

中国四国間連系線（中国向）の 運用容量拡大について

2024年6月21日
電力広域的運営推進機関

- 中国四国間連系線2回線運用時の熱容量限度値は、N-1故障時における健全回線の連続許容温度から求まる潮流として、ケーブル区間の連続容量120万kWとしている。
- 第27回系統ワーキンググループ（2020年11月18日）において、再生可能エネルギー電源の最大限活用を目指し中国四国間連系線2回線運用時の運用容量拡大策（120万kW→145万kW）についての検討結果を報告し、この取り組みについて了承され、下げ代不足時の運用として実施している。
- 昨今では、夏季を中心に中国四国間連系線（中国向）の市場分断が多く発生する傾向にある。
- このため今回、**連系線混雑による市場分断の改善を目的とし、系統信頼度への支障がない範囲で中国四国間連系線（中国向）の熱容量限度値の見直しによる運用容量の拡大**について検討した。（詳細は別紙「中国四国間連系線（中国向）2回線運用時の熱容量限度値の見直しについて」）

2023年度 第5回運用容量検討会 資料1-2（2024年2月13日）

2. 熱容量限度値の考え方と判定基準（1）

142

<考え方>

- N-1故障時における健全回線の連続許容温度から求まる潮流もしくは直列機器の定格電流に基づく潮流の値とする。

<検討条件>

- ① 算術式
 - $P = \sqrt{3}VI\cos\theta$ [W]（V：電圧 [V]、I：許容電流 [A]、 $\cos\theta$ ：力率）
- ② 検討断面
 - 夏季<周囲温度：40℃>
- ③ 電源制限・負荷制限の織り込み
 - なし
- ④ 想定故障
 - 中国四国間連系線1回線停止

<判定基準>

- 送電線及び直列機器の定格熱容量のうち最小値となること。

| | 容 量 | 備 考 |
|---------------------|---|---|
| 中国四国間連系線 (本四連系線) | 120万kW(1回線あたり) ($P = \sqrt{3} * (500 * 10^3) * 1540 * 0.90$) | OF 2,500mm ² ×2回線 1,540A/ケーブル |
| 直列機器 | 329万kW ($P = \sqrt{3} * (500 * 10^3) * 4000 * 0.95$) | 変流器:4,000A |

2. 熱容量限度値の考え方と判定基準（2）

143

下げ代不足が想定される期間の運用容量算出方法（中国向）

<考え方>

- 下げ代不足が想定される期間は、N-1故障時における健全回線の短時間許容温度から求まる潮流もしくは直列機器の定格電流に基づく潮流の値とする。

<検討条件>

- ① 算術式
 - $P = \sqrt{3}VI\cos\theta$ [W]（V：電圧 [V]、I：許容電流 [A]、 $\cos\theta$ ：力率）
- ② 検討断面
 - 夏季<周囲温度：40℃>

③ 電源制限・負荷制限の織り込み

- なし

④ 想定故障

- 中国四国間連系線1回線停止

<判定基準>

- 送電線及び直列機器の定格熱容量のうち最小値となること。

| | 容 量 | 備 考 |
|---------------------|---|---|
| 中国四国間連系線 (本四連系線) | 145万kW(1回線あたり) ($P = \sqrt{3} * (500 * 10^3) * 1860 * 0.90$) | OF 2,500mm ² ×2回線 1,860A/ケーブル(短時間値) |
| 直列機器 | 329万kW ($P = \sqrt{3} * (500 * 10^3) * 4000 * 0.95$) | 変流器:4,000A |

- 第27回系統ワーキンググループ 資料1 (中国四国間連系線の運用容量拡大について [四国電力送配電]) において、春秋の再エネ出力制御の低減策として、中国四国間連系線の運用容量拡大策について報告された。
- この報告において、N-1事故時にはエリア内の電源抑制時間が十分に確保でき健全回線の過負荷を解消できること (短時間許容時間: 4時間)、また、N-2事故時には系統安定化装置と再エネ出力制御システムを組合わせた新たなシステムを構築することで周波数維持が可能であることから、運用容量の拡大策が了承された。

