

東地域の広域連系系統に係る計画策定プロセス — 東地域作業会の検討状況について —

2023年11月10日
広域系統整備委員会事務局

- 東地域（北海道～東北～東京間）の計画策定プロセスについては、9月に作業会の体制を強化し、今年度末の基本要件決定に向けて、具体的な検討を加速している。前回の第70回広域系統整備委員会では、検討項目の全体像を示すとともに、海底直流ルートの確認の進め方および交流系統と直流系統の連系地点について確認をいただいた。
- 本日は、以下の2点についてご確認をいただきたい。
 - ・基本要件の前提条件となる**東地域の系統状況の想定**および**系統構成案**
 - ・**海域実地調査の状況**および**海底ケーブルルートにおけるケーブル防護の考え方**

- 北海道～東北～東京間の日本海ルート2 GWを基本に地域間連系線増強等を検討。本日は、系統構成と連系線ルートについて、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

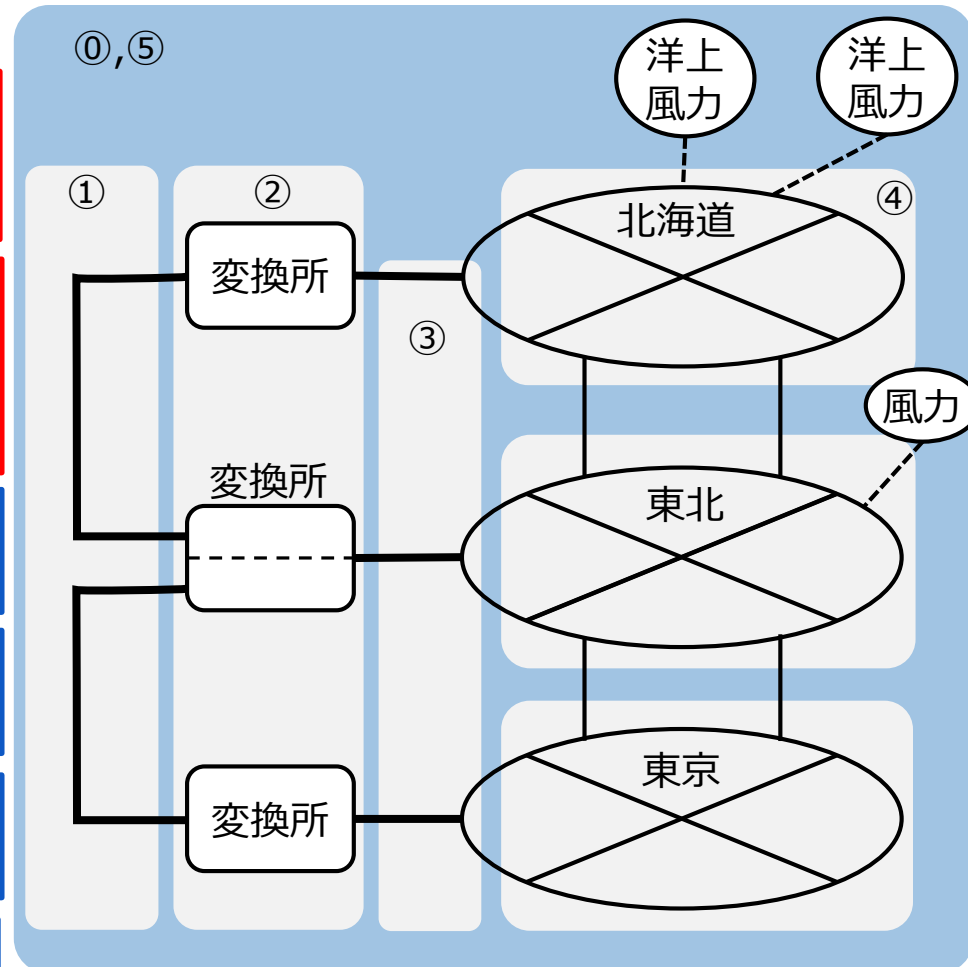
地内の状況を踏まえた連系地点選定

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。

