

令和2年(第20回)海上技術安全研究所研究発表会

浮体式洋上風力発電の将来ビジョンと 海技研の取り組み



洋上風力発電プロジェクトチーム
中條 俊樹、黒岩 隆夫、國分健太郎

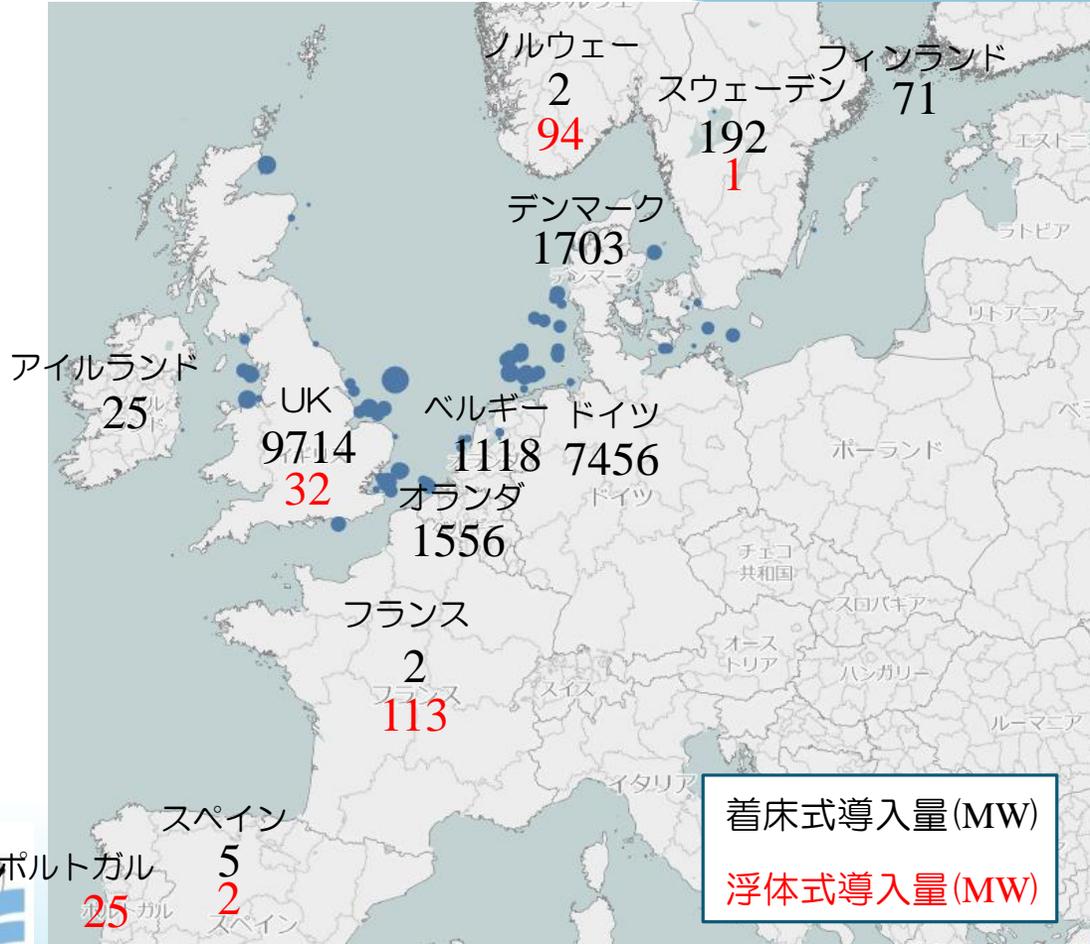


発表内容

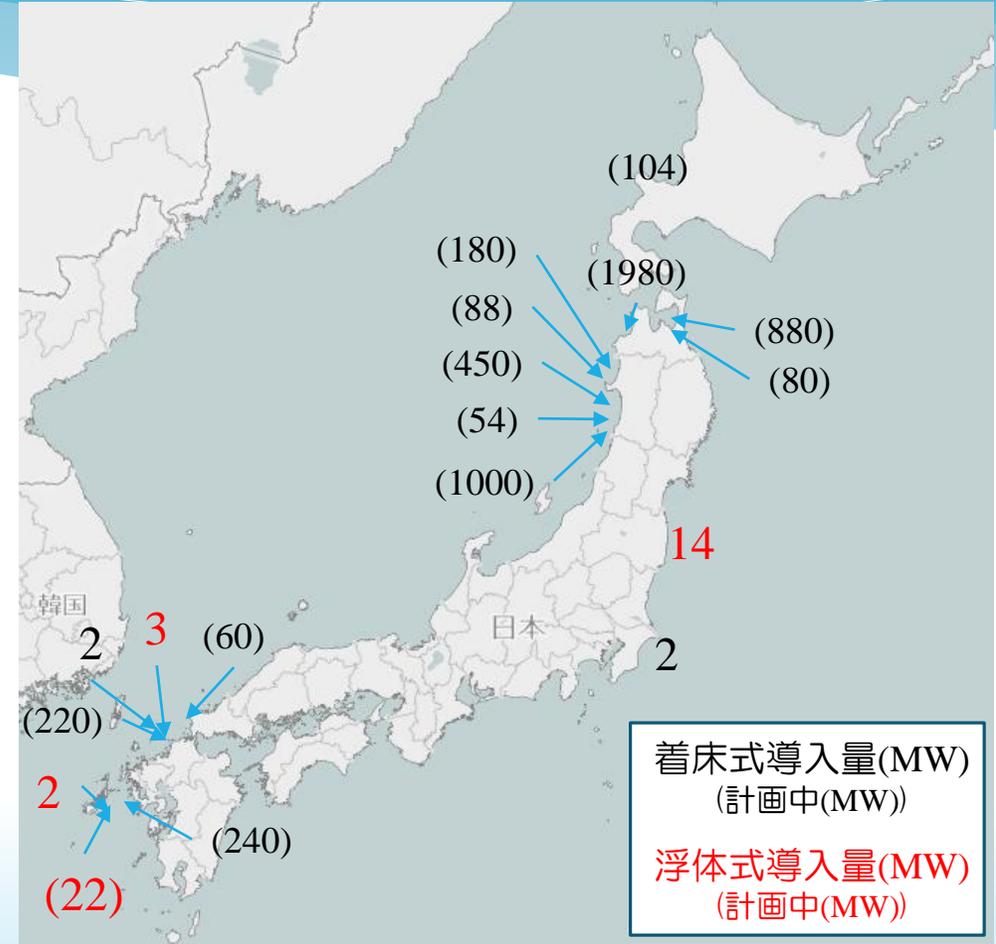
- 背景
- プロジェクトチームの設立について
- 導入目標の設定とコスト低減に取り組む分野の抽出
- コンセプトの例
- まとめ

背景

- 風力発電は世界的に導入が進む。特に洋上展開が急速に進展。
- わが国でも着床式ウィンドファームの建設や浮体式の実証プロジェクトが実施。



Wind Europe Web page より作成、計画値を含む



発電所環境アセスメント情報サービス（経済産業省HP）より作成



背景

◆導入目標

- 我が国の導入目標の提案：2030年までに10GW（※1）、36GW（※2）
- 一方で、2019年末時点での導入量は3.9GW。
- このままでは、2030年の導入目標の実現は難しい？

◆発電コスト

- 我が国の発電コストは高い：浮体式の実証機で40円/kWh程度
- ヨーロッパの着床式での発電コスト：10円/kWh程度
- 風力発電の導入拡大には初期費用（CAPEX）や運用費用（OPEX）の低減が必要。
- そのためには、**技術開発**や大量導入による量産効果、その組み合わせが必要。

