

# 東地域および中西地域の広域連系系統に係る 計画策定プロセス — 関門連系線・中部関西間連系線の検討状況等について —

2023年5月26日  
広域系統整備委員会事務局

- 中西地域の広域連系系統に係る計画策定プロセスについては、これまで作業会を中心に増強方策やその技術的課題を確認・検討してきたところ。
- このうち、中地域交流ループに関しては、工事内容等を確認した上で、2026年度当初の交流ループ化の実現を目指し、引き続き工事を進めて行くことについて確認済み（2023年2月14日第66回広域系統整備委員会）。
- 本日は、中西地域の計画策定プロセスのうち、「関門連系線」、「中部関西間連系線」に関し、作業会での検討状況を報告するとともに、今後の対応方針等についてご確認頂きたい。
- また、東地域の広域連系系統に係る計画策定プロセスについては、海域実地調査結果を用いた海底ケーブルルート検討の準備として、作業会メンバーの追加についてお諮りしたい。

1. 関門連系線の検討状況等について（確認）
2. 中部関西間連系線の検討状況等について（確認）
3. 東地域作業会のメンバー追加について（審議）
4. 整備計画具体化に向けた作業会の実施状況（報告）

1. 関門連系線の検討状況等について（確認）
2. 中部関西間連系線の検討状況等について（確認）
3. 東地域作業会のメンバー追加について（審議）
4. 整備計画具体化に向けた作業会の実施状況（報告）

- 関門連系線について、交流連系においては海底ケーブル連系の他、その代替となり得るインフラ活用などの可能性を確認するとともに、直流連系を想定した場合の技術的課題に関し確認してきた。現時点でのこれらの確認状況は下記のとおり。

## ○ 交流連系案

- ✓ 500kV級の交流の長距離海底ケーブルによる交流連系の実現には、大容量の交流長距離海底ケーブル特有の課題対応に向け技術開発が必要であるが、現時点では、これらを考慮した交流の長距離海底ケーブルの製造・工事は困難※1。
- ※1 物量が期待できないため、500kV級の大容量の交流長距離海底ケーブルの製造・工事を行っていないことから、本案を採用するには新たな設備投資・技術開発が必要となる。
- ✓ 代替としてインフラ活用によるケーブル布設が考えられるが、必要なケーブル条数（+280万kW規模の増強で18条注）に応じた空間・耐荷重等を確保できるか等の課題について検討が必要。

## ○ 直流連系案

- ✓ 万が一の過酷ケースとして、既設関門連系線ルート事故による直流連系ルート停止（交直同時停止）による中国～九州間の連系分断を想定した系統影響評価を実施。  
〔九州地内〕大規模な供給力余剰に対し、系統安定化装置の開発等により、技術的に対応可能な見込み。※2  
〔中国以東〕大規模な供給力喪失状況下でも、全域のブラックアウトは回避できる見込み（ただし、大規模な供給力喪失への対応が必要であり、その対応のあり方について別途整理が必要）。
- ※2 詳細に関しては、HVDC再起動不可の発現リスクや、PCS応動調査等を踏まえて別途評価が必要
- ✓ なお、直流連系の場合、既設関門連系線の主たる運用制約要因である周波数制約自体の解消は困難であり、運用容量拡大効果は交流連系には劣るとの特徴あり（交流連系の場合、設備容量2ルート分の運用容量への拡大効果が期待できるものの、直流連系の場合、既設関門の運用容量+直流設備容量相当の拡大効果にとどまる）。
- ✓ ケーブル条数は交流に比べると少なく済むため（+200万W規模の増強で3条注）、その場合のインフラ活用の可能性について検討が必要。

