

事業者が行うモニタリング等の内容（修正案）

令和 7 年 1 月 3 0 日

洋上風力発電におけるモニタリング等に関する検討会（第 3 回）

環境省大臣官房環境影響評価課

経済産業省産業保安・安全グループ電力安全課

第2回検討会委員意見

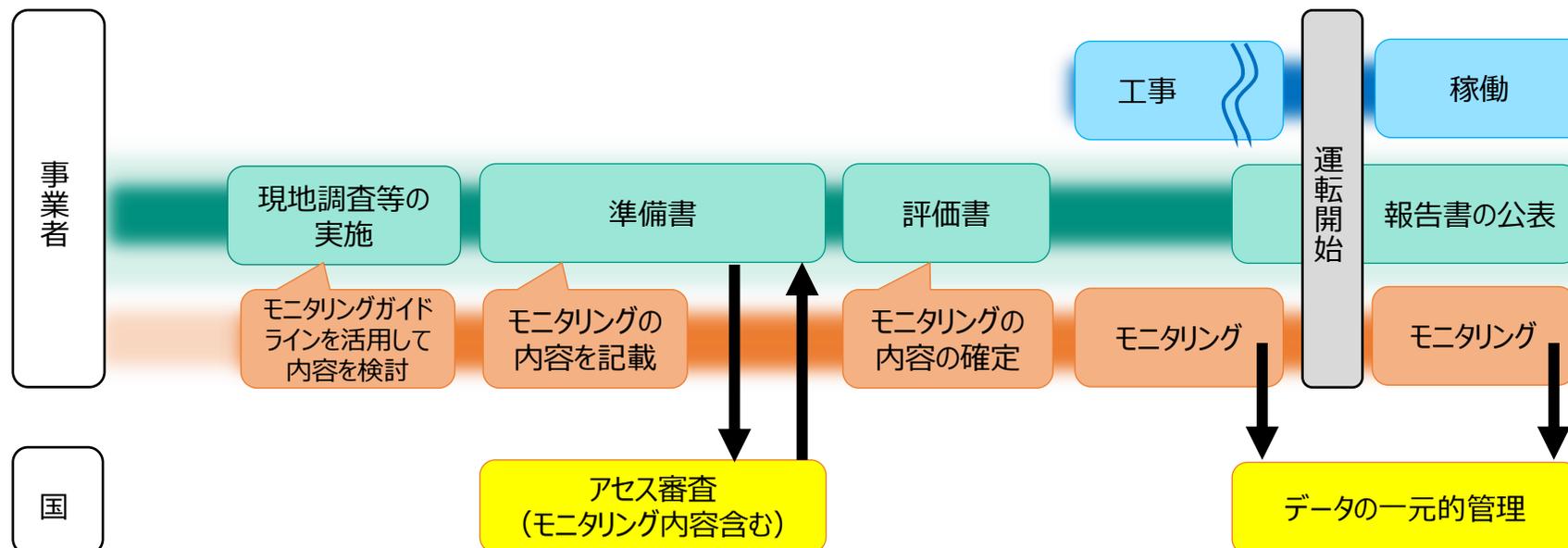
- 事業者が行うモニタリング7項目について、その具体的な手法や調査範囲・地点、調査期間・頻度などの内容を整理した事務局案について、委員より以下の御意見をいただいた。

第2回検討会でいただいた御意見

全体	基礎データの記載が不十分であり、より整理が必要である
	モニタリング期間の考え方について、柔軟性の検討や、先行事例・研究等に基づく根拠の説明が必要である
	浮体式の場合の考え方について整理して記載すべきである
要因モニタリング	工事中の騒音（打設音）の伝搬状況：特になし
	工事中の水中音の伝搬状況：特になし
	工事中の水の濁りの拡散状況： ・欧州と日本の地盤の状況が異なることも踏まえ、モニタリングの精度が目的に応じたものとする必要がある
	稼働中の水中音の伝搬状況： ・モニタリング手法は工事中の水中音の伝搬状況に準じた垂下式の方法で、定常時に計測することでよいのではないか
影響モニタリング	稼働中のバード・バットストライクの発生状況： ・墜落個体の確認・回収について努めるように記載した方がよい ・調査地点の設定については、誤解を招かないように例示である旨を記載すべきである ・モニタリングに用いる機材に求められるスペックを整理する必要がある
	工事中及び稼働中の事業サイトの海生哺乳類の生息状況の変化：特になし
	稼働中の風力発電設備への付着生物等の状況： ・継続的に同じ場所で撮影できるような調査方法が効果的である ・水中マイクロホンによる背景音の長期観察により、生物の生息状況を調べることを提案する ・付着生物に限らず、風力発電設備周辺の生物の生息状況をモニタリングし、生物相が比較・整理できるものがよい

モニタリングガイドラインの活用にあたっての留意事項

- モニタリングガイドラインを活用する際には以下の点に留意する必要がある。
 - 個別事業においては、環境影響評価手続を通じて、事後調査の項目が決定される。
 - 事後調査の項目の決定にあたっては、モニタリングガイドラインに掲載した内容も参考として必要なモニタリング項目を選定し、具体的なモニタリング実施内容を決めて、それに基づいて実施する。
 - 実際にモニタリングを実施する際には、たとえば海況の荒れやすい冬の時期など、現地調査が難しい場合があることも考慮する。
 - モニタリングガイドラインは、海外の先進事例やモニタリングデータの蓄積に応じて、一定期間ごとに内容の見直し・更新を行う。（資料3で説明）



工事中の騒音（打設音）の伝搬状況（1/7）

対象とする工事・設備

- モノパイル式の基礎では、モノパイルの杭打ち工事に伴い、大きな打設音が発生することから、これを対象とする。
- ジャケット式の基礎では、基礎構造の海底面に鋼管杭で固定する方式を採用し、かつ海面より高い位置で杭打ちを行う工法の場合に、大きな打設音が発生することから、これを対象とする。
- その他の工事は、従来の港湾工事や埋立工事等において類似の工事による情報が参照できること、杭打ち工事の打設音と比較して発生する騒音が相対的に小さいことから原則としてモニタリングの対象としない。

目的

- 杭打ち工事に採用する建設機械については、発生する騒音の大きさ（発生源のパワーレベル）に関する情報が不十分であるため、これを把握する。
- 杭打ち工事による打設音は広域に到達することから、住宅地等の保全対象に到達する騒音レベルを把握する。

手法

- 杭打ち工事による打設音は、継続時間が極めて短い「衝撃騒音（impulsive noise）」に分類される。このため、騒音計を用いてJIS Z 8731に定める「特定建設作業に伴って発生する騒音の測定方法」に基づいて測定する。
- 住宅地等の保全対象において、打設音が「特定騒音（specific noise）」として音響的に明確に識別できる場合には、打設音のピーク音圧レベルを測定する。また、建設作業騒音の規制基準や環境基準を参考として比較できるよう、時間率騒音レベルや等価騒音レベルが算出できるように測定する。

工事中の騒音（打設音）の伝搬状況（1/7）

範囲・地点

- 距離減衰から発生源のパワーレベルを逆算できるように測定する必要があるため、杭打ち機の付近（SEP船上で発生源からの距離が特定できる地点等）に加え、距離減衰が把握できる地点（沿岸で杭打ち機からの距離が特定できる地点）の、最低2地点で同時に測定する。
- 生活環境への影響を確認するため、打設箇所の最寄りの住宅や配慮が必要な施設（学校、病院等）で測定する。

期間・頻度

- 杭打ち工事の期間中に測定する（夜間も実施する場合は夜間も測定する）。
- 杭打ち機の発生源のパワーレベルを算出するにあたっては、「建設機械の騒音及び振動の測定値の測定方法」（平成9年、建設省告示第1537号）を参考に、3回以上の測定結果を比較できるように測定する。
- 杭打ち地点によって海底地質が大きく異なる場合には、発生源のパワーレベルの測定及び住宅地等の騒音レベルの測定とともに、海底地質の状況に応じてそれぞれ測定する。

必要となる基礎データ

- 杭打ち地点の水深及び海底地質
- 杭打ち工事の全体工程表（工事スケジュール）、建設機械の諸元（機種、出力、規模打設間隔等）、杭（モノパイル・鋼管）の直径・材質等の諸元
- 風向・風速、気温・湿度等の気象の情報、波浪等の海象の情報（施工管理や安全管理等により観測した結果の活用を想定する）
- 環境保全措置の実施内容とその諸元