海技研が貢献



※1：山本慎一郎 我が国の風力発電と促進政策について
※2：日本風力発電協会 風力発電の導入拡大に向けて



プロジェクトチームの設置

- 海上技術安全研究所は、2020年3月に洋上風力発電プロジェクトチームを発足させた。
- 洋上風力発電プロジェクトチームは、浮体式ウィンドファームの商用展開と普及のための様々な技術的課題に部門横断的に対応する。
- 発電コストの目標を2030年に15円/kWh、2050年に8円/kWhとする。
- 民間企業や大学等との積極的な連携を想定し、例えばJIP（Joint Industry Project）等による共同の研究開発を募集している。
- 当所のこれまでの知見や成果の社会実装・・・明日のセッション4の講演で紹介
 - 高度な水槽試験技術：「海技研の模型試験技術と将来展望」
 - 基準や安全ガイドラインの作成への貢献：「合成繊維索の安全ガイドライン化に係る検討」

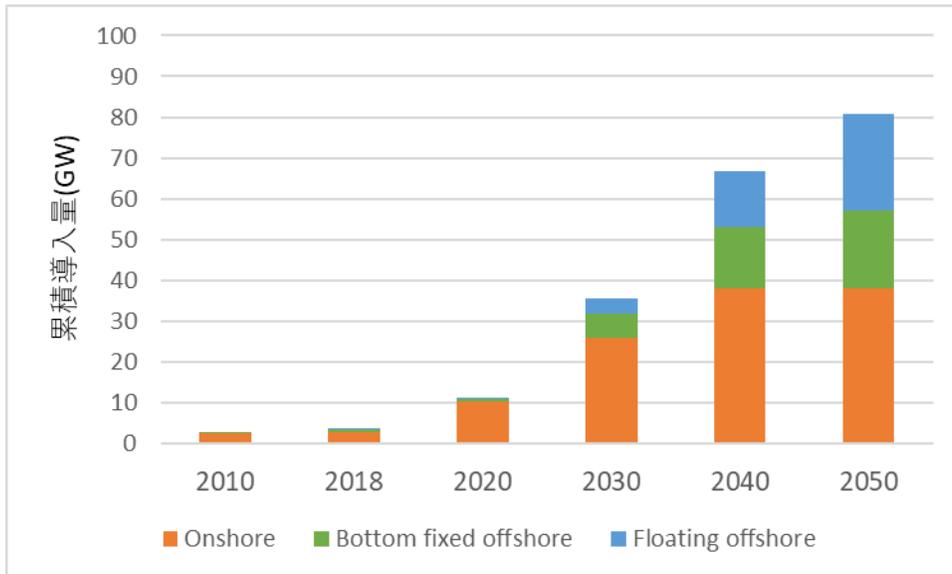
浮体式洋上風力発電の将来ビジョン

■ 海技研の考えるシナリオに基づく導入ロードマップ

◆ 導入量のイメージ

■ 2025～2030年：約3.7GW、1年あたり74基の新規導入（10MW風車を想定）

■ 2030～2050年：約20GW、1年あたり100基の新規導入



風力発電導入ロードマップ

風力発電導入ロードマップ

年度	2010	2018	2020	2030	2040	2050
陸上累積導入量 (Onshore)	2.45	2.934	10.2	26	38	38
着床式累積導入量 (Bottom fixed offshore)	0.03	0.456	0.6	5.8	15	19
浮体式累積導入量 (Floating offshore)	0	0.19	0.1	3.8	13.8	23.8
合計	2.5	3.6	10.9	36.2	66.8	80.9