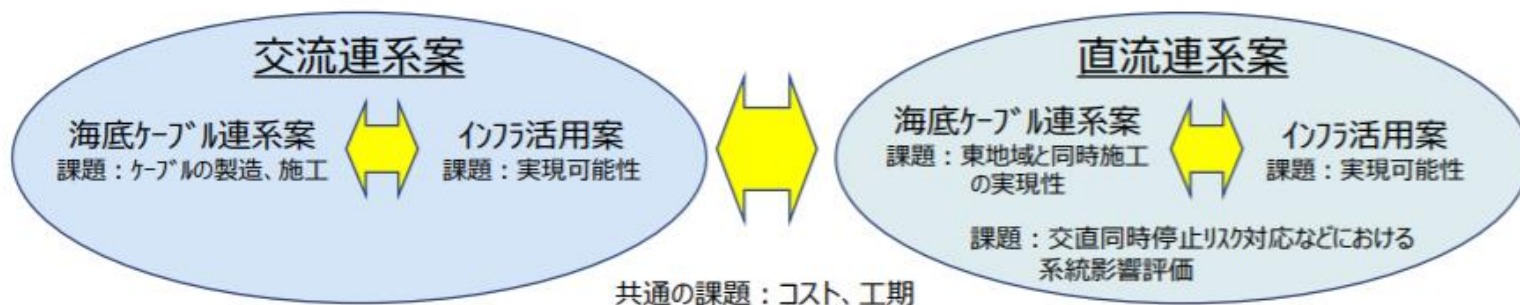
注）布設条件等によって変わる可能性あり

## 中西地域作業会の検討状況について

13

### 関門連系線

- 作業会では、技術的課題を確認しながら交流海底ケーブル連系について検討を進めるとともに、海底ケーブル連系の代替案として、道路・鉄道などのインフラを活用したケーブル敷設案についても、国の協力のもと、検討を進めているところ。
- また、これら交流連系案の検討と並行して、直流連系案についても検討を着手しており、東地域における検討とも知見を共有しながら検討を進めている。この中で、直流連系固有の課題（既設関門連系線と直流設備の同時停止リスク対応などにおける系統影響評価）についても検討していく方針。
- 最終的には、これら交流連系案・直流連系案を、便益・コスト等を踏まえ比較評価していく方針。



注) 代表的な課題を記載

## 1. 関門連系線の検討状況等について

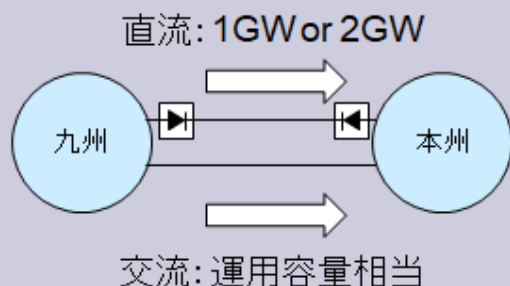
中西地域における整備計画具体化に向けた作業会における確認状況

交直同時停止を想定した過酷ケースでの系統影響評価（評価ケース・条件等）

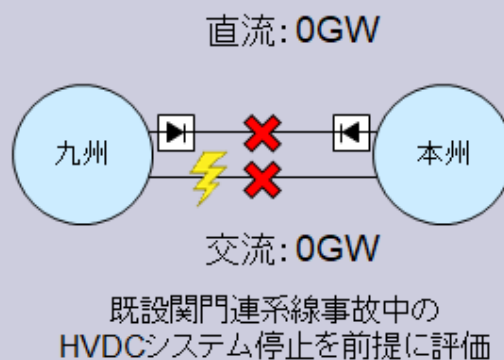
(九州地内系統影響評価の例)

- 交流ルート（既設関門連系線）遮断時の周波数上昇シミュレーションを行い、落ち着き先の周波数が許容範囲内（59.2Hz～60.5Hz）となる条件を確認
- 検討にあたっては、交流連系線ルート遮断時の周波数上昇対策として、既設の系統安定化装置による電制や発電機OFRy遮断を考慮
- また、発電事業者設置の周波数リレー（OFRy）による発電機の脱落も考慮

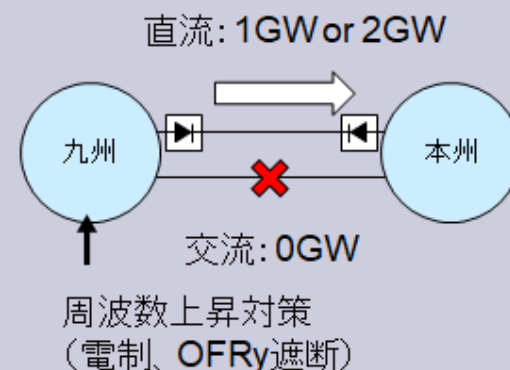
## ①事故前



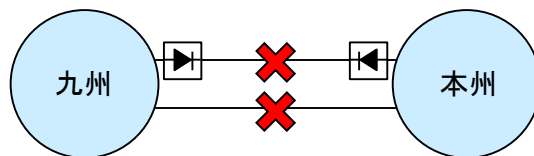
## ②事故中



## ③HVDCシステム再起動後



最過酷ケースとして、HVDCシステム再起動不可ケースも評価



〔九州地内〕

- 再起動可能の場合、直流ルートを送電容量によらず周波数維持可能
- 再起動不可の場合、2GWケースは周波数維持困難となるが、系統安定化装置の開発等により、再起動不可検出後の追加電制を実施することで周波数を維持可能な見込み  
(追加電制には時間的制約もあるため、今後詳細を検討)

直流ルート送電容量	1GW	2GW
HVDC再起動可能	◎	◎
HVDC再起動不可	○	×
(追加電制実施)	◎	○

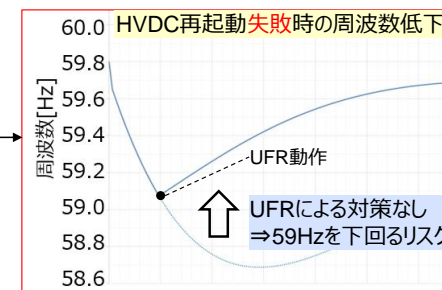
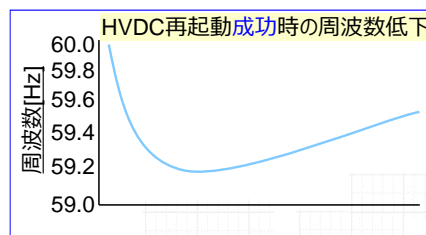
〔凡例: ◎ 許容範囲内に制御可能(OFRyによる不要な電源脱落なし) × 許容範囲を逸脱  
○ 許容範囲内に制御可能(OFRyによる不要な電源脱落あり)〕

