

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
— 東地域作業会の検討状況ほか —
(報告)

2023年9月22日
広域系統整備委員会事務局

- 東地域の計画プロセスでは、作業会において海底直流送電等に係る技術検討を進めている。前議題のとおり、**作業会に新たにメンバーを追加し、体制を強化して、年度内を目途とする基本要件の策定に向けて検討を加速していく。**
- 今回は、**今後の作業会で検討を進める課題の全体像を改めて確認するとともに、そのうちの以下の2項目について、具体的な検討状況や今後の進め方を報告する。**
 - ・海底直流送電（ルート・工法・ケーブル構造の一体的な検討）
 - ・交流系統と直流系統の連系地点

- 東地域の計画策定プロセスでは、北海道～東北～東京間の日本海ルート 2 GWを基本とする地域間連系線増強及びそれに伴う送電線等の整備を検討している。

<整備概要と主な検討内容>

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

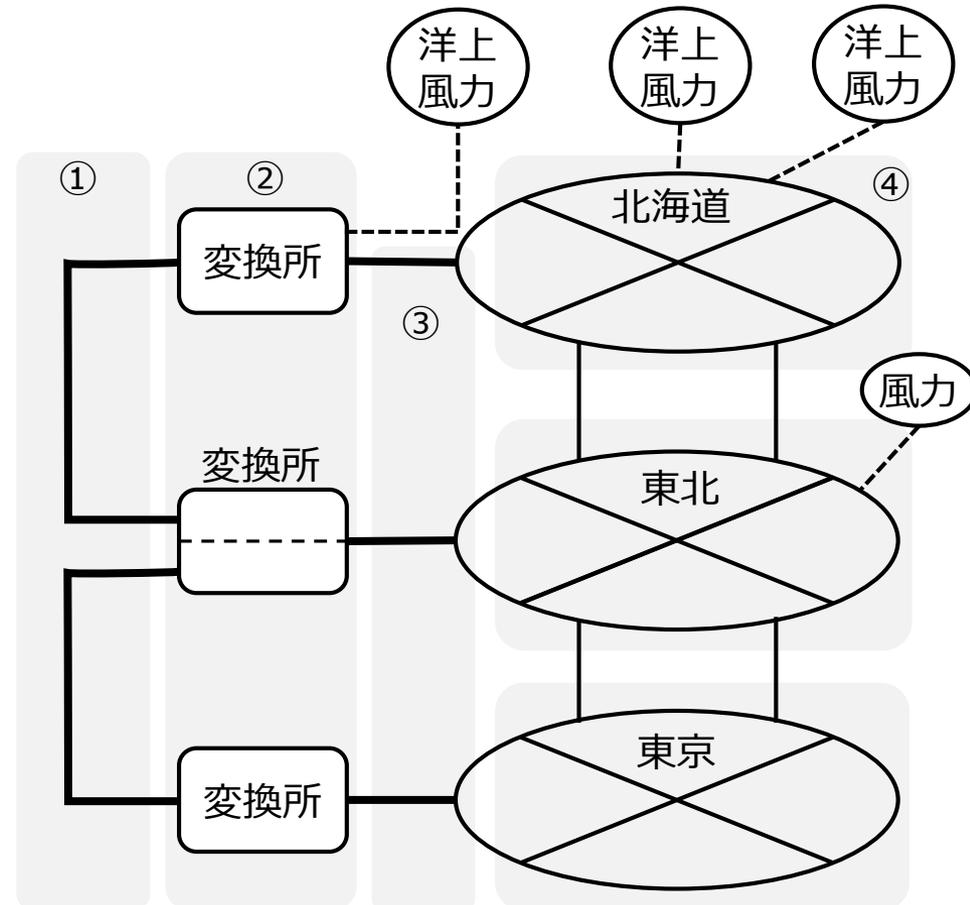
地内の状況を踏まえた連系地点選定

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。

- 対象海域における**海底ケーブル敷設の実現性評価が最大の課題**だが、**交直変換装置**や**地内系統**に関する検討も、並行して進めている。
- また、並行してファイナンス面からの**リスク評価**など事業の円滑な推進に資する検討も進めていく。