※日本風力発電協会（JWPA）の予想を基に、以下の変更を行った。

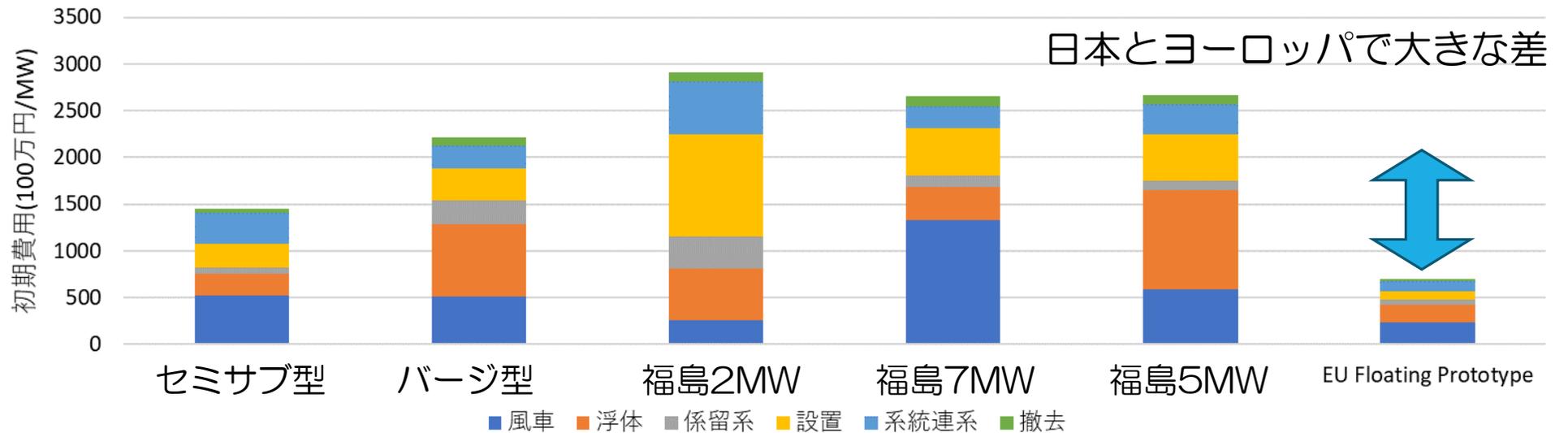
浮体式、2040年：12.9GW → 13.8GW

浮体式、2050年：18.0GW → 23.8GW

浮体式洋上風力発電の将来ビジョン

■ 既存プロジェクトの初期費用分析

初期費用 (100万円/MW)	セミサブ型(FS)	バージ型(FS)	福島2MW	福島7MW	福島5MW	EU Floating Prototype
風車	525	509	256	1334	594	232
浮体	231	778	557	352	1052	192
係留系	62	257	346	117	107	60
設置	258	334	1095	513	495	82
系統連系	330	250	558	226	316	111
撤去	50	85	106	113	109	26



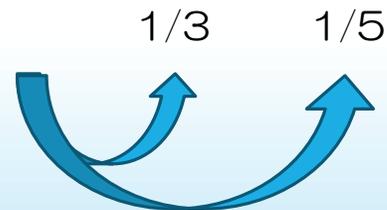
浮体式洋上風力発電の将来ビジョン

- 目標発電コストの試算
- 目標発電コストを2030年に15 円/kWh、2050年に8 円/kWhと設定、初期費用や運用費用をどの程度低減する必要があるかを試算
- コスト低減に効果的な分野の抽出

Year		2020	2030	2050
風車基数		1	100	100
発電コスト (¥/kWh)		40	15	8
設備利用率 (%)		43	43	50
初期費用 (100万円/MW)		1500	537	341
年間運用費用 (100万円/MW)	O&M	50	10	5
	保険	10	5	4
	間接経費	7.5	1.5	0.8
	金利	—	9.8	6.2
	小計	67.5	26.3	15

初期費用 (100万円/MW)	2020	2030	2050	EU
風車	200	150	105	149
浮体	400	159	80	80
係留	100	18	14	76
設置	500	78	50	
サブステーション	—	44	28	47
送電系統	300	50	40	
開発費・間接経費	—	38	24	NA
合計	1500	537	341	352

浮体の建造費、および浮体・係留の設置費が大きく、これらをプロジェクトチームの主な検討項目とする。



目標実現のための取り組み

■ 発電事業者、造船業界、土木建築業界、金融保険業界、大学等との協力が不可欠。そのため、当所では JIP (Joint Industry Project) 等による複数の関係機関との共同研究開発を構想。