〔中国以東（本州側）〕

- 再起動可能の場合、周波数面の影響は現状とほぼ変わらない
- 再起動不可の場合、負荷側UFR等<sup>※1</sup>でブラックアウトを回避することは可能な見通しであるが、対応のあり方等について別途整理が必要
- 直流連系実施に向けては、周波数低下時におけるPV等の不要解列の解消度合に応じた周波数面の影響を踏まえ、具体的な運用容量や対策<sup>※2</sup>について検討が必要

※1 中国以東の系統容量の最大約1割程度の負荷遮断が必要と試算

※2 不要解列が一定量残る場合には、周波数低下検出後に制御する負荷側UFRのみでは対策が不足する懸念があり、高速な制御が必要となる可能性あり

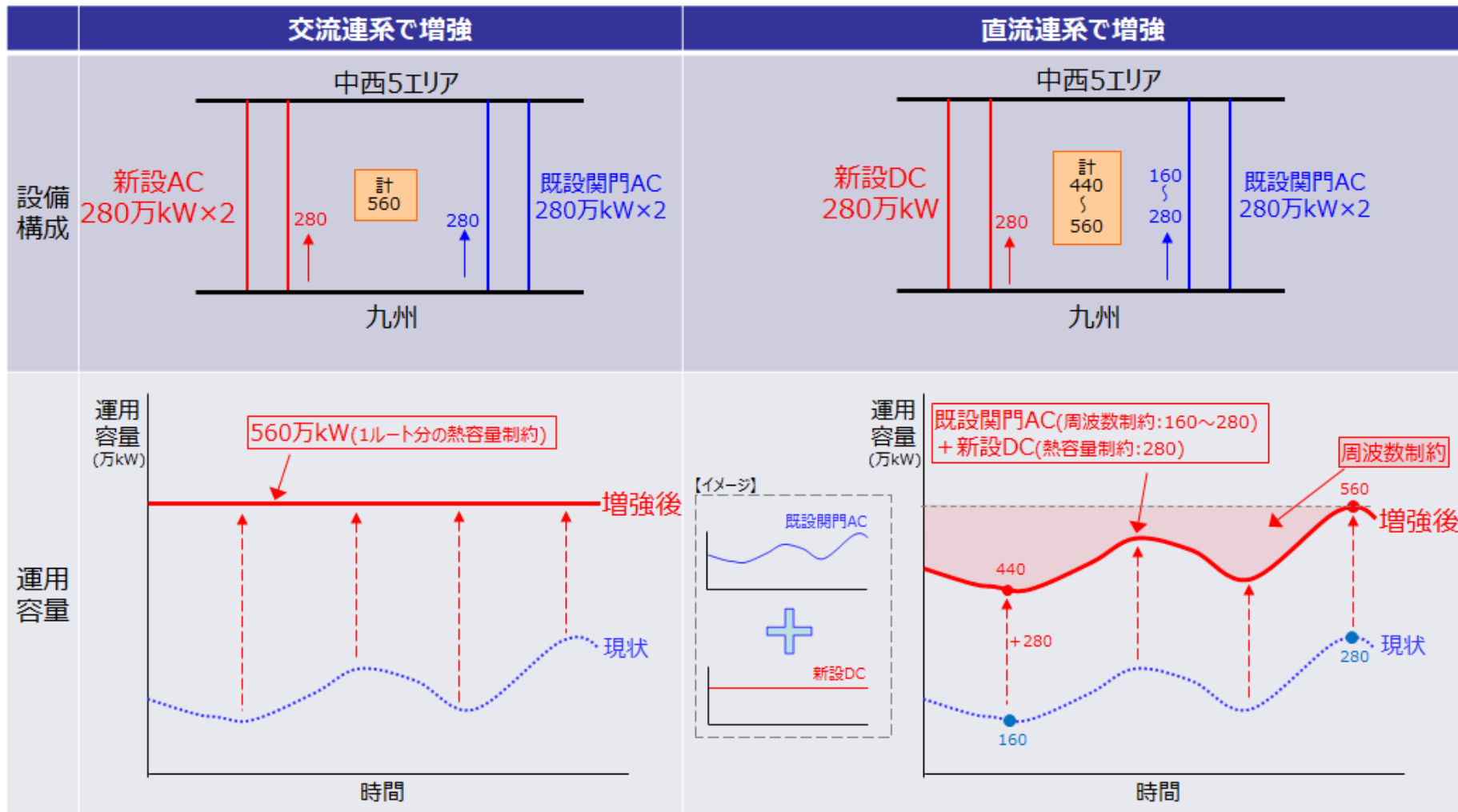




# 1. 関門連系線の検討状況等について

## 中西地域における整備計画具体化に向けた作業会における確認状況 直流連系時の運用容量拡大効果について

- 関門連系線を交流連系もしくは直流連系で増強した場合の運用容量(中国向)のイメージは、以下のとおりであり、直流連系で増強する場合は、周波数制約は解消されない



注) 同期安定性・電圧安定性について別途考慮が必要 (同期安定性・電圧安定性で運用容量が制約される場合あり)

