

NEDOエネルギー・地球環境分野成果報告会2026

プログラムNo.A1-3-02

多用途多端子直流送電システムの基盤技術開発／

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

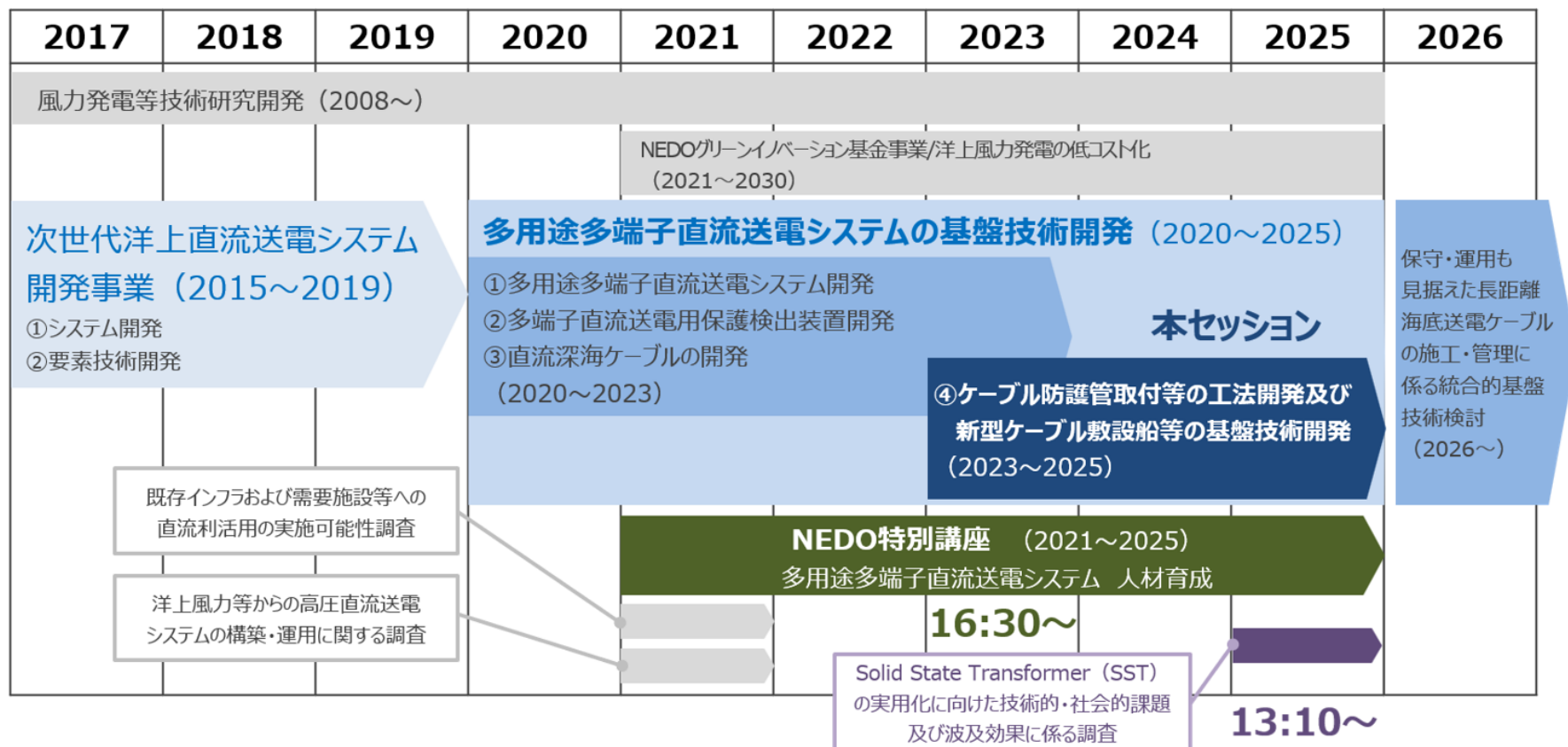
発表：2026年7月23日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

再生可能エネルギー部 エネルギーシステムユニット 主任 山本 航介
問い合わせ先 E-mail: [powergrid\[@\]nedo.go.jp](mailto:powergrid[@]nedo.go.jp)