3. 中国四国間連系線の運用容量拡大の方向性について

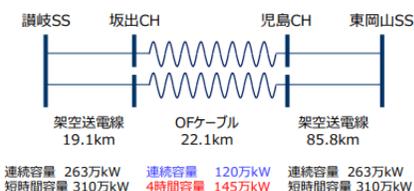
3

- 中国四国間連系線の運用容量については、運用容量 = 熱容量となっており^{※1}、熱容量の見直し以外には、拡大は困難な状況である
- ここで、中国四国間連系線については、架空+ケーブル区間からなっており、熱容量はケーブル区間で決定されているが、その短時間過負荷容量は145万kW、許容時間は4時間と比較的長い^{※2}
- このため、運用容量 (熱容量) を短時間過負荷潮流としても、4時間あれば、1回線故障時に給電指令によりエリア内の電源を抑制する時間は十分確保できると考えられる

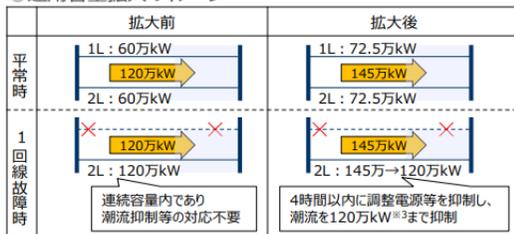
※1 中国九州間連系線 (関門連系線) は熱容量もしくは周波数制約 (熱容量より小さい) より定め、拡大対象は周波数制約
 ※2 当社では架空送電線の短時間過負荷許容時間は15分程度

短時間過負荷許容時間が長い中国四国間連系線の特殊性を考慮し、
 2回線運用時の運用容量を120万kWから145万kWに見直すこととした

○中国四国間連系線の構成



○運用容量拡大のイメージ



※3 作業停止等による1回線停止時は運用容量 (熱容量) は120万kW

4. 中国四国間連系線の運用容量拡大における課題について

4

- 中国四国間連系線の運用容量の拡大において、1回線故障時の過負荷解消は、前述のとおり速やかに電源抑制にて対応できる
- 一方、ルート断故障 (2回線故障) 時には、四国エリアの周波数維持のための電制電源等の確保面の課題がある

(電制電源と運用容量の関係)

- 運用容量 (周波数維持限度値) は、以下の式により算出される

$$\text{運用容量} = \text{無制御潮流}^{\ast 1} + \text{電制対象電源の発電分 (阿南紀北直流幹線のEPPS}^{\ast 2}\text{を含む)}$$