- 現時点で交流連系のうち500kV級の長距離海底ケーブルによる連系は、製造・工事面から実現には課題。そのため、海底ケーブルによる連系を行う場合、直流連系による案が有力と考えられる。
- この際、直流連系に関し工事内容・工事費等の検討を深める中では、マスタープランで示された規模（2GW前後の双極構成）の他、段階的な整備（例えば、いったん1GW前後の単極構成を構築し、将来2GWに拡張する対応）も意識した検討を行っていく。
- また、インフラ活用による連系に関しても、必要な空間等が確保可能かの検討を進めるが、交流に比べてケーブルの条数が少なく済む直流ケーブルの方が、必要な空間等の確保面で有利と考えられる。
- このため、関門連系線増強に関しては、今後は直流連系を有力な選択肢として、検討をさらに加速化していくこととしたい。

1. 関門連系線の検討状況等について（確認）
2. 中部関西間連系線の検討状況等について（確認）
3. 東地域作業会のメンバー追加について（審議）
4. 整備計画具体化に向けた作業会の実施状況（報告）

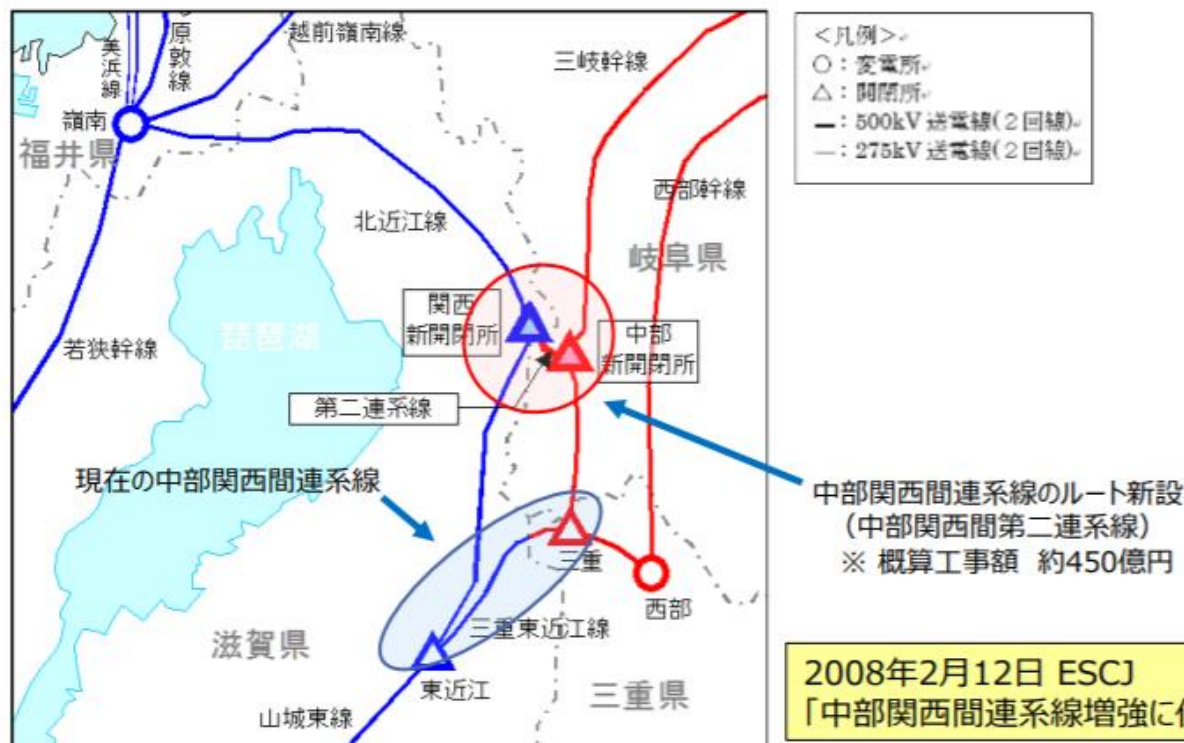
- 中部関西間連系線に関しては、マスタープランでとりあげた現行計画（次頁）に関し、見直しの可能性等を確認してきた。このたび、中地域交流ループの実施等の状況変化や最新の知見を踏まえた上でも、増強方策として現行計画が合理的であることを確認した。
- その上で、現行計画に関し、最新の知見等を反映した工事内容・工事費等を下表のとおり確認している（現時点の概算工事費：439億円程度、工期：6.5年程度）。実際に計画を進めるとなった際には、中部PG・関西送配電にて、設計・施工の中でさらなる精査を進めていく。
- 以上から、中地域増強については、今回確認した中部関西間連系線増強と、第66回広域系統整備委員会（2023年2年14日）で示した中地域交流ループに基づき今後評価していく。

