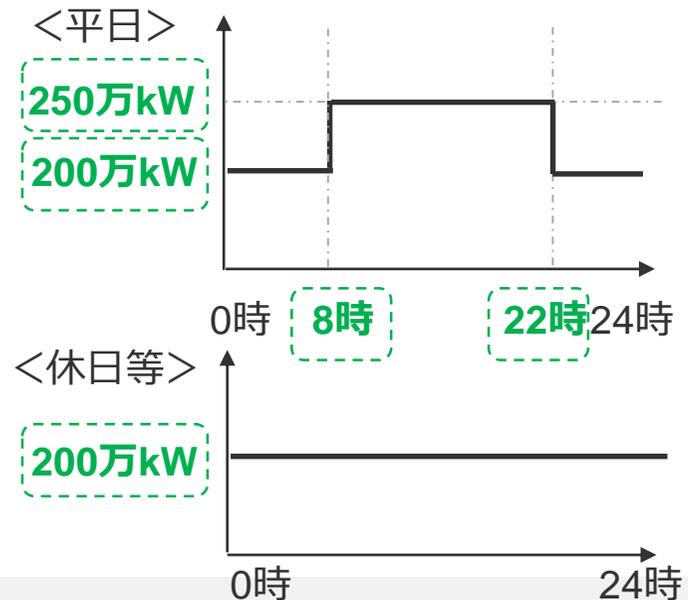
(電力系統の監視)

第152条 一般送配電事業者及び配電事業者は、自らの供給区域における電力系統に関し、次の各号に掲げる事項を監視する。

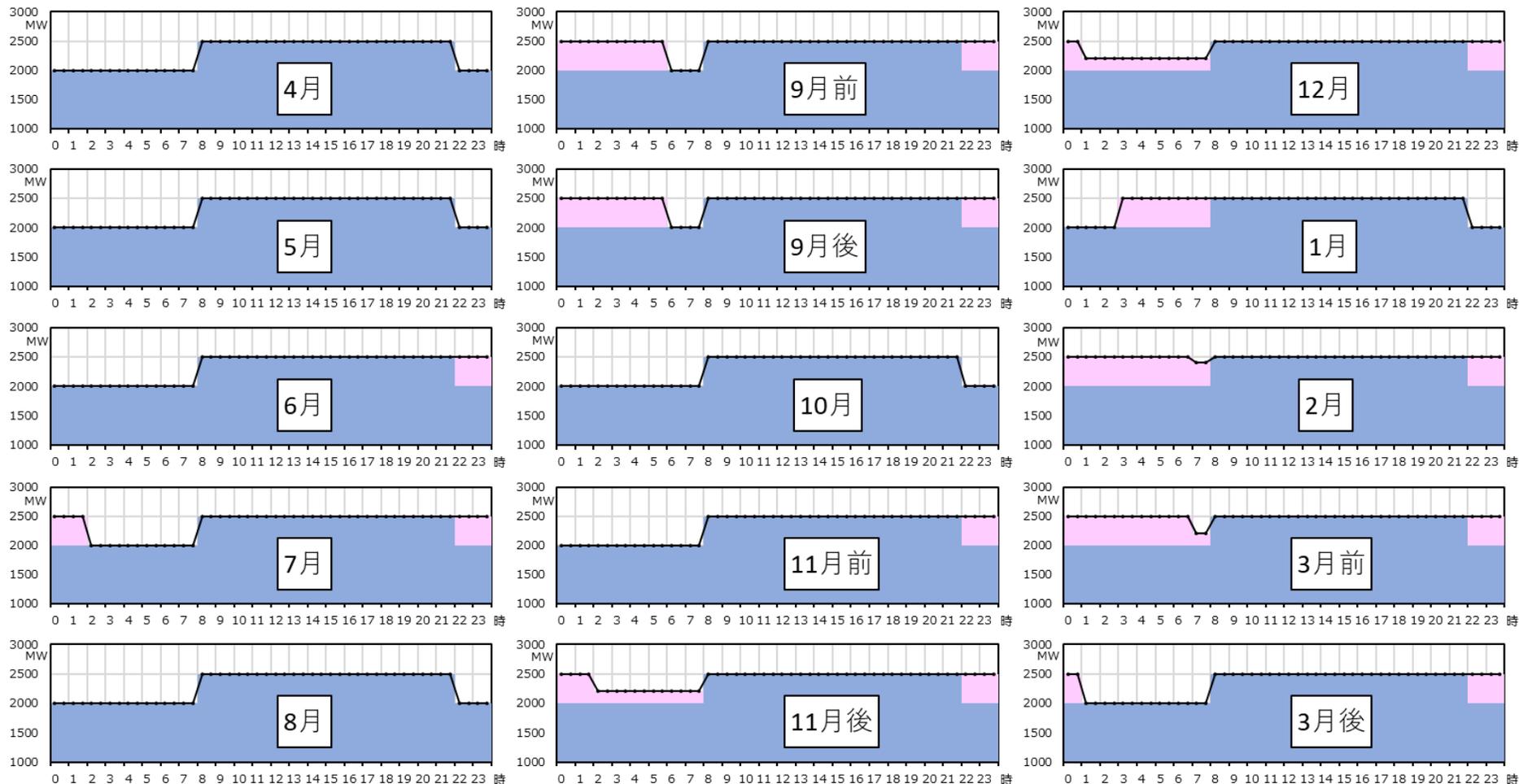
(略)

