

NEDOプロジェクトを核とした人材育成、
産学連携等の総合的展開（NEDO特別講座）／多用途多端子直流送電システム
産学合同セミナー

広域系統長期方針（広域連系系統のマスタープラン） 及び広域系統整備計画について

2025年8月26日
電力広域的運営推進機関
系統計画部 後藤 光

1. 電力広域的運営推進機関（広域機関）とは
2. 広域系統長期方針（広域連系系統のマスタープラン）について
3. マスタープランにおける東地域の増強方策
4. 広域系統整備計画について
5. 広域系統整備計画における多端子直流送電システムの検討

1. 電力広域的運営推進機関（広域機関）とは

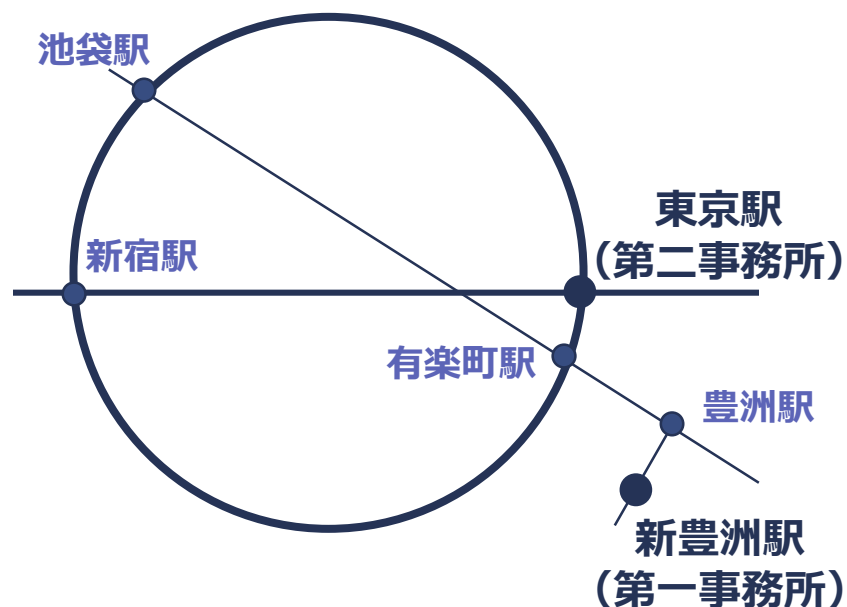
電力広域的運営推進機関（広域機関）とは

- 電力広域的運営推進機関（広域機関、OCCTO）は、電力の安定供給の確保と広域的な系統運用の最適化を目的として設立された認可法人である。2015年4月に、電力システム改革の第一段階として経済産業大臣の認可を受けて設立した。
- 認可法人とは、法律に基づいて設立された法人であり、広域機関は電気事業法に基づいている。他の認可法人の例としては、日本銀行（日本銀行法）などがある。
- 電気事業法に基づき、全ての電気事業者（発電・送配電・小売など）は原則として広域機関の会員となることが義務付けられており、広域機関は発電・送配電・小売といった部門を超えて、中立的な立場で電力系統全体を調整・監視する役割を担っている。

第一事務所〈新豊洲〉



第二事務所〈丸の内〉



2. 広域系統長期方針（広域連系系統の マスタープラン）について

広域系統長期方針について

- 広域系統長期方針は、国の政策方針、総合資源エネルギー調査会令に基づく審議会等における審議、策定済みの広域系統整備計画の内容、本機関による電力系統に関する調査・分析の結果等を踏まえ、10年を超える期間を見通した全国の電力系統のあるべき姿及びその実現に向けた考え方を示すもの。
- 日本全国での広域運営を推進する上で、電力ネットワークの整備に関する方針だけでなく、系統利用ルールなど、広域機関としての系統計画全般の取り組みの方向性を取りまとめたものとなっている。

業務規程（広域系統長期方針関連規定抜粋）

第2節 広域系統長期方針

（広域系統長期方針の策定）

第48条 本機関は、設備形成に係る委員会における検討を踏まえ、全国大での広域連系系統の整備及び更新に関する方向性を整理した長期方針（以下「広域系統長期方針」という。）を策定し、10年を超える期間を見通した全国の電力系統のあるべき姿及びその実現に向けた考え方を示すものとする。

2 （略）

3 （略）

（広域系統長期方針の記載事項）

第48条の2 （略）

（広域系統長期方針の見直し）

第49条 （略）

送配電等業務指針（広域系統長期方針関連指針抜粋）

第6章 設備形成

（流通設備の整備計画の策定）

第55条 一般送配電事業者及び配電事業者は、広域系統長期方針を基礎としつつ、次の各号に掲げる事項（将来の見通しに係る事項については、その蓋然性も含む。）を考慮の上、増強に経済合理性が認められる合理的な流通設備の整備計画を策定する。

一 から十六 （略）

広域系統長期方針の変遷

- 広域系統長期方針は、概ね5年ごとに見直しを実施。第1次の広域系統長期方針は、2017年3月に策定しており、流通設備の合理化など、現在の日本版コネクト＆マネージの考え方を提起している。
- また、2023年に策定した第2次の広域系統長期方針は、『広域連系系統のマスタープラン』と称し、将来の電力ネットワークのあるべき姿を示している。その中では『広域系統整備に関する長期展望』として、2050年カーボンニュートラルの実現を見据えた具体的な連系線等の増強案も示している。

第1次広域系統長期方針

- 2017年3月策定
- 将来動向の見通し
 - [需要] 省エネ進展により2030年度需要は2013年度と同レベル
 - [電源] 火力新設・休廃止の増加、再エネの導入拡大
 - [N W] 流通設備の経年対策の対応が破綻
- 広域連系系統のあるべき姿
 - I. 適切な信頼度の確保
 - II. 電力系統利用の円滑化・低廉化
 - III. 電力流通設備の健全性確保
- 取組の方向性
 - 1. 供給力確保のための確認・評価の継続
 - 2. 費用対便益に基づく設備増強判断や政策方針を踏まえたルール整備
 - 3. 一送による計画的な設備更新及び作業平準化

C&Mの概念を始めて提案

第2次広域系統長期方針 (広域連系系統のマスタープラン)

- 2023年3月策定
- 将来動向の見通し
 - [需要] CNによる電化進展、脱炭素化による電力需要増加
 - [電源] 再エネ主力電源、火力休廃止
 - [N W] 流通設備の本格的な経年更新時期を迎えつつある
- 広域連系系統のあるべき姿
 - I. 適切な信頼度の確保
 - II. 電力ネットワーク利用の円滑化・低廉化
 - III. 電力流通設備の健全性確保
- 広域系統整備に関する長期展望
- 長期展望の具体化に向けた取組
 - (1) 日本版コネクト＆マネージ
 - (2) 高経年設備更新ガイドライン
 - (3) 個別整備計画の具体化

第3次広域系統長期方針

2025年度より
検討開始

「広域連系系統のマスタープラン」検討の背景

- 再生可能エネルギー電気の利用の促進に関する特別措置法の施行以降、再生可能エネルギーは急速に拡大。電力ネットワークの増強による電源の接続までにかかる費用の増加や工期の長期化が発生した。こうした課題に対して、第1次の広域系統長期方針では、設備増強をせず電源側の制御により接続が可能となるノンファーム型接続など、これまで設備形成を大きく見直す方針を打ち出した。
- 第2次の広域系統長期方針の検討開始までの間、2018年9月には北海道胆振東部地震に伴う北海道全域の大規模停電発生など、電力の安定供給を考える上で重要な事象が発生。
- こうした電力のレジリエンス強化と再生可能エネルギー導入を共に見据えながら、効率的に地域間連系線等の増強を促進するためプッシュ型に転換。国、広域機関、一般送配電事業者が共通の認識の下プッシュ型の設備形成を行う起点となる『広域連系系統のマスタープラン』が必要となった。

再エネ大量導入 2010年代中頃

再エネの大量導入に合わせて電力ネットワークの増強が全国で急増
これにより工事は大規模化し、**再エネ電源接続の長期化**なども発生

北海道胆振東部地震 2018年9月 (北海道ブラックアウト)

2018年以降、地震や台風などの災害による供給支障が発生
長期的な視点での電力レジリエンス検討の必要性

プル型の設備形成

(発電事業者の電源接続に合わせて系統増強)

プッシュ型の設備形成

(将来の見通しを費用便益で評価)

第1次広域系統長期方針 2017年3月

日本版コネクト＆マネージへの移行を提起
(系統混雑を許容し、電源側を制御する仕組みに)

