

電力ネットワークの次世代化について

2023年12月19日

資源エネルギー庁

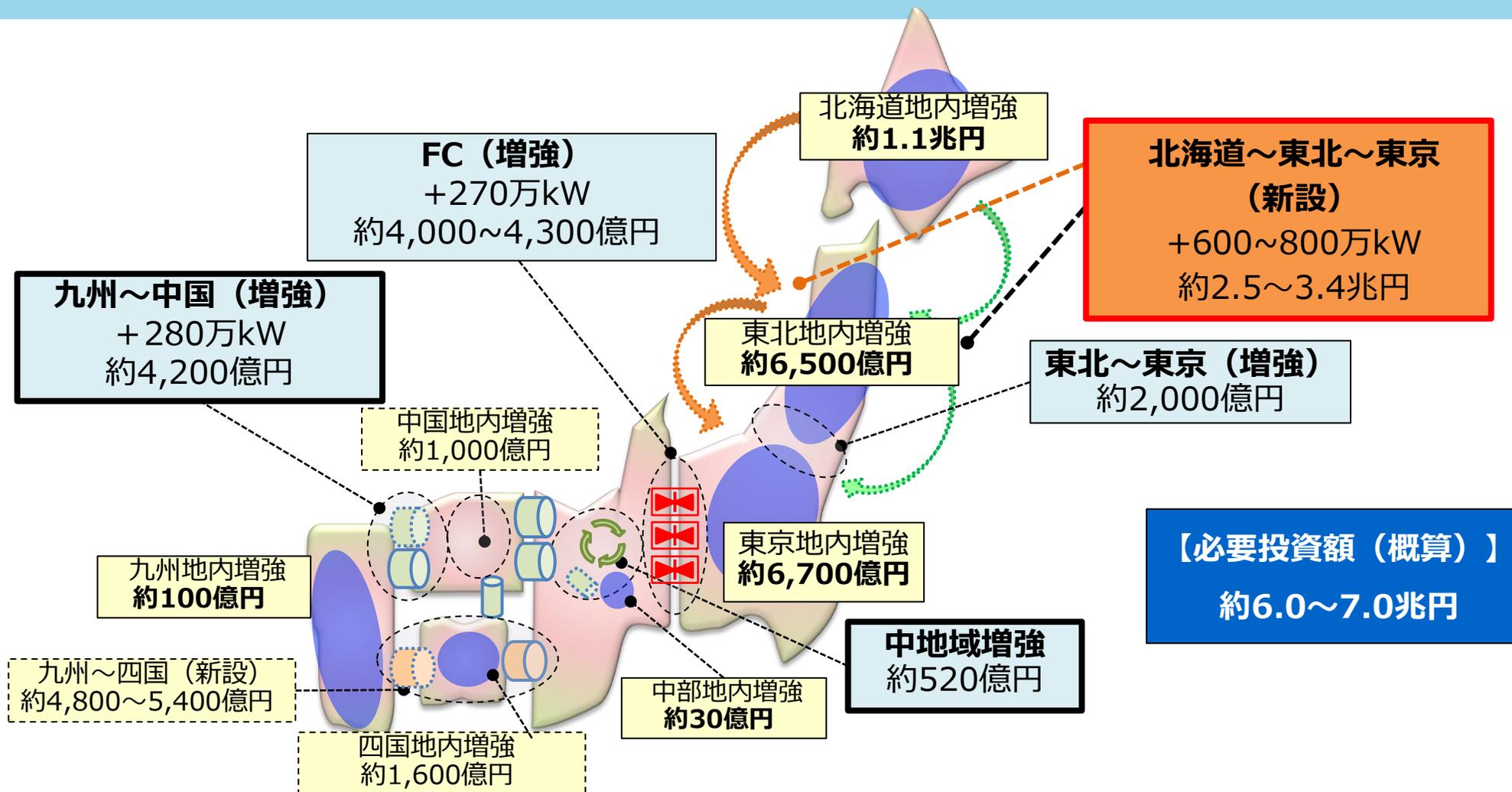
本日のご報告

- 2050年カーボンニュートラルも見据えた将来的な系統の絵姿として、2023年3月に電力広域機関がマスタープランを策定した。今後、マスタープランを踏まえ、個別の計画を策定する中で、整備内容や工事費等を具体化していくこととしている。
- マスタープランを踏まえた系統整備のうち、特に、東地域及び中西地域の地域間連系線の整備については、2022年7月の国から電力広域機関への計画策定プロセスの開始の要請以降、同機関において、検討を深めているところ。
- 本日は、地域間連系線整備（東地域、中西地域）の足元の検討状況と今後の方向性をご報告させていただく。

【参考】「マスタープラン」の概要

第52回再エネ大量導入・次世代電力NW小委員会
(2023年6月21日) 資料2より抜粋 (一部修正)

- 再エネ大量導入とレジリエンス強化のため、電力広域的運営推進機関において、2050年カーボンニュートラルも見据えた、広域連系システムのマスタープランを2023年3月29日に策定・公表した。
- 並行して、北海道～本州間の海底直流送電等について、具体的な整備計画の検討を開始。



【参考】東地域と中西地域の系統整備について

- 東地域と中西地域の系統整備については、**2022年7月に、国が電力広域機関に対し、計画策定プロセスの開始を要請。**

【参考】東地域等の地域間連系線整備計画の策定プロセスの開始要請

(出所) 2022年7月13日 大量導入小委

- 再エネの導入促進とレジリエンス強化に向けて、電力広域機関を中心にマスタープランの検討を進める一方、資源エネルギー庁においては、海底直流送電に関する実地調査等を進めてきている。
- こうした中で、通常であれば、全国大の系統増強計画であるマスタープランの策定を待つて、個々の地域間連系線等の整備計画を進めるところである。しかし、再エネの導入を加速化する政策的な観点から、**一部の地域間連系線については、マスタープランの策定を待たずに検討を具体化することが重要**と考えられる。
- **このため、①東地域（北海道～東北～東京間）、②中西地域（関門連系線、中地域）の地域間連系線増強計画について、広域機関において計画策定プロセスを開始することとしてはどうか。**