① 連系線ルート/方式（海底直流送電の実現性、ルート・工法・ケーブル構造等）

- ・ 海域実地調査の結果を踏まえた海底直流送電の実現性評価（**実地調査の情報が揃うのは11月**予定）
ケーブルルート・敷設工法・ケーブル構造の一体的な検討（実地調査の状況を踏まえて取組中）
揚陸地点の検討（エネ庁委託による机上検討を今年度実施、実地調査は来年度）
- ・ 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（系統構成および機器構成）

- 双極多端子などの技術動向調査（変換器メーカーのヒアリングでは**双極多端子も実現可能**との情報）
直流系統に求める**信頼性などを踏まえた機器構成案の比較検討**（機器構成案の対案比較を実施中）

③ 交流系統と直流系統の連系地点（連系地点の選定）

- 洋上風力の開発地点や地内系統の状況を踏まえた交直連系地点の検討

④ 地内系統（地内増強、再エネ大量導入の系統影響対応）

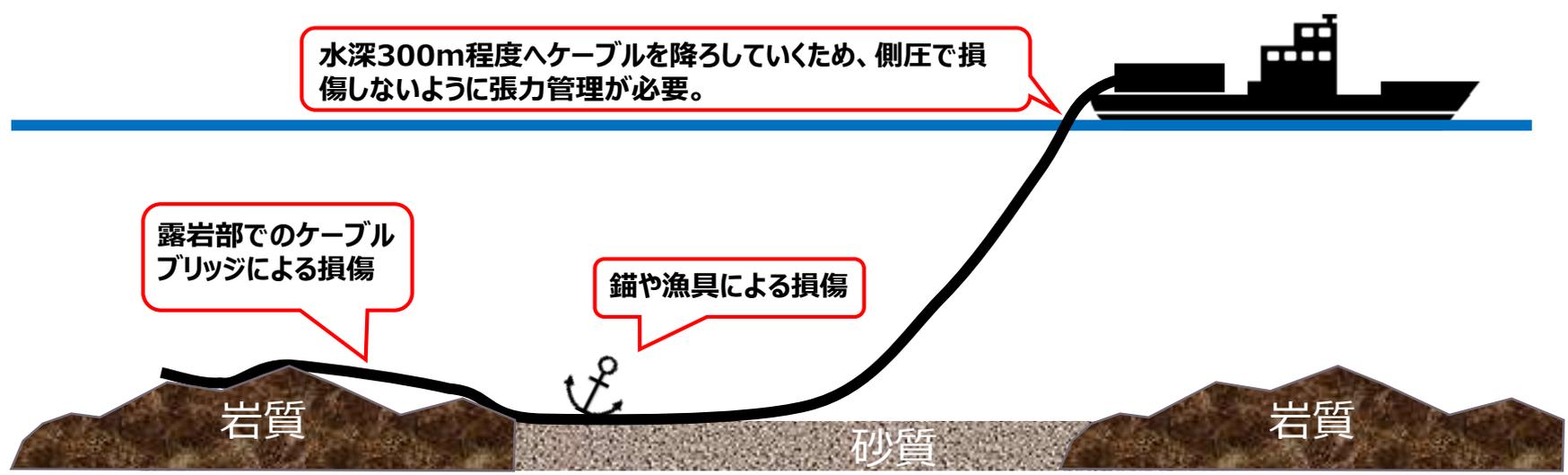
- 電源等開発動向調査結果等の電源導入見込みを踏まえた地内系統増強
HVDC連系および再エネ大量導入による系統影響評価とその対応（北海道の周波数影響は北海道NWにて検討中）