第2次広域系統長期方針 2020年8月より検討開始

将来の電源ポテンシャルなどを見据えたプッシュ型の設備形成に移行するため、その大きな方針として**第2次の広域系統長期方針を「広域連系系統のマスタープラン」として検討を開始**
費用便益評価の手法など新たに構築

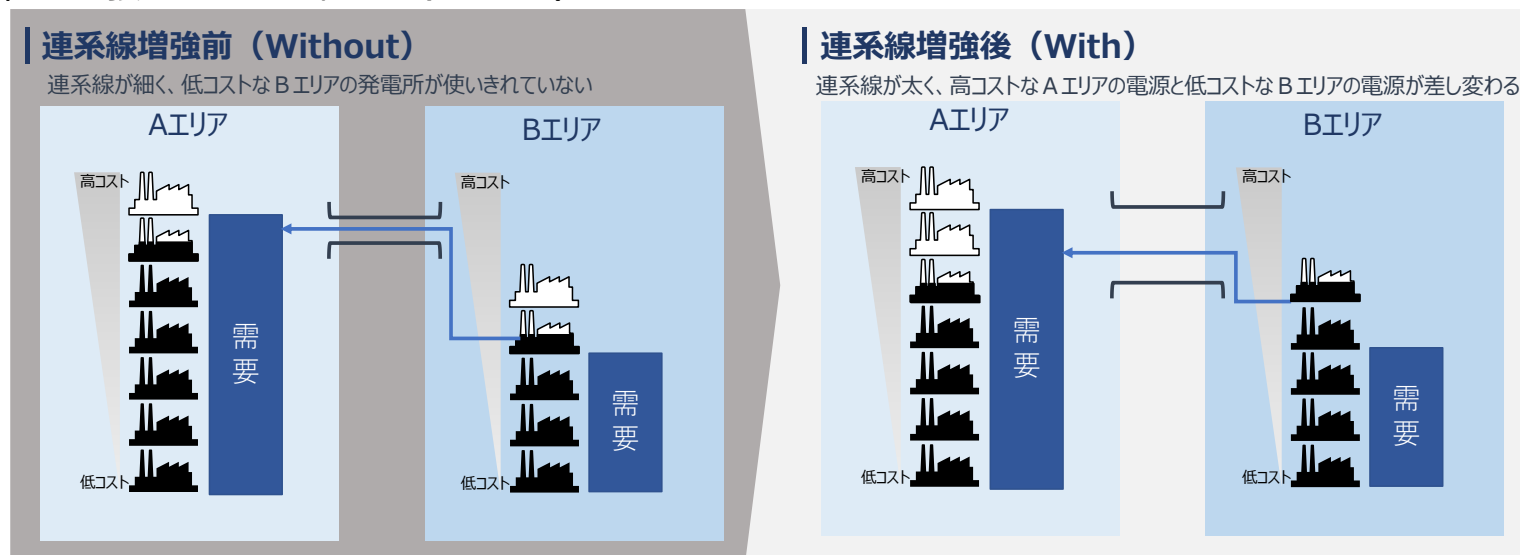
費用便益評価（CBA：Cost Benefit Analysis）

- 広域機関では、連系線等の増強の必要性を評価するため、メリットオーダーシミュレーションツールを用いて、将来の電力の潮流を全国規模で想定する。
- 連系線増強の有無によって生じる電力コスト削減効果等の社会的便益を算定し、これを増強費用で除して得られる費用便益比（B/C）が1以上となる場合、増強による便益は費用を上回ると評価される。

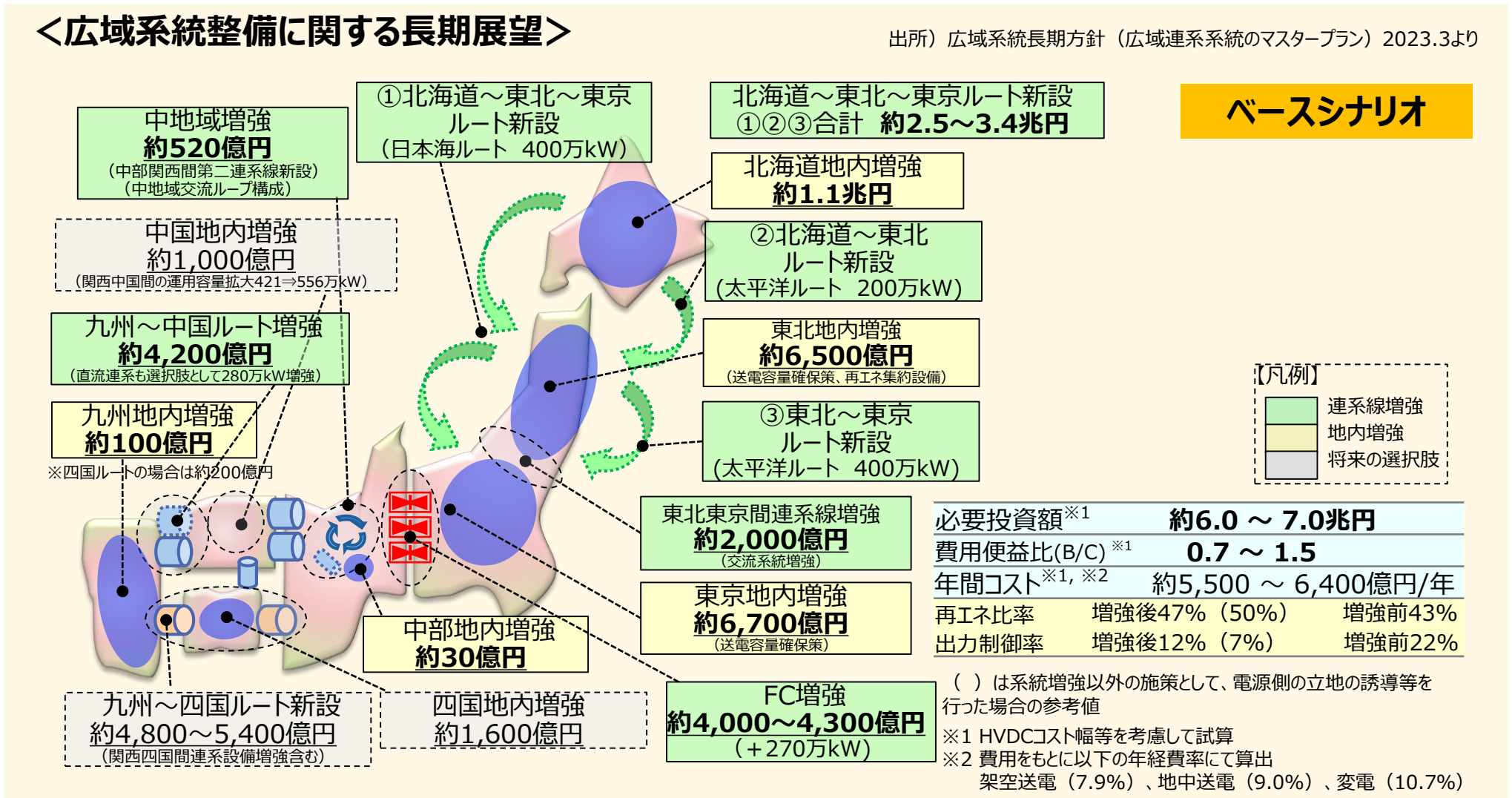
■ メリットオーダーシミュレーションを用いたCBAフロー



■ 連系線増強によるコスト削減（イメージ）



■ 広域連系系統のマスタープランでは、将来シナリオに基づく日本全体の系統増強とその費用便益分析結果を示す『広域系統整備に関する長期展望』を作成。広域系統整備計画策定の指針となっている。



3. マスタープランにおける東地域の増強方策

東地域の増強方策

(1) 東地域における系統増強の考え方

- 東地域においては、**北海道・東北地内に需要を大幅に上回る再エネ導入量が想定**されることから、再エネを有効活用するためには大消費地への送電が必要となる。
- 加えて、メルिटオーダーにより再エネの発電量が増加した場合、北海道地内の調整力確保、東北地内の同期安定性維持等の制約により、再エネの出力制御量が増加する懸念がある。
- **北海道エリアの洋上風力などを本州の大消費地へ送電するためには、いずれにせよ海域を横断することが必須**であり、**北海道道南エリア及び東北北部エリアの陸域の既存送電設備が容量上限に達している**ことも勘案すれば、**長距離大容量かつ海底ケーブル送電に優位性のあるHVDCにより大消費地まで送電**する方式も考えられる。