- また、東地域の地域間連系線増強の計画策定にあたって、洋上風力等の案件組成状況では日本海側に準備区域が集中していることやレジリエンスの優位性、さらにはこれまでの机上検討等の結果での技術的の実現可能性を踏まえて**日本海ルートでの2GWの増強を基本**として、計画策定プロセスを進めてはどうか。
- なお、これらの計画策定プロセスを進める上では、S+3Eの視点から以下の点に留意する必要があり、エネルギー政策や電源立地動向を踏まえることが重要である。
 - ・再エネを含めた電源の設置の動向（容量・時期）との整合性
※2030年度の再エネ導入目標に向けた電源の設置が進んでいるところ、これを踏まえたものであること
 - ・技術動向や経済性等を踏まえた将来的な拡張性

1. 東地域の系統整備の状況

- 東地域（北海道～東北～東京間）の系統整備については、GX実現に向けた基本方針（令和5年2月）においても、「北海道からの海底直流送電については、2030年度を目指して整備を進める。」とされており、主に下記の課題を示し、検討を進めてきたところ。
- 今後、2023年度内目途の基本要件の策定、その後の事業実施主体の組成、2024年度目途の広域系統整備計画の策定に向けて、検討を加速していく。

主な課題	主な検討事項	取組内容	詳細検討
①事業実施主体等	<ul style="list-style-type: none"> ・実施主体の組成 ・ファイナンス、費用回収 	・整備等計画の認定	議論済 (2023/6/27電ガ小委)
		・資金調達の円滑化	議論済 (～2023/11/7大量小委)
		・東地域の計画策定プロセスの進め方	本日の報告
		・広域系統整備計画の在り方	議論済 (～2023/12/5大量小委)
②先行利用者との関係等	<ul style="list-style-type: none"> ・先行利用者等の特定 ・海域の実地調査等 	・海域・揚陸点実地調査等を踏まえたルート等の検討	本日の報告
③ケーブルの敷設方法等	<ul style="list-style-type: none"> ・ケーブルの敷設方法等 ・メンテナンス手法の検討等 	<ul style="list-style-type: none"> ・海域・揚陸点実地調査等を踏まえたルート等の検討 ・敷設船・防護管取付工法の開発（NEDO事業） ・道路や鉄道等のインフラ活用の検討 	