第7次エネ基の2040年度再エネ比率4～5割の達成に向けて

1. 再エネ導入拡大
2. エネルギーの安定供給を確保できる強靱性（レジリエンス）の向上に資する**多用途多端子高圧直流（HVDC）送電技術を開発**

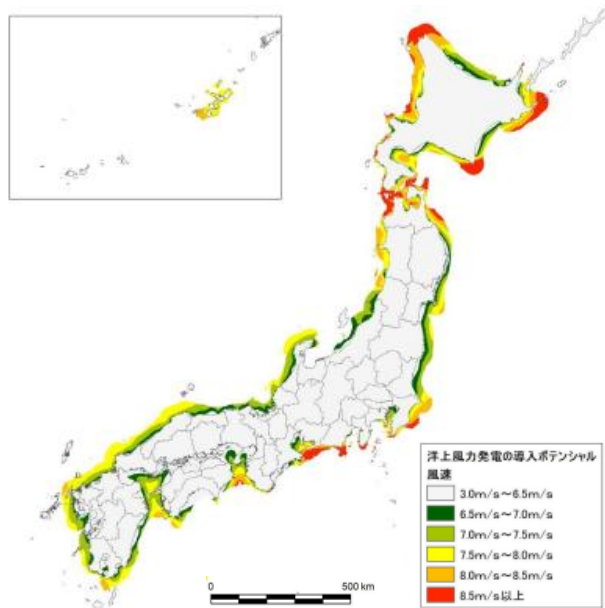


再エネ主力電源化の「切り札」とされるが**導入ポテンシャルの高い適地は限られる**

- 電力の大消費地から遠い
- 接続水域やEEZに多く存在し、沿岸部から距離があり水深も深い

⇒ 揚陸点や消費地まで**長距離の海底送電が必要**

洋上風力ポテンシャル：風況



出典：環境省 令和元年度再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報等の整備・公開等に関する委託業務報告書 をNEDO編集

