

第2回 洋上風力発電に関する研究会

洋上風力発電と漁業協調について

2023（令和5）年11月17日（金）

（於：鹿児島県薩摩川内市役所601会議室）

神奈川大学 海とみなと研究所 上席研究員

一般社団法人海洋産業研究・振興協会 顧問

中 原 裕 幸

nakahara@kanagawa-u.ac.jp

本日お話しさせていただく内容

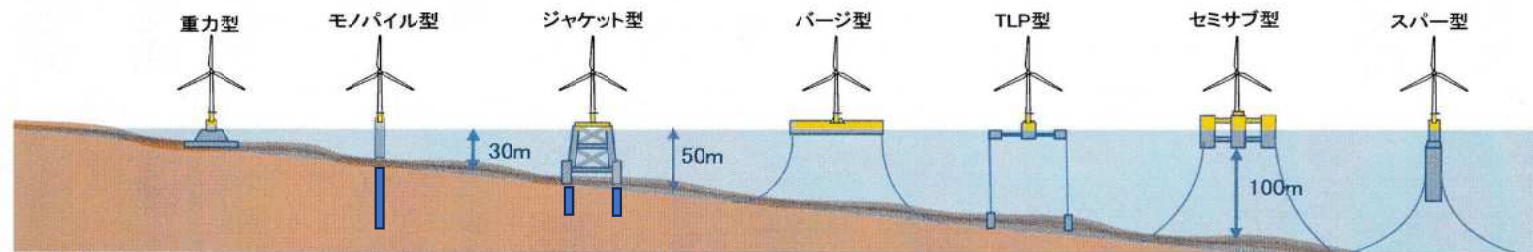
1. 洋上風力発電の概要
2. 洋上風力発電が生態系や漁業に与える影響
3. 「再エネ海域利用法」と漁業との関係
4. 海産研の提言：漁業協調型ウィンドファーム
5. 洋上風力発電と漁業協調（国内事例）
6. 洋上風力発電と漁業協調（海外事例）

1. 洋上風力発電の概要

(1) 洋上風車の構造形式

○洋上風力発電設備の基礎には、モノパイルやジャケットなどの着床式とセミサブやスパーなどの浮体式があり、水深や地盤条件などにより導入に適する形式が異なる。

主な洋上風力発電設備の型式とその特徴



	着床式			浮体式			
	重力型	モノパイル型	ジャケット型	バージ型	TLP型	セミサブ型	スパー型
長所	・保守点検作業が少ない	・施工が低コスト ・海底の整備が原則不要	・比較的深度に 対応可 ・設置時の打設不要	・構造が単純で低コスト化可 ・設置時の施工容易	・係留による占有面積が小さい ・浮体の上下方向の揺れが抑制される	・港湾施設内で組立が可能 ・浮体動揺が小さい	・構造が単純で製造容易 ・構造上、低コスト化が見込まれる
課題	・海底整備が必要 ・施工難易度が高い	・地盤の厚みが必要 ・設置時に汚濁が発生	・構造が複雑で高コスト	・暴風時の浮体動揺が大。安全性等の検証が必要	・係留システムのコストが高い	・構造が複雑で高コスト ・施工効率、コストの観点からコンパクト化が課題	・浅水域では導入不可 ・施工に水深を要し設置難
設置水深	15m以下	30m以下	50m以下	50~100m	50~100m	100m超	100m超

(出所)着床式の設置水深はFoundations in Offshore Wind Farms: Evolution, Characteristics and Range of Use. Analysis of Main Dimensional Parameters in Monopile Foundationsに示された2018年時点での欧州実績、浮体式は、NEDO資料に基づき記載

(注1)