工事中の騒音（打設音）の伝搬状況（1/7）

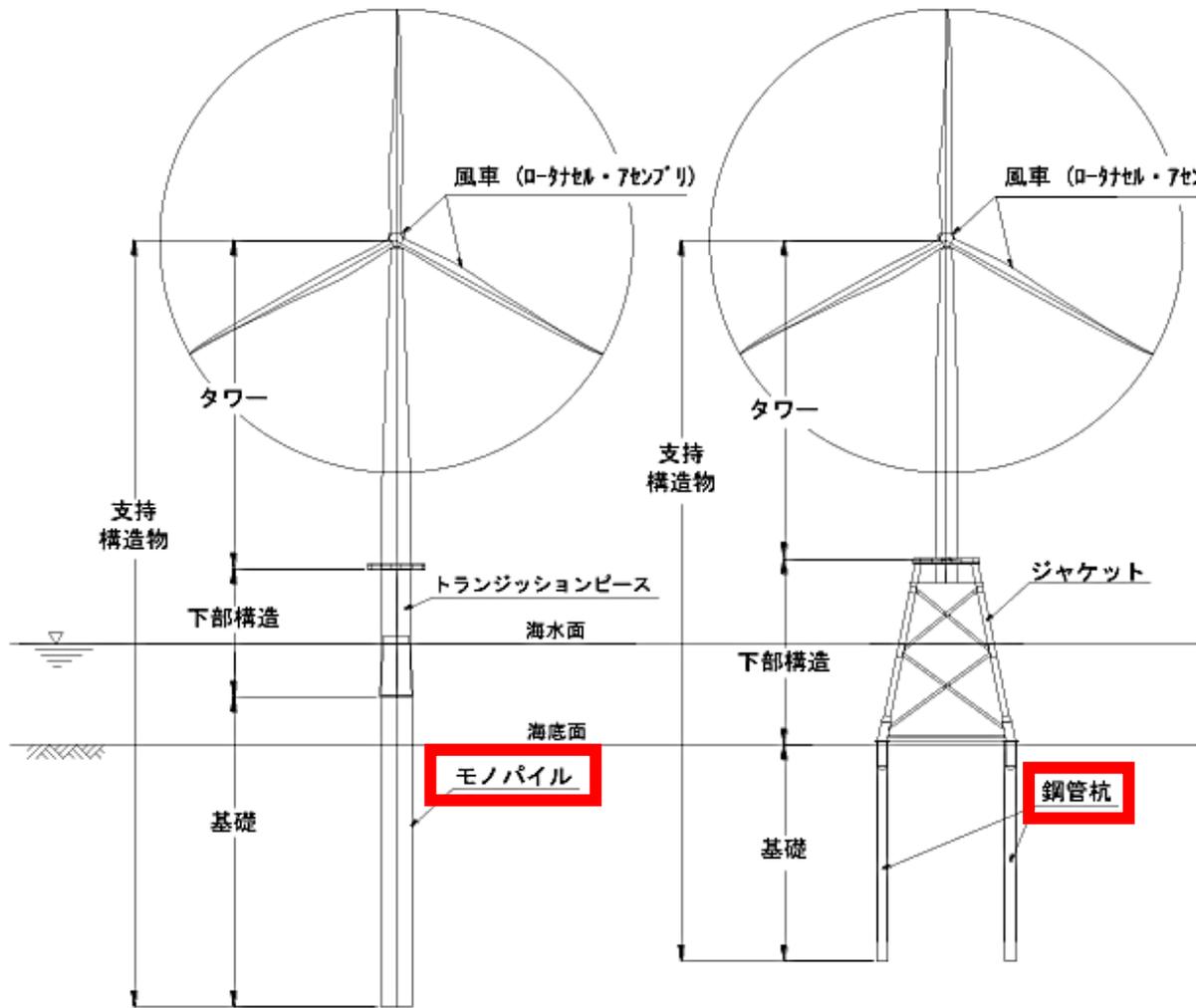
浮体式での 考え方

- 浮体式では、海上における杭打ち工事は想定されない。

留意事項

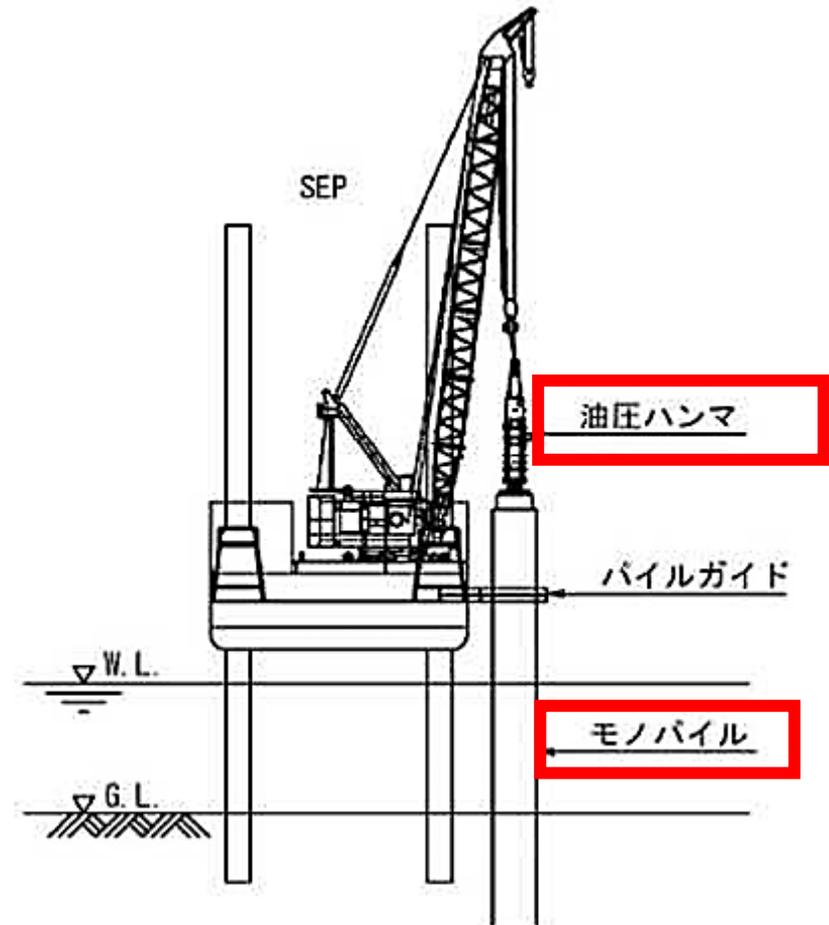
- 杭打ち工事は、SEP船（自己昇降式作業船）等により、1基ごとに順次作業が行われることを想定している。
- 杭打ち機を使用する作業は騒音規制法の特定建設作業に該当するが、海域では適用されない。

（参考）洋上風力発電設備の各部名称及び形式



【杭式基礎（モノパイル構造）】

【杭式基礎（ジャケット構造）】

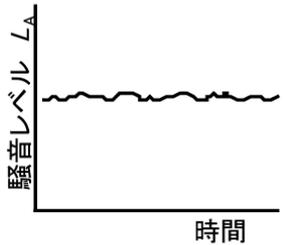
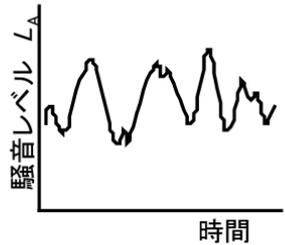
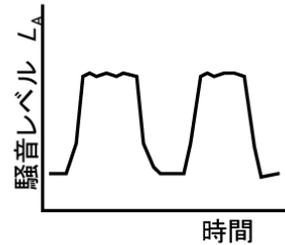
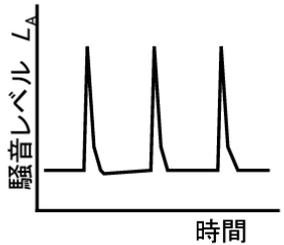
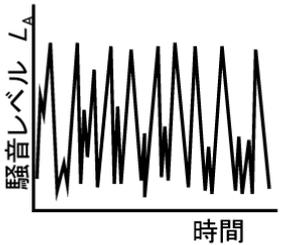


【モノパイル基礎の施工イメージ】

出典：洋上風力発電設備の施工に関する審査の指針 令和2年3月版（洋上風力発電施設検討委員会，2020）

<https://www.mlit.go.jp/common/001225136.pdf>

（参考）騒音の種類について

種類	定常騒音	非定常騒音			
		変動騒音	間欠騒音	衝撃騒音	
				分離衝撃騒音	準定常衝撃騒音
JIS Z 8731 における表現	レベル変化が小さく、ほぼ一定とみなされる騒音	レベルが不規則かつ連続的にかなりの範囲にわたって変化する騒音	間欠的に発生し、一回の継続時間が数秒以上の騒音	個々に分離できる衝撃騒音 (衝撃騒音：継続時間が極めて短い騒音)	レベルがほぼ一定で極めて短い間隔で連続的に発生する衝撃騒音
時間変動特性の例					
騒音源の例	発動発電機	トラクタショベル* バックホウ* アースオーガ アースドリル 自動車交通	移動式クレーン（吊り上げ作業）	ディーゼルパイルハンマ* 油圧パイルハンマ* インパクトレンチ	ブレーカ*

工事中の水中音の伝搬状況（2/7）

対象とする工事・設備

- モノパイル式の基礎におけるモノパイルの杭打ち工事、ジャケット式の基礎における鋼管杭の杭打ち工事の場合に、大きな水中音（打設音）が発生することから、これを対象とする。
- 海底の整地、基礎等の設置工事、根固め・洗掘防止工、マウンド造成等の工事は、杭打ち工事の打設音と比較して発生する水中音が相対的に小さいことから、原則としてモニタリングの対象としない。

目的

- 杭打ち工事に採用する建設機械については、機器ごとに発生する水中音の大きさ（発生源のパワーレベル）に関する情報が不十分であるため、これを把握する。

手法

- 可搬式の水中マイクロホンを船舶から垂下して、周波数別の音圧レベルを測定する。水中音の測定方法については、国際的な検討状況等を踏まえて取りまとめられた「海中音の計測手法・評価手法のガイダンス」（海洋音響学会，2021年）を参考とする。

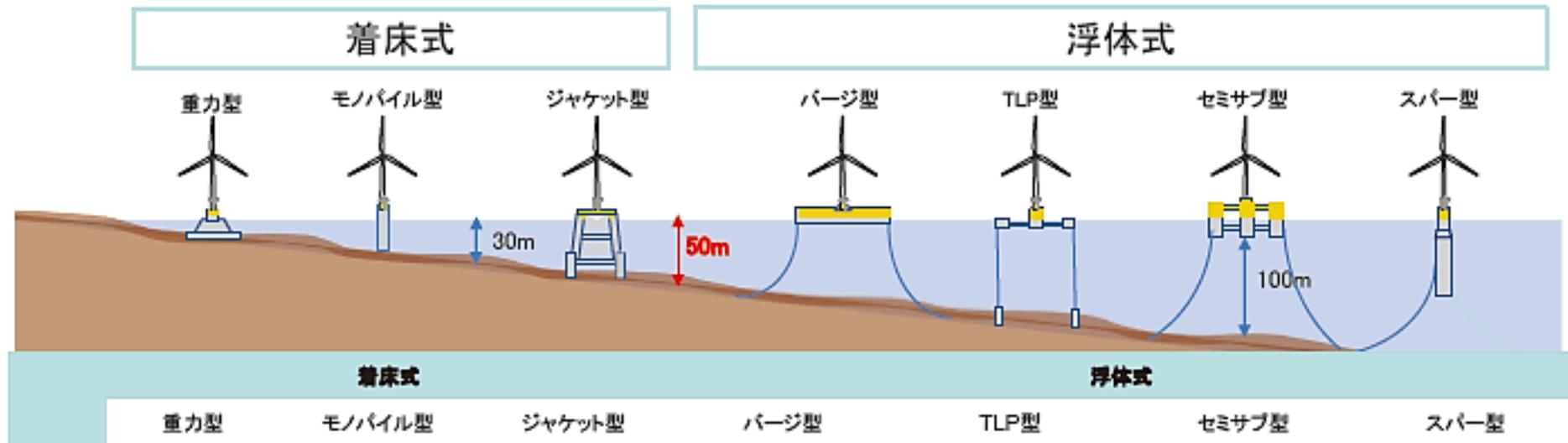
範囲・地点

- 水中音は、海域の水深の変化に応じて伝搬特性が異なることから、①深くなる沖合方向、②浅くなる沿岸方向、③等深線に沿った方向の3方向に測線を設定し、少なくとも2地点で同時に音圧レベルを測定し、距離減衰から発生源のパワーレベルを算出する。
- 水中音の音圧レベルは発生源からの距離が2倍になるごとに一定のレベルで減衰するため、測定地点はこれを踏まえた距離に設定する。具体的には欧州における水中音の測定の基準距離となっている750mを基本として、以下の6点とする。
188m（1/4）、375m（1/2）、750m（欧州の測定基準）、1.5km（2倍）、3km（4倍）、最大6km（8倍）。
- 測定水深は発生源より沿岸側では1/2水深、沖合側では発生源の水深の1/2とする。
- 杭打ちに伴う水中音（打設音）は海底地質により大きく変化するため、施工範囲において海底地質の特性が大きく異なる場合には、それぞれ代表的な海底地質の施工箇所を選定して実施する。