【参考】東地域の計画策定プロセスの進め方

(出所) 第52回 再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会 資料2 一部編集

- 北海道と本州をつなぐ海底直流送電を中心とした東地域の計画策定プロセスについては、2022年7月、国から電力広域機関に対して、計画策定プロセスの開始を要請。
- 今般、国が行っている実地調査や各種検討の進捗を踏まえ、電力広域機関において、関係事業者をメンバーとする作業会の体制を強化の上、年度内を目途とする基本要件の策定に向けた検討を加速する。
- また、国においては、電力広域機関における検討状況を踏まえつつ、資金調達等の環境整備の具体化を進める。



【参考】電力広域機関における検討状況

- 電力広域機関においては、直近で系統構成（系統の接続方法等）や、連系線ルート、交直変換装置の設備構成等の技術的事項を精査しているところ。
- 国が実施する海域実地調査等とも合わせて検討を進め、2023年度内目途の基本要件の策定を目指す。

◆2023年12月8日 広域系統整備委員会 資料1-2

東地域の計画策定プロセスにおける検討項目の全体像 □ = 今回ご説明 3

■ 北海道～東北～東京間の日本海ルート2GWを基本に地域間連系線増強等を検討。
本日は、系統構成、連系線ルート、交直変換装置について、ご確認いただく。

<整備概要と主な検討内容>

- ① 系統構成
・新設HVDCの接続エリアの検討
(北海道～東北～東京間)
- ① 連系線ルート/方式（海底直流送電等）
・海底直流送電の実現性検討（海域実地調査）、
ルート・工法・構造の一体検討、揚陸地点
・陸上の直流、架空交流による送電ルートとの比較
- ② 交直変換装置
技術動向調査、機器構成案の比較検討
- ③ 交流系統と直流系統の連系地点
地内の状況を踏まえた連系地点選定
- ④ 地内系統
地内系統増強、再エネ大量導入の系統影響評価と対応
- ⑤ 事業推進に資する検討
ファイナンス面からのリスク評価など

※上図は検討内容の項目を整理するためのイメージであり、増強概要を示したものではありません。

【参考】電力広域機関における検討状況

- 今後、北海道・東北エリアに再エネ電源が大量導入される見込みであることを踏まえ、系統構成案として、3つのパターンを検討。（下記A～C案）
- 北海道・東北エリアから東京エリアへの送電容量を確保する必要性、設備信頼度・運用の柔軟性、架空送電工事の施工力確保等の観点を踏まえ、引き続き比較検討を進めることとした。