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）

- プロジェクトにおけるファイナンス面からのリスク評価
大規模インフラ整備工事の円滑な遂行に向けた不確実性の低減

①連系線ルート/方式（海底直流送電のルート・工法・ケーブル構造の一体的な検討） 5

- 海底ケーブル敷設の技術的な実現性を高めるために、「**ルート選定**」だけでなく、「**工法**」「**ケーブル構造**」も含めた**一体的な検討により確認する必要がある**。
- 海底ケーブルに係るリスクとしては以下のようなものがある。これらを回避できる**最適なルート、工法、構造の組合せを適切に選定することが重要**である。
 - [敷設工事中のリスク]
ケーブル損傷（張力管理）、敷設・工事の遅延・停滞、急な海象変化（台風、爆弾低気圧、高波など）
 - [敷設後のリスク]
船舶の錨による外傷・漁具による損傷（走錨、底引き網など）、海底地形の変化（サンドウェーブ現象など）
露岩部でのケーブルブリッジ現象
- **ポイントとして、敷設・埋設の速度向上や、埋設・防護の必要性、リスク回避を勘案したケーブル構造などを考慮しながら検討を進めていく。**



①連系線ルート/方式（海底直流送電の主な課題）

- 海底ケーブル敷設等に関する主な課題の全体像を以下のとおり整理した。引き続き、作業会メンバーの衆知を結集し、各課題に対する具体的検討を加速していく。

分類	課題	方向性
許認可	<ul style="list-style-type: none"> ・既設物との交差、接近の同意取得可否 	既設物の所有者特定と同意取得可能性について事前相談、協議。
技術	<ul style="list-style-type: none"> ・揚陸候補地の調査、選定 ・揚陸候補地から地内系統までの接続 	エネ庁にて調査中。地内系統への接続も考慮した候補地を選定。
	<ul style="list-style-type: none"> ・海底谷の回避、露岩部の迂回 ・ケーブルブリッジの検討 	実地調査結果、既存データ等を活用してルートを選定。
	<ul style="list-style-type: none"> ・防護工法（漁業情報、航路情報等反映） ・防護、埋設の必要性 	コスト・工期、外傷リスクを評価し、埋設・防護の必要性を検討。
	<ul style="list-style-type: none"> ・工法の検討（防護管取付、接続部の防護、埋設） 	NEDO事業により検討。
	<ul style="list-style-type: none"> ・敷設船、埋設船の開発 	NEDO事業により検討。
設計	<ul style="list-style-type: none"> ・防護も考慮したケーブル構造、サイズの検討 ・ケーブル/接続部の絶縁・構造設計 ・準拠規格、試験方法の検討 	基底温度、防護方法（埋設深度）、土壌熱抵抗に加え、社会的要因を考慮した設計を検討。
追加調査	<ul style="list-style-type: none"> ・ルートが確保できない箇所追加調査 	追加調査の実施タイミング・範囲を検討。
漁業協調	<ul style="list-style-type: none"> ・実事業に向けた対応体制のあり方の検討他 	今後検討。
保守・運用	<ul style="list-style-type: none"> ・点検方法、事故復旧の検討 	敷設船の緊急備船まで含めた復旧方法等の検討。
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・全体工程の検討 ・コスト、B/Cの評価 	全体工程の最適化も踏まえたコストの検討、B/C評価を実施。
	<ul style="list-style-type: none"> ・各スパンのリスクの明確化 	スパン毎のリスクの明確化。

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）

■ 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「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「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「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