工事中の水中音の伝搬状況（2/7）

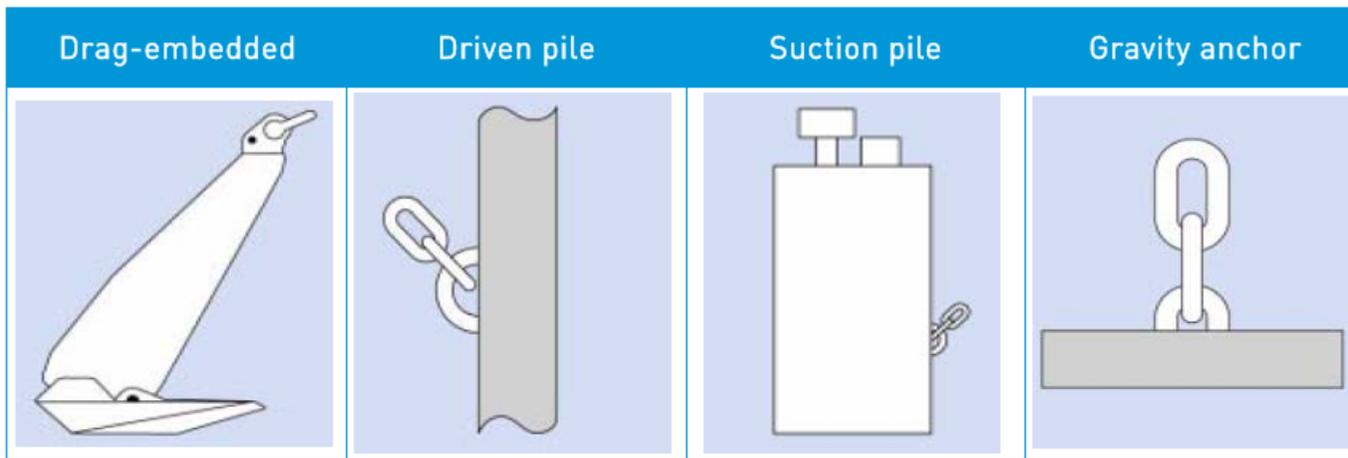
期間・頻度	<ul style="list-style-type: none">■ 杭打ち工事の期間中に測定する。■ 録音時間は各測定地点で3分以上とし、水中音の発生状況が把握できる測定時間を杭打ちのタイミングに応じて設定する。■ 測定回数は、選定した施工箇所それぞれ1回とする。
必要となる基礎データ	<ul style="list-style-type: none">■ 杭打ち地点の水深及び海底地質■ 杭打ち工事の全体工程表（工事スケジュール）、建設機械の諸元（機種、出力、規模、打設間隔等）、杭（モノパイル・鋼管）の直径・材質等の諸元■ 風向・風速等の気象の情報、波浪等の海象の情報（施工管理や安全管理等により観測した結果の活用を想定する）■ 環境保全措置の実施内容とその諸元
浮体式での考え方	<ul style="list-style-type: none">■ 浮体式では、海底の杭に係留する等により杭打ち工事が行われる場合には、上記を基本としてモニタリングを実施する。
留意事項	<ul style="list-style-type: none">■ 水中マイクロホン及び録音装置は、10Hzから1kHzの低周波音が記録できる仕様のものを用いる。■ 水中マイクロホンは校正されているものとする。■ 水温と塩分濃度が一樣でない場合、水中音の伝搬の媒質となる海水の密度が変化し、伝搬特性が変化する。密度が大きい方がより遠くまで伝搬しやすいという現象が生じるが、数km程度では水温・塩分濃度による変化はほとんど変わらないため、測定しない。

（参考）主な洋上風力発電設備の基礎形式



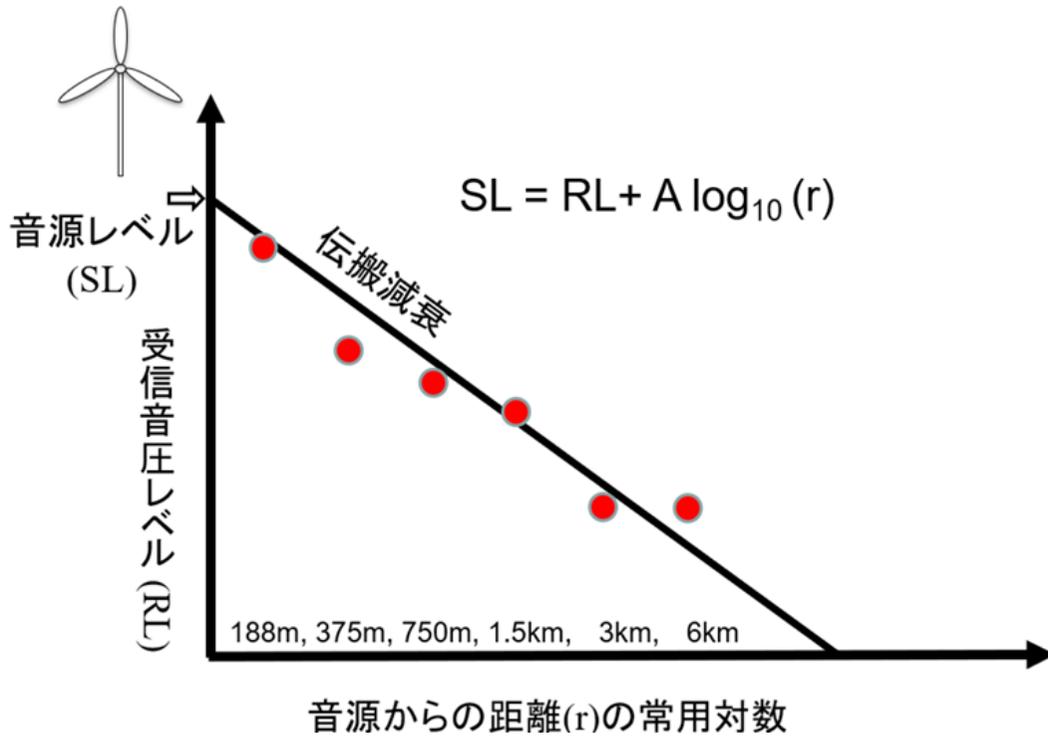
出典：令和4年度版 国土交通白書（国土交通省，2022）「図表 I -2-2-5 主な洋上風力発電設備の形式とその特徴」より一部引用

浮体式の主なアンカータイプ

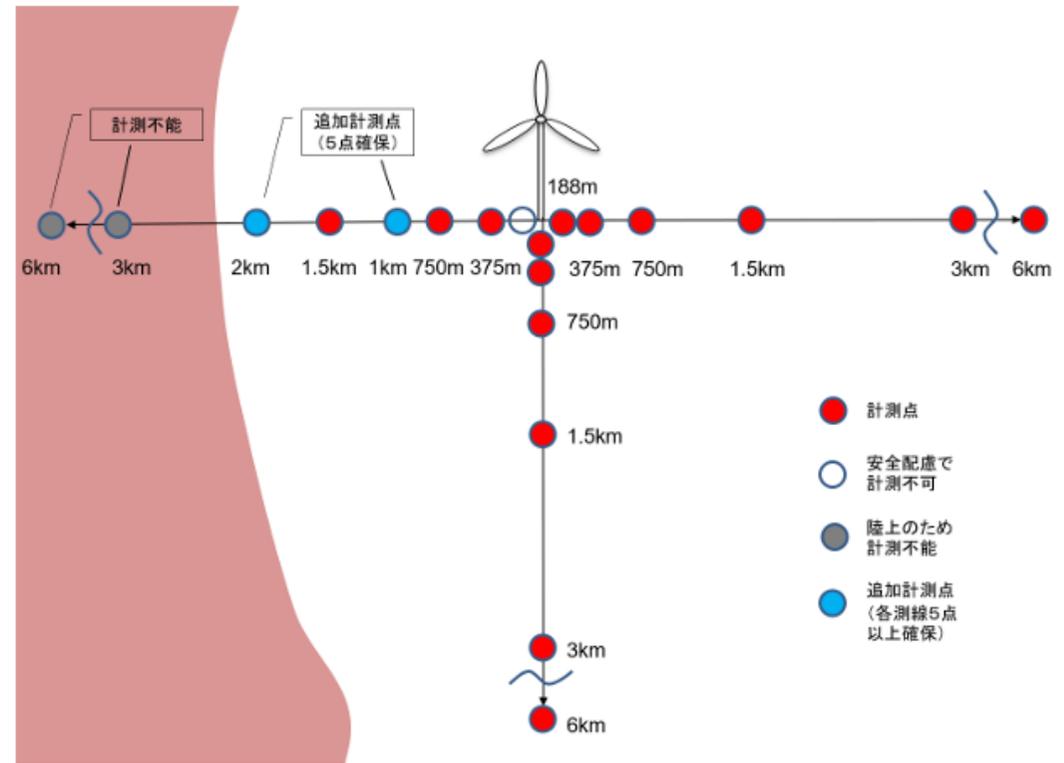


出典：Floating Offshore Wind: Market and Technology Review Prepared for the Scottish Government (The Carbon Trust, 2015)

（参考）工事中の水中音の伝搬状況の測定イメージ



水中音の距離減衰の測定結果のイメージ



3方向の水中音の調査地点の配置

工事中の水の濁りの拡散状況（3/7）

対象とする工 事・設備

- 海底送電ケーブルの埋設工事において、トレンチャーやウォータージェット等の建設機械を用いて海底を掘削する工事をモニタリングの対象とする。
- 海底の整地、基礎等の設置工事、根固め・洗掘防止工、マウンド造成等の工事は、海底送電ケーブルの埋設工事と比較して、水の濁りの発生が相対的に小さいことから、原則としてモニタリングの対象としない。