洋上風力ポテンシャル：水深

接続水域（沿岸から44km以上）
EEZ（沿岸から44～370km）

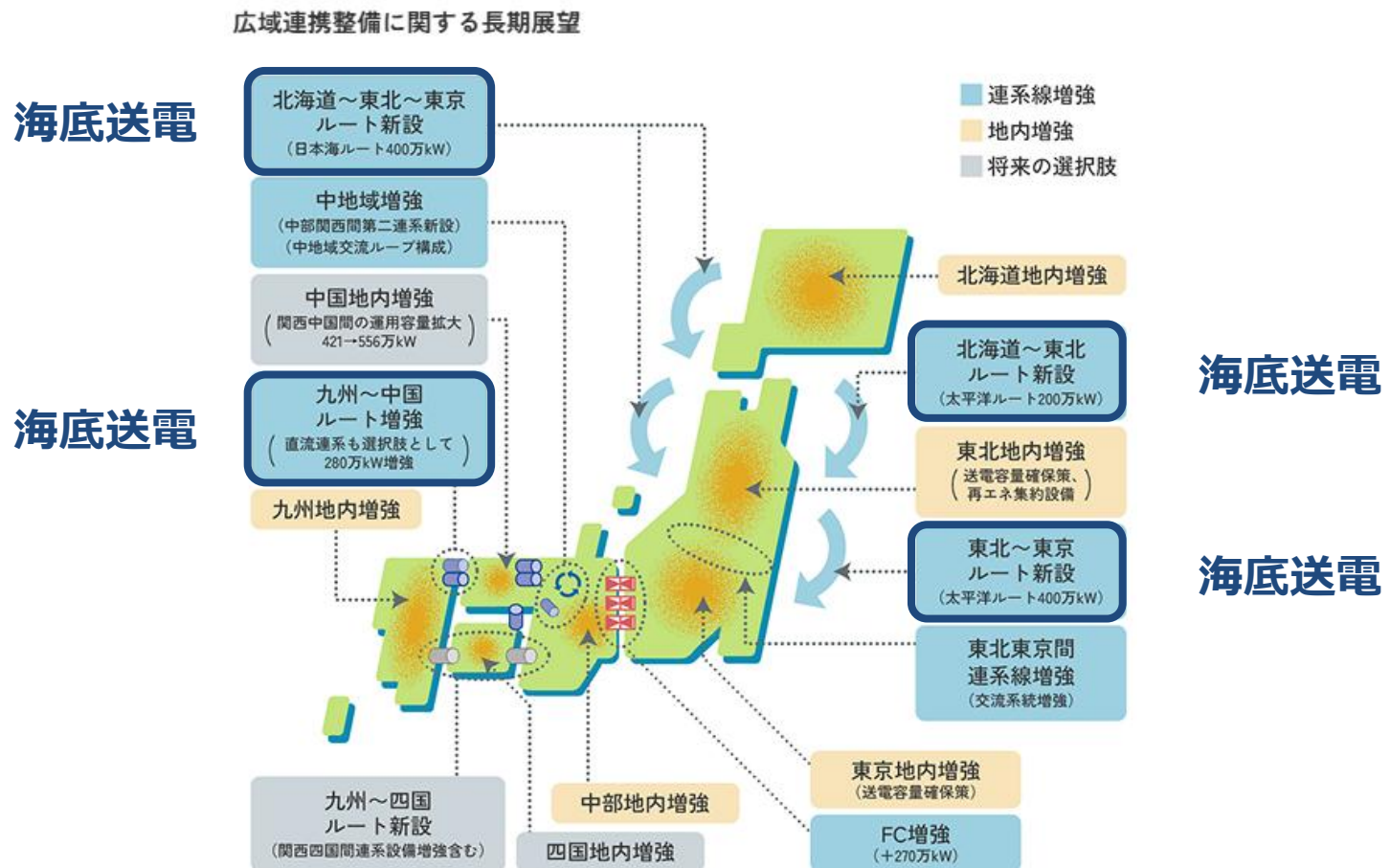


出典：Bardenhagen, Y.; Nakata, T. Regional Spatial Analysis of the Offshore Wind Potential in Japan. *Energies* 2020, 13, 6303.
<https://doi.org/10.3390/en13236303>