① 北海道・東北地内における同期安定性等の課題

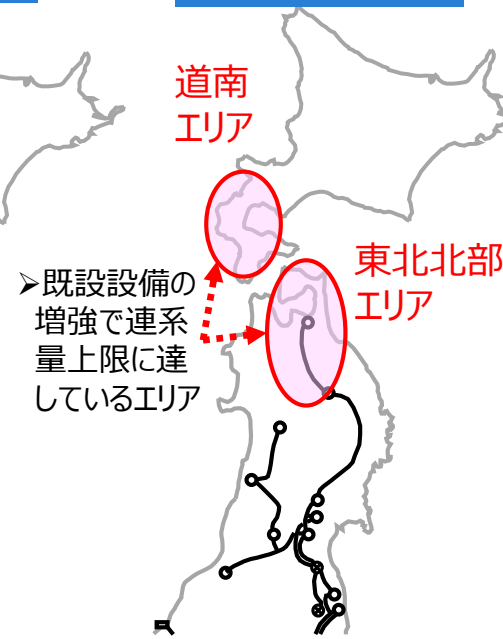
② HVDC送電ルート（北海道～本州）の必要性

③ 本州側の空容量を考慮したHVDCルート・増強規模をB/C等を確認し検討

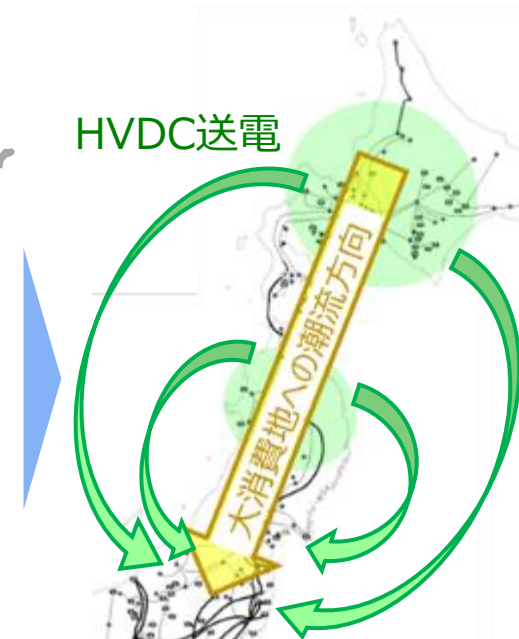
同期安定性による制約



増強困難エリア



HVDC送電



東地域の増強方策

(2) 再エネ大量導入に伴う系統課題

- 東地域は、北海道・東北エリアに、他エリアと比較して大量の再エネが導入することが想定され、その再エネの電気を大消費地である東京エリアへ送るためには、再エネ導入に伴う系統課題を考慮した系統増強が必要となる。

東地域系統課題

➤ バースシナリオの需要と再エネ設備量比較

【エリア】

需要(万kW)

■ H3需要

再エネ設備量合計(万kW)

■ 太陽光

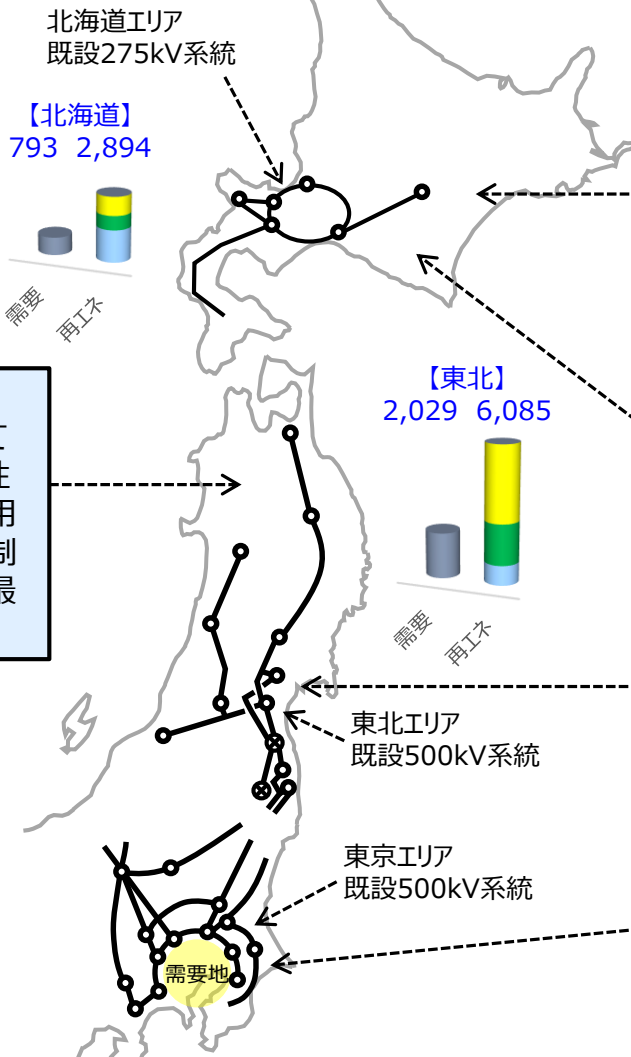
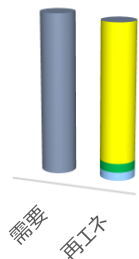
■ 陸上風力

■ 洋上風力

【北海道地内系統】

- 東北北部において長期展望で想定している再エネが導入されると、同期安定性の制約により東北東京間連系線の運用容量が低下する。低下することで出力制御など制約が生じるため、既存系統を最大限活用した対策が必要。

【東京】
7,211 6,777



【北海道地内系統】

- 道北・道東・道南に大量の再エネ導入が想定され、既設系統の増強だけでは対応が難しいため、道央に向けた275kV送電線等の新設による増強が必要。
- 北海道地内系統とHVDCを接続する場合、容量200万kWや400万kWといった大容量HVDCを接続するとHVDC脱落時に、基準を超過する周波数影響を受けるため、北海道地内系統とHVDCは、周波数影響を許容可能な容量(今回の検討では100万kW)で制約した単位での接続が必要。

【北海道・東北地内系統】

- 大量の再エネ導入が想定されるエリアでは、連系に伴い大規模な地内系統の増強が必要となるが、混雑している系統を一つ一つ増強すると増強規模が拡大する。そのため、電源近傍にHUB設備(連系変圧器・開閉設備)を新設し、電源を集約して設備容量が大きい広域連系系統(最上位電圧から上位二階級)に連系する対策が有効となる。