◆2023年12月8日 広域系統整備委員会 資料1-2

全体の系統構成案		6	
<ul style="list-style-type: none"> ■ 前回の本委員会にて、系統構成案は、日本海ルート2GWのHVDC送電を基本としたうえで、広域連系系統のマスタープランとの連続性などを踏まえ、以下の3パターンに大別した。 ■ 今回、各系統構成案の特徴・得失について整理したことから、その内容と方向性を確認したい。 			
第71回広域系統整備委員会資料を一部修正			
	[A案]北海道～東北～東京間HVDC	[B案]北海道東京間HVDC	[C案]北海道東北間HVDC + 東北東京間交流連系線増強
概要図	<p>北海道地内系統増強 ・275kV送電線新設 ・HUB設備新設ほか</p> <p>HVDC新設 2GW</p> <p>東北地内系統増強 ・500kV送電線新設 ・HUB設備新設ほか</p> <p>HVDC新設 2GW</p>	<p>北海道地内系統増強 ・275kV送電線新設 ・HUB設備新設ほか</p> <p>HVDC新設 2GW</p> <p>東北地内系統増強 ・500kV送電線新設 ・HUB設備新設ほか</p> <p>HVDC新設 2GW</p>	<p>北海道地内系統増強 ・275kV送電線新設 ・HUB設備新設ほか</p> <p>HVDC新設 2GW</p> <p>東北地内系統増強 ・500kV送電線新設 ・HUB設備新設ほか</p> <p>HVDC新設 2GW</p> <p>東北東京間連系強化 (交流系統増強)</p>
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・3エリアをHVDCで接続する案 ・北海道・東北両エリアの再エネを東京に送電する事が可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・北海道から東京へHVDCで直送する案 ・HVDCを介して東北の再エネは送電できない ・(東北に揚陸のみする場合) ケーブル事故後の故障点探査の期間短縮が期待できる 	<ul style="list-style-type: none"> ・東北東京間については交流系統を増強する案 ・東北東京間連系線の運用容量は、再エネが偏在する東北北部の送電線事故時の安定性にによる制約があり、東北部の交流連系線増強による運用容量の拡大効果がどの程度か検討要

【参考】電力広域機関における検討状況

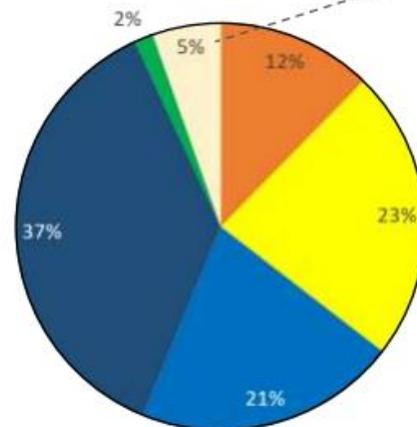
◆2023年12月8日 広域系統整備委員会 資料1-2

海底ケーブルルート上の調査結果について

10

- 前回の本委員会にて、北海道～東北～東京までの海底ケーブルの敷設ルートについて、実地調査の結果を報告した。その中で、一部の海底谷などの傾斜が急峻な地形が近接する箇所については、それを迂回するためにルートを岸側にずらして確保する方向とし、**その実現性を既存の各種データを用いて確認**することとしていた。
- 今回、これらを確認した結果、**全区間においてルート確保が技術的に可能であることが確認できた。**
これらの結果をもとに、敷設・防護方法などを精査し、工事費・工期等を整理していく。

