YONDEN T&D

第3回運用容量検討会　資料2

中国四国間連系線 2回線運用時の下げ代不足時における熱容量限度値の考え方について

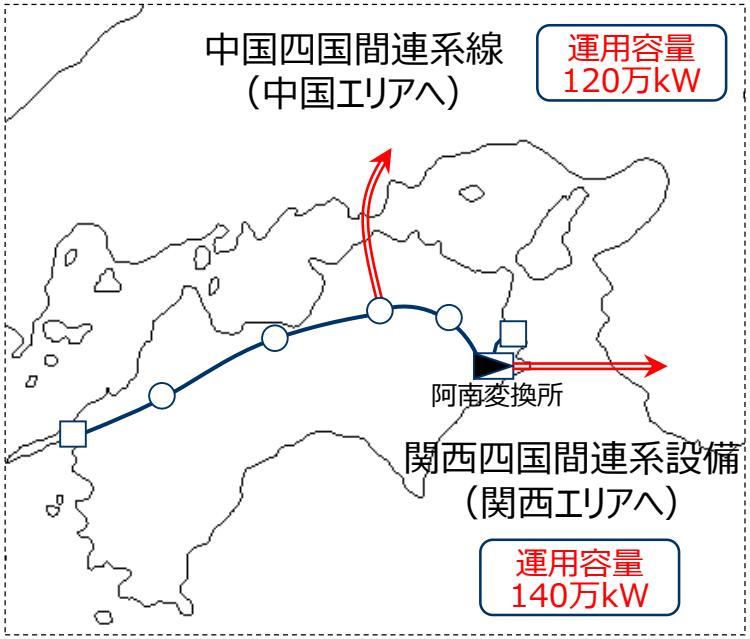
2020年12月11日

四国電力送配電株式会社

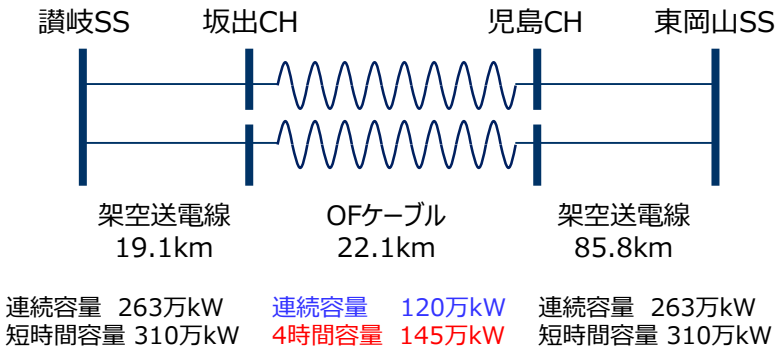
1．背景

- 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た中国四国間連系線2回線運用時の運用容量拡大策（120万kWから145万kWに見直す）について報告し、取り組みの方向性について了承された。
- 今回、2021年度の運用容量算定に向け、下げ代不足時の熱容量限度値の考え方について整理した。

【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）	120万kW（熱容量）
関西四国間連系設備（阿南紀北直流幹線）	140万kW（設備容量）



All Rights Reserved©2020 Shikoku Electric Power Transmission & Disutribution Co.,Inc.

2．熱容量限度値の考え方［通常時］

- 中国四国間連系線の熱容量限度値は、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。

＜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** （$P=\sqrt{3}*(500*10^3)*4000*0.95$）	計器用変流器:4,000A

All Rights Reserved©2020 Shikoku Electric Power Transmission & Disutribution Co.,Inc.

3．熱容量限度値の考え方［下げ代不足時］

- 下げ代不足時において、逆方向（中国向き）の熱容量限度値の考え方を短時間許容温度から求まる潮流とする。
  - N-1故障時の健全回線の潮流
    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）

＜考え方＞
- 下げ代不足時は、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 （$P=\sqrt{3}*(500*10^3)*4000*0.95$）	計器用変流器:4,000A

All Rights Reserved©2020 Shikoku Electric Power Transmission & Disutribution Co.,Inc.