七 流通設備に流れる潮流の状況

緑色の数値は、運用者のメンテナンスで変更可能。

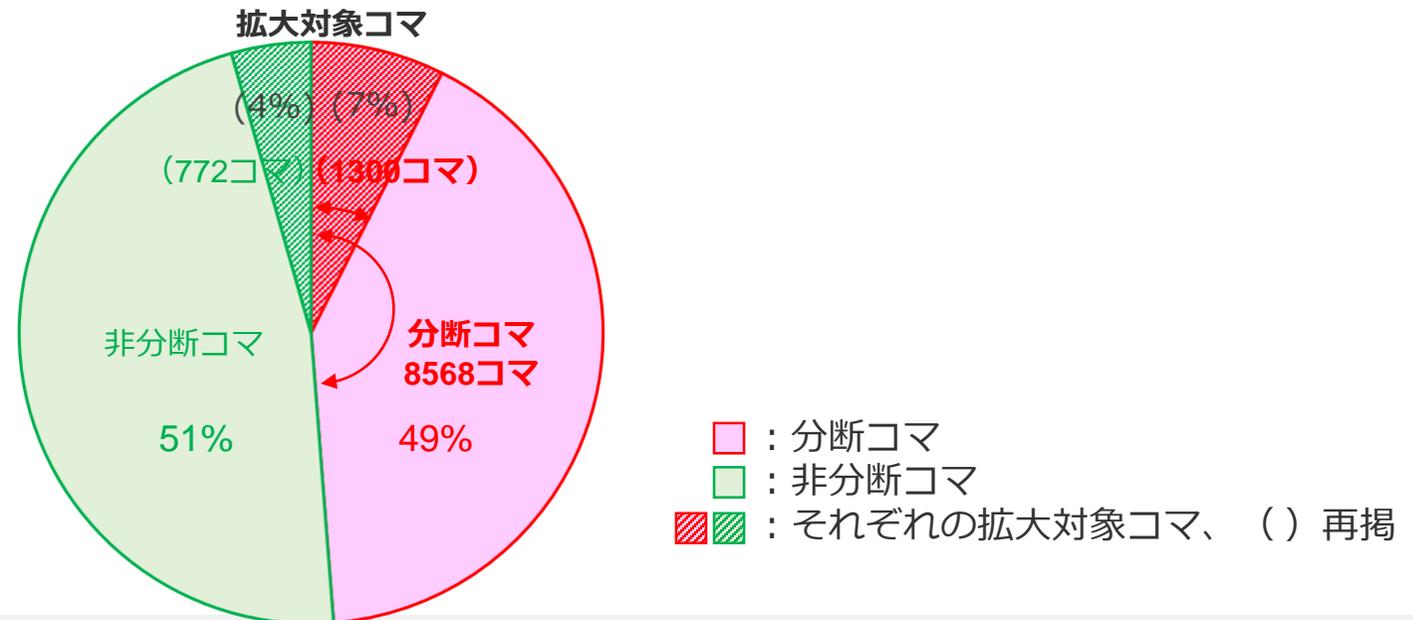


○ 2021・2022・2023年度の過去実績を平日・休日・特殊日に区分して分析し、コマごとの運用容量に織り込み可能な負荷制限を確認し、3σ相当値から拡大可能な運用容量を算定したところ、平日の夜間帯の一部で+20~50万kWほど拡大可能と考えられる。一方で、休日および特殊日は、拡大できない結果となった。