①システム構成 – 東地域の系統状況想定 –

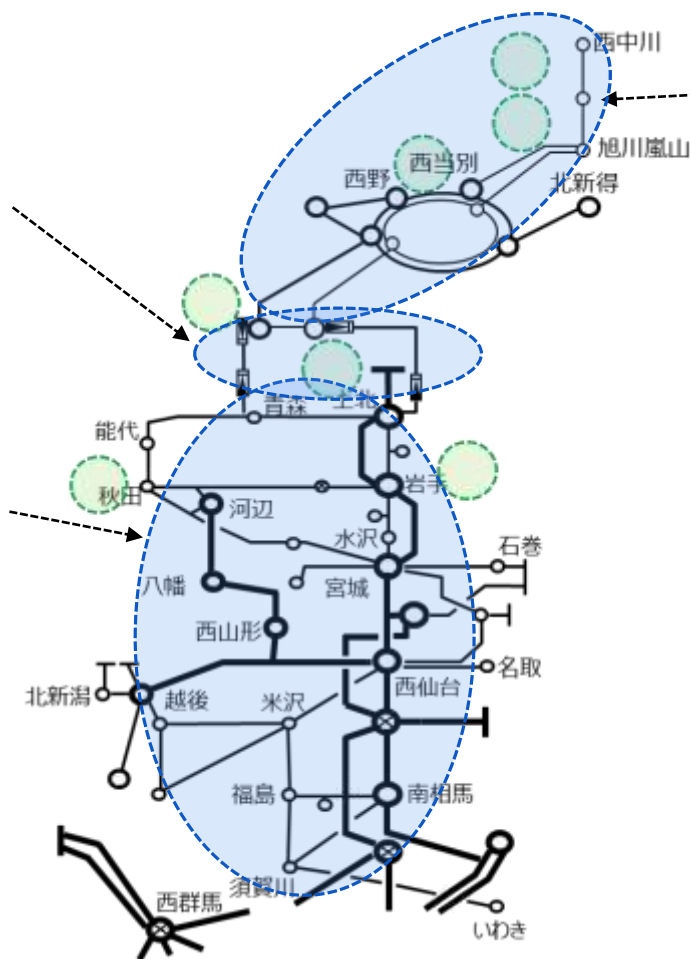
- 再エネ海域利用法に基づく洋上風力の導入見込みや電源等開発動向調査の結果等を踏まえると、2030年頃に向けて北海道や東北に需要を大幅に上回る再エネが導入される見込み。
- 北海道や東北の再エネの電気を大消費地である東京に送電するための方策として、連系線及び連系線と一体的に整備が必要となる地内系統増強について検討をしている。

北海道本州間連系設備

- ・建設中を含む既設連系線（1.2GW）だけでは、増加する北海道の再エネを送電するには不十分であり、北海道から本州に向けたルート新設が必要。

東北東京間連系線および東北地内系統

- ・建設中を含む既設連系線（10GW）だけでは、増加する北海道・東北の再エネを送電するには不十分であり、東京に向けた送電容量を拡大する対策が必要。



北海道地内系統

- ・再エネ動向は既設系統の増強だけでは対応が難しく、特に道北では道央に向けた送電線新設等による増強が必要。
- ・北海道系統から大容量で送電するHVDCが脱落すると、基準を超過する周波数影響を受けるため、HVDCを周波数影響の許容可能な容量で活用するという対策が必要。