目的

- 海底送電ケーブルの埋設工事に使用する建設機械については、発生する水の濁りの程度に関する情報が不十分であるため、これを把握する。

手法

- 海底送電ケーブルの埋設工事では、建設機械が移動しながら施工することとなるため、測定位置や測定頻度に柔軟に対応することが可能となる可搬式の濁度計（濁度が測定できる多項目水質計を含む）を用いて測定する。
- 濁度計で測定した濁度の値を浮遊物質質量（SS）の値に換算するために、船舶から採水器を用いて採取した試料を分析して求めた浮遊物質質量の値を用いて、浮遊物質質量と濁度の換算式を作成する。
- 水の濁りは、発生時の流向・流速に応じて拡散することから、濁度の測定と同時に流速計を用いて、流向・流速を測定する。

工事中の水の濁りの拡散状況（3/7）

範囲・地点

- 潮時により水の濁りの流下方向が変わるため、測定時の潮時（流向）をあらかじめ確認した上で、測定地点を設定する。
- 測定地点は、埋設工事の施工位置の近傍で流れの流下方向に3地点を設定する。測定地点数や施工位置から測定地点の距離は、事前の環境影響評価における予測結果を参考に設定する。
- 測定深度は海底直上1mとする。
- 濁りの発生量は底質により大きく変化するため、施工範囲において底質の特性が大きく異なる場合には、それぞれ代表的な底質の場所で行う施工を対象として測定する。

期間・頻度

- 海底送電ケーブル埋設工事の期間中に測定する。
- 設定した地点において、水の濁りが落ち着くまでの連続測定とする。

必要となる基礎データ

- 埋設工事の施工位置の水深及び海底の底質（粒度組成などの性状）（事前の環境調査で得られた情報の活用を想定する）
- 埋設工事の全体工程表（工事スケジュール）、海底送電ケーブルの諸元（ケーブル径、材質）及び建設機械の諸元（出力、規模）
- 施工位置と測定地点の位置関係（距離、方角）
- 測定時刻と潮時
- 環境保全措置の実施内容とその諸元

浮体式での考え方

- 浮体式では、海底送電ケーブル埋設工事を実施する場合、上記を基本としてモニタリングを実施する。

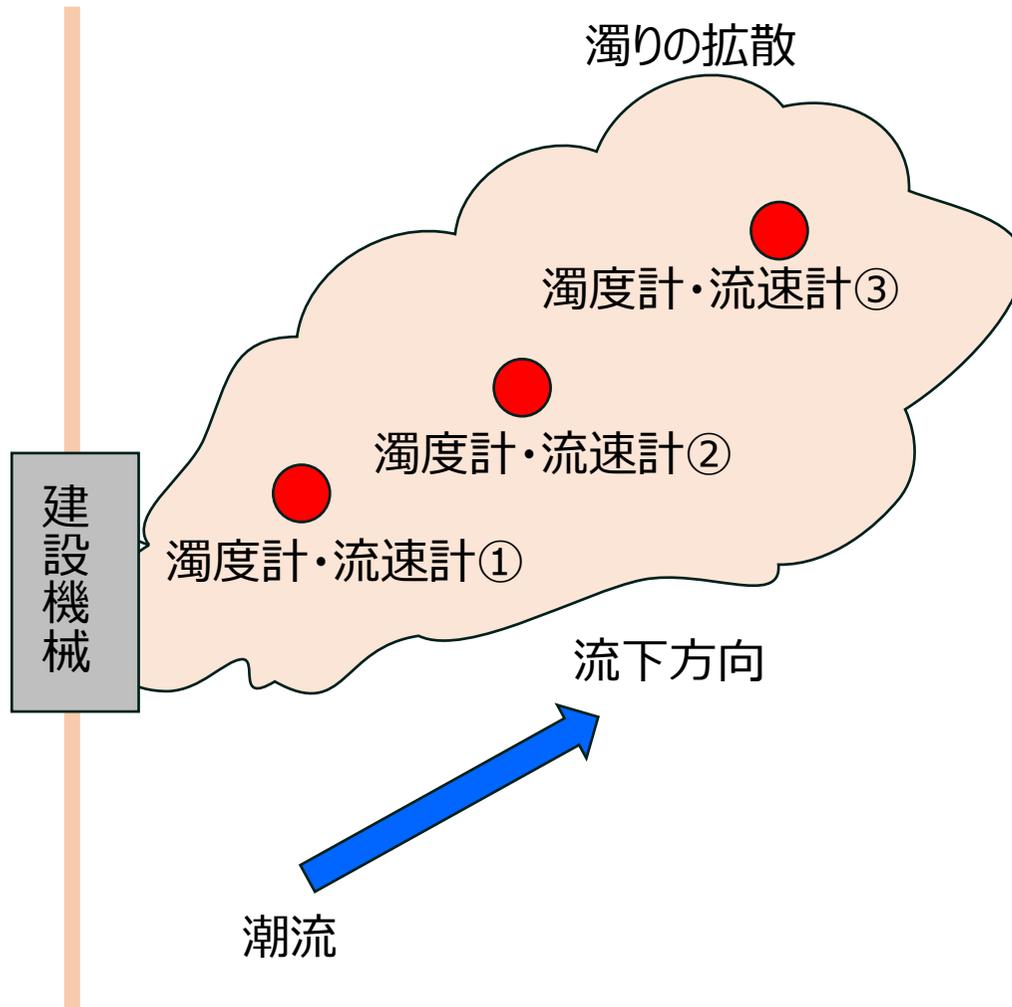
工事中の水の濁りの拡散状況（3/7）

留意事項

- 使用する濁度計は現場の濁度（SS）に応じたレンジが測定可能な機器を使用する。
- 採水時や測定時に採水・測定機器により海底の泥を舞い上げないように注意する。
- 底質の特性が大きく異なる地点で測定する場合には、それぞれの地点で浮遊物質量と濁度の換算式を作成する。

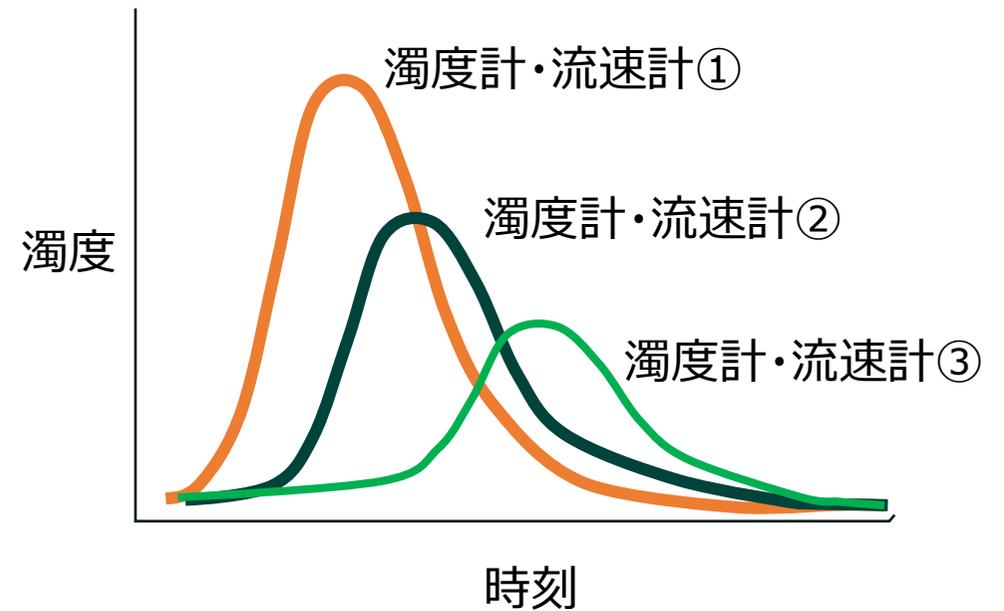
（参考）水の濁りの測定イメージ

海底送電ケーブルの埋設ライン



測定地点の設置イメージ

水の濁りの発生地点から近いほど濁度がより高く、より早く上昇する。



調査結果のイメージ

（参考）海底送電ケーブルの埋設工事に用いられる建設機械

海底送電ケーブルの埋設工事の建設機械の例



トレンチャー

出典：Review of Cabling Techniques and Environmental Effects
Applicable to the Offshore Wind Farm Industry (Department for
Business, Enterprise and Regulatory Reform, 2008)



ウォータージェット

出典：Engineering Technology Applications Ltd.
HP： <https://eta-ltd.com/jetting-sleds-for-subsea-power-cable-laying/>

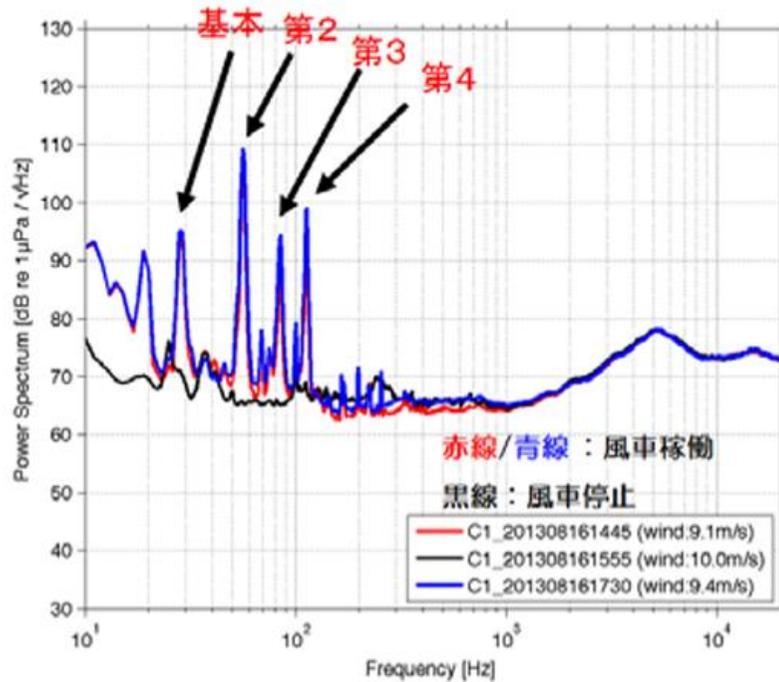
稼働中の水中音の伝搬状況（4/7）

対象とする工 事・設備	■ 風力発電設備（タワー上に設置されたナセル内に発電機、増速機等が設置された構造の風力発電設備）を対象とする。
目的	■ 風力発電設備の機種ごとに発生する水中音の大きさ（発生源のパワーレベル）や周波数特性に関する情報が不十分であるため、これを把握する。
手法	■ 設置型の水中マイクロホンを用いた定点調査により、周波数別の音圧レベルを測定する。水中音の測定方法については、国際的な検討状況等を踏まえて取りまとめられた「海中音の計測手法・評価手法のガイダンス」（海洋音響学会，2021年）を参考とする。
範囲・地点	<ul style="list-style-type: none">■ 稼働中の風力発電設備から発生する水中音の状況を把握するため、周囲の他の風力発電設備やその他の音源の影響を受けにくい風力発電設備を選定して、風力発電設備からの距離に応じて測定地点を設定する。■ 水中音の音圧レベルは発生源からの距離が2倍になるごとに一定のレベルで減衰するため、測定地点はこれを踏まえた距離に設定する。具体的には欧州における水中音の測定の基準距離となっている750mを基本として、以下の3点とする。 188m（1/4）、375m（1/2）、750m（欧州の測定基準）■ 測定地点は、原則として水中音の減衰が少ない沖合方向に設定する。■ 測定水深は発生源より沿岸側では1/2水深、沖合側では発生源の水深の1/2とする。