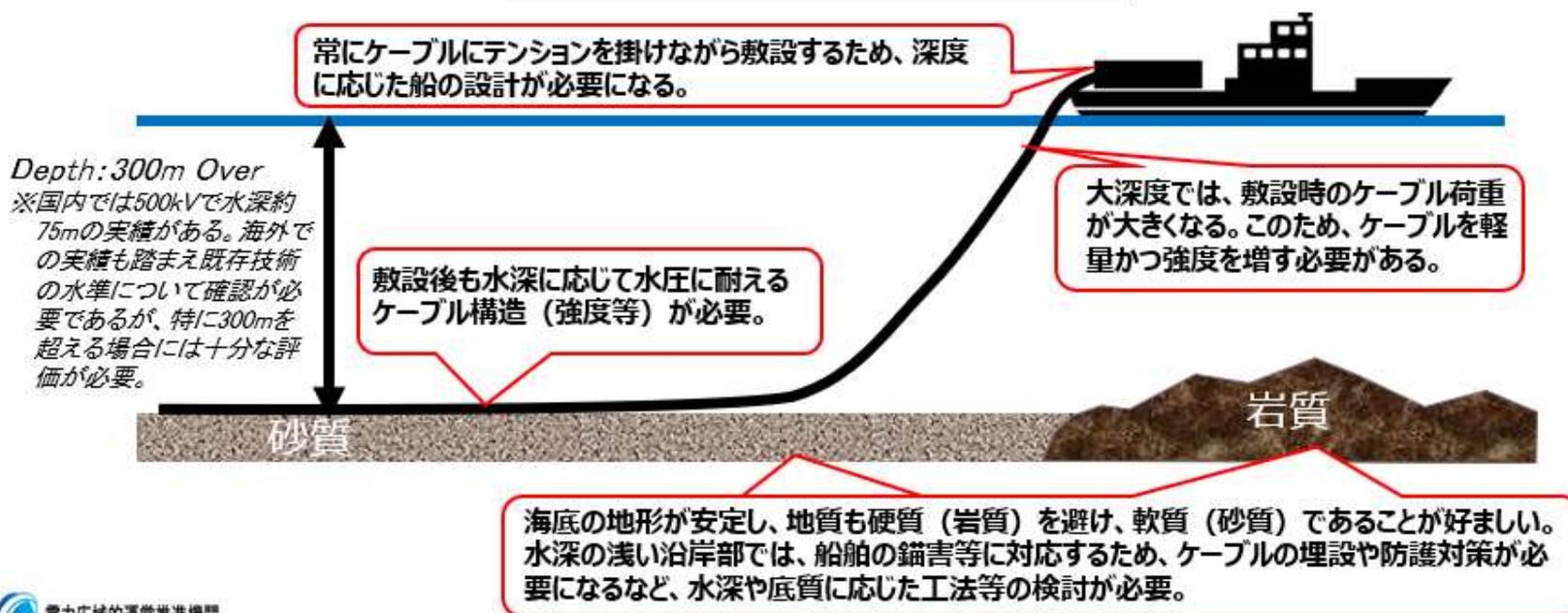
- ・気象、海象のよい時期に敷設工事ができないか⇒【ステップ4】へ
- ・先行利用者(海事、漁業者)への影響を押さえられないか⇒【ステップ3】へ

(参考) ルート調査の重要性

8

- 世界にも類を見ない長距離の海底ケーブルの工事については、まずはその技術的課題を明確にし、実現可能な工事とするため、しっかりとした海域実地調査を行う必要がある。
- 実現可能性に関して、以下の点について評価を行うことが重要。
 - (1) 敷設工事中にケーブルに損傷を与えることなく、無事に**工事を完遂できる敷設工法の目途**があること
 - (2) ケーブルが**敷設後に長期にわたって損傷なく信頼度を維持できる**こと
 - (3) 万一のケーブル損傷時にも、**適切な復旧措置を行うことができる目途**があること
- これらの評価により海底ケーブルの敷設が可能かつ、長期信頼性を維持できると見込めるルートを選定することが不可欠となる。