ルート案の海域状況
(北海道(後志)～新潟 約800km)
※揚陸の候補地点等は別途検討中



急峻な地形が近接する箇所は、ルート周辺の調査結果等から迂回して対応できることを確認済

【凡例】

- 露岩域
- 礫帯
- 細砂・中砂
- シルト・粘土
- ケーブル交差
- 急峻な地形が近接迂回ルートで対応可

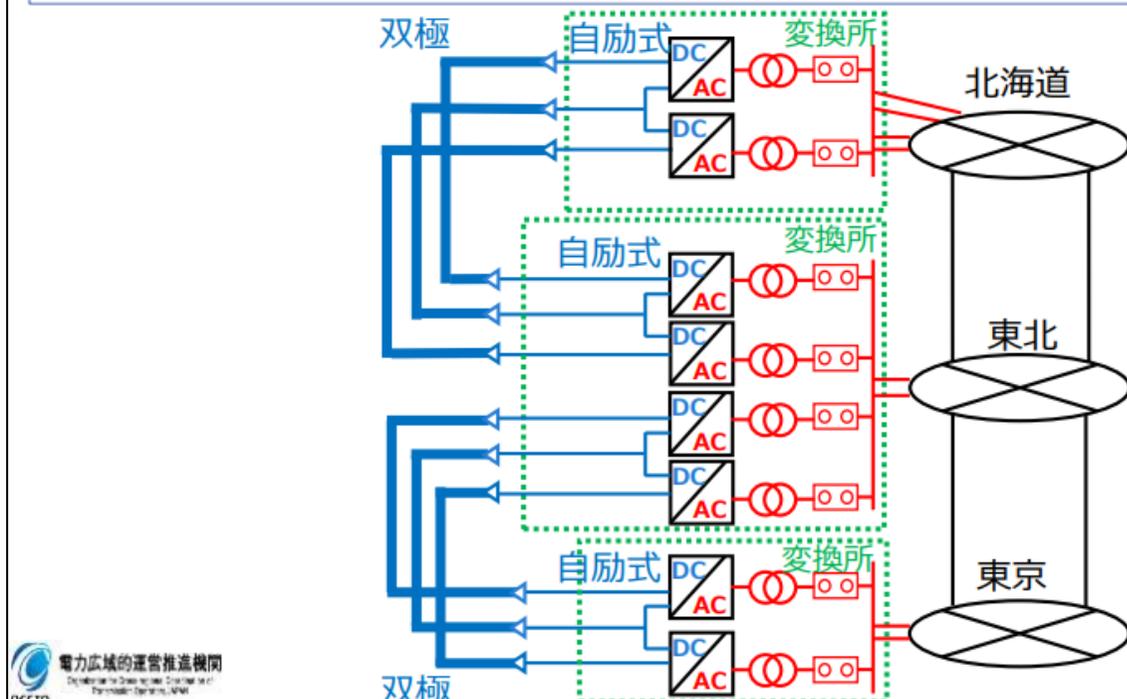
【参考】電力広域機関における検討状況

◆2023年12月8日 広域系統整備委員会 資料1-2

交直変換装置の設備構成案

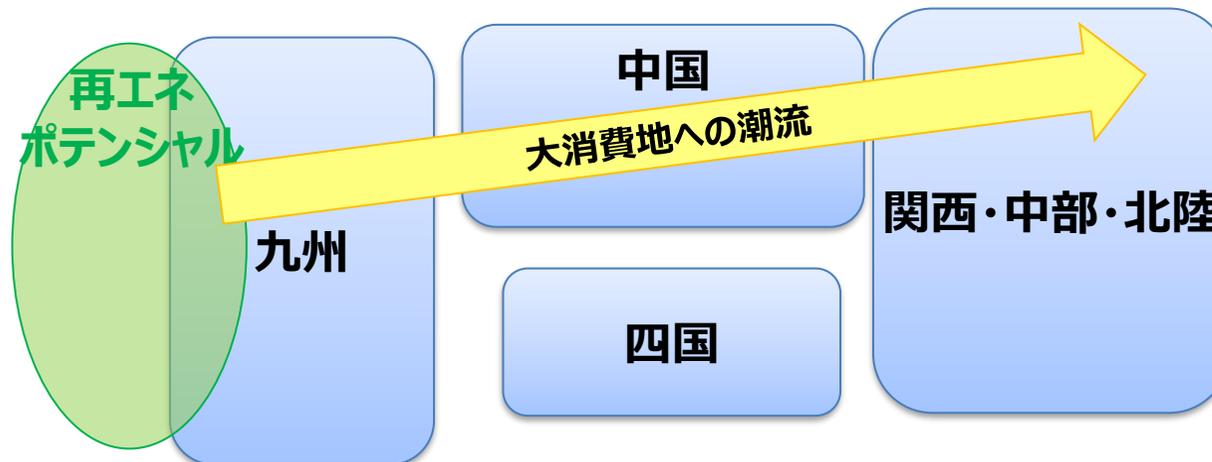
14

- 交直変換装置の設備構成については、**技術開発動向や実現性、工事費・工期などの観点から総合的に判断する必要がある**。今回の基本要件においては、次頁以降の評価結果に基づき、**以下を基本的な方向性として基本要件を取り纏めていくこと**としてはどうか。
 - ✓ 端子構成：実績があり実現性の観点からも確実である**2端子構成**を基本
 - ✓ 極構成：ケーブル条数が少なく工事費・工期の低減が図れる**双極構成**
 - ✓ 交直変換方式：採用実績があり、交流系統との協調面からも優位な**自励式**