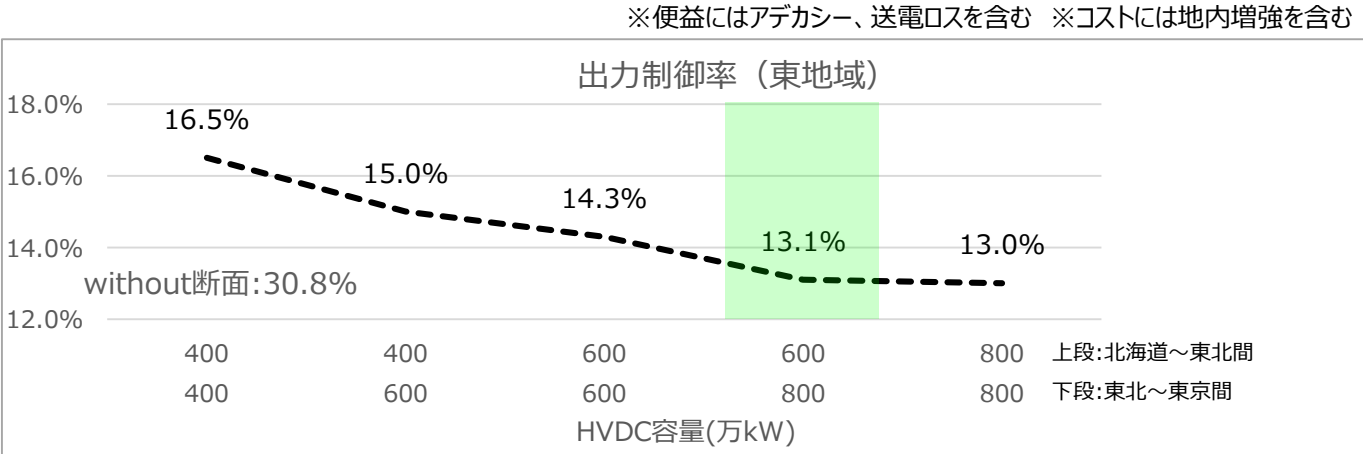
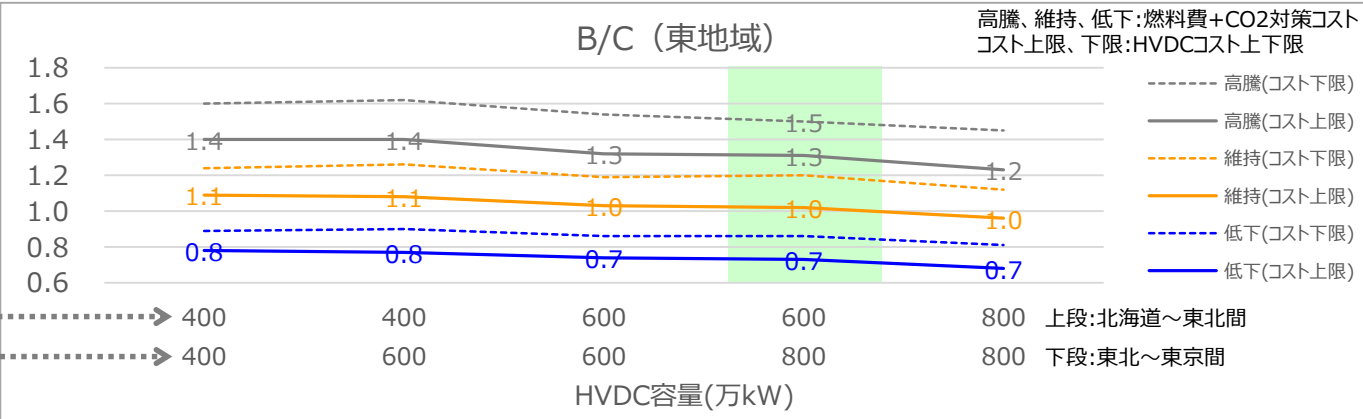
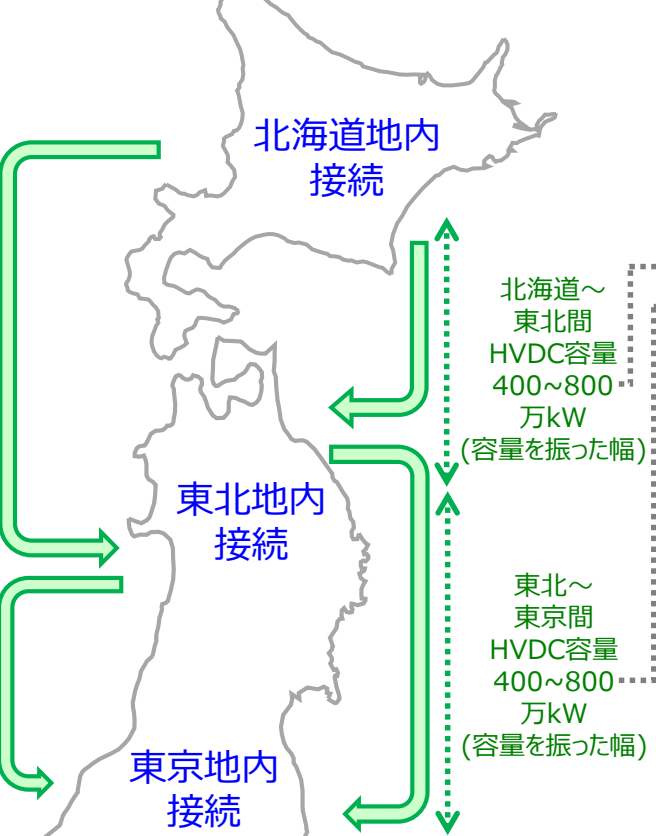
【東京地内系統】

- 東京地内では、北海道・東北エリアの再エネ潮流を受け入れるとき、地内の発電量が減るなど、地内の潮流が変化することになるため、これに対応した地内増強が必要となる。

✓UHV昇圧は、潮流増加に対する対策のみでなく、同期安定性の制約により低下する東北東京間連系線の運用容量の拡大等にも効果が見込まれる。そのため、電源の導入見込み等に応じて東北東京間連系線増強やUHV設備の昇圧を選択していく。

■ ベースシナリオにおけるHVDC構成は、各エリアの再エネの配置や増強後の再エネ出力制御率を考慮して、日本海側、太平洋側で容量を分散して配置。HVDC容量は、 $B/C > 1$ を確保しつつ、再エネ出力制御率の低減効果が飽和する北海道～東北間600万kW、東北～東京間800万kW程度が有力と考える。なお、長期展望から整備計画を具体化していく中で、既存系統への影響や同期安定性による東北東京間連系線の運用容量制約などを考慮した費用便益評価を行い、HVDCの構成及び容量等を詳細検討していく。

東地域HVDC構成



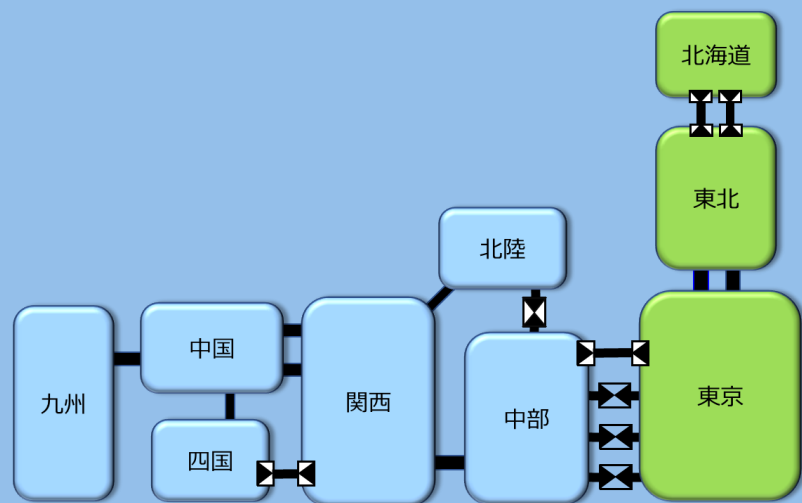
		増強対象	工事概要	工事費計
東地域	連系線増強	北海道東北間HVDC (600万kW)	➤ 北海道～東北間HVDC400万kW新設(日本海側,600km) ➤ 北海道～東北間HVDC200万kW新設(太平洋側,300km) ※ 北海道地内系統とHVDCは、HVDC脱落等による周波数影響を考慮した容量(今回の検討では100万kW)で制約した単位での接続としている。	約13,400～ 約18,000億円
		東北東京間HVDC (800万kW)	➤ 東北～東京間HVDC400万kW新設(日本海側,400km) ➤ 東北～東京間HVDC400万kW新設(太平洋側,500km)	約11,600～ 約16,400億円
		東北東京間連系線(交流系統)	➤ 500kV送電線新設 ➤ 既設275kV送電線、変電所昇圧(275kV→500kV) ➤ 既設500kV送電線引込方法変更 ほか	約2,000億円
	地内増強	北海道	➤ 275kV送電線新設 ➤ HUB設備、開閉所新設 ➤ 既設187kV送電線、変電所昇圧 ほか	約11,000億円
		東北	➤ 500kV送電線新設 ➤ HUB設備新設 ほか	約6,500億円
		東京	➤ 既設500kV変電所、開閉所UHV昇圧 ➤ 開閉所新設 ➤ 既設500kV送電線鉄塔建替ほか	約6,700億円
	小 計			約51,200～ 約60,600億円