工 事	概 要	概算工事費（億円）		
		今回見直し※	（参考） 当初想定	
開閉所新設	中部PGエリア 500kV6回線（既設三岐幹線n引込含む）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・開閉設備の方式見直し</li> <li>・鉄塔位置見直し</li> <li>・設備仕様の精査等によるコスト削減</li> </ul>	165	215
	関西送配電エリア 500kV6回線（既設北近江線n引込含む）		189	217
送電線新設	500kV送電線2回線×2km	至近の送電工事費高騰を踏まえた見直し	36	20
給電システム改修	連系線新設に伴う給電システム改修工事		11	—
短地絡容量対策	連系線新設に伴う短地絡電流増加に対する開閉器類の遮断能力の向上 （現地機器改造等による対応）		38	—
	計		439	452

※ 資材高騰等の情勢変化が生じた際には工事費の見直しが必要となる可能性あり

(参考) 中部関西間連系線のルート新設計画 (中部関西間第二連系線) 32

- 中部関西間連系線については、将来の電源連系に伴い容量超過が想定されることからルート新設 (250⇒556万kW)が計画されていた。
- その後、情勢変化があり、2020年度供給計画では「当該計画については、マスタープランの中で検討を行う」という整理となっている。



2008年2月12日 ESCJ  
「中部関西間連系線増強に係わる報告書」より

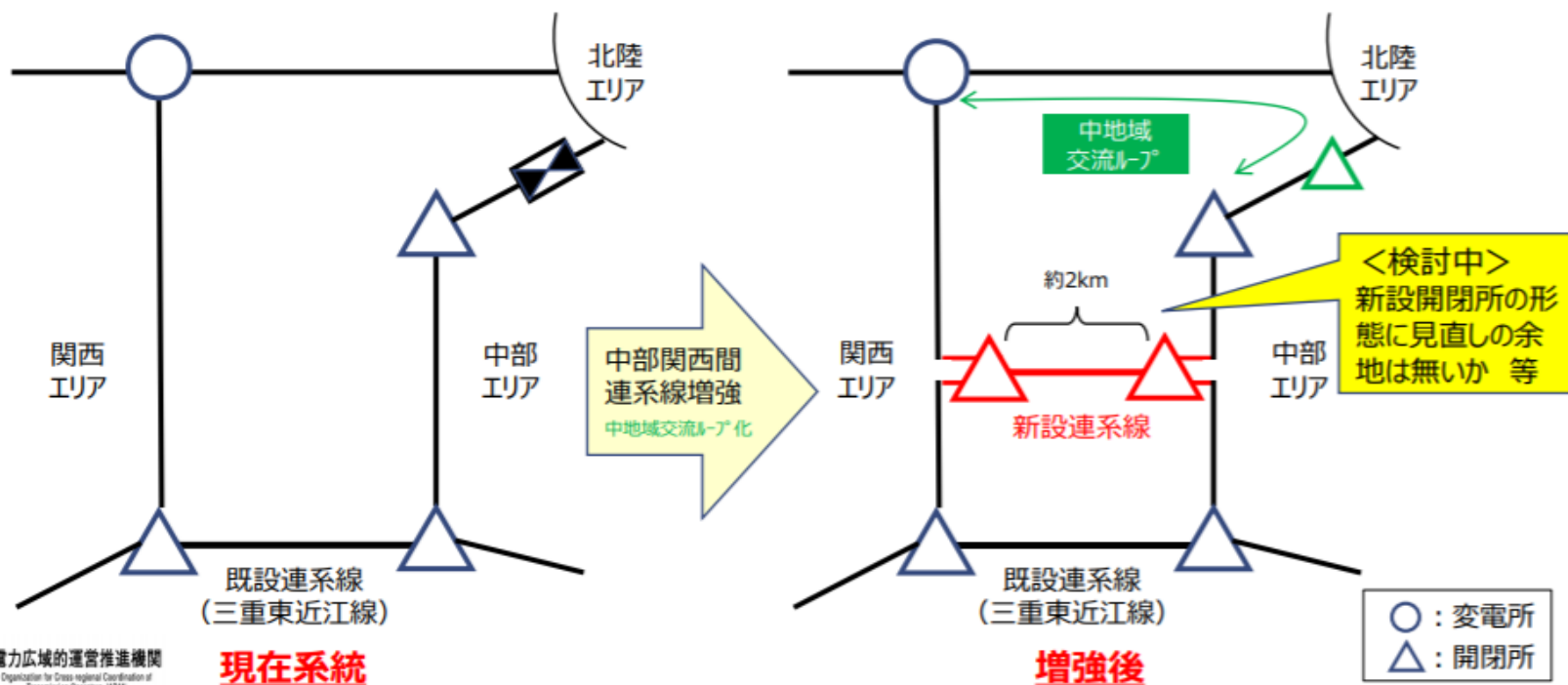
系統図

## 中西地域作業会の検討状況について

14

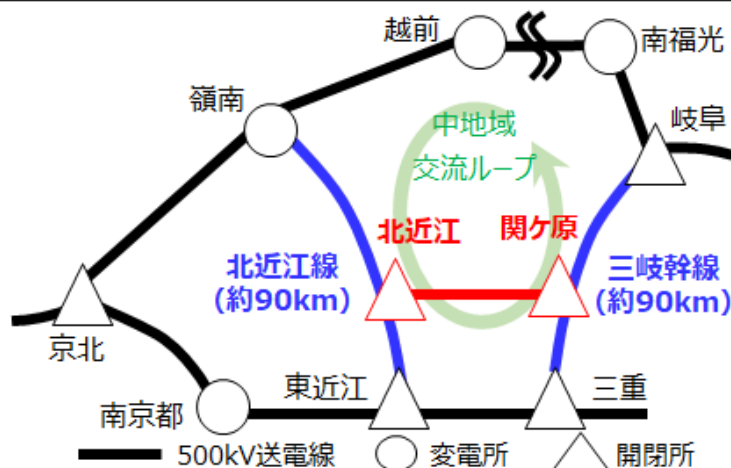
### 中部関西間連系線

- 現在の工事計画を確認し、中部PG・関西送配電にて500kV開閉所をそれぞれ設置する計画となっている点について、見直しの可能性を確認中。
- また、後述の中地域交流ループなど、系統状況の変化に伴う対策の見直しの要否等を確認しており、一部短絡容量対策の追加等が必要となる見込みであることから、引き続き精査を進める。



## 【現行計画の合理性確認】第二連系線整備による各種効果について

- 中地域の運用容量は、中地域交流ループにより一定程度拡大するものの、同期安定性確保の面で運用容量の拡大は限定的。中地域交流ループに加えて中部関西間連系線増強を行うことで、中地域全体の運用容量の更なる拡大が期待できる見込み。