電源の効率的な連系

- ・電源近傍にHUB設備※を新設するなど、効率的な設備形成も検討

※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。

--- : システム課題が顕在化する地域

--- : 大規模な電源動向のある地域

①系統構成 –HVDCの接続エリア–

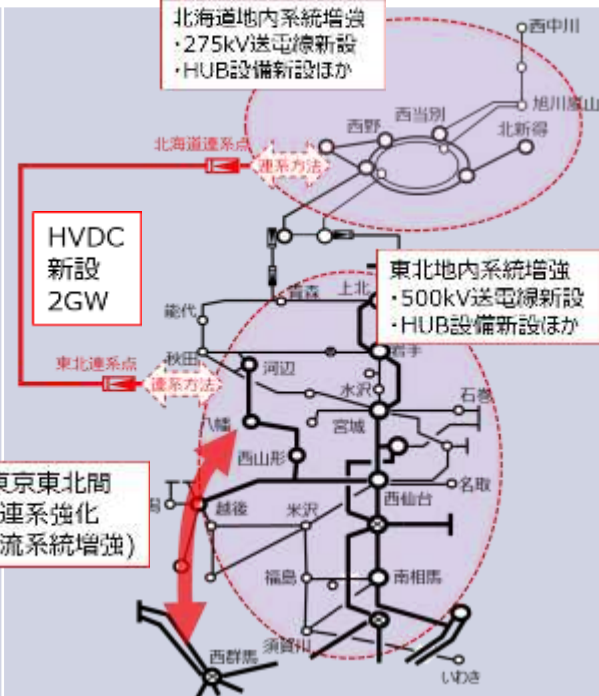
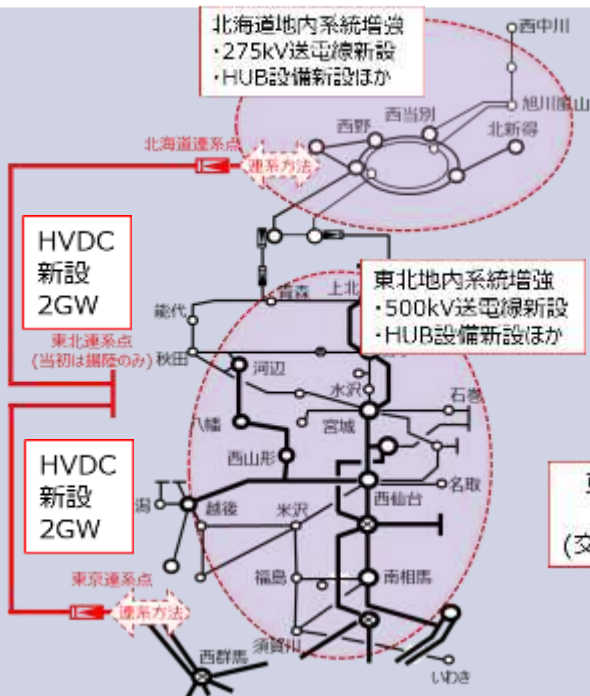
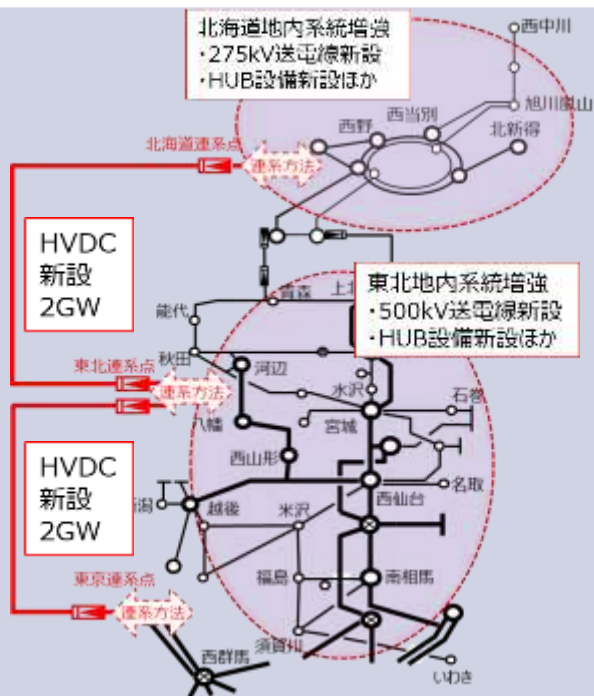
- 系統構成については、**日本海ルート2GWのHVDC送電を基本**とした上で、広域連系系統のマスタープランとの連続性やこれまでの本委員会での議論も踏まえ**3パターンに大別**。次回以降の委員会において得失を示し、ご議論いただく予定。

①北海道～東北～東京間HVDC

②北海道東京間HVDC

③北海道東北間HVDC + 東北東京間交流連系線増強

概要図



特徴

- ・3エリアをHVDCで接続する案
- ・北海道・東北双方の再エネを東京に送電することが可能

- ・北海道から東京へHVDCで直送する案
- ・東北の再エネをHVDCで送電できない
- ・(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

- ・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同期安定性による制約があり、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

①連系線ルート/方式 – 海域実地調査の状況 –

- 2022年度に開始した**北海道～新潟間の海域実地調査は、全区間に亘りほぼ完了した。**
一部データが不足する海域は、既存調査のデータ等を活用することで対応予定。
- また、海底ケーブルを陸揚げする**揚陸点**については、前回の委員会で示した直流と交流の連系地点も考慮した上、**机上検討**にて調査候補地点の絞り込みを行っているところ。