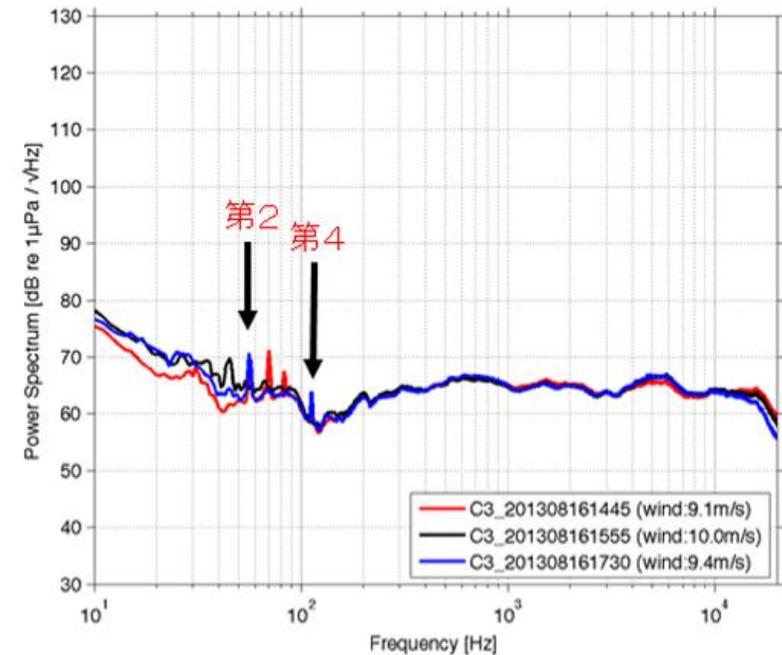
稼働中の水中音の伝搬状況（4/7）

期間・頻度	<ul style="list-style-type: none">■ 風力発電設備が定常的に稼働している期間に測定する。■ 潮流の周期による海象の変化とそれに伴う背景音等の変化が想定されるため、15日間の連続観測とする。■ 季節的な海象の変化とそれに伴う背景音等の変化が想定されるため、4季に測定する。■ 風力発電設備から発生する水中音は、大きな年変動は想定されないため、モニタリング期間は稼働後1年間とする。
必要となる基礎データ	<ul style="list-style-type: none">■ 洋上風力発電設備の稼働状況■ 風向・風速等の気象の情報、潮流、波浪等の海象の情報（施設管理等により観測した結果の活用を想定する）
浮体式での考え方	<ul style="list-style-type: none">■ 浮体式においても、着床式と同様に稼働による水中音は発生するため、上記を基本としてモニタリングを実施する。ただし、水深によって設置型の水中マイクロホンを用いた定点調査が困難な場合も想定されるため、その場合は、「工事中の水中音の伝搬状況」と同様の手法とし、可搬式の水中マイクロホンを船舶から垂下して、周波数別の音圧レベルを測定する。
留意事項	<ul style="list-style-type: none">■ 稼働中に発生する水中音は、背景音と併せて測定することになるため、周波数別の音圧レベルから風車の稼働音を特定できるように工夫する必要がある。

（参考）稼働中の水中音の周波数別の測定結果の例



音源（風力発電設備）から70m地点での測定結果

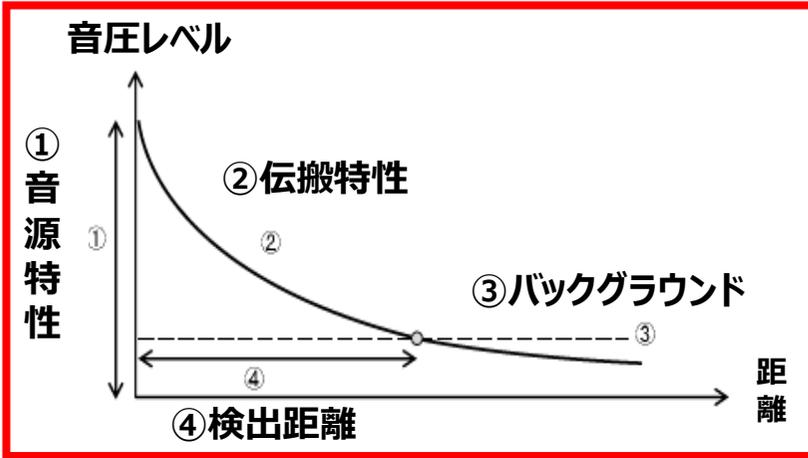


音源（風力発電設備）から2km地点での測定結果

- 銚子沖の着床式の風力発電設備から70m地点（左図）と2 km地点（右図）の水中音を比較すると、風力発電設備から離れると音圧レベル（縦軸）が低くなる。
- 基本周波数28Hzの高調波が発生し、第2高調波の音圧が最も高い。
- 測点C3（風力発電設備から2 km）でも第2・第4高調波が到達しているが、音圧レベルは測点C1に比べて大きく減衰していたとされている。

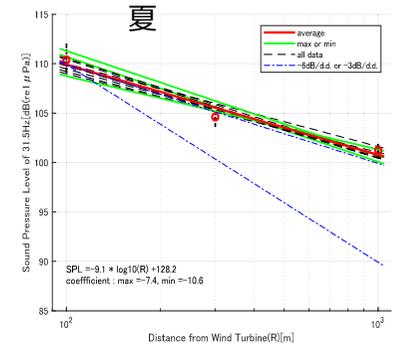
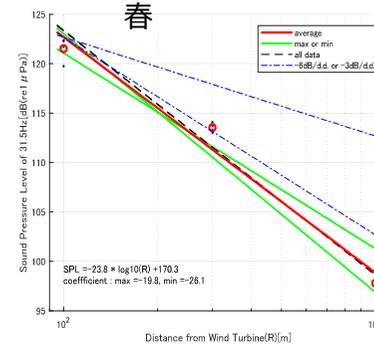
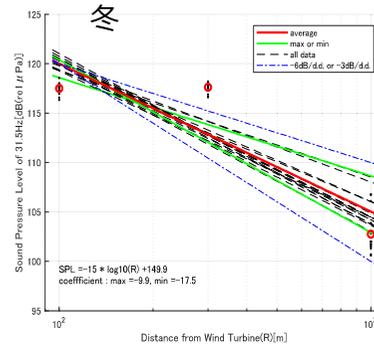
（参考）洋上風力発電設備から発生する水中音の把握

洋上風力発電設備から発生する水中音の解析手順



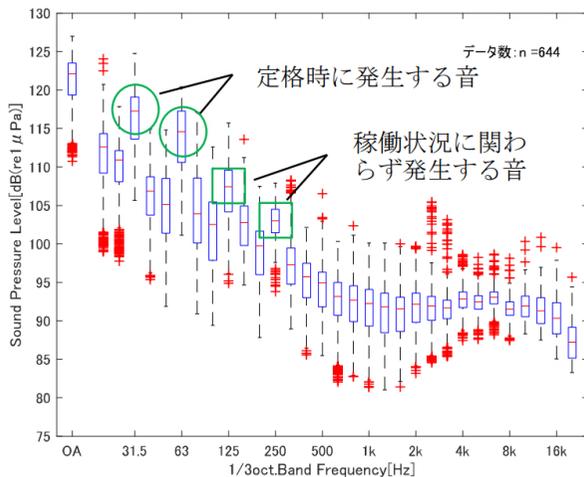
② 伝搬特性

伝搬特性（距離減衰）の季節別等の把握



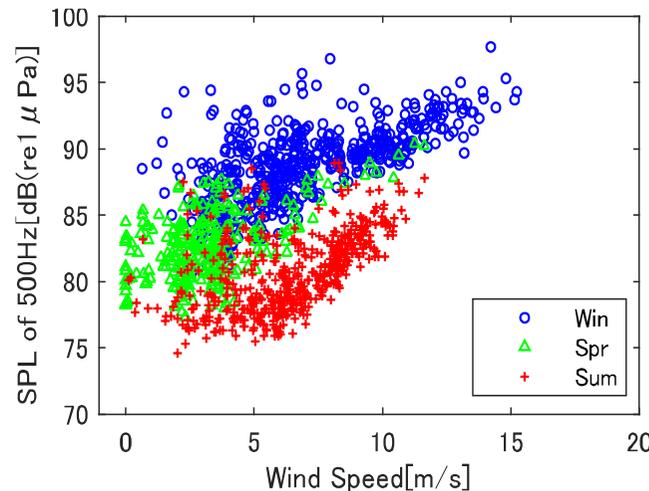
① 音源特性

周波数特性等の把握



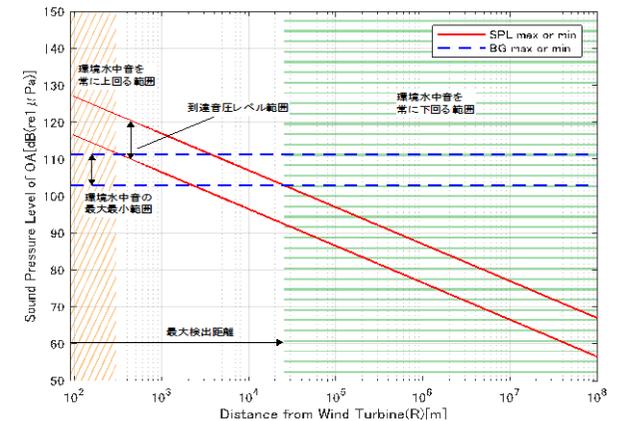
③ バックグラウンド

風速、流速、波高等との関係の把握



④ 検出距離

①～③の結果を踏まえた検出距離の推定
洋上風力発電設備から発生する水中音が環境水中音と同レベルになる距離を、検出距離として推定



稼働中のバード・バットストライクの発生状況（5/7）

対象とする工 事・設備

- 回転するブレードを備えた風力発電設備をバード・バットストライクの調査の対象とする。

目的

- バード・バットストライクに関する実態が明らかではないため、これを把握する。

手法

- 風力発電設備にカメラ（光学カメラ及び赤外線カメラ）を設置し、鳥類やコウモリ類のブレードへの接触を映像で記録し、確認する。
- 記録したカメラの映像では、接触した鳥類やコウモリ類の種を特定することは困難であるため、これを補完する情報を取得するために、鳥類の鳴音を記録するマイクロホン、コウモリ類の鳴音を記録する超音波録音機等を併せて設置する。
- 映像や音声を記録する機材は、記録項目が把握可能な性能（解像度、音域）を有する機器を使用する。