4．まとめ

- 再生可能エネルギー電源の最大限活用を目指した中国四国間連系線2回線運用時の運用容量拡大策（120万kWから145万kW）を2021年度の運用容量算定に反映すべく、今回、下げ代不足時の熱容量限度値の考え方を追加した。
- 2021年度中の適用に向け、システム開発等の諸準備を進める。

All Rights Reserved©2020 Shikoku Electric Power Transmission & Disutribution Co.,Inc.

（参考）中国四国間連系線における熱容量限度値の考え方

2．熱容量限度値の考え方と判定基準　121

＜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 2,500mm²×2回線 1,540A/ケーブル
直列機器	329万kW（$P=\sqrt{3}*(500*10^3)*4000*0.95$）	計器用変流器4,000A

電力広域的運営推進機関 Organization for Cross-regional Coordination of Transmission Operators, JAPAN OCCTO

出典：第5回運用容量検討会(2020年2月14日) 資料1-3より抜粋

All Rights Reserved©2020 Shikoku Electric Power Transmission & Disutribution Co.,Inc.

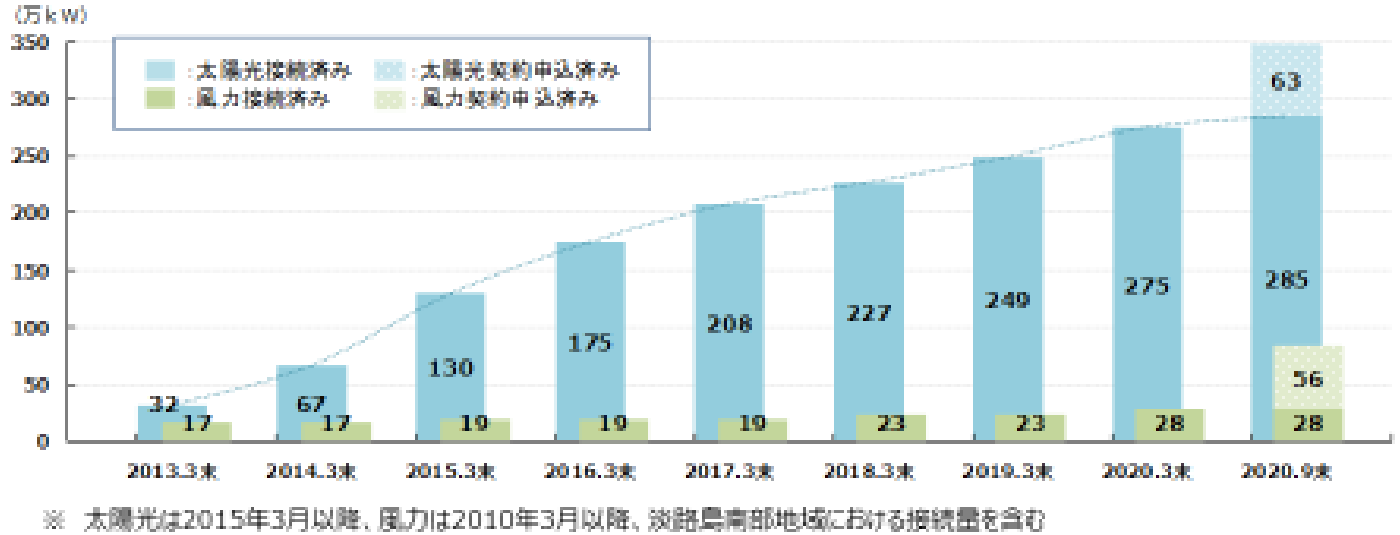
（参考）中国四国間連系線の運用容量拡大について

1．はじめに

1

○ 四国エリアでは再生可能エネルギー電源（以下、再エネ）の導入が進展しており、春秋の電力需要が低くなる時期を中心に、再エネの出力制御の可能性が高まってきていることから、出力制御量の低減策として、中国四国間連系線の運用容量拡大について検討したので、今回ご報告する。

○再エネ導入の推移



※ 太陽光は2015年3月以降、風力は2010年3月以降、淡路島南部地域における接続量を含む

四国電力送配電

All Rights Reserved©2020 Shikoku Electric Power Transmission & Disutribution Co.,Inc.