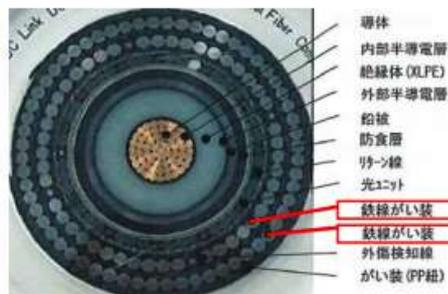
ルート選定における技術的評価のポイント



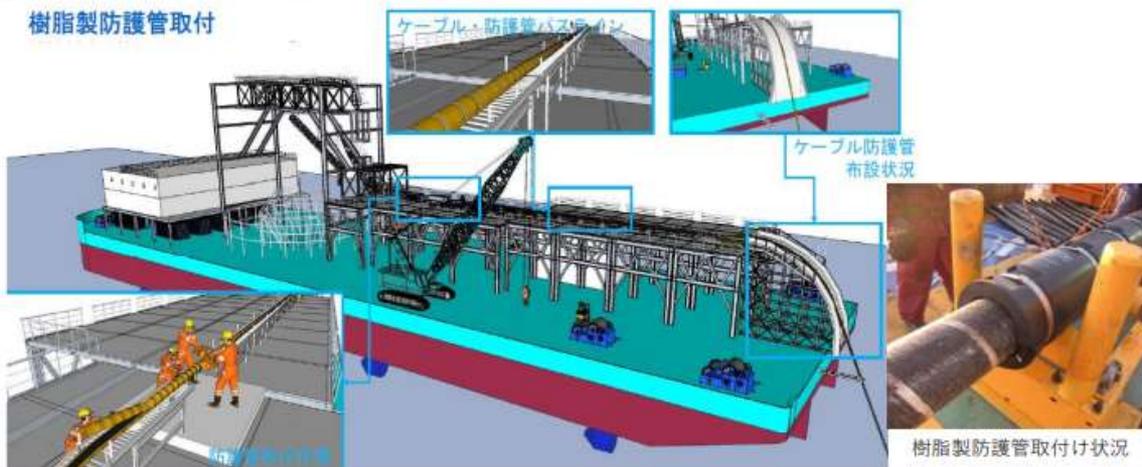
7) 敷設手法 (3/5)

■ ケーブルの防護方法 (埋設不可箇所)

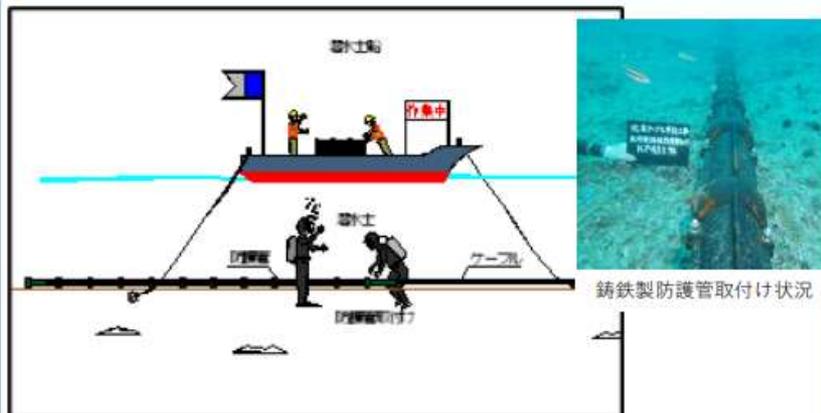
a. 二重鉄線鎧装



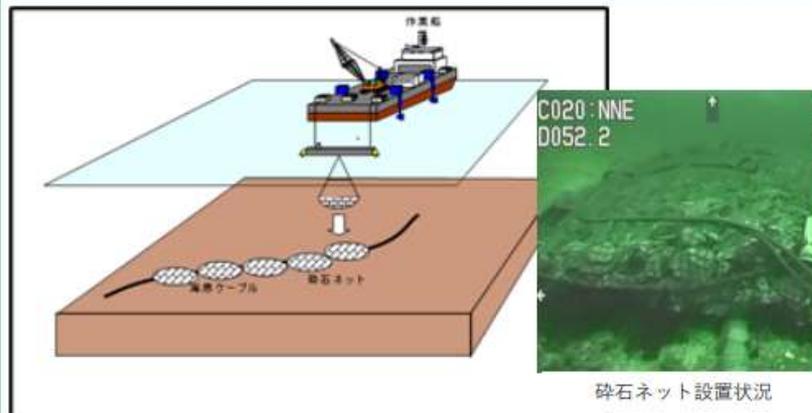
b. 二重鉄線鎧装 + 樹脂製防護管



c. 二重鉄線鎧装 + 鋳鉄製防護管



d. 二重鉄線鎧装 + 碎石ネット (又は碎石)