2. 中西地域の系統整備の状況

- 中西地域（①関門連系線増強、②中地域）の系統整備は、九州エリアの再エネを本州の大消費地へ送電することを可能とし、再エネ大量導入や電力のレジリエンス強化を実現するもの。
- 特に、2018年以降、九州エリアでは再エネの出力制御が増加傾向であり、需要面・供給面での対策に加えて、系統面での対策も早期に進めることが必要。
- このため、関門連系線の増強については、今般取りまとめる「出力制御対策パッケージ」における対策の一つとしても位置付けたところ。
- こうした状況を踏まえ、中西地域の系統整備については、引き続き、電力広域機関の計画策定プロセスにおいて、工事費や工期の精査、費用便益評価等を進め、早期の広域系統整備計画の策定、工事着工・完成に向けて取り組んでいく。



関門連系線増強の検討状況について

- 関門連系線（九州～中国間）の増強については、電力広域機関の作業会において、専門的な知見を得ながら、技術的課題を精査しているところ。

【広域機関における検討状況】

- その中で、直流連系における海底ケーブルルート案とインフラ活用ルート案の比較を行った結果、実現可能性や工事費の面で直流海底ケーブル連系が有利であることが確認された。これを踏まえて、現在、工期・工事費・費用便益等について検討を深めるとともに、設備構成等についての検討を実施している。
- 設備構成については、早期運開を目指すことが再エネ出力制御の緩和等の社会的ニーズに沿う観点から、将来的な2GWへの拡張性を考慮した上で、まずは1GWでの運転開始とする、段階的な増強案も選択肢として考えられる。
- このため、関門連系線増強については、この1GW増強案も選択肢として、引き続き、工期・工事費、費用便益等の検討を進め、2023年度内目途の基本要件の策定を目指すこととしている。

➡ 関門連系線は、足元の九州エリアの再エネ出力制御や既設関門連系線での混雑の緩和、今後の再エネ導入拡大、供給信頼度上の必要供給力のより安価な確保等に資するもの。こうした観点を踏まえ、上記の方向で、可能な限り早期に増強をし、域外送電量を増加させることが必要となる。

【参考】電力広域機関における検討状況

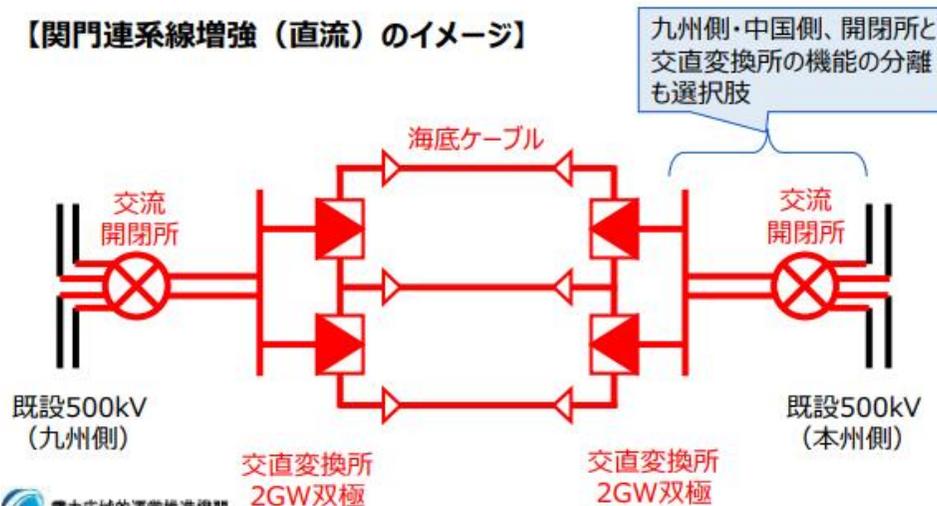
◆2023年12月8日 広域系統整備委員会 資料1-3

1-1. 関門連系線増強の増強案の概要 - 交直変換所 -

5

- 関門増強は、マスタープランで示された規模である2GW双極について、検討しているところ（基本的な設備構成は以下のとおり）。
- 既設500kV系統との接続は、九州側・本州側ともに地域間連系線である直流設備の信頼度確保の観点から、既設500kV系統からの4回線引込とする設備を基本とする。
- なお、関門海峡周辺は市街化区域や山間部が主であり、**用地確保の観点から、交直変換所と交流開閉所を分ける構成も選択肢**として考慮する。