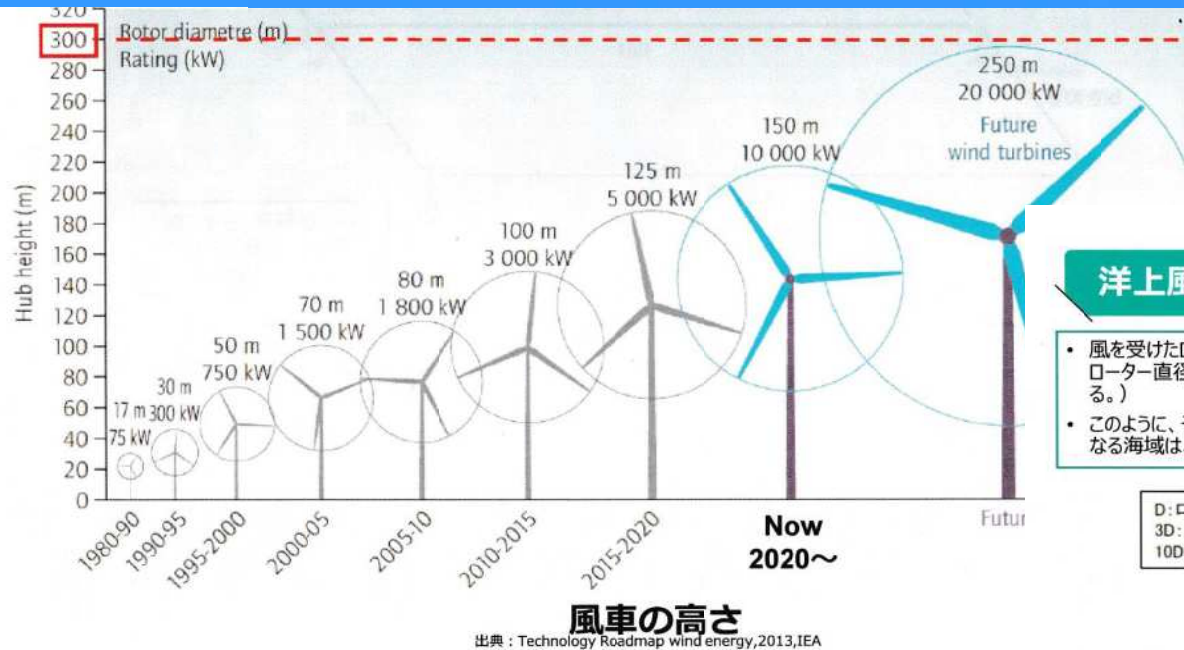
- ・長崎県五島沖の風車はスパー型の浮体式。
- ・秋田港、能代港の港湾区域内の風車は着床式モノパイル型。
- ・北海道石狩沖の風車は着床式ジャケット型

(注2)

- ・モノパイル型及びジャケット型について、海底面の下部に打ち込まれる杭の状況を、原図に書き加えた。
- ・TLP型以外の浮体式は、水深の数倍の広がり通常4点以上の係留アンカーを打つ。

(図出典：洋上風力発電に係る新たな環境アセスメント制度の在り方について、環境省検討会、2023年8月。右欄注書きは中原)