1. 東地域作業会の検討状況について 今後の取組み

9

- 今年度から、エネ庁において、敷設可能性のあるルートに関する調査を進めており、来年度の夏頃に完了予定。来年度は、エネ庁またはNEDOにて下表の調査・技術検討が実施される予定であり、今後は、これらの結果を踏まえ、増強方策として採用する海底ルートを検討していく。
- 特に、海底ルートについては揚陸点の検討やケーブル敷設工法についても検討が必要となることから、下表の取組と連携を密にしながら、検討を推進していく。
- なお、概算工事費・概算工期を算出するための算出根拠については、情報の取り扱いに注意した上でメーカーヒアリングを実施して確認し、基本要件に記載する概略工事費・概略工期として、改めて本委員会に報告することとしたい。

2023年度 HVDCに関する調査・検討案件 (一覧)

項目	実施事項	期間
・海底ケーブルの敷設に関する実地調査 ※再生可能エネルギーの大量導入に向けた次世代型ネットワーク構築加速化事業（資源エネルギー庁・令和3年度補正）	・東日本の日本海側において、沿岸に沿って技術的に敷設可能性のあるルートに関する調査を実施しており、敷設・埋設の可否に関する分析中。 ・令和4年度においては、約6割の海域において調査が完了。 ・令和5年度の7月頃までに、残りの4割の海域の調査に向けて、調整中。	2021年度 ～ 2023年度
・海底ケーブルの揚陸に関する実現可能性評価 ※再生可能エネルギーの大量導入に向けた次世代型ネットワーク構築加速化事業（資源エネルギー庁・令和4年度補正）	・ケーブルメーカーや送電会社等へのヒアリングを通して揚陸箇所の地理的・社会的条件を整理、指定海域に対する机上検討・現地踏査による揚陸箇所としての適合性評価、実地調査の調査項目・手法を整理 ・上記に基づく実測調査	2023年3月 応募締切 ～
ケーブル防護管取付等の工法開発及び新型ケーブル敷設船等の基盤技術開発 ※多用途多端子直流送電システムの基盤技術開発（研究開発項目4・NEDO）	・岩盤域での海底ケーブル敷設時のケーブル防護について、既存工法より低コストを可能とする工法の開発。 ・日本特有の海象・気象や必要となるケーブル敷設（防護、接続、敷設制御等）方法に対応し、複数社のケーブルを取り扱い敷設可能な新型ケーブル敷設船等（艀装設備含む）の基本的な設計、その共通仕様の確立。	2020年度～ 当該項目は3月下旬公募開始予定 ～ 2025年度 （予定）

③交流系統と直流系統の連系地点（北海道）

- 交流系統と直流系統の連系点について、電源開発動向や既設系統の構成・潮流状況を踏まえながら、適切な地点を検討中。
- 北海道においては、系統が比較的強靱な**道央が優位**と考える。また、道央では石狩と後志が候補となるが、**後志はケーブルの巨長が短くでき、工事費や工期の面で優位**と考える。

		道 央	道 南
概要図			
特徴など		<ul style="list-style-type: none"> ・既存系統がループ構成で比較的強靱なため、地内系統の増強・新設が少なく他箇所と比較して有利。また、変換器の安定運転面でも有利である。 ・石狩と後志を比較すると、系統影響は同程度。後志は、ケーブル巨長は短くでき、工事費の低減や工期の短縮が図れる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・既設送電線の潮流が南向きの傾向であり、HVDCにより更に南向き潮流が増加。地内系統の増強・新設が必要となる見込み。 ・北本・新北本を含めて、北海道の末端の道南に変換器が集中することから、交流系統事故時の変換器同時停止のリスクが高くなる。

※上図は、系統状況から接続先を検討したものであり、揚陸の候補地点等は別途検討中。

③交流系統と直流系統の連系地点（東北）

- 東北におけるHVDCの交流系統連系先は、管内の日本海側で500kV設備があり、周辺の電源ポテンシャル地域からの電力を効率的に送電できる秋田エリアが優位と考える。