4. 広域系統整備計画について

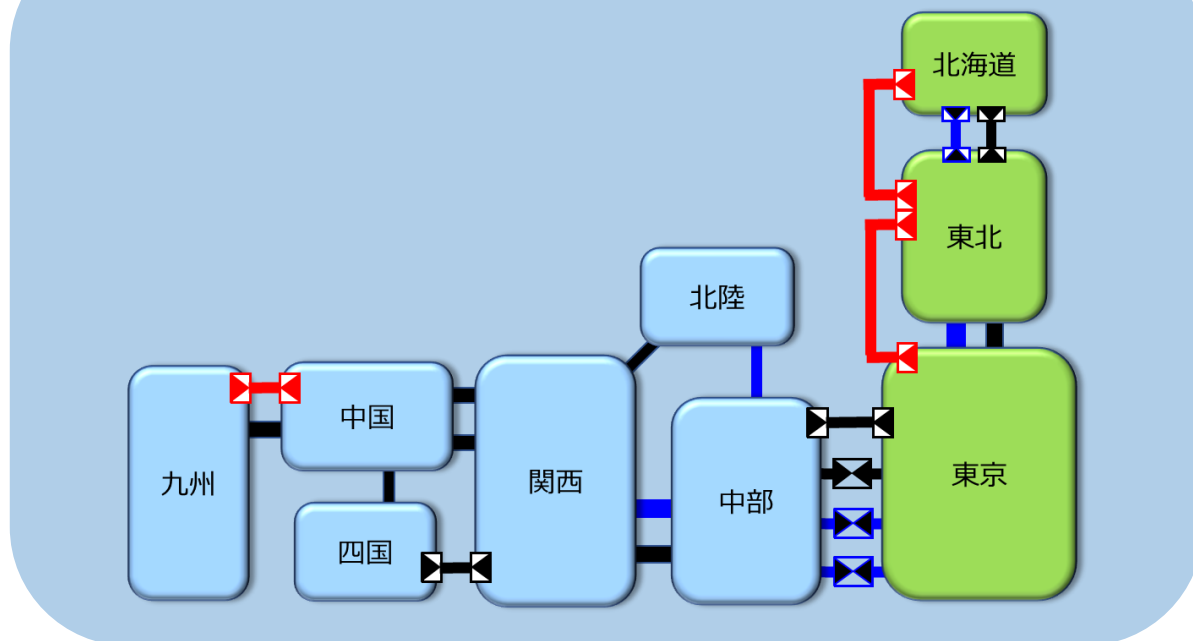
広域系統整備計画とは

- 広域系統整備計画は、日本全域における電力の安定供給や広域的な電力取引の観点等から、連系線（連系設備）や地内基幹系統の増強を行う計画である。
- 広域連系系統のマスタートプラン策定以降は、この方針に基づき、順次、個々の連系線増強に関する広域系統整備計画の策定に着手している。

既設の連系線・連系設備



連系線・連系設備の増強計画



【凡例】

— 既設

— 工事中

— 計画策定中

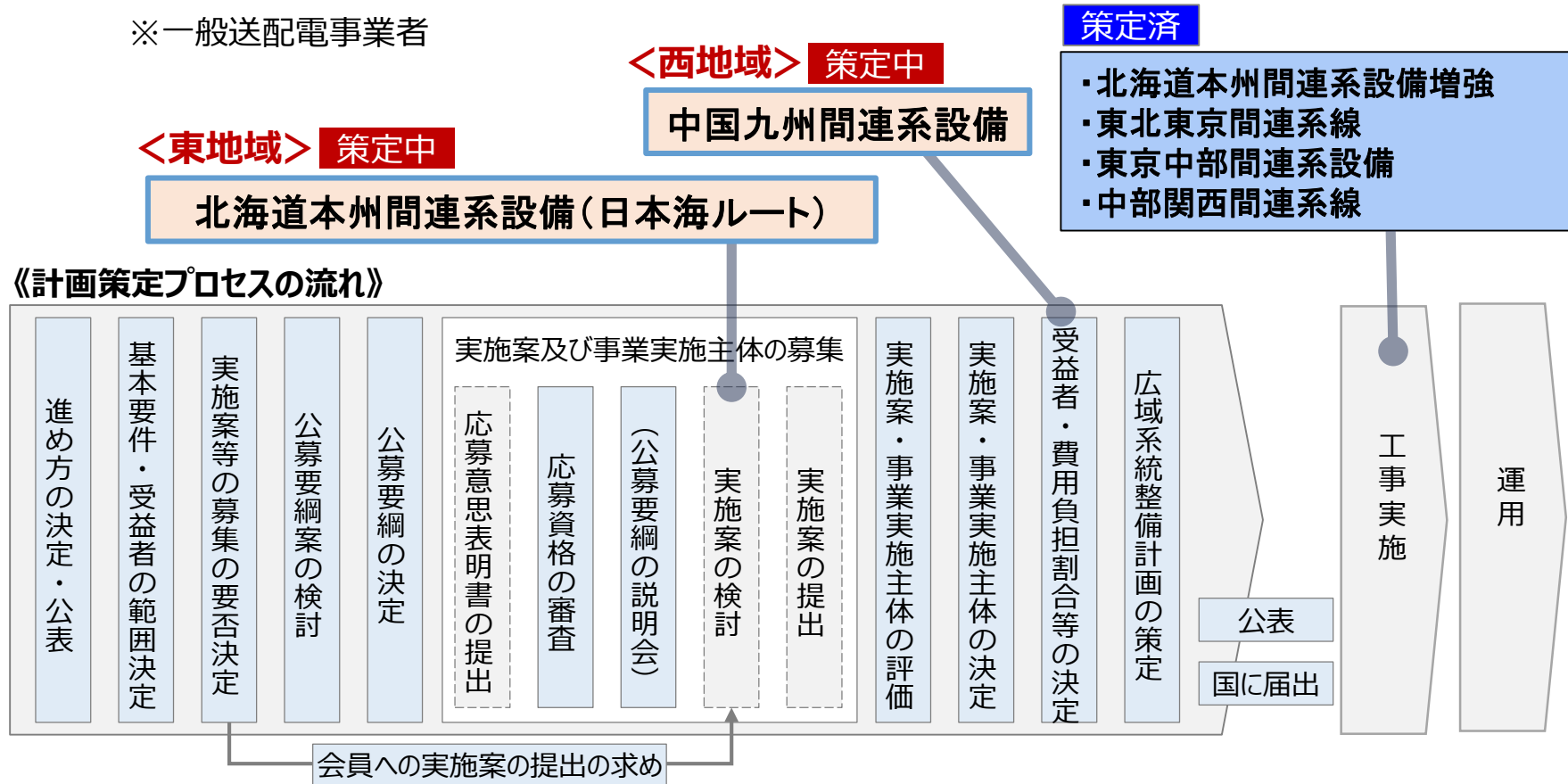
⬮⬭ 交直変換所

広域系統整備計画の検討開始

- 広域系統整備計画についてその計画策定プロセスは、以下、3主体のいずれかによって開始されており、プッシュ型の設備形成への移行により、事業者提起の仕組みは廃止している。

- **本機関の発議**：レジリエンスの観点および広域的な取引による費用便益評価の結果を踏まえた発議
- **一送※の提起**：レジリエンスの観点から広域機関に提起
- **国の要請**：広く政策的な観点から広域機関に要請