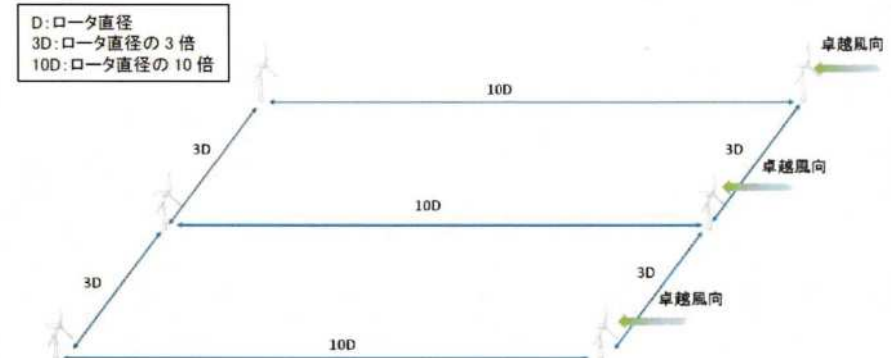
(2) 洋上風車の大きさと“標準的な”設置間隔



下記の設置間隔はあくまで標準的なものであって、実際には、海底地盤の状況等を勘案して、前後左右の間隔等、具体的な配置（レイアウト）が決定される。

洋上風力発電事業の面的な広がり

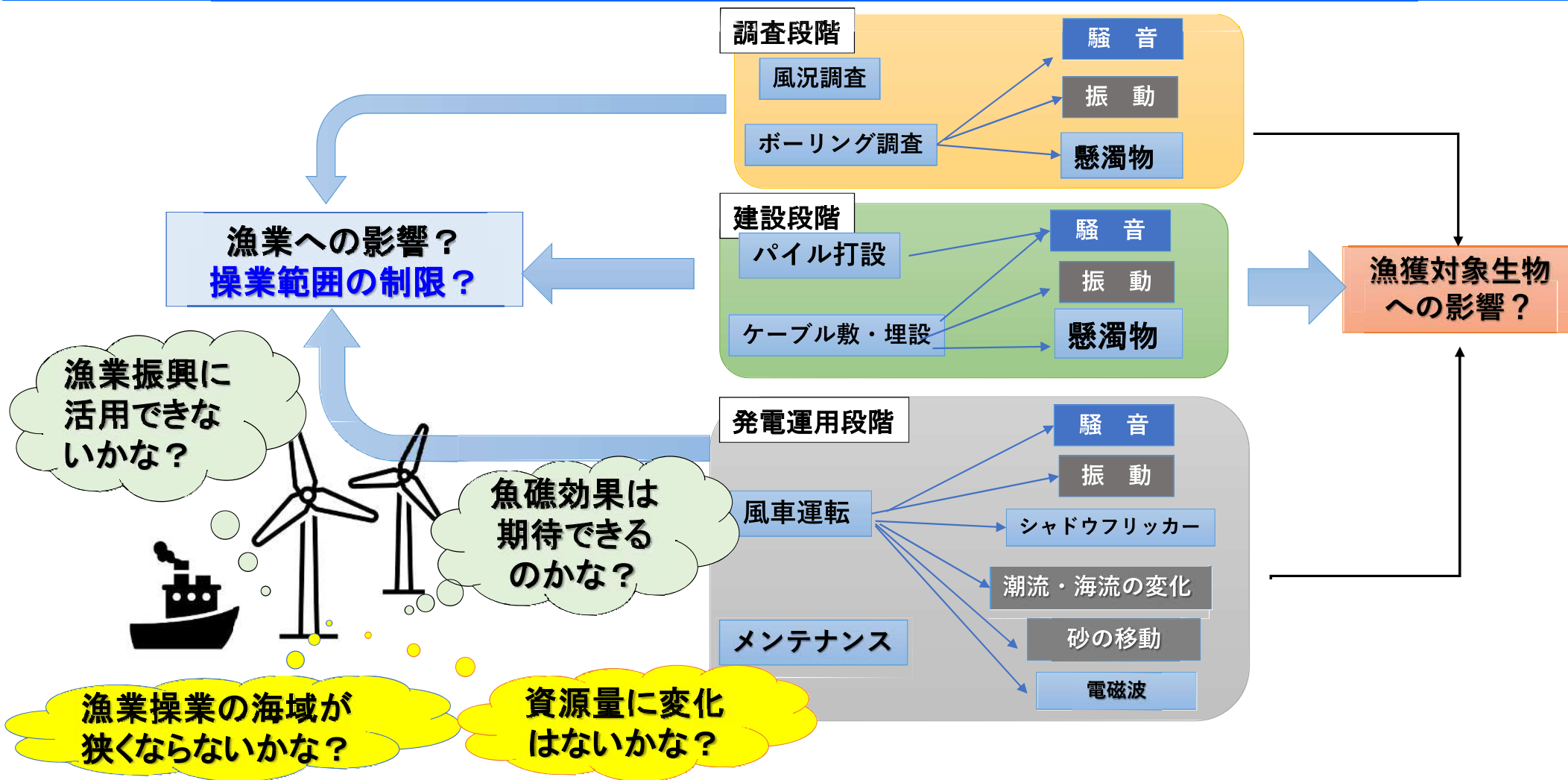
- 風を受けたローターの風下側は流れに乱れが生じて風のエネルギーが減衰するため、風下に2列目の風車を設置する場合には、ローター直径の10倍の離隔を空けて配置される。（10MW機、ローター直径140mの風車の風下側は1,400m離して配置される。）
- このように、それぞれの風力発電機（風車）は十分な間隔を空けて配置することが必要であり、洋上風力発電事業の対象となる海域は、広い範囲におよぶ。