- ✓ 現行計画の増強により、中部関西間の運用容量を約600万kWに拡大した場合でも、過酷故障事象（N-4故障）に対する中地域の系統安定度が維持可能。中地域の系統連系強化に寄与する。
- ✓ あわせて現行計画は、両社地内系統の信頼度向上（故障時・作業停止区間の局限化）にも資する。



## 工事内容

- 北近江開閉所, 関ヶ原開閉所新設
- 関ヶ原北近江線新設（第二連系線）
- 北近江線, 三岐幹線引込変更工事（n引込）他

\*1 三重東近江線の運用容量

\*2 中部フェンス・関西フェンス運用容量の現時点での暫定値（現在、詳細を検討中。なお、中地域増強による3エリアの多地点ループ化に伴い潮流の流れ方も複雑化することが想定されるため、適切な潮流管理にむけた対応についても継続して検討していく）

## 容量面（夏季重負荷期断面）

	現状	交流ループ + 第二連系
関西→中部	約250万kW*1	約600万kW*2
中部→関西	約110万kW*1	約600万kW*2

## 系統安定度面（夏季重負荷期断面）

- 第二連系線についてブラックアウト定期検証における過酷故障事象である送電線4回線同時故障（N-4故障）に対し同期安定性等に問題なし。

## 系統信頼度面

- 北近江線および三岐幹線のような長距離送電線に対し、中間に開閉所を新設することで線路が分割され、故障区間・作業停止区間の局限化が図られる。

1. 関門連系線の検討状況等について（確認）
2. 中部関西間連系線の検討状況等について（確認）
3. 東地域作業会のメンバー追加について（審議）
4. 整備計画具体化に向けた作業会の実施状況（報告）



- 海底ケーブルルート検討は、「整備計画具体化に向けた作業会（東地域）」において技術検討を進めており、第65回広域系統整備委員会（2022年12月16日）の中間報告において、今後は海域実地調査結果を用いて検討を進めることとしていた。
- 海域実地調査は7月頃に現地調査が完了する目途が付き、調査データの整理も進んできていることから、実地調査結果を用いた検討を本格的に推進する。検討を推進するにあたり、海底直流送電の知見を活かすため、検討体制の拡充を実施したい。
- 具体的には、海底直流送電の実績がある関西電力送配電株式会社に対して、送配電等業務指針31条に基づく協力要請を行ったうえで、作業会メンバーとしての参加を依頼することとしたい。
- また、ケーブルメーカーについては、引き続きオブザーバーではあるものの、日本近海の急峻な海底地形へのケーブル敷設の困難さに鑑み、ケーブル敷設を実現するための技術検討への参画を求めることとしたい。なお、検討結果を原則として公開することなど、情報の取扱いには留意する。