$$= 20\text{万kW} + 100\text{万kW以上}$$

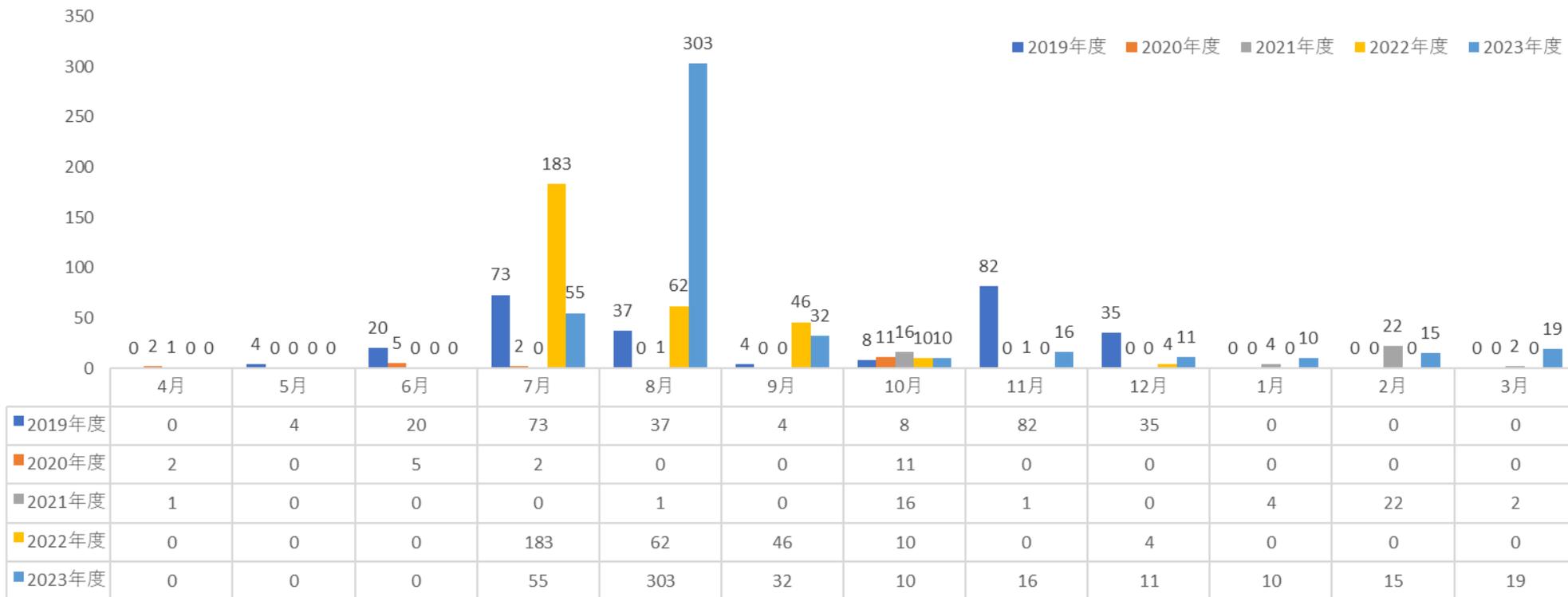
$$= 120\text{万kW}^{\ast 3}$$

※1 中国四国間連系線ルート断故障時に電制を行わなくても、四国エリアの周波数が大幅に上昇しない潮流。
 ※2 中国四国間連系線ルート断故障時に系統安定化装置からの指令により阿南紀北直流幹線の潮流を自動調整することで、周波数維持等をはかる機能。最大で設備容量の25% (2回線時は35万kW) の短時間過負荷運転制御を行うことが可能 (30分後に過負荷運転は自動終了)。なお、再エネ出力制御時等の下げ調整力が低下する断面では、直流過負荷解消のための十分な下げ調整力がないため、EPPSの繰り込み量はゼロ。
 ※3 中国四国間連系線の熱容量 (120万kW) を上限としている。

- 中国四国間連系線の運用容量を拡大した場合、ルート断故障時の電制対象電源の確保は以下のとおりとなる。
 - ✓ 通常は、電制対象電源 (阿南紀北直流幹線のEPPSを含む) は十分に確保できている
 - ✓ 再エネ出力制御時等の下げ調整力が低下する断面における電制対象電源の確保が課題であり、何らかの対策が必要

- 中国四国間連系線（中国向）の市場分断状況は下図のとおりとなっている。
- 過去5カ年の市場分断実績から、夏季（7~9月）の市場分断率は全体の約74%になる。
- 春秋の下げ代不足時は先述の再エネ出力抑制低減のため拡大を行っていることから、夏季（7~9月）の運用容量拡大策について検討した。

中国四国間連系線（中国向）市場分断実績



- 別紙「中国四国間連系線（中国向）2回線運用時の熱容量限度値の見直しについて」のとおり、**市場分断状況の改善のため、熱用容量限度値を見直し、運用容量を拡大（120万kW→145万kW）**する。
- なお、拡大時にN-1事故が発生し1回線運用となった場合は、1回線連続容量まで運用容量を変更（145万kW→120万kW）し、中国・四国エリアにおいて相殺潮流対応が必要となるが、4時間以内に対応可能である見込み。
- 本運用は、2024年7月を目途として運用を開始することとする。

【中国四国間連系線（中国向） 運用容量の見直し内容】

| 連系線 | 運用容量 | | |
|-------------------|--------|--------|--|
| | 断面 | 現在 | 2024年7月以降 |
| 中国四国間連系線 （中国向） | 2回線運用時 | 通常時 | 120万kW |
| | | 下げ代不足時 | 必要時は145万kWに拡大 |
| | 1回線運用時 | 120万kW | 120万kW（変更無し） |
| | | | 7～9月：145万kW （今回見直し） 上記以外：120万kW （変更無し） 必要時は145万kWに拡大 （変更無し） |