出典：第27回 系統ワーキンググループ(2020年11月18日) 資料1抜粋

All Rights Reserved©2020 Shikoku Electric Power Transmission & Disutribution Co.,Inc.

（参考）中国四国間連系線の運用容量拡大について

2. 本州四国間の連系線の構成

- 四国エリアにおいては、中国四国間連系線（本四連系線）および関西四国間連系線（阿南紀北直流幹線）で本州と連系している。

【連系線の概要】

本四連系線
（瀬戸大橋に敷設の
ケーブル区間）

阿南変換所

連系線	運用容量
中国四国間連系線（本四連系線）	120万kW（熱容量）
関西四国間連系線（阿南紀北直流幹線）	140万kW（設備容量）

四国電力送配電

All Rights Reserved©2020 Shikoku Electric Power Transmission & Disutribution Co.,Inc.

出典：第27回 系統ワーキンググループ(2020年11月18日) 資料1抜粋

All Rights Reserved©2020 Shikoku Electric Power Transmission & Disutribution Co.,Inc.

（参考）中国四国間連系線の運用容量拡大について

3．中国四国間連系線の運用容量拡大の方向性について

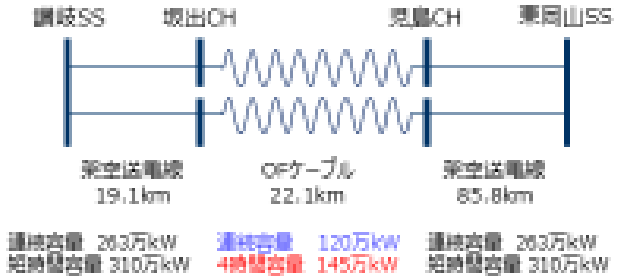
3

- 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

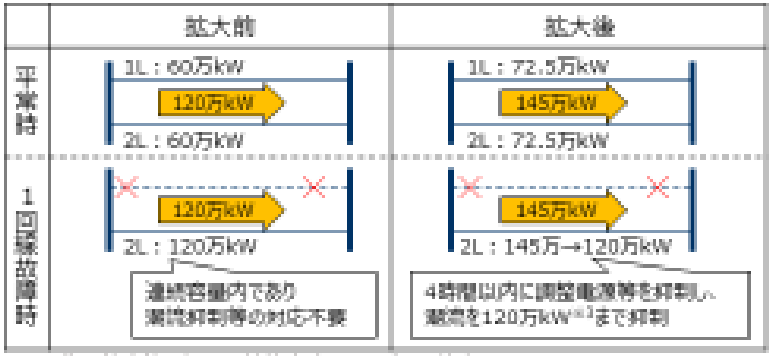
※1 中国九州間連系線（関門連系線）は熱容量もしくは周波数制約（熱容量より小さい）より定まり、拡大対象は周波数制約
※2 当社では架空送電線の短時間過負荷許容時間は15分程度

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い

○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

四国電力送配電

All Rights Reserved©2020 Shikoku Electric Power Transmission & Disutribution Co.,Inc.

出典：第27回 系統ワーキンググループ(2020年11月18日) 資料1抜粋

All Rights Reserved©2020 Shikoku Electric Power Transmission & Disutribution Co.,Inc.

（参考）中国四国間連系線の運用容量拡大について

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

運用容量＝無制御潮流※1 ＋電制対象電源の発電分（阿南紀北直流幹線のEPPS※2を含む）
＝ 20万kW ＋100万kW以上
＝120万kW※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等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

四国電力送配電

All Rights Reserved©2020 Shikoku Electric Power Transmission & Disutribution Co.,Inc.

出典：第27回 系統ワーキンググループ(2020年11月18日) 資料1抜粋

All Rights Reserved©2020 Shikoku Electric Power Transmission & Disutribution Co.,Inc.