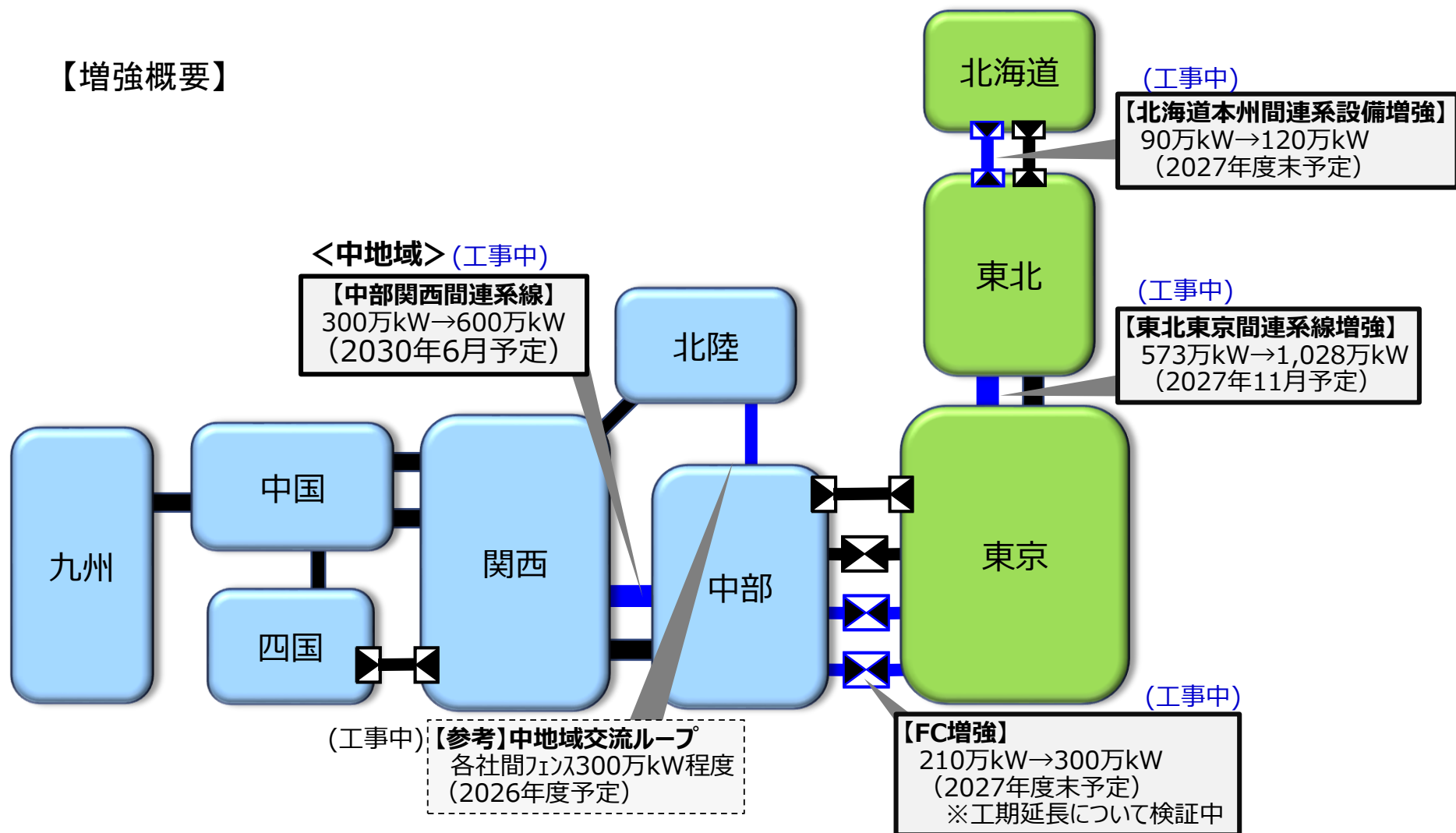
※一般送配電事業者



これまで策定した広域系統整備計画

- 2024年度に長期展望に基づき策定した中部関西間連系線を含め、これまで計4件の広域系統整備計画を策定し、現在工事を進めている。

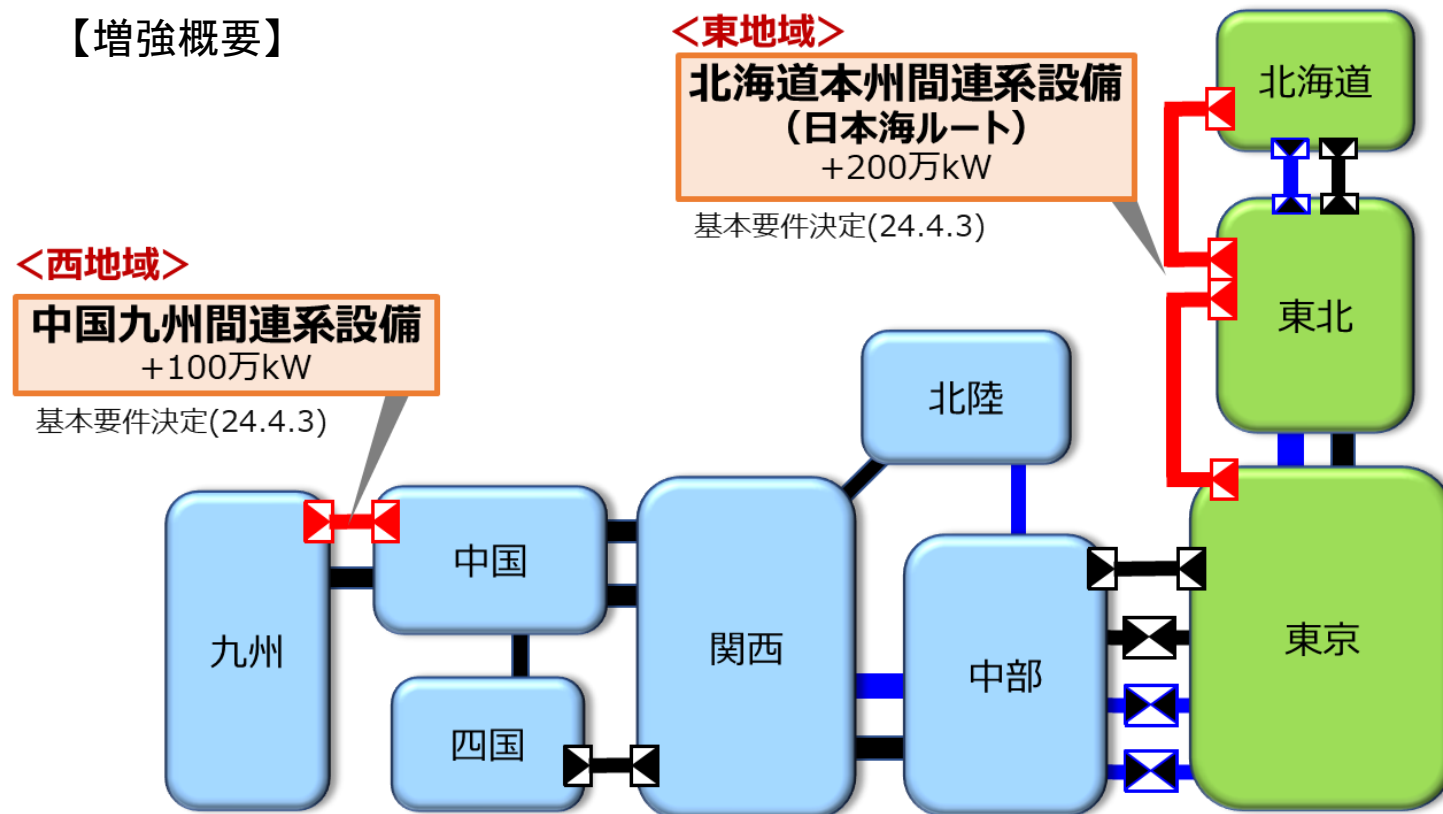
【増強概要】



策定中の広域系統整備計画

- 東地域の北海道本州間連系設備と西地域の中国九州間連系設備の増強について、**2024年4月に広域連系系統の基本要件を決定。**
 - **【東地域】北海道本州間連系設備（日本海ルート）**については、有資格事業者を決定し、実施案提出に向けた検討が進められている。
 - **【西地域】中国九州間連系設備**については、実施案及び事業実施主体が決定となり、費用負担割合の決定等の整備計画の取りまとめに向けた対応が進められている。

【増強概要】



策定中の広域系統整備計画

①北海道本州間連系設備（日本海ルート）

- 現在洋上風力の開発が進む北海道や東北の電気を東京エリアまで設備容量200万kWの高電圧海底直流ケーブル（HVDC）で送電する計画であり、ケーブルの総延長は800kmとなる。
- 現在、有資格事業者を決定し、実施案提出に向けた検討が進められている。

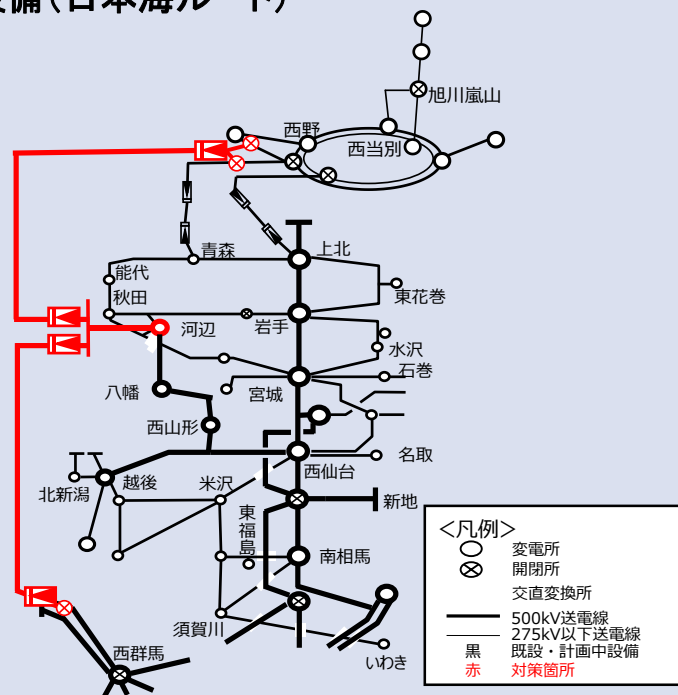
	'24年度	'25年度		
北海道本州間連系設備（日本海ルート）	有資格事業者の決定	有資格事業者による実施案の検討（12/26締切）	実施案・費用負担割合の決定	広域系統整備計画の策定（年度末目途）