- <標準的な設置間隔> <10MW、D≒150mの場合>
- ・前後方向: $10 \times D$ ・前後方向: 1,500m
 - ・左右方向: $3 \times D$ ・左右方向: 450m

（出典：洋上風力発電に係る新たな環境アセスメント制度の在り方について、環境省検討会、2023年8月）

2. 洋上風力発電が生態系や漁業に与える影響



(下図出典：一般社団法人海洋産業研究・振興協会資料。左下のイラスト、吹き出しを追加)

海外における漁業・生態系に与える影響の受け止め方の例

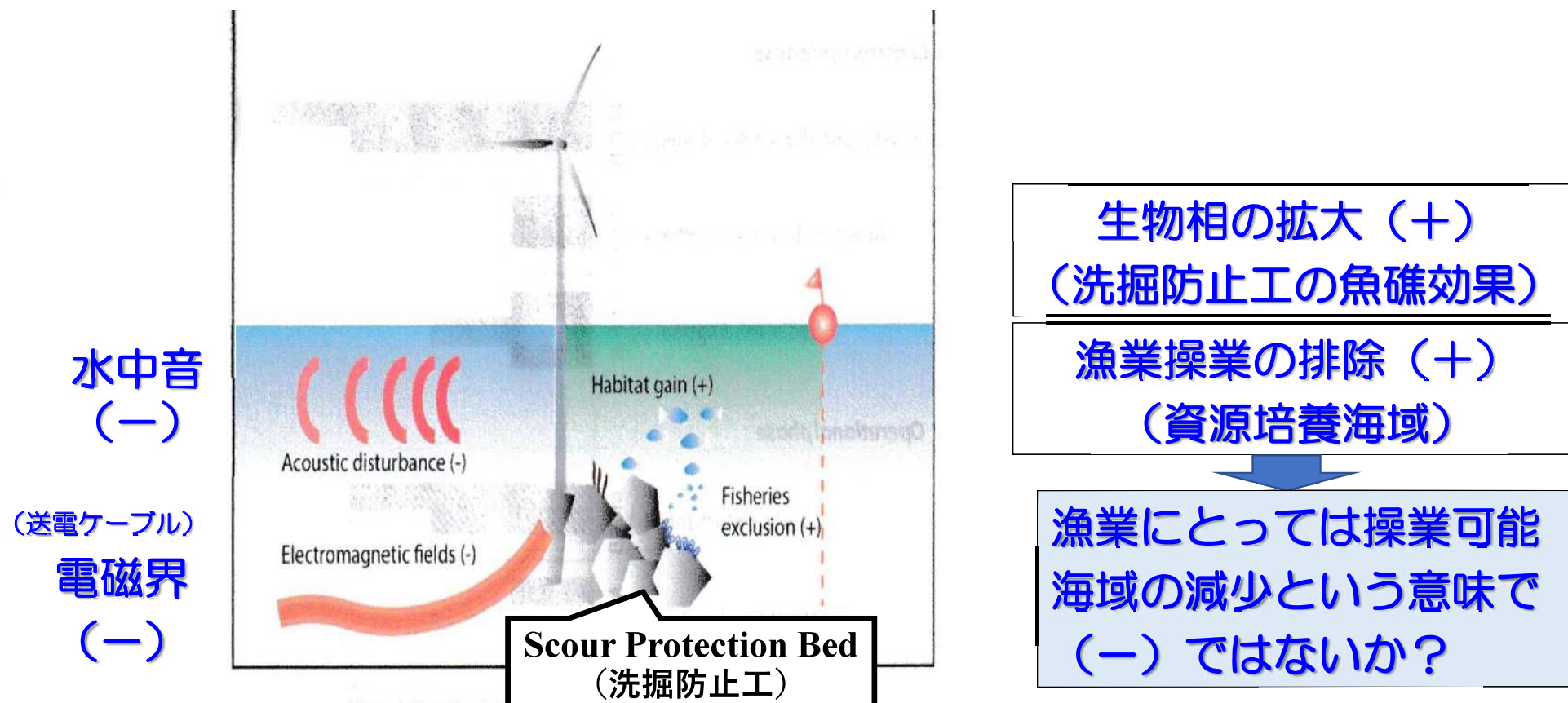
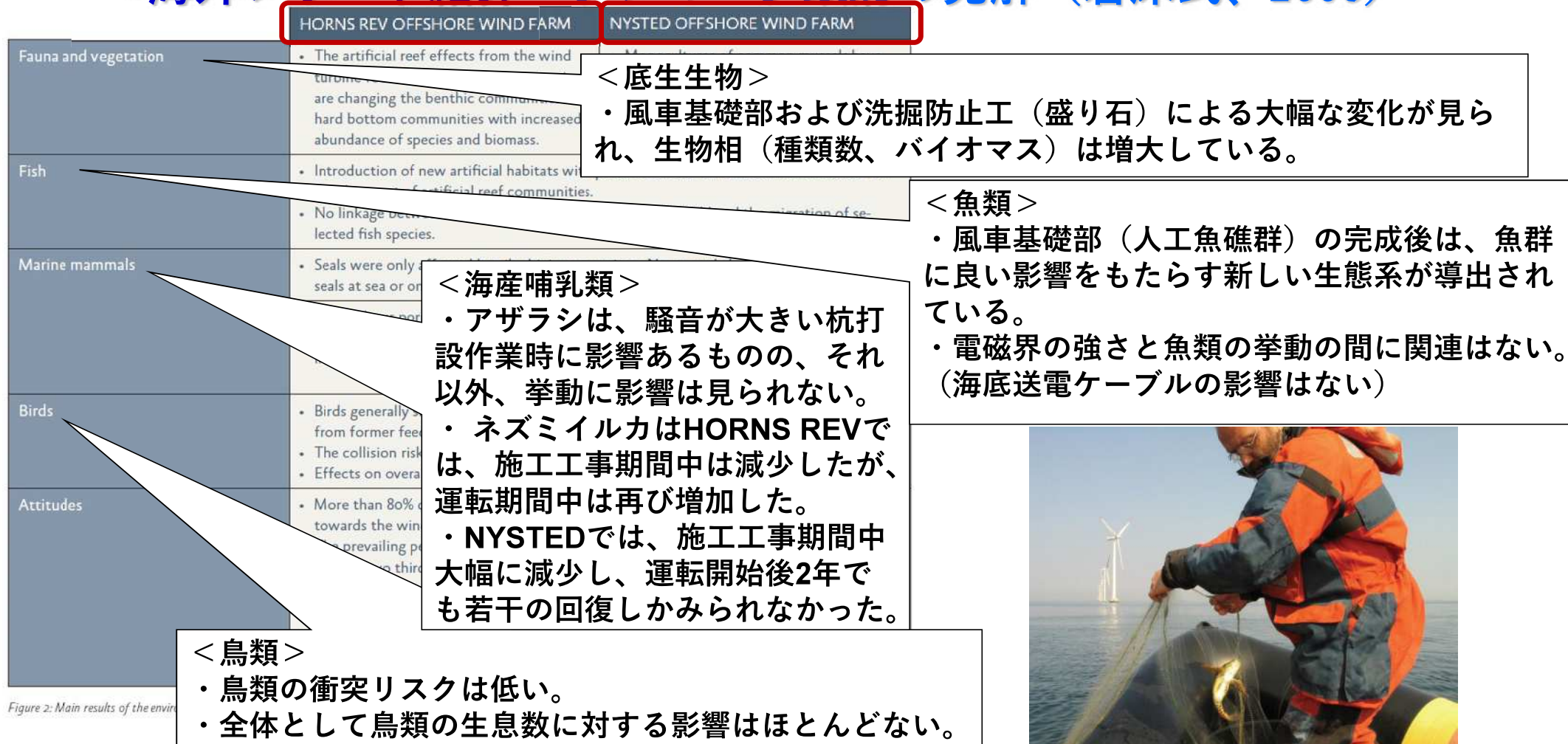