< 海域毎の概況 >

①石狩～後志

露岩域多。交直を後志連系とする場合、**ルート対象外**。

②後志～渡島（北海道南端）

露岩域多。急峻な海底地形。

実地調査範囲では**海底谷などの急峻な地形が存在するため**、机上調査時に採用した**岸側ルートを検討中**。

③津軽海峡

部分露岩があり、海底起伏が大きい箇所もあるため敷設時は注意が必要。流況の厳しい箇所では**敷設工法を検討**。

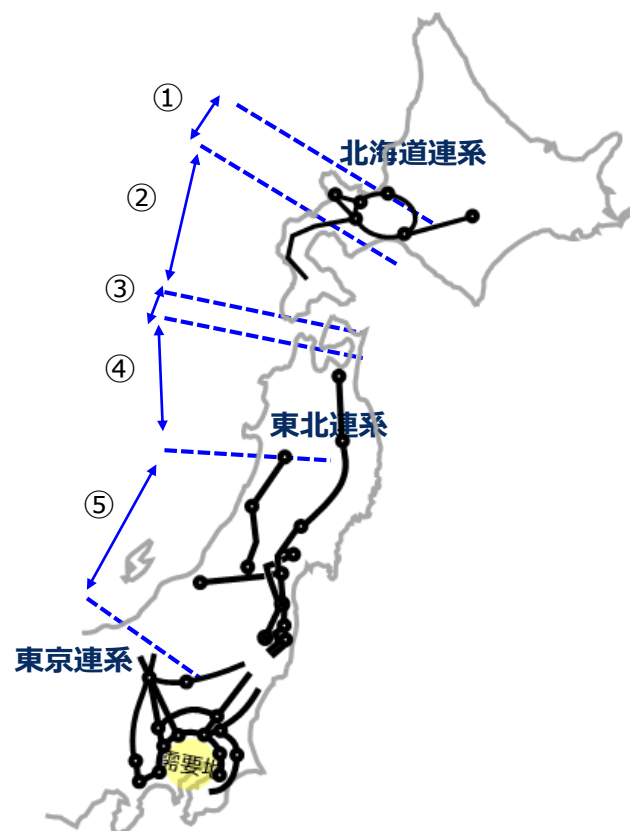
④青森～秋田

北部に露岩域が存在するが、南部は海底地質が砂質・シルト系であり、地形も比較的安定した海域。

調査ルート上に海底谷はなく、**敷設可能の見通し**。

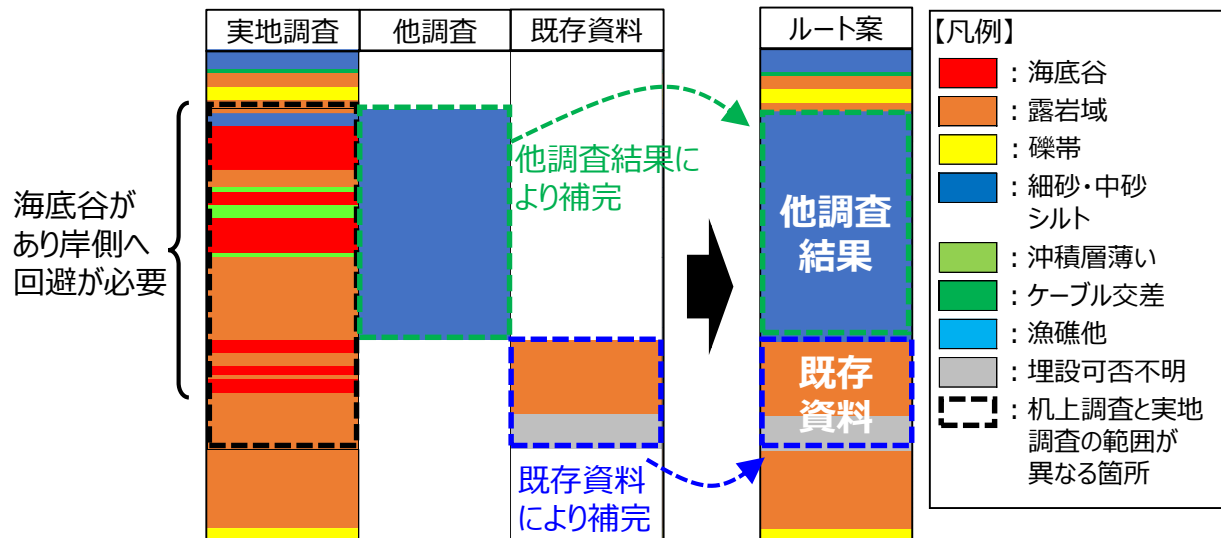
⑤秋田～新潟

砂質・シルト系地質の割合が比較的高く、**敷設可能の見通し**。

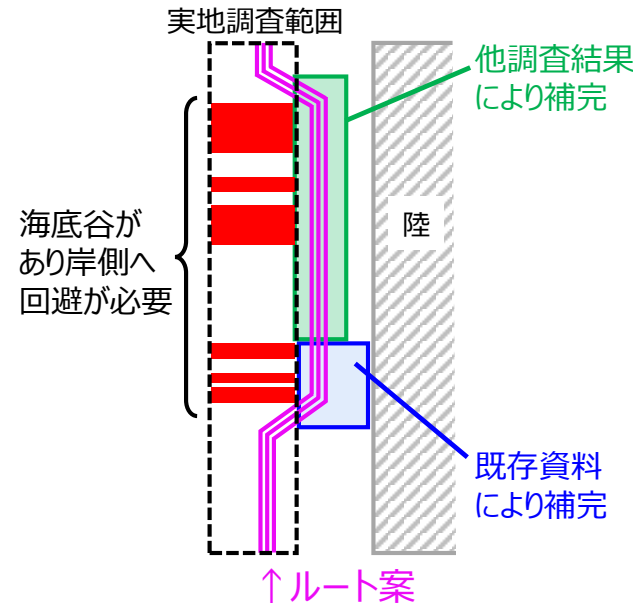


- 国の海域実地調査では、北海道沿岸で海底谷などの急峻な地形があることを確認している。これらの海底谷などについては、**岸側のルートを選定することにより回避することで検討中**。回避先のルートの実地調査はしていないが、基本要件策定に向けて、既存のデータ等を活用することで敷設可否を確認している。
- これまでのところ、海底谷が確認された箇所は、陸から一定程度距離があることを確認しており、現段階では、**海底谷を回避したルート選定は可能な見込み**。なお、必要に応じて、来年度以降に追加で実地調査を行うことを国において検討している。