【関門連系線増強（直流）のイメージ】



関門海峡周辺の状況

【参考】電力広域機関における検討状況

◆2023年12月8日 広域系統整備委員会 資料1-3

1-2. 関門連系線増強の増強案の概要 – 系統安定化対策 –

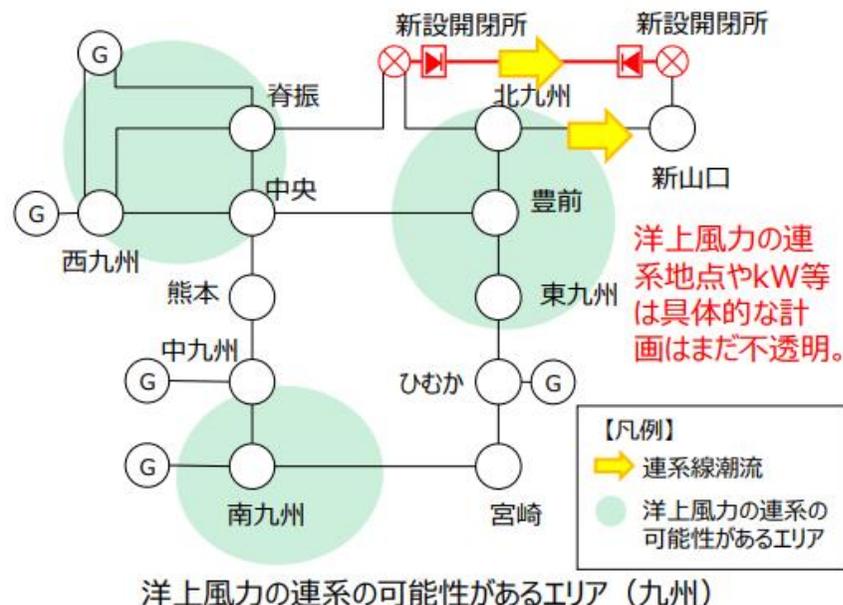
6

- 増強した関門連系線を最大限活用して、九州から本州向きに送電するには、交流系統の系統安定度も考慮する必要がある。
- 現時点で想定される**増強設備運開時点（2030年頃）の系統状況では、系統安定度に大きな問題はない見通しだが、洋上風力の連系が拡大した将来の系統状況においては連系線運用容量最大限の送電にはSTATCOM等の対策が必要となる可能性がある。**
- **ただし、洋上風力の連系には不確実性があることから、連系地点や規模等が具体化したのち、具体的な対策を検討することが合理的な設備形成を実現する上で望ましい。**