地域間連系線の整備：「マスタープラン」の概要

4

電力広域的運営推進機関（OCCTO）が2023年3月に策定・公表
2050年カーボンニュートラル実現に向けた**再エネ導入拡大**と**レジリエンス強化**



なぜ交流ではなく直流なのか

5

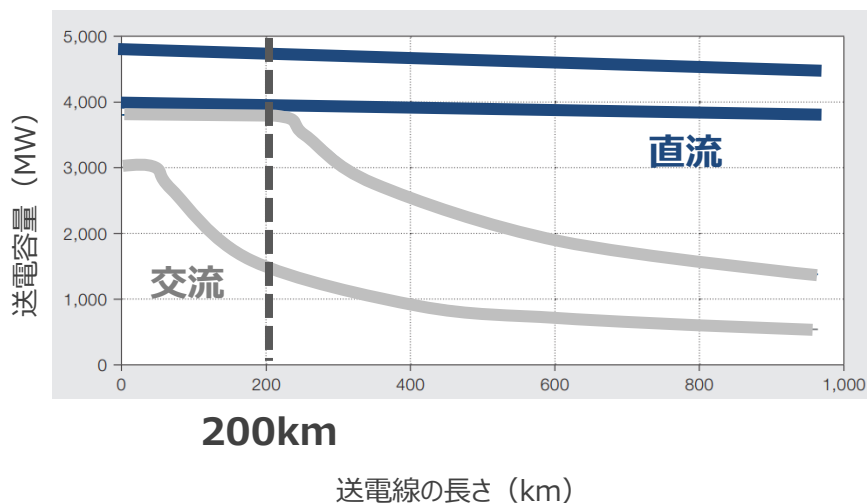
交流より**直流**のほうが長距離を効率的に送電可能

- 架空送電線： 約200km以上

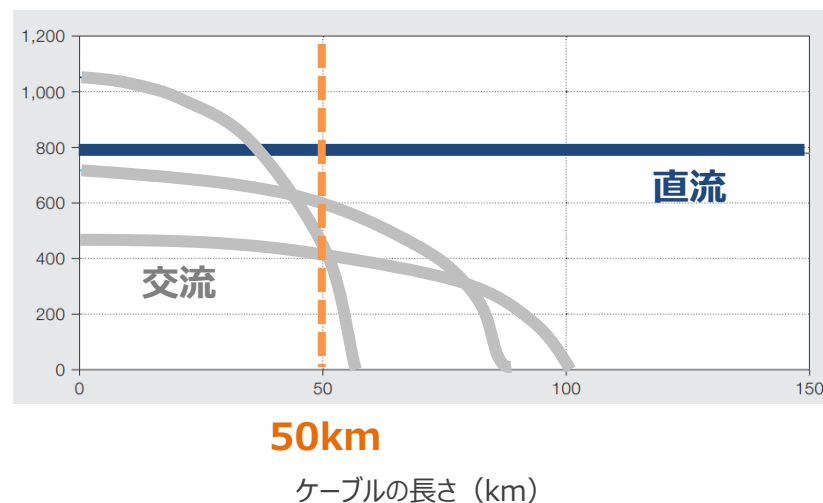
- 海底ケーブル： 約50km以上

⇒ 長距離の海底送電には**高圧直流（HVDC）送電システム**が必要

架空送電線



海底ケーブル

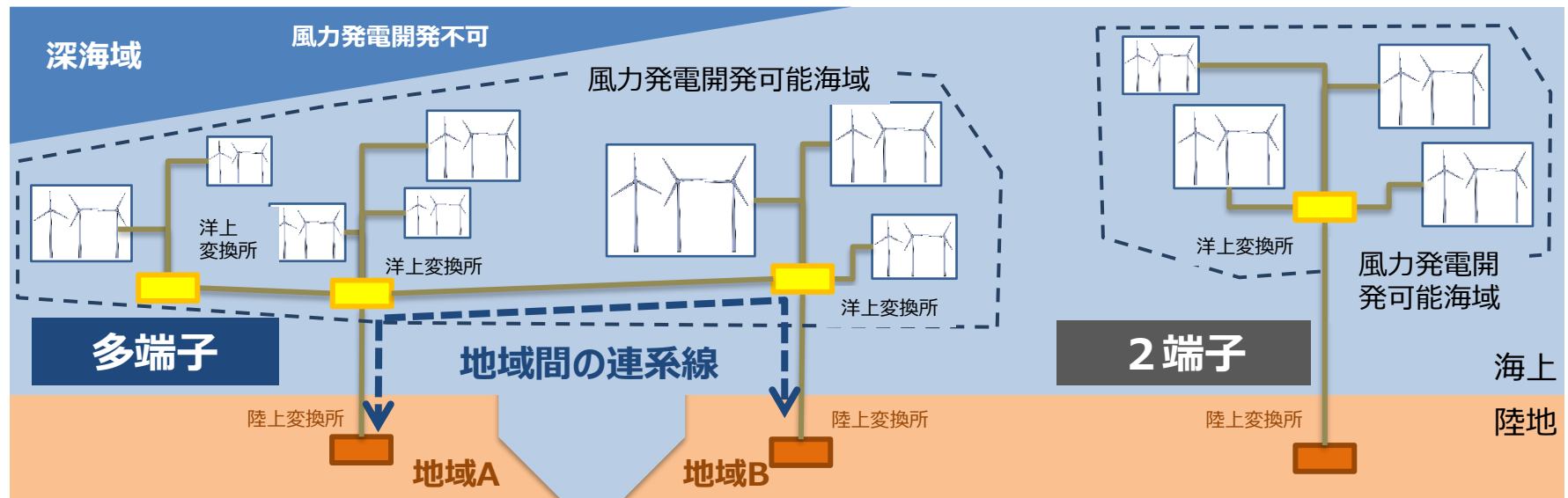


「多用途」かつ「多端子」の直流送電とは

6

1. 沿岸には帯状に洋上windファーム（WF）が順次導入されていくと想定
⇒ **複数のWFを集約してから陸上へ送電**したほうが効率的 **【多端子化】**
2. 沿岸部や離島の間を結ぶ連系線がニーズ高まる
⇒ WF送電と**地域間の連系線を兼ねる**ことでレジリエンス強化 **【多用途化】**

「多用途」「多端子」直流送電のイメージ図





洋上風力の拡大に伴い2014年頃から関連プロジェクトを推進 多端子・マルチベンダーHVDCの商用導入に向けた実装準備の最終段階

多端子HVDC プロジェクト			
資金提供	FP7	Horizon 2020	Horizon Europe
予算	約35.5M€≒約56億円	約34.5M€ ≒約55億円	約50.7M€ ≒約81億円
期間	2014.10～2018.9	2016.1～2019.12	2023.1～2027.4

出典：欧州委員会 CORDIS - EU research results WEBサイトを参考に NEDO作成。

出典：BNEF “2018-3-6-North Sea Wind Hubs Would Save \$100B by 2050_ Q&A”