Figure 1. Overview of main pressures from OWF during the operational phase. Expected effect on the local abundance of marine organisms is indicated as (+) aggregation/increase, (-) avoidance/decrease.

(出典: Lena Bergström et.al, Effects of offshore wind farms on marine wildlife—a generalized impact assessment. 2014. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/9/3/034012/pdf>)

洋上風力発電が生態系や漁業に与える影響（続）

<海外レポート紹介>デンマーク政府の見解（着床式、2006）



（出典：Offshore Wind Farms and the Environment Danish Experiences from Horns Rev and Nysted, 2006）

漁業影響調査の事例紹介①

タイトル	The influence of offshore windpower on demersal fish
タイトル仮訳	洋上風力発電が底生魚に及ぼす影響
発行年, 国, 著者	2006, スウェーデン, Dan Wilhelmsson, Torleif Malm, Marcus
内容	スウェーデンのバルト海のKalmarにあるウィンドファームにおいて魚群と生息環境の組成が調査された。 <u>魚類の豊富さは、周辺海域よりも風車基礎の付近が勝っていた。</u> モノパイル上には貝類と藻類に覆われており、周辺海域よりも生物量が多かった。この結果、 <u>洋上風力発電施設は人工魚礁として機能する可能性があることが示唆された。</u>

漁業影響調査の事例紹介②

タイトル	Short-term ecological effects of an offshore wind farm in the Dutch coastal zone,
タイトル仮訳	オランダ沿岸域における洋上風力発電の短期間の生態学的影響
発行年, 国, 著者	2011, オランダ, H J Lindeboom, H J Kouwenhoven, et al.
内容	オランダで最初に建設された洋上ウィンドファームOWEZ (Offshore Windfarm Egmond aan Zee, OWEZ)における環境モニタリング。調査の結果、風車基礎の洗掘防止工や風車のモノパイルは、ベントス(底生生物)には影響していない。 <u>モノパイルへの魚が集まる事例はわずかながら、観察された。</u>

漁業影響調査の事例紹介③

タイトル	Effects of an offshore wind farm on temporal and spatial patterns in the demersal fish community
タイトル仮訳	沖合ウインドファームが底生魚群集の時間的および空間的パターンに及ぼす影響
発行年, 国, 著者	2013, スウェーデン, Lena Bergström, Frida Sundqvist, Ulf Bergström
内容	スウェーデンのリルグルンド・オフショアウインドファームと、その周辺海域で、袋網を使った底棲魚類の分布調査が行われた。調査はウインドファーム建設前の4年間(2002-2005)ウインドファーム運転開始後の3年間(2008-2010)行われた。結果として、一部の種および群集構成の変化は時間の経過とともに観察されたが、 <u>運転開始前後に魚類の種類と資源量に大きな変化は認められなかった。</u>