● 洋上風力 — 既設送電線 ➡ 連系線 ➞ 主な潮流方向（東北で受電する場合）

	秋田エリア（500kV）	津軽半島エリア（275kV）
概要図		
特徴など	<ul style="list-style-type: none"> • 交流系統に接続する日本海側の洋上風力をHVDCへ効率的に送電することができる。 • また、HVDCから受電する場合、当該エリアは、東北北部エリアにおける募集プロセスにて、日本海500kVルートの一部（図中のピンク色箇所）の整備を進めているため、地内の潮流ネックは比較的生じにくい。 	<ul style="list-style-type: none"> • 接続点周囲に500kV系統が無く275kV連系となるため、HVDCに送電する場合およびHVDCから受電する場合のいずれも、地内の潮流ネックが生じやすい。 • 既設の直流設備である今別変換所と同一エリアの連系となるため、交流系統側の影響による同時脱落のリスクがある。

※HVDCの南向き潮流を東北で受電し東京に交流系統で送電する運用を行う際は、東北地内の運用容量限界(同期安定性)に留意が必要。

※上図は、系統状況から接続先を検討したものであり、揚陸の候補地点等は別途検討中。

③交流系統と直流系統の連系地点（東京）

- 東京におけるHVDCの交流系統連系先は、東京PG管内で日本海側に位置する500kV設備である**南新潟幹線**または**新新潟幹線**が有力候補と考える。

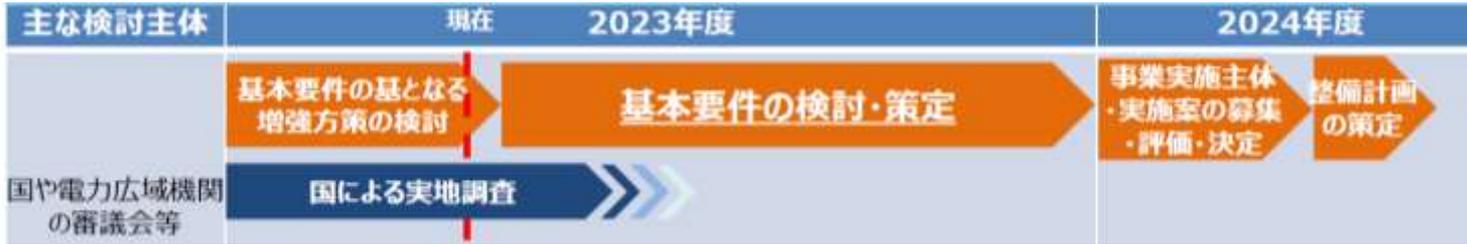


※上図は、系統状況から接続先を検討したものであり、揚陸の候補地点等は別途検討中。



■ 年度末の基本要件策定を目指して、次回以降、各課題について、順次ご議論いただく予定。

(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	
東地域作業会	▼9/6	▼上旬	(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			陸上の直流、架空交流による送電ルートとの比較		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 整備計画 の策定
交直変換装置	設備構成案の整理	対案比較						
直流と交流の連系地点	方向性	連系方法検討						
地内系統増強	各エリアの地内増強検討							
	周波数影響評価など							
ファイナンス等のリスク評価	プロジェクトのリスクと対応方策							
						基本要件 (案)		

2. 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10回 東地域作業会（7/26）

第11回 東地域作業会（9/6）

- ・交流系統連系先の検討について
- ・海域実地調査の状況について

など

第7回 中西地域作業会（7/21）

第8回 中西地域作業会（8/29）

（西地域作業部会と合同開催）

- ・関門連系線増強（直流海底ケーブル連系案）の検討状況の共有について
- ・中地域増強に関する検討状況の共有について

など

第9回 中西地域作業会（9/19）

（西地域作業部会と合同開催）

- ・関門連系線増強（直流海底ケーブル連系案）の検討状況の共有について

など