出典：
<https://www.tennet.eu/news/detail/three-tsos-sign-agreement-on-north-sea-wind-power-hub/>

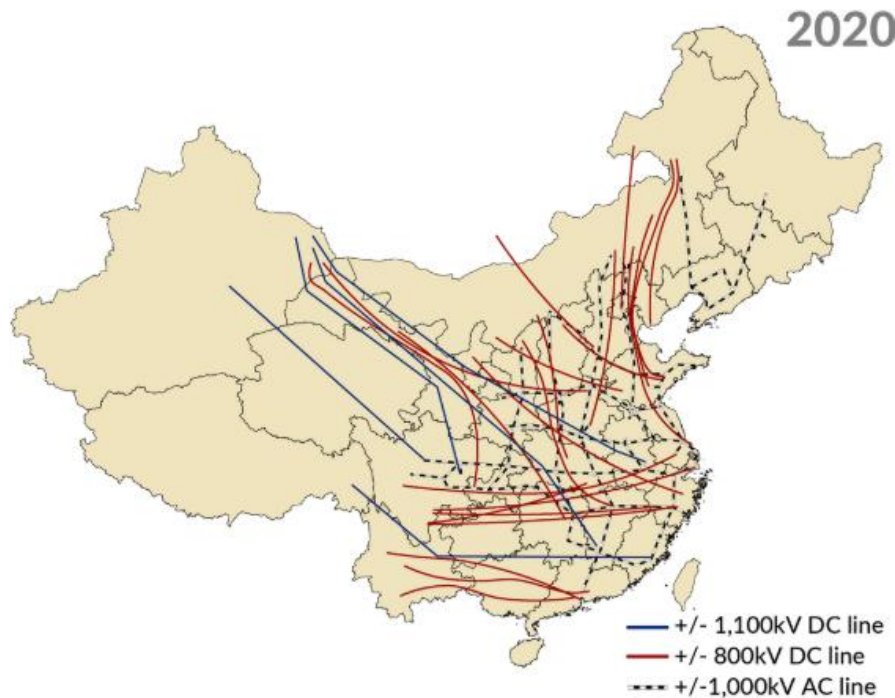


出典：<https://interopera.eu/objectives/>



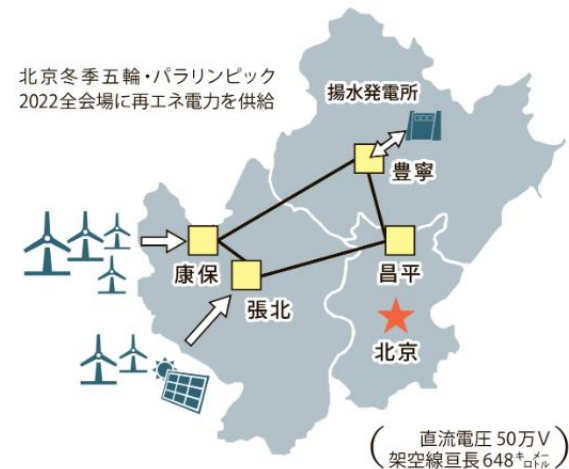
張北など内陸の再エネを海岸部の大消費地に送る**陸上多端子HVDCを実用化**
架空直流送電で得た知見を**海底ケーブルHVDC送電へ展開**