②後志～渡島の海底状況（一部抜粋）



左記データのイメージ



他調査や既存資料は、調査内容等の差異に留意しつつ活用

①連系線ルート/方式 (海底直流送電のケーブルルート等の検討の進め方)

7

■ ケーブルルート等は、現在、国で進めている実地調査と並行し、その結果のデータをもとに以下のステップで検討を進めている。今後、検討状況や結果がまとまり次第、逐次報告する。

- 【ステップ1】防護方法の設定 ⇒ 水深・漁業操業・航路 (投錨・走錨) など別
- ①ケーブル2重鉄線のみ : 長期信頼性、損傷リスク / ケーブル構造検討
 - ②埋設 (敷設後埋設) : 水深、工事中の損傷リスク
 - ③防護管取付け (敷設同時) : 速度遅い / 工事中リスク
 - ④防護管取付け (敷設後) : 水深、海底作業の安全リスク / コスト
 - ⑤砕石積み上げ (敷設後) : 水深、信頼度

【ステップ2】ルートの「仮」選定
⇒調査未実施箇所は洋上風力、漁場図などで補完 (別途リスク検討)

【ステップ3】全ルートにわたって (区間毎の) 防護方法の「仮」選定
⇒出来るだけ防護する / その区間に相応しい防護する

【ステップ4】敷設手順/スパン割の「仮」設定
⇒敷設専用船の輸送単長 / 洋上接続箇所/敷設の順番など

【ステップ5】ケーブル仕様の見直し検討
⇒水深毎の海水温度設定 / ケーブル導体サイズの再設定
⇒鉄線鎧装 (二重) による防護方法の再検討 (対候性、軽量化)

【ステップ6】全体工程の設定
⇒気象海象時期 / ケーブル製造期間 / 許認可
/ 先行利用者との調整

・更に合理的な防護方法がないか⇒【ステップ1】へ
・防護しやすいルートがないか⇒【ステップ2】へ
・工事中のリスクと防護方法を対比して、何を優先するか⇒【ステップ1,2】へ

・輸送単長を長くできないか⇒【ステップ4】へ

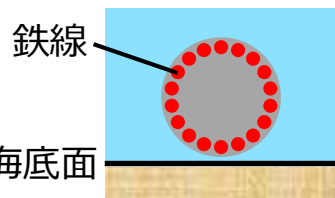
・気象、海象のよい時期に敷設工事ができないか⇒【ステップ4】へ
・先行利用者 (海事、漁業者) への影響を押さえられないか⇒【ステップ3】へ

- 実地調査により得られた海底部の地理・地質等のデータをもとに、以下の前提条件および考え方に基づき、海底ケーブル敷設ルートの確認を進めている。
 - ✓ 海底部は平坦で、急傾斜あるいは起伏が少ないこと。
 - ✓ 水深は極力浅いこと。また、海底部地質は、ウォータージェットで埋設可能な地質（砂・シルト質）であって、岩盤・転石域は極力回避すること。回避できない場合は、海底ケーブルに対する側圧、フリースパンを低減可能な凹凸形状の箇所とすること。
 - ✓ 最大水深は300mとすること。
 - ✓ 流速が速くないこと。また、海底部で漂砂などの現象により海底地形の変化が少ないこと。
 - ✓ 変針点（ケーブル敷設船が方向を変える位置）を少なくするために、迂回が必要な、沈船・漁礁・定置網・養殖網などの障害物が少ないルートとすること。
 - ✓ 海底谷があることや傾斜（敷設方向、直角方向ともに）が 20° を超過することが判明したルートについては、ルートの見直しを検討。
- ルート選定と防護工法については一体的に考える必要があり、次頁では防護方法選定の考え方について説明する。

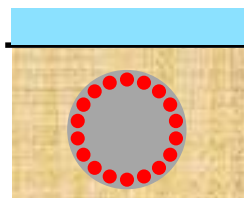
- **海底ケーブル**は敷設後に損傷した場合、損傷箇所の特定・補修に時間を要することが想定されることから、ケーブルを**防護し、損傷リスクを低減**することが必要。
- 他方、防護することは、**工事費の増額・工期の長期化**につながることから、想定される損傷要因を踏まえた上で、**必要な防護方法を選定**し、過剰な防護にならないことも重要。
- ケーブルへ損傷を与える要因としては、漁具、大型船舶の錨、波浪が考えられ、これらの影響を考慮の上、防護方法を選定し、それ以外の箇所は鉄線鎧装のみとする。（漁具や船舶による損傷の可能性が低い場合は、**鉄線鎧装のみとし、埋設しないことも選択**する。）