■ 現在構想中のJIPについて、検討項目の例を示す。

①大量建造に適した浮体コンセプトの提案

■ 係留、生産システム等と併せ、安全性評価、費用評価を進め、低コストかつ大量建造に適した浮体コンセプトの提案を行う。

②係留系に関連する検討：合成繊維索を利用し、アンカー共有化等の検討。

③安全・安価な浮体輸送・設置法の検討

■ 風車の大型化が進み、より大重量・高重心となる風車を搭載する必要。

■ 大型風車を搭載した浮体の安全かつ低コストな輸送・設置法を検討する。

④大量建造のための生産システムの検討

■ 年間100基程度の大量建造のためには、大量建造に最適化した生産システムが必須。

■ 省力化や連続生産を考慮した生産システムを検討する。

コンセプトの例

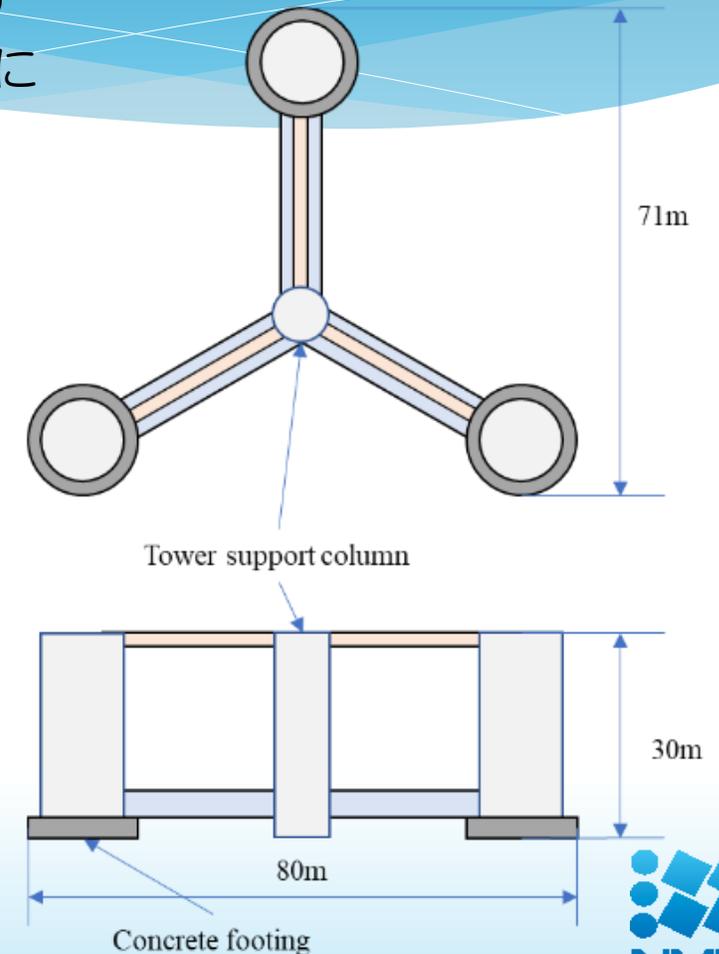
- 10MW級風車に適用する、コンパクトな浮体の提案。

◆検討条件

- 搭載する風車は10MW級（ナセル重量800トン、タワー重量800トン）
- できる限り浮体の長さや幅をコンパクトにする。（造船所の大型ドックに収まるサイズ）
- コンクリートも使用し、コンパクト化、低重心化を図る。
- 細かなブレースを廃し、シンプルな形状を採用。
- セミサブ型浮体案の他にも、スパー型案も平行して検討。