■ 現状 ■ 拡大量 ● 運用容量

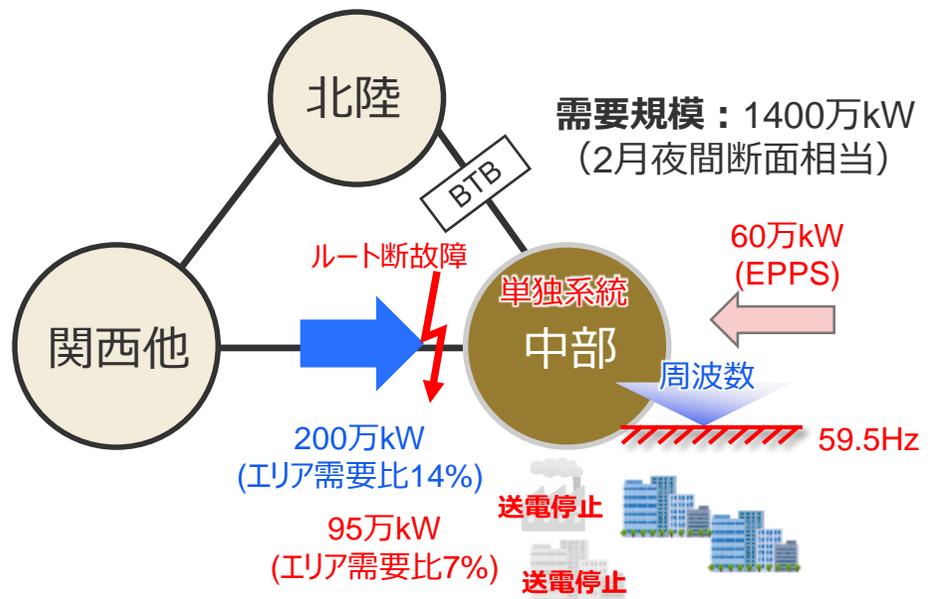
- 拡大可能となったのは、需要が大きく、太陽光による逆潮流の影響を受けにくい平日の夜間帯であった。
- 中部関西間連系線に関して2023年度の市場分断の発生率は、49%（8568コマ）となっている。このうち、今回の検討で拡大可能と考えられるコマは、年間1300コマであり分断コマの15%に相当する。
- 平日昼間帯や休日に拡大できなかった主な要因としては、再エネ電源の増加に伴い、昼間帯を中心に、逆潮流によって負荷制限可能量が減少していることが考えられる。これに対しては、必要な負荷制限装置を追加設置することも考えられるが、設備対策が必要となる。
- 拡大できない時間帯の混雑に対しては、2026年度からの中地域ループ運用の実現をもって緩和となる。中地域ループ運用は、ルート断時の負荷制限リスクを回避できるため、信頼度を確保しつつ、運用容量の拡大が期待できる。



- 中部関西間連系線の運用容量（中部向き）は、平日および土曜日の昼間帯は250万kW、それ以外は200万kWとしている。
- 仮に、連系線ルート断故障が発生すると、系統分断によって系統容量が小さくなることから、EPPS 60万kWを受電しても100万kWほどの負荷制限が必要となる場合がある。この復旧にあたっては、エリア内の予備力を活用するとともに、他エリアからの融通受電を依頼して供給力を確保する。
- 連系線の運用容量拡大によって受電潮流が増えた場合、ルート断故障時の負荷制限量が増加し、停電量と復旧時間も増加するものの、今回の夜間帯の運用容量拡大は復旧可能な範囲と考えられる。