北海道本州間連系設備（日本海ルート）

【基本要件の概要】

概算工事費：1.5～1.8兆円程度

概略所要工期：6～10年程度



海外の直流海底ケーブル Viking link



EUでは海底直流ケーブルによる国際連系線プロジェクトが活発に行われている。
2023年に運用開始したUK-デンマークとつなぐ国際連系線「Viking link」は全長約760kmの世界最長の海底直流ケーブル

策定中の広域系統整備計画

②中国九州間連系設備

- 中国九州間連系設備は再生可能エネルギーの導入を加速する政策的な観点から国の提起により計画策定プロセスが開始されている。
- 関門海峡周辺は市街化区域であり架空線ルート確保が難しいこと等から、海底直流ケーブルにより接続する計画となっている。これにより、既設の関門連系線との同時被災による停止リスクも軽減される。

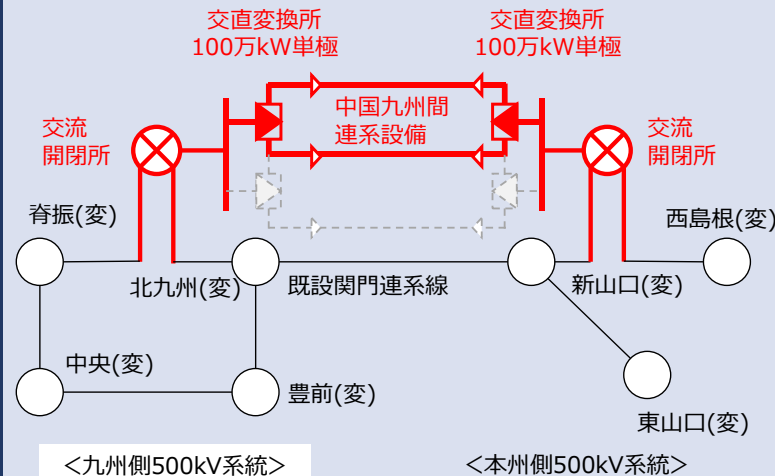
	'24年度	'25年度		
中国九州間連系設備	有資格事業者による実施案の検討	実施案・費用負担割合の決定	広域系統整備計画の策定 (上半期目途)	工事着手

中国九州間連系設備

【基本要件の概要】

概算工事費：4,412億円程度

概略所要工期：11年程度～13年6ヵ月年程度



凡例：- 整備対象

※1 交直変換所や直流送電線等の設計に将来、200万kWへ増強するための拡張性を考慮

※2 交流系統は2回線送電線を1本線にて表記

既設の関門連系線



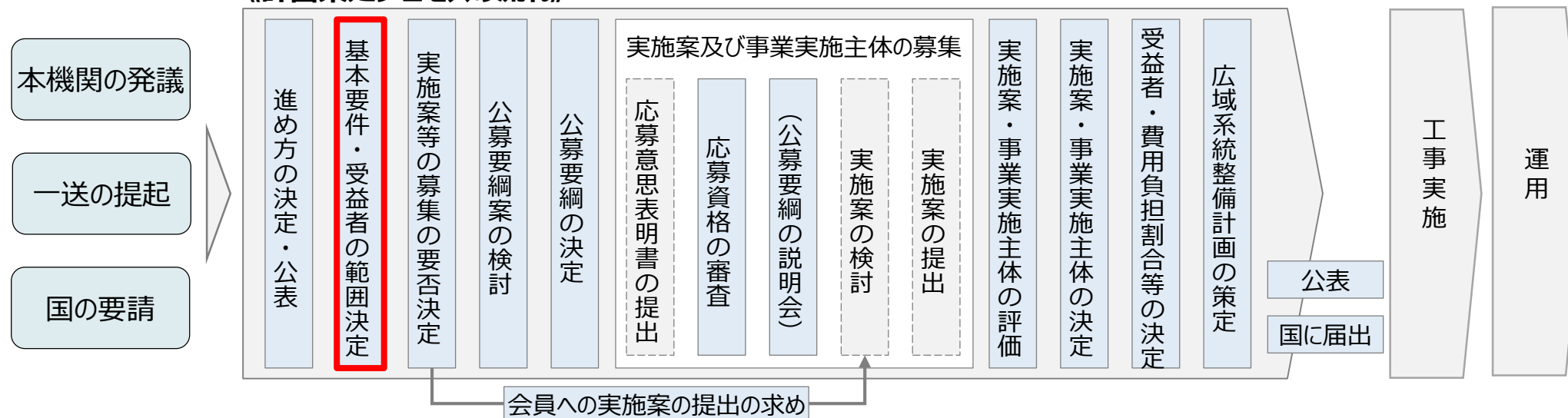
現在運用されている既設の中国九州間連系線（通称：関門連系線）は、関門海峡を架空送電線で横断し交流連系している。海域を横断する交流の地域間連系線は同連系線と瀬戸大橋に添架する本四間連系線のみ。

5. 広域系統整備計画における多端子直流送電システムの検討

計画策定プロセスの開始から基本要件策定までの流れ

- 広域機関は、国からの要請を受けて**2022年7月に東地域の広域連系系統に係る計画策定プロセス（日本海ルートで2GWの増強）を開始した。**
- その後、基本要件を作成するため、東地域の一般送配電事業者や直流送電に知見のある送電事業者等により構成される作業会も設置して技術検討等を行った。（基本要件は2024年4月に決定）
 - 基本要件の記載事項
 - 一 増強の目的及び期待される効果
 - 二 必要な増強容量
 - 三 広域系統整備が必要となる時期
 - 四 広域系統整備の方策（工事概要、概略ルート、概算工事費、概略所要工期等）
 - 五 概算工事費から試算した特定負担額の見通し
 - 六 今後のスケジュール