中国四国間連系線（中国向）

2回線運用時の熱容量限度値の見直しについて

2024年6月21日
四国電力送配電株式会社

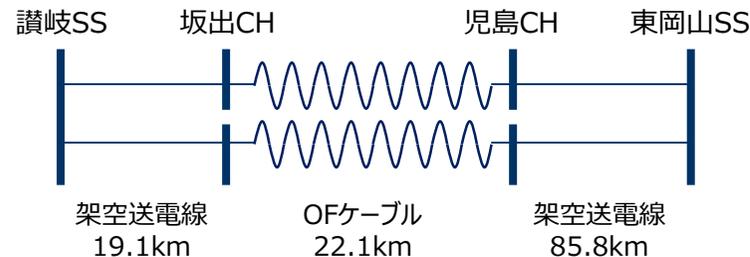
1. 背景

- 現在の中国四国間連系線（中国向）2回線運用時の運用容量は、N-1故障時における健全回線の許容温度から求まる以下の熱容量限度値としている。
通常時：120万kW（連続許容温度から求まる潮流）
下げ代不足時：145万kW（短時間許容温度から求まる潮流）
- 昨今では下げ代不足時以外でも、中国四国間連系線（中国向）の市場分断が多く生じており、運用容量拡大の必要性が高まっているため、中国四国間連系線（中国向）の下げ代不足時以外の熱容量限度値の見直しについて検討した。

【現在の連系線の概要】



| 連系線 | 運用容量 |
|-------------------------|----------------------------------|
| 中国四国間連系線 (本四連系線) | 通常時:120万kW 下げ代不足時:145万kW(必要時) |
| 関西四国間連系設備 (阿南紀北直流幹線) | 140万kW(設備容量) |



| | | |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 連続容量 263万kW 短時間容量 310万kW | 連続容量 120万kW 4時間容量 145万kW | 連続容量 263万kW 短時間容量 310万kW |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|

2. 熱容量限度値の見直し対象時期

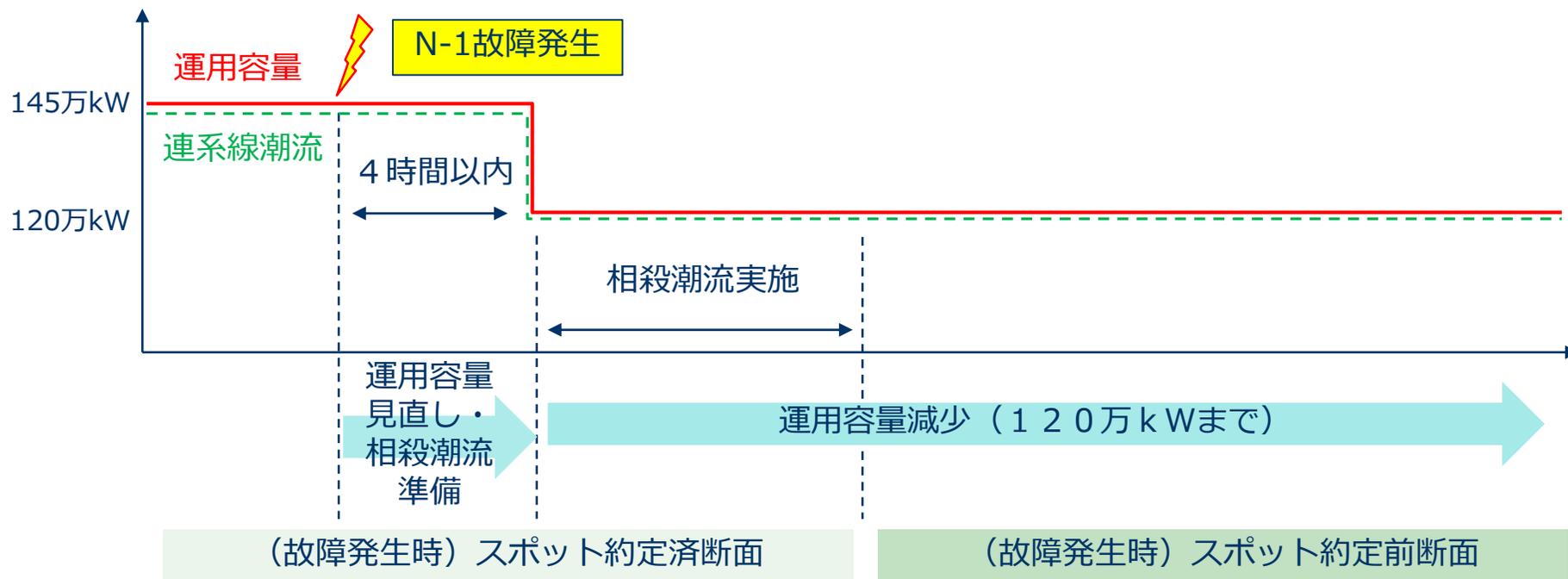
- 中国四国間連系線（中国向）の熱容量限度値の見直し対象時期は、当面は、主に市場分断が生じている7～9月とする。
- 今後、市場分断の状況等を踏まえて必要により対象時期の見直しを検討する。