防護の要因	鉄線鎧装による防護	鉄線鎧装以外による防護
漁具	損傷が懸念される漁業操業が想定されない箇所	損傷が懸念される漁業操業が想定される箇所
大型船舶の錨	錨が下ろされる可能性が低い箇所	錨が下ろされる可能性が高い箇所
波浪	—	浅海部（揚陸点付近を想定）
ケーブル交差等	既設ケーブル等の所有者と協議	既設ケーブル等の所有者と協議

鉄線鎧装(一重・二重)

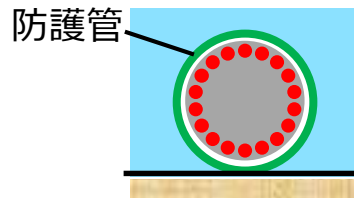


埋設

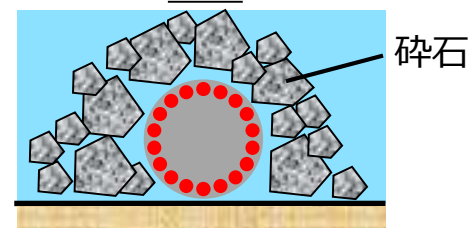


鉄線鎧装以外

防護管



砕石



- 漁業種毎に操業が想定される水深・底質が異なるため、海域の水深・底質に応じた防護を実施。実際の敷設・防護にあたっては、先行利用者との協議が必要である点に留意。

海域状況	想定事象(例)	想定水深	防護方法(例)
堆積層厚1.5m以上の 細砂・中砂・シルト (埋設可)	・漁具固定用錨による損傷 (走錨・懸錨)	-	・鉄線鎧装 (二重)
	・漁具の直撃 ・漁具によるケーブル引上げ、キンク ・漁具の貫入 ・漁業への影響低減	-	・埋設防護
堆積層厚1.5m未満の 細砂・中砂・シルト(沖積 層薄い)	・漁具固定用錨による損傷 (走錨・懸錨)	-	・鉄線鎧装 (二重)
	・漁具の直撃 ・漁具によるケーブル引上げ、キンク	-	・埋設+砕石防護
	・漁具の貫入 ・漁具によるケーブル引上げ、キンク	30m～	・埋設+砕石防護
		～30m	・鋳鉄製防護管 ・掘削+埋設防護 ・埋設+砕石防護
露岩域、礫帯 (埋設不可)	・漁具固定用錨による損傷 (走錨・懸錨)	-	・鉄線鎧装 (二重)
	・漁具の貫入 ・漁具によるケーブル引上げ、キンク	～30m	・鋳鉄製防護管 ・掘削+埋設防護 ・砕石防護 ・管路※1

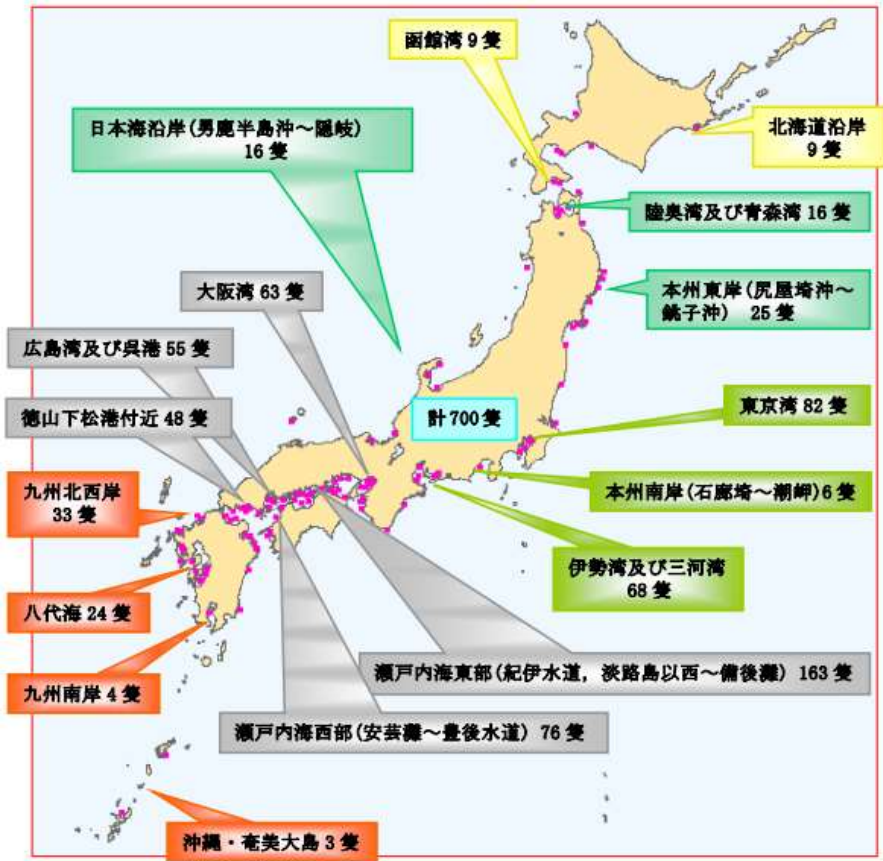
※1 揚陸部から管路を構築する場合

- 湾地形で錨を下ろす可能性が高い箇所は砕石等の防護も検討。
- 水深が深い箇所は、錨を下ろす可能性が低いため大型船舶の錨への対策は考慮しない。なお、荒天時に錨を下ろす可能性のある箇所は砕石等の防護を検討。ただし、日本海側ルートにおいては、該当箇所は少ないものと想定。