中国のHVDC送電マップ



出典：<https://www.clsa.com/special/mappingchina/>

陸上4端子HVDC（張北）



出典：電気新聞 <https://www.denkishimbun.com/sp/232326>

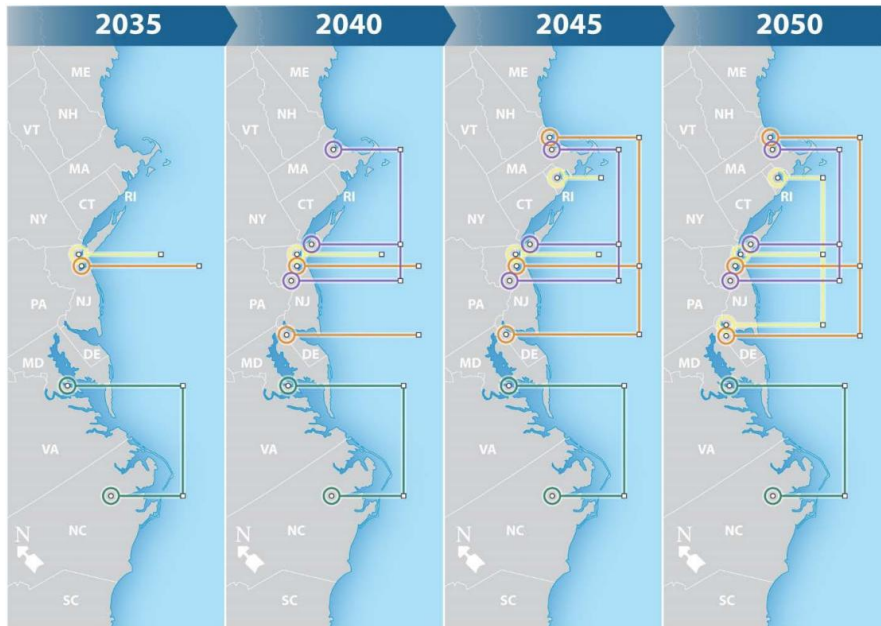
海底HVDC（如東・射陽）

- 2022年 如東洋上風力発電（江蘇省 如東県）運用開始
+/-400kV、1.1GW、海底ケーブル長100km
- 2026年 射陽洋上風力発電（江蘇省 射陽県）着工
+/-250kV、1.1GW、海底ケーブル長83km



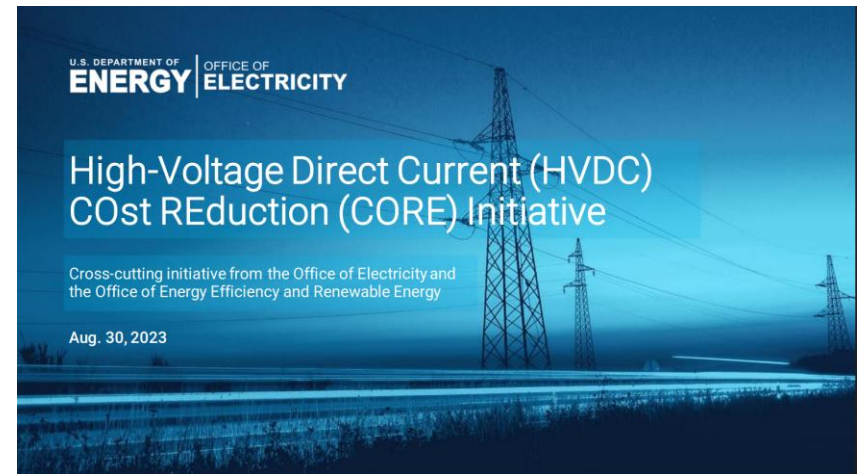
東海岸の洋上風力発電（2030年 30 GW, 2050年110 GW）を計画
米国エネルギー省（DOE）が**2端子→多端子へ段階的なHVDC導入**を検討
2035年までに**HVDCシステム費用を35%低減させる事業**を2023年から実施

米国東海岸の多端子HVDC送電



出典：DOE, Atlantic Offshore Wind Transmission Study, 2024

COst REduction (CORE) Initiative



出典：DOE, <https://www.energy.gov/oe/hvdc-cost-reduction-core-initiative>

北海道本州間連系設備（日本海ルート）の直流系統

当初想定：2端子シリーズ構成

最新方針：**多端子構成**（直流遮断器なし）を前提として検討

	2端子シリーズ構成（基本要件）	多端子構成（技術検討報告書）
直流系統構成	① ② ① ②	① ② ③
特長	- 後志端～秋田端～新潟端まで、秋田エリア変換所の交流母線を介して、「後志端～秋田端」、「秋田端～新潟端」の2組の直流設備を接続する。 - 秋田端の交直変換装置は4台。	- 後志端～秋田端～新潟端まで、秋田エリア変換所の直流母線を介して、1組の直流設備を接続する。 - 秋田端の交直変換装置は2台。