《計画策定プロセスの流れ》

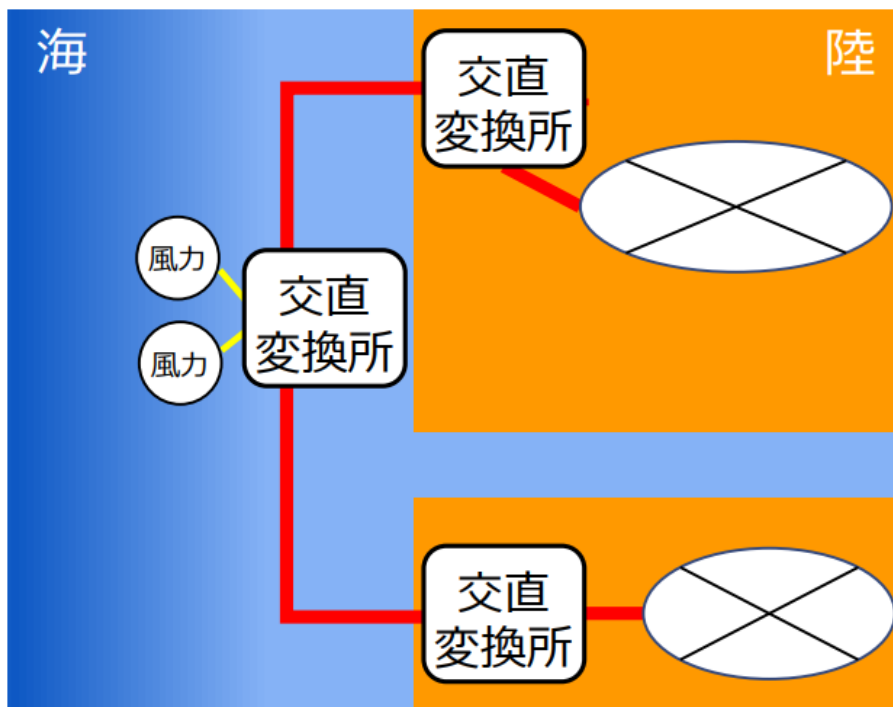


多端子直流送電システムの検討の背景

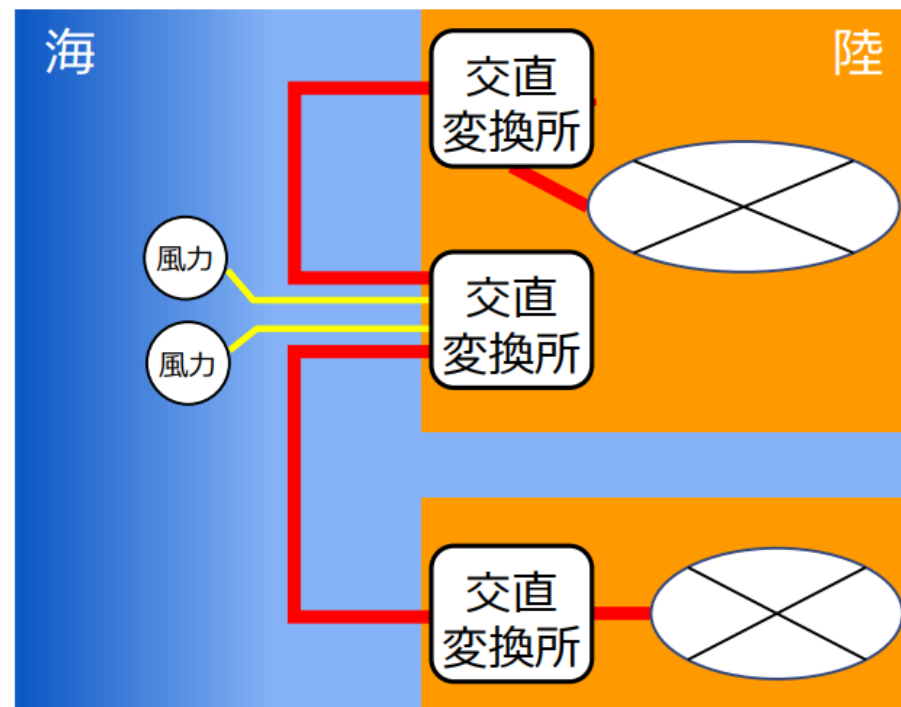
- 基本要件に向けた検討では、ルート上の大規模な洋上風力のポテンシャルを効率的に系統接続するため、洋上風力をHVDC送電ルートに接続するような多端子型の直流送電システムでの系統構成も視野に入れることとなった。
- ただし、当初（2022年夏頃）は、多端子は技術開発段階にあり、技術的実現性や、基盤的な技術開発を終えた後にも実際の回路構成に応じた開発やDCグリッドコードの整備などの課題にも留意が必要としていた。

第60回 広域系統整備委員会 資料2抜粋

多端子での構成イメージ
(交直変換所を洋上に設置する場合)



多端子での構成イメージ
(交直変換所を陸上に設置する場合)

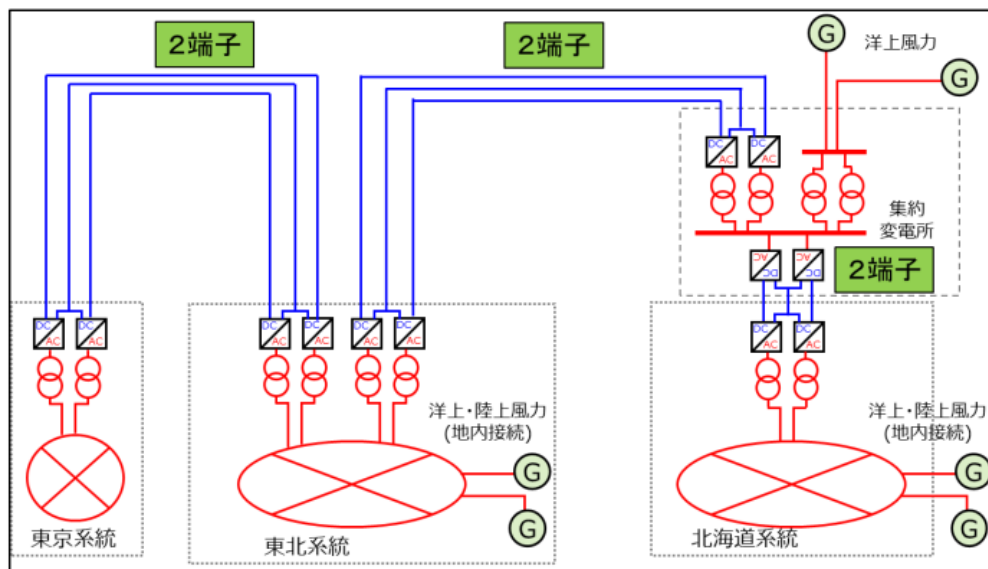


3エリア間の多端子構成の検討

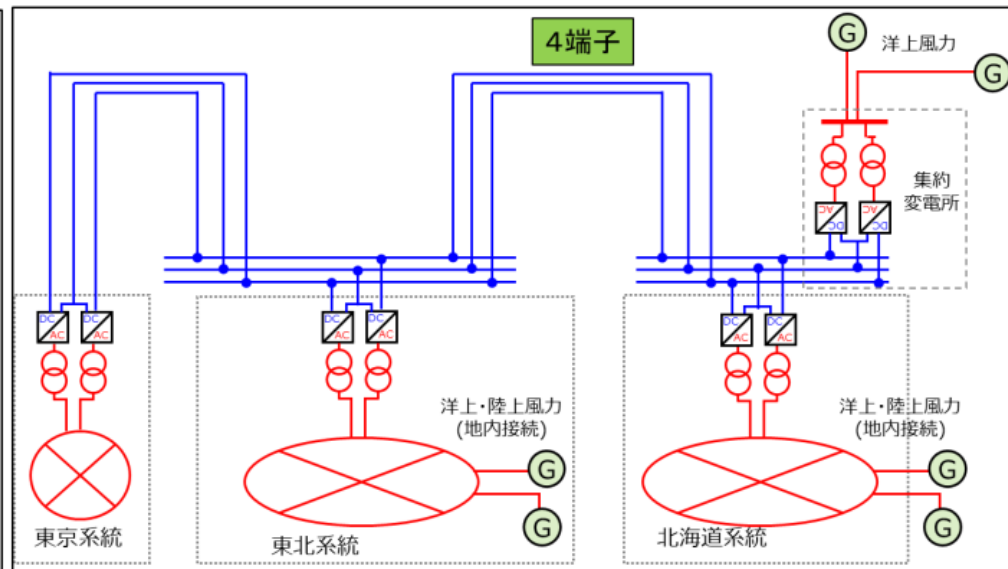
- 本計画は、北海道・東北・東京の3エリア間を繋ぐHVDCを敷設するものであり、東北エリアの交流系統を介して北海道東北間・東北東京間のそれぞれを2端子構成とする案と、多端子構成にて3エリア間が直流接続となる案も挙げられた。

〔代表的な設備構成（例）〕

第65回 広域系統整備委員会 資料2抜粋



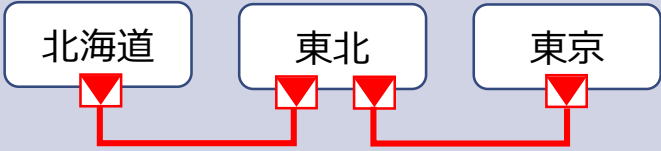
<例① 2 端子構成>



<例②多端子（4 端子）構成>

多端子構成の検討結果

- 2端子構成とした場合、北海道～東北間、東北～東京間でHVDCが分割されているため、**HVDC設備で事故等が発生した場合でもその波及範囲を当該区間に制限**できる。
また、**保守等に伴う作業停止が必要な場合でも、その範囲が当該区間に限られるため、運用面での柔軟性がある**といった特徴がある。
- 多端子構成とした場合、**変換器数を減らせるメリット**がある。一方、**直流遮断器を設置しなければHVDC設備の事故時の波及範囲を制限できず、HVDCの全区間が影響を受ける**。また、多端子構成は、**海外でも運用実績が限られている**。そのため、**長期的な安定運用面の観点などの技術的な不確実要素、及び直流遮断器などのコスト面での不確実要素**がある。
- 以上を踏まえ、**基本要件では、2端子接続による構成を基本とすることとした**。
なお、実施案募集において、事業実施主体がこれらの不確実性への対応を明確にし多端子構成で提案されることを否定するものではない。

	2端子構成	多端子構成
構成図		
留意点	・供給信頼度、運用の柔軟性で優位 ・2端子構成は国内外で多くの実運用実績あり	・変換器を減らせる一方、直流遮断器等が必要となる可能性あり ・多端子構成は海外でも運用実績は極めて少ない

■ 広域系統長期方針（広域連系系統のマスタープラン）

https://www.occto.or.jp/kouikikeitou/chokihoushin/230329_choukihoushin_sakutei.html

■ 広域系統整備委員会

第60回 https://www.occto.or.jp/iinkai/kouikikeitouseibi/2022/seibi_60_shiryou.html

第61回 https://www.occto.or.jp/iinkai/kouikikeitouseibi/2022/seibi_61_shiryou.html

第65回 https://www.occto.or.jp/iinkai/kouikikeitouseibi/2022/seibi_65_shiryou.html

第72回 https://www.occto.or.jp/iinkai/kouikikeitouseibi/2023/seibi_72_shiryou.html