海域状況	想定事象(例)	想定水深	防護方法(例)
堆積層厚1.5m以上の細砂・中砂・シルト (埋設可)	・錨の直撃(投錨) ・錨の引っ掛かり(走錨)	10~40m程度	・埋設防護
堆積層厚1.5m未満の細砂・中砂・シルト (沖積層薄い)	・錨の直撃(投錨) ・錨の引っ掛かり(走錨)	10~40m程度	・掘削+埋設防護 ・埋設+砕石防護
露岩域、礫帯 (埋設不可)	・露岩域では投錨しない	10~40m程度	・鉄線鎧装

■ 以下のアンケート調査結果によると、北海道～新潟までの沿岸部で錨泊を行った船舶は僅か。

- ▶ 平成16年の上陸台風10個のうち、いずれかの台風で避難し、無事に凌ぎきったフェリー等及び内航船を対象
- ▶ 全錨泊船700隻（錨地不明の6隻を除く。）の錨泊海域をみると、瀬戸内海（大阪湾を除く。）が342隻(49%)、東京湾が82隻(12%)、伊勢湾及び三河湾が68隻(10%)、大阪湾が63隻(9%)などとなっている。

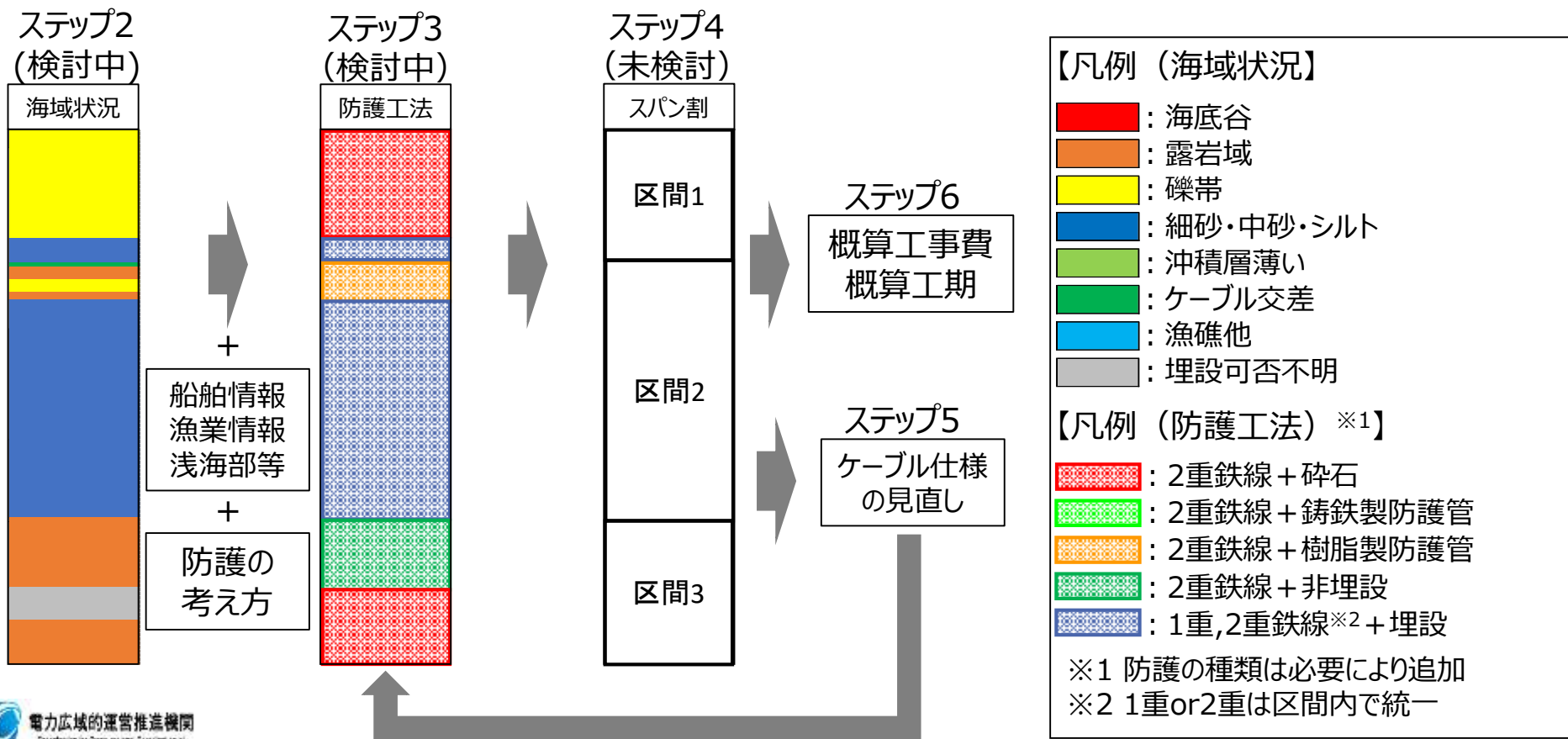


- 荒天時の転石や、岩盤等との摩擦が懸念される水深の浅い箇所は防護管なども検討。
- 沖積層が薄い海域で洗掘が懸念される箇所では铸铁製防護管なども検討。

海域状況	想定事象(例)	想定水深	防護方法(例)
堆積層厚1.5m以上の 細砂・中砂・シルト (埋設可)	・荒天によるケーブルの外傷 (転石)	～10m程度 (浅海部)	・埋設防護
	・荒天によるケーブル移動 ・荒天による洗掘		・铸铁製防護管 + 埋設防護
堆積層厚1.5m未満の 細砂・中砂・シルト (沖積層薄い)	・荒天によるケーブルの外傷 (転石)	～10m程度 (浅海部)	・埋設 ・铸铁製防護管
	・荒天によるケーブル移動 ・荒天による洗掘		・掘削 + 铸铁製防護管 + 埋設防護 ・铸铁製防護管 + 埋設 + 碎石防護
露岩域、礫帯 (埋設不可)	・潮流による鎧装の摩耗	～10m程度 (浅海部)	・鉄線鎧装 (二重) ・铸铁製防護管
	・荒天によるケーブルの外傷 (転石)		・铸铁製防護管 ・管路