日本と欧州の海底環境の違い

11

欧州に比べて**日本の海底環境は過酷**

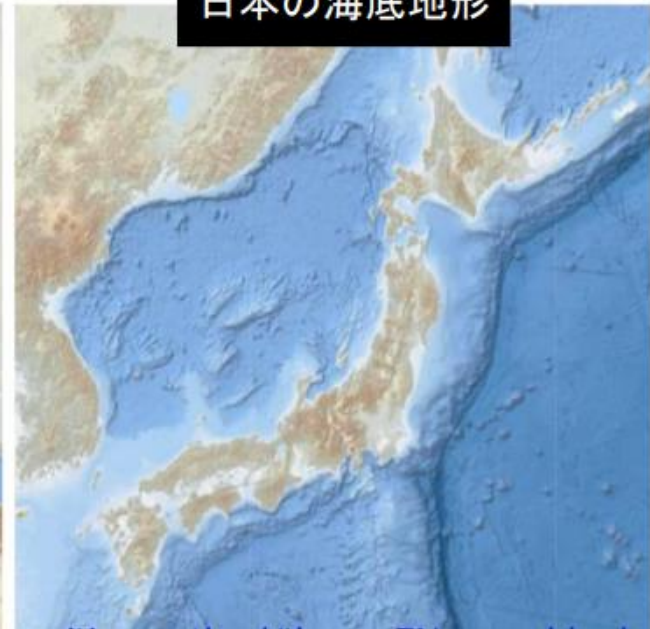
⇒ 海底送電ケーブルの敷設や防護には**日本独自の研究開発が必要**

欧州の海底地形



海底地形の傾斜が緩やかで遠浅

日本の海底地形



遠浅な海岸線が少ない
急峻な海底地形が多い
堆積物の分布が複雑

ケーブル防護管取付等の工法開発・新型ケーブル敷設船等の基盤技術開発

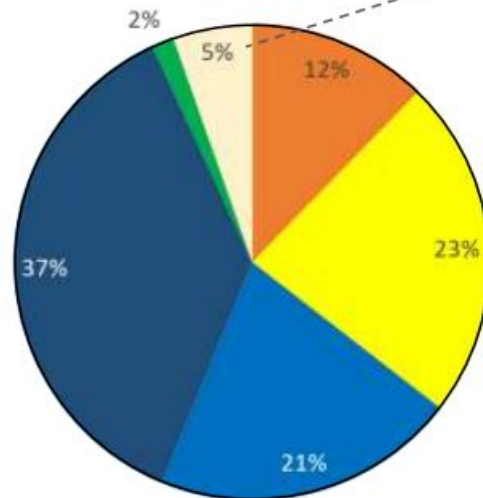
北海道等から需要地への海底ルートにはケーブル埋設が困難な岩盤域も

⇒ 防護管取付けによる工期の長期化やコスト増加

1. ケーブル防護工法のコスト低減

2. 日本特有の海象・気象に対応できるケーブル敷設船等の設計

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

テーマ			担当
1. ケーブル 防護管取付等 工法開発	① 防護工法開発	防護管工法の開発	住友電工
		大水深碎石投入装置開発	古河電工
	② 長距離ケーブル監視技術開発		住友電工
	③ 海洋技術検証		住友電工、古河電工
2. ケーブル 敷設船等の 基盤技術開発	① 敷設船開発		日本郵船、住友電工
	② 接続船/埋設船開発		商船三井、古河電工
3. 共通基盤 技術調査等	① 試験方法検討		古河電工、住友電工
	② 海外調査		住友電工

岩盤域でのケーブル防護について既存工法より**低コスト化する新工法**を開発

ケーブル防護管取付の自動化（住友電気工業株式会社）

手作業



成果

自動取付工法



出典：住友電気工業株式会社

砕石投入装置の開発 （古河電気工業株式会社）

ケーブル接続部を投錨や漁具による
損傷から護るため砕石で被覆する工法



出典：古河電気工業株式会社

日本特有の海象・気象に対応可能な**3種類の作業船**（艀装設備含む）を開発
基本設計を通じて**共通仕様を確立・公開し、後続事業者の検討も加速**

敷設船（日本郵船株式会社）



出典：日本郵船株式会社

ケーブル積載量 : 7,000t 以上
居住区 : 100名 以上
作業可能条件 : 有義波高 2.5m 以下

接続船・埋設船（株式会社商船三井）



ケーブル積載量 : 2,500t×2
乗員数 : 約 90名



出典：株式会社商船三井

載貨重量 : 約 1,800t
乗員数 : 約 80名

ケーブル敷設後の長期安定運転や事故時の迅速な対応の観点から

保守・運用技術の高度化が社会的・経済的に重要な課題

⇒ ケーブルの監視・点検、外傷事故の予防、事故時の緊急復旧など技術開発

フィージビリティ・スタディ（FS）を実施中