【連系線ルート断故障が発生した場合の停電量・系統復旧操作のイメージ】

(1) ルート断発生直後

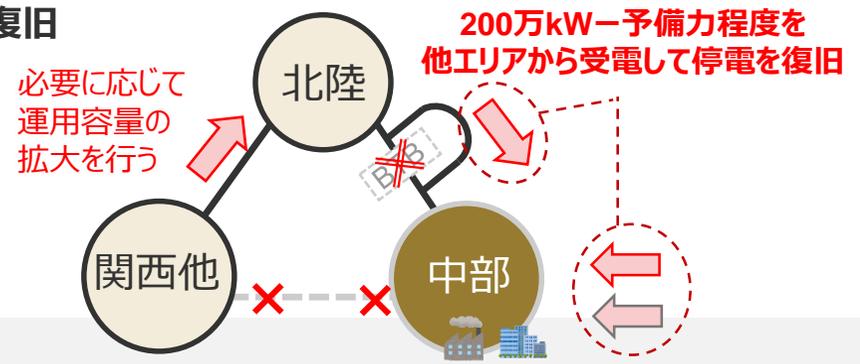


負荷制限量 = 連系線潮流 - EPPS - 中部系統容量 × 3.2%
 = 200万kW - 60万kW - 1400万kW × 3.2% / 0.5Hz = **95万kW**