#### **整備計画具体化に向けた作業会 (東地域)**

##### **【メンバー】**

- ・北海道電力NW
- ・東北電力NW
- ・東京電力PG
- ・**関西電力送配電**  
**(追加)**
- ・電源開発送変電

##### **【事務局】**

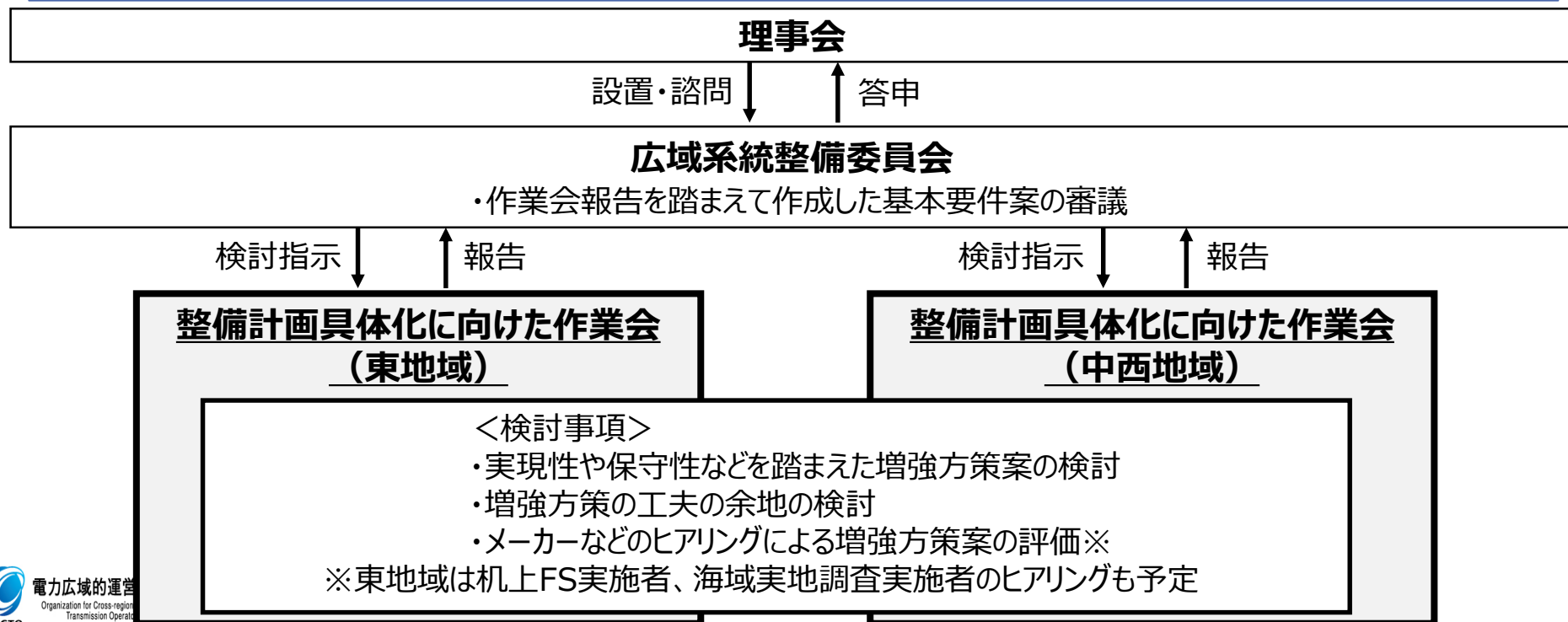
- ・広域機関

##### **【オブザーバー】**

- ・経産省
- ・送配電網協議会
- ・NEDO
- ・メーカー(ケーブル、変換器)

- 前頁に例示した技術課題を検討する場として、本委員会の下部に作業会を設置し、基本要件の基となる実現性の高い増強方策案を検討することとしたいが如何か。

作業会の名称案	整備計画具体化に向けた作業会（東地域・中西地域）
実施事項	6スライドに例示した技術課題の検討、実現性の高い増強方策案の検討、広域系統整備委員会への報告
情報の取り扱い	機微な情報を扱うため、参加者に守秘義務を課し、議事は原則として非公開
開催期間	2022年9月～基本要件策定まで（基本要件策定時点で継続要否を判断）



- 作業会のメンバーは、流通設備の整備に関して、工事、保守、既設系統の影響評価などを考慮した具体的な検討を行うため、増強する連系線の接続先となる流通設備所有者であり、かつ、送電事業を通じた技術的知見のある一般送配電事業者・送電事業者としたい。(第62回広域系統整備委員会(2022年7月22日)にて、送配電業務指針31条に基づき協力要請を行った事業者)
- 特に東地域の作業会では、海域机上調査や実地調査の内容を確認しながら、課題整理・検討を行っていくこととし、海域机上調査および実地調査の実施者にはオブザーバーとしての参加を要請することとしたい。
- 海底ケーブル敷設や変換器の技術的課題(多端子技術の開発動向など)を確認する場合は、必要に応じケーブルメーカーや変換器メーカーの臨時オブザーバ参加を求める(メーカー同士の同時参加回避を考慮し、臨時オブザーバとしての参加を想定※)。