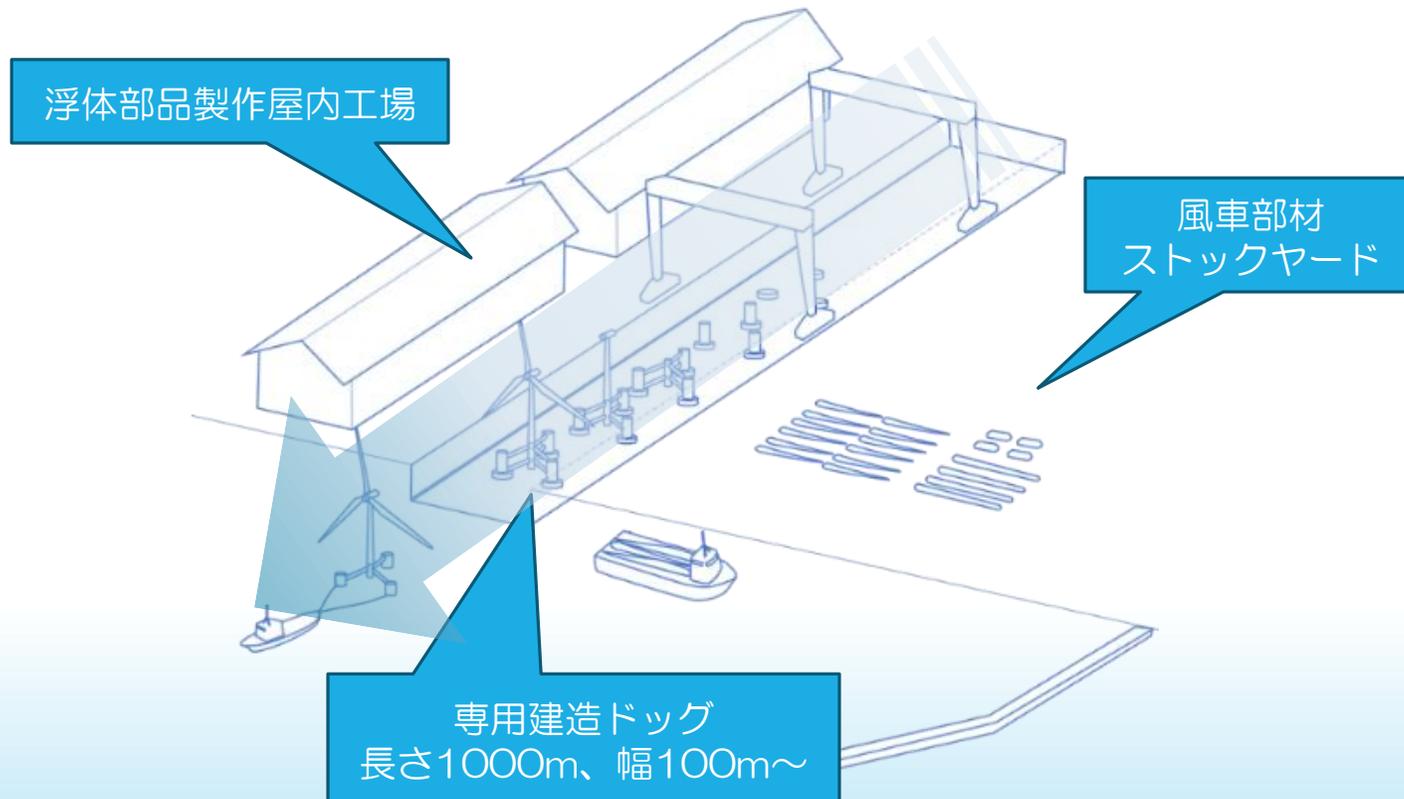
項目		仕様
寸法	L	71.0m
	B	79.5m
	D	30.0m
構造重量	鋼材重量	1440トン
	コンクリート重量	4162トン
排水量		8768トン
建造コスト試算		13.4億円

鋼材単価：50万円/ton
コンクリート単価：15万円/ton と仮定



コンセプトの例

- 年間100基規模の量産を効率的に行うために、浮体式風車の建造・組立・設置の国内全体におけるシステム構築と、それに適した設計を実施する必要がある。
- 10MW級大型風車に適用する浮体の量産とコスト低減のために、既存ドック・工場のサイズ限界を踏まえた、新たな浮体のコンセプトを提案する。



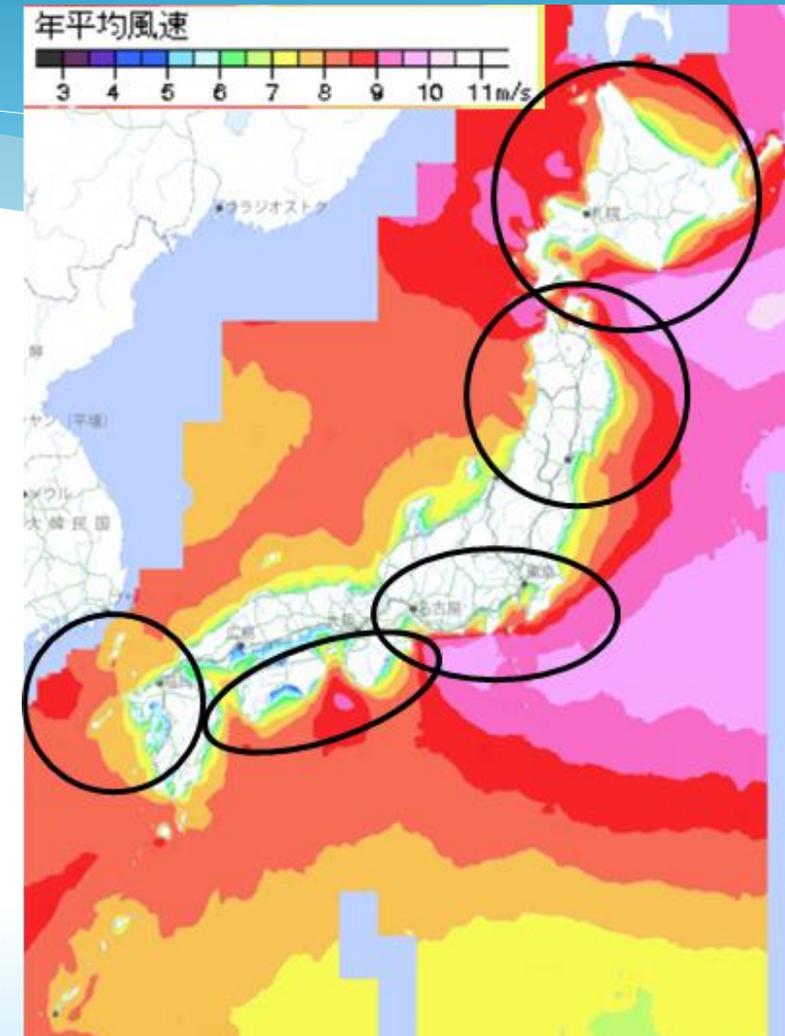
コンセプトの例

◆海域候補の条件

- 中風速海域：8.0～9.0 m/s
 - 高風速海域：9.0～10.0 m/s（高度 150～200m）
 - 離岸距離：50km以内
 - 対象水深：50～300m
- 条件を満たす設置候補海域は日本全国に存在。

浮体設置候補海域の数

地方	平均風速(m/s)	
	8～9	9以上
北海道	5	1
東北	5	1
関東	1	2
中国・四国	2	0
九州	3	0
全国	16	4



NeoWins (NEDO) より作成

想定スケジュール

検討項目	2020	2021	2022	2023	2024	2025~	2030~
浮体コンセプトの検討							
低コスト係留系の検討							
生産システムの検討							
経済性評価							
建造スタート							
大量生産システムの建設							
大量生産システムによる 浮体建造開始							

まとめ

- 浮体式洋上風力発電の大量導入・発電コスト低減の目標として、
 - 2030年までに、累積で約**400基 (3.8 GW)**、2050年までに累積で約**2400基 (23.8 GW)**、
 - 発電コストを2030年に**15 円/kWh**、2050年に**8 円/kWh**にすることを提案。
-
- 浮体式洋上風力発電の大量導入と発電コスト低減は、大量導入による発電コスト低減の加速、および発電コスト低減による大量導入の加速という、互いを促進する関係にあり、両者を並行して進める必要がある。
-
- 目標達成のため、様々な業界や団体と協力し、技術開発を促進すべく、JIP、共同研究への参加を募集しています。ぜひご参加ください！
 - 海技研のできること：コンセプトの提案、水槽試験・数値計算による安全性・性能検証
 - 海技研では難しいこと：資材の調達、実機の詳細設計・建造、海上工事、ウィンドファームの運用等