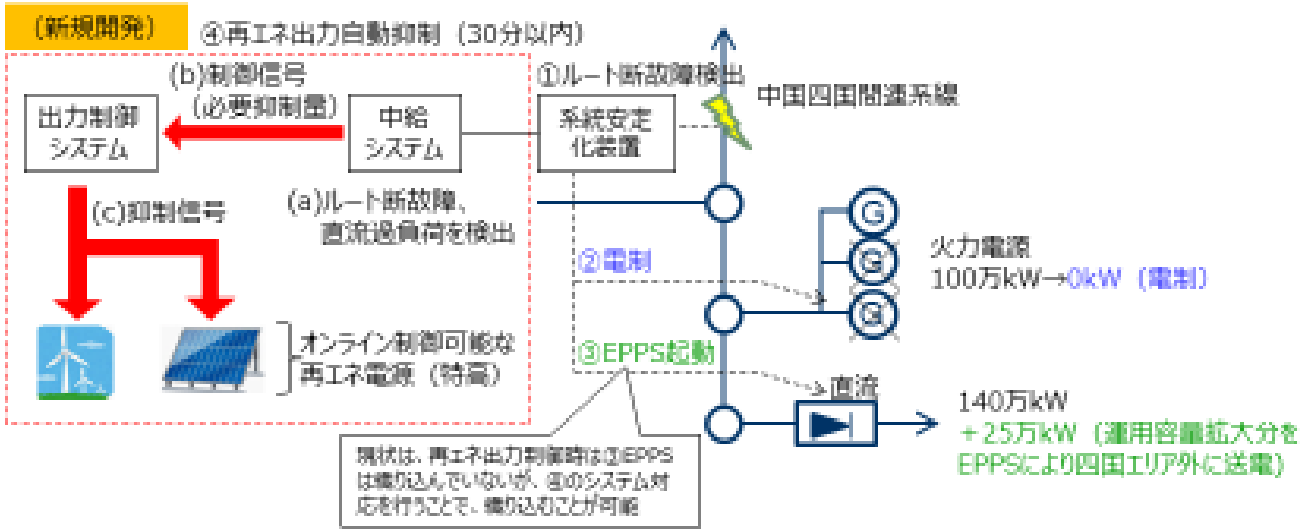
（参考）中国四国間連系線の運用容量拡大について

5．再エネ出力制御時の電制量の確保について

5

- 現在、再エネ出力制御時における中国四国間連系線ルート断故障時は、①系統安定化装置で事故を検出し、②エリア内の発電機を電制することで、四国エリアの周波数を維持しているところ。
- 今後は、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により、①、②による対応に加え、③運用容量拡大分をEPPSにより四国エリア外に送電している間に、④オンライン制御可能な特高の再エネ電源を30分以内に自動抑制することで、四国エリアの周波数維持に取り組むこととする。

○阿南紀北直流幹線のEPPS＋既存の再エネ制御システムの活用イメージ



四国電力送配電

All Rights Reserved©2020 Shikoku Electric Power Transmission & Disutribution Co.,Inc.

出典：第27回 系統ワーキンググループ(2020年11月18日) 資料1抜粋

All Rights Reserved©2020 Shikoku Electric Power Transmission & Disutribution Co.,Inc.

（参考）中国四国間連系線の運用容量拡大について

6．まとめ

○ 再エネの最大限活用を目指して、中国四国間連系線の運用容量拡大策（中国四国間連系線2回線運用時の運用容量を120万kWから145万kWに見直す）について検討を行った結果、

- N-1故障時は、速やかに過負荷解消が可能
- ルート断故障時は、電制や「阿南紀北直流幹線のEPPS＋既存の再エネ出力制御システム」※を活用することで四国エリアの周波数維持が可能

であることから、再エネ出力制御の可能性が高まった場合の出力制御量の低減策として、中国四国間連系線2回線運用時の運用容量を145万kWまで拡大可能と考えられる。

○ 今後は、上記の検討結果を踏まえ、関係箇所と協議のうえ運用容量の拡大に向けた諸準備を進めたい。

※システム開発に1年程度要する見込み

四国電力送配電

All Rights Reserved©2020 Shikoku Electric Power Transmission & Disutribution Co.,Inc.

出典：第27回 系統ワーキンググループ(2020年11月18日) 資料1抜粋

All Rights Reserved©2020 Shikoku Electric Power Transmission & Disutribution Co.,Inc.