(2) 本系統への再連系



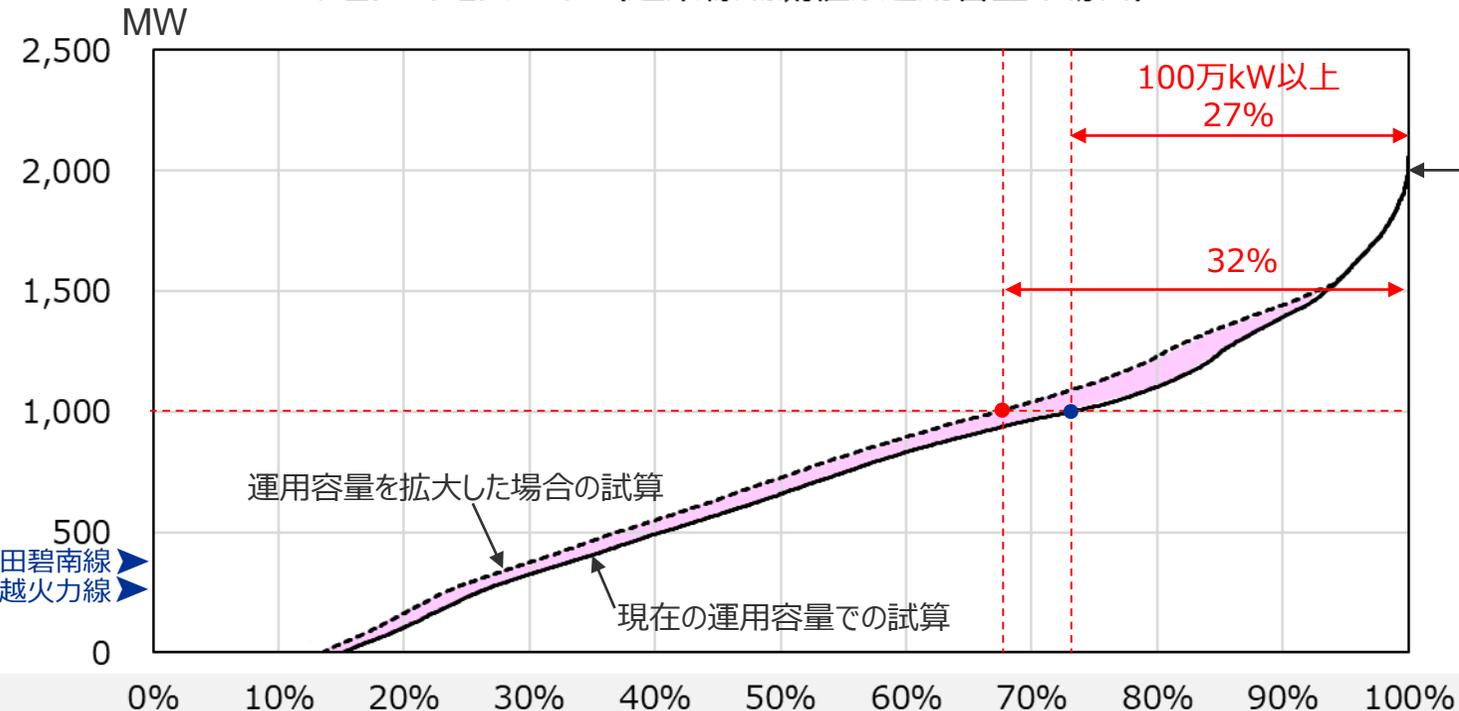
(3) 停電復旧



- 連系線潮流が運用容量の場合に中部関西間連系線がルート断したときの負荷制限量を試算した。
- 2023年度の運用実績から試算すると、現在の運用容量において100万kW以上の負荷制限が発生する断面は27%となっている。5スライドの分析結果に基づき夜間帯の一部を+20~50万kWほど拡大可能した場合、この割合は32%まで上昇するが、最大量は変わらず、運用容量を拡大できる。
- なお、中部エリア内の重潮流電源線のルート断故障時は、60Hz系統全体で需給アンバランスを補完できるため負荷制限量が比較的小さく、過去のルート断実績における負荷制限量は40万kW程度となっている。

中部関西間連系線ルート断時の中部エリアでの負荷制限量

デュレーションカーブ (連系線潮流値が運用容量の場合)

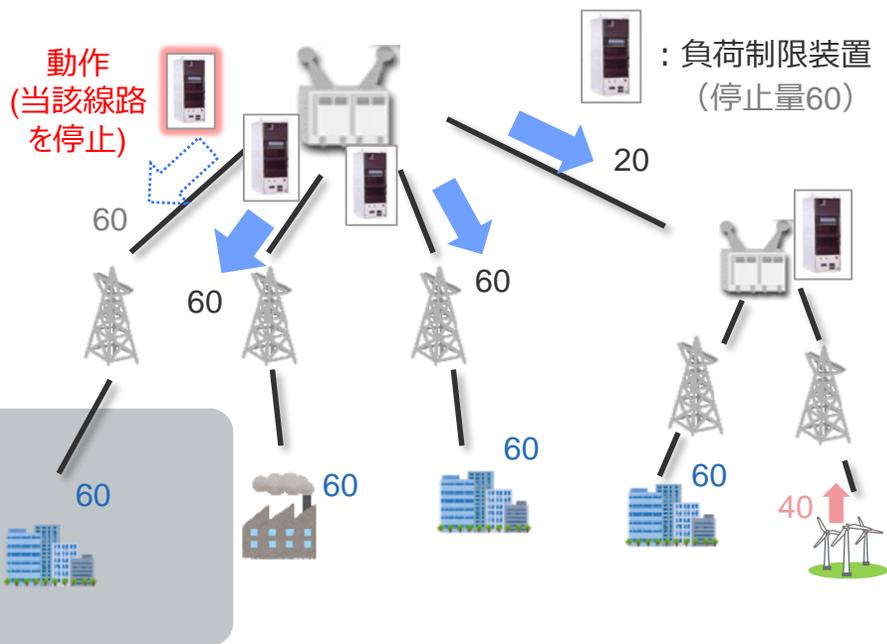


軽負荷期の平日昼間帯が主な発生コマとなることから、160万kW以上の発生割合は増えていない。

- 【参考】**
- ① 2016年9月8日 12:53
幸田碧南線ルート断故障時
負荷制限量：440MW
(中部エリア需要11時21484MW)
 - ② 2017年2月21日
上越火力線ルート断故障時
負荷制限量：384MW
(中部エリア需要 9時21602MW)