範囲・地点

- 観測機器を設置する風力発電設備は、ウィンドファームの端部に位置する風力発電設備から選定する。
- 観測機器を設置する風力発電設備の位置は、事前の環境影響評価の調査結果等を参考に、主要な移動経路（鳥類の生息地や渡りルート等の位置関係）に着目して、衝突リスクが高いと推定される方角の風力発電設備とする。
- 当該海域に生息する鳥類の特性を踏まえて、カメラを設置する風力発電設備ごとに、回転するブレードの大部分が撮影できる画角を確保できるようにカメラを設置する。

稼働中のバード・バットストライクの発生状況（5/7）

期間・頻度

- 映像や音声を記録する機材による観測は、通年連続して行う。
- 海域に生息し又は利用する鳥類やコウモリ類が、新たに出現したウィンドファームの空間に適応するには一定の期間が必要と考えられ、ウィンドファームの稼働後の1年目と比較して、順次、順応していくと考えられる。また、海外の事例も参考とし、モニタリング期間は稼働後3年間とする。

必要となる基礎データ

- バード・バットストライクが生じたときの洋上風力発電設備の稼働状況（風車の向いている方向等）
- 風向・風速や天候（視程）等の気象の情報、波浪等の海象の情報（施設管理等により観測した結果の活用を想定する）

浮体式での考え方

- 浮体式においても、同様の手法を基本とする。

留意事項

- 風力発電設備に観測機器を設置する際には、設計段階から施工計画に反映し、運搬方法、電源や通信の確保、メンテナンス方法等を事前に調整する必要がある。
- 点検等の機会に、墜落した個体を確認・回収することに努め、確認・回収することができた場合には、可能な限り種を判別するとともに、死因を分析して記録する。
- 超音波録音機については、コウモリ類の鳴き声の周波数帯（10～110kHz）が録音可能な機種とする。なお、国内における先行事例等での録音設定条件を参考に、各海域におけるコウモリ類の生息状況に応じて、録音条件を設定する。
- バードストライクの監視システムは、カメラと画像検知ロジックのセットで運用される例が多い。

（参考）バードストライク監視システムのカメラの諸元の例

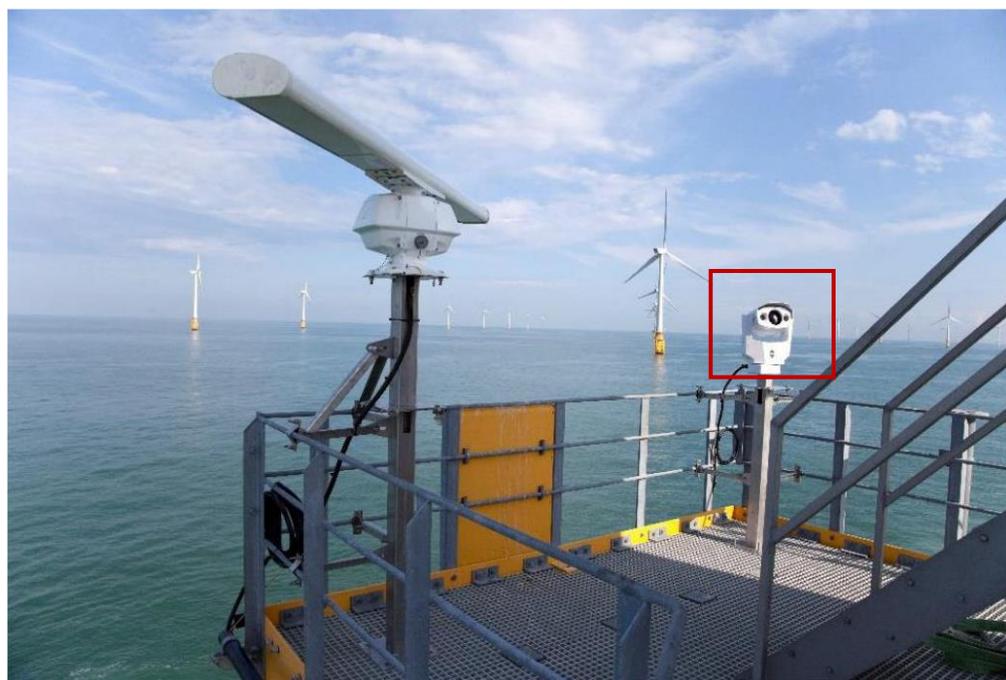
- 海外における代表的なバードストライクの監視システムに用いられている光学カメラ・赤外線カメラの仕様は表のとおり。
- 現時点の標準的な仕様として、撮影画像から鳥類が検出できるスペックが求められる。
- カメラの性能や機能は日々進歩していることから、導入時における最適なものを検討することが望ましい。

種別	項目					
	機種	画素数	倍率	画角	フレーム数	焦点距離
光学カメラ	A	1,920×1,080pix	光学30倍	水平：63.7° 垂直：35.8°	30	4.3～129mm
	B	1,920×1,080pix	30倍	水平：63.7° 垂直：35.8°	30	4.3～129mm
	C	640×480pix	デジタル8倍	水平：8～180° 垂直：6～180°	12～42	42,72,150mm (昼間) 48,35mm (夜間)
	D	1,920×1,080pix	光学32倍 (光学)	水平：60° 垂直：39°	30	4.3～137mm
	E	3,840×2,160pix	光学6倍	水平：53～104° 垂直：30～56°	30 or 25	4.3～8.6mm
	F	1,920×1,080pix	光学30倍 デジタル12倍	水平：0 - 360 ° 垂直：0 - 365 ° (可動式エンドレス)	50	4.3～129.0mm
赤外線カメラ	G	640×480pix 温度分解能： -25～100°	デジタル2～4倍			
	H	640×480pix	1～4倍	水平：24° 垂直：6°		26～105mm
	I	640×480pix	—	水平：17～60°	30	10,19,35mm
	J	1,280×720pix	デジタル4倍	水平：0 - 360 ° 垂直：0 - 365 ° (可動式エンドレス)	50	60mm

注：網掛けはHP等で情報が確認できない項目を示す

出典：Review of seabird monitoring technologies for offshore wind farms (ORJIP Offshore Wind, 2022) 他 より作成

（参考）モニタリングカメラの設置例及び撮影例



バードストライクのモニタリングカメラの設置イメージ

出典：ORJIP Bird Collision Avoidance Study Final Report – April 2018
(The Carbon trust, 2018)

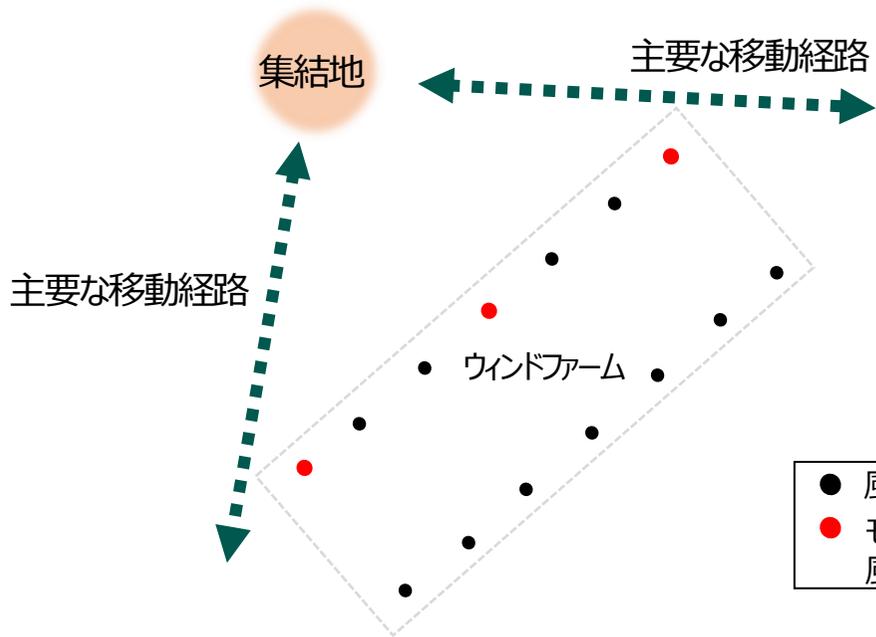


北九州市沖洋上風力発電実証研究における赤外線カメラの映像
(衝突したミサゴの直前の映像)

出典：着床式洋上風力発電の環境影響評価手法に関する基礎資料（最終版）
(国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構, 2018)