【中国四国間連系線（中国向） 熱容量限度値の見直し内容】

| 連系線 | 熱容量限度値 | | | |
|-------------------|--------|--------|---------------|---|
| | 断面 | | 現在 | 2024年7月以降 |
| 中国四国間連系線 （中国向） | 2回線運用時 | 通常時 | 120万kW | 7～9月:145万kW （今回見直し） 上記以外:120万kW （変更無し） |
| | | 下げ代不足時 | 必要時は145万kWに拡大 | 必要時は145万kWに拡大 （変更無し） |
| | 1回線運用時 | | 120万kW | 120万kW（変更無し） |

3. N-1故障時の対応

- 中国四国間連系線（中国向）の運用容量を145万kWとしている断面において、N-1故障が発生し、1回線運用が継続した場合は、業務規程第127条に基づき、運用容量を4時間以内に120万kW（連続許容温度から求まる潮流）に見直しする。
- 連系線潮流が見直し後の運用容量を超過している場合は、業務規程第143条および送配電等業務指針第221条に基づき、混雑処理・相殺潮流により対応する。
- なお、中国四国間連系線のN-2故障（ルート断）時には、運用容量145万kWに応じて確保している電制電源および阿南紀北直流幹線のEPPSにより、周波数を維持する。
（運用容量を145万kWとしている場合の同期安定性、電圧安定性も維持できることは確認済み）



4. まとめ

- 中国四国間連系線（中国向）における、下げ代不足時以外の市場分断を改善するため、2回線運用時の熱容量限度値を見直しすることとし、7～9月の運用容量を145万kWとする。
- 今回の見直しは、2024年7月目途で運用容量に反映する。
- 今後、市場分断の状況等を踏まえて必要により対象時期の見直しを検討する。

(参考) 業務規程第127条

- 業務規程第127条にて、設備故障等が発生した場合、連系線の運用容量を一時的に見直すことが可能であることを規定。

(運用容量の一時的な見直し)

第127条

本機関は、計画外作業、電力設備の故障その他緊急の事象が発生し、必要と認めるときは、連系線を維持又は運用する会員に設備の状況を確認した上で、当該連系線の運用容量を一時的に見直すことができる。

～ (第2項, 第3項 省略) ～

- 業務規程第143条にて混雑処理、送配電等業務指針第221条にて相殺潮流について規定。

(混雑処理)

第143条

本機関は、翌日取引の取引情報に係る容量登録以降に連系線に混雑が発生するときは、計画潮流について、次の各号に掲げる手順により、混雑処理を行う。

一 本機関は、第143条の2で定める抑制順位により、計画潮流を混雑が発生しない量まで抑制してこれを新たな計画潮流と定め、変更する。

二 本機関は、前号の規定により混雑処理を行った場合には、抑制された計画潮流を有する託送供給契約者、発電契約者及び需要抑制契約者並びに関連一般送配電事業者に対し、抑制した断面と抑制量を通知する。

2 前項の規定にかかわらず、本機関は、受給日の前日12時以降に運用容量の減少に伴う混雑が発生する場合であっても、電力システムの安定性を確保することができるときは、計画潮流を有する託送供給契約者、発電契約者又は需要抑制契約者による代替供給力の調達等の調整努力が適切になされていることを前提に、混雑処理を行わない。

(緊急時の発電設備等の出力の調整)

第221条

混雑が発生した連系線に隣接する一般送配電事業者の供給区域の一般送配電事業者は、業務規程第143条から第143条の5までの規定による混雑処理を行うまでの間の電力システムの安定性を確保するため、必要に応じ、当該連系線の潮流を抑制する相殺潮流が流れるよう一般送配電事業者が調整力としてあらかじめ確保する発電設備等の出力の調整を行う。