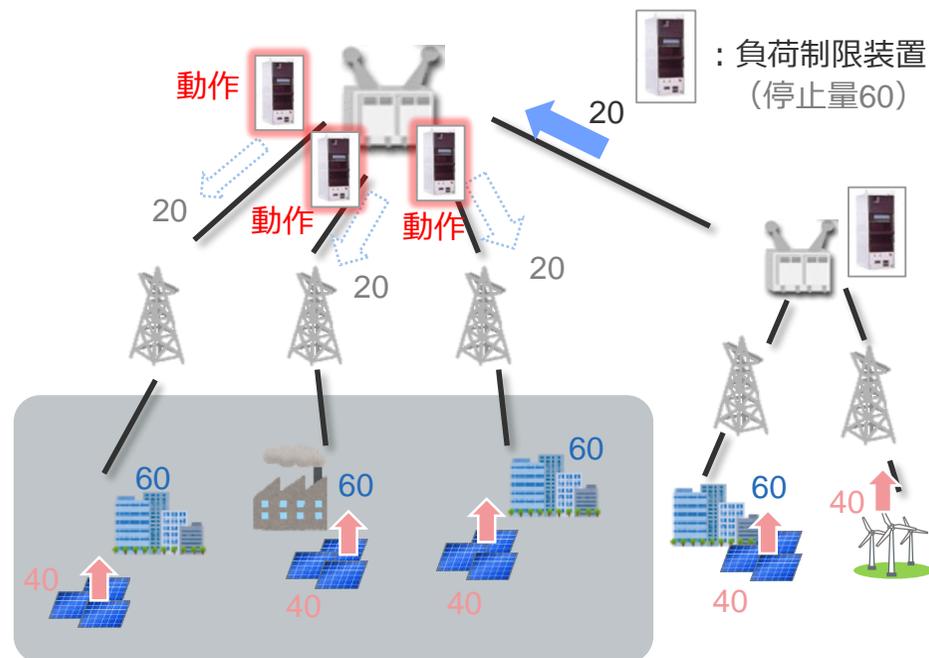
- 負荷制限装置は、大規模な周波数低下に至る場合に特別高圧の送電線や変圧器を停止させる装置である。
- 再エネの増加により昼間帯は下位系統の再エネの発電によって負荷制限箇所の負荷向き潮流が減少するため、再エネ発電時は、負荷制限箇所が多数必要となり、夜間帯と比べて広範囲で停電することも考えられる。
- 一方で、今回運用容量を拡大する夜間については、逆潮流が少ないためこの影響は限定的と考えられる。

【再エネ発電量が限定的な場合】



停電箇所
需要 60 発電 0

【再エネ発電量が多い場合】



停電箇所
需要180 発電120

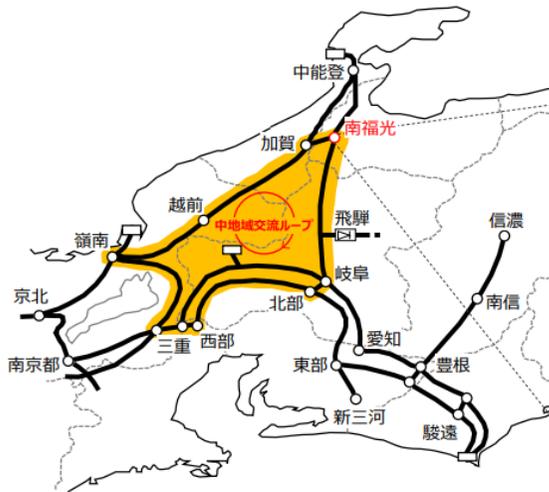
再エネ発電時は、負荷制限箇所が多数必要となり広範囲で停電する

○ 2026年度の中地域交流ループ運用が実現すれば、仮に、現在の中部関西間連系線（三重東近江線）のルート断故障が発生しても停電は発生しないことから、周波数維持制約は解消予定となっている。

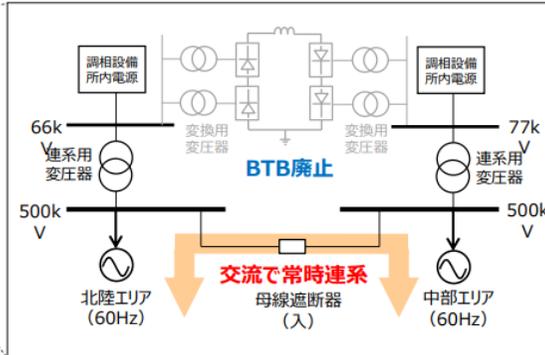
1.1. 地域間連系線の増強に向けた広域ループの適用可能性 (1.2) <参考> 中地域交流ループの概要

139

- 南福光連系所は、中部と北陸それぞれの500kV母線が母線遮断器を介して接続しており、現状は広域的な交流ループが形成されない作業時や系統故障時などに限り、同遮断器を投入して交流連系する。
- これを常時交流連系し、広域的な交流ループを形成する場合、電磁誘導対策や遮断器の遮断容量増加、システムの改修等が生じるものの、**対策費用は数十億円程度**となる。
- また、地域間連系線においてループ系統が構成されるため、**N-2故障時における供給信頼度の向上や運用容量の増加などの面でメリットがある。**