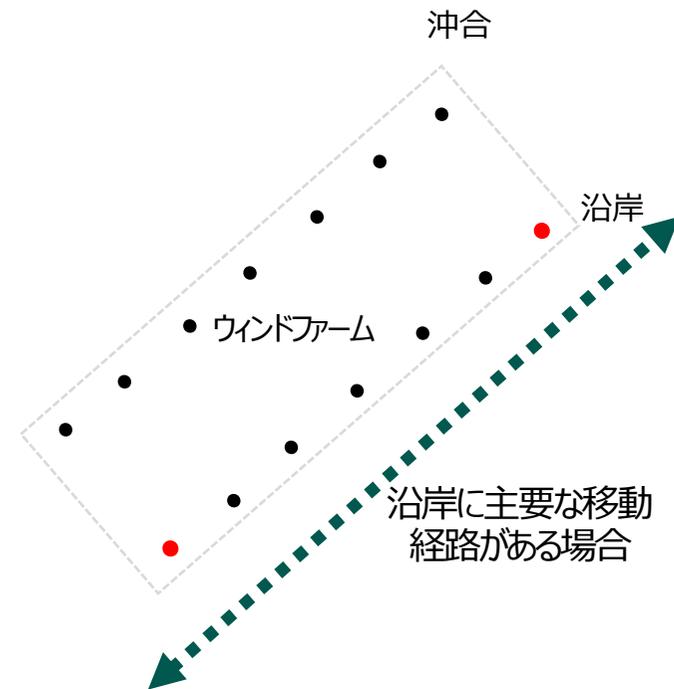
（参考）観測機器を設置する風力発電設備のイメージ

ウインドファームに近接して
集結地がある場合



ウインドファーム端部の風力発電設備は、主要な移動経路に近接しており、衝突リスクが高いため、対象とする。例えば、主要な移動経路が複数ある場合は、移動経路に近接する端部の風力発電設備や集結地から最も近い風力発電設備もモニタリングの対象とする。

ウインドファームに近接して
主要な移動経路がある場合



ウインドファーム端部の風力発電設備は、主要な移動経路と近接する可能性が高く、衝突リスクが高いため、モニタリングの対象とする。例えば、主要な移動経路が沿岸にある場合は、沿岸側の端部の風力発電設備をモニタリングの対象とする。

（参考）海外のモニタリング期間

- バード・バットストライクのモニタリング期間が記載された諸外国のガイドライン（陸上風力を含む）を収集し、モニタリング期間を整理した。
- 鳥類、コウモリ類を対象としたモニタリング期間は、3年が主流となっており、重大な影響が認められた場合は、調査期間を延長するとされている。

No.	文献名	策定国	発行年	モニタリングの年数	対象
1	Nature Conservation Guidance on Offshore Windfarm Development A guidance note on the implications of the EC Wild Birds and Habitats Directives for developers undertaking offshore windfarm developments	英国	2005	最低3年	鳥類
2	Wind Turbines and Birds A Guidance Document for Environmental Assessment	カナダ	2006	最低2年、重要な生息地 周辺の事業では3年	鳥類
3	CALIFORNIA GUIDELINES FOR REDUCING IMPACTS TO BIRDS AND BATS FROM WIND ENERGY DEVELOPMENT	米国 カリフォルニア州	2007	最低2年、 必要に応じて追加調査	鳥類・コウモリ類
4	Liliecii și Evaluarea Impactului asupra Mediului	ルーマニア	2008	最低3年	コウモリ類
5	BATS METHODOLOGY FOR ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT AND APPROPRIATE ASSESSMENT	クロアチア	2008	2年	コウモリ類
6	TEMPORARY POLISH GUIDELINES FOR ASSESSMENT OF WIND FARMS IMPACT ON BATS	ポーランド	2009	3年	コウモリ類
7	Bat Conservation Ireland Wind Turbine/Wind Farm Development Bat Survey Guidelines	アイルランド	2012	3年	コウモリ類
8	Note de référence pour la prise en compte de la biodiversité	ベルギー	2012	3年	コウモリ類
9	Metodika posuzování vlivu výstavby a provozu větrných elektráren na netopýry	チェコ	2012	1年	コウモリ類
10	Standard Investigation of the Impacts of Offshore Wind Turbines on the Marine Environment (StUK4)	ドイツ	2013	最低3年、最大5年	鳥類
11	EUROBATS Guidelines for consideration of bats in wind farm projects Revision	英国	2014	最低3年	コウモリ類
12	Wild birds: surveys and monitoring for onshore wind farms	英国	2015	3年	鳥類
13	Everaert_2015_EffectenVanWindturbinesOpVogelsEnVleermuizenInVlaanderen	ベルギー	2015	3年	鳥類・コウモリ類
14	GUIDELINES FOR CONDUCTING BIRD AND BAT STUDIES AT COMMERCIAL WIND ENERGY PROJECTS	米国 ニューヨーク州	2016	最低2年、 必要に応じて3年	鳥類・コウモリ類
15	Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres	フランス	2018	3年 重大な影響が認められた 場合は1年延長	鳥類・コウモリ類
16	Birds and bird habitats: guidelines for windpower projects	カナダ オンタリオ州	2020	3年	鳥類
17	Bats and onshore wind turbines - survey, assessment and mitigation	英国 スコットランド	2021	3年	コウモリ類

工事中及び稼働中の事業サイトの海生哺乳類の生息状況の変化（6/7）

対象とする工 事・設備

- 工事中は、杭打ち工事に伴って特に大きな水中音が発生することから、この期間の海生哺乳類の生息状況を調査の対象とする。
- 稼働中は、風力発電設備の稼働に伴う水中音の発生が想定されるため、この期間の海生哺乳類の生息状況を調査の対象とする。

目的

- 水中音が発生している状況における海生哺乳類の生息状況を把握する。

手法

- 設置型の受動的音響探知機を用いた定点調査により、海生哺乳類の出現状況を把握する。

範囲・地点

- ウィンドファーム内において、事前の環境影響評価の調査結果等を参考に、調査地点を設定する。
- 沿岸性の海生哺乳類（スナメリなど）の生息が想定される海域では、沿岸と沖合の日周行動を把握できるように沿岸と沖合に調査地点を設定する。
- 沖合に生息する海生哺乳類の出現が想定される海域では、可能な範囲でウィンドファームの沖合にも調査地点を設定する。
- 受動的音響探知機は、調査点の水深の約1/2の位置に設置する。

工事中及び稼働中の事業サイトの海生哺乳類の生息状況の変化（6/7）

期間・頻度

- 工事中は、杭打ち工事の実施期間とする。
- 稼働中は、風力発電設備が定常的に稼働している期間とする。生息状況の季節的な変化が想定されるため、4季に実施し、潮流の周期による海象の変化が想定されるため、各季15日間の連続観測とする。
- 海域に生息又は利用する海生哺乳類が、新たに出現したウィンドファームの空間に順応するには一定の期間を要すると考えられることから、モニタリング期間は稼働後3年間とする。

必要となる基礎データ

- 杭打ち地点の水深及び海底地質
- 杭打ち工事の全体工程表（工事スケジュール）
- 風向・風速等の気象の情報、潮流、波浪等の海象の情報（施工管理や安全管理、施設管理等により観測した結果の活用を想定する）

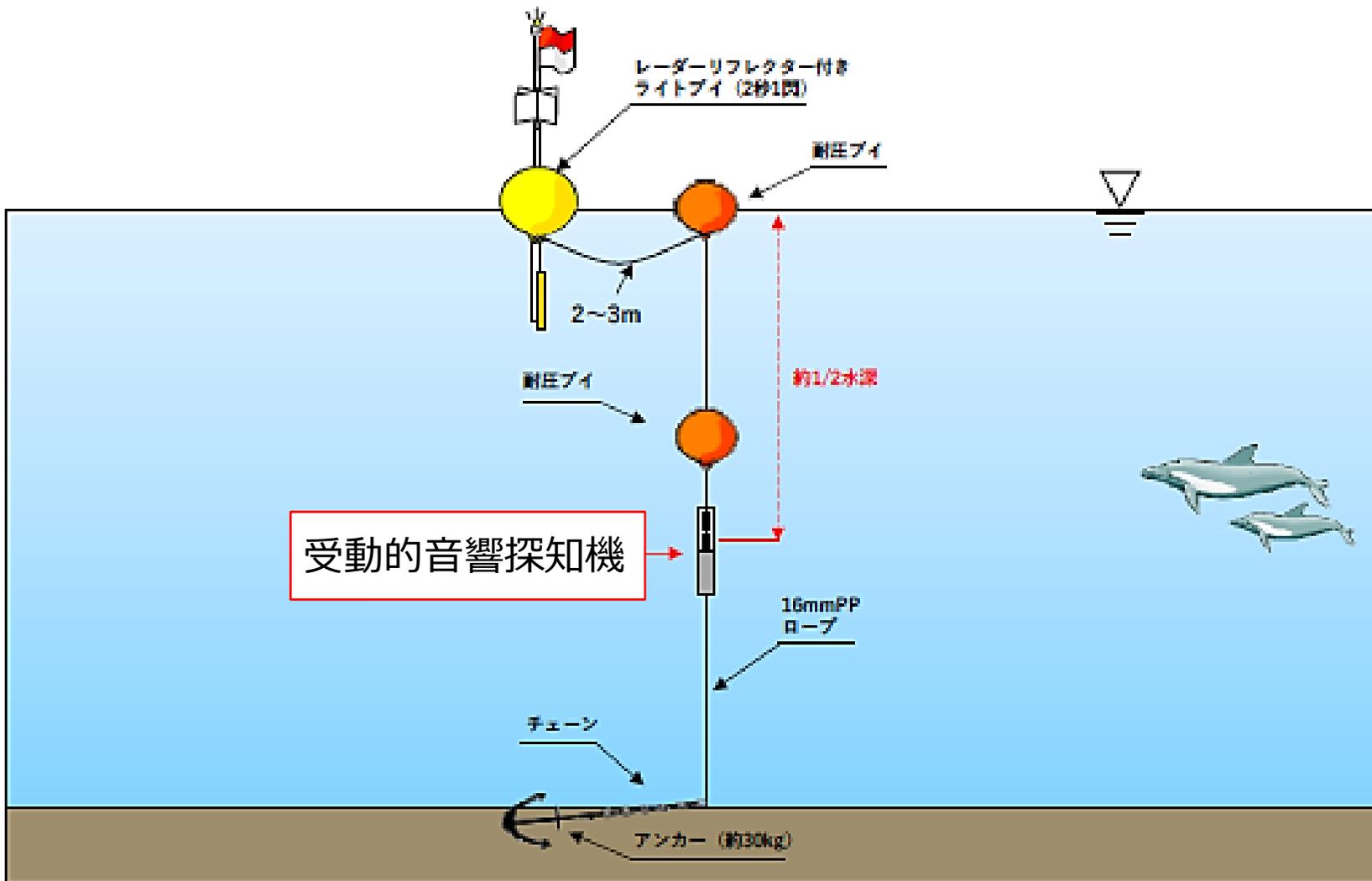
浮体式での考え方

- 工事中は、浮体式では、海底の杭に係留する等の杭打ち工事を行う場合には、上記を基本としてモニタリングを実施する。
- 稼働中は、同様な手法として、浮体から受動的音響探知機を垂下し、海生哺乳類の生息状況を把握する。設置水深は水面下20～30m程度とする。