【参考】エリア別の導入イメージ



出典：第2回 洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会
(2020/12) 資料2-1



【参考】電力広域機関における検討状況

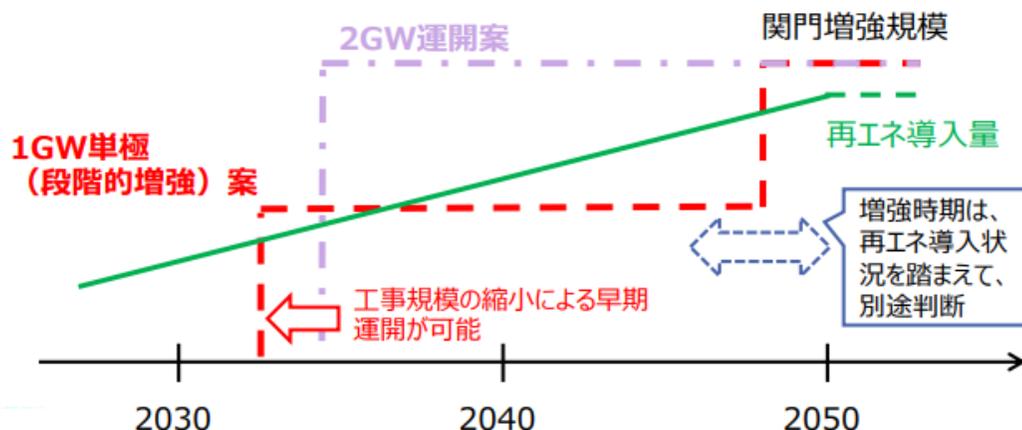
◆2023年12月8日 広域系統整備委員会 資料1-3

1-3. 関門連系線増強の増強案の概要 - 増強規模 -

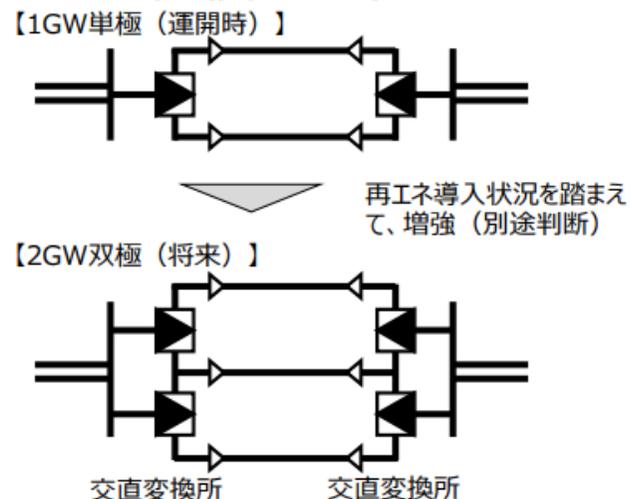
7

- 関門連系線増強の将来の設備構成としては、2GW双極を基本として検討しているものの、現時点では洋上風力の連系が具体的に見通せない状況にある。
- 他方、増強による足元での九州エリアの再エネ出力制御の緩和（p8~9 参照）および供給信頼度上の必要供給力がより安価に確保しやすくなる効果が期待されることを踏まえると、極力早期の運開を目指すことが、社会的ニーズの観点から望ましい。
- このため、関門連系線増強は、2GW双極への拡張性を考慮したうえで、まずは1GW単極運開とする段階的増強案も選択肢として考えられるのではないか。なお、2GW目の増強時期を洋上風力の動向などを踏まえて別途判断とすることで、初期投資の低減も可能。

<再エネ導入拡大を踏まえた増強案のイメージ>



<1GW単極運開 (段階的増強) のイメージ>



【参考】電力広域機関における検討状況

◆2023年11月10日 広域系統整備委員会 資料1-2

2-3. 関門連系線増強の送電ルートについて 今後の進め方

18

- 今回、関門連系線増強を直流で行う場合について、海底ケーブルルートとインフラ活用ルートの検討結果を整理した。
- その結果、海底ケーブルルートについては、海峡横断部では露岩域等に対して埋設・防護・迂回が必要となる見込みだが、ルート確保に大きな障害は確認されていない。
- 一方、インフラ活用ルートについては、橋梁やトンネルにおいて道路法等の規制や狭隘等の制約があり、ケーブル敷設の実現性は乏しいことを確認した。

さらに、既設500kV系統からインフラまで市街化区域経過が必要となり、長距離の架空線・地中線での連系となることから、工事費においても、海底ケーブルルートよりも劣後する見込みであることを確認した。

- このため、**関門連系線増強は、実現可能性や工事費で優位な直流海底ケーブル連系を基本とし、引き続き、工事費・工期の精査を進めていく。**

今後のスケジュール

- マスタープランを踏まえた系統整備については、今後、早期の着工・完成を目指すべく、電力広域機関における計画策定プロセスを進めていく。