南福光連系所のスリム化イメージ



広域系統長期方針（広域連系システムのマスタープラン）（2023.3.29）

プレスリリース

送配電事業者間の連携による一層の効率化に向けた取り組み（設備形成の最適化）の進捗について

2022年03月31日
中部電力パワーグリッド株式会社
北陸電力送配電株式会社
関西電力送配電株式会社

印刷

記事をシェアする

中部電力パワーグリッド株式会社、北陸電力送配電株式会社および関西電力送配電株式会社は、相互連携による一層の効率化に向けた検討を行っています。（2017年6月2日お知らせ済み）

その一環として検討を進めてまいりました。関西エリアと北陸エリアに跨る北陸幹線および中部電力パワーグリッドと北陸電力送配電間の南福光連系所について、設備形成の最適化を進めていくこととしたため、お知らせいたします。

関西電力送配電が保有する水力幹線は、山間部の貴重な水力資源を活用して発電した電気を関西方面へ供給するための長距離送電線として建設され、1920年代から運用してきました。

今回、水力幹線の中で特に高齢化が進んでいる北陸幹線の大部分を廃止し、残存区間を北陸電力送配電の電力系統に接続して運用することで、大規模な設備更新が不要となり、設備形成にかかるコストの低減を図るものです。

また、南福光連系所のBTB（注1）は、2020年中頃に制御保護装置（注2）が更新を迎えることにあわせて廃止し、3社の500kV系統を交流ループ（以下、中地域交流ループ）（注3）で運用することで、設備更新コストの低減や運用容量の拡大、供給信頼度の向上を図るものです。

中地域交流ループの実施に向けて、これまで3社で検討した結果を電力広域的運営推進機関に提供しており、マスタープランでも取り扱われております（注4）。今後は広域系統整備計画の中で詳細に検討されることとされており、3社としても必要な準備を進めてまいります。

3社は、今後も引き続き、地域の皆さまのご理解を賜りながら、お客さまに安定した電気を低廉な価格でお届けできるよう努めてまいります。

（注1）交流系統間を連系する設備。

（注2）BTBの潮流や開閉状態を監視し、事故時には系統が遮断する装置。

（注3）3社間の電力系統を交流で常時接続することにより、3社間を結ぶ交流送電ルートが1ルートから2ルートに増加するため、運用容量（電力の輸送可能量）が拡大するとともに、各エリアの供給信頼度も向上する。

（注4）マスタープランとは広域系統システムの長期方針であり、その中間整理において、中地域交流ループは早期に応域系統整備計画として進めていく強要とされている。

参考

● 2017年06月02日 中部電力プレスリリース「送配電部門の連携による一層の効率化に向けた検討について」

添付書類

■ 北陸幹線および南福光連系所における設備形成の最適化の概要 [PDF: 573 KB]

中部電力パワーグリッド他お知らせ（2022.3.31）

- 近年、夜間を中心に中部関西間連系線の市場分断の発生率が上昇している。2026年度の中地域交流ループ運用の開始によって中部関西間連系線の周波数維持制約は解消予定となっているが、短期的な運用容量拡大策として、負荷制限の織り込み拡大について負荷制限量の確保の観点やシステム改修を伴わない対応について検討した。
- 中部関西間連系線ルート断故障時における中部エリアのブラックアウトを防止する観点から、ルート断故障に伴って追加的に発生する想定外故障（N-3故障以上）に対応するために必要な負荷制限量を考慮し、運用容量に織り込み可能な負荷制限量を評価する必要がある。
- システム改修を伴わない短期的な運用容量の拡大方法としては、現在の監視システムを活用し、運用容量を月別で平日2断面＋休日1断面での細分化とする。
- 以上をふまえ、過去の運用実績を分析したところ、技術的には、需要が大きく、太陽光による逆潮流の影響を受けにくい平日の夜間帯に＋20～50万kWほど拡大可能と考えられる。この拡大可能コマは、市場分断の発生コマの15%に相当する。
- 連系線の運用容量拡大によって受電潮流が増えた場合、ルート断故障時の負荷制限量が増加し、停電量と復旧時間も増加するものの、今回の夜間帯の運用容量拡大は復旧可能な範囲と考えられる。
- なお、運用容量の拡大にむけては、方針の整理後に遅滞なく実施できるよう、必要な準備を進めることとしたい。また、2026年度からの中地域ループ運用は、信頼度を確保しながら、更なる運用容量の拡大が期待できることから着実に対応を進めていく。