	・荒天によるケーブル移動		・掘削 + 铸铁製防護管 + 埋設防護 ・管路

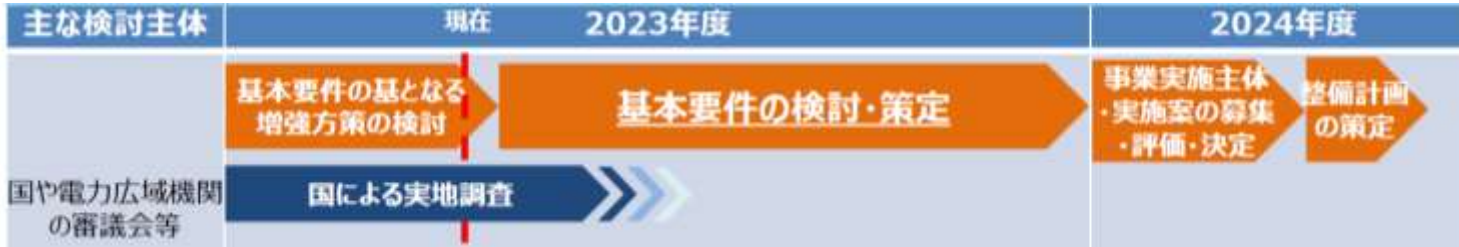
- 今回のルートおよび防護方法の選定結果を踏まえ、ケーブル敷設のスパン割(※)を設定する。
- 設定したスパン割をもとに、必要によりケーブル仕様を見直しつつ、12月中を目途に概算工事費、工期を算出していく。

※ケーブルの輸送単長、ケーブル構造、防護工法の種類等を考慮し、1度に敷設する区間を設定する



■ 年度末の基本要件策定を目指して、引き続き、各項目について順次ご議論いただく。

(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



■ 今後のスケジュール (案)

	2023年度							2024年度
	9	10	11	12	1	2	3	
広域系統整備委員会	★70回		★71回	★72回	★73回	★74回	★75回	★76回
東地域作業会	▼9/6	▼10/10	▼10/25	▼11/21	(開催時期は今後調整)			
連系線ルート/方式 (海底直流送電等)	海域実地調査ほか ルート・工法・構造検討				増強方策案 とりまとめ (工期・工事費等)			事業実施 主体・実施 案の募集・ 評価・決定
交直変換装置	陸上の直流、架空交流による送電ルートとの比較							
直流と交流の連系地点	設備構成案 の整理		対案比較			基本要件 (案)		整備計画 の策定
地内系統増強	方向性		連系方法検討					
ファイナンス等のリスク評価	各エリアの地内増強検討			費用便益 評価				
	周波数影響評価など							
	プロジェクトのリスクと対応方策							

第11回 東地域作業会（9/6）

第12回 東地域作業会（10/10）

- ・課題の検討状況について
（新メンバーへ課題の全体像・検討状況共有）
など

第13回 東地域作業会（10/25）

- ・課題の検討状況及びリスク抽出について
など