留意事項

- 受動的音響探知機は、海生哺乳類の鳴音を対象とした超音波ハイドロホンを2つ搭載した機種とする。
- 海外事例では、稼働後に海生哺乳類がウィンドファームに戻ってくる事例や、集まってくる事例も報告されている。
- 事前の環境調査の結果等により、事業サイト及びその周辺海域に海生哺乳類の生息が明らかに確認されない場合には、モニタリングは必ずしも実施する必要はない。

（参考）海生哺乳類の生息状況の調査イメージ



出典：令和4年度洋上風力発電に係る環境影響評価のための環境調査（山形県遊佐町沖）委託業務報告書
（環境省，2022）より作成

稼働中の風力発電設備への付着生物等の状況（7/7）

対象とする工 事・設備	■ 風力発電設備の基礎構造部、根固め・洗掘防止材・マウンド等の海底施工部及びその周囲を調査の対象とする。
目的	■ 新たな生息の場が出現することとなるため、水中構造物に付着・蝟集する海生生物の生息状況を把握する。
手法	■ 付着生物や海生生物の生息の場としての機能の変化を捉えるために一定の範囲を調査することが必要であることから、潜水目視観察又は遠隔操作型無人潜水機（ROV）による撮影により、画像・映像を記録する。 ■ あわせて、海底付近における潜水目視観察や撮影は調査時間や調査頻度に制約があることから、調査時間帯による生物相の変化を連続的に捉えることが可能な水中設置型の機材による撮影により、画像・映像を記録する。
範囲・地点	■ 風力発電設備の基礎構造部（モノパイル、ジャケット等）、根固め・洗掘防止材・マウンド等の海底施工部及びその周囲（構造物の影響が及ばないと考えられる範囲）とする。 ■ 海生生物の生息の場としての機能は、底質や沿岸部（岩礁）との距離等により大きく変化するため、ウィンドファーム内において底質の特性等が大きく異なる場合には、それぞれ代表的な底質の場所で設置されている風力発電設備を対象としてモニタリングする。 ■ 構造物の種類等に応じて、代表する付着基盤ごとにトランセクトラインを設定する。 ■ トランセクトラインは、モニタリング期間の変化を継続的・定量的に解析できるよう、定点で設定する。

稼働中の風力発電設備への付着生物等の状況（7/7）

期間・頻度

- 生物の季節的な出現状況を把握するため、4季に実施する。
- 潜水目視観察又は遠隔操作型無人潜水機（ROV）による撮影は、各季に1回とする。
- 水中設置型の機材による撮影は、潮流の周期による生息状況の変化が想定されるため、各季15日間の観測とする（タイムラプス機能により日の出～日の入りまでの出現状況の変化も捉えられるため、1日複数回記録することが望ましい）。
- 既往研究により新たに設置した水中構造物に生物が定着するまでおおむね3年程度かかるとされており、また海外事例を参考として、モニタリング期間は稼働後3年間とする。

必要となる基礎データ

- 風力発電設備の基礎、根固め・洗掘防止材・マウンド等の構造や材質

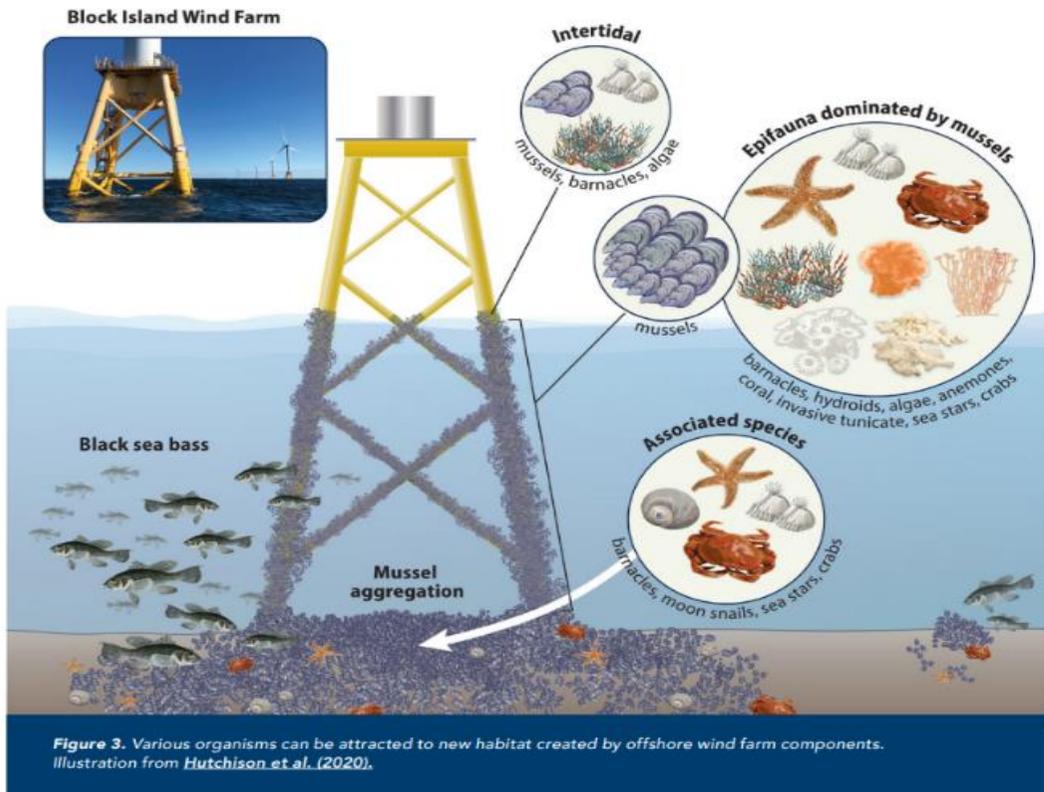
浮体式での考え方

- 浮体式では、基本的に浮体構造物を対象とする。係留のための人工物周辺（アンカー等）については、水深によりモニタリング手法が限定されることを考慮する。

留意事項

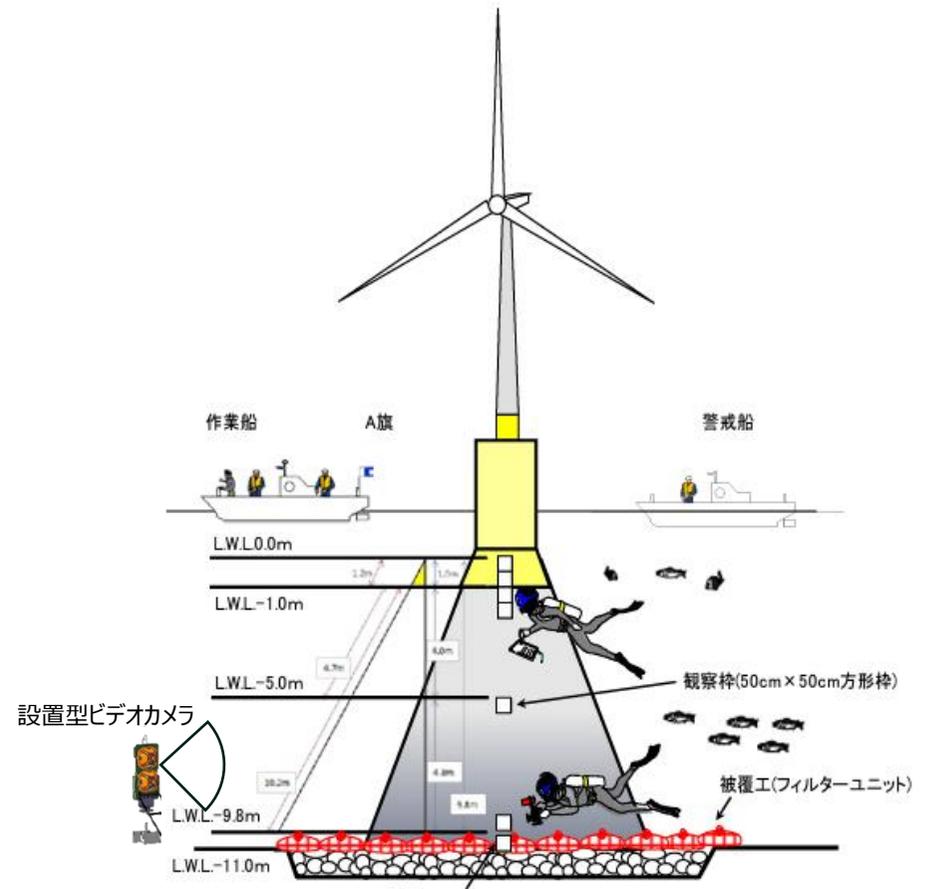
- 構造物の設置直後の初回調査における生物相や生物量（被度・群度）からの変化を整理する。
- 風力発電設備からの距離に応じて調査し、空間的な変化（勾配）を確認することで事業による影響を評価する。

（参考）稼働中の風力発電設備への付着生物等の調査等イメージ



付着生物等の蝟集状況のイメージ

出典：U.S. Offshore Wind Synthesis of Environmental Effects Research (Department of energy, 2023)



付着生物等の蝟集状況の調査イメージ

出典：着床式洋上風力発電の環境影響評価手法に関する基礎資料（最終版）（国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構，2018）より作成

（参考）新たに設置した水中構造物に生物が定着するまでの期間について

- 既往研究により新たに設置した水中構造物に生物が定着するまでおおむね3年程度かかることされており、また海外事例を参考として、モニタリング期間は稼働後3年間とする。

- 北海道余市町沖の魚礁設置後、魚礁及び魚礁から3000m付近までの範囲では少なくとも2年間にわたり収容力が増加し、3～4年経過後以降に安定するものと推定できる。

出典：魚礁設置後の時間経過と蛸集の変化について（山内ら，日本水産工学会 学術講演会 講演論文集，2015年度）pp.17-20

- 魚類・底生生物のモニタリング調査期間は、ドイツで1、3、5年目、英国で3年間、バルト海諸国で3～5年、米国で5年と整理されている。

出典：2019年度成果報告書風力発電等導入支援事業着床式洋上ウインドファーム開発支援事業（洋上風力発電に係る漁業影響調査手法検討）
（国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構（委託先：公益財団法人 海洋生物環境研究所、公益社団法人 日本水産資源保護協会），2020年）