(参考) ブラックアウト定期検証

- 電力レジリエンス総点検では、災害に強い電力供給体制の構築を目指していくことが整理されており、同一電気所の送電線4回線（N-4故障）、発電所のサイト脱落についてブラックアウトの発生の可能性を定期的に評価している。

2021年10月14日 調整力及び需給バランス評価等に関する委員会

1. (1) 電力レジリエンスワーキンググループにおける議論

5

- 電力レジリエンス総点検で確認された内容
 - ▶ 東日本エリア、中西日本エリア、沖縄エリアについて、年間を通じた最過酷断面において、①最大電源サイトが脱落、②大規模電源サイト等に近接する4回線事故発生の場合においても、周波数低下によっては、必要に応じて運用対策等を実施することにより「ブラックアウトには至らない」ことが確認された。
- 電力レジリエンスワーキンググループ中間取りまとめの提言内容
 - ▶ 設備構成等は随時変化することから、2019年春までに一定の結論を得る中期対策の一つとして、電力インフラの総点検の方法をベースとしつつ、より精度を高めた形で、ブラックアウト発生の可能性を定期的に確認するプロセスを構築することが提言された。

電力レジリエンス総点検の趣旨（「電力レジリエンスワーキンググループ中間取りまとめ」より引用）

- 現在の日本の送電設備形成ルールは、合理的な国民負担（電力コスト）とのバランスを勘案しつつ、災害の多い日本の状況の中でも最大限安定供給を追求するとの考えに基づき、国際的にも一般的な「N-1基準」を超えて、N-2事故も想定した設備形成ルールを採用している。
- 今般の北海道全域にわたる大規模停電（ブラックアウト）は、国際的にも一般的な考え方に照らせば、主として「N-3」+「N-4」の事故という複合要因により発生したことが確認されている。しかしながら、北海道民の方々に多大な御不便と御負担をかけたという事実を勘案すれば、国民負担等とのバランスも考えながら、災害に強い電力供給体制の構築を目指していくべきである。
- 以上の考えに基づき、電力レジリエンス総点検（ネットワーク全体）においては、今般発生した事案及び検証委員会の中間報告も踏まえ、検証を行った。

(参考) シミュレーション実施ケース選定の考え方

11

- 2023年3月末時点での基幹系統の電力流通設備および発電設備を対象に、2020年3月末からの電力流通設備等の変更を確認し、再確認要否を確認した。

確認プロセスにおける確認対象

| | 確認対象 | 確認事項 |
|---|---|--|
| ① | 大規模電源サイト※1 の全ユニット同時脱落 | シミュレーションによる事象発生時の影響 〔 ・発電機の停止規模 ・ブラックアウト発生の可能性の有・無 〕 |
| ② | 大規模電源サイトや重要変電所※2 に接続する4回線（2ルート）の送電線の同時停止※3 | |

※1 合計出力10万kW以上の発電所 ※2 2ルート以上の送電線で接続される変電所 ※3 同一電圧階級の組合せ

確認対象の考え方

- ▶ 新規電源の運転開始等に伴う基幹系統※4の潮流変化により同期安定性への影響が想定される送変電設備を確認対象とした。
- ▶ なお、最大電源サイト脱落が同期安定性で最過酷な電源脱落事象になるとは限らないため、最大電源サイト以外の大規模電源サイト脱落を考慮した。
- ▶ 前回検証から最大電源サイトの変更がないため、周波数維持面の検討は対象外とした。

※4 基幹系統とは、電力系統全体の骨格をなす、送変電等設備をいう。確認プロセスにおける対象は、エリアごとに異なり下表のとおり。

| 北海道 | 東北・東京・中部 ・北陸・関西 | 中国 九州 | 四国 | 沖縄 |
|-------------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|--------|
| 27万5千V および 18万7千V | 50万V および 27万5千V | 50万V および 22万V | 50万V および 18万7千V | 13万2千V |

- 平成初期の中部および東京エリアにおける需要急増時において、需給ひっ迫の回避を目的に、関西以西エリアから受電する必要があった。
- すなわち供給力確保の観点から連系線のN-2（ルート断）故障時の負荷制限を考慮し、**250万kW**とした。
- その後は、運用容量を維持しつつ、発電設備の増設等によって供給力を確保し、需要の増加に対応してきた。