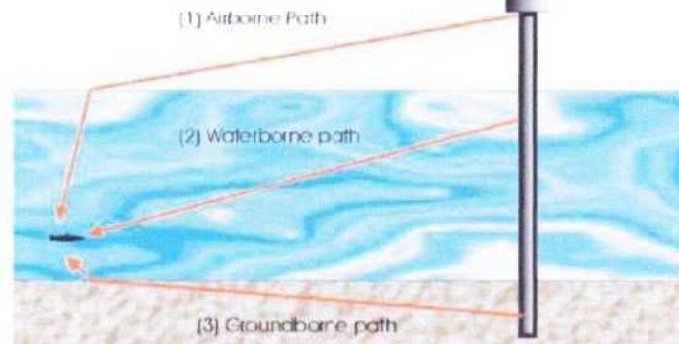
漁業影響調査の事例紹介④

タイトル	Westermest Rough Offshore Wind Farm Shellfish Survey 2017
タイトル仮訳	Westermest Roughオフショアウインドファームの甲殻類調査2017
発行年, 国, 著者	2017, 英国, Holderness Fishing Industry Group
内容	2013年から1年おきに実施されているWestermest Roughオフショアウインドファームにおける甲殻類の分布調査。対象はロブスター、ヨーロッパイチョウガニ、ワタリガニとなっている。ウインドファーム内外、電力ケーブル内外の4か所でカゴによるサンプリングを行っている。結果として、 <u>ウインドファーム内外で3種の甲殻類の資源量に大きな差は認められなかった。</u> ウインドファームがこれらの甲殻類の稚仔の供給場所になりうるかは、さらに長期的な観察が必要としている。

洋上風力による音・振動の影響

空中音は水中には伝搬しない

(杭打ち工事時)



(発電運用時)

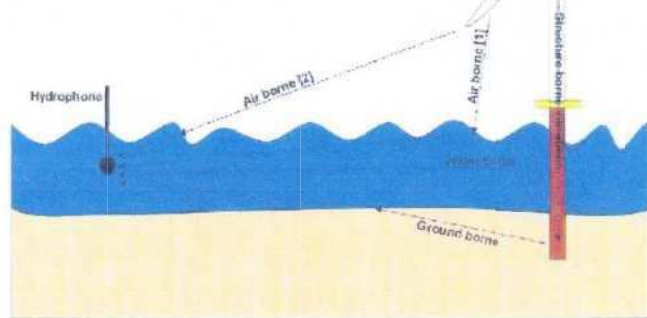
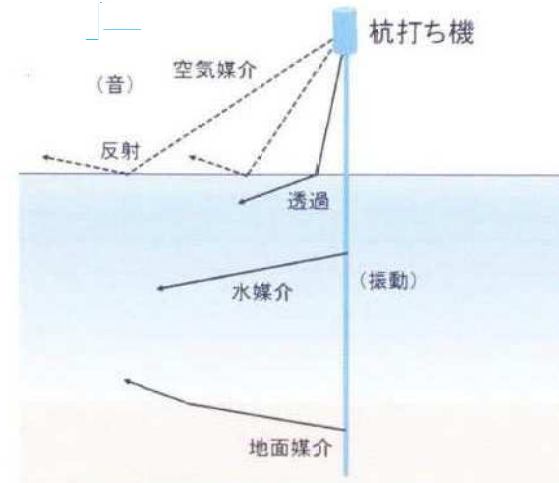


図 3.5.2-2 洋上風力発電の水中騒音の伝播経路 (Nedwell and Howell, 2001)

(上下図出典：NEDO資料)