**整備計画具体化に向けた作業会**  
**(東地域)**

**【メンバー】**

- ・北海道電力NW
- ・東北電力NW
- ・東京電力PG
- ・電源開発送変電

**【事務局】**

- ・広域機関

**【オブザーバー】**

- ・経産省
- ・送配電網協議会
- ・NEDO
- ・メーカー※

**整備計画具体化に向けた作業会**  
**(中西地域)**

**【メンバー】**

- ・中部電力PG
- ・北陸電力送配電
- ・関西電力送配電
- ・中国電力NW
- ・四国電力送配電
- ・九州電力送配電
- ・電源開発送変電

**【事務局】**

- ・広域機関

**【オブザーバー】**

- ・経産省
- ・送配電網協議会
- ・メーカー※

## 海底ケーブルルートの実現性評価

- 第42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などでの報告のとおり、海底ケーブルルートの選定にあたっては、敷設可能なルートがあることが大前提。
- また、事業実施主体がプロジェクトに参画を判断可能となる計画（基本要件）とすることが必要。
- 今回の作業会においては、一般送配電事業者および送電事業者の技術部門の参画のもと、海域机上調査の情報をもとに、海底ケーブルルートの一次評価を実施。
- 年明け以降に順次明らかとなる海域実地調査の結果を踏まえ、増強方策案として採用するケーブルルートを検討していく。

### 海域机上調査の情報を整理

・NEDO調査事業「洋上風力等からの高圧直流送電システムの構築・運用に関する調査」をもとに北海道沖から新潟沖に至る約900kmの日本海側ルート案（300m以浅）について海域情報を整理。砂地埋設を採用できない場所について、課題を抽出。

### 一般送配電事業者および送電事業者の技術者を交えた評価

・一般送配電事業者および送電事業者の技術部門の参画のもと、海域机上調査の情報にもとづく課題と解決策を共有・確認

### ケーブルメーカーへの確認

・ケーブルメーカーに課題解決策の実現性等を確認

### 海域実地調査結果の結果を踏まえたケーブルルート検討

・海域実地調査結果を踏まえ、増強方策案として採用するケーブルルート案を検討

- 広域機関での技術検討にあたり、既存設備の知見を有する電気供給事業者（一般送配電事業者(沖縄電力を除く)及び送電事業者）へ検討に必要な情報の提供等の協力を求める。
- 具体的な協力要請は以下のとおり。

(協力を要請する電気供給事業者)

【東地域】

- ✓ 北海道電力ネットワーク株式会社
- ✓ 東北電力ネットワーク株式会社
- ✓ 東京電力パワーグリッド株式会社
- ✓ 電源開発送変電ネットワーク株式会社

【中西地域】

- ✓ 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
- ✓ 中国電力ネットワーク株式会社
- ✓ 四国電力送配電株式会社
- ✓ 九州電力送配電株式会社
- ✓ 電源開発送変電ネットワーク株式会社

(協力要請項目)

- ✓ 計画策定プロセスにおいて検討に必要な系統情報の提示
- ✓ 計画策定プロセスにおいて検討に必要な対策工事に関する事項の提示
- ✓ その他検討に必要な事項の提示

(設備形成に係る委員会への協力)

第31条 電気供給事業者は、業務規程第47条の規定により設置された広域連系系統の設備形成等に関する常設の委員会（以下「設備形成に係る委員会」という。）の要請に基づき、設備形成に係る委員会の運営に関して協力しなければならない。

1. 関門連系線の検討状況等について（確認）
2. 中部関西間連系線の検討状況等について（確認）
3. 東地域作業会のメンバー追加について（審議）
4. 整備計画具体化に向けた作業会の実施状況（報告）

## 4. 整備計画具体化に向けた作業会の実施状況（報告）

各作業会の主な議題を報告

### 第6回 東地域作業会（3/15）

### 第4回 中西地域作業会（2/1）

### 第7回 東地域作業会（4/10）

- ・地内系統整備検討に向けた広域需給シミュレーションの状況について
- ・架空ルートの概略工事費算出に向けた整理事項について

など

### 第5回 中西地域作業会（3/15）

（中・西地域作業部会と合同開催）

- ・関門連系線増強に関する検討状況の共有について
- ・中部関西間第二連系線増強に関する検討状況の共有について

など

### 第8回 東地域作業会（5/15）

- ・揚陸地点、変換所設置地点、交流系統連系先の検討について
- ・架空ルートの工事費の試算方法について

など

### 第6回 中西地域作業会（5/15）

（西地域作業部会と合同開催）

- ・関門連系線増強（直流連系）に関する検討状況の共有について
- ・中地域作業部会の検討状況の共有について

など