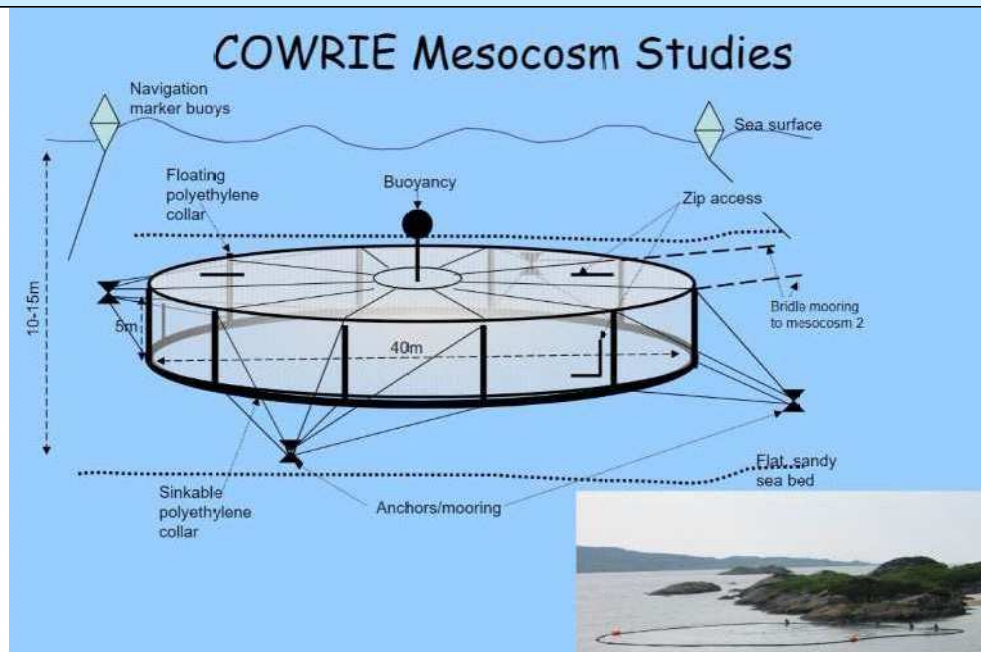


- ・施設からの音・振動は、空中、水、地面を介して伝達。
- ・空中の騒音は、施設直近直下を除き水面で反射される。

(出典：明田定満、(国研)水産研究・教育機構 水産工学研究所水産業システム研究センター長、洋上風力発電と漁業協調、西海市風力発電等に係るゾーニング計画勉強会、平成29年12月21日)

- ・水中伝搬 (Waterborne Path) : 杭打時の打設音、運転稼働時のナセル内発電機等の振動音が、タワーを通じて水中に伝搬
- ・空中伝搬 (Airborne Path) : 運転稼働時のブレードの風切音等の空中音は水面で反射し、水中には伝搬しない(透過率は1/1,000)

＜海外レポート＞洋上風力発電施設からの水中音が魚類の行動に与える影響に関する飼育実験研究(生簀実験)〔英国・スウェーデン〕



直径40mの実験用生簀（スコットランド）

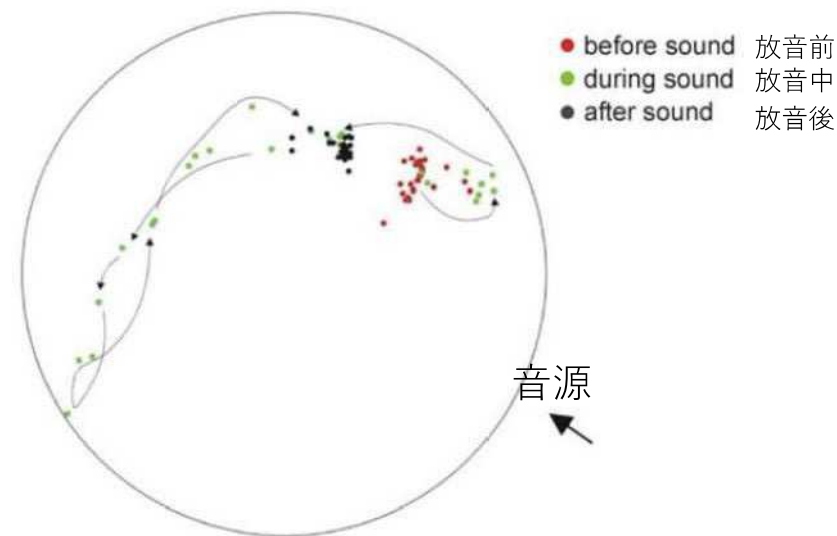
結果：ヒラメは杭打ち音に反応して遊泳スピードが速まった。タラも同様の反応を見せたが、ヒラメほどではなかった。
杭打ち時の騒音低減のための技術が必要であろう。

(出典:EFFECTS OF PILE-DRIVING NOISE ON THE BEHAVIOUR OF MARINE FISH, COWRIE Ref., Technical Report, 31th March, 2010)



Figure 20: Tagging of cod. A: Insertion of tag. B: Recovery of fish.

発信機を装着



実験魚：